



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-IAS**

Institute of Advanced Studies

日本の里山・里海評価：クラスターの経験と教訓

Japan *Satoyama Satoumi* Assessment: Experiences and Lessons from Clusters

**里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ**

瀬戸内海の経験と教訓 —里海としての瀬戸内海—



# 日本の里山・里海評価

## 西日本クラスター・瀬戸内海グループ

### 調整役代表執筆者（Coordinating Lead Authors : CLAs）

松田 治 瀬戸内海研究会議会長・広島大学名誉教授  
Osamu Matsuda

### 代表執筆者（Lead Authors : CAs）

荏原 明則 関西学院大学大学院司法研究科 教授  
Akinori Ebara

今井 一郎 北海道大学大学院水産化学研究院海洋生物学分野浮遊生物学領域 教授  
Ichiro Imai

井内 美郎 早稲田大学人間科学学術院人間科学学術院長補佐 教授  
Yoshio Inouchi

石川 潤一郎 社団法人瀬戸内海環境保全協会 参事兼業務課長  
Junichiro Ishikawa

小林 悦夫 瀬戸内海研究会議副会長・（財）ひょうご環境創造協会顧問  
Etsuo Kobayashi

松田 治 瀬戸内海研究会議会長・広島大学名誉教授  
Osamu Matsuda

寺脇 利信 富山県 農林水産総合技術センター 水産研究所長  
Toshinobu Terawaki

戸田 常一 広島大学大学院社会科学研究科 教授  
Tsunekazu Toda

土岡 正洋 兵庫県 農政環境部 環境政策局 自然環境課長  
Masahiro Tsuchioka

上 真一 広島大学大学院生物圏科学研究科 教授  
Shinichi Ue

浮田 正夫 山口大学 名誉教授  
Masao Ukita

山下 洋 京都大学フィールド科学教育研究センター 教授  
Yoh Yamashita

柳 哲雄 九州大学応用力学研究所長 教授  
Tetsuo Yanagi

湯浅 一郎 独立行政法人産業技術総合研究所  
地質情報研究部門沿岸海洋研究グループ  
瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

銭谷 弘 独立行政法人水産総合研究センター  
瀬戸内海区水産研究所 生産環境部沿岸資源研究室長

（アルファベット順）

日本の里山・里海評価：クラスターの経験と教訓

Japan *Satoyama Satoumi* Assessment: Experiences and Lessons from Clusters

里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ

瀬戸内海の経験と教訓—里海としての瀬戸内海—

本評価の一部は、環境省の地球環境研究総合推進費（H-092）の支援により実施された。

引用の際には下記の表記方法に従ってください。

日本の里山・里海評価―西日本クラスター瀬戸内海グループ，2010. 里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ―瀬戸内海の経験と教訓―，国際連合大学，東京。

Copyright ©United Nations University, 2010

本レポートの中で示された意見は筆者の見解であり、UNU を代表する見解を示すものではありません。

ISBN 978-92-808-4510-5 (pb)

ISBN 978-92-808-4511-2 (eb)

国際連合大学高等研究所（UNU-IAS）

横浜市西区みなとみらい 1-1-1

パシフィコ横浜 横浜国際協力センター 6 F

Tel: +81-45-221-2300 Fax: +81-45-221-2302

E-mail: unuias@ias.unu.edu

URL <http://www.ias.unu.edu>

# 目次

---

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| はじめに                           | 7         |
| 序文：「里海としての瀬戸内海」                | 9         |
| <b>1. 概要と里海の定義</b>             | <b>12</b> |
| 1.1 はじめに                       | 12        |
| 1.2 「里海」の定義                    | 12        |
| 1.3 本書の構成                      | 14        |
| <b>2. 瀬戸内海の歴史</b>              | <b>16</b> |
| 2.1 古代—戦前                      | 16        |
| 2.1.1 はじめに                     | 16        |
| 2.1.2 「道」としての瀬戸内海              | 16        |
| 2.1.3 「畑」としての瀬戸内海              | 17        |
| 2.1.4 「庭」としての瀬戸内海              | 17        |
| 2.1.5 これからの瀬戸内海                | 17        |
| 2.2 戦後                         | 18        |
| 2.2.1 瀬戸内海を取りまく経済社会情勢の変化       | 18        |
| 2.2.2 瀬戸内地域とその経済社会の変容          | 18        |
| 2.2.3 国土政策と瀬戸内海の地域開発           | 19        |
| 2.2.4 瀬戸内地域における重化学工業化の進展       | 20        |
| 2.2.5 瀬戸内海における環境問題の発生と対策       | 21        |
| 2.2.6 瀬戸内地域の自立的発展と地域課題         | 23        |
| 2.2.7 新たな地域創生のための条件整備          | 24        |
| 2.2.8 瀬戸内海の再生のための構図            | 24        |
| 2.2.9 瀬戸内海の再評価と利活用             | 25        |
| 2.2.10 瀬戸内地域の発展と環境問題への課題       | 25        |
| <b>3. 現状と変化傾向（生態系、生態系サービス）</b> | <b>28</b> |
| 3.1 瀬戸内海の海域環境                  | 28        |
| 3.1.1 水質の現状                    | 28        |
| 3.1.2 水質の推移                    | 32        |
| 3.1.3 底質と底生生物                  | 33        |
| 3.1.4 赤潮                       | 37        |
| 3.2 漁獲量の変化と現状                  | 41        |
| 3.2.1 瀬戸内海の豊かさは天与の恵み           | 41        |
| 3.2.2 日本の漁業の中での瀬戸内海漁業          | 42        |
| 3.2.3 瀬戸内海の漁獲量の変遷              | 42        |
| 3.2.4 瀬戸内海の漁獲対象生物の多様性の変遷       | 43        |
| 3.2.5 漁獲量に影響する環境・生態系の変遷        | 43        |

|           |                           |           |
|-----------|---------------------------|-----------|
| 3.2.6     | 遊漁                        | 45        |
| 3.2.7     | 漁業持続性向上のために               | 45        |
| 3.3       | 干潟・藻場                     | 45        |
| 3.3.1     | はじめに                      | 45        |
| 3.3.2     | 全国の現状                     | 46        |
| 3.3.3     | 瀬戸内海の現状                   | 47        |
| 3.3.4     | 広島湾（広域）の現状                | 47        |
| 3.3.5     | 広島湾北（奥）部の厳島・大野瀬戸の現状       | 48        |
| 3.3.6     | 今後の課題                     | 49        |
| 3.3.7     | おわりに                      | 50        |
| 3.4       | 海岸小動物・カブトガニ               | 50        |
| 3.4.1     | はじめに                      | 50        |
| 3.4.2     | 海岸小動物の長期変遷                | 50        |
| 3.4.3     | 1990年代半ばからの種の回復傾向         | 54        |
| 3.4.4     | 絶滅が危惧されるカブトガニ             | 55        |
| 3.4.5     | 考察：求められる海岸生態系と沿岸生態系の連関の解明 | 56        |
| 3.5       | スナメリ（食物連鎖の頂点）             | 58        |
| 3.5.1     | スナメリとは                    | 58        |
| 3.5.2     | スナメリの生息分布                 | 58        |
| 3.5.3     | 行動と食性                     | 58        |
| 3.5.4     | 繁殖                        | 59        |
| 3.5.5     | スナメリ・ウォッチング               | 59        |
| 3.6       | 福利との関連                    | 60        |
| 3.6.1     | 瀬戸内海の自然環境の特徴              | 60        |
| 3.6.2     | 瀬戸内海国立公園                  | 61        |
| 3.6.3     | パブリック・アクセス                | 62        |
| 3.6.4     | 瀬戸内海の文化財                  | 62        |
| 3.6.5     | レクリエーション                  | 62        |
| 3.7       | 「海の健康診断」～生態系と物質循環～        | 67        |
| 3.7.1     | 「海の健康診断」の必要性              | 67        |
| 3.7.2     | 海の健康診断のアウトライン             | 67        |
| 3.7.3     | 日本の里山・里海評価と「海の健康診断」の関係    | 68        |
| 3.7.4     | 「海の健康診断」の手法               | 68        |
| 3.7.5     | 瀬戸内海の健康診断結果               | 69        |
| <b>4.</b> | <b>変化の要因</b>              | <b>76</b> |
| 4.1       | 瀬戸内海における産業と人間生活           | 76        |
| 4.1.1     | 瀬戸内海13府県の総生産額             | 76        |
| 4.1.2     | 瀬戸内海13府県の工業出荷額            | 76        |
| 4.1.3     | 本州-四国高速道路網3ルート建設          | 77        |
| 4.1.4     | 瀬戸内海の水産業                  | 77        |
| 4.1.5     | 瀬戸内海の水産加工業                | 79        |
| 4.1.6     | 瀬戸内海の水産加工業                | 80        |
| 4.2       | 瀬戸内海への流入汚濁負荷量             | 81        |

|           |                             |            |
|-----------|-----------------------------|------------|
| 4.2.1     | はじめに                        | 81         |
| 4.2.2     | 汚濁負荷量推定の方法                  | 81         |
| 4.2.3     | 汚濁負荷量の推移                    | 81         |
| 4.2.4     | 水質総量規制について                  | 84         |
| 4.2.5     | 有機汚濁負荷量と漁獲量の関係              | 85         |
| 4.2.6     | 考察                          | 88         |
| 4.2.7     | おわりに                        | 89         |
| 4.3       | 瀬戸内海の埋め立てと海岸線               | 89         |
| 4.4       | ダム・河口堰                      | 92         |
| 4.5       | 海砂採取—海砂採取の歴史・現状・今後—         | 94         |
| 4.5.1     | はじめに                        | 94         |
| 4.5.2     | 海底骨材資源採取                    | 94         |
| 4.5.3     | 海砂採取は何を取りまく問題であったのか         | 94         |
| 4.5.4     | 砂堆の成因                       | 96         |
| 4.5.5     | 海砂採取の問題点                    | 96         |
| 4.5.6     | 採取後跡地の変化                    | 96         |
| 4.5.7     | まとめ                         | 97         |
| 4.6       | 漁獲強度                        | 98         |
| 4.6.1     | はじめに                        | 98         |
| 4.6.2     | 材料・方法                       | 98         |
| 4.6.3     | 結果                          | 99         |
| 4.6.4     | 考察                          | 103        |
| <b>5.</b> | <b>対応</b>                   | <b>108</b> |
| 5.1       | 瀬戸内海環境保全臨時措置法の成立            | 108        |
| 5.1.1     | はじめに                        | 108        |
| 5.1.2     | 瀬戸内海の危機                     | 108        |
| 5.1.3     | 瀬戸内海環境保全知事・市長会議の設立          | 108        |
| 5.1.4     | 政府と地元の迅速な動き                 | 109        |
| 5.1.5     | 瀬戸内海環境保全臨時措置法の制定            | 109        |
| 5.1.6     | おわりに                        | 110        |
| 5.2       | 瀬戸内海沿岸域保全管理法                | 111        |
| 5.2.1     | 瀬戸内海の利用と管理の法的問題—問題の所在—      | 111        |
| 5.2.2     | 現行法の課題—瀬戸内海環境保全特別措置法の意義と限界— | 114        |
| 5.2.3     | 沿岸域管理への注目                   | 116        |
| 5.2.4     | 新しい瀬戸内法（瀬戸内海沿岸域保全管理法）       | 119        |
| 5.2.5     | 瀬戸内海を対象とした沿岸域管理法制の意味        | 121        |
| 5.2.6     | まとめ                         | 121        |
| 5.3       | 住民運動                        | 121        |
| 5.3.1     | 里海と住民                       | 121        |
| 5.3.2     | 浜辺・水辺の観察教室                  | 122        |
| 5.3.3     | マイロープ・マイ堆肥事業                | 123        |
| 5.3.4     | 海岸・海面・海底ゴミ回収運動              | 124        |
| 5.3.5     | 立木トラスト・脱埋め立て運動              | 127        |

|            |                           |            |
|------------|---------------------------|------------|
| 5.3.6      | 漁民と住民                     | 127        |
| 5.4        | 森・川・海の連環の回復               | 127        |
| 5.4.1      | 河川水量と栄養物質供給               | 128        |
| 5.4.2      | 土砂供給                      | 129        |
| 5.4.3      | 有害物質                      | 130        |
| 5.4.4      | 森・川・海の統合管理                | 131        |
| 5.5        | 榎野川河口域における里海づくり           | 132        |
| 5.5.1      | はじめに                      | 132        |
| 5.5.2      | 榎野川流域の状況変化                | 132        |
| 5.5.3      | アサリ減少の原因諸説                | 133        |
| 5.5.4      | 干潟泥細泥化の原因（尾添ほか，2006）      | 136        |
| 5.5.5      | やまぐちの豊かな流域づくり構想と流域連携の取り組み | 136        |
| 5.5.6      | 河口域・干潟自然再生推進事業            | 138        |
| 5.5.7      | 里海づくりに向けての課題              | 140        |
| 5.6        | 播磨灘の里海づくりについて             | 140        |
| 5.6.1      | 趣旨                        | 140        |
| 5.6.2      | 概要                        | 140        |
| 5.6.3      | 千種川河口（赤穂市）における取り組み        | 141        |
| 5.6.4      | 相生湾（相生市）における取り組み          | 143        |
| 5.6.5      | 今後の展開                     | 144        |
| 5.7        | 島を拠点にした里海創生活動             | 144        |
| 5.7.1      | 島嶼地域が抱える固有の条件とその変容        | 146        |
| 5.7.2      | 瀬戸内海における島嶼部と本土との関係        | 146        |
| 5.7.3      | 島嶼地域の発展について               | 147        |
| 5.7.4      | 直島における里海創生活動              | 147        |
| 5.8        | 里海の国際的発信                  | 148        |
| 5.8.1      | EMECS                     | 148        |
| 5.8.2      | 第5回世界水産学会議（WFC2008）       | 148        |
| <b>6.</b>  | <b>今後の展開</b>              | <b>154</b> |
| 6.1        | 里海に関連した制度の整備              | 154        |
| 6.1.1      | 海洋基本法の制定と海洋基本計画の策定        | 154        |
| 6.1.2      | 「21世紀環境立国戦略」の策定           | 154        |
| 6.1.3      | 第三次生物多様性国家戦略の策定           | 155        |
| 6.2        | 瀬戸内海の再生方策と「里海」            | 155        |
| 6.2.1      | 「瀬戸内法」の全面的見直しと再生方策        | 155        |
| 6.2.2      | 再生の基本理念としての「里海」           | 156        |
| 6.2.3      | 海域環境の変化と生物多様性・水産資源の回復     | 156        |
| 6.3        | 瀬戸内海の再生に向けて               | 156        |
| 6.3.1      | 「森・川・海の連携」の実現へ            | 156        |
| 6.3.2      | 「里海」をめぐる国内外の動き            | 157        |
| 6.3.3      | これからの可能な道筋                | 157        |
| <b>付録A</b> | <b>瀬戸内海の海灣別診断結果</b>       | <b>159</b> |



## はじめに

里山は、人間の居住空間であると同時に、二次林、農地、ため池、草地といった様々な生態系を含む、異なる生態系のモザイクである。里山は、長期にわたる人間と生態系との相互作用を通して形成され、発展してきたもので、日本の地方で一般的に見られる。里山の形成や維持管理には、こうした人と自然の相互作用が中心的な役割を果たしてきており、この里山概念は、沿岸・海洋生態系を含み、同様な機能や長期的な相互作用のメカニズムを持つ里海にも広げられてきた。里山・里海は、食料や木材の供給、洪水の制御や気候の調整、生物多様性の保全、独自の文化の育成などを通して、人間の福利に様々な恵みをもたらしている。しかし、現在、地方から都市への人口移動の増大や、土地利用の転換、耕作放棄などの様々な要因により、大規模な劣化と消失に直面している。

日本の里山・里海評価（JSSA）は、日本の里山・里海を対象に、ミレニアム生態系評価（MA）で開発されたサブ・グローバル評価のアプローチや枠組みを適用した評価である。2006年後半より準備・計画が開始され、2007年3月に、中央政府や地方自治体、学术界、NGOなどの主要な「ユーザー（評価結果の利用者）」を代表する評議会の設立をもって、正式に開始された。MAのアプローチに倣って、生態系サービスの変化が人間の福利に与える影響に焦点をあて、政策課題や利用者のニーズに基づき、評価が設計されている。JSSAの目的は、里山・里海からもたらされる生態系サービスを評価し、里山・里海の保全と持続可能な管理に向けて行動を起こすための科学的基盤を提供することにある。

JSSAでは、公開性をもった評価プロセスにより、日本の北から南に至る多様な評価サイトが、19団体から提案された。これらの評価サイトは、生態学的・気候的要素および人口学的・社会経済的要素の2つの変数に基づき、主に全国5つのクラスター（地域グループ）に分類された。5つのクラスターは、1) 北海道クラスター、2) 東北クラスター、3) 北信越クラスター、4) 関東中部クラスター、5) 西日本クラスターであるが、西日本クラスターには、里山の評価を中心とする西日本全体の評価に加え、里海としての瀬戸内海に焦点をあてたサブ・クラスターが含まれる。MAの概念的枠組みを適用し、各クラスターおよびサブ・クラスターでは、1) 歴史的文脈、2) 現状と傾向、3) 変化の要因、4) 対応の4つの主要な要素を中心に評価が行われた。クラスター評価の結果に基づき、その結果を統合し、国および国際レベルの政策決定者・意思決定者へ情報提供することを目的とした国レベル評価も、クラスター評価と並行して実施された。本6巻シリーズの「クラスターの経験と教訓」は、JSSAの各クラスターおよびサブ・クラスターの成果をとりまとめたものである。また、別途作成されている「里山・里海の生態系と人間の福利：社会生態学的生産ランドスケープ」は、JSSAの国レベル評価の成果をまとめたものとなっている。さらに、政策立案者のためのサマリー（SDM）は、国内外の意思決定者やそのほか関係者が、利用しやすいようにJSSA全体の成果を簡潔にまとめたものとなっている。

JSSAの結果が、地域および国の計画、戦略、政策や、国内の関連する取り組みに活用されるとともに、環境と開発の分野の国際プロセスにも貢献することを期待している。また、本評価は、特に環境省と国際連合大学高等研究所（UNU-IAS）が共同で推進しているSATOYAMAイニシアティブへ科学的な基盤を提供することも意図されている。SATOYAMAイニシアティブでは、日本の里山・里海を含めた社会生態学的生産ランドスケープを国際的に推進し、人と自然の良好な関係に基づいた自然共生型社会の実現を目指しており、そうしたランドスケープの保全や管理に関わる様々な組織や団体の間の相乗効果や協力をねらいとした国際パートナーシップを、2010年10月に愛知県名古屋市で開催される生物多様性条約第10回締約国会議（CBD/COP-10）において立ち上げることを予定している。

本報告書は、評価において知識や情報、時間、労力を惜しみなく提供してくださった200名を超える執筆者、関係者、レビューアーの方々のご貢献なくしては存在し得ないものである。本報告書の作成に携わったクラスター・ワーキンググループの方々、そして、評価プロセス全体に貢献いただいた科学評価パネル、国レベル・ワーキンググループ、他のクラスター・ワーキンググループの方々から心からの感謝を申し上げるとともに、こうした方々の評価への参画を可能にくださった各所属機関の実質的な支援にも感謝を申し上げたい。また、現在のJSSA評議会および政府機関アドバイザリー委員会のメンバーの皆様に加え、JSSA評議会の前メンバーであるハビバ・ギタイ氏、内川重信氏、角田隆氏、三部佳英氏、荒井仁志氏、丸山利輔氏、今野純一氏とともに前科学評価パネル・メンバーの植田和弘氏に感謝の意を表したい。さらに、国連大学高等研究所の事務局で本件の立ち上げに関わった前職員であるA.H.ザクリ氏、ブラッドニー・チェンバース氏、アルフォンス・カンブー氏、本件の全プロセスにおいて、組織的な渉外を務めた名執芳博氏、評価コーディネータを務めた西麻衣子氏に感謝する。さらに、事務的補助を担当した佐々木花野氏、柴田由紀枝氏ほか、事務局の業務にかかわったスタッフ、インターン、ボランティアに感謝したい。

さらに、JSSAに対して特に財政的な援助をくださった環境省に加え、特に本クラスター評価への支援をいただいた前頁記載の諸機関に対し、感謝を述べたい。



武内 和彦  
JSSA 評議会共同議長  
国際連合大学 副学長



渡邊 正孝  
JSSA 評議会共同議長  
慶応義塾大学 教授



アナンサ・クマール・ドゥライアパ  
JSSA 科学評価パネル共同議長  
地球環境変化の人間社会側面に関する  
国際研究計画 (IHDP) 事務局長

中村 浩二

中村 浩二  
JSSA 科学評価パネル共同議長  
金沢大学 教授

## 序 文：「里海としての瀬戸内海」

---

この巻は「里海としての瀬戸内海」と題している。この表題を瀬戸内海の過去、現在、未来に照射してみると、その意味は、おおむね次のようになる。ずっと昔、人間は生態系の一部のようなもので、瀬戸内海の里海も調和のとれた持続的な物質循環系の一部であった。いわば「古き良き時代の『里海としての瀬戸内海』」である。しかし、現在に近づくとつれ、特にこの50年程の間に、人間活動はその規模が著しく増大し、環境や生態系に不可逆的な悪影響を及ぼすに至った。いわば「破壊された『里海としての瀬戸内海』」である。そして未来に取り戻すべきは、人間活動と生態系、物質循環系との新たな調和に基づいた「里海としての瀬戸内海」である。しかし、現在では、あらゆる社会経済体制や人間活動の規模が「古き良き時代」とは大きく変わっている。したがって、「古き良き時代の『里海としての瀬戸内海』」は、そこに学ぶものは多いとしても、目指すべき目標そのものではない。目指すべきは、あくまで「新たな『里海としての瀬戸内海』」なのである。この「新たな」部分の意味づけ、具体化こそがこれからの大きな課題である。

「古き良き時代の『里海としての瀬戸内海』」は栄光に満ちていた。朝鮮通信使という国際的な一大代表団がしばしば往来して多島海の風景を絶賛し、様々な国際交流もあった。瀬戸内海航路は、参勤交代の諸大名が利用する人と物流のマリン・ハイウェイでもあった。それほど昔でなくても、たとえば、明治時代に外国人によりなされた瀬戸内海の評価も極めて高い。シルクロードの命名者として知られるドイツの地理学者リヒトホーフエンは、瀬戸内海の情景を「此処には到る処に生命と活動があり、幸福と繁栄の象徴がある」と記し、島々の谷間の出口にある大きな村について「それらは誠に裕福そうに見える」と書いている（海老原訳）。まさに豊穡の「里海としての瀬戸内海」であった。そして、日本初の国立公園として瀬戸内海国立公園が設置されたのが1934年、まだ、「古き良き時代」の栄光が続いていた。

しかし、かのリヒトホーフエンが、100年以上も前に「かくも長い間保たれてきたこの状態が今後も永続するよう祈りたい。この最大の敵は、文明とこれまで知らなかった欲望の出現である。」とした懸念的予言は残念ながら適中した。そして、今、我々の多くが知っている瀬戸内海の大部分は、実は、長い歴史からみれば「破壊された『里海としての瀬戸内海』」にすぎないということ、この巻の報告は示している。

瀬戸内海中部の備後灘にそそぐ芦田川の河口近くに「草戸千軒」という中世の門前町の遺跡がある。この遺跡から出土するタイの骨からは、当時、この辺りでは1mを超える大きさのタイが珍しくなかったことが分かるという。豊かな「新しい『里海としての瀬戸内海』」の創生には、イメージを十分に膨らませ、志を高く保つ必要がある。今、我々が未来に向かって果たすべき重要な責務の一つである。この報告書が、「新しい『里海としての瀬戸内海』」の創生のために、様々な利用されることを、執筆者を代表して期待したい。

西日本クラスター・瀬戸内海グループ 調査役代表執筆者  
松田 治



# 第1章 概要と里海の定義

---

柳 哲雄 Tetsuo Yanagi

# 1. 概要と里海の定義

## 1.1 はじめに

瀬戸内海は沿岸の人々に「道（海上交通・運輸）」、「畑（食料・塩供給）」、「庭（海水浴・ツーリズム）」という生態系サービスを提供してきた（詳細は2.1参照）。これらの生態系サービスの中で「道」というサービスは瀬戸内海に海水があれば提供され続けるが、「畑」、「庭」という生態系サービスは瀬戸内海の生態系が劣化すれば提供されなくなる。

1981年の瀬戸内海の漁獲量は21トン/km<sup>2</sup>/年を誇った。この数字はアメリカ・チェサピーク湾の7トン/km<sup>2</sup>/年、北海の6トン/km<sup>2</sup>/年、地中海の1トン/km<sup>2</sup>/年と比較すれば、容易にわかるように、世界の沿岸海域の中で飛びぬけて高い（武岡, 1996）。そのような高い瀬戸内海の漁獲量が、2000年には11トン/km<sup>2</sup>/年まで減少した（詳細は3.2参照）。

漁獲量の減少に代表される瀬戸内海の生態系劣化（生物生産性と生物多様性の減少）をくい止め、瀬戸内海の第1次産業である漁業を再生するにはどうすればよいのか？我々は「瀬戸内海を里海化する」ことを、ここに提案する。

## 1.2 「里海」の定義

里海とは「人手が加わるにより生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」（柳, 1998, 2005）である。

瀬戸内海で「里海」を実現するためには、瀬戸内海に一体どれほどの栄養塩が陸から流入して、それらが植物プランクトン、動物プランクトン、魚、スナメリなどにどのように配分されているのか、沿岸住民が瀬戸内海の自然生態系を維持して、漁業・潮干狩り・海水浴などを通じて豊かな恵みを持続的に享受するためには、瀬戸内海でどのような事業なら許されるのか、どのような

事業をしてはいけないのかなど、様々な局面における沿岸住民と瀬戸内海の関わりあい方を具体的に明らかにする必要がある。

すなわち、瀬戸内海の水質循環を定量的に明らかにして、人々が瀬戸内海のどの部分にどのような人手を加えることが、「太く・長く・滑らかな物質循環（図1.2.1）」を実現し、瀬戸内海の生態系を豊かにするかを考えて、様々な自然修復・再生事業を行わなければならない。

たとえば、赤潮の発生は栄養塩から植物プランクトンへの一時的な太い物質輸送を実現するが、赤潮の発生後、植物プランクトンの大部分は枯死して、その栄養分が上位の動物プランクトンに転送されないため、短い物質循環となる。さらに枯死した植物プランクトンが底層に沈降して、貧酸素水塊を発生させることにより、ベントスなどの底生生態系を破壊するため、滑らかな物質循環を阻害する。したがって、赤潮が発生するような富栄養化した沿岸海域では陸からの栄養物質の流入を総量規制する必要がある。

一方、植物プランクトン濃度が低い貧栄養な沿岸海域では、太い物質輸送を実現するために、たとえば、人工湧昇流構造物を設置して、無光層から栄養塩を有光層に湧昇させて、植物プランクトン濃度を増やす必要がある（柳, 2004）。

また沿岸海域の物質循環には河川流出・潮汐残差流輸送・潮流混合などの物理的輸送に加えて、化学・生物的輸送が大きな役割を果たしていることを知っておかなければいけない（図1.2.2）。富栄養化した大阪湾でも、それほど富栄養化していない周防灘でも、栄養塩から植物プランクトンへの光合成による栄養物質輸送量は、河川からの栄養物質負荷量よりも大きいのである（林・柳, 2002）。すなわち瀬戸内海における生物多様性を大きくすることが、瀬戸内海での「太く・長く・滑らかな物質循環」を保障する。

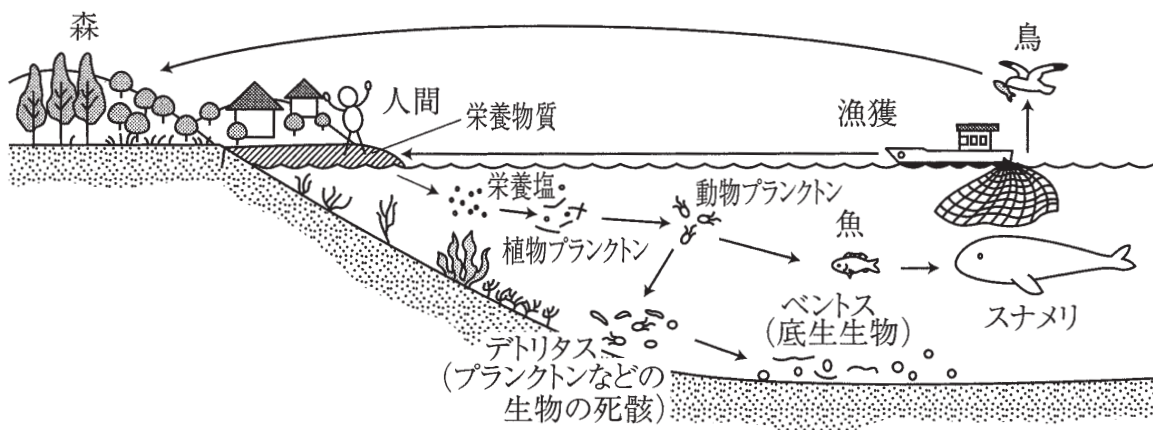


図1.2.1 沿岸海域における栄養物質の循環

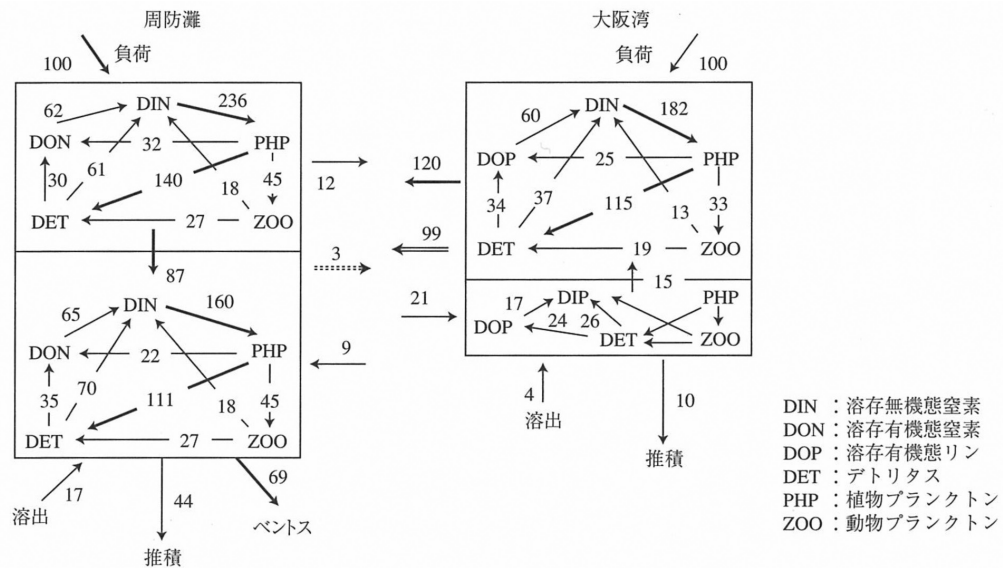


図1.2.2 周防灘における窒素フラックスと大阪湾におけるリンフラックス (いずれも河川からの負荷量を100とした場合の相対値)

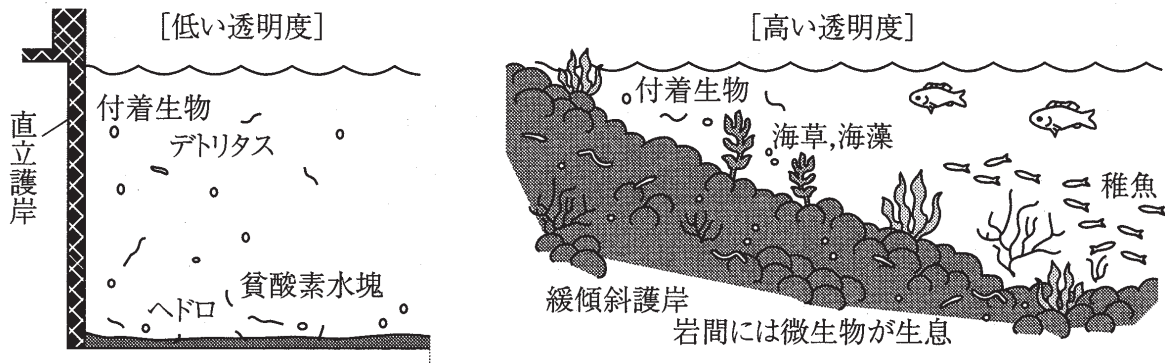


図1.2.3 直立護岸と緩傾斜護岸

したがって、海と陸の境界である護岸は不連続な直立護岸より緩傾斜護岸の方が、滑らかな物質循環に適している。干満差が同じ場合、直立護岸の方が緩傾斜護岸よりも護岸近傍の潮流流速が小さくなる。小さい潮流流速は鉛直混合を弱くするので、成層が発達しやすくなる。発達した成層は赤潮発生や貧酸素水塊発生の好条件となる。船の接岸目的など、直立護岸でなければ機能しない場合以外の護岸は、すべて緩傾斜護岸にした方が、豊かな生態系が実現できる。さらに護岸の材質としては、コンクリート護岸より石積み護岸が好ましい。石と石の間にできる広い表面に有機物を分解する微生物や付着生物が多く付着・繁殖して、物質循環の速度を速め、物質循環のパイプを太くするからである (図1.2.3)。

瀬戸内海で里海を実現するためには、瀬戸内海で太く・長く・滑らかな物質循環を実現しなければいけないが、このような瀬戸内海での健全な物質循環は瀬戸内海だけで完結するものではない。瀬戸内海に流入する様々な物質は山から出て、田や畑を経て、川を流れ、瀬戸内海に至る。瀬戸内海における健全な物質循環を実現しようと思えば、山に発し海に至る流域全体の環境管理を一体的に行う必要がある。

昔の瀬戸内海は里海であったのだろうか？かつては人間活動の影響が大きくはなかったため、人と沿岸地域の関わり方が問題にされることも少なく、漁民をはじめとする沿岸住民は瀬戸内海から大きな恵みを受けてはいたが、自らがどのようにして瀬戸内海と関わればよいのかを意識してはなかった。

すなわち、意識的に人手を加えるという意味での里海は存在しなかった。しかし、時々は過剰漁獲のために漁業資源が減少したので、漁民は漁法制限を含む様々な取り決めを行って、漁業資源に象徴される瀬戸内海を保全しようと試みていた (柳, 2004)。

このような事実は、里海を実現するための「太く・長く・滑らかな物質循環」を成立させるためには、食物連鎖における高位の魚類も含めた、きちんとした海洋生物資源管理が必要であることを示唆している (柳, 2006)。

里山と里海の類似点と相違点について、最後に触れておく。里山は「人手が加わるにより生物生産性と生物多様性が高くなった山」(柳, 2005)だが、生物多様性を高めるような人手の加え方が里山と里海では異なる。

里山の手は、その場の植生が極相にいかないように加えられる。すなわち、人手を加えないと、西日本の里

山は藪が茂り、最終的には、潜在植生であるシイやタブなどの常緑広葉樹林に変わってしまう。常緑広葉樹林は1年中林床に日があたらないために、植物相が貧困となり、落葉広葉樹林の里山と比較すると、生息空間の多様性が著しく減少して、生物多様性は減少する。このように、里山における人手は、主に、植生を極相にいかせないよう加えることで、生物多様性を高くしている。

一方、里海における人手は、主に、生息空間の多様性を維持し、創りだすように加える（ピオトープの維持・創出）ことで、生物多様性を高くするのである（柳, 2009）。

### 1.3 本書の構成

本書では、瀬戸内海における人と自然の関係の歴史を振り返り（第2章）、瀬戸内海の生態系と生態系サービスの変化と現状を総括し（第3章）、その変化の原因を明らかにする（第4章）。さらに、そのような変化に瀬戸内海沿岸の人々がどのように対応してきて、現在どのように対応し、今後どう対応しようとしているのかを紹介し（第5章）、今後の瀬戸内海の生態系と生態系サービスのあり方を提言する（第6章）。

### 参考文献

- 武岡 英隆（1996）『瀬戸内海と世界の閉鎖性海域の比較』岡市ら編『瀬戸内海の生物資源と環境』 恒星社厚生閣 218-226.
- 林 美鶴・柳 哲雄（2002）「周防灘と大阪湾奥部の低次生産構造の比較」海の研究 11 591-611.
- 柳 哲雄（1994）「人工湧昇流発生構造物」土木学会誌 12 14-16.
- 柳 哲雄（1998）「沿岸海域の「里海」化」水環境学会誌 21 703.
- 柳 哲雄（2004）「姫島の漁業資源管理」九州大学総合理工学報告 26 215-217.
- 柳 哲雄（2005）『瀬戸内海－里海学入門』瀬戸内海環境保全協会 2005 96p.
- 柳 哲雄（2006）『里海論 恒星社厚生閣』102頁.
- 柳 哲雄（2009）「人手と生物多様性」海の研究 印刷中.



## 第2章 瀬戸内海の歴史

---

戸田 常一 Tsunekazu Toda

柳 哲雄 Tetsuo Yanagi

## 2. 瀬戸内海の歴史

### 2.1 古代—戦前

#### 2.1.1 はじめに

現在の形の瀬戸内海が形成されたのは約7000年前である。約2万年前に最終氷期が終わった後、主に大陸氷河の融解により100m近い海面上昇が起こり、かつては陸地だった瀬戸内海地域に海水が浸入してきて、現在のような瀬戸内海の地形が形成された。

つい最近まで、瀬戸内海の海底からは漁民の底引き網によって、かつてこの地域を行き来していたナウマン象の骨が引き上げられていた(柳, 2008)(図2.1.1)。

このような瀬戸内海は、歴史的には、人々にとって、「道＝物資と人員の輸送の場」・「畑＝産業の場」・「庭＝憩いの場」としての役割を果たしてきた。

しかし、現在の我々にとって、このようなかつての瀬戸内海のあり方は、主に人々と瀬戸内海の関わり方の変化により大きく変わってきている。

今後、瀬戸内海が沿岸の人々のみならず、日本の人々、世界の人々にとってどのような場となるのか、どのような場にするべきなのかを本節で考えてみたい。

#### 2.1.2 「道」としての瀬戸内海

縄文時代の瀬戸内海は、矢じりなどの材料として用いられた、大分県姫島産の黒曜石を運搬した丸木船の航海する物資輸送の場であった。姫島産の黒曜石は近畿から屋久島に至る西日本各地の縄文遺跡で発掘されている。

古墳時代から奈良時代にかけては、丸木舟に代わって、海上物資輸送の専門家である海部一族の大型船が、大和朝廷への税を運ぶために、また百済など朝鮮半島へ軍隊を送るために、瀬戸内海を行き来していた。

さらに、それ以降江戸時代に至るまで、遣隋使・遣新羅使・遣唐使・朝鮮通信使などが往来し、牛窓の唐子踊りに見られるように、かつての海外との交流の文化的遺産が今も瀬戸内海沿岸各地の人々に継承されている(図



図2.1.1 後氷期の瀬戸内海 (出典：せとうちネット ●：縄文早期遺跡)



図2.1.2 天平8(736)年の瀬戸内海 (出典：せとうちネット)

2.1.2)。

また、平清盛が平安時代末期に、日末貿易の主要航路として瀬戸内海沿岸航路を整備して以来、江戸時代の北前船、昭和初期の機帆船に至るまで、瀬戸内海は日本経済を支える物資輸送の大動脈の役割を果たしてきた。しかし、そのような経済的に重要な役割も明治34(1901)年に山陽本線が開通して以降、様々な産業製品の主な輸送形態が鉄道、そしてトラックに移ることにより失われていった(柳, 2008)。

### 2.1.3 「畑」としての瀬戸内海

産業の場としての瀬戸内海は、中国・四国山地に挟まれて晴天が多いという地理的特性を活かし、まず塩の生産地として繁栄した。古代は、海藻(ホンダワラ)に繰り返し海水を振りかけ、水分を蒸発させ、海藻に付着した塩粒を洗い流して高塩分水(かん水)を得た。さらに、海藻を乾燥させて焼いた灰をかん水に入れて、布でこし、かん水の塩分を高めた。最後に、かん水を製塩土器で煮沸することにより、水分を飛ばして、塩粒を得ていたのである。そのような藻塩造りの風景は万葉集に収められた和歌に以下のように詠まれている。

朝風に玉藻刈りつつ 雄風に藻塩焼きつつ 海少女

このような製塩法はかん水の塩分濃縮法が、入浜式・揚げ浜式・枝条架流下式塩田と効率化しても基本的には変わることなく、最終的にかん水を煮詰めるために大量の燃料を必要とした。

中国・四国山地の潜在植生であるシイやカシなどの常緑広葉樹は、瀬戸内海の製塩と中国山地のタタラ製鉄のために、早い時期に伐採されつくした。

その結果生じた花崗岩のはげ山は、風雨により浸食され、風化土であるマサ土は瀬戸内海の海岸まで流れ下り、白い砂浜を形成した。さらに形成された砂浜には痩せた土地に強い松林が茂り、白砂青松という瀬戸内海を代表する風景が形成された。

しかし、かつて広大な面積を誇った瀬戸内海沿岸の塩田は、昭和46(1971)年のイオン交換膜による製塩法が開発されて以降、すべて姿を消してしまった。

瀬戸内海の漁業が産業として成立したのは、瀬戸内海沿岸で綿花栽培が盛んになり、イワシ肥料などの需要が増大した江戸時代以降である。それ以降、関東から西日

本各地に綿花栽培が拡がり、イワシ肥料の需要が増え、その売価も上昇し、漁業従事者が増えるに従って、紀州を中心とした瀬戸内海漁民は房総など関東にも進出して、新たな漁村を形成していった。

つい最近まで瀬戸内海には家舟という、船で生活しながら瀬戸内海各海域で1本釣りを行って生計をたてる漁民も存在していた。

しかし、そのような瀬戸内海の漁業もここ40年余りの海洋環境破壊や過剰漁獲により、漁獲量が急減して(図2.1.3)、漁民数が急減し、瀬戸内海各地で限界漁村集落が出現するに至っている(柳, 1998)。

### 2.1.4 「庭」としての瀬戸内海

かつての瀬戸内海の名勝地は、歌枕の場として愛でられていた。人々は和歌を詠む場として、瀬戸内海全域を美しい場として認識することはなかった。

また、生活空間としての瀬戸内海も、各灘や各瀬戸に対してある名称を与え、自分の生活に直結した空間として認識してはいたが、瀬戸内海全域をひとつの空間として認識することはなかった。

瀬戸内海(Seto Inland Sea)という名称は、明治時代になり、外国人観光客が上海から神戸に向かう汽船に乗って、この内海を航海することにより初めてもたらされた。外国人観光客は段々畑などの生活景観と、白い砂浜・青い松林などの自然景観が見事に調和している瀬戸内海の風景を絶賛した。彼らの風景認識が、日本の人々にも浸透するに及んで、明治中期以降、瀬戸内海という地名が一般化したのである。

その後、瀬戸内海は昭和9(1934)年に日本で最初の国立公園に指定され、昭和62(1987)年に制定されたリゾート法の失敗によるつまずきはあったものの、現在またエコツーリズムの場として、瀬戸内海は都市住民に新たな憩いを与えようとしている(柳, 1994)(図2.1.4)。

### 2.1.5 これからの瀬戸内海

物資・人員の輸送の場である「道」としての瀬戸内海は、海水がそこにある限り成立する。だが、生産の場である「畑」としての瀬戸内海は、瀬戸内海の生態系をかつてのような豊かな生態系に戻すことなくして、復活させることは不可能である。憩いの場である「庭」として

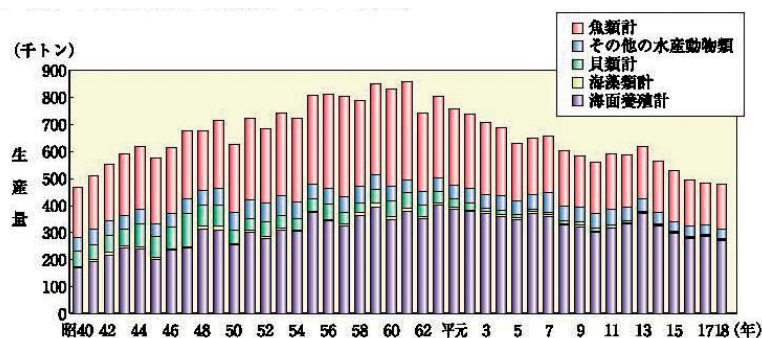


図2.1.3 瀬戸内海の漁獲量の変化 (出典: 農林水産省中国四国農政局統計情報部資料)

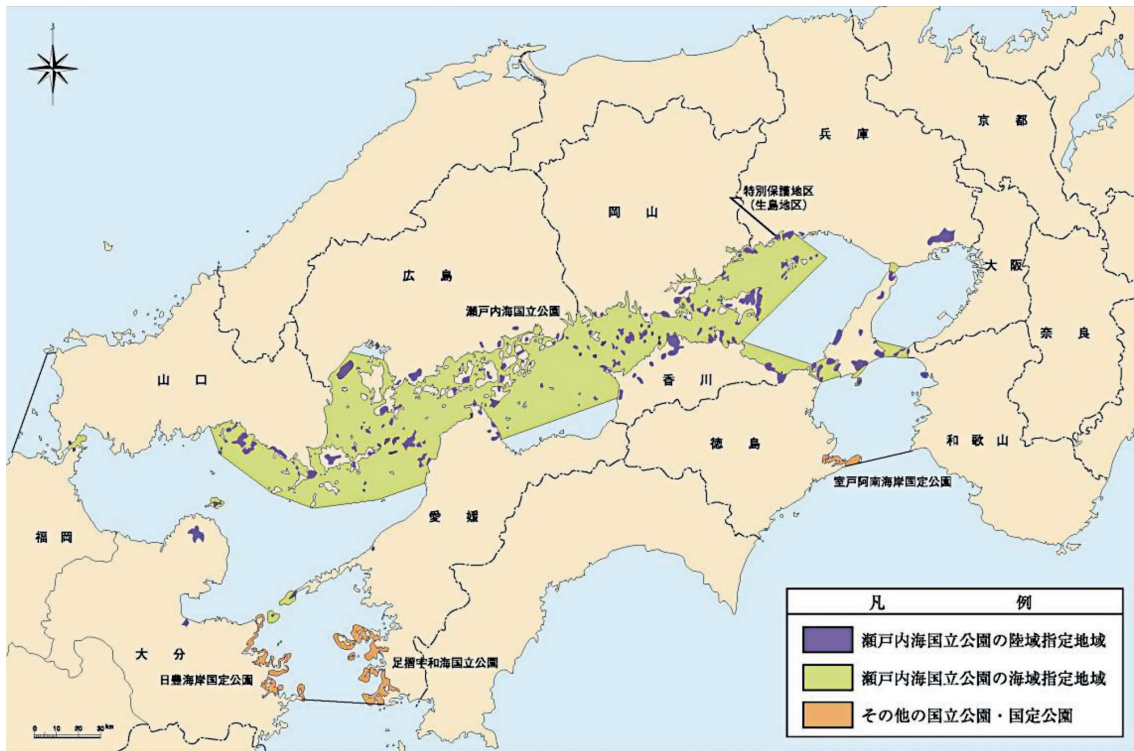


図2.1.4 瀬戸内海の主要自然公園 (出典：せとうちネット)

の瀬戸内海は、豊かな生態系が確保されていれば、その機能を果たすことは可能である。魚も住んでいないような瀬戸内海を見て、あるいはそのような瀬戸内海に触れて、私たちの心は癒されるだろうか？

漁民の生産活動が保障され、同時に、人々に癒しを与えられるような瀬戸内海を「里海」と呼ぼう。「里海」の定義は、「人手が加わることにより生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」である (柳, 2006)。

沿岸海域に住み、そこで生産する人が居なくなったら、漁民が居なくなったら、沿岸海域は海を知らない都市住民の勝手な都合で壊滅的な打撃を受ける。それは高度成長期の瀬戸内海における公害騒動が証明している (Okaichi and Yanagi, 1999)。

沿岸海域の環境を保全するためには、沿岸海域の生産性を高くして、そこで生産する漁民がその場で生活し続けることが出来るようにすることが、必須条件となる。沿岸海域の高い生産性は、その場の高い生物多様性により保障される。瀬戸内海を環境を保全していこうと思えば、「里海」としての瀬戸内海を創生する必要がある。

## 2.2 戦 後

### 2.2.1 瀬戸内海を取りまく経済社会情勢の変化

瀬戸内海を望む地域の経済は、100年に1度の大きな転換期に入っている。明治維新以降の日本では新たな経済事象の多くは、外国への空や海の玄関口である東京や関西の大都市圏から始まり、しだいにそのほかの地方に普及してきた。現在、大都市から瀬戸内海地域に及んでいる重要な事象として、経済社会のグローバル化と成熟化が指摘できる。

これまで瀬戸内海の多くの地域では、国家全体の経済政策のもとで与えられた仕事をこなし、地域の中での経済循環を維持するだけで、とりあえずの豊かな生活が可能であったし、そのうえ海や山などの自然資源にも恵まれていた。日本が貿易国家でありながら、瀬戸内地域では、大阪や神戸にある一部の企業を除いて、海外諸国との商いに直接務めることもなかったし、国際的な空港も最近まではつくられなかった。これまでは、東京を中心とする企業本社や商社に依存してきたし、地域の外を視野においた取り組みが格別必要なかったとも言える。

しかし、このような状況はいつまでも続くものではない。製造業だけでなく、商業・流通業においても国際的な分業体制の構築は緊急課題であり、アジアを中心とする広い範囲での取り引きや拠点づくりが求められている。また、社会の成熟化による人々の価値観の多様化や高質化により、物的豊かさに加えて心の豊かさが求められ、今後はツーリズムなどの自由時間消費型の産業が盛んになると予想される。現在、人々は安価さと手軽さを理由に観光やリゾートの場を海外に求めて渡航している。このような余暇時間の消費という変化は、東京や大阪、さらには福岡などにおいて先行し、それが瀬戸内地域においても顕著となってきたものと言える。この流れをいかに前向きに受け止めるかによって、瀬戸内地域の将来は大きく規定されるだろう。

### 2.2.2 瀬戸内地域とその経済社会の変容

瀬戸内海は、世界でも典型的な閉鎖性海域の一つである。戦後日本の高度経済成長期である1950年代-1960年代の臨海域における急激な産業集中と都市化にともなって、大規模な埋め立てが進められ、工場排水などに

より急激な公害問題が生じた。このような瀬戸内海における激しい経済開発と急速な環境悪化の進行は、世界的にも際だったことと言え、それに対応した日本国内での地方自治体・国や企業による1970年代以降の環境対策の取り組みや環境技術の向上も注目に値する。

瀬戸内海は、1950年代半ば以降の10年以上にわたって日本経済の成長に対して大きな役割を果たした。工業生産についてみると、現在は日本全体の25%弱にとどまるが、1960年代当時のシェアは、35%を超えていた。一方、経済の高度成長期において瀬戸内海地域の経済社会は、環境問題を背景として大きな変容を遂げた。ここで経済の高度成長期を以て瀬戸内海の開発方向がどのように変化したかを示す二つの宣言を示す。

まず、昭和36年に、瀬戸内8県知事が構成した「瀬戸内海総合開発促進協議会」が編集した「10年後の瀬戸内海地域」では次のように述べられている。

「(10年後には) 工場の巨大な建物が整然と立ち並び、背後の住宅開発とともに新しい市街地を形成するであろうし、瀬戸内海の観光客も全国から多数訪れてくるであろう。さらに本土と四国を結ぶ架橋、四国と九州を結ぶフェリーなどの構想も実現への過程を着々と進んでいくであろう。阪神あるいは北九州の既成大工業地域から次第に進出していた発展傾向も、次の10ヵ年では新しく形成された瀬戸内海沿岸の重化学工業基地を中核として周囲に発展していくものと想像される」

次に、その10年後の昭和46年に瀬戸内海沿岸11府県知事、3市長が定めた「瀬戸内海憲章」では、前述の開発指向の姿勢が反省されて環境保全の重視に変わっている。

「瀬戸内海はかつて紺色に澄み、無数の島影を映してその景観を世界に誇った。海の幸と白砂の浜、緑の里にはぐくまれた豊かな人間の営みがあった。しかし今や産業開発の要衝となり、環境は著しく悪化しつつある。この現実を直視し、自然を守り育てることが共通の責務であることを自覚し、地域の整備、開発にあたっては環境破壊を強く戒め、生物社会の循環メカニズムの復活を図る必要性を痛感する」

この10年間における地元地域の問題意識の変化が際立っているが、これは日本全体の経済成長の低迷と公害問題の厳しさを反映したものと言える。

本節では以下、瀬戸内海における戦後の経済開発と環境問題の発生、およびそれに対する環境対策をまとめることとするが、これらの経験は発展途上国を中心とした今後の経済開発と環境保全のあり方を考えるために、多くの示唆を与えてくれると考える。

### 2.2.3 国土政策と瀬戸内海の地域開発

日本の国土の開発・利用・保全についての国土計画を定める根拠法として1949年に「国土総合開発法」が制定されている。これまでこの法律のもとで5回にわたって「全国総合開発計画」が策定されているが、瀬戸内海の地域開発に大きな影響を及ぼしたのは1962年の一全

総と1969年の新全総である。これらはともに、日本の経済の高度成長期に策定された計画であり、瀬戸内地域を経済開発の場としてとらえている。日本の国土政策とその中で瀬戸内の地域開発の特徴は次の三点にまとめることができる。

(1) 国土政策では日本の国力、特に経済力を高めるための開発行政が優先される傾向があり、生活の豊かさは経済成長の結果として国民に享受されるものと考えられてきた。そのため、経済の発展段階に応じて日本が比較優位性をもつ競争力の強い産業を育成する産業政策が重視された。戦後の成長産業は、繊維、重化学工業、一般・電気機械、精密・電子機器と50年間の間に大きく変化してきたが、その中で瀬戸内地域では1960年頃を前後として、大阪を中心として成長した繊維工業と東京を中心とする重化学工業に対して工場立地の場を提供してきた。そのため、瀬戸内地域に立地している産業は過去の成長産業に偏っており、そのことが今後の地域経済の発展に大きな課題を投げかけている。

(2) 国土政策では個々の地域の自立的発展という観点は弱く、中央政府によって経済成長のために国土をいかに効率的に利用するかがトップ・ダウン式に決められ、効率性観点から各地域の役割が定められてきた。その結果、都市化が進んでいる大都市圏に中枢的な高次機能の部門を立地させ、地方圏に現業部門を立地させるといった地域間の機能分担のもとで全総計画が策定された。綿紡績などの繊維工業が栄えていた明治から1950年代前半までの間は大阪を中心とする「瀬戸内経済圏」がある程度成立していたが、1960年頃を境にして瀬戸内地域は鉄鋼や石油化学、石油精製など重化学工業が展開する場となり、東京に本社を構え大企業の工場が多く立地するようになった。これにともない、以前に見られた瀬戸内地域の一体性は弱くなり、個々の沿岸地域が直接、東京の企業本社や中央政府と連結することとなった。

(3) このような国土政策を支えるため、産業や交通関連の社会資本整備が勢力的に進められた。そのため、投資効率性の基準が比較的重視され、そのために大都市圏を中心とした需要追従的な基盤整備が進められた。これにより、東京など大都市圏への高次機能や良質な労働力の集中を促進する結果をもたらしたが、瀬戸内地域への重化学工業の立地展開は東京湾岸において過密になった集積が大阪湾岸へ分散し、それがさらに以西の臨海部にオーバーフローしたものととらえることができる。その一環として、南北航路との交錯を避けて瀬戸内海の東西方向の幹線航路を確保するために、3本のルートの本州四国連絡橋の建設が定められたが、これは他方で、開発の遅れていた四国地方の地域開発という「国土の有効利用」という異なった目的につながることとなった。

以上、国土政策の特徴に関連づけて、瀬戸内地域が抱える課題を三点に分けて説明した。あらためて整理すると、第一は、産業構造の偏りから生じる今後の地域経済の発展について、第二は、各地域が個別的に中央と連結されて瀬戸内圏という圏域一体感が弱くなっていること、

第三に、3ルートの本四架橋の完成を契機とした瀬戸内海とその沿岸地域の振興についての課題である。

## 2.2.4 瀬戸内地域における重化学工業化の進展

1950年代半ばに入ると、日本の資本や貿易の自由化をにらみ、産業構造の高度化のために重化学工業化が進められた。それまでは、繊維や食料品などの軽工業が中心の産業であったが、これ以後は鉄鋼や化学、機械などの重化学工業に重点が置かれるようになった。日本の産業は加工貿易を基本とすることから、原材料や製品の海上輸送が重視され、臨海地域の適地に工場が求められた。

まず、関東臨海地域では、1950年代半ばには繊維と鉄鋼が中心の業種であったが、1960年頃から、用地や用水を大量に必要とする化学工業や鉄鋼業は立地困難となり、他方で中枢経済機能に関連する出版・印刷業が拡大し、次期の経済成長を担う電気機械や一般機械が大きく増加した。すなわち、関東圏での産業構造は素材生産型から加工組立型へ、また装置型工業から都市型工業に重心を移行させた。また、近畿圏においては、繊維工業の低迷が続く中、いかに経済の地盤沈下をくい止めるかが検討された。そのため、1970年には大阪万国博覧会が開催され、さらに大阪湾の重化学工業化が進められた。まず、1958年の新日鉄の誘致をスタートとして「堺・泉北臨海コンビナート」が形成され、そこには鉄鋼・電力・ガスのコンビナート、石油・石油化学のコンビナートがつくられた。その後、川崎製鉄、神戸製鋼所、三菱重工業、川崎重工業をはじめとする「阪神地区」や、新日鉄、川崎製鉄、三菱電機、石川島播磨重工業、関西電力などが立地する「播磨地区」、さらには住友金属工業、三菱電機、花王石鹼などの「和歌山県北部臨海地区」などが形成されるようになった。しかし、近畿圏においても関東圏と同様に用地、用水の問題が生じ、これに加えて1970年代になると環境破壊に対する住民の反対運動が大きくなり、近畿圏からの工場脱出が顕著となった。また、1959年の「首都圏の既成市街地における工場等の制限に関する法律」と、1964年の「近畿圏の既成都市区域の工場等制限法」は、このような大都市圏からの

工場転出を促進した。

一方、このように大都市圏において立地が制限された重化学工業は、新たなフロンティアを瀬戸内地域に求めた。瀬戸内地域は臨海工業の立地のために十分な条件を備えていた。第一に、波が静かで築港しやすい、第二に、遠浅であって埋め立てにより用地取得が容易である、第三に、陸上と海上の交通がともに至便であり、特に海上輸送による大量低コスト輸送が有利である、第四に、労働力が確保しやすく、第五に、地震、台風などの災害が少なく、地盤が堅固であるなどの優位性があった。

また、これらの条件に加え、1962年に策定された一全総における「拠点開発構想」が瀬戸内地域の重化学工業化のための強力な国家支援を方向づけ、それを受けて地元自治体も工場誘致に奔走した。拠点開発構想は、港湾などの施設整備と大規模な工業集積を拠点として、その波及効果によって周辺の開発をねらうものである。この構想のもとで、図2.2.1に示すように、重点的な工業開発地区として、1962年の「新産業都市建設法」にもとづいて岡山県南、東予、大分、徳島など全国で15の地区、1964年の「工業整備特別地域整備法」によって備後、周南など全国で6地区が指定された。あわせると全国で21の地区が指定されているが、そのうち三分の一が瀬戸内地域に含まれる地区である。さらに、地元自治体の工場誘致においても、固定資産税の減免、埋め立て地の造成、漁業補償交渉の取りまとめ、土地所有者の売却の取りまとめ、教育や生活関連施設の整備など、多様な優遇措置が盛り込まれた。

以上のような政府の誘導政策と地元自治体の企業誘致運動を背景として、1960年代の前半には瀬戸内地域の開発は本格化した。東京や大阪など大都市圏の工業出荷額のシェアは傾向的に下がっているのに対し、瀬戸内海臨海域、特に山陽地域のシェアは大きく上昇した。この傾向は1960年代半ば以降においてより顕著であり、1960年以降の10年間における中国・四国地方の瀬戸内海沿岸での工業出荷額は5倍以上もの伸びを示している。特に、瀬戸内地域では重化学工業化が大きく進められた。各企業は国際競争力をつけるために工場規模を拡大し、設備の大型化とともに関連工業部門の一貫化・系

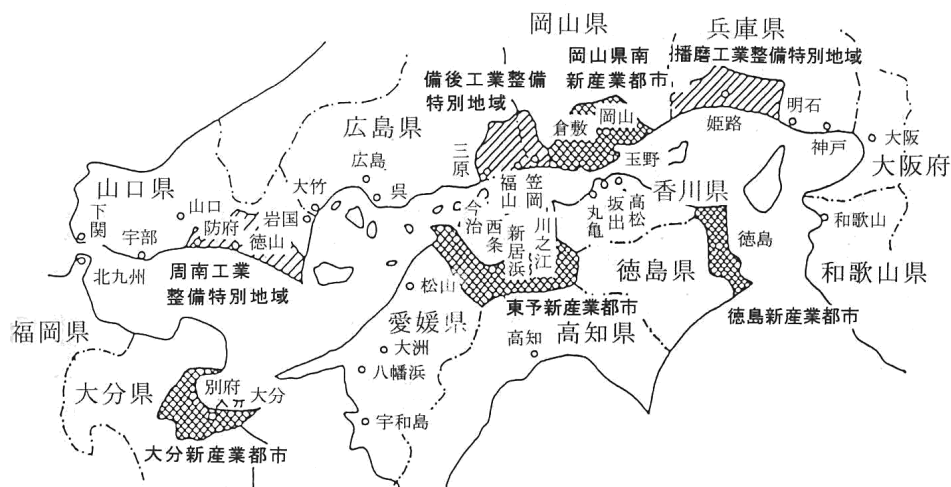


図2.2.1 瀬戸内地域における工業開発拠点地域

(注) 新産業都市法(1962)と工業整備特別地域整備法(1964)による重点開発指定。

列化を押し進めた。瀬戸内地域の重化学工業化率は、昭和40年代前半の5年間で36%から65%と倍近くになった。代表的な整備地区として、山陽側では、播磨、水島、備後、広島・呉、岩国・大竹、周南、宇部・小野田の7地区があり、四国北側では、徳島、坂出・丸亀、東予の3地区、九州では大分地区などがある。

以上のように瀬戸内地域では昭和30年代から十数年をかけて重化学工業の重点整備が進められ、その当時の成長産業であったために地域経済の成長もつい最近まで安定的であった。しかし、その半面それ以降の成長産業の導入や新規産業の創生が遅れがちであったことは否めない。1974年7月に100円の壁を突破して以降の円高は、消費の成熟化と景気の低迷とあいまって、輸出産業を中心として瀬戸内地域の産業全体に大きなダメージを及ぼしつつある。これに対して、地域経済の持続的発展を維持するためには、既存の産業の高度化を含め、成長産業の積極的な展開により、これまでの重厚長大型製造業が主導する産業構造の改革が必要となっている。

### 2.2.5 瀬戸内海における環境問題の発生と対策

このように、水や労働力の確保、海上輸送の至便性と海に面した広大な土地の取得、災害の少なさなどの理由から、瀬戸内海は鉄鋼、石油化学、造船などの重厚長大産業の「工場」が集積するところとなった。その過程において、瀬戸内海沿岸は埋め立て地と工場群、瀬戸内海は産業運河と埋め立てによる廃棄物の処理場の性格をもつようになっていた。

図2.2.2に瀬戸内海における埋め立て免許面積の推移を示すが、1965（昭和40）年から1972（昭和47）年までの埋め立て許可面積は卓越しており、それが1973年の「瀬戸内海環境保全臨時措置法（瀬戸内法）」の施行以降は大きく減少している。瀬戸内海における埋め立

て面積は、1898年以降でみれば419平方キロとなり、これは淡路島の約7割に相当し、瀬戸内海の水深10メートル以浅の海域の約2割が陸地となったことになる。戦後に限ると、埋め立て面積は318平方キロとなり、総面積の75.9%を占めており、これにより海洋における藻場の喪失などが生じ、水中生物の生態系に深刻な被害をもたらした。

瀬戸内海において環境問題への本格的な取り組みがみられるのは、1970年代以降である。この中で、1973年の瀬戸内法の制定や1971年における環境庁の設置は大きな意義をもつものであった。1970年代は、急激な経済開発により生じた大気汚染や水質汚染などの環境負荷をいかに抑えるかが重点課題であったが、1980年代に入るとこれに加えて、廃棄物の処理が大きな課題として取り上げられた。

これ以前は、産業廃棄物や生活廃棄物は人間社会の経済活動により生じた「外部不経済」とみなされ、それを積極的に取り入れた企業活動や生活様式が検討されることは少なかった。しかし、経済活動が行われる限りは、廃棄物は生じる。これを再利用しない限りは、どこかに投棄されることになるが、臨海域における埋め立てによる宅地造成や港湾整備はそのための格好の手段であった。1981年の「広域臨海環境整備センター法」の公布はある意味で埋め立てを進めることの正当化の手段と理解もできようが、廃棄物の処理が仕方ないのであれば、それを望ましい条件のもとで進め、ひいては新たな海洋環境の創造に結びつけることをねらいとしているものと、一定の評価もできる。また、1986年にはこの廃棄物の問題は関西など大都市周辺では完結して解決することができないため、より広域的な処理をねらった「瀬戸広域圏産業廃棄物交流推進会議」が設置されている。

前述の埋め立てや工場・生活排水による水質汚濁により、大規模な赤潮による漁業被害が生じ、埋め立ての反

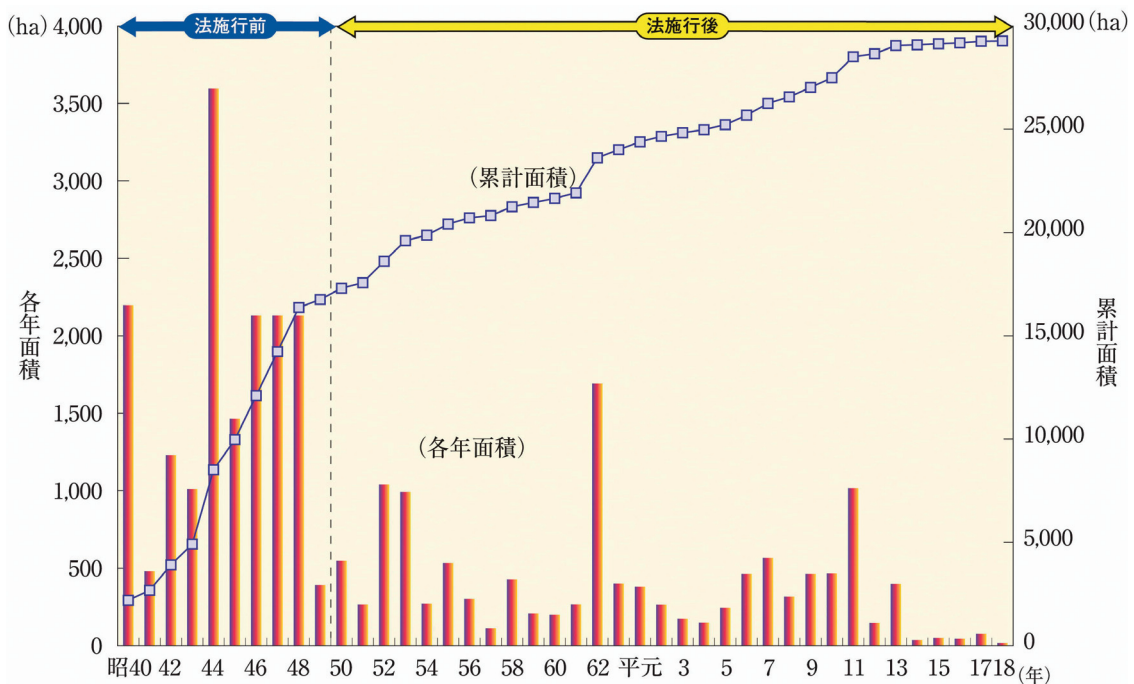


図2.2.2 瀬戸内海における埋め立て免許面積の推移（環境省調べ）

1973年11月に瀬戸内海環境保全臨時措置法が施行。

対運動、さらには1996年12月に一定の解決を見た水島の大気汚染訴訟など環境問題への対応はその後も続けられている。図2.2.3には、瀬戸内海における赤潮の発生実件数を示し、図2.2.4には1972年頃の赤潮の発生状況を掲げる。瀬戸内海の赤潮発生件数は、図2.2.3に見られるように、1970年代半ばまでは、臨海域の工業生産額の向上とともに指数関数的に増加した。瀬戸内法が1973年に制定されるまでは、瀬戸内海の沖合ではし尿投棄も許されており、赤潮発生件数は1976年には300件を超えていた<sup>1)</sup>。

また、図2.2.5は、瀬戸内海における発生源別の汚濁負荷量を示したものであり、産業排水と生活排水の汚濁

は減じてはいるが、その減少傾向は遅々としたものである。中国地方経済連合会がまとめた「瀬戸内海海域の汚染負荷解析」によると、1969年におけるCOD負荷量は1900トン/日であり、1962年の925トン/日と比べると、7年間に2倍近くになっている。当時のCODの汚染源は、紙、パルプ、食品工業であり、排水量の多さからみると鉄鋼もその中に含めることができる<sup>2)</sup>。さらに、1970年代の前半には、タンカーや航行船舶などからの油流出による石油汚染の進行と油臭魚の出現が問題となった。特に、1974年に生じた水島コンビナートの石油タンクの破損により、重油4万3000キロリットルが噴出し、そのうちの2割近くが海上に流出した。この重

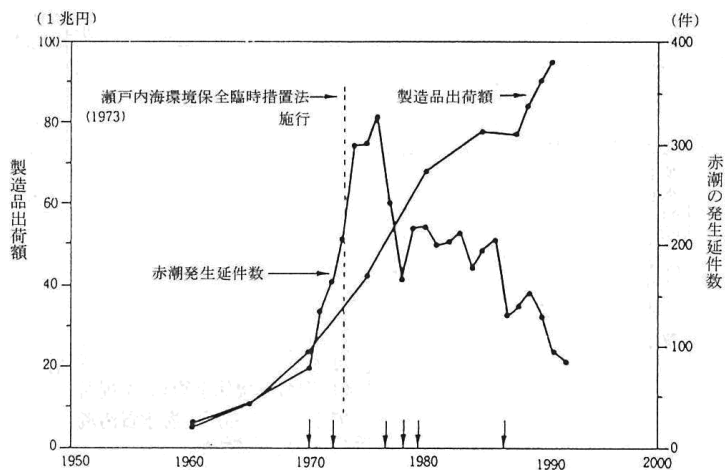


図2.2.3 瀬戸内地域における製造品出荷額と赤潮の発生件数  
矢印は、漁業被害をともなった大規模な赤潮の発生年。

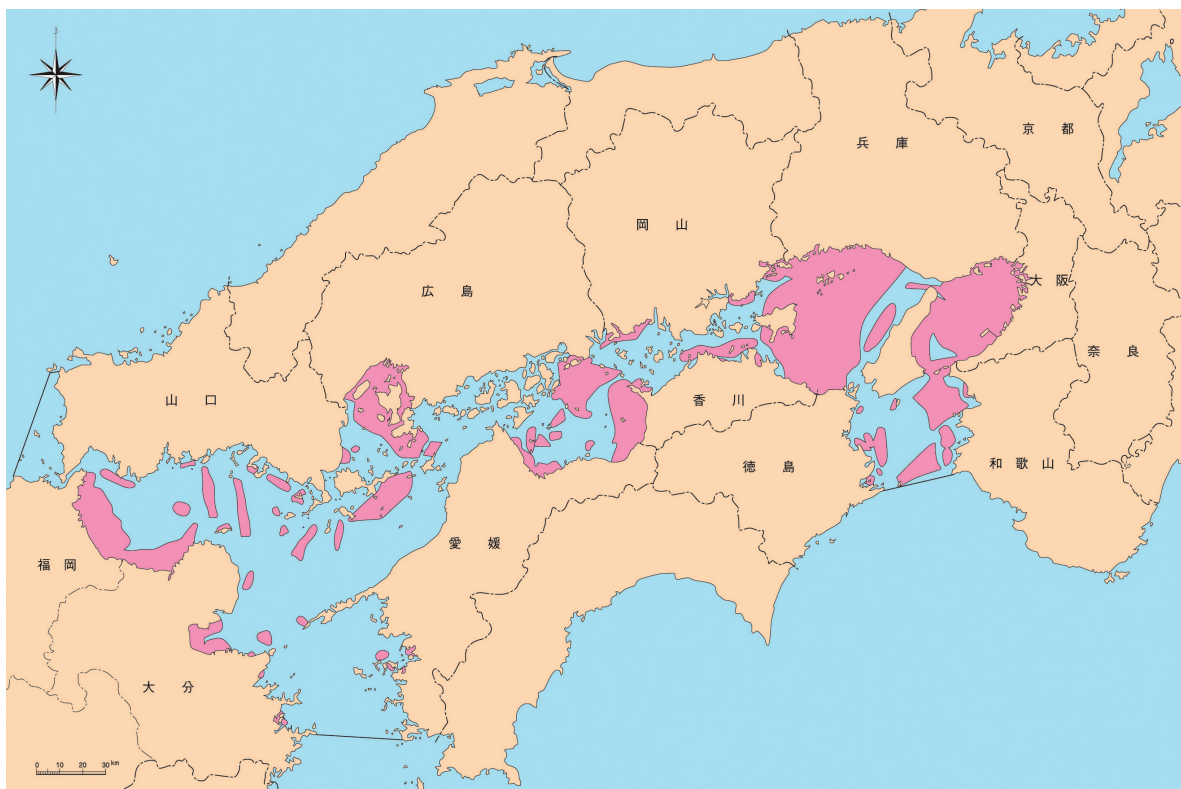


図2.2.4 瀬戸内海における赤潮発生状況 (1972年頃)  
「瀬戸内海漁業開発協議会資料」による。



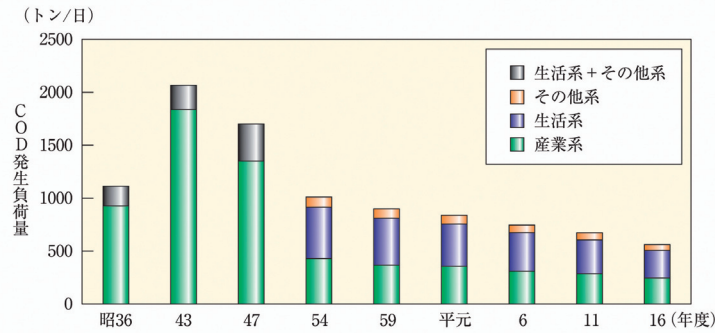


図2.2.5 瀬戸内海における発生源別汚濁負荷量の推移  
(COD トン/日) (社) 瀬戸内海環境保全協会が作成。

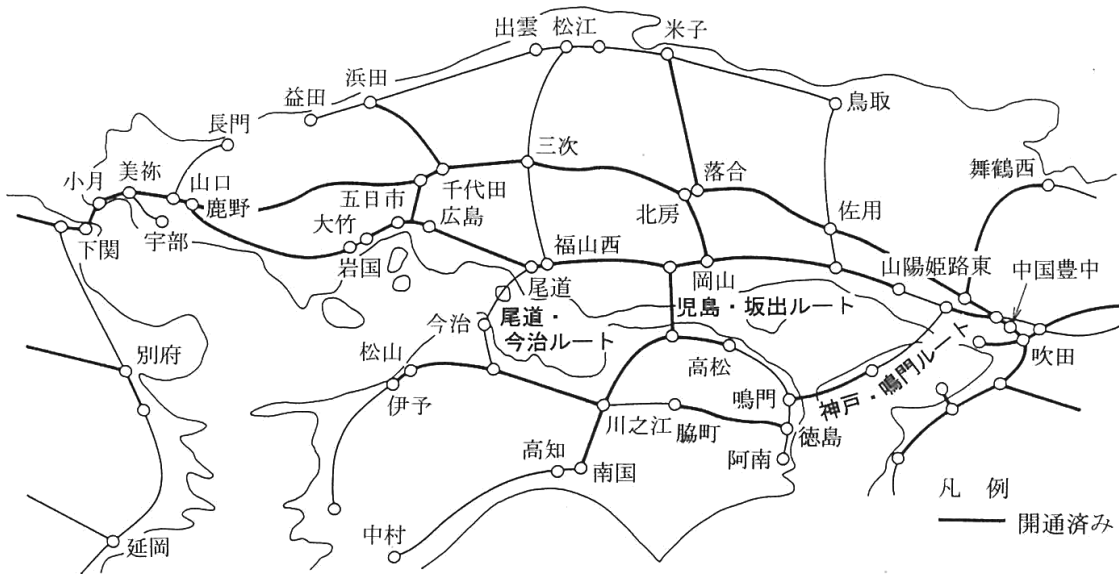


図2.2.6 平成10年春に瀬戸内地域で完成した本四3橋と高速道路網

油汚染は日本で最大の規模であり、備讃瀬戸、播磨瀬戸の海上や海岸を汚染した。このような油濁による漁業被害は、瀬戸内海全体が良好な漁場であったことを反映して、同種の全国での被害額の80%以上を占めていた<sup>3)</sup>。以上のように、閉鎖性海域である瀬戸内海は、漁場としての水産の場であるとともに、臨海に立地した工場操業の場、さらには船舶やクンカーの航行のルートでもあり、これらの経済活動に支えられた生活の場でもあった。そのため、経済の高度成長にともなってそれぞれの活動の間で様々なコンフリクトが生じ、その結果として環境問題が現象化したものと理解できる。

### 2.2.6 瀬戸内地域の自立的発展と地域課題

1962年に一全総で提案された「拠点開発構想」では、「大規模な開発拠点には工業開発拠点と地方開発拠点とがある。前者は主として大規模な工業などの集積をもたせることによって周辺の開発を促進する役割をもち、後者は大規模な外部経済の集積をもたせることによって東京、大阪、名古屋のもつ外部経済の集積を利用しにくい地域の飛躍的な発展を可能にする中枢主導的な役割をも

つ」(経済企画庁, 1962より抜粋)と指摘されている。ここでは、瀬戸内地域のような地方圏で工業開発を行う場合の二つの方向が提示されている。一つは、各地域が東京や大阪などの大都市圏の中核機能を活用する方向であり、もう一つは、地域内での中枢都市機能が十分でなければ中枢性を充実する方向である。瀬戸内地域の地域開発では、工業開発拠点は数多く整備されたが、地方圏の自立的発展にとって不可欠な中枢性育成のための地方開発拠点の構想は具体化されず、かろうじて1969年の新全総の中で地方ブロック拠点として、広島や高松が指定された。それまでの開発拠点では、あくまで製造現業を担う工場の立地が中心であり、それらの企業の本社は東京や一部大阪に立地していた。特に、鉄鋼、化学工業、石油精製、非鉄金属の基礎資源型の工場により、「場所借り」的な工業地帯が形成し、これらの工業地帯は地元地域の主要都市をバイパスすることが多く、広島や高松などにある支店・支所を通じて東京の中核機能に直結していた。瀬戸内地域に多くの空港が建設されて東京便の路線が充実しており、新幹線の高速化が強く求められるのも、このような企業の階層的な構成が大きな理由である。

このような状況から、瀬戸内地域の隣接地域相互、いわんや海を挟んだ本州と四国の地域どうしが一つの経済圏や生活圏を構成することは、至難の事柄であった。しかし、そのように割り切ってしまうと広島や高松を中心とした地方ブロック圏の考え方はありえても、瀬戸内海はいずれにとっても「端」となり、「瀬戸内海圏」という発想はまず生じ難い。かつて、大阪が瀬戸内など多くの地域の物産の流通をしきって国内経済を主導し、瀬戸内海がその交通路を提供していた当時は、「瀬戸内圏」もしくは「東瀬戸圏」は、ある程度、実態をもっていたと考えられる。しかし、戦後の経済の高度成長期に様相は大きく変化した。1960年から1970年の10年間をみても、経済的影響からみて瀬戸内地域において近畿が及ぼす影響が関東のそれを上回っているのは、わずかに四国のみであり、隣接している中国のほか九州においても近畿の影響力は関東の7割から9割程度まで下がっている。東京一極集中という言葉にみられるように、東京依存の傾向はますます顕著になっている。

### 2.2.7 新たな地域創生のための条件整備

本州四国連絡橋の事業調査が始まったのは1959年のことであり、それ以来、40年の歳月を経てすべての架橋ルートが完成した(図2.2.6)。ようやく、「瀬戸内海新時代」の到来のための素地が整ったのである。

本州と四国を結ぶ3ルートの架橋建設がスタートしたのは1973年のことである。その間、石油危機を契機とした一時期の工事凍結はみられたものの、1988年には児島～坂出ルートが完成し、1998年4月に明石～鳴門ルートが完成した。そしてこの5月には、尾道～今治ルートが完成した。これらの架橋建設は、備讃瀬戸において生じた紫雲丸の海難事故を契機として、東西方向の幹線航路と南北方向の生活航路の交錯を避けることをねらいとして、3ヶ所の危険な海峡に架橋された。しかし、これらは同時に四国を本州と結びつけ、四国地域の発展に対して大きな効果が期待できるものである。本四三橋時代の到来は、ただ単に3本の架橋ルートの建設が完了して、本州と四国の間に安定した交通路が確保されることを意味するだけでなく、様々な社会経済的・文化的な意味をもつ。

まず、これらの架橋により、本州と四国の連絡による広域的な経済圏や文化圏が形成され、さらには発展が比較的遅れている四国の地域開発につながるものである。また、これらの架橋によって瀬戸内海の東西航路と南北航路の交錯を避けて、海運の安全性が確保されることも大きな効果である。ここでは、これらの二つの視点に加え、架橋の完成は瀬戸内海を全面的に取り込んで地域発展を考える時代が到来したものと考えたい。これまで瀬戸内海や島嶼地域は、本州や四国からみて離島であり半島であった。行政境界が横断する府県の境界に位置していた。今後は、瀬戸内海をふまえ、これを取り込んで地域発展を構想することが望ましく、瀬戸内海を内池もしくは河川のようにとらえ、沿岸地域が相交えた一体的な地域形成が期待される。その中でも、特に、本州と四国、さらには西日本全体をカバーした広域経済文化交流圏の形成と、日本文化の温床でもある瀬戸内海の再評価と利

活用を強調したい。

これまで瀬戸内海は近畿地方の西境、中国地方の南境、四国地方の北境、九州地方の東境であり、地方ブロックの境界に位置して捉えられてきた。本四架橋は本州と四国を一体としてみる契機をつくりだし、瀬戸内海をそれらの「内海」として捉える見方を与えてくれる。瀬戸内海は、陸・海・島をもつ多様な地勢条件に恵まれ、晴天が多くて降水量が少ないことにより、非常に明るい風土をつくり出している。西日本がこのように内に抱えている瀬戸内海は、今後の西日本の広域交流圏の形成に、明るく、文化的な魅力を付与する大切な地域資源と見ることができる。

### 2.2.8 瀬戸内海の再生のための構図

日本における国土構成を考える場合、一般には、国土の軸を明確に形成するとともに、それに沿って自立的な展開が可能な圏域をできる限り連担させて構成し、しかも圏域相互で有機的な機能分担と連携を実現することが好ましい。この場合、瀬戸内海からみて東の関西圏や西の九州圏のまとまった都市圏としての強化・充実は自然の流れであろうし、これらを連結する東西の国土軸の複数強化も足腰の強い国土の形成のためには当然重要である。

また、新幹線は新大阪と博多を2時間余りで結ぶ。これにより、西日本の一体化の気運は大きく拡大される。朝鮮半島や中国大陸からみると、西日本は瀬戸内海を囲んで一体として捉えるのが自然である。大陸から見れば、福岡は日本への玄関であり、その背後に山口から大阪に至る瀬戸内海経済圏が広がっている。韓国や中国の経済成長はめざましく、いずれの国の成長も日本との貿易に大きく依存している。これら大陸諸国の経済が成長すれば、今後はお互いの経済交流もさらに緊密になり、人やモノの行き来も活発になるだろう。国土の中での地の利から見れば、日本列島の西側地域に有利であり、最近の福岡の発展もこれを見据えた民間資本の先行投資と解釈できる。

このように、経済社会のグローバル化と交通・通信技術の進歩による地理的距離の克服により、瀬戸内海を囲んで西日本全体の一体化を自然なものにしつつある。このような一体性を確保し、恵まれた瀬戸内海という地域資源を地域発展に活かすためには、短期的な経済合理性だけにこだわらず、「環瀬戸内海交流圏」のような圏域の形成が、関西圏と九州圏の間に必要であろう。関西圏や九州圏は瀬戸内海の中で地理的に端に偏っており、瀬戸内海を一体的にとらえ、十分に活かすためには、これらの圏域とは別に、瀬戸内海をベースとした広域的な交流圏を関西と九州の間に新たに形成することが期待される。

この交流圏は必ずしも経済市場原理にもとづくものではなく、人口や都市機能が集積する京阪神都市圏と九州北部都市圏との間に、ほっと息のつける一味異なった圏域を創生することを意味する。それにより、地域の自立的な発展と豊かな生活環境の創造という観点から、これまでのような都市圏の巨大化に対して疑問を提示することができ、さらには強固な圏域の連担による国土形成にも大きく寄与することになる。

以上のことを踏まえ、瀬戸内海圏域が目指すべき基本的な地域政策の方向は、個々の地域の自立的かつ持続的な発展と相互の連携・協力という次の二つの柱に沿って検討すべきと考える。

第一の柱は、「自立的かつ持続的な地域の構築」である。地域のグローバル化への対応が遅れ、全国的にも先行した人口減少・高齢化状況を迎えている環瀬戸内圏の諸地域においては、地方分権型社会における地域の自立的かつ持続的な発展を支援することが重要である。この方向は、各地域において環境共生と地域共生に立脚した「里海」を抱いた地域を創生することを意味する。

第二の柱は、「地域間の連携・協力と環瀬戸内海交流圏の形成」である。本四三橋時代を迎えた西日本においては、瀬戸内海を囲んで西日本を一体と捉えることが行政投資や企業行動の面でも効率的かつ合理的であり、関西圏と九州圏を結節する環瀬戸内海交流圏の形成を地域間の連携・協力のもとで実現していくことが求められる。この点は、美しい多島景観や自然に恵まれる世界閉鎖性海域としての瀬戸内海的环境保全・創造と利活用のための総合共同管理（ガバナンス）を推進していくためには不可欠と言える。そのためにはこのような環瀬戸内海交流圏がもつ諸課題をトータルに捉えた政策検討が重要である。

環瀬戸内海交流圏の形成にとって重要なのは、北から南へ、日本海、中国山地、瀬戸内海、四国山地、太平洋のそれぞれがもつ自然環境や景観、歴史文化をうまくつなげ、それぞれの持ち味をうまく引きだせるような連携や協力のあり方である。

西日本の各都市は分散的に立地している。そのため、すべての都市に同様な国際機能を配置することは無駄であり、効果的ではない。そのため、互いに近接する都市が互いの優位性を活かした互いの連携こそが求められる。大阪を中心とする京阪神都市圏、九州北部を中心とする福北都市圏に比較的高次の経済機能を集積し、その間にこれらの大都市圏を利用しつつも、これらとは差別化した機能をもつ自立的な圏域を、瀬戸内海を囲んだ連携ネットワークとして形成するのが自然であろう。その形成のために中央に位置する広島はもとより、岡山・松山・高松などの各都市において果たすべき役割は少なくない。

## 2.2.9 瀬戸内海の再評価と利活用

瀬戸内海は、国内的には政治や経済の面で大きな役割を果たしてきた近畿地方に近いという地理的条件をもつとともに、対外的には大陸から文物を移入する経路にあたり、文化的な動脈として独自の瀬戸内海文化圏を形成してきたと言われている。大陸文化は瀬戸内海という美しく静かで明るい内海を経ることにより独自の日本文化に変容してきたと言われ、瀬戸内海なかりせば、きめ細かな日本文化も生まれなかったという意味において、瀬戸内海を日本文化の温床として捉えることもできる。

瀬戸内海は沿岸に位置する都市や島々にとって、ある場合には海上の交通路となり工業や漁業などの生産の場となってきたが、それ以上に温暖であり自然に恵まれ、まさに居住のための理想的な環境を備えている。今後の日本において、ゆとりと豊かさを同時に求める新たなう

イフスタイルを指向し、余暇を過ごす理想的な場としての整備が、今後この瀬戸内地域に先行的に求められる。また、21世紀を前にして、瀬戸内海に観光・レクリエーションの場、さらには国民的リゾートの場としての地域発展も期待したい。



## 2.2.10 瀬戸内地域の発展と環境問題への課題

このような状況をふまえると、瀬戸内地域の今後の発展と環境問題への取り組みにおける課題と見通しは次のようにまとめられる。

- (1) 企業城下町としての不安定さ：東京の本社の意思決定により工場の操業水準が一意的に影響を受け、それによる地域経済や地域社会へのダメージを回復する道が限定されている。
- (2) 企業がもつ環境技術の活用限界：現在の重厚長大型の大企業が培ってきた環境技術は高く評価できるものであるが、前述のような上意下達の企業システムでは、瀬戸内海的环境などへの積極的な取り組みには限界がある。
- (3) 新たな企業展開における限界：地域のニーズやシーズをより正確に把握しているのは地域で操業する工場であるが、多くの意思決定が東京で行われる大企業には地域に根ざした戦略的な取り組みに限界があり、その半面新たな展開のためには地場の中堅・中小企業に対して大きな期待が寄せられる。
- (4) 地域の生活や環境の重視：今後の新規・成長市場分野として、生活文化関連や環境関連分野があるが、これらはいずれも地域事情をベースとした地元密着型の地域産業として成長が見込まれ、また、現在の重厚長大型の産業体質では限界がある。しかし、多様な地域風土が集積し、また瀬戸内海を囲んだきめ細かな地域環境をもつ瀬戸内地域は環境、生活、健康などの関連分野においての新産業の創生のために恵まれた条件を備えているものと考えられる。

## 注

- 1) 「瀬戸内海の赤潮40年」『瀬戸内海』（岡市，1996）の中で、岡市は、瀬戸内海で、赤潮を減少させることができた理由として、次の五点を指摘している。
  - ①瀬戸内海環境保全特別措置法による法的規制と指導
  - ②都市および工場などによる廃水処理施設の整備
  - ③養殖業における飼料の改良および管理技術の改善
  - ④沿岸住民の環境保全意識の向上
  - ⑤科学的研究と環境保全技術の進展
- 2) 岡市ほか，1996を参照されたい。
- 3) 岡市ほか，1996を参照されたい。

## 参考文献

- 岡市友利（1996）「瀬戸内海の赤潮40年」『瀬戸内海』第7・8合併号 22-36頁。
- 岡市友利・小森星児・中西弘編『瀬戸内海の生物資源と環境』（1996年6月）恒星社厚生閣。
- 環境庁水質保全局監修『瀬戸内海の環境保全—平成6年度資料集—』（1995年3月）（社）瀬戸内海環境保全協会。
- 経済企画庁編（1962）「全国総合開発計画」大蔵省印刷局。
- 柳哲雄（1994）『風景の変遷—瀬戸内海』創風社出版、197頁。
- 柳哲雄（1999）『潮の満干と暮らしの歴史』創風社出版、116頁。
- 柳哲雄（2006）『里海論』恒星社厚生閣、102頁。
- 柳哲雄編（1998）『瀬戸内海の自然と環境』瀬戸内海環境保全協会、244頁。
- 柳哲雄編（2008）『瀬戸内海の海底環境』恒星社厚生閣132頁。
- 横山昭市編著（1979）『瀬戸内海の産業と交通』（社）瀬戸内海環境保全協会。
- Okaichi and Yanagi ed. 1997 Sustainable Development in the Seto Inland Sea Japan-From the viewpoint of Fisheries-. TERRAPUB Tokyo 329pp.

## 第3章 現状と変化傾向 (生態系、生態系サービス)

---

石川 潤一郎 Junichiro Ishikawa  
松田 治 Osamu Matsuda  
寺脇 利信 Toshinobu Terawaki  
上 真一 Shinichi Ue  
湯浅 一郎 Ichiro Yuasa

### 3. 現状と変化傾向（生態系、生態系サービス）

#### 3.1 瀬戸内海の海域環境

##### 3.1.1 水質の現状

海は、閉鎖的で水深が比較的浅い場合、流入河川によって多大な影響を受けることから、流入する河川の多い瀬戸内海も水温、塩分濃度、栄養素濃度の変動によって、赤潮などの異常な現象を引き起こしている。

瀬戸内海では、戦後の高度経済成長期に、浅海域の大部分が工業用地や居住用地の確保のために埋め立てられてきた。また、大量の家庭排水と工場排水が海に流されたため、水質は急速に悪化し、頻繁に赤潮を引き起こし、漁業に大きな損害を与えることになった。このため、瀬戸内海に関しては、1978年に瀬戸内海環境保全特別措置法が制定され、海域環境の改善に向けた取り組みが始まった。また、瀬戸内海を含めた閉鎖性海域において、

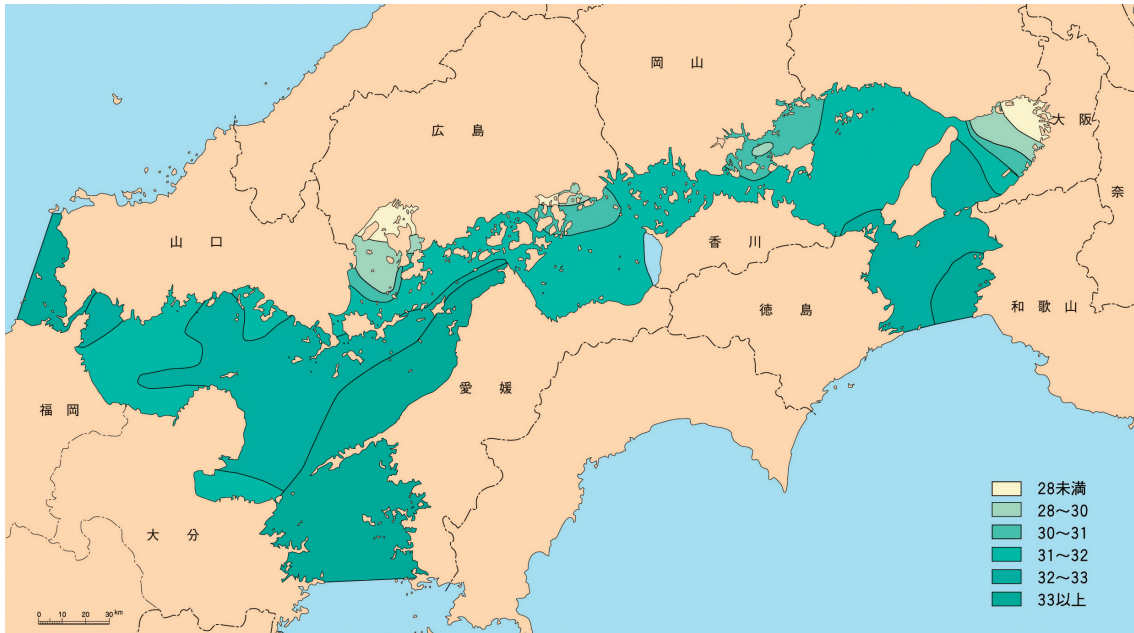


図3.1.1 塩分（2003年夏期表層）分布図（出典：環境省「広域総合水質調査」（2004年））

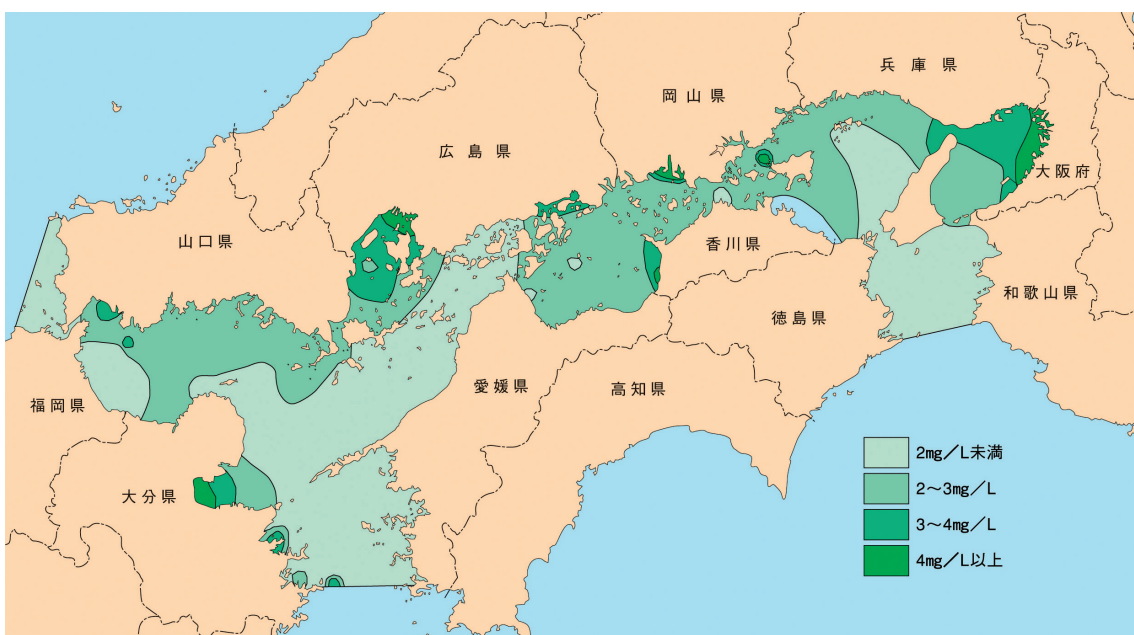


図3.1.2 COD（2003年夏期表層）分布図（出典：環境省「広域総合水質調査」（2004年））

工場、下水処理場、家庭排水から排出される有機汚染物質の総量を削減対象に設定するために、化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand : COD) を指標として、排出規制が設けられた。近年、全窒素 (Total Nitrogen : T-N)、全磷 (Total Phosphorus : T-P) 濃度も水質評価の指標として使われている。

図3.1.1～図3.1.5に、夏期の表層水における塩分、COD、T-N、T-P、クロロフィル量 (Chl.a) の水平分布を示す。大阪湾内部と広島湾では、塩分濃度が低かったが、大阪湾奥部、広島湾、別府湾では、COD、T-N、T-Pが高かった。大阪湾奥部と紀伊水道西部、

播磨灘北部と広島湾では、Chl.aが高かった。

表3.1.1 (a) (b) に水質の環境基準の定義を示す。また、図3.1.6と図3.1.7に、環境基準類型に従って分類された海域の位置を示す。

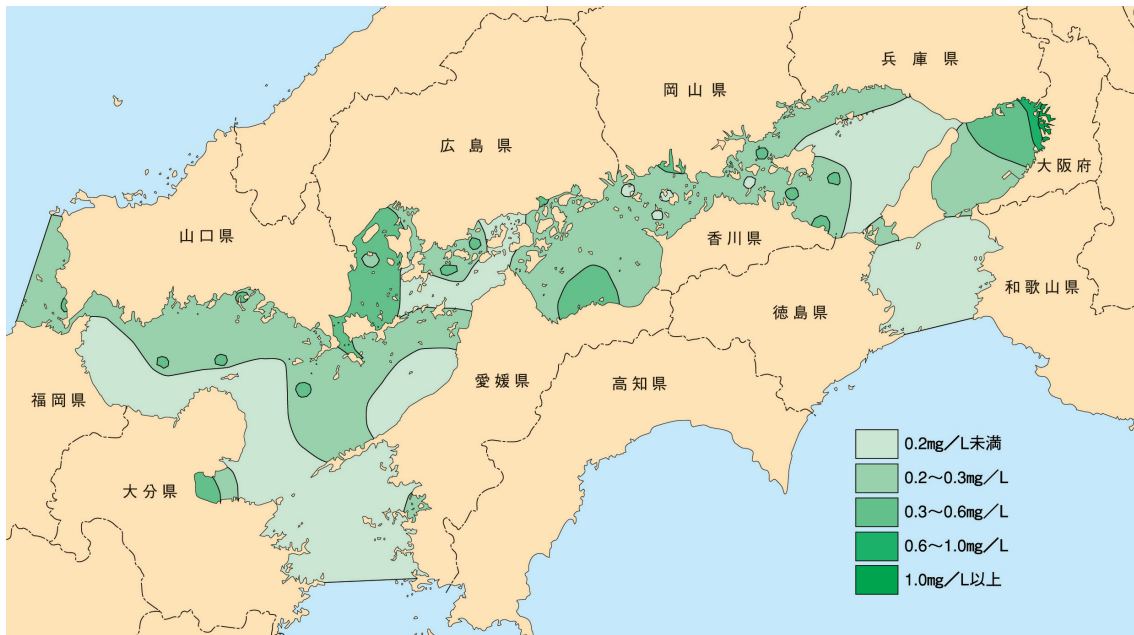


図3.1.3 T-N (2003年夏期表層) 分布図 (出典：環境省「広域総合水質調査」(2004年))

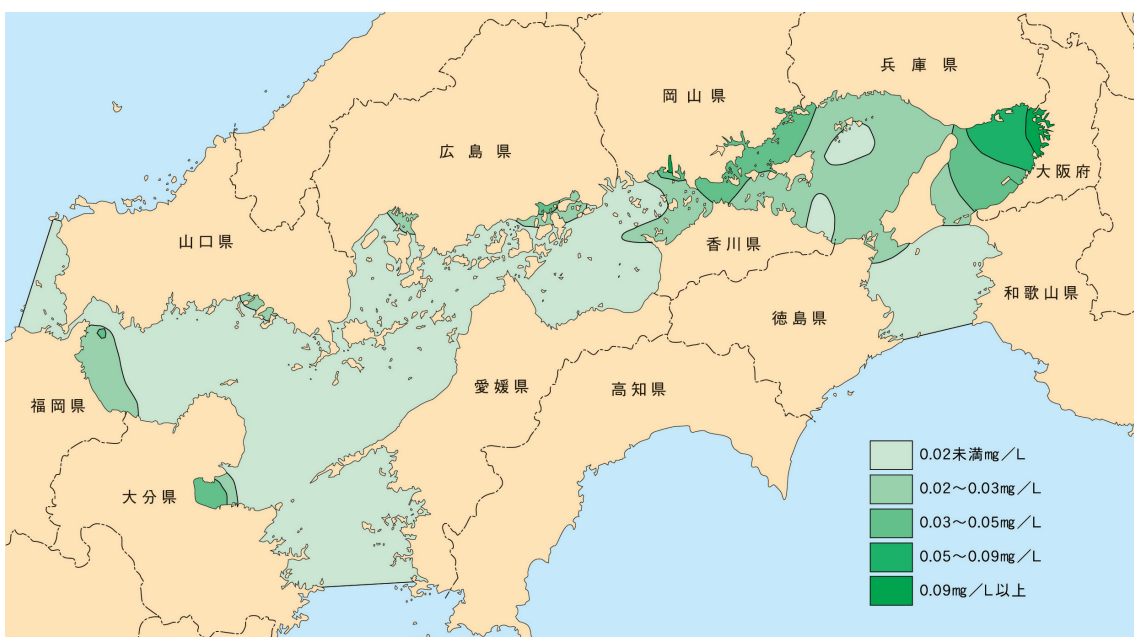


図3.1.4 T-P (2003年夏期表層) 分布図 (出典：環境省「広域総合水質調査」(2004年))

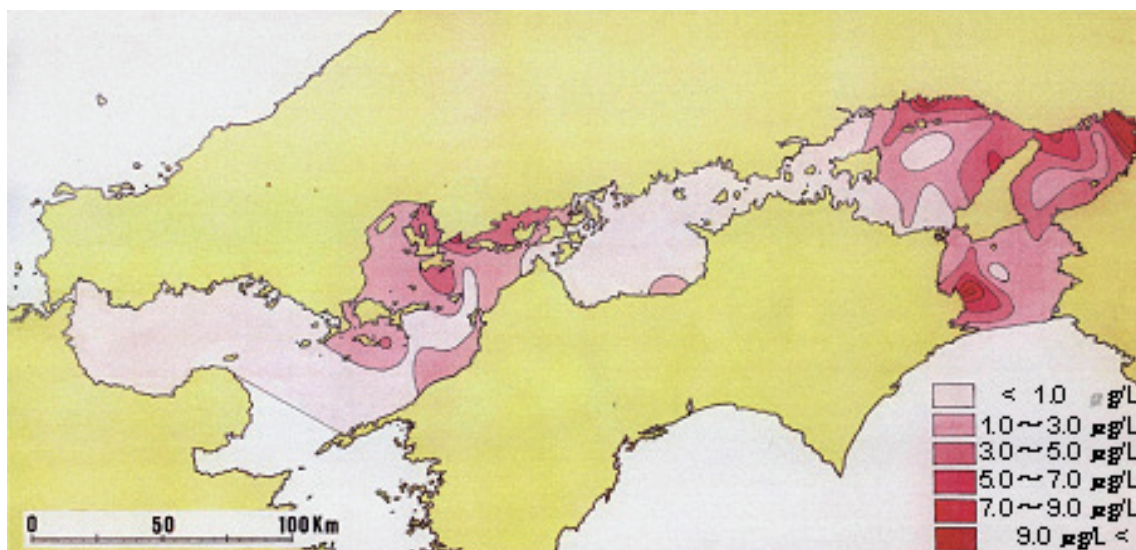


図3.1.5 Chl.a (2003年夏期表層) 分布図 (出典：国土交通省 (2004年))

表3.1.1 (a) 水質汚濁に係る環境基準 (海域の生活環境項目) [生活環境の保全に関する環境基準] (海域 ア)

| 項目               | 類型   | A                                 | B                         | C       |
|------------------|------|-----------------------------------|---------------------------|---------|
|                  | 利用目的 | 水産1級<br>水浴<br>自然環境保全及びB以下の欄に掲げるもの | 水産2級<br>工業用水及びC以下の欄に掲げるもの | 環境保全    |
| 水素イオン濃度 (pH)     |      | 7.8~8.3                           | 7.8~8.3                   | 7.0~8.3 |
| 化学的酸素要求量 (COD)   |      | 2mg/ℓ以下                           | 3mg/ℓ以下                   | 8mg/ℓ以下 |
| 溶存酸素量 (DO)       |      | 7.5mg/ℓ以上                         | 5mg/ℓ以上                   | 2mg/ℓ以上 |
| 大腸菌群数            |      | 1,000 MPN/100mℓ以下                 | —                         | —       |
| n-ヘキサン抽出物質 (油分等) |      | 検出されないこと                          | 検出されないこと                  | —       |

備考：1. 基準値は日間平均値とする。  
 2. 水産1級のうち、生食用原料カキの養殖の利水点については、大腸菌群数70 MPN/100mℓ以下とする。  
 注) 1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全  
 2. 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産2級の水産生物用  
 3. 環境保全：国民の日常生活 (沿岸の遊歩等を含む) において不快感を生じない程度。  
 出典：日本の閉鎖性海域の水質保全 (2005)

表3.1.1 (b) 水質汚濁に係る環境基準 (海域の生活環境項目) (海域 イ)

| 項目  | 類型   | I                                   | II   | III                             | IV                       |
|-----|------|-------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
|     | 利用目的 | 自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。) | 水産1級<br>水浴<br>及びIII以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。) | 水産2級<br>及びIVの欄に掲げるもの (水産3種を除く。) | 水産3級<br>工業用水<br>生物生息環境保全 |
| 全窒素 |      | 0.2mg/ℓ以下                           | 0.3mg/ℓ以下                                    | 0.6mg/ℓ以下                       | 1mg/ℓ以下                  |
| 全燐  |      | 0.02mg/ℓ以下                          | 0.03mg/ℓ以下                                   | 0.05mg/ℓ以下                      | 0.09mg/ℓ以下               |

備考：1. 基準値は年間平均値とする。  
 2. 水域類型の指定は、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものである。  
 注) 1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全  
 2. 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産2級の水産生物用  
 3. 環境保全：国民の日常生活 (沿岸の遊歩等を含む) において不快感を生じない程度。  
 出典：日本の閉鎖性海域の水質保全 (2005)



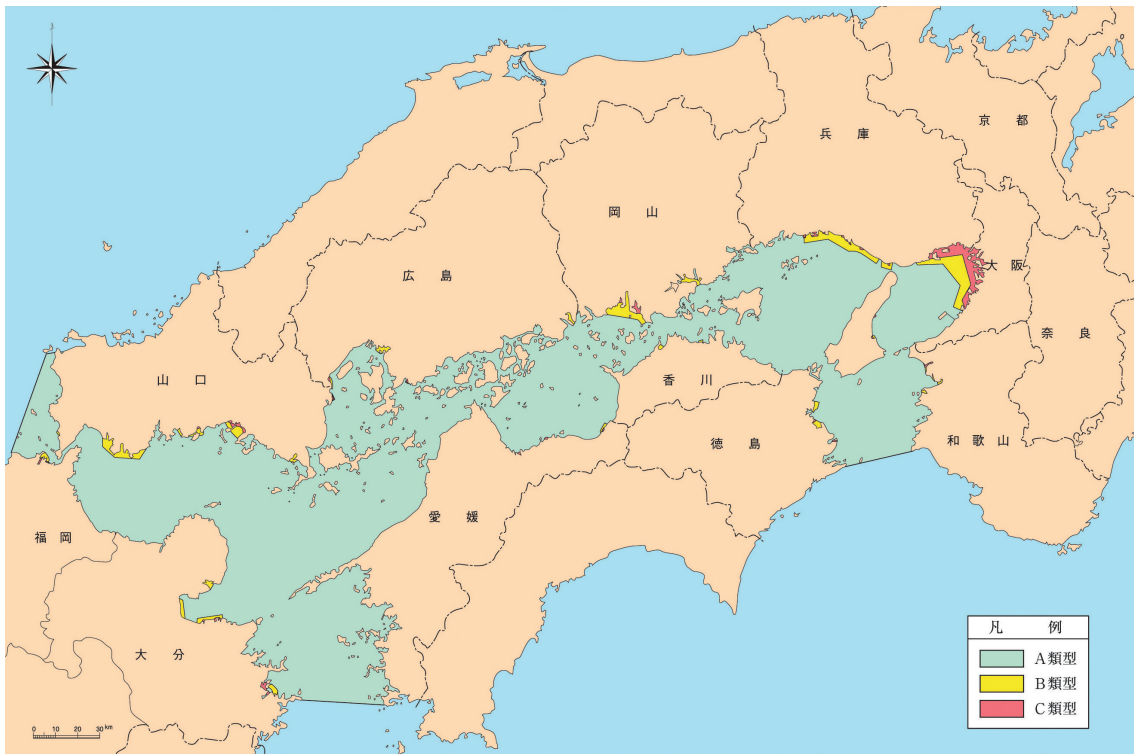


図3.1.6 瀬戸内海におけるCODに係る環境基準類型指定状況

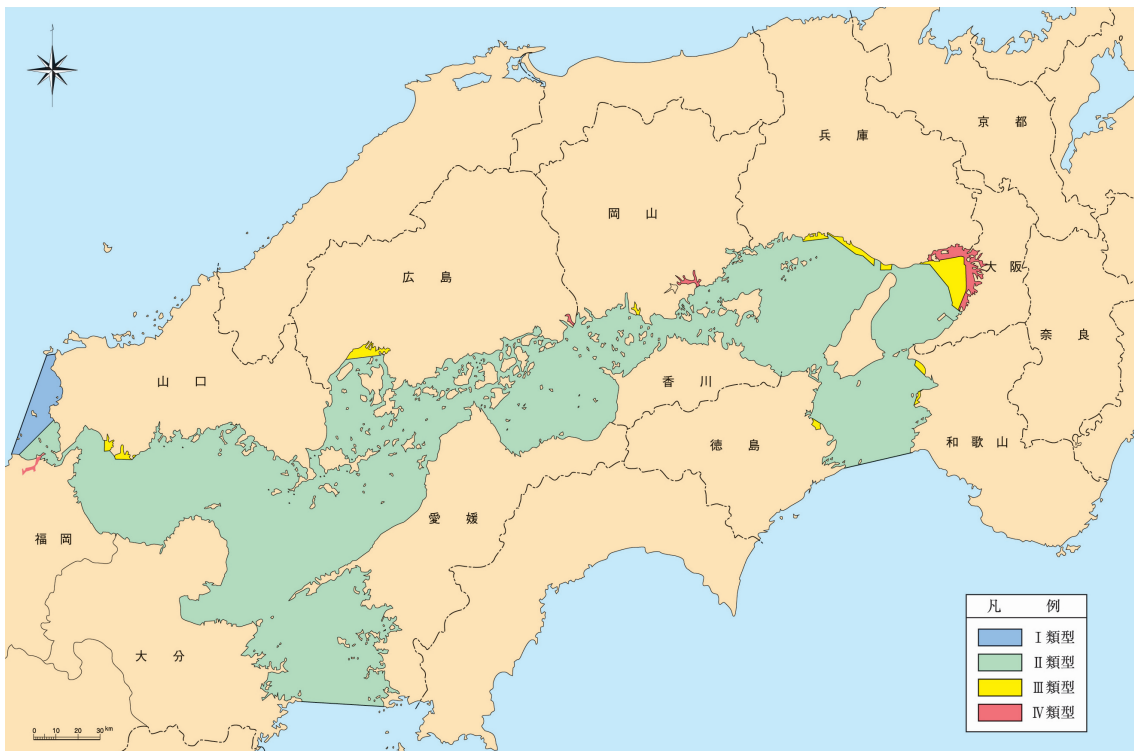


図3.1.7 瀬戸内海におけるT-N、T-Pに係る環境基準類型指定状況

### 3.1.2 水質の推移

図3.1.8-図3.1.11に、瀬戸内海における透明度、COD、T-N、T-Pを示す。瀬戸内海環境保全特別措置法

が制定された後、透明度はわずかに上昇、CODレベルは横ばいもしくはわずかに上昇となった。T-P、T-Nは少し減少した。

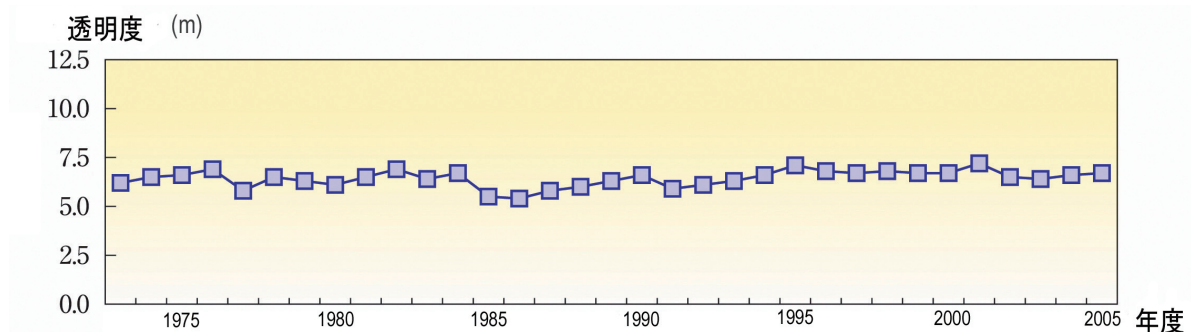


図3.1.8 瀬戸内海における水質（透明度）の推移（出典：環境省「広域総合水質調査」（2005））  
瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。

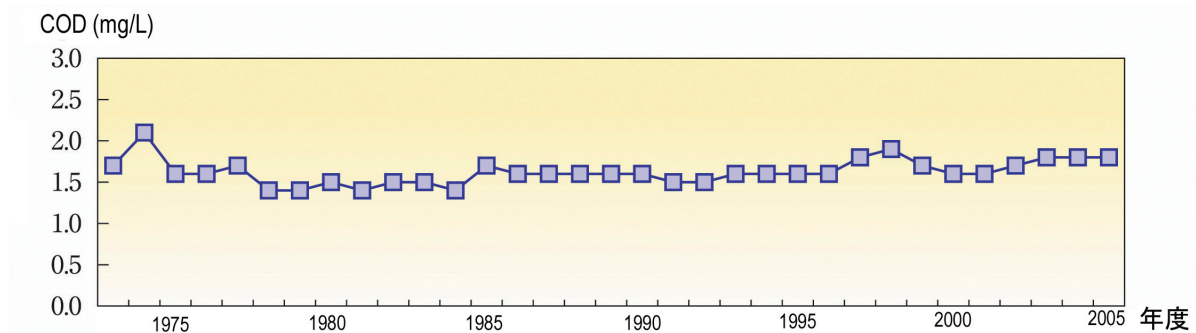


図3.1.9 瀬戸内海における水質（COD）の推移（出典：環境省「広域総合水質調査」（2005））  
瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。

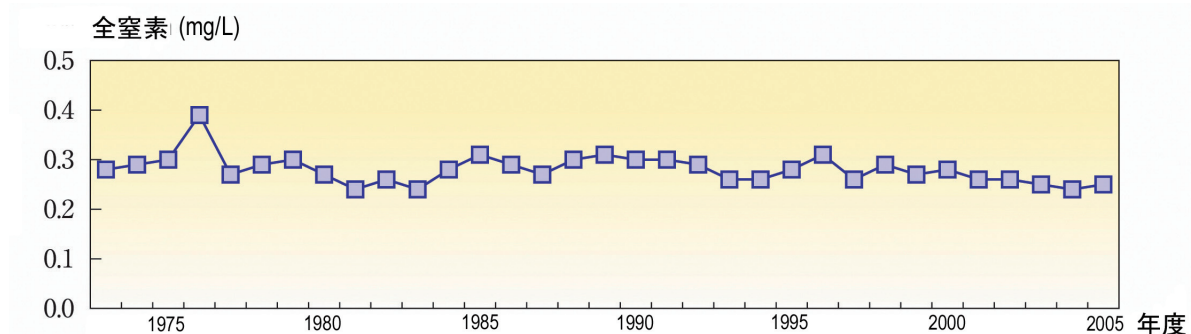


図3.1.10 瀬戸内海における水質（全窒素）の推移（出典：環境省「広域総合水質調査」（2005））  
瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。

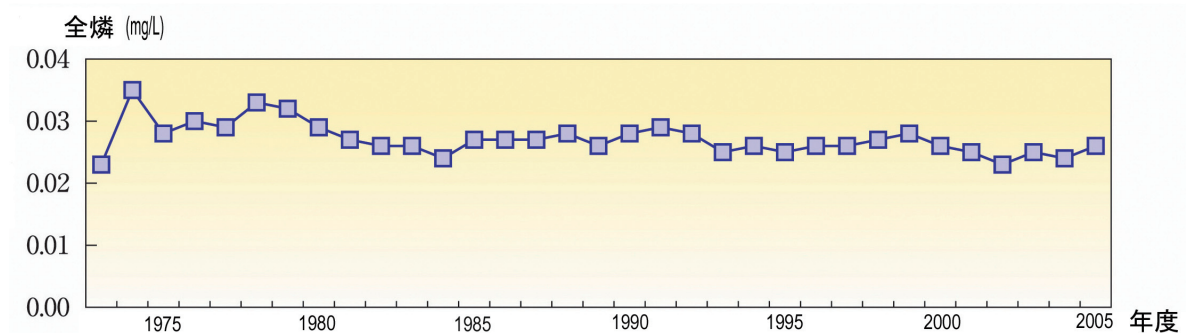


図3.1.11 瀬戸内海における水質（全磷）の推移（出典：環境省「広域総合水質調査」（2005））  
瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。

### 3.1.3 底質と底生生物

一般的に、海の底質は悪化している傾向にあるが、特に停滞性海域では顕著に悪くなっている。図3.1.12-図3.1.17に、底質の含泥率、COD、強熱減量、T-N、T-P、酸化還元電位の水平分布を示すが、大阪湾、播磨灘、燧（ひうち）灘、広島湾、周防灘南西部と別府湾では、CODと強熱減量が高いという結果が出た。明らかに、これらの地域の底質の酸化還元電位は低くなっている。また、マクロベントスの個体数、種類数、多様性指数を、それぞれ図3.1.18-図3.1.20に示すが、備讃瀬戸、

備後灘西部、安芸灘でマクロベントスの個体数・種類数ともに高かった。マクロベントス多様性指数は、底質環境が悪化している大阪湾、播磨灘、燧灘、広島湾、周防灘南西部、別府湾で低かった。

環境省では、瀬戸内海全体での底質調査を、過去に3回実施している。第1回は1981-1987年、第2回は1991-1996年、第3回は2001-2005年であった。直近の調査と1980年以降の調査とを比較すると、各湾・灘の各項目は酸化還元電位を除いて、20年間でほとんど変化はなかった。また、底質が悪化した湾・灘はなく、すべての湾・灘で底質が改善し、特に、周防灘では顕著

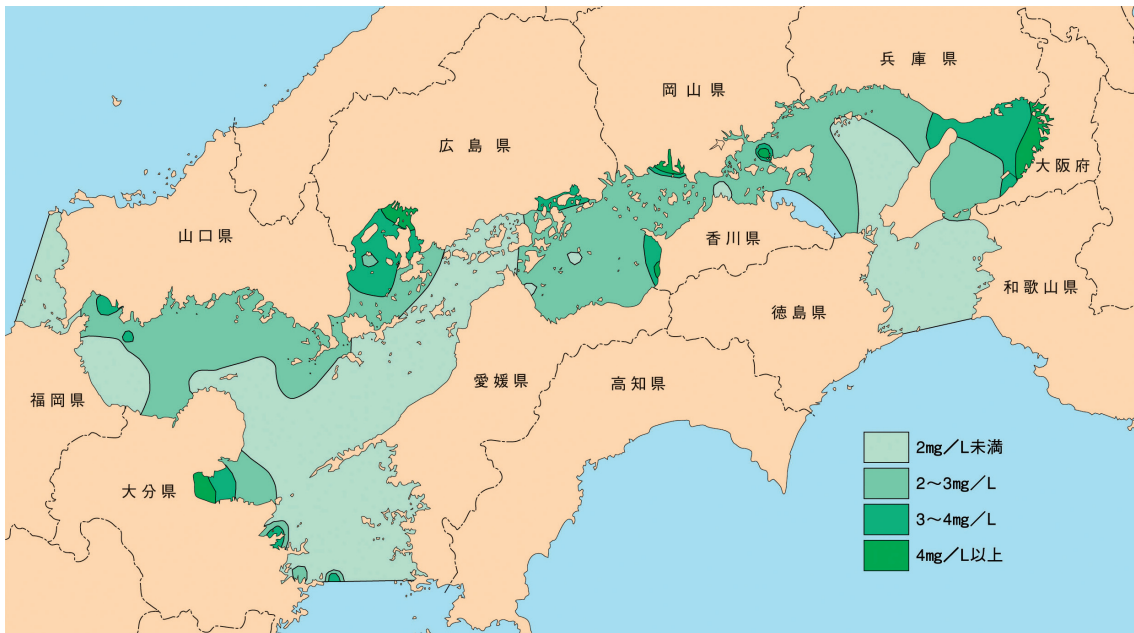


図3.1.12 底質分布図（含泥率）（出典：環境省（2001-05））  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

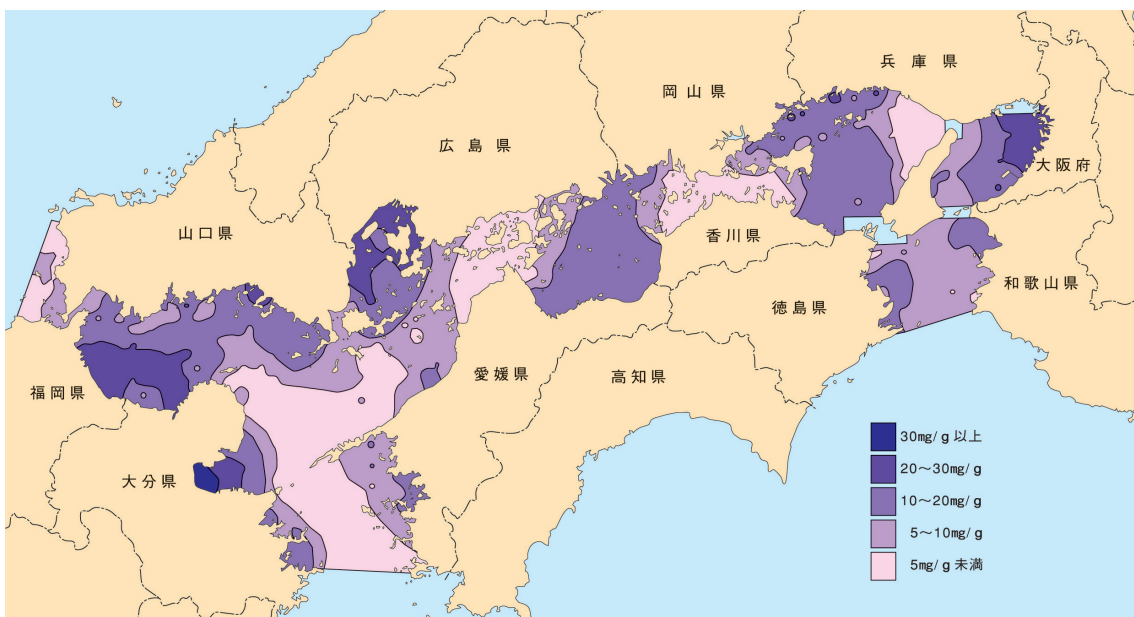


図3.1.13 底質分布図（COD）（出典：環境省（2001-05））  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

だった。マクロベントスの種類数と多様性指数に基づいて、海域を3類型に分類した。第一に、安芸灘のように、マクロベントスが豊富な海域、第二に、別府湾、広島湾、大阪湾のように、マクロベントスが貧弱な海域、第三に、マクロベントスの状況が前述二者の中間の海域である。直近の調査と10年前の調査を比べると、統計的に、マクロベントスの個体数と種類数に明白な違いが見られる。播磨灘では個体数減少、燧灘では個体数・種類数ともに減少、紀伊水道では種類数減少、備讃瀬戸と豊後水道では種類数増加、安芸灘では個体数・種類数ともに増

加した。20年前に水産庁で実施した調査結果と比較すると、マクロベントスの種類数と多様性指数は、ほとんどの地域で減少もしくは横ばいであると思われる。

海水と底質環境の相互関係に基づくと、水質・底質と海洋動植物環境の相互関係は明白ではないが、人間生活の影響と小潮流のために、含泥率の高い海域では汚染が進みやすいと考えられている。そのような海域の水質については、一般的に透明度は低く、COD濃度が夏に非常に高い傾向にある。

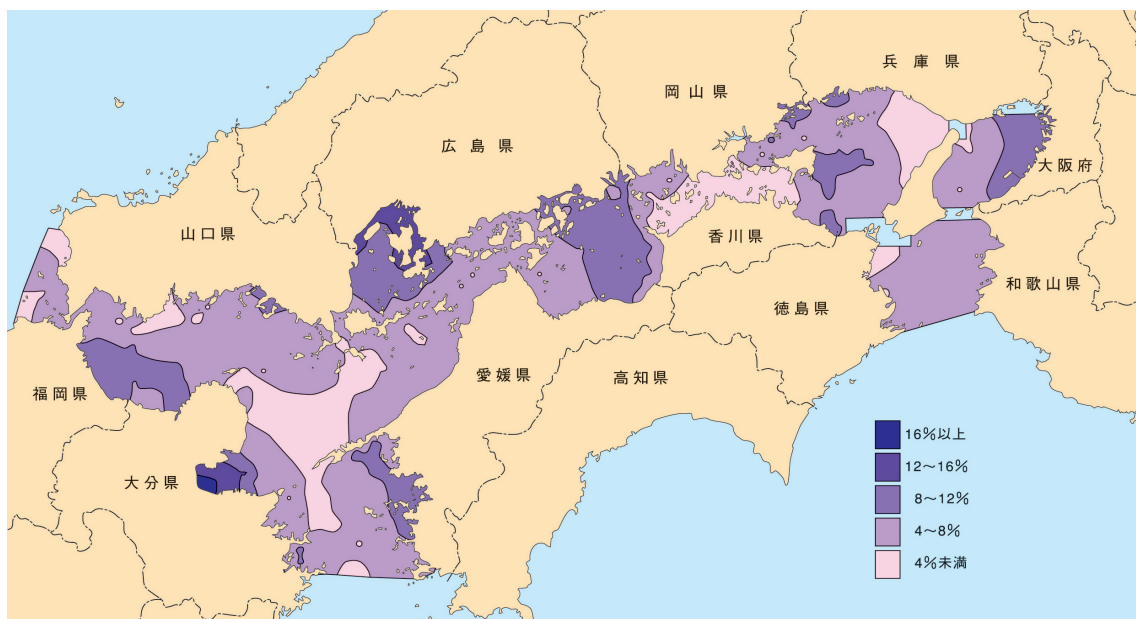


図3.1.14 底質分布図(強熱減量) (出典：環境省(2001-05))

瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

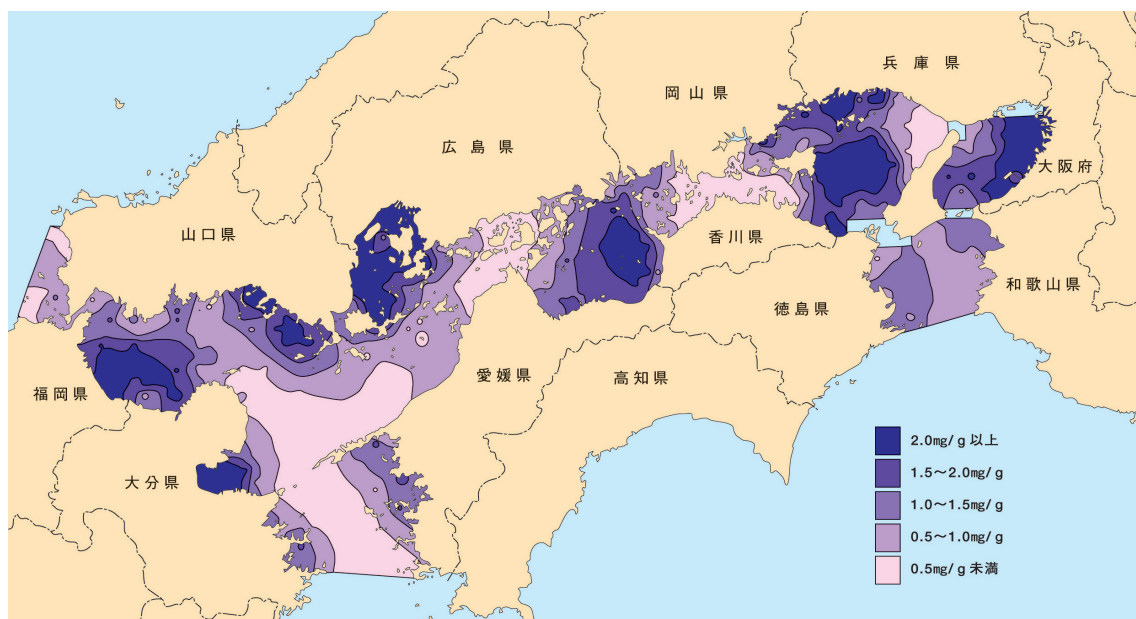


図3.1.15 底質分布図(全窒素) (出典：環境省(2001-05))

瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

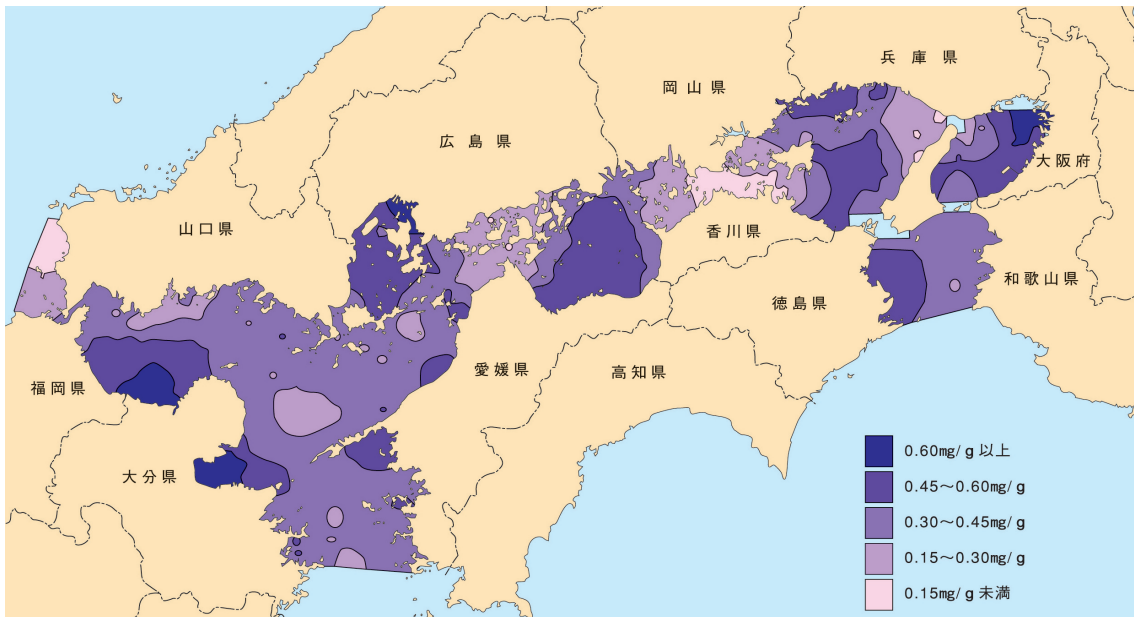


図3.1.16 底質分布図（全磷）（出典：環境省（2001-05））  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

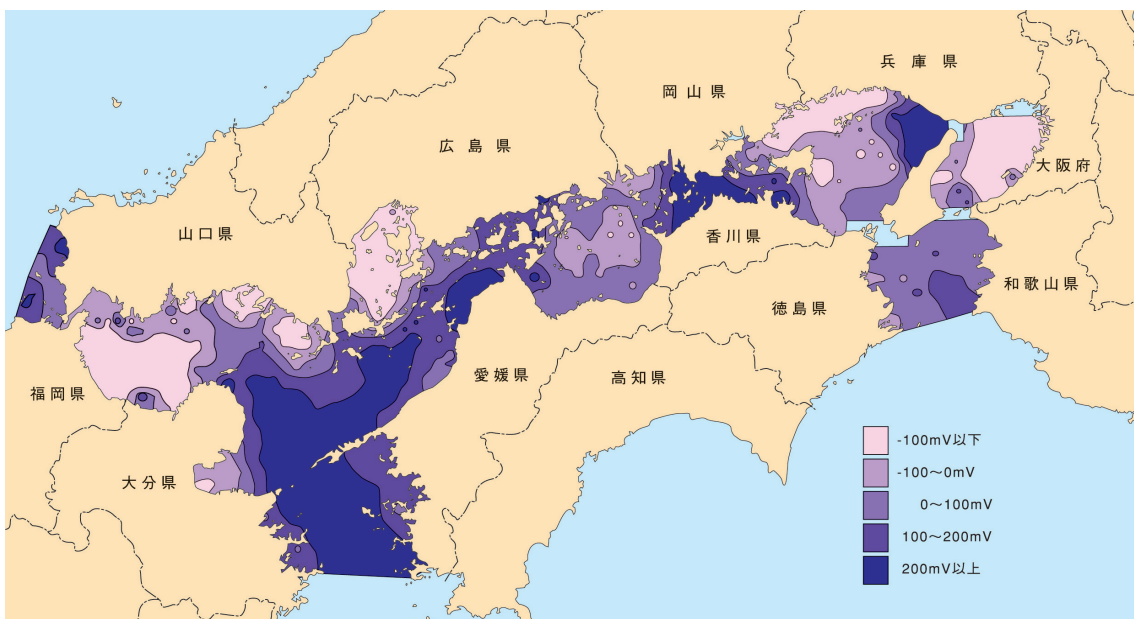


図3.1.17 底質分布図（酸化還元電位）（出典：環境省（2001-05））  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

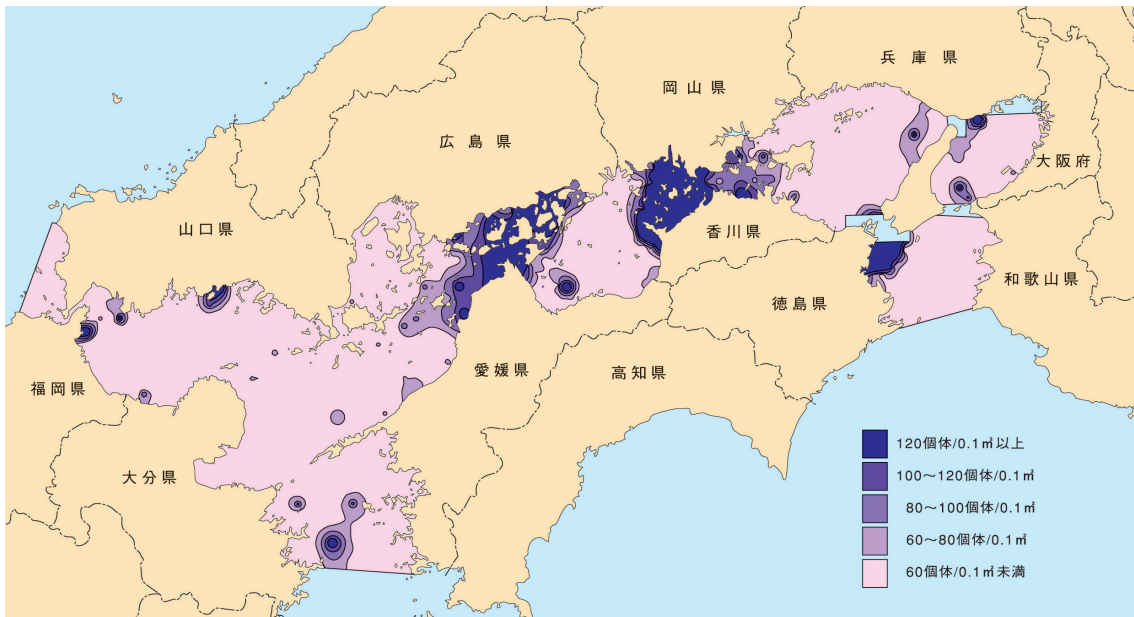


図3.1.18 マクロベントス個体数の分布図 (出典：環境省 (2001-05))  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

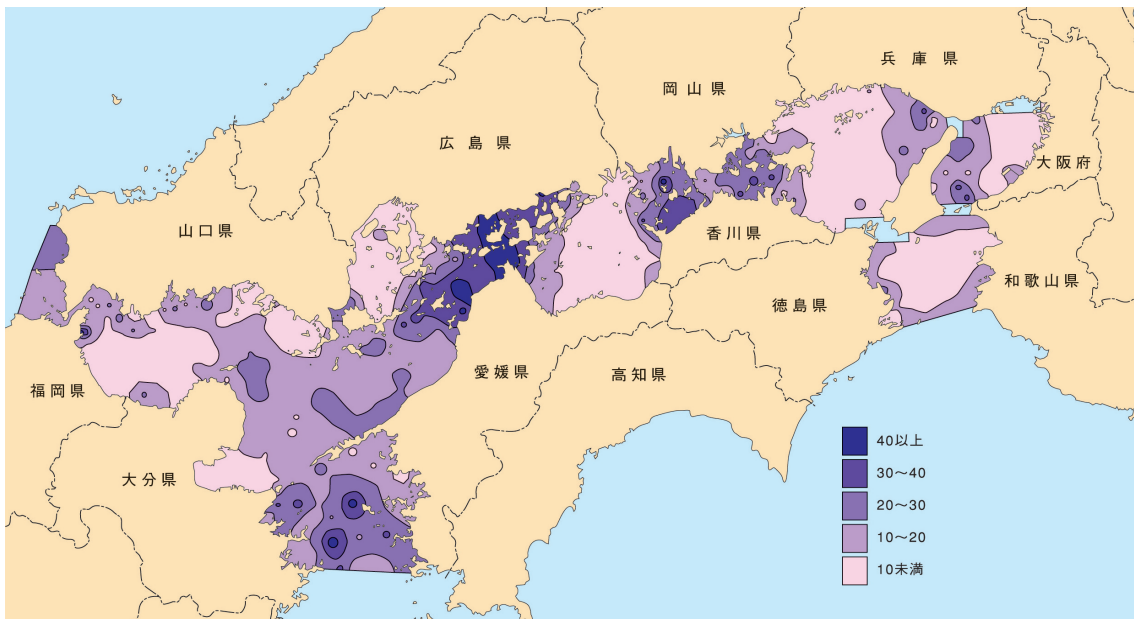


図3.1.19 マクロベントス種類数の分布図 ((出典：環境省 (2001-05))  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

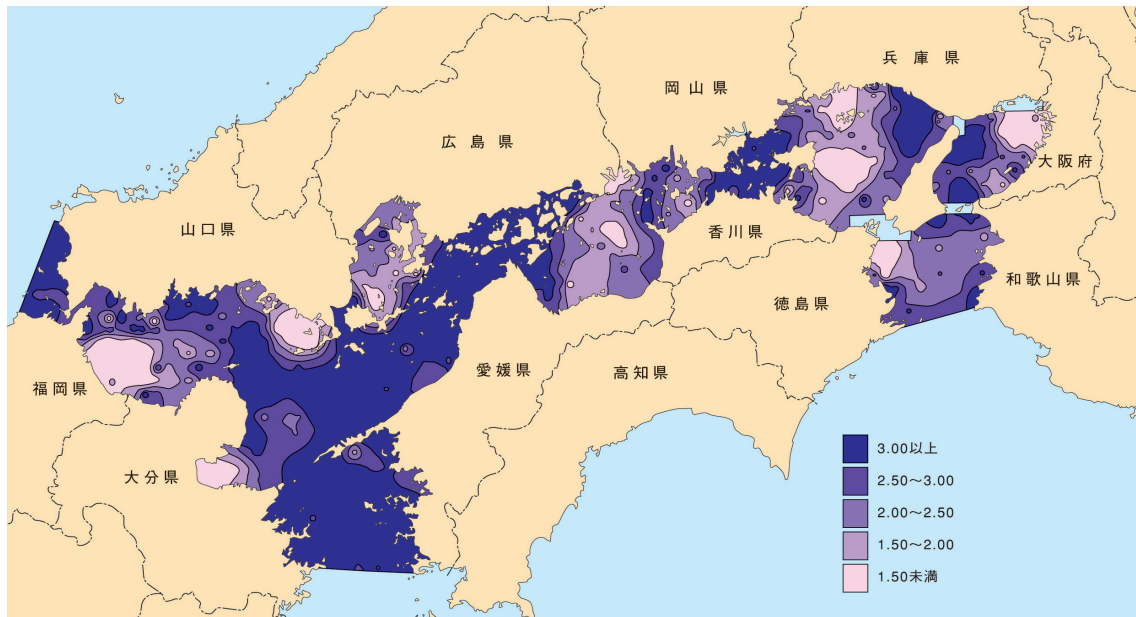


図3.1.20 マクロベントス多様性数指数の分布図 (出典：環境省 (2001-05))  
瀬戸内海における2001-05年の各年の平均濃度

表3.1.2 沿岸域における有害藻類ブルームの種類 (Hallegraeff, 1993：後にノリ養殖に対する珪藻ブルームを追加)

| 赤潮のタイプ                | 特 徴  |
|-----------------------|--|
| 1) 一般の赤潮<br>(高密度ブルーム) | 一般の赤潮は、基本的に無毒の海水変化であるが、例外的な状況として密度が高くなると、分解の結果できる酸素の減少にもなっており、魚や無脊椎動物を無差別にへい死させることがある。<br>原因となる種類：<br><i>Gonyaulax polygramma</i> , <i>Noctiluca scintillans</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Trichodesmium erythraeum</i>  |
| 2) 有毒赤潮               | 有毒赤潮は、食物連鎖を通じて蓄積された微細藻類による貝中毒や魚食中毒の原因となる。1リットル当たり100個程度の低い細胞個体数でも起こりうる。<br>毒と原因となる種類<br>- 麻痺性貝中毒 (PSP) :<br><i>Alexandrium tamarense</i> , <i>A. catenella</i> , <i>A. tamiyavanichii</i> , <i>A. minutum</i> ,<br><i>Gymnodinium catenatum</i> , <i>Pyrodinium bahamense</i><br>- 下痢性貝中毒 (DSP) :<br><i>Dinophysis fortii</i> , <i>D. acuminata</i> , <i>D. caudata</i> , <i>D. mitra</i> , <i>D. rotundata</i> ,<br><i>Procentrum lima</i><br>- 記憶喪失性貝中毒 (ASP) :<br><i>Pseudo-nitzschia multiseries</i> , <i>P. australis</i> , <i>P. delicatissima</i><br>- 神経性貝中毒 (NSP) : <i>Karenia brevis</i><br>- シガテラ中毒: <i>Gambierdiscus toxicus</i> |
| 3) 有害赤潮               | 有害赤潮は、基本的に人間には有毒ではないが、魚や無脊椎動物、特に沿岸域の水産養殖に、大量へい死をもたらす有害なものである。<br>原因となる種類：<br><i>Chattonella antiqua</i> , <i>C. marina</i> , <i>C. ovata</i> , <i>Pseudochattonella verruculosa</i> ,<br><i>Heterosigma akashiwo</i> , <i>Heterocapsa circularisquama</i> , <i>Karenia mikimotoi</i> ,<br><i>Cochlodinium polykrikoides</i> , <i>Chrysochromulina polylepis</i> , <i>Prymnesium parvum</i>   |
| 4) 珪藻ブルーム             | 珪藻は一次生産者として重要なことが多いが、珪藻ブルームは、秋から春にかけてノリ ( <i>Porphyra</i> (red alga)) の養殖に、ノリの品質と価格を下落させるノリの葉状体の色落ちという悪影響を及ぼす。<br>原因となる種類<br><i>Eucampia zodiacus</i> , <i>Coscinodiscus wailesii</i> , <i>Chaetoceros</i> spp.,<br><i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Rhizosolenia imbricata</i>   |

### 3.1.4 赤潮

#### 1) 赤潮の種類

瀬戸内海のように富栄養化した沿岸域では、富栄養化の結果として、微細藻類の個体数が増加し、海水の変色をとともなう異常増殖を起こすこともあった。微細藻類には、異常増殖の結果、海洋生態系に悪影響を及ぼす種類

もある。悪影響を及ぼす微細藻類は「有害性藻類」と呼ばれ、その増加現象は有害性ブルーム (Harmful Algal Blooms : HABs) として指定されている (Hallegraeff, 1993)。

HABsは4種類に分類されており、これらのHABsの概要を表3.1.2に示す。一般赤潮は基本的に毒をもたない種類で構成されるが、ブルームは密度が高くなるので、

分解時の酸素の減少にともなう、魚や無脊椎動物を無差別にへい死させる。有毒赤潮では、強力な毒素を持つ微細藻類の摂取によって、主に食物連鎖を通じて二枚貝に蓄積される。人間が毒素を蓄積した二枚貝を食べると、これらの毒素が胃腸系や神経系の様々な病気を引き起こす。貝中毒は海水変色を起こさない有毒種で、1リットル当たり100個程度の低い細胞個体数でも起こりうる。有害赤潮は、基本的に人間には有毒ではないが、魚や無脊椎動物、特に沿岸域の水産養殖を行っている魚類の大量へい死をもたらす有害なものである。

珪藻（けいそう）ブルームは、水中の栄養素（主に窒素）の喪失により、秋から春にかけて沿岸域のノリ（Porphyra (red alga)）の養殖に悪影響を及ぼし、ノリの葉状体の色落ちを引き起こす。（Manabe and Ishio, 1991；Nagai, 2000）。ノリは日本の大規模養殖産業のひとつなので、ノリの養殖地域では、種子の成長期と収穫期の珪藻ブルームは、経済面においても悩みの種となっている。珪藻ブルームによる養殖ノリの色落ちの金銭的価値に基づいて、水産業の損害を見積もるのは難しい。有毒ブルームによって収穫規制が施行される時の二枚貝養殖の場合も同じである。瀬戸内海では、富栄養化が特に有害型および一般赤潮型の赤潮と密接に関わっている。

## 2) 瀬戸内海における赤潮の発生と水産業の損害

1960年代と1970年代の20年間に、日本経済は急速に成長した。好景気の開始時期である1960年と1965年には、瀬戸内海の赤潮の発生件数は年50件以下であった（Okachi, 1997）。1970-2005年の赤潮の年間発生件数を図3.1.21に示す（水産庁, 2000, 2006）。総発生件数は1970年には79件だったが、1976年には急に増加して年間299件という最大値を示した。1976年以降は、赤潮の発生件数は減少の一途をたどり、年間100件程度（漁業被害をとまなうものは10件程度）まで減少しているが、現在はこのレベルが続いている状況である。

1960-2000年の瀬戸内海の赤潮分布を図3.1.22に示す。1960年の赤潮の発生は18件と少なく、関係する地域は非常に狭かった。1970年代と1980年代には、特に夏場に、大規模な赤潮が広い範囲で発生した。極端な場合、大阪湾、播磨灘、燧灘、周防灘では、各湾・灘の

海域のほとんど全体を赤潮が覆ったこともあった。しかしながら、1990年代以降は赤潮の規模が小さく、期間が短くなったようである。

瀬戸内海で毒性の赤潮を引き起こす代表的な微細藻類は、*Chattonella antiqua* Hada (Ono)、*Chattonella marina* (Subrahmanyam) Hara et Chihara、*Chattonella ovata* Hara et Chihara、*Heterosigma akashiwo* (Hada)、*Hada ex Hara et Chihara* (Raphidophyceae)、*Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid、*Karenia mikimotoi* (Miyake et Kominami ex Oda)、*Hansen et Moestrup*、*Heterocapsa circularisquama* Horiguchi、および *Cochlodinium polykrikoides* Margalef (Dinophyceae)である（図3.1.23）。毒性の強い種類で漁業被害の大きい上位3種は、瀬戸内海では、*C. antiqua*、*K. mikimotoi*と*H. circularisquama*である。

1973-2004年における、赤潮の発生件数と、上述した各赤潮生物の関係であるが、*Karenia mikimotoi*、*H. akashiwo*、*N. scintillans*による瀬戸内海の赤潮発生件数は、1970年代に高い値を示している。しかしそれ以降、これらの種によって起こる赤潮の発生件数は目立って減少した。ラフィド藻綱（そうこう）の *C. antiqua*、*C. marina*による赤潮は、1970年代の夏と80年代の夏に共通して見られたが、1990年代とそれ以降は減少した。近年、*Chattonella*赤潮は、もう一つの殺魚種である *C. ovata*と新たに結びついて、再生する傾向がみられる。長期傾向としては、*H. circularisquama*を除いて、一般的に減少傾向にある。*H. circularisquama*は、1988年に四国の太平洋岸である高知県の浦ノ内湾で初めて発見され、あさりの大量へい死をもたらす赤潮を発生させたが、瀬戸内海では1995年広島湾で初めて発見された。*C. polykrikoides*による赤潮は、現在のところ年間発生数が5件以下だが、増加する傾向がみられる。瀬戸内海では、この種類のブルームは1985年に播磨灘で初めて発見された（Yuki and Yoshimatsu, 1989）。*Heterosigma akashiwo*、*N. scintillans*による赤潮は頻繁に発生しているが、一般的に、漁業被害をほとんど引き起こさない。一方、*Chattonella* spp. (*C. antiqua*、*C. marina* and *C. ovata*)、*K. mikimotoi*、*H. circularisquama*、*C. polykrikoides*による赤潮は、魚や二枚貝の大量へい死を引き起こす頻度が高い傾向がある。

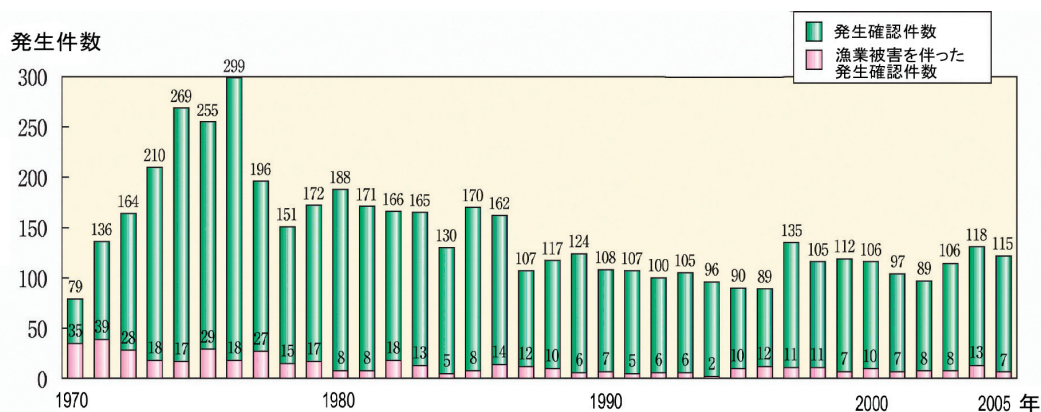


図3.1.21 瀬戸内海で確認された赤潮発生件数（1970-2005年）



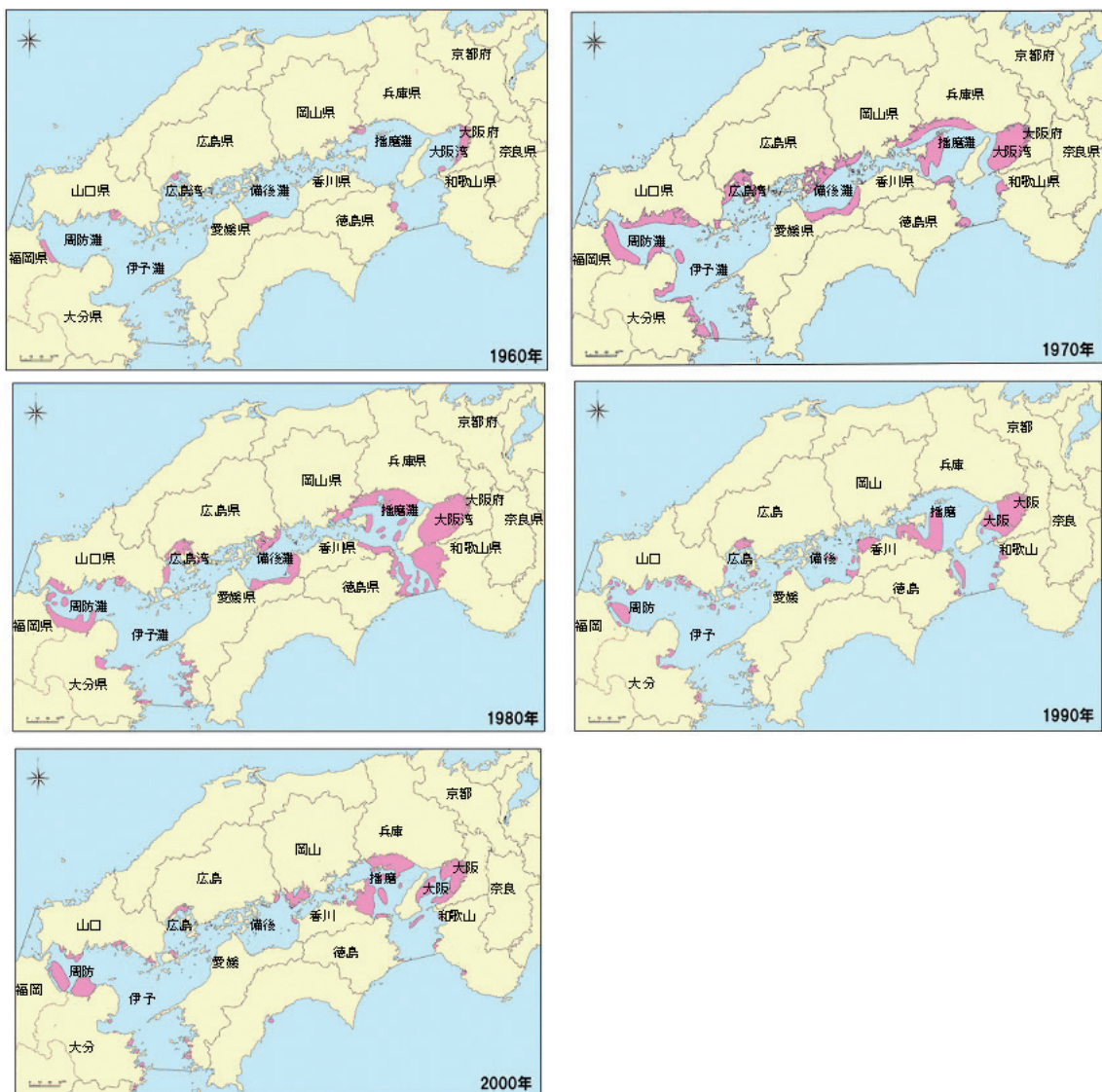


図3.1.22 瀬戸内海の赤潮分布（1960-2000年）

図3.1.24に、2000年・2005年の水産庁のデータに基づき、有毒赤潮による養殖業への被害額（日本円）と、各年に瀬戸内海における総被害額の80%を超える被害を及ぼした原因生物を示す。図の中にあるように、*Chattonella* spp. (*C. antiqua*, *C. marina*, *C. ovata*) が最も有害な赤潮生物であるということがわかる。特に、1972年の夏に*C. antiqua*は播磨灘において1420万匹の養殖はまちをへい死させた（被害金額71億円）。この数字は、日本最悪の値である。*Chattonella*による魚のへい死の被害は、1990-2002年まで毎年1億円以下だったが、その後、2003-2004年に魚のへい死を引き起こす*Chattonella*による赤潮が瀬戸内海において再発した。*Karenia mikimotoi*は1979年からずっと漁業被害を引き起こしている。渦鞭毛藻（うずべんもうそう）（焰色（えんしょく）植物）の*H. circularisquama*による牡蠣のへい死は、広島湾で1995年に初めて起こり1997年にも起こった。1998年の*H. circularisquama*による赤潮は広島湾で牡蠣の大量へい死を引き起こし、被害額は39億円だった。これは、瀬戸内海において第二位の被害額である。しかし、長期傾向としては、1998年の*H.*

*circularisquama*による養殖牡蠣の被害を除くと、減少傾向を見せている。これらの主要藻類のほかは、渦鞭毛藻（焰色植物）の*Gonyaulax polygramma* Steinによる1994年の赤潮が、瀬戸内海では比較的大きい8億円の被害を出した例である（Koizumi et al., 1996a）。*C. polykrikoides*による魚のへい死は1985年から見られる（Yuki and Yoshimatsu, 1989）が、被害額と赤潮の規模は主要藻類による赤潮に比べて小さい。しかしながら、2004年夏に、豊後海峡の愛媛県岩松湾で、*C. polykrikoides*による魚のへい死による被害額が瀬戸内海では初めて1億円を超えた（1.6億円）（水産庁, 2005）。この種類は、以前から九州地区（最大の被害は2000年の夏に八代海で起こったもので、被害額は約4億円にものぼった（Kim et al., 2004 ; Matsuoka and Iwataki, 2004））や特に韓国の沿岸部（最大の被害は1995年の夏に起こったもので、被害額は約764億韓国ウォンにものぼった（Yoon, 2001 ; Kim et al., 2002））で膨大な魚のへい死を引き起こすほど有害であった。今後、瀬戸内海において*C. polykrikoides*に対する警戒を強めなければならない。

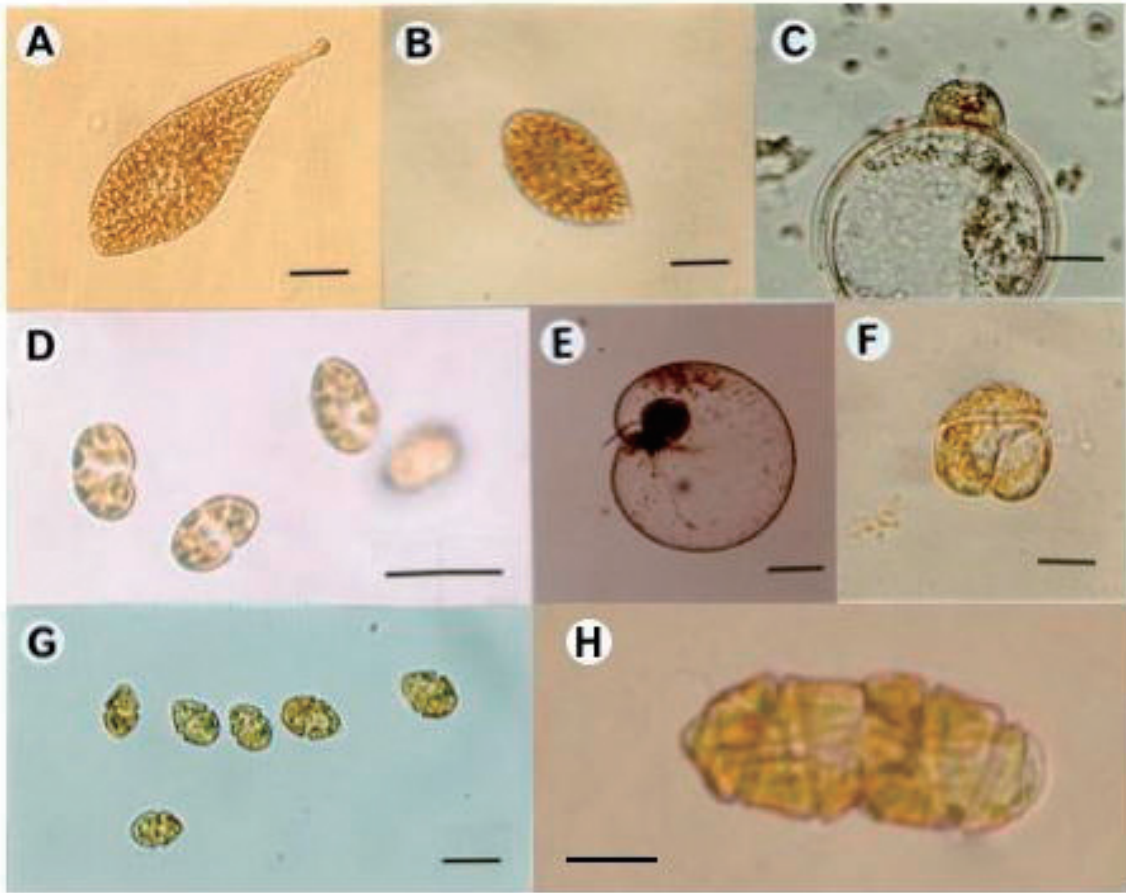


図3.1.23 瀬戸内海における毒性赤潮を引き起こす代表的な微細藻類

ラフィド藻綱 (A - D), *Chattonella antiqua* (A), *C. marina* (B), *Chattonella* (C), *Heterosigma akashiwo* (D),  
渦鞭毛藻 (E - H), *Noctiluca scintillans* (E), *Karenia mikimotoi* (F), *Heterocapsa circularisquama* (G), *Cochlodinium polykrikoides* (H).  
尺度: E (100  $\mu$ m) 以外は20  $\mu$ m.

被害額 (単位: 10 億円)

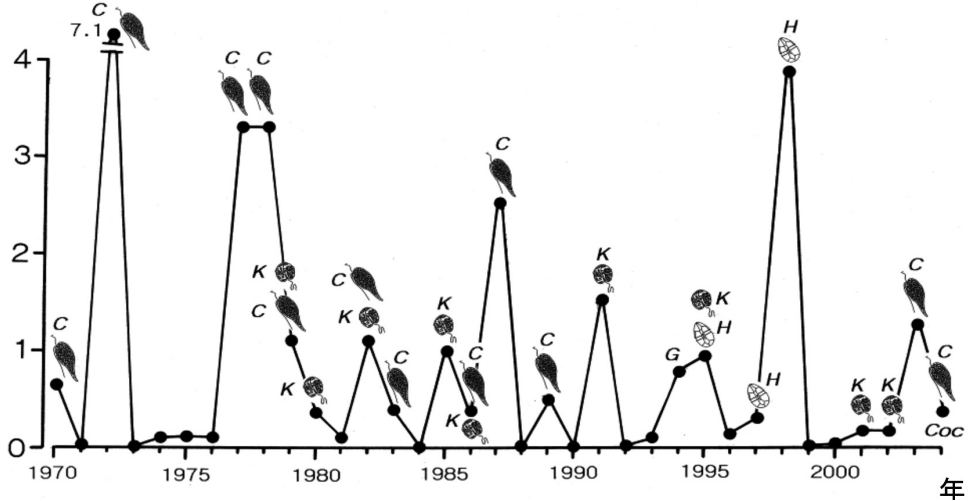


図3.1.24 瀬戸内海における有毒赤潮による養殖業への被害額 (1970-2004年)

C: *Chattonella* spp. (*C. antiqua*, *C. marina*, *C. ovata*), K: *Karenia mikimotoi*, H: *Heterocapsa circularisquama*,  
G: *Gonyaulax polygramma*, Coc: *Cochlodinium polykrikoides*.

## 3.2 漁獲量の変化と現状

### 3.2.1 瀬戸内海の豊かさは天与の恵み

大小千余りの島々が点在する瀬戸内海は、多島美と白砂青松の景観により私たちの目を楽しませ、心を和ませる。同時に海中に生息する800種類の植物と3400種類の動物たちから構成される生物群集の生産力は、年々歳々更新される生物資源としての漁獲物を私たちに提供する。その意味で、漁獲物は瀬戸内海の物理・化学的環境とそこに生息する生物群集の総体が人類にもたらす生態系サービスの一つである。

瀬戸内海の単位面積当りの年間漁獲量を、世界の代表的閉鎖性海域（たとえば、地中海、バルト海、北海、チェサピーク湾）の漁獲量と比較した結果を図3.2.1に示す（Okaichi and Yanagi, 1997）。1970年代と1980年代の瀬戸内海の平均年間漁獲量（約38万トン）を基準にした値（20.5トン/km<sup>2</sup>/年）は、他海域より圧倒的に高く、地中海の25倍にもなる。近年、瀬戸内海の漁獲量は最盛期の約半分近くに落ち込んでいるが、それでも世界トップレベルの単位面積当りの漁獲量に変わりはない。瀬戸内海はどのようにこんな豊かな海なのだろうか。

第一の理由は、瀬戸内海の地形特性に基づく海水の流動にある。瀬戸内海は東西方向に水路のように細長い海だが、そこには「灘」と呼ばれる広い海域（湾の場合もある）と「瀬戸」と呼ばれる狭い海域（海峡の場合もある）が交互に存在する。植物プランクトンの増殖のためには、灘のように海流が穏やかな水塊（すいかい）構造が必要である。一方、瀬戸では潮流が早くて海水が上下に攪はんされるので、海底付近に高い濃度で存在する栄養塩が表層にまで持ち上げられる。灘と瀬戸の交互配置は、瀬戸内海の内部に存在する栄養塩を効率よく植物プランクトンの生産に変換する機能をもたらす。瀬戸内海の豊かさは、正にその名を示す「瀬戸」の恵みによってもたらされている。

第二の理由は、魚類生産を支える食物連鎖構造の特性にある。植物プランクトンや動物プランクトンによって構成される低次栄養段階における生産速度が一般に高

く、しかも植物プランクトンから動物プランクトンへの転送効率が高い特徴がある。広島大学をはじめとする瀬戸内海周辺に位置する大学の研究者により、1993-1994年にかけて瀬戸内海全域を対象とした共同調査が実施された（Okaichi and Yanagi, 1997）。その結果、瀬戸内海の年間一次（植物プランクトン）生産速度は781mgC/m<sup>2</sup>/日であった。この値はとび抜けて高い値ではないが、沿岸域での一次生産速度としてはまずまずの高いレベルにある。一次生産から二次生産（植食性動物プランクトン）へ、さらに二次生産から三次生産（肉食性動物プランクトン）への転送効率は、それぞれ28、26%と陸上生態系で一般に観察される10%よりはるかに高く、飼育実験などで得られる理想的な転送効率（30%）に近い（図3.2.2）。これらのことから、瀬戸内海のプランクトンによる低次生産構造は、魚類の餌となる動物プランクトンを生産する機能に優れていることが明らかとなった。

第三の理由は、瀬戸内海は浅くて波静かな閉鎖的な海という余りにも基本的な地形特性である。かつての瀬戸内海の姿は、潮が引くと至る場所で干潟が干出し、その沖側には藻場が広がっていた。すなわち陸と海の境の外側を干潟が、そしてその内側を藻場が取り囲み、さらにその内側に瀬戸内海本体が存在していた。

上記の地形特性や生物生産機能特性は瀬戸内海に天与のものである。これらを喪失させないことが、瀬戸内海の豊かさを維持するためにはまず必要である。しかし、私たちは第二次世界大戦後の荒廃から立ち直るために、1960年代-1970年代に経済発展最優先の政策を押し進め、その過程で瀬戸内海の景観美や生物生産を支える環境を大きく傷つけた。そのため瀬戸内海は一時「瀬死の海」とまで形容された。1973年に「瀬戸内海環境保全臨時措置法」（以後「瀬戸内法」と略称する）が公布されて以降、環境改善の施策が今日まで継続して行われているが、瀬戸内海は今でも後遺症で病んでいる。漁獲量と質は海の健全性を示す総合指標であるが、1980年代後半から漁獲量が減少し続けているのだ。最近数10年間の瀬戸内海の漁獲量の変遷をたどりながら、里海としての瀬戸内海の現状を考える。

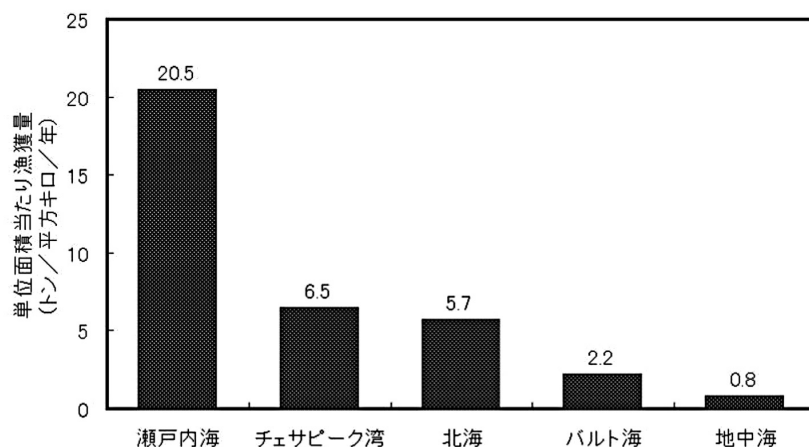


図3.2.1 世界の主要な閉鎖性海域の漁獲量（Okaichi and Yanagi, 1997より引用）

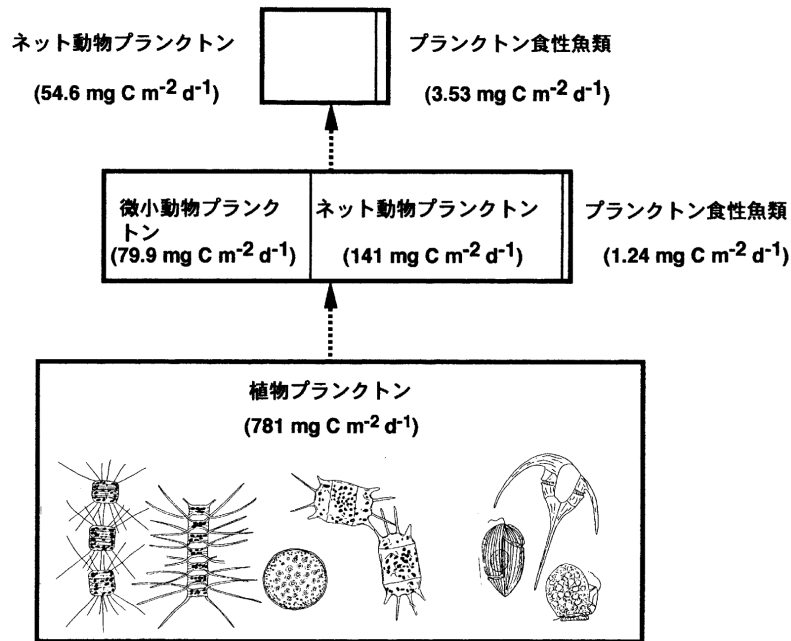


図3.2.2 瀬戸内海のプランクトン食物連鎖構造 (Okaichi and Yanagi, 1997より引用)

### 3.2.2 日本の漁業の中での瀬戸内海漁業

日本人は魚食国民と言われているが、それでも魚貝類は動物性食品全体の22%を占めるに過ぎない。日本人は年間に1000万トンを超える魚貝類を消費しているが、国内生産（漁獲＋養殖）量では足りないので約半分を輸入に頼っている（図3.2.3）。国内生産量は1984年に1200万トンに達したが、その後急激に減少し、最近では約500万トンに低迷している。この不足分を補っているのが諸外国からの輸入量の増加分で、1994年に500万トンを超え、最近では国内生産量を完全に上回っている（農林水産省, 2008）。国内生産量の落ち込みの原因は、マイワシ、スケトウダラなどの主要魚種の不漁による沖合漁業漁獲量の低下である。日本はこれまでは経済的優位性により、外国から魚貝類を購入することが可能であったが、獣肉主体の食生活を見直し始めた先進国や、中国などの経済発展著しい諸外国での水産物に対する

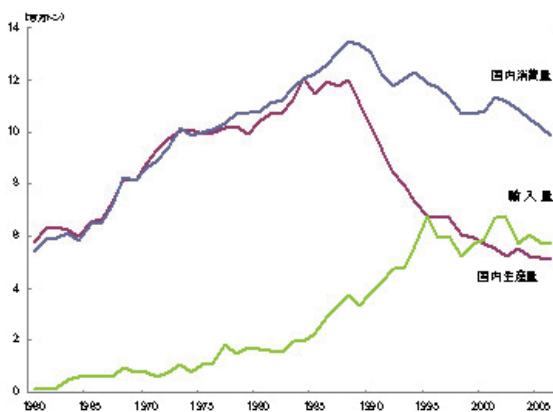


図3.2.3 国内漁業生産量、輸入量、国内消費量の経年変動 (農林水産省, 2008より引用)

需要の高まりにより、今後は従来通りの輸入量の確保は困難になるだろう。将来の食料安定供給のためには、沿岸漁業を含む日本周辺の漁獲量の持続性の向上が必須である。

漁船漁業は操業海域によって遠洋、沖合、沿岸の三つに分けられるが、そのうち沿岸漁業は家族労働を主体とし、10トン未満の小型漁船での日帰り操業で行う漁業である。沿岸漁業による漁獲量は全漁獲量の約30%に相当するが、瀬戸内海での漁獲量は全漁獲量の約5%を占めるに過ぎない。しかし、瀬戸内海の面積が相対的に小さいことを考慮すると、日本の沿岸漁業の中で占める瀬戸内海の漁業は極めて重要である。

### 3.2.3 瀬戸内海の漁獲量の変遷

魚類、貝類、その他の水産動物を合計した瀬戸内海の年間漁獲量（海藻類、養殖量は除く）は、1965年の約30万トンから徐々に上昇し、瀬戸内海が最も富栄養化した時期に相当する1970年代から1980年代前半にかけてピークに達した。最大年間漁獲量は1982年の47万トンである。しかし、1980年代後半以降、漁獲量は急激に減少し始め、2005年にはついに20万トンを切った（図3.2.4）（農林水産省中国四国農政支局統計情報部, 2008）。

最近20年間の漁獲量の落ち込みの原因として、マイワシ、カタクチイワシ、シラス（主としてカタクチイワシの稚魚）、イカナゴなどの小型浮魚類の漁獲量の減少が最も影響している。最盛期には主としてプランクトン食性魚類の漁獲量が35万トン以上もあったが、2005年には16万トンに減少した。これらの小型浮魚類はタチウオなどの大型魚食魚の餌となるので、小型魚の資源量の低下が最近のタチウオの不漁を招く原因となっているものと思われる。サバ類、カレイ類の漁獲はほぼ一定で

推移しているが、アジ類、タコ類は近年わずかに増加傾向を示している。一方、貝類の中で最重要であるアサリの漁獲量は近年激減している（図3.2.4）

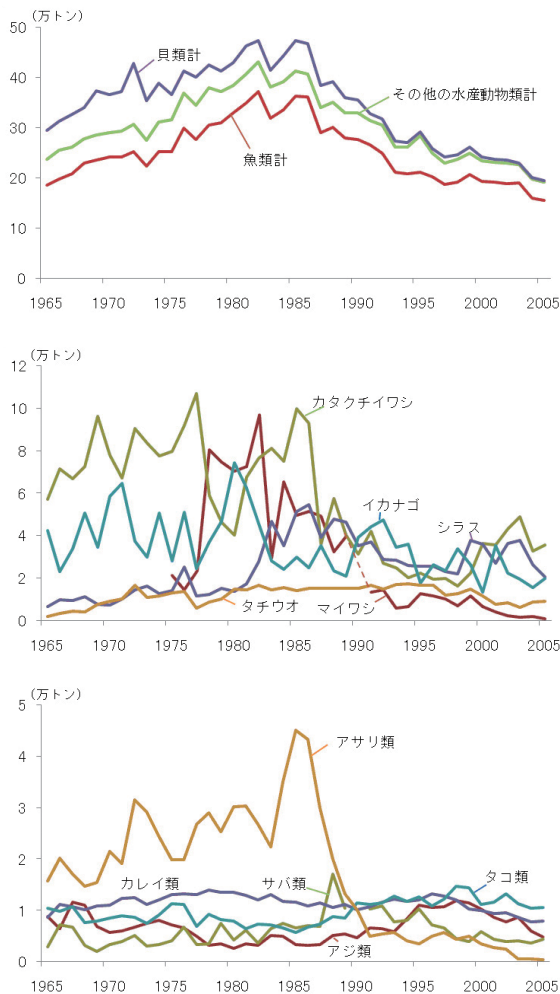


図3.2.4 瀬戸内海の魚類・その他の水産動物・貝類の漁獲量、並びに代表的魚種別漁獲量の経年変動（農林水産省中国四国農政支局統計情報部，2008より引用）

### 3.2.4 瀬戸内海の漁獲対象生物の多様性の変遷

一般に生物多様性が高いほど生態系の安定性は高いことが知られているが、それは漁獲対象生物群集に対してもあてはまる。たとえば、いくら漁獲量が高くても少数種で構成されていれば、外部のインパクトに対して脆弱であり、急激に漁獲量が低下する可能性が高い。瀬戸内海の漁業の持続性のためには、漁獲対象生物の多様性を維持することが重要である。そこで、広島湾と大阪湾の漁獲対象動物を食性別（植物プランクトン食性、動物プランクトン食性、魚食性、デトライタス食性、ベントス食性、エビ・カニ食性）に分類し、食性別多様度指数を基準として多様性の経年変化を調査した。

広島湾における多様度指数は1965年から1975年までは一律に高かったが、以後低下し1988年には最低となった。また、1980年代後半以降多様度指数は年により大きく変動し始めた（図3.2.5）。大阪湾においても多様度指数は経年的に低下傾向を示し、しかも1980年

代以降年による変動が顕著となった（図3.2.5）。広島湾と大阪湾での調査結果に代表されるように、近年瀬戸内海の漁獲対象生物の多様性は低下し、しかも年による変動がより顕著となって、漁業を支える生物群集組成が不安定化していると言えよう。

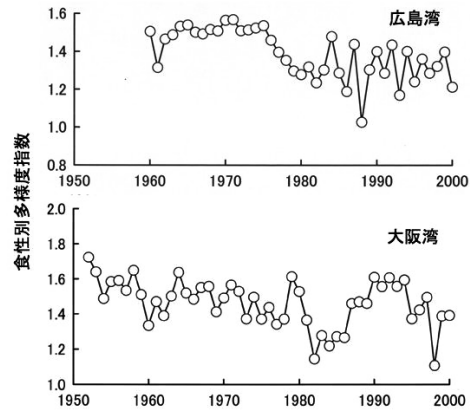


図3.2.5 広島湾と大阪湾における漁獲対象生物の食性別多様度指数の経年変動（藤井・上，未発表より引用）

### 3.2.5 漁獲量に影響する環境・生態系の変遷

#### (1) 貝類漁獲量の減少と浅場の喪失

アサリを代表とする貝類漁獲量の顕著な減少は、貝類の生息場所である干潟やアマモ場などの浅場が埋め立てなどにより喪失したことにある。瀬戸内海の干潟面積は、明治時代は2.5万haを超えていたが、埋め立てなどにより徐々に減少し、1970年代には半分以下になった。アマモ場の面積は1960年には約2.3万haもあったが、1990年までに1/3以下に減少した。1970年代以降大規模な埋め立ては規制されるようになったが、小規模な埋め立ては継続して行われており、それにともない貝類生息場である浅場は徐々に失われている。しかし、最近のアサリ漁獲量の激減は干潟の減少量を上回る速度で進行しているため、他の要因も複合的に関連していると推測されている。また浅場を主要生息場所とするナマコの漁獲量の減少も顕著で、広島湾では1980年代までは1000-2000トンの漁獲があったが、最近では50トンを下回っている。

#### (2) イカナゴ漁獲量の減少と海砂採取

かつて瀬戸内海各地には砂堆があり、エビやカニの好漁場となっていた。脊椎動物の原始的な形態をとどめているナメクジウオが砂の中に生息し、また小型魚類のイカナゴは夏季に砂の中に潜って夏眠する習性をもっている。1960年代からコンクリート骨材として大量の海砂採取が始まり、主要な砂堆は次々と姿を消していった。

岡山県では1968年から海砂の採取が始まり、1999年までに合計約1億4千万m<sup>3</sup>（東京ドームの113杯分）が採取された。イカナゴの漁獲量は1980年代に入ると急減し、以後回復しなかった（図3.2.6）。海砂採取がイカナゴ資源に悪影響を与えることを示す好事例である。最後まで海砂採取を継続していた愛媛県も2006年

から禁止に踏み切り、瀬戸内海の家砂採取はやっとな全面禁止となった。しかし、海底深くえぐられた採取海域のつめ痕は大きく深い。イカナゴの不漁も続いている。

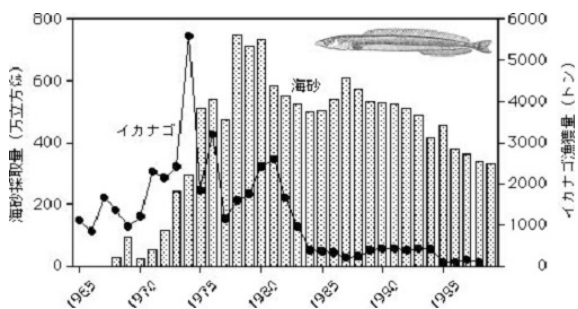


図3.2.6 岡山県における海砂の年間採集量とイカナゴの年間漁獲量の経年変動

### (3) 魚類漁獲量の減少とプランクトン生産構造

瀬戸内海の家獲量が低下した原因として、魚貝類の餌となるプランクトンの生産構造の変遷を調査した。植物・動物プランクトンの現存量と生産速度を季節ごとに瀬戸内海全域にわたって行った調査例が、1979-1980年と1993-1994年の2回ある (Uye et al., 1987; Uye and Shimazu, 1997)。前者は瀬戸内海の家獲量が最盛期の時期に相当し、後者は漁獲量が大きく低下した時期に相当する。クロロフィル濃度で示した植物プランクトンの年間平均現存量を比較すると、1979-1980年では $2.9 \mu\text{g/l}$ 、1993-1994年では $2.4 \mu\text{g/l}$ であり、有意な差はなかった。

動物プランクトンの中で70-80%を占めるカイアシ類の年間平均現存量を比較すると、1979-1980年では $12.1 \text{mgC/m}^3$ であり、主要分類群はParacalanus属 (31.2%)、次いでCalanus属 (22.2%)、Oithona属 (10.3%)、Acartia属 (8.1%)、Microsetella属 (5.0%)であった。一方、1993-1994年では $13.3 \text{mgC/m}^3$ であり、Paracalanus属 (27.4%)とCalanus属 (25.5%)

が最優占し、次いでOithona属 (9.5%)、Microsetella属 (9.0%)、Acartia属 (5.8%)の順となった。両調査の間ではカイアシ類の現存量も分類群組成も変化なかった。

以上の結果から、少なくとも1979年から1994年までの期間、魚貝類生産を下支えするプランクトン群集の生産構造に変化はなかったと推定される。それにもかかわらず、この期間に漁獲量が減少したのは、餌の生産以外の要因が関与していると考えられる。

### (4) クラゲの海への変化

1990年代になってからのことだ。瀬戸内海各地の漁業者からしきりに「クラゲが増えて魚ができない」との声聞くようになった。2002年に主として聞き取り調査により、漁業経験20年以上の1152人の漁業者からクラゲの経年的な出現状況に関する回答を得た (上・上田, 2004)。その結果、瀬戸内海でのミズクラゲの出現量は、1980年代前半から次第に増加し始め、1990年代前半以降に顕著に増加したと推定された (図3.2.7)。瀬戸内海ではミズクラゲは春から出現し始め、盛夏に最大に成長し、そして秋季には消失するのが一般的な季節的消長パターンであったが、近年では多くの海域で秋になっても死ぬことなく、冬を越すクラゲが存在することが明らかとなっている。

2000年夏季、愛媛県宇和島湾から由良半島に至る宇和海の内湾域に、ミズクラゲの大群が押し寄せる前代未聞の出来事が起こった。ミズクラゲの集群はセスナ機から観察すると、白いカーペットを敷いたように見えた。海岸線約100kmに沿って出現したミズクラゲの平均傘径は約15cm、総個体数は少なく見積もって約6億個体、総湿重量では9万トン余りになると推定された (Uye et al., 2003)。

瀬戸内海でのミズクラゲの増加を引き起こした原因として、下記の4つの要因が複合的に関与しているのではないかと推定されている。すなわち、①餌の競合者であ

### 回答割合

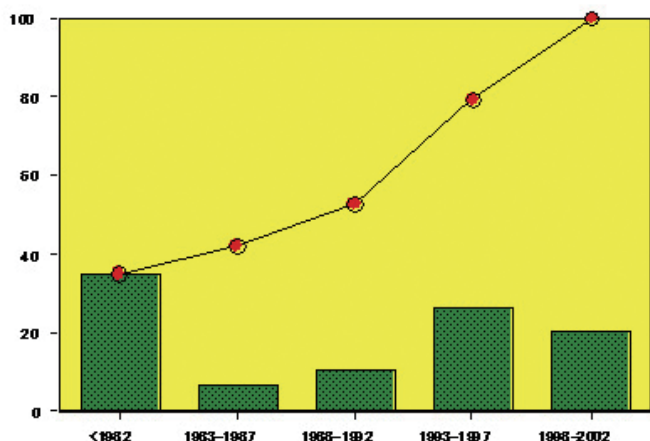


図3.2.7 瀬戸内海の家ズクラゲがいつから増加し始めたのかを示す漁業者への聞き取り調査結果

カラムは各年代別に増えたと回答した割合を示す。「<1982」は1982年以前の出現量は現在のレベルと同様であると回答した割合を示す。直線は累積の割合を示す。漁獲量の減少が顕著になるにつれ、クラゲが増えたと回答した割合が増加している。(上・上田, 2004)

る魚類資源の乱獲、②水温上昇、③コンクリート護岸などの自然海岸の改変、④クラゲの餌の相対的な増加、である。ミズクラゲの主要な餌は、カイアシ類を中心とする中型動物プランクトンである。イワシ類、アジ類、サバ類、イカナゴなどは動物プランクトンを餌とし、他の多くの魚種も仔稚魚（しちぎょ）期には動物プランクトンを餌とする。ミズクラゲは餌をめぐるこれらの魚種と競合関係にある。瀬戸内海におけるプランクトン食性魚類の年間漁獲量は1980年代中頃には35万トンを超していたが、以後急激に減少し、最近では約10万トンにまで低下した。一方、前述のように瀬戸内海の動物プランクトンの生産構造に変化はなかった。かつては魚類生産に流れていた動物プランクトンの生産エネルギーが、過度の漁獲圧力や生息環境の悪化のために魚類資源が低下したことにより、次第にミズクラゲに流れ始めた可能性がある。ミズクラゲは魚類の卵や稚仔をも捕食するので、いったんクラゲが増加すると魚類資源の回復はますます困難となる。このようにクラゲが次第に優勢になり、魚類は次第に劣勢となるプロセスを「クラゲスパイラル」と呼ぶが、1980年代以降瀬戸内海はこのクラゲスパイラルに陥っている可能性が高い。

#### (5) 地球温暖化の影響

瀬戸内海のほぼ中央部に存在する広島県水産海洋技術センター地先の水温は上昇傾向を示し、1970年から2006年までの期間、年間平均水温を基準とすると1.1℃、年間最低水温を基準とすると1.7℃それぞれ上昇した。海水温の上昇は広島湾特産の養殖マガキの多回産卵を誘発することから、それにとまなう死亡率の増加、身入りの遅れ、収穫量の減少が起こると推定される。また、冬季の水温が低いためにこれまで瀬戸内海では越冬できなかったアイゴ、アオブダイ、ゴンズイ、ソウシハギ、ナルトビエイ、ミノカサゴなどの熱帯、亜熱帯性の魚類が頻繁に出現し始めた。これらの中には海藻類やアサリなどを食害し、有毒な刺を有する有害魚類が含まれる。また、広島湾では南方系のタイワンガザミが繁殖し、在来のガザミより多く漁獲されることがある。

### 3.2.6 遊漁

瀬戸内海は日本の他海域に比較すると穏やかであることから、一般市民が比較的容易に海にアクセスすることができる。そのため年間で延べ約190万人が遊漁を楽しみ、そのうち約163万人が釣（船釣、陸釣を含む）を、約27万人が潮干狩りをそれぞれ楽しんでいる（農林水産省、2003）。このように瀬戸内海は多くの住民に遊漁を通じたレクリエーションの場を提供している。特に60歳以上の高齢者の余暇利用形態として、遊漁は重要な地位を占めているものと思われる。

このような海と周辺住民との親密な関わりは、同時に漁業者にとっては資源配分率の低下や操業障害の原因になることから、漁業者サイドでは被害者意識が強い。釣り船、瀬渡しなどの遊漁案内業者の多くは漁業者自らが営むケースが多いと考えられるが、遊漁案内業者所有の船舶数より一般市民が個人所有するプレジャーボートの数の方が圧倒的に多いのが実態であるので（広島湾北部

の場合は後者が約98%を占める）、漁場利用の競合などのトラブルが起こりやすい。

広島湾北部における遊漁調査結果（広島市経済局農林水産部水産課・水土社、1997）によると、1人当たり1回の採捕量はプレジャーボートによる釣では2.8 kg、遊漁案内業者の船舶を利用した釣では6.5 kgであった。また、陸釣による1人当たり年間の採捕量は34.2 kgであった。その結果、広島湾北部における年間採捕量は、船釣では905トン、陸釣では44トンであり、広島湾北部の年間魚類漁獲量の13%に相当する合計1351トンが遊漁により採捕されると推定された。漁獲量に対する採捕量の割合は、アジで約800%、メバルで77%、クロダイで27%、マコガレイで24%となっており、魚類資源に対する遊漁の影響は極めて大きい。

### 3.2.7 漁業持続性向上のために

気の遠くなるほどの時間をかけて瀬戸内海には固有の環境が形成され、同時に生物はその場の環境に適応してトータル・システムとしての瀬戸内海の生態系を築いてきた。瀬戸内海の漁業資源の生産機能は、世界的にみても他の閉鎖性海域より圧倒的に優れたものであった。私たちは経済発展と引き換えに、その機能を第二次大戦後数10年の短期間に著しく破壊してしまった。しかし、幸いなことにプランクトンの生産構造と栄養塩輸送を司る物理特性に大きな変化はなかったようだ。特に大きく破壊されたのは干潟や藻場を含む浅場の機能であった。失った後で、初めてその重要性を認識させられたと言えよう。

瀬戸内海の再生のためには、まず失った生態機能を取り返す努力から始めるべきであろう。埋め立てなどのさらなる浅場の喪失を厳しく禁止すべきは当然である。海砂採取を止めたことなどにより、一部の海域では藻場が回復したと伝えられているが、より積極的な浅場回復事業も必要である。そのためには、この分野の技術の開発と確立に努め、有効な干潟・藻場の再生事業を行うことが重要である。

定量的評価は困難であるが、漁船のエンジン性能の向上、漁具・漁法の改良などにより、魚類資源などに働く漁業の圧力は以前に比較すると相当上昇していると見てよいだろう。少なくなった資源にさらなる圧力が加わることによって資源の回復が妨げられ、それがクラゲの増加をもたらしている。漁業資源管理に対する漁業者自身の意識改革や遊漁対策などが重要となる。

少なくとも十分な浅場機能の回復や漁業資源の適切な管理が行われるなら、瀬戸内海は本来の機能を取り戻せることは間違いない。そうすることで、クラゲの大量発生は沈静化し、漁業の持続性が回復するだろう。

## 3.3 干潟・藻場

### 3.3.1 はじめに

「海岸」は、陸域と海域という、二つの大きく異なる環境の境界である。海岸でも、潮が引くと姿を現し、逆に、潮が満ちると水没する潮間帯は、特殊な環境であり、

独特な生物群集がみられる。潮の干満差が大きな内海・内湾域では、緩い勾配で潮間帯が広がるため、河口域などでの「干潟」や、磯と浜が入り混じる「磯浜」などが発達する。

「干潟」は、主に泥場の生態系で、珪藻類、貝、カニなどが豊富で、水鳥の姿も多い(図3.3.1左)。「藻場」は、水深20メートル位までの浅い海底に、砂泥底ではアマモなどの海草(図3.3.1中央)や、岩礁底ではホンダワラなどの海藻(図3.3.1右)が繁茂し、多種多様な動物が生息する生態系である。海草のアマモ場は日本全国の砂泥底に多い。岩礁底には、北海道ではコンブ場、本州～九州の太平洋岸ではアラム・カジメ場、本州～九州の日本海および東シナ海岸ではホンダワラ類が繁茂するガラモ場が多い。

海岸では、干潟や藻場を取り囲むように後浜(あとハマ)や鼻、潮間帯に前浜(まえハマ)、磯、さらに、潮が引いても干上がらない砂泥底や岩礁底が近接している(図3.3.2)。海岸線を中心とした「海岸沿いの陸地および海域」は、「沿岸域」と称され、その空間的な広さには、場合に応じたある程度の幅が認められている。沿岸域において、干潟や藻場を含む多様な条件の場がバランスよく共存することは、水産資源をはじめとする多彩な海洋生物が繁殖するために必須である。このように、海岸の干潟・藻場は、まさしく沿岸域の重要な構成要素であり、その現状が瀬戸内海の実環境保全の具体的な姿の一面を表している。本節では、海岸の干潟・藻場について、全国、瀬戸内海および広島湾などの現状などを概観し、今後の課題を整理したい。

### 3.3.2 全国の現状

日本では、海岸線を有する市町村での商業販売額が全国の60%、同じく工業出荷額が52%と、沿岸域が重要である(磯部, 1994)。そのため、海岸では、港湾(貨客船利用の物流)、人工島(港湾での陸地から離れた埋め立て)、沿岸埋め立て(都市・工業用)、さらに、漁港(漁船、市場利用)、農地の整備・開発(干拓)などが進められた。「干拓」は、河口域での自然の土砂供給による干潟の発達速度に合わせ、平均干潮面あたりに堤防を築き、時間をかけるとともに、干潟や藻場を下敷きしない工法であり、海岸線が1年に10メートル前進した(野沢, 1973)。しかし、「埋め立て」は、海面に土を盛って急速に埋める工法で、技術の進歩により、堤防を築ける水深がますます深くなってきている(図3.3.3)。

干潟は、勾配が緩やかなため、絶好の埋め立て適地であり(川崎ほか, 1977)、1960年代以降に全国での10万ヘクタール以上の埋め立て(磯部ほか, 1994)の下敷きとなる場合が多かった。埋め立て地護岸などの増加により、自然海岸率は1960(昭和35)年の78%から1995年には55%に減少した(図3.3.4)。干潟は、1978(昭和53)年以降に、全国の総面積(1989-1991年時点)5万1400ヘクタールの8%にあたる3900ヘクタールが消滅した(環境庁自然保護局, 1994)。干潟は、その後、さらに減少しているようである。

世界の藻場面積は $2 \times 10^8$ haで全海洋の0.55%(徳田ほか, 1987)、日本の藻場面積は $2 \times 10^5$ haで水深20メートル以浅の海域面積3百万8000ヘクタールの7%を占めるに過ぎない(磯部, 1994)。藻場は、好適な立地環境条件の範囲が狭いため、なおさら、存在が貴重である。藻場は、1978年以降に、総面積(1989-1991

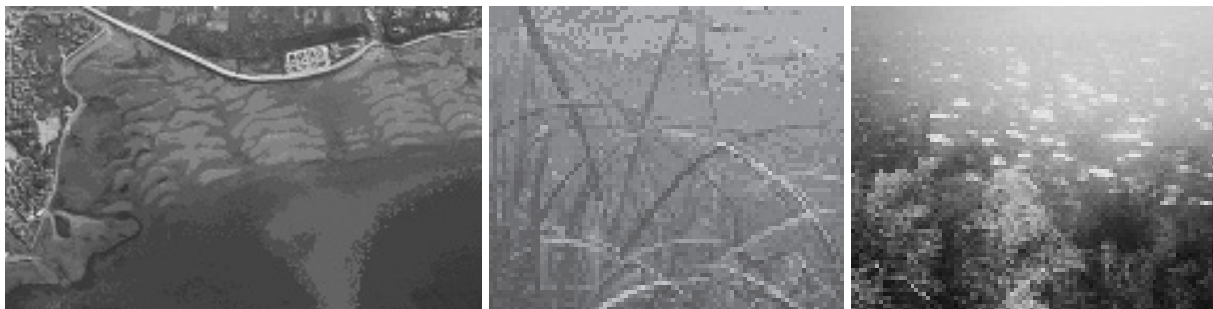


図3.3.1 干潟(左)、砂泥底のアマモ場(中央)、岩礁底のガラモ場(右)

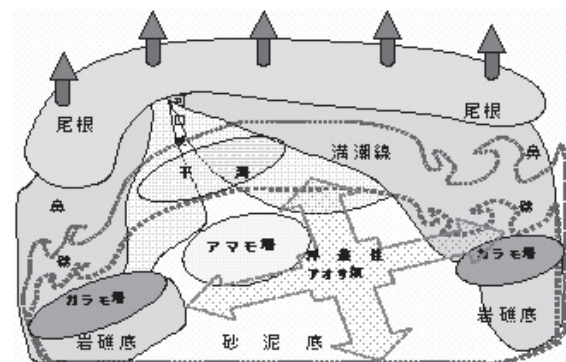


図3.3.2 干潟と藻場を含む自然海岸の浅場の模式図(井関・寺脇, 2003)

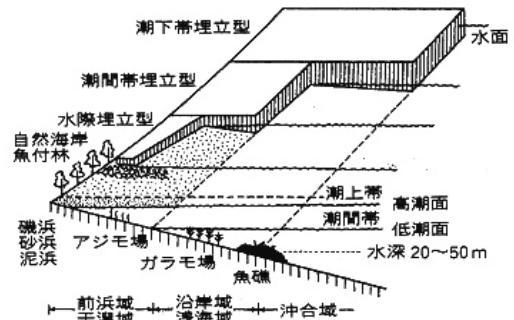


図3.3.3 埋め立て様式の変化(川崎ほか, 1977)



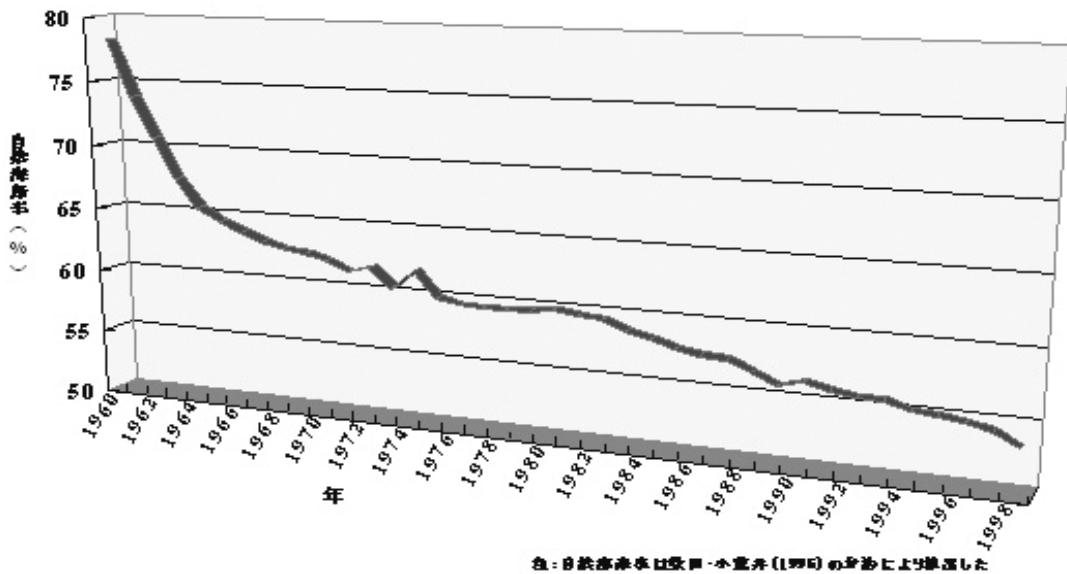


図3.3.4 全国の自然海岸率の変化 (敷田, 1998)

年時点) 20万1200ヘクタールの3%にあたる6400ヘクタールが消滅した (環境庁自然保護局, 1994)。藻場消滅の原因は、埋め立て28%以外では、海況変化、磯焼け、原因不明を合わせて72%に達しており、このことが一層大きな問題である。藻場も、その後、さらに減少しているようである。

### 3.3.3 瀬戸内海の現状

瀬戸内海は、潮間帯が通常で高さ3メートルに達し、自然海岸では、前浜や干潟に挟まれた小さな磯浜が点在する。しかし、現在、瀬戸内海に面する府県の自然海岸率は、10-50%が多く (敷田, 1998)、全国的に見ても低い。

瀬戸内海の干潟面積は、1898 (明治31) 年の2万5200ヘクタールから1978 (昭和53) 年には約2分の1の1万2500ヘクタールまで減少した (環境庁・瀬戸内海環境保全協会, 1998)。1978 (昭和53) 年以降の干潟消滅面積820ヘクタールは全国の21%にあたり、埋め立ておよび浚渫 (しゅんせつ) が主な原因である。現存する干潟面積1万1700ヘクタールは、全国の23%を占めるが、干潟消滅率3位 (兵庫)、4位 (徳島)、5位 (福岡)、7位 (広島)、8位 (岡山) の5海域も瀬戸内海に集中している (環境庁自然保護局, 1994)。埋め立てや浚渫などによって、アサリなど二枚貝類の生息場所が直接的に減少し、加えて、約3週間にわたるアサリなど二枚貝類の浮遊幼生期を通じた干潟間の交流をも希薄となり、海域における再生産機構が変化したと推測される。ただし、アサリの生産量は、埋め立てが進行した1970 (おおよ昭和50) 年代ではなく、1980 (おおよ昭和60) 年代以降に激減している (図3.3.5)。このような、より長期間を対象とする環境変化の影響の解明については、干潟を含む沿岸域の管理における緊急な問題である (寺脇, 2003)。

全国での藻場消滅率1位 (播磨灘北)、2位 (大阪湾北)、3位 (別府湾)、4位 (大阪湾南)、6位 (備讃瀬戸東) の五海域も瀬戸内海に集中している (環境庁自然保護局,

1994)。アマモ場は、埋め立てによる消滅と水質の汚濁などによる衰退で、1970年代に面積が約4分の1にまで減少した (南西水研, 1974, 1979)。1978 (昭和53) 年以降の藻場消滅面積は全国の21%で、埋め立てなどが原因の約50%を占める。現存する藻場面積2万6400ヘクタールは、全国の13%を占め、アマモ場が6400ヘクタールで、ガラモ場が5500ヘクタールと続く。藻場が衰退した自然海底では、深いか静穏な範囲に、岩礁底の岩盤上でも、数ミリメートルの浮泥の堆積が見られるか、集積した礫などの空隙にウニなどの藻食動物が多数生息している。砂泥底でも、深いか静穏な範囲で海底の底質の泥の割合が高くなり、葉上に浮泥が堆積し (玉置ほか, 1999)、地盤が軟弱となっていることなどが藻場の分布を制限し始めていると考えられる (梶田ほか, 2008)。

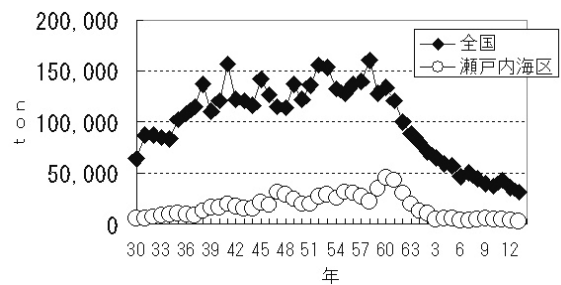


図3.3.5 瀬戸内海のアサリ生産量の変化 (寺脇, 2003)

### 3.3.4 広島湾 (広域) の現状

広島湾は、湾口・安芸灘部および湾中部に比べ、呉湾部および湾北 (奥) 部ほど (図3.3.6)、海岸の人工化が進行している (瀬戸内海の環境を守る連絡会, 1997)。干潟の面積は、424haで、半分の215haが湾口・安芸灘部にあり、湾中部に104ha、湾北 (奥) 部に96haあるものの、呉湾には9haと少ない (図3.3.7A)。藻場の面積は、759haで、大部分の647haが湾口・安芸灘部にあり、湾中部に63haあるものの、



図3.3.6 本稿での広島湾の区分図

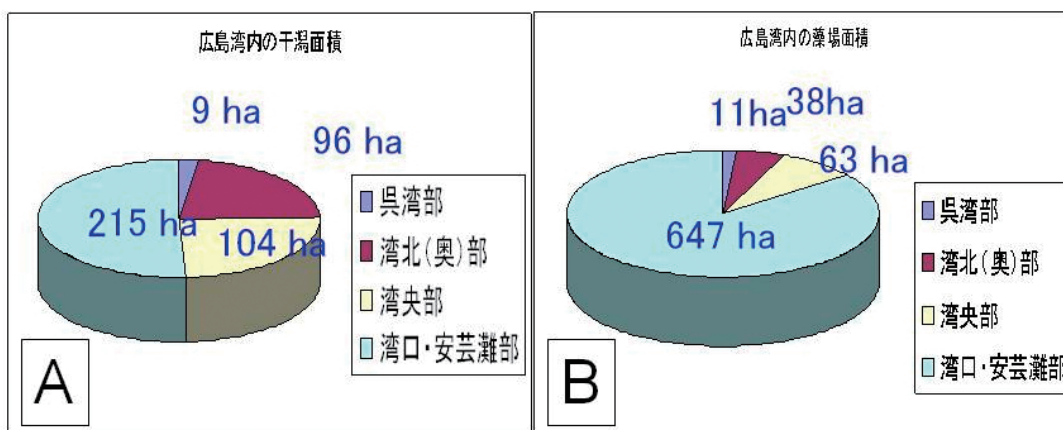


図3.3.7 広島湾内の干潟・藻場面積

湾北(奥)部に38ha、呉湾には11haと少ない(図3.3.7B)。湾北(奥)、呉湾部では、海岸線も短い、加えて、都市化で、カキ・魚類などの海面養殖業が盛んとなり、沿岸域利用が、湾央および湾口・安芸灘部とは、特徴的に異なっている。最近、干潟の地先における浸出水による透明度の改善効果とアマモ場の存続の維持との関係も注目されている。

岩礁域での海藻の優占種は、湾北(奥)部の浅所から湾口・安芸灘部の深所へかけて、緑藻・アナアオサ、紅藻・マクサ、褐藻・アカモク、ノコギリモク、クロメへと変化し、水平・垂直分布様式が太平洋岸および日本海沿岸に比べて独特である(寺脇ほか, 2001)。湾北(奥)部では、太田川河川水の流入が顕著で、湾口・安芸灘部では湾外との海水交換があることにより、水環境に水平的な勾配がある一方、水の濁りを考慮すると海底での光環境はあまり大きくは異ならない(新村ほか, 2003)。湾内では、北風が、秋、冬、春に卓越し、夏でさえも強く吹くことにより、波浪環境に大きな影響を及ぼす(高谷ほか, 2005)。海草・海藻の現存量は、海草で500トン(乾重)(寺脇ほか, 2002)、海藻で5700トン(乾重)である(内村ほか, 2003)。アマモ草体および海藻体は、乾燥重量の30%が炭素、2%が窒素である(寺脇ほか, 2002; 吉田ほか, 2001)。実験的につくられた藻場では、天然藻場と同様の魚類が捕獲され(松永ほか, 1992)、優占する主要な海藻の種類を変化させて海藻植生を調整すると付着動物相にも特徴が現われる(山本ほか, 1999)。

### 3.3.5 広島湾北(奥)部の厳島・大野瀬戸の現状

広島湾北(奥)部の厳島(安芸の宮島)は、自然公園であり、世界遺産に指定され、森と浜、磯・干潟などの自然海岸が多い。一方、大野瀬戸の対岸である大野町は、住宅・商工業地が造成され、広島市のベッドタウン化しつつある(図3.3.8)。大野瀬戸を航行すると、神の島としての厳島の自然海岸と人が住む廿日市(はつかいち)市(旧:大野町)の人工海岸とが、対照的な景観として、目の当たりにされる。大野瀬戸の海岸は、①埋め立て地の多い人工海岸の廿日市市(旧:大野町)、②ほとんどが自然海岸の厳島(宮島)、③干満差最大4mの潮間帯とアオサ類、④浮泥の多い藻場、などに要約される(図3.3.9)。水質は、夏のCOD濃度3-8mg/lで、大阪湾央部と同程度に、有機汚濁が進んでいる(瀬戸内海環境保全協会, 1998)。

アオサ類は、1980年代頃から、干潟などに大量に漂着し、廿日市市(旧:大野町)でのアサリ漁場被害、厳島での景観被害などが問題になっている(図3.3.10)。海底付近を漂いながら生育するこれらの「浮遊性アオサ類」は、最近の広島湾北(奥)部では、藻場をつくるアマモやホンダワラ類よりも、水平的にも水深方向にも広く分布し、現存量が大きい(Yoshida et al., 2002)。砂泥底に生育する海草アマモは、葉上に浮泥が堆積して光合成が阻害され(玉置ほか, 1999)、浮遊性アオサ類の堆積などによる影響も懸念されている。岩礁や石積みマウンドなどに生育するホンダワラ類のヤツマタモク



図3.3.8 厳島・大野瀬戸の航空写真  
(瀬戸内海区水産研究所, 2001)

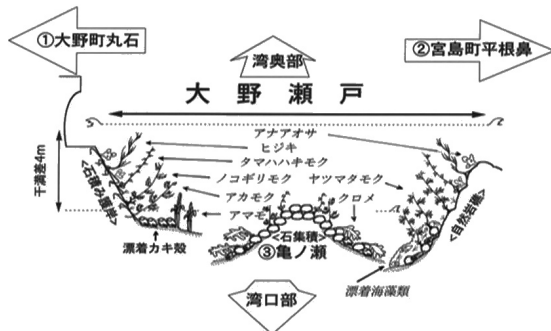


図3.3.9 厳島・大野瀬戸の海中の景観 (寺脇, 1997)



図3.3.10 廿日市市 (旧:大野町) 沿岸の漂着アオサ類越しに  
対岸に厳島を臨む

およびノコギリモクは、ホヤなどの付着動物やシオミドロなどの付着海藻に覆われ、浮泥の堆積も著しく、見るからに苦しそうに生育している (図3.3.11)。大野瀬戸の中央部の亀瀬では、クロメが優占し (寺脇・新井, 2001)、両岸とは異なった海藻植生である。今後、透明度の回復が進んだとしても、堆積した浮泥による海藻・藻体に及ぼす影響は、異なった面からの環境の問題となるであろう。

### 3.3.6 今後の課題

干潟・藻場の回復事業地は、開発行為が進んだ大阪湾、広島湾などの人工海岸の地先が適している。干潟・藻場の回復事業は、その時点での自然環境を改変するための土木工事などをともなう開発行為であり、将来的には環

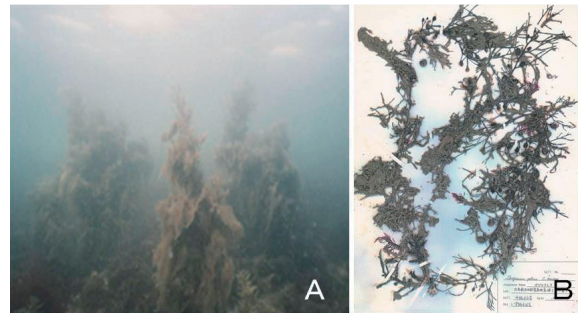


図3.3.11 浮泥や付着生物に覆われたヤツマタモク

(A. 水中では付着生物の重みで直立できない。B. 押し葉標本では浮泥や付着生物によって藻体本体が観察しにくい。)



図3.3.12 沿岸域の総合的な管理に位置づけた干潟・藻場の回復の実現

境影響評価が検討されることになろう。今後は、目標を明確にし、人工海岸の地先において、広域的な水質の改善および潮間帯から始まる勾配の緩やかな浅い海底の局所的な回復の両事業を、沿岸域管理の一環として、同一地点で実施したい (図3.3.12)。

水質の改善では、閉鎖性の高い港湾や漁港で汚濁海水を汲み上げて浄化する。浄化海水を、活魚、素掘り池・水槽での海草・藻類栽培 (藻田: そうでん)、魚介類種苗の中間育成などの多段利用を経て近傍の海域に放流する。これにより、魚介類の種苗の自然拡散、海域の透明度の回復を通じて、藻場の形成と機能の強化に資する (寺脇, 2000)。

浅い海底の回復では、河川からの土砂供給により、干潟が生長し続ける (野沢, 1973) ことが根本的に重要である。河川から流下する土砂は河口干潟を更新させ、アサリなどの着底にふさわしい環境を自然の営みとして創出していたからである (寺脇・濱口, 2004)。人工干潟については、最深部をより深みまで延ばすことで、潮間帯から始まる勾配の緩やかな浅い海底が回復し、生態遷移の結果として、浜、干潟、岩礁性藻場、砂泥性藻場、浅海底などが、バランスよく成立することを期待したい。生物種としての海草・アマモ、二枚貝・アサリ、海藻・ホンダワラなどは、沿岸域の生態系に関与するプロセスまで含めた環境保全の検討 (敷田, 2002) の成果として増殖し、私たちの目に触れるようになる。

外海域で「磯焼け」による海の砂漠化が起こり、一方、内海域で問題視されるアオサ類はアワビ・サザエなど水産資源にとって好適な餌料でもある。海藻資源が地域的

に偏在しつつあるこの局面は、地球規模の温暖化による環境変動、そして、外海域と内海・内湾域の環境条件の違いを解明する接点として、着目し、解明しなくてはならない(図3.3.13)。これらのことを考えあわせると、内海・内湾域に局在し未利用のまま沿岸での被害を生じさせている海藻などを、水産飼料素材の資源としての利用を通じ、有用魚種などの生産に効率よくリンクさせるとともに、沿岸海域の保全に資する構想である「マリンサイレージ方式」(内田, 2002)について、今後の取り組みを強めていく視点も重要と考えられる。



図3.3.13 大量のアオサが漂着した干潟

(左: 瀬戸内海広島湾沿岸・厳島神社) と、磯焼けで瘦せウニのみが生息する岩礁海底(右: 太平洋土佐湾沿岸)

### 3.3.7 おわりに

干潟に生息するアサリなど二枚貝類など海洋生物の浮遊幼生を介した各干潟相互の交流は“幼生ネットワーク”と呼ばれる(風呂田, 2000)。近年では、湾・灘単位での浮遊幼生の動態研究がなされるようになってきた(松村ほか, 2001; Kasuyaほか, 2004)。しかし、沿岸開発による干潟・藻場の消失や流れの変化は、本来成立していた幼生ネットワークを衰退させることに通じる(寺脇・濱口, 2004)。

河川の改修や取水量の増加により、河川流量が減るとともに、河口に到達する土砂が減少することによっても、海岸の干潟・藻場は次第に衰退しつつある(寺脇・濱口, 2004)。近年、愛知県矢作川下流におけるモニタリング結果から、流域の開発にともなう窒素負荷の増大とダム建設などによる水資源開発によって引き起こされる平常時の河川流量の低下により、海域への溶存態珪素(Dissolved Silicate: DSi)供給量の直接的な減少のみならず、珪藻類の良好な生育に関係深いDSi:DIN(溶存態無機窒素)比の低下にも重大な影響が及ぼされていることが明らかになった(児玉ほか, 2006)。これらのことから、河川流量を現状のまま窒素負荷の制御を実現することは困難であるが、一方、河川流量の制御が内湾環境改善のための方策として有効であることが示唆された(児玉ほか, 2008)。このように、干潟・藻場を健全に復活させ保全するためには、河川から河口を経て浅海までの沿岸域としての環境全体を視野に入れる必要があるのである。

## 3.4 海岸小動物・カブトガニ

### 3.4.1 はじめに

海岸は陸岸との境界過程であり、陸から栄養塩などの

物質が流入し、塩分勾配が極めて大きい。また潮汐にともなう海面の昇降、波浪による浸食など変化に富んだ厳しい環境でもある。にもかかわらず、潮間帯では鉛直方向のすみ分けが行われ、独自の生態系を構成して多様な生物相が展開されている(レーチェル・カールソン, 1995)。しかし、現時点において海岸生態系について系統的な体系はなく、海洋学の中でも未完成の領域の一つである。海岸生態系と漂流生態系の連関はどのようなものか? 海岸生態系は、沿岸域全体の生態系ピラミッドの構造とどのような関係にあるのか? 沖合の環境変化は海岸生態系にどのように波及してくるのか? 逆に、海岸生態系の変化が漂流生態系にどのような影響をもたらすのか? これらの疑問に、現在の海洋学は、必ずしも的確な回答を与えられない。このことを念頭に置きながら瀬戸内海における生態系の変遷について、主として生物多様性の観点から、海岸小動物および希少生物としてのカブトガニの生息状況について概観する。

### 3.4.2 海岸小動物の長期変遷

『瀬戸内海の生物相』については、稲葉が1983年(稲葉, 1983)、1988年(稲葉, 1988)に集大成している。それによると、瀬戸内海では動物3188種、植物1085種など合計4322種が認められる。動物は、軟体動物1065種、節足動物731種、棘皮(きょくひ)動物82種などから構成される。では海岸小動物の生息に関する長期的な変遷はどうなっているのか? この問題を議論できる客観的なデータは極めて少ない。そうした中で元中学校教員である藤岡の観察結果(藤岡, 2000)は注目に値する。さらに筆者らは、藤岡の調査地点において1995年からベルトトランセクト法による詳細な観測を始め、1999年からはカメノテ、イボニシなどいくつかの生物について個体数を計測する水平モニタリング調査を行ってきた(湯浅, 1999-2000)(湯浅, 2004)。ここでは、これらのデータを用いて海岸小動物の長期変遷について検討する。

#### (1) 減少著しい海岸小動物の種数

藤岡は、中学生とともに1960年以来、図3.4.1に示した呉市周辺の6定点(天応(てんのう)、狩留賀(かるが)、黒瀬川河口、長浜・小坪、戸浜、鹿島)で、毎年夏(7-9月)の大潮に、海岸線約200mから500mにわたって、海岸小動物の観察を行ってきた。対象生物は、初年度に同定できた計97種で、棘皮動物46種[ナマコ類、ウニ類(ウニ、カシパン)、ヒトデ類、ウミシダ]、節足動物41種[完胸類(フジツボ、カメノテ)、長尾類(テッポウエビ、シャコ)、カニ類(ヘイケガニ、コブシガニなど)]、原索(げんさく)動物5種(ホヤ類)、海綿動物5種である。

図3.4.2は各地点の総種数の経年変化であるが(藤岡, 2000、および私信より引用)、二つの顕著な特徴がある。第一は、1960年から1990年にかけて、すべての地点で種数が減少し、1960年と比べて半数以上の種が消滅したことである。第二は、1994年あたりからどの測点でも種数の回復傾向が見られることである。

まず、第一の特徴について見ていく。種数の減少が最

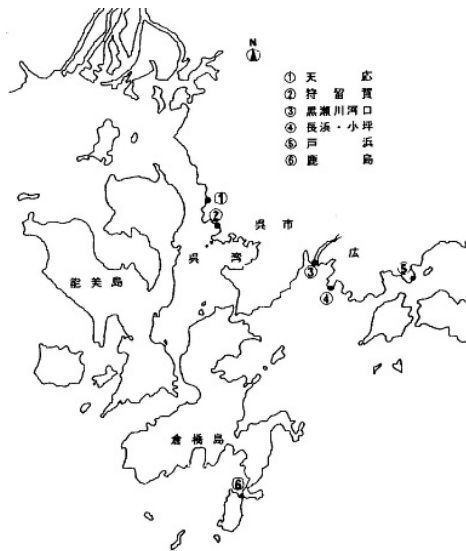


図3.4.1 呉周辺における海岸小動物の調査地点図

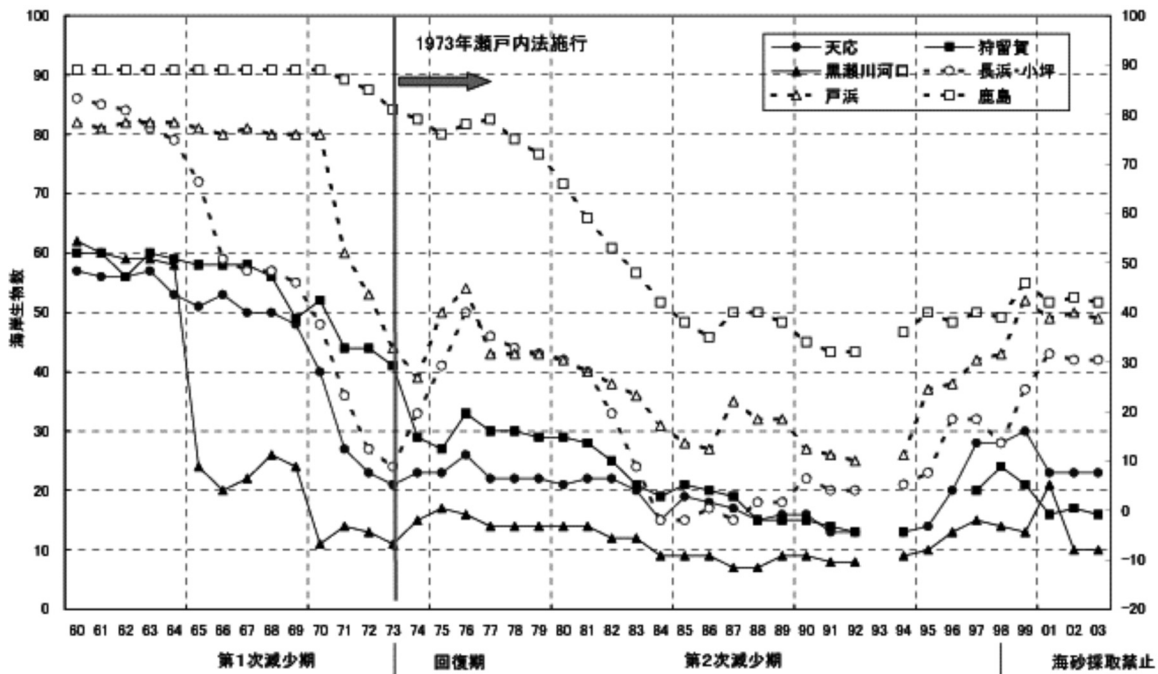


図3.4.2 呉周辺の海岸における海岸小動物の地点別・総種数の年次変遷

も早く起こるのは、黒瀬川河口と長浜で、1965年に急激に減少している。これに対し呉湾側では減少は緩やかで、この時点では戸浜・鹿島では変化がない。それが1970年代の前半になると急激な減少が共通して起こる。ちなみに図3.4.3は1960年代末には呉周辺で見かけなくなった種の典型例を示したものである。さらに1974-1976年にかけては種数の回復が見られるが、この時期、アラメ、ホンダワラなどの藻場が回復している。しかし1976年から1990年頃までは再び緩やかに減少する。

注目すべきは戸浜、鹿島での変遷である。両者は近くに工場地帯や都市はなく、自然海岸が維持され、当初は対照地点として選ばれ、実際1970年以前は安定した種数が維持されていた。藤岡は、調査を始めた頃の戸浜では、「呉市沿岸に生息する棘皮動物のほとんどが、ここで発見できた。ウミシダ類の幼体はいくらでも採取でき

たし、プンブク類を潜水しないで採取できるのは戸浜だけであった」と回顧している。それが1970年を境に、戸浜では急激に、鹿島でも緩やかに減少が始まり、1960年から1992年までに戸浜で82種から25種へ、鹿島でも89種から32種へと減少している。両者とも流れは速く、水質変化は少ない。戸浜、鹿島における種の減少は、瀬戸内海全域で同様の現象が起きていた可能性を示唆している。

さらに、藤岡の資料をもとに動物群ごとの海岸動物の種数の変遷をみることもできる。ここでは、戸浜の例を図3.4.4に示す。最も顕著なことは、棘皮動物、節足動物が右肩下がりと同様の变化傾向を示している点である。1960年代は安定していた種数が、1971年から数年内に急減し、1975年頃いったん回復するやに見えたが、以後、ゆっくりとしてはいるが、1990年頃まで一



図3.4.3 呉周辺で1960年代末に見かけなくなった種  
左からアカヒトデ、ヒシガニ、ニホンウミシダ

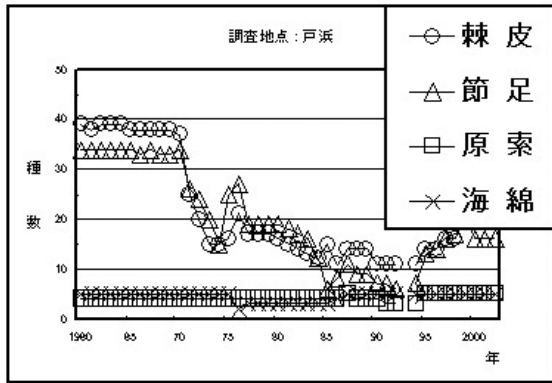


図3.4.4 戸浜における海岸小動物の種数の経年変化

貫して減少し続ける。棘皮動物では1986年に最小の11種、節足動物では1985年に最小の6種となり、1994年頃まで同レベルが続いていた。ところが、1990年代の半ばから種数が増加傾向に転じた。特に棘皮動物は増え続け、最も減った11種が23種へと倍増し、2000年以降、横ばいである。これは1970年代前半の種数に匹敵する。節足動物も同様に種が増え、1998年あたりから横ばいになり、これも1980年代前半のレベルに対応している。一方、原索動物（ホヤ類など）、海綿動物は経年的な変化はほとんどないまま40年が経過した。以下、動物群ごとに変化の特徴を追ってみる。

## (2) 棘皮動物（ウニ・ナマコ・ウミシダ・ヒトデ類など）の変遷

棘皮動物のウニ型亜門はウニとナマコに分かれる。ウニは、古生代のオルドビス紀以降、ナマコはデボン紀以降、化石が出現し、いずれも3億-5億年も前から地球上に生息していた。ウニは、普通のウニ類と、カシパンやブンブク類に分かれる。夜行性で昼間は岩の隙間に埋もれているが、夜になると餌を食べに表面に出てくる。雑食性が多いが、海藻もよく食べる（西村，1999）。瀬戸内海のウニ類としては、サンショウウニ、ヒメウニ、コシタカウニ、アカウニ、バフンウニ、ムラサキウニなどが向島、尾道、弓削（ゆげ）島、佐木島などで確認されている（稲葉，1988）。藤岡は、1960年代はじめ呉周辺でバフンウニ、ムラサキウニ、アカウニ、サンショウウニ、ヒメウニの5種を観察している。殻の表面に花びらのような5つの花紋を持つカシパン、ブンブク類は、砂地やアマモ場がある砂泥地によく見かける。瀬戸内海では、ヒラタブンブク、オカメブンブク、オオブンブク、ブンブクモドキ、ブンブクチャガマ、マメウニ、ヨツアナカシパン、スカシカシパン、ハスノハカシパン、タコノマクラが、それぞれ向島、百島、備後灘、岬町、鹿島

などで確認されている（稲葉，1988）。藤岡は、呉周辺で、このうちオカメブンブク、ヒラタブンブク、ブンブクチャガマ、スカシカシパン、ハスノハカシパン、ミナベリハスノハカシパン、ヨツアナカシパン、フジヤマカシパン、タコノマクラなど9種を確認していた。

ナマコ類は、マナマコ、ニセクロナマコ、トラフナマコ、テツイロナマコ、フジナマコ、イカリナマコ科が、向島、四阪島、伯方島、明石海峡などで記録されている（稲葉，1988）。藤岡は、1960年時点でマナマコ、ニセクロナマコ、トラフナマコ、テツイロナマコ、フジナマコ、バイカナマコを呉周辺で確認している。

さらに系統的には、極めて原始的な体制を保っている海百合綱で瀬戸内海にいるのはウミシダ類で、アヤウミシダ、ニッポンウミシダ、トウデウミシダ、トラフウミシダ、シモフリウミシダ、シマウミシダ、オオウミシダ、トゲバナウミシダなどが報告されている（稲葉，1988）。藤岡は、1960年にアヤウミシダ、ニッポンウミシダ、オオウミシダ、トラフウミシダの4種を確認している。筆者は、ニッポンウミシダを、現在も川尻町岩戸、呉市戸浜、松山市白石鼻で観察している。

これらはどのように変化してきたのか。まずウニ類だが、黒瀬川河口をのぞき、どこでも先に示した5種が確認され、個体数も多かった。ところが、長浜では1966年までにヒメウニ、1972年までにサンショウウニが消え、1970年代後半から1980年代前半にアカウニ、ムラサキウニが消え、現存種はバフンウニだけとなった。戸浜ではヒメウニが1971年に、サンショウウニが1974年に消え、現在、ムラサキウニ、バフンウニが生息している。つまり1970年代の半ばまでに残ったのは、バフンウニ、ムラサキウニだけで、残りは消えてしまった。ブンブク類は、もともと呉湾や黒瀬川河口にはいなかったが、1960年には、長浜、戸浜とも、相当数のオカメブンブク、ヒラタブンブク、ブンブクチャガマが生息していた。それも長浜では1960年代末に、戸浜でも1971年に見かけなくなり、その後、回復する兆しはない。カシパン類では、黒瀬川河口をのぞけば、呉湾、長浜、戸浜ともに、1960年には、ヨツアナカシパン、ハスノハカシパンなど4-5種が、生存していた。しかし長浜、呉湾では1964年にほとんどいなくなり、その後確認されていない。戸浜でも、1960年に確認された5種すべてが、1971年には見かけなくなってしまった。

ナマコ類は、1960年にはマナマコ、フジナマコ、ニセクロナマコが普通に存在していた。最初にいなくなるのはトラフナマコで、長浜で1966年、戸浜では1971年に消えている。次いで、長浜では、1980年代前半にニセクロナマコ、フジナマコが消え、現存しているのはマナマコのみとなった。ウミシダ類は、1960年に戸浜、鹿島のみで4種確認されたが、戸浜では1974年に消えてしまい、その後1995年まで確認されていない。

以上見た生物群に関する種数の経年的な変化を調査地点ごとに表3.4.1に示した（表で種数とはヒトデを除いた棘皮動物の総種数）。鹿島を除き1960年代後半に急激に減少し、1970年代初めには種数は半分以下になっている。とくに黒瀬川河口では棘皮動物は1971年に絶滅している。その後も1980年代後半にさらに半分になり、当初から見ると5分の1程度である。現存している

のはバフンウニ、ムラサキウニ、マナマコだけである。

表3.4.1 呉周辺の海岸における棘皮動物の種類数の変遷

| 年度   | 黒瀬川 | 長浜 | 戸浜 | 鹿島 |
|------|-----|----|----|----|
| 1960 | 19  | 37 | 39 | 42 |
| 1966 | 2   | 25 | 38 | 42 |
| 1971 | 1   | 14 | 25 | 41 |
| 1976 | 0   | 17 | 21 | 37 |
| 1987 | 0   | 6  | 14 | 18 |
| 1990 | 0   | 10 | 11 | 14 |
| 1996 | 0   | 11 | 14 | 18 |
| 2000 | 0   | 21 | 23 | 23 |

ヒトデ類は、棘皮動物の中でウミユリ類に次ぐ古参グループで、約5億年前のオルドビス紀の浅海底に出現したとされる。肉食性で、貝類や甲殻類など海中のほとんどすべての生物を食べる。そのため大量発生した場合、付近の生物が皆いなくなり、回復までには何年もかかる。たとえば呉市狩留賀で1973年、1983年にユウレイボヤ、ムラサキガイが大発生したあと、ヒトデが大発生し、その後、しばらく無生物状態になった。

海中に放出された卵は孵化したのち、幼生になって、しばらく浮遊生活をし、その後、水底に沈んで幼ヒトデになる。瀬戸内海で見られるヒトデ類は、マヒトデ、イトマキヒトデ、オオシマヒメヒトデ、ヌノメイトマキヒトデ、モミジガイ、トゲモミジガイ、ヤツデヒトデ、ヒメヒトデ、アカヒトデなどである。

ヒトデ形亜門のもう一つの仲間がクモヒトデ類である。体形はヒトデ類とよく似ているが、消化管が盤の中に限られ、腕の方にのびてない。瀬戸内海でよく見られたものは、トゲクモヒトデ、ニホンクモヒトデ、トウメクモヒトデ、アカクモヒトデ、チビクモヒトデ、アオスジクモヒトデ、ウデナガクモヒトデなどがある。岩礁海岸の潮間帯下部で、転石を裏返えすと、バフンウニなどと並んでしばしば見かけるのがクモヒトデ類である。

1960年当時、呉周辺の海岸では、どの地点においても、先に瀬戸内海の典型例として示した16-20種ほどのヒトデ類、クモヒトデ類がいたが、大別して次の順で減少している。

- 1) 最も初期の1960年代に消滅：アカヒトデ（図3.4.3）、ウデナガクモヒトデ、チビクモヒトデ、アオスジクモヒトデ。
- 2) 1970年代に消滅：トゲイトマキヒトデ、スナヒトデ、ヤツデスナヒトデ、ヤツデヒトデ、ニホンクモヒトデ。
- 3) 1980年代に減少・消滅：オオシマヒメヒトデ、ヌノメイトマキヒトデ、トゲモミジガイ、トウメクモヒトデ、アカクモヒトデ。
- 4) 現在も生存：マヒトデ、イトマキヒトデ、トゲクモヒトデ。

現在は、4) だけしか存在していない地点も相当数ある。他方では川尻町岩戸や竹原市吉名のように、1) のグループが現存している海域も少ないとはいえ、存在している。1995年、筆者は、川尻町岩戸の渚線付近で、アカヒトデを発見し、「懐かしのアカヒトデ発見」として新聞の地域版に大きく報道された。その後、同地点では、毎年アカヒトデを確認している。

### (3) エビ、カニ類など節足動物の変遷

節足動物の中でも最も多様に分化したエビ、カニに代表される甲殻類についてみてみる。まずエビ類であるが、藤岡により呉周辺で1960年時点で確認されたものは、テッポウエビ、オニテッポウエビ、テナガテッポウエビ、フタミゾテッポウエビ、アナシャコ、ニホンスナモグリ、シャコ、ハナシャコ、トゲシャコの9種である。瀬戸内海に見られるエビ類としては、アナシャコ、スナモグリ、ニホンスナモグリ、ハサミシャコエビ、セミエビ、イセエビ、エビジャコ、ロウソクエビ、ヤマトモエビ、イソモエビ、オニテッポウエビなど多種に渡っている（稲葉、1988）。

先に見た9種は、1960年には呉周辺のどの地点でも確認されていた。特に河口干潟が発達する黒瀬川河口では、ニホンスナモグリ、アナシャコ、フタミゾテッポウエビは、個体数も多かったが、1987年にはアナシャコ、ニホンスナモグリの2種のみを残して、他は姿を消している。長浜でも、1973年にはテッポウエビ、アナシャコ、ニホンスナモグリの3種のみを残すこととなり、1987年には何も見られなくなった。戸浜では、1971年にテナガテッポウエビ、1974年にオニテッポウエビ、シャコ、ハナシャコ、トゲシャコがそれぞれ消滅し、1960年に9種いたものが、この時点で4種に減り、1987年にはわずかにフタミゾテッポウエビが確認されただけである。

次にカニ類であるが、藤岡により呉周辺で1960年に確認されたものは、長浜が最も多く28種にのぼる。主なものは、ヘイケガニ、キメンガニ、トゲコブシガニ、キンセンガニ、クモガニ、ヒシガニ、ガザミ、イシガニ、オウギガニ、スナガニ、ヤマトオサガニ、イワガニ、イソガニ、ヒライソガニなどである。ヘイケガニ、キメンガニは、ともに砂泥底に生息し、甲面にこぶ状の突起が散在し、それぞれ人面、鬼面の模様が見られることで知られ、呉市の吉浦という地域では、キメンガニがお祭りのシンボルとなっており、地域でポピュラーな生物であったことがうかがえる。

ヒシガニ、キンセンガニ、テナガコブシガニ、スナガニなどは、砂底におり、イシガニ、オウギガニ、イワガニ、イソガニ、ヒライソガニは、岩礁の潮間帯・転石域に生息している。そしてヤマトオサガニ、ガザミは干潟と、それぞれ異なった環境に棲み分けている。もともと瀬戸内海の自然海岸では、大きな河口干潟を除けば、岩礁と砂浜、砂泥底は、交互に存在しており、呉周辺の海岸においてもその典型的な姿が見られていた。

カニ類に関する種数の経年的な変化を見ると、黒瀬川河口や長浜では1960年には22-28種いたが、1970年代の初めには、20種近くが消滅し、1976年にいったんかなり回復するが、その後再び減少し、1980年代の後半には、1960年比で20%程度にまで減少してしまった。当初、対象地点として選んだ戸浜、鹿島では、1970年までは、ほぼ変化しないが、1970年代前半から減少し始め、1980年代の後半には1960年比で40-45%になっている。その後もゆるやかに減って1990年には30%前後になっている。

これらを総合すると、エビ、カニ類の変遷は、大別して次のような順で起こっており、これは、ウニ、ヒトデなどで見たのと同様に、環境の変化に対する生物の耐久

性、海洋汚染に対する強さの類型化と見ることができる。

- 1) 最も初期の1960年代に消滅：ヒシガニ（図3.4.3）。
- 2) やや弱いグループ（1970年代に消滅）：ヘイケガニ、キメンガニ、ジュウイチトゲコブシガニ、キンセンガニ、イチョウガニ。
- 3) 1980年代に減少・消滅：クモガニ、ワタクズダマシ、ガザミ、イシガニ、ヒメオウギガニ、テツポウエビ、シャコ。
- 4) 現在も多く多くの地点で生存：イワガニ、オウギガニ、イソガニ、ヒライソガニ。

現在も、多くの自然海岸では4) だけしか存在しない。他方では川尻町岩戸や竹原市吉名のように、1)、2) のグループが現存している海域も少ないとはいえ、存在している。

#### (4) その他

紙数の関係で詳しく触れられないが、広島県など西瀬戸内海では、マガキ、ムラサキイガイの減少とケガキの増加（須賀ほか，2000）、大阪湾奥部の人工的な垂直護岸では、ムラサキイガイ、フジツボなどが優先し、夏場にはそれらがすべて死滅するなどの異常な生態系が慢性化している問題（大阪府立水産試験場，1993）などが残されている。またアサリ、ハマグリ、タイラギなどは、瀬戸内海の各地で大幅な減少が報告されている。

### 3.4.3 1990年代半ばからの種の回復傾向

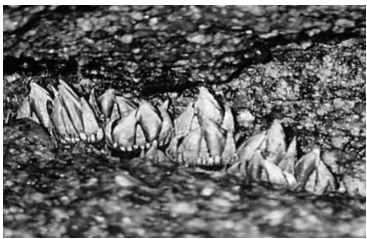
図3.4.2の第二の特徴である1990年代半ばからの種の回復過程であるが、現在、どの地点も1980年代初めのレベルにまで種数が回復している。たとえば長浜では、2002年には42種となり、1990年の22種と比べて倍増し、1982年当時の種数に相当している。最近10年間における回復種の代表的なものとしては、カメノテ、ヤツデヒトデ、ニホンクモヒトデ、アカウニ、サンショウウニ、テツポウエビ、シャコなどがある。オオヘビガイ、イボニシ、レイシも増加傾向にある。この全体的な回復傾向の実態は何を意味するのか。種の回復と言うが、同一地点における個体数は増加しているのか、また分布域は拡大しているのかなども含めて検討する。

#### (1) 生息数、生息領域が急増するカメノテ

節足動物の中に、フジツボ類、カメノテなど石灰質の殻を持った固着性の仲間がいる。化石の記録が豊富で、古いものでは約4億年前のシルル紀までさかのぼる。その中でカメノテは、潮間帯の岩礁の割れ目や隙間に群をなして生息し、触手によって海水中のプランクトンを受け止め、餌とする。稲葉（1988）は、瀬戸内海全域の岩礁海岸で多数と記述している。呉周辺でのカメノテの変遷は、表3.4.2の通りである。すでに見たように藤岡は、1960年以来、種の減少の起こり方から、環境汚染に対する強さに関連して海岸動物を4グループに分類したが、カメノテは、その第3分類に属しており、1980年代に減少・消滅したものの一つにあげている。調査を開始した1960年には、長浜、小坪、戸浜、鹿島など呉周辺の岩礁海岸では、どこにも多数存在していたが、1970年代前半には、長浜、小坪、戸浜で消滅している。戸浜では、1976年に回復したかに見えたが、1987年には、長浜、小坪、戸浜ともにカメノテは確認されず、広島湾の最南端である鹿島にいくらか生息していただけである。広島湾周辺では1970年代から1980年代は、消滅、ないし大幅に減少していたとみられる。

さらに1990年に入ると、長浜でごくわずかなカメノテが確認されている。このように何回かの消滅と回復の過程があるが、1995年からの筆者の調査では、呉の各地点で存在が確認され続けており、1990年代になってから回復傾向にある。これを考えるために、筆者は、1999年から呉周辺の定点における水平的なマッピングを始めた。約100mの対象とする海岸を10m間隔に区切り、区域に番号をつけ、各区域内に生息する対象生物を計数するというものである。これにより個々の海岸における分布を定量的に把握することができる。当面、カメノテ、イボニシ、キクメイシモドキを対象生物として毎年同じ調査を継続している。一例として呉市長浜においては、個々の区域での増加はもとより、生息していなかった区域にも広がっており、全体として1999年から一貫して増加傾向にある。Imamura（1999）は、1995年に広島湾の宮島瀬戸より内側にはカメノテは存在しないと報告しているが、筆者は2001年に宮島瀬戸にある大那沙美島で確認している。広島市内で唯一の岩礁海岸が残る宇品では2002年時点でも生息していなかったが、2003年以降、生息が確認されるようになってきている。

表3.4.2 カメノテの生息状況の長期的な変遷

| 年    | 長浜・小坪 | 戸浜   | 鹿島   |  |
|------|-------|------|------|--|
| 1960 | +++   | +++  | ++++ |  |
| 1973 | -     | -    | +    |  |
| 1976 | -     | +    | +    |  |
| 1987 | -     | -    | ++   |  |
| 1990 | +     | -    | ++   |  |
| 1996 | +     | +    | ++++ |  |
| 1999 | ++    | ++   | ++++ |  |
| 2000 | +++   | ++   | ++++ | ++ 10-50 個体  |
| 2001 | ++++  | ++   | ++++ | +++ 50-100個体   |
| 2002 | ++++  | ++++ | ++++ | ++++ 100-500個体   |

（藤岡報告、筆者の調査から作成）



カメノテは、フジツボ同様に、幼生期はプランクトンとして浮遊し、海岸に流れついて固着生活を始める。幼生が固着する際の水質、餌となるプランクトンの質や存在量などが関係しているかもしれないと考えられる。広島県公共用水域の水質調査結果から長浜から約1kmの測点における透明度の経年変化によると1980年代は3m前後だったのが、1990年代になり少しずつ増加し、1998年には4mになっている。透明度の増加により、海藻の生息条件が良くなり、結果として動物の種数が増えていることも考えられる。また、幼生が岩礁に付着するところの水質が良くなることで、定着する条件が良くなっているのかもしれない。

## (2) イボニシの回復と有機スズ濃度

イボニシは、殻が緑がかった灰色で、殻口は黒い。肉食性で、カキやフジツボ類を食害する。水口（1998）によると、イボニシは、広島県の海岸においては、1991-1994年にかけて、16地点でくまなく観察したが、どこでも観察されず、1990年代前半はいなかったと推測される。その要因には、船底塗料などに使用される有機スズ化合物による内分泌攪乱作用により、メスがオス化する現象があげられている。メスのオス化が深刻になると、輸卵管がつまり、産卵できない個体が増える。個体が見つからなかった頃は、卵も存在しなかったとみられる。ところが1996年頃から個体が見つかり始める。筆者のベルトトランセクト法による調査でも、1996年に戸浜に出現し、1997年からは、どこでも見られるようになり、すべての海岸で個体数は急増している（湯浅，2002）。

この要因を検討するため環境省の有機スズ調査データを解析した。1980年代半ばから漁網や船底塗料の有機スズ毒性が問題となり、1987年には全国漁業組合連合会が全面的に使用を禁止し、1990年には法改正によりTBT（トリブチルスズ）使用が禁止された。さらに段階的に製造・輸入規制が行われ、日本造船工業会も造船所での使用の自主規制を行った。この結果、有機スズの出荷量は、1989年の約3100トンピークに減少し、1992年には400トン以下になった。これに対応して、環境中の有機スズ濃度も減少し、水質は広島湾、水島沖では1992年頃から検出限界以下になっている。底質、生物中の濃度も、ほぼ同時に減少が始まるが、1995年以降もゼロにはならない。それでも1980年代後半と比べれば1/4から1/10と相当低濃度である。このように環境中の有機スズ濃度の減少傾向は、イボニシが、1994年頃まで生息しておらず、1996年頃から回復してきたと推測される事実関係とかなりよく符合する。

このように1990年代半ば以降、広い海域において海岸生物の種の回復や、回復した種の生息範囲の拡大や個体数の増加が認められる。この空間的な広がり、呉周辺にとどまらず、広島湾奥部海域や広島県東部においても確認されている。

### 3.4.4 絶滅が危惧されるカブトガニ

希少生物として関心が高いが、絶滅が危惧される生物の典型としてカブトガニを取り上げてみる。「生きた化石」として知られるカブトガニは節足動物の剣尾綱で、

カニというよりはクモ綱に近い仲間である。2億年ほど前の中生代ジュラ紀の化石とほぼ同じ形態を保って今を生きている。化石から推定されている祖先は、約5億年さかのぼる古生代カンブリア紀の三葉虫である。カブトガニの孵化したばかりの幼生は三葉虫型幼生と呼ばれている。世界的には、アメリカ東海岸と東南アジアから日本にかけて分布する。日本では瀬戸内海のほぼ全域と九州北部が分布域で、少なくとも1960年頃までは、ごく普通に生息していた。

波あたりの少ない穏やかな浅い内湾に生息する。大小に関わらず河川が存在が必要で、河川がなくても海岸の砂地から湧水が出現している場合も多い。水温が18℃以上となる5月から10月頃にかけて活動し、冬場は深みで休んでいると言われる。雌雄で仲が良く、多くの場合、番（つがい）で行動する。夏の大潮の時、上げ潮に乗って、海岸付近に番でやってきてやや粗めの砂場に産卵する。卵は、50日前後で孵化し、半年から1年に1回のペースで脱皮をくり返し、約10年で成体になると見られている。孵化した直後から6令くらいまでの幼生は、産卵した砂場よりやや沖合の泥場で生活する。幼生が干潟にいたのは、夏の強い日差しから身を守る、餌となるゴカイやアサリを捕りやすい、水鳥などの外敵から身を守りやすいなどの理由が考えられる。ちなみに天敵としては、海鳥（サギ、カモメ）、ウナギなどの魚類があげられる。

瀬戸内海の海岸では広大な河口干潟を除くと沖に突き出た岩場と陸側に湾曲した砂場が交互に連なっている。また潮汐が卓越していることで、小潮の低潮線付近に砂地から泥に変わる境界線ができており、その境から少し沖に行くと、泥場があるというのが一般的である。この泥場が、カブトガニの幼生が生活する場となる。さらに成体は藻建での刺し網によくかかることから、沖合のアマモ場にいるのではないかとされているが、海中での行動についてはあまりデータがない。このように自然状態で生活史が成立するためには産卵のための砂場、幼生が育つ泥干潟、成体の生活するアマモ場のセットが必要で、瀬戸内海の自然海岸では、そのような条件が整っていた。逆に言えば、この3点セットのどれか一つでもなくなると、そこで生活史は切断されてしまうことになる。

1994年、水産庁はカブトガニを絶滅危惧種として位置づけ、「21世紀の早い段階で絶滅する」と予測しているが、瀬戸内海のカブトガニは、それほど数が減っている。減少の第一の要因は、1960年代に始まり、高度経済成長の原動力となった大規模な埋め立てや開発行為によって、大きな河川の河口付近にあった広大な干潟や浅場がことごとく埋め立てられていったことである。その最たる例が岡山県の笠岡である。かつて笠岡では、広大な干潟に無数のカブトガニがひしめきあい、生江浜という海岸は1928年に国の天然記念物に指定されていた。しかし今日、笠岡のカブトガニは壊滅に近い。戦後の農業干拓により、ほとんどの干潟が干拓され、陸と化してしまった。戦前、天然記念物の指定を受けた生江浜は陸になってから久しい。

図3.4.5は笠岡における幼生や卵の確認数の歴史である。干拓地の堤防の完成から5年経つ1980年には、幼生が見られなくなり、それからさらに5年を経て今度は産卵も確認されなくなってしまった。笠岡市カブトガニ

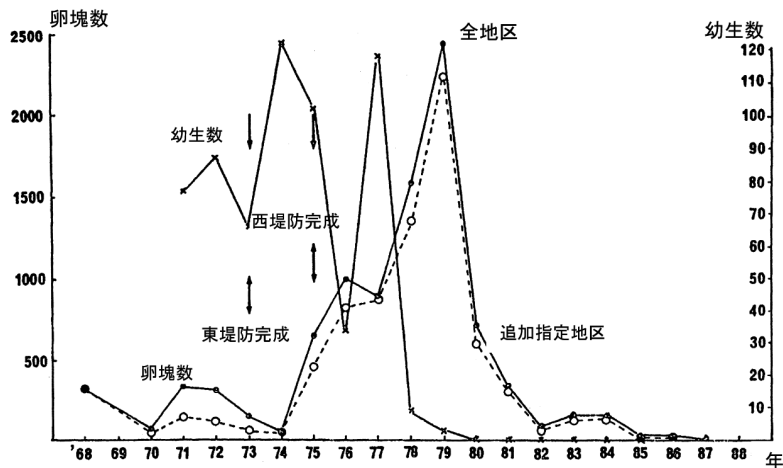


図3.4.5 笠岡におけるカブトガニの産卵数と幼生数の経年変化  
 「日本カブトガニの現況」(日本カブトガニを守る会、1992より) 筆者作成

博物館が人工孵化した幼生を放流することで、笠岡周辺からのカブトガニの絶滅を防ぐ努力を続けている。いわば点滴によってかろうじて危篤状態を維持させているわけである。しかし、カブトガニ博物館によると、近年、水島灘周辺のつぼ網に成体がかかるといふ報告が増え、放流の一定の効果は上がっていると見ることもでき、それらが産卵をしているという報告が期待される。

開発の波からはずれ、海岸形状としては干潟や自然海岸が残っている地域でも、個体数の減少が著しい。広島県竹原では、地元の漁師が、「1970年代の初頭くらいまでは釣りをしても成体がかかるといふほど沢山いて、珍しいものではなかった」「昔は港に行けばごろごろ転がっていた。農業や洗剤の使用が本格化してから急に減ったかな。」「ドラム缶に入れてゆでていた。卵はポン酢で食べるとうまかった」などと証言し(湯浅, 2001)、ごく普通にいた生物だった。竹原の場合、近くの臼島や阿波島で、1960年代から海砂利採取が行われていたことも影響しているかもしれない。さらに1994年から始まったゴルフ場計画で、付近の山が造成され、工事の赤土や泥水で藻場が衰退し、農業などの影響もあいまって、海岸形状は自然に近い状態を維持しているにもかかわらず、生息数が減少しているものと見られる。竹原では1993年の聞き取りなどから、アマモ場での刺し網に成体がよくかかるといふことがわかり、小河川の河口域で産卵が確認された。その後1998-2000年、地元の市民グループによってカキ棚近くの泥場で、3-5、6令と見られる幼生が毎年10数個体確認されている。

現在も何らかの形で生息が確認されている地域としては、笠岡市(岡山県)、竹原市、江田島市(広島県)、吉海町(愛媛県大島)、周防灘沿岸の田布施、埴生(はぶ)、下関(山口県)、曾根(福岡県)、中津、杵築(きつき)(大分県)などがあげられる。このうち、産卵、幼生、成体がそろって確認されているのは、竹原、田布施、埴生、下関、杵築である。

杵築の守江湾では東大グループと自治体職員の連携で、バイオテレメトリーなどの新しい手法を使った詳細な調査が進められている。干潟を生息地とする期間は孵化してから4年後までである、成体になるまでの脱皮回

数は約14-15回で、年数は約10年であるなどの成果が出ている。吉海町ではしばらく確認されていなかったのが、1995年に6番が港の干潟に産卵のために来ていた。しかし干潟の200m先でマリナ用地の埋め立てが始まり、産卵の確認が途絶えてしまった。また広島市に近い江田島湾の奥部では2000年7月、一番のカブトガニが交配し、翌日の調査で9カ所に産卵しているのを「海辺の生き物調査団」が確認している。山口カブトガニ研究会によると成体と産卵が確認されているのは、田布施町、山口湾、山陽町から下関市などで、山口湾が最も状態がよく、幼生も確認されている。これらは瀬戸内海の中西部に集中しているが、東部でも岡山県の日生から赤穂にかけての海域などに生息の可能性もあるが、明確に確認されている例を筆者は知らない。

### 3.4.5 考察：求められる海岸生態系と沿岸生態系の連関の解明

問題は、図3.4.2のような海岸生物相の長期的な変動がどのような要因によって生じているのかである。ここには、二つの特徴があった。第一は、1960年代から1990年代半ばまでの著しい減少傾向、第二は、1995年頃からの若干の回復傾向である。この二つの特徴をどのように解釈するのが問われている。そして1990年代半ばからの種の回復は、今後どうなっていくのか？種の回復はさらに継続し、1960年代初めの水準にまで戻るのか？あるいは、現在程度のまま推移するのか、さらには、再び減少が始まるのか？いずれにしろ新たな平衡系に達するのにどのくらいの時間がかかり、どのような平衡系が形成されるのか？が問題である。1960年代初めの水準とまで行かなくとも、もうしばらく回復過程が続いて、どこかに落ち着く可能性はある。

その際の視点として、種の減少の要因として考えられるのは、以下のようなことである。

- 1) 埋め立て、海砂採取、護岸工事などによる生息場の消滅と縮小
- 2) 富栄養化による透明度の低下、プランクトン密度の増加や種の変化

- 3) 水質悪化
- 4) 有機スズ、洗剤、農薬など有害化学物質の影響（生理障害、生殖障害）
- 5) 海水温の上昇、外洋水の影響

実際は、これらの諸々の要因が複合的に関与しているのかもしれない。ただ、1960年代から1980年代にかけての種の減少に関しては、5) は、さほど大きな要因とは考えにくい。一般的には、1) は重要であるが、藤岡の観察地点に関しては、周辺での工事などにもなう懸濁粒子の漂着などによる水質の悪化はあれ、生息場そのものが消滅しているわけではない。となると、2) -4) が主な要因と考えられる。

カメノテは、1970年代から1980年代を通じて呉周辺の海岸から姿を消していたが、1990年代になり、再び姿を見せ始め、2000年以降は1970年以前の個体数に匹敵する生息状況が確認されるようになってきている。カメノテに象徴されるように、10余りの種については、同様の傾向がある。カニ類では、ヒシガニが最も初期に消えているが、餌であるプランクトンの変質や水質の悪化が要因かもしれない。広島県竹原市の竜島では、現在もアマモ場と砂州の間の泥場に安定的に生息しており、ここは、カプトガニの生息地でもあり、旧来の場が残っているところである。

ハクセンシオマネキは、一頃、急激に消滅し、絶滅が危惧されていたが、近年、瀬戸内の各地の砂浜で生息が確認されてきている。幼生がたどり着いた海岸の水質が良くなっているのかもしれない。ウニでは、アカウニ、ムラサキウニが急激に減少しているのに対し、パファンウニだけが、今も広い範囲で普通に生息している。

ウミシダ、オキノテズルモズルは、1960年代には、呉周辺の岩礁海岸に普通に生息していたが、流れがある程度早く、水質が清浄であることが前提であり、これらの種は、水質・透明度の悪化で直接的な影響を受けたと考えられる。

イボニシなどの巻き貝や二枚貝では、4) の有害物質の継続的な流入により、生殖障害などが発生し、個体数が減少し、また回復している可能性はある。しかし、これらが、海岸生物相全体にどのくらい大きな影響をもたらしているかは推測しがたい。

透明度の低下や有機汚染の悪化が、直接的に海岸生物に影響を加えている度合いも良くはわからない。しかし、多くの海岸動物は、卵から孵化し、幼生期はプランクトンとして海水を漂うということで、海岸から離れて、沖合の環境で生活している。どちらかと言えば、成体になってからよりも、卵や幼生期の環境による影響を大きく受けている可能性がある。こう考えると、海岸生態系と沖合の漂泳生態系との連関の中に、生物相の変遷を推測する一つの手がかりがあると考えられることができる。

漂泳生態系の中で、最も基礎的で、重要なものは、植物・動物プランクトンである。植物プランクトンの時代的な変遷が、海岸生物相に与えた影響はいかなるものだろうか。1960年代に入ってから1970年代までは、植物プランクトンの主なものは、珪藻が中心であり、それは、高次生物の餌となる有用なものである。1970年代に入ってから、渦鞭毛藻の赤潮が発生するようになる。さらには、タラシオシーラなどの繁殖を経て、1990年

代半ばからは、ヘテロカプサや貝毒の原因となるプランクトンが繁殖する。このように異常繁殖するプランクトンは、1960年代から2000年代にかけて、2-3回の変遷を遂げてきている。これには、貧酸素化の慢性化や継続的な水温上昇などが関与しているとの推測もあるが、要因はさておき、植物プランクトンの種ごとの現存量が、1960年代から今日までの間に数回の大きな変遷を遂げてきていることは事実である。1970年代までは、珪藻類が主で、海岸生物の幼生期や成体の餌は豊富であったと考えられる。それが、渦鞭毛藻にとって変わることによって、餌となるプランクトンが減少した。

二枚貝であるカキ、ムラサキガイにとっては、餌となるプランクトンの種の変質と存在量の変化は生息に重要な要素となったはずである。広島湾奥部の宇品海岸では、1950年代はケガキが優占していたが、1960年代は優占種がマガキに移り、さらに1970年代からはムラサキガイに変わっている。これなどは、富栄養化にもなうプランクトンの存在量や種の変遷が大きな要因と見られる。そのムラサキガイも、1990年代半ばにやや存在量が減少し、2000年以降、再び異常繁殖している様子が見て取れる。

逆に、海岸生態系が放出するおびただしい数の卵や幼生は、漂泳生態系に対して餌を提供するとともに、植物プランクトンを食べる側にも位置づけられる。いずれにしろ、食物連鎖構造の一部を構成する素過程として、海岸生態系がどのように位置づけられるのかを明らかにすることが極めて重要である。たとえば、フジツボの生活史を考えてみる。放出された幼生は、海岸から離れた沖合で、プランクトンとして浮遊生活を行い、珪藻などの植物プランクトンを食べる。同時に、幼生の大部分は、動物プランクトンの餌となっている。同様の構図は、カメノテ、カニ、エビ、二枚貝など、相当数の海岸動物に言えることである。つまり多くの海岸動物の幼生は、プランクトンとして沖合を漂いながら生態系ピラミッドの低次の一部を構成している。ここで、量的に見て漂泳生態系の低次の食物連鎖構造の中でどのくらいのウエイトを占めているのかを評価する必要がある。

これらの点を解明することが、海岸生物の種の変遷の要因や、ひいては、食物連鎖の変化を解き明かす上で不可欠の認識のように思われる。これまで、このような視点から海岸生物やその生態系を捉えようとする試みはなされてこなかった。沿岸生態系の長期的な変遷、食物連鎖構造の変化などを捉えるためには、新たな分野として、海岸生態系と漂泳生態系の連関に関する研究が強く求められている。

最後に、図3.4.2をみるまでもなく、もともと1960年初めには80-90種生息していた海岸動物が、依然として30-40種しか生息しておらず、半分以上の種が姿を消したままであることも忘れてはならない。この点をふまえた上で、1990年以降の回復している生物種の存在の意味を考察することが求められている。カメノテの復帰をもって海が戻ったと言うには、まだまだ根拠に乏しいことも、また改めて確認しておきたいところである。

一方、カプトガニの減少は、埋め立てや干拓による広大な河口干潟・藻場の消滅が最大の要因である。が、竹原など瀬戸内海中西部に現在も生息している地域でも、

海岸道路の整備とコンクリ護岸の拡大、農薬や内分泌攪乱物質の流入などが複合的に影響したためか、1980年代以降、急激に減少していると見られる。カブトガニの生活史に沿って考えると、産卵に不可欠な砂場のある自然海岸、幼生が生息する干潟、成体になって生きる場である藻場など、カブトガニの成育段階に応じた場の保全が最も重要である。逆に、漁業や環境保全の促進と言う観点からも、カブトガニが生きられる海を維持または回復することが、生態系の健全性を回復し、人間が持続的に海とつきあっていくことにつながっていると考えるべきであろう。

### 3.5 スナメリ（食物連鎖の頂点）

#### 3.5.1 スナメリとは

スナメリは、瀬戸内海における食物連鎖の頂点に位置し、その生息数の多寡は、他の種々な生物の多寡やそれら生物の生息環境を反映していることから、瀬戸内海における環境のシンボリックな指標生物と捉えることができる。かつての瀬戸内海では、水深の浅い沿岸や島と島の間、岬の先端の流れの速いところに住んでいた。

スナメリは、クジラ目、歯クジラ亜目、ネズミイルカ科に属する小型イルカである。標準和名は「スナメリ」で、瀬戸内海東部ではナメ、ナメノウオ、瀬戸内海西部ではゼゴン、ゼゴンドウと呼ばれることもある。漢字では「砂滑」と示され、英名は「Finless porpoise」というように、背びれのないイルカという意味を示す。

体の特徴は、頭が丸く、くちばしや英名で示されるように背びれがない。成体の体色は淡い灰色をしている。背中の中線に沿って高さ2-3cmの隆起が首の後方から肛門付近まで伸びている、これがスナメリの大きな特徴とされている。この隆起の幅や長さが地域的に異なる。また、この部分の皮膚には角質化した小突起が密生していて、内部に多くの神経終末が分布していることから、個体ごとの接触時に感覚器官として機能するのではないかと考えられている。体長は、日本沿岸域では最大で192cm、平均で160-170cmと言われている。スナメリの外観図を図3.5.1に示す。

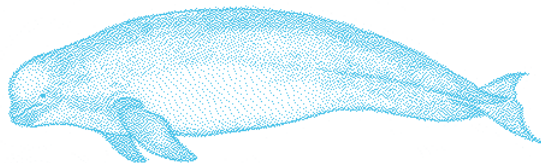


図3.5.1 スナメリの外観図

#### 3.5.2 スナメリの生息分布

スナメリの生息地域としては、ペルシア湾から富山湾、仙台湾まで広く分布しており、日本で最も多く分布する場所は瀬戸内海から紀伊水道にかけてである。その他に、伊勢湾から仙台湾にかけて、北九州から富山湾まで、西九州の大村湾、有明海で見られるが、それぞれ異なる地域個体群であると推測される。主な生息場所を図3.5.2に示す。



図3.5.2 日本の主なスナメリ生息地域

スナメリの生息頭数は、1970年代に瀬戸内海には約5000頭と推定され、その後の生息数は把握されていないが、近年、個体数は増加しているという報告もある。スナメリの資源保護の観点から、広島県阿波島の南端から半径1.5kmの範囲は本種の群生海面として1930年に国の天然記念物に指定され保護が始まり、「絶滅の恐れのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（通称ワシントン条約）」の付表Iに記載され、研究用以外の輸出入が禁止されるなど、保護活動が進められている。

各地域における生息数については、遠洋水産研究所の航空目視調査として、伊勢湾・三河湾で3000頭、瀬戸内海西部の周防灘で2000頭、大村湾で300頭、有明海・橘湾で3000頭程度が生息していると推測されている。

スナメリの生息数が減少した原因としては、スナメリがえさにするイワシなどの小魚を追い回しているときに定置網などにかかって水死する混獲水死説、瀬戸内海で埋め立てられた海面の多くは水深10mより浅い砂地であったため、水深50mより深いところではスナメリの生活環境を奪ったとされる埋め立て・海砂採取説、工場排水や農薬などに起因する海水中の有害物質によるスナメリの繁殖・免疫能力の低下を引き起こしたとする化学物質説、航行中の船舶との接触による船舶事故説、ビニールなどの異物を食べ物と間違っって飲み込む異物誤食説などが考えられている。

最近の自然環境保護に対する意識が向上してきたとはいえ、希少生物にとってはまだまだ安心できる環境ではないので、スナメリのような希少生物を始め、人間を含めた多様な生物がバランスよく生活できる環境（生態系）の保全に努めていく必要がある。

#### 3.5.3 行動と食性

瀬戸内海における群れの大きさは1-13頭の範囲にあり、その組成や大きさは季節によって変化するが、群れの50%近くが単独個体であり、社会性の未発達なことを反映している。また、遊泳は緩やかで、船を避けたり、船首の下に潜水したりして、マイルカ科のように船首波に乗ることはない。

スナメリの餌生物は魚、エビ、イカ、タコ、イワシ類、イカナゴなど多くの種類で、それぞれの生息地に分布する適当なサイズの動物を何でも食べており、1日当たり体重の5%前後の量を摂餌していると考えられている。

また、スナメリを捕食する生き物としては、ホオジロザメやシャチなどが考えられる。

### 3.5.4 繁殖

スナメリは1産1仔で、瀬戸内海における出産は4月に盛期が見られ、出生体長は78cmといわれている。水族館での飼育経過から、生後3か月で歯が生え始め、離乳期間は6-15か月、通常は7か月とされている。すなわち、生まれた年の秋ぐらいまでは親子で出現するが、そのころから単独で遊泳する小型個体も見られるようになる。また、2年に1回の妊娠が最も一般的なサイクルとされており、瀬戸内海における成熟年齢はオスでは3-9歳、メスでは4歳以下で、体長で見ると、オスは135-155cm、メスは120-150cmと言われている。寿命は水族館での飼育記録が28年という例があることから、およそ30年と考えられている。図3.5.3にスナメリの親子の画像を示す。



図3.5.3 スナメリの親子（写真提供：鳥羽水族館）

### 3.5.5 スナメリ・ウォッチング

スナメリは、瀬戸内海における食物連鎖の頂点に位置していることから、瀬戸内海における環境の指標生物と捉えることができる。スナメリの遊泳する姿がしばしば目撃できるような環境の保全・回復を目指し、住民付のスナメリに対する関心を喚起し瀬戸内海に目を向け、自主的な環境保全活動への取り組みの契機となることを希求して、社団法人瀬戸内海環境保全協会では住民参加型

の普及啓発事業としてスナメリ発見情報プロジェクトを実施してきた。

#### (1) 活動の概要

- 1) 環境学習・普及啓発用資材の作成、公開、配付など
  - 1-1) インターネットホームページ「スナメリ発見情報」に音声ガイド機能を付加  
平成11年度、本プロジェクトにより「せとうちネット」(環境省の情報ネットワークシステム)に設けた「スナメリ発見情報」のページに音声ガイド機能を付加し、環境学習資材として幅広い活用に資するよう整備した。
  - 1-2) 発見状況報告票のダウンロード機能の作成  
住民等からスナメリ発見情報を継続的に収集するため、発見状況報告票要旨を「スナメリ発見情報」のページからダウンロードできるよう機能の作成を行った。
  - 1-3) 普及啓発用ビデオ、パネル、パンフレットの作成など  
瀬戸内海の環境指標生物としてのスナメリの紹介、瀬戸内海の環境保全に関する意識の喚起などの普及啓発、本プロジェクトへの参加呼びかけを目的としたビデオ、パネルなどを作成し、配布などを行った。
  - 1-4) その他住民などへの参加の呼びかけとスナメリ発見情報の収集

スナメリ発見情報の募集など、本プロジェクトへの参加についてマスコミなどを通じて広く呼びかけを行い、その結果、平成12年5月から13年2月までに64件、延べ1093頭(初年度の平成11年5月以降の累計139件)の発見情報が寄せられた。図3.5.4に発見場所を頭数別に示した図を示したが、1-2頭で確認される例が最も多かったことから、少数のグループで移動していることが分かる。

#### 2) スナメリ出現状況の航空機調査

スナメリは4月をピークに春から夏にかけて出産するとされ、この時期目撃報告が多くなることから航空機調査の実施日を6月中旬に設定、高松空港を起点に瀬戸内

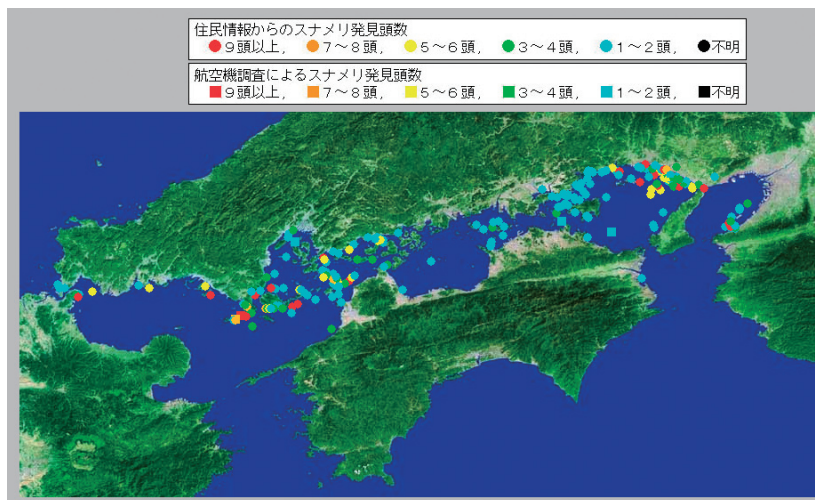


図3.5.4 スナメリ発見場所と頭数

海東部海域において実施した。調査では、スナメリが遊泳する様子を2回視認することができたが、写真撮影には至らなかった。

### 3) インターネットによる情報発信

住民などから寄せられた発見情報および航空機調査により収録した結果を、図3.5.5に示す。

内容を「スナメリ発見情報」ページにおいて公開した。発見情報は、発見年月日・時間、場所、頭数などのほか、写真情報や地図上での発見場所の明示など見た目に分かりやすい内容とした。

### (2) 活動の結果と効果

愛くるしいスナメリに焦点を当てたこと、またインターネットによる情報発信という今日的な手法を用いたこと

により、このプロジェクトはマスコミに取りあげられるなど大きな反響を呼んだ。スナメリを「生きた環境のパロメータ」として瀬戸内海の実環境保全につながる住民参加型の取り組みとして一定の成果をあげたといえる。

## 3.6 福利との関連

### 3.6.1 瀬戸内海の自然環境の特徴

日本だけでなく世界的に見ても美しい海といわれている瀬戸内海は、700余りの島、温暖少雨の気候、豊かな自然に恵まれ、古くから人々がその恩恵を享受してきた。瀬戸内海は、本州、九州、四国の3島に囲まれている日本最大の閉鎖性海域である。海岸線総の延長は6868km、東西450km、南北15-55km、面積2万3203km<sup>2</sup>、平均

| ID  | 調査方法 | 発見年月日・時間          | 発見場所                      | 天候   | 波状態  | 頭数 | 目撃回数 | 備考                               |
|-----|------|-------------------|---------------------------|------|------|----|------|----------------------------------|
| 201 | 住民   | 20040413 午後 03:30 | 愛媛県北条市大浦沖                 | 曇り   | 普通   | 6  | 1    | 西へ向け泳いでいた。                       |
| 202 | 住民   | 20040506 午後 01:05 | 愛媛県伊予市森ヶ島沖                | 晴れ   | 静か   | 3  | 1    | 西へ向け泳いでいた。                       |
| 203 | 住民   | 20040512 午前 11:00 | 高砂市天川河口付近 岸から200メートル      | 晴れ   | 静か   | 4  | 1    | 鯨の群れがいたので、それを追っていたようだ。           |
| 204 | 住民   | 20040601 午後 04:40 | 八木灘 来島真北0.7マイル            | 晴れ   | 静か   | 5  | 1    | 最近、この付近で目撃情報が多くあります。             |
| 205 | 住民   | 20040614 午前 10:32 | 2力所                       | 晴れ   | 静か   | 3  | 2    |                                  |
| 206 | 住民   | 20040618 午後 02:00 | 泉南市沖                      | 晴れ   | 静か   | 1  | 1    |                                  |
| 207 | 住民   | 20040623 午後 03:30 | 泉南市沖                      | 晴れ   | 静か   | 1  | 1    |                                  |
| 208 | 住民   | 20040608 午後 01:10 | 愛媛県北条市安居島西側               | 晴れ   | 静か   | 2  | 1    | 体長1m未満2頭が愛媛県北条市安居島と小安居島の間を泳いでいた。 |
| 209 | 住民   | 20040820 午後 00:15 | 木場沖3000m                  | 晴れ   | 静か   | 4  | 3    | 海環境調査で船で海上のゴミを捨てていたと             |
| 210 | 住民   | 20040906 午後 01:40 | 愛媛県北条市大浦沖                 | 晴れ   | 静か   | 1  | 1    | 体長50センチメートル程度の大きさ。北条市大浦沖合で       |
| 211 | 住民   | 20041124 午前 09:50 | 大阪市阪南市沖 関空島南西沖            | 晴れ   | 静か   | 2  | 3    |                                  |
| 212 | 住民   | 20041220 午後 01:50 | 大阪府阪南市稲作沖                 | やや晴れ | 静か   | 1  | 1    | 阪南市稲作沖 St.A~St.Iの間               |
| 213 | 住民   | 20050128 午前 09:22 | 生野島金山北約300m               | やや晴れ | 静か   | 2  | 1    |                                  |
| 214 | 住民   | 20050207 午後 02:30 | 大阪湾 関西空港島北沖               | やや晴れ | 普通   | 1  | 1    |                                  |
| 215 | 住民   | 20041231 午前 08:30 | 岡山県岡山市米崎灯台付近              | やや晴れ | 静か   | 1  | 4    | 年末より数回(3~4回)、米崎灯台付近で             |
| 216 | 住民   | 20050419 午前 10:30 | St.A南 阪南市下庄沖              | 晴れ   | 静か   | 3  | 1    | スナメリ                             |
| 217 | 住民   | 20050520 午後 01:35 | 阪南市沖                      | 曇り   | 静か   | 10 | 8    | 7~8回目撃                           |
| 218 | 住民   | 20050809 午後 02:30 | 記入なし                      | 晴れ   | 静か   | 1  | 2    | 午後2時30分、4時30分の2回目撃。              |
| 219 | 住民   | 20050805 午前 10:00 | 記入なし                      | 晴れ   | やや静か | 2  | 1    | 発見頭数2~3頭                         |
| 220 | 住民   | 20050921 午後 01:00 | 緯度N34度 経度 E13度 稲作沖 約1.5~2 | 晴れ   | 静か   | 10 | 1    |                                  |

図3.5.5 スナメリ発見情報

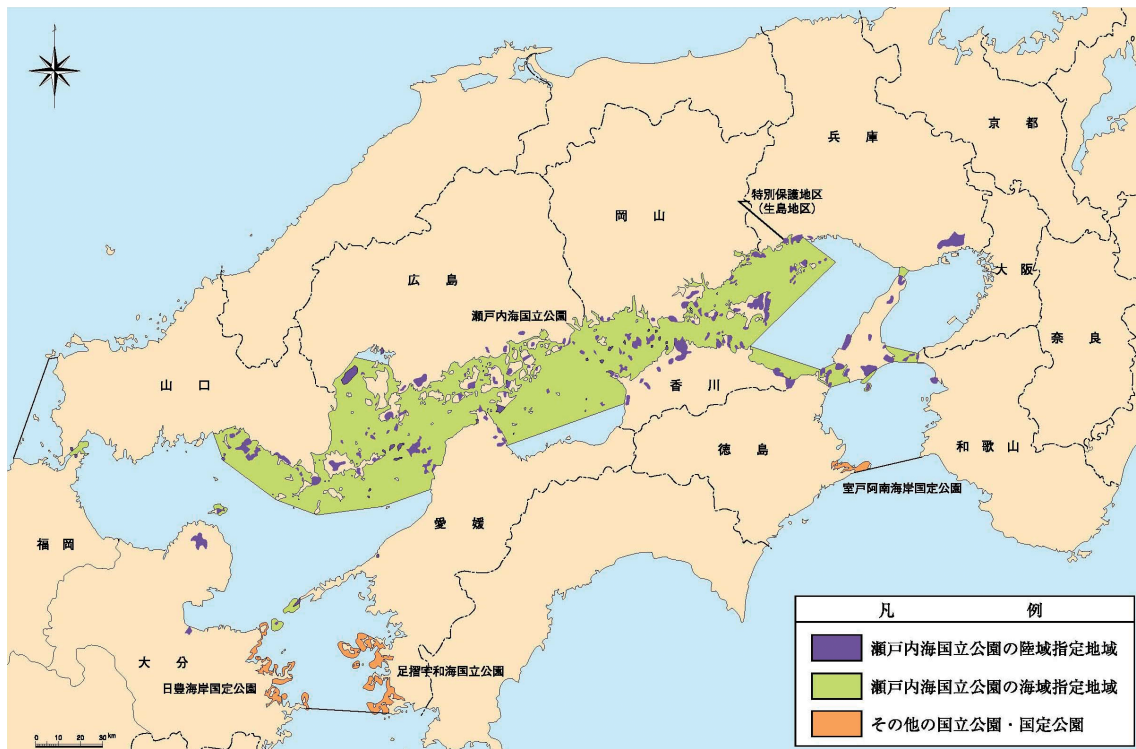


図3.6.1 瀬戸内海国立公園 (出典：(社) 瀬戸内海環境保全協会)

水深38.0mであり、容積は約881.5km<sup>3</sup>になる。瀬戸内海には大小様々な瀬戸、湾、岩礁がある。太平洋との境界として、東に紀伊水道、西に豊後水道があり、日本海との境界として、西に関門海峡がある。

昔は、人々が瀬戸内海を全体として見る事がなかったため、周防灘や大阪湾といった灘や湾の個別の名称はあったが、瀬戸内海全体を指す名称はなかった。外国人がこの内海を瀬戸内海と呼び始め、1882年頃から瀬戸内海という呼称が使われるようになった。瀬戸内海の湾や灘のほとんどは浅く、別府湾、伊予灘、豊後水道、紀伊水道、響灘を除いて水深60m以下である

このように瀬戸内海は、日本の中でも傑出した景勝地であり、この地域には、図3.6.1に示すように国立公園、国定公園、その他の公園が数多く存在している。瀬戸内海国立公園は、1934年に制定された日本最初の国立公園の1つであり、「多様性のある、平和で美しい景観」と評価されており、他の国立公園とは一線を画している。

瀬戸内海周辺の植生は、もともと、ほとんどが暖帯照葉樹林で、高木層としては、シイ類、カシ類、クスノキ、タブなど、低木層としては、耐陰性の強いモチノキ、ツバキなどが占めていた。

古代から文明が開けた瀬戸内海沿岸地域では、本来の植生は神社や寺の境内や庭園、景勝地や歴史的に重要な場所の一部にしか残っていない。現在の植生のほとんど全種類は人為的影響を受けており、花崗岩土壌のアカマツ・クロマツの二次林に代表される。この地域でよく見られるウバメガシ林は、独特の素晴らしい景観を見せている。

### 3.6.2 瀬戸内海国立公園

瀬戸内海は、4つの海峡（紀淡海峡、鳴門海峡、関門海峡、豊予海峡）によって区切られた2200万ヘクタールのうち、約6万7千ヘクタールが国立公園に指定されている。表3.6.1に瀬戸内海国立公園の概要を示す。また、瀬戸内海国立公園の歴史、地種区分別・土地所有別面積一覧表はそれぞれ、表3.6.2、表3.6.3、表3.6.4に示す。

国立公園が指定されると、その公園の適正な保護と利用を目的とした国立公園計画が定められ、開発行為などの規制や快適な利用の促進と自然のふれあいを推進するため、各種利用施設の整備を行っている。また、快適な国立公園利用の拠点として、集団施設地区を指定し、ビジターセンターなどの施設を総合的に整備している。瀬戸内海国立公園のビジターセンターは大鳴門橋記念館、大久野島ビジターセンターなどが設置されている。

瀬戸内海の最も重要な特徴は、多島海風景の美しい海域であり、国立公園には家島諸島、備讃諸島、芸予諸島、防予諸島が含まれる。さらに、この国立公園には、神戸市北部の六甲山のような、島々の景観を展望できる場所が含まれている。

瀬戸内海のもう一つの重要な特徴は、この風景と密接に関わっている人間生活である。この国立公園の固有の特徴として、段々畑や古い港町の家々、巡航船や輸送船が行き交う風景など、人間と自然の共生関係がある。表3.6.5に示すように、瀬戸内海国立公園の利用者は、富士箱根伊豆国立公園について第2位である。

表3.6.1 瀬戸内海国立公園の概況

| 公園名称                                 | 風景の特徴              |  |   |  | 関係府県  |
|--------------------------------------|--------------------|--|---|--|---|
|                                      | 総括                 | 地理的特徴  | 植物  | 動物   |   |
| 瀬戸内海<br>指定：1934年3月16日<br>面積：66,934ha | 世界的な多島海公園<br>歴史と伝統 | 内海多島海<br>大渦潮と潮流（鳴門、<br>来島海峡）<br>古期火山熔岩台地および<br>侵食地形<br>花崗岩山塊 | 瀾山（みせん）原始林<br>（天然記念物）<br>大山祇（おおやまずみ）<br>神社のクスノキ群<br>生島樹林（天然記念物）<br>峨眉（がび）山樹林（天<br>然記念物）<br>宝山院のシンバク<br>（特別天然記念物）<br>皇子神社社叢<br>（天然記念物） | タイ等、ニホンザル<br>アビ等渡来群遊海面<br>（天然記念物）<br>カブトガニ繁殖地<br>（天然記念物）<br>スナメリクジラ廻遊海<br>面（天然記念物）<br>ナメクジウオ生息地<br>（天然記念物） | 大阪<br>兵庫<br>和歌山<br>岡山<br>広島<br>山口<br>徳島<br>香川<br>愛媛<br>福岡<br>大分 |

出典：国立公園協会「自然公園のてびき 2005」（2005）

表3.6.2 国立公園としての指定の歴史

| 年月日        | 概況                                |
|------------|-----------------------------------|
| 1934年3月16日 | 国立公園として指定される                      |
| 1950年5月18日 | 区域の拡張（第二次）（鳴門、宮島、その他地域）           |
| 1956年5月1日  | 区域の拡張（第三次）（六甲、その他）、阿蘇国立公園内の高崎山の編入 |
| 1963年3月9日  | 加太地域の編入                           |
| 1968年8月23日 | 五色台地域の編入                          |
| 1971年4月12日 | 公園区域の変更（六甲地域縮小）                   |
| 1982年2月17日 | 公園区域の変更（岡山県、徳島県、その他）              |

出典：国立公園協会

表3.6.3 瀬戸内海国立公園の地種区分別面積一覧表（単位：ha）2006年3月31日

| 総面積    | 特別地域        |       |        |       |                 | 普通地域            |
|--------|-------------|-------|--------|-------|-----------------|-----------------|
|        | 特別保護地区      | 第1種   | 第2種    | 第3種   | 第1-3種総計         |                 |
| 66,934 | 953 (1.4 %) | 4,700 | 31,034 | 7,519 | 43,253 (64.6 %) | 22,728 (34.0 %) |

出典：環境省「自然保護各種データ一覧」

表3.6.4 瀬戸内海国立公園の土地所有別面積一覧表 2006年3月31日現在

| 総面積      | 国有地              | 公有地              | 私有地              |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| 66,934ha | 7,897ha (11.8 %) | 10,718ha (16.0%) | 48,319ha (72.2%) |

出典：環境省「自然保護各種データ一覧」

表3.6.5 利用者数の多い国立公園（2004年）

| 順位<br>(2004年) | 公園名    | 利用者数（千人） | 国立公園全体に占める<br>利用者数の割合（%） | 2003年<br>順位 |
|---------------|--------|----------|--------------------------|-------------|
| 1             | 富士箱根伊豆 | 102,041  | 29.0                     | 1           |
| 2             | 瀬戸内海   | 38,191   | 10.9                     | 2           |
| 3             | 上信越高原  | 28,993   | 8.3                      | 3           |
| 4             | 阿蘇くじゅう | 22,894   | 6.5                      | 5           |
| 5             | 日光     | 19,436   | 5.5                      | 4           |
| 6             | 秩父多摩   | 14,820   | 4.2                      | 7           |
| 7             | 霧島屋久   | 12,154   | 3.5                      | 9           |
| 8             | 支笏洞爺   | 11,546   | 3.3                      | 6           |
| 9             | 伊勢志摩   | 10,173   | 2.9                      | 10          |
| 10            | 中部山岳   | 10,123   | 2.9                      | —           |
| 上位10国立公園の合計   |        | 270,371  | 75.8                     |             |
| 28国立公園全体の合計   |        | 351,350  | 100.0                    |             |

出典：環境省「自然保護各種データ一覧」

### 3.6.3 パブリック・アクセス

瀬戸内海は遠浅であることから、瀬戸内海の海岸線は古くから農地や塩田造成の埋め立てによって変化してきた。さらに1960年代からの急速な工業化によって遠浅の海岸が広大に埋め立てられた結果、自然海岸は瀬戸内海の海岸線総延長の36.7%しか残っていない状況である。これは、日本の自然海岸の平均が55.2%に比べるとかなり少ない。瀬戸内海の海岸線の状況を表3.6.6と図3.6.2に示す。残った自然海岸から水産資源を保護するために、図3.6.3に示すように、水産庁により保護水面が設定されている。

### 3.6.4 瀬戸内海の文化財

瀬戸内海地域は古くから発展していたので、有名な歴史上の史跡や建造物など多くの文化財がある。その多くは地域環境に調和して優れた自然景観をなし、他の特別な自然景観と同様に、史跡、名勝、天然記念物に指定されている。図3.6.4に、瀬戸内海沿岸部にある主要文化財の位置を示す。

瀬戸内海沿岸には、厳島神社、原爆ドーム、姫路城が世界文化遺産として登録されている。特に、厳島神社は12世紀末頃から時の権力者による保護を受けて、浄土信仰に基づく極楽浄土を表現する建物が建立され、漁師や船乗り、商人などの篤い信仰を受けてきた。この他、

瀬戸内海の漁業と航海の安全の信仰を集めている金刀比羅宮、海、山の神として信仰を集める大山祇神社などが、海への信仰が深かったことがうかがえる文化財として今日に至っている。

これらの神社は、18世紀以降になると、瀬戸内海の交通網の発達とともに聖地観光の名所として多くの参詣者が訪れるようになった。

### 3.6.5 レクリエーション

瀬戸内海は白砂青松を謳った景勝の地であり、レクリエーションの場としても利用されている。瀬戸内海は、海岸線の延長の約25%が瀬戸内海国立公園に指定されており、自然の景勝地を保護するとともに自然に親しむ施設が整備され、瀬戸内海沿岸地域住民のみならず全国民に利用されている。瀬戸内海の主なる白砂青松と「海の日」が制定されたのを記念して選定された「日本の渚100選」から渚を図3.6.5に示す。

過去、日本の沿岸には数多くの7海水浴場があったが、沿岸地域の都市化、工業化の進展により、そのうちの多くが消滅した。しかし、相当数の海水浴場が残されており、瀬戸内海の主要海水浴場の位置を図3.6.6に示す。

環境省では、平成18年7月、全国の水浴場のうち、前年度の遊泳人口がおおむね1万人以上の海水浴場およびおおむね5千人以上の湖沼、河川の水浴場の水質調査結果を公表した。このうち、瀬戸内海の114水浴場すべて



表3.6.6 瀬戸内海の海岸線の状況

| 府県   | 調査   | 自然海岸     |      | 半自然海岸   |      | 人工海岸     |      | 河口部   |     | 総延長<br>Km |
|------|------|----------|------|---------|------|----------|------|-------|-----|-----------|
|      |      | 延長Km     | %    | 延長Km    | %    | 延長Km     | %    | 延長Km  | %   |           |
| 大阪   | 1996 | 1.9      | 0.8  | 10.9    | 4.5  | 224.9    | 92.6 | 5.2   | 2.1 | 242.9     |
|      | 1993 | 2.3      | 1.1  | 10.9    | 5.0  | 197.0    | 91.2 | 5.9   | 2.7 | 216.1     |
|      | 1984 | 2.8      | 1.4  | 11.7    | 5.6  | 187.3    | 90.2 | 5.9   | 2.8 | 207.7     |
|      | 1978 | 3.6      | 1.9  | 11.9    | 6.3  | 166.4    | 88.6 | 5.9   | 3.2 | 187.8     |
| 兵庫   | 1996 | 144.0    | 22.0 | 123.8   | 18.9 | 382.9    | 58.4 | 5.1   | 0.7 | 655.8     |
|      | 1993 | 144.0    | 22.0 | 123.8   | 18.9 | 382.9    | 58.4 | 5.1   | 0.7 | 655.8     |
|      | 1984 | 144.5    | 22.7 | 124.6   | 19.5 | 363.7    | 57.0 | 5.1   | 0.8 | 637.9     |
|      | 1978 | 146.6    | 23.8 | 129.1   | 21.0 | 334.8    | 54.4 | 5.1   | 0.8 | 615.6     |
| 和歌山  | 1996 | 100.7    | 45.7 | 30.9    | 14.0 | 85.5     | 38.3 | 3.3   | 1.5 | 220.4     |
|      | 1993 | 97.4     | 45.6 | 42.7    | 20.0 | 70.8     | 33.2 | 2.6   | 1.2 | 213.5     |
|      | 1984 | 97.4     | 47.9 | 43.6    | 21.5 | 59.7     | 29.4 | 2.6   | 1.3 | 203.4     |
|      | 1978 | 82.8     | 46.3 | 44.3    | 24.9 | 48.7     | 27.3 | 2.7   | 1.5 | 178.5     |
| 岡山   | 1996 | 250.8    | 45.7 | 80.5    | 14.7 | 207.4    | 37.8 | 10.3  | 1.9 | 549.0     |
|      | 1993 | 237.5    | 47.2 | 71.9    | 14.3 | 186.0    | 37.0 | 7.4   | 1.5 | 502.8     |
|      | 1984 | 238.9    | 47.9 | 77.9    | 15.6 | 174.8    | 35.0 | 7.4   | 1.5 | 499.0     |
|      | 1978 | 243.1    | 48.9 | 79.6    | 16.0 | 167.2    | 33.6 | 7.3   | 1.5 | 497.2     |
| 広島   | 1996 | 349.0    | 31.5 | 59.3    | 5.3  | 692.9    | 62.5 | 8.3   | 0.8 | 1,109.4   |
|      | 1993 | 355.3    | 33.0 | 49.4    | 4.6  | 663.7    | 61.7 | 6.9   | 0.7 | 1,075.3   |
|      | 1984 | 366.0    | 34.3 | 57.5    | 5.4  | 637.0    | 59.7 | 6.9   | 0.6 | 1,067.3   |
|      | 1978 | 369.6    | 35.0 | 59.0    | 5.5  | 621.0    | 58.8 | 6.9   | 0.7 | 1,056.5   |
| 山口   | 1996 | 503.0    | 45.1 | 60.0    | 5.4  | 539.4    | 48.3 | 13.3  | 1.2 | 1,157.7   |
|      | 1993 | 493.4    | 45.7 | 59.7    | 5.5  | 516.5    | 47.9 | 9.3   | 0.9 | 1,078.9   |
|      | 1984 | 501.8    | 47.1 | 59.3    | 5.6  | 494.1    | 46.4 | 9.3   | 0.9 | 1,064.4   |
|      | 1978 | 497.7    | 47.7 | 55.9    | 5.4  | 481.5    | 46.1 | 9.3   | 0.8 | 1,044.4   |
| 徳島   | 1996 | 80.7     | 33.2 | 21.7    | 8.9  | 133.8    | 55.0 | 7.0   | 2.9 | 243.2     |
|      | 1993 | 79.5     | 35.8 | 22.2    | 10.0 | 114.2    | 51.5 | 5.9   | 2.7 | 221.8     |
|      | 1984 | 79.6     | 35.8 | 22.3    | 10.0 | 114.2    | 51.5 | 5.9   | 2.7 | 222.0     |
|      | 1978 | 81.7     | 37.5 | 22.9    | 10.5 | 107.5    | 49.3 | 5.9   | 2.7 | 218.0     |
| 香川   | 1996 | 322.1    | 46.8 | 118.7   | 16.7 | 250.6    | 35.3 | 8.0   | 1.1 | 709.4     |
|      | 1993 | 337.4    | 48.0 | 126.3   | 18.0 | 233.9    | 33.2 | 5.8   | 0.8 | 703.4     |
|      | 1984 | 345.8    | 49.7 | 138.0   | 19.8 | 206.1    | 29.6 | 6.0   | 0.9 | 695.8     |
|      | 1978 | 350.3    | 50.8 | 138.0   | 20.0 | 194.8    | 28.3 | 6.1   | 0.9 | 689.2     |
| 愛媛   | 1996 | 680.3    | 44.5 | 348.9   | 22.8 | 486.3    | 31.8 | 11.9  | 0.8 | 1,527.4   |
|      | 1993 | 569.8    | 41.9 | 350.1   | 25.7 | 420.8    | 31.0 | 18.9  | 1.4 | 1,359.6   |
|      | 1984 | 579.6    | 42.8 | 363.5   | 26.8 | 393.7    | 29.0 | 18.9  | 1.4 | 1,355.7   |
|      | 1978 | 688.6    | 48.2 | 359.0   | 25.1 | 363.4    | 25.4 | 18.9  | 1.3 | 1,429.9   |
| 福岡   | 1996 | 40.8     | 14.5 | 17.6    | 6.2  | 220.6    | 78.1 | 3.4   | 1.2 | 282.4     |
|      | 1993 | 40.3     | 14.8 | 18.5    | 6.8  | 212.4    | 78.0 | 1.1   | 0.4 | 272.3     |
|      | 1984 | 39.9     | 15.8 | 20.8    | 8.2  | 191.5    | 75.6 | 1.1   | 0.4 | 253.3     |
|      | 1978 | 42.2     | 17.4 | 20.2    | 8.4  | 178.7    | 73.7 | 1.1   | 0.5 | 242.2     |
| 大分   | 1996 | 170.9    | 29.8 | 83.7    | 14.6 | 309.2    | 53.9 | 10.1  | 1.8 | 573.9     |
|      | 1993 | 181.2    | 31.9 | 80.9    | 14.2 | 297.0    | 52.3 | 9.3   | 1.6 | 568.4     |
|      | 1984 | 183.5    | 33.1 | 81.5    | 14.7 | 279.8    | 50.5 | 9.3   | 1.7 | 554.0     |
|      | 1978 | 191.1    | 35.2 | 81.7    | 15.0 | 260.6    | 47.9 | 10.1  | 1.9 | 543.5     |
| 瀬戸内海 | 1996 | 2,654.2  | 36.7 | 956.0   | 13.2 | 3,533.0  | 48.9 | 85.9  | 1.2 | 7,229.5   |
|      | 1993 | 2,538.1  | 27.0 | 956.4   | 13.9 | 3,295.2  | 48.0 | 78.2  | 1.1 | 6,867.9   |
|      | 1984 | 2,579.8  | 38.2 | 1,000.7 | 14.8 | 3,101.9  | 45.9 | 78.4  | 1.2 | 6,760.8   |
|      | 1978 | 2,697.3  | 40.2 | 1,001.6 | 15.0 | 2,924.6  | 43.6 | 79.3  | 1.2 | 6,702.8   |
| 全国   | 1996 | 17,660.3 | 52.6 | 4,385.1 | 13.1 | 11,212.2 | 33.4 | 316.2 | 0.9 | 33,573.8  |
|      | 1993 | 18,105.6 | 55.2 | 4,467.5 | 13.6 | 9,941.8  | 30.4 | 264.0 | 0.8 | 32,778.9  |
|      | 1984 | 18,402.1 | 56.7 | 4,511.4 | 13.9 | 9,294.5  | 28.6 | 263.8 | 0.8 | 32,471.9  |
|      | 1978 | 18,967.2 | 59.0 | 4,340.0 | 13.5 | 8,598.9  | 26.7 | 263.7 | 0.8 | 32,170.2  |

出典：環境庁（第2回調査1978年、第3回調査1984年、第4回調査1993年、第5回調査1996年）  
瀬戸内海の区域は、瀬戸内海環境保全特別措置法の「瀬戸内海」の範囲

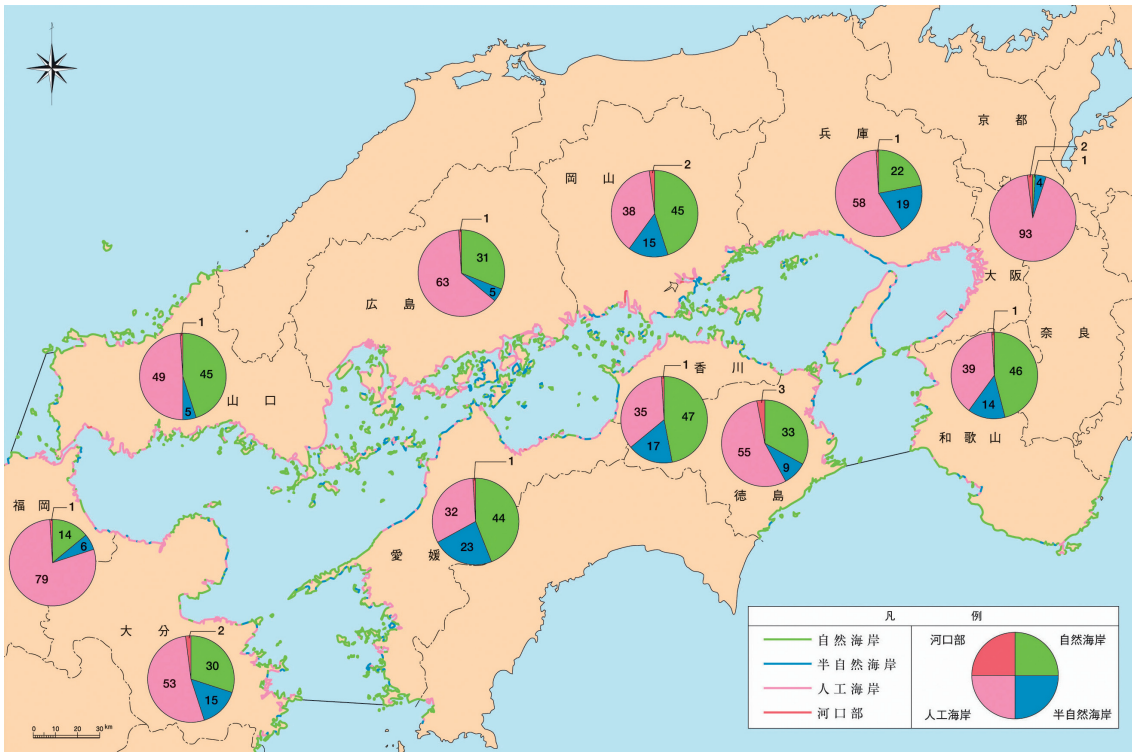


図3.6.2 瀬戸内海の海岸線の状況 (出典：環境省 (第4回調査1993年))  
瀬戸内海の区域は、瀬戸内海環境保全特別措置法の「瀬戸内海」の範囲

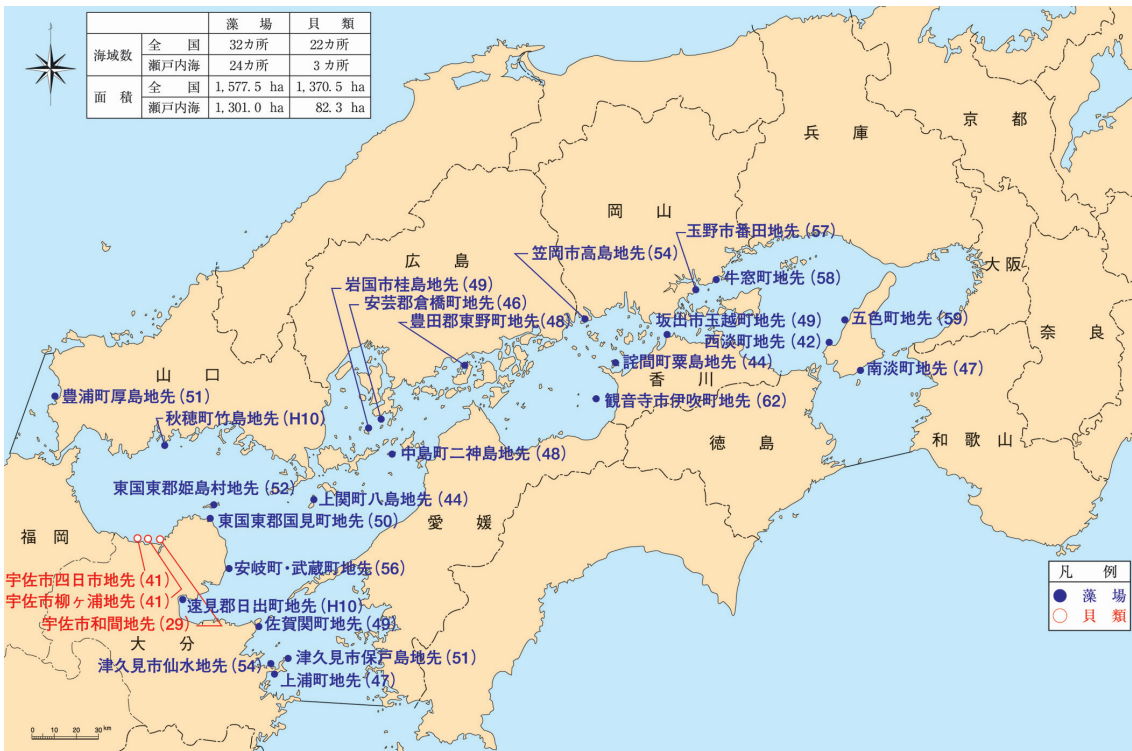


図3.6.3 瀬戸内海における保護水面の設定状況 (出典：水産庁)

- 1998年3月1日現在の集計
- ( ) 内の数字は指定年度を示す。
- 保護水面とは、水産資源保護法に基づき、水産動物が散乱し、または水産動植物の種苗が発生するのに適している水面であって、その保護培養のために必要な措置を構すべき水面として指定された水面を言う。



図3.6.4 瀬戸内海沿岸部における主要文化財指定図 (出典：記念物指定目録より作成)

文化財保護法による史跡・名勝・天然記念物に指定された地域

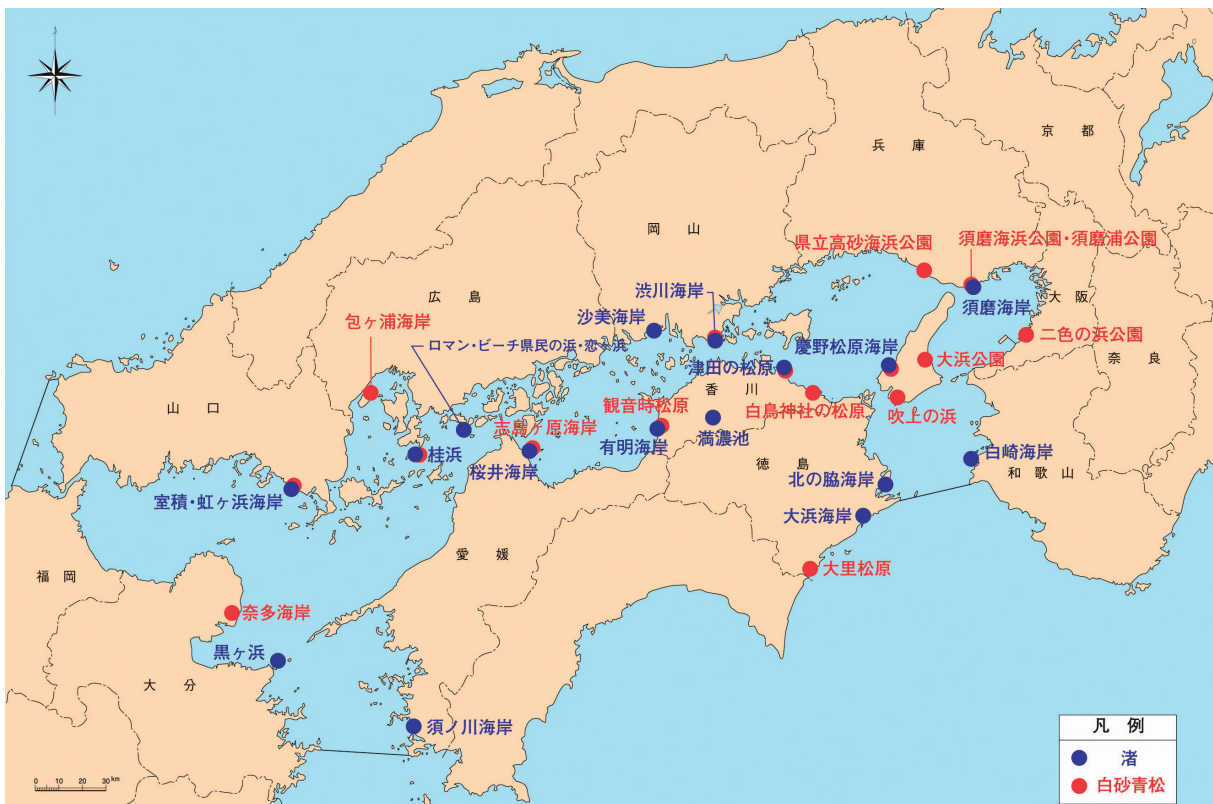


図3.6.5 瀬戸内海の名な海浜

(出典：「日本の白砂青松100選」(社)日本の松を緑を守る会選定、1989年より作成)

「日本の渚100選」(日本の渚・中央委員会が選定、1994年)より作成)

が水浴場として適当な水質を維持しており、不適当な水浴場はなかった。水浴場の水質判定の基準を表3.6.7に示す。

また、環境省は、平成10年に水質が良好で快適な水浴場を顕彰することにより、①国民の水とのふれあいを通じた水環境の保全に対する理解と協力の促進に資するとともに、②関係自治体等におけるよりよい水浴場の実現への取り組みを支援することを目的として、「日本の水浴場55選」の選定を行ったが、平成13年3月、選定基準を見直した上で新たに全国88カ所の水浴場を、平成

13年選定「日本の水浴場88選」として選定した。平成18年には、さらに、人々が水に直接触れることができる個性ある水辺を積極的に評価し、これらの快適な水浴場を広く普及することを目的として全国100ヶ所の水浴場を「快水浴場（かいすいよくじょう）百選」として選定した。また、このうち総合的な評価の高い12ヶ所の水浴場を特選として選定した。この選定は「快適水浴場検討会」（座長：松尾友矩 東洋大学教授）において、「美しい」、「清らか」、「安らげる」、「優しい」、「豊か」という水辺に係る新たな評価軸に基づき選定したものである。

表3.6.7 水浴場の水質判定区分

| 区分 | ふん便性大腸菌群数                     | 油膜の有無        | COD                     | 透明度               |
|----|-------------------------------|--------------|-------------------------|-------------------|
| 適  | 水質AA<br>不検出<br>(検出限界2個/100mℓ) | 油膜が認められない    | 2mg/ℓ以下<br>(湖沼は3mg/ℓ以下) | 全透<br>(水深1m以上)    |
|    | 水質A<br>100個/100mℓ以下           | 油膜が認められない    | 2mg/ℓ以下<br>(湖沼は3mg/ℓ以下) | 全透<br>(水深1m以上)    |
| 可  | 水質B<br>400個/100mℓ以下           | 常時は油膜が認められない | 5mg/ℓ以下                 | 水深1m未満-<br>50cm以上 |
|    | 水質C<br>1,000個/100mℓ以下         | 常時は油膜が認められない | 8mg/ℓ以下                 | 水深1m未満-<br>50cm以上 |
| 不適 | 1,000個/100mℓを超えるもの            | 常時油膜が認められる   | 8mg/ℓ超                  | 50cm未満            |

- 判定は、同一水浴場に関して得た測定値の平均による。「不検出」とは、平均値が検出限界未満のことをいう。透明度（\*の部分）に関しては、砂を巻き上げる原因は評価の対象外とすることができる。
- 判定基準については、以下のとおりである。
  - ふん便性大腸菌群数、油膜の有無、COD又は透明度のいずれかの項目が「不適」であるものを、「不適」な水浴場とする。
  - 「不適」でない水浴場について、ふん便性大腸菌群数、油膜の有無、CODおよび透明度によって、「水質AA」、「水質A」、「水質B」あるいは「水質C」を判定し「水質AA」および「水質A」であるものを「適」、「水質B」および「水質C」であるものを「可」とする。
    - 各項目の全てが「水質AA」である水浴場を「水質AA」とする。
    - 各項目の全てが「水質A」である水浴場を「水質A」とする。
    - 各項目の全てが「水質B」である水浴場を「水質B」とする。
    - これら以外のものを「水質C」とする。

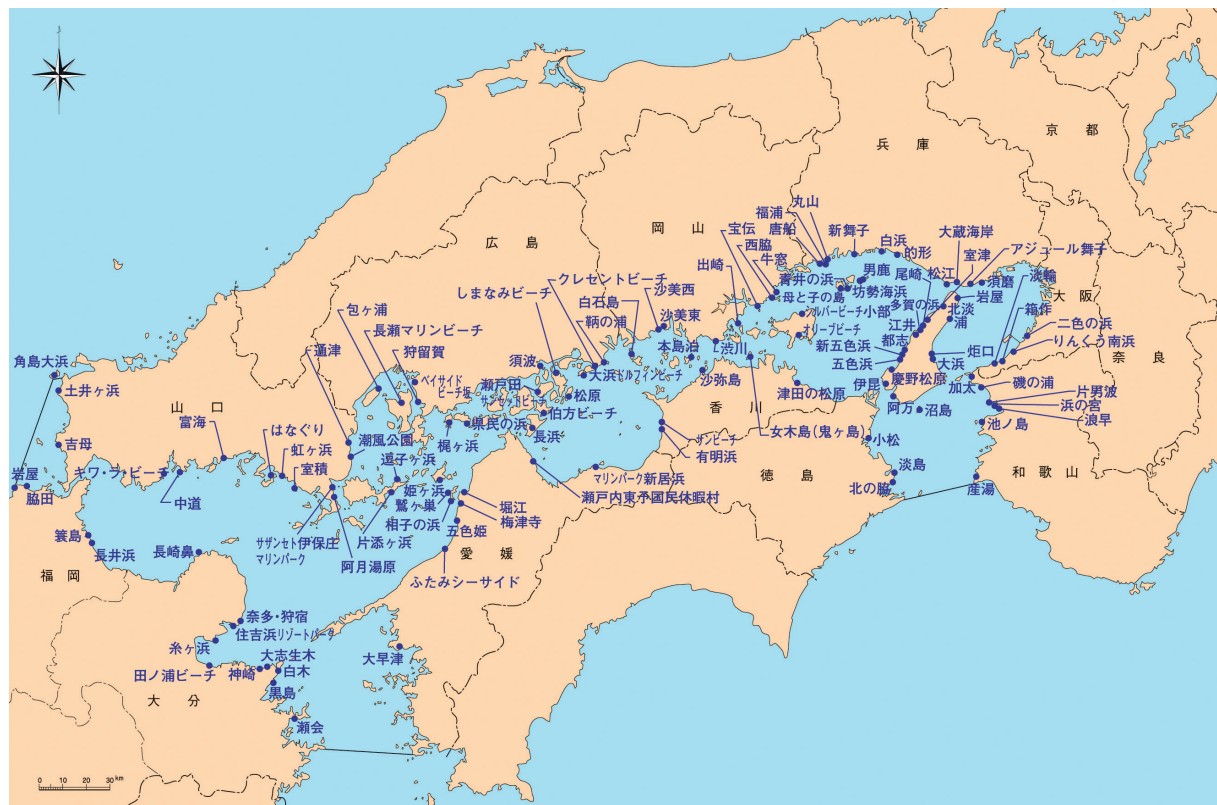


図3.6.6 瀬戸内海の主要海水浴場の位置図（出典：「水浴場水質検査結果」、環境省、平成18年7月より作成）

### 3.7 「海の健康診断」～生態系と物質循環～

#### 3.7.1 「海の健康診断」の必要性

海の環境の評価、診断はこれまで主として環境基準を基本的な物差しに行われてきた。環境基準の指標としては、CODなどの水質指標に代表されるように、特定の化学物質の濃度などの「現存量の指標」が多く用いられてきた。これに対し、近年、物の動きの状態すなわちフローを示す「円滑な物質循環」やシステムとしての「生態系のあり方」を指標として海の健康度をより包括的に評価しようという考え方が現れてきた。この背景として、近年、瀬戸内海などの沿岸域では生物の生息環境として重要な干潟や藻場を含む浅海域が大幅に消失し、生物による浄化機能などの物質循環機能が阻害され、貧酸素水塊や赤潮が頻発するなど、物質循環系や生態系のバランスが崩れてきたことがある。

劣化した生態系機能や生態系サービスの再生には、自然治癒にまかす場合も含めて、ある種の治療が必要であるから、治療の前提としては的確な健康診断、目指すべき健康状態のイメージ、治療のための処方と治療後の健康管理が是非とも必要である。このような再生においては、「場」の再生とともに「機能」の再生が極めて重要である。また、将来的には精度の高い診断法によって、環境悪化の兆候を早期に発見し、具体的な症状が現れる前に必要な処置を講じる予防医学的な取り組みが必要である。

「海の健康診断」と海健康管理については、その「あり方」の論議とともに、研究、技法の開発が必ずしも十分には進んでいないので、診断、処方、管理のいずれに

ついてもさらに充実させる必要があるが、基本的には診断結果から「何を」・「どこまで」・「どのように」再生・回復させるかがポイントである。ここで、生態系や物質循環機能などの再生に、人間がどれだけ手を貸すべきで、どの部分は自然にまかすべきかは「里海」の原理に関わる重要な点である。再生のための治療法は対症療法的か原因療法的か、またコストとエネルギーがどの程度必要かなどが基本的な検討課題となる。使用するコストとエネルギーが大きい場合には、一般に「治療による新たな副作用」として別の形で環境影響が生じるので、治療法の選定には十分な配慮が必要である。このような「海健康診断」と健康管理の対象となる沿岸環境の基本構造を図3.7.1に示した。

#### 3.7.2 海健康診断のアウトライン

「海健康診断」について、比喩的には多く語られるものの、具体的な診断マニュアルとして体系的に整備されたものは例が少ない。ここでは、シップ・アンド・オーシャン財団（現・海洋政策研究財団）のもとで検討が進められてきた「海健康診断」の概要について紹介する。この健康診断システムでは最も重要な診断項目のカテゴリーとして「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」の二つが取り上げられており、それぞれがさらに定量化できる具体的な検査項目に細分化されている。詳細は「海健康診断～考え方と方法」（海洋政策研究財団、2007）を参照していただきたい。

「海健康診断」は、人間の健康診断と同じように定期健康診断にあたる簡便な一次検査と、一次検査で疑わしい兆候が出た場合に実施する二次検査（精密検査）で

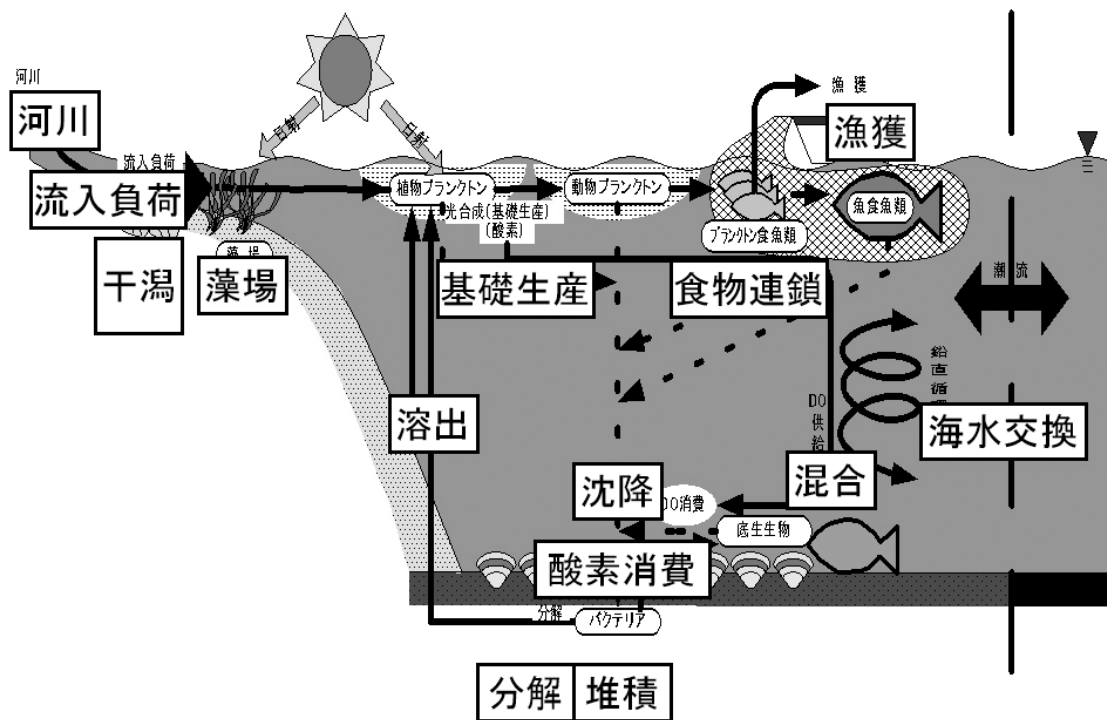


図 3.7.1 沿岸環境の基本構造

構成されている。一次検査は「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」の2つのカテゴリーの検査により成り立っており、前者を「生物組成」、「生息空間」、「生息環境」の3つの視点で、後者を「基礎生産」、「負荷・海水交換」、「堆積・分解」、「除去」の4つの視点で検査・診断し、まず一次診断カルテを作成する。一次検査は比較的容易に入手できる公共用水域水質測定結果や農林水産統計など既存の公表データを最大限活用して実施される。

二次検査は、一次検査によって疑わしい兆候が発見された場合に行うより詳細な検査で、健康悪化の原因となっている要因の特定や治療に向けた処方箋の作成を行う。これらの「海の健康診断」の全体的なしくみを概念的に図3.7.2に示す。

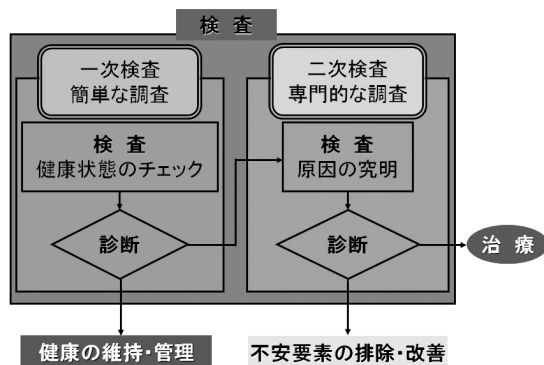


図3.7.2 「海の健康診断」のしくみ

このように、海の健康度の指標として「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」に注目した考え方を、瀬戸内海で影響の大きい赤潮や貧酸素水塊の発生の場合にあてはめてみる。赤潮は、植物プランクトン生態系の種多様性が著しく低下して、単独種のみが大増殖したような状況であるから「生態系の安定性」が著しく損なわれた状態である。また底層における貧酸素水塊の発生は、酸素の消費と供給の関係にアンバランスが生じて「物質循環の円滑さ」が損なわれていることを示している。よって、いずれの場合にも、関連指標の評価値が低くなり、少なくともこの点についての健康度が低いと診断される。

### 3.7.3 日本の里山・里海評価と「海の健康診断」の関係

「里海」の定義的なあり方として、「人の手を加えることによって生物生産性と生物多様性の両方を高く維持する沿岸海域」が提唱されている。里海の提唱者である柳(2007)は「里海」構想のなかで「瀬戸内海を『里海』とするためには、瀬戸内海で『太く・長く・滑らかな物質循環』を実現しなければならない」と述べている。すなわち、「里海」の考え方では生物生産性、生物多様性とともに物質循環も基本的なキーワードとなっている。さらに、持続的な生物生産が成り立つためには、栄養塩類から一次生産を経て高次生産にいたる「円滑な物質循環」が必要であることはいうまでもない。

前項では「海の健康診断」において、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」がともに最も重要な観点である

ことを指摘した。生態学の基本的な考え方として、「生物多様性の高い生態系ほど安定性が高い」ので、「生態系の安定性」が高い健康な海とは、概念的に単純化すれば生物多様性の高い海ということになる。また、持続的な生物生産性は前述のように「円滑な物質循環」に支えられている。つまり、「里海」の実現に必要な生物多様性と生物生産性の確保は、海の健康回復に必要な「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」を取り戻すこととほぼ同じ内容を持つことになる。

次に、日本の里山里海評価（JSSA）においては生物多様性と生態系サービスが最も重要な評価項目となっている。そこで、JSSAで重要な生物多様性および生態系サービスと「海の健康診断」の関係について記しておきたい。前述のように「海の健康診断」では、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」が海の健康度評価の最も重要な観点となっている。里海の実現が健康な海の回復とほぼ同じ内容を含んでいることはすでに述べた。つまり、極言すれば、豊かな里海の実現には沿岸域の健康回復が必要で、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」は欠かせないということになる。前述のように、「生物多様性の高い生態系は安定性が高い」ので、「生態系の安定性」が高い健康な海とは、とりもなおさず生物多様性の高い海ということになる。したがって、代表的な生態系サービスである供給サービスとしての水産資源の供給が持続的に成り立つためには、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」が必須となる。なお、生態系サービスにおける生物多様性の重要性については、たとえば、ある有用な魚種を考えた場合に、その成魚が生息できる環境のみならず、産卵場や稚魚の餌生物など、生活史のすべてに関わる多様な生物種が必要であることから推察できるであろう。なお、生物多様性の意味としては、「種の多様性」（生態系や生物群集における生物種の豊富さ）が念頭に浮かぶかもしれないが、専門的には、より広く「種の多様性」に加えて、「遺伝的多様性」、「機能群の多様性」、「群集・生態系の多様性」をも含む概念である。

以上から、JSSAの評価対象は、「里海」の考え方はもとより「海の健康診断」の評価指標と多くの共通点を持っていることがわかる。したがって、瀬戸内海健康診断結果はJSSAに対して、生物多様性と生態系サービスに関する基本的な情報を提供できるというのが本項の基本的な考えである。

### 3.7.4 「海の健康診断」の手法

「海の健康診断」では、「海域の健康な状態」を「物質循環が円滑で、生態系の安定性が高いこと」と定義し、比喩的に言えば人間の血液検査や尿検査に当たる水質検査に加え、心臓の働きの検査に相当する潮位振幅の検査、腎臓や肝臓の検査に相当する藻場や干潟の面積の検査、代謝や食習慣の検査に相当する流入負荷や分類群別漁獲量の検査など、様々な「海の営み」の検査に加え、個々の海湾が有する「体格」や「体質」にあたる地形的な特性や社会的な特徴を踏まえて検査を行う。この際、ある特定の場所や時間における「点」の情報の他に、その「点」に至るまでの「変遷」も検査対象として取り上げ

で診断することに特徴がある。

「海の健康診断」の一次検査・診断では、基本的に過去20年程度の「海の営み」の変化傾向（トレンド）に着目している。この点では、JSSAで変化傾向が注目されているのと同じ考え方である。「海の営み」の変化は検査・診断に関わる各データの過去20年間で最近3年間の平均値の比や差などで表現されている。以下にその具体的な手順、方法を記す。

まず、診断の対象となる海湾が有する「体質」を把握するため、地理的情報、気象的情報、社会的情報として、湾の形状や降水量、背後圏の人口や産業などを既往のデータを用いて整理する。次に「生態系の安定性」を検査するため「生物組成」、「生息空間」、「生息環境」の視点から、最優占分類群の漁獲量比（過去20年間で最近3年間の平均値の比）、海岸生物の出現状況（各海湾らしい種類の出現比）、干潟・藻場面積それぞれの変動比、人工海岸の割合、有害物質分析値の比（環境基準値と分析値との比）、貧酸素水の出現率（貧酸素水調査点数と貧酸素水確認点数との比）といった検査項目を選定し、農林水産統計や公共用水域調査結果、現地調査結果などのデータを使って定量的に評価する。次に「物質循環の円滑さ」を検査するため、「基礎生産」「負荷・海水交換」「堆積・分解」「除去」の視点から、透明度の差（過去20年間で最近3年間の平均値の差）、赤潮の発生日数比（赤潮調査年数と赤潮確認年数との比）、負荷滞留濃度、潮位振幅変化量（30年間の潮位振幅の変化量）、底質環境（硫化物の分析値）、底層の最低溶存酸素濃度、底生魚介類の漁獲量比（過去20年間で最近3年間の平均値の比）といった検査項目を選定した。これらの検査項目について農林水産統計や公共用水域調査結果、各県の水産試験場の研究報告などのデータを使って結果を整理した。

これらの検査結果は、良好（A）、要注意（B）、悪化（C）までの診断基準を設けて評価する。一つの視点を二つの検査項目によって診断する場合には安全側に立って診断を行うこととし、悪い方の診断結果が採用される。一方の診断結果が他方の診断結果よりも良い場合は+を付けて診断結果とする。

二次検査・診断では、一次検査・診断の結果から健康の悪化が疑われる項目について詳細なモニタリング検査や診断を行う。

一次検査診断カルテの様式を表3.7.1に、一次診断チャートによる表示法を図3.7.3に示した。この様式を利用して、シップ・アンド・オーシャン財団が、環境省の指定している全国88の閉鎖性海湾を対象に試行した結果が「海の健康診断」（2005）である。

### 3.7.5 瀬戸内海健康診断結果

#### (1) 瀬戸内海全域の一括評価

シップ・アンド・オーシャン財団が主導した「海の健康診断」では、まず、環境省に指定された日本沿岸の88の閉鎖性海湾が一次検査の対象とされた（平成16年度報告）。ただし、この環境省の指定では、瀬戸内海は「一つの閉鎖性海湾」として取り扱われている。瀬戸内海は日本最大の閉鎖性海湾で、他の87の閉鎖性海湾の全面積を合わせたよりも大きい。そのため、瀬戸内海には大

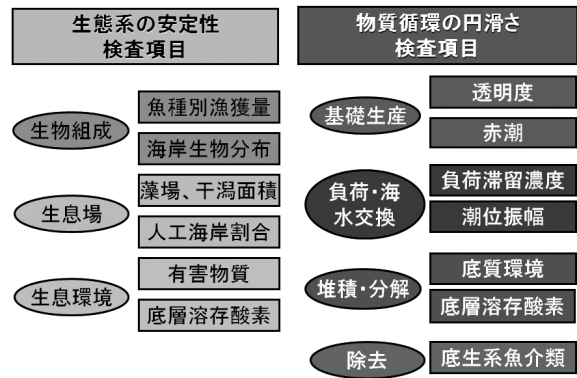


図3.7.3 一次検査項目の概要

阪湾のような汚染度の大きな海域から豊後水道のように外海水の影響が強く比較的汚染度の少ない海域まで多様な海湾が含まれる。このような状況下で、環境省の指定に基づいて瀬戸内海を「一つの閉鎖性海域」として診断することは、「海の健康診断」のあり方として相応しくないことも明らかになった。人間の健康診断にたとえれば、健康な部位と不健康な部位を合わせて平均値的な診断を下すことにどのような意味があるのかということにもなる。そのため、瀬戸内海の診断手法の経緯としては、当初の瀬戸内海の「一括診断」（平成16年度）から、平成18年度には、全国的な71閉鎖性海湾の一次検査の一環として、瀬戸内海を構成する大阪湾、広島湾などの個々の海湾の診断が実施された（平成18年度報告）。ここでは、まず、瀬戸内海の「一括診断」（16年度）から得られた診断結果を紹介したのち、個々の海湾の診断結果（18年度）を紹介したい。ただし、公表されている利用可能なデータの存否などの状況により、瀬戸内海を構成するすべての海湾の健康診断がなされたわけではない。

瀬戸内海の「一括診断」から得られた症状としてまず特徴的なのは、「赤潮の発生頻度」、「無酸素水の発生状況」のデータから、「症状別グループ分け」過程において「慢性赤潮・無酸素」海域に類型化されたことである。このことは、同時に「養殖の状況」として指摘されている盛んなノリやカキなどの養殖にも大きな影響があることを示唆している。

瀬戸内海の「一括」一次検査の評価結果を「生態系の安定性」を検査する項目から順に見てみると、「生物組成」A、「生息空間」B+、「生息環境」B+であった。「生物組成」がA判定となった主な根拠は、最優占分類群の漁獲量比（浮魚類）が1980年代後期から1990年代後期にかけてあまり変動していないことによるが、ここではより長期的な変動や海域別の変動は評価されていない点にも注意が必要であろう。「生息空間」B+の根拠の一つは、干潟と藻場の面積が1978年と1993年であまり変わっていないことであるが、ここでもより長期的な変動や海域別の変動は評価されていない。また、この項目の検査で、自然海岸の割合が、瀬戸内海全体として50%以下であることは重要な問題を提起している。「生息環境」B+の背景としては、貧酸素水調査点数と貧酸素水確認点数との比が2000年代に入って改善されてきたことがある。

次に「物質循環の円滑さ」を検査する項目を順に見て

表3.7.1 一次診断カルテの様式

| 視点      | 検査項目     | 指標(検査方法)                            | 必要な資料及び調査             | 検査内容                         |                                   |                                |   | 検査基準                            |                                   |                   |
|---------|----------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
|         |          |                                     |                       | 前処理                          | スタンダード値                           | 検査値                            | 結果  | 良好(A)                           | 要注意(B)                            | 悪化(C)             |
| 生態系の安定性 | 生物組成     | 分類群毎の漁獲割合                           | 農林水産省十年報による漁獲量データ     | 20年間の最多漁獲比率の分類を抽出し、検査対象群とする。 | 検査対象群の20年間の漁獲量平均をFs(トン)とする。       | 検査対象群の最近3年間の漁獲量平均をFt(トン)とする。   | Fs とFtの比をFを求める。F = Ft/Fs                      | 0.8 < F < 1.2かつ最近3年間増加もしくは横這い傾向 | 0.8 < F < 1.2かつ最近3年間減少傾向          | 0.8 ≥ Fまたは1.2 ≤ F |
|         |          | 海洋生物の出現状況                           | 現地生物調査                | -                            | 各海湾らしさを代表する種数をLsとする。              | 代表種のうち現地で確認された種数をLtとする。        | Ls とLtの比をLを求める。L = Lt/Ls                      | 0.7 ≤ L                         | 0.4 < L < 0.7                     | 0.4 ≥ L           |
|         | 生息空間     | 藻場・干潟の面積                            | 日本の干潟 藻場 サンゴ礁の現況(環境庁) | -                            | 1978年の干潟面積をTs(ha)、藻場面積をSs(ha)とする。 | 最新の干潟面積をTt(ha)、藻場面積をSt(ha)とする。 | Ts とTtの比、SsとStの比からT、Sを求める。T = Tt/Ts、S = St/Ss | 0.8 < T、0.8 < S                 | 0.8 < T、0.8 ≥ Sまたは0.8 ≥ T、0.8 < S | 0.8 ≥ Tかつ0.8 ≥ S  |
|         |          | 人工海岸の割合                             | 環境省自然環境保全基礎調査海岸調査     | -                            | -                                 | 最新の人工海岸の割合をM(%)とする。            | M   | 20 ≥ M                          | 20 < M < 50                       | 50 ≤ M            |
|         | 生息環境     | 有害物質の測定値                            | 公共用水域水質調査結果(健康項目データ)  | 過去20年間のすべての健康項目データを検査対象とする。  | 各健康項目の環境基準値をPsとする。                | 各健康項目の測定値をPtとする。               | Ps とPtの比をPを求める。P = Pt/Ps                      | P < 0.8                         | 0.8 ≤ P < 1                       | 1 ≤ P             |
| 生息環境    | 底層の溶存酸素量 | 底層の溶存酸素量データ(公共用水域水質調査結果、各県水試調査結果など) | -                     | 全調査地点数をOsとする。                | 溶存酸素(4.2mg/L以下)が確認された調査地点数をOtとする。 | Ot とOsの比をOを求める。O = Ot/Os       | O < 0.5かつ最近3年間Oは減少もしくは横這い傾向                   | O < 0.5かつ最近3年間Oは増加傾向            | 0.5 ≤ O                           |                   |

| 視点       | 検査項目          | 必要な資料及び調査   | 検査内容   |  |   |                            | 検査基準                            |                          |                         |        |
|----------|---------------|---|--|--|---|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|
|          |               |   | 前処理  | スタンダード値  | 検査値   | 結果                         | 良好(A)                           | 要注意(B)                   | 悪化(C)                   |        |
| 物質循環の円滑さ | 基礎生産          | 透明度   | 公共用水域水質調査結果の透明度データ   | -  | 20年間の平均をDs(cm)とする。                            | 最近3年間の平均をDt(cm)とする。        | Ds とDtの差をDを求める。D = Dt - Ds      | D < 20かつ最近3年間横這い傾向       | D < 20かつ最近3年間増加もしくは減少傾向 | 20 ≤ D |
|          | プランクトンの異常発生   | 各県が公開している赤潮発生日数   | -  | 調査年数をRs(年)とする。   | 赤潮の発生した年数をRt(年)とする。                           | Rs とRtの比をRを求める。R = Rt/Rs   | R = 0                           | 0 < R < 1                | R = 1                   |        |
| 負荷・海水交換  | 滞留時間と負荷に関する指標 | 負荷量、容積(海の基本図、海図、測量原図)、河川流量(流量年表、各県資料)、塩分(公共用水域調査、JODCデータ) | 淡水滞留時間(r-day)を求める。r = (ΣQiSi)/Qe<br>Qe: 湾外排水量、Si: 湾内平均塩分、Q: 河川流量(m³/day)、単位体積当たり負荷量(hc: mg/day/m³)を求める。Ib = Rb/Vb: COD、T-N、T-P | 水質項目ごとに以下のとおりとする。<br>COD → Ccod(mg/L) : 0.2<br>T-N → Csn(mg/L) : 0.2<br>T-P → Csp(mg/L) : 0.02 | 水質項目ごとに負荷滞留濃度Ct(x: cod, n, p)を求める。Ct = r × hc | Ct < Csx                   | 一部 Ct < Csx<br>一部 Ct ≥ Csx      | Ct ≥ Csx                 |                         |        |
|          | 潮位振幅の推移       | 実測潮位データ   | 30年間の潮位と潮位と潮位との差を求め、その線形回復より傾き(G)を求める。   | Ts : 0.05(m)   | 30年間の変化量Tt(m)を求める。<br>Tt = 30G                | Tt < 0.05かつ最近3年間減少傾向でない    | Tt < 0.05かつ最近3年間減少傾向            | Tt ≥ 0.05                |                         |        |
|          | 堆積・分解         | 底質環境  | 各県が公開している底質調査結果データ   | -  | -   | 腐化物量の最大値をSD(mg/g)とする。      | SD < 0.2                        | 0.2 ≤ SD < 1             | 1 ≤ SD                  |        |
| 堆積・分解    | 無酸素水の出現状況     | 底層の溶存酸素量データ(公共用水域水質調査結果、各県水試調査結果など)                       | -  | -  | 最新の溶存酸素量調査結果中の最低値をM(mg/L)とする。                 | 4.2 ≤ M                    | 0.5 ≤ M < 4.2                   | 0.5 > M                  |                         |        |
| 除去       | 底生系魚介類の漁獲量    | 農林水産省統計年報による漁獲量データ  | 底魚、底生生物検査対象群の20年間の漁獲量を抽出し、検査対象群とする。  | 検査対象群の20年間の漁獲量平均をFs(トン)とする。  | 検査対象群の最近3年間の漁獲量平均をFt(トン)とする。                  | Fs とFtの比をFを求める。FB = FBt/Fs | 0.8 < F < 1.2かつ最近3年間増加もしくは横這い傾向 | 0.8 < F < 1.2かつ最近3年間減少傾向 | 0.8 ≥ Fまたは1.2 ≤ F       |        |

みると、診断結果は「基礎生産」C、「除去」Aで、「負荷・海水交換」・「堆積・分解」はデータ不足などから診断されなかった。「基礎生産」Cの主たる根拠は「赤潮発生日数比」が高いためである。「除去」Aは底生魚介類の漁獲量比が1980年代後期から90年代後期にかけてあまり大きくは変動していないことに基づくが、より現状に即した診断のためには、長期的な変動や海域別の変動を評価する必要がある。

(2) 瀬戸内海の海湾別診断結果

ここからは、巻末の付録に別掲する図A.1-図A.11の各海湾の一次診断チャートと一次診断カルテならびに所見を参照しながら解説を進める。

大阪湾

大阪湾の状況は所見に「生物組成、除去(底生魚介類の漁獲量比)を除くすべての項目がC判定であり、不健康である可能性が高い。早急に二次検査を実施する必



要がある。」とされており、かなり深刻である。特に、生息空間C判定のもとになっている、藻場の減少、人工海岸の割合の極端な高さに注目する必要がある。負荷・海水交換のC判定は、負荷滞留濃度の解析において、海湾単位体積あたりの負荷量がCOD、T-N、T-Pのいずれにおいても淡水の平均滞留時間に比べて「不健康な領域」にあることを示している。簡単にいえば海水交換に比べて負荷量が大きすぎるのである。

#### 相生湾

一次診断チャートと一次診断カルテから診断された所見によれば「生息環境、堆積・分解など底層を対象として検査がC判定であり、貧酸素水による生態系への影響が今後懸念される。」とある。診断項目は少ないものの、診断された3項目については大阪湾よりもむしろ深刻な状況が示されており、早急な対策が必要である。

#### 田辺湾

一次診断チャートからは「生態系の安定性」は比較的高いのに「物質循環の円滑さ」が著しく損なわれているアンバランスな状態がみてとれる。所見には「基礎生産の変化による堆積・分解の変化が考えられる。負荷と滞留のバランスを考慮した十分な検査が必要である。」とある。湾奥には生活排水の影響や養殖業もあるので、詳しい二次検査が必要となろう。

#### 広島湾

広島湾ではカキ養殖が非常に盛んであり、周辺に造船・鉄鋼業など各種の産業活動も盛んである。診断結果は所見によれば「生息空間、基礎生産、堆積・分解がC判定であり、今後生態系の安定性への影響が懸念される」状態である。持続的なカキ養殖のためにも、生息空間や堆積・分解状況の改善を通じて生態系の安定性も回復する必要がある。

#### 三津湾

一次診断チャートと一次診断カルテから分かるように、この湾は今回診断された瀬戸内海の海湾のなかでは最も健康状態の優れた湾である。診断された6項目のうち、C判定の生息空間を除くと、他はAかB判定であった。この湾の面積は約25km<sup>2</sup>出広島湾の面積約1500km<sup>2</sup>に比べてわずか1/60程度であるが400ha以上の藻場がよく維持されている。広島湾の藻場が200ha未満であることを考えると、三津湾における藻場の規模の相対的な大きさが理解されよう。このように藻場がよく維持されている海域で、「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」がともに概して高い点は、藻場再生の効果が示唆されている点でも注目すべきである。

#### その他

児島湾、小松島湾、坂出港、志度湾、多度津港、宇和島湾の一次診断チャートと一次診断カルテ、所見を参照していただきたい。坂出港、多度津港などの港湾ではC

## 瀬戸内海

### 一次診断チャート

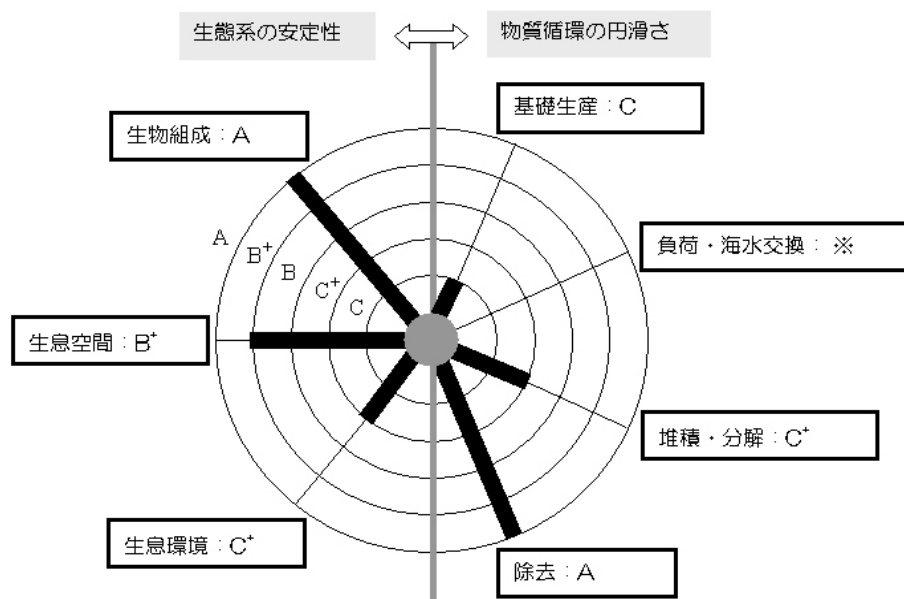


図3.7.4 瀬戸内海的一次診断チャート（平成16年度一括診断）（出典：シップアンドオーシャン財団，2005）

判定が多かった。志度湾はA判定、B判定が多く、一見、良好な状態が推定されるが、負荷・滞留濃度や貧酸素水塊に関する調査データがないため断定はできない。今後、これらのデータも補充する必要がある。他の海域では、診断結果にバランスを欠いてA判定とC判定が混在する場合などが多く、概して健康な状態は見いだせない。

### (3) 診断結果からみた瀬戸内海の特徴

ここでは、平成18年度の全国71海域の一次検査結果をもとに、まず全国的な診断状況を総括したのちに、前項の瀬戸内海の各海湾の特性を位置づけたい（図3.7.5参照）。

この全国的な検査で、最も高い割合でC判定が出た検査項目は「堆積・分解」であった。特に底質環境については全海湾の7割程度でC判定となっており、多くの海湾で陸域などからの負荷が海底に貯留されている状況が明らかになった。次にC判定の割合が高いのは「除去（漁獲）」であった。この検査項目は底生魚介類の漁獲状況を対象としており、上記の「堆積・分解」の状況と合わせると、全国的に底層・底質が病んでいる状況が浮き彫りにされたといえる。これらに次いで「負荷・海水交換」にC判定が多かったことは、日本の多くの海湾で負荷と滞留のバランスが崩れていることを示しており、端的には依然として流入負荷が大きすぎることを示

唆される。これらの三者、すなわち、「堆積・分解」、「除去（漁獲）」、「負荷・海水交換」はいずれも「物質循環の円滑さ」に関わる検査項目であるので、全国的に「物質循環の円滑さ」が損なわれているといえることができる。

一方、「生態系の安定性」に関わる検査項目では、「生物組成」、「生息空間」、「生息環境」のいずれにおいても、C判定は20%前後で、「物質循環の円滑さ」に関わる各項目に比べて明らかに低かった。これらの結果は、おそらく、「物質循環の円滑さ」が損なわれた環境でも、なんとか生物はそれに適応して生きている状況や、水質環境はそれほど悪くない状況を示しているものと思われる。

次に、ここまで示した全国的な状況に比較しながら、前項で示した瀬戸内海各海湾の特性を位置づけてみたい。全国的な状況に比べて、瀬戸内海で特徴的なことは、「生態系の安定性」に関わる「生物組成」、「生息空間」、「生息環境」のいずれにおいても、C判定が出た場合が少なくないことである。その主な理由としては、「生息空間」の診断の根拠となる人工海岸の割合の高さや、「生息環境」の診断の根拠となる貧酸素水塊の発生頻度の高さがあげられる。以上から、海の状態を総括すれば、全国的には「物質循環の円滑さ」が大きく損なわれており、瀬戸内海ではこれに加えて「生態系の安定性」も崩れている場合が少なくないといえる。

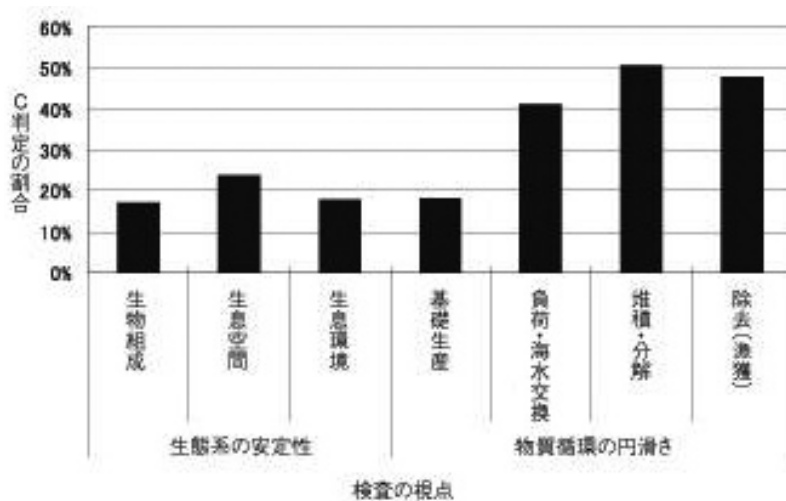


図3.7.5 検査項目別C判定出現率（全国71海域）

## 参考文献

- 井関和夫・寺脇利信 (2003) 『多様な生物群集の宝庫 藻場・干潟の回復のために』 養殖504 88-91.
- 磯部雅彦編著 (1994) 『海岸の環境創造』 朝倉書店東京 1-206.
- 稲葉明彦 (1983) 「瀬戸内海の生物相Ⅰ (軟体動物)」 広島大学向島臨海実験所.
- 稲葉明彦 (1988) 「瀬戸内海の生物相Ⅱ」、広島大学向島臨海実験所、169-171.
- 上真一・上田有香 (2004) 『瀬戸内海におけるクラゲ類の出現動向と漁業被害の実態』 水産海洋研究、68、9-19.
- 内田基晴 (2002) 「海藻の発酵について」 日本乳酸菌学会誌 13 92-113.
- 内村真之・新井省吾・吉川浩二・吉田吾郎・寺脇利信 (2003) 「広島湾の岩礁性藻場をつくる海藻の現存量とその季節変化」 藻類51123-129.
- 大阪府立水産試験場編 (1993) 「渚の環境構造とその役割に関する調査研究報告書」.
- 海洋政策研究財団 (2007) 「海健康診断」～考え方と方法. 海洋政策研究財団 (2007) 平成18年度全国閉鎖性海湾の「海健康診断」調査報告書.
- 梶田淳・新井章吾・相田 聡・谷本照巳・森口朗彦・新村陽子・寺脇利信 (2008) 「瀬戸内海の局所的で小規模な多角的に維持されるアマモ群落における堆積物組成の観察」 水産工学4549-53.
- 川崎 健・平野敏行・嶋津靖彦 (1977) 『海面埋め立てと環境変化』 恒星社厚生閣東京1-191.
- 環境庁自然保護局 (1994) 「第4回自然環境保全基礎調査」 海域生物環境調査報告書 第2巻 藻場1-400.
- 環境庁・瀬戸内海環境保全協会 (1998) 『瀬戸内海の環境保全-資料集-』 1-57.
- 児玉真史・田中勝久・澤田知希・都築 基・山本有司・柳澤豊重 (2006) 「矢作川下流におけるDS i:DIN比の変動要因」 水環境学会誌29 93-99.
- 児玉真史・小松幸生・岡本俊治・黒田伸郎・荒川純平・村上真裕美 (2008) 「河川流量の制御による内湾環境改善の可能性」 用水と廃水50 155-161.
- (財) 国際エメックスセンター (2008) 「ENVIRONMENTAL CONSERVATION OF THE SETO INLAND SEA」.
- 敷田麻美 (1998) 「日本の沿岸域の変化を追跡する-減少する自然海岸と海岸統計による分析-」 水情報18 3-6.
- 敷田麻実 (2002) 「藻場を中心とした浅海生態系の管理方式の検討」 水産工学39 21-28.
- シップ・アンド・オーシャン財団 (2002) 「海健康診断」 マスタープラン/ガイドライン.
- シップ・アンド・オーシャン財団 (2004) 平成15年度閉鎖性海域の健康診断に関する調査報告書.
- シップ・アンド・オーシャン財団海洋政策研究所 (2004) 全国閉鎖性海域の「海健康診断」の実施について-全国一斉海洋環境評価-.
- シップ・アンド・オーシャン財団 (2005) 平成16年度全国閉鎖性海湾の「海健康診断」調査報告書.
- 白幡洋三郎編著 (1999) 『瀬戸内海の文化と環境』 (社) 瀬戸内海環境保全協会.
- (社) 瀬戸内海環境保全協会 (平成18年度) 「瀬戸内海の環境保全 - 資料集 - 」
- 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所「瀬戸内海の赤潮」(1970-1998). 112pp.
- 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所「瀬戸内海の赤潮」(2004). 70pp.
- 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所「瀬戸内海の赤潮」(2006). 73pp.
- 須賀秀夫ほか: 愛媛県の海岸動物に関する研究V (2000) 松山東雲短期大学論集、31
- せとうちネット: <http://www.seto.or.jp/seto/>
- 瀬戸内海環境保全協会 (1998) 『瀬戸内海の環境保全』 1-74.
- 瀬戸内海区水産研究所 (2001) 『瀬戸内水研ニュース』 1-44.
- 瀬戸内海の環境を守る連絡会 (1997) 「蝕まれた海浜」 1-224.
- 高谷知恵子・齋藤 博・玉置 仁・森口朗彦・吉田吾郎・寺脇利信 「2005広島湾における風環境の特徴」 水産工学 41 271-274.
- 玉置仁・西嶋渉・新井章吾・寺脇利信・岡田光正 (1999) 「アマモ生育に及ぼす葉上堆積浮泥の影響」 水環境学会誌22 663-667.
- 中国新聞社 (1998) 「海からの伝言-新せとうち学-」 P. 27.
- 寺脇利信 (1997) 「広島湾の大野瀬戸・宮島周辺」 藻類45 185-188.
- 寺脇利信 (2000) 「浄化海水の多段利用による藻場造成技術. 水産業における技術戦略への提案-2010年を目指して- マリノフォーラム」 2171-73.
- 寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二 (2000) 「藻場の回復」 港湾 7734-37.
- 寺脇利信・新井章吾 (2001) 「藻場の景観模式図-8 広島湾奥部の大野瀬戸・亀瀬」 藻類49 199-201.
- 寺脇利信・吉川浩二・吉田吾郎・内村真之・新井章吾 (2001) 「広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式」 瀬戸内水研報2 73-81.
- 寺脇利信・玉置 仁・西村真樹・吉川浩二・吉田吾郎 (2002) 「広島湾におけるアマモ草体中の炭素および窒素総量」 水総研セ研報4 25-32.
- 寺脇利信 (2003) 『海岸の変遷と干潟・藻場. 生きてきた瀬戸内海-瀬戸内法30年-』 瀬戸内海環境保全協会109-115.
- 寺脇利信・浜口昌巳 (2004) 「広島湾の海岸の変遷と干潟・藻場-特にアサリなど二枚貝類資源の回復に向けて-」 瀬戸内海37 48-54.
- 徳田廣・大野正夫・小河久朗 (1987) 『海藻資源養殖学』 緑書房東京1-354.
- 中田英昭 (2006) 「海健康診断-その実践に向けて」 『海洋白書』 p.71-75.
- 南海海区水産研究所 (1974) 「瀬戸内海の藻場-昭和46年の現状-」 1-39.
- 南海海区水産研究所 (1979) 「沿岸海域藻場調査. 瀬戸内関係海域藻場分布調査報告-藻場の分布-」 1-419.
- 新村陽子・内村真之・薄 浩則・吉川浩二・吉田吾郎・寺脇利信 (2003) 「広島湾の藻場の外縁部における水環境と光透過率」 水産工学407-14.
- 西村三郎編著 (1999) 「日本海岸動物図鑑Ⅱ」.
- 日本カブトガニを守る会編 (1992) 『日本カブトガニの現況』.
- 農林水産省 (2003) 漁業センサス.
- 農林水産省 (2008) 日本の食料生産量・消費量: 魚貝類.
- 農林水産省中国四国農政支局統計情報部 (2008) 瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向.
- 野沢治治 (1973) 「地形発達の観点から見た浅海の環境と生態」 水産土木9 23-31.
- 広島市経済局農林水産部水産課・水土社 (1997) 漁業環境実態調査事業報告書.
- 藤岡義隆 (2000) 広島沿岸の生態系の変遷、環瀬戸内海会議編「住民が見た瀬戸内海」所収、技術と人間、81-92.
- 風呂田利夫 (2000) 「内湾の貝類絶滅と保全」 月刊海洋 2074-82.

- 松田 治 (2005) 「海の健康診断と健康管理」 アクアネット 5月号, p.58-63.
- 松村貴晴・岡本俊治・黒田伸郎・浜口昌巳 (2001) 「三河湾におけるアサリ浮遊幼生の時空間分布—間接蛍光抗体法を用いた解析の試み—」 日本ベントス学会誌56 1-8.
- 松永浩昌・船江克美・薄 浩則 (1992) 「三枚定刺網を中心とした漁獲結果から見た造成ホンダワラ藻場域に蝟集する魚類について」 南西水研研報25 21-42.
- 水口憲哉、山田敏之 (1998) 「有機スズ汚染の規制による減少過程Ⅴ、カキ、イボニシ、バイの復活」 1998年度日本水産学会春季大会講演要旨集、849
- 山本智子・濱口昌巳・吉川浩二・寺脇利信 (1999) 「植生の異なる実験藻場における生物群集の決定要因」 水産工学 361-10.
- 湯浅一郎 (1993) 「ヒロシマにカブトガニの生息地」 技術と人間、58-66.
- 湯浅一郎 (1999-2001) 「岩礁海岸における海岸生物の出現状況と環境構造 (1) - (5)」 中国工業技術研究所報告.
- 湯浅一郎 (2001) 「絶滅が危惧されるカブトガニ」 瀬戸内海、25、66-67.
- 湯浅一郎 (2002) 「イボニシなど巻き貝の変遷と有機スズ」 瀬戸内海、32、44-45.
- 湯浅一郎、藤岡義隆 (2004) 「瀬戸内海における海岸生物の長期変遷と指標生物」 第3回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム発表論文集、113-118.
- 吉田吾郎・内村真之・吉川浩二・寺脇利信 (2001) 「広島湾に生育する海藻類の炭素窒素含量とその季節変化」 瀬戸内水研研報353-61.
- レーチェル・カーソン (1955) 『海辺』 平河出版社
- Hallegraeff G (1993) A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- K.Imamura (1999) Assessment of marine water quality using bioindicator, MEDCOAST99 -EMECS99 Joint Conference, 91-102.
- Kasuya T Hamaguchi M and Furukawa K. (2004) Detailed observation of spatial abundance of clam larva *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay central Japan. *Journal of Oceanography*60 631-636.
- Kim DI, Nagasoe S, Oshima Y, Yoon YH, Imada N, Honjo T (2004) A massive bloom of *Cochlodinium polykrikoides* in the Yatsushiro Sea, Japan in 2000. In: *Harmful Algae 2002* (eds. Steidinger KA, Landsberg JH, Tomas CR, Vargo GA). Florida Fish and Wild Life Conservation Commission and IOC-UNESCO, St. Pete, Florida, pp.83-85.
- Koizumi Y, Kohno J, Matsuyama Y, Uchida T, Honjo T (1996) Environmental features and the mass mortality of fish and shellfish during the *Gonyaulax polygramma* red tide occurred in and around Uwajima bay, Japan, in 1994. *Nippon Suisan Gakkaishi* 62: 217-224. (in Japanese with English abstract)
- Okaichi T (1997) Red tides in the Seto Inland Sea. In: *Sustainable Development in the Seto Inland Sea, Japan - From the Viewpoint of Fisheries* (eds Okaichi T, Yanagi T). Terra Scientific Publishing Company, Tokyo,251-304pp.
- Okaichi, T. and T. Yanagi (eds) (1997) *Sustainable Development in the Seto Inland Sea, Japan*, Terra Pub., Tokyo, p.329.
- Uye, S., N. Fujii and H. Takeoka: (2003) Unusual aggregations of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in coastal waters along western Shikoku, Japan. *Plankton Biol. Ecol.*, 50: 17-21.
- Uye, S., H. Kuwata and T.Endo (1987) Standing stocks and production rates of phytoplankton and planktonic copepods in the Inland Sea of Japan, *J.Oceanogr. Sco.Japan*, 42, 421-434.
- Uye, S.and T.Shimazu (1997) Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and estimated production rates of meso- and macrozooplankton in the Inland Sea of Japan, *J.Oceanogr.Sco.*53.529-538.
- Yoon YH (2001) A summary on the red tide mechanisms of the harmful dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* in Korean coastal waters. *Bull Plankton Soc Japan* 48: 113-120. (in Japanese with English abstract)
- Yoshida G Uchimura M Hiraoka M Arai S Ishihi Y Tamaki H and Terawaki T (2002) Ecology of *Ulva* Spp. (Chlorophyta) causing green tides and coastal environment of Hiroshima Bay Seto Inland Sea. The 3rd Joint Meeting of CEST Panel of UJNRWorkshop Materials169-178.
- Yuki K, Yoshimatsu S (1989) Two fish-killing species of *Cochlodinium* from HarimaNada, Seto Inland Sea, Japan. In: *Red Tides: Biology, Environmental Science, and Toxicology* (eds Okaichi T, Anderson DM, Nemoto T). Elsevier, NY, pp. 451-454.8

## 第4章 変化の要因

---

|        |                    |
|--------|--------------------|
| 井内 美郎  | Yoshio Inouchi     |
| 石川 潤一郎 | Junichiro Ishikawa |
| 浮田 正夫  | Masao Ukita        |
| 柳 哲雄   | Tetsuo Yanagi      |
| 銭谷 弘   | Hiromu Zenitani    |

## 4. 変化の要因

### 4.1 瀬戸内海における産業と人間生活

#### 4.1.1 瀬戸内海13府県の総生産額

瀬戸内海に関係する13府県の1965年から2003年までの県内総生産額の推移を図4.1.1に示す。13府県の総生産額は、2002年には129兆8000億円に達しており、1965年から1995年までは、約0.53%の年増加率で、着実に増加してきたが、1996年以降は、ほぼ横ばいで推移している。

産業別構成比については、1965年に第一次産業は7.4%、第二次産業は40.0%、第三次産業は52.6%を占めていたが、1965年から1995年までの間に、第二次産業の比率が7.3%減少し、第三次産業は13.6%増加した。この傾向はその後、大きく変化しておらず、2002年の産業別構成比は、第一次産業は0.85%、第二次産業は25.3%、第三次産業は73.8%となっている。

#### 4.1.2 瀬戸内海13府県の工業出荷額

瀬戸内海は、浅い海岸が多いことから埋め立てによる工場用地の確保が容易であること、沿岸地域に沿って約3000万人の人が住んでいることなど、工業の発展のために有利な環境が整っている。

1950年代から1960年代にかけての高度経済成長期には、政府の所得倍増計画に応じて瀬戸内海周辺では重化学工業が成長した結果、生産能力は日本全体の30%以上を占めるに至っている。

鉄鋼、石油精製、石油化学工業などの基幹産業が瀬戸内海の周りの13府県にあるが、製造品出荷額の推移は図4.1.2に示すとおりである。この地域の出荷額は、1990年までは増加したが、それ以降は一変して、横ばいになった。この傾向は日本全体の傾向と同様である。

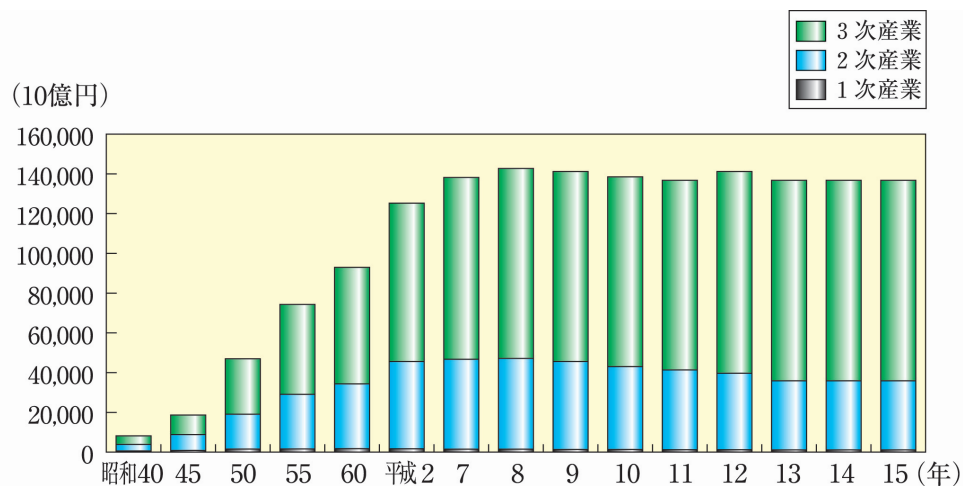


図4.1.1 関係13府県の県内総生産額の推移

(社) 瀬戸内海環境保全協会による調査

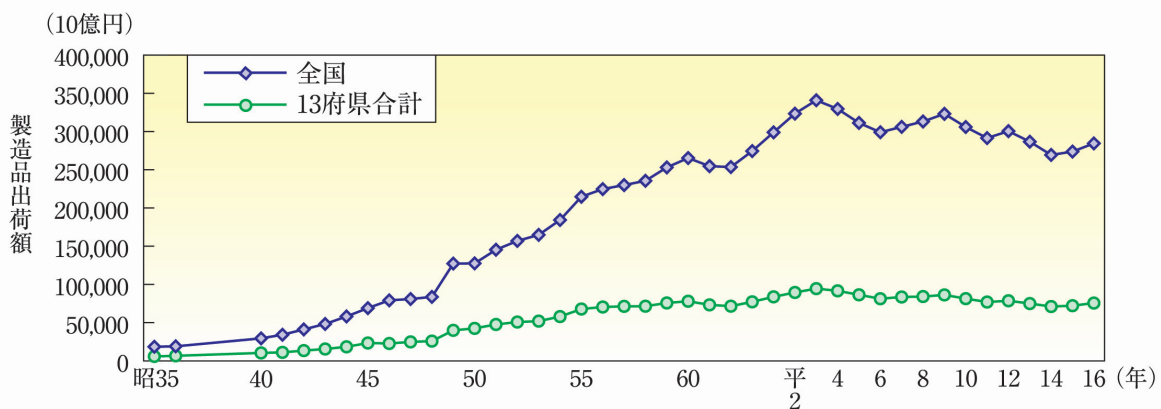


図4.1.2 関係13府県における製造品出荷額の推移 (出典: 経済産業省)

#### 4.1.3 本州-四国高速道路網3ルート建設

図4.1.3に示す17の長大橋で構成される本州-四国連絡橋は、1998年から1999年にかけて開通し、3つのルートによって本州と四国がつながっており、本州-四国間の移動所要時間は、従来の海上輸送に比べて、1/3に短縮された。時間の正確さと節約が改善されたので、瀬戸内海を横断する旅客と貨物量がかなり増加した。建設の前の輸送の主な手段はフェリーボートと旅客船であったが、多くの旅客が車を使用するようになった。しかしながら、橋の建設に約1兆8千億円もの莫大な投資が必要であったため、乗用車で4100-5450円という高い通行料が大きな問題となっている。



図4.1.3 3種類の本州四国連絡高速道路の建設 (出典：本州四国連絡高速道路株HP)

#### 4.1.4 瀬戸内海の水産業

瀬戸内海は、単位面積当たりの漁獲高が非常に高い海域である。その理由として、魚介類の成長に必要な栄養塩類が、周辺の多数の川から十分な量が流れ込むことと、多くの島、海峡、灘や大小の湾があり地形的に非常に複雑な閉鎖性海域であることの二点が挙げられる。2005年の海面漁業魚種別生産量と海面養殖業魚種別生産量をそれぞれ図4.1.4と図4.1.5に示した。

図4.1.4では、漁業生産量は、19万8000トンで、そのうちカタクチイワシが18%、シラス10%とイカナゴ10%であったことを示しており、この年の海面漁業による生産額は1011億7900万円であった。図4.1.5は、養殖業生産量が28万6000トンで、そのうちカキ47%とノリ42%で、全体の90%を占めていることを示しており、この年の養殖漁業による生産額は693億8700万円であった。

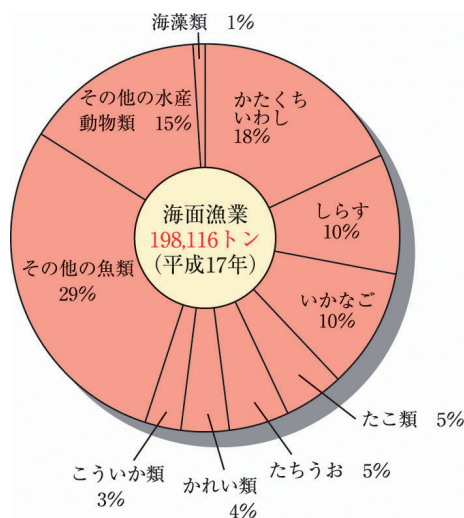


図4.1.4 海面漁業魚種別生産量構成図 (出典：農林水産省中国四国農政局統計情報部資料)

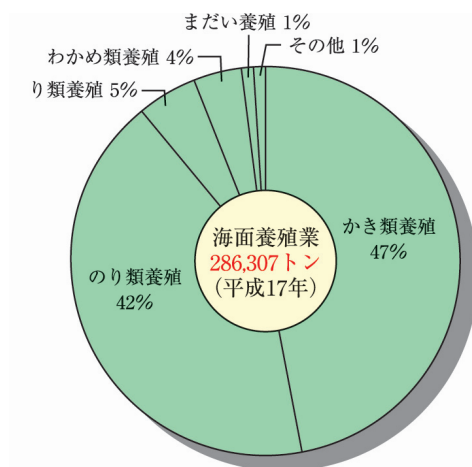


図4.1.5 海面養殖業魚種別生産量構成図 (出典：農林水産省中国四国農政局統計情報部資料)

瀬戸内海区における海面漁業生産量は、日本の漁業生産量の4.5%を、また、海面養殖漁業は、日本の養殖漁業生産量の23.5%を占めている。

2004年の瀬戸内海における沿岸漁業の生産量はおよそ49万トンに達した。漁業生産量と魚種別生産量の推移をそれぞれ図4.1.6と図4.1.7に示す。

図4.1.6は、漁業生産量の変化と養殖漁業生産量の変化は同じ傾向を示している。両者は1985年までは増加していたが、それからは減少に転じている。減少した理

由としては、藻場と干潟における水質汚染と破壊的な埋め立てにより引き起こされた魚介類の生息環境の劣化によるものと考えられる。図4.1.7は、マイワシ、カタクチイワシ、イカナゴおよびアサリの減少が顕著であることを示している。また、瀬戸内海における様々な種類の養殖漁業は、魚介類の生息環境の劣化の影響を避けた場所で行われており、これは、瀬戸内海の水産業にとって重要な位置を占めている。

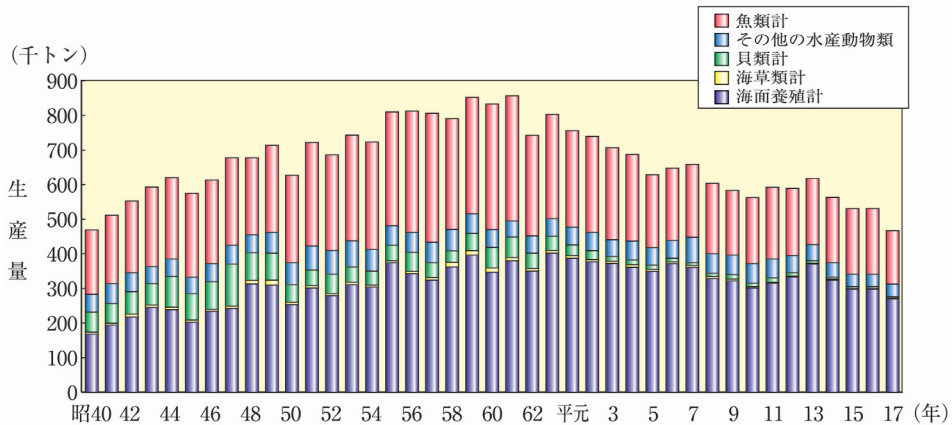


図4.1.6 瀬戸内海における漁業生産量の推移 (出典：農林水産省中国四国農政局統計情報部資料)

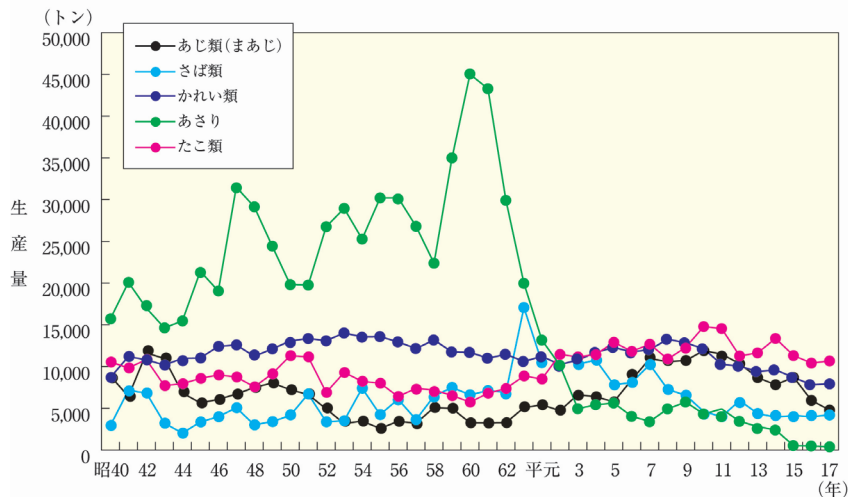
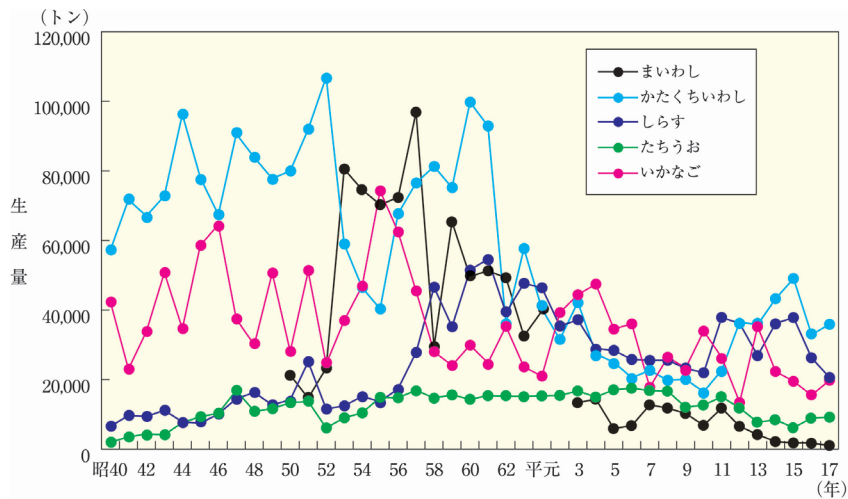


図4.1.7 瀬戸内海における魚種別生産量の推移 (出典：農林水産省中国四国農政局統計情報部資料)



#### 4.1.5 瀬戸内海の家運業

1995年に、瀬戸内海の家を出入航した船の総トン数と貨物の総量を図4.1.8と図4.1.9に示したが、それらは日本全体の50%に達していることが分かる。2003年には、比率は若干減少しおおよそ45%となったが、多くの船が主要な交通路である瀬戸内海を航行している。

たとえば、巨大船舶と爆発物・可燃物積載船を含めて、明石海峡の一日平均通行量は824隻となっている。一方、東京湾の入口の浦賀水道は671隻となっている。瀬戸内海周辺の県への入港船舶数と貨物利用状況を表4.1.1に示す。港の位置と航路は図4.1.10に示す。瀬戸内海は西日本地域の家運における重要な役割を果たしていることは明らかである。

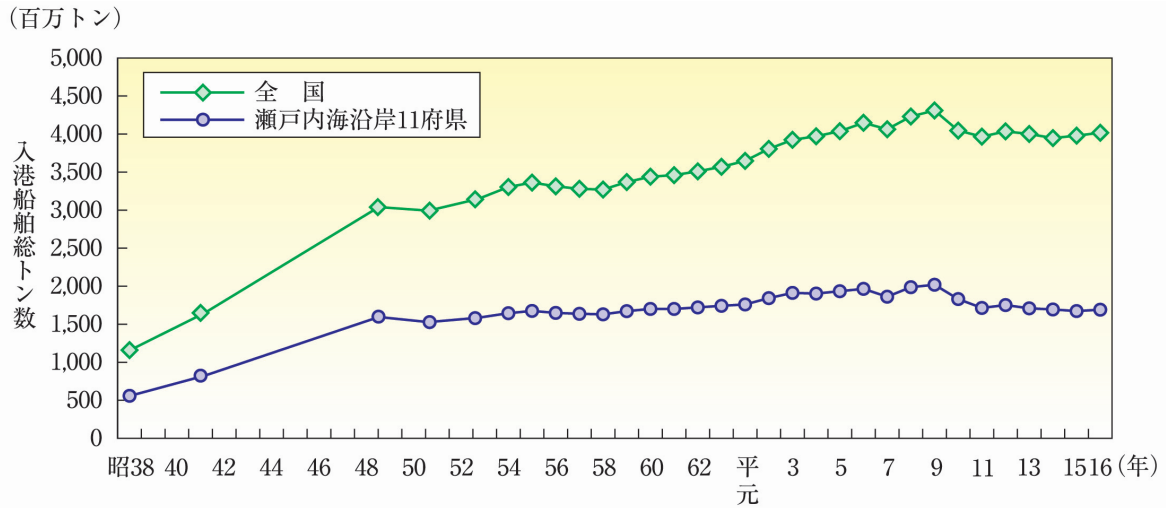


図4.1.8 瀬戸内海沿岸11府県における入港船舶総トン数の推移 (出典：国土交通省「港湾統計 (年報)」)

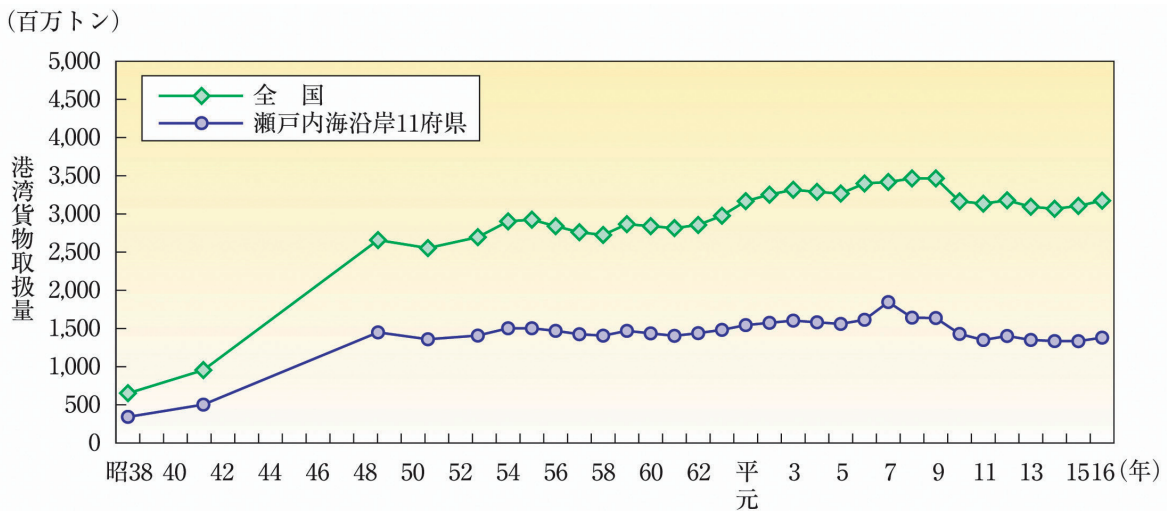


図4.1.9 瀬戸内海沿岸11府県における港湾貨物取扱量の推移 (出典：国土交通省「港湾統計 (年報)」)

表4.1.1 瀬戸内海沿岸11府県における府県別入港船舶、貨物利用状況

| 府県等             | 入港船舶数 (千隻)      |                 |                 | 入港船舶総トン数 (百万トン) |                 |                 | 港湾貨物取扱量 (百万トン)  |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | 2003            | 2002            | 2001            | 2003            | 2002            | 2001            | 2003            | 2002            | 2001            |
| 全国              | 5,642           | 5,842           | 6,015           | 3,979           | 3,974           | 4,001           | 3,105           | 3,067           | 3,094           |
| 大阪              | 92              | 96              | 8               | 223             | 226             | 230             | 164             | 160             | 165             |
| 兵庫              | 307             | 313             | 333             | 320             | 327             | 332             | 197             | 211             | 215             |
| 和歌山             | 88              | 92              | 88              | 46              | 47              | 48              | 44              | 44              | 45              |
| 岡山              | 194             | 197             | 207             | 142             | 140             | 143             | 159             | 159             | 152             |
| 広島              | 771             | 783             | 779             | 210             | 209             | 221             | 135             | 136             | 140             |
| 山口              | 192             | 205             | 185             | 130             | 128             | 119             | 132             | 127             | 127             |
| 徳島              | 29              | 34              | 37              | 30              | 29              | 32              | 22              | 21              | 23              |
| 香川              | 266             | 271             | 270             | 124             | 127             | 127             | 106             | 106             | 104             |
| 愛媛              | 342             | 363             | 382             | 156             | 168             | 168             | 91              | 90              | 92              |
| 福岡              | 138             | 134             | 138             | 183             | 182             | 184             | 165             | 161             | 162             |
| 大分              | 112             | 113             | 116             | 107             | 111             | 105             | 119             | 120             | 125             |
| 瀬戸内海<br>(対全国比%) | 2,531<br>(44.9) | 2,599<br>(44.5) | 2,643<br>(43.9) | 1,671<br>(42.0) | 1,693<br>(42.9) | 1,709<br>(42.7) | 1,334<br>(43.0) | 1,335<br>(43.5) | 1,350<br>(43.6) |

出典：国土交通省「港湾統計（年報）」

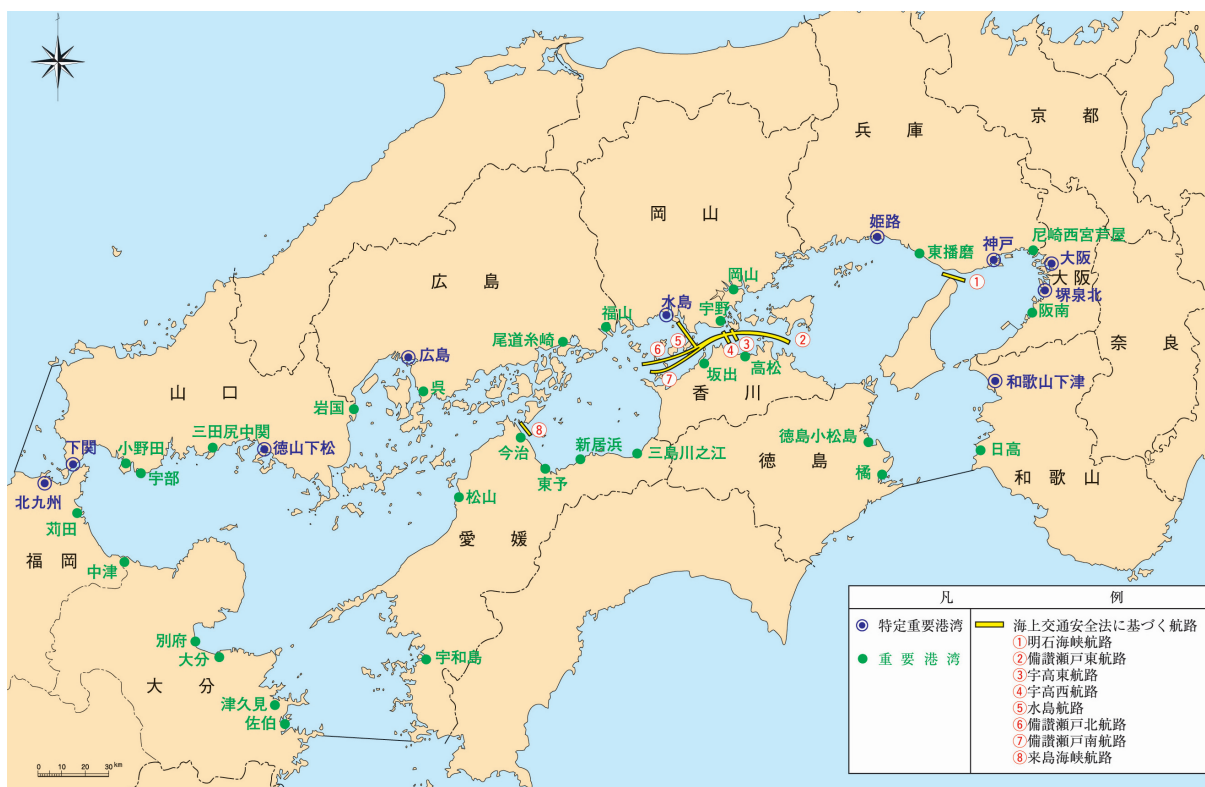


図4.1.10 瀬戸内海の港湾・航路（平成16年3月現在）

#### 4.1.6 瀬戸内海の製塩業

瀬戸内海が人との共生を示す事例として、漁業とともに、塩の生産が挙げられる。日本における塩の生産は、海水を利用し、古く縄文時代から北海道を除く沿岸域で行われてきた。江戸時代には、瀬戸内海の温暖な気候や日照時間が長いこと、海岸に広い平坦地が多くあったことから塩田が発達してきた。瀬戸内海で生産された塩は1875（明治8）年頃から「十州塩（現在の兵庫県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県）」と呼ばれ、日本の生産量の8割に達していた。これらの塩を運搬するための流通経路や海運業も発達することとなり、塩と温暖な気候を利用して醤油、味噌の生産も盛んに行われるようになった。このように、瀬戸内海の塩

作りが瀬戸内海の経済を高めることに大きく寄与してきたと言える。

しかしながら、製塩が盛んにおこなわれるようになった江戸時代頃から、瀬戸内海の地形が人為的に改変されることになった。瀬戸内海では入浜式塩田が標準的な技術として用いられたことから、塩田を確保するために浅場を埋め立てる干拓事業が盛んに行われてきた。その結果、瀬戸内海における塩田の面積は1630ha（1650町歩）に達した。瀬戸内海の代表的製塩地域である播州赤穂では、江戸時代に浅野家が開拓した塩田は133haで、総塩田面積は205haとなった。さらに、森家は新たに148ha（150町歩）を開拓し、江戸時代の約200年間で、赤穂の沿岸では281haが干拓された。

現在の製塩技術は、自然のエネルギーを利用して製塩

していた揚浜式、入浜式、流下式塩田から、油や電気エネルギーを利用したイオン交換膜や蒸発装置を利用して効率よく製造できる方法に変化した。

塩の供給量は、1905年に33万3000トンであったが、1973年頃より100万トンを超えるようになり、ここ10年間は120万トン前後を推移している。日本の製塩事業は、現在4社により行われており、そのうちの約75%の塩が瀬戸内海に面した事業所で製造されている。日本における塩の消費量は約900万トンで、国内生産で足りない量は海外から輸入されている。

塩の生産が工業的に行われるようになった結果、瀬戸内海各地で長年にわたって使われてきた塩田は、自然に戻されることなく農業用地、工場用地、住宅地へと転換されるようになり、現在に至っている。

## 4.2 瀬戸内海の流入汚濁負荷量

### 4.2.1 はじめに

里海環境に影響を与える要因としては、都市化や工業化による直接、間接の影響、浅海域の埋め立てや沿岸部の開発、護岸工事や人口構造の変化など、様々なものがあるが、中でも直接的な要因として大きなものの一つは、埋め立てなどの開発工事と、陸域からの汚濁物質の流入であると考えられる。

瀬戸内海においては、1960年代以降、日本の急速な経済成長にともなう工業生産の増大によって、汚染が進行し、赤潮が頻発し、大きな社会問題になった。工業地帯では大規模な埋め立てが行われて、海岸線は工場用地に占有され、海の汚染もあいまって、漁業権の放棄も進み、各地で里海の破壊が進んだ。

ここでは、COD、窒素N、リンPを対象として、瀬戸内海への流入量の推移について、これまでの知見を整理し、総量規制との関係、水産業との関係について考察し、今後の水質規制のあり方について提案を行う。

### 4.2.2 汚濁負荷量推定の方法

瀬戸内海への負荷量を算定するにあたっては、その対象が広範囲にわたること、過去から現在にかけての変化を見る必要があることから、原単位法によるのが有利である。原単位法は、発生源基数、排出負荷原単位、流達率を順次乗じて流達負荷（流入負荷）を計算する方法である。計算方法は以前から確立されているものの、瀬戸内海全域となると、実際の作業は膨大なものとなり、簡単ではない。

これまでに以下のような経年変化の算定が行われている。

- ①1962-1969年のCOD、N、P排出負荷量（紀伊水道、響灘、豊後水道を除く瀬戸内海）（中国地方経済連合会、1972）
- ②1957-1970年のN、P排出負荷量（響灘、豊後水道を除く瀬戸内海）（浮田・中西ほか、1972）
- ③1972年のCOD、N、P流入負荷量（紀伊水道を含む備讃瀬戸以東の瀬戸内海東部）（中西・浮田、1981）
- ④1977年のCOD、N、P流入負荷量（響灘、豊後水

道を除く瀬戸内海）（小坂、1985）

- ⑤1957-1987年のCOD、N、P流入負荷量（響灘、豊後水道を除く瀬戸内海、周防灘は1952-1987年）（日本水産資源保護協会、1994；城、1990）

- ⑥1979-2004年のCOD、N、P排出負荷量（響灘、豊後水道を含む瀬戸内海）（環境省、2008）

①は中国経済連合会の委託を受け、津田、中西らによって原単位法により算定された排出負荷である。③は播磨灘の赤潮訴訟に関連して、中西らによって算定された流入負荷である。④は文部省特別研究「瀬戸内海環境の総合評価」の一環として、浮田らによって算定された流入負荷である。⑤は日本水産資源保護協会の委託を受け、浮田によって算定された流入負荷であり、流達率も考慮してある。実質は1982年と1987年の両年について、原単位計算を行い、それ以前については、灘別排出負荷の概略計算および、⑥の一部を含む既存の資料、城らの資料などにより推定されたものである。⑥は環境省が各関係府県からの資料をまとめて、瀬戸内海への排出負荷を算定したものであり、大口の点源負荷は実測値、非点源負荷あるいは面源負荷は原単位を用いて算定されている。

本来は同じ方法で、通して算定すべき所であるが、先述したように、膨大な作業となるので、ここでは、⑤と⑥の資料をもとにして、瀬戸内海へのCOD、N、P流入負荷の推移についてまとめてみたい。

### 4.2.3 汚濁負荷量の推移

⑤では灘別に排出負荷および流入負荷が算定されているが、⑥では瀬戸内海全体の排出負荷が算定されているので、まず瀬戸内海全域における排出負荷の推移を、1957年から1987年については⑤の資料の排出負荷合計を、1989年から2004年については⑥の排出負荷をつなぎ合わせて、全体的にどのような負荷の変化をしてきたかを整理した（図4.2.1）。N、Pが一度一次生産に使われるとして増加する有機物も考慮し、COD、N、Pの負荷を $ThOD = 3COD + (19.7N + 143P) / 2$ の式により理論的酸素要求量（ThOD）の負荷として表現してある。

⑤と⑥では、算定方法が異なり、面源負荷について、使用されている原単位がかなり異なる（表4.2.1）。また、⑥では、響灘、豊後水道の負荷が含まれているが、それらの割合は、表4.2.2に示すように、1989年のN、Pについて9%前後の割合を占めている（環境庁、1990）。なお、海面魚類養殖などの負荷は瀬戸内海全域で同年N、Pそれぞれ26トン/日、2.7トン/日あると計算されているが、⑥の集計には含まれていないようである。

種々総合して、⑤と⑥の連続性をよくするため、⑥のCOD負荷に各年度160トン/日を加算し、N負荷からは各年度40トン/日を減じた。Pについては補正していない。

負荷のピークは1972年前後、CODはやや早め、N、Pはやや遅めにあると思われる。工業排水の割合は1957年の31%から1972年に55%となったが、その後漸減して、現在は29%となっている。1972年あたりからCODとPは順調に低減している。Nについては、その後1994年にも極大値を示していて、排水処理におけ

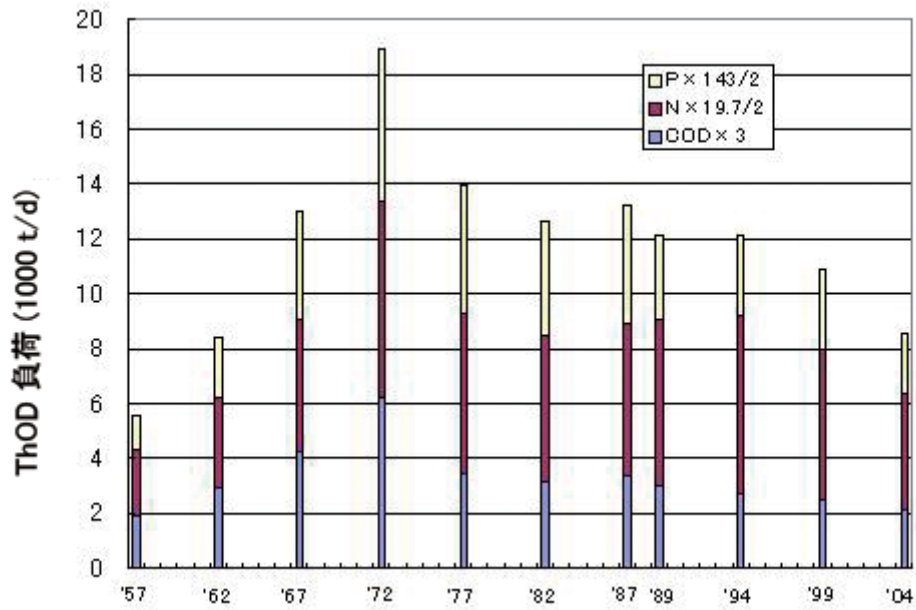


図4.2.1 瀬戸内海域の理論的酸素要求量 (ThOD) 負荷の変化

表4.2.1 ⑤と⑥の排出負荷算定に用いられた非点源からの排出負荷原単位

| 排出源の種類            |            | 排出負荷原単位 ⑤ |      |       | 排出負荷原単位 ⑥ |      |       |
|-------------------|------------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|
|                   |            | COD       | N    | P     | COD       | N    | P     |
| 家畜汚水<br>(g/頭羽/日)  | 牛          | 56        | 53   | 1.5   | 54        | 78   | 1.5   |
|                   | 馬          |           |      |       | 54        | 47   | 1.2   |
|                   | 豚          | 15.6      | 10.9 | 0.9   | 27        | 17   | 6.1   |
|                   | 鶏          | 0.20      | 0.45 | 0.019 |           | 0.64 | 0.020 |
| 肥料流出<br>(g/ha/日)  | 米          | 78        | 57   | 3.9   | 18        | 77   | 1.0   |
|                   | 麦          | 25        | 74   | 2.5   |           |      |       |
|                   | 豆          | 25        | 30   | 2.5   | 11        | 80   | 1     |
|                   | 芋          | 31        | 79   | 3.1   |           |      |       |
|                   | 野菜         | 48        | 187  | 4.8   |           |      |       |
|                   | 果実         | 32        | 141  | 3.2   |           |      |       |
|                   | 茶・たばこ      | 47        | 221  | 4.7   | 10        | 81   | 1     |
|                   | 桑          | 47        | 221  | 4.7   |           |      |       |
|                   | 飼・肥料作物     | 13        | 45   | 1.3   |           |      |       |
|                   | その他        | 1.4       | 4.8  | 0.14  |           |      |       |
|                   | 有機肥料       | 128       | 11.1 | 0.39  |           |      |       |
| 自然性負荷<br>(g/ha/日) | 森林         | 41        | 8.2  | 0.50  | 3         | 18   | 1     |
|                   | 農地         |           |      |       |           |      |       |
|                   | 市街地<br>内水面 | 41        | 8.2  | 0.50  |           |      |       |

表4.2.2 瀬戸内海への排出負荷のうち豊後海峡、響灘への負荷の占める割合 (1989)

|     | 排出源  | 豊後水道 | 響灘   | 瀬戸内海 | 豊後水道・響灘の割合 (%) |
|-----|------|------|------|------|----------------|
| 全窒素 | 生活系  | 2.5  | 6.2  | 204  | 4.3            |
|     | 産業系  | 0.5  | 22.3 | 223  | 10.2           |
|     | その他系 | 23.6 | 1.7  | 242  | 10.5           |
|     | 合計   | 26.6 | 30.2 | 669  | 8.5            |
| 全リン | 生活系  | 0.24 | 0.55 | 16.6 | 4.8            |
|     | 産業系  | 0.17 | 0.94 | 14.5 | 7.7            |
|     | その他系 | 2.09 | 0.05 | 11.3 | 19.0           |
|     | 合計   | 2.50 | 1.54 | 42.3 | 9.6            |

る除去効率が良くないこともあって、低減が遅れている。

最近の負荷の動向について、前項の⑥の資料をもとにして、紹介しておく。図4.2.2、図4.2.3、図4.2.4にそれぞれCOD、N、Pの瀬戸内海における発生負荷の推移を、生活系、産業系、畜産・農業・山林などの「その

他系」ごとに示している。CODについてはその他系の割合がN、Pに比べて小さい。逆にNについては、その他系の割合がCOD、Pに比べて大きい。COD、Pが比較的順調に減少しているのに対して、Nの減少はようやくここ10年の間に減少の傾向を見せるようになった。

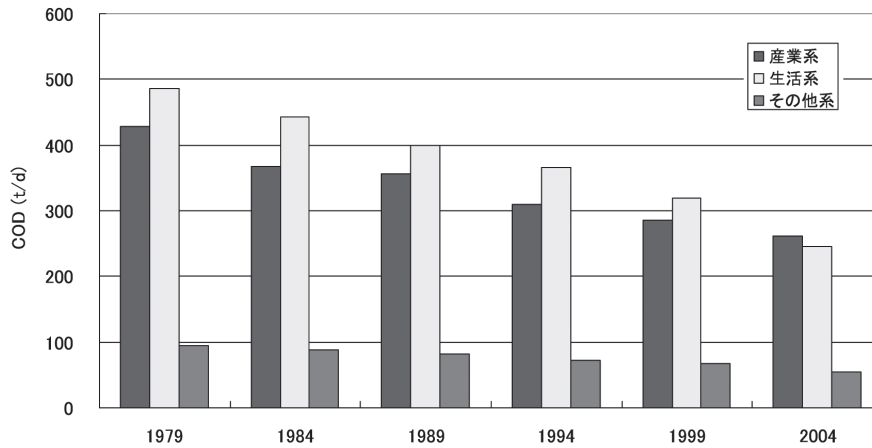


図4.2.2 瀬戸内海におけるCOD排出負荷量の変化

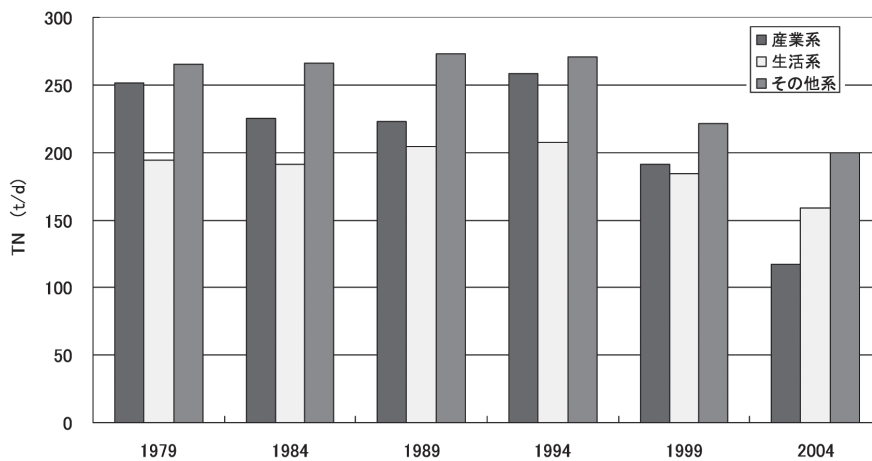


図4.2.3 瀬戸内海における全窒素 (TN) 排出負荷量の変化

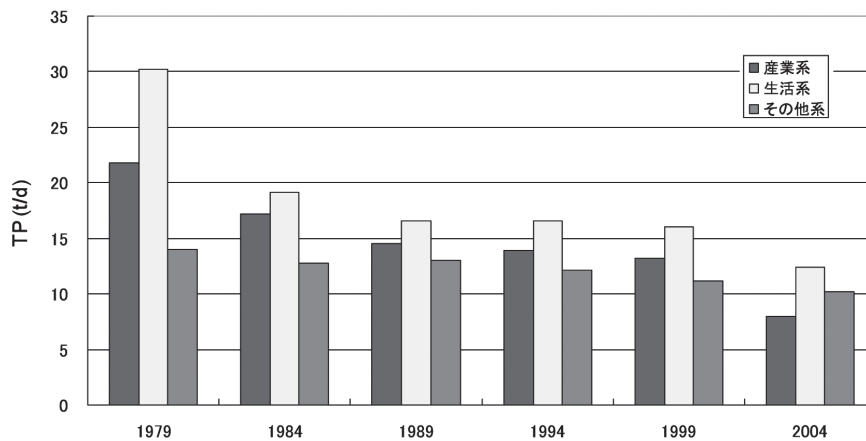


図4.2.4 瀬戸内海における全リン (TP) 排出負荷量の変化

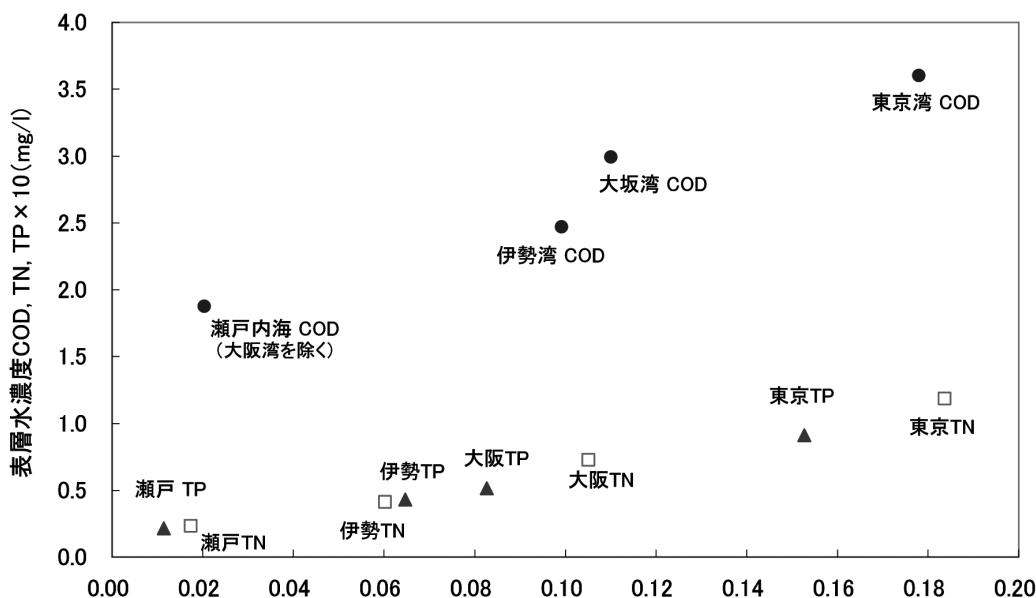


図4.2.5 日本の主要内湾におけるCOD、TN、TP面積負荷と表層水濃度の関係

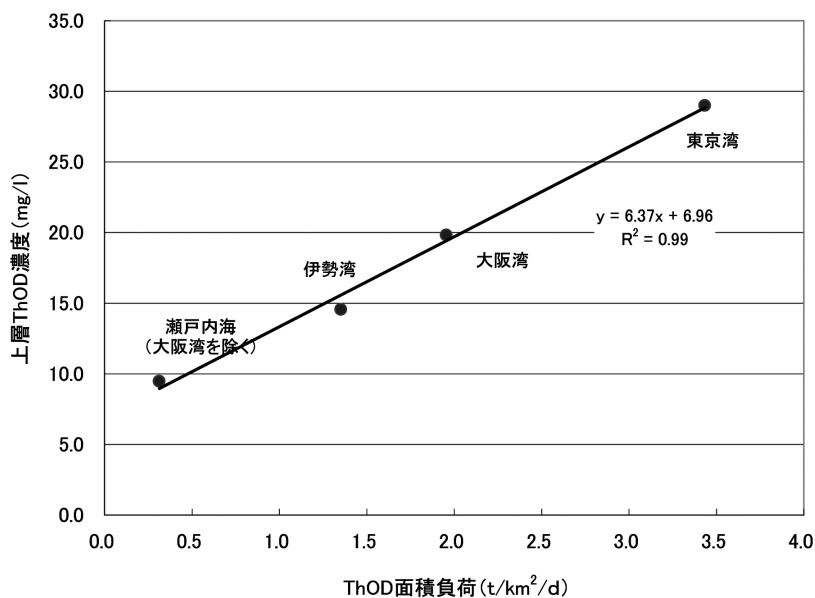


図4.2.6 主要内湾のThOD面積負荷と表層ThOD濃度の関係

負荷量と海域水質の間には当然それなりの関係が見られ、日本の主要内湾における、海面面積当たりのCOD、TN、TP負荷とそれらの上層水の濃度の関係をプロットしてみると、図4.2.5のようになり、それぞれ直線的な関係にあることがわかる（中央環境審議会水環境部会総量規制専門委員会，2005）。有機汚濁負荷としてCOD、TN、TPをThODとしてまとめたものと、上層COD濃度の関係をプロットしてみると、直線的な関係にあることがわかる（図4.2.6）。

#### 4.2.4 水質総量規制について

瀬戸内海では、東京湾、伊勢湾とともに、1979年度より2005年度まで6次にわたり、国と府県による水質総量規制が実施され、汚濁負荷量の削減対策が推進され

てきた。閉鎖性海域の水質保全には水質汚濁防止法による水質基準のみでは不十分として、負荷量の規制が加えられたわけである。具体的には排水量が50m<sup>3</sup>/d以上の工場・事業場に対する総量規制の他に、下水道、浄化槽等の生活排水処理施設の整備、未規制事業場に対する削減指導などが行われている。当初はCODのみであったが、2002年の第5次よりはN、Pについても対象になっている。その方法は、まず国によって、削減目標量に関する総量削減基本方針が定められ、これに基づいて、関係府県はそれぞれ削減目標量に関する総量削減計画を定める。

工場・事業場の業種は再分類の232にもよる。それぞれ国によって定められた上限・下限の濃度範囲内で、府県知事が各業種の濃度基準値を定めることになる。流量は特定施設の届出により縛られるため、これによっ

て負荷量が管理できる。また、特定施設の排水量の届出時期が、CODは1980年7月以前、2001年7月以降とそれらの間、N、Pは2002年10月以前と以降について、それぞれ異なる値が設定され、段階的に濃度基準値が厳しくなる方向の規制が行われた。ただし、第6次においては、瀬戸内海は大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海に分け、大阪湾については、なお水質改善のため特にN、Pの総量規制の強化を図ることとされるが、後者についてはCODは水質悪化を防ぎ、N、Pについては現状水質の維持を目的とすることとしている。

前述した⑥の1979年以降の排出負荷量の減少はこの総量規制の実施効果の表れであると考えられる。

#### 4.2.5 有機汚濁負荷量と漁獲量の関係

「水清ければ魚住まず」ということわざがあるが、ここで有機汚濁負荷量と漁業生産量の間を見よう。瀬戸内海の汚濁負荷量はおそらく1970年代の前半にピークがあり、その後は減少している。一方、漁業生産量は1985年をピークにして減少の一途をたどっている。残念ながら、負荷量については先述したように、一貫して同一の方法で計算されたものがないので、主として漁獲量の増加期と減少期にわけて、解析してみる。

まず、最近の漁獲量の減少期を中心に、環境省によるCOD、TN、TPの発生負荷量をThODとしてまとめたものと、養殖を含めた総漁獲量（瀬戸内海環境保全協会）の両者の推移を1980年から2005年まで、5年おきに並べて見た（図4.2.7）。

ただし負荷量は漁獲量の1年前の値、すなわち1979年から2004年の値を用いている。漁獲量は1985年に1980年と比較してわずかに増加したが、その後は、負荷量の減少と並行して減少している。

次に、1957年から1987年の、漁業生産量の増加期について、筆者らが原単位計算により算定した、瀬戸内海への流入負荷（4.2.2の⑤）と日本水産資源保護協会によってまとめられている漁獲量データ（日本水産資源保護協会、1986）を対応させてみる。ただし、1963

年以前の海面養殖のデータがふぞろいな部分は内外挿により推定した。また、上述の資料は1984年までのデータであり、1985-1988年については最近公表されている値を用いるが、海面漁獲量については、1984年までの値と比較して最近の公表値は5%程度大きい値となっていることを考慮して補正した値を用いている。漁獲量データはやはり1年ずらして1958年から1988年のデータを用いる。5年おきの負荷量と漁業生産との関係は図4.2.8に示すとおりである。負荷量は1972年にピークとなり、それ以降減少しているが、海面漁獲は5年後にもなお増加、海面養殖は15年後にもなお増加していることが見てとれる。図4.2.9は同期間のデータからThOD負荷と漁獲と養殖を合計した漁業生産量の関係を年代順につないでみたものである。1972年以降負荷量が低下して、1982年に比較して1987年には若干負荷が増えているが、少なくとも15年間は漁業生産量は増加していることが確認できる。

次に灘別に負荷と漁業生産量の間を見よう。図4.2.10は、1982年について、各灘への窒素、リンの流入負荷量と、同じく各灘別の漁業生産量中に含まれる窒素、リンの水揚げによる回収量とを、それぞれ海面面積当たりの形で比較したものである。ただし、この場合は漁業生産量も1年遅らせて負荷量と同じ1982年の値を用いて計算されている。

水揚げによる負荷の回収率はおおむね5%から15%の範囲であるが、リンより窒素の方がやや高い傾向を示す。灘別に見ると、外海に近く、負荷が比較的小さい、あるいは大阪湾など内海部から負荷の供給を受ける伊予灘や紀伊水道、養殖の盛んな播磨灘、漁場条件が優れているためか、燧灘・備讃瀬戸では回収率が高い。いずれにしても灘別にみても、有機汚濁負荷の大きいところで、漁業生産量も大きい傾向が認められる。最も面積当たり回収量が多いのは大阪湾であり、面積負荷量は4トンN/km<sup>2</sup>/年、0.45トンP/km<sup>2</sup>/年である。ただし、面積当たりの生産金額の方は、低価格魚が多くなる関係で燧灘・備讃瀬戸の半分程度にとどまる（浮田・中西、1992）。

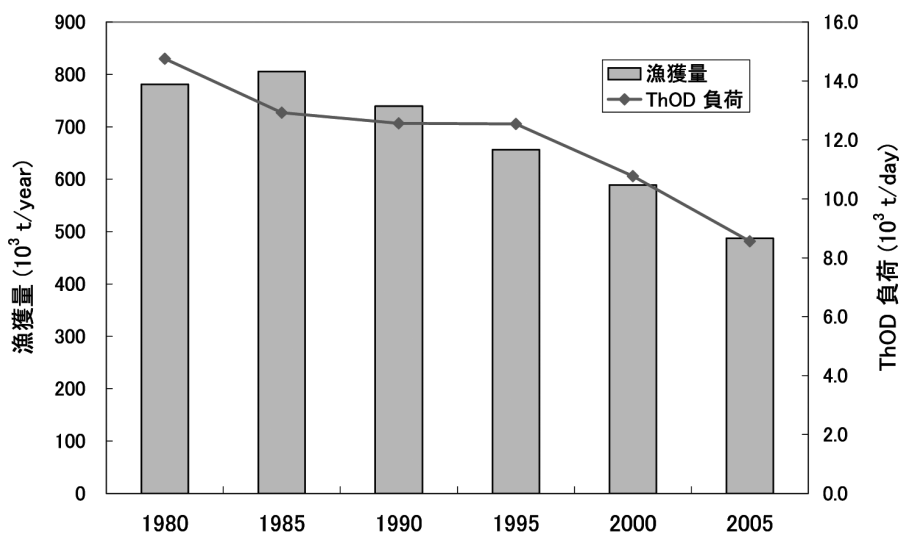


図4.2.7 瀬戸内海におけるThOD負荷と漁獲量の関係

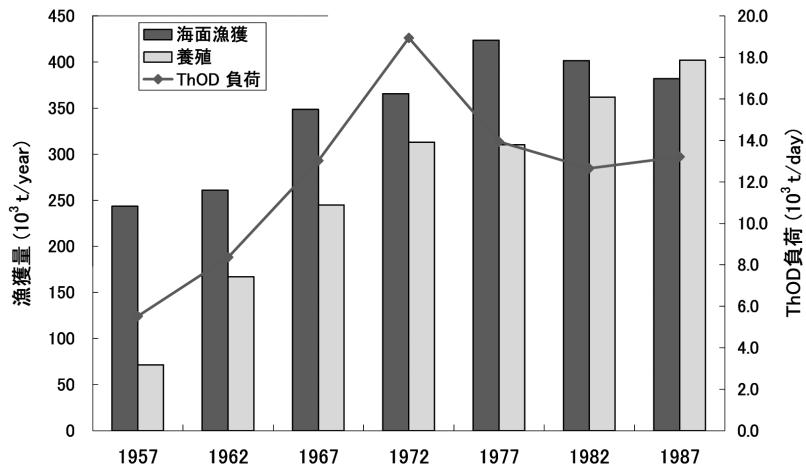


図4.2.8 1957年から1987年における瀬戸内海のThOD 負荷と漁獲量の関係

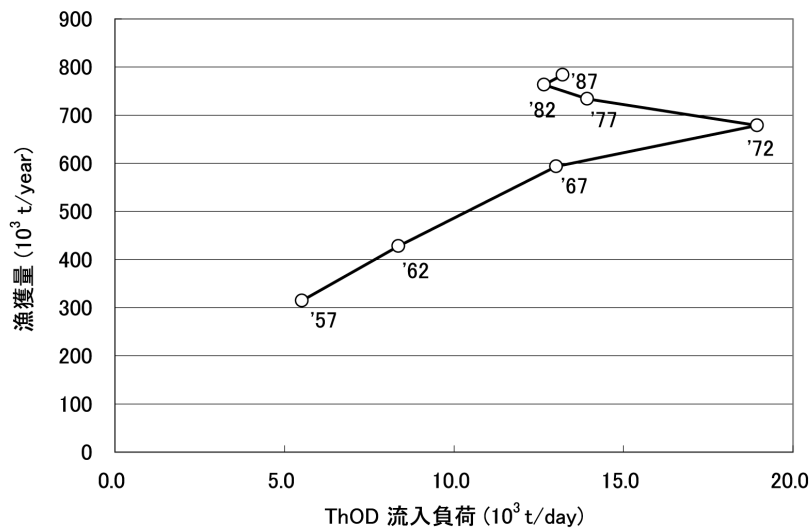


図4.2.9 1957年から1987年における瀬戸内海のThOD 流入負荷と漁獲量の関係

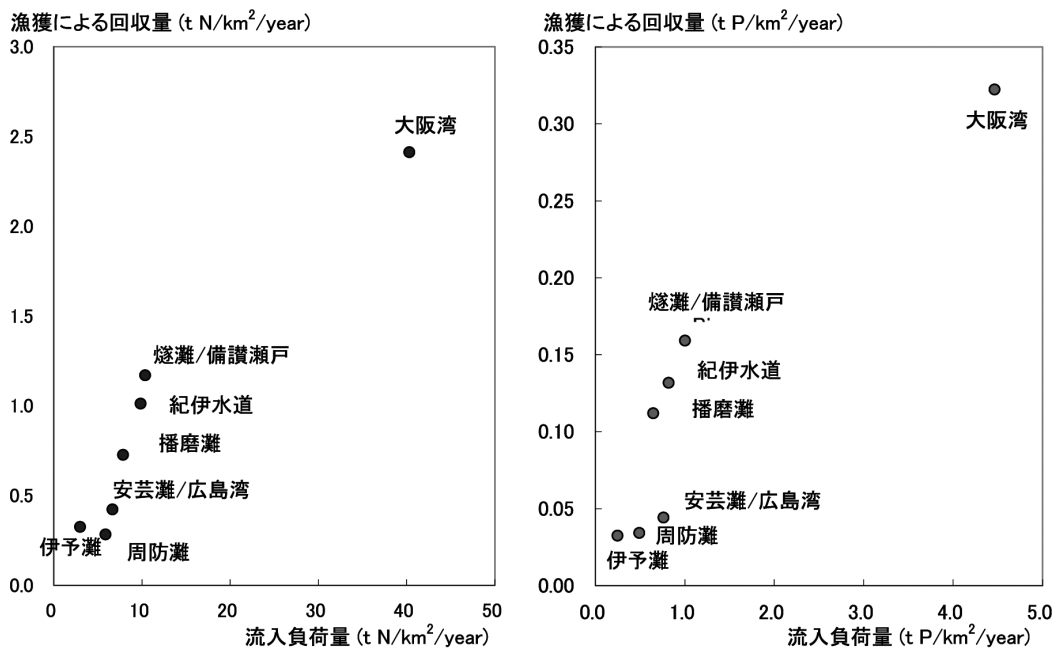


図4.2.10 瀬戸内海の流入負荷量と漁獲による回収量の関係 (1982)



なお瀬戸内海全体のN、P回収率は、1970年でそれぞれ3.4%、3.4%と低かったが、漁業生産は減少したものの負荷量がそれ以上減少していることを反映して、1990年にはそれぞれ4.9%、5.5%と高くなっている。

最後に、周防灘について負荷と漁業生産の関係を少し詳しく見てみよう。周防灘は干潟に恵まれており、貝類を中心とした底ものの漁獲が多いことと、宇部地区の肥料工業が盛んであったことに関係してノリの生産が多かったことが特徴である。しかし近年、貝類、ノリともに不調で、漁業生産量の落ち込みは非常に顕著であり(図4.2.11)、水産業は危機的な状況にある。図4.2.11には、山口県の主要なノリ漁場である、下関、宇部、防府のノリ漁場の10月から3月の無機態窒素濃度レベルの変化(山口県水産研究センター)も示しているが、ノリ生産量の減少はこの栄養塩の減少によく追従している。

残念ながら、最近の周防灘への流入負荷量のデータがなく、また漁業生産量についても灘別統計が不十分であるので、漁業生産量の増加期の1952年から1984年の

負荷量と生産量の関係を図4.2.12に整理した。1950年代から負荷の増加に対応して漁業生産量も1972年までは増加している。負荷は1973年がピークであるが、周防灘では瀬戸内海全域とは異なり、漁業生産量は早くも1972年をピークに減少し始めている。1970年代後半から、漁業努力により少し盛り返してはいるが、その後1985年前後をピークに減少を続け、山口県瀬戸内海側の漁業生産量を見ると、最大値は1973年の8.8万トン、その後1984年の6.9万トンを一時的な極大値として、その後は単純に減少を続け、1999年には3万トン以下にまで低下している(山口県農林水産統計年報、各年次)。

周防灘の場合では、宇部地区を中心に肥料工業が盛んで、窒素、リンの負荷が大きく、1974年には、全国に先駆けて宇部市と企業の間で、工場排水の窒素、リン濃度に関する協定が締結されている。折しもCOD対策を主眼に置いた水質汚濁防止法の施行ともあいまって、1970年代における工場排水の改善は顕著であった。

図4.2.13は宇部市の資料(宇部市環境部、各年次)か

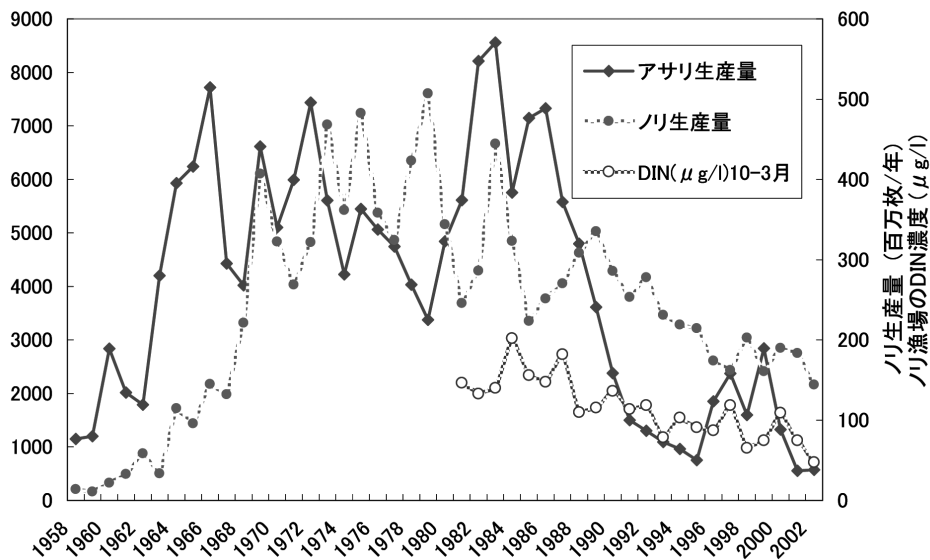


図4.2.11 山口県周防灘におけるアサリとノリの生産量変化

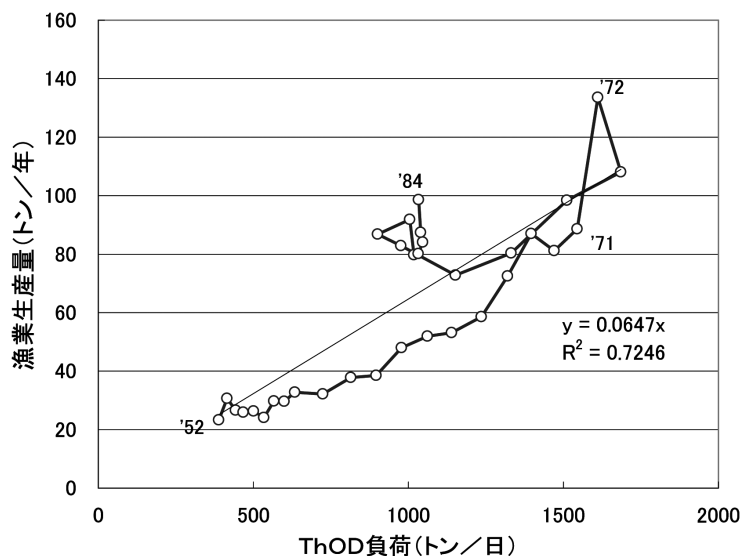


図4.2.12 周防灘におけるThO流入負荷と漁業生産量の関係

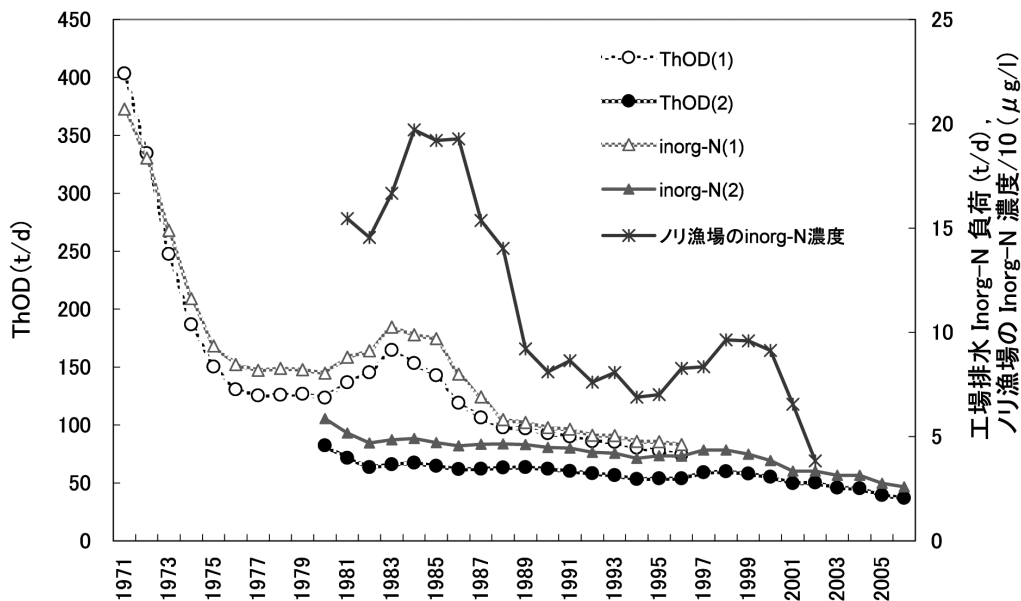


図4.2.13 宇部海域の工場排出負荷量とノリ漁場の水質変化

ら、宇部地区の工場排水による、海水冷却水などは除外した正味の無機態窒素（inorg.N）およびThOD負荷の推移を推定した結果を示している。それぞれ、1971-1996年と1980-2006年まで2通りの推定が行われているが、そのままのデータを並べて示している。inorg.NとThOD両者の変化の傾向はほとんど同じである。

図4.2.13には同時に宇部のノリ漁場におけるinorg.Nの年平均値の推移（浮田・中西，1992）も合わせて示している。1983年、1984年に一度、工場排水の負荷が増大しているが、これはノリ漁場におけるinorg.Nの濃度にもそのまま反映されていて、工場排水の影響が大きいことがわかる。

#### 4.2.6 考察

##### (1) 水産業との関係と適正負荷量管理について

前項で見たように、COD、N、Pの有機汚濁あるいは富栄養化関連の負荷量と漁業生産量の間には明らかに密接な関係がある。しかし当然これらの間に、常に直線的な関係があるわけではない。漁業生産量には資源量のほかに、種苗放流など漁業努力や養殖の影響も受ける。自然の大きな変動の影響も受ける。浅海部の埋め立てや開発の影響も考慮されなければならない。それにもかかわらず、1970年代初期までの負荷増加期の前・中期および、1985年以降の負荷減少期の中・後期においては、負荷と漁業生産量の間には直線的な関係が見られる。1970年代前半から1985年にかけての、負荷減少期に入ってからの漁業生産量の増加は、それまでの栄養塩の底泥等への蓄積や漁業努力に支えられたものであると考えられるが、近年の急激な生産量の減少は、経済成長期に行われた浅海部の埋め立てや様々な開発の影響が表面化してきている可能性もある。

私たちが瀬戸内海から受ける恩恵はもちろん水産に限ったことではなく、海水浴、アメニティ・修景、気候緩和、海上輸送など、様々なものがある。特に海水浴や

修景などの面では、よりきれいな水質が要求される。1970年前後には富栄養化のため、赤潮が頻発し、快適な海水浴を楽しむこともできなかったため、COD、N、P負荷の削減対策を進めてきた。水質がきれいになるにつれて、潮干狩りのアサリがとれなくなり、瀬戸内海の生物生産性の低下が感じられるようになってきた。

きれいな海と、豊かな海の両立は同時には難しいかもしれないが、今後は、空間的、時間的によりきめの細かい栄養塩管理を行って、これまでとは異なった水質管理をしていく必要がある。たとえば適切な時期にノリ漁場の施肥を行ったり、アサリ漁場への適切な施肥や耕耘の効果を検討することなどである。

それと同時に、これまで失われてきた、浅海部特に藻場・干潟の生物生産性、水産資源保全の役割について、明らかにし、注意を払っていく必要がある。現在経済発展中の中国ではどんどん浅海部の開発が進みつつあり、あたかも日本の1970年前後に似た状況にあるが、現在好調の漁業生産も将来打撃を受ける可能性は大きいのではなかろうか。

##### (2) 有機汚濁負荷とその他の負荷について

本節では富栄養海域の有機汚濁に関連する項目として、COD、N、Pを取り上げ、またこれらの指標を植物プランクトンの組成を考慮して、N、Pが1回植物プランクトンに利用されたとした場合に生産される有機物量に換算する形でThODという指標でまとめて評価してきた。しかしCODはそのまま魚の餌になるわけではなく、むしろCOD由来の有機物は含めない方が合理的かも知れない。今後の検討課題である。

また、近年、N、P以外でも、鉄（Fe）や珪素（Si）などの他の栄養塩も基礎生産を制限している可能性があるとの指摘が多くなされるようになってきている。たしかに沿岸水に鉄塩を添加すると一次生産が増えることを確認しており（浮田ほか、未発表）、鉄不足は外洋水だけではなく沿岸水でも不溶化しやすいために不足がちに

なり、フミン質などキレート剤との共存や鉄の利用性の問題など、今後考慮すべき重要な課題であると思われる。

底質環境が嫌氣的になると底泥中のFeやPが溶出する現象があるが、全体的に水質改善が進み、貧酸素水塊の解消が進むと、たしかに赤潮や、青潮の発生は抑制することができるものの、同時に海域の基礎生産量も減少することになるということも頭に置いておく必要がある。

また栄養塩とは別問題であるが、砂浜の維持や、藻場・干潟の泥土供給の観点から、微細土粒子の負荷や、出水時の砂の流出負荷についても、今後の課題である。

#### 4.2.7 おわりに

本節では、瀬戸内海全域を主対象にして、漁業生産が里海の最大の生態系サービスであり、里海の基盤であると考え、COD、N、Pの汚濁負荷の経年変化を整理したうえで、負荷と漁業生産量の関係について考察し、以下のことを明らかにした。

- ①海域が異なっても、面積当たりの負荷量と表層の水質の間には直線的な関係が見られる。これまでの富栄養化対策は水質改善に重点を置きすぎたきらいがあり、今後は時間的、空間的に、よりきめの細かい栄養塩管理が求められる。
- ②COD、N、P負荷が大きくなるほど、漁業生産量は大きくなる。富栄養化が進みすぎると、生産量は増えても、低価格魚の割合が増えるため面積当たり

の生産金額はむしろ低くなる。

- ③負荷のピークと漁業生産量のピークの間には10-15年の遅れがあるが、これはそれまでの負荷の蓄積と漁業努力によると考えられた。

今後の明らかにすべき課題としては、

- ①全期間を通して、同じ方法で推定された負荷量、漁業生産量のデータを用いた解析
- ②藻場・干潟、浅海域の漁業生産に及ぼす影響の定量評価
- ③窒素、リン以外の鉄などその他ミネラル類の負荷量や利用性の変化とその影響解析
- ④微細土粒子や砂の供給負荷量の変化とその影響評価などがある。

#### 4.3 瀬戸内海の埋め立てと海岸線

瀬戸内海では1950年代から、沿岸域の多くが工場用地や港湾施設のために埋め立てられ、製鉄業、石油化学工業、造船業といった重工業を中心として集中することになった。

表4.3.1と図4.3.1に、埋め立て面積の推移を示す。埋め立て許可面積は1965-1972年までが目立って多いが、1973年以降は、図4.3.2に示すように急に減少する。これは、この年に「瀬戸内海環境保全特別措置法(瀬戸内法)」が成立したからである。

瀬戸内海周辺のある地域では、埋め立てられてきたところもある。表4.3.1に示すように、1898-1924年

表4.3.1 瀬戸内海における埋め立て面積

| 累積                   | 期間 |           | 面積 (km <sup>2</sup> ) | 年数  | 平均  |
|----------------------|----|-----------|-----------------------|-----|-----|
|                      |    | 1898-2007 |                       | 455 | 110 |
| 内訳                   |    | 1898-1924 | 35                    | 27  | 1.3 |
|                      |    | 1925-1949 | 66                    | 25  | 2.8 |
|                      |    | 1950-1973 | 225                   | 24  | 9.4 |
|                      |    | 1974-2007 | 129                   | 34  | 3.8 |
| 瀬戸内海の全体面積            |    |           | 23,203km <sup>2</sup> |     |     |
| 埋め立て面積 / 全体面積        |    |           | 2.0%                  |     |     |
| 埋め立て面積 / 浅場面積        |    |           | 20%                   |     |     |
| (浅場とは10mより浅いところを示す。) |    |           |                       |     |     |

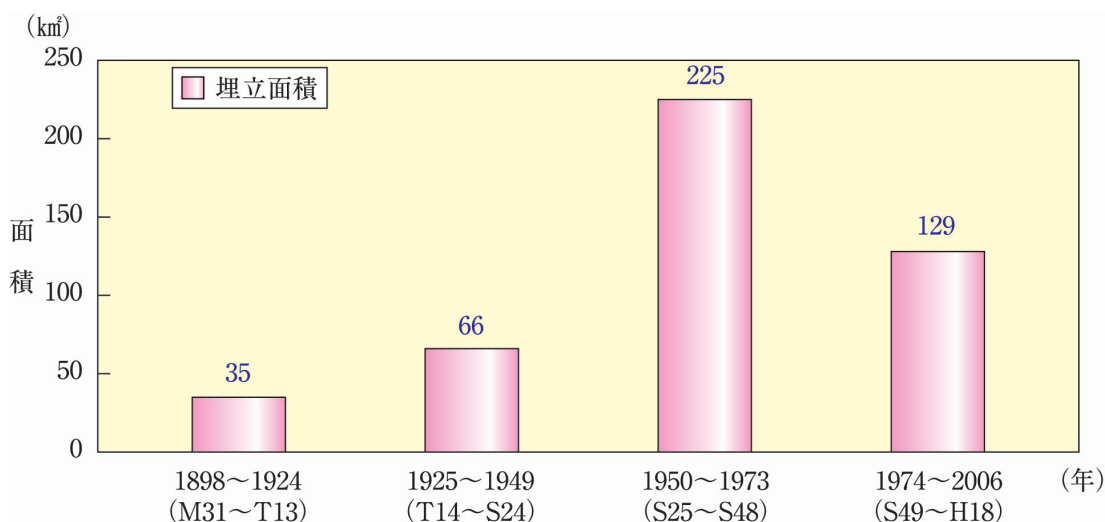


図4.3.1 瀬戸内海の埋め立て面積の推移 (出典：国土交通省、環境省調べ)

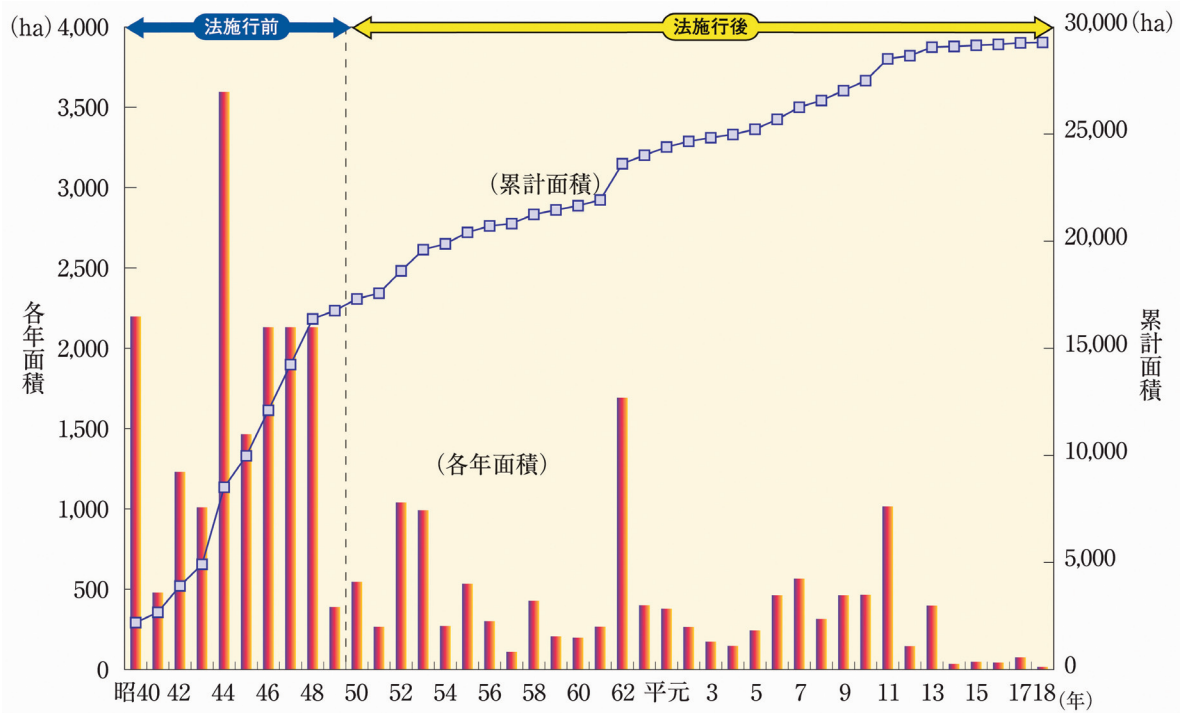


図4.3.2 瀬戸内海における埋め立て免許面積の推移

1. 環境省調べ
2. 1971-1973年は1月1日-12月31日、1973年は1月1日-11月1日、1974年以降は前年の11月2日-11月1日の累計（瀬戸内海環境保全臨時措置法は、1973年11月2日に施行）
3. 図中の1971年から1973年の値は、3年間平均の数値を示した。



図4.3.3 瀬戸内海における50ha以上の埋め立て（出典：環境省）

1. 1973年11月2日-1997年11月1日の期間に免許されたもの
2. ( )内は順に、免許年、面積

の間に埋め立てられた面積は約35km<sup>2</sup>で、1925-1949年にはさらに66km<sup>2</sup>が追加された。1950-1973年の間には、埋め立て面積は約225km<sup>2</sup>に増加し、1898-2007年の総埋め立て面積は約455km<sup>2</sup>に達した。瀬戸内海の埋め立て面積の推移を図4.3.2に示す。

表4.3.1と図4.3.1に示すように、1898年以降、455km<sup>2</sup>に達した瀬戸内海の埋め立て面積は、瀬戸内海最大の島である淡路島の面積の約70%にあたる。この大規模埋め立ては、水深10m以下の浅海域の約20%が

埋め立てられているということの意味する。戦後の埋め立て面積は354km<sup>2</sup>にのぼり、総埋め立て面積の77.8%を占める。この急激な埋め立てが藻場や海洋生物を破壊した。

瀬戸内海環境保全臨時措置法施行(1973年11月2日)後、2005年11月1日までの間に、4771ヶ所・総面積1万2891ヘクタールの埋め立てが許可された。今後、埋め立ての許可時に環境保全および保護が考慮されることになる。瀬戸内海における50ヘクタール以上の大規

表4.3.2 瀬戸内海における埋め立て面積の推移 (ha)

| 年         | 大阪      | 兵庫       | 和歌山   | 岡山       | 広島      | 山口      | 徳島    | 香川      | 愛媛      | 福岡      | 大分      | 合計       | 累積       |
|-----------|---------|----------|-------|----------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 1965      | 144.3   | 348.9    | 65.1  | 795.6    | 68.8    | 24.4    | 0.8   | 565     | 109.7   | 13.1    | 61.5    | 2,197.2  | 2,197.2  |
| 1966      | 0.1     | 33.3     | 84.3  | 191.3    | 40.5    | 11.4    | 31.6  | 35.3    | 5.1     | 11.3    | 35.7    | 479.9    | 2,677.1  |
| 1967      | 6.3     | 362.7    | 2.1   | 4.9      | 44.6    | 159.1   | 22    | 15.7    | 7.9     | 549.1   | 55.6    | 1,230.0  | 3,907.1  |
| 1968      | 44      | 2.9      | 15.3  | 39       | 612.3   | 76.1    | 28.5  | 19.4    | 34.2    | 109.9   | 28.7    | 1,010.3  | 4,917.4  |
| 1969      | 163.1   | 768.7    | 41.4  | 1,985.70 | 87.4    | 165.1   | 41.8  | 242.8   | 28.7    | 1.8     | 68.7    | 3,595.2  | 8,512.6  |
| 1970      | 182.7   | 410.5    | 8.8   | 5.7      | 116.8   | 51      | 4.5   | 270.4   | 49.7    | 232.3   | 132.5   | 1,464.9  | 9,977.5  |
| 1971-1973 | 628.6   | 1,597.20 | 42    | 1,680.60 | 634.7   | 353.1   | 11.6  | 182.8   | 297.9   | 351.4   | 611.6   | 6,391.5  | 16,369.0 |
| 1974      | 6.1     | 11.5     | 0.7   | 38.2     | 19.9    | 44.1    | 23.1  | 37.4    | 108.6   | 59.7    | 40.9    | 390.2    | 16,759.2 |
| 1975      | 0       | 18.7     | 15.3  | 6.3      | 10      | 86.5    | 3.5   | 34.3    | 357.9   | 4       | 10.5    | 547.0    | 17,306.2 |
| 1976      | 62.1    | 49.5     | 0.3   | 2.5      | 39.8    | 19      | 10.9  | 40.8    | 24      | 1.1     | 16.1    | 266.1    | 17,572.3 |
| 1977      | 410.7   | 96.4     | 4.2   | 117.4    | 7.8     | 39.1    | 0.1   | 39.6    | 30.3    | 251.2   | 43.6    | 1,040.4  | 18,612.7 |
| 1978      | 244     | 6.5      | 0.4   | 53       | 159.5   | 115.5   | 7.8   | 21.4    | 54.6    | 255.4   | 73.2    | 991.3    | 19,604.0 |
| 1979      | 20.6    | 82.6     | 1.8   | 3.7      | 28.2    | 13.1    | 2.1   | 3.7     | 18.7    | 3.7     | 93.4    | 271.6    | 19,875.6 |
| 1980      | 0.7     | 58.4     | 188.7 | 17.7     | 7.3     | 5.2     | 1.7   | 5.6     | 16      | 216.3   | 16.5    | 534.1    | 20,409.7 |
| 1981      | 53.8    | 7.5      | 5.9   | 10.1     | 55.6    | 25.5    | 32.9  | 25.5    | 60.5    | 11.5    | 12.1    | 300.9    | 20,710.6 |
| 1982      | 0       | 13.8     | 3.4   | 4.9      | 5.6     | 5       | 3.3   | 4.9     | 27.7    | 1.2     | 40.9    | 110.7    | 20,821.3 |
| 1983      | 21.7    | 99.3     | 2     | 45.3     | 42.7    | 110.3   | 4.9   | 41.4    | 49.1    | 0.3     | 10.9    | 427.9    | 21,249.2 |
| 1984      | 0.1     | 10.8     | 0.4   | 10.5     | 19.8    | 82.7    | 0.5   | 26.5    | 5.1     | 41.2    | 9.3     | 206.9    | 21,456.1 |
| 1985      | 28.8    | 15.3     | 8.2   | 13.4     | 15      | 6.8     | 0.4   | 15.6    | 78.3    | 3.7     | 12.7    | 198.2    | 21,654.3 |
| 1986      | 0       | 3.6      | 3.4   | 1.6      | 8.9     | 17.5    | 119.4 | 7       | 87      | 3.7     | 14.7    | 266.8    | 21,921.1 |
| 1987      | 830.1   | 364      | 12.9  | 191.8    | 165.2   | 22.8    | 1.5   | 16.8    | 53.9    | 6.4     | 26.1    | 1,691.5  | 23,612.6 |
| 1988      | 106.6   | 171.7    | 13.2  | 0.8      | 16.6    | 10.4    | 0.9   | 27.4    | 40.8    | 0.6     | 10.9    | 399.9    | 24,012.5 |
| 1989      | 202.7   | 39.5     | 49    | 9.5      | 12.3    | 9.5     | 23.3  | 1.9     | 17.3    | 5.2     | 9.1     | 379.3    | 24,391.8 |
| 1990      | 0.4     | 26.2     | 5.5   | 1.6      | 25.2    | 54.1    | 18.6  | 26.4    | 57.3    | 8.2     | 41.7    | 265.2    | 24,657.0 |
| 1991      | 0       | 11.9     | 43.7  | 0        | 45.9    | 8.7     | 0.6   | 11.4    | 10.2    | 9       | 32.3    | 173.7    | 24,830.7 |
| 1992      | 1.1     | 16.2     | 0     | 2.2      | 71.9    | 9.2     | 0.6   | 25.8    | 7.6     | 1.2     | 12      | 147.8    | 24,978.5 |
| 1993      | 0.2     | 22.4     | 9.7   | 54.8     | 33.1    | 41.1    | 1.4   | 29.8    | 16.6    | 0       | 35.2    | 244.3    | 25,222.8 |
| 1994      | 0       | 16.1     | 11.8  | 22.5     | 101.9   | 15.1    | 2.2   | 35.8    | 18      | 221.2   | 17.4    | 462.0    | 25,684.8 |
| 1995      | 0       | 100      | 46    | 0.6      | 18.1    | 73.1    | 119.2 | 10.8    | 11.7    | 164.8   | 21.4    | 565.7    | 26,250.5 |
| 1996      | 11.3    | 17       | 7.5   | 6.7      | 165.3   | 30.8    | 35    | 3.5     | 33.9    | 0       | 4.7     | 315.7    | 26,566.2 |
| 1997      | 1       | 9.4      | 0.9   | 4.8      | 7.3     | 309.3   | 0.7   | 5.7     | 101.7   | 0       | 21.5    | 462.3    | 27,028.5 |
| 1998      | 0.9     | 302.7    | 1.6   | 7.5      | 48.7    | 3.7     | 0     | 15.9    | 21.3    | 4.3     | 58.7    | 465.3    | 27,493.8 |
| 1999      | 688.4   | 274.9    | 0     | 1.6      | 4.9     | 4.1     | 0     | 7       | 5       | 6.2     | 23.9    | 1,016.0  | 28,509.8 |
| 2000      | 0.4     | 6        | 0     | 1.1      | 2.7     | 63.9    | 0.3   | 23.3    | 40.3    | 2       | 6.3     | 146.3    | 28,656.1 |
| 2001      | 225.5   | 0        | 0     | 3.4      | 1.6     | 39.3    | 99.7  | 2.6     | 20.6    | 0       | 5.5     | 398.2    | 29,054.3 |
| 2002      | 0       | 3.5      | 0     | 0.8      | 0.1     | 4.6     | 3.3   | 3.5     | 15      | 0       | 4.4     | 35.2     | 29,089.5 |
| 2003      | 0       | 35.8     | 1     | 0        | 0.7     | 2.7     | 0     | 0.9     | 1.2     | 0.3     | 6.9     | 49.5     | 29,139.0 |
| 2004      | 0       | 1.9      | 0     | 0.8      | 4.8     | 2.5     | 0.2   | 0.2     | 23.2    | 3.5     | 6.8     | 43.9     | 29,182.9 |
| 2005      | -       | 0.4      | 0.5   | 0.6      | 1.8     | 35.1    | 17.9  | 0.1     | 8       | 0.2     | 11.9    | 76.5     | 29,259.4 |
| 2006      | 0       | 0.4      | 0.2   | 0        | 1.4     | 0       | 0     | 10.6    | 2.8     | 0       | 2.4     | 17.8     | 29,277.2 |
| 2007      | -       | 2.1      | -     | 25.8     | 0.1     | 1.4     | 1.6   | 0       | 2       | -       | 4.6     | 37.6     | 29,314.8 |
| Total     | 4,086.3 | 5,420.2  | 697.2 | 5,364.3  | 2,754.8 | 2,151.9 | 678.4 | 1,894.5 | 1,959.4 | 2,555.0 | 1,752.8 | 29,314.8 |          |
| 1965-1973 | 1,169.1 | 3,524.2  | 259.0 | 4,702.8  | 1,605.1 | 840.2   | 140.8 | 1,331.4 | 533.2   | 1,268.9 | 994.3   | 16,369.0 |          |
| 1974-2005 | 2,917.2 | 1,896.0  | 438.2 | 661.5    | 1,149.7 | 1,311.7 | 537.6 | 563.1   | 1,426.2 | 1,286.1 | 758.5   | 12,945.8 |          |

1. 環境省の調査による
2. 1971-73年は、1971年1月1日-1973年11月1日までの合計
3. 1974年以降の各年の数値は、前年の11月2日から11月1日までの合計



図4.3.4 大阪湾奥部における埋め立て状況

模埋め立て地域と、沿岸各府県と瀬戸内海全体の埋め立て面積の推移は、それぞれ図4.3.3と表4.3.2に示す。図4.3.4は、大阪湾の埋め立ての現況を示す。

#### 4.4 ダム・河口堰

瀬戸内海に注ぐ河川には、江戸時代から多くのダムや河口堰が建設されてきた。その積算数は約600を数える（図4.4.1、図4.4.2）。瀬戸内海に注ぐ河川でのダム・河口堰建設は明治以降第二次世界大戦までは右肩上がりが増え続けた。第二次世界大戦終戦後、一時的な停滞はあったものの、その後再び建設数は増加した。ダム建設が最も盛んだったのは、1966-1970（昭和41-45）年の高度経済成長期で、年間5つを超えるダム・河口堰が瀬戸内海に注ぐ河川で建設された。ダム・河口堰のみならず、山地には多数の砂防ダムが建設され、後述するよ

うに、山地から瀬戸内海へ供給されていた懸濁物質量は著しく減少した。

瀬戸内海に注ぐ河川でのダム・河口堰建設は、1) 河川水に含まれる栄養塩の瀬戸内海への負荷量を減少させ、特に、河川流量が減少する冬季のノリなどの生産量を減少させる、2) 河川水とともに海に供給されていた土砂量、特に粒径の大きな懸濁物質量の瀬戸内海への供給量を減少させるので、海岸の砂浜を後退させて海岸浸食問題を起こすとともに、河口域の干潟などの底質粒径分布を細粒化させ、アサリなどの資源量減少を招く、3) サツキマス・アユ・ウナギなどの回遊魚の通行を阻害し、これらの回遊魚の生物資源量を減少させる、4) 河川流量の約10倍に達する流量を持つ河口循環流（山本ほか、2000）を弱め、瀬戸内海の海水交換量を減少させる（図4.4.3）などの影響を瀬戸内海に与えた。

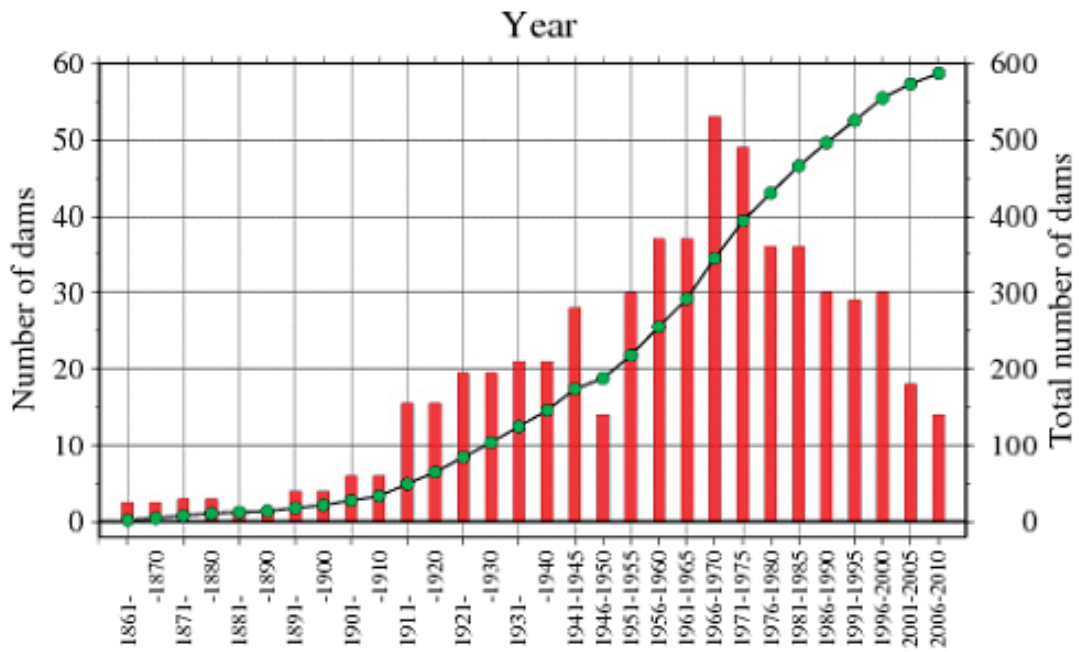


図4.4.1 瀬戸内海に流入する河川に作られたダム・河口堰数の経年変動と累積数  
(1860-1940年は10年間の建設数しかないので、半分ずつ示してある)

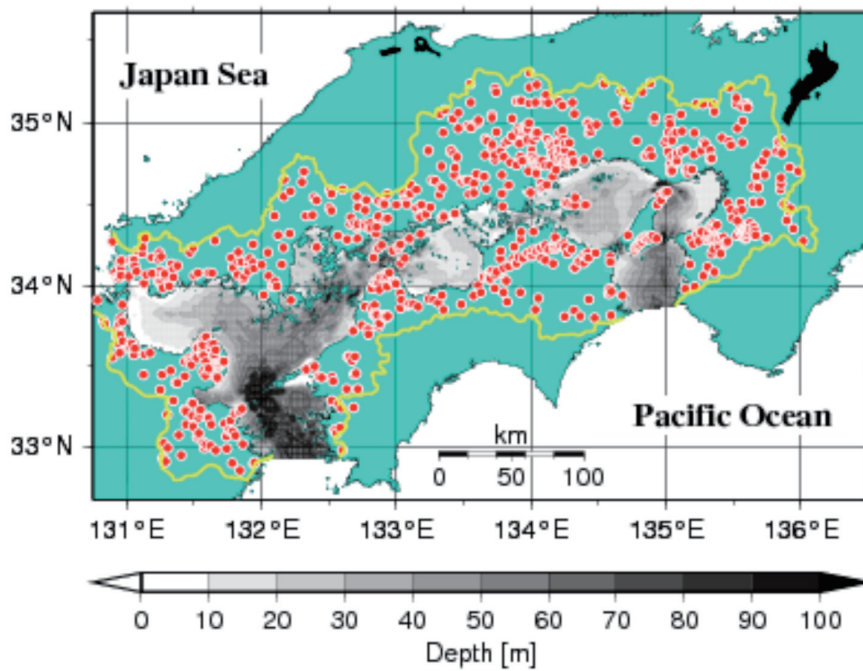


図4.4.2 瀬戸内海に流入する河川に作られたダム・河口堰数の位置

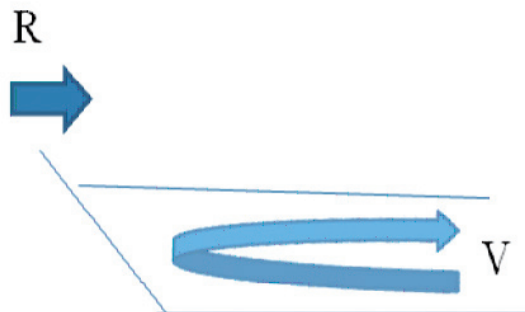


図4.4.3 河川流量 (R) と河口循環流 (V)

## 4.5 海砂採取—海砂採取の歴史・現状・今後—

### 4.5.1 はじめに

2006年3月をもって瀬戸内海全域で海砂採取は終了した。1997年広島県に端を発した海砂採取中止の動きは愛媛県を最後に幕を閉じた。海砂問題とはどのような問題であったのか、その歴史・現状・将来について述べる。

### 4.5.2 海底骨材資源採取

資料上に海底骨材資源が登場するのは1963年のことである（環境省，2002）。それまで河床および砕石が主体であったものが、これ以降、台地・平野とともに海底からの供給が報告されるようになる。厳密には砂利資源と砂資源は異なる。前者は礫サイズの粒子も含むのに対して、後者は粒径として砂サイズのことを指す。ここでは海砂資源について述べることにするが、瀬戸内海全域では、1968年以降の資料があり、1999年までに7.3億 $m^3$ の海砂利が採取されている（図4.5.1）（建設省，1978）。1968年度から1999年度までの瀬戸内海での採取量は、香川県で最も多く1.6億 $m^3$ 、ついで岡山県と広島県の約1.4億 $m^3$ 、愛媛県の約1.1億 $m^3$ となっている。

### 4.5.3 海砂採取は何を取りまく問題であったのか

海砂採取は、そのほとんどがある共通した条件の海域で行われていた。海砂採取の問題について検討する際、資源量や再生産の可能性、採取にともなう環境への影響が主な関心事となったが、それを知るために重要なのは、まずそれが行われていた場所の特定と瀬戸内海における全体像を押さえることが必要である。瀬戸内海にはどこにでも砂（砂質堆積物）があるわけではない。むしろ、閉鎖性水域の特徴として泥の分布域のほうが広いといえる。瀬戸内海に分布する砂には2種類ある。1つは海岸付近に分布する砂、もう1つは海峡部に近い海域にあって、海峡部より潮流がややおだやかになった海底にある砂である。海岸付近の砂の分布は海岸線のごく近傍に限られ、瀬戸内海全域を表現するような底質図では図示できない程度である。一方、海峡部に分布する砂は水平的な粒度変化が図で観察できる場合もある。海砂採取が後者の海域で行われていることは、海砂採取認可海域がどこに分布しているかを見れば、一目瞭然である。建設省国土地理院（当時）の調査結果を基に判断すれば、海砂採取認可海域（図4.5.2）は瀬戸内海が海になってからたまった地層が厚く分布し（図4.5.3）（建設省，1979）、底質が砂である海域（図4.5.4）と一致する。つまり、海底の砂山（私たちはこれを砂堆とよんだ）か

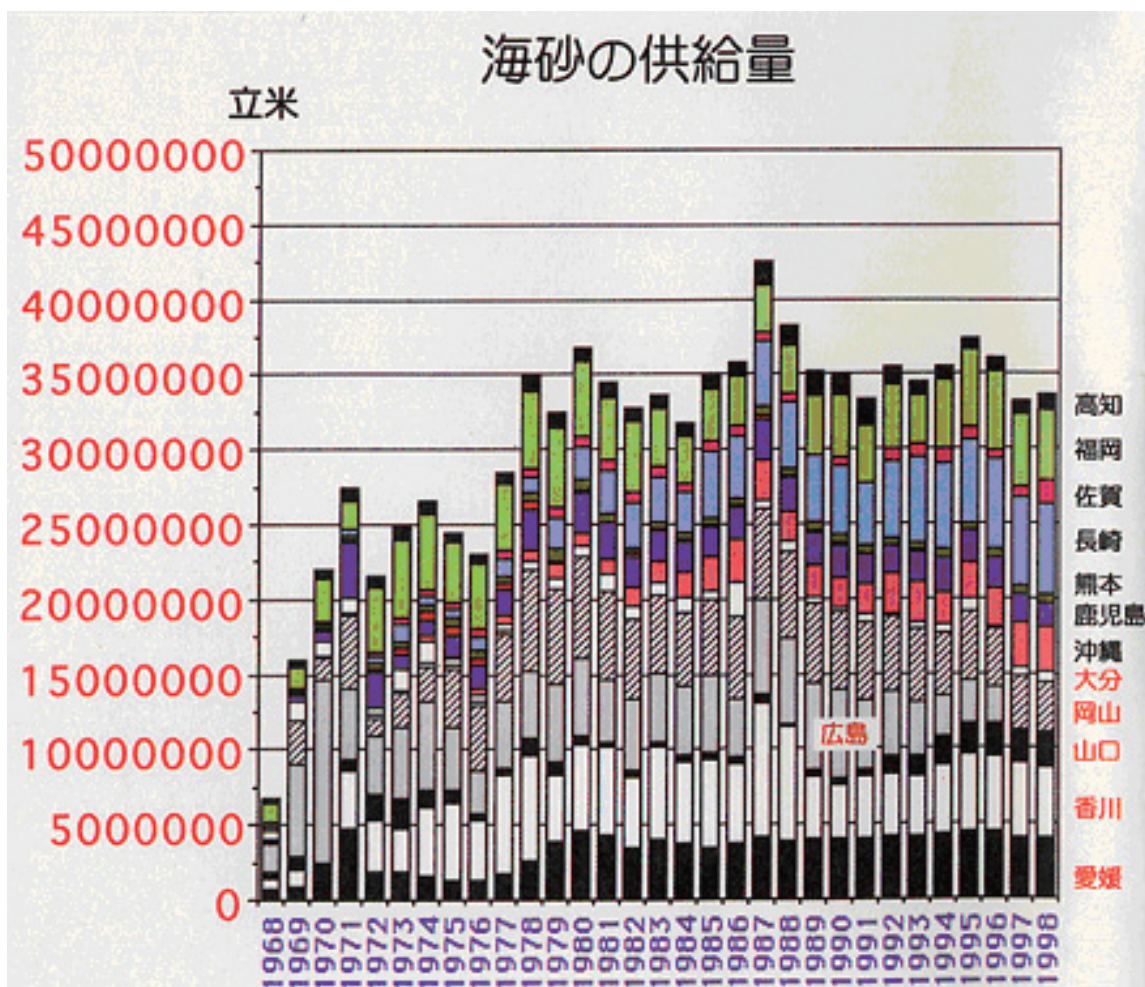


図4.5.1 海砂の供給量推移（通商産業省資料）



ら海砂がとられていたわけである。これはちょっと考えればわかることで、船を1ヶ所にしばらくとどめてポンプで砂を海水と一緒に汲み上げる方法を採用すれば、砂が厚くたまっていることが作業効率を考えれば必須の条件である。砂層が薄い海域では、作業の効率は非常に悪くなる。認可海域は前者のようなところに設定されて

おり、砂層が薄いところには見られない。以上のことから、海砂採取にまつわる問題は、砂堆を形成している砂質堆積物の成因・量・形成速度および砂堆周辺環境から発生する濁水の拡散に関する問題であることが明らかである。では、砂堆はどのように形成されたものであろうか。

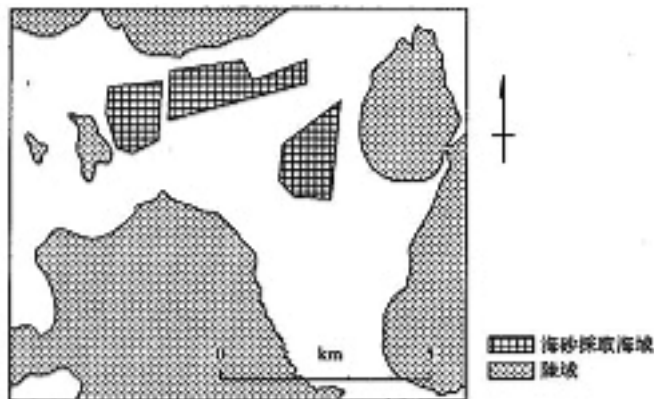


図4.5.2 海砂採取認可海域の例  
編み目が砂利採取認可海域を示す。海域は図4.5.5-1に示す。



図4.5.3 瀬戸内海形成以降の堆積物層厚分布図例  
層厚の単位はm。

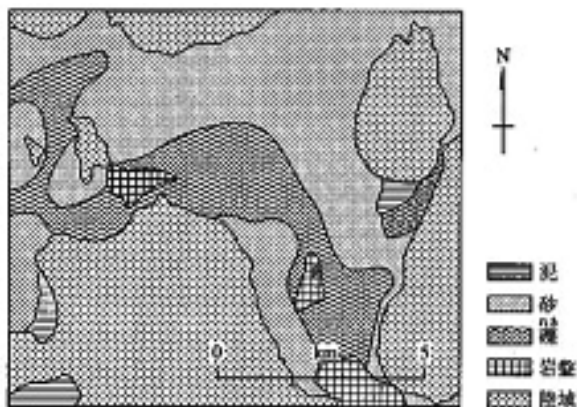


図4.5.4 底質分布図例  
認可海域は「砂」の分布域である。

#### 4.5.4 砂堆の成因

瀬戸内海には大きく分けて2種類の砂があることはすでに述べた。海岸付近の浅い海域にある砂の多くは、河川を通じて山や平野から運び込まれたもの、および波浪によって砕かれた海岸付近の岩石の粒が波の作用で海岸に沿って移動したものである。一方、海峡近傍のやや深い海底にある砂は、潮流が海底を浸食した結果形成された岩石・鉱物片が潮流によって運ばれ、潮流が減衰したところで堆積したものである。砂堆を構成する砂粒子は、そのほとんどが後者のものである。これまでの砂堆の研究結果から、海峡（海釜）からは岩石片・鉱物粒子のほか、フジツボなどの岩盤付着性生物の破片がもたらされていることが明らかになっている。このことから砂堆を形成する堆積物の組成も当初の岩石・鉱物片を主体とするものから生物片を主体とするものへと順次変化した可能性がある。砂堆の形成には潮流が大きく関与していることが明らかである。つまり、潮流が発生するようになって砂堆の形成が始まっている。砂堆も歴史的な産物であるといえる。砂堆の形成は瀬戸内海が約1万年前に海域となり、潮流によって海底が浸食を受けるようになって初めて形成され始めたものであり、それは海底の音波探査の記録で、砂堆を構成する堆積層が瀬戸内海形成以降にたまった地層に連続的に変化していることから確認できる。瀬戸内海の海底に広く分布する砂質堆積物は海峡近傍の海釜域が浸食を受けそこから運搬されてきたものであるが、砂堆を形成している砂質堆積物も成因的には同様である。以上のことから、砂堆の形成には瀬戸内海形成以降の数千年間を要したことがわかる。つまり、上方への砂堆の成長速度は非常に遅く、速いところでも年間数mm程度である。この砂堆を消失させるならば、その回復には少なくとも同程度の期間が必要であろう。現在多くの海峡部ではすでに潮流による浸食力と海底地形とは平衡に達していることも考えられる。その場合、砂堆の回復にはさらに長期間が必要ということになる。

#### 4.5.5 海砂採取の問題点

海砂採取の影響および争点とされた事項は、海岸浸食、地盤沈下、藻場の喪失、生物への影響、流れの変化、環境破壊の継続、採取継続の可能性などである。このうち、海岸浸食および地盤沈下に関しては、確かに時期的に近接しており、海砂採取が原因と考えられてもおかしくない状況である。しかし、海砂採取は原則として海岸付近の砂ではなく、沖の砂をとっており、本来的にはそれらの問題とは無関係である。それが海岸浸食や地盤沈下を起こしたとすれば、一説によれば、夜陰に乗じて海岸付近の砂がとられていたということがあり、それが原因となった可能性がある。海岸近傍の砂をとれば、海岸浸食・地盤沈下につながることは大いに考えられる。

藻場の喪失に関しては、「余水（よすい）」と呼ばれる懸濁水が海砂採取にもなって発生し、海砂採取船から大量に排出されたことが当時から問題とされ、その拡散について議論があった。採取側は、高濃度の懸濁水が排出されても、採取船から離れるとすぐに海水は透明とな

ると反論したが、懸濁水を構成する粒子の粒径からその沈降にはかなりの時間を必要とし、粒子が沈降するまでの間にかなり広い範囲まで拡散する可能性のあることが理論的に示された。実際、海砂採取が中止されて以降、瀬戸内海各地で藻場が回復したという報告がなされている（湯浅・高橋、2006）。海砂採取によって海底の砂地に夏眠するイカナゴやナメクジウオの住処が奪われるということが問題とされた。特に、瀬戸内海における食物網の鍵となる種（キー・スピーシーズ）とされたイカナゴが好む砂の粒度と、コンクリートなどに適した砂の粒度がほぼ一致する（0.5-2mm）とされ、イカナゴ資源さらには他の魚種への影響も懸念された。魚種の増減には、環境要素以外にも原因が考えられ、因果関係を証明することは困難であるが、海砂採取中止後イカナゴ資源が回復しつつあるという。

流れの変化に関しては、単純化して述べれば、水路を狭めていた砂堆がなくなりあるいは小さくなったことで水路の断面積が大きくなり、海域の潮流速は一般的にはやや小さくなっていることが数値計算の結果示された。しかし、砂がたまっている海域に泥が溜まり始めるほどの流速低下はないとされている。

採取継続の可能性については、海砂資源が歴史的な産物であり、その回復には長期間を要することからやがてはなくなる資源、つまり化石資源的な取り扱いが必要だということが広く認識されるに至り、その有限性が採取中止の判断根拠の一つとされた。残った課題は、底質が礫化した海底環境の回復に関する課題である。

#### 4.5.6 採取後跡地の変化

採取跡地の変化について、三原瀬戸海域（竹原沖海域）と大三島南方海域を例に述べる。

三原瀬戸海域は海砂採取海域の中でも地形変化が最も激しく、かつては10m以浅の海域もあったとされる能地堆・布刈の洲と呼ばれた浅瀬が、水深50m以深の海域へと変化している（図4.5.5-1および図4.5.5-2）（井内、2006）。この海域では底質の変化も激しく、礫が広く分布しているのが海底ビデオカメラなどで確認されている。このような海域においても砂質堆積物の分布が局所的に見られ、その一部が年間数十mの速さで移動していることが継続的な調査で確認されている（図4.5.6）。その原因として、わずかに残された取り残しの砂が潮流によって移動させられ、礫化した海底をわずかではあるが覆うことによって修復していることが考えられる。ただし、砂の移動が確認されるのは限られた海域であり、海砂採取にもなって形成されたと考えられる激しい凹凸地形が未だにそのまま残っている海域が広く確認される。この海域では砂の生産量が少ないため、全域の礫を砂が覆うような現象は見られていない。

一方、大三島南方沖海域では、もともとあった砂堆が根こそぎ取り去られることがなかったため、底質の回復が見られている。この海域では砂堆全域が採取認可海域とはされなかった経緯があり、認可海域以外での採取と思われる海底地形の変化も見られるが、砂堆を構成する砂質堆積物がかなり残されている。採取後海域では周辺の海底から砂質堆積物の側方供給があり、礫化した海底

にもより細粒な砂が移動したことを示す堆積物の粒度組成が観察される。このことから、三原瀬戸海域とは異なり、大三島南方海域のように礫化した海底も側方から移動した砂により底質の修復が見られる可能性がある。ただし、海砂採取によりやせてしまった砂堆の体積が回復する速度は小さく、砂堆体積の回復には数千年という時間が必要であると考えられる。

#### 4.5.7 まとめ

「まとめ」に代えて海砂採取後海域の今後の展望についてコメントする。海砂採取の終了にともなって、海砂採取によって直接的に発生した問題点については改善が見られている。たとえば、余水による懸濁水の発生は収まり、藻場は回復してきているといわれている。また、底質の悪化もこれ以上は進行しないであろうし、イカナゴなどの水産資源も長期的には回復するかもしれない。

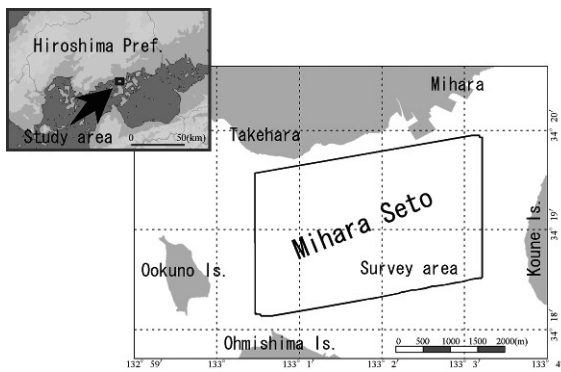


図4.5.5-1 水深比較海域図

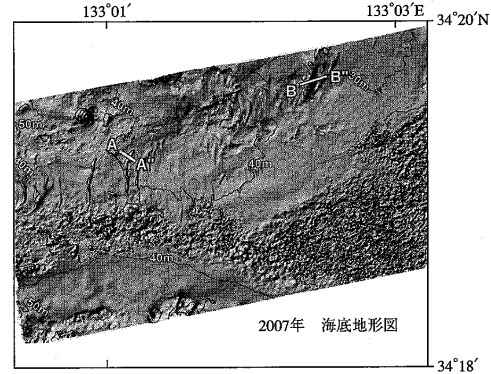
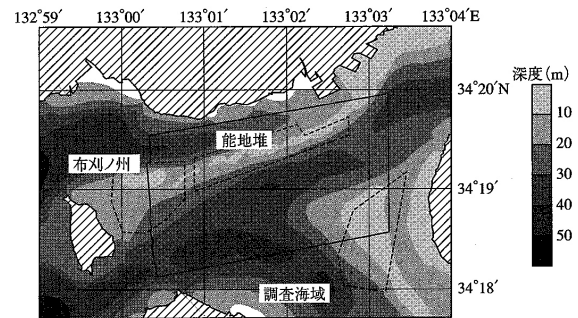


図4.5.5-2 三原瀬戸海域の水深変化図

1963年と2007年の海域水深比較、水深は図中に凡例を示す。

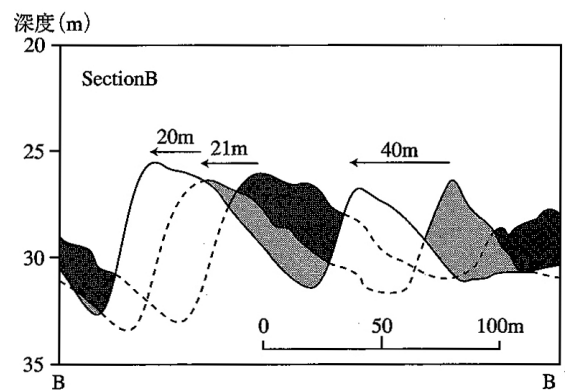
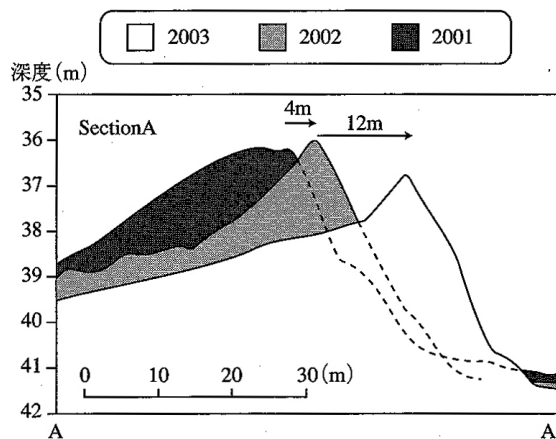


図4.5.6 砂浪地形の移動状況

2001年、2002年、2003年における砂浪の移動を示す

一方、消失した砂堆の地形が回復する見込みはほとんどない。問題は、住処を失ったとされるイカナゴに関連して、礫化した底質の修復に関する事項である。藤原（私信）によれば、礫化した海底でも砂が厚さ10cm程度覆えば、イカナゴの生息は可能になるという。大三島南方海域ではそのような底質の修復は十分に期待される。また、砂がほとんど残らない程度にまで採取された海域では、人工的に砂を投入し潮流による自然の移動に任せれば底質の修復が可能になるかもしれない。これに関しては、埋め戻し材の投入の是非を含めて、投入の場所や投入量に関するさらなる理論的検討と実地調査が必要であろう。繰り返すが、砂堆全体の地形的な回復に関しては可能性が低い、底質の修復の可能性はある。つまり、近傍の海底からの堆積物の側方移動により底質が10cm程度覆われることは可能と考えられる。経済的な投資対効果の検討を含めてさらに検討を期待したい。

## 4.6 漁獲強度

### 4.6.1 はじめに

瀬戸内海における漁獲量は2005年において19.8万トン、養殖量は28.6万トンに及び（中国四国農政局統計部編集：平成17年瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向より）。

漁獲量が1万トンを超える漁業種類は小型底びき網（統計上の区分：小型底びき網縦びき1種、小型底びき網縦びきその他）、船びき網（ひき回し船びき網、ひき寄せ船びき網）、まき網（中・小型まき網2そうまき）、刺し網（その他刺し網）、釣り（その他のはえ縄、ひき縄釣、その他の釣）である。いずれの漁業も1980年代後半を

境に生産量が減少している（図4.6.1）。

漁獲量の減少は、水産資源量、漁獲努力量のいずれかあるいは双方の減少の結果である。簡単に言うと「とれなくなった」と「とらなくなった」ことの組み合わせによる。したがって、漁獲量だけから漁獲強度（漁業が資源を減少させる影響）を見積もることはできないし、そのために瀬戸内海の生態系劣化（資源量の減少により引き起こされた漁獲量の減少）が起こったかを判断することも困難である。そこで、水産資源解析学的手法により見積もった資源量（とれなくなった）と漁獲強度（とらなくなった）を参照する。

### 4.6.2 材料・方法

資源量、漁獲強度を推定する方法としてはVPA（Virtual Population Analysis）が標準的な方法として日本の水産資源生物の資源評価に使用されている。瀬戸内海においてもVPAにより漁獲強度、資源量の推定が行われているが、瀬戸内海全域にわたる漁獲強度、資源量推定が過去から近年まで実施されたことがある魚種は数種にすぎない。各年の年齢別漁獲尾数などの統計値が継続的に必要となるからであり、過去においてこのような調査が行われなかったことに由来する。

瀬戸内海（紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸、燧灘、備後・芸予瀬戸、安芸灘、伊予灘、周防灘）において水産庁「日本周辺水域資源調査推進委託事業」により現在まで資源評価を実施している魚種は、カタクチイワシ *Engraulis japonicus*（河野・銭谷，2008）、サワラ *Scomberomorus niphonius*（永井・片町，2009）、マダイ *Pagrus major*（銭谷，2009）（銭谷，2009）、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*（亘，2008）、トラフグ

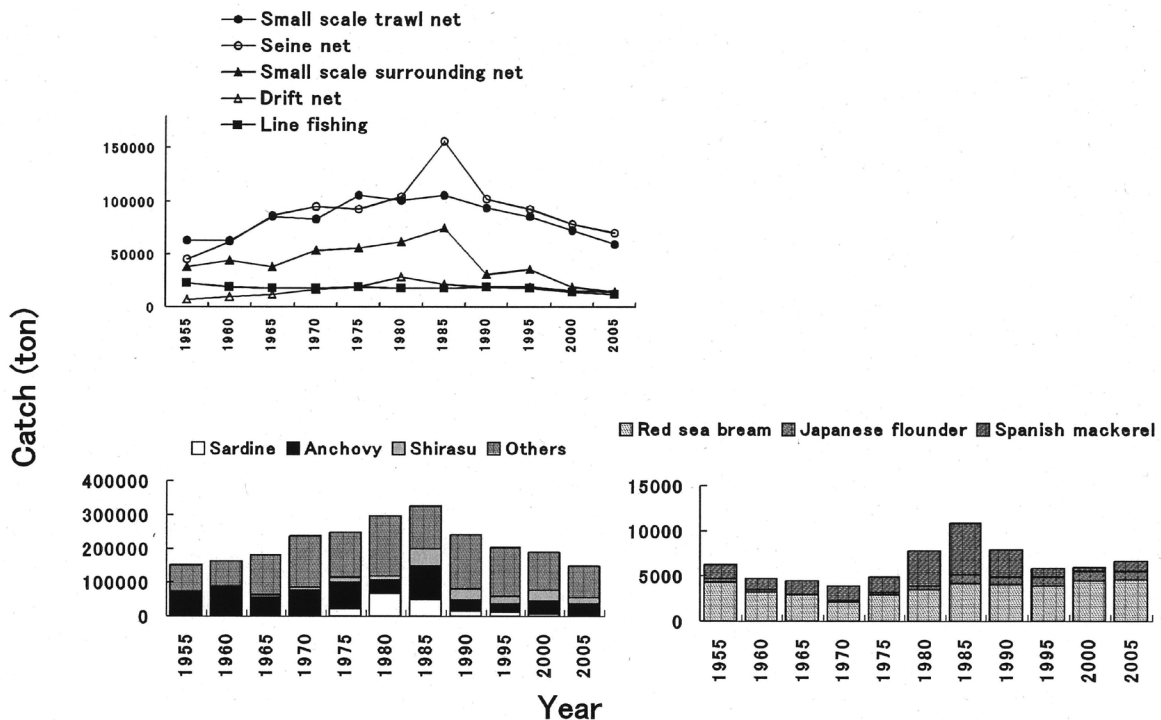


図4.6.1 瀬戸内海における漁法別、魚種別漁獲量  
1955年から5年ごとに表示

Takifugu rubripes (巨, 2009) の5魚種にとどまる。マダイは瀬戸内海東部(紀伊水道~備讃瀬戸)、瀬戸内海中・西部(燧灘~周防灘)の2海域に分けて資源評価をしている。これらの魚種の漁獲量は2005年における全魚種漁獲量の40%程度を占めており(図4.6.1)、瀬戸内海の魚類生態系の主要な魚種である。

各魚種の推定年はカタクチイワシが1981-2006年、サワラが1987-2006年、マダイが1977-2006年、ヒラメが1987-2006年、トラフグが1995-2006年である。トラフグは近年まで漁獲統計が公表されておらず(ふぐ類としてのみ公表)、他魚種と比べて推定期間が短い。さらに県により独自に資源調査が実施され公表されている魚種としてマコガレイ *Pleuronectes yokohamae* (井本ほか, 2007) (大美, 2004)、イカナゴ *Ammodytes personatus* (日下部ほか, 2004) があげられる。ただし、マコガレイは周防灘が1980-2003年、大阪湾が1994-2001年、イカナゴは瀬戸内海東部(紀伊水道~播磨灘)が1990-1995年に限定されている。

本報告では、漁獲強度を表す指標として漁獲係数、資源量を表す指標として加入量(漁業対象となる最も若い年齢あるいは月齢の魚の量)、親魚量(産卵可能な年齢の魚の量)を用いる。記述する魚種は解析期間の長さを考慮し、カタクチイワシ、サワラ、マダイ、ヒラメ、周防灘マコガレイとした。

### 4.6.3 結果

カタクチイワシ:

カタクチイワシは瀬戸内海発生群と太平洋発生群の混合資源と言われている(高尾, 1990)。太平洋発生群は3-5月に九州南方~四国近海で生まれ、黒潮によって輸送され瀬戸内海に補給される。瀬戸内海発生群は春~秋に瀬戸内海で生まれる(主産卵期は5-9月、最盛期6-8月)。生まれてから約1ヶ月(シラス)で漁獲対象となる。主に船びき網で漁獲される。

瀬戸内海で5-8月に生まれ、漁獲対象となる6-9月に1月齢(ふ化後1ヶ月)となるカタクチイワシにかか

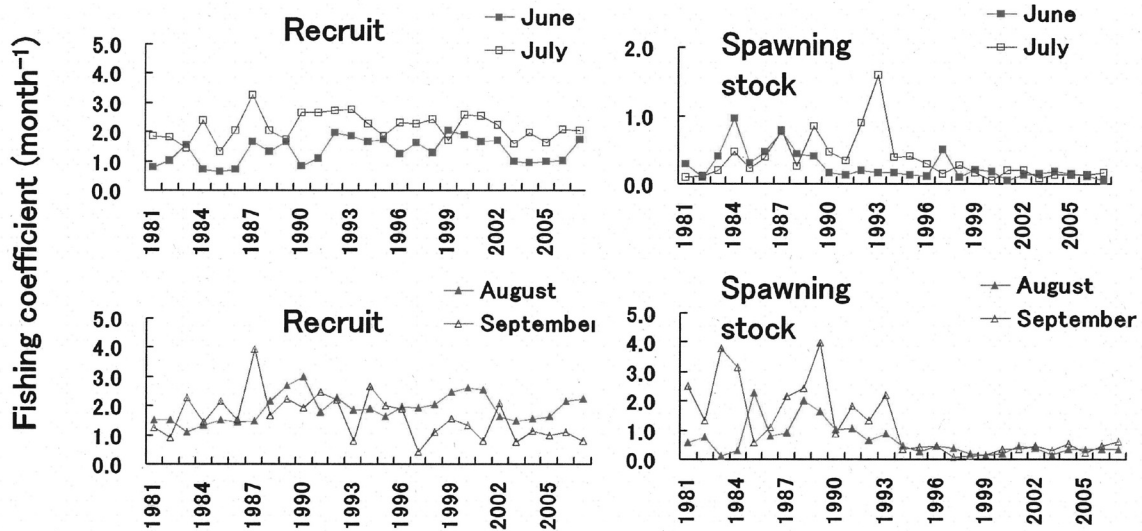


図4.6.2 瀬戸内海におけるカタクチイワシの漁獲係数の変遷  
1955年から5年毎に表示

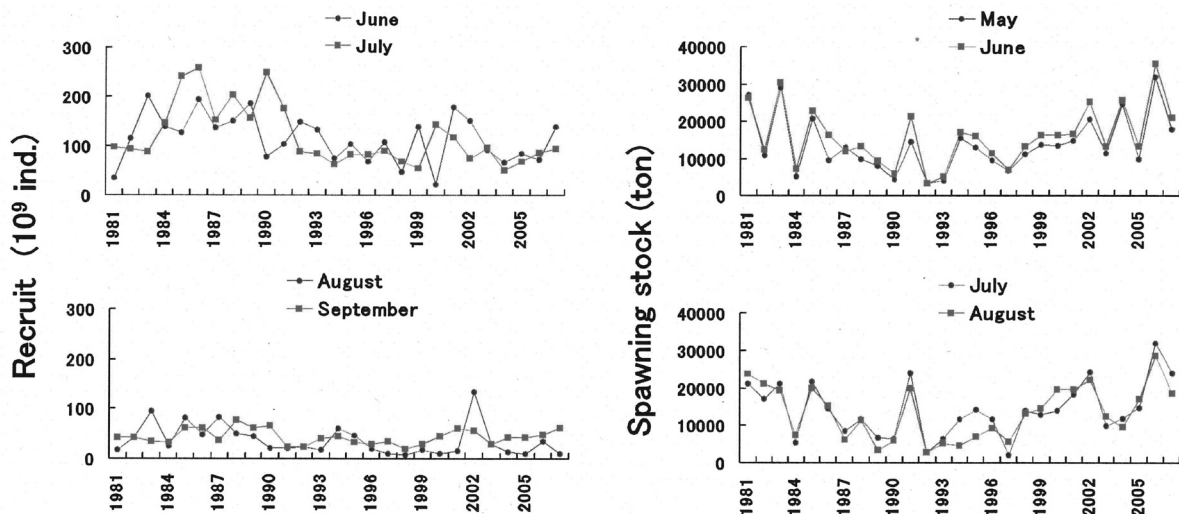


図4.6.3 瀬戸内海におけるカタクチイワシの親魚資源量、加入量の変遷

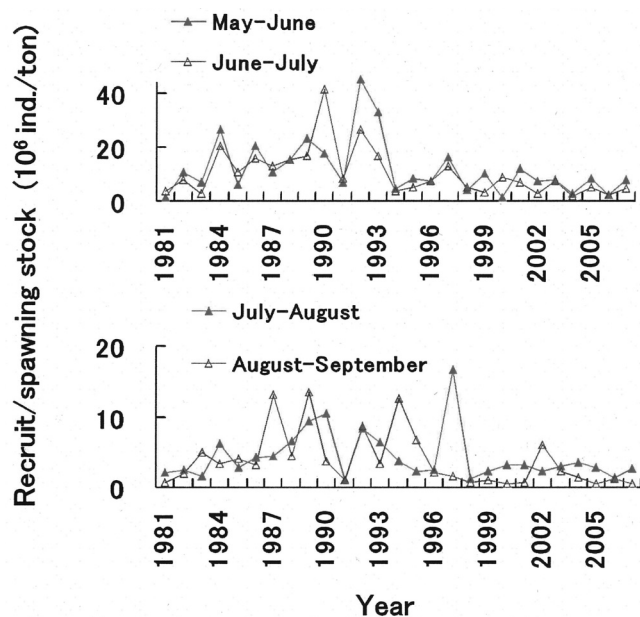


図4.6.4 瀬戸内海におけるカタクチイワシの再生産成功率の変遷

る漁獲強度は推定期間中ほぼ一定であった。6、8、9月に親魚にかかる漁獲強度は推定期間中減少した。7月に親魚にかかる漁獲強度は1981-1993年まで増加したが、1994年以降減少した（図4.6.2）。近年、漁獲対象加入群にかかる漁獲強度は親魚にかかる漁獲強度と比較して高かった。瀬戸内海のカタクチイワシの漁業は親魚からシラスに主対象が変化したことを示唆する。

シラスにかかる漁獲強度は維持されたままであるが、親魚にかかる漁獲強度の減少とともに、親魚量は増加した。しかし加入量水準は1990年代以降親魚量の増加の割に回復しておらず、1980年代と比較して低い状態であった（図4.6.3）。再生産成功率（加入量／親魚量）は1990年以降減少した（図4.6.4）。

サワラ：

サワラは主に刺し網で漁獲される。サワラの漁獲対象加入群である0歳魚にかかる漁獲強度は1995年以降急減した。一方で親魚にかかる漁獲強度は1996-1999年に減少したものの、それ以降は増加傾向であった（図4.6.5）。加入量、親魚量とも1987-1998年まで減少し、1998年以降やや増加したが、1980年代と比較して低い状態であった。再生産成功率は2002年が他の年と比較して大きく2002年に卓越年級が発生したこと示している。

マダイ：

瀬戸内海東部海域では、主に小型底びき網でマダイを漁獲している。若齢魚（0-2歳）にかかる漁獲強度は1984年以降、親魚にかかる漁獲強度は1986年以降減少傾向であった。親魚量は漁獲強度の減少にともない1977年以降増加したが、加入量（0歳魚資源尾数）は1999年以降高水準となり、近年は減少した。再生産成功率は親魚量の増加にともない1984年以降低下した（図4.6.6）。

瀬戸内海中・西部海域では船びき網（吾智網：ごちあみ）と小型底びき網で漁獲されている。若齢魚にかかる

漁獲強度は1977-1988年に減少した。親魚にかかる漁獲強度は1977-1999年まで増加していたが、2000年以降低下した。親魚量は1984-1997年に減少したが、親魚への漁獲強度の減少にともない、2001年以降親魚量は増加した。加入量は1977-2001年までほぼ一定水準であったが、2002年以降減少した。加入量水準は親魚の増加の割に低い傾向が続いている。再生産成功率は2002年以降低下した（図4.6.7）。

ヒラメ：

ヒラメは主に小型底びき網、刺し網で漁獲されている。漁獲対象加入群（1歳魚）にかかる漁獲強度および親魚にかかる漁獲強度は推定期間中ほぼ一定であった。加入量は1987-1995年に増加したが、1996年以降減少した。親魚量は1987-1999年に増加したが、2000年以降減少傾向が見られた。再生産成功率は1996年以降低下した（図4.6.8）。

マコガレイ：

周防灘におけるマコガレイは主に小型底びき網、刺し網で漁獲されている。漁獲対象加入群（0歳魚）にかかる漁獲強度は1993-1998年、2003年に他の年よりも高かった。漁獲対象加入群にかかる漁獲強度は小型底びき網の細かい網目のため偶発的に採集され投棄される稚魚も考慮されて計算されている（井本ほか、2007）。親魚にかかる漁獲強度は推定期間中ほぼ一定であった。加入量は漸減傾向が見られた。親魚量は1980-1996年に減少したが、それ以降は安定していた。再生産成功率は1980-2000年は安定していたが、2001年以降低下した（図4.6.9）。

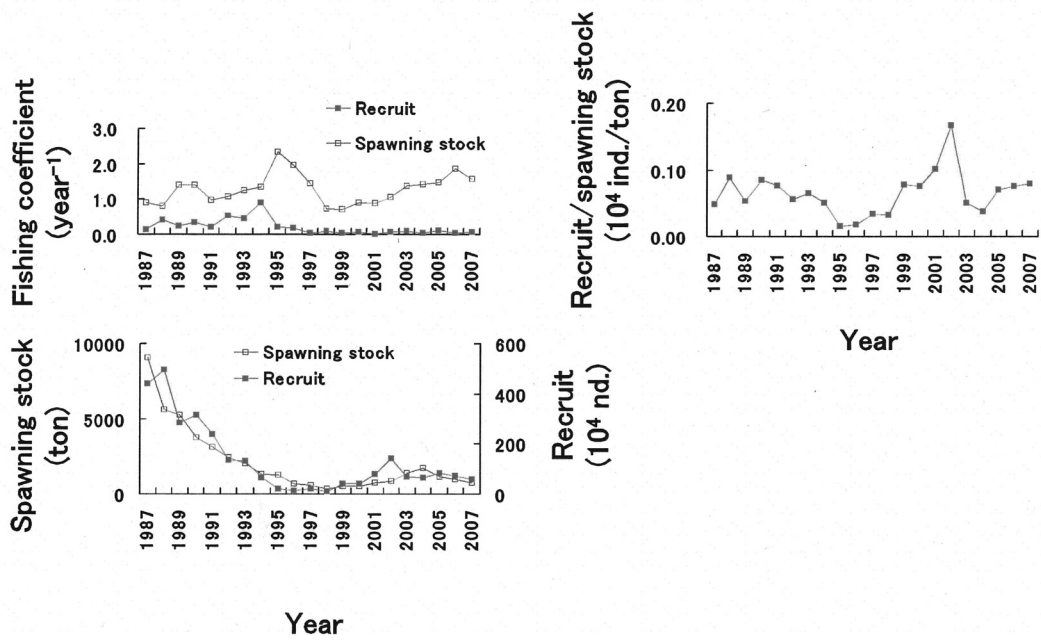


図4.6.5 瀬戸内海におけるサワラの漁獲係数、親魚資源量、加入量、再生産成功率の変遷

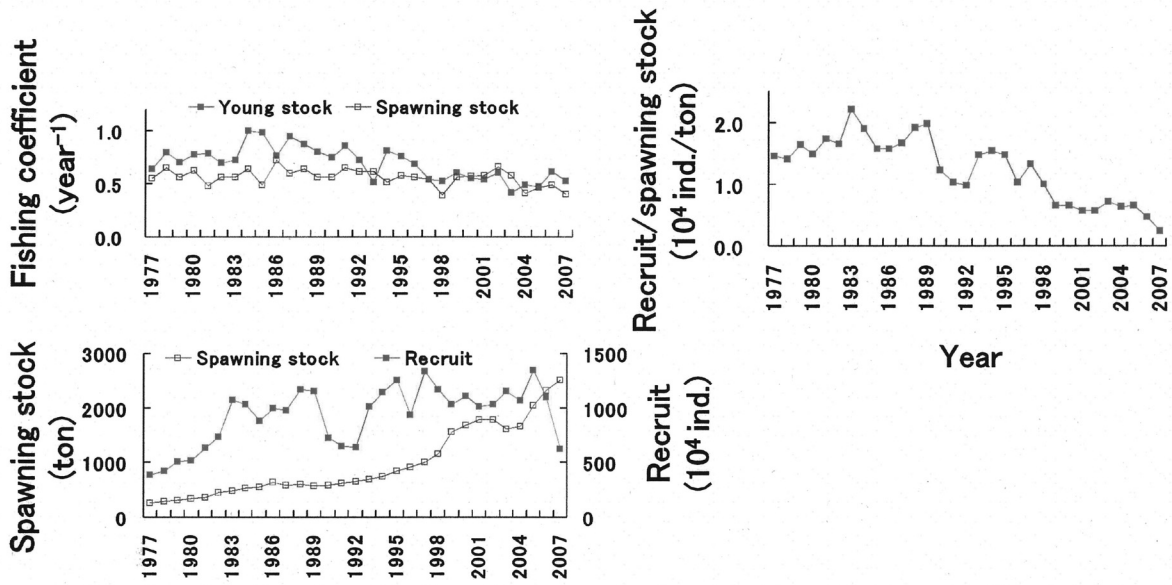


図4.6.6 瀬戸内海東部海域におけるマダイの漁獲係数、親魚資源量、加入量、再生産成功率の変遷

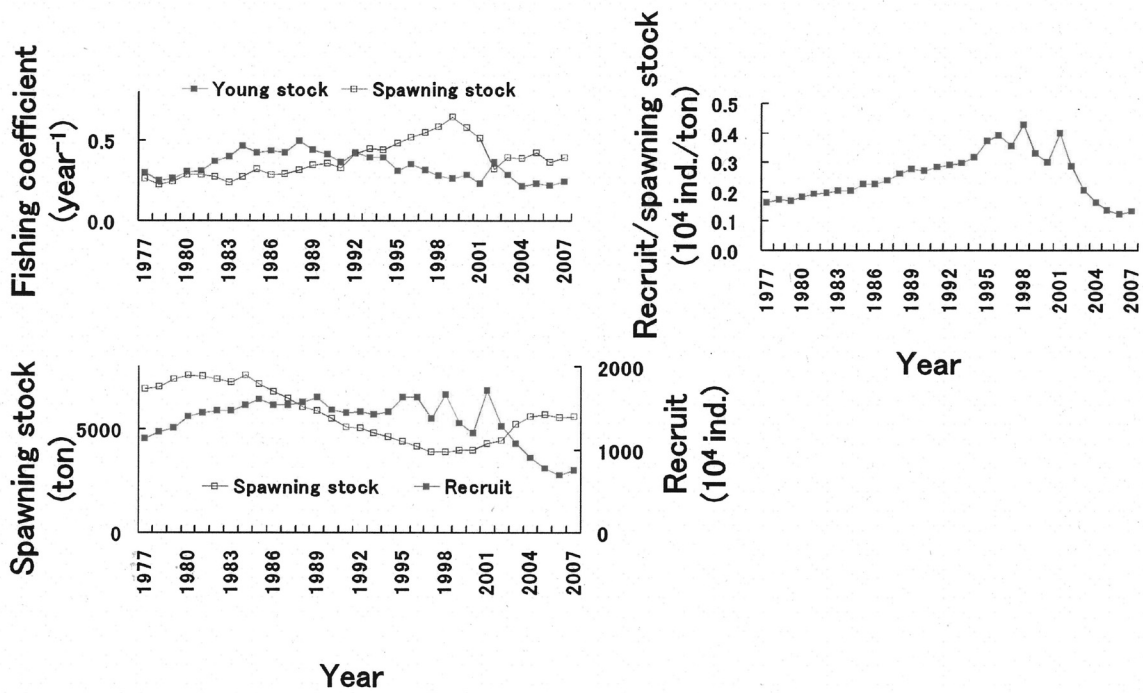


図4.6.7 瀬戸内海中・西部海域におけるマダイの漁獲係数、親魚資源量、加入量、再生産成功率の変遷

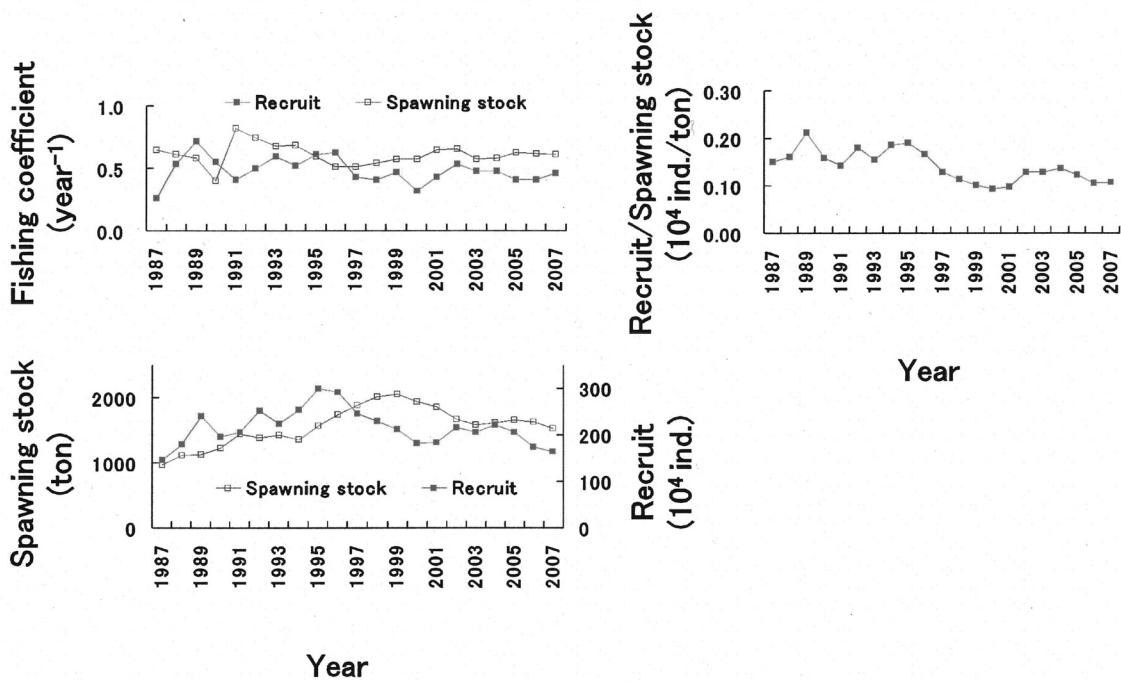


図4.6.8 瀬戸内海におけるヒラメの漁獲係数、親魚資源量、加入量、再生産成功率の変遷



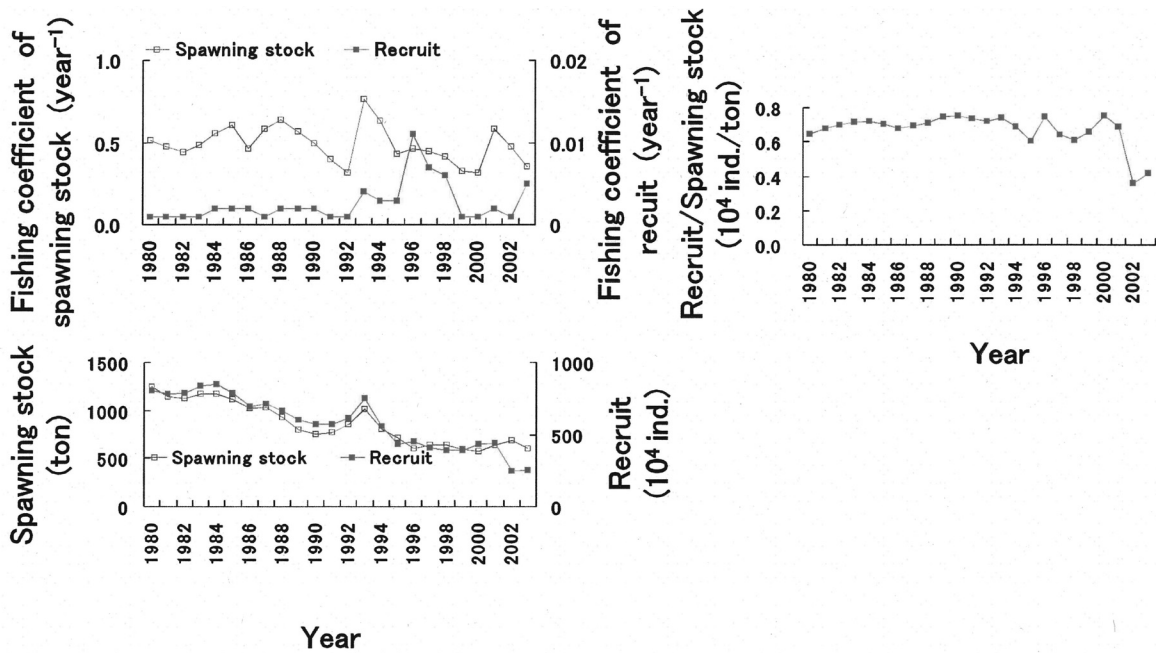


図4.6.9 周防灘におけるマコガレイの漁獲係数、親魚資源量、加入量、再生産成功率の変遷

#### 4.6.4 考察

瀬戸内海における漁獲強度のかかり方を要約すると、以下のことがいえる。

- カタクチイワシ・シラス：若齢魚（子供）への漁獲強度は強いままであるが、親魚の漁獲強度は減少し、親魚の資源量は回復している。
- サワラ：若齢魚の漁獲強度は減少したが、親魚の漁獲強度は強いままであり、若齢魚も親魚量も少ない。若齢魚の保護の観点から漁獲強度を自主的漁業規制とそれに続く「資源回復計画」により低下させたことが反映されている。しかし、魚価の高い資源に対して実効的な漁業規制が行われていないときに、さらに漁業活動を高めてしまう漁業者心理に起因し、単発の卓越年級が発生しても資源量の急激な回復にはいたっていない。
- マダイ：若齢魚、親魚とも漁獲強度が減少、親魚量は回復している。瀬戸内海漁業取締規則により7-9月の

間全長12cm以下の若齢魚の採捕が禁じられていたが、近年、若齢魚の保護の意識が高まったこと、養殖生産の増大にともなう魚価の低迷（図4.6.10；瀬戸内海に地域における漁業動向、瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向より）により漁獲対象として魅力を失ったこと、漁業従事者数の減少、高齢化にともなう漁業活動の低下など（塚本, 2003）の状況変化とあいまって、漁獲強度の低下につながったと考えられる。

- ヒラメ・マコガレイ：若齢魚、親魚とも漁獲強度はほぼ一定であり、改善されていない。若齢魚、親魚量とも減少している。ヒラメや周防灘のマコガレイ（大分では城下ガレイの別称がある）のような異体類は、魚価がマダイほど低くなく、漁獲対象種としての魅力が失われていないことが、若齢魚の漁獲強度の低下につながっていない要因と考えられる。また小型底びき網で偶発的に採集されたマダイ稚魚を放流した時、その生残率は30-60%が期待されるが（城ほか, 1990）マコガレイ稚魚の再放流時の生残率はマダイと比較して低い（生残率0）（木村, 1994）。異体類の若齢魚への漁業活動による影響は同じく小型底びき網で漁獲されているマダイよりも大きいと考えられる。

以上から、カタクチイワシ、マダイのように資源が回復しているものは親魚にかかる漁獲強度が減少傾向にあるが、サワラ、ヒラメ、マコガレイなどのように資源が減少、低水準にあるものについては漁獲強度が高いままであることがわかる。これらの魚種では種苗放流なども行われているが、漁獲強度の低減が資源回復のために必要である。

また、サワラを除き、近年、親魚から新たに生まれてくる若齢魚数が少なくなっている。資源水準の低下に対する他の要因として、親魚資源量に連動して加入量が決定される再生産機構を攪乱する環境要因の介在が示唆される（図4.6.11）（カタクチイワシ、瀬戸内海中・西部

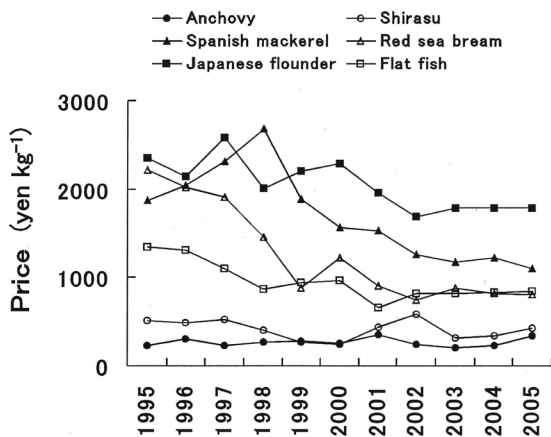


図4.6.10 瀬戸内海におけるカタクチイワシ、シラス、サワラ、マダイ、ヒラメ、カレイ類の単価の推移

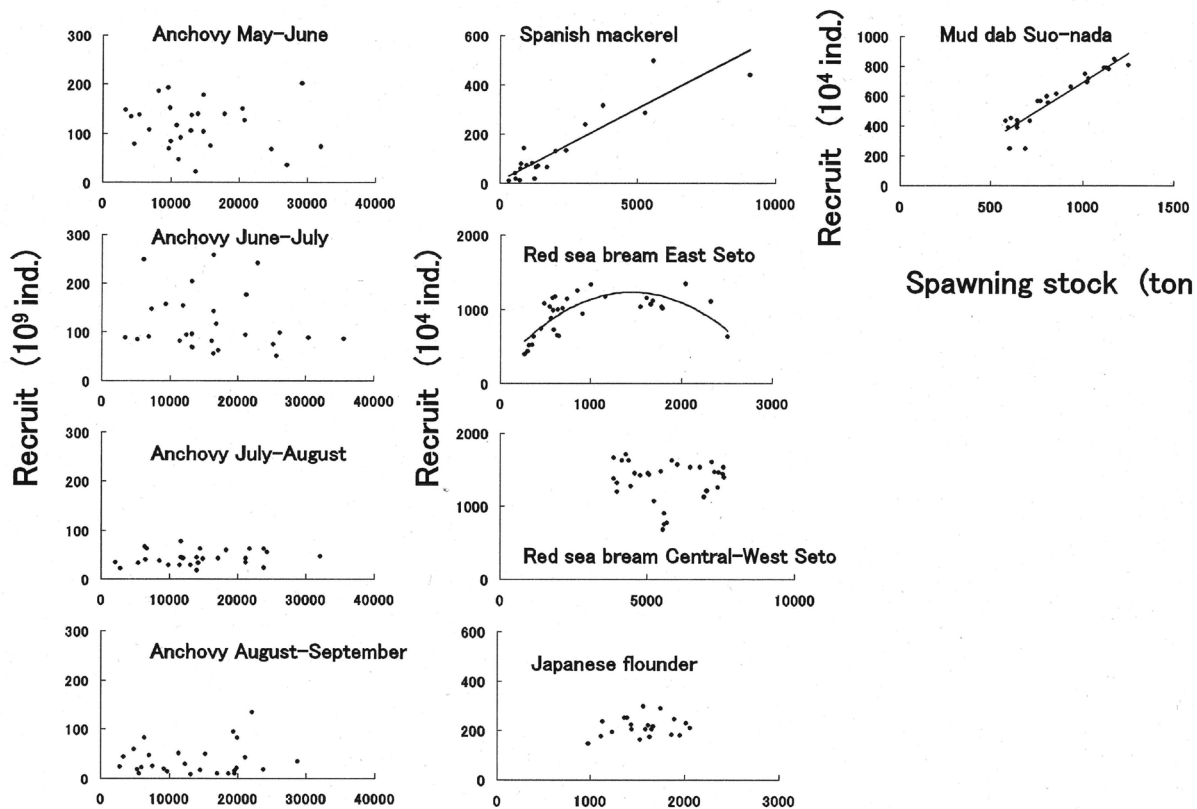


図4.6.11 カタクチイワシ、サワラ、マダイ、ヒラメ、マコガレイの再生産関係

サワラ、周防灘のマコガレイ、瀬戸内海東部海域のマダは親魚量と加入量の間の統計的に有意な再生産関係がある。サワラ、周防灘のマコガレイは1次式、瀬戸内海東部海域のマダイには2次関数曲線で再生産関係を示すことができる

海域マダイ、ヒラメでは、親魚量と加入量の間に関係がない。周防灘マコガレイでは、直線関係から大きくはずれる)。すなわち、卵から漁業資源に加入する間に、環境を原因とする大きな死亡が起きていることが推察される。瀬戸内海では以前の健全な「親子関係」が高水温化(河野・銭谷, 2008)や藻場・干潟の消失などにより変化している可能性がある。瀬戸内海の漁業生産は漁業規制だけでは制御しきれない問題が存在するようである。

#### 参考文献

- 井内 美郎 (2006) 「瀬戸内海・45」、20-25。  
 井本 有治、木村 博、吉岡 直樹、銭谷 弘 (2007) 「加入量当たり産卵資源量を用いた周防灘マコガレイの資源管理」 日水誌、73:684-692。  
 浮田 正夫、中西 弘ほか (1972) 「富栄養化の原因と対策 その2」、公害と対策、Vol.18、No.6577-591。浮田 正夫、中西 弘 (1992.8) 「瀬戸内海への栄養塩類の流入負荷解析と対策、瀬戸内海研究フォーラム in 広島」 13-15。  
 浮田 正夫ほか：未発表。  
 宇部市環境部「宇部市の環境」各年版。  
 大美 博昭 (2004) 「漁業実態と資源解析」大阪府水試報、15:40-44。  
 河野 佛昌、銭谷 弘 (2008) 「1980-2005年の瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵量分布」日水誌、74:636-644。

河野 佛昌、銭谷 弘 (2009) 「平成20年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価、平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価・TAC種以外)第2分冊」713-750。

環境庁 (1990.3) 「瀬戸内海における磷及び窒素の発生負荷量等解析調査」。

環境省水環境部閉鎖性海域対策室 (2002) 「瀬戸内海における海砂利採取とその環境への影響」環境省水環境部閉鎖性海域対策室p.75。

木村 博 (1994) 「小型底曳網漁船の投棄魚の研究Ⅳ 投棄された魚介類の生残率について」山口県内海水誌報、23:1-9。

日下部 敬之、保坂 竜哉、玉木 哲也。(2004) 「漁獲努力量でチューニングしたコホート解析による瀬戸内海東部3海域のイカナゴ *Ammodytes personatus* 当歳魚の資源尾数推定」大阪府水試報、15:9-15。

建設省国土地理院 (1978) 「沿岸海域基礎調査報告書 (三津地区)」建設省国土地理院、p.56。

建設省国土地理院 (1979) 「沿岸海域基礎調査報告書 (土生地区)」建設省国土地理院、p.72。

小坂 淳夫編 (1985.4) 「瀬戸内海の環境」、恒星社厚生閣。  
 (財) 国際エメックスセンター (2008) 「ENVIRONMENTAL CONSERVATION OF THE SETO INLAND SEA」。

(社) 瀬戸内海環境保全協会 (平成18年度) 「瀬戸内海の環境保全 - 資料集 - 」。

城 久 (1990) 「大阪湾の開発と海域環境の変遷」、日本海洋学会秋季大会講演要旨集、329-330。

城 泰彦、上田 幸男、中久 善昭、天真 正勝、喜内 浩、大西 圭二、森 啓介 (1992) 「平成2年度資源培養管理

- 対策推進事業（マダイ）概要報告」平成2年度徳島県水産試験場事業報告書、1-15.
- 銭谷 弘（2009）「平成20年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価. 平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種以外）第2分冊」1022-1042.
- 銭谷 弘（2009）「平成20年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価. 平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種以外）第2分冊」1043-1068.
- 高尾 亀次（1990）「瀬戸内海におけるカタクチイワシの回遊・産卵」水産技術と経営、3:9-17.
- 中央環境審議会水環境部会総量規制専門委員会（2005.4）「第6次水質総量規制の在り方について」.
- 中国四国農政局山口統計事務所「山口県農林水産統計年報」各年次.
- 中国四国農政局統計部「平成17年漁業生産額（海面漁業・海面養殖業）」.
- 中国地方経済連合会（1972.2）「瀬戸内海の汚染負荷解析－BOD、COD、SS、油分、NおよびPの発生負荷量－」.
- 塚本 洋一（2003）「瀬戸内海の漁業の現状」瀬戸内海、36:5-11.
- 永井 達樹、片町 太輔（2009）「平成20年度サワラ瀬戸内海系群の資源評価. 平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種以外）第3分冊」1194-1225.
- 中西 弘・浮田正夫（1981）「鑑定書および図の部、表の部、高松地方裁判所」.
- 日本水産資源保護協会（1986.3）「瀬戸内海漁業離別漁獲統計累年表」.
- 日本水産資源保護協会（1994.3）「瀬戸内海漁場適正栄養レベル検討事業報告書」.
- 山本 民次・芳川 忍・橋本 俊也・高杉 由夫・松田 治（2000）「広島湾北部海域におけるエスチュアリー循環過程」、沿岸海洋研究37、111-118.
- 湯浅 一郎・高橋 暁（2006）「瀬戸内海・45」7-12.
- 亘 真吾（2009）「平成20年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種以外）第3分冊」1247-1270.
- 亘 真吾（2009）「平成20年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. 平成20年度日本周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC種以外）第3分冊」1231-1448.
- 環境省水・大気環境局（2008.3）「瀬戸内海の現況」.  
[http://www.env.go.jp/water/heisa/pdf/setonaiki\\_genjyo.pdf](http://www.env.go.jp/water/heisa/pdf/setonaiki_genjyo.pdf).
- 「瀬戸内海における漁業生産量の推移」<http://www.seto.or.jp/seto/kankyojoho/index.htm>.
- 山口県水産研究センター内海研究部「栄養塩調査結果」  
[http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/gyosei/suisan-s/uminari/nori/nori\\_info.htm](http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/gyosei/suisan-s/uminari/nori/nori_info.htm).



## 第5章 対応

---

|    |    |                    |
|----|----|--------------------|
| 荏原 | 明則 | Akinori Ebara      |
| 今井 | 一郎 | Ichiro Imai        |
| 小林 | 悦夫 | Etsuo Kobayashi    |
| 戸田 | 常一 | Tsunekazu Toda     |
| 土岡 | 正洋 | Masahiro Tsuchioka |
| 浮田 | 正夫 | Masao Ukita        |
| 山下 | 洋  | Yoh Yamashita      |
| 柳  | 哲雄 | Tetsuo Yanagi      |

## 5. 対応

### 5.1 瀬戸内海環境保全臨時措置法の成立

#### 5.1.1 はじめに

瀬戸内海の環境保全が叫ばれて、はや40年近い年月が経った。今の瀬戸内海が、必ずしも良い状態とは言えないが、陸域からの人為汚染の流入は激減し、水質も安定してきている。しかし、最良の状態とは言えず、今後さらに、より良い環境を求めて、環境対策が進められるべきである。また、開発が盛んな時期に、沿岸埋め立てなどにより失われていった瀬戸内海の自然景観、自然海浜、水産資源の宝庫となる干潟、藻場の回復も進めなければならぬ。それ以上に、今、新たな瀬戸内海の環境を創生することが望まれている。

そこで、瀕死の海と言われた昭和40年代前半の瀬戸内海において何が行われたかを振り返り、新たな環境創生への躍進の糧としたい。

#### 5.1.2 瀬戸内海の危機

1955（昭和30）年以降、政府の「所得倍増論」を反映して、高度成長が急速に進んでいった。特に1960（昭和35）年以降はその成長は速度を増していった。東海道新幹線が開通し、東京オリンピックが開催されたのが、1964（昭和39）年である。また、名神高速道路が開通したのも1965（昭和40）年である。所得倍増論が提唱された1960（昭和35）年には、10年で倍増する計画であったが、1967（昭和42）年には7年目にして、所得は倍増していた。

瀬戸内海でも、石油コンビナートの造成など産業開発が急速に進み、臨海部は埋め立てられ、自然海岸が激減して行った。また、工場立地にともない人口集中が起こり、工場排水や生活排水の流入により海域の汚濁が進み、恒常的な赤潮の被害が発生していた。まさに、瀬戸内海は「瀕死の海」と言われても仕方のない状況にまでなっていた。

#### 5.1.3 瀬戸内海環境保全知事・市長会議の設立

政府では、全国的な環境汚染に対処するため、1966（昭和41）年に公害対策基本法を制定するとともに、各種公害関係法の整備を行った。しかし、全国一律的な法規制では、瀬戸内海の汚染の進行を止めることは困難であった。この状況を打開するため、沿岸府県においては、個別の条例を制定するなど、その対策に躍起となっていた。この動きを受けて、兵庫県が提唱して、1969（昭和44）年1月、瀬戸内海沿岸の11府県で構成する「瀬戸内海をきれいにする協議会（会長県 兵庫県）」が結成され、瀬戸内海の汚染の原因の解明、赤潮の被害防除、原因などを調査するため、府県の担当課長による意見交換が、繰り返し開催された。

議論が始まって、2年が過ぎた1971（昭和46）年6

月2日、政府主催による、佐藤首相と地方行政連絡会議の知事代表との懇談会が開催された。その席上、坂井兵庫知事は、瀬戸内海をきれいにする協議会会長として、首相に対し、瀬戸内海の環境保全についての要望を行った。要望の内容は、瀬戸内海の環境保全を進めていくため、国の機関として「瀬戸内海整備本部」の設立が必要であると提案した。この席に同席していた水野広島知事、金子香川県知事も全面的に賛同した。あわせて、国の機関の設立の前に、まず、府県の壁を越えて公害対策を推進する地元の組織を設置することが必要であるとの認識に立ち、「瀬戸内海沿岸府県公害対策会議（仮称）」の設置が、その場で検討された。

提唱した3府県の知事の意向を受け、同年6月23日、「瀬戸内海環境保全対策知事会議」の開催準備のため、関係府県の担当部局長が集い、会議の開催方法、議題について協議がなされた。この協議を受けて、正式に「瀬戸内海環境保全知事・市長会議」が、1971（昭和46）年7月14日、神戸商工貿易センターにおいて開催され、沿岸11府県3大市（政令市ではなく、当時は大きな市という意味で使われていた）のすべての知事・市長あわせて14名と、小山自治政務次官や城戸環境庁官房長をはじめとする各省庁の代表による3時間にわたる協議が行われた。この協議の結果、瀬戸内海環境保全憲章の制定、瀬戸内海環境整備の推進体制の確立、瀬戸内海公害防止計画の策定、赤潮防止対策の確立を進めることと、この知事・市長会議を今後とも継続して開催することが、満場一致で採択された。

この知事・市長会議で幹事となった兵庫県、広島県、大分県、香川県の4県の担当部長が、同年8月5日に集い、具体的な活動を進めていくため、知事・市長会議の規約、瀬戸内海憲章の取り扱い、国への要望内容について協議を行った。この結果を踏まえ、同年8月16日には、首相官邸において自治省主催の全国知事会議が開催されたが、この時に合わせて、知事・市長会議のメンバーである知事は、共同で、環境庁長官に瀬戸内海環境保全対策についての要望を行った。また、知事・市長会議を構成する各府県の部局長が集まって、関係省庁および瀬戸内海に関係する国会議員に対して、瀬戸内海環境保全対策についての要望を行った。



図5.1.1 第1回瀬戸内海環境保全知事・市長会議

#### 5.1.4 政府と地元の迅速な動き

衆議院予算委員会では、この要望を受けて、同年9月16日には、兵庫県、岡山県、広島県、山口県をめぐって、瀬戸内海の汚染の現状を視察した。また、小沢環境政務次官、水質保全局長が、10月4日に兵庫県、香川県、広島県、山口県を視察、10月7日には大石環境庁長官が、官房長、兵庫県知事、神戸市長を随行させ、ヘリで現状視察を行った。

これらの視察の結果により、政府は、同年10月8日、関係する11の省庁による「瀬戸内海環境保全対策推進会議」の設置を決定した。また、環境庁主催による瀬戸内海環境保全知事懇談会が10月14日に開催され、政府において、瀬戸内海環境保全対策推進会議が設置されたことの報告があり、今後、国と沿岸府県が協力して、環境対策のマスタープランを策定し、おのおの役割分担して事業を実施していくことが話し合われた。

政府では、10月29日、「瀬戸内海環境保全対策推進会議」の初会合が開かれ、赤潮対策、水質汚濁対策、自然保護の現状の把握と、それを進めるためのマスタープランを策定することと、これに関する4つの分科会を設置することが決定された。

これを受けて、環境庁では、翌年の1972（昭和47）年2月24日、赤潮対策や水質汚濁対策を進めるため、実態を把握する必要があるとして、昭和47年度を初年度として、「瀬戸内海水質汚濁総合調査」を、毎年4回実施することを決定した。第1回の瀬戸内海水質汚濁総合調査は、同年5月22日に実施された。実施にあたっては、広島に現地本部を置き、環境庁小沢政務次官を本部長にして、11府県3市が一斉に行った。調査の内容は、海域水質709地点、河川水質107地点、工場排水570工場、海域底質295地点、プランクトン203地点という、膨大なものであった。この年は、その後も7月31日、10月16日、1月10日と各県持ち回りで現地本部を置き、実施された。

また、瀬戸内海の環境保全意識を高揚するため、広く、瀬戸内海の環境に関する作文、標語、ポスターを募集し、同年6月16日に、その入選作を発表した。現在使われている標語「子に孫に、残せ、きれいな瀬戸の海」は、この時、瀬戸内海環境保全知事・市長会議、議長賞を受けた大分県中津市南堀川町の矢野勝利さんの作品である。

1971（昭和46）年7月に発足した瀬戸内海環境保全知事・市長会議は、第1回総会開催以降も、各種会合が精力的に開催され、1972（昭和47）年の第2回総会開催までに、部局長による幹事会を5回、課長会議を9回、国への要望を5回、実施した。

第2回の知事・市長会議総会は、同年8月8日に、「るり丸」に乗船し、神戸から高松までの洋上で開催された。小山環境庁長官を始め、各府県市の知事・市長のほとんどが出席し、第1回総会の議題に加えて、新たに「瀬戸内海環境保全法（仮称）の制定、生活環境整備に関する特例措置、清掃船の建造、瀬戸内海環境保全月間の設定」について、協議が進められた。この結果を踏まえて、知事・市長会議では、8月25日、瀬戸内海環境保全法の早期制定などについて国に要望した。

また、瀬戸内海の環境保全を進めていくためのシンボルマークを公募し、翌1973（昭和48）年2月2日、幹事会において決定され、第3回総会から使用された。決定されたシンボルマークは、この時に当選した福岡県飯塚市吉原町朝日広告社の仲野光広さんのもので、現在も使用されている。

#### 5.1.5 瀬戸内海環境保全臨時措置法の制定

先にも述べたが、1972（昭和47）年8月8日に開催された第2回知事・市長会議総会で、瀬戸内海環境保全法の制定が決議され、政府に対して、強く要望した。これを受けて、同年9月12日、瀬尾弘吉、小沢太郎、林義郎代議士を世話人として、自民党の「瀬戸内海を汚染から守る議員連盟」が結成され、49名の議員が参加した。

また、同年10月11日、知事・市長会議の幹事会が開催され、瀬戸内海環境保全法（仮称）の制定に向けての運動方針が協議された。この運動方針にもとづき、10月12日から、関係各府県市において、同法制定についての署名を各府県選出の自民党国会議員に要請した。10月27日には、「瀬戸内海環境保全法制定に関する要望」に対する署名が、瀬戸内海関係衆参議員、与野党を合わせて180名から集まり、知事・市長会議を代表して、兵庫県知事と広島県知事が、永田亮一衆議院議員にともなわれ、二階堂官房長官および環境庁長官に、要望書を署名簿とともに提出した。

11月8日には、自民党の林議員から瀬戸内海環境保全



図5.1.2 瀬戸内海水質汚濁総合調査（広域水質調査）

法（仮称）にかかる試案が提示された。試案には、工場排水の総量規制、工場立地の許可制、下水道整備事業の補助率の引き上げ、埋め立ての許可制、被害救済基金の創設などが盛り込まれていた。

続いて、1973（昭和48）年1月17日には、社会党政策審議会案が提示された。これには、瀬戸内海環境保全計画の策定、工場の立地規制、埋め立ての原則禁止などが盛り込まれていた。また、公明党案も提示され、瀬戸内海環境保全総合本部の設置、環境基準の設定、新規工場の禁止、工場排水の規制強化、下水道の補助率の引き上げ、埋め立ての禁止、温排水の規制などが提案されていた。また、2月9日に、自民党の「瀬戸内海を汚濁から守る議員連盟」懇談会が開催され、衆参両院議員25名が出席し、瀬戸内海環境保全特別措置法（仮称）要綱案について協議が行われた。

2月14日、三木環境庁長官主催による関係府県の知事、市長を集めての会議が開催され、この場において知事・市長側から、瀬戸内海環境保全審議会の設置、環境整備本部の設置、瀬戸内海環境保全計画の策定、国の直轄事業および補助事業に対する特例措置、同事業に対する関係事業者からの負担の制度化、緊急対策としての汚濁負荷総量規制、企業立地規制、埋め立て規制、被害者救済措置の制度化などと具体的内容を盛り込んだ「瀬戸内海環境保全特別措置法案」を提示し、早期制定を要望した。自民党では、林議員試案を元に、議員連盟と知事・市長会議の協議の上、「瀬戸内海を汚染から守るための臨時立法」を提起した。3月2日、自民党が臨時措置法案大綱を発表し、3月10日、法案についての各省庁の意見を聴取した。

他方、全国漁業組合連合会が、3月27日、公害撲滅瀬戸内海漁民決起大会を明石市で開催し、瀬戸内海環境保全法の制定を決議した。

また、同3月9日には、社会党が特別措置法案を発表した。3月28日には共産党も法案を提示し、自民、社会、公明、共産の4党案が出そろった。自民党の議員連盟総会が、4月13日に開催され、既に聴取している各省庁の意見をも踏まえ、法案の中身を深める審議がなされた。この結果、一部修正を加え、3年間の時限立法とし、瀬戸内海の範囲は、漁業法の瀬戸内海の範囲とすることなどが決定された。

4月25日、知事・市長会議は、各省庁、関係国会議員に対し、早期法制化の要望を再度行ったが、自民党と社会党では、6月15日、法案の成立を目指し初の協議を行い、今後協調して、開会中の今国会（第71国会）での通過を目指すこととなった。また、衆議院公害・環境特別委員会では、7月13日に開催された委員会で自民党案をベースに今国会で成立させることで、与野党の意見が一致した。

知事・市長会議は、7月21日に総会を開催し、法案の早期制定を要望するとともに、自主行動として産業系の汚濁負荷量を総量規制的手法により半減することや、埋め立て抑制、有害物質排出規制の強化を行うことを申し合わせた。この時点では、一部の県から、府県間に今までの開発の度合いに差があることから、汚濁負荷量の半減や埋め立て規制を一律に行うことは不公平であるとの意見も出された。

9月14日には、瀬戸内海環境保全臨時措置法が衆議院公害・環境特別委員会を通過し、同18日、衆議院本会議において全会一致で可決、参議院に回付された。9月20日、参議院公害・環境特別委員会を通過し、同27日、参議院本会議において、全会一致で可決し、法案が成立した。ようやく、知事・市長会議の総意であった法律が、3年間の時限法ではあったが、10月2日、成立し、公布された。（昭和48年法律110号）

瀬戸内海環境保全臨時措置法は、1ヶ月後の11月2日に施行され（同法附則1条）、環境庁でも、これにともない、その事務を担当する瀬戸内海対策室を設置した。室の陣容は、室長以下各省の出向職員を含め7名となった。兵庫県でも水質課内に瀬戸内海環境保全室を設置し、体制を整備した。他の府県においても、同様に措置を取るところが多かった。12月からは、法施行にともない、府県、3政令市では、工場などの設置にかかる許可制度の整備など対応しなければならない事務が大量に発生したが、議員立法であるがために、環境庁では手続きに関する各種の通達、通知を出すことが出来なかった。知事・市長会議では、各府県での取り扱いがバラバラになることをさけるため、自主的にその取り扱いに関する申し合わせを作成することとなり、そのための府県市担当係長会議、課長会議を繰り返し開催した。調整が難航したのは、産業排水の負荷量の半減計画を府県別計画にブレークダウンすることであったが、開発が進んでいる地域とこれから開発を進めようとしている地域、下水道が進んでいる地域と進んでいない地域、産業に対する規制がすでに厳しい地域とそうでない地域など、府県での今までの対応に格差があったため、産業系の汚濁負荷の総量の配分方法と、府県がそれに基づき策定する排水基準の調整で意見の対立があった。1974（昭和49）年3月になって、幹事役をした兵庫県が各府県の不満を吸収する形で各府県割当量を提示したことから、ようやく意見がまとまり、申し合わせ事項（知事・市長会議版通達集）が完成され、瀬戸内海の環境保全に向けての規制が始まった。

## 5.1.6 おわりに

この瀬戸内海の環境保全対策の進め方は、従来のお役所仕事と言われるものとは事を異にして、大変な早さで検討が進められ、法律が制定された。これには、強いリーダーシップが発揮されたことが特記できる。具体的には、地元においては坂井兵庫県知事であり、国会においては灘尾、林両議員である。これに加えて、環境庁の長官以下、関係の課長による絶大なる支援のおかげであると考えている。また、知事・市長会議の事務局を担った、兵庫県の下野水質課長と藤永主査（途中からは係長）が中心となった資料の作成、関係者間の調整作業が、この法律の制定、環境保全施策の進展に大きく貢献したと確信できる。身内ではあるが、その功績大なることから、あえて名を挙げて感謝したい。

今になって、瀬戸内海環境保全臨時措置法は欠陥法であると、厳しい評価をされる人がある。人それぞれであるから、そのことにあえて批判をするつもりはないが、臨時措置法を制定するためにその当時の人がどれだけ苦



労してきたかを考えて頂ければ、簡単に批判は出来ないのではなかろうか。大変な苦勞の中、色々のセクターの人たちが、いかにして瀬戸内海を回復しようかと考え、お互いに譲歩するところは譲歩して、その結晶として、瀬戸内海環境保全臨時措置法が成立したのである。その結晶を大切に運用して、瀬戸内海は少しずつ回復してきていることは、事実である。究極を求める人たちから考えれば、まだまだ不十分であると言うだろうが、瀬戸内海環境保全臨時措置法の制定により、それまで進んできた埋め立て事業が、埋め立て抑制条項により、その面積を極端に縮小していることや、瀬戸内海に流入する汚濁負荷量は、工場立地、増設の許可制の導入、公共下水道整備の推進条項によって、半減以下に削減されている。これは、東京湾等の他の閉鎖性海域に比べれば、顕著な環境改善である。私は、この業績に対して、拍手喝采をしたい。

国会においても、衆参両院との全会一致で可決した法律である。政府提案ではなく、各党派共同の議員提案であるから、環境保護団体も、そのことを踏まえて、この法律を大切にしてもらいたいと思っている。

## 5.2 瀬戸内海沿岸域保全管理法

瀬戸内海を対象として適用される法律は極めて多い。瀬戸内海環境保全特別措置法は、1973年に制定されて以来、瀬戸内海の世界保全の基本的しくみを提供するものとした論議がされてきた。しかし同法は水質汚濁防止法の特別法であって、瀬戸内海の多くの問題の解決のために適切な法的しくみを提供するものではない。本節では、現行の法律を概観した後、それらを統合し、環境問題を中心として、土地利用問題などにも解決策を提供しうるしくみとして、沿岸域管理制度を中心とした新瀬戸内法制度の構築を提案する。

### 5.2.1 瀬戸内海の利用と管理の法的問題—問題の所在—

#### (1) 瀬戸内海に関する法制度

瀬戸内海環境保全特別措置法（昭和48年法110号。制定当時は「瀬戸内海環境保全臨時措置法」であったが、昭和53年法63号により改正された。）は制定より30年あまりが経過した。瀬戸内海研究会議では2003年10月に「瀬戸内法30年」と題するワークショップを開催し、瀬戸内海環境保全特別措置法の評価と今後の課題を検証した。そこでは、同法の施行・運用による一定の役割を評価するとともに、その限界、特に埋め立て規制の不十分さ、浅海域の減少・消滅、それとともに島嶼部の高齢化・過疎化といった事態から、新しい規制システム、支援策の検討が議論された（瀬戸内海環境保全協会、2003）。

本節では、このような問題意識にたって現行法制度の検討、特に瀬戸内海環境保全特別措置法の意義と限界、日本における沿岸域への注目、瀬戸内海の世界保全と再生の提案（瀬戸内海環境保全知事・市長会議、2008）、新たな瀬戸内海地域管理法の構築、瀬戸内海を対象とした沿岸域管理法の意をを検討することとする。

#### (2) 現行法のあらまし

##### 1) 瀬戸内海環境保全特別措置法

この法律は1973年に制定された瀬戸内海環境保全臨時措置法を改正・恒久化したものであり、後に述べるように水質汚濁防止法の特別法と位置づけられる。すなわち、その目的は「瀬戸内海の世界の保全上有効な施策の実施を推進するための瀬戸内海の世界の保全に関する計画の策定等に関し必要な事項を定めるとともに、特定施設の設置の規制、富栄養化による被害の発生の防止、自然海浜の保全等に関し特別の措置を講ずることにより、瀬戸内海の世界の保全を図ること」にある（同法1条）。この目的で理解できるように1960年代以降全国的に問題となった公害問題に対処するものの一つであり、水質汚濁防止法による規制などでは閉鎖性水域である瀬戸内海において充分ではないとして、水質汚濁防止法の規制システムに上乗せする形で規制システムを構築する法律である。この法律については、項を分けて後に検討することとする。

##### 2) 水産業に関する諸法律

瀬戸内海は重要な水産資源の供給の場であるから、水産業に関する一連の法律、すなわち水産基本法（平成13年法89号）、漁業法（昭和24法267）、漁港漁場管理法（昭和25年法137号）などがある。従来、水産資源に関する諸法律は、いわゆる事業法であって、たとえば、漁業法が「漁業生産に関する基本的制度を定め、漁業者及び漁業従事者を主体とする漁業調整機構の運用によって水面を総合的に利用し、もって漁業生産力を発展させ、あわせて漁業の民主化を図ること」を目的とすることに見られるように主として漁業の振興・保護を目的としており、しかも、振興・保護は漁業権の設定、許可漁業や指定漁業、承認漁業などによるものであり、漁業ができるように環境を保全するという視点はほとんどなかった。しかし、近年の水産基本法を制定し、漁港法を改正して漁港漁場整備法とした（平成12年法78号により改正）ことなどで、一定の環境保護も視野に入れた。たとえば、水産基本法は沿岸漁業等振興法（昭和38年法165号）に代えて制定されたが、沿岸漁業等振興法が、「国民経済の成長発展及び社会生活の進歩向上に即応し、沿岸漁業等の生産性の向上、その従事者の福祉の増進その他沿岸漁業等の近代化と合理化に関し必要な施策を講ずることにより、その発展を促進し、あわせて、沿岸漁業等の従事者が他産業従事者と均衡する生活を営むことを期することができることを目途として、その地位の向上を図ること」を目的としていたのに対し、水産基本法は、「水産に関する施策について、基本理念及びその実現を図るのに基本となる事項を定め、……水産に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって国民生活の安定向上及び国民経済の健全な発展を図ること」を目的とし（1条）、「水産物の供給に当たっては、水産資源が生態系の構成要素であり、限りあるものであることにかんがみ、その持続的な利用を確保するため、海洋法に関する国際連合条約の的確な実施を旨として水産資源の適切な保存及び管理が行われるとともに、環境との調和に配慮しつつ、水産動植物の増殖及び養殖が推進されなければならない」（同法2条2項）として水産資源の保存・

管理および環境問題にも一定の配慮を定めている。

### 3) 自然の保護と利用に関する諸法律

瀬戸内海は、多島海として美しい風景に恵まれており古くから、自然を保護するとともにその景勝地が利用されてきており、法制度が整備されている。典型例は、自然公園法（昭和32年法161号）であり、その他都道府県条例などにより自然の保護がなされている。自然公園法に基づいて瀬戸内海および沿岸部の陸地の広い地域が瀬戸内海国立公園および足摺宇和国立公園などの区域に指定されている。瀬戸内海国立公園の指定は自然公園法制定前の1934年3月16日で、三度の追加指定により現在のような広範囲な陸域・海域が公園区域となった（図

5.2.1)。もっとも自然公園法は、「優れた自然の風景地を保護するとともに、その利用の増進を図り、もつて国民の保健、休養及び敦化に資すること」を目的としており（1条）、保護と利用の二面性をもつ。このため、利用の優先により自然破壊がなされたり、また、過剰な利用が問題となることがある。さらに、この国立公園制度はその敷地が国有地・公有地だけでなく、私有地を含み財産権保護の面から管理をも困難にしている点がある（瀬戸内海国立公園の場合は約72%が私有地）。

### 4) 海上運送および海上交通などに関する諸法律

瀬戸内海は海の大動脈と呼ばれ、船舶による海上交通の要路であり（図5.2.2）、海上衝突予防法（昭和52年

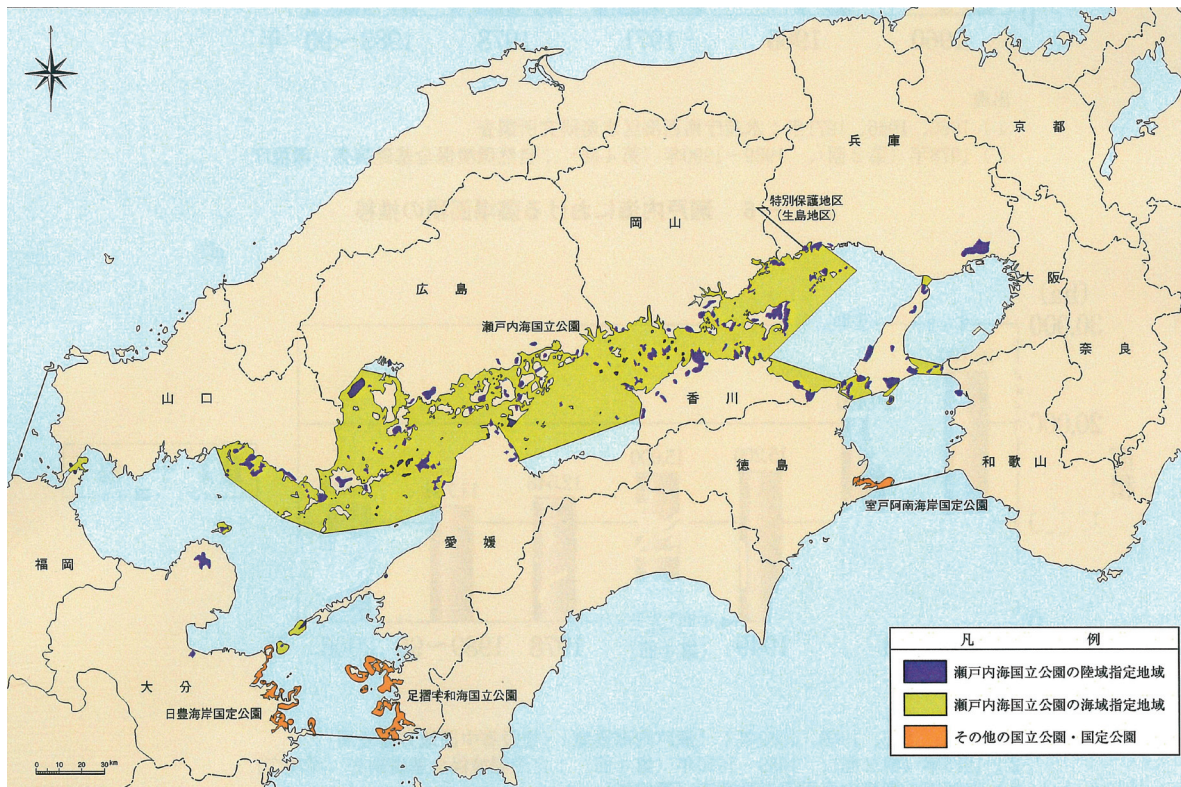


図5.2.1 瀬戸内海国立公園の区域（せとうちネット）

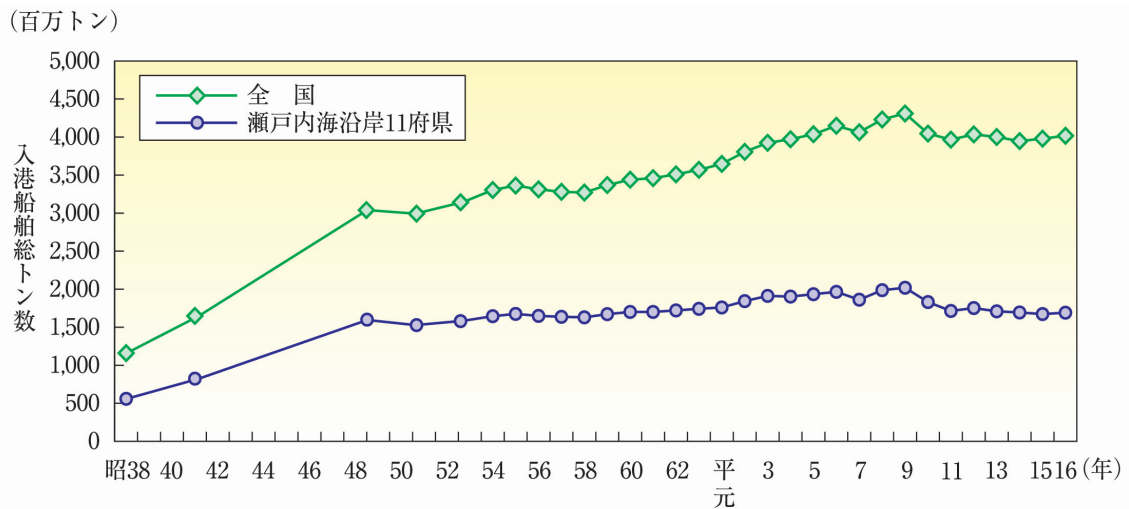


図5.2.2 瀬戸内海沿岸11府県における入港船舶総トン数の推移

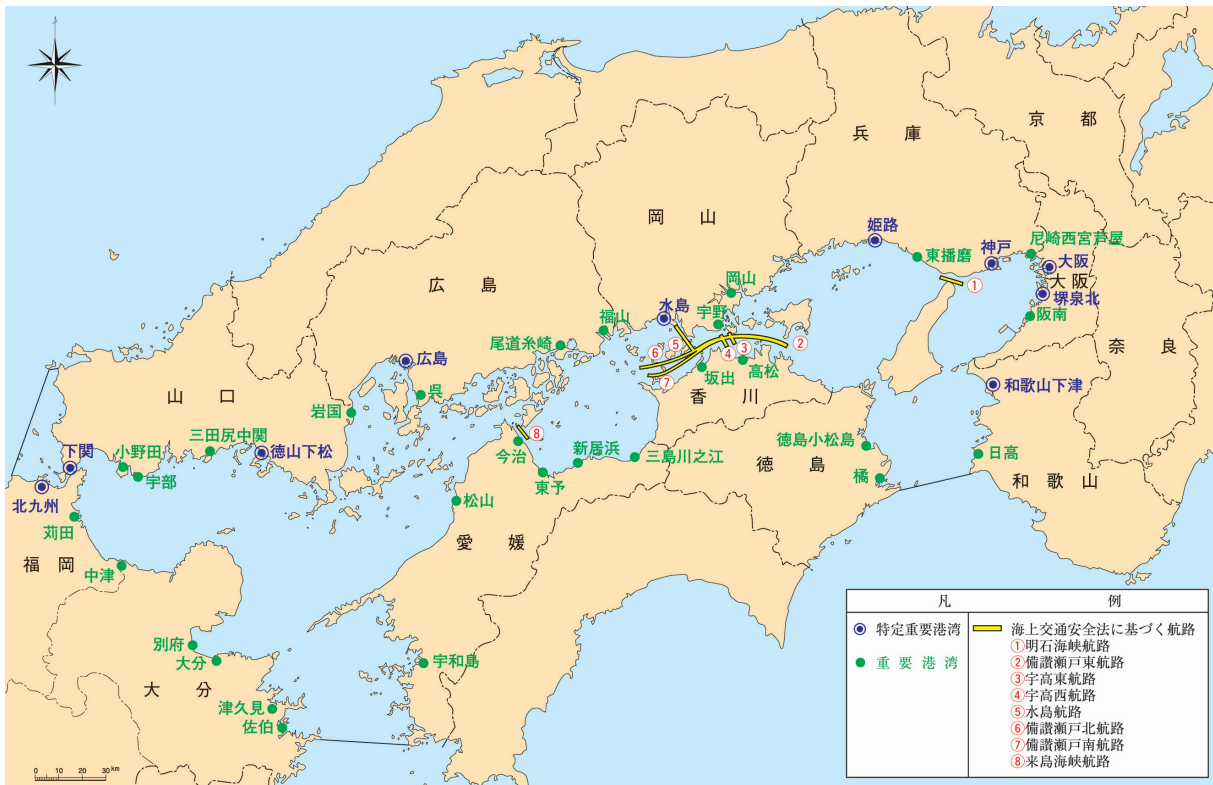


図5.2.3 瀬戸内海の港湾・航路（2004年3月末現在）

法62号)、海上交通安全法(昭和47年法115号)および港則法(昭和23年法174号)などによる海上交通の規制に服する。海上交通安全法は、東京湾、伊勢湾と瀬戸内海を規制対象域とする(図5.2.3)。また海上運送に関する海上運送法などによる規制にも服する。

#### 5) 廃棄物に関する規制

海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(昭和45年法136号)は、船舶・海洋施設・航空機から海洋に油・有害液体物質などや廃棄物を排出したり、または焼却すること、および船舶から大気中に排出ガスを放出することなどを規制するもので、廃油の適正な処理の確保、排出された油、有害液体物質などや廃棄物などの防除並びに、海上火災の発生・拡大の防止、海上火災などにもなる船舶交通の危険の防止などによる海洋汚染などや海上災害を防止しようとするものである。国際条約上の義務の履行や海洋環境の保全などや、人の生命、身体そして財産の保護に資することも目的に含んでいる。瀬戸内海における汚染を防止するためには大きな効果がある。

もっとも、この法律は河川などを經由する廃棄物の流入、蓄積された海上・海底などにおける廃棄物には対応を予定しておらず、廃棄物の処理及び清掃に関する法律に基づく処理が予定されていることに留意しておく必要がある。

#### 6) 埋め立て・干拓

公有水面埋め立て法(大正10年法57号)は、元来埋め立て・干拓を推進する法律であったが、1973年改正により国土の利用計画や環境に配慮した埋め立てのみを

許可するものとなった。瀬戸内海では瀬戸内海環境保全特別措置法により、埋め立ては厳に抑制すべきとされた。

#### 7) 沿岸地域を規制する諸法律

海と陸の境界線を挟んだ陸域と海域に適用される法律としては、海岸法(昭和31年法101号)、河川法(昭和39年法167号)、港湾法(昭和25年法218号)、漁港漁場整備法があるほか、最近海洋基本法(平成19年法33号)が制定された。前四者は学問上公物・公共施設と呼ばれるものであるが、いずれも国などが公共の用に供するために設置・管理する物的施設である海岸、河川、港湾・漁港などの利用と管理に関する法律である。港湾と漁港は、人工的に建設・設置するものであるからその目的は明確であるが、河川と海岸は自然のものであるから、法律制定の趣旨は人間の利用や人間への害悪を考慮しており、河川法では、治水と利水、すなわち、「河川について、洪水、高潮等による災害の発生が防止され、河川が適正に利用され、及び流水の正常な機能が維持されるようにこれを総合的に管理することにより、国土の保全と開発に寄与」が従前から認められていたが、「河川環境の整備と保全」が平成9年法改正で追加された。海岸法も同様で、従前は、目的に「津波、高潮、波浪その他海水又は地盤の変動による被害から海岸を防護し、もつて国土の保全に資する」があげられていたが、「海岸環境の整備と保全及び公衆の海岸の適正な利用」を図ることなどが加わった。

海洋基本法は、海洋の平和的かつ積極的な開発及び利用と海洋環境の保全との調和を図る新たな海洋立国を実現することが重要であることなどを目的規定に定めており(1条)、沿岸域についてもその総合的管理について

定める（25条）。すなわち、「国は、沿岸の海域の諸問題がその陸域の諸活動等に起因し、沿岸の海域について施策を講ずることのみでは、沿岸の海域の資源、自然環境等をもたらす恵沢を将来にわたり享受できるようにすることが困難であることにかんがみ、自然的社会的条件からみて一体的に施策が講ぜられることが相当と認められる沿岸の海域及び陸域について、その諸活動に対する規制その他の措置が総合的に講ぜられることにより適切に管理されるよう必要な措置を講ずるものとする。」（25条1項）と定める。ただ制定後間もないため同法による沿岸域管理の施策の展開はこれからである。

#### 8) 国土利用計画および沿岸域に影響を与える土地利用規制の法律など

瀬戸内海だけではなく全国レベルの問題ではあるが、国土形成計画法（国土総合開発法（昭和25年法205号）が平成17年法89号で名称等を改正）や国土利用計画法（昭和49年法92号）、およびより具体的に土地利用について定める都市計画法（昭和43年法100号）や工場立地法（昭和34年法24号、制定当時は「工場立地の調査等に関する法律」）などが沿岸域の陸域における土地利用計画・規制などを定めるものとしてある。これに類する法令は多数制定されている。

#### 9) 民法

民法の所有権の対象は、春分・秋分の日の高水位線を基準にそれより陸域に限定され、それより海に向かう部分は原則として所有権の対象とはならないとされる（最三判昭和61年12月16日民集40巻7号1236頁：田原湾干潟訴訟上告審判決）。このため海面、および底地については所有権の対象にならないため、管理権の所在が問題となる。また、所有権の成立がないため法制度上陸地とは異なる扱いを受ける。

### 5.2.2 現行法の課題—瀬戸内海環境保全特別措置法の意義と限界—

#### (1) 法制度の概要から

上記の現行諸法令は、一見して理解できるように瀬戸内海に特に注目して制定されたものは少ない。そして上記の多くはその制定経緯から見れば当然のことであるが、まとまりのある瀬戸内海地域に関する法制度ではないし、縦割り行政の故か、各法律に基づく計画などにも整合性があるとはいえない。瀬戸内海環境保全特別措置法はその例外ともいえるものである。なお海上交通安全法は東京湾、伊勢湾、瀬戸内海を適用範囲とする。

また、国土形成計画（旧・国土総合開発計画）において地域の特性を考慮した計画があるとはいえるものの、瀬戸内海の沿岸海域と沿岸陸域を含めた統合的な制度ではない。

瀬戸内海では、1950年代後半の新産業都市建設などにもなう沿岸地域の工業化、都市化によって水質汚濁の進行、生物への影響があり、沿岸域工業地帯でも大気汚染・水質汚濁などが起こった。これに対応する施策として水質汚濁防止法の特別法として瀬戸内海環境保全臨時措置法が制定され、これが瀬戸内海環境保全特別措置

法へと恒久化された。同法に基づく瀬戸内海環境保全基本計画、各府県別の基本計画の策定などの法制度の整備と実施により一定の効果が上がった（次項参照）。

現行法の問題は、各法律間の内容に必ずしも整合性が見られないことや、計画法による計画的総合的な法的システムが必ずしもうまく運用できていないと考えられる点にある。前述のように各種の法律があり、それぞれの法律に基づく各種の計画が策定され、それらは瀬戸内海地域について統合的に働くことが予定されている。しかし、現実には縦割り行政の弊害もあり、必ずしもそうではなく、場合によっては矛盾と思われる場合もある。この点は、各法律の所管官庁が自らの所掌事務の範囲内で法律を制定し、運用するということから見れば予想できた事態ではある。1955年頃からの沿岸域での干拓や埋め立てをともなった（当時の通産省や建設省主導の）工業地帯の建設、展開、（農林省や建設省主導の）農業地帯の展開と農業・林業地域などの開発による商業・住宅地域化、工業地域化などは必ずしも整合性のある土地利用とはいえないことがあったことはしばしば指摘されてきた（この点では環境庁設置が1971年7月であることにも注目したい）。瀬戸内海環境保全特別措置法はこのような批判に対する立法的解答の一つであった。

このような問題意識からすれば、各法律が瀬戸内海の陸域、海域を含めた空間の利用と管理から見て適正な法制度か否か、また、法律などに基づいて策定される各計画の内容なども検討する必要がある。

次に、瀬戸内海環境保全特別措置法の若干の検討を通して、上記の問題解決への手がかりとしよう。

#### (2) 瀬戸内海環境保全特別措置法のしくみ

本法は、目的を「瀬戸内海の環境の保全を図ること」としている。この法律が水質汚濁防止法の特別法として制定されたため、水質汚濁の防止などのための構造をもつ。この目的達成のため、以下のような手法を規定する。

第一に、特定施設等からの排出水の規制であり、水質汚濁防止法が定める範囲よりも規制対象施設を拡大するとともに排出する排出水の濃度規制（図5.2.4）、総量規制などの手法を採用している（5条～12条の3）。これらが本法の規制の根幹とも言うべき部分である。これらの規制手法には、法律による命令、さらに、実効性担保のため、場合によっては行政代執行の他、罰則もあり得る。このほか、富栄養化による被害防止策（12条の4～12条の6）を法定している。総量規制の対象は東京湾、伊勢湾、瀬戸内海である（水質汚濁防止法施行令4条の2）。

第二に、自然海浜保全（12条の7～12条の8、内容は自然公園法による国立公園の特別地域などの法定の保護地域とされなかった地域を指定する制度で、落ち穂拾いの意味を持つ）、埋め立て規制（13条）がある。ここでは瀬戸内海の環境保全のための実体規定を含み、さらに、環境保全のための事業促進（下水道・廃棄物処理施設の整備など。14条～19条）なども法定されている。

上記の諸方策のうち、特定施設規制などは効果を上げた。たとえば、海域の水質の汚染度を示す指標であるCODの値は、本法の制定後かなり改善された。しかし、数値的な改善は、その後はほぼ一定水準で多少の上下をするのみであったため、また、総量規制導入により改善

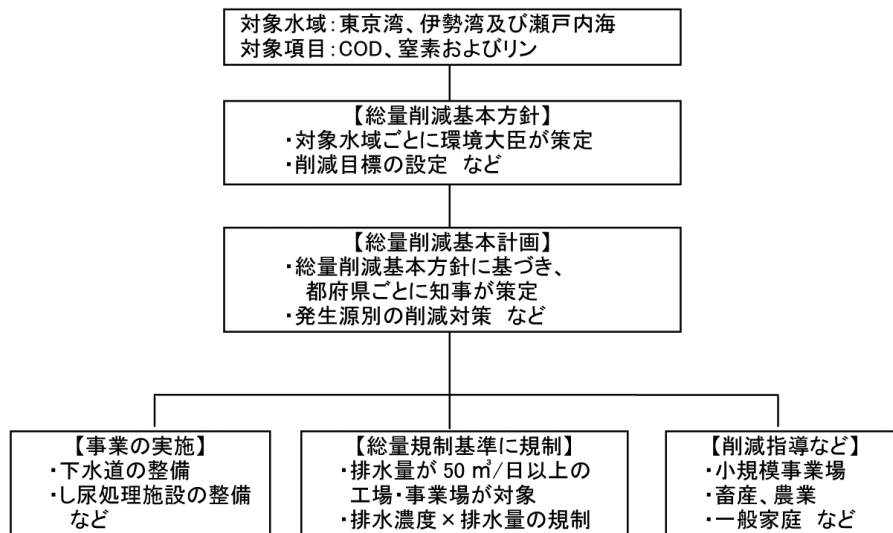


図5.2.4 海域に係る窒素・リン排水規制の制度的しくみ

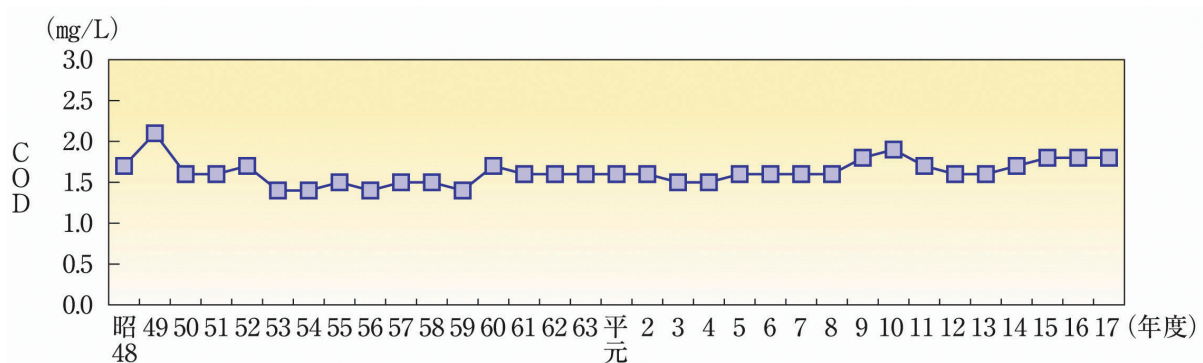


図5.2.5 瀬戸内海におけるCODの変化

が図られたが、目に見えた形での数値改善は見られない(図5.2.5)。その原因について、海底の泥などに大量の窒素やリンが蓄積しており、これが植物性プランクトンの生産を支えていると指摘がある(瀬戸内海研究会議, 2007)。

### (3) 瀬戸内海環境保全特別措置法の限界

しかし、瀬戸内海環境保全特別措置法の施行によっても課題として残った点も少なくない。

#### 1) 埋め立て規制

埋め立て規制については、「瀬戸内海の特殊性につき十分配慮」を要求し、中央環境審議会において基本方針を調査審議することとされ(13条)、基本方針では「埋め立ては厳に抑制すべき」とされたが、現実には、空港建設、廃棄物処理場設置などの公益を目的とする埋め立ては行われている。埋め立ては、埋め立て地に工場などが設置され、海へのアクセスを阻害することも多い。さらに、埋め立ては浅海域で行われることがほとんどである(たとえば、諫早湾の埋め立て事業)から、環境上重要な藻場・干潟の喪失がなされることとなるが、環境影響評価でこの点が必ずしも正当な評価がなされているとは言い難かった(荏原, 1999)。大阪湾の埋め立てに

関する図5.2.8(後掲)は、埋め立てが上記の法規制にもかかわらずなされてきたことの例証である(荏原, 1999; 阿山, 2002; 伊盾, 2000)。

#### 2) 未規制事項としての海砂採取規制

本法の目的からすると、環境保全の面における未規制問題も指摘できる。たとえば、海砂の採取は海底の形質や性状を変更するため、生物に大きな影響があることが指摘された。法律では未規制であるが、条例などによる規制がなされている(瀬戸内海環境保全協会, 2003; 鳥谷, 2006)。

#### 3) 環境保全目的・手法の意味

環境保全を目的として、各手法による規制を行ってきたが、これは一面ではかなりの成果を上げ、公害の新たな大規模な生起はなかった。しかし、他面、環境保全のより根本的な目的には、生態系の維持があると考えられ、この面からすると、本法には明らかな限界がある。生態系の保全状況を示すひとつの指標としての底生生物、さらに水産資源は減少しており、維持・回復がなされているとはいえない。この点は水質汚濁の改善のみでは限界があること、これに加えて他の施策が必要であることを示唆するものである。

#### 4) 環境配慮条項の意味

環境基本法の環境配慮条項（19条）、環境影響評価法による環境影響評価対象事業に係る免許権者等の審査（33条）など、それ以後の各種の立法における環境配慮条項の採用などは意味がある。しかし、これらは適正な配慮を求めるものとして規定され、影響評価の結果に拘束力はないとされている。高松高裁1994年6月24日判決（判例地方自治126号31頁）は、瀬戸内海環境保全特別措置法13条2項に基づき定められる基本指針が定める配慮事項を当該埋め立ての免許又は承認を与える場合の審査基準となる旨を述べる。他方、学説には、公有水面埋め立て法の環境考慮条項は有効性を有しないと評価するものもある（瀬戸内海環境保全協会、2003；大塚、2002）。このことは、許認可要件の判断過程における環境配慮条項へのウェイトの置き方の問題となることが予想される。

#### 5) 環境保全の意味

「環境保全」という面からは、総合保養地域整備法（いわゆるリゾート法）などによる開発が問題である。この法律による開発は環境に悪影響をもたらすと批判され、それ以上に開発が失敗し、単に海浜の破壊に終わった例も少なくない（「エコノミスト」、1992）。

さらに、広域臨海環境整備センター法（昭和56年法76号）に基づき、廃棄物処理場を陸上で確保することが困難であることを理由に海上埋め立てによる確保が行われているが、これも、環境保全とは何を保全するのかという基本的問題を提示するものである。

#### 6) 水質汚濁防止法の特別法としての限界

上記の問題は、水質汚濁防止法の特別法であることによる限界、すなわち、目的と規制手法の限定による限界ともいえる。また、規制法である限り、環境保全・悪化には効果があっても、環境回復には大きな効果は期待できない。縦割り行政の弊害、すなわち、環境行政が環境省（または旧環境庁）の仕事である限り、その規制制度はその対象・内容を含め、限定的とならざるを得ない。

瀬戸内海環境保全特別措置法への過剰な期待にも問題がありそうである。すなわち、環境問題、特に水質汚濁対策立法であるため、制定当初考えられた規制手法がそのまま存続するが、新しい問題へは当然のことながら十分な対応はできない。その典型例が、前記の海砂利の採取規制である。また、水産資源の減少は水質汚濁が原因の一つであるが、多少の水質改善があっても、直ちに回復するものでもなかろう（図5.2.6）。

### 5.2.3 沿岸域管理への注目

#### (1) 沿岸域管理概念の検討・採用

水質汚濁の問題は、特に瀬戸内海に限られるわけではない。その対策は直接的には原因を除去することであり、その意味では汚染物質の除去ないしは汚染物質の流入を防ぐことを目的とする水質汚濁防止法やその特別法である瀬戸内海環境保全特別措置法は意義あるものといえることができる。しかし、これはいわば対症療法であって先に指摘したような問題を考えるとその対策は、海域へ悪影響を与える陸上での活動規制や汚染物質の流入を含めた総合的な対策であることが必要である。しかも環境問題だけでなく、土地利用や産業構造など、社会全体での対応が必要とされる。

アメリカを含め多くの諸国ではこの問題に対応するため、海と陸を一体的、かつ統合的に捉えて「沿岸域」という概念を採用し、より総合的な施策を展開してきた（荏原、1999；畠山、1992）。その内容は各国により必ずしも同一ではないが、海とそれに隣接する陸域を総合的に捉えて、その利用と管理に関する法制度を整え、陸上での土地利用の規制策と海の利用を一体として計画をつくることに特色がある。日本の法制度からいえば、従来ほとんど注目されてこなかった潮間域（満潮の水位線より海側、干潮の水位線よりも陸側の土地）にも注目するし、また、浅海域での藻場が魚類を含めた水生生物にとって極めて重要な場所であるのは周知の通りであるが、ここにも注目して法的に保護しようとするものである。これは陸上の活動が大きな影響を与えることを認めてそ

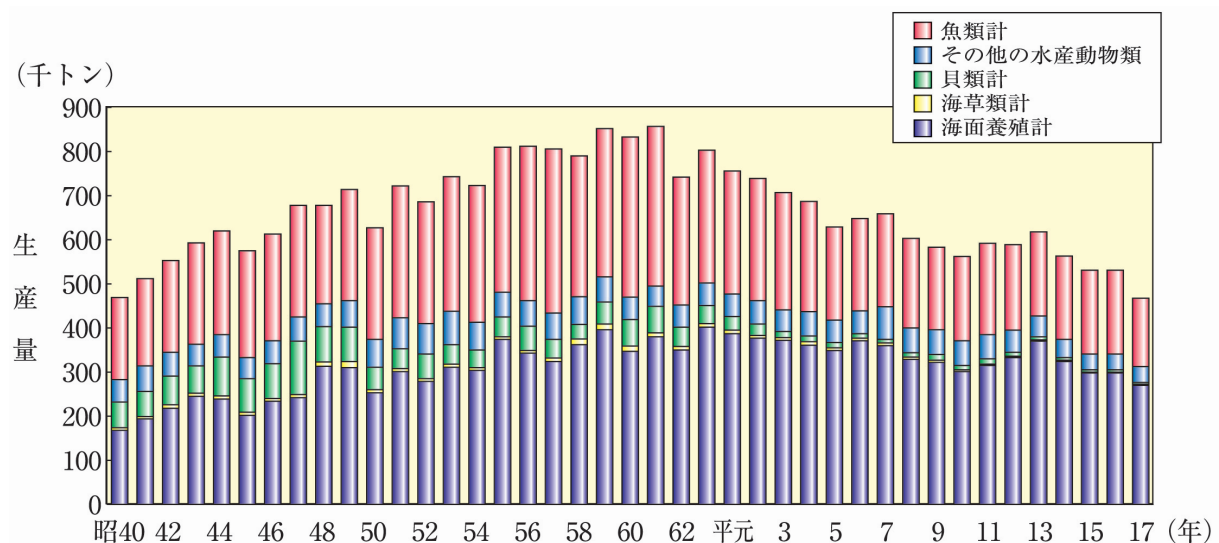


図5.2.6 瀬戸内海における漁業生産量の推移（出典：農林水産省中国四国農政局統計情報部資料）

れを規制しようとするものである（瀬戸内海研究会議，2007；大塚，2002）。

先に指摘した海洋基本法による沿岸域の総合的な管理規定（25条）は、上記と同一の考え方に立つと考えられる（海洋政策研究財団，2008）。

筆者はこのような点を考慮して、瀬戸内海のと陸域を含めた地域を沿岸域として、統一的に利用管理する制度を提案しようとするものである。なお、沿岸域とは、「海岸線を挟む陸域及び海域の総体」をいい、「沿岸域圏」とは、「沿岸域のうち、自然の系として、地形、水、土砂等に関し相互に影響を及ぼす範囲を適切にとらえ、一体的に管理すべき圏域であって、沿岸域圏総合管理計画に定められた圏域」である。「沿岸域圏総合管理計画」とは、「沿岸域圏の保全及び利用に係る各種事業、施策等の総合かつ計画的な推進に関する計画」として議論を進める（国土庁「沿岸域圏総合管理計画策定のための指針」）。

## （2）沿岸域

日本において「沿岸域」という言葉は、第3次国土総合開発計画の中に見ることができる。国として沿岸域管理のためのまとまったプランは、「21世紀の国土のグランドデザイン」（国土総合開発法に基づく第5次の全国総合開発計画として1998年3月策定）の一環として策定された「沿岸域圏総合管理計画策定のための指針」（2000年3月策定。以下「沿岸域圏総合管理計画策定指針」という。）がある。

沿岸域圏総合管理計画策定指針の内容は沿岸域管理計画を地方公共団体が策定する場合のガイドラインであり、基本的な点をおさえた、わかりやすいものになるよう工夫の跡が見られる指針である。これは、地方公共団体を含め多くの国民にとっては沿岸域管理ということ自体がなじみの薄いものであることを考慮したものと推測される。ただしその採用した手法は、根拠法律を制定せずに、いわば試行的に計画を先行させる形で策定されたものである。このため、地方公共団体は沿岸域管理制度を特に策定しなければならない状況にならない限り、または、特別に補助金でもつかない限り、策定を消極的に見送る可能性がある。指針に従って計画が伊勢湾で策定され研究がなされた。すなわち、伊勢湾沿岸の岐阜県、三重県、愛知県、名古屋市により「伊勢湾の総合的な利用と保全に関する指針」が策定され（2000年8月）、「伊勢湾における総合的管理の実現に資する社会資本整備計画調査」が2000年度、2001年度になされたが、全国レベルではこれからである。

この点で比較しておきたいのは、海岸線を中心に一定の範囲内に適用される海岸法に基づく海岸保全計画である。この計画は海洋からの侵食などから海岸線を保全するための計画で、海岸法に基づく海岸保全基本方針に従って定められる（海岸法2条の2）。この海岸保全基本方針は、海岸保全区域などに係る海岸の保全に関する基本的な方針を示すものである。これは沿岸域管理の基本となる部分の一つであって、現方針は海岸法改正後の2000年に策定された（農林水産省・運輸省・建設省2000年5月16日告示3号）。こちらは法的根拠を有し、補助金もあるため海岸保全基本計画の策定は海岸線を有する都道府

県が行っており、実施に関し大きな違いがある。

## （3）沿岸域利用規制システム構築の必要性・有用性

筆者は、沿岸域圏総合管理計画の策定の根拠を提供する法律の制定を提案するが、その意味について検討する必要がある。すなわち、法律制定のための立法事実の提示、確定と法律の目的の明示である。

沿岸域圏総合管理計画の必要性・有用性は次のような現象から、説明できよう。

### 1) 従来の制度の限界

第一は、瀬戸内海環境保全特別措置法と瀬戸内海環境保全基本計画を含む現行法制度の限界である。たとえば、(a) 自然海浜の保全と海浜埋め立てを制限するとし、特に海浜埋め立てについては前に見たようにほぼ全面禁止としているが、実際は「個別撃破で全滅」現象が進行中である（荏原，1999；阿部，1980；横山，2002；伊盾，2000）。このままでは、大阪湾や兵庫県東部・中部の瀬戸内沿岸域のようにほぼ全滅となる可能性がある（図5.2.7、図5.2.8）。その他、リゾート法による開発は失敗も多く、開発後経済状況の悪化にともない放置され、環境破壊が残された例もある。(b) 過大とも思える広い港湾区域設定による「環境規制」を僭脱した形での海域利用がある。港湾区域になれば、港湾としての利用と管理がなされるが、ここでは環境保護よりも港湾利用が優先されるから、事実上は、環境破壊に対する歯止めがなくなるおそれがある。港湾法改正による環境考慮条項追加もその効果は今のところ大きくはない。むしろ遊休港湾施設などが目につく。港湾環境保全事業の進展がどのようなものになるか今後の動向を待ちたい。(c) 瀬戸内海国立公園内の開発行為などもある。国立公園といっても普通地域に指定されたものであれば規制が緩いため、開発行為はなかなか止まらない。しかも、特別地域の指定は事実上所有者の同意を前提とするため、貴重な環境であっても指定が困難であることが多い。(d) 一般公共海岸区域の利用と管理にも問題がある。従来、海岸法の適用外であったこの地域はほとんど管理もなされず、手つかずの自然が残る場所と事実上管理がなされてこなかったため廃棄物が放置される場所などの環境上問題が残る場所も含まれる。この点は海岸法改正によっても解消されていないようである。

### 2) 住民参加などの必要性

第二は、利用規制への住民・専門家の参画の必要性である。すでに河川法では1997年の法改正をうけて住民や専門家が計画策定段階での参画を行ってきたし（河川法1条、12条、12条の2参照）（田村，2006）、道路についても「市民参加型道路計画プロセスのガイドライン」（国土交通省道路局，2002年8月）・「構想段階における市民参加型道路計画プロセスのガイドライン」（国土交通省道路局，2005年9月）などを用いた住民参画が認められつつある（ぎょうせい，2004；国土交通省，2002；日本不動産学会，2005）。これらの経験を見ると「公物」管理を公物管理者に一任するのではなく、広く国民の参画や専門家の参画によって管理のあり方を検討すべきであり、それが一定の評価を得ていることから

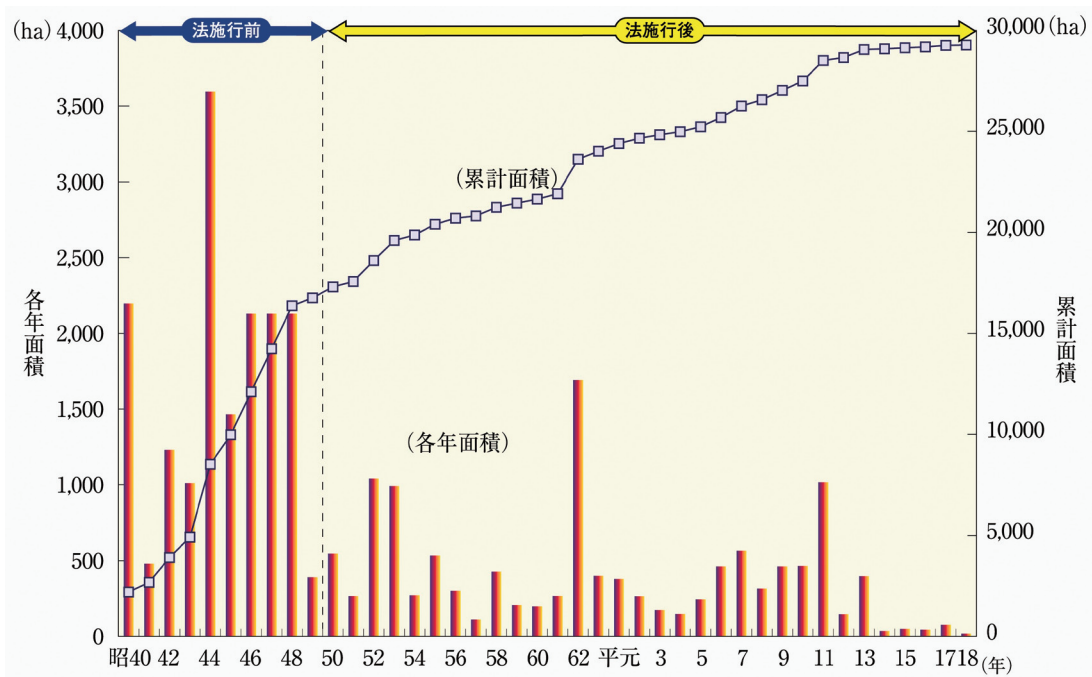


図5.2.7 瀬戸内海における埋め立て面積の変化（環境省調べ）



図5.2.8 大阪湾奥部における埋め立て状況

注）江戸時代から昭和54年までは、国土交通省近畿地方整備局資料から作成。それ以降のものについては環境省調べ。



見ても、海岸を含む沿岸域圏の総合管理計画には住民や専門家の参加が望ましい。

### 3) 沿岸域の利用規制と管理制度

第三は、沿岸域管理制度の導入である。上記の問題点を克服しようとする手法の一つである。この沿岸域管理制度は、先に述べた沿岸域、すなわち、海と陸の境界から、陸側および海側の一定の区域（これが前述の「沿岸域」である）を対象として、沿岸区域にゾーニング制度を導入し、その利用状況および今後の利用と管理を勘案した上で対象となる沿岸域を区分して利用・管理するものである。ここでは、従来、陸上の土地とは異なり、海域については、自由使用が保障されているとして規制は特別法に基づく場合（たとえば、海岸法に基づき指定される海岸保全区域内（原則として満潮時の水際線から陸上50m、干潮時の水際線から50m以内）では、一定の行為が規制されるなど）の他は、規制がないとされてきた。これを一定の利用規制を含めて管理と利用を考え、また、陸上地域では、ほとんどの場合、都市計画法による規制のように陸上の土地利用がまさに陸上のみで完結するようしくみを作ってきた（もちろん、臨港地区制度などは例外もある）。これによる弊害は先に指摘したように、まさに海域と陸域が連続するものであってもそれを意識しないもので、相互の影響などへの考慮が十分でなく、海岸線付近や、浅海域の環境の軽視へとつながってきたところにある。

また、従来の海岸線に隣接・近接する地域での利用は、海岸線から植生線までの地域はほとんどが国土交通省所管の国有財産として管理されていた（事実上管理行為はなされていないことが多い）。古くから塩田などでの利用があったが、明治初期に、ほとんどの地域が国有地とされたため、この地域は農業目的による干拓とともに農業地域への転用、または工業地域整備・住宅整備などを目的とする埋め立てに関連しての転用などによる利用が、大規模な利用の改変として行われてきた。戦後の臨海工業地帯の多くはこの手法によるものである。ここでは、工業や農業目的が先行し、環境配慮や海岸利用の考慮が十分になされてこなかったことは先述の通りである。これによる海岸線の変更および浅海域消滅は環境面から見ると重大な影響をもつが、これも十分な考慮がなされてこなかった。

2005年9月に瀬戸内海環境保全知事・市長会議により、「瀬戸内海の環境の保全と再生に関する特別要望」が公表された。また、その前段階では瀬戸内海研究会議のメンバーによる「瀬戸内海再生方策に係る調査・提言書」（以下、「提言書」という）が、同年5月に瀬戸内海環境保全知事・市長会議に提出された。これらは、今後の瀬戸内海地域の環境保全と再生に関する方策の制度化を要求している。すなわち、特別要望は、「瀬戸内海の生物多様性を確保し、水産資源の回復等豊かな海として再生を図るとともに、美しい自然とふれあう機会の提供等のための法整備について」という副題が付いて、「国においては、瀬戸内海の生物多様性の確保及び水産資源の回復を図るとともに、美しい自然とふれあう機会の提供を目的として、海の保全・再生、水産資源の回復、美しい自然の再生、自然と親しむ機会の提供及び用途に

じた利用調整と調査研究の充実等の施策を総合的、計画的に推進するための法整備について特段の配慮をされたい」と提言・要望をしている。

ここでは、単なる水質改善ではなく、より根源的に地域全体の環境保全と再生を希求し、法制度化を要求していることに注目したい。

このような状況を考え、陸上の土地利用と海の利用についての両面からの考慮をより統合的にするために一定のゾーニング制度の導入とそれにとまなう実効性のある手法を検討し、採用すべきことを新しい瀬戸内法として提案するわけである。具体的内容については、項を分けて検討しよう。

## 5.2.4 新しい瀬戸内法 (瀬戸内海沿岸域保全管理法)

### (1) 概要

瀬戸内海の現状は、水質汚濁で苦しんだ1960年代-1970年代の状況ではなく、水質が改善されたものの十分でないこと、それにもまして地域環境そのものが破壊されて、海と陸を含めた地域全体の環境保全、すなわち、公害問題を乗り越え、生物多様性の確保や水産資源の回復と、環境の再生が要求されている状況にある。

したがって、新瀬戸内法も瀬戸内海の恵み豊かな環境の保全、生物多様性と水産資源の回復を、森・川・海を一体化した瀬戸内圏の包括的管理を行うことにより推進し（敷田，2001）、もって瀬戸内海の再生を図ることを目的とすべきである。

このことをより象徴的に表せば、「里海としての瀬戸内海」の維持、創造である。すなわち、人間の手が入った自然であって、里山のように自然に働きかけ、自然の力を利用して、その管理と利用を行おうとするものである（柳，2006）。

### (2) 具体的施策

瀬戸内法に盛り込む具体的施策は、特に目新しいものは多くはない。むしろすでに利用可能な手法を総合するとともに、管理や利用の手法を研究しその成果を取り入れていくような可変的な制度を構築すべきである。

施策としては、提言書を参考として考えると、流入負荷規制の現状と対策、生物多様性の確保と水産資源の回復、自然の再生と創出、新しい管理制度として沿岸域管理制度・計画の導入、住民の参画・協働と地域振興などがあげられよう。

### (3) 具体的検討事項・手法など

以下、新瀬戸内法で規定すべき事項について簡単な検討をする。ただし、これは法律に記述すべき事項すべてをあげるのではなく、例をあげるにすぎない。ここにあげる問題については法律の執行制度などに関する部分を除き、ほとんどは本書で議論されたものである。

#### 1) 法案の目的

瀬戸内海の恵み豊かな環境の保全、生物多様性と水産資源の回復を、森・川・海を一体化した瀬戸内圏の包括的管理を行うことにより推進し、もって瀬戸内海の再生

を図ることを目的とすべきであるが、前に指摘した立法事実の有無と手法・対応策の合理性を十分に検討する必要がある。

## 2) 保全・再生の計画

これは、計画手法の活用、すなわち、目的設定と手段の総合・統合性を確保することである。ここでの中心的システムが、沿岸域圏総合管理計画であり、その実現のための諸手段の統合である。

## 3) 管理計画に盛り込む目的

5.2.1の利用と管理の法的問題で概観した点からすると、さしあたり、以下の点を含む必要がある。

- 第1 環境保全と生物多様性の確保。環境阻害要因の規制では、規制手法の改善が要求され、規制事項としては、流入規制対象の拡大、埋め立ての原則禁止、海砂採取禁止などがある。
- 第2 生物多様性および水産資源の再生・回復。環境上重要な場所である藻場、干潟、砂堆の保全と再生とともに漁業資源管理の診断と管理体制確立などをはかる。
- 第3 沿岸域管理制度の導入とともに、森・川・海を一体化した利用と管理システムを構築する。流域管理計画の質的・量的拡大といってもよい。
- 第4 瀬戸内海海上交通管理計画。現在の海上交通量を考えるとさらに進歩した計画とその実施が要請される。
- 第5 瀬戸内海総合防災計画。阪神・淡路大震災の経験は、沿岸域の災害における相互協力と海上交通の重要性が確認できたし、これらの経験を踏まえた計画を検討する。
- 第6 各種の情報の収集・調査。新たな規制対象物質などの研究、浅場の機能・システムの調査、漁業資源調査など、必要性は認識されていたものの十分なシステムがなかったものを調査し、それを計画に組み入れることが肝要である。

## 4) 沿岸域ゾーニング制度の導入

前述の沿岸域管理制度として、(a) 沿岸域地域の指定、(b) 当該沿岸域の特性とその管理・利用計画策定に際して考慮すべき事項の選定・評価、(c) 沿岸域への影響のある開発行為（陸上および海上の両方の行為を含む）などについての定義、(d) 利用を計画する場合の考慮事項の選択・評価の検討と公表、(e) 開発行為についての規制手法、(f) 沿岸域のゾーニング策定（土地および海域の管理および利用計画を含む）とその手続き、(g) (f) の手続きに関して住民参画機会の保障を定める必要があろう。

さらに (h) (b) にあげられる事項の調査・検討機関の設置、(i) 地域指定機関、ゾーニング区域指定・規制行為設定機関、開発行為の審査機関といった行政機関が必要である。これはこの瀬戸内海沿岸域保全管理法の執行機関および調査機関の問題であり、法的仕組みとしては独立行政委員会方式などが考えられる。

これは、先に述べた沿岸域、すなわち、海と陸の境界から、陸側および海側の一定の区域（これが前述の「沿

岸域」である）を対象として、沿岸区域にゾーニング制度を導入し、その利用状況および今後の利用と管理を勘案したうえで対象沿岸域を区分して利用・管理するものである。そしてこのゾーニング計画策定に住民や専門家の参画を求める手続きを定める。

これらはある意味においては従来の諸法律と矛盾することがありうる。このため、新瀬戸内法の制定に際しては、既存法律との整合性が図られる必要がある、海域に関しては、港湾法、漁港法、河川法、海岸法である。また、陸域に関しては、都市計画法などの各種土地利用計画および規制法との整合性がときに問題となろう。

## 5) 保全・再生のための措置

目的達成のための手法の整理と開発が要求される。内容としては、実体面から見れば、森・川・海の相互関係、生態系に配慮したシステムであることが要求される。これを実現するための手法を新たに構築する必要がある。

このためには、第一に、地域環境管理計画の策定運用とこれを基にした開発許可制度の構築、およびこの管理計画立案段階および開発許可段階での環境影響システムの運用である。従来型の地域環境管理計画よりも具体的内容であることが要求される。

第二に、規制手法として、まず計画に従って、瀬戸内海の海域開発、陸上での開発行為については、一定の許可制度を導入すべきである。これにより無秩序な開発の防止が可能となる。内容的には、公有水面埋め立て法の埋め立て免許、都市計画法上の開発許可などを統合したものである。

なお、都市計画法では土地利用規制について経験をもつが、市街化調整区域のように市街化を抑制すべきとされ、環境が保全されるべき地域に、個別の許可などにより、もっとも環境汚染を引き起こす原因となる廃棄物処分場のような施設が設置され、虫食いの開発行為の横行といった状況になっていることを見ると、計画法のしくみは計画と許可だけでなく、当該沿岸域にもっとも適合した計画の立案とその実効性を担保するものとする必要がある。

第三に、誘導・自主規制などの手法の採用、金銭による誘導なども検討すべきであり、情報的手法や経済的手法などを含めたPolicy Mixが必要である。

第四に、誘導システムの透明化と公正性の確保である。誘導システムの開発、環境リスク評価に基づく制度の検討・構築、従来の未規制事項への対応、規制基準など策定手続きへの住民参加が課題である。

第五に、実効性担保と支援措置である（後述 8）および 9）参照）。

これらの点は、本書の目的である「里海」の維持、創造にも関わる。すなわち、地域での生活を前提としてどのように瀬戸内海を「里海」として人が関与しつつ守るかにある。

## 6) 環境の保全・再生のための事業

水質汚濁に関する環境保全事業で大きな意味をもっていったのは下水道事業であるが、このようなものだけに限定せず、適切な処理システムの構築、また、陸域での廃棄物問題の解消なども検討する必要がある。廃棄物問題

は、埋め立ての根拠とされているから、これを解消すれば埋め立て問題はかなり減少する。従来規制対象外であったものについても海域への影響の面から再考が要求される。保全・再生事業としては、生物多様性の確保および水産資源の回復のため、藻場、干潟、砂堆の保全と再生、漁業資源管理の診断と管理体制確立などが考えられる。自然環境保全・再生のためには、自然海浜制度の改善、海浜の埋め立て禁止、海砂利採取禁止などは必須である。景観保護や、緑化、森林および河川の保全なども考える。

#### 7) 海へのアクセス

「眺める海から、水と戯れる海へ」がここでの課題である。海浜での水泳、船遊びなどが考えられるが、他方、無秩序なプレジャーボートや水上バイクなどの規制も行う必要がある。これは、単なる抽象的な海ではなく、「里海」になるべく人がアクセスし、利用する機会がなければならぬからである。

#### 8) 支援措置など

沿岸域圏総合管理計画により環境を保全する地域とされた場合には、環境保全のための支援策を構築する必要がある。前述の通りであるが、日本の中山間地区支援制度の他、フランスの中山間地区への支援策が参考になる。たとえば、開発負担と保全地区への支援を組み合わせ、沿岸域管理計画策定後の沿岸域開発行為には一定の負担金を拠出させ、それをを用いて環境保護地区への財源とするしくみを構築することなどである。

#### 9) 実効性担保手法

罰則ほか、執行罰ないしは課徴金制度、公表などの手法を採用することなども検討の必要がある。現行法規でも命令や代位執行は法的に可能であるが、これを用いた例は少ない。より効果的手法の採用と具体的に執行できる条件の整備が必要である。

### 5.2.5 瀬戸内海を対象とした沿岸域管理法制の意味

沿岸域圏総合管理計画を基礎づける法としての新たな瀬戸内法は、計画策定手続的性格を有するとともに、実体法的側面ももつべきであろうか。少なくとも、計画策定に際し、考慮すべき事項は何かについては規定する必要がある。実体的内容については上記の通りである。

管理計画は、ゾーニングによる総合利用計画（土地利用・管理計画）であって、環境再生、水質改善、海上交通、総合防災対策、廃棄物対策などが考慮要素として不可欠であり、その他の個別の要素については上記の通りである。そして沿岸域に隣接する陸上区域についても、都市計画法などによる土地利用規制を見直す必要がある。

さらに、計画の策定と管理に関しては、策定・管理機関の検討、策定・変更手続きの透明化、公正化、および住民参画の確保（立法、計画段階および執行段階への参画）が要求されよう。

策定・管理機関については、上述のように多くの省庁が管轄してきた事項を統合的・総合的に扱うこと、多く

の府県にまたがることなどから、国の執行機関（（仮称）瀬戸内庁、北海道開発庁に類似するもの）、国の行政委員会、独立行政法人、地方公共団体の一部事務組合、地方公共団体の緩やかな連帯組織、関係地方公共団体の参加により設立される公益法人に一定の権限を付与する型などが考えられる。アメリカのサンフランシスコ湾保全開発委員会のように、委員会方式が参考になると考えられる。

管理法制に関する司法審査について、特にどの段階でどのような行為を司法審査に服させるかは、重要な課題である。従来法制度では、計画的手法を採用すると訴訟提起の可能性があるのは、具体的な事業段階であり、また環境影響評価も環境影響評価法では事業段階で行われることが予定され、いかにも遅い。戦略的環境影響評価の採用が検討され（地方公共団体には東京都など一部実施した例もある）、さらに先にあげた計画策定段階での住民の参画、およびそれを前提として訴訟可能性も検討すべきである。行政事件訴訟法では訴訟類型を法定するが、どのように争わせるか検討が必要である。抗告訴訟・確認訴訟・住民訴訟などの活用と仮の権利保護を考えるべきである。取消訴訟の原告適格については個別の法律の規定が問題となるから、まさに立法段階で解決する必要がある。さらに市民訴訟の可能性も検討すべきである。

### 5.2.6 まとめ

本節では、新しい瀬戸内法の体系について簡単なスケッチをしてみた。最大の課題は、水質汚濁防止法の特別法からの脱皮であろう。水質が改善されれば、すべての問題が解決するという一種の神話のもとで制定された瀬戸内海環境保全特別措置法から統合的な沿岸域圏総合管理法への脱皮である。現在は、瀬戸内海環境保全臨時措置法制定当時に見られたような人の健康や生活環境に影響を与えるような公害問題は一応影を潜めた。公害は減少し、人の健康に直接的な被害は発生しないが、問題はまさに真綿で首を絞めるような状況に陥りつつある。

本節で検討した沿岸域圏総合管理法制も決して万能薬ではないが、法制度に従来対象外とされていた事項を乗せて議論し、また、住民意見を直接反映させて計画づくりをすることにより、ベターな道を探ろうというものである。

本節の後半分は、単に事項の羅列に終わっている。これらのほぼすべてのものを法律に規定すべきと考えるが、内容については議論の余地があるし、問題の指摘に止まったものである。

## 5.3 住民運動

### 5.3.1 里海と住民

里海は「人手が加わることによって、生産性と生物多様性が高くなった海」なので、里海を直接に担う当事者は、基本的には沿岸海域で生産行為を行う漁民である（柳、2006）。しかし、瀬戸内海沿岸住民約3000万人の中で、漁民の数は約3万人（平成15年度漁業センサス）で、全住民の0.1%に過ぎない。実際に瀬戸内海周辺で

暮らしている人々の圧倒的多数は非漁民で、瀬戸内海の生産性と直接には関わりをもたない人々である。

このような瀬戸内海生産性と直接には関わりをもたない人々が、どのように里海としての瀬戸内海と関わるのか、瀬戸内海を里海とするために非漁民は何をすればよいのかを考えることは重要である。

海で直接の生産行為を行わない非漁民が、海と関わる第一歩は、海に親しむことである。海に親しむことで、海の大切さを理解し、そこで初めて、大切な海を保全するために何をすればよいのかという発想が生まれる。そのような発想から実際に海とどのような関わり方が可能になるかは、関わる人、地域、時期、状況により様々であろう。

本節ではこのような観点から、瀬戸内海における非漁民が瀬戸内海と実際にどのように関わっているのか、それが里海づくりとどのように関係するのかを考える。そのために、瀬戸内海における以下の四つの話題、①浜辺・水辺の観察教室、②マイロープ・マイ堆肥事業、③海岸・海面・海底ゴミ回収運動、④立木トラスト・脱埋め立て運動に関して以下に報告する。

### 5.3.2 浜辺・水辺の観察教室

(社)瀬戸内海環境保全協会・瀬戸内海研究会議は、2002-2004年度に日本財団からの助成金を得て、「瀬戸内海沿岸域における浜辺の観察教室」を瀬戸内海の7ヶ所(白浜、大阪湾、備讃瀬戸、備後灘、宮島、伊予灘、響灘)で開催した(柳, 2002, 2005)。

白浜では「海岸の小動物と海岸近くの森の植物」、大阪湾では「海藻・海草」、備讃瀬戸では「干潟の生き物」、備後灘では「プランクトンとベントス」、宮島では「海岸と干潟の生物とプランクトン」、伊予灘では「磯の生き物と潮流」、響灘では「二枚貝による海水浄化」など、この浜辺の観察教室は各地でそれぞれ異なったテーマのもとに行われた。その詳細は「せとうちネット」(<http://www.seto.or.jp>)に紹介されている。

宮島での観察教室は、独立行政法人瀬戸内海産水産研究所・広島県環境生活部環境調整室・広島県環境保健協会・包ヶ浦白然公園・宮島の環境を考える会の協力を得て、第1回は小・中学生7名とその父兄総数31名が参加して、干潟の観察、海と池で採取したプランクトン・小動物の顕微鏡観察を行った。第2回は第1回の参加者に加え、新たに小学生5名とその父兄、延べ総数87名が参加し、釣り・藻塩作り・干潟観察・夜の川と海の探検・カキ養殖場見学・カキの浄化力実験・プランクトン採集・顕微鏡観察などを楽しんだ。子供たちは針につけたゴカイの動き、藻塩のおいしさ、夜の川の生物の豊富さ、カキの浄化力の大きさ、顕微鏡の下で動くプランクトンの活発さなどに驚いて歓声を上げていた。

白浜での観察教室は、京都大学大学院理学研究科附属瀬戸臨海実験所、京都大学大学院農学研究科附属亜熱帯植物実験所、白浜町立西富田小学校、白浜町の協力を得て、低学年、中学年、高学年の約20-30名ずつの3グループそれぞれが、水族館見学、磯の探検、山の探検の3課題を順に楽しみ、最後は全員(父兄、スタッフも入れて90名余り)で臨海実験所前面の海岸清掃を行って解散

した。子供たちは水族館の中では、脊椎動物と無脊椎動物はなぜ違うのか?魚はなぜ流れに向かって泳ぐのか?なぜ海底に横たわって魚が眠るのか?など、数々のするどい質問を水族館のスタッフに浴びせかけ、山では植物の匂いや草や木の見分け方を学習し、磯ではヤドカリ、イソギンチャク、ウニ、ナマコなどの採集を楽しむと同時に、簡易水質検査パックテストを行って、大阪湾と白浜の海水のCOD値の違いに驚いていた(図5.3.1、図5.3.2、図5.3.3)。



図5.3.1 磯での観察



図5.3.2 山での観察



図5.3.3 水族館での観察

白浜での観察教室に参加した児童に対して行ったアンケートの答えによると、ほとんどの児童が白浜水族館を今までに訪れたことがあるにも関わらず、今回の観察教室での見学が最も面白かったと答え、その理由は様々な説明を水族館のスタッフから直接受けたからだと書いていた。このことは水族館や博物館など子供に自然の不思議さや大切さを教える施設では、展示内容を説明できる

多数のボランティアを擁しておく必要があることを示唆している。欧米の博物館や水族館ではそのようなボランティアが多数いて、日曜日など見学者が多い日にはとくに多くのボランティアを動員するシステムが確立されている。しかし、日本では宮島水族館を除いて、そのようなシステムが確立されているところは、筆者の知る限り、極めて少ない。今後早急に各地の水族館や博物館で説明ボランティア・システムの確立をはかる必要があるだろう。

アンケートの回答の中でもう一つ目立ったのは、このような観察教室を頻繁に開いて欲しいという希望が多かったことである。環境保全の重要性を子供の時から理解しておくことの大切さは言をまたない。実行には多くの困難がともなうが、このような観察教室の活発化・持続化が望まれる。より容易に、かつ頻繁に、このような浜辺の観察教室を開催するためには、地域のPTAなども緊密な連携がとれる環境教育NPOのような持続的なシステムを構築する必要があるだろう。たとえば、大分県中津市に事務局をおく「水辺に遊ぶ会」は、「子供達とともに、自然の中で思い切り遊ぶことを通じて、身近な自然を再発見する」ことを目的として、1999年7月に設立されている。2005年現在、会員数は160名である。そして、自然観察会、海の学習、干潟生物調査、海の郷土史の聞き取り、海岸清掃、漂着物調査などを主催し、建物のない博物館「水辺に遊ぶ会 MUSEUM」を維持管理している。

浜辺の観察教室の出席者からは、「瀬戸内海的环境特性を学ぶための適当な環境教育テキストがない」ことを訴える声が多かった。そこで、2003-2004年度には環境教育テキスト検討委員会が設置されて、テキストの内容に関する議論が行われ、その議論をもとに書かれた環境教育テキスト「瀬戸内海—里海学入門」(A4判、69頁)が2004年度末に出版された(図5.3.4)。



図5.3.4 瀬戸内海—里海学入門

(社)瀬戸内海環境保全協会は、2006年度には(財)福武学術文化振興財団の補助金を得て、瀬戸内海研究会の協力のもとこの浜辺の観察教室を自然のみならず、文化的内容を含むものに発展させ、備讃瀬戸において、「瀬戸内海における浜辺の自然・文化・歴史教室」を開催した(柳, 2006)。

このような浜辺・水辺の観察教室は、瀬戸内海における生物モニタリング・システム構築に発展する可能性を秘めている。現在、国や地方公共団体によりCOD、窒素、リンなどの水質モニタリングが定期的に行われている。しかし、瀬戸内海沿岸住民にとって、水質指標がX ppmからY ppmに下がって、海水がきれいになったと言われてもピンと来ないことが多い。沿岸住民にとっては、それよりも、昔採れていたエビやカニがいなくなったというような生物指標の変化の方がわかりやすい。だが、手間・暇かかる生物モニタリングを国や地方自治体が定期的に長期間行うことは不可能で、瀬戸内海においては、白浜で京都大学瀬戸臨海実験所が無人島での長期間の生物モニタリングを行っているのみである。

瀬戸内海で民間が行っている唯一の長期生物モニタリングは、呉市近傍の海岸生物モニタリングである(湯浅, 2005)。この調査はもともと、呉市在住の中学校生物教師だった藤岡義隆氏が、教え子の中学生とともに、1960年以来、呉市周辺の6定点において、毎年夏季(7-9月)の大潮時に、海岸線約200mから500mにわたって海岸動物の観察を行ってきた結果をまとめたものである。対象生物は初年度に同定できた97種で、棘皮動物46種(ナマコ、ウニ、カシパン、ヒトデ、ウミシダなど)、節足動物41種(フジツボ、カメノテ、テッポウエビ、シャコなど)、原索動物5種(ホヤなど)、海綿動物5種である。調査結果によると、1960年から1990年にかけてすべての地点で種数が減少し、1960年と比較して半数以上の種が消滅したが、1994年あたりからどの地点でも種数の回復傾向が見られている。この調査は環瀬戸内海会議に引き継がれ、環瀬戸内海会議では、瀬戸内海沿岸100ヶ所での生物モニタリング調査拠点を設けて、呉市近郊と同様な海岸生物のモニタリングを継続して行おうとしている。

瀬戸内海の多くの点での継続した生物モニタリングは、このような沿岸住民の協力によって初めて可能になる。

### 5.3.3 マイロープ・マイ堆肥事業

北九州市の洞海湾は、1960年代後半には「死の海」と呼ばれるほど汚染が進んでいた。しかし、行政、事業者、市民、研究者の協力による水質浄化の努力が実り、現在では湾内で多くの魚、エビ、カニ、貝などが見られるまで、湾内の水質環境は回復してきた。だが、2002年時点で洞海湾のTN濃度は1.5mg/l、TP濃度は0.1mg/lと、日本の閉鎖性内湾では最も高く(たとえば、1999年の東京湾のTN濃度は1.2mg/l、TP濃度は0.09mg/lである)(柳, 2006)、毎年夏季には、湾奥表層で赤潮、底層で貧酸素水塊が発生して、水質浄化の程度は十分ではない(図5.3.5)。

そこで、北九州市環境科学研究所・北九州市港湾局では、富栄養化の原因物質である窒素・リンを洞海湾から

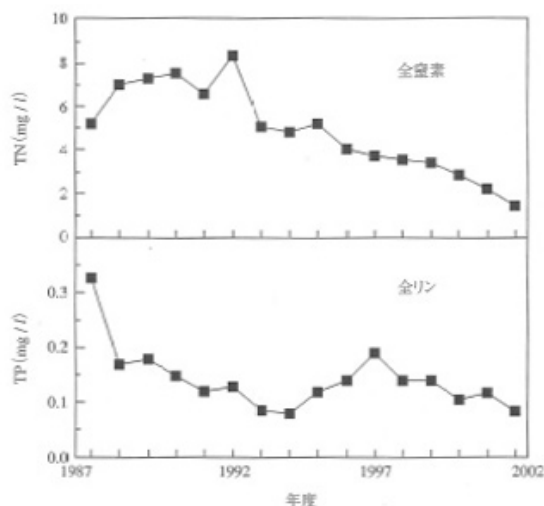


図5.3.5 洞海湾のTN・TP濃度の変動（北九州環境局）

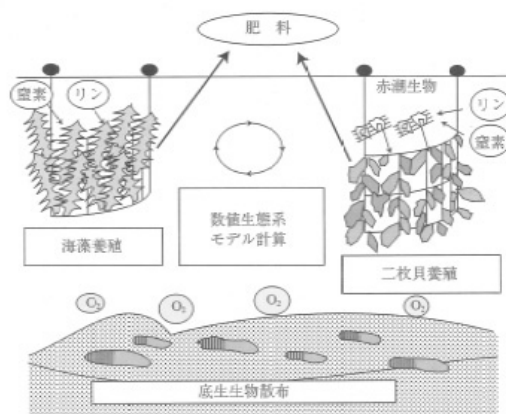


図5.3.6 洞海湾のエコ・レメデーション計画（北九州市環境科学研究所）

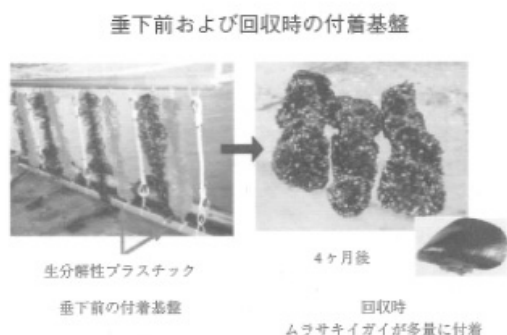


図5.3.7 イガイ附着基盤（北九州市環境科学研究所）

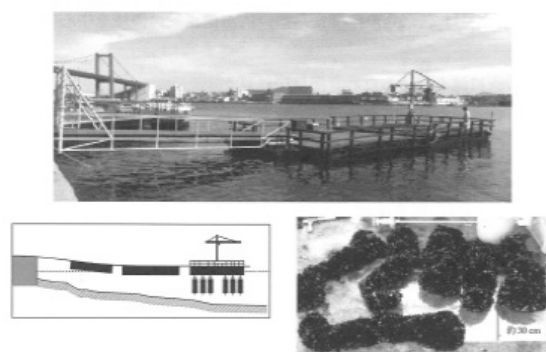


図5.3.8 洞海湾のイガイ附着実験イカダ（北九州市環境科学研究所）

除去するために、沿岸の発生源での窒素・リン負荷量削減に加えて、湾内にムラサキイガイ養殖実証実験施設を設置して、イガイに湾内の余剰の窒素・リンを吸収させようとしている（図5.3.6、図5.3.7）。そして、最も有効なイガイ養殖イカダの設置法、イガイ附着基盤の設置時期、附着したイガイの回収時期に関する調査を行っている（図5.3.8）。

この調査に、市民一人一人が自らのムラサキイガイ付着用ロープを持って参加し（マイロープ）、附着したムラサキイガイを回収して、陸上で堆肥化して野菜・花を育てる（マイ堆肥）事業が2004年度から行われている。この事業は、一つは市内の小学校と北九州市港湾局との共同事業として、一つは北九州市内のNPOなど市民団体と北九州市港湾局の共同事業として実施されている。

沿岸海域における物質循環は海の中だけで閉じるものではない。里海づくりのために必要な「沿岸海域における太く、長く、滑らかな物質循環」を実現しようと思えば、時と場合によっては、北九州市洞海湾のような市民参加も必要になってくる。

### 5.3.4 海岸・海面・海底ゴミ回収運動

瀬戸内海の海岸・海面・海底には多くのゴミが見られる。ゴミは美観をそこねるだけではない。漁網やプラスチック・リングにからまって衰弱・死亡したウミガメ・

ペリカン、オットセイや、ビニール、プラスチックなどを誤飲・誤食して死亡したアホウドリ、イルカなどの報告に見られるように、海のゴミは海洋生物に悪影響を与える。このような海洋生物への悪影響は、「海洋中の滑らかな物質循環」を阻害するので、里海づくりの大きな障害となる。

海のゴミの清掃責任は誰にあるのだろうか？ゴミの投棄者が判明している場合にはゴミの撤去・処理の責任が投棄者にあることは言をまたない。しかし、投棄者不明の海面浮遊・海岸漂着ゴミの撤去・処理の責任は、その海域の管理者に委ねられる。たとえば、港湾・漁港の場合なら港の管理者である。実際、香川県では高松港に県の海面清掃船「みずき」を配置して、高松港湾区域内の海面浮遊ゴミを回収している。国（四国地方整備局）は坂出港に「わしゅう」を配置して、坂出港周辺海域における海面浮遊ゴミを回収している。海岸の場合は海岸の管理者が通常知事か市町村長なので、地方自治体に海岸漂着ゴミの撤去・処理責任がある。港湾以外の海面で、海上交通に支障をきたすような大きい浮遊ゴミは海上保安庁により除去が行われることになっているが、海上交通に支障のない程度の海面浮遊ゴミは、現在のところ、除去対象になっていない。まして海底堆積ゴミに対する清掃責任は、法的には一切問題にされていない。

このような海面浮遊ゴミ・海底堆積ゴミを漁業者が操業時に引き上げ、陸上に持ち帰ると、それは事業系の産

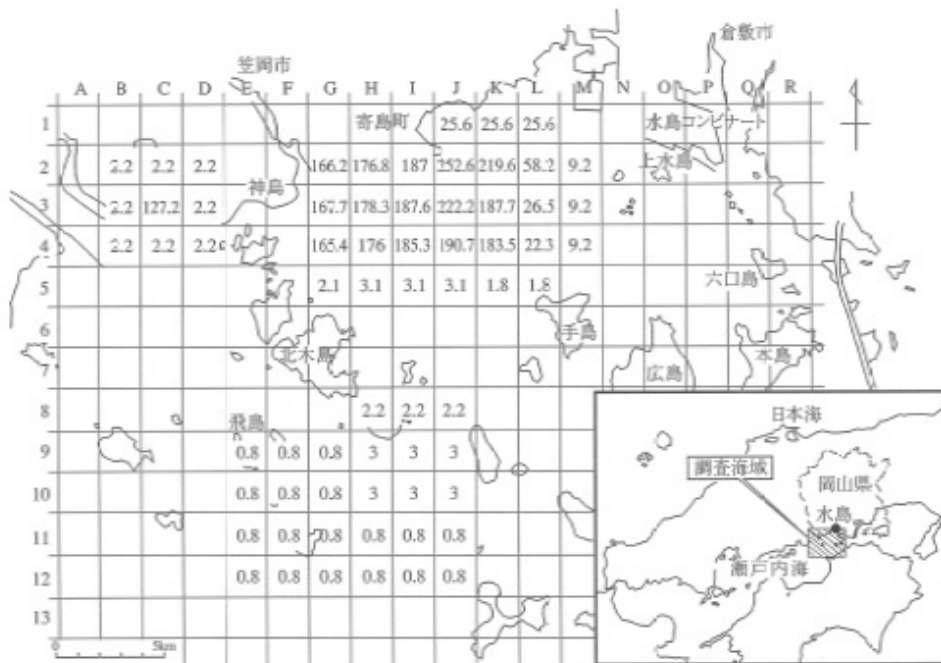


図5.3.9 備讃瀬戸海域区画別曳き網回数 (2004年5年-2005年3月)

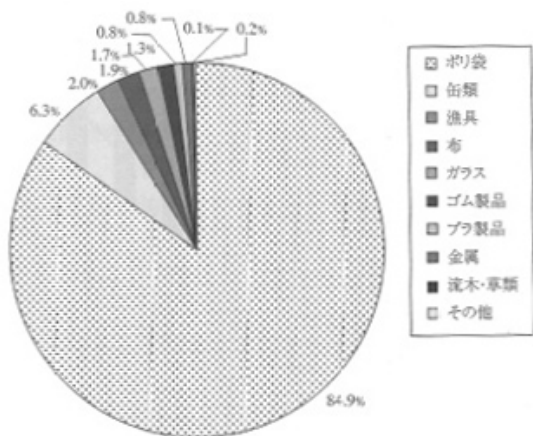


図5.3.10 品目別海底ごみ個数割合 (2004年5年-2005年3月)

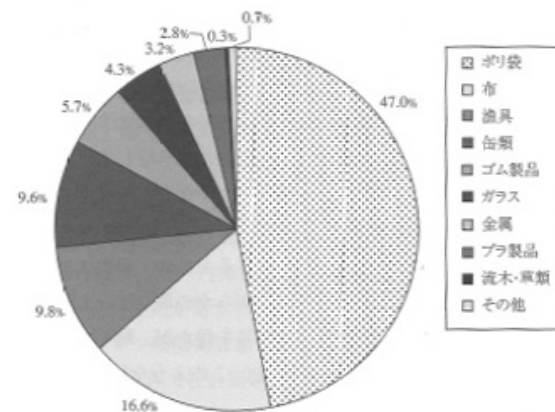


図5.3.11 品目別海底ごみ重量割合 (2004年5年-2005年3月)

業廃棄物扱いとなって、ゴミの処理費用はすべて漁民の負担となる。したがって、積極的に漁場の海面・海底ゴミ処理に当たっている漁協はほとんどない。今後、港湾以外の海域管理責任者を明確にして、その管理責任者が海面浮遊ゴミ・海底堆積ゴミの処理を一括して行う法体系を整頓していかなければならない。

〔財〕水島地域環境再生財団（通称：みずしま財団）は独立行政法人「環境再生保全機構」から「地球環境基金」の助成を受けて、2000年度から瀬戸内海備讃瀬戸海域を中心に海底堆積ゴミの実態調査を行った（塩飽，2005）。

海底堆積ゴミは海の底に沈んでいるため直接目には見えず、その実態把握は困難であるが、備讃瀬戸海域で広く行われている小型底引き網漁では、魚介類と同時に海底に堆積しているゴミ類が網に入ってくるので、漁業者の協力が得られれば、海底堆積ゴミの実態の一端を把握できる。みずしま財団では地元の寄島町漁協の協力によ

り、2001年度から1隻の小型底引き網漁船を標本船として、漁業者に記録用紙を渡し、その日の操業海域・曳網回数を記帳し、引き上げた海底堆積ゴミを持ち帰ってもらっている。そして、持ち帰ったゴミを倉敷芸術科学大学・岡山大学の学生・院生の協力を得て、分別・集計を行った。

2004年度調査における標本船の延べ操業日数は185日、曳網回数は3253回、底引き海域は図5.3.9に示すようである（小数点は複数区画にわたる操業がおこなわれたために出ている）。引き上げられたゴミの総量は重量2713kg、個数13万5904個で、1日平均それぞれ14.7kg、734.4個となった。これには流木・金属ワイヤーなどの粗大ゴミは含まれていない。海底堆積ゴミの品目ごとの個数割合は図5.3.10に示すようで、ポリ袋やトレーを中心としたプラスチック製品が86%と最も多い（これは細かい破片も1個として数えているためである）。次が缶ゴミで6.3%、漁具2.0%、布1.9%と続

く。重量割合は図5.3.11に示すようで、プラスチック製品が50%、布16.6%、漁具9.8%、缶ゴミ9.6%となっている。個数で2番目だった缶ゴミが重量では4番目となる理由は布や漁具の方が1個当たりの重量が重いためである。このように海底堆積ゴミは、その大半が企業で生産された腐食しにくい製品で、日常生活やレジャー活動により排出されたもので占められている。

図5.3.12に示した月別海底ゴミ重量と漁獲量の変化を見てみると、漁獲量は9月から増加しているのに対して、ゴミ重量は11月から急激に増加している。これはシャコやワタリガニといったベントスが漁獲の中心となる11-3月に、寄島町漁協ではそれまでのチェーン漕ぎ網という漁法から、網の入り口に櫛のような爪のついた道具を使う桁漕ぎ網という漁法に変わるためである。桁漕ぎ網は海底土壌中の獲物を掻き出すもので、同時に土壌中に埋没していた海底埋没ゴミを掻き出すことになるからである。

2004年度の備讃瀬戸は8月から9月にかけて、台風が頻りにやってきた。そのため、ゴミ袋に入りきらない粗

大ゴミが大量に回収された。粗大ゴミの回収量は可燃ゴミが2900kg、不燃ゴミが1560kg（金属ワイヤーなどを含む）であった。

飲料缶、とくにアルミ缶は腐食しにくいという性質のため、その賞味期限を調べることで、何時頃排出されたものかを推測することが可能である。2004年度に回収された缶ゴミの中では、図5.3.13に示すように、2005年を賞味期限とするものが最も多く、ビール、コーヒー、ジュースの中で、それぞれ1/4-3/4を占めている。全体の個数としてはビール缶ゴミが最も多いが、2005年が賞味期限の缶ゴミに関してはコーヒー缶が最も多くなっている。コーヒー缶の賞味期限はほとんどが1年以内なので、このことは、海底ゴミが常に新しく供給されていることを示唆している。逆にわずかだが、1970年代後半の賞味期限の缶ゴミが存在していたことは、アルミ缶など腐食しにくいものは海底に堆積し続けることを示唆している。

さらに、みずしま財団では海底ゴミ対策の実態を調べるために、漁協・行政にアンケート調査を行った。その

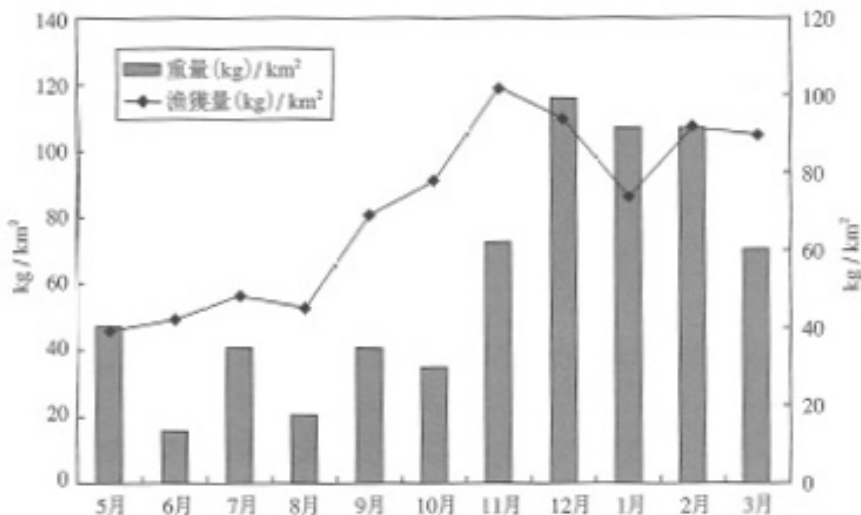


図5.3.12 月別海底ごみ重量と漁獲量（2004年5月-2005年3月）

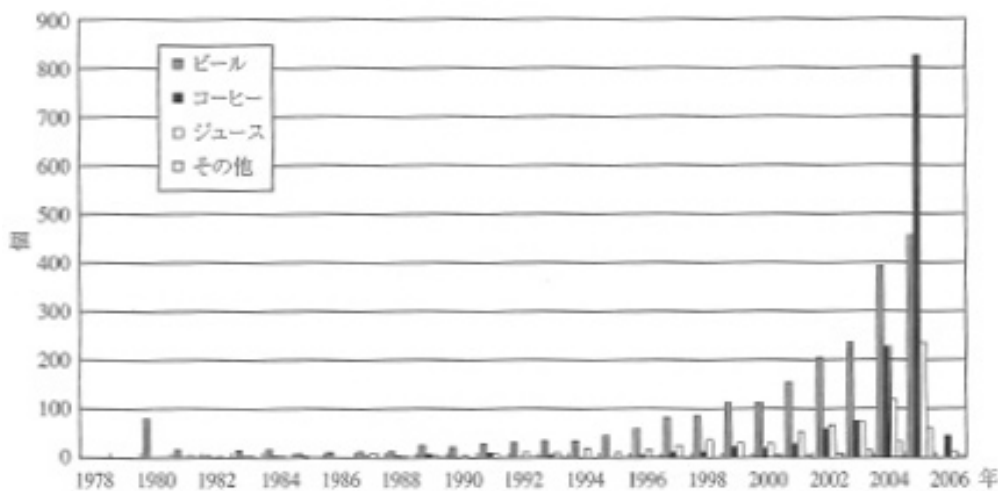


図5.3.13 賞味期限別缶ごみ個数（2004年5月-2005年3月）



結果、ほとんどの漁協でゴミ被害はあり、何らかの取り組みを行政と連携して行ったことがあるという回答結果が得られた。行政でも同様な回答を得たが、取り組みは一時的なもので、継続的には行われていないという回答がほとんどであった。このような結果となった最も大きな理由は、海底ゴミ処理責任に関する明確な法規定がないことにある。

そのような状況の中で、岡山県日生漁協では漁協と行政の連携により海底堆積ゴミ持ち帰り事業が継続して行われ、かつては1日10トン以上もあった回収海底ゴミが1日数kgに減少した。このような事例をもとに、みずしま財団の活動を受けて、2004年4月から岡山県寄島町漁協では漁協内に4基の海底ゴミ保管施設を設置し、保管されたゴミを、漁協か寄島町が一括して地域のゴミ処理施設に搬入する事業が始まった。ゴミ保管施設の費用の半額を岡山県、3割を寄島町が補助し、残りを漁協が負担している。ゴミの処理費は寄島町が負担している。このような取り組みを瀬戸内海全域に広げていく必要がある。

様々なボランティア団体も海岸・河川の清掃活動に参加している。たとえば、国際海岸クリーンアップ(International Coastal Cleanup: ICC)は、世界中の海に面した地域が一致して海岸ゴミの問題に取り組んでいくために、市民参加による世界共通の方法で、同じ時期にゴミ調査を行って、結果の分析や考察を行い、ゴミを元から断つ方策を見いだそうという国際的な環境保全運動を行っている。この活動は1986年にアメリカ・テキサスの海岸から始まり、現在、世界中で118の国と地域が参加している。ICCの日本対応体が、1990年に設立されたクリーンアップ全国事務局(Japan Environmental Action Network: JEAN)である。JEANが主催した2000年秋のICCでは、日本全国195ヶ所の海岸で1万4736人の参加者があり、海岸漂着ゴミの1位は硬質プラスチック片、2位はタバコの吸い殻・フィルター、3位はプラスチックシート・袋片であることが明らかになった。

分解しない物質を大量に使い捨ててきた現代文明のツケが漂着ゴミに象徴されている。

### 5.3.5 立木トラスト・脱埋め立て運動

環瀬戸内海会議は1990年6月、瀬戸内海各地のゴルフ場・リゾート開発などによる乱開発に歯止めをかけようと、沿岸11府県の住民が集まって設立された。その後、瀬戸内海の計27ヶ所で立木トラスト運動を展開し、24のゴルフ場開発計画をストップさせた。近年は廃棄物処分場計画地での立木トラストや、産業廃棄物違法処理で社会問題化した香川県豊島に森をつくる「未来の森トラスト」に取り組んでいる。

2003年6月神戸で開催された環瀬戸内海会議第14回総会は「脱埋め立て宣言」を行って、「瀬戸内海環境保全特別措置法」(瀬戸内法)を改正し、瀬戸内海における一切の埋め立て禁止・海砂採取禁止・廃棄物持ち込み禁止を実現する運動が開始された。瀬戸内法第13条は埋め立てに関して「関係府県知事は埋め立ての承認については瀬戸内海の特異性につき十分配慮しなければなら

ない」とされているだけで、埋め立てを禁止しているわけではない。したがって、瀬戸内法施行以後も関西空港・大阪湾フェニックス計画(ゴミの最終処分用地としての埋め立て計画)などをはじめとして、瀬戸内海で埋め立ては続いている(図5.2.7)。

埋め立ては生産性の大きい藻場や干潟を消滅させるだけでなく、多くの稚仔魚の生育場となっている水深15m以浅の浅場を消滅させ、瀬戸内海の生産性を著しく低下させるので、里海づくりの大きな障害となる。埋め立てを止めるためには、ゴミを出さないで、埋め立てをしないですむような物質循環社会の実現が必要である。

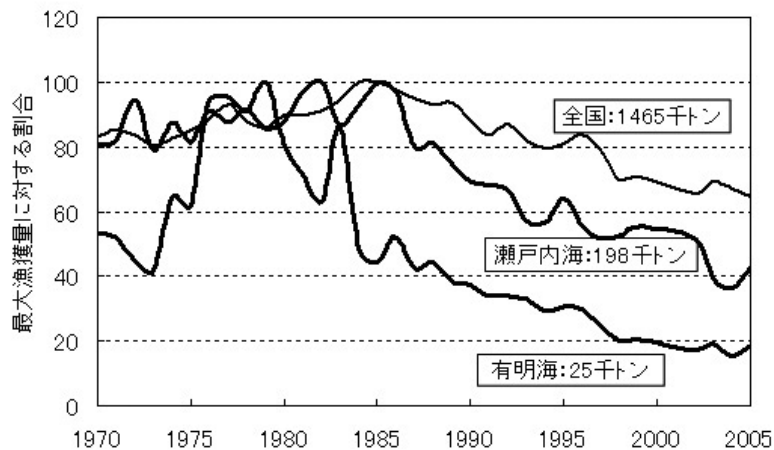
### 5.3.6 漁民と住民

以上、瀬戸内海を里海とするために関連すると思われるいくつかの沿岸住民運動を紹介してきた。今後このような瀬戸内海沿岸住民運動の相互連携をはかり、さらに漁民と住民が連携して、瀬戸内海を里海にするための活動を強化・継続していくことが望まれる。

## 5.4 森・川・海の連環の回復

日本の沿岸漁業漁獲量は1985年の226万8千トンにピークに長期的な減少傾向にあり、2005年には147万1千トンとピーク時の65%まで減少し、減少傾向に歯止めがかからない。ところが、瀬戸内海や有明海など、人間活動の影響を受けやすい内海や閉鎖性水域では漁獲量の減少傾向はさらに著しく、近年の漁獲量は瀬戸内海ではピークの40%を、有明海では20%を下回る深刻な状態にある(図5.4.1)。また、近年しばしば報告されるミズクラゲの大発生なども、沿岸域の生物生産構造の異常に起因するものと考えられる。

沿岸海域の生物生産構造が変化し漁業資源が減少する要因として、①気候変動の影響、②資源管理の失敗、③浅海域成育場環境の悪化、④人間活動による陸域と沿岸海域の生態学的循環の分断などが考えられる(山下、2007)。このうち、①、②、③については他の章・節で触れられている。ここでは、陸域における人間活動との関係が深い海域で漁獲量の減少が著しいことに注目し、沿岸海域の生物生産力と森から海までの生態学的なつながりとの関係について検討する。陸域から海域への物質輸送の媒体は水であり、水は森林、耕地、都市などから主に1) 栄養物質、2) 土砂、3) 有害物質を沿岸海域へ供給する。水は、河川水あるいは海へ直接湧き出る湧水として海へ流入するが、湧水に関する知見はごく限られている。



数字は2005年の漁獲量を示す。

図5.4.1 沿岸漁業（全国）、瀬戸内海、有明海漁獲量の最大漁獲年に対する割合の比較

### 5.4.1 河川水量と栄養物質供給

人間の生活と生産活動には大量の水が必要であり、日本ではほとんどの河川にダムや堰が作られ、貯められた水は発電、工業用水、農業用水、上水などに利用される（利水）。また、洪水対策として、生態系の応答をあまり考慮することのない貯水量管理が行われている（治水）。そのため、海へ流れ込む河川水の流量、水質、それらの時間（季節）変化は、自然河川と大きく異なる。管理された河川の特徴は、水量の減少と河川水流出の時間的平準化である。

沿岸海域では、植物プランクトンや底生微細藻類が栄養物質を利用して光合成を行い、この基礎生産をベースに食物網が形成され水産資源の生産が行われる。すなわち、基礎生産に利用される栄養物質の供給は、沿岸海域の生物生産において不可欠の要因である。海域によっては沖合からの栄養物質も重要であるが、そのような場合でも陸域起源物質が浅海域の生物生産において中心的な役割を果たしていることに違いはない。河川などを通して陸域から供給される主要な栄養物質としては、窒素、リン、珪酸、有機物がある。このほか、鉄やビタミン類などの微量物質の役割も注目されているが、十分な科学的知見が得られているわけではない。河川水量の減少と平準化は、以下に述べるとおり、栄養物質の供給と生物生産に大きな影響を与える（宇野木, 2007；山本, 2008）。

河川水量の減少は、直接的な陸域からの栄養塩供給量を減少させる。たとえば、瀬戸内海東部海域では、渇水となる冬季の窒素不足がノリの色落ちを引き起こしノリ漁業に深刻な影響を与えている（Kobayashi, 2008）。河川水量が減少するとエスチュアリー循環が弱まり、陸域起源と海起源の栄養塩供給調節力の低下や貧酸素化の原因ともなる。また、自然のサイクルでは、降雨などにより栄養塩の流入量がパルス的に増減する。この様に時間的パルスをもって栄養塩が供給されると、植物プランクトンの多様性と生産性の高まることが報告されており、適度なパルスを持たない河川水量の平準化の弊害も明らかになりつつある。さらにダムの存在が、

栄養塩の組成を変化させることもわかってきた。日本のような勾配が急で流れの速い河川には植物プランクトンはほとんど存在しないが、ダムなどの止水域では淡水性の植物プランクトンが増殖する。死んだ植物プランクトンはダム湖底にトラップされ、ダムによるリンや珪酸濃度の低下が報告されており、ダムの下流では栄養不足となる。ダムよりも下流域に耕地や都市があると、肥料や洗剤などの人間活動に由来するリンと窒素が供給されるが、土壌に由来する珪酸は十分には補給されない。このような栄養バランスの悪い河川水が海に流れ込むと、海では珪酸を必要としない鞭毛藻の増殖が引き起こされ、赤潮の発生原因のひとつとして注目されている（山本, 2008）。

基礎生産に対する影響だけでなく、河川水量の増大が栄養物質供給とそれによる餌料プランクトンの生産速度を高め、河口・沿岸域を成育場とする魚類稚魚の成長と生残を向上させるメカニズムもわかりつつある（Hoffman et al., 2008；小路, 2008）。一方、都市下水や工場排水からの有機物や栄養塩負荷の増加は、赤潮の増大やアオサ類の大量繁茂など、生物多様性や健全性の低下をとまなう異常現象を引き起こし、貧酸素水塊の原因ともなる。つまり、健全な生物生産には適切な栄養塩のレベルがあるということである。しかし、「適量」は対象となる生物種によりかなり異なる（小松ほか, 2008）。

河川を通じて海域にもたらされる陸域起源有機物は、河口・浅海域で沈降する。陸域起源有機物にはリグニンやセルロースなど難分解性の物質が多く含まれるため、セルラーゼを持つ河川のマクロベントスは陸域起源有機物を利用している。しかし、沿岸海域に生息する生物の多くはセルラーゼを持たず、陸域起源有機物は海産動物の餌資源としては不適である（Yokoyama et al., 2005）。河川を通じて海域に運ばれる有機物は、本来であればその大部分が河川のヨシ原、河口干潟、藻場など浅海域でいったん捕捉され、浮上・沈降を繰り返しながら細菌によって徐々に分解されその形態を変化させる。有機物が分解される時に生成される栄養塩を使って植物プランクトンや底生珪藻が増殖すれば、それ

らは動物の餌資源となる。しかし、護岸や埋め立てによりヨシ原、干潟、藻場が消滅した日本の河川・沿岸海域では、陸域起源物質があまり動物に利用されないまま、河口域を中心とした内湾の底層に堆積しやすい。それらが海底で分解されると、多量の酸素が消費され貧酸素水塊が形成される（笠井，2008）。

河川水によって運ばれる陸域からの栄養塩や有機物負荷量は、過去のピーク時と比べるとかなり減少した（図5.4.2）。ところが、陸域から運ばれてきた有機物や有害物質が、沿岸海域の海底に蓄積されている。海水は流動により入れ替わるので、河川水の浄化とともに沿岸海域の水質も良くなると考えられるが、海底近くでは堆積した物質が再び海水中へ溶出することにより、水質は必ずしも改善されていない（図5.4.3）。

森林の水資源涵養機能は「緑のダム」として注目されているが、その洪水軽減や治水機能については現在も多くの論争がある（蔵治，2004）。しかし、異なる土地利用様式間には、広葉樹林>人工林（針葉樹林）>荒廃人工林>荒廃地といった保水力の違いが認められている（恩田，2008）。一方、栄養物質の供給の観点からは、森林土壌のリター層で生産されるフルボ酸などの有機酸の役割が重要である。有機酸は鉄などの金属イオンと有機錯体を形成して酸化を防ぎ、植物プランクトンが利用できる二価鉄を河口・沿岸域へ供給する。ただし、沿岸の基礎生産が二価鉄により律速されているかどうかについては、ほとんどわかっていない。

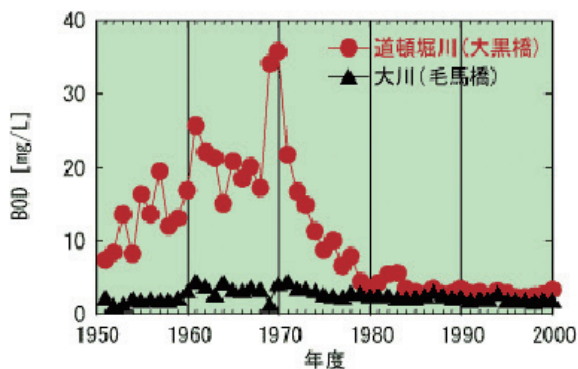


図5.4.2 道頓堀川、大川のBODの変化  
（相良ほか，2005より）

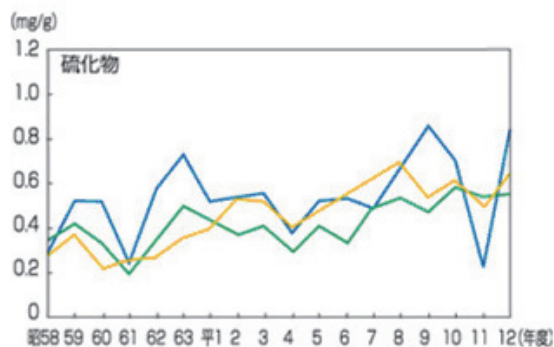


図5.4.3 大阪湾の底泥に含まれる硫化物の経年変化  
（白山，2006より）

#### 5.4.2 土砂供給

陸域と沿岸域のつながりにおいて、重大な問題と考えられるのが土砂の供給である。近年、砂浜海岸が後退し沿岸域の海底が泥化していると言われる（宇多，1997；浮田，2007）。砂浜海岸は、ヒラメ・カレイ類、タイ類、スズキなど重要な沿岸魚類の成育場であり、砂浜海岸の減少はこれら魚種の資源に大きな影響を与える。また、浮泥が珊瑚を殺し、珊瑚礁生態系を破壊することはよく知られている（大見謝，2003）。浮泥は、温帯域の浅海生態系に対しても様々な害を及ぼす。アワビ類やサザエ類などの水産的にも重要な巻貝類の幼生は、着底・成育場として石灰藻（サンゴモ）などを選択的に利用するが、浮泥がサンゴモ表面に沈下すると、巻貝類幼生の着底・変態を阻害することが確認されている。また、浮泥の沈積は海藻類の発芽と成長を阻害する（Chapman et al., 2002）。干潟などの砂泥域においても、浮泥となる微細粒子はベントスの生息環境を劣化させる。たとえば、アサリやタイラギなどの二枚貝は泥質環境に生息すると思われがちであるが、実際には泥分率の低い特定の粒子径の底質を好み、底質の泥化が両種の資源の低下と関連している可能性が推察されている（浮田，2007；伊藤，2007；浜口，2008）。

沿岸海域への土砂供給の変化の主要な原因として、森林、水田、河川環境の人為的な変化が挙げられる。

日本は戦後の復興期に自然林を切り開き人工林を造成した。ところが、その後安い輸入外国材に押されて、国産の林業は競争力を失い極度の不振に陥っている。人工林を手入れする余力もなくなり、森林面積の4割を占める広大な人工林の荒廃が著しい。間伐が適切に行われていない荒れた人工林では、光が林内に入らないために林床に下層植生が形成されず、土壌がむき出しとなり、雨が降ると表土が河川に容易に流出する（図5.4.4）。日本には豊かな水田と畑地がある。水田では、戦後の基盤整備事業により、灌漑用水の取水経路と排水経路が別系統に別けられた。古い水田の構造では、耕耘にともなう泥水はその下流側の水田に沈殿したが、基盤整備後は個々の水田の濁水がそのまま河川へ排出される構造になり、大量の土砂が河川へ流出する（図5.4.5）。また、減反などにより近年増加している放棄農地からも、土砂が河川へ流出する。このような荒れ地を緑化（草地、林地化）すると、表土の浸食の程度は3オーダーも減少することが知られている（中島，2006）。

ダムにはその上流域から流入する土砂をため込んで埋まっていくという特性がある。これは、ダム管理者にとって頭の痛い問題であるが、生態系に対しても重大な影響を与える。ダムは巨大な沈殿槽であり、静穏時には砂礫だけでなくシルト・粘土も湖底に堆積する。増水時や放水時には粒径0.2mm以下の微細砂、シルト、粘土のみが流下し、この結果、砂礫の供給不足のために砂浜海岸は後退し（宇多，1997）、一方で沿岸海底ではシルト、粘土の堆積が進行する（浮田，2007）（横山，2005）。ダムが堆積物で埋まることを防ぐ目的で、排砂機能を持つ新しいダムが建設されつつある。しかし、1年に1度大量の土砂を排砂するために、河川や河口周辺の沿岸海域では、生態系の攪乱や漁業被害が発生している（青梅，



図5.4.4 荒廃人工林（左）と管理された人工林（右）  
森の中の明るさと下層植生が異なる。

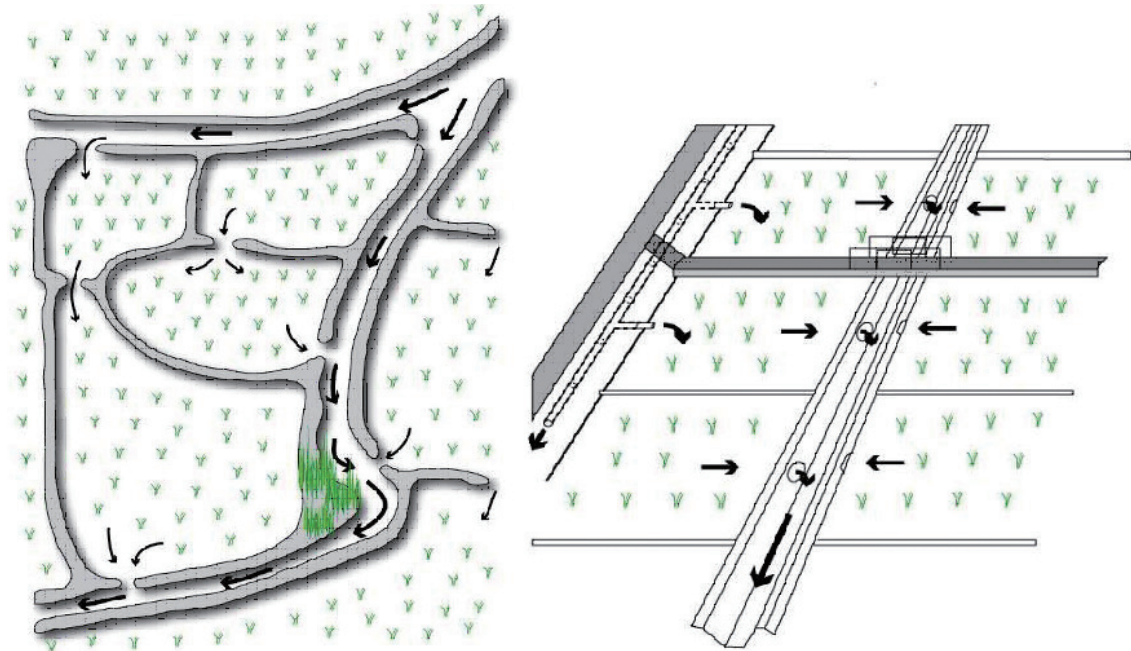


図5.4.5 旧来の水田（左）と基盤整備後の水田（右）の構造（西村、2006より）

2008：辻本，2008）。また、管理だけを重視した河川側面と底面のコンクリート護岸化により、これら微細粒子が川岸や河床に堆積することなく海へ輸送されることも、海の泥化の一因と考えられる。さらには、この様な護岸のための工事により、大量の土砂が流出していることも事実である。

### 5.4.3 有害物質

人間は様々な有害物質を生産し陸域にまいている。河口、沿岸域はこれら有害物質の移動経路の下流に位置することから、さながら有害物処理場の役割も果たすと言われている。

沿岸域の生物資源にとって有害な物質は数多くあるが、重金属、PCB、ダイオキシン、石油関連物質であるPAHs（多環芳香族炭化水素）などがよく知られている。たとえば、地球上で最悪の毒物といわれるダイオキシンは、ポリ・クロロ・ジ・ベンゾ・パラ・ジ・オキシン(PCDD)、ポリ・クロロ・ジ・ベンゾ・フラン(PCDF)、

コプラナ-PCB (Co-PCB) の3群に大別され、それぞれも多様な物質から構成される。ダイオキシン源としては、焼却過程（ゴミ焼却など）、塩素漂白過程（パルプ工場など）、農薬、絶縁物質などが中心である。これらの物質の多くは1980年代まで野放し状態であり、現在製造が中止されている物質も陸域にはいまだに大量に残留して徐々に海へ運ばれている。仙台湾底泥コアサンプル中の年代ごとのダイオキシン濃度を見ると、終戦直後から急速に増加し1980年代中頃にピークに達するが、その後はダイオキシンを含む農薬使用の禁止とともに減少する傾向が認められる。しかし、現状でも決して低いレベルではないことがわかる（図5.4.6）。人が生産した難分解性の有害物質は、半世紀の間、陸域の土壤に蓄積され徐々に沿岸海域へ運ばれている。沿岸海域の海底に堆積した後は、系外へも容易には流出せず分解には長い時間が必要である。すなわち、陸域で生産された有害物質の沿岸環境への影響は、極めて長期間継続する可能性がある。有毒物質が複合的に存在する天然環境下で、それが生態系にどのような影響を与えるかについては、

汚染度が高いほど沿岸魚類稚魚の成長や肥満度を低下させることがわかっている程度であり、知見は多くない。有明海や瀬戸内海において、底生の貝類などが魚類よりも先に激減したことは（図5.4.7、図5.4.8）、この問題の重要性と深刻さを物語っているかもしれない。

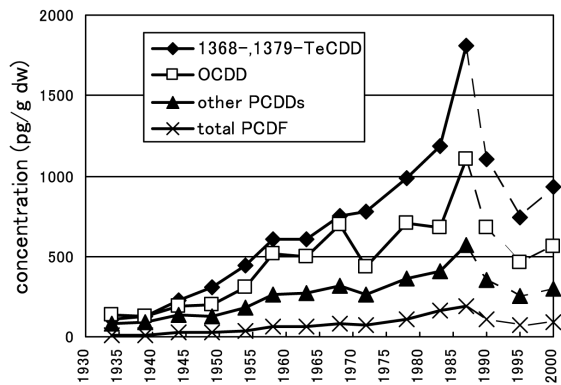


図5.4.6 仙台湾底土（コア）中のダイオキシン類の年別濃度（Okumura et al., 2004より）

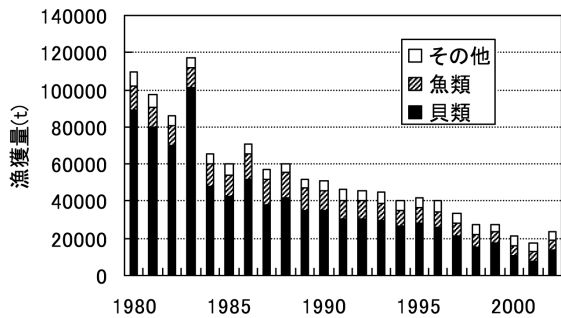


図5.4.7 有明海における水産動物漁獲量の経年変化農林水産統計年報（九州農政局）

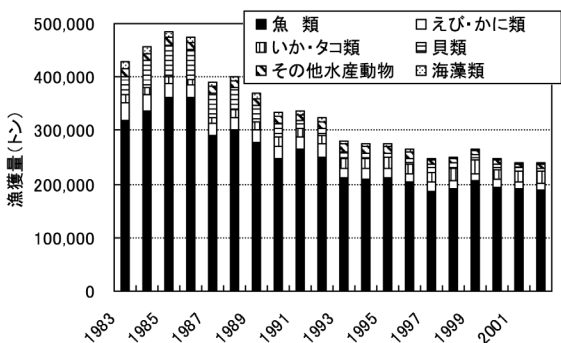


図5.4.8 瀬戸内海における水産動物漁獲量の経年変化瀬戸内海研究会議資料

#### 5.4.4 森・川・海の統合管理

沿岸海域の生態系は、長い年月をかけて多様な環境の時空間的变化に適応し、生物生産のシステムを進化させてきた。ところが、近年の急速な人口増加や産業の発達にともない、経済成長を優先させた政策は森から海までの生態系のつながりを分断し、その影響は最も下流にある沿岸海域の生物生産力や生物多様性の顕著な低下となって現れている。つまり、海の再生には森から海までの健全な連環の再生と、そのための統合管理が不可欠である。経済成長期には、科学は一定の守備範囲の中で最も効率の高い解を求め、局所最適化を進めてきた。その結果、局所的な最適化の集合体としての地球は局所最適化の矛盾をため込み、地球環境問題という危機的な状況に直面している。森・川・海をつなぐを修復することは全体最適化を目指すことである。

最近全国各地で展開されている「漁師の森づくり運動」は、海の環境を改善するためには森の環境改善が大切であることに直感的に気づいた、沿岸漁民が始めた社会運動である。森づくりの効果の検証には長い時間がかかるであろう。しかし、襟裳岬の緑化は、森づくりの成功例として評価されるべき事業である（図5.4.9）。襟裳岬では、燃料材としての森林伐採や家畜の放牧などにより森林が失われ、一時は「えりも砂漠」と呼ばれるほど荒廃が進み、沿岸域に大量に砂泥が流出し藻場が壊滅して漁業生産が激減した。1953年からの47年間におよぶ植林事業により沿岸環境も改善し、漁獲量は5倍近く増大した。土砂の流出については、前述の通り、荒廃人工林の手入れ、水田構造の見直し、河川の自然化、ダムのあり方などを、再検討する必要がある。質および時空間負荷量においてバランスのとれた栄養塩供給については、河川・ダム管理者や水利権者との統合的管理に関する情報交換や根気強い話し合いが必要となる。漁業生産のための「漁業用水」の概念（眞鍋，2007）は、漁業にとどまらず河川や沿岸域の生態系保全からも検討の価値がある。沿岸域環境の悪化の原因である底質の改善や藻場・干潟の再生には、自然再生事業の適用も視野に入れるべきであろう。

森・川・海をつなぐは多様なメカニズムが交錯する複雑系であり、また、広い地域がフィールドとなる。森・川・海の実地管理のための知識の集積と基盤整備には、分野横断的な学際研究は当然のこととして、広域的なフィールドの長期的調査と必要に応じた大規模なフィールド実験が求められる。近年、このような観点からシンポジウムや研究会が頻りに開催され、いくつかの研究プロジェクトが進められている。著者の所属する京都大学フィールド科学教育研究センターでは、人の住む里域の役割を重視し、環境経済学や法律などの人文科学も含めた森から海までのつながりの解明を目指す「森里海連環学」を提唱している。荒廃人工林における大規模間伐の河川や河口域生態系への影響を評価する「森里海連環学による地域循環木文化社会創出事業」（文科省特別教育研究経費）が平成21年度から5年計画でスタートする。この他、広島大学の「里海」創生プロジェクトや大学と地方自治体が共同する河川流域単位での研究プロジェクトが各地で進められており、今後数多くの成果が報告さ

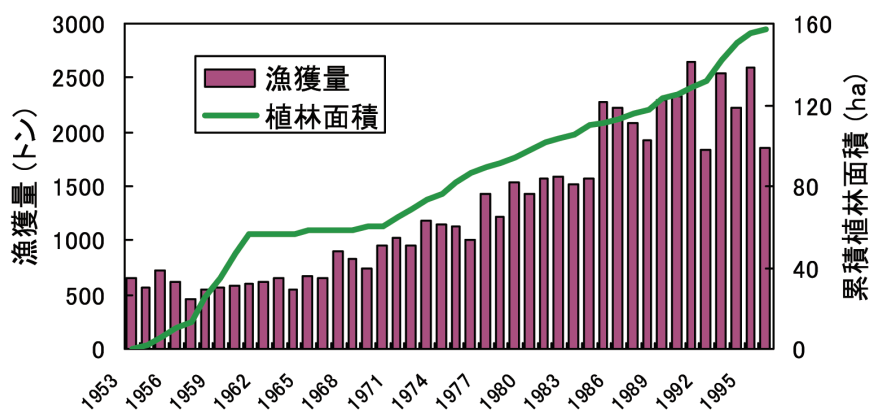


図5.4.9 襟裳岬植林面積と漁獲量の推移  
 林野庁北海道森林管理局 (<http://www.hokkaido.kokuyurin.go.jp/kyoku/job/tisan/erimo/index.html>)

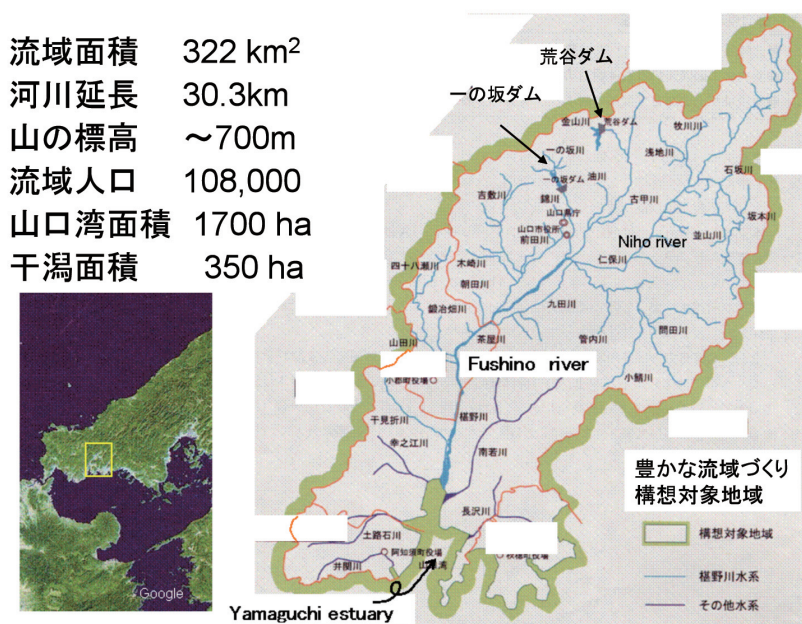


図5.5.1 榎野川流域と山口湾の概要  
 林野庁北海道森林管理局 (<http://www.hokkaido.kokuyurin.go.jp/kyoku/job/tisan/erimo/index.html>)

れることが期待される。また、ごく最近いくつかの大型プロジェクトの成果が詳細に報告されている（恩田，2008；永田，2008）。

## 5.5 榎野川河口域における里海づくり

### 5.5.1 はじめに

私たちの生活はここ半世紀の間に大きく変貌した。地球温暖化の影響もあって、最近身近な環境にも大きな変化が起こりつつある。山口市を流れる榎野（ふしの）川においては、全国に先駆けて、もり・かわ・うみの繋がりを意識した豊かな流域づくりの構想が考えられた。その具体的な施策の柱として、多くの人々が連携して、里海づくりを目指した、河口干潟の自然再生に取り組んでいる。地元の人達によれば、一昔前は山口湾は非常に

豊かな宝の海であったと言われている。ここでは上流から下流まで、榎野川流域に住む人々を中心に、本来の自然の恵みを取り戻すべく、里海づくりに取り組んでいる活動について、その背景と現状を紹介し、今後の課題について考えたい。

### 5.5.2 榎野川流域の状況変化

榎野川は流域面積322km<sup>2</sup>、河川延長133kmの上流から河口までほぼ等身大でとらえることのできる川である（図5.5.1）。山口湾には榎野川河口域を中心に広大な干潟（約344ha）が広がり、シベリアや中国からの渡り鳥の重要な中継地となっている（きらら浜自然観察公園ホームページより）。

ここ40年間の、土地利用の変化についてみると、経営耕地面積は1960年7350haが2000年3880haに減少



1947年以降合わせて340 haが埋め立て

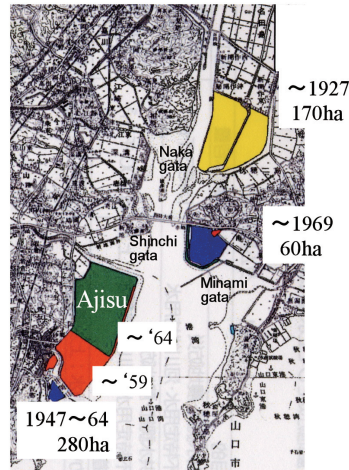


図5.5.2 1902年の地形図とその後の埋め立て地と埋め立て時期

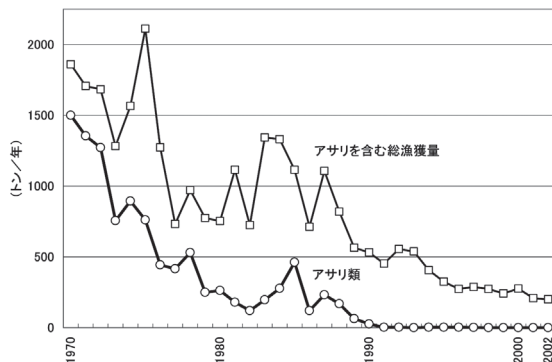


図5.5.3 山口湾における漁獲量及びアサリ生産量の推移

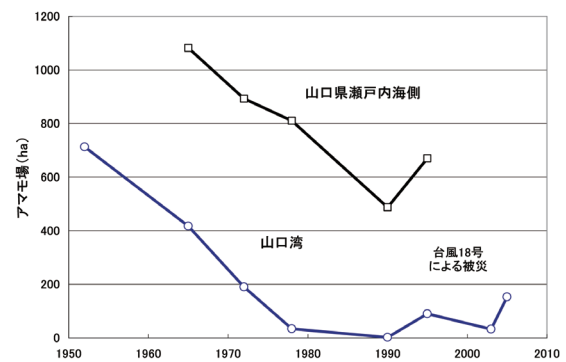


図5.5.4 山口湾におけるアマモ場面積の推移

し宅地などに变化した。その一方で、農業形態は兼業化、ほ場整備、機械化が進んだ。森林はさほど大きな減少はしていないが、人工林の割合は1960年の13%から2000年の34%へと増加している。

流域の人口は同じくこの50年間で15万人程度から17万人程度とやや増加した。下水道と合併浄化槽を合わせた生活下水処理率は1985年の18%から2001年には67%になっている。

この間、中国自動車道（1983年全線開通）や山陽新幹線（1975年全線開業）の建設や砂防ダムの整備も逐次進められた。また一ノ坂ダムが1983年、荒谷ダムが1989年に完成しているが、これらのダム集水域の流域面積に占める割合はあわせて5%以下であり大きくない。

山口湾における埋め立ては、戦前には昭和開作170haが完成していたが、阿知須干拓は1947年から南工区、1949年から北工区が着工し、1964年に280haが完成している。さらに幸崎干拓60haは1969年に完成し、合計510haの埋め立てが行われた（図5.5.2）。なお阿知須干潟は土地利用計画が定まらず放置されていたが、さらさら博開催に向けて、1986年から5年間、500万 $m^3$ の小野田港浚渫土が白石の東側の海底にいったん仮置きされ、干拓地にポンプ輸送された。このほか、中湯付近での砂採取による凹地形形成も影響を与えた可能性がある。

これらの状況変化を反映して、山口湾における漁獲量

は1980年代から1/2-1/3に減少し、特にアサリの生産は1972年800トンから1979年400トン、1991年以降はゼロになっている（図5.5.3）。

また山口湾のアマモは、1950年頃は中心部の滞筋を除く約720haに繁茂していたが、その後は、減少の一途をたどる。1990年にはほとんど壊滅状態となったが、その後やや回復の兆しを見せている。2005年には153haと見積もられている（図5.5.4）。

### 5.5.3 アサリ減少の原因諸説

山口湾で考えられるアサリ減少の要因としては、①細泥化による影響、②富栄養化改善による餌不足、③母貝乱獲による幼生供給の減少、④温暖化によるナルトビエイなどによる食害、⑤その他が考えられる。おそらくこれらの原因の複合したものであると考えられる。

②に関連して、榎野川最下流感潮域にある百間橋の全窒素（TN）、全リン（TP）濃度は最近の5年間はやや減少の傾向が見られるが、それ以前の20年間でむしろ増加傾向にあり、川からの栄養塩供給量は減少していない（図5.5.5）。

しかし宇部や防府のノリ漁場の栄養塩はとくに無機態窒素（DIN）濃度は1980年代前半の1/3程度まで減少している（図5.5.6）。また周防灘のTN濃度は1985年

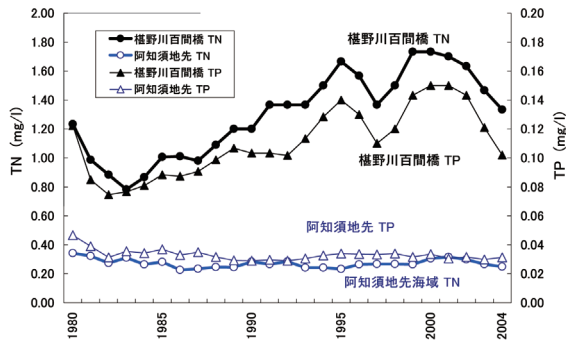


図5.5.5 榎野川口および阿知須地先海域のTN、TP濃度推移 (3項移動平均)

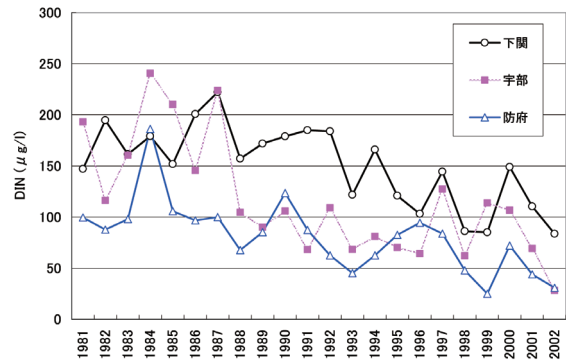


図5.5.6 山口県ノリ漁場調査によるDIN濃度推移 (10月~2月)

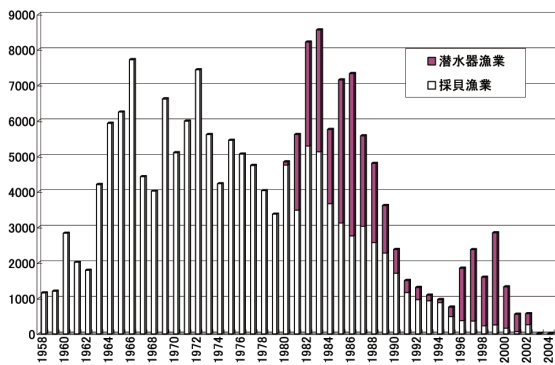


図5.5.7 山口県瀬戸内海区アサリ生産量の推移

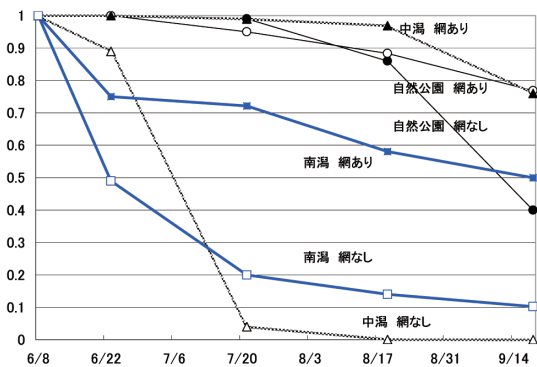


図5.5.8 山口湾干潟と阿知須自然公園におけるアサリの生存率

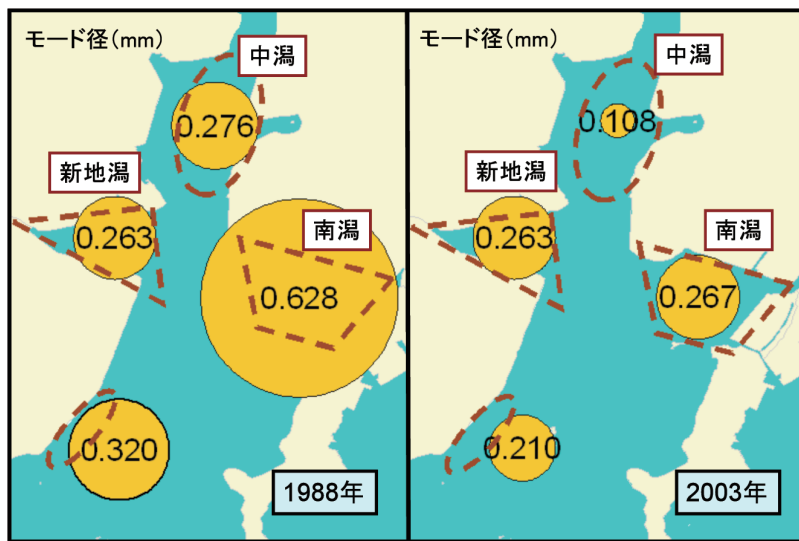


図5.5.9 山口湾干潟の最頻度粒径の変化

以来減少傾向にある。山口湾においては、宇部や防府の工場排水負荷の改善に対応して、海側からの植物プランクトンの供給が減少している可能性が大きい。

③に関連して、山口県瀬戸内海区におけるアサリの生産量も山口湾同様の傾向を示すが、1980年から沖合アサリをとる潜水漁の水揚げが計上されているが、2001年にはブランド化がなされ乱獲を招いた可能性がある(図5.5.7)。

④に関連して(今井ほか, 2005)、ナルトビエイの食害実験の結果では、明らかに食害を受けていることが

確認されているが、アサリの生産速度そのものの減少がより重要な要因であるように思われる(図5.5.8)。

①に関連して、1988年および2003年における山口湾干潟表層10cmの最頻度粒径は各干潟で明らかに小さくなっており、細泥化が進んでいる(図5.5.9)。私たちが2003年8月に調査した泥表層(2.3mm)の粒度分布はモード径で8.3-8.4 $\mu$ m、中央粒径で、10-20 $\mu$ mであった。

細泥化により巻き上がる濁りで餌料の質が低下する可能性が考えられる。河口干潟部では、洪水時に浸食され



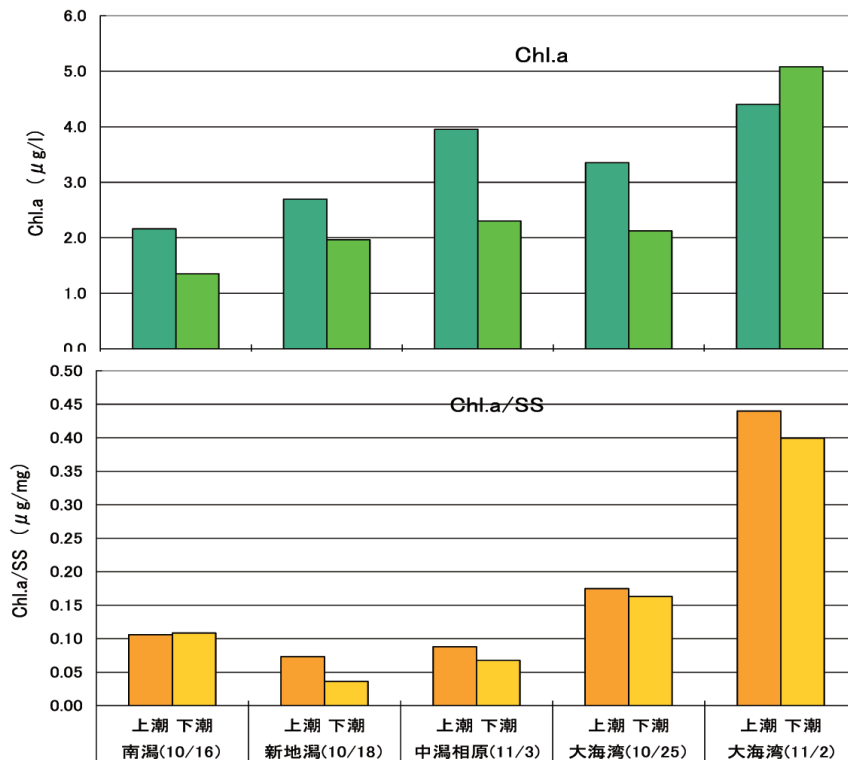


図5.5.10 山口湾と大海湾の干潟直上水の水質比較

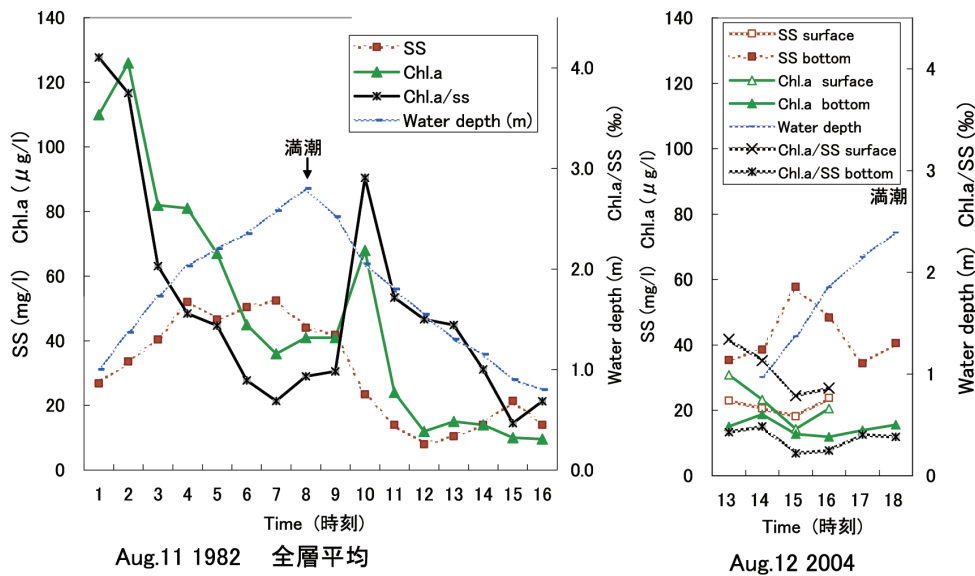


図5.5.11 榎野川河口部における1982年と2004年夏季の水質比較

た土壌微粒子が、いったん海水の凝集作用により沈降堆積するが、上げ潮時には巻き上げられて、上流方向に移送されるという動きが繰り返されている。細泥化のために、巻き上げりが大きくなり、常時濁度の多い状況になると、アサリは微細粒子中のクロロフィル量 (Chl.a) の少ない効率の悪い餌をとることになり、生長が抑えられる。

2004年10-11月に、アサリの獲れなくなった山口湾南潟と新地潟、現在もアサリが自生している大海湾佐川河口干潟において、直上水の水質を比較した (図 5.5.10)。

Chl.aは全般に上げ潮時に高めであるが、干潟間の差

はあまり大きくない。一方、山口湾干潟では巻き上げりのために直上水の浮遊懸濁物質 (Suspended Solid : SS) が大きく、Chl.a/SSは、山口湾干潟が100ppm程度であるのに対して、佐波川河口干潟の地点では400-500ppm程度大きな差がある。直上水のChl.a/SSはアサリの餌料環境のよい指標になると考えられる。

また相原河口部における1983年全層水と2004年表層水の8月の調査を比較してみると、2004年では1983年に比べて、明らかに上げ潮時のChl.a量およびChl.a/SSが小さくなっており、アサリの餌の量、質が低下しているといえる (図5.5.11)。

#### 5.5.4 干潟泥細泥化の原因（尾添ほか，2006）

なぜ、細泥化が進行したのか、干潟泥の細泥粒子の起源については、農業排水の他、道路建設等の工事現場からの流出、採石場や荒れた森林からの流出なども考える必要がある。また、山口湾の場合は先に述べた阿知須干拓地の用地整備において港湾浚渫土が用いられたことも考慮に入れる必要がある。しかし最も影響の大きいのは水田代掻き時の濁りであろう。兼業化、機械化、用排水分離が進み、代掻き後の濁りが流出する可能性が大きくなったと考えられる（図5.5.12）。

2003年6月から7月にかけての梅雨期に流域の数地点で河川水を採取し、その粒度分布を測定すると、水田の代掻き時では上中流域では $50\mu\text{m}$ 以上の粒度の粗い濁りもあるが、下流に行くにしたがって、粗い部分は失われ、周防大橋ではほとんど $10\mu\text{m}$ 以下の粒子が多くなる（図5.5.13）。また、代掻き状態を再現した実験結果では、土粒子の中央粒径は $6\sim 9\mu\text{m}$ で、下流の水田ほど細かい傾向を示した。

実際、干潟部の泥土表層 $2.3\text{mm}$ の粒度分布をみると、中央径は $10\sim 20\mu\text{m}$ 、モード径は $8\sim 9\mu\text{m}$ であった（図5.5.14）。また、干潟泥土の柱状試料をとり、ジャーテスターを用いて巻き上げ試験を行った結果では、ほとんど $5\sim 10\mu\text{m}$ の粒子が巻き上がった後、濁りを構成することがわかる。

当然、陸域からの土粒子は主として降雨時に、河川経由で河口域に供給される。樺野川二島堰における2004-2006年度の降雨時流出の調査から、実測の概測流量と $10\mu\text{m}$ 以下の微粒子の負荷量との関係を求めると、 $L=1.4Q^{1.6}$ （ $L$ :微粒子負荷量（ $\text{g/s}$ ）、 $Q$ :流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）、 $R=0.91$ となり（図5.5.15）、 $Q$ を1時間ごとにタンクモデルを用いて推定した値を用い、3年間の平均として年間の微粒子負荷を推定してみると、年間9千トンになる。これを仮に乾燥密度 $0.5$ として見かけの密度 $1.3$ として山口湾の面積 $18.66\text{km}^2$ に均一に拡げたとすると、年間 $1\text{mm}$ 程度の堆積量となる。20-30年といった時間スケールでは、干潟泥土を細粒化させるのに十分な負荷量であることがわかる。

#### 5.5.5 やまぐちの豊かな流域づくり構想と流域連携の取り組み

山口県は2002年度より、環境省の補助を得て、「やまぐちの豊かな流域づくり推進委員会」を設置し、流域づくりの課題に着手することになり、2003年3月に豊かな流域づくり構想をまとめた。その基本理念は、「もり・かわ・うみを育むふるさとの流域づくり～ふるさとの川でつながる「循環共生型社会」をめざします～」とされた。

キーワードとしては、「地産地消」、「飲水資源」、「上

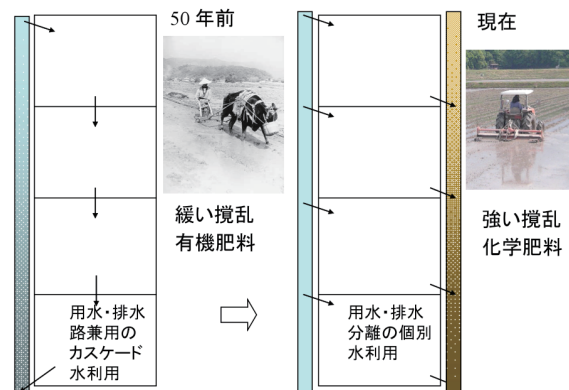


図5.5.12 水田耕作方法の違いによる濁りの変化

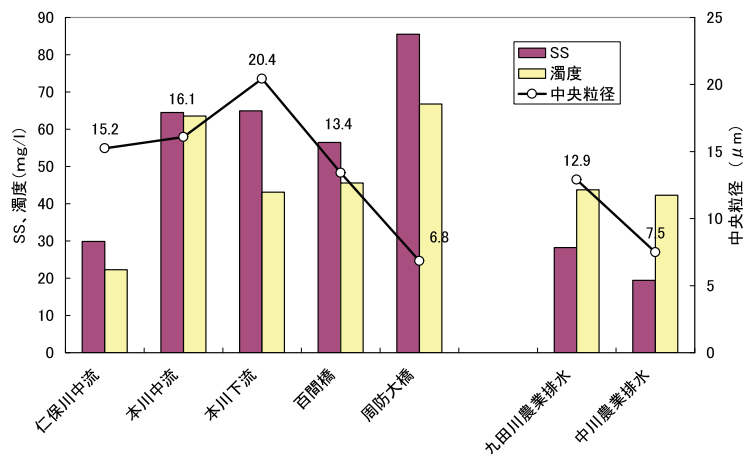


図5.5.13 懸濁物質の中央粒径の場所的変化

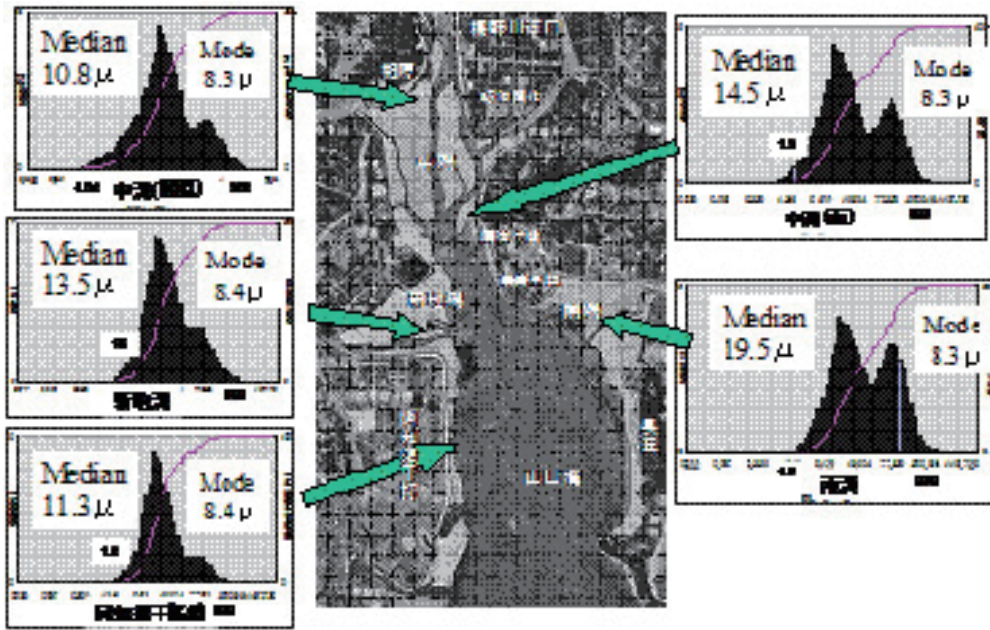


図5.5.14 山口湾の干潟表層泥(2,3mm)の粒度分布

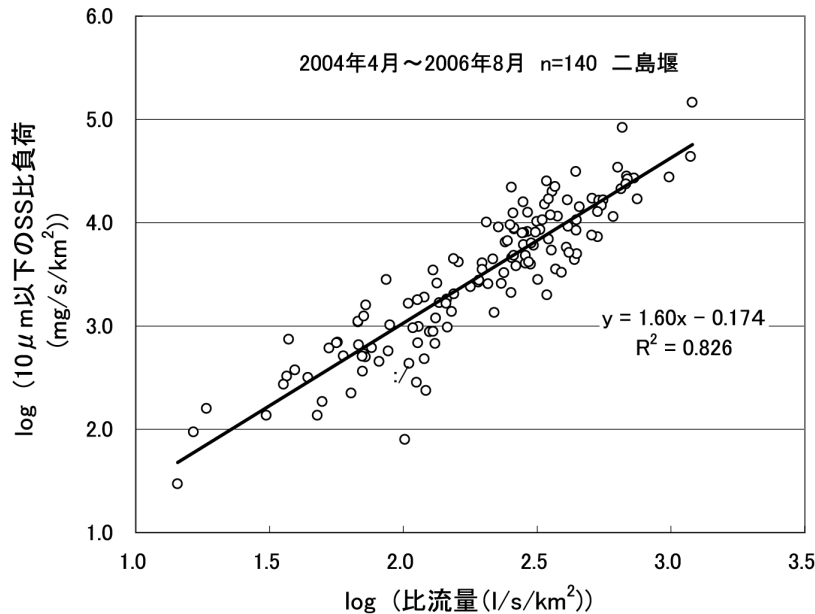


図5.5.15 榎野川の比流量と10 μ m以下のSS微細成分比負荷の対数相関

下流の連携」などがあり、つまるところ、「自然や文化に誇りを持って、人々が心豊かに暮らす流域」といったイメージである。豊かな流域づくりの主要課題としては以下のような項目が挙げられた。

- 健全な水循環（治水安全性、利水安定性と効率的利水、水質保全）
  - 生態系の保全（多自然型川づくり、ホタルが飛び交う川、魚が上り下りする川づくり、干潟と藻場の回復）
  - 地域産業の活性化（林業、農業、水産業、伝統工芸、観光産業）
  - 上下流の連携（川の親水性・文化性、地域通貨、榎野川フォーラム、環境学習）
- すでに、これらに関連して、市民が参加したさまざま

な流域づくりボランティア活動が行われてきているが、その例として、

- 荒廃森林の整備、植林、巣箱の設置 ・川の草刈、ごみ拾い、河川プールの掃除
- ホタルの幼虫放流
- 海辺の清掃、ごみ拾い
- 干潟の耕耘、アマモの植栽
- 環境学習の指導
- 川祭り、海祭りなど

があり、それぞれ活発な活動が行われている（榎野川まるごと博物館ホームページより）。

特に、一の坂川を中心とした、ホタルの飼育放流事業は、一の坂川のホタル護岸とあいまって、高い評価を受

けており、国や学会などからの受賞対象となっている。毎年開催されるホテル祭りは山口市の重要な行事として定着している。

また、榎野川上流の仁保地区における産業廃棄物処分場の計画に反対した、榎野川の源流を守る会の活動も、流域連携の端緒となった動きとして注目される。この活動には、全国の1万人を越す人々から1280万円の浄財が寄せられ、これにより確保された4haあまりの土地を山口市へ寄託し、源流にふさわしい一帯として公園整備を目指すことになった。これと前後して2000年春から、山口・嘉川・榎野川の各漁業協同組合と山口中央森林組合中心として榎野川活性化交流会が結成された。漁業者、林業者に一般市民などが加わり、陸の人々が海浜清掃を手伝い、海の人々が植林・間伐を手伝い、互いに「手間返し」と称して自然な形で、「もり・かわ・うみ」の交流を継続している。また2000年10月には道の駅「仁保の郷」がオープンして地域活性化の核として活用されている。

なお、山口県では「やまぐち森林づくり県民税」を2005年度より設け、個人に年額500円、法人に資本金に応じて年額1000円~4万円を徴収し、税収は県内の森林の公益的機能に配慮した整備にあてられている。

注目すべきことは、これらのボランティア活動に地域通貨が支給されていることである。地域通貨「フシノ」は流域連携のひとつの手法として、地域通貨が2002年度より先述の流域づくり委員会の中で構想策定と並行して検討され、「フシノ」流通モデル実験を2003年6月から開始した。1フシノは1円相当で、ボランティア作業に参加した人に地域通貨を発行し、協力店で代金の一部として使用できるシステムを採用している。発行額は2003年度62万フシノ、04年度122万フシノ、05年度111万フシノとなっている。協力店は39店舗であり、ボランティア参加者は年間延べ3684人である。発行額と参加人数の規模は大きい点では評価が高いが、参加者にはリピーターが多い傾向もある。発行額に対する使用割合は2003年度、約2%で低い状況にあることが問題である。

### 5.5.6 河口域・干潟自然再生推進事業

#### (1) 事業の基本方針と目標

前記、豊かな流域づくり構想の重要課題のうちから、流域の終着点である、河口・干潟域に着目し、山口県が事務局となって、「榎野川河口域・干潟自然再生協議会」を2004年8月に発足させた。2003年3月時点の環境省のパンフレットでは、釧路湿原、蒲生干潟、三番瀬、琵琶湖、大台ヶ原、小笠原、石西礁湖など11ヶ所が紹介されており、地方の二級河川の河口が取り上げられたことは注目に値する（環境省、2003）。

委員構成は学識者9、個人応募13、団体応募18、地方公共団体14（うち県9）、国関係行政機関4、合わせて58名からなる。2005年3月にまとめられた「榎野川河口域・干潟自然再生全体構想」では、基本方針を、榎野川河口干潟などの生物多様性の確保を目標にして、多様な主体の参画と産学官民の協働・連携により、科学的知見に基づく順応的取組を行っていくこととした。す

なわち、人が働きかけを継続することで、自然からの恵みを持続的に享受できる場、いわゆる『里海』の再生を目指して、とにかくやれることからやっていき、悪化したメカニズムを明らかにしながら、順応的に再生していくことを共通認識とした。

具体的には多様性確保の観点から、山口湾の各干潟の自然的特性や地理的特性を考慮したゾーニングを行い、自然再生の目標・方策を定め（図5.5.16）、さしずめ、中潟、南潟におけるアサリの復活、長浜地先のアマモ場の再生に重点を置いた取り組みを行うことになった（環境省ホームページ、榎野川河口域・干潟自然再生協議会ホームページより）。

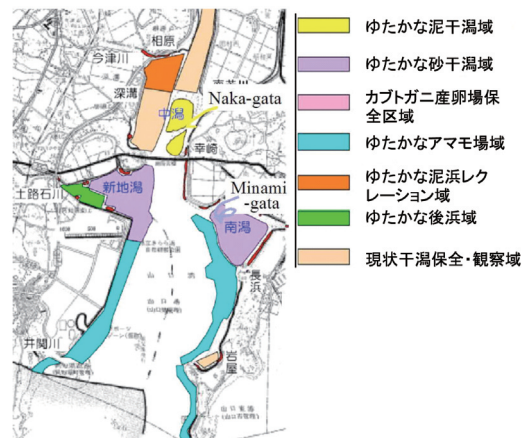


図5.5.16 榎野川河口・山口湾干潟のゾーニング

#### (2) 干潟改良の実証試験（山口県環境生活部、2005、2006）

干潟再生の事業として、2004年度より行われている主要なものは、すでに終了しているが、中潟での重機を用いた干潟改良の実証試験と、現在も継続している南潟での人手による干潟耕耘・アマモ場造成などに係る実証試験などである。それぞれいくらかの成果は見られている。特にアマモは最近回復の兆しをみせている。しかし、アサリについては漁網によってナルトビエイの食害から守るなど、かなりの成果が認められるものの、それ以外では、対策の効果がなかなか年を越せない状況があり、効果が判然としていない。

まず、カキ殻の堆積が多い泥浜干潟である中潟における改良試験では、2004年4月下旬に、1区画50の規模で、中潟において、①上層土25cmと下層土25cmを置換、②同じく50cmずつ置換、③50cmずつ置換、ただし上にくる下層土に粉碎カキ殻を20%混合、あるいは④同じく新地潟の砂を50%混入、あるいは⑤100%客土、これらと⑥対照を比較した。

モニタリングは底生微細藻類、ベントス、底質などの項目について実施した。各試験区では、初期には底生微細藻類が爆発的に増加し、その後細胞数は収束した。2ヶ月後にはイトゴカイ科などの環形動物、4ヶ月以降は、カニ、エビなどの節足動物が増え、8ヶ月、1年後にはヨコエビ類など節足動物の比率が増えた。

しかし全般に軟弱度は直後にはむしろ悪化し、その後徐々に締まりつつあるとはいえ、1年後でも対照よりまだ柔らかく、期待したような効果は得られていない。

この結果を踏まえ、2005年9月からは、規模を大きくした試験が行われた。すなわち、中潟東工区で①カキ殻を含む干潟を耕耘攪拌しながら、厚さ50cm程度について上層と下層の土を混合する(0.42ha)、②この際に砂を20%混合する(0.07ha)、あるいは③碎石を20%混合する(0.07ha)。中潟西工区で、④上層20-60cmのカキ殻を粉碎し、現有下層土と混合する(0.42ha)、⑤その上に砂(阿知須漁港の浚渫上)を覆砂する(0.07ha)、あるいは⑥碎石を覆砂する(0.07ha)、また、東西工区の間上流側に⑦対照区をとり、効果が検討された。①-③は耕耘混合砂工法、④-⑥はカキ殻粉碎工法である。1年後には底質の泥分率、中央粒径や軟弱度の物理性については、⑦の泥分率が50-60%に対して、⑤、⑥で泥分率20%以下となり改善効果がよかった。これに対応して、2年後のアサリの個体数密度についても、カキ殻粉碎工法の⑤、⑥でやや良好な結果が得られている(図5.5.17)。

次に、人が入りやすい砂質干潟である南潟における改良試験では、2004年度より、協議会メンバーを中心に市民に参加を呼びかけて、砂質の南潟での干潟耕耘・アマモ造成などに係る実証試験を行ってきている。昔に比べて硬質化や無機質化した干潟土を人力により耕耘する

ことによる改善効果を期待したものである。2005年5月には関係団体や住民など160名の参加により、干潟耕耘(うね耕耘、やま耕耘)、竹柵立て、アマモの播種や苗移植などを実施した。これまでのところ、各耕耘区で地盤の硬さはやや柔らかく改善されたこと、アサリ個体数から見ると、夏場の温度上昇が緩和されるため凸部よりも凹部の方が良好であること、畦耕耘よりも山耕耘の方が良好であること、竹柵も有効であることなどの結果が得られている。2007年度の結果からは、耕耘をして畝を盛った上で、漁網をかけた場合は、アサリの生育に良好な効果があることがわかった(図5.5.18)。

アマモについては2004年11月末に垂瀬の北側において、マット法、コロイダルシリカ法、シート法による播種が行われたが、2ヶ月後における発芽率はそれぞれ1.2%、22.2%、12.6%で、コロイダルシリカ法が良好であった。また、株移植試験の成績も良好で、台風で一時的な現象は見られても、その後の回復も見られている。なお山口県漁政課では、すでに2002年度よりアマモ場の造成試験を実施しており、すべてがその効果であるとは言えないにしても、先述したとおり、山口湾におけるアマモ場は最近増加の兆しを見せている。

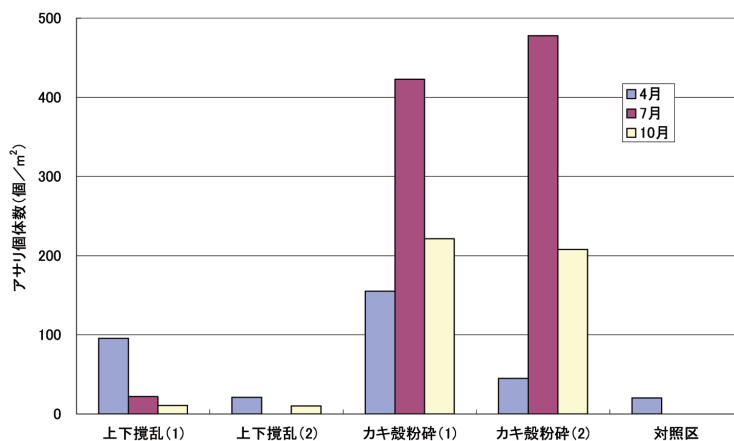


図5.5.17 中潟における2年後の底質改善効果

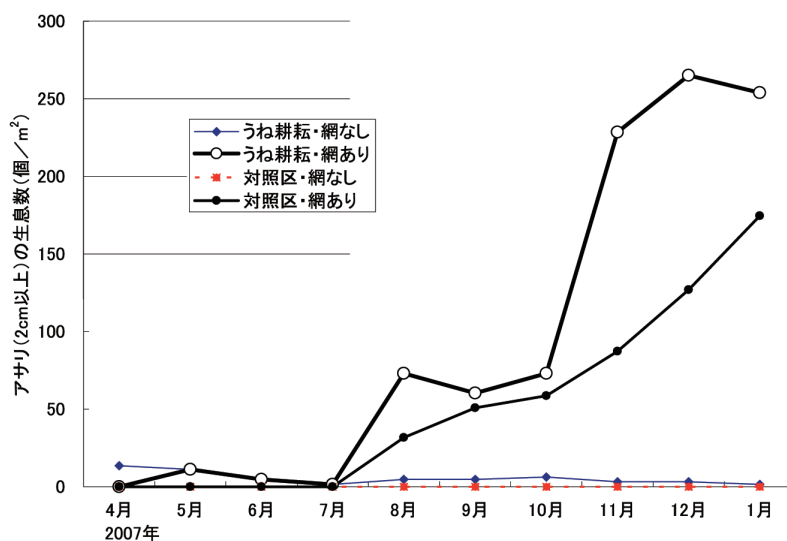


図5.5.18 南潟におけるうね耕耘と被覆網の効果

### 5.5.7 里海づくりに向けての課題

河口干潟は流域における人間の生活の結果の集大成であるといえる。その環境が不調になった理由は、複合的で単純なものではなく、また30年、50年といった長い時間スケールで考える必要がある。森林の役割も単純ではなく、明治時代の初期や戦後の荒廃した山から、大量の砂が干潟や砂浜に補給され、高度成長期の富栄養化の時代に未曾有の豊かな干潟が形成されたというような見方もできないわけではない。

近年非常に大きな影響力をもってきた建設工事などの要因も考えなくてはならない。私たちの生活を守るために治水を徹底させた結果として、同時に自然の恵みも得にくくなった可能性もある。

森林から供給される腐植質の役割、陸上から供給される鉄などのミネラルの役割などについてもより多くの科学的知見が必要である。温暖化の影響も、ナルトビエイの侵入、外海水の入り込み、基礎生産への影響など総合的な評価が必要である。

自然再生推進事業は、科学的知見に基づいて、順応的に実施するものとされているが、このような基礎的な研究や、効果の現れにくい事業に対する予算確保が年々厳しくなっており、これらのメカニズムの解明や事業の効果確認のための調査研究費の確保、あるいは、大規模な試験事業実施のための事業費の確保が求められる。

豊かな流域づくり、里山・里海づくりとは結局、ここら豊かなライフスタイル、余裕のある生き方を取り戻すことであるかも知れない。大部分の人々は忙しい日々の生活に追われ、「もり・かわ・うみ」に親しみ、「里海づくり」にも参加できる余裕がない。参加できるのは、ある意味で一部の恵まれた人々である。より広い市民の参加を得るためには、もうすこし世の中が全体的に、「心豊かに暮らせる」ような雰囲気になることが不可欠であろう。また、里山や里海を再生し、持続的に維持していくには、市民活動は心強い応援団にはなりえてもやはり、業としての農林業や漁業が主体的役割を果たす必要がある。

瀬戸内海の各地で、とくに高度経済成長期に、工業化のための浅海の開発、埋め立てが行われ、漁業者は弱体化されてきた。物質的な豊かさにとらわれて、社会の関心が里海から遠ざかり、それが現在ようやく、水産業の不振、すなわち食料源、たんぱく源としての水産物の減少という形での生態系サービスの劣化として顕著に表れ

ているように思われる。

「里海づくり」の成功には、しっかりした科学技術の裏づけをもつこともさることながら、社会全体、世界全体の価値観を見直すことが、不可欠ではないかと考える。

## 5.6 播磨灘の里海づくりについて

### 5.6.1 趣旨

兵庫県では、「コウノトリの野生復帰」「尼崎21世紀の森づくり」「淡路夢舞台の緑化」など先導的な自然再生の取組を進めている。瀬戸内海においても、豊かで美しい里海としての再生を内容とする新たな法整備に向けた活動を展開しており、再生の実践的モデル事業として、豊かな自然海岸が残る播磨灘西部沿岸域において里海づくりを推進している。

### 5.6.2 概要

平成19年度には、①新舞子海岸（たつの市）②室津海岸（たつの市）③相生湾（相生市）④坂越湾（赤穂市）⑤千種川河口（赤穂市）を対象として、自然環境、漁業、後背地文化、住民の活動などの調査を行い、学識者8名で構成する「播磨灘の里海づくり専門委員会」（委員長：松田治広島大学名誉教授）を設置して里海づくりモデル地域としての比較検討を行うとともに、里海づくりの方向性などについても検討した。

平成20年度は、千種川河口と相生湾をモデル地域として選定し、水質や自然環境等の詳細を調査するとともに、専門委員会において里海づくりの具体的な進め方を検討している。また、地域の活動団体、企業、漁業関係団体等を参集して懇談会を開催し、里海づくりの意識啓発を図っている（図5.6.1）。

（2つの異なったタイプのモデル地域）

- 千種川河口：広々とした干潟において展開されているアマモ再生活動を核として、千種川上流域の森から海までの連続した環境改善・自然再生を目指す。
- 相生湾：湾奥部に生育するシバナなどの希少な塩沼植物の保護再生活動を契機として、漁業者の活動と調和しつつ市民に親しまれる親水空間づくりを目指す。

平成21年度は、懇談会を発展させて地域の関係者で

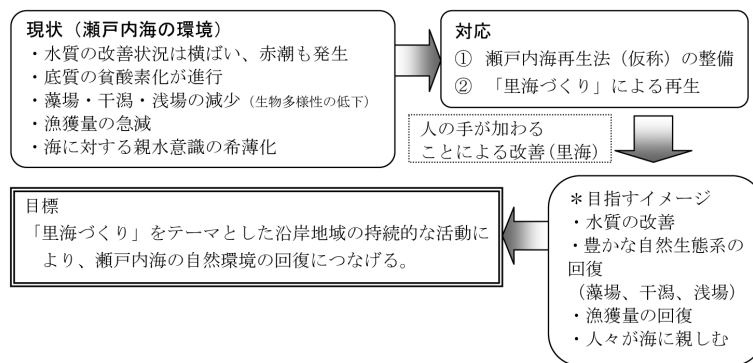


図5.6.1 播磨灘の里海づくりの概念

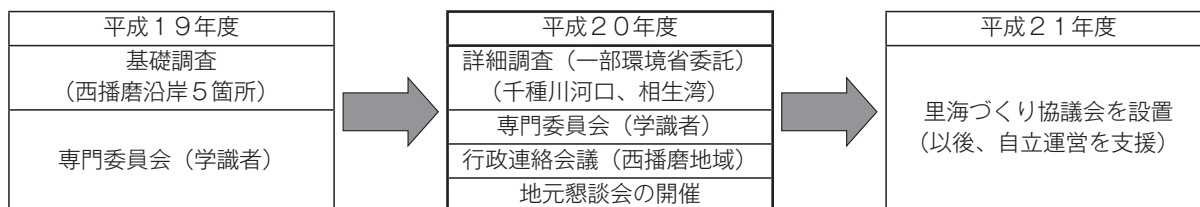


図5.6.2 播磨灘の里海づくり全体計画

平成21年度以降は、当モデル地域の取組成果をとりまとめ、里海づくりを他の地域へ広げる。

構成する「里海づくり協議会」を千種川河口と相生湾の両地域で設置し、「里海づくり基本計画」の策定を進めるとともに、里海づくりの実践活動を開始することとしている(図5.6.2)。

浴・潮干狩りとして親しまれており、アマモ場としても有名である(図5.6.3)。近くに県立赤穂海浜公園や赤穂御崎などの集客エリアもある。

### 5.6.3 千種川河口(赤穂市)における取り組み

- (1) 対象エリア：千種川河口東部の干潟(唐船海岸)  
千種川河口部の中で最も干潟が発達し、古くから海水

#### (2) 自然環境の状況

沖合まで干潟およびアマモ場が形成されており、干潮時に底面が露出する範囲は千種川河口直近部分に限られる。干潟部分にアサリなどの二枚貝やシギ・チドリ類、河口域にアイアシやシオグサなどが見られる(図5.6.4)。



図5.6.3 赤穂唐船海岸



図5.6.4 唐船海岸の海浜植物群落(ハマダイコン、オカヒジキ、ツルナ、ハマヒリガオ、ハマエンドウ、コマツヨイグサなど)  
(出典：環境省自然環境保全基礎調査ほか)

(干潟・藻場)

唐船地区地先は「日本の重要湿地500」に選定されているが、近年、干潟・藻場面積が大幅に減少している。

唐船干潟の面積(1978)45ha→(1990)6ha

同藻場(アマモ)面積(1978)37ha→(1990)37ha

### (3) 漁獲量

この海域では、ノリ・カキ養殖、定置網、刺網などの漁業が営まれている。ノリ養殖は1970年代前半をピークに減少したが、近年は増加に転じている。アサリの漁獲量は1995年夏の赤潮発生以来急減している(図5.6.5)。

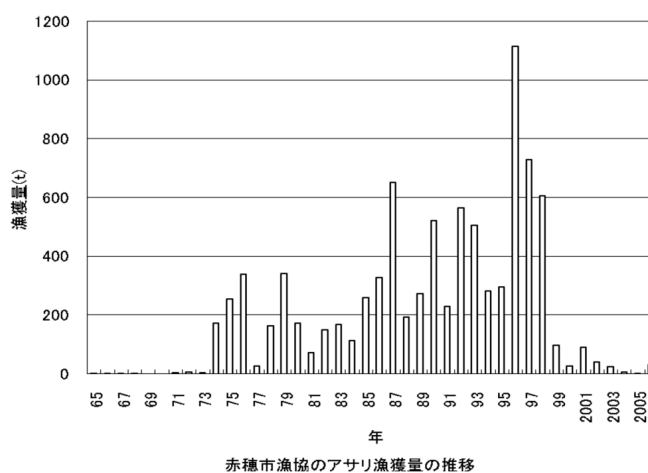
### (4) 地元活動団体の活動

#### 1) 海っ子倶楽部(平成14年2月発足)によるアマモ増殖活動

地元ダイバーを構成員として、海岸の自然教室などを開催してきた。平成19年2月から、地元の小学校や県立海浜公園の依頼を受け、アマモの増殖活動の指導(冬季に潜水によるアマモ苗の植え付け)をボランティアで行っ

ている(図5.6.6)。

- 平成18年度から毎年、唐船海岸で採取したアマモの種子を半年ほど小学生(3年生)が学校で育成しており、育成した苗は海っ子倶楽部会員の小学生が見守る中で冬季に海中に植え付けている。
  - 活動状況のパネルを県立赤穂海浜公園で展示するとともに、本年5月の環境大臣会合関連イベント「子ども環境サミット in KOBE」において小学生が発表した。
- #### 2) 千種川圏域清流づくり委員会(平成14年4月発足)による森・川・海的环境保全活動
- 森・川・海で多彩な活動を展開している。
- 源流域一森林観察会



近年のアサリなど二枚貝の漁獲量の顕著な減少は、干潟の減少・機能低下など海洋環境の劣化によると推測される。

2006年度-2007年度に千種川河口・唐船干潟で行われた詳細調査では、アサリが減少した原因として、

- ① 波浪や川の影響で底土に泥分率が高くなる時期があることや、砂面変動が大きくなることにより稚貝の着底が阻害される
- ② アサリの漁獲量が多い地域と比較して底質の有機物が少ない
- ③ ナルトビエイやツメタガイによる食害の影響があることなどが報告されている。

図5.6.5 赤穂市のアサリ漁獲量

(出典：兵庫県水産技術センターほか「干潟環境・アサリ着底稚貝分布2006-2007年度の総合考察」)



図5.6.6 アマモ増殖活動



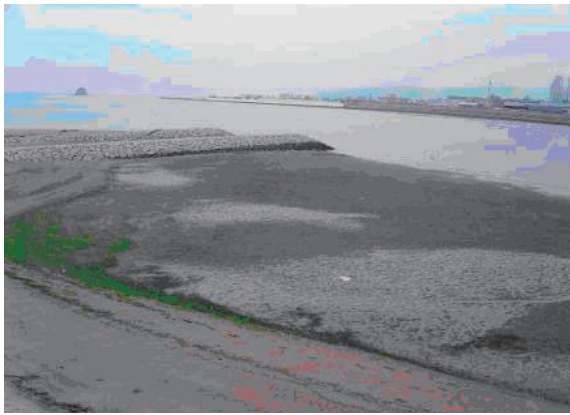


図5.6.7 千種川河口干潟



図5.6.8 千種川中流域

- 中流域—水生昆虫の観察会や川ガキ・チスジノリの復活活動。夏季には千種川全域一斉水温調査（川の体温を測ろう！）などの活動。
- 河口部—干潟・藻場の観察会  
平成19年11月に、千種川河口・唐船干潟において干潟の観察会、ごみ清掃、タマツメタの駆除などを実施。

#### (5) 里海づくりの方向性 (現状)

当エリアは県下有数の干潟、アマモ場であるが、アサリ漁獲量の減少など沿岸域の劣化が顕著である。一方、優れた自然海岸の景観美は保持されており、近隣の海浜公園や御崎温泉と一体化した自然環境の価値は高い。

#### (方向性)

地元活動団体が唐船干潟において実施しているアマモの増殖再生活動を核として、近隣の新興住宅地や海浜公園、御崎温泉などと連携しつつ海浜植物の再生などの里海づくりを行うとともに、同エリアの自然環境に大きな影響を与える千種川流域全体の健全化を図る取組を進める（図5.6.7、図5.6.8）。

#### 1) アマモの増殖再生活動

地元小学校、自治会、県立赤穂海浜公園、御崎温泉組合などとの連携により、アマモ再生活動を推進するとともに、海浜植物の生育地を唐船海岸全体へ広げる。

#### 2) 千種川流域全体の環境保全を「海から考える視点」で見直す。



図5.6.9 相生湾那波港

千種川で生物や水質の調査などを行っている活動団体と連携し、森・川・海の連続性を確保する視点に立った自然再生活動の取組を進める。

#### (6) 今後の課題

- ① 唐船海岸に隣接する新興住宅地住民らの意識啓発
- ② 県立赤穂海浜公園や御崎温泉組合などとの連携

### 5.6.4 相生湾（相生市）における取り組み

#### (1) 対象エリア：相生湾湾奥（那波港）

希少な海浜植物であるシバナ（相生市天然記念物）が生育する唯一の地域であり、ペーロン祭会場にも近く、市民の憩いの場ともなっている。また、湾中央部ではカキの養殖が行われている（図5.6.9）。当面は那波港において里海づくりを進め、活動の活発化に合わせて鰯浜や坪根への展開を図る。

#### (2) 自然環境の状況 (藻場)

かつては、那波港内や野瀬でアマモが見られたが、現在は、湾先端の金ヶ崎先端部や蔓島にのみ認められる。金ヶ崎 アオサ場（2ha）、蔓島 アオサ場（1ha）（図5.6.10）。

#### (その他生物)

那波港内にシバナ、ウバメガシ群落がある（図5.6.11）。

#### (3) 漁獲量

カキ養殖がほとんどを占めている（平成19年の水揚げ量は2724トン（殻付き））。

漁船操業による漁獲量は1980年頃から減少し続けており、貝類はほとんどない。

#### (4) 地元活動団体

相生湾では多くの環境団体が活動している。

- 相生湾自然再生学習会議
- B & G あいおい海洋クラブ
- 相生湾ヨットクラブ
- 相生子どもエコクラブ

また、相生市では、こうした環境保全活動を積極的に支援している。

シバナは、瀬戸内海沿岸域では当地域と広島県宮島等

の限られた場所だけに生育が確認されている希少な植物であるが、年々減少している。「相生湾自然再生学習会議」が地元の小学校と連携して保護再生を試みている(図5.6.12、図5.6.13)。

(保護再生の課題)

- シバナの生育条件が十分に解明されていない。
- 近傍を航行する大型レジャーボートの波浪によりシバナが傷み、また土壌が流出する。

### (5) 里海づくりの方向性

(現状)

地域住民や地元活動団体などの海への親水意欲は大変強いものの、水面の多くはカキの養殖場所となり、岸壁の多くには工場が立地して住民の親水意欲に対応することができない状況にある。また、湾の外洋近くには、ダイナミックな岩肌の金ヶ崎海岸や坪根海岸がある。水質は良好で海水浴適地であるが、駐車場がないために来訪者が少ない状況となっている。

(方向性)

親水空間としてふさわしい適地を活用して、快適な浅場などに地元の手による親水空間づくりを進める。

当面は、那波港をフィールドとした活動を活発化させ、活動が定着化した段階で金ヶ崎海岸や坪根海岸のハママツナ群落などの希少な海浜植物の保護、良好な水質を活かした海水浴、スノーケリング、海洋スポーツなどへの利用を進める。



図5.6.10 那波港の状況

1) 「シバナ」の保護再生活動を活発化させつつ、市民が安全・快適に水に親しめる空間づくりを目指す(図5.6.14)。

2) 塩沼植物(ハママツナなど)の保護育成やアマモ再生活動などへの地元小学校の参加を促進し、環境体験学習の場として活用する。

### 5.6.5 今後の展開

平成20年12月21日に地元懇談会(赤穂・相生合同)を開催し、各活動団体等が一堂に会して、活動状況の情報交換や今後の里海づくりに向けた意見交換等を行った。

今年度中に2回目の懇談会を開催し、里海づくりの具体的な進め方を検討することとしており、里海づくりの具体的取組を推進する母体となる「里海づくり協議会(仮称)」への発展に向けて各活動団体や市民等の合意形成を図ることとしている(表5.6.1)。

## 5.7 島を拠点にした里海創生活動

1950年代から1960年代、本州や四国・九州(以下、本土と呼ぶ)側の瀬戸内海沿岸においては鉄鋼や石油化学、造船などの工業開発が進められた。その開発において瀬戸内海に浮かぶ島嶼部は本土に対して労働力を提供し、他方で島嶼部の暮らしは本土からの仕送りに支えられた。島嶼部の暮らしは本土の経済に大きく依存してき



図5.6.11 シバナ

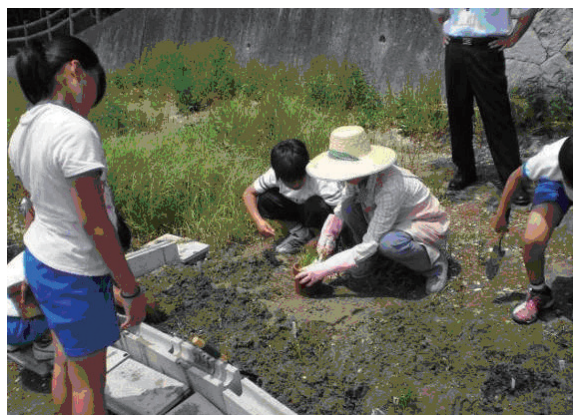


図5.6.12 地元小学生によるシバナの植え付け

「相生湾自然再生学習会議」が那波港で行っているシバナの保護再生活動

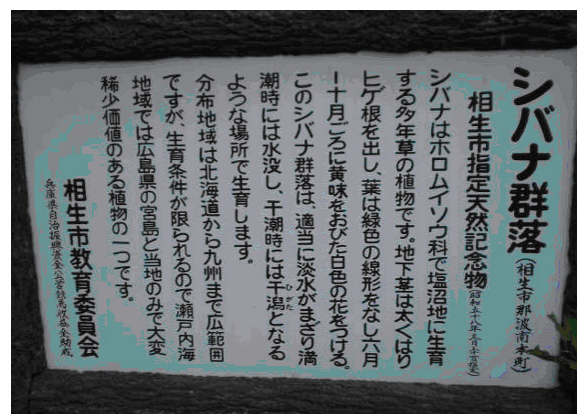


図5.6.13 那波港での立標識



図5.6.14 那波港の改善イメージ

(改善方策案)

大型プレジャーボートによる波浪防止のため、防護柵を設置しその根元に蛇かごを沈める。

(問題点)

湾の幅が約50m程度しかなく、船の航行を優先すると防護柵が設置できない可能性があるため、プレジャーボートの航行規制などについて検討する必要がある。

表5.6.1 播磨灘の里海づくりに関する整理

|                                 | 海の現状、里海として再生する方策   |
|---------------------------------|--|
| 藻場・干潟などの浅場の整備および保全による生物生息域の確保   | <p>藻場の減少 ▲72% 22,635ha (S35) →6,381ha (H2)<br/>干潟の減少 ▲44% 20,915ha (S20) →11,734ha (H2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>藻場・干潟などの浅場整備</li> <li>喪失藻場などに対する代償措置の実施</li> <li>重要な場所(藻場など)の指定制度による保全</li> </ul>                           |
| 底質の改善                           | <p>底質の悪化、底泥の堆積<br/>海砂利採取にともなう深掘り部分による貧酸素水塊の発生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>底質の改善</li> <li>底質改善を行うべき管理者の明確化</li> <li>海砂利採取の原則禁止</li> </ul>  |
| 海洋ごみの適正な処理ルールの確立                | <p>漂流・漂着・堆積ごみの顕在化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国の責任の明確化</li> <li>収集、処分に関する回収・処理ルールの確立</li> </ul>   |
| 森・川・海の連携(沿岸域の一体的管理)などによる豊かな海の実現 | <p>漁獲量の減少 ▲59% 485千トン (S60) →198千トン (H17)<br/>栄養塩不足によるのりの色落ちなど漁場環境の悪化<br/>自然海岸の減少(全体の36.7%まで減少)、砂浜の浸食</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>養浜事業の実施</li> <li>漁場の保全・回復</li> <li>増殖場・魚礁の整備</li> <li>種苗放流の推進</li> <li>適正な栄養塩濃度の確保</li> </ul> |
| 環境に配慮した構造物への転換                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>海洋構造物新設時の石積み護岸等の環境配慮の実施および既存構造物の環境配慮型への転換</li> <li>埋め立てて時や海洋構造物設置時の環境に与える影響の評価</li> </ul>   |

新たな法整備

(赤穂、相生)  
「里海づくり協議会(仮称)」による里海づくり

- 組織  
既存の活動団体(漁協、行政、個人を含む)の緩やかな連合体
- 主な活動イメージ
  - 里海づくり構想(勉強会、意見交換会の開催)
  - 海的环境保全活動、アマモやシバナなどの保護活動
  - 子どもたちへの環境体験学習

たと言える。それから半世紀が過ぎ、島嶼部の地域社会の持続性に危惧が抱かれるいま、あらためて瀬戸内海の島嶼部が抱える問題と発展方向を考えたい。この試みは、島嶼部の将来を構想することにとどまらず、瀬戸内海の文化と環境を島嶼部の視点から再考すること、中でも島を拠点にした里海創生活動にも通じると考える。

ここでは、まず、島嶼部が抱える固有の問題を整理し、その克服のために島嶼部は本土との間で様々な関係を形成し、その変化により様々な問題が生じていることを確認する。次に、島嶼部の発展のための枠組みを提示し、その中で特に重視すべき方策として文化と環境の創生活動を紹介する。

### 5.7.1 島嶼地域が抱える固有の条件とその変容

#### (1) 島に固有な自然条件とその活用

周防大島を故郷とする民俗学者、宮本（1965）は、島に固有な自然条件を次の4つに整理している。1) 周囲を海で取り囲まれていること、2) 船を利用しなければ他の社会と交通できないこと、3) 面積が狭く、生活領域が狭く限られていること、4) 平地が少なく、陸産領域の限定の大きいこと。ここでは、1) を「環海性」、2) を「孤立性」、3) と4) をあわせて「狭隘性」と呼ぶこととする。これらの条件から見ると、島嶼部はそこで経済社会活動を営むためには必ずしも良好ではない。しかし、島に古くから人が住みついている。その理由は宮本（1965）によると、次のように説明している。

まず、「環海性」の条件ゆえに、海人、すなわち魚介、海藻、塩の採取や船の製造と操縦の術を知った人が住みつき、航海業者の避難、休息、目標、軍事的な利用にも供せられた。この中には船の利用により島の物産の広域的な販路拡大のもとでの大量輸送をねらうものもいた。さらに、「孤立性」の条件を理由に政治圏外への隔離（遠島流罪）や離脱に供せられることもあった。小さな島では「狭隘性」の条件を生かして、牧場・薪島・採草などの単独目的により島利用が行われた。もちろん、淡路島、小豆島、周防大島のような大きな島においては、海岸は海人、陸地は農民により複合的な利用が行われている。

#### (2) 「環海性」条件の変容

かつては「環海性」の条件を生かして、島の暮らしが成り立っていた。それが漁業の近代化、船舶の大型化にともなって島の周りだけでは漁民の暮らしが成り立たなくなった。宮本（1970）はこのことを次のように説明している。「島を生きづまらせている最も大きい原因は、島の周囲の漁場を他所船に荒らしつくされたことである。古くはほとんどの島が、小さな漁船を持っていて島の周囲の海で稼いでいた。そして、その収入が島民の生活の支柱になったのである。小さい島ほどその傾向が強い。（中略）ところが、漁船が動力化し、大型化して来ると、本土の漁船が魚を追って離島の周辺にやってくるようになってしまった。しかし島民はどうすることもできない。彼らは漁船を大型化することができない。資本もなければ船をつける港もない。そのために海にとりかこまれつつ海に背を向けなければならなくなった。」そして、漁民が陸に上がり、海から離れた生活をするよ

うになった。

かつて、島は航海業者の避難、休息のために利用された。しかし、航海技術の大型化、船舶の動力化・大型化、さらには本土における陸上交通機関の近代化によって大きな変貌を遂げた。同じく宮本（1969）は次のように述べている。「ここ50年の間に島をおくれさせたもっとも大きい原因は交通の変化であった。50年まえまではまだ帆船も多く、沿岸と離島をつなぐ汽船の数も多かった。（中略）ところが、陸上交通の発達から、事情は一変して、島は鉄道の終点から結ばれる袋小路になってしまった。（中略）つまり交通体制のあたらしい確立が、封建社会を資本主義社会にきりかえる動力になったのだが、そのたちおくれから離島は資本主義社会への正式な参加がおくってしまったのである。」

#### (3) 「狭隘性」がゆえの食料不足

このように島嶼部において生活の糧を確保する手段は限られていった。その中で最大の問題は、「狭隘性」からもたらされる食料不足である<sup>1)</sup>。自然災害や天候不順などの理由で食料生産が島民の必要量と比べて不足すれば、その対処は人口を減らすか食料供給を増やすしかない。前者として、国内への出稼ぎや国外への移住があり、これにより食料扶持の減少と外からの送金という効果が期待できた<sup>2)</sup>。事実、瀬戸内海の島嶼部は本土に近く、戦後はその本土沿岸において急速な工業開発が進められ、島嶼部からの出稼ぎの話には不足しなかった。後者としては、食料の外からの調達と島内での増産が考えられる。食料を島外から購入するためにはマネーが必要である。マネーは年金や上記の送金によってもたらされるが、より重要なのは島内で商品作物をつくり、それを島外の市場で販売することである。島内で食料増産というのは容易でないが、かつて18-19世紀にさつまいもの生産によって人口が大きく増加したという事実がある<sup>3)</sup>。

### 5.7.2 瀬戸内海における島嶼部と本土との関係

#### (1) 島嶼部が有する開放性

上述の瀬戸内海の島嶼部が有する厳しい諸条件を踏まえると、これまで島嶼部の暮らしは本土との間で一定の関係を形成し、その暮らしを維持してきたと考えられる<sup>4)</sup>。これを宮本（1979）は次のように説明している。「これら（瀬戸内海）の島々が、外海の離島に比して必要以上の人をすまわせつつ一応安定し得ているのは、外海の離島に見られるごとく、島の中の問題を島自体で解決すべく要請されることは少なく、近世後期に入って貨幣経済および交通の発達にともない、たえずその周辺の陸地に依存して解決を見出すようになったことである。それにしてこれら島々の姿は同時に日本の現在の姿とも相通ずるものがあるように思う。」

#### (2) 戦後における島嶼部と本土との関係強化

戦後日本の高度経済成長期である1950-1960年代、①大阪と博多を結ぶ山陽新幹線や山陽自動車道の建設が進められ、東西方向の基幹陸路が強化された。②瀬戸内海の沿岸は、重厚長大型の鉄鋼や石油化学、造船などの産業が集積する地域となり、瀬戸内海はこれらの工業地

域を結ぶ産業運河（東西方向の基幹海路）の役割を果たすこととなった。③臨海域における急激な産業集中と都市化にともなう、大規模な埋め立てが進められ、工場排水等により急激に公害問題が生じ、島嶼部にも被害をもたらした。このような工業開発の途上で、島嶼部から多くの成年男性、若者が本土に渡った。人口移動には、島側の要因（プッシュ要因）と本土側の要因（プル要因）があった。前者には、食料や水の不足、労働の過酷さ、災害に対する脆弱さもあったが、就労だけでなく就学を理由とする移動も無視できない。教育の標準化、学歴社会のもとで、中等・高等教育のために若者は本土へ渡った。他方、後者の本土側要因として、本土との近接化<sup>4)</sup>、本土情報の氾濫、豊富な就業・就学機会、高い所得水準、それに都市の魅力もあった。これにより、成年男性や若者の多くは島外に流出し、女性と高齢者が島内に滞留した。瀬戸内海の島嶼部において、血縁組織と比べると地縁組織の役割が大きいことは、このようなタイプの人口転出によるところが大きい。

### 5.7.3 島嶼地域の発展について

香川県（2002）は『さぬき瀬戸地域振興ビジョン』を策定しており、この中で島嶼部が抱える問題として、「過疎化・高齢化の進展」と「衰退する島の経済活動」を挙げている。前者は島づくりの担い手の高齢化や進学を契機とした若者の島外への転出から生じる地域社会の問題であり、後者は農林業や漁業の停滞、地場産業の衰退、観光客の減少から生じる地域経済面の問題である。これらは、ともに瀬戸内海にある100以上の有人島に共通にみられる問題でもある。

島嶼部の持続的発展のためには島の環境を守り、島に住む人々に快適で安心できる暮らしを支え、そのために地域産業の振興を進めることが必要である。そのためには島が直面している諸問題を解決するために、(1) 島における取り組みだけでなく、(2) 島を取り囲む瀬戸内海や本土との関係のもとでの取り組みを検討すること、そして(3) それらの取り組みを担う人材の確保や育成が重要である。

香川県（2002）が策定したビジョンにおいては、6つの柱のもとで総合的な施策体系が提案されている。本稿では同ビジョンが提示している施策メニューを上記の(1)から(3)の側面から再構成し、各側面において重要な事項を述べる。

#### (1) 島における取り組み

島に暮らす人々が快適で安心して暮らせる生活条件の整備と、島の自然環境の保全が重要である。利用しやすい医療・福祉サービス、買物や教育、防犯・防災、廃棄物処理など、基礎的な生活機能が求められる。また、「島嶼部の環境は一般に脆弱である。面積が小さく、保水力が小さい貧栄養な土壌に覆われている。島嶼部の環境は人為的な影響を受けやすい。」（(社)瀬戸内海環境保全協会、2009）

#### (2) 島外との交流・連携

島の経済や環境は周りの瀬戸内海や本土との関係を抜

きにしては考えられない。経済面での基本は、付加価値が大きい財・サービスを島でつくり、島外に売って収入を得る。そのためには既存の地場産品の高付加価値化や新たな地場産品の生産、高く販売できるように大都市市場への結合や仕切機能の確保が重要である。また、マネーの流出を避けるためにモノやサービスを島外から買うのではなく、これまで他地域から買っていたものを自ら生産（移入代替）するようにする。具体的には、地域資源を活用、水産物や農作物、鉱物などの地元調達、地産地消などがあり、サービス面では地元での相互扶助や、地域通貨の活用も検討に値する。堀（2002）と宮本（1970）は島嶼部の産業振興について重要な指摘をしている<sup>5)</sup>。さらに島外からの仕送りや年金支給、公共事業（土木・建築、農林漁業）、社会保障（保健・医療・福祉）などの政府間財政移転（交付金、補助金）があるが、昨今の政府の財政逼迫を繁栄して、先細りである。また、環境面においては、「島嶼部に流れ着くゴミ、本土から持ち込まれるゴミ、本土から負荷される汚濁物質など、瀬戸内海全体が一体として取り組むべき課題がある。」（(社)瀬戸内海環境保全協会、2009）

#### (3) ヒトの確保と育成

住民主体の島づくりを進めるためには定住人口の維持が重要であり、特に若者の存在が不可欠である。そのため役場や郵便局に勤める公務員や学校教育が重要性は指摘するまでもない。他方、宮本（1965）は「第2次居住条件（新たな居住環境：筆者記載）は島民の力によって発見し創造されることもあるが、新来の者によってもたらされるか、または島外の影響によるものである。」と述べている。また、堀（2002）も「歴史上、島が栄えた時期は、その島に島外からの移住者が増え、島外とのつきあいが多様だった時期である。島の社会は、本来、Iターン者に寛容であり、受け入れながら社会を発展させていく能力に長けていたはずである。（中略）発展している島、可能性が色々生まれている島では、どちらがよいとか劣るとかなどでは全くなく、ずっと住んでいる人、Iターン者、Uターン者のちからが、それぞれの得意を生かしながら、結びつき、刺激を与え合って、新しい可能性に挑戦している。」

しかし、島外からUターン者やIターン者を受け入れた結果がすべての島で同じとは限らない<sup>6)</sup>。

### 5.7.4 直島における里海創生活動

さぬき瀬戸塾（2002）の活動記録をまとめた報告書が刊行されている。この中にはこの塾が、島づくりリーダーの養成と関係者のネットワーク構築を目的として平成13年9月スタートしたこと、毎年、島に住んでいる人、島のために働く意欲のある人を募集し、4年間に11の島から44名（延べ84名）の参加を得て、島を巡りながらワークショップや物産品展などを実施した実績がまとめられている。島づくりのための広域連携の実践である。

この中で、直島は自然と文化と環境が調和した島、「直島文化村」として紹介されてきた。ベネッセコーポレーションが1980年代後半より美術館・ホテル・キャンプ場などを一体として開発してきた複合体は「直島文化村」

と呼ばれてきたが、その規模の拡大により、2004年7月よりアート活動の総体を「ベネッセアートサイト直島」と呼ばれている。

直島そのものは、面積7.8平方キロ、人口3600人強の小さな島であるが、そこには建築家安藤忠雄氏が設計した現代美術館「ベネッセハウス」があり、国内外の広い範囲から多くの人々が訪れている。島の人によるボランティアガイドや「トイレ貸します」などの運動、空き屋の活用など、様々な活動が行われている。美術・建築と地域社会などをテーマに世界からゲストを呼んでシンポジウム「直島会議」が開催され、広報誌「直島通信」のよる情報発信も行われている。

この島においての活動の特徴は文化活動に加えて、地元住民の人々や事業者、行政が一体となって環境調和型のまちづくりに取り組んでいることにある。島全体が「エコアイランドなおしま」とも呼ばれ、2006年3月に国（経済産業省と環境省）によって、全国15番目、島でははじめてのエコタウンプランの承認を得て、全国の循環型社会のモデル地域として定められている。具体的な取り組みについては紹介のサイト（<http://www.pref.kagawa.jp/haitai/ecoisland2/plan/index.htm>）を参照されたい。直島では里海づくりに繋がる様々な取り組みが、多様な主体の参加のもとで行われている。

## 5.8 里海の国際的発信

### 5.8.1 EMECS

第8回閉鎖性海域の環境管理（Environmental Management of Enclosed Coastal Seas: EMECS）が、「集水域と河口域の調和」を主題に、2008年10月26-30日、36カ国から450人の参加により、上海光大国際ホテルで開催された。

26日（月）は全体会議で、開会式の後、世界各地の河口域と集水域の環境管理に関する11題の基調講演が行われた。長江・デラウエア湾・リバプール湾などで、生態系を考慮した管理（Ecosystem Based Management: EBM）による河口域環境管理を行うと同時に、集水域の負荷量・土地利用規制を行っているという報告があった。2006年フランスでの7th EMECSの時、沿岸海域環境管理が水質（COD、TN、TP、DOなど）項目を中心に置かれていたことを考えれば、生態系（生物多様性・特定生物の漁獲量など）が中心に据えられた現在の世界の沿岸海域環境管理の動向の変化には少々驚いた。EBMの結果、黒海北西岸では貧酸素水塊面積が大幅に減少し、デラウエア湾ではガザミの漁獲量が増加したという報告が目された。

27日（火）は、「地球温暖化による集水域と河口域の環境変動」、「統合的沿岸管理における生態系・社会リスクに対する政策」、「巨大デルタの地形変化と災害アセスメント」、「青少年への環境教育」の分科会が行われた。ダム水放流を間欠的に行うことで、河口域の生物多様性が増大したという報告が目された。

28日（水）は、「大河川における水質と集水域の土地利用管理」、「世界の各沿岸海域における負荷量総量規制」、「沿岸海域科学と環境管理の連携」、「Sato-umi」

の分科会が行われた。

「Sato-umi」分科会では、「アメリカのチェサピーク湾のカキをめぐる様々な人々の対立を解消するためのパラダイム・シフトとしてSato-umi概念が有効である」、「EUのEBM（Ecosystem Based Management）はSato-umiと似た概念である」、「韓国・馬山湾の窒素・リン負荷量総量規制では科学者の果たした役割が大きかった」、「中国では魚・海藻・ナマコを同じ海域で養殖するIMTA（Integrated Multi Trophic Aquaculture）が成功している」、「タイではエビ池と海の間のマングローブに水路を設け、エビ池の汚染水を水路内で養殖したカキを用いて浄化し、海に流すことで、持続可能な養殖と沿岸海域環境保全が実現した」、「インドネシアのサシはSato-umiと似たシステムだが、地域では未だ守られているサシが、他地域の人々が勝手に入ってきて漁をするので、困っている」、「日本の榎野川河口域では市民・行政・科学者が一体となった統合的沿岸域管理（Integrated Coastal Zone Management: ICZM）を行うことで干潟にアサリが復活した。これはSato-umiのひとつのあり方である」など、各国の沿岸海域環境管理と里海概念の関係に関する報告があった。

総合討論では、「沿岸海域の水産資源を持続可能なやり方で利用するためには、科学的知見だけでは不十分で、地域の歴史・文化・宗教などを考慮するのみならず、水産物流通のグローバル化への対応策までも含めたSato-umi概念を構築していかないと、世界に対して有用にはならないだろう」という指摘があった。

29日（木）は再び全体会議が行われ、各分科会の報告の後、「現在、世界は地球規模の経済危機状態にあるが、沿岸海域環境を保全することは、実体経済に正味の価値増大をもたらす、沿岸海域環境保全のためにはSato-umiという新たな概念のもと、人間活動と生態系が調和する集水域と沿岸海域を一体化した環境管理法を目指すべきである」という上海宣言を採択して閉会した。

### 5.8.2 第5回世界水産学会議（WFC2008）

第5回世界水産学会議が横浜市のパシフィコ横浜において、2008年10月20日-25日に開催された。プログラムとして9つのセッションが設けられ、第6セッション“Freshwater, Coastal and Marine Environment（陸水と沿岸海洋環境）”の中に里海と関連する事項を内包する発表が多数認められた。特にサブセッション6e-1“Monitoring and sustainable environmental management（モニタリングと持続可能な環境管理）”における基調講演として、“Sato-Umi as a new concept for sustainable fisheries in the coastal sea（沿岸域における持続可能な漁業のための新しい概念としての里海）”と題する発表が九州大学の柳哲雄教授よりなされた。本項では、本学会でなされた研究発表の内容を簡潔に紹介する。また、質疑応答で触れられた淡水域の「里湖」について、若干の整理を行う。

#### (1) 里海

「里海」は、「人手が加わることにより、生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」と定義されており（柳、

2006, 2007; Yanagi, 2008)、その実現のために必要な事柄として以下の事項が述べられている。

「里海」を実現するためには、沿岸海域に一体どれほどの栄養塩が陸から流入して、それが植物プランクトン、動物プランクトン、魚、スナメリなどにどのように配分されるのか、人が沿岸海域の自然生態系を維持して、漁業・潮干狩り・海水浴などを通じて豊かな恵みを持続的に享受するためには、沿岸海域でどのような事業なら許されるのか、どのような事業はしてはいけないのかなど、様々な局面における沿岸住民と沿岸海域の関わり合い方を具体的に明らかにする必要がある。すなわち、沿岸海域の物質循環を定量的に明らかにして、人々がどの部分にどのような手を加えることが、太く・長く・滑らかな物質循環を保ち、沿岸海域の生態系を豊かにするのかを考えて、沿岸海域における様々な自然修復・再生事業を行わなければいけない。

## (2) 第6セッション “Freshwater, Coastal and Marine Environment (陸水と沿岸海洋環境)” における研究発表

### 1) サブセッション “Coastal and freshwater environments (沿岸及び淡水環境)” (座長：清野 聡子、Tej Kumar Shrestha、山本民次、Moon Ock Lee：敬称略、以下同じ)

ここでは湖沼やダム湖、河川等の淡水環境と沿岸環境を対象にした。淡水環境においては、環境変化や環境修復と魚介類 (Chadwick et al., Ileva et al., Rolls et al., Santos et al., Satou et al., Shrestha, Urabe et al., Usami et al.)、有害有毒物質による汚染 (Anasco et al., Kubota et al., Matsumoto et al., Ogawa et al.) や富栄養化の進行とその影響 (Ishii)、ダムによる土砂の堰き止めや、水中での特定の栄養塩類の消費が沿岸海域に与える大きな影響 (Seino et al., Takeda et al., Takemura and Seino) など、淡水環境に係わる環境問題と管理について議論した。

沿岸海域では、有害有毒物質による汚染と海洋生物への影響 (Horiguchi et al., Imakado and Koyama)、温帯や亜熱帯域の富栄養化に起因する水質や底質の変化 (Ishimaru et al., Kajihara et al., Yamaguchi et al., Yamamoto et al.)、生物生産過程 (Carvalho et al., Hayashizaki et al., Onishi et al.)、貧酸素の問題 (Gunjikake et al., Haraguchi et al., Nakata et al.)、熱帯から亜熱帯のサンゴ礁やマングローブ林の状態と衰退 (Shimoda et al.)、海ゴミの問題 (Kojima et al.) など、沿岸海域に係わる様々な環境問題を取り扱った。

### 2) サブセッション “Aquaculture environments (養殖環境)” (座長：Theresa M. Bert、横山寿)

養殖における魚病と薬剤の問題が紹介され (Lin and Lai, Sugita et al., Tanaka et al., Tsuchiya et al.)、また環境容量に基づく適正養殖量の算定や養殖環境評価 (Furuya et al., Yokoyama, Hayakawa et al.)、養殖最適環境 (Radiarta et al.)、環境モニタリング (Nagai et al.)、漁場環境評価 (Tada et al.) などについて講演がなされた。近年海域において注目されている複合養殖や沖合養殖について議論された (Kadowaki and

Kitadai)。また資源培養に関しても遺伝的多様性の維持などの問題が整理討論された (Bert et al.)。

### 3) サブセッション “Harmful algal blooms (有害有毒微細藻類ブルーム)” (座長：緒方武比古、今井一郎)

有害有毒微細藻類ブルーム (HABs) は、魚介類の大量斃死を引き起こし、また魚介類の毒化を通じて人間に健康被害を及ぼすことから (死に至る場合も多い)、深刻な環境問題あるいは漁業環境問題として認識されている。さらには、水域の底層の貧酸素化の原因ともなる。人間活動にともなう富栄養化等の沿岸環境変化にともない、世界中でその頻度とスケールが増大している。ここではHABsの問題について発生機構や予知、防除など、様々な局面を対象に報告がなされ議論が持たれた (Anderson, Asakawa et al., Basti et al., Genovesi et al., Hiroishi et al., Ichimi and Tada, Imai et al., Kobiyama and Ogata, Matsumoto et al., Nagasaki et al., Naito et al., Nishibori et al., Nishikawa and Imai, Okiyama et al., Okumura et al., Shiraishi et al., Yamada et al., Yamasaki et al., Yoshida et al.)。HABsに関してはまず発生予知が重要であるが、現場海域において環境要因だけでなく、原因有害有毒生物の出現をも同時に自動的にモニターする最先端自動観測システムが注目を集めた (Anderson D. M., 2008)。また、環境に配慮した有害有毒赤潮の発生予防対策として、アマモ葉体や海藻の表面に膨大な密度の殺藻細菌が付着しているという新しい科学的知見を根拠に、アマモ場と藻場の修復や造成及び魚介類と海藻類の複合養殖が有望と提案された (Imai I. et al., 2008)。里海構想の新しい展開としてこれらが紹介された。

### 4) サブセッション “Environmental improvement: restoration and new creation (環境改善：修復と創造)” (座長：Chang Gil Kim、大竹臣哉)

健全な生態系を利用することで水産業は成り立っているが、沿岸部の開発や都市化が世界的に進められている今日、その沿岸生態系が脅かされている。水圏生物の持続的利用を図るために、水圏環境の健全性を示す指標と評価 (Hatate et al., Piazza and Peyre, Yamochi)、環境保全と修復技術 (Okamoto et al., Singh)、その一つである人工生息場 (魚礁) の技術の開発と試行 (Ito et al., Kim et al., Otake and Kunihira, Seaman) などを議論した。

### 5) サブセッション “Monitoring and sustainable environmental management (持続可能な水産業のための環境管理とモニタリング)” (座長：広石伸五、山下 洋)

持続的な水産業の発展のためには、継続的な沿岸域環境や生物のモニタリング (Fujimoto et al., Inoue, Ueda et al.) と、沿岸域だけでなく流域の森里海を包括的に捉えた環境管理が必要である (Kasai et al., Seikai et al.)。また、人手を加え沿岸域の生産性と生物多様性を高める「里海」について紹介され (Matsuishi and Ueda, Yanagi)、新しい管理の方向や環境教育を

巡る議論がなされた (Uda et al.)。

### (3) 里湖

滋賀県高島市知内を流れる前川は琵琶湖に注ぐ。流域の人々は、飲用の他、食器洗いや洗濯などに前川の水を直接利用していた。前川は「水神」信仰の対象でもあり、例えば汚水は土壌浸透処理をするなど住民は川の水を汚さないように様々な工夫を行っていた。このように、村の中を流れる暮らしに使われる「使い川」は「里川」とも呼ばれた (嘉田・古谷, 2008)。里川は、社会的にも心理的にも住民に近いものであり、信仰の対象として愛着を持って大切に使用されてきた歴史がある。

かつて湖沼においては、ヨシ帯や水草帯が適正に管理利用され、生活や農業と密接に関係していた。たとえば、ヨシは農家の屋根や葦簀に活用され、水草は肥料として農業にとって重要な扱いを受けていた。水草の採取回収は「モク採り」と呼ばれ、日本中の湖沼においてなされ、重要な肥料の供給源となっていた (平塚, 2006)。また沿岸海域でも、海藻類やアマモ類が同様に活用された。しかしながら高度経済成長時代以降、生活様式の変化にともなってヨシの利用は不要となった。また農業においても化学肥料の普及によって有機肥料が用いられなくなり、水草は顧みられることがなくなった。さらに道路や湖岸壁の工事、埋め立て等々により、湖岸の生態系は荒廃した。その結果、琵琶湖を例にとっても、湖岸は荒果て、ヨシ帯や水草帯は放置され厄介者扱いされているのが現状である。水域の富栄養化ともあいまって、アオコの発生が各地の湖沼で深刻な事態を招いた例も多い。

水草やヨシ帯は、本来、湖沼生態系において水質浄化の主要な場であるだけでなく、魚介類や水辺の動物たちにとっては、生殖のための場であり、産卵や幼稚子の養育の場として極めて重要である。これらの浅場の生態系を充実保全することは、環境保全にとって肝要であることは論を待たない。ヨシ帯や水草の有する機能について、従前の知見だけでなく更に新しい科学的知見を加えて、適正な管理を行う方策を模索する必要がある。たとえばごく最近、水面下のヨシ茎の表面に形成されている生物膜の中に、アオコの原因となる藍藻類 (*Microcystis aeruginosa*) を殺滅する殺藻細菌が膨大な密度 (ヨシの湿重量1g当たり107のオーダーの密度) で付着生息するという新知見を世界に先駆けて発見した (Imai et al., 2008)。これによるならば、ヨシ帯の有する機能は、単に栄養塩の吸収を行い生物の住処になっているだけでなく、有害有毒なアオコの発生を予防する機能をもあわせ持つことを意味する。このような観点からヨシ帯の環境保全機能を見直し、里湖の構想の中に組み入れていく必要があると提言できる。

モク採りはいうまでもなく湖水からの栄養の回収になり、引いては湖沼生態系の浄化に繋がる。モク採りと農業との関係を見ると、安価な化学肥料のために経済的にも労力的にも現在は顧みられない状況にある。水草の管理は単に「負担」とみなされている。しかし、有機農法が見直されるようになった現在、従来の流通システムではその産物が正当に評価されない場合でも、様々なルートを開発して「良いものが高く売れる」道筋を探る必要がある。イギリスでは、有機農法で作られる野菜は「オー

ガニック野菜」という評価が与えられ、通常の農薬と化学肥料で栽培された野菜に比べて格段に高い評価が与えられ、良い価格で売れる。日本では「道の駅」の活用などが、販売ルートとして挙げられるであろうし、実際に多くの農産物が販売されているので、さらなる有効活用を図るのも考慮に値するであろう。そして、モク採りが「農業振興」や地域住民の「所得増大」に貢献する可能性を追究する必要がある。

### 注

- 1) ここでは食料に限定して説明しているが、ここでの枠組みは島での暮らしに必要な財・サービス (教育・保健・医療・福祉・娯楽) に範囲を広げて考えることも可能である。
- 2) 周防大島に関して、宮本 (1967) 65頁では「食糧があってもそれだけでは生活はたたない。金銭が必要になる。その金銭を手にするために出稼ぎがおこなわれた。(中略) 一方そうした仕事があったから分家も可能になったといえる。だから人口が7万に達した時代があったとしても、そのすべてが島に常住したのではなく、盆正月を除いては他の地方で暮らす者が多かった。」と記している。
- 3) 周防大島に関して、宮本 (1967) 63頁では「1732年から1951年頃までの間に大島でイモが盛んにつくられるようになったものと思われる。そしてそれは畑の多い島の東部で特に多くつくられた。食糧が増産せられると人びとの生活は安定して人口がぐんぐんふえはじめた。(中略) そして100年ほどの間に三倍以上の人口増加を見た。それも島西部の水田村では二倍あまりになったのに対して東部では三倍から四倍にふえている。」と記している。
- 4) 島嶼部と本土との関係を検討するために次の二つの指摘は重要である。
  - ① 宮本 (1969) 32-33頁「離島と本土の過疎地域は決定的な差がある。また、その背景ゆえに離島の人口減少は厳しい。最も大きな差は、モータリゼーションとの関係である。離島には道路を走るだけではゆけない。道路でつながっていないのが離島である。島内交通のことを別にすれば、モータリゼーションの恩恵を受けられないのが離島、切り離されてしまっているのが離島である。だから、架橋がなされると、それは究極の離島振興策と考えられ、架橋が技術的に可能な位置にある島の人々の悲願ともなる。」
  - ② 堀 (2002) は、なぜ、相対的には便利そうな内海の近い離島の方において人口減少が激しいのかに関し、次のように推察している。

「①普段から、対岸本土の都市の生活を見ながら、比べながら生活しているし、本土側の都市機能等が生活圏域に含まれているので、相対的な不便意識が強くなる、②本土側に住んでも、島まで近いし、対岸本土で島を見ながら暮らすこともできるため、家の管理、墓参り等も容易という感じになり、島を離れることへの抵抗感が小さい。」架橋のように島嶼部と本土が直接結ばれる場合と、近接しているが海を挟んで離れている場合との違いを対比的に説明している。
- 5) 島嶼部の産業振興について、堀と宮本は重要な指摘をしている。まず、堀 (2002) は農林水産業について、「離島の場合は特に、農林水産業の、つくる、とる、売る、という全体の流れをもう一度見直し、より高い付加価値を求めて色々な手法や知恵を生かしていくことは、観光



の魅力づくりにとって鍵になりやすいものであり、島でとれた新鮮な農林水産物にとっては、新しい市場を開き、需要側の新しい期待が直接伝わってくることにつながる、相互にメリットを生む道が色々見つけられそうである。」と指摘している。そして、宮本（1970）は、観光産業に関し、「今までのように団体をつれて来て名所古蹟の案内をするのを観光と心得るならば、その通用する島はごく少ない。大半の島には人をひきつけるような歴史もない風景もない。それでいて島には魅力がある。隔絶せられた社会だからである。憩いの場として、海を利用したスポーツ、保養の場として利用するならば、利用の道は多いし、それなら島民もともに参加することができる。」と指摘している。

- 6) 宮本（1965）は2次的条件の導入によって島民の生活文化の変貌パターンを次の3ケースに分類している。
- ①第1次居住者により古い生活文化の残存し、第2次居住者文化とはとけきらない
  - ②第1次居住者が第2次居住条件を創造した場合、第1次居住者の中に2つの生活文化の融合が見られる
  - ③第1次居住者が他に移るか、または滅亡した場合、その文化は第2次居住者に受け継がれることは少ない。

## 参考文献

青海 忠久（2008）『黒部川のダム排砂と富山湾の環境・生物生産。森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産』恒星社厚生閣、117-129

阿部 泰隆（1980）「海浜の埋め立てと保全」自治研究、56（11）、29

伊盾 護也（2000）『瀬戸内海環境の規制型保全と誘導的創造—とくに埋め立てについて、清水誠先生古稀記念「市民法学の課題と展望」』、日本評論社 pp.431

伊藤 史郎（2007）「有明海における底質環境の変化が貝類（タイラギ）に及ぼす影響。流域から沿岸までの土砂動態が生物生息環境に及ぼす影響を考える」第18回沿岸環境関連学会連絡協議会ジョイントシンポジウム要旨集、57-60

今井 剛・浮田正夫・関根雅彦・樋口隆哉（2005）「河川における土壌流出特性及びそれが河口干潟の環境に及ぼす影響、水」48-8（688）、20.29

浮田 正夫（2007）『森・川・海をつなげる自然再生—樺野川流域圏の取り組み—。—新たな視点による再生方策—瀬戸内海を里海に』恒星社厚生閣、51-66

宇多 高明（1997）『日本の海岸侵食』山海堂、169-177

宇野木 早苗（2007）「ダム建設が沿岸環境・漁業へ与える影響」日本水産学会誌、73（1）、85-88

荏原 明則（1999）『公共施設の利用と管理』日本評論社

大塚 直（2002）『環境法』有斐閣、pp.471

大見謝 辰男（2003）「赤土等の流出によるサンゴ礁の汚染」沿岸海洋研究、40（2）、141-148

尾添 紗由美・関根雅彦ほか（2006）「山口湾のアサリ生息阻害要因の検討」環境工学研究論文集、Vol.43、pp.465-472

恩田 裕一（2008）『人工林荒廃と水・土砂流出の実態』岩波書店、p.245

海洋政策研究財団編（2008）「海洋白書2008」p.250

香川県（2002）『さぬき瀬戸地域振興ビジョン』

笠井 亮秀（2008）『河口沿岸域での陸上有機物の挙動。森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産』恒星社厚生閣、35-45

環瀬戸内海会議「瀬戸内海環境保全特別措置法（瀬戸内法）」

の改正を求める国際署名」（2004）瀬戸内海環境保全知事・市長会議「瀬戸内海再生方策」（2008）等

環境省（2003）自然再生事業「忘れてきた未来」

蔵治 光一郎・保屋野 初子（2004）『緑のダム—森林・河川・水循環・防災』築地書館、p.260

国土交通省道路局（2002）「2002年8月のガイドライン」

小松 輝久・仲岡 雅裕・杉本 隆成（2003）「陸域の海辺と沿岸生態系の変化」沿岸海洋研究、40（2）、149-157

相良・清水・鈴木・堀井・横山班（2005）大阪大学伴金美研究室研究セミナー論文「道頓堀川の水質改善と周辺整備～道頓堀川水辺整備事業～」http://ban.econ.osaka-u.ac.jp/kban/seminar/report\_2004/Dotonbori\_2005.pdf

さぬき瀬戸塾（2002）『さぬき瀬戸の島々 24の島物語』

塩飽 敏史（2005）「瀬戸内海における海底ゴミの実態とその取り組み—みずしま財団海底ゴミ調査活動の記録—」瀬戸内海、42、8-12

敷田 麻美（2001）「沿岸域管理入門」環境と正義、5（40）、14

敷田 麻美（2005）「沿岸域管理、漁業経済研究の成果と展望（漁業経済学会楊）」p.219

市民参加型道路計画プロセス研究会編（2004）「市民参加の道づくり、ぎょうせい」

（社）瀬戸内海環境保全協会（1999）『瀬戸内海環境情報調査報告書—島嶼地域からみた環境問題と住民参加方策の提言—』

小路 淳（2008）『仔稚魚成育場としての河口域高濁度水塊』、『森川海のつながりと河口』、『沿岸域の生物生産』恒星社厚生閣、99-116、11-22

白山 義久（2006）『沿岸環境の保全とモニタリング』森里海連環学『森から海までの統合的管理をめざして』京都大学学術出版会、151-174

瀬戸内海環境保全協会編（2003）「特集 瀬戸内法の30年」瀬戸内海、37、なお、「生きてきた瀬戸内海」編集委員会編「生きてきた瀬戸内海—瀬戸内法三〇年—」（瀬戸内海環境保全協会、2004）

瀬戸内海研究会議編（2007）『瀬戸内海を里海に』8頁（上真一執筆）、恒星社厚生閣

瀬戸内海研究会議編（2007）『瀬戸内海を里海に』17頁（山下洋執筆）、恒星社厚生閣

田村 悦一（2006）『市民参加の法的課題』有斐閣

辻本 良（2008）「部川周辺海域における低湿とマクロベントス生息密度の経年変化—ダム排砂との関連性について—」沿岸海洋研究、46（1）、47-58

特集 歴史的失敗としてのリゾート法、エコノミスト、70（3）、（1992）

鳥谷部 茂（2003）「広島県における海砂採取禁止」広島法学、27（2）、349、中山充（2003）「資源は誰が所有するのか—海砂採取に関する民事法理論的検討」香川法学22巻3・4号1頁、瀬戸内海環境保全協会編（2006）「特集 瀬戸内海における海砂採取の環境への影響」瀬戸内海、45

中島 皇（2006）「土砂と循環。森里海連環学 森から海までの統合的管理をめざして」京都大学学術出版会、135-149

永田 俊・宮島利宏（2008）『流域環境評価と安定同位体水循環から生態系まで』京都大学学術出版会、p.476

西村 和雄（2006）『農地と流域環境。森里海連環学 森から海までの統合的管理をめざして』京都大学学術出版会、245-251

日本不動産学会（2005）特集「道路整備と住民合意」、日本不動産学会誌、19（2）

畠山 武道（1992）『アメリカ環境保護法』北大出版会

- 浜口 昌巳他 (2008)「包括的環境保全と貝類漁業のあり方について—山・河川とアサリとの関係—」水産海洋研究、72 (4)、311-318
- 平塚 純一、山室 真澄、石飛 裕 (2006)『里湖モク探り物語—50年前の水底の世界』生物研究社、東京、p.141
- 堀 一 (2002)『ゆっくり、じっくり、共に島を語ろう』産業振興第412号、東京水産振興会
- 眞鍋 武彦 (2007)「新しい水利用概念『漁業用水』提案の経緯—水利用と食糧自給の観点から」日本水産学会誌、73 (1)、93-97
- 宮本 常一 (1965)『瀬戸内海の研究』未来社
- 宮本 常一 (1967)『日本の中央と地方』宮本常一著作集2、未来社著作集2
- 宮本 常一 (1969)『日本の離島 第1集』宮本常一著作集4、未来社
- 宮本 常一 (1970)『日本の離島 第2集』宮本常一著作集5、未来社
- 柳 哲雄 (2002)「瀬戸内海沿岸における浜辺の観察教室」瀬戸内海、32、28-29
- 柳 哲雄 (2005)「瀬戸内海沿岸における浜辺の観察教室 (2)」瀬戸内海、41、41-42
- 柳 哲雄 (2006)「瀬戸内海における浜辺の自然・文化・歴史教室」瀬戸内海、47、45-46
- 柳 哲雄 (2006) シンポジウム 沿岸海域に存在する外洋起源のリン・窒素のまとめ、沿岸海洋研究、43、101-104
- 柳 哲雄 (2006)『里海論』恒星社厚生閣、東京、p.102
- 柳 哲雄 (2007)『「里海」構想—瀬戸内海再生の基本理念、瀬戸内海を里海に—新たな視点による再生方策 (瀬戸内海研究会議編)』恒星社厚生閣、東京、pp.1-4
- 山口県環境生活部 (2005.3)「平成16年度榎野川河口干潟自然再生推進計画調査報告書」
- 山口県環境生活部 (2006.3)「平成17年度榎野川河口干潟自然再生推進計画調査報告書」
- 山下 洋 (2007)『水産資源の再生を考える。—新たな視点による再生方策—瀬戸内海を里海に』恒星社厚生閣、17-28
- 山本 民次 (2008)『河川流量の時間変化とエスチュアリー生態系。森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産』恒星社厚生閣、99-116
- 湯浅 一郎 (2005)「瀬戸内海における海岸小動物の長期変遷」海洋と生物、158、230-237
- 横山 勝英 (2005)「河川の土砂動態が有明海沿岸に及ぼす影響について—白川と筑後川の事例」応用生態工学、8、61-72
- 横山 信二 (2002)『瀬戸内海的环境保全に関する法』松山法学、5、1
- 嘉田 由紀子、古谷 桂信 (2008)『生活環境主義でいこう!』岩波ジュニア新書594、岩波書店、東京、p.208
- Anderson D.M. (2008): Harmful algal blooms and ocean observing systems: Needs, present status and future potential., Fisheries for Global Welfare and Environment (Tsukamoto K. et al., eds.), TERRAPUB, Tokyo, pp.317-334.
- Chapman A. S. and Fletcher R. L. (2002) Differential effects of sediments on survival and growth of *Fucus serratus* embryos (Fucales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 38 (5) : 894-903
- Hoffman J.C, Bronk D.A., Olney J.E (2008) 陸上有機物は河口域の仔稚魚生産に寄与するか。森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産、恒星社厚生閣、35-45、2008
- Imai I. et al., : Promising prevention strategies for harmful red tides by seagrass beds as enormous sources of algicidal bacteria, *Proceedings of 5th World Fisheries Congress*, TERRAPUB, Tokyo, in press
- Imai I. et al., (2008) Discovery of abundant existence of *Microcystis*-killer bacteria in biofilm on submerged reed stems in Lake Biwa: Possibility of reed community for control of *Microcystis* blooms, Abstracts of 13th International Conference on Harmful Algae, Hong Kong, November.
- Kobayashi S (2008) Density-driven circulation and nutrient dynamics in the Seto Inland Sea. Ph.D. thesis, Kyoto University, p.165, 2008
- Okumura Y. et al., (2004) Historical trends of PCDD/Fs and CO-PCBs in a sediment core collected in Sendai Bay, Japan. *Water Res.*, 38, 3511-3522.
- Yanagi T (2008) "Sato-Umi" – A new concept for sustainable fisheries, *Fisheries for Global Welfare and Environment* (Tsukamoto K. et al., eds.), TERRAPUB, Tokyo, pp.351-358.
- Yokoyama H. et al (2005) Isotopic evidence for phytoplankton as a major food source for macrobenthos on an intertidal sand flat in Ariake Sound, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 304, 101-116.
- きらら浜自然観察公園 : <http://www6.ocn.ne.jp/~kira-ra-h/>
- 榎野川河口域・干潟自然再生協議会 : <http://www.eco.pref.yamaguchi.gr.jp/fushino/index.html>
- 榎野川まると博物館 : <http://www.fushino.jp/modules/tiny2/content/index.php?id=22>
- [http://www.env.go.jp/nature/saisei/network/law/law1\\_3\\_1/k5\\_a.html](http://www.env.go.jp/nature/saisei/network/law/law1_3_1/k5_a.html)
- [http://www.env.go.jp/nature/saisei/network/law/law1\\_3\\_1/k5\\_b.html](http://www.env.go.jp/nature/saisei/network/law/law1_3_1/k5_b.html)

# 第6章 今後の展開

---

松田 治 Osamu Matsuda

## 6. 今後の展開

日本の代表的かつ最大の閉鎖性海域で、「環境管理の実験海域」ともいわれる瀬戸内海では、現在、その資源と環境の管理のあり方全体が大きな転換期を迎えている。その理由の一つとして、1973年に制定された瀬戸内海環境保全特別措置法（「瀬戸内法」）は、当時の「瀕死の海」の救済に大きな役割を果たしたものの、30数年を経て、時代の大きな変化と海域環境の新たな課題に対応しきれなくなってきたことがある。このため、「瀬戸内法」の全面的な見直しと新たな法制度の制定に向けた動きが活発になっており、瀬戸内海環境保全知事・市長会議（以下、知事市長会議）は瀬戸内海研究会議に対し、瀬戸内海再生方策に関する包括的な検討を要請した。この検討結果として提案された新たな再生方策の基本理念が、「豊かな『里海』の実現を図る」ことであり、生物多様性と水産資源の回復や流域圏の総合的管理を軸にした方策が提案された。知事市長会議もこれを真摯に受け止めて具体案の検討を行い、特別要望を決議したうえで、現在、新たな瀬戸内海再生法（仮称）の法制化を目指した様々な働きかけが行われている。

一方、ここ数年の間に、将来の沿岸環境管理のあり方を大きく左右するような国の政策や方針が、矢継ぎ早に決められつつある。2007年4月に制定（同年7月施行）された海洋基本法では、沿岸域の総合的管理や生物多様性の確保が重要な基本線の一つになっている。また、海洋基本法に基づく海洋基本計画が2008年3月に閣議決定され、瀬戸内海の再生にも関連の深い水産資源の保存管理と海洋環境の保全のための施策としては、生物多様性の確保も掲げられている。2007年6月初めに閣議決定された「21世紀環境立国戦略」に「豊饒の『里海』の創生」が盛り込まれたのは、ある意味で画期的である。

同じく11月には第三次生物多様性国家戦略が閣議決定され、これに先立って策定された農林水産省生物多様性戦略でも「森・川・海を通じた生物多様性保全の推進」が謳われ、「里海・海洋の保全」の具体策として「藻場・干潟等の保全の推進」や「生物多様性を考慮した海洋生物資源の保存・管理の推進」が大幅に盛り込まれている。

これらはいずれも、「豊かな里海」の実現や「海の健康」の回復に強く関わっており、今後はこのような新しい政策や仕組みを瀬戸内海の再生にいかにか活かしていくかが大きな課題となっている。

### 6.1 里海に関連した制度の整備

#### 6.1.1 海洋基本法の制定と海洋基本計画の策定

海洋基本法が2007年4月20日に議員立法により国会で成立し、4月27日には公布された。このことは「大きな前進であるが、本来的に言えば『遅きに失した』感が非常に強い」とも指摘されている。日本の海洋政策のあり方については、かねてより、「海洋基本法なし」「海洋管理担当大臣なし」「統合的沿岸域管理政策なし」と、「ないないづくし」が諸外国からも批判され、国内でも「縦

割り型、個別問題対応型で国際的に著しく立ち遅れている」と評価されてきたからである。

新たに制定された海洋基本法には、前記の「ないないづくし」に対する基本的な解決策が盛り込まれた。たとえば、海洋管理担当大臣に関しては、内閣総理大臣が務める総合海洋政策本部長のもとに海洋政策担当大臣が置かれ、すべての国務大臣が本部員となったので、少なくとも形の上では、海に関する縦割り行政が大幅に是正されたことになる。また、基本的施策の第25条で「沿岸域の総合的管理」が定められたのは、従来に比べて大きな前進であり、「海洋資源の開発及び利用の推進」（第17条）、「海洋環境の保全等」（第18条）や「海洋調査の推進」（第22条）などと合わせて、今後の日本の沿岸環境のあり方に強く影響するものである。

この「海洋基本法」に基づく「海洋基本計画」（2008年3月閣議決定）においても、水産資源の保存管理に関して、「…水産資源の回復を図りつつ、持続可能な利用を促進。その際、沿岸海域において、…生物多様性の確保と生物生産性の維持を図り、豊かで美しい海域を創るという『里海』の考え方の具現化を図る」として、生物多様性の確保と里海づくりが関連づけられている。海洋環境の保全などに関しても同様に、「生物多様性の確保と高い生産性の維持を図るべき海域では、海洋環境の保全という観点からも『里海』の考え方が重要」として、生物多様性と里海の考え方の重要性が示された。これらの点はいずれも「里海」の考え方が「海洋基本法」に基づく「海洋基本計画」の中に正規に位置づけられていることを示すもので、今後の展開に活かす必要がある。

#### 6.1.2 「21世紀環境立国戦略」の策定

「21世紀環境立国戦略」が2007年6月1日の閣議で決定された。その概略を示すと、まず、「地球環境の現状と課題」として、地球温暖化の危機、資源の浪費による危機、生態系の危機、の3つの危機を挙げ、低炭素社会と循環型社会を統合した取り組みにより自然共生社会を構築する必要があるとしている。次に、「環境立国・日本」の創造・発信では、持続可能な社会の「日本モデル」を構築し、アジア、そして世界へと発信する施策の展開の方向性を示している。

次に、「今後1、2年で重点的に着手すべき8つの戦略」のなかで、沿岸海域関連の戦略としては、「戦略2. 生物多様性の保全による自然の恵みの享受と継承」と「戦略6. 自然の恵みを活かした活力溢れる地域づくり」が挙げられた。前者では農林水産業における生物多様性保全の総合戦略の策定などが謳われ、一方、後者では「豊饒の『里海』の創生」が取り上げられた。このなかで、「藻場、干潟、サンゴ礁等の保全・再生・創出、閉鎖性海域等の水質汚濁対策、持続的な資源管理などの統合的な取組を推進することにより、多様な魚介類等が生息し、人々がその恵沢を将来にわたり享受できる自然の恵み豊かな豊饒の『里海』の創生を図る。」と明記されたこと

は「豊饒の『里海』の創生」が国家戦略として持つ意味を示している。

8つの戦略は、いずれもいささか具体性に欠け、戦略というよりもむしろビジョンとすべきものが少なくない。しかし、政府が「今後1、2年で重点的に着手すべき」とした基本的戦略である以上、これからの施策や予算に直接間接的に影響してくるものと思われる。実際、環境省はこの「豊饒の『里海』の創生」の具体策として、2008（平成20）年度から、各地のすぐれた里海づくりを支援する「里海創生支援事業」を発足させ、現在、4海域で事業が進められている。また、同事業開始の準備として2007（平成19）年度には、環境省の「里海創生に係わる基礎調査」が実施され、里海概念ならびに類型が整理されるとともに実践事例が収集され、里海としてのモデル海域のあり方が検討された。

### 6.1.3 第三次生物多様性国家戦略の策定

世界各地で多くの固有種が絶滅し、レッドデータブックに新たな絶滅危惧種がつけ加えられてゆく今日、生物多様性は非常に重要なキーワードとなっている。生物多様性をめぐる近年の国際的な流れは、1992年に国際条約として採択された生物多様性条約に始まるといってよい。雑草やミミズからバクテリアまで、ありとあらゆる地球上の多様な生物に市民権を与えたこの条約は、歴史的にみて極めて画期的なものである。なぜなら、それまでは日本においても、法的な庇護を与えられてきた生物は、ニホンカモシカ、オオサンショウウオなどのような特別天然記念物（文化財保護法による天然記念物指定）や有用資源生物（水産資源保護法）などに限られていたからである。

日本は1993年に生物多様性条約を締結し、条約の規定に基づき、1995年に生物多様性国家戦略を策定した。さらに、2002年、第二次戦略に当たる新・生物多様性国家戦略を策定した。そして5年後の2007年は、第二次戦略を見直して第三次戦略を策定する時期となっていた。このような経緯を受けて、2007年11月に閣議決定された第三次生物多様性国家戦略では、生物多様性条約に基づいて、生物多様性の保全とその持続的な利用に関わる国の新たな施策の目標と取り組みが定められた。この国家戦略は、第1部「戦略」と、この戦略に基づく第2部「行動計画」から構成されている。特に、今後5年程度の間に取り組むべき施策の方向性を示す4つの基本戦略の中で、[2] 地域における人と自然の関係を再構築する、[3] 森・里・川・海をつなぐりを確保する、が取り上げられたことは、瀬戸内海をはじめとする沿岸環境の再生と機能回復にも大きく関わる点である。第2部「行動計画」の細部には具体的な数値目標や施策の実施省庁が明記されているうに、この国家戦略の決定を受けて、「今後は地方公共団体、企業、NGO、国民等と連携しつつ、政府一体となって具体化を図る」とされているので、この計画は次第に予算や各種公共事業などの内容にも反映されるものと推定される。また、この国家戦略の中では、里海についても、「人の暮らしと強いつながりのある地域」あるいは「高い生産性と生物多様性の保全が図られている海」として、生物多様性と関連づ

けて整理されている。したがって、今後、この戦略に沿った形での里海論の展開も可能である。

第三次生物多様性国家戦略に先立って、農林水産省生物多様性戦略も策定された（2007年7月）。自然への依存度の高い農林水産業にとっても、生物多様性は極めて重要な問題であり、特に自然生態系に依存している漁業・水産業にとっては切り離せない課題だからである。また、新・生物多様性国家戦略の策定後に、食料・農業・農村基本計画、森林・林業基本計画および水産基本計画の見直しなどがなされ、農林水産省としても、生物多様性戦略を策定して農林水産業における生物多様性の問題や施策を明らかにする必要がある。すなわち、農林水産業は大きく生物多様性に依存しているので、持続可能な農林水産業のためには生物多様性の保全が不可欠という認識に基づいた戦略ということができる。この中では、「里海・海洋の保全」と「森・川・海を通じた生物多様性保全の推進」が大きく取り上げられている。さらに、「里海・海洋の保全」の内容としては、藻場・干潟の保全の推進なども挙げられているので、「里海づくり」の趣旨が今後の農林水産政策として展開される可能性が高い。実際に、2009（平成21）年度には「環境・生態系保全向上対策」という事業名で予算化が実現する見込みである。

## 6.2 瀬戸内海の再生方策と「里海」

### 6.2.1 「瀬戸内法」の全面的見直しと再生方策

瀬戸内海では、近年、その資源環境管理全体のあり方が大きな見直しの時期にさしかかっている。すなわち、1973年に制定された瀬戸内法は、当時最悪の状況にあった「瀕死の海」の救済に大きな役割を果たしたが、30数年を経て、時代の大きな変化と新たな課題に対応できなくなってきたからである。

このような状況のもとに知事市長会議は2004（平成16）年9月の総会で「瀬戸内海の生物多様性を回復し水産資源等の豊かな海として再生するための法整備について」の特別要望を採択した。この特別要望に基づいて、知事市長会議は瀬戸内海の新たな再生方策を具体化することとし、その一環として瀬戸内海研究会議に再生方策検討の要請を行った。なお、知事市長会議とは瀬戸内法にもとづく瀬戸内周辺の13府県の知事と、関係の政令指定都市ならびに中核都市の市長によって構成される瀬戸内海環境保全のための会議である。一方、瀬戸内海研究会議は、分野横断的・学際的な研究者集団であるが、この要請を受けて検討委員会を設置し、2004（平成16）年度から2005（平成17）年度にかけて検討を行い、その検討結果を2005年5月末には知事市長会議の議長である井戸兵庫知事に報告した。知事市長会議はこの検討結果や「有明海及び八代海の再生特別措置法」を参考にしながら、独自の観点も加えて再生および法整備の方策を検討し、2005年9月の総会では、「瀬戸内海の環境の保全と再生に関する特別要望」を決議するに至った。この要望では、「生物多様性の確保と水産資源の回復（豊かな海）」と「美しい自然とふれあう機会の提供（美しい海）」の実現をめざして、国に対しても新たな法整

備について特段の配慮を求めている。この会議には、当時の小池百合子環境大臣も出席し、藻場や干潟を含む瀬戸内海再生の重要性について言及した。知事市長会議の決議に基づく新たな法制度の実現については、国会審議をはじめとする様々な問題も予想されるので、今後の展開に関しての予断は許されない。しかし、環境に配慮した持続性の高い瀬戸内圏と、多面的機能を生かした水産業の再構築を図るために、流域圏の包括的管理、生物多様性の回復と水産資源の再生を軸にした「里海」の理念に基づく新たな再生方策の展開が多方面から期待されている。

## 6.2.2 再生の基本理念としての「里海」

新たな再生方策のもとになる中心的理念が瀬戸内海に豊かな「里海」をつくることであった。新たに目指すべき「里海」は多様な側面を含むが、端的には「里海」とは「人の手を加えることによって生産性と生物多様性を高く維持する沿岸海域」と定義されている。瀬戸内海は本来、漁業生産には極めて効率の良い環境特性と生態系構造を備えており、将来的にはこの海を豊かな「里海」として持続的に利用することが求められている。豊かな「里海」を実現するためには、瀬戸内海の物質循環を定量的に明らかにして、太く・長く・滑らかな物質循環と豊かな生態系を育むための施策の展開が必要であり、特に山に発し海に到る流域と沿岸海域の環境管理を一体的に行う必要がある。瀬戸内海でのこのような取り組みは、持続可能な社会形成に向けた地域主導の社会実験として国際的にも貢献できるものである。

「里海」の考え方では生物多様性が基本的なキーワードとなっている。一方、日本の里山・里海評価（JSSA）においても生物多様性は最も重要な評価項目の一つである。そこで、生物多様性が「里海」の実現に果たす役割について記しておきたい。まず、「海の健康診断」では、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」が海の健康に最も重要であることが指摘されている。つまり、沿岸環境の健康回復には、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」を取り戻すことが必要である。生態学の基本的な考え方として、「生物多様性の高い生態系ほど安定性が高い」ので、「生態系の安定性」が高い健康な海とは、とりもなおさず生物多様性の高い海ということになる。これらから、生物多様性の回復と維持が「沿岸環境の再生と機能回復」には極めて大切であることが分かる。このことは、水産資源としてある有用魚種を考えた場合に、その成魚が生息できる環境のみならず、産卵場や稚魚の餌生物など、生活史のすべてに関わる多様な生物種が必要であることから理解できるであろう。

なお、生物多様性の意味としては、「種の多様性」（生態系や生物群集における種類の豊富さ）が念頭に浮かぶかもしれないが、専門的にはより広く、「種の多様性」に加えて、「遺伝的多様性」「機能群の多様性」「群集・生態系の多様性」などの概念も含むものである。

## 6.2.3 海域環境の変化と生物多様性・水産資源の回復

瀬戸内海に特徴的な環境変化として、仔稚魚の生育などに重要な藻場・干潟面積の著しい減少がある。浅場の減少が及ぼす影響に関する研究では、漁業資源持続性の低下の主要原因として、漁業生物の再生産に重要な干潟・藻場の喪失があげられている。同時に富栄養化と赤潮の発生に関連する問題も大きく、特に貧酸素水塊の発生と底質劣化にともなう底生生態系の変化が大きい。

瀬戸内海の年間漁獲量は、1980年代中頃までのピーク期の後、急速に減少しつつある。最も減少が顕著なグループは貝類やナマコ類などの干潟や浅場を棲息場とする底生生物であり、総じて、瀬戸内海に特有の底生魚介類の資源状態が悪化している。漁獲量の変動要因は第4章に詳しいが、大きくは①レジームシフト（10年以上持続するような大規模な気候海洋環境や生態系の変動）、②漁獲圧の拡大（乱獲）、③人間活動による産卵場、成育場などの消滅と環境悪化、④人間活動の長期的な影響による生物生産構造の変化などがあげられよう。しかしながら、これらのうち現実的な観点から対策が可能なのは、要因②に対する対策としての「漁獲圧の抑制」と、要因③に対する「減少した産卵場、生育場などの再生」に限られる。ここが、浅場環境再生の重要性の大きな根拠になっており、「里海づくり」における人間の関わり方、人の手の加え方に大きな示唆を与えている。

水産業は食料生産の他に多くの多面的機能をもっている。たとえば、漁業活動は流入栄養塩の回収・再資源化過程でもあり、特に瀬戸内海では、陸・海間の物質循環の効率を高めている。したがって、健全で持続的な水産業は健全な海洋環境と生態系のバロメーターでもあるので、基本的には水産業の多面的機能を最大限に発揮させながら漁業の再生策を展開する必要がある。

## 6.3 瀬戸内海の再生に向けて

### 6.3.1 「森・川・海の連携」の実現へ

ここまでに述べた海洋基本法の制定、「21世紀環境立国戦略」や「第三次生物多様性国家戦略」の策定は、それぞれ独自の目的をもっており、多様な側面を含むが、いずれも生物多様性を重視しており、また、森・川・海を一体として捉える考え方などに共通点がある。これらの考え方は、豊かな「里海」の実現や「海の健康」の回復とも強い共通性をもっているため、以下では、瀬戸内海の再生との関連性について考えてみたい。また、陸と海を総合的に管理する「沿岸域の総合的管理」が海洋基本法に盛り込まれた点は非常に重要である。沿岸域は常に陸域の人間活動の影響にさらされてきたにもかかわらず、陸と海を一体化した管理体制がこれまで制度的に保障されていなかったからである。この海洋基本法に基づく新しい管理体制は、従来の縦割り行政に新たな変革を求めるものでもある。「21世紀環境立国戦略」の「戦略2. 生物多様性の保全による自然の恵みの享受と継承」のなかで、生態系ネットワーク構想として「森林、農地、河川、海洋等を連続した空間として積極的に保全・再生

する」考えが述べられている。また、農林水産省生物多様性戦略でも「森・川・海を通じた生物多様性保全の推進」がテーマになっていることをすでに紹介した。これらから、かつてはある意味で「お題目」に過ぎなかった「森・川・海の連携」が、政策的に取り上げられるようになり、予断は許されないものの、実現に向けた重要な一歩が踏み出されたとみることができる。JSSAで精査された里山と里海の相互作用が、里山と里海の一体的管理あるいは里山里海複合体の実現に寄与することを期待したい。

### 6.3.2 「里海」をめぐる国内外の動き

生物多様性と里海の密接な関連性についてはすでに述べたが、前述のようないわば国レベルでの政策的な変化と並行して、様々な分野での里海をめぐる論議や展開が活発になっている。先に紹介した知事市長会議の動き、すなわち、「里海の方針に基づいた再生方策」により既存の瀬戸内法を全面的に見直し、瀬戸内海再生法（仮称）の制定を目指す運動では、すでにこれに賛同する140万人以上もの署名が集められた。

シンポジウムなどの里海をめぐる論議の機会も急速に増えつつある。水産関係でも全国漁業協同組合連合会が「里としての海を考える」シンポジウムを2008年1月に開催し、その後も同様の企画が続けられている。さらに、2008年5月には洞爺湖サミットのプレ・イベントとしてG8の環境大臣会合が神戸で開催され、その関連行事として「瀬戸内海里海シンポジウム」が開催され、JSSAのプログラムも紹介された。

国際的なSato-Umiに関する発信の機会も増えている。2008年10月に中国の上海市で開催された世界閉鎖性海域環境保全会議（EMECS8）では、Sato-Umi Sessionが盛会裏に開催され、アジアを中心とした里海的な持続的沿岸域管理のあり方が様々な観点から比較検討された。さらに、EMECS8の最終日に満場一致で採択された「上海宣言」にはSato-Umiの考え方が大幅に取り入れられ、Sato-Umiが「人類と閉鎖性海域との間の建設的な相互作用を促進する考え方」として強調された。同じく10月に横浜で開催された第5回世界水産学会議（WFC2008）においても、モニタリングと持続的な環境管理のセッションの中で、Sato-Umiに関する論議がなされた。これらを通じ、里海についての海外発信や国際的な視野からの論議が一段と進んできたといえる。

2009年11月には、フィリピンのマニラで、東アジア海域会議（East Asian Seas Congress 2009）という東アジアの海洋環境の保全と管理に関するかなり大規模な国際会議が、PEMSEA（東アジア海域環境管理パートナーシップ）の主催により開催された。この会議のテーマ3「生態系の管理と再生」の一環として、Satoumiに関するワークショップが開かれた。このワークショップはPEMSEAと国際エメックスセンターの共催によるものであった。第1セッションでは、まず日本の里海の方針と実践事例が報告され、第2セッションでは、アジア各国から生物生息地の保護や再生に関する地域固有の知恵や地域主導の取り組みが9件報告された。第3セ

ッションでは前記セッションの論議を受けて総合討論が行われ、海に対する人間活動の大きな方向転換の必要性が重要なテーマとなった。Satoumiは、その方向転換の一つの道筋になりうるものであるとの理解が広まった。アジア各地で長く続いてきた経験に基づく地域の知恵には多くの学ぶべき点があり、再評価されるべきであるとの提案もなされた。全体として、このワークショップではアジアにおけるSatoumiの認識が一段と深まったといえるであろう。

### 6.3.3 これからの可能な道筋

日本の「21世紀環境立国戦略」が大急ぎで取りまとめられた背景には、2007年6月初旬にドイツで行われた第33回主要国（G8）首脳会議（ハイリゲンダム・サミット）があった。地球温暖化対策をはじめとする環境問題が大きな課題となったからである。このように、最近の政策の展開には国際的な政治日程も大きな関係を持っている。今回紹介した国レベルの動きが、2008年に開催された洞爺湖サミットや、同会議に先立って神戸で開催されたG8環境大臣会合に、直接間接的に関係しているのは、日本が環境面で国際的なリーダーシップを発揮しようとしているからでもある。さらに、生物多様性に関しては、生物多様性条約に基づく国際的な約束事である「2010年目標」がある。この目標では、「2010年までに生物多様性の損失速度を顕著に減少させる」ことを掲げており、しかも、2010年に開催予定の生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）は名古屋市で開催されることになっており、日本が議長国の役割をつとめる予定である。さらに、2010年は国連によって「国際生物多様性年」にも定められているので、名古屋でのCOP10の開催は、日本にとっても、生物多様性に関する施策や行動をレベルアップする絶好の機会である。瀬戸内海をはじめとする沿岸環境の再生と機能回復のためにも、沿岸域で劣化した生物多様性の回復を「里海づくり」などを通じて一段と進める必要がある。

このような様々な背景があるにせよ、日本ではこれまで手薄であった生物多様性への配慮や、ほとんど欠落していた沿岸域の総合的管理に対する国家的な枠組みが急速に整備されてきたことは事実であり、今後、これらをいかに実体化していくことができるかが関係者に問われている。とくに海洋基本法とこれに基づく海洋基本計画については、今後のさらなる具現化が極めて重要である。今後、次第に関係法令の整備や条例への反映、政策実現のための予算化などに進むものと予測されるので、現行の瀬戸内法との関係も見極めながら新しい仕組みを作っていくことが大切である。

瀬戸内海は、古来より、世界にも類い稀な、自然豊かな素晴らしい海であった。瀬戸と灘、多くの小島、風光明媚な景観、多様な自然と生物多様性、海の幸に育まれた人の営み、これらの海の豊かさは、自然と人の営みが、長い年月をかけて、歴史的に文化的に形づくってきたものである。しかし、この世界に誇る瀬戸内海の美しさと稀に見る豊かさは、第二次世界大戦後50年ほどの間に、高度成長期を支えてきた経済発展により大きく損なわれ、昔から育んできた海と人との関わり方も大きく変化

した。いまや、かつて、何処にでもあった身近で親しみやすい自然の海辺や干潟は、特に都市域では、もう見る影もない。

今、私たちは、瀬戸内海のみならず、すべての自然と生活の関わりの中で、新たな調和を見出す必要性に迫られている。その解決策の一つの基幹となる考え方が、「豊かな里海」をつくることであり、目指すべき「里海」の基本理念が、人と海との新しい共生のあり方、人の自然への関わり方を示している。この新しい関わり方は、「人の手を加え続けることによって、高いレベルでの生物生産性と生物多様性を維持していくこと」である。高い生物生産性と生物多様性を維持している海は、当然のことながら、環境も良く、赤潮や貧酸素水塊も発生しにくい海であり、海の幸も豊かで、様々な恵みを持続的に享受できる海でもある。

したがって、「里海」論は、単なる技術論、システム論ではなく、「沿岸の多くの人々が身近な海とさまざまな形で関わり、保全しながら利用する。あるいは、楽しみながら、新しい瀬戸内海を再構築していく。沿岸の人々、産業、行政が、手を携えて参画し、協働しながら進めていく。」という運動論でもある。目指すべき「里海」を実現していくためには、瀬戸内海の物質循環を定量的に明らかにし、滑らかな物質循環と豊かな生態系を育む、自然再生、漁業資源の回復と言った具体的な施策を実現し、山から川を経て海に至る環境と資源の一体的管理を行う必要がある。

また、これらの施策を進めるためには、新しい沿岸の

管理制度の導入、住民の参画、地域振興やそれを支える環境教育などのソフト的な施策を視野に入れた包括的アプローチも極めて重要である。このような包括的アプローチは、従来からの日本的縦割り行政にはなじまず、実現することや容易でない。瀬戸内海を豊かな「里海」のモデルとして再生するためには、新たな政策や制度とともに長期的な展望とお互いに協力しあい励ましあう粘り強い活動が必要である。

#### 参考文献

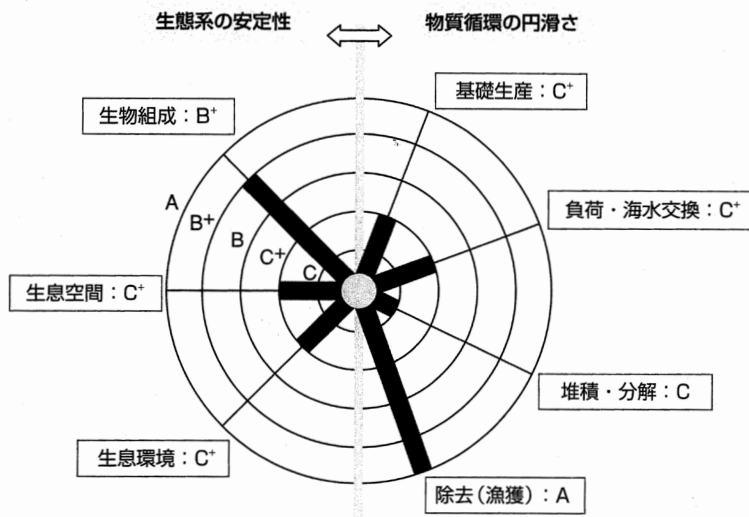
- 大森 信、ボイス・ソーンミラー (2006) 『海の生物多様性』築地書館、東京、230pp.
- 海洋政策研究財団 (2005) 「海の健康診断」～考え方と方法、59pp.
- 瀬戸内海環境保全協会 (2006) 「瀬戸内海の環境保全 (平成17年度資料集)」、p.1-103.
- 瀬戸内海研究会議編 (2007) 『瀬戸内海を里海にー新たな視点による再生方策ー』恒星社厚生閣、東京、109pp.
- 松田 治 (2005) 「海の健康診断と健康管理」、アクアネット5月号、p. 58-63.
- 松田 治 (2005) 「瀬戸内海の再生方策をめぐる新たな動き」、アクアネット11月号、p. 52-56.
- 柳 哲雄 (2005) 『瀬戸内海-里海学入門』瀬戸内海環境保全協会、p.1-698.
- 柳 哲雄 (2006) 『里海論』恒星社厚生閣、東京、102pp.



— 付録 A —

**瀬戸内海の海湾別診断結果**

# 一次診断チャート



# 所見

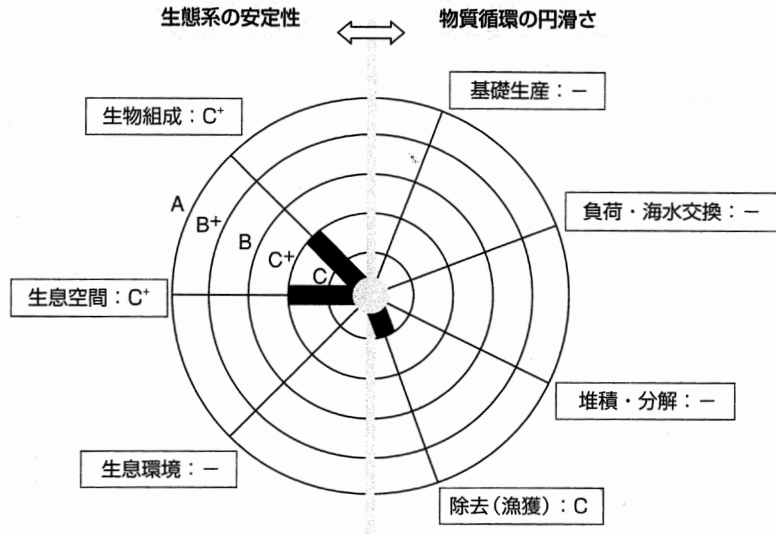
生物組成、除去(漁獲)を除くすべての項目がC判定であり、不健康である可能性が高い。早急に二次検査を実施する必要がある。

# 一次診断カルテ

| 視点            | 検査項目                           | 良好 (A)   | 検査基準<br>要注意 (B)                         | 要精検 (C)                                     | 検査結果                                    | 診断   |       |
|---------------|--------------------------------|--|---|---|---|--|-------|
| 生態系の安定性を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>0.7 ≤ FC ≤ 1.3      | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>FC < 0.7または<br>1.3 < FC | FR < 0.8または<br>1.2 < FR                 | FR = (0.9), FC = (0.6)                                   | A B C |
|               |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC = 1                                  | 0.8 ≤ LC < 1                                | LC < 0.8                                | LC = (1.0)   | A B C |
|               | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                         | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                         | 干潟・藻場面積がともに減少している                       | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                      | A B C |
|               |                                | 人工海岸の割合(AC)  | AC ≤ 20                                 | 20 < AC < 50                                | 50 ≤ AC                                 | AC = (83)  | A B C |
|               | 生息環境                           | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)                                   | すべての健康項目でPS < 0.8                       | 1つの健康項目でも0.8 ≤ PS < 1                       | 1つの健康項目でも1 ≤ PS                         | PS = (1.5)   | A B C |
|               |                                | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合: CW)                              | CW < 0.1                                | 0.1 ≤ CW < 0.5                              | 0.5 ≤ CW                                | CW = (0.2)   | A B C |
| 物質循環の円滑さを示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均-20年間の平均(TD)) | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>TD < 20             | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>20 ≤ TD                 | TP < 0.8または<br>1.2 < TP                 | TP = (0.8), TD = (51)                                    | A B C |
|               |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない                              | 毎年ではないが赤潮は発生している                            | 毎年赤潮は発生している                             | 毎年赤潮は発生している  | A B C |
|               | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD, T-N, T-P<br>ともにLRx <<br>スタンダード値の場合 | COD, T-N, T-P<br>のいずれかでスタン<br>ダード値 ≤ LRxの場合 | COD, T-N, T-P<br>ともにスタンダード値<br>≤ LRxの場合 | LR(COD) = (0.68)<br>LR(T-N) = (0.58)<br>LR(T-P) = (0.05) | A B C |
|               |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | AT < 0.05かつ最近<br>3年間減少傾向にない             | AT < 0.05かつ最近<br>3年間減少傾向                    | 0.05 ≤ AT                               | AT = (0.03)<br>最近(増加)傾向                                  | A B C |
|               | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | SD < 0.2                                | 0.2 ≤ SD < 1                                | 1 ≤ SD                                  | SD = (海底に軟泥が厚く堆積)  | A B C |
|               |                                | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)                                   | 2.9 ≤ AW                                | 0.5 ≤ AW < 2.9                              | AW < 0.5                                | AW = (0.5未満)   | A B C |
| 除去(漁獲)        | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7 < FBかつ最近3年間<br>増加もしくは横ばい傾向                           | 0.7 < FBかつ最近3年間<br>減少傾向                 | FB ≤ 0.7                                    | FB = (1.0)<br>最近(横ばい)傾向                 | A B C  |       |

図A.1 大阪湾(大阪府・兵庫県) (出典: シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

生息環境、堆積・分解など底層を対象とした検査がC判定であり、貧酸素水による生態系への影響が今後懸念される。

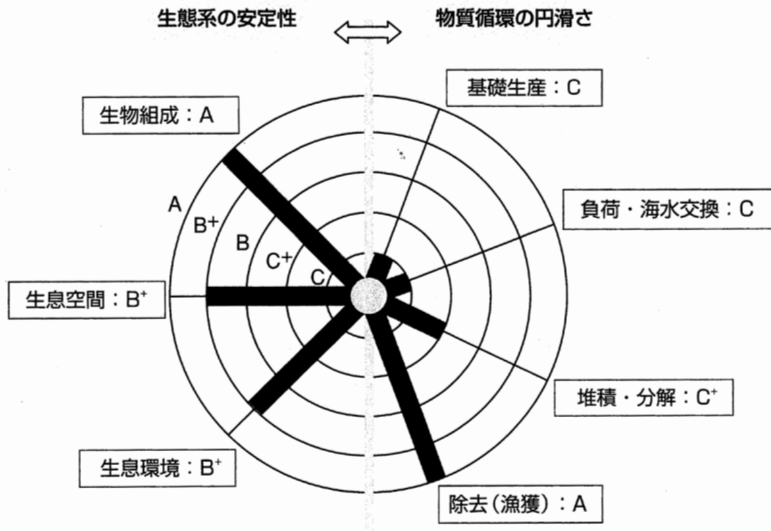
# 一次診断カルテ

| 視点            | 検査項目                           | 検査基準   |                                    |   | 検査結果                           | 診断  |     |    |
|---------------|--------------------------------|--|------------------------------------|---|--------------------------------|---|-----|----|
|               |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)                            | 要精検 (C)                                     |                                |   |     |    |
| 生態系の安定性を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>0.7 ≤ FC ≤ 1.3 | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>FC < 0.7または<br>1.3 < FC | FR < 0.8または<br>1.2 < FR        | FR = (1.25)                                     | ABC | C+ |
|               |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1                               | 0.8 ≤ LC < 1                                | LC < 0.8                       | LC = (1.0)                                      | ABC |    |
|               | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                    | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                         | 干潟・藻場面積がともに減少している              | 干潟・藻場面積は減少していない                                 | ABC | C+ |
|               |                                | 人工海岸の割合(AC)  | AC ≤ 20                            | 20 < AC < 50                                | 50 ≤ AC                        | AC = (64)                                       | ABC |    |
| 生息環境          | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目でPS < 0.8  | 1つの健康項目でも0.8 ≤ PS < 1              | 1つの健康項目でも1 ≤ PS                             | PS = (-)                       | ABC   | -   |    |
|               | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | CW < 0.1   | 0.1 ≤ CW < 0.5                     | 0.5 ≤ CW                                    | CW = (-)                       | ABC   | -   |    |
| 物質循環の円滑性を示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均・20年間の平均(TD)) | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>TD < 20        | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>20 ≤ TD                 | TP < 0.8または<br>1.2 < TP        | TP = (-)  | ABC | -  |
|               |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない                         | 毎年ではないが赤潮は発生している                            | 毎年赤潮は発生している                    | -   | ABC |    |
|               | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx < スタンダード値の場合     | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値 ≤ LRxの場合           | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値 ≤ LRxの場合 | LR(COD) = (-)<br>LR(T-N) = (-)<br>LR(T-P) = (-) | ABC | -  |
|               |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向にない            | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向                        | 0.05 ≤ AT                      | AT = (-)  | ABC |    |
| 堆積・分解         | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)             | SD < 0.2   | 0.2 ≤ SD < 1                       | 1 ≤ SD                                      | SD = (-)                       | ABC   | -   |    |
|               | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | 2.9 ≤ AW   | 0.5 ≤ AW < 2.9                     | AW < 0.5                                    | AW = (-)                       | ABC   |     |    |
| 除去(漁獲)        | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7 < FBかつ最近3年間増加もしくは横這い傾向                               | 0.7 < FBかつ最近3年間減少傾向                | FB ≤ 0.7                                    | FB = (0.6)                     | ABC   | C   |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.2 相生湾(兵庫県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

基礎生産の変化による堆積・分解の変化が考えられる。負荷と滞留のバランスを考慮した十分な検査が必要である。

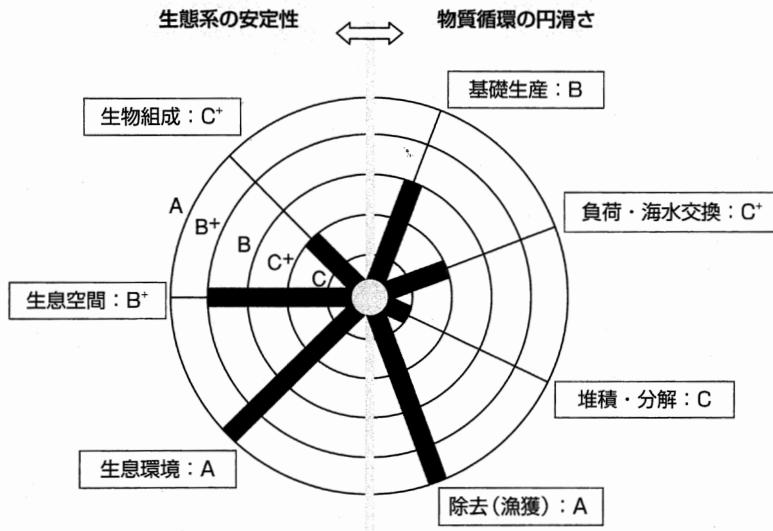
# 一次診断カルテ

| 視点              | 検査項目                           | 検査基準   |   |   | 検査結果                                      | 診断  |      |
|-----------------|--------------------------------|--|---|---|---|---|------|
|                 |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)   | 要精検 (C)   |   |   |      |
| 【生態系の安定性】を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$0.7 \leq FC \leq 1.3$ | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$FC < 0.7$ または<br>$1.3 < FC$ | $FR < 0.8$ または<br>$1.2 < FR$              | $FR = (1.0), FC = (0.9)$                              | A BC |
|                 |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | $LC = 1$  | $0.8 \leq LC < 1$   | $LC < 0.8$                                | $LC = (1.0)$  | A BC |
|                 | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                                     | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                       | 干潟・藻場面積がともに減少している                         | 干潟・藻場面積は減少していない                                       | A BC |
|                 |                                | 人工海岸の割合(AC)  | $AC \leq 20$  | $20 < AC < 50$  | $50 \leq AC$                              | $AC = (30)$   | A BC |
| 生息環境            | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目で<br>$PS < 0.8$                                  | 1つの健康項目でも<br>$0.8 \leq PS < 1$                      | 1つの健康項目でも<br>$1 \leq PS$                                  | $PS = (0.9)$                              | A BC  |      |
|                 | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | $CW < 0.1$   | $0.1 \leq CW < 0.5$                                 | $0.5 \leq CW$   | $CW = (0)$                                | A BC  |      |
| 【物質循環の円滑さ】を示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均・20年間の平均(TD)) | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>$TD < 20$              | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>$20 \leq TD$                 | $TP < 0.8$ または<br>$1.2 < TP$              | $TP = (0.7)$  | A BC |
|                 |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない  | 毎年ではないが赤潮は発生している  | 毎年赤潮は発生している                               | 毎年赤潮は発生している   | A BC |
|                 | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | $COD, T-N, T-P$ ともに $LRx < \text{スタンダード値}$ の場合      | $COD, T-N, T-P$ のいずれかでスタンダード値 $\leq LRx$ の場合              | $COD, T-N, T-P$ ともにスタンダード値 $\leq LRx$ の場合 | $LR(COD) = (-)$<br>$LR(T-N) = (-)$<br>$LR(T-P) = (-)$ | A BC |
|                 |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向にない                          | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向                                   | $0.05 \leq AT$                            | $AT = (0.1)$  | A BC |
| 堆積・分解           | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)             | $SD < 0.2$   | $0.2 \leq SD < 1$                                   | $1 \leq SD$   | $SD = (\text{湾の深いところは泥質})$                | A BC  |      |
|                 | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | $2.9 \leq AW$  | $0.5 \leq AW < 2.9$                                 | $AW < 0.5$  | $AW = (4.5)$                              | A BC  |      |
| 除去(漁獲)          | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | $0.7 < FB$ かつ最近3年間増加もしくは横ばい傾向                            | $0.7 < FB$ かつ最近3年間減少傾向                              | $FB \leq 0.7$   | $FB = (0.9)$<br>最近は(増加)傾向                 | A BC  |      |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.3 田辺湾(和歌山県) (出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

生物組成、負荷・海水交換、堆積・分解がC判定であり、貧酸素水に関する検査などを踏まえた十分な検査を実施する必要がある。

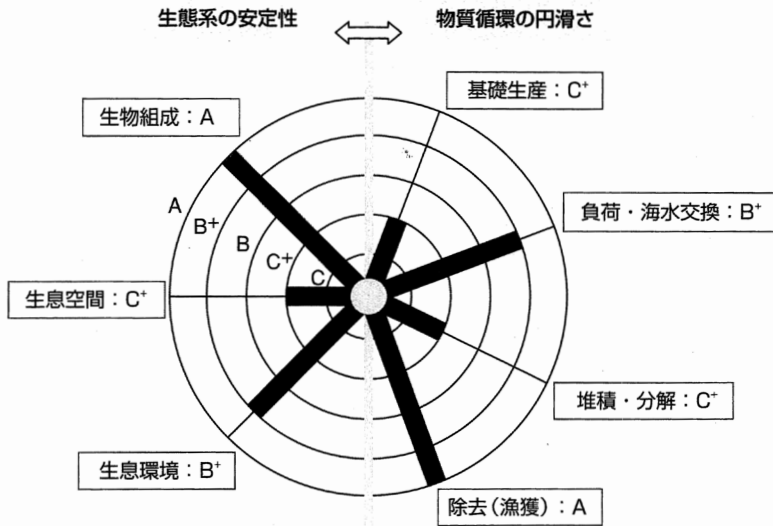
# 一次診断カルテ

| 視点              | 検査項目                           | 検査基準   |   |   | 検査結果                         | 診断   |     |     |    |
|-----------------|--------------------------------|--|---|---|------------------------------|--|-----|-----|----|
|                 |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)   | 要精検 (C)   |                              |  |     |     |    |
| 【生態系の安定性】を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$0.7 \leq FC \leq 1.3$ | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$FC < 0.7$ または<br>$1.3 < FC$ | $FR < 0.8$ または<br>$1.2 < FR$ | FR=(0.4)   | ABC | C+  |    |
|                 |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1  | $0.8 \leq LC < 1$   | LC<0.8                       | LC=(1.0)   | ABC |     |    |
|                 | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                                     | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                       | 干潟・藻場面積がともに減少している            | 干潟・藻場面積は減少していない                                    | ABC | ABC | B+ |
|                 |                                | 人工海岸の割合(AC)  | $AC \leq 20$  | $20 < AC < 50$  | $50 \leq AC$                 | AC=(48)  | ABC |     |    |
| 生息環境            | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目で $PS < 0.8$                                     | 1つの健康項目でも $0.8 \leq PS < 1$                         | 1つの健康項目でも $1 \leq PS$                                     | PS=(0.1)                     | ABC  | A   |     |    |
|                 | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | $CW < 0.1$   | $0.1 \leq CW < 0.5$                                 | $0.5 \leq CW$   | CW=(-)                       | ABC  |     |     |    |
| 【物質循環の円滑さ】を示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均-20年間の平均(TD)) | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>TD<20                  | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>20≤TD                        | TP<0.8または<br>1.2<TP          | TP=(0.8),TD=(26)                                   | ABC | B   |    |
|                 |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない  | 毎年ではないが赤潮は発生している  | 毎年赤潮は発生している                  | 毎年ではないが赤潮は発生している                                   | ABC |     |    |
|                 | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx<スタンダード値の場合                        | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値≤LRxの場合                           | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値≤LRxの場合 | LR(COD)=(0.16)<br>LR(T-N)=(0.06)<br>LR(T-P)=(0.01) | ABC | C+  |    |
|                 |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向にない                          | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向                                   | $0.05 \leq AT$               | AT=(0.08)  | ABC |     |    |
| 堆積・分解           | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)             | $SD < 0.2$   | $0.2 \leq SD < 1$                                   | $1 \leq SD$   | SD=(1.0以上)                   | ABC  | C   |     |    |
|                 | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | $2.9 \leq AW$  | $0.5 \leq AW < 2.9$                                 | $AW < 0.5$  | AW=(-)                       | ABC  |     |     |    |
| 除去(漁獲)          | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | $0.7 < FB$ かつ最近3年間増加もしくは横ばい傾向                            | $0.7 < FB$ かつ最近3年間減少傾向                              | $FB \leq 0.7$   | FB=(0.8)<br>最近は(増加)傾向        | ABC  | A   |     |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.4 児島湾(岡山県) (出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

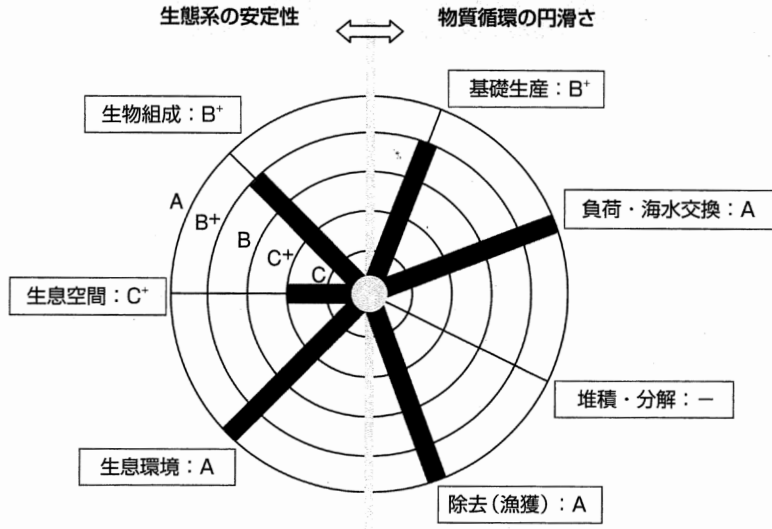
生物空間、基礎生産、推積・分解がC判定であり、今後生態系の安定性への影響が懸念される。

# 一次診断カルテ

| 視点                         | 検査項目                           | 検査基準   |   |   | 検査結果                                 | 診断   |      |
|----------------------------|--------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|--|------|
|                            |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)   | 要精検 (C)   |                                      |  |      |
| 生態系の安定性を示す項目               | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$0.7 \leq FC \leq 1.3$ | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$FC < 0.7$ または<br>$1.3 < FC$ | $FR < 0.8$ または<br>$1.2 < FR$         | FR=(0.9),FC=(1.0)                                  | A BC |
|                            |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1  | $0.8 \leq LC < 1$   | $LC < 0.8$                           | LC=(1.0)   | A BC |
|                            | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                                     | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                       | 干潟・藻場面積がともに減少している                    | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                | A BC |
|                            |                                | 人工海岸の割合(AC)  | $AC \leq 20$  | $20 < AC < 50$  | $50 \leq AC$                         | AC=(54)  | A BC |
|                            | 生息環境                           | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)                                   | すべての健康項目で<br>$PS < 0.8$                             | 1つの健康項目でも<br>$0.8 \leq PS < 1$                            | 1つの健康項目でも<br>$1 \leq PS$             | PS=(0.1)   | A BC |
| 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW) |                                | $CW < 0.1$   | $0.1 \leq CW < 0.5$                                 | $0.5 \leq CW$   | CW=(0.2)                             | A BC   |      |
| 物質循環の円滑さを示す項目              | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;透明度の割合(TP)、最近3年間の平均/20年間の平均(TD)) | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>$TD < 20$              | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>$20 \leq TD$                 | $TP < 0.8$ または<br>$1.2 < TP$         | TP=(0.9),TD=(20.7)                                 | A BC |
|                            |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない  | 毎年ではないが赤潮は発生している  | 毎年赤潮は発生している                          | 毎年赤潮は発生している  | A BC |
|                            | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx<スタンダード値の場合                        | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値 $\leq LRx$ の場合                   | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値 $\leq LRx$ の場合 | LR(COD)=(0.23)<br>LR(T-N)=(0.06)<br>LR(T-P)=(0.04) | A BC |
|                            |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向にない                          | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向                                   | $0.05 \leq AT$                       | AT=(0.001)<br>最近は(横違い)傾向                           | A BC |
|                            | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | $SD < 0.2$  | $0.2 \leq SD < 1$   | $1 \leq SD$                          | SD=(泥分が90%以上の場所がある)                                | A BC |
|                            |                                | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)                                   | $2.9 \leq AW$                                       | $0.5 \leq AW < 2.9$                                       | $AW < 0.5$                           | AW=(1.8)   | A BC |
| 除去(漁獲)                     | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | $0.7 < FB$ かつ最近3年間増加もしくは横違い傾向                            | $0.7 < FB$ かつ最近3年間減少傾向                              | $FB \leq 0.7$   | FB=(0.9)<br>最近は(横違い)傾向               | A BC   |      |

図A.5 広島湾(広島県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

生息空間がC判定であり、貧酸素水に関する検査などを踏まえた十分な検査を実施する必要がある。

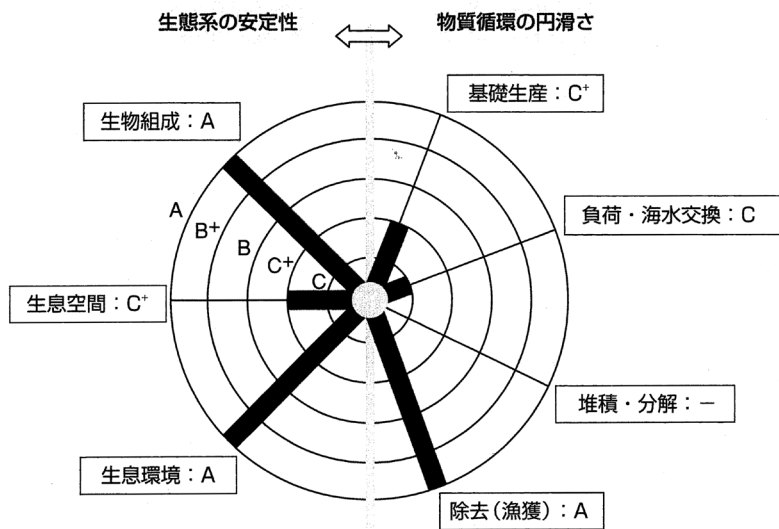
# 一次診断カルテ

| 視点              | 検査項目                           | 検査基準   |                              |                                     | 検査結果                         | 診断  |     |     |    |
|-----------------|--------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|-----|-----|----|
|                 |                                | 良好 (A)   | 検査基準<br>要注意 (B)              | 要精検 (C)                             |                              |   |     |     |    |
| 【生態系の安定性】を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8≦FR≦1.2かつ<br>0.7≦FC≦1.3   | 0.8≦FR≦1.2かつ<br>FC<0.7または<br>1.3<FC | FR<0.8または<br>1.2<FR          | FR=(0.9),FC=(1.39)                        | ABC | B+  |    |
|                 |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1                         | 0.8≦LC<1                            | LC<0.8                       | LC=(1.0)                                  | ABC |     |    |
|                 | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない              | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                 | 干潟・藻場面積がともに減少している            | 干潟・藻場面積は減少していない                           |     | ABC | C+ |
|                 |                                | 人工海岸の割合(AC)  | AC≦20                        | 20<AC<50                            | 50≦AC                        | AC=(84)                                   | ABC |     |    |
|                 | 生息環境                           | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)                                   | すべての健康項目でPS<0.8              | 1つの健康項目でも0.8≦PS<1                   | 1つの健康項目でも1≦PS                | PS=(0.04)                                 | ABC | A   |    |
|                 |                                | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)                               | CW<0.1                       | 0.1≦CW<0.5                          | 0.5≦CW                       | CW=(-)                                    | ABC |     |    |
| 【物質循環の円滑さ】を示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;透明度の割合(TP)、最近3年間の平均/20年間の平均(TD)) | 0.8≦TP≦1.2かつ<br>TD<20        | 0.8≦TP≦1.2かつ<br>20≦TD               | TP<0.8または<br>1.2<TP          | TP=(0.8),TD=(53)                          | ABC | B+  |    |
|                 |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない                   | 毎年ではないが赤潮は発生している                    | 毎年赤潮は発生している                  | 赤潮は発生していない                                | ABC |     |    |
|                 | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx<スタンダード値の場合 | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値≦LRxの場合     | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値≦LRxの場合 | LR(COD)=(-)<br>LR(T-N)=(-)<br>LR(T-P)=(-) | ABC | A   |    |
|                 |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向にない        | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向                  | 0.05≦AT                      | AT=(0.001)<br>最近は(横ばい)傾向                  | ABC |     |    |
| 堆積・分解           | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)             | SD<0.2   | 0.2≦SD<1                     | 1≦SD                                | SD=(-)                       | ABC                                       | -   |     |    |
|                 | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | 2.9≦AW   | 0.5≦AW<2.9                   | AW<0.5                              | AW=(-)                       | ABC                                       |     |     |    |
| 除去(漁獲)          | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7<FBかつ最近3年間増加もしくは横ばい傾向                                 | 0.7<FBかつ最近3年間減少傾向            | FB≦0.7                              | FB=(1.4)<br>最近は(横ばい)傾向       | ABC                                       | A   |     |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.6 三津湾(広島県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

生息空間、基礎生産などがC判定であり、今後堆積・分解や貧酸素水に関する検査を含めた十分な一次検査を実施する必要がある。

# 一次診断カルテ

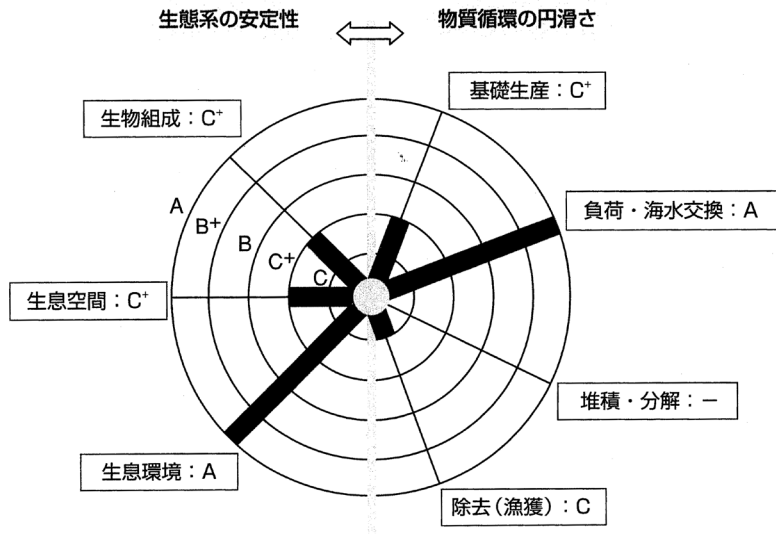
| 視点              | 検査項目                           | 検査基準   |                            |                                     | 検査結果                      | 診断  |                 |                |
|-----------------|--------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---|-----------------|----------------|
|                 |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)                    | 要精検 (C)                             |                           |   |                 |                |
| 【生態系の安定性を示す項目】  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8≤FR≤1.2かつ<br>0.7≤FC≤1.3 | 0.8≤FR≤1.2かつ<br>FC<0.7または<br>1.3<FC | FR<0.8または<br>1.2<FR       | FR=(1.0),FC=(1.1)                         | A <sub>BC</sub> | A              |
|                 |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1                       | 0.8≤LC<1                            | LC<0.8                    | LC=(1.0)                                  | A <sub>BC</sub> |                |
|                 | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない            | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                 | 干潟・藻場面積がともに減少している         | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                       | A <sub>BC</sub> | C <sup>+</sup> |
|                 |                                | 人工海岸の割合(AC)  | AC≤20                      | 20<AC<50                            | 50≤AC                     | AC=(86)                                   | A <sub>BC</sub> |                |
| 生息環境            | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目でPS<0.8  | 1つの健康項目でも0.8≤PS<1          | 1つの健康項目でも1≤PS                       | PS=(0.1)                  | A <sub>BC</sub>                           | A               |                |
|                 | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | CW<0.1   | 0.1≤CW<0.5                 | 0.5≤CW                              | CW=(-)                    | A <sub>BC</sub>                           |                 |                |
| 【物質循環の円滑さを示す項目】 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;透明度の割合(TP)、最近3年間の平均/20年間の平均(TD)) | 0.8≤TP≤1.2かつ<br>TD<20      | 0.8≤TP≤1.2かつ<br>20≤TD               | TP<0.8または<br>1.2<TP       | TP=(0.8),TD=(61)                          | A <sub>BC</sub> | C <sup>+</sup> |
|                 |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない                 | 毎年ではないが赤潮は発生している                    | 毎年赤潮は発生している               | 毎年ではないが赤潮は発生している                          | A <sub>BC</sub> |                |
|                 | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD, T-N, T-PともにLR<標準値の場合  | COD, T-N, T-Pのいずれかで標準値≤LR<標準値の場合    | COD, T-N, T-Pともに標準値≤LRの場合 | LR(COD)=(-)<br>LR(T-N)=(-)<br>LR(T-P)=(-) | A <sub>BC</sub> | C              |
|                 |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向にない      | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向                  | 0.05≤AT                   | AT=(0.2)                                  | A <sub>BC</sub> |                |
|                 | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | SD<0.2                     | 0.2≤SD<1                            | 1≤SD                      | SD=(-)                                    | A <sub>BC</sub> | -              |
|                 |                                | 無酸素水の出現状況(最低酸素濃度:AW)                                     | 2.9≤AW                     | 0.5≤AW<2.9                          | AW<0.5                    | AW=(-)                                    | A <sub>BC</sub> |                |
| 除去(漁獲)          | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7<FBかつ最近3年間増加もしくは横這い傾向                                 | 0.7<FBかつ最近3年間減少傾向          | FB≤0.7                              | FB=(1.1)<br>最近(横這い)傾向     | A <sub>BC</sub>                           | A               |                |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.7 小松島湾(徳島県) (出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)



# 一次診断チャート



# 所見

生物組成、生息空間、基礎生産、除去（漁獲）がC判定であり、負荷と滞留のバランスや貧酸素水に関する検査などを踏まえた十分な検査を実施する必要がある。

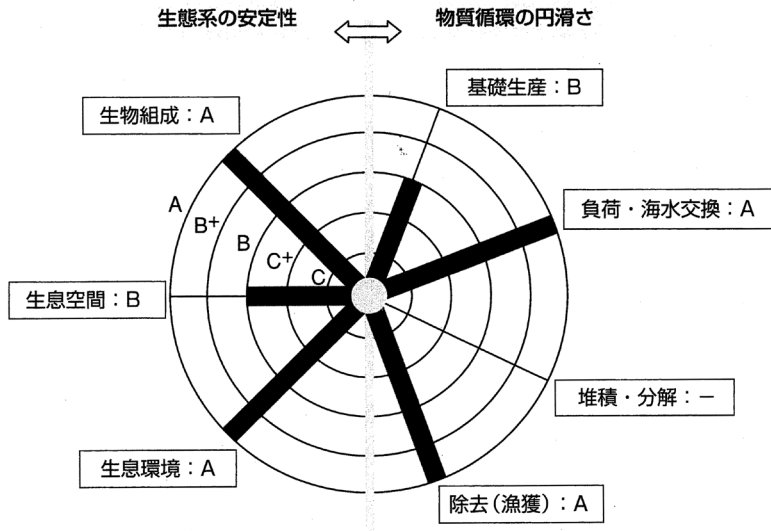
# 一次診断カルテ

| 視点            | 検査項目                           | 検査基準   |   |   | 検査結果                         | 診断  |     |     |    |
|---------------|--------------------------------|--|---|---|------------------------------|---|-----|-----|----|
|               |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)   | 要精検 (C)   |                              |   |     |     |    |
| 生態系の安定性を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$0.7 \leq FC \leq 1.3$ | $0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ<br>$FC < 0.7$ または<br>$1.3 < FC$ | $FR < 0.8$ または<br>$1.2 < FR$ | FR=(0.7)                                  | ABC | C+  |    |
|               |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1  | $0.8 \leq LC < 1$   | LC<0.8                       | LC=(1.0)                                  | ABC |     |    |
|               | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                                     | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                                       | 干潟・藻場面積がともに減少している            | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                       | ABC | ABC | C+ |
|               |                                | 人工海岸の割合(AC)  | $AC \leq 20$  | $20 < AC < 50$  | $50 \leq AC$                 | AC=(86)                                   | ABC |     |    |
|               | 生息環境                           | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)                                   | すべての健康項目で<br>$PS < 0.8$                             | 1つの健康項目でも<br>$0.8 \leq PS < 1$                            | 1つの健康項目でも<br>$1 \leq PS$     | PS=(0.1)                                  | ABC | A   |    |
|               |                                | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)                               | $CW < 0.1$  | $0.1 \leq CW < 0.5$                                       | $0.5 \leq CW$                | CW=(-)                                    | ABC |     |    |
| 物質循環の円滑さを示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均/20年間の平均(TD)) | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>TD<20                  | $0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ<br>$20 \leq TD$                 | TP<0.8または<br>$1.2 < TP$      | TP=(0.8),TD=(61)                          | ABC | C+  |    |
|               |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない  | 毎年ではないが赤潮は発生している  | 毎年赤潮は発生している                  | 毎年ではないが赤潮は発生している                          | ABC |     |    |
|               | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLR<スタンダード値の場合                         | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値<LRの場合                            | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値<LRの場合  | LR(COD)=(-)<br>LR(T-N)=(-)<br>LR(T-P)=(-) | ABC | A   |    |
|               |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向にない                          | $AT < 0.05$ かつ最近3年間減少傾向                                   | $0.05 \leq AT$               | AT=(0.03)<br>最近は(横這い)傾向                   | ABC |     |    |
|               | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | $SD < 0.2$  | $0.2 \leq SD < 1$   | $1 \leq SD$                  | SD=(-)                                    | ABC | -   |    |
|               |                                | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)                                   | $2.9 \leq AW$                                       | $0.5 \leq AW < 2.9$                                       | $AW < 0.5$                   | AW=(-)                                    | ABC |     |    |
| 除去(漁獲)        | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | $0.7 < FB$ かつ最近3年間増加もしくは横這い傾向                            | $0.7 < FB$ かつ最近3年間減少傾向                              | $FB \leq 0.7$   | FB=(0.5)                     | ABC                                       | C   |     |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.8 坂出湾（香川県）（出典：シップ・アンド・オーシャン財団，2005）

# 一次診断チャート



# 所見

検査結果は一見すると良好であるが、負荷・滞留濃度や貧酸素水に関する検査が不十分である。

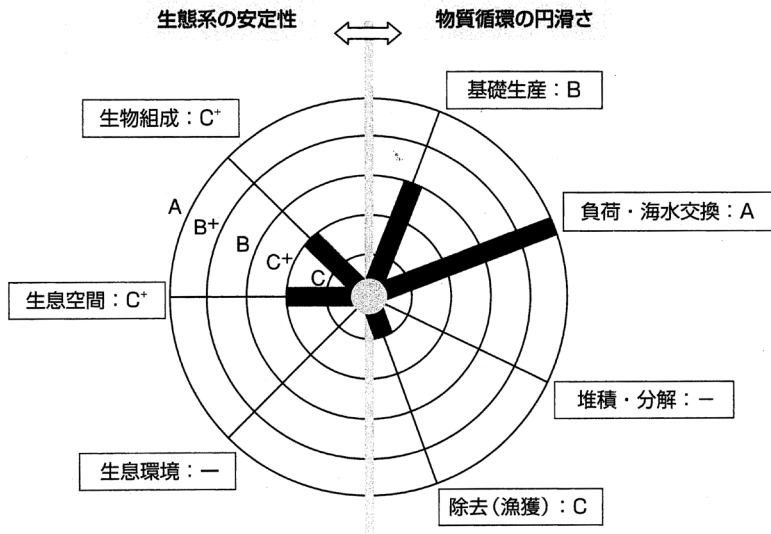
# 一次診断カルテ

| 視点                | 検査項目                           | 良好 (A)   | 検査基準<br>要注意 (B)                    | 要精検 (C)                                     | 検査結果                             | 診断  |      |
|-------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|---|----------------------------------|---|------|
| 生態系の安定性<br>を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>0.7 ≤ FC ≤ 1.3 | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>FC < 0.7または<br>1.3 < FC | FR < 0.8または<br>1.2 < FR          | FR = (0.9), FC = (0.7)                          | A BC |
|                   |                                | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)                                   | LC=1                               | 0.8 ≤ LC < 1                                | LC < 0.8                         | LC = (1.0)                                      | A BC |
|                   | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                    | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                         | 干潟・藻場面積がともに減少している                | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                             | A BC |
|                   |                                | 人工海岸の割合(AC)  | AC ≤ 20                            | 20 < AC < 50                                | 50 ≤ AC                          | AC = (27)                                       | A BC |
| 生態環境              | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目でPS < 0.8  | 1つの健康項目でも0.8 ≤ PS < 1              | 1つの健康項目でも1 ≤ PS                             | PS = (0.0)                       | A BC  |      |
|                   | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | CW < 0.1   | 0.1 ≤ CW < 0.5                     | 0.5 ≤ CW                                    | CW = (-)                         | A BC  |      |
| 物質循環の円滑さ<br>を示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均;透明度の割合(TP)、最近3年間の平均/20年間の平均(TD)) | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>TD < 20        | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>20 ≤ TD                 | TP < 0.8または<br>1.2 < TP          | TP = (0.8), TD = (56)                           | A BC |
|                   |                                | 赤潮の発生頻度  | 赤潮は発生していない                         | 毎年ではないが赤潮は発生している                            | 毎年赤潮は発生している                      | 毎年ではないが赤潮は発生している                                | A BC |
|                   | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD, T-N, T-PともにLRx < スタンダード値の場合   | COD, T-N, T-Pのいずれかでスタンダード値 ≤ LRxの場合         | COD, T-N, T-Pともにスタンダード値 ≤ LRxの場合 | LR(COD) = (-)<br>LR(T-N) = (-)<br>LR(T-P) = (-) | A BC |
|                   |                                | 潮位振幅の変化(AT)  | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向にない            | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向                        | 0.05 ≤ AT                        | AT = (0.03)<br>最近(横違い)傾向                        | A BC |
|                   | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | SD < 0.2                           | 0.2 ≤ SD < 1                                | 1 ≤ SD                           | SD = (-)  | A BC |
|                   | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | 2.9 ≤ AW   | 0.5 ≤ AW < 2.9                     | AW < 0.5                                    | AW = (-)                         | A BC  |      |
| 除去(漁獲)            | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7 < FBかつ最近3年間増加もしくは横違い傾向                               | 0.7 < FBかつ最近3年間減少傾向                | FB ≤ 0.7                                    | FB = (0.7)<br>最近(横違い)傾向          | A BC  |      |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.9 志度湾(香川県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

データが乏しく、十分な検査が実施できない。地元の情報を活かして十分な一次検査が必要である。

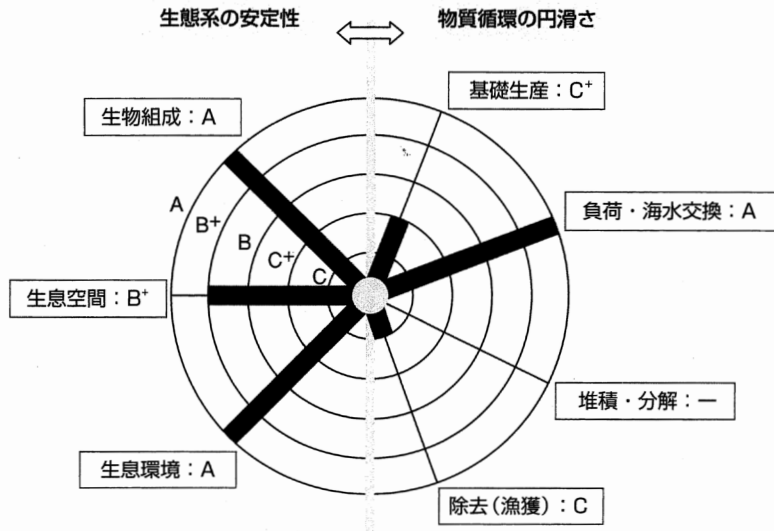
# 一次診断カルテ

| 視点            | 検査項目                           | 検査基準   |                                    |   | 検査結果                           | 診断  |     |     |    |
|---------------|--------------------------------|--|------------------------------------|---|--------------------------------|---|-----|-----|----|
|               |                                | 良好 (A)   | 検査基準<br>要注意 (B)                    | 要精検 (C)                                     |                                |   |     |     |    |
| 生態系の安定性を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>0.7 ≤ FC ≤ 1.3 | 0.8 ≤ FR ≤ 1.2かつ<br>FC < 0.7または<br>1.3 < FC | FR < 0.8または<br>1.2 < FR        | FR = (0.7)                                      | ABC | C+  |    |
|               | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)         | LC=1   | 0.8 ≤ LC < 1                       | LC < 0.8                                    | LC = (1.0)                     | ABC   |     |     |    |
|               | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない                    | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                         | 干潟・藻場面積がともに減少している              | 干潟・藻場面積は減少していない                                 | ABC | ABC | C+ |
|               | 人工海岸の割合(AC)                    | AC ≤ 20  | 20 < AC < 50                       | 50 ≤ AC                                     | AC = (55)                      | ABC   |     |     |    |
| 生息環境          | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目でPS < 0.8  | 1つの健康項目でも0.8 ≤ PS < 1              | 1つの健康項目でも1 ≤ PS                             | PS = (-)                       | ABC   | ABC | -   |    |
|               | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | CW < 0.1   | 0.1 ≤ CW < 0.5                     | 0.5 ≤ CW                                    | CW = (-)                       | ABC   |     |     |    |
| 物質循環の円滑さを示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均-20年間の平均(TD)) | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>TD < 20        | 0.8 ≤ TP ≤ 1.2かつ<br>20 ≤ TD                 | TP < 0.8または<br>1.2 < TP        | TP = (-)  | ABC | B   |    |
|               | 赤潮の発生頻度                        | 赤潮は発生していない   | 毎年ではないが赤潮は発生している                   | 毎年赤潮は発生している                                 | 毎年ではないが赤潮は発生している               | ABC   |     |     |    |
|               | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx < スタンダード値の場合     | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値 ≤ LRxの場合           | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値 ≤ LRxの場合 | LR(COD) = (-)<br>LR(T-N) = (-)<br>LR(T-P) = (-) | ABC | A   |    |
|               | 潮位振幅の変化(AT)                    | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向にない                                  | AT < 0.05かつ最近3年間減少傾向               | 0.05 ≤ AT                                   | AT = (0.03)<br>最近は(横ばい)傾向      | ABC   |     |     |    |
|               | 堆積・分解                          | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)                                       | SD < 0.2                           | 0.2 ≤ SD < 1                                | 1 ≤ SD                         | SD = (-)  | ABC | -   |    |
|               | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | 2.9 ≤ AW   | 0.5 ≤ AW < 2.9                     | AW < 0.5                                    | AW = (-)                       | ABC   |     |     |    |
| 除去(漁獲)        | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7 < FBかつ最近3年間増加もしくは横ばい傾向                               | 0.7 < FBかつ最近3年間減少傾向                | FB ≤ 0.7                                    | FB = (0.5)                     | ABC   | C   |     |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.10 多度津湾(香川県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

# 一次診断チャート



# 所見

物質循環の円滑さに関わる項目がC判定であり、負荷と滞留のバランスや堆積・分解に関する検査などを踏まえた十分な検査を実施する必要がある。

# 一次診断カルテ

| 視点            | 検査項目                           | 検査基準   |                              |                                     | 検査結果                         | 診断  |     |    |
|---------------|--------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|-----|----|
|               |                                | 良好 (A)   | 要注意 (B)                      | 要精検 (C)                             |                              |   |     |    |
| 生態系の安定性を示す項目  | 生物組成                           | 漁獲生物の分類群別組成の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:最優占分類群の漁獲割合(FR)、漁獲量(FC)) | 0.8≤FR≤1.2かつ<br>0.7≤FC≤1.3   | 0.8≤FR≤1.2かつ<br>FC<0.7または<br>1.3<FC | FR<0.8または<br>1.2<FR          | FR=(1.1),FC=(1.0)                         | ABC | A  |
|               | 海岸生物の出現状況(代表種の確認割合:LC)         | LC=1   | 0.8≤LC<1                     | LC<0.8                              | LC=(1.0)                     | ABC                                       |     |    |
|               | 生息空間                           | 干潟・藻場面積の変化   | 干潟・藻場面積は減少していない              | 干潟・藻場面積のいずれかが減少している                 | 干潟・藻場面積がともに減少している            | 干潟・藻場面積は減少していない                           | ABC | B+ |
|               | 人工海岸の割合(AC)                    | AC≤20  | 20<AC<50                     | 50≤AC                               | AC=(41)                      | ABC                                       |     |    |
| 生息環境          | 有害物質の測定値(測定値/環境基準値:PS)         | すべての健康項目でPS<0.8  | 1つの健康項目でも0.8≤PS<1            | 1つの健康項目でも1≤PS                       | PS=(0.1)                     | ABC                                       | A   |    |
|               | 貧酸素水の確認頻度(貧酸素水確認調査点の割合:CW)     | CW<0.1   | 0.1≤CW<0.5                   | 0.5≤CW                              | CW=(-)                       | ABC                                       |     |    |
| 物質循環の円滑さを示す項目 | 基礎生産                           | 透明度の変化(最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合(TP)、最近3年間の平均・20年間の平均(TD)) | 0.8≤TP≤1.2かつ<br>TD<20        | 0.8≤TP≤1.2かつ<br>20≤TD               | TP<0.8または<br>1.2<TP          | TP=(0.8),TD=(119)                         | ABC | C+ |
|               | 赤潮の発生頻度                        | 赤潮は発生していない   | 毎年ではないが赤潮は発生している             | 毎年赤潮は発生している                         | 毎年赤潮は発生している                  | ABC                                       |     |    |
|               | 負荷・海水交換                        | 負荷と滞留のバランス(負荷滞留濃度:LR)                                    | COD、T-N、T-PともにLRx<スタンダード値の場合 | COD、T-N、T-Pのいずれかでスタンダード値≤LRxの場合     | COD、T-N、T-Pともにスタンダード値≤LRxの場合 | LR(COD)=(-)<br>LR(T-N)=(-)<br>LR(T-P)=(-) | ABC | A  |
|               | 潮位振幅の変化(AT)                    | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向にない                                    | AT<0.05かつ最近3年間減少傾向           | 0.05≤AT                             | AT=(0.0008)<br>最近は(増加)傾向     | ABC                                       |     |    |
| 堆積・分解         | 底質環境(全硫化物量の最大値:SD)             | SD<0.2   | 0.2≤SD<1                     | 1≤SD                                | SD=(-)                       | ABC                                       | -   |    |
|               | 無酸素水の出現状況(最低溶解酸素濃度:AW)         | 2.9≤AW   | 0.5≤AW<2.9                   | AW<0.5                              | AW=(-)                       | ABC                                       |     |    |
| 除去(漁獲)        | 底生魚介類の漁獲量(最近3年間の平均/20年間の平均:FB) | 0.7<FBかつ最近3年間増加もしくは横ばい傾向                                 | 0.7<FBかつ最近3年間減少傾向            | FB≤0.7                              | FB=(0.2)                     | ABC                                       | C   |    |

注) -は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

図A.11 宇和島湾(愛媛県)(出典:シップ・アンド・オーシャン財団, 2005)

## 日本の里山・里海評価 評議会

評議会は、評価プロセスの成果の利用者を代表

### 評議会共同議長

武内 和彦 Kazuhiko Takeuchi  
東京大学 教授/国際連合大学 副学長

渡辺 正孝 Masataka Watanabe  
慶應義塾大学 教授/国際連合大学高等研究所 客員教授

### 評議員

堂本 暁子 Akiko Domoto  
前千葉県知事/生物多様性 JAPAN

藤原 勇彦 Isahiko Fujiwara  
財団法人 森林文化協会 常務理事

保母 武彦 Takehiko Hobo  
島根大学 名誉教授 / (財) 宍道湖・中海汽水湖研究所 理事長

泉谷 満寿裕 Masuhiro Izumiya  
珠洲市長

嘉田 由紀子 Yukiko Kada  
滋賀県知事

木原 啓吉 Keikichi Kihara  
(社) 日本ナショナル・トラスト協会 名誉会長/千葉大学 名誉教授

菊沢 喜八郎 Kihachiro Kikuzawa  
石川県立大学 教授

小金澤 孝昭 Takaaki Koganezawa  
宮城教育大学 教授

松野 隆一 Ryuichi Matsuno  
石川県立大学 学長

長野 勇 Isamu Nagano  
金沢大学 理事・副学長

中村 玲子 Reiko Nakamura  
ラムサールセンター 事務局長

今野 純一 Junichi Konno  
宮城県 環境生活部長

竹田 純一 Junichi Takeda  
里地ネットワーク 事務局長

谷本 正憲 Masahiro Tanimoto  
石川県知事

山本 進一 Shinichi Yamamoto  
名古屋大学 教授 (前理事・副総長)

柳 哲雄 Tetsuo Yanagi  
九州大学 教授

### 政府機関アドバイザー委員

大石 智弘 Tomohiro Oishi  
国土交通省 都市・地域整備局 公園緑地・景観課長補佐

西郷 正道 Masamichi Saigo  
農林水産省 大臣官房 環境バイオマス政策課長

徳田 正一 Masakazu Tokuda  
水産庁 漁政部 企画課長

渡辺 綱男 Tsunao Watanabe  
環境省 大臣官房 審議官

矢部 三雄 Mitsuo Yabe  
林野庁 森林整備部 計画課長

## 日本の里山・里海評価 科学評価パネル

科学評価パネルは、評価の科学的なプロセスを指揮

### 科学評価パネル 共同議長

アナンサ・ドゥライアパ Anantha K. Duraiappah  
地球環境変化の人間社会側面に関する国際研究計画 (IHDP)

中村 浩二 Koji Nakamura  
金沢大学

### 科学評価パネルメンバー

秋道 智彌 Tomoya Akimichi  
人間文化研究機構 総合地球環境学研究所

浅野 耕太 Kota Asano  
京都大学

エリン・ボヘンスキー Erin Bohensky  
豪州連邦科学産業研究機構 (CSIRO)

ジェレミー・シーモア・イーズ Jeremy S. Eades  
立命館アジア太平洋大学

磯崎 博司 Hiroji Isozaki  
上智大学大学院

宮内 泰介 Taisuke Miyauchi  
北海道大学

森本 幸裕 Yukihiko Morimoto  
京都大学/日本景観生態学会

盛岡 通 Toru Morioka  
関西大学 教授

中村 俊彦 Toshihiko Nakamura  
千葉県立中央博物館/千葉大学

ウナイ・パスカル Unai Pascual  
ケンブリッジ大学

鷺谷 いつみ Izumi Washitani  
東京大学

### 事務局

国際連合大学高等研究所

国際連合大学高等研究所(UNU-IAS)は  
持続可能な開発の課題に即した政策立案の  
ための知識の向上と学習の促進を使命とする  
グローバルなシンクタンクです。

UNU-IASは人類全体、政府や政策決定者、  
そして特に開発途上国が関心を寄せる問題について、  
戦略を明らかにし、提言していくため、  
研究や大学院教育を行っています。

UNU-IASでは、地球規模の課題に対する創造的な  
解決策について、理解を深め、貢献していくために、  
社会科学や自然科学などの分野からの専門家を  
集結させています。主な研究分野は、次のとおりです。

- バイオディプロマシー
- 生態系サービス評価
- SATOYAMA イニシアティブ
- 持続可能な開発のためのガバナンス
- 持続可能な開発のための教育
- マリン・ガバナンス
- 伝統知識イニシアティブ
- 持続可能な社会のための科学技術
- 持続可能な都市の未来

UNU-IASには国際連合大学高等研究所いしかわ・かなざわ  
オペレーティング・ユニット(OUIK、石川県金沢市)と  
伝統知識イニシアティブ(TKI、オーストラリア)という  
二つの国際ユニットがあります。



**UNITED NATIONS  
UNIVERSITY**

**UNU-IAS**

**Institute of Advanced Studies**

**国際連合大学高等研究所 (UNU-IAS)**

〒220-8502 横浜市西区みなとみらい1-1-1  
パシフィコ横浜 横浜国際協力センター6階

Tel : +81-45-221-2300  
Fax : +81-45-221-2302  
Email : unuias@ias.unu.edu  
ウェブサイト : <http://www.ias.unu.edu>