

瀬戸内の自然・社会・人文科学の総合誌

# 瀬戸内海

Scientific Forum of the Seto Inland Sea

## 西瀬戸の自然と環境

特集

- ▶ 西瀬戸の範囲と地域特性について
- ▶ 広島湾の富栄養化による水質汚濁特性
- ▶ 瀬戸内海のトラフク資源の現状
- ▶ カキ養殖の現状と問題点

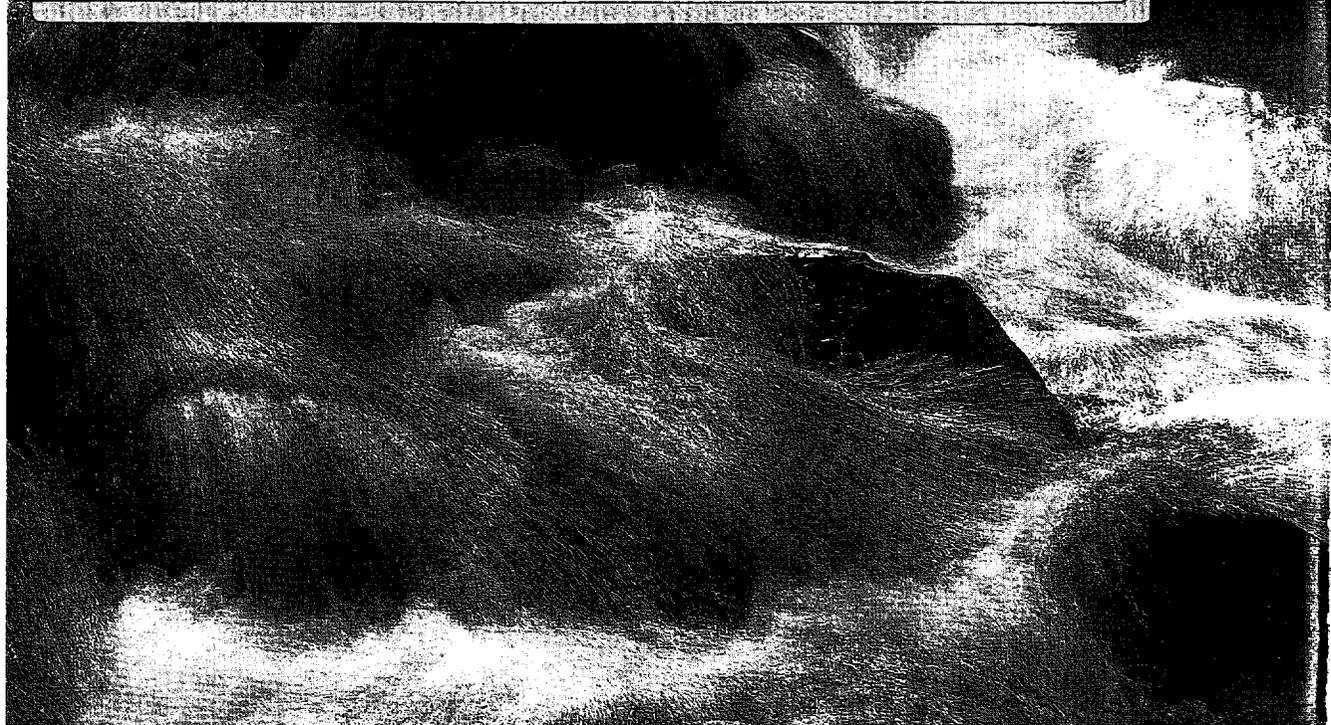
秋号

(社)瀬戸内海環境保全協会

THE ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION  
OF  
THE SETO INLAND SEA

1995.  
Autumn  
No.4

人と自然が共生する21世紀の豊かな環境づくりを  
「兵庫県環境科学技術センター」はめざしています。



## 業 務 内 容

- 1 環境アセスメントに必要な調査解析と予測
- 2 水質の化学分析（排出水、環境水、水道水）
- 3 底質、土壌、農薬、産業廃棄物などの分析
- 4 排ガスならびに大気環境の測定
- 5 騒音、振動レベルの測定、周波数分析
- 6 悪臭物質の測定
- 7 作業環境、建築物の飲料水・空気環境の測定
- 8 環境の総合調査（常時・事後監視、予測解析等）
- 9 生物調査（河川、海域、湖沼、陸域）
- 10 環境保全に関する調査、研究開発、情報提供
- 11 環境づくりの総合コンサルタント

財団法人 兵庫県環境科学技術センター

〒654 神戸市須磨区行平町3丁目1-31  
TEL (078) 735-2737  
FAX (078) 735-2292

# も く じ

瀬戸内海環境保全審議会について	中道 正人	2
容器包装リサイクル法について	土居健太郎	5
『せとのうみ』		
せとのうみ随想	合田 健	8
魚を食う人々	鷲尾 圭司	8
エメックス'90のその後	塩沢 孝之	9
大阪湾と環境管理規格	笹 徹	9
瀬戸に生まれ瀬戸に生き	田部 和博	10
海を想う気持ちと正しい知識を	岸 ユキ	10
『特集』 西瀬戸の自然と環境		
西瀬戸の範囲と地域特性について	戸田 常一	11
広島湾の富栄養化による水質汚濁特性	清水 徹	15
瀬戸内海のトラフグ資源の現状	佐藤 良三	24
カキ養殖の現状と問題点	石岡 宏子	29
『対談』		
瀬戸内海の人と生きもの	福田百合子&加治 隆	34
『研究論文』		
風景の瀬戸内海 3	西田 正憲	40
『ルポ』		
揖保川に鮎が帰ってきた	黒岩 英孝	43
今夏の播磨灘に発生したギムノディニウム赤潮について	山口 峰生	50
瀬戸内海のCOD環境基準達成率を観る	北村 弘行	56
阪神・淡路大震災におけるガレキ処理の現況	入江登志男	59
『企業レポート』		
半閉鎖性水域の浄化	縄田 秀夫	67
用水高度処理設備の導入	益山 嘉章	70
『外国文献紹介』		
マーマラ海の水質保全	奥野・藤井	73
『シリーズ』		
平成5年度瀬戸内海浅海域浄化機能基本調査	倉田 隆喜	76
魚の話シリーズ③ーカジカについてー	川村 芳浩	84
～Bubble under the sea～③ーBTー	中谷ひであき	85
瀬戸内海を守る市民活動③ー服部の自然を守る会ー	櫻井 正昭	86
身じかな技術のこぼれー船のトン数についてー	須藤 邦彦	88
『ニュースレター』		
瀬戸内海各地のうごき		89
環境庁瀬戸内海環境保全室のプロフィール		95
事務局だより		97
官公庁資料		100

## トピックス

「日本海」の名付け親を知りませんか  
第5海区海上保安本部からのメッセージ

# 瀬戸内海環境保全審議会について



環境庁水質保全局瀬戸内海環境保全室  
室長補佐

中道正人

## 1. はじめに

環境庁は、瀬戸内海の環境保全を推進するため、「瀬戸内海環境保全特別措置法」に基づき、水質や自然環境等の保全にかかる諸施策を展開し、実施してきているところであるが、その中で重要な事項については、「瀬戸内海環境保全審議会」に諮問して答申をいただきつつ行っており、所要の成果を納めてきた。審議会は、昭和48年12月に第1回を開催し、先般、平成7年9月22日に第22回を開催したところである。以下に審議会について、これまでの主な審議内容や第22回の内容等を紹介する。

## 2. 瀬戸内海環境保全審議会の概要

瀬戸内海の環境の一層の悪化を防止するため、「瀬戸内海環境保全臨時措置法」（以下「臨時措置法」という）が全会一致の議員立法として昭和48年に公布・施行され、同法第23条において、環境庁長官または関係大臣の

諮問に応じ、瀬戸内海の環境の保全に関する重要事項を調査審議するため、「瀬戸内海環境保全審議会」（以下「審議会」という）の設置が規定された。この後継法として「瀬戸内海環境保全特別措置法」（以下「特別措置法」という）が昭和53年に公布・施行され、審議会についても同法第23条に受け継がれた。

審議会は内閣総理大臣が任命する学識経験者の委員34名以内から組織される。組織及び運営に関しては政令で定めており、この中で、会長は委員の互選により定められ、また、会長の職務を代理する委員を会長があらかじめ指名することとされている。なお、委員の任期は2年とされている。

## 3. これまでの主な審議内容

これまで審議会には、瀬戸内海の環境保全における重要事項の諮問・答申の他、各種施策の状況報告等を行っている。これまでの主な諮問・答申事項及びこれらを受けた状況な

- 
- 略歴 1961年 愛知県名古屋市生まれ（なかみち まさと）
  - 1986年 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了
  - 1986年 運輸省採用
  - その後、同省第三港湾建設局、港湾局を経て
  - 1995年6月 現職

どは次のとおりである。

①「汚濁負荷量の限度の割当てについて」

臨時措置法第4条第1項に規定する汚濁負荷量の限度について、各関係府県のCOD負荷量割当て量が示された。現在も引き続きCOD総量規制を行っている。

②「埋立ての規定の運用についての基本的な方針について」

臨時措置法及び特別措置法の第13条第1項の基本方針について、海域環境、自然環境や水産資源等の保全にかかる配慮事項が示された。当該基本方針を運用してきたことにより、埋立てが大幅に縮減されてきているとともに、やむを得ない埋立てについても環境保全に配慮されたものとなっている。

③「瀬戸内海的环境保全に関する基本となるべき計画の基本的な考え方について」

臨時措置法及び特別措置法の第3条の基本となるべき計画の基本的な考え方について、水質や自然景観等の保全に関する目標と達成のための基本的な施策が示された。これを受けて各関係府県において基本計画を策定して、各府県の地先海域等の環境保全を推進しており、総合的に水質、藻場・干潟及び自然景観の保全がなされつつある。

④「瀬戸内海の富栄養化防止に関する基本的考え方について」

長期及び当面の施策が示された。特に、磷については、大阪湾奥部の濃度レベルが特に高いため、上流府県も含め、大阪湾に負荷を与える地域内での発生量を現状より減少させることとされた。この答申を受け、磷及びその化合物の削減指導において、大阪湾の上流府県の削減目標も高く設定し、発生量を押し控えてきている。

⑤「瀬戸内海における窒素削減指導に関する基本的な考え方について」

磷及びその化合物の削減指導に加えて、新たに窒素及びその化合物の削減指導を実施することとされ、その削減指導の留意事項、方向及び内容が示された。この答申を受け、削減指導の事務手続きを鋭意進めているところである。今後、窒素の発生量が減少し、水質が改善されることが期待できるものと考えられる。

⑥「瀬戸内海環境保全基本計画の変更について」

⑤に伴い、窒素の負荷量の軽減に関するものその他、自然環境の有する水質浄化機能の積極的な活用等を位置づけることとされた。この答申を受け、基本計画を変更し、当該計画を推進するための調査等を進めている。

#### 4. 第22回審議会について

34名の委員のうち、任期満了等に伴い、22名が新任委員となり、その委員名簿を表に示した。

本審議会において、会長であった岡市友利委員（香川大学学長）の任期満了に伴い、会長代理の正田泰央委員が全会一致のもとに会長に選出された。さらに、正田会長が会長代理に中西弘委員を指名された。正田会長は、就任のご挨拶の中で、瀬戸内海が世界に比類のない景勝地であり、この環境を後代に継承するために、今後は、環境保全について、感性のみならず、科学や文化、さらには文明のあり方を視野に入れた議論をしていく必要があることから、審議会の任務のさらなる重要性を示された。

審議等の内容については、諮問・答申事項

は特段なく、変更した瀬戸内海環境保全基本計画の内容の報告のほか、瀬戸内海環境保全の現況、瀬戸内海も含めた閉鎖性水域の環境保全施策の展開状況（大阪湾の全窒素及び全磷に係る環境基準の水域類型の指定、水質の総量規制に係る総量規制基準の設定方法の改定）等について環境庁から報告し、質疑応答を行った。

最後に、兵庫県知事である貝原委員が、まず、先般の阪神・淡路大震災について、関係各位に感謝の念を表し、併せて本格復興に向けて改めて支援を求められた。さらに、貝原委員は、経済の高度成長期における瀬戸内海の環境悪化から今日の状況に改善するまでの経緯について、「瀬戸内海環境保全知事・市長会議」の結成、この働きかけによる臨時措置法の制定、さらに、「(社)瀬戸内海環境保全協会」、学術的研究を進めるための「瀬戸内海研究会議」及び、世界閉鎖性海域環境保全全会議（エメックス会議）の推進母体となるとともに、国際的な閉鎖性海域の環境保全活動を推進することを目的とした「国際エメックスセンター」の設立等積極的な取り組みが行われてきた旨の説明をされた。

## 5. おわりに

以上のように、瀬戸内海の環境は、その重要問題を審議会に諮問し、答申を受け、諸施策を実施して着実に保全されてきているものと確信している。

しかし、未だ赤潮が100件程度発生している等の状況であることから、今後とも、瀬戸内海環境保全の一層の推進のため、審議会及び各委員に対して随時ご指導を賜っていきたいと考えている。

最後に、関係各位には今後とも引続き環境行政にご協力・ご支援をお願いする次第である。

## 瀬戸内海環境保全審議会委員名簿

(平成7年10月1日現在)

氏名	現職名
麻生 渡	福岡県知事
榎並 英子	ノートルダム清心女子大学教授
小田 國雄	大阪薫英女子短期大学教授
越智 正	香川大学農学部教授
貝原 俊民	兵庫県知事
柿沼 忠男	愛媛大学教授
加治 隆	財団法人環境研究センター専務理事
金丸 昭治	広島工業大学教授
川野 田實夫	大分大学教育学部教授
木原 美知子	スイミングアドバイザー
小林 康彦	財団法人環境衛生センター専務理事
正田 泰央	財団法人国民休暇村協会理事長
須藤 隆一	東北大学教授
隅山 克己	全国漁業協同組合連合会専務理事
千葉 喬二	岡山大学農学部長
土田 正顕	国民金融公庫副総裁
寺島 泰	京都大学工学部教授
寺田 弘	徳島大学薬学部長
中西 弘	大阪工業大学教授
西村 美代子	財団法人エイボランタリーネットワーク会長
西山 知範	財団法人海難防止協会専務理事
馬場 道夫	財団法人農政調査委員会理事
平井 城一	香川県知事
福田 百合子	中原中也記念館館長
藤原 知明	山陽新聞社論説委員会委員
堀口 孝男	東京都立大学名誉教授
南 賢兒	関西経済連合会副会長
宮田 洋子	グラスミュージーズ代表
村岡 浩爾	大阪大学工学部教授
村上 健	財団法人下水道新技術推進機構専務理事
盛岡 通	大阪大学工学部教授
森下 郁子	財団法人淡水生物研究所所長
山本 博	四国経済連合会会長
渡辺 仁治	関西外国語大学教授

# 容器包装リサイクル法について

厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課

土 居 健 太 郎

## 1. 法律の背景

一般廃棄物の減量化・再生利用を巡る状況は非常に深刻である。一般廃棄物の排出量は、生活様式の多様化や消費意識の変化等に伴い年々増加し、平成4年度には5020万トンに達している一方、再生資源としての利用率は3.9%と産業廃棄物の約4割に比べ不十分である。最終処分場の容量の残余年数は、全国平均で8.2年、特に首都圏については4.6年と著しく逼迫している。また、処理施設の立地は困難な事態となっており、一般廃棄物減量化の決め手となる新リサイクルシステムの一刻も早い制定に関する要望が全国の地方公共団体から寄せられた。

我が国と同様に、廃棄物の最終処分場の確保に悩むフランス等においては、容器包装廃棄物について、容器包装を付した事業者が一定の責任を負うリサイクルシステムが既に導入されている。この動きはEU各国に拡大していく見通しであり、世界の潮流となりつつある。

このような状況を背景に、一般廃棄物の中で容積にして約6割、重量にして約2割と大きな割合を占め、また、技術的には再生が可能である容器包装廃棄物について、市町村による分別収集と事業者による再商品化等を促進するシステムを構築することにより、廃棄物の適正処理と資源の有効な利用の確保を図るため、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」が本年6月に成立した。

## 2. 法律の基本的な考え方

本法律では、現在、市町村により廃棄物処理が行われている一般廃棄物のうち容器包装廃棄物について、

①市町村は、容器包装廃棄物の分別収集を行う、②消費者は、分別収集に協力（分別排出）する、③事業者は、市町村が分別収集した容器包装廃棄物を自ら、又は指定法人やリサイクル業者に委託して再商品化するという役割分担のもと、そのリサイクルを推

### ●略歴



平成2年3月 北海道大学工学部大学院修了（どいけんたろう）  
平成2年4月 厚生省入省  
平成4年4月 環境庁企画調整局 地球環境部 環境保全対策課  
平成6年4月 現職

進し、容器包装を減らせば経済的なメリットが得られる仕組みを社会システムに組み込んでいくものである。

### 3. 法律の概要

本法律は、ガラスびん、缶、紙、プラスチック製のもの等、商品に付された全ての容器包装を対象としている。容器包装廃棄物の分別収集及び再商品化に関係するすべての者に対して責務を規定した。以下に具体的内容を示す

- ・事業者及び消費者は、反復使用が可能な容器包装の積極的な使用や買い物袋の持参などによる容器包装の過剰使用の抑制、再生品の積極的な使用に努める。
- ・国は、分別収集や再商品化等を促進するために必要な資金の確保、容器包装に関する情報の収集・整理・活用、研究開発の推進及びその成果の普及、教育活動や広報活動等を通じた国民の理解を深めることに努める。
- ・市町村は、容器包装廃棄物の分別収集に必要な措置を講ずるよう努める。
- ・都道府県は、市町村に対し、必要な技術的援助を与えることに努める。

#### スキーム

##### (1) 基本方針

主務大臣は、容器包装に係る分別収集及び再商品化を総合的・計画的に推進するため、これらに関する国としての基本的考え方を示す基本方針を作成・公表する。

##### (2) 再商品化計画

主務大臣は、基本方針に即し、市町村が分別収集した容器包装廃棄物（アルミ缶のように市町村が分別収集した段階で有価物となる

ものを除く。）の再商品化に関する計画を作成・公表する。

##### (3) 分別収集計画・分別収集促進計画

市町村は、基本方針に即し、かつ、再商品化計画を勧告して、容器包装廃棄物の分別収集に関する計画を作成し、都道府県に提出する。計画を作成した市町村は、当該計画に従って容器包装廃棄物の分別収集を行わなければならない。

また、分別収集を行う市町村は、容器包装廃棄物の分別を促進するため、排出量に応じた廃棄物処理手数料を定める等必要な措置を講じるよう努める。

都道府県は、基本方針に即し、かつ、再商品化計画を勧告して、容器包装廃棄物の分別収集の促進に関する計画を作成し、厚生大臣に提出するとともに公表する。

##### (4) 再商品化の実施

特定容器（びん、PETボトル等）について、特定容器利用事業者及び特定容器製造事業者は、その使用量又は製造量に応じて、再商品化しなければならない。なお、特定容器利用事業者と特定容器製造事業者との間の義務量の分担比率は、業種ごとに特定容器を用いた商品の販売額と当該特定容器の販売額の比率を基礎として主務大臣が定める率とすることとしている。一方、特定包装（包装紙等）については、特定包装利用事業者が自らの事業において特定包装を用いる量に応じて、再商品化義務量の再商品化をしなければならない。

特定容器利用事業者、特定容器製造事業者及び特定包装利用事業者が、自らの再商品化義務量の再商品化を指定法人に委託した場合は、再商品化したものとみなすこととしてい

る。なお、自ら又は指定法人以外の者に委託して再商品化を行う場合は、主務大臣の認定を受けなければならない。

#### (5) 指定法人

主務大臣は、民法第34条の規定による法人であって、(4)の義務を負う事業者の委託を受けて容器包装廃棄物の再商品化を適正かつ確実に行うと認められるものを指定法人として指定する。指定法人による再商品化義務の適正かつ確実な実施を確保するため、指定法人については、主務大臣が業務規程・事業計画の認定、業務の休廃止の制限、監督上必要な命令、報告の徴収、立入検査等必要な監督等を行うこととしている。再商品化能力を持たず、また独力で適切な再商品化事業者を見いだすことが困難な多くの特定事業者にとっては、フランスのエコアンバラージュ社等と同様に、事業者に代行して義務を履行するものが必要であると考えている。

#### (6) その他

##### 1) 再商品化により得られた物の利用義務等

分別基準適合物の再商品化により得られた物を利用することができる事業を行う者等に対し、現行「再生資源利用促進法」に定めるところにより、これを利用する義務等を課すことにより、再商品化を促進する。また、容器包装の製造段階において、事業者により材

料や構造に関する工夫が講じられることとなる。

##### 2) 中小企業への配慮

一定の小規模事業者については、法律の適用除外とする。また、適用除外される事業者以外の中小企業については、3年間の義務猶予を設けている。なお、小規模事業者が自らの判断で任意に再商品化を行うことを妨げるものではなく、関係事業者や地方公共団体に対しこの旨を周知し、小規模事業者が再商品化に取り組むことを促すよう努める。

##### 3) 施行期日

本法律は、公布の日から2年以内に施行する。ただし、主としてプラスチック製のもの及び主として紙製のものであって政令で定めるものの一部については、公布の日から5年以内に施行する。

#### 4. おわりに

上述のように一般廃棄物処理をとりまく状況はますます厳しさを増しているなか、本法は、これまでの「廃棄物を単に燃やして埋める処理」から循環型の処理への抜本的な転換に向けての大きな一歩を踏み出したものである。本法を実効あるものとするためには、消費者、地方公共団体、事業者等関係者の積極的な参加が不可欠であり、御理解と御協力をお願いする。

せとのうみ随想



立命館大学工学部  
教授

合 田 健

瀬戸の海を浄化する方策は多々あるが、そのうち国が行うCODの総量規制は、昭和53年に始まった歴史を持っている。今日まで3次に亘るCOD総量規制が行われたが、その結果を検し、続く第4次の、平成11年を目標年とする総量規制がスタートしようとしている。

この間において対象水域である東京湾、伊勢湾、瀬戸内海3水域のCODに顕著な変化があっただろうか、よく眼にする環境基準達成率のグラフは、各基準点の75%値の年平均を更に水域内で平均している。瀬戸内海につ

いてはここ最近、達成率がジグザグながら下がり気味である。これ迄のCOD総量規制は、閉鎖性海域の中でも人口、産業の集中度の高い水域、瀬戸内海で言えば大阪湾を主対象として来た。大阪湾を見る限り、環境基準点のCOD値は確かに下がって来ている。各環境基準点のCOD変化は環境庁で仔細に検討しているが、瀬戸内海での環境基準達成率の最近の低下は、主として西瀬戸の周防灘、豊後水道の1部沿岸測定の上昇に起因するようである。

今後、業種別のCOD規制値は幾たびかの専門委員会で十分検討されるだろうが、一般に挙げられる下水道の普及や浄化槽普及率向上などの他に、従来未規制だった日排水量の少ない特定排水源なども、規制対象に新たに加わるようなことも予想しておかねばなるまい。

魚を食う人々

去年はスリランカ、今年はインドネシアと熱帯アジアを旅する機会を得た。普段は日本市場にあふれる輸入水産物をいまいましく見ているわけだが、その産地の実情はどうなっているのかを見てこようというもの。マグロやエビ、フカヒレなどは知られているが、チリメンジャコまで空を飛んでくるのにはびっくり。現地の生態系を壊したり、食糧供給に支障が生じていないかという危惧もあった。

行って見て、百聞は一見に如かずというごとく、同じ魚を食うにしてもこうまで価値観が違うのかと再認識させられた。タイやマグロで値打ちがあるのは骨のほうで、身はおまけのような位置づけ。スパイスやハーブを活用して骨のダシで野菜や米を食うわけだ。所得水準や動物性蛋白質が貴重品である実情からして、植物主体の食事になるのはやむを得

ないが、風味の豊かさは新鮮さを売り物にする日本食を凌駕するものがあった。

身のほうは、苛酷な環境になって腐敗直前になりがちだから、早めにフィッシュボールに加工される。結果として、魚屋の店頭には塩干品と魚の頭ばかりになる。チリメンジャコもかなり塩辛いのは気になるが、調味料として考えれば巧く利用している。

明石の魚は確かにうまいが、新鮮な魚の食べやすい刺身を中心に、よいとこ採りばかりに走っているのではないか。魚をほんとうに大事に食っているのはどちらだろうと、反省させられた旅だった。



林崎漁業協同組合  
企画研究室長

鷺 尾 圭 司

## エメックス'90のその後



中国工業技術研究所  
所長

塩 沢 孝 之

1990年の世界閉鎖性海域環境保全会議（エメックス90）は、その後の展開をみると、我国・世界のこの分野に大きなインパクトを与えた出来事として評価できる。

その折、世界各地から著名な研究者が来日するから神戸だけでの帰国は勿体無いと考え、長崎と広島でフォーラムを企画した。最終的に同日開催となり、広島のみ参加となったが、広島にはメリーランド大学のマローン教授、ニース大学のマイネッツ教授、オランダのホークベック公共事業省局長に出席いただき「これからの瀬戸内海の利用と技術的課題」

のテーマで基調講演とパネルディスカッションを行った。終了後の懇親会にも100名を越す参加があり、私が最後に次のメリーランドでのエメックスに当地からも多数参加しようの締めで乾杯したことを良く覚えている。また、宮島観光とともに当所を見てもらい、夜の流川で飲み・歌いその後の交流を誓いあった。

その後、メリーランド大学、ニース大学とは情報交換と人的交流（相互訪問）を継続している。今年度はメリーランド大学と共同研究ということになりチェサピーク湾の調査に当所から4名参加するまでになった。この流れを今後も継続・発展させたいと考えている。この他、ブラジルのサントス湾を対象としたサンパウロ大学などとの国際共同研究も実施している。今後は東アジアの研究者をターゲットにして交流・連携を深めることを模索している。思えばエメックス90は当所にとっても一つの転機であったように見える。

## 大阪湾と環境管理規格

小学生の頃には堺市大浜海岸の遠浅で海水浴に親しみ、現在は西宮市香炉園浜でテニスを楽しむなど私と大阪湾とのつきあいは半世紀を超える。この間、戦後の高度経済成長に伴う開発により大阪市近辺の海水浴場はすっかり姿を消した。それどころか昭和40年代には、大阪湾のフェリーに乗ると悪臭が鼻をつき黒く汚れた水で一旦は死の海となったが、水質汚濁防止法による工場・事業場の排水規制と下水道施設の整備による生活排水の浄化等により大阪湾が次第に蘇ってきている。

今後の大阪湾の環境保全をどう進めてゆくのがよいのだろうか。

第一に、生活者の立場で考えると大阪湾の周辺都市と流域に住む市民一人ひとりが大阪湾（広くは瀬戸内海）を守る市民運動に参画しその輪を広げてゆくことである。数年前に米国ワシントンに近いチェサピーク湾を訪れた時、湾の周囲に住む人達が「チェサピークを救う会」

に入会し、ボランティアとして水質測定を受け持つなど市民の環境保護意識が高いのには感心した。湾の自然を守り美味しいチェサピークのカニを食べ続けるための活動でもある。

第二に、工場・事業場で働く産業人の立場としては、今後の規制緩和の時代に向けて自主的な環境保全への取組みが望まれている。折しも1996年秋には環境管理国際規格（ISO 14000シリーズ）がスタートする。各企業が自主的に環境方針を樹て、組織的に実践してゆく良い機会である。瀬戸内海に係わりの深い企業としては特に水質保全に高い目標を掲げて、事業活動を見直して欲しいと思う。

こうした対策の結果として再び大浜海岸や香炉園で泳げる日がくることを期待したい。



株式会社クボタ  
環境管理部理事

笹 徹

## 瀬戸に生まれ瀬戸に生き



環境庁水質保全局  
瀬戸内海環境保全室長

田部 和博

前任の小野寺室長の後を受け、8月1日付けて瀬戸内海環境保全室長を拝命しました。

昭和30年代の高度経済成長期、瀬戸内海の環境が大きく変化しましたが、広島県の海沿いの町に生まれた私にとってその時期が少年期と重なります。当時はまだプールはほとんど無かったので、泳ぎは海辺で習いました。少し沖の藻があるところはオコゼに刺されるので行かないようにといわれたことを覚えています。釣りを覚えたのも近くの海で、ハゼやキス、ベラなどの小魚をよく釣りに行きました。しかし昭和40年頃から、日頃親しんできた海の汚濁が問題化されるようになり、海の遊びから次第に遠ざかっていったことを思い起します。

瀬戸内海の環境保全の特別立法が制定されたのは昭和48年、その翌年、私は環境庁に入

りました。これまでは、専ら自然保護の仕事をしてきましたが、今回、縁あって瀬戸内海の環境保全の仕事に携わることとなりました。

着任早々、徳島市での瀬戸内海環境保全知事市長会議、続いて山口市での瀬戸内海研究フォーラムに出席させていただきました。これらの会議を通じて、「瀬戸内海地域」という一定の地域概念のもとに行政、研究者、住民活動など幅広い連携が取られ、地域の環境保全を目的とした様々な活動が展開されることを知った次第です。全国的にみてもこの様な環境保全のための地域的な立法措置、各方面の組織化、連携等がなされている地域は珍しいと思います。これは一時期の危機的状況を克服するため、諸先輩が苦勞して考え、行動されてきた功績に他ならないと思います。

瀬戸内の環境保全を率先して進めていく仕事に就き、責任の重大さをひしひしと感じています。瀬戸内海の自然や文化を広く知るにつけ、それらが私の人間形成にも深く関わっていると感じ、大いにお世話になった瀬戸内海に何とか報いたいという気持ちで一杯です。関係者の皆様のご指導、ご鞭撻を宜しくお願い致します。

## 海想う気持ちと正しい知識を

私は仕事から海外へ出かけることも多いのですが、美しい海と言えば思い出すのがメキシコのユカタン半島からさらに船に乗ってたどり着ける「イスラ・ムヘイレス」という島のこと。「女の島」という意味の島なのですが、どこまでも澄んだ水、さらさらとこぼれる砂、珊瑚……。言葉では言い尽くせないほどに美しいです。そこでたまたま3人の女の子に出会ったのですが、彼女たちが歌を教えてくださいました。その内容というのが「私たちの海イスラ・ムヘイレス すばらしい海あなたと歩きたい海」と、自分たちの海を絶賛する歌なのです。美しい海にも感動しましたが、それを住民が大事にし、自分たちの海を愛する気持ちが自然に歌になって口ずさんで

いるということに胸を打たれました。

日本でも幼い頃から海の素晴らしさ、怖さを体験的に教え、「イスラ・ムヘイレス」のように誰もが海を想い、海を愛し、海を大切にしようになれば、と願わずにはいられません。そうすれば、海を汚したりすることもないと思うのです。何も教えず、大人になってから「海のことを知りなさい、大事にしなさい」では、無理です。海を守るということは、きちんとした知識を持つところから始まるのではないのでしょうか。



中央環境審議会  
水質部会委員

岸 ユ キ

## 西瀬戸の範囲と地域特性について



広島大学経済学部教授

戸田 常一

### 1. はじめに

「瀬戸内海は一体として捉えられるべきである。」このように考えている筆者にとって、今回の「西瀬戸」に限定した特集に少なからず戸惑いをおぼえている。

今日は、戦後の高度経済成長期にみられた瀬戸内沿岸における個々の地域ごとのバラバラともいえる産業立地展開の時期とは情勢は大きく変化している。瀬戸内地域を東や西に分割してそれぞれの地域を検討することは、海流や生物連鎖の面からみた一体的把握の重要性や、環境保全の面からみてまとまった閉鎖性水域として瀬戸内海をとらえる必要性と逆行することになりかねない。また、経済社会のグローバル化の進展のもとで、瀬戸内海を西日本を特徴づける大事な資産として考えるならば、関西と九州の間に、中国四国地方の連携を核とした広域的な瀬戸内経済文化交流圏の創生が重要であり、それによって瀬戸

内海をベースとして西日本の一体的な発展も構想できるようになる。

このように考えるならば、西瀬戸地域の範囲も、行政境界のように厳密に定めるのではなく、自然、経済、文化等のテーマによってその都度便宜的に設定することが好ましい。本特集のねらいも、単に「瀬戸内海の西方面」の自然と環境を紹介することにあると軽く考えたい。

### 2. 西瀬戸の範囲に関連して

瀬戸内海は、一般に紀伊水道から大阪湾を含んで淡路島から以西、伊予灘から西へ関門海峡に至る本州・四国・九州に囲まれた海域として定められる。また、1973年に制定された「瀬戸内海環境保全臨時措置法（略称、瀬戸内海法）」においては、図-1に示すように、河川による陸域と海域との関係を重視して一部陸域を含め、また、海流の関係により

- 略歴 1951年6月 大阪府生まれ（とだ つねかず）  
1976年3月 京都大学大学院工学研究科修士課程修了  
1976年4月 京都大学工学部助手。その後講師、助教授  
1991年2月 広島大学経済学部附属地域経済研究センター助教授  
1993年4月 広島大学経済学部教授  
環境関係委員 (1) 瀬戸内海研究会議理事、企画委員  
(2) 中国経済連合会瀬戸内海部会、ワーキング部会長  
著 書：「計量都市計画」（丸善）、「都市の公共交通」（技報堂）ほか（いずれも執筆分担）

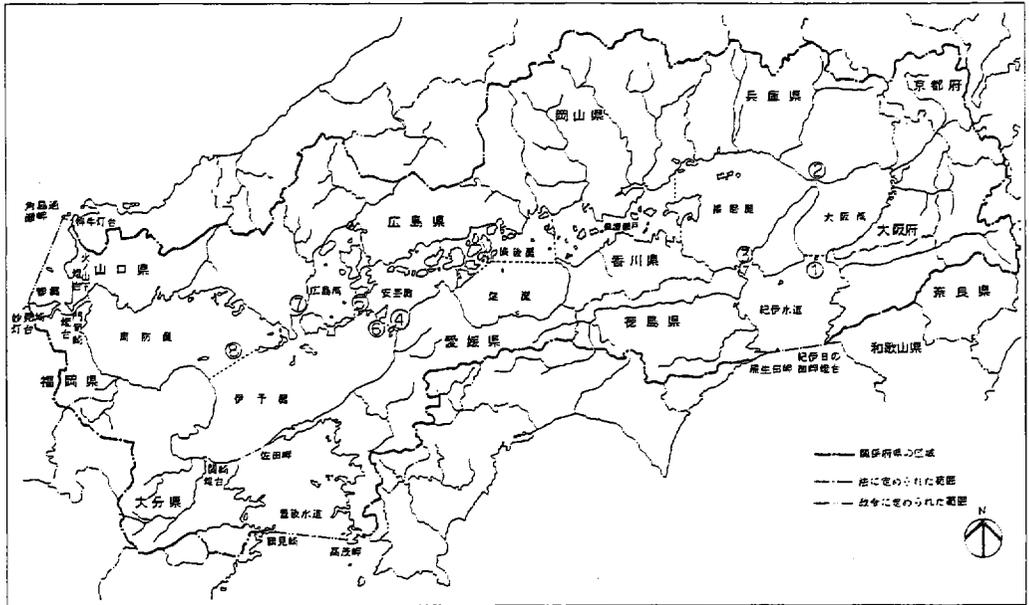


図-1 瀬戸内海と関係府県の区域（環境庁作成）

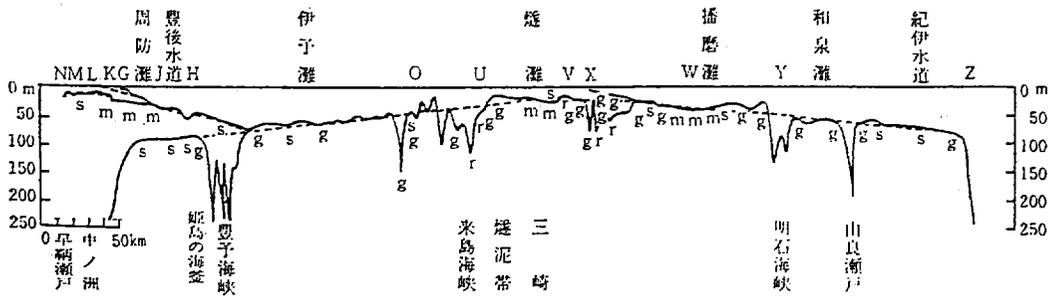


図-2 瀬戸内海の沖積統基底面（桑代，1959；前川，1972）

関門海峡を超えた響灘や、佐田岬以南の豊後水道が含まれる。

さて、瀬戸内海の地形をみると、図-2に示すように、瀬戸内海に海水が侵入する以前の氷期には、備讃瀬戸を分水界として東と西に河川が流れていたようである。また、現在最も水深が浅いのはこの備讃瀬戸と燧灘の地域である。水深からみても、このあたりで東と西に分かれている。また、瀬戸内海は、南北は18-55km、東西は約450kmの東西に長い内海である。山陽側の海岸に沿って直線距離で測ってみれば、東西の中間点は尾道市のあたりであり、山陽新幹線に沿って測ると三

原市付近である。いづれにせよ、備後灘、燧灘と安芸灘の間に位置する芸予諸島を境として東と西に分けられる。さらに、瀬戸内の気候は穏やかといわれるが、これは瀬戸内沿岸での晴天日数の多さをいったものである。瀬戸内沿岸部のほぼ全域で雨天は年間100日を下回るが、小豆島から周防大島あたりまでは90日以下であり、上述の芸予地域で80日以下と、日本で最少である。気候面からみると、東西に2分するとなると芸予地域が境となりそうである。

しかし、瀬戸内海を単に2分するのではなく、東瀬戸、中央瀬戸、西瀬戸と3分する方

が自然かもしれない。最も瀬戸内海らしい気候を示す備讃瀬戸から安芸灘・広島湾までを中央瀬戸とし、それより以東を東瀬戸、以西を西瀬戸とわけることもできる。瀬戸内海のもつ風光明媚さは白砂青松な海岸と明るい海に浮かぶ多島景観に代表されるであろう。この中央瀬戸の範囲には、備讃諸島、塩飽諸島、芸予諸島、防予諸島、そして宮島をはじめとする広島湾内の島々がすべて含まれる。もっとも瀬戸内海らしきをもつ地域は、これを一体として捉えた方が望ましい。この地域を東西に分割した構想は瀬戸内海にはそぐわない。また、この中央地域は、岡山・倉敷、高松、松山、広島という個々に自立した中国・四国地方の主要な都市に囲まれている。芸予諸島はちょうどその中央に位置し、その中の大三島には瀬戸内海の守護神をまつる大山祇神社がある。現在、この地域に本四架橋が建設中であり、尾道と今治と芸予の島々が結ばれようとしている。このように、この中央瀬戸は今後の展開によっては、新たな瀬戸内経済文化圏の創生をリードできるポテンシャルを十分備えていると考える。

このように、瀬戸内海を2分するか、3分するかによって、広島湾や安芸灘を西瀬戸か中央瀬戸のどちらに入れるかの論議は残る。しかし、以下では、「瀬戸内海の西方面」を広く紹介するため、芸予諸島より以西すべてを西瀬戸として捉えることとする。

### 3. 西瀬戸地域の特性について

西瀬戸地域の特徴は経済社会面を中心として、次の7項目としてまとめることができよう。

第1に、この地域は、経済面で比較的大きく成長してきた関西と北九州の両地域の間

位置している。しかし瀬戸内海の西方面であるため、戦後の日本経済の高度成長をリードした東京や大阪などの中枢地域とは地理的に遠く、その受益を直接被ることは少なかった。一方、朝鮮半島や中国大陸に近く、その地の利をいかした地域発展も戦前まではみられたが、戦後は大陸からの影響は北九州に留まり、関門海峡を超えてくることは少なかった。

第2に、全国レベルからみた西瀬戸の捉え方にこの地域の特徴が反映されている。1969年に策定された新全国総合開発計画においては、全国の経済成長を資源確保の面で支援するために大規模工業基地開発構想が提案された。これは、石油の安定供給を確保するために、外洋に面した遠隔地に超大型タンカーの入港可能な大規模原油基地を整備し、石油パイプラインを建設するという構想であり、西瀬戸は青森県のむつ小川原とともにその適地として指定されたのである。全国レベルでの西瀬戸の位置づけはこのようなものであった。これは周防灘総合開発計画とも呼ばれるが、その後の公害反対運動の高まりを受けて、西瀬戸での計画は全面的に見直された。

第3に、地域経済を支える立地産業の構造不況が顕著である。西瀬戸地域をこれまで支えてきた産業の多くは、昭和30年代以降に他地域より誘致してきた重厚長大型の装置産業であり、最近のアジアNIESやASEANの発展と競争力強化により、これまでのような操業は維持できなくなってきた。化学工業、石油・石炭製品、鉄鋼業、パルプ・紙・紙製品などである。さらにマツダの自動車生産削減は、広島や防府の地域経済にダメージを及ぼしつつある。

第4に、地域を支える産業間に内部連関が

少なかった。西瀬戸地域の沿岸には、東京や大阪に本社を構える大企業の工場が、個々に立地してきた。これらの多くは大都市の高次中枢機能に直結した現業部門であり、地域内部において相互連関を強めることはほとんどなかった。

第5に、上述の内部連関が生まれなかった別の理由として、西瀬戸の交通条件の悪さが指摘できる。内海である周防灘、伊予灘などは比較的広く、まとまった地域としてはみなしがたかった。また、陸路では、山陽新幹線以外には、九州の日豊本線や四国の予讃線などの在来線の改良整備は遅れ、高速道路の建設状況も必ずしも十分ではない。また、既に建設されている中国自動車道や山陽自動車道も必ずしも沿岸域を通過していない。

第6に、関係する地方自治体の数が多すぎることにより、相互の調整とリーダーシップのとり方の問題がみられる。1982年以来、西瀬戸経済圏関係知事会議が定期的に開催されているが、そこには7県が参加している。愛媛、広島、大分、福岡、山口の5県に加え、宮崎と高知の2県が入っている。そこでは、高速交通体系の早期実現や、広域文化交流・情報通信網の形成などが共同で提案されている。1992年には、この会議で、瀬戸内海学会の設置も提案されている。しかし、このような提案をいくら行っても、多くの自治体がかかわることによりそれらの実現に様々な困難が生じるようになる。

第7に、第6のことは中国・四国・九州の3つの地方ブロックにわたることにもあてはまる。1987年の第四次全国総合開発計画では、この西瀬戸地域は、青函地域とともに「インターブロック交流圏」とし位置づけられ、そ

の中での、広域交流の必要性が強調された。これは、広島―松山、広島―大分のコミュニティー航空路線の運営にみられる地域の活動を評価したものと解釈することもできるが、それ以上に、真剣に広域交流の展開を進めなければ、経済発展の谷間になってしまうとの指摘として真剣に受け取るべきであろう。

#### 4. おわりに

西瀬戸は、産業立地や経済発展などの面ではなかなかまとまりにくい地域である。中国地方では、広島市を中心とした広域経済圏や広域交流圏の形成に向けての施策展開は見られ、周辺諸都市との交流も活発である。一方、四国では、1910年の宇高連絡船の運行以来、高松市が四国の表玄関であり、本四架橋児島―坂出連絡橋の開通によっても愛媛県はあいかわらず東方面を意識し、最近では、西の豊予海峡を見つめている。しかし、一方、本四架橋尾道―今治ルートが全通が近づき、瀬戸内海をはさんだ広島県との交流が活発になりつつある。特に、広島と松山を陸路で結ぶ構想を含めて、今後の広域交流の展開が期待される。さらに、九州の瀬戸内沿岸との交流も交通条件の改善に伴って活発となるだろう。また、九州北部地域や山口西端地域は朝鮮半島や中国大陸への表玄関であり、その背後の西瀬戸や瀬戸内の地域はその玄関機能の強化にも大きく支援できるであろう。このように様々な課題をもつ西瀬戸の将来を構想することは、瀬戸内海、さらには日本全体の将来を構想することに通じると考える。

#### 参 考 文 献

- (1) 小坂淳夫編：瀬戸内海の環境，恒星社厚生閣，1985年4月

## 広島湾の富栄養化による水質汚濁特性



広島県保健環境センター

清木 徹

### 1. はじめに

広島湾は瀬戸内海の中でも富栄養化が進行しており、夏期になるとプランクトンが増殖し水質が悪化する。これらの富栄養化を抑制し湾水質の汚濁の効率的な対策を図るためには、水域の富栄養化レベルの把握や富栄養化機構の解明、さらに汚濁負荷量の削減効果や水質将来予測を行うための富栄養化シミュレーションモデル等の検討が必要となる。そこでこれまで同湾の富栄養化に関連するこれらの各種の調査を継続的に行ってきたので、その結果の概要について報告する。

### 2. 湾の特性

広島湾は瀬戸内海の西部に位置し、南北約50km、東西約30kmの楕円形の湾で面積は約1,000km<sup>2</sup>、平均水深は約25mである。流域面積は3,250km<sup>2</sup>で平成4年現在で194万人の流域人口をかかえ、下水道の普及率は42.7%である<sup>1)</sup>(図-1)。

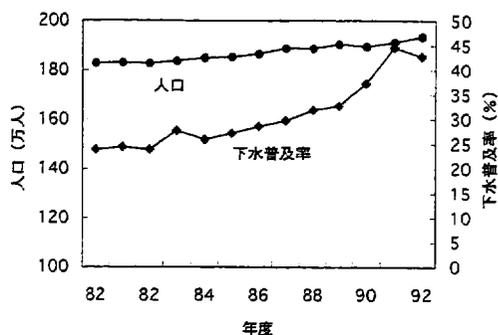


図-1 広島湾の流域人口及び下水道普及率

地形的な特性としては、南部、東部を屋代島、倉橋島に囲まれ、湾全体が湾外水と隔てられている上に、湾北部は厳島、江田島により二重に封鎖され、きわめて閉鎖性の強い水域を形成している。また、湾の最奥部は人口密度の高い広島市が位置し、水域の富栄養化が進行しやすい条件を満たしている。広島湾の現地観測や水理模型による湾の水域特性区分を図-2に示すが、これらの地形を反映したのものとなっている。このような閉鎖的な地形や汚濁負荷を反映して、広島湾北部は瀬戸内

- 略歴 1946年生まれ(せいき とおる)
- 1970年 広島大学工学部化学工学科卒業
- 同年 広島県衛生研究所付属公害研究所入所
- 1991年 保健環境センターに名称変更

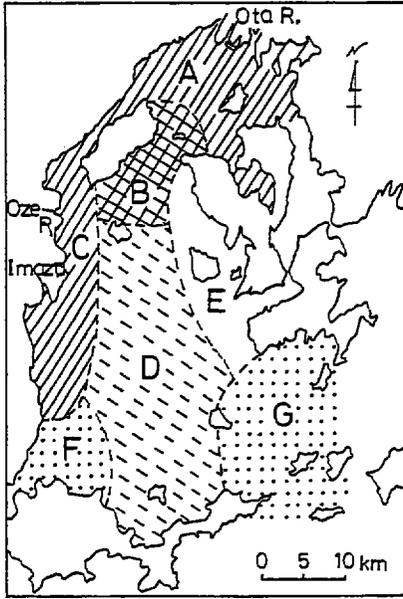


図-2 広島湾の水域特性<sup>2)</sup>

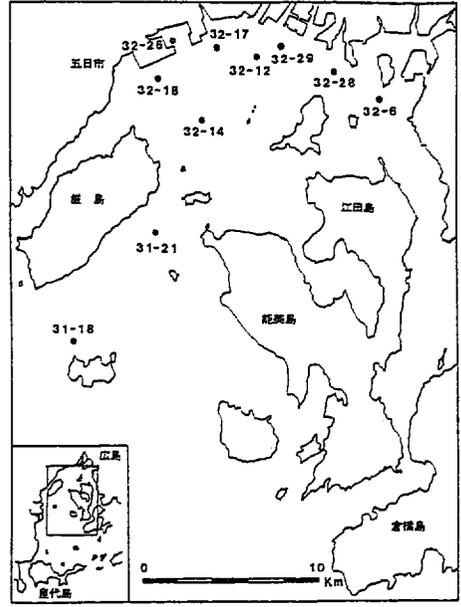


図-3 広島湾公共用水域常時監視調査地点 (広島県分)

海の中でも大阪湾と並んで富栄養化が進行している水域であると言える。

### 3. 湾内の水域環境汚染の変遷及び実態

透明度を汚濁指標として湾水質の変遷を考察すると、1950～70年にかけて顕著な低下が認められ、70年以降はほぼ横這い状態が続いている<sup>3)</sup>。

図-3～5に湾北部における公共用水域常時監視調査地点及び各地点における水質(年間平均値)の経年変化<sup>4)</sup>を、また図-6には湾への流入負荷量<sup>5)</sup>の変化を示す。瀬戸内海では1978年から企業系排水の総量規制が実施され、広島湾でも過去3度に渡ってCOD負荷の約1/2がカットされたにもかかわらず、湾内水質は改善傾向が認められず、有機汚濁の指標であるCODの環境基準が維持されない状態が続いている。この原因は湾の富栄養化にあると考えられる。

そこで、1978年から富栄養化が進行している湾北部の水域を対象にして汚濁の実態調査

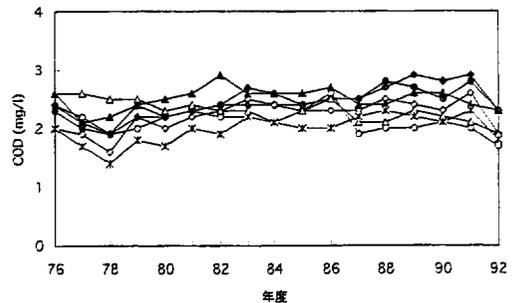


図-4 常時監視測定地点COD経年変化

- : ST.32-6
- ◇ : ST.32-14
- △ : ST.32-28
- \* : ST.31-21
- : ST.32-12
- ◆ : ST.32-18
- ▲ : ST.32-29

や炭素、窒素、リン等の富栄養化関連物質の水系内での挙動調査を実施してきた。調査地点は図-7の4地点であるが、調査内容に応じて随時地点を変更した。

図-8に透明度<sup>6)</sup>とクロロフィルの季節変動を示す<sup>7)</sup>。湾水質は夏期になると沿岸域で慢性的に着色がみられ、透明度も1m以下に低下することが多いが、冬期になると回復する規則的な季節変化を繰り返す。透明度が低下する時期にはChl. aや懸濁態有機炭素

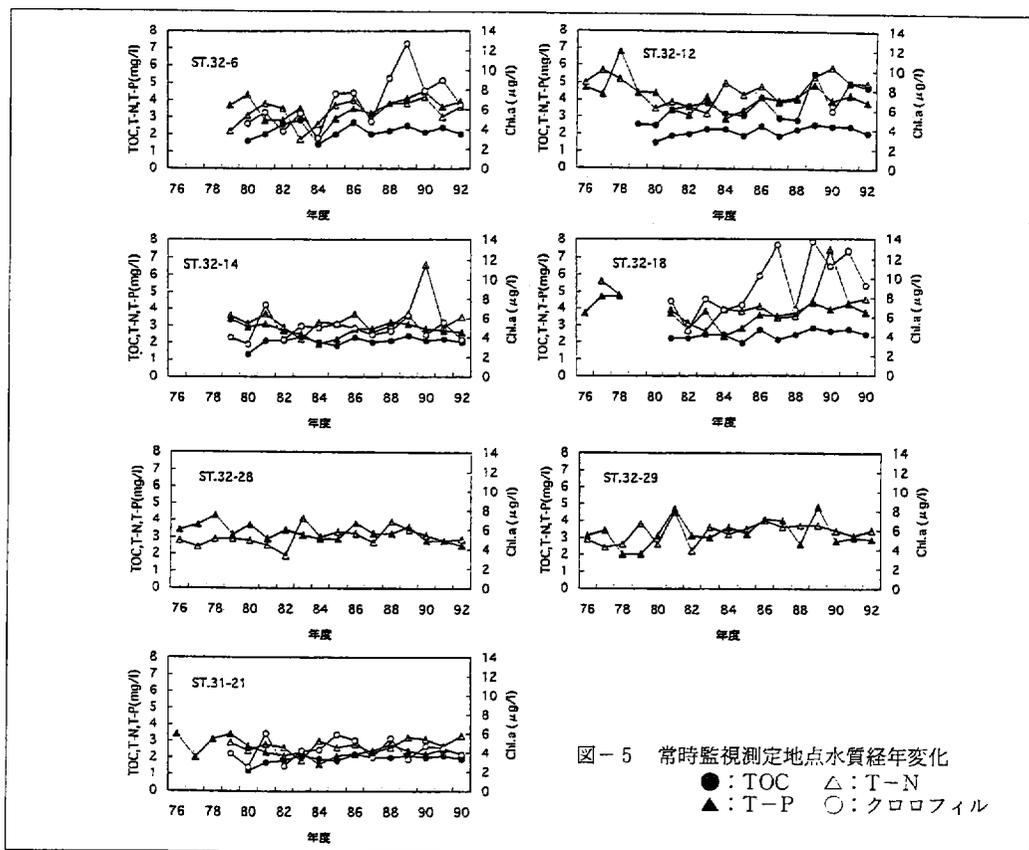


図-5 常時監視測定地点水質経年変化  
 ● : TOC    ▲ : T-N  
 ▲ : T-P    ○ : クロロフィル

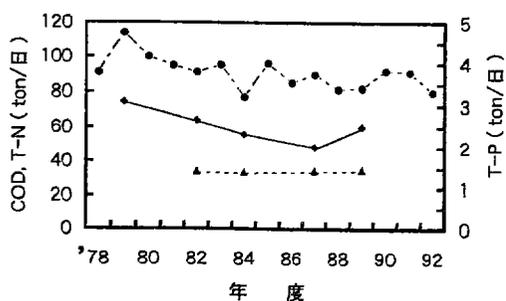


図-6 広島湾への流入汚濁負荷  
 ● : COD流入負荷量, ▲ : T-N発生負荷量,  
 ◆ : T-P発生負荷量

(POC) 濃度が増加し、水質の悪化が植物プランクトンの増殖に起因するものである事が推察される。表層部における水中懸濁物 (POM) の平均的な C : N : P 組成比は 99:15:1 で Redfield<sup>9)</sup>らが提唱している植物プランクトンの組成比 106:16:1 とかなり一致している<sup>9)</sup>。

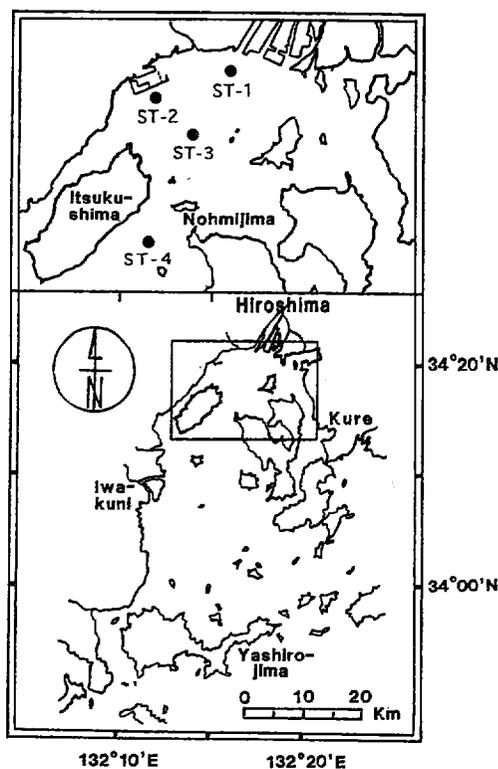


図-7 広島湾富栄養化調査測定地点図

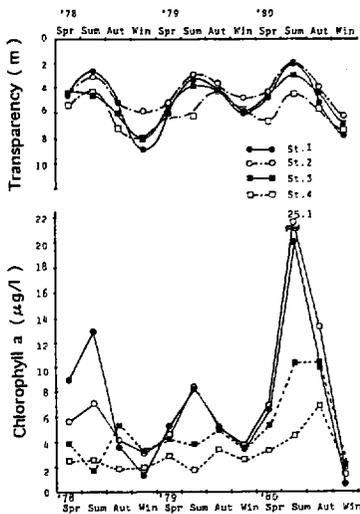


図-8 湾内水質汚濁の季節特性

また夏期には水温及び塩分の垂直分布から表層4～5m層において強い躍層が認められ、下層への溶存酸素の供給が制限されるため底層に貧酸素水塊が形成される(図-9)。底層の貧酸素化は7月頃より徐々に進行し、9月初～中旬にかけて最も悪化する<sup>10)</sup>。表-1に酸素濃度と生物との因果関係を示すが、DO=4mg/l前後から生態系への影響が出始め、2mg/l以下では生存が難しいとされている<sup>11)</sup>。夏期には沿岸から5km付近の範囲にわたってDO=2mg/l以下の水域が観測され、広島湾の貧酸素化が問題レベルにあることが指摘される。

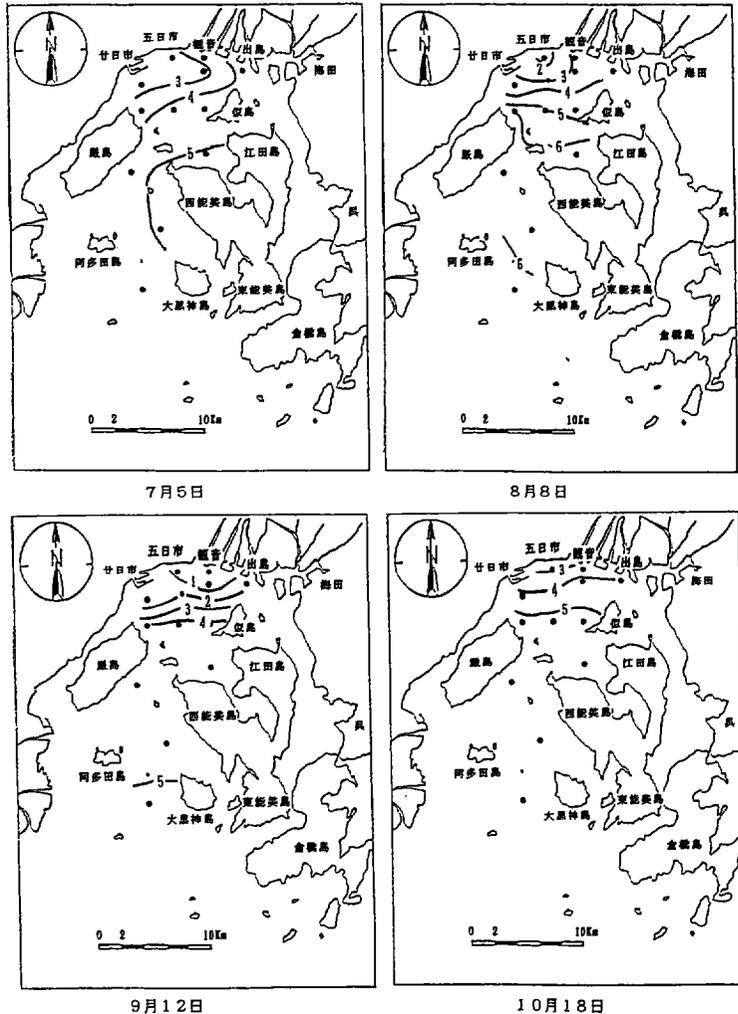


図-9 底層(B-0.5m) DO濃度の実態(1990年度, 単位mg/l)

表-1 底生生物に対する水中溶存酸素の影響

内 容	DO濃度	
	mi/l	(mg/l)
1. 魚介類を致死させる酸素濃度		
(1) 底生魚類の致死濃度	1.5	(2.0)
(2) 甲殻類の致死濃度	2.5	(3.3)
(3) 魚類、甲殻類に生理的変化を引き起こす臨海濃度	3.0	(4.0)
(4) 貝類に生理的変化を引き起こす臨海濃度	2.5	(3.3)
2. 貧酸素と底生生物の生理、生態的变化		
(1) 底生生物の生存可能な最低濃度	2.0	(2.7)
(2) 底生生物の生息状況に変化を引き起こす臨海濃度	3.0	(4.0)
3. 漁場形成と底層の酸素濃度に関する検討		
(1) 底生魚の漁獲に悪影響を及ぼさない底層の酸素濃度	3.0	(4.0)

また湾内の底質については瀬戸内海環境基本調査<sup>12)</sup>で瀬戸内海全体の底泥有機汚染マップが作成されているが、広島湾は水質の汚染を反映して、瀬戸内海の中でも最も汚染が進んでいる水域の1つとなっている。

湾北部の水中の窒素、リン濃度は海域の環境基準で評価するとIII類型(図-5参照)に属しており、また吉田<sup>13)</sup>の海域における富栄養化階級区分に従うと、富栄養領域を超え、すでに過栄養領域に該当している。

#### 4. 湾北部水域における炭素、窒素、リンの物質収支

水域の富栄養化機構を解明するためには水系内での栄養塩の物質収支を把握することが重要なポイントとなるため、水系内での栄養塩の循環過程を1)一次生産過程、2)懸濁態有機物の沈降過程での分解無機化、3)底泥表層に堆積した有機物の代謝分解及びそれに伴う底泥からの栄養塩の溶出の3つのプロセスに大別し各プロセスごとの栄養塩の物質収支や挙動特性を把握した。

##### 4. 1 一次生産量

一次生産量は、各季節ごとに現場の4層

(0, 3, 5, 10m層)に1ℓの明暗ビンを用いるし、容器内のDO濃度の経時変化から求めた。

表-2に各地点ごとの4年間の平均値を示す<sup>14)</sup>。広島湾における純生産量(PN)は1.2~1.8g/m<sup>2</sup>/日の範囲で、富栄養化が進行している伊勢湾、三河湾とほぼ同レベルであった。季節的には水質が最も悪化する夏に比べ、春、秋の方が純生産量が大きい季節特性を示す。夏期に純生産が低い理由は、春からの植物プランクトンの増殖により栄養塩は消費され、特にリン酸態リンが枯渇状態になることと、水温が増加し呼吸によるロスが増大するためである。

表-2 湾北部水域の一次生産量

地点	春	夏	秋	冬	平均
PG	4.3	2.9	3.0	2.1	3.1
St.1 R	1.7	2.1	0.5	0.9	1.3
PN	2.6	0.8	2.5	1.2	1.8
PG	3.5	3.3	2.4	2.0	2.9
St.2 R	0.9	2.6	0.9	1.0	1.0
PN	2.6	0.7	1.5	1.0	1.5
PG	3.9	3.3	2.6	2.2	2.2
St.3 R	0.7	2.3	1.0	0.8	1.2
PN	3.2	1.0	1.6	1.4	1.8
PG	1.3	2.5	3.0	1.1	2.0
St.4 R	0.6	1.3	0.8	0.3	0.8
PN	0.7	1.2	2.2	0.8	1.2

注) PG: 総生産量 PN: 純生産量 Unit: g-C/m<sup>2</sup>/d  
R: 呼吸量

##### 4. 2 水中懸濁物の分解及び底泥への堆積

水中での懸濁物の挙動を調べるためプランクトンネットを用いて懸濁物を捕集し、室内で分解実験を行った。プランクトン由来の懸濁態有機物は易分解性と難分解性の成分からなり、前者が全体の7割程度を占めていた。一次反応式に従って易分解成分の分解速度定

数を求めた結果を表-3に示す<sup>15)</sup>。

表-3 各深度で採取した水中懸濁物の分解速度定数 (20°C)

実験 番号	水深	分解速度定数 (day <sup>-1</sup> )	
		k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>
1	0	0.148	
	30	0.184	
2	0	0.078	
	0	0.189	
3	15	0.203	
	30	0.114	
5	0	0.124	
	0	0.099	0.117
7	15	0.132	0.129
	30	0.099	0.092
8	0		0.243
	0	0.173	0.156
9	15	0.173	0.162
	30	0.200	0.164
10	0	0.100	0.097

k<sub>1</sub>: POCの減衰曲線からの計算値

k<sub>2</sub>: TOCの減衰曲線からの計算値

懸濁物の分解速度は大きく、速度定数は約0.1~0.2日<sup>-1</sup>の範囲であった。この事は懸濁物中の分解性成分は20~30日間でほぼ完全に分解し、残りの難分解性の成分が未分解のまま底泥に堆積する事を意味している。

一方、懸濁物の沈降速度や底泥への堆積量を推定するために行ったセディメント・トラップによる沈降物の捕集調査の結果から、水中懸濁物濃度の高い時期とトラップ捕集量の多い時期に違いがある事が確認された<sup>16)</sup>(図-10)。その傾向は表層(5m層)のトラップ捕集量で顕著であった。捕集量から推定した懸濁物の沈降速度を図-11に示す。沈降速度は海水の成層期(4月~8月)には0.5m/日以下と低いが、海水の循環が始まる9、10月には鉛直循環流に乗り4~6m/日の速度で一気に沈降する様子が観測された。

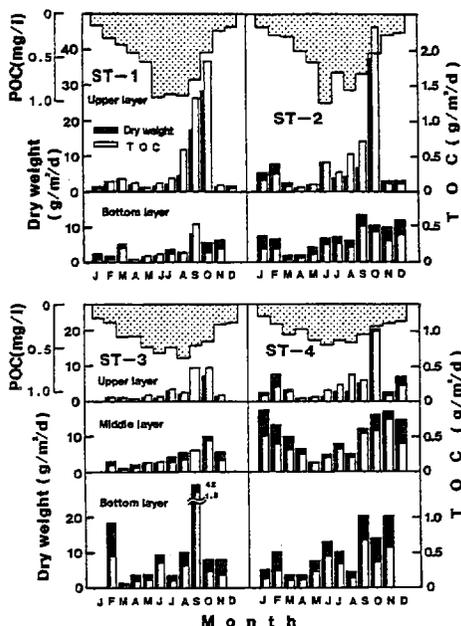


図-10 表層水のPOC濃度とセディメント・トラップによる水中懸濁物の沈降量の関係

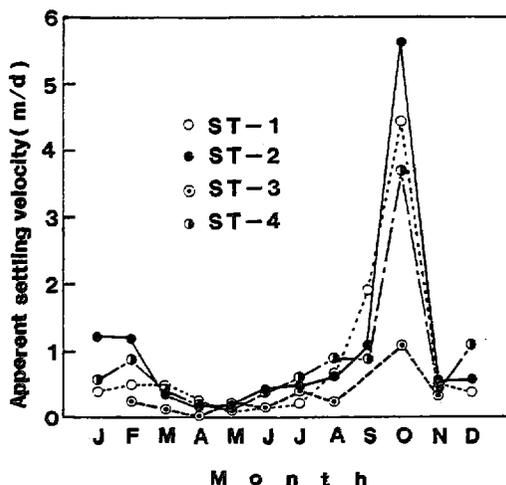


図-11 セディメント・トラップによる懸濁物の見掛けの沈降速度

次に底層におけるトラップ捕集量から推定した湾北部における水中懸濁物の年間の堆積量を表-4に示すが、これらの結果と一次生産量(表-2)を比較すると、底泥への堆積量は生産量の約2割程度に相当している。

表-4 セディメント・トラップ捕集量から推定した懸濁物の底泥への堆積速度

地点	堆積速度 (g/m <sup>2</sup> /yr)			
	乾重量	TOC	T-N	T-P
ST.1	1200	61	8.4	1.6
ST.2	2700	93	13	2.9
ST.3	3700	110	15	3.6
ST.4	3700	110	14	3.3

#### 4. 3 底泥での有機物の代謝分解及び栄養塩の溶出

内径300mm, 高さ235mmの円筒型のベルジャーを現場底泥上に設置し, DO濃度と栄養塩濃度の経時変化を観測することにより, 底泥表層の有機物の分解速度(酸素消費速度, SOD)と泥からの栄養塩の溶出速度を同時に測定した。ジャー内のDO及び栄養塩濃度は経時的に直線変化を示すので, 直線勾配からこれらの速度を算出した。またこれらの現場観測時に柱状泥を不攪乱状態で採取し, 実験室でも現場温度に保って酸素消費速度を並行測定した<sup>17,18)</sup>。これらの結果をそれぞれ表-5, 6に示す。地点2~4では船舶の往来が激しいため基準地点から少しずらして調査を行った。

表-5 湾北部水域における底泥の酸素消費速度

地点	SOD (g-O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /日)				
	春	夏	秋	冬	
St-1	1985年 A	-	0.47	0.40	-
	B	-	0.40	0.51	0.24
1986年	A	0.35	0.45	0.29	-
	B	0.25	-	-	-
St-2'	1985年 A	-	0.61	0.53	0.28
	B	-	0.45	0.43	0.23
1986年	A	0.37	0.41	0.49	0.20
	B	0.31	0.45	-	-
St-3'	1987年 A	0.27	0.3	0.38	0.21
	B	0.26	0.32	0.30	0.20
1988年	A	0.28	0.28	0.48	0.19
	B	0.24	-	-	-
St-4'	1987年 A	-	0.34	-	-
	B	0.22	0.37	0.30	0.10
1988年	A	0.4	0.48	-	0.20
	B	0.27	-	-	-

注) -: 欠測, A: 現場測定, B: 室内測定

表-6 湾北部水域における底泥からの栄養塩の溶出速度

地点	N (mg/m <sup>2</sup> /d)				P (mg/m <sup>2</sup> /d)			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
ST.1	8.3	39	20	8.3	1.5	13	2.1	0.7
ST.2	8.7	44	47	3.3	2.2	15	9.7	0.4
ST.3	8.7	22	26	20	2.2	7.4	7.4	1.5
ST.4	13	33	35	21	3.0	10	11	3.1
平均	9.7	35	33	21	2.2	11	7.6	1.4

底泥の酸素消費速度は現場及び室内測定値がほぼ一致し0.10~0.61g-O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/日の範囲で, 泥温が上昇する夏, 秋は春, 冬に比べ2~3倍大きな値を示した。

底泥からの栄養塩の溶出速度はD I Nが9.7~35, D I Pが1.4~11mg/m<sup>2</sup>/日の範囲であり, 季節変動はS O Dと同様に, 泥温が増加し底泥が嫌気的な状態となる夏, 秋にかなり増加する事が確認された。

#### 4. 4 炭素, 窒素, リンの物質収支

湾内の炭素, 窒素, リンの挙動を上述の1)~3)のプロセスに分けて調査し, それらを有機的に関連づけて水系内の物質収支を求めたものが図-12, 13である<sup>19)</sup>。図-12において, 湾北部での原単位から求めたTOCの陸上負荷は18ton-C/m<sup>2</sup>/日(この値は呉, 大竹地区の負荷を除外した値で, それらを含めると38ton-C/m<sup>2</sup>/日となる)であるのに対して, 一次生産量は270ton-C/m<sup>2</sup>/日であり, 湾北部の有機汚濁の大部分が一次生産起源のものであることが分かる。また水中で合成された有機物は比較的短期間の内に分解無機化され, 一次生産で取り込まれたN, Pの75~80%が沈降過程で再び水中に回帰しているものと推測される(図-13)。

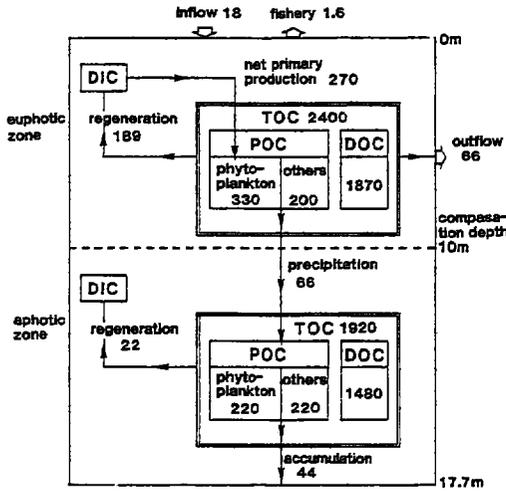


図-12 湾北部水域における炭素の物質収支  
フレーム内は現存量 (t),  
矢印は移動速度 (t/日)

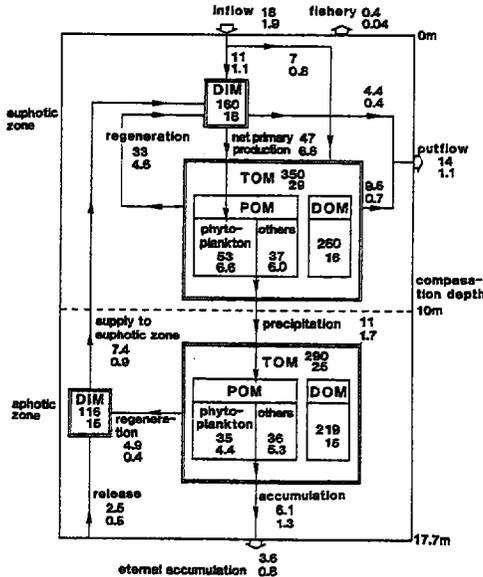


図-13 湾北部水域における窒素 (上段) とリン (下段) の収支  
フレーム内は現存量 (t), 矢印は移動速度 (t/日)  
TOM: 全有機物質, DIM: 溶存態無機物質  
DOM: 溶存態有機物質, POM: 懸濁態有機物質

## 5. まとめ

従来のポイントソース型の汚染は、ある程度進行しても汚染対象物を規制すれば浄化作用により環境汚染は何とか回避出来たが、富栄養化による水質汚染は栄養塩が水系内で循環、拡散するため浄化作用の効果がなく、汚

染は徐々に進行し、しかも影響範囲が大きい事が特徴である。富栄養化は現在地球レベルで問題となっている炭酸ガスによる温暖化現象と類似しており、ともに人間活動により進行速度が急速に高まっていることが問題なのであり、改善効果が少ないから対策をしても仕方ない考えるのではなく、早期段階で可能な手法を用いて出来る限り進行速度を低く押さえることが重要であるという認識に切り替える必要がある。1993年11月に環境に関する法律が“公害基本法”から“環境基本法”に変更され“環境とは人類生存の基盤であり、次世代へ引き継ぐものである”という基本的な概念が導入された。水域の富栄養化問題へのアプローチは、まさにその中身が試されるにふさわしいテーマであると言う事が出来る。今後、広島湾を含め瀬戸内海でも富栄養化がさらに進行していくものと思われるが、次世代に向けた長期的視点に立った環境目標レベルの設定やそのための各種の研究や対策が必要であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 広島県保健環境センター (1995): 広島湾の水圏環境と富栄養化調査報告書。
- 2) 上嶋英機 (1984): 広島湾の水塊分布と海水交換特性—水理模型実験と現地観測より—, 第11回中国工業試験所研究発表会講演要旨。
- 3) 大内 晟 (1985): 広島湾奥部の赤潮発生予察に関する研究, 東京大学学位論文。
- 4) 広島県: 公共用水域等の水質測定結果報告書 (昭和51年度~平成4年度)。
- 5) 環境庁: 未公表。
- 6) 伊達悦二, 星野 響 (1982): 広島湾の

- 物質循環機構の解明に関する研究(1)－水質環境因子(栄養塩を除く)垂直分布の季節変化について－, 広島県環境センター研究報告書, 3:66-71.
- 7) 伊達悦二, 星野 響(1982): 広島湾の物質循環機構の解明に関する研究(2)－栄養塩類の季節変化について－, 広島県環境センター研究報告, 3:72-81.
- 8) Redfield, A.C., B.H. Ketchum and F.A. Richards(1963): The influence of organisms on the composition of sea-water. P26-77. In *The Sea*, vol2, ed. by M. N. Hill. John Wiley, New York.
- 9) 伊達悦二(1983): 広島湾の物質循環機構の解明に関する研究(3)－懸濁物の化学組成について－, 広島県環境センター研究報告, 5:67-71.
- 10) 清木 徹・伊達悦二(1994): 環境庁調査結果シリーズ; 底層貧酸素化調査, 瀬戸内海科学, 16:24-31.
- 11) 環境庁(1991): 平成2年度環境庁委託業務報告書, 水質環境基準検討調査－海域の環境評価に関する検討調査－.
- 12) 環境庁(1988): 昭和62年度環境庁委託業務報告書, 瀬戸内海環境情報基本調査(総合解析編).
- 13) 吉田陽一(1975): 低次元生産段階における生物生産の変化, 日本水産学会編「水産学シリーズ1. 水圏の富栄養化と水産増養殖」, 恒星社厚生閣:92-103.
- 14) 伊達悦二・星野 響(1984): 広島湾の物質環境機構の解明に関する研究(4)－一次生産量の季節変化と環境因子について－, 広島県環境センター研究報告, 6:13-21.
- 15) Seiki T., E. Date and H. Izawa (1991): Decomposition characteristics of particulate organic matter in Hiroshima Bay. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 47, 207-220.
- 16) 清木 徹, 伊達悦二, 井澤博文(1985): 広島湾におけるセディメント・トラップ捕集物から推定した水中懸濁物の沈降フラックス, 水質汚濁研究, 8, 304-313.
- 17) Seiki T., H. Izawa and E. Date (1989): Benthic nutrient remineralization and oxygen consumption in the coastal area in Hiroshima Bay. *Wat. Res.*, 23, 219-228.
- 18) Seiki T., H. Izawa, E. Date and H. Sunahara (1994): Sediment oxygen demand in Hiroshima Bay. *Wat. Res.*, 28:385-393.
- 19) 伊達悦二・清木 徹・井澤博文・星野響(1989): 広島湾における炭素, 窒素, リンの循環, 水質汚濁研究, 12:567-574.

## 瀬戸内海のトラフグ資源の現状



水産庁南西海区水産研究所  
内海底魚研究室長

佐藤良三

### 1. はじめに

瀬戸内海で漁獲されるフグ類はトラフグ、ナシフグ、サバフグ、クサフグなどである。これらの中で、トラフグは最も大きくなる種類で、最も美味しく、高価な魚である。トラフグと言えば、主な漁場は東シナ海、黄海などが、水揚げは下関市南風泊魚市場が頭に浮かび、瀬戸内海が重要な役割を果たしていることは意外と知られていない。瀬戸内海の産卵場周辺海域で春の来遊親魚が漁獲対象となったのは、冷凍技術が発達した20数年前からである。かつては“菜種フグ”と称して全く利用価値がなく、かえって網が切られることで漁業者泣かせの魚種であった。現在ではその菜種フグが冬の鍋物などの材料としてキロ当たり数千円の高値で取り引きされ、漁業者にとって重要な漁獲対象種である。また、ぼてつとした体形のトラフグが数百キロ以上も回遊することを信じる方は少ないと思う。ここでは、これまで明らかにされてきたトラフ

グの生態に関する知見を紹介するとともに、瀬戸内海の本種の資源に果たす役割や、減少傾向にあるトラフグ資源の維持・増大への方策について述べる。

### 2. トラフグの生態的特性

**分布：**我国では北海道の室蘭、函館から鹿児島までの太平洋沿岸、日本海沿岸に分布し、大陸側ではウラジオストック、朝鮮半島、中国大陸、台湾までの日本海、渤海、黄海、東シナ海に分布している<sup>1)</sup>。

**産卵生態：**トラフグの産卵場は、九州では福岡湾口、島原海湾、不知火海湾口に、瀬戸内海では関門内海、布刈瀬戸、備讃瀬戸にある。日本海沿岸では関門外海、萩沖、若狭湾、能登半島氷見沖にあり、また太平洋側では伊勢湾口にある<sup>2)</sup>。産卵時期は、不知火海湾口が最も早く、盛期は3月下～4月下旬であり、島原海湾では4月上～下旬、布刈瀬戸や備讃瀬戸では5月上・中旬、若狭湾では4月中～

- 
- 略歴 1945年 広島県生まれ(さとう りょうぞう)  
東京水産大学増殖学科卒業  
東京大学農学系研究科博士課程修了  
水産庁淡水区水産研究所  
// 養殖研究所  
// 養殖研究所日光支所  
1989年 現職

5月中旬であり、一般には南の海域においてやや早い傾向にある。産卵場が形成される条件は、水深が20~50m、潮流が2~4ノットと速く、底質は径が2~4mmの粗砂で、底層水温が15~18°Cであり、かなり厳しいものと考えられる<sup>3)</sup>。孕卵数<sup>ようらんすう</sup>は一般に数十万粒、卵径が1.3mmの沈性粘着卵で、産出卵は海底の砂礫に付着し、水温17°C前後で約10日でふ化する。最近、天然産着卵の採集、ふ化・飼育によりトラフグであることを同定するとともに、産卵群構造の研究へ役立てられている。産卵場の親魚の性比は著しく雄が多いことから、雌は産卵すると素早く立ち去り、雄は産卵場に長期滞在して幾度も産卵に関与するのではないかと推測されている。

**仔・稚魚期及び幼魚期の分布：**ふ化仔魚の全長は約3mmであるが、仔魚の分布生態については不明な点が多い。筆者らは、布刈瀬戸周辺海域でふ化後3~15日の仔魚の採集に成功し、それらの生息域を次第に解明しつつある。福岡湾口で生まれた稚魚は、6~7月に福岡湾の今津干潟、多々良川河口に、8~11月には湾中央部の能古島周辺に多く生息するが、12月には湾奥から姿を消す<sup>4)</sup>。島原海湾や不知火海湾口で発生した15~50mmの稚魚は5~7月に有明海沿岸から八代沿岸のごく岸よりに生息する<sup>5)</sup>。関門内海発生群は8~10月に海峡の周防灘寄りの海域で、秋から冬にかけて次第に周防灘の中央部や、伊予灘の海域へ移動する<sup>6)</sup>。このように、仔・稚魚期(5~6月)には産卵場近くの淡水の影響の強い汽水域に集まり、稚魚期(7~8月)から次第に沖へ移動し、成長するに伴い外海域へ移動する。ちなみに、布刈瀬戸周辺海域では、6月に全長2~3cm、7月に約4cm、8月に約7cm、

9月に約12cm、10月に約16cmに達する。

**未成魚、産卵群の移動・回遊：**布刈瀬戸周辺海域では、8月中~9月下旬に小型底びき網により漁獲されるが、それ以降沖合いの燧灘へ、さらに11~12月には伊予灘へ漁場が移る。伊予灘・豊後水道域では全長が20数cmの当歳魚が冬漁で漁獲されるようになり、翌年の秋漁では1歳魚としてかなり漁獲される。量的には把握されていないが、一部は豊後水道域に残り、他の部分は豊後水道或いは関門海峡から外海域へ移動すると考えられている。

トラフグの未成魚、成魚は9月に黄海域に分布するが、11月には黄海域に広がるとともに済州島付近へも南下し、1月には済州島から九州沿岸域へ、3~5月には九州沿岸に接近し、各産卵場へ回遊する。この回遊は水温の低下とともに行われ、成魚の中には日本沿岸への産卵回遊群と、産卵時期がやや遅い韓国沿岸の産卵場への回遊群から構成される<sup>7)</sup>。産卵場への親魚群の来遊経路について、布刈瀬戸へは伊予灘より來島海峡、大三島瀬戸などを通過して3つの経路で入り込み<sup>8)</sup>、備讃瀬戸へは紀伊水道から小豆島、直島沖を通過して入りこむようである。また、不知火海湾口<sup>1)</sup>、福岡湾口<sup>4)</sup>、島原海湾についても明らかにされている。雄では11月頃に成熟個体が出現し始め、12月になると成熟個体の頻度が高くなり、雌では卵巣の肥大化が1月頃から始まる。成熟年齢は雄が2歳、雌が3歳からであり、産卵後は外海域と産卵場との間を行き来するようである。

**系群について：**瀬戸内海群、日本沿岸群と、黄海・渤海発生群の3つの系群が存在するという説<sup>1)</sup>があるが、伊勢湾口から志摩半島沿岸を産卵場とするローカル群の存在<sup>9)</sup>や、アイソ

ザイム分析から瀬戸内海にも2～3の系群の存在が示唆されている<sup>10)</sup>。

各系群の混合について：標識放流試験から、布刈瀬戸生まれの群<sup>9,11)</sup>は豊後水道、玄界灘、東シナ海などへ回遊し、有明海の当歳魚<sup>12)</sup>及び野母沖の成魚<sup>13)</sup>は渤海湾、黄海、九州沿岸などへ回遊することが推測されている。また、黄海、東シナ海で秋

から冬に放流された未成魚、成魚が、九州沿岸、日本海沿岸、瀬戸内海及び朝鮮半島沿岸などで産卵期を含めて再捕され<sup>14)</sup>、筑前海で4月上旬に放流された産卵前の親魚が日本海沿岸、瀬戸内海中西部、九州西海域、黄海など多くの海域で再捕されている<sup>15)</sup>(図-1)ことから、東シナ海、黄海、玄界灘などの海域で産卵場を異にする群が混合していると考えられている<sup>10)</sup>

産卵場への回帰性：佐藤ほか<sup>10)</sup>は、トラフグが比較的大きな回遊をし、東シナ海、玄界灘などで産卵場を異にする群が混合しているにもかかわらず、系群が存在することから、“トラフグが生まれ故郷へ産卵回帰する”という仮説をたてた。そして、1994年5月に行った布刈瀬戸周辺海域における親魚の標識放流試験により、産卵時期に5尾が放流地点近海のみで再捕されたことから、“産卵場への回帰性”を検証した<sup>16)</sup>(図-2)。

### 3. トラフグの漁獲量

トラフグの主な漁場は東シナ海、黄海、玄界灘及び瀬戸内海であるが、最近、これらの

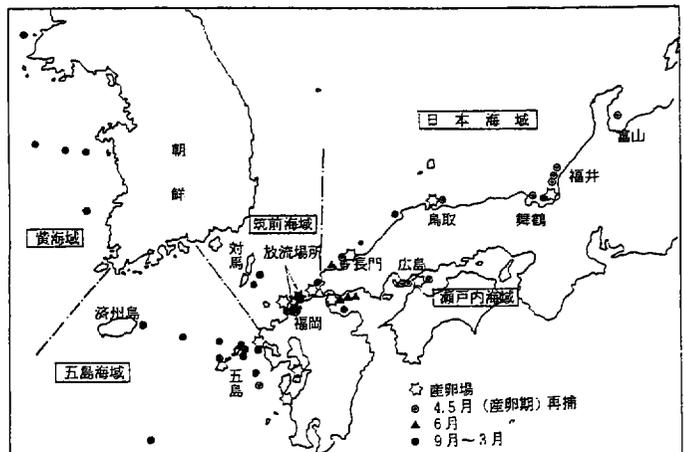


図-1 天然成魚の時期別再捕位置<sup>15)</sup>

海域での漁獲量は低迷し、済州島以东から日本沿岸に漁場の中心が移っている。また、遠州灘では1989年以降漁獲量が増加し、最近、秋田沖の漁場が開発されつつある。我国におけるトラフグの漁獲量は農林統計に記載されておらず、藤田<sup>2)</sup>はいくつかの仮定を立て1980～1986年の平均漁獲量が2,500トン前後であると推定している。トラフグの主要水揚地の下関市南風泊魚市場における外海産の水揚量は1970～1994年に132～967トン(平均635トン)、内海産では49～973(同256トン)である。内海産には遠州灘からの水揚量も含まれているが、瀬戸内海がトラフグ資源にとって重要であることがわかる。

布刈瀬戸周辺海域では、3～6月に定置網、吾智網、一本釣りにより来遊親魚が漁獲され、走島、弓削島など5漁協の1981～1994年の漁獲量は29～317トン(平均110トン)である。1991年の29トンは豊漁だった1986年の1/11に相当し、1986年をピークに減少傾向にある。伊予灘・豊後水道域では、延縄、一本釣りにより当歳魚、1歳魚を中心に漁獲され、姫島、三崎など9漁協の1982～1994年の漁獲量は39

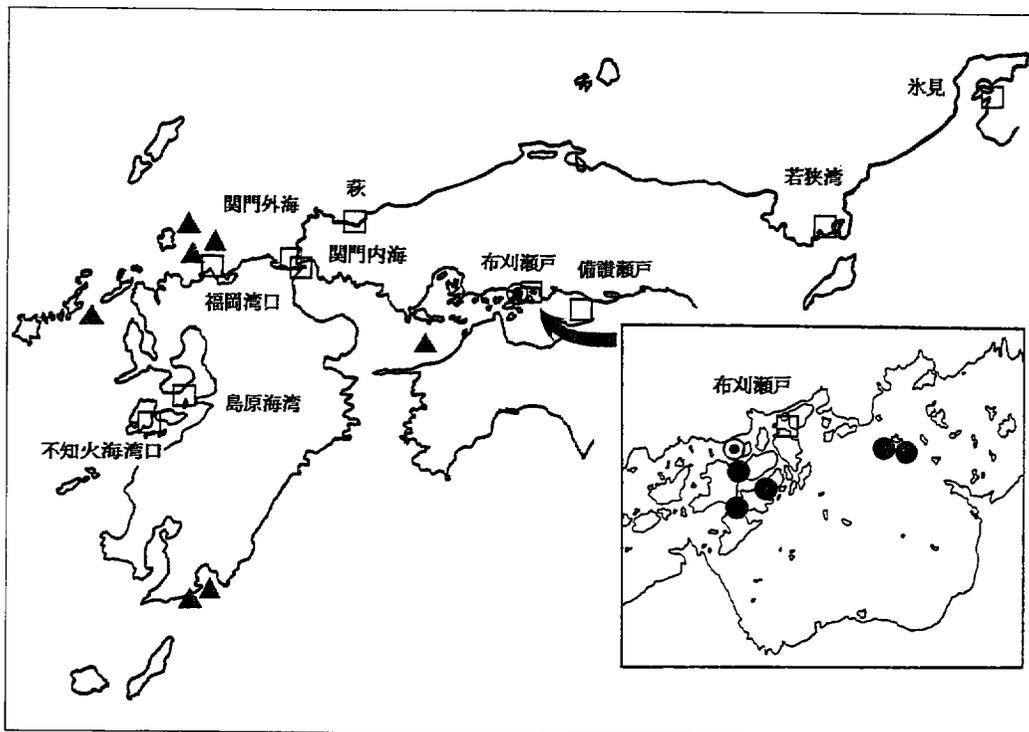


図-2 布刈瀬戸周辺海域からの親魚の標識放流試験における再捕場所。●は放流地点、□は産卵場、●は産卵時期の再捕場所、▲は産卵時期以外の再捕場所

～651トン(平均217トン)である。1990年の約39トンは豊漁だった1984年の約1/17となり、1991、1992年にやや回復したものの1984年をピークに減少傾向にある。この伊予灘・豊後水道域のある年の漁獲量とその2年後の布刈瀬戸周辺海域の漁獲量との間に、 $r=0.92$ という高い相関があることから、成熟すると前者の海域から後者の海域へ回遊していることが推測されている。瀬戸内海のその他の海域のトラフグの漁獲量の詳細な資料は入手できていないが、香川県、徳島県などでも多く漁獲されている。

#### 4. トラフグ資源の維持・増大への方策

トラフグが比較的大きな回遊することは資源管理をする上で障害となっている。前述のように、仔・稚魚期には産卵場周辺の干潟の

ある汽水域に生息し、幼魚期以降は次第に沖合へ移動し始め、当歳の後半から外海域への回遊が始まり、成熟すると生まれ故郷の産卵場へ回帰する。瀬戸内海では、これらの生態的特性が特に顕著であり、特定海域で、特定時期に、特定サイズしか漁獲できない。トラフグのような高級魚では、魚体が小さくても需要が多く、魚価はそれほど高くはないものの漁獲量が多ければかなりの収入源となる。瀬戸内海西区の資源管理型漁業推進総合対策事業では、全長15cm以下のトラフグの再放流などという目標を立てて実施されつつあるが、漁業者の生活もあり、目標どおりには進んでいないようである。トラフグの幼魚～未成魚期の成長は早く、数カ月で十数倍となり、サイズが大きくなるとキロ当たりの価格が数倍から十数倍となる。これらの特徴を生かして、

制限サイズの厳守或いは漁獲を控える漁業者に対する手だて、すなわち、受益者負担制度の導入を真剣に考える時期にきているのではないであろうか。特に、現在トラフグ資源が減少傾向にあるときだけに…。

最近、人工種苗の放流が盛んに行われ、尾鰭変形魚の水揚割合が増加している。種苗生産過程で尾鰭が噛まれ、再生した魚が尾鰭変形魚となるが、放流種苗のほとんどがこれに該当する。南風泊魚市場では平成7年度から“放流魚”という銘柄が設けられ、天然魚の半値近い価格で取引されている。関係者の間では、放流魚が歯ごたえ、肉質の点で天然魚より劣ると言われている。種苗生産の影響が放流後も何故残るのかについては不思議なことであるが、何れにしても天然魚に匹敵できる放流種苗を生産できる技術の開発を早急に行う必要がある。

以上述べたように、我国のトラフグ資源に対する瀬戸内海の役割は、産卵場及び幼稚魚の生息場として大きいものと考えられる。したがって、幼稚魚の生育場の維持のためにも海域の汚染、生育場周辺海域の海砂採取及び埋立には特別の配慮が必要であろう。今後は、トラフグの各産卵場生まれの系群の回遊経路の解明及び資源量の把握、天然魚に比べ質的に劣らない種苗生産技術の開発に努めるとともに、回遊魚の資源管理にはつきものの地域性を踏まえた受益者負担制度の確立をすれば、放流事業を包括した有効な資源管理方策の実施が実現するものと考えられる。

#### 参考文献

1) 多部田 修, 1986: 日本水産資源保護協会月報, 262, 11-21.

- 2) 藤田矢郎, 1988: 日本近海のフグ類。水産研究叢書, 日本水産資源保護協会
- 3) 佐藤良三・小嶋喜久夫, 1995: 漁業資源研究会議報, 29, 101-113.
- 4) 日高 健・高橋 実・伊東正博, 1988: 福岡水試研報, 14, 1-11.
- 5) 浦田勝喜, 1965: 昭和39年度熊本水試事業報, 245-249.
- 6) 檜山節久, 1981: 山口内水試研報, 8, 40-50.
- 7) 花淵信男, 1982: 漁業資源研究会議・西日本底魚部会報, 昭和56年度, 37-45.
- 8) 国行一正・伊東 弘, 1982: 漁業資源研究会議・西日本底魚部会報, 昭和56年度, 25-35.
- 9) 船越茂雄, 1991: 水産海洋研究, 54(3), 322-323.
- 10) 佐藤良三・阪地英男・小川泰樹, 1993: 漁業資源研究会議・西日本底魚部会報, 21, 83-97.
- 11) 伊東 弘・山口義昭, 1987: 漁業資源研究会議・西日本底魚部会報, 15, 19-28.
- 12) 松清恵一・矢野 実, 1984: 長崎水試研報, 10, 103-105.
- 13) 長崎県水産試験場, 1987: 昭和63年度放流技術開発事業報, 63-78.
- 14) 田川 勝・小嶋喜久夫・竹下貞二, 1991: 平成3年度日本水産学会春季大会講要, 69.
- 15) 内田秀和・伊東正博・高橋 実, 1990: 福岡水試研報, 16, 7-14.
- 16) 佐藤良三・鈴木伸洋・山本正直・柴田玲奈・佐古 浩・後藤幹夫, 1995: 平成7年度日本水産学会秋季大会講要, 42.

## カキ養殖の現状と問題点



水産庁南西海区水産研究所  
介類増殖研究室長

石岡 宏子

日本のカキ類の生産量はこの10年間約4万トン前後(むき身)で推移している(図-1)。最も生産量の多かったのは昭和63年の44,865tである。カキは日本全国で養殖されているが、全体の約3/4強は瀬戸内海区で、約1/6は太平洋北区で生産されている。広島県の生産量は全国生産量の70%前後で推移している。平成5年度の生産量でみると全国生産量37,326tの77%は、瀬戸内海区(28,865t)で、その内の87.2%を広島県(25,171t)で、その内の95.2%を広島湾と安芸灘(23,492t)で生産していることになる。安芸灘と広島湾海域で、実に全国生産量の約63%を生産していることになる<sup>1)</sup>。

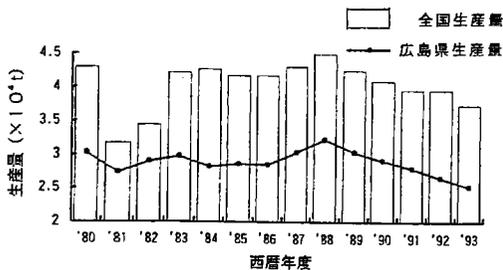


図-1 カキ類の生産量

特に広島湾で集中的に生産が維持されているのは、カキの生息環境としての物理化学的好条件をこの海域が持っていることもあるが、それに加えて生産を維持するための技術的改良が行われてきたことも忘れてはならない。カキの養殖が始まったのは約400年前からといわれる<sup>2)</sup>が、現在採用されている垂下養殖法は、カキの生態を巧みに利用して、実質的な養殖漁場の飛躍的拡大を図るに至った方法である。

現在広島湾で行われている養殖方法を図-2に示す。

基本的には、カキ養殖は「採苗-抑制-本垂下-育成-収穫」という経過をたどる。

採苗: 400年前と変わらないのは採苗を天然の種苗に依存するという点である。広島湾では主として6月から9月にかけて、野生集団や養殖カキによる産卵が行われる。受精卵は潮流によって産卵場周辺から拡散していく。

●略歴 昭和17年 山口県生まれ(いしおか ひろこ)  
昭和39年 東京水産大学増殖学科卒業  
昭和39年4月 農林水産省内海区水産研究所入所

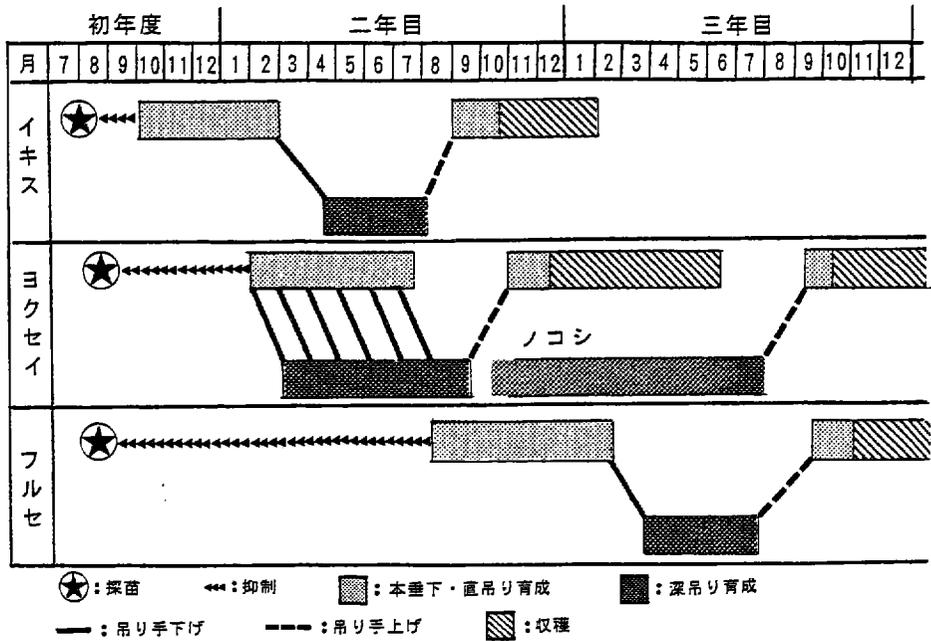


図-2 広島湾におけるカキ養殖法

約2週間以降に付着期幼生となり、その集積海域の筏にホタテガイまたはイタヤガイを使ったコレクターを垂下し、これにカキを付着させる。コレクターを投入する場所、時期、期間はその年の産卵、種苗の集積状況によって適宜決定するが、これは適切な種苗確保のための重要な技術である。

**抑制：**干潟や岸壁で育つカキは干出時には生理的に厳しい条件に曝されると同時に摂餌を制限される。これと類似した条件をカキに与えるのが抑制技術である。潮間帯に設置した棚に、稚貝の付着したコレクターを垂下し、人為的に空中干出条件をカキに与えて、環境変化に耐性のある種苗を育成しようとするものである。同時に成長を遅らせ、成熟を抑制し、夏期の疲弊を避ける目的もある。しかし、最近では図-2に示されるように抑制期間が夏期だけでなく6ヶ月、

1年と長期にわたる方法も行われており、単なる種苗選抜、成長・成熟抑制効果だけでなく、不安定採苗対策、漁場利用の多様化の一環といった生産調整的な意味合いも持つようになっている。

**本垂下一育成：**産卵期が終了した頃、抑制棚から取り上げたコレクターを用いて養成用の「連」を作製し、竹筏に垂下しカキの育成を行う。一般に海面表層は植物プランクトン量が多くカキの成長が速いが、春先から夏にかけては他の生物の付着が多くなり、餌競合や物理的競合等でカキの育成に悪影響を与える。そこでこの時期に5~10mの針金の吊り手をつけて「深吊り育成」を行う。この深吊り育成では付着生物を避けると同時に、水温が低く餌が少ないためカキの成長や成熟が抑制される。低水温によってカキの代謝を抑えることによる漁場や生

産量の調整技術としての役割も担うことになる。特に最近多くなった「ノコシ」といわれる養殖方法は、「深吊り育成」期間が1年以上にもなるケースで生産調整の意味合いが強い。

収穫の1～2ヶ月前に吊り手をはずし、表層からの直吊りとし、十分にえさの豊富な「身入り」漁場に筏を移し、成長促進を行い収穫する。広島湾では「本垂下」は竹筏を使って行われるのが特徴で、これは移動が容易であるため、海域を垂直（深吊り育成によって20m以深の海域利用が可能）、水平（採苗、身入り等カキの育成目的に応じた漁場の選択が可能）方向に拡大して利用出来るという利点を持っている。

**収穫：**カキの収穫は筏やコレクターの構造を巧みに利用した効率的な機械化によって行われる。クレーンで連を持ち上げ下部を切ると、自重で船上にカキが落下する。これを港に運び洗浄機で洗い、必要に応じて洗浄処理を行った後カキ剥きに入る。

収穫は産卵による身入りの減少から回復したカキを利用するため10月に入って行われる。生食用として翌年3月頃まで出荷されるが、その後は缶詰や乾燥カキのような加工品としての出荷が行われ、極端な場合には5月末頃まで収穫される。

カキ養殖はカキの生理・生態を巧みに利用して効率的に最大の生産をあげるように技術的な改良が行われてきた。最も大きな改良点はカキが植物プランクトン食性であり、成長は水温と水中の植物プランクトン量に依存しているという点を利用した筏による垂下養成方式である。この方式ではカキは常に餌のあ

る水中で生活するため呼吸活動と同時に摂餌活動を常に行い、成長を促進させられるということになる。この技術はさらに抑制、筏の移動、吊り手の上げ下ろし、によって時空間的に海域の生産力を最大限に利用して生産対象物であるカキだけを大量に生産しようとする技術として展開するに至っている。

図-3にカキ養殖の生産安定に関わる要素と個別技術との関係をまとめた。

生産安定要素	養 殖 技 術				
	採苗	抑制	本垂下育成	深吊り育成	移動本垂下育成
量の確保	■				
海域生産力の有効利用		■	■	■	■
生産調整		■		■	
減耗要因の排除		■		■	■
質の向上			■		■

■ 主な機能      □ 副次的機能

図-3 カキ養殖技術における生産安定要因

「量の確保」：自然採苗に依存している広島湾で充分量の種苗を得るためには、大きな産卵母集団が確保されていなければならない。広島湾は江戸時代からカキ養殖が行われてきた所であるため、天然の母貝集団はかなり大きなものが存在していたこと、また、埋め立てや港湾工事で干潟の消失や流路の変更が起こる以前に「垂下養殖」の技術が完成していたため、天然の母集団の損失を補うだけの母集団を養殖カキが形成するに至っていたことが比較的安定した種苗の供給を可能にしたものと考えられる。

「海域生産力の有効利用」：カキが成長するためには餌が必要である。餌は植物プランク

トンで、直接無機体窒素やリンを利用できる生物である。広島湾をはじめとし瀬戸内海域は人口の増加も大きく富栄養の海域であり、陸からの負荷も多い。これを利用した一次生産力も比較的大きい海域<sup>2)</sup>で、カキ養殖はこの生産力を最大限に利用している。直接植物プランクトンを積極的にカキに取り込ませるのは表層を利用する「本垂下育成」技術である。これは、抑制後の成熟・産卵を早期に起こさせたり、筏を移動して「身入り」をさせたりするのに有効な浮遊珪藻のブルームと巧みに同期させた育成技術といって良い。一方、「抑制」、「深吊り育成」技術では、主たる目的とは別に結果的に成層期の下層の餌料利用や干潟域の餌料利用を行うことになる。

「生産調整」：「抑制」および「深吊り育成」技術は、前者は干出による摂餌時間の短縮や干出耐性のためのエネルギー消費によって、後者は水温が低く保たれ、餌料供給が比較的小さいことによって成長や成熟を抑制・停滞させる技術である。そのために本来の目的とは別に期間を選択することによって採苗不良対策や出荷量の調整のための各種サイズのカキ供給を可能とするため、いわゆる生産調整技術としての機能を持つようになっている。

「減耗要因の排除」：カキの生育する海域ではカキ以外の付着生物も多く物理的競合や餌料競合等も起こり易い。干出処理では他の生物と比較するとカキの耐性が強いことから、また、深吊り育成では付着層からずれることによって競合生物を避けることが出来る。また、筏を濃密採苗場所へ移動する事により、競合生物の影響を少なくする効果が得られる。

「質の向上」：「抑制」は干出を利用した種苗の選抜であり、海域環境に柔軟に適応しうる

質のカキを残す。「本垂下・移動育成」は植物プランクトンの豊富な海域でエネルギーを「成長」に向けるための技術で、出荷製品として最も重要な「身入り」の良いカキの生産に欠かせない技術である。

このように広島湾で行われているカキ生産技術は生産安定要素が各技術段階に複数入り込むように構成されており、これが最初に述べた全国生産量の60%以上を広島湾を中心とした海域が占めている理由でもあろう。

将来へ向けての問題点を整理してみたい。経営問題としては「カキ剥き」その他の人手不足、後継者問題等があるが生産に関わる問題としては次のようなものがある。

#### 生産技術上の問題点

- ①種苗量の確保：生産安定要素のなかで「量の確保」は最初の採苗技術に依存している。天然採苗である以上、採苗の不安定さを避けることは出来ない。
- ②夏期から秋にかけての大量へい死：産卵後の疲弊によるといわれる大量へい死が起きることがある。この原因として餌料不足等が想像されている。
- ③図-2にも示されるように数種類の養殖方法があり、うまく生産調整を行いながら生産を維持しているのが現実であるが、別の面からみれば昭和30年代までに行われたような「ワカ」（深吊り育成なしに、抑制後直ちに本垂下に入りその年の末には出荷する方法）がなくなったのは、どの漁場においてもカキの成長の遅れが目立つようになったからである。
- ④漁場、時期によっては「身入り」の十分でない品質の良くないカキが出荷されることがある。

## 生産漁場の問題

①生産地域の遠隔化：広島湾の奥部は夏期貧酸素水塊が形成され成層期も重なり、水質・底質が著しく悪下し漁場として不適となる<sup>4)</sup>。また、採苗海域も湾口部に集中するようになった。

②抑制柵を設置する干潟の減少：埋め立てによる干潟の減少で抑制柵は島嶼部に設置されるようになった。

③有毒プランクトン、*Alexandrium* sp. が広島湾でも発生し、これがカキに取り込まれてカキの毒化をまねき出荷を停止せざるを得ない。

これらは養殖漁場海域の生産性の変化とその利用（配分）方式にかかわる問題である。物理化学的環境構造の面では栄養塩の補給は沿岸域の都市化に伴う人口集中等によって保障されるものの、干潟・浅海域の消失、貧酸素水塊の形成等により栄養塩が一次生産に有効に利用されない状況が生まれている。また、生物生産構造の面では生産力の一部を有毒プランクトンが占有する期間が生じていることや、カキの成長の遅れや不定期に起こる大量へい死から想定される餌料プランクトンの不足等から、海域の余剰生産力が少ない状態で

カキ生産が行われていると考えられる。別の言い方をすれば、カキの生産は海域の富栄養を優良な商品へ転換するという機能をもっているが、「栄養塩－珪藻－カキ」という循環を阻害する要素が少しづつ見え始めているともいえる。

付加価値の高い質の良いカキを持続的に生産してゆくために、総合的な海域利用の観点からカキ生産のあり方を考え直す時期に来ているのかもしれない。

## 参考文献

- 1) 農林水産省統計情報部(1995)：平成5年漁業養殖業生産統計年報
- 2) 新川英明(1988)：牡蠣の生物学，共文社，148-150.
- 3) 瀬戸内海環境保全協会(1995)：4.水質・底質の現況，瀬戸内海に環境保全－資料集－，53-72.
- 4) 川名吉一郎・宝田盛康・田辺弘道・湯浅一郎・橋本英資・山崎宗広・上嶋英機(1994)：瀬戸内海の地形変化に伴う広域環境評価と適正環境制御技術に関する研究，平成5年度環境保全研究成果集I，40-1-40-22

## 瀬戸内海の人と生きもの

(ゲスト) 中原中也記念館

館長

ふく だ ゆり こと  
福田 百合子 さん

(聞き手) (財)自然環境研究センター

専務理事

か じ たかし  
加 治 隆 さん

加治：今日は、「瀬戸内海の人と生きもの」というテーマでいろいろお話をお伺いしたいと思いますのでよろしくお願ひいたします。

まず、瀬戸内海は国立公園に指定され60年になりますが、景観は変わってきているけれど潮汐だけは全く変わっていないと言われていますが、瀬戸内海全体として、普遍的なものとか、変化しているものについてどのようにお考えですか。

## 海の廊下とアカマツ回廊

福田：私は、生まれも育ちも山口県でして、瀬戸内海は本当に身近に感じています。瀬戸内海は昔から「海の廊下」とでも言うべきもので、新羅への使いの人が関門海峡を通過して都から出ていくというような歌が万葉集に残されています。普遍的なものとして捉えていますと、空間という横軸と、それに対して



## プロフィール

福田 百合子さん  
関西学院大学文学部卒業  
山口女子大学教授を経て現職  
山口女子大学名誉教授  
瀬戸内海環境保全審議会委員(平成7年10月)

加治 隆さん  
千葉大学園芸学部造園学科卒業  
厚生省、香川県自然保護課長、環境庁長官官房  
審議官、環境研修センター所長を経て現職  
瀬戸内海環境保全審議会委員(平成7年10月)

時間・歴史としての縦軸のようなものがあって、私たちはそこに住んで生きているわけです。これは、歴史を踏まえて未来を展望するというような時間の縦の軸で繋がっていると思いますし、横軸として、瀬戸内海だけではなく、広く外にも繋がっていることだと思います。そして、その中で、以前は風景に常に調和して、みんな生き生きと存在すべくして存在してたと思うんです。それが、いろんなものが変化して、例えば人間のところだけが突出して、他の生き物に影響が出てくるとか、あるいは風景そのものが変わってくるということを、今考え直さなければいけない時点かなと思います。

加治：瀬戸内海は、「海の廊下」というお話しですが、アカマツは乾燥した気候と花崗岩を基盤にする土壤に育つわけですが、最近、花粉分析の結果から、どうも昔から華北、朝鮮半島、それと瀬戸内海をつなぐ大きな「アカマツ回廊」があったのではないかと言われています。アカマツ林は、森林の成長過程から見ると、あるところにとどまった状態を示しているわけですね。それは瀬戸内海では、非常に長い間、アカマツ林を、例えば薪に使ったり、特に塩田で塩をつくるために大量に伐採してきたために、いつになってもアカマツ林のままできたわけです。しかしアカマツ林の管理が不十分でアカマツが枯れ瀬戸内海のアカマツ林は、最大のピンチを迎えていると思います。

福田：歴史的に見れば、日本列島全体を照葉樹林帯だという見方から、大きな繰り返しみたいなものが植生自体にもあるのかもしれない

せんね。アカマツの枯渇が生活様式の変化という日常生活と密着した様々な問題点からか、また、松食い虫や都市からのガスとかの外的要因などをしっかり見て、人間の生活をこれからどのように伝えていくのかという、私どもの世代の責任を果たさなければならないと思います。

### 生きものとの共生と多様性

加治：ところで、瀬戸内海にはたくさんの島がありますが、生きものとの共生や多様性を保全するためには島の生態的な環境を維持するのが非常に重要であると言われていました。

例えば哺乳類について、1万 $\text{km}^2$ 当たりになだけの種の数があるかを比較すると日本では3.5で、中国は0.5です。中国は大きいけれど単位面積あたりの種数は少ない。日本が多いのはやはり島国であるということが大きな要因になっているようですね。

また、島国であるとういことは、生き物と人間とのかかわりが深いとも言えます。

例えば、アカマツと人間とのかかわり合いの中で、同時に人間はそこに住む生き物とのかかわり合いも深くなってきたわけです。

ですから島の開発によって多少は野生生物は少なくなりはきていますがけれども、基本的には、人間と生き物は、一緒に共生してきたというのが瀬戸内の歴史ではないかなと思うんです。

福田：風景そのものも、瀬戸内海は多様なんですね。

明治の文豪の国木田独歩の作品の中に「酒中日記」というのがありまして、元小学校の

先生が島に住むというお話ですが、人間が住んで、いろんな動物も一緒にその島の中で生きる、そして一方では、船で海からその島を見て、段々畑を耕して天に至るといふ諺のように、あそこにも人間が住んでるんだなという感じで、島とともに生きているという風景を眺める。そのように考えると、瀬戸内海の島というのは、日本の全体を見るためのミニチュアというか、海に囲まれて人間が生活す



福田 百合子さん

るということの意味を考えさせてくれるロケーションというような気がします。

加治：生き物の方から見ますと、人間がいるために生物の生息環境が保たれているともいえます。というのは、段々畑の空積の石垣は爬虫類や鼠の絶好のすみかであり、手入れのいきとどいた土手の草は生き物にとって新鮮な野菜です。人間が水田を守り畑を耕している間は、生き物の生活は保証されているのです。

ですから、生物の多様性を維持するのは、生息環境そのものを守ることで、瀬戸内海で比較的種が多いということは、やはり典型的な瀬戸内の生活風土が生物の多様性をはぐくむ環境を維持したからだと言えるのではないかと思います。

福田：そうですね、昔は、よく狐の巣穴に松茸を採りにいったものですが、必ず獣道があり、人間の臭いがすると、狐の方が道を変えたり、こちらも、こんなふうに棲んでいるのかとか、ちょっと心のどこかで対話しているようなところがあって、それは子供心にもものすごく動物へのイメージーションを膨らませてくれていました。だから、獣道という、彼らの生活範囲があって、人間も生活のゾーンを持って、それがお互いによくバランスしていたと思いますね。

### 開発と生きもの

加治：しかし、島に橋や道路ができると、お互いのバランスが崩れますね。たとえば、狸や鹿などの交通事故死（ロードキル）が多くなりました。今、瀬戸内海の島々でも大きな問題になっています。狸は、9月～10月になると子別れの時期でどうしても巣穴を出て別の森に行かなければなりません。止むなく道路を横断することになる。すると、交通事故に遭ってしまう。ドイツでは道路の下に小さな狸用のトンネルをつけ移動を助ける工夫をしていますが、最近、やっと日本でも、狸の習性や人間の生活のかかわりを見きわめながら、いろんな方法を用いて事故が少なくなる



加治 隆さん

よう努力しています。

**福田：**人間の心の豊かさは、やはり狸や猪も出沒することで、人間の生物としての命の安心感のようなものと、実は深いところで繋がっているんですね。狸も棲めないようでは、やはり人間も危険だと思うんですね。その意味で、狸へのロマンのようなものと、人間生活の夢は、重なり合っているところがあって、そういう発想やイメージの展開が、誰の胸にも起こるような環境でなければ、人間は、本当に利潤追求だけの生き物になってつまらないと思います。

**加治：**共生とは、まず相手を認めあうことにはじまるわけです。そして認識することによって、お互いに知恵を出しあい棲みわけをして生きてゆくことだと思います。生き物にも生る権利があるわけで、人間がそれを尊重し折り合いをつけて共生してきたというのが、島の生活であったと思うのです。

最近、例えばペットの犬を山野に捨てるために野性化した犬が狸などを襲い、狸が絶滅の危険にさらされている島もあります。

それと、新しい水田用の水路などできたりしますと、今までと違った河川から水をもらうことになりますので、従来の魚類に新しい魚が加わることになります。そうしますと、例えば、太平洋側の種が瀬戸内海側に入り込むための攪乱がおこるわけです。

人間の気づかないところで、案外、人間が生物の行動に悪い結果をもたらしてしまうということがあるんですね。

**福田：**野犬の話は、まさに人間が勝手にしていることで、犬にとっても非常に迷惑ですね。

だから、人間が責任を持ってかわいがらなければいけないし、お互いのルールみたいなものを守らなければいけないと思います。また、山口県でも大島に最初に橋が架かって、便利になったと喜ぶ反面、大島のうず潮は万葉集の時代に既に鳴門のうず潮よりは大島のうず潮を詠んでいる位だったのですが、何か海に異物があるというふうな感じになってしまっています。また、潮の流れが変わって、鯛が余り採れなくなるとか、陸地だけでなく、海そのものの変化も考えられると思いますね。

### 瀬戸内海とのふれあい

**加治：**特に、生き物にとって非常に重要なところは水際線ですね。例えば兜ガニも、最近では笠岡にはほとんどいなくなったのは、自然の水際線が少なくなったことにありますね。兜ガニを守る笠岡の生徒達は伊万里まで行って調査をしたり、タマゴを交換するなど交流しています。

生き物を通して地域の理解や交流を図るということは、とても重要ではないかと思います。

**福田：**カニと言えば、平家ガニの分布状況でザビエルの足跡がたどれるといった研究をしている方もおられる位ですから、歴史的・時間的な縦軸と空間的な横軸を見て、瀬戸内海は様々な文化・動植物が存在するという多様性にもっと注目し、調査してデータの詳しくわかってくると、皆でいろいろなディスカッションも出来るところに繋がっていくと思います。

**加治：**身近な生き物の調査も本格的にやって、皆が知恵を出し合い協力しあって守り、多様

性豊かな瀬戸内海にしていくということが必要だと思えますね。

それと「瀬戸内海とのふれあい」の問題があります。

生物にしる、文化にしる、これだけ豊かな瀬戸内海の多様性にもっと触れ、知るということとは、それを守るということにつながります。ですからその機会を多くしてほしいと思います。

「ふれあい」の基本は、「場所」と「人」と「計画」ですね。まず特異な現象があること。そのことをよく知り説明できる人がいること。それを理解するには一番ベストの日がいつか、というような全体のプログラムがあることが基本条件であると思えます。現在は、生活のほとんどが都市の中で行なわれており、自然とのふれあいは日常生活と離れたところで行なわれざるを得ないのですが、どのようにすれば「ふれあい」がうまくゆくのかということが、これからの課題だろうと思えます。

福田：子供の頃、瀬戸内海の光市象鼻ヶ岬という岬の突端にクサフグ（草海豚）が月夜に大挙して海岸に押し寄せ、わき返るようになって産卵するというので、満月の深夜に絶壁をのぞきに行って、泡のようになって産卵するという様子を見たんですね。今は、余り見に行ったりはしませんが、逆にテレビで報道しているとか。

加治：テレビの画面で見ると、その場にいるというのでは、その環境の理解の仕方は、全然違うわけですね。

福田：そうなんですよ、その時に、潮のにおいがして、なぜ満月じゃなければいけないの

か、自然に実感的にわかってしまうわけです。この頃は、ふれあうチャンスがとても少なくなっていますから、何かセッティングして、計画する必要があると思えます。そして、語る人がいて、それを受けとめて、次に実際の場に広げていくことができると思えます。例えば、平家が負けたのはまさに潮流の読みがなかったからと言われる位ですから、古典文学から始まって現代に至るまで、文学に係わるものでも、すぐに自然環境に目がいくという、語り部による感じ方というものが広がっていかないといけないと思うんですね。

### ふれあいのネットワーク

加治：日本では鳥類とか獣類の野生生物調査は非常に早くつくることができました。それは、猟師とかマタギのひとたちが日本全国に多くおられて、野生生物の実態を熟知していたために早く、しかも確実な資料が得られたというわけです。その人たちは、まさしく生き物の「語り部」ですね。

ただ、残念なのは、昆虫類の語り部がないんです。昔から虫博士とか言って、昆虫大好き少年少女は案外いるんです。最近、全国的な調査をした時に、この人たちが大きな力になったんですよ。これからは、こういう人たちに、語り部になってもらい「ふれあい」の仲立ちが出来るよう、ネットワークを作って、協力してもらおうということが大切だと思うんです。

福田：そうですね、三つ子の魂百までじゃありませんけれども、子供の時の興味を持ち続けて、そしてそれをその時だけで終わらせな

く、ずっと育てるように、日本の社会の仕組みを作っていく必要がありますよね。

大変個人的なことですが、私は登山が趣味で、毎年10人ぐらいのグループと一緒に登るんですが、全く別な領域の人が別な形を通じながら何でも話し合っていくというのが、ネットワークとして広がる基礎にあると思います。

ですから、私が文学の立場でありながら、瀬戸内海環境保全審議会の委員に入れていただいたということも含め、これからのネットワークの基礎のところに、違った分野にありながらも、お互いにその場から語り合っていくことが必要だと思います。

最初に瀬戸内海は実は日本のミニチュアと言いましたが、逆にいうと、地球の各所で個々に見られる原型みたいなものが瀬戸内海の島と海に見られる。その意味でも瀬戸内海は大事にしたいところで、ここから世界に広がるし、世界も見えてくる。目を注がなければならぬ場所だと思いますね。

加治：瀬戸内海が豊かな多様性をもつためには、持続可能な社会が発展するだろうと思います。そして、世界的に見れば、瀬戸内海は凝縮した地球をうつす鏡であるということができないのではないのでしょうか。

どうもありがとうございました。

(平成7年10月25日に(社)瀬戸内海環境保全協会の事務所で話を伺いました。)

# 研究論文

<風景の瀬戸内海 3 >

## 近世の風景 異人たちの瀬戸内海(1)

環境庁京都御苑管理事務所  
庭園科長

西田正憲

### 1. はじめに

瀬戸内海の古い港とその町並みは歴史と文化にはぐくまれた優れた風景である。特に近世に栄えた古い港町は、室津、牛窓、下津井、鞆、木ノ江、御手洗、蒲刈三之瀬、上関など、今もその面影を色濃く残している。

周囲を山で囲まれた湾曲する小さな入江、干満の差に対応する雁木とよばれる階段状の岸壁、防波堤となる石積みの波止、木造や石造の燈明台、背後にへばりつく木造瓦屋根の民家、折れ曲がった小路、由緒を残す本陣や土蔵や遊廓の跡、展望のきく高台にあるお寺や社、そして穏やかな港にひしめく小舟…、瀬戸内海の風情ある港の風景は瀬戸内海の自然と歴史と文化が渾然一体となったものである。特に近世の港町は今もその歴史を強く感じさせる。そしてさらに瀬戸内海には、この港と海を舞台とした特別の歴史と文化があった。異人たちの往来である。

瀬戸内海は古代から大陸につながる海の道であったが、近世になると多彩な異人たちが往来する海の道となった。16～17世紀のキリシタン宣教師、17～18世紀の朝鮮通信使、17～19世紀のオランダ商館員と、瀬戸内海はお

びただしい異人たちが航行した。瀬戸内海は、平戸や山口から畿内を結ぶキリスト教布教ルートであり、また、李氏朝鮮や長崎出島から江戸参府を行う海の道であった。近世の瀬戸内海は異人たちの瀬戸内海でもあった。

とりわけ朝鮮通信使のその華やかさは際立ち、瀬戸内海に残した足跡は大きかった。朝鮮通信使の来日は到着前に一行の版画が摺られるほど日本人の間に関心をひきおこすものであった。瀬戸内海でも人々は海を通る船団をながめ、一行の宿泊地におしよせ、興奮にわきたった。鎖国の時代において人々は新鮮な異文化を肌で感じたのである。

近世の瀬戸内海は異文化交流の場であり、その港町は一時的にさながら国際交流都市に変貌したにちがいない。本論は3回にわけて近世の異人たちの瀬戸内海を追ってみたい。

### 2. キリシタン宣教師

中世末1549年、イエズス会のキリシタン宣教師フランシスコ・ザビエルがわが国にキリスト教をもたらした。そして1643年、鎖国の禁教政策のもとに密入国した最後の宣教師が捕縛された。この間の中世末から近世初頭に

- 
- 略歴 1951年 京都府に生まれる(にしだまさのり)  
1975年 京都大学農学部大学院造園学修士課程修了。環境庁入庁。  
北海道、山陰、東京、九州、山陽の勤務を経て、  
1995年 現職

かけての約1世紀はキリシタンの世紀と呼ばれている。この間にヨーロッパから来日したキリシタン宣教師は、ポルトガル人、イタリア人、スペイン人等からなり、パードレ（神父・司祭）とイルマン（修道士）あわせて約290名に達したといわれている。

キリスト教の布教は薩摩、肥前平戸、長崎と広まるが、瀬戸内海はキリシタン宣教師が初期の布教の足がかりとした府内（大分）、山口、堺を結ぶ航路となった。彼らは、港で何日も風を待ちながら、そして海賊におびえながら、瀬戸内海を往き来した。瀬戸内海の布教の拠点と航海の寄港地は下関、上関、岩国、伊予堀江、塩飽本島、岡山、小豆島、室津、明石、兵庫等となっていた。

イエズス会の宣教師たちの日本に関する報告は膨大な量にのぼり、中には都市や庭園を美しいと讃え、富士山を賞賛した記述なども見られるが、残念ながら瀬戸内海の風景にはほとんどふれていない。

ナバラ王国（現スペイン北部）のフランシスコ・ザビエルは1550年平戸から山口へ向かい、山口滞在の後、岩国から乗船、翌年堺に到着、京都への入洛を果たした。（一説には、楊井の港から乗船し、厳島に寄ったものと推

測されている。）都にとどまること11日で、堺から帰路につき、平戸に帰った。この旅は、ザビエルにとって、困苦を極め、厳寒のなか苦難の旅となった。また、都の荒廃に落胆し、布教に関する所期の目的も果たせず、失意の帰路となった。この旅で瀬戸内海を通過する部分については、ザビエル自身書簡で次のように記しているにすぎない。

「（平戸から京都へは）ニヵ月間の旅程でした。私たちが通った所でたくさんの戦いがあったために、途中でいろいろな危険に遭いました。ミヤコ地方のひどい寒さや、途中で出会ったたくさんの盗人のことについては、ここでは話しません。」<sup>1)</sup>

ポルトガル人の司祭ルイス・フロイスは、1563年来日し、1597年に長崎で亡くなるまで30年以上日本に滞在した。彼は膨大な報告書をしたためたが、著書『日本史』の詳細な記録から、瀬戸内海での足跡を追うことができる。フロイスは、日本滞在中に、瀬戸内海の東上を4回、西下を3回くり返している。

1564年末豊後の府内から出航しようとして風待ちで待機、翌年ようやく出航、伊予の堀江、塩飽の本島、坂越に寄港し、堺に到着、そして上洛した。堀江の8日間と坂越の10日間の滞



塩飽諸島の本島

在を含め、瀬戸内海通過に40日を要した。フロイスは塩飽について次のように記している。「彼らが塩飽に着いたところ、堺へ連れて行ってくれる船がなかった。そこで彼らは一艘の小舟に乗って、十四里離れた別の港に運ばれるのを余儀なくされた。(中略)一同は海賊の船団に出会いはしまいかと恐怖に閉ざされていた。」<sup>2)</sup>

都に12年滞在の後、1577年豊後に向かって出発する。兵庫から乗船、塩飽に8日間滞在の後、豊後に向かった。

1581年ヴァリニャーノ巡察師の通訳として畿内へ向かった。府内から瀬戸内海を東上し、塩飽に1泊、40日で堺に到着した。安土城の他各地を歴訪し、信長にも謁見し、同年堺から土佐沖を迂回し、豊後水道を横切り、豊後に帰った。復路に外洋へと回ったのは、往路の兵庫と堺の間で海賊に襲われたからである。一行は往路の兵庫で海賊が待ちうけていることを知り、寄港を避けたが、海賊に追われてしまう。フロイスはその場面を臨場感あふれる筆致で次のように記している。

「我らの船よりもはるかに大きい彼らの(船隊の)うちの二隻が、猛烈な勢いで(我らを)追跡し始めた。この状況にあった時に、風が凧ぎ、皆は櫓(漕ぎ)に変えた。我らの船の人々は、盗賊たちが追ってきているのを見て、一同少なからぬ恐怖に駆られた。」<sup>3)</sup>

1586年コエリョ副管区長の伴侶として長崎から畿内へと向かった。同年下関を出航し、上関、塩飽、室津、明石、兵庫の各港に寄り堺に到着した。大坂城では秀吉に謁見した。そして同年堺を出航、室津を経て、能島で(他の司祭が)通行証をもらうため海賊と交渉、その後伊予での滞在を経て、豊後へと向

かった。フロイスは瀬戸内海の風景にはほとんどふれていないが、この往路で、室津について次のとおりふれている。

「塩飽から、(我らは)室という(塩飽から)二十里距たった、これもまた非常に美しい港に向けて出発した。(中略)その地の小高く、はなはだ展望のよい美しい丘に山寺があって、我らはそこでミサを捧げた。」<sup>4)</sup>

フロイスの室津の賛美は瀬戸内海の風景を賞賛する稀なものである。当時わずかな間であったが、室津はアゴスチニョという洗礼名をもつキリシタン大名小西行長が統治していた。安心と好意がフロイスに風景を美しく見させたのかもしれない。室津は、古代の播磨五泊の港として、また荘園の港として、そして中世の地方市場の港ととして栄えた港でもあった。15世紀の戦国時代にはすでに港町特有の遊廓があった所である。フロイスが歩いた室津の町はにぎわっていたことであろう。

瀬戸内海は中世末から近世にかけて、ザビエル、フロイス、ヴァリニャーノ、トルレス、ヴィレラ、カブラル、コエリョ、パシヨ、セスペデス、オルガンティノ……と多くのキリシタン宣教師が航行した所であった。小豆島で布教に苦勞した宣教師もいた。困苦をきわめていた彼らの眼に、瀬戸内海の風景はどのように映じていたのであろうか。

#### 引用・参考文献

- 1) F・ザビエル 河野純徳訳(1985): 聖フランシスコザビエル全書簡, 平凡社
- 2~4) L・フロイス, 松田毅一・川崎桃太訳(1977~92): フロイス日本史1~12, 中央公論社
- 5) 五野井隆史(1990): 日本キリスト教史, 吉川弘文館

## 揖保川に鮎が帰ってきた

「人類はいま、自然から送られてくる心温かなメッセージを素直に受け止める謙虚さを問われている」と警鐘を鳴らす人がいる。自然はときに人を畏怖させる。阪神・淡路大震災は科学技術や文明に対する過信に改めて問題提起を投げ掛けてくれた。その、一方で、謙虚で地道な取り組みには、豊饒な恵みで応えてくれる。余りに明快な証左が兵庫県揖保川にある。

水質汚濁ワーストの常連であった揖保川に、今春、鮎が40年ぶりで遡上（そじょう）してきたという。大震災と清流の蘇生—この奇妙ともいえる符合には、大いなる天啓が隠されている。「死せる川」と永らく呼ばれてきた揖保川がなぜよみがえったのか。その背景と歩みを検証してみた。

黒岩英孝

### 真夏の瀬戸内海環境保全知事市長会議

8月4日、夏真っ盛りの四国路徳島。第25回瀬戸内海環境保全知事市長会議が開かれている。同会議議長でもある貝原俊民兵庫県知事は、淡々とした表情のなかに少し誇らしげに、そして歓びを抑えながら座長席から語りかけた。

「兵庫県に揖保の糸というそうめんで有名な揖保川という川があります。実は皮革産業がありまして河川の汚濁が全国ワースト5の中にずっとランキングされていたのですが、下水道整備の結果、格段に水質が改善され、今年は天然アユの遡上が見られるというようになうれしいことがありました。努力をすれば必ず成果が上がると、自信を持つとともに改めて今後の方向への決意をしたところです」

阪神・淡路大震災から6ヵ月と18日。「創造的復興」をめざす兵庫県政の陣頭指揮に立つ知事が「自らを叱咤、鼓舞しているようにも見えた」と出席者のひとり語る。同時に、横ばい状態にある瀬戸内海の環境浄化へさらなる取り組みを訴える意味合いが込められていたのはいまでもない。

### 揖保川の歩み

揖保川は、建設省が管理する県下5ヶ所の1級河川のひとつで全長69,736m、流域面積810・0km<sup>2</sup>、流域人口225千人源流を宍粟郡波賀町に発し、45河川に及ぶ支流を織り込みながら瀬戸内海に注いでいる。長さで加古川、市川、流域面積で加古川、円山川、それぞれに次ぎ第3位にランクされる。西播磨地域住民にとっては、母なるふるさとの川ともいえる存在だ。

また、流域は醤油の産地として知られ、童謡赤トンボの作詞者・三木露風の生地があり、映画寅さんシリーズの舞台となるなど詩情豊かな親しみの土地柄でもある。



揖保川と林田川の合流地点

その清冽な流れが昭和37年代に入った頃から苦痛に喘ぎ始めた。これはわが国の経済成長の歩みとオーバーラップする。

揖保川に注ぐ最も大きな支流に林田川がある。宍粟郡安富町に端を発し、龍野市揖保町の真砂橋付近で合流しており、沿岸には県内有数の地場産業である皮革産業が工場群を形成している。

皮革産業は用水型産業であり、排水の量も多く、水質の汚濁度も極めて高いのが特徴。皮革生産量が急増するのと反比例して林田川と合流した揖保川下流の水質汚濁は悪化の一途をたどり、建設省の調査でも常にワースト入り。最近では、近畿地方建設局管内2府4県のうちで12年連続ワースト2と悪名をほしいままにしてきた。

例えば、水が有機物によってどれくらい汚れているかを示すBOD（生物化学的酸素要求量）で見ると、平成3年度には林田川合流地点から1km下流の王子橋付近では、環境基準の3ppmを大幅に上回る20~30ppmといった具合。気が遠くなるような数字が記録されている。

汚れに相当強じんな魚でも5ppm程度が限界といわれており、汚濁のひどさは表現の方法を見い出すことすら困難であった。澱みからはブクブクと不気味な泡が立ち、それがシャボン玉となって異臭を放ちつつ浮遊する。文字通り林田川、揖保川下流は“死せる川”だった。

当時の惨状を知る県皮革排水対策室のスタッフは「河床なんてまるで見えなかった。何とも言いようのないどす黒い濁った色で、臭いは硫化水素独特の卵の腐ったような感じだった」と振り返りつつ、顔をしかめた。

## 初夏の陽光に銀鱗が踊った

そんな瀕死状態にもあった揖保川が再び精気を取り戻し、生命をよみがえらせた。

平成7年5月、初夏の陽射しを楽しむかのように天然アユの群れが、銀鱗を光らせ流線型の体を跳躍させていた。40数年ぶりに揖保川下流を何千、何万というアユが遡上しているのが確認された。

発見者のひとり、揖保川漁協理事の榎田泰三さんは興奮気味に語る。まるで長旅から戻ってきたわが子を迎えたかのように目を細め、いたわりすら垣間見せながらその時の模様を思い出してくれた。



新聞各紙もいっせいに天然アユの遡上を報道した

「10cmくらいのアユが1m以上もある堰を群れをなして飛び越えていました。目のあたりにして、小学生の頃を思い出しましたよ。あの頃は川が真っ黒になるほどアユが集まったものです。天然アユは養殖のものと違ってスリムで白っぽくてツルツとしてましてね、それに何よりもジャンプ力があるんですよ」

実は、榎田さんにはすでに予感めいたものがあった。

昨年5月30日、揖保川流域下水道事業のうち龍野市が建設していた公共下水道が完成した。通水式では、工事着工以来22年という歳月を経てやっと漕ぎ着けた朗報に歓びがあふれた。汚濁の主原因だった皮革汚水がこの日から終末処理場へ直接通水されることになった。つまり、水質の浄化は確かな形となってイメージすることができたわけだ。

通水式と相前後して網干に住む漁師のひとりが「河口部の潮溜りに滞留していたアユが突然いなくなった。登っていったのではないかと連絡してきたという。

確信に近いものはあったが、「まさか」と疑う気持ちが半ばする。自らも数匹の天然アユを発見したものの半信半疑の思いを捨てきれないまま年を越した。

「はっきりと遡上を確かめたい」。そんな思いに駆られながら、揖保川漁協では本年3月下旬には早々と王子橋付近に監視員を置いた。4月に入ると榎田さんは自らも水系を車で走り、アユ探しに努める日々が続いた。

そして5月も半ばを過ぎ、山々は浅緑から深緑に変わる。これと呼応するかのようにアユの姿が揖保川町袋尻の通称「河内井堰」など数ヵ所の堰で発見された。

アユと遊んだこどもの頃の記憶が鮮明によみがえった。醜悪な色と臭いに覆われた過去を洗い流すかのように光る銀鱗が目に焼き付いた。その目は清流の流れをもろともせず背ビレを逆立てて上ってゆく黄緑の姿態をいつまでも追い続けた。

天然アユ遡上の模様は県西播磨県民局の手で「よみがえる揖保川」と題した5分間の記

録ビデオにまとめられた。作業に当たった斉藤富雄県民局長は「震災以降、暗いニュースが多かったので、少しでも明るい話題を提供したかった」と話している。

### 皮革産業の足跡

兵庫県の皮革なめしの歴史は古い。播磨風土記によると帰化人から製革技術を教授されたとある。以後、戦国、江戸時代と変遷、皮革は武具として必需品となり、折しも姫路藩の重商政策のもとで著しい発展をした。

その後、明治にクロムなめし法が取り入れられ、大正に至って軍需専門化とともに、急速に企業化が進んだ。戦後は、小規模民需産業として再出発し、昭和30年代後半までは急速に成長、さらに、40年代に入り、設備の近代化が促進された。

しかし、零細性が極めて高く、経営基盤が脆弱であることなどから、水質汚濁といった環境への配慮がおどなりになる陰の側面がつきまとっていた。

現在、県内の皮革産業は第1次加工が中心で3市1町（姫路、龍野、川西、太子）に集中立地しており、平成5年度工業統計によると企業数582社、従業員数3,958人、製造出荷額は約863億円と全国一の規模を有している。



龍野市松原地区に立地する皮革工場群

さて、問題の林田川沿い。姫路とほぼ同時期に室津に寄港した外国人が製革技術を伝えたとの伝説がある龍野・松原地区は姫路同様の道をたどり、昭和10年頃に誉田、沢田両地区にも皮革産業が起り今日に至っている。

現在、林田川沿いには太子町常全地区を含む以上の4地区に工場が立地、平成5年度工業統計で214社、従業員数1,493人を数えている。衣料用革、袋物用革を主に生産しているが、他地区と同様に企業数、従業員数、製造品出荷額いずれも減少傾向にある。

### 皮革の生産工程

原皮は必要量の90%弱を米、豪からの輸入に頼っているが、腐食を防ぐため塩漬け状態で工場に入荷される。

工場では、水漬けし付着した塩を洗い落したあと、フレッシュ工程で脂肪や肉塊を取り除く。次いで、石灰漬にして毛を除去し、柔らかくする鞣（なめし）工程に入る。クロムなめし、タンニンなめしなどの工法があるが、「仕上がり、コスト面も含めてやはりクロムを使わざるをえない」と多くの関係者は口を揃え、代替えの要素は未発見だと説明した。

この段階で「皮」から加工された「革」へと変わり、続いて染色加脂工程、仕上げ工程へと進み、出荷に至る。

この間、工場から排出される皮革排水は、石灰、毛、なめし用材、染料などを大量に含んでいるが、これまでほとんど効果的な処理も施されず林田川へ垂れ流し状態であった。林田川はいわば工場排水路だったわけで、清流を死地に追いやったのもむべなるかなというのが実感だ。

### 皮革排水対策・苦難の道のり

林田川、揖保川の汚濁の主要原因は、皮革排水にあったのはいうまでもない。同時に、清流の蘇生は下水道の完成に集約されるのもまた事実だ。

しかし、その皮革排水対策、水質浄化をめぐる県をはじめ関係者の取り組みは、理論と現実の乖離（かいり）のなかで難渋を極めた汗と涙の足跡でもあり、アユが戻ってくるまでの40年間の道のりに符合する。

行政の有り様から言っても、原因者負担の原則は守らなければならない。その一方で汚水の個別処理には各業者の経営基盤が弱く、狭隘な土地に集団立地する条件も手伝って物理的、経済的に対応できない現実。その狭間にあって必死に操舵に努めた日々であっただろう。

県は水質汚濁が深刻になった当初、業界及び市町と協議、脱毛工程をはじめとした準備工程の共同作業場の建設、各工場における個別沈殿槽設置などの対策を試みたが、問題解決には至らなかった。

ひとつの例証として龍野市松原地区を上げたい。

昭和40年4月1日、県企画部に公害課が設置された。職員は発足当初から用排水路の整備、処理場用地の確保、中間沈殿地の建設など松原地区の対策に追われる日々が以後3年間にわたって繰り返された。

しかし、用排水路は完成を見たが、他は頓挫した状態が留めどもなく続いた。こうした中で、昭和45年、下水道法が改正され公共用水域の水質保全の概念が新たにうたいあげられた。翌46年には水質汚濁防止法が施行されたことによって、皮革排水を公共下水道に受

け入れて処理する基本方針が打ち出された。さらに県では汚水の性状から直接終末処理場に受け入れると汚濁負荷が多いと判断、前処理場を建設し、沈殿処理のうえ終末処理場で最終処理を行う方針を決定した。

これらを受けて揖保川流域下水道が計画決定されたのは昭和47年、工事着工は53年。この移ろいの間にも、種々の羊腸小径の隘路に遭遇することになる。



龍野市松原処理場

昭和51年4月完成していた龍野市松原処理場は、管理財源と汚泥処分地が未定であることから稼働せず、また、52年3月に竣工していた誉田地区の前処理場も目途のつかないまま時を重ねたのであった。

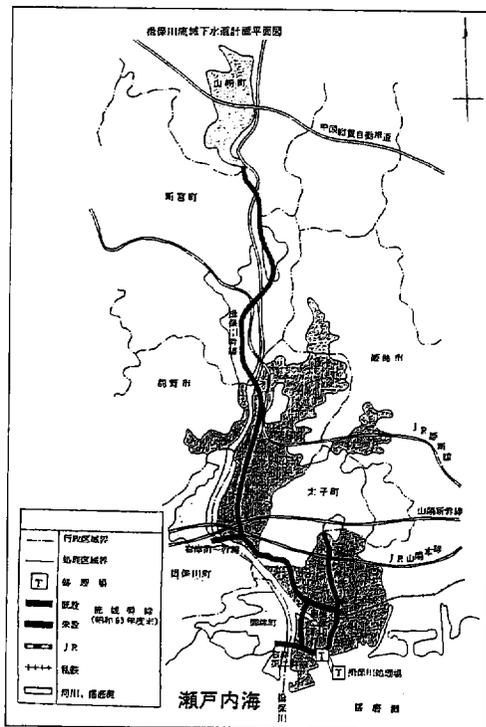
当時、担当課長として任にあった県職員O Bは、「会議会議の連続で、県が全組織を挙げて皮革対策に突入したときでした」と振り返りながら、公共下水道の完成、天然アユの遡上を耳に「よくぞここまで」と感慨深げに語っている。

#### 待望の龍野市公共下水道が完成

計画決定から22年。昨年5月30日総事業費206億円を投じた龍野市公共下水道が完成した。この日から、林田川流域の皮革工場から前処理された汚水約3万tはすべて揖保川流

域下水道の主管へ繋がれた枝管を通じて河口に設置されている終末処理場（揖保川浄化センター）に送られることになった。

西部汚水中継ポンプ場で近くの龍野西中学グラウンドで行われた通水式で、尾西堯龍野市長は「やっと通水式を迎えた」とほっとした面持ちであいさつした。計画スタートから数えて3人目の市長である。長かった日々を思い起こすよう稼働ボタンを押した。



揖保川流域下水道概略図

ここで皮革排水処理の概要を見ておきたい。皮革排水の発生源である個々の工場の前々処理施設（自動スクリーン）を設置、大きなゴミなどを除去したうえで前処理場に導水。前処理場では汚濁負荷の軽減のため沈殿処理をしたあと終末処理場に送水、生物処理のうえ海に放流されている

また、前処理場、終末処理場で発生した汚

泥は遠心脱水機などで水分を可能なかぎり除去したあと、日本下水道事業団の下水道汚泥広域処理事業（エースプラン）によって建設された兵庫西エースセンターで溶融焼却処理されている。

揖保川流域下水道は、姫路、龍野市など2市5町を対象に計画面積8,707ha、対象人口は約22万人。処理施設の揖保川浄化センターは揖保川河口左岸に位置し、姫路市1カ所、龍野市の3カ所及び太子町1カ所の前処理場から接続されている。

#### 地域が一体となった水環境創造作戦

別表の通り効果のほどは一目瞭然、公共下水道の威力がまざまざと分かる。

林田川と揖保川が合流後の王子橋付近での

水質調査で見ると、平成4年29ppm、平成5年20ppmだったのが平成6年には1・3ppmと劇的な変化を見せ、アユの生息可能な水質を取り戻した。

建設省は国が管理している1級河川の1994年度の水質調査結果を本年7月に発表した。109水系1076調査地点の水質環境基準をチェックしたもので別表の通りきれいな川、汚い川のベスト、ワーストの上位5カ所が明らかにされた。

昨年まで常にワースト3にあった揖保川はその名が消えていた。166河川中で83位にまで順位を上げ、20年ぶりにワースト5から抜け出していた。近畿2府4県の中でも12年連続ワースト2の汚名を返上したのであった。播磨風土記によると揖保川流域は数多くの神

順位	昭和54年 BOD 年平均値			平成5年 BOD 75%値			平成6年 BOD 75%値		
	河川名	都道府県	(ppm)	河川名	都道府県	(mg/l)	河川名	都道府県	(mg/l)
1	大和川	大阪・奈良	13.9	綾瀬川	埼玉・東京	14.1	綾瀬川	埼玉・東京	15.4
2	綾瀬川	埼玉・東京	13.4	大和川	大阪・奈良	11.7	大和川	大阪・奈良	12.9
3	鶴見川	神奈川	13.4	揖保川	兵庫	7.2	鶴見川	神奈川	7.5
4	揖保川	兵庫	7.3	鶴見川	神奈川	7.2	中川	埼玉・東京	6.9
5	多摩川	東京・神奈川	6.1	中川	埼玉・東京	7.1	牛淵川	静岡	6.2

【県内の皮革産業に係る河川BODの年平均値】

単位 (mg/l)

皮革産業地区名	水質調査地点		48年	51年	55年	59年	63年	4年	5年	6年	終末接続年月
	河川名	地点名									
姫路市	福井	大津茂川 大平橋	-	-	65	98	78	3.5	2.9	4.6	H1.12
	実法寺	夢前川 蒲田橋	-	1.3	2.4	1.9	1.9	1.4	1.4	2.1	S61.2
	高木市	市川 阿保橋	18	16	14	10	1.5	1.2	1.4	1.8	S58.6
	四郷	八家川 2号線バイパス下	-	540	630	23	5.3	4.8	6.1	8.8	S58.6
川西市	火打	神崎川 最明寺川流末	460	18	7.9	4.2	4.1	2.6	4.1	3.3	S50.6
龍野市	沢田	林田川 (揖保川) 真砂橋 (王子橋)	200 (19)	240 (22)	180 (15)	270 (21)	200 (25)	300 (29)	200 (20)	6.3 (1.3)	H 6.6
菅田	松原										
太子町	常全										

話や神々に関わる説話が伝えられている。やっと神話にふさわしい水明の風景が戻ってきたわけだ。

下水道の整備が清流の蘇生の主たる理由であることは議論の余地はないが、その背景には地域住民を巻き込んだ幅広い取り組みがあることも忘れてはならない。

そのひとつ「揖保川・林田川水環境改善緊急行動計画」(清流ルネッサンス21)が昨秋、策定された。「揖保川を赤とんぼのふるさと」をキャッチフレーズに、地域住民、国、県、市町が一体となって清流を復活させ、人々が水辺に親しむことのできる水環境を創造しようとの願いが込められている。

揖保川河口から林田川合流地点、さらに林田川7km上流地点の中井橋までを対象区間に川底に堆積した汚泥の除去、家庭雑排水の負荷抑制、水生生物の生息調査など河川の浄化に向けて様々なレベルで多様な活動が展開されている。

このほか地元自治会などの呼び掛けで地域上げての河川清掃活動も行われており、ふるさとの川を愛する思いが蓄を膨らませはじめている。

#### 自然からの熱いメッセージ

晩秋の色濃い、10月のある日、揖保川・林

田川を訪ねた。土手にはなめし工程を終えた革が干されており、その艶のある漆黒が河川敷の青さに妙に映える。川鳥が翼を浅瀬で休めている構図には清流の確かな息使いが聞こえてくるようにも思えた。

水質調査地点である真砂橋から川面を覗いた。水は澄んでいる。黒っぽい固まりが数カ所にある。魚の群れだ。ウグイかオイカワか。背ビレをわずかずつ左右に揺らしながら群れている。その数は数百、数千にも及びそうである。小石を投げ込むと餌と間違えるのかいっせいに寄ってくる。何かの呼び掛けなのか。

阪神・淡路大震災からの創造的復興に取り組む兵庫県政。その模様を紹介した県製作のビデオ「よみがえる兵庫」は、末尾で「震災がもたらしたものは、地球から私たちへの提言だった」と結んでいる。

揖保川に40年ぶりに遡上した天然アユの銀鱗の輝きは、歓びの告白ではなかったのか。川鳥たちの休息は啜啄(そったく)の呼び掛けでなかったか。だとすれば清流のよみがえりは、ふるさとの自然から私たちに投げ掛けられた内なる熱いメッセージであるに違いない。

#### ●略歴



1947年 大阪市生まれ (くろいわ ひでたか)  
1972年 同志社大学文学部 英文学科  
1979年 議会ジャーナル社  
1993年 兵庫ジャーナル社  
取締役編集長

# 今夏の播磨灘に発生したギムノディニウム赤潮について

水産庁南西海区水産研究所赤潮環境部  
赤潮生物研究室長

山口峰生

1995年7月下旬から8月中旬にかけて8年振りに播磨灘全域に赤潮が発生し、養殖魚介類に大きな被害を与えた。今回の赤潮原因生物は播磨灘にこれまで多発してきたラフィド藻のシャットネラ (*Chattonella antiqua*, *C. marina*) とは異なり、渦鞭毛藻に属するギムノディニウム ミキモトイ (*Gymnodinium mikimotoi*) によるものであった。本種はハマチやマダイなど魚類のみならず貝類やエビなど甲殻類をも大量斃死させる赤潮生物として恐れられており、被害の件数や金額共にシャットネラに次ぐものである。本稿では今回の赤潮原因種の生理・生態など生物学的な特性について概観するとともに、今回の赤潮の発生経過及び赤潮被害を防止するための赤潮予察の現状について述べる。

## 1. 瀬戸内海におけるギムノディニウム赤潮の発生状況

瀬戸内海域とその周辺海域におけるギムノディニウムによる主な被害事例（被害金額1

億円以上）を表-1にまとめた。とりわけ1984年の熊野灘、1985年の周防灘及び1991年の安芸灘における赤潮が顕著で、漁業被害はそれぞれ43億円、10億円及び10億円に上っている。瀬戸内海以外では九州沿岸域での被害が多く、1989年には八代海で2億6,000万円に及ぶ被害が報告されている。また浜名湖でも1990年の赤潮でカキ養殖に重大な被害が及んでいる。本種の赤潮被害は瀬戸内海では西部海域に多発しており、東部瀬戸内海とりわけ播磨灘は本種赤潮のいわば“空白地帯”であったと言える。

## 2. 今夏の赤潮の発生経過

今夏の播磨灘における赤潮の発生経過を図-1に示す。まず、7月下旬ごろより灘北部沿岸域においてギムノディニウムの増殖が確認された。その後の発生経過は図に示すように7月25日には灘北部沿岸域、南部沿岸域及び大阪湾西部域に着色域が拡大し、1週間後の8月1日には播磨灘及び大阪湾西部のほぼ

### ●略歴



1954年 福井県生まれ（やまぐち みねお）  
1978年 京都大学農学部水産学科卒業  
農林水産省入省  
1994年 現職

表-1 瀬戸内海及び周辺海域におけるギムノディニウム ミキモトイによる主な漁業被害 (被害金額1億円以上のみ)  
(瀬戸内海漁業調整事務所資料)

年 月	発生海域	主な被害魚介類	被害金額 (万円)
1977 7月	紀伊水道	アコヤ貝	16305
8月	広島湾	クロダイ	18016
1979 8月	安芸灘, 播磨灘, 周防灘, 豊後水道	ハマチ, マダイ, アサリ	79658
1980 7月	熊野灘	ハマチ, アワビ	36682
1982 8月	伊予灘, 備讃瀬戸, 燧灘	ハマチ, トラフグ	23822
1984 7月	熊野灘	マダイ, アコヤ貝	436161
1985 7月	周防灘, 伊予灘, 豊後水道	アサリ, マダイ, ハマチ, クルマエビ	95433
1986 7月	周防灘, 伊予灘, 豊後水道	ハマチ, クルマエビ, カレイ	15879
1991 8月	安芸灘, 伊予灘, 周防灘	ハマチ, マダイ, メバル, トラフグ	150051

全域に及ぶ大規模赤潮に発達した。その後8月9日には灘北部沿岸域と南部に若干着色域がみられたものの、赤潮はほぼ消滅に向かった。赤潮に伴う漁業被害は8月中旬時点で香川県の養殖カンパチ、マダイ、スズキを中心

に4億7,500万円に上った。また赤潮消滅期にはプランクトンの死滅・分解による貧酸素化のため、兵庫県相生市付近で養殖カキに1億4,000万円の被害が発生している。

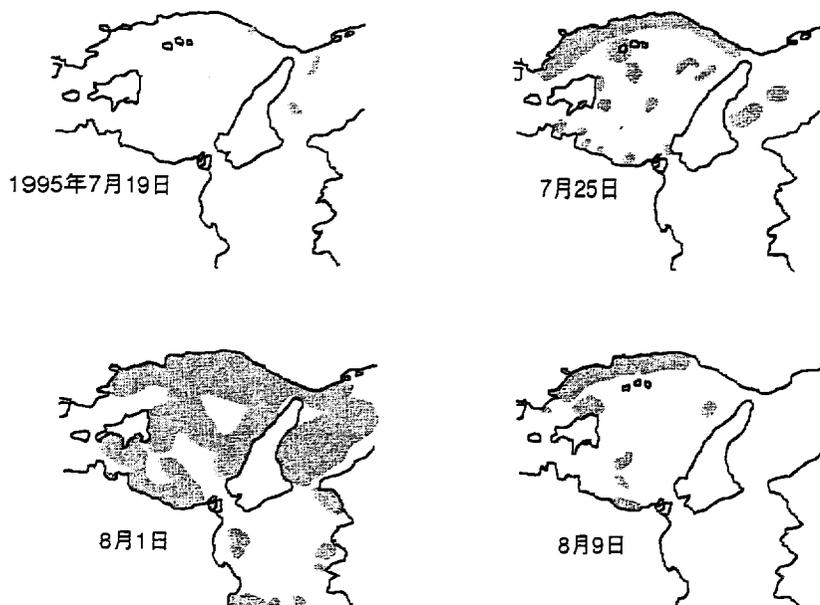


図-1 1995年の播磨灘における赤潮の発生経過。図中に濃く示した部分は赤潮による着色域を示す  
(瀬戸内海漁業調整事務所の飛行観測による)

### 3. ギムノディニウムの生物学的特性

#### 3.1 分類・形態

ギムノディニウムは渦鞭毛藻綱ギムノディニウム目ギムノディニウム科に属する単細胞性の藻類である。本種の細胞長及び細胞幅は約 $30\mu\text{m}$ 程度（1 mm の30分の1）で、背腹に扁平である（図-2）。細胞には横溝と縦溝を有しそれらの中には鞭毛を持っており、それによって回転しながら遊泳する。

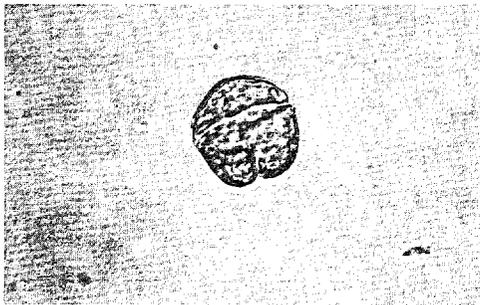


図-2 ギムノディニウム ミキモイの顕微鏡写真

#### 3.2 分布

瀬戸内海域におけるギムノディニウムの赤潮は1957年11月の山口県徳山湾における発生が最初のものである。しかし本種が重大な有害赤潮生物として認識されるようになったのは、1965年の長崎県大村湾における大規模な赤潮とそれによる漁業被害からである。本種赤潮の主要な発生水域は九州北西水域、瀬戸内海、熊野灘、土佐湾であるが、分布範囲はそれより広く、棲息が確認されている太平洋側の北限は東京湾、日本海側では舞鶴湾まで、南限は鹿児島湾である。ただし、韓国や香港など近隣諸国でも被害例が報告されていることから、ギムノディニウムの分布範囲はさらに広いものと考えられる。

#### 3.3 増殖生理

ギムノディニウムの増殖速度に及ぼす光強度の影響を調べた結果、本種は弱光下でも増

殖が可能であり、さらに強光による増殖阻害も見られなかった（図-3）。これらの結果

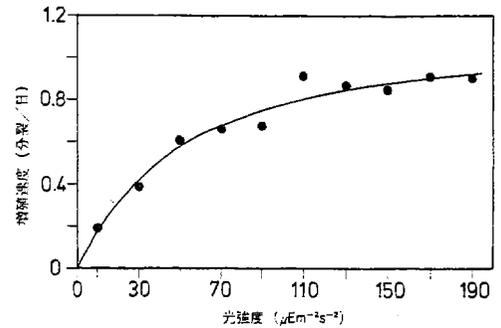


図-3 ギムノディニウムの増殖に及ぼす光強度の影響

から、本種は弱光下の増殖に有利であり、このような光に対する増殖特性を備えることによって、中層域や低日射量下でもその個体群の増大を可能にしているものと考えられる。中層域は風による攪拌や降雨による塩分低下などの影響を受けにくいことから、中層域で増殖できる特性を有することは個体群の維持・増大に有利であると言える。実際、現場海域における本種の分布水深は増殖の初期段階には2~5 mの中層域にあり、細胞密度がかなり大きくなってから表層に浮上する。そのため、本種の赤潮は海面からは発見されにくく、“中層増殖性赤潮”と呼ばれる所以である。さらに、本種は日周鉛直移動を行い、夜間は底層付近で栄養塩を摂取し、昼間は表・中層で蓄積された栄養塩を用いて光合成を行っていると考えられている。

本種は温度 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、塩分 $15\sim 30\%$ と非常に広範囲の水温・塩分で増殖が可能である。最大増殖速度を与える水温と塩分の組合せは $25^{\circ}\text{C}$ 、 $25\%$ であり、最大増殖速度は1日に1回分裂する程度、すなわち1週間でほぼ100倍に増える程度である（図-4）。また、瀬戸内海の最低水温に近い $10^{\circ}\text{C}$ でも十分増殖可能であることから、本種は栄養細胞で越冬し、

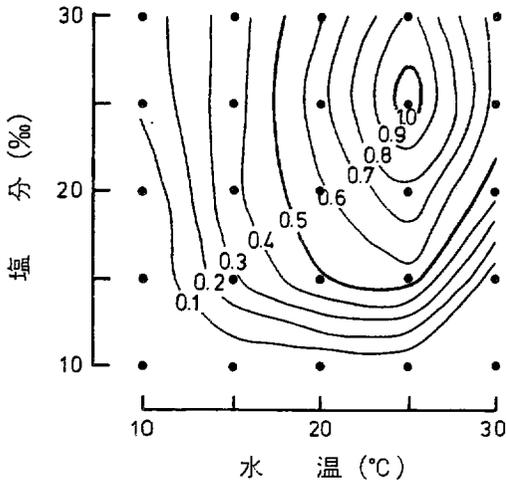


図-4 ギムノディニウムの増殖に及ぼす水温と塩分の影響。図中の線は増殖速度の等値線を示す

それが翌年の赤潮のシードポピュレーション(種)となるものと考えられる。この点はシストと呼ばれる休眠細胞を形成して越冬するシャットネラと大きく異なる点である。すなわち、シャットネラは栄養細胞では越冬できないためシストという越冬手段を必要とするが、ギムノディニウムは幅広い温度耐性を有するため栄養細胞で越冬でき、そのためシストのような越冬手段は必要としないと考えられる。本種は周年にわたり栄養細胞で存在することによって、休眠や発芽等の段階を必要とせず、さらに好適条件下では直ちに増殖できるといった生存戦略を有するものと思われる。

ギムノディニウムは広い濃度範囲にわたって栄養塩を利用でき、さらに有機態の窒素・リンも利用可能である(図-5)。また、ギムノディニウムの細胞内窒素及びリン含量は細胞当たりそれぞれ3.7~4.0 pmolと0.2~0.4 pmolでシャットネラよりも小さい。この細胞内窒素・リン含量から判断すると、本種は通常の現場海水の栄養塩レベルでも赤潮状態にまで増殖できることになる。さらに、増

殖の半飽和定数、すなわち最大増殖速度の2分の1を与えるのに必要な栄養塩濃度は、窒素で0.6~0.8  $\mu\text{M}$ 、リンで0.14~0.15  $\mu\text{M}$ である。この値はこれまで渦鞭毛藻で報告されている中で最も小さい値であり、本種は低濃度の栄養塩も摂取可能な生物であると言える。このように本種は栄養塩の利用特性からみても、競合生物である珪藻やシャットネラなどに比べて生態的に優位にあると考えられる。

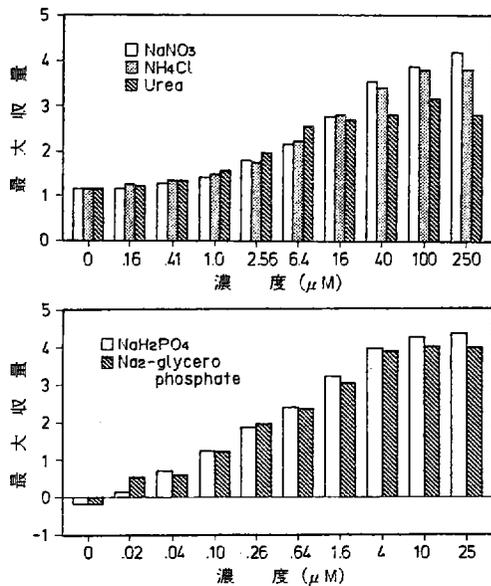


図-5 ギムノディニウムによる栄養塩の利用能  
上段は各種窒素源、下段はリン源

### 3.4 生活史

本種的生活史には未だ不明の点が多い。しかし、現場海域において通常の栄養細胞の4倍量のDNAを有する細胞が確認されており、これは運動性の減数分裂細胞の可能性が大きいこと、また培養条件下で接合(有性生殖と思われる)が起こることも報告されている。さらに、前述のような栄養細胞の生理特性を考慮すると、シャットネラのシストのような耐久細胞を形成し冬季に海底泥中で休眠している可能性は小さいと考えられる。

#### 4. ギムノディニウム赤潮の発生機構

以上述べてきたように、ギムノディニウムは種々の環境要因（光、温度、塩分及び栄養塩）に対して極めて広い増殖可能範囲を有する生物であることが判明した。ところで、赤潮の発生過程には大きく分けて3つの段階があると考えられている。第1の段階は初期個体群の増加、第2段階は適度な環境下での増殖、第3段階は赤潮状態の持続と集積である。そしてそれらの各段階に関与する種々の生物、物理及び化学的要因と赤潮発生過程との関係が種々想定されている。これまで得られた生物学的諸特性に基づき、ギムノディニウム赤潮の発生に至る諸過程とそこに關与すると考えられる要因は以下のように整理される。まず、赤潮のシードポピュレーションとしては越冬した栄養細胞が考えられる。これらの栄養細胞は水温上昇に伴って徐々に細胞密度を増してゆく。そして降雨による塩分低下や栄養塩の補給、日照不足による競合種の脱落、梅雨後の水温及び日射量の増大、鉛直安定度の増加、捕食圧の低下のもとでは最大増殖速度（1.0分裂/日）に近い増殖速度で飛躍的に個体群密度を増大させ、さらには物理的な集積等も加わって赤潮形成に至るのであろう。赤潮衰退後は低温度耐性によって栄養細胞のまま存在し、競合生物である珪藻類の衰退時には細胞密度を増加させながら越冬し、再び初夏の増殖へと向かうものと考えられる。

#### 5. ギムノディニウム赤潮予察の現状

赤潮に対する効果的な防除策が無い現状では、その発生予察をできるだけ早期に行い、生け簀の移動や餌止め等によって被害を防

止・軽減するしか方策がない。播磨灘といえどシャットネラ赤潮が連想されるように、この海域は歴史的に見てもシャットネラ赤潮が多発する海域であった。したがって、シャットネラ赤潮に対する予察体制はかなり整備されていると言ってよい。現在用いられている予察手法には、水温、塩分などの海況的要素や雨量、風力など気象的要素など、赤潮に先行する環境要因と赤潮発生との経験的な関係に基づく先行指標による予察手法と、赤潮の発生機構に基づいた生物学的予察手法とがある。しかし、赤潮は海域及び原因生物について特異的な現象であるため、その予察手法にも汎用的なものはない。さらに、これらの指標は、赤潮発生年と非発生年の環境要因を比較検討して得られた経験則に基づくものであるため、発生予知を行うためには過去の赤潮発生データの蓄積が必須となる。

ギムノディニウム赤潮に関しては、三重県五ヶ所湾と和歌山県田辺湾で長期的なデータの蓄積が行われており、それをういた赤潮予察手法が開発されつつある。まず五ヶ所湾においては、冬季の平均水温と、春にギムノディニウムの栄養細胞が海水1ml当たり1個に達するまでの期間との間に、高い相関関係が得られている。このことは、冬季の水温が栄養細胞の越冬密度、すなわち夏季赤潮に向けての細胞密度を決定していることを示している。この関係に基づけば、冬季水温を監視することにより、当該年のいつ頃赤潮発生の細胞密度に達するかが予測できることになる。また、水温・塩分から計算されたギムノディニウムの増殖速度と、ボックスモデルから得られた海水の交換速度の関係を解析した結果、計算結果と実際の細胞密度の消長がよく一致

した。これも五ヶ所湾における赤潮の消長を知る上で重要な手段となっている。他方、田辺湾ではギムノディニウム赤潮の初期発生域が湾南部域であること、そして南部から東部、さらには湾北部から湾口に向かう分布域の変化に湾内に存在する反時計回りの流況が密接に関連していることが判っている。そこで、湾南部域の細胞密度と流況を監視することにより、養殖場への赤潮の来襲時期を予察しようとする手法が検討されている。このようにギムノディニウム赤潮を予察するための手法が種々開発されつつあるが、今後はその精度向上をはかるために、綿密かつ効率的な現場データの蓄積を行ってゆく必要がある。また、前述のようにギムノディニウムに関する生物学的な知見も蓄積されてきているので、予察指標の中に経験則のみならず生物学的な要素も取り入れることが必要となろう。

## 6. おわりに

播磨灘はシャットネラ赤潮に対しては有数の監視体制が整備されている海域と言っても過言ではない。しかし、8年振りの、しかもギムノディニウムというこれまであまり経験のなかった赤潮生物により、大きな漁業被害を被った。ところで近年、ギムノディニウムやシャットネラに替わる新しい種類の赤潮による漁業被害が日本各地で発生し始めている。このように、いつ何時新しい種類の赤潮が発生し漁業被害が起こるとも限らない状況の下で、赤潮被害の防止や軽減をはかるためには、漁業関係者や水産行政及び試験研究機関の強力な連携のもとに、情報の適切かつ迅速な交換・伝達体制の整備がますます重要になってくるものと考えられる。

最後に、本稿をまとめるにあたり飛行観測や被害状況に関する資料を提供して頂いた水産庁瀬戸内海漁業調整事務所、香川県及び兵庫県の各位に御礼申し上げる。

## 「日本海」の名付け親を知りませんか

江戸時代にロシアはシベリアの現地でとれた毛皮を日本に売ればすばらしいことと考えた。これが帝政ロシアにとって、歴世の課題になった。日本への航路を見つけよとのロシア皇帝の命令で、ロシアにおける最初の世界周航の途にのほりカムチャッカを経て日本にきたI.F.クルーゼンシュテルンの極東への航海を司馬遼太郎はその著作で次のように紹介している。クルーゼンシュテルン(1770-1846)による、1803-06年にわたる極東航海記はオランダ語からの転訳ですぐに日本に紹介された。また彼は海軍兵学校長も勤めのち海軍大将にまでのぼるが、その間、航海学、

水路学の向上など、ロシアにおける海軍技術の進歩と服務基準の確立などロシア海軍の建設につくした。また彼はいくつかの名前をもっていて、公称していたのが、イヴァンという名であった云々。

最近「日本海」が頭についたいろいろな、それも国際的なイベントが開催されるようになってきた。それに伴って参加国から会議の名称に「日本海」の固有名詞を採用するか否かの意見の合意をめぐって協議に時間を費やすことが多くなったとき、そこで先のクルーゼンシュテルンが登場することになる。

72ページに続く

# 瀬戸内海のCOD環境基準達成率を観る

(社) 瀬戸内海環境保全協会

北村 弘行

## 1. はじめに

良く知られているように、昭和42年8月に公害対策基本法で大気汚染、水質汚濁、土壌汚染および騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準を定めることになった。これにともない、水質汚濁に係る環境基準が設定された。

地方公共団体には、国が設定した環境基準とは別に環境目標値を条例として定めているところがあり、目標値、達成期間、設定項目等に関して独自の規定を設けている場合がある。

水質汚濁に係る環境基準(通称、水質環境基準)には、人の健康保護に関する環境基準と生活環境の保全に関する環境基準があり、昭和46年12.28環境庁告示第59号として定められている。生活環境の保全に関する環境基準には、水域類型が指定され、有機性汚濁にたいする望ましい環境として海域ではCODが項目に入っている。

瀬戸内海にあっては、水質環境基準によって毎年類型指定の海域ごとにCOD基準値の達成度合が考察されて、閉鎖性の強い海域である瀬戸内海の水質環境回復への目安として各方面から注目されている。本稿では瀬戸内海沿岸府県が発表している環境白書から、COD分布をA類型について概観した。

## 2. 瀬戸内海の自然の歩んできた道

瀬戸内海が今日のような海岸線に落ちついたのは縄文時代後期といわれ、その面積は2.2km<sup>2</sup>、流入河川の年間総流量60km<sup>3</sup>程度(瀬戸内海全容量の約7%程度)、平均深度約37mとなっている。瀬戸内海へは冬でも夏でも山地を越えて風が入ってくるが、そのためいつでも下降気流が卓越し、岡

山、福山地方はとくに年間を通じて晴れることが多く、年平均降水量は少ない。瀬戸内海沿岸11府県の生産活動は昭和40年代後半から拡大を続け、産業排水や生活排水の流入量が増えて、瀬戸内海全域に水質汚染が顕在化した。これに対応するためCODの濃度規制、ついで総量規制へと対策がおこなわれてきた。

一方富栄養化に伴い植物性プランクトンの異常増殖現象が湾・灘に頻繁に見られるようになり、これがCODの内部生産として注目されるようになった。これら要因が重なりあって、閉鎖性海域としての瀬戸内海の水質回復には時間がかかることも論議された。

## 3. 瀬戸内海の海洋調査から

瀬戸内海で定期的に海洋調査をおこなっているのは、以前から沿岸府県の水産試験場による浅海定線海洋観測があり、有用水産資源の開発に大きな貢献をしてきた。瀬戸内海の富栄養化問題が顕在化してからは、多くの情報を提供することになった。

環境庁は、広域総合水質調査と公共用水域にたいする常時監視を地方公共団体に委任して、瀬戸内海の水質特に環境基準で定められた類型指定の海域毎の水質基準達成の度合いを調べ、水質回復の状況判断を行っている。その有効な指標としてCODが使われているが、浅海定線観測のCODと環境庁調査のCOD測定法が異なっているため、両者のデータを共用することができない不便はあるが、両者が独立して有機性汚濁についてのトレンドを検討するにはすこぶる有用である。

1972年からの広域総合水質調査の結果は、瀬戸内海環境保全特別措置法対象海域を18の海区に分けて平均値が示されている<sup>1)</sup>。ただ1972~79年

と、'79年以降では透明度を除いて統計処理が変わっている。

CODの分布をみると、大阪湾北部が他の海区と比べ著しく値が高い特徴を見せている。瀬戸内海全域を眺めると、約10年間大阪湾北部、播磨灘北部で変動が大きいことが示されている。

#### 4. 水質環境基準類型別のCOD

環境庁は公共用水域水質測定結果をもとに水域類型別の環境基準達成率を公表している<sup>2)</sup>。瀬戸内海の状況を次表に示す。

表-1 瀬戸内海環境基準あてはめ水域のCOD環境基準達成状況 (%)

類 型	A	B	C	計
50年度	40	74	92	69
55年度	41	78	98	72
60年度	59	84	100	81
62年度	57	84	100	80
63年度	57	86	100	81
平成元年度	47	87	100	78
2年度	39	85	100	75
3年度	49	85	100	78
4年度	45	89	100	78
5年度	35	82	100	72

達成率 (%) = (環境基準達成水域数 / 環境基準あてはめ水域数) × 100

A類型の達成状況が非常に困難なありさまが数字にはつきりとあらわされている。特に平成元年度以降の状況は47～39～49～45～35%と変動が大きい。

この間の西日本における気象状況は、降水・日照・気温の激しい変動があり、長雨、日照不足による米の作柄不良、一転して降水不足による水飢饉の騒ぎなどに見舞われ異常気象状態といわれた。瀬戸内海への流入河川水量の大幅な変動、海水温の高温によるCOD内部生産の増加などなど、自然現象からのインパクトがCOD値の増大に寄与したののだろうか。またCOD 流入負荷量をコントロールしても海域であらわれてくる現象にはある種のlagが存在するのであろうか。

#### 5. 達成率の算定

達成率は表-1のように(環境基準達成水域数 / 環境基準あてはめ水域数) × 100の算定式で求めている。地方自治体が発行している環境白書にはこの式のほか、(環境基準達成海域測定地点数 / 環境基準あてはめ海域測定地点数) × 100の算定式で達成率を示しているのがある。そこで、瀬戸内海沿岸の環境白書から各類型水域と達成率の算定をしらべた。

- (1) 達成状況を求めるために行っている方法を大別すると、①測定地点数を利用、②日数を利用、③水域数を利用、④検体数を利用、と表-2に示すようになる。

表-2 COD環境基準達成率計算法の分類

算定式の変数	地点数	日 数	水域数	検体数
和歌山県		◎		
大阪府	◎			
兵庫県	◎			
岡山県				◎
広島県			◎	
山口県		◎		
徳島県			◎	
香川県		◎		
愛媛県		◎		
福岡県				◎
大分県			◎	

※1) 和歌山県、兵庫県、岡山県、福岡県、大分県は75%値。

※2) 大阪府、広島県、山口県、徳島県、愛媛県は年平均値。

※3) 香川県は日平均値。

※4) 山口県は適合率=(環境基準適合日数 / 総測定日数) × 100、愛媛県は達成率=(総測定日数 - 環境基準に適合しない日数 / 総測定日数) × 100でしめす。

- (2) 地方公共団体には、国が設定した環境基準とは別に環境目標値を条例として定めているところがあるので、府県の環境白書に記載の図から水域を抽出して図-1に示した。図から判るように瀬戸内海で広く面的に捉えられるのは、大阪湾、備讃瀬戸、安芸灘、広島湾及び周防灘西部であろう。他の海域では地

先が主で広域にわたる水域との比較は簡単でない。

- (3) 瀬戸内海の各灘・湾で行われている公共用水域の水質調査は環境基準点を中心とした測定データが得られるように広がりをもっている。A類型の水域指定の海域はB、C海域とも関連しあい、瀬戸内海のCOD環境基準達成状況を考えるとき、達成率を生み出すための「標本」の特徴を考えておく必要があろう。

## 6. 結びにかえ

瀬戸内海の水質(COD)環境基準でA類型達成状況が平成元年度以来47,39,49,45,35%と50%を切ったまま推移している。これが影響してA、B、C類型を合わせた達成率は平成元年度以来78,75,78,78,72%と80%未滿をしめしている。

さきに述べたように、海況、気象等の自然現象をはじめ流入してくる有機汚濁物質、その他プランクトンの増殖によるCOD内部生産など、COD値を決定する要因は複雑に絡んでいる。

瀬戸内海の環境基準あてはめ水域の状況をあらためて観るとき、環境基準達成率を単純に比較することの難しさが浮上してくる。

COD環境基準の達成率を考えるときに必要な類型指定水域の分布をしるため、関係府県市から環境白書に記載されているCOD関連事項を提供していただいた。ここに厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

1. (財)瀬戸内海環境保全協会(1983)～('95)：瀬戸内海の環境保全(資料集), 1983～'95各年版
2. (財)瀬戸内海環境保全協会(1995)：瀬戸内海の環境保全(資料集), 54-55.

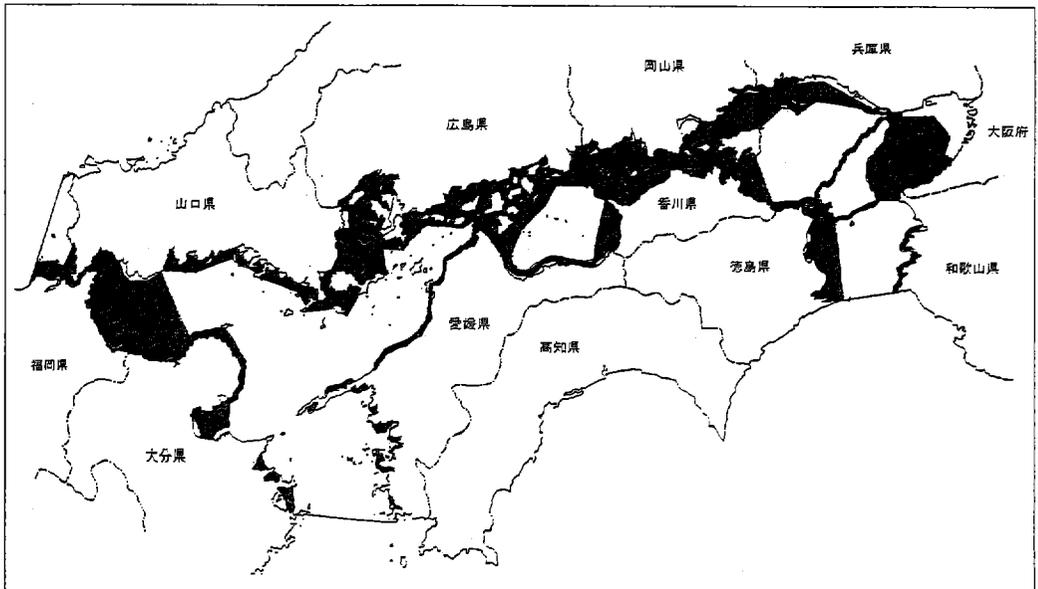


図-1 水質基準A類型水域概略

# 阪神・淡路大震災におけるガレキ処理の現況

大阪湾広域臨海環境整備センター  
常務理事

入江 登志男

## 1. はじめに

平成7年1月17日に阪神・淡路地域を襲った大震災により、多数の方が死亡ないし負傷されたほか、20万棟にのぼる家屋建築物が倒壊・焼失し、高速道路、鉄道等も想像を絶する被害を受けた。

この震災により発生した災害廃棄物対策として、日常ごみ、し尿の緊急処理体制がしかれ、また急ピッチで家屋建築物・構造物の解体・撤去及び処理が進められていることは本誌「瀬戸内海2，3号併合」で紹介されているとおりである。

筆者の勤務する大阪湾広域臨海環境整備センター（以下「大阪湾センター」と略す）でも、震災直後から、解体・撤去されたガレキ等災害廃棄物の受入れについて検討し、最終処分を受け皿としての役割を果たしているが、本稿では、大阪湾センターが受けた震災影響や処理体制等を中心に、主としてガレキ処理の状況についてお伝えしたい。（注1）

## 2. 大震災による被害状況と災害廃棄物の発生量

### 1) 被害規模の拡大と発生予測量の増加

今回の大震災による被災状況は刻々変わり、大きくなっていった。

新聞に載った損壊家屋数の推移を見ても、1月18日段階では7,700棟だったのが、20日で3万棟、22日で5万棟と急増し、24日段階で5万6千と少しペースが落ちたが、この後更に損壊家屋数は増え続け、2月7日段階では、兵庫で87,500、大阪等で21,900の合計109,400棟、5月中旬では兵庫だけで20万棟に達するまでに至った。

このような被害規模の変化につれ、解体撤去による災害廃棄物の発生予測量も増加修正を余儀無くされた。1月24～5日頃の3省連絡会の中間検討結果では1,100万トン（容量で800万 $m^3$ ）と発表されたが、その後兵庫県では、2月と6月に予測量の見直しを行い、住居系公共系合わせて、2,000万トン（2,110万 $m^3$ ）と大幅に増加した値となっている。（表-1参照）。

## ●略歴



昭和22年 愛知県生まれ（いりえ としお）  
昭和48年 京都大学大学院工学研究科衛生工学専攻修士課程修了  
// 4月 厚生省入省環境整備課  
55年4月 環境庁企画調整局環境影響審査課審査官  
59年4月 厚生省水道環境部産業廃棄物対策室室長補佐  
61年7月 環境庁水質保全局水質規制課課長補佐  
平成元年7月 環境庁環境保健部保健企画課調査官  
4年1月 厚生省水質環境部地域計画室長  
6年2月 兵庫県保健環境部参事兼現職に就く

表-1 災害廃棄物発生量の予測値の推移

区分	時期	1月24～25日段階	2月28日段階	6月30日段階
住居建築系		600万t (500万㎡)	1,300万t (1,200万㎡)	1,450万t (1,760万㎡)
公共施設系		500万t (300万㎡)	550万t (350万㎡)	550万t (350万㎡)
道路鉄道等			480万t (300万㎡)	480万t (300万㎡)
公園住宅等			70万t (50万㎡)	70万t (50万㎡)
合計		1,100万t (800万㎡)	1,850万t (1,550万㎡)	2,000万t (2,110万㎡)
発表主体		厚生・建設・運輸3省連絡会	兵庫県	兵庫県

増加の要因は主に倒壊家屋数の増大である。ちなみに大阪府側の発生量は47万トンと予測されている。

## 2) 廃棄物処理施設の被害状況

市町村の廃棄物処理施設の被災状況は、表-2のとおりであり、被害内容としては、煙

表-2 一般廃棄物処理施設の被害状況

施設の種類の	地域・施設数
ごみ焼却施設	兵庫県 神戸市等 19施設
	大阪府 豊中伊丹等 2施設
	香川県 香川町等 2施設
	滋賀県 湖北広域 1施設
	計24
粗大ごみ処理施設	兵庫県 加古川市等 2施設
	大阪府 豊中伊丹等 3施設 計5
再生施設	大阪府 吹田市 1施設 計1
し尿処理施設	兵庫県 加古川市等 3施設 計3
広域処理場	大阪湾広域臨海環境整備センター 計1
施設の種類の	被害・内容
ごみ関係施設	建屋一部損壊、煙突の倒壊・破損、クレーン故障、炉内レンガ損壊、EP故障、薬液タンク破損、地下浸水、地盤沈下等
し尿処理施設	配管破損、脱臭プロア故障等

(厚生省調べ：2月13日現在)

突の倒壊・破損(2施設)、電気集塵機の故障(1施設)を除くと軽微で大半の施設が概ね10日間までに応急復旧している(参考1, 2)。

広域処理場(大阪湾センター)では、震災直前の1994年12月現在で埋立ての進捗率が尼崎沖処分場で44%、泉大津沖処分場で15%だ

ったが、7つある積出し基地のうち、震源地に近い神戸基地の被害が大きく、護岸が前面にせりだし、投入ステージを支える支柱が傾いたためステージを撤去し、復旧工事のため7月中は使用不能となったが、それ以外は、尼崎沖処分場が平均的に数十センチ沈下したものの、比較的被害は軽微で応急補修をして、通常受入れをしている(写真-1, 2)。

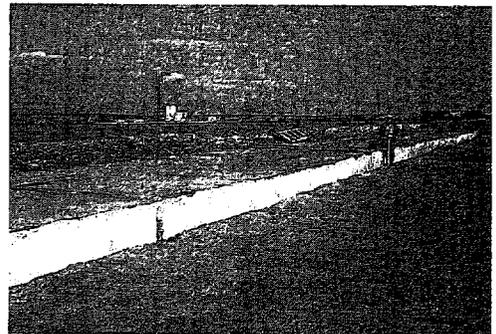


写真-1 尼崎沖処分場管理型区画揚陸部の沈下(1月17日)

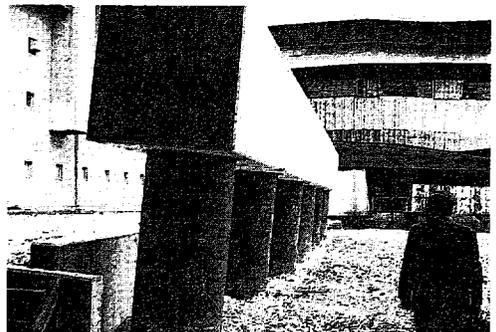


写真-2 神戸基地の傾いた支柱(投入ステージ撤去後、5月25日)

## 3. 災害廃棄物の処理体制

大震災が起きてからの、災害廃棄物の処理を巡る国、府県、市町村、大阪湾センターの対応を整理すると表-3の通りである。

### 1) 国、府県、市町

政府レベルでは、非常災害対策本部等を設置するとともに、仮設トイレの設置や損壊建物の解体撤去に伴う特別措置など法律、財政面からの支援をする一方、府県レベルでは県

表-3 災害廃棄物の処理体制

国 厚生省	1月17日 非常災害対策本部設置 19日 緊急災害対策本部設置 17日 厚生省災害対策本部を設置 仮設トイレの設置や損壊建物の解体撤去に伴う特別措置など法律、財政面からの支援
府 県	県全体にわたる災害廃棄物処理対策の策定、市町村指導 兵庫県では 災害廃棄物処理推進協議会の設置 解体処理計画マニュアルの作成
市 町	廃棄物処理施設の復旧 日常ごみや粗大ごみの緊急収集処理 仮設トイレ等のし尿の緊急収集処理 倒壊家屋等の計画的解体撤去 がれき等災害廃棄物の処理
大阪湾センター	災害廃棄物の受入れ可能量の検討 海上輸送ルートの検討

全体にわたる災害廃棄物処理対策の策定等により市町村を指導した。

実際の実務主体である市町では、処理施設の復旧、ごみ、し尿の緊急収集処理、倒壊家屋等の計画的解体撤去、がれき等災害廃棄物の処理とあらゆることが集中する。

#### 2) 大阪湾センター

震災直後に国や県から、当大阪湾センターに対し、阪神間の災害廃棄物の受入れ並びに拡大について要請があり、受入れ可能量を検討した。

その結果、管理型はほとんど余裕がないが、安定型は終了年度が17年であり、管理型の終る10年度までを確保し、11年度以降の容量を

先行して提供することとすれば、尼崎、泉大津の2つ併せて1,500万㎡提供できることが分かった(表-4参照)。

この1500万㎡という量は、兵庫県側の発生予測にも匹敵する大変大きな容量であることが分かる。

処分場への搬入方法については、神戸基地が使えず、また、陸路の交通事情も悪いため、神戸市、芦屋市、西宮市からのガレキ、阪神高速、JR、阪急、阪神等多量に出る所については、各々がバージ船を仕立て、海上を処分場まで直送してもらうこととした。

#### 4. 災害廃棄物の処理状況

##### 1) 市町

各市町では、①まず仮置場を確保し、②搬入に際しては可燃物、不燃物の区別を徹底し、不燃物はフェニックスへ運ぶ、③できる限り減量化・リサイクルに努めるという方針の下で対処していたが、仮置場にどんどん廃木材等可燃物が堆積してしまい、廃木材等可燃物を減量するため、やむをえず野焼きを始めるところが出てきた。分別保管がうまくできず、可燃物不燃物の混合物のまま野焼きする所もあった。

神戸市では、残容量800万㎡の布施畑処分場と700万㎡の淡河(おうご)処分場という2つの大きな内陸処分場を有していたが、普段の10倍もの大量の災害廃棄物が流入し、今

表-4 大阪湾フェニックスセンターの計画値および残容量

(単位:千㎡)

		①受入計画容量	②残容量 6年11月末	③年間平均受入量 (7年度以降)	受入終了 予定年度	④受入可能量 ②-③×4年分
安定型廃棄物区画	尼崎沖	11,000	6,291	600	16~17	3,891
	泉大津沖	20,000	17,521	1,600	16~17	11,121
管理型廃棄物区画	尼崎沖	4,000	2,130	400	10	530
	泉大津沖	10,000	8,228	2,000	10	228

後10年間で埋め立てる予定だった処分場を1年で埋め尽くす事態となった。(写真-3)そこで、ポートアイランドII期の埋立て地を仮置場とし、木質系廃棄物を分別保管し、焼却炉による減量処理を図ることとした。

このような苦勞のうえ、倒壊家屋の解体処理は、ようやく兵庫県で8月現在の撤去率が約74%、大阪府では更に進み79%と進捗しているが、一方、処理の方はまだまだ遅れており、とりわけ兵庫側の処理率は41%台にとど



写真-3 うず高く積みあげられた災害廃棄物(布施畑処理場、2月25日)

まっている(表-5参照)。

## 2) 大阪湾センター

大阪湾センターへは、1月24日からガレキ等不燃物が搬入され始め、阪神高速道路公団の倒壊した橋脚ガレキは素早く持ち込まれた。神戸市では、代替の積出し基地を確保するのに時間がかかり、2月10日と比較的遅かった。ただ、神戸市では神戸港の港湾計画を2月に改定し、六甲アイランド南や摩耶埠頭など新規の埋立て地に、660万㎡のガレキを埋立て材として利用する計画を立て、3月末の免許後、埋立てに着手している。このため、神戸市からの搬入は3月までで終了した。それに代わって、芦屋市からのバージ船を用いての搬入が始まった。

JR、阪急、阪神電鉄からの搬入は、まさに鉄道復旧の状況と共に推移し、JRは3月まで、阪急は5月いっぱいまで、阪神電鉄は6月半ばまでで搬入は終わっている。一方、

表-5(1) 兵庫県下の倒壊家屋解体処理状況

(平成7年8月31日)

市町名	全体処理対象家屋(棟)	処理合計(棟)	解進捗率(%)	発生量の推計(千ト)		処理量B(千ト)			処理率B/A(%)	仮置場C(千ト)	撤去量B+C(千ト)	撤去率(B+C)/A(%)	
				不燃物A	可燃物	焼却	再生	埋立					合計
神戸市	70,734	53,487	75.6	不燃物	6,241	0	1,256	2,658	3,914	46.6	1,592	4,126	68.0
				可燃物	2,187	13	0	0	13				
尼崎市	6,183	3,934	63.6	不燃物	547	0	3	219	222	40.1	60	347	64.0
				可燃物	228	79	10	0	89				
西宮市	18,230	16,789	92.2	不燃物	1,487	0	2	108	110	8.4	370	1,308	88.7
				可燃物	464	51	2	0	53				
芦屋市	5,120	4,710	92.0	不燃物	825	0	17	188	205	34.9	123	344	84.6
				可燃物	366	208	3	0	211				
伊丹市	2,722	2,253	82.8	不燃物	424	0	90	229	319	70.5	40	350	84.2
				可燃物	95	23	7	17	47				
宝塚市	4,811	4,346	90.3	不燃物	472	0	110	225	335	74.9	1	140	75.7
				可燃物	161	105	9	25	139				
川西市	1,165	1,095	94.0	不燃物	95	0	3	86	89	84.4	7	89	90.2
				可燃物	27	13	0	1	14				
東播磨地域	3,040	2,084	68.6	不燃物	349	0	21	24	45	16.9	25	49	72.9
				可燃物	60	23	1	0	24				
淡路地域	8,641	8,567	99.1	不燃物	431	0	4	0	4	24.5	32	427	98.9
				可燃物	181	146	0	0	146				
合計	120,646	97,275	80.6	不燃物	10,871	0	1,506	3,737	5,243	40.8	2,260	7,898	74.4
				可燃物	3,769	661	32	43	736				

注) 1 「全体処理対象家屋」は、処理計画見直し後(7月31日)の棟数である。  
 2 「処理率」とは、発生量に対する災害廃棄物の処理済量の割合で、「撤去率」とは、発生量に対する現場からの災害廃棄物の撤去済量の割合である。  
 3 8月31日現在解体完了市町は、洲本市、淡路町、北淡町、五色町、緑町、三原町、南淡町の1市6町である。

表一5(2) 大阪府下の倒壊家屋解体処理状況

(8月31日現在)

市町名	全体処理 対象家屋 〔棟〕	市及び 自己処理分 〔棟〕	解体 進捗率 〔%〕	発生量の推計 (千t)		処 理 量 B (千t)				処理率 B/A 〔%〕	仮置場 保管量 C (千t)	撤去量 B+C (千t)	撤去率 B+C A 〔%〕
				A	焼却	再生	埋立	合計					
合計	3,338	契約 2,592 完了 2,403	77.7	不燃	379.45		0.30	277.41	277.71	73.2	15.4	293.11	77.2
				可燃	95.37	54.04	18.15		72.19	75.7	8.4	80.59	84.5
				計	474.82	54.04	18.45	277.41	349.90	73.7	23.8	373.70	78.7

西宮市からのバージ船による搬入は5月下旬から始まった(写真-4)。

9月30日現在では、177万8千トン(110万2千 $m^3$ )のガレキが搬入されており、量的には、尼崎市が25万9千トンで一番多く14.6%、以下伊丹市、宝塚市、芦屋市、豊中市、西宮市と続き、これらの市で73%を占めている(表-6、図-1参照)。

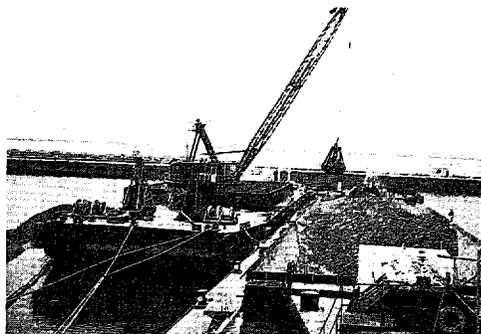


写真-4 右側のバージ船から左側の安定型区画へ投入するガットバージ船  
(泉大津沖処分場, 6月28日)

表-6 大阪湾広域臨海環境整備センター災害廃棄物(瓦礫)搬入状況(平成7年9月30日現在)

処分先	申 込 者	月 別 搬 入 量 (単位: t)									1/24~ 9/30の 累計(t)
		1/24~31	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
尼	尼 崎 市	986	22,287	25,021	18,734	19,264	34,248	47,961	50,712	39,933	259,146
	伊 丹 市	1,630	5,428	34,781	35,142	32,452	36,451	36,363	35,758	34,173	252,178
	宝 塚 市	444	32,492	39,236	49,684	44,145	28,773	22,586	7,216	8,060	232,636
橋	神 戸 市	-	23,794	42,774	-	-	-	-	-	-	66,568
	川 西 市	456	4,235	4,070	4,917	7,147	6,622	6,291	7,301	2,383	43,422
	西 宮 市	-	-	2,420	1,832	-	-	-	-	-	4,252
沖	芦 屋 市	-	323	334	-	-	-	-	-	-	657
	播 磨 町	-	134	64	98	35	49	67	-	49	496
	阪急電鉄	-	14,730	34,325	29,981	18,132	-	-	-	-	97,168
分	阪神電鉄	-	998	699	9,124	44,014	15,443	-	-	-	70,278
	JR西日本	-	9,484	18,926	8,066	2,396	1,636	129	-	-	40,637
	住友物産	-	-	-	-	-	-	1,155	1,504	1,212	3,871
場	第三建設局	-	-	-	-	-	-	-	700	-	700
	住友建設(阪高)	14,950	31,326	-	-	-	-	-	-	-	※46,276
	合 計	18,466	145,231	202,650	157,578	167,585	123,222	114,552	103,191	85,810	1,118,285
泉	豊 中 市	1,910	20,085	19,721	22,669	20,497	34,417	27,772	25,278	22,666	195,015
	芦 屋 市	-	-	41,554	38,285	18,414	14,750	18,136	31,931	41,326	204,396
	西 宮 市	-	-	-	-	7,455	40,763	28,337	36,327	41,683	154,565
大	池 田 市	472	5,557	6,272	7,522	14,466	1,699	3,080	2,606	2,560	44,234
	神 戸 市	-	5,224	12,439	-	-	-	-	-	-	17,663
	大 阪 市	-	-	-	692	4,518	5,858	4,349	619	2,988	19,024
分	茨 木 市	-	-	4,054	4,203	5,799	-	-	-	-	14,056
	日本建設	-	-	-	-	-	-	-	4,139	6,643	10,782
	合 計	2,382	30,866	84,040	73,371	71,149	97,487	81,674	100,900	117,866	659,735
総 合 計	20,848	176,097	286,690	230,949	238,734	220,709	196,226	204,091	203,676	1,778,020	

注) 1. 累計欄の※を2.3t/m<sup>3</sup>, その他を1.6t/m<sup>3</sup>で重量を容量に変換すると, 総合計で1,102,460m<sup>3</sup>となる。

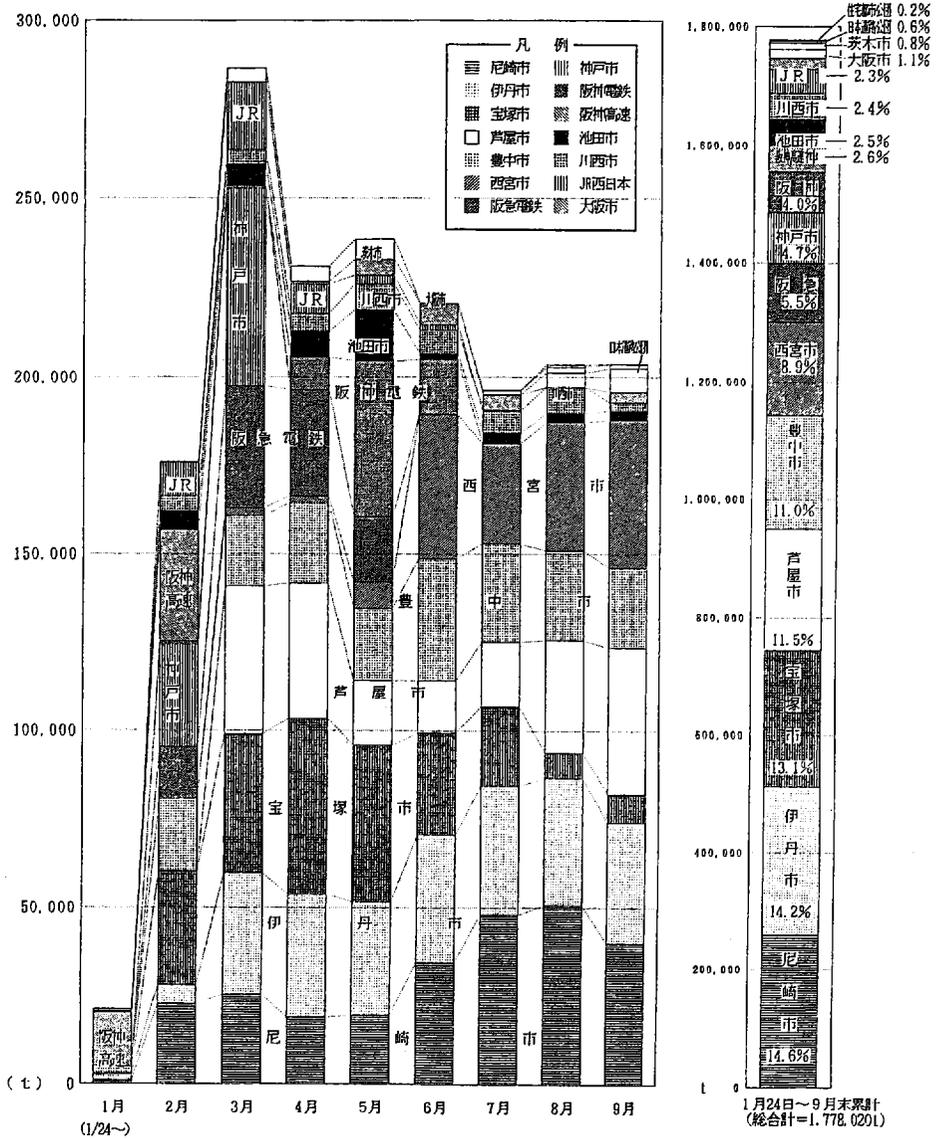


図-1 大阪湾広域臨海環境整備センターへの月別の災害廃棄物（瓦礫）搬入状況

5. 災害廃棄物処理と環境保全対策

1) ガレキに混ざる可燃物対策

震災直後、いくつかの市町からセンターに、かなりの可燃物を含むガレキ等の不燃物が受け入れられないかという要請が相次いだ。

しかし、センター側としては不燃物は安定型、燃えがらは管理型処分場としているので、そのままでは受けられず、可燃物と不燃物は

可能な限り分別してもらいたい。

市町側ではセンター側の事情を理解し、極力分別されたガレキが搬入されるように努められたが、それでも、バース船で運ばれてくるガレキに若干の木片などが混ざってくるのは避けられない。

そこで大阪湾センターでは、ガレキ投入後水面に浮く木片等が埋立て護岸の外側に流出

しないよう、バックホー等で回収に努めたり（写真－5）、泉大津では、ガットバージ船を用いて、汚濁防止膜の内側にガレキを投入している（写真－6）。

回収した廃木材は目下、処分場内に堆積しており、処分方法を検討中である。

## 2) 野焼き中止と廃棄物処理設備の設置

仮置場で野焼きをせざるを得なかった市町の事情については先に述べたとおりだが、周辺住民からの苦情等があり、3月3日付で兵庫県から「仮置場における野焼きについては、他都市または処理業者への委託、焼却炉の設置等により、これを行わないよう努めること。」という通知が出された。

これを受け、市町では、逐次仮置場等に、

破碎、選別施設や仮設焼却炉を設置し、機械処理が進められている（写真－7）。

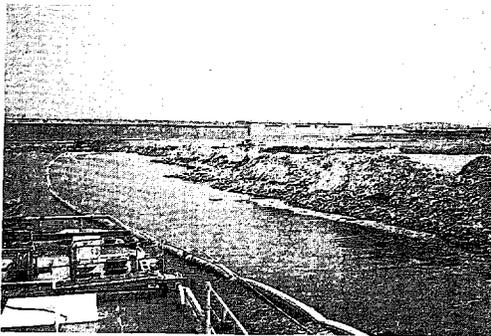
## 3) リサイクル計画

兵庫県の災害廃棄物処理推進協議会では、関係業界の協力を得て、発生した災害廃棄物をできる限りリサイクルするための目標量を明らかにしている（表－7参照）。

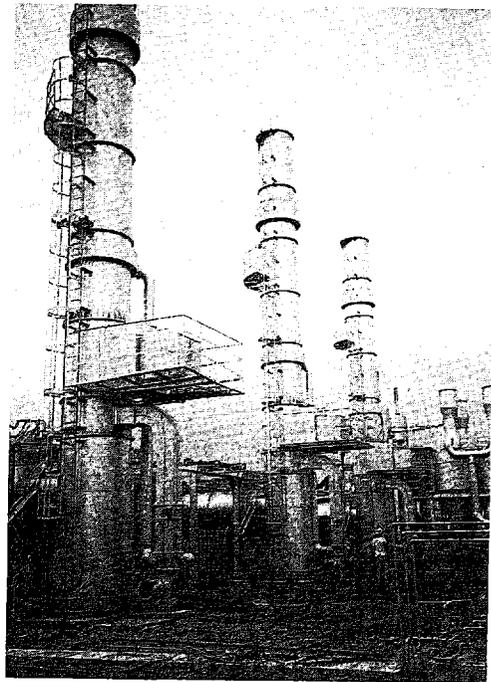
このうち、ガレキの660万㎡（約1千万t）が神戸市の新規海面埋立材として使われるが、これには、事前にガレキを水中に投入し、混入している可燃物を浮上分離させ、選別した後埋立てる方法が採用されており、可燃物の殆ど混ざらないガレキが得られている（写真－8）。



写真－5 浮遊する木片等をバックホーで回収  
（尼崎沖処分場，3月14日）



写真－6 汚濁防止膜の内側にできたガレキの堤  
（泉大津沖処分場，6月28日）



写真－7 立ちならぶ仮設焼却炉の煙突  
（西宮市甲子園浜，7月21日）

表-7 リサイクル対象物の発生及び処理の目標

種類	発生量	リサイクル量	リサイクルの用途等
不燃物	1,620万ト	コンクリートがら 1,250万ト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅・建築物系</li> <li>① 土地造成(新規海面埋立等) 用材 718万ト</li> <li>② 建設資材 88万ト</li> <li>小計 806万ト</li> <li>・公共公益施設系</li> <li>① 土地造成(新規海面埋立等) 用材 382万ト</li> <li>② 建設資材 62万ト</li> <li>小計 444万ト</li> </ul>
		金属くず 51万ト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅・建築物系(製鋼原料等) 32万ト</li> <li>・公共公益施設系(製鋼原料等) 19万ト</li> <li>計 51万ト</li> </ul>
可燃物	380万ト	木くず 8万ト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅・建築物系 8万ト</li> <li>(チップ化後、パルプ原料、燃料、肥料)</li> </ul>
合計	2,000万ト	1,309万ト	リサイクル率 65.5%

注：不燃物の残りはフェニックス等で、また可燃物の残りは焼却等を経て内陸処分場、フェニックス等で最終処分する。

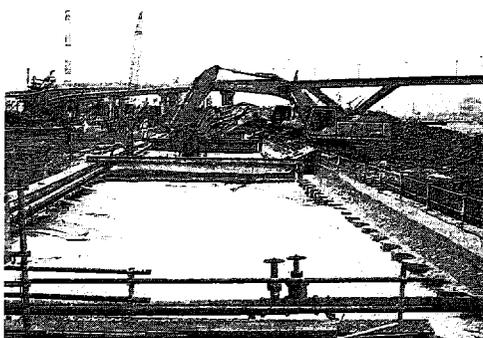


写真-8 プールを作ってのガレキ選別法、浮遊ごみは水流で右側に落とされる(神戸市灘浜, 5月25日)

## 6. 今後の課題

ガレキリサイクル計画により、大阪湾センターに搬入されるガレキ等は約350万t(約200万㎡)に止まると予想されている。これはフェニックスの安定型処分場の1~2年分に相当する。現在、大阪湾センターでは、これら大震災の影響も勘案し、平成11年度以降必要な管理型処分場の設置を含んだ次期計画の策定作業を急いでいるところである。

また、今後引き続き災害廃棄物の処理が進むにつれ、仮置場の廃棄物は処分されていくであろうが、不燃物可燃物が混在してうず高く積み上げられている布施畑処分場や他の処分場についても、混在埋立物を再掘削し、選別、焼却することにより、処分場の復活・延命化を図っていくことが必須であると考えている。

参考1：災害廃棄物対策検討会、阪神・淡路大震災現地調査報告書(平成7年3月、廃棄物研究財団)

参考2：廃棄物処理とそのシステムに関連して(厚生省環境整備課粕屋, 岩佐)(京都大学環境衛生工学研究会第17回シンポジウム講演論文集, 1995, 7)

注1：フェニックス事業：廃棄物の最終処分に困っている大都市圏で広域の地方自治体、港湾管理者の共同により、港湾区域を廃棄物で埋立て、土地を造成する最終処分事業。大阪湾では、全国に先駆けて、近畿2府4県、171市町村、4港湾管理者の共同により、大阪湾広域臨海環境整備センターが設立され、尼崎沖処分場と泉大津沖処分場の2か所でそれぞれ平成2年1月、4年1月から埋立てを実施中。

# 半閉鎖性水域の浄化

三菱重工業(株) 高砂研究所

縄田 秀夫

## 1. はじめに

閉鎖性水域あるいは半閉鎖水域と呼ばれるのは、湖沼、堀・池、ダム湖、よどんだ都市河川の陸水域、海域では港湾のある内湾などである。湖沼、堀・池など陸上の閉鎖性水域は、いずれも市民生活に密接な関係を持ち市民の関心の深い環境である。そのためこれら環境の保全や改善が急務の課題となっている。また、近年特に注目を浴びているのは養殖漁場である。養殖に利用される水域は水交換の少ない場所であり、過密給餌や過剰飼育が重なって赤潮の発生、養殖魚の大量弊死などによって現れる漁場の疲弊が問題になっている。このような養殖環境の悪化、海底へのヘドロのたい積といった現象は全国至る所に見られ、深刻な問題となっている。

## 2. 閉鎖性水域の問題点

### 2.1 水域の汚濁現象

閉鎖水域の汚濁をもたらすのは、水域の自浄化能力を上回る有機物負荷にあり、その原因は水域の自浄化能力の低下と有機物負荷の増大にあると考えられている。

静止した水塊は、特に夏場上昇した気温に

温められた上層部と、冷えた水底に接する底層の間に温度躍層と呼ばれる境界面を形成し、水面と水底では20°C以上の温度差が生じる場合もある。温度躍層が形成されると、上層では活発な光合成反応で酸素が十分に存在するが、上層と底層では全く水の交換・循環が生じなくなるため、この酸素は底層にもたらされることはない。一方水底には大量の有機物が沈積し、これを底層に残存する酸素を使って分解する反応が生じる。しかし、沈積する有機物が多いため酸素は早晩消費され、その後、無酸素状態に移行し嫌気性反応が生じる。これが腐敗である。この腐敗反応によって底泥から発生するメタンや硫化水素などは、水生生物にとって著しく毒性の高い物質である。この発生分は水域の生態系を構成する生物に大きなダメージを与え、ますます水域の自浄化能力を低下させることになる。

このような温度躍層は、夏が終り外気温が低下するに従って解消される。しかし、温度躍層が形成されている間に台風など激激な攪拌で底層の無酸素水が上層に持ち上げられると、上層の生物にも深刻な影響を

### ●略歴



昭和20年 福岡県生まれ(なわた ひでお)  
 昭和46年 九州大学動力機械工学科卒業  
 昭和46年 三菱重工業(株)入社

与えることになる（東京湾の青潮現象）。水底の有機物は分解され、栄養塩となるが温度躍層の解消によって光が届く上層に運ばれ、植物プランクトンの増殖を促し、更に水の透明度を低下させることになる。

## 2.2 水域浄化の基本的な考え方

水域の汚濁現象の根本原因は、(1)水底への過剰な有機物負荷の沈積、(2)溶存酸素の低下にあるが、閉鎖的な地形の影響による水流の停滞は汚濁をさらに悪化させている。水域の浄化のためには、基本的な有機物負荷の削減を求めていく必要があるが、特に我々は水域の流動促進を図ることにより、有機物負荷の水底への沈積を軽減させることが有効な浄化対策の一つであると考えている。

## 3. 水域浄化技術

閉鎖性水域の浄化技術は流動促進および浄化効果の予測より成っており、前者の例として水流発生装置、後者の例としてシミュレーション計算を以下に紹介する。

### 3.1 水流発生装置

停滞水域の流動を促進する機械的手法としては、プロペラによる方法、ポンプ吐出流を用いる方法等各種の方式が考えられる。

ここでは実用性を考慮し、水中に可動部

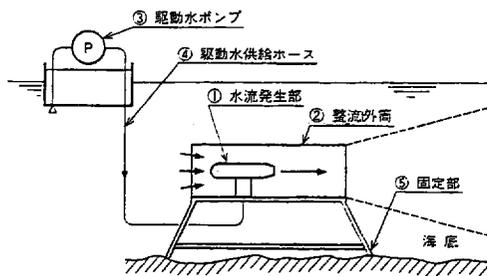


図-1 水流発生装置

がなく、長期間メンテナンスフリーであって任意方向の水流発生が可能な形式として、高酸素濃度の表層水を駆動水として用いる噴流ポンプ型の流動促進方式を採用する。基本構成を図-1に示す。これは吸引・吐出流によって大量の連行流を誘起する流動促進効果を持つとともに、水塊に対して直接の効果的ばっ気作用を持つものであり、当社での実用例では停滞水域の貧酸素水塊の解消にすでに実効が始めている。

### 3.2 シミュレーション計算

#### (1) 流動シミュレーション計算

水域内で水流発生装置等により発生する流れの計算は次のように行う。通常水流発生装置は対象水域内に複数台設置するので、まず①水流発生装置近傍の流れを三次元乱流解析コード（ $K-\epsilon$ モデル）を用いて計算

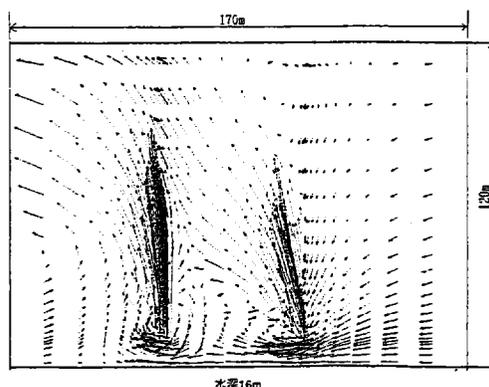


図-2 水流発生装置による流れの計算例（速度ベクトル）

し、次に②その結果を境界条件として水域全体の流れの計算を実施する。この計算には広域流れに適したマルチレベルモデルを使用している。①、②の計算が連続して実施できるように二つの解析コードを一体化しているのが特徴である。



## 用水高度処理設備の導入

アサヒビール株式会社西宮工場  
エンジニアリング部主任

益山 嘉章

### 1. はじめに

当工場では洗壺機・配管洗浄・その他洗浄用水として淀川水系の工業用水を使用しています。近年、その取水源となる琵琶湖の富栄養化が進行し、それに伴い藻類の異常繁殖がおきており異臭味が問題となっています。また、淀川上流には京都周辺的生活排水等が流れてきており、冬場取水量が減少した時には、河川水量に対する生活排水の割合が高くなるため汚水臭も問題となっています。異臭味のうち最も問題となっているのはカビ臭であり、原因は主として放線菌及び藍藻類が生産するカビ臭生成微生物、カビ臭物質等の臭気物質に起因する事、またその構造も明らかになっています。しかし、どのような環境条件で生成されるかなどまだ未解明な点が多く、その除去方法についてもまだ研究段階であります。

しかしながら、お客様にご提供するビールには何等のディフェクトもあつてはなりません。このカビ臭も壺を洗う水に含まれているだけでもビールへの移り香となりえます。それ故、私共は水の臭気物質除去を解消するために用水の高度処理設備を導入しました。以下、稼働している用水の高度処理設備につい

て報告します。

### 2. カビ臭物質とは

カビ臭物質に代表されるのは2-メチルイソボルネオール（以下、2-MIB）とジオスミンでベンゼン環にOHがついたものです。用水高度処理設備ではオゾンによる酸化力でこれをOに分解してしまい、更に活性炭脱臭するという事です。

臭気として主なものは、カビ臭、土臭、樟脳臭ですが表-1にその特性を挙げます。

表-1 カビ臭の特性

	2-MIB	ジオスミン
組成式	$C_{11}H_{20}O$	$C_{12}H_{22}O$
臭気	土臭 カビ臭 樟脳臭	土臭 カビ臭

### 3. 高度処理設備

高度処理設備は、大きくまとめるとオゾン反応塔・活性炭処理塔・急速濾過塔からなります（図-1参照）。先ず、取水した工業用水はその有機物質・臭気成分をオゾン反応塔

#### ●略歴



昭和40年 愛知県生まれ（ますやま よしあき）  
平成元年 愛知工業大学機械工学科卒業  
アサヒビール株式会社入社  
3年 現職

で酸化分解によるオゾン脱臭し、活性炭処理塔にてさらに臭気成分を吸着除去します。オゾンによる臭気成分分解度は80%程度あり、活性炭による臭気成分吸着度は90%程度あります。この2段設備によって臭気は全く感じられなくなります。

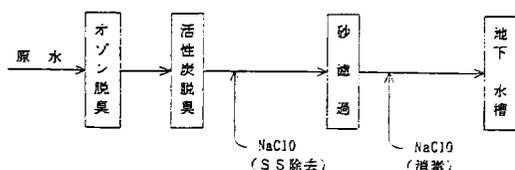


図-1 用地処理フロー

その後、臭気成分を除去された水は次亜塩素酸ソーダの注入により水に溶解している鉄、Mg等の金属イオンをSSとして抽出し、急速濾過機によって除去します。急速濾過機はアンラサイトを使用した砂濾過で、入出口の差圧にて自動逆洗ができるようになっており、濾過後は次亜塩素酸ソーダを濃度自動調整にて注入し消毒しております。

#### (1) オゾン脱臭

オゾンとは常温・常圧で特有の刺激臭をもち低濃度では無色であるが、15%以上の濃度では青みを帯びた色を呈します。また、酸素原子 [O] が3個結合した分子構造 [O<sub>3</sub>] を有していますが、不安定な状態であり容易に酸素原子1個を放出するため極めて強い酸化力を有しています。発生原理は、原料空気を電極間に送り込み高周波交流を印加すればセラミック誘導体の作用により放電が起こり、原料空気の一部がオゾン化することによります(図2-参照)。

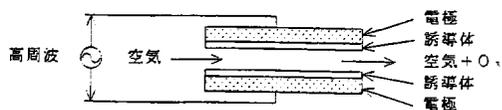


図-2 オゾン発生原理

#### (2) 活性炭脱臭

また、今回の活性炭処理方法では従来からの固定床法ではなく、流動床法を採用しております。流動床法とは充填した活性炭の中に水をアップフローさせ、活性炭を水中におよがす方法です(図-3参照)。流動床法によるメリットは、

- 1) 活性炭入替・投入が連続的であるため、休日作業による活性炭入替工事が不要
- 2) 活性炭を有効に活用できるため活性炭寿命が固定床法の倍近く伸びる
- 3) 小粒径の活性炭(吸着速度が大)を使用するためSVが大きくとれる
- 4) 設置面積が小さくすむ
- 5) 併せて生物処理が期待できることです。

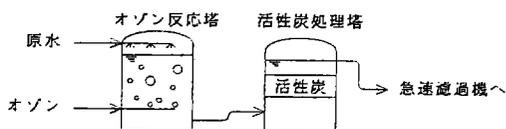


図-3 オゾン・活性炭での処理流れ図

#### 4. 処理能力

カビ臭濃度はその条件により大きく変動しますが、通常、琵琶湖のカビ臭は夏期藻類が繁殖した時にピークに達すると言われております。今回導入した高度処理設備では、ピーク時はもちろん将来的水質のさらなる悪化にも対応できる設備としております。設備導入から現在までの2年間では原水水質が変動しても処理水は常時カビ臭を感じず、設計値以下のカビ臭濃度迄処理できており、安心で安定な水の供給で品質の高いビール造りに貢献

しております。しかし、今後の課題として

- 1) ランニングコストの低減
  - 2) 原水水質悪化時における非常対策
  - 3) 恒久的な水質の確保
- を掲げております。

## 5. おわりに

水道水の水質基準値は年々シビアになり、世間の水に対する関心も段々高まっていくと

考えられます。一方では、廃棄物埋立、農業等による水源の汚染で水質悪化が懸念されます。こういった事を踏まえ、我々は工場で使用する水の品質を向上させより良い品質のビール、安心して飲んでいただけるビール造りに努めるのはもちろん、用水の合理的使用と排水の適正処理にも心掛け、我々にとって掛替のない宝である水の自然サイクルが保持されるよう努力をしたいと考えます。

### 「日本海」の名付け親を知りませんか

でもとにある百科事典は“「日本海」の名称はロシアのクルゼンシュテルンが1815年にその海図に使用したのに由来するといわれる”。とあり、また一書は“日本海という名称が使われ始めたのは、ロシアのクルゼンシュテルン (A. J. de Krusenstern) が作った海図 (1815) からといわれている”。と記している。両文は共に同じ文献からの引用と思えるが、ロシアにおける最初の世界周航を行ったI. F. クルーゼンシュテルンとA. J. de Krusensternが同じ人物かどうかである。前者がいくつかの名前をもっていたこと、ロシア海軍の建設につくしたことから同じ人物と考えたいが今はどちらともきめ難い。ただ1815年にロシアの海図に記載されたのは確かであろう。

たまたま講談社刊世界古地図を眺めていたら、イエズス会のイタリア人宣教師マテオ・リッチ (Matteo Ricci, 1552-1610) の記事があった。マテオ・リッチは中国名は利瑪竇

言語学者、天文学者、数学者、歴史学者、地理学者であって、北京で教会を建て布教につとめ同地で没している。布教の傍ら、自鳴鐘とよばれた時計、世界地図の《坤輿万国全図》、ユークリッドの《幾何原本》を紹介し

(55ページからのつづき)

たことで名高い。

1602年に完成した《坤輿万国全図》は薄紙6枚1組の全体で長さ12フィート、幅6フィートほどの漢字で書かれた世界図である。中国人自身は自国を常に世界の中心に置いて、「夷狄」は常に隅に押しやっているので、南北アメリカ大陸を右側に移して中国が図の中心に来るようにした。この地図にハッキリと「日本海」が記入されている。ロシアの海図ができる213年前のことである。ただ日本についての情報は完全でなく、北海道に相当する島には加賀・越中・佐渡・北海道などが記入してある。ヨーロッパ人は、朝鮮が島でなく半島であり、日本が大陸に対して東西でなく、南北方向に位置していることをこの地図で知った。

このように見てくると「日本海」を地図に使用したのは、①1602年マテオ・リッチの坤輿万国全図、②1815年ロシアの海図で共に外国人であった。

「日本海」の名を付けた人は誰でしょうか。世界に向けて「日本海」の名を発信した人は他にいないのでしょうか。

(kitamura)

## マーマラ海の水質保全

Introducing Research for Preservation of Water Quality in Enclosed Coastal Seas

兵庫県立公害研究所参事

奥野年秀

神戸学院大学薬学部教授

藤井正美

### [訳者まえがき]

Water Quality Internationalは、国際水質協会 (IAWQ) [旧国際水汚濁対策協会 (IAWPRC)] の事務局 (ロンドン) が年4回発行している機関誌 (News Magazine, 50ページほど) である。1995年No.1にはマーマラ海の海洋廃棄物やボスフォラス海峡の海底トンネルに関する記事が載っている。文献は台田健教授 (立命館大学理工学部) から入手した。マーマラ海は面積11,655km<sup>2</sup>であり瀬戸内海 (22,000km<sup>2</sup>) の約半分である。

### 1. マーマラ海の汚水放流のためのシミュレーション

デンマーク水質研究所のH. K. Bachらはイスタンブールの汚水排水計画がボスフォラス海峡のエニカピとバルタビマニ (図1参照) とされていることに疑問を持った。そこでイスタンブール周辺の海洋管理手法と同様の複雑なコンピューターシミュレーションを用い、汚水排水計画の富栄養化関係の影響予測を行い、'94年11月にイスタンブールで開催された海洋廃棄物会議で発表した。この内容は、Water Sci. & Technol., Vol.32(1995)に投稿しているという。イスタンブール工科大学のD. Orhonらは結論として「汚水を3次処理 (濾過膜処理) して排水するのが最良のオプションである」と示唆した。

この研究では、彼らは不安定な潮流、水深、塩分、水温に関する高度な3次元モデルを用いた。このモデルは、"baroclinic flow" (海流ベクトル) に関するソフトや生物学的データ/富栄養化プロセスや水質を描写した水流測定単位 (モジュール) を含む、SYSTEM-3によって構成されている。あわせて彼らは、ボスフォラス海峡とマーマラ海そして黒海の台流地域における溶存酸素を低下させる排水の影響を解析するため、水質モジュールを用いた。自然に生じるプロセス、例えば光合成、空気再交換、堆積物の酸素要求と同様に、光や温度や酸素が廃棄物の生物分解に関して影響しているからである。

さらに、マーマラ海や黒海の状態はボスフォラス海峡の酸素に影響するから、彼らは栄養物のフラックスと藻類成長との相関を研究するため富栄養化モデルを用いた。一方、ボスフォラス海峡とマーマラ海の海水は永続的

な表層と底層を成しているため、栄養物は底層から表層への上昇と陸地からやってくるものとなる。モデルは炭素、窒素、磷と同様に富栄養化システムにとって重要な溶存酸素も描写するものである。

彼らは言う、植物プランクトンや岩層が上層から下層に沈降する時に、酸素要求が生じる。多分、堆積物の酸素要求も生じるけれども、二層の形成は、酸素や他の溶存物質の層間循環を妨げているはずである。逆に、下層の貧酸素の原因にもなり、栄養分が上層へ昇ることを妨げ、藻類の成育が抑制されることにもなっていると。

彼らは、マーマラ海と黒海間の特異な酸素バランスの排水による影響も検討している。下層は常に南から北に流れている。南側のマーマラ海は一定の供給物がエーゲ海から確保されていて、下層は1.5~3 mg/lの酸素を含んでいる。黒海の下層は貧酸素であり、これは有機物の無機化や混合を妨げる層間の垂直移動の強力な抑制に原因している。上層の藻類や栄養物が下層の酸素を消費するために下降すれば、排水はマーマラ海のバランスを混乱させる。

彼らは、汚水の生物学的手法以外の処理を含めて西暦2030年の予測を、計画による汚水排水の色々なシナリオをもって検討している。ボスフォラス海峡のエニカピやバルタビマニにおいて計画されている海峡底層への排出口ならば最大0.1~0.2mg/lの酸素枯渇を招く原因となり、案にある黒海海岸のリバにおける排出口は最大0.4~0.8mg/lの酸素枯渇になると予測する。即ち、生物学的な処理は、ボスフォラス海峡における酸素枯渇と

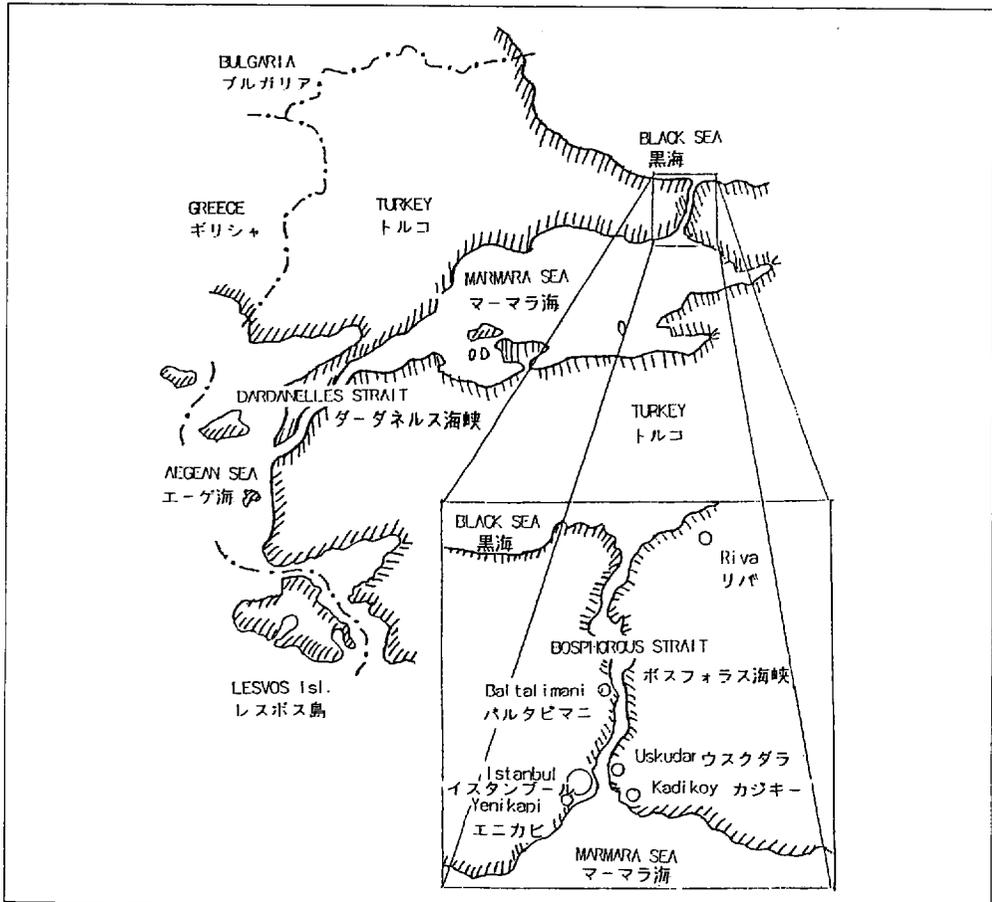
BODを減少させると予想する。西暦2030年の栄養物負荷は50%増加が予測されると言う。つまり生物学的な処理のみを用いる、表層面や底層面への排水放流なら富栄養化に影響すると見るわけである。又、藻類成長を減少させないための最良の戦略は、海峡の底層への放流と3次処理(栄養物回収)とのコンビネーションにあると結論づけている。なお、底層面への放流は状態を変化させないで栄養分を下層に固定するが、表層面への放流はマーマラ海の1次生成物を増加させ、富栄養化をより悪化させると予測している。

## 2. 新しい海底トンネル計画における海流変化と排水放流への影響

次に、エーゲ海岸のイズマル市(トルコ)にある海洋科学技術研究所(IMST)のA.Akyarlıらによる新しい海底トンネル計画の水質的な環境アセスメントについて紹介する。海底トンネル計画はイスタンブール都市排水の放流計画にも影響する可能性があり、前記したシミュレーションと実測データとのコンビネーションの重要性を語っている。

前記したように、ボスフォラス海峡の複合海流はイスタンブールから処理排水を放流する計画を難しくしている。膨大な都市廃棄物システムを企画するトルコの研究者らは、ボスフォラス海峡の海底に付設する鉄道トンネル計画における“海水の堰止め効果”(ブロック現象)を検討している。

イスタンブール都市排水の新システムでは、排水を北部黒海の下層海水へ移動させるために、マーマラ海やボスフォラス海峡へ放流する予定である。ボスフォラス海峡は黒海とマーマラ海間の塩類濃度が異なっている理由で、表層と底層の明確な二層構造を持っている。密度の濃い下層では、エーゲ海からマーマラ海とボスフォラス海峡を通り黒海に常に塩類が供給されている。上層では、黒海から南に流れる低い塩類の海水循環が生じている。季節によって生じる気温と気圧の変化は、黒海とマーマ



マーマラ海とボスフォラス海峡の周辺図

ラ海の水位変化を生じさせ、水流構造を乱れさせる。ボスフォラス海峡における水位変化が0.45mを超えると、下層の流れが停止して“ブロック現象”を生じる。

イスタンブール都市排水の38%と推定される未処理排水の放流計画は原則としてボスフォラス海峡とマーマラ海の交差点に設定された。計画した人々は、最初、全排水が黒海に下層から移動すると予測していた。初期のモデル研究では上層と下層の海水混合の重要性を考慮していなかった。そして、マーマラ海海岸のカジキーでの放流計画は、黒海海岸のリバで生物学的処理をした排水を放流するためのパイプ輸送計画に変更された。

一方、ボスフォラス海峡を横切る新しい海底鉄道原案が緊急に提出された時に、IMSTの研究者達はボスフォラス海峡の海洋学データを収集して発表した。彼らは、ボスフォラス海峡の最終水位が50cm以上（通常より17cm以上）に変化した時に“自然ブロック現象”が生じることを知った。上層の流速が55~60cm/sに達した時にも、下層の移動が停止することも発見した。全体では、海の水位変化が約10%、上層の流速変化が12%発生してもブロックを生じる。二つのパラメーター偏差は2~3日後にブロックが起きることを意味している。主な自然現象が過ぎると間も無く、流れは元の状態に戻る。ボスフォラス海峡におけるデータは、下層海水の5%が上層海水に流入するが、上層から下層への流入がないことを示し、

層間移動データでは海洋放流に問題ないことを暗示していた。

これらのIMSTの調査結果では、カジキーからリバへ放流計画を変更する決定が疑わしくなってくる。ボスフォラス海峡の二つの出入口に危険な状態が存在することは、デンマーク水質研究所の初期モデル仮説に基づいていた。また、IMSTの結果で「マーマラ海の出口が妥当でない」ことや「ブロック現象は殆どの放流行為に影響しない一時的な出来事である」ことを提示している。将来、カジキー放流を再設定する場合があるかも知れないが、最良のデータを得るために一層の研究が必要であると語っている。

又、海底トンネルの場合は下層流に与えるインパクトも少ないことから、施工主は、最初の計画ではトンネルチューブを堤防の上に海底から4~6mに計画する予定であったが、トンネルを海峡の海底に埋めることを決定した。そして、計画変更によって建設工事の長期的な影響から二次的な海流インパクトへ変更され、トンネル建設時は底層流への抵抗を増加させることが判明した。しかし、IMSTチームは、トンネル建設時にはエネルギー損失が少なく流れを1%以下に減少させるのみと計算し、海底トンネルの海流へのインパクトはあまり重要ではないと言っている。

# 平成5年度瀬戸内海浅海域浄化機能基本調査

国際航業株式会社海洋エンジニアリング部  
主任技師

倉田 隆喜

本稿は、環境庁水質保全局から国際航業(株)に委託された「平成5年度瀬戸内海浅海域浄化機能基本調査」の概要を紹介するものである。

## 1. はじめに

瀬戸内海における干潟、砂浜、藻場などが分布する浅海域は、豊かな生物の生息地であるだけでなく、沿岸域の生態系の維持・保全に重要な役割を果たすと言われている。また、干潟や砂浜などの浅海域は、身近なレクリエーションや自然観察の場として、地域住民と海との貴重な接点ともなっている。一方、海域の水質保全の面からみると、これら浅海域は、現在大きな問題となっている赤潮等の富栄養化現象を引き起こす原因である汚濁物質を沈降、分解、固定する高い能力を有し、これにより沿岸域の水質浄化に大きく貢献していると言われている。しかし、瀬戸内海においては、埋立等により、これら浅海域が年々消滅・減少し、海域が本来有する高い自浄能力が失われつつあることが懸念されている。一方、今後瀬戸内海の富栄養化対策を一層推進していくためには、陸域からの汚濁物質の削減とともに、瀬戸内海が本来有する自浄能力を活用できるように浅海域を保全していくことが必要である。そこで、瀬戸内海における浅海域の保全の重要性を明確化することにより富栄養化対策に資することを目的として、環境庁により1993年から7年間かけて瀬戸内海の代表的な浅海域が有する浄化能力を定量化しようとする調査が実施された。本報告は、その初年度に行われた兵庫県海域における代表的な干潟の浄化機能に関する調査結果である。

## 2. 浅海域の物質循環と浄化機能

浅海域の浄化機能は、有機性汚濁の原因となる炭素(C)、窒素(N)、りん(P)などの富栄養化物質が、いろいろな生物体を経由しながら、水中から底泥中へ、底泥中から大気中へと、また無機態から有機態へ、反対に有機態から無機態へと複雑に循環する過程で発揮される。本調査では、浅海域の浄化能力を定量化するために、有機物の構成要素である炭素、窒素、りんを指標とし、これら物質の循環過程を定量的に調査することにより検討した。

## 3. 調査の全体構成

本調査の全体計画及び構成は、表-1に示すように、瀬戸内海の各海域における代表的な干潟、砂浜、藻場等について浄化機能把握調査を7ヶ年計画で実施する。最終年度は、各海域の調査結果及び既存資料(文献調査)を基に、総合的に解析する。なお、これらの調査は、十分体系化されていないことから、初年度の調査結果を受け、調査項目及び調査手法等の再検討を行い、次年度以降の調査をより有効なものに確立していく予定である。

### ● 略歴



昭和28年 大阪府生まれ  
昭和55年 北海道大学大学院水産学研究科  
水産化学専攻修士終了  
昭和59年 国際航業(株)入社  
現在 国際航業(株)  
関西技術所  
海洋エンジニアリング部  
現職

表-1 調査の全体計画の概要

調査年度	調査海域	調査対象
平成 5 年	兵庫県海域	干潟 (2 点)
平成 6 年	岡山県海域	干潟 (2 点)、藻場 (1 点)
平成 7 年	香川県海域	干潟 (2 点)、藻場 (1 点)
平成 8 年	広島県海域	干潟 (1 点)、砂浜 (1 点)
平成 9 年	山口県海域	干潟 (2 点)
平成 10 年	愛媛県海域	干潟 (1 点)、砂浜 (1 点)、藻場 (1 点)
平成 11 年	総合解析	補充調査: 干潟 (1 点)

調査・検討項目	
1.	水質特性調査 (海域水質、砂浜・干潟間隙水質)
2.	底質特性調査 (海域底質、砂浜・干潟底質、藻場底質、底泥溶出量、底泥脱窒量)
3.	生物特性調査 (海域プランクトン、底生生物、藻場地上生物 主要生物化学分析、生物浄化能実験)
4.	文献調査 (地形図元、生物生産量、呼吸量、埋没量等)
5.	調査対象地点の浄化能力の算定
6.	調査対象地点の浄化能力の下水処理能力への換算

4. 平成 5 年度調査の内容

平成 5 年度調査では、兵庫県海域の数少ない自然干潟の中で、野鳥観察、潮干狩り、海水浴としてよく利用されている地区を選定した。現地調査の概要及び調査地点は、表-2 及び図-1 に示す。各調査の分析項目は、表-3 に示す。なお、本調査では干潟周辺の海域区分として、干潮時に海面上に露出する海域を潮間帯、低潮面から水深 5 m 以浅を潮下帯、水深 5 m 以上を沖合とした。

表-2 平成 5 年度の現地調査の概要

(1 調査地区当たり)

分類	調査項目	調査内容	調査場所	調査時期
水質特性調査	水質調査	採水器により採水し、分析する。	2 地点 (沖合) (干潟側)	2 時期 (夏冬)
	間隙水調査	下側にパイプを挿入し、水位変化の 12 時間計測と、下げ潮時及び上げ潮時に間隙水の採取・分析を行う。	1 地点 (潮間帯)	2 時期 (夏冬)
底質特性調査	底質調査	パイプにより採取し、分析する。	5 地点 (沖合) (潮間帯下帯)	1 時期 (夏)
	底泥溶出量調査	パイプにて柱状採取し、底層水を満たした後、12、24 時間後の排水を分析する。	2 地点 (沖合) (潮下帯)	2 時期 (夏冬)
	底泥脱窒量調査	パイプにて柱状採取し、アセチレン阻害法により脱窒活性を測定する。	5 地点 (沖合) (潮間帯下帯)	2 時期 (夏冬)
生物特性調査	生物調査	採水器、採取器等により海水、底泥を採取し、プランクトン、ベントス、全菌数を分析する。	5 地点 (沖合) (潮間帯下帯)	2 時期 (夏冬)
	主要生物化学分析	上記で採取したベントスの中で優占 5 種の成分含有率 (C、N、P) を分析する。	5 種類 (沖合)	2 時期 (夏冬)
	生物浄化能実験	潮間帯部の底泥を容器に入れ、海水を 1 潮汐の周期で濾水し、流出水の水質を分析する。	1 地点 (潮間帯)	2 時期 (夏冬)

表-3 平成 5 年度の分析項目 (1 調査地区当たり)

分類	調査項目	分析項目	備考
水質特性	水質調査	水温、塩分、pH、DO、TOC、DOC、NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、DTN、T-N、PO <sub>4</sub> -P、DTP、T-P、 <i>gou/ka</i> 、SS	行線水を含む
	間隙水調査	水温、塩分、pH、DO、DOC、NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、DTN、PO <sub>4</sub> -P、DTP	間隙水の水位観測 5 地点
底質特性	底質調査	泥温、含水量、比重、粒組成、T-C、T-N、T-P、硫化物、ORP	
	底泥溶出量調査	NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、DTN、PO <sub>4</sub> -P、DTP	
	底泥脱窒量調査	取時間培養後 N <sub>2</sub> O 測定 (アセチレン阻害法)	
生物特性	生物調査	植物プランクトン (海水)、マクロベントス、メイオベントス付着藻類 ( <i>gou/ka</i> )、全菌数	
	主要生物化学分析	T-C、T-N、T-P	文献値も利用
	生物浄化能実験	塩分、pH、DO、DOC、NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、DTN、PO <sub>4</sub> -P、DTP、マクロベントス、メイオベントス全菌数 (実験後測定)	現場海水、有機物+栄養塩類添加海水



図-1(1) 調査地点 (甲子園浜)

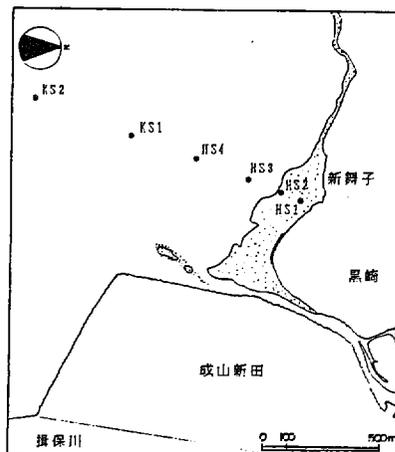


図-1(2) 調査地点 (新舞子浜)

## 5. 調査結果

### 5.1 水質特性調査

#### (1) 干潟間隙水の交換量

砂質干潟や砂浜では、潮汐作用により砂中を海水が入り出す際に、生物によって有機物等が分解を受け浄化されることが予想される。そこで、干潟の潮間帯の水質浄化機能を把握するために、干潟の内部を出入りする水の移動量（間隙水交換量）及び水質について調査した。一潮汐当りの間隙水交換量（ $Q$ ）は、潮間帯内部の水位変動範囲（断面積  $S$ ：潮間帯）と移動間隙率（ $n$ ）より求めることができ、以下の式より算出した。

〔間隙水交換量（ $Q$ ）＝断面積×移動間隙率〕

干潟間隙水の水位変化の一例は、図-2に示すように一潮汐に10～20cmの範囲で変動している。

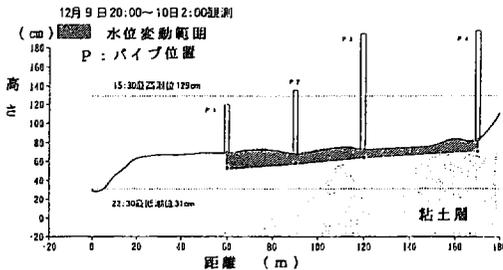


図-2 干潟間隙水の水位変化（甲子園浜）

移動間隙率は、砂浜では0.3～0.5、砂質干潟では0.02～0.06程度の値が報告されており<sup>1,2)</sup>、これらの値を参考にし、単位面積当りの間隙水交換量（ $Q$ ； $m^3/tidal/m^2$ ）を求めると、甲子園浜では0.037～0.086、新舞子浜が<sup>3)</sup>0.0073～0.0097となった。

#### (2) 干潟間隙水・汀線水水質

干潟間隙水、汀線水（打上げ水）及び海域水（沖合水）の水質調査結果の一例は、図-3に示す。塩分は、夏季において汀線水が最も低く、間隙水は海域水と汀線水の中間程度の濃度となっている。間隙水の塩分変化からみると、潮間帯の間隙水は、海域水と汀線水（河川水の影響を受けた河口近辺の水）の混合を受けながら流入・流出していると考えられる。そこで、間隙水は2つの水塊（海域水と汀線水）の混合効果を受けていると

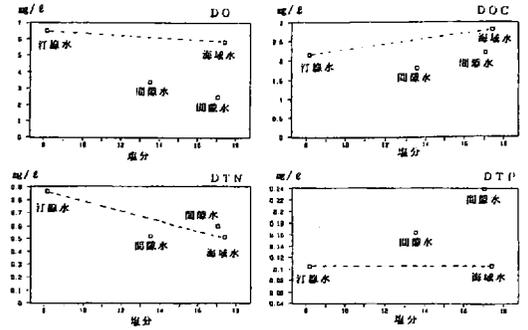


図-3 干潟間隙水の水質変化（甲子園浜：夏季）

し、塩分を指標にして混合効果による各項目の水質（ここでは：流入水質とする）を求め、これと実測した間隙水質（ここでは：流出水質とする）を比較し、浄化能力（有機物分解量等）を見積もった。一潮汐当りの間隙水の浄化能力（有機物分解量等）は、次式より求めた。

〔一潮汐当りの間隙水の浄化能力〕

$$= (\text{流入水質} - \text{流出水質}) \times (\text{間隙水交換量})$$

間隙水の浄化能力の算出結果の一例は、表-4に示す。干潟間隙水の水質変化は、甲子園浜では

表-4 間隙水調査による浄化能力算出結果（甲子園浜）

項目	調査時期	流入水	流出水	流入-流出	分解・浄化量	
		(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	平均
DO	7月	6.0	3.0	3.0	110	290
	12月	6.8	1.3	5.5	470	
DTN	7月	0.59	0.56	0.03	1.1	17
	12月	0.83	0.45	0.38	33	
DTP	7月	0.106	0.203	-0.097	-3.5	-4.7
	12月	0.104	0.172	-0.068	-5.8	
DOC	7月	2.7	2.0	0.7	26	13
	12月	1.9	1.9	0.0	0	

溶存態有機物（DOC）、溶存態窒素（総窒素：DTN、無機態窒素：DIN）は、流入水に比べ流出水の方が低くなり、溶存態リン（総リン：DTP、無機態リン： $PO_4-P$ ）は、流出水の方が高くなっている。このように、干潟内部ではバクテリア等により有機物が分解を受け、窒素、リン等が無機化され、また、窒素の一部は脱窒作用により流出時に減少する傾向がうかがえる。なお、新舞子浜では、顕著な脱窒作用は見られず、窒素はリンと同様に流出水の方が高くなる傾向にあった。今後、

干潟潮間帯部の浄化機能をより正確に把握するために、間隙水の採水頻度を多くし、間隙水の水質変化を密に調査することが必要と考えられる。

## 5.2 底質特性調査

### (1) 干潟周辺の底質

干潟周辺の底質の概要は、甲子園浜では潮間帯から潮下帯にかけて中央粒径が0.83~1.1mmの礫混じりの砂質であり、沖合部が0.04mmのシルトが主体となっていた。一方、新舞子浜では潮間帯から潮下帯にかけて中央粒径0.28~0.75mm、沖合部が0.22mmであり、均質な砂質となっていた。

### (2) 干潟周辺の底泥溶出量

干潟周辺の底泥溶出量は、表-5に示す。沖合

表-5 干潟周辺及び軟泥海域における窒素・リンの底泥溶出速度

調査地点	潮下帯※ (mg/m <sup>2</sup> /日)	沖合※ (mg/m <sup>2</sup> /日)	備考
干潟	N 29 (18 ~ 40)	39 (32 ~ 46)	本調査
	P 9.7 (0.8 ~ 19)	19 (1.0 ~ 36)	
高	N 36 (19 ~ 53)	17 (3.5 ~ 30)	本調査
	P 7.6 (4.1 ~ 11)	1.5 (0.0 ~ 2.9)	
軟泥	N	17 (9.6 ~ 23)	環境庁 (1989, 1990) *
	P	5.0 (2.6 ~ 11)	
泥	N	20 (13 ~ 25)	環境庁 (1984) *
	P	4.7 (2.4 ~ 7.0)	

※：本調査では、低潮面から水深5m以上の海底部を潮下帯、水深5m以上の海域を沖合とした。

(水深5m以深の海底)とより浅い潮下帯を比較すると、窒素及びリンの底泥溶出量は、甲子園浜では沖合でより大きく、一方、新舞子浜では潮下帯の方が大きくなっていた。季節的には、窒素、リンとも夏季の方が冬季より大きくなる傾向を示していた。このような底泥溶出量の違いは、後述する底生生物(特に、マクロベントス)量と関係していることが示唆された。なお、播磨灘及び大阪湾で実施された過去の調査結果と比較すると、これら干潟周辺の底泥溶出量は概ね同程度の値となっていた。

### (3) 干潟周辺の底泥脱窒量

干潟周辺の底泥脱窒量は、表-6に示すように、甲子園浜、新舞子浜とも、水深が深くなるに従って大きくなる傾向が見られた。また、過去の調査結果と比較すると、甲子園浜は脱窒活性が比較的高い環境にあると考えられる。

表-6 干潟及び砂浜周辺海域の脱窒速度

<単位: mg/m<sup>2</sup>/day>

調査地点	潮間帯	潮下帯	沖合	備考	
干潟	甲子園浜	270	300 ~ 380	480 ~ 710	本調査
	新舞子浜	3 ~ 11	26 ~ 78	140 ~ 150	
	城前島	58 ~ 85	54 ~ 110		
	藤洲	16 ~ 48	0 ~ 51		
砂浜	多摩川河口	103 ~ 220			西尾ら(1982, 1983) *
	雄毛の浜	25 ~ 25	25 ~ 76		環境庁(1990) *
	金沢八景	0 ~ 43	0		
東京湾			9 ~ 16		西尾ら(1982, 1983) *

## 5.3 生物特性調査

### (1) 干潟周辺の底生動物

#### ① マクロベントス

干潟周辺のマクロベントス(1mm目以上の大きさのベントス)の概要は、表-7に示す。甲子園

表-7 マクロベントス調査結果の概要(年平均)

調査名	甲子園浜			新舞子浜		
	調査時期	1993年 7. 9, 12. 9	1993年 7. 8, 12. 6	調査時期	1993年 7. 9, 12. 9	1993年 7. 8, 12. 6
地域区分	潮間帯	潮下帯	沖合	潮間帯	潮下帯	沖合
種数	9	10	8	6	13	12
個体数	2,400	1,100	3,400	250	1,000	430
密度*	110	52	88	92	2000	17
主要種	779	818	1281	779	779	888
	779	779	779	779	779	779
	779	779	779	779	779	779

※：個体数(個体/m<sup>2</sup>) \*：密度(個/m<sup>2</sup>)

浜では、潮間帯から潮下帯にかけては二枚貝のアサリ、オオノガイ、多毛類のアシナガゴカイが湿重量で上位を占め、沖合部は多毛類の*Paraprionospio* sp. Type A(ヨツバナスピオ属のA型)、次いでアサリであった。全湿重量は88~110 g/m<sup>2</sup>の範囲にあり、潮間帯が一番大きくなっていた。新舞子浜では、潮間帯から潮下帯にかけてはアサリが優占し、次いで甲殻類のニホンシマナゴリ、棘皮動物のハスノハカシパンであり、沖合部は腹足類のキセワタガイ、甲殻類のトラエビが優占していた。全湿重量は17~2,000 g/m<sup>2</sup>の範囲にあり、潮下帯が一番大きくその80%以上をアサリが占めていた。

#### ② メイオベントス

干潟周辺のメイオベントス(0.1~0.04mm目にかかる大きさのベントス)の概要は、表-8に示す。メイオベントスの密度は、甲子園浜が38×10<sup>4</sup>~140×10<sup>4</sup>個体/m<sup>2</sup>、新舞子浜が42×10<sup>4</sup>~140×10<sup>4</sup>個体/m<sup>2</sup>の範囲にあり、両干潟とも線虫類のNematodaが優占していた。なお、他の海域

表-8 メイオベントス調査結果の概要 (年平均)

海浜名	甲子園浜			新舞子浜		
	調査時期	1993年 7. 9. 12. 9		1993年 7. 8. 12. 6		沖合
地域区分	潮間帯	潮下帯	沖合	潮間帯	潮下帯	沖合
種数	4	3	6	4	5	5
個体数	140	38	110	42	90	140
主要種	腸虫類 Nematoda	線虫類 Nematoda	線虫類 Nematoda	線虫類 Nematoda	線虫類 Nematoda	線虫類 Nematoda

※：個体数 (×10<sup>4</sup> 個体/㎡)

における調査結果では、三河湾の矢作古川干潟が140×10<sup>4</sup>~670×10<sup>4</sup>個体/㎡<sup>7)</sup>、燧灘東部が12×10<sup>4</sup>~20×10<sup>4</sup>個体/㎡<sup>8)</sup>の値が報告されている。

③ 附着藻類、底泥中のバクテリア

干潟底泥中の附着藻類及びバクテリアの概要は、表-9に示す。附着藻類の現存量は、クロロフィルa量として示すと、甲子園浜が160~980mg/㎡、

表-9 附着藻類及びバクテリア (全菌数) 調査結果の概要 (年平均)

海浜名	甲子園浜			新舞子浜		
	調査時期	1993年 7. 9. 12. 9		1993年 7. 8. 12. 6		沖合
地域区分	潮間帯	潮下帯	沖合	潮間帯	潮下帯	沖合
付着藻類 ※	980	160	430	120	38	59
バクテリア *	72	74	56	40	64	24

※：付着藻類 (クロロフィルa mg/㎡)

\*：バクテリア (×10<sup>11</sup> cell/㎡)

新舞子浜が38~120mg/㎡の範囲にあり、潮間帯で大きくなる傾向が見られた。バクテリアの現存量は、甲子園浜が56×10<sup>11</sup>~74×10<sup>11</sup>cells/㎡、新舞子浜が24×10<sup>11</sup>~64×10<sup>11</sup>cells/㎡の範囲にあった。これまでに実施されたの干潟、砂浜の附着藻類の調査結果によると、三河湾の一色干潟の潮間帯で120mg/㎡<sup>7)</sup>、東京湾の稲毛人工海浜が潮間帯で4~7mg/㎡、潮下帯で190~290mg/㎡<sup>9)</sup>の値が報告されており、甲子園浜は比較的付着藻類量が多い干潟であると考えられる。

6. 干潟の浄化能力

6.1 干潟周辺海域における物質循環

干潟周辺の底生生物の活動による浄化能力を把握するために、各種底生生物の生産量、摂餌量、排泄量、呼吸量を算出した。算出方法の概要は、表-10に示す。これらの算出結果より求めた、干潟周辺海域における物質循環の一例として、甲子園浜における炭素 (C) 循環の概略を図-4に示

表-10 干潟周辺の底生生物によるC, N, P浄化量の算出方法

項目	算出方法
マクロベントス現存量	調査値、軟体類、多毛類組成比、 後述のC, N, P含有量より
マクロベントス生産量	軟体類、多毛類のC, N, P現存量、 生産量(P)と現存量(S)のP/比 (=2)より
軟体類摂餌量	軟体類の遊動組成、アサリの遊水率より
軟体類同化量	アサリの同化率 (57%; 尿分含む) より
多毛類摂餌量	ゴカイの摂餌速度より
多毛類同化量	ゴカイの同化率 (50%; 尿分含む)
マクロベントス呼吸量	摂餌有機物の20%
メイオベントス現存量	腸虫類、線虫類、多毛類、甲殻類組成比、 線虫類、多毛類、甲殻類の単位組成値
メイオベントス生産量	腸虫類、多毛類、甲殻類のC, N, P含有量より
メイオベントス呼吸量	腸虫類、多毛類、甲殻類のC, N, P現存量、 生産量(P)と現存量(S)のP/比 (=5~8)より
メイオベントス排泄量	摂餌量 - 呼吸量 (尿分消費量) + 生産量 + 排泄量
メイオベントス呼吸量	腸虫類、多毛類、甲殻類の酸素消費量、呼吸商より
メイオベントス同化量	同化率 (50%; 尿分含む)
バクテリア、付着藻類現存量	全菌数、調査当りのC含有量、バクテリアの C, N, P比より
バクテリア、付着藻類生産量	300%の植物ケイロのC, N, P比より 海水中のバクテリアの生産量を使用した 海水中の植物ケイロの光合成活性を使用した
バクテリア摂餌量	摂餌量 = 呼吸量 (尿分消費量) + 生産量 + 排泄量
バクテリア同化量	同化率 (50%)
バクテリア排泄量	本調査による摂餌量と結果を使用した
底生動物による浄化量	浄化量 = (マクロ+メイオ+バクテリア) 浄化量 C 浄化量 = 生産量 (固定量) + 呼吸量 N 浄化量 = 生産量 (固定量) + 尿分量 P 浄化量 = 生産量 (固定量)

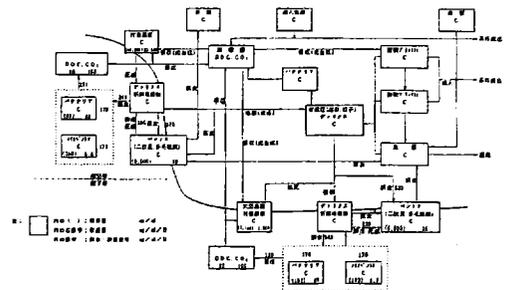


図-4 浅海域における炭素 (C) 循環の概略 (甲子園浜)

す。甲子園浜では、生物体のC現存量は、潮間帯から潮下帯にかけて付着藻類が全体の59~82%、マクロベントスが17~39%、メイオベントス及びバクテリアが2%以下となっている。生物の生産量は、付着藻類が全体の97%以上を占め、それ以外ではバクテリアの生産量が大きくなっている。マクロベントスの摂餌量は、懸濁物食者 (濾過食生物; 二枚貝) と沈積物食者 (デトリタス食生物; 主に多毛類) に区分し、それぞれの摂餌量を見積もった。マクロベントスの摂餌量は、メイオベントス及びバクテリアの摂餌量に比べ、潮間帯が約2倍、潮下帯が同程度となっている。また、マクロベントスの排泄量は、メイオベントス及び

バクテリアの摂餌量と同程度となっており、底泥のメイオベントス及びバクテリアは、マクロベントスの糞を主体に摂食し、分解している傾向がうかがえる。

## 6.2 干潟の浄化能力及び下水道処理人口への換算

### (1) 干潟のC, N, Pの浄化能力

本調査では、干潟の浄化能力について、次のような能力を浄化と考えた。

#### i) C, N, Pの固定能力

[生物生産による栄養塩類の固定]

#### ii) 系外へのC, N, Pの除去能力

[脱窒作用, 漁獲, 鳥類による取上げ]

#### iii) 系内における有機物分解能力

[生物の呼吸による分解作用]

上記の浄化能力について、今のところ、海水中における i) ~ iii) の浄化能力及び漁獲, 鳥類による取上げ等については、既存資料が少なく十分評価できないため、干潟の底泥部（潮間帯, 潮下帯）のみを対象とした。底泥部のC, N, Pの浄化能力は、それぞれ、Cが i) + iii), Nが i) + ii) (脱窒量), Pが i) のみとした。本調査では、干潟底泥部の生物生産によるC, N, Pの固定量（生物生産による増加量）を浄化として扱うのは、底生生物が食物連鎖を通してより高次な肉食動物等に摂食され、循環することにより、底泥から海水中への直接的な負荷が無いと考えるためである。なお、底生生物の中でC, N, Pの現存量及び生産量として極めて大きな比率を占める付着藻類については、今のところ物質循環としての機能が十分把握できていないため、底泥部の生物生産によるC, N, Pの固定量は、付着藻類を除く底生生物（マクロベントス, メイオベントス及びバクテリア）を対象とした。

図-5には、各種底生生物の生産量, 呼吸量（有機物分解量）, 底泥脱窒量の算定結果より求めた干潟のC, N, P浄化量を示す。Cの浄化量は、甲子園浜では呼吸消費が全体の約69%を占め、残りの約31%が生物生産であり、新舞子浜では呼

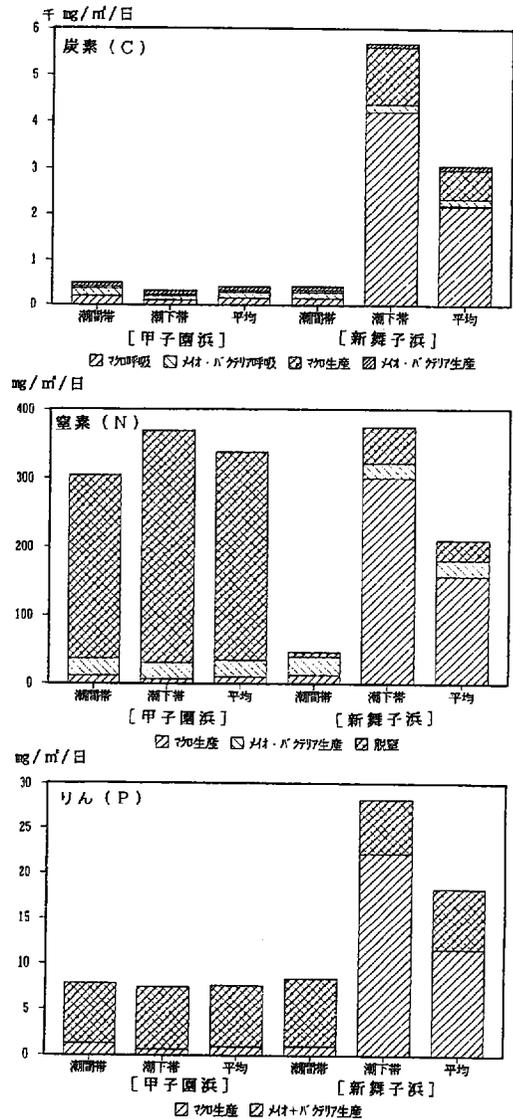


図-5 干潟のC, N, Pの浄化能力

吸消費が全体の約76%を占めている。Nの浄化量は、甲子園浜では脱窒作用が全体の約90%を占め、残りの約10%が生物生産であり、新舞子浜では脱窒作用が全体の約14%を占めている。表-11には、本調査結果及び干潟・砂浜の浄化能力の報告値を示す。これらの報告値をみると、CODの浄化能力は、干潟で120~470 g/m²/年, 砂浜で74~130 g/m²/年の範囲にある。また、CODの浄化能力は炭素 (C) の浄化能力と同じ (COD/C比=1) とすると、本調査で得た新舞子浜の浄化量は、

これまでの報告値の中では比較的大きな浄化能力を有していることがわかる。

表-11 干潟・砂浜の浄化能力の報告値

場 所	浄化能力 (g/m <sup>2</sup> /年)	算出方法	備 考
小瀬川河口干潟 (東京都)	N 1.6 P 1.9	干潟直上水の濃度変化より概算	森原(1976) 13
葛西干潟 (東京都)	N 4.2		
一色干潟 (三河湾)	N 5.6 P 1.2	干潟の物質収支より算定	佐々木(1989) 11
葛西人工湿地 (東京都)	COD 130		
堀毛人工湿地 (東京都)	COD 7.4	底生動物(ニ枚貝+多毛類)の有機物生産量と呼吸量から概算	木村ら(1992) 14
藍洲干潟 (東京都)	COD 470		
三善瀬干潟 (東京都)	COD 240		
甲子園浜干潟 (大阪湾)	C 130 N 120 P 2.8	底生動物(ワカサギ/シロイソ)の有機物生産量と呼吸量から概算 Nは総窒素を含む	本調査
新舞子浜干潟 (播磨湾)	C 1100 N 77 P 6.6		

(2) 干潟の浄化能力の下水道処理人口への換算

前記で求めた干潟の浄化能力について、下水処理場の浄化能力と比較した。干潟の浄化能力を下水道処理人口(U)へ換算する方法は、次のとおりである。

$$〔下水道処理人口(U) = S \times T \div (Q \times R)〕$$

ここで、Tは干潟面積(m<sup>2</sup>)、Sは干潟の単位面積当りのCOD, N, Pの浄化能力(kg/m<sup>2</sup>/年)、Qは一人当りのCOD, N, Pの年間負荷量(kg/人/年)、Rは下水処理場の除去率(%)である。1人当りの年間負荷量は、CODが10.6、Nが4.3、Pが0.43、また、下水処理場の除去率は、一般的にCOD, N, Pがそれぞれ85.1%、40.5%、67.2%と報告されている<sup>13)</sup>。表-12には、上記の方法による干潟の下水道処理人口への換算値を示す。このように、本調査で実施した兵庫県海域の2つの干潟(甲子園浜、新舞子浜)は、1ヘクタール当たりの浄化能力として、下水処理場の処理人口で約300~600人分の汚水処理と同程度の能力を有することが推定された。

表-12 干潟の浄化能力の下水道処理人口への換算

項 目	単 位	調 査 地 区		
		甲子園浜	新舞子浜	
C	浄化能力	mg/m <sup>2</sup> /日	410	3100
		ton/ha/年	1.5	11
	処理人口	人/ha	140	1200
N	浄化能力	mg/m <sup>2</sup> /日	340	210
		ton/ha/年	1.2	0.77
	処理人口	人/ha	710	440
P	浄化能力	mg/m <sup>2</sup> /日	7.7	18
		kg/ha/年	28	67
	処理人口	人/ha	97	230

7. 今後の課題

本調査は、各種生物の生産量、摂餌量、呼吸量等については、既存資料が主体であり、これら文献による見積もりと現地調査結果との比較が十分できていない。今後、両者の比較を行うとともに、現地調査の頻度を多くし、浅海域における浄化能力をより正確に把握できるように計画する必要がある。

最後に、本調査を実施するにあたり、適切なるご指導とご助言を頂いている、「瀬戸内海浅海域浄化機能基本調査検討会」の委員の方々に深く感謝いたします。また、本紙への投稿を可能にして下さった環境庁水質保全局瀬戸内海環境保全室の方々に心からお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 坂本市太郎(1988)：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、東海大学出版会、119-125
- 2) 森本研吾(1990)：小瀬川河口干潟前浜部における地下間隙水の動き、公害、第25巻、第5号、21-32
- 3) 環境庁(1989,1990)：赤潮対策調査-増殖特性実態調査-  
昭和63年度、平成元年度環境庁委託業務結果報告書
- 4) 環境庁：瀬戸内海栄養塩類総合管理モデル作成調査、昭和58年度環境庁委託業務結果報告書

- 5) 環境庁(1990)：東京湾水域環境評価手法検討調査－自然浄化能力把握調査－，平成元年度環境庁委託業務結果報告書
- 6) T.Nishio, I.Koike, and A.Hattori(1982)：Appl. Environn. Microbiol. ,43,648-653  
T.Nishio, I.Koike, and A.Hattori(1983)：Appl. Environn. Microbiol. ,45,444-450
- 7) 農林水産技術会議(1988)：潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究
- 8) 東海区水産研究所，南西海区水産研究所，養殖研究所，水産大学校(1982)：内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究
- 9) 日本水産資源保護協会(1992)：平成3年度貧酸素水塊被害防止対策事業報告書
- 10) 桑原連(1979)：水域の自浄作用と浄化，恒星社厚生閣，125-136
- 11) 佐々木克之(1989)：干潟域の物質循環，沿岸海洋研究ノート，第26巻，第2号，172-190
- 12) 木村賢史，三好康彦，島津輝之，紺野良子，赤沢豊，大島奈緒子(1992)：人工海浜（干潟）の浄化能について（その5），東京都環境科学研究所年報
- 13) 日本下水道協会(1993)：流域別下水道整備計画調査指針と解説

## 魚の話シリーズ③

# カジカについて

兵庫県立水産試験場内水面漁業センター

研究員 川村 芳 浩

皆さんは「カジカ」と聞くと何を想像されるでしょうか。夏に清流できれいな声で鳴く「カジカガエル」を思い浮かべる方も多いと思います。しかし、同じ「カジカ」という名前の魚がいるのです。ここではカエルの「カジカ」ではなく、魚の「カジカ」について紹介します。

### 1. カジカの仲間

カジカの仲間には、分類学上いろいろな分け方をされていますが、ヤマノカミ、アユカケ、カンキョウカジカ、エゾハナカジカ、ハナカジカ、カジカ、ウツセミカジカの一応7種類が日本に生息しています。このうち、兵庫県で生息しているのは、アユカケ、カジカの2種類だけです。またこれらには、川と海を回遊するもの（回遊型）と、一生を淡水域で過ごすもの（陸封型）とがあります。これらは、ハゼの身体に扁平で大きな顔をつけたようなユニークな出で立ちをしています。成魚での大きさは、全長で約15~20cmと、あまり大きくはなりません。生息場所は、回遊型のものでは河川の中・下流域、陸封型のものでは上・中流域です。川の中では、みな石礫または砂礫底に棲み、ほとんどの種類は昼間は石の下に隠れ、夜に出てきて餌を食べます。主食は水生昆虫で、大型のものは小型の魚も食べます。産卵形態はいわゆる一夫多妻型のものが多く、男どもから見ると羨ましく思えますが、世の中そう甘くはなく、このような種類は、仔魚が生まれるまで雄が卵を守らなければならない運命にあるのです。河川で産卵するものは、大きな礫の下面や側面に産卵します。卵は回遊型の方が小さいのですが、1尾あたりの産卵数は多くなっています。身は白身で淡泊であり、大型のものは塩焼き、小型のものは味噌汁や佃煮にすると、大変美味です。特にアユカケは、金沢のゴリ料理として有名です。

### 2. カジカについて

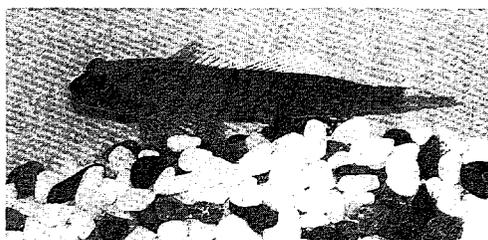
カジカは、北海道のごく一部と、本州、四国、九州に広く分布する日本固有種です。このカジカには仔魚期を海で過ごす回遊型のものと、一生を川で過ごす陸封型のものの2種類があります。これらは卵の大きさから、回遊型のを「小卵型」、

陸封型のを「大卵型」といって区別しています。小卵型は川の中・下流域に棲み、卵からふ化した仔魚はすぐに海に下り、体長約2cmになると川に上り始めます。大卵型は川の上・中流域に棲み、一生を川で過ごします。

近年、河川の上流域においてもその環境が悪化し、カジカが減少してきています。そのため各地の水産試験場がカジカ（大卵型が多い）の種苗生産試験（放流用および養殖用）や生息に適した環境の調査に取り組んでいます。

### 3. おわりに

環境の悪化により減少しているのは、カジカ大卵型だけではなく、河川環境が悪化し始めたのは中・下流域の方がはるかに早いのです。したがって、数が減少しているのは、カジカ小卵型をはじめとする回遊型のカジカの仲間の方が、もっと深刻な状態にあるのです。川の環境悪化は、そのまま海の世界悪化につながることは言うまでもありません。きれいな川のシンボルとなっている魚はたくさんありますが、「カジカの棲む川」を環境改善の目標の一つにするのもよいのではないのでしょうか。



カジカ大卵型

#### ●略歴



昭和36年11月 京都府生まれ  
昭和60年3月 九州大学農学部  
水産学科卒業  
昭和60年4月 県立水産試験場  
昭和63年4月 県栽培漁業センター  
平成3年4月 県立水産試験場  
平成7年4月 県立水産試験場  
内水面漁業センター

B T

中 谷 ひであき

久々にスキーを新調しようとしたらフランス製なので買いにくいのである。世間では不買運動が盛んなのである。派手な環境破壊に対する抗議である。誰もが有無をいわない正義は扱いやすく、大きく成長する。差別、セクハラ、環境保護、報道、言論の自由、信教の自由……これらの正義に対してはぐうの音も出ない。しかし、大義名分の裏に見え隠れするものをよく見据えないと怪しげな団体が組織されることにもなるのだ。

派手な環境破壊も良くないが、地味な環境破壊も忘れてはならない。水産物の輸入も地味だが環境破壊を伴っているものがある。流通用語BT、ブラックタイガーもそのひとつである。

日本は世界二位の水揚がありながらも、まだ足りなくて、世界一の水産物輸入国である。その国内輸入規模たるや原油に次いでナンバー2、食品ではトップである。自国で獲れた魚の4割を餌肥料にするというのも先進国らしい。近年の先進国の水産物消費は増大傾向にあるが、その分、途上国が供給量を増大させている。地球上の食べ物の4分の3を、地球の3分の1の人口の先進国が食べているという。目に見えない不平等である。目に見えないから地味だ。

エビは日本の輸入水産物のトップ品目である。国内供給量の9割が輸入である。輸入先は、インドネシア、タイ、インド、フィリピン等の東南アジアである。ご当地ではエビは金儲けになると、田畑やマングローブ林、現地の蛋白供給源でもあるサバヒー養殖場などがエビ養殖池に変わってしまった。過密養殖をするから、病気発生を避けるため、餌には抗生物質が含まれ、5年もすると池には残った餌がヘドロとなってたまりエビは飼育

できなくなってしまう。取り引き業者は次の池を探せばよいが現地の人は土地があるので、移動できない。こうして、日本では伐採が禁止されている貴重なマングローブ林が薬を使用して次々と失われていくのである。

東南アジアの産業振興、雇用促進、外貨獲得にはなっているが、現地の貧富の差を大きくしていることは否めない。エビ加工場では低賃金、重労働の女性が働いている。彼女たちの賃金ではエビなどは高嶺の花、まさにあま野麦峠なのである。

こういうたぐいの話は、決まって関係業界、スポンサーの強い抵抗がある。だから「地味」なのである。すでに抜き差しならない利害(カネ)関係ができてしまっているのである。

身土不二という言葉がある。人間の体と土地は不可分、人はその土地のものを食べて育ち、死んではその土に返るという韓国が唱えるリサイクル理論である。昔は畑で獲れたものを食べ、便は肥料として土に返し、死ねば体も土に返っていた。日本は世界各地から有機物を集めている。だからアメリカの土は痩せ、日本の海は富栄養化するのだ。東大の高橋正征助教授は「アメリカから農産物を輸入するなら生態学のルールで日本はウンコを返してあげなさい」と言っておられる。

日本の魚はどうもスーパーと相性が良くない。規格化されていないので形は不均一でトレーにはのりにくい、単価も不安定、漁獲変動がある、まぜこぜの雑魚などもつてのほか、流通業界とお手軽好きの消費者のご都合で顔のある魚がどんどん失われている。日本近海の魚をもっと大事にしないからイワシみたいに怒ってしまっどこかへいってしまうことになるのである。

# 瀬戸内海を守る市民活動③

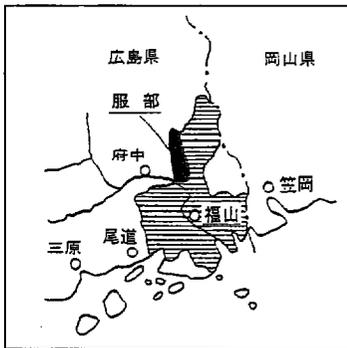
## 服部の自然を守る会

櫻井正昭

### 1. 福山市・服部

この運動が展開されている「服部地区」は、広島県福山市の中心部から、北西約15kmに位置する、周囲を豊かな自然に囲まれた面積約24km<sup>2</sup>の山間の地区です。備後地方屈指の標高を有する蛇園山(545.8m)を始め、北部の山林を水源とする服部川が中央を流れ、地区の南にあるこれもまた備後地方を代表する人造湖の服部大池(約20ha)に注いでいます。この川は、福山市の中央部を貫いて流れる芦田川の支流で、初夏の夜ともなると、中流域ではゲンジボタルが乱舞し、また上流域では可憐なヒメボタルの姿も見られます。

この服部川は、かつては川辺の人々が野菜を洗ったり、洗濯をしたりする生活の場であり、また子供達がサワガニ採りや水泳をしたりする楽しい川遊びの場でもありました。この川は、ここに住み続けてきた人々のシンボルであり、生活に密着した貴重な自然の財産でした。



福山市服部地区の位置

### 2. 「ほたるの館」と守る会の発足

ところが、戦後の高度経済成長の波はこの地区にも押し寄せ、産業構造の変化は過疎化に拍車をかけるようになりました。家族ぐるみの離村は、田畑を荒廃させ、また若年層の都会への流出は著しい高齢化をもたらしてきました。現在の服部地

区の人口は約690世帯、2,400人で、最盛時の半分以下にまで減少しています。また、生活様式の変化や農薬、化学肥料の使用は、徐々に服部川の水質や周辺の自然環境に、芳しくない影響を与えてきました。地区の人々は、「これでいいのか」、「このままでは」、「何とかしなくては」と思い始めていました。

おりしも地区のコミュニティ活動の拠点であった「服部公民館」が新築移転され、旧公民館が取り壊されるという話が持ち上がりました。1991年1月、有志の人々により、福山市長に対し、「ほたるの里づくり」のための活動拠点として「ほたるの館」として活用させてほしい、という陳情がなされ、それが実現しました。この「ほたるの館」を維持管理し、「ほたるの里づくり」を中心的に推進する団体が必要になったことから、同年5月「服部の自然を守る会」が発足しました。現在の会員数は約150名です。

### 3. ホタルの保護からまちづくりへ

その後の守る会の活動には目をみはるものがあります。まず「ほたるの館」を中心施設として、毎年6月に、主としてゲンジボタルの成虫を捕獲し、卵を孵化させ、幼虫を飼育して、初秋に放流するという基本的な活動を行っています。これがきっかけとなって、地元の服部小学校でも飼育委員会を作り、守る会と連携しながら人工飼育に取り組むことになりました。その他、地元の子供会と一緒に水生物による水質調査を行ったり、住民の意識調査や、広報誌「ほたる」の発行等を通じて、服部川の水質保全や周辺の自然環境の保全のための意識啓発を行っています。この会の目的は、単にホタルの保全のための人工飼育を行うだけではなく、こういう活動を通じて、住民

自身が身の回りの自然に関心を持ち、川と水を守り、ホタルが自然に発生できる環境を取り戻し、住みよいまちづくりへとつなげていくことなのです。そのために、次のような「ほたるの里づくり8カ条」の徹底も図っています。

- (1) 川にゴミや汚物を捨てないようにしましょう。
- (2) 「流し」には目の細かい網などをつけて、食品カスなど流さないようにしましょう。
- (3) 食用廃油を流さないようにしましょう。
- (4) 排水ます、沈殿槽をもうけましょう。
- (5) 洗剤は適量に使用しましょう。
- (6) し尿浄化槽は正しく管理しましょう。
- (7) 合併浄化槽を設置しましょう。
- (8) 川でゴミを焼かないようにしましょう。



子供会と一緒にホタル幼虫の放流



ホタルの人工飼育に取り組む「守る会」の人たち

#### 4. 広がるさまざまな活動

このような活動に加えて、「自然との共生・ホタルとの共生」をまちづくりのコンセプトにおいて、「ふるさと塾」という研修会を開催したり、92年からは、毎年6月に地区の住民の方々の協力

を得て「ほたる祭」を、秋には、ホタルの保護問題に取り組んでいる他の先進地区との意見交換のための「まちづくりフォーラムIN服部」を開催してきています。「ほたる祭」は年々盛んになりつつあり、当日は他県からも多くの見学者が殺到し、道路に車があふれ、交通整理に汗だくの状態です。

このような活動が引金となって、同じ92年に自治省の「コミュニティ活性化地区」の指定を受け、その後3年にわたって、服部地区の再生に向けた検討のための委員会が設けられ、今年5月に「ま



まちづくりフォーラムIN服部

ちづくり計画書」がまとめられました。

また、93年から94年にかけては、水質浄化のための木炭作りとそれを使った水路の設置、94年には、今後の河川改修に当たって、多自然工法の採用等を要望するため、服部川の護岸の実態調査を行いました。

これらの活動が評価され、94年5月には、広島県景観会議で「景観づくり大賞」会長賞、6月には、環境庁の「水環境フォーラム94」において事例発表、今年6月には、県知事から「ひろしま環境賞」を受賞しています。

守る会が発足してから4年、これまではマスコミの注目も集め、順調に歩みを進めてきていますが、大切なのはこれからです。中心となって活動を担ってくれる会員の拡充、特に若い層の人材の確保と育成が課題です。今後も、この活動が息長く続けられ、自然との共生を目指したまちづくりがより一層推進されることを、大いに期待したいと思います。（瀬戸内海環境保全協会 顧問）

## 船のトン数について

トンといえば普通は1,000kgの重量単位「噸, ton」を連想される人が多いでしょう。ところがこのトンが海上での話となると複雑となりトンだトン違いをすることになりかねません。

船の大きさは、和船の場合菱垣船、押回（千石船）、北国船等で五百石積、千石積の船と呼ばれる様に積載貨物の容積で表しておりました。イギリスでは13世紀頃酒を運搬する酒樽（tun）の数量を基準にして税金や港費は実際の酒樽で支払われていた様で洋の東西を問わず船の大きさは積載する貨物の容積を基準としていた様です。そのうち税金等も酒樽以外に及ぶ様になり1 tun当りの金額で徴収されました。17世紀頃に酒樽のtunがtonに転化した後船のトン数はフィート単位の船の長さ、幅、深さの相乗積を94~100ft<sup>3</sup>で除して求める様になりました。一方イギリスの酒樽は容積が57ft<sup>3</sup>で重量が2,240lbsと一定であったことからこれを1トン（英トンLong ton (LT)）といい1.01605tに相当）と呼ぶことになりました。トンは重量と容積を表すことになり、現在では容積のトン数を表すのにTonnage (tonn.) を使っています。このtonn. は種々の税や手数料、売買価格の標準となるもので船舶関係者にとっては重要な意義を持つものです。船のトン数は次の6つに大別できます。

### 1. 総トン数 (GT : Gross Tonnage)

登録税、入港料、水先案内料等諸税及び手数料の基準となるもので、船の内部容積を100ft<sup>3</sup>で除した値を使っていましたが、平成6年7月18日以降は長さ24m以上で国際航海する船舶には国際総トン数表示が義務づけられました。国際総トン数は船の全蔽囲場所の全容積をm<sup>3</sup>で表し、計算式で求めることになりました。

### 2. 純トン数 (NT : Net Tonnage)

入港した際に支払うトン税等の基準となるもので、総トン数から一定の控除を行い、貨物と旅客

に用いる場所の容積を100ft<sup>3</sup>で除した値をいいましたが、長さ24m以上の船舶の純トン数はm<sup>3</sup>で表した貨物倉の全容積と旅客数を基に計算式で求めることになりました。

### 3. 運河トン数 (Canal Tonnage)

スエズ運河やパナマ運河を通過する際の通行料の基準となるトン数で、運河独自の算定の規則に従います。

### 4. 容積トン数 (MT : Measurement Tonnage)

積載可能な貨物倉容積を示すのに用いられ貨物の種類により異なった値を1MTとして使用しますが、現在では積載可能な貨物倉容積をm<sup>3</sup>またはft<sup>3</sup>で表示して使うことが多い。

### 5. 排水量 (△ : Displacement)

船がある吃水で浮かぶ時、船の排除した水の重量をいい、排水トンともいいます。

### 6. 載貨重量 (DW : Deadweight)

積載可能な貨物の重量のことで、油槽船、貨物船等商船の用船料など商取引上の基準となるトン数で、DWまたは重量トンともいい、満載排水量から軽貨重量 (Light Weight ; 船の自重) を減じた重量をいいます。

船の大きさを表わすのに、例えば商船には載貨重量、客船には総トン数、艦艇及び官公庁船には排水量というように、船の種類、用途により呼び方を代表的に使っており、必ずしも船全体の重量、容積を表しているわけではありません。従って種類の異なった船の大きさを比べたい時には重量なら満載排水量で、容積なら総トン数でというように同一項目のトン数で比較すれば大きさの順が明確になります。以上、トンといっても種々のトン数があることがおわかり頂けたと思います。トン数を使う場合にはトンでもないことにならないよう注意する必要があります。 (K.SUDO)

# 瀬戸内海各地のうごき

## 京都市伏見区で 「環境フェスティバル」開催

京都府企画環境部企画課・  
京都府環境月間推進委員会

京都府と京都府環境月間推進委員会では、「地球にやさしい暮らしの広場」をテーマに9月17日、京都市伏見区の京都府総合見本市会館において「平成7年度環境フェスティバル」を開催。約1万人が訪れた。このフェスティバルは平成2年から毎年開かれており、府民に楽しみながら環境にやさしい暮らし方を考えてもらおうというもの。会場には小刀で竹を削って竹とんぼを作ったり、河原の石に色を塗ったりするコーナーもあり、訪れた人は自然を素材にした遊びを楽しむなどしながら、環境問題を学んだ。

## 大阪府が子供を対象に 「かつば探検隊」結成

大阪府

大阪府では次世代を担う子供たちに、楽しみながら生活に深く関わりのある「水」について考えてもらおうと、この度「かつば探検隊」を結成した。探検の舞台は大和川・石川流域で、川の遊びを交えながら小中学生約90人の隊員が3回の探検を行う。1回目の探検は8月4日、大阪府河内長野市滝畑の石川上流で実施され、水ようかん作りや簡単な水質調査、水生生物調査などが行われた。引き続き、第2回が10月に、第3回が11月に行われる予定。また、これらの探検を通じて感じたり、考えたことは平成8年1月に開催される「子供水環境サミット」において、子供の目から見た提言として発表される。

## 兵庫県では 「水環境フォーラム95in東播磨」を開催

兵庫県保健環境部環境局水質課

兵庫県では、県下各地の地域ぐるみで取り組んでいる水質保全活動や生活排水対策運動の輪の拡大と定着を図ることを目的に、7月26日、「水環境フォーラム95in東播磨～環境づくり県民大会～」

を東播磨の7市10町、東播磨環境づくり推進委員会、東播磨流域文化協議会との合同で開催した。小野市民会館において開かれた本年度のフォーラムでは、水環境の保全と創造に功績のあった個人と団体に賞が贈られたほか、「豊かな環境をめざして」というテーマでの滋賀県環境生活協同組合理事長の藤井絢子氏の講演、各地で展開されている実践活動事例発表や意見交換などが行われ、900人の参加者でにぎわった。

## 奈良県が 環境保全活動を県民に紹介

奈良県生活環境部環境保全課

奈良県では、高市郡明日香村の石舞台古墳周辺と、橿原市のロマンピア藤原京95会場において、5月13日、環境保全活動の紹介を行った。これは環境保全への足元からの実践に向けて、県、市町村、関係団体の取り組み等を紹介し、県民参加型の「環境にやさしいライフスタイル」をめざそうというもの。当日は「始めませんかエコライフ」をテーマに、2会場で環境パネルや低公害車の展示、環境クイズなどのイベントが開催され、訪れた多くの県民に楽しんでもらいながら環境保全の重要性をアピールした。

## 飛鳥川・竜田川流域で 生活排水クリーンアップ推進事業

奈良県・両流域8市町村

奈良県が行っている生活排水クリーンアップ事業の一環として、飛鳥川と竜田川をモデル流域に昨年11月発足した「生活排水対策推進会議」が2年目を迎え、今年7月、第1回の総会が両会議合同で開催された。奈良県及び両流域8市町村（橿原市・川西市・明日香村・田原本町・三宅町・生駒市・平群町・斑鳩町）が参加したこの会議では昨年度の実績報告や今年度の事業計画の承認のほか、今後も住民一人ひとりの家庭における水質保全対策の必要性を県下全域にPRしていくことを確認。事業の更なる定着や拡大をめざして一層の努力をしていこうという決意表明で締めくくられた。

### 和歌山県で 「第25回水産まつり」開催

和歌山県漁業協同組合連合会

平成7年9月21日、白浜町立総合体育館で「第25回水産まつり」が、和歌山県、和歌山県漁連他各水産団体等の主催により開催された。同会場には、併設された漁業資材展・水産物展示即売会にあわせて環境保全コーナーを設置。海と渚環境美化推進運動の「海の羽根」募金を集めたり、海をきれいにする運動啓発用品（廃食油凝固剤、生ゴミフィルター、油拭き取り紙、ポケットティッシュ）を配付して家庭排水の浄化を訴えるなど、海の環境保全啓発活動を展開した。

### 岡山県と児島湖流域市町村が 「児島湖流域清掃大作戦」実施

岡山県地域振興部環境保全課

岡山県及び児島湖流域の8市町村と民間40団体によって組織する「児島湖流域環境保全対策推進協議会」では、水質浄化のため毎年9月を「児島湖流域環境保全推進月間」とし、さまざまな行事を展開している。その行事の一環として9月3日、児島湖及び流入河川等10カ所において「児島湖流域清掃大作戦」が実施され、78トンものゴミを回収した。5,200人もが参加したこの一斉清掃は今年9回目を迎え、年々児島湖の水質浄化に対する認識を深めている。岡山県が担当した玉野東七区においては、清掃活動終了後、参加した子供に「アユのつかみ取り」を、一般参加者には「児島湖流域水道浄化センター施設見学」を実施し、水質浄化意識の高情が図られた。

### 広島県では 「環境保全アドバイザー派遣事業」開始

広島県県民生活部環境保全課

広島県では、県民が自発的に環境学習・環境保全実践活動を実施しようとする際の指導・助言をするため、県に登録している環境保全アドバイザーを必要に応じて派遣し、併せて派遣に係わる費

用の一部を県が負担する制度を設けた。環境保全アドバイザーは、県実施の養成講座修了者を中心に現在53名が登録しており、8月21日の派遣申込み開始以来、多数の問い合わせを受け、すでに数件の派遣が決まっている。今年度は、新たなアドバイザー養成のための講座や登録済みのアドバイザーを対象とした事後研修会を通して、より一層の充実を図っていく。

### 「環境の日」にちなみ 徳島県がキャンペーン

徳島県環境生活部環境管理課

6月5日の「環境の日」にちなんで徳島県では、より多くの人にこの日を知ってもらおうと、徳島市の中心を流れる新町川河畔の水際公園等で「環境の日キャンペーン」を行った。当日は、水際公園内で開催セレモニーを行った後、市内中心部をパレード。JR徳島駅前で苗木やパンフレットを配布した。また、新町川でも5隻の船による水上パレードや河川の清掃を実施し、県民に環境保全に対する理解、認識を深めてもらうとともに、環境保全に向けての行動力を促した。

### 快適な環境の創造めざし 「香川県環境基本条例」を制定

香川県環境保健部環境保全課

香川県では広範な環境問題に的確に対応し、21世紀を展望した新たな環境保全施策を展開していくため、環境保全に関する基本的な枠組みを示す「香川県環境基本条例」を平成7年3月22日に公布、4月1日に施行した。この条例は環境保全に関する基本理念や県、市町、事業者及び県民の責務を定めるとともに、環境保全に関する施策の基本となる事項などを定めたものであり、今後この条例をもとに人と自然とが共生する田園都市にふさわしい、潤いと安らぎに満ちた快適な環境の創造をめざし、各種施策を積極的に展開することとしている。

## 香川県が 海外技術研修員を受け入れ

香川県環境保健部環境保全課

平成7年度において、香川県では環境保全に係る2名の海外技術研修員を環境研究センターに受け入れている。これまでも短期的には海外研修員を受け入れてきたが、今回は初めてその期間が3か月以上の長期にわたる。訪れているのは、10か月の期間でアフリカのマラウイ共和国から水質汚濁防止に係る技術研修員が1名、また、3か月の期間でタイ国から大気汚染防止に係る技術研修員が1名、いずれも国を代表して来ているだけに、非常に熱心に研修に取り組んでいる。こうした国際環境協力を通じて、両国との友好関係が一層進展するとともに、地球環境の保全が推進されることを願っている。

## 香川県東部海域で 赤潮による漁業被害が発生

香川県環境保健部環境保全課

瀬戸内海の播磨灘西部に位置する小豆島の東部沿岸で、7月31日に確認されたギムノディニウムミキモトイによる赤潮は、その後香川県東部の引田町から牟礼町沖にまで広がり、8月20日まで継続した。この赤潮により7月31日から8月10日にかけて、県東部で養殖しているカンパチ、マダイ、スズキ等、55万4千匹がへい死し、被害額は4億7千万円にのぼった。香川県での赤潮による漁業被害は昭和62年以來8年ぶり、過去6番目の規模であった。

## 香川県が 「海辺（水辺）の教室」を開催

香川県・香川県漁連・地元市町他

香川県では毎年、県や漁連、地元市町が中心となって、ふるさとの海や海辺を美しくする活動を通じ環境保全についての児童の理解を深めようと「海辺（水辺）の教室」を開催している。平成7年度は7月から8月に、塩江町や豊浜町など県内

5か所で実施。小学生及びその父兄総勢500名が参加した。海から遠く離れた塩江町では海上保安部による巡視船での体験航海を、高松市では市の水源となっている塩江町の川で水生生物による水質調査を行った。また、豊浜町や志度町では地引き網でとれた魚の生物観察を、観音寺市では海浜の植物観察が行われるなど、各地で趣向を凝らした体験学習が実施された。

## 愛媛県が えひめ環境保全指針を策定

愛媛県環境局環境計画課

瀬戸内海では平成7年5月、今後の環境行政の基盤となる「えひめ環境保全指針」を策定した。この指針は、「環境にやさしい愛媛づくり」をめざすための基本理念を目標、そして将来に向けた指針を示したもので、環境問題解決のために県民、事業者、行政それぞれの立場から自主的、積極的に環境にやさしい行動を起こすよう求めている。今後は、4月に新設された環境局を中心に、環境基本条例の検討など、指針に示された総合的な推進方策の具体化を図ることとしている。

## 福岡県では 「福岡県環境総合基本計画」を策定

福岡県環境整備局環境保全課

福岡県では、県内の環境に関するマスタープランとして、「福岡県環境総合基本計画」を平成7年3月に策定した。これは県の環境に対する姿勢と施策を明確にして、県民一人ひとりの自覚と責任ある行動や、企業の社会的責任に基づいた活動などの協力を得ながら、福岡県の望ましい環境を実現していくための総合的計画となっている。計画の基本目標として「うるおいのある、調和のとれた環境の創造」をあげ、これを実現するための基本理念として「次の世代に引き継ぐ豊かでうるおいのある環境の創造」「環境と調和のとれた人間活動の形成」「公平な役割分担と自主的な行動」の3つを掲げ、施策を進めることとしている。計画の対象期間は平成16年度までの10年間としている。

### 大分県が 「フロン回収推進協議会」を開催

大分県保健環境部環境管理課

大分県では消費者、製造メーカー、小売店、修理業者、廃棄物処理業者などをメンバーとする「フロン回収推進協議会」を8月30日に大分文化会館で開催。広域清掃事務組合を含む21市町にフロン回収装置の設置を決めた。協議会には冷蔵庫やカーエアコン、エアコンなどを扱う業者代表や市町村の担当者ら約50人が出席。県が「フロンの製造・販売事業者に対して、積極的な回収・再利用を促すとともに、消費者にも応分の負担を求める」との指針を示し、フロン回収装置の購入には半額を補助することとし、本年度予算には10市町村分として1080万円を計上、残り11市町村には来年度に完備する方針を明らかにした。また、事業者に対して回収装置の購入にあたっては低利な県の中心企業向け制度資金の活用を呼びかけるとともに、今後フロン回収のシステムづくりを一層整備していくことを決議して閉会した。

### 京都市が 「親と子の水辺の教室」開催

京都市衛生局環境保全室

京都市では市内の中心を流れる鴨川の河川敷（鴨川三条大橋～御池大橋間）で、6月24日、身近な川に住む生き物や水辺の野鳥などの観察、簡易な水質測定など、親子で水辺に親しむ体験を通して環境保全・河川美化意識を高め、実践してもらう機会とするため、市内の小学3～6年生とその保護者54組、126名の参加を得て「親と子の水辺の教室」を開催した。環境美化活動として会場周辺清掃活動を行った後、水辺環境体験クイズラリーとして、参加者が自由に周辺の環境を観察したり、水質測定を体験しながら、水質、水辺の鳥、川の中の生き物の3つのクイズコーナーを回り、環境保全に対する認識を高めた。

### 「下水道科学館」が 大阪市にオープン

(財)大阪市下水道技術協会・大阪市

平成7年4月29日、大阪市下水道事業着手百周年事業の一つとして、「下水道科学館」（大阪市此花区）が新設された。地上6階、地下1階建てで30億円の建設費をかけた館内には、世界各地の下水道を訪ねるシールドマシン型の乗り物「地下探検号」をはじめ、大阪市下水道の歴史や主な施設を紹介する「マジックシアター」、活性汚泥による污水处理の仕組みが分かるトンネルの通り抜けや、1時間に60ミリの豪雨体験コーナー、管路の維持管理用自走式テレビカメラの操作、自分が住んでいる家の周囲の下水管路が分かる地図のデータベース「下水道台帳システム」の検索など、子供から大人まで楽しめる施設が揃っており、連日にぎわっている。

### 大阪市では 「地球環境を守る身近な行動指針 （ローカルアジェンダ21おおさか）」を推進中

大 阪 市

平成7年5月、大阪市では市民、企業、行政が環境保全のための行動に取り組み、都市レベルでの行動から地球環境保全を進めるための指針として「地球環境を守る身近な行動指針（ローカルアジェンダ21おおさか）」を策定。市域における生活活動や事業活動をより環境に配慮したものへと導くことをめざした行動指針・目標などを定めている。9月16日には、この「ローカルアジェンダ21おおさか」に基づく行動推進の起点となる市民集会「地球環境保全とまちの美化をめざす市民行動の集い」を開催。また、市民・企業に指針に基づく行動に実際に取り組んでもらい、今後の地域における行動の拡大手法等を検討する「地域環境保全パイロット事業」を実施するほか、本年8月からは職場における省エネルギー、省資源、リサイクルなど、当面の「身近な環境保全運動」を全庁的に推進している。

## 大阪市が 「大阪市環境影響評価要綱」を制定

大 阪 市

大阪市では平成7年7月14日、「大阪市環境影響評価要綱」を制定し、10月1日施行した。この要綱では、「大阪府環境影響評価要綱」の対象となっていない大規模建築物や自動車駐車場等、4事業を新たに追加し、対象事業のうち11事業の対象規模を引き下げるなど、対象事業の範囲の拡大を行った。また、事業の工事中及び事業の完了後の環境への影響調査を実施し、周辺に著しい影響が認められる場合には、適切な措置を講じさせることなどを規定した事後監視制度を導入した。

## 神戸市が 「神戸市復興計画」を策定

神戸市震災復興本部統括局

神戸市では6月30日、100名の委員からなる「神戸市復興計画審議会」の答申を受けて、「神戸市復興計画」を策定した。復興計画は、一日も早い神戸の復興と21世紀に向けた新たな都市づくりを一体的に進めるため、「安心」「活力」「魅力」「協働」をキーワードに、「目標復興計画」「安全都市づくり」「市街地復興計画」「シンボルプロジェクト」を柱に構成されている。復興を進めるにあたって、環境にやさしい持続的発展が可能な都市の創造は重大な課題であり、安全で快適な市街地を形成するとともに、バランスのとれた多核ネットワーク都市の実現をめざすことが重要であると考えている。

## 広島県の太田川流域で 「水質保全交流会議」が発足

広島市衛生局環境対策課

広島県を流れる太田川の流域11市町村（広島市・東広島市・府中町・湯来町・吉和町・加計町・筒賀村・戸河内町・芸北町・豊平町・向原町）が自らの手で太田川を守っていこうと、平成7年2月23日、「太田川流域市町村水質保全交流会議」

発足させた。この会議は今後、流域市町村が連携して水質保全に関する事業の展開や情報交換を行うことにより、太田川の水質保全活動の推進をさまざまな活動を通して図っていく。

## 「地球にやさしいinひろしま'95」に 太田川流域市町村コーナー

太田川流域市町村水質保全交流会議

6月24日、25日に、広島市中央公園において、一人ひとりがそれぞれの立場で自らの生活を見つめなおし、今、何をしなければならないかをもう一度考える場として「地球にやさしいinひろしま'95」が開催された。事業者と行政が一体となって取り組む、この参加・体験型の大規模イベントは、会場をいくつかのコーナーにわけ、それぞれ別の角度から環境を見つめ直してもらったが、そのうちのひとつとして「太田川流域市町村水質保全交流会議」では、「太田川流域市町村コーナー」を設けた。このコーナーでは、環境保全に関する活動の一環として太田川の魚類の展示や、めだかの提供、「太田川の魚類と環境」をテーマにした講演などが行われ、多くの市民でにぎわった。

## 山口放送のラジオ番組から 「クリーン作戦」

(社)山口県環境衛生連合会

山口放送では環境美化運動を積極的に推進しているが、平成4年8月からは「ミッドナイトブレイク」という若者向けのラジオ番組が開催するイベントの一つとして「ミッドナイトブレイク・クリーン作戦」を開始。これまでに9回が実施されたが、毎回、番組の呼びかけに応じて、中高生ら50人余りのリスナーが参加している。最初はゴミ拾いだけだった活動も、最近はゴミをリサイクルし分別を考えたり、ゴミに関する標語募集や環境問題討論会を行うなど、その内容も充実。一方的に情報を提供するだけでなく、「共に歩む」という姿勢を大事にしながら、ラジオから生まれたクリーン作戦を今後も長く続けていきたいと考えている。

### 北九州市の板櫃川に 「生きもの紹介板」完成

北九州市環境局

北九州市の板櫃川に、川に親しみを持ち、河川環境の保全意識を高めてもらおうと、川の中やその水辺に住む生きものを紹介した「板櫃川・生きもの紹介板」が完成。8月20日、地域の住民を中心とする市民約40名の参加のもと、除幕式が行われた。板櫃川は、北九州市の「ラブリバー河川整備事業」で整備されて市民の親水の場となっており、紹介板はそこに隣接する公園内に設置されたが、カゲロウやヘビトンボなどの水生生物、オイカワやカワムツなどの魚、コサギをはじめとする鳥など、合計20種類の水辺の生きものが描かれている興味深いものとなっている。除幕式の後は、生物調査リーダー養成事業である「川の健康診断」を開催し、中学生以上の市民が調査方法の学習、水質の判定を行い、環境保全の大切さを再認識した。

### 香川県で 環境保全めざす指導者研修会を開催

香川県地区衛生組織連合会・香川県・  
(社)瀬戸内海環境保全協会

平成7年7月7日、香川県高松市の讃岐会館において、「香川県地区衛生組織指導者研修会」並びに「瀬戸内海環境保全組織指導者研修会」が、同連合会、香川県、(社)瀬戸内海環境保全協会の共催で開催された。瀬戸内海の環境保全を図ることを目的としたこの研修会では、地域住民による衛生団体、漁業協同組合、市町行政の指導者を対象に、毎年講演会を実施しているが、今回は島根大学教授の森忠洋氏と、大阪府摂津市役所の技術職員猪上泰義氏を講師に招き、参加者は瀬戸内海の環境問題についての認識をより一層深めた。今年はとくに赤潮の発生による大きな被害がもたらされたが、行政による各種施策だけでなく、環境保全思想に対する県民一人ひとりの協力と参加の重要性について、あらためて見つめ直したい。

### 山口県では 「平成7年度豊漁祭り」を開催

山口県漁業協同組合連合会

山口県大島郡橘町のウィンドパークにて、8月21日、「思いやる心が育てる青い海」をメインテーマに「平成7年度豊漁祭」が開催された。この豊漁祭は、海に生きる人々と海からの恩恵を享受する人々がその共通基盤である海をともに見つめ直すことにより、海の豊かさを再発見し、水産業の置かれている現状や将来のあり方を共通認識し、相互に理解を深めていくための恒例行事。会場では、記念放流や地元芸能披露、県警音楽隊によるドリル演奏等、多彩なアトラクションが展開されたほか、環境美化に関するパネル展示場も設置され、普及・啓発意識の高揚にひと役買った。

### 「コミュニティカレッジ・広島未来 大学」が開校

(財)広島県環境保健協会

広島市では、平成7年度から9年度の3年間を「水と緑のまちづくり3ヵ年計画」の実施年度として多くのまちづくり事業を展開しているが、その一つとして、7月に「コミュニティカレッジ・広島未来大学」を開校した。この大学は地域づくりに情熱を持ち、地域において自主的なまちづくり活動やボランティア活動のリーダーとなる人材の育成、確保を図ることを目的にしており、学習は毎月のゼミのほか、合宿や視察旅行、公開講演会など、受講生らは開校以来、熱のこもった研究や討議を重ねており、来年3月には「公開シンポジウム」を開催し、1期生として「まちづくりに関する研究または提言」として報告する予定になっている。

## 小・中学生対象に 「広島地球ウォッチングクラブ」設置

広島市衛生局環境企画課

広島市では平成7年4月、小・中学生を対象に「広島地球ウォッチングクラブ」を設置した。地球についてゆっくり考え、地球への思いやりの行動を起こすことを目的としたこのクラブは、事前に約500名の会員を募集。集まった市内の小・中学生に、研修会や水辺教室、酸性雨テスト、ネイチャーゲーム、植林ツアーなど、楽しみながらも環境について考えるきっかけとなる活動を行っている。身近な環境を観察し、自然と人間との関係についてともに学び、人間を含めた生き物にとってもっとも大切な青い地球を守るために何が必要なのかを子供たちにもしっかりと考えてもらえればと願っている。

## 広島市が 「環境サポーター養成講座」

広島市衛生局環境企画課

広島市では、環境問題に対する市民の理解と認識を深め、環境保全意識の普及啓発の中核的役割を担える人材を育成することも目的に「環境サポーター養成講座」を平成7年7月15日に開講した。全9回にわたるこの講座では、環境基本法などの研修のほか、フィールドワークや水辺教室、ゴミとリサイクル研修、自然観察ツアー、環境保全プランニングなど、多彩な講座を迎えてのさまざまな講義が行われた。講座修了後、希望者は市の環境サポーター名簿に登録し、小・中学生たちの「広島地球ウォッチングクラブ」の支援や、市が開いている「出前環境講座」の講師として活躍することになる。

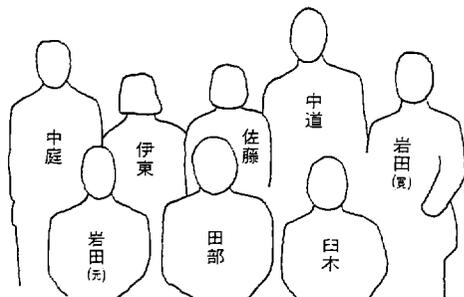
## 環境庁瀬戸内海環境保全室メンバーのプロフィール

### 室長 田部 和博

出身地 広島県呉市  
 主な職歴  
 昭49. 4 環境庁採用  
 49 十和田八幡平、富士箱根伊豆、雲仙天草  
 ~58 国立公園管理官  
 61. 4 水質保全局水質管理課審査官  
 平3. 7 長崎県自然保護課長  
 7. 8 現職  
 仕事の内容  
 室の職務の統轄  
 瀬戸内海について一言  
 子供の頃から親しんだ恵み豊かなふるさとの海です

### 室長補佐 岩田 元一

出身地 大阪市  
 主な職歴  
 昭54. 4 環境庁採用  
 56.6~平成7.10 千葉県出向、人事院短期在外研修、水産庁出向、インドネシア環境管理庁派遣  
 7.10 現職  
 仕事の内容  
 総括室長補佐  
 瀬戸内海について一言  
 以前、水質保全局水質規制課で総量規制を、また、企画調整局環境影響審査課で関西国際空港の埋立のアセスメントをそれぞれ担当したことがありますが、美しい瀬戸内海を守るため、微力ながら努力させていただいたつもりです。



# 環境庁瀬戸内海環境保全室メンバーのプロフィール

## 室長補佐 白木 民夫

出身地 東京都  
主な職歴  
昭44. 4 総理府（現総務庁）統計局  
環境庁へ出向，総務庁，公害等調整  
委員会事務局，環境保健部保健業務  
課を経て  
7. 10 現職  
仕事の内容  
・庶務担当補佐  
・調査研究  
瀬戸内海について一言  
環境庁に出向した時に，好ましく思っていた女  
性から，「春の海のような人ですね。」と言われた  
ことがある。「春の海」は，宮城道雄がある日の  
瀬戸内海の印象から作曲されたという，それ以来，  
瀬戸内海は，私そのもののような気がしている。

## 室長補佐 中道 正人

出身地 愛知県名古屋市  
主な職歴  
昭61. 4 運輸省採用  
その後，同省第三港湾建設局，港湾  
局等を経て  
平7. 6 現職  
仕事の内容  
・環境影響評価案件の審査  
・調査研究  
・燐及び窒素の削減指導関連事項  
瀬戸内海について一言  
多種，多様な生き物と共生できる均整のとれた  
海にしましょう！

## 企画係長 佐藤美稚子

出身地 山形県鶴岡市  
主な職歴  
昭45. 4 内閣総理大臣官房人事課，その後環  
境庁長官官房秘書課，自然保護局，  
官房各課を経て  
平7. 4 現職  
仕事の内容  
・瀬戸内海環境保全審議会に関する事務  
・知事・市長会議，瀬戸内海環境保全協会等に  
関する事務  
・予算及び一般庶務  
瀬戸内海について一言  
北国の日本海を見ながら育った私にとって瀬戸  
内海は，穏やかで暖かいイメージがあります。瀬  
戸内海沿岸で育った方をうらやましく思います。

## 調整係長 岩田 寛治

出身地 島根県能義郡広瀬町  
主な職歴  
昭58. 4 通産省生活産業局，基礎産業局，工  
業技術院ニューサンシャイン計画推  
進本部を経て  
6. 4 現職  
仕事の内容  
・燐及び窒素の削減指導関連事項  
・調査研究  
瀬戸内海について一言  
旅行ガイド「山陰・山陽」の瀬戸内海の章を見  
ると，冒頭に「…最近死の海に顔している等と言  
われるが，…沖を眺めるとやはり青く美しい…」  
が書いてあるのに気付いた。CODなどといった  
科学的な指標を超えて，いつの時代にも我々の心  
の奥に美しいイメージと愛着を生じさせ続けてき  
たのだろう。

## 審査係長 仲庭 裕司

出身地 大阪府（南河内地方）  
主な職歴  
厚生省検疫所（大阪，神戸，鹿児島）  
厚生省生活衛生局乳肉衛生課  
平6. 4 現職  
仕事の内容  
・環境影響評価案件の審査  
・瀬戸内海環境保全特別措置法関連の法令協議  
・調査研究  
瀬戸内海について一言  
私の子供の頃にはなかった大阪湾での海とのふ  
れあいを次の世代には取り戻すことができると  
思います。

## 企画係 伊東佐知子

出身地 東京都台東区浅草  
主な職歴  
昭59. 4 都内歯科医院で歯科衛生士として勤  
務  
平6. 4 労働省福利厚生室  
7. 4 現職  
仕事の内容  
庶務一般  
瀬戸内海について一言  
瀬戸内海は，飛行機で空の上からと，「尾道三  
部作」でしか見たことがありませんので，この機  
会に自分の足で歩き，自分の目でその美しさを確  
かめたいと思います。

# 協会だより

(1995.6.1~10.31)

## 平成7年度賛助会員研修会

平成7年6月2日 呉市の中国工業技術研究所において、約70人の参加を得て開催し、世界最大級の水理模型と言われる瀬戸内海大型水理模型実験施設の見学と各種の実験研究の興味ある説明を受け、盛況のうちに終了した。

## 国への要望

平成7年7月14日 環境庁長官をはじめ環境庁関係幹部32名に対し、平成7年5月25日の総会において決議した要望書を渡すとともに、瀬戸内海環境保全に係る要望を行った。

## 第45回 企画委員会

平成7年8月10日 神戸市の六甲荘において第45回企画委員会を開催し、本協会が来年度に設立20周年を迎えるにあたっての記念事業の推進方策について審議した。

記念事業は、理事会の議決を得た上で、実行委員会を設置し、改めて委員会で推進方策を協議することとなった。

## 編集委員会 (平成7年度第1回)

平成7年8月30日、神戸市教育会館において、本年度第1回委員会を開催し、総合誌「瀬戸内海」の第4号の発刊について協議を行った。

## 第46回 理事会 (書面表決)

平成7年10月4日 第45回企画委員会の協議に基づき、事務局作成の実行委員会設置要綱案について、理事会の書面表決を行った。

その結果、専門委員会の1つとして、実行委員会の設置が承認され、その委員として、協会企画委員長をはじめ6名の行政企画委員、

愛媛県漁連、(財)広島県環境保健協会、協会調査委員会委員長、協会編集委員会の委員長が委嘱された。

## 衛生団体合同研修会

平成7年9月28日~29日の2日間、山口市「ホテル松政」コンベンションホールにおいて、瀬戸内海環境保全地区組織会議と共に衛生団体合同研修会を開催した。

水岡繁登岩国短期大学長の「環境と生物と人間生活のかかわり」と題する講演が行われ、その後、各衛生団体から活動状況の事例報告がなされた。

山口放送ラジオ局からは、当初スポット放送ではじめた「ふるさとの川を美しく」という番組を、その後リスナーとの交流・参加を図って「ワン・ウェイ」から「ツー・ウェイ」への切替えが成功した事例として発表があり、今後の環境美化運動の視点として示唆があった。

## 漁業団体合同研修会

平成7年10月20日 福岡県行橋市「京都ホテル」において、瀬戸内海漁場環境保全対策連絡会と共に漁業団体合同研修会を開催した。

北九州市環境科学研究所アクア研究センターの山田真知子主査から、「洞海湾の環境改善と今後の課題」について、また、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所の神菌真人海洋環境課長から、「豊前海の貧酸素水塊の形成」について講演があった。

今回の研修会は、北九州沿岸の水質を中心とした環境保全のための調査や各種取組がテーマであったが、一昔前には無生物であった洞海湾が、見違える程改善された事実、これからは海域の環境保全に取り組んでいく仲間として、大きな感銘と自信を与えられた。

## 瀬戸内海研究会議だより

### 瀬戸内海研究フォーラム 運営委員会

平成7年5月20日、山口グランドホテルにおいて、9月7～8日に開催するフォーラムin山口について、運営方針、特別講演の演題及び演者、パネルディスカッションの内容について検討した。

### 平成7年度総会

平成7年9月7日、山口県教育会館（山口市）において、瀬戸内海研究フォーラムin山口に併せて開催した。

合田会長の議長により、①平成6年度事業報告並びに収支決算、②平成7年度事業計画及び収支計画、③役員の改選を審議し、決定した。

役員改選については、添田氏（徳島文理大学長）からの辞任の申出と真鍋氏（元神戸新聞論説委員長）のご逝去で、二人を除く全員の再任が決議された。

事務局から第3回国際エメックス会議が、1996年から1997年に変更になった経過を報告した。

### 瀬戸内海研究フォーラムin山口

9月7～8日にかけて、山口県教育会館で、瀬戸内海の開発と環境に関して様々な角度から討議をする「瀬戸内海研究フォーラムin山口」を開催し、延べ610名の参加を得、会場からは活発な意見もあり、終始熱心な討議のうちに盛会裡に終了した。

2日間で4つのセッションと特別講演、1つのパネルディスカッションを行い、「環境新時代における瀬戸内海と環境創造」をメインテーマについて、研究発表並びに活発な討議が行われた。

第1セッション「環境新時代の沿岸環境管理」

座長 尾中節夫（山口県環境保全課）  
頼 祺一（広島大学）

第2セッション「内海水産の将来展望」

座長 永井達樹（南西海区水産研究所）  
鬼頭 鈞（水産大学校）

第3セッション「西瀬戸の開発と水環境創造」

座長 中井修（第四港湾建設局）  
小川全夫（山口大学）

第4セッション「沿岸管理の新技術」

座長 口田登（第四港湾建設局）  
門谷 茂（香川大学）

今回の特別講演は、阪神・淡路大震災の港湾施設の被害状況と復興方針について講演を賜り、次のパネルディスカッションに話題を提供した。

◎特別講演

演題：阪神・淡路大震災による港湾施設の被害と復興方針

演者：南兼一郎（第三港湾建設局）

◎パネルディスカッション

テーマ：防災と環境

コーディネーター：榎木亨

（大阪産業大学教授）

パネリスト：

合田 健（立命館大学理工学部教授）

三浦房紀（山口大学工学部巨樹）

小森星児（兵庫県立姫路短期大学長）

南兼一郎（第三港湾建設局）

### 正・副会長会（第10回）

平成7年10月14日、兵庫県民会館（神戸市）において、合田会長を座長にして、①平成8年度フォーラムの開催地、②「新・瀬戸内海文化シリーズ」の編集委員、③企画委員の改選、④エメックス等について協議した。

①と③については、理事会の承認を得る必要があるため、来年の1月に理事会を開催することを決定した。

## 瀬戸内海水産・環境研究会 第3次全体会議

平成7年7月28日～29日、岡山国際ホテル（岡山市）において、(財)日本生命財団特別研究助成を受けた、瀬戸内海水産・環境研究会の第3次全体会議を開催した。

本研究会の代表研究者である岡市友利学長（香川大学）を議長として、研究会員22名が出席し、日本生命財団からは、川崎部長岡元課長が出席し、会議が進められた。6つの研究班から3年間の研究成果が発表され、それぞれ熱心に討議が行こなわれた。また、この研究成果として、和文報告書と英文報告書の発行について協議した。

なお、この研究結果は、平成8年の6月4日大阪において、シンポジウムで発表される予定である。

## 新・瀬戸内海文化シリーズ 編纂打合せ会

- (1) 平成7年5月1日、兵庫県民会館において、昭和52年に発行した瀬戸内海文化シリーズを、(財)瀬戸内海環境保全協会20周年記念事業の一環として、新たに新・瀬戸内海文化シリーズとして発行するため、この編纂について討議した。
- (2) 平成7年8月11日、兵庫県民会館において、内容の概要について討議した。
- (3) 平成7年9月18日、兵庫県民会館において、新・瀬戸内海文化シリーズの編集委員と、今後の予定を検討した。

## エメックスだより

### 第3回 エメックス国際会議について

第2回会議が1993年米国メリーランド州ボルチモア市で開催された際、第3回会議は1996年ストックホルム市で開催されると発表していましたが、スウェーデン側の要請で1年延期され、第3回エメックス会議は1991年から毎年ストックホルム市で開催されているストックホルム・ウォーター・シンポジウムとジョイントで1997年8月に開催することとし、陸域、沿岸河口域と閉鎖性海域にわたる大規模な国際会議として世界の注目を浴び、成果が期待される会議となります。

- 1 会議名称 7th Stockholm Water Symposium - 3rd EMECS - Conference (第3回エメックス-第7回ストックホルム・ウォーター・シンポジウム-ジョイント会議)
- 2 開催時期 1997年(平成9年)8月中旬
- 3 開催場所 スウェーデン・ストックホルム市

- 4 メインテーマ “With Rivers to the Seas” Interactions of Land Activities, Fresh Water and Enclosed Coastal Seas (川から海へー陸域の活動、淡水及び閉鎖性海域)

#### 5 会議の構成

次の3つのテーマを柱とし全体会議、ワークショップから構成。

- ① 科学と管理 問題点の把握と、より効果的な解決策の提案
- ② 統括 (Governance) と政策 解決策の実現と実施の確保
- ③ 市民参加 援助、参加、責務の高揚

#### 6 会議のアナウンスメント

- 第1回アナウンスメント  
論文募集 1996年4～5月
- 第2回アナウンスメント  
プログラム発表 1997年1～2月

# 官 公 庁 資 料

以下の資料は本協会にあります。所要の方は御連絡下さい。  
コピーサービス致します。

- 1 「水環境フォーラム'95」の開催について (H 7. 5)
- 2 「第4回自然環境保全基礎調査(サンゴ礁調査)」の調査結果について (H 7. 5)
- 3 平成7年度環境の日及び環境月間行事等について (H 7. 5)
- 4 こどもエコクラブの発足について (H 7. 5)
- 5 平成7年度環境保全功労者等の表彰について (H 7. 5)  
(平成7年度環境保全功労者等一覧)
- 6 自然環境保全活動拠点(ふるさと自然のみち)整備事業の実施箇所について (H 7. 5)
- 7 平成7年度版環境白書について (H 7. 5)
- 8 水俣病認定申請棄却処分に係る行政不服審査請求事件の裁決について(旧法) (H 7. 5)
- 9 阪神・淡路大震災に伴う第3次大気環境モニタリング調査(アスベスト追跡環境調査)結果について (H 7. 5)
- 10 環境基本計画推進事業実施要綱等について (H 7. 5)
- 11 ロンドン条約附属書の1993年改正に伴う産業廃棄物の海洋投入処分のあり方に関する中央環境審議会答申について (H 7. 6)
- 12 UNEPグローバル500賞の受賞について (H 7. 5)
- 13 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」の一部改正について (H 7. 6)
- 14 希少野生動植物種保存基本方針の変更について (H 7. 6)
- 15 地球環境保全に関する関係閣僚会議 (H 7. 6)  
資料1-1 二酸化炭素排出総量等について  
資料1-2 平成6年度地球温暖化防止行動計画関係施策実施状況等について  
資料2 平成7年度地球環境保全調査研究等総合推進計画(案)  
資料3 平成5・6年度地球環境保全調査研究等総合推進計画実施状況報告書
- 16 子ども版環境基本計画の解説マニュアル (H 7. 6)
- 17 国立環境研究所の特別研究成果報告書について  
水環境における化学物質の長期暴露による相乗的生態系影響に関する研究 (H 7. 6)
- 18 地球環境モニタリング技術指針 (H 7. 6)
- 19 大都市ぜん息等調査報告について (H 7. 6)



カットは伊藤道司氏(兵庫県土本郡港湾課長)

- 20 CFC等の回収・再利用・破壊の促進方策のとりまとめについて (H 7. 6)
- 21 自動車排出ガス測定局の配置等に関する報告書の概要について (H 7. 6)
- 22 有害大気汚染物質対策検討会報告書 (H 7. 6)
- 23 主要水浴場水質調査結果 (H 7. 6)
- 24 「総合的な環境研究・教育の推進体制に関する懇談会」中間報告 (H 7. 6)
- 25 全国星空継続観察 (H 7. 6)
- 26 「土壌環境保全対策懇談会」中間報告 (H 7. 6)
- 27 第2名神自動車道の環境影響評価について (H 7. 6)
- 28 低公害車排出ガス技術指針の策定のあり方 (H 7. 6)
- 29 自然公園等における自然とのふれあいの確保の方策について(答申) (H 7. 7)
- 30 第8回日豪渡り鳥等保護会議及び第6回日中渡り鳥等保護会議の結果概要 (H 7. 7)
- 31 国際交流研究制度—エコ・フロンティア・フェローシップ(EFF)の創設について (H 7. 7)
- 32 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行の一部改正について (H 7. 7)
- 33 阪神・淡路大震災に伴う第4次大気環境モニタリング調査(アスベスト)追跡環境調査結果について (H 7. 7)
- 34 平成6年度「環境にやさしい企業行動調査」報告書 (H 7. 7)
- 35 平成6年度年次報告(公害等調整委員会) (H 7. 7)
- 36 生物多様性国家戦略(原案) (H 7. 7)
- 37 環境に係る税・課徴金等の経済的手法に関する各界からのヒアリング結果について (H 7. 8)
- 38 平成6年度全国水生生物調査結果について (H 7. 8)
- 39 (財)財政経済協会「経済的手法に係る国民合意に関する基礎調査研究会」調査結果について (H 7. 8)
- 40 平成6年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 (H 7. 8)
- 41 阪神・淡路大震災に伴う第5次大気環境モニタリング調査(アスベスト追跡調査)結果について (H 7. 8)
- 42 ゴルフ場暫定指導指針対象農薬に係る平成6年度水質調査結果について (H 7. 8)
- 43 平成7年度地球環境研究計画 (H 7. 8)
- 44 水俣病問題の解決について—調整案— (H 7. 8)
- 45 下関港内公有水面埋立てについて (H 7. 8)
- 46 砂漠化防止条約政府間交渉会議第7回実質会合の結果について (H 7. 8)
- 47 「ぜん息をもつ児童の指導のポイント」の発行について (H 7. 8)
- 48 気候変動枠組条約ベルリンマンデート・アドホックグループ 第1回会合の結果について (H 7. 8)
- 49 平成8年度環境庁重点施策 (H 7. 8)
- 50 国道43号及び阪神高速神戸線に係る道路交通騒音対策 (H 7. 8)
- 51 平成8年度地球環境保全関係予算概算要求について (H 7. 9)
- 52 チッソ(株)金融支援の主な経緯
- 53 第4次総量規制に当たっての基本的考え方 (H 7. 8)
- 54 失われた「水と人との関係」の回復と新たな展開を目指して～今後の水環境保全のあり方～ (H 7. 8)
- 55 濃尾平野及び筑後・佐賀平野地盤沈下防止等対策要綱の改正 (H 7. 9)
- 56 悪臭防止法施行令の一部改正 (H 7. 9)
- 57 気候変動枠組条約の2つの補助機関「科学上及び技術上の助言に関する補助機関(SBSTA)」、「実施に関する補助機関(SBI)」の第1回会合の結果について (H 7. 9)
- 58 境・松原都市計画道路大和川線の環境影響評価について (H 7. 9)
- 59 平成7年度環境基本計画推進事業費補助事業の内定について (H 7. 9)
- 60 オゾン層保護対策地域実践モデル事業 (H 7. 9)
- 61 悪臭防止法の臭気指数規制に関する総理府令等の整備について (H 7. 9)
- 62 阪神・淡路大震災に伴う第6次大気環境モニタリング調査(アスベスト追跡調査)結果について (H 7. 9)
- 63 環境庁の組織令の一部改正 (H 7. 9)
- 64 国連持続可能な開発委員会(CSD)森林パネル第1回会合の結果 (H 7. 9)
- 65 エコ・インフォメーション ディスクの提供について (H 7. 9)
- 66 八戸地域等6地域の公害防止計画の策定指示について (H 7. 9)
- 公害防止計画策定の基本方針の概要  
(八戸地域、新潟地域、静岡・清水地域、広島・呉地域下関・宇部地域、香川地域)
- 67 水俣病問題の解決について (H 7. 9)
- 68 平成6年度地球環境研究総合推進費研究成果発表 (H 7. 9)
- 69 屋久島世界遺産地域管理計画(骨子案) (H 7. 9)
- 70 自動車燃料に関する許容限度の設定について (H 7. 9)
- 71 第3回バーゼル条約締約国会議の結果概要 (H 7. 9)
- 72 環境影響評価制度総合研究会に関連する各種調査結果について (H 7. 9)
- 地方公共団体における環境影響制度の実施状況等に関する調査報告書  
諸外国の環境影響評価制度状況調査結果報告書  
諸外国の環境影響評価制度について
- 73 平成7年度第2次補正予算(案)について
- 74 率先実行計画推進・点検本部会合における当面の重点的取組等の決定について (H 7. 10)
- 75 インターネットを利用したこどもエコクラブの紹介について (H 7. 10)
- 76 未規制自動車からの排出実態調査検討会報告書 (H 7. 10)
- 77 作物残留及び水質汚濁に係る農薬の登録保留基準値の設定等に関する中央環境審議会答申について (H 7. 10)
- 78 国立環境研究所の年報について (H 7. 10)
- 79 ワシントン条約アジア地域会合の結果について (H 7. 10)
- 80 第16回快適環境シンポジウムの開催について (H 7. 10)
- 81 第6回「アメニティあふれるまちづくり優良地方公共団体表彰」について (H 7. 10)
- 82 ミュージカル的手法を用いた環境白書情報普及用シナリオ(お知らせ) (H 7. 10)
- 83 「地球温暖化防止の自己診断」モニター調査結果 (H 7. 10)

# 未来に残そう青い海

表題は、本年の海上保安庁の海洋環境保全のキャッチフレーズです。

現在、海上保安庁が海洋汚染にどのように取り組んでいるのか若干紙面をお借りして紹介させていただきますこととしました。

### 〔海上公害課から海上環境課へ〕

ご承知のとおり、平成4年6月ブラジルのリオデジャネイロで地球的規模の環境保全、持続可能な開発と環境の調和等をテーマとした「環境と開発に関する国連会議」、所謂地球サミットが開催されました。我が国では、これを踏まえ、平成5年11月、環境行政の新たな基本理念を示した「環境基本法」が公布、施行されました。

環境基本法は、従来の公害対策基本法と自然環境保全法の性格を併せ持つ環境施策に関する基本法として制定された法律で、規制・取締り行政ばかりでなく、環境問題の構造的な変質に対応し、地球環境問題へ積極的に取り組もうというものです。

海上保安庁としても海事、漁業関係者のみならず、国民一般を対象とした海洋環境行政を幅広く指導していくとともに、海洋環境保全思想の普及・啓蒙、民間環境保全団体の育成・活用などを強化することとなり、従来の海上公害課の名称を本年4月から海上環境課に変更して、積極的に取り組むこととなりました。

### 〔海上保安庁の主な活動〕

さて、具体的にはどのような活動をするかありますが、ここでは皆様方に関係する部分を抜粋して紹介することとします。

#### ① 海洋環境保全推進週間の実施

従来、6月と11月の年2回、海洋汚染の防止を重点に指導・取締りを行ってまいりましたが、本年から海洋環境保全の思想の普及・啓蒙なども含めた環境保全対策も取り入れまして、名称も海洋環境保全推進週間に変更して行うことになりました。

第五管区におきましては、その一環として6月1日から30日までの間、大阪湾クリーン作戦を展開します。

この作戦は、第五管区海上保安本部主唱のもと、第三港湾建設局、各地方自治体港湾局などの大阪湾沿岸の諸団体が一体となって、大阪湾内と沿岸海域の海洋環境を浄化改善するとともに、湾域の人々と海に関係する人々の海洋の汚染防止意識を高めていただくとするものです。

#### ② 海洋環境保全講習会の対象者の拡大

従来、行ってきた海洋汚染防止講習会を環境保全対策に拡大して臨海企業、海事・漁業関係者中心から遊漁、ヨット・モーターボート、ダイビング関係者等をも対象として行うこととなりました。また、海洋レジャーの活発化に伴い、廃棄物の散乱、珊瑚の損傷など自然環境の破壊が懸念されますので、ダイビングクラブ、釣りクラブ等への指導を積極的に行うことしております。

#### ③ 廃船投棄事犯に対する指導の強化

これは、FRP廃船等の問題に関する国会決議（平成5年 126国会）などに対応するもので、すでに4月1日から「廃船指導票」制度を導入して投棄者に廃止船処理の指導を明示して廃船の適性処理を促進しようとするものです。

この制度は、海上保安官が沿岸調査を行い、船舶の使用可能性、係留、管理状態などから客観的に判断して誰の管理支配もおよんでいないと認めた船舶に対して、「所有者は海上保安に連絡するように」など所要の事項を記載のうえ、最も見やすい場所に貼付し、その後1カ月を経過しても適性な処理がなされない悪質な投棄者には検挙を含め所要の措置をとるというものです。

以上3点を掲げましたが、これらの活動は、皆様方のご協力がなくては円滑に行うことができないものと考えておりますので、従来同様よろしくご協力をお願い致します。

警備救難部海上環境課

## 大 震 災 に 学 ぶ

大震災から11カ月がすぎ、早や1周年を迎える時期になりましたが、神戸をはじめ、被災地は復旧から復興へ内外の多くの人達の支援をうけ、日夜懸命の努力を続けています。

しかし、震災前のレベルに戻ることもさえないお相当の時間を要するのが実情です。

※ ※ ※

神戸は震災前、毎年全国の小・中・高校から約500校、48,000人の修学旅行生を受け入れていました。ところが震災後は「復旧の妨げになってはいけない」といった気遣いもあって、8割がキャンセル、380校が行先変更で減り（特に小学校は全部キャンセル）、修学旅行でみても、延15万人、20億円のマイナスと推定されています。

※ ※ ※

こんな中で、去る11月2日TBS系テレビ筑紫哲也ニュース'23は、3泊4日の日程で修学旅行に震災地神戸をあえて選んだ学校を紹介していました。山梨県立身延高等学校は、2年生160人皆んなで討論し、話し合いその結果、今年も神戸を選び、事前にビデオで震災の学習をやり、震災マップを片手にグループごとに行動することを決めました。

或るグループは、異人館のキズ跡をみたあと電車で震災のシンボルといわれる長田区菅原市場にいき、復興に懸命な人達とことばをかわしている様子が写し出されていました。

震災のツメ跡に、いまさらのように驚きながら、そこから多くのことを学んでいく若い人たち、実に感動的でした。

※ ※ ※

本号は、前号の合併号で「阪神淡路大震災」を急遽とりあげた余波もあって、基本の80頁をオーバーし、100頁を超える増大号となりました。

特集の「西瀬戸の自然と環境」は次号でもスポットをあてる予定です。

随想欄はタテ2段に改め読みやすいようにしました。

本号のもう一つの目玉はジャーナリストの目で追いつづけた黒岩英孝氏の環境ルポ「揖保川に鮎が帰って来た」で全国ワースト5の汚名を長い間冠せられていた札ツキの川がどのようにして甦ったか、その水質浄化大作戦が克明に描かれています。

※ ※ ※

前号については各方面から好意的なコメントをいただきました。ただ残念なことに、阪神・淡路大震災特集の中で60頁の斉藤行正先生の「Paul Somervilleの兵庫県南部地震の紹介と考察」は校正と印刷の連携が悪く、多くのミス箇所がありましたので、本号に別冊として改めて印刷会社の申し出で、再印刷し、発行しました。

先生をはじめ読者諸兄におわび申し上げますとともに、更によりよいものにすべく努力いたします。

(常務理事 永田 二郎)

財団法人

# 兵庫県環境クリエイトセンター

(旧名称 財団法人 兵庫県環境事業公社)

“環境にやさしい

循環形社会システム

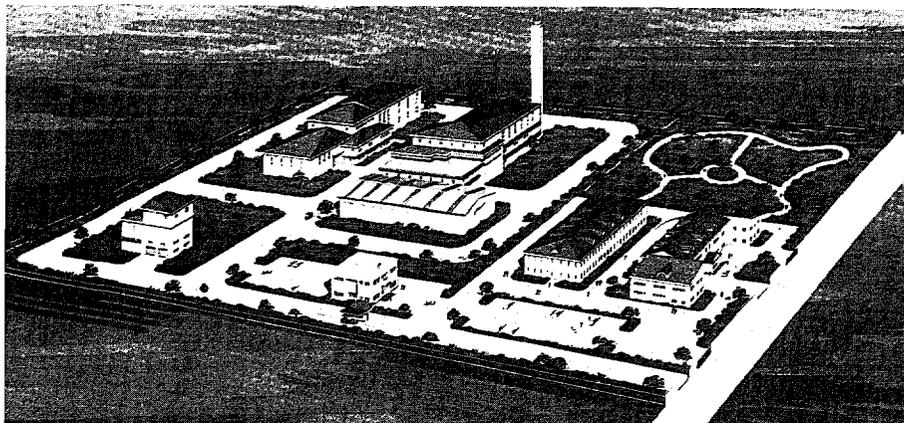
の形成をめざして”

(財) 兵庫県環境クリエイトセンターは、(財) 兵庫県環境事業公社を改称し、新たに廃棄物の再資源化、無害化、減量化事業、埋立処分事業、廃棄物等処理技術の研究開発を進め、公共関与による公益的な事業展開を図っております。

## 【新規事業内容】

- (1) 特別管理廃棄物（ばいじん）の無害化处理
- (2) 適正処理困難物（廃家電品等）の再資源化、減量化（破碎）処理
- (3) 市町や事業者で処理が困難な廃棄物の再資源化、減量化（焼却）処理
- (4) 新しい技術開発に資するための研究開発施設の設置
- (5) 廃棄物処理施設等を教材として活用する研修施設及び緑化施設等の設置
- (6) 兵庫県内陸部における埋立処分場の整備

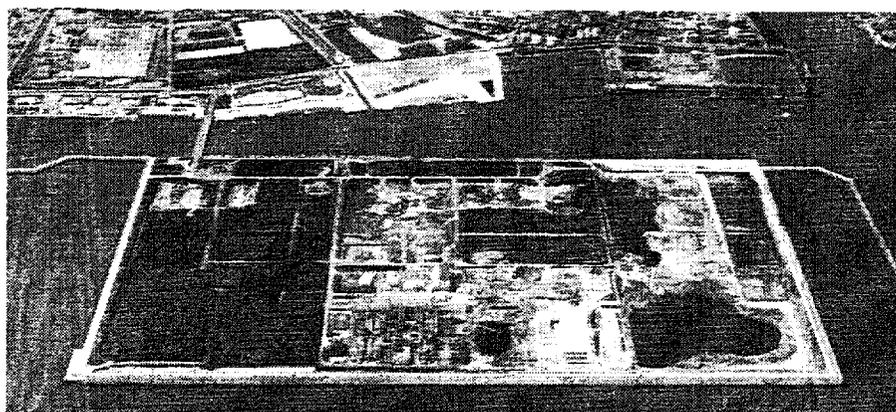
## 環境クリエイトセンター建設予定施設



### 【網干埋立処分場事業内容】

- \* 受入廃棄物…残土砂、建設廃材、粘性土砂、ガラス、陶磁器くず、燃えがら、ばいじん、鉱さい、無機汚泥、下水道汚泥
- \* 受入対象区域…姫路市、龍野市、夢前町、神崎町、市川町、福崎町、香寺町、大河内町、新宮町、揖保川町、御津町、太子町
- \* 受入場所…姫路市網干区網干浜（網干高校南埋立地）

### 網干埋立処分場



## 財団法人 兵庫県環境クリエイトセンター

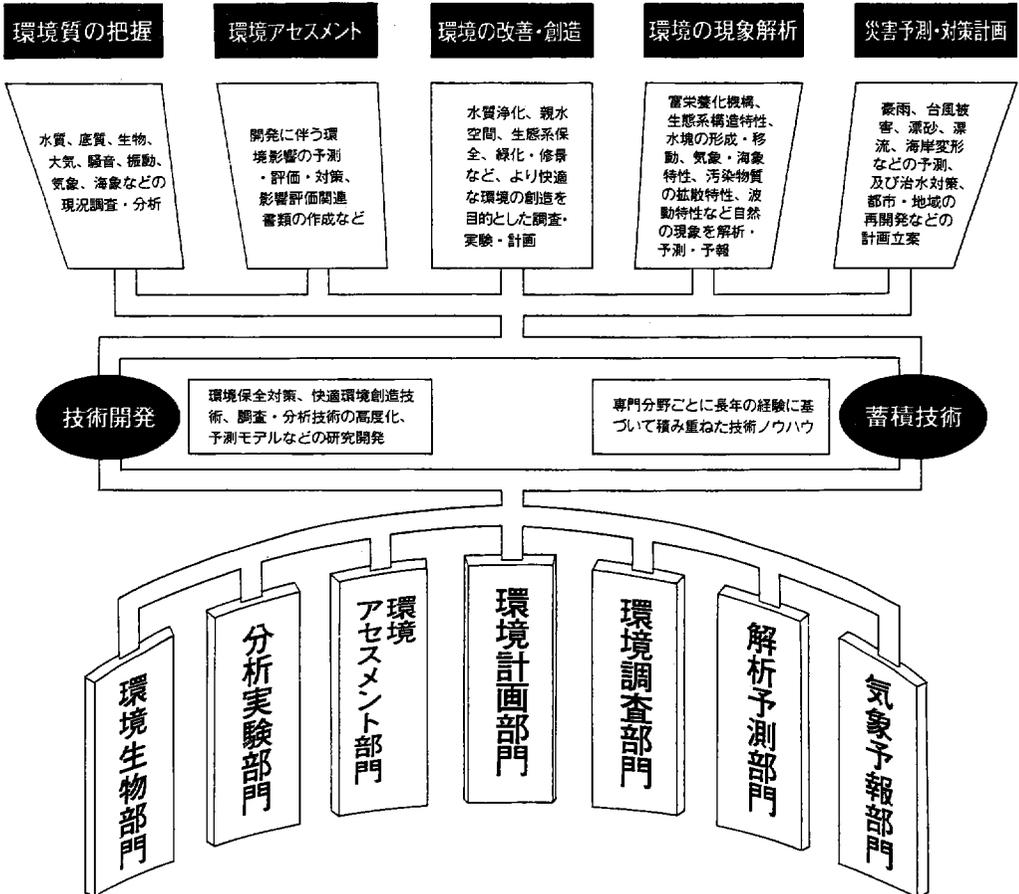
事務局	神戸市中央区下山手通5-12-7 電話 (078)360-1308
西播磨事務所	姫路市東延末1-1 電話 (0792)88-3073
網干事業所	姫路市網干区網干浜(網干高校南) 電話 (0792)74-0675



環境科学分野の総合コンサルタント

# 新日本気象海洋株式会社

私たちは、快適環境の創造を目指す環境科学分野の専門家集団として、多岐にわたる環境に関する技術の開発・研究に努め、経験豊かな各部門が蓄積されたノウハウを駆使して、地域社会に貢献しております。



担い手は経験豊富な技術部門

本社	〒158	東京都世田谷区玉川	3-14-5	☎03-3708-1161
大阪支店	〒550	大阪府大阪市西区江戸堀	3-2-23	☎06-448-2551
名古屋支店	〒456	愛知県名古屋市中区六番1-13-11	カワソビル203	☎052-671-5647
環境情報研究所	〒224	神奈川県横浜市都筑区早瀬	2-2-2	☎045-593-7600
環境創造研究所	〒421-02	静岡県志太郡大井町利右衛門	1334-5	☎054-622-9551
環境化学部	〒153	東京都目黒区上目黒	4-17-18	☎03-3793-0591
営業所		東北・福島・千葉・横浜・金沢・神戸・九州・沖縄		
事業所		釜石・小名浜・沖縄		

21世紀へ向けて——快適な都市環境のために



# 大阪湾フェニックス計画

私たちの毎日のくらしや

さまざまな産業活動から発生しつづける

膨大な量の廃棄物——

その適正な最終処理は、

大きな社会的テーマになっています。

長期安定的に、また広域に

廃棄物を適正処理するために生まれた

大阪湾の埋立による

大阪湾フェニックス計画。

廃棄物の適正処理と都市の活性化——

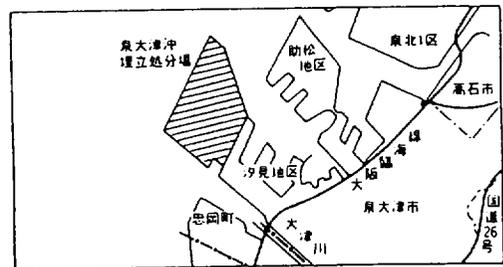
この2つの社会的要請に応え、

21世紀に向けて、快適な都市環境を守り

新しい大地を造る画期的な事業です。

埋立場所の位置及び規模

埋立場所	位 置	規 模	
		面 積	埋立容量
泉大津沖埋立処分場	堺泉北港 泉大津市汐見町地先	203ha	3,000万m <sup>3</sup>
尼崎沖埋立処分場	尼崎西宮芦屋港 尼崎市東海岸町地先	113ha	1,500万m <sup>3</sup>



泉大津建設事務所 〒595 泉大津市汐見町地先  
TEL (0725) 22-2570



尼崎建設事務所 〒660 尼崎市開明町2丁目11番地  
神鋼建設ビル7階 TEL (06) 419-8832



## 大阪湾広域臨海環境整備センター

本 社 〒541 大阪市中央区備後町4丁目1番3号  
御堂筋三井ビル8階 TEL (06) 204-1721  
FAX (06) 204-1728

# WE LOVE THE EARTH...

自然の営みのなかで、調和のとれた産業活動を行うには、まず、環境の保全がなにより大切でありましょう

株式会社関西総合環境センターは、環境保全の立場から、環境全般について専門的に調査解析をし、環境アセスメント（環境影響評価）等を行う技術専門会社です。環境保全をはじめ、公害防止、資源の活用などに関する幅広い知識と経験を持ち、地域社会に貢献するため、優れた技術と設備を活用して公正なデータにもとづく結論の追求を心がけております

**アセスメント** …… 自然と人間の理想的な共存を目指します。

**大地に** …… 緑化を中心に、生物の生態まで大切にします。

**大気に** …… 地球をとりまく大気に、絶えず目を向けています。

**大海に** …… 生命の源といわれる海へ、理解を広げています。

1. 環境保全の調査および評価に関する事業
2. 環境緑化その他造園に関する事業
3. 工場事業場等施設の管理および環境整備に関する事業
4. 環境計測器、気象観測器の管理、修理および販売



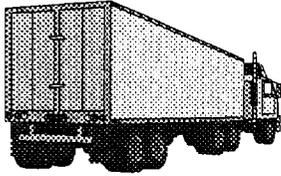
株式会社 関西総合環境センター

取締役社長 東松 孝臣

大阪市北区中崎西2丁目3番39号 電話大阪(06) 372-7171(大代表)

Windows3.1対応

# 交通騒音・振動解析ソフト



## TR-NVS for Windows

MS-DOS版交通騒音・振動解析ソフトウェア  
TR-NOISE/TR-VIB を統合  
大幅に機能アップして

新価格 ¥198,000

(1ユーザーライセンス、税別)

Windows3.1対応版新登場

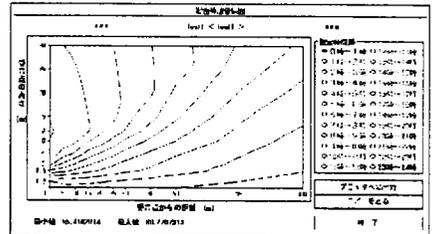
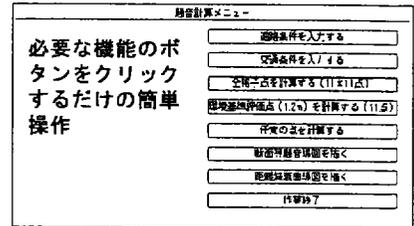
■Windows3.1に基づく使いやすいインターフェース

■道路条件・交通条件を独立して設定・保存可能なので多くのケースを計算する場合に効率的です。

■計算結果はA4版の美しい帳票形式で印刷されるので、そのまま報告書などに用いる事ができます。

■等騒音値線図(コンター)・距離減衰図はプリンターの他ペンプロッターにも出力可能(HPG L対応プロッターが必要)

■購入しやすい低価格を実現



**動作環境**

Windows3.1の動作するパーソナルコンピュータ  
メモリー8MB以上、ディスク空き容量10MB以上  
を推奨  
Windows3.1に対応するプリンター  
オプションとして、  
HPGL対応プロッターに出力可能

**道路アライメント**

時間帯別断面コンター(上)  
道路条件の入力画面(左)

□お問合せ・資料請求は

Windowsは米国マイクロソフト社の登録商標です。

## 株式会社CRC総合研究所

西日本事業部 総合研究部

〒541 大阪市中央区久太郎町4-1-3 伊藤忠ビル2F

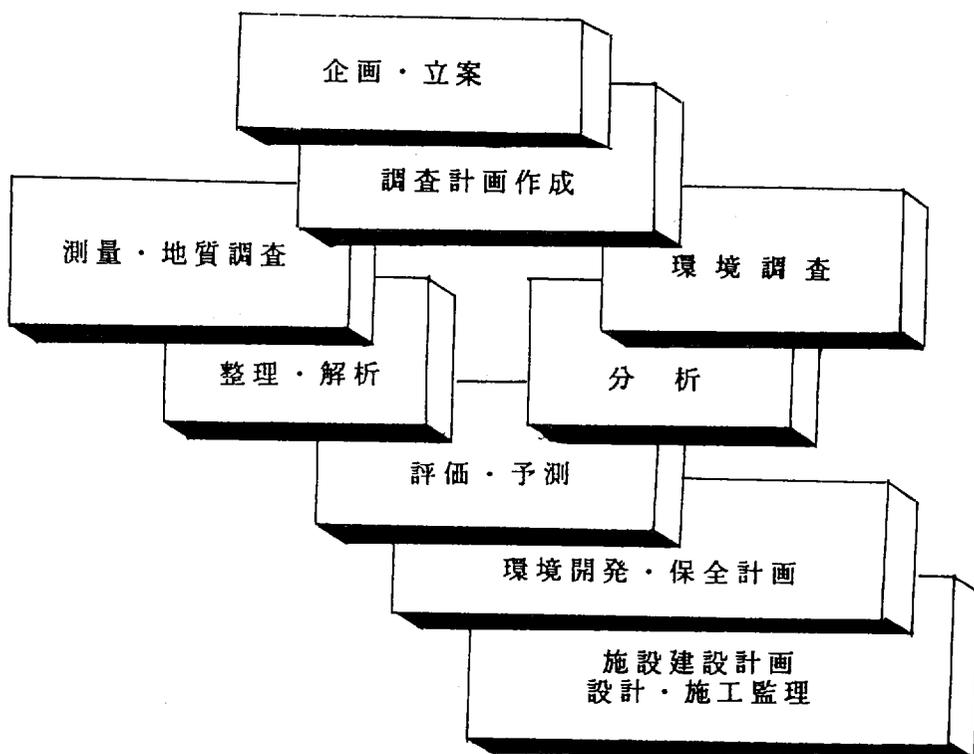
TEL 06-241-4126

FAX 06-241-4253

電子メールによるお問合せ・資料請求も受付けております。(KYN00274@niftyserve.or.jp)

# もっと地球と、話したい—

自然と人間の調和を創造する  
環境総合コンサルタント



基本計画の立案から現地調査・評価・予測  
そして設計までの一貫した業務を手がけています。



## 三洋テクノマリン株式会社

(旧社名 三洋水路測量株式会社)

代表取締役社長 畦地敏則 取締役大阪支社長 久保重明

本社 〒103 東京都中央区日本橋堀留1-3-17 ☎(03)3666-3417(代)

大阪支社 〒577 東大阪市七軒家3-6 ☎(06)746-3401(代)

広島支店 〒730 広島市中区鉄砲町5-7 ☎(082)224-2690

福岡支店 〒812 福岡市博多区博多駅南3-10-23 ☎(092)473-8100

その他の支店、出張所 福島支店・札幌支店・仙台支店・富山出張所・他

## Paul Somervilleの兵庫県南部地震の紹介と考察

齋藤 行正

此度の地震について5月末までに書いて欲しいという突然の電話があったのが約1ヶ月前。私は大学で地球物理学の概論的な講義はしてきているが地震学は専門ではない。しかし編輯に関係する一員として、とっさに原稿依頼できそうなひとを思いめぐらせながら、私には書けないが“誰れかに頼んでみましょう”と答えた。かつて高校地学教科書共著の縁をたよりに活断層の大家元東大震研、現熊本大学教授松田時彦博士にお願の連絡を取って貰った。ところが時期が時期だけに依頼原稿が手一杯で一ヶ月では応じ切れないとのこと、考えて見れば地震の大家はどなたも同じで5月末締切りの原稿の割込みは不可能であろうと今更安受台をした軽率を悔んだ。たまたま手元にあったEOS (Transactions, American Geophysical Union), Vol.76, No.6, Feb.7. 1995にKobe Earthquake: An Urban Disasterの表題のもとに一応の解説が掲載されていた。追いかけるようにEarth in Space, Jan.1995が届きKobe Earthquake Wreaks Urban Disasterの表題での解説が目に入った。何れも著者はPaul Somerville, Woodward-Clyde Federal Services, Pasadena, Californiaであった。前者の文末の謝辞に次の様に書かれていた。

‘此の報告は地震当日大阪で始まったThe Fourth Japan-U.S. Workshop on Urban Earthquake Hazard Mitigation (led by H. Kameda and S. Tubessing) に参加のM. Ando, K. Irikura, Y. Iwasaki, M. Kikuchi, K. Koketsu, T. Nakata, and K. Toki等によって検討された情報を総合したものである。’

上記の方々は何れも地震の専門家である、それなら客観的に此の解説を紹介することで一応の責任を果たして置こうと考えた次第である。前者の内容は少々専門的過ぎるので、その内容を一般向けにかみくだいた後者についてここでは紹介しておく。但し地球物理学という立場からいうと地震後新聞等に掲載された原因論等について専門外とはいえ一、二触れて置きたい点があるので不敵にも私のコメントを述べている。専門用語については、補足説明を参照されたい。

### I 神戸地震：都市災害 (Paul Somerville)

1995年1月17日の兵庫県南部地震は1923年東京、横浜の広い地域に壊滅的な被害を与え、143,000人もの死者を出した関東大震災以後日本において最大の被害を与えた地震である。1月30日現在で神戸及びその近郊都市における地震による犠牲者は死者5,096人、行方不明13人、負傷者26,797人に達している。神戸市の人口約150万人の5分の1に当る人達が家を失い、103,000を越える建物が破壊された。

日本政府の推定によると、基本的公共施設の回復には約1,000億ドルを要するという。私有財産の喪失や商業活動の低減を含む全損害はこの2倍に達するであろうと言われる。これは1994年のCalifornia州Northridgeの地震による損害の10倍にも当たるものである。

日本気象庁の決定によるこの地震のマグニチュードは7.2で、震央は神戸市の中心地の南西約20km、淡路島北東端と本土の間に位置する点で、震源の

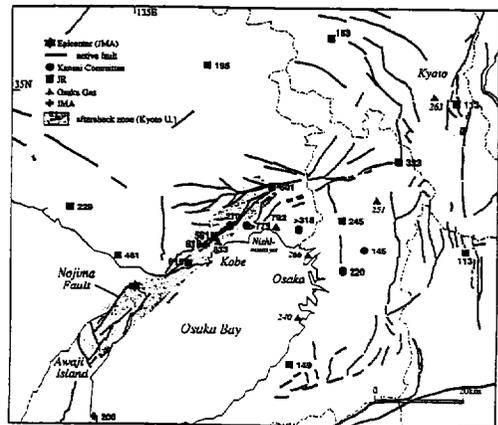


図-1 数字は加速度 (cm/sec<sup>2</sup> or gal)

深さは20km弱であった。伝播地震波形のモデル化と余震の分布から、地震は震源から両翼方向に延びた長さ約30~50kmの断層破断によって生じたものであることがわかった。地震発生メカニズムは北東から僅かに東に偏った走向を持った鉛直破断面に沿う右横ずれ水平断層によるものである。此の地震によって淡路島北西海岸沿いに走る野島

断層においては平均1～1.5mの水平移動を伴った地表断裂が生じている。海上保安庁による地震探査によりこの断裂は海中に300mも延びていることが見出されている。更に淡路島北東端沖の領域で野島断層と平行に、約5kmだけ食い違っており2つの断層断片が約7kmの長さでわたって存在していることも発見されている。主横ずれ断層の断裂が直接神戸市の中心部を通過して大災害を誘発したのである。断裂が元々複雑な活断層系（主に南西-北東の走向を有する）の存在する地域に起こって被害を増大したと考えられる。

此の地震のメカニズムは過去の地震によって明らかにされている西日本の地質構造運動の背景と一致している。過去の地震（1891-1948）としては、濃尾地震（1891年、M.8）、丹後地震（1927年、M.7.3）、鳥取地震（1943年、M.7.2）、福井地震（1948年、M.7.1）があげられる。此等の地震全部と同様に此度の地震も本州中部地方東部の糸魚川-静岡構造線に沿ってユーラシア・プレートが、北アメリカ・プレートと衝突し、東-西方向に縮むことによって横ずれ断層が生じるというメカニズムによるものである。

幾つかの日本の組織が強烈な大地の運動を記録している。これらの記録は地震による断層近傍の運動について大量のデータを初めて提供するもので、今後耐震構造設計で使用される基準値の決定に大いに役立つものである。

此の地震の地面速度の時間変動には長周期の大きなパルスが含まれており、それが多層階建築や橋梁のような長周期構造物に被害を与えたと考えられる。断層近傍での最多水平速度は神戸大学の岩盤中では55cm/秒であったが、神戸市中心部に於ける土地地盤域では40～100cm/秒の範囲内であった。これらの値はCaliforniaでのほぼ匹敵する地震の際に記録されたものに類似している。加速度では神戸市および西宮市の断層近くの土地地盤上の測点で0.8g（重力加速度）にも達する最大加速度が記録されている。

## II 私見

1995年2月16日の神戸新聞（朝）に建設省国土地理院が前日の15日に発表した地殻変動図が掲載されていた（図2）。地球資源衛星「ふよう1号」

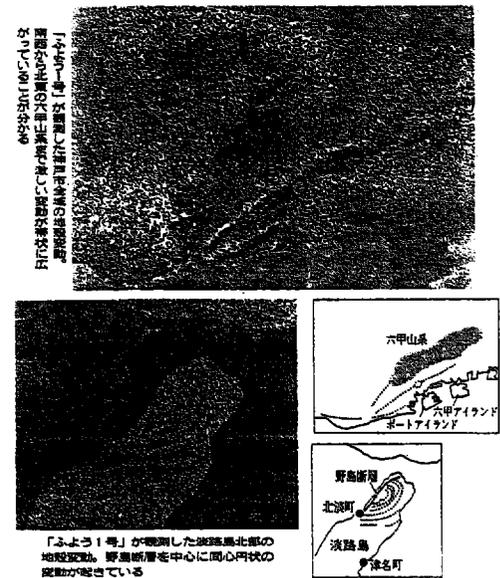


図-2

のレーダーが2月6日にとらえた震源域の画像データを1992年9月のデータと比較し地表面の変化を求めたものという。

本州側では、地表は明石市から神戸市灘区までの幅約10km、長さ約20kmの範囲内で変化し、変動は六甲山系まで達している。重要な点は地表面は神戸市垂水区を境に、(a)その西側では海側が上昇し、東側では逆に山側が上昇するような変動が表われていることである。変動の最も大きかったのは長田区で、地表と人工衛星の距離が92年9月より30cm以上も延びていたという。

また(b)淡路島では野島断層を中心にして、同島北部で同心円状の地殻変動が起きている。国土地理院の見解として、「変動が広範囲に連続して起きていることから、地震をもたらした断層は、地下深くにあるかなり大きいものではないか」ということであった。

同じく神戸新聞（2月8日）に震度7の地域を示す図が掲載された（図-3）。(c)一見、異常に感

じるのは強震域が神戸駅付近で切断されていることである。神戸駅西の有馬道から平野にかけては三の宮周辺とは被害が比較にならぬほど小さい。

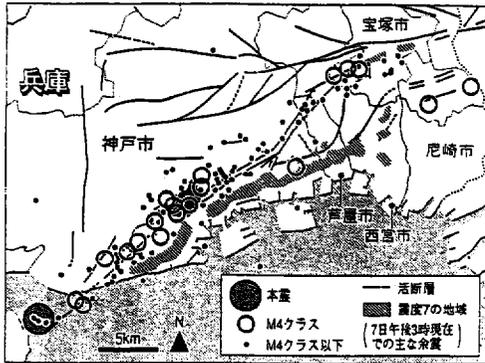


図-3 震度7の地域と主な余震分布

どんな発震メカニズムを考えるにせよ、少なくとも上に示した(a),(b),(c)3つの点は理論的に説明できるものでなければならぬ。

また同志社大の横山卓雄教授が地震予知やマスコミ報道に対する可成り辛口の批判と共に“そもそも活断層が地震を起すのではなく、地震で活断層ができるのではないか”との根本的な疑問を呈しておられるのに力を得て、あえて此度の地震のメカニズムについて素人の推理を試みてみる。

まず(a)についてであるが、弾性理論によって明らかにされているように、楕円円筒をその軸のまわりに振りを加えたときの楕円面内の軸方向の変移は双曲線型の凹凸を生じることは知られている(図-4(a))。一般性を持たせて2楕円円筒と言っ

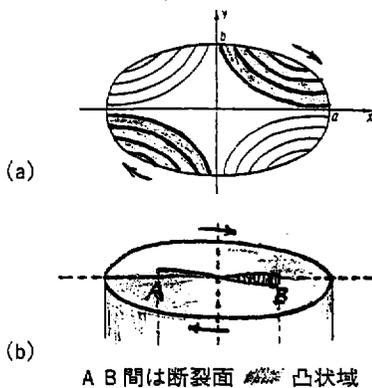


図-4

たまでで円筒であれば凹凸が直角双曲線型になるだけのことである。此の際あらかじめA B間に回転軸を含む鉛直破断面を挿入しておいて、振りを与えると図-4(b)に示すような、中心を境にして上昇側が反対になるような鉛直方向の食い違いが起こる。但し此の場合の食い違いの存在は振りのモーメントの存在の必要条件ではあっても十分条件ではないのであるが構造的には単純な力の掛け方で起ることを前提にすれば十分条件と解釈しても良いであろう。

弾性論は固体を対象としているので、モーメントが加えられさえすれば食い違いのところでも無限大の力がかかることになり直ちに破断が生じることになる。しかし現実には溶融が起る等で破断が生じるまでには有限の大きさの力を必要とするであろう。この破断が生じるとき地震が発生するのである。弾性理論による取扱いを可能にするため通常食い違いの軸を中心に小孔を練り抜いて考えている。こうした食い違いには図5に示されるよう

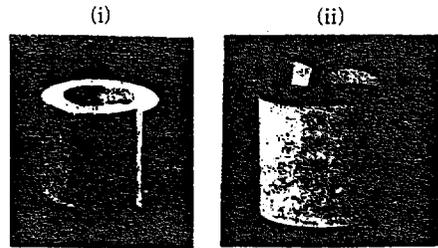


図-5

な2つの形態のものがある。(i)をedge dislocation, (ii)をscrew dislocationと呼んでいる。回転のモーメントの中心に対して鉛直断層が対称に存在する場合には両端で考えられるscrew dislocation鉛直方向の食い違いの大きさは同じになる(固体の弾性的な性質が一様であるとして)。断層がモーメントの中心にして両側に非対称な形で存在する場合には食い違いが振りに比例することから、食い違いの軸からモーメントの中心の点までの距離に比例した鉛直方向の食い違いが起るはずである(極めて大まかな定性的考察)(図-6)。

回転のモーメントが或る大きさを越えると潜在

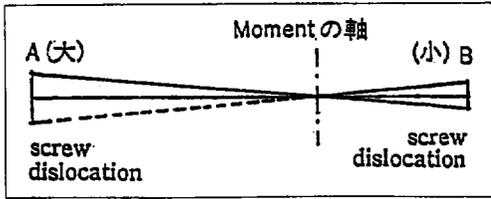


図-6 A, B点での破断が生じるまでは Momentの軸は食い違い0の点と一致

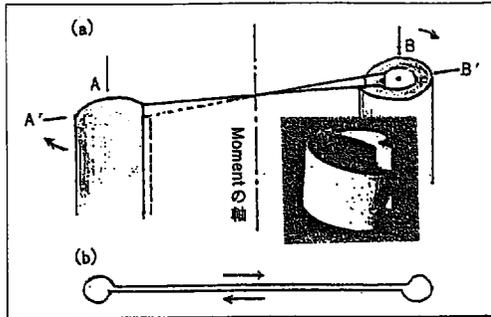
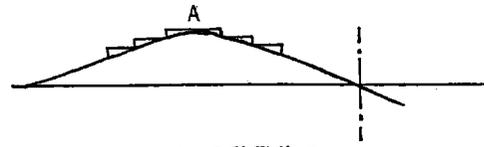


図-7 (a) A' B' で破断すると黒枠の図のようなscrew dislocationが生じる  
(b) 水平面内で考えられる edge dis-location

断層面両端で破断が起ると考えられる。図-7(a)のA', B'で破断が起こると水平面内では断層線に沿って図-7(b)のようなedge dislocationが生じている。したがってモーメントに対応して破断は鉛直・水平の両方向に交互に進行をすることになる。断裂が進行することによって食い違い近傍の応力が軽減されるが、それが岩石強度に対応する大きさまで低下すると断裂は停止する。しばらく応力が食い違い近傍に蓄積されると再び破断が起こり断裂が進行する。こうした繰返しによる地震が余震の中には含まれていると考えられる。

潜在鉛直断層面の両端縁が鉛直なら端縁の凸状側に食い違い軸を中心にedge dislocationの食い違いの幅+小孔の半径を半径とする階段状地形が地表面断層の凸状地形側に半円形に生じる。次の断層進行では、前と同じだけ半径の大きい同心同に沿って、元々の凸状地形の中の少々高度の低い場所に起こることを反映して一段低い半円形の段差が生じる可能性がある(図-8)。潜在断層面の両端軸が傾斜している場合には鋸歯状の地形変化の生成が考えられる。此度の地震の場合震源か



dislocationの移動後の A点での地表断面

図-8

ら野島断層中心(図-2の同心同の中心)までは鉛直方向に約20km, 水平方向に数km隔っていて食い違い軸が傾斜しているため、地表の地形変化は恐らく鋸歯状の同心半円になっていることが考えられる。これによって(b)が説明される。

神戸新聞4月4日(朝)に潜在断層が芦屋・西宮両市の境界まで達している図が掲載されている。断層東端に当るこの地域に半円形地形変化が見られないのは図-6に見られるような非対称分布で東端の鉛直方向の食い違いが小さく、その上元々地表に多数の活断層が存在して地下から発生した食い違いによる応力が地表活断層の水平移動に分散されたためであろう。

(c)の説明については、元々その部分の地盤がその両翼の部分と地質的に異なり堅牢であったとすれば、それだけで十分説明はつく。しかしそうでないとしても潜在断層両端で破断が衝撃的に起こり地震が発生するとき、補註に見られるように(図-9)、断層に沿った水平面内の帯状域内で

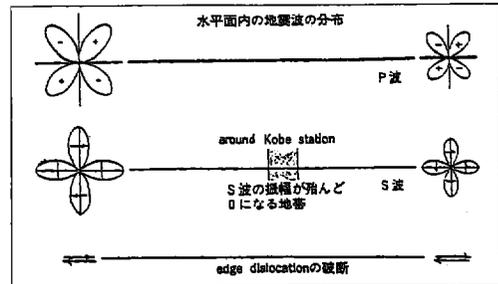


図-9

は両側の破断で生じるS波の位相が $180^\circ$ ずれて正反対になっている。波のエネルギーは両端から距離の平方根に反比例するからS波の振幅は断層地形の上・下逆転位置(垂水区)より遙か東に寄った有馬道近傍で相互に打消し合うと考えることが

できる。他の波の影響はそのままとしても、このS波の打消し合うだけ震度は小さかったと考えられる。

× × ×

以上は専門外の筆者が金属理論の *dislocation* にヒントを得て、唯単に定性的に此度の地震のメカニズムのひとつの可能性を考えてみたものである。残る問題は、潜在断層に加えられる回転のモーメ

ントが造構的どのようにして生じるかを解明することである。もっとも前にも述べたように双曲線形凹凸の発生は回転モーメントの必要条件ではあっても十分条件ではないのであるから *edge dislocation* と *screw dislocation* を同時発生させるような別のメカニズムを考えてみることも必要であろう。専門外の人間の思いつきで、誤解があれば御許し頂き度い。

## 追記

原稿提出後も図-2を眺めていて気付いたことを二、三追加しておく。

1. 岐阜大金折教授提唱の *microplate* については回転の可能性が考えられるが造構的な理由が不明確の間は回転軸の位置は不明。
2. *dislocation* のところでの破断が発生するまでは回転軸と喰違いOの位置は一致する。
3. A' , B' での破断で応力解放が生じると、喰違いOの点は、大きい *dislocation* A のエネルギー放出が大きいため、Aに向かって移動し、最終的に応力の完全解放と共に大小 *dislocations* の中点に落着く。

ここでひとつの仮定として図-2の六甲アイランド北の白く見える点付近をBと選び、喰違いOの点を神戸駅近傍に進んでみると、地震発生前は長田区南部は山側に相対的に上昇していたものが、地震後は喰違いOの点の西方垂水区への移動により山側・海側の鉛直相対変位が逆転し、ふよう1号の観測結果(a)の事実を説明できそうである。更には神戸駅近傍の震度の低かった事実の説明にも寄与すると思われる。

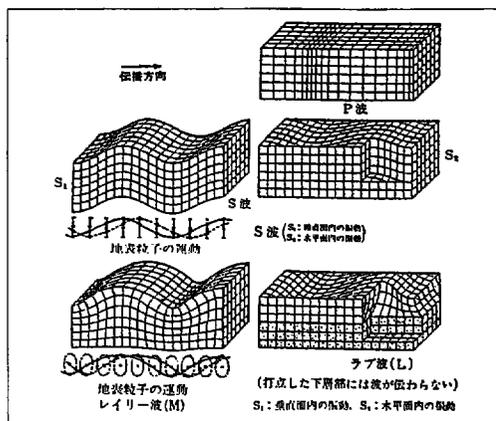
## 地震用語の補則説明

地球物理学的には、地震とは弾性波の源であって、全世界的なその分布がプレート境界を表わすものと見なされる。但しこうした可成り冷めた科学的な見方のいっぽうで、地震が個人的にも集団的にも人類の生存に与える極わめて大きい衝撃を忘れてはならない。大雑把にいうなら、歴史時代を通じて地震そのものあるいは地震の後の地じり、火事、津波等の災害で1,400万を越える人命が失なわれたといわれる。

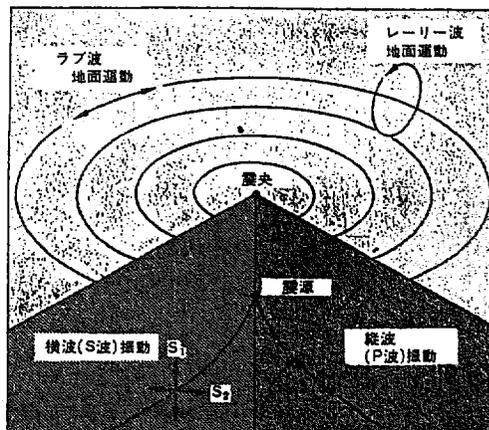
一般的には、地震は地球の地殻或いは上部マントルの中の比較的限られた領域に於て歪が時間と共に増大していつて遂には破断によって歪エネルギーが解放される現象といえる。地震の発生はプレート・テクトニクスのような全地球的過程と密接に関係するもので、地震現象の十分な理解は新しい全地球的な造構作用の枠組の中で発展させられる可きものと考えられる。

### 地震波（弾性波）

地震に伴って発生する地震波には地球全体を通過する実体波と地球の表面近傍に束縛されて伝わる表面波とがある。実体波には媒質粒子が波の進行方向に振動するP波（疎密波＝音波）と進行方向と直角に振動するS波とがある。前者の伝播速度は後者の速度のおおよそ3倍である。表面波にはレーリー波——地表面粒子の運動は波の伝播方向を含む鉛直面内に限られている——と、ラブ波——粒子の運動は水平面内に束縛されて波の伝播方向に直角に振動する——とがある（補図1 a, b）。



補図1(a) 種々の地震波と地層の変形

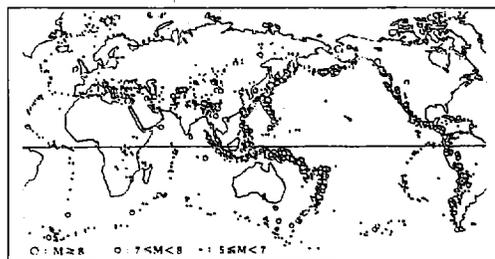


補図1(b) 基本的地震波の伝わり方と地面粒子の運動(S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>は前掲の図参照)

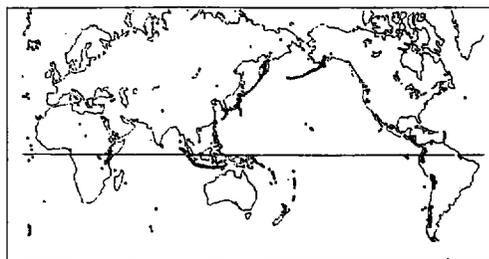
### 震源と震央（補図2 a, b）

地震の破断現象が起こり始めた地点を震源といい、その直上の地表面の地点を震央という。すべての地震は地球の上層約700km以内で起こる。720km以深で検知されたものはない。今日までに記録された最深の地震は1934年6月29日東インド諸島Flores海地下720kmで発生している。震源の深さに基づく地震の分類は次の通りである。

浅い地震	震源の深さ	0-70km
稍々深い地震		70-300km
深い地震		300km以深



補図2(a) 1950～1960年の地震(M≥5)震央分布



補図2(b) 世界の活火山の分布

浅い地震の75%、少々深い地震の90%、及び深い地震の殆んど全部は太平洋を取り囲む環太平洋地震帯の中で発生している。残りの大地震の殆んどものはアルプス—ヒマラヤを含む帯状域の下で発生している。地震は海底大山脈（海嶺）系に沿っても集中している。これらは一般的には浅い地震であって、しかも比較的小さい（マグニチュードは4.0—6.0）。地震によって放出されるエネルギーの75%強が浅い地震により、僅か約3%が深い地震による。地球の表面に於て災害を誘発するのは通常浅い地震である。100km以深の地震で災害を生じたものは殆んどない。顕著な例外は1940年11月10日のルーマニアの地震で、それは160kmの深さで発生したにもかかわらず大きな被害を生じ、約1,000人の死者を出している。

### マグニチュードとエネルギー

地震のマグニチュードは地震の規模を測る絶対尺度であって、放出された地震のマグニチュードに関係するものである。

地震のマグニチュードの概念は最初にC.F.Richterによって、Californiaでの震央距離600kmまでの範囲の浅い地震の規模を測定するために導入されたのである。此の目的のために彼は震央距離100kmのところで観測された地震波の最大振幅を用いてマグニチュードを定義した。これをローカル・マグニチュード (ML) と呼んでいる (C.F.Richter, 1935)。この基本概念はその後拡張されて、震央から遠く離れた地点での記録からマグニチュードを決める——同じく浅い地震に対して——のに使用される表面波マグニチュード (Ms) が定義された (B.Gutenberg & C.F.Richter, 1945)。これは約20秒の周期を有する表面波の最大振幅に基いて決められる。最後に実体波マグニチュード (mb) があるが、これはどの深さの地震に対しても適用できるもので、震央から遠距離に於ける実体波の振幅を利用する (B.Gutenberg & C.F.Richter, 1952)。MsとMLとは大差がないので何れもMと表わしている。Msに対してはBåth (1967) による改変式が提案されている。日本の気象庁は

$$M_j = \log_{10} A_H + 1.73 \log_{10} \Delta - 0.83$$

なる式によって日本付近の浅い地震のマグニチュードを決めている。ここで、 $A_H$ は気象庁地震計（固有周期5秒前後）の水平成分による最大振幅の片振幅（ $\mu\text{m}$ 単位）であり、 $\Delta$ は震央距離（km）である。

地震のマグニチュードが決まると、その弾性波エネルギー (E) が次式によって求まる：

$$\log_{10} E = 11.8 + 1.5M \quad (\text{B.Gutenberg \& C.F.Richter})$$

$$\log_{10} E = 12.24 + 1.44M \quad (1 \text{ Båth})$$

ここでEはエルグ（ $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$ （ジュール））で測られるものとする。

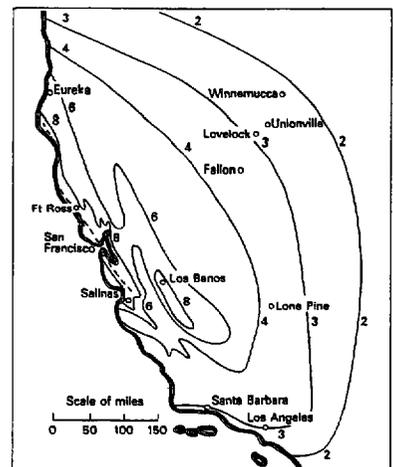
地震による平均の年間放出エネルギー量は約 $10^{18} \text{ J}$ であって、その大部分は数少くない巨大地震によるのである。しかし注意しなければならないことは、地震によって解放されるエネルギーの全部が弾性波を生じるのに使用されるわけではないので、大部分は熱として逸散してしまうということである。大雑把にいて、Mが1大きくなると地震の規模は10倍、エネルギーは約30倍大きくなる。

### 震度

マグニチュードの概念が発展させられる前には地震の大きさはもっと主観的で非科学的な震度なる量で表現されていた。それは地表に於ける地震の直接効果の観測から決められるものである。例えば人々に感知される度合の評価（地震後当該地震についてのアンケート調査等による）或いは人工建造物の被害の程度、或いは地球自身の目に見える変形の程度によって決められる。震度は地震によって生じた地表面加速度の大雑把な目安と解される（補図3）。

### 余震と前震

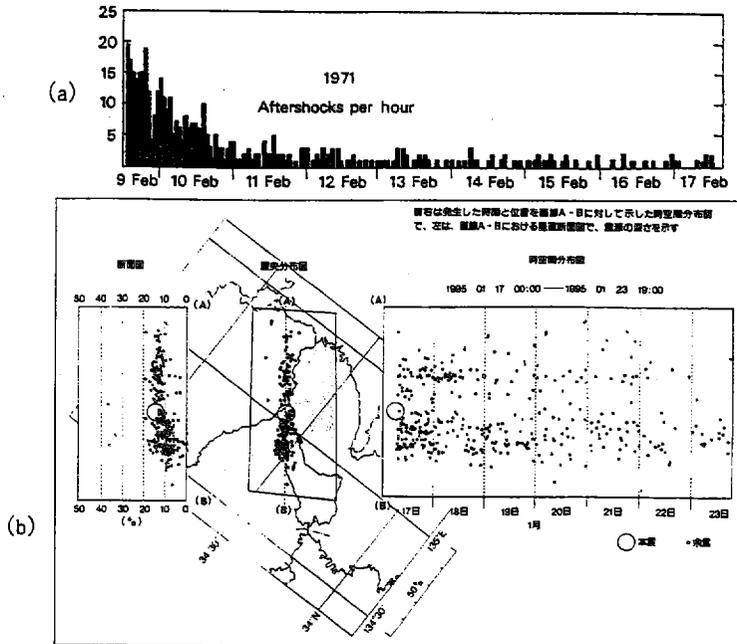
マグニチュードの大きい地震の後には本震の震源に可成り近いところで幾つかの小規模地震がひき続いて起こるのが普通である。これを余震という。余震は恐らく本震によるエネルギーの解放に対して、地殻やマントルの中で力学的再調整がなされることによるので



補図3 1906年のSan Francisco地震の等震度図

あろう。本震直後には余震の生起の頻度は通常高いが、時間経過と共に徐々に頻度が低下する。非常に巨大な地震に対しては余震の発生期間は数年にも亘る。余震に対してもその効果は浅い地震ほど大きい。一連の余震の中で最大マグニチュードのものは屢々本震のそれより約1.0程度小さいだけである。こういった大きい余震ではそれ自身の余震を伴うこともある(補図4 a, b)

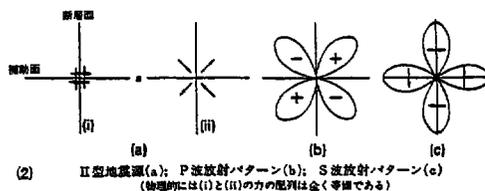
巨大地震の幾つかのものでは、小規模地震が先行することがある。これを前震というが、前震も他の地震と類似の特性も有しているために、本震が起ってしまうまでは事実上それを前震として識別することは不可能に近い。



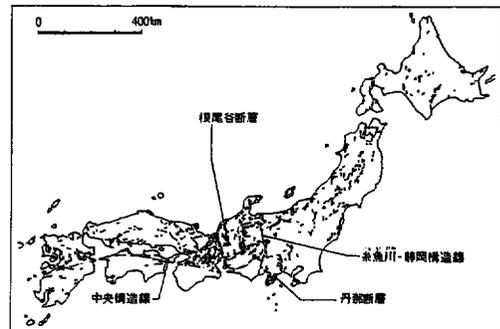
補図4 (a) San Francisco(1971)地震の余震の発生頻度。震源から318km隔たったNevadaの観測所での測定(日はGMT)。  
 原典：Espinosa, Engdahl, Tarr and Brockman(1971)  
 (b) 1995年1月17日兵庫県南部地震の余震(原著：阿部勝征)

### 断層と地震波

断層に対するP波及びS波の運動の分布は補図5のようになる。断層とそれに直角な方向一補助面一とに対して、P波では初動分布一周囲の観測所に最初に到達する波の運動の方向一は圧縮波(押しの波, +)と伸張波(引きの波, -)とが各象限内に交互に配列したものになる。ここで圧縮波では周囲の観測所での地面の運動が震源から遠ざかる向きにあり、伸張波ではその逆になっている。ところで4つ葉状の曲線は、震源と曲線上の点を結ぶ直線の長さが、その直線の方に伝わる波の振幅に比例するように描かれている。一方S波については4つ葉状の曲線はP波に対するものと45°ずれている。曲線の意味するものは上記と同じであるが、振動の方向は伝播方向に直角になっていることに注意する必要がある。したがって図中の矢印は断層方向及び補助面の方向に出た波の運動の向きを示しているのである。



補図5 断層と地震波の放射



# 瀬戸内海環境保全憲章

## The Seto Inland Sea Charter on Environmental Protections

“瀬戸内”は、われわれが祖先から継承した尊い風土である。

かつて、この海は紺青に澄み、無数の島影を映して、秀麗多彩な景観を世界に誇った。

また、ここには、海の幸と白砂の浜、そして緑濃い里にはぐくまれた豊かな人間の営みがあった。

しかし、世代は移り変わって、今や瀬戸内は産業開発の要衝となり、その面影は次第に薄れ、われわれの生活環境は著しく悪化しつつある。

輝かしい21世紀の創造をめざし、人間復活の社会実現を強く希求するわれわれは、この瀬戸内の現実を直視し、天与の美しく、清らかな自然を守り育てることが、われわれの共通の責務であることを自覚し、地域の整備、開発その他、内海利用にあたっては、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。

ここに、われわれは、謙虚な反省と確固たる決意をもって、瀬戸内を新しい創造の生活ゾーンとすることを目指し、相互協力を積極的に推進することを確認し、総力を挙げてその実現に邁進することを誓うものである。

昭和46年7月14日

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

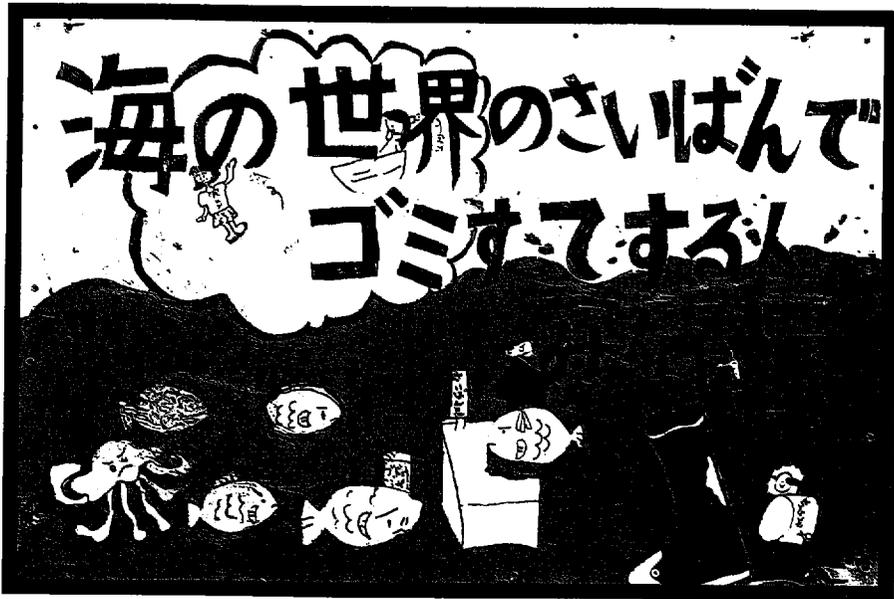
Issued on July 14, 1971  
by the Governors and Mayors' Conference  
on the Environmental Protection  
of the Seto Inland Sea

The Seto Inland Sea is a precious region we inherited from our ancestors. At one time this sea was perfectly clear and islands projected grand shadows on its surface. Its beautiful and colorful scenery were well-known throughout the world.

Moreover, the sea used to be filled with an abundance of marine resources, white beaches and affluent human life in villages covered with rich greenery.

However, times have changed, and while the Seto has become an important region of industrial development, it has lost its beauty. Our living environment has been deteriorating considerably. Aiming at the creation of a brilliant 21st century and eagerly hoping to realize a society of revived humanity, we are conscious of our common duty to face the present condition of the Seto region, and recognize that we must work to preserve and restore the natural environment. Therefore, we intend to warn against environmental disruption in developments, and other utilization of the Inland Sea, and fully realize the necessity to rejuvenate the ecosystem of its biological society.

Aiming at the improvement of the Seto region as a home of our new creative life, with humble reconsideration, firm resolution and confirmation of positive co-operation, we pledge to act on our resolution with all resources available to us.



福岡県行橋市立今元小学校 6年生・奥 真輔君作品  
(平成7年度 同小学校「海辺の教室」募集絵画から)

## 瀬戸内海

1995年11月 発行 No.4

発行所 〒650 神戸市中央区海岸通6番地 建隆ビルII

社団法人 瀬戸内海環境保全協会

電話 (078) 332-0213

FAX (078) 332-5772

発行人 永田 二郎

印刷所 〒652 神戸市兵庫区吉田町3丁目5番6号

梶原出版印刷合資会社

電話 (078) 672-1840

FAX (078) 672-1803

この雑誌は再生紙を利用しています。

This magazine is printed on environmentally approved paper.