

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

特集 瀬戸内海研究フォーラムin岡山

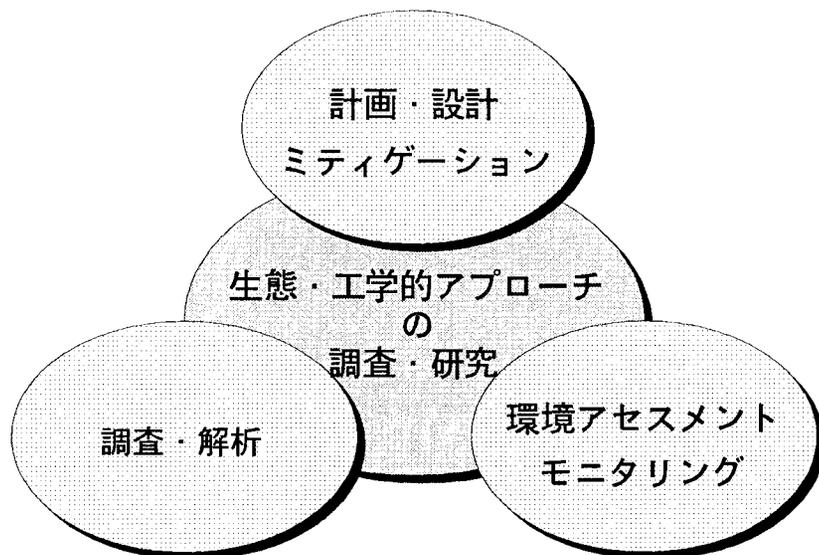
(社)瀬戸内海環境保全協会

THE ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION  
OF  
THE SETO INLAND SEA

2000.

No.23

『人』をとりまく『環境』の保全と創造が  
テーマです。



建設コンサルタント業：建 9 第 3 3 9 2 号  
地 質 調 査 業：質 9 第 1 6 5 4 号  
測 量 業：(4) - 1 3 4 8 6 号  
一 級 建 築 士 事 務 所：(□) 第 1 5 8 1 5 号  
計量証明事業：濃度 1 0 0 3 3 号  
音圧レベル 1 0 1 9 1 号  
振動加速度レベル 1 0 2 5 5 号

## 総 合 科 学 株 式 会 社

代表取締役 西村 明光

本 社	〒540-0019	大阪市中央区和泉町 1-1-14	ワイルド・谷町ビル
			TEL 06-6945-0988 FAX 06-6942-1853
東京事務所	〒170-0013	東京都豊島区東池袋 2-23-2	東池袋Qビル
			TEL 03-5396-1381 FAX 03-5396-1382
津事務所	〒514-0009	三重県津市羽所町 5 1 7	ツツミビル
			TEL 059-224-8721 FAX 059-224-8726
松江事務所	〒690-0049	島根県松江市袖師町 9 - 3 0	
			TEL 0852-27-8520 FAX 0852-27-6828
広島事務所	〒730-0012	広島市中区上八丁堀 7 - 1	ハイパス広島 614
			TEL 082-222-9437 FAX 082-222-9438
仙台事務所	〒985-0073	宮城県塩釜市みのが丘 7 - 2 8	
			TEL 022-364-7100

# 目次

- 特集 「瀬戸内海研究フォーラム in 岡山」
  - 瀬戸内海研究フォーラムin岡山の報告 岡市 友利 2
  - 瀬戸内海環境 その変遷とレビュー 浅野 能昭 4
  - 瀬戸内海の富栄養化問題の現状と対策 清木 徹 8
  - 有機スズ剤にかわる防汚剤の今 岡村 秀雄 15
  - 海岸の景観と利用の変遷 西田 正憲 21
  - 瀬戸内海をめぐる縄文・弥生人の生活 富岡 直人 30
  - 古墳の立地と環境 新納 泉 36
  - 瀬戸内の製塩遺跡 間壁 忠彦 40
  - 行政施策－沿岸域の環境保全・回復に向けて－ 石友 康雄 46
  - 藻場（アマモ場）の再生に向けて 藤澤 邦康 50
  - 干潟の再生・創造 門谷 茂 56
  - ウィルスを利用した赤潮対策 長崎 慶三 64
  - 瀬戸内海的环境創造 仲上 健一 67
  
- 水環境と魚類について 小嶋 吉雄 72
  
- 第11回全国トンボ市民サミット貝塚大会を振り返って 白木江都子 77
  
- 企業レポート
  - ばいじん・焼却灰の熔融処理事業 寺谷 保 82
  
- シリーズ
  - 瀬戸内海⑩ 瀬戸内海と山口県の変遷（下の二） 村上 瑛一 86
  - 瀬戸内海の“魅力スポット”（3）野崎家塩業歴史館 野崎 泰彦 88
  - 瀬戸内海の“魅力スポット”（4）中原中也記念館 福田百合子 89
  - 魚の話シリーズ⑳ガザミ 唐川 純一 90
  
- ニュースレター
  - 瀬戸内海各地のうごき 91
  - 事務局だより 97
  - 官公庁資料 99

## 瀬戸内海研究フォーラム in 岡山の報告

瀬戸内海研究会議

会長 岡市友利



瀬戸内海研究会議は、平成4年に発足して以来、毎年、瀬戸内海研究フォーラムを各府県のご協力の下で開催して参りました。これまでも研究者に限らず一般の人たちの参加をえて活発な討論を進めて、瀬戸内海的环境保全のあり方を探り、瀬戸内海環境保全審議会が平成11年1月に、「瀬戸内海における新たな環境保全・創造施策のあり方について」の環境庁への答申に際しては、瀬戸内海研究会議としての意見を提出するとともに、同企画部会の意見聴取に会員が積極的に参加してきました。平成10年からは、瀬戸内海圏域の持続的成長や環境教育に関するワークショップを平行して開催し、特に研究者だけではなく市民を交えた研究会議のあり方を進めようとしています。なお、11年度からは、会員から会費を徴収しております。現在、個人会員146

名、団体会員34名、計180名であります。

平成12年度は、第9回瀬戸内海研究フォーラムを岡山県倉敷市倉敷公民館で、青山勤岡山大学副学長を運営委員長として開催いたしました。岡山県、倉敷市のご協力の下、8月25、26日の両日にわたり、のべ約330名の参加者をえて、活発な討論もあり、今後の瀬戸内海的环境保全と研究会議の継続と発展の道筋をみた思いがいたしました。

「21世紀瀬戸内の創成に向けて」を主題として、4つのセッションを設けました。一日目の第1セッションでは、「瀬戸内海の現状と今後の問題提言」、として瀬戸内海環境の変遷と現状それに対する対策とともに景観へのまなざしのなかに住民の期待と今後のこの圏域び活性化が図られることが議論されました。

第2セッションは、「瀬戸内文化の継承と新たな文化の創造」として、縄文時代からのこの圏域の生活を古墳の立地条件や製塩遺跡をたどり、過去の文化の中心的地域としての誇りとそれによる連帯にもとづくこれからの瀬戸内文化の創造が熱をこめて討論されました。

2日目の第3セッション「瀬戸内環境の保全・再生・創造」では、行政施策の立場、藻

場、干潟の再生をそれぞれ現場調査とその成果が報告され、環境再生の努力が評価されております。また、環境創造をガバナンスと国際ネットワークの構築により達成するためのパラダイムが提案されております。ガバナンスの適切な訳はあたえられていませんが、環境問題については、自然環境と社会環境を縦横に編み合わせたうえで、産官学と市民が協力して総合共同管理する構想と理解してよいと考えております。

最終の第4セッションでは、「21世紀 瀬戸内研究の課題」として自然科学、人文・社会科学および環境教育・学習からのアプローチが研究者から提案され、フロアーから参加者の発言は活発であり、合成洗剤に関する発言や、とくに、海砂利問題について、沖合い

海底の回復の可能性について意見と希望が述べられました。研究者側からは、海峡部などが長年月をかけて削られて生じたものであり、現状では人工的に修復することは困難であると指摘されました。

以上のような従来のセッションと同時に開催された、瀬戸内海研究フォーラムとしては初めてのポスターセッションでは、沿岸諸県や民間から11の発表があり、ポスター会場では質疑が活発にかわされていきました。参加者の投票により、最優秀1件、優秀2件が選ばれました。ポスター発表は、一般市民の参加も自由であり、今後、このような形式のフォーラムの開催が望ましいと考えます。

今後とも、瀬戸内海圏域の環境保全に努めていく所存であります。



新しい兵庫の環境づくりに  
あなたもご参加ください!

事業所会員/団体会員/県民会員

●ご加入をお待ちしています。

会員募集

#### 環境創造事業

- 実践活動の連携・調整
- 環境管理の促進
- 環境情報の収集・提供

●ご依頼をお待ちしています。

#### 環境アセスメント事業

- 開発事業に先立つ環境の調査とその影響についての予測と評価
- 景観の予測と評価

#### 環境測定・分析事業

- 排ガス及び大気環境の測定
- 騒音・振動の測定
- 悪臭物質の測定
- 作業環境の測定
- 排出水・環境水・水道水の分析
- 生物調査
- ダイオキシン類の測定・分析

財団法人 ひょうご環境創造協会

〒654-0037 神戸市須磨区行平町3丁目1-31 TEL.(078)735-2737/FAX.(078)735-2292

## 瀬戸内海環境 その変遷とレビュー



環境庁瀬戸内海環境保全室

室長 浅野 能 昭

瀬戸内海の環境保全については、1973年に議員立法で「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が制定され（78年には恒久法である「瀬戸内海環境保全特別措置法」に改正。以下「瀬戸内法」）、総合的な施策が進められてきた。

瀬戸内法施行以降の瀬戸内海の環境の変遷の概況は、次のとおりである。

### 1. 水質

瀬戸内海の水質を改善するため、これまで、特定施設の設置・変更の許可制、CODで表示した汚濁負荷量の総量規制、窒素・磷の削減指導等の措置により、汚濁負荷量の削減対策を実施してきている。

この結果、瀬戸内法施行時に比べ、COD汚濁発生負荷量は、産業系については半分以上に減少し、生活系についても下水道等の整備の進展とともに徐々に減少している。また、赤潮についても、年平均の発生件数は瀬戸内海全域でかつて頻発していた時期の4割程度に減少しており、一時期の危機的な状況から

は脱したものと考えられる。

しかし、瀬戸内海における有機汚濁は、海域に流入する有機汚濁と海域の中で窒素・磷等の栄養塩類の増加により増殖する植物プランクトンに由来する有機汚濁（いわゆる内部生産）の双方によって形成されるため、近年、環境基準の達成率、赤潮の年間発生件数ともやや横這い傾向にあり、水質の改善は必ずしもはかばかしくない状況にある。

一方、高度成長期に問題となった水銀、

年 別	COD (mg/L)	透明度 (m)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
昭和50	1.6	6.6	0.30	0.028
55	1.5	6.1	0.27	0.029
60	1.8	5.5	0.33	0.029
62	1.7	6.0	0.28	0.028
63	1.7	6.1	0.29	0.029
平成元	1.8	6.3	0.34	0.029
2	1.7	7.2	0.31	0.027
3	1.6	6.4	0.30	0.029
4	1.6	6.6	0.33	0.029
5	1.7	6.5	0.27	0.026
6	1.7	6.7	0.27	0.027
7	1.7	7.7	0.27	0.025
8	1.7	7.3	0.31	0.026
9	1.9	7.2	0.26	0.025
10	2.0	7.3	0.28	0.026

注) 瀬戸内海の18灘の平均値を単純平均したものである。  
出典: 「広域総合水質調査」(環境庁)

表-1 瀬戸内海の水質の推移

- 略歴
- 1955年 福島県生まれ(あさの よしあき)
  - 1977年 東京大学農学部林学科卒業
  - 1977年～ 環境庁に入庁。環境庁自然保護局、国立公園管理事務所、林野庁計画課、鹿児島県環境政策課長を経て
  - 1998年 環境庁生物多様性センター長
  - 1999年～ 現職

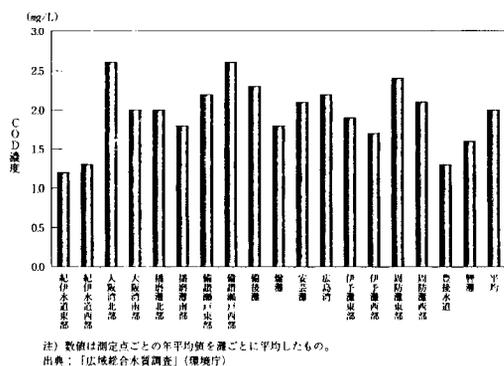


図-1 平成10年度の18灘別の瀬戸内海におけるCOD状況

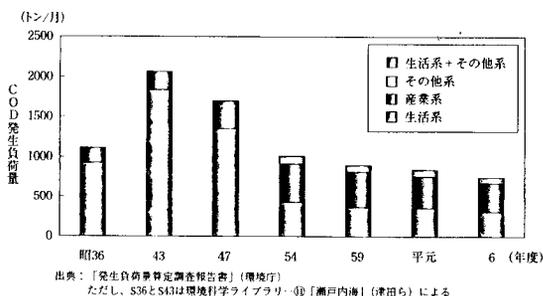


図-2 瀬戸内海におけるCOD発生負荷量の推移

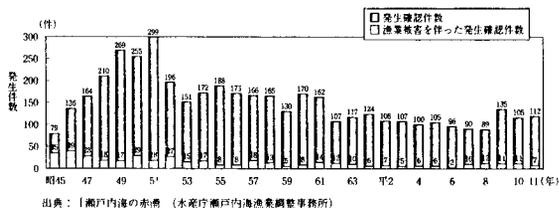


図-3 赤潮の発生事件数

PCB等による底質の汚染は、浚渫や封じ込め等の対応により解消している。

## 2. 藻場、干潟

瀬戸内法施行以降、藻場、干潟の消失速度は鈍化しつつあるものの、昭和53年から平成3年の13年間に、藻場については約1,300ha(全国の消失面積の21%に相当)、干潟については約800ha(同21%に相当)がそれぞれ消失した。このうち、藻場の約4割、干潟の約7割が、埋立てや浚渫等の人工改変が消失の

原因となっている。

平成3年現在、瀬戸内海沿岸域の藻場は約17,500haで全国比9%、干潟は約11,700haで全国比22%を占めるが、このうち水産資源保護法に基づく保護水面、鳥獣保護区の特別保護地区等に指定されている藻場、干潟はわずかである。

## 3. 景観

瀬戸内海の景観の特色は、多島海と白砂青松に代表される砂浜や海岸線の美しさ及び自然と人々の生活や歴史が織りなす漁港景観、段々畑などの農業景観や歴史的町並みなどの人文的な景観にある。

その景観を支える多くの島しょ部では、急速な過疎化・高齢化の進行により住民による環境保全の取組みにも影響が出ており、廃棄物の不法投棄問題も発生している。

一方、海面と一体となり優れた景観を構成している自然海岸は、開発等に伴い少しずつ減少を続けており、昭和53年から平成5年の15年間に、自然海岸については約110km、半自然海岸については約50kmがそれぞれ失われている。

## 4. 埋立て

瀬戸内海における埋立ては、「埋立ての基本方針」により厳に抑制すべきものであり、やむを得ず認める場合にも、環境への影響が軽微であることが条件とされている。この結果、瀬戸内法施行前と後とを比較すると、埋立て免許面積の伸びは大きく減少し、抑制の効果は現われている。

しかし、瀬戸内法施行以降においても、港湾整備、都市再開発、廃棄物処分等を目的と

した埋立面積は浅海域を中心に年平均400haを上回っている。また、これらの埋立ての多くは都市の地先海域において行われることから、住民が立ち入ることのできない水際線が増え、人々が海とふれあう機会の減少につながっている。

一方、最近の埋立てでは、排水の高度処理の導入、親水性に配慮した緑地等の整備だけでなく、近年の環境保全に対する意識の高まりを踏まえ、親水性や海水浄化機能の向上、生物の生息・生育環境整備の観点から緩傾斜護岸、人工ラグーン等の整備等の環境対策を導入する事例も見られ始めている。

## 5. 海砂利採取

瀬戸内海においては、高度成長期以降、コンクリート骨材への使用を主目的に、海底の砂利が大量かつ継続的に採取されてきている。

海砂利採取海域においては、水深が著しく増大した場所や海底に礫が堆積している場所が存在することが確認されており、海砂利採取による環境への影響が懸念されている。

平成10年度瀬戸内海域における

海砂利採取量 14百万m<sup>3</sup>

内訳 香川4.7 愛媛4.1 岡山3.4

山口1.1 福岡0.9 大分0.3 百万m<sup>3</sup>

(環境庁資料等より)

## 6. その他

### (1) 散乱ゴミ

人間活動に起因する散乱ゴミは、瀬戸内海の良好な景観を損なうとともに快適な利用や底生生物の生息や漁業操業にとっても障害となっている。

特に、廃プラスチックによるゴミの野生生物等に及ぼす影響が懸念されている。

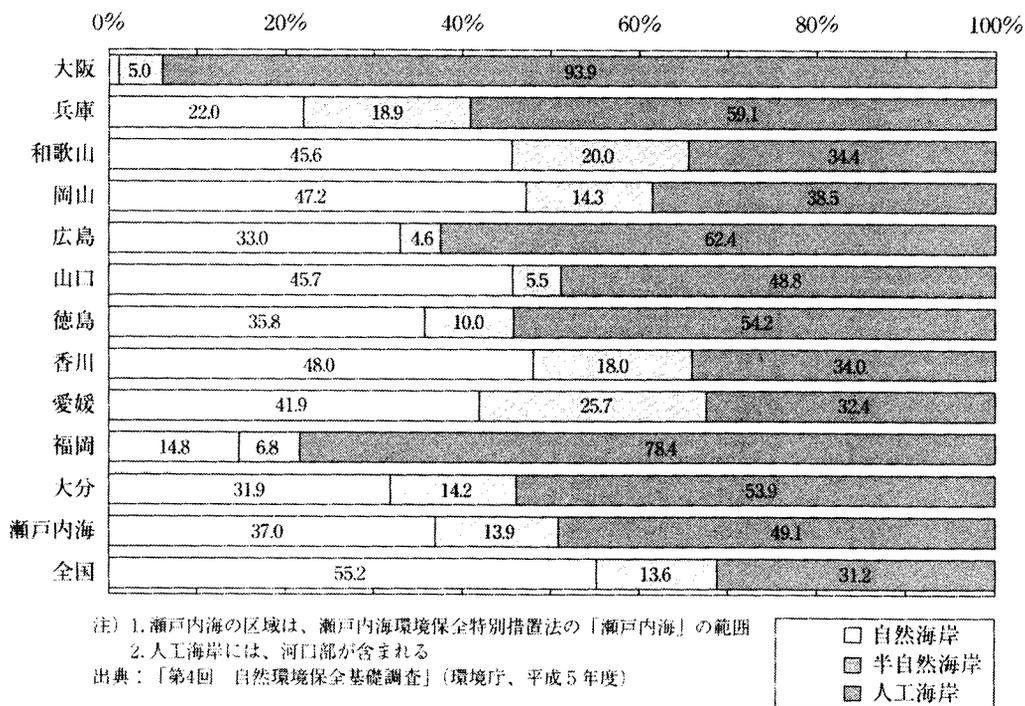


図-4 瀬戸内海の海岸線の状況

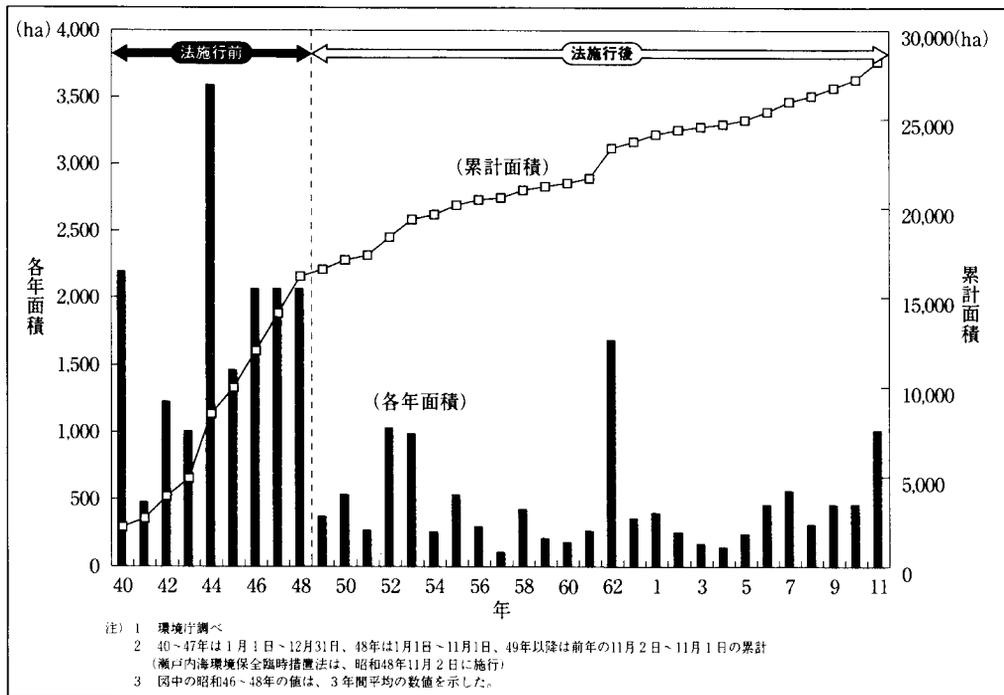


図-5 瀬戸内海における埋立免許面積の推移

## (2)油流出事故対策

97年1月のナホトカ号油流出事故を契機に、国や地方公共団体等では大規模な油流出事故に対する危機管理体制の整備が推進されてきたが、事故時における自然環境や漁場等の保全について、その対象や保全方法を規定している地方公共団体は少ない。

## (3)新たな有害化学物質問題への対応

近年、瀬戸内海においてもダイオキシン類による汚染や内分泌攪乱化学物質（いわゆる

環境ホルモン）等による環境への影響が懸念されている。

## 参考資料

瀬戸内海における新たな環境保全・創造施策のあり方について

（瀬戸内海環境保全審議会答申，99年1月）

瀬戸内海の環境保全一資料集一

（（社）瀬戸内海環境保全協会，2000年3月）

## 瀬戸内海の富栄養化問題の現状と対策



広島県保健環境センター

総括研究員 清 木 徹

### 1. はじめに

瀬戸内海は東西450km, 南北15~55kmの風光明媚な国際的規模の内海であり, 1934年には我国最初の国立公園に指定されている。しかし美しかった海域も1960年代以降の高度経済成長期に企業立地が進み, 産業排水の影響で重金属や有機物による汚染が進行した。

また1970年代初頭から富栄養化による大規模な赤潮が発生するようになり, 瀬戸内海の水質汚濁が社会問題の1つとなった。米国ではチェサピーク湾の富栄養化が1960年頃から急速に進行し, 水質の悪化に伴う大規模な底層水の貧酸素化が問題となり, 湾の生態系を維持するため底層のDO濃度レベルを改善することを目的として, 生活系及び産業系排水の窒素, リン負荷の40%削減を目標にして各種の対策が行われている<sup>1)</sup>。

瀬戸内海でもこれらの富栄養化による水質汚濁に対処するため, 瀬戸内海に限定した固有の法律【瀬戸内海環境保全臨時措置法(1973), 及び瀬戸内海環境保全特別措置法(1978)】を策定し, 排水規制の強化を含め様々

な汚濁対策が実施されてきた。その結果, 排水の影響が大きかった局所的な水質汚染や赤潮の発生件数等は改善されてきたが, 瀬戸内海全域の水質に関しては, それほど改善効果が認められていない。そこで, 今回はこれらの対策の効果を検証することを目的として, 汚濁が表面化した昭和40年代半ば以降を対象として, 流入汚濁負荷量の変遷やそれに伴う環境の変化を紹介し, 瀬戸内海の水質汚濁の問題点や今後の対策について模索してみた。

### 2. 瀬戸内海における水質汚濁対策の概要

#### 2. 1 瀬戸内海環境保全臨時措置法

1) COD総量規制の必要性を明記

2) 産業系のCOD流入負荷を1/2に削減  
当時はまだ濃度規制で, 総量規制となっていなかったため, CODの総量規制の早期導入を明記すると同時に, 3年以内に無条件で産業系排水のCOD負荷量を昭和47年(1972年)当時の1/2に削減することを義務付けた。

---

●略歴	1946年	広島県生まれ(せいき とおる)
	1970年	広島大学工学部化学工学科卒業
	1971年~	広島県衛生研究所附属公害研究所、環境センター(H3年~保健環境センターに組織の名称変更)現在に至る

## 2. 2 瀬戸内海環境保全特別措置法

- 1) 特定施設設置に関する規制強化
- 2) COD負荷の総量規制推進
- 3) 指定物質（栄養塩）負荷量削減指導
- 4) 自然海浜の保全
- 5) 埋め立ての抑制
- 6) その他、各種の環境保全プロジェクトの推進

## 3. 流入汚濁負荷の変遷

これらの対策に伴う汚濁負荷量の変遷を調べるため瀬戸内海全域のCOD、T-N、T-P負荷量の変化を図-1に示す<sup>2)</sup>。流域からのCOD負荷量は1968年から79年の間に約1/2程度に減少しており、1979年以降は5年単位で目標を決めて削減を行っているため、その後も少しずつ低下している。1968年から1994年までの削減率は63.4%に達している。一方、T-N、T-Pに関しては、総量規制ではなく、削減指導にとどまっているためCODのような大幅削減効果は見られないが、T-Pについては15年間でほぼ3割程度低下している。しかし、T-Nに関しては1994年まで削減指導等の対策が行われていないため1割以下となっている。

次に1979年から5年ごとの水域別負荷量の変化を表-1に示す。水域別に見ると、大阪湾への流入負荷が圧倒的に大きく、COD、T-N、T-Pとも全体の30%前後を占めている。人口比率ではさらに大きく、流域全体の約半数を占めている。ただ、これらの地域は下水道の普及率が高いため、結果的に負荷量比率は30%前後でおさまっている。この間においてこれらの流入負荷の削減率が最も大きい水域は、CODでは大阪湾の35.2%、T-Nでは

響灘の25.2%、T-Pでは播磨灘の48.3%となっている。ただ、負荷の絶対量は少ないものの、豊後水道のようにT-N、T-Pが逆に320%、247%と増加している水域もみられる。

## 4. 水質汚濁の変化と現状

瀬戸内海における生活環境の保全に関する基準の達成率は、臨時措置法が実施された1974年から81年にかけて約70%から80%に改善されたが、それ以降はほぼ横ばい若しくは若干下降気味で1997年には75%を示し、排水対策の効果があまり認められない。類型別で見るとAタイプの達成率が特に悪く、45%にすぎない<sup>3)</sup>。

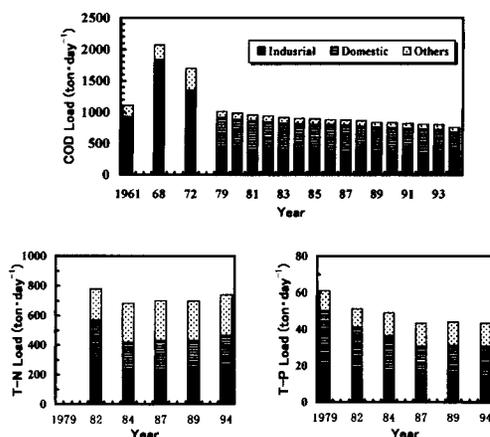


図-1 瀬戸内海への流入汚濁負荷量の変化 (1961年～72年のCOD負荷の生活系は産業系の中に含まれている)

瀬戸内海広域総合水質調査の全地点（124地点）における表層データの項目別平均値の経年変化でも各測定項目ともほとんど変化は認められなかった。水質の面的分布の変遷を調べるため、同調査データを用いて各地点ごとの5年間の平均濃度でプロットしたCOD、Chl-a、T-N及びT-Pの水平分布を図2-1、図2-2に示す。なお、この図において、濃度区分レベルはChl-a以外は環境基準に対応

Area	Year	Population (thousand)	Sewerage (%)	Pollutant load		
				COD(ton/d)	T-N(ton/d)	T-P(ton/d)
Kii	1979	1,680	3.2	99	77.9	4.66
	1984	1,690	3.7	87	77.4	4.42
	1989	1,690	4.3	86	76.8	4.18
	1994	1,690	6.0	78	80.8	4.03
Osaka	1979	14,500	47.4	338	253	22.7
	1984	14,900	54.1	275	199	16.7
	1989	15,100	60.4	242	206	14.4
	1994	15,300	68.2	219	217	13.9
Harima	1979	2,140	9.9	89	67.3	6.96
	1984	2,240	16.7	82	64.7	4.10
	1989	2,320	26.9	74	67.4	3.73
	1994	2,410	33.9	67	70.9	3.60
Bisan	1979	2,590	14.3	107	113	5.94
	1984	2,670	16.7	99	97.6	5.59
	1989	2,700	17.1	97	97.4	4.94
	1994	2,720	20.5	88	103	4.77
Bingo	1979	924	7.1	30	22.8	1.94
	1984	947	11.2	30	20.1	1.57
	1989	942	14.9	29	20.7	1.45
	1994	944	19.6	26	21.8	1.39
Hiuchi	1979	588	5.9	58	30.4	2.02
	1984	591	16.9	52	27.2	1.92
	1989	589	20.4	54	30.6	1.79
	1994	583	26.9	49	32.2	1.73
Aki	1979	401	0	22	9.2	0.83
	1984	417	3.7	20	8.1	0.66
	1989	411	10.3	20	8.0	0.58
	1994	416	19.1	18	8.42	0.56
Hiroshima	1979	1,620	20.4	86	39.6	3.1
	1984	1,680	33.2	83	34.1	2.34
	1989	1,730	39.5	79	35.5	2.52
	1994	1,760	48.6	71	37.4	2.43
Iyo	1979	1,370	15.7	58	47.7	3.64
	1984	1,400	19.6	55	49.3	3.23
	1989	1,430	19.7	53	50.3	2.86
	1994	1,440	21.9	48	52.9	2.75
Suo	1979	1,480	10.8	65	64.3	5.38
	1984	1,510	16.8	61	48.7	4.48
	1989	1,520	23.4	54	48.9	3.45
	1994	1,520	29.7	49	51.5	3.33
Hibiki	1979	1,130	68.1	32	44.4	2.86
	1984	1,110	78.1	27	29.8	1.98
	1989	1,050	81.5	24	31.5	1.64
	1994	1,030	83.5	22	33.2	1.58
Bungo	1979	368	0	23	8.7	0.98
	1984	364	3.8	25	26.2	2.10
	1989	350	5.5	24	26.6	2.51
	1994	335	8.9	22	28.0	2.42
Total	1979	28,800	31.5	1010	778	61.0
	1984	29,500	37.7	894	682	49.1
	1989	29,900	42.8	836	700	44.1
	1994	30,100	49.2	755	737	42.5

注) 1979年のT-N負荷は1982年の値である

表-1 水域別汚濁負荷量の変化

させている。

CODは、1980～89年にかけて、大阪湾から播磨灘にかけてかなり広範囲な汚濁（B及びC類型）が見られていたが、1990～94年の分布では播磨灘のB類型相当水域がかなり縮小し、沿岸部の一部だけになってきている。

しかし大阪湾では湾の半分近くの領域がC類型に相当し、また1985～89年では最奥部でCOD濃度がC類型の $8\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を上回る地点もみられ、目立つた改善効果は認められない。一方、瀬戸内海西部では、1980～84年はA類型に相当していた周防灘北部が、1985年

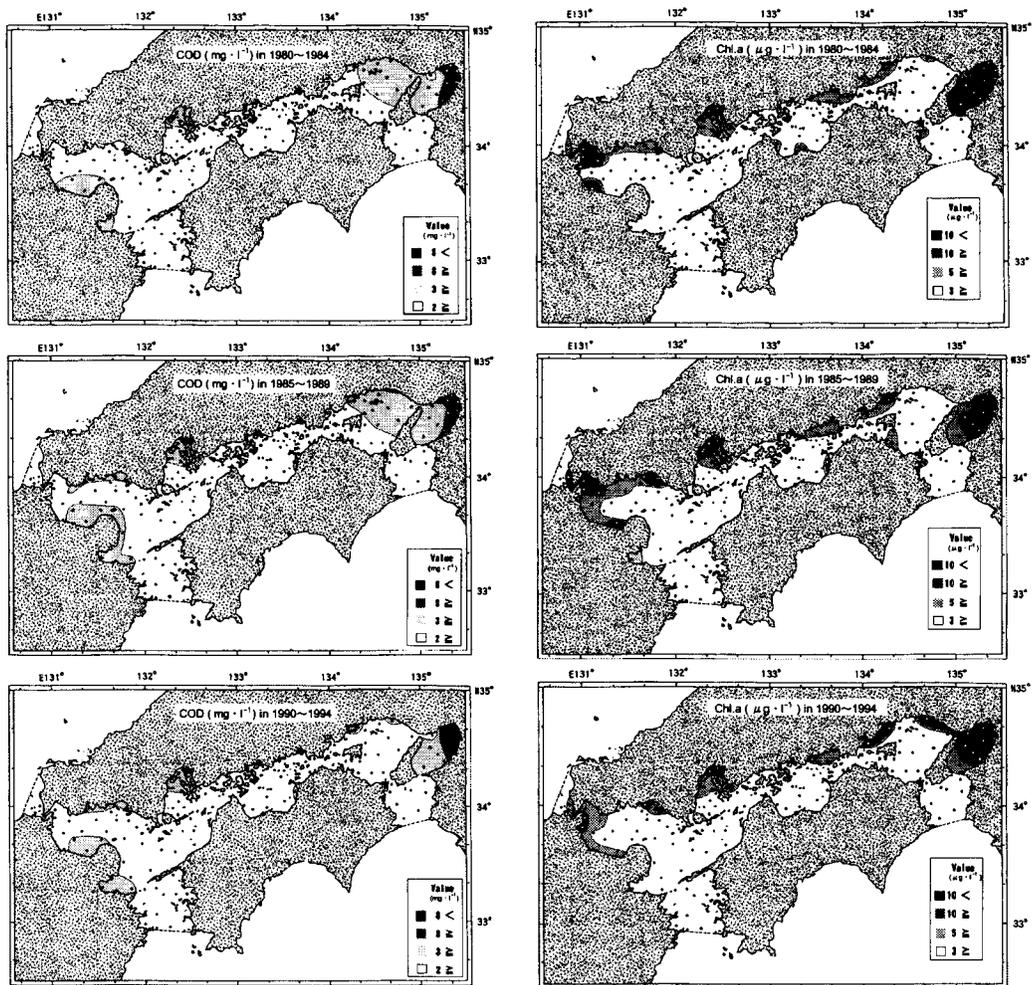


図2-1 瀬戸内海に於けるCOD, Chl-aの水平分布の変遷

以降はB類型に悪化しており、また広島湾北部でも1980～84年はB類型に相当していた湾奥部がC類型相当の水質に悪化している様子が認められる。

Chl.aは他の項目と同様大阪湾が高濃度であるが、1985年以降は高濃度域が少し縮小している。また周防灘北西部も1990年以降濃度の低下が認められる。それに対して、播磨灘北部沿岸域では1990年以降逆に増加がみられ、広島湾北部沿岸域も1980～84年に比べそれ以降濃度の増加が認められる。大阪湾及び広島湾奥のChl.a  $10 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ 以上の水域はCOD

のC類型相当濃度水域とほぼ一致しており、これらの水域の有機汚濁が植物プランクトンの増殖と関連していることが推察される。

T-Nは、瀬戸内海全体では東高西低型の分布傾向がみられ、また1980～84年の分布に比べ、1985～89年の時期に全体的に濃度が増加し、それ以降西部で少し回復しているものの、東部では濃度の増加が認められる。水域別に見ると、特に大阪湾が全域においてⅢ類型以上の高濃度を示し、湾奥はⅣ類型を上回っている。また播磨灘は1980～84年の時期には全域Ⅱ類型の濃度に該当していたが、沿岸域が

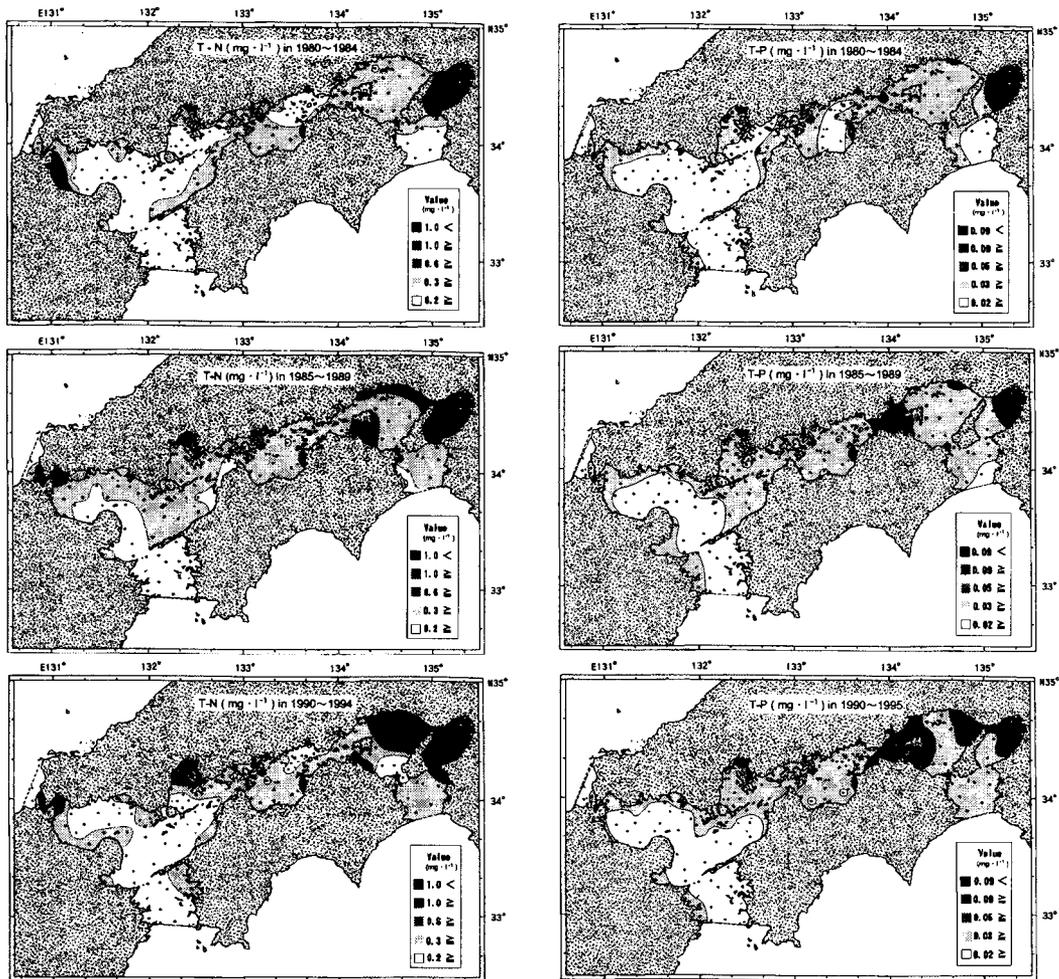


図2-2 瀬戸内海に於けるT-N及びT-Pの水平分布の変遷

ら徐々に濃度が増加し、1990年以降の分布では半分以上の領域がⅢ類型の濃度に増加している。また紀伊水道もⅠ類型であったものがⅡ類型濃度に増加している。この他に広島湾でも1980～84年の間は北部沿岸域だけであったⅢ類型濃度がかなり沖合まで広がっており、周防灘と響灘の境界水域も濃度の増加が認められる。

T-Pは、平面分布傾向及び濃度の変遷もT-Nとよく類似している。T-Nの分布と異なる点は、1985年以降に備讃瀬戸から播磨灘西部にかけて、Ⅲ類型に相当する高濃度域が広がっ

てきたことである。

最後に、瀬戸内海における底層の貧酸素分布状況を図-3に示す。底層水の貧酸素化は水域の生態系に影響を及ぼすことが指摘されている<sup>1)</sup>。図-3は水産庁が実施している浅海定線調査の夏期の底層水（底泥直上1m層）データによる水平分布である<sup>4)</sup>。DO $2\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$ は底生物の生存可能な低限濃度と言われている<sup>5,6)</sup>が、大阪湾、別府湾奥部ではそれ以下の値、また播磨灘、周防灘、広島湾奥でも $2\sim 3\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$ の貧酸素水域が認められ、これらの水域は底層に生息する生物にとって、すで

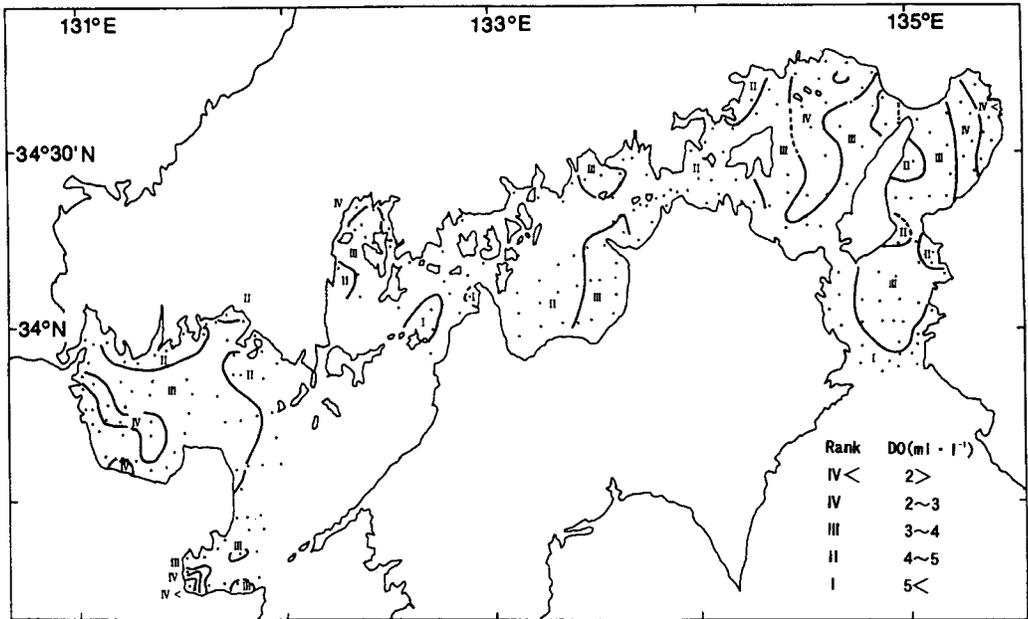


図-3 瀬戸内海の底層貧酸素の分布状況

に問題レベルに達していることが指摘される。

## 5. 今後の課題

瀬戸内海の汚染が問題となってモニタリングシステムの整備，流入負荷量の削減，下水道処理施設の整備促進，埋め立ての規制等様々な対策が行われてきたにもかかわらず瀬戸内海全域の水質はあまり改善効果が認められない。ただし，赤潮の発生件数の減少や大阪湾から播磨灘にかけてのCOD濃度の低下及び瀬戸内海全域の水質が悪化せず現状を維持できていることはこれまで行ってきた一連の対策の一定の成果であると考えることが出来る。

流入負荷削減にもかかわらず水質が改善しない最大の理由は，瀬戸内海の有機汚染が陸上からの直接的な有機物の流入負荷に加え，水域の富栄養化に起因する内部生産に支配されているからであると考えられる。星加らは富栄養化が著しい大阪湾において底泥表層の

安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を測定し，湾内の有機汚濁の80%を内部生産起源のものが占めていることを報告している<sup>7)</sup>。一方，広島湾北部海域でも一次生産速度に基づく有機物量と陸上からの流入負荷量との比較から，前者が90%以上を占めていることが報告されている<sup>8)</sup>。瀬戸内海全域で比較しても橋本ら<sup>9)</sup>が $^{13}\text{C}$ 法で求めた一次生産速度から推定すると，一次生産起源の有機物は陸上からの有機物負荷の約20倍に相当している<sup>2)</sup>。

瀬戸内海における赤潮の発生件数は減少傾向が見られるものの，*Alexandrium tamarense* や *Heterocapsa circularisquama* 等，新種の有害プランクトンによる水産被害も新たに発生している。また，海域の富栄養化は水質汚濁や赤潮の他に，底層水の貧酸素化により水域の生態系に重要な影響を及ぼす。大阪湾や広島湾北部沿岸域では夏期には底層のDO濃度が $2\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下になり，底生生物の棲息可能

レベルを下回る貧酸素状態が確認されている<sup>10)</sup>。

これまでの対策で陸上からのCOD流入負荷量は最大時と比較して60%以上削減されてきた。しかし、富栄養化の原因物質である窒素、燐に関しては削減率は低く、窒素では5%前後にすぎない。冒頭で米国におけるチェサピーク湾の事例を紹介したが、チェサピークでは水質汚濁対策のための湾協定が最初1983年に策定され、1987年に更新され、2000年までに陸上からの窒素、リンの点源負荷を4割削減する目標を掲げて総量規制を実施してきた。現在、目標はほぼ達成されたものの湾水質の回復が思わしくなく、本年の6月にChesapeake 2000として新たな湾の汚濁対策協定が策定され、今後10年計画でその目標に向けて対策を継続しようとしている。水域の富栄養化に関してはこのような窒素、リンの総量規制の早期導入が望まれる。我が国でも今年2月の中央環境審議会の答申により、2004年を目標にしてN、Pの総量削減が行われようとしているところである。その際、望ましい水質や対策のゴールをどこに設定するのが重要な課題となる。また、これらの対策と並行して、富栄養化に関するベーシックな研究や意識高揚のための教育制度へのバックアップも重要となる。

#### 参考文献

- 1) 日本科学技術情報センター (1990) 平成元年度環境庁委託業務結果報告書、水質環境基準検討調査―諸外国の海域水質基準等調査―。

- 2) 清木徹, 駒井幸雄, 小山武信, 永淵修, 日野康良, 村上和仁 (1998) 瀬戸内海における汚濁負荷量と水質の変遷, 水環境学会誌, 21,780~788.
- 3) 瀬戸内海環境保全協会 (1999) 瀬戸内海の環境保全―資料集― (平成10年度)。
- 4) Nagai,T and Ogura, Y.(1997) Fisheries production. In Suatainable development in the Seto Inland Sea, Japan -From the viewpoint of fisheries-. (Edited by Okaichi,T. and Yanagi,T.) pp.61-94, TERRAPUB, Tokyo.
- 5) 環境庁 (1991) 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―。
- 6) 環境庁 (1992) 海域に係わる窒素・りん等水質目標検討調査結果報告書。
- 7) 星加章 (2000) 沿岸域における内部生産有機物, 水産海洋研究64,45-49.
- 8) 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.
- 9) 橋本俊也, 山本民治, 多田邦尚, 松田治, 永末寿宏 (1997) 瀬戸内海の一次生産と海洋構造, 沿岸海洋研究, 35,109-114.
- 10) 瀬戸内海環境保全協会 (1997) 平成8年度環境庁委託業務報告書, 瀬戸内海における底層貧酸素化対策調査―総合解析編―。

## 有機スズ剤にかわる防汚剤の今



岡山大学資源生物科学研究所

助手 岡村 秀雄

### 1. はじめに

沿岸海域では、発電所等の冷却水系、海洋構造物、船舶、漁網等への海洋生物の付着を防止するために、防汚塗料が用いられてきた。我が国では1920年代には防汚剤として亜酸化銅、酸化水銀の使用が一般的であり、1950年代には塩化ビニール塗料が普及し始め、1970年代以降には、有機スズをアクリルポリマーに結合させたスズポリマーが防汚塗料の主流となった(磯, 1996; 尾野, 1996)。ところが、防汚塗料として使用されてきた有機スズ化合物による環境汚染が世界的にクローズアップされるようになり、1980年代後半から有機スズ化合物の使用が厳しく制限されるに至った。我が国では1990年には、トリブチルスズオキシド(TBT O)が第1種特定化学物質に指定され、7種類のトリフェニルスズ化合物(TPT)およびTBT O以外の13種類のトリブチルスズ化合物(TBT)が第2種特定化学物質に指定され、行政上の規制が強化された。有機スズ剤の国際的な規制について

は、国際海事機関(IMO)の海洋環境保護委員会(MEPC)で議論が続けられ、1998年の第42回MEPCにおいて、2003年からの塗装禁止、2008年からの使用禁止が決議され、全面禁止に向けて本格的に動き始めたところである(米原, 2000)。我が国では、1991年から3年間にわたり、日本造船研究協会の専門部会によって有機スズ代替物質に関する研究が行われ、17種類の化学物質がより安全性の高い防汚剤としてノミネートされた(米原, 2000)。したがって、我が国では現在、これらの化学物質が有機スズ剤の代替品として使用されていると考えられるが、実際に用いられている防汚剤の種類や量に関するオープンデータを入手することは困難である。このような状況の中、我々は1996年にカナダ環境省国立陸水学研究所のDr.D.Liu, Dr.R.J.Maguireらと共同研究を開始し、日本とカナダ両国における新規防汚剤による沿岸水域の汚染状況の把握、分解性評価、水圏生態系に及ぼす影響評価に関する研究に着手した。研究途上で

●略歴	1960年	岡山県生まれ(おかむら ひでお)
	1988年	岡山大学大学院自然科学研究科博士課程修了
	1989年	(株)神戸製鋼所生物研究所研究員
	1992年～	現職

はあるが、新規防汚剤の一つであるイルガロールについての現状を総括し、今後の問題を提起したい。

## 2. 新規防汚剤の運命と生態系影響評価

### 1) イルガロールとは？

新規防汚剤イルガロール (Irgarol 1051: 2-methylthio-4-tert-butylamino-6-cyclopylamino-s-triazine) は、除草剤として使用されているs-triazine系化合物である。(図-1)。本物質は1993年以降、地中海北部・西

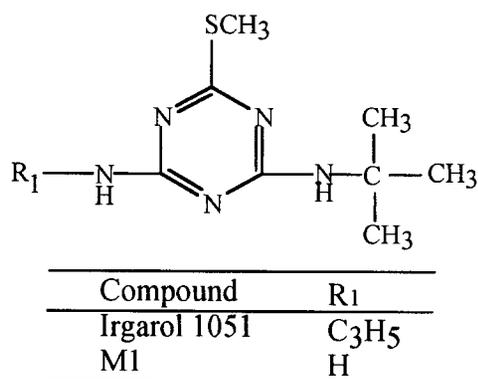


図-1 イルガロールとその分解産物M1

部沿岸、イギリス東部・南部沿岸、スイス、スウェーデン、ドイツにおいて、海水、湖水、底質、生物等の環境試料中の残留分析が報告されている。1999年には、瀬戸内海およびオーストラリアの北東部沿岸においても残留が報告されたので、イルガロールはヨーロッパだけでなくアジアやオセアニアにおいても、防汚剤として使用されていると考えられる。イルガロールに関する研究の多くは、環境試料中の残留分析および新しい分析法の開発に向けられている一方、本物質の分解性や生態系への影響評価に関する知見は少ない。

2) イルガロールは環境中で容易に分解するか？

水に溶解したイルガロールはオートクレーブしても分解しないので熱に対する安定性が高く、また環境水に認められる通常のpH範囲(pH5から9)において加水分解性は極めて悪い(Okamura *et al.*,1999)。また、微生物分解を受けにくいとされているが、木材腐朽菌によって生分解することが明らかとなり(Liu *et al.*,1997)、その後、水銀化合物によって触媒される加水分解(Liu *et al.*,1999a)および太陽光分解(Okamura *et al.*,1999)によってもイルガロールが分解し、同一の分解産物M1(2-methylthio-4-tert-butylamino-6-amino-s-triazine)を生じることが明らかとなった。これらの分解経路のうち、光化学反応は太陽光紫外線が到達する水カラムの表層において生じると考えられるので、船底塗料から海水中に溶け出したイルガロールから分解産物M1が現実生成している可能性が示唆された。

### 3) 瀬戸内海沿岸の海水中における残留実態

1996~1997年に瀬戸内海沿岸各地で採取した海水中の溶存態イルガロールおよび分解産物M1の濃度を、GC/MSにより定量した(Liu *et al.*,1999b, Okamura *et al.*,2000a)。海水93試料の内、24試料にイルガロールを、23試料にM1をそれぞれ認めた(図-2)。イルガロールおよびM1の最高濃度はそれぞれ264ng/L, 1270ng/Lであり、高濃度のM1が岡山県、兵庫県、大阪府、愛媛県の海水に検出された。イルガロールは主として漁港(6/13試料)およびマリーナ(17/63試料)の海水に検出され、貿易港(1/17試料)でも検出された。M1もまた漁港(6/13試料)およびマリーナ(17/63試料)の海水に検出された。しかし、両化合物が同時に検出され

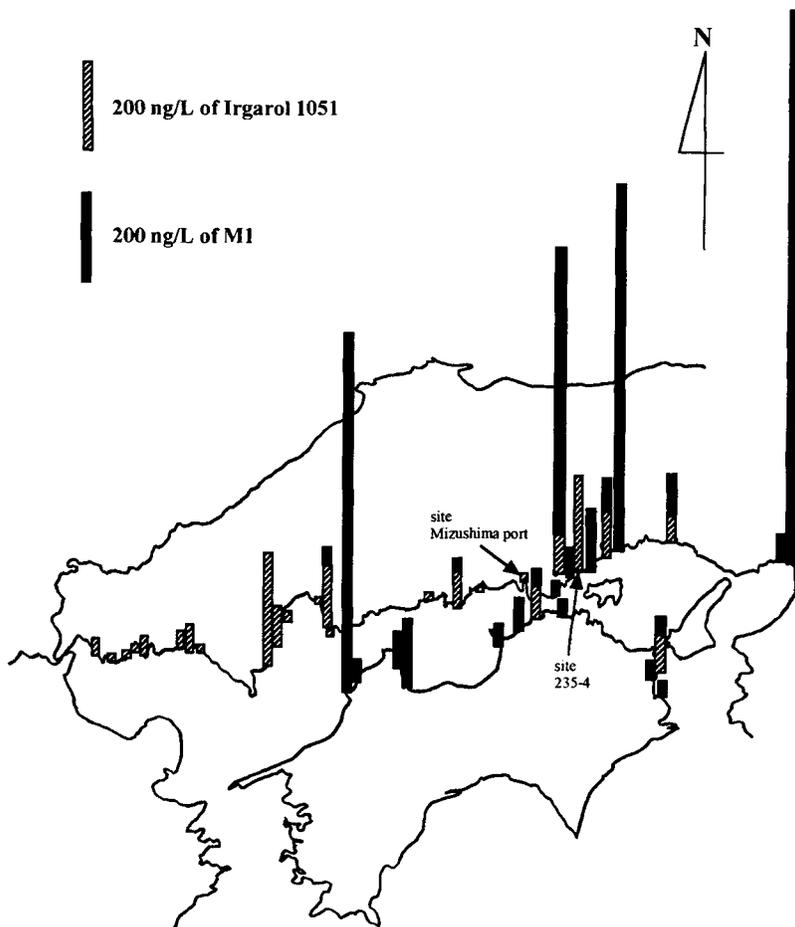


図-2 瀬戸内海海水中の溶存態イルガロールおよびその分解産物M1の分布 (1997年調査)

た試料は少なく、マリーナでの3試料および漁港での4試料のみであった。

親化合物イルガロールは瀬戸内海の北西部沿岸で検出される頻度が高く、関西および四国での検出数は少なかった。ところが、分解産物は親化合物が検出されなかった水域（大阪府、徳島県、香川県、愛媛県）においても検出されたので、イルガロールを含む防汚剤は瀬戸内海の全域にわたって使用されていると考えられた。また、両化合物は主としてマリーナおよび漁港の海水に検出されたので、イルガロールはプレジャーボートや漁船等の

小型船舶用の船底塗料の活性成分であると予想された。

イルガロールが検出された岡山県南の2地点（各3試料採取）を定点として、1998年5月から11月まで経時的に残留分析を行った（Okamura *et al.*, 2000a）。イルガロールは全ての海水（18試料）に検出され（55～296ng/L）、濃度の経時的変動は比較的小さかった。これに対して、海水中のM1は14試料中に20～1870ng/Lの濃度で検出され、5月末に最高濃度を示した後に経時的に減少する傾向にあった。M1は5～9月には親化合物の

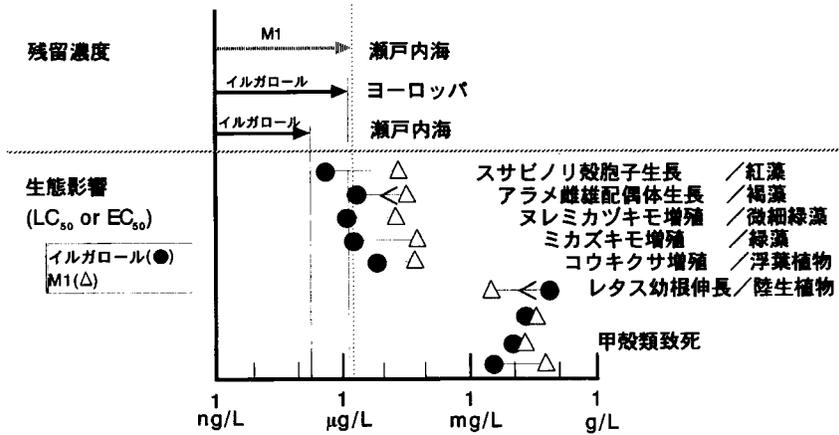


図-3 イルガロールとその分解産物M1の環境リスク評価

数倍の濃度を示し、その後11月まで親化合物と同程度の濃度で存在していた。

環境庁による有機スズ化合物（主としてTBT）の残留調査を元にして大阪港と高松港の海水中のTBT濃度の経年変化をまとめた田尾ら（1999）によると、1988年には大阪港で最高濃度約105ng/L（平均濃度約60ng/L）であったのが経年的に減少し、1993年以降1996年までは一定の濃度（10ng/L程度）で推移している。したがって、1996～1998年に調査したイルガロールおよびその分解産物M1の海水中の残留濃度は、有機スズ化合物の規制が始まる前の時点でのTBTの残留濃度を既に超過していると判断できる。

#### 4) イルガロールの水環境へのリスク評価

生態系の異なる栄養段階に属する種々の生物種（細菌、甲殻類、海藻、藻類、浮葉植物、陸生植物）に対する両化合物の影響を、種々の生物を専門とする研究者との共同研究によって評価した（Okamura *et al.*,2000a；Okamura *et al.*,2000b）。これらバイオアッセイの結果を、海水中の残留濃度と比較することにより、イルガロールの環境リスク評価を試みた

（図-3）。海産細菌および甲殻類に対する両化合物の毒性は弱かった。一方、両化合物は水生植物に対して低濃度で影響を及ぼし、親化合物の毒性は分解産物よりも強かった。陸生植物に対してはM1は比較的高濃度で幼根伸長を阻害したが、親化合物による阻害は弱かった。海水中に残留するイルガロールの最高濃度は、モナコで検出された1700ng/Lであり（Readman *et al.*,1993）、瀬戸内海では300ng/L以下である（Liu *et al.*,1999b）。図-3から、我が国で検出されたイルガロールの最高残留濃度は、本研究で供試した生物種に対する50%影響濃度に達していないことがわかる。しかし、この濃度は海藻スサビノリの殻胞子の生長に対する無影響濃度（NOEC < 300ng/L）、海藻アラメの配偶体の生長に対するNOEC（320ng/L）にほぼ一致する。この実験結果およびイルガロールの生態系影響を評価した文献から判断すると、瀬戸内海の海水に残留している最高濃度のイルガロールは、海藻や付着生物に対して既に有意な影響を及ぼしていると考えられる。

親化合物に関する知見に対して、分解産物

M1の海水への残留および生態系に及ぼす影響に関するオープンデータは他には見あたらない。筆者らによって海水中に検出されたM1の最高残留濃度は瀬戸内海における1870ng/Lであり、スサビノリおよびアラムに対するNOEC（それぞれ $<10\mu\text{g/L}$ 、 $10\mu\text{g/L}$ ）の約20%、藻類の増殖に対するEC50（ $19\mu\text{g/L}$ ）の約10%に相当する。このように、水生植物に対するM1の毒性はイルガロールに比較すると弱いものの、残留濃度が増加すれば親化合物と同様に海藻や付着生物に対して有意な影響を及ぼすと考えられる。また、M1は暗所で陸生植物の幼根伸長を阻害したので、光の到達しない底質環境に蓄積したM1がその場に生育する植物に対して阻害を及ぼす可能性が示唆される。

#### 5) 今後の課題

イルガロールおよびその分解産物に関して、発生源の特定、分解性・残留性評価、生態系およびヒトへの影響評価が急務の課題であろう。一方、有機スズ剤の使用が近い将来、全面的に禁止されても、底質に蓄積したTBTや分解産物によって生じる環境汚染問題は依然として続くと考えられている。従って、イルガロールを始めとした新規防汚剤の使用によって今後生じる可能性の高い問題は、有機スズ剤に起因する問題とともに解決される必要がある。

#### 3. おわりに

我が国の沿岸海域がどのような防汚剤によってどの程度汚染されているかを示すデータは、有機スズ剤を除けば、少ない。現状では、新規防汚剤の一つであるイルガロールが瀬戸内海沿岸海域に残留していることが報告された

にすぎない。我が国で実際に用いられている防汚剤に関するオープンデータは少なく、また、塗料製品には防汚剤の成分名が明記されていないので、使用者が責任において製品を選択できない。海を生業とする漁業者が、防汚成分についての知識をもたないことは、なんともおかしな話ではないだろうか？イギリスでは船底防汚剤は農薬（除草剤、殺菌剤、殺虫剤等）と同等に扱われ、製品名、成分名、販売会社名が公表されている。我が国では、ようやく2001年3月から化粧品の全成分表示が行われるという。ヒトの皮膚に用いられる化学物質の情報でさえ、今までは全て表示されていなかったことに驚きを禁じえない。海でつながっている世界の水環境を保全するため、我が国でも防汚剤に関する情報を少なくとも農薬と同様に公開することが望まれる。このことによって初めて、新規防汚剤が必要であることが社会的に理解され、有機スズ剤によってもたらされてきた利便ならびに損失を考慮に入れた今後の防汚剤のあり方について広い議論が始まるものと考えられる。

#### 参考文献

- 磯 舜也（1996）海生生物付着防止対策の現状と将来，日本海水学会誌，50：299-304
- Liu,D., Pacepavicius,G.J., Maguire,R.J., Lau, Y.L., Okamura,H., and Aoyama,I. (1999a) Mercuric chloride-catalyzed hydrolysis of the new antifouling compound Irgarol 1051,Water Res.33:155-163
- Liu,D., Pacepavicius,G.J., Maguire,R.J., Lau, Y.L., Okamura,H., and Aoyama,I. (1996b) Survey for the occurrence of the new antifouling compound Irgarol 1051 in the aquatic environment.

Water Res. 33:2833-2843

Liu,D.,R.J.Maguire,Y.L.Lau,G.Pacepavicius,H. Okamura, and I.Aoyama (1997) Transformation of the new antifouling compound Irgarol 1051 by Phanerochate chryso sporium. Water Res., 31:2363-2369

Okamura,H., I.Aoyama, D.Liu, R.J.Maguire, G.J.Pacepavicius, and Y.L.Lau (2000a) Fate and ecotoxicity of the new antifouling compound Irgarol 1051 in the aquatic environment. Water Res.,34:3523-3530

Okamura,H.,I.Aoyama,T.Takami,T.Maruyama, Y.Suzuki,M.Matsumoto,I.Katsuyama,J.Hamada, T.Beppu,O.Tanaka,R.J.Maguire,D.Liu,Y.L.Lau, and G.J.Pacepavicius (2000b) Phytotoxicity of the anitifouling compound Irgarol 1051 and a major degradation product. Marine Pollut. Bull.,40:754-763

Okamura,H., I.Aoyama, D.Liu, J.Maguire, G.J.Pacepavicius, and Y.L.Lau (1999) Phptodegradation of Irgarol 1051 in water. J. Environ.Sci.Health, B34:225-238

尾野真史 (1996) 防汚塗料の現状, 日本海水学会誌, 50:322-326

Readman,J.W., Kwong,L.L.W., Grondin, D., Bartocci,J., Villeneuve,J.P. and Mee L.D. (1993) Coastal water contamination from a triazine herbicide used in antifouling paints. Environ.Sci. Technol. 27:1940-1942

田尾博明, Rajendran,R.B., 長縄竜一, 中里哲也, 宮崎章, 功刀正行, 原島省 (1999) 瀬戸内海における有機スズ化合物の分布と起源, 環境化学, 9:661-671

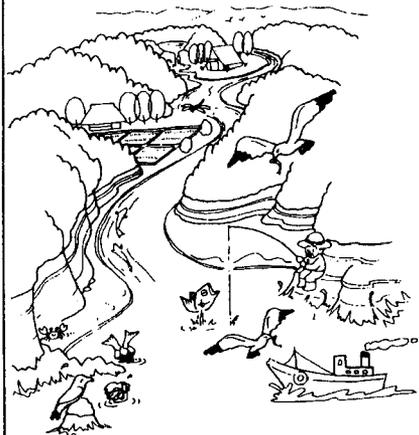
米原洋一 (2000)防汚塗料の最近の動向, 日本海水学会誌, 54:7-12

# 地球の健康 私たちがお手伝いします



環境科学の総合コンサルタント

**新日本気象海洋株式会社**



本 社	TEL 03-4544-7600 FAX 03-4544-7700
環境情報研究所	TEL 045-593-7600 FAX 045-593-7620
環境創造研究所	TEL 054-622-9551 FAX 054-622-9570
東 北 支 店	TEL 022-792-2021 FAX 022-792-2026
大 阪 支 店	TEL 06-6448-2551 FAX 06-6448-2625
名 古 屋 支 店	TEL 052-654-2551 FAX 052-654-0777
九 州 支 店	TEL 092-641-7878 FAX 092-651-3324
沖 縄 支 店	TEL 098-868-8884 FAX 098-863-7672
営 業 所	福島・新潟・千葉・北陸・金沢・神戸・中国
事 業 所	四国・北九州 釜石・下関・沖縄

<http://www.metocean.co.jp/>

## 海岸の景観と利用の変遷 —海岸へのまなざしの喪失と蘇生—



奈良県立商科大学

教授 西田 正憲

### 1. はじめに

瀬戸内海において、人々は海岸をどのように見ていたであろうか。そして、人々が抱くその海岸観が瀬戸内海の海岸の景観と利用の変遷にどのように関係したであろうか。

本論は、海岸の景観と利用の変遷には、人々の海岸観の問題が密接に絡んでいるという観点に立って、瀬戸内海の海岸の変遷を、古代から現代にかけての人々の海岸観の変遷とともに考察する。この考察は、万葉集、紀行文、旅行案内書などの風景の記述と、国立公園の指定やその他の社会の動きなどを分析することによって行う。

人間は環境の一面を主観的な風景や客観的な景観として捉える。風景とは人間が捉えた対象の表象（知覚・観念・心象）であり、景観は科学的認識かそれに近いものである。風景は風景観つまりある特定の見方をもったまなざしによって捉えられる。まなざしとは歴史的に文化として構造化された視線である。

### 2. 万葉集の風景

#### (1) 原風景と歌枕

万葉集は、主に古代の629(舒明1)年から759(天平宝字3)年にかけての約130年間の歌を集めたもので、8世紀末に編纂された。大和を中心とした歌約4500首をおさめているが、瀬戸内海の歌も多い。万葉集の題詞、歌、左註などに出てくる瀬戸内海の地名のうち、海岸に関するものは表-1のとおりである。浦、浦廻、江、小江、潟、浜、浜辺、高浜、長浜、渚、白砂、白浜、磯、荒磯、岸、松原、津、湊、泊、渡、船瀬と多彩な言葉で様々な景観を捉えている。海岸は原風景のように身近な風景であった。

万葉集は海岸の多彩な風景を捉えてはいるが、風景よりも難波、住吉、明石などの特定の地名を読み込むことが重要であった。これらの地名は歌枕として定着していくが、その固定化の典型を、中世の1215(建保3)年の『建保名所百首』(内裏名所百首)に見ることができる。全国百ヶ所の名所を詠んだ和歌集

---

●略歴	1951年	京都府生まれ(にしだ まさのり)
	1973年	京都大学農学部林学卒業
	1975年	同大学院修士課程修了。環境庁入庁。北海道、山陰、東京、九州、山陽に勤務し、全国の国立公園の管理に従事。京都御苑管理事務所、国立環境研究所を経て
	2000年～	現職

表-1 『万葉集』に出てくる瀬戸内海の海岸

【大阪】 姫島の松原(淀川河口説) 難波潟・難波の小江・草香江・難波津・大伴の三津・御津の泊・御津の崎・三津の浜辺・三津の松原・津の国の海の渚・千沼廻(大阪湾) 住吉の浜・住吉の岸・住吉の三津 粉浜 出見の浜(住吉説) 野木の松原(住吉説) 敷津の浦(住吉) 浅鹿の浦・浅香潟(浅香) あられ松原(大阪安立町説) 高師の浜(堺・高石) 吹飯の浜(深日) 【兵庫】 猪名の浦・猪名の湊(尼崎辺) 武庫の浦・武庫の泊・武庫の渡 角の松原(西宮津門) 敏馬浦(灘) 真野の浦(長田) 大和田の浜(和田岬) 明石潟・明石の浦 藤江の浦 名寸隅の船瀬(魚住) 日笠浦(高砂説) 飾磨江・都太の細江(飾磨) 縄の浦(那波) 松帆の浦(松帆崎) 飼飯の浦(慶野) 【和歌山】 形見の浦(加太説) 飽等浜(加太説) 和歌の浦・真若の浦 名高の浦 黒牛潟(黒江湾) 大崎の神の小浜 白神の磯(栖原説) 三穂の岩屋・三穂の浦廻(美浜三尾説) 【岡山】 飽浦(児島説) 玉の浦(玉島, 玉野, 尾道説) 【広島】 神島浜・神島の磯間の浦(福山, 笠岡説) 鞆の浦 長井の浦(糸崎) 風早の浦(三津湾) 長門の浦・長門の島の小松原(倉橋島桂浜, 江の浦説) 【山口】 麻里布の浦(岩国今津, 熊毛説) 熊毛の浦(室津, 室積, 平生説) 可良の浦(室津, 平生, 笠戸, 徳山説) 【香川】 網の浦(坂出) 狹岑の島の荒磯(沙弥島) 中の湊(丸亀) 味鎌の塩津(庵治) 【愛媛】 熟田津(和氣, 堀江, 古三津, 姫原説) 左太の浦(佐田岬, 足摺岬説) 【福岡】 企救の浜・企救の高浜・企救の長浜(門司小倉) 飛幡の浦(戸畑) 【大分】 分間の浦(中津田尻, 今津説) 倉無の浜(中津角木)

表-2 『建保名所百首』に出てくる瀬戸内海の海岸

【大阪】 難波江 住吉浦 高師浜 吹飯浦(深日) 【兵庫】 須磨浦 明石浦 高砂 【和歌山】 和歌浦 吹上浦 磯間浦(紀伊, 笠岡, 福山説)

であるが、瀬戸内海の海岸に関するものは表-2のとおりである。歌枕が名所として観念的に詠まれ、定着していく。

(2) 浦, 江, 潟, 松原, 白砂・白浜

海岸景観そのものを賞賛することが少ない万葉集の中で、瀬戸内海の浦, 江, 潟, 松原, 白砂・白浜などには特別のまなざしが向けられていた。浦, 江は湾凹した海岸であり、潟は干潟である。それらの叙景歌の一部は次のとおりである。

敏馬の浦は 朝風に 浦波騒き 夕波に 玉藻は来寄る 白砂 清き浜辺は 行き帰り 見れども飽かず うべしこそ 見る人ごとに 語り継ぎ しのひけらしき 百代経てしのはえ行かむ 清き白浜 (一部抜粋)

(作主未詳 巻6・1065)

難波潟 潮干のなごり よく見てむ 家なる妹が 待ち問はむため

(忌寸老麻呂 巻6・976)

我妹子に 猪名野は見せつ 名次山 角の松

原 いくつか示さむ (高市黒人 巻3・279)

(3) 生活景

瀬戸内海の海岸は古代から生活の場であった。海藻を煮詰める藻塩法の風景は万葉集の歌に詠まれていた。奈良時代末にはこの藻塩法もすたれ、揚浜式塩田法が普及した。万葉集から製塩や漁業の風景を次のとおり見ることができる。

名寸隅の 船瀬ゆ見ゆる 淡路島 松帆の浦に 朝なぎに 玉藻刈りつつ 夕なぎに 藻塩焼きつつ 海人娘子 ありとは聞けど (一部抜粋) (笠金村 巻6・935)

浦を良み うべも釣はず 浜を良み うべも塩焼く あり通い 見さくも著し 清き白浜 (一部抜粋) (山部赤人 巻6・938)

このような風景は以後も続く。のちの12世紀末の西行も旅の歌集『山家集』で渋川海岸に戯れる子供たちの風景を詠んでいた。瀬戸内海の海岸には人間の営みがあった。

### 3. 江戸時代の風景

#### (1) 松原・白砂・砂嘴の賞賛—舞子の浜の特化—

万葉の時代から日本人には海岸の松について特別な思いがあった。このような思いは、江戸時代の、海岸の松を微視的に単体で捉えたり、磯馴松として賞賛したりする見方につながっていく。一方江戸時代は、歌枕や名所旧跡に拘泥することなく、全国的な視野でわが国のすぐれた景観を評価しはじめた時であった。

瀬戸内海の松原も白砂とともに、従来にも増して具体的に賞賛された。1783(天明3)年、古川古松軒は紀行文『西遊雜記』の中で陸路で見る室積辺りの松原を次のとおり賞賛する。

此間の海浜松はらにて須磨明石などの松原よりも大ひに勝り、白砂に浮根の松の大樹数万本、筆に尽しがたき風景也。

そして、松原の中でも、舞子の浜が特別な存在として台頭してくる。1804(文化1)年、遠山景晋は紀行文『続未曾有記』で陸路で見る舞子の浜の風景を次のとおりしるす。このころ舞子の浜が評判であったことがわかる。

舞子の浜は松樹百千、種々の曲蟋根、庭作りの工みに、洗ひし如く、枝葉清らかにて、渚より白砂奇麗に掃たてたる如し。磯馴まつのがたの、舞手に似たれば「舞子の浜」と唱にや。古詠は聞及ぬに、又なき妙景なり。

この時期、松原と同様に、砂嘴の風景も人々のまなざしを集めた。片男波の砂嘴を含む和歌の浦の風景はすでに絶賛されていたが、1789(寛政1)年、沢元愷の紀行文『漫遊文章』になると、海路から見る室積の象鼻ヶ岬と思われる砂嘴を、具体的に次のとおり賞賛する。

一島甚だしくは大ならず、砂嘴甚だ長く、松樹森列し、蒼翠人を襲う。暫く遠く明爽淡々として、真に画の如し。

#### (2) 塩浜

江戸時代は、塩浜、塩場と呼ばれる塩田が風景として捉えられた。17世紀後半、瀬戸内海沿岸には1500町歩の塩田があり、この塩田の燃料を確保するためには、年間11万4000町歩の松林が必要であり、松の植林が行われたという<sup>1)</sup>。1801(享和1)年、帆足万里は紀行文『浮槎日記』で海路から見る赤穂の塩田を次のとおりしるしている。

赤穂城下を經、海浜広斥、塩場目を窮む。宜なる哉赤穂塩の四方の人の食せらるゝや。

この他紀行文には「弓削の塩浜」「笠戸の塩浜」などが見られる。この時代、瀬戸内海の一部で新田開発による海岸の改変があったが、これらの記述は紀行文に見出しがたい。

### 4. 明治時代の風景

#### (1) アノニマスな海岸風景の発見

明治時代になると、日本人は欧米からもたらされた近代的風景観を受容し、瀬戸内海に新たなまなざしを投げかける。歌枕や名所旧跡という伝統的風景を離れ、新たな自然景や人文景という近代的風景を見出していく。この時期、日本人には瀬戸内海が宝石のように輝いて見えたにちがいない。歌枕や名所旧跡とは背後に由緒や故事来歴などの意味をもった風景であったが、新たな風景は目にみえる景観そのものを評価する視覚的な風景であった。伝統的風景は特定の地名が重要であったが、近代的風景は特定の地名よりも無名の景観そのものが重要となってくる。明治時代後期には、須磨や明石などの特定の海岸ではな

く、瀬戸内海全体の海岸を捉えるようになってくる。すなわち、名のある海岸ではなく、アノニマスな海岸風景が発見されたのである。このような中で、特定の地に結びつかない白砂青松と長汀曲浦という風景が、瀬戸内海の表徴のように固定していく。

## (2) 白砂青松

「白砂」と「松原」は万葉の時代から風景として捉えられていたが、砂が白いという見方と松が青いという見方は、当初一体ではなく、別々に捉えられていた。935(承平5)年、紀貫之は紀行文『土佐日記』で海路から見る大阪湾の風景を、次のとおりしるしていた。

黒崎の松原を経て行く。所の名は黒く、松の色は青く、磯の波は雪のごとくに、貝の色は蘇芳すほうに、五色にいま一色ぞ足らぬ。

「白砂青松」という熟語は、1874(明治7)年の文部省の地理学書『萬国地誌略』や『日本地誌略』に須磨や美保松原などの記述に見られることが確認されているが<sup>2)</sup>、漢文の受容を経て明治時代に定着し固定していったと考えられる。1719(享保4)年、朝鮮通信使の申維翰シンユハンは紀行文『海游録』で、海路から見た周防の海岸の風景を次のとおりしるしていた。

山根処々夾以白沙青松 湾環幕歴作画中景  
令人眼熟

山の根には白沙青松を夾み、丸く湾曲しながら長く続いて、画中の景を作り、人をして眼を熱くさせる<sup>3)</sup>。

そして1894(明治27)年、志賀重昂が『日本風景論』で「いはゆる白沙青松の活画図を描き出し、中国瀬戸内諸島の美を添へ来る」と用い、1897(明治30)年、長澤別天が雑誌『日本人』に載せた文章「瀬戸内海」で「白砂青松相映ずる須磨、舞子、高砂等の絶勝は言ふ

も更らなり」と用いるなど、明治後期に「白砂青松」という言葉と見方が一般に定着していった。

## (3) 長汀曲浦

明治後期には、「白砂青松」の語と同じように、「長汀曲浦ちやうていききよくほ」という熟語も、瀬戸内海の海岸を表す常套句として頻繁に用いられていた。1905(明治38)年、坪谷水哉は旅行案内書『日本漫遊案内』下巻で海路から見た備讃瀬戸を次のとおりしるす。

北に山陽の白砂青松、南に讃予の長汀曲浦、湾環透迤わんからんいとして連なる間、大島小嶼数百散在し、船中の人をして、一島を送り、一島を迎へ(以下略)

1911(明治44)年、田山花袋も『新撰名勝地誌』巻7で「港湾複雑して、長汀曲浦の趣に富み、其風光の絶美」としるしていた。現在では、「長汀曲浦」は「白砂青松」に比べれば死語に近いが、ある時期まで長汀曲浦観は白砂青松観と同じぐらい強く残っていた。1943(昭和18)年、上原敬二は『日本風景美論』で「海岸といへば何人も直ちに白沙青松とか、長汀曲浦を想はないものがない位に知れ互つてゐる」としるしている<sup>4)</sup>。

## (4) 海水浴場

瀬戸内海の海水浴場開設の歴史は古く、神奈川県湘南の大磯海水浴場などの開設と同時期ぐらいの、わが国最初の部類に属するものである。岡山の沙美海水浴場は1882(明治15)年頃に海浜療養施設の海浜院とともに開設されたものであった。当時の海水浴場は療養の要素が強かったが、同様に、1889(明治22)年には明石海水浴場における瀉衝館、須磨海水浴場の須磨療病院が開設されている。牛窓も1880(明治13)年には海水浴の記録があり、

1888(明治21)年に牛窓海水浴場の名前が確認できる。

## 5. 国立公園の風景—多島海景観(遠景の俯瞰景)の重視と海岸景観の相対的軽視—

わが国の国立公園は最初の12ヶ所が、1934(昭和9)年から36(昭和11)年にかけて、阿寒、大雪山、十和田、日光、富士箱根、中部山岳、吉野熊野、大山、瀬戸内海、雲仙、阿蘇、霧島と指定された。この選定は山岳景観が海洋景観よりも重視されていた。国立公園を選定した近代的風景観は山岳、森林、湖沼、渓谷などの山岳景観が中心となっていた。

山岳景観重視のなか瀬戸内海国立公園は海洋景観をもって誕生した唯一の国立公園であったが、それは遠景で俯瞰する多島海景観を中心に選定したものであり、万葉の時代以来捉えられてきた干潟や松原や白砂などの海岸景観ではなく、また、明治時代に固定した白砂青松や長汀曲浦などの海岸景観でもなかった。国立公園を選定した国立公園委員会特別委員会の委員であった脇水鐵五郎は、瀬戸内海国立公園について「内海を往来する船の甲板の上から、或ひは海岸の波打際に立つて眺めたのでは、この公園の真価は少しも解らない。その真価を知るには、高处に立つて、広くこれを展望せねばならない」とするし<sup>5)</sup>、実際に1934(昭和9)年に第1次指定された瀬戸内海国立公園は、備讃瀬戸の塩飽諸島、直島諸島からなる多島海景観が核心をなすものであった。

この多島海景観という遠景の俯瞰景の重視は海岸景観の相対的軽視につながるものであった。多島海景観という大きな地形を捉えるのに、海岸の状態がどうであろうと大きな問題で

はなかった。瀬戸内海国立公園を語るのに白砂青松の言葉が用いられているとしても、現実の区域指定にはそれほど反映されてはいなかった。

景観を、視点と対象との距離によって、近景(0—500m)、中景(500—2000m)、遠景(2000m以上)に分けるとすれば、海岸景観の賞賛の仕方には、近景として海岸、海岸林などの形状やテクスチャーを賞賛するものと、中遠景として海岸線、海岸地形やマスとしての地被を賞賛するものの2通りがある。瀬戸内海の海岸景観は、万葉の時代以来、概して近景として捉えられ賞賛されてきたといえる。

## 6. 定数名所・定数観光地等の変遷に見る海岸景観の低迷

風景観とは個人の問題ではなく文化の問題であり、海岸景観を軽視する見方は日本人全体の風景観の中にあつたといえる。万葉集に見るように、海岸は日本人にとって原風景のように身近な風景でありすぎた。それは、失って初めてその価値に気づく風景であった。また、瀬戸内海の海岸景観は、その海岸に立つか、海岸にごく近い沿岸海域を航行することによって、近景として賞賛されるものであるが、日本人は、多島海景観という展望地から眺める遠景の俯瞰景を重視して、近景の視点を自ら放棄していった。しかも、船の航路が高速で沖合遠くになり、視点が陸から遠ざかるとともに、都市化工業化で陸地からも海岸に接近できなくなったことによって、さらに海岸景観を見る視点を失った。

近世の主な定数名所等に見られる瀬戸内海の海岸を表-3にあげた。『山水奇観』は比較的広く網羅しているが、近世は総じて歌枕

表-3 近世の定数名所等に出てくる瀬戸内海の海岸

年	定数名所等	瀬戸内海の名所
1643	日本三景	厳島
1690	本朝十二景	明石 和歌浦 厳島
1732	和朝名勝画図	難波 須磨 明石
1788	東遊雑記	難波 住吉 須磨 明石→淡路島 和歌浦 鞆→四国
1800	山水奇観	大阪川口 新清水 高石 濁池 深日 岡本 舞子 明石 鳩峰 五色浜 慶野 加太 友ヶ島 雑賀崎 和歌浦 下津 宮崎 栖原 児島山坂 高島 藤戸 倉敷 酒津川 鞆 阿伏兎 尾道 音戸 室積 祇園山 下関 鳴門 北泊 豊島宮狭門 引田 絹島 名古屋 津田 牛島 姫浜 西条 御坂 美濃崎 佐賀関
1816	山水奇観拾遺	須磨 淡路江浦 洲本中浜 友ヶ島初池 友ヶ島窟 吹上 和歌天狗山 雑賀崎田の浦 藤白 北湊口 有田山 女郎島 日比港 下津井 大島瀬戸 小松島弁天 小豆島宝珠洞 直島潮通 湊 有明浜
1832	本朝名所	天保山 住吉出見の浜 舞子
1830 / 1850	諸国名所記	天保山 住吉出見の浜
	諸国勝景	室津 厳島
	諸国名所	天保山 住吉出見の浜 舞子
1853	六十余州名所図会	高石 住吉出見の浜 舞子 五色浜 和歌浦 田の口・由加山 阿伏兎観音 西条 美濃崎
1859	諸国名所百景	天保山 舞子 加太 厳島 久保谷
1862	諸国六十八景	大阪川口 深日 慶野 和歌浦 鞆 室積 北泊小鳴門 津田

表-4 近代以降の定数観光地等に出てくる瀬戸内海の海岸

年	定数観光地等	瀬戸内海の観光地等 (海岸数/瀬戸内海全体数)
1898	日本名勝写真帖	大阪川口 深日 慶野 和歌浦 鞆 室積 北泊小鳴門 津田 (8/13)
1927	日本八景	<二十五勝>鞆 屋島 <百景>赤穂御崎 下津井 忠海 室積 鳴門 (7/12)
1950	観光地百選	和歌浦友ヶ島 鷺羽山 丸亀塩飽諸島 (3/9)
1957	新日本百景	<二十佳>鷺羽山<七十地>須磨・舞子 赤穂御崎 厳島 屋島 和布刈公園 (6/15)
1966	新日本旅行地100選	鷺羽山 厳島 屋島 (3/10)
1975	日本の松原	河内 叡 高石 桧原 宝塚愛の松原 舞子 相生 慶野 厳島 虹ヶ原 遠石 三田尻 津田 観音寺松原 (14/14)
1983	日本の自然100選	吉野川河口干潟 津田 豊前海岸 (3/9)
1983	日本の名松100選	浜寺公園 須磨浦公園 修法ヶ原 慶野 満屋 後楽園 洪川海岸 法宣寺 蓮光寺 室積・虹ヶ浜海岸 鳴門 栗林公園 中津万象園 岡野松 大師松 (15/15)
1986	森林浴の森100選	室積・虹ヶ浜海岸松林 (1/7)
1987	日本の白砂青松100選	二色の浜公園 須磨海浜公園・須磨浦公園 県立高砂海浜公園 慶野 大浜公園 吹上の浜 洪川海岸 桂浜 包ヶ浦海岸 室積・虹ヶ浜海岸 白鳥神社 津田 観音寺 志島ヶ原海岸 奈多海岸 (15/15)
1987	新日本観光地百選	宮島(包ヶ浦・厳島神社・弥山) (1/13)
1996	日本の渚・百選	須磨 慶野 白崎 洪川 沙美 県民の浜・恋が浜 桂浜 室積・虹ヶ浜 北の脇 津田 有明 桜井 (12/13)
1997	干潟(重要渡来地)	吉野川河口 重信川河口 周防灘周辺干潟 (3/3)

や名所旧跡の流れをくむ定型的な箇所固定していた。近代以降の主な定数観光地等は表-4のとおりであるが、これを見ても、全体に海岸景観の比重が下がっていることがわかる。最近では1987(昭和62)年の『新日本観光地百選』がかりうじて宮島の包ヶ浦を選んだだけである。『日本の松原』『日本の名松100選』『日本の白砂青松100選』『日本の渚・100選』の選定は、瀬戸内海の多くの海岸を選定するが、むしろ海岸景観の低迷の中で生き残りをかけた特異な選定であった。昭和30年代に石油燃料や化学肥料が普及するとマツ林の手入れが低下し、また昭和40年代以降にはマツノザイセンチュウによるマツ枯れ病が猛威を奮うなど、マツ林は衰退していった<sup>6)</sup>。

この他、近代のまなざしが捉えた海岸の自然景観の一部を表-5にあげておく。

## 7. 昭和時代の風景—海岸の破壊・均質化と装置化—

### (1) 自然海岸の破壊—空間の均質化・装置化を図る開発の思想—

戦後埋立面積が急増し、自然海岸は1993年度には37%までに低下した。日本人は、この瀬戸内海の美しい風景地の一部を高度経済成長の犠牲にして都市化工業化を押し進めた。文化を運んだ海の道は格好の物流の海の道となり、昭和30年代以降、浅海は大規模に埋め立てられ、港湾を核としていくつかの広大な臨海工業地帯が生まれた。それは、沿岸に多大の経済発展をもたらすものであり、日本人のほとんどすべてが望んでいたことでもあった。当時の一文に次のとおりある。

瀬戸内海工業は、明日の工業である。(中略)狭い土地は、干潟を埋め立て工事で、用水は河川上流の多目的ダムの建設で、その必要性をみたそうとし、海上輸送の便を飛躍させるためには、港湾施設の建設改修に努力がつけられている。瀬戸内海の臨海工業地帯は、その環境とともに明るい工業地帯があり、希望の工業地帯である<sup>7)</sup>。

ここには、開発の思想があり、むしろ埋立や人工海岸を賛美するまなざしがあった。

開発の思想は、国土の空間を均質量と機

表-5 瀬戸内海の主な海岸景観(自然)

景観型式	主な箇所
白砂青松	慶野松原 阿万松原 出崎海岸 洪川海岸 加島 岩子島 倉橋島桂浜 虹ヶ浜・室積海岸 琴反地の浜 白鳥松原 三本松 津田の松原 観音寺有明浜・琴弾山 桜井海岸・唐子浜
海岸の特異地形・地質等	由良成ヶ島(淡路橋立・陸繋島) 沼島(上立神岩) 片男波(砂嘴) 六口島象岩(奇岩) 仙酔島(仙酔岩体地層) 宇品島(海食崖・海食洞) 室積半島(陸繋島) 大華山大島半島(陸繋島) 情島(片状ホルンフェルス) 片島(円頂丘状輝石安山岩) 鳴門(海食崖) 鯛山(海蝕痕・蜂の巣状風化構造) 男木島(火山・海食洞) 女木島(海食洞・柱状節理) 鹿浦越(ラングロフアイヤ-) 姫島観音崎(黒曜石)
干潟	男里川 新舞子 赤穂千種川 岡山水門湾 神島水道 松永湾 三津口湾 広島八幡川 岩国今津川・門前川 三田尻大海湾 秋徳湾 阿知須樵野川 山陽厚狭川 下関木星川 詫間高瀬川 仁尾 西条加茂川 東予河原津 中津平野 香々地竹田川 国見小熊毛川・櫛来川 杵築八坂川

【表-1～5の註】大阪・兵庫・和歌山・岡山・広島・山口・徳島・香川・愛媛・福岡・大分の順、府県内は北→南、東→西の順に整理。→は展望地と展望対象の関係を表す。( )内は位置を推定する主な地名説又は現在の地名・位置を示した。様々に表記される同一の地名は・でまとめた。

能として捉え、経済力技術力をもって空間をどのようにでも変えられるものとみなすものであった。昭和初年以降の顕著に見られる海岸景観軽視の風景観は、開発の思想が態勢を整えるのにくみするものであった。

海岸、港湾、漁港などの公共事業は特に瀬戸内海において空間の均質化と装置化を強力に押し進めた。これらの事業は、埋立地を発生させ、渚を護岸化し、海も突堤と離岸堤でコンパクトに囲い込むなど、どこも同じ人工的な空間を生み出した。海岸はどこも同じように均質化し装置化していった。

## (2) 新たな海洋レクリエーションの展開

瀬戸内海の海洋レクリエーションも、他地域と同じく近年、その多様化が著しい。海水浴場はヨット、水上オートバイ、ウィンドサーフィン、水上スキーと、カラフルでファッションブルな喧噪に包まれた空間を現出している。慶野松原、阿万、片男波、洪川、出崎、瀬戸田サンセットビーチ、県民の浜、桂ヶ浜、包ヶ浦、虹ヶ浜・室積、田の浦、桜井海岸・唐子浜、鴨池海岸などである。瀬戸内海のマリナーも確実にふえていく。ヨットやクルーザーを中心とするマリナーの出現は従来の漁港や

港湾とは違った趣を呈している。大阪北港、淡輪・箱作、新西宮、須磨、姫路、東播磨、洲本、和歌山、下津、牛窓、境ヶ浜、広島、室積、大島、高松、仁尾、糸山、伊予、門司などに見ることができる。これらのレクリエーション空間にも、均質化と装置化を押し進める開発の思想を読みとることができる。一方、瀬戸内海の情緒ある歴史的港が徐々に姿を消していくなか、瀬戸内海の港湾をとりまくウォーターフロントは、多くの観光客を集め、新しい活気を創りだしている。その典型を、1990年前後に新しいスポットを再生した天保山築港、神戸港、門司港などにみることができる。かつては物流の拠点であった港が新しい魅力を生みだしている。

## 8. 新しい海岸観の萌芽—まなざしの喪失から蘇生へ—

以上述べてきたことをふまえ、表-6に、海岸観、海岸における自然景観、産業景観、港湾景観、レクリエーション利用の変遷を大づかみにまとめた。近代から現代にかけては、海岸へのまなざしを喪失する時代であったと指摘できる。それは、経済力技術力をもった

表-6 海岸観・海岸景観・海岸利用の変遷

	古代・中世	近世	近代	現代
海岸観	原風景 → 歌枕 → 干潟・松原・白砂	歌枕・名所旧跡 → 松原・白砂・砂嘴	白砂青松・長汀曲浦 → アノニマスな海岸	白砂青松 人工海岸<開発思想> → 環境創造(ミテイクション) 自然海岸<保全思想> → 干潟・藻場<環境思想>
自然	自然海岸(砂浜海岸)	礫海岸・岩石海岸・海岸カマツ林・照葉樹林等)		自然海岸・河口38%, 人工・半自然海岸62%
産業	藻塩法 → 塩田法 → 漁業	入浜塩田(塩浜) → 漁業・新田	塩田(枝条架式) → 漁業	埋立地(工場・市街地) 漁業・養殖 臨海工業地帯(重化学工業・火力発電所等)
港湾	泊・津	湊・渡	港	港湾・漁港 マリナー ウォーターフロント
利用			海水浴場・潮干狩り →	多様な海洋レク → 癒し・健康志向 環境学習・体験観光

開発の思想の行動を前にして、目を閉じていることと同じであった。われわれは、海岸へまなごしを注がなくなったことによって、いとも簡単に自然海岸を失った。現在、環境創造として人工海浜の造成やミティゲーションが導入されつつあるが、それは経済力技術力をもって自然を思うままに操作するという開発の思想の系譜に属するものである。

しかし、新しい海岸観の萌芽はある。海岸へのまなごしが蘇生しつつある。1970年代頃から、生態学概念に支えられて、瀬戸内海自然海岸が見直されてきた。「瀬戸内海における埋立ては厳に抑制すべき」と叫ばれ、入浜権が論じられ、自然海浜保全地区制度が設けられるまでになった。自然海岸という新しい風景が浮かび上がり、その保全思想が形成されてきた。

そして今、干潟や藻場に熱いまなごしが注がれている。特に干潟は、かつては見向きもされなかった風景が、生物多様性概念に支えられて、生物相豊かな好ましい風景となって立ち現れてきている。干潟や湿原などのウェットランドが見直されつつあるのは世界の潮流でもある。いわば環境の思想に支えられて、干潟を好ましく捉えるまなごしが生み出されてきているのである。瀬戸内海には干潟が多いが(表-5)、干潟はもともと古代日本人がまなごしを注いだ風景であった。1997(平成9)年、環境庁がシギ・チドリ類渡来湿地目

録を作成し、その中で重要渡来地域として瀬戸内海では、徳島の吉野川河口、愛媛の重信川河口、山口・福岡・大分の周防灘周辺干潟の3地域を選んでいた。

瀬戸内海の海岸に対する熱いまなごしは、癒し・健康志向や、環境学習・体験観光の志向という現代の別の潮流からも読みとることができる。ヒーリングやセラピー、エコツーリズムやグリーンツーリズムによって、明治時代に瀬戸内海が光彩を放ったように再び、人々のまなごしに瀬戸内海ののどかな海岸が輝いたものに映じるであろう。

#### 参考・引用文献

- 1) 西畑俊昭(1999)『瀬戸内海の文化と環境』瀬戸内海環境保全協会, pp111-113
- 2) 有岡利幸(1994)『松 日本心と風景』人文書院, pp187-188
- 3) 申維翰 姜在彦訳(1974)『海遊録』平凡社, p93
- 4) 上原敬二(1943)『日本風景美論』大日本出版, p303
- 5) 脇水鐵五郎(1944)『車窓から見た自然界—山陽道—』誠文堂新光社, p57
- 6) 波田善夫(1999)『瀬戸内海の文化と環境』瀬戸内海環境保全協会, pp184-186
- 7) 満田祐三編集(1960)『瀬戸内海』下巻, 中国新聞社, p5

## 瀬戸内海をめぐる縄文・弥生人の生活



岡山理科大学理学部

講師 富岡直人

### 瀬戸内海の誕生

氷河期には氷床として地球上の多くの水が凍結されたため、瀬戸内海も陸化し河川や沼沢がみられる低地域が広がり、旧石器人を含む動物群が生活を営んでいた。その後最終氷期以降には気候が温暖化し、汎地球規模で海水面が上昇し、約1万年～9000年前には瀬戸内地域に海が侵入し、海水と淡水が混じりあう汽水域が広がり、さらに8000～6000年前には海水域の拡大が進行し、現在の瀬戸内海よりやや広い海域が成立したと考えられる。

### 環境の変化と瀬戸内縄文人・弥生人の適応

この南と北に山脈をひかえ中心に海をたたえた環境の中に、いわゆる瀬戸内海性気候が成立した。中部の多島海域を中心として降水量は少なく晴天に恵まれ、年平均気温は15度内外、冬の季節性と夏の夕風の厳しさを除けば極めて恵まれた気候が出現し、この環境に適応した営みが始められた。現代において瀬戸内海沿岸平野は、畿内の大消費地を控えた地の利から、先進的な農業地域として有名で

あるが、育てられている作物の特性がこの気候に適しているからこそ、経営に成功しているといえる。この環境の開発と適応はまさに縄文時代に幕を開けたといえる。

縄文・弥生時代にこれらの商品作物のほとんどは存在していなかったが、現在の品種とは異なるイネ、ムギ類、クリ、ブドウ、モモなどは利用されていたと考えられる。沿岸平野から低山地部には照葉樹系・広葉樹系の樹木が混在し、現在は岡山市内ではみられないような落葉広葉樹のトチやクルミも利用されていた。これが遠くから運ばれてきていたのか自生していたのかは不明である。さらに照葉樹のイチイガシは南方前池遺跡（岡山県山陽町、縄文時代晩期）の貯蔵穴から多量に出土し、盛んに利用されていたことがうかがわれる。それ以外にもドングリ類では落葉広葉樹のコナラ、照葉樹のアラカシ、アカガシなども利用されていた。津島岡大遺跡（岡山市津島、縄文中・後・晩期～近世）の縄文時代後期の貯蔵穴からはアラカシの実、同時期の河川跡からはコナラの自然木が16点、アカガ

---

●略歴	1965年	東京都生まれ（とみおかなおと）
	1988年	東北大学文学部卒業
	1992年～	東北大学文学部助手、
	1997年～	現職

シの自然木が2点出土している（土井他1995，能城1995）。

このように照葉樹や落葉広葉樹の森の恵みを利用するばかりではなく、縄文人は盛んに森林伐採を行っていたと考えられる。赤澤威の研究によると縄文時代後期末から晩期に属する全国の遺跡から出土した石器の出土頻度の判別分析の結果、西日本の照葉樹林帯では打製石斧が特徴的で、次いで礫石錘（漁撈や編物作りのオモリ）や石皿、磨石などが特徴的であることが明らかとなっている（Akazawa 1982）。打製石斧は森林の伐採や土掘りに利用されたと考えられ、昼なお暗い照葉樹の森を伐採し、環境の改造を図った可能性が考えられる。数多くの緊急調査などの成果からも、瀬戸内海沿岸および内陸部ではこのような石斧は縄文時代後期から増加すると考えられている。

また、弥生時代までには中国・朝鮮地域で盛んに使用されていた石器群が導入され、広く利用され、その影響は東北日本にまで波及する。このなかには大きな樹木の伐採にも威力を発揮したと考えられる大型蛤刃石斧（蛤が殻を閉ざした状態に似る刃を持つ石製の斧）も含まれ、農地・集落の構築を目的に森林の改造・破壊が進んだと考えられる。

### 稲作の導入と展開

晴天に恵まれ、深山に源を発する大・中河川が注ぎこむ沿岸平野にあって、植物は豊かに実りを結ぶ。この利用が進むのは当然のことといえよう。縄文人の植物の利用は多様で、多種類を異なった季節に利用していたことが特徴とされる。近年の考古学研究の進展によって、縄文人が利用したと考えられる植物の種

類はますます増加しているが、中には野生での生育が困難なものも含まれることから、一部については栽培の手法をおこない管理して利用・消費していたと考えられる。

現在、考古学研究の進展の結果、大陸のいくつかの地域で旧石器時代終末期前後に、植物の管理や栽培が行われていたことが明らかになっている。縄文人の高度な植物利用・栽培活動などといった行為の技術水準は、世界的にみればさほど突出したものではないといえよう。

約6000年前の縄文時代前期には岡山市津島周辺には旧児島湾や干潟が広がっていたと考えられる。この津島の東北部に朝寝鼻貝塚（岡山市津島東、縄文時代前・後期）は位置している。この朝寝鼻貝塚は縄文海進の高海面期に前後する約6000年前にイネやコムギを栽培していた可能性がある遺跡として脚光を浴びた遺跡である。その根拠となったのは堆積層中から検出されたプラントオパール（植物珪酸体）である（図-1）。現在までの調査では、焚き火跡の可能性のある炭化物集中や土器破片や石器およびその未製品や破片の集合等が検出されたのみで、栽培に関わる明確な遺構は検出されていない。

その後、縄文時代晩期から弥生時代前期にかけて、ヨシなどが繁茂する富栄養化が進んでいない沼沢地を開墾し小区画の水田が形成された。時代が降って中世となると施肥などによって富栄養化が進んだ水田がみられるようになるが、弥生時代から古代の水田では様相を異にしているのである。

このように弥生時代に開墾された沿岸平野は、縄文時代早期～前期初頭には海や干潟が広がっていたような場所も含まれていたのだ

ある。縄文時代前期の朝寝鼻貝塚は干潟や沖積低地に突出したような場所で、その付近に稲作が行われた農地があった可能性があるが、現在周辺の調査によってもこれを検出することに成功していない。多分、縄文時代前期～後期は沢沿いや水の豊富な微高地を利用し、手間がかかったとしても比較的簡単な技術で植物栽培が行われたことであろう。全国的にみても北海道千歳市美々貝塚北遺跡（縄文前期）で畑の可能性が指摘されている程度で明確な農地は今までのところ発見されていない。近年の緊急調査で縄文遺跡が丘陵ごと、あるいは小地域ごと全面発掘されても、農地らしい痕跡は今のわれわれの目では発見されにくいのである。

あるいはほとんど農地に地形改変を加えず、水利灌漑施設も作らないのが縄文栽培の特質であった可能性も考えられる。この点からも縄文農耕の実証的研究は、植物遺存体（種子、花粉、孢子、木材など）と石器、木製品（掘り棒などの簡単な土掘り具も含む）などの農具の研究が全体をリードせざるを得ない状況にある。しかし、この農地分析の遅れが全体の研究の進展を阻んでいるとも捉えられ、考古学者としては手をこまねいて静観しているわけにはいかない。さまざまな考古科学の手法を取り入れ多角的研究に取り組むことこそが現在望まれているのである。

この視点からすると、入り組んだ丘陵地形によって大河川の浸食活動から守られ、沖積層下に眠っている縄文時代早・前期の遺跡の多角的調査が重要と考えられる。このようなフィールドとしても岡山や倉敷の沿岸平野部の遺跡は重要であり、特に朝寝鼻貝塚を含む津島遺跡群の研究は突破口となりうるものと

して、全国的に注目されているのである。

### 瀬戸内縄文人の栄養摂取

それでは瀬戸内縄文人の栄養状態はどのようなものであったのだろうか。近年の考古科学の研究では、人骨を化学的に分析し、その微量元素（炭素や窒素の安定同位体）のありかたから、過去の人類がどのような食生活を過ごし、骨を形成したのかということを復元し研究する試みがなされている。この結果、日本全国の縄文人の食べ物の内容は微妙に異なっていることが判明した（図-2、図-3、南川 1995）。

例えば、北海道沿岸部の縄文人は同地域の近世アイヌの方々と同様、オットセイなどの海産大型動物や海産魚類への依存度が高く、時代を通じてこの傾向は維持されている。ところが、本州の縄文人の食性は多様で、ドングリ、コメなどのC3植物や草食動物、ヒエ・アワなどの穀物を含むC4植物、海産貝類、海産魚などの摂取量の微妙な差から、沿岸部貝塚人であっても地域的に栄養状態が異なっていたのだ。

岡山県西部に残され、170体もの縄文人骨を出土したことで有名な津雲貝塚（岡山県笠岡市、縄文時代後・晩期）の人骨資料もこの分析が実施された。その結果、ドングリなどの植物、草食動物の摂食は比較的少なく、海産貝類や海産魚類の摂食が多かったことが推定されている。この貝塚からはクジラ類も出土していることから、海産大型動物の摂食もまれにあったであろうし、内陸部ではイネなどの穀物類も栽培されていたと考えられることから、沿岸部の縄文人も食べた可能性がある。しかし、この安定同位体分析のみからで

はその影響は明確ではない。

しかし、この分析は瀬戸内海の灘に程近い貝塚で行われた分析であるため、沿岸平野部から内陸部の多くの遺跡を残した縄文人の代表とは考えにくい。極端な例になるが、内陸で奇跡的に良好な人骨が検出された長野県北村遺跡（明科町、縄文時代前期）ではドンダリ類などの植物食が突出して行われていたことが明らかとなっている。瀬戸内海縄文人の食事情も集落周辺の環境に影響され多様なものであった可能性が考えられる。例えば同じ縄文時代前期の彦崎貝塚（岡山県灘崎町）出土人骨と羽島貝塚（岡山県倉敷市）出土人骨では前者が「きゃしゃ」で後者が「頑丈」であることが指摘されている（鎌木他 1991）。このような体格の違いは前期～中期にかけてみられ、系譜や生活様式、食性などに違いがあった可能性を示す例であり、瀬戸内の縄文人が多層的なものであることを端的に示していると考えられる。

#### 漁民としての瀬戸内縄文人と弥生人

細長い海面に山岳性の島を配し、部分的に狭小な海峡－瀬戸－を持つ瀬戸内海は、水面かにあって起伏に富み、沿岸においても流入河川の影響で汽水環境や遠浅の干潟が成立していたことから、環境の遷移帯に富み、動物相に厚みがあり天然の良好な漁場であった。

その豊かさは、食物連鎖の上位にある肉食性の生物によって証明されるが、瀬戸内海の場合それはクジラ類である。現在、ミンククジラ、コククジラ、シャチ、スナメリなど中～小型のクジラ・イルカ類の来遊・生息しか確認されていないが、香川県櫃石島大浦浜遺跡では体長15mを上回る大型のヒゲクジラ類

が7～8世紀の古代の地層から検出されており、当時極めて豊かな海であったことがうかがわれる。

実際にこのクジラ類は縄文時代では前述した津雲貝塚、高山寺貝塚（和歌山県田辺市、縄文時代早期）、佃遺跡（兵庫県東浦町、縄文時代後期）、日下遺跡（大阪府大阪市、縄文時代後・晩期）、弥生時代では香川県鴨部川田遺跡（志度町弥生時代前期）等から検出されている。多くは椎骨の破片等であり同定は困難であるが、鴨部川田遺跡資料はナガスクジラ属の第1頸椎であり、上方から破壊力のある利器で傷つけられた痕跡が残っている。これらを当時の縄文人や弥生人が沖合いで力づくで捕獲してきたのかは、疑わしい。その根拠は漁具の貧弱さである。同時期、東北地方から北海道にかけては回転式離頭鉆と呼ばれる漁具が発達し、大型海産哺乳類なども捕獲していたが、そのような漁具は瀬戸内周辺で数少ないのである。数少ない例として岡山市郡貝塚から弥生時代中期の鹿角製回転式離頭鉆があげられる。この鉆の紐懸けの孔のあり方は東北や関東地方などの弥生鉆と共通しており、関連がうかがわれる。

このような骨角製漁具に比して多く検出されているのは、網のオモリに利用された可能性がある石錘である。これらは他の用途にも用いられた可能性がある単純な構造の道具であるが、もし網漁に使われたのなら沿岸付近での小規模な漁獲に役立てたものであろう。

それでも出土した魚類をしてみると体長2mクラスのサメ類、40cm～1mクラスのマダイやクロダイ（チヌ）、スズキ、ヒラメ、エイ類（カスベ）、フグ属、コチ属、カサゴ目なども含まれていることから、瀬戸内には縄

文時代から弥生時代にかけてかなり優秀な漁撈民が多かったことが推定される。特に津雲貝塚で出土している鹿角製釣針は全長11cmと6.5cm大きなものであり、1mを越すマダイのような大物狙いの漁具と推定される。

また、汽水に棲息するヤマトシジミや遠浅の内湾に多いハイガイやマガキ等を中心に盛んに貝類も利用していたことが判っている。現在、瀬戸内海の遠浅の内湾や河口は埋め立てられ、先史時代と景観を異にしている場合が多いが、現代の我々には使いにくい排水不良の沿岸低地部が彼らと彼らとともに生活していた動物達にとって幸多いかけがえのない

環境であったことがうかがわれるのである。

### 結語

駆け足で、瀬戸内縄文人と弥生人の生活を点描したが、その実相は未だ不明な点が多い。西の大陸や半島の文化を受け入れ植物栽培に取り組み、一方で東の漁撈文化にも通じ、また瀬戸内海特有の環境への適応に努めていたという先史人の暮らしぶりは、現代の我々以上に瀬戸内海を活用し、かけがえのない生命線・文化の動脈として重視していたと考えられることをあらためて指摘し、結びとする。

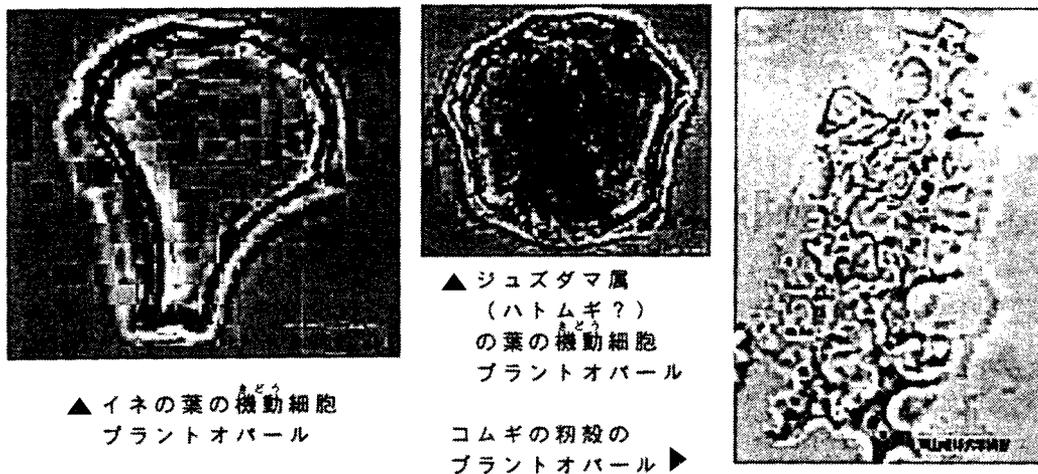


図-1 岡山県岡山市朝寝鼻貝塚出土プラントオパール（植物珪酸体：縄文時代前期）  
岡山理科大学総合情報学部 小林博昭教授撮影

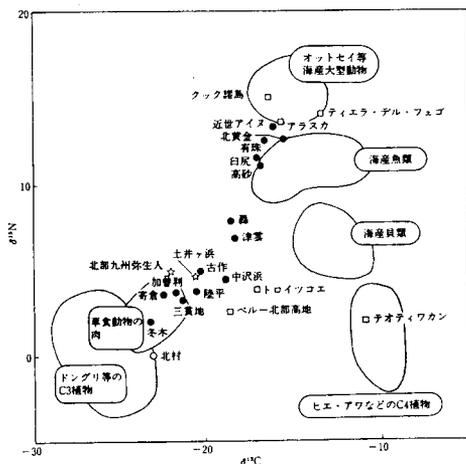


図-2 先史民集団の同位体分布  
ほぼ中央に笠岡市津雲貝塚のデータが位置する。  
(南川 1995より引用)

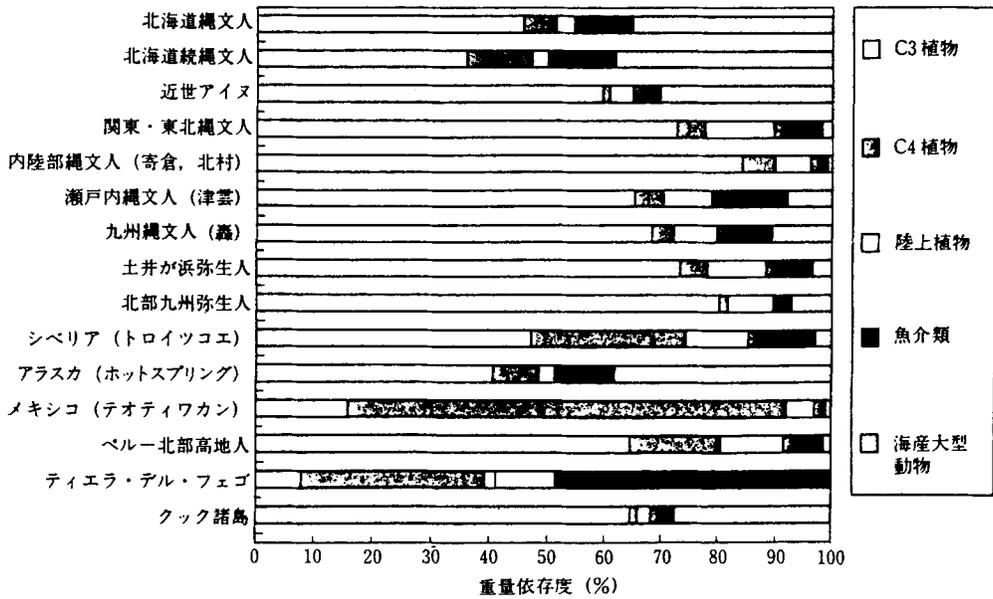


図-3 食資源の利用割合 (重量で表示: 南川 1995より引用)

参考文献

- ・鎌木義昌, 近藤義郎, 高橋護他編著 1991 『岡山県史 第2巻 原始・古代I』(岡山県)
- ・近藤義郎, 鎌木義昌, 高橋護他編著 1986 『岡山県史 第18巻 考古資料編』(岡山県)
- ・高橋 理 1998 「千歳市美々貝塚北遺跡における縄文時代前期の畠状遺構とその意義」『日本考古学協会第64回(1998年度)』 pp.46-49
- ・土井基司, 山本悦世編著 1995 『津島岡大遺跡6-第6,7次調査-』(岡山大学構内遺跡発掘調査) pp.184-203
- ・能城修一 1995 「岡山大学津島地区から

- 出土した木材化石の樹種」『津島岡大遺跡6-第6,7次調査-』(岡山大学構内遺跡発掘調査) pp.184-203
- ・パリノ・サーヴェイ株式会社 1999 「津島遺跡の古環境復元」『津島遺跡1 岡山県総合グラウンド第一次確認調査』(岡山県埋蔵文化財発掘調査報告137) pp.77-96
- ・南川雅男 1995 「骨から食物を読む」『古代に挑戦する自然科学』 pp.156-170
- ・Akazawa, Takaeru 1982 'Jomon People Subsistence and Settlement: Discriminatory Analysis of the Later Jomon Settlements' "The Journal of the Anthropological Society of Nippon" Vol.90

## 古墳の立地と環境



岡山大学文学部

教授 新 納 泉

### 1. 古墳時代の海岸線と交通

今日では、岡山には比較的広い平野が見られるが、これは長い歴史のなかで形成されてきたもので、古墳時代（3世紀後半～6世紀末）には平野と呼ぶにふさわしい土地はほとんどなかったと考えてよい。国土地理院が提供している数値地図に基づいて、現在の標高3m程度までを海に沈めると、古墳時代の海岸線に近いものを描くことができる。河川が多く起伏が激しかったので、交通の中心は海を介するものであった。

古墳＝「応神陵」425m）は造山古墳より後に築かれているので、造山古墳は、第3位の

岡山県には、全国で第4位の規模を誇る造山古墳（全長350～360m）が築かれている。1位（大山古墳＝「仁徳陵」486m）と2位（誉田御廟山

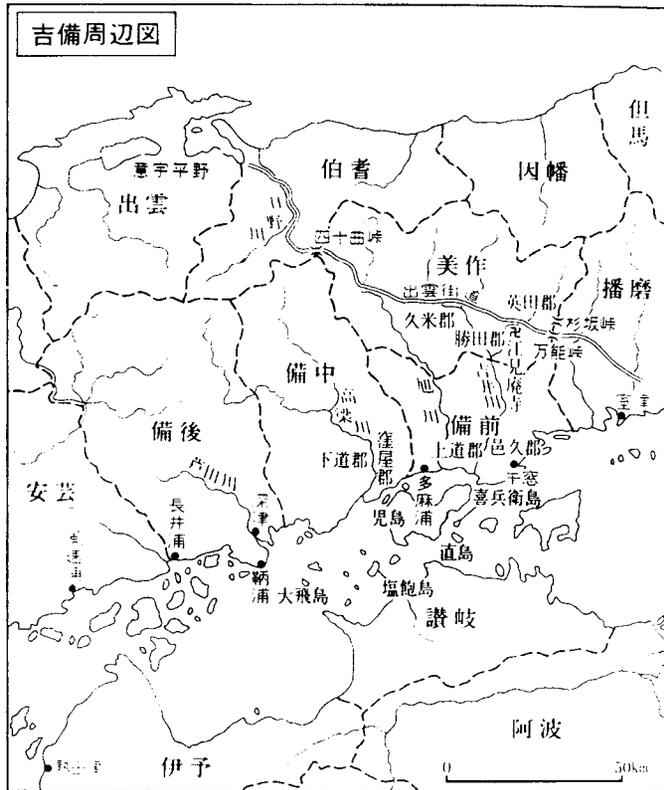


図-1 吉備周辺図（和田1988：222）

- 略歴 1952年 滋賀県生まれ（にいろ いずみ）
- 1977年 京都大学文学部史学科卒業
- 1984年 岡山大学文学部助手、助教授を経て
- 1999年～ 現職

百舌陵山古墳（「履中陵」360m）と最大規模を競ったとみることでもある。

それほどまでに大きな力をもった吉備の地域ではあるが、平地の大きさを比較してみると、畿内にはとうてい及ばないことがわかる。吉備の力の源泉は、瀬戸内中央部の航路をおさえる絶好の地に児島湾（当時、児島は島であった）があり、天然の良港をもっていたことと、吉井川・旭川・高梁川の三大河川が流れ込むという交通の結節点をもっていたことであろう。これだけの流域面積を後背にもつ地域は、瀬戸内では他にない。四国北岸の航路は、鳴戸海峡と来島海峡という難所をかかえていた。

畿内や東国の勢力が朝鮮半島の先進的な文化を摂取するルートは、主として、（1）瀬戸内航路、（2）出雲街道、（3）日本海航路であった。5世紀後半から6世紀前半にかけての激動の時代には、畿内や東国の勢力が、このルートをめぐる争ったことがひとつの要因で、次々と政変が生じたのである。畿内北部の勢力は日本海航路と結びついて着実に力をのばし、東国との結びつきも拡大していった。それに対抗する畿内南部の勢力は吉備への圧力を強め、吉備の介在を排除する方向で動いた。雄略大王の政策や、「吉備の反乱」伝

承、北陸からの継体大王の擁立、磐井の乱などは、こうした流れのなかで理解することができる。

## 2. 古墳の分布とシミュレーション

そうした政治的動向は、吉備の古墳にどのような痕跡を残しているのであろうか。大規模な古墳の築造には、多大な労働の結集が必要である。3世紀後半から6世紀末までの300年余りの間に、岡山県内では168基の前方後円墳（前方後方墳を含む）が築かれている。岡山県内の前方後円墳の分布を時期ごとに見ていくと、1期から4期までの間に、次第に中心が形成されていき、5期（5世紀前半）の造山古墳の段階で、他地域の古墳がほとんど築かれなくなることがわかる。急速な権力の集中が進んだものと思われる。しかし、そ

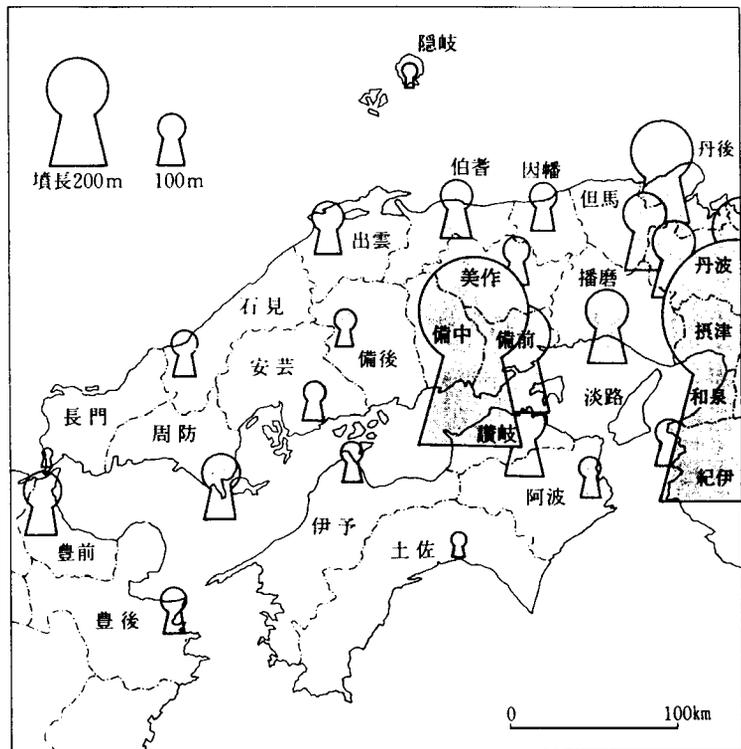


図-2 旧国別最大規模前方後円墳（新納1982：116）

の後は権力が分散し、8期（5世紀末～6世紀初頭）には核が失われる。この動きは、「吉備の反乱」伝承と符合している。

前方後円墳の規模は、土地の生産力を反映していると考えてよいのであろうか。数値地図のなかの250mメッシュのものを用いて、検討を行ってみることにしたい。250m四方を一つの点（ピクセル）として、コンピュータ上で画像を作成する。土地の傾斜や標高によって各ピクセルに生産力のランクをつけ、それぞれのピクセルから一定の半径の範囲でピクセルの生産力の総和を求めるという作業をくり返し、上位のものを生産力の総和に応じて前方後円墳の規模を変えて表示してみた。

もちろん、生産力が単純に傾斜と標高で復元できるわけではないが、このシミュレーションでも、ある程度近似したものは描けるように思われる。少なくとも、造山古墳の位置は、シミュレーションで求められた最上位の位置とほとんど変わらない。この場合は、生産力における優位性と、交通の要衝という二つの条件がうまく一致したものと思われる。

なお、同じような方法によって、古墳時代の仮想的な集落の位置を求めることも可能である。試みに、岡山県上房郡北房町で、そのような作業を行ってみたところ、古墳の分布とかなりうまく符合することがわかった。現状では畑作などの評価がまったくできていないが、将来的にはそうした要素も含めた、より複合的な復元が可能になってくるだろう。

### 3. 景観の形成と文化の個性

日本の歴史的な農村景観は、私たちの目にはきわめて自然なものに映るが、他の文化の視点から見ると、かなり特異な性格をもって



図-3 水田に適する土地（0～5度，10段階）

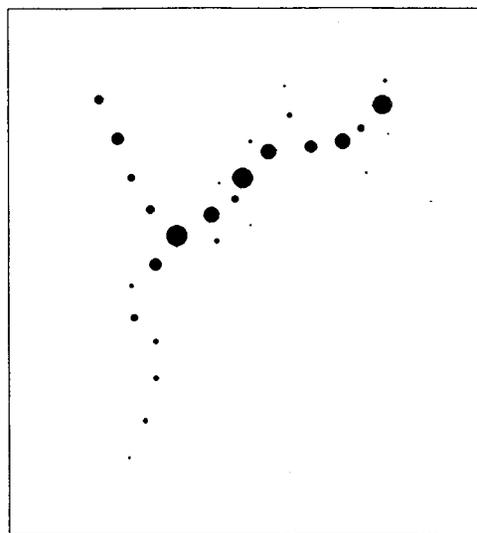


図-4 仮想的な集落の分布

いることがわかる。ここでは、イギリスと対比することによって、その特異性を浮き上がらせてみたい。

平野の形成は、上流域における開発に伴う土壌の流出と、下流域における平坦化の営みの産物であり、かなりの部分が人為的な行為によっている。もちろん、日本の集中的な降雨は、平野の形成に大きな役割を果たしてい

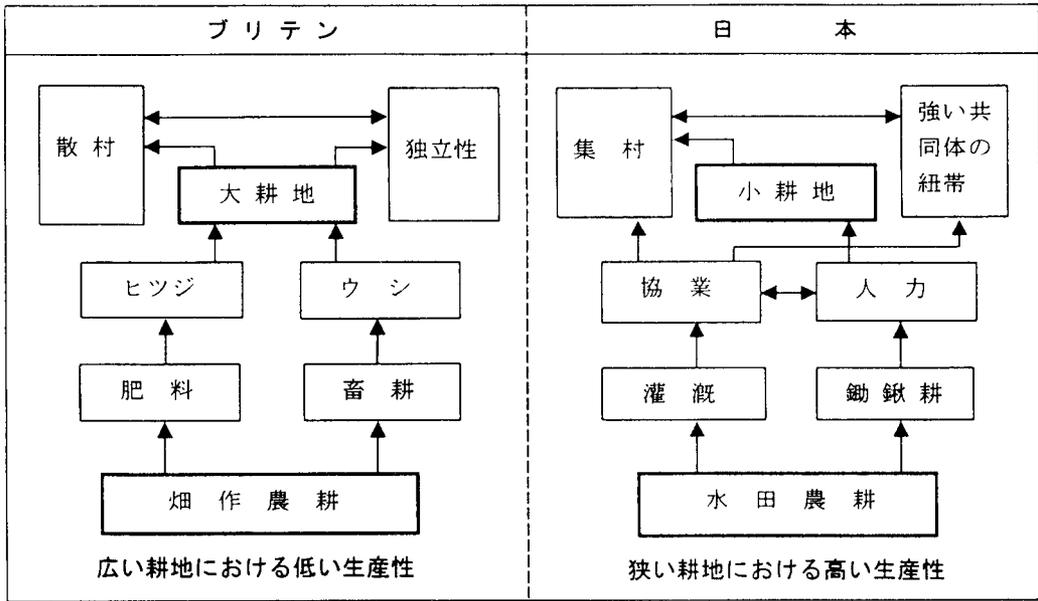


図-5 日本とイギリスの農耕パターンの違い(新納1999)

る。イギリスでは、もともと降水量が少ない地域が大半であるが、降水量が同じ場合でも、集中して降る場合が少ないので、河川の浸食が日本ほど大きくない。地震がほとんどないことも、地形に影響を及ぼしている可能性がある。イギリスの地形は、河川がきわめて不明瞭である。

イギリスの農業は、麦などの畑作と、ヒツジやウシの牧畜が中心である。一般的には灌漑が行われなため、養分が不足し、ヒツジの糞尿による施肥が不可欠となる。一方、単位面積あたりの生産力が低いため、人力による耕作では不可能であり、ウシによる犁耕が行われることとなる。従って、ヒツジやウシを養う土地が余分に必要となり、結局、一家族あたり1平方キロを超えるような農地が必要となるのである。ただ、灌漑が行われなため、農地は傾斜地に広がり、イギリスでは森林率が国土の10%以下というところまで開発が進められた。日本の農業は平面志向で

あり、イギリスの農業は曲面志向であるといえることができる。

日本の農家の土地保有面積は、歴史的にみても、1haに満たない場合がほとんどであろう。これだけの単位面積あたりの生産力をもつ例は、世界的にもむしろ特異である。この特異な農業のパターンが、日本的な集落パターンをつくり、日本的な景観を形づくり、日本的な思考様式をはぐくんできた。膨大な数の古墳が築かれた背景に、こうした農業の形態の特質をみることができるのであろう。

#### <文献>

- ・和田萃 1988『大系日本の歴史』2 古墳の時代 小学館
- ・新納泉 1992「巨大墳から巨石墳へ」『新版古代の日本』4 中国・四国 角川書店
- ・新納泉 1999『鉄器時代のブリテン』岡山大学文学部研究叢書17

## 瀬戸内の製塩遺跡



(財)倉敷考古館

館長 間壁忠彦

瀬戸内海は、古代から現代まで続いた主要な塩生産の場であった。近世～現代の入り浜塩田からはじめて、中世、古代へと遡って瀬戸内の製塩を紹介し、内海の風土にねざした生産活動が地域の環境とどのように関わったかにも目をむける。

### 1. 塩田は瀬戸内の風物誌だった

入り浜塩田に枝条架がたつ風景を瀬戸内の浜辺で見ていた人は、まだ多い。1970年頃まで現役で作動していた。海との間を石垣でさえぎり、広くて平らな塩田面を造る入り浜塩田は、17世紀中ごろには成立していたといわれ、18世紀と19世紀前半は特に開発が盛んで、幕末までに2,000haも増加したといわれている。明治以後も継続して塩生産のための海水濃縮作業の場であった。効率の悪い塩田が整理されることがあっても、新たな大規模塩田開発も行われた。

入り浜塩田を改造して少し傾斜をつけ、海水がゆっくり流れる間に水分が蒸発し濃縮さ

れ、さらに枝条架に流し風と太陽熱で濃縮する。流下式塩田への改良である。それは20世紀も半ばのことであったから、流下式塩田が活動したのは十数年間のことだったが、その後も長く塩田には枝条架が残っていたために、塩田といえば枝条架を思い浮かべるのである。

海水を濃縮した後の作業は、釜で煮沸して結晶塩を作る過程である。塩田に付属した釜屋でおこなわれた。幕末近くなった19世紀前半のころから石炭の利用が始まるが、それまで燃料は薪を用いていた。大量の樹木が製塩で消費されていたのである。

1970年ころまでに、イオン交換膜法で海水を濃縮する工場方式となって、塩田の役割が終ってからも、結晶塩をつくる工程には、塩田時代の終りころから始まっていた真空式煎ごう工場が、そのまま利用された。イオン交換膜法の工場が全国で7か所出来たうちの5か所（岡山県邑久町・玉野市・坂出市・赤穂市・鳴門市）が瀬戸内にある。入り浜塩田が盛んであった地域の真空式煎ごう工場に併設

---

●略歴	1932年	岡山県生まれ（まかべ ただひこ）
	1955年	岡山大学法文学部卒業
	1955年～	(財)倉敷考古館学芸員
	1973年～	現職
	1968年～98	広島大学文学部非常勤講師

されたのである。

江戸時代後期には、全国の塩生産量500万石の9割を瀬戸内の十州（播磨・備前・備中・備後・安芸・周防・長門・伊予・讃岐・阿波）の塩田で生産していた。日本全土に移出していたのである。それは明治時代にも続き、1905年になって明治政府が塩専売制をしいてからも主要な塩産地として生き残ったのである。

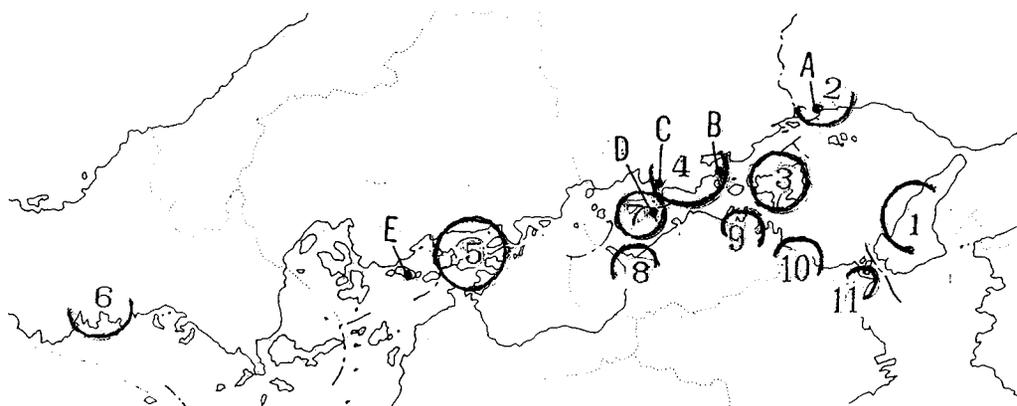
塩田の役目が終わって30年を経た。塩田跡地の再開発が行われた場所は多い。塩田の名残りを海岸の石垣などにとどめている例、全く元塩田であったなどとは感じさせないほどに変容した例など様々である。塩田時代の姿そのままに自然にまかせている例もある。潟となった入江などに大きく人工を加えた構造物であった入り浜塩田跡は、いまとなると、瀬戸内の風物誌から近世・近代・現代の遺跡となっている。

19世紀の前半に、燃料が石炭に代わるまで、

燃料は薪であった。瀬戸内塩田での薪の消費は膨大な量だったはずである。薪は、単に塩田周辺の山からだけでなく広域で伐採され輸送された。近世は、消費都市などへ遠路を薪炭が運ばれた時代である。製塩の薪も同様だった。百数十年前までのことだとはいえ、現在の瀬戸内の樹相形成へも影響しているに違いない。しかも、製塩燃料の薪は、入り浜塩田以前の中世・古代の製塩から引き続いた問題である。

## 2. 中世の瀬戸内製塩

中世（鎌倉～室町時代）の瀬戸内製塩については、多くはないが有力寺院領庄園などの記録がある。ほかに、中世後期、室町時代の文安2年（1445）に、兵庫北関へ入船して関料を支払った記録（兵庫北関入船納帳）が幸運にも残っている。瀬戸内海全域のほか土佐などまでも含めた広い地方から、京都方面へ運ばれた多種の物資が判明し、中世の瀬戸内



1. 三原 (淡路)	7, 300石	2. 阿賀・赤穂 (播磨)	4, 400石
3. 鳥 (小豆島)	12, 100石	4. 児島 (備前)	11, 300石
5. 備後 (含芸予諸島)	50, 100石	6. 周防	1, 000石
7. 塩飽 (讃岐)	7, 000石	8. 詫間 (讃岐)	6, 100石
9. 方本 (讃岐)	8, 500石	10. 引田 (讃岐)	6 000石
11. 阿波	5 000石		

図-1 兵庫北関へ入った塩の産出地と中世遺跡の「塩穴」

の海運史や経済史の貴重な資料である。そのうちには、瀬戸内産の塩が多量にみられる。輸送された塩の産出地（1～11）を図-1に示し、産出地名と量目（100石未満の数値を整理）を図の下に記した。

近世入り浜塩田時代の主要産地と共通する地域が多く、総量は10万石を越す。大消費地への移出をめざす生産であったことが知られ、単に地方的な生産供給ではなかった。

その頃の製塩遺跡のことは、あまり明らかでない。しかし、製塩過程の一端を示すと思われる遺構が判明した例はある。倉敷市児島塩生の旧海岸砂州で発見された遺構は、径2m余り、底径1.5m、深さ0.8mの半球形の穴で、全面に粘土が貼りつめられていた。濃縮した塩水を集める設備であろう。ほかに長さ1.9m、幅1.3m、深さ0.25mの炉があり、一方に焚き口を作っている。炉底には石が6個据えてあり、この上に釜をおいて、濃縮塩水を煮沸したのであろう。炉上にのせた釜の実体は判らないが、かなり大きなものであったと推定される。時期は中世中ごろのものであった。これと同様な中世の遺構が、瀬戸内の海岸砂州の数か所で知られている。いずれも後に記す古代の土器製塩の遺跡が営まれた地点での発見である。それらの場所を図-1にアルファベットで印してあり、その地名を下に記す。

- A. 播磨・赤穂市堂山
- B. 備前・玉野市沖須賀
- C. 備前・倉敷市児島塩生
- D. 讃岐・坂出市櫃石島大浦
- E. 安芸・蒲刈町沖浦

穴の形態は、円形・楕円形・長方形などの形態差があるが、いずれも、兵庫北関入船納

帳から判明する塩業地と重なる。芸予諸島の愛媛県弓削島にあった京都東寺の中世庄園弓削の庄についての記録（東寺百合文書）には、塩浜200歩程度に、4個から10個くいの「塩穴」が付設されていたとある。この「塩穴」は、遺構として発見されている粘土貼りの穴に当ると思われる。実際に判明している遺構が、文字記録に残るものと一致するるのである。

海水の濃縮工程は、海浜砂州の砂浜を利用し、砂の上に海水を引き入れて蒸発させ、塩分が付着した砂を集めて海水をかけ、濃縮塩水を得る方法だったとされている。その実際は、赤穂市堂山で判明している程度であるが、ここでは、自然の砂浜に加工を加え平坦にして造成した塩田300平方メートルに粘質土で土手を築いていた。この塩田面へ海水を汲入れるか、引き入れていたと考えられる。その塩田の一隅に塩穴があった。

庄園関係の記録には、塩生産の単位が、塩浜・塩釜がある釜屋・燃料をとる塩木山からなっているとあるが、生産が拡大すると所有の塩木山以外からも薪を搬入するようになったと思われる。室町時代には、京都などの燃料消費地へ淡路島・四国東北部などから薪が搬入されていた記録（兵庫関雑船納帳）がある。瀬戸内の主要な製塩地でも、同様のことが行われていたであろう。中世にも、塩生産が瀬戸内の森林に影響を与えていた。塩以外でも、例えば岡山県備前市伊部で生産された備前焼は、15～16世紀には広域な販路を持った大産地となった。ここでも消費された燃料樹木に同様なことがおこっていた。

中世の製塩遺跡は海浜砂州上に営まれた。瀬戸内では海浜砂州が、縄文時代の昔から現

代まで海に面した生活者の暮らしの場であり、生産の場でありつづけた。現代でも、瀬戸内の原風景といえる集落の地であったり、夏の海水浴場であったり、無人の砂浜であったりするものが中世の製塩遺跡である。開発の波に押しながされた遺跡もある。

### 3. 古代の土器製塩から奈良・平安時代の塩作りへ

1920～30年代から、岡山県南部海岸で発見される素焼の特異な土器のことが知られていた。縄文土器・弥生土器とも違い、古墳時代以後の普通の土器でもない。最初に発掘がおこなわれた岡山県牛窓町師楽の名をとって師楽式土器と呼ばれた。備讃瀬戸地方の海岸と島じまを中心とした地方的な土器である。海浜砂州では、実に膨大な量の土器片が堆積していることがあることも判っていた。

これが、古代の製塩に関係したものである点に着目したのは、1954年のことであった。この年度の卒論テーマに取り上げ、1955年早々には概要の発表もあった。同じ1994年には香川県直島町喜兵衛島で土器製塩を証明するための発掘調査が始まった。その後、順次研究は進み、今では、古代の製塩に用いられた土器であることは常識となり、同じ用途の土器が全国的に解明されている。それらの土器に濃縮した海水を入れて煮沸し結晶塩を作ったのである。

その作業は、地面とほぼ同じ高さに平らな炉を作って、炉面に直接幾つもの土器を並べ、土器のまわりで焚き火をして濃縮塩水を蒸発させ、結晶塩を作るものと考えられている。この方法は、土器の消耗が多く大量の土器が消費され、遺跡に膨大な土器片の堆積を残す

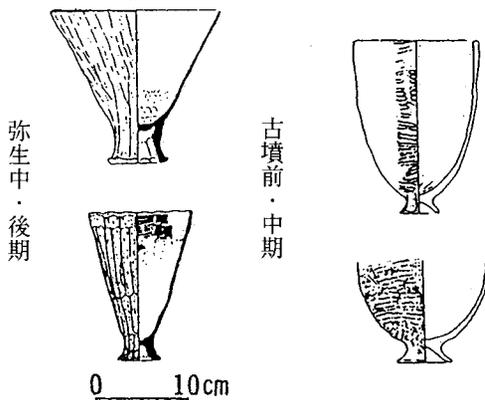


図-2 台脚付製塩土器

ことになった。

最初に製塩土器が注目された備讃瀬戸地域では、他地方に先がけて土器製塩がはじまった。水田耕作による米作りが普及し、塩の需要が高まった弥生時代中期の後半（西暦紀元ころか、それより少し古い時期）のことである。低い台脚の上に深い鉢を作りつけた形の土器で、この系譜の土器が、備讃瀬戸では弥生後期、古墳時代前半期まで400年以上も続いた。弥生後期になると、炉跡も発見されている。この台脚付製塩土器の時代の前半には、少し海岸から距離がある農耕を営む集落でも、製塩を行っているが、後半には海浜の砂浜の遺跡での製塩が一般的となる。備讃瀬戸地域

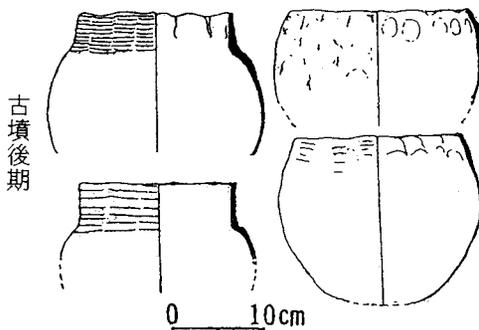


図-3 半球型製塩土器

で始まった台脚付き製塩土器は、その東西の地域へ広く拡散して、海岸地帯ではかなり広域で土器製塩が行われたが、備讃瀬戸の海浜が最も優位にたっていた。台脚付製塩土器は、平坦な炉の上に並べて焚き火で煮沸するのに適していたと思われる。

古墳時代後期（6～7世紀）には、備讃瀬戸で土器製塩遺跡が爆発的に増加し、大規模な遺跡もあらわれる。製塩土器の形態も変わる。半球形ボールを少し深くしたような形である。炉の形態は、やはり地面とほぼ同じ高さに作った平坦なもので、前の時代よりも広くなる程度の違いがあるだけといえる。土器製塩の炉は、炉を作る場所が土の上であれば、平らな面にした周囲を僅かに高い土手状にし、砂上に作る場合は、土や石を敷いて同様に周囲を僅かに高くしている。

台脚付製塩土器は、西は九州、東は三河湾周辺と北陸にまで受入れられ、それぞれに塩業地を形成することになるが、古墳後期の半球形製塩土器も、備讃瀬戸地方から西は芸予諸島付近、東は淡路・阿波・紀州まで、ほぼ同形ものが波及する。備讃瀬戸地方は、古代土器製塩の中樞を占めていたのである。とりわけ、古墳後期には海浜砂州上の遺跡に残る土器片の量から推測して、製塩活動はきわめて盛んだったとされる。この時期から備讃瀬戸では、燃料の新伐採による樹相変化が起きてきたと思われる。備讃瀬戸では、現在無人島となっているような小島の浜にまで、古墳後期の製塩遺跡がみられる。薪を求めての進出であったに違いない。

土器製塩の遺跡がある砂浜にも現代の開発の手は延びている。瀬戸内の景観の変容と遺跡の危機は同居する。1950年から、しばらく

の間、無人島や無人に近い島の製塩遺跡の砂浜で、砂を採取する光景によく出会った。上荷船を浜に付けて僅かな人数の手仕事で、土器などを含む砂を篩にかけていた。工事用の砂需要が増加し始めたときだったのであろう。土器製塩遺跡受難の始まりだったと思う。新しくは、豊島の産業廃棄物が、水が浦と横引の土器製塩遺跡を埋め込んだ。

土器製塩時代の海水濃縮過程のことは、遺跡では明らかになっていない。ただ、古代の歌謡の枕詞に「藻塩焼く」があり、常陸の国風土記に「塩を焼く藻を産する」がみえることなどから、海藻に海水をかけながら蒸発させ、その藻を乾燥して焼き、できた灰に海水を加え、灰と濃縮塩水とに分離する方法を藻塩焼く工程の海水濃縮法とみて、これが古代に行われたと考えられている。ほかに、海藻に海水をかけながら蒸発させ、濃縮した塩水を集める（藻垂れ）方法もあったろうとされる。製塩土器にしみこんで残る珪酸を検出して海藻利用の濃縮過程の証明を試みる研究もある。

「藻塩焼く」は、平安期の歌では、定形化してしまった言葉として多くみられるが、万葉集では、「塩焼く（き）」または「焼く塩」が20例以上あるのに対し、「藻塩焼く」は有名なのに1例だけである。「塩焼く」の類を主として土器製塩の煮沸過程であろうとすれば、「藻塩焼く」があまりにも少ない。藻塩焼くや海藻利用の濃縮以外にも日照を利用した濃縮の方法があった可能性を考える必要がある。

奈良時代になると、瀬戸内では、製塩土器の伝統は残るが、出土量が激減する。正倉院文書が周防国と長門国のこととして記すなかに大きな鉄釜があり、塩釜の大形化が始まっ

て、濃縮塩水煮沸具としての製塩土器が本流からはずれてくるのであろう。その時代、瀬戸内の国ぐには中央政府へ税（調など）として、盛んに塩が貢納されていたことが平城宮出土木簡などから知られる。続く平安時代の記録「延喜式」でも、瀬戸内地方は主要な塩貢納地となっている。瀬戸内は、奈良・平安時代も塩生産の中枢をしめていた。

平安時代に入ると、「日本後紀」延暦十八年（799）に、「児島の百姓は塩焼を業とし調・庸に備えているが、有力者たちが浜・島・山野を奪うので貧富の差が益々激しくなる。これを禁止して欲しい」とある。塩業の地が庄園化する過程を示すと共に、燃料を得る山や島が重要だったことを知らせる。塩浜の庄園化は中世へと続くものである。鉄釜のことは平安時代にも大宰府観世音寺文書にみえる。塩釜の大形化は、濃縮過程の進歩とも関係することと思われ、それも中世へと引き継がれたのであろう。

## 参考文献

1. 重見之雄「製塩史と塩田」考古地理学5. 学生社. 1989年
2. 林屋辰三郎編「兵庫北関入船納帳」中央公論美術出版. 1981年
3. 渡辺則文「中世塩業の展開」日本塩業の研究5. 1962年
4. 今谷明「兵庫関雑船納帳について」兵庫史学70. 1984年
5. 間壁葎子「師楽式土器とその文化」遺跡22. 1955年（「吉備古代史の基礎的研究」学生社. 1992年所収）
6. 喜兵衛島発掘調査団「謎の師楽式」歴史評論72. 1956年
7. 近藤義郎編「日本土器製塩研究」青木書店. 1994年

## 行政施策—沿岸域の環境保全・回復に向けて



広島県環境生活部環境調整室

主任専門員 石 友 康 雄

### 1. はじめに

昭和48年に瀬戸内海環境保全臨時措置法（昭和53年特別措置法に恒久法化）が制定され、瀬戸内海の環境保全対策が本格化し四半世紀が経過した。

これまで、この法律に基づき、水質総量規制の実施、窒素及び燐の削減指導、自然海浜保全地区の指定、埋立て等についての特別の配慮等各種施策の実施により、一時期の「瀕死の海」といわれるほどの危機的な状態は脱することができた。

しかしながら、近年、水質環境基準の達成率や赤潮の年間発件数が横這いであるように水質の改善は必ずしもはかばかしくない上、埋立てなどの開発により、藻場、干潟、自然海岸などの貴重な自然が失われているなど解決しなければならない課題が山積している。

また、海砂利採取、新型赤潮の発生、環境ホルモン対策など新たな課題も生じている。

これらの課題を解決するためには、従来の規制を中心とした施策だけでは限界があり、

平成11年1月、瀬戸内海環境保全審議会の答申に示された「保全型施策の充実」、「失われた良好な環境を回復させる施策の展開」、「幅広い連携と参加の推進」の三つの基本的な考え方のもとに、新たな施策の展開が必要である。

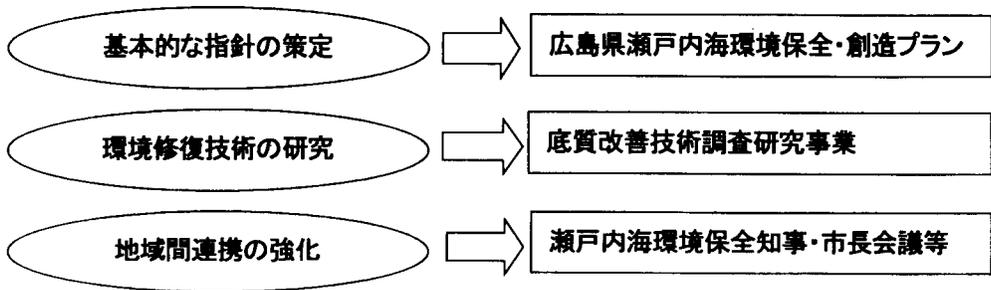
### 2. 広島県における最近の動向

本県では、平成10年2月に、瀬戸内海の環境保全と漁業資源の保護を図る観点から、県内の海砂利採取を禁止したところであるが、これを契機に瀬戸内海の環境保全について、県民の関心が高まってきた。

海砂利採取問題に関しては、平成9年度から10年度にかけて環境への影響を調査し、その結果に基づいて、水産資源増大対策や代替材対策に取り組んでいる。

また、瀬戸内海の環境を健全な状態に保全・修復し、優れた資源として後代に継承していくため、基本的な指針となるプランの策定や、環境修復技術の研究、地域間連携の強化など新たな瀬戸内海の環境保全・修復に向けた取

●略歴	1951年	広島県生まれ（いしとも やすお）
	1974年	東京理科大学理学部化学科卒業
	1974年～	広島県入庁
	1998年	広島県呉保健所竹原支所環境課環境管理係長
	1999年～	現職



組みに着手している。

### 3. 広島県瀬戸内海環境保全・創造プランの策定

#### (1) プラン策定の目的

今後の本県の瀬戸内海における環境施策の方向として、従来の規制を中心とした保全型施策に加え、失われた自然や自然の持つ機能をいかに回復していくかという視点に立ち、地域の特性に応じた新たな環境保全・修復施策を展開していくために策定する。

#### (2) プランの性格及び内容

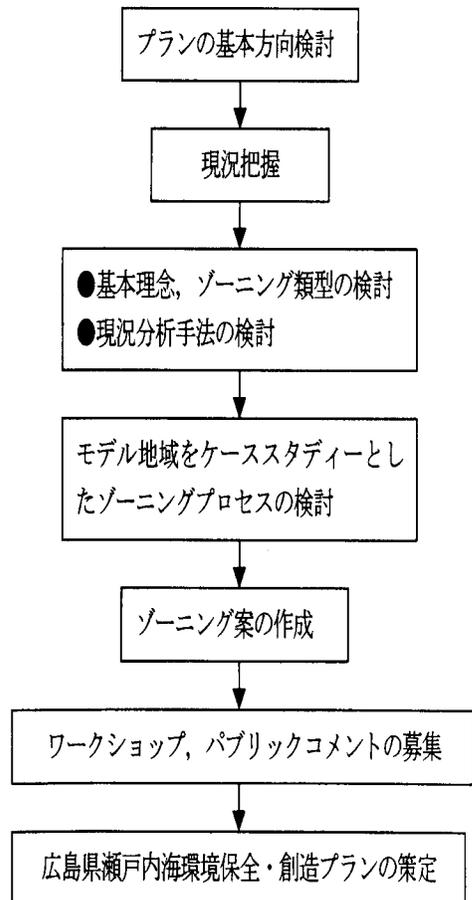
このプランは、瀬戸内海が「我が国のみならず世界においても比類のない美しさを誇る景勝の地として、また国民にとって貴重な漁業資源の宝庫として、その恵沢を国民が等しく享受し、後代の国民に継承すべきものである」との認識のもと、地域と行政が一体となって環境保全・修復施策を推進していくための基本的な指針として、平成11年度から2ヵ年で策定するものである。

なお、対象エリアの状況は一様でなく、場所によって環境、社会・経済などの条件が異なるため、対象エリアをゾーニングし、各ゾーンの特性や課題等を踏まえて、取組むべき施策やそれらの推進方策を明らかにするものである。

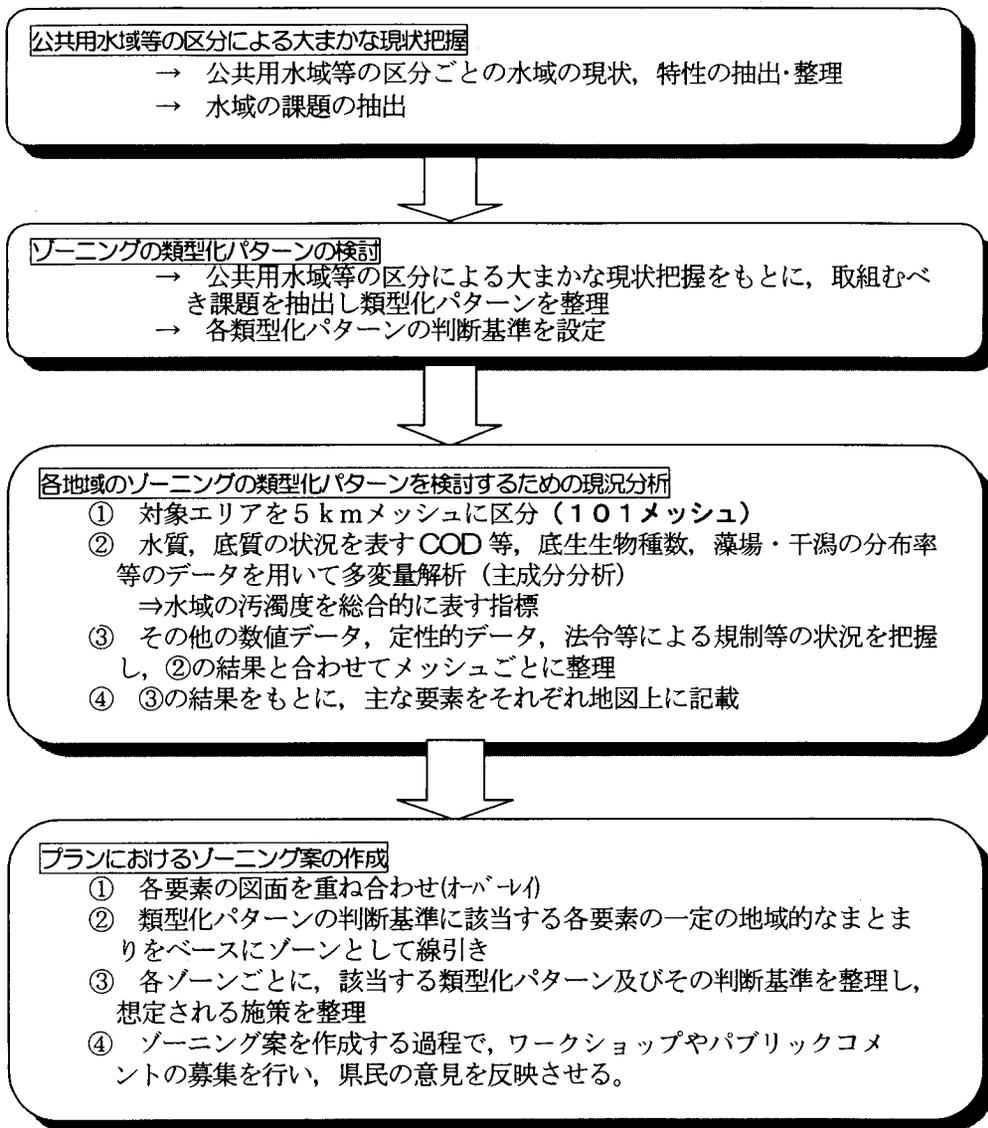
#### (3) 対象エリア

県内の海域及び海岸線から概ね5 km以内の陸域（9市24町）

#### (4) 策定プロセス



(5) ゾーニングプロセス



(6) ゾーニング類型化パターン

ゾーニングの類型化の視点	類型化パターン	内 容	想定される施策
①水質・底質環境	a) 水質(底質)を改善するゾーン	水質(底質)が悪化しており、早急な改善を要する地域	・ 海域浄化技術の開発促進 ・ 底質改善技術、海域環境制御技術等の導入
	b) 良好な水質(底質)を維持するゾーン	水質(底質)が比較的良好ではあるが、悪化の兆しが見られるなど何らかの対策を要する地域	・ 下水道等の整備促進による流入負荷の削減 ・ 水質総量規制の強化

②自然環境	a) 貴重な生物の生息環境を維持するゾーン	天然記念物やこれに類する貴重な動植物の生息環境の保護を要する地域	・モニタリング調査の実施による生息状況の把握・分析 ・保護・管理体制の充実強化
	b) 多様な生物の生息環境を維持するゾーン	生態系の中で重要な役割を果たしている藻場・干潟等の保全を要する地域	・モニタリング調査の実施による生息環境の把握・分析 ・藻場・干潟等の保全対策 ・藻場・干潟の保全・造成技術開発
	c) 貴重な自然資源を維持するゾーン	瀬戸内海らしい自然海岸等の保全を要する地域	・残された自然海岸の保全対策 ・環境に負荷の少ない海岸保全技術の開発
③人と自然との共生	a) 良好な景観を維持するゾーン	多島美と白砂青松に代表される砂浜や海岸線の美しさ及び歴史的町並みなどの人文的景観の維持を要する地域	・良好な景観形成のための指導等の推進 ・歴史的町並み等の保全対策
	b) 親水性の向上を図るゾーン	開発等により失われた親水性の回復や今以上に親水性を高める必要性のある地域	・緩傾斜護岸、沿岸緑地、人工海浜、人工干潟等の整備
	c) 自然とのふれあいの場として維持するゾーン	豊かな自然が現存しており、それらを保全しつつ、普及・啓発や自然とのふれあいの場として活用すべき地域	・自然とのふれあいの場としての環境整備 ・普及啓発事業や環境学習の実施

#### (7) プラン策定の課題

このプランにおけるゾーニングは、具体的な行動計画に至る前段階のものであり、現状・特性の面から共通性のあるエリアを一つのゾーンとして捉え、その中でそれぞれの現状・特性に応じて必要と考えられる施策を提示する。

しかし、それだけでは総花的であり、インパクトに欠けたものになるため、比較的短期間に実現が可能で、かつ瀬戸内海的环境保全・修復において先導的、シンボリックな役割を担い得るプロジェクトを盛り込むことを検討している。

#### 4. おわりに

多島美や漁業資源の宝庫として世界に誇る瀬戸内海的环境が悪化した大きな要因は、近年の経済発展や利便性の追及など人間の活動によるものである。

瀬戸内海的环境を健全な状態に保全・修復

し、後代の国民に継承していくためには、人と自然との共生を前提として、瀬戸内海の素晴らしさを再確認するとともに、貴重な自然環境を極力保全し、利用に当たっては生態系等に配慮した環境への負荷の少ない方策を検討しなければならない。

また、これまで多くの瀬戸内海的环境対策が実施されてきたが、主体間の連携の不足や、行政と関係住民との協力関係が不十分であることなどにより、相乗的な効果が発揮されない面もあったように考えられる。

今後、瀬戸内海の新たな環境対策を展開していくに当たっては、住民の理解と協力が欠かせないため、環境学習やエコツーリズムを充実させ、瀬戸内海の素晴らしさや課題に対する認識を深めるとともに、地域住民をはじめとする各主体の参加のもとで、瀬戸内海を一元的に管理する法制度に基づく枠組みづくりが求められる。

## 藻場(アマモ場)の再生に向けて



岡山県水産試験場

専門研究員 藤澤邦康

岡山県では、藻場(アマモ場)の重要性を認識し、大正年間(1922~1925年)に県下アマモ場の分布調査を実施している(岡山県水産試験場, 1924-1927)。1960年代後半からは牛窓地先の藻場のモニタリングを継続している。また、1980年以降、衰退したアマモ場を再生するため、アマモ種子に注目して播種によるアマモ場造成の研究、さらに、地元企業と共同で播種基盤の開発とそれによるアマモ場造成試験を続けている。未解決の課題も多いがこれらの取り組みの中で得られた知見を紹介する。

性生殖と栄養株の地下茎の生長・分枝により新しい株を形成する無性生殖の二つがある(川崎, 1987)。このアマモ植物体により群落をなしたものがアマモ場(アジモ場)である。瀬戸内海では岩礁性の海藻藻場であるガラモ場とともに海草藻場の代表的なものである。アマモ場には、ほとんどの株が栄養繁殖を続けることにより周年にわたって群落を維持する多年生アマモ場と、秋から冬に発芽した実

### 1. アマモ(場)とその特性及び機能

アマモ(*Zostera marina* L.)は、顕花植物のヒルムシロ科のアマモ属の海草である。我が国では本州から北海道にかけて分布している。また、鉛直分布は浅海域の砂泥質の海底にみられる。アマモ植物体は生殖株(花枝を伸ばして種子を形成する)と栄養株(地下茎によって生長する)がある。繁殖方法は、その生活史を図-1に示したが、種子による有

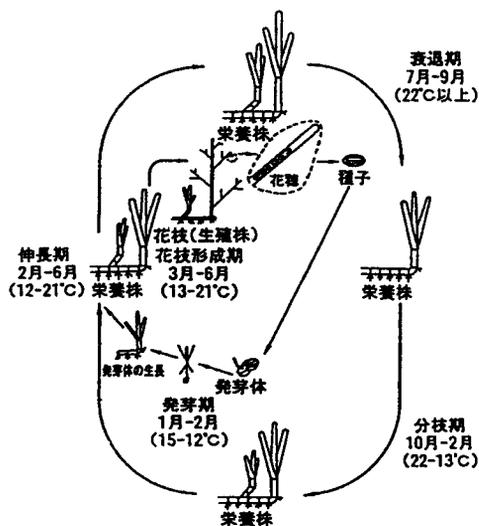


図-1 小田和湾におけるアマモの生活史 (川崎, 1987)

- 略歴 1945年 岡山県生まれ(ふじさわ くによす)
- 1970年 広島大学水畜産学部水産学科卒業
- 1970年 岡山県水産試験場勤務, 現在に至る

生株が春にはそのほとんどが生殖株となり、種子形成後に枯死し、残りの栄養株（多年生アマモ）も夏を過ぎるとすべて枯死し、群落形成は生殖株からの種子に依存する1年生アマモ場に分けられる。岡山県下では、多年生アマモ場は倉敷市味野湾内、牛窓町地先沿岸にみられ、1年生アマモ場は、県東部沿岸域にみられる（田中、1998）。

アマモ場の特性及び機能は、海水流動の抑制と日陰のある小空間の形成やアマモ地下茎による底面の安定などの環境形成、魚類の増集、産卵、稚魚の保育・育成及び漁場の形成などの生物の生息場所の提供、藻場構成植物と付着微小藻類による高生産性、栄養塩類の吸収と貯留そして枯死した藻類構成植物によるデトリタス化などの生物生産と物質循環

の場、さらに藻場外への流れ藻の供給などがある。このように水産資源の維持や海洋環境形成にとって重要な場所である（小河、1991）。

## 2. アマモ場の変遷

1977年に県下の藻場分布調査が行われた（片山ら、1979）。岡山県水産試験場では、1922年に県下の藻場分布調査が行われており（岡山県水産試験場、1924）、当時と比較して、岡山県下の藻場の分布を図-2に示した。片山ら（1979）によると当時、アマモ場の総面積は4,137ha、さらに調査されてない地区を加えると推定で4,300haにのぼる広大なものであった。その後、1977年までに干拓等の人為的行為により場の消滅した藻場は1,705ha（盛期総面積の41.2%に相当）となった。一

Ⅶ 圖 附  
藻場調査地点  
A 牛窓  
B 大島  
C 島崎

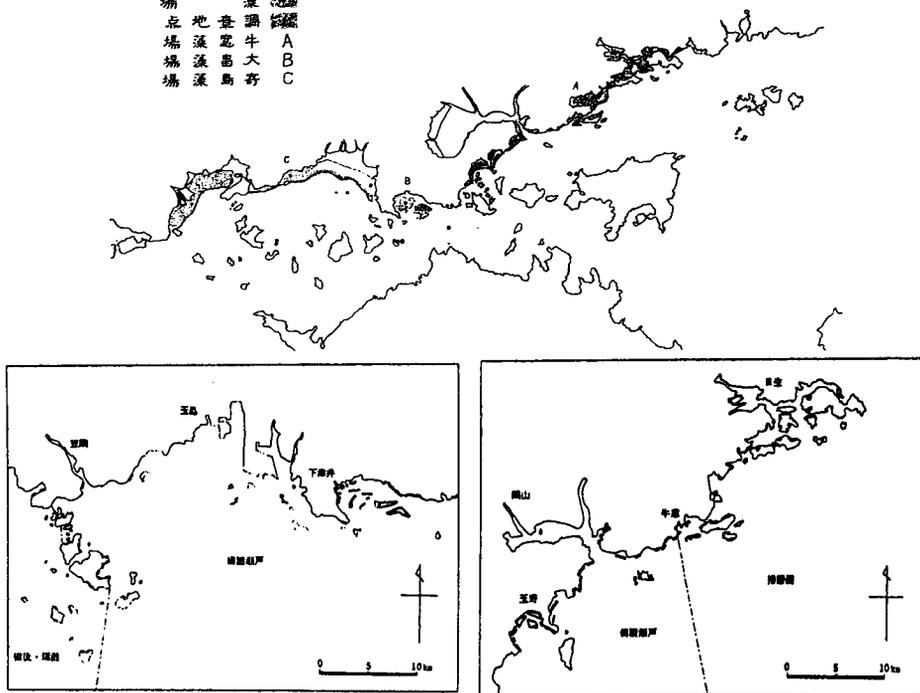


図-2 岡山県下のアマモ場分布図（岡山県水産試験場、1924；片山ら、1979）  
上図：1922年（笠岡島しょ部の調査なし、県西部広島県福山湾を含む）  
下図：1977年（左図：県西部沿岸、右図：県東部沿岸）

方、自然消滅（場としては存在するが消滅）した藻場は1950年代の10年間に大規模な消滅があり、以降も年とともに減少し、1977年までに1,757ha（盛期総面積の42.4%に相当）が消滅したことになる。

### 3. 藻場衰退原因

アマモ場の現存の藻場の保護、再生を行うには、アマモ場の衰退した原因を明らかにする必要がある。岡山県下のアマモ場の自然消滅の原因として、透明度の低下（片山ら、1979）や漁業による影響（東、1982）が指摘されている。

岡山県下の牛窓地先の一部のアマモ場では、1960年代後半から続けてアマモの繁茂状況を観察している。牛窓地先の一部のアマモ場について、アマモの消長と環境データと対比して衰退原因について検討してみる。図-3は牛窓地先の一部のアマモ場のアマモ被度の経年変化を示している。1967年を基準として、1974、1975年頃一度減少し、1980、1981年頃には回復、1986、1987年頃再び減少（福田、未発表）と繁茂・衰退を繰り返している。アマモ場付近にある浅海定線等調査定点（St.25）での濁度の経年変化を図-4に示した。それによると1972年から1976年にかけて増加、その後、1977年から1981年の間は低く、1983年頃増加しており、1988年からさらに増加している。濁度データが1972年以前はないが、この濁度の推移とアマモ場の繁茂・衰退の状況はよく一致しており、自然消滅の原因として、片山ら（1979）の指摘している透明度の低下を支持する結果となった。

濁度増加は、水中光量の低下をまねき、アマモの生息水深を浅くすることにより、生息

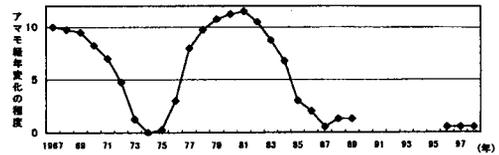


図-3 牛窓地先アマモ被度の経年変化（福田、未発表）に1988年以降加筆

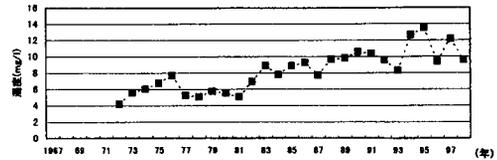


図-4 牛窓地先アマモ場付近の濁度の推移（浅海定線等調査St.25の表・底層年平均値）

範囲を狭める。アマモ場の再生、保護を考えるうえで、濁り対策が重要であることを示しているといえる。

### 4. 藻場造成

#### 1) 藻場再生への取り組み

瀬戸内海では、1960年代以降、大分県、山口県、広島県、岡山県などにおいてアマモ場を回復させるさまざまな試みがなされてきた。また、1980年代には岡山県下の地元漁業協同組合独自の取り組みで日生町米子湾内、備前市片上湾内で播種によるアマモ場再生に成功している（福田、1998）。1990年代に入ると、広島市によるアマモ場の移植・播種による造成事業が行われ、実績をあげている（森田・深瀬、1994）。

岡山県では、1994～1996年に沿岸漁場総合整備開発基礎調査で東部海域において、土のう式播種法によるアマモ場造成試験を実施してきた。さらに、社団法人マリノフォーラム21の浅海域緑化技術の開発グループ（岡山県も参加）により効率的アマモ場造成技術開発が行われており、アマモ場造成のマニュアル

化を目指している。

## 2) 藻場造成技術

芳我・森田(1996)による藻場造成の基本的な作業手順を整理すると、環境把握、造成場所選定、環境改善、種苗供給及び藻場形成確認という流れになる。

### (1) 環境把握及び造成場所選定

アマモ場形成に必要と考えられる環境因子(芳我・森田, 1996)(川崎ら, 1990)は、次のものがあげられる。

物理化学的環境 (水温, 塩分, 水中光量, 潮流・波浪, 海底面の変動, 水質, 底質)

生物的環境 (競合生物, 食害生物, 成育, 再生産, 種苗供給)

社会環境 (底曳漁業, 浚渫)

これらの環境の現況を把握し、アマモ場形成に必要な環境条件にてらして検討する。図-5はアマモの生育にとって重要な2つの制限因子についての概念図であり、アマモ場の岸側の限界は砂地盤の安定度そして沖側の限界は海底に達する光の量である(丸山ら, 1988)。アマモ場成立に必要な物理化学的環境条件は、表-1のとおりである(田中, 1998)。

アマモ場の再生は、以前アマモ場が存在しており、現在、衰退、自然消滅した場所に再びアマモ場を復活させることであり、何らかの原因で生じた阻害因子を抽出し、実現可能な環境改善で阻害因子を取り除くことが可能かどうかで判断されよう。

造成場所選定方法の中で物理的な波浪や漂砂等は、数値シミュレーション手法が有効といえる(中瀬ら, 1992)。一方、生物学的な選定方法として、アマモを試験的に移植・播種して、その繁茂、再生産状況を追跡する方法も造成に適しているかどうかの判断に役立

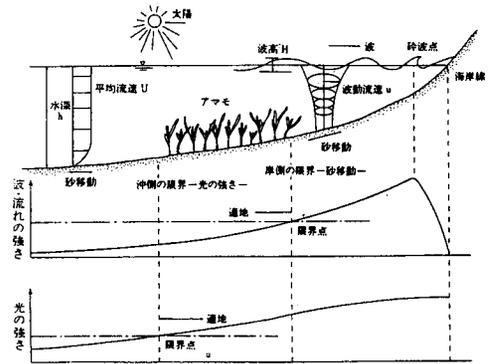


図-5 アマモ場の2つの生育制限(丸山ら, 1982)

つものといえる(田中, 1998)。

### (2) 環境改善

環境改善策として、底質改良、地盤高嵩上、潮流・波浪制御、海水交換の促進による水・底質の改善、水中光量の増加、海底面の安定、アマモ地下茎と根の保持、また、違反漁業防止の投石、魚礁の設置などが考えられる。これらの改善の事例は少ないが、瀬戸内海では養浜による地盤高嵩上による広島湾似島の成功例がある(森田・深瀬, 1994)。

底質が泥の場所では、底質改良剤散布により底質改良、地盤高嵩上、地盤支持力等の効果が期待できる。底質改良剤として、カキガラ、粉碎カキガラ、鉄鋼スラグ、ゼオライト、砂を散布した場所に土のう混入式播種基体をそれぞれ敷設し、アマモの発芽及び繁茂状況を調べた試験結果によるとカキガラ、ゼオライトを散布した場所で良好な成績を得ている(田中, 1998)。中でもカキガラは安価であることから大規模な造成への利用が期待できる。

### (3) 種苗供給

藻場造成場所へのアマモ移植・播種法を図-6に示した。これには、天然藻場より栄養株を採取して移植する栄養株移植法、天然藻場の花枝株から採取された種子を造成場所に播

表-1 アマモ場の物理化学的環境条件 (田中, 1998)

区分	光量 (E/m <sup>2</sup> /day)	水温 (°C)	塩分	塩素量	底質		流速 (cm/sec)
					中央粒径 (mm)	その他	
アマモの生育条件	種子	—	15~20 : 好適値 5 : 下限値 12~15 : 好適値 5~10 : 覆土し 場合の好適値 30 : 上限値	33	—	—	—
	発芽	—	5 : 下限値 15~18 : 好適値 28 : 上限値	17~22 : 好適値	2.5~5 : 好適値	0.1~0.5 : 好適値	—
	幼芽 (実生株)	—	5 : 下限値 15~18 : 好適値 28 : 上限値	17~22 : 好適値	8 : 下限値 13~17 : 好適値 17 : 上限値	0.1~0.5 : 好適値	0~6 : 耐流性
	成葉	月平均約2以下 : 生長抑制(株別れが阻害) 100 μE/m <sup>2</sup> /sec以上が 6~8月に6~8hour/day 以上 : 好適値	4 : 下限値 14~20 : 好適値 32 : 上限値 28 : 土壌値(光合成の限界)	23~31 : 好適値	—	0.1~0.5 : 一般状況	—
	成熟(花枝形成・結実)	—	15~20 : 好適値	—	—	—	—
アマモ場	年平均3.0以上 : アマモ場造成に適した下限 年平均4.0 : アマモ群落の分布下限 0.4~3.7 : アマモ分布下限域の変動 1.0~4.5 : アマモ密生分布下限域の変動	水点下~38	17~34 : 好適値 10.9 : 最低値 35 : 最高値	0.9 : 最低値 18 : 最高値	0.14~0.39	沙30%以下・独熱減量5%以下・COD10mg/g以下・全硫化合物1mg/g以下 : 好適値(よく生育する底質)	10程度 : 群落形成可能 90 : 瞬間最大流速

く播種法及びあらかじめ種子を発芽させておいた苗を移植する苗移植法がある(芳我・森田, 1996)(田中, 1998)。いずれにも共通することであるが, 造成にとって種苗としての栄養株ないし種の供給が必要となる。栄養株移植の場合, 天然藻場に供給源を求めると, その量によっては天然藻場の衰退の原因となることが指摘されている(田中, 1998)。そのような観点から造成には十分量の種苗の供給できる播種法(実生苗の移植を含む)がより現実的といえる。そのためには, 種子の供給方法が重要となってくるが, 播種による造成の場合, 天然藻場に依存しており, それも

花枝株の大量に採れる1年生藻場に依存しているのが現状である。福田(1998)は, 陸上水槽などを利用して人工的に種子を入手する方法の開発を提案している。

#### (4) 藻場形成確認

藻場形成確認は, 潜水により活着や地下茎部が伸長するかどうかを定期的にモニタリングする必要がある。形成された藻場は, メンテナンス・フリーの多年生藻場を目指すことが望ましい。しかし, 岡山県東部沿岸の内湾域のアマモ場は, 1年生アマモ場であり, 藻場を維持しようとするとはある程度外部からの種子の補給が必要となる場合がある。



図-6 アマモ移植・播種法 (芳我・森田, 1996, 福田, 1998, 田中, 1998)

#### 5. 内湾のアマモ場造成の方向

アマモ場の造成は, ある程度技術は確立されて成果をあげている。しかし, それはあくまで環境条件のよい場所である。岡山県下のアマモ場の環境を表-2に示した。このうち, 1年生アマモ場として存在している内湾のアマモ場の場合, 不安定で衰退の危険を内包し

表-2 岡山県下のアマモ場の性状及び環境  
(社団法人マリノフォーラム21:小松, 1994:岡山県, 1997)

藻場の場所	備前市 片上湾内	日生町 米子湾内	牛窓町 黒島北岸	倉敷市 味野湾内
藻場の形態	1年生藻場	1年生藻場	多年生藻場	多年生藻場
藻場安定性	不安定	不安定	安定	安定
栄養株	9月消失	9月消失	1年中繁茂	1年中繁茂
水深(cm)	59~308	43	51~72	28~143
透明度(m)	1.2~3.5	-	1.3~2.6	2.8~3.0
光量子数照度*年平均 (E/m <sup>2</sup> /day)	5.0	3.9	-	-
最低月	0.6	0.1	-	-
最高水温(°C)	31	31	28	28
底層最低溶解酸素(mg/l)	0.39	-	4.90	5.88
底層流速(cm/sec)	3	4	-	7~15
泥質	軟泥	軟泥	砂・シルト	砂・シルト
競合生物	オゴウリ・アサ	ネジシノモ	なし	なし

\* 海底上50cmに設置

ている。水温、透明度、底質等の環境改善によりどこまで安定したアマモ場に変えられるかは大きな課題であるが、環境改善なしで1年生アマモ場として存在しているアマモ場もあるのが現実である。

岡山県下では主だったアマモ場の三分の一は1年生アマモ場であり、アマモ場造成の方向性として、1年生・多年生別の藻場造成を考えるのも1つの方法である(田中, 1998)。

## 文献

東幹夫(1982) アマモの消長と漁業生産, 漁場環境調査検討事業藻場特別部会, 昭和56年報告, 日本水産資源保護協会, 106-149.

福田富男(1998) アマモ場造成における現状と問題点, 岡山県における播種法を中心とするアマモ場造成の現状, マリノフォーラム21沿岸域総合整備システム技術開発研究会, 平成9年度新しい漁場調査のニーズと関連調査手法等の開発に関する研究.

芳我幸雄・森田健二(1996) 海の砂漠化を防ぐ, 藻場造成を目指して, 瀬戸内海, 瀬戸内海環境保全協会, 35-38.

片山勝介・篠原基之・石田公行・野上安久・小野秀次郎・土屋豊・鎌木昭久(1979) 岡山県沿岸海域の藻場調査, 藻場の分布について, 沿岸海域藻場調査瀬戸内海関係海域藻

場分布調査報告-藻場の分布-, 岡山県, pp.101.

川崎保夫(1987) アマモへの温度の影響Ⅲ, 昇温によるライフサイクルの変化, 電力中央研究所報告, U87046, 1-24.

川崎保夫・石川雄介・丸山康樹(1990) アマモ場造成の適地選定法, 沿岸海洋研究ノート, 27, 2, 136-145.

小松輝久(1994) 倉敷市大島地先アマモ場環境調査学術報告書, 倉敷市大島地先アマモ場環境調査委員会, 22-35.

丸山康樹・五十嵐由雄・石川雄介・川崎保夫(1988) :電源立地地点の藻場造成技術の開発第8報, アマモ場造成適地の砂地盤安定度の推定手法, 電力中央研究所報告, U87069, 1-24.

森田健二・深瀬一之(1994) 広島市海域におけるアマモ場造成について, J. Japan Assoc. Coastal Zone Studies, 6, 97-102.

中瀬浩太・田中裕一・檜山博昭(1992) 海浜変形予測手法を用いたアマモ場成立条件に関する研究, 海岸工学論文集, 39, 1006-1010.

小河久朗(1991) 藻場, 栗原康編著, 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, 161-172.

岡山県(1994-1997) 沿岸漁場総合整備開発基礎調査報告書.

岡山県水産試験場(1924-1927) 大正11-14年度藻場魚類成育状況調査報告, 第1-4冊号.

田中丈裕(1998) アマモ場再生に向けての技術開発の現状と課題, 関西水圏環境研究機構第11回公開シンポジウム, 25-47.

## 干潟の再生・創造



香川大学農学部

教授 門谷 茂

### 1. はじめに

瀬戸内海などの内湾に分布する干潟域は、豊かな生物群集の生息地であるばかりでなく、様々な生物の産卵場あるいは保育場として機能しており、内湾生態系の維持・保全に極めて重要な役割を果たしている。また、内湾域の水質保全の観点から見ると、干潟域は、現在もまだ大きな社会問題ともなっている赤潮等、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ており、これにより内湾域の水質浄化に大きく貢献している。しかしながら、内湾域とりわけ瀬戸内海のような閉鎖性の強い海域では、埋立等により高い浄化能力を有する干潟などが年々消滅・減少し、海域が本来有している自浄能力が失われてきている。後述するが、埋立が行われた干潟や藻場などの、主に水深10m以浅の海域は、水中で生活する生物にとって、単に生活空間としての消極的な意味だけではなく、彼らの多くの種にとっての産卵場・保育場である。この重要な場を次々に奪われてきた水生生物たちとりわけ、そこを最

終的な住みかとしている生物たちは、その個体数を急減させられることとなった。

### 2. 干潟・藻場の喪失

先に述べたように、瀬戸内海における埋立は、明治以降実に400km<sup>2</sup>以上にものぼっている。この埋め立てられた浅海域は、3000種を越える生物群の多くの種にとっての、産卵・生育場である干潟や藻場を相当量含んでいたはずである。

さて海岸地帯が埋立てられると何が変化するのでろうか？まず考えられるのは、水域面積の減少である。このことは直接的には、大気からの酸素供給量の減少を引き起こす。さらに水域容積の減少も当然起り、当該海域付近の比熱容量の減少を伴う。このことが近年問題となっているヒートアイランド現象と大きな関わりを持っていることが、容易に予想できる。干潟・藻場の喪失も当然大規模に起こり、各種の対策がとられている。以上のように多くの失われるものがあるのが埋立て事業の特徴であるが、逆に増加するのが海岸線

---

●略歴	1952年	神奈川県生まれ（もんたに しげる）
	1975年	北海道大学水産学部卒業
	1980年～	香川大学農学部助手，助教授を経て
	1994年～	現職

の延長である。しかしながら、その海岸線の多くはコンクリート製の鉛直護岸であり、ほとんどの海洋生物にとって住み易い場所とは言い難い。埋立によって、瀬戸内海の海岸線の総延長約6860kmの内、実に48%に相当する約3300kmがコンクリート護岸などの人工海岸になってしまい、自然海岸は37%の約2540kmしか残っていない。これを、瀬戸内海域の総人口約3000万人で割ってみると、一人当たり9cmにしかならない数字である。

このような水深の浅い閉鎖性海域の生態学的価値について見て見ると、以下のような特徴を挙げることができる。

(1) 埋立てが行われる水深の浅い閉鎖性海域は、地球上で最も生物生産性の高い場所の一つである。とりわけ、単位面積当たりの動物生産量は、地球上のどの生態系に比べて際立って高い。

(2) 沿岸の水深の浅い海域は(1)で述べた理由などによって、各種の生物の産卵場、稚仔の索餌域・生育域となっている。

(3) また、沿岸の水深の浅い海域は、複雑で変化に富む界面構造を持つので水質の生物化学的浄化能力が高い。

(4) 様々な海洋生物の遺伝子資源の貯蔵庫としての機能。

このように、埋立てに伴う環境影響は、生物にとっての直接的な生存空間の喪失と、場の改変に伴う生態系の変化の両面が考えられる。

そこでまず、埋立てが頻度高く行われる浅海域の生態学的評価を行う必要がある。

それには、埋め立てにより失われる、あるいは影響を受ける生物(群集)・生態系を生物種の減少とそれに伴う物質循環過程の変化の

両面から評価する必要がある。埋立が水産資源生物の生産構造にどのような影響が有るのかについて考えてみると、その海域における魚種別の海面漁業および養殖業の生産状況がまづ十分に調査され、重要種について埋立による地形、流況、水質、底質、生物相などの変化に伴う資源の数量変動を測定し、多くの調査事例を作っておく必要があることと、埋立後の追跡調査とモニタリングの必要性が強調されてよい。

### 3. 干潟・藻場の生態的役割

我々の研究室では、この干潟およびそれに続く沖合い域における物質循環過程を定量的に明らかにすることを目的として、高松市の東部に開口する4つの中小河川の河口域に広がる干潟域を調査対象とし、7年以上に渡って定量的に調査研究を行っている(図-1)。また、その調査対象は栄養塩類の動態(Montani *et al.*, 1998)や、底生微細藻類の基礎生産過程(Magni & Montani, 1997; 門谷, 1999; Montani *et al.*, 2000)だけではなく、底生動物群集の動態やその物質循環系に与える影響の評価(Magni *et al.*, 1998; Magni & Montani, 1998; Magni *et al.*, 2000a), あるいは河川から運ばれてきた物質が、干潟およびその沖合いにどの様に輸送されるのか(Montani *et al.*, 1998; Magni & Montani, 2000; Magni *et al.*, 2000b) など、極めて多岐に渡っている。

干潟の基礎生産量は、春から夏にかけて多く、10月~1月の秋から冬の間は少なかった。これはChla現存量の季節変動と対応しているが、Chla現存量のピークがみられた1月、2月ではそれほど基礎生産量は多くなかった(図-2, 図-3)。

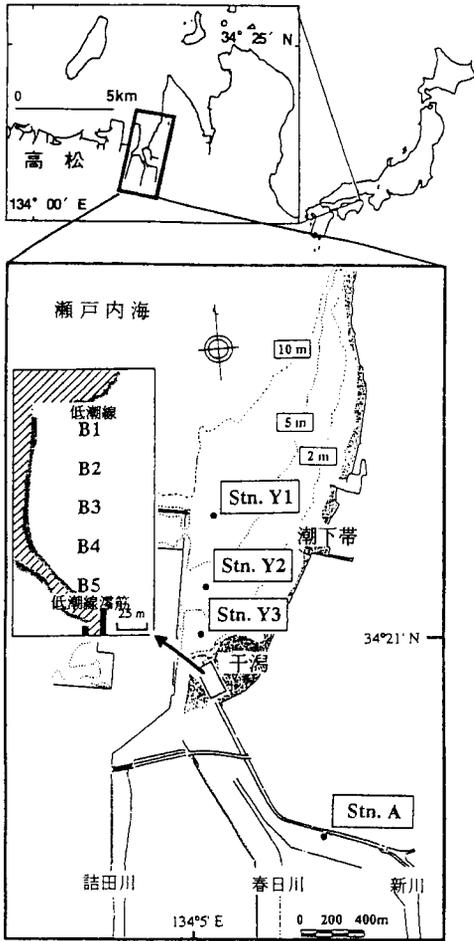


図-1 観測地点

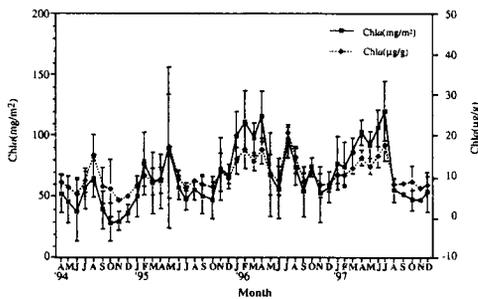


図-2 干潟表面 (0~0.5 cm) における Chl a 現存量の時系列変化 (全観測地点の平均値；バーは標準偏差)

これは低い気温と少ない日射量によるものと思われる。また、基礎生産量は日射量の変

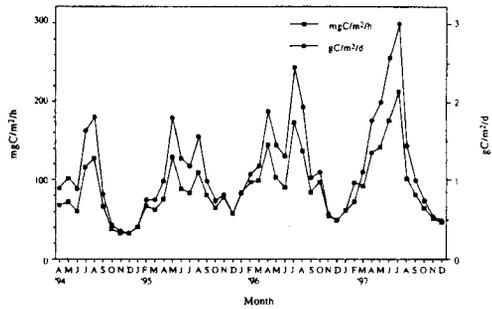


図-3 干潟表面 (0~0.5 cm) における基礎生産量

動と一致していた。よって干潟の基礎生産量は温度よりも光に依存しているといえる。

本研究で得られた干潟の基礎生産量は43.5 mgC/m<sup>2</sup>/hr~274mgC/m<sup>2</sup>/hrと変動し、平均値は117±50.2mgC/m<sup>2</sup>/hrであった。また、1日の基礎生産量は0.432gC/m<sup>2</sup>/d~3.83gC/m<sup>2</sup>/dと変動し、平均で1.5±0.8gC/m<sup>2</sup>/dであった。

アメリカ、ジョージア州の干潟でウインクラー法及びC O<sub>2</sub>法で測定された基礎生産量は夏季で20~30mgC/hr/m<sup>2</sup>、冬季で150mgC/hr/m<sup>2</sup>であった (Pomeroy, 1959)。また、オランダのエムス川河口において<sup>14</sup>C法で測定された基礎生産量は1~120mgC/hr/m<sup>2</sup>であった (Colign & de Jonge, 1984)。南アフリカ共和国の干潟域で<sup>14</sup>C法で測定した基礎生産量は17.38~69.54mgC/hr/m<sup>2</sup>であった (Fielding et al., 1988)。本研究で得られた値はこれらの文献値の中でも生産力の高い方に位置する。

また、本研究で得られた調査期間の平均値1.5±0.8gC/m<sup>2</sup>/dを、瀬戸内海の平均基礎生産量0.59gC/m<sup>2</sup>/d (Tada et al., 1998)と比較すると、干潟では瀬戸内海の水柱の約2.5倍の基礎生産量があることが示唆された。加えて、同じ単位m<sup>2</sup>当たりの量でも、干潟は堆積物の極表層 (0~0.5cm) のみの値であるこ

とより、干潟の基礎生産能力は非常に高いことがわかる。この高い基礎生産能力が、後述するように二次生産（動物生産）が極めて高いことの支えとなっている。

#### 4. 底生微細藻類の干潟における物質循環への寄与

底生微細藻類は、底生動物の餌として知られている。アサリ等の干潟に棲む貝類の消化管内にでてくる珪藻のほとんどが底生珪藻である（小池ら,1989）。よって、底生微細藻類が、干潟のベントスの生物量を支えているかどうか、検討を行った。まず、干潟表層（0～0.5cm）の底生微細藻類の生物量を、Chl<sub>a</sub>現存量と、実験で得られたC/Chl<sub>a</sub>比=33.7を用いて、炭素量に換算した。その結果、0.94～4.05gC/m<sup>2</sup>と見積もられ、観測期間の全平均は2.25±0.81gC/m<sup>2</sup>であった(Magni *et al.*, 1998)。また、本調査区域の底生生物の生物量は、1994年の4月から1995年の4月までの調査の結果、21～192gDW/m<sup>2</sup>であり、平均で79.7±52.85gDW/m<sup>2</sup>であった。種としてはアサリ、ホトトギスガイ、ゴカイで、順に全体の38.6%、30.5%、29.6%を占めていた。これを、アサリの炭素含有量から炭素量に換算すると、約32.9gC/m<sup>2</sup>となった(図-4)。

底生微細藻類と底生生物の生物量のみを比べると、圧倒的に底生生物の生物量が大きく、底生微細藻類が底生生物の餌としては成り立たないことになる。しかし、底生微細藻類の平均基礎生産量は1.5±0.8gC/m<sup>2</sup>/d、年間では546±291gC/m<sup>2</sup>/yである。また、本研究海域のアサリ生産量は64.1gDW/m<sup>2</sup>/yであり(門谷他, 未発表)、これは26.5gC/m<sup>2</sup>/yと換算される。これを基準にすると底生生物の年

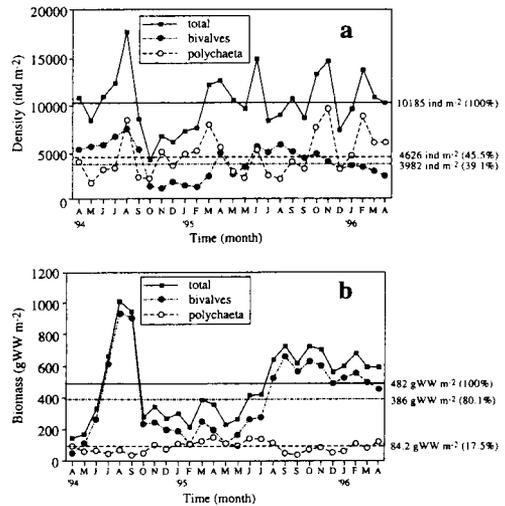


図-4 干潟における大型底生生物群集の個体数と生物量の変動

間生産量は約68.7gC/m<sup>2</sup>/yとなる。よって、底生微細藻類が底生生物の餌として十分量、基礎生産を行っているといえる。このことは、さらに従来信じられてきた干潟潮下帯で生産された植物プランクトンが、干潟に生息する底生動物を支えているという考えが正しくないことを示している。干潟は決してブラックホールのように、他所で生産された有機物を吸い取る（消費・浄化）場所ではなく、まさに生物生産の場である。

そこで次に、一次生産から二次生産への転換効率について考察した。海洋生態系で一般的な転換効率は10～20%である（Ryther, 1946）。

干潟における一次生産から二次生産への転換効率を計算すると、22.5%となった。この値は、動物プランクトンや、カニ、ヤドカリなどの甲殻類の生産量が考慮されていない。真の値はこれ以上大きくなると思われ、干潟の高い生産力は効率よく高次生産へと転換されていると推測される。

## 5. 干潟における底生微細藻類の役割

本研究で得られた底生微細藻類の現存量は炭素量，窒素量，リン量，ケイ素量としてそれぞれ $2.25 \pm 0.81 \text{gC/m}^2$ ， $0.37 \pm 0.14 \text{gN/m}^2$ ， $0.075 \pm 0.03 \text{gP/m}^2$ ， $1.21 \pm 0.48 \text{gSi/m}^2$ であった。また，基礎生産量は $1.5 \pm 0.8 \text{gC/m}^2/\text{d}$ ， $0.24 \pm 0.14 \text{gN/m}^2/\text{d}$ ， $0.049 \pm 0.028 \text{gP/m}^2/\text{d}$ ， $0.79 \pm 0.45 \text{gSi/m}^2/\text{d}$ であった。これを調査海域の干潟面積 $147200 \text{m}^2$ にあてはめると， $331 \text{kgC}$ ， $54 \text{kgN}$ ， $11 \text{kgP}$ ， $178 \text{kgSi}$ が底生微細藻類現存量として存在し，1日あたり $221 \text{kgC/d}$ ， $35.3 \text{kgN/d}$ ， $7.2 \text{kgP/d}$ ， $116 \text{kgSi/d}$ が底生微細藻類として生産されると概算された。これは年間で炭素 $80.4 \text{t}$ ，窒素 $12.8 \text{t}$ ，リン $2.6 \text{t}$ ，ケイ素 $42.2 \text{t}$ が干潟の底生微細藻類によって海水中から除去されたことになる。

以上で述べたように，底生微細藻類は干潟における物質循環過程の最初の過程を担うものとして重要な役割をしている。川からの栄養塩を自らの体へと変えることでストックし，さらに高次生産へとつなげるという意味で，干潟の浄化機能の一部を担っているといえる。

この干潟における基礎生産量は， $447 \text{gC/m}^2/\text{yr}$ となり，瀬戸内海全域で得られている水柱の平均値 ( $285 \text{gC/m}^2/\text{yr}$ ) と比べても非常に大きく，干潟が高い生物生産能力を有する理由の一つが，この高い基礎生産量であることは明らかである。

## 6. 生態学的物質循環の場の修復

### 1) 環境影響の要因の軽減

埋立てられた，あるいは，これから埋立てられようとしている海域における生態系全体に対する環境影響の要因を無くしてしまうことは事実上不可能である。

生態系（エコシステム）は，「場の特性」の変化を極めて敏感に受け止め，その様相を変えていくので，要因に軽減するためには，「場の特性」の改変をできるかぎり小さくする必要がある。つまり，埋立てする海岸性状が岩礁帯であれば，埋立て地の護岸はそれに近いものにする必要があり，藻場や干潟域であったとしたら最低限人工干潟や藻場の造成・再生を計ることが求められている。

しかしながら，従前の工法では，コンクリート製の垂直護岸である側が多く，生態系全体が大きく変化することが知られている。

工法からみた環境影響の要因の軽減については，近代以前に使われていた工法に学ぶ必要があると思われる。江戸時代に行われた江戸湾奥部の大型埋立てでは，湾奥部の生態系は殆どダメージを受けず，元のまま残ったものと考えられる。その理由は，干潟部における緩傾斜の護岸形成と生物群集が，工事区域から一時的に避難することのできる代替地の存在，さらには，ゆっくりと時間をかけた工事であるため，生物群集の回復がスムーズに進行したであろうことが推定される。埋立工事に伴う生物の生息場そのものを破壊する行為の代償として，有用あるいは希少種（天然記念物など）などについて予め代替地を用意しておくことはあるが，生態系そのものを視野に入れた代替地の補償はこれまで考えられてこなかった。

今後とるべき方策としては，事前に生態系の全体像を正しく認識するためのアセスメントを行い，その中でキーとなる生物群を抽出し（各栄養段階における物質循環の要となる生物群），それらが埋立て地のごく近隣に一時的に避難できることを補償する必要がある。

また、「場の特性」を行かした（岩礁帯での埋立てでは石積み護岸を、干潟域では緩傾斜の護岸とその地先に人工干潟を）工法が採用されなくてはならない。

## 2) 失われた環境の修復の考え方

埋立てによって失われた環境を何らかの方法で修復することにより改変された生態系をもとにもどすことは、最近試みられはじめたばかりである。

生態系そのものを全くのものとままたもとどすことは不可能であるが、その生態系が持っていた（であろう）機能的役割については、その部分的な代償を変化した形態系に求めることは可能であろう。その際、以下に示す区分に従って考えていくと整理し易い。

1) 失われた生物（種）そのものあるいは、その生物を含む食物網に強く依存していた生物（種）の修復・復元。

2) 失われた生態系が果たしていた、近隣の沿岸海域や外洋域で生息する魚介類の産卵・保育の場としての機能の修復・復元 3) 生態系がそもそも有していた水質浄化機能の修復・復元埋立てによって損なわれるその海域での生物による浄化作用を代替するためには、多くの方法が考えられるが、水域の浄化を計るためには、1 負荷量を小さくするという直接的な方法、2 負荷された物質をできるだけ素早く系外に直接運び出す作用を高める方法、3 その海域内で、安定的な形で貯留しておく方法、4 食物網を通じて粒子化（生物）して、最終的には陸上に運び去る方法等が考えられる。

1についてはここでは触れないが、2の方法としては、各種の土木工学的方法の他に、生態系そのものを利用する方法としては、脱

窒活性を高めるという工夫も考えられる。

脱窒は、硝化が進行しているような場所に嫌氣的部分が存在するとその作用が増大することが知られている。浄化をキーワードにした場合、干潟の有無はより大きな意味を持つことになる。また、3の方法としては、岩石や小石の表面に付着している微生物膜（バイオフィーム）を利用する方法が考えられる。しかしながら、この方法は研究が始まったばかりであり、海域における実用例は無い。

3あるいは4の組み合わせの方法としては、濾過食性二枚貝類の濾過作用を利用しようというものである。これらの代表種として、干潟域ではアサリが、直立護岸ではムラサキガイである。しかしながら、ムラサキガイ粒子（植物プランクトン）のトラップ効果は、極めて大きい。夏季における大量死亡・脱落等によって護岸直下およびその近傍の海底環境に与えるダメージ（具体的には貧酸素水塊の出現）もまた大きい。このように垂直護岸である限り、ムラサキガイは真の水質浄化者にはなり得ない。緩傾斜護岸に改修するかあるいは、人為的な改修が望まれる。

## 7. 物質循環の担い手として見た鳥類

干潟に飛来して採食する水禽（シギ、チドリ、カモ等）の大部分は、大陸と日本の間を往復する渡り鳥である。多様な水禽の飛来を支えるためには、多様な餌資源を支え得る環境の保全が必要となる。枯れらがマクロベントスなどを捕食し、陸上で排糞することにより、N、Pは外に持ち出され、リサイクルされることになり、豊かな森（林）が作り出される。

一般的に水禽類は、1日に体重の約40%を

呼吸して捨て、体重の10%を糞として排泄している。従って、体重100 gの鳥がその体重を維持するためには、呼吸と糞で捨てた50 gに相当するゴカイなどのマクロベントスを食べなくてはならない。一方、中型のシギ1羽の平均的摂食量は20 g/日であるから、シギ1羽を支えるためには10 g/日のゴカイが必要であることが分かる。ゴカイの密度は、100~3000 g/m<sup>2</sup>程度であるので、シギ1羽をささえるためには100 c m<sup>2</sup>程度で充分である。

## 8. 新たな環境の創造

瀬戸内海を巡る海岸線のうち、約50%が人工海岸である現在、望ましい沿岸域あるいは、あるべき海岸性状について唯一絶対という回答を得ることは不可能であろう。しかしながら、海洋生態系にとってより良い環境の保持創造を目指すことは、今後の重要な政策目標になるべき課題であると考えられる。

その際、以下のような物質循環系が創出されることが望ましい。干潟に飛来して採食する水禽（シギ、チドリ、カモ等）の生存を保証するためには、多様な餌資源を支え得る環境の保全が必要となる。彼らが干潟でマクロベントスなどを捕食し、陸上で排糞することにより、人間が大量に負荷したN、Pは外に持ち出され、リサイクルされることになる。このことによって豊かな陸上の森（林）が創り出される。また、大型海藻類や海草類などの生息場所を保証することによって、N、Pなどの栄養塩類を大量に消費吸収させることができる。このことは大型藻類等の森を浅海に創出することを意味する。

このように、海岸性状を「陸上の森から、海の森へ」の観点で、今後見直していくこと

が必要であろう。

## 参考文献

- Colijn, F. & V.N. de Jonge (1984),  
Primary production of microphytobenthos in the Ems-Dollard Estuary *Mar. Biol.*, 14: 185-196
- Fielding, P.J., K. St. J. Damstra and G.M. Branch (1988),  
Benthic diatom biomass, production and sediment chlorophyll in Langebaan Lagoon, South Africa, *Estuar. Coast. Shel. Sci.*, 27: 413-426
- 小池祐子・中島徹・中村伸之 (1989),  
安定同位体と消化管珪藻分析による干潟食物網の解析について、現代生態学と古生態学の接点。、日本ベントス研究会誌 37: 1-10
- Magni, P. & Montani, S. (1997),  
Development of benthic microalgal assemblages on an intertidal flat in the Seto Inland Sea, Japan: effects of environmental variability. *La mer*, 35: 137-148
- Magni, P. & Montani, S. (1998),  
Responses of intertidal and subtidal communities of the macrobenthos to organic load and oxygen depletion in the Seto Inland Sea, Japan. *Journal de Recherche Oceanographique*, 23: 47-56.
- Magni P., Montani S. and Tsutsumi H. (1998):  
Macrobenthic mass mortality in a tidal estuary in the Seto Inland Sea, Japan. *Proceedings of 8th Joint Seminar on Marine Science, Marine Conservation and Resource Rehabilitation*, 153-162.
- Magni P., Montani S., Takada C. and Tsutsu

- mi H., (2000):  
Temporal scaling and relevance of bivalve nutrient excretion on a tidal flat of the Seto Inland Sea, Japan, *Marine Ecology Progress Series*, 198, 139-155.
- Magni P. and Montani S. (2000):  
Water chemistry variability at the lower intertidal zone of an estuary in the Seto Inland Sea, Japan: seasonal patterns of nutrients and particulate compounds, *Hydrobiologia* (印刷中)
- Magni P., Montani S. and Tada K. : Spatial and temporal dynamics of salinity, nutrients and suspended particulate matter in a mixed- semidiurnal type estuary of the Seto Inland Sea, Japan, during a spring tidal cycle (投稿中)
- Montani S., Magni P., Shimamoto M., Abe N. and Okutani K. (1998):  
The effect of a tidal cycle on the dynamics of nutrients in a tidal estuary in the Seto Inland Sea, Japan., *Journal of Oceanography*, 54, 65-76.
- 門谷茂(1999) : 沿岸浅海域における物質循環—潮下帯から河口干潟まで—, *水環境学会誌*, 22, 533-538.
- Montani S., Magni P. and Abe N.:  
Seasonal and interannual variability of microphytobenthos biomass and primary production on an intertidal flat in the Seto Inland Sea, Japan (投稿中)
- Pomeroy L.M. (1959),  
Algal Productivity in Salt Marshes of Georgia, *Limnol. Oceanogr.* 4:386-397
- Ryther, J.H. (1956),  
Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity., *Limnol. Oceanogr.* 1:61-70
- Tada K., K.Monaka, M.Morishita and T.Hashimoto (1998): Standing stocks and production rates of phytoplankton and abundance of bacteria in the Seto Inland Sea, Japan., *J. Oceanogr.*, 54, 285-295.

## ウィルスを利用した赤潮対策



水産庁瀬戸内海区水産研究所

赤潮環境部主任研究官 長崎 慶三

### 1. はじめに

海の生態系には、多様な生物が互いに量的なバランスを取りながら棲息している。しかしながら、ある空間で、特定の生物（例えば養殖魚）の集約的な蓄養が行われたり、陸域からの負荷により水塊中の栄養塩バランスが変動した場合などには、生物多様性の低下に伴い生態バランスの維持能が低下する。生態バランスが崩れた海域で、ある種のプランクトンが爆発的に増殖し、その場を占有してしまった状態が、いわゆる「赤潮」と考えられる。

増養殖の場において、赤潮プランクトンは、蓄養魚介類に被害を与えるという点で、陸上の農業でいうところの病害虫に相当する。そこで、これらの赤潮プランクトンを養殖の場から除去するための技術、すなわち「殺虫法」ならぬ「殺藻法」の開発が求められる。実際にこうした要望を受け、アクリノール、過酸化水素、硫酸アルミニウムや多孔質粘土などの散布による赤潮プランクトンの駆除法が提

案され、検討されてきた。しかしながら「殺藻法」に求められる要件は、農地における「殺虫法」に求められるそれとは大きく異なっている。海は農地とは異なり完全開放系であるため、人為的に投入した薬剤や粘土は、三次元的に速やかに拡散し希釈される。赤潮発生域は広大であり、海域への物質の大量投入を伴う技術であれば、散布にかかる労力やコストが大きな問題になる。さらに、赤潮に対して投入された異物が、目的とする赤潮プランクトン以外の生物種に対して与える影響の検討（安全性の保証）も重要なポイントとなる。しかしながら、これまでに提案されてきたいずれの赤潮防除法も、「規模・コスト・安全性」といった問題が十分に解決されず、実用化には至っていないのが現状である。

こうした背景の下、もともと自然の生態系の中で機能している「赤潮を抑える方向に働く生物作用」を利用した赤潮の防除（=生物学的赤潮防除）という概念が石田（1994）により提示された。この考え方は、自然そのもの

---

●略歴	1961年	岡山県生まれ（ながさき けいぞう）
	1991年	京都大学農学博士取得
	1992年～	水産庁瀬戸内海区水産研究所に入所。現在に至る
	1995年～96年	ノルウェー国ベルゲン大学微生物研究所に留学

のが持つ赤潮制御のメカニズムを見つけだし、それを人間の手で拡大利用してやることで、他の生態系構成要素への影響を最小限に抑えた「海にやさしい」赤潮防除の実現に結びつけようとするものである。

現在われわれは、2種の有害赤潮原因藻 *Heterosigma akashiwo* と *Heterocapsa circularis-quama* を対象生物とした研究を行っている。*H. akashiwo* は、南北両半球の温帯域・亜寒帯域に分布する単細胞性の植物プランクトンであり、日本のみならずカナダ・北米・イギリス・ニュージーランドなどの魚類養殖に深刻な被害をもたらしている。また、*H. circularis-quama* は1988年にわが国に突如として出現した新型赤潮生物であり、貝類に対して特異的な致死的作用を示す。これらの赤潮プランクトンに対してそれぞれ特異的に感染・殺菌するウイルス(HaVおよびHcV)を天然環境中から分離し、それらの性状を詳細に解明することで、従来に例のないウイルス利用による赤潮防除技術を構築することが、本研究の究極的な目標である。

## 2. ウイルスによる赤潮防除の可能性

HaVおよびHcVの性状に関する研究の結果、ウイルスは、赤潮防除用生物農薬として以下の点で優れたポテンシャルを持つものと考えられた。

### 【散布規模】

HaVの潜伏時間は30-33hr、バーストサイズは約770、実験室で得られるウイルス懸濁液のタイターの最高値は約 $1 \times 10^8$ /ml。よって、健全な *H. akashiwo* 感受性細胞がウイルスに対してコンスタントに供給される条件下では、1Lのウイルス懸濁液を均一に散布す

ることで平均水深10mの浅海域水柱1haを1感染粒子/mlの状態にすることが計算上可能。この状態から約60-66時間(2×世代時間)でウイルス密度は現場の *H. akashiwo* の最大増殖密度(約 $6 \times 10^5$ 細胞/ml)を上回ることができる。

HcVの場合にもほぼ同様(潜伏時間は48-56hr、バーストサイズは約1350、ウイルス懸濁液のタイターの最高値は約 $1 \times 10^8$ /ml)。

### 【コスト】

ウイルスの生産に必要なのは、生海水・栄養強化用試薬・培養器・宿主培養・ウイルス培養のみであり、特殊なものは必要としない。むしろ保存・輸送・散布の面でのコストについて検討が必要。

### 【安全性】

いずれのウイルスについても、これまでの試験では、宿主生物以外への感染事例は認められておらず、混合培養系における標的種の選択的殺滅が可能である。よって、生態系への影響を最小限に抑えた標的生物の選択的防除が期待される。また、いずれのウイルスも天然環境中に由来し、自然の赤潮崩壊に密接に関与していると考えられることから、自然生態系の一部の拡大利用という概念に叶っている。両者とも人為的な遺伝子操作は一切施されていない。

これに対して、ウイルスを用いた赤潮防除に際して障壁となると考えられる点を以下に掲げた。

### 【抵抗性】

*H. akashiwo* の中には手持ちのウイルス株で殺せない株が存在するため、現場にHaVを散布しても、選択された抵抗性細胞が繁茂す

る可能性がある。HcVについては現時点では完全抵抗性株は見つかっていない。

#### 【保存性】

ウイルスの保存性がきわめて低く、得られたウイルスを大量に保存しておく有効な方法が現在のところみつかっていない（HaVについては少量での凍結保存のみ可能）。安定製剤化を含め専門家による検討が必要。

#### 【イメージ】

「ウイルス」という言葉のイメージがあまりにもネガティブである（病原生物を連想させる）ため、食材である魚介類を生産する場（養殖場）でのウイルスの使用が商品価値（商品イメージ）を下げるのではないかとの意見が、養殖業を抱える地方自治体から挙げられている。

山積するこれらの問題点を一つ一つ解決することで、漁場環境保全に役立つ新技術の開発に至ることができれば、これにまさる喜びはない。

#### 関連文献

- ・石田祐三郎, “赤潮と微生物-環境にやさしい微生物農業を求めて-”, 石田祐三郎・菅原庸 編. 恒星社厚生閣, 1994, pp. 9-21.
- ・長崎慶三 殺藻性ウイルスによる赤潮防除の可能性. *Microbes and Environments* 13(2): 109-113 (1998).
- ・長崎慶三 ウイルスと植物プランクトンとの関係, 月刊海洋「海洋植物プランクトン-その分類・生理・生態-」, 号外NO.21: 190-195 (2000).

## —自然との共生をめざして—

### 水質保全

- ・水質、底質、水温、流況調査
- ・水質予測
- ・水質改善計画

### 漁場環境

- ・定点水温等長期観測
- ・海底、海浜地形測量
- ・海底地質調査
- ・水産資源、漁場開発計画

### 自然との 調和・創造

- ・海生生物、陸生生物調査
- ・環境アセスメント
- ・藻場造成
- ・港湾、漁港計画及び設計

環境総合コンサルタント  
ISO9001 認証 (環境調査・コンサルタント)

SANYO

TECHNO MARINE

# 三洋テクノマリン株式会社

代表取締役社長 岡本捷也

取締役大阪支社長 小路 満

本社 〒103-0012  
大阪支社 〒577-0005  
広島支店 〒730-0017  
福岡支店 〒812-0016  
和歌山営業所 〒641-0055  
北九州営業所 〒806-0046

東京都中央区日本橋堀留町 1-3-17  
大阪府東大阪市七軒家 3-6  
E-mail osaka-ei@stm.co.jp  
広島市中区鉄砲町 5-7  
福岡市博多区博多駅南 3-10-23  
和歌山市和歌川町 5-45  
北九州市八幡西区森下町 26-62

Tel.03 (3666) 3417 (代)  
Tel.06 (6746) 3401 (代)  
Tel.082 (224) 2690  
Tel.092 (473) 8100  
Tel.073 (444) 9148  
Tel.093 (641) 7588

# 瀬戸内海の環境創造 —瀬戸内海ガバナンスと国際ネットワークの構築—



立命館アジア太平洋大学  
アジア太平洋学部教授

仲上 健一

はじめに

瀬戸内海の環境創造を目指す政策指向は、これまでの環境改善、環境保全を基本としながら新しい意欲的な方向を意味している。瀬戸内海の優れた環境資源は、人間活動や極端な産業活動により大きな危機に瀕してきた。その度に、人間の叡知は、問題を解決しようというベクトルに結束した。瀬戸内海の環境創造にかかる国内外の関係者は21世紀を目前にして、より長期的、より包括的な概念と手法で新しい展開に取り組んでいる。1990年代より台頭してきたガバナンスという新しい政治概念は、瀬戸内海にも大きく影響し、今や、瀬戸内海ガバナンスという理念も定着しつつある。これは、「統治」から「共治」という、より柔軟で現実的な対応が迫られている瀬戸内海管理において極めて適切な概念であるからであろう。瀬戸内海という、日本のみならず世界にとっても貴重な公共財をより広い視点で守ることが要求されている。

EMEC Sに代表される瀬戸内海保全の国際的ネットワークの構築は、その役割を果たしてきたが、21世紀においては、さらに革新的な理念と行動が求められるであろう。

## 1. 「瀬戸内海における新たな環境保全・創造のあり方について」の考察

### 1-1. 答申のフレームワーク

瀬戸内海環境保全審議会は、「瀬戸内海における新たな環境保全・創造のあり方について」に関する答申を、平成11年1月19日に行った。答申のフレームワークは、次に示すように整理できる。この答申は、21世紀の瀬戸内海の環境保全政策の方向を示すものとして注目される。

#### 第1 課題と新たな流れ

- ・ 関連制度 / 瀬戸内海環境保全臨時措置法制定 / 国連環境開発会議 / 環境基本計画
- ・ 環境施策 / 環境保全に対する恒常的取組、国際的な交流

---

●略歴	1948年	中国山西省太原市生まれ(なかがみ けんいち)
	1972年	山口大学工学部土木工学科卒業
	1974年	名古屋大学大学院工学研究科修了
	1976年	京都大学大学院工学研究科博士課程中退
	1976年	京都大学経済研究所助手
	1989年～	立命館大学経営学部助教授、教授、政策科学部教授を経て
	2000年～	現職

・産業／全国的な比重の低下、漁業／漁業生産性は極めて高い

・新たな課題／海砂利採取、散乱ゴミ、油流出事故対策、新たな有害化学物質問題

第2 瀬戸内海における今後の環境保全の取組みに対する基本的な考え方

・現状対策／環境保全型施策／過去修復  
・将来対策／環境回復型施策／未来創造  
・環境組織／連携と参加／地域－主体－世代

第3 今後の環境施策の展開

・現状対策／環境保全施策の充実  
・環境回復施策／失われた良好な環境の回復と、積極的環境の整備  
・環境保全の推進方策／関連計画の見直しと、具体的行動計画の導入

#### 1-2. 答申の今日的意義と課題

答申の意義としては、次の3点で評価できる。

- (1) 瀬戸内海環境保全特別措置法（昭48法律110号）が制定され、27年が経過した。この間、瀬戸内海法が定める特別措置として、「基本計画」や「府県計画」が実施されてきた。本答申は、これらの瀬戸内海環境保全政策の総括したものである。
- (2) 瀬戸内海環境保全政策の蓄積を踏まえた体系的政策フレームが構成されており、かつ環境保全行動として具体的アジェンダが提起されている。
- (3) 環境保全理念として、連携と参加という、瀬戸内海独自の地域性、歴史性を踏まえているとともに、21世紀型環境マネジメントが提示されている。

答申の課題としては、次の3点があげられる。

(1) 深刻な課題への注視と対策への斬新なアイデア

瀬戸内海の環境問題は、豊島の廃棄物処理場に見られるように、深刻な課題も存在する。赤潮対策において見られた行政の一致した対策が個々の深刻な環境問題においても必要であろう。また、環境基本法において提案された、環境保全・環境創造における経済的手段のより斬新なアイデアの提案が必要であろう。

(2) 産業発展への見通しと漁業育成への展望  
日本全体における瀬戸内海圏の経済的地位は、経年的に減少している。この傾向を改善する明確な方向は見えないのが現状である。従来の産業の整備や、瀬戸内漁業の育成とともに、環境産業、観光産業を軸とした新産業創生のプロジェクトの提案が必要であろう。

(3) 国際的情報ネットワーク構築の展開  
瀬戸内海保全に関する、国際的ネットワーク形成は90年代に飛躍的に発展した。この蓄積を基本として、さらに、今日のIT革命と呼応した国際的情報ネットワークの構築が求められる。具体的には、瀬戸内海関係市町村の共通データベースの構築とともに、瀬戸内海環境情報の世界への発信整備が必要である。

#### 1-3. 環境保全・創造の新展開のための視点

瀬戸内海環境保全審議会の、「瀬戸内海における新たな環境保全・創造のあり方について」の答申は、瀬戸内海環境保全に関する体系的なものである。この答申の内容を

踏まえ、さらに、新しい視点として、次の3点を提案する。

(1) 瀬戸内海圏の持続可能な開発

- ・瀬戸内経済圏の持続的成長を保証する社会経済システムの構築
- ・瀬戸内環境管理システムと環境目標の設定
- ・瀬戸内海の持続可能性指標の構築と環境制御システムの開発

(2) 瀬戸内海ガバナンスの展開

- ・瀬戸内海におけるエコシステムの回復、アメニティの向上、沿岸域の環境資源の価値創造を目指した総合的政策の策定
- ・瀬戸内海の現状を踏まえ、計画の実効性、社会的受容性、展開性を考慮した瀬戸内海圏域総合評価システムの構築
- ・瀬戸内海圏域に関するインタレスト・グループの行動規範、行動方針を明確にして、協調分散型社会に対応した連携と参加システムの構築

(3) 国際ネットワークの推進

- ・日本における瀬戸内海の国際的意味を認識し、瀬戸内海の特性を生かした、産業・貿易・観光・環境の国際的ネットワークの構築
- ・アジア経済圏と瀬戸内経済圏との交流を活発にし、アジアの玄関口、さらには環黄海経済圏の一翼をにない、物流、情報の拠点を形成する
- ・世界の閉鎖性海域との学術的交流（EMEC S）の強化や、リオ+10に向けた、瀬戸内海環境保全の世界へのアピール、さらには地域住民間の交流システムの構築

## 2. 瀬戸内海の環境創造と持続可能性指標

### 2-1. 瀬戸内海の環境特性

瀬戸内海の環境特性は、多様性、閉鎖性、開放性にある。それは、面積、18,658km<sup>2</sup>、海岸線6,760kmという地形的条件と共に、約700を超える島から独特の景観が形成されている。そして、古来より中国大陸や朝鮮半島との交流の要衝にあり、独特の歴史が形成された。このような自然的・社会的・文化的多様性は、独特の産業、環境を創出してきた。一方、瀬戸内海は、その地形的特性から閉鎖性の海域であり、深刻な水質汚染を生み出す基盤が存在する。このことは、1960年代からの瀬戸内海地域の産業の発展にもなって急激な環境汚染を生みだした。しかしながら、地形的閉鎖性とは、反対に、その社会的活動は、貿易、水質管理方式、研究交流などに見られるように、国内外を問わず、開放性を示している。したがって、瀬戸内海の環境特性は、この3つのベクトルがどのような方向へ向かうかによって少しずつその様相を変化させる。

### 2-2. 持続可能な開発と持続可能性指標

持続可能な開発の概念の整理とともに、その概念の明確化を図るための指標が必要となる。水資源開発事業分野における持続可能性指標として、次の4点が提案された。

(1) 受益者の満足と利益配分の公平

(水質保全、地域経済活性化、観光開発、漁業)

(2) 保全手段の妥当性の確保

(保全施設(下水道)、河口堰、ダム)

(3) 計画・運用変更に対する柔軟性と能力

(制度的・非制度的組織の長期的経営能力)

(4) 政治的議論を招かない程度の援助

(政治的援助(補助)や介入)

これらの指標の特徴は、これまでの環境指標に比較して、より総合的かつ政策的な色彩が濃いことであろう。すなわち、単純な要素を基本とした指標構成よりも、政策的目標を指向した指標体系である。しかしながら、計画理念、政治的解釈に関する指標については、環境分野においてどのような要素が適切な指標であるかという研究は十分な蓄積がないのが現状である。

### 2-3. 瀬戸内海の持続可能性指標

沿岸域管理の国際的潮流を背景として、瀬戸内海圏域の環境保全を基調とした持続可能性指標として、次のように提案する。

#### (1) 経済的効率性の維持

瀬戸内海圏域における地域住民の所得の安定、生活水準向上および、開発利益の公平性が経済効率性の視点からも保障され、経済システムが維持される

(指標例) 工業生産高, 県民所得, 所得格差

#### (2) 環境保全技術的手段の有効性の維持

瀬戸内海域の環境保全技術の改善, および瀬戸内海の環境保全にかかるインフラストラクチャーを整備し, 技術的手段の有効性が維持される

(指標例) 瀬戸内海域の環境保全技術の整備

水準, ミティゲーション技術・制度の普及度

#### (3) 健全な社会システム発展のための意志決定方式の形成

瀬戸内海沿岸域の開発プロジェクト実施における環境・社会配慮や, 瀬戸内海圏域の健全な社会システムの構築のための合理的意志決定システムの形成

(指標例) 情報公開の水準, 執行機関の説明責任の水準

#### (4) 社会的制度・計画推進のためのガバナンスの推進

瀬戸内海の持続可能な開発を推進し, 良好な環境を保全するためには, 環境・社会に配慮した政策形成とともに, この政策を支援するための地域・国内・国際からの情報ネットワークを構築するとともに, 瀬戸内海環境を創造するための社会的制度や計画推進のためのガバナンスの推進

(指標例) 情報システムの整備, 計画策定方式の透明性, 意志決定方式の透明性

### 3. 瀬戸内海ガバナンスと国際ネットワークの構築

瀬戸内海の環境創造において, ガバナンス

表-1 瀬戸内海の環境創造のパラダイム

	都市	環境	瀬戸内海
経済	資本/生産/消費集中 都市ネットワーク 世界都市システム	環境経済システム 環境産業の展開 国際化基準(I S O)	漁業から産業用水的利用 海域資源環境価値の評価 海域情報システムの整備
技術	都市基盤整備 持続可能な都市開発 都市のIT化	公害対策 快適環境創造 環境情報システム	効率的な海域資源環境整備 「使う側」からの技術の構築 海域環境保全技術の国際協力
文化	都市文化の模索 人間性の希求 異文化交流・創造	環境文化の崩壊 環境文化の再生 国際ネットワーク	地域から水システムの喪失 文化創造の核としての海 瀬戸内海文化思想の国際比較

上段：20世紀システム 中段：21世紀システム 下段：国際化・情報化展開

スという概念の導入とともに、国際的なネットワークの構築が求められる。自然環境豊かな瀬戸内海は、20世紀においては、経済システム、技術システムによって大きく変化した。その結果、都市化が進展し、また環境も変化した。21世紀においては、新しい瀬戸内海文化創造を環境創造の原理として構築することが求められるであろう。瀬戸内海の環境創造のパラダイムを表-1に示す。

表-1のパラダイムを踏まえ、瀬戸内海ガバナンスと国際ネットワークの構築のあり方を次のように提案する。

(1) 瀬戸内海の環境管理のフレームワークの構築

- ・水質保全型環境管理  
(COD汚濁, 有機汚濁, 底質汚染)
- ・沿岸域環境管理  
(藻場, 干潟, 景観, 海砂利, 散乱ゴミ, 油, 有害化学物質)
- ・地域文化創造型環境管理  
(地域文化, 歴史, 地域ネットワーク)

(2) 瀬戸内海ガバナンスの推進

- ・瀬戸内経済圏低迷の克服  
(経済的地位の低下, 克服策の提案, 産業転換の可能性)
- ・地方分権と独自の政策展開  
(地方分権への対応と展開, 瀬戸内海行政ネットワークの重視)
- ・瀬戸内海ガバナンス  
(広域連携システム, 瀬戸内海連邦, 瀬戸内海ガバナンス憲章)

(3) 瀬戸内海と国際ネットワークの展開

- ・瀬戸内海環境保全と国際化  
(情報ネットワーク, 研究ネットワーク, 環境保全技術ネットワーク)
- ・首都権機能移転と瀬戸内  
(アジア太平洋地域の政治文化首都, 新首都と瀬戸内海圏域の関係強化)
- ・アジアとの連携と国際展開  
(アジアのダイナミズムと瀬戸内海の発展)

おわりに

21世紀には、ネットワークの時代といわれる。閉鎖性海域である瀬戸内海がよりよい環境を回復・保全し、快適な環境を創造していくためには、総合的かつ開放的な施策が展開されることが求められる。

参考文献

- ・瀬戸内海環境保全審議会, 「瀬戸内海における新たな環境保全・創造のあり方について」(答申), 平成11年1月19日
- ・中山充, 「瀬戸内海環境問題と保全政策」, 瀬戸内海研究フォーラムin広島, 1992年8月
- ・岡市友利他編, 『瀬戸内海の生物資源と環境』, pp.191-193, 恒星社厚生閣, 1996年
- ・仲上健一編, 『現代環境論』, pp88-104, 有斐閣, 1996年
- ・佐藤俊雄, 「瀬戸内海環境管理のためのビジョンづくりの動向」, 瀬戸内海研究フォーラムinひょうご, 1996年9月

# 水環境と魚類について

日本海洋科学専門学校

校長 小嶋 吉雄

## IXθUS (イクトウス)

キリスト教の聖書には、魚がしばしば登場します。新約聖書はおよそ2000年前に、イスラエルとその周辺の地域を舞台として書かれたものです。ガリラヤ湖には、約40種の魚が棲息していますが、中でも有名なのがピーターフィッシュ（ペテロの魚）と呼ばれる魚です。ティラピア（カワスズメ）のことですが、成長が速く、繁殖力も高く、20℃以上なら年中産卵します。雌は卵と稚魚を口中で保育します。稚魚は危険時に雌親の口中に避難します。しかし稚魚が再び口の中に帰ってこないように、湖底の小石を口を含むことがあるらしく、イエスの弟子ペテロが釣った魚の中に、たまたま銀貨が入っていたのはこの習性からきたものでしょう。ヘブライ語ではこの魚のことを「アムヌン（母なる魚）」と呼び、現在でも広く国民に食用されています。

さて日本人の多くの方は、ローマ郊外にあるカタコンベを見学された方もあると思います。ここは初期キリスト教時代に地下に作られた隠れた基所です。

キリストの弟子ペテロは、迫害を受けつつ熱心に布教し、終に殉教をしました。信徒たちはローマ郊外のアッピア街通の両側（この辺一帯は凝灰岩地帯）に迷路のような地下道を掘り殉教者の遺体を祭り、ミサを営み、洗礼を授け、集会をして布教をしました。その地下道は縦横に切り開かれ延長は180キロメートルにも達し、最も深いところは地下30メートルにも及んでいるとのこと。地下道が周囲には無数の小穴が階段式に掘られ、柵が置かれていました。柵には魚の絵が描かれたり、また迷路のような地下道には、礼拝堂への道しるべに魚の絵が使われていました。

このように魚の絵が使われているのは、実は魚がキリストの隠語になっているからです。魚のことをギリシャ語でイクトウス（IXθUS）といいます。Iはイエス、Xはクリストス、θ（セウ）は神の、U（フィオス）は子、S（ソテール）は救い主、それぞれの頭文字を併せると「救い主、神の子、主イエスキリスト」を表しています。キリスト教の信者同士が魚の絵を書いて互いに確認し合っ

### ●略歴



1920年 高知県生まれ（おじま よしお）  
1942年 北海道大学理学部動物学科卒業、軍隊（任陸軍中尉）  
1948年 関西学院大学講師  
1955年 米国コロンビア大学客員研究員（1年）  
1957年 関西学院大学教授 学生部長、理学部長、常任理事など  
1962年 カナダサスカチュワン癌医学研究所研究員（1年）  
1976年 関西学院大学学長代理  
1988年 関西学院大学退職 名誉教授  
現職

たと言われています。(図-1)

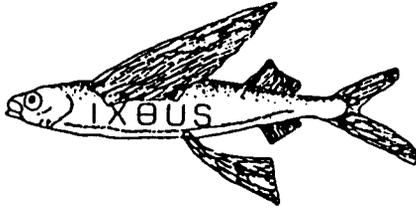


図-1 私のシンボルマーク、とび魚とイクトウス

ここに揚げた私のシンボルマークは、空中を飛ぶことを発明したトビウオに敬意を払いその中にIXΘUSを配し、私の一生の研究材料と自分のつたない信仰の一端を表現したものです。

### 兵庫運河とタップミノーの活躍

私はもともと「魚の染色体と進化」の研究をしていました。多くの魚について染色体を調べてきましたが、たまたまタップミノーと称する中南米産のメダカの類は、まだ見たこともなかった魚で、それが神戸市環境局の水槽で飼育されているという新聞記事が出たので、早速電話して見せてもらうことになりました。神戸市役所に出かけ色々話をする間に、環境局長さんも課長さんも私の後輩に当たる人達であることが判り、以来私は環境局に入りしている内に環境問題に染まってしまっ

て今日に至っています。

神戸市は昭和47年11月17日これまでいろいろな浄化対策を進めてきた兵庫運河を生き返らせるため、タップミノーを運河に放流し、生物によって浄化を進めることになりました。私は早速和歌山へ出かけタメ池に多数繁殖していたタップミノーをしこたま採集し持ち帰りました。2000匹ばかりのタップミノーに兵庫運河の浄化の大役を託そうという計画でし

た。11月17日当日セレモニーのあと、2000匹のタップミノーは運河に放流されました。

勿論兵庫運河の浄化をタップミノーだけに託したわけではありません。市当局の各部署ではあらゆる努力が払われたのです。例えば、市長の指示で「兵庫運河対策委員会」を新設し、関係機関(土木局、港湾局、公害対策部、下水道局、兵庫区民会議、きれいな運河にする会、兵庫運河を美しくする会等)の協力のもとに兵庫運河の水質は著しく改善され、CODをはじめ溶存酸素も回復し、メダカやアブラメ、サバなども遊泳するようになり今日に及んでいます。

卵胎生メダカTopminnowは別名アメリカでmosquito fish、日本でカダヤシとよばれています。アメリカ南部の原産で、テキサスよりアラバマ州に至るメキシコ湾に注ぐ水系に分布しています。日本にはマラリア撲滅の目的で、蚊を絶やすため台湾を経て移入されました。約50年間に日本の環境に適し特に関東以西の池や沼に分布しています。蚊を絶やすことからカダヤシと呼ばれ蚊のわくような汚いタメ池に平気で増えています。好んでポーフラを食べ大食します。1ヶ月に1回ぐらいの割合で増殖します。このため水中の有機物汚濁を軽減し水の浄化に役立つ魚です。毒物汚染

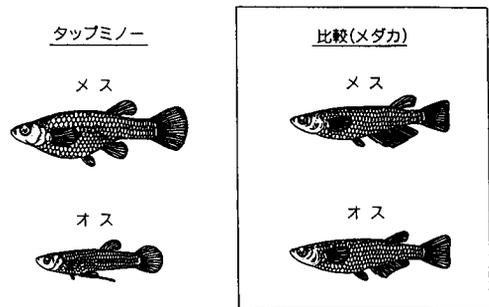


図-2 タップミノーとメダカ

には敏感に反応し危機を知らせてくれます。  
 (図-2) タップミノーのような小型魚が生息することにより、より大きな魚類の回遊を誘う働きがあります。淡水魚の中で最も生活力が強く、全く酸素の欠乏した水の中で口を上にあげパクパク呼吸をしながら生きていくことができる生活力の強い魚です。神戸市兵庫運河のブラキッシュウォーターに適応し繁殖を続けており、水温は高い方がよいが日本の冬は越すことが出来ます。兵庫運河では工場の温排水口付近に集まって越冬し、春と共に湾内に散らばっていくようです。外来の新しい魚を処かまわず放流することには問題があると考えますが、兵庫運河のようにクローズされた水域で、タップミノーが繁殖を続けていくことに関しては何ら問題はないと考えています。(図-3)

### オイカワとカワムツの占有率から水質を判定する

神戸市全域の河川における魚類調査結果を通じて特徴的なことは、オイカワとカワムツが圧倒的に多いことです。全個体数の内、オイカワ54%、カワムツ22%という占有率で、両種を併せると全体の3/4を占めています。そこで神戸環境管理基準に示された2級水域以上の補助指標生物を度外視して、オイカワ、カワムツに注目し、それぞれがどのような水質環境に適しているかについて食性の面から考察をしました。そのため肥満度という値を用いることにしました。

$$\text{魚の肥満度} = \frac{\text{体 重}}{(\text{体 長})^3} \times 1000 (0/100)$$

肥満度は上の式に示す通り、体重を体長の3乗で割り、1000をかけたものです。この式

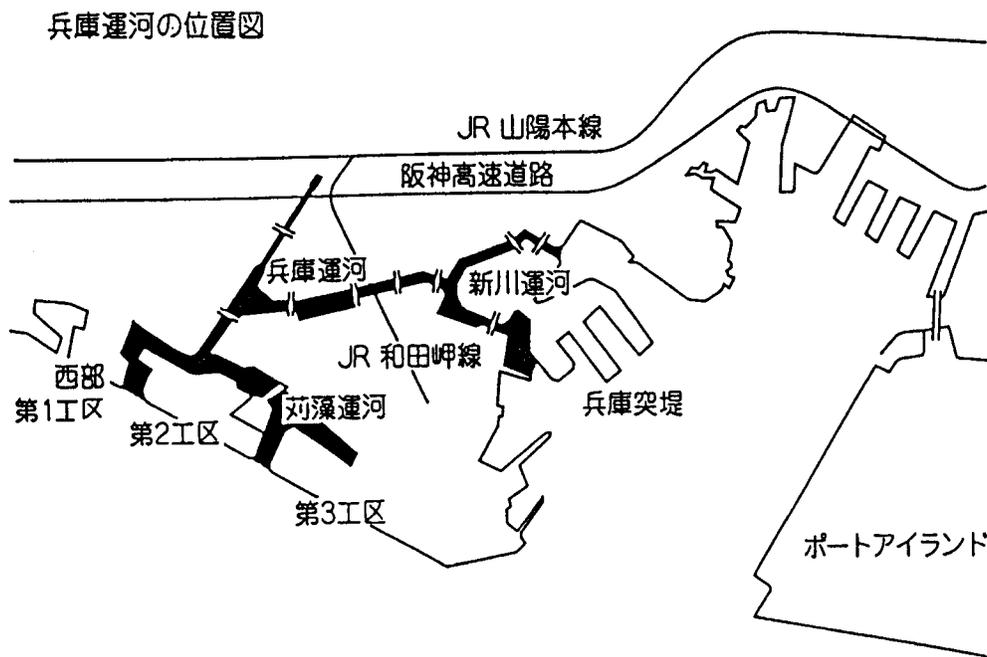


図-3 兵庫運河

は体重と容積は比例するという前提にたち、体長を一辺とした立方体中に占める体容積の比を求めたものです。もし魚類別に肥満度の正常値があるとすれば、正常値より上の値を示せば良好、下の値であれば不良であり、魚とその生育環境を知る目安となりうるはずです。

養殖場の場合と異なり、オイカワ、カワムツについては肥満度の正常値は無さそうなので、調査地点別の肥満度の比較はできそうです。まず肥満度を比較する場合、注意すべきことは魚の摂餌量も少なく、当然肥満度の値の近い調査地点を選び、上流と下流のオイカワとカワムツの肥満度を比較する方法をとりました。(図-4)



カワムツ



オイカワ

図-4 カワムツとオイカワ

(例)

### オイカワ

調査地点 明石川 見津橋 (中間溪流型)  
藤原橋 (中流域型)

採集日 5月10日

下流の藤原橋のオイカワの方が、上流の見津橋のものより全体的に肥満度は大きい値を示しました。このことは上流より下流の方が藻食に強く傾いた雑食性のオイカワに生息環境が適していることを示しているわけです。

### カワムツ

調査地点 淡河川 屏風谷 (山地溪流型)  
開通橋 (中流域型)

採集日 屏風谷 5月25日

開通橋 5月30日

上流屏風谷のカワムツの方が下流の開通橋より肥満度は全体的に大きい値を示し、これは肉食に傾いた雑食性のカワムツにとって、下流より上流の方が生息環境に適していることを示していることになります。

### 河川における上流と下流の比較

(上流)

- 川幅狭く水面は樹林で覆われている
  - 水面への光量は少なく藻類の生産量は低い
  - 上流の流れは速く付着藻類は少ない
  - 藻食という生態的地位は成立しにくい
  - 上流では水生昆虫の量は下流とそう変わらない
  - 水温低いため昆虫の羽化はおくれ、昆虫の量は一年を通じて下流より安定している
  - 水生昆虫の量の最も少ない夏期は陸生昆虫の活動期で、水面を樹木で覆われる上流では水面面積当たりの落下昆虫量は増大する
- 以上の理由により肉食傾向のカワムツの生

存に有利となる。

(下流)

- 水生昆虫の羽化が上流より早い
- そのため魚の成長期の春から夏に水生昆虫量が減少する
- 水面面積当たりの落下昆虫量は上流より少ない
- このためカワムツには不利となる
- 下流は河幅が広がり、水面を覆う樹木も少なく、水面に当たる光量は多くなり、藻類の生産量は増大する
- 流れはゆるやかとなり、オイカワの主食となる付着藻類の量は増大する
- 更に下流は次第に富栄養となり、藻類の生育を助長する。富栄養化はオイカワにとって益々有利となる

そこでオイカワ、カワムツを中心とした生物指標で河川の水質を判定すると次のようになります。(図-5)

3級水域 カワムツだけの水域でオイカワの姿は全く見えない

4級水域 カワムツとオイカワが同居し、カワムツ>オイカワの場合は、しばらく水質は3級に近い状況が保たれるがやがて水は悪くなりオイカワが増加するようになる。やがてオイカワ>カワムツの状況になってくると水質も河川環境共に4級から5級に変わり、間もなく水域はオイカワが独占するようになる(神戸市河川でオイカワ域からカワムツ域へ逆転するような環境にめぐり合わせたことは一度もない)

5級水域 オイカワの天下で、カワムツの姿は全く見られず環境、水質共に最悪である。

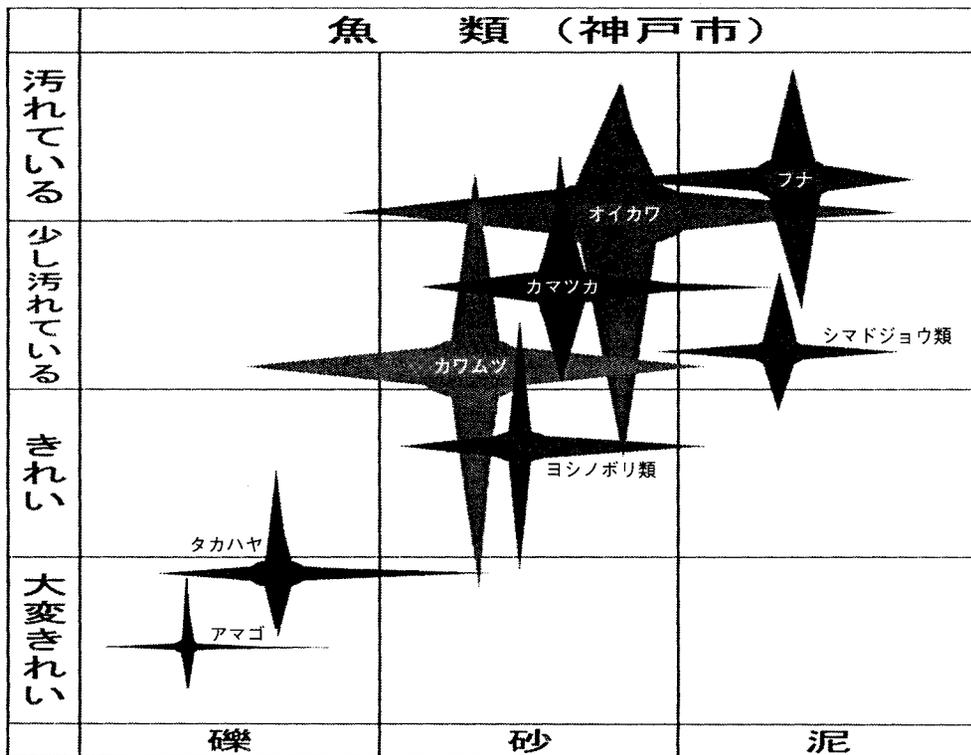


図-5 神戸市河川の底質と水質と魚類の関係 (特にカワムツとオイカワに注目)

# 第11回全国トンボ市民サミット 貝塚大会を振り返って

貝塚市立自然遊学館

白 木 江都子

## 全国トンボ市民サミットとは

全国トンボ市民サミットは、トンボの研究や保護活動をしている人たちが一堂に会し、トンボをシンボルとして自然保護活動の全国ネットワークをつくろうとしたもので、平成2年第1回横浜大会に始まり、毎年各市を巡って開催され、一昨年は神戸市、昨年は高知県中村市、今回の貝塚大会は第11回目にあたる。

平成5年、貝塚市内を流れる近木川が水質で全国ワーストワンとなり、そのことをきっかけにして、河川清掃・観察会・川遊び・フォーラムと多方面から近木川にこだわったことが、今回のトンボ市民サミット貝塚大会につながった。

平成9年11月、貝塚市都市公園「市民の森」の中に、貝塚市立自然遊学館を中心にしたボランティアのべ800人が、1年がかりでトンボの池を完成させた。自然生態園「トンボの池」は、機械を使わない工法、水道の水を使わず雨水のみ、底は粘土を叩いて固め、材料は貝塚産のみ、と4つのこだわりをもっている。この池ができあがるまでの苦労話を劇に仕立て、トンボ市民サミット神戸大会で、プレイベントとして貝塚大会で、演じ拍手をいただいた。

この大会が、自然生態園トンボの池と貝塚市内を流れる近木川、そしてナニワトンボをはじめ60種を越えるトンボのすむため池、これらの水辺を通してトンボのすめるような環境と川の再生について考え、子どもたちの生活の中に自然を取り戻すきっかけになれば、と願った。

## 貝塚大会について

### 次頁

## 当日を迎えるまで

トンボ市民サミットはNGO組織が運営開催する。過去開催地にもその方法に馴染まない故の苦労があったと聞くが、貝塚市も同様だった。

「自然生態園をつくる会」会員として、ボランティア活動慣れしている方々に事務局をお願いし、実行委員会は総務財務部、企画部、広報部の3部会で構成された。貝塚市役所職員や貝塚市内各種団体に活躍しておられる方一人ひとりに直接アタックし、また近木川を通じて知り合った大阪府職員や「近畿水の塾」関係者にも声をかけ、実行委員数は124名にもなった。

# 第11回全国トンボ市民サミット貝塚大会日程

## 第1日目

	時 間	内 容	場 所
8 月 5 日 (土)	10:00 }	<b>プレイベント</b> オープニングトンボメロディ トンボサミットバンド 環境劇「近木っ子探検隊がトンボの池をつくった」 トンボ講座「トンボってこんなにおもしろい」 国際トンボ学会会長 井上 清氏	コスモシアター 中ホール
	12:00		
	13:00	<b>開会式</b> 実行委員長あいさつ 保田 淑郎 (貝塚市立自然遊学館顧問) 大会会長歓迎のあいさつ 吉道 勇 (貝塚市長)	コスモシアター 中ホール
	13:10 }	<b>記念講演「日本人の生活と自然」</b>	コスモシアター
	14:40	埼玉大学教授・日本昆虫協会会長 奥本 大三郎氏	中ホール
15:00 }	<b>分科会</b> 第1分科会 川・生き物・トンボ 近木川の未来 第2分科会 環境教育のこれから 2002年総合学習に向けて 第3分科会 ビオトープ (トンボの池) つくる・まもる・いかす 第4分科会 トンボサミットのその後 あなたのまちは? 特別分科会 奥本先生と親子で語りあおう	福祉センター 職員会館ほか	
17:30			
19:00 }	<b>大会宣言 交流会</b> 夕陽の見える芝生広場で、トンボサミットバンドの演奏を 楽しみながら	市民の森 (シェルシアター)	
21:00		参加費2,000円	

・手話通訳あり ・保育についてはお問い合わせください

## 第2日目

エクスカーション (見学会)					
	コース案内		定員	場 所	
8 月 6 日 (日)	①	ナニワトンボにあえるかな?	半日 8:00~	50人	貝塚市牛神池ほか
	②	ナニワトンボにあえるかな?	1日 9:00~	50人	貝塚市の池 泉南市の池
	③	お魚になれる?	半日強	40人	貝塚市木積で水辺の 楽校 (前日より宿泊)
	④	ムカシトンボの故郷にいこう!	1日 9:00~	35人	和泉葛城山のブナ林 和泉層群地層観察
	⑤	アンモナイトの時代にタイムスリップ!	1日 9:30~	50人	貝塚市蕎原地区箱谷 化石採集と野井谷池

各コースとも参加費1,000円 ②④⑤要弁当 ③宿泊・朝食代大人約6,000円

肝心のトンボのことが心許なく、保田淑郎  
実行委員長（大阪府立大学名誉教授・自然遊  
学館顧問）から宮武頼夫先生（前市立自然史  
博物館館長・大阪青山短大教授）を通じて、  
国際トンボ学会会長の井上清先生、また井上  
先生のご紹介で関西トンボ談話会の松田勲氏  
をご紹介していただき、このお三方の熱心な  
お力添えをいただいきながら貝塚のトンボ調  
査に乗り出した。毎月1回、時にはアピール  
のために自然遊学館の一般行事に組み込んで  
貝塚中を走り回り、大会までに68種を記録す  
ることができた。

企画部会は定例部会を月1回行い、時には  
臨時会もあったが、毎回大勢の部員が参加し、  
特に分科会について力を入れて熱い討議を重  
ねた。大会を引き受けたときから、全国各地  
の自然大好き人間に集まってもらい、成功話  
ではなく苦労や工夫の生の声が聞きたい、企  
画する側も参加して下さる方々も、ともに  
楽しくありたいと切に願い、そんな分科会に  
なるよう努力した。この企画部の熱意が大会  
を支える大きな力になり、生かされたと思っ  
ている。

## 結果

### 第1日目

10時からのプレイベントは、この日のため  
だけのサミットバンド演奏で始まり、トンボ  
の池をつくるまでの苦労話を劇に仕立て「近  
木っ子探検隊がトンボの池をつくった」とと  
もに、主催者の実行委員自身が大勢出演して  
楽しんだ。

また井上清氏は、日本人とトンボの長くて  
深い結びつきを語り、種族を保存するため  
は、昆虫採集を禁止するより、追いかけて

つかんで生命の大切さを学び、池を埋め立て  
たりしないでトンボの住める環境を残すこと  
が大切だと語った。

「貝塚大会記念講演は、貝塚市出身の埼玉  
大学教授・日本昆虫協会会長の奥本大三郎氏  
にさせていただこう」と、早いうちから決まっ  
ていた。参加者数600余名という盛況は先生  
のおかげであろう。先生は子どもの頃のトン  
ボや魚採りが、細かいものを見る目を養い、  
伝統の日本文化、美意識を育て、子どもたち  
がトンボを採らなくなったとき、それらが断  
絶してしまうのではないかと、話された。

### 第1分科会 参加者86名

人々の暮らしや子どもの遊びと密接につなが  
る川にするために

- ①近木っ子探検隊の活動、下流ヨシ原でのカ  
ニつりや河口の生きもの調べ
- ②子育てネットワークの求める生き生きと遊  
べる場、あそべる川・近木川に
- ③わたしが目撃し、写真を撮った貝塚のトン  
ボ（黒田 祥子）
- ④天の水を生きものと人に活かす。大地に戻  
す。生きものに天水を使う（君塚芳輝）
- ⑤谷川の水を利用して簡易水道（貝塚市蕎原・  
大川・稲谷・木積の畑地区）

### 第2分科会 参加者128名

自然から学ぶ環境教育、地域との連携がキー  
ワード（川・池・学校ビオトープ）

- ①横断的・総合的な学習の推進、特色ある・  
開かれた学校づくり
- ②老朽校舎跡地の利用で学校ビオトープづく  
り
- ③地域といっしょに取り組む小学校からの報

告「私たちの町の自然をみつけよう」

- ④高校選択科目「環境科学」近木川が結ぶ地域のネットワーク

第3分科会 参加者94名

維持管理に焦点をあて、ビオトープを守っている人、活かしている人のお話

- ①学校ビオトープネットワーク……NPO発足  
②神戸学校ビオトープ トンボ池のモニタリング  
③高槻市阿武山団地「上の池公園ビオトープ」  
④能勢上光ガ谷のトンボ池、地域に密着したトンボ池づくりの実践

第4分科会 参加者37名

横浜市・東京都荒川区・埼玉県寄居町・静岡県磐田市・名古屋市・佐賀市  
新潟県紫雲寺町・神戸市・高知県中村市（特別参加，時期開催地千葉県市川市）森清和氏（トンボ市民サミット全国実行委員長）も加わって，過去開催地のそれぞれに，開催を引き受けた結果は？ などを話していただいた。

話は多岐にわたり，トンボがとりもつ人の輪の広がりから，全国実行委員の役割，位置づけにも及んだ。

特別分科会 参加者150名

貝塚市内の小学生が生きものについて調べたことを発表し，質問や感想を4人のアドバイザー奥本大三郎氏（記念講演者）吉道勇氏（貝塚市長）松田勲氏（関西トンボ談話会・ぶり名人）高橋佑磨君（国際学生科学技術博動物学部門総合第1位）にぶっつけた。

展示

写真・ポスター・絵・パンフレット・造形物など出展は15団体，貝塚市内の子どもたちが描いた絵は審査をして，井上清賞，実行委員長賞などが授与される。

ボランティア手作りビーズとんぼ・とんぼアップリケTシャツ・とんぼ絵柄陶器皿など，貝塚サミットならではのトンボ関係グッズは完売。

第2日目エクスカージョン

どのコースも行程のどこかに「自然生態園トンボの池」が組み込まれていて，つくる会の中心メンバーから，説明と案内をうけた。

第1コース 参加者55名

貝塚市内千石荘病院付近の牛神池には，ナニワトンボ・キイトンボ・チョウトンボ，ボタン池ではウチワヤンマ・タイワンウチワヤンマが見られるが，スズメバチにご用心。関電堺港発電所の広いトンボ池では，ギンヤンマの♀を捕まえておいておとりにし，♂を採る方法を井上清国際トンボ学会会長が披露。

第2コース 参加者46名

泉南地区阪和高速道近くのため池へ，お目当てのナニワトンボが数多く出迎えてくれ，珍しい水草の数々やオオタカの観察までできて満足。

第3コース 参加者26名

交流会終了後，貸し切りバスで近木川上流松葉荘へ。翌朝淡水魚類研究者の君塚芳輝先生の講義を受けてから，冷たい清流の中へ，震えながら大人も子どももみんな魚になった。

#### 第4コース 参加者37名

貝塚市の木積・蕎原地区で和泉層群地層を岡田宏善兵衛ランド館長の解説で観察，黒子浩自然遊学館名誉顧問の昆虫・上久保文貴自然遊学館館長の植物，の説明を聞きながらブナ林のある頂上をめざした。

#### 第5コース 参加者59名

蕎原地区野井谷池では急遽講師をお願いした岡泉州氏（全国実行委員）から，トンボの説明を聞き，採集したミョウガがお土産になった。

午後からは高田雅彦・五藤武史両講師の指導を受けながら，海産化石を掘り出す作業に夢中になった。

#### サミットを終えて

124名の実行委員のそれぞれが自分にあった仕事をし，それが結集してトンボ市民サミット貝塚大会になったと言えるだろう。このような大きな大会を引き受けるにはあまりに力不足で，受付・種々の手配など不備が多く，

参加者にはいろいろご迷惑をかけたのだけれど，本大会趣旨を理解していただき，参加者も主催者もともに楽しく，という願いを実現させてもらえたうれしさは，何ものにもかえ難い。

あらためて話題になった自然生態園トンボの池については，より多くの人に関心を持たれるよう維持管理法を工夫し，そして限りなく自然に近いトンボの池にして行きたいと思っている。

サミットが終わっても，毎年夏になれば青いアカトンボことナニワトンボに思いを馳せてほしい。今年も出あえるだろうか，ナニワトンボのすむ環境のことを考えてもらいたい。トンボを追っかける生きもの好きの子どもが増え，自然大好き人間の輪がもっともっと広がるよう，自然遊学館はこれからも，さまざまな行事を考えだし実施して行きたい。

大会宣言でうたったように，豊かな自然が息づくよう，活動をひとつひとつ積み上げて……。

環境にやさしい循環型社会システムの形成をめざして

## ばいじん・焼却灰の溶融処理事業

(財)兵庫県環境クリエイトセンター

企画開発部次長 寺谷 保

### 1 はじめに

従来、可燃性廃棄物の処理方法としては、一般廃棄物又は産業廃棄物の種類を問わず、焼却する方法が採用されてきた。これは、廃棄物を焼却することにより、公衆衛生の向上並びに生活環境の保全が図ることができたことによるものである。

しかしながら、生産・消費の拡大、生活様式の多様化等により廃棄物そのものに質的变化をもたらし、特別な処理を必要とする廃棄物が発生してきた。このような特別管理廃棄物等を適正に処理する方法として、焼却よりもさらに高温で溶融する処理方法が考案されてきた。

ここでは、日本下水道事業団が揖保川流域の自治体の要請を受けて、これら自治体で発生した下水汚泥を処理するために設置された溶融処理施設の余力能力を活用し、市町の焼却施設で発生したばいじん及び焼却灰をこの溶融施設で溶融処理する事業を開始したのでその概要について報告します。

### 2 経緯

平成10年の夏頃、日本下水道事業団から当事業団の兵庫西エースセンターの溶融施設の余力能力を活用して、市町の焼却灰等を受入れ処理できないかの打診があり、このための溶融試験の実施について兵庫県環境整備課に対して依頼があった。当センターでは、県からの依頼を受けて、溶融処理試験に協力することとし、平成10年10月の予備試験（短期）及び平成11年1月からの本格試験（長期）を日本下水道事業団兵庫西エースセンターと共同で実施した。

これらの試験結果では、通常の下水汚泥処理時の操炉方法で、ばいじん及び焼却灰を下水汚泥と混合溶融処理できることが確認できた。また、溶融時に発生する排ガス（ダイオキシン類を含む）、排水、スラグ等の二次生成物の性状について検査・測定した結果、いずれも規制値を十分クリアしており、ばいじん及び焼却灰と下水汚泥とを混合溶融しても環境への影響はないと判断された。

#### ●略歴



1947年  
1968年  
1968年  
1972年  
1994年

兵庫県生まれ（てらたに たもつ）  
神戸市立工業高等専門学校卒業  
大阪府職員  
兵庫県職員  
現職

一方、この間に、溶融処理試験の実施及び事業化について地元自治会と数回にわたり協議した結果、現行の処理能力の範囲内で、ばいじん及び焼却灰を溶融処理することを前提として、施設管理、環境保全対策等を定めた「溶融事業に関する覚書」を平成11年1月に締結した。

以上の経緯を踏まえ、平成11年6月に一般廃棄物処理施設設置許可申請を姫路市に行い、同年9月20日に許可を取得し、10月から溶融処理事業を開始した。

### 3 溶融処理事業の実施概要

廃棄物を溶融処理する場合、処理物を確実に溶融施設の溶融帯（1,500℃前後）まで到達させてやる必要があり、このために以下のような前処理を行っている。

#### (1) 下水汚泥

そのままの状態では溶融炉に投入すると、炉内が高温であるため瞬時に乾燥して粉体となり、溶融帯まで到達せず排ガス処理系統の方へ飛散してしまう。このため、汚泥は予備乾燥、混合成型した後、棒状の汚泥にして投入している。

#### (2) ばいじん

ばいじんは加湿状態で受入れしているものの、微粒子状のものであるため直接投入は出来ず、汚泥と混合成型した後に投入している。

#### (3) 焼却灰

焼却灰（ばいじんと焼却灰が混合しているものを含む。）は、ばいじんの様な微粒子のもの、砂利のような数cm大の固形状のもの、空缶類及び場合によっては20～30cm大の鉄塊ものとかコンクリート塊などが含まれ、性状が均質でないため、そのままの状態では溶融

処理施設に投入できない。このため、これら焼却灰等を投入できる性状にするための前処理施設を設置している。

下水汚泥、ばいじん及び焼却灰の処理概要を図-1に示す。

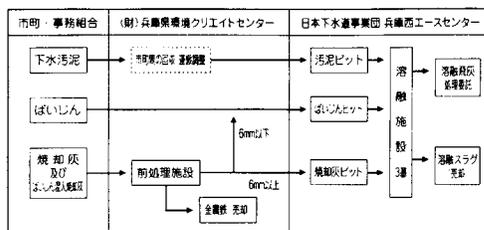
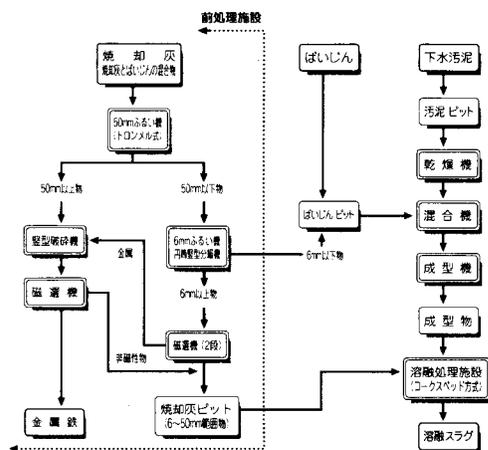


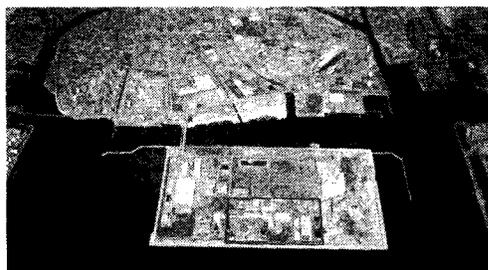
図-1 溶融処理事業概要

また、全体の溶融処理フローを図-2に示す。

図-2 全体処理フロー



溶融処理センター



場所：姫路市網干区網干浜240-2

#### 4 焼却灰等前処理施設

前処理施設は、焼却灰等を50mmふるいで分別した後、ふるい上物を破碎して金属鉄を回収し、ふるい下物は、さらに6mmふるいを行い、直接投入分（6～50mm）と間接投入分（6mm以下）に分別処理する施設である。

〔施設概要〕

- (1) 建築面積：815m<sup>2</sup>
- (2) 処理能力：80t<sup>日</sup>／日（5時間）
- (3) 総工事費：約 180,000千円
- (4) 使用開始：平成12年3月

主要機械：トロンメルインバクタ(48Kw)

円筒縦型分級機(V3 セパレーター)

縦型破碎機(90Kw)

集塵機(バク\*フィルター)、磁選機等

(5) 特徴

- ・回転ふるい（トロンメル）の中にハンマー

クラッシャーを配置したトロンメルインバクタで、灰と金属表面に付着した灰の粗分離を行う。

- ・ 縦型破碎機で金属と灰の粗分離を行い、磁選機（3台）で金属鉄を回収し再資源化する。（売却）
- ・ 6mm分級のふるい機として、遠心力と振動を利用した円筒縦型分級機（V3 セパレーター）を採用し、ふるい効率をアップした。
- ・ 急傾斜コンベアを3基設置し、コンパクトな施設配置を行った。

前処理施設の処理フローを図-3に示す。

#### 5 溶融処理施設

兵庫西エースセンターの溶融施設は、皮革排水汚泥中に含まれる6価クロムを適正に処理する目的でコークスベッド方式を採用して

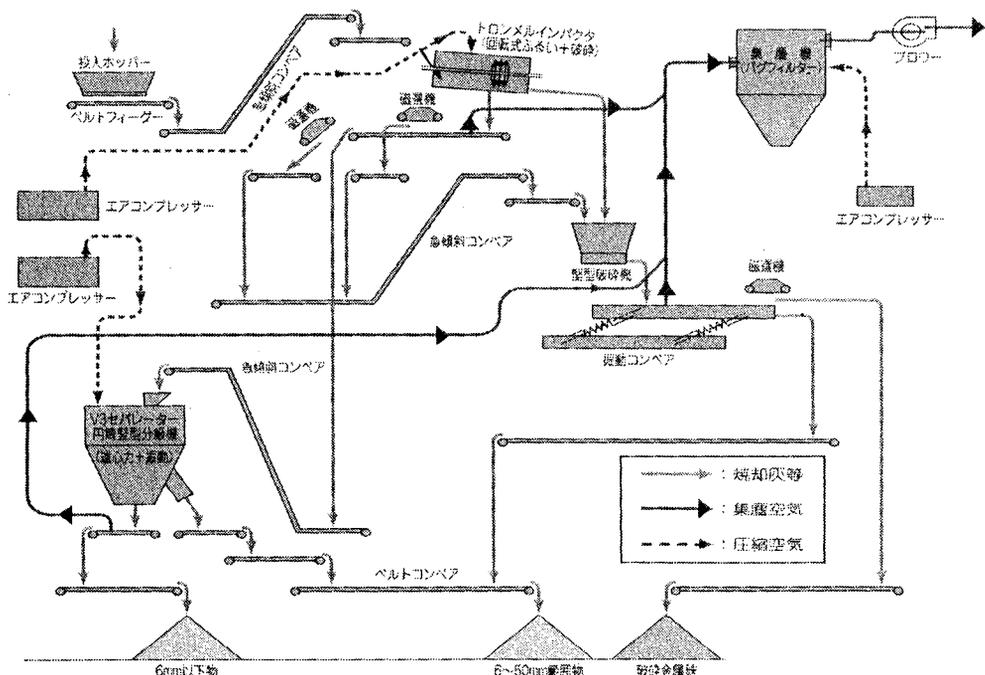


図-3 前処理施設 処理フロー

ており、その概要は下記のとおりである。

- (1) 敷地面積：126,000m<sup>2</sup>
- (2) 施設規模：40トンス/日×3基
- (3) 使用開始：平成元年11月1日一部開始
- (4) 主要機械：受泥施設、濃縮施設、脱水施設、排水処理施設、発電施設、排ガス処理施設等
- (5) 特徴

- ・ 1,500℃前後の温度で溶融するため、ばいじん及び焼却灰中のダイオキシンを分解でき、鉛等の有害金属を溶出しない性状にすることが可能。
- ・ 焼却に比べて、ダイオキシンの発生が少い。
- ・ 処理後物（スラグ）を建設資材等に再資源化できる。
- ・ 市町で発生する下水汚泥とばいじん等を同

じ施設で同時に処理できる。

溶融処理施設のフローを図-4に示す。ばいじん及び6mm以下物は、汚泥と混合成型した後に投入し、6～50mm範囲物についてはそのままコークス等と同様に直接投入している。

## 6 おわりに

溶融施設は、廃棄物中のダイオキシンを分解し、かつ、自らの排出ガス中には極微量しか含まないというダイオキシン対策面で優れた性能を有している。この溶融処理事業が、市町の焼却炉で発生するばいじん等の処理及びダイオキシン対策に寄与できるよう協力していきたいと考えている。

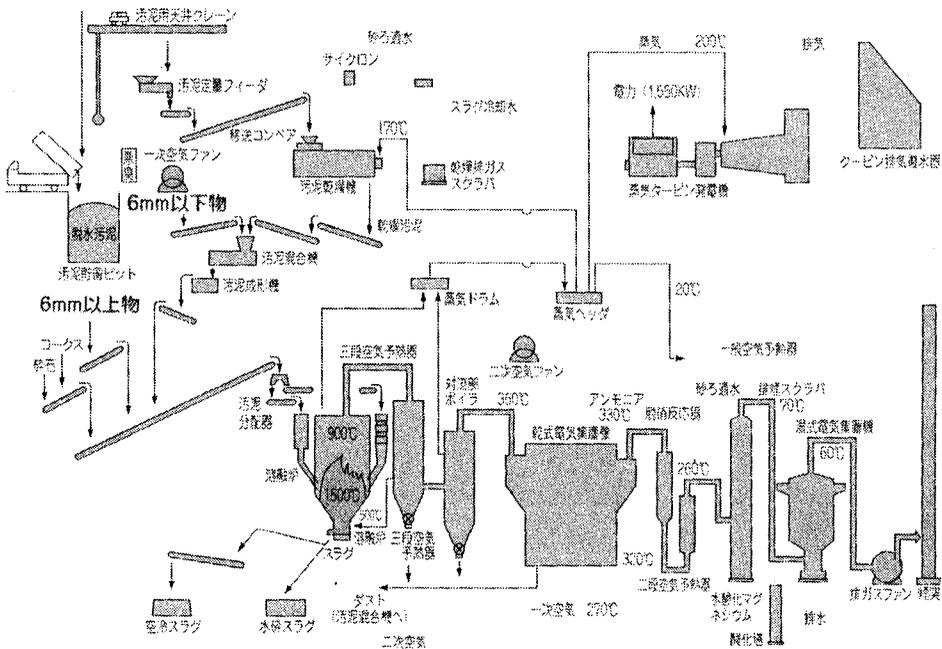


図-4 溶融処理施設フロー

## 瀬戸内海と山口県の変遷（下の二）

村上 瑛 一

### 〔江戸期の陸と海の道〕

江戸幕府は、山陽道を脇街道（脇往還）としたが、道中奉行が管轄する五街道に次ぐ重要な道であった。中国路と公称されたが、一般には江戸往還・上方往還・長崎路などと言い、萩藩では南前往還と呼んだ。そして、この往還が、萩から山陽道・瀬戸内（三田尻）へ到る萩往還と結び、内海と並んで倒幕への道となるのである。

一方、古くから開けていた瀬戸内海運と、北国の海運が結びついたものが西廻り航路である。

寛文十年から同十二年にかけての、河村瑞賢による西廻り航路の確立によって、赤間関（下関）は、同航路と九州航路との結節点として全国有数の重要な港町となった。

長州藩は、西廻り海運によって発展する瀬戸内における商品流通の把握を積極的に行い、伊崎・中関・室積の各港を開発・整備して、越荷事業の展開、瀬戸内米穀市場の創設によって、行政基盤を整備して力を蓄えていった。また、三田尻沖での塩田の造成によって、瀬戸内塩業の中心地の一つとなった。長州が幕府に対抗する勢力を持ち得たのは、強大な軍事力と、それを培う財力を蓄積できたからである。

### 〔維新の土壌〕

享保四年（1719）正月、萩藩は城内に藩校明倫館を創設した。家庭が貧困でも、優秀な者には同館で学ぶ道を開き、また陪臣や農・村民にも聴講を許した。枝藩や一門でも家臣の教育に力を注ぎ、早くは時観園（1628）、育英館（享保年中）があったが、明倫館以後、時習館（阿川毛利：1753）、鳴鳳館（徳山：1785）、育英館（清末：1787）、弘道館（大野：1814）、養老館（岩国：1847）など、次々

と藩校や学館が設置された。

弘化三年（1846）、藩主敬親は村田清風の建言により教育の拡充をはかり、嘉永元年、新明倫館を完成させ、海防と人材養成の必要性に対応するとともに、安政二年（1855）、同館内の済世堂を発展させて西洋学所とし、洋学の本格的教育を開始した。これは、同六年八月博習堂と改称、独立の兵学研究・教育機関となるが、同年十二月、江戸藩邸に幕府・講武所教授村田蔵六（大村益次郎）を採用し、翌文久元年（1861）、帰国させて博習堂の教授とした。蔵六は、博習堂及び山口明倫館で洋式兵学の教育を行い、士官人材を養成した。

・嘉永元（1848）年四月、僧月性、遠崎村で尊皇攘夷論を中心とする教育活動を開始（後の時習館）。吉田松陰、月性と親交を結ぶ。

・嘉永七（1854）年三月、松陰、下田で米艦に乗り密航を企て捕らえられる。これに関し、佐久間象山逮捕される。松陰、伝馬町牢内から、後萩に移送される。野山獄内で、約一年二か月の間に六百十八冊の本を読破、また思索にふけり思想を深める（『野山獄読書記』）。

・安政二（1855）年十二月、松陰、実家・杉家に帰り、幽室で講義を開始。近隣の青年たち続々と集まる（後の松下村塾）。

・万延元（1860）年二月、萩藩、周布政之助らの文教政策－洋式兵制と人材養成－に則り、兵制を洋式に改革、萩西浜操練場以外に、山口亀山教練場を開設、洋式銃陣の訓練を開始。

・文久三（1863）年三月、藩主敬親山口に移る。

高杉晋作ら奇兵隊を編成（六月）。京で公武合体派クーデター、毛利氏宮門の衛を解かれ、三条実美らの七脚失脚して長州へ亡命（八月十八日）。十一月、山口講習堂を山口明倫館とし、文学寮と兵

学寮を設け、越氏塾を管轄下に置き（後三田尻講習堂）、人材の養成を急ぐ。

・元治元（1864）年、京・池田屋騒動、長州藩士吉田稔麿（としまろ）ら十数名殉難（六月五日）。禁門の変（七月十九日）で長州軍敗退、喜島又兵衛・久坂玄瑞ら戦死。幕府、第一次長州征伐（八月）、萩藩敗北。幕府に恭順の意を表し山口明倫館を廃館。英・米・仏・蘭の四国艦隊、馬関を攻撃。  
・慶応元（1865）年一月、高杉晋作ら、馬関に挙兵。藩論、幕府への対抗に一変。藩主・敬親、討幕派政権の成立によって萩から山口に移り、三月、山口明倫館・三田尻講習堂の学業を再開、大村益次郎、諸隊を再編成し軍政改革に着手。

長州藩、イギリス軍艦購入、元込装束銃採用、銃隊を編成、散開戦法を短期に訓練、慶応二年六月、第二次長州征伐には反撃して幕軍を掃討。

七月、將軍家茂大阪城に没。八月、征長停止の勅命下る。十二月、孝明天皇崩御し、翌年一月、十五代將軍慶喜、国喪を理由に征長解兵を布告。

・慶応三（1867）年六月、坂本龍馬「船中八策」。

七月、大久保、岩倉ら「王政復古」を計画。

・同九月、薩長芸の三藩、挙兵倒幕を約す。同十一月、島津茂久率兵上京。長州藩兵、摂津打出浜に上陸。十二月、朝廷、王政復古を宣言。

・明治元年正月三日、鳥羽伏見の戦（戊辰戦争）。

長州軍、伏見街道を守る（薩州軍：鳥羽口）。六日、旧幕軍破れ、慶喜海路江戸へ帰る。

#### [松陰の思想・行動と高杉晋作]

松陰の思想は「尊皇」の一語に尽きる。月性や宇都宮黙森との論争によって、公武合体論から尊皇攘夷論に転じ、開国をめぐって激動する国内情勢の中で、塾生とともに政治活動を開始した。

松陰の「草莽崛起」論とその死は、安政の大獄によって逼塞させられていた尊攘派の志士に大きな衝撃を与えた。草莽の志士は、開港を契機とした商品流通の全国的拡大を基盤として、情報交換の場をもち、藩の枠を越えて横断的結合を遂げた。

この過程で松下村塾の塾生も尊皇攘夷の政治思想を一段と高め、師松陰を乗り越えていった。

（「山口県の歴史」）

明治の歴史は反面薩長の藩閥史でもある。薩の西郷に比すべき存在は、長においては高杉である。

維新回天の事業は高杉によって口火が切られ、西郷によって遂行されたと言ってもよいだろう。

馬関戦争に敗れ、講和使節として連合艦隊の要求をはねのけ、彦島の香港化を救ったのは彼の見識と気概であった。また第一長州征伐において、俗論党が握った藩政を、果敢な軍事行動によって奪い返し、藩論を倒幕に統一する原動力となったのも、高杉の先見性と狂気のような行動力であった。彼はこの思想と熱情を、師松陰から学びとったのである。伊藤博文は、のちに高杉の碑文に、「動けば雷電の如く、発すれば風雨の如し」とその生涯を要約している。明治維新の奔流は瀬戸内の地から発したと言ってよく、その揺籃の地は、苦悩を抱えつつ長州であった。

#### [二十世紀の山口]

・明治三十四（1901）年：山陽鉄道開通。沖の山炭坑の石炭開発進む。後瀬戸内工業地帯へ発展。

・昭和十三（1938）年：化学、石油精製などの鉱工業生産、我が国有数の県となる。中四国第一位。

・昭和十六（1941）年：関門トンネル貫通、鉄・石炭・兵器、大陸の労働力海を渡ってくる。

・昭和十九（1944）年：大津島に人間魚雷「回天」の特攻基地。千三百七十五名集められる。

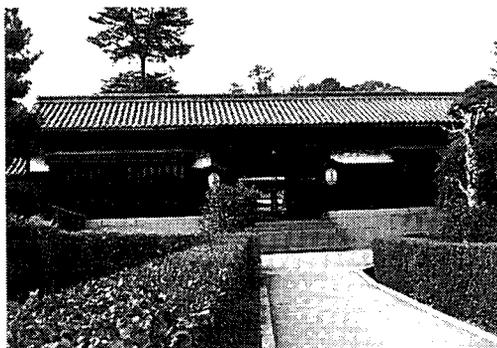
・昭和二十（1945）年：米軍機、関門に五千五百個の機雷を投下。戦後、処理に数年を要す。

岩国・光・徳山・宇部・下関などの主要工場地帯、空爆によって壊滅的な打撃を受ける。

・昭和二十年代から三十年代にかけ、かつての軍工廠跡など瀬戸内沿岸地帯に、武田薬品・現新日鐵・出光・日本鉱業・三井石油化学などが進出、大工業地帯を形成。

## 野崎家塩業歴史館

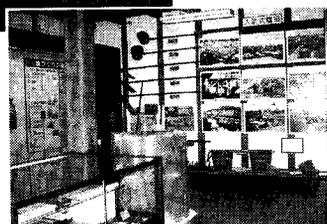
館長 野崎 泰彦



長屋門



土蔵群

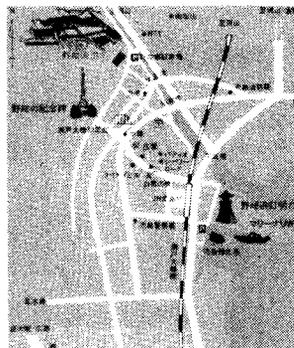


展示館内部

倉敷市児島味野にあります野崎家塩業歴史館は、江戸時代後期に日本の塩田王とうたわれた野崎武左衛門が一代で築いた壮大な邸宅と手入れの行き届いた庭園、それに蔵を改造した展示館からなっています。昭和52年(1977)に岡山県の史跡に指定されました。昭和62年(1987)4月から「野崎家旧宅」として、一般に公開しています。平成7年(1995)に国から塩業の歴史博物館として登録されました。

創始者・野崎武左衛門は寛政元年(1789)に児島味野に生まれました。若くして小倉足袋の製造販売を始め資金を蓄えて、文政12年(1829)にまず味野浜33町歩の塩田を開き、続いて赤崎浜15町歩、玉野市日比の亀浜・玉野市胸上の東野崎浜・邑久郡の久々井浜など、生涯に塩田160町歩余りを開発しました。また、嘉永5年(1852)には藩命により水島地区の福田新田652町歩の干拓にあたるなど、江戸時代後期における岡山藩最大の事業家でした。その武左衛門が全盛期に築いた野崎家旧宅は約

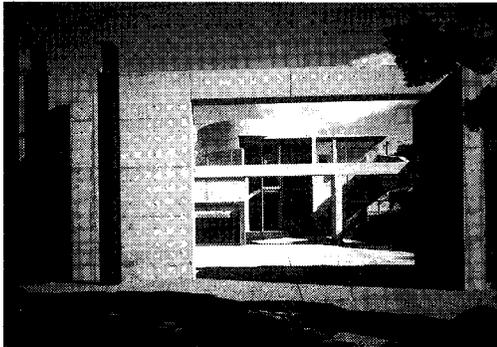
三千坪の敷地に御成門・長屋門・母屋・表書院・威風堂々と軒を連ねる土蔵群など、その延床面積は約千坪になります。表書院は野崎家の中心となる建物で貴賓の応接にあてられており、上の間・下の間・茶室・相の間・表玄関などからなっています。庭園は枯山水で、表書院から鑑賞できるように構成されています。大・中・小の飛び石が造形的に配置されており、中でも直径3メートルもあるお駕龍石は武左衛門が最初に開発した野崎浜塩田の地形に似ています。庭内には三席の茶室があり、涼やかな水琴窟の音色も楽しめます。夏休みには塩作り教室を開きます。2月から3月には藩主より拝領しました大型の享保雑を展示しています。



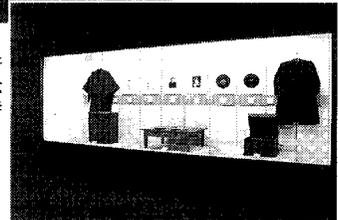
倉敷市児島味野1丁目11番19号  
電話 (086) 472-2001

## 中原中也記念館

館長 福田 百合子



<魂の織物>という中也の芸術のたとえを展示のテーマに、詩の直筆原稿や日記などが展示されています。



1階展示室1の展示ケースには愛用のコートなどゆかりの品々が並びます。

これが私の故里だ

さやかに風も吹いてゐる (詩「帰郷」より)

30歳の若さで没するまで、たくさんの詩を残し、文学史上に大きな足跡をのこした近代詩人・中原中也。彼が鬱屈した気持ちを抱きながらも、風に吹かれながら故郷のやすらぎを感じていたまちが、山口市です。そんな中也の故郷に平成6年2月、中原中也記念館は開館しました。山陽随一の湯量を誇る湯田温泉街の中心部に位置しています。

中也は旧制山口中学3年を落第し山口を離れますが、その後も亡くなる晩年まで幾度となく故郷に帰省をしています。瀬戸内海に沿った山陽線で帰省していたであろう中也にとって、瀬戸内海の青々とした素敵な景色は近づく故郷へ思いを馳せるに十分なものであったことでしょう。

館は昭和47年に焼失した生家跡の一部に建てられています。館内には自筆原稿や日記、愛用のコートなどを展示しているほか、中也の詩を映像や音

声で紹介するコーナーがあり、開館6年を経て8万人の方が来館されて、中也の世界を体感されています。

冒頭の詩「帰郷」の一節は「あ、おまへはなにをして来たのだと…… 吹き来る風が私に云ふ」と続いています。皆さんも中也に吹いた風になった気持ちで、彼の世界に語りかけてみてはいかがでしょうか。

【案内】



中原中也記念館  
〒753-0056 山口県山口市湯田温泉1-11-21  
Tel. 083-932-6430 Fax. 083-932-6431

交通

山口宇部空港よりバス約60分  
JR小郡駅よりバス20分  
JR新幹線小郡駅乗換え

湯田温泉バス停留所より徒歩1分  
JR山口線湯田温泉駅より徒歩10分

## ガザミ

岡山県水産試験場

専門研究員 唐川 純一

ガザミはワタリガニ科ガザミ属に分類される暖海性の種類で、我が国では北海道南部から九州沿岸までみられますが、韓国や中国にも分布するようです。瀬戸内海の漁獲量は比較的多く、平成10年には1,671トンで全国漁獲量の47%を占めています。ガザミの寿命は3年程度とされ、早期発生群は年内に成体に達し、資源加入することから栽培漁業の対象種に早くから取り上げられています。

岡山県では築堤方式による中間育成場である寄島増殖場が稼働するにともない、平成4年から3齢期(全甲幅約10mm)以降の大型種苗を大量に放流することが可能となりました。また、漁獲した抱卵ガザミを保護したり、8～9月には全甲幅130mm以下の小型個体を再放流するなどの資源管理の活動は定着しつつあります。一方、栽培漁業や資源管理を推進するにあたって、種苗生産や放流に至る一連の技術開発や漁業規制は強化されていますが、ガザミの生物的特性をはじめ、資源生態についての知見は乏しいのが現状です。備讃瀬戸西部では全ての発育段階のガザミがみられますが、ここでは生活史や生物的特性の一部分について紹介します。

ガザミの産仔は主に6～8月に行われます。この時期に小型底曳網で漁獲されるガザミには腹部に卵を抱いている雌ガザミが漁獲されます。卵は成熟段階によって橙色、黒色、灰色へと色調が変化します。ふ化は夜間に一気に行われ、全甲幅180mm程度の親ガニで250万尾程度の幼生を産出するようです。

ふ化した幼生はゾエア期、メガロバ期を経た後、1齢期稚ガニ(約5mm)に変態しますが、この間、15～20日を要します。1,2齢期の稚ガニは概ね浮遊生活を送りますが、1齢期から10～15日間で3齢期に脱皮すると着底や潜砂する時間が長くなります。なお、天然海域では1～3齢期の稚ガニは沖側より岸付近の方が密度が高く、種苗の放流は主に潮流による逸散を抑制するため、3齢期以降の

齢期で行うことが多いようです。

3齢期稚ガニはその後、脱皮を繰り返し、雌では11齢期(約120mm)になると鋏脚が太く、丸みを帯びた型となり、12齢期(約140mm)には腹節は11齢期の三角型から丸型に変化し、成ガニとなります。一方、雄は長大な鋏脚を持つようになりますが、腹節の型状には大きな変化はみられません。これら幼ガニ期から初期の成ガニ期のガザミは8～10月に主に水深が5mより浅い場所に分布しますが、9月に入ると沖側への移動が始まり、10月上中旬に規模の大きい移動を行った後は浅場でガザミがみられることが少なくなります。移動には水温の変動が大きく関与するものと考えられ、平成10年には10月の平均水温25.0℃から11月の21.7℃に低下し、その幅は年間で最も大きくなっています。

10～12月に沖側で漁獲されるガザミは深い水深帯に分布するもの程大きく、5～15mでは主として当年に発生した0歳ガニが、15～25mでは0歳ガニと過年に発生した1,2歳ガニがみられ、25m以深では1,2歳ガニが分布しています。なお、備讃瀬戸西部で漁獲された最大のガザミは全甲幅273mmでした。また、標識放流の結果、一部は20kmに達する移動をするものもみられることから生活圏は比較的広範にわたり、特に、過年発生群は灘規模の移動をするようです。1～3月には潜砂して越冬しますが、これは生活圏を冷水域に拡大する際に獲得した適応能力と考えられます。この時期の卵巣の様相は発達相から成熟相に移行し、数か月後に訪れる初夏の産仔に備えることとなります。

### ● 略歴



1951年 岡山県生まれ  
1974年 岡山県水産試験場勤務  
1991年 岡山県農林部水産課勤務  
1993年 岡山県水産試験場勤務  
2000年 現職

# 瀬戸内海各地のうごき

## 大阪府で開催 なぎさの学校

大阪府環境農林水産部環境指導室

8月1日に大阪湾の数少ない自然海浜である長松自然海浜保全地区（大阪府岬町）において「なぎさの学校」を開催した。

参加者は、府内に在住する小学生とその保護者を中心に131名の参加があった。子供たちは、配付した機材（網、虫眼鏡、ピンセット、バット等）を持って波打ち際の石をめくったり、網を差し込んで小魚、エビ、カニ、ヤドカリ、海草類等を採取しては、図鑑を見ながら生き物の名前を家族で和気あいあい検討しあい、判らなかった生き物については講師の先生にたずね、その生き物の特性についても学習した。このように海辺の生き物の観察を通じて、環境学習を楽しみながら、最後に講師の先生による環境と生態系の関連説明から、自然の大切さや生き物の尊さを知り、環境保全の大切さを体験した。また観察後は、参加者達とスタッフが一同に海岸清掃を実施した。

## 奈良県で 吉野川マナーアップキャンペーン

奈良県生活環境部環境管理課

生活用水や農業用水として恩恵を受けている吉野川（紀の川）の自然や清流をまもるため、行楽客やキャンプ客、鮎釣り客等に対し、ゴミの持ち帰りなどのマナー向上についての啓発活動を行う「吉野川マナーアップキャンペーン」を7月21日～8月31日の間実施した。

キャンペーン期間中は「地域別キャンペーン」として各市町村が独自に河川清掃や横断

幕等による啓発を実施したが、特に7月30日には「統一行動キャンペーン」として、県・市町村が一体となり、地元ボランティアとともに行楽客等にごみ袋や啓発うちわの配布を行い、吉野川の美化を呼びかけた。

## 和歌山県で水辺観察会 わくわくウォッチングinはなぞの

和歌山県環境生活部環境管理課

小中学生とその保護者が一緒に、水生生物を観察することにより、川の環境を守ることの大切さを考えてもらうとともに、子どもたちに自然に親しむ素晴らしさを体験してもらうことを目的に、花園村の有田川周辺で水辺観察会「わくわくウォッチングinはなぞの」を7月24日に開催した。

当日は、県内から65名が参加し、講師による水生生物についての講演及び有田川での水生生物による水質調査を行い、子供達が熱心に観察している姿が見られた。

## 山口県で 水辺再発見キャンプ「子ども体験学習会」 山口県環境生活部環境保全課

水辺に親しむ体験的な環境学習を通じて、地域の水環境に対する関心を深めてもらうため、瀬戸内海環境保全普及活動事業の一環として、玖珂郡周東町島田川流域において、地域の小学4～6年生120余名を対象に、水辺再発見キャンプ「子ども体験学習会」を7月29日～30日の2日間開催した。

昨年に引き続き2回目の開催となった今回のキャンプでは、地元の画家で島田川の生態に詳しい奥田賢吾先生の指導の下に、子ども

たちはペットボトルを利用して作ったわなによるハヤなどの採取や大型網を使った追い込み漁に挑戦したり、魚のスケッチなどを体験した。

あいにくの悪天候のため2日目に予定していたカヌー体験は中止となったが、川遊びを通して普段は余り接することのなかった地域の川に、何種類もの魚や昆虫が棲んでいることを知って、子どもたちは改めて自分たちの身近な川に対して親しみを覚えた様子であった。

### 愛媛県で開催 えひめ環境フェア

愛媛県県民生活部環境局環境政策課

「えひめ環境フェア」が6月15日、松山市道後の愛媛県県民文化会館で開催され、県内各地から約1,500名が参加した。

展示会場や県民プラザでは、地球環境をテーマとした環境マンガや環境月間・愛鳥週間ポスターコンクール入選作品の展示をはじめ、県内企業、消費者団体等の環境保全活動の紹介、ごみ減量化対策機器・リサイクル製品の展示、家庭排水浄化機器等の展示、フリーマーケットの開催など多彩な催し物が行われた。

また、午前中には、環境庁地球温暖化対策推進室の東係長に地球温暖化防止実行計画の策定に関連した市町村職員向け分科会を、ソニー幸田株式会社の大竹施設管理課長に省エネルギー計画に関連した事業者向け分科会を開催した。

午後には、生活環境評論家・リサイクルシステム研究者として活躍中の松田美夜子さんによる、環境にやさしくおしゃれなエコライ

フについての基調講演を行った。

今年度は、事業者や市町村職員向けの分科会を新たに開催したことにより、参加者はそれぞれの立場から環境問題について認識を深めることができた。

### 福岡県で開催 第15回 海辺の教室

福岡県環境部環境保全課

行橋市の今元小学校では、子供たちに環境を守る心を養ってもらうために、毎年海辺教室を実施しており、今年で15回目を迎えた。

6月1日に福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所の職員が全校生徒を対象に、豊前海でとれた様々な魚介類の生態を説明し、その後、4～6年生が長井浜の海岸でゴミ拾いなどの清掃活動を行った。

後日、4～6年生は、「きれいな海にしよう」をテーマにポスターを描き、コスメイト行橋に展示、市民に「ふるさとの海を守っていこう」と呼びかけた。

### 京都市で 環境まちづくり交流会in京都

京都市環境局環境企画部地球環境政策課

京都市では、環境月間記念行事として、市民・事業者・行政のパートナーシップにより推進されている先進的な取組事例を、市内や他都市の関係者及び関心を持つ方々と共に学び、交流を進めることにより、市民一人ひとりが環境保全への意識を高め、また、そのための参加と協働の必要性や意識等についての理解を一層深めることを目的とした「環境まちづくり交流会in京都」を、6月8日～11日

に京都アスニーで開催した。

・基調講演

「ドイツの環境都市」

講師 一ノ瀬俊明氏（国立環境研究所主任  
研究員）

・シンポジウム

「環境まちづくり都市の方向をさぐる」

コーディネーター 小幡範雄氏（立命館大学政策  
科学部教授）

・分科会

- (1)環境を考えた地域づくり
- (2)中小企業の環境対策
- (3)自治体の環境マネジメントシステム
- (4)交通とまちづくり
- (5)エコミュージアムとまちづくり

### 大阪市で ピュアキッズ水源派遣隊

大阪市水道局

高度浄水処理のPRに協力いただいたピュアキッズに、より水道や水源環境への関心を深めてもらい、水源環境保全への意識を一層高めてもらうことを目的に、夏休み期間を利用して、大阪市の水道水源である淀川、琵琶湖へ派遣する「ピュアキッズ水源派遣隊」を結成した。

7月27日に「淀川派遣隊」を8月9日には「琵琶湖派遣隊」を実施した。両日とも真夏の太陽が照りつける暑い日であったが、元気よく水の観察・採水をし、検温、水質実験などをした。

ピュアキッズは試薬の色が変化するCOD測定実験に大変興味を持って取り組み、ジュースやみそ汁がどれほど水を汚しているのか理

解し、水環境保全に一層関心を持ったようだ。

### 大阪市で 水都大阪淀川めぐり

大阪市水道局

水都大阪淀川めぐりは、水道及びその水源を取り巻く現状と水環境を守る大切さを市民の皆様知っていただくため、平成10年度から実施している。本年は7月11・12日の2日間実施した。観光船アクアライナーに乗船し、落語家桂文福師匠の水にまつわる話を聞きながら淀川の状況、淀川に設置している水道施設を観察した。その後、柴島浄水場、水道記念館を見学し水環境について楽しく学んだ。

### 大阪市で 水辺の教室

大阪市環境保健局

小学生を対象に水辺やその周辺に生息する昆虫などについて専門の講師による説明を受け、水の検査や自然観察を行い、その検査や観察結果を通じて、自然を大切にすることを育むとともに環境を見る目を養い、自然保護の大切さを認識する足掛かりとする体験学習を毎年実施している。

本年度は、6月6日～7日に天王寺小学校5年生58名を対象として、第1日目は「水の汚れ」をテーマに専門の講師による説明の後、バックテストを用いて身近な水（学校内の池の水など）の検査の授業などを行い、第2日目には花博記念公園鶴見緑地内の自然体験観察園周辺において、水とそこに生息する水生生物などを採取した。これらの検体について、大阪市立環境学習センター（生き生き地球館）

研修室で検査と観察を行った。

児童たちは、講師への質問や解説を通じて、身近な自然環境について理解を深めた。

### 神戸市で 住吉川親子水辺フェアを開催 神戸市環境局環境政策課

神戸市東灘区の住吉川は、市街地を流れる河川としては最もきれいな水質を保っている。この住吉川は河川敷に遊歩道が整備され、四季を問わず多くの市民に散歩やジョッキングの場として親しまれている。

この住吉川で、地元の水吉川清流の会が主催する「住吉川親子水辺フェア」が8月6日に開催された。このフェアは毎年夏休みに開催されており、神戸市の東灘区役所、環境局、消防局のほか甲南大学自然科学研究会等が運営に協力している。

当日は、強い日差しにもかかわらず、約150名の小学生とその保護者が参加し、水辺教室、ゲーム大会、金魚のつかみ取りなど多彩な催しが開かれた。水辺教室では、住吉川に生息する魚類や水生昆虫を子どもたちが実際に川に入って捕まえ、それぞれの種についての解説を行った。フェアに参加した親子は、住吉川にもたくさんの生き物が生息していることがわかり、川への愛着心が増したものと思われる。



### 岡山市で「小さな親切」 運動岡山県本部「日本列島クリーン大作戦」 岡山市保健福祉局保健部環境保全課

「小さな親切」運動本部（東京）では、毎年、環境月間を中心として全国で約300万人の会員が、全国地方本部の主催のもと、“美しい日本、美しい心”を願い、「わが日本 わが心も美しく」をスローガンに、各地の河川、湖、山、海岸、観光地、道路、公園など公共地での清掃活動をしている。

岡山においては、旭川の中洲に築庭された天下の名園“後楽園”が今年300周年を迎えるに当たり、県下三大河川の愛護団体に一斉清掃を呼びかけクリーン活動を7月30日に展開しおよそ100団体5000名が参加した。

平成8年10月に「岡山市環境美化条例」が施行され、環境保全に期待されたが、街角でのビン、空き缶、たばこの吸い殻の散乱を見ると、一人一人が「ノーポイ運動」に心がける必要を痛感する。

### 岡山市で 吉井川フェスタ2000 岡山市保健福祉局保健部環境保全課

このフェスタをとおして、大切な自然を見つめ、自然と接することであらためて故郷のことや、命の大切さや、地球への思いやりを考える催しとして、7月23日に吉井川フェスタ実行委員会の主催により、吉井川を共に想い、共に考えるをテーマに開催された。

#### ・吉井川フォーラム

吉井川各流域からパネラーを招き、川について語り合う座談会

#### ・イベント

環境にやさしい石けんづくり、吉井川クイズ、ボートで遊覧、木工教室等

### 岡山市で 水辺のふれあい教室

岡山市保健福祉局保健部環境保全課

児島湖周辺の環境と干潟の歴史を学ぶ「水辺のふれあい教室」が、中国四国農政局山陽東部土地改良建設事務所と藤田公民館の共催で、7月21日に開催された。

干潟や児島湖誕生の歴史、川や水路で生息している植物や生物、水質について説明を受けた。その他に用水路の透明度調査、ヘドロの体験、岡山市立オリエンタ美術館南副館長による干潟の歴史の話などを行った。



### 岡山市で 第3回リユース祭り

岡山市ごみ減量課

民間のリサイクル協同組合の協力を得てリユースプラザおかやまの啓発コーナーを利用し、中古品の展示即売会を7月29日～30日に開催した。

2日間で家具、電化製品、自転車、衣類等343点の販売があった。

### 大分市で 第13回「親と子の水辺の教室」

大分市環境部環境対策課

夏休みを利用して親と子供がともに自然にふれあうことで、自然の大切さについて認識を深めてもらうことを目的として、七瀬川で7月27日に行った。

実際に川の中に入って、水辺に棲む様々な生き物について観察することで水環境に興味を持ってもらうと共に、川の汚れについて、パックテストを用いて実験することで、川は生活排水によって容易に汚れてしまうことを理解してもらい、家庭で出来る生活排水対策についても紹介した。

さらに、投網を使って川の魚をとる漁法の実演や生態系にやさしい河川工事のあり方や自然の回復力を活用した工法など多自然型の川づくりについてもわかりやすく説明をおこなった。



### 松山市で 第17回親と子の水辺教室

松山市環境部環境保全課

「親と子の水辺教室」は、毎年夏休みに市内在住の小中学生とその保護者を対象に昭和

59年から実施し、今年で17回目を迎えた。

7月24日に石手川上流の天重橋付近で、昨年度に引き続いて松山淡水ベントス研究所の桑田一男先生を講師に招き、水生生物による河川の水質判定を行った。

当日は天気も良く、親子19組47名が参加した。生物調査では、きれいな川に生息するヘビトンボなど30種類の水生生物が確認された。

### 兵庫県で開催 第44回兵庫県保健衛生大会並びに 第19回兵庫県環境美化推進大会 (社)兵庫県保健衛生組織連合会

7月27日に芦屋市民センターにおいて、兵庫県下で保健衛生、環境美化活動を通じ、瀬戸内海環境保全活動を実施している地域住民のリーダーである保健衛生推進委員が一堂に会し、「第44回兵庫県保健衛生大会並びに第19回兵庫県環境美化推進大会」を開催した。

本年度の大会は「省資源みんなで創るエコ社会」「目指せいきいき快適コミュニティー」をスローガンとし、活動に功績のあった方や地区・団体に対して、知事感謝・連合会長表彰を授与すると共に、京都教育大学の講師 森 長一郎氏を招いて「シックハウス症候群」に関する講演を行った。

### 香川県で開催 海辺（水辺）の教室 香川県生活環境部環境局環境保全課

香川県では、毎年、県や県漁連、地元市町等が中心になって、ふるさとの海や海辺などを美しくする活動などを通じ、環境の保全について、児童とその保護者の理解を深めよう

と「海辺（水辺）の教室」を実施している。

今年度は、6月から8月に高松市や丸亀市など県内15箇所で開催したこれらの教室に、総勢約700名の児童や保護者が参加した。

観音寺市内では、小学生48名が参加し、高松海上保安部の巡視艇による航海を体験するとともに、船上において、「環境」、「魚」についての話を聞くことにより、漁業を取り巻く環境に関して理解を深めることができた。また、丸亀市内では、親子30名が参加し、「ふれあい環境探検隊」と称して市内の河川の水質や水生生物を調査することにより、身近な自然について理解を深めることができた。

### 香川県で 環境フェスタ2000

#### 香川県生活環境部環境局環境保全課

環境保全に関する県民の意識の高揚を図り、環境保全活動への自主的な参加を促すため、6月の環境月間行事の一環として、6月3日、4日に高松市内のショッピングセンターで「環境フェスタ2000」を開催した。

この催しにおいては、地球環境問題、自然保護等に関するパネルや世界各国のリサイクル製品を展示するとともに、リユースをテーマとしたファッションショーの上演や家庭排水による影響を実感できる水の汚れの測定実験、ペットボトルや空き缶を使った作品づくり教室を行った。

また、11年度から本格的に開始した環境教育事業「環境キャラバン隊」で活動している、ハイブリッド自動車の展示公開も行い、2日間で約5,000名の参加者でにぎわった。

## 協会だより

(2000. 7. 1～2000. 8. 31)

### 平成12年度賛助会員事業部会（第1回）

平成12年7月17日（月）、ひょうご国際プラザ（神戸市）において、第1回賛助会員事業部会を開催した。

部会長に小山啓策委員が就任し、平成12年度事業計画について、検討した。

### 編集委員会（第1回）

平成12年7月24日（月）、兵庫県民会館（神戸市）において、第1回の委員会を開催し、①総合誌「瀬戸内海」第22号、②第23号の原稿収集、③第24号の原稿収集 について、検討した。

その結果、第23号の特集は、8月に開催する「瀬戸内海研究フォーラムin岡山」に決定した。

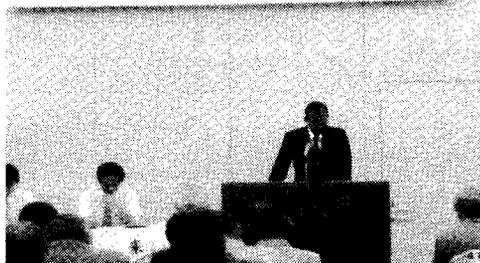
### 衛生団体合同研修会

平成12年8月3日（木）～4日（金）、メルパルクOSAKA（大阪市）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。

1日目は開講式の後、あおぞら財団傘本宏夫研究主任による「海や河川の環境保全活動に取り組んでいる団体・個人による活動の紹介と情報交流」の助言とまとめの講演があり、その後受賞者からの活動報告があった。

2日目は各府県市からの活動報告の後、研修会の評価・反省会をもった。

#### 瀬戸内海の環境保全に関する衛生団体合同研修会



## 瀬戸内海研究会 会議だより

(2000. 6. 1～2000. 8. 31)

### 第2回フォーラム運営委員会

平成12年6月13日（火）、岡山大学環境理工学部（岡山市）において、第2回の運営委員会を開催し、①平成12年度瀬戸内海研究フォーラムin岡山の運営要項、②瀬戸内海研究フォーラムの周知及び案内、③要旨集に掲載する広告のお願い、④講演要旨の原稿の作成要項、⑤今後のスケジュール について検討した。

### 平成12年度企画委員会

平成12年7月1日（土）、広島ガーデンパレス（広島市）において、第1回企画委員会を開催した。

平成12年度事業計画を議題として、①瀬戸内海研究フォーラムin岡山の関係、②瀬戸内海環境保全基本計画の変更に関する意見陳述、③福武学術文化振興財団「瀬戸内海に関する研究」に対する助成、④（財）国際エメックスセンターの設立と第5回エメックス会議 について検討・協議した。

## 理事会 (第13回)

平成12年8月24日(木)、岡山シティホテル(岡山市)において、第13回理事会を開催した。

①平成12年度瀬戸内海研究会議総会について、②瀬戸内海研究フォーラムについて、③瀬戸内海研究会議への新規入会者について審議し、平成12年度総会に付議することが議決された。

また、平成12年度瀬戸内海研究フォーラムin岡山について報告した。

## 平成12年度総会



平成12年8月25日(金)、倉敷公民館(倉敷市)において、平成12年度総会を開催した。

①平成11年度事業報告及び収支決算、②平

成12年度事業計画及び収支予算、③平成13年度フォーラム及び総会の開催のあり方について審議し、原案どおり可決した。

また、(財)国際エメックスセンターの設立と第5回エメックス会議について報告した。

## 瀬戸内海研究フォーラムin岡山

平成12年8月25日(金)～26日(土)、倉敷公民館(倉敷市)において、「21世紀瀬戸内の創成に向けて」をメインテーマに開催し、延べ323名の参加を得た。

メインテーマに沿った下記の4セッションからなる研究発表があり、それぞれの発表について活発な議論が展開されるなど盛会であった。

また、今回初めてポスターが募集され、行政や研究機関等から11点の発表があり、優秀発表3点が表彰された。

### ◎研究発表

第1セッション 瀬戸内海の現状と今後の問題提言

第2セッション 瀬戸内文化の継承と新たな文化の創造

第3セッション 瀬戸内環境の保全・再生・創造

第4セッション 21世紀瀬戸内研究の課題

## 編集後記

今年の夏は、30度をこえる暑さで9月に入ってもなかなか秋らしくなってまいりません。皆様方も夏の疲れがでてきたところではないでしょうか。

今号の特集は、8月25日～26日に倉敷市で開催された「瀬戸内海研究フォーラムin岡山」の研究発表内容を要旨集から転載しました。

### 読者の皆様へのお願い

特集等についてのご意見や取り上げたいテーマ等がございましたら事務局までお寄せ下さい。

(M.M)

# 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. 「環境会計ガイドブック」の作成について(H12.6)
2. 悪臭防止法施行規則の一部を改正する総理府令等について
3. 「国道43号等における道路交通環境対策の推進について〈当面の取組〉」の取りまとめについて
4. 国際環境協力ホームページの開設について
5. 生物多様性条約第5回締約国会議の結果について
6. 徳島飛行場拡張整備事業に係る環境庁長官意見の提出について
7. 温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査に係る案件の採択について
8. 全国星空継続観察一平成12年度夏期観察の実施計画及び平成11年度冬期観察の結果について
9. 廃プラスチックによる海洋汚染防止対策検討調査報告について
10. 「我が国における国内排出量取引制度について」報告書について
11. ダイオキシンの排出量の目録（排出インベントリー）について
11. 平成11年度環境協力事業評価手法調査結果について
12. 自然環境保全審議会野生生物部会の答申について
13. におい環境指針の策定について
14. 水浴場の水質調査結果について (H12.7)
15. 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施行令の一部を改正する政令について
16. 第10回地球温暖化アジア太平洋地域セミナーの結果について
17. 気候変動枠組条約事務局への文書提出について
18. 平成11年度の全国水生生物調査の結果について
19. 平成11年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書について
20. 平成11年の「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律」施行状況について
21. 「環境会計支援システム」の運用開始について
22. 平成12年度環境カウンセラーの募集について
23. ディーゼル車対策技術評価検討会中間とりまとめについて
24. 「健全な水循環系構築に向けて」（ホームページ開設）について
25. 作物残留及び水質汚濁に係る農業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
26. 戦略的環境アセスメント総合研究会報告書の公表について
27. 道路交通騒音対策の進め方について国民からの意見の募集  
道路交通騒音対策の充実強化について（中間とりまとめ）
28. 瀬戸内海環境保全審議会計画部会（第7回）の開催について (H12.8)
29. 冷媒フロンの廃棄等の見直しについて
30. 気候変動枠組条約事務局への吸収源に係る文書提出について
31. 気候変動枠組条約事務局への文書提出について
32. 第4回環境レポート大賞の実施について
33. 自然環境保全基礎調査「鳥類生息分布調査」中間とりまとめについて
34. 今治新都市第2地区土地区画整理事業に係る環境庁長官意見の提出について
35. 砂漠化対処条約に基づく国別報告書の条約事務局への提出について
36. 「平成11年度 ヒートアイランド現象抑制のための対策手法報告書」について
37. 平成11年度PRTRパイロット事業報告書について
38. 公共用水域に係るダイオキシン類重点調査結果について
39. 平成11年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について
40. レッドデータブック〈植物Ⅰ〉の完成・出版について
41. 第9回アジア・太平洋環境会議（エコ・アジア2000）の結果について (H12.9)
42. 平成11年度CFC回収等に関する調査結果について
43. 海洋環境モニタリング調査結果（平成10～11年度、中間報告）
44. 平成13年度地球環境保全関係予算概算要求について
45. 平成13年度予算における環境省と経済産業省の共同プロジェクトについて
46. ダイオキシン類の環境測定に係る精度管理指針（案）の作成及びパブリックコメントの実施について
47. ダイオキシン類に関する請負調査等における環境測定分析精度の管理のための措置について
48. 環境影響評価技術検討会中間報告書のとりまとめについて
49. 今後の自動車排出ガス総合対策中間報告の配布と意見の募集について
50. 「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の水域類型の指定の見直しについて」の中央環境審議会第二次答申について
51. 化学的酸素要求量、窒素及びリンに係る総量規制基準の改定・設定等に関する意見の募集について
52. 自動車排出ガスの量の許容限度の一部改正について



# 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㎡
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㎡
神戸沖埋立処分場(建設中)	神戸港 神戸市東灘区向洋町地先	88ha	1,500万㎡



泉大津建設事務所 〒595-0054 泉大津市汐見町地先  
TEL (0725) 22-2570



兵庫建設事務所 〒660-0862 尼崎市開明町2丁目11番地  
神鋼建設ビル7階 TEL (06) 6419-8832(代)



## 大阪湾広域臨海環境整備センター

本 社 〒541-0051 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) 6204-1721(代)  
FAX (06) 6204-1728

# 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旨とし、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.

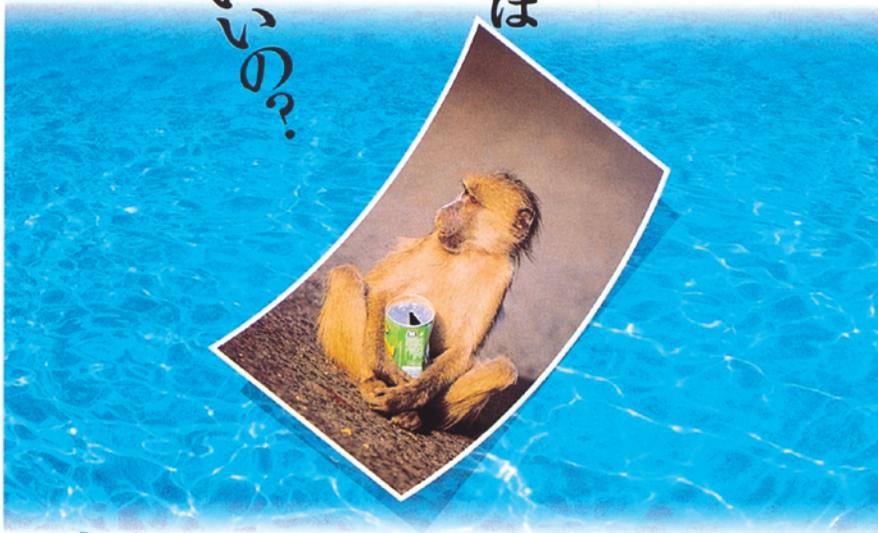


「捨てる」  
「拾う」

ヒトあれば

サルあり

これだこのの？



# 瀬戸内海を美しく

・瀬戸内海漁場環境保全対策連絡会 ・財団法人漁場油濁被害救済基金 ・漁協 ・漁連 ・全漁連

瀬戸内海 2000年9月 発行 No.23

発行所 〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番1号  
国際健康開発センター3階

社団法人 瀬戸内海環境保全協会

電話 (078) 241-7720

FAX (078) 241-7730

発行人 中嶋邦弘

印刷所 〒652-0801 神戸市兵庫区中道通2丁目3番7号

高輪印刷株式会社

電話 (078) 575-0717

FAX (078) 576-4989

この雑誌は再生紙を使用しています。

This magazine is printed on environmentally approved paper.