

瀬戸内海

Scientific Forum of the Seto Inland Sea

特集 瀬戸内海における海砂利採取の環境への影響

(社)瀬戸内海環境保全協会

THE ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION
OF
THE SETO INLAND SEA

2006.
No.45

もくじ

● 特集 「瀬戸内海における海砂利採取の環境への影響」

流況の変化と底質の移動特性	高橋 晓	1
海砂利採取海域における透明度・藻場分布の変遷と濁り拡散	湯浅・高橋	7
海域の生態系へ与えた影響	三島 康史	13
海砂資源量と採取後海域の状況変化	井内 美郎	20
瀬戸内海の海砂利採取による環境への影響	星加 章	26

－研究の総括と対策－

瀬戸内海関係府県における海砂利採取の現状と課題

瀬戸内海環境保全知事・市長会議事務局	31
--------------------	----

● 研究論文 描かれた瀬戸内海 4

エーメ・アンベル『日本図絵』	西田 正憲	35
----------------	-------	----

● 瀬戸内海の民俗文化・2 石風呂とアマモ

印南 敏秀	40
-------	----

● 講演紹介 「土壤環境行政の最近の動き」

油汚染対策ガイドライン	鏑木 儀郎	45
-------------	-------	----

－鉱油類を含む土壤に起因する油臭・油膜問題への 土地所有者等による対応の考え方－（概要）

● 瀬戸内海研究会議会員から

ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)による鯨類の汚染	梶原・田辺	50
ムラサキイガイを用いたPCBのモニタリング手法の開発	鶴川 正寛	54

● シリーズ

魚の話シリーズ⑩ サワラの中間育成と放流効果	古村 振一	58
------------------------	-------	----

瀬戸内海① 瀬戸内海と難波の変遷（下の一）	村上 瑛一	60
-----------------------	-------	----

魚暮らし瀬戸内海～第22回～

「もやしけ」とやせたイカナゴ	鷺尾 圭司	62
----------------	-------	----

H教授のエコ講座 春の宵の四方山話	H 教 授	64
-------------------	-------	----

● ニュースレター

瀬戸内海各地のうごき	69
------------	----

事務局だより	73
--------	----

● トピックス

「せとうち風景フォトコンテスト」募集のご案内	76
------------------------	----

流況の変化と底質の移動特性



独立行政法人産業技術総合研究所
沿岸海洋研究グループ

主任研究員 高 橋 曜

1. はじめに

瀬戸内海では高度経済成長期の約30年間で約6億m³もの膨大な海砂が採取され、コンクリート骨材、埋立、地盤改良など多様な用途で利用されてきた。一方、海砂採取時に発生する濁水の拡散や、浅瀬を形成している砂堆域の消失等が生態系に与える影響や、海底地形や流況の変化が海域環境に与える影響等が懸念されている。

環境省では1994年から「瀬戸内海海砂利採取環境影響評価調査」¹⁾を開始し、海砂採取による海底地形変化や水質・底質変化、濁りの影響等の実態が明らかになってきた。また、1998年に広島県²⁾ 1999年に岡山県³⁾が海砂採取による環境影響評価を行っているが、海底地形変化による広域的な流況変化や生態系への影響などを明らかにするには至っていない。そこで、広島県が1998年に海砂採取を全面禁止した竹原沖海域において、瀬戸内海大型水理模型実験お

よび数値モデル実験を通して流況変化に関する検討を行うとともに、消失した砂堆回復の可能性を模索するため、数値モデル実験により底質（砂）の移動特性を明らかにすることを試みた。ここでは、主に数値計算実験を通じて得られた知見について紹介するが、詳細は高橋ら（2002a）⁴⁾及び高橋ら（2002b）⁵⁾に詳しいので参照されたい。

2. 忠海沖海域の海況

忠海沖周辺海域は半日周潮流（M₂潮流）を主成分とする強い潮流が卓越しており、周辺に大きな河川が存在せず、陸域からの淡水供給がほとんど無い。このため、夏季においても成層せず、一年を通して水平的に鉛直的にも密度一様な海域となっている。この海域において1960年代から海砂の採取が行われてきた。図-1の図中、ハッチを付けた海域が採取許可海域である。こ

●略歴	1963年	大阪府生まれ（たかはし さとる）
	1987年	愛媛大学工学部海洋工学科卒業
	1989年	愛媛大学大学院工学研究科海洋工学専攻修士課程終了
	1995年	愛媛大学大学院工学研究科生産工学専攻博士後期課程修了
	1995年	通商産業省工業技術院中国工業技術研究所研究員、主任研究員を経て
	2001年	独立行政法人化により改組、組織名称等変更 現職

れら採取海域において、これまで大量の海砂が採取されたため、この海域の海底地形は大きく変化した。図-2(a)に海砂採取が行われる前（1963年）の海底地形を、図-2(b)に採取を中止した1998年の海底地形を示す。1963年に比べ1998年では採取許可海域周辺の水深が増加していることがわかる。特に大久野島と高根島間の海域で水深変化が大きく、高根島西側海域の浅瀬や大久野島から東北東方向に山の峰状に延びていた浅瀬が消失し、1998年には水深約40mの比較的平坦な地形に変化している。

このような海底地形変化により流況がどのように変化したかを明らかにするため、数値モデル実験を行った。

3. 流況変化

竹原沖を含む芸予諸島周辺海域は多島海であり、海岸線が非常に複雑である。この複雑な地形を再現するため、水平メッシュスケール $1/3\text{km} \times 1/3\text{km}$ 、鉛直方向11層の数値モデルにより流況を再現した。また、前述したように、当該海域は夏においてさえ成層することではなく、鉛直的に一様な海域であるので密度一様とし、外力として最も卓越する半日周潮汐(M_2)を与えた。ここでは、竹原沖海域の中で最も水深変化の大きい、大久野島と高根島間の海域の流況変化について述べる。

3.1 潮流の変化

1963年における鉛直平均した上げ潮時(東流最強時)の M_2 潮流ベクトルを図-3(a)に、1998年のベクトルを図-3(b)に示す(下げ潮については、流向が逆であるだけでパターンは上げ潮時と同様であるので、

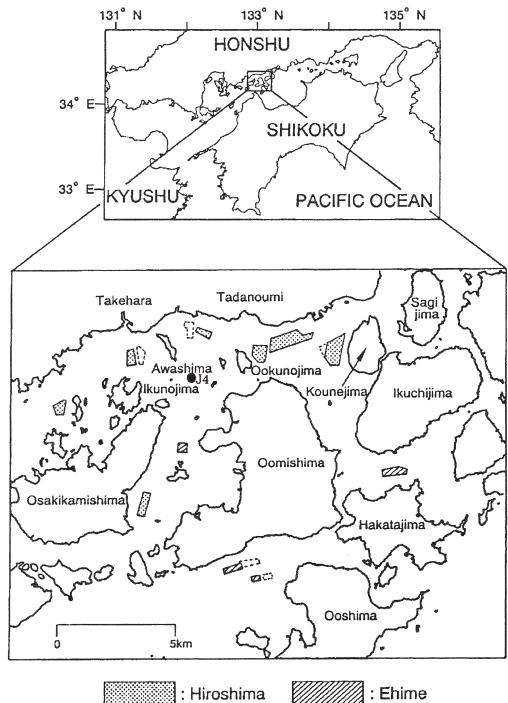


図-1 竹原沖海域における海砂利採取海域
(ハッチを付けた海域)

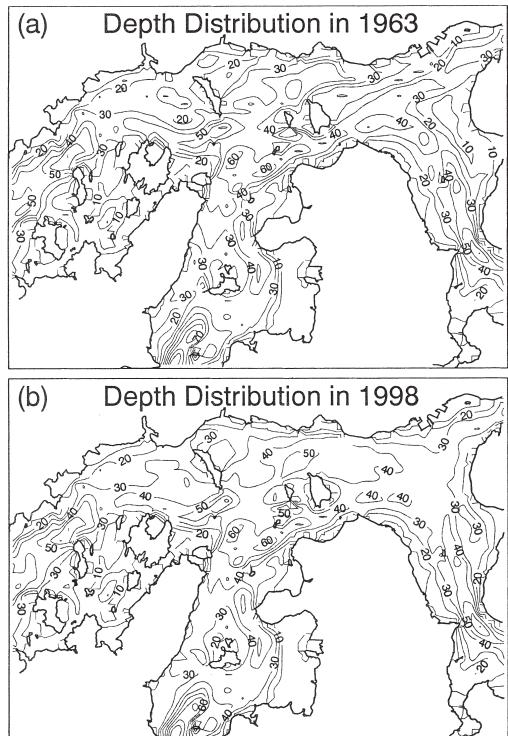


図-2 (a)1963年と(b)1998年における海底地形

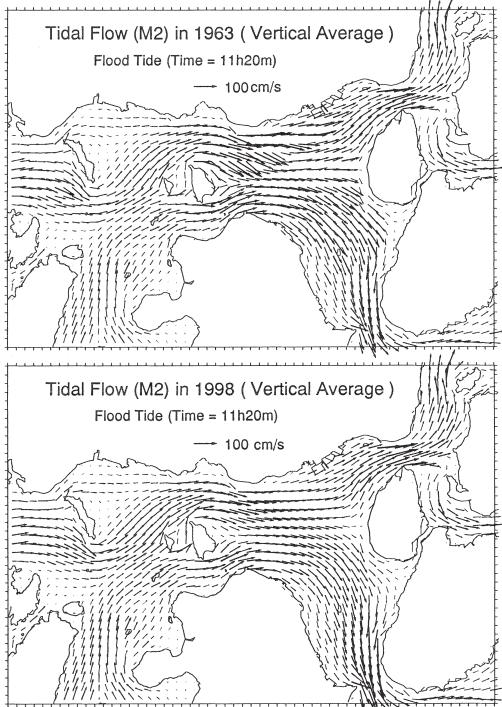


図-3 (a)1963年と(b)1998年における鉛直平均された潮流ベクトル(上げ潮時)

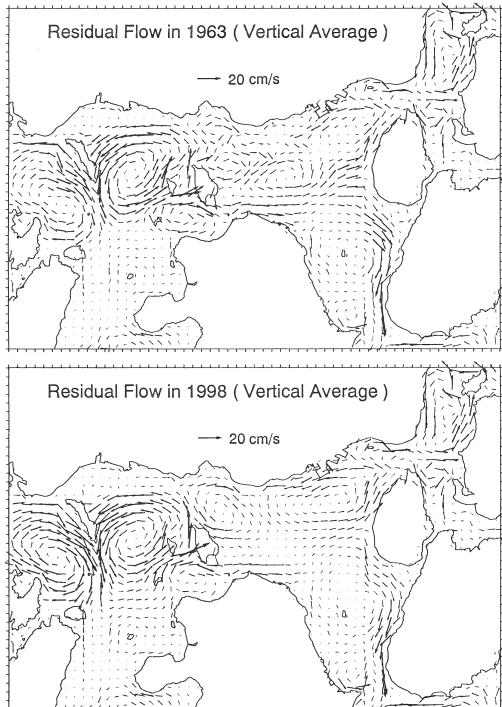


図-4 (a)1963年と(b)1998年における鉛直平均された潮汐残差流ベクトル。

ここでは示さない). 1963年と1998年を比べると、全体的なパターンに変化はないが、1963年の忠海沖海域では、大久野島北東部の浅瀬に乗り上げるような形で、流向が急激に変化(上げ潮時: 東向→東南東向、下げ潮時: 西向→西北西向)しており、流速も急激に大きくなっている。一方、1998年では、海底面が比較的平坦になったため、海岸地形に沿う流れへと変化している。また、この海域では、上げ潮時、下げ潮時ともに1963年に比べ1998年の流速が全体的に弱くなっている。

3.2 潮汐残差流の変化

潮汐周期平均することで得られる潮汐残差流(往復流である潮流と比べ、流速は遅いが流向が変わらないので、物の輸送に重要な役割を果たす)の1963年と1998年における鉛直平均したベクトルを図-4(a)と(b)にそれぞれ示す。循環流のパターンは両年でほぼ同様であるが、特に大久野島-高根島間の海域の流況が1963年と1998年で変化している。つまり、1963年には大久野島北東部に2つの時計回りの循環流が、大久野島-高根島間の中央部と高根島北西部に2つの反時計回りの循環流が存在しているが、1998年には大久野島北東部で水平スケールの大きい時計回りの循環流、高根島北西部で反時計回りの循環流となっている。これは、1963年には浅瀬により分断されていた流系が、海底が平坦になった1998年には、分断されないためであると考えられる。

3.3 流量の変化

海底地形の変化に伴い、潮流や潮汐残差流の流量が変化していたが、このような流況の変化により流量も変化していることが

考えられる。そこで、海砂採取海域周辺の海峡部における潮汐残差流の流量を見積もった（図-5）。a断面の通過流量は1963年に比べ1998年の方が大きい。また、b断面では1963年の通過流量が1998年よりかなり少なくなっている。このため、c断面の通過流量はa断面同様1998年の方が多いが、その差は小さくなっている。一方、d断面では、逆に1998年の通過流量が1963年より少なくなっており、その分e及びf断面、特にe断面の通過流量の差が大きくなっている。この様に、海砂採取海域周辺の各断面で流量の増減に統一性はなく、海底地形変化による影響の現れ方が各断面で異なっているが、海砂採取海域上の海峡部（c断面）だけでなく、海砂採取海域から離れた海底地形変化がほとんど無い海峡部（a, b, d, e, f断面）でも流量に変化が見られることは、大久野島-高根島海域の海底地形変化影響は、周辺海域だけに止まらず、かなり広範囲に及んでいることを示唆している。

4. 底質の移動特性

瀬戸内海の砂堆域はイカナゴの夏眠場所として知られるように、生態系にとって重要な役割を果たしている。しかしながら海砂採取にともない多くの砂堆域が消失した。ここでは、消失した砂堆域が回復する可能性について検討する。

図-6は限界掃流力理論を用いモデル計算結果を解析して求めた再懸濁可能な底質の最大粒径分布である。1963年に比べ1998年は特に大久野島-高根島間の海域で、再懸濁可能な最大粒径が小さくなっている。

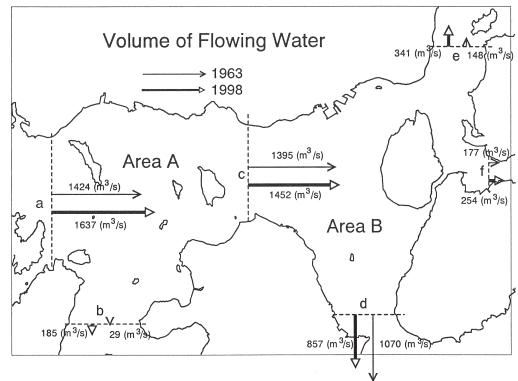


図-5 海砂利採取海域周辺の海峡部における流量変化

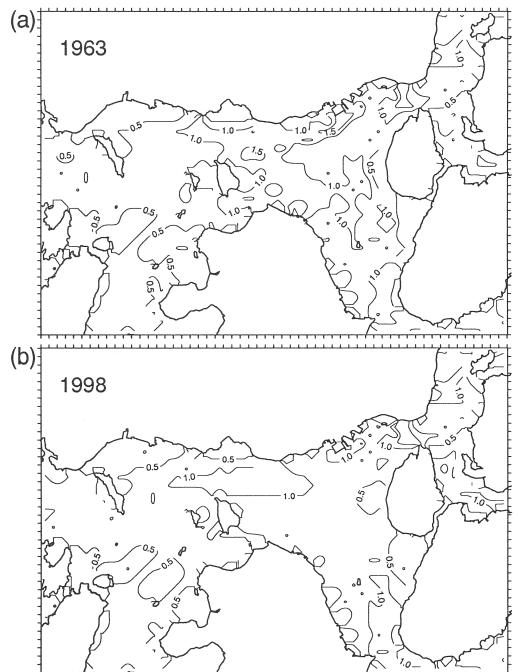


図-6 再懸濁可能な砂粒子粒径の分布。数値は粒径で単位はmm。

浸食傾向が弱まっていることがわかる。ここで、過去に大久野島から東北東に伸びていた砂堆域に注目すると、この砂堆域周辺では再懸濁可能な粒子粒径が1.0~1.5mmと他海域に比べ大きくなっている。一方、星加ら（2001）⁶⁾によると水深約40m深くはあるが砂底である測点J4（図-1参照）の平均粒径は約1.2mmである。砂堆の粒径

分布が測点J4と同じであったと仮定すると、砂堆上で再懸濁が生じていたことになる。一般的に再懸濁が盛んな海域は浸食傾向が強く、この海域に砂堆が発達していた事実とは矛盾する。このことは、砂堆上で底質の再懸濁が生じ、砂粒子が移動するにもかかわらず、砂粒子が集積し、砂堆が発達するメカニズムが働いていたことを示唆している。八島（1992）⁷⁾やDyer and Huntley（1999）⁸⁾は残差循環流が砂堆の形成に関与している事例を上げているが、図-4(a)を見ると、大久野島北東部の砂堆域周辺にも4つの残差循環流が卓越しており、これらの循環流の存在が底質の移動に関与している可能性が考えられる。そこで、海底直上における残差流の収束・発散を求めた。1963年における収束・発散の分布を図-7に示す。ハッチのついた海域が収束域を示している。大久野島から東北東に向けて、砂堆域と一致する海域が残差流の収束域となっており、残差流によって砂が砂堆域に集積する可能性があることを示している。

また、この収束域に砂粒子が実際に集積するかどうかを確かめるために行った粒子追跡実験の結果では、砂粒子は潮流による往復運動を繰り返しながら大久野島北東部の残差流の収束域に集積する様子が伺われた。つまり、この砂堆域周辺の砂粒子は強い潮流により再懸濁や転動等を繰り返し、残差流の収束域である砂堆上に集積し、砂堆域が発達あるいは維持されていたのではないかと考えられる。

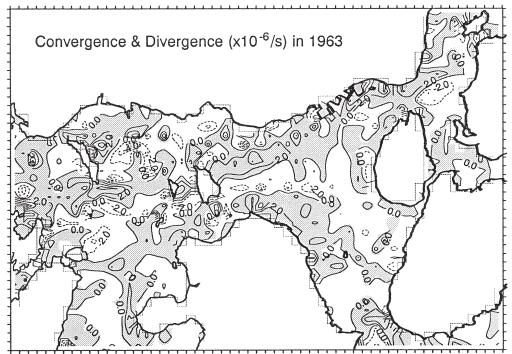


図-7 1963年における底層残差流の収束と発散。実線等値線（正の値）は収束、破線等値線（負の値）は発散で、収束域には陰を付けている。

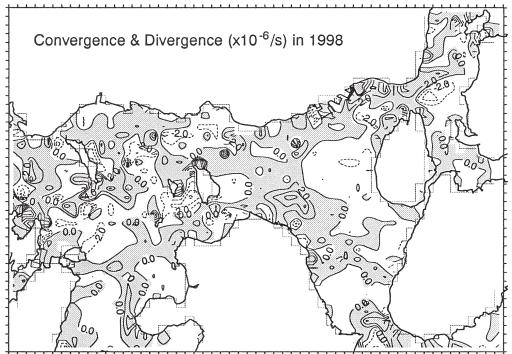


図-8 1998年における底層残差流の収束と発散。実線等値線（正の値）は収束、破線等値線（負の値）は発散で、収束域には陰を付けている。

5. 砂堆回復の可能性

図-4(b)に示した1998年の潮汐残差流の分布を見ると、砂堆が消失したものの、大久野島北東側海域に時計回りの残差循環流が卓越しており、残差流の収束域になっていることが期待できる。そこで、消失した砂堆が回復する可能性を検討するため、1963年と同様に1998年の底層残差流の収束と発散を求めた。結果を図-8に示す。収束の強さ（砂を集める力）は弱まっているものの、大久野島北側海域から東に向かって収束域が分布している。また、砂の粒子

追跡実験によっても同海域に砂粒子の集積が認められた。つまり、1963年と比べ、収束の強さは小さく、粒子が集積できる範囲も狭くなっているものの、1963年と同じメカニズムが1998年の大久野島北東部海域に存在していると考えられる。このことは、収束域周辺に砂堆を形成するのに十分な砂の供給源があれば、大久野島北東部に再び砂堆が形成される可能性があることを示唆している。

参考文献

- 1) 環境庁水質保全局瀬戸内海環境保全室(1998) : 瀬戸内海における海砂利採取とその環境への影響(瀬戸内海海砂利採取環境影響評価調査中間とりまとめ).
- 2) 広島県土木建築部港湾課(1999) : 平成10年度海砂利採取に係る海域環境等現況調査報告書.
- 3) 岡山県(2000) : 岡山県海砂利採取環境影響調査報告書.
- 4) 高橋暁・湯浅一郎・村上和男(2002a) : 瀬戸内海芸予諸島周辺海域の海砂採取が流況に与えた影響. 沿岸海洋研究, 40, 81-90.
- 5) 高橋暁・村上和男(2002b) : 瀬戸内海忠海沖における海砂利採取の影響—底質移動特性—. 海岸工学論文集, 49, 1356-1360.
- 6) 星加 章・三島康史・井内美郎・高杉由夫・橋本英資・長尾正之・村上和男・田辺弘道・湯浅一郎・高橋 暁(2001) : 瀬戸内海の海砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究. 平成12年度環境保全研究成果集(II), 環境省編, 52.1-52.20.
- 7) 八島邦夫(1992) : 明石海峡周辺の砂堆地形と流況に関する諸問題. 水路部技報, 10, 79-89.
- 8) Dyer, K. R. and D. A. Huntley(1999) : The origin, classification and modeling of sand banks and ridges. Conti. Shelf Res., 19, 1285-1330.

海砂利採取海域における透明度・藻場分布の 変遷と濁り拡散



独立行政法人産業技術総合研究所
沿岸海洋研究グループ

主任研究員 湯浅一郎・高橋 晓

1. はじめに

海砂利採取に伴い、微粒子が飛散し、透明度の低下や微粒子のアマモへの付着による周辺藻場への影響が懸念されてきた。そこで、既存資料・航空写真の解析、現地観測などを基に芸予諸島、及び備讃瀬戸海域の海砂利採取周辺海域におけるアマモ場分布の変遷を追跡し、透明度、消散係数など光環境の変化との関連を検討した。更に、数値モデルにより濁り拡散による透明度の低下を解析し、海砂利採取に伴う濁り拡散の藻場への影響について考察した。ここでは、紙面の関係で主に芸予諸島について報告する。

2. 海砂利採取海域における藻場分布の変遷

瀬戸内海における藻場分布に関する既存資料としては下記のものがある。

1) 内海区水産研究所（1967）「瀬戸内海における藻場の現状」

2) 南西海区水産研究所（1974）「瀬戸内海の藻場」1971年

3) 南西海区水産研究所（1979）「沿岸海域藻場調査」

4) 環境庁（1981）第2回自然環境保全基礎調査 1978年

5) 環境庁（1992）第4回自然環境保全基礎調査 1990年

これらをもとに、瀬戸内海における典型的な海砂利採取海域の一つである広島県竹原市沖、愛媛県大三島沖などを含む海域における藻場の分布状況を図-1に示す。海岸付近に黒く塗りつぶしたところがアマモ場で、番号を付して破線で囲んだ領域1-19は藻場の減少域、実線で囲んだA-Dは藻場が維持されている海域である。藻場の減少海域は、(1) 生野島、大久野島など広島県側の本州沿岸部から伯方島、大三島南西など広範囲にわたる。他方、ある程度維持されている海域としては、大三島の西岸一帯、伯方島の北西部、生口島・岩城島が

●略歴

1949年	東京都生まれ（ゆあさ いちろう）
1973年	東北大学理学部地球物理学科卒業
1975年	東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻修士課程修了
1975年	通商産業省工業技術院中国工業技術試験所 入所
1986年	同主任研究官
2001年	独立行政法人化に伴い、産業技術総合研究所 主任研究員

ある。海砂利採取海域に近い藻場が衰退しており、採取の影響が伺われるが、近くても維持されている藻場や遠くても衰退して

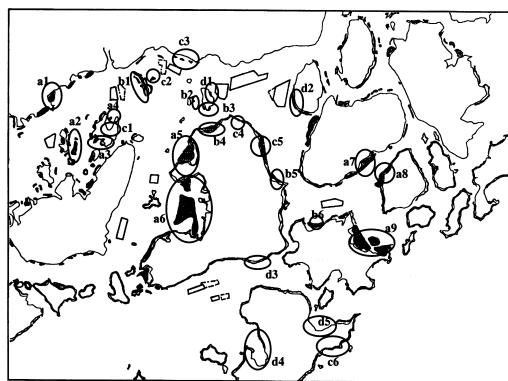


図-1 芸予諸島周辺の海砂利採取海域と藻場分布（1990）
実線=現在の採取海域（ただし広島県側は1998年から中止）、一点鎖線=旧採取海域。

表-1 藻場の成育状況と水深、透明度の関係

観測年月日：2002年2月5～7日

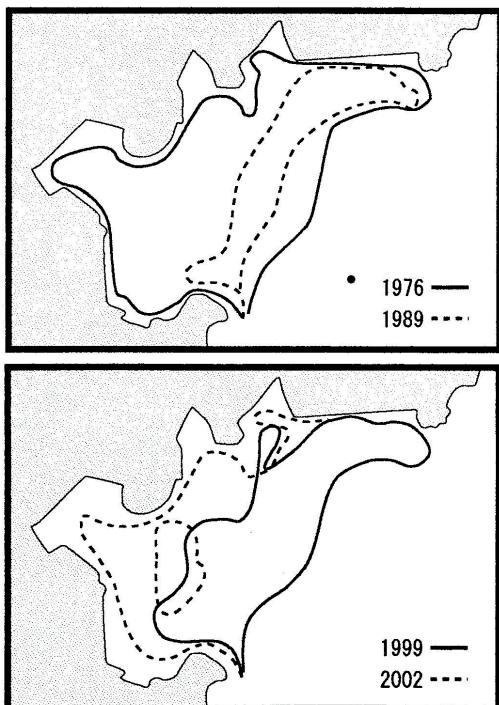
地点名	地点	藻場水深 (m)	分布	透明度 (m)	備考
吉名港沖	a1	3.9 (3.2~5.9)	密	5.5	入り江外出ると水深が急増（約6 m→15 m）
大白島東浅瀬	a2	3.2 (2.7~4.3)	密	5.7	大規模な藻場
生野島南西岸	a3	4.2 (2.6~2.8)	密	6.5	1990年の調査より分布域が広い
月の裏湾（湾口）	a4	3.5 (3.2~4.2)	密	6.6	湾口付近の浅瀬。アマモ長、長い
大三島西岸北	a5	4.1 (4.0~4.3)	密	6.2	岸沿い4 m以浅に無し。底質が異なるのか？
大三島西岸南	a6	6.1 (5.4~7.5)	密	6.8	大規模な藻場
生口島南岸	a7	2.7 (2.6~2.8)	密	6.5	
岩城島西岸	a8	4.1 (3.9~4.2)	密	6.6	
伯方島東岸	a9	3.2 (2.3~4.0)	密	4.5	大規模な藻場
阿波島西岸	b1	4.3 (3.2~6.0)	有	7.0	岸沿いに多少分布。水深急増
小久野島東岸	b2	2.6 (2.5~2.6)	有	5.6	
大久野島南岸	b3	3.3 (3.2~3.6)	有	7.2	アマモ長、短い
大三島北岸西	b4	3.4 (3.2~3.7)	有	6.5	岸沿いに多少分布
大三島東岸南	b5	3.1 (2.2~3.9)	有	7.2	アマモ長、短い
伯方島北岸	b6	4.4 (3.7~5.2)	有	4.4	岸沿いに多少分布
月の裏湾（湾奥）	c1	2.7 (2.6~2.7)	疎	6.6	湾中央で一旦無くなり、湾奥に多少分布
阿波島東岸	c2	3.3 (2.9~3.7)	疎	6.8	水深急増
長浜	c3	3.8 (2.7~4.9)	疎	5.5	水深急増
大三島北岸東	c4	3.6 (2.6~4.5)	疎	5.5	岸沿いに多少分布
大三島東岸北	c5	2.6 (2.4~2.8)	疎	6.5	アマモ長、短い
大島東岸南	c6	3.4 (2.4~4.9)	疎	5.6	岸沿いに多少分布
大久野島東岸	d1	2.7 (2.4~2.9)	無	7.2	岸から10 m程で約20 m深
高根島南西岸	d2	4.4 (3.8~4.9)	無	—	水深急増
大三島南岸（野々江）	d3	3.7 (2.7~4.7)	無	5.0	水深が急激に増加
吉海湾（大島）	d4	6.7 (4.9~8.2)	無	4.0	湾奥岸沿いに分布している（2.5~4.6 m深）。まばら。
大島東岸北	d5	2.6 (2.1~3.1)	無	—	水深が急激に増加

いる藻場も見受けられる。

上記の分類の妥当性をチェックするため2002年2月に、目視と音響測深器を併用したアマモの生息範囲と藻場周辺の透明度観測を行ったところ、文献による推測は定性的にはほぼ妥当であった。また藻場の密度によりa-dに分類し、藻場の生息状況、水深、透明度（観測時の）を整理したのが表-1である。ここで、アマモ生息最大下限水深は音響測深器のデータから求めたもので、広島県三原港の平均海面からの水深で表している。表の地点は、図-1に記号で示した。吉海湾d4、伯方島a9、大三島西部a6などの比較から、吉海湾と大三島

表－2 吉名沖辺における藻場面積、最大生育下限水深、透明度、消散係数の経年変化

	藻場面積	生育下限水深	透明度	消散係数	備 考
1976.5-7	65.4ha	7.4m	5.8m	0.20	ハチ岩
1989.5-7	21	1.5	3.1	0.37	同上
1999.6	33.4	4.6	3.5	0.32	同上
2002.12	45.2	4.0	4.0-4.8	0.32-0.39	実測



図－2 吉名沖辺におけるアマモ場分布の変遷

西部はほぼ同じ水深であるが、透明度が吉海湾の方が悪く、藻場が衰退しているのに対し、大三島では透明度が高いことで、藻場も維持されている。伯方島は、付近で海砂利採取が行われているが、藻場の生息水深が充分浅いために、藻場は維持されている。つまり、伯方島のように藻場の生息水深が浅い場合は、透明度変化などの影響は小さいが、吉海湾のように生息水深が深い場合は透明度の変化による影響が大きいものと推測され、水深と透明度の関係が、藻場の維持や消滅を規定していることが示唆

された。

3. 藻場分布・生育下限水深と光環境との関連

広島県においては、1998年に海砂利採取が全面禁止されてから、しばらく見かけなかつた海岸線付近のアマモ場が、再び見られるとの情報が複数の聞き取り調査から得られている（高崎、長浜、忠海港など）。それを現地で確認するために、2002年12月、2003年6月、現地観測を行った。以下、藻場の変遷を詳しくみられる竹原市吉名沖辺の例を示す。当該海域については、1976年（広島県藻場台帳）、1989年（瀬戸内リゾート環境影響調査書）、1999年（玉置）、2002年（産総研）の4回の藻場分布図がある。それぞれの面積、生育下限水深、透明度、消散係数を表－2に示す。藻場面積は1976年に65haあったが、1989年には21haへと激減し、1999年からはやや増加し33haになり、2002年には45haにまで回復している。生育下限水深も、1976年には水深7.4mまで生育していたものが、1989年に1.5mへと激減し、その後、1999年以降は4.6-4mへとやや回復傾向が見られる。これは、海砂利採取が行われていた時期に藻場面積が大きく減少し、生育下限水深も大幅に低くなっていたが、1998年に海砂利採取が全面禁止されてから、藻場面積が増

え、生育下限水深も増加していることを示している。図-2に4回の分布図を示す。最も藻場が狭くなった1989年と最も広い1976年を比べると、沖合側の水深が深くなる方では、生育下限水深が小さくなっていることによる面積の減少が見られる。これは、透明度や消散係数など光環境の悪化による藻場の減衰と見られる。これに対し、水深が浅い側での藻場の減少は、陸側で流速が小さいため、海砂利採取に伴い発生する微粒子がアマモに付着したことによる減衰と推測される。1998年以後の藻場の回復でも、生育下限水深が2.5–3.0m良くなかったことによる沖合側での藻場の増加と、水深が浅い側での回復の両方が見られる。

図-3は、竹原市周辺でのa)公共用水域水質調査地点、b)竹原市高崎にある広島県栽培漁業協会地先での透明度の変化である。両地点とも、1970年代は6–7mあったが、1980年代になると、4–5mへと急激に低下している。ハチ岩のSt.1では1990

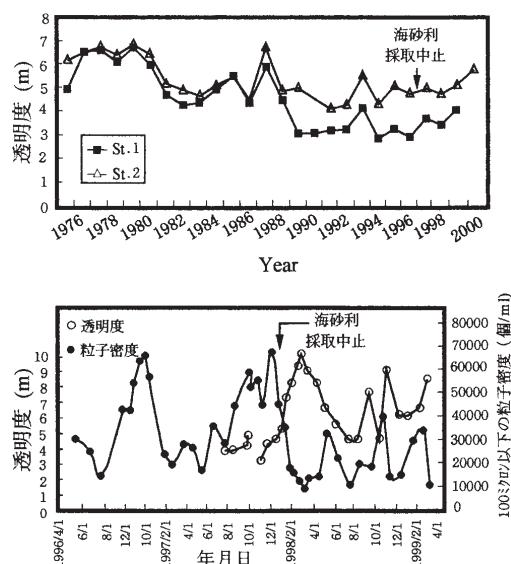


図-3 竹原市周辺海域における透明度などの経年変化 a) 広島県公共用水域水質調査地点、b) 竹原市高崎

年代に3mへと大きく悪化している。それが、1998年以降やや回復し、ともに1–1.5mほど高くなっている。当該海域では、透明度とCODの間には関係は全く見られず、植物プランクトンの増減など生物的な要因による透明度の変化は小さい。その意味では、透明度変化の主な要因は、海砂利採取時に発生する濁りの拡散によると考えられる。海砂利採取が禁止された1999年以降、透明度が高くなっていることは、それを裏付けている。またb)は、海砂利採取中止の前後で高崎地先での透明度、海水中粒子密度の劇的な変化が起こり、透明度や粒子密度が海砂利採取に大きく影響されていたことを示唆している。

4. 濁り拡散と藻場分布の関係

海砂利採取中における藻場周辺の透明度が不明であるため、観測で得られた藻場の状態と透明度低下による影響を検討できない。そこで、高橋ら(2002)のモデルをベースとした濁り粒子の移流・拡散・沈降・堆積・再懸濁を考慮できるモデルを作成し拡散実験を行うことで、海砂利採取中における透明度分布を推定した。濁り粒子の投入

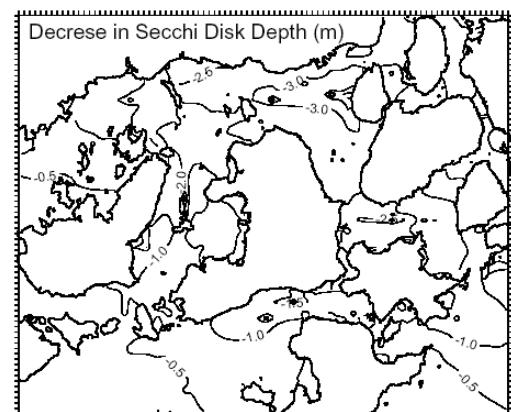
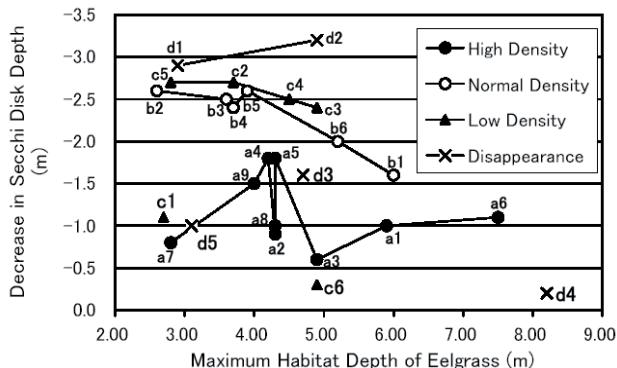


図-4 数値モデル実験により求められた透明度の低下量（等値線間隔は0.5m）



図－5 透明度低下量とアマモ生息密度および生息水深の関係

に関しては、海域毎の採取量の割合に応じた濃度の濁り粒子を広島県・愛媛県の各採取海域表層から連続投入した。図－4は粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ （当該海域で砂利採取船から排出される濁水中の懸濁粒子の平均粒径）の粒子を投入した場合の懸濁粒子濃度から見積もった透明度の低下量である。大久野島－高根島間の海域では3 mを越える低下となっている。図－2および表－1に示した2001年2月に行った藻場観測結果をみると、大久野島－高根島間の海域周辺では、藻場の生息密度は低く、いくつかの藻場は消失している。

一方、これら以外の藻場は様々な状態にあり、透明度の低下およびアマモの生息水深が生息密度に影響しているようである。数値実験により得られた透明度の低下量と藻場調査で得られた藻場の状態と生息下限水深の関係を図－5に示す。透明度の低下が大きくなるにつれて、生息水深に関わりなく藻場密度が低くなっている様子が伺える。また、生息水深が深くなるに従って透明度低下の影響を強く受ける傾向が見られる。ここで密度Highの藻場は、必ずしも右下がりの傾向を示してはいないが、生息

水深が同様であれば、全ての藻場で透明度の低下は密度Normalの藻場より小さく、前述の関係に矛盾はない。また、観測結果に基づき分類したアマモ生息密度(High, Normal, Low, Disappearance)の中で、Normalは言葉通りの普通の状態を意味するわけではなく、密度Highの藻場と比べ密度が低くいことを意味しているので、透明度以下の影響が多少出ていると考えることもできる。

これらのことを考え合わせると、生息水深4 m程の密度Highの藻場(a4, a5)のように生息水深が浅い藻場では、透明度の低下が多少あっても影響は少ないが、4 m以浅の密度Normal, Low, Disappearanceの藻場(b2, b3, b4, b5, c2, c5, d1)のように生息水深が浅くても、透明度の低下が2.5 m以上と大きくなると影響を受けること、生息水深が深い藻場では、生息水深6.0 m程で密度Normalの藻場(b1)のように1.5 m程度の透明度の低下でも影響を受けるが生息水深が7.5 m程で密度Highの藻場(a6)のように1.0 m程度の透明度の低下では影響は小さいことが解る。ここで、c1, c6, d3, d4, d5の藻場は、この関係に矛盾している藻場である。c1の藻場に関しては、生息水深が浅く透明度の低下も小さいが、濁り拡散実験により濁り粒子の堆積量が大きい場所に位置していることが確認されており(高橋他; 2005), c1の藻場は透明度の低下ではなく、アマモ葉上への濁り粒子の付着が原因で衰退したのではないかと考えられる。

このように、透明度の低下が大きい海砂採取海域(特に大久野島－高根島間)周辺

では生息水深が深く生息密度が低い（あるいは消滅した）藻場や、生息水深が浅いにもかかわらず生息密度の低い藻場が存在しており、生息水深の深浅に関係なく海砂採取の影響を受けたと考えられ、採取海域からある程度離れ透明度の低下がそれほど大きくなない（1～2m程度）場合は、生息水深が藻場の衰退に関与したと推測される。

5. おわりに

最後に備讃瀬戸に関する、以下の知見が得られていることを紹介しておきたい。
①園の州など備讃瀬戸の香川県側では、現在も藻場は減少傾向にある。②2004年6月の観測から、岡山県側の味野湾では、1980年代以降、大幅に減少していた大規模な藻場が1970年代前半の規模にまで回復しており、2003年3月、岡山県が海砂採取を中止したこととの対応関係が示唆された。③アマモの生育下限水深と消散係数とのダイヤグラムによる解析から、備讃瀬戸では生息下限水深は芸予諸島側より約1mほど低く、これは透明度で1mから1.5m低いことに対応している。このように備讃瀬戸海域でも、海砂採取海域では、1970年代から1990年代にかけて園の州や味野湾で藻場が衰退しているとともに、味野湾を初めとした岡山県側で、近年における藻場の回復傾向が見られ、基本的に芸予諸島と同じ状況が見て取れる。

数値モデルによる濁水の拡散状況予測と藻場の増減の分布との対比を含めて検討した結果、海砂利採取海域周辺の藻場減少の原因として透明度の低下や付着物の増加が推測された。当該海域では、埋立工事、富栄養化による植物プランクトンの増加など

は考えにくく、光環境の変化は海砂利採取による濁り拡散が主因と考えられた。海砂利採取中止後に藻場の回復が見られたことは、これらの点に符合している。

主な参考文献

- 1) 高橋 晓・湯浅一郎・村上和男（2002a）：瀬戸内海芸予諸島周辺海域の海砂採取が流況に与えた影響。沿岸海洋研究, 40, 81-90.
- 2) 玉置 仁・西嶋 渉・富永春江・寺脇 利信・岩瀬晃盛・岡田光正：海水の透明度変化がアマモ場面積の消長に及ぼす影響、水環境学会誌, 第3号, 151-156, 2002.
- 3) 門谷 茂, 張 志保子：瀬戸内海の海砂利採取に伴う高濁度排水の排出による環境影響、瀬戸内海, No.22, 32-36, 2000.
- 4) 湯浅一郎, 高橋 晓, 村上和男, 星加章：芸予諸島海砂利採取周辺海域における藻場分布の変遷とその要因, 第2回海環境と生物および沿岸環境修復に関するシンポジウム論文集, pp.77-82, (2003)
- 5) 湯浅一郎, 高橋 晓, 星加 章：備讃瀬戸の海砂採取周辺海域におけるアマモ場分布の変遷と光環境, 第4回海環境と生物及び沿岸環境修復に関するシンポジューム論文集, 37-42, (2005)
- 6) 高橋 晓, 湯浅一郎, 村上和男, 星加章：瀬戸内海の海砂採取周辺海域における透明度の変化と藻場分布の関係, 沿岸海洋研究42, 2, 151-159 (2005)

海域の生態系へ与えた影響



1. はじめに

本研究では、砂利採取が海域生態系に与えた影響を把握することを目的とした。まず、漁獲量に与えた影響を評価するために既存の資料をもとに考察した。次に、1998年に海砂利採取が禁止された広島県三原沖海域において、水・底質環境および生物相の変化とイカナゴ現存量の変化を把握するために観測を実施した。

独立行政法人産業技術総合研究所
バイオマス研究センター

三 島 康 史

また、海砂利採取が行われなかった愛媛県北条沖海域および2002年に海砂利採取が中止された岡山県備讃瀬戸海域においても、同様の観測を実施し、広島県三原沖の海砂利採取海域と比較した。

2. 海砂利採取量および漁獲量の変遷

図-1に、広島県の海砂利採取海域における海域毎の海砂利採取量の変遷を示した

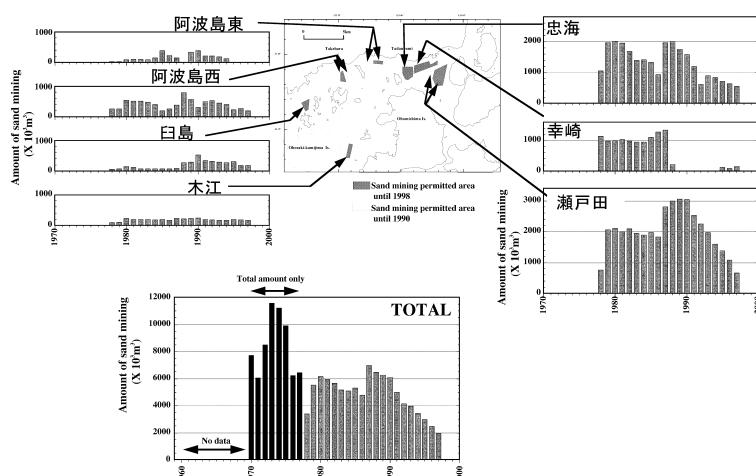


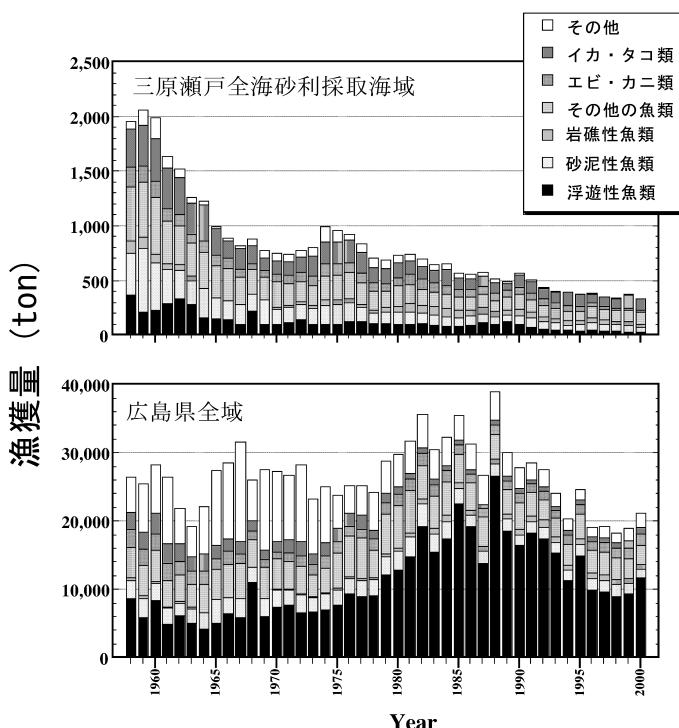
図-1 三原沖海域における海砂利採取量の変遷

●略歴

- 1963年 岡山県生まれ（みしま やすふみ）
- 1986年 香川大学農学部農芸化学科卒業
- 1991年 愛媛大学大学院連合農学研究科生物環境保全学専攻博士課程修了（農学博士）
- 同年 通商産業省工業技術院中国工業技術試験所入所
- 1993年 中国工業技術研究所に名称変更
- 2001年 独立行政法人産業技術総合研究所に組織変更、海洋資源環境研究部門に所属
- 2004年 独立行政法人産業技術総合研究所循環バイオマス研究ラボに所属変更
- 2005年 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センターに組織変更

(広島県, 1999). 広島県では1960年代前半から海砂利採取が開始されたとされている。1976年までは、採取場所を限定せず隨時採取の許可を与えていた。1977年以降は年間採取量を定め、1990年からは採取ペースを鈍化させ、1998年2月には広島県における海砂利採取は全面的に禁止された。海砂利採取許可海域の総面積は $10.1 \times 10^6 \text{ m}^2$ であった。

1970～1976年の採取許可量は $6,200 \sim 11,600 \times 10^3 \text{ m}^3$ とされており、海砂利採取が全面的に禁止されるまでの、全採取許可量は約 $164,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ であるが、1969年以前の採取量を含めると、全採取量は $164,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ を大きく上回っていることが予想される。 $164,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ の採取量は、海砂利採取許可海域の総面積 ($10.1 \times 10^6 \text{ m}^2$)において、平均で16m程度水深が増大した



図－2 海砂利採取海域を有する漁業地域を合わせた漁獲量および、広島県全域の漁獲量の変遷

計算となり、海砂利採取が海底地形の著しい変化をもたらしたことは容易に想像できる。

採取海域毎に比べてみると、忠海、幸崎、瀬戸田の海砂利採取量が多く、1978年以降の全採取量 ($96,800 \times 10^3 \text{ m}^3$) のそれぞれ、27.4, 11.7および41.4%にも達し、海砂利の80%以上がこの3海域で採取されていた。

図－2に、海砂利採取海域を有する4漁業地域（三原、瀬戸田、竹原、大崎上島地域）を合わせた漁獲量および、広島県全域の漁獲量の変遷を示した（広島県, 1958–1974, 中国四国農政局広島統計情報事務所, 2002）。大規模な海砂利採取海域を有する漁業地域（三原、瀬戸田、竹原地域）における全漁獲量は、海砂利採取が始まったとされる1960年頃から急激に減少しており、その変動傾向は、お互いに非常に良く類似

していた。このような漁獲量の変動は、広島県の他の漁業地域では見られない。大規模な海砂利採取海域を有する漁業地域の漁獲量の変動は、広島県全域における漁獲量漁獲量の変動や瀬戸内海全域の漁獲量の変遷（NAGAI and OGAWA, 1997）とも明らかに異なっていた。

海砂利採取海域を有する4漁業地域における漁獲量の減少は、全ての分類郡で見られ、特に砂泥性魚類の減少が著しかった。砂泥性魚類の中でも清浄な砂質の海底に生息し、他の肉食性魚類の餌として重要なイカナゴの漁獲量の

減少が顕著であり、1958～1960年には、80～280トンであったが年々減少し、1980年以降は0tonとなっていた。

漁獲量の変動は、漁業形態の変更（漁労からのり養殖へ等）、漁獲方法の変更、漁業権の放棄等、様々な複合要因の結果である。海砂利採取海域を有する漁業地域の漁獲量の変動が全て海砂利採取の影響と断定できないが、一つの大きな要因であろう。

3. 底質および生物相の変化

三原瀬戸沖の海砂利採取海域では、海砂利採取により浅い砂堆積環境は失われておらず、現在の状況のみから、海砂利採取以前の生態系を評価できない。そこで、浅い砂堆積環境が残る北条沖海域を観測・比較することにより、三原瀬戸沖の海砂利採取海域が浅い砂堆積環境であった頃の環境を推測し、海砂利採取が生態系に与えた影響を評価した。また、備讃瀬戸海域は、2002年度に海砂利採取が中止された。海砂利採取中止直後ではあるが、海砂利採取が生態系に与えた影響を三原瀬戸沖の海砂利採取海域と比較検討するために観測を行った。

(1) 観測方法

2000年10月、2001年1月、4月、8月、2002年10月および2003年10月に図-3に示した三原瀬戸海域のStn.J1,J2,J3およびJ4において、海洋観測を実施した。Stn.J1, J2は1998年に海砂利採取が中止された海域、Stn.J3は、1990年に海砂利採取が中止された海域、Stn.J4では海砂利が採取されていない海域である。

2001年11月、2002年2月、5月および8月に図-4に示した北条沖のStn.H1およびH2において、2003年8月および2004年

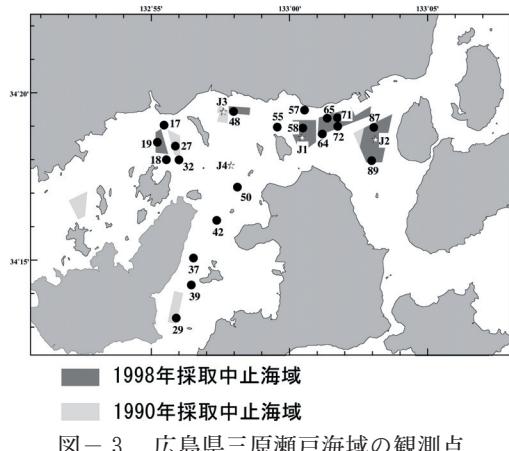


図-3 広島県三原瀬戸海域の観測点

1月に図-5に示した備讃瀬戸海域のStn.B1およびB2において観測を実施した。Stn.H1は地元で「大洲」と呼ばれる浅い砂堆積環境の海域で海砂利採取は行われなかった。Stn.B1は地元では「高洲」と呼ばれる浅い砂堆積環境の海域で、水深は10m以下であり、海砂利は採取されなかった。Stn.B2堅場島海砂利採取許可海域であり、2003年4月まで海砂利が大量に採取されていた海域である。

各観測点において、アレック社製クロロテックや採水による水質観測を行った。植物プランクトンは採水法、動物プランクトンはノルパックネットによる鉛直引き、マクロベントス群集（1mm以上の底生生物）はドレッジまたはスミスマッキンタイヤー型採泥器、メガロベントス群集（魚類以外の底引き網で採取される底生生物）および魚類は底引き網により採取した。

また、2000年7月26日、2002年7月29, 30日および2004年7月8, 9日には、図-3に示す三原瀬戸海域の観測点においてイカナゴ現存量を測定した。同時に堆積物試料を採取し、粒度分析を行った。また、2004年8月には、図-5に示す備讃瀬戸海

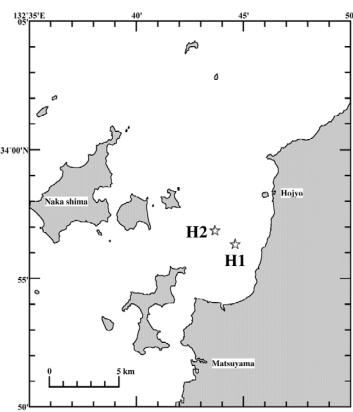


図-4 愛媛県北条沖の観測点

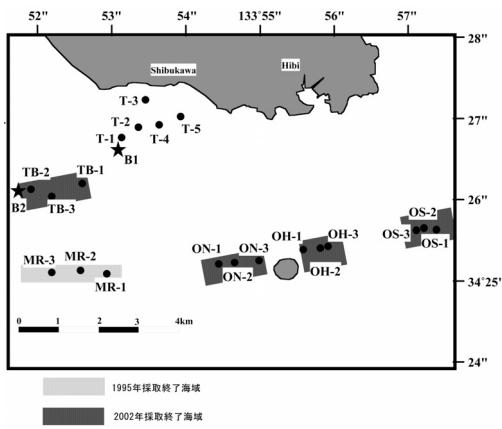


図-5 岡山県備讃瀬戸海域の観測点

域の観測点において、採泥を行い粒度分析を行った。

(2) 底質の変化

底質は次の様におおまかに分類される。

シルトまたは泥：64または $75\text{ }\mu\text{m}$ 以下。

砂：64または $75\text{ }\mu\text{m}$ 以上， 2 mm以下。

礫：2 mm以上。

粒度組成分析では、これらを乾重量の比率で示す。50%粒子径は、これら粒子組成の頻度分布の中央値であり、値が大きいほど底質の粒径が大きく礫化傾向にあることを示す。

広島県（1999）は、1998年9月に三原瀬戸の同一観測点において底質を採取し、同

様に粒度分析を行っているので、本研究で得られたデータと比較した（図-6）。

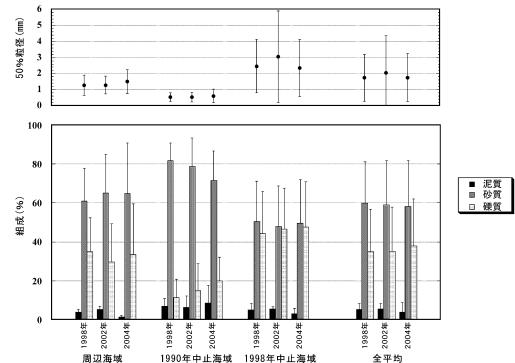


図-6 三原瀬戸沖海域の各海域における粒度組成および50%粒径の平均値の経年変化

全ての観測時期において1998年中止海域における礫の含有率が高い傾向が見られた。各海域における粒度組成の平均値は、優位な経年変化が見られず、1998年以降ほとんど変化がなかった。これらの結果は、現状放置では今後10～20年レベルでも砂堆積環境の回復が、見込めないことを示している。

北条沖海域の浅い砂堆積環境では、50%粒径が1.00mmの良質なシェルサンドであり、その沖では、50%粒径が2.99mmの砂礫底であった。

備讃瀬戸海域では、礫の含有率が30%以上の観測点は、4観測点のみであり、海底の礫化はそれほど進んでいなかった。一方、泥の含有率が、北条沖海域および三原瀬戸海域に比べて高い傾向があった。

備讃瀬戸海域では、1990年、1995年、1999年にほぼ同様な観測点において、底質の粒度組成を測定しているので、本研究結果と比較した（図-7）。2002年中止海域では、1999年まで礫の含有率が増加していたが、海砂利採取中止後、わずか2年足らずで礫の含有率が急激に減少しており、底

は珪藻で占められ、動物プランクトンはかいあし類が主要種であり、水柱中の生態系に差は見られなかった。水質分析においても、これら3海域の間に顕著な差は見られなかった。

(b) マクロベントス

三原瀬戸海域では、砂と礫が混在する環境であるため、多種多様なマクロベントス類が生息し、砂礫・岩礁性種が優先していた。備讃瀬戸海域では、海底が泥化しているため、砂泥底性種が優先していた。清浄な砂堆環境にしか生息できないナメクジウオは、北条沖海域のみで優先し、三原瀬戸海域および備讃瀬戸海域ではほとんど見られなかった。

(c) メガロベントス

北条沖海域では漁業が盛んであるため、漁獲圧が非常に高い。一方、三原瀬戸海域および備讃瀬戸海域の採取終了海域では漁網が損傷するため、漁獲がほとんど行われていないので漁獲圧が低い。そのため、メガロベントス類や魚類の個体数密度や生物量を単純に比較することは難しい。しかしながら、北条沖海域では、高次の魚類の重要な餌であるは、十脚目（長尾類：エビ類）の個体数が非常に多く、逆に、三原瀬戸海域および備讃瀬戸海域では、ウニ綱、ヒトデ綱が多い傾向が見られた。

(d) 魚類

魚類も漁獲圧の問題はあるが、三原瀬戸海域では砂礫、岩礁性種が多く、備讃瀬戸海域では、砂泥底性種が多い傾向が見られた。

(e) イカナゴ

データは示さないが三原瀬戸海域において、高次の生物の重要な餌生物であるイカ

ナゴ現存量の回復は観察されなかった。一方、愛媛県の海砂利採取海域に近い他の海域の木江沖および大崎上島東部の海域は、広島県の海砂利採取中止後以降も減少傾向が伺えた。海砂利採取は、海砂利採取海域のみならず、その周辺海域のイカナゴ現存量を減少させる可能性も示唆された。

(f) 三原瀬戸海域における生物相の経年変化

三原瀬戸海域の1998年採取中止海域、1990年採取終了海域および周辺海域におけるマクロベントス、メガロベントスおよび魚類の組成は、1998年以降顕著な組成変化が見られなかった。

4.まとめ

- ①三原瀬戸沖海域における海砂利採取は1960年代から行われ、大規模な海砂利採取海域を有する漁業地域では、採取開始と同時に漁獲量が急激に減少していた。これらの漁業地域の漁獲量の変動は、全て海砂利採取の影響と断定できないが、一つの大きな要因であろう。
- ②三原瀬戸海域の様な「根こそぎの海砂利採取」は海底を著しく礫化させ、採取終了後6年経過しても底質環境の広域的な回復は認められなかった。今後何らかの対策をしないかぎり現状放置では底質環境の回復は見込めないであろう。
- ③三原瀬戸の1998年採取終了海域では、砂礫・岩礁性生態系に変化し、数年以上維持されており、砂泥底性の生態系に変化する徴候は見られなかった。清浄な砂にしか生息できず、高次の生物（魚食性魚類）の重要な餌生物であるイカナゴ現存量の回復も観察されなかった。
- ④三原瀬戸海域の愛媛県海砂利採取海域に

近い他の海域では、広島県の海砂利採取中止後以降もイカナゴ現存量の減少傾向が伺えた。海砂利採取は、海砂利採取海域のみならず、その周辺海域のイカナゴ現存量を減少させる可能性もある。

⑤備讃瀬戸海域の様に、砂堆積環境を残す様な海砂利採取は、採取中止後すみやかに底質環境の回復が見込めるであろう。このような状況では、砂泥底性の生態系が維持されると考えられる。しかしながら、備讃瀬戸海域は三原瀬戸海域とは逆に海底の泥化が今後問題になる可能性がある。

⑥三原瀬戸海域、浅い砂堆積環境が残存する北条沖海域、および備讃瀬戸海域の海砂利採取中止直後海域とも水質、植物・動物プランクトンおよび動物プランクトンの現存量およびその組成にも変化は見られなかった。水柱の生態系は、採取終了直後からすみやかに回復すると考えられる。

⑦三原瀬戸海域、北条沖海域、および備讃瀬戸海域の3海域の生物相の比較から、海砂利採取による海底の礫化・泥化は、ナメクジウオ、高次の魚類の重要な餌である十脚目（長尾類：エビ類）の現存量を低下させた可能性がある。

引用文献

- ・広島県（1999）：広島県海砂利採取海域環境調査報告書。
- ・広島県（1958－1974）：広島県農林水産年報。
- ・中国四国農政局広島統計情報事務所（2002）：広島県の漁業、漁業地域別累年統計表、昭和50年～平成12年、1975～2000。
- ・Nagai, Tatsuki and Y. Ogawa (1997): Fisheries production. In Sustainable development in the Seto Inland Sea-From the viewpoint of fisheries. Eds. T. Okaichi and T. Yanagi, Terrapub, Tokyo.

海砂資源量と採取後海域の状況変化



愛媛大学沿岸環境科学研究所
教 授 井 内 美 郎

はじめに

瀬戸内海では、過去約30年間にわたって各地で海砂が採取されてきた。その結果、約6億立方米もの海砂が採取されたとされている。それによって瀬戸内海の生態環境は大きく変えられてきたとも言われている。最近、瀬戸内海沿岸各県は、環境問題に対する関心の高まりを受けて、相次いで海砂採取を禁止した。

一般に環境問題を論じる前提として、その問題の影響についての質的側面とともに量的な側面についても把握しておく必要があると思われる。つまり、海砂採取に関して言えば、改変が加えられた海域に関する量的な情報を把握しておくことは今後様々な検討を行う際の基礎になると思われる。また、採取後海域の現状および変化の傾向を知ることも将来的な対策の必要性についての判断材料となると思われる。

本報告では、第1に、海砂資源の成因を明らかにすることで資源の「有限性」につ

いて述べる。第2に、海砂採取の対象となりうる資源量を見積もり、既採取量との比較で環境改変の程度を明らかにする。そのため瀬戸内海全域の海砂資源量を試算・推定した結果を示す。第3に、海砂採取後海域の現状について明らかにする。

海砂資源の成因

海砂問題が様々に議論されたときに、環境への影響とともに論じられたのが資源の有限性の問題である。特定の資源が有限であるか無尽蔵であるかは資源の成因を明らかにすることで判断可能である。

瀬戸内海の海底には成因的に全く異なる2種類の砂が存在する。ひとつは海岸周辺で目に見える砂であり、これは海岸付近の岩石が風化や波の作用を受けて碎かれたものおよび陸上で岩石が風化侵食を受けて形成された碎屑性粒子が河川を通じて流域から海域へ運び込まれ、更に波の作用などによって海岸に沿って再配置されたものである。

●略歴	1949年	京都市生まれ（いのうち よしお）
	1974年	京都大学理学部卒業
	1974年	通商産業省工業技術院地質調査所
	1997年	愛媛大学理学部教授
	1999年	愛媛大学教授 沿岸環境科学研究所 現在に至る

これはいわば「山から来た砂」ともいえるものである。二つ目は、陸からは見えにくい砂で、海底にある地層や岩盤が海峡部の速い潮流によって浸食を受け、海峡からやや離れた海域で潮流速が減衰したところに運ばれて堆積したものである。そのような海域では砂堆という砂礫で構成された浅瀬となっていることが多い。これはいわば「海から来た砂」ともいえるもので、瀬戸内海などの潮流が速い閉鎖性海域に特有の堆積物である。海砂採取の主な対象は、愛媛県などの河口部で採取されている一部海域を除けば、「海から来た砂」が主体であった。

海砂採取の対象とされた「海から来た砂」が堆積する速度（堆積速度）は、多くて年間数ミリメートル程度と考えられている。これを海砂採取によって年間数メートルの速さで採取すると、側方からの移動を無視すれば、供給される速度の千倍の速さで採取することになる。そのようなことから、海砂資源は「化石資源」的な性格を強く持つ資源だといえる。

資源量の考え方

瀬戸内海の海砂は海峡部周辺の砂堆という限られた環境で採取されていた。砂堆を構成する砂質堆積物は、潮流が海峡部の海底を浸食して生産された砂礫で構成されており、浸食された跡は海釜（かいふ）という凹地となっている。瀬戸内海の海峡付近には必ず海釜地形が存在する。資源量を求めるることは、本来的には海砂採取の対象となっていた砂堆の体積を求ることによって可能になるはずである。しかし、瀬戸内海の砂堆の多くは複雑な環境変遷を経験し

ており、瀬戸内海形成の過程で内湾的環境から潮流の影響を受ける海域へと変化したところに砂堆が多くみられる。そのような海域では、砂堆が「二重底」になって下部は閉鎖的な海域の時代に堆積した泥質堆積物から構成されている場合も見受けられる。そのため、砂堆体積から直接資源量を求めるに、過大評価するおそれがある。そのためこれに代わって、海釜の体積から資源量を求ることにした。砂堆に堆積している砂質堆積物の多くは、もとは後に海釜となる場所を満たしていた岩石や古い堆積物が潮流による侵食を受けて海峡部から運び出され、流れの減衰に伴って堆積したものである。ここで「浸食基準面」の深度が重要な基準となる。一般に、最終氷期の終了後海面が上昇し海水が入り始めた現在の瀬戸内海にあたる地域は、なだらかな地形であったと考えられている。瀬戸内海では、これが「浸食基準面」となっている。海水の流入とともに各所で潮流による浸食が始まり、海釜や砂堆が誕生した。海釜は浸食基準面以深の海底を浸食してできた地形であり、砂堆は浸食基準面の上に形成された堆積地形である。それゆえ海釜や砂堆の体積を求める際には浸食基準面の水深を決めることが非常に重要となる。

次に海釜の体積を求める方法を示す。海釜堆積を求める基礎データとした海底地形情報は、産業技術総合研究所中国センター所有の瀬戸内海全域の海底地形図から得られた（これは1970年代までに発行された海図をもとに作成されたもので、瀬戸内海水理模型の海底地形の根拠とされている。水深の基準は、東京湾中等潮位である）。

等深線が混んでいる海域については侵食

基準面における海釜の面積と基準面以下の最大深度を用いて、円錐の体積を求めるのと同様の方法で求めた。等深線の間隔が広い海域については、海釜を深度10mまたは20mごとの板状地形に区分して体積を求めた。

試算結果

上記の方法で求められた侵食基準面以下の海釜体積の合計は瀬戸内海全域で202億立方米、基準面が水深40m以浅の海域における海釜の合計体積は42億立方米と試算された。一般に海砂採取の対象とされるのは、吸い上げ用ポンプの能力から水深40m以浅とされており、後者の数字が「資源量」に近いものかもしれない。ただし、この数字も海釜にあった粒子がすべて砂利資源になること、つまり泥分を多く含んでいないことを前提としており、計算に問題がないとしても資源量の最大を示したにすぎない点に注意する必要がある。そのうち約6億立方米はすでに採取されており（資源量の14%に相当）、残りは36億立方米以下ということになる。

採取後海域の海底状況

次に採取後海域の現状について紹介する。調査海域とした三原瀬戸は、広島県竹原市・三原市の沖に位置し、大久野島、高根（こうね）島、愛媛県大三島に挟まれた海域である（図-1）。この海域では海砂採取前、三原市幸崎（さいざき）町の沖にある有竜島から竹原市の大久野島までの約6キロ、水深5-10メートルの東北東-西南西方向に伸びる細長い砂堆「能地堆（のうじたい）」

- ・「布刈ノ州（ふかりのす）」が存在した

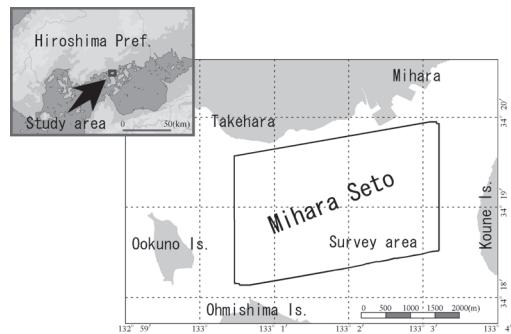


図-1 地形調査海域
平行四辺形で囲った海域は図-2の調査範囲を示す。

（図-2下図）。また、高根島西側海域にも砂堆が存在した。しかし、これらの砂堆は海砂採取により、深く掘り下げられ、底質も砂質から礫が広く分布する海域になった事が知られている。

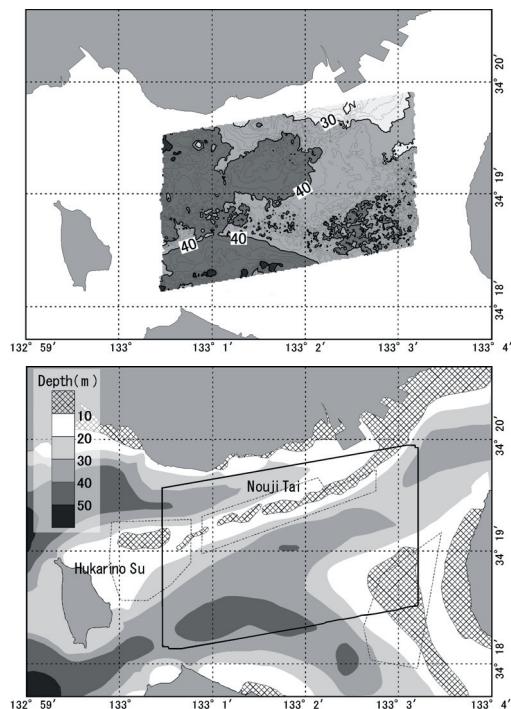


図-2 海砂採取前後の地形変化
2003年の調査結果による海底地形図（上）と1963年発行の海図による海底地形図（下）

海底地形調査方法

地形回復の有無やその回復速度を議論する際には、測定時期の異なる精密な地形計測が必要となる。本研究では、愛媛大学沿岸環境科学研究センター所有の中深海用ナローマルチビーム測深器 SeaBat8101 (RESON 社) を用いて測深調査を実施した。SeaBat8101は、測深周波数240KHzのナロービーム（指向角 $1.5^\circ \times 1.5^\circ$ ）101本で形成された 150° の探査幅をもつ音響測深機である。この扇状に発信されたビームにより、水深70m以浅なら水深の約7.4倍の幅を同時に測深することが可能である。さらに、収録された測深記録には潮位補正、音速度補正を実行し、より精密な測深記録を求めている。

調査は、2001年8月末、2002年9月末、2003年8月初旬、そして調査海域の一部については、約1ヶ月での地形変化を観察するために2003年9月中旬に実施した。なお、今回は東京湾中等潮位 (T.P.) を基準に測深結果を示している。

現在の海底地形

測深調査によって得られた現在の海底地形図（図-2上図）では、大久野島北側の海峡付近と大久野島南側の海峡から大三島の北側にかけて、水深50m前後と深くなっている。一方、調査海域の北東部では水深30m以浅の海域が広がっており、浅い海域が残っている。特に、北東部の埋立地が南に突き出している付近では水深20m以浅と最も浅い。また、調査海域北部では、南北方向の砂浪がみられる（図-3）。砂浪は、流れのやや強い海域で海底の砂粒が移動して形成されるもので、海峡中心部の流れが

強すぎる海域には存在しないが、海峡入り口付近の、強い流れから比較的弱い流れに変る海底に発達する。一方、調査海域南部には海砂採取跡と考えられる複雑な凹凸地形がみられる。

海砂採取以前（1963年）と現在の海底地形を比較してみると、水深20m以浅の砂堆（能地堆・布刈ノ州・高根島の西方）は水深30–50mに掘り下げられている。特に調査海域中央では水深約50mまで掘り下げられている。この海域の沖積層基底深度は、深度約40mと見積もられており、海砂の採掘は、一部では沖積層だけでなく、更新統の堆積物にまで及んでいたことが推測される。

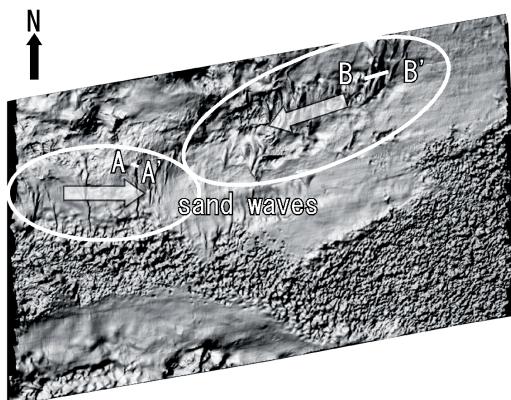


図-3 調査海域陰影図

図上部の楕円内に砂浪の分布が、下部に凹凸の激しい海砂採取跡地形が観察される。

地形変化の現状

2003年、2002年、2001年の測深結果を基にそれぞれの水深比較をおこなった結果、約1年で水深が1m以上変化した海域は、砂浪が分布している調査海域北部に集中している。詳細みてみると、北東部に形成されている砂浪は、西側斜面が急で、東側

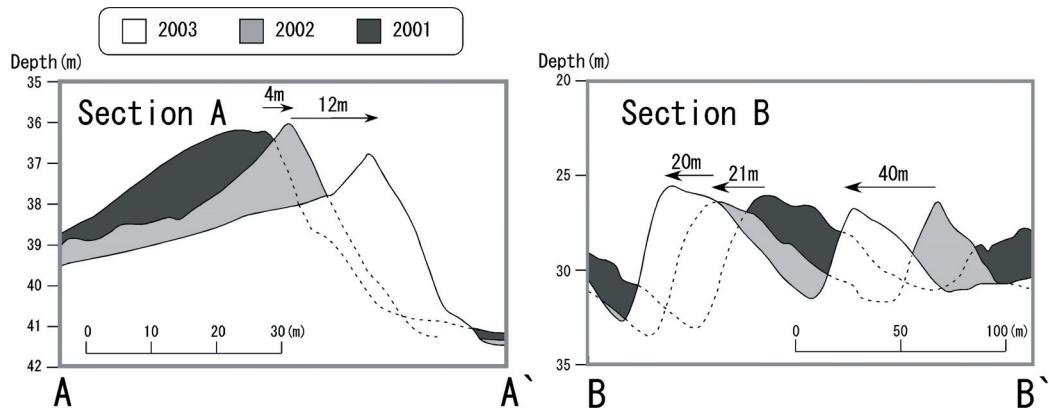


図-4 地形変化に基づく砂浪の移動方向
地形断面の位置は図-3に示す。断面Aでは砂浪が東へ、断面Bでは西へ移動している。

斜面が緩やかになっている。また、北西部に形成されている砂浪はその逆の傾向を示す。これらの結果は、調査海域の北部に見られる砂浪が東西それぞれの海峡からはなる方向へ移動していることを示す。また、調査海域では、砂浪移動の他には、明瞭な地形変化は存在しない。

西方に移動している砂浪は、北東部の埋立地が南に突き出している付近から中央部の水深50m前後の凹地にかけて形成されている。その移動量は、最大約40m/年で(図-4)，相対的に西に向かうほど移動速度は減じ、規模も小さくなる。

東方に移動している砂浪は、大久野島北側の海峡から続く海釜地形の南側から中央部の水深50m前後の凹地にかけて形成されている。この海域では、砂浪の移動により海砂採取で形成された凹地が埋められていいく様子が観察できる。

採取後海域の海底状況変化について

砂浪の形成・移動が見られるのは、海砂採取以前にこの海域で能地堆・布刈ノ州と呼ばれていた東北東-西南西方向に伸びる

細長い砂堆が存在した海域である。この海域の海底地形は、調査海域南部に見られるような海砂採取跡と考えられる複雑な凹凸地形ではなく、比較的なだらかな地形である。このことから、砂浪の移動に伴い海砂採取によって起伏が増大した海底地形が平滑化していることが考えられる。さらに、海砂採取によって礫化した底質が、それより細粒である粗粒砂からなる砂浪が移動することにより、表層のごくわずかかもしれないが、礫質から砂質な底質へと回復している可能性が示唆される。

まとめ

- 瀬戸内海の海底から採取された砂質堆積物、いわゆる海砂の主体は海底の潮流浸食によって生産されたものである。海砂採取の舞台となった砂堆域は、潮流によって運搬された砂礫が集中的に堆積した海域である。この海域での堆積速度は一般に年間数ミリメートル程度以下と考えられており、人為的な採取速度の千分の一程度である。そのため、海砂資源の回復速度は非常に遅い

- と考えられ、化石資源的な取り扱いが必要である。
2. 海砂採取が技術的に可能とされる水深40メートル以浅の海域にある砂質堆積物の量は、オーダー的な数字ではあるが、42億立方米程度であり、すでに6億立方米が採取された。
 3. 海砂採取後海域では礫化など底質が変化した海域が多い。そのうち一部海域では砂が移動し、礫化した海底を自然修復していると考えられる海域もあるが、採取後の状態をほぼ保った海域も見られる。

参考文献

- 原田英明・岩本直哉・井上卓彦・中條喜友・布川裕也・奥村 学・井内美郎：海砂採取後海域における海底地形と粒度組成から見た堆積物粒度の回復過程、第14回環境地質学シンポジウム論文集、59-66 (2004)。
- 井内美郎：瀬戸内海の海砂問題の地質学的侧面－海砂の科学的知見及び環境機能回復手法の提案－、第8回環境地質学シンポジウム論文集、249-254 (1998)。
- 井内美郎：瀬戸内海の海砂問題の最近の争点、第9回環境地質学シンポジウム論文集、231-234 (1999)。
- 井内美郎：砂堆形成の多様性と資源量見積もり、第10回環境地質学シンポジウム論文集、143-148 (2000)。
- 井内美郎：瀬戸内海の海砂問題と砂堆の形成、地球環境、53-59 (2001)。
- Inouchi Y.: Sand dredging in the Seto Inland Sea and Geologic History of sand banks, Proceedings of Tech-no-Ocean 2002, (CD-ROM: 1-3) (2002).
- 井内美郎・三井拓也・川口優美・斎藤笑子・中條喜友・布川裕也・高杉由夫・星加章・渡辺和明：海底地形から試算・推定した瀬戸内海全域の海砂資源量、第13回環境地質学シンポジウム論文集、553-558 (2003)。
- 井内美郎・清水洋子・丸岡範子：海砂採取の海底環境への影響、第8回環境地質学シンポジウム論文集、255-260 (1998)。
- 井内美郎・吉川尚伸・三井拓也・仲谷英夫：海砂資源量の推定－瀬戸内海東部海域の例－、第9回環境地質学シンポジウム論文集、235-238 (1999)。
- 岩本直哉・星加章・塩屋藤彦・井上卓彦・大平亮・井内美郎：海砂採取後海域にみられるサンドウェーブと地形変化、第13回環境地質学シンポジウム論文集、547-552 (2003)。
- Iwamoto N., Inoue T., Shioya F. and Inouchi Y.: Large scale sand dredging and mode of slow recovery of sand dunes in the Seto Inland Sea, Japan, CD-Rom Proceedings of Oceans'04 MTS/IEEE and Techno-Ocean'03, 66-70 (2004).
- 岩本直哉・三井拓也・塩屋藤彦・天野敦子・井内美郎：海砂採取海域の地形変化、第11回環境地質学シンポジウム論文集、257-260 (2001)。

瀬戸内海の海砂利採取による環境への影響 －研究の総括と対策－



1. 海砂利採取の問題と研究

瀬戸内海における海砂利採取は昭和30年代後半から本格的に始まった。それ以来、約30年間で約6億m³もの膨大な海砂利が採取され、コンクリート用細骨材、埋立、地盤改良など社会基盤整備に必要なさまざまな用途に利用され、我が国の高度経済成長を支えてきた。海砂利採取は砂が広く堆積した場所で行われてきたが、このような砂場（砂堆ともいう）には水産上有用な多くの生物が生息し、砂場は砂泥性生態系にとって重要な場でもあった。しかしながら、採取によって多くの砂堆は消失し、海底地形も大きく変化した（広島県、1998；岡山県、2000）。さらに、採取による濁水の拡散や藻場・浅場の消失による水産生物や生態系への影響が懸念されるようになった（図-1参照）。

そのため、瀬戸内海環境保全審議会（1999）は海砂利採取の問題を新たな課題として位置付け、採取による環境への影響

独立行政法人産業技術総合研究所
沿岸海洋研究グループ長

星 加 章

究明の促進と対策の検討、代替材の開発による海砂利への依存度の低減を図ることなどの対応を求めた。

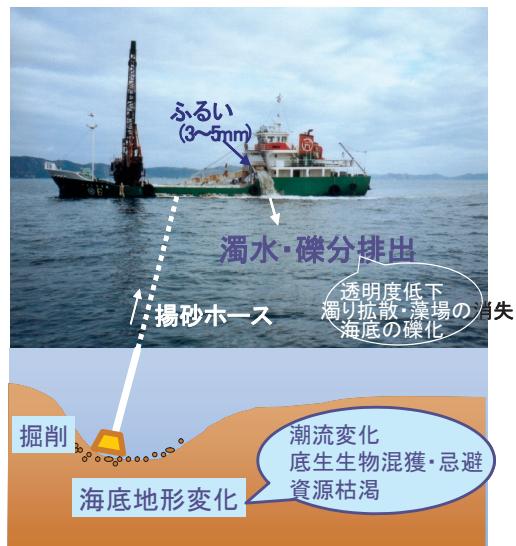


図-1 海砂利採取の影響

海砂利採取をめぐるこのような情勢のなかで、環境省は平成6年度より「瀬戸内海海砂利採取環境影響評価調査」をスタートさせ、海砂利採取による海底地形や水・底

●略歴	1947年	広島県生まれ（ほしか あきら）
	1972年	同志社大学工学部工学研究科博士課程前期修了
	1972年	通産省工業技術院中国工業試験所入所
	2001年	（独）産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門に組織改組
	2004年	地質情報研究部門に再編
		現在に至る

質変化、濁りの影響等の実態が明らかになってきた。一方、海砂利採取を行っていた広島県は平成10年に、岡山県も平成11年に海砂利採取による環境影響評価を実施してきた。しかしながら、海底地形変化による広域的な流動や生態系への影響、採取海域の安定化・回復機構など不明な点も多く、砂利採取の影響を最小限にするために必要な対策に資するための体系的な調査・研究を早急に開始する必要があった。

そこで、私たちの研究グループは「瀬戸内海の海砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究（2000年度～2004年度；環境省地球環境保全等試験研究費）」をはじめた。しかしながら、瀬戸内海の海砂利採取をめぐる情勢は、この研究がスタートした前後から変わりはじめ、主要採取4県のうち広島県は研究開始直前の1998年1月にすでに採取を中止、岡山県は研究実施中の2003年3月に中止、香川県は研究終了時の2005年3月に採取を中止した。愛媛県も2006年には採取中止を予定しており、瀬戸内海における大規模な海砂利採取は間もなく終焉を迎えることになる。

2. 研究の内容

この研究では主に以下の4つの課題を取り組んだ。

1) 海底地形変化による流況影響の研究

瀬戸内海大型水理模型や数値シミュレーションにより、大規模海底地形変化が海砂利採取海域及び周辺海域の流れに及ぼす影響を明らかにする。

2) 砂堆の維持機構および採取後の回復過程に関する研究

現地観測により海砂利採取海域の流動構

造や砂の移動過程を把握する

海底地形の経年的な変化を音響探査等により調べ、採取後の安定化・回復過程を解明する。

海砂利採取による濁りの影響調査や数値シミュレーションにより、濁りの影響範囲を評価する。

3) 生態系構造の変化と影響評価に関する研究

採取海域及び周辺海域の生物調査を行うとともに、生態系構造を炭素・窒素安定同位体比法により解析し、海砂利採取の生態系への影響を評価する。

4) 海砂利資源量の解析

海底地形図・底質図をもとに海砂利資源の賦存量を算定する。

3. 研究の成果

研究の成果については、個別の課題毎にこのあと詳しく述べるので、ここでは概要について簡単に紹介する。

3.1 海底地形変化と流況への影響

海底地形変化

瀬戸内海の海砂利採取は主に芸予諸島（三原瀬戸海域）と備讃瀬戸を中心とした海域で行われてきた。三原瀬戸での採取は昭和30年代後半から始まったとされ、当時は大久野島東部から幸崎沖の高根島北西部にかけて、能地堆と呼ばれる帶状に延びる鞍状の砂堆が見られた。また高根島の西部から南西部沖にも砂堆があった。このような砂堆はイカナゴの夏眠・産卵場や藻場の繁茂地として水産資源にとっても重要であったが、海砂利採取許可区域に指定され、今では採取により跡形もなく消えてしまった。採取海域では海砂利の大量採取によりほぼ

全域で水深が増加し、その差は最大で30m～40mにも達している。音響探査（ナローマルチビーム測深機：240kHz）による詳細な測深によると、砂堆は完全に消失し、海砂利採取によると思われる多数の深い凹地形が確認された。

流況への影響

数値シミュレーションによると、海砂利採取により、潮流の平均流速でみると三原瀬戸断面では20%程度遅くなり、備讃瀬戸堅場島海域の断面では13%程度遅くなった。いずれの海域とも海砂利採取により水深が深くなつたため流速が小さくなり、海底面が一様になつたために、海岸地形に沿うスムーズな流れへと変化している。

残差流については、三原瀬戸では海砂利採取前後で変化が認められたが、備讃瀬戸では全体的な循環流のパターンにはあまり変化はなく、備讃瀬戸における砂利採取の規模は三原瀬戸と比べ小さく、影響範囲も小さいことが推測された。三原瀬戸断面では残差流の断面流量は4%程度増加し、周辺の海峡部各断面でも流量の増減がみられ、流況変化が広範囲に及んでいることがわかった。備讃瀬戸堅場島周辺では、断面流量は10%程度増加した。

3.2 海砂利採取後の回復過程

数値モデルによる解析

粒子の輸送に関わると考えられる底層の残差流の収束・発散を、数値モデル実験から求めた。その結果、海砂利採取開始頃には能地堆周辺は収束域であった。さらに、限界掃流力理論を適用した粒子追跡実験から、この砂堆域には周辺から粒子が集まる様子がうかがえた。このようなメカニズム

は、砂堆が消失した後でも多少弱まつてゐるもの、採取開始頃と同じように残されていた。

海底地形調査による解析

三原瀬戸北部は潮流が比較的早い海域で、サンドウェーブが形成されていた。サンドウェーブは採取海域の東北部では西へ移動、北西海域では東へ移動し、この結果は数値計算の結果とよく合致した。この移動傾向は現在でも続いている。

海底の回復

数値実験、音響探査、懸濁物質収支計算などの結果から、流れの集積機構が残されている海域では、礫化した海底においても残された砂の移動によって礫化した海底が再び砂場として回復する可能性がある事が示唆された。もちろん、砂堆として元通りになるような回復は望めないが、集積機構が残されている海域に限れば、覆砂工法などの回復技術の適用についても見込みがあることが考えられる。

3.3 生態系構造の変化と影響

三原瀬戸海域では、海砂利採取によりマクロベントス、メガロベントスおよび魚類の組成は砂質性生態系から砂礫・岩礁生態系に変わったといわれるが（広島県、1999），採取中止後6年を経過した時点でも種組成に大きな変化はなく、砂礫・岩礁生態系が維持されていた。また、タイやサワラの餌料として重要なイカナゴは、海砂利採取を中止した後も増加する傾向は見られなかった。海砂利が採取されていない愛媛県北条沖の砂堆域では、ナメクジウオ、イカナゴ、エビ類等の小型甲殻類の現存量が多かったが、三原瀬戸ではかなり少ないとから、

海砂利採取によるこれら生物種への影響は大きかったと考えられる。

生物群集のC・N安定同位体比で比較すると、北条沖海域においては、植物プランクトンを出発点とする単純な摂食食物連鎖の生態系構造であると考えられた。一方、三原瀬戸海域では、動物群はこのような連鎖から大きくずれており、植物プランクトンに他のエネルギー源も加わる複雑な生態系構造となっていることが推測された。

備讃瀬戸海域の生物組成は、三原瀬戸海域とは異なり北条沖海域の組成に近い砂泥性の生態系であった。備讃瀬戸海域は、三原瀬戸海域のように海底が礫化するまで海砂利採取が行われていないため、砂もしくは砂泥生態系が残存している可能性がうかがえた。

海砂利影響に関する漁業者アンケート調査（2004年実施、69漁協）によれば、海砂利採取後に減少した魚種として、イカナゴ、マダイ、カレイ、ヒラメ、サワラ、オコゼがあげられ、採取の禁止によりイカナゴ、カレイがやや採れだした。アマモがやや増えた（4漁協）、透明度が良くなつた（三原瀬戸周辺6漁協）という報告がある。スナメリクジラの目撃はあるが（16漁協）、採取が始まつた頃からは急激に減少した。カブトガニの目撃はあるが（12漁協）、近年とみに減少している。

3.4 濁り拡散と藻場分布

濁りの影響

三原瀬戸海域では、海砂採取中止前の透明度は4.0m前後であったが、採取後は約6.0～7.0mと上昇した。数値モデル実験によると、海砂採取時には、採取量が多かっ

た大久野島と高根島間の海域で2.5m以上も透明度が低下し、備讃瀬戸でも最大3mを越える透明度の低下が生じた。

藻場への影響

芸予諸島の海砂利採取周辺海域では、藻場が衰退したと思われる地点が広範囲にわたって存在していた。さらに、透明度の低下が大きい海域周辺の藻場は衰退あるいは消滅していること、浅い藻場に比べ深い藻場の方が透明度低下の影響が大きいことがわかった。ただし、広島県側では、採取中止後の顕著な藻場の回復が確認された。備讃瀬戸海域でも、岡山県側の味野湾では採取中止直後から藻場の回復傾向が見られ、広島県側と同様の現象が確認された。また、光環境に関するデータとの対比から、海砂利採取による透明度の低下と微粒子の付着が藻場の減少にとって重要な要因であることがわかった。

3.5 海砂利資源量

瀬戸内海の海砂利資源量は、海釜の体積をもとに202億m³と試算された。このうち、実用レベルで採取可能な水深40m以浅の海域には42億m³賦存するが、約6億m³はここ30年間ですでに採取された。

瀬戸内海で海砂利が賦存する主要な海域は、備讃瀬戸西部（9.2億m³）、播磨灘（明石海峡・淡路島西・家島諸島；8.5億m³）、播磨灘南西（小豆島・備讃瀬戸・大槌島・女木島他；7.2億m³）、芸予諸島（6.3億m³）、燧灘南西部（3.4億m³）であり、これらで全瀬戸内海賦存量の約80%を占める。

4. 今後の対策について

1) 碓化した海底の回復

海砂利採取後も流れの集積機構が維持されている海域では、残された砂の移動によって礫化した海底が再び砂場として回復する可能性がある。このような場はイカナゴの回復につながることが期待される。当面は採取跡地の推移を見極めながら、海底を被覆する砂堆復元工法などの修復技術についても検討する必要がある。

2) 藻場の回復

藻場の衰退・消滅は海洋生物の生息・育成場の縮小であり、漁業資源の減少につながるため、残された藻場を保全するとともに、衰退・消滅した藻場を再生・造成しその育成機能を回復させることによって、生態系や漁業資源の回復を図る必要がある。

3) 海砂利の採取

瀬戸内海での大規模な海砂利採取は、間もなく全ての自治体で中止となる。しかし、中止を決めた自治体は他府県からの購入により砂利需要を賄わざるを得ないのが現実であり、結果として同じような問題を他府県に押しつけることが懸念される。そのため、砂利代替材の積極的な利用や（図-2；例えば、広島県の場合）、新たな代替材の開発も進められている。ただし、それらの整備が間に合わない場合も考慮して、採取の再開も念頭に置くことも必要であろう。その場合に当たっては、十分な事前調査のもと、周辺藻場や漁業資源に極力影響しない範囲や手法にとどめるべきであり、また、砂場としての自然の回復力が期待できない場所については見送るべきである。

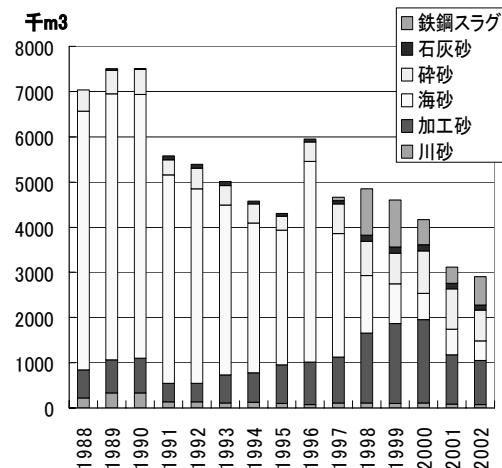


図-2 広島県の骨材供給量

藻場の衰退は採取船からの濁水の影響が大きいことから、濁水の排出を低減する手法の開発や、細粒分の多い砂泥は極力採取しないことが求められる。海底の礫化を防ぐため、船上で篩い分け後の礫分を投棄せず回収することも必要である。

海砂利は化石的資源であり後200年程度で枯渇する。コンクリートへの依存度を小さくする社会構造の変革も求められる。

参考文献

- 広島県（1999）：広島県海砂利採取海域環境調査報告書
岡山県（2000）海砂利採取環境影響調査委員会報告書
瀬戸内海環境保全審議会（1999）：「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」（答申）

瀬戸内海関係府県における海砂利採取の現状と課題

瀬戸内海環境保全知事・市長会議事務局
(兵庫県健康生活部環境局水質課)

1. 瀬戸内海の環境の保全に関する府県計画における海砂利採取関係の記載事項

瀬戸内海環境保全特別措置法に基づく瀬戸内海環境保全基本計画の第三の4に海砂利採取に当たっての環境保全に対する配慮事項が記載されている。

また、関係府県の府県計画においても海砂利採取に対する環境保全上の配慮事項が記載されている。

以下は各府県計画の記載内容である。

(1) 大阪府計画

「府域においては、海砂利資源の枯渇により採取は行われていないが、今後とも、この現状を踏まえ対応するものとする。」

(2) 兵庫県計画

「海砂利については、既に良質な砂利の賦存海域が漁業調整規則による砂利採取禁止区域に指定されており、今後とも規制を継続することとする。」

(3) 和歌山県計画

「本県においては、海砂利採取は行われておらず、今後とも引き続き、この現状を踏まえ対応するものとする。」

(4) 岡山県計画

「海砂利採取については、海域環境や水産資源に及ぼす影響が大きいことから、平成15年度以降禁止することとする。また、海砂利採取禁止後の状況を踏まえ、国及び関係県との情報交換・情報収集や既往知見等に基づき、対策の必要性や環

境修復の可能性等について検討するものとする。」

(5) 広島県計画

「本県では、平成10年2月16日に水産資源の保護培養や自然環境の保全の観点から、県内の海砂利採取を全面禁止することとした。これに伴い、平成9、10年度の2ヶ年で、過去の海砂利採取による海域環境や水産資源への影響を把握し、今後の対応に資すること目的とした環境調査を実施した。」

今後は、採取禁止措置を堅持していくとともに、平成12年度に策定した『海砂利採取環境調査実施計画』に基づき、一定期間毎に海底地形や魚介類等の変化に関する環境調査を実施し、海砂利採取全面禁止後の海域環境・水産資源の回復・修復状況の把握等に努める。また、海砂を使用しない工法及び再生砂の活用等による海砂から代替材への転換や、採取跡地周辺における水産資源増大対策として魚礁設置や増殖場の造成等を推進する。」

(6) 山口県計画

「海砂利採取については、代替材の確保に伴う新たな自然環境への影響等環境問題発生のおそれがあること等から、海砂利の採取が当面避けられない状況にあるため、採取による当該及び周辺海域の環境等への影響が相対的に小さい海域での最小限の採取に留めるものとする。」

このため、本県では、『一般海域の利用に関する条例』(平成10年3月策定)に基づき響灘海域に事実上限定して許可している。当該海域中、瀬戸内海環境保全特別措置法に定める瀬戸内海海域は、下関市蓋井島近海の一部であり、極めて限定しているが、あらかじめ当該海域の海砂利の資源量や採取による当該及び周辺海域の環境等への影響を調査し、それらの結果等を十分踏まえ対応するとともに、海砂利の需給動向や代替材の確保状況を踏まえ、最小限の採取量に留めるものとする。また、採取に当たっては、環境に及ぼす影響を少なくするよう採取する位置、面積、期間及び方法等を制限するとともに、採取中及び採取後においては、採取位置及び採取量を正確に把握するものとする。

さらに、事業者に対して、採取後の状況についてモニタリングの実施やその結果を踏まえた環境への影響のより小さい採取計画の策定等を誘導するとともに、採取量の計画的な削減方策についても検討するものとする。

また、環境調査の手法の確立に努めつつ、海砂利の採取が海域環境に及ぼす影響の定量的な究明を推進するとともに、環境への影響のより小さい採取方法や海砂利に代わる骨材等の研究及び活用に努めるものとする。

なお、河口域の砂利採取にあっても、動植物の生息・生育環境等の保全及び海岸の侵食防止等に十分留意するものとする。」

(7) 徳島県計画

「本県においては海砂利の採取は禁止しております、今後とも県土保全及び環境保全

の観点から、引き続き海砂利採取は禁止していく方針である。

なお、海砂利に代わる骨材等及び砂地畑に必要な代替手入れ砂について、研究に努めるものとする。」

(8) 香川県計画

「海砂利の採取は、平成16年度をもって終了し、平成17年度からは海底土砂採取を禁止する。

禁止までの間の海砂利採取については『海底土砂採取許可方針』に基づき、動植物の生育環境等の環境の保全に十分留意し、採取による当該及び周辺海域の環境等への影響等が相対的に小さい海域での採取に留める。採取量については、前年度の許可予定量の10%を削減する措置を毎年度実施することにより段階的な削減を行う。

また、採取を継続している間、水質、底質、底生生物等の項目について調査を実施し、その結果新たな考察が得られた場合、適切な措置をとるものとする。」

(9) 愛媛県計画

「海砂利採取については、自然環境への影響が懸念されており、環境問題発生の恐れがあること等から、採取禁止とする。その実施時期については、平成14年度中に県骨材対策委員会の検討結果が出されることを踏まえ、その後3年間の猶予期間をおいて平成18年度からとする。

なお、猶予期間内において海砂利採取を行う場合にあっても、当該海域の海砂利の資源量や環境に及ぼす影響に配慮し最小限の採取量に留めるものとする。

また、海砂利採取の影響については、砂利採取時にとどまらず、長期的な影響についても把握し、環境修復の可能性に

ついても検討するとともに、海砂利に代わる骨材等の研究開発を銳意促進するものとする。」

(10) 福岡県計画

「海砂利採取については、代替材（山砂利・陸砂利）の確保の過程で、自然環境への影響が生ずるおそれがあること等から、採取が当面避けられない状況にあるが、採取に当たっては、当該及び周辺海域の環境等への影響が相対的に小さい海域での最小限の採取に留めるものとする。

このため、本県では海岸、漁場環境等への影響を把握するため、海浜海底影響調査及び漁業影響調査を実施することとしている。

本県における海砂利採取の許可区域は筑前海海域に限られ、当該海域中でも、瀬戸内海区域は北九州市沖の響灘の一部と、極めて限定されているが、当該区域における採取を検討する場合にも、海砂利の需要動向や代替材の供給状況を踏まえ、最小限の採取量に留めるものとする。

また、採取に当たっては、環境等に及ぼす影響が少なくなるような位置、面積、期間及び方法等とするよう努めるとともに、採取後の状況の把握に努めるものとする。

なお、河口域の砂利採取にあっても、動植物の生息・生育環境等の保全及び海岸の侵食防止等に十分留意するものとする。」

(11) 大分県計画

「海砂利採取については、代替材の確保に伴い自然環境への影響等環境問題発生のおそれがあること等から、海砂利の採取が当面避けられない状況にあるが、採取にあたっては、当該及び周辺海域の環

境等への影響が相対的に小さい海域での最小限の採取に留めるものとする。

このため、あらかじめ当該海域の海砂利の資源量や採取による当該及び周辺海域の環境等への影響を調査し、それらの結果等を十分踏まえ対応するとともに、海砂利の需要動向や代替材の供給状況を踏まえ、最小限の採取量に留めるものとする。また、環境に及ぼす影響を少なくするよう採取する位置、面積、期間及び方法等を制限するとともに、採取中及び採取後においては、採取位置及び採取量を正確に把握するものとする。

さらに、採取後のモニタリング結果を踏まえて、環境への影響のより小さい採取計画の策定等に努めるとともに、採取量の計画的な削減方策についても検討するものとする。

また、環境調査手法の確立に努めつつ海砂利の採取が海域環境に及ぼす影響の定量的な究明を推進するとともに、環境への影響のより小さい採取方法や海砂利に代わる骨材等の研究及び活用に努めるものとする。

なお、河口の海砂利採取にあっても、動植物の生息・生育環境等の保全及び海岸の浸食防止等に十分留意するものとする。」

2. 関係府県における海砂利採取の現状と課題

関係府県に海砂利採取の現状と課題等についてアンケートし、取りまとめた結果は別表のとおりである。すでに採取を禁止している府県は多く、今後も禁止の方向に進んでいくと思われる。

別表 海砂利採取についてのアンケート結果〔平成18年2月実施〕

海砂利採取 禁止時期	現在行っていない 時期は不明	大分府 県	兵庫県 県	和歌山県 県	現在行っていない S36	現在行っている H15.4	岡山県 県
根拠と概要 海砂利資源の枯渇のため	現在行っていない H10.2	広島県	徳島県	香川県	現在行っていない SS3.12	現在行っていない H17.4	岡山県普通海域管理条例の規定により許可事務取扱要領において採取した土砂を販売の用に供する場合を除いている
根拠と概要 海砂利採取に関する基本計画 (昭和52年採取禁止区域、採取資格等、海砂利採取の許可量及び採取船舶の漁業方針の改正で許認可量(漁業方針)を打ち出している) ・違法海砂利採取に対する処分等基準	現在行っている H10.2	現在行っていない H17.4	現在行っていない SS3.12	現在行っていない H17.4	不明	現在行っていない H17.4	岡山県普通海域管理条例の規定により許可事務取扱要領において採取した土砂を販売の用に供する場合を除いている
海砂利採取 禁止区域と 設定状況 の有無	現在行っている H10.2	山口県	愛媛県	福岡県	現在行っている 現在行っている 現在行っている	現在行っている 現在行っている 現在行っている	大分県
採取区域の 設定条件 と 規制量の 規制	現在行っている H10.2	現在行っている H17.4	現在行っている H17.4	現在行っている H17.4	現在行っている 現在行っている 現在行っている	現在行っている 現在行っている 現在行っている	現在行っている 現在行っている 現在行っている
採取区域の 規制量の 規制	現在行っている H10.2	現在行っている H17.4	現在行っている H17.4	現在行っている H17.4	現在行っている 現在行っている 現在行っている	現在行っている 現在行っている 現在行っている	現在行っている 現在行っている 現在行っている
課題	—	—	—	—	—	—	建設用細骨材全般の需給動向について、 海砂利採取禁止の場合、影響がないか検討される

研究論文

< 描かれた瀬戸内海 4 >

エーメ・アンベル『日本図絵』

奈良県立大学

教授 西田正憲

はじめに

瀬戸内海は近世から近代にかけて名所絵、真景図、風景画などに描かれ、名所図会、案内書、画集などとして、<描かれた瀬戸内海>が普及していく。一方、瀬戸内海を訪れた欧米人の地誌、旅行記などにも、銅版画、写真版などの挿図が掲載され、<描かれた瀬戸内海>が普及していく。このシリーズは、図絵、図版などがまとまって載っている書物をとりあげ、風景論の視点から<描かれた瀬戸内海>について論じるものである。

1. 日本図絵

スイスの首席全権エーメ・アンベル(Aimé Humbert 1819–1900)は1864(文久3)年に来日、約10ヶ月間日本に滞在して修好通商条約を結ぶ。この時の見聞記を1870(明治3)年に、フランスのパリの出版社から Le Japon Illustré、つまり、『絵による日本』または『日本図絵』(邦訳『アンベル幕末日本図絵』)として出版する。それは、たんなる見聞記にとどまらず、

日本の地理や経済を説き、大名や農業のこと、さらに生活風俗にふれたものであり、ケンペル、ツンペルク、シーボルトを継承し、そしてライン、チェンバレンなどにつながる日本研究の書といってよいものであった。

特に挿絵の図版については、原著の上巻で248枚、下巻で227枚の合計475枚が挿入されており、豊富な図版は圧巻である。また、写実的でリアルな点においても、当時の実像に迫るものとして、見る者を惹きつけてやまない。図版で幕末の日本を紹介した外国の文献として、オールコックの著書などとともによく引用されるところである。

アンベルは、オランダ軍艦メデューサ号で長崎港から横浜港に向かう途中、瀬戸内海を3日間で東上している。下関を早朝に通過して、周防灘をへて1日目の夜は屋代島と推定される入江に碇泊、今治の北をへて2日目の夜は小豆島と推定される入江に碇泊、その後、通常は神戸経由のところを、播磨灘からあえて危険な鳴門海峡を選び、紀伊水道にぬけている。

-
- 略歴 1951年 京都府生まれ（にしだまさのり）
1975年 京都大学農学部大学院造園学修士課程修了、環境庁入庁。
北海道、山陰、東京、九州、山陽、京都の勤務を経て退職
2000年 現職、農学博士



図-1 関門海峡と下関

2. 濑戸内海の絶賛

アンペールは、瀬戸内海について「瀬戸内海」という1章をおこし、まず地理について詳細にふれ、そして次のとおり、瀬戸内海は地中海というより運河にたとえるべきだと広がりを的確に捉え、日本人がひとつの内海としてみていないことを指摘する。瀬戸内海は日本人にとっては、ひとつの内海ではなく、いくつかの灘であるという記述はシーボルトにもあった。またのちのガイドブック『日本旅行案内』などにも引続き記述されていった内容である。

「日本の内海は、本州の南岸と、九州及び四国の北岸に囲まれている。この瀬戸内海は、『土地に囲まれた海』というよりは、むしろ運河の性格をもっている。」

「ヨーロッパの地中海を数個の海域に分けるように、日本人も、自分の地中海を五つの部分に分け、それぞれの部分を所属す

る国の名で呼んでいる。そこで西から東にかけて、周防灘（本州）、伊予灘（四国）、備後灘、播磨灘、和泉灘（本州）と、違った名称が付いている。」

彼は、瀬戸内海の航海中、日がな甲板で過ごし、次から次へと両側に通り過ぎる様々な島々の風景に魅入られ、そして、瀬戸内海のシークエンス景を「限りなく移りゆく画面のシリーズ」とする。

「右、左に間断なく現れてくる大小さまざまの島の風景に見入った。これらの島は、草木のない島もあれば、よく茂った島もあり、無人島もあれば、人の住んでいる島もあって、これが瀬戸内海の航海の大きな魅力であった。」

「瀬戸内海の両岸の風景には一ヵ所といえども、同じものを見ることはできなかつた。それは限りなく移りゆく画面のシリーズであつて、海岸に、あるいは近づき、あ

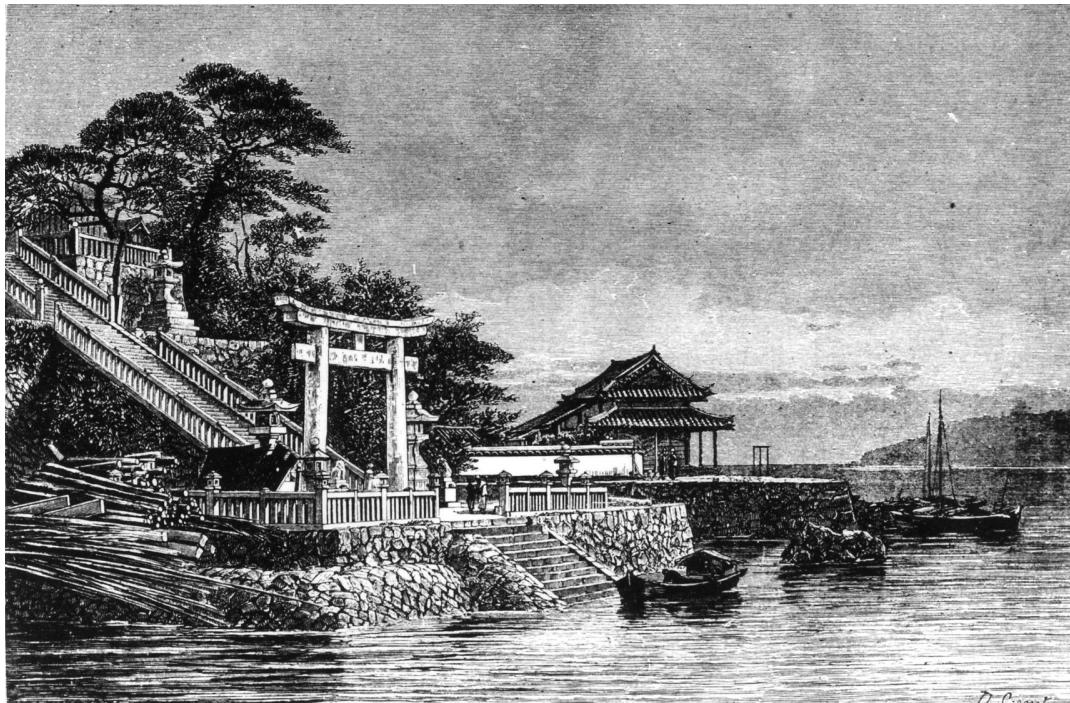


図-2 下関の亀山八幡宮

るいは遠ざかっていったり、水平線に浮かぶ島のたたずまいとなるように、たえず変つてゆくからである。」

そして、島の形を具体的に記し、砂丘や砂州といった科学的記述も行う。

「不毛の島は、概して黒色または暗色の火成岩で、ピラミッド型をしたり、円錐型または砂糖の塊状をしており、奇抜な形をしているものもある。オランダの砂丘を思い出させるような、波状の砂州になっているのもいくつかあった。」

彼は瀬戸内海を地中海にたとえるが、瀬戸内海を西欧文明発祥の地の地中海に比肩し得るものとみなすことは、明治の日本人が熱心に取りいれた見方であった。

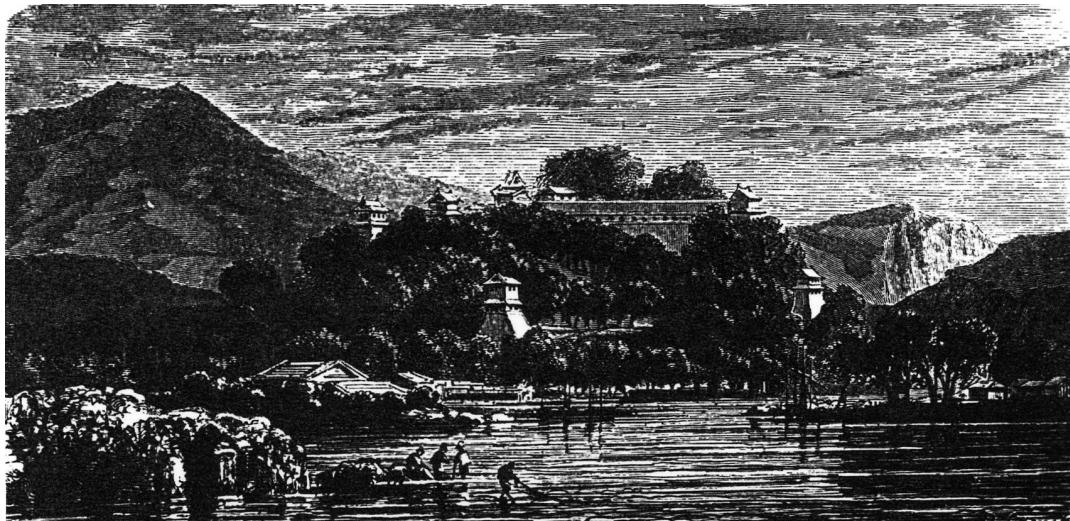
「私は周防灘の多くの小島から、その昔、地中海がヨーロッパにもたらしたように、自由の息吹が極東全体にもたらされるであろうとつい考えて、その日のために祝福し

たい気持ちになっていた。」

さらに、彼は瀬戸内海の光、色彩、霧などをつぶさに捉え、そこに故国スイスの風景との類似を見いだし、幸福な気分に浸る。

「そこには、太陽の光で金色に輝いた砂浜が海と交じわる、偉大な海洋の景色があるかと思うと、たちまち、遠い山脉が霧に包まれてはるか遠く頂上だけを現している景色もある。また、ごく明るくて清らかな、つましい、小さな風物もある。たとえば、杉の森に取り巻かれた青々とした畠のある、平和に満ちた入江の小さい村のようなもので、そこへ行くと、六月のすがすがしい朝、(スイスの) ジュラ山中の湖にいるような気がするに違いない。」

アンベルの『日本図絵』の影響は大きかった。その後、シングルトンやストラトンなどの日本を紹介する文献に、アンベルの文章がそのまま引用されていく。



図－3 四国の丸亀城

3. 図絵の画家たち

アンペールの『日本図絵』に収められた図版は、ワーグマンの素描、ルサンの素描や写真、ベアトの写真、日本の名所図会などをもとに、来日経験のない25人の画家が描きなおし、印刷できるように版画にしたものである。スケッチや写真に基づくものは写実的でリアルであるが、名所図会に基づくものは、写実的なものに仕上げているものの、どこかに不自然さが残っている。

『日本図絵』がこれほどまでに図版を掲載できたのは、アンペールが、長引く交渉の合間をぬって膨大な資料を収集したからであり、また、ワーグマン、ルサン、ベアトなどの素描や写真が活用できたからである。彼らは、動乱の時代であったがゆえに、遙か遠い極東の島国で奇しくも巡り会ったといえよう。

チャールズ・ワーグマン（1832－91）は、「イラストレイティッド・ロンドン・ニュース」の特派画家兼通信員として、1861（文久元）年以降、25年間横浜に住み、日本のニュースを刻々と本国イギリスに伝えた人

物である。日本通で、日本人女性と結婚し、横浜で亡くなった。風刺画の新聞「ジャパン・パンチ」も発刊したが、高橋由一、小林清親などに西洋画を教えるなど、わが国の近代美術史にも足跡を残している。

アルフレッド・ルサン（1839－1919）は、フランス軍艦の海軍士官として、1862（文久2）年から65（慶應元）年まで艦船とともに滞日し、64（元治元）年、英仏米蘭の四カ国連合艦隊が長州を砲撃した下関戦争に参加、66（慶應3）年に、この経緯を『日本の沿岸の攻撃戦』（邦訳『フランス士官の下関海戦記』）として出版した人物である。戦いの模様を詳細に伝えるが、瀬戸内海の風景も、移動する船から眺める夕暮れを美しい文章に表現していた。

フェリックス・ベアト（1834－1903）は今でいう戦争の報道カメラマンのような写真家であった。イタリアに生まれ、イギリスに帰化した人物で、1855年のクリミア戦争、58年のセポイの反乱、60年の英仏の北京占領などを追跡し、63（文久3）年、動乱の日本にやってくる。ワーグマンと知り



図-4 瀬戸内海の風景

合い、横浜ではワーグマンの隣家に住み、64（元治元）年の下関戦争では、ワーグマンと行動を共にして、従軍している。こうして極東の戦争は絵画と写真によって克明に記録され、世界に発信されていく。翌65（慶応元）年には、二人はベアト・アンド・ワーグマン商会を設立し、共同経営者として絵画と写真を売りだしていく。写真から写実画を描いて印刷物に活用し、写実画を写真にして一般に販売するという、絵画と写真が密接に結びついていた時代であった。当時、写真はまだそのまま印刷することはできなかった。

図-1は、写真をもとに、画家グルネが描いたものである。海岸線に民家が建ち並ぶ様子がよくわかる。図-2も、やはり写真をもとに、グルネが描いたものである。亀山八幡宮が海から直接参拝できたことがわかる。現在は前面に埋立て地が広がっている。図-3はルサンの素描をもとに、グルネが描いたものである。石垣にあたるところが屋根のように描かれていたり、櫓が下の方にあったり、城下町がなかつたりし

て、精査したわけではないが、現実と異なるように思われる。図-4は、やはりルサンの素描をもとに、画家ヌーヴィルが描いたものである。

これらの図版の影響力も大きかった。他の文献に転載されたりして、瀬戸内海のイメージを広く普及していく。

引用・参考文献

- 1) エーメ・アンベル 高橋邦太郎訳 (1969)『アンベル幕末日本図絵』雄松堂書店
- 2) 吉村善太郎編著 (1987)『碧眼日本民俗図絵』雄松堂書店
- 3) 金井圓 (1973)『描かれた幕末明治』雄松堂書店
- 4) 木下直之 (1996)『写真画論』岩波書店
- 5) 国絵は国際日本文化研究センター所蔵の原書及び1874年の英語版『日本図絵』によった。

石風呂とアマモ

愛知大学経済学部

教授印南敏秀

忘れられゆく石風呂

先日、徳島県小松島市で「藻風呂セミナー」が開催された。モブロ（藻風呂）は小松島市大神子海岸にあった熱気浴施設で、瀬戸内沿岸ではイシブロ（石風呂）とよぶことがおおい。将来にのこす小松島の文化として、石風呂がどんなものかを学ぶのだという。私は講師として説明しながら、石風呂が遠い存在になっていることを実感した。

石風呂は、イワブロ・モブロ・シオブロ・ムシブロ・カラブロなどともいう。多くの呼び名は、石風呂がなにかを物語っている。

すべてが「ユ」でなく、「フロ」である。日本では、「ユ」は沐浴・潮浴・温泉浴・湯浴、「フロ」は蒸気浴・熱気浴とよびわけていた。ユは3世紀の『魏志』の「倭人伝」に、死穢を清めるため沐浴したとある。日本のユの文化は、川・海・温泉など多様な風土とむすびついていた。フロは、古代大寺院で僧侶が潔斎のため入る温室が蒸気浴だった。浴室に床下から釜でわかした蒸気を送ってあたためた。石風呂は熱気浴で、浴室が石積や岩窟なのでイシブロ・イワブ

ロといった。浴室中で松葉や柴を燃やすので床も高熱になる。モブロはモ（海藻・海草）を、シオブロは海水でぬらしたムシロなどを敷いた。食物を蒸したり焼くのに焼石を使ったのと同じで、ムシブロやカラブロは蒸気や熱気で発汗させた。温室にくらべ技術は素朴で、個人やムラでつくれた。それが昭和に入って急速に衰退していった。

山の温泉、海辺の石風呂

石風呂は、京都市から鹿児島県の種子島・屋久島までの西日本に分布する。ただし九州や山陰でも温泉地帯にはなく、非温泉地帯の瀬戸内沿岸部にかたよる。石風呂は温泉と同じで、治療や療養が目的だった。石に身体をあたためる物理的効用、モやシオに化学的効用があると信じられていた。

石風呂も1週間を基準に、毎日3、4回はいった。村では老人が中心で夏と冬の農閑期にはいった。農作業の疲労をいやし、神経痛やリュウマチを治した。燃料や食物を持ちより、自分達で焚いて入った。火を囲み茶粥を炊き、茶をわかし、ゆったり語

●略歴	1952年 愛媛県生まれ（いんなみ 1974年 武蔵野美術大学卒業 1989年 愛知大学助教授 1999年 現 職	としひで
-----	--	------

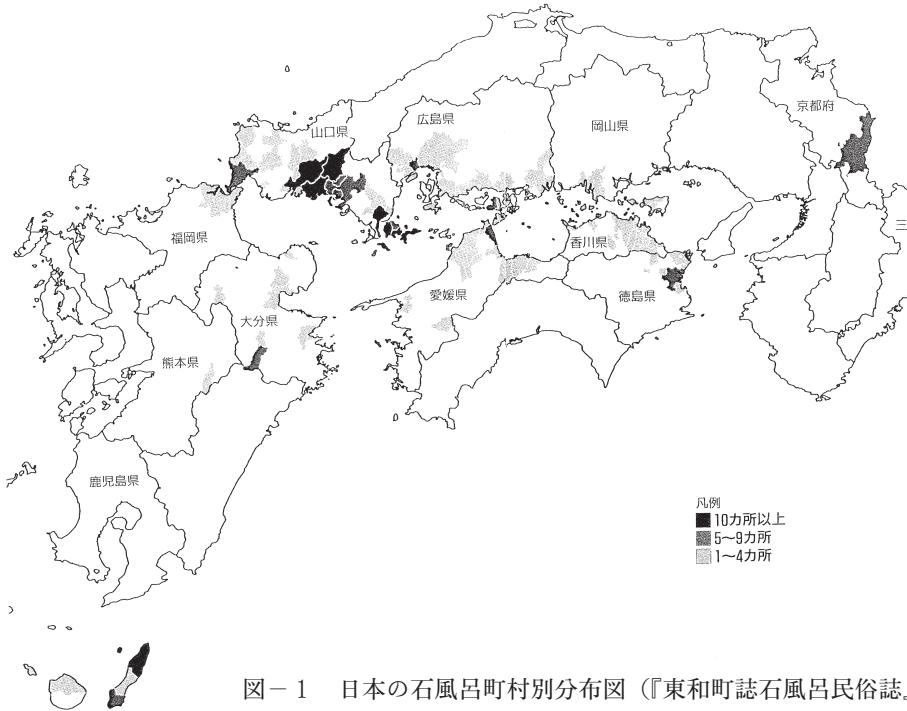


図-1 日本の石風呂町村別分布図 (『東和町誌石風呂民俗誌』)



写真-1 新築前の丹那の石風呂の3階建湯治棟。

りあった。都市近郊の石風呂には、近代の海水浴とセットで発達し、夏場だけ焚くところがあった。広島市丹那の石風呂のように、通年営業で湯治棟のあるところもあった。

山口県周防大島町の久賀八幡の石風呂は、

記録にのる一番古い石風呂で、慶長年間にはすでにあった。石風呂と薬師堂の本尊は弘法大師がつくったという。近世には春夏秋に焚き、近国から湯治客がきていた。薬師堂の庵主が入浴料を集めて藩に税をおさめていた。

大量の燃料を燃やすため、火災になる危険性があった。石風呂は火災をおそれて、集落はずれにあった。白砂青松の砂浜や海を見おろす高台にあった。火山性の山の温泉と海辺の石風呂は転地効果もあった。

瀬戸内沿岸の温泉がない藩では、藩主が石風呂で療養した。高松藩主は衰退していた石風呂を復興した。広島藩は寛永年間に己斐の海岸に石風呂をつくる。福山藩は寛永年間に田尻の海岸に石風呂をつくる。田尻は明治時代から海水浴としてにぎわい、別荘地となる景勝地である。阿波藩は藩主の別荘のある小松島市大神子の海辺の景勝地につくった。

石風呂は瀬戸内沿岸の幅広い階層の人々から頼りにされていた。

丹那の3種の神器

石風呂の基本とはなにかを、問い合わせた石風呂経営者がいる。丹那の石風呂の岡本良雄さんである。もとは丹那に石風呂が3軒あり、湯治客が多くいた。それがすぐ前の海が埋立てられ、マツダなどの工場ができた。周辺に家が建てこみ、湯治場の環境がうしなわれた。最後に残った1軒が良雄さんの石風呂だった。良雄さんは「センバ」「モバ（アマモ）」「ムシロ」を3種の神器とよび、3つがなくなると石風呂でなくなるという。

瀬戸内沿岸には、クロマツを中心に松山が多くいた。松は建築材などのほか、燃料として重要だった。松の割木、枝葉や落松葉、松笠も燃料にした。製塩や窯業などの産業から家庭燃料まで松を使った。松山は大切で、下刈りしたり落松葉も集めて燃料にした。割木や枝葉のため伐採しても、松苗を植え実生を育てた。それがプロパンガスや石油の燃料革命で一変した。松の利用はなくなり、松山に手を入れなくなり、松喰い虫などで枯れはじめた。

昭和34、5年まで、丹那の石風呂は火力が強く、よく燃えるセンバ（松の枝葉）を燃やした。センバを積んだ荷船が、2ヶ月ごとに海辺の木小屋に運んできた。買手市場で、個人がセンバを持ち込むことも多かった。

今は老人グループに頼んで、山で下刈りした枝木を確保している。そして2週間ごとに、トラックで運んでもらう。枝木には雑木のほかスギやヒノキがまざる。枝木は

センバにくらべ、枯れて時間がたつと火力が弱くなり、香りも失われる。センバは生でも燃えたが、ヒノキは生だと燃えにくい。定期的に下刈りし、運ぶ人材を確保するため、今は1ヶ月の枝木代だけで30万円かかる。

モバは、地先の遠浅にいくらでもはえていたので、採ってきてそのまま石風呂に敷いた。身体によいからと、モバを巻きつけて入る人もいた。モバが少ない時期だけ、天日で干したモバを敷いた。干す前に蒸すと、モバが切れにくかった。

そのモバが激減して、6月の大潮に遠くまで採りにいく。家族だけでなく人を雇い、2、3日通って一年間使うモバをとる。食品工業試験場に相談して、歩留りがよい塩漬で保管する。

石風呂の床や休息所にムシロを敷く。ムシロは穀物を干したり収納するため、どの農家にもあった。ビニールシートなどの化学製品ができ、天日で穀物を干さなくなったり。わざわざ佐賀県の業者に注文して、ムシロをとりよせている。休息所、石風呂の上敷き、最後は下敷きと使いまわし、濡れるとすぐ乾燥して大切につかう。

良雄さんは、ムシロは畠より古い敷物で、納豆菌の殺菌効果で皮膚病などが伝染しにくい。いろんな素材をためして、最後に残ったのがムシロだという。実際にムシロに座ってみると、ベタベタせずに快適である。

高度成長期までは、センバ・ムシロ・モバは瀬戸内沿岸ならどこにでもあった。環境や暮らしの変化で入手が難しくなった。しかも良雄さんのこだわりが、若者に伝わらなくなった。ムシロを知らない若者は、汚いと感じる。他人が座ったあとのムシロ



写真-2 新築後の石風呂の建物に枝木を運ぶ。



写真-3 石風呂でモバの上にムシロを敷く。

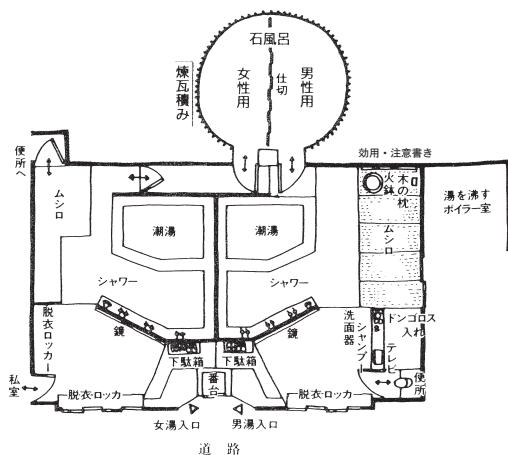


図-2 新築前の丹那の石風呂平面図
（『東和町誌石風呂民俗誌』）

が嫌で、洗い場の椅子を石風呂に持ち込むようになった。

それでも石風呂を続けるには、若者や中

年の支持が必要である。昭和61年、木造3階建てから、斬新的なコンクリート建物を新築した。1階が石風呂と洗い場のある浴室、2階に飲食店をつくった。風呂好きは酒好きがおおい。新築後は老人がへり、中年がふえた。ただし石風呂では団体客は受け入れられない。ファンクラブもできたが、浴客は減少が続いていた。

石風呂の横綱

セミナーの準備で『大神子』の藻風呂の論文を読みなおした。なかいでてくる、津田の漁師が気になった。近代になると藻風呂を民間人が経営し、京阪神方面からも湯治客がきていた。ただし先陣をきって藻風呂に入るのは津田の漁師で、それも数人とはいなかった。石風呂へ一番入るのは、身体頑強で、気性の強い人だった。ほかの浴客は漁師に続いて入ったとある。

私が石風呂に入りはじめた20年前には、みんなが一目おくベテランがいた。丹那の三浦さんもその1人で、横綱とよばれていた。

丹那の石風呂は朝から準備して、昼から入る。大量の枝木を一度に燃やし、おきは外にかきだし、中に入って箒で掃きだす。モバを床の上に投げ入れ、その上に海水で濡らしたムシロを敷く。焚口に近づくだけでも、やけどしそうな高熱である。中にはいって箒で掃いたり、ムシロを敷くときは、本物の消防服を着て、防塵マスクをする。最後は、はずしていた扉をとりつけると準備はおわる。扉をしめると、中の温度は急上昇する。

石風呂の準備を見学したあと、石風呂に入るため洗い場にいった。石風呂には塩湯

のある洗い場から入る。洗い場には2人の先客がいた。交通事故で片目が見えなくなり、2ヶ月毎日通って見えるようになった中年男性と、初老の三浦さんである。

2人に続いて石風呂に入った。海水でビショビショだったムシロが、カラカラになっていた。初心者の私は、熱くてムシロに座れない。中年男性は、入口に用意してあった新しいムシロを敷いて座っていた。私を見て、ムシロの半分あけてくれた。三浦さんは、カラカラのムシロにごろっと横になっていた。

三浦さんは30年来の常連で、10年前までは毎日入った。最初は「ひよっこ」とよばれ、なかなか入らせてもらえなかった。いつのころからか、横綱とよばれるようになった。

以前は今より燃料が多く、石風呂も熱かった。鼻の先が火傷して、皮がむけることすらあった。その熱い石風呂へ最初に入るのが横綱だった。休息所に敷いたムシロの一番奥が横綱で、入る順番に並んだ。熱いので南京袋をかぶり、うつ伏せで1人づつ入った。中で動くと、熱気が針を刺すように痛い。出るときは後ずさりして、足で扉を蹴る。焚き番についていて、扉の開閉などをしていた。あとずさりのまま外にでると、焚き番が熱くやけた南京袋をサットとる。涼風が背中にまわり、気持ちよい一瞬だった。

横綱は、毎日違う熱気を体感し、浴客が安全に入れるよう南京袋の枚数や時間を指示した。南京袋は、はじめは3枚重ねた。横綱がいないときは、石風呂の主人が代役した。

いつも一番に入る横綱や、休息所に順番

で並ぶのを封建的と嫌う人がいた。横綱に挑戦して、先に入った人もいたが、すぐに根をあげた。丹那は一つの石風呂を、男女で共用した。中央を板で仕切り、入口と洗い場は別にした。女性は2番目、3番目の常連が入ってから、「まだかいね」と横綱に声をかけた。横綱が「もう、ええじゃろう」といってから入った。

同じ料金を払いながら、好きに入れることを不満に思う人が増えた。好きなときにはいるには、石風呂の温度をさげるしかない。それで南京袋が消え、裸で入るようになった。

3人で話ながら休息しているとき、石風呂がはじめての初老の人が入ってきた。三浦さんの言葉は乱暴でも、的確な指示で無事に入り、満足して帰っていった。

良雄さんの三種の神器は、瀬戸内沿岸の自然や伝統文化へのこだわりだった。三浦さんが身体で覚えた経験知は、ながい石風呂の湯治文化が伝承されていた。ただし素材も装置も素朴な丹那の石風呂は、平成15年について廃業した。あとは3カ所の石風呂が営業するだけとなった。

セミナーの最後で、身体で瀬戸内沿岸の自然と伝統文化が体感できる、いまが最後のチャンスかもしれないと話した。

参考文献

- 1)『大神子』徳島県教育出版部, 1967.
- 2)吉田集而『風呂とエクスタシー』平凡社, 1995.
- 3)小口千明『日本人の相対的環境観』古今書院, 2002.
- 4)印南敏秀『東和町誌石風呂民俗誌』山口県東和町, 2004.

油汚染対策ガイドライン —鉱油類を含む土壤に起因する油臭・油膜問題への 土地所有者等による対応の考え方—（概要）

環境省 水・大気環境局 土壤環境課

課長 鎌木 儀郎

I. 目次

第一編 鉱油類を含む土壤に起因する油臭・
油膜問題への土地所有者等による
対応の考え方

- 第一 本ガイドラインの基本的考え方
- 第二 油汚染問題に対する対応の考え方
- 第三 状況把握調査
- 第四 対策

第二編 技術的資料

第一部 基礎編（油汚染問題に対応する
ための専門的知識等を有さない
土地所有者等向け）

第1章 状況把握調査

第2章 対策

第二部 専門編（油汚染問題のある土地
で調査・対策事業を行う専門事
業者向け）

第1章 状況把握調査

第2章 対策

II. 骨子

第一編 鉱油類を含む土壤に起因する油臭・
油膜問題への土地所有者等による
対応の考え方

第一 本ガイドラインの基本的考え方

1. 土地の所有者等が、自らの土地で油汚
染問題（※）が生じているときに、ど
のような調査や対策を行えばよいかな
どにつき、基本的考え方と対応方策選
択の考え方等をまとめた。

※鉱油類を含む土壤（「油含有土壤」）
に起因して、その土壤が存在する土
地（その土地にある井戸の水、池・
水路等の水を含む。）において、そ
の土地又はその周辺の土地を使用し
ている又は使用しようとする者に油
臭や油膜による生活環境保全上の支
障を生じていること。

2. 油汚染問題の発見の契機と対応フロー
は図-1、図-2に示すとおりである。
また、ガイドラインに記述した調査・
対策の対象範囲は図-3に示すとおり
である。

3. 鉱油類は種類も成分も多く、また環境
中で性状が変化するので、土壤中の鉱
油類の濃度で油臭や油膜の程度を一律
に表現できず、人の感覚によって総体
としての油臭や油膜をとらえることを
基本としている。

4. 油汚染問題についての対応方法は、油

●略歴	1955年	静岡県生まれ（かぶらき よしろう）
	1977年	京都大学工学部卒業
	1978年	厚生省入省
	2004年	現 職

汚染問題がある土地の利用方法、その土地における井戸水等（※）の利用状況、周辺の土地や井戸水等への影響のおそれ等の、現場ごとの多様な状況に応じて個別に検討すべきものである。
※飲用井戸、散水等の雑用井戸等の水、修景用の池の水、敷地内の水路を流れる水等。工場・事業場の油水分離施設中の水のように油臭・油膜があつて当然の水は想定外。

5. そのため、このガイドラインは、いかなる現場にも画一的規制的に用いるべきものではなく、現場毎の多様な状況に応じた対応方策の検討に活用されることを想定している。
6. また、例えば、本ガイドラインが対象とする油汚染問題への対応を含む自主的な対応指針を持っている事業者が当該対応指針に基づいて行っている自主的な取り組み等について、このガイドラインが規制的な制約とならないようになることが必要となる。
7. このガイドラインで、嗅覚などの人の感覚を補完するための手段として記述されている全石油系炭化水素（Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)）濃度も、その数値は土壤汚染対策法の指定基準のような使い方をするのではなく、各現場における調査等において通用する目安としてみるべき数値として用いる。
8. このガイドラインに記述した内容は一般的な工場・事業場の敷地や市街地を想定したものであり、線路・道路等の施設での対応、タンクローリーの転倒事故等の事故直後の対応等についてガ

イドラインの考え方をそのまま用いることは適当ではない。

9. このガイドラインには、鉱油類の成分となっている化学物質による人の健康保護という観点は含まれていないので、有害化学物質については、本ガイドラインによる対応を行うか否かに関わらず、土壤汚染対策法や条例等に基づいて必要な措置を講ずることが必要である。

第二 油汚染問題に対する対応の考え方

1. 油汚染問題に対する対応の基本は、地表や井戸水等の油臭や油膜という、人が感覚的に把握できる不快感や違和感が感じられなくなるようにすることである。
2. 油汚染問題を認識したら、調査地（※1）の土壤が含む鉱油類が油汚染問題の原因かどうかを調べ、もしそうなら、調査地のある敷地の土地利用履歴や鉱油類を取り扱っていた設備等の状況、敷地内の他の場所や井戸水等における油臭や油膜がないかどうかなどを調べ、油臭や油膜が生じている土地の範囲を特定するなどの調査（※2）を行う。
※1 油含有土壤が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所をいう。
※2 これらの一連の調査メニューを「状況把握調査」という。どのような項目及び内容の調査を行うかについては、油汚染問題の程度や土地利用の状況と方針によって異なるほか、調査地に関する既存資料の入手の容易さによって異なるので、現場の状

況に応じた判断が必要となる。

3. 状況把握調査では、人の嗅覚や視覚によって様々な状態の油が生じさせている油汚染問題を総体としてとらえることとし、それらの感覚を補完し関係者の共通の理解を得るための手段としてTPH濃度（※）を用いる。

※TPHの試験法は種々あり各々の方法の特徴がある。鉱油類であるかどうかの確認にはGC-FID法を利用する。油含有土壌の存在範囲の把握には上記確認で得た情報や調査地で使用した鉱油類の情報を参考に、現場に適したTPH試験法を選択して用いる。選択したTPH試験法は記録に明記する。

4. 対策は、油汚染問題の状況、調査地のある敷地の現在の及び予定されている土地利用の目的や方法によって適切に選択する。

①油臭や油膜は人の感覚で捉えられるものであるから、油臭等がある土地と土地利用者等との位置関係や土地利用方法によって、地表面での油臭や油膜が問題となる程度は異なる。

②例えば、裸地での使用と子供の土遊びを想定すべき児童公園等では、地表に寝転んでも油臭がしないような状態を達成し、それを長期的に維持管理することが対策目標となることが考えられる。

③また、将来の追加的な対策は難しい戸建て住宅の用地として売却を予定している場合には、油含有土壌の掘削除去や浄化が対策目標となることが考えられる。

④都心部の事務所や駐車場用地のような土地利用方法であれば、油含有土壌があっても、土地を使用する人が油臭や油膜を感じない場合もある。

5. 地表での問題には、例えば盛土や舗装などによる油臭の遮断や油膜の遮蔽が、井戸水等の問題には、遮水壁やバリア井戸による油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止が基本的な対策となる。

6. 油汚染問題の発見から調査、調査結果を基にした対策の検討、対策効果の確認までの対策の内容などについては、それらを記録して保存する。契機から対策完了までの間、必要に応じて適宜関係者への説明や協議を行うことが、油汚染問題の円滑な解決に有効である。

第三 状況把握調査

1. 状況把握調査は、土地の所有者等が、所有している土地の地表又は井戸水等に当該土地の油含有土壌に起因した油汚染問題が生じていると認識した場合に行うものである。

2. 状況把握調査は、油臭や油膜が鉱油類によるものであるか否かを確認し、その油汚染問題に対する対策の要否やその内容の検討等に必要な情報を取得し、整理することを目的に行うものである。

3. 状況把握調査は、以下に述べる現場確認、資料等調査、油含有土壌の存在範囲の把握、対策を検討するスキームの設定等の一連の調査メニューから構成されるものであるが、状況に応じて必要な調査を行えばよい。

1) 油臭や油膜が鉱油類に起因するも

のであるかどうかをTPH試験により確認する。

- 2) 油臭や油膜が鉱油類に起因するものであることが確認されたら、①鉱油類の取扱い履歴等の資料等調査、②油汚染問題の発生状況把握、③油含有土壤の存在範囲の把握、④対策を検討するスキームの設定を行う。
- 3) 調査終了後は結果をとりまとめて保存する。

あれば、状況把握調査を補完する調査を行う。

4. 対策後には、対策効果の確認、記録の作成と保存、対策内容や土地利用方法に応じて必要となるモニタリング等を行う。

第二編 技術的資料

第一部 基礎編

土壤汚染の調査や対策についての基礎知識や、油汚染問題に対応するための専門的知識等を有さない土地所有者等にもわかりやすく取りまとめた技術的資料。

第1章 状況把握調査

土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等に油臭や油膜が生じていることを発見したときに行う状況把握調査について説明。

第2章 対策

土地の所有者等が自らの土地に油汚染問題が発生したときに、その土地の土壤又は井戸水等について行う対策について、土地の所有者等が発注者となることを想定して説明。

第二部 専門編

油汚染問題の調査・対策事業を行う事業者を念頭に置いて作成。土壤汚染の調査・対策についての基礎知識や油汚染問題に関する知識・経験を有する者に向けた技術的資料。

第1章 状況把握調査

第2章 対策

第四 対策

1. 対策は、調査地のある敷地内において、その土地利用状況に応じ、油含有土壤に起因して生ずる油臭や油膜による生活環境保全上の支障を解消するために行うものである。
2. 対策にあたっては、まず、土地利用方法に応じて、また、調査地内の油含有土壤についてのみ対策すればよいのか、調査地のある敷地内の井戸水等についても対策が必要か、周辺の井戸水等を意識した対策が必要か、などの基本的な要件を踏まえて対策方針と対策目標を設定する。
3. 対策目標を具体化するため、地形・地質等の自然的条件と、現在の又は予定されている土地利用情報等をもとにし、ア) 土地利用方法に適した対策方法、イ) 代替案の有無、ウ) 対策方法ごとの費用対効果、エ) 対策後の土地利用上の支障の有無、オ) 地形・地質による施工性の制約等を検討し、効果的で、経済的に合理性が高い対策方法を選定して計画的に実施する。必要が

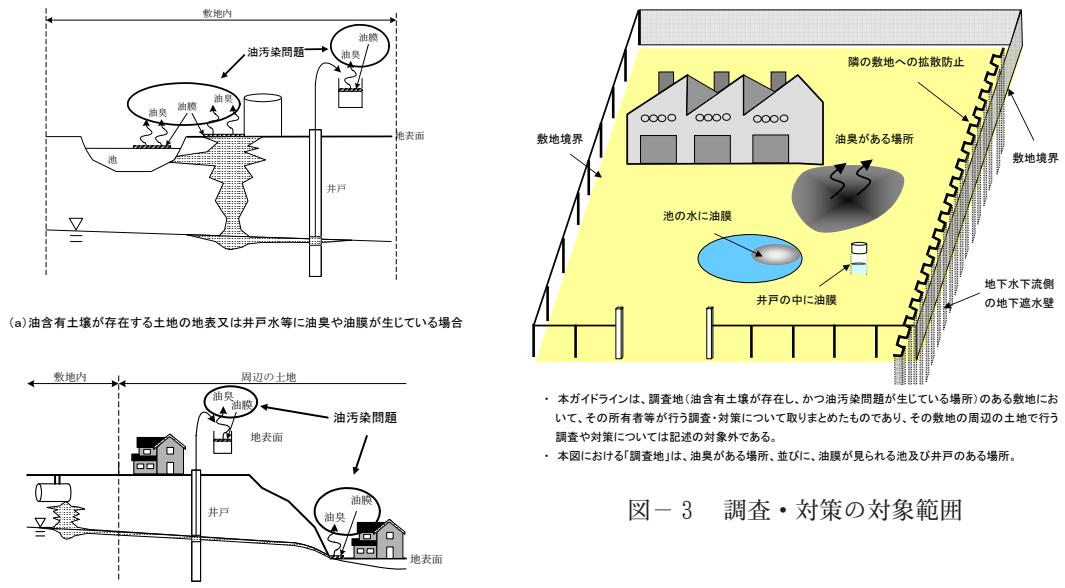
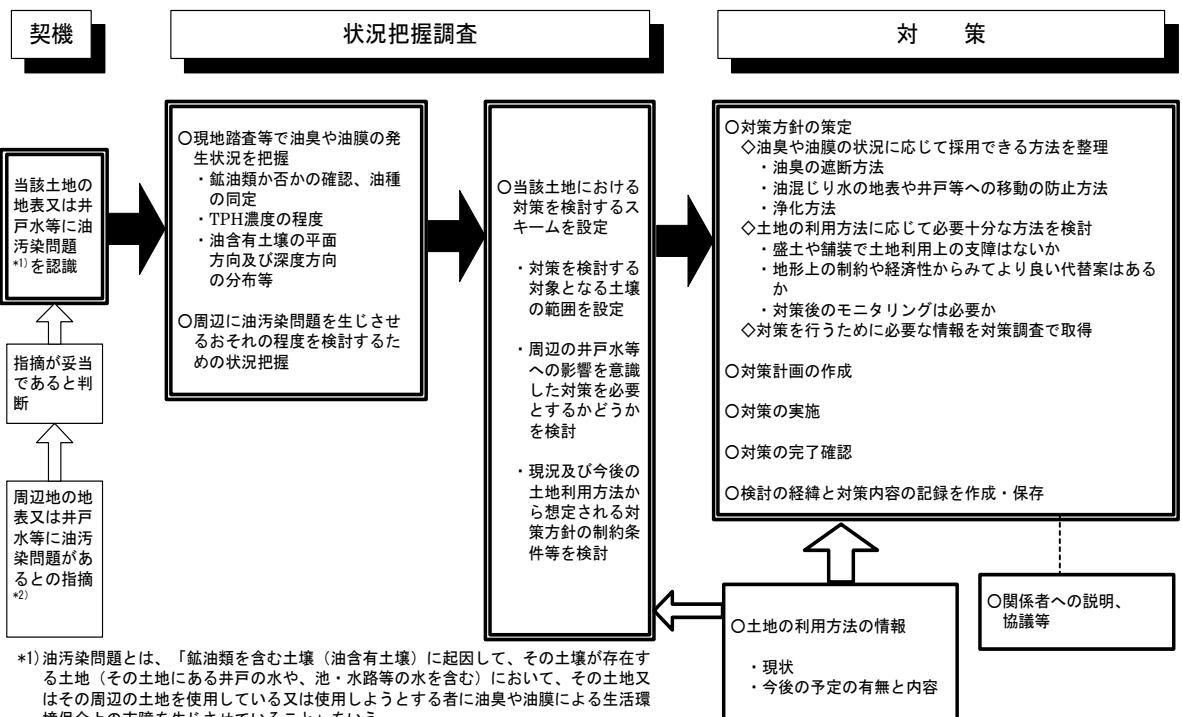


図-1 油汚染問題発見の契機

- 本ガイドラインは、調査地(油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所)のある敷地において、その所有者等が行う調査・対策について取りまとめたものであり、その敷地の周辺の土地で行う調査・対策については記述の対象外である。
- 本図における「調査地」は、油臭がある場所、並びに、油膜が見られる池及び井戸のある場所。

図-3 調査・対策の対象範囲



*1) 油汚染問題とは、「鉱油類を含む土壌(油含有土壌)に起因して、その土壌が存在する土地(その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む)において、その土地又はその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること」をいう。

*2) 隣地や周辺の土地から敷地境界線を越えてくる空気の悪臭についての苦情は本ガイドラインでは油汚染問題発見の契機として取り扱っていない。

図-2 油汚染問題への対応フロー

ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) による鯨類の汚染

平成16年度「瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成」
研究代表者：愛媛大学沿岸環境科学研究センター

梶原 夏子・田辺 信介

はじめに

ポリ臭素化ジフェニルエーテル (Polybrominated diphenyl ethers: PBDEs) は、最近になってその生体影響が指摘されはじめた比較的新しい内分泌搅乱物質である。既に使用が規制されている有機塩素化合物と異なり、プラスチックや繊維、コンピューター・テレビなどの電化製品の難燃剤として使用が継続しており、環境や生態系の汚染拡大が懸念されている (Watanabe and Sakai, 2003; Birnbaum and Staskal, 2004)。とくに、繁殖障害や免疫抑制、大量死など多くの異常が報告されている海棲哺乳類においては、その毒性影響の究明が強く求められている。PBDEs による汚染の特徴として、その環境中濃度は近年まで上昇していることが報告されており、国連環境計画は、ストックホルム条約関連物質として PBDEs の排出抑制と汚染防止策の検討を開始した。このように、臭素系難燃剤 PBDEs は社会的・国際的関心を集め、学術的な調査研究が急務の化学物質である。しかしながら、

PBDEs による環境汚染の研究はこれまで欧米を中心に行われており、アジア域の汚染実態はほとんど明らかにされていないのが現状である。

生態系の頂点に位置する海棲哺乳類は残留性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants: POPs) を高蓄積するため、地球規模の汚染実態解明の指標生物として利用されている。そこで本研究では、瀬戸内海と太平洋沿岸に漂着したスナメリに加え、愛媛大学・生物環境試料バンクに保存していたアジア・太平洋海域の鯨類を化学分析に供試し、アジア域の PBDEs 汚染の実態解明を試み、既存の POPs と比較した (Kajiwara et al., in press)。

試料と方法

1990～2001年に日本、香港、フィリピン、インドに漂着した鯨類56検体の脂皮を化学分析に供試した。分析法は既法に従い、PBDEs は同位体希釈法によりガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MSD) で、既存の有機塩素化合物は PCBs、DDTs、ク

●略歴



1975年
1998年3月
2000年3月
2003年3月
現在

千葉県生まれ
東京水産大学水産学部資源育成学科卒業
東京大学大学院農学生命科学研究科修士課程修了
愛媛大学大学院連合農学研究科博士課程修了
愛媛大学沿岸環境科学研究センター・助手

ロルダン化合物 (CHLs), HCHs, HCB を電子捕獲器付きガスクロマトグラフ (GC-ECD) で定性・定量した。

結果と考察

化学分析の結果、日本、香港、フィリピン、インドに漂着したすべての鯨類から PBDEs が検出され、その汚染はアジアの途上国にまで拡がっていることが確認された（表-1、図-1 a）。対象とした異性体のうち、2～7臭素化体の8異性体が検出され、BDE-3 (mono-BDE) と BDE-209 (deca-BDE) は検出限界以下であった。PCBs と DDTs の濃度が最も高く、ついで CHLs > HCHs > HCB の順であり、PBDEs の残留濃度は PCBs や DDTs よりも 1～2桁低値であった（表-1）。

日本沿岸漂着鯨類の汚染実態

日本沿岸に漂着した鯨類試料のうち、スナメリはもっとも高濃度の PBDEs を蓄積しており、次いでカマイルカ > イシイルカ型イシイルカ、オウギハクジラ > カズハゴンドウ > ネズミイルカ > リクゼン型イシイルカの順であった（表-1）。スナメリは沿岸性の強い種であり、瀬戸内海など工業地帯に隣接する半閉鎖性水域に生息していることから、さまざまな人工汚染物質に暴露されていることが推察される。

沿岸種 vs. 外洋種

日本が PBDEs や POPs の主な汚染源であるか否かを調べるために、沿岸種と外洋種の蓄積レベルを比較した。代表的な沿岸種であるスナメリは、外洋種であるイシイルカやカマイルカより明らかに高濃度の PCBs を蓄積していた（図-1 b）。この

ことは、日本からの PCBs の流出が継続していることを示唆している。一方、外洋

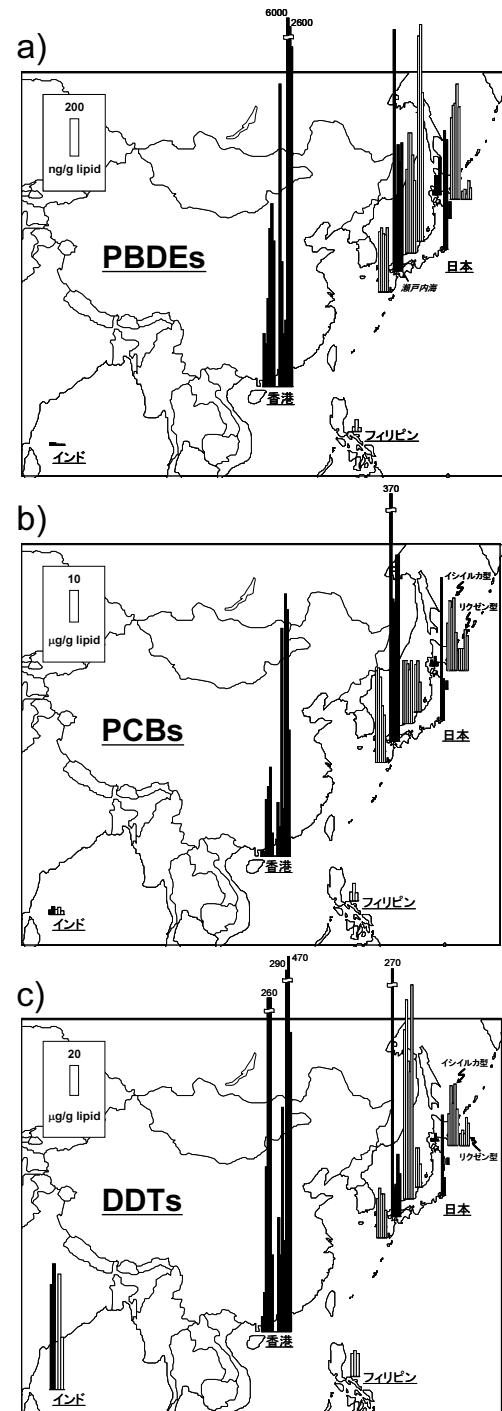


図-1 漂着鯨類から検出された PBDEs, PCBs, DDTs 濃度の地理的分布.
■：沿岸性 □：外洋性

性鯨類から検出された有機塩素系農薬 DDTs の濃度は、沿岸種よりも高くは同程度であった（図-1c）。日本海側に漂着したオウギハクジラから最高濃度の DDTs が検出されていることや日本海側を回遊するイシイルカで高濃度の DDTs が検出されたことと併せて考えると、DDTs の主要な汚染源は日本海周辺に存在することが考えられた。興味深いことに、沿岸種スナメリと外洋性鯨類から検出された PBDEs 濃度はほぼ同程度であった（図-1a）。このことは、PBDEs の主要な汚染源が日本以外の場に存在することを示唆している。

日本海 vs. 太平洋

日本周辺の有機ハロゲン化合物の汚染実態を把握するには、2つのイシイルカ個体群が有用である。日本海を回遊ルートに含むイシイルカ型イシイルカから検出された PBDEs, PCBs, DDTs, HCHs の残留濃

度は、太平洋側に生息するリクゼン型イシイルカよりも有意に高値を示した（表-1, 図-1）。とくに PBDEs 濃度は約10倍の差が認められた。このことは、日本海は太平洋よりも PBDEs や他の POPs の汚染負荷が著しいことを示しており、日本海周辺諸国からの汚染物質流入と海域の閉鎖性がその主要因と考えられた。

アジア－太平洋海域における PBDEs と POPs 濃度の地理的分布

PBDEs の最高濃度は香港の検体から検出され、次いで日本に漂着した鯨類で相対的に高い濃度がみられ、フィリピンやインド海域に生息する鯨類はきわめて低濃度の汚染レベルを示した（表-1）。漂着鯨類から検出された POPs 濃度の地理的分布を解析したところ、アジアにおける PCBs の主な汚染源は日本や香港周辺にあり（図-1b），DDTs に関しては香港やインドを

表-1 アジア－太平洋海域の鯨類の脂皮から検出された PBDEs と POPs の平均濃度
(ng/g 脂肪重当り)¹

採取年	種名	n	脂肪含量 (%)	PBDEs	PCBs	DDTs	CHLs	HCHs	HCB
日本									
1998-2000	スナメリ（瀬戸内海）	5	61	730	120000	76000	21000	3300	280
1998-2000	スナメリ（太平洋岸）	2	47	620	29000	32000	4800	950	690
2000	リクゼン型イシイルカ	5	87	57	9000	11000	4200	1200	860
2000	イシイルカ型イシイルカ	5	86	530	18000	31000	5200	1900	580
2001	カズハゴンドウ	5	68	320	24000	27000	4100	210	270
1999	カマイルカ	5	69	690	8700	14000	3300	900	460
2000/01	オウギハクジラ	5	71	530	19000	110000	4500	2700	690
1999	ネズミイルカ	3	87	73	2200	3300	1000	730	710
香港									
2000/01	スナメリ	6	46	600	13000	120000	740	250	160
1997-2001	シナウスイロイルカ	7	31	1900	45000	190000	2200	720	280
インド									
1992	シナウスイロイルカ	2	57	11	2000	75000	160	110	16
1990-1992	ハシナガイルカ	3	47	6.8	1600	48000	160	220	28
フィリピン									
1996	ハシナガイルカ	3	38	36	3600	16000	540	110	220

1 Kajiwara et al (in press)

含む東南アジア諸国にあることが示唆された（図－1 c）。一方、PBDEs の汚染源に関しては、おそらく、日本と香港が同程度寄与していると考えられた（図－1 a）。このことは、途上国にも PBDEs の重要な汚染源が存在することを示している。カツオ試料を用いて外洋域の PBDEs 汚染を調査した研究では、東シナ海で採取した試料から最高濃度が検出されている（Ueno et al., 2004）。この海域の PBDEs 濃度が高い理由は不明であるが、東シナ海に面する地域の顕著な経済成長が関与しているものと考えられる（Tanabe, 2004）。また大規模なコンピューターやテレビ製造工場がアジア途上国の沿岸域に存在しており、プラスチックを大量に製造・使用していることが知られている（American Chemical Society, 2002）。近年、先進国で不要になったコンピューターやテレビなどの電子・電気機器が途上国へ輸入され、その廃棄・解体作業を通して PBDEs などの有害物質が環境中に流出していることが懸念されている（Schmidt, 2002; Hileman, 2002）。本研究で香港の鯨類試料から高濃度の PBDEs が検出されたことは、先進国で使用された化学物質の一部が途上国に輸出・流通した結果とも考えられ、東シナ海周辺の途上国に PBDEs 汚染の“ホットスポット”が存在し、そこから海洋汚染が拡がっていることを示唆している。

引用文献

- American Chemical Society (2002) International trade surplus shrank again. *C & EN*, June 24, 72-82.
- Birnbaum, L.S., Staskal, D.F. (2004) Brominated flame retardants: cause for concern? *Environ. Health Perspect.* **112**, 9-17.
- Hileman, B. (2002) Electronic waste. *C & EN*, July 1, 15-18.
- Kajiwara, N., Kamikawa, S., Ramu, K., Ueno, D., Yamada, T.K., Subramanian, A.N., Lam, P.K.S., Jefferson, T.A., Prudente, M., Chung, K.H., Tanabe, S. Geographical distribution of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and organochlorines in small cetaceans from Asian waters. *Chemosphere* (in press)
- Schmidt, C.W. (2002) e-Junk explosion. *Environ. Hearth Perspect.* **110**, A188-A194.
- Tanabe, S. (2004) PBDEs, an emerging group of persistent pollutants. *Mar. Pollut. Bull.* **49**, 369-370.
- Ueno, D., Kajiwara, N., Tanaka, H., Subramanian, A., Fillmann, G., Lam, P.K.S., Zheng, G.J., Muchtar, M., Razak, H., Prudente, M., Chung, K.H., Tanabe, S. (2004) Global pollution monitoring of polybrominated diphenyl ethers using skipjack tuna as a bio-indicator. *Environ. Sci. Technol.* **38**, 2312-2316.
- Watanabe, I., Sakai, S. (2003) Environmental release and behavior of brominated flame retardants. *Environ. Int.* **29**, 665-682.

ムラサキイガイを用いた PCB の モニタリング手法の開発

平成16年度「瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成」
研究代表者：兵庫県立健康環境科学研究所センター

鶴川正寛

1. はじめに

PCB は残留性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants: POPs) の一つであり、広範囲での長期にわたる汚染が懸念される物質として、世界的に対策の必要性が認識されている。

PCB は化学的特性の異なる多くの異性体を持ち、一度にその情報を得られるという点からその環境中での動態把握は他の POPs の環境中での動態把握に関しても有用な知見を得られるものと考えられる。

POPs のように一般に海水中での濃度が非常に低い物質の評価法として生物濃縮を利用した生物モニタリングが有効とされており、生物モニタリングの現場への適用とデータの有効な評価法の確立が期待されている。このようなことから、指標生物として注目されるムラサキイガイを用いた PCB モニタリングの現場への適用を行い、その技術開発を試みた。

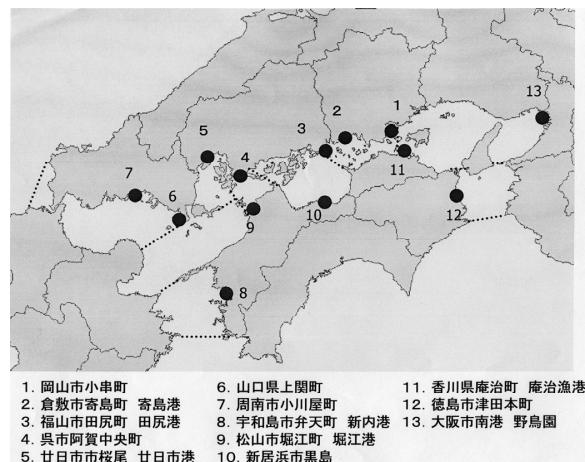
本研究では瀬戸内海全域で本モニタリングを用い、広範囲での適用性に關

する考察を行うとともに、瀬戸内海での PCB の濃度分布および組成ならびに PCB の濃縮特性の把握を目的とした。

2. 調査内容

調査地点は、過去に人為起源の負荷が大きかったと考えられる人口の多い地域、工業地域及び河川などを考慮して、瀬戸内海に面した水の停滞の少ない地域13ヶ所を対象とした。

各調査地点において、海水およびムラサキイガイについて、2004年夏季（7月）と



●略歴



1969年 兵庫県生まれ
1993年 大阪大学大学院工学研究科修士課程修了
1993年 兵庫県庁入庁
現在 兵庫県立健康環境科学研究所センター

秋季（10月）に調査した。試料は各地点で海水12L、ムラサキイガイ数十匹を採取し、海水中PCBは溶存態と懸濁態に分けて測定した。なお、PCB分析法は環境省「外因性内分泌搅乱化学物質調査暫定マニュアル（水質、底質、水生生物）」（1998年）に準拠した。

3. 結果及び考察

(1)瀬戸内海におけるPCB分布

図-1に海水中PCB濃度（夏季、秋季）を懸濁態、溶存態に分けて示した。図-2にムラサキイガイ中PCB濃度（夏季、秋季）を示した。

海水中濃度は0.5~4.0ng/Lであり、全測定結果の平均値は1.8ng/L、標準偏差は0.6ng/Lであった。地点別では岡山と南港が比較的高濃度な水域であるといえる。また、海水中のPCBは約50~80%が溶存態として存在していた。夏季と秋季を比較するとほとんどの地点で秋季の方が低濃度となっている。これは懸濁態PCBがSSに物理的に吸着した形で存在するために水温などに影響されにくいのに対して、溶存態は揮発などの影響により水温の変化を受けやすいためと考えられる。

ムラサキイガイ中PCB濃度は3.1~69.8ng/g-wetであり、全測定結果の平均値は

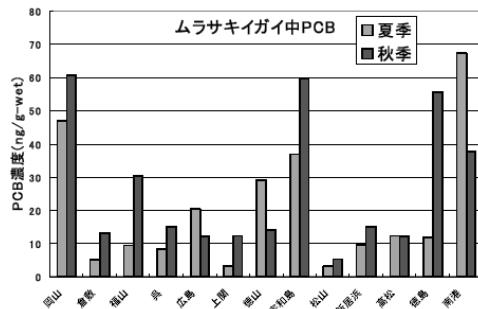


図-2 ムラサキイガイ中PCB濃度
(夏季、秋季)

24.0ng/g-wet、標準偏差は19.0ng/g-wetであった。海水中PCB濃度が高かった岡山と南港では他地点より高濃度で検出された。季節変動に関しては、海水中濃度は秋季が低かったがムラサキイガイ中では秋季の方が高いところが多かった。この理由の一つとして、脂肪含量が影響していると考えられる。これについては、後に述べる。

また、海水の溶存態・懸濁態およびムラサキイガイ中の同族体組成について以下に述べる。PCBは置換塩素数によって1塩素から10塩素までの同族体があり、これらはPCB全体の挙動を考える上で非常に有効な情報となる。海水については、傾向として4塩素のPCBが50%程度を占めていたが、懸濁態PCBでは溶存態PCBよりも3、4塩素の割合が若干減少し、5塩素の割合が増加していた。3塩素と5塩素のどちらが多いかは地点により異なり、3塩

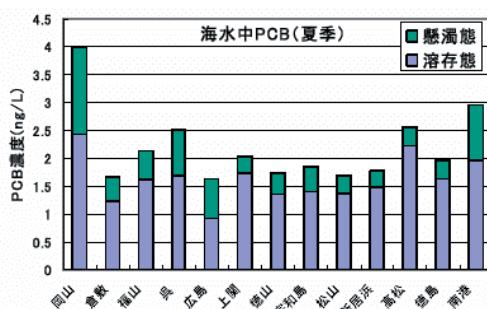
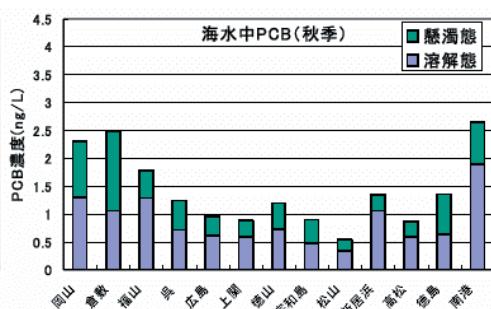


図-1 海水中PCB濃度(夏季、秋季)



素の多い地点は低塩素型、5 塩素の多い地点は高塩素型と大まかに分類できる。これによれば南港、上関、新居浜などが低塩素型、岡山、宇和島、徳島が高塩素型と言える。

一方、ムラサキイガイ中では南港を除いて 6 塩素が 50% 近い割合を占め、続いて 5, 7 塩素が 15% 程度ずつを占めていた。海水からムラサキイガイへの濃縮及び蓄積過程で同族体分布が高塩素側に移動していた。特に 6, 7 塩素は海水中では数% であったのに対し、ムラサキイガイ中ではそれぞれ 50%, 15% 程度と存在する割合が大幅に増加していた。また、ムラサキイガイ中では海水中に比べて地点による同族体組成のパターンの差が顕著に現れる傾向にあり、各地点の特徴を反映するという結果が得られた。

以上のように、同族体によって吸着性や生物濃縮性に違いがあることが分かり、単に総濃度だけでなく、挙動の異なる同族体毎に解析することで調査地点の特徴を簡易的に把握することができる。

(2) 起源推定

各地点の海水、ムラサキイガイのデータ及び PCB 製品のデータ (KC-300, KC-400, KC-500, KC-600) を用いて主成分分析を行った。各データは、地点毎の濃度レベルの差により生じる影響をなくし、分布のみに着目するため、各同族体の総 PCB に占める割合 (%) に変換後、分散共分散行列から固有値、固有ベクトル、主成分得点を求めた。

その結果、瀬戸内海の中でも大阪湾および播磨灘は低塩素化体が多く KC-300 の影響を強く受けた水域であり、その他の地点

ではムラサキイガイ中の高塩素化体が多く KC-600 の影響が強いことが明らかになった。KC-300 は複写紙やコンデンサに主に使用されてきたものであり、これらの調査地点付近は工場地帯である。従って、過去に工場で使用されたコンデンサや熱媒体等に含有されていた PCB による汚染の影響と考えられる。KC-500, 600 は主に船底や橋脚などの塗料として使用され、調査地点のほとんどが小型漁船が多く存在する地域であることから船底塗料由来の高塩素成分を含む PCB 製品に起因するものと考えられる。

さらに、本研究での調査地点では、低塩素化体の影響の大きい大阪湾および播磨灘に比べて他地点の PCB 組成は比較的均質であることが示された。これは、類似の PCB 発生起源による暴露を受けたこと、また潮汐の差が大きく潮流が早いために、巻き上げによる底質粒子の移動拡散性が高くなり、PCB 組成の地理的分布が比較的均一になりやすいものと考えられる。

(3) PCB のムラサキイガイへの濃縮特性

ムラサキイガイの脂肪含量と体内 PCB 濃度の関係については、一般に疎水性の化学物質の濃縮係数は脂肪含量に依存するとされているが、PCB のムラサキイガイへの濃縮についてもこの関係が成り立っていた。(1)で述べたように、季節変動に関して、夏季より秋季の方が高濃度である地点が多いが、これは図-3 に示したように、秋季の方がほとんどの地点で脂肪含量が増加しており、それに伴い PCB 濃度が増加しているのが明らかである。

また、ムラサキイガイの PCB 濃度レベルの個体差を見るため、同地点、同時期に

採取した10個体についてPCB濃度の測定を行った。その結果PCB濃度は47.7～64.4ng/g-wetの範囲で検出され、平均54.9ng/g-wet、標準偏差5.0ng/g-wetであり総濃度に対して標準偏差は1/10以下で変動は少ないと考えられた。従って、複数の個体を用いることにより試料が平均化され特異な個体の影響などを小さくでき、このこともムラサキイガイを指標生物とするとの利点の一つに挙げられる。

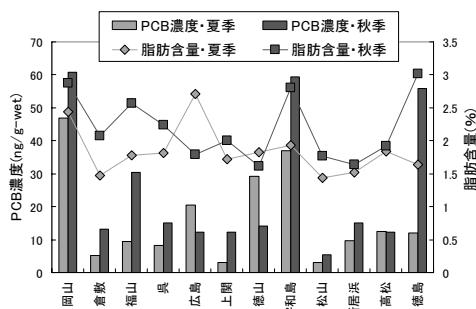


図-3 各調査地点および各時期におけるムラサキイガイの脂肪含量とPCB濃度

異性体別に濃縮特性を見ると、海水では低塩素の異性体が多く存在しているが、特に特徴的な異性体は見られない。一方、ムラサキイガイ中では6塩素化の同族体が優先しており、2, 4, 5位の塩素置換の構造を持つ#138 (2,2',3,4,4',5'), #146 (2,2',3,4',5,5'), #153 (2,2',4,4',5,5'), それ以外の同族体では#99 (2,2',4,4',5), #118 (2,3',4,4',5), #180 (2,2',3,4,4',5,5'), #183 (2,2',3,4,4',5',6) などが他より高濃度となっていた。この2, 4, 5位塩素置換を持つ異性体の濃度を合計すると、総濃度の約5割を占め、特に#153 (2,2',4,4',5,5')がその3割近くを占めていた。このことから、2, 4, 5位置換の異性体はムラサキイガイに濃縮されやすいと判断できる。

この理由の一つとして、生体内の代謝特

性に起因した残留性の違いが挙げられる。生体内の代謝については、連続した塩素置換のない領域の存在が必要¹⁾とされており、2, 4, 5位の塩素置換ではそのような領域がないため残留性が高くなると考えられる。

4. おわりに

本研究では、PCBの指標生物としてムラサキイガイを選定し、生物モニタリング手法を検討した。

本手法を用いて瀬戸内海における広範囲の適用が可能であり、PCB濃度レベルとPCB組成を把握できることが示された。瀬戸内海において、環境基準以下ではあるが、PCBが未だに広範囲に残留していることが示された。

また、測定データを用いて起源推定が可能であることが示された。さらに、生態学的観点および物理化学的観点からの濃縮特性に関する考察を行った結果、本手法の有効性とその評価法に関する知見が得られた。

今後、その他のPOPsについても本手法によるモニタリングの適用が期待される。

本研究は京都大学大学院工学研究科津野洋教授、新海貴史氏、兵庫県立健康環境科学研究センター中野武氏、松村千里氏との共同研究として実施した。また、京都大学の学生の皆様には調査、分析にご協力頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 田中博之: PCB, PCDD, PCDF濃度の視覚的表現法の検討, 環境化学, Vol.14, No.1, pp.25-31, 2004

魚の話シリーズ④

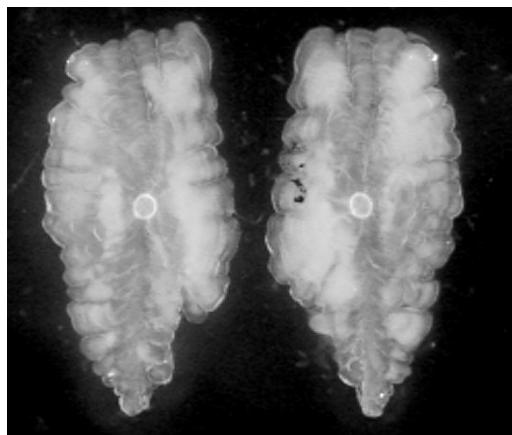
サワラの中間育成と放流効果

岡山県水産試験場

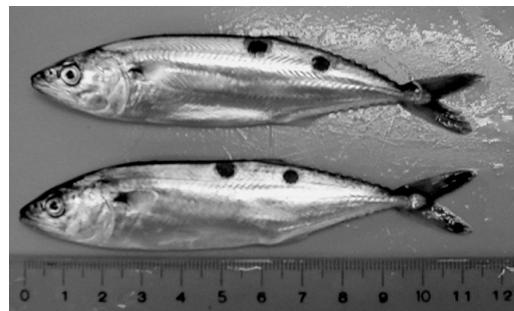
研究員 古 村 振 一

サワラは、春になると産卵のために外洋から瀬戸内海に回遊してくる。岡山県における漁獲時期は、成魚を漁獲する春期と未成魚の秋期があり、流刺網で漁獲する。漁獲量は昭和61年の531tをピークに年々減少して平成11年には5tとなり、ピーク時の100分の1にまで減少し、資源状況は極めて悪化した。そこで、資源の回復を図るために、平成8年から流刺網の網目拡大や秋漁の休漁等の漁獲努力量の削減と漁獲した親魚から採卵・採精し、受精卵の放流を行ってきた。さらに、平成14年から毎年10万尾以上の人工種苗を香川県、兵庫県、大阪府、屋島栽培漁業センター等と連携して、全長100mm以上まで中間育成を行い放流している。また、平成16年からさらに資源の上積みを図るために、岡山県栽培漁業センターでも種苗生産を開始し、中間育成して放流を行っている。

当水産試験場では、放流したサワラの効果を把握するため、関係機関や漁協と協力して、中間育成、放流魚の分散移動調査、秋期の試験操



耳石（中央の赤い円がALC）



焼印をしたサワラ種苗

業、翌年の春漁期の市場調査等を行っている。放流魚は天然魚と識別して、種苗生産の過程で耳石（頭部にある平衡感覚器官の一部）を特殊な薬品（ALC）で染色しているが、さらに漁業者でも一見して判るように放流する直前の全長100mm以上のおよぶにも体表に焼印（やけど傷）を付けて標識している。中間育成では60～79%が生き残り、初期成長は非常に速く、全長35mmの種苗が約2週間で126mmに達し、1日に約6mmも成長することが判った。

中間育成して放流したサワラは、6月下旬に小型定置網や刺網等で混獲されることから餌となる小魚を追って沿岸を遊泳して全長200mm程度までに成長し、8月中旬から下旬かけては沖合で操業するマナガツオ流刺網で混獲され、全長350mm以上に成長することが判った。さらに、香川県で放流された標識魚も岡山県の小型定置網で再捕されることから、広範囲に移動、遊泳することも確認された。

現在も休漁措置をとっている秋漁期の試験操業を10月に特別採捕許可を得て実施した。平成16年には3日間の操業で9尾を漁獲し、うち1尾（全長57cm）は放流魚で放流魚の割合は11.1

%であった。平成17年には6日間の操業で96尾を漁獲し、うち放流魚は13尾（平均全長59cm）で放流魚の割合は13.5%であり、高率に資源へ加入していることが判った。さらに、春漁期の市場調査における放流魚の割合は、平成16年には1歳魚が103尾中41尾で39.8%、2歳魚が26尾中2尾で7.7%であった。平成17年は1歳魚が14尾中3尾で21.4%、2歳魚は77尾中19尾で24.7%、3歳魚では136尾中5尾で3.7%であり、放流魚が漁獲回収されていることも明らかになった。

このように、放流魚は確実に資源へ加入し、漁獲され、漁獲増につながる効果が明らかになったが、資源回復はまだまだ緒についたばかりである。安定した資源の回復を図るためにには、今後も継続した放流と資源管理を実施する必要がある。

● 略歴

1965年	岡山県生まれ
1988年	高知大学農学部栽培漁業学科卒業
同年	岡山県農林部水産課
2000年	水産業改良普及所
2002年	現職

平成16年度　瀬戸内海の環境保全－資料集

瀬戸内海に関する唯一のデータ集

瀬戸内海に関心のある方の必読書

瀬戸内海は、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であり、また国民にとって貴重な漁業資源の宝庫であります。

昭和53年から毎年、瀬戸内海に関する環境データを網羅した資料集を発行してきましたが、平成16年度版、図・表を更新・追加をするなどさらに充実させました。

瀬戸内海に関心のある方にとって必要不可欠な資料集と考えております。ぜひ購入していただきたい一冊です。

I 本編

1. 瀬戸内海の概況
2. 産業の現況
3. 埋立ての現況
4. 水質・底質の現況
5. 赤潮の発生状況
6. 油による海洋汚染の発生状況
7. 瀬戸内海の環境保全対策

II 資料編

1. 世界の代表的な閉鎖性海域
2. 瀬戸内海の主な島嶼一覧
3. 瀬戸内海産魚類目録
4. 瀬戸内海における主要な海水浴場
5. 瀬戸内海における主な漁業生産量
6. 大阪湾沿岸域の埋立ての変遷
7. 瀬戸内海関係13府県の瀬戸内海保全特別措置法対象市町村名
8. 環境省選定の100選の抜粋

参考資料

1. 瀬戸内海環境保全特別措置法
2. 瀬戸内海環境保全基本計画
3. 「瀬戸内海環境保全審議会答申
4. 沿岸域の管理法則
5. 瀬戸内海環境保全の主な動き

本の形 A4版、横書き、左綴り、161ページ

価格 実費：2,800円
(送料、消費税含む)

申込先 (社)瀬戸内海環境保全協会

〒651-0073

神戸市中央区脇浜海岸通1-5-1

国際健康開発センター 3階

TEL 078-241-7720

FAX 078-241-7730

瀬戸内海と難波の変遷（下の一）

村 上 瑛 一

〔武士の台頭と難波〕

九三五年、貴族社会を揺るがす承平・天慶の乱が起こる。社会の仕組みが律令時代とは大きく変化し、十一世紀を経て世は荘園制の世の中へと移ってゆく。ここ難波では天慶の乱に軍功のあった源経基の子満仲が摂津の多田（現兵庫県川西市）に館を建て本拠とし、摂津源氏として伊豆・信濃・下野などの国司に任じられる一方摂関家に仕える「侍」として活動するようになる。満仲の三男頼信は河内壺井里（現羽曳野市）に居館を構えて本拠とした。石川源氏のはじまりである。こうした荘園を本拠とする武士に対して水運を掌握した武士も起った。大川（現淀川）の河口渡辺津（窪津）を本拠とする渡辺党である。渡辺党は供御人（くごにん：魚介類を天皇に供える漁民）や魚介類を運送する水運業者を掌握していた。渡辺党は陸上騎馬戦力を保有するほか船戦にも優れていた。

渡辺党は二つの系譜に分かれ、その一つは遠藤を姓とした。渡辺渡（わたる）の妻袈裟御前に懸想し、誤ってこれを殺した元北面の武士遠藤盛遠、出家して高雄・神護寺の再興や東大寺の大修理を主導し、また頼朝の挙兵を助成した文覚はこの遠藤の系統の出である。いま一つは渡辺を姓とするもので、十一世紀末、渡辺（源）伝（つたう）が惣管に任じられてここに居住したことから始まる。代々一字の名を名のったことから「渡辺一文字の輩」と呼ばれた。源頼光の四天王の一で、洛北の鬼同丸を、また大江山の酒呑童子や羅生門の鬼を退治したと伝えられる渡辺綱（つな）は嵯峨源氏から出て、養母の里である摂津渡辺に住んで渡辺を名のった。

この他、摂津源氏や河内源氏、大和川の氾濫源であった水走（みずはや）の治水・開発を行った水走氏など多くの武士が起った。ただ彼らも東国の武士とは異なり、国衙に組織された国侍とはならず京都の権門に個別に仕える「京武者」としての道を歩んでいく。

治承四（一一八〇）年、以仁王（もちひとおう）を奉じて源頼政が挙兵、源平の争乱へと発展していく。頼政の手兵のなかには渡辺党の省（はぶく）・授（さづく）・競（きおう）が加わっていた。六月、福原遷都が強行されると平氏への不満は高まり、八月、頼朝が伊豆に挙兵、九月、木曾の源義仲が蜂起する。戦火は全国的な争乱へと拡大し、内海とその沿岸を舞台とする源平の合戦が繰り広げられた。元歴二（一一八五）年三月、平家は壇ノ浦に滅亡した。五年におよぶ戦乱は難波の地においても人びとに大きな影響と被害を与えた。『吾妻鏡』は頼朝の言葉として「摂津国平氏追討の跡は安堵の輩（ともがら）なし」と伝えている。

〔寺社信仰と難波〕

難波の地における代表的社寺として住吉大社と四天王寺を挙げることができる。

十一から十二世紀にかけて上皇や貴族による寺社参詣が盛んに行われた。熊野詣は世に有名であるが、その順路は京都から淀川を船で下って渡辺津（窪津）に至り、ここをはじめとして第一の窪津王子を経て、四天王寺から南へ向かって熊野街道へと入っていく。紀伊までに阿部野・境・信太・池田・近木（こぎ）・日根・信達（しんだち）・中山の各王子がある。こ

の途次多くは四天王寺と住吉社に参詣した。

四天王寺は聖徳太子の建立と伝えられ、五九年に着工、六二三年頃までに成立したとされる。四天王寺の西門は極楽浄土の東門に通じていると信じられ、舍利供養と極楽浄土への信仰で人びとの信仰を集めていった。『梁塵秘抄』にも「極楽浄土の東門は、難波の海にぞ対（むか）えたる、伝法輪所（でんぽうりんしょ）の西門に、念佛する人參れとて」との今様が謡われている。往時は四天王寺の近くまで内海が入りこんでおり、西方の海に沈んでゆく夕陽の莊厳さに人は淨土からの引接（いんじょう）を感じたに違いない、と史書は説いている。聖徳太子を葬ったと伝えられている南河内郡太子町の叡福寺を「上の太子」、羽曳野の野中寺を「中の太子」と通称しているが、野中寺は百濟系渡来氏族・船連（ふねのむらじ）の氏寺であり、寺宝・弥勒菩薩半跏思惟像（はんかしゆいぞう）は日本美術史上白鳳時代前期代表作とされている。

〔戦国の争乱と難波〕

嘉吉元（一四四一）年六月、赤松満裕が將軍義教を誘殺して播磨に下向する（嘉吉の乱）。河内守護畠山持国は義教の勘気を蒙って河内に籠もって守護職を弟持永に譲っていたが、これを機に守護職を回復し、更に翌年には管領の職につく。しかし、この時以来畠山氏は二家に分かれ、河内はその後永年にわたって両家の争いに巻きこまれる。

文正二（一四六六）年正月、上洛した畠山義就（よしなり）は、京都上御靈社で細川勝元が支援する畠山政長の軍を破った。同応仁元年六月、山名持豊・畠山義就・斯波義廉ら（西軍）が挙兵し、細川勝元はこれに応戦した。応仁・文明の乱の始まりである。各地の守護が各陣営に動員され戦火は京都のみならず周辺地域にも拡がっていった。摂河泉は京と西国を結ぶ要地に当たり、港を持つ摂津、河内や両畠山の争う

河内はいずれも戦火の渦に巻きこまれていく。周防大内政弘・伊予河野通春らは持豊の求めに応じ摂津に上陸、制圧して七月には上洛した。文明五（一四七三）年、山名持豊、細川勝元があいついで没し、山名政豊と細川政元が講和し、さらに文明九年九月、畠山義就が河内に下向、大内政弘も下国して応仁・文明の乱はひとまず収束した。応仁・文明の乱を通じ畠山氏を始め各守護家が一族内部の争いを繰り返したのに対し、一族の結束をはかり、大阪湾沿岸から京都に至る地域をおさえた細川氏はその優位性を確立していく。

文明八（一四七六）年、一向宗八代法主蓮如は越前吉崎から河内出口（枚方市）・和泉堺に移り、同十年、山科本願寺を建立して摂河泉において本格的布教を続けた。明応五（一四九六）年、堺の豪族松田五郎兵衛の力を得て、生玉荘大坂（小坂）に大坂御坊とよばれる隠居所を建てた。これが石山本願寺のはじまりである。上町台地の北端にあたり、東に大和川、北に淀川、西に大阪湾と三方を水に囲まれた要害の地をなし、交通の要所渡辺津にも近接する。大坂御坊は一向宗のあらたなる拠点としての性格を有する要害であった。天文元（一五三二）年、浄土真宗の本山となり、本願寺光教は河内に畠山義宣を攻めて自害させる。つづいて八月、光教は堺に細川晴元を攻め、翌二年、晴元は一向宗徒に敗れ淡路に逃れた。しかし天文四年、晴元は本願寺の兵を大坂に破り、晴元と光教は和睦した。元亀元（一五七〇）年からは織田信長との戦いの拠点となったが、天正八（一五八〇）年本願寺光佐は信長と和睦し、石山本願寺は廃城となり光佐は紀伊雑賀に移った。

〔参考資料〕

大阪府の歴史・1996：藤本他、山川出版社

魚暮らし瀬戸内海～第22回～

「もやしけ」とやせたイカナゴ

京都精華大学
鷺尾圭司

春霞（はるがすみ）という言葉があるが、一般的にいわれる霧と同じ気象現象だ。こだわっていようと、春は霞で秋冬は霧と言うものだそうだ。徒然草（つれづれぐさ）の時代には、春は待ち望んだ季節として描かれるが、今日では花粉症や黄砂に見舞われ、マスクや目薬が欠かせない季節になってしまった。

明石海峡にも春霞が垂れ込め、漁師たちは靄の上の青空を眺めながら「もやしけ」だからお休みだと、出漁を控える。風や波が大きくなつての時化（しけ）は分かるが、青空の穏やかな日和なのに起こる「もやしけ」は、一般には受け止めにくい。

しかし、海上で作業する者にとって、視界が利かない霧の中は非常に危険でリスクが大きすぎる。沖に出ていて霧に包まれると、自分の港に戻るのさえ命がけとなる。筆者も何度かそんな目にあったが、普段の心がけを思い知らされる。

近代的な漁船の場合、GPSとレーダーを備えている。GPSで自分の位置が分かり、動くにつれて航跡が記録されるから、自船がどちらに向かっているかを正確に知ることができる。また、GPSでは捉えられない他の船の動きや障害物もレーダーがあれば検知できる。

しかし、あるとき昔風の小型漁船に乗っていた。あるのは羅針盤の磁石だけだった。沖の鹿ノ瀬で調査中に霧に包まれ、ほんの数メートル先の船の舳先さえ見えなくなつた。

漁港への直行ルートでは、少しでも潮に流されたら大型船の航路に迷い出てしまう。霧でも20ノットで走る大型船の間に出て行くことは命

がいくつあっても足りなさそうだ。そこで、なるべく早く岸に近づく北上策をとった。大型船との遭遇を最小限にするコースだ。

走り始めてしばらくはノリ養殖のブイがあるのでそれを目印に進み、そのあとはひたすら磁石を頼りに進む。それも微速前進だ。他船のエンジン音を耳で探ったり、霧の中に目を凝らしたり、こわごわ進んだ。

ふと甲板をみると調査に使う透明度板が目にに入った。それにはメジャーが付いているし、おもりもある。船足を止め、海底にメジャーを垂らして水深を測った。18mだった。このあたりの海図は全部頭の中にあるので、ノリの養殖施設からの角度で、大体の位置の見当が付いた。あと1キロ進んで水深が深くなれば航路に寄っているし、浅くなれば大丈夫だと分かる。

こうして恐る恐る船を進め、普段なら30分で着く海岸部へ、3時間近くかけてたどり着き、岸辺に沿ってようやく帰港したことがあった。

霧の中での位置の割り出しには、このほかに海面の波のたち具合や濁りの変化などで、大体の場所を見当づけられるものもあり、これは普段からの観察と経験がものを言うものだと再認識した次第だ。

こんな話を思い出したのは、消費者から苦情の電話が来たからだ。3月上旬のある土曜日、天気が良いので仕事を休んでくぎ煮を炊こうとイカナゴを買いに来たのに、魚屋にないと言われて困っている。定休日でもないのに、出荷しないのはどういうわけだ！と、えらい剣幕。

まさにその朝が「もやしけ」だった。神戸の町では晴れて良い天気なのに、明石海峡は霧で

航行不能だったのだ。別に値段を釣り上げようと生産調整をしていたわけではないのだ。

しかし、そんなに期待されているイカナゴだが今年は様子がおかしい。

イカナゴは言うまでもなく「くき煮」の主役だ。3月1日の解禁以来、明石や神戸の町角にはくき煮を炊く匂いが漂って、春の風情をかもし出している。しかし、多くの方から今年はくき煮に失敗した。うまく炊けなかったと反省の弁が聞かれる。

筆者も、解禁を待ちかねて醤油やザラメ砂糖、ショウガを買い求めて待ち構えていたのだが、最初の一週間は見送った次第だ。何よりもイカナゴが小さい。そして針の様にやせているからだ。これでは炊いても調味料の味しかしないし、下手に炊くと団子状にしかならないからだ。

イカナゴの資源管理を指導する兵庫県水産技術センターは、12月の冷え込みでイカナゴの産卵は早めに進み、1月からは冷え込みがさほど進まなかつたことから、イカナゴは良く育つだろうと予測されていた。しかし、2月段階の試験操業では魚体がまだ小さいというので解禁は3月1日に決められたという。

この時期、イカナゴの稚魚は一日に0.7ミリ成長する。3日で2ミリずつ背が伸びるわけだから解禁日には3センチを超えてくるものと予想されての決断だったのだろう。ところが、解禁後に水揚げされるものは、中には3センチをこえるものもあるが、2センチにも満たないものがあるという。おまけにやせている。

これはどう見ても明石海峡周辺で、イカナゴのエサが不足しているのではないかと考えられる。イカナゴの新子の釜揚げを買い求められると良く分かると思うが、一つまみ取り上げてみると、よく育って赤い腹をしたもののが数匹あるものの、多くは2、3ミリの細い針のよう、ポン酢をふりかけて食べてみても、酢の味しかしない代物だ。

育ったものが赤腹というのは、エサのコペポー

ダ（みじんこ）がよく詰まっている、エサに恵まれたイカナゴという訳だ。やせた方は、お腹も黒っぽく、ろくに栄養のあるものが食えていないようだ。

この季節、海の栄養を一番良くあらわすのが養殖ノリだ。コンビニおにぎりを巻く焼海苔の最大産地である明石海峡周辺が栄養不足に見舞われて数年。いよいよ、その栄養不足がイカナゴにまで及びだしたのだろうか。海中にはユーカンピアと呼ばれる植物プランクトンが大発生していて、ノリの栄養を奪っている。植物プランクトンは、通常ならイカナゴのエサになる動物プランクトンのコペポーダに食われ、栄養はイカナゴへと伝えられていく。しかし、このユーカンピアは大きな群体を作っているのでコペポーダの口に合わないらしい。せっかくの植物プランクトンの栄養がイカナゴに届かないのだ。そんな現象が明石海峡で起こっている。

春の雨と日差しが強まることで、ユーカンピアが姿を消してくれれば、あるいはイカナゴの成長が回復するかもしれないが、下手をすると今年は空振りになるのではないかと心配している。

さて、小さいイカナゴをうまく炊くにはどうするか。くたくたと時間をかけて煮ると煮崩れるので、すばやく炊き上げることが肝要だ。普段1キロずつ炊くところを500グラムにして、材料を半分でやってみる。しかも、たれが十分に煮立っているところに、少しずつイカナゴを振り入れて、決して温度が下がらないようにする。こうすれば、手間はかかるけれど一応満足の行く姿で仕上げられると思う。ただ、小さために一層鮮度が落ちやすい。普段以上にすばやく仕掛けることが大切だ。

春の宵の四方山話

K学院大学総合政策学部 H 教 授

A君ー今年に入ってまだ二月ちょっとだけど、オリンピックは別にしてもいろんなことがありましたねえ。

H教授ー耐震設計偽造、米牛肉、ホリエモンの惨点セットに、防衛施設庁談合事件があつて防衛省昇格の話が吹っ飛び、さらに、紀子さんご懐妊で皇室典範改訂もどっかにいっちゃつたりして、さしものコイズミさんの求心力もがた落ちになっちゃった。ところが民主党が飛んだ勇み足をして形勢は一気に逆転。ホントにコイズミさんは悪運強いね。敵失で命拾いってわけだ。

A君ー例の偽メール事件ですね。あれはなんだつたんですか？ウラも取れない、しかもはじめから肝心の部分が塗りつぶされたメールなんて疑うのは当然でしょう。それをいまだに仲介者だというフリージャーナリストの名も明かさないまま、ひたすら陳謝だってのだから、永田サンも前原サンもお粗末過ぎますねえ。

H教授ーまあ、そうだな。ただ、それでもコイズミさんの求心力の低下は免れないだろう。それを占う試金石は行革の行方だ。

ボク自身は現在のコイズミ行革は進めるべきものがもちろんあるにはあるが、トータルでいうとアメリカンスタンダードを目指すって点で否定的なんだけど。

A君ーでも今月（3月）には行革推進法案が固まるというじゃないですか。

H教授ー実際の勝負はこの法を受けての秋から年末にかけての具体策で、コイズミさんの持論の、特会見直し、公益法人改革、公務員の純減がどこまでやれるかだね。

A君ーところで、防衛施設庁の官製談合事件な

んですけど、いまだにあんなことやってたんですね、天下りとセットにして。

H教授ー談合とか天下りは弊害ばかりじゃないんだけど、いまじゃあ、とてもそんなこと言える雰囲気じゃないから他省庁も以心伝心でやるしかなかったんだ。マサカ、あれほど露骨にやっていたとは驚きだ。これで旧来のシステムは以心伝心モードも含めて完全に崩壊に近づいたね。

A君ーとなると中央官庁のキャリアも定年近くまでいるようになりますね。世代交代が遅くなり、教育費に一番オカネがかかる世代が管理職になる年齢が遅れてたいへんですね。

H教授ーそして総人件費がアップするし、中堅世代がアップアップするというわけだ。

<皇室典範改訂のもうひとつの視点>

H教授ーところで皇室典範の改定問題はすっかりどっかに行っちゃったけど、どうせ改訂するんだったら、皇室の基本的人権をどうするかという議論が必要だと思うけどなあ。

A君ーえ、え？ どういう意味ですか。

H教授ー敗戦で天皇は人間宣言をされた。でも、人間ではあっても選挙権もなければ発言の自由もない、つまり国民としての権利、基本的人権をまるで持っておられないんだ。

A君ーしかたがないじゃないですか。それが皇室に生まれたお方の宿命なんだもの。国民統合のシンボルがヘンな政治的な発言なんてされちゃったら大変じゃないですか。

H教授ー大体跡継ぎをだれにしようかなんて、ふつう家族の話し合いで決めるのに、皇室の意志はまったく無視して自動的に法律で決めちゃ

うなんてこと自体おかしいと思わないかい？

A君ーそんなこといったって、ムリですよ。

H教授ーだけど皇室に生まれたのはご自分の意

思じゃない。あまりにもお気の毒じゃないか。

A君ーじゃ、どうすればいいんですか

H教授ー一定の年齢になられたときに、つまり昔で言えば元服の前くらいに、一度だけ自分の意志で皇位継承の拒否権を発動できて、普通の国民に成れるような機会を与えてさしあげてもいいんじゃないかな。そして万一拒否権が発動された場合でも、皇統が続くのを担保するため皇位継承順位があるんだと思うけどなあ。

A君ーセンセイ、暴論がすぎます！ 愚論です！ いい加減にしてください！

＜神戸空港開港＞

A君ーさあ、早く環境の話題に行きましょう。瀬戸内海に関係ある話題からいきましょう。神戸空港が先日開港しましたね。

H教授ーうん、出足は好調らしいから、このままがんばって黒字にしてほしいね。

Aさんーえ？ センセイ、昔、神戸空港反対じゃなかったんですか。

H教授ー埋立の基本方針との整合性に問題があったし、必要性にも採算性にも疑問をもっていたから反対したけど、でもそれとこれとは話は別だ。だって、借金を返すのに市税だけじゃなく、交付税交付金だとたで、ボクらの税金まで投入されちゃかなわないじゃないか。

A君ーそれは判りますけど、願望じゃなくて、冷静な予測では黒字にできそうですか。

H教授ーボクは悲観論者かもしれないけど、管理費はともかく建設費の全額償還はとてもじゃないけど不可能だと思うし、利用客数予想も冷静な予測というより、願望みたいなもの、或いは赤字にならないように逆算して弾いたものだとしか思えないんだけど、とにかくせっかくつくったんだから、がんばってもらうしかない。ま、いざというときには建設をごり押しした人

たちが私財を投げ打ってくれるだろう（笑）。

A君ーまた無茶苦茶を、瀬戸内海関係では他になにかありますか。

H教授ー播磨灘で海苔の色落ちがすごいって新聞記事に出ていた。栄養塩の不足らしい。富栄養化対策でチソ、リンの削減がよくいわれるけど、個別の海域ごとにみていくれば、ものごとはそう簡単じゃないみたいだ。

A君ー早く、よくなってほしいですねえ。そのほかには？

＜アセスの限界？＞

H教授ー山口県の干拓地での大型火力発電所新設のアセスが問題になった。

Aさんー中国電力ですか？

H教授ーいや、今は電力自由化で、純粋の民間会社だ。100万キロワットという大型の石炭火力だ。随分以前から話があつたらしく、昨6月にはアセス準備書が経産省にだされていて、県は昨年末に意見書を提出、経産省は1月末に環境大臣に意見照会、3月中に経産省は準備書に對して勧告というスケジュールだったんだ。

A君ーなにが問題になったんですか。環境対策をろくにやらないような計画なんですか。

H教授ーいやあ、もちろん高いエネルギー効率の設備を導入し、最新の環境対策を講じるとしていたよ。でもねえ、化石燃料を燃やすということは二酸化炭素と水蒸気を出すということなんだ。だから、どんながんばっても大量の二酸化炭素が出てしまう。

で、アセス審査の当事者である経産省原子力安全・保安院の助言機関である環境審査顧問会でも強い異論が出て、見解をまとめきれないまま、環境大臣に意見照会したらしい。

A君ー強い異論って？

H教授ーつまり、今までなら精一杯の対策をしているからといってゴーサインを出せたんだろうが、いまじゃ「京都議定書達成目標計画」を閣議決定していて、電力業界からの削減目標量

も定めている。それに真っ向から挑戦するような二酸化炭素排出量の増加をこのまま許さんり認めてもいいのかという議論が、経産省内部からもあったらしいんだ。

A君ーへえ、アセス審査で建設不可！という結果は出せないんですか。

H教授ーそりゃあ、ムリだろう。もともとアセスは建設するんだったらこれだけのことをしてくださいという注文を技術的に可能な範囲でつけるものなんだ。

A君ーつまり何が問題だと？

H教授ー政府・経産省は電力自由化を進めてきた。競争原理を導入して電力をより安価にしようとしてきた。その一方で、「京都議定書達成目標計画」を閣議決定したんだけど、もともと目標計画と電力自由化は矛盾するものなんだ。

もちろん、事業者に代替としてCDMなり排出権購入なりで別途見合いの二酸化炭素排出量削減をさせるという手法はある。

A君ーあ、それいいじゃないですか。一種の代償ミティレーションですね。

H教授ーでも、そうすればその分コスト高になって随分高い電力になってしまう。それはもともと電力自由化により安価な電力をという電力自由化を否定してしまうことになるんだ。

A君ーじゃ、これからどうなるんですか。

H教授ーうん、どうなるんだろうと思っていたら、急転直下解決。新聞によるとつい数日前に突如この会社が計画中断を発表し、アセス準備書を取り下げちゃったらしいんだ。

A君ーえ？ どうして？ 地元の反対でもあったんですか。

H教授ーいやあ聞いてないなあ。理由として石炭の価格値上がりと地球環境を自主的に配慮したと言っており、新聞じゃあ多分このまま断念するだろうという予測記事がでていた。

A君ー裏でなにかあったんですか。

H教授ー知らないけど、窮地に立たされた経産省の必死の説得があったのかな。世界に冠たる

MITIの行政指導は今も健在かもしれない。

A君ーこの一連のことからなにを学べばいいんですか。

H教授ーアセスの限界ってどこだろう。本来、アセスは開発計画の是か非かを環境面から決めるものじゃなくて、開発するんだったら最低限こういうことをしてくださいよという条件をつけて、環境配慮を徹底させた開発にさせようというものなんだ。開発そのものはか非かを議論する場は本来議会とかのはずなんだけれどね。

A君ーいまは京都議定書目標達成計画という差し迫った話だったんですが、本来はもっと長期的な開発と保全の指針とかビジョンが必要なんじゃないですか。

H教授ーそりゃそうだし、いろんなビジョンがあるにはあるんだけど、どれもこれも願望と予測がごっちゃになっているんだ。

でも願望と予測をごっちゃにするのは日本のお家芸かもしれないね。先日のトリノオリンピックのメダル予測もそうだったし。

A君ーでも30年先とか50年先とかを予測するのは難しいでしょう。

H教授ー先日、中央環境審議会で第三次環境基本計画の素案が発表され年度内の閣議決定を目指している。この素案のなかで2050年あたりをターゲットにした環境政策の超長期ビジョンを作れといっている。それも現状のトレンドをただ伸ばすんじゃなく、50年先のあるべき社会から現在の政策を見直すというバックキャスト方式を考えろ、とまあこういう趣旨だ。

つい最近も二酸化炭素半減に向けての日本と英国の環境省による共同研究も開始が決まった。

A君ーへえ、審議会に言われて環境省も重い腰を上げたというわけですか。

H教授ーそんなわけないだろう。原案づくりにも事務局としての環境省が関わっていたに決まってるじゃないか。役所のジョーシキだよ。

予算説明書によると、第三次環境基本計画で将来展望の基本的な方向性を示し、19年度中に

具体的なビジョンをとりまとめるそうだ。

A君ーそれを審議会でやるのですか。

H教授ーデータ収集やシミュレーションはコンサルタントにやらせ、有識者による検討会で議論するところから始めるんじゃないかな。

でも難しいと思うよ。

A君ー何がですか。

H教授ー50年先の社会経済状況がどうなっているかを枠組みというか前提として想定しなくちゃいけない。人口、年齢構成、GDP、エネルギー需給等々だよね。

ところがこうしたものは公的に決定したか、暗黙の了解かはともかくとして、個々に見れば予測は一応はあるんだ。例えば、人口だとか出生率も一応の想定があるからこそ、年金支給ができる。

問題は、さっきも言ったように、それらの見通しは楽観的で願望が入り混じったとしかいいようがないものばかりだということだ。

A君ーそんなの無視して、シビアで現実性のある客観的なビジョンとシナリオを書けばいいじゃないですか。

H教授ーそんなものの環境省単独で作ったって各省は無視するだけじゃないか。

かといって各省の参加の元でやれば、甘い技術開発の見通しを語り、ライフスタイルの見直しだとか価値観の転換をお説教するだけの、毒にも薬にもならないものしかできないよ。

A君ーじゃあ、どうすればいいんですか？

H教授ーそれこそ、ソーリがリーダーシップをとって、各省の今までの予測や計画は棚上げして、「客観性の高いベストなものを作れ」「各省もそれに全面協力せよ」と言ってくれればいいんだけど、それも望み薄だからなあ。

それだけじゃない。予測困難、あるいは予測を口外しづらいものだっていっぱいある。

確かなのは、キミが生きていれば嫌われ者の爺さんになっているということだけで。

A君ー（間髪を入れず）そしてセンセイは、墓

の中で誰からも忘れ去られているんですね。あ、それは50年先じゃなくて、5年先か。

それはともかくとして、予測困難、予測口外困難って、例えは？

H教授ー50年先に原油は枯渇しそうになっているのか、相変わらず「あと50年」なんて言っているのかわからない。ただ、50年先だと新たな油田発見という事態はもうないだろう。

それから巨大な隣人、中国がその頃も統一国家であり続けているのかどうかだってわからない。もし統一国家だとしたらGDPは米国を抜いて世界一になっているだろうし、分裂したとしたらそれはそれで巨大な影響を及ぼす。

暖冬かどうか半年先の予測だって間違ったばかりなのに、50年先の予測なんて難しいだろう。

A君ーじゃ、作るなってことですか。

H教授ーノー、だからこそいくつの選択肢を考え、常なる見直しを図るという前提で作らなきゃいけないんだ。

瀬戸内海環境基本計画は数年前改訂されたけど、以前のものと同様、あってはならない瀬戸内海を依然として強く意識してつくられたものだ。いま、〈里海〉とよくいわれるけど、じつは具体的で定量的なビジョンやイメージが浮かび上がっているわけじゃない。

われわれも超長期国家環境ビジョン策定の動きと連携して50年先の瀬戸内海＝里海のビジョンを作り上げる気概を持たなきゃいけない。

A君ーその気概はまず「憂さ富」「愛せ田舎」ですね。富に溺れることを憂い、田舎を愛せ。

H教授ーなんだそれは。

A君ー「ウサトミ」「イトセイナカ」、サトウミとセトナイカイのアナグラムです。

H教授ー…

（平成18年3月3日）

註：拙著「H教授の環境行政時評」を抜粋、アレンジ、加筆しました。

人と自然が共生する
21世紀の環境づくり



美しい兵庫の環境づくりにあなた
もご参加ください！

会員募集

事業所会員／団体会員／県民会員
(1口3万円) (1口1万円) (1口1千円)

- ご加入をお待ちしています。
- お問い合わせは下記まで。

ISO14001/9001認証取得

環境保全創造事業

- 環境学習の推進
- 事業所の環境管理の促進支援
- 地球温暖化防止活動の促進
- 循環型社会形成の推進
- 国際協力事業の推進

環境コンサルタント事業

- 循環型社会形成コンサルタント事業
- 地球環境保全コンサルタント事業
- 環境アセスメント事業
- 環境に関する総合評価策定事業

環境測定・分析事業

- 排ガス及び大気環境の測定
- 騒音・振動・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
- 生物相調査
- ダイオキシン類等微量物質の測定・分析
- ご依頼をお待ちしております。

財団法人 ひょうご環境創造協会

Hyogo Environmental Advancement Association

〒654-0037 神戸市須磨区行平町3丁目1-31 TEL.(078)735-2737/FAX.(078)735-2292
くわしくはホームページで… <http://www.heaa-salon.or.jp/>

快適な都市環境を守り新しい大地を造る事業



大阪湾フェニックス計画

フェニックス計画は、近畿の自治体、港湾管理者が出資する事業であり、大阪湾の埋立てにより、近畿圏から発生する廃棄物の最終処分を行い、埋立てた土地を活用して、港湾機能の整備を図るもので

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、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。



大阪湾広域臨海環境整備センター

〒530-0005 大阪市北区中之島2丁目2番2号
ニチメンビル9階
TEL (06)6204-1721(代)/FAX (06)6204-1728
<http://www.osakawan-center.or.jp/>

瀬戸内海各地のうごき

奈良県で実施 大和川水質改善強化月間事業

奈良県環境政策課・河川課・下水道課

冬期に大和川の水質が悪化することから、2月を「水質改善強化月間」に指定し、啓発を行っている。「水質改善強化月間」の周知を徹底し、流域住民の水質保全意識の高揚を図るため、昨年度に引き続い生活排水対策に係る啓発、広報等を実施した。

<事業内容>

・水質改善強化月間キャンペーン 環境政策課

奈良県、流城市町村、国土交通省大和川河川事務所が連携し、駅前や量販店の店頭等において、エコスクレイパー（台所鍋等ふきとり用へら）等の配布による街頭啓発キャンペーンを実施した。

・広報誌による啓発 環境政策課

県及び市町村の広報誌を通じて、水質改善強化月間の周知や各家庭における生活排水対策の広報を行った。

・啓発パネルの展示 河川課

県民ホールや県内量販店等において、平成17年度に実施した「環境学習サポート」の様子を中心に、生活排水対策を呼びかけるパネル展示を行った。

下関市で開催 木屋川の水を守る森づくり交流会 (下関市豊田町)

山口県環境生活部環境政策課

平成17年11月30日、木屋川流域の上・下流連携による森づくりを推進するため、都市住民や企業などによる森林ボランティア活動として、木屋川森・川・海水環境ネットワーク協議会、木屋川水系の利水企業、一般企業、森林整備ボランティア等87名が参加し、山々

が紅葉で色づいたなか、ヒノキ林（20年生）の枝打ち作業に汗を流した。

作業を行ったヒノキ林は、当初ヒノキの枝は枯れ上がり、林内は暗く、下草がほとんどない状態だったが、森林整備ボランティアの指導のもと、枝打ち作業が進むにつれ光が明るく差し込みはじめ、作業終了時には下草の生長が期待できる水源滋養機能のある健康的な森となった。



大阪市で開催 クリーンアップキャンペーン「E C Oクリスマス☆キラキラ☆水族館」 大阪市

大阪市港湾局では、クリスマス時期にあわせて「E C Oクリスマス☆キラキラ☆水族館」を開催し、海をきれいにする運動として実施してきた。市民ボランティアによる清掃イベント「クリーンアップキャンペーン」の発展形として、市民が楽しみながら「海の環境」について考えるきっかけを作ろうと開催した。「キラキラ水族館」というネーミングどおり、岸壁上に設置したペットボトルでできた水槽は、ライトアップすると、さながら氷細工のようにキラキラと輝き、幻想的な雰囲気をかもしだした。

9基の水槽のうち4基は「海の仲間たち」

瀬戸内海各地のうごき



として、地元も小学生や保護者が使用済みペットボトルで作った2mを超すジンベイザメや大ダコ、かわいい小魚たちで飾り、残りは、高校生が制作した海のごみを素材にしたアーティスティックなオブジェを展示した。

今回の参加者から「楽しかった。また参加したい」などの声が寄せられ、今後も事業を継続し、より多くの市民の参加を得て、大阪港から“海をきれいにしよう”のメッセージを発信していきたい。

大阪市で開催

「クリスマス紙芝居教室」、「新春お茶席」

大阪市

○クリスマス紙芝居教室

平成17年12月の土・日に水道記念館において、サンタクロースに扮した記念館職員が水にまつわる話を題材とした紙芝居を参加した幼児に読み聞かせ、クリスマス気分を味わいながら水や水辺の生き物に親しんでもらった。

○新春お茶席

平成18年1月6日～22日、水道記念館において赤い毛氈を敷いた席で、高度浄水処理水を使って点てたお抹茶を和菓子と一緒にいただき、おいしくなった水道水と水資源の大切さをPRした。会場では、和の雰囲気のBG

Mを流し、記念館職員が和装で接客した。

高槻市で実施

たかつきエコフェスタ2006

高槻市環境部環境政策室環境保全課

高槻市では環境に対する意識を高めるため、「たかつきエコフェスタ2006」を1月下旬の3日間実施した。

内容は、展示ホールにおいて市民団体・事業者による事業活動の展示を行ない、多目的ホールにおいては、環境保全等の功労者に対する表彰と基調講演ならびに市内の小中学校の児童・生徒による日ごろ取り組んでいる環境学習での事例発表を行った。

4つの学校が参加して、こどもなりに感じた身近な生きものや自然を通じて、自ら情報を集めたり調べたりしてまとめた結果を影絵などを使って工夫を凝らした演出で発表した。

展示会場は前年も増して家族連れなどでにぎわい、特にこどもの発表会場は満席になり、市民の環境に対する関心の高さがうかがわれた。来年度以降も継続して実施していく予定です。

松山市で

家庭でできるお魚の飼い方教室

松山市環境部環境事業推進課

松山市では、都市環境学習センター（環境学習施設）の事業運営をNPO法人に委託している。館内では、展示物の見学や自然素材を活かしたクラフトの体験ができる。そのほか毎月1回程度、松山市内の山や川を会場に自然観察会やエネルギー実験教室など各種イベントを開催している。

1月29日には館内展示物の目玉でもある水槽内の生物を通して、水辺の環境と重要性を

瀬戸内海各地のうごき

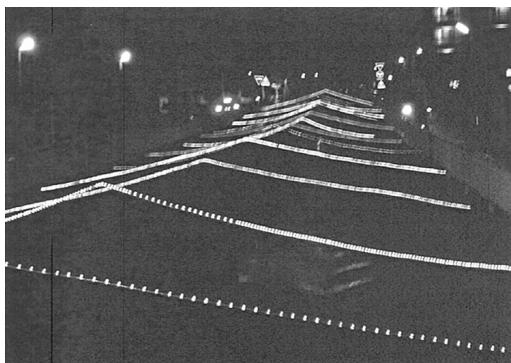
実感してもらうため、魚の特徴や自宅での飼育方法等を学ぶ教室を開催し、市民36名が参加した。

水槽では、松山市を流れる重信川に生息する生物を上流・中流・下流に分けて飼育しており、日頃から子ども達に親しまれている。当日は特別に魚へのエサやりや水質チェックを行い、楽しみながら水辺の生物や環境について学んだ。



大分市で 住吉川イルミネーション（冬ホタル） 住吉川浄化対策推進協議会

流域の4町の有志等で住吉川の上空約75mにわたりLED（発光ダイオード）のイルミネーションを設置し、平成17年12月1日から年末にかけて点灯した。



イルミネーションの点灯風景

流域の住民や道行く人の目に「冬ホタル」として、おおいに楽しんだ。この「冬ホタル」を通じて住吉川浄化事業の啓発を進めていくこととしている。

加古川市内で開催 平成17年度東播磨ブロック保健衛生 推進委員指導者研修会

兵庫県保健衛生組織連合会東播磨支部

兵庫県保健衛生組織連合会の東播磨ブロックでは、今年度の推進委員研修会を実施するにあたり、普段の生活に密着した「生活衛生」をテーマに取り上げることで進めることにした。

近年、地球温暖化防止等の環境問題を中心に活動展開しているが、より良い環境の中で快適な暮らしを図るための行動として、住民に最も身近なものである「住環境の改善」についての認識を深めるため、2月22日に加古川市立勤労会館において研修会を開催した。

特に婦人層の関心が高く90名を超える参加があった。

<研修内容>

1. 講 演

「シックハウス症候群の主要原因物質・不快衛生害虫の概説と対策について」

(社)兵庫県ペストコントロール協会

理事 坂本 輝美 氏

2. 実演・実習

ダニ検査（室内塵性ダニ簡易検査）

加古川健康福祉事務所 薬務・生活衛生課

岩国市内で開催 平成17年度快適な環境づくり研修会 (社)山口県快適環境づくり連合会

山口県内の全市町村で快適な環境づくりに

瀬戸内海各地のうごき

活動しているボランティアやその関係者が一堂に会し、緊要かつ重要な問題について、相互に体験発表や情報交換を行って、今後の実践活動に役立てるとともに、新しいリーダー養成を行うことを趣旨としている。

1月26日～27日の1泊2日で、基調講演や会員の先進的な体験発表を行った。

活発な質問も多く、関心が高いことが理解できた。

○「瀬戸内海の今日的課題と瀬戸内法改正の動き」
(社)瀬戸内海環境保全協会

常務理事 中嶋國勝

○「清流錦川と県東部を中心に記録的な豪雨をもたらした台風14号」
山口県土木建築部河川課

主査 野稻 誠 氏

○「災害ボランティア活動と課題」
社会福祉法人山口県社会福祉協議会

事務局長 伊達 巧 氏

○「岩国市中通商店街における生ごみのリサイクル事業」 岩国市中通商店街振興組合

理事長 森重雅伸 氏

○「わたしたちの健康はどうか。今、問題は何か」 山口県健康福祉部健康増進課

保健技監 珠山光顕 氏

○「家庭排出ごみ（一般廃棄物）の減量活動」
防府市東石ヶ口自治会
会長 平野恒太郎 氏

奈良市内で開催

第29回瀬戸内海水質汚濁研究公害研 会議

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

2月7日に奈良県新公会堂で「第29回瀬戸内海水質汚濁研究公害研会議」を開催した。

この会議は、赤潮発生などの調査研究について、瀬戸内海沿岸域の試験研究機関が共同して取り組むため、瀬戸内海環境保全知事・市長会議の専門部会として、昭和53年から運営されている。

今回は、環境省から「第六次水質総量規制の在り方答申と今後の課題」についての報告、各試験研究機関の調査研究状況アンケート結果報告及び幹事会の開催報告後、広島県（高濃度酸素水溶解システムによる海域浄化試験）、大阪府（公共用水域水質等データベースの活用）の報告を行った。

また、瀬戸内海環境保全知事・市長会議から「瀬戸内海の再生方策」について説明した。

特別講演として、「沿岸海洋の環境保全と修復」を（独）産業技術総合研究所沿岸海洋研究グループ長の星加 章先生が講演を行った。

協会だより

(2005. 12. 1~2006. 2. 28)

瀬戸内海環境保全セミナー 近畿ブロック運営連絡会

平成17年12月20日（火），兵庫県民会館（神戸市）において，瀬戸内海環境保全セミナー近畿ブロック運営連絡会を開催し，実施計画案について検討した。



瀬戸内海環境保全セミナー 中国ブロック

平成17年12月22日（木），ピュアリティまきび（岡山市）において，瀬戸内海環境保全セミナー中国ブロックを開催した。

○講 演

「瀬戸内海における里海とは」

九州大学応用力学研究所教授 柳 哲雄

○パネルディスカッション

「環境保全・再生の実践活動を進めるために」

コーディネーター：

九州大学応用力学研究所教授 柳 哲雄

パネリスト：（事例紹介）

- ・アマモ場再生に向けた取り組みについて

日生町漁業協同組合長 本田和士

- ・榎野川河口・干潟の自然再生の取組について

榎野川河口域・干潟自然再生協議会

会長代理 鬼頭 鈞

- ・水辺での環境教育・学習に関する取り組みについて

岡山県作陽高等学校教諭 神田寿則

第77回企画委員会

平成17年12月26日（月），ひょうご国際プラザ（神戸市）において，第77回企画委員会を開催した。

①協会会費のあり方に関する企画委員会報告のとりまとめ，②協会設立30周年記念事業，について協議・検討した。

瀬戸内海環境情報基本調査 第3回検討作業会

平成17年12月27日（火），山口グランドホテル（山口市）において，平成17年度第3回検討作業会を開催した。

①解析編報告書（素案），②文献総説編報告書（素案），③総合解析編報告書（素案），④新規調査結果，について検討した。

編集委員会（第2回）

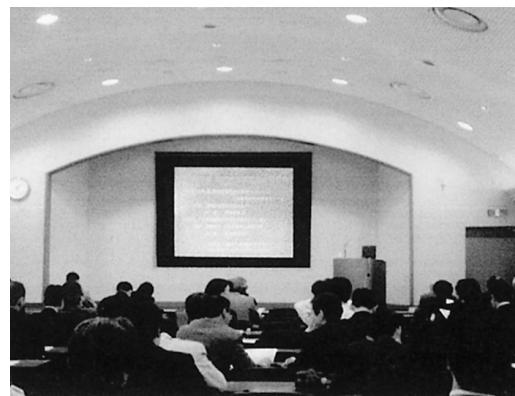
平成18年1月31日（火），兵庫県民会館（神戸市）において，平成17年度第2回編集委員会を開催した。

①総合誌「瀬戸内海」第44号，②45号，46号，47号の原稿収集，について検討した。

調査委員会

平成18年2月7日（火）、ホテル日航奈良（奈良市）において、平成17年度調査委員会を開催した。

①平成17年度瀬戸内海環境情報基本調査結果、②平成18年度新規調査計画（案）、について検討した。



平成18年度瀬戸内海環境保全月間ポスター選定委員会

平成18年2月14日（火）、ひょうご国際プラザ（神戸市）において、瀬戸内海環境保全月間ポスター選定委員会を開催し、瀬戸内海環境保全月間ポスター選定について協議し、最優秀賞（環境大臣賞）、優秀賞（協会会长賞）、並びに佳作（協会会长賞）の計10点を選定した。

瀬戸内海環境保全研修会

平成18年2月17日（金）、兵庫県農業共済会館（神戸市）において、平成17年度瀬戸内海環境保全研修会を開催した。

○「森・里・海の総合テクノロジー
－環境考古学の視点から－」

国際日本文化研究センター

教授 安田喜憲

○「土壤環境行政の最近の動きについて」

環境省水・大気環境局土壤環境課

課長 鎌木儀郎

第78回企画委員会

平成18年2月22日（水）、ひょうご国際プラザ（神戸市）において、第78回企画委員会を開催した。

①協会会費のあり方（企画委員会報告）、
②平成17年度事業実施状況、③平成18年度事業計画（案）、について協議・検討した。

参事・事務局長並びに担当課長会議

平成18年2月28日（火）、兵庫県民会館（神戸市）において、平成17年度参事・事務局長並びに担当課長会議を開催した。

①平成17年度事業実施状況、②平成18年度事業計画（案）、について検討し、会員相互の情報交換を行った。

瀬戸内海研究 会議だより

(2005. 12. 1~2006. 2. 28)

第2回企画委員会

平成17年12月20日（火）、兵庫県民会館（神戸市）において、第2回企画委員会を開催し、①平成17年度「瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成」中間報告、②平成18年度「瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成」募集等、③平成18年度「瀬戸内海研究フォーラム」、④「瀬戸内海の生物資源と環境」の発展版、について協議・検討した。

瀬戸内海研究フォーラム in 広島 運営準備会

平成18年2月20日（月）、廿日市市宮島支所（廿日市市）において、平成18年度「瀬戸内海研究フォーラム in 広島」の運営準備会を開催した。

①平成18年度「瀬戸内海研究フォーラム in 広島」企画案、②フォーラムまでのスケジュール、③フォーラムの会場、について検討した。

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

M 國土環境株式会社

本 社 〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
TEL : 03-4544-7600(代表)

西日本支社 〒550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀3-2-23
TEL : 06-6448-2551(代表)

環境情報研究所 環境創造研究所

支 店 東北 名古屋 大阪 九州 沖縄

営業所 札幌 秋田 福島 茨城 千葉
神奈川 新潟 金沢 北陸 静岡
三重 岐阜 和歌山 奈良 神戸
中国 四国 北九州 北京(海外)

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

募集中

せとうち風景フォトコンテスト

<趣旨>

瀬戸内海は、昭和9年に国立公園に指定されて70年を超える、時代の流れと共に親しまれた風景も変わりつつあります。

この度、代表的な瀬戸内海（沿岸域を含む）の風景を自然、歴史、文化の観点から再認識し、この貴重な風景を記録にとどめるとともに、環境保全と今後の活動の基盤とするため、フォトコンテストを実施し、写真集を作成することとなりました。

<募集規定>

(1) 募集作品

瀬戸内海（沿岸域を含む）の自然美、生活風景、伝統行事（祭り等）、歴史建築物等の風景写真を募集します。

(2) 募集期間：平成18年2月27日～平成18年9月30日

(3) 作品等規格

- ・作品：カラープリント 六切りサイズ（203mm×254mm）又はA4サイズ
- ・応募資格：住所・年齢は問いません。
- ・応募作品数は、制限しません。但し、最近（平成16～18年）に撮影した未発表作品に限ります。応募作品は、返却しません。（但し、複数受賞はできません。）
- ・別紙に①住所②氏名③年齢④職業⑤写真のタイトル⑥撮影意図⑦撮影場所⑧撮影年月日を記入して下さい。
- ・入選者は、ネガフィルム又はポジフィルム、データファイルをご提出下さい。指定期間内にご提出がなければ、入賞を取り消すことがあります。
- ・入選作品の版権は、主催者に帰属します。

(4) 賞：最優秀賞 1点（環境省水・大気環境局長賞 副賞 10万円）

優秀賞 2点（瀬戸内海環境保全協会会長賞 副賞 5万円）

入選 47点以内（瀬戸内海環境保全協会会長賞 副賞 1万円）

(5) 審査：専門家も加えた選定委員会を設置して選定

(6) 発表：平成18年11月上旬（ホームページ等で発表、受賞者に通知いたします。）

(7) 主催：環境省・（社）瀬戸内海環境保全協会

協賛：瀬戸内海環境保全知事・市長会議

(8) お問い合わせ先・作品受付

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1-5-1

国際健康開発センター 3階

（社）瀬戸内海環境保全協会 TEL 078-241-7720

<http://www.seto.or.jp/setokyo/>

