

瀬戸内海

Scientific Forum of the Seto Inland Sea

特集 赤潮の現状と対策



No.74

(公社) 瀬戸内海環境保全協会

THE ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION OF THE SETO INLAND SEA

瀬戸内海環境保全憲章

The Seto Inland Sea Charter on Environmental Protections

“瀬戸内”は、われわれが祖先から継承した尊い風土である。

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

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

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

輝かしい21世紀の創造をめざし、人間復活の社会実現を強く希求するわれわれは、この瀬戸内の現実を直視し、天与の美しく、清らかな自然を守り育てることが、われわれの共通の責務であることを自覚し、地域の整備、開発その他、内海利用にあたっては、環境破壊を強く戒め、生物社会の循環メカニズムの復活を図る必要性を痛感する。

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

昭和46年7月14日

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

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

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

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

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

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

も く じ

瀬戸内海と私

島の景観について考えたこと	鳴海 邦碩	2
---------------	-------	---

特集 赤潮の現状と対策

瀬戸内海における赤潮発生および被害状況について（平成 28 年）	水産庁瀬戸内海漁業調整事務所指導課	4
瀬戸内海の赤潮と水質の関係	藤原 建紀	7
瀬戸内海の海洋環境と赤潮の発生および防除	今井 一郎	10
大阪湾の貝毒原因種、アレキサンドリウム属一二枚貝の毒化と赤潮の形成	山本 圭吾	17
播磨灘のシャットネラ赤潮	吉松 定昭	22
宇和海における <i>Karenia mikimotoi</i> 赤潮の現状と対策	久米 洋	25
有害プランクトンの早期検出及び防除技術	太田 耕平・清水 園子	28

国からの情報

有明海・八代海等総合調査評価委員会報告について	環境省水・大気環境局水環境課 閉鎖性海域対策室	32
瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査の実施について（続報）	環境省水・大気環境局水環境課 閉鎖性海域対策室	36

研究論文 瀬戸内海の景観多様性を論じる 12

芸術祭が残してくれたもの	立花 律子	40
--------------	-------	----

ジャーナリストの瀬戸内海 8

誰が豊穡の海を守るのか	森田 康裕	46
-------------	-------	----

会員レポート

紫川の河川改修工事における環境配慮への取組 福岡県北九州県土整備事務所 河川砂防課 「大阪市水環境計画」の推進について	大阪市環境局環境管理部環境管理課 水環境保全グループ	50
香川県の放流行事について	香川県漁業協同組合連合会 総務部指導課	54
電源開発株式会社 高砂火力発電所における環境保全（地域共生活動）への取り組み	電源開発株式会社 高砂火力発電所	56
マツダ株式会社における廃水処理	プラント技術部 環境・エネルギー技術グループ	58

研究レポート

大阪湾湾奥の河口域におけるウミナシ復活とその要因解明	大谷 壮介・上村 了美・上月 康則	61
海洋生物の発する音を指標とした関西国際空港周辺での海域再生モニタリング	中村 清美・赤松 友成	64

シリーズ

魚の話シリーズ 68 アサリの大量へい死があった 1980 年代のこと	木村 聡一郎	67
瀬戸内海の沿海文化・30 里海の癒しの文化	印南 敏秀	69
魚暮らし瀬戸内海 第 50 回 生食の魅力と危険性	鷺尾 圭司	74

ニュースレター

瀬戸内海各地のうごき		76
事務局だより		81

トピックス・広報

第 37 回全国豊かな海づくり福岡大会～育もう 海 人 地域 みんなの未来～	第 37 回全国豊かな海づくり大会福岡県実行委員会	83
川と海のつながりが育む豊かな文化と生態系	特定非営利活動法人 瀬戸内海研究会議	85
平成 29 年度 定時総会（開催報告）	公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会	88
平成 30 年度「瀬戸内海環境月間」ポスター募集要項		90



瀬戸内海と私 —島の景観について考えたこと—

大阪大学 名誉教授
鳴海 邦 碩

1. 35年前に瀬戸内海をフェリーで通った

淡路島や家島に釣りに行くことはしばしばあるが、自分の専門の関係で瀬戸内海に関わったのは二度である。一つは本四架橋の関係で、平成4年から6年に本州四国連絡橋景観委員会の委員に、平成9年には明石海峡大橋橋梁照明運用検討委員会の委員になったことだ。もう一つは、平成21年に香川県の「瀬戸内海の景観」検討委員会の委員を務めたことである。

本四架橋の関係で一番記憶に残っているのが、明石海峡大橋のケースである。主に橋梁の塗装色の検討が課題であったが、高さおよそ50メートルの巨大なビルのようなアンカレイジのデザインについても意見を求められた。アンカレイジ自体の形態に関する意見もいろいろ出たが、デザイン指向の細工はしない方向で、構造的に合理的な形態に落ち着いた。

上述の専門の仕事とは別に、瀬戸内海の景観を長時間見続けたことが一度ある。それは昭和57年に、大阪から釜山にフェリーで行った時のことである。大阪港を午後出航したフェリーの甲板上、何時間も何時間も船が進む周囲の景色を飽きもせずに見ていた。鶴見良行氏の、アジアの南の海には、島が多い海域には島影に潜み船が来ると高速で漕ぎよせアタックする海賊と、広い海域にはひたすら追いかける長距離ランナー型の海賊がいる、という話を思い出していた。それからすると、瀬戸内の海賊は短距離型かもしれない。

また、かつて北前船がここを行き交ったのだと、感慨にもふけた。筆者は青森出身なので、北前船には思入れがあるが、北の海に比べれば瀬戸内は静かな海だなとも思った。

当たり前のことだが、瀬戸内は海の大動脈であることも痛感した。行きかう船の数も規模も半端ではなく、灯台のような信号があちこちに見え、それを実感した船旅でもあった。

2. 「瀬戸内海景観ガイドライン」の検討に関わった

香川県の「瀬戸内海の景観」検討委員会で検討した内容は、香川県の「瀬戸内海景観ガイドライン」と「土庄町景観計画」として結実している（いずれもウェブ上で閲覧できる）。直島町と小豆島町の景観計画も検討したが、両町は景観条例を策定しなかったため、成案となっていない。

ガイドラインは、小豆島および直島諸島を対象としたもので、景観の検討にはさまざまな工夫が凝らされた。この地域は歴史が多様かつ古く、さまざま古今の歌や絵図も参考にした。小中高の学校の校歌から景観を学んだり、また、学校の美術教師から得られた意見も興味深かった。

とりわけ筆者が関心をもったのは、小さな島々からなる360度開かれた景観、互いに見るみられる関係にある景観をどうとらえたらいいかという課題である。船の航路からみる島並みのシルエットを透明なフィルムに印刷し、船旅の途中で重なる場所を発見するというアイデアも考えてみた。

もう一つは、島の生活領域にある石積みなどの景観である。とりわけ石積みの積敷は迫力がある。

住民アンケートなどではあまり認識されていないようだったが、大事にしていって欲しいと思う。

景観対策として取り組むことは簡単ではないが、こうした瀬戸内海の景観の固有性について、ガイドラインの中に以下の項目で記述することにしていただいた。

(1) 内海多島の珠玉の景観／(2) 横と縦の移動により刻々と変化する景観／(3) 自然と歴史・文化、人々の営みが織りなす景観／(4) 昼と夜に煌めく景観

3. 「島の景観セミナー」を開催した

委員会での検討が終わり、その成果を地元に関心を持ってほしいとの思いもあり、平成22年10月、筆者の所属する都市環境デザイン会議の主催で「島の景観セミナー」を小豆島の土庄町で開催した。趣旨は以下のようなものであった。

島は海を交流の道とした時代のいわば駅の役割を果し、交流の歴史と文化が形成されてきました。島国である日本には人が常住している島が315島あり、そこには多様な自然と文化がみられます。

高齢化・少子化に代表される社会変化を背景に、島の新たな活性化の方向が求められています。そのようななかで、ニューツーリズムの可能性の追求も必要であり、そのためには自然と共生し歴史を活かした環境デザインや魅力ある景観の形成が必要であると考えます。そこで今回、島の暮らしや環境を再認識し、魅力ある環境や景観の形成方向を探る目的で、都市環境デザイン会議は今回のセミナーを企画しました。

宮城道雄の「春の海」は瀬の浦をイメージしたものといわれますが、島ならではの景観を髣髴とさせる曲でもあります。こうした島景観の魅力を味わう機会にもしたいと思います。

このセミナーでは、「小豆島の紹介」を地元の写真家に、「瀬戸内海の景観」を香川県の担当者に発表していただき、これに加えて「長崎からの報告」と「琉球からの報告」をそれぞれの地域の専門家にしてもらった。

長崎からの報告は壱岐、五島、大島に関してのもので、次のように締めくくられた。島というのは非常に領域がはっきりしており、そういう意味では個性を非常に顕在化しやすい。しかし、合併によって平準化ないし均一化が進行し、島という枠が外れつつある。そうすると、街の疲弊化が進み、風景も変わってくる。

沖縄からの報告は渡名喜島（となきじま）と竹富島に関するものであった。報告で強調されたのは以下の点であった。島づくりを考える場合、島の自然・文化・歴史に立脚していくことが重要であり、大切なのは島のスケール感を壊さないことだと思う。また、持続可能な島づくりということになると、これは島の自治力と不可分だと考える。計画論では歴史的景観とか自然景観とか分離して考えるが、本当はみんな繋がっている。そのことに気付くことが大事である。

4. 島の景観のこれから

島の景観、とりわけ瀬戸内の島の景観は、掛け替えのない魅力と豊かさをもっている。それはこの地域の細やかで多様な環境と古い歴史から紡ぎだされてきたものである。それを紡ぎ出したのは、人びとの暮らしである。この暮らしが持続しなければ、島の景観は損なわれ、失われる可能性がある。島のセミナーでの「長崎からの報告」、「琉球からの報告」もこのことを強調していた。

景観づくりはまちづくりである。あるいはまちづくりの「見える結果」が景観であるということができる、高齢化、人口減少の時代ではあるが、暮らしと環境の質の豊かさが評価される時代になりつつあると思う。そういう時代には島の持つ細やかな環境ないし景観がこれまでも増して人びとを引き付ける。島の景観の持続を願う。

瀬戸内海における赤潮発生及び被害状況について(平成 28 年)

水産庁瀬戸内海漁業調整事務所指導課

瀬戸内海における赤潮の年間発生件数は、昭和 51 年の 299 件をピークとし、その後は徐々に減少、平成に入ってから概ね 100 件前後でほぼ横ばいに推移しています(図 1)。平成 28 年においては、発生件数が 78 件(前年: 80 件)、うち漁業被害を及ぼしたものが 14 件(前年: 16 件)となりました(表 1)。被害金額は判明したもので 24,019 千円(前年 379,236 千円)となっており、主に 7~8 月に安芸灘で発生したシャットネラ属による養殖ハマチのへい死によるものです(表 2)。

出現した赤潮構成プランクトンは、16 属(前年 15 属)で、主な出現プランクトン種は、カレニア属、ヘテロシグマ属、スケルトネマ属、シャットネラ属、コクロディニウム属、ノクチルカ属等である。このうち、漁業被害を及ぼしたものは、カレニア属によるもの 7 件、ヘテロシグマ属 3 件、シャットネラ属 2 件、コクロディニウム属 2 件でした(表 3)。

継続日数別赤潮発生件数は、発生件数 78 件のうち、5 日間以内のものが 27 件(前年 30 件)、6~10 日間のものが 13 件(前年 10 件)、11~30 日間のものが 26 件(前年 17 件)、31 日間以上のものは 12 件(前年 23 件)となりました(表 4)。

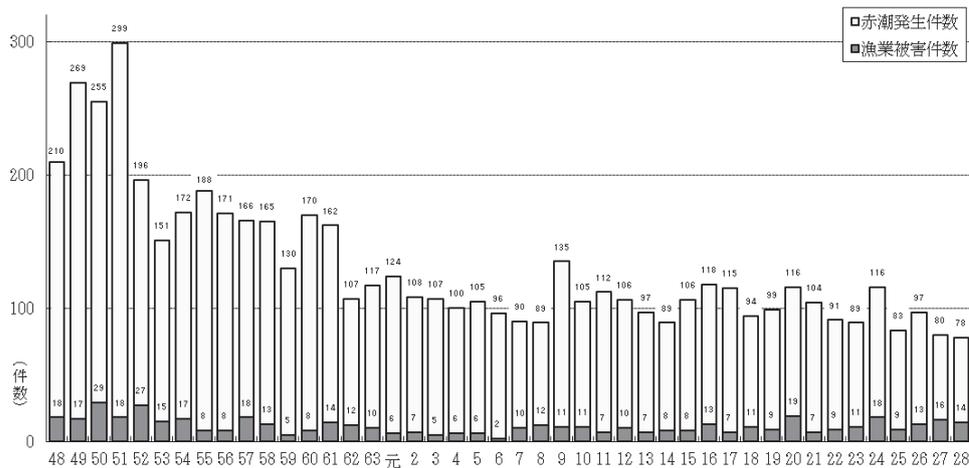


図 1 赤潮発生件数と漁業被害件数の推移

出典:「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)以下の図表も同資料より抜粋

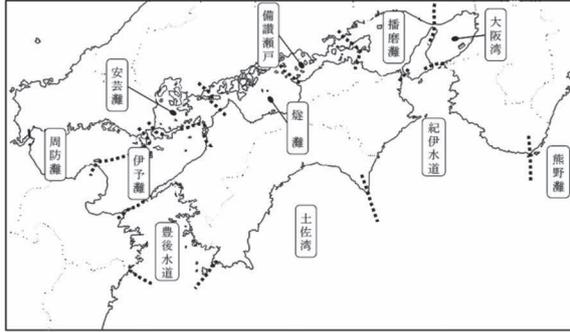


図2 瀬戸内海の灘名

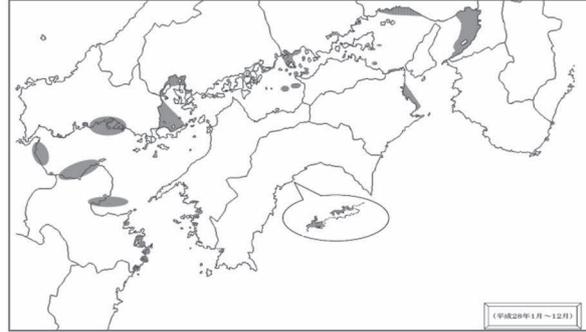


図3 赤潮発生状況(平成28年1月~12月)

表1 灘別, 月別赤潮発生件数(平成28年)

灘名	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	
		延	実	延	実	延	実	延	実	延	実	延	実	延	実
瀬戸内海	紀伊水道	1	1				2	1	3	3				11	7
	大阪湾		1	1	1	2	2	2	2	4	2			17	15
	播磨灘	1	1	2			2	1						7	5
	備讃瀬戸							3	4					7	4
	燧灘						2	2	1	1	1			7	3
	安芸灘							2	3	3	2			10	4
	伊予灘							1	1					2	1
	伊予灘							2						2	2
	周防灘						3	6	3	1	3	2	1	16	13
豊後水道	1	1	2	3	4	11	8	3	4	1	2	2	42	25	
小計	延	3	4	5	4	6	22	27	17	18	8	3	2		
	実	3	4	5	4	6	22	27	17	18	8	3	2	78	14

- 1) 縦計の「延」は複数の灘に、横計の「延」は複数の月にまたがるものを各々計上し、「実」はそれらを1件として計上した。
- 2) 下段の数字は漁業被害件数を示す。
- 3) 赤潮発生及び漁業被害事件数は、複数の灘及び月をまたがるものを1件として計上し、縦・横の計とは一致しない。

表2 赤潮による漁業被害(平成28年)

番号	赤潮発生期間(日数)	発生海域(府県名)	漁業被害の期間・水域	被害内容(魚種・へい死尾数(尾))	被害金額(千円)	赤潮構成プランクトン	最高細胞数(cells/ml)
①	1/12 ~ 6/24 (165)	豊後水道(大分県)	2月末 猪串湾	養殖魚介類 カンパチ カワハギ	200 Kg 200 Kg	不明 不明 <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	2,500
②	3/29 ~ 7/22 (116)	豊後水道(大分県)	3月末 入津湾	蕃養魚介類 サザエ	140 Kg	不明	<i>Karenia mikimotoi</i>
			4月末~7/22 入津湾	養殖魚介類 トラフグ、ヒラメ、カワハギ等 蕃養魚介類 マサバ、イサキ等 天然魚介類 アワビ、サザエ	100,000 50,000 不明	不明 不明 不明	
③	4/27 ~ 4/30 (4)	豊後水道(高知県)	4/29 宿毛湾	養殖魚介類 シマアジ	30	45 <i>Heterosigma akashiwo</i>	457,900
④	5/2 ~ 5/11 (10)	豊後水道(高知県)	5/9 宿毛湾片島 出荷場周	養殖魚介類 シマアジ	20	30 <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	597
⑤	6/7 ~ 6/28 (22)	豊後水道(大分県)	6月 蒲江湾	天然魚介類 トコブシ	不明	不明 <i>Karenia mikimotoi</i>	7,500
⑥	6/8 ~ 6/29 (22)	周防灘(山口県)	6/8 防府市牟礼漁港	蕃養魚介類 マダイ	50	不明 <i>Heterosigma akashiwo</i>	26,267
⑦	6/14 ~ 6/19 (6)	紀伊水道(和歌山県)	6/14~6/19 田辺湾白浜町 堅田地先	養殖魚介類 イサキ マアジ	約3,000 約50	500 <i>Karenia mikimotoi</i>	2,956
⑧	6/28 ~ 7/26 (29)	周防灘(山口県)	7/12 徳山湾・笠戸湾	養殖魚介類 トラフグ(1年魚) トラフグ(2年魚) 漁獲物又は蕃養魚介類 蕃養小型ブリ ペラ、アナゴ、タコ	20 Kg 約20 20 不明	不明 不明 不明 不明	<i>Karenia mikimotoi</i> 18,550
⑨	6/30 ~ 7/1 (2)	大阪湾(大阪府)	7/1 田尻町から岬町にかけての沿岸域	蕃養魚介類 海上釣堀 シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、ブリ	不明	不明 <i>Heterosigma akashiwo</i>	204,000
⑩	7/1 ~ 7/25 (25)	周防灘(大分県)	7月 周防灘	天然魚介類 アワビ、サザエ	不明	不明 <i>Karenia mikimotoi</i>	125,000
⑪	7/4 ~ 7/26 (23)	周防灘(山口県)	7/4 宇部市港町	蕃養魚介類 ハモ、ガザミ等	不明	不明 <i>Karenia mikimotoi</i>	10,110
⑫	7/11 ~ 8/12 (33)	備讃瀬戸(岡山県)	7/11~7/28 黒崎地先、笠岡地先	漁獲物又は蕃養魚介類 定置網(魚種不明)	不明	不明 <i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> <i>Chattonella ovata</i>	168 83 222
⑬	7/13 ~ 10/12 (92)	安芸灘(広島県)	7/28~8/1 大竹市阿多田島	養殖魚介類 ハマ子(3年魚)	4,597	23,444 <i>Chattonella spp.</i>	84
⑭	8/26 ~ 9/21 (27)	豊後水道(大分県)	9月上旬 入津湾	養殖魚介類 トラフグ	不明	不明 <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Chattonella sp.</i> ※被害は <i>Karenia mikimotoi</i>	1,700 1,700

瀬戸内海における漁業被害 24,019千円

表3 プラクトン別、灘別出現件数及び構成割合（平成28年）

灘名 構成プラクトン名 (属)		瀬戸内海								瀬戸内海計	
		紀伊水道	大阪湾	播磨灘	備讃瀬戸	燧灘	安芸灘	伊予灘	周防灘		豊後水道
渦鞭毛藻	<i>Akashiwo</i>								1	1	2
	<i>Alexandrium</i>		1								1
	<i>Ceratium</i>									1	1
	<i>Cochlodinium</i>									5	5
	<i>Gymnodinium</i>		1							2	2
	<i>Karenia</i>	2	1		2		1	1	6	8	21
		1						3	3	7	
	<i>Lingulodinium</i>										
	<i>Noctiluca</i>			2		1	1		1		5
	<i>Peridinium</i>								1		1
<i>Takayama</i>	3									3	
小計	5	3	2	2	1	2	1	9	15	40	
	1							3	5	9	
珪藻	<i>Chaetoceros</i>	1	3								4
	<i>Eucampia</i>	1		2							3
	<i>Skeletonema</i>	1	10						1		12
	<i>Thalassiosira</i>		3								3
	小計	3	16	2					1		22
ラフィド藻	<i>Chattonella</i>			1	2	2	2	1		3	11
	<i>Heterosigma</i>		1		1				3	8	12
	小計		1	1	2	2	2	1	3	11	23
		1		1	1	1		1	1	5	
デイクチオカ藻	<i>Pseudochattonella</i>										
	小計										
繊毛虫	<i>Myrionecta (Mesodinium)</i>									1	1
	小計									1	1
計	8	20	5	4	3	4	2	13	27	86	
	1	1		1		1		4	6	14	

- 1) 出現件数はプラクトン毎に計上しているため発生件数とは必ずしも一致しない。また、複数の灘にまたがる場合は各々計上している。
- 2) 下段の数値は漁業被害件数を示す。
- 3) 複数種のプラクトンで構成される赤潮で漁業被害が発生した場合は、その優占種に漁業被害件数を計上している。

表4 継続日数別赤潮発生件数（平成28年）

灘名		継続日数					計
		5日間以内	6～10日間	11～30日間	31日間以上	継続中	
瀬戸内海	紀伊水道	2	2		3		7
	大阪湾	12	2	1			15
	播磨灘	2		2	1		5
	備讃瀬戸	1		2	1		4
	燧灘	2			1		3
	安芸灘	1		1	2		4
	伊予灘		1	1			2
	周防灘	3	2	8			13
豊後水道	4	6	11	4		25	
小計	延	27	13	26	12	0	78
	実	27	13	26	12	0	78

「延」は複数の灘にまたがるものを各々計上し、「実」はそれらを1件として計上した。

瀬戸内海の赤潮と水質の関係

京都大学 名誉教授
藤原 建紀

瀬戸内海では海域の水質は改善され、COD は低下しないものの、平成に入ってから栄養塩類（全窒素・全リン）濃度の低下が著しい¹⁾。一方、瀬戸内海における赤潮の年間発生件数は、平成に入ってからほぼ横ばいに推移している^{1,2)}。海域の水質改善（富栄養化対策）の中では、赤潮を減らすことが目的の大きな部分を占めてきた。しかしながら、赤潮発生件数と栄養塩類濃度を、最近までのデータにもとづいて対比した情報は乏しい。本報では、両者の関係について簡単に紹介する。

赤潮については「瀬戸内海の赤潮」²⁾および、これをもとに集計した「瀬戸内海的环境保全（資料集）」¹⁾を用いた。瀬戸内海の水質については、広域総合水質測定（環境省）のデータを集計した。集計に用いる海域区分を図1に示す。広島湾は安芸灘に、備後灘・芸予諸島海域は燧灘に含まれている。なお、この海域区分は、環境省の海域区分¹⁾とは異なっている。

瀬戸内海における赤潮の年間発生件数を図2(a)に示す。発生件数は、昭和51年の299件をピークとし、その後は徐々に減少し、平成に入ってから概ね100件前後でほぼ横ばいに推移している。このうち、漁業被害を及ぼしたものは、昭和時代は徐々に減少し、平成以降はゆるやかな増加となっている（図2(b)）。

湾灘別の赤潮発生延件数を、平成元年から10年ごとの3期に分けて平均し、図3(a)に示す。また、これに対応する海域の全窒素（TN）、全リン（TP）濃度を図3(b, c)に示す。TN・TP濃度は、広域総合水質測定（環境省）によるものであり、海域区分は図1に準じ、各海域の表底2層の平均である。



図1 海域区分²⁾

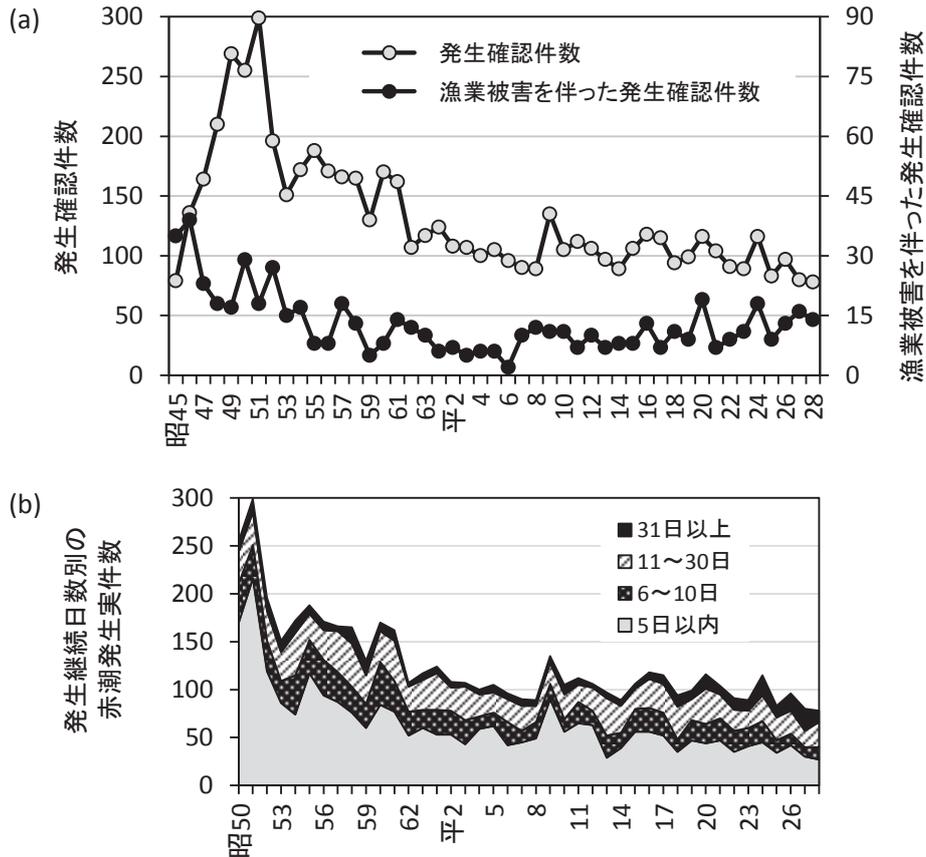


図2 (a) 赤潮発生件数(左軸)および、このうち漁業被害を伴った発生確認件数(右軸)、
(b) 発生継続日数別の赤潮発生実件数^{1,2)}

赤潮の発生延件数(図3(a))は、紀伊水道・大阪湾・播磨灘(瀬戸内海東部)および周防灘・豊後水道(瀬戸内海西部)で多く、瀬戸内海中央部は相対的に少ない。瀬戸内海東部では3期の間、赤潮発生件数の経年的な減少がみられる。一方、豊後水道での赤潮発生件数の増加が著しい。

各海域の全窒素(TN)・全リン(TP)濃度(図3(b,c))では、大阪湾の濃度が一番高い。大阪湾から東および西に離れるほど低濃度となっている。豊後水道は、瀬戸内海で最もTN・TP濃度の低い海域である。TN濃度は、どの海域でも経年的に減少しているが、特に東部瀬戸内海の濃度低下が顕著である。また豊後水道を始めとする西部瀬戸内海では、第3期に大きく低下している。

以下に、各海域の赤潮発生延件数と、それぞれの海域のTN・TP濃度を比較する。東部瀬戸内海(紀伊水道・大阪湾・播磨灘)ではTN・TP濃度の高い海域で、赤潮の発生件数が多い傾向がみられ、TN・TP濃度の経年的減少に伴って赤潮の発生件数も減っている³⁾。一方、周防灘・豊後水道のTN・TP濃度は低いのにに対し、赤潮の発生件数は多く、「栄養塩類濃度と、赤潮発生件数」は対応していない。特に豊後水道は、TN・TP濃度が低下しているにも関わらず、赤潮の発生件数が増加している。

豊後水道では、沿岸部に多数ある内湾が赤潮発生域となりやすい。このような内湾のTN・TPのデータは多くはないが、愛媛県愛南町の御荘湾のデータ(愛媛県公共用水域水質測定)をみると、湾内もTN・TP濃度は経年的な低下傾向であった。また、伊予灘と周防灘は、TN・TP等の水質には大きな違いがないが、赤潮の発生件数は周防灘の方が多かった。

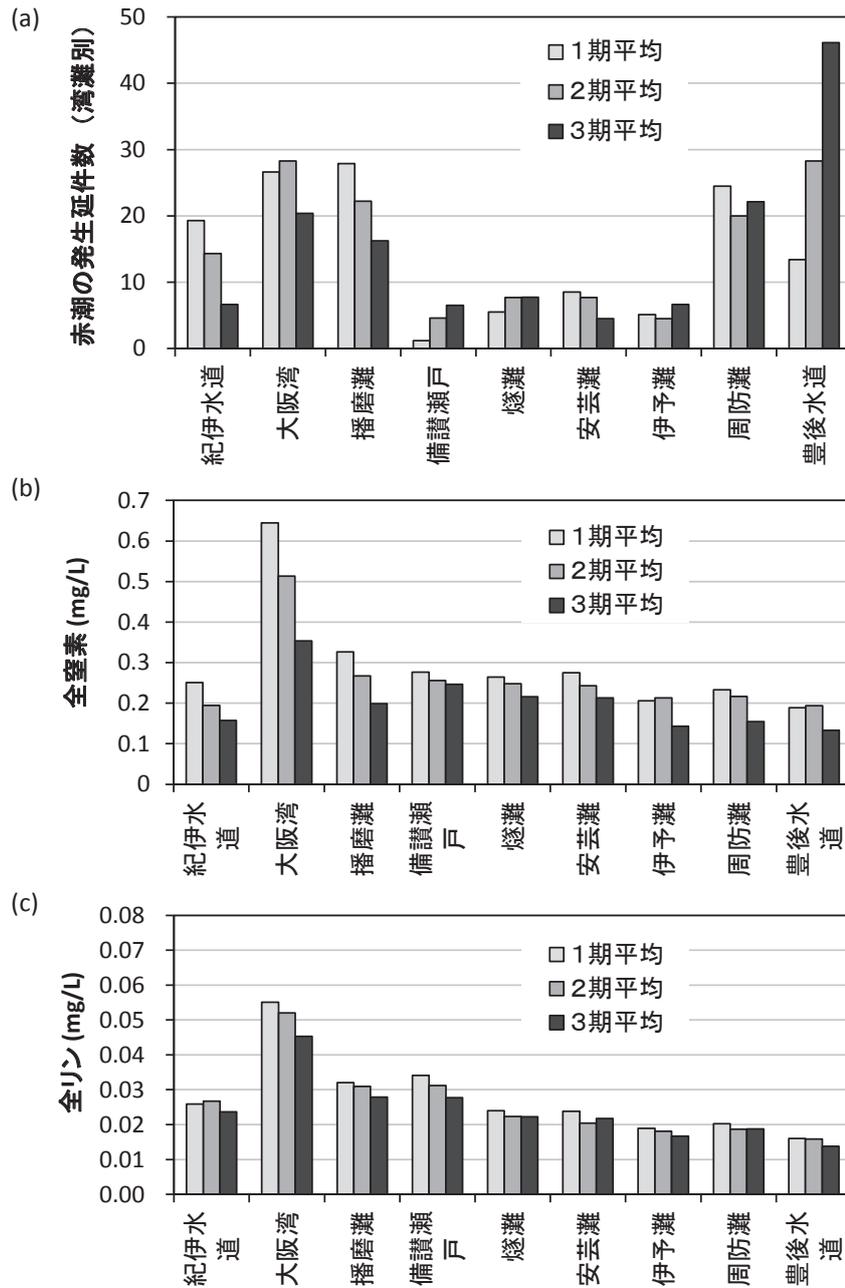
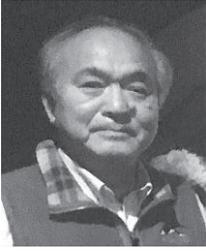


図3 (a) 湾灘別の赤潮発生延件数、(b) 各海域の全窒素濃度(TN)、(c) 各海域の全リン濃度(TP)

延件数は、複数の灘および月にまたがるものを各々計上した値。平均期間の1、2、3期は、赤潮発生延件数では、それぞれ平成元～10年、平成11～20年、平成21～28年。全窒素・全リンでは、それぞれ平成元～10年度、平成11～20年度、平成21～26年度。

参考文献

- 1) 瀬戸内海環境保全協会：「瀬戸内海の環境保全（資料集）」
- 2) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：「瀬戸内海の赤潮」
- 3) 藤原建紀(2014)：内湾の貧栄養化－窒素・リン負荷量削減が海域のCOD、栄養塩レベルにおよぼす影響－。沿岸海洋研究, 52, 11-27.



瀬戸内海の海洋環境と赤潮の発生および防除

北海道大学 大学院水産科学研究院 特任教授
今 井 一 郎

1. 瀬戸内海の海洋環境の特徴

瀬戸内海は本州、四国、および九州に囲まれた我が国で最も規模の大きい閉鎖性水域であり、1,015もの島を擁し、その多島美から1934年には第1号の国立公園に指定されている。面積は23,203km²、平均水深が38mの瀬戸内海は、大部分が水深の浅い浅海域である。平均気温15°Cと気候が温暖なことから、瀬戸内海の沿岸域には約3,000万人にもものぼる人々が暮らしている。また664本の河川を通じて年間約500億トンの水が流入し、それらの河口域には都市が発達している。とくに大阪湾、北部播磨灘、ならびに北部広島湾では沿岸に大都市が成立し、活発な産業活動により沿岸域は富栄養化が著しい。

瀬戸内海は豊後水道と紀伊水道を通じて太平洋と繋がっているが、多くの島が内海域にあることから海峡が多く存在する。海峡部では潮流が強く、鉛直混合が頻繁に起こり底層水と表層水が混ざられ、栄養塩類が表層(有光層)で有効に植物プランクトンに利用されて基礎生産が盛んとなる¹⁾。ひいては単位面積当たりの漁獲量の大きさは世界有数である。また瀬戸内海の海峡部を除く多くの水域は静穏で流れはさほど速くない。潮流の最大流速60cm sec⁻¹で赤潮の発生は不可能となるが²⁾、多くの水域でこれを超える事はない。このように静穏で生産性が高い瀬戸内海においては、植物プランクトンの大量増殖あるいは集積が起こりやすく、宿命的に赤潮が発生しやすいと言えよう。シャットネラやカレニア等の有害種による赤潮の場合は、養殖魚介類を中心として甚大な漁業被害を与えられる。

2. 瀬戸内海における赤潮の発生と被害

我が国の沿岸水域において確認された赤潮プランクトンは60種以上に上るが、赤潮の原因となる代表的な有害種を図1に示した³⁾。ラフィド藻のシャットネラ(*Chattonella antiqua*, *C. marina*, *C. ovata*を総称)、ヘテロシグマ(*Heterosigma akashiwo*)、渦鞭毛藻の夜光虫(*Noctiluca scintillans*)、カレニア(*Karenia mikimotoi*)、二枚貝を特異的に殺すヘテロカプサ(*Heterocapsa circularisquama*)、コクロディニウム(*Cochlodinium polykrikoides*)が重要種である。最も深刻な漁業被害を与えて来たのはシャットネラである。渦鞭毛藻のカレニアがこれに次ぎ、二枚貝を特異的に殺滅するヘテロカプサによる被害も大きい。近年はコクロディニウムも発生している。夜光虫とヘテロシグマによる赤潮発生件数は多いが、漁業被害を伴う事例は少ない。赤潮プランクトン各種の生物学的特性については山口(2013)⁴⁾と今井(2014)⁵⁾を参照されたい。

瀬戸内海での赤潮による魚介類の斃死被害額と主要原因プランクトンについて、経年的変動を図2に示した⁶⁾。被害額の大きい赤潮は、1998年のヘテロカプサによるカキの斃死被害(39億円)を除き、シャットネラによる場合が多い。シャットネラは、1972年に播磨灘で1,428万尾の養殖ハマ

チを斃死させ、約 71 億円もの史上最大の漁業被害を与えた。この事件は「播磨灘赤潮訴訟」の契機となり、さらに「瀬戸内海環境保全臨時措置法」制定の引き金となった。その後もシャットネラによる大きな漁業被害は頻発したが、1990 年以降の漁業被害は主にカレニアによる場合が瀬戸内海では多くなった。長期的には年間の被害額は減少傾向が認められる。ところで、珪藻赤潮による海苔の色落ち被害はこの中に含まれていない。海苔の色落ち被害は、2000 年冬季の有明海での前年比 136 億円減という大被害が有名である。瀬戸内海での海苔の被害はとくに兵庫県で大きく、岡山県や香川県等でも発生している。

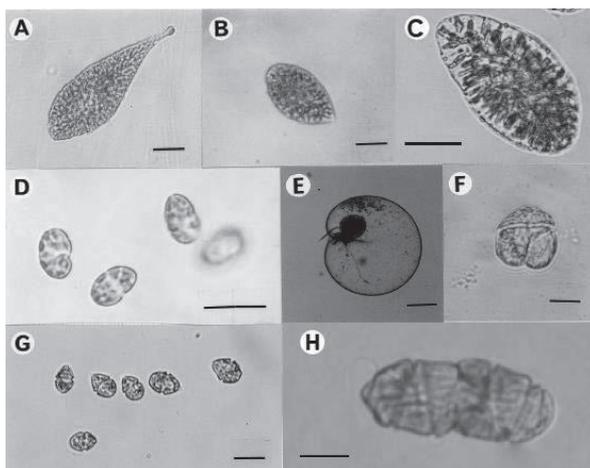


図1 瀬戸内海における代表的な有害赤潮プランクトン³⁾

魚類を斃死させるラフィド藻、*Chattonella antiqua* (A)、*Chattonella marina* (B)、*Chattonella ovata* (C)、*Heterosigma akashiwo* (D)：赤潮渦鞭毛藻、*Noctiluca scintillans* (E、夜光虫)、魚介類を斃死させる *Karenia mikimotoi* (F)、二枚貝を斃死させる、*Heterocapsa circularisquama* (G)、魚介類を斃死させる *Cochlodinium polykrikoides* (H)。スケールは、Eが 100 μ m、その他は 20 μ m

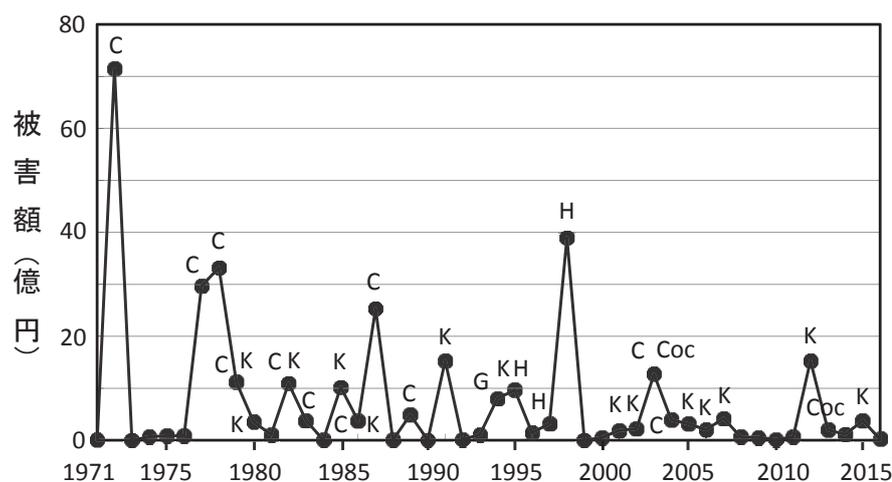


図2 瀬戸内海において発生した漁業被害額の推移およびその主要な赤潮プランクトン⁶⁾

Cはシャットネラ、Kはカレニア、Hはヘテロカプサ、Gはゴニオラックス (*Gonyaulax polygramma*)、Cocはクロロディニウムによる

3. 瀬戸内海の赤潮発生とレジームシフト

マイワシとカタクチイワシの資源量が交互に増減する現象は日本やペルーの沿岸で知られていたが、この増減パターンが太平洋全域において共通している事が見出され、レジームシフト (regime shift) と称されるようになった⁷⁾。太平洋の生物と環境条件を総合的に勘案し、生態系のレジームシフトが 1976/77 年、1988/89 年、1998/99 年に起こったと言われている⁸⁾。このような生態系変動の駆動要因として、PDO (Pacific Decadal Oscillation : 太平洋十年規模変動) が注目されている。PDO は基本的に北太平洋の海面水温が指標である。北太平洋の表面水温が高いと冬季にアリューシャン低気圧が発達し、西のシベリア高気圧との関係で冬型気圧配置が強く現れて、我が国周辺には寒冷な季節風が連吹して寒冷化する。すると冬季に北西太平洋では、より深くまで混合が起こり多くの栄養塩が表層に供給され、植物プランクトンの春季ブルームに好影響が現れて基礎生産が大きくなるとされている。この Bottom-up 効果により、マイワシの資源が増大すると考えられている。北西太平洋という巨視的な観点では、レジームシフトと植物プランクトンの発生量の大小は関連があると言われている。

瀬戸内海における有害赤潮の発生とレジームシフトの関係はどうだろうか？ 夏季の播磨灘におけるシャットネラ赤潮の発生/非発生を各年毎に整理し、表 1 に示した。寒冷モードになった 1977 年以降、発生年が多いように見受けられる。温暖モードになった 1990 年以降は非発生年が多い様にも見られる。しかしながらマイワシの様な美しいシフトのパターンは認められない。PDO は冬に大きく影響が現れ、夏の赤潮とは時間的なずれがある。また、増殖速度の小さい鞭毛藻赤潮に関しては、増殖速度の大きい珪藻のブルームと区別する必要があるだろう。

表 1 播磨灘におけるシャットネラ赤潮の発生年 (ゴシック) と非発生年 (細字)⁶⁾

1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1079	1980
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2011	2012	2013	2014	2015	2016				

4. シャットネラ赤潮の発生機構

瀬戸内海においては、シャットネラ赤潮による被害が群を抜いて大きいので、その発生機構を解明する事は養殖業の発展にとって根本的に重要である。シャットネラ赤潮は播磨灘を例として経年的に見ると、発生年と非発生年が脈絡無く並んでいる (表 1)。赤潮の発生はどのような機構によるのだろうか？ シャットネラ赤潮の発生時には、海水中に珪藻類が殆ど検出されないか少ないことが経験的に知られている。

シャットネラはシストを形成し海底で越冬する³⁾。シストは初夏～夏季の継続的な発芽により栄養細胞を水柱に供給し、増殖して赤潮に至る。したがって、シストの発芽で水柱に接種された初期個体群が増殖する期間の環境条件が重要であり、この時期の環境条件、特に珪藻類の状態がシャットネラ赤潮の発生 / 非発生を決定付けると考えられる。シャットネラのシストと珪藻休眠期細胞の発芽生理と、現場海域の海況条件の年毎の相違を基に、シャットネラと珪藻の動態を 3 つのパターンに整理できる (図 3)³⁾。

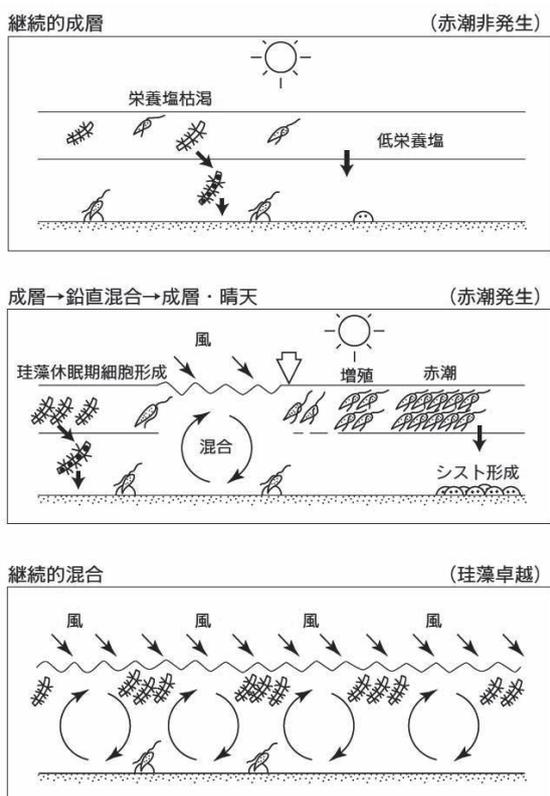


図3 瀬戸内海(播磨灘南部を想定)におけるシャットネラ赤潮の発生環境と珪藻類の挙動(珪藻休眠説)³⁾

気象・海象条件の変化で鉛直混合が起こると、珪藻類不在の環境条件が有光層のシャットネラにもたらされる。この場合、最初の成層の継続期間が重要な意味をもつ。有光層で栄養の欠乏する成層状態が10日間程度継続するのが重要と考えられる。有光層中に5細胞 ml^{-1} の密度で存在するシャットネラが、鉛直混合の結果の好適条件下で1日1回分裂の増殖をすると1週間で640細胞 ml^{-1} に達し、容易に赤潮を形成できる。

シャットネラの窒素の最小細胞内持ち分を考慮すると、 $1\ \mu\text{M}$ のDINの消費により130細胞 ml^{-1} のシャットネラが生産される。鉛直混合で表層水中に供給されるDINは数 μM 程度であり、シャットネラは1週間で 10^2 細胞 ml^{-1} のオーダーの密度に達すると海水中のDINをほぼ独占的に消費した状態になる。ゆえに、この間に増殖開始が遅れる珪藻類は競争に敗れるであろう。また、混合が発生した時点でシャットネラの細胞密度が少なくとも1細胞 ml^{-1} 以上であることも、シャットネラ赤潮の発生に必要な条件と結論できる。これは、シストの発芽に大きく影響する底層水温が早期に発芽好適範囲(20°C 以上)に達し比較的長く継続すると、発芽を通じての加入と増殖の期間が長期間継続し、シャットネラ赤潮が発生しやすいことが様々な水域で確認されている³⁾。

以上述べた様に、シャットネラ赤潮の発生には、初期個体群が水柱に生じた時の気象海象条件と珪藻類の生理生態が相互に密接に関係している事から、気象回り等の「偶然」も関与すると想定される。さらに発生水域の地理的条件(河川の有無、水深、広さ、形状、流れのパターン等)も、水域の個別的な特性となろう。このようにシャットネラ赤潮の発生予測には、競争者の珪藻の挙動も考慮したモニタリングが最低限必要である。

夏季の期間中、気象が安定して晴天の日が多く成層が継続的に発達した場合(図3上段)、有光層では水中の栄養塩が植物プランクトンによって消費し尽くされて枯渇し、シャットネラを含む植物プランクトン群集全体がごく低い細胞密度で推移すると想定される。このように発達した成層が継続する場合、シャットネラ赤潮はほとんど起こらないであろう。

逆に、気象・海象条件が不安定で頻りに鉛直混合が起こった場合、継続的に表層水中に栄養塩類や微量栄養物質などが供給され(鉛直混合や降雨、河川水の流入による)、競争的強者である珪藻類が常に卓越すると予想される(図3下段)。図3中段に示したように、夏季のシャットネラ赤潮発生の前に成層が発達し、植物プランクトンによる消費で栄養塩類が枯渇すると、大部分の珪藻類は休眠期細胞を形成すると想定される。あるいはサイズ回復が不能になるまで分裂して小型化し、活性が低下または死滅すると推定される⁹⁾。珪藻類が不活性となった後に、

5. 環境に優しい赤潮対策

瀬戸内海における海面養殖の歴史は赤潮との闘いの歴史であり、養殖業が大きく展開し始めたのと軌を一にして被害も大きくなって行った。そのような背景から 1980 年代頃まで様々な対策技術が検討された。しかしながら直接的対策としては、粘土散布以外に実用化された技術はほとんどない。それは規模やコストに関する考慮、および環境への配慮を欠いているからである。実質的には、法的規制、モニタリングによる赤潮発生予察、養殖魚場の環境改善、養殖技術の向上（餌の改良等）、餌止め等の間接的な対策が被害の低減に貢献してきたと言える。赤潮対策技術は環境に優しい事が重要であると指摘され、認識されつつある。生物は生態系に生息しており、しかもその場に生息する生物を赤潮対策に活用する事が出来れば、安全性は高いと考えられる。したがって生物学的防除、あるいは赤潮生物の生理生態学的特性や習性を考慮した技法（カレニアにおける中層定位の攪乱等）は、環境に優しい手法としておおいに期待される¹⁰⁾。以下に効果が期待される環境に優しい生物的対策を紹介する。

5.1 競争者の珪藻の活用

珪藻類は海域の主要な基礎生産者であり、沿岸域で通常は卓越している植物プランクトンである。不適な時期を海底で過ごす休眠期細胞を形成するものが沿岸域では多い。珪藻の休眠期細胞は海底泥中に豊富に存在するが、発芽・復活には光を要求するという特異な性質を有する。この点に注目するならば、海底泥を有光層へと持上げる海底耕耘等を行えば、増殖能力が有害鞭毛藻類よりも格段に高い珪藻類は有光層中で発芽・復活して栄養細胞となって優占的に増殖し、栄養塩を消費して有害鞭毛藻による赤潮を防除できると考えられる（図4）¹¹⁾。

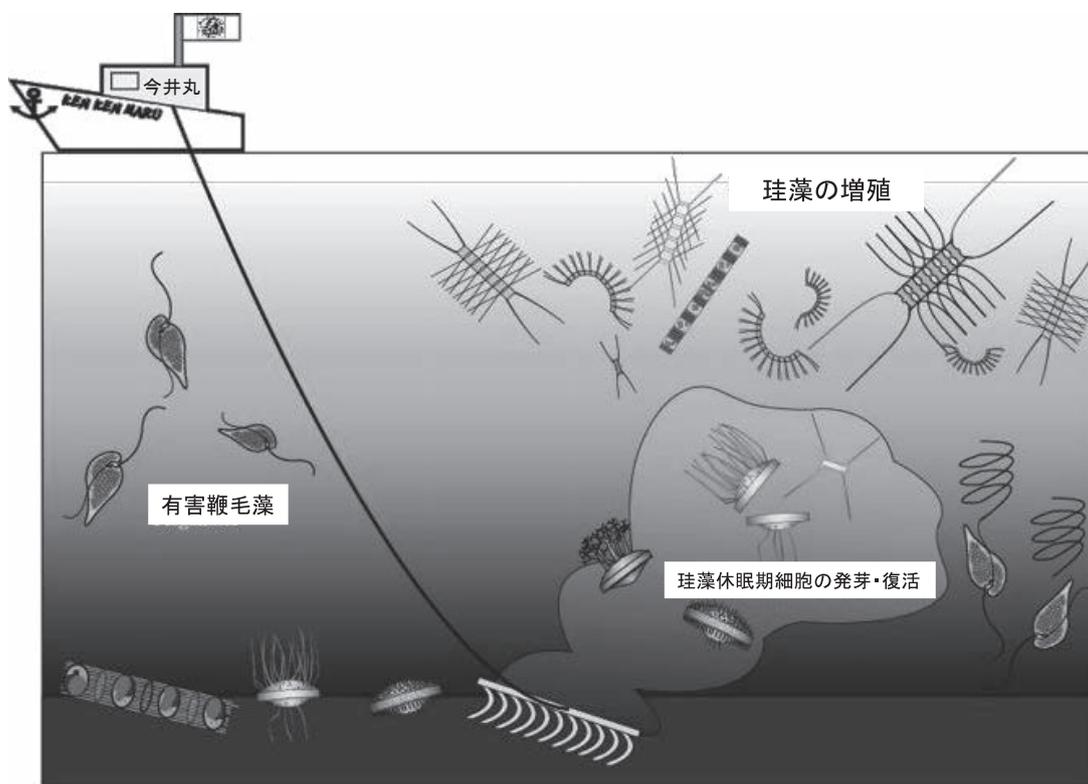


図4 海底に豊富に存在する珪藻休眠期細胞を対象とした海底耕耘による有害鞭毛藻類の赤潮の生態学的制御に関する概念図¹¹⁾

実際に海底泥を持ち上げる実験を実施し、現場海域において人為的に珪藻類を出現させ優占させる事に成功した。そして広島県福山市の鞆の浦付近の沿岸で実施した海底耕耘によって珪藻が増加し、シャットネラの増殖が抑制された¹²⁾。このような海底耕耘の結果が再現性の良いものなのか、実施事例を増やして検討する必要があるだろう。そして耕耘のタイミングや耕耘手法が、実施事例を増やして洗練されるならば、環境に優しい究極の赤潮発生抑制対策になると考えられる。

5.2 アマモの活用

アマモ場には赤潮生物を殺滅あるいは増殖阻害する細菌が豊富に生息するという現象が新たに見出された¹³⁾。そしてアマモ葉体の殺藻細菌と同じ種の殺藻細菌が、周辺水域からも検出され分離されていることから、アマモ場が殺藻細菌の供給源になっているものと考えられる。このようにアマモ場が潜在的に有する赤潮発生に対する抑制機能は、バイオレメディエーションの観点から捉えると、最も理想的なものであるだろう。すなわち、殺藻細菌のための生息環境をアマモ場が整え（バイオスティミュレーション）、かつアマモの表面から殺藻細菌が海水中へ継続的に供給される（バイオオーグメンテーション）というシステムと見なすことができる。しかも、一度構築されたアマモ場は維持するためのコストはほとんど不要である事が最も大きなメリットと言える。

6. 今後の展望

沿岸域において藻場やアマモ場を修復・造成し、有害赤潮の発生予防を目指すという考えが、里海構想¹⁾の一貫として提案できる（図5）。藻場やアマモ場起源の殺藻細菌が水域に継続的に供給され、広がり、水域全体における赤潮の発生予防が期待できる。流況を考慮し、藻場やアマモ場を通過した海水が養殖水域等に影響するように配慮すれば、より効果的と考えられる。

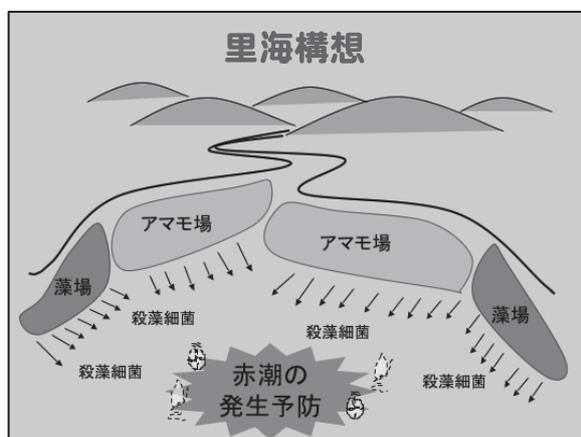


図5 沿岸域で里海構想の一環として藻場やアマモ場回復あるいは造成し、有害赤潮の発生予防を目指す例の概念図¹³⁾

藻場、アマモ場、干潟等の浅場の生態系は豊かな生物多様性を誇り、水質浄化や有用水産資源の稚仔涵養の場として極めて重要である。浅場に負荷された栄養塩類や有機物は、生息する付着・底生珪藻、細菌、原生生物、ベントスや葉上動物等の多様で比較的長寿命の生物に食物連鎖を通じて速やかに吸収され配分される。栄養物質の流れとしては短絡的な植物プランクトンの大増殖を、藻場やアマモ場、干潟は、主に底生・付着珪藻を介して予防していると思なす事ができる。物質循環の観点から、藻場やアマモ場、干潟は植物プランクトンの大量発生を予防する機能を持っていると考えられる。

海底耕耘は浮遊珪藻類の増殖を人為的に誘導するというものである。有害プランクトンは動物プランクトンに摂食を忌避される種が多いので、食物連鎖が回らず、大量増殖した細胞は沈降して底層の「貧酸素化」を引き起こす内部負荷になってしまうであろう。有害プランクトンを制御し、珪藻類が生態系で卓越するならば、基礎生産は動物プランクトンを通じて高次段階へとスムーズに転送され、特にイワシ、アジ、サバ、イカナゴ、そしてシラス等の生産の向上が論理的には期待できる。

瀬戸内海は人との距離が近く、人による関与が比較的可能であり、そのような背景から「里海」の考えが成立したと考えられる。赤潮が発生する海は、翻って考えるならば基礎生産の大きい海である。海底耕耘が赤潮の直前発生予防の標準メニューになるならば、人が関与して食物連鎖の流れを良い方向に制御し、豊かな基礎生産を有効に活用するものとなり、里海の推進の大きな柱になる潜在性があると考えられる。

文 献

- 1) 柳 哲雄 (2006) 「里海論」, 恒星社厚生閣, 東京, 102pp.
- 2) 柳 哲雄 (1997) 物理環境. 「赤潮の科学第二版 (岡市友利編)」, 恒星社厚生閣, 東京, pp181-191
- 3) 今井一郎 (2012) 「シャットネラ赤潮の生物学」, 生物研究社, 東京, 184pp.
- 4) 山口峰生 (2013) 瀬戸内海の赤潮. 「瀬戸内海の気象と海象 (海洋気象学会編)」, 海洋気象学会, 神戸, pp.101-123.
- 5) 今井一郎 (2014) 赤潮. 「水産海洋学入門 (水産海洋学会編)」, 講談社, 東京, pp.248-256.
- 6) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所 (2017) 「平成 28 年瀬戸内海の赤潮」, 水産庁, 62pp.
- 7) 川崎 健・花輪公雄・谷口 旭・二平 章 (2007) 「レジーム・シフト - 気候変動と生物資源管理」, 成山堂書店, 東京, 216pp.
- 8) 大垣俊一 (2011) 海洋ベントスとレジームシフト. *Argonauta*, 19, 20-33.
- 9) 小久保清治 (1960) 「浮遊珪藻類」, 恒星社厚生閣, 東京, 330pp.
- 10) 今井一郎 (2017) 具体策に移った赤潮対策 - 漁業被害低減はモニタリングから始まる. *養殖ビジネス*, 54 (7), 56-59.
- 11) 今井一郎 (2010) 海底耕耘による赤潮防除の可能性. *海洋と生物*, 32, 378-379.
- 12) 今井一郎・各務彰記 (2017) 現場珪藻類休眠期細胞の有効活用による有害赤潮防除対策. 「平成 28 年度赤潮・貧酸素水塊対策推進事業報告書」, 瀬戸内海赤潮共同研究機関, pp.220-227.
- 13) 今井一郎 (2017) 有害有毒プランクトンの発生機構と発生防除に関する研究. *日本水産学会誌*, 83, 314-324.



大阪湾の貝毒原因種、アレキサンドリウム属 —二枚貝の毒化と赤潮の形成—

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所水産研究部
海域環境グループ グループリーダー

山本 圭吾

1. 大阪湾における麻痺性貝毒原因プランクトンの出現

1. 1 大阪湾における貝毒原因渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の増殖

麻痺性貝毒は毒を産生するプランクトンを二枚貝等の捕食者が捕食することで体内に毒を蓄積し、さらに毒化二枚貝等を人が摂食することにより発症する自然毒の一種である。国内では渦鞭毛藻類の *Alexandrium tamarense*、*A. catenella*、*Gymnodinium catenatum* の3種が主な原因種となっており、大阪湾ではこれに *A. tamiyavanichii* を加えた4種が確認されている。大阪湾東部の大阪府海域においては1960年代の高度成長期以降富栄養化が進行し赤潮が頻発したが、ほとんどの期間珪藻類が最優占種となっていた。麻痺性貝毒原因種の出現も確認されてはいたものの、近年まで大規模な増殖をすることがなく、貝毒の蓄積も確認されていなかった。そのため、麻痺性貝毒の発生リスクは過小に評価され、近年まで原因プランクトンの出現状況、貝毒の検査事例などについては断片的なデータしか存在しなかった。しかし、2002年に *A. tamarense* によりアサリで厚生労働省の定める規制値 (4MU (マウスユニット) /g) を超える毒化が確認^{1,2)}されて以降、ほぼ毎年のように春季に本種が増殖し、アサリだけでなく多様な二枚貝が毒化するようになった。本種の増殖の規模は現在も拡大傾向にある。さらに2007年、2011年、2013年、2014年、2016年には本種ではまれとされる³⁾赤潮の形成が確認された(図1)。

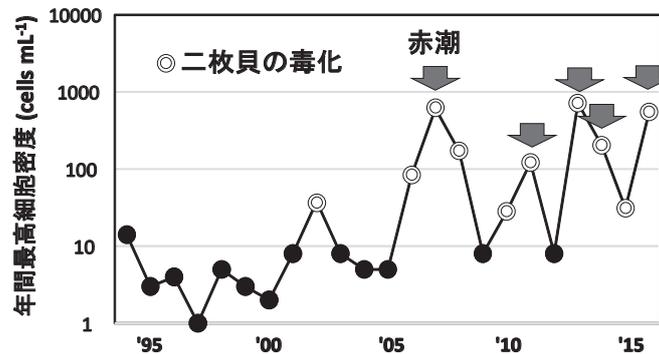


図1 *A. tamarense* 年間最高細胞密度の推移

表1 *A. tamarense* 年間最高細胞密度、二枚貝最高毒量、規制日数

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<i>A. tamarense</i>															
年間最高細胞密度	37	7	4	4	83	609	169	7	27	121	7	714	202	30	552
最高毒力 (MU/g)															
アサリ	18	2.4	2.2	-	42.5	140	99	-	90.7	20	2.2	27.1	75.1	41.8	228.6
アカガイ	2.1	-	-	-	14.9	16	7.3	2.4	10.5	4.2	-	21	41	2.9	39
トリガイ	2.1	-	-	-	3.0	45	16	2.1	12.6	2.0	-	17.6	6.1	14	32
ヤマトシジミ	-	-	-	-	-	46	-	N.D.	-	22	-	15.2	27	N.D.	63
規制日数 (日)															
アサリ	23	-	-	-	49	49	56	-	43	43	-	50	58	64	77
アカガイ	-	-	-	-	43	63	49	-	22	-	-	69	106	-	70
トリガイ	-	-	-	-	-	77	42	-	46	-	-	49	37	60	44
ヤマトシジミ	-	-	-	-	-	36	-	-	-	42	-	62	38	-	35

1. 2 *Alexandrium tamarense* の増殖と二枚貝の毒化

大阪湾東部海域での麻痺性貝毒による規制値を超える二枚貝の毒化は、2002年にアサリで初めて確認されて以来、2006年にはアカガイで、2007年の赤潮発生時には、我が国では初の事例となるトリガイと、汽水域に生息するヤマトシジミにおいても規制値を上回る貝毒の蓄積が認められた。特に2007年の事例ではアサリ、アカガイ、トリガイ、ヤマトシジミについて、1～2ヶ月の長期にわたって出荷自主規制が続いたため、漁家経営に大きな打撃となったが、その後も *A. tamarense* の増殖規模は拡大傾向にあり、規制日数も長期に及ぶことが多くなった（表1）。

1. 3 赤潮の形成と魚介類の斃死

Alexandrium tamarense の魚介類に及ぼす影響については、アサリやミドリイガイ⁴⁾等で室内実験による報告があるものの、現場海域からの報告はなかった。しかし、2007年春季に大阪湾東部海域の広い範囲で発生した本種の赤潮時に、衰弱または斃死した天然魚介類の海岸部への漂着や、天然魚介類の異常行動、畜養魚介類の斃死等が確認された⁵⁾。このとき斃死が確認されたのは魚類12種（マダイ、イシダイなど）、甲殻類2種（モクズガニ、イソテッポウエビ）、頭足類1種（マダコ）、二枚貝1種（ムラサキイガイ）であり、スズキ稚魚や底棲性のヨコエビ類などの異常行動も観察された。この赤潮では通常赤潮による被害を受けやすいマチなどが比較的多く生残していた一方で、マダイ、クロダイ、マアナゴなどが先に斃死する傾向が見られた。特にマダコで被害が大きく、他の魚介類で斃死がみられない場合でもマダコのみ斃死するという特徴的な現象がみられた。

2. 大阪湾の環境変化と貝毒原因プランクトンの増殖

2. 1 *Alexandrium tamarense* の増殖に影響を及ぼす環境要因

Alexandrium tamarense 増殖時の溶存無機態栄養塩の濃度を見ると、本種が高密度に増殖した際には、窒素（DIN）、リン（DIP）とも概ね低濃度で、特にDIPでこの傾向が顕著であった。また、クロロフィルa濃度はほぼ $5\mu\text{g L}^{-1}$ 以下であった⁶⁾。広島湾では大型珪藻類の増殖と溶存無機態栄養塩濃度の低下に続いて珪藻類が減少すると *A. tamarense* が増殖することが報告されている⁷⁾。山本ほか⁸⁾は、珪藻類の *Skeletonema costatum* と *A. tamarense* のリン代謝に関する実験結果から、*S. costatum* では取り込んだリンをすぐに増殖に利用し個体群密度を増大させるのに対し、*A. tamarense* ではリンを細胞内に急速に取り込んで暫時蓄積できることを見いだした。このことはリン濃度が低い時期には、蓄積したリンを利用することで、*A. tamarense* が *S. costatum* より有利に

増殖できることを示す。したがって、大阪湾における春季の *A. tamarensis* の増殖においても、広島湾と同様、リン濃度の低下とその後の珪藻類の減少が増殖の引き金となっていると推察された。

2. 2 大阪湾における環境要因の長期経年変動と *Alexandrium tamarensis* の増殖

2.1 において *A. tamarensis* の増殖に低栄養塩と低クロロフィルが関わっていることを示した。このことから、1994 年以降のデータにより、春季の溶存無機態栄養塩 (DIN, DIP)、クロロフィル a、2月から5月に最も優占していた珪藻 *Skeletonema* spp. の大阪湾中部の定点における平均細胞密度のそれぞれについて、*A. tamarensis* 最高細胞密度との関係を示した (図3)。これら4項目のうち、DIP、クロロフィル a は、有意な相関は認められなかったが、どちらも低濃度の年に高い細胞密度で確認される点で共通していた。一方、DIN と *Skeletonema* spp. の平均細胞密度については、ともに有意な負の相関が認められた (それぞれ $r=0.69$, $P<0.01$, $r=0.62$, $P<0.01$)。

大阪湾の春季における上記環境要因の経年変化を図4に示した。

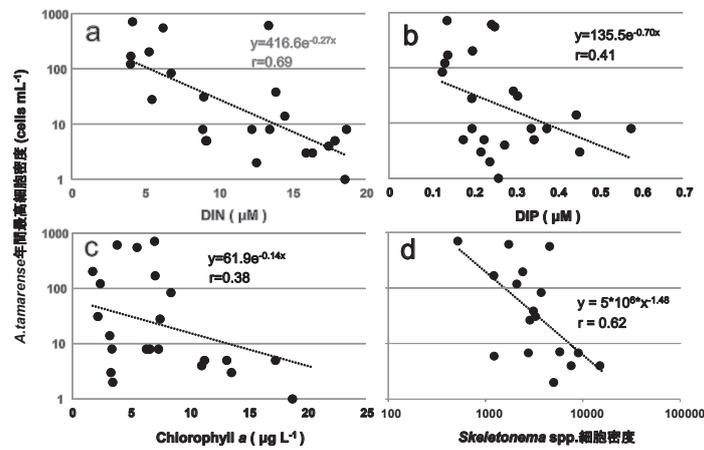


図3 春季の環境要因と *A. tamarensis* 年間最高細胞密度の関係⁶⁾

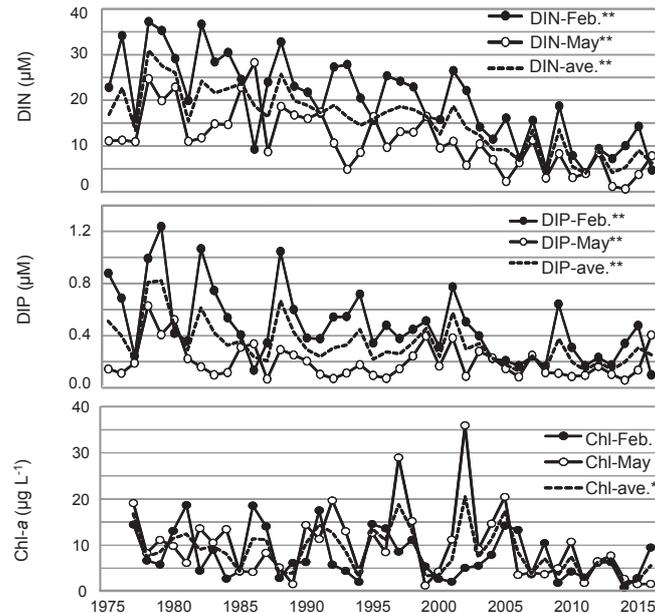


図4 大阪湾の春季における環境要因の経年変化⁶⁾

栄養塩については前述の通り、短期の増殖においては DIP の減少が増殖の引き金になっている可能性を示したが、長期変動傾向からは DIP よりもむしろ DIN で *A. tamarense* 出現との相関関係が確認された (図 3)。瀬戸内海では 1973 年に施行された瀬戸内海環境保全臨時措置法、および 1978 年の同特別措置法により産業排水中のリンの削減指導が行われた結果、1980 年代には瀬戸内海域のリン濃度は急速に低下した。春季の大阪湾における DIP 濃度は近年に至るまで減少傾向にあり、*A. tamarense* の増殖初期にあたる 2 月は顕著な減少傾向を示している。DIN はリンと比較すると緩やかに減少していたが、2000 年以降急速な減少傾向となった (図 4)。呉ほか⁹⁾ は、DIN : DIP 比が高い海域では渦鞭毛藻が優占するが、同比が高くても DIP の絶対濃度が高い場合、DIP が必ずしも制限要因にならないため珪藻が優占すると推察している。すなわち、大阪湾における近年の栄養塩の減少傾向は窒素で顕著であるが、DIN : DIP 比は概ね 20 以上と高いまま、栄養塩の絶対濃度が低下することで *A. tamarense* が増殖しやすい環境になっていると推察される。さらに春季のクロロフィル a も 2000 年代まで変動が大きかったが、2005 年からは低レベルで推移している。Nishikawa et al.¹⁰⁾ は、播磨灘における長期のモニタリング結果から、栄養塩、特に DIN の減少に伴い珪藻の優占種が *Skeletonema* 属から *Chaetoceros* 属に変化したことを示した。また、多田ほか¹¹⁾ は大阪湾における珪藻優占種は依然 *Skeletonema* spp. であるが、近年 *Chaetoceros* spp.、*Leptocylindrus* spp. 等の比率が上昇してきたことを示している。図 3 では *Skeletonema* 属の細胞密度と *A. tamarense* の増殖においても比較的明瞭な関係性が示された。大阪湾東部海域で *A. tamarense* の増殖が顕著になったのは 2002 年以降であり、これらの報告から判断すると、近年の *A. tamarense* の増殖規模拡大は、栄養塩レベルの低下とそれに伴う *Skeletonema* spp. を優占種とした春季の珪藻ブルーム水準の低下が要因となっていることが推察された。

3. おわりに

大阪湾に先行して栄養塩の低下が著しい播磨灘¹⁰⁾では、2000 年以降 *A. tamarense* の大規模な発生は確認されなくなっている。大阪湾においてさらに栄養塩レベルが低下した場合、播磨灘と同様 *A. tamarense* の大規模な増殖は終息に向かう可能性がある。今後も引き続き栄養塩の動向とともに *A. tamarense* の出現動態にも注視していきたい。

引用文献

- 1) 濱野米一・川津健太郎・塚本定三 2002. 大阪湾における麻痺性貝毒による二枚貝の毒化. 大阪府立公衛研所報 40: 11-18.
- 2) 山本圭吾 2004. 2002 年春期に大阪湾東部海域で発生した麻痺性貝毒について. 大阪水試研報 15: 1-8.
- 3) 福代 1997. アレキサンドリウム. 赤潮の科学第 2 版, 278-292, 恒星社厚生閣.
- 4) Li, S. C., W. -X. Wang & D. P. H. Hsieh 2002. Effect of toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* on the energy budgets and growth of two marine bivalves. Mar. Env. Res. 53: 145-160.
- 5) 山本圭吾・中嶋昌紀・田渕敬一・濱野米一 2009. 2007 年春期に大阪湾で発生した *Alexandrium tamarense* 新奇赤潮と二枚貝の高毒化. 日本プランクトン学会報 56: 13-24.
- 6) 山本圭吾・中嶋昌紀・今井一郎 2017. 長期モニタリングデータからみた大阪湾における環境変化と有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* ブルーム規模の拡大. 日本プランクトン学会報 64:

11-21

- 7) Itakura S., M. Yamaguchi, M. Yoshida & Y. Fukuyo 2002. The seasonal occurrence of *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) vegetative cells in Hiroshima Bay, Japan. Fish. Sci. 68: 77-86.
- 8) 山本民次・樽谷賢治・松田治 2000. “有毒渦鞭藻 *Alexandrium tamarense* ブルーム発生メカニズムとその予知および防除の可能性”. 有害・有毒赤潮の発生と予知・防除 (石田祐三郎・本城凡夫・福代康夫・今井一郎編), pp.150-176. 日本水産資源保護協会. 東京.
- 9) 呉 碩津・松山幸彦・山本民次・中嶋昌紀・高辻英之・藤沢邦康 2005. 近年の瀬戸内海における有害・有毒渦鞭毛藻の分布拡大とその原因: 溶存態有機リンの生態学的重要性. 沿岸海洋研究 43: 85-95.
- 10) Nishikawa T., Y. Hori, S. Nagai, K. Miyahara, Y. Nakamura, K. Harada, M. Tanda, T. Manabe & K. Tada 2010. Nutrient and phytoplankton dynamics in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea, Japan during a 35-year period from 1973 to 2007. Estuaries and Coasts. 33: 417-427.
- 11) 多田邦尚・山本圭吾・一見和彦・山田真智子・西川哲也・樽谷賢治・山口一岩 2012. 大阪湾の植物プランクトンの季節・経年変動とその要因. 瀬戸内海 No. 64: 75-77.



社会基盤の形成と環境保全の 総合コンサルタント

IDEA Consultants, Inc.
Infrastructure, Disaster, Environment, Amenity

当社は、社会基盤整備や環境保全にかかわる企画、調査、分析、予測評価から計画・設計、維持管理に至る、すべての段階において、一貫した付加価値の高いサービスを提供しています。

- 河川・港湾・空港・海岸の計画・設計・管理
- 道路・橋梁・交通・都市の計画・設計・管理
- 災害に係る事前・事後調査、災害復旧の計画・設計
- 生物生息環境の保全・再生・創造
- 自然環境の調査・解析
- 環境計画(環境保全対策、環境創造、自然再生事業、環境管理計画)



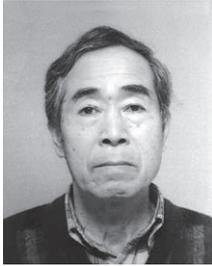
人と地球の未来のために —

いであ株式会社

<http://ideacon.jp/>

代表取締役会長 **田畑 日出男**
代表取締役社長 **細田 昌広**

本 社	〒154-8585 東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
大 阪 支 社	〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-4703-2800
沖 縄 支 社	〒900-0003 沖縄県那覇市安謝 2-6-19	電話:098-868-8884
研 究 所	国土環境研究所, 環境創造研究所, 食品・生命科学研究所, 亜熱帯環境研究所	
支 店	札幌, 東北, 福島, 北陸, 名古屋, 中国, 四国, 九州	



播磨灘のシャットネラ赤潮

元香川県水産試験場 場長
吉松 定昭

1. はじめに

1950年代中頃より、沿岸域の工業化による産業排水増加、都市化および生活の向上に伴う家庭排水や、し尿の海上投棄¹⁾ および化学肥料の使用の増大等により陸上からの栄養塩流入に伴い、瀬戸内海において規模の大きな赤潮発生や漁業被害の発生が増加傾向にあり、1965年には大分県佐伯湾と長崎県大村湾で赤潮による被害が発生し社会問題化し始めた。

1972年7～8月に発生した播磨灘を中心とした瀬戸内海東部でシャットネラ赤潮 (*Chattonella* 属の種による赤潮) により養殖ハマチの大量斃死が発生し、被害尾数1,428万尾、被害金額71億円を越す甚大な被害が生じた。赤潮規模および被害状況は未曾有の大きさであり、赤潮は一気に大きな社会問題化した。この赤潮を機に瀬戸内海の富栄養化の抑制、軽減化を図るため1973年に「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が公布され、1978年に瀬戸内海環境保全特別措置法として恒久化された。規制が強化され排水の法的規制が現在も実施されている。

し尿投棄禁止に加え、法的排水規制等が効を奏して富栄養化は軽減に転じ、赤潮発生件数は1976年をピークに減少に転じ現在に至っている。播磨灘において最も漁業被害を起こしているシャットネラ赤潮について経年的に整理し、赤潮多発期からの変化を述べ、現状を紹介する。

2. シャットネラ赤潮について

シャットネラ赤潮はラフィド藻綱のシャットネラ属に属する種により起こされる赤潮 (100細胞/ml以上で薄い着色が見られはじめる) を呼ぶ名称で、甚大な漁業被害を伴うことでよく知られている。シャットネラ・アンティカ、シャットネラ・マリーナおよびシャットネラ・オバータはかつて三つの異なる種と扱われていたが、遺伝子解析研究により1種 (シャットネラ・マリーナ) とされ、残りの2種は種のひとつ下の水準である変種とされる²⁾。しかし、現在でも赤潮の発生監視等を行っている水産試験場等では3種を区分し計数、記録している。ここでは、3種分け記録、発表されていた細胞数を合計し、シャットネラ細胞数として表す。

表1 播磨灘におけるシャットネラ赤潮の年別発生概要(1972~2015)

年	回数 (回)	延べ 日数 (日)	範囲	最高細胞 密度 (細胞/ml)	被害 金額 (億円)	備考
1972	3	26	灘全域	—	71	
1973						
1974						
1975						
1976						
1977	2	17	灘全域	3,160	29	
1978	2	15	灘全域	7,050	33	
1979	2	22	灘全域	14,500	3	
1980						
1981						
1982	2	19	1回目:北部、2回目:南西部~南部	10,000	8	
1983	2	19	灘全域(パッチ状)	13,550	0.08	
1984						
1985						
1986	1	7	南部	3,380	1	南部のみ
1987	1	14	灘全域	1,030	25	
1988						
1989	1	15	北部と南部	13,200	0	北部と南部に分離
1990						
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997	1	22	北部~北西部と南部	3,700	0	北部と南部に分離
1998						
1999	2	9	北部	5,500	0	発生時期と海域が異なる
2000						
2001						
2002	1	18	北部~北西部と南部	14,200	0	北部と南部に分離
2003	1	17	北部~北西部と南部	5,400	5	北部と南部に分離
2004						
2005						
2006						
2007						
2008	1	7	北部	347	0	北部のみ
2009	1	25	北部~北西部	1,630	0	北部のみ
2010						
2011	1	25	北部~北西部	180	不明	北部のみ、被害は蓄養魚のみ(少額)
2012						
2013						
2014						
2015	1	2	北部	6,800	0	北部のみ

注1: 空欄の年は赤潮の発生がなかった。

注2: 1972年の最高細胞数は調査体制等が不十分であり、詳しい細胞数の調査が行われなかった。

注3: 原因生物として過去に用いられていた属名 1972年頃:ムカシミドリムシ、ウミドリムシ

1952年頃より:ホルネリア、1981年頃より現在:シャットネラ

注4: 取りまとめに使用した主な資料

- ・「昭和47年夏期東部瀬戸内海 養殖はまち大量へい死事故の全容」(1973), 水産庁瀬戸内海漁業調整事務局
- ・「昭和52年度に発生したホルネリア属赤潮に関する総合調査報告書」(1978), 水産庁他
- ・「昭和53年6月発生ホルネリア赤潮に関する報告書」(1979), 香川県
- ・「昭和62年度東部瀬戸内海 シャットネラ赤潮の発生状況と被害の概要」(1978), 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所
- ・「瀬戸内海の赤潮」(1973~2016), 水産庁漁業調整事務所
- ・「瀬戸内海の赤潮一現状と対策」(1984), 瀬戸内海水産開発協議会
- ・「香川県赤潮研究所年報」(1985~2016), 香川県赤潮研究所

3. 発生年毎の特徴

1972年から2015年の年別赤潮発生状況の取りまとめを行い、結果の概要を表1に示す。

1972年～1979年：1972年は3回、1977、1978、1979年は2回、灘全域の広範囲の大規模赤潮が発生し、1979年（香川県が夏季の播磨灘でのハマチ養殖を中止していた）を除き、大きな漁業被害（以下被害と記す）が発生した。

1982、1983年：2か年とも2回の発生があったが、1982年は1回目は北部海域、2回目は南西部～南部での発生であり、同時期に灘全体を覆う赤潮でなかった。1983年は2回の赤潮が灘全域に広がったがべったりと灘全域が着色することなく、パッチ状の着色域の分布が見られた。

1986年～1989年：1986年は1回、南部のみ発生があった。1987年は1回灘全域で発生があったが、最大細胞数は1,030細胞/mlと1986年以前に比べ低かった。1989年は1回同時期に北部と南部に分かれた赤潮であった。

1997年～2003年：7か年赤潮の発生がなかったが1997年は北部～北西部と南部にわかれて1回赤潮が発生した。1999年は2回の赤潮発生があったが、北部海域で発生時期と発生海域が異なる発生で1983年以前の同一海域（全域）での繰り返し赤潮とは異なる2回の赤潮であった。2002年と2003年は北部～北西部と南部にわかれて1回赤潮が発生し、2003年には5億円の比較的大きな被害が発生した。

2008年から2011年：2008年、2009年、2011年に「北部」と「北部～北西部」で1回の赤潮が発生した。2008年と2011年は細胞密度が100細胞/mlの水準であり、小規模化の傾向がみられる。

2015年：北部海域で1回の赤潮が発生した。細胞数は6,800細胞/mlと比較的高いが、赤潮発生日数は2日のみと小規模であった。

4. 赤潮発生の傾向および現状

1972年から1979年にかけては灘全域で2回から3回繰り返し赤潮が発生していたが、それ以降は1999年の事例を除き1回の発生となっている。1999年においても北部海域の限られた異なる海域で異なる時期に発生した結果2回の発生となっており、1979年以前とは状況が異なっていた。

発生海域に関しても1979年以前は灘全域でべったりと発生していたが、1982年以降は1983年と1987年を除き発生海域が限定されるようになり、近年はより限定された海域で発生する傾向にあり、ハマチ養殖が行われている南部海域では2004年以降発生がなく、大きな被害も2004年以降発生していない。

灘全域を覆う赤潮発生はなくなり、赤潮発生の減少および赤潮規模の縮小がみられる。しかし、局所的とはいえ養殖ハマチの斃死を越す水準と考えられる100細胞/ml以上の赤潮発生があり、また香川県が赤潮警報の基準としている10細胞/ml以上の出現は続いており、今後ともシャットネラ赤潮には注意を払い、発生調査を継続していく必要がある。

文献

- 1) 吉松定昭 (2008) 瀬戸内海へのし尿の海洋投棄の歴史. 瀬戸内海, 53, 34-37.
- 2) M. Demura, M. Noël, F. Kasai, M. M. Watanabe and M. Kawachi (2009) Taxonomic revision of *Chattonella antiqua*, *C. marina* and *C. ovata* (Raphidophyceae) based on their morphological characteristics and genetic diversity. *Phycologia*, 48(6), 518-535.



宇和海における *Karenia mikimotoi* 赤潮の現状と対策

愛媛県水産研究センター 主任研究員
久 米 洋

1. はじめに

豊後水道東側沿岸域では、*K. mikimotoi* による赤潮が 2000 年以降に頻発し、養殖業者を悩ませている。被害が発生したのは 1978 年以降で 12 回あり、1 億円を超える養殖被害は 1979・1980・2007・2012・2014・2015 年の 6 回であった。そのうち、2012 年には 12 億円を超え、最悪の被害となった(図 1)。

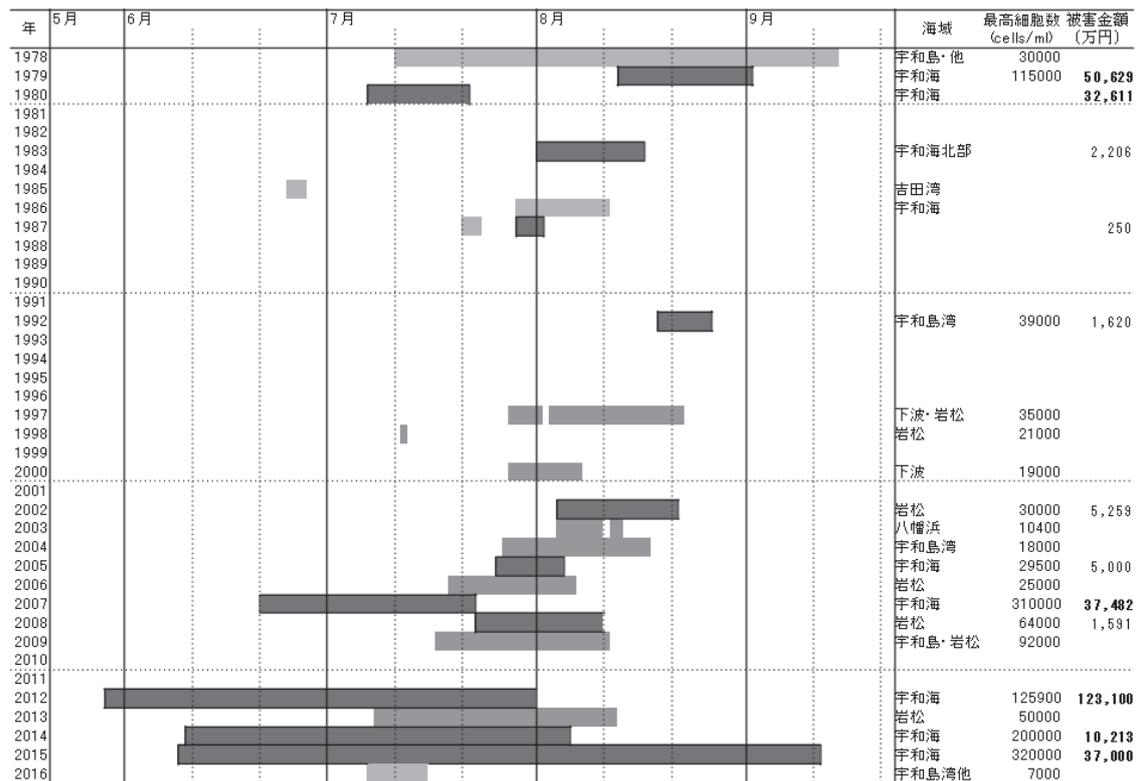


図 1 宇和海における *K. mikimotoi* 赤潮の発生状況及び被害金額

したがって、赤潮が発生する予察情報は、赤潮対策を行う上で重要である。赤潮対策は、即時対応が必要なため、本報告では、情報の入手が簡易な気象情報や水温と海況情報を用いて、時系列分析により主観的な赤潮発生因子の抽出を行った。

なお、地形や海況の異なる養殖漁場では、赤潮発生因子が異なると考えられたため、対象漁場は、下波湾の下波漁場と宇和島湾の吉田漁場とした(図 2)。

2. 方法

1989～2015年の5～8月のほぼ毎日の情報である日照時間・降水量・水温・遊泳細胞数を時系列で図示化(図3・4)し、赤潮発生時の各因子の特徴を主観的に抽出し、いくつかの発生パターンに区分した。使用した情報(図2)は、気象情報(気象庁)が宇和島市の日照時間と降水量、水温が8～9時の下波湾(水研センター3m)および宇和島湾(坂下津3m)、*K. mikimotoi*が各漁場の最高細胞数である。赤潮発生の基準は、遊泳細胞が当県の定めた危険細胞数である1,000細胞/ml以上の状態とした。また、宇和島湾については、抽出された情報から、主観的統計手法(ベイズの定理)を用いて、簡易な赤潮発生率を求めた。

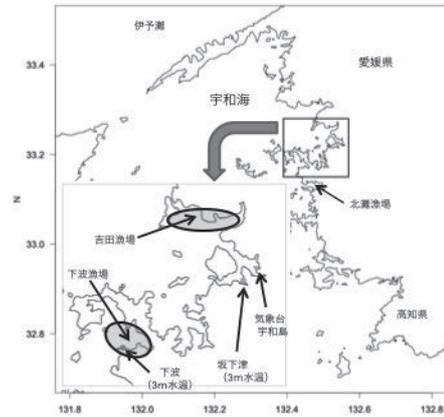


図2 観測定地点及び解析漁場

3. 結果・考察

下波漁場(図4)では、水温の急上昇に伴って細胞数が増加し赤潮状態になり、水温の下降に伴って細胞数が減少する現象が多くみられた。水温の急上昇は、豊後水道では急潮と呼ばれており、小潮時によく発生することが知られて(小泉2002)おり、小潮などは月と関係していることから、月暦間での赤潮発生時の最大細胞数と水温の傾向の関係を整理してみた(図5)。対象として北灘漁場と比較すると、下波漁場の方が急激な水温上昇によって赤潮が発生することが多いことが分かった。

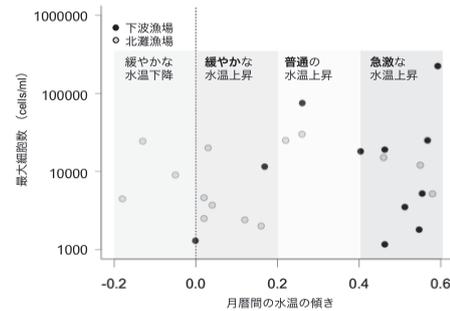


図5 月暦間の水温傾向と最大細胞数

したがって、赤潮の発生は、水温の急上昇(急潮)がカギとなり、急潮が発生する前に遊泳細胞の確認をすることが重要であると考えられた。

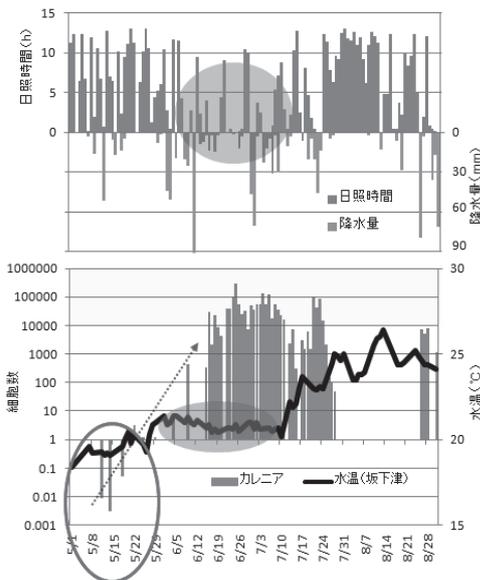


図3 吉田漁場(2015年) 5月に遊泳細胞を確認。

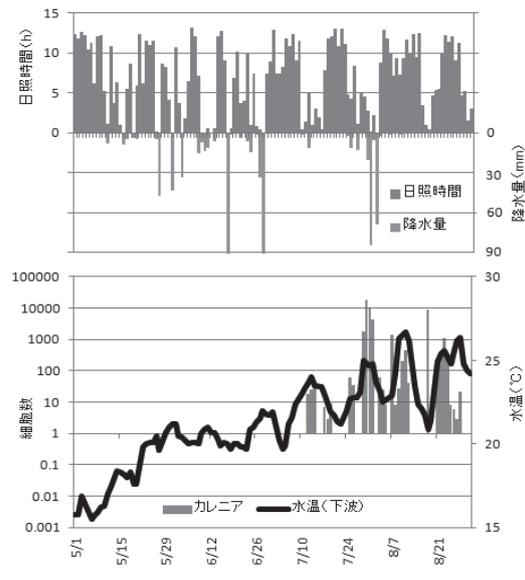


図4 下波漁場(2000年) 水温とともに遊泳細胞が増減。

吉田漁場（図3）では、5月以前の遊泳細胞の有無、6～7月に日照時間が短いこと、急潮等による水温変動が小さいことが因子として挙げられた。これらの因子から、次のような3種類の赤潮発生パターンと非発生パターンが考えられた。

- ・発生パターン1 5月に遊泳細胞が確認され日照時間が短く水温変動が小さい。
- ・発生パターン2 5月に遊泳細胞の確認がなく小さな水温変動が長期に亘る。
- ・発生パターン3 パターン1に類似するが、急潮後に赤潮化する(2012年のみ)。
- ・非発生パターン 5月に遊泳細胞が確認されないこと、6～7月の日照時間が長いこと、6月中旬以降に水温変動（急潮が多く発生）がみられる。

宇和島湾（吉田漁場）での赤潮パターン

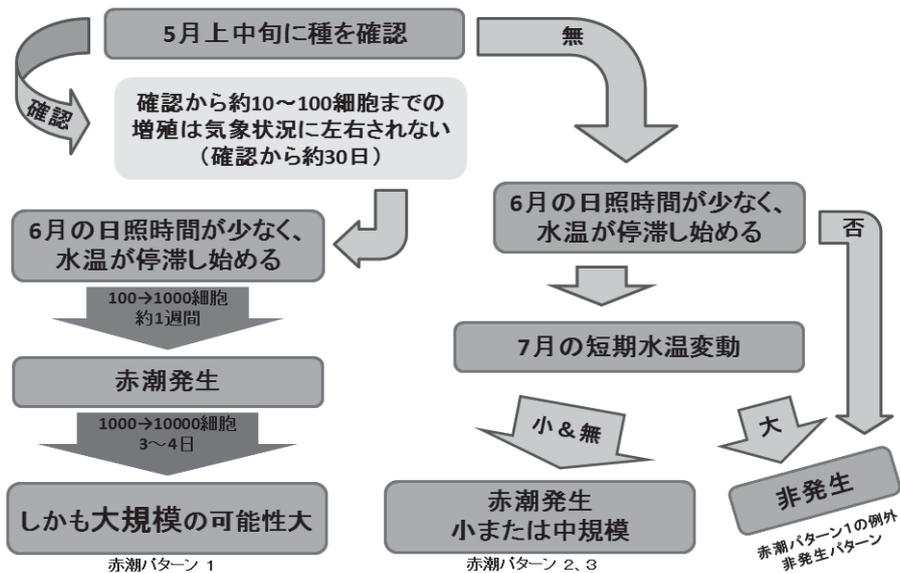


図6 3種類の赤潮発生パターンと非発生パターン

これらのパターンについて、ベイズの定理を用い、条件付き確率に各月の遊泳細胞の確認の有無を設定して赤潮発生率を算出した結果、5月 (63.8%)・6月上旬 (56.8%) となり、6月中旬 (11.8%)・6月下旬 (5.5%)・7月上旬 (18.2%) より発生の確率が高くなった。したがって、赤潮発生とは独立した事象である気象や海況の変動よりも、まずは早期（5月以前）の遊泳細胞の確認が重要であると考えられた。

このことは、低密度でも早期に遊泳細胞を確認することによって、例えば、真珠養殖において、挿核作業などでダメージを受けやすいアコヤガイへの暴露を、挿核作業をずらすことによって被害の軽減をすることができるし、また、魚類養殖では、餌の管理や避難漁場の設定を早めに行うことができるなどの対応を立てやすくなるのではと考えられた。

文献

小泉喜嗣. 豊後水道東岸域における急潮と植物プランクトンの増殖機構に関する研究. 愛媛水試研報 2002 ; 10 : 3.

有害プランクトンの早期検出及び防除技術



太田 耕平



清水 園子

九州大学 大学院農学研究院 准教授

太田 耕平

愛媛大学 南予水産研究センター 准教授

清水 園子

1. はじめに

有害プランクトンの増加や減少には季節性がある。我が国において魚介類の斃死被害をもたらす主な原因種である *Karenia mikimotoi*、*Heterosigma akashiwo*、*Cochlodinium polykrikoides*、および *Chattonella marina* の3亜種 (ver. *marina*, ver. *antiqua*, ver. *ovata*) は、夏季を中心に赤潮を形成することが多い。一方、冬季は低密度となることが多く、観測が困難である。こうした細胞自身の増減に加え、自律的な運動と海域の流動により、蟻集や拡散を繰り返しながらダイナミックに分布と密度を変えていく。したがって、赤潮の発生を中・長期的に予測するためには有害プランクトンを早期に検出し、継続的にモニタリングを行うことが不可欠である。本稿では、こうした有害プランクトンの早期検出に関して実例を交えて紹介する。加えて、有害種による赤潮が発生した場合、直接的に防除する試みについても様々な研究開発が進められている。こうした中から、比較的に実用化が進んでいる天然鉱物の散布を中心に紹介する。

2. 有害プランクトンの早期検出

特定有害種の早期検出には、通常、海水を濃縮して顕微鏡で観察するという方法が用いられる。例えば、100の海水を濾過により濃縮し、濾紙上に残ったプランクトンを観察することで、100中の細胞数を算出できる。この利点は、生きた細胞を直接観察することから、細胞形状や動きなどの活性に関する情報も得られることである。一方で、1回に観察できる海水サンプルの量は僅かであり、数回に分けて観察する必要がある。また、見間違いなどの無いように観察技術に熟練することも不可欠である。さらに加えて、細胞が濾紙に張り付くことのないよう、ゆっくりと濃縮する必要がある。現場では通常、複数地点の海水を観察する機会が多いことから、濃縮と検鏡に多大な時間を要する。一方で近年、分子生物学に基づいた検出法が開発されてきた。特に養殖現場において普及が進んできたものとして、LAMP法と定量的PCR法が挙げられる。いずれも生物種によるDNA配列の特異性を利用して検出を行う方法である。以下に特徴を示す。

2.1 LAMP (Loop-Mediated Isothermal Amplification) 法

栄研化学(株)によって開発されたLAMP法は病原体や有害微生物の検出が可能で、体外診断、環境衛生検査、食品検査などに利用されている。検体中の標的遺伝子を起点としてDNAを増幅する技術で、標的生物の有無を判定するのに優れている。60°Cから65°Cの一定温度で反応が進み、反応液の濁度をもとに遺伝子の有無を判定する。一定の温度を保つことができる容器があれば、現場でも

簡易測定できる。ただし、目視による濁度の判定にはコツが必要であり、より正確に判定するための専用測定機も販売されている。

2. 2 定量的PCR(polymerase chain reaction)法

PCR法も同様に、標的とするDNA断片を増幅する技術であり、医学や農学を含む生命科学の分野で幅広く利用されている。この方法を着想したKary Mullis博士は、1993年にノーベル化学賞を受賞しており、その技術から発展したものがリアルタイムPCR法である。本法により、標的のDNAを定量的に解析できる。これまでに、本法を用いて環境中の様々な微生物の測定が行われており、魚介類を斃死させる有害プランクトンにおいても培養株や野外のサンプルを用いて検討が行われてきている¹⁻⁵⁾。我々も愛南町、愛南・久良の2漁協、地元漁業者の協力を得て、海水中のDNA調整から解析までのシステムを構築し、簡便化・低コスト化することにより、日常かつ継続的にモニタリングを行なっている。専用機器を利用するために初期費用は必要であるが、ランニングコストは1地点4種の測定で1,000円以下になる。平成24年の時点では、*K. mikimotoi*、*H. akashiwo*、*C. polykrikoides*、および*Chattonella*属(3亜種をまとめて測定)の4つであったが、現在は、これらに加えて*Heterocapsa circularisquama*や貝毒原因種である*Alexandrium catenella*、*Gymnodinium catenatum*も測定している。測定結果は愛南町独自の水産情報ネットワークにより、町内の漁業関係者に情報提供している(愛南方式)。

2. 3 実海域における測定例

図1は平成27年度に愛媛県で赤潮被害を出した*K. mikimotoi*について愛媛県愛南町内の7地点において毎週測定し、プロットしたものである。本法により、*K. mikimotoi*赤潮が発生する3ヶ月以上前から挙動を捉えることができている。低密度の有害プランクトンが存在していても、将来に赤潮を形成するかどうかは、その後の気象、海況、栄養塩などに大きく左右される。そこで現場では、測定結果とその変動パターンを元に、気象・海象情報や周辺海域での発生状況に合わせて、採水点の増加や、検鏡を強化することにより、赤潮の発生場所やタイミングを見逃さないようにしている。また、本法により検出される時期は“かなり早期”の傾向があるため、結果がすぐに赤潮の発生の予測につながるとは限らない。一方で現場からは、“有害プランクトンがいるかどうか?”、“すぐに赤潮になる可能性があるか?”の判断材料となり、作業スケジュールが立てやすい、との声も聞かれる。さらに、顕微鏡では捉えにくい低密度時の増減を定量的に解析できることから、様々な環境要因との相関解析や中・長期的な予測を行う上でも有効である。

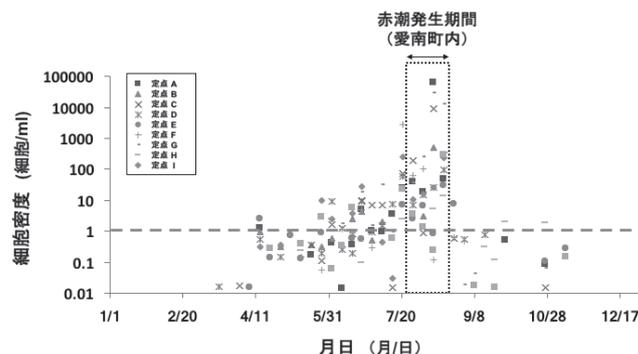


図1 愛南町内7地点における*K. mikimotoi*遺伝子の周年変化

例えば、複数地点で同期的に上昇した際には大規模化しやすい、といった傾向も見られており、発生パターンを予測する上でも有為な情報を提供すると期待される。本法は平成 25 年度より水産庁事業「漁場環境・生物多様性保全総合対策事業」赤潮・貧酸素水塊対策推進事業（瀬戸内海等での有害赤潮発生機構解明と予察・被害防止等技術開発）の課題においても、瀬戸内海西部・豊後水道域の冬期モニタリングに利用されている。冬期には極めて低密度になることが多いため、海水サンプル1ℓを濾過した濾紙からDNAを調整することにより、極めて高い測定感度で解析し、検出を行なっている。

3. 有害プランクトンの防除技術

赤潮の対策によく用いられるのは餌止めである。しかしながら、餌止めが長期化した場合には養殖魚の成長が遅れ、予定通りに出荷できないといった二次的な被害につながる。一方で、生簀避難、大型生簀、沈下式生簀は、養殖魚が有害プランクトン層から逃れる上で有利となるが、利用できる海域や経営体が限られている。そうしたことから、直接的に有害プランクトンを防除するための技術開発も精力的に行われている（図2）。特に、赤潮が目前に迫った場合には物理的・化学的方法が効果的であると考えられ、生簀への侵入を防ぐ方法や物理的に破壊する方法なども考案されている。これらの様々な技術のうち、現時点でコスト面も含めて実用的に利用されているものとして、活性粘土・鉍物等の散布が挙げられる。鹿児島県水産技術開発センターで研究が進められてきた天然鉍物のモンモリロナイト（商品名：入来モンモリ）は、*C. polykrikoides* と非常に相性が良く、優れた成果が得られている（水温や海域特性などによって効果が異なる可能性はある）。本物質の散布により、*C. polykrikoides* 赤潮が1-2日間で大きく減少したことを筆者も経験している。さらに、同センターでは、モンモリロナイトに食品添加物のミョウバンを加えた「モンモリ+ミョウバン」により、*Chattonella* 属のプランクトンに対しても比較的高い防除効果が得られることを明らかにしている⁶⁾。同様に我々も同センターと協力して、*K. mikimotoi* に対する「モンモリ+ミョウバン」の防除効果を調べたところ、こちらも比較的高い効果を示すことを見出した（図3）。ミョウバンは酸性化させる性質があることから、酸性条件下でモンモリロナイトの *K. mikimotoi* に対する高い防除効果が得られるものと考えられる。

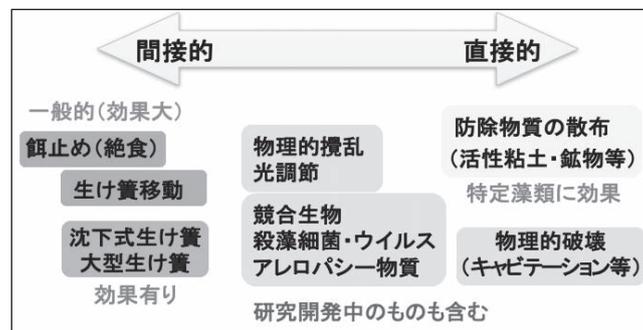


図2 主な被害防除技術

散布による防除は、撒いた後は海水中で相互作用するのを待つのみであり、利用が比較的簡便である。しかしながら、*K. mikimotoi* のように中層で増殖するものについては、今後、効果的な散布法を検討する必要がある。また、背に腹は変えられないことではあるが、特定物質の散布が水質や環境に影響を及ぼさないとは言い切れないことから、散布を行わない“非散布型”の防除素材など

についても開発が待たれるところである。

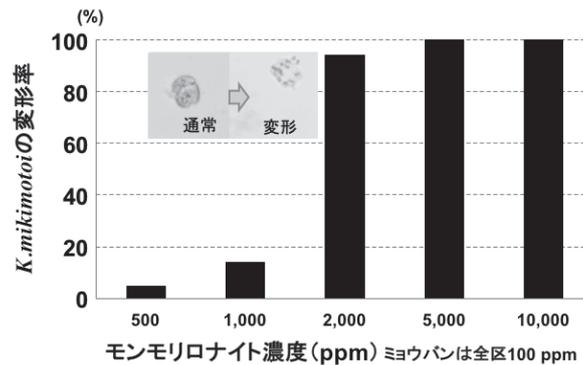


図3 モンモリロナイト+ミヨウバンの *K. mikimotoi* に対する効果

4. 最後に

有害プランクトンは例年、広い海域を利用して、ダイナミックに増殖・拡散し、高密度化した後に姿を消してしまう。海域全体で大規模に赤潮が発生した際には、とても手に負えない。しかしながら、本稿で紹介した高感度検出法により、これまでよく見えていなかった冬季の挙動が少しずつ見えるようになってきた。一方で、有害プランクトンを積極的に抑えるための様々な技術開発が進められている。有害プランクトンの動態は年々変わるが、これを早期に検出し、防除技術を組み合わせることが、被害を防ぐ1つの方向性になると考えられる。特に冬季の低密度時を含む早い時期から段階的に増殖を抑えることにより、その後の赤潮の発生を遅らせる、さらには大規模化を防ぐ、といった対策についても、今後期待していきたい。

最後になりましたが、本稿で紹介した愛媛大学での研究に関して、愛媛大学南予水産研究センターの学生諸氏、スタッフ、愛南町内の生産者の方々、愛南・久良・宿毛湾・吉田町・下波の各漁協、愛南町水産課、愛媛県農林水産研究所水産研究センターの方々にご助言・ご協力賜りました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Gray M, Wawrik B, Paul J, Casper E (2003) Molecular detection and quantification of the red tide dinoflagellate *Karenia brevis* in the marine environment. *Appl Environ Microbiol* 69:5726–5730
- 2) Coyne KJ, Handy SM, Demir E, Whereat EB, Hutchins DA, Portune KJ, Doblin MA, Cary SC (2005) Improved quantitative real-time PCR assays for enumeration of harmful algal species in field samples using an exogenous DNA reference standard. *Limnol Oceanogr Methods* 3:381–391
- 3) Kamikawa R, Asai J, Miyahara T, Murata K, Oyama K, Yoshimatsu S, Yoshida TSY (2006) Application of a real-time PCR assay to a comprehensive method of monitoring harmful algae. *Microbes Environ* 21:163–173
- 4) Antonella P, Luca G (2013) The quantitative real-time PCR applications in the monitoring of marine harmful algal bloom (HAB) species. *Environ Sci Pollut Res* 20:6851–6862
- 5) 向井幸樹・太田耕平・島崎洋平・鶴木(加藤)陽子・大嶋雄治(2017) 定量PCRを用いた有害ラフィド藻 *Chattonella marina* および *Heterosigma akashiwo* 定量法の検討. 九大農学芸誌 72: 39–46.
- 6) 平成 28 年漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業のうち赤潮・貧酸素水塊対策推進事業(九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察被防止等技術開発) 報告書

有明海・八代海等総合調査評価委員会報告について

環境省水・大気環境局水環境課
閉鎖性海域対策室

1. はじめに

「有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律」に基づき、環境省に設置された有明海・八代海等総合調査評価委員会において、国及び関係県が実施した総合的な調査の結果を基に有明海及び八代海等（図1）の再生に係る評価が進められ、平成29年3月末に委員会報告が取りまとめられました。本委員会は、平成23年10月から平成29年3月までの間に、14回の委員会、17回の小委員会が開催され、多岐に渉る課題とその原因・要因の整理、課題に対応した再生方策の検討・評価が行われました。本誌では、委員会報告の「再生への取組（5章）」を中心に概要を紹介します。

2. 委員会報告の概要

2. 1 有明海・八代海等の概要

有明海及び八代海は、他の閉鎖性海域と比べて、閉鎖性が高いこと、大きな潮位差と広大な干潟・汽水域が広がること、海水は濁りを有していること等の特徴があり、これにより、湾奥部浅海域において独特の生態系が発達し、高い生物多様性と豊かな生物生産性を有している等、希少な生態系を有した水産資源の宝庫とされています。

一方、近年、有明海ではタイラギ、アサリ等の有用二枚貝、魚類の減少、ノリの色落ち被害等、八代海では魚類養殖への赤潮被害等が問題となっています。

2. 2 検討のアプローチ

評価に当たっては、基本的に、生物・水産資源が豊かだったといわれる、1970年頃から現在までの環境等の変化が対象とされ、海域の環境特性に応じて、有明海を7つ、八代海を5つに区分し（図2、図3）、海域区分毎に問題点とその原因・要因が整理されています。また、海域全体で目指すべき再生目標として、「希少な生態系、生物多様性及び水質浄化機能の保全・回復」と「二枚貝等の生息環境の保全・回復と持続的な水産資源の確保」の2つが設定されています。

これらの再生目標を踏まえ、有明海、八代海等の多様な生物の生息環境の確保を図りつつ、生態系を構成する上で、または水産資源として重要と考えられる「ベントス（底生生物）の変化」、「有用二枚貝の減少」、「ノリ養殖の問題」及び「魚類等の変化」の4項目を取り上げ、個別海域毎、海域全体で、それぞれ「何が問題か」、「その原因・要因は何か」、「どのような対策が必要か」について整理し、評価・検討されました。



図1 特別措置法で定める海面

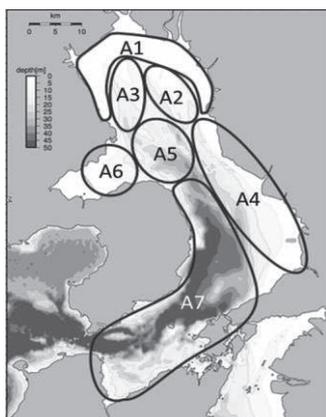


図2 有明海の海域区分

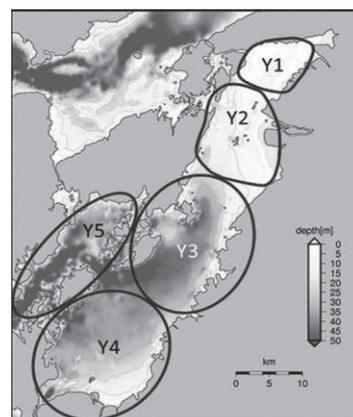


図3 八代海の海域区分

3. 再生への取組

3. 1 再生に向けた方策

(1) ベントス（底生生物）の変化

海域毎の過去のデータが限られ、1970年頃と現在の変化は不明ですが、ベントス群集（種類数、種組成、個体数）を保全・再生するため、再生方策として、「ベントス群集・底質の継続的なモニタリングの実施」、「ベントス群集の変化・変動要因の解析調査の実施」が示されています。

(2) 有用二枚貝の減少

タイラギやアサリについては、近年、浮遊幼生や着底稚貝の量が低位で推移していますが、年により着底量が好調な状況があるため、二枚貝について、海域毎の主な減少の原因・要因及び海域間の相互関係（浮遊幼生の輸送等のネットワーク）を把握したうえで、海域毎の状況に応じ、1) 浮遊幼生の量を増やす、2) 着底稚貝の量を増やす、3) 着底後の生残率を高める、の各ステージについて適切な対策を講ずることが重要です。このため、再生方策として、「種苗生産・育成等の増養殖技術の確立、人工種苗の量産化、種苗放流・移植の推進」、「エイ類等の食害生物の駆除・食害防止策の実施」が示されています。

このほか、タイラギ、サルボウ、アサリについて、資源回復を図るため次の再生方策が個別海域毎に示されています。

〈タイラギ〉：「広域的な母貝集団ネットワークの形成（浮遊幼生の移動ルート及び稚貝の着底場所の把握、母貝生息適地の保全・再生、母貝生息適地への稚貝放流・移植等）」、「資源の回復期における資源管理方法（例えば、採捕の制限、保護区の設定等を含む）の早急な確立、実施」、「泥化対策等の底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）の実施」、「立ち枯れへい死の原因・要因の解明」、「資源の減少要因の解明」、「貧酸素水塊の軽減対策（汚濁負荷量の削減、水質浄化機能を有する二枚貝の生息環境の保全・再生（例：カキ礁再生のための実証事業）、成層化緩和等のための流況改善の検討、貧酸素水塊の発生状況モニタリングの継続実施、水質環境基準に追加された底層溶存酸素量の適切な類型指定）」

〈サルボウ〉：「貧酸素水塊の軽減対策（詳細は前述のタイラギの対策を参照）」

〈アサリ〉：「母貝生息適地の保全・再生」、「泥化対策等の底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）、採苗器の設置等」、「資源の回復期における資源管理方法（例えば、採捕の制限、保護

区の設定等を含む)の早急な確立、実施」

(3) ノリ養殖の問題

安定したノリ養殖の生産を阻害する要因として、病害、色落ち、秋期水温の上昇や栄養塩の早期枯渇による漁期の短縮等が挙げられています。ノリの色落ち被害を可能な限り回避・抑制するためには、珪藻赤潮発生をより精度良く予察することに加え、発生機構をより明確化していくことが重要です。このため、持続可能性の高いノリ養殖のため、再生方策として、「珪藻赤潮発生の予察、発生機構の明確化」、「適切な漁場利用(減柵を含む)による漁場環境の改善」、「酸処理剤等に由来する栄養塩、有機酸の挙動に関する調査・研究」、「環境負荷の軽減に配慮したノリ養殖技術の確立」、「水温上昇等に対応したノリ養殖技術(高水温耐性品種等)の開発」が示されています。

(4) 魚類等の変化

魚類資源に関する研究が少なく、特に漁獲努力量等の資源評価を行うための長期的かつ基礎的データの蓄積が不十分です。漁獲量の減少に係る原因・要因として、藻場・干潟等の生息場の縮小や貧酸素水塊の発生等の生息環境の変化、魚類の種組成の変化及び有害赤潮の発生等が指摘されています。このため、魚類等の生息環境を保全・再生し、魚類資源の回復・持続等を図るため、魚類の生活史を考慮しつつ、「新規加入量、漁獲努力量等を含めた資源量動向のモニタリングの実施」、「種苗生産等の増養殖技術の確立、広域的な連携も含めた種苗放流の推進」、「藻場・干潟の分布状況等の把握及び保全・再生」、「貧酸素水塊の軽減対策(詳細は前頁のタイラギの対策を参照)」を進めることが示されています。

また、持続的な魚介類養殖を確保するため、再生方策として、「赤潮モニタリング体制の強化、有害赤潮の発生予察の推進等による赤潮被害の回避」、「情報網の整備、防除技術に関する研究の推進等による赤潮被害の軽減」、「赤潮の発生、増殖及び移動に係る各種原因・要因の解明」、「環境収容力及び歩留まり率を考慮した生産の検討、給餌等に伴う発生負荷の抑制等」が示されています。

(5) 生物の生息環境の確保

上記の生物・水産資源に係る方策に加え、有明海・八代海等の固有種を含む多様な生物の生息環境の確保を図るため、生物生息場の基盤となる沿岸域の環境(底質を含む)の保全・再生について、「底質改善(覆砂、海底耕耘、浚渫、作濤等)の実施、河川からの土砂流入量の把握、適切な土砂管理、ダム堆砂及び河道掘削土砂の海域への還元の検討等」、「水質浄化機能を有し、生物の生息・再生産の場となる藻場・干潟(なぎさ線を含む)・カキ礁の分布状況等の把握及びその保全・再生」、「漂流・漂着・海底ごみ対策の推進」、「事業の計画・実施時における流況や藻場・干潟等への適切な配慮」を進めることが示されています。

上記(1)から(5)の方策を進めるにあたっては、順応的な方法も取り入れつつ、多くの関係者と協働し、諸施策を総合的に進めていく必要があります。

3. 2 今後の調査・研究開発の課題

有明海・八代海等における諸問題について、その原因・要因を評価するためには、対象となる諸問題に適した時間的・空間的スケールのデータの蓄積が必要であること、海域区分間の関係性(物質移動等)に留意し、各種調査や研究・開発を進めることが重要であることが示されています。

このようなことを踏まえ、委員会報告では、継続的な観測データや水環境、水産資源等に係る科学的知見の蓄積・共有を図るとともに、環境改善や水産資源の回復手法の開発等を進めるため、「生

物・生態系に関する研究・開発」、「水産資源に関する研究・開発」、「物質の動態に関する研究」、「水質汚濁、赤潮、貧酸素水塊、底質等に関する研究・開発」に関する調査・研究を進める必要があることが示されています。

4. 委員会での今後の評価

委員会においては、生物や水環境のモニタリング結果の確認を含め、再生目標の達成状況や再生方策の実施状況等を定期的に確認し、これも踏まえて有明海・八代海等の再生に係る評価を適切に実施することとしています。

なお、委員会報告の詳細については、環境省HPに掲載されています。

<http://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/yoshi20.html>



フィリップ モリス ジャパンKJB瀬戸内基金 Keep Japan Beautiful — 美しい日本をさらに美しく



フィリップ モリス ジャパンは2007年に「KJB 瀬戸内基金」を設立し、瀬戸内海地域13府県における環境美化・環境保全活動に取り組む団体(NGO/NPO等)の活動を助成し、支援してきました。

この度、環境美化・環境保全活動に参加するきっかけづくりのサイクルを含む当初の目的を達成したことから、10年間続いた本基金を終了することになりました。

これまでに本基金では、延べ201の団体が行う環境美化・保全活動に対して総額約3,500万円の助成を実施しています。助成団体の活動報告を是非ご覧ください。<http://www.seto.or.jp/etc/kjb/>

美しい日本をさらに美しく—— 私たちフィリップ モリス ジャパンの変わらない願いです。

フィリップ モリス ジャパン合同会社
〒100-6190 千代田区永田町2-11-1山王パークタワー22階
電話：03-3509-7200 URL: <http://www.pmj1.jp>

瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査の実施について（続報）

環境省水・大気環境局水環境課
閉鎖性海域対策室

1. はじめに

平成 27 年 2 月の瀬戸内海環境保全基本計画の変更、同年 10 月の瀬戸内海環境保全特別措置法の改正により、瀬戸内海を生物多様性・生物生産性が確保された「豊かな海」とする方向性が掲げられ、基本的な施策の一つとして、水質浄化機能を有し、生物の生息・再生産場としても重要な藻場・干潟等の保全・再生・創出を進めることが盛り込まれました。

藻場・干潟の保全・再生・創出を進める上では、これらの分布状況を把握することが重要ですが、瀬戸内海においては平成元～2年に実施された第4回自然環境保全基礎調査（環境庁）以降、全域での本格的な分布調査は行われていませんでした。また、同調査はヒアリング調査が中心であり、客観的手法による分布調査の必要性も指摘されていました。

このため、環境省においては、瀬戸内海における最新の藻場・干潟分布及び面積を統一した客観的手法で把握することを目的に、衛星画像の解析手法を活用した調査を平成 27 年度から開始しました。本手法を用いることにより、藻場・干潟の分布域をより詳細に抽出できるだけでなく、今後、同手法により調査を行った際には、分布域の増減を定量的に評価することが可能となります。前号では、平成 27 年度に調査を行った東部海域での結果を紹介しましたが、今号では平成 28 年度に調査を行った中部海域での結果を、続報として紹介します。

2. 調査の概要

2. 1 調査計画

本調査では、瀬戸内海全域を、平成 27～29 年度の 3 年間で実施する予定としています。平成 27 年度は東部海域（紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸）、平成 28 年度は中部海域（備讃瀬戸、備後灘、燧灘、安芸灘、広島湾、伊予灘）において調査を実施しました。平成 29 年度は西部海域（周防灘、豊後水道、響灘）において調査を実施しています（図 1）。

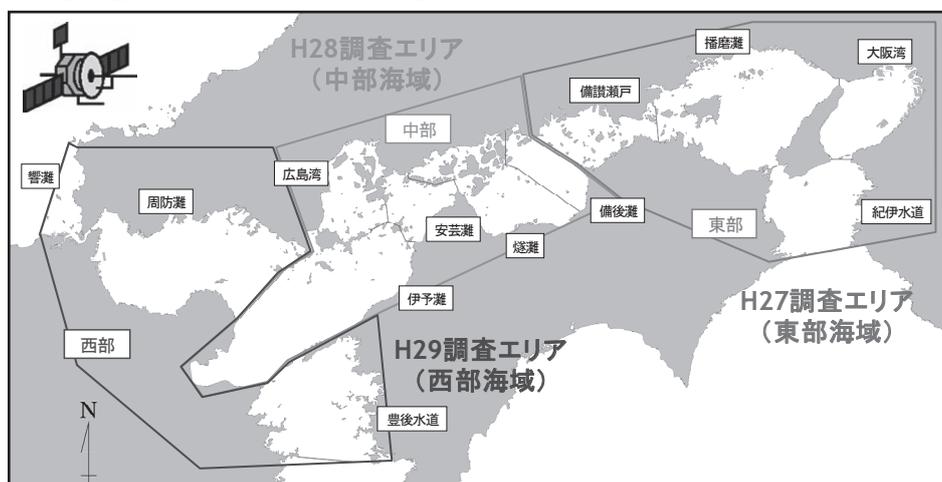


図 1 調査実施海域

2. 2 調査方法

瀬戸内海全域の藻場・干潟分布域を効率的かつ客観的に抽出するため、平成27年度と同様に、本調査では衛星画像の解析と現地調査を組み合わせ実施しました。調査プロセスの概要を以下に示しています。詳細は前号を参照ください。

①衛星画像の取得、放射量補正

平成27年度と同様に、過去3年以内の藻場の繁茂期（春季）に撮影されたRapidEye衛星画像を取得し、光の散乱、減衰等の影響を取り除く放射量補正を実施した。

②現地調査の実施

③で実施する画像解析に必要な基礎情報を得るため、一部海域（計12エリア）において現地調査を実施し、海草藻類の有無の確認、水深データの取得等を行った（図2）。

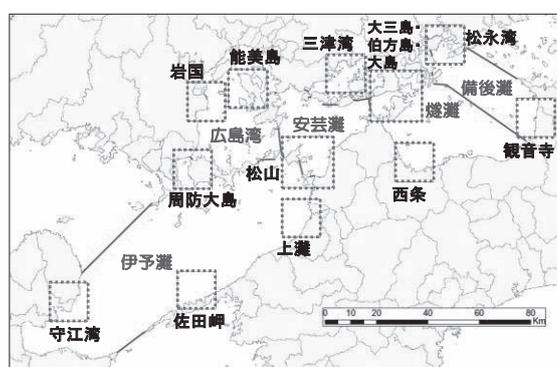


図2 現地調査実施エリア（平成28年度）

現地調査は、調査船から垂下した水中ビデオカメラにより海底の状況の確認を行うものであり、調査船が低速で進みながらデータ取得を行うライン調査と、調査船が停止した状態でデータ取得を行うスポット調査を併用した。平成28年度は、ライン調査により168測線（総延長53.6km）、スポット調査により190地点でデータを取得した。

③画像解析

①で取得・補正した衛星画像について、②の現地調査で得られたデータを活用し、藻場・干潟の分布域の抽出を行った。

平成27年度と同様に、藻場については、藻場に相当する輝度の範囲を抽出することにより、干潟については、高潮線と低潮線で囲まれた範囲を衛星画像解析により抽出した。

3. 平成28年度の調査結果

3. 1 藻場・干潟面積

平成28年度に調査を行った中部海域では、藻場面積は6,272ヘクタール、干潟面積は3,385ヘクタールとなりました。府県別の面積を表1に示します。

また、平成27年度の調査において未実施であった備讃瀬戸の一部海域で今回調査を行い、東部海域の分布面積を確定しました（表2）。

表1 中部海域の調査結果

海域		藻場面積 (ha)	干潟面積 (ha)
備後灘	広島県	415	125
	愛媛県	17	0
	香川県	38	213
	計	470	338
燧灘	広島県	1,535	618
	愛媛県	1,714	826
	香川県	2	0
	計	3,251	1,444
安芸灘	広島県	108	97
	愛媛県	341	79
	計	449	176
広島湾	広島県	415	413
	山口県	238	417
	愛媛県	15	3
	計	668	833
伊予灘	山口県	420	135
	愛媛県	590	87
	大分県	424	372
	計	1,434	594
瀬戸内海(中部) 合計		6,272	3,385

表2 東部海域の調査結果(確定値)

海域		藻場面積 (ha)	干潟面積 (ha)
紀伊水道	和歌山県	185	83
	兵庫県	358	1
	徳島県	257	119
	計	800	203
大阪湾	和歌山県	44	0
	大阪府	97	38
	兵庫県	195	8
	計	335	47
播磨灘	兵庫県	289	97
	岡山県	510	212
	香川県	583	58
	徳島県	13	0
計	1,395	367	
備讃瀬戸	岡山県	846	173
	香川県	543	233
	広島県 (今回調査実施)	46	0
	計	1,435	406
瀬戸内海(東部) 合計		3,965	1,023

3. 2 過去からの藻場・干潟面積の推移

衛星画像の解析手法を用いた本調査は、関係者ヒアリング等の手法を用いた従来の調査手法と異なります。このため、中部海域の一部エリア(計9エリア)においてヒアリング調査を行い、第4回自然環境保全基礎調査(平成元～2年度)の結果と比較することで、藻場・干潟の経年変化を試算しました。

試算の結果、既往調査(平成元～2年度)と比較して、中部海域における今回調査(平成28年度)では、藻場面積で約17%、干潟面積で5%の増加がみられました。

エリア別では、海草藻場(アマモ場)は7エリアで増加、2エリアで減少、海藻藻場(ガラモ場等)は4エリアで増加、3エリアで減少(2エリアで変化無し)、干潟は2エリアで増加(7エリアで変化無し)となりました。

分布面積の変化傾向は海域によって異なりますが、今回ヒアリングにより経年変化を試算した9エリア全体では、藻場・干潟ともに面積の増加傾向を示し、平成27年度に調査を行った東部海域と同様の傾向が見られました。

3. 3 衛星画像解析の精度

本調査における衛星画像解析精度を検証するため、現地調査結果との比較により精度の検証を行いました。藻場の解析精度は71%、干潟の解析精度は90%と良好でした。なお、精度については、現地調査における全地点数のうち、現地調査結果と衛星画像解析結果の一致地点数の割合として算定しています。

4. 今後の予定

今回は、東部海域の調査結果を紹介した前号に引き続き、平成28年度に調査を実施した中部海域での結果を紹介しました。残る西部海域についても、現在調査を実施しているところであり、結果を取りまとめ次第、結果を公表してまいります。なお、平成27・28年度調査の結果(詳細分布図・

GIS データ等) は環境省 HP で公開しており、自治体、研究機関等における調査・研究等にも適宜活用いただきたいと考えています。

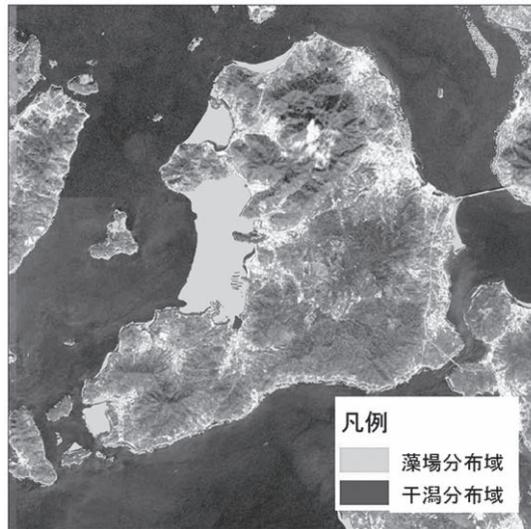


図3 藻場・干潟分布図の例 (愛媛県大三島)

<参考>環境省 HP 「瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査について」
http://www.env.go.jp/water/heisa/survey/result_setonaikai.html

環境調査事業

地方公共団体や民間事業者からの依頼により、各種計画策定や現地調査、予測など、中立公正の立場でのコンサルティング業務を行っています。

■環境アセスメント

各種開発整備事業について一連のアセスメント調査・手続を支援します。また、自主的に実施するアセスメント調査についても事業内容や周辺地域の特性に応じたご提案をしています。

■廃棄物の処理支援

循環型社会を実現するため、市町が推進するごみ減量化施策を支援するほか、廃棄物処理施設の建設事業について、生活環境影響調査など計画段階からコンサルティング業務を行っています。

■自然環境の保全・再生

生物多様性を保全し、自然共生社会の実現に貢献するための自然環境調査、GIS等を用いた自然環境情報の整理・解析・評価、保全計画等の策定など、各種の提案・支援を行っています。

■再生可能エネルギーの導入・普及支援

低炭素社会の実現をめざし、小水力や風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの導入や、地域特性を踏まえたエネルギーの地産地消を進める技術提案にも取り組んでいます。

■環境学習支援

地域や企業、行政が実施する環境学習について、企画や運営の支援、適切な人材の派遣を行っています。また、環境学習に活用できる写真やイラストを多用した普及啓発冊子やパンフレットを作成しています。

測定分析事業

計量法に基づく環境計量証明事業の登録機関として、経験豊富なスタッフが、最新の技術を開発しながら、あらゆるニーズに対応できる迅速正確な調査・測定分析を実施しています。

私たちの身の回りを取り巻く大気環境、河川や海域をはじめとする水環境を良好に保つため、各種法令に基づき、規制の対象となる有害物質等の測定・分析を行っています。

■大気環境

- ・ばい煙発生施設に係る測定分析
- ・微小粒子状物質 (PM2.5) の測定分析
- ・アスベストの含有調査 (空气中濃度、建材等)
- ・騒音、振動、悪臭の測定分析
- ・一般環境大気質、作業環境・室内環境測定分析

■水環境

- ・河川、湖沼、海域、地下水の調査
- ・水道水質の測定分析 (水道法に基づく水質検査機関)
- ・事業所排水等の測定分析

■土壌環境

土壌汚染対策法に基づく指定調査機関として、同法に基づく調査 (地歴調査、土壌調査等) を行うとともに、汚染土壌の除去方法や浄化対策の検討も含め、総合的にコンサルティングしています。



公益財団法人 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番18号
 TEL: 078 (735) 2737 FAX: 078 (735) 2292

芸術祭が残してくれたもの

特定非営利活動法人 DREAM ISLAND 理事長
立花 律子

1. はじめに

「もっと個人に近い目線で、小豆島のいいところを伝えたい。」そんな思いを抱いて小豆島観光協会を退職した私は、2006年秋、NPO法人DREAM ISLANDを起業した。

21年半という長い間、観光協会に勤める中で、観光の形はどんどん変わり、バブル崩壊後からは観光協会への問い合わせ内容も激変していった。特にインターネットの普及により、地域の人しか知らない場所、食べ物、穴場の情報など、細かな情報が求められるようになる。多くのお客様と日々会話する中で、私の心には、それぞれのお客様に向けたもっと細やかな情報を伝えたいという思いが強くなっていった。そんな思いが強くなるにつれ、キーマンとなる人たちが私の周りに次々と集まってくるようになり、ふと気がつくやうに、起業への道を歩み始めていた。

DREAM ISLANDの目的は、「小豆島を訪れたお客様に、小豆島を大好きになってお帰りいただくこと。そして、何度もお越しいただくこと」。そのための手段として、小豆島を知っていただき、お越しいただくための情報発信、小豆島をより楽しんでいただくためまちと海のガイドツアーを始めた。

ツアー事業が少しずつ軌道に乗り始めた2008年のある日、友人から連絡が入った。「今そっちに向かっているんで、案内してくれないか。」港に迎えに行くと、そこには友人2人と一緒に、帽子をかぶった男性がにこにこ笑っていた。それが瀬戸内国際芸術祭の総合ディレクター、北川フラム氏との出会いだった。肥土山農村歌舞伎舞台に行き、栈敷に腰掛けていろんな話をした。北川氏の話とは、「2010年に小豆島を含めた7つの島を舞台に現代アートの祭典を行うので、協力してもらえないか」というものだった。この日を境に、大げさに言えば、私の人生が想像もしなかった方向へとカーブを描くことになる。



写真1 小豆島中山の棚田



写真2 瀬戸内国際芸術祭 王文志のアート

彼が描く瀬戸内国際芸術祭の意義とは、瀬戸内海の復権、そして島のお年寄りを楽しませよう！元気にしよう！というものだった。アートや建築という素材を介して地域と関わり、人と人、人と地域などの縁を繋ぐ。それはまさにDREAM ISLANDのミッションそのものではないか。心の中に、暖かい灯がともったような気がした。

2. 瀬戸内国際芸術祭

かつて瀬戸内に暮らす先人たちは、岩礁等も含めた地形の把握はもちろん、風や潮の流れを読み、雲の流れや観天望気などで天気の移り変わりを判断するなど、常に海に出ているからこそその航海術を体得。海を牛耳り、船を操って、世界に通じる海という道を通って各地へと出かけていった。

江戸時代から明治の初めにかけては北前船が盛んになる。北前船とは、大阪から関門海峡を抜け、日本海を北海道まで往復した交易船のこと。途中、各地の港に立ち寄ってはそこにはないものを売り、そこにしかない産品を積んで北へ北へと向かった。珍しい産品とともに故郷に持ち帰ったのは、各地の文化や技術、最先端の情報。そして、それによる豊かな暮らしだった。積荷の利益は、「千石船、一航海で千両稼ぐ」と言われ、下り荷 300 両、上り荷 700 両。千両とは、およそ今の 1 億円。約 210 日間の航海だった。ちなみに江戸時代初期、小豆島にいた水夫の数は 6,200 人余、船数は大小合わせて 280 隻にも達し、ほとんどの家に北前船の船頭がいる集落までであったようだ。つまり、小豆島は瀬戸内海という道により、世界に開かれた地域であった。ところが、時代の流れとともに、交通手段は海から陸、空へと変化し、活気に溢れていたはずの瀬戸内海には、過疎化の波が大きく押し寄せてきたのである。

かつて交通の大動脈であった瀬戸内に活気を取り戻し、地域のお年寄りを元気にすることを 1 番の目的に掲げた瀬戸内国際芸術祭のモデルは、四国遍路だという。人生が尽きるまでに、一度は詣でたいと願うのが四国遍路。時代が移り変わっても、全く廃れてはいない。お遍路のよさは、お寺からお寺へ間をその地域ならではの風や光を感じ、花を愛で、土地の匂いを感じながら歩くことである。人と触れ合い、自然と触れ合い、五感を最大限に開放しながら時間を旅するのだ。だからこそ、芸術祭もアート作品を一ヶ所に集中させるのではなく点々と設置し、現代アートを見ながら奥へ奥へと進んでいくと、知らずその地域特有の人々が育んできた暮らしのアートに出会うことになる。現代アートが、地域のアートへの誘導装置となるのだ。

2009 年夏。すべての作品が出揃った段階で、北川氏から小豆島会場についての説明を受けた。そして、「暑い中、ここを歩くとノドも乾くしお腹も空くので、中山あたりにお店が必要だと思う。それをやってくれないか。」とおっしゃった。

一瞬、理解ができず、次の瞬間、絶句した。飲食業の経験が全くないどころか、ずっと忙しく過ごしてきた私は、母が作ったご飯をチンするだけの生活を 20 数年続けており、たまに料理を作っても感覚が消失していて、おいしい料理などできなくなってしまっていたのだ。そんな私が作る料理を人様に召し上がっていただく。しかも有料で。あり得ない。頭の中には「できません！」という言葉しか浮かばなかったが、とりあえず話を持ち帰らせていただくことにした。事務所に帰り、共同経営者である連河に



写真3 古い納屋を改修した「こまめ食堂」

相談した。連河には大笑いされ、母からはできるわけがないと力強く断言された。

数日後、今度は連河と一緒に北川氏に会いに行った。私が断ろうとした瞬間、隣から「お受けします。」の音が聞こえた。連河だった。隣にいる私を蚊帳の外に、北川氏と連河との間で、飲食店経営に向けた話が和やかに進んでいった。期せずして、私は飲食店を経営することになった。

3. こまめ食堂と芸術祭

2010年3月。中山農村歌舞伎舞台横の空き家を借り、こまめ食堂とこまめ商店が始動した。こえび隊に協力してもらい、事務所兼商店にする母屋と、食堂にする納屋の掃除をした。2トントラック15台分ものゴミが出た。場所の準備は整ったものの、すべてが初めてで、何をすることもどうしていいか全くわからない。空家リニューアルのためのお金の準備、人材の確保、物販の仕入れ、カフェメニューの決定など、あまりの忙しさ、難しさに、焦りや不安で押しつぶされそうな毎日が嵐のように押し寄せてきた。もちろん、まち歩きやシーカヤック事業も継続していた。

思いつく限りの準備はしたものの手探り状態で芸術祭が始まった。暑すぎた2010年夏。芸術祭自体はお客様が日増しに増えていくのに、こまめ食堂にお越しくださるお客様はほとんどいなかった。お盆を直前にしたある日、北川氏に呼ばれた。「今のままではダメだ。すぐにメニューを替えなさい。」でも、お盆のツアーは既に満杯だった。苦し紛れに「新米が出たらメニューを一新します。」と答えた。新米が出るのは、8月20日頃から。お盆のお客様をさばくための必死の提案だった。

9月からは千枚田のお米と湯船の名水を主役にして内容を一新した。自ら厨房に入り、現在のメニューの基礎となる「棚田のおにぎり定食」を始めた。加えて、湯船の名水を無料接待した。暑さが少し和らいだこと、「他の島はいっぱいだけど、小豆島は空いています。」という実行委員会のアナウンスも功を奏し、敬老の日の連休辺りからお客様が少しずつ増えていった。そして、気がつくと、最高300食を越える食事を提供していた。

疲れ切った。毎日、食事メニューのことだけを考え、迷惑をかけてはいけないという思いばかりが強かった私は、心身ともに疲労困憊。芸術祭終了とともにお店を閉めた。

心と体のリハビリには、ひと月以上を要した。手ぬぐいで押さえつけていた髪の毛までが元気を失っていた。どうにか普段通りの生活と元気な髪の毛が戻ってきたある日、北川氏から電話が入った。「いつまで閉めとくの？」地域のおばちゃんたちからも、「電気が消えて、寂しかったわー。」という声が聞こえていた。



写真4 中山千枚田の稲狩り

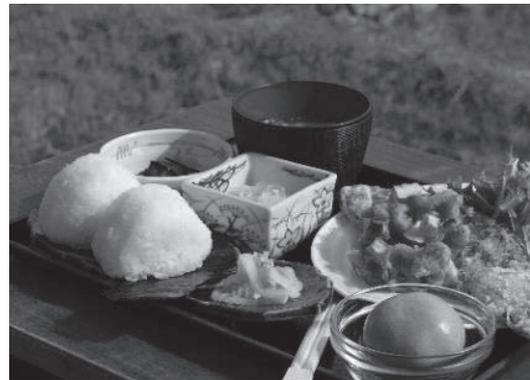


写真5 稲田のおにぎり定食

2011年春、こまめ食堂を再開した。緩やかに始まった今回の目的は、食を通して「いつもの小豆島を伝える」ことだった。DREAM ISLAND本来の目的に立ち戻ったのである。芸術祭での教訓を生かし、今度は最初から棚田のお米と湯船の名水をメインに、島に住む私たちが家で食べているものを作ることにした。

以前、魚屋さんが「旬の食材は安くてうまい！」とおっしゃっていたが、旬のものを使うと、食材の持つおいしさがお客様に伝わるのを感じる。若いお客様が、煮物や酢の物を召し上がり、完食される様子は本当にうれしい。棚田のお米はもちろん、野菜も魚も果物も、味の濃い小豆島の食材はお客様の心を揺り動かしてくれた。

4. 協働

芸術祭の総合ディレクターである北川氏の考えた『協働』という仕組みは、今まで行政がお膳立てしてくれるイベントの形が当たり前と思っていた私たちには、なかなか理解しにくいものだった。思い込みが強すぎて、頭の切り替えがうまくいかないのだ。ところが、開催日が近づくにつれ、みんなの気持ちにも変化が現れてきた。

2010年の芸術祭では、5千本もの長い竹を使い、巨大な快適空間を編み上げる台湾の王文志さんや、各家から集めた食器を金つぎの手法で成形する岸本真之さん、地元新潟の流木と小豆島の流木をコラボさせた空間づくりの丹治嘉彦さんなどが滞在し、現場での作品制作を続けていた。それらをサポートするのが、『こえび隊』と呼ばれるボランティア部隊である。こえび隊には誰でも参加することが可能で、事務局の呼びかけに応じ、様々な形で芸術祭を支える。会期前には作品制作に用いる空家掃除をはじめ、素材集めや制作のお手伝いなどを中心に活動していた。こえび隊が一生懸命労働する姿は実にさわ



写真6 王さんの現場にぜんざいの差し入れ



写真7 地元自治会が竹を伐りだし、こえび隊が仕分け

やかで、とても楽しそうだ。若者たちがこんなに頑張ってくれているのだから、地元の自分たちも何か手伝わなければと、徐々に地元の有志が増え、関わりを持つ人たちも増えていった。竹の確保には地元自治会が動いた。もちろんこえび隊が手伝って、仲良く共同作業を行うのだ。その一員として動いていると、何とも不思議な感情が生まれてくる。自分が関わったいろんなものが形になっていく喜びとともに、自分の感情までもが作品の中に盛り込まれていくのである。

芸術祭に関わらせていただく中で強く伝わってくるのが、アーティストたちの感謝の気持ちだ。あるアーティストから伺った言葉がとても印象的だった。「地域の人たちと共有する磁場を形成することも、私にとっての作品です。」どのアーティストの作品も小豆島の素材が用いられ、小豆島の風景に溶け込んでいた。アーティストと地域の人たち、そしてこえび隊。みんなが一体となって1つの作品を作り上げていく。これが北川ディレクターの考える協働の形だった。

2013年の芸術祭では、DREAM ISLANDのスタッフも竹の伐り出しに参加、制作が始まってからは王さんチームの現場にせっせと差し入れを運び、身振り手振りでの会話を楽しんだ。作品づくりと並行して食堂を造っていた2010年と違い、食堂が動いている2013年は最初から関わる

ことが可能だったからだ。ある日、ぜんざいを召し上がっていた王さんがこんなことをおっしゃった。「この竹の割り箸を釘の代わりに使ってみるよ。」「小豆島の光」には、こまめ食堂の割り箸が釘となって次々と組み込まれた。この日を境に、王さんの作品が完全に私たちの作品へと変わっていった。これぞ芸術祭の醍醐味である。地域の人たちがメロメロになる理由を改めて実感した。



写真8 釘の代わりにした竹の割り箸

今は自分たちのまちは自分たちで工夫して作るという市民公益がとても大切な時代。お金があってできるのは当たり前だし、プロが入ってできるのも当たり前。お金がなくても、プロの手を借りなくても、できることは必ずある。そこに必要なのは、みんなの知恵と協力。未来に残せる財産は、持続可能な経験知、加えて達成感とそれらに取り組むことのおもしろさである。いろんな立場の人が、アーティストの作品制作という1つの目標に向かって力を合わせて知恵を絞り、試行錯誤を繰り返しながら1つ1つ積み上げていく形、協働。北川氏の描く芸術祭は、アートを他人事ではなく自分事にする祭典であった。

5. こまめ食堂から見るお客様の傾向と芸術祭

2010年の芸術祭では、最初の1ヶ月間は美大生や流行の最先端に行くおしゃれな女性たちが多く訪れていた。こまめ商店で扱っている手ぬぐいやウチワなどの芸術祭グッズが飛ぶように売れた。9月に入ると客層が一気に変化した。今度は、20～30代の女性とその母親という組み合わせが目立つようになった。芸術祭グッズは相変わらず売れるものの夏ほどの勢いはなく、小豆島の産品がそれに加わり始めた。10月に入ると客層はまた激変した。幅広い年齢層のお客様が訪れるようになり、地元客も一気に増えてきた。流行の形がモードからファッション、スタンダードへと変化するのと似ていた。2013年、2016年もその流れは継続しており、芸術祭がアートを楽しむ幅広い世代に認知されてきた様子が伺える。

2016年の芸術祭のテーマは「食」だった。北川氏が「島キッチンとこまめ食堂が芸術祭の食の成功例だ」とおっしゃり、食のフラム塾の講師を仰せつかったことは本当にうれしく、芸術祭を育ててこられた皆様に初めてご恩返しができるような気がした。

ところで、2010年の芸術祭前のこえび隊の勉強会で北川氏が芸術祭を成功させるための注意点として、こんな話をされていた。

- ① 瀬戸内国際芸術祭を必ず成功させる！という目的に向かって動かなければならない。
- ② 私的なことを持ち込んではいらない。
- ③ ゴミは必ず持ち帰るということを徹底させる。



写真9 「小豆島」に寝転び、楽しみ方をレクチャーする王さん

個人レベルの私利私欲を持ち込めば、必ずそこから水が漏れる。芸術祭成功という目的に向かって、1つの駒になり切れるか否か。大きなイベントを成功に導くには、一人ひとりが自分の役割をきちんと認識したうえで、その役割を完璧にこなすことが必須条件である。

実行委員会がどんなに素晴らしい作家を呼び、芸術祭を盛り上げて、そこに個々の私利私欲が渦巻いては、せつかくの作品もお金儲けのためだけの対象物となってしまう。なぜ芸術祭を行うのか。行わなければならないか。過去3回の芸術祭が大成功を収めたからこそ、今一度原点に立ち返る必要があるのではないか。そして一人ひとりが芸術祭をきちんと自分事として認識し、本気で目的と成功に向かって進むことこそが、まわりまわって自分や自社の成長へと繋がっていくのだと思う。王道を行くことこそが、遠回りのようにでいて実は1番の近道なのだ。

6. 最後に

DREAM ISLANDを起業して、10年が過ぎた。起業した頃、ヨットマンのおじさんからこんな言葉を教わった。「自灯明」。お釈迦様が死の床で弟子たちに遺した言葉で、自らが灯明となり足元を照らせば、そこに人が集まってくるという意味だ。ならば、自分たちが灯明となり、地域に光を当てたいと思った。

起業4年目に始まったこまめ食堂は、それまでの私には想像もつかない仕事だった。毎日数百個ものおにぎりを結び、おかずを作り続けることの苦しさ、何度も心が折れそうになった。でも数年を経たある日、突然おにぎりがふわっとおいしく結べるようになった。気になって数を計算してみたら、ちょうど10万個のおにぎりを結んでいた。素麺職人の平井さんが、「素麺を作り始めて27年目に素麺を自分の支配下に置けるようになった。今までは麺に『はよ伸ばせ！』って怒られていたのに、『ちょっと待ってけ。』って言えるようになったんや。」と話されていたのを思い出し、何だか職人の仲間入りができたような気がした。すると、おにぎりを結ぶことが楽しくなってきた。そこからもっとおいしいおにぎりの結び方を試行錯誤するようになった。併せて、可能な限り小豆島の旬の食材を使い、おいしいものを召し上がっていただきたいという思いがどんどん強くなっていった。

人生はすべてが必然だという言葉があるが、こまめ食堂があるからこそ、小豆島のおいしい食材を召し上がっていただけるし、島のおいしい産物を味わっていただける。景観を守る一助になりたい想いで始めた千枚田でのお米づくりも、ここ中山に来なければ、芸術祭に関わらなければ、始めることは叶わなかった。

小豆島の良さを食べ物を通して伝えること。そして、島の情報を伝える発信基地となること。自分たちの思いを叶えるための日々の努力を、食堂を訪れたお客さまやメディアが後押ししてくださった。思いもかけない方向で戸惑ったこまめ食堂だったが、7年を経た今、気がつくとも最初に進もうとしていたとおりの方向に進んでいる。こまめ食堂を運営することは、まさしく小豆島に光を当てることに繋がっていた。芸術祭に関わらせていただき、北川氏をはじめ実行委員会やアーティスト、こえび隊や地元の人々など、多くの皆様に助けられ、励まされ、様々なことを学ばせていただいた。この場を借りて、関わったすべての皆様に感謝の意を表したい。



写真10 10万個のおにぎり

誰が豊穡の海を守るのか

愛媛新聞社 東宇和支局長
森田 康裕

1. 「瀬戸内海」に寄せて

このたび瀬戸内海環境保全協会から「ジャーナリストの瀬戸内海」への執筆を依頼いただいた。これまでの連載を拝読すると、瀬戸内海に長年関心を持ち取材を重ねてきた先輩方の手によるものばかり。さして専門性や知識があるとも思えない自分がこれ以上どんな話題を提供できるか悩ましいところではあるが、瀬戸内海を取り巻く状況が、ある外の一つの目を通すとどう映るか、一つの参考材料にでもしていただければと思う。

これまで瀬戸内海に関する取材で接してきた人たちは、それぞれに問題意識や希望、あるいは諦念を抱いていた。2014年に愛媛新聞に掲載した「豊穡の海を守る」シリーズの構成やテーマは、そうした思いや記者自身が現場を見聞きして醸成した問題意識が背景になっている。個人的には新聞は関心を持つきっかけや考える材料を提供する場であることが基本と考える。記者の内心が前面に出ると、独りよがりになり思考停止を招きかねないからなのだが、ここでは当時を振り返りながら、あえて一步踏み込んで取材の過程や通底した思いについて「種明かし」を試みたい。

2. なじみの薄い問題

瀬戸内海国立公園指定 80 周年に当たる 2014 年の 1 月 1 日、愛媛新聞では特集紙面 3 ページを展開し、3 月には「豊穡の海を守る」と題して約 1 カ月に渡り、瀬戸内海国立公園や足摺宇和海国立公園、県内の自然公園も含め自然環境維持や経済活動への活用に携わる人などを紹介した。

2013 年春、社会部に所属していた私は国立公園指定 80 周年に向けた企画や取材を検討するよう指示を受けた。社会問題や行政、自然災害を中心に取材してきたが、自然環境は正直なじみの薄い分野。まず歴史をひもといてみると、古代から水産業や海上交通、製塩など命を育む豊かさ、島々に刻まれたミカンの段々畑など、自然と人の営みが溶け込んだ風景が見えてくる。戦後から高度経済成長期にかけての開発や公害も決して忘れてはならない。報いは漁業や健康への悪影響として人自身にはね返り、漁獲量や自然環境の現状をみてもいまだあるべきバランスを模索している。

「豊穡の海」にどのように人が関わっていくかを考えることが重要と考えた。



図1 愛媛新聞掲載記事

瀬戸内海との関わり方について、愛媛県民にも深く考えることを迫られてきた歴史がある。赤潮やリゾート開発に歯止めを掛けようとした立木トラスト運動、今治市に住民が海浜埋め立ての公金支出差し止めを求めた織田が浜訴訟、海砂採取禁止の動きなど、市民が生活や漁業に関わる問題について声を上げ、行政も対応してきた。過去の愛媛新聞の紙面をたどっても、瀬戸内海への関心はこの時期に集中している。ただ記憶は薄れ、日頃から海と直接の関わりでもない限り危機感や切迫感を抱く県民は多くないだろう。記事の中で美しい景色や動植物を紹介するのは関心を引き寄せる手段だが、「きれい」「珍しい」という一過性だけで終わってしまっただけでは意味がない。どうすれば瀬戸内海の現状について読者の胸の中に少しでも引っかかりを残し、自分たちの問題として受け止めてもらえるだろうか。そこがスタート地点となった。

3. 浮かび上がる現場の苦悩

関係者に話を聞く中で浮かび上がってきたのは、貴重な環境の維持を公的機関の少ない人員や住民の善意に頼りきる心もとない現状だ。

松山市には環境省出先機関の松山自然保護官事務所があり、島しょ部を含めた今治市や松山市を中心に、県西部の佐田岬半島先端部まで国立公園を管理している。新聞社では国や県、自治体など行政機関にはたいてい担当記者がいるが、愛媛新聞には自然保護官事務所を日常的に取材する記者はいなかった。訪れてみると自然保護官は1人で、補佐するアクティブ・レンジャーも欠員状態。普段は開発建築など許認可業務が中心で、公園施設のチェックや周辺の海浜などの定点観測もこなす。「巡視や市民・子ども向けの普及活動も滞りがち」と自然保護官は率直な本音を漏らした。

こうした状況は愛媛だけではないようだ。2006年には関西学院大の学生が、全国の自然保護官事務所や環境省地方事務所などで勤務するレンジャー（技官）を対象にアンケートを実施し、2008年に「レンジャー100人の意見と意識」と題して結果がまとめられている（対象者228人、回答率50%）。目を引いたのは、自然保護行政の目指すべき方向性として64%がソフト面強化を選び、施設整備の12%を上回ったことだ。自由記述解答ではそのソフト面の取り組みとして、地域で維持管理やガイドを担う人材育成や民間団体支援、環境教育、解説活動、情報提供などが挙げられた。

見えてくるのは、限られた予算と人員で施設や広範囲に点在する保護地域の維持管理に手いっぱいという職員の姿だ。国だけではなく、後回しにされがちな行政分野である自然保護に携わる県や市町村の担当者からは、予算や人員で苦勞している内情がうかがえた。組織の垣根を越えて力を合わせるというのは理想だが、管轄外に手を伸ばす余力があるのか。自然環境に関心のある住民や観光利用などで受益者となる民間を育て、担い手として協力してもらおう考え方は自然だ。

環境庁の瀬戸内海環境保全室長などを歴任し、アンケートに携わった久野武関西学院大名誉教授は「日本では人員の限界や国土の広さといった問題から国単独の管理は難しい。私自身レンジャーとして活動する中で都道府県や市町村、住民の協力が不可欠だった」と振り返り「自治体や民間、住民と知恵を出し合い、保護と活用のバランスを含めて話し合っていくことが関心を高めることにつながる」と提言。施設整備よりボランティアなどの人材育成といったソフト面を重視し、関係者



図2 休暇村瀬戸内東予（西条市）で設備を確認する自然保護官

が活発に議論できる仕組みを構築することが必要と指摘した。さて実際の行政はどうか。もう一度、自然保護官事務所の現状を振り返りたい。これで地域の人材は育つだろうか。

4. 担い手の本音

愛媛県の西側に突き出した佐田岬半島中ほどに位置する伊方町三机地区は県立自然公園で、須賀の森海岸は自然海浜保全地区に指定されている。元町職員で、地元の神社で宮司を務める男性＝当時 60 歳代＝に出会った。

男性は県から自然海浜保全指導員を委嘱され、月 1 回程度、約 2 時間かけ海岸に漂着したごみを集める。かさばるペットボトルなどはもちろん、流木など重い物もある。県立自然公園の展望台付近の手入れもしており、使用する草刈



図 3 須賀の森海岸でゴミを集める男性＝2014 年 2 月

り機などの機材や燃料は自前。暑い時期は大変な作業だ。月額 800 円の謝礼が支払われるというが、まさに「気持ちばかり」の範ちゅうとっていいだろう。それでもまだ恵まれている方で、環境省が委嘱する自然公園指導員は無報酬のボランティアだ。愛媛県自然保護課によると、自治体などに協力を求めて人選をするものの、指導員を確保するのに苦労する地域も実際にあるという。

男性は元々、地元で開発によって姿を消していく植物の写真を撮りため、渡り鳥観察を趣味とするなど自然には関心が強かった。「この景色が好きだし人が喜ぶのはうれしい」と納得していたが「サポートしてくれる人が欲しいのは確かで、年齢を考えると後釜も探しておかなければ」と不安もみせた。渡り鳥の季節には県外からも愛好家が集まるというが「地元ではこの植物や鳥に価値があると理解してくれる人は少ない」と男性。地域の学校で三机地区の自然について子どもたちに講義したこともあるが、その時々教師の意識に左右されシステム化には至らないままだという。

5. 回り始めたサイクル

課題だけでなく、これからのモデルになりうる事例についても振り返りたい。最初は今治市の蛇越池でのサギソウ保全活動だ。道路整備や上流の開発で激減し 1971 年に地元のグループが草刈りなど湿地の保全を開始。その後に市教育委員会が参画し児童による苗植栽など環境教育に活用する。住民が地域の宝に気づき、自治体を巻き込み良好なサイクルが定着した事例だろう。

瀬戸内しまなみ海道のほぼ中央に浮かぶ大三島（今治市）での活動も活発だ。「大三島の自然を守る会」は 2009 年に発足し、メンバーは 30 人弱。地域の婦人会が母体になっており、NPO 法人が催した自然観察会へ参加したのがきっかけだ。観察会や生物調査、絶滅危惧生物保護にも取り組み、行政に掛け合い公共事業の一部変更につなげた実績もある。その後も企業などの助成金をうまく活用し、希少な動植物を紹介するパンフレット作成や外来植物除去などに取り組んでいる。一方で会員の大半が 60 歳以上で、若い世代への啓発が課題となっていた。

これらの地域の自然は決して目立つものではなく、多くの観光客を引きつけ経済的な恩恵を及ぼすとは考えにくい、住民は大事に守ろうとしている。瀬戸内海全体を考える上で、特定の景勝地や保護地域だけを行政主導で管理しても十分とはいえない。草の根の活動を数多く芽吹かせて底上げしていくことが重要で、手がかかりを示唆してくれる取り組みだと思う。



図4 蛇越池周辺にサギソウ（右）を植える子ども＝2013年6月

問題は最初に地域の人に価値を気付いてもらえるかだ。行政関係者や住民の言葉の端々からは、表現こそ違えど共通の悩みがうかがえた。「自分（たち）は環境の価値や課題を分かっている。でもどうすれば周囲を巻き込んでいけるのか」。

生まれ育った環境は当たり前に見えるもので、貴重だと再認識するのは難しい。三つのケースでは開発による目に見える変化や外部からの指摘がきっかけだったが環境が破壊されてからでは遅い。残る外部からの指摘に関しては、過疎地での地域おこしも重なる。「何もない不便な場所」と住民が思いこんでいる地域に「よそ者」が入り込み、刺激を受けた地域の人と一緒に盛り上げていくのが成功類型の一つだ。住民の心に小さな火をともしにはやはり、外部の行政や専門家が知識やノウハウ、時には物的な面からサポートすることが欠かせない。一方通行でなく、受け手の反応をみながらのコミュニケーションであることが必要だ。取材ではこうした試みを実践している研究者にも出会った。頭が下がるばかりだが個人任せにせず、システムとしていくことを考えるべきだろう。

6. スナメリを追って

最後に瀬戸内海の魅力について改めて紹介したい。生き物や風景などの写真や映像は、映像報道部の樋口和至記者（現スポーツ・映像報道部副部長）が主に担当した。その一つが瀬戸内海の食物連鎖のピラミッドの頂点とされるスナメリ。山口県沖での目撃情報が多く、広島県の宮島水族館ではシンボリックな存在だが、愛媛でもかつては頻繁に見られたという。ところが愛媛新聞の紙面を振り返ると2002年に個体数激減が伝えられ、2009年に松山市沖での調査で6頭が確認されたのを最後に消息は途絶えていた。中島を含む忽那諸島には定期航路があり、記者が2013年春に運営会社に問い合わせると「昔と比べて少ないが、5～6年前から見かけることが増えた」という。およそ半年間、天候やスナメリが出やすいとされる条件の日を選んでフェリーに乗船し、漁師の協力も得て撮影チャンスを狙い続けた結果、水中での動画撮影にも成功し貴重な資料を残すことができた。動画投稿サイト「YouTube」でも視聴できるので機会があればご覧いただきたい。

取材ではスナメリを含む貴重な動植物や自然に触れることができた。国立公園80周年という機会がなければ、紙面で取り上げる機会はなかったかもしれない。関係者は知っているも、価値を学び広く伝える努力を怠れば宝物は埋もれたままに終わる。報道機関としてあらためて胸に刻み、しっかりと目を向け続けていきたい。



図5 松山市の睦月島沖を泳ぐスナメリ＝2013年11月

紫川の河川改修工事における環境配慮への取組

福岡県北九州県土整備事務所 河川砂防課

1. はじめに

紫川は福岡県北部の北九州市に位置し、市内で最も大きな2級河川です。紫川は下流部に北九州市の繁華街を擁し、さらに中流部には農地と住宅街が連なっています。水辺は市民の憩いの場となっており、北九州市民のふるさとの川として親しまれています。

しかし、治水面では課題があり、昭和から平成にかけて幾度となく洪水被害が発生しており、近年では平成21年に家屋への浸水被害が起きました。この被害に対応するために北九州県土整備事務所では、平成24年度以降、紫川中流部を中心に急ピッチで河道拡幅、河床掘削等の改修工事を行ってきました。しかし、短期間で河川の改修を行う場合、十分な濁水対策を検討することが難しく、継続的に濁水が発生する等、工事による河川環境への影響が課題として浮かび上がってきました。

このような事態を受け、工事関係者の環境への配慮に関する意識を向上させるために学習会、啓発活動及び濁水対策の改善提案を行うこととしました。

ここでは、前述のうち紫川の河川改修工事における環境への配慮に関する意識向上の取組を紹介します。

2. 環境配慮に関する意識向上の取組

2.1 学習会の実施

工事を行うにあたり、発注者及び工事関係者が周辺の生態系・水環境を把握し、環境への配慮を検討することは非常に重要なことです。

そのために工事関係者に対して学習会を開催しており、その場（写真1）では、紫川水系の魚類の紹介を行い、施工時の濁水排水の軽減方法を検討する取組を行っています。（図1）

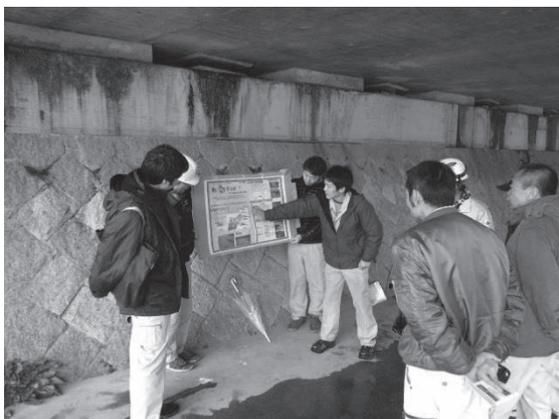


写真1



図1

工事着手前に関係者に対して、工事中の濁水により河川内の生きものが生息できなくなるといった可能性があること等の周知を行っています。少し工夫することで、生態系への影響が軽減できることを説明し、負荷の軽減につながる施工方法を検討するよう促しています。発注者と工事関係者が一緒に学習することで課題を共有でき、相互で連携し環境への配慮を推進できると考えています。

2. 2 啓発活動

工事着手後も学習会で学んだ河川環境に対する意識を継続的に持つことが重要であると考えました。そこで、環境コンサルタントと連携し、毎月一度現場担当者に、環境新聞（図2、図3）の配布を行いました。環境新聞では、河川環境に関する情報や工事中にできる濁水対策方法の紹介を行いました。

このような活動を通して、工事関係者の方へ工事中における環境への配慮が身近なものであることを伝えることができ、更に、実際の現場で起こっている環境面での課題を聞き出すことで、環境への配慮にフィードバックをすることができました。



図2



図3

2. 3 改善提案

学習会や啓発活動に加えて、工事現場において濁水対策や生物多様性に配慮した除草方法の提案を行っています。濁水対策については、発注者と工事関係者の間で課題を共有でき、以降の学習会での内容を充実させることに繋がりました。また、除草方法については、水際植生を残すという手法を提案し、護岸状況の確認や害虫対策といった河川管理上の課題と生態系保全を両立させることもできました。

3. 取組の効果

上記の取組は、徐々にではありますが河川環境の回復につながっています。発注者及び工事関係者が環境に配慮する意識を継続して持ち、紫川だけでなく他の現場でも自主的に配慮を行うことができるようになり、取組の効果が広がっていることを実感できます。

4. おわりに

北九州県土整備事務所では、多くの河川で改修工事が行われています。このような取組を県内河川へ展開することで、工事関係者全体の意識向上を進め、環境への配慮に努めていきたいと考えております。

「大阪市水環境計画」の推進について

大阪市環境局環境管理部環境管理課 水環境保全グループ

1. はじめに

大阪市内の河川における水質汚濁状況については、下水道の整備や水質汚濁防止法による工場・事業場の排水規制などの水質保全対策を進めてきた結果、昭和40年代中期の劣悪な状況から大幅に改善しています。図1では、昭和47年度から平成27年度までの各水域のBODの年平均値の推移について示しています。

しかし、平成20年度の市民アンケートの結果からは、「親しみを感じる水辺」や「川や池、海の水のきれいさ」に対する市民満足度が低いなど、市民が水環境の改善を実感しているとはいえない状況でした。

そこで、本市では市民が満足できる良好な水環境の創出に向け、平成23年3月に「大阪市水環境計画」を改定しました。同計画では、「快適な水辺空間の保全と創造」、「水質の保全」、「健全な水循環の構築」、「水文化の継承」、それとこれらを下支えするため市民などとの「協働の推進」を5つの柱としており、現在、計画目標の関連施策を積極的に推進しています。

中でも、「協働の推進」に重点を置き、水環境に関連するイベントを開催することにより、市民に対して河川の水質改善や水生生物の豊かさをアピールし水辺に親しみを感じていただくとともに水環境への理解と関心を高めていただく取り組みを行っております。そこで、本市がこれまでに実施してきた取り組みについて、ご紹介します。

2. 楽しい水辺教室

本市では、平成23年度より毎年「楽しい水辺教室」を実施しております。これは、市民の皆様には「淀川」や「大和川」の水に触れていただくとともに、川に多くの魚たちが生息していることを実感していただくことを目的として行っているものです。

「楽しい水辺教室」では、地元の区役所や、釣り人クラブなどのボランティア団体などの協力のもと、子供たちに地曳網や投網を用いた魚採りや、タモ網とバケツを用いた川の生きもの探しなどを体験していただいています。子供たちは、大阪市の川に魚がたくさん棲んでいることに驚き、夢中で魚を追っかけて楽しんでいました。また、捕まえた魚については、専門家による解説を行って

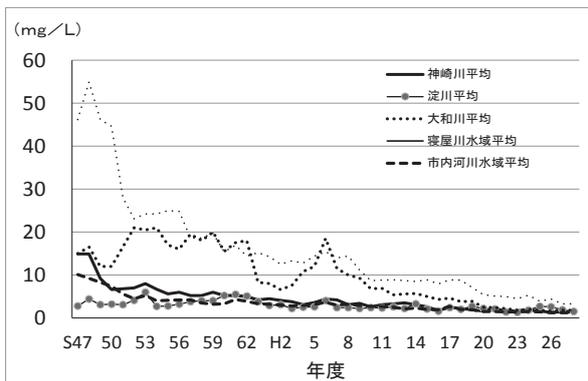


図1 大阪市 河川BOD年平均値の経年変化

なお、本事業においては、(公社)瀬戸内海環境保全協会が実施している「里海づくり支援事業」より提供いただいた冊子を参加者に配布しています。



写真1 楽しい水辺教室 (投網)



写真2 楽しい水辺教室 (川の生きもの探し)

3. 水環境学習会

「楽しい水辺教室」以外に、市民に広く水環境保全の啓発を行うため、本市各地のイベントに出向き、水環境学習会を行っています。

水環境学習会では、イベント会場に近い川であらかじめ水を汲んでおき、参加者にパックテストを用いて川の水の水質調査を行ってもらったあと、「しょうゆ」を用いて昔の大阪市の水質を再現して実験してもらうことで、川の水が昔に比べてきれいになったことを実感していただいています。



写真3 水環境学習会 (パックテスト)

4. 魚類生息状況調査

平成3年度から概ね5年ごとに市内を流れる河川(平成29年度は19地点)において年4回(四季毎)にわたり魚類生息状況調査を実施しています。

この調査は、大阪市内河川の魚類の生息状況を把握し、通常の理化学的なデータでは測りきれない水環境を評価するものです。

また、この調査は、市内河川に生息する魚の分布状況などの情報を提供することによって、市民に河川等の現状についてわかりやすく理解していただき、水環境への関心をもっていただくことを目的としています。



写真4 魚類生息状況調査 (土佐堀川)

5. おわりに

本市では、今後とも「大阪市水環境計画」に基づく各種施策を積極的に推進し、「人々が憩う水の都」を目指していきます。

香川県の放流行事について

香川県漁業協同組合連合会 総務部指導課

1. はじめに

香川県（以下、本県）は日本一面積が狭い県です。しかしながら、災害が少なく美しい自然と四季を通じて温暖な気候に恵まれています。豊かな瀬戸内海に面した本県では、水産資源が豊富なため古くから漁業が盛んで、現在漁船漁業では、底曳網漁業、刺網漁業やパッチ網漁業等が、養殖漁業では、ハマチ、マダイなどの魚類養殖業、海苔養殖業等が主に営まれています。しかし、本県でも漁獲量、漁獲金額は近年低迷しており、資源管理型漁業を推進するとともに、漁場環境の保全を目的として、海浜や海中の浮遊・堆積ゴミの回収に加え、海底耕耘にも取り組んでいます。さらに、水産資源の維持増大を目的として、ヒラメやクルマエビなどの種苗放流事業を積極的に実施しています。実際の放流は傭船などの関係から主に漁業者が行いますが、一般県民、特に児童に関心を持ってもらおうと、放魚祭、サワラ放流祭などのイベントを開催し、未就学児や小学生を招待しています。

2. 放魚祭

（1）5ブロック持回りで開催

本県では、県民に広く稚魚愛護と水産資源保護の普及高揚を図ることを目的に、県内の5ブロック（東讃・高松・中讃・西讃・小豆）持回りで放魚祭を毎年1回開催しています。

放魚祭は、昭和43年に農林省主催による栽培漁業放魚祭が皇太子殿下、同妃殿下（現天皇皇后両陛下）御臨席のもと岡山県玉野市で開催されたことを契機としており、平成29年度の開催で48回目となります。主催は県漁連、地元地区漁連を中心とした水産関係5団体で、県や地元市町にも協力してもらっています。来賓として県知事、県議会議長、地元市町の首長等を招き、地元幼稚園児や保育園児たちと一緒に放流を行っています。加えて地元小学生も招待し、水産教室として、瀬戸内海の特徴や県水産業の状況、そして「どうして放流を行うのか？」等について学習してもらっています。参加した児童からは「魚の赤ちゃんはとてもかわいかった。」「ヒラメが泳いでいるところを初めて見た。」「生きている魚に初めて触った。」という感動の声に加え、「地元で魚がたくさん獲れることを知らなかった。これからは地元の魚をたくさん食べようになりたい。」「海が汚れるのでゴミは外で捨てないようにする。」といった関係者にはうれしい声も多く聞かれます。放魚祭で放流する魚はマダイ、ヒラメ、キュウセン、メバル等で数は2万尾程度ですが、一般の方々に、本県水産業について知ってもらえる貴重な行事となっています。



写真1 稚魚放流に出航する地元漁船

(2) 小豆島で第48回放魚祭を開催

平成29年度は7月12日(水)に小豆島の土庄町において第48回放魚祭を開催しました。小豆島国際ホテルで式典と神事を行い、瀬戸内海の島々を見渡すことができる風光明媚な土庄東港で稚魚の放流を行いました。梅雨空でしたが雨が降ることもなく、地元の土庄幼稚園児童約40名が、土庄町長、小豆島町長、県漁連会長をはじめとした出席者とともにマダイ、ヒラメ、メバル等の稚魚を無事に放流することができました。今回放流した稚魚が、今後大きくなって小豆島の海で獲れることを期待したいものです。



写真2 第48回放魚祭の稚魚放流

3. サワラ放流祭

(1) 資源管理の取り組み

サワラは香川県の春を代表する魚種の一つで、本県では主に刺し網で漁獲されています。しかし、漁獲量は昭和61年の1,075トンピークに急激に減少し、平成10年には18トンまで落ち込みました。サワラ資源を守るため、平成9年に「香川県さわら流しさし網協議会」を設置し、漁業者は積極的に秋漁休漁や網目拡大による小型魚の保護を行い、資源の回復に努めてきました。

また、回遊魚であるサワラを瀬戸内海全域で資源管理する必要性から、平成14年に国から公表された「さわら瀬戸内海系群資源回復計画」のもと、瀬戸内海沿岸11府県が休漁期間や網目制限、漁獲規制などに取り組みました。回復計画終了後は、「瀬戸内海海域栽培漁業推進協議会」が設立され、平成24年度からは関係府県が協力してサワラの種苗放流を実施しています。



写真3 サワラの稚魚(約7cm)

(2) 放流祭で海を守る大切さをPR

本県におけるサワラの種苗生産、中間育成放流は平成10年から行われています。平成29年度のサワラ放流祭は、6月17日(土)にさぬき市小田で開催されました。地元小学生、幼稚園児を招待して稚魚を放流し、放流後は「サワラ食育教室」が開かれ、参加者は実際にサワラに触れ、食べることによって資源保護の大切さを学ぶことができます。

これらの取り組みの結果、資源回復の兆しが見え始め、平成27年の本県の漁獲量は543トンとなりました。今後もサワラ資源の維持・増大を目指し、取り組みを継続していきます。

4. おわりに

次年度の平成30年度は、第49回放魚祭を東讃地区において、またサワラ放流祭は引き続きさぬき市小田において開催する予定です。放魚祭、サワラ放流祭等を通じて県民に豊かな瀬戸内海を身近に感じてもらうとともに、地元で獲れる新鮮で美味しい魚を味わってほしいと思います。

電源開発株式会社 高砂火力発電所における 環境保全(地域共生活動)への取り組み

電源開発株式会社 高砂火力発電所

1. はじめに

電源開発株式会社高砂火力発電所は昭和43年に1号機、昭和44年に2号機の営業運転を開始し、現在に至る約50年間発電を継続、社会インフラである電力の供給を続けております。発電の規模は1、2号機合計500MW(1、2号機各250MW)であり、これは一般家庭におけるおよそ65万世帯分の消費電力に相当します。

昭和50年には国内初となる全量排煙脱硫装置を設置する等、各環境対策設備を導入、また、兵庫県及び高砂市との間で締結している環境保全協定で取り決めた協定値や各種環境規制値を遵守した運転をすることで環境負荷の低減に努めております。これらに加えて、所員全員が一丸となって各種地域共生活動を行い、周辺地域に対し当所事業への理解を得る活動を行っています。

2. 地域共生活動

(1) 発電所開放イベントの開催

所員全員で企画、準備を行い、発電所を一日開放するイベントを年1回、昨年度までに計16回実施しており、昨年度には3,500人を超えるお客様にお越しいただきました。

環境設備をはじめとした発電設備を見学する「発電所見学」は、普段見ることが出来ない発電所の中を見学することが出来るため、毎年定員いっぱいになる程好評をいただいています。

(2) 少年サッカー大会(J-Power カップ)の開催

サッカーを通じて「思いやり」「感謝する気持ち」「仲間意識」の醸成を目的とし、高砂市内外の小学生サッカーチームを対象としたサッカー大会を主催し、所員が前日の準備から当日の運営を行い、地域とのコミュニケーションの活性化を図っています。



写真1 発電所開放イベント「発電所見学」



写真2 J-Power カップ

(3) 小学生を対象にした環境学習

高砂市が主催するエコ教室に参画、周辺の小学生を対象に発電所内で環境学習を行っています。石炭火力発電所の仕組みや環境対策に関する学習の場を提供することで、環境に対する意識を醸成する場を提供しています。

(4) 環境月間に合わせた活動

毎年6月の環境月間および瀬戸内海環境保全月間に合わせ、発電所周辺道路の清掃を行い、所員の環境への意識高揚を図るとともに、発電所周辺環境の美化に努めています。また、発電所周辺の小学校に出向き、子供たちと共に花植えを行う「花いっぱい運動」を展開、自然と触れ合う機会を子供たちへ提供し、地元との繋がりを意識した活動を行っています。



写真3 小学生を対象にした環境学習



写真4 花いっぱい運動

(5) 発電所ホームページの開設

発電所活動の透明性確保を目的に、以上の地域共生活動を含めた発電所の近況を報告するホームページ(播州コム、<http://www.bansyuu.com/>)を開設していますのでご覧になってみて下さい。

3. まとめ

今後も所員一丸となって地域との繋がりを重視した活動を行うことで、地域の皆様の理解と協力を得ながら発電所の運転を続けて参ります。



図1 発電所公式キャラクター

「ほんごちゃん」

マツダ株式会社における廃水処理

プラント技術部 環境・エネルギー技術グループ

1. はじめに

マツダ株式会社（以下、マツダとする）は、「カーライフを通じて人生の輝きを人々に提供します」、「地球や社会と永続的に共存するクルマをより多くの人々に提供します」をコーポレートビジョンとして、クルマの開発・製造・販売を行っている。

1920年に設立し、2020年に100周年を迎えるマツダは、広島県と山口県に製造拠点を置き、従業員約2万人、年間100万台を生産し、自動車運搬船にて国内と海外100か国以上に輸送している。瀬戸内海に面した穏やかな立地は、原材料や完成車を海上輸送できるため、事業活動を行うにあたり非常に有利といえる。それだけに、約100年に渡り瀬戸内の恵みを受けてきた私たちは、その恩に感謝し廃水には特に神経を使いながら日々業務に取り組んでいる。



図1 瀬戸内海とマツダ本社

2. マツダの環境理念

マツダは、環境に関する基本方針として『マツダ地球環境憲章』を制定している。「マツダグループは国内外全ての企業活動において、自然との調和を図りながら、地球環境の保護と豊かな社会づくりに貢献します」という環境理念と行動指針に基づいて、商品・技術、生産・物流・オフィス、社会貢献の各領域で、環境に意識した企業活動を行っている。

その中で、私たち環境・エネルギー技術グループは、廃水処理場など環境保全設備の運営業務を24時間365日休まず続け、企業活動を基盤から支えている。

3. 美しい海を守るマツダの廃水処理システム

3. 1 廃水処理の概要

私たちがいる広島本社は、敷地面積226万 m^2 、カープの本拠地マツダスタジアム13個分ほどの敷地に、本社事務所と開発・生産機能を有しており、年間56万台のクルマを生産している。

事務所や工場などから排出される廃水は、5か所の廃水処理場で浄化し、1日平均約1万6千 m^3 の水を海に放流している。廃水システムの概要は図2のとおりである。

廃水は4系統に分かれており、主に工場から排出される濃厚廃液、工程廃水や生活廃水、雨水に分類している。また、廃水処理場は、凝集沈殿、曝気処理、砂ろ過のプロセスを通じて浄化する。

3. 2 廃水処理の基本方針

マツダにおける廃水処理の基本方針は、濃度の高い廃水と低い廃水を混ぜない事である。廃棄物の世界でも言われるように「混ぜればゴミ、分ければ資源」と同じである。

前項で述べた4系統の廃水も同様の発想から分類されたもので、中でも濃厚廃液は過去の経験をもとに搬送方法を変更しており、次にそれを紹介したい。

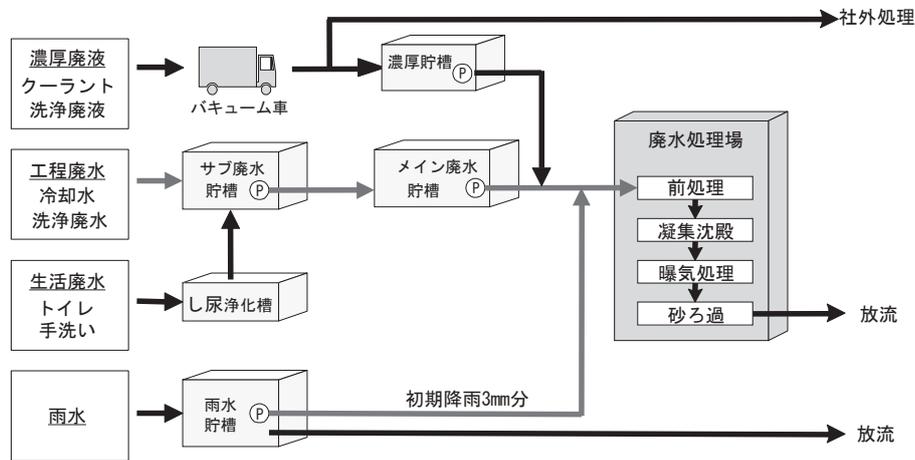


図2 マツダの廃水系統 概要

3. 3 濃厚廃液の搬送方法変更による環境リスク低減

約30年前までは、工場から排出される濃厚廃液は、サブ廃水貯槽を通じて配管にて廃水処理場まで接続されていたので、いつでも排出できた。それゆえ、大型連休で実施される設備メンテナンス時には、濃厚廃液が工場から一斉に排出されるため、廃水処理場の能力限界まで廃水が送られ、処理水の排水濃度が基準値ぎりぎりとなることがあった。

そこで、工場内の濃厚廃液配管を撤去し、搬送方法を排出側主導から受入側主導に変更した。配管輸送を止め、バキューム車で濃厚廃液を収集し、濃厚貯槽に一時貯留した後、廃水処理場の能力を見極めながら低流量にて廃水処理場で処理する方式に変更した。バキューム輸送となれば費用が発生するので予算管理の対象となる。その結果コスト意識がはたらき、廃液量低減にもつながった。この改善のおかげで、大型連休時の一斉メンテナンスによる排水基準超過の心配は無くなった。

3. 4 雨水回収システム

雨水をなぜ回収するのか。工場では製品の加工時などに油を使用する。建屋の中で細心の注意を払いながら使用する為、屋外に直接出ることはないが、それでも作業員の靴やフォークリフトのタイヤに少量の油が付着し、屋外に運ばれることがある。その油に雨が降りかかると、雨水系統を通じて海に流出する可能性がある。瀬戸内で事業活動を営む一企業市民としては不本意であり、美しい海を持続させるためにも、あってはならない事である。

そこで、図3のような初期降雨回収システムを導入した。海に出る手前の最終貯槽にポンプを設置し、貯槽の水位が一定量以上になればポンプが自動起動、雨水を廃水処理場へ搬送する。おおむね降り始めの雨水3mm程度を廃水処理場へ送り、海に流出しない仕組みである。油は水に浮くため貯槽が空になるまでポンプを稼働させ、油が残らず搬送できるように工夫している。なお、初期降雨処理後にはポンプは停止し、雨水は招き扉を通じて海へ放流される。

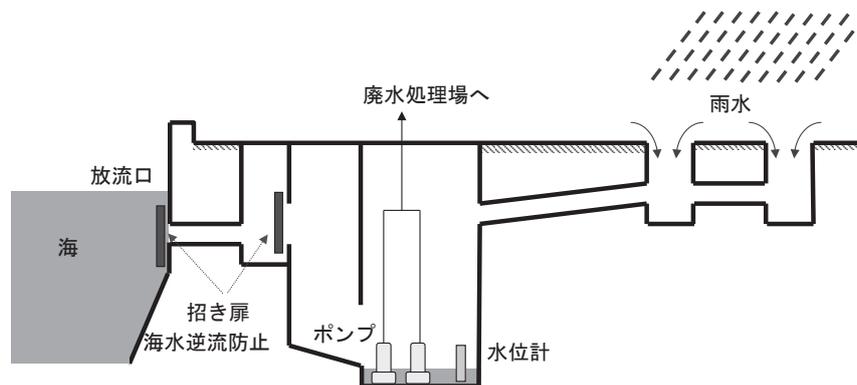


図3 初期降雨回収システム

3. 5 異常流入水警報システム

通常、雨水系統には雨しか流れないが、事業活動を営んでいけば、想定外の事態が起こりうる。古い建物の中には、屋根に降った雨水を建屋内の縦樋を通じて、地下の雨水貯槽に貯めてから屋外に排出するものがある。過去に工場内でトラブルが発生し、廃水が工場床面を通じて、雨水貯槽に流入、雨水系統を通じて最終貯槽まで到達していた。この時、前項で紹介した初期降雨回収システムが機能した為、海を汚すことはなかった。初期降雨を回収するシステムが、まさか廃水を回収する事になるとは思ってもみなかった。この事例は、私たちに強烈なインパクトを与えた。一步間違えば環境事故によって、未処理の廃水を海に流してしまうケースがありうる。

そこで、降雨センサーと初期降雨回収システムとを連動させ、雨が降っていない時にポンプが起動した場合には、警報を発報する仕組みを導入した。これにより、万一雨水系統に廃水が流入した場合でも、より早い対応が可能となり、未処理の廃水が海に流出するリスクを低減する事が出来る。どんなことがあろうとも、美しい海を守るために、これからも知恵と工夫でリスクを低減していく。

4. 将来の夢

事業活動を営むうえで水は貴重な資源である。地球上で存在する水の内、私たちが利用できるのはわずか 0.8%と言われている。日本にいればあまり実感は湧かないが、海外で工場を展開しているマツダでは、水資源がいかに大切であるかを痛切に感じる。

私達には夢がある。河川から頂いた貴重な水資源を、頂いた水質と同じレベルでお還ししたい。それが出来れば、浄化した水を社内で再使用する「水のリサイクル」が可能になる。すぐには出来ないが、これから一つずつ課題を解決し夢の実現に向けてチャレンジしたい。その為には、「SKYACTIV TECHNOLOGY」で培った精神を受け継ぎ、技術面でのブレークスルーにより、コストと水質を高い次元で両立させる必要がある。マツダのコーポレートビジョンには『挑戦することを真剣に楽しみ、独創的な“道（どう）”を極め続けます』の言葉があるように、それを体現させたい。

廃水処理業務に誇りを持ち、高い目標を掲げて一人ひとりが成長できる土壌を醸成すれば、きっと夢が実現できると信じている。

5. おわりに

私達マツダは、これからも豊かで美しい瀬戸内海と共にモノ造りを営み、お客様に歓びと感動を与える商品を提供し続けられるように、環境保全活動に力を入れていく。

大阪湾湾奥の河口域におけるウミニナの復活とその要因解明

平成 28 年度「大阪湾圏域における海域環境再生・創造に関する研究助成」

大阪府立大学工業高等専門学校 准教授

大 谷 壮 介

大阪市立大学工学研究科 客員研究員

上 村 了 美

徳島大学環境防災研究センター 教授

上 月 康 則

1. はじめに

ウミニナ(*Batillaria multiformis*) (写真-1)は、干潟堆積物表面に生息している腹足類で全国的に準絶滅危惧種に指定されており、東京湾では絶滅寸前と言われている。そのような中、大阪湾湾奥に位置する兵庫県御前浜において 2000 年代前半には確認されていなかったウミニナの生息が、近年になって確認されるようになった。大阪湾湾奥では他の地点でも個体数の増加が確認されており、全国的にも稀有な事例である。このように希少種の回復が確認されることは環境改善効果のあったことが考えられるが、ウミニナの回復した要因は解明されていない。

そこで、本研究では大阪湾湾奥の河口域において準絶滅危惧種であるウミニナの復活した原因の解明を目的として、ウミニナの生息が増加した点を生態的特徴と遺伝子ネットワークの両面から把握することを試みた。

具体的には御前浜におけるウミニナ復活の原因を解明するにあたり、御前浜を含む瀬戸内海を中心とした 11 ヶ所の干潟において、ウミニナの生息環境調査を行うことで生息環境の一般性について定量的な検討を行った。また、同時に大阪湾および瀬戸内海等におけるウミニナの DNA のミトコンドリア(COI)とマイクロサテライトマーカー(SSR)に基づく遺伝子ネットワーク解析を行った。

2. 研究方法

2016 年 3 月から 5 月にかけて、広島県佐方川、岡山県錦海湾、香川県志度湾、兵庫県甲子園浜、御前浜、成ヶ島、大阪府深日漁港、和歌山県和歌川、三重県田中川において、さらに 2016 年 9 月に徳島県那佐湾、大阪府阪南 2 区人工干潟の計 11 干潟において調査を行った(図-1)。

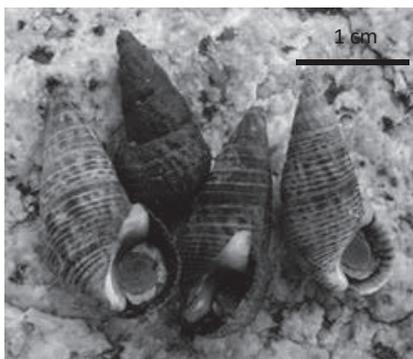


写真-1 ウミニナ

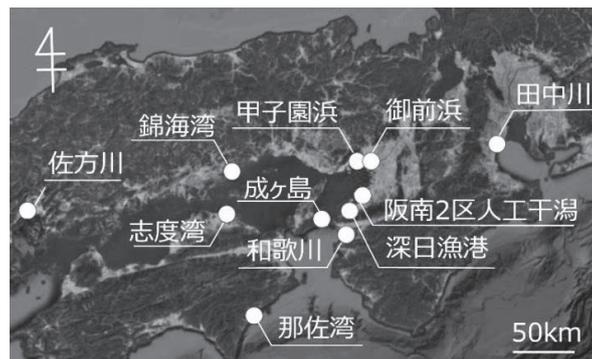


図-1 調査地域

調査は各干潟において 30 cm×30 cm の方形枠を用いて深さ 2 cm までの現存量調査を行って、採集したウミナナの殻長を測定し、個体数を記録した。特に調査ではウミナナの生息の有無に着目して、生息した地点と非生息の地点をそれぞれ 3 地点ずつ調査した。また、底質環境は Chl. *a* 量、含水率、粒度組成(シルト・クレイ率、細砂率、中砂率、粗砂率、細レキ率、中レキ率)、強熱減量の測定を行った。本研究では決定木を用いて生息の有無の推定を行った。

DNA 解析用のウミナナは生息調査と同じ計 11 か所から採集した試料と 2013 年 5 月に大阪府尾崎海岸から採集した試料の計 12 か所の個体を用いた。ウミナナの DNA は DNA 抽出キット DNeasy Blood & Tissue のプロトコールに従って抽出した。遺伝子解析はミトコンドリア DNA の COI によって種と遺伝的特徴を明らかにした上で、SSR による集団遺伝子解析を行うことにより正確性の高い解析を行うこととした。COI のデータからハプロタイプを検出し、近縁種を加えた系統樹からの種判別、塩基多様度およびハプロタイプ多様度を計算し、遺伝子特性を明らかにした。SSR 解析では既発表の複数の SSR について予備実験を行い、大阪湾および近海のウミナナについて PCR 効率のよい 12 マーカーをスクリーニングし、最終的に 8 マーカーを解析に用いた。複数のマーカーを一度に効率的に PCR するため、マルチプレックス PCR、touch-down PCR および汎用蛍光プライマー法を採用した。SSR 解析では個体内遺伝的多様度、集団内の遺伝的多様度、近交係数および集団間の遺伝的多様度指数 Shannon's Information Index を計算した。さらに集団間の遺伝的距離 (Dmyu, Fst) を計算し、デンドログラムを作成した (POPTree)。

3. 結果

ウミナナの生息の有無を推定する決定木を図-2 に示す。図-2 より、ウミナナの生息の有無に関する底質環境として、最初に選択された変数はシルト・クレイ率であった。ウミナナが生息していた条件は、シルト・クレイ率は 0.32% より大きく、粗砂率は 34.4% 未満、そして含水率は 17.9% 未満の条件であった。これまでも、ウミナナの底質の選好性に関して、砂質土を好むことが示唆されている。本研究においても選択された環境項目はシルト・クレイ率および粗砂率であつ

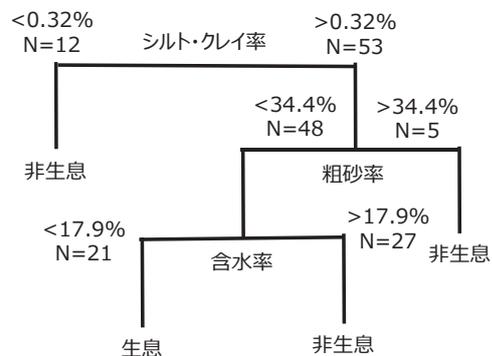


図-2 生息の有無の決定木

たことから、粒度組成がウミナナの生息環境に影響を及ぼしていると考えられる。本研究では決定木の結果より、シルト・クレイ率は 0.32% と小さいが、決定木の説明変数で始めに選択されていることから、シルト・クレイ率はわずかでもウミナナの生息に寄与していることが示唆される。

ウミナナの COI データセットに、NCBI に登録されている近縁種リュウキュウウミナナ、ホソウミナナ、イボウミナナ計 3 種の配列情報を加えてハプロタイプを検出した。ハプロタイプのデータをもとに最適なモデルを選択して系統樹を作成した結果、解析した個体はすべて遺伝的にウミナナであることを確認した。ミトコンドリア DNA の COI について解析した 399 個体から 73 のハプロタイプを検出し、すべての調査地点で共通して認められた 2 つのハプロタイプは全体の約 40% を占めていた。甲子園浜では固有のハプロタイプが 2 つだけであり、ハプロタイプの多くを他の集団と共有していた。

大阪湾内と周辺のウミナナ集団のハプロタイプ多様度 (Hd) と塩基配列多様度 (Pi) は統計的に正

の相関関係が認められた(図-3)。しかしながら、成ヶ島と阪南2区は信頼区間 95%の範囲から外れてHdに対するPiは低い値であり、ボトルネック(集団サイズの縮小により、集団内の遺伝的変異が小さくなる現象)を経験した集団であると推測される。造成された阪南2区人工干潟は、集団の確立からの歴史が浅いことから、新しく集団が確立したときにボトルネックを経験したと考えられる。一方で、成ヶ島は集団が長く維持されてきたことから、ボトルネックによる遺伝的な縮小を何度か経験しながら、拡大した集団であると推測される。

SSRのデータから集団間の遺伝的距離を計算してデンドログラムを作成したところ、大きく3つのグループに分岐した(図-4)。1つは大阪湾の主な集団が含まれるグループ、2つめは成ヶ島と大阪湾外の集団が含まれるグループ、3つめは志度湾のみであった。この結果から、大阪湾内には、大阪湾奥から大阪湾東側にかけての集団が連結する「大阪湾奥・東海岸ネットワーク」が存在すると考えられる。御前浜および造成された阪南2区の人工干潟にみられたウミニナの新たな局所集団の確立、あるいは消失からの“回復”はこのネットワークが機能したゆえであると推測した。

「大阪湾奥・東海岸ネットワーク」の特徴は、瀬戸内海の生息地である錦海湾、志度湾、佐方川との連結は強くなく、大阪湾のすぐ外の和歌川とも遺伝的距離が認められ、湾内での連結が比較的強いことである。また、大阪湾西側に位置する成ヶ島は大阪湾奥・東海岸ネットワークから外れており、この理由としては紀伊水道から流入する友ヶ島逆流の影響とウミニナがネットワークを形成するために必要な生息地である“飛び石”が少ないことが考えられる。大阪湾東側には、今回の解析を行った集団の他にも、男里川河口や東川河口干潟等の“飛び石”が多くあることから、ネットワークを形成しやすい環境にある。

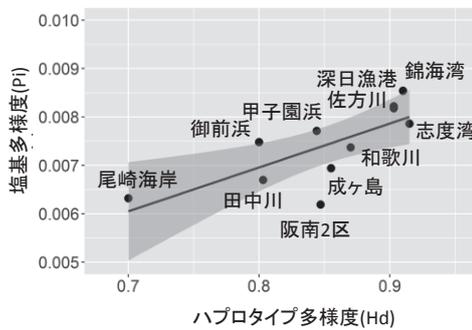


図-3 COIのハプロタイプ多様度(Hd)と塩基配列多様度(Pi)の関係

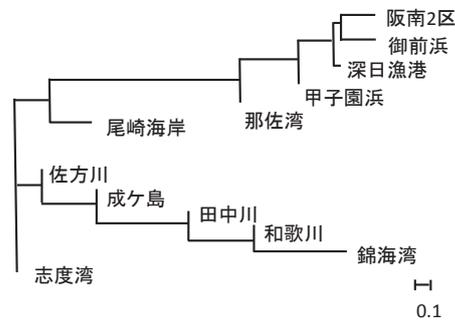


図-4 集団間の遺伝的距離をもとに作成したデンドログラム

4. おわりに

ウミニナの生息の有無を決定木より推定したところ、ウミニナの生息環境には粒度組成が影響しており、特に砂質土を好むことが考えられた。またシルト・クレイ率がウミニナの生息環境において重要であることが考えられた。DNAのCOIとSSRに基づく遺伝子ネットワーク解析から、ウミニナの集団では集団サイズの縮小により、集団内の遺伝的変異が小さくなる現象であるボトルネックが起こっていることが示唆された。また、ウミニナの生息地は3つのグループに分類され、大阪湾奥から大阪湾東側にかけての集団が連結する「大阪湾奥・東海岸ネットワーク」が存在すると考えられた。この「大阪湾奥・東海岸ネットワーク」によって、御前浜にみられた近年のウミニナの出現または増加は、このネットワークが機能した結果であると推測された。

本研究は、大阪湾広域臨海環境整備センターの平成28年度「大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成事業」により行われた。ここに記し、御礼申し上げます。

海洋生物の発する音を指標とした関西国際空港周辺での 海域再生モニタリング

平成 28 年度「大阪湾圏域における海域環境再生・創造に関する研究助成」

神戸市立須磨海浜水族園

中 村 清 美

国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所

赤 松 友 成

1. はじめに

スナメリは、大阪湾において生態系の上位に位置する生物であり、本種の動態を知ることは、生態系を支える低次の生物を含む大阪湾の健全性の指標を知る手がかりになると考えられる。本種はエコーロケーションという能力を持ち、頻繁に探索用の超音波を出すことが知られている。この超音波を観察する受動的音響観測が、水中にいるスナメリの連続的な観測に適していることがこれまでの研究で示されている¹⁾。一方、海洋生態系を支える低次の生物も、積極的に音波を用いて威嚇やコミュニケーションを行っていることが明らかになっている。魚類ではグチやホウボウ、甲殻類ではイセエビやテッポウエビの仲間などが音を発することが知られている。特にテッポウエビの仲間は、ハサミを閉じた時に生じる真空の泡が崩壊する時に、強烈なパルス音を発することが確認されており、この音を存在確認や海洋環境の指標として利用する試みもなされている²⁾。

そこで、本調査では、生態系の上位に位置するスナメリと生態系を支える低次の生物が発する音を受動的に観察し、その動態や分布状況を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

音の記録は、2種類の音響データロガーを用いた。スナメリが発する超音波パルス音やテッポウエビの仲間が発すると思われるパルス音の記録にはA-tag (Marine Micro Technology Inc.)を使用した。この装置は、2つのマイクロホンを持ち、音波の音圧、パルスの発射間隔、同じ音波の2つの水中マイクロホンへの到達時間差が記録される。魚類が発する音の記録にはAUSMOS (AquaSound Inc.)を使用した。これは、22kHzまでの音波をmp3の圧縮ファイルとして記録する装置である。

なお、本調査において、日中は7時から18時、夜間は18時から7時までと定義した。

■2-1 定点調査：A-tagとAUSMOSの2つの音響データロガーを用いて音の記録を行った。調査場所は、関西国際空港の南西に位置するMT局 (N34° 25' 54" E135° 11' 52")とした。2つの音響データロガーは、鉄管に固定した後、最干潮より60cm水面下になるようMT局の躯体に固定し、月1回、海中から引き揚げ、データのダウンロードとロガー及び鉄管に付着した汚れの除去を行った。調査は2015年12月より開始した。

■2-2 曳航調査：調査定線は空港島周辺海域に設定した(図1)。2本のA-tagを船尾約70m後方で曳航し、音の記録を行った。調査は2016年9月の日中、11月12月、2017年1月の夜間に合計4回実施した。

3. 結果

各調査において、スナメリが発する超音波パルス音（スナメリ音）、テッポウエビの仲間が発すると思われるパルス音（テッポウエビ音）、ニベ科魚類の鳴音が記録された（図2）。

■3-1 定点調査：2015年12月から2016年6月までの期間、スナメリ音はほぼ毎日確認でき、日中の出現は夜間の時間帯に比べ非常に少なく、明瞭な日周変動が見られた（図2上）。5月以降は、スナメリ音の出現は減少し、夏になるとほとんど確認することができなくなった。音による探索距離は冬に短く、夏に長かった。テッポウエビ音と思われる160dB re 1μPa p-pを超えるパルス音は、調査期間中多数観察され、ほとんどは海底方向から発せられていた。2015年12月から2016年5月にかけては、夜間に多くのテッポウエビ音が観察され、6月から7月は終日観察された。その後、日中に多数のテッポウエビ音が観察され、12月になると再び夜間に多く観察されるようになった（図2中）。ニベ科魚類の鳴音（図2下）は8月の夜間のみ記録された。

■3-2 曳航調査：4回の調査で、スナメリ音は9月1回、11月4回、12月0回、1月3回の合計8回観察された。観察されたスナメリ音はどれも単独であった（図1）。

4. 考察

定点調査より、スナメリは冬から春の夜間にMT局周辺に頻繁に出現していたと考えられた。これまでの目視調査では大阪湾での目撃例はあったが^{3,4)}、空港島周辺ではスナメリが常在する季節があることが、本調査から示唆された。冬は、音での探索距離も短かったことから、餌を求めて来遊していた可能性が考えられる。空港島の周囲が緩傾斜護岸となっていることや、周辺海域が禁漁区となっていることから、餌となる生物も豊富であることが原因のひとつと推測される。一方、春は冬ほど音による探索距離は短くなかった。瀬戸内海において春から初夏にかけてはスナメリの交尾や出産の時期であることから⁵⁾、繁

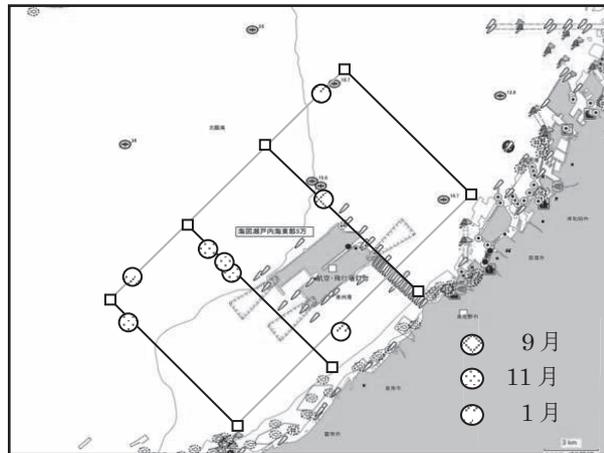


図1 曳式調査によるスナメリ音の受信位置

丸印はスナメリの発見場所を示す。四角は調査の開始あるいは終了地点を示し、陸に平行方向に2本、垂直方向に4本の調査定線を設定した。

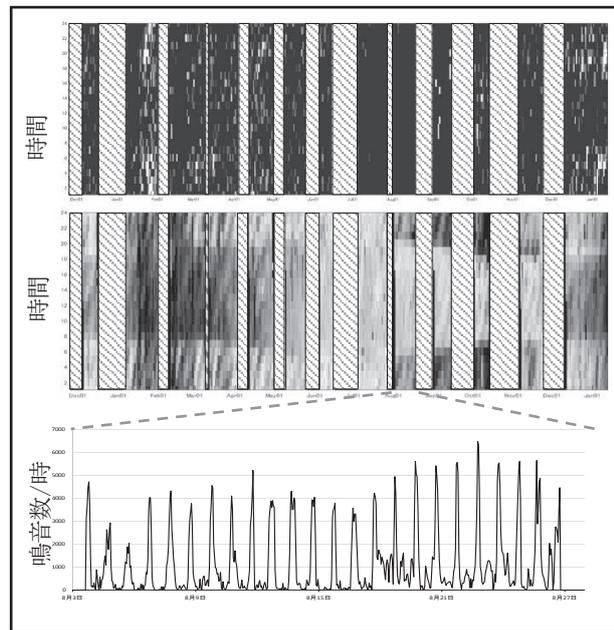


図2 定点調査において一時間あたり検出された3種類の生物音の長期観察結果

上から、スナメリ音、テッポウエビ音、ニベ科魚類の鳴音。斜線の部分はメモリの容量超過などで記録できなかった期間。明るい色ほど単位時間当たりの検出が多いことを示す。上2つは、横軸に2015年12月から2016年12月までの一年間、縦軸に一日の24時間である。ニベ科魚類の鳴音は8月の1か月間を拡大表示した。

殖目的で集まっていたかもしれない。また、本調査で得られたテッポウエビの仲間と思われるパルス音は、底方向から発せられており、受信音圧レベルは 160dB re 1uPa p-p の A-tag の記録上限を超えていた。音源方位から、音源はテッポウエビを含む底生生物由来の音波と考えられた。発生源を調べるため、関西空港島周辺海域における石桁網を用いた底生生物の採集を行い、音声録音を試みた。個体数は非常に少なかったがテッポウエビやシャコが採集されたが発音しなかったため音の収録はできなかった。大音圧でパルス音を発する底生生物はテッポウエビやシャコが知られているが、音源種の特定には至らなかった。ニベ科魚類の鳴音は夏の夜間にのみ観察された。ニベ科魚類の仲間は、繁殖のため限られた期間の夜間に音を発することが知られており⁶⁾、本調査において観測されたのはこのためと思われる。曳航調査では、空港島周辺においてスナメリ音が観察されており、特に空港島の南西に多い傾向がみられた(図2)。

このように、短期間の調査ではあるが、生物の分布状況やその動態が、水中音を継続して観察することで部分的に見え始めてきた。大阪湾では音を用いた長期モニタリングの前例は乏しいが、本調査により、従来にない連続的なデータが得られた。さらに、生態系の上位に位置するスナメリが観察されたことから、空港島の周辺海域には豊かな生態系が築かれていることが示唆された。

5. 謝辞

国土交通省近畿地方整備局、大阪湾再生推進会議、関西エアポート株式会社、寺本鉄工所、大阪府漁業協同組合連合会、堺漁業協同組合、堺市漁業協同組合連合会、大阪府立環境農林水産総合研究所、貝塚市、関西空港海上保安航空基地、堺海上保安署、神戸海上保安署、岸和田海上保安署、西宮海上保安署、大阪海上保安監部、寺本博様、高田威様、鍋島靖信様、日下部隆之様、平川雄治様、JST CREST (JPMJCR11A1)他、紙幅により記載できなかった多くの皆様に深謝する。また、本件研究の一部は、平成 28 年度大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成を受けて実施した。

6. 引用文献

- 1) Richman, N. I. Gibbons, J. M., Turvey, S. T., Akamatsu, T., Ahmed, B., Mahabub, E., Smith, B. D., and Jones J. P. G. (2014) To see or not to see: investigating detectability of Ganges River dolphins using a combined visual-acoustic survey, PLoS ONE 9(5), e96811.
- 2) 渡部守義 (2007) 沿岸域環境モニタリングのためのテッポウエビ類の発音数分布観測調査および水域類型との相関関係. J. Marine Acoust. Soc. Jpn. vol. 34 No. 4 Oct.
- 3) 近藤茂則・神田育子・石田義成・鍋島靖信 (2014) ここまでわかった大阪湾のスナメリ. 海洋と生物, vol. 36-1, No. 210, pp. 58-65.
- 4) 西本周平・石川恵・地本和史 (2014) 大阪湾におけるスナメリ調査活動について. 海洋と生物, vol. 36-1, No. 210, pp. 50-57.
- 5) Kasuya, T. and Kureha. K. (1977) The population of finless porpoise in the Inland Sea of Japan Scientific Report of the Whale Research Institute 31 pp. 1-44.
- 6) J. P. Ueng, B. Q. Huang and H. K. Mok. (2007) Sexual differences in the spawning sounds of the Japanese croaker, *Argyrosomus japonicas* (Sciaenidae). Zoological studies 46 (1) pp. 103-110.

アサリの大量へい死があった 1980 年代のこと

大分県農林水産研究指導センター
 水産研究部 浅海・内水面グループ 浅海チーム
 主幹研究員 木村 聡 一 郎

周防灘の大分県豊前海域のアサリ資源は、依然として低迷が続いています。漁獲量の推移をみると（図 1）、1988 年までは 6,500t 以上の高位で漁獲されていましたが、1985 年の 27,500t をピークに減少し、1989 年以降は 4,000t を下回り、さらに 1994 年には 1,000t を割り込んでしまいました。その後、2002 年までは低位ながら 600～800t 前後の漁獲で安定していましたが、2003 年に激減し、2006～2007 年に一旦回復するも、2008 年以降はほとんど漁獲のない状態に陥っています。

本海域における近年のアサリ稚貝の発生状況については、局所的に比較的良好な加入の確認される年もありますが（写真 1）、夏季から秋季にかけて大幅に減耗してしまい、資源が回復するまでには至っていません。

一方、本海域が全国有数のアサリ生産を誇った 1980 年代に目を向けると、この時代においてもアサリの大量へい死は発生しており、当時の被害調査に係る報告が数件残されています。

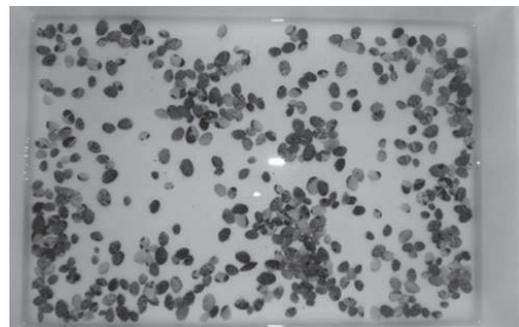
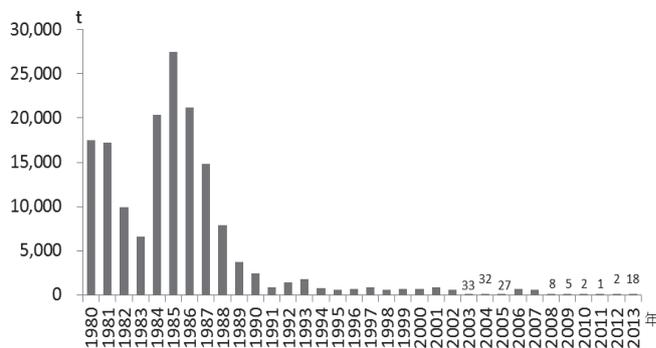


図 1 大分県豊前海域のアサリ漁獲量の推移

写真 1 アサリ稚貝の発生（中津市地先 2016. 6 撮影）

このうち、1983 年夏季に豊前海全域で発生したアサリ大量へい死の事例では、被害量は約 477t と見積もられています。へい死は各地先の岸寄り高地盤域を中心に、稚貝から成貝にまで及んだとされ、この大量へい死の原因については、それ以前にも夏季の高水温時に小規模ながら同様の現象がしばしば発生していたうえで、当夏の異常高温の影響によるものと結論付けられています。

アサリ資源が一向に回復せず、また、地球温暖化や海水温上昇がクローズアップされる中、大量へい死のあった 1983 年夏季のアサリ生息環境がどのような状況にあったのか、非常に興味深いところがあります。

残念ながら当時の詳細な水温データ等は記録されていませんが、気温等の気象データは過去に遡り入手可能なことから、気象庁ホームページの気象統計情報を利用して県下最大のアサリ生産地であった中津市における 1983 年夏季の気温、日照時間等の各データを整理してみました。

中津市における1983年7～8月の平均気温の推移をみると(図2)、平均気温は22.0～30.9℃の範囲となり、特に7月22日～8月6日は28℃を超える日が連続していました。

この期間(7月22日～8月6日)の最高気温と日照時間の推移をみると(図3)、最高気温は32.8～36.7℃の範囲で全て30℃以上の真夏日となり、35℃を超える猛暑日は期間中、6日間みられました。また、日照時間は期間平均10.3h/日となり、この間、降雨はありませんでした。

このように、晴天続きで高温な気象条件下にあった1983年夏季(7月22日～8月6日)の干潟域は、かなりの高温状態にあったと推測されます。特に、日中の干潮時における干出域や高地盤域では、さらに高温な状態が長時間、高頻度で続いていたと思われます。

この高温状態に晒されたことにより、アサリは大量へい死に至ったのか、あるいは、他の要因によるものなのか、今となっては分かりませんが、少なくとも1983年夏季の高温状態がアサリの生理活性を低下させ、これが大量へい死の引き金になった可能性は十分考えられます。

一方、水温と相関の高い気温の長期変動は上昇傾向にあるといわれています。これに関連し、1980～1989年及び2003～2012年夏季における高温日の状況をみると(表1)、アサリ大量へい死期間と思われる1983年7月22日～8月6日と同様の高温状態が、2003～2012年において頻繁に確認されます。このことから、近年夏季の干潟域におけるアサリの生息環境は非常に厳しい高温条件下にあり、そこにアサリ資源が低位のまま、回復しない一因があるのかもしれませんが。

今年もアサリにとって受難の夏がやってきました。

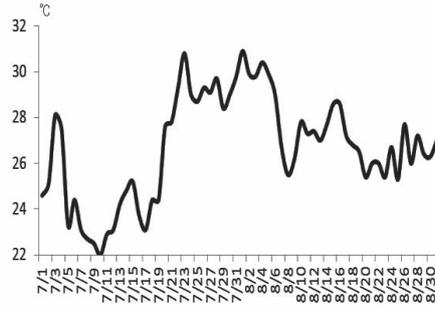


図2 1983年7～8月の平均気温の推移(中津市)

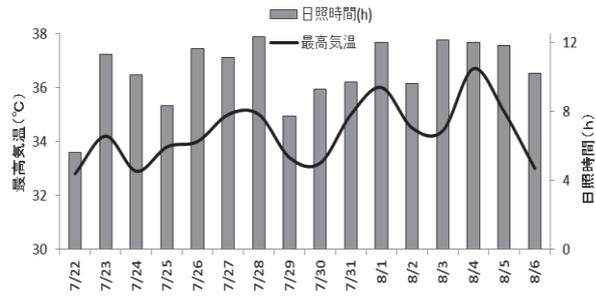


図3 1983年7/22～8/6の最高気温と日照時間の推移(中津市)

表1 1980～1989年及び2003～2012年における7/20～8/20の平均気温(中津市)

	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
7/20												●								
7/21		○										●								
7/22				○								●								
7/23				●								●								
7/24				○																
7/25				○																
7/26				○																
7/27				○																
7/28				○																
7/29				○																
7/30				○																
7/31				○																
8/1				○																
8/2				○																
8/3				○																
8/4				○																
8/5				○																
8/6				○																
8/7																				
8/8																				
8/9																				
8/10																				
8/11																				
8/12																				
8/13																				
8/14																				
8/15																				
8/16																				
8/17																				
8/18																				
8/19																				
8/20																				

記号 気温
● ≧30℃
○ ≧29℃
・ ≧28℃
<28℃

里海の癒しの文化

愛知大学地域政策学部

教授 印 南 敏 秀

自然観と自然療法の変化

「日本の石風呂(伝統的熱気浴)で最も好きな所は」と問われたら、愛媛県今治市の桜井の石風呂をあげたい。桜井の石風呂は湯治場としてのすべての要素を供えて魅力的だからである。その思いは愛媛県人にも共通していて、初夏を知らせる風物詩として毎年7月中旬の石風呂開始日はテレビで放映していた。私は昭和62年から平成11年まで断続的にではあるが、一週間ほど湯治棟を借りて家族で石風呂を楽しんだ。

日本を代表する桜井の石風呂が施設の老朽化と経営不振で、平成16・17年と休止、18～20年は再開するが、21年より今日まで休止に至っている。その背景には日本人の身近な里海に対する自然観や自然療法についての考え方の変化がありそうである。

景観と施設の魅力

桜井の石風呂の魅力はたくさんあるが、大きく4つあげてみたい。

1つは、瀬戸内沿岸の原型をとどめる素晴らしい自然環境で、石風呂は白砂青松の景観のただ中に位置していた。国道や桜井集落からも遠く離れ、うちよせる波の音しか聞こえない別天地だった。石風呂は7月中旬から9月中旬まで営業したが、前半は青く澄んだ目の前の海は海水浴でにぎわい、海水浴客むけの食堂や休息所、貸ボートなどの娯楽施設も揃っていた。水泳客がいないときは浜から魚釣りも楽しめ、大きなキスが釣れて驚いたことがあった。以前は柵網(定置網)漁がさかんで、獲れたての鮮魚を売りに来たので内陸からの湯治客には楽しみだった。

2つは、桜井の浜・郷・沖浦の三地区が協力して、湯治場として施設を充実させながら管理運営を続けてきた。他の石風呂は季節営業が多いため、付属施設が仮設であったり、貧弱だった。桜井は中心となる石風呂そのものが日本最大規模で、ゆったりと50人は入浴できた。男女別々の潮湯と上がり湯の浴場があり、石風呂からでて体を洗うことができる。その他にも、受付と無料休息室のある管理棟、湯治客のための宿泊棟と炊事場、売店などが揃っている。湯治棟のなかには床の間付きの部屋や2階建も多く、管理棟で寝具や蚊帳などを借りることができた。石風呂を掘った岩山の上から見下ろすと、白砂青松の海岸に並んだ湯治棟は壮観だった。湯治棟が多いため県内の新居浜・松山市、遠くは広島県や大阪府などからの長期の湯治客を受け入れることができた。私をはじめ湯治棟を借りたときは夏休みで、水泳やバーベキューを楽しむ家族やグループ連れで湯治棟に空きがなく、一番遠くて古い1棟をようやく借りることができた。



写真1 砂浜の先に石風呂を掘った岩山と頂上の薬師堂



写真2 薬師堂から見た白砂青松と湯治棟の景観

3つは、桜井の石風呂には記録が残り、資料のないことが多い石風呂についての文化や歴史をたどることができた。石風呂の横に立つ文化7年(1810)の碑文には、南明という僧が延宝年間(1673～81)に石風呂で宿痾を治したとある。明和2年(1765)の桜井村差出明細帳には「前々ヨリ三月四月ニ諸方ヨリ養生人参り候」とあり、明治13年(1880)の「伊予国越智郡地誌」には「毎年四月一日ニ開業シ、七月十日ニ至り閉抗ス、其間浴スル者男女合テ凡式千五百人、其功能タル疝癰或ハ腰痛ヲ治スルニ善シ」とある。桜井の石風呂は、古くは農繁期にあわせて利用されていたのである。

4つは、瀬戸内地方の石風呂と一番関係の深い弘法大師の伝説と薬師堂が祀られていることである。石風呂を掘った岩山の頂上に建つ薬師堂は、桜井町法華寺住職が寛政7年(1795)に建立を発願した。発願の縁起には、弘法大師が修行中に石風呂を訪れ、温石窟(石風呂)が効能に優れていることを知り、除病・延寿の薬師如来を彫って安置した。湯治客は薬師如来に参拝してから入浴することで病をなおすことができた、とある。私が湯治に行っていたところは法華寺の僧侶が、石風呂の焚き始めと中間、最後の三回薬師堂で安全祈願をしていた。

桜井の石風呂は瀬戸内地方の自然や生活、信仰と結びつき、東北の著名な湯治場と比べても遜色のない聖地だった。

湯治の時期と目的

次に、桜井の石風呂の湯治の時期と目的の変化をみてみたい。前述のように、1765年は3月4日に焚いていた。

山口県の周防大島は石風呂が多い島で、東和町(現周防大島町)内だけで18カ所あった。『東和町史』には、「(旧暦3月)石風呂に入ると身体の痛みや疲労がとれ、また腕や足の関節のまがりにくくなっているところが曲がりやすくなるので、身体をつくろいをするのだといって老人に喜ばれた」とあり、旧暦4月になると急に仕事が忙しくなり、新暦5月2日の八十八夜に粃まきする家が多く、粃まきから40日後の新暦6月半ばが田植だった。農繁期の前に石風呂に入り、重労働にそなえる準備をしたのである。

東和町の石風呂はほぼ戦前には焚かなくなっていたが、時期がわかる9カ所でも3月4月ごろに1週間から10日ほど焚いていた。農業中心の村落共同体で石風呂を維持し、村人が奉仕で運営していたので時期や目的が共通していたのである。油宇だけが20日間と長かったのは家数が多く、隣の集落からも入りに来たからである。



写真3 石風呂の奥に積んだシダに点火する



写真4 石風呂の出入りは、出る人が優先である

桜井の石風呂は明治13年には4月から7月までと、後ろにずれ期間も延長している。

愛媛県内の他の石風呂でも春から夏の土用までが多かった。『菊間町誌』では、同大字浜字浦が浜の石風呂は大正10年ころまで続き、夏の土用に有志が開業すると、近郷近在の老人が楽しみに入りきた。『宮窪町地誌』では、同長磯の石風呂は旧暦5月の田植が終わってから焚きはじめ、暑い海水浴の時期まで焚いていた。『郷土史談』では、西条市船屋の石風呂は桜井と似て7月下旬から9月上旬までで、田植あがりの老人の骨休め、家族連れの出干狩り、海水浴客のために焚いた。船屋の石風呂にも桜井と同じ「もと小屋（管理棟）」に休憩所と宿泊所、食堂や売店があった。『風早』には、北条市下難波の石風呂は明治時代末まであり、夏の土用に入ると、腰痛に効き冬に風邪をひかなかった。『愛媛県史』には、今治市湊の石風呂は大正4年に崩壊するまで5月初旬から9月末まで営業したが、客は7、8月に集中したとある。今治市大三島町台の石風呂は、春は4月中旬より2週間、夏は8月に「土用風呂」といって3週間焚いた。

夏の土用は梅雨あけの7月から8月はじめの一番暑い時期で、全国的に菖蒲などの薬草湯に入ったり、温泉でも「丑湯」には入湯者が多かった。現在は今治市になっている大三島では土用風呂を焚いていたのである。さらには客も農民中心から多様化がすすみ、船屋のように田植え休みも残すが、潮干狩りや海水浴などの行楽まで目的も多様化した。

それが、大正14年は5月10日から9月末までと、さらに後ろにずれて延長している。昭和23、24年頃は7月1日から9月20日と、夏だけになり8月中旬の最盛期には1日平均140～150人の客があった。次第に入浴客は減少し、7月10日から9月10日となり、休止前はさらに短くなっていた。

自然療法としての温泉と石風呂

民間療法と考えられていた石風呂入浴の効能についての科学的な研究はないといってきた。医学博士の大塚吉則氏は『温泉療法』で、近年は大学の温泉医学の研属病院が閉鎖されるなど難しい状況にある。現代医学は薬物療法や手術療法など的人為的手法による病因除去指向型の治療法を重視する。対する温泉療法は、温泉浴や運動、気候環境などからの刺激が身体全体に作用して、生体の本来持っている自然治癒力や防御能を反応させて治療に持っていく健康増進指向型の自然療法で作用原理がまったく違う。同時に温泉療法の適応症は、高齢社会やストレス社会となり従来の慢性疾患やリハビリテーションに、新たに成人病などの予防や健康維持・増進へと拡大しているとい

う。

石風呂は温泉と身体への作用は違うが、入浴者は同じ効能を期待していた。温泉空白地域の瀬戸内沿岸部に石風呂が多いのは、温泉に同じ効果をもとめたからである。『温泉療法』にも、温泉療法とサウナを併用すると効果があがるとある。次に、桜井の石風呂の効能をあげるが、近年はサウナの普及で若い世代に抵抗感がなくなり若い女性が増えた。

- ・老婦人は生まれつき病弱でアトピーだったが、石風呂と食事療法と呼吸法で健康になった。膝が痛いので整形外科に通うがはかばかしくない。サウナにも通ったが、石風呂に入ると膝のいたみがとれるだけでなく身体が軽く、肌もスベスベで柔かくなった。
- ・アトピーの女性は湯治で、翌年の梅雨頃まで炎症がでない。
- ・病院で怪我を治したあと、リハビリで桜井にきていた。
- ・喘息で仕事ができなかった 30 代の男性が石風呂で完治し、80 歳を過ぎた今も元気で働いている。
- ・老人は孫を連れてきて喘息を治した。
- ・夫は体調がよくなり、今は奥さんを連れてきた。
- ・中年女性は毎日曜日通ってきて、一夏で4キロ減量した。
- ・冬に風邪をひきにくく、ひいても軽くすむ。
- ・風邪をひきやすい体質で予防のため湯治にきていた
- ・女性は、冷房病を治した。

客の年齢も目的も多様化するなかで、老人は慢性疾患やリハビリ、若者はアトピーや冷房病などの改善、全体としては健康増進へと拡大している。この傾向は温泉とも共通点が多そうである。

石風呂と自然・気候療法

『温泉療法』では、温泉療法に気候療法を加えた自然志向型の治療への拡大が望まれるという。気候療法は、「日常生活とは違った気候環境に転地し、疾病の治療や休養・保養を行う自然療法」とある。気候療法は、気候保養地で行なわれ、以前は結核療養のためのサナトリウムが中心だった。近年は運動や水治、物理、食事療法などを併用する複合療法として、保養地療養の1つになっている。さらに気候療法の2つの要素をとりあげる。

1つは、保養地の気候で、年間をとおして生体に対する刺激の度合いでわけると。気温・気圧・湿度などの変化が少ないのが保護性気候で、高齢者を含めた療養に最適だという。2つは、気候保養地を標高でわけ、一番低い海洋性気候と海洋療法では、海水は水浴や水泳に、海底の砂、泥、海藻は全身浴やパックに利用する。海風はミネラルを含み清浄で、喘息に効果があり新陳代謝を高める働きがある。

実は、桜井には石風呂療法と気候療法をあわせて実践していた人がいた。私は直接お会いできなかったが、愛弟子の高橋翁（当時 71 歳）から直接教えてもらった。翁は、昭和 40 年から毎年 20 日ほど新居浜市から湯治に来ている。最初は、一昨年（平成 4 年）まで毎年新居浜市から湯治にきていた先生と仰ぐ 100 歳の老人のお供だった。翁は先生から入浴法を学び、実践していた。午前と午後は同じ入浴法を繰り返すため、私は午前中だけ翁に同伴して教わった。

翁は焚いた直後の石風呂には入らない。高熱だと汗腺が開きにくいからで、40 分ほどしてから入る。入浴前に、管理事務所が用意したポットの熱いお茶を一杯飲むと入浴中に汗がよくでる。熱い

お茶でないと、入浴客から不平がでる。

入浴するときはパンツを履いて、石風呂内で頭に巻くタオル、床に敷くドンゴロスと木枕を持ってはいる。木枕は床の熱が伝わらななのでよく、高さが調節できるように断面長方形に自作した。入口の外から出る人がいないか内をのぞき、声をかけ、枕とドンゴロスを手に持って腹這いで入る。ドンゴロスの上で横になり、汗の出具合を触ってたしかめてから外に出る。

石風呂から出るとすぐ前の砂浜にドンゴロスを敷き、木枕を置いて日光浴の準備をする。そして呼吸が整うのを待って海水に浸かる。腰の深さまで進むと、ゆっくり腰を下ろして首から上だけ出して体を冷す。波が来ると膝の伸縮で調節して、顔を濡らさないように三分ほどつかる。砂浜に上がってドンゴロスの上で静かに横になって日光浴をする。顔と頭をバスタオルで巻いて、日光があたらないようにする。翁と並んで横になり、海風にふかれながら雲を眺めていると、晴々として精神的にもおちつき快適だった。肌を触って乾燥したら再び石風呂に入る。翁の日光浴をまねる人もいるが長続きしない、これを午前と午後に、それぞれ3回繰り返し、3回目に出るときは潮湯、上がり湯に入る。

翁は、師事した先生の石風呂入浴と水浴、日光浴などすべてまねた。先生の石風呂入浴は新居浜市磯浦^{いそうら}海岸の石風呂から桜井まで67年間続いた。先生は結核を患ったときの気候療法の経験もいしかし、科学的におこなわれていた。梅雨明けから盆までの日程は、石風呂と日光浴を組み合わせるために決めていた。先生の方法は、石風呂療法を中心とした自然療法に、西学的な知識を合わせた複合的なものだった。

翁に同行して感じたのは、これまでの石風呂で経験したことのない無理のない入浴だった。先生は、石風呂が混んでいっぱいときは無理に入らず、水浴と日光浴ですませた。雨降りときは砂浜での日光浴のかわりに、石風呂の前にドンゴロスを敷いて休んだ。無理しないでペースを守る姿勢は、翁にも受け継がれていた。

翁は石風呂湯治を続けると、汗がだんだん水っぽくなる。そして石風呂には温泉のような湯当たりがないという。石風呂湯治を続けて101歳まで生きた先生と、石風呂療法への絶対的な信頼となっている。

石風呂湯治の民俗技術は、各地域ごとに伝承されてきた。石風呂療法は効能は認められていても、科学的に説明できないため消えそうである。自然環境を最大限に活用した自然療法の一つとして石風呂療法を位置づけ、里海の癒しの文化として体系化する必要がある。その時、優れた自然や伝統文化を伝える桜井の石風呂は、新時代の石風呂療法の聖地として最初に復活するはずである。

主要参考文献

- ・大塚吉則『温泉療法』南山堂、1999。
- ・印南敏秀『石風呂民俗誌』東和町、2002。

生食の魅力と危険性

水産大学校 理事（代表）
鷲尾 圭司

アニサキスという寄生虫が評判になっている。サバやイカを生で食べる時には考えておかなければならないリスクの一つだ。しかし、そのリスクを理解せずに提供している飲食店が増えてきたことも問題だ。数年前に牛肉の生食であるユッケや、レバーの刺身を提供して問題となり、生食禁止令が出たことと同じような背景を感じる。

生食は、究極の新鮮さが売り物だから、なんでも生で食べられるのが最高というイメージがメディアを中心にふくらんできた。たしかに、ユネスコの無形文化遺産として登録された「和食」の代表メニューに刺身や寿司があげられるから、注目に値するだろう。しかし、なぜ日本において刺身が料理の中で重要視されてきたのか、その理由を吟味しているのだろうか？ その点で、今日の食ビジネス界に不安を覚える。

日本の風土をおおざっぱに見ると、夏は蒸し暑くて冬は寒冷。水は清らかで、植物の繁殖は旺盛。水田稲作を中心に米を主食とした和食が長い経験を経て育まれてきた。自然条件から見ると、高温多湿な夏は植物も繁茂するが、微生物も高い活性を示して、ものが腐りやすい。枯れたり死んだ生きものが素早く分解されて栄養塩に戻り、次の生命の糧になり物質循環の回転の速さを支えている。

一方で、冬は寒冷で農作業には向かないから、保存食でしのぐことになるが、寒さは同時に微生物の活性も落ちるので食品の保蔵の助けになる。

そんな風土に暮らす人々にとって、非日常的なハレの時には、腕によりをかけて、また素材を求めて走り回り、いわゆるご馳走を用意したくなる。暖かい季節になれば山海の珍味が出そろってくるので、献立も賑やかになることだろう。そんな時、一番値打ちがあって、喜ばれるものは何だろうか？

保存食であれば高価か粗末かは別にしても、何時でも用意できる。しかし、生もので腐りやすく、下手に扱くと食中毒を起こすものであれば、食べられる状態で提供することは貴重であり、最上のもてなしと考えられるのではないだろうか。

食品の栄養的価値からすれば、生ものは加熱に弱いビタミン類や酵素類を摂取できる食材だから、身体の防カビや免疫力の向上に役立つと考えられる。しかし同時に微生物の繁殖や寄生虫など食中毒リスクが大きい。

日本における刺身をはじめとした生食は、新鮮な素材が手に入り、きれいな清水で清浄に扱われ、風土的制約のぎりぎりを極めた食べ物だから人々にあこがれられ、価値を持つ食べ物になってきた。

自然にある素材をそのまま食べるだけという原始的食生活の生食とは、文化的奥深さという点で、大きな違いを示すものになっている。そのことは、危険な毒魚といわれるフグをも部位を腑分けすることによって、安全に食べられる食材に調理する技を磨いてきた。その専門家を養成し、資格を与えて食文化の一シーンに登場させるほどになっている。

ここで忘れてはいけないことは、生食は一步間違えば食中毒に陥る素材だという現実だ。鮮度を

損なわないコールドチェーンなどの物流インフラは、日本の風土特性をのりこえるため開発され普及してきた世界でも稀なシステムである。

和食の海外進出や刺身食材の輸出が盛んに言われているが、風土条件ばかりか、食文化の背景が異なる地域の人びとに受け入れられるには、インフラ整備と社会システムから文化までを育てていく必要があることを忘れてはならない。

これは同時にわが国においても、外食産業の世代交代と重なって、食の多様化とか多国籍化といわれる現象が広がっている。そのため、冷蔵設備等はあるものの、その使い方が生ものを扱う安全基準に合っていないものも散見されている。食材が多様化しているのに、それぞれのリスクを考えない調理が見られるからだ。まな板の使い回しなど、冷や冷やものである。

また、成人を基準にした食事が子どもから老人まで共通して提供され、身体に合わせたリスク管理を配慮されなくなってきたことも見逃せない。50年前の子どもだったころは、刺身は父親の食べ物で、子どもが手を出すものではないと教えられてきた。すし屋に行ってもカッパ巻きとちらし寿司が関の山で、生食に耐えられる身体になっていることが関門としてあった。美味しければ何でもありの現代の食シーンには冷や汗が出る。

さて、アニサキスという寄生虫（線虫）は、海中のいろいろな生物を巡りながらその一生を過ごしている。我々の食中毒に関与するのは、その一部である魚介類に仮住まいしている幼虫時のハブニングといえる。

アニサキスは加熱や冷凍あるいは傷つけると死んでしまうので、オキアミやクジラなどは冷凍か加熱調理をするからアニサキス症を発症することはない。問題は生で食べる魚介類で、鮮度が良ければアニサキスは内臓にいたので、調理時に素早く内臓を除去すれば良いのだが、捕獲後時間が経過すると幼虫が内臓から筋肉へと移行することがある。その筋肉をよくかまわずに食べてしまうと生きた幼虫が胃に届いてしまう。

イカの刺身で、皮目に細かく包丁を入れる飾り包丁を施すのは、そこに幼虫が潜んでいても傷つけて悪さをさせないための作業でもある。お寿司屋で飾り包丁を施していないイカが出てくる時は、そのイカは冷凍物だから大丈夫という暗黙の了解があるわけだ。

博多をはじめ西日本ではサバの生食が昔から郷土食として馴染まれて来たのだが、東日本では締め鯖にして刺身では食べてこなかった。これは最近の研究で、アニサキスにも種類があって、日本海側で寄生する種類は内臓から筋肉への移行が少なく、東日本側で寄生する種類は筋肉への移行が早い傾向にあることが指摘されている。昔からそれぞれの地方で伝えられてきた食習慣には、美味しさや栄養を追求するだけでなく、こうしたリスク管理の側面も含まれていたことを知る必要があるだろう。

しかし、近年の流通網の発達と、飲食店チェーンなどで海鮮どんぶり向けや、刺身商材の多様化が求められるようになったことから、東日本の魚が西に、西日本の魚が東へと渡り歩くようになった。また、人手不足の影響もあって、生食対応の調理経験の少ない人の手にかかる食品提供も増えてきたようで、調理関係者の意識の向上と、消費者側も自らを守る食の知恵を仕入れておく必要があるだろう。

もう一つ補っておくと、アニサキス幼虫が胃壁に食い込んで痛みを発する症状のほか、アニサキスからでる分泌物に対するアレルギーもある。サバ中毒の多くはこのアレルギーが原因のケースが多いことから、心当たりがあればお医者さんに相談しておくことも大切だろう。

瀬戸内海各地のうごき

■姫路市で実施

ひめじ環境フェスティバル 2017

姫路市 環境局環境政策室

開催日：平成 29 年 9 月 23 日（土） 9:00～16:00

24 日（日） 10:00～16:00

開催場所：姫路市 大手前公園（姫路市本町 68 番地）

姫路市、播磨圏域の連携市町、企業、各種団体などの環境に関する取組みを紹介し、市民の方にゴミの減量化・リサイクル、自然環境などについて楽しみながら考えることで、環境問題への理解と関心を高めることを目的に開催する。第十六回「全日本エコ川柳大賞」や「環境ポスターコンクール」の受賞作品の展示、ステージイベントや企業・市民団体等によるブース出展などを行う。

■広島市で実施

クリーン太田川

クリーン太田川実行委員会（広島市 環境局環境保全課）

開催日：平成 29 年 7 月 30 日（日）

開催場所：太田川流域の 7 市町の太田川水系 37 河川

（広島市、東広島市、廿日市市、安芸高田市、府中町、安芸太田町、北広島町）

参加者数：約 18,000 人

主催：クリーン太田川実行委員会

（構成メンバー）特定非営利活動法人広島市公衆衛生推進協議会、広島商工会議所、広島市、東広島市、廿日市市、安芸高田市、府中町、安芸太田町、北広島町、広島県、国土交通省温井ダム管理所、国土交通省太田川河川事務所

「クリーン太田川」は、毎年 7 月の「河川愛護月間」に、河川環境の美化意識の高揚と実践活動の定着を図ることを目的として、太田川流域の 7 市町の地域住民により実施されている河川一斉清掃です。今年で 25 回目を迎えた「クリーン太田川」は、太田川流域の市町の連携のもと、約 1 万 8 千人の地域住民が参加し実施しました。

■徳島県で実施

海岸生物調査～磯の生物による水質・生物環境の判定～

徳島県 県民環境部環境管理課

開催日：平成 29 年 7 月 23 日（日）

開催場所：阿南市中林町 北の脇海水浴場隣接磯他

主催：徳島県

対象者：海の生き物や環境に興味のある人など

徳島県阿南市において「海岸生物調査～磯の生物による水質・生物環境の判定～」を開催したところ 16 人の方に参加していただくことができました。

はじめに講演会を行い、海岸生物調査の方法や瀬戸内海の状況、そこに棲む生き物についてクイズ形式でしっかり学習しました。その後、参加者全員でバスに乗って北の脇海水浴場に隣接してい

瀬戸内海各地のうごき

る磯に移動し、海岸生物調査を行いました。

参加者たちは講師の話に耳を傾けながら一生懸命に生き物を探していました。調査結果を「瀬戸内海の海岸生物調査マニュアル」に照らし合わせたところ、北の脇海水浴場隣接磯は、2年連続で水質評価については「大変きれいな海」、生物環境の評価については「大変豊か」であるということがわかりました。

参加者からは「また参加したい」というお声をたくさんいただいております、来年度以降も継続して事業を行っていきたくと考えております。

■香川県で実施

「かがわ未来へつなぐ環境学習会」を開催 「かがわの環境ガイドブック」を発行！

香川県 環境森林部環境管理課

7月23日（日）、高松市のサンポート高松テント広場において、香川県主催による「かがわ未来へつなぐ環境学習会」を開催しました。これは、子どもからおとなまで広く県民を対象に、香川の環境について関心を持ってもらい、県が実施している「かがわ里海大学」などの講座や「海岸清掃」などの環境保全活動につなげるための「きっかけづくり」を目的として、今年度初めて実施したものです。



「知る、楽しむ、もっとつながる」をコンセプトに、県内で環境保全活動に取り組む団体と協力し、「オール香川」の体制で体験型ブースを中心に25ブースを配置し、ステージでは、子ども向けの「エコ実験ショー」も行うなど、まずは、環境に興味を持ってもらうことに力を入れました。当日は、親子連れを中心に2,800名もの方の参加がありました。

この学習会は、今年度開始した「香川の環境を守り育てる人づくり推進事業」の一環として実施したものです。この事業は、日本一面積が狭い香川県では、県民の生活と自然環境との距離が近く、県民の暮らしが環境に大きな影響を与えるという特徴があることから、行政だけでなく県民一人ひとりが主体的に環境保全活動に取り組み、次の世代に「美しい香川」を引き継いでいくことを目的としています。

また、環境学習会の開催に先立ち、県民に関心を持ってもらうためのツールとして、「かがわの環境ガイドブック」を作成しました。学習会と同じく、「知る、楽しむ、もっとつながる」というコンセプトのもと、山・海・街で実践（体験）できるコンテンツの概要が一目で分かるよう編集しています。写真やイラストを効果的に用いて、見た目にも美しく、観光パンフレットにも負けない仕上がりとなっています。

今後も、環境森林部各課が連携し「県民みんなで作る 人と自然が共生する豊かで美しい香川」を目指して、各種事業に取り組んでいきます。



瀬戸内海各地のうごき

■愛媛県内子町で実施

元気わくわく川まつり 2017

開催日：平成 29 年 7 月 16 日（日）

開催場所：内子町平岡 五十崎自治センター及び小田川周辺

対象者：町内外の中学生までの子ども

「うなぎのつかみどり」や「ニジマス釣り」「たらい流し」など体験ブースと「サイエンス肱川」「肱川の魚」など学習のブースを開設し、体験と遊びを通じて学習し、子ども達が川や水に興味・関心をもってもらうためのイベントです。

内子町内外の様々な団体・個人からのボランティア 200 名により運営されています。

内子町環境政策室



■愛媛県松前町で実施

郷土を美しくする清掃

松前町役場町民課生活環境係

町民・企業の職員約 2,000 名が、平成 29 年 6 月 3 日（土）9 時～10 時まで、塩屋海岸、北黒田海岸及び町内各所を清掃した。

この清掃活動は昭和 45 年から続いており、今回で 48 回目となる。

今回の清掃で集めた総ゴミ量は、可燃ごみが約 3.5t、不燃ごみが 2 トン車で 2 台分であった。

今後も、この取り組みは継続していきたい。

■福岡県で実施

水辺の教室

福岡県 京築保健福祉環境事務所

小学校 3～5 年生の児童を対象に、水環境についての学習と現地体験を行いました。

水環境についての学習では、家庭からの生活排水が川や海を汚染していることを学び、水を汚さないために日々の生活の中でどのようなことに気をつければよいかを全員で考えました。

現地体験では、小学校の近くを流れる川に生息する水生生物を調査し、水の汚れの程度を調べました。こどもたちは、川にたくさんの生き物が生息していることに驚き、あらためて、自然を守る取り組みや水を汚さないための取り組みの大切さを学んだ様子でした。



瀬戸内海各地のうごき

- 開催日及び開催場所（対象者）
 - 平成 29 年 5 月 30 日、6 月 12 日
築上町立下城井小学校（3 年生）
（現地体験）城井川
 - 平成 29 年 6 月 2 日
行橋市立今元小学校（4 年生）
（講話）
 - 平成 29 年 6 月 9 日
みやこ町立柳瀬小学校（3、4 年生）
（現地体験）今川
 - 平成 29 年 6 月 15 日
荻田町立馬場小学校（5 年生）
（現地体験）殿川
 - 平成 29 年 6 月 20 日
行橋市立延永小学校（4 年生）

◇新トピックス◇

■大阪府で実施

第 15 回魚庭（なにわ）の海づくり大会

魚庭の海づくり実行委員会（大阪府・大阪府漁業協同組合連合会・地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所）

開催日：平成 29 年 10 月 22 日（日）10:00～15:00（雨天決行）

会場：大阪府鯉巾着網漁業協同組合 荷捌き施設及び周辺（大阪府岸和田市地藏浜町 7-1）

テーマ：『魚庭（なにわ）の海の再発見！』

イベント内容：

- ①高級魚キジハタ（あこう）の大試食会
- ②魚庭の大漁旗デザインコンクール表彰式、作品展示
- ③大阪産（もん）漁師料理の実演販売
- ④稚魚放流、おさかなふれあいプール、漁具展示
- ⑤環境ワークショップ（環境関係団体等の活動展示）
- ⑥高校生によるステージでのパフォーマンス

本大会は、美しい大阪湾を取り戻すため、また、大阪の漁業や魚介類について広く府民の方々に啓発・普及することを目的に、平成 14 年度から毎年開催しています。イベント内容は、府域の若手漁業者が主体となり、大阪産魚介類を使った料理販売や地元高校生のステージなど楽しいイベントを予定しています。ぜひお越しください。

■大阪府八尾市で実施

いきいき八尾環境フェスティバル 2017

八尾市 経済環境部環境保全課

開催日：平成 29 年 10 月 22 日（日）

開催場所：アリオ八尾、大阪経済法科大学花岡キャンパス

主催：環境アニメイティッドやお（事務局：八尾市経済環境部環境保全課）

対象者：八尾市内外の親子を中心とした全世代

「環境アニメイティッドやお」は、市民・市民団体・事業者・教育機関・行政のパートナーシップによる協議会で、毎年、その環境の取り組みを広く発信するため、「いきいき八尾環境フェスティバル」を開催しており、今年で 13 回目を迎えます。

瀬戸内海各地のうごき

開催は、アリオ八尾、大阪経済法科大学花岡キャンパスの2会場で行い、アリオ八尾会場では、「しぜん」「3R」「食と健康」「歴史文化」「エネルギー」の5つのエリアにおいて、それぞれのエリアごとに参加者が楽しみながら、八尾の環境について学べる企画となっております。

また、大阪経済法科大学花岡キャンパスでは、学校内のニッポンバラタナゴ保護池における地引網や、水を抜いた池の中で貝掘り体験など、主として自然を実感できる企画を用意しております。

両会場とも一日中楽しめる企画が満載ですので、是非ご参加ください。

■大阪府岸和田市で実施

大阪湾うみ・まちウォーク in 岸和田

大阪府 環境農林水産部 環境管理室 環境保全課、岸和田市 市民環境部 環境課

平成29年11月26日(日)大阪湾の環境保全に対する市民意識を高め、その価値、機能が最大限に発揮された「豊かな大阪湾」の実現に向け、南海電鉄㈱と大阪府・岸和田市が協働して、大阪湾の環境保全につながるよう、エコツーリズムの観点を加えたウォークイベントを開催します。

受付は開催当日の10:00から10:30南海線岸和田駅で行います。

下記の岸和田市内の約10kmのコースを歩くことができる方ならどなたでもご参加いただけます。

(ウォーキングコース)

南海線岸和田駅→岸和田城→きしわだ自然資料館→浜工業公園→岸之浦大橋→地蔵浜みなとマルシェ→岸和田旧港→カンカン場→岸和田駅前通商店街→南海線岸和田駅

■大阪府吹田市で実施

すいた環境教育フェスタ 2018

吹田市 環境部環境政策室

開催日：平成30年2月3日(土) 10時30分～15時30分

開催場所：吹田市資源リサイクルセンター

対象者：どなたでも

主催：吹田市

豊かな環境を次世代に引き継ぎ、わたしたち一人ひとりが環境問題に理解と関心を深めることを目的としています。

また、人間と環境とのかかわりについて理解と認識を深めることはもちろん、地域環境の保全活動に積極的に参加するなどの態度や、実践的な能力を育てるとともに、市民、事業者、学校、行政などの協力関係を深め、環境の保全と創造に取り組むための参加型事業として開催します。

各種団体・事業者・市などが協働して企画から運営までを行い、パネル展示やブース展示、ワークショップなどを通して、環境について学ぶ・考える機会を提供します。

協会だより

(2017. 4. 1～2017. 10. 31)

会議名	開催日	場所
第10回理事会	平成29年5月8日(月)	神戸市勤労会館
平成29年度瀬戸内海環境保全月間ポスター表彰式・定時総会・特別講演会	平成29年5月23日(火)	ラッセホール
平成29年度瀬戸内海環境情報基本調査及び豊かな海の確保に向けた方策検討業務に係る有識者検討会(第1回)	平成29年7月21日(金)	兵庫県民会館
瀬戸内海環境保全月間ポスター原画展	平成29年7月25日(火)	山ログランドホテル
賛助会員部会	平成29年8月7日(月)	兵庫県民会館
海文化委員会(第1回)	平成29年9月4日(月)	兵庫県民会館
第1回編集委員会	平成29年10月25日(水)	兵庫県民会館
ひょうごエコフェスティバル2017	平成29年10月28日(土)～29日(日)	播磨科学公園都市



瀬戸内海環境保全月間ポスター表彰式



瀬戸内海環境保全月間ポスター原画展

瀬戸内海研究会議だより

(2017. 4. 1～2017. 10. 31)

会議名	開催日	場所
瀬戸内海研究フォーラム in 京都 第1回運営委員会	平成29年4月19日(水)	京都大学
「大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成制度(平成28年度実施)」成果発表会	平成29年5月10日(水)	ラッセホール
平成28年度第2回企画委員会	平成29年6月2日(金)	神戸市勤労会館
平成29年度「大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成制度」選考委員会	平成29年6月2日(金)	神戸市勤労会館
瀬戸内海研究フォーラム in 京都第2回運営委員会	平成29年7月10日(月)	京都大学
第12回理事会	平成29年7月31日(月)	神戸市勤労会館
瀬戸内海研究フォーラム in 京都 (詳細は、85頁に掲載)	平成29年9月6日(水) ～7日(木)	京都大学国際交流 ホールⅡ・Ⅲ
平成29年度通常総会	平成29年9月6日(水)	京都大学国際交流 ホールⅡ・Ⅲ
平成29年度第1回企画委員会	平成29年10月31日(火)	神戸市勤労会館



「大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成制度」(平成28年度実施) 成果発表会



瀬戸内海研究フォーラム in 京都

第37回全国豊かな海づくり大会福岡大会 ～育もう 海 人 地域 みんなの未来～

第37回全国豊かな海づくり大会福岡県実行委員会

平成29年10月28日(土)、29日(日)に「第37回全国豊かな海づくり大会福岡大会」を開催します。

福岡県では、日本海南西部に位置し、対馬暖流の影響を受ける「筑前海」、干満差が最大6mに達し、広大な干潟を有する「有明海」、瀬戸内海西部に位置し、穏やかな内海である「豊前海」、九州最大の筑後川や矢部川などの「内水面」において、各水域の特性を活かした多種多様な漁業が営まれ、マダイ、トラフグ、養殖ノリなどは全国有数の生産量を誇っています。これらの特色ある3つの海と内水面において、水産資源の保護・管理やつくり育てる漁業を推進し、海や河川、水源地域の環境保全に取り組むとともに、魚食普及や食育の推進を図ることを大会の基本理念に据え開催に向けた準備を進めています。

○ 大会概要

・開催日

平成29年10月28日(土)、29日(日)

・開催場所

式典行事：宗像ユリックス本館(宗像市)

海上歓迎・放流行事：鐘崎漁港(宗像市)

関連行事：宗像ユリックス屋外施設(宗像市)

天神中央公園(福岡市)

むつごろうランド(柳川市)

うみてらす豊前(豊前市)

道の駅くるめ(久留米市)

・テーマ

育もう 海 人 地域 みんなの未来

・大会キャラクター

福岡県広報部長「エコトン」

・御放流魚

トラフグ、マダイ

・お手渡し漁

クロアワビ、ノリ、アサリ、オイカワ



○ 行事内容

・ 式典行事

豊かな海づくりに功績のあった団体などの表彰、最優秀作文の発表、若手漁業者のメッセージ発表、大会決議などを行います。

・ 海上歓迎・放流行事

漁船などによる海上パレードや、県を代表する漁業の紹介、トラフグ、マダイ稚魚の放流などを行います。

・ 関連行事

資源管理型漁業、栽培漁業、環境保全の取組の紹介や、式典行事、海上歓迎・放流行事の映像中継、県農林水産物とその加工品の試食・販売、魚に触れるタッチングプールなどの体験コーナー、ステージイベントなどを行います。

○ これまでの取り組み

・ 1年前プレイベントの開催

平成28年10月29日（土）、本大会の海上歓迎・放流行事会場となる宗像市の鐘崎漁港において、大会開催の1年前を記念したプレイベント「豊かな海づくりフェスタ」を開催し、海上歓迎・放流行事、ステージイベント、各種物産販売等を行いました。



・ 稚魚等のリレー放流の実施

豊かな海づくりへの意識向上や水産業に対する理解促進を図るため、県内各地で園児や児童らによる稚魚等の放流をリレー方式により実施しました。



瀬戸内海研究フォーラム in 京都

川と海のつながりが育む豊かな文化と生態系

特定非営利活動法人 瀬戸内海研究会議

特定非営利活動法人 瀬戸内海研究会議では、瀬戸内海に関する学術的研究や活動事例の発表、産官学民様々な立場の方々の交流の場として、毎年1回、瀬戸内海関係府県でフォーラムを開催しています。

今年は京都府で開催し、「川と海のつながりが育む豊かな文化と生態系」を主テーマに、4つのセッション（うち1つはポスター発表）を設け、講演や議論が行われました。

開催概要

瀬戸内海研究フォーラム in 京都

平成29年9月6日～9月7日

京都大学（京都府京都市）

共催・後援等

主催：特定非営利活動法人瀬戸内海研究会議、京都大学 大学院地球環境学堂

共催：瀬戸内海環境保全知事・市長会議、京都大学生態学研究センター、京都大学フィールド科学教育研究センター、総合地球環境学研究所

協賛：（公社）瀬戸内海環境保全協会、京都大学森里海連環学教育ユニット

後援：環境省、京都府、京都市、（公財）琵琶湖・淀川水質保全機構

9月6日（水） 開会式

瀬戸内海研究会議の柳哲雄理事長、瀬戸内海環境保全知事・市長会議の議長県である兵庫県より春名克彦氏（兵庫県農政環境部環境管理局長）の主催者・共催者あいさつに続き、環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室の山本郷史室長と京都府の中野孝男環境部長よりご祝辞を賜りました。また、フォーラム運営委員長を務められた、京都大学 大学院地球環境学堂の藤井滋穂教授より趣旨説明が行われました。



開会あいさつ

第1セッション「都市を支える景観：瀬戸内海国立公園から学ぶ」

◆コーディネーター

総合地球環境学研究所 教授 阿部 健一

◆講演テーマ

①「都市と周縁の関係ー京都から瀬戸内を考える」

奈良文化財研究所 研究員 恵谷 浩子

②「かやぶきの里から未来が見える」

南丹市美山観光まちづくり協会 まちづくり部 部長 高御堂 厚

③「人と自然の新たな物語ー想像力と構想力」

関西学院大学 教授 山 泰幸

第1セッションでは、「都市を支える景観：瀬戸内海国立公園から学ぶ」をテーマに、社会学的な見地から、さまざまな地方（じかた）の暮らしについて、京都、徳島、丹波を事例に、それぞれのスケール、それぞれの資源（人、モノ、景観、暮らし）を生かした取り組み、現況について紹介され、観光への取り組みや住民の認識、地域の民話の活用と再生、国定公園指定を受けての今後の取り組みなど、他の地域との比較や外国人観光客の誘致も含めた今後の方策や、暮らしの在り方について活発な意見交換が行われました。



フォーラムにおける総合討論

ポスター発表セッション「環境保全・創造に関する研究・活動報告（ポスター発表）」

◆コーディネーター

京都大学 大学院地球環境学 助教 岡本 侑樹

◆会場責任者

京都大学 大学院地球環境学 助教 原田 英典

瀬戸内海周辺地域を対象とした環境保全や地域振興等の取組について、学生や研究者、民間団体等、様々な立場の26名の方に口頭発表とポスター発表をいただきました。



参加者で賑わうポスター発表会場

9月7日（木）

第2セッション「生物生産からみた流域と沿岸域の相互関係」

◆コーディネーター

京都大学 フィールド科学教育研究センター 教授 山下 洋

◆講演テーマ

①「地下水と沿岸域生態系ー見えない水の役割を考えるー」 福井県立大学 准教授 杉本 亮

②「瀬戸内海東部における生態系構造の変化」 香川県水産試験場 主任研究員 山本 昌幸

③「流域の構造と水圏生物の生産」 京都大学 フィールド科学教育研究センター 教授 山下 洋

瀬戸内海を中心に、若狭湾など多の事例も踏まえて、海底湧水の流入がもたらす水産物への効果

や、森林から沿岸域への窒素供給、土地利用と溶存鉄の供給の関係、水産物におけるプランクトンなどの1次生産者の重要性や、栄養段階別の年代間の転送効率の変化に関する活発な議論がなされました。

第4セッション「豊かな生態系の琵琶湖との共生を探る」

◆コーディネーター

京都大学 生態学研究センター 教授 中野 伸一

◆講演テーマ

- ①「琵琶湖の水質保全の現状と新たな動き」 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 副部門長 早川 和秀
- ②「琵琶湖の底にあるちょっと変わった食物連鎖」 京都大学 生態学研究センター 教授 中野 伸一
- ③「水草の持続的利用による現代版里湖循環型社会の可能性」 滋賀県立大学 教授 伴 修平

琵琶湖が抱える諸課題の変遷と現況について紹介した後、琵琶湖における一次生産者とは異なる、微生物を介した食物連鎖（細菌から原生生物）の発見と重要性について、最新の知見を提供するとともに、水草の有効利用に向けた新たなバイオガス利用の取り組みと里湖再生について発表され、瀬戸内海にも共通する課題や、研究や諸政策のアプローチの違いなど、多面的な議論が展開されました。

ポスター賞発表・総括・閉会

瀬戸内海研究会議の理事及び運営委員からの投票により若手・研究者を対象としたポスター賞として最優秀賞1名、優秀賞2名の受賞者を決定し、柳理事長より表彰を行いました。

◆最優秀賞

- 琵琶湖・大阪湾における粒径 $315\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ のマイクロプラスチックを対象とした微量有機汚染物質の含有量調査

京都大学 大学院工学研究科都市環境工学専攻 鍋谷 佳希

◆優秀賞

- 大阪湾における微細藻類休眠期細胞の種組成と分布
京都大学 大学院地球環境学 石井 健一郎
- 留学生の視点から見る日本の世界農業遺産のイメージ分析 —和歌山県みなべ・田辺世界農業遺産を事例に—
京都大学 学際融合教育研究推進センター 黄 琬惠



ポスター賞受賞

閉会式では「川と海のつながりが育む豊かな文化と生態系」をテーマに2日間に渡って開催されたフォーラムの成果について、藤井運営委員長より総括が行われました。

最後に、瀬戸内海研究会議の多田邦尚副理事長（香川大学教授）より閉会あいさつを行い、フォーラム開催協力への御礼を申し上げるとともに、来年の「瀬戸内海研究フォーラム in 兵庫」への参加が呼びかけられました。



総括を行う藤井運営委員長

平成 29 年度 定時総会（開催報告）

公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会

（公社）瀬戸内海環境保全協会では、毎年度 1 回、定時総会の開催に併せて、瀬戸内海環境保全月間ポスター公募最優秀賞等受賞者表彰式を実施しています。

平成 29 年度の総会時（平成 29 年度 5 月 23 日）においては、これに加え、KJB 瀬戸内基金ドナーであるフィリップ・モリス・ジャパン合同会社への感謝状贈呈、瀬戸内海を舞台に活動を展開するアイドルグループ STU48 への瀬戸内海環境保全一日大使の委嘱、瀬戸内海に関する活動事例を紹介する KJB 瀬戸内基金 2017 シンポジウムなど、一連の環境イベントを実施し、「豊かで美しい瀬戸内海」の実現に向けて、参加者の意識がさらに高まりました。

1. 瀬戸内海環境保全協会 平成 29 年度定時総会

瀬戸内海環境保全協会の平成 29 年度定時総会については、会長である井戸敏三 兵庫県知事より挨拶があり、その後、平成 28 年度事業報告・決算、平成 29 年度事業計画・予算、国に対する提案等について、提案と報告がありました。提案のあった案件については、全て全会一致で了承されました。なお、総会の議長は、佐藤 均 副会長（（一財）広島県環境保健協会理事長）が務められました。

2. 瀬戸内海環境保全月間ポスター公募最優秀賞等受賞者表彰式

24 都府県、合計 270 点の応募の中から、最優秀賞である環境大臣賞には、徳島県吉野川市立西麻植小学校 3 年生の前田知輝さんが選ばれ、環境省近畿地方環境事務所 秀田所長から表彰状、副賞、月間ポスターのパネルが授与されました。

次に、優秀賞である瀬戸内海環境保全協会会長賞には、こども部門からは、神奈川県海老名市の市立上星小学校 5 年生、鈴木香帆さん、一般部門からは、兵庫県加古郡播磨町の町立播磨中学校 3 年生、猪狩日菜さんが選ばれ、出席の猪狩さんに、井戸会長から賞状及び副賞が授与されました。



ポスターは関係機関に配布され、瀬戸内海環境保全月間（平成 29 年 6 月 1 日～30 日）に広く掲示されました。

3. フィリップ・モリス・ジャパン合同会社への感謝状贈呈

フィリップ・モリス・ジャパンでは、“keep Japan beautiful ～日本をえこひいきしよう”をテ

一マに瀬戸内海における環境美化、環境保全活動に取り組む市民団体を支援する KJB 瀬戸内基金を設け、平成 28 年度までの 10 年間で延べ 201 団体に総額 3 千 5 百万円余りの助成を行ってきました。永年の支援に対し、同社に感謝状を贈呈しました。(井戸会長から同社 CSR・社会貢献 エグゼクティブ 山尾ゆり様に)

4. STU48 への瀬戸内海環境保全一日大使の委嘱

今年結成され、瀬戸内 7 県（兵庫県・岡山県・広島県・山口県・徳島県・香川県・愛媛県）を拠点に活動を展開している、日本の女性アイドルグループ・STU48 に対して、瀬戸内海環境保全一日大使を委嘱しました。

6 月は瀬戸内海環境保全月間と定められており、海開きに備え各地でクリーンアップキャンペーンが行われることから、当日は、STU48 から兵庫県出身の二人、石田みなみさんと門脇実優菜さんが来訪し、井戸会長から委嘱状を受け取りました。二人からは、参加者に対し、環境美化活動への呼びかけが行われ、会場は大いに盛り上がりました。



5. KJB 瀬戸内基金 2017 シンポジウム

KJB 瀬戸内基金は、瀬戸内海地域における環境美化・保全活動に取り組む市民団体（NGO/NPO）等に対して、その活動や事業を助成・支援するために設立した基金です。この基金により平成 28 年度に助成を受けた瀬戸内海地域の市民活動団体からそれぞれの活動報告をしていただき、各活動地の自然環境の魅力、保全活動について多くの市民に知っていただくとともに、各地域における保全関係者の交流・連携促進・活動の活性化、引いては豊かできれいな瀬戸内海の実現を期して、KJB 瀬戸内基金 2017 シンポジウムが開催されました。

平成 28 年度助成された団体は、①伊川を愛する会(兵庫県神戸市)、②NPO 法人 もっともっとネット(徳島県上板町)、③NPO 法人 水辺に遊ぶ会(大分県中津市)、④瀬戸内 DAYOUT 実行委員会(香川県高松市)、⑤NPO 法人 人と自然とまちづくりと(和歌山県和歌山市) の 5 団体で、シンポジウム当日は、それぞれの団体から活動報告ならびの会場との質疑応答が行われ、最後に、コーディネーター役の小川雅由氏（NPO 法人こども環境活動支援協会理事）から総括のコメントがありました。

今後とも、改正「瀬戸内海環境保全特別措置法」の基本理念に基づき、瀬戸内海を豊かで美しい里海とするため、様々な活動を展開していきます。

平成30年度「瀬戸内海環境保全月間」ポスター募集要項

◆募集の趣旨

環境省、公益社団法人瀬戸内海環境保全協会（以下、「瀬戸内海協会」という。）では、国民一人ひとりが「瀬戸内海の環境保全」について、理解と認識を深め、各地での取り組みへと輪を広げていただくことを目的に、6月を「瀬戸内海環境保全月間」としています。月間中は、各地で環境の集い、自然観察会など様々な行事が行われています。

この周知を図るため、平成30年度の瀬戸内海環境保全月間ポスターの図案を募集します。最優秀作品は、月間ポスターとして、瀬戸内海環境保全月間の行事及び瀬戸内海地域の自治体・環境保全団体等において掲示します。

（参考） 瀬戸内海環境保全月間ポスターライブラリー

<http://www.seto.or.jp/promotion/poster>

◆瀬戸内海の現状

瀬戸内海は、多くの海水浴場があり、世界文化遺産も点在し、また、スナメリやカブトガニといった貴重な生き物をはじめ、多くの鳥や魚などが棲み、日本で最初の国立公園に指定された、世界においても比類のない美しさを誇る景勝地です。昔から、私たちは、瀬戸内海の豊かな恵みを受けてきました。

高度経済成長期には赤潮が頻発するなど、瀬戸内海の水質はひどく汚れていましたが、瀬戸内海環境保全特別措置法などによる水質改善のための施策をはじめ、瀬戸内海沿岸の住民や関係者の努力により、水質は全体として改善されてきています。しかしながら、一部の海域では依然として魚などに被害を与える赤潮の発生や、魚の生息や鳥の渡来地として重要な藻場や干潟の減少、海洋ごみなどの課題が存在しています。

こうした中、平成27年には「瀬戸内海環境保全特別措置法」が改正され、瀬戸内海環境保全基本計画も14年ぶりに変更されました。これらにより、瀬戸内海を「きれいで豊かな海」としていく考え方が明確にされました。その実現に向けて、今後、瀬戸内海に関わる多くの人々が協力して、様々な取組を進めていくことが求められています。

（参考） 瀬戸内海とわたしたち（せとうちネット）

http://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/setonaikai/index.html

◆募集テーマ

「こんな瀬戸内海にしたい」、「瀬戸内海から得られる恵み」、「瀬戸内海らしい風景」、「瀬戸内海を通じた交流」、「瀬戸内海での楽しい思い出」、「生活の中の瀬戸内海」などの、皆さんの瀬戸内海の環境に対する思いや守りたい瀬戸内海の環境をポスター図案にしてください。

◆応募規定

1. 応募資格

(1) こども部門 小学生以下

(2) 一般部門 中学生以上

（注）こども、学生、大人を問わずどなたでも応募できます。

家族などのグループによる共同制作も受け付けています。

2. 作品募集期間

平成29年7月3日（月）～11月30日（木）必着

3. サイズ、紙質等

(1) 四つ切り画用紙サイズ(縦54cm×横38cm)

(2) 紙を縦向きにしてポスター図案を作成してください。

(※紙を横向きにしないでください。横向きで作成したものは審査の対象外になります。)

(3) 絵の中に、標語など言葉を記入しないでください。(※標語の入ったものは審査の対象外になります。)

(4) 紙質は自由。絵の具、パステルなど、得意な表現で応募できます。

4. 応募の留意事項

(1) 作品裏面に次の①～⑦を明記してください。

①住所 ②氏名(フリガナ) ③年齢 ④(学校名・学年)

⑤電話番号 ⑥簡単な制作意図 ⑦募集を知るきっかけとなったもの

(2) 応募点数は制限なし。ただし1用紙に作品1点とし、未発表のオリジナル作品に限ります。

(3) 入選作品の著作権は主催者に帰属し、応募作品の返却はいたしません。

(4) 入選作品の使用・掲出に際して「瀬戸内海環境保全月間」の文字や標語など所定の文案を入れ込むなど、一部補作する場合があります。

◆賞と表彰

受賞者が18才未満の学生の場合、副賞は図書カードとします。

1. 最優秀賞(環境大臣表彰)

全応募作品の中から1点(賞状、副賞10万円)

2. 優秀賞(瀬戸内海環境保全協会会長表彰)

(1) こども部門 1点(賞状、副賞2万円)

(2) 一般部門 1点(賞状、副賞2万円)

3. 佳作(瀬戸内海環境保全協会会長表彰)

(1) こども部門 若干数(賞状、副賞1万円)

(2) 一般部門 若干数(賞状、副賞1万円)

◆審査及び選定

瀬戸内海協会内に設置する月間ポスター選定委員会で審査を行い、最優秀賞候補等を選定いたします。最優秀賞は、同候補の中から環境大臣が選定いたします。

◆発表

平成30年5月中旬

ホームページ等で発表するとともに受賞者に通知いたします。

なお、最優秀賞及び優秀賞の受賞者は、平成30年5月下旬に開催予定の瀬戸内海協会の定時総会に招待し、表彰を行うとともに賞の授与を行います。

◆作品送付先

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2 人と防災未来センター 東館5階

(公社)瀬戸内海環境保全協会事務局 <http://www.seto.or.jp/>

TEL: 078 (241) 7720 FAX: 078 (241) 7730

◆主催

環境省・(公社)瀬戸内海環境保全協会

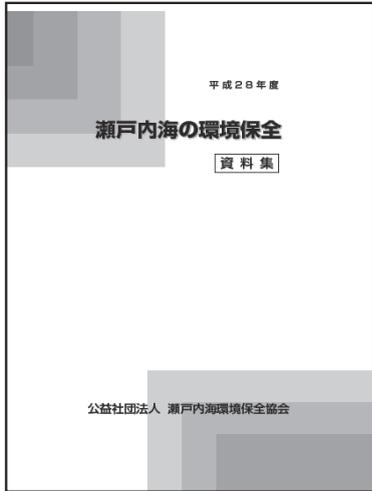
◆後援

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

平成28年度

瀬戸内海の環境保全

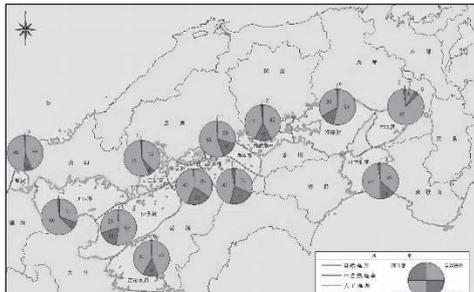
資料集



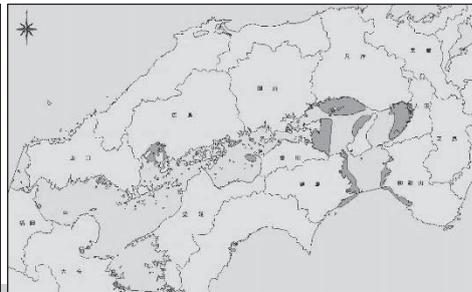
— 瀬戸内海に関する唯一のデータ集
瀬戸内海に関心のある方の必読書 —

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。

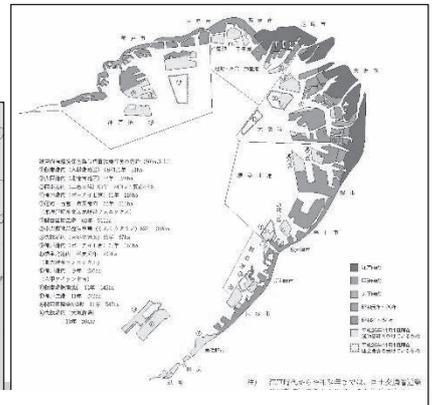
昭和 53 年から毎年、瀬戸内海に関する環境データを網羅した資料集を発行してきております。平成 28 年度版では、これまでのデータを充実させるとともに、平成 27 年 10 月に公布、施行された「瀬戸内海環境保全特別措置法の改定」に関する内容も記載しております。



【瀬戸内海の海岸線の状況（湾灘別）】



【赤潮発生海域】



【大阪湾奥部における埋立状況】

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. 瀬戸内海における主な漁業生産量
3. 瀬戸内海の湾灘別漁獲量の推移
4. 大阪湾沿岸域の埋立ての変遷
5. 水質の水平分布図
6. 底質分布図
7. 底生生物分布図
8. 瀬戸内海における主な海上災害による油等の流出事故
9. 瀬戸内海関係13府県の瀬戸内海環境保全特別措置法対象市町村名
10. 環境省選定の100選等の抜粋
11. 瀬戸内海における環境基準類型指定状況

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. 中央環境審議会水環境部会答申
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

価格

実費3,000円（送料・消費税含む）

申込方法

下記の申込先に、ご連絡下さい。
（後日、資料集と代金振込用紙をお送りします。）

（公社）瀬戸内海環境保全協会

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2 人と防災未来センター 東館5階

TEL：078-241-7720 FAX：078-241-7730



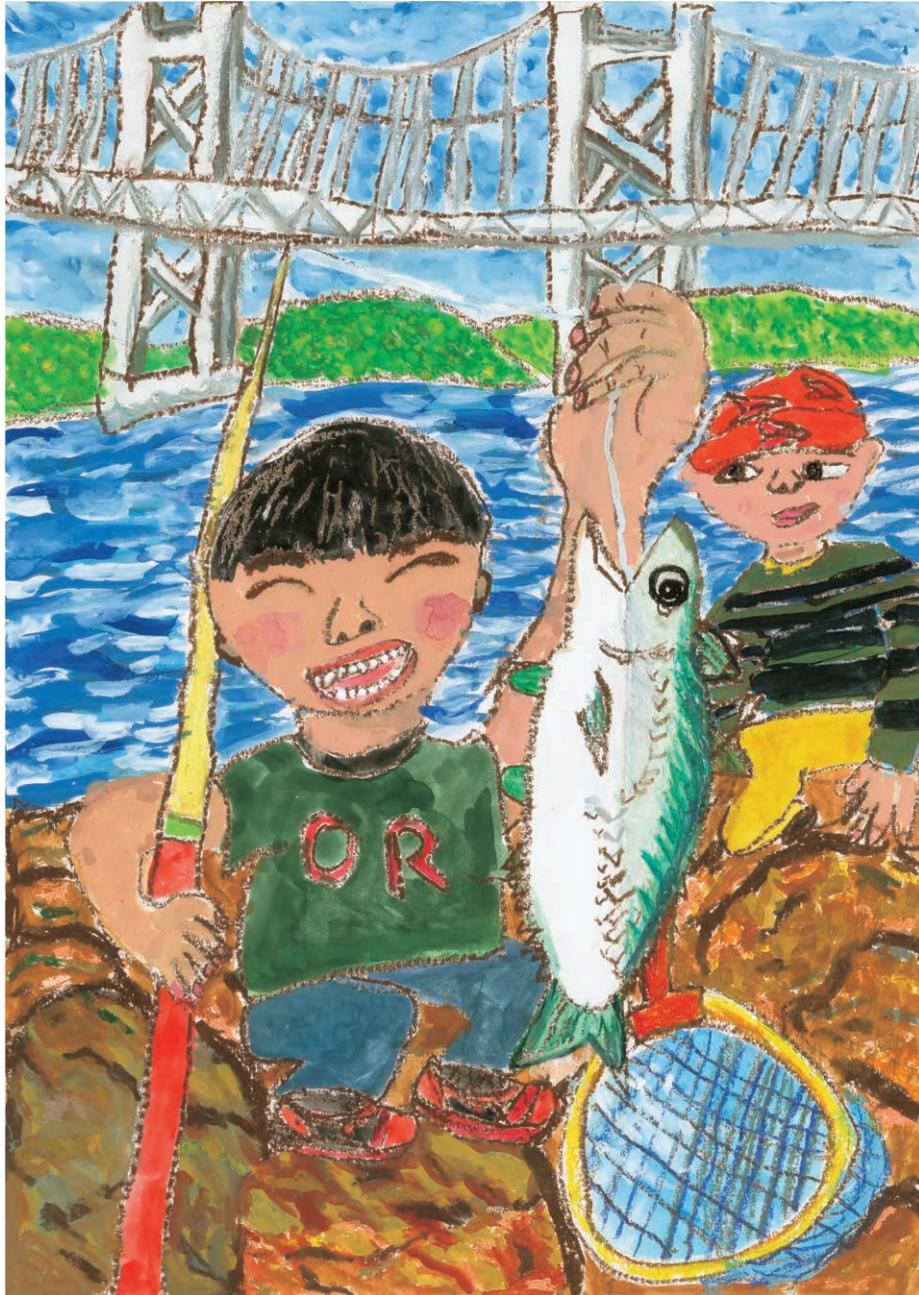
瀬戸内海は、本州、四国、九州に囲まれた内海であり、東西約450km、南北15～55km、面積23,203km²、平均水深38m、日本最大の閉鎖性海域である。点在する多島海美と白砂青松、段々畑や港湾に見られる人間生活の営みと自然との調和等の景観を特徴とし、1934年（昭和9年）3月16日に日本初の国立公園として「瀬戸内海国立公園」の指定がなされている。瀬戸内海はまたスナメリをはじめとする多くの生物の生息の場でもある。

表紙の画像は、人工衛星LANDSAT及び国土地理院発行の数値地図50mメッシュ標高データを用いて太平洋上160km上空の高度より、北西方向に俯角45度で俯瞰した鳥瞰画像として作成したものである。

（アジア航測株式会社 木下茂信）

瀬戸内海環境保全月間

平成29年6月1日▶6月30日



環境省、瀬戸内海環境保全知事・市長会議、公益社団法人瀬戸内海環境保全協会

平成29年度瀬戸内海環境保全月間ポスター 公募
最優秀賞（環境大臣表彰）前田 知輝さん（徳島県吉野川市）

瀬戸内海 2017年10月 発行 No.74

発行所 〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番2号
人と防災未来センター東館5階

公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会

電話 (078) 241-7720

FAX (078) 241-7730

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

発行人 築谷尚嗣

印刷所 〒663-8247 西宮市津門稲荷町4番11号

(株) 旭プリント

電話 (0798) 33-5025

FAX (0798) 26-3132

この雑誌は再生紙を使用しています。

This magazine is printed on environmentally approved paper.