

<特集> 第48回環境保全・公害防止研究発表会

特別講演：「瀬戸内海的环境保全と回復」

—これからの地域環境研究に望むこと—

岡田 光 正

(環境研究総合推進費プログラムディレクター)



座長 廣畑 昌章

(全国環境研協議会長：熊本県保健環境科学研究所長)

はじめに

私自身、環境省の環境研究総合推進費プログラムディレクターとして、各地の研究を推進させることが大きな使命となっております。今日は、水環境の施策が、かつては全国一律であったものを地域で目標を見直し、その地域に沿った考えで研究していただくために必要なこととお話したいと思います。地域に根ざした有意義な環境研究を行うには行政ニーズが極めて重要であり、各地域の行政とよくタイアップしながら、各地域での研究を進めていただければ有り難いと思います。

1. 瀬戸内海における水環境の変遷

水環境の目標設定

瀬戸内海環境保全特別措置法において、これまでの施策を如何に評価するか、富栄養化による被害を如何に防止するかというところから、その後の環境行政や環境研究が始まったと理解しています。環境をきれいにするとはどこの国でも基本的には同じですが、どこまできれいにするかという議論が出てきています。

CODや窒素、リン等の環境基準はあくまでも生活環境を保全するために、要は利用目的を達成するために定めています。たとえば水産1種の類型では、多様な水産物がバランス良くかつ安定して漁獲されることを目的とし、それを達成するためには全窒素を0.3mg/L以下にしなければならないということで、この対策を実施してきました。

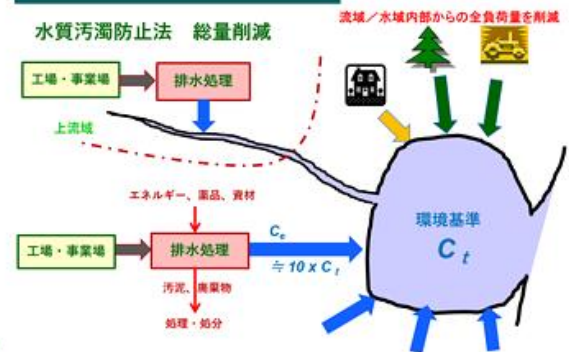
また、窒素とリンについては、全国一律の排水基準を定めるとともに、上乘せ基準などで地域主体の排出規制をそれぞれの自治体で行ってきたと思います。

目標達成に向けての施策

ところが、このような規制だけでは海や湖はなかなかきれいになりません。たとえば、住宅地、森林、農地等から出る排水が入ってきます。そこで、汚濁が著しく広

域的な閉鎖性水域については、その場所を特定し、全体の負荷量を下げるときの水質総量規制を実施し、きれいにするための努力をしてきました。

環境基準を達成するには？



環境省や各自治体としては、発生負荷量が着実に減小し、その結果としてたとえば、瀬戸内海と大阪湾の窒素とリンの水質環境基準の達成率がほぼ100%となることで成功したと言えるわけです。しかしながら、CODでは水質環境基準を満足しているかという、残念ながら満足していません。このため、我々の施策が悪かったのか、それとも施策を支える研究成果が不十分であったのか、いろいろなことを考えることになります。

しかし、実際に大阪湾の水質は、昭和50年代と最近のCODを比較すると明らかにきれいになっていると言えますし、栄養塩はもっときれいになっています。

望ましい水環境の回復とは

CODや窒素濃度を下げることは、その水域生活環境を保全すること、別の視点では魚が捕れるかということを目指してきました。しかし、努力してほぼ完全に排水規制を実施してきたにも関わらず、赤潮は平成元年から減らない状況です。また、期待した漁業生産量は残念ながら

ずっと下がり続けていて、これで良いのかというような様々な意見が出てきています。

豊かな海には戻らず、環境基準も達成されないのは、我々の設定した目標が必ずしも適切でなかったかという議論もありますが、そもそも水産資源を守って持続的に利用できることが本来の目標なのではないか、という反省が出てきました。

かつては、水質汚濁防止で全国一律の規制を実施し、部分的には東京湾、瀬戸内海に目を向けて施策を実施してきましたが、それだけでは残念ながら本来の豊かな海に至っていません。また、豊かな海の定義は水域によって違います。このため、全国一律の規制を実施することは難しいという発想になり、豊かな海を目指した環境施策は地域に特化することになります。

2. 豊かな瀬戸内海を目指した回復施術

新たな水質目標

豊かな海にするために、海底の溶存酸素や透明度を新たな水質目標として設定しました。この基準は、今までの環境基準と大きな違いがあります。たとえば生物1類型は、生息段階において貧酸素耐性が低い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域で、溶存酸素が4.0mg/L以上としています。具体的にどんな魚を守るのかは明確にはしていません。基本的には、各地域でどうするのか決めてくださいということです。

過去に大阪湾のマコガレイへの溶存酸素の影響について、大阪の水産試験場にいた矢持先生が実験されていますが、溶存酸素が約3mg/Lあれば、マコガレイの95%が生息し問題はないという議論がありました。しかし、そのまま環境基準にすることはできません。たとえば、マダイにしても東京湾と瀬戸内海で同じような貧酸素耐性があるかどうかはわからないからです。このような意味で、全国一律ではなく各水域で保全対象種を定め目標を決める必要があります。このためには多くの地域の固有の情報、つまり研究成果が必要になってきます。

透明度は、ブルーカーボンを蓄積させ、藻場を守るために高くしないとイケません。藻場は稚魚も守るという重要な役割を担っています。このようなことから透明度の目標値を決めることになりました。しかしながら、繁茂させたい水深は地域によって当然違います。たとえばアマモの場合は、年間平均透明度は分布下限水深に0.95を乗じた数値と定義しました。各地の研究データを集めて関係式を出しましたが、結局は環境基準にはなりませんでした。いろいろ議論した結果、地域の合意形成に預け、地域にとって適切な目標を決めてくださいとしたのが地域環境目標という目標値の決め方です。全国一律で国が決める時代から、各地域が実情に合わせて設定する時代が変わってきたことになります。

瀬戸内海環境保全特別措置法

瀬戸内海では、かつては水質や自然景観を守るだけだったのですが、次第に水産資源や藻場・干潟などを含め、これらを守り再生し、創出することが必要になってきました。また、水質も保全だけでなく、管理までしていくことになりました。

豊かな瀬戸内海を目指すには、広い瀬戸内海を一律ではなく、湾・灘ごと、季節ごとの課題に対応できるように、きめ細かくきちんと目標を決めていく発想が変わってきました。

たとえば、瀬戸内海環境保全特別措置法では、施策は湾・灘ごとに実情に応じて行うことが明記されるようになりました。そして、同じ湾の中でもそれぞれの海域で求めるものが違うため、湾・灘協議会をつくることになりました。この場で行政と地元住民と漁業者に対して、環境研や地域の大学から研究データを供給し、科学的に判断することで、それぞれの湾・灘の水環境ごとに水質や底質、水産資源を整理し、それぞれの水域での問題も整理できるようになりました。

順応的管理プロセスによる栄養塩類の管理

豊かな瀬戸内海にするには、人間の手が入ることによって高い多様性を保全する里山づくりと同様に、地域主体で人間の活動が自然に対して適切に作用する里海づくりが重要です。たとえば、漁業者や市民の活動として、アマモを管理することによって、豊かな海をつくっていくという試みもあります。

地域主体で行うことの実現に向けては、環境省も積極的に参加すると理解しております。最近、2021年6月に瀬戸内海環境保全特別措置法が改正され、課題には生物の多様性・水産資源の持続的な利用の確保が挙げられました。

ここでは、関係府県知事が計画して、特定の海域へ栄

水質環境基準 生活環境項目 海域 E

- 豊かな海（魚介類）の保全の手段（沿岸透明度、藻場・干潟、……）
- 底層を利用する水生生物にとって望ましい底層溶存酸素量（濃度）

項目	水生生物が生息・再生産する場の適応性	基準値	
		標準値	底層溶存酸素量
生物1	・生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域 ・又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	4.0mg/L以上	
生物2	・生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が生息できる場を保全・再生する水域 ・又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	3.0mg/L以上	
生物3	・生息段階において貧酸素耐性の高い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域 ・再生産段階において貧酸素耐性の高い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域 ・又は無生物域を解消する水域	2.0mg/L以上	

備考1 基準値は、自同平均値とする。

備考2 底層近傍で溶存酸素量の変化が大きいために想定される場合の保水には、機型のバンドン保水器を用いる。

具体的にはどんな魚を守るのか？

養塩類の供給を可能にする栄養塩管理制度という新しい考え方が生まれました。たとえば、牡蠣の生産を元に戻すために、その餌となる植物プランクトンに対して栄養塩を供給することができます。栄養塩を減らすだけでなく、必要に応じて栄養塩の供給が可能になるこの一部改正は、環境行政が大幅に考え方を転換した法律だと思います。対象水域は、瀬戸内海という広範囲から地域に変わり、特定海域に栄養塩を供給することが可能になりました。今までは排水をきれいにすればよかったのが、今後は、目的が生物の多様性・水産資源の持続的な利用であり、なおかつ、それが地域によって異なるとなると、十分なデータがないため不確実性が多くなります。これをどう管理していくのかは難しい部分です。

瀬戸内海環境保全特別措置法の改正において、ひとつの重要な考え方は、順応的管理ということ。順応的管理とは、自然や生態系自然環境、自然保護では使われている言葉ですが、水環境の政策としてきちんと取り入れたのは初めてだと思います。たとえば、ある海域は生物多様性や生物生産性が高く、一方で水質は非常に悪い状態であった場合、それに対して十分な情報や科学的知見があれば施策を決められるはずですが、現実にはそうはなっていません。そこで、とにかく仮説を立てて実施し、仮説と結果の違いを試行錯誤しながら修正していくというのが順応的管理の考え方です。この魚獲や赤潮等も含めた栄養塩の管理には、モニタリングの実施が極めて重要です。瀬戸内海、大阪湾、広島湾というレベルよりもっと小さな海域で生物多様性や生産性を守る施策のために、常にモニタリングを実施し、それに基づき施策の修正が行われるようになってきました。

順応的管理のプロセス概念図



対象となる特定の海域における調査研究が不可欠!

気候変動の緩和策と適応策

順応的管理の中で大きな問題になるのは、気候変動も考える必要があるということです。気候変動があると、残念ながら今までの実験データが役に立たない可能性も考えないといけません。気候変動対策には温室効果ガスの排出抑制を進める緩和策と被害の回避・軽減をするた

めの適応策があり、過去にこの全環研で適応策の話を見せていただいた時に、緩和策は国で、適応策は各地域で対応とお伝えしておりましたが、現在は緩和策も各地域で実施していかざるを得ないという流れになってきました。

今後、全国一律ではなく各地域でその課題を解決しながら、脱炭素、カーボンニュートラルを目指して欲しいというメッセージが段々強くなると理解しています。そういう意味で、地域脱炭素ロードマップには、単に脱炭素ではなく、たとえば藻場や干潟の保全や創造による水質浄化とか生物多様性の確保というようなことが、具体的なイメージとして書かれるようになってきました。

藻場には生物多様性、水質浄化、海岸保全などの機能がありますが、近年、その炭素貯留量は大きな役割として期待されるようになりました。たとえば、国土交通省のデータによると、森林19億トンに対し、ブルーカーボンは概算で25億トンと決して森林に比べても小さくありません。まだ明確にはわかってはいませんが、今後ブルーカーボンの貯留量に関する研究等が緩和策として必要になると思います。



一方、適応策を考えるうえで重要なことは、平均ではなく極大としての変動を考慮することです。たとえば、気候変動が進むにつれて、豪雨の頻度が多くなった場合、これまでは年平均値で判断していますが、たとえば豪雨が起きる頻度が10年に1回だったものが3回になると、施策を考える上では数年に一度の極大値を考慮していかないといけません。

また、イサザの生存から貧酸素を定義した琵琶湖湖底の貧酸素水塊の形成の例では、今後気候変動が進んだ場合、湖水全層循環の停止頻度の増加が貧酸素水塊の形成と生物にどのような影響を及ぼすかを考慮する必要があります。今の時点では貧酸素水塊の面積の最大値は5,000 haですが、気候変動のシナリオによっては、その面積は増加します。しかも、毎年同様に増加するのではなく、年によって異なるなかでどのように管理するか考えていくことが必要になってきます。

また、予測する現象も複雑になっていますが、予測はコンピューターのモデルや仮定によっても答えが異なります。不完全な情報の中でなんとか対策を取っていく必要があります、やはり順応的管理が必要になります。

順応的管理を進めるには、一般論や平均的な施策がうまくいかないことが多く、そのため、自分の対象地域に沿った研究を進めることが不可欠になると思います。ここでは、モニタリングの徹底による順応的管理が必要だということをお伝えしたいと思います。

3. 地域環境研究の推進と環境研究総合推進費

このような地域に根ざした研究を推進していただくのが私の責務ですから、このための環境研究総合推進費をご紹介します。

第5次環境基本計画では、地域の環境研究拠点の役割の強化と地方公共団体の環境機関との連携強化が謳われています。各自治体では、地方大学や水産研究機関、土地関係者などの地域の実情を把握していると思いますので、地域の環境問題の解決に是非、大きな役割を果たして欲しいです。

第5次環境基本計画

第4部 環境保全施策の体系

第2章 各種施策の基盤となる施策及び国際的取組に係る施策

2. 技術開発、調査研究、監視・観測等の充実等

1) 環境分野におけるイノベーションの推進

①環境研究・技術開発の実施体制の整備

環境研究総合推進費を核とする環境政策に貢献する研究開発の実施、環境研究の中核機関としての国立研究開発法人国立環境研究所の研究開発成果の最大化に向けた機能強化、地域の環境研究拠点の役割強化、環境分野の研究・技術開発や政策立案に貢献する基盤的な情報の整備、地方公共団体の環境研究機関との連携強化、環境調査研修所での研修の充実等を通じた人材育成などにより基盤整備に取り組む。

59

特に適応策では、水質・大気は気候変動の影響を大きく受けますから、このような分野での知見をお持ちの各地域の環境研究所、研究者の皆様は時代に合わせた柔軟な対応ができる新しい分野の適応策の研究を進めていただきたいと思います。

適応策だけではなく、地域カーボンニュートラルを推進するためには、その地域でどのような緩和策を進めていくかということも考えていく必要があります。机上の計算だけで出来るものではなく、たとえばバイオマスの利用にしても利用可能な方法は地域によって異なることから、その地域に根ざした緩和策が必要です。

今後の緩和策・適応策はより困難で、地球全体で気候変動が進めば、数km単位よりもっと細かい単位での予測と、適応策を考えていくことが必要になってきます。このためにも地域の環境機関には期待しています。

環境研究総合推進費は、あくまでも行政ニーズに基づ

地域の環境研究機関の新たな役割

- 緩和策（温暖化対策）：地球の環境問題
 - 温室効果ガスの排出に伴う地球規模の気候変動、温暖化、海面上昇、…
 - 温室効果ガスの排出抑制策
- 適応策（環境対策）：地域の環境問題
 - 気候変動に伴う地域の環境変化、その予測と対策
 - これまでの調査、研究の延長と更なる深化

気候変動 ➡ (地域の) カーボンニュートラルー緩和策の策定
(地域の) 環境変化の予測ー適応策の策定

61

くもので、行政として必要な施策をするために、どんな研究が必要なのかということになります。行政ニーズで重要なことは、アウトプットとなる研究成果がアウトカムとして、どのように環境施策へ役立つかを考えることです。行政ニーズがあり、どのような独創性や革新性のある研究成果を得ることが大きな目標です。

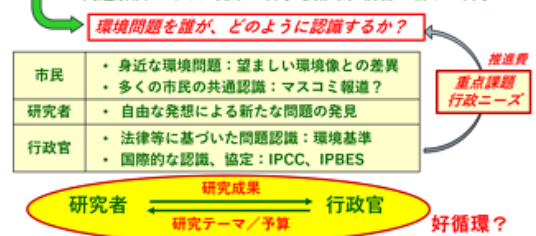
新規の環境研究は、推進費の環境問題対応型研究が4千万円以内、革新型研究が6百万円以内、戦略型研究は億単位と国レベルの非常に大きな研究です。日本の環境を守るためには、どのような研究が必要かということが非常に大きなポイントになっているのが環境研究総合推進費です。今年からは、メディアムファンディングと称して、2千万円以内を用意しました。地環研であまり大がかりでない研究をしたいと思う時でも、応募しやすくなると思います。

まだ決まっていますが、各地域環境研の環境研究に取り組み始めた若手を支援したいということで、自由に研究できる若手枠をつくりたいとも考えていますので期待していただければと思います。

環境科学（環境研究、環境技術開発）とは？

環境問題として認識される種々の課題を解決するための科学

- 問題対応型、問題解決型
- 環境問題解決科学
 - 問題解決のために従来の科学を俯瞰、統合ー新しい科学



67

最後に

環境科学とは、環境問題を解決するための科学ですが、重要なことは環境問題を誰がどのように認識するかです。市民が身近なこととして、また研究者が環境問題として、行政官が法や国際的な課題として考えるということにな

ります。環境研究総合推進費は、研究者というよりは、基本的に行政官が考える重点課題を考えています。行政ニーズから研究テーマを見つけて、行政官が予算を取って、行政としても役立つ好循環になるような新しい革新的な環境研究を進めていけたら大変有り難いと思います。

質疑応答

座長 廣畑 昌章 熊本県保健環境科学研究所長

豊かな海の考え方ですけれども、水産側とデータの共有が出来ていないことがあります。縦割り行政の良くないところで、もう少しその横断的な体制の充実が必要だと思っています。この点に関して、どのようにお考えでしょうか。

講師

瀬戸内海の話をしていただきましたが、かつてはいろいろ実施して、ともかくきれいにするだけでいい、きれいにすれば豊かな海、魚が捕れる、いろんなことができる海になるはずが残念ながらそうはいきませんでした。魚が獲れるかどうかをきちんと把握しているのは水産関係者、もちろん漁業関係者の声も大きいですが、環境部局でなく、環境部局と水産部局が協働しないと、たとえば特定海域の水質保全とその管理、順応的管理が出来ないわけです。

魚、森林、希少生物など環境の相手によって違いますが、是非、他の部局と協働して環境施策を進めていくことをお願いしたいと思います。