

# 河川整備基金助成事業

山川海をつなぐ河川・水環境と  
その保全・回復に関する調査研究委員会  
報 告 書

助成番号 : 22-1215-018  
社団法人国際海洋科学技術協会  
立光武彦

平成22年度

## はじめに

地上の水循環は雨水が山系、農地、都市から河川に集められ、河川から海へと流れて一つの水系をなしている。また、自然界の水系は、生態学的には山から海への一連の「連續の場」とし、様々な生物の生息環境を提供してきている。また、地球規模の温暖化防止などでも地球環境規模のみならず、地域環境規模にも「持続性のある環境」にするための努力が求められている。

我が国では、近年のライフスタイルの変化、経済活動のあり方によって自然環境への負荷の姿も変わりつつある。例えば、山林・農地の荒廃、ダムの堆積土砂の処置や下流への土砂供給不足、都市拡大に伴う都市排水の下水道化などによる水の利用形態の変化等は河川・河口・海岸域に下るにつれ、水の量と質の変化をもたらし、生物の生息環境、環境の基本となる水環境にもゆっくりと影響を及ぼしてきている。この「連續の場」を如何に理解、認識し、科学や技術による効果的な対策をとるか、さらに入々の生活様式の変化等への対応や施策をいかに進めるかによって、今後の環境の姿が大きく変わる。つまり、それらの「場」をどのように維持、保存、修復、回生して行くかが求められている。

この水環境の「連續の場」「生物生産の場」は持続可能な社会・環境につなげるためにも、一次生産の産業の持続性を保持するためにも重要なことである。「連續の場」は、環境と行政施策とで切り離せない関係にあるが、現実はそれぞれ農地、山林、市街化地域、河川など環境の担当部署がそれぞれの法律のもとに、管轄、維持管理されてきている。つまり、行政管轄と「環境管理」は統一されていない。ここでは「水環境」を軸として、これらを統合した多次元的な見方で、持続可能な環境を目指すことが必要である。そのための一つには、環境改変の事業目的と河川や海岸の管理の在り方の時間的・空間的なズレなどを科学的な観点から整理することで、これから管理や施策の方向性を示すことができる。このことが地域の水環境の持続性の推進に有効に働くと考える。

昨年度、PCM手法を用いて出された話題提供から、集水域、流域における地域の社会・自然状況の変化・改変とその流域の河口・沿岸環境の実体の変化がどのように関連してきたかをみた。特に環境変化・改変に伴う、山から海までの流入栄養塩等の実体の変化を捉え、それによる原因と結果の把握から、河口・沿岸環境へ影響を及ぼす課題を整理した。今年度は課題を検討するために、沿岸の水環境について東京湾、伊勢・英虞湾を研究フィールドとする研究者から、水管理の現状と課題及び水環境の改善への対策事例の報告を受けた。事例として水環境の現状を科学的かつ政策的な捉え方で、現在の水質環境指標の評価の課題、今後の持続可能な水質環境へのあり方の方策を検討した。

これまで特例民法社団法人国際海洋科学技術協会の委員会では河口・海岸域に関し、平成9~11年度に「生態系環境評価」、同12~14年度に「生態系環境造成と管理」、同15~17年度に「生物生息場の機能と環境影響」、同18~20年度に「生物生息環境の総合化」を調査、研究してきた。今後もこの活動が日本の河口・海岸域の開発における造成指針に結びつけられるようにしたい。

山川海をつなぐ河川・水環境とその保全・回復に関する調査研究委員会  
委員長 石川公敏

## 委 員 会 名 簿

委 員 長	石川 公敏	環境アセスメント学会 常務理事
委 員	勝井 秀博	株式会社地図環境テクノロジー 技師長
"	児玉 真史	独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所 海洋生産部 物質循環研究室 研究員
"	小松 輝久	東京大学 大気海洋研究所 行動生態計測分野 准教授
"	白谷 栄作	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学 研究所 農村環境部 水環境保全研究室 室長
"	中村 充	福井県立大学 名誉教授
"	中村 義治	独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所 水産経済部 研究開発専門員
"	日野 明徳	財団法人海洋生物環境研究所 顧問
"	渡邊 国広	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 研究官
オブザーバ	鈴木 輝明	名城大学大学院 総合学術研究科 特任教授
"	古川 恵太	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 海洋環境研究室 室長
外部講師	小川浩史	東京大学 大気海洋研究所 海洋地球システム研究系 海洋化学部門 生元素導体分野 准教授
"	国分秀樹	三重県水産研究所 水圏環境研究課 研究員
"	細見正明	東京農工大学 大学院工学研究院 化学システム工学科 環境バイオエンジニアリング研究室 教授
事 務 局	鈴木 和富	社団法人国際海洋科学技術協会 常務理事・事務局長
"	猪口 茂樹	社団法人国際海洋科学技術協会 事業推進専門部長

## 目 次

はじめに	i
委員会名簿	ii
目 次	iii
委員会開催概要	iv
<b>1. 沿岸海域における有用資源の生息環境評価指標の検討</b>	1
1.1 水産業のための水質基準指標の必要性	1
1.2 水質・流入負荷と漁業生産の関係解析	2
1.3 流入負荷の評価について	3
1.4 質疑応答	3
<b>2. 水環境保全のための今後の取組について</b>	6
2.1 水環境保全の問題点	6
2.2 水質管理	6
2.3 質疑応答	7
<b>3. 東京湾とその河口域における栄養塩類の動態および貧酸素水塊の現状</b>	12
3.1 東京湾荒川河口域	12
3.2 東京湾羽田空港・多摩川河口域	13
3.3 質疑応答	14
<b>4. 環境調和型勉強会について</b>	16
4.1 環境調和型勉強会	16
4.2 事業化の考え方	18
4.3 質疑応答	19
<b>5. 英虞湾の干潟再生へ向けた取り組み</b>	21
5.1 英虞湾の概要と環境問題	21
5.2 英虞湾の干潟の特徴と干拓の歴史	22
5.3 休耕地への海水導入実験	23
5.4 干潟における物質循環と再生効果の評価	24
5.5 沿岸休耕地を活用した干潟再生活動	25
5.6 質疑応答	26

## 委員会開催概要

### 第1回委員会

日時 平成22年7月14日（水） 14:00～16:00  
会場 大成建設㈱ 新宿本社会議室  
出席者 石川公敏、勝井秀博、児玉真史、白谷栄作、鈴木輝明、中村 充、中村義治、日野明徳、渡邊国広、猪口茂樹  
会議内容 1. 平成22年度事業の目的、内容、方向の検討

### 第2回委員会

日時 平成22年9月6日（月） 14:00～16:30  
会場 三会堂ビル 9階第1会議室  
出席者 石川公敏、勝井秀博、児玉真史、小松輝久、鈴木輝明、中村 充、中村義治、日野明徳、古川恵太、猪口茂樹  
講師 細見正明（東京農工大学教授）  
会議内容 1. 前回議事の確認  
2. プрезентーション「沿岸海域における有用資源の生息環境評価指標の検討」（児玉真史委員）  
3. プрезентーション「水環境保全のための今後の取り組みについて」（細見正明教授）

### 第3回委員会

日時 平成22年11月10日（水） 14:00～16:40  
会場 三会堂ビル 9階第1会議室  
出席者 石川公敏、勝井秀博、小松輝久、白谷栄作、鈴木輝明、中村 充、中村義治、日野明徳、渡邊国広、猪口茂樹  
講師 小川浩史（東京大学大気海洋研究所准教授）  
会議内容 1. 委員長による委員会講評  
2. プрезентーション「東京湾とその河口域における栄養塩類の動態および貧酸素水塊の現状」（小川浩史准教授）

### 第4回委員会

日時 平成22年12月8日（水） 14:00～16:50  
会場 三会堂ビル 9階第1会議室  
出席者 石川公敏、勝井秀博、小松輝久、白谷栄作、鈴木輝明、中村 充、中村義治、日野明徳、渡邊国広、猪口茂樹  
会議内容 1. 委員長による委員会講評  
2. プрезентーション「環境調和型勉強会について」（中村義治委員）  
3. プрезентーション「三河湾の現状報告」（鈴木輝明委員）

## **第5回委員会**

日時 平成23年2月3日（木） 14:00～16:50  
会場 三会堂ビル 9階第1会議室  
出席者 石川公敏、勝井秀博、中村 充、中村義治、鈴木和富、猪口茂樹  
講師 国分秀樹（三重県水産研究所）  
会議内容 1. 委員長による委員会進捗説明  
2. プレゼンテーション「英虞湾の干潟再生へ向けた取り組み」について  
(国分秀樹)

## **第6回委員会**

日時 平成23年3月3日（木） 14:00～16:00  
会場 三会堂ビル 2階C会議室  
出席者 石川公敏、中村 充、中村義治、日野明徳、渡邊国広、猪口茂樹  
会議内容 1. 委員長による委員会進捗説明

# 1. 沿岸海域における有用資源の生息環境評価指標の検討

独立行政法人水産総合研究センター  
兒 玉 真 史

## 1.1 水産業のための水質基準指標の必要性

「沿岸海域における有用資源の生息環境評価指標の検討」をテーマに、水産総合研究センターが行っているプロジェクト研究事業を紹介します。

研究の背景として瀬戸内海を例にお話をします。水質総量規制が1979年に始まり、段々と負荷が減ってきています。一方、漁業生産をみてみると、1980年代をピークにそれ以降資源の低迷が見られます。他のところの東京湾、伊勢湾でも水質と負荷量の相関を見ると減ってきており、水質としてはそれなりにきれいになってきていることが分かります。しかし、水質はきれいになってきているが、沿岸での漁業生産が向上するには至っていません。

環境の劣化では両面あり、富栄養化が原因である赤潮、貧酸素はいまだ重大な問題である一方で、ノリ、アサリは負荷を削減しすぎたので貧栄養化が問題になっていることもあります。一方で沖合の遠洋漁業が減っているので、沿岸漁業の重要性が増しています。「沿岸生態系の回復」としているが、持続的な漁業生産を維持していく必要があります。

本研究プロジェクトは2年間FS的な取り組みで、最終的には東京湾、大阪湾、伊勢湾はそれぞれの場所毎に物質循環や生態系構造が違うので、その辺りを整理し、水産業のための地域別の水質基準の決め方を設定していく必要があると考えています(図-1)。

～どこで何がなぜ獲れるのか？持続的生産のための適正な負荷レベルは？～

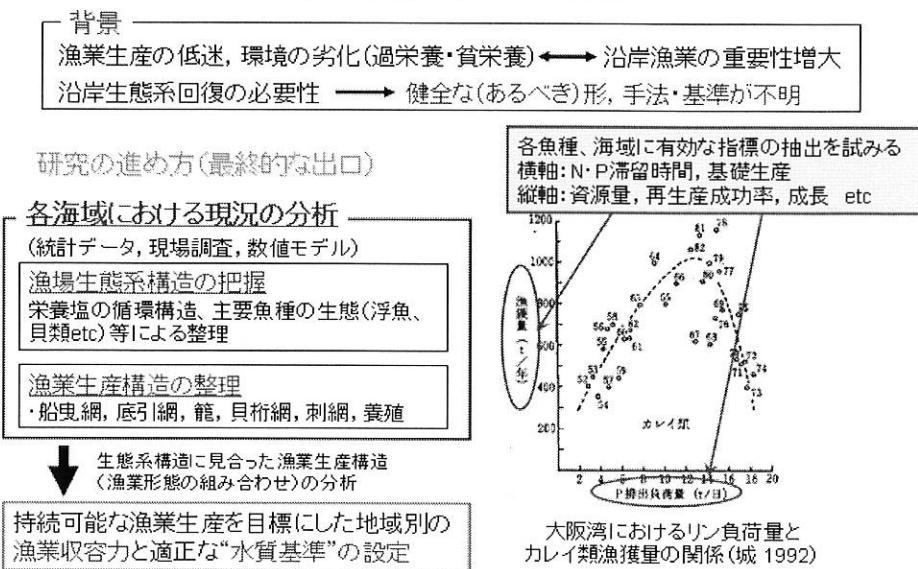


図-1 研究の背景

## 1.2 水質・流入負荷と漁業生産の関係解析

考え方の一つのヒントになるのが、大阪府水試の城さんが昔整理されたもので、大阪湾のリンの排出負荷量とカレイ類の漁獲量の関係を示したもの（文献 1）。これを見ると、ある負荷量で漁獲量が最大になっています。

カレイが一番獲れたときに負荷量がどのくらいになったかを見ると、負荷量と漁獲量の間には色々なプロセスが入り直接繋がらないので、まずはこの図を作成し、当たりをつけていくことが必要と思います。最終的には横軸に滞留時間、基礎生産量など様々な評価軸で同様の図を書いていければと思います。

伊勢湾の負荷量や河川流量をみると 80 年代以降ずっと減少してきています。別の図はクロロフィル、溶存態窒素・リンの年平均濃度を示したもので、これを見るとリンはそんなに変化しないが、窒素（DIN）、クロロフィルはだらだらと落ちています。漁獲量の変動から幾つかの魚種を抜き出すと、アサリ、クルマエビは落ちているのがわかるし、ガザミは最近増えているのが分かります。また、マダイはじわじわと増えています。

伊勢湾、三河湾の漁獲量を分けるのは難しいので、伊勢湾内に限定できる三重県の魚種別の漁獲量と伊勢湾の年平均の浅海定線調査の水質による相関マトリックスを作りました（表-1）。例えば、マアナゴについては相関係数が非常に高いものが出てきましたが、年平均値との相間にどこまで意味があるかについては疑問も残るので、今後は生活史を考え、時空間的に細かいところで解析をしていこうと考えています。

**表-1 三重県の魚種別漁獲量と水質(1980~2005年, 14点の年平均値)の相関解析**

魚種	水温		塩分		溶存酸素量		透明度	クロロフィル	COD	溶存態窒素		溶存態磷		
	表層	底層	表層	底層	表層	底層				表層	底層	表層	底層	
マアナゴ	r n p	-0.510 ** 27 0.007	-0.440 * 27 0.022	-0.628 *** 27 4.58E-04	-0.717 *** 27 2.60E-05	0.544 ** 27 0.003	0.335 27 0.088	-0.530 ** 21 0.004	0.503 * 27 0.020	0.443 * 0.021	0.507 * 0.016	0.264 0.235	0.32 0.104	0.159 0.427
	r n p	0.026 33 0.888	0.007 33 0.968	0.416 * 33 0.016	0.468 ** 33 0.006	0.319 33 0.071	0.332 33 0.059	0.120 21 0.507	0.503 * 33 0.020	0.005 0.977	0.507 * 0.016	0.083 0.712	0.476 ** 0.005	0.335 0.057
	r n p	-0.038 34 0.833	0.075 34 0.671	-0.427 * 34 0.012	-0.082 34 0.644	0.582 *** 34 3.10E-04	0.330 34 0.057	-0.287 21 0.100	0.381 34 0.088	0.508 ** 0.002	0.530 * 0.011	0.389 0.073	0.026 0.885	-0.072 0.685
カニ類	r n p	0.261 34 0.135	0.074 34 0.676	-0.554 ** 34 0.001	-0.554 ** 34 0.001	0.503 ** 34 0.002	0.243 34 0.166	-0.427 * 21 0.012	0.745 *** 34 0.000	0.233 34 0.185	0.692 *** 22 0.000	0.771 *** 22 0.000	-0.030 34 0.867	0.383 0.025
	r n p	-0.306 34 0.079	0.163 34 0.356	-0.101 34 0.572	0.105 34 0.554	-0.042 34 0.815	-0.250 34 0.154	0.175 21 0.322	0.000 34 1.000	-0.099 22 0.576	-0.130 22 0.563	-0.078 22 0.731	-0.099 34 0.578	0.365 * 0.034
	r n p	-0.315 34 0.070	-0.157 34 0.376	-0.327 34 0.059	-0.335 34 0.053	0.408 * 34 0.017	0.352 * 34 0.041	-0.356 * 21 0.039	0.368 34 0.101	0.460 ** 22 0.006	0.366 22 0.094	0.110 22 0.627	0.086 34 0.629	-0.147 34 0.405
その他エビ類	r n p	-0.137 33 0.447	-0.004 33 0.981	-0.616 *** 33 1.36E-04	-0.616 ** 33 0.020	0.768 *** 33 1.82E-07	0.406 * 33 0.019	-0.424 * 20 0.014	0.643 ** 33 0.002	0.568 *** 21 0.001	0.338 21 0.134	0.076 21 0.743	-0.157 33 0.382	0.090 33 0.618
	r n p	0.288 33 0.104	0.383 * 33 0.028	0.076 33 0.673	0.219 33 0.220	0.046 33 0.798	0.127 33 0.482	0.040 20 0.826	-0.394 33 0.085	0.146 21 0.417	-0.306 21 0.177	-0.411 21 0.064	-0.226 33 0.207	-0.245 33 0.169
	*	p<0.05	**:	p<0.01	***:	p<0.001								

水産と環境の関係を考える上で重要な問題として漁獲量データの持つ意味とその取扱いがどうかということがあります。漁獲量を出漁隻数で割った単位漁獲努力量当たりの漁獲量（CPUE）の年変動をみると、必ずしも減っているとは言えません（文献 2）。CPUE がどれだけ資源漁を反映しているかの検討の余地はありますが、少なくとも漁獲量は落ちてきていますが、漁業者数の減少の影響も大きく、漁獲量減少が直接資源量を反映していると考えるのは危険だと思います。

伊勢湾におけるアサリについて漁獲量と経営体数の推移を見ると、80 年以降段々と漁獲量は減ってきていますが、経営体数（漁業者）の数は増えています。そうなるとマアナゴの場合とは少し意味合いが違うことが見て取れ、経営体当たりの漁獲量は落ちてきて、資源そのものが減ってきていると考えられます（文献 3）。

伊勢湾の中で小型底びき漁でマアナゴがどこでどれくらい獲れたか 4~9 月の CPUE の分布で見ると、貧酸素水塊の縁辺部に分布しているのが分かります（文献 2）。この図に水質の空間分布を重ねると、さきほどの伊勢湾全体の年平均値を用いた解析値とは違うものがみえてくる可能性があります。

内湾の環境をどう考えるかという時に、繰り返しになるが漁獲は人為的な努力量や色々な問題があるので、今後はその辺りを整理し要因をクリアに抽出するために、分布や生活史等を入れて解析していきたいと思います。

### 1.3 流入負荷の評価について

水質と漁業生産の話をしましたが、次に流入負荷をどう考えるべきかの話をします。

環境省での総量規制を検討する際に使われているのは発生負荷であり、出水時の負荷は性格に反映していません。東京理科大学の二瓶先生等のグループは出水時も含めた直接負荷の計測を行い L-Q 式（汚濁負荷量 - 流量関係式）を作り、東京湾に流入する主要な河川からの流入負荷量の変化を整理しています（文献 4）。

それによると、T-P では 1990 年から 2006 年までの調査で冬は確かに漸減傾向を示しています。ところが同じ時期の夏は環境省の資料では減少していますが、必ずしも一方的に減っているとか増えているということではなく年によって異なっています。夏の負荷量の多寡は概ね出水イベントの有無によって決まり、東京湾の場合、一方的に減っていくという訳ではなさそうだということが最近分かってきています。

沿岸漁業をどうするかという時に負荷は人為的にコントロール可能でありかつ湾内の水質を決定づける最大の要素なので、負荷量を幾らにすれば良いかを考えるのは一つの鍵だと思います。また、漁獲量データは人為的な影響を強く受けるので、魚種ごとの生活史を考慮して生残、成長と水質・負荷量との関係についても着目する必要があります。海域によっても幾つかの解析方法を試みることが必要です。

### 1.4 質疑応答

石川一水産関係における水質基準の一つの考え方の中に城さんのデータがありました、CPUE や漁獲当たりの魚種のアナゴとアサリはどのように扱っているのでしょうか。20~30 年の間に漁具、漁法が変わりましたが、長い傾向を見る時に、単位の判断材料が時間と共に変わる時はどう考えればいいのでしょうか。変化により漁獲量も変わること

も考えているのでしょうか。

児玉－ご指摘の点は非常に重要で単なる漁獲統計量で単純な比較はできません。漁獲量の増加には漁法の進化がありますし、減少にはさきほど示したように漁業者の減少も大きく影響している場合もあります。

中村（義）－漁獲量は水産では一番普遍的なデータです。各拠点の漁港自体に漁獲統計があるので、それを使う場合が多いのですが、CPUE をベースに直した場合、構造が見えてきます。また努力量も漁船や漁業者の数が減っているので、CPUE が一定だとしても漁獲量として見ると右下がりになるものもあります。もう一つ経済的に魚価や燃費といった経済的指標によっても漁獲量はずいぶん変化してきます。アサリもその影響を受けているのかと思ったりしています。

中村（充）－大阪湾におけるリン負荷量とカレイ類漁獲量の関係のグラフの中で、点線のピークのところではなく、点が真ん中下側についているものがあります。本来ピークに行くべきところが、半分しかいっていないのは何故かが重要だと思います。何かの原因があるはずなので、むしろそこに重要な情報が隠れているのではないかと思います。不都合な情報の中にこそ重要な情報が隠れているのではないかと考えます。そういう方法を提案します。

日野－67、68年は水質規制が始まる直前なので、ここから右側は貧酸素水塊が卓越している時期で、その影響が現れていると思います。

鈴木－魚種別漁獲量は実際の魚類相の変化だと見るのは無理だと思います。一つの漁船でも価格や自分たちの労働力の質によって取る魚を代えるのです。全体の傾向で、魚種別漁獲量推移から魚類相の質的变化を推察するのは非常に困難です。

児玉－TN や COD との関係についても整理されています。似たような傾向ですが、リンが顕著です。TP の場合は多くが懸濁態で入っています。それは直接利用可能な溶存態としての負荷とは異なるので、どのようなプロセスで低次生態系から魚など高次の生態系まで循環するかも明らかにしていく必要があります。

鈴木－海域への流入 N、P は陸域だけでなく湾口下層境界からの流入もあり、藤原さん等が東京湾、大阪湾、伊勢湾でも結構大きいといっています。今の第7次、第8次、第9次の環境基準の現在の COD、TN、TP が達成できるまでは流入負荷を削減するのだという考え方でどこで歯止めをかけなければいけないかということをしっかり考えなければいけません。そこをうまく表現できるような、より分かり易さがあるものを工夫しなければいけません。

児玉－モデルを使って DO を再現し、東京湾の場合であれば、魚種によっては漁場、産卵

場、生育場がそれぞれどこかというある程度情報があるので、そこの水質がどうなっているかを見ます。そこで加入が良かった年と悪かった年でどう違うかを比較することです。

日野－東京湾でも貧酸素水塊が出たと言われると漁船が周辺に集まります。それはそこが生産量が高いからです。

鈴木－どんなに負荷量を下げても、今の貧酸素化は一定の規模で残るのです。ところが今の流入負荷削減だけでシミュレーションを行うと、そういう表現ができないのです。そこが問題なのです。

日野－物質循環の還元状態と酸化状態が入れ替わることは、栄養塩の遊離にとって非常に重要なので、貧酸素状態と酸化状態が交代する構造は永遠に残さなければいけないものです。

石川－昨日までの統計では出ない問題はどういう問題で、扱える数字はこれがあるがどういうふうに扱えばいいか、提案のシナリオ作りが基本です。漁業生産は大切な問題です。

児玉－ご指摘の通り、重要な課題として整理が必要であると考えています。

### 引用文献

- 1) 城 久 (1992) : 大阪湾、平野敏行編、漁場環境容量（水産学シリーズ 87）、恒星社厚生閣、49-68.
- 2) 平成 22 年度マアナゴ伊勢・三河湾の資源評価 (2010) : 水産庁増殖推進部、平成 22 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価、667-684.  
<http://abchan.job.affrc.go.jp/digests22/details/2220.pdf>
- 3) 水野知巳・丸山琢也・日向野純也 (2009) : 三重県における伊勢湾のアサリ漁業の変遷と展望（総説）、三重水研報、17. 1-21.
- 4) 二瓶泰雄・大塚慧・影山英将・広瀬久也 (2008) : 東京湾における流入負荷の経年変化、海岸工学論文集、55. 1226-1230.

## 2. 水環境保全のための今後の取組について

東京農工大学大学院  
教授 細 見 正 明

### 2.1 水環境保全の問題点

水質二法の時と歴史を理解するなり、分かりやすく説明しなければいけませんが、水の歴史は排水規制から地球の気候変動に対応するところまで、従来のスケールから広がっていて、1人の研究者ではこなせないのが問題だと思います。水質、水量、水生生物と専門家がいますが、これの全部を見れる人がなかなかいないくて、それぞれの分野ごとに議論しています。

我々など上の年代の人たちがもうすぐ揃ってやめてしまいます。そうなると国だけではなく地方、民間でもある種のギャップが生じ、従来の技術や経験、ノウハウが伝わっていないのではないかと思います。今まで積み上げた物がなくなってしまうのではないかと思います。

環境基準、要監視項目、調査項目のランク分けを行っていますが、これを日常的に見直す作業は続いていると思うし、1,4-ジオキサンは昨年環境分野として認められたので、これに対する対応も出てきます。BOD や COD の生活環境に関する項目については、環境省はこの通りやるだろうと思います。

### 2.2 水質管理

水生生物保全に関する水質目標値は水生生物の環境基準と言ってもいいと思いますが、亜鉛については決まっています。その他にクロロホルム、フェノール、ホルムアルデヒドは監視項目です。それと今年からノニルフェノール、アニリンといった物質をまな板の上に上げて、本当に水生生物にとって必要かどうかの検討をやると思います。

湖沼については、プランクトンなど生態系の構成がずいぶん変わっていると言われています。私も霞ヶ浦を 15 年位観測しましたがずいぶん変わりました。それらの変化の原因は何かと考えると、難分解性有機物や N/P 比等が言われています。それぞれ何らかの形で関係しているかもしれません。これについては筑波大学の福島先生が中心になって委員会としてまとめています。いずれにしても湖沼水質保全法は平成 23 年頃に見直しが行われるはずです。

閉鎖性水域に関してはかなり本格的にやっていますが、もう少し里海と繋げることが必要だと思います。委員会でも渡辺先生のモデルで計算し、その通り考えていくとしています。特に平成 46 年までの 30 年間くらいのシミュレーションを行って、東京湾はちょっと増えていますが、伊勢湾、大阪湾は底質の濃度がちょっとずつ漸減することがやっと分かったそうで、これから負荷を削減していくと効果があるはずだという論拠の一つです。

水質管理というよりは事業場から出る排水に関して、生物応答（バイオアッセイ）、排水管理手法（Whole Effluent Toxicity : WET 手法）等の方策があります。

従来、水濁法では、特定施設ではどこにどれだけ施設があり、その特定施設をくるむものが特定事業場です。そこからどんな排水が出るかをチェックしています。規制項目を特

定して計測しているので、CODは測っていますがそれ以外の項目は測っていません。一律排水基準として、例えば硝酸性窒素は環境基準は10ppmなので、一律排水基準はその10倍値の100ppmが基準値になります。自然由来と思われるところや家畜の糞尿や施設から出てくるものは900ppmもあります。

1,4-ジオキサンの環境基準が昨年9月に設定されたので、それに対する排水基準をどうするかでは、恐らく環境基準を0.05mg／リットルにすると思います。排水基準もその10倍値の0.5mg／リットルになると思います。

東京湾では昭和54年から59年に、第6次までの総量規制の間のデータや伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海のデータを全部独立に見ると、各水域共に同じようになっているということは、多少年度のばらつきはありますが負荷量を下げればCODは下がるということです。これは傾向としては絶対に間違ひなく起こるはずなのです。東京湾、大阪湾、伊勢湾ともに一つの直線にデータが乗っているので間違ひないと思います。

80年は深さごとに取らずに上の層と下の層をそれぞれコンポジットし、クロロフィルa、リン等を測定しましたが、深いところではリンは溶出して年によって違いもありますが、ほぼ反映出来ました。

20年以上前にこのモデルでやったときに、気温が2度上がったら、或いは4度上がったらどうなるかをやってみました。4度上ると夏は表層で3度近く上がり、冬は2度くらいしか上がりませんでした。深い方になると殆ど増えませんでした。つまり表層と底層の間にはすごくしっかりした成層ができているのです。そうすると予測値ではありますが、成層がはっきりしてきてリンの溶出がはっきりしてくるのです。

水循環モデルは表層と地下水を全く別々に計算するのを、ブラックボックスモデルではやられていますが、それを表層流と地下水を一体化したデッドフローと呼ばれるモデルでは一体の計算式で表しています。佐倉川をモデルの対象に60,000点位のメッシュに置き換え、計算を行います。

この年間収支を取ると、雨は10の6乗、蒸発散が2億トン、流出が3億トンくらいです。浸透は1.7億トンです。一旦浸透するのですが、出てくるものもあります。実際に地下水に溜まって霞ヶ浦に出て行くのは僅かで量は少ないので。水質の問題もここでは考えないといけないと思います。

### 2.3 質疑応答

石川一水環境について環境省が主に規制をどういうふうに考えているかの内容の説明を頂きました。この中で「閉鎖性海域の水質改善」が資料にありますが、管理、里海作りの考え方の検討はこの委員会でも行っています。個々の問題は別として、規制と利用の問題が中心でした。環境省がやる水質規制の問題と農林水産省がやる水質の問題はちょっとギャップがあると思っていますが、その辺のところの意見を聞いて頂ければと思います。

鈴木一閉鎖性水域の関連で、底層DOをどう達成するかという時に、総量規制の着実な推進によって実現するのか。それとも栄養塩等方策の検討は湾内部の物質循環を大切にしようという、例えば干潟や藻場、浅場といった場所で懸濁物が無機化され、無駄に海の底に沈んで貧酸素化の原因になるという意味では沿岸域の地形管理や埋め立てといった問題と

栄養塩管理方策で検討されています。これは並列した施策というよりは、真ん中の新たな底層 DO を確立するために、栄養塩管理方策と水質総量規制のバランスを取りながらやつていこうという考え方でしょうか。

細見－基本的にはそうです。それを示すのが渡辺さんのモデルです。

鈴木－そのモデルは本当に沿岸域の栄養塩の循環をきちんと評価しているかどうか、モデルの構造が分からぬのです。再現性が取れていると言われるが、中心が陸域負荷と湾内水質、底層 DO であって、干潟、浅場、藻場という生物的な循環速度がきちんと評価されているモデルなのでしょうか。

細見－合っている合っていないというのは私も見ていますが、観測によって時間も違うし、それらがピタッと合うのはどうやって合わせているのかと思います。

鈴木－現実に起きている総量規制の問題は伊勢湾、三河湾ではノリの色落ちと秋から冬にかけての二枚貝の斃死が起きています。これは高水温と栄養不足が原因だと言われています。また今はカタクチイワシのシラスですが、イワシ類の稚魚の湾内での生き残りが悪いのです。これは三大閉鎖性水域の内湾で共通している問題ではないかと思っています。いずれにしても、伊勢湾で起こっている環境省の言う利水障害の具体的形が窒素、リンを減らしすぎているのではないかということがあります。

細見－総量削減しているのに懸濁物が増えている、水質が変わっていないではないかという論議があり、それで否定されると困ります。この手法はローレンワイダーという人達が概ね滞留時間を軸に置いて、縦軸にクロロフィルなどを置くときれいに一本線になることを見て、いろいろと異なる湖を測るとだいたいが一列で説明できたのです。

日野－環境省主導で行われた規制が削減に対し劇的に機能しているので、非常にすばらしいことだと思います。これからはもう一步踏み込んで、漁業側が資源にとって必要な分までも減っているというすれ違いが生じはじめている現状に踏み込んで行かなければいけないと思うので、何を減らすかという質的なものの論議をした方がいいと思います。

細見－それは今のところどうやってできるかというと、一つにはいろいろなモデルが提案されるべきです。或いは渡辺さんのモデルをもっとオープンにして、ここが足りないのではといったことを入れればいいと思います。

鈴木－伊勢湾、三河湾でも生態系モデルはさまざまなタイプのものがあります。環境省の渡辺先生のモデルだけでいいのかということもあると思います。さまざまなモデルがあるし、特に海域の物質循環についてはかなり詳細な生態系モデルがいろいろなところで報告され、各主要内湾では計算されています。そういうモデルもあるので、出てくる結果は短期的長期的といろいろとあります。流入負荷と水質、底質と直列的に結論づけるというこ

とではなさそうだというモデルもあります。流入負荷を削減するよりは干涸、浅場の面積を修復した方が、生物量は維持しつつかつ貧酸素化は低減できるという提案もあります。

細見－それは否定はしませんが、もう少し定量的に何割増やせばどうなるか、例えば総量削減計画では減らすもの、干涸の回復などが両方並記されています。しかし、どちらをどのくらい重きを置くかについてはありません。

鈴木－モデルの話はそれ違いがありますが、モデル全体の構造がオープンにされてなくて、結果だけが示されているので、それに対するコメントの出しようが難しいという意味だと思います。

細見－その通りです。

中村（充）－先ほどの上層というのは何メートル層くらいまでを言うのでしょうか。

細見－たぶん生産層だと思います。

中村（充）－それから下は入っていないわけですね。いまお話のあった流入負荷と濃度との関係のグラフは実測値ですか。それとも今のようなシミュレーションモデルから出したものでしょうか。

細見－これは実測値です。

中村（充）－そうすると海水交換がどうだ、負荷に対しての浄化機能の評価が全く同じで濃度が同じだということは、マクロにすれば海水交換機能も浄化機能もみんな同じということですね。湖であれば閉鎖的なので分かりますが、収支関係でいくので負荷があって流出があって増加があってということから、負荷と水質が直線的に対応しているということは、浄化機能も輸送機能・循環機能もみな一様だということですね。

細見－一次の関数で濃度に比例するということです。沈む量も濃度に比例し、負荷量が多い時は沈む量も多いという意味です。内部負荷も濃度に比例して、多いときは増えるということです。このデータをまとめた時は、私個人としては総量削減をやる意味があると思いました。ウォーレンワイダーもそれでリンの補償、水質保全を結びつけたのです。

中村（充）－内湾の流動特性、沿岸の浄化機能の特性がきれいに直線関係に並んでいるので、そんなにうまくいくのか不思議に思いました。

鈴木－色々な見方があると思います。私は海域毎に見るべきだと思うし、これは上層のトータル窒素ですが、ウォーターカラム全体で見た場合は、海域の場合は成層するので下に沈んでいるとか、底泥直上にモヤモヤとしているといったものも水域面積当たりの負荷量

と対比させるのであればいいのではないかと思います。もう一つは湾口下層で、太平洋側の下層から下層水で進入してくるフラックスは、流入フラックスに比べてかなり大きいということが今の海洋学で報告されています。

細見－望ましい水環境と言ったときに誰もあまり答えません。例えば里海作りというが、やろうと思えば出来るだろうが、どこまでやれば里海ができて里山と同じようになるのかという、どこまでやればが河川でもできなくて、干潟でも何m<sup>2</sup>作ればいいかという答えもなかなか出ませんでした。

石川－私たちにはそのときに入ってくる栄養塩を取り上げる栄養塩を含めて、中にある栄養塩でそこに成り立つ水産物がコンスタントに取り上げられ、定常的にバランスが取れる状態が安定しているのだと思います。そういう時に数値が出れば一番いいのです。水産庁のデータはまだそこまではいっていないし、整合性を論議する論点が合っていないのです。それをどうやって合わせるかが今後の課題だと思いますし、環境省もそれを取り上げる方策をやるべきだと思います。

鈴木－パブリックコメントの取り方は県の企画課辺りが担当になり、そこから関連するところに下ろし、県で集約して出していたことはないでしょうか。

細見－パブリックコメントだから一般的に広めています。望ましい流域の健全な水循環と言ったときに、望ましい濃度等の数値目標を河川毎に出そうとしているのは一つの進歩だと思います。もう少し水産サイドから、具体的に水産業を行うには栄養塩濃度や冬に窒素がほしいといった情報を、科学的根拠と共に示してもらえればと思います。

鈴木－いま起きている現象に対し、科学的根拠を出してくれと言われてもなかなか簡単には出ません。漁業生産は単に水質だけで変わっているのではなく、様々な変動の中でたまたま実現しているので、何十年のデータなどをいじりながらやっているのです。ただし、漁業者の今の感覚はそれ自体は科学的でなくともそういう現象があるということです。また、総量規制の一番の鍵は下水道整備です。そういうものと経験則的に関連があるという見方をしているので、それなりに十分検討すべき要件で前向きに捉えるべきだと思います。

日野－環境省としてはやらないのですか。

細見－環境省は漁業に対しても畜産業に対しても及び腰です。農林水産に関しては主務官庁があるので飛び越えては出来ないし、私のような第三者の委員としては文句は言うが、実際にお金を出す環境省では予算が取れないのです。

日野－鈴木さんは生産者側だから違った考え方かもしれません、だからといって環境省は引っ込む問題ではありません。強くてもいいし、現実に環境省は強いのです。だから水の保護に対する理解をもっと持ってもらいたいのです。

中村（充）－干潟は下水処理場と同じような機能である三次処理の機能を持っています。その浄化機能は負荷軽減として認められるのでしょうか。下水処理場でなければ負荷削減と見られないのでしょうか。例えば、藻場・干潟が浄化能力があると盛んに言われていますが、それは水質基準の中では全然扱われないのでしょうか。

細見－今度のモデルではそれを反映出来るパラメータが入っていると思います。

中村（充）－浄化だけでなく、干潟でアサリ漁場を作ると漁民が管理します。それによりその機能は何年か持続します。30年が水産庁の効果評価の時間単位です。その時、アサリだけで干潟造成ができない場合、干潟を作ることによって環境浄化がこれだけ付加されるということになると作りやすいのです。

石川－モデルの話がありましたが、それは包括的管理モデルだと思いますが、今後関係者に聞いてみます。パブリックコメントの問題もそうですし、こういう具体例を我々の中で具体的に消化していくのは非常に重要なことなので、政策として進めることと我々研究者の考えとのギャップ、摺り合わせを行って埋めていければいいと思います。

### 3. 東京湾とその河口域における栄養塩類の動態および貧酸素水塊の現状

東京大学 大気海洋研究所  
准教授 小川 浩史

今日は外洋と並行して東京湾の仕事を続けているので、その話を中心に話したいと思います。今日話すデータソースの関係するプロジェクトとしては、一つは 2002 年から 2004 年に行ったもので、社団法人産業環境管理協会が行っている荒川の河口域プロジェクトに参加した際の成果です。もう一つは現在実際に動いている羽田周辺水域環境調査研究という、先月開港した羽田空港 D 滑走路の着工に伴い、周辺水域にどういった影響を与えるのかです。

#### 3.1 東京湾荒川河口域

今日の話題は一つは荒川河口域の栄養塩類に関するもの、続けて栄養塩類の話を中心とした羽田のプロジェクトの成果として、羽田周辺水域における生元素動態の話、それから東京湾の今抱える一番大きな環境問題は貧酸素水塊の形成であるため、これが現状でどうなっているかをご紹介します。

環境省が発表している閉鎖性内湾域への汚濁負荷の経年変化で、昭和 54 (1979) 年から平成 16 (2004) 年までの間の東京湾、伊勢湾、瀬戸内海への COD、TN、TP の経年変化は、東京湾への負荷量が着実に減っています。河川水からの有機物の負荷がだんだん減ってきているのが分かります。ところが東京湾の中の COD、有機物の量の経年変化は、赤潮、内部生産の有機物は殆どこの 30 年くらいは変わりがなく、湾内の COD の横ばい状態に内部生産の有機物が関与しているというのが実態です。

その結果 1984 年から 2004 年を比べて底層の貧酸素状態が代わり映えがないということを示しています。

今の状況をまとめると、東京湾の富栄養化という有機汚濁の現状は、陸域からの COD の負荷は激減したが、内部生産は横ばいし、夏季における底層の貧酸素化は慢性化しているということです。TP と TN の負荷も減少しているという報告が環境省からありました、それにもかかわらず内部生産は高止まり状態でした。

負荷量を多摩川、江戸川と荒川を比べて見ると、荒川の COD 負荷が一番大きいことが分かります。河口域でどういうプロセスが起きているかを理解するための非常に基本的な解析方法として塩分ミキシングダイヤグラムという方法で解析することができます。これは主に陸域に起源がある物質が海に入っていく時の様子ですが、そのときに採水したサンプルの塩分と、自分が対象とする物質の濃度をプロットします。そのときに塩分濃度 0 の時の濃度と、殆ど海水の時の対象となる物質の濃度の 2 点を結んだ直線上に河口域のプロットが乗ると、その物質は河川水が海水に希釈されながら何も作用を受けずに海域に入っていくということで、我々はそれを保存成分と呼んでいます。この線を理論希釈直線と呼んでいます。

それに対してエンドメンバー 2 つを結んだ理論直線より上側に物質がプロットする場合は、河口域の内部で新たにその物質が負荷をされているということを示しています。逆に

下に凸になる場合は、河口域でその物質が選択的に除去する何か作用が働いていることを知ることが出来ます。

こういう解析方法を使って荒川河口域での栄養塩の話をご紹介したいと思います。硝酸イオンと珪酸の12月と7月の測定結果を見ると、二つの成分は非常に保存的に河口域に分布していることが分かり、生物に取り込まれることもなく、そのまま東京湾まで運ばれることを示しています。

植物プランクトンは基本的に窒素源として硝酸イオンとアンモニウムイオンがあれば、アンモニウムイオンを取り込んだ方がその後のエネルギー的なコストが安く済むので、アンモニウムイオンを選択的に取り込みます。途中でリンが負荷してくる様子は、恐らく東京湾の表面海水と河川水が混じっている間で、東京湾の表面水は下から潜ってきます。その潜ってくる時に底層と接してリンが負荷され、それがより上流に運ばれてくるのです。塩分が高いにもかかわらずリン酸濃度が低くならない、高い状態にあるという水の存在の説明になります。

### 3.2 東京湾羽田空港・多摩川河口沖

羽田空港にD滑走路が10月下旬に出来ましたが、この滑走路は埋立部と桟橋構造のハイブリッド型の珍しい構造の滑走路をしています。

多摩川河口沖の定点での季節変化のデータでは、2007年5月から2008年3月までの水温と塩分の季節変化を示した断面分布図があります。水温が高く低濃度の塩分水が上に蓋をして下側が完全に隔離されている状況です。冬場になると上下にきちんと混ざるという状況です。夏季と冬季では水塊構造が全く変わることが分かります。

内部生産の張本人である植物プランクトンの現存量を示すクロロフィル濃度は、やはり夏季の表層に高い濃度が見られます。同様に懸濁態有機物濃度をプロットするとクロロフィルと非常に良く一致し、両者の相関が非常に高いことが分かります。それに対しアンモニウムとリン酸イオンを示すと今度はプラスになり、つまり堆積物から直上水に出て行っているということを示しています。直上水の溶存酸素をコントロールしてリン酸のフラックスがどれくらいになるかを示すと、 $50 \mu\text{mol}$ 位の溶存酸素濃度以下になると急激にリンのフラックスが大きくなります。酸素がある状態では殆どリンは出てこないので、貧酸素化がリンの溶出を引き起こしているということがこの実験から明らかに言えます。

実際にどういうメカニズムかというと、一般に知られているのはリン酸塩は3価の鉄と結合した状態で難溶性のものとして酸素がある状況下で非常に安定しているということです。酸素が無くなると3価の鉄が2価の鉄に還元され、リン酸素との結合が切れてリン酸塩が放出されるというメカニズムが知られています。3価の鉄と結合したリンの起源は、一つは粘土鉱物粒子にも多く含まれることが知られています。窒素とリンの形態別の存在状態をTP、TNが栄養塩、溶存有機態、懸濁態という形でどういう割合で存在しています。

多摩川の上流から沖側にかけて、窒素はその殆どが硝酸イオンで入ってくるがリンも基本的にはリン酸イオンで、懸濁態の無機態のリンとして入ってくる量もそれなりの量があります。湾内でもそれなりに残っています。懸濁態の無機態のリンは粘土鉱物粒子を一部示していますが、この量がリンに関してはかなり重要であるということを示しています。無機態のリンが多いものはより陸起源のものであり、それが下がるとプランクトン起源の

ものに近いということで、陸から来たものには無機態のリンが多く存在するということになります。

荒川でも多摩川でも河川から入ってくる栄養塩類の組成はNリッチになっています。これはレッド・フィールド比に対してもNリッチになり、それが植物プランクトンによって取り込まれていけば、何もその後にインプットが無ければ、最終的にはリン立則になって植物プランクトンの増殖は抑制されます。

ところがいま東京湾で何が起きているかというと、河川から入ってきた栄養塩が植物プランクトンによって取り込まれ、下で分解し酸素を消費し、底層の貧酸素化を起こし、堆積物からリンを溶出させ、内部からリンを補填させることで、これは富栄養化と貧酸素化の負の連鎖が起きているのです。

我々がフィールドとしている地域は、貧酸素水塊が始まる重要な場所でもあります。今更貧酸素水塊の形成メカニズムというわけでもありませんが、貧酸素水塊は夏しか起こりません。夏は日射量が増加し気温が上昇し、河川水量が増加することで、物理的に海域が鉛直成層を作り底層を隔離し、底層域への酸素を遮断する物理的な応答を示します。これに対して生物的な応答が植物プランクトンの増殖によって有機物生産が増加し、有機物の底層への供給量を増加させ、更に微生物の活性を高め、有機物分解を高めることにより酸素を消費する。片や供給を遮断し、消費量が増えるので貧酸素化が起こります。

今後の課題として、粘土鉱物粒子起源のリンをきちんと評価した方がいいと考えています。入ってくるリンもそうですが、いま実際に東京湾の底質の中にどのくらい埋蔵されているのか、それが今後どれくらい溶出する可能性があるのかもきちんと推定しなければいけないのではないかと思います。

### 3.3 質疑応答

石川－粘土鉱物の問題は今までの総量規制のイメージの中に入っていないので、TPであったり全てが平均値とモニタリングポイントの繋がりのプロセスのトレンドばかりを関係者が行っているばかりでした。

日野－「栄養塩の質は制御可能」というところで、リンや窒素の比率に着目した場合、どちらをどうコントロールした方が解決が早いということは言えるのでしょうか。

小川－リンが内陸から入ってくるものが多いので、出来るだけ陸からのリンを抑えれば最終的にはリンが枯渇し、窒素が余った状態で使われずに出て行く可能性があると思います。よけいに窒素を除去する手間が減る可能性があると思います。

中村（充）－東京湾に溜まっている粘土鉱物起源のリンは、太古からの自然現象として溜まったものですか。それとも人間の活動によって汚染して出てきたものですか。

小川－自然現象により溜まったものと考えています。堆積速度が東京湾の場合は速いので、色々なものが積み重なっていると思います。

勝井ーそうすると太古というよりは割と数百年程度の昔のものということでしょうか。下の方にも堆積しているから表層にはしみ出てくる対象にはならないということですね。

小川ーそれはよほど攪乱がおきない限り出てきません。

下水処理システムはやはりいまは東京湾の物質循環に大きなインパクトを与えていて、河川を通して入ってくる COD 物質が段々頭打ちになってきてています。どうも下水処理場を経て出てきたもので、微生物分解を受けた残りの難分解のものがどんどん東京湾内に入ってきて、BOD は低いが COD が高い物質がどんどん入ってくるということです。それはいったい物質循環にどう影響するのかとよく聞かれます。

鈴木ー窒素やリンが環境省が説明しているように、陸からの流入負荷が大きく減っているが、依然として赤潮や貧酸素水塊の規模は変わらないというお話をしました。粘土鉱物由来のリンが貧酸素化の事象で廻っているとすると、歴史的な経緯とメカニズムがしっくりこないのですがいかがでしょうか。

小川ーもっと負荷量が多かった時代は、植物プランクトンを完全に利用しきれない状態で、余らせて抜けていったのではないかと思います。どこが飽和量だったかということですが、過去は完全に利用しきれないということが、恐らく今と過去で有機物生産の状況が変わらないという説明になるのだと思います。

鈴木ー前回委員会では東京農工大学の細見先生に、環境省の発表した単位面積当たりの負荷量の東京湾、大阪湾、伊勢・三河湾、瀬戸内海の経年的変異と、TN、TP 等の総量の新生物元素は減ってきているということ話を頂きました。下水処理で既に分解できるものは分解しているので、難分解の有機物ばかり溜まるからそうなるのか、それとも依然として有機化するものが無機化されるプロセスが壊れているのでしょうか。つまり貝や魚が懸濁物を食べて無機化して老廃物を排出するとか、いずれにしても懸濁有機態のものを無機化するような装置が内湾で壊れているという二つが上げられていると思います。

小川ー出水をどこまで抑えているかです。大出水が 1 回で何年分も出してしまってあるので、それをカウントするかしないかでかなり変わってくると思います。

鈴木ー今後の課題については大賛成で、伊勢・三河湾でも総量ではなく質を問題にすべきであると思います。特に難分解の有機物が一方的に最終的に海に流れこむ状況はよくないのです。環境省は現状では水質総量規制を行うといっていますが、そういうことに対してはどうですか。海湾毎に違うかもしれません、した方がいいという考え方でしょうか。

小川ー難しいところです。流入負荷ばかりに捕らわれていると本質から少しずれてしまうかもしれません。つまり、内部でどういう循環がおきているかを評価しないと、違う評価になってしまってはいけないと思います。

中村（充）－同時の鉄イオンは出てこないのですか。

小川－鉄は2価のイオンになって出てきます。

中村（充）－昔は鉄イオンがふんだんにあって、それを珪藻が光合成で酸素を出して鉄鉱石を作ったという話があります。ですから還元してその逆を行くわけですね。

## 4. 環境調和型勉強会について

独立行政法人中央水産研究センター  
研究開発専門員 中村義治

### 4.1 環境調和型勉強会

「環境調和型勉強会」を 30 回近く開催し、その流れの中でも沿岸域の統合的管理というテーマを出して何回か論議を行いました。第 1 回の会合を平成 12 年に行い、ほぼ 10 年間行っています。

沿岸環境に関連する国土交通省の国土技術政策総合研究所、港湾空港技術研究所と水産庁は水産総合研究センター、環境省は国立環境研究所から参加しています。農業関係では白谷さんの農村工学研究所が参加しています。民間でも日本を代表するコンサルの「日本エヌ・ユー・エス」と「いであ」が入り、その他にも海の環境とつながりの深い温排水の問題を取り扱っている海洋生物環境研究所や電力中央研究所が入っています。

環境の問題は非常にたくさんのレパートリーがあり、それぞれアセスに絡む問題や発電所のビオトープに関連するもの、水産では磯焼けの問題、評価手法、河口域の生態系についての話がありました。

平成 16 年の第 12 回に古川さんから、「港湾における自然再生への取り組み（順応的管理について）」をテーマとして話をしてもらいました。この当時は「順応的管理」という言葉自体も我々としては初めて聞く機会であり、政策論として出される前に、事前の内部的な打ち合わせとして話題提供が行われ、意見交換を行いました。

第 14 回には国環研の野原さんから「沿岸生態系の環境診断と自然再生」というテーマで説明を受け、平成 19 年の第 20 回には第 8 回東京湾シンポジウムで一つのセッションを作り、環境調和型研究会のこれまでに討議した内容をまとめたものを発表しました。

第 20 回を契機としてそれ以降は毎回コアテーマを定め、1 年に 4 回程度集中的に討議するスタイルに変わりました。第 21 回には有明海をテーマにして「水産研究の現状」を、第 22 回には白谷さんに「有明海の潮流変化の特徴と要因」を、第 23 回には国総研の岡田さんに「モデル研究の現状」を、第 24 回は水産庁が行っている有明海のタイラギガイやアサリの水産基盤整備事業の論議を行いました。

平成 21 年の第 25 回から現在に至るまでは、沿岸域の統合的管理について、それぞれの立場からの意見紹介を受けました。これは政策論的に国土交通省が港湾計画や国土計画の中でそれぞれ位置づけされたプログラムについて紹介し、水産からは沿岸域の統合的管理のあり方について、中央水産研究所の児玉さんが話を行っています。

第 26 回は「統合的管理」という言葉の定義として、概要について水平的な統合的管理や垂直的な管理、山川海を繋げる地理学的な意味での統合的な話などがあります。これなどはここで行っている山川海に近い空間的統合の話になっています。

第 27 回は 10 月を行い、来年 1 月が最終回で、研究会として沿岸域統合的管理をどういうふうに捉えるかを、国土交通省、水産庁それぞれの立場でフリーディスカッションをしようと考えています。そこでまとめたものが出来れば公的立場で意見紹介しながら、学会のミニシンポジウム、ワークショップを独自に行うといったことも考えられます。また、

古川さんは東京湾シンポジウムのセッションの責任者なので、そのセッションの中に入れてもうという形でやっていきたいと考えています。

## 4.2 事業化の考え方

港湾計画の中に東京湾や各地の再生会議や、伊勢湾、大阪湾が設定されて、事業ベースでいろいろと話されています。広い意味では国土交通省のICMの中の一環だと思います。港湾局には再生プロジェクトがあり、平成15年の東京湾を最初に、大阪湾、伊勢湾、広島湾、瀬戸内海が年度はそれぞれ異なるが、平成16年とか17年から息の長い行動計画を作っています。

国土交通省が行っている内容は、地域住民のためのプロジェクト、プログラムや環境領域です。そこが水産とは違うスタンスだと思います。また、海岸の利用形態については水産資源の話ではなく、地域とのつながりの中でそれを利用する方法です。

水産では大きな枠組みでどう考えているかについて、「統合的沿岸域管理における水産の位置付けと課題」は第26回研究会の資料ですが、内容では水産における統合的沿岸域管理の課題として3つを挙げています。一つは「生態系の機能評価」を行うことです。これは自然環境の問題です。二つ目に「水産業管理システムの構築」があり、これは組織の問題です。三つ目は「漁村の活性化」で、人の問題として考えます。

2番目の「生態系サービスとしての社会システムへの貢献」では、基盤サービスや幾つかの生態系サービスがありますが、これらが一番目の課題に対しどのような関わりを持っているかの論議をしたいと思います。最終的には3つめの「適用し得る統合手法」として、垂直的統合、水平的統合、空間的統合、時間的統合など4~5種の統合の中身を問題として考えた管理をしたいと思います。

具体的なものとして、「水産業における統合的沿岸域管理の課題」で、生態系機能評価は「A.物質循環的手法による生態系の機能評価」です。ここでは自然環境の問題を取り上げます。ここでは資源の生息場として物質循環機能を分析し、健全な生態系の機能を発揮する場としてこれを修復していくことがその主な内容です。

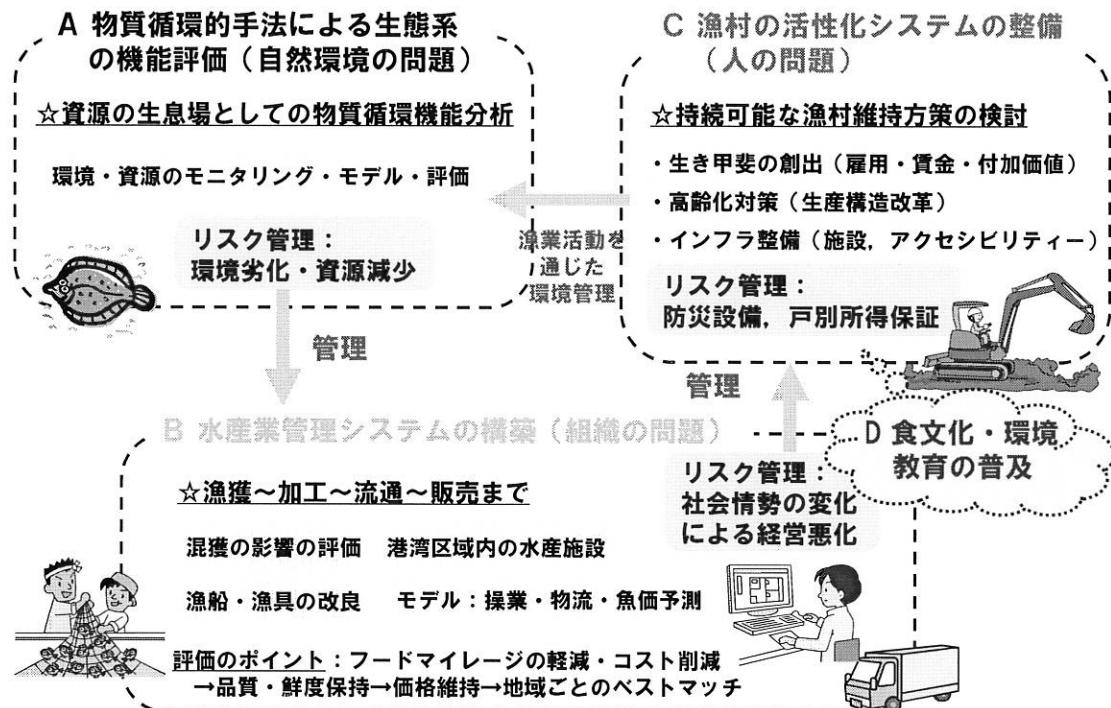
「B.水産業管理システムの構築」は組織の問題として非常に重要で、その内容は多岐にわたっていて、環境、資源の問題だけでなく、漁業の省エネ、資源管理、価格形成、物流の問題もあります。あるいは消費促進の問題、漁村の高齢化、人口問題もあります。これらある種総合的な感じがあります。それらが全部つながって今の水産業、特に沿岸漁業の状況が含まれていると思います。

「C.漁村の活性化システムの整備」は人の問題です。これは持続可能な漁村維持の方策を検討するということで、何らかの形で雇用の創出を図り、それによりそこに働く人の生き甲斐の創出につながるという流れを考えます。また、必要なインフラ整備の問題や都市交流の問題もあります。

これらABCがつながった形が水産業における統合的管理の中身だろうと思います。これをどこに焦点を合わせていくかは地域によって全部ABCの抱える問題点が異なるので、一般論としてはなかなか難しいと思います。

鈴木さんの伊勢湾、三河湾の例でいうと、Aについては貧酸素化の問題が非常に大きな影響を及ぼしており、ある種の資源に関しては入れ替わりがあったり、資源の劣化の問題

## 水産業における統合的沿岸域管理の課題



があります。魚価の低迷、高齢化の問題もあります。そのような中で漁業者や漁業組合がどのような戦略を立てればいいかが具体的なテーマとしてあると思います。

「A.物質循環的手法による生態系の機能評価」は、垂直的統合は国、地方行政のモニタリング体制の調整の問題があると考えます。水平的統合は、これまで国がプロジェクトを行っていた自然共生や流域圏の考え方方が、このような分野間を越えた水平的な統合の流れを表しています。

「B.水産業管理システムの開発」の垂直的統合は、国レベルの政策としていますが、例えば資源管理の方策について TAC という制度を設けて漁獲量を決めています。これに対し、地域地域で県においても管理システムを持っています。地域計画と国レベルの政策の調整があると思います。

「C.漁村の活性化システムの整備」も、いろいろな立場でさらに統合管理をしていくことが出来ると思います。

水産の立場では、ICM に対して一つの案としてこのような考え方を持っていることを紹介しました。

### 4.3 質疑応答

石川－基本的には国土交通省もこのような切り口と書き方で行っているのでしょうか。

中村（義）－これは国レベルで決めたのではなく、研究者の考え方としてこういうものが

あるだろうということで作ったものです。勿論個人のアイディアだけでなく、会合には多くの資料が出されていたので、もっとたくさんカテゴリーがありました。

鈴木－今の沿岸域の統合的管理は港湾の整備を前提としてその中で港湾区域内の環境改善策を実施し、水質等ができるだけ良好に保つということでした。過去の国土庁の沿岸域の総合管理計画はそれとは違って、港湾も水産も全体のワンオブゼムであり、自然の系として、地形、水、土砂等に関し相互に影響を及ぼす範囲で一体的、効率的かつ生態系の保全に有効な事業を相談しながらやろうということです。我々水産が考えている統合的管理は、漁業ができる豊かな海を維持しつつ港湾も発展してもらおうということです。

勝井－港湾計画の現況に書いてある、「海面処分場を引き続き確保し、延命化に努める」というのは、統合的管理と結びつけていないのではないですか。

鈴木－これはたまたま現行の港湾計画の中でそういう計画で行っているものがあるということですが、今の名古屋港、三河港、衣浦港でも港湾計画における埋め立ての大きな柱は廃棄物海面処分場です。これはどこの海面も一緒です。

小松－水産の場合、漁業資源の持続的維持が国民的に考えたときに一番重要なことです。

## 5. 英虞湾の干潟再生へ向けた取り組み

三重県水産研究所  
研究員 国 分 秀 樹

始めは地元の漁業者と一緒にやり始めたのが干潟研究のきっかけです。これがJSTの地域集団型共同研究事業というもので結構大きな額のお金もらうこととなり、5年間英虞湾の調査を行いました。その後水産研究所で研究を継続し、今は総合的沿岸管理で英虞湾全域をカバーする志摩市と共に進め政策展開に繋げるため、市長をはじめ一緒に進んでいます。

## 5.1 英虞湾の概要と環境問題

英虞湾は三重県の真ん中に位置し、非常に入り組んだリアス式海岸です。入り口が1kmくらいしかないので海岸線は約150kmもあります。湾口は水深10mくらいと非常に浅いのですが、湾奥は30~40mと深く、また浅くなっていくという地形で、面的にも垂直的にもすり鉢状になっており、逆にこういう場所だからこそ豊かな海で、真珠養殖ができたのだと思います。

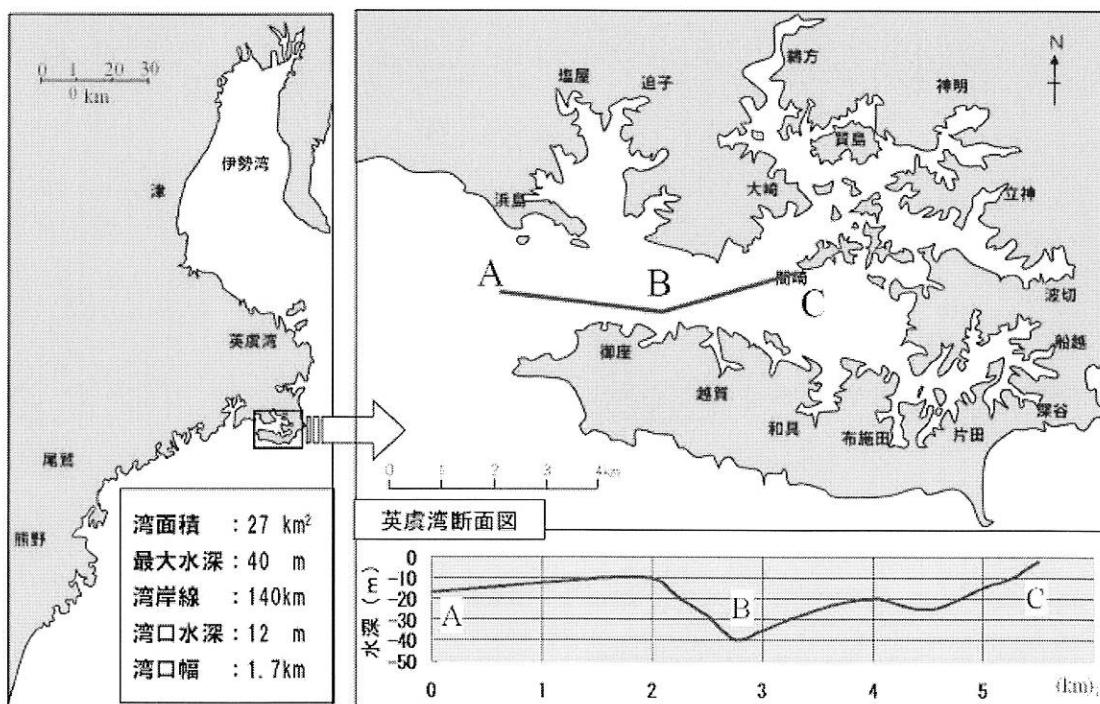


図 5-1 英虞湾の全景および断面図

英虞湾で一番大きな問題になっているのは赤潮と貧酸素です。貧酸素のエリアを見ると、夏場には湾奥ではほとんど生き物がいなくなっています。昔の沿岸漁業を見ると、昔は何百トンか漁獲されていましたが、今ではほとんど取っていないのが分かります。

海底に堆積している有機物の量の分布で、赤色が水産用水基準で汚染例といわれる COD が 30 を超えるところです。それを見ると、特に湾奥部の真珠養殖が盛んなところが非常に

多いことが分かります。湾中央部は初期汚染泥です。その原因是、今まで流れ込んでくるものを止めないと良くならないと言われてきて、特に上の二つの桧山路川、前川に注目されてきました。周期変化、生活排水、真珠養殖の掃除による貝の垢等が原因と考えられていました。

実際に干潟の研究を進めていくうちに、もう一つ汚れとは別に、もともと湾が持っていた自然の浄化能力が干拓により減少してきたのも関係していることが考えられます。

## 5.2 英虞湾の干潟の特徴と干拓の歴史

英虞湾の中では干潟といつてもいろいろな干潟があり、分類すると河口干潟、前浜干潟が現存する干潟です。消失した干潟では、昔は干潟であったが埋められたもの、耕作されたものとされていないものがあります。

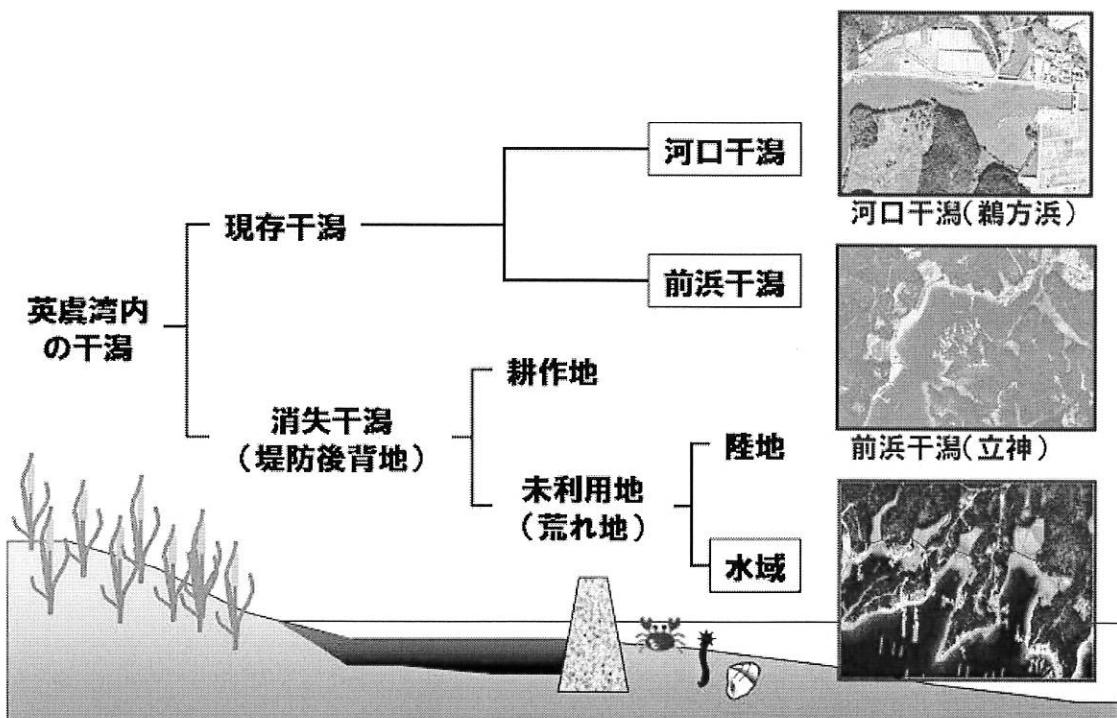


図 5-2 英虞湾内の干潟

どのくらいの干潟があるか飛行機を飛ばし、干潮と満潮の差により、画像処理から干潟の面積を出しました。その結果、干出しが 50 m 以上ある干潟はその面積が約  $0.84 \text{ km}^2$  で、そのうち河口干潟には前川をはじめあと 3 本くらいしか川がありません。昔は干潟だった消失干潟で、干拓されて今は農地として使っているところが約  $0.31 \text{ km}^2$  あります。同じように昔は干潟だったが干拓により消失し、今は荒れ地となり使われていないところが今の干潟の倍くらいあるのです。7 割くらいの干潟が英虞湾からなくなったのが分かりました。

干拓の歴史を調べてみると、始まりは江戸時代の後期にさかのぼります。食料増産のために、昔は個人で開墾した歴史があり、食料増産のために開墾すればそこの年貢は少なくてすむということからどんどん干拓が進みました。明治、大正、昭和初期にかけて干拓がどんどん進みました。チリ津波と伊勢湾台風の影響から戦後の 1970 年代に大きな塩害がお

きたため、農地を塩害から守るために、その当時農地として使用されていた場所については、農林水産省がお金を出して潮受け堤防を作りました。1970年代以降は社会情勢の変化から休耕地化が進行し、今のようにほとんどが耕作されていない状態になりました。

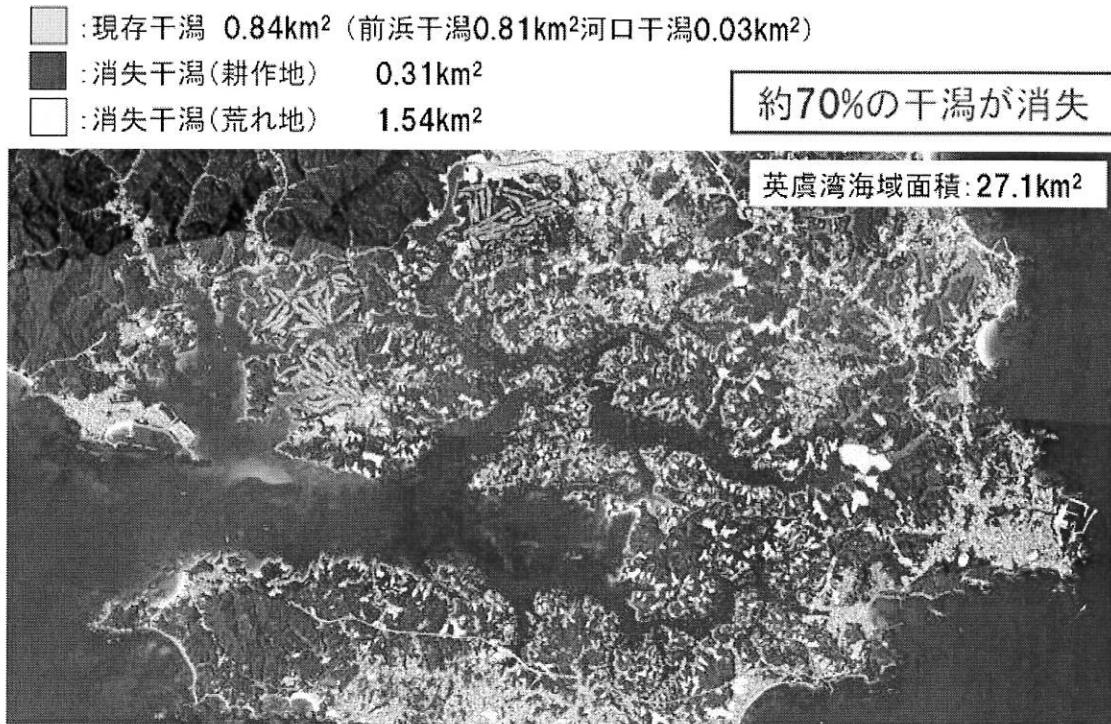


図 5-3 英虞湾の干潟の現状

堤防の内側は陸からの有機物などの流入が堤防で止まるため COD がすごく高い状態でした。逆に堤防の（海側の）前面は有機物が入ってこないためか、すごくやせている状態でした。陸域からの物質循環、連続性を絶つことにより、生物のバリアだけでなく栄養のバリアになっているのが見えてきました。

### 5.3 休耕地への海水導入実験

実験レベルで本当に生き物が増えてくるかどうかをきちんと調べてからでなくては、行政の方は相手にしてくれないので、堤防に手を加えられないため杓浦でポンプを用いて中間的な位置づけとして実験を行いました。海側に潮があがってくると陸域側にポンプで水を汲み入れ、逆に潮が引いたら水を汲み出すということで同じように水が動く設定で実験を行いました。実験では後背地に水を入れ、本当に干潟が再生するかを海水導入区と対照区を作り、2006年から3年間調査を行いました。

その結果、海水導入後の底質の変化として、そのままの状態の対照区、海水導入区、堤防の前の海域、事前調査内容をそれぞれグラフ化しました。事前調査では AVS (硫化物量) がすごく高く、TOC (有機物量) で見ると 60mg/g-dry と高い値が出ています。そこで水を導入してみると、AVS が下がってきました。それは水が出入りすることで好気的な条件に変わり、有機物も対照区と比べるとだんだん減ってくるのが分かります。ところが海水導入を行うと生物の量がどんどん増えていきました。まだ前の海域には至らないのですが徐

々に増えていきます。併せて湿重量も対照区と比べて徐々に増えています。

好気的条件になると底質も改善され、生き物が復活することが分かりました。もう一つには、前の海域の生き物の量が、始めは  $50\text{g} \cdot 0.2\text{m}^{-2}$  くらいでしたが、その後はもっと増えてきています。このことから昔の状態で潮受け堤防を作ると、海側陸側の両方とも栄養分が分断され生物が少なくなりますが、もう一度海水導入すると、陸側は復活するが、栄養が出て行くことにより海側も復活し、両側共に生物の生産性がアップし、同じように回復していきます。そのことからこのような再生は有効ではないかと考え、実験レベルで実証出来たと思います。

#### 5.4 干潟における物質循環と再生効果の評価

人工干潟、河口干潟、前浜干潟、堤防後背地干潟の 4 種のタイプ別による物質収支を 2 潮汐期間計測しました。計測方法はビニールシートで干潟を囲い、出入り口を一つにしました。そこから出入りする水を 2 潮汐期間観察し、水質の変化から物質収支を出そうというやり方です。

囲う条件として、人工干潟の内、生き物が多いエリアは DL が  $1.5\text{m} \sim -1.5\text{m}$  で、生物が少ないところでは DL が  $1.5 \sim 0\text{m}$  でした。後は天然の河口干潟と前浜干潟で、24 時間、四季を通じて 4 回ずつくらい行いました。計測項目は光量子量、水深、濁度、DO、DIN です。水質は潮汐と共に結構変動することが分かります。

DO やクロロフィルは上げ潮で増加し、下げ潮で減少する傾向があります。DIN、DIP、溶存態窒素、リンはこれとは逆位相で上げ潮で下がり、下げ潮で上がるパターンです。これはどういうことかと言うと、懸濁態が流れ込んできてそれらが干潟でトラップされ、分解されて溶存態で出て行くことを示していると考えられます。

PON の吸収フラックスと懸濁物食者との関係で、絶対量とそこに生息するペントスとの関係では、横軸に懸濁物食者の湿重量 ( $\text{g} \cdot 0.2\text{m}^{-1}$ ) 、縦軸に懸濁態 N のフラックスを取ると正の相関が取れます。生物量が多いほど当たり前かもしれないがフラックスが大きいことが分かりました。

ここでは河口干潟だけ少し値がはずれていますが、それ以外はきれいに線に乗っています。この理由がなぜかと調べると、直上水のオーダーが全然違っていました。河口干潟には結構生活排水が流れています、溶存態や懸濁態が多かったためです。ここで出てきたデータを四日市大学の千葉先生が作った英虞湾の環境動態予測モデルに入れて干潟の再生効果を試算しました。3 次元流動モデルに水質の生態系モデルや陸からの集水域モデル、アコヤガイの成長モデル、底質の生態系モデル等が入っていて、それに常にリアルモニタリングしている環境モニタリングシステムや気象、海況のデータを入れて動いているものです。

このモデルを用いて、実際に本当に英虞湾全域の干潟を再生したらどのような効果が出るかを試算しました。

ケース 1 が今の状態で、河口干潟が 3 ha、前浜干潟が 81 ha、堤防後背地が 185 ha ある状態です。それに対しケース 2 では、将来 266 ha の全部が干潟として再生したらどのような効果があるかと仮定し計算しました。

干潟面積は 84 ha から約 3 倍になります。それに対し懸濁態や有機物を除去する能力が毎年 16 トンだったのが 128 トンに増えます。それでどういう事が起こるかというと、現状

では干潟や浅場の生き物が少ないので懸濁物の除去能力が小さく、赤潮になりやすく、それが海底に溜まり貧酸素の原因になるというメカニズムです。それを実際に再生するとどうなったかというと、面積が3倍になったことから生き物の量が約8倍になり、有機物の浄化能力も同じように増加します。そして、植物プランクトンの赤潮になる頻度が減り、海底に落ちる有機物の量が年間約30トンくらい抑えられるのが分かりました。この30トンは真珠養殖が1年間で落とす量が約16~17トンといわれているので、その倍くらいの量を削減する事が出来るということです。

つまり、赤潮や貧酸素を起こりにくくする、弱める効果があるということがこのモデルから分かりました。今ある英虞湾の休耕地を再生していこうとすると、研究で言うのは簡単ですが本当にやろうとするとすごくいろいろな問題があります。

英虞湾の周辺域は伊勢志摩国立公園のため、陸域は環境省によって管理されています。TPが±0m以上のところは陸域全域を特別地域・普通地域ということで、1ha以上・未満で許可がいったり届け出が必要ということがあります。田んぼのエリアは農水部局が関係し、堤防も農水省が管理しています。何かするには許可がいります。一般海面で海岸から100m以内は県の整備部という建設部門が管理します。漁業権のあるところは、水産部局が関係します。それ以外に港湾区域であれば港湾課もあり、勿論漁協もはずせません。英虞湾の場合は漁協と真珠組合が分かれているのでここにも話をしなければなりませんし、自治会にも話をしなければなりません。それから所有者の問題があります。昨年法務局に行き、全域の所有者のデータベースを作りました。

もう一つは防災の問題があります。

## 5.5 沿岸休耕地を活用した干潟再生活動

2010年4月から沿岸の一ヵ所を借り、水門を開けて干潟再生の実験を開始しています。ここは英虞湾奥部の石淵というところで、約2haの面積があり、堤防の前にラップがついている堤防のあるところです。

事業を行っている実施体制は、JSTの実装支援授業の中で3年間の事業を行い、三重県の水産研究所が担当機関としてやっています。協力機関としては英虞湾自然再生協議会が一緒に行っています。英虞湾で今までやってきた研究成果をうまく地元に利用し、平成20年に多様な主体が入って英虞湾の再生を考えていこうとして協議会が立ち上がり、やっと動きつつあります。行政の担当部局の三重県農業基盤室、三重県水産基盤室、国立公園環境保護官事務所、志摩市、三重大学とも一緒に事業化できるかといった検討と成果の提供を行っています。

最近行ったイベントでは、地元住民の方々と連携し、地元の小学校や国立公園のビジターセンターと一緒に定期的に月一回くらい干潟の調査を実施しています。そこでは堤防の中と外を生物調査をしてもらい、どちらが多いか、どのくらい生き物がいたかグラフを書いてもらい、リピーターを増やしていくこともやっています。

水産部局との連携では、海に干潟を作る事を水産基盤室で行っています。ここと連携して英虞湾全部のエリアを面積と耕作状況、堤防築堤時期、海岸線長、堤防種、所有者をデータベース化しました。志摩市との連携では志摩市長が昨年から里海プロジェクトを立ち上げ、来年には里海推進室がICMを進めることになります。志摩市総合計画の後期計画で

は、計画の中で干潟の再生を数値目標として5年後にあと5カ所行うことが入れてもらえます。

所有者をどうするかという問題はまだ検討段階ですが、志摩市や三重県が持っている土地を再生するということで「換地」という交換を考えてもいいかと提案しています。また、地元の近鉄等の企業が持っている土地もあるので、企業イメージを上げるCSRのためにも、市や県と協力して調査やイベントをしたいと考えています。

これから本当に干潟再生をやって行くには、水産分野で考えても今あるところを増やすより、昔は干潟だったところを戻す方が重要だと思います。そういうことを考えていかなければいけないということで、この考え方をできれば英虞湾から発信し、いろいろなところに広げていけばいいと思います。

## 5.6 質疑応答

石川－堤防のフラップを上げた場所の土地所有者の利用承諾を得るのは、どういう段取りを取ったのでしょうか。

国分－この場所は幸いにも個人の持ち物ではなく、漁協などに話をしただけで利用することが出来ました。そのためモデル海域として使用できています。これをモデル海域として次に繋げたいのですが、これからはいろいろな問題が上がってくると思います。

全部の堤防に1個は水門がついていて、堤防でシャットアウトしても中の水が増えたときに抜くようになっています。今はカキが着いていたり、多少海水が入っていたりしています。農地も幾つかタイプがあり、一度客土し、本当の干潟のレベルから上がっているところもあれば、そのまま水門を開けると水が入っていく昔のレベルのものもあり様々です。客土したところは干潟化をやろうとすると地盤高調整が必要だと思います。514カ所あるので出来るところからちょっとずつやっていくことだと思います。

中村（義）－1965年頃が真珠養殖のピークで、その後は生産量が減っています。その前には水産物の漁獲量が減っています。これは貧酸素化等の水質の問題ですか。

国分－それだけではないと思います。1960年代初期に漁業をやめたのは真珠養殖に漁業がシフトして、漁民が真珠養殖に移ったことが原因と思われます。また、貧酸素と真珠不況で環境が悪くなりみんなやめていったことがあります。ヘテロカプサの赤潮が出たり、赤変病という感染症で貝が死んだりといったことが原因です。

中村（義）－海水交換を人為的にポンプで行ったと言われましたが、その問題と絡んで諫早湾では干拓の仕分け堤防を開門することに決定し、すごく問題になっています。当面は中に溜まっている淡水化したものを出すので、海域に対する悪い影響を定期的に影響評価します。ちょっと長い目で見ると、海域側の生産力や生物の多様性が増えていくような印象もあります。両方のバックグラウンドが違うので何ともいえませんが、必ずしもマイナス要因ばかりではないと考えてもいいのでしょうか。

国分ー私も初めはこういう状態だと思い、昭和35年頃から考えると50~60年有機物が溜まっていると考えられます。その時に一気に堤防を開くと、おそらくここに溜まっている泥がどっと流れマイナスになる可能性がありますが、今回はポンプで水交換を行ったので、言い換えれば絞ってちょろちょろ出しているというイメージです。

石川ー関の開閉について私は北上川での事例を持っていますが、そこでも放流の時に下から開けると漁師は問題を言います。全部調べましたが、100mメッシュをとってもあまり影響はありませんでした。

中村（義）－アコヤガイのモデルはどこでやっているのですか。

国分－実測は水産研究所で行い、生態系モデルは四日市大学の千葉先生の研究室で作っています。

中村（義）－個体群動態として成長、呼吸、糞の量は計測していますか。ホタテ貝はプランクトンを食べて糞を出します。そういう意味では浄化の役にも立つし、糞を落とすので海底を汚染する側にもなります。密殖状態や湾の状態によりどちらに効くのかという話になってくると思います。

国分－今それもやっており、アコヤガイの量は密殖すると直下がすごく汚れて、それがどのくらい広がっていくかにより、どのくらいに配置すればいいかの適正養殖量をモデルでやろうとしています。実際にアコヤガイは浄化にも働いていて、直下は汚しますがトータル的にはそれほど負荷にはなっていません。何が効いているかというと、メカニズム的には直下に落としてそこの環境が悪くなり、その生き物が住めなくなり、それが広がっていくということではないかと考えられています。

ここまで干渉の話をしましたが、海の中で何が原因かというと養殖と保全が大事だとされています。養殖業者は自分たちの海なので、どうやって汚れを減らしていくかを取り組んでいく話もしています。

石川－英虞湾の窒素、リンや全体のバランスにプラス面とマイナス面がありますが、生活排水から入ってくる窒素、リンは元々はどのくらいの比率になっているのでしょうか。

国分－生活排水でいうと窒素で190トン位が陸域から湾全体に入ってきています。50年くらい前から比べるとおよそ倍に増えています。

中村（義）－プランクトンフィーダーは汚染すると問題となるので、バイオキャパシティーを湾ごとに設定してやれば、経営していく上でのキャパシティーになると思います。そうすると環境に対するマイナスの影響があり、ひいては生産力にも影響が出るという説明に使えると思います。これは湾の形状や負荷の状況によりそれぞれ変わってくるので、そういう意味ではモデリングして早めに三重県の養殖業者を巻き込んでいくことが大事だと思

います。

国分－「英虞湾・新しい里うみへ」には真珠養殖は海をきれいにする良い部分と糞を落とす悪い部分があると書いています。貝掃除のゴミや糞を捨てているのは悪いこととしていますが、これを取り上げて海を汚さない努力を続けることで、英虞湾の海の環境に繋がるということを漁協で話したいと思います。

勝井－食料増産のための農水系の潮受け堤防ということですが、チリ地震のような津波防波堤、堤防という考えはいつから出たのでしょうか。

国分－今の堤防ができるまでは石積み堤防でした。チリ地震津波や防災では災害から何を守るかということで、農地を守るためということでした。後ろに何があるか、名目で管轄も変わってきます。東南海地震がすぐにあるという話をされ、それに対して絶対に大丈夫かと言われると、私たちもそれに対する反論はできないのです。どうすれば両方がうまくいく道を見つけられるか探していくとしないと進みません。

石川－昔のように米を作らないのであれば、元に戻せばどうなるかという別のベクトルの評価が出てくるということや、ランドスケープ・景観の話ではないが、国立公園の美的な話であれば、このような価値があるといった事がすぐでなくとも壊れた段階で元に戻っていく可能性もあります。全部が税金ができるというわけには行きません。四角四面の考え方方は柔軟に変えないといけません。その時に志摩市等がそういうことを含め、基本計画の中に入れておいてもらうといいのです。維持管理は必ずいるし構造物は必ず潰れるので、その時の維持管理費をエンドレスで賄っていくのか、英虞湾が全体の中でどのくらいプライオリティが高いのか、優先順位もあります。その中でリスクをどう考えるかということと、沿岸の修復が将来環境にどのように反映されるかということなどが総合管理になると 思います。

国分－その時に干潟や藻場という話に、私たちは水産基盤を再生していくと、漁獲、水産振興に繋がって基盤が増えていくというところが水産としてはメリットだと信じてやっています。それを皆、干潟を作るのはいいことだと言いますが、実際に自分の所に作ろうとすると、それほど一生懸命にならなければ、それほど実感できていないのだと思います。

中村（義）－再生協議会の方はもう少しビジネスモデルとしての環境の問題もあっていいのですが、生産を上げるのは海だけでなく陸域もあります。流通やマーケットとも連動していかないと、砂浜を造ったから、藻場を作ったからといつてもなかなか繋がらないのが現実です。その話のギャップが再生協議会の中でも雰囲気が出ていると思います。

国分－その通りで、環境はNPOやボランティアの興味のある人は一生懸命やってもらえますが、生業にしている人はどういうものになるかが目に見えないと動いてもらえません。その辺りをどうやって繋いでいくかが重要で、志摩市では総合計画に「稼げる、学べる、

遊べる志摩市」というキャッチフレーズを市長が考えて付けています。一番最初に稼げるとあり、市長の思いとしては、環境の基盤は志摩市の基幹産業である水産業や観光業で稼げると考えています。そこで繋げていくときに、本当に市民の共通認識を作っていると思います。

石川－ここへ來るのに観光や遊びながら水産業に結びついて、それが何年後かに真珠になるといったリンクがあれば自分が作ったようにも感じるだろうし、それはそれで記念になると思います。漁師と市民をくっつけないといけないと思います。

国分－いま海は漁師が汚していると思われ、少し離れていると思います。実際にそういう空気があります。一部の漁師さんと志摩市も協力することを考えていますが、環境に配慮したブランドの真珠ができるかと考えています。自分達も環境に対して何かを行っていて、ちゃんと配慮し品質を保持した貝だということを志摩自体を里海プロジェクトのブランドとし、そこから取れるものは環境に配慮したバックグラウンドを表示し、付加価値を付けることができないかと考えています。志摩市では来年はそこまで作ると言っています。来年は志摩市が持っている所と企業である近鉄が所有する所で再生試験を行いたいと思います。近鉄が所有する土地がたくさんあるので、自分たちが所有している施設や観光振興している英虞湾の環境も私たちは守っているということを前面に出し、再生を行ってほしいと思います。そこに私たちが入って調査を行ってもいいし、国立公園の観察会を行ってもいいと思います。そういう企業を動かすことができないかと思います。

中村（充）－昔に比べ海の浄化力が低下し、負荷と浄化力のバランスがどんどん崩れています。その前に干潟の浄化力を定量的に表現しようということを私は昔から言っています。そこで干潟が下水処理場の機能になるだろうと考えています。定量的に $1\text{ km}^2$ や $1\text{ ha}$ の干潟が何万人分の下水処理場に匹敵するという、端的に置き換えて説得力があるような形で説明します。ただ干潟には浄化力があるといったり、あるいは窒素をどのくらい浄化する力があるかを話しても誰もピンとこないのです。浄化でいいのならば下水処理場と比較するのが一番いいと思います。

勝井－干潟部分の砂を客土しなければならないことはありませんか。

国分－堤防の中と外にアサリをカゴに入れて撒いてどれだけ育つか調査したところ、外側だけ全部死に、内側は全部が成長を続けました。生残率もすごく高く、内側が餌も多いし水が入り出しあれば増えることが分かりました。英虞湾は水の栄養レベルが伊勢湾の5分の1から10分の1くらいしかない貧栄養です。三河湾に比べればさらに低いレベルです。ですからこのアサリは身が痩せていてあまり美味しくありません。栄養レベルでいうと伊勢湾の方が10倍くらい窒素、リンの値が高いです。

英虞湾の窒素、リンの濃度は薄いですが、トータルで陸から入ってくる量と海から入ってくる量を比べると、圧倒的に外界からのものが多く、その割合は外海50に対し陸は1といった感じです。英虞湾は富栄養のように思われていますが、外海の例えば黒潮の流れの偏

曲によりすごく影響を受けます。

勝井－ここでは昔、浚渫の計画がたくさんありましたが、今はどうですか。

国分－浚渫を水産基盤事業で行っています。立神では2000年から始めて、現在は浜島をやっています。ずっと続けていましたが今年で終わります。結局は COD30 以上が対象でしたが、このエリアは 800 ha あり、一年にできるのが 1~2 ha で、1 haあたり 1~1.5 億円かかります。それを考えると 800 ha を行うのはとてもお金と時間がかかります。上から降ってくるものを減らしていないのに、下だけ取ってあまり意味がありません。窒素除去量としては完全に取っているので多いのですが、3年くらい経つとその 1 ha はほとんど変わらなくなってしまいます。それよりは堤防を撤去して干潟を作った方がいいと思います。

中村（充）－堤防改良としたらどうでしょうか。

国分－英虞湾ではそこが落としどころだと思います。実際に堤防は生活道として道路になっているところもあります。そうなると撤去できないので、そういうところは橋にしたり土管を入れたりで対処できればと思います。

石川－適正な場所の選定も行わなければいけませんね。

国分－英虞湾内の各地の堤防がデータベースに入れてあるので、堤防が壊れたところやコンクリートのところ、地盤高が高いところのソーティングができます。それらで適地選定が出来ると思います。一番大変なのは用地交渉です。

助成事業者紹介

氏 名： 石 川 公 敏

現 職： 環境アセスメント学会 理事

主な著書： 海洋環境調査法

沿岸環境調査マニュアル 1, 2

海洋環境を考える

明日の沿岸環境を築く

干潟造成法

## **河川整備基金助成事業**

**山川海をつなぐ河川・水環境とその保全・回復**

**に関する調査研究委員会報告書**

平成23年3月

発行 社団法人 国際海洋科学技術協会  
〒107-0052 東京都港区赤坂一丁目9番13号  
三会堂ビル地下1階  
電話 03-6230-4373