

第12回助成研究ワークショップ

沿岸域の環境の保全

開催日時：平成9年11月20日(木)9:45～17:00

会 場：神戸大学瀧川記念学術交流会館

主 催：財団法人 日本生命財団

後 援：神戸大学

社団法人 瀬戸内海環境保全協会

国際エメックスセンター

プログラム

9:45	開会挨拶	日本生命財団 理事長 小林 幹司
9:50	基調講演「地球環境問題から見た閉鎖性海域の環境保全」	香川大学名誉教授 徳島文理大学工学部 教授 岡市 友利
	報告	コーディネーター 九州大学応用力学研究所 教授 柳 哲雄
10:10	①「閉鎖性海域の富栄養化に及ぼす陸水流入の影響」	'95・'96助成 広島大学工学部 教授 岡田 光正
10:55	②「魚を育てる森のメカニズムの計量経済学的解明と 環境保全型農林漁業システムの構築」	'94助成 京都大学農学部 助手 浅野 耕太
11:40	③「琵琶湖総合開発事業・滋賀県環境条例の評価と琵琶湖環境保全法制の提案」	'96助成 神戸大学法学部 教授 阿部 泰隆
12:25	昼食休憩 (55分)	
13:20	④「大型底生生物が干潟の物質循環に及ぼすインパクトおよび 人間活動が干潟の生物生産に及ぼすインパクトに関する研究」	'96助成 熊本県立大学生生活科学部 助教授 堤 裕昭
14:05	⑤「洲本市南部地域の環境特性の把握と大阪湾沿岸域の環境管理システムの構築」	'94・'95助成 大阪府立大学工学部 教授 細田 龍介
14:50	休憩 (10分)	
15:00	総合討論	コーディネーター 九州大学応用力学研究所 教授 柳 哲雄 コメンテーター 香川大学名誉 教授 徳島文理大学工学部 教授 岡市 友利
17:00	閉会	

<コーディネーター>

柳 哲雄 (やなぎてつお) 九州大学応用力学研究所 教授

(略 歴) 1948年生まれ。京都大学理学部卒業、京都大学大学院修了、愛媛大学助手、助教授、教授を経て1997年より現職。

(専 攻) 沿岸海洋学

(所属学会) 日本海洋学会

(著 書) 「潮汐・潮流の話－科学者になりたい少年少女のために」(創風社出版)

「沿岸海洋学－海の中でのものはどう動くか」(恒星社厚生閣)

「風景の変遷－瀬戸内海」(創風社出版)

地球環境問題からみた閉鎖性海域の環境保全

岡市 友利 (おかいち ともとし) 香川大学名誉教授、徳島文理大学工学部 教授

(略 歴) 1929年生まれ。東京大学農学部水産学科卒業、東京大学大学院修了、
香川大学助教授 (農学部)、教授、香川大学長を経て1997年より現職

(専 攻) 海洋環境科学

(所属学会) 日本水産学会、日本海洋学会、日本海水学会 (名誉会員)、環境科学会

(著 書) 「Red tides, -Biology, Environmental Science and Toxicology」 (Elsevier)

「瀬戸内海の生物資源と環境」 (恒星社厚生閣)

「Sustainable Development in the Seto Inland Sea Japan」

(Terra Scientific Publishing Com. Tokyo)

「赤潮の科学第2版」 (恒星社厚生閣)

1972年6月の国連人間環境会議で、環境問題がはじめて国際的な問題として取り上げられ、「人間環境宣言」が採択された。1980年には、国際自然保護連合、UNEP、世界野生生物基金の三者の連合により、次の提言が出されている。1) 重要な生態系と生命維持システムを保全すること、2) 遺伝的な多様性を維持すること、3) 種や生態系の利用にあたっては持続可能な方法で行うこと。さらに、1987年に東京で開催された、環境と開発に関する世界委員会の報告書 'Our Common Future' で、持続的開発 (sustainable development) の概念が提出され、1992年6月にリオデジャネイロでのいわゆる地球サミットでは、「持続可能な社会とは、将来の世代がそのニーズを満たすための能力を損なうことなく、現代のニーズを満たす社会」として、その考え方が受け継がれている。勿論、世代間の公平性と共に、現在における地域間の公平性も問われている。その成果はまだ十分にはみえていないが、地球規模で環境を保全する必要があるという認識を共有したことは大きな収穫である。この会議で承認されたアジェンダ21は、21世紀の地球環境にむけての指針であり、日本の果たすべき役割と責任は大きい。

わが国では、これまでの経済成長の過程で、多くの公害問題や環境汚染を生じてきたが、それらに講じてきた対策には地球共通の問題として貢献できるものも多い。地球環境問題とは、原因と被害が地球全体に共通して、対策を一国でまた地域で樹てることが困難な問題と定義される。瀬戸内海のような沿岸汚染は、沿岸国自身が解決すべきであるが、国際河川や国際的な閉鎖性海域では関係諸国の協力が求められるのは当然である。閉鎖性海域は、大洋の付属海のうちで、海水交換率の低い海域と一般的には定義することができる。勿論、瀬戸内海のように、沿岸に産業が発展し多くの人口を抱えている比較的狭い海域と地中海のような海域とを直接比較することはできないが、世界の人口の半数以上は水際線から60km以内に住み、2020年までに全世界の3/4の人たちが沿岸域の平地に集まると推定されている。沿岸域では周辺の農業生産力と共に、海域の生産力も大きく、魚類生産量は外洋の100倍に相当している。その一方で、河川や各種排水の流入と閉鎖性の故に汚染物質が蓄積され易く、環境容量、環境緩衝能の双方が限られており、人為的管理がとくに必要な海域である。アスワンハイダムや建設途上の三狭ダムの沿岸域への影響も問題とされており、閉鎖性海域の環境保全は地球規模での意義を有するものである。

環境庁は、1971年の発足以来、瀬戸内海については瀬戸内海環境保全特別措置法 (当初、臨時措置法) により、COD、リンおよび窒素の削減指導、埋め立ての規制などにより、富栄養化の進行を抑えることに努めて、赤潮発生の減少などにある程度の成果を納めてきた。1994年に策定された環境基本計画では、これからのわが国の環境保全のあり方は、循環、共生、参加および国際協力にあるとしている。瀬戸内

海については、環境庁は「瀬戸内海環境保全の総合施策の充実」として、規制型保全に加えて誘導型創造の導入へとその方策を推進しようとしている。1990年の世界閉鎖性海域環境保全会議（EMECS）以来、環境のガバナンス（総合共同管理）という考え方が世界的に広がってきている。行政、産業、住民と研究者も加わって、山、森、河川、都市、海を地域の環境を構成する一体のものとして、これまで多くの場合対立型であった環境保全をガバナンスの考え方で方策を樹てるのが、21世紀における環境保全のあり方であろう。そのためにも環境基本計画に盛り込まれている住民等の環境保全への積極的参加が求められている。

閉鎖性海域の富栄養化に及ぼす陸水流入の影響 — 海域における有機物内部生産量の推定 —

岡田 光正 (おかだ みつまさ) 広島大学工学部 教授

(略 歴) 1948年生まれ。東京大学工学部化学工学科卒業、東京大学大学院修了、
環境庁国立環境研究所、米国環境保護庁コーバリス環境研究所、
東京農工大学工学部化学工学科助教授を経て、1991年より現職

(専 攻) 環境化学工学、生態工学

(所属学会) 日本水環境学会、化学工学会、環境化学会、日本水道協会、
Phycological Society of America, American Society of Limnology in Oceanography

(著 書) 「地球化時代の環境戦略」(ぎょうせい)

「首都圏の水—その将来を考える—」(東京大学出版会)

「微生物生態学 I — 微生物個体群の変動と相互作用 —」(共立出版)

1. 研究の背景と目的

海域の富栄養化の原因として、栄養塩類の陸域からの負荷、すなわち外部負荷と海域底泥からの栄養塩の溶出による内部負荷が考えられる。窒素、リンの外部負荷を削減するため、産業や生活系排水中の栄養塩濃度が規制されている。

しかし、広島湾では毎年春から秋にかけ、特に集中降雨後、植物プランクトンの異常増殖が観測され、さらに、頻繁に貝毒や有害プランクトン等が発生し、海域生態系や人間活動に様々な悪影響を及ぼしている。

本研究では、降雨時の太田川河川水質に着目し、陸域からの栄養塩類の流出量を明らかにするとともに、海域側である広島湾内に流入した栄養塩類の変化、植物プランクトンの応答、さらに降雨後の非定常的な植物プランクトン増殖の観測を行った。さらに、実験室レベルでは、河川水と湾内海水の混合によるバイオアッセイを行う。これらの結果より、陸域からのノンポイント負荷を主体とする陸水の流入が海域の富栄養化現象に及ぼす影響を明らかにすることを目的として検討を行った。

2. 研究方法

太田川河口から広島湾域より試料水を採取した。塩分及び栄養塩濃度の季節変化を観測するとともに、集中降雨後と降雨がほとんど観測されなかった時期を対象にし、各地点における塩分と栄養塩濃度の測定及びバイオアッセイを行った。バイオアッセイには現場の植物プランクトンを用いた。

植物プランクトンの増加量と栄養塩消費量から変換率を求めるために、室内で培養実験を行った。採集してきた海水の栄養塩と炭素量の測定を行い、一定条件で培養を行った。培養後再び栄養塩と炭素量の測定を行い、栄養塩消費量と炭素の増加量を求めた。

3. 研究結果と考察

海域における植物プランクトン増殖の制限栄養塩は窒素の場合が多い。この現象は本研究でも認められた。塩分濃度が高く、陸水の流入の影響が少なかった時期にはDIN:DIP比とバイオアッセイの結果、植物プランクトン増殖の制限栄養塩は窒素であることが推定された。この時期のクロロフィル a 濃度は $13 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下であった。

しかし、集中降雨の後には、クロロフィル a 濃度が一度 $5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ まで減少したものの、その後には $20\text{--}65 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ まで増加した。集中降雨前には塩分濃度30‰以上で外洋の塩分濃度34‰に近い値であった。しか

し、集中降雨直後の7月10日には塩分濃度が18‰以下で集中降雨前より非常に低い値が観測された。このことから、降雨により多量の陸水が広島湾へ流入し、その結果無機態窒素リン濃度が増加すると共に制限栄養塩のシフト及び植物プランクトンの異常増殖が発生したと考えられる。

本研究で、窒素制限からリン制限にシフトした時期のD I P濃度は、陸水の流入が少なかった時期と同様或いはそれより高い濃度であった。従って、地中海の東海域のように陸水の流入により海域のD I P濃度が減少した結果リン制限になったことではなく、むしろ集中降雨により無機態窒素対無機態リン濃度の原子比がRedfield比16より非常に高い陸水が流入したことによるものと考えられる。この場合、チェサピーク湾のように湾内の無機態窒素、リン濃度が高いため、植物プランクトンの異常増殖の発生が予測される。ただし、チェサピーク湾が雪解けという季節性の強い要因により、リン制限は春であるのに対し、広島湾は不確定要素の強い集中降雨によることが大きな特徴である。また、夏季の植物プランクトンの増殖期にリン制限の植物プランクトン増殖が起こりうることも広島湾の特色といえよう。

したがって、集中降雨後、植物プランクトンの異常増殖は、まず窒素が不足している海域に窒素が豊富な陸水の流入による。次に、陸水の流入によって制限栄養塩が窒素からリンにシフトしたことから、陸水の流入によって付加されたリン量によって植物プランクトンの増殖が支配されたと考えられた。

さらに、降水によって湾内に流入した栄養塩類による有機物内部生産ポテンシャルをバイオアッセイによって推定した。その結果、広島湾北部でDIN1ppmがCODに変換する割合は6.9~33.4ppmであり、DIN1ppmがCODに変換する割合は48.4~283.8ppinであった。広島湾北部において1日に流入してくるDINの量は11tである。先程求めたN2、N3の変換率を用いて、流入してきたDINの全てがCODに変換されたとすると76~367tものCODが生産されることになる。広島湾北部に流入してくるCODの量は1日に21tである。つまり、内部生産されるCODは流入してくるCODの3.6~17倍にも達すると推定された。

魚を育てる森のメカニズムの計量経済学的解明と 環境保全型農林漁業システムの構築

浅野 耕太 (あさの こうた) 京都大学大学院農学研究科 助手

(略 歴) 1962年生まれ。京都大学農学部農林経済学科卒業、

アメリカ合衆国ロチェスター大学大学院経済学科 (博士課程) を経て、1993年より現職

(専 攻) 農林経済学、公共経済学、計量経済学

(所属学会) 日本農業経済学会、農村計画学会、アメリカ統計学会

(著 書) 「農林業の外部経済効果と環境農業政策」(多賀出版)、「農林業と環境評価」(多賀出版)

1. 研究の背景と目的

昔から漁民は、魚介類を殖やすためには、湖岸、川辺、海岸の森林を守ることが大切なことを経験的に知っていた。江戸時代には、「魚つき林」の名で藩によって森林は保護され、「木一本、首ひとつ」といった厳しい掟で守られてきたところもあった。戦後の経済成長期、遠洋漁業発展期には、この経験則は忘れられがちであり、「魚つき保安林」は、54年の5万4千ヘクタールから90年には2万8千ヘクタールに激減してしまった。それに伴って、ニシンやハタハタ等が日本近海から姿を消しつつある。日本の魚介類輸入は発展途上国の乱獲の原因と非難され、環境破壊の輸出とまでいわれるようになってきており、今日、沿岸漁業の振興は重要な課題となってきた。

漁民・漁業者団体のいくつかは、森と海の関係の科学的な解明を切望しつつ、その一方で実践的に沿岸漁業再生のため、植林に取り組んできた。数少ない先駆的研究を除き、この森と魚の関係の解明は、林業・漁業等にまたがる問題の学際性も災いして、ほとんど進んでいないのが現状である。遅まきながら、94年度政府予算案に新規事業の「海の生態系と漁業に関する調査費」が盛り込まれ、5ヶ年計画で魚を育てる森林の働きの解明がスタートする。しかし、この研究の中心は自然科学的アプローチにおかれ、そのメカニズムの解明に寄与するところは大きいと期待されるが、その因果関係の複雑さから考えて、その影響を総体的 (マクロ的) に把握するには至らないと思われる。

そのような状況を受けて、本研究は、集水域に広がる森林とそこを流れる河川、流れ込む湖沼、海をひとつの生態系としてとらえ、(1)森林と水産資源の集計的な関係を解明し、(2)あわせて農業が生態系とりわけ水環境を通じて漁業におよぼす影響を解明し、(3)そこで営まれる農林漁業を持続可能な形で展開するためのシステムを提案することを目的とした。

2. 研究方法

方法としては、集水域にまたがる森林と海、湖沼、河川の関係を分析するため、漁民が水産資源保全のためにユニークな活動を展開してきた、熊本県有明海沿岸及びそこに流れ込む緑川の流域を特に取り上げ、実態調査を行い、データを整備した。そしてそのデータをもとに、計量分析を行った。長期間の漁獲量、流域森林面積、地域での営農状態やその他の地域属性のデータを用いて分析を行うが、そこで用いられる方法は非常な時系列を解析する計量経済学的手法「共和分の理論」である。これを用いることによって、長期時系列を扱う際に、常に問題となる見せかけの回帰の問題を回避し、複雑な現実から意味のある関係を見出すことが始めて可能となる。

3. 結果と考察

共和分分析では、変数の各期毎の変動を線形で表される何らかの長期的均衡関係への調整課程 (誤差修正課程) と見なし、この関係を発見することに分析の重点が置かれる。本分析では緑川流域の森林資

源量と有明海沿岸の水産資源量の時間的な推移のなかに、このような長期的均衡関係が存在しうるか、存在するときにはどのような関係にあるのかについて考察が行われた。対象期間が存在しうるか、存在するときにはどのような関係にあるのかについて考察が行われた。対象期間は昭和46年から平成5年までの21年間である。水産資源との関わり合いという観点から考えると、森林資源は沿岸部の植物プランクトンの繁殖に必要な栄養素を提供し、結果的にそれを食料とする水産資源の良好な生育を促すという機能や、無機質土壌の流出を防止し同時に鉄、亜鉛、銅などの微量元素やリン、窒素の栄養塩を海水に提供することで海水の組成上の均衡を保持し、結果的に水産資源の生育に必要な環境を維持するといった機能をもつと考えることができる。本分析ではそれらの機能が水産資源に及ぼす影響を総体的に捕捉しようと試み、森林資源量を表す変数として「民有林総面積」を用いた。水産資源についてはそれらの機能が適切に果たされているかが明確に分かる指標生物としてアサリを選択した。アサリの資源量については正確に把握することは不可能であるので、有明海沿岸部におけるアサリの漁獲量をその代理指標として用いることにする。ただし漁獲量は水産業の活動水準にも影響されるので、その影響を取り除くために有明海のアサリの総漁獲量をアサリ漁を行う経営体数で除し、「一経営体当たりのアサリの漁獲量」を水産資源の代理指標として用いることにした。また森林資源と水産資源の関係は緑川流域に存在する各種の産業活動や人為的活動、特に河川や海の水質を汚染するさまざまな要因や、森林と沿岸部を結びつける緑川の状態などによって攪乱されると予想される。そこでそのような要因を表し、しかも分析に必要なだけの期間長をもつデータをリストアップした結果、農業経営費における肥料費、城南観測所における緑川の平均流量の2つの変数を獲得した。これらと森林面積およびアサリ資源量を組み合わせ、各年毎の変数の変動および長期的均衡関係をとりにれたベクトル誤差修正モデルによって定式化を行った。その前に得られた各変数について、その非定常性をするために単位根検定を行った。これは時系列が非定常な場合には「見せかけの回帰」とよばれる現象によって従来の回帰分析による一連の統計的推測が誤った結論を導きやすいという問題を避けるためである。検定結果より、多くの時系列において単位根の存在が示唆され、通常回帰分析ではみせかけの回帰の過ちをおかしてしまう可能性が強いことがわかった。それを回避するために開発されたヨハンセンの方法を用いた共和分分析より、熊本県緑川流域における森林の存在とその程度、森林面積とアサリの漁獲量の定量的な関係、あわせて流域内の農業生産における肥料や農薬の使用がアサリの漁獲量に及ぼす正負の影響が定量的にあきらかになった。そこでは、森林資源の減少は、一時的にアサリの生育に必要な有機懸濁物などの栄養素や新砂を提供することとなり、アサリの資源量を増加させるという結論が導かれた。

琵琶湖総合開発事業・滋賀県環境条例の評価と琵琶湖環境保全法制の提案

阿部 泰隆 (あべ やすたか) 神戸大学法学部 教授

(略 歴) 1942年生まれ。東京大学法学部卒業。

東京大学助手、神戸大学助教授を経て、1977年より現職

(専 攻) 行政法、環境法

(所属学会) 公法学会、日本環境会議、環境法政策学会、公共政策学会

(著 書) 「行政の法システム」(有斐閣)

「国土開発と環境保全」(日本評論社)

「環境法」(共編、有斐閣)

I 現下の状況

高度成長期、下流の水需要の期待と滋賀県の開発の要請をになって開始された琵琶湖総合開発事業は、毎秒40トン、最大利用低水位マイナス1.5メートルの約束で、1972(昭和47)年に開始され、二度の延長を経て、25年1兆8000億円をかけ、1997(平成9)年で終了する。

この間、湖沼の水質は悪化の危険をはらみながら依然横ばいで、赤潮、アオコの発生が以前よりも頻繁に見られる。一度深刻に汚染されたら、近畿1300万人の水がめの回復は至難である。

そこで、琵琶湖総合開発特別措置法が廃止される今日、あらたな保全法制が求められる。ここでは、従来の法施策をレビューして、反省と各反面の示唆をふまえて、今後の保全法制を模索する。

この研究は滋賀県琵琶湖研究所の絶大なる協力で共同研究を行った。しかし、1年はなんとしても短く、うまいまとまった答えを出すのは容易ではない。

II 従前の法制策の反省

1 琵琶湖総合開発特別措置法

琵琶湖総合開発の公共事業は保全とともに破壊の面をもっている。

下水道は事業開始の昭和47年には、2.6%にすぎなかったが、1995年には43%にまで進んでおり、時間はかかっているが、進展している。

しかし、他方、これは名前の通り総合開発法で、自然保護の視点は目的に入っているが、弱く、時代的な背景があるとはいえ、一部政党、住民の反対があったのであるから、適切な政策ではなかった。

2 湖岸土地の買い上げ・公有化

1971年、琵琶湖総合開発特別措置法の制定直前に、滋賀県では、崇高な自然保護の理念のもとに湖岸などの自然地の公有化が重要な政策として打ち出され、「自然保護基本構想(試案)」がまとめられた。公有化事業は県単独事業で行われたが、実は、ほとんど進まず、1982年の見直しでは大幅に縮小された。その理由は、湖岸堤(道路)建設計画の前に後退したことと土地所有者の売りたいくないという意識にあった。県単独の公有化事業よりは、治水を目的として、水資源開発公団が行う湖岸堤建設事業は優先度が高かったのであろう。また、事業が進まなかった理由に、公有化事業計画策定の過程における住民参加の不在があげられる。住民の力がなければ、買い取りも困難だからである。

そうとしても、自然の湖岸への影響を最大限回遊するために、事業の環境影響評価、ミチゲイションが必要であった。当時はそうした法制度がなかったにしても、今日では多自然型河川工法が時代の流れになっているし、今後はこれを教訓にすべきである。

3 滋賀県の条例

琵琶湖は、琵琶湖の環境を汚染する元凶であるという批判に常にさらされてきた。滋賀県はこの間、琵琶湖の富栄養化防止条例、ヨシ条例、琵琶湖風景条例、環境基本条例、生活排水対策の推進に関する条例などの施策により環境保全を図ってきた。

1979年の富栄養化防止条例は有磷洗剤の追放で成果を上げたが、あとは滋賀県にも切り札がない。環境基本条例の成果はまだわからない。ヨシ保護条例は本来は湖岸保全と湖岸堤の建設との調整のために役立つべきであったが、滋賀県は総合開発も終わりとなって、ヨシ保護条例を制定した。時期遅れである。

公害防止条例では小規模発生源に対する上乘せ規制を行っている。日量10平方メートル以上から規制するので、全国的にも厳しい手法である。

1996年滋賀県生活排水対策の推進に関する条例（みずすまし条例）が合併処理浄化槽の設置の義務化を導入した。成果は今後の動きによるであろうが、単なる規制ではなく、補助金付きであるから、機能すると期待される。

浄化槽に関しては、放流同意の廃止、浄化槽の人員算定基準の改善なども、滋賀県では推進されるようになった。農村下水道、公共下水道、合併処理浄化槽のなわばりの調整が行われるようになっている。

4 国の環境法

水質保全二法は琵琶湖に適用されない。

1984年の湖沼法は期待に反し役に立たなかった。寄せ集めの計画で、新しい財源投入もなかったのである。

5 環境配慮施策の導入

新全国総合開発計画は調査検討中であるが、中間段階で、琵琶湖の水質保全、水源涵養、・自然環境の保全などの施策を総合的に推進するという方向が打ち出されている。環境基本法で生態系重視・環境配慮条項の導入が進んでいる。三面コンクリート張りの農業用排水路が農業目的を優先し、自然保護は軽視しているが、最近では農水省にも改善の兆しが見られる。河川法へ環境配慮条項が導入された（1997年）が、成果はこれからである。

6 滋賀県の組織改革

琵琶湖環境部が設立された。琵琶湖の環境保全の面での縦割り行政の弊害の除去が期待される。

7 中間総括

以上、総合開発法制は自然への配慮が不十分で、科学者、住民の意見を十分に聴かなかつた。事業の途中でも見直すべきであったが、政治的には、見直せば、逆に、滋賀県にとってはせつかくの国費の投入の点で不利になると思ったのか、総合開発が終わるまでは雑音を退けてきた。今日、各方面からの環境配慮システムが導入されつつあるが、琵琶湖総合開発が終わる頃になってようやく始まった面があり、遺憾である。

Ⅲ 諸外国からの示唆

汚染原因は、ノンポイント、湖沼内の再生産、毒性化学物質である。公共下水道の建設だけでは十分に対応できない。これについて、アメリカ、オランダに参考となる動きがある。

アメリカでは特に統合型水資源管理戦略がある。ここでは環境保護団体、大学研究機関、企業、市町村の政策形成システムへの参加が重視される。

オランダでは防潮堤の建設に際し環境配慮を最優先課題とし、これまで生物・生態系の専門家がほとんどいなかった建設行政組織の抜本的な改組（環境行政と建設行政の合体）を行った。さらに、統合的水管理の発想がある。

IV あらたな保全法制の模索

1 新規の保全法は無理

現行制度は十分ではなく、新しい環境保全の法制度が求められている。しかし、どのように仕組むか。すでにある程度の施策は行われるようになった。何がたりず、実効性があるのか。

あらたな保全法が欲しいが、その必要性を取得する理論的根拠がない。

もともと、琵琶総は、水の売却代金といった性格で、今は、滋賀県の方にも、売るものがないので、法律制定の根拠の提供が困難である。知恵がない、金がない、水もなくなる。

滋賀県自身が「琵琶湖総合保全整備計画の在り方」（1997年）において、「国として各省庁の種々の保全施策が包括的に一つの整備計画として一元的に管理され、将来ともに琵琶湖の総合保全が図られるような、現行制度を活用し、または現行制度を応用した枠組み作りを確立することを要望」している。特別法の制定を放棄した。

2 漢方薬的な手法

そこで、即効性を焦らない、漢方薬的な法システムの工夫が必要になる。二で述べた新しい施策を推進するほか、目下、考慮されるべき事項を列記しておこう。環境庁の環境省への昇格が実現すれば、さらには、公共事業の見直し制度ができれば、公共事業における環境価値の位置が高められるであろう。

環境に配慮する新しい施策は導入されつつあるが、それを琵琶湖周辺では積極的に導入することが期待される。

近畿圏整備法に基づく整備の基本方針に琵琶湖の保全を入れる。

琵琶湖総合保全整備計画（滋賀県）では、水質の回復、水源涵養機能の向上、自然的環境・景観の保全あるいは修復及び土地利用の適正化について関連行政部局が担当する事業をできるだけ横断的かつ連携的に組み合わせ、総合的に集水域の保全をはかろうとするものである。

瀬田川洗い堰の操作規則への環境配慮条項の導入すなわち、水位低下をできるだけ防止する方向での操作規則の改正

研究開発の促進と研究成果に沿った保全事業

毒性化学物質については、排水の総合毒性試験を行う。

情報公開

住民、科学者参加できるだけ住民を巻き込む施策地元の科学者の意見の聴取各市町村の環境基本条例への湖沼保全の理念の導入

土地利用計画への環境配慮の導入

建設行政部門への生態系の専門家の導入

大型底生生物が干潟の物質循環に及ぼすインパクトおよび 人間活動が干潟の生物生産に及ぼすインパクトに関する影響

堤 裕昭 (つつみ ひろあき) 熊本県立大学生生活科学部 助教授

(略 歴) 1956年生まれ。九州大学理学部生物学科卒業、九州大学大学院修了、熊本女子大学助教授。

Rutgers University, Institute of Marine & Coastal Sciences客員教授を経て、
1994年より現職

(専 攻) 海洋生態学

(所属学会) 日本ベントス学会、日本生態学会、日本水産学会他

(著 書) 「魚類養殖場直下に堆積したヘドロ (有機汚泥) に対する生物浄化の試み」 (日本水産学会他)

「20年間にわたって大量の有機物負荷がかかってきた内湾域の海底環境と底生生物群集の特徴」

(日本ベントス学会誌)

「ベントスによる漁場底泥の環境修復」 (恒星社厚生閣)

干潟域は海洋生態系の中でもっとも生物生産性の豊かな場所である。有機物の生産量は年間に1,000~2,000gC/m²にも達するという報告例があり、その豊富な有機物生産に支えられて、生息する生物の現存量も2,000g~4,000gに達する場合がある。しかしながら、近年、沿岸域における都市の発達や産業の成達は、この生物生産性の豊かな場所の生態系を攪乱し、物理的に破壊することすら行ってきた。日本においては、高度経済成長に伴って、工業用地や農地の造成や、ウォーターフロントとしての居住地域や商業地域の開発のために、大規模に干潟を埋め立ててきた。その結果、わずか50年間に日本の干潟域の面積は半減している。

演者らは干潟域の生態系としての機能、そこに生息する大型底生生物の生態、その活動が干潟における物質循環に及ぼす影響、人間活動による干潟生態系の攪乱等の問題について関心を持ち、近年、共同研究に着手してきた。その具体的な研究テーマは次の通りである。

1. 高松市の干潟域

干潟における一次生産量の推定

生息する大型底生生物群集の動態、おもな大型底生生物の個体群生態と二次生産量の推定

人間の活動が干潟生態系に及ぼす影響 (貧酸素水発生の影響と人間の採集がアサリ個体群に及ぼす影響)

2. 北九州市洞海湾の干潟域 (北九州市環境科学研究所との共同研究)

干潟に生息する大型底生生物群集の季節変動とその季節変動に影響を及ぼしている環境要因について

(底生生物が干潟の物質循環に及ぼす影響、貧酸素水発生のメカニズムと大型底生生物群集への影響)

3. 熊本県熊本有明地区緑川河口干潟 (熊本県水産研究センターとの共同研究)

干潟に生息するもっとも代表的な大型底生生物の1種 (アサリ) の個体群動態

アサリ造成場における大型底生生物群集の動態

今回の報告会においては、これらの研究結果の概要の紹介し干潟生態系の特性および人間活動が干潟に及ぼす影響についての研究成果を報告する。

1. 底生の珪藻類の一次生産

高松市の干潟域において、底生の珪藻類の一時生産量を推定した。干潟域において底生の珪藻類の現存

量の分布を調査するとともに、室内実験によって底生の珪藻類の現存量あたりの光合成による酸素生産量から有機物の一時生産量を推定し、これらの結果を総合することによって、干潟域における年間の一次生産量を推定した。

2. アサリの二次生産と人間の採集による影響

高松市の干潟域において、おもな大型底生生物の個体群動態を調査し、現在、個体群解析および二次生産量推定の作業を行っている。今回は、干潟域のもっとも代表的な底生生物であるアサリの固体群動態および二次生産量の解析結果、人間によるアサリの採集量がアサリ個体群に及ぼす影響について報告する。

3. 大型底生生物と干潟域における物質循環の関係

北九州市の干潟域において、大型底生生物群集の現存量の季節変化を調査し、干潟域全域における大型底生生物の現存量の年間平均値を推定した。その値に生産量・現存量比（ P/B 比）の平均的な値を乗じることによって干潟域全域における大型底生生物の年間生産量を、消費量・同化量比（ C/A 比）および同化量・生産量比（ A/P 比）を乗じることによって干潟域全域における大型底生生物の年間生産量を推定した。これらの推定値に対して、現場の干潟域の沖合の海底における有機物の沈降流速の測定値を参考にして、干潟域に生息する大型底生生物が干潟域に沈降してくる有機物の分解にどの程度寄与しているのかについて推測し、これらの大型底生生物が沿岸域の環境の浄化に寄与しているのか否かについて考察する。

4. 沖合いにおける貧酸素水の発生と干潟の大型底生生物への影響

高松市の干潟域および北九州市の干潟域は、都市に隣接した閉鎖性の高い海域に付属した干潟域である。これらの干潟域においては、沖合いの海底において夏季に貧酸素水が発生し、その海水が時折表層付近に浮上しながら干潟域に移動してくる現象がみられる。東京湾で見られる青潮と呼ばれる現象と類似する現象であるが、その貧酸素水によって夏季から初秋にかけて底生生物の大量死が見られた。その結果、干潟に生息する底生生物の種組成や生物生産性に大きな影響が生じている。

5. アサリ漁場の衰退と復活

熊本県熊本有明地区の緑川河口干潟（ 37km^2 ）は、日本でも有数のアサリの生産地として知られていた。1970年代は年間水揚げ量が60,000トンを超えていたが、現在では5,000トンにも満たない状態に激減している。一方、アサリ漁場復活を目指した試みも始まっていて、一部で成功する成果も上がっている。元来のアサリ漁場、アサリ造成実験地アサリの個体群動態の調査、ならびに干潟に生息する他の大型底生生物の定量調査から、アサリ漁場衰退の原因と復活のための方策について考察する。

洲本市南部地域の環境特性の把握と大阪湾沿岸域の環境管理システムの構築

細田 龍介 (ほそだ りゅうすけ) 大阪府立大学工学部海洋システム工学科 教授
(略 歴) 1941年生まれ。大阪大学工学部造船学科卒業、大阪大学大学院修了、
大阪府立大学工学部助手 (船舶工学科)、講師・助教授を経て、1989年より現職
(専 攻) 海洋システム計画学
(所属学会) 日本造船学会、関西造船協会、Royal Institution of Naval Architects、
海洋気象学会、日本沿岸域学会等
(著 書) 「確率過程工学」(共立出版)
「海域環境創造事典」(沿岸域環境研究所)

1. 研究の背景と目的

閉鎖性海域は、人間にとって重要な環境財であり、交流・交易によって新しい価値を創造する文化のインキュベータでもある。また、生物にとっては、産卵場、稚仔魚の生育の場所であり、地球にとっては、生命の発生と進化の場であるとともに、生物の多様性の宝庫でもある。

世界各国において、人間活動の拡大に伴う閉鎖性海域の環境悪化が顕在化しているが、海域環境、海域生態系、海陸の関わりなどの複雑さなどのため、海陸環境を総合的に捉え、生物生態系にとって望ましい海域環境モデルの提案、陸上の人間活動を含めた海陸一体の環境管理モデルの構築に関しては大きな進展は見られない。

閉鎖性海域の代表の一つである大阪湾も同様な状況にあることができ、sustainable developmentを目指した研究の展開、海陸一体の環境管理モデルの構築および関連する情報の蓄積は極めて重要な課題である。

大阪湾口に位置する洲本市南部地域には、今なお優れた自然環境が残されており、由良湾とその周辺の豊かな漁場を前に海との関わりに生きる独特の文化を持つ由良の集落・が存在する。

由良湾という閉鎖性海域と密接な関係を持つこの地域をモデルとして、海域環境、陸海の連続性等の自然環境の特性、そこに生きる地域の人々の生活、社会文化活動、集落の特性の把握を行い、この地域の環境管理システムの検討を行った上で、sustainable developmentを前提とした大阪湾沿岸域の海陸一体の環境管理システムの構築を目指すことを目的として本研究は実施されている。

2. 研究の概要

研究は以下の手順で進められた。

(1) 環境に関する実体調査

実体調査は海域、陸域、海陸、人間活動、集落について、観測、聞き取り、アンケート調査により実施された。

- ①海域：潮流、水質、底質、生物 (プランクトン、魚介類)、藻場等
- ②陸域：気候、陸水水質、地質、植生、動物
- ③陸海：海岸線計状・性状
- ④人間活動：心理・行動、環境意識、社会経済活動
- ⑤集落：集落形成の歴史、集落特性、祭礼

これらの項目のうち、海域環境、陸域環境については年2回 (春期、秋期)、その他については随時行

われた。

(2) 環境の評価

実体調査に基づく望ましい海域環境モデルの検討、海－陸－人間環境の評価

(3) 環境管理システムの検討

研究メンバー、地域住民代表、洲本市が一堂に会して洲本市南部地域の環境管理のあるべき方向を検討し、地域の活性化につながる環境管理システムを提案

(4) 大阪湾沿岸域の海陸一体の環境管理システムの検討

大阪湾沿岸域の環境特性を把握し、(1)～(3)において展開された方法論の適用による、大阪湾沿岸域の海陸一体の環境管理システムのあり方の検討

3. 洲本市南部地域の環境特性

由良湾および周辺海域、成が島、後背山林、集落内部の環境および人間活動に関する調査の結果を表1にまとめて示す。

表1 洲本市南部地域の環境特性

項目		状態	環境特性の概要
海 域	湾内潮流	複雑	潮汐との関連が強い。停滞箇所あり。
	海水交換	良好	湾内南部は停滞気味。
	鉛直混合	良好	成層は存在しない。
	湾内水質	良好	富栄養化の兆しあり。
	湾内底質	良好	悪化の兆しあり。
	底生生物	多様	しずく貝を確認。
	卵・稚仔	豊富	漁獲量から見てもっと多くても良い。
	プランクトン	豊富	良好な状態。
海 陸	湾内藻場	不良	湾内の藻場はわずかしか存在しない。
	湾外藻場	良好	生石－熊田海岸は極めて良好。
	湾内海岸線	不良	生活系ゴミが大量に浮遊・堆積。
	周辺海岸線	良好	海岸線は自然の状態。漂着ゴミ散乱・堆積。
	干潟	不良	生活系ゴミが多い。
	陸海の連続性	良好	生石－熊田海岸は優れている。
陸 域	河川水水質		T-N濃度大→自然林からの供給。 T-P, TOC濃度大→原因不明。
	地下水水質 (井戸水)	不良	T-N, T-P, TOC濃度大→生活排水、海水？
	山林植生	良好	照葉樹林 (ウバメガシ、コナラ、クヌギ等)
	岩石		Fe, Mn含有
集 落 人 間	集落		平地に集落、高台に主要社寺。三段階の街路構造。 見える範囲の集落構造。
	生活		海・山への視覚的接触度高い。 海との関連が大きい。
	人的構成	過疎	行き止まりのない路地。 若者の流出。
	環境意識	良好	地域の自然環境を高く評価。 生ゴミのポイ捨て傾向あり。

4. 洲本市南部地域の環境管理システムの検討

4.1 環境管理システムの必要性

由良地域は豊かな自然環境を基本として、景観資源、歴史文化資源に恵まれている。しかし、自然との共存関係はこの地域にも波及している生活の都市化、大量生産・大量消費型経済社会システム等の影響によって崩れつつある。この地域の環境を維持・更新していくことは、地域の環境財産を守るだけでなく、大阪湾圏域における広域的な財産を守ることを意味することを認識する必要がある。

一方、若者の流出、地域社会の活力低下の問題、太平洋国土軸構想の中に大きく位置づけられている紀淡連絡道通過の問題等、環境と地域の発展に大きく関わる問題が解決されなければならない。

地域の特性と問題の総合評価、自然環境の維持・更新、地域の発展を視野に入れたsustainable developmentを目指すことが必要である。このためには、表2に示されるように人間と自然の関係を再評価する必要がある。

表2 地域の人々と自然環境の関わりの再評価

評価の項目	人々と自然の関わりの内容
残すべき地域の人々と自然との関わり	成が島での潮干狩り 海と山が日常的に感じられる生活空間 海や山との密接な関わりで育まれてきた伝統祭り
回復すべき地域の人々と自然との関わり	子供達の生活の一部であった海水浴・川遊び 季節のレクリエーション（海藻、山菜・薬草採り） 日常的・レクリエーションの場としての成が島の整備
改善すべき地域の人々と自然との関わり	海や河川へのゴミの投棄 河川への排水処理 漁業（育む漁業への転換） 埋立・垂直護岸の設置による自然形態海岸の消滅
新設すべき地域の人々と自然との関わり	地域の環境への理解を深め愛着を育む環境教育 環境維持ボランティア活動（漂着ゴミ広い、下草刈り等） 自然環境の調査、自然のメカニズム研究等学術調査研究 市民及び大阪湾圏域の子供・市民の体験教育・学習の場 地域の環境カルテづくりや、保全、回復ゾーン等の設定 環境維持、環境回復等に関する具体的行動

4.2 洲本市南部地域に望まれる環境管理システム

洲本市南部地域における環境管理システムの構築に向けて以下に示す取り組みを早急に推進することが望まれる。

(1) 循環型社会システムの整備

- ① 陸水環境への負荷低減と河川環境の再生、
- ② 海域環境への負荷低減と海域環境の保全・修復
- ③ 山林環境の維持と活用
- ④ 廃棄物の適正処理・リサイクルの推進

(2) 自然環境との共生関係づくり

- ① 適切な土地利用・空間整備
- ② 海陸の生物多様性の維持と野性生物の保護管理
- ③ 海陸の自然環境の健全な利用と産業の振興

(3) 地域社会の各セクターの参加による環境への対応

①各セクターにおける参加条件の整備

②環境教育・環境学習の推進

(4) 広域連携に向けての展開

①大阪湾沿岸各地域との連携

②大学等研究・教育期間との連携

これらの取り組みの推進に当たって、全体像の策定、地域住民の教育、取り組みへの積極的参加を促すため、更には、大阪湾圏域の各地域との連携拠点としての、由良・生石研究村の建設およびその核となる研究交流センター（既設）の整備・拡充が望まれる。

5.1 大阪湾沿岸域の海陸一体の環境管理システム構築に向けての提案

環境管理システム構築の理念

大阪湾沿岸域の環境の現況と問題点、環境管理システムの必要性に関する検討の結果、大阪湾沿岸域の海域一体の環境管理システム構築の基本理念を以下のように設定した。

- ① 環境は後の世代から預託されたものであり、共に生きることの認識が必要である。
- ② 大阪湾はこの地にすむ生物、人間の存立基盤である。
- ③ 海陸を一体のものとして生物の多様性を維持・回復することを目標
- ④ 自然環境、生態系の観点からの海陸の連続性に十分な配慮が必要
- ⑤ 世界の閉鎖性海域に持続可能な環境管理システムの考え方、モデルを提供

5.2 環境影響評価モデルの構築

環境管理システムモデルを構築するに当たって必要である、環境影響評価モデルの構築を行った。モデルの構築に際しては、陸域の人間活動、不連続な自然現象および海域生態系の浄化作用等、現象を支配する時間・空間スケールが大きく異なるすべての現象を統一的に扱うために、システムダイナミックスの手法を基本とした。手法の妥当性の確認のために、大阪湾域における過去約20年間の諸資料、環境に関する諸データを収集し、位置を特定しない状態でhindcastを実施した。実際に得られる資料、データが限られているため精度の高いシミュレーションとはなっていないが、モデル構築手法の妥当性を確認することができた。

洲本市南部地域の環境管理システムに関しては、洲本市および周辺各地域における人間活動に関する諸資料および陸域、海域の環境に関する観測データを整備中である。

また、大阪湾沿岸域の環境影響評価についても、諸資料、データの確保に向けて努力中である。

参考資料

(財)日本生命財団助成研究「洲本市南部地域の環境特性の把握と大阪湾沿岸域の環境管理システムの構築」研究報告書、海域環境研究会、1997.3