

# 序文：海洋環境研究の新たな展開：生態系管理の視点

原島 省<sup>1</sup>・小池 勲夫<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>独)国立環境研究所・<sup>2</sup>琉球大学)

海洋環境に関わる事象のうち、近年最も緊急性が高まっているのが生態系管理、特に沿岸海域の環境・生物多様性・資源の保全に関わる問題であろう。ここで、沿岸海域とは、内湾、干潟、河口域、浅海域、大陸棚、縁辺海、半閉鎖性海域などを含めた領域の総称とする。また、生態系管理とは、各系が果たす生態系サービスを維持するという意味を込めた語である。ちなみに、Costanzaら<sup>1)</sup>による生態系サービスの価値勘定(ヘクタール・年当たり)では、陸域平均値が804ドル、外洋平均値が252ドルであるのに対して、沿岸海域平均値が4,052ドルと格段に高い値が試算されている。また、国連主導で行われたミレニアム生態系評価では、地球全体での生態系サービスの低下が懸念される中で、流域～沿岸海域が特に深刻な状況にあることが示されている<sup>2)</sup>。

このような生態系管理の問題は多岐にわたるため、それらを体系的に網羅することは現状では難しく、一方、概論に終始するのでは環境施策など実際面での要求を満たさないと考える。そこで今回の特集ではこれらの課題に具体的に関わっている方々に、任意の形で寄稿を仰いだ。また、各課題の紹介とともに、環境管理に向けての指摘、提言、内外の取り組みレビュー、新規の概念・方法論などのメッセージ性を込めていただくことにも心がけた。

冒頭の①柳報文は、日本から発信されつつある「里海」をキーワードとし、その実例を紹介している。海域の生態系管理は水産の持続可能化と切っても切れない関係がある。②小松報文は、諸外国の漁獲割り当て方式やわが国であるべき制度を紹介し、あわせて水産に対する短・中期の人為影響やより大きな時空間スケールの海況環境変動の影響を述べている。③上報文は、近年のクラゲ増大、特に東シナ海からのエチゼンクラゲ漂着問題について触れ、対策案についても触れている。④北澤報文は、人間活動が地球表層のもつ生態的な機能に対し、どの程度の負荷を与えているかを定量的に評価する手法である「エコロジカル・フットプリント」を海域養殖に適用する試みを紹介している。

次の3報文は海域の底生生態系に関する問題を取り扱っている。⑤金谷・菊地報文は、干潟の底生動物(巻貝)が陸域起源・海域起源のどちらの有機物を栄養源としているかの課題を中心として、富栄養化・貧酸素化、外海との海水交流に対する沿岸域改変との影響を考察している。⑥川井・上井・羽生田報文は沿岸域の底生植物相(海藻・海草)における外来種移入の問題を遺伝子解析に基づいて述べている。⑦向井報文は、近年干潟や藻場の保全や創造が公共事業として行われているものの、本来の目的にそぐわない点が多々みられ、今後のチェックや改善が必要であることを指摘している。

近年、陸域から流下する各物質の過不足が海域の生態系に影響を与える可能性が議論されている。⑧原島報文は、人為影響によって河川経由のケイ素の流下量が窒素、リンに対して低下し、このためケイ藻類/非ケイ藻類の相対的優位性が変質するという「シリカ欠損仮説」について述べている。

概念の進歩とともに、科学的手法の進歩も重要な要素である。近年、⑤で用いられた安定同位体解析、⑥の遺伝子解析は、物質あるいは当該種の移動特定の手法として一般化しつつある。⑨木暮報文では、微生物群集について後者をさらに発展させ、各遺伝子の発現により環境における機能の考察(環境ゲノミクス)、および多量のデータの処理・総合的解析をめざしたバイオインフォマティクスの手法を紹介している。最後の⑩白山報文では、海域の生物多様性を評価するための基礎作業として、「すべての海洋生物の人口調査というとてつもない」国際プロジェクトを紹介している。

これらの研究が最終的に科学と環境政策を融合する方向性に役立つことが好ましいことは言うまでもない。そのような議論は、すでに国際的に進行しつつあり、その代表的な1つとして2007年にSCOPE、SCOR、IUGG<sup>3)</sup>によって共催された「陸域から半閉鎖性海域への物質流入に関するシンポジウム」がある。ここでとられた方式は、研究発表形式とは異なり、世界中から選定された研究者が8つのグループにわかれて4日間議論を行い、それぞれの報告書をまとめ<sup>4)</sup>、その後のメールによる意見交換と資料補足を経て最終的にSCOPEシリーズの出版物<sup>5)</sup>にまとめるというものである(Rapid Assessment System)。取りまとめ方としては、各問題の具体性をそこなわず、かつ簡潔に整理して政策決定者に訴えることが目標である。これは至難の技と言えるが、ここではそのまとめで示されたキーワードの中から「履歴的閾値」を紹介する(図)。すなわち、人為影響(横軸：栄養塩や汚濁負荷、漁獲圧、海域改変等々)が増加していくと、環境の質(縦軸：生物現存量・多様性、生態系サービス等々)が劣化していくが、はじめは目立たず、ある値(劣化閾値)を越えたところで急激に劣化が進む。これは「浄化機能」を果たしていた生態系サービスの喪失分が相乗効果となるためである。事態が進行してしまった最悪の状態から改善の努力を始めてもしばらくは効果が現れず、劣化過程に比べてはるかにきびしい値(回復閾値)を満たして始めてやっと緩慢な回復がみられるようになる。この両方の閾値の差が履歴分(ヒステリシス分)であり、海域の閉鎖度が高いほど大きくなる。このように生態系サービスの喪失は「取り返しがつかない」ことはないが、取り返すためには膨大な時間とコストを

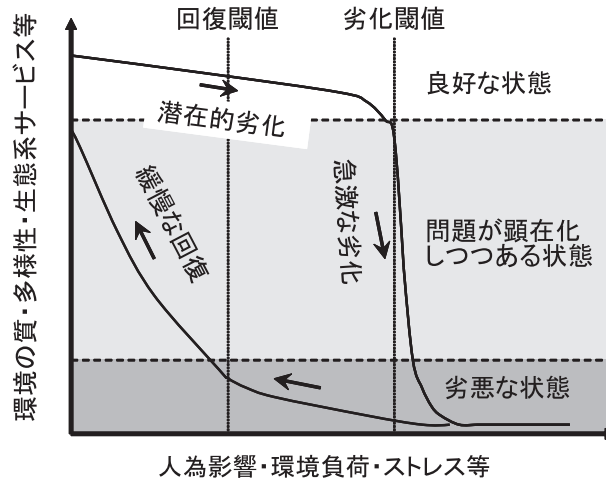


図 海域環境の劣化・回復過程における「履歴的閾値」(Hysteretic threshold)の模式図。  
Urban ら<sup>9)</sup>の Figure 3-1 をもとにして作成。

要することになる。

この「履歴的閾値」は決して新しい概念ではなく、本特集の各報文の事例ほとんどすべてに当てはまる点があると言ってもよい。したがって、各報文の趣旨が何らかの形で遅滞なく環境政策に取り込まれることが望まれる。わが国の沿岸海域は、事例の豊富さの点で勝り、今後世界に情報を発信できる可能性は高い。最後に、寄稿いただいた各筆者諸氏ならびに真剣に議論に加わっていただいた査読者諸氏に心より感謝する次第である。

- 1) Costanza, R. *et al.* (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, 253-260.
- 2) Millenium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, World Resources Institute, Island Press, Washington DC.
- 3) ICSU (学術会議の国際版)の傘下に SCOPE(環境問題科学委員会)、SCOR(海洋科学委員会)、IUGG(国際測地学及び地球物理学連合)などの委員会が設けられて、国際的な連携による各分野の科学振興をはかっている。
- 4) 同様の形式の会合は何度か開かれたが、このシンポジウムでは、ドイツレーメンの郊外に 40 名ほどの研究者が缶詰になり、各分野問題についての 4 グループ(物質循環、食物連鎖、貧酸素化、生態系サービス)とクロスカット問題についての 4 グループ(気候変動/海域バリアビリティ、擾乱に対する閾値的な応答、半閉鎖性海域の管理、統合手法)にわかれて議論した。ユニークなところは、ウェブサイトが設けられ、そこに参加者の論文 pdf、進行中の会議情報などがアップロードされて持参の PC で閲覧しながら議論を進める点である。また、複数グループの合同議論、他グループの傍聴、中間報告とそのレビュー等の時間も設けられ、各参加者が全体に関わる工夫がなされていた。
- 5) Urban, E.R. Jr. *et al.* eds. (2008) *Watersheds, Bays, and Bounded Seas: The Science and Management of Semi-Enclosed Marine Systems*, Island Press (SCOPE Series 70).

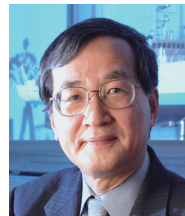


原島 省

Akira HARASHIMA

(独)国立環境研究所 海洋環境研究室前室長。1950 年埼玉県生まれ。京都大学大学院で地球物理学を専攻の後、1980 年に国立公害研究所(現在の国立環境研究所)に入所。1992～2010 年度の

間、水圏環境研究領域海洋環境研究室長を務めた後、2011 年度から同研究所企画部勤務。本来の専門は海洋物理学であるが、地球環境システム全体に興味をもつ。マウナロアの大気 CO<sub>2</sub> 観測のひそみにならい、海洋の SiO<sub>2</sub> 欠損を中心的なテーマとして、フェリーを移動体プラットフォームにして 20 年近く観測を続けた。著書に、『海の働きと海洋汚染』(裳華房、1997 年)など。



小池 勲夫

Isao KOIKE

琉球大学監事。1944 年東京生まれ。1975 年東京大学理学系研究科博士課程修了、1976 年東京大学海洋研究所助手に採用され、1979 年同助教授、1988 年同教授を経て、2001 年同研究所所長

(2005 年まで)。2007 年琉球大学監事。現在、日本海洋学会会長、文部科学省科学技術・学術審議会海洋開発分科会会長など。研究分野は海洋の窒素・炭素などの生元素の循環と微生物代謝で、研究船白鳳丸などによる北太平洋、ベーリング海、南大洋などでの主に表層生態系を対象にした研究航海に加えて、沖縄、フィジー、タイなどの臨海実験所での海草藻場、サンゴ礁における物質循環の研究を行った。研究手法は主に実験的なアプローチを用い、プロセス研究が中心である。編著書は『海底境界層における窒素循環の解析手法とその実際』(産業環境管理協会、2000 年)、『地球温暖化はどこまで解明されたか』(丸善、2006 年)、『海洋問題入門』(丸善、2007 年)など。