

「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」 研究プロジェクトのねらい

RESEARCH PROJECT FOR ENVIRONMENT IMPACT ASSESSMENT TECHNIQUE
FOR ECO-COMPATIBLE RIVER-BASIN MANAGEMENT AROUND ISE BAY

辻本哲郎¹・戸田祐嗣²・尾花まき子³
Tetsuro TSUJIMOTO, Yuji TODA and Makiko OBANA

¹フェロー 工博 名古屋大学大学院工学研究科教授 社会基盤工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

²正会員 博(工) 名古屋大学大学院工学研究科准教授 社会基盤工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³正会員 MSCE 名古屋大学大学院工学研究科研究員 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

“Environment Impact Assessment Technique for Eco-Compatible River-Basin Management around Ise Bay” is the research project adopted as “Special Coordination Fund for Promoting Science and Technology” by Ministry of Education, Culture, Sports and Technology during 2006-2011, where Nagoya University is a core organization and several national institutes committed to multiple ministries. This paper explains the basin concepts of this research project, which is represented by the terms “eco-compatible river-basin management” and “ecosystem service”, and the framework of the research plan which is composed of the 5 sub-themes: (1) Vision of river-basin management and social scenario; (2) Strategic comparisons of proposed alternative sets of programs for improving or restoring ecosystem service; (3) Evaluation of ecosystem service; (4) Mechanism of ecosystem and mitigation techniques in river-basin; and (5) Mechanism of ecosystem and mitigation techniques in bay area. The river-basin around the Ise bay has still significant portion of un-urbanized area, rural and unexplored area and eco-compatible management is expected to enhance island ecosystem and bay area environment where fishery is active in balance with natural ecosystem in bay area. The research strategy is focusing the basic landscapes which constitute ecosystem and human activities in the river basin, and attempt to integrate ecosystem services of individual sub-landscapes for evaluating and mitigating the quality of river-basin.

Key Words : *Eco-compatible river-basin management, ecosystem service, environment impact assessment, landscape management, agriculture, fishery, and Ise bay*

1. まえがき

「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」研究は、文部科学省科学技術振興調整費・重要課題解決型研究(国際競争力があり持続的発展ができる国の実現)の課題「持続可能な流域圏管理技術の開発」に平成18年度採択されたもので、期間としては5年が見込まれる。重要課題とは、「国家的、社会的に重要な政策課題であって、単独の府省では対処が困難であり、政府として速やかに取り組むべき課題について、産学官の複数の研究機関による総合的な推進体制の下で、具体的な達成目標を設定し研究開発を推進する。また、科学技術政策に必要な調査研究を実施する」とされるもので、本課題では名古屋大学を中核機関として、国土交通省、環境省、農林水産

省の関連国立研究所と連携した研究組織を組み、流域圏の土地利用・管理形態に対応させ、また、こうしたことで、行政との情報交換を疎通し、研究と政策策定・施策実施との関連性に配慮している。

本研究プロジェクトの特徴は、次のキーワードに代表される。「自然共生型」、「流域圏」、「生態系サービス」そして地域性としての「伊勢湾(流域圏)」である。

「自然共生型流域圏」は内閣府総合科学技術会議による第2期科学技術基本計画(2001-2005)の重点分野・環境の「自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブ」の実績を引き継いでいる。そこでは、主たるフィールドが東京湾であり東京湾環境を流域環境の鏡としてその再生を標的とした。本プロジェクトでは「伊勢湾」をフィールドにしている。それは、伊勢湾がなおい水質問題を抱えていること以上に、それに流入する河川が抱える流域が、

都市とともになお農地や自然地を有しており、都市も含めた「自然共生型」シナリオが有効と考えられるからであり、またこうした湾域を河口にもつ流域はわが国になお抱えており、東・東南アジアにも汎用的な環境管理技術になりうるという見通しをもっている。こうした地域でも都市・農地に代表される人間活動のインパクトが流域圏レベルや湾域に顕在化する環境変質をもたらしており、さまざまな環境影響緩和と努力も始まっている。こうした環境緩和と努力もたいていは高エネルギー投入型で実現されているのであるが、それを積極的に「自然共生型」に変えていこうというのが本研究の動機で、そのために保全される「生態系」を環境の鏡とし、また高エネルギー投入に置き換えられるものとして「生態系サービス」を想定し、これを環境管理の「鏡」とすることによって、「自然共生型流域管理」の意味も明確化された。また、第3期総合科学技術基本計画(2006-2010)では「地球規模水循環変動研究イニシアティブ」と統合、「水・物質循環と流域圏研究領域」に改組された。その転換には、「都市と周辺の地域間の秩序を保ち、源流から沿岸域に至る流域圏に多様な自然・社会環境基盤を形成して、環境負荷が低く、かつ災害に強い、自然と共生する流域圏を構築する」とある。都市の再生以上に都市と周辺地域間の秩序に移行しつつある重心を見据え、伊勢湾型自然共生流域管理手法に焦点をあてた。

なお「流域」については、「水循環」の陸側での単位で、これによって駆動される「流砂系」が陸域基盤の大方をつくり、水・土砂の輸送に伴ってさまざまな物質が移動・変化させられる。とくに有機物・無機物の間で変化する生元素の輸送・変化過程は、生態系を育む。水成地形は生息場を支配し、生元素輸送・変化は生態系のエネルギー源である。すなわち、流域管理とはこうした複合系の管理であると捉らえている。また「流域圏」は、流砂系で規定される氾濫原や沿岸域、また洪水浸水、利水受益地なども加味した領域で定義されたものである。

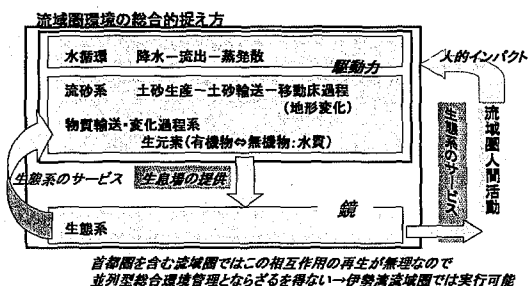


図-1 流域圏環境の捉え方

2. 伊勢湾流域圏

伊勢湾流域圏は伊勢湾に流出する河川の流域の複合体と捉えている。図-2に示すように、一級水系だけでも宮

川、櫛田川、雲出川、鈴鹿川、揖斐川、長良川、木曽川、庄内川、矢作川、豊川の10河川の流域を含む。すでに述べたようにこの流域圏は名古屋大都市圏を含みながらも、その周辺に農地・自然域が残されており、その農業生産高は図-3に示すように全国有数の地位にある。一方、伊勢湾は全国有数の漁獲高を誇る。こうした中で、伊勢湾の水質といえ、図-4に示すように、なお改善が進んでいない。それは、農地・森林域面積が多くまた家畜頭数も多く面源負荷低減が進んでないこと、伊勢湾の水域が浅いこと、また外洋に開口していてそちらからの負荷流入も無視できないなどによる。図-5には湾域へ流入する窒素負荷量の内訳を示すものであるが、東京湾では下水道処理という人工系を経由するものが多いのに対し、伊勢湾では下水道処理率がいまだに低く、また小規模事業所や農林水産系排水のしめる割合が多い。東京湾流域圏が湾域水質を「鏡」として流域圏研究を進めてきたのに比べて、本研究では、上記のことを背景に流域圏の生態系と湾域での水産とバランスした沿岸環境を「鏡」と位置づけた。



図-2 伊勢湾流域圏

なぜ、伊勢湾流域に注目するのか？

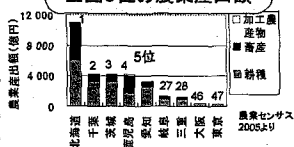
伊勢湾流域は、生態系サービスとしての食物生産の機能がきわめて大きい

伊勢湾内は、全国有数の漁業生産高

単位	貝類 (t)	魚類 (t)	海藻 (t)	海産 (t)
佐賀	47	1	681	
兵庫	6	1	526	
福岡	50	4	456	
熊本	43	8	429	
宮城	15	1	453	
岩手	5	12	442	
愛知	154	43	224	
三重	132	23	194	
千葉	109	18	209	
香川	10	0	310	

平成16年度・愛知県農業生産統計より

愛知県 全国5位の農業産出額



順位	都道府県	市町村	産出額
1	愛知県	豊橋市	514
2	北海道	別府町	447
3	愛知県	豊奥町	404
4	愛知県	田原市	356
5	宮城県	郡山市	336

伊勢湾海域とは、大王崎と伊良湖崎を結ぶ線の内側
伊勢湾流域とは、同海域に流入する河川流域
中部地方産業局 伊勢湾再生推進会
* 図1Pから

図-3 伊勢湾流域圏の農業・水産活動

伊勢湾の水質改善は依然として緊急の課題

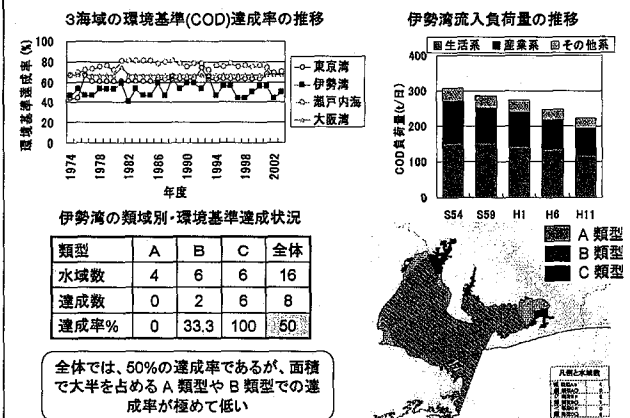


図-4 伊勢湾の水質状況

窒素負荷量の内訳

首都圏流域の都市域負荷がきわめて大きいタイプと異なり流域での対応が求められている

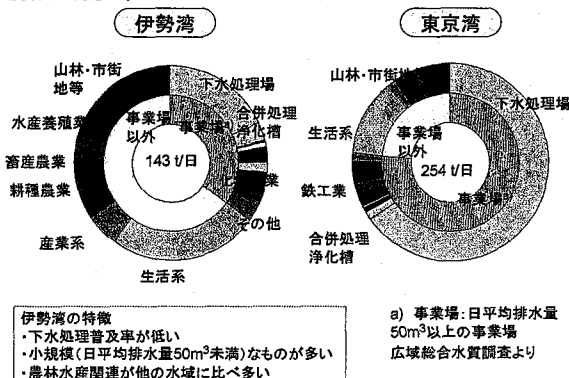


図-5 湾域へ流入する窒素負荷量の伊勢湾・東京湾の比較

3. 研究実施体制

本研究ではこれまで述べた背景から、以下の5つのサブテーマでの構成を考えた(図-6参照)。(1)自然共生型流域圏管理ビジョン・シナリオの戦略統合、(2)自然共生型流域圏管理シナリオの作成と戦略比較、(3)流域圏における生態系サービス評価モデル構築、(4)陸域生態系の機構解明と修復技術開発、(5)海域生態系の機構解明と修復技術開発。(1)は既述のように、流域圏管理に自然共生型シナリオを持ち込む論理を整理し、環境影響緩和に生態系サービスの概念を持ち込むことの優位性(持続性の観点から)を明らかにするほか、研究全体の駆動と調整も同時に行う。また、伊勢湾に流入するさまざまな水系の流域委員会や、2007年3月に伊勢湾再生行動計画を策定した「伊勢湾再生推進会議」との連携、パイロット事業の提案とその展開を社会実験としてフィードバックさせるような仕掛けにも関わっていくところとしている。(2)は、(1)を政策や施策群として具体化して

戦略比較することに備える。(3)は戦略比較の要諦である生態系サービスの評価手法にかかわる。現実には、(1)、(2)でも、また、個別景観を扱う(4)、(5)でも生態系サービスの具体的想定や提案が必要で、(3)ではしばらくは評価モデルの先行的提案にかかわり、後半では生態系サービスモデルの標準化にかかわることになる。(4)、(5)は、それぞれ流域と沿岸域・湾域における生態系の構造を把握し(生態系サービスを指標化して表現)、人的インパクトによる変質機構の理解から修復技術開発に向かう。たとえば、さしあたって流域では、河川のさまざまなセグメント(砂床、礫床河道)や人工構造物周辺(ダム下流、水制群区間、放水路など)、取水・農業用水路のネットワークや都市と農地の物質循環などが着目され、沿岸域ではアサリに着目した生息場とアサリの浄化機能に着目するほか、湾内流動、水質動態・生態系シミュレーションモデルなどのツールに関する研究を行う。それぞれのサブテーマに各研究機関を配し、研究機関ごとに研究運営でき進行管理できるよう配慮したが、すでに述べたように実際にはすべて相互の重複した研究活動となり、頻繁に研究会を開催して、相互の情報交換を行うとともに、「生態系サービス」の考え方やそれを引き出す「施策群」などについて、議論の中からコンセプトを固めていく。

一方、河川工学、砂防森林学、水資源流域管理学、水質工学、生態環境工学、農業工学、水産生態学、公共経済学の専門家および、関係する行政機関からなるアドバイザーを設置、年数回アドバイスをいただいている。

研究体制図

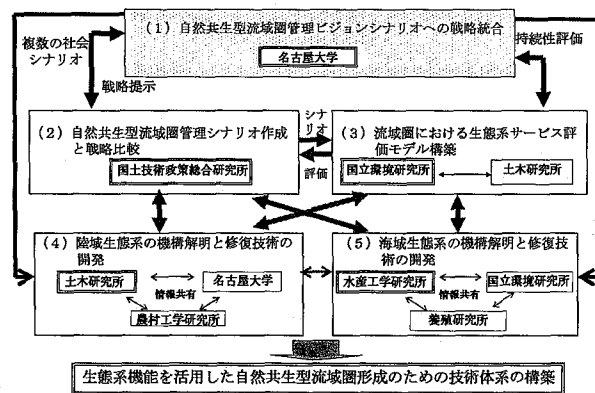


図-6 研究体制

4. 研究戦略—類型景観と生態系サービス

本研究の対象領域は、既述のように伊勢湾に流入する多数の流域と沿岸域・湾域の総合体であり、その全体像を「類型景観の集合体」として捉える戦略をとっている。従来適切なメッシュで分割した流域統合モデル(たとえば水・物質循環モデル)を工夫することが多かったが(本研究でも、このようなモデルに基づく検討を併行して行

なう), 本研究では, 類型景観のネットワーク(「団子と串」と呼んでいる, 図-7参照)を流域圏(複数流域と沿岸・湾域)の上に組んだモデルで, 流域圏を表現している。そして類型景観での生態系の構造, 機能を評価した「ストック」, 「変化」とそれらをつなぐラインでの「フロー」・「フラックス」を評価して流域圏全体の評価を行なうという方法論である。また, 各類型景観はより小さなスケールのサブ類型景観から構成されており, こうした階層性を認識することが重要である。すなわち, 類型景観の中でもサブ類型景観から成り立つ構造とそれぞれの生態的機能(ecological function: たとえば生息場を提供していること)とそれの固有な生態系とそのサービス(ecosystem service)が評価でき, その総和として類型景観の評価ができるという考え方である。ここでの, ecological functionとecosystem serviceは, 景観の中で物理場(無機物系)と生物相の間の互惠関係である。生息場を提供しているような類型景観の生態的機能はPHABSIMあるいはHEPという手法で評価でき, 生態系サービスは生息量(バイオマス)と生態系サービス(たとえばCO₂吸収量)との関係(PHABSIMにおける選好曲線に相当)およびPopulation dynamics modelの応用での評価が期待できる。このように, 各類型景観着目型の研究戦略については共通認識ができてきた。

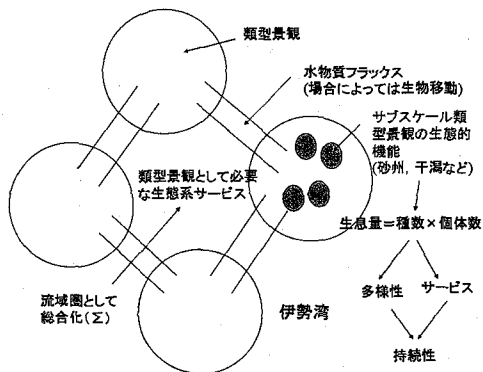


図-7 研究会メモとして残された類型景観の概念

5. 社会シナリオと施策群

さまざまな人的インパクトによって今後の発展や持続性が阻害され疲弊につながる変質を受けている流域圏がある。本研究プロジェクトでは, それに対して流域圏(流域と沿岸域・湾域)の生態系を「鏡」としてアセスメントする技術・手法の開発を目指す。流域圏疲弊の修復(持続性確保)への社会シナリオとしては, ①高度な技術力依存型, ②循環型社会志向, ③自然共生型, ④生活様式改革型などがあげられるが, 本研究では③を前提とした。すでに流域圏変質の認識から修復施策も始まっているが, ①, ②ではいずれも高エネルギー投入が避けられず, こうした施策も含めて自然共生型に向けた施策群提

案とその実効性評価を課題とした。④は, 生活様式における直接的な環境負荷解消やエネルギー消費源を見込んだものであるが, それらを当初から考えるものではない。自然共生型施策群への移行による修復効果を最大化することを当面の目標とするが, サブテーマ(1)では若干の社会シナリオ比較も行う。

上述の研究戦略の成否は, (i)流域圏を適当な個数の類型景観に分類でき, (ii)それぞれの類型景観で生態系の構造・機能が評価でき, (iii)それを生態系サービスという概念の上で定量化でき, (iv)それらの総合体として流域圏を表現でき, 持続性指標として統括できるかである。以上が, 生態系サービスを指標とした流域圏環境影響評価技術にかかわる分である。アセスメント, 流域管理としてはさらに, この流域圏がどのように変質してきたかを, 人的インパクトに対する環境・生態系のレスポンスとして捉え, その過程を上記の流れで記述できるか, また, それに基づいて, 自然共生型としての環境(生態系)修復技術を提示できその効能を評価できるかである。こうした戦略での研究全体の駆動がサブテーマ(1)の役割である。

サブテーマ(4), (5)で先行的にいくつかの類型景観で生態系の構造・機能に関する研究がスタートしているが, サブテーマ(1)は, 流域圏全体の中でこれらの類型景観の位置づけと, なお研究を要する類型景観の抽出が現時点での課題である。

サブテーマ(2)は, 自然共生を原則とした社会シナリオを施策群としてシナリオ化する。逆にサブテーマ(1)では, こうした施策群の自然共生型の中での位置づけが検討される。すなわち, サブテーマ(1), (2)はシナリオの統合と分割の関係にある。

サブテーマ(2)では, 各類型景観あるいは流域全体の変質を政策や社会の変化の中で捉えるとともに, インパクト・レスポンスの仕組みを整理して, 自然共生型の環境修復施策群についてさしあたってメニュー出しを始めている(図-8, 国土技術政策総合研究所)。これによってサブテーマ(4), (5)では各類型景観での生態系構造の理解とモデル化のレベルが適切か否か自己診断できる。

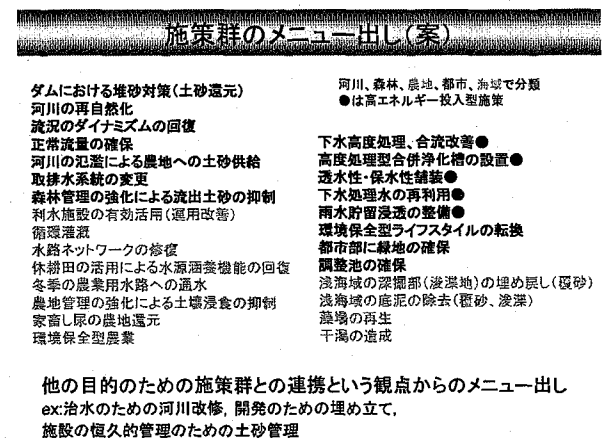


図-8 自然共生型シナリオの元での施策群の例

6. 流域生態系の構造と生態系サービス

本研究のアセスメント技術の特徴は、生態系サービスという評価視点であり、その作業基盤をサブテーマ(3)においている。サブテーマ(3)では、生態系サービス評価モデルを先行的に検討する。それらはサブテーマ(1)、(2)で、持続性や自然共生型施策の評価になじむかをチェックされ、サブテーマ(4)、(5)には、生態系機能の解明が生態系サービスという概念で指標化できるかという視点を持ち続けさせるよう働きかける。

流域(沿岸域・湾域から見て陸側)については、現在次のような景観に取り組んでいる。

(A)豊川下流部では、本川部と放水路の生態系の相違、氾濫原(水田の営農法の変化や土地利用変化)との水路網による「連結性」の変化による生態系機能の変化が着目されている。GISを用いた水路網ネットワーク把握の自動化などの技術開発も進められている(土木研究所)。

(B)矢作川では、明治用水の取水による本川砂河川生態系の変化を、付着藻類の繁茂・剥離とSS増加に着目して研究がされている。また、明治用水が利用される氾濫原での茶畑利用と施肥が地下水移動において水田域で脱窒されて河川に戻るシナリオを想定し、氾濫原での水田・茶畑・住宅地配列との関連を議論する研究にも着手している。このシナリオは、砂州を伏流する過程での水質浄化機能(生態系サービス)を砂州のサブ景観の配列と関連づけ(砂州景観保全戦略を導出し)ようとする研究とのアナロジーで進められている。矢作川中流部ではダムの影響による礫床河川生態系の変質と修復について、付着藻類、底生動物、魚類からなる単純化生態系モデルでの検討もこれまでになされている(名古屋大学)。

(C)木曽川下流水制群区間を対象に、水制群の塩水の挙動への影響を通して二枚貝生息場がどのように影響されているのかが着目されている。この区間では水制群に誘起されたワンド地形や植生それによる水質動態の検討もこれまでから継続しているところである(名古屋大学)。

(D)農業用取水施設(頭首工)は、河川水系の中だけでなく、氾濫原水域との魚類移動にかかわっている。これに関連して堰周辺河床の経年変化と魚道の機能がチェックされている。また、農地に灌漑された水が河川に戻るまでの間の土砂動態も着目されている(農村工学研究所)。

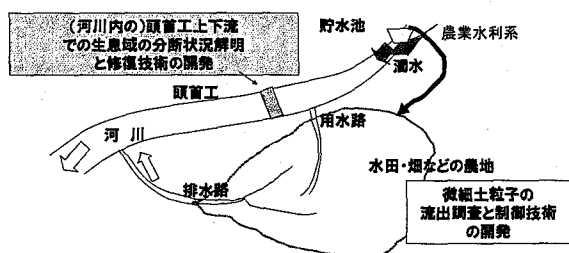


図-9 河川と氾濫原農地

(E)河川下流部の汽水湖が劣悪な水質環境となっていることも、この地域の典型の一つで(伊勢湾・三河湾との比較)、明治用水の排水河川群が流入する油ヶ淵を対象にして、水質・底泥動態が研究されている(土木研究所)。

(F)櫛田川河口部は、現在なお堆積傾向の河口部の典型で、ここにおいて植生、底生生物の空間分布などが調査され、こうした調査結果を景観の持つ生息場機能、生態系サービス評価に活用するロードマップ的なものが提案されている。図-10は、4章で述べた評価シナリオを具体的にイメージさせるものである(国立環境研究所)。

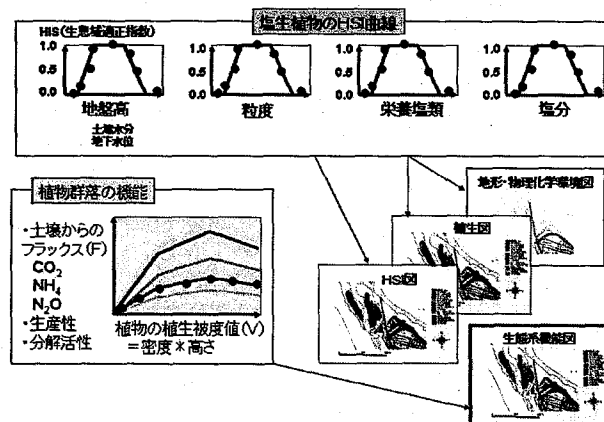


図-10 河口部生態系についての生息場・生態系サービス評価のアウトライン

流域では河川域での研究が主体で、若干河川と隣り合う氾濫原に言及したものもある。これらは、類型景観が自然地形に支配されていて自然共生型シナリオが想定しやすいことと関係している。

類型化された河道景観ごとの生態系の質については、これまでも研究の構成メンバーでの研究蓄積があり、これらも援用して、流域全体の河川水系部分を代替的にカバーできるかについては、サブテーマ(1)でも検討中である。また自然河道区分というより、人為的インパクトの厳しい典型例も、今後抽出・追加していく必要があるかもしれない。

7. 沿岸生態系の構造とサービス

沿岸域と分類したものは、(ア)海岸域、(イ)沿岸域、(ウ)湾域である。(ア)は河川の影響を受ける典型が6章の(F)であり、河川の影響を受けない典型での同様の調査との比較で伊勢湾海岸線域をカバーする予定である(国立環境研究所)。(イ)では、既述のようにアサリが注目される。これは、沿岸景観(砂浪、砂漣などの海岸地形、風、波浪などのその他の物理条件、ノリ養殖などの人間活動)と大きな関連があり、また水産活動としてこの地

域の特徴的なものである。こうした視点でまず、アサリの収穫量が大きい櫛田川河口周辺がフィールドとなった。

底面付近流速なども含めた沿岸域の地形を詳しく調査し(図-11)、それと底生動物の生息場の関係を明らかにしようとしている(水産工学研究所)。

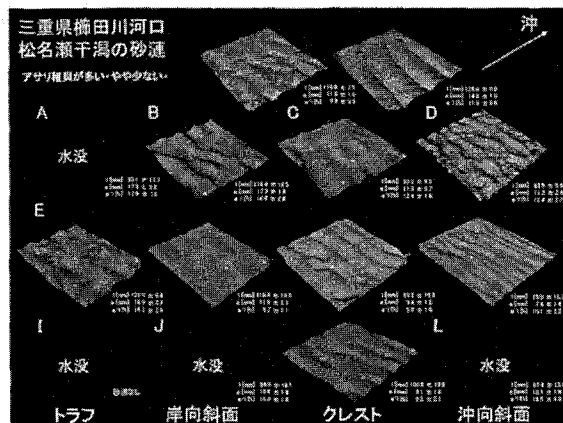


図-11 沿岸地形の詳細調査

アサリについて、三重県・愛知県は主たる漁獲量を誇るにもかかわらず近年生産量低下に歯止めがかからない(図-12参照)ことにより、その回復が課題である。養殖研究所、国立環境研究所では、ノリ養殖の衰退からノリ網によって保全されていた物理環境(静穏環境や地形)が生息場提供機能を有していたものと想定し、櫛田川河口周辺沿岸でノリ網構造を設置しての現地実験を中心としたアサリの生態についての研究に着手している。とくに養殖研究所では、アサリの生活史との関連にも配慮して、アサリ幼生来遊量や着底稚貝の密度を調べて保護網の効果を検証しようとしている。国立環境研究所では、さらにアサリなど二枚貝の成長速度から水質浄化能を推算することや、覆砂、人工干潟などによる修復技術の研究に進もうとしている。

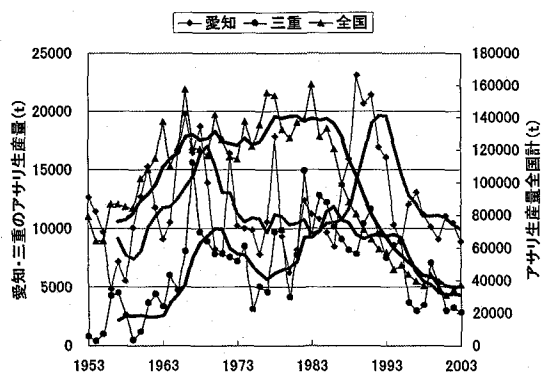


図-12 アサリの生産高の経年変化

海岸・沿岸域の状況は陸域からの物質のフラックスの影響を強く受けるという視点も重要である。図-7のシステムの中での役割としての評価へ進む必要がある。一方、

アサリ生産量の減少には貧酸素水塊の接触の議論があり、また一方では、沿岸域を通して陸域から湾内への流入負荷が湾内水質に影響する。この視点で、沿岸域周辺の生態系モデル作成、湾内水質動態シミュレーション(国立環境研究所)と連携させた検討も今後の課題となっている。

伊勢湾域の環境目標は、陸域からの負荷削減による水質浄化という単純な図式ではなく、湾域生態系を沿岸水産業による人工付加的な系の連動の中でバランスをとることがひとつのヒントになっている。

人間活動の関与の仕方を変えていく(ノリ養殖や貝類増養殖の積極的導入)ことによって生態系サービスを向上させる

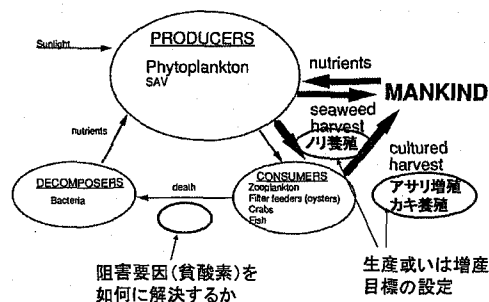


図-13 漁業生産と連携した沿岸域均衡生態系のイメージ

8. あとがき

本文は、平成18年度採択の文部科学省科学技術振興調整費での「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」研究プロジェクトのねらいを解説したものである。広域な流域圏環境アセスメントを俯瞰的な統合モデルでなく、類型景観での生態系の構造や機能を見極めながら、その総合体としての評価技術を確立しようとしている。とくに、自然共生型シナリオにたつて、個別施策群を連携して効果を挙げようとする流域管理には必須でかつアピール性のある提示が可能と考える。加えて、その要素であるメカニズムやダイナミズム解明の研究が同時並行で展開・発展するのも魅力である。

謝辞：本文を取りまとめるにあたり、平成18年度文部科学省科学技術振興調整費による本研究プロジェクトのメンバーの成果を研究会資料から引用した。

参考文献

- 1) 伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発HP：
<http://www.civil.nagoya-u.ac.jp/~crp/>
- 2) 伊勢湾再生推進会議HP：http://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/isewan_saisei/index.htm
- 3) 独立行政法人科学技術振興機構HP：<http://www.jst.go.jp/>
- 4) 名古屋大学工学研究科：Press e, No.20, pp.2, 2006.

(2007.4.5 受付)