

沿岸域の再生に向けて
—自然再生の包括的計画・管理システムの構築—

沿岸海洋研究部長

高垣 泰雄

沿岸域の再生に向けて

－自然再生の包括的計画・管理システムの構築－

沿岸海洋研究部長 高垣泰雄

沿岸海洋研究部海洋環境研究室長 古川恵太

要 旨

国土交通省の「全国海の再生プロジェクト」において、重要な取り組みと位置づけられている海域環境の改善や環境モニタリングを推進するための研究として「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」「海辺の自然再生のための計画立案と管理技術に関する研究」を実施している。

これらのプロジェクトでは、干潟造成に関する産学官の共同実験、汽水域における住民参加型の観測・実験、事例研究やシンポジウムによる計画・管理手法の考え方を整理した。

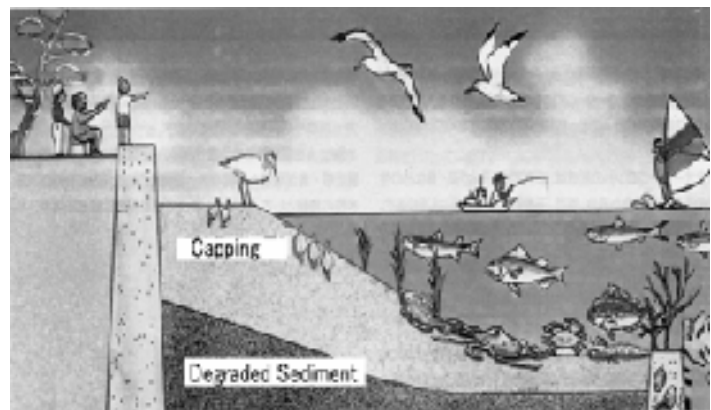
海辺の自然再生においては、現状把握、目的設定、手法開発だけでなく、「順応的管理手法」のような自然再生の計画・管理を推進するシステムが不可欠である。

1. 港湾事業における環境への取り組み

1.1 シーブルー事業

1980年代、高度成長期以降に顕在化した有害物質による汚染等に対する規制を含めた公害対策が一段落したものの、富栄養化、赤潮の発生、悪臭、底層水の貧酸素化など有機物質による「汚濁」は改善されていない時代に、シーブルー計画は策定された（シーブルー・テクノロジー研究会，1989）。それは、個別具体のシーブルー・テクノロジーとして提唱される海水浄化技術を組み合わせて、利用形態に応じた清澄な水質環境を実現することを目的としたものである。

シーブルー事業を総括すると、環境修復を目指した個別政策の実施であったと位置づけられる。その目標は水質（透明度、COD）の回復であり、事業による環境の「改変」と「創造」による「環境改善」を目指していたと位置づけられる。そうした段階においては、局所的な現象解明に重点が置かれ、施策の個別評価のための技術開発



図－１：シーブルー事業のイメージ（覆砂）

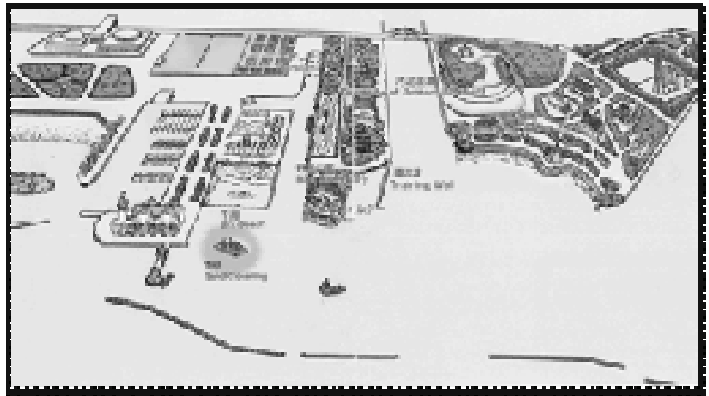
が優先して行われた（図－１）。

1.2 エコポート事業

1990年代に入り、運輸省はエコポート政策を策定した。エコポート政策においては、水質の「汚染」は少なくなっているものの、いまだ改善されない「汚濁」に対する環境改善の方向性に関する理念が提示された（運輸省港湾局，1994）。それに合うように、各事業者が地域性を考慮して具体的方策を立案するという性能規定型の環境改善方策を導出することを目的としたものである。すなわち、自然生態系の「改変」・

「創造」から一歩踏み出した「機能の強化」を目指した大きな変化であったと位置付けられる。

こうした「機能の強化」を目標とするためには、機能の定量化をする必要があり、環境シミュレーションや生態系モデルの役割も、個別施策の評価から、施策による場の機能の変化の評価や予測に重点がおかれるようになったと言える（図－２）。



図－２：エコポート事業のイメージ

1.3 自然再生事業

1999年12月に港湾審議会から経済・社会の変化に対応した港湾の整備・管理のあり方についての答申が出された。その中で物流面等ばかりでなく、自然環境・環境配慮等の面からも広域的視点の重要性がクローズアップされている。つまり、環境問題のマクロ化である。それと同時に、干潟や藻場といった生態系の創出を含む環境保全・創造のための生態系機能の評価や推定といったミクロ化された環境問題も重要な検討課題と指摘されている。

そうした背景を受け、国土交通省港湾局では『環境と共生する港湾（エコポート）を目指し、豊かな生態系を育む自然再生型事業を総合的に展開する』とした、港湾環境政策2001を発表した（港湾局，2001）。自然「再生」に向け、「強化」「創造」された生態系が機能し、自己回復力を発揮できるための管理手法、システムについて検討が始まったところである。

こうした検討は、政府全体の、2001年の環の国づくりの政府方針の発表、2002年の新・生物多様性国家戦略の策定、自然再生法の成立といった動きとも連動しているものである。

2. 自然再生の目標設定

2.1 自然再生の定義

自然再生に対して抱くイメージや期待する事業は、主体や地域、時期などによって異なっている。ここで、国内外における自然再生の定義について、国際航路会議および、自然再生推進法における検討例を示し、自然再生のプロセスについて考えてみたい。

(1) 国際航路会議の例

欧州・米国を中心とする国際社会に向けて、外航・内航の港湾・航路整備についての技術指針を発信している国際航路会議の「湿地再生についての技術ガイドライン」の中では、表-1のように、改変・創造・改善・修復・強化・再生（狭義）・再生（広義）（それぞれ原文は、Reclamation、Creation、Remediation、Rehabilitation、Enhancement、Regeneration、Restoration）が定義されており、再生は、これら人間活動による自然への働きかけすべてを含む上位概念として定義された（PIANC, 2003：古川, 2002）。

表-1：自然再生にかかわる言葉の定義（PIANC, 2003 より作成）

湿地の環境を改善し、造りだし、変化させることを”Restoration”と呼び、以下のような活動を含む概念として用いる。	
Reclamation	人手により水域を平均水面以上の陸域に変えること（改変）
Creation	人手によって湿地でない場所を湿地とすること（創造）
Remediation	汚染された湿地における汚染物質の浄化（改善）
Rehabilitation	損害を受け、制限されている生態系の機能を人手により修復すること（修復）
Enhancement	存在する湿地に対し、利用者にとっての価値を創り出すこと（強化）
Regeneration	かく乱後の自然の再成長（再生）
Restoration	上記概念を含む人間による生態系の持続性を回復させるための活動（再生）

ここで、特徴なのは、「改変：Reclamation」も「再生：Restoration」の中の一形態として位置付けられていることである。改変も修復や創造、再生といった一連の努力の線上にあり、ただ目標が異なるだけであるという位置付けとなっている。

こうした再生の概念を図で示すと、図-3の様に示される。グループ I では、現状の環境条件から生態系の持続性の高い状態に変化させ、かつ、従来存在した生態系に類似したものを「再生」する「再生、強化、修復、改善」といった方向性を持つ。一方、グループ II では、現在の環境条件よりも生態系の持続性の高い状態を目指すものの、人的な管理などによりその回復力を助ける場合であり、従来存在した生態系と必ずしも一致しないものを「再生」する「改変、創造」といった方向性を持つ。こうした方向性には、どちらが優位であるといった序列は存在せず、目標の立て方（価値の付与の仕方）により、再生の方向性が変化するということを表している。すなわち、「開発」（改変や創造）と「再生」は、決して対立概念としては扱われていないのである。

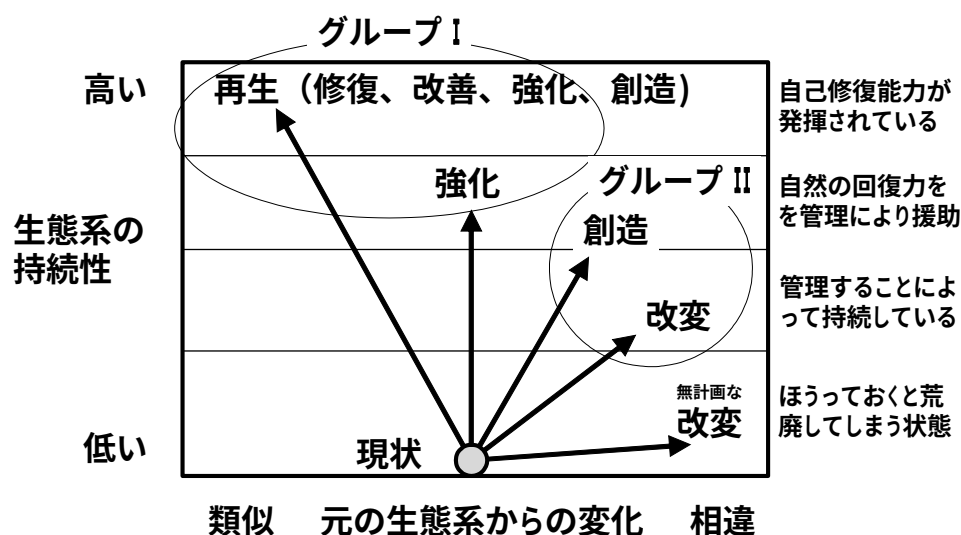
(2) 自然再生推進法の例

平成 15 年 1 月に自然再生推進法が施行され、同年 4 月に自然再生基本方針が出された。この中で、自然再生の定義がなされており、

「自然再生」とは、過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的として、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、特定非営利活動法人、自然環境に関し専門的知識を有する者等の地域の多様な主体が参加して、河川、湿原、干潟、藻場、里山、里地、森林その他の自然環境を保全し、再生し、若しくは創出し、又はその状態を維持管理することをいう（自然再生推進法、第 2 条から抄録）。

と記述されている。特徴的であるのは、前出の定義と比較して、「保全」や「維持管理」を含めたより広範囲な定義となっている一方で、目的が「過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻す」とことと限定されていることである。図－3 のグループ I が自然再生推進法における自然再生として定義されていることがわかる。

ただし、自然再生基本方針においては、「自然再生の方向性を考える際には、地域の自然環境の特性や社会経済活動等、地域における自然を取り巻く状況をよく踏まえるとともに、これらの社会経済活動などと地域における自然再生とが十分な連携を保って進められることが必要」であることが示されており、目標のグループ II への拡張もありうることも解釈できる。どのような自然再生の定義となるのかは、今後の事業の適用例の積み重ねにより明確になっていくのかもしれない。



図－3：自然再生の概念図（国際航路会議の例）

(3) 自然再生のガイドライン

上記のように、自然再生を目指すための個別具体の目標は、それぞれの地域性、場の特殊性などを考慮して立てられるべきである。そのためには、予め決められた統一的な目標を設定するのではなく、目標設定のための前提条件が重要になってくる。例えば、国際航路会議の「湿地再生についての技術ガイドライン」においては、

- ・ 再生することの前に、まず保全する手立てがないか検討する
- ・ 常に流域圏のスケールを意識する
- ・ 長期的な管理が必要であることを認識する
- ・ 再生のプロセスには、地域住民、関係者の参画が不可欠である
- ・ 近隣、遠隔地への影響も考慮する
- ・ 順応的管理手法が有効である
- ・ 明確な目標設定、評価基準が必要である

などが、目標設定のためのガイドラインとして示されている。そして、その実現の鍵となるプロセスとして、戦略的計画の立案と順応的管理の実現の重要性が指摘されている。

2.2 目標達成に必要な仕組み

(1) 戦略的計画：Strategic Planning

戦略的計画とは、今まで個別に状況把握、目標設定、行動計画、実施、維持管理が行われてきた事業実施の計画を改め、各段階を包括的に議論し、将来的に目指すべき目標、計画年次、必要な資源などの概要を示すものである。これを立案するためには、環境影響評価や自然科学研究の成果、関係者からの情報提供などを含めて幅広い条件を考慮する必要がある。

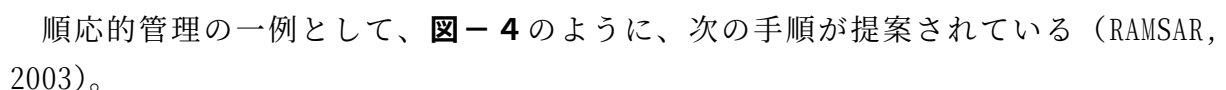
そのためには、状況把握、目標設定、行動計画、実施、維持管理（評価）、フィードバック等の段階的なアプローチの中で、下記のような配慮が必要とされている。

- a) 状況把握：現況の把握や戦略的環境影響評価（SEA）による目標設定への根拠提示
- b) 目標設定：環境の機能などを用いた指標により目標の定量化および、この目標について、達成の戦略、優先度、達成方法、関係機関の役割分担、計画や資源の配分についての合意形成
- c) 行動計画：影響予測や評価指標の確立、管理手法などと整合を取った詳細設計
- d) 実施：工事施工に伴う環境影響に配慮した施行
- e) 維持管理（評価）：定期的な維持管理の実施および各段階での現況判断を経て、最初の状況把握の段階にフィードバック

戦略的計画においては、こうした過程を重視した計画立案を提唱しており、そのなかで、フィードバックの機構として有効視されているのが、順応的管理手法である。

(2) 順応的管理：Adaptive Management

順応的管理とは、計画地だけでなく、他所への影響も含め、計画時に予想できなかった変化やコントロール不可能な状況が発生した場合において、最新の情報と最新の技術を適用し、必要な修正を行っていくことを目指した管理手法である。

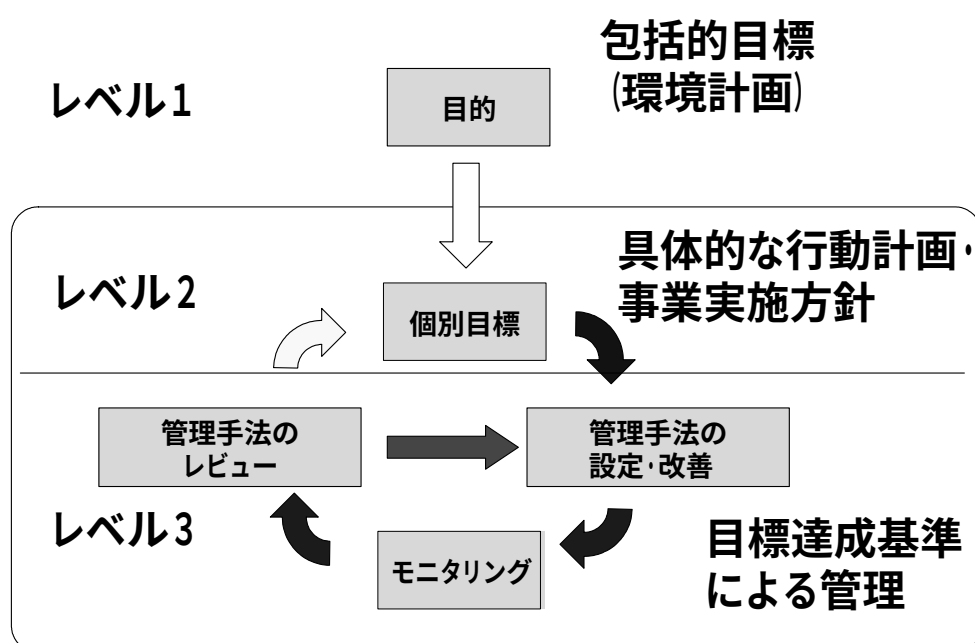
順応的管理の一例として、のように、次の手順が提案されている（RAMSAR, 2003）。

- ・ 管理目標を設定する

- ・ 最新・最適の情報を用いて適切な管理手法を導入する
- ・ 目標が達成されているかどうかをモニタリングする
- ・ 目標が達成されていなければ、管理手法を修正する。必要であれば目標を修正する。

こうした手順は、あらかじめ決めた間隔で実行されるべきものであり、その期間は1－2年から5年程度と、様々なケースが考えられている。

こうした順応的管理を実施することにより、自然再生事業の実施者・管理者は、経験から学ぶこと、特性に影響する要因の変化に対応すること、管理手法を継続的に改善すること、管理が適性になされていることを示すことなどが可能となる。



図－4 順応的管理の例（古川ら，2005 より）

2.3 東京湾再生計画

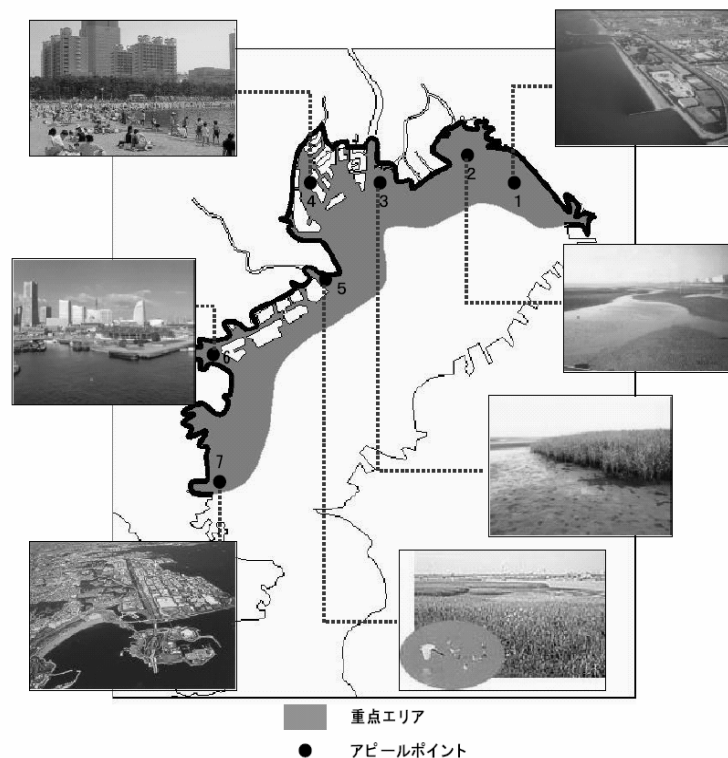
平成13年12月に内閣府都市再生本部は都市再生第3次決定として、東京湾を対象に「海の再生」施策を取り上げた。国土交通省は、環境省・湾岸7都県市などと検討協議会（東京湾再生推進会議）を作り、翌年6月に中間報告をまとめ、「東京湾再生のための行動計画」として平成15年3月に発表した（図－5）。

この行動計画における順応的管理の構造を見てみると、1）包括的目標（環境計画）の設定、2）具体的な行動計画・事業実施方針の策定、3）目標達成基準による管理という3層構造になっていることが分かる。

すなわち、「快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい東京湾を創出する」という目的が設定されている。この目的（Goal）を実現するために、陸域負荷の削減、海域における環境改善対策、

東京湾のモニタリングの3つの柱による行動計画（個別目標、Objectives）が設定されている。さらに、重点エリアが設定され、その中に7箇所のアピールポイントを設けることで、目標達成基準（Performance Standard）によるモニタリングとレビューによる事業の管理が行われている。

このように3層構造の順応的管理を適用することで目的と行動計画、その評価の区分が明確になり、順応的管理が無制限に目的を変更する手段となることが抑制され、システム化が図られているのである。同時に、目的達成のための行動計画、管理手法への最新の科学技術、社会状況の反映が可能になる。このように、順応的管理は、環境緩和策や自然再生施策としての2面性をもつ沿岸域環境施策に対して、目的主体に取り組み、強力に推進していくツールのひとつとなる可能性を秘めていると考えられる。



図－5 東京湾再生計画の重点エリア（重点エリアは、東京湾西岸沿いの河川の河口部、埋立地、浅瀬を含む領域に設定されており、前述したように、このエリアはアサリ生息場間の強いつながり【生態系ネットワーク】の重要な位置にあたる可能性が高い領域である。）

3. プロジェクト研究「沿岸域における包括的環境計画・管理システムに関する研究」

沿岸域における人間活動の利害双反、人間活動による環境への圧力、人間活動に対する自然の脅威は高いものとならざるを得ず、我が国社会は沿岸域の問題に対して背を向けることが許されない。これらの問題を克服するために総合的な沿岸環境計画の策定が急務であり、一部、前出のように湾域毎の再生計画（東京湾再生計画、大阪湾再生計画等）が策

定されてきている。

一方、その実現に向けての手法としては、海の自然再生ハンドブックや自然共生型海岸づくりの進め方で記述されている「包括的計画」や「順応的管理」といった新たな視点が提示されている。その具体的な運用に対しては、関係主体との目的の合意や沿岸域の持続的利用に関して、手法開発（マニュアル化）や運用指針の確立が整備局などから要請されている。

また、海岸保全の観点からも海岸保全施設が海岸環境に与える影響を体系的に把握し、海岸保全事業における自然共生・保全評価を行う必要がある。

このような背景を踏まえ、沿岸域における包括的な再生計画（東京湾再生計画、大阪湾再生計画等）における自然再生手法、環境モニタリング手法等の効果的な実施を目指し、その計画のあり方や技術の活用のための計画・管理システムについて、沿岸域におけるユーザドリブンな計画・管理モデルに関する研究を実施する。

3.1 都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト

当該プロジェクト研究の中で「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」を平成15年度より実施している。これは、当該プロジェクトの実践的研究として、阪南2区整備事業により造成された干潟において干潟の安定性に関する実験や、生物の定着に関する実験に関する共同研究を実施するものである。

このプロジェクトは、市民が親しめる干潟を都市臨海部に再生しえることを実証するために、干潟、海草・海藻場、ヨシ原が持つ海水浄化機能や生物生息機能等を再生・強化する自然再生技術の確立を目指したものである。

プロジェクトを推進するために、運営検討会と技術検討会を組織し、運営検討会は、

- ・実験場の整備計画と実験計画の調整
- ・実験実施状況の報告
- ・大阪湾シンポジウム（仮称）の開催
- ・成果の公表に係る事項

等を検討・情報共有する場として位置付け、技術検討会は、

- ・実験計画の立案
- ・実験参加者間の調整
- ・調査経過の情報交換
- ・成果のとりまとめ、公表に関する事項

等を検討・情報共有する場とした。

2つの検討会により各実験の詳細計画を立案し、具体的な専有面積や形状が詳細に確定していく段階で、随時情報交換を行い、実験内容およびその配置を検討していった。情報交換には、会合や電話連絡、E-mailの他に、インターネット上にコミュニケーション用のサイトを立ち上げ、合意事項の掲載、実験情報の交換、現場への立ち入り調整等を行った。

この結果、干潟全域を対象として貧酸素水塊の発生や波浪・流れ・水質などの干潟

環境の基礎調査（国総研）、干潟を取り巻く物質循環の調査（大阪市立大）、侵食・堆積・地盤沈下などの干潟地形の変化過程の調査（堺LNG、大阪市立大、国総研）、干潟で出現する幼稚魚、エビ・カニなどの水生生物調査（大阪府立水試）、日本野鳥の会の協力による干潟に飛来する鳥類の調査（大阪府港湾局）を実施することとした。

また、民間共同研究グループでは、干潟地形の安定化、干潟土壌の最適化、生物の多様化など干潟造成技術の高度化に関する技術開発を行うため、河川水の供給がほとんどない干潟におけるヨシ移植実験（鹿島・大成）、竹、石などの自然素材による干潟地形安定工法の実験（鹿島・大成）、造成干潟の上に浚渫泥を充填したミニ泥干潟を設置し浚渫土砂を利用した泥干潟の性能を調べる実験（五洋）、礫、玉石、混合土などの各種材料で置換した干潟の地形変動や生物定着を調べる実験（東洋）、造成干潟の地先浅海部におけるアマモ造成実験（東洋）を図-6に示すように配置し、実施することとした。

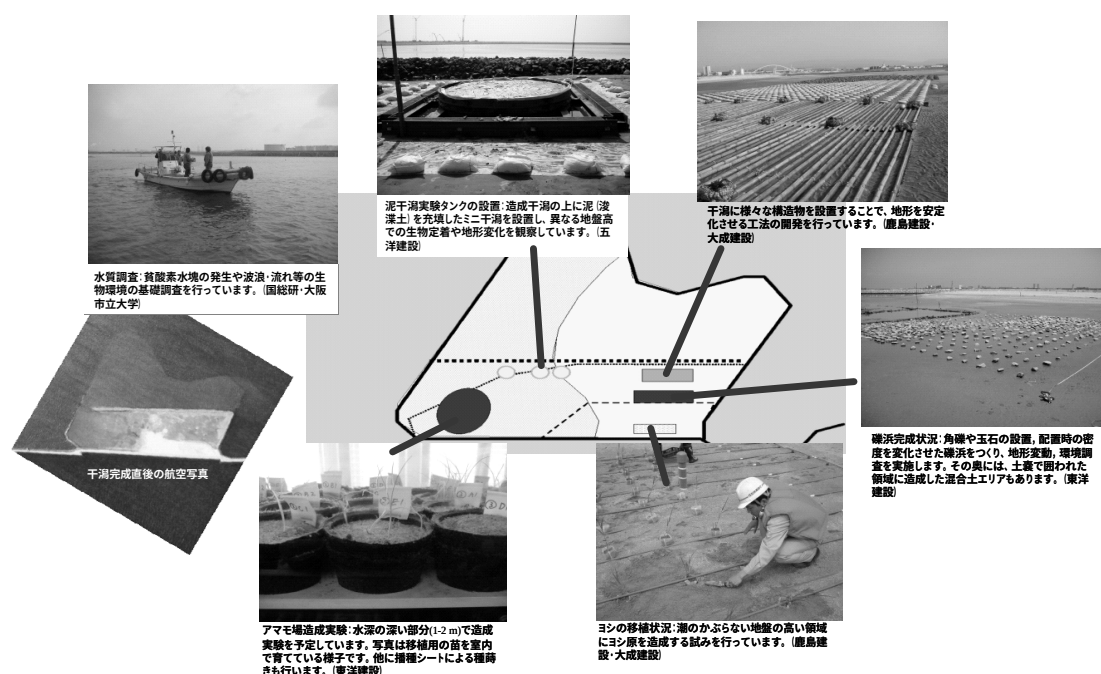


図-6 調査ゾーン確定案（平成16年3月実験開始時）

3.2 海辺の自然再生のための計画立案と管理技術に関する研究

海の自然再生にとって、干潟・浅場・海浜・磯場・河口部等の海辺空間は、豊かな海の生態系を支える機能を持つ重要な場であるが、海陸境界に位置するため、自然変動が大きいことに加え、市民活動の影響を受けやすく、こうした環境変化に敏感な場でもある。

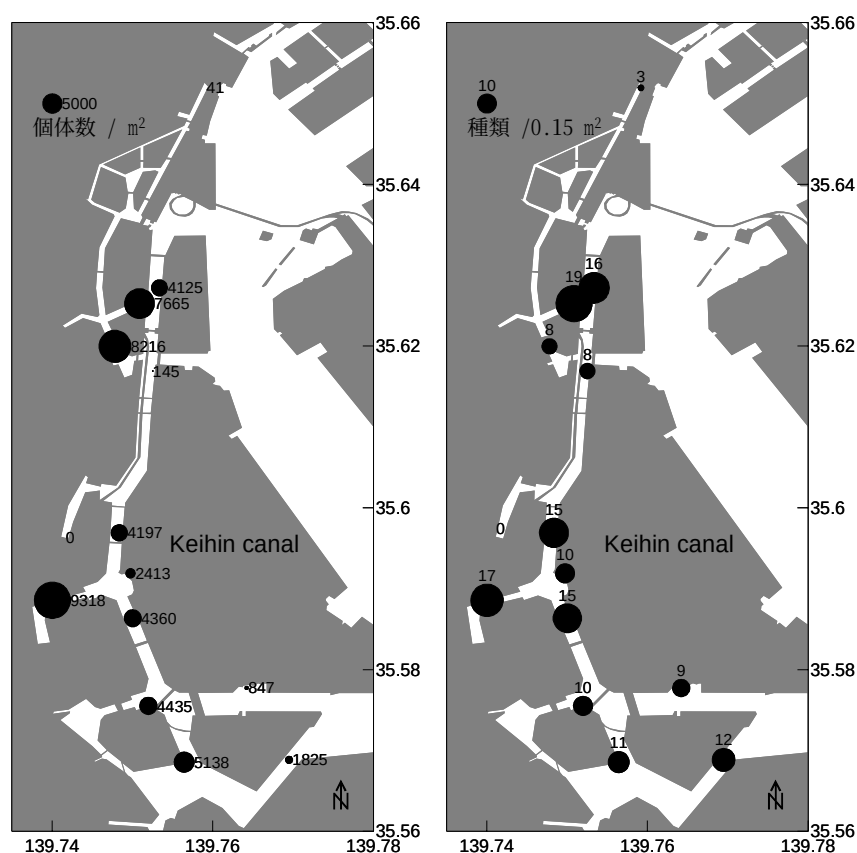
こうした、海辺の自然再生を推進するため、（1）海陸境界部における環境の影響伝搬（インパクト・レスポンスフロー）の解明、（2）局所生態系（マイクロハビタット）の消長観測と形成技術開発を行い、（3）これらの知見を踏まえて包括的計画の立案手

法を開発するとともに、自然変動や生態系回復の不確実性に対処する順応的管理技術の開発を行うことを目的として、平成 17 年度から本研究が開始された。

平成 17 年度には、背後に東京を抱え、周辺は京浜工業地帯である典型的な都市臨海部である京浜運河において、底生生物を指標として、自然再生の可能性および自然再生の場として留意すべき点に対する検討を行った。

京浜運河においては、平均干潮面から約±50cm の場所には底生生物が豊富に生息していた（図－7）。このことは、京浜運河は底生生物の分布を期待する自然再生の場としての自然再生のポテンシャルを有しており、平均干潮面から約±50cm という場所は底生生物の生息が可能な環境であることを示している。アサリに関しては、低塩分水域は生息場としては適していないことが示された。したがって、アサリ再生を目的するような自然再生の場合には、運河内に流入する下水等の淡水流入に配慮する必要がある。

調査結果からはアサリの分布も確認され、運河部特有の水路地形に依存した浮遊幼生の移流・滞留がアサリ分布に影響していると推測された。依然、数値実験や京浜運河内のアサリの浮遊幼生の分布の把握により、正確な議論を必要とするが、運河部における自然再生の可能性を考える上で、浮遊幼生による生物ネットワークを考慮し、運河部の水平・鉛直に分布する水塊構造を考慮する必要があると考えている。



図－7 マクロベントスの出現個体数(左)、種類数(右)

3.3 東京湾シンポジウムの開催

こうした研究を進めるにあたって、「東京湾シンポジウム」を開催し、東京湾の環境上の問題点の指摘（第1回、第2回）、再生の計画や内外の事例の紹介（第2回、第4回）、モデル化や評価技術の検討（第2回、第3回、第5回）、自然再生の試みと評価（第2回、第3回、第4回）、ソフト的アプローチ（第5回）などについて議論・話題提供し、研究の遂行・成果の発表に活用してきた。第6回において、本プロジェクト研究の研究進捗状況の発表を行うとともに、東京湾の環境グランドデザインに関する議論を行った（図－8）。



図－8 第1回から第6回の東京湾シンポジウム報告書
(<http://www.meic.go.jp> より入手可能)

第6回において東京湾環境グランドデザインを発表した（図－9）。これは、東京湾再生のために取り組みとして国・自治体関係者、漁業者、環境NPO、研究者などの方々と共に討議されたものである。本提言は、本プロジェクト研究の最終的なまとめとなると共に、東京湾再生推進会議など東京湾に関わる行政主体への具体的提言として、また、今後の研究の方向性の確認に資する概念整理として活用していくべきものと考えている。



図－9 東京湾環境グランドデザイン

4. おわりに

今後、港湾の環境修復事業は、「自然再生」「沿岸域総合管理」等の軸を中心に実施されていくことが期待されている。そのためには、自然再生の具体的な目標作り、事業を実施するためのシステム作りが重要であり、それらを総合化した戦略的計画が必要となってきたと感じられる。そのための手法として「順応的管理」が注目されている中で、個別の技術開発に加え、自然再生のシステムとして総合化するための技術開発が研究者に求められていると感じている。

参考資料

- 運輸省港湾局(1994)：環境と共生する港湾－エコポート－,大蔵省印刷局, 87p.
- 国土交通省港湾局環境整備計画室 (2001)：EcoPort 港湾環境政策 2001,政策パンフレット,11p.
- 国土交通省・環境省(2002)：東京湾の干潟の生態系再生研究会報告書,6p.
- シーブルー・テクノロジー研究委員会 (1989)：シーブルー計画,シーブルー・テクノロジー研究委員会,239p.
- 日向博文 (2002)：湾域全体でのアサリ浮遊幼生動態把握に基づく干潟再生戦略,沿岸環境関連学会連絡協議会,第9回ジョイントシンポジウム予稿集
- 古川恵太 (2002)：港湾事業における自然再生の目標について,第4回汽水域セミナー,pp.56-61.
- 古川恵太ら (2005)：海洋環境施策における順応的管理の考え方,海洋開発論文集,Vol.21, pp.67-72.
- PIANC (2003)：Ecological and Engineering Guidelines for Wetlands Restoration, Report of PIANC-EnviCom WG7, 56p.
- Ramsar(2003): . The Ramsar Convention on Wetlands, <http://www.ramsar.org/>.