

沿岸域における生態環境技術の動向

Recent Development of Ecological System Enhancement Technology in Coastal Area

武内 智行

Tomoyuki TAKEUCHI

1. はじめに

ここでは、生態環境に配慮した環境保全・改善・創造のための技術を生態環境技術と言うことにする。

沿岸開発などによって干潟・藻場・砂浜が失われたり、水質・底質が汚染されたりしてきた。その結果、生物の生息環境が悪化してしまった。また、海へのアクセスが出来にくくなったり、景観の悪化も生じた。しかし、これからは、環境問題への関心の深まりの中、アメリカのミティゲーション制度にも見られるように、開発の適否も含め、環境影響を緩和する対策が不可欠であろう。

今まで、そのような緩和策が全く行われなかったということではないが、一部に限られていたようである。例えば、港湾事業関係ではかなり以前から「水産協調型施設」として、水産生物の生息を考慮した構造物あるいは代替施設を設置しようとしていたが、当時の事業の性格上、実施にはかなりの困難があり、実施できたのは一部に限られていたように思われる。

その一方で、沿岸漁場整備開発事業（略称：沿整事業）が1976(昭和51)年度から開始された。この事業の主目的は、沿岸漁場の生産性を高めるための海域環境整備にあるが、埋立や干拓で消失した海域の水産性補填の意味あいも一部にはあったようである。

最近では、沿岸開発・保全に関係するそれぞれの事業部門で「生態環境に配慮した事業」が実施されるようになってきた。さらに、環境庁、国土庁などの各省庁でミティゲーション方策に関する検討が行われている。

土木学会の海岸工学講演会、海洋開発シンポジウムなどで、最近ほとんど毎年のように生態環境に配慮した技術に関する研究発表が行われている。1995年4月には「ミティゲーションパネル」が開催された。また、1994年の第19回海洋開発シンポジウムでは「生態系に配慮した沿岸域の開発技術について」^{23) - 25)}のパネルディスカッションが行われた。

本講では、先ず始めに、1994年末に決定された環境基本計画における沿岸海域の施策について概観する。次に、沿岸に関係する各公共事業部門の最近の動向として、「自然環境に配慮した事業」の概略を紹介する。さらに、沿岸域の生態環境技術の開発・研究の動向について、特に海の生物の生息環境制御技術としての「水産土木技術」の現状に重点をおいて述べる。最後に、今後の方向性についてコメントする。

2. 環境基本計画における沿岸域の施策

環境基本計画は環境基本法（平成5年法律第91号）第15項の規定に基づき、平成6(1994)年12月16日に閣議決定された。

「環境基本計画¹⁾」（第3部施策の展開）より沿岸海域に関係する部分の一部を抜粋して紹介する。

2. 1 環境への負荷が少ない循環を基調とする経済社会システムの実現

〔水環境の保全〕

1) 環境保全上健全な水循環の確保

「海域においては、自然海岸、干潟、藻場、浅海域の適正な保全を推進するとともに、自然浄化能力の回復に資するよう、必要に応じ、人工干潟・海浜等を適切に整備する。」

2) 閉鎖性水域等における水環境の保全

「琵琶湖等の指定湖沼や東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海等の特に総合的な対策が必要な湖沼や内海内湾については、湖沼水質保全計画や総量削減計画等において、目標等を定め、対策を着実に推進するとともに、さらに住民参加による生活排水対策等を一層進める。」

「富栄養化を防止するため、湖沼、海域における窒素、磷に係る水質環境基準の類型当てはめを推進するとともに、対象水域において下水道等生活廃水処理施設の整備の促進、排水規制等を実施し、水質を改善する。」

「有機性汚泥が蓄積している河川、湖沼、港湾等の水域については、しゅんせつ等の浄化対策を適切に実施する。」

〔海洋環境の保全〕

「海洋においては、油汚染の発生確認件数については減少の傾向が見られるものの、依然として廃棄物等による汚染の発生が見られる状況にあり、以下の施策を推進する。

- ① 陸域からの負荷の流入、拡散状況等について調査検討し、適切な対策を進める。
- ② 船舶等からの油、有害液体物質等、廃棄物の排出等の規制等を適切に実施する。
- ③ タンカー等の油汚染事故等の予防措置を講ずるとともに、事故に対する準備及び油濁損害賠償保障制度等の充実等の対策を推進する。
- ④ 船舶からの排出ガス削減手法を検討する。
- ⑤ 海底における活動からの汚染の防止対策について検討する。
- ⑥ 浮遊性廃棄物、大規模油汚染対策、非有機スズ系船底塗料等に関する調査研究、技術開発を進める。」

〔水環境の監視等の体制の整備〕

「海洋環境保全のための総合的な調査、監視等を実施する。」

2. 2 自然と人間との共生の確保

〔国土空間の自然的社会的特性に応じた自然と人間との共生〕

1) 沿岸海域

「日本の領海内にある海域及び海岸線としてとらえられる沿岸海域については、干潟、藻場、サンゴ礁等多様な生態系を有し、豊かな水産資源に恵まれているという特性がある。すぐれた自然的確な保全を図るとともに、干潟、藻場等の有する環境保全能力の維持を図ることが重要である。また、人と海の自然とのふれあいの場として活用することも重要である。このため、以下のような施策を推進する。その際、海洋汚染対策との有機的連携を図る。」

(ア) すぐれた自然の保全

- ① すぐれた海中景観、生物の重要な生息・生育地、良好な自然海浜等のいわゆるすぐれた自然について、海中公園地区、海中特別地区、鳥獣保護区等の各種制度を活用し、行為規制等により、適正に保全する。特に、保全すべき自然状態が人為的あるいは非人為的に劣化している場合には、その復元等の事業を進める。
- ② 上記の各種の保全地域間の有機的な連携の確保を検討する。
- ③ これらの保全地域において、海の自然とのふれあいを確保するため、必要な施設の計画的な整備を進めるとともに、その健全な利用を促進する。」

(イ) 干潟、藻場等の保全

「適切な漁業活動を通じて水産資源の適切な維持管理を図るとともに、保護水面等の各種制度も活

用しつつ、干潟や藻場等の適正な保全を図り、当該地域の環境浄化能力や多様な生物の生息・生育地の確保を進める。」

(ウ) 社会資本整備等の事業の実施時の配慮

- 「① 港湾、漁港、海岸等の社会資本整備等の事業の実施に当たって、地域の特性に応じ、生物の生息・生育地の確保や景観保全への配慮を進めるとともに、緑地や親水空間等の整備を進める。
- ② 沿岸域において、埋立を行う場合には、環境保全の観点からその位置・規模等を検討し、干潟の保全等環境保全に十分配慮するとともに、必要に応じ、干潟・海浜等を整備する。」

[生物の多様性の確保及び野生動植物の保護管理]

1) 各種事業の実施時の配慮

「人間の活動により野生動植物に取り返しのつかない影響を与えないようにするため、各種事業の実施に際して、事業の特性や具体的程度に応じ、事前に十分に調査・検討を行うとともに、影響を受ける可能性のある生物の生息・生育に対し適切な配慮を行う。」

2. 3 公平な役割分担の下でのすべての主体の参加の実現

[社会経済の主要な分野における取組]

1) 生産者の役割

(ア) 農林水産業

「水産業においては、水産資源を維持・管理し、持続的に利用する資源管理型漁業、つくり育てる漁業を進めるほか、干潟、藻場をはじめとする漁場保全等を進める。」

(イ) 建設業

「(略) 環境への負荷の少ない生態系に配慮した建設を行うとともに、環境への負荷の少ない原材料の使用、環境保全に配慮した工事の実施、建設業に係る指定副産物等のリサイクル、廃棄物適正処理等を進める。」

2) 国・地方公共団体の役割

「一方、公共事業に際しては、環境影響評価等を適切に実施するとともに、河川整備、農業農村整備、漁港整備、港湾整備、道路整備、海岸整備、空港整備等において、生態系の重視や太陽光利用等、環境保全に配慮した事業を進める。また、リサイクル、環境への負荷の少ない原材料の使用を進める。」

2. 4 環境保全に係る共通の基盤的施策の推進

[環境影響評価等]

「国等の施策や事業の策定・実施に当たって、あらかじめ環境保全上の配慮を行うことは、総合的な環境保全を図るために極めて重要である。この考え方は、国内外において広く認識され、定着してきている。

環境影響評価の実施をはじめとして、環境保全上の配慮を一層徹底するため、以下の施策を推進する。

1 国の施策の策定等に当たっての環境保全上の配慮

環境保全上の支障を未然に防止するため、環境に影響を及ぼすと認められる国の施策の策定・実施に当たっては、環境保全の観点から検討を行い、環境保全に配慮する。

2 公共事業の計画段階等における環境保全上の配慮

国の実施する社会資本等の整備のための公共事業については、計画段階からその実施が環境に及ぼす影響について調査予測を行うなど環境保全上の検討を行い、適切な配慮を実施する。

3 環境影響評価の実施

規模が大きく環境に著しい影響を及ぼすおそれがある事業の実施に当たり、国においては、従

来から環境影響評価実施要綱及び個別法等に基づき的確な環境影響評価の推進に努めてきたところであり、その適正な運用に一層努める。また、地方公共団体においても条例、要綱等に基づき、地域の実情に応じた環境影響評価が実施されている。

4 総合的な調査研究の推進

国等の施策や事業の策定・実施に当たっての環境保全上の配慮の徹底を図るため、環境配慮の在り方、手法等について調査研究をさらに進める。

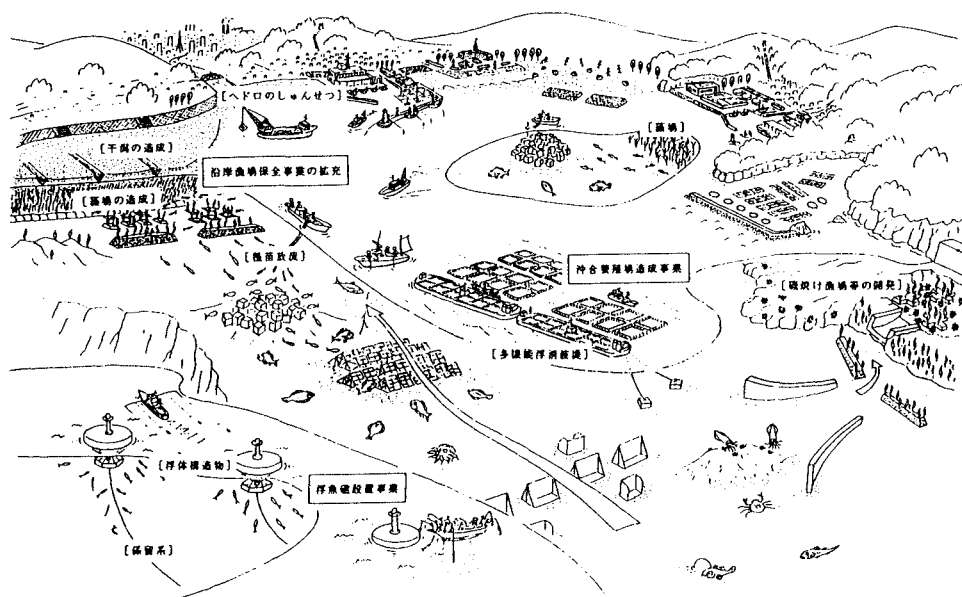
特に、環境影響評価制度の今後の在り方については、我が国におけるこれまでの経験の積み重ね、環境の保全に果たす環境影響評価の重要性に対する認識の高まり等にかんがみ、内外の制度の実施状況等に関し、関係省庁一体となって調査研究を進め、その結果等を踏まえ、法制化も含め所要の見直しを行う。」

3. 沿岸域における開発・保全事業の動向

3. 1 沿整事業

国の施策としての沿岸漁場の整備開発の展開は、1952(昭和27)年からの浅海増殖開発事業に始まる。その後、1962(昭和37)年からの第1次沿岸漁業構造改善事業の中の漁場改良、養殖場造成、人工魚礁事業から本格的な水産土木技術の導入が始まった。さらに、沿岸漁場整備開発法(昭和49年法律49号)に基づく沿岸漁場整備開発事業が1976(昭和51)年度から始まった。6年毎に計画が策定され、現在は第4次沿岸漁場整備開発計画(1994-1999年度)²⁾が進行中である。事業種目は魚礁設置事業、増養殖場造成事業、沿岸漁場保全事業に大別される。

第4次計画では、「青く豊かな海」を確保するとの観点から、藻場・干潟の造成を従来にも増して重点的に実施することになった。藻場・干潟は、水産生物の産卵場、生育場、隠れ場、餌料源となっており、水産資源の増大のために重要である。さらに、その他生物の生息場などにもなっており、ま



図一 1 第4次沿岸漁場整備開発事業新規事業等の概要²⁾

た水域の環境浄化機能を有しており、国民の貴重な財産でもある。しかし、沿岸域の開発や環境の悪化で全国的に消失が続いている。そのため、藻場・干潟の造成、ヘドロの浚渫などを積極的に実施し、優れた海洋環境・生態系の保全・整備を推進することとした。

3. 2 漁港事業

第9次漁港整備長期計画(1994-1999年度)³⁾では、新たに「自然調和型漁港づくり推進事業」を実施することになった。自然環境に対する国民意識の変化により、自然海浜、藻場・干潟等の保全、生態系の保全についての関心が高まっていることが背景にある。漁港事業においては、これまでも周辺環境の保全に努めてきたが、今後一層高まっていくと思われる環境保全への要請に的確に対応するため、自然環境と調和した構造物・工法の採用等を総合的に行う「自然調和型漁港づくり」を推進するとともに、自然調和型技術の集積、普及を図っていくこととした。

この事業は、以下の事業を総合的に実施³⁾するものである。

①周辺環境等の調査

- ・周辺環境調査、工法の検討

②海水交流の促進・水質の保全

- ・海水交流を促進する構造物を有する防波堤等の整備
- ・漁港内で発生する污水等の処理

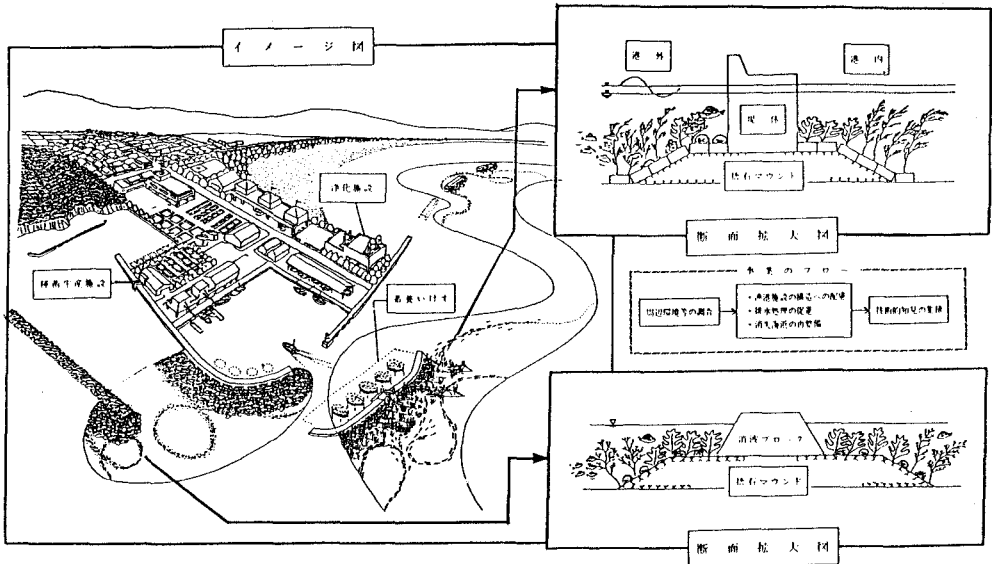
③漁港施設の構造に周辺の自然環境等の配慮

- ・水産動植物の生息、繁殖が可能な防波堤、護岸等の整備
- ・自然環境への影響を緩和するための海浜等の整備

④整備後の追跡調査の実施

- ・採用した構造、工法の適用性の検証、実施前後の比較等を行い事例の収集、技術的知見等の蓄積を行う。

ここで、従来の事業と特に異なる点は、追跡調査を行って知見の集積、普及を図ろうとする点であろう。



図ー2 自然調和型漁港づくり推進事業³⁾

3. 3 港湾事業

港湾関係では、従来から水産協調型構造物の検討やシーブルー事業など環境に配慮してきたが、新たに1994年度から、エコポート（環境共生港湾）モデル事業を創設した。これは、従来からの環境関連事業の充実を図りつつ、総合的、計画的に環境に関する取組を行うものである。

「環境共生港湾<エコポート>の姿」⁴⁾は次の通りである。

①自然にとけこみ、生物にやさしい港

良好な自然環境を保全するとともに、港湾の開発による潮流や水質への影響、浅場や藻場、生物、生態系への影響の軽減を図る。このため港湾の位置、形状、規模、配置、土地利用などを計画する際や設計、建設時には、自然環境や生態系への配慮や影響の緩和措置などの対応を図り、自然環境や生態系との調和を図る。

②積極的に良好な自然環境を創造する港

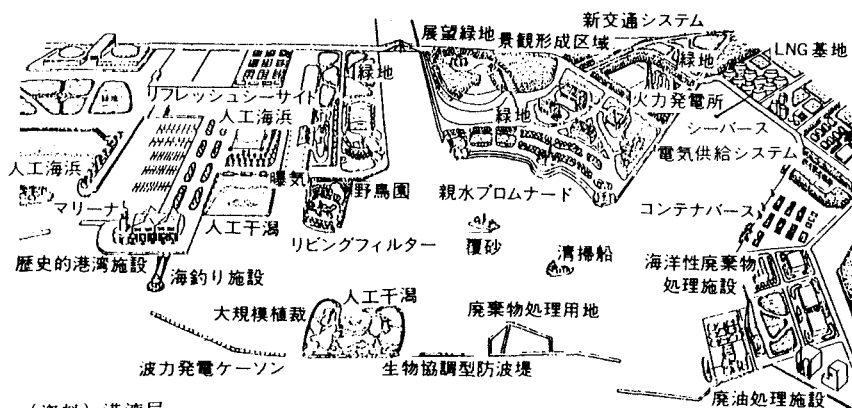
汚泥の除去、覆砂、導水、礫間接触酸化、曝気、リビングフィルターなどを活用した水質、底質の浄化などにより環境改善を図るとともに、自然植生の活用、公共施設の緑化、緑地の整備などによる緑の創出や、海浜、干潟、浅場、岩場、磯場の造成、護岸・防波堤を活用した藻場やその他の生物生息の場の造成など積極的に良好な自然環境の創造を図る。

③アメニティが高く、人々に潤いと安らぎを与える港

自然とのふれあいの場の確保、にぎわいの場の形成、歴史的港湾施設の保全と利用、良好な景観の形成など、近つきやすく、親しみやすい水辺の整備とそのネットワーク化（港のパブリックアクセス）を、身体障害者や高齢者の利用にも配慮しつつ進め、快適な港湾環境の創出を図る。

④環境に与える負荷が少なく、環境管理のゆきとどいた港

港湾の建設、利用による環境への負荷を抑制し、港湾の諸活動において省エネルギー、省資源、リサイクルの推進などを図るとともに、環境の状況を的確に把握し、良好な環境を保つよう適切な環境管理を図る。



（資料）港湾局

図-3 環境共生港湾（エコポート）のイメージ図⁴⁾

3. 4 海岸事業

海岸保全事業は1950(昭和25)年に制度化され、1956(昭和31)年に海岸法が公布された。安全性を確保するため、防災機能を最優先に「線の防護方式」を中心に事業が行われてきたが、最近では「面的防護方式」の整備手法もとられるようになってきた。また、親水機能や環境保全機能に配慮した整備事例が増加している。

海岸事業は平成8(1996)年度から次期長期計画となるため、海岸整備の在り方(海岸空間の保全と創造)について、次期計画に向けての検討、また、21世紀に向けての検討が行われている。

「良好な海岸環境の創造」の一環として、1995(平成7)年度から『海と緑の環境整備対策「白砂青松の復元」』事業⁵⁾が実施されている。海岸事業は4省庁(農林水産省構造改善局、水産庁、運輸省、建設省)の事業であるが、この事業では林野庁の「治山事業」も組み合わせている。すなわち、「海岸事業と治山事業が一体となった複合事業により白砂青松を整備し、海水浴、森林浴を同時に楽しめる潤いのある生活環境の整備を図っていきます」⁵⁾。事業内容は、次の通りである。

(1) 海岸事業(海岸保全施設整備事業、海岸環境整備事業)

- ・人工リーフ等による砂浜の復元
- ・緩傾斜護岸等による海岸へのアクセスの確保
- ・遊歩道、養浜、昇降路、広場等の整備

(2) 治山事業(環境保全保安林整備事業)

- ・松林等の整備
- ・遊歩道、車道の開設など林内散策の場の提供
- ・休憩施設、防火灌水施設、掲示板等の設置

3. 5 その他の事業

電力事業、産業立地、レクリエーション事業などでも沿岸域の利用がある。これらの事業においても、国民の環境意識の高まりの中で、従来にも増して、自然環境への配慮が必要になっている。

4. 生態環境技術の開発・研究の動向

4. 1 海岸工学講演会での「環境問題」発表件数

土木学会海岸工学講演会での「環境問題」に関する発表件数は、ここ数年急速に増えている(図-4)。海水流動や水質に関する発表がかなりの件数を占めている。生物や漁業に直接関係する課題は1991年(第38回)まではせいぜい3件止まりであったが、1993年(第40回)と1994年(第41回)は10件を越えている。生態環境に関する調査研究が活発に行われるようになってきた一つの証左であろう。

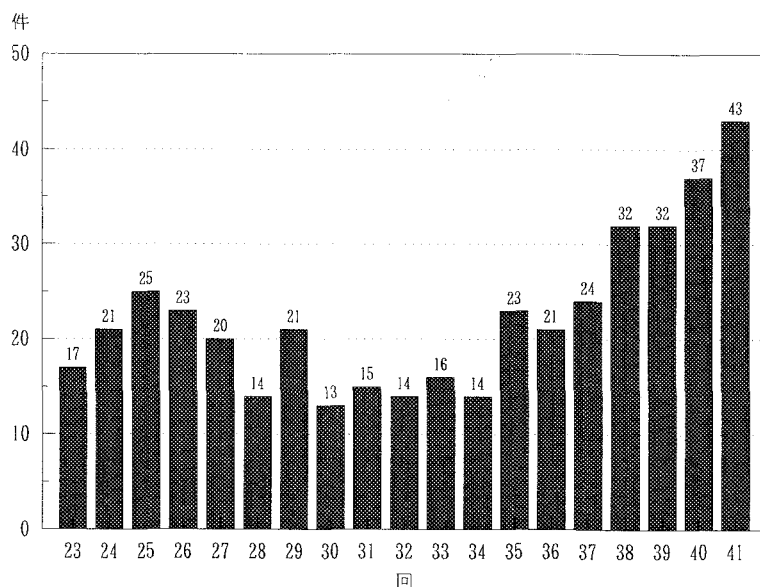
4. 2 水産土木技術

1) 水産土木

海の環境制御技術としての「水産土木」(元来は漁業生産増大のための環境整備、改良技術)の分野では、特に水産生物を意識した調査・研究が進められてきた⁶⁾。その成果は、「水産土木学」⁶⁾、沿整施設設計指針⁷⁾、人工魚礁漁場造成計画指針⁸⁾、増殖場造成計画指針(コンブ・アワビ・ウニ類編⁹⁾、マダイ・イセエビ編¹⁰⁾)にまとめられている。なお、増殖場造成指針は既往の調査研究資料や事業実施に先立って行った試験調査資料をもとに、増殖場造成に必要な生物生態に関する知見、調査項目と方法、計画の立て方、漁場管理方法などの基本的事項をまとめたものである。今後、他の水産生物についてもとりまとめられる予定である。

これらは、沿岸構造物を設置するに際しての、生態環境への配慮、特に水産生物への配慮を行うための参考となる。しかし、設置環境が異なる場合も多く、別途調査研究が必要である。

なお、水産土木研究が本格的に始まったのは、1964(昭和39)年に農業土木試験場(現在の農業工学



図－４ 土木学会海岸工学講演会における「環境問題」発表件数

研究所) に水産土木部が創設された頃からである。この組織は1979(昭和54)年に水産庁水産工学研究所水産土木工学部に移行した。また、学会関係では、1963(昭和38)年に農業土木学会水産土木研究部会が発足し、1990(平成2)年に日本水産工学会に発展的に移行した。

2) 水産土木技術の概要

水産土木部門では漁場環境の制御技術として、

- ①海水の流動制御技術
- ②波浪の制御技術
- ③底質の改良技術

などを研究してきた。また、漁場施設としては、

- ①人工魚礁
- ②増殖施設
- ③養殖施設

などを研究してきた。

生物と海の環境や構造物との関係が未だ必ずしも十分には明らかになっていないが、現在、沿整施設設計指針⁷⁾に掲げられている水産土木技術は次の通りである。

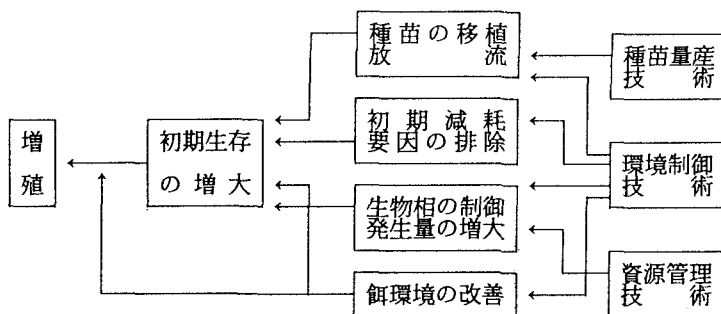
漁場施設としては、

- ①魚礁
- ②着底基質工
- ③干潟改良工(干潟地盤の切り下げまたは盛り砂、作渚工、循環流渚工、タイドプール工、流動制御工、耕耘・整地、その他)
- ④砂浜改良工(着底基質工、培養礁工、制砂工、ポケットビーチ工)
- ⑤藻留め工

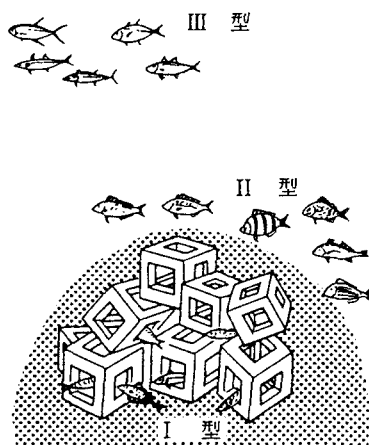
- ⑥消波堤
- ⑦浮消波堤
- ⑧浮魚礁
- ⑨養殖施設（網施設、垂下養殖施設）

水質改善工法として、

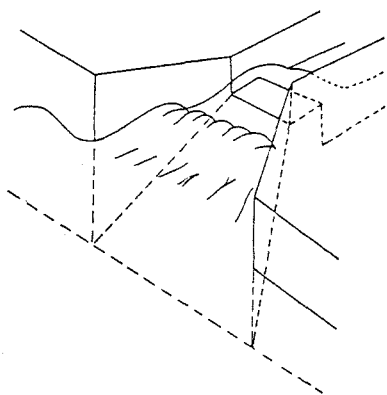
- ①閉鎖性湾の海水交流・交換（湾口改良、新水道開削、作渚、潮流制御工、鉛直混合）
- ②潮流流通型養殖場の海水交流・交換
- ③内部潮汐による海水交流・交換（密度流作渚工）
- ④作渚工
- ⑤導流堤による潮流制御
- ⑥波による海水導入（波浪収束型、遊水池型）
- ⑦循環流発生工（波による循環流発生工、流れによる鉛直循環流工）
- ⑧動力利用による水質改善（ポンプによる底層悪水排除、ポンプによる外海水の底層導入、エアバブルカーテン）
- ⑨河口閉塞の防止工



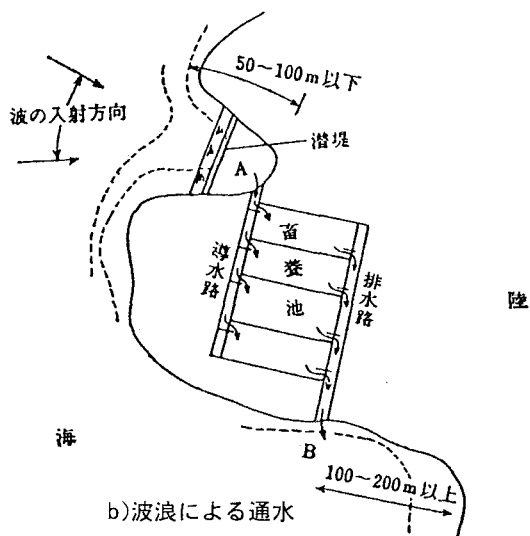
図－5 増殖の方法とこれを支える技術⁶⁾



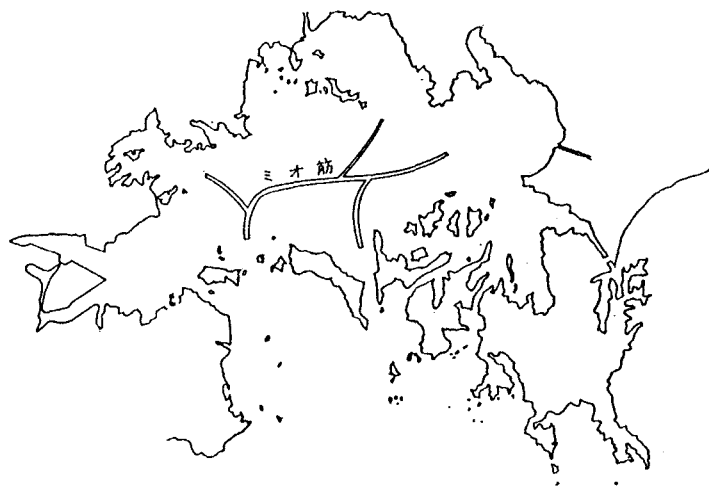
図－6 魚礁構造と魚種の類型⁶⁾



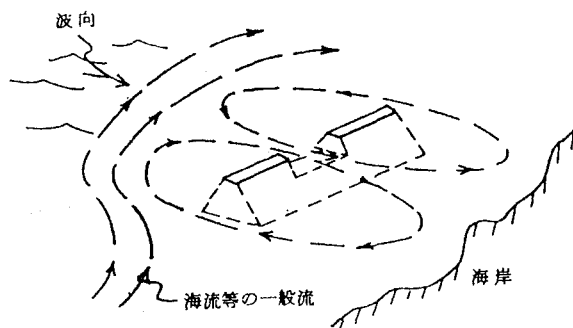
a) 波エネルギーから流れを作る工法



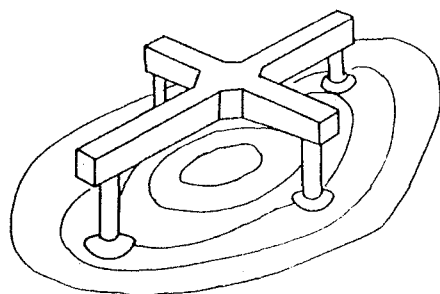
b) 波浪による通水



c) 全域改良の場合の作濠



d) 波による循環流発生工



e) 十字礁によるヒラメ稚魚の底質改良

図-7 環境制御工法のいくつかの例⁶⁾

4. 3 水産生物と沿岸構造物との関わり¹¹⁾

水産生物と物体（地形的変化を含む）の関わりはおおよそ表－1 のようである。沖合、外洋域の浅瀬や島には魚類が蛸集し、良好な漁場になっている例が多い。海谷頭部も良好な漁場になっている。流れ藻や流木は稚魚のゆりかごである。

沿岸域の構造物との関わりでは、人工魚礁や増殖場造成施設などの海底・海中構造物は魚類の蛸集や磯根資源の増殖のためのものである。港湾・漁港構造物や離岸堤などの海岸構造物は、特に生物を意識して設置されていなくても、結果的に魚類の蛸集が見られたり、磯根資源の生息場、稚魚や稚貝の保育場となっている事例も数多く報告されている^{12)、13)}。これを少し別の面から整理すると、魚が集まるというのは、魚類が構造物を寄り所、生息場、餌場として利用していることであり、構造物との関わりは間接的あるいは直接的である。ウニ、アワビ、海藻などの磯根資源や磯魚は構造物を付着基盤、餌場、産卵場などとして利用しており、直接的あるいは間接的な関わりである。また、稚魚は構造物に付着した海藻付近を隠れ場、生息場として利用したり、付着した生物を餌として利用する。稚魚・稚貝は構造物によって形成された静穏域、渦流域、弱流域に滞留し、保育場として利用し、これは間接的な関わりである。

表－1 水産生物と物体（地形的変化）との関わり

①沖合、外洋域	
・岩礁、堆、洲などの浅瀬、島	
→ 一般漁場（魚礁）	
・海谷頭部	
→ 底魚漁場（魚谷）	
・流れ藻、流木	
→ 稚魚保育場、産卵場	
②沿岸域	
・海底、海中構造物（人工魚礁、増殖場造成施設など）	
→ 魚介類の蛸集、磯根資源の増殖	
・海岸構造物（港湾構造物、離岸堤など）	
→ 魚介類の蛸集、磯根資源の増殖、稚魚・稚貝の保育場	

表－2 沿岸構造物の水産生物への効果

①集魚効果（魚具魚礁）	
寄り所、生息場、餌場	間接的、直接的
②増殖効果（磯根資源、磯魚）	
付着基盤、餌場、産卵場	直接的、間接的
③保育場形成効果（稚魚、稚貝）	
静穏域、渦流域、弱流域	間接的

4. 4 生態環境技術の分類：基本的考え方

生態環境技術の開発・研究にあたって、まず第一に、

- ①生態系そのものの構造・機能・評価に関する研究
が生態環境技術開発の基礎として必要である。それを基礎として、
- ②生態環境を保全・改善・創造する技術
の開発、すなわち環境制御技術の開発を行う。生物そのものを制御することは困難であるので、生物の生息環境としての流動環境、水質環境、底質環境などを制御する。その際、
- ③構造物の機能・効果に関する研究（環境制御のための構造物、環境に配慮した構造物）
も必要であるし、また、そのような
- ④環境構造物の水力・設計技術
なども生態環境技術に含められよう。一方、
- ⑤生態環境そのものを利用する技術（水産業における資源管理、生物を利用した海水浄化など）
は生物そのものを利用する技術として、生態環境技術に分類されよう。また、
- ⑥環境保全と開発行為を調整する制度（Mitigation制度など）やその理念
も社会科学的な技術として必要であろう。

これらは、いずれも相互に関連するので、同時並行的に開発研究を進める必要がある。

なお、E C O S E T' 9 5（海洋・河川における生態環境技術に関する国際会議、1995年10月29日～11月2日開催予定）ではセッションを次のように分類している¹⁴⁾。

(1)人工魚礁

（この国際会議の従来からの経緯により、発表数が多いために組んだ）

(2)生態系の構造、機能、評価

生物生態、生物の機能、生態系の構造、評価手法

(3)生態系環境の改良・向上・創造技術

干潟・藻場・海底・磯環境の造成・改良

水質環境改善、リビングフィルター、など

(4)防波堤、河川構造物の機能・効果・調査

(5)生態系環境の利用技術

水産資源増殖、漁業生産、遊漁、生物保護

(6)生態系環境の保全・開発およびミティゲーション

理念、制度、事例など

(7)生態系構造物の水力・設計およびその他

水力模型実験、数値シミュレーション、など

4. 5 様々な分野での取り組み

「生態環境技術」については、最近かなりの調査研究がなされており、全てを紹介するのは困難である。様々な分野の学会や組織で、「環境との調和」、「自然との共生」、「生態系保全」、「生態環境保全」、「エコテクノロジー」などをキーワードとしたシンポジウムや発表、調査研究が行われている。以下に、いくつかの取り組みの例を挙げるにとどめておく。なお、港湾・漁港などに関しては別講で具体的事例が紹介される²⁶⁾。また、武内¹¹⁾、小笹²⁴⁾や山本²⁵⁾なども参照されたい。

○栗原¹⁵⁾は「エコテクノロジー」を提唱し、生態学の論理によって河口・沿岸域の生態系の保全と活用を行う手法を模索している。

○海岸工学委員会地球環境問題研究小委員会では「沿岸域のあり方—21世紀にむけた海岸工学の課題」を研究テーマとした第2期活動を1994年から開始した¹⁶⁾。この中の「沿岸域管理と環境保全」のワ

ーキンググループでは、自然環境を保護・保全しながら持続可能な開発を行うための「総合的沿岸域管理計画」の可能性を検討している。また、「沿岸域の利用」のワーキンググループでは、「利用と環境との調和」についての検討も行っている。

- 日本水産工学会では、1992（平成4）年秋のシンポジウム¹⁷⁾で「沿岸域の生態系保全と有効利用」をテーマとし、水産を始め、漁港・港湾・海岸・環境などの各分野での環境への取組を紹介している。
- 砂浜については、1994年に「砂浜海岸の生態系と物理環境」についてのシンポジウムが開催され、海域のみならず、陸域も含めた研究討論がなされた¹⁸⁾。
- 中村¹⁹⁾は沿岸域の生物の環境浄化機能として、二枚貝・ゴカイ・バクテリアの環境浄化と水中植物によるDO（溶存酸素）供給について検討した。
- 日本水産学会水産環境保全委員会の研究会において、有機汚泥の浄化対策にイトゴカイを用いる研究が紹介されている²⁰⁾。海域でのこのような生物を利用した環境浄化は、まだ実用には至っていないが、研究は進行中である。
- その他、例えば電力の分野で、海域環境に調和した沿岸域の開発の観点から、海中緑化技術（藻場造成）の開発研究が行われている²¹⁾。
- 磯部²²⁾は海岸の環境創造の観点から、既往の研究成果を簡潔にまとめて紹介している。
- 建設省では海岸保全施設設置による生態系変化予測手法を開発した²³⁾。ただし、まだ改善の余地がある。

5. おわりに

人類が沿岸域で生活していくには、沿岸域の自然環境の高度利用・有効利用は必然である。一方、地球環境の観点からも生産性の高い沿岸海域の環境再生・保全・創造は非常に重要である。したがって、沿岸域の環境、特に生態環境に配慮した開発・利用を心がける必要がある。もちろん、従来からの防災の観点も必要であることは言うまでもない。従来のどちらかといえば単純化、単機能の方向から、今後は総合的あるいは複合的な多機能の技術開発に向かう必要があると考える。

環境保全と開発行為とを調整する制度として、アメリカ合衆国ではすでにミティゲーション制度がある。このミティゲーション制度についての検討が行政レベルで進められており、日本でも何らかの新たな制度が出来る可能性がある。

ところで、生態環境を配慮するためには、生態環境そのものが分かっている必要がある。しかし、生物生態関係の研究は開発事業実施に関する工学的研究に較べてかなり異なった段階にある。干潟、藻場、砂浜など、海岸のそれぞれの形態区分における生物の役割と生物特性の環境的意味（価値）の把握・解明を積極的に推進する必要がある。また、開発行為の生物への影響把握、生物と環境・構造物との関わり方の解明などもさらに進める必要がある。そのためには、現状把握による知見の蓄積と同時に、施設を設置した場合には、設置後の追跡調査を行って知見を蓄積していくことが不可欠であろう。なお、生態環境技術の開発・研究に際しては、海域の特性に応じて生物種が異なることに十分留意すべきであり、また、対象生物種を選定する場合には、その生物の生態系の中での位置を十分認識した上で選定すべきである。

今後は「沿岸生態環境工学」とも言うべき、「沿岸域の生態系保全と有効利用」を両立させるための手法の確立が課題であろう。沿岸域利用における水質保全、底質保全、生態系保全の技術、生態系の修復・保全・創造手法が必要である。生物の問題が非常に大きく係わるため、土木工学の分野の研究者と生物研究者との共同作業が必要である。また、制度的な問題については社会科学関係の研究者の参加も必要となる。

生物生態に関係する研究は現地調査が主となり、環境因子の複雑な変化の影響などを受けるため、すぐには成果が出てこない宿命にある。息長く研究を行っていく必要がある。海況の変化などを考慮すると、少なくとも数年の単位で考える必要があろう。今後の研究の進展を期待したい。

なお、本講では「生態環境」に限定したため、親水性や景観についてはふれなかった。

図－４に使用したデータの作成には海岸工学文献データベース（土木学会海岸工学委員会）を利用した。

参考文献・資料

- 1)環境庁編(1994)：環境基本計画、大蔵省印刷局、160pp.
- 2)水産庁開発課(1995)：第４次沿岸漁場整備開発計画について、水産工学、31(3)、p. 211.
- 3)仲本豊(1994)：漁港整備計画の変更及び第９次漁港整備長期計画の策定について、漁港、36(2)、pp. 3-16.
- 4)運輸省港湾局編(1994)：環境と共生する港湾<エコポート>、大蔵省印刷局、87pp.
- 5)農水省・運輸省・建設省(1994)：海と緑の環境整備対策「白砂青松の復元」パンフレット.
- 6)中村充(1991)：改訂水産土木学、生態系・海洋環境エンジニアリング、工業時事通信社、561pp.
- 7)水産庁監修(1993)：沿岸漁場整備開発事業施設設計指針（平成４年版）、（社）全国沿岸漁業振興開発協会、411pp.
- 8)沿岸漁場整備開発事業人工魚礁漁場造成計画指針（昭和61年度版）（1986）、（社）全国沿岸漁業振興開発協会、184pp.
- 9)増殖場造成指針作成委員会編(1982)：増殖場造成指針（昭和58年版）、（社）全国沿岸漁業振興開発協会発行、地球社、252pp.
- 10)沿岸漁場整備開発事業増殖場造成計画指針マダイ・イセエビ編（昭和63年度版）（1988）、（社）全国沿岸漁業振興開発協会、362pp.
- 11)武内智行(1992)：水産生物と沿岸開発、第５回（平成３年度）開発土木研究所講演会特集号、開発土木研究所月報、pp. 29-52.
- 12)水産土木研究部会(1976)：各種海岸構造物における水産生物増集の事例に関するアンケート調査結果、水産土木、13(1)、pp. 29-42.
- 13)水産土木研究部会(1977)：各種海岸構造物における水産生物増集の事例に関するアンケート調査結果(2)、水産土木、13(2)、pp. 77-78.
- 14)ECOSSET' 95事務局(1995)：ECOSSET' 95（海洋・河川における生態環境技術に関する国際会議）、2nd Announcement、（社）国際海洋科学技術協会.
- 15)栗原康編(1988)：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、東海大学出版会、335pp.
- 16)澤本正樹・三村信男・出口一郎・勝井秀博・小島治幸(1995)：地球規模の環境変化と沿岸域の課題、第３回地球環境シンポジウム.
- 17)シンポジウム実行委員会(1992)：平成４年度秋季シンポジウム「沿岸域の生態系保全と有効利用」報告、水産工学、29(3)、pp. 159-168.
- 18)シンポジウム「砂浜海岸の生態系と物理環境」（1995）、水産工学研究集録、１、146pp.
- 19)中村充(1995)：海洋開発と沿岸域環境、水産の研究、14(2)、pp. 56-62.
- 20)日本水産学会水産環境保全委員会(1995)：平成６年度研究会「養殖漁場環境とベントス」、懇話会ニュース、日本水産学会誌、61(2)、pp. 267-270.
- 21)川崎保夫・寺脇利信・長谷川寛(1994)：自然模倣の海中緑化技術、土木学会誌、1994年９月号、pp. 14-17.

- 22)磯部雅彦編著(1994)：海岸の環境創造、ウォーターフロント学入門、朝倉書店、208pp.
- 23)田中茂信(1994)：海岸保全施設が生態系に及ぼす影響に関する調査・研究、海洋開発論文集、10、pp. 9-12.
- 24)小笹博昭(1994)：港湾分野における生態系に配慮した沿岸域開発技術、海洋開発論文集、10、pp. 5-8.
- 25)山本正昭(1994)：生態系と物理環境を配慮した漁港・漁場造成のための技術開発、海洋開発論文集、10、pp. 1-4.
- 26)谷野賢二(1995)：資源保全・増殖型構造物の開発、水工学シリーズ(B).