

講演概要

1. 特別講演

豊かな藻場（もば）を取り戻せ！

～全国に広がる磯焼け対策の紹介～

(独)水産総合研究センター 桑原久実

1. はじめに

本シンポジウムのテーマは“アマモ”であるが、私の講演では、沿岸域に生息する海藻の群落（藻場）全般について取り上げたい。アマモを含む沿岸域の藻場は、水産生物の資源回復や生物多様性などについて重要な場である。私は、平成16年度から6年間、水産庁が実施する磯焼け対策事業の事務局を担当する機会を得た。この仕事を通じて得られた、藻場や磯焼けの最近の状況、磯焼け対策の現状、その対策を支える制度などについて報告する。

2. 藻場について

“アマモ”は、ご存じのように「かいそう」の仲間である。この「かいそう」を漢字にする場合、海藻あるいは海草のどちらが正しいのか、迷う方が居られるかも知れない。共に沿岸域に生息する植物であるが、これらは、明確に区別されている。

海藻は、根・茎・葉のような形態があっても、それらは機能的に分化していない。例えば、根は栄養を吸収する機能はなく主に岩盤に付着し体を支える機能を持ち、栄養は葉から吸収する。我々の食卓にあがるアオサ、ヒジキ、ワカメ、コンブは、この海藻である。一方、海草は陸上植物と同様に、根・茎・葉の機能は分化し、花を咲かせる種子植物の仲間である。内湾の砂浜域に見られ、本シンポに取り上げられるアマモは、この海草の仲間である。我国に分布する海藻は千数百種あり、海草は20種程度である。

このような海藻（草）が群落を形成する場所を藻場と言う。単一種で群落を形成する場合は、その種類によって、コンブ場、アラメ・カジメ場、ガラモ場、アマモ場などと区別して呼んでいる。しかし、藻場は、海域や水深など環境により構成する種が変わり、単一種だけではなく複数種で群落を構成（混成）する場合も多く見られる。

藻場は、我々人間にとって、直接・間接的に重要な役割を担っている。少し例を挙げると次のようなものがある。①沿岸の一次生産の場であると共に、栄養塩吸収などの環境保全の場として重要な機能を有する。②水産上有用な魚介類やその他の多様な生物にとっての生息場を提供する。③我々人間にとっても快適な景観や環境学習を提供する場として利用される。

3. 磯焼けについて

近年、我国の藻場は、全国的な減少傾向にあり、既に数万ヘクタール消失したと言われている。また、その状況は、現在も継続している。一旦、藻場が減少し、そこから回復しない現象を、磯焼けと言う。磯焼けの要因は、これまでに、海況の変化、栄養塩の欠乏、淡水流入の影響など、いろいろ言われてきたが、平成18年に都道府県を対象に実施したアンケート結果(水産庁)によると、磯焼けは、ほぼ全国的にみられ、その約60%がウニや魚などの食害によることが報告されている。

磯焼けとなった代表的な海中景観を示したのが写真1である。左図は、ウニが高密度に分布（黒い丸）し、これらのウニが海藻の芽を食べてしまうことによって藻場が

形成されない状況を示している。ここに分布するウニの数は多いが慢性的な餌料不足にあり、可食部(生殖巣)は少なく売り物にならない。漁業者が漁獲しないので、藻場への食害は強いままで改善されない。右図は、魚によりカジメの葉状部が食べられ茎だけになった状況を示している。茎の先端部にある成長帯まで食べられると、やがてカジメは枯れる。魚の食害は、各地で報告されるようになってきたが、植食性魚類は一般に漁獲対象種になっておらず生態的な知見がほとんど無い。

北日本の磯焼けは、キタムラサキウニやエゾバフンウニなどウニの食害が中心で魚によるものはほとんど無い。南日本は、ガンガゼなどのウニとアイゴ、ブダイ、イスズミなど植食性魚類の両者による食害が見られる。このような食害は、砂浜域に生息するアマモにも例外なく見られ、植食性魚類による食害が各地で報告されている。



ウニの食害



魚の食害

写真1 磯焼けになった海中景観の例

4. 磯焼け対策ガイドラインについて

このような状況を改善させるため、水産庁は「緊急磯焼け対策事業」(平成16～19年度)を立ち上げ、植食動物の食害対策を中心としたガイドラインの作成に取り組むことにした。ここでは、簡単に、このガイドラインの内容について紹介する。

我が国における磯焼け域の状況をイラストで示したのが図1である。磯焼け対策は、このように、海藻の生産と植食動物の摂食のバランスが崩れ、後者が前者を上回っている(天秤が右に傾く)状態から、この釣り合いを回復させることが目的となる。本来は、このようにバランスを崩した、そもそもの原因であろう環境変化(時計回りの矢印)、例えば、地球温暖化、沿岸域や流域の開発などの問題を解決して大規模に藻場を回復したいところであるが、残念ながら、私たちの知見は、そのレベルに達していない。このため、本ガイドラインに示す対策は、範囲は限定されるが(例えば、100m×100mなど)、対策の実施場所や維持・管理の方法を明確にし、海藻の生産量を増加させ(矢印①)、植食動物の摂食量を減少させ(矢印②)て、天秤のバランスを回復させることを目指している。ガイドラインには、このために必要な具体的な情報が提供されており、その概要を示すと次のようである。

1) 磯焼け対策に順応的管理を導入し、複雑に要因が絡みあい解決が困難な現象でも、対策後のモニタリングから対策の成否の理由をフィードバックすることによって、適切な磯焼け対策に向かって着実に知見が蓄積できるようにした。

2) 磯焼け対策フローを導入し、「A. 磯焼けの感知」～「H. 目標達成の判定とフィードバック」の8つのプロセスを順に検討することによって、対策が試行錯誤的に

ならないようにした。

3) 漁業者が中心となり、行政担当者、研究者、地域住民、ボランティアなどと協力し、持続的な磯焼け対策が行えるような実施体制の整備の重要性を示した。

4) 磯焼けの感知、藻場形成の阻害要因の特定など、今まで曖昧であった事項について、簡単で具体的な方法を示した。

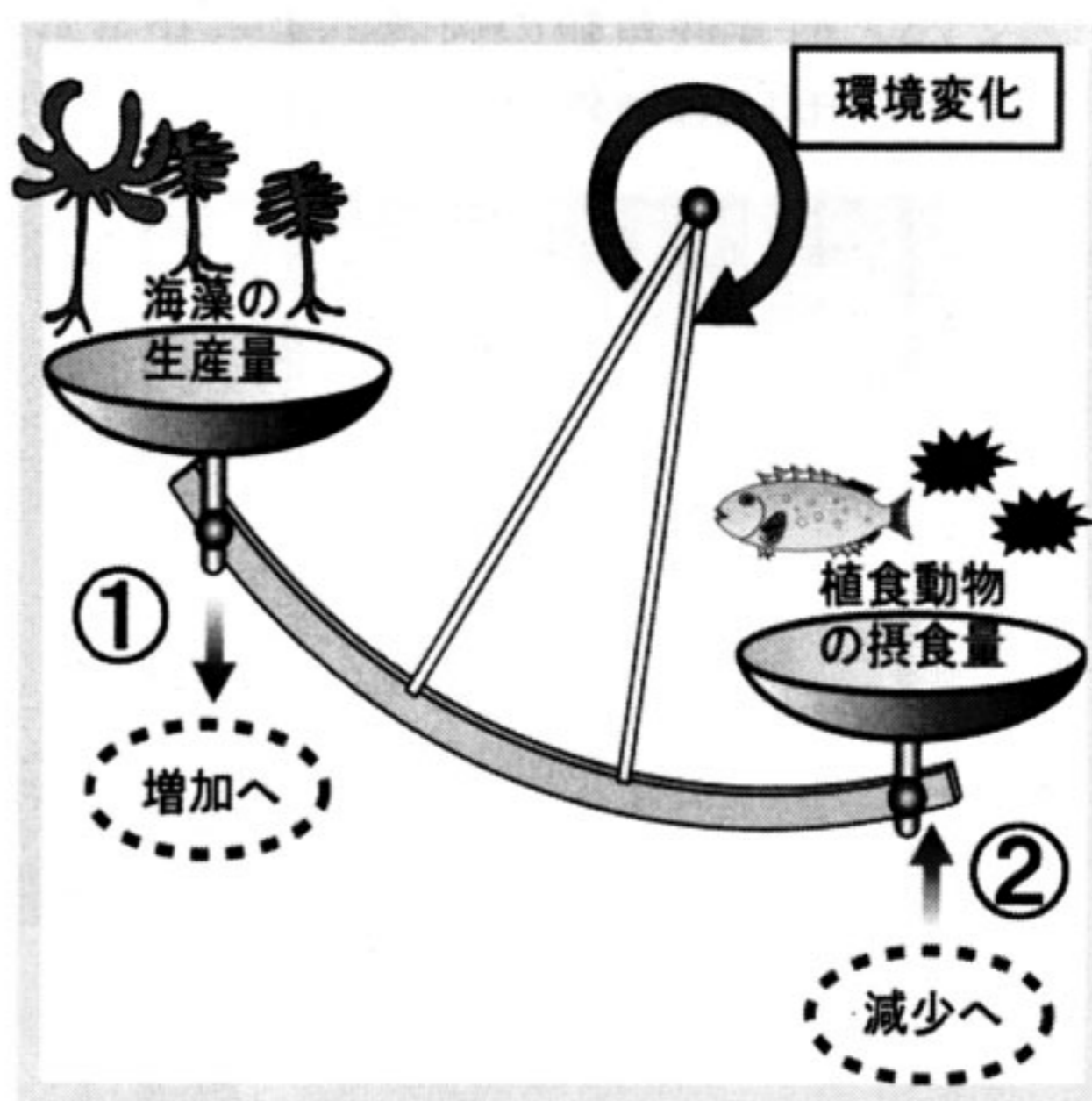
5) 1000 程度の資料調査から、これまで散在していた要素技術を分析し、系統樹として整理した。各要素技術の長所・短所を明らかにし、要素技術の適切な実施に重要な情報を提供した。

6) ウニや植食性魚類を除去する際のインセンティブを高めるために、これら食害動物の有効利用について全国的な調査を実施し、その重要性を示した。

7) 磯焼け対策に、環境に対して高い意識をもつ一般市民（学生を含む）の導入を試み、問題点の抽出を行った。

磯焼け対策ガイドラインは、下記の水産庁 HP からダウンロードできるようになっている。ガイドラインは、多くのイラストや水中写真をカラー表示し、対策のフローに従って系統的に解説してある。是非、お読みいただき、磯焼け対策に役立てていただきたい。

http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_hourei/sub79.html



5. ガイドラインの普及と実践、そして成功事例づくり

「磯焼け対策ガイドライン」（平成19年2月）の発行後、このガイドラインの普及や実践を行い、1つでも多くの成功事例をつくことを目的に、水産庁は「大規模磯焼け対策促進事業」（平成19～21年度）を立ち上げました。ここで言う成功は、次の4つの事項を満たすことを目指し事業を進めた。

1) 「磯焼け対策ガイドラインを踏まえていること」

対策が、試行錯誤的にならないように、ガイドラインに記載してある、順応的管理、対策フロー、組織構成などの基本的な検討が計画段階から行われ、その計画に基づいて対策が実施されていること。

2) 「漁業者が中心となり持続的な取り組みになっていること」

補助金の切れ目が対策の切れ目にならないように、日々の漁業の中で、藻場をはじめ、流況、地形や底質などに詳しい漁業者が中心となり、そのようなお金が無くても持続的に取り組むことができる状態を目指していること。

3) 「対策に地域の特徴が反映していること」

磯焼け対策は、対策地域における漁業の実態、社会的な背景などを十分考慮して、なるべく地域の特徴を反映した方が、効率的に進めることができる。磯焼け対策と地域産業とを結びつけて、新たな産業を生み出すなど、積極的な取り組みが見られる。

4) 「ヘクター単位の藻場が回復していること」

磯焼け対策の報告には、わずか数本の海藻が生育したことを成功とするものがあるが、私たちが目指す磯焼け対策は、豊かな水産資源の回復であることから、少なく

ともヘクタール単位の藻場回復が必要である。

以上の目標達成に向かって、漁業者自身に取り組む磯焼け対策が、全国の17地区で実施することになった。いずれの地域においても、地域対策協議会を設置し、ここで、役割分担や対策方法に関する作戦が話し合われた。また、漁業者は海のことを熟知しているとはいえ、磯焼け対策の専門家ではないので、ウニ除去の実施時期、海藻の雌雄や成熟度合いなどについては、技術的なアドバイスが必要になる。このような技術支援については、藻場回復に豊富な経験を持つサポートスタッフを派遣して技術指導を行うことにした。日々の取り組みの中で、漁業者が中心となって、直面する問題に対して、あれこれ考えた末の新しい技術や方法の提案が行われた。

たとえば、①エンジンポンプのホースにエジェクタといわれる装置をつけて負圧を発生させ、この負圧で海底上のウニを船上に吸い取るウニ吸引除去装置、②ウニ除去区へのウニの再侵入を防ぐフェンスについて、容易に領域を拡張できるように利用方法の改善、③浮子を用いて刺し網を海面付近で垂下し、流れ藻を効率良く採取する安価な流れ藻キャッチャー、④海中に母藻を健全な状態で設置し、海域に種を長期間供給する中層網や投げ込み式スポアバックなどがあげられる。

熱心な漁業者とそれを支えるサポートスタッフやボランティアなどの努力により、平成19～21年の3年間で、藻場回復面積は、合計20ヘクタールに達するまでになった。このことは、これまでにない広域的な藻場回復が、漁業者主体で実施できることを、全国各地で証明したことになる。今後、磯焼け対策を進めるうえで、非常に心強いものである。

6. 環境・生態系保全活動支援事業について

水産庁は、平成21年度から環境・生態系保全対策事業をスタートさせた。この事業は、漁業者や地域の住民が行う藻場・干潟・サンゴ礁・ヨシ原の機能の維持・回復のための保全活動に対して、支援するものである。平成23年度10月の時点では全国に283地区の活動組織が成立している。この中でも、藻場に関する活動組織が最も多く181地区、次いで干潟が59地区、浅場が42地区、サンゴ礁が10地区、ヨシ帯が6地区となっている。藻場の活動内容についてみると、やはり食害生物(ウニ)の除去が最も多く92地区、次いで、母藻の設置が83地区、海藻の種苗投入が55地区とつづき、アマモについては移植及び播種があり22地区で実施されている。

これらの活動組織は、これから対策協議会を立ち上げ準備のところ、藻場が形成されない理由をどのようにして調査するか検討中のところ、順調に藻場回復が見られ対策領域を拡大するところなど、様々の組織が、それぞれの段階で取り組んでいる。

活動組織の構成は、漁業者が主体となり、地域の実情にあわせ、地域住民、ボランティア、NPOも加わった幅の広い体制づくりも見られる。

毎年、活動組織の情報交換の場として、全国8カ所のブロックで成果報告会が開催されている。この発表のほとんどは、漁業者自らが行うが、サポートスタッフの協力があるとしても、年々、発表パワーポイントの美しさ、発表内容の充実に、驚かされる。このような情報交換を通じて、他地域の活動内容を詳しく知りたい場合は、漁業者間で連絡を取り合い、現場見学会が積極的に行われていることも報告されている。

本事業の取り組み事例については、「海のゆりかご通信」として、下記に示す環境・生態系保全対策事業のHPに掲載されている。このHPには、きれいな写真や動画が用意され、藻場・干潟・サンゴ礁・ヨシ原についての機能や保全の重要性をわかりやすく解説してある。ご興味のある方は、是非、ご覧いただきたい。

<http://www.hitoumi.jp/>

みんなで取り組む海域環境の保全・改善

研究者、市民、NPOの役割

国土技術政策総合研究所 沿岸海洋新技術研究官 古川恵太

1. はじめに

海域環境は、地形的にも、生態系的にも陸域環境と異なる様相を持ち、多様かつダイナミックに変化しています。我々は、この海域環境で生じている変化、営みを100%把握することができません。そこで、多様な主体が協力することで、その海域環境としての様相を知り、季節的・場所的変化の大きさを理解し、そうしたダイナミクスに合わせた保全・改善（再生）の行動していくことが必要です。一部の限られた事例ですが、具体の取り組みを中心に、以下に紹介します。

2. 知るための協働

海域環境としての様相を知るためのキーワードとして、環境評価の基本の一つであるBACI (Before、After、Control、Impact) の比較、平面の図として可視化するマッピング、さらには、Dissemination (普及) までを含めて「知る」ことであるという認識などが挙げられます。

東京湾水質一斉調査

海域における調査は多くの機関が様々な形で行っています。こうした機関が日付・手法をできる限り統一して調査を実施するならば、関係機関の連携・協働の体制作り、汚染メカニズムの解明、海の再生への関心の醸成につながる契機となります(図1)。こうした一斉調査は、特に米国での実施例が多く存在し、市民参加の体制が確立されています¹。

現在、大阪湾水質一斉調査(平成16年から)・東京湾水質一斉調査(平成20年から)が継続実施されており、平成21年からは、伊勢・三河湾、広島湾でも開始されました。空間的・時間的に変化の激しい溶存酸素(DO)の分布状況などが詳細に示され(図2)、湾の環境メカニズムの解明に役立つデータが得られているとともに、成果を共有するためのワークショップ(東京湾水質一斉調査ワークショップ)などが開催されるなど、有意義な取り組みとして実践されています。

「関係機関が連携・協働した効率的かつ効果的なモニタリング調査の体制づくりと実施」に向けての契機とする。

東京湾の全域及び陸域を対象として一斉での調査を通じ、青潮・貧酸素水塊の分布等を把握することで、東京湾の汚染メカニズムの理解の推進を図る。

多様な主体が協働しモニタリングを実施することにより、国民・流域住民の東京湾再生への関心を醸成する。

「東京湾の水質一斉調査に関する関係機関による連携・協働によるモニタリング調査」の概要

図1 東京湾再生推進会議、モニタリング研究会からの一斉調査への提言

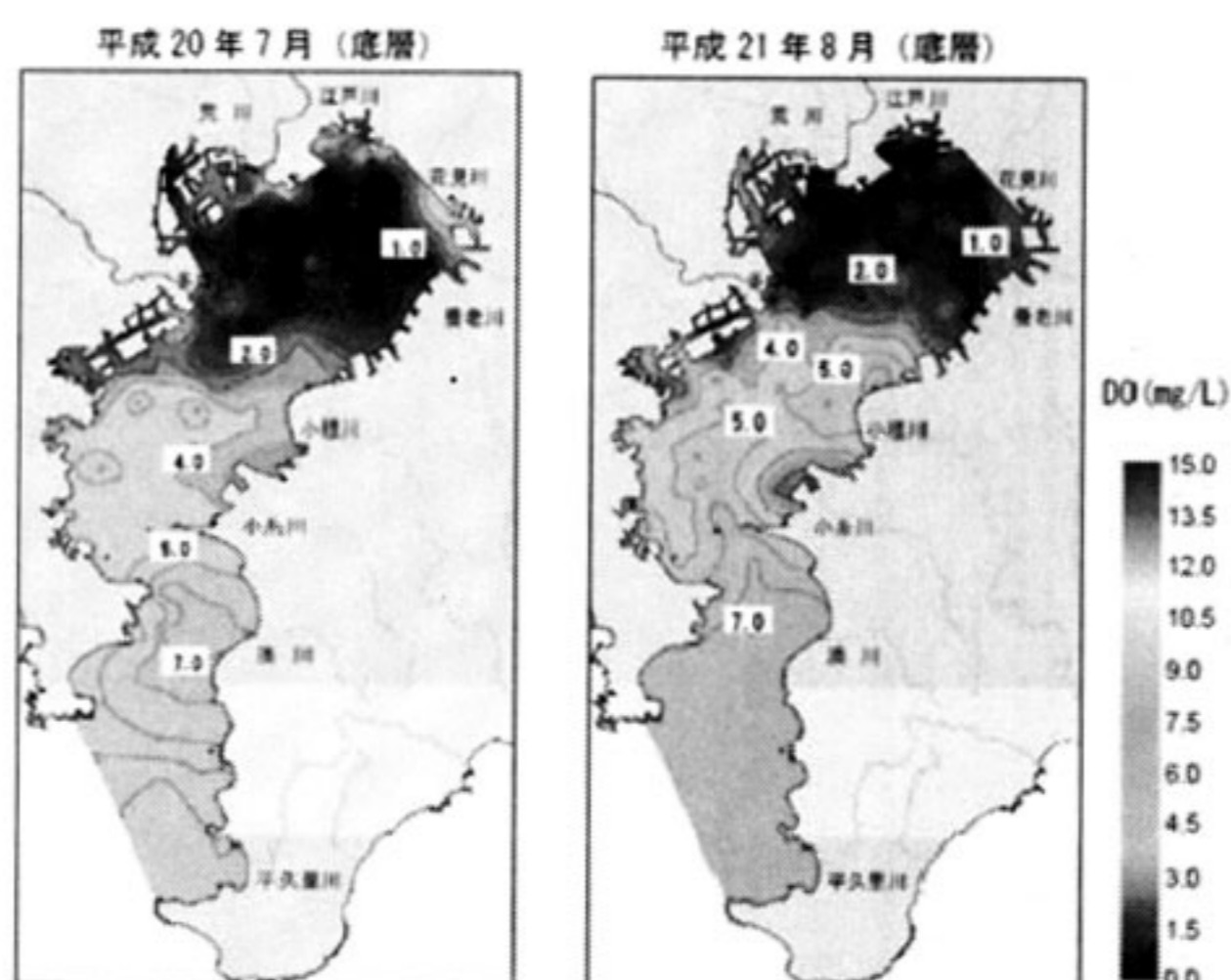


図2 平成20年度、21年度東京湾水質一斉調査(低層DO)

¹ チェサピーク湾 <http://www.chesapeakebay.net/> バザーズ湾 <http://www.savebuzzardsbay.org/baywatchers/>
カスコ湾 <http://friendsofascobay.org/>

都市型干潟の賢い使い方研究チーム

国土交通省横浜港湾空港技術調査事務所（以下、横浜技調）は、老朽化護岸の耐震性強化や港湾の水域利用等と両立した東京湾の環境再生手法実証のための現地実証試験を2008年2月から開始しました（森田ら、2009）。

実証試験のために築造された施設は、階段構造を有する干潟・磯場（「潮彩の渚」と命名）であり、沿岸方向50m、岸沖方向20mの範囲に、干潟面高さCDL±0m、+0.5m、+1.0mの階段状（3段）の砂質干潟とそれを取り巻く磯場を配置した構造です（図3）。

こうした新しい構造の整備効果および維持管理方策を検討するため、公募で選定された市民団体（「都市型干潟の賢い使い方研究チーム」）、横浜技調、国総研等による民官協働体制で調査を実施しました（表1）。

市民団体による調査では、「誰でも出来る」というコンセプトのもと、底生生物調査にはステンレス製のザル（家庭で調理等に使用するもの）を用いてサンプリングし、同定は主要種にとどめるなど工夫がなされました。

その後、1年の調査期間を経て、モニタリング項目をアサリのみに関り、2, 3, 5, 5, 10, 14, 18, 21mmのセットの篩を用いたサイズ分布の計測をするなど、調査手法の修正を重ね、どのようにアサリが干潟に定着してきているのか、貧酸素水塊の襲来などでへい死した後の回復過程はどうなっているのか、など問題意識を持った調査を進めてきています。

そうした調査に並行して実施されている国総研、横浜技調等の調査は、解釈を助けるための補間的調査となっています。

2011年8月14日には、市民との協働調査の試みとして、「潮彩の渚公開調査」が実施されました。「釣り調査」「広域アサリ調査」「安全講習会」「講演会」などを含む成果の普及を目指した活動として実施されました（図5）。

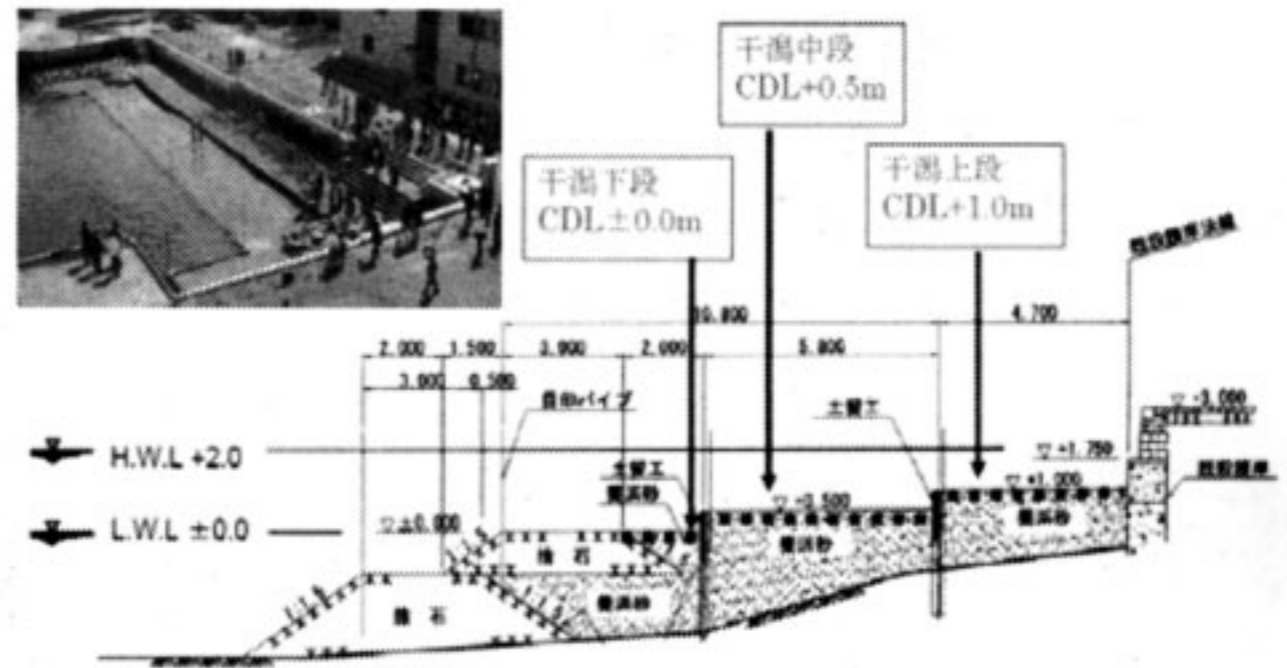


図3 実験施設の断面構造

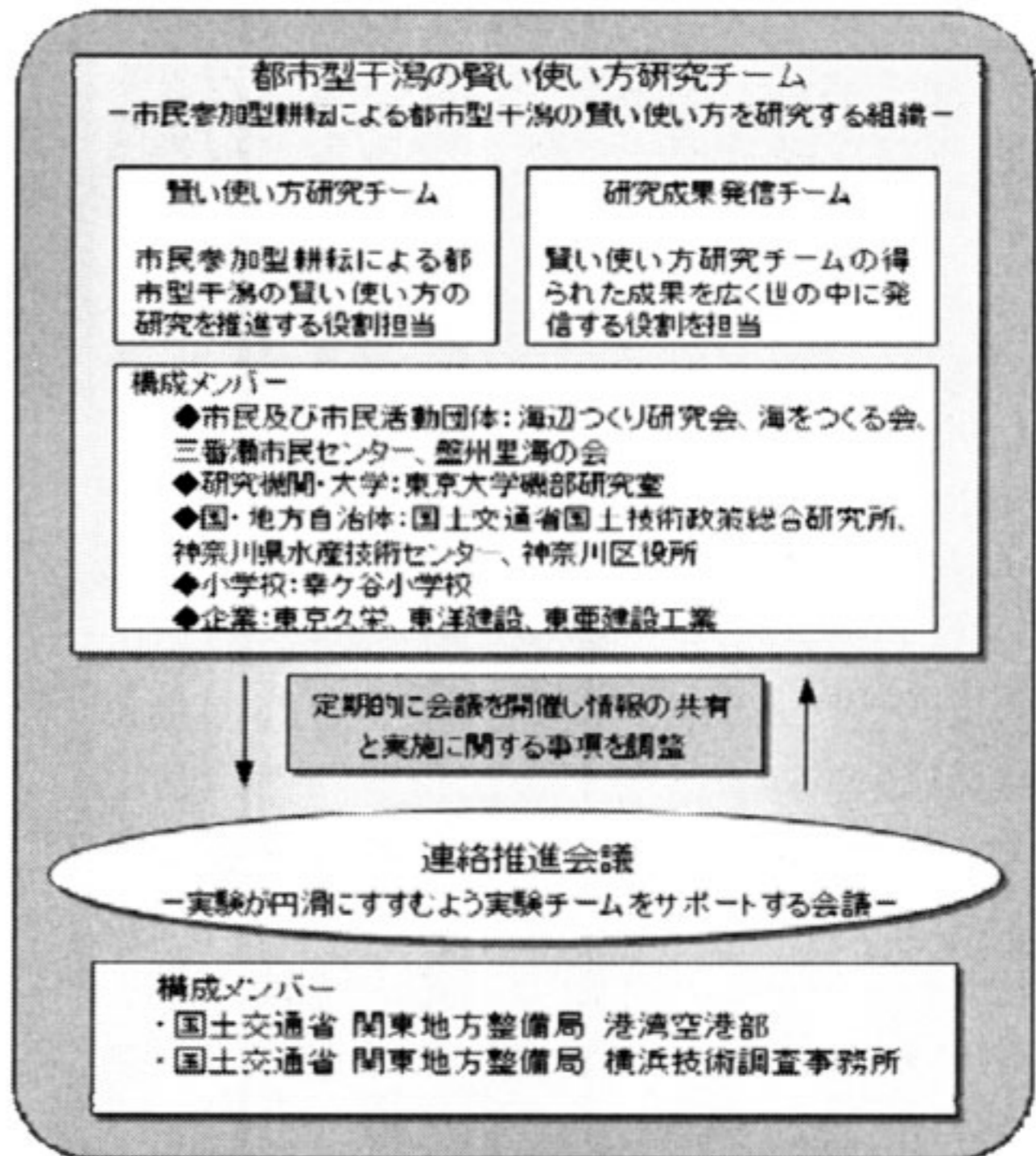


表-1 実施項目一覧表（実験開始当初）

活動内容	実施主体	項目	方法
市民モニタリング調査	市民団体	標高・地形	レベルによる水準測量、写真撮影
		底質	外観(粒径・色調)、写真撮影 臭気、泥温、硬度
		底生生物	Φ17cm・2mmメッシュザルによる採取、代表種のソーティング、秤量
		魚介類	潜水目視観察
維持管理		干潟耕耘	鍬等による表層10cm耕耘(浅い耕耘)(1回/1ヶ月) スコップによる表層30cm耕耘(深い耕耘)(1回/3ヶ月)
連続観測	国総研	水質	水温、クロロフィル、DO、水位、波高(機器による毎時観測)
定期モニタリング	横浜技調	定量調査	水底質、底生生物(四季)



図5 潮彩の渚公開調査

3. 理解するための協働

複雑かつ直観的でない海域環境について理解を深めるためのキーワードとして、ラーニングサイクル理論や、体験型活動が挙げられます。

ラーニングサイクル理論

ラーニングサイクル理論は、導入→探究→概念の確信→応用→振り返りの5つの学びのステップを踏みながら学習を進める理論です(図6:佐々木、2011)。

厳密なラーニングサイクル理論に基づいたプログラム開発が難しい場合であっても、学習や体験、と解説(振り返り)を交互に繰り返すことで、理解が促進されていくと思われまます。

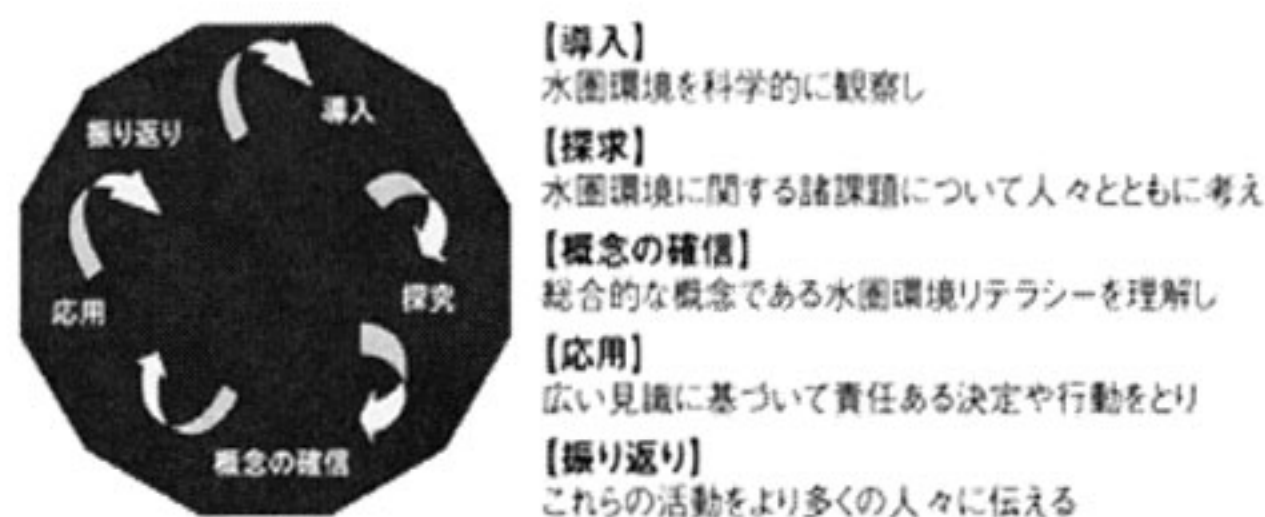


図6 ラーニングサイクル理論の5段階

江戸前ハゼ復活プロジェクト

汽水を回遊する周縁性魚類であるマハゼは、我が国の内湾・汽水域の典型種であり、内湾の環境変化を受けその数が減少していることが懸念されています。

研究者、行政、企業、NPO等の関係者が緩やかに連携する江戸前ハゼ復活プロジェクトでは、こうした特性を持つマハゼを復活させることが、東京湾再生につながる一つの行動であると位置づけ、

①マハゼの棲み処さがし、②再生の戦略検討、③マハゼの棲み処づくりに取り組むことを目的としています(図7)。

プロジェクトでは勉強会による情報共有とともに、芝浦アイランド、朝潮運河における釣り調査行ってきました(図8)。各地点での全長組成から見ても、マハゼの成長に伴う移動の他、場所的な特性(餌の過多、環境特性の優劣)などを反映していると考えられる状況が観察されていますし、マハゼの耳石を用いた解析からは、低塩分の環境下でふ化したと考えられる個体がいることなどが判りました。

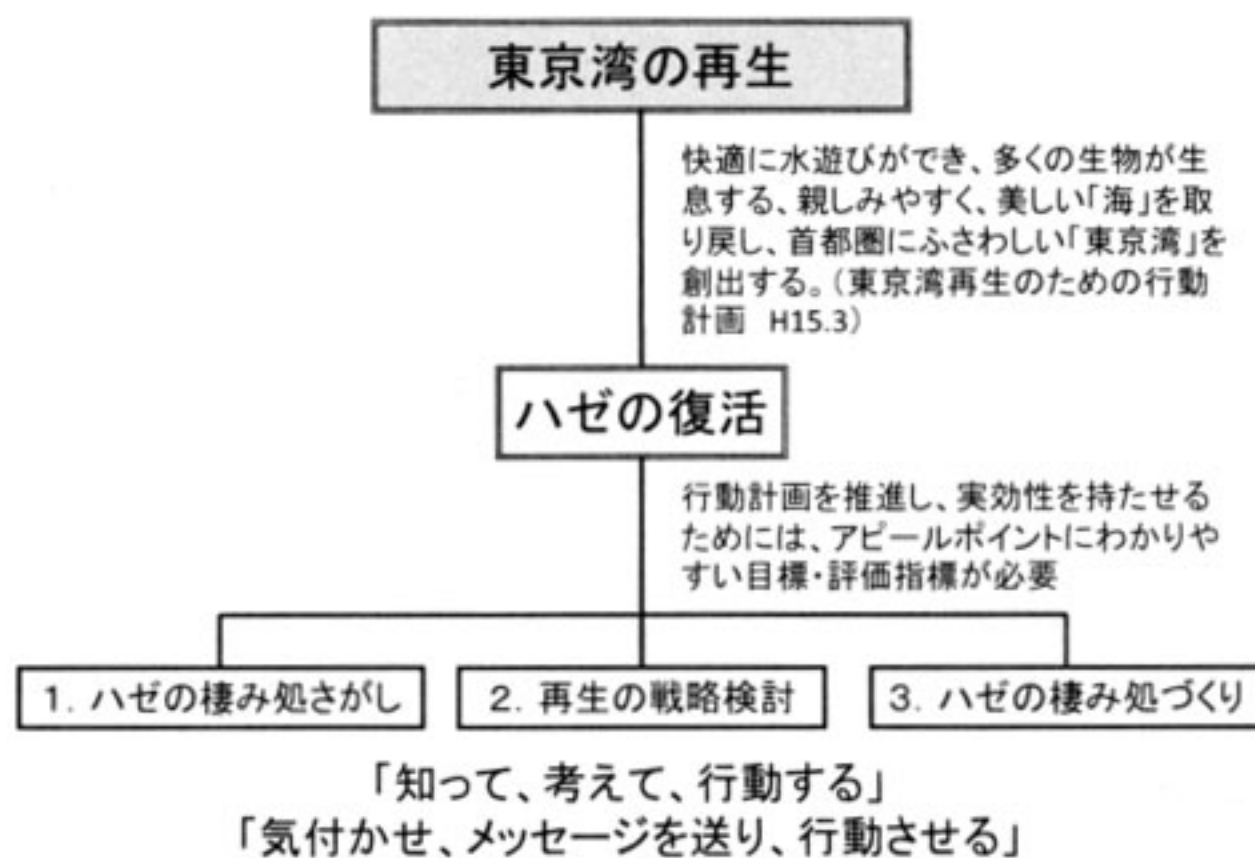


図7 江戸前ハゼ復活プロジェクトの狙い



調査シートは国総研HP(<http://www.meic.go.jp/shibaura/>)からダウンロードできます。

図8 芝浦アイランドでの釣り調査の標準プログラム

4. 行動するための協働（芝浦アイランド）

プロセスの理解：概念モデル化

芝浦アイランド生き物の棲み処づくりプロジェクト

2006年3月に東京都港区芝浦四丁目南地区（芝浦アイランド）西側護岸に自立鋼管矢板護岸と重力式護岸の間に平均潮位に近い高さのテーブル状のテラスを組み合わせた護岸が造成されました（図9）。

このように人為的な改変を加えて作られる新たな環境は、その環境の再生のプロセスを持続的に人間が手助けする必要があると考えられ、地域住民の参画や行政による具体的な手順や枠組み作りが必要と考えました。

市民協働の枠組みを作るにあたり、“生き物の棲み処づくりプロジェクト”が円滑に進むよう行政（東京都・港区・国土技術政策総合研究所）の役割を分担し、環境学習会、干潟観察、釣り調査、潮だまり改良など様々な活動を展開してきました。

活動の最終目標は、「魅力的な生き物の棲み処づくり」ですので、そのために、自分たちの活動が、どのように関連しているのかを理解するための図式化（概念モデル）が必要であり、図10はそうしたモデル化の一例を示しています。

こうしたモデル化に基づき、2009年には、粗朶を用いた深場の造成（図11）、2010年、2011年には悪化した底質の改善などを実施してきました、その成果を観察会などで確認しています。

5. おわりに

こうした取り組みは、長く継続していくことが大切です。そのためには、視野を広く、目標を遠くに置き、順応的かつ総合的に協働を管理・運営していくことが必要と思います。特に、責任を持って枠割分担するということが大切ですが、同時に、相手のことを思いやり尊重することも忘れてはならないと、自戒を込めて付け加えます。

参考文献

- 佐々木剛（2011）：水圏環境教育推進リーダーの育成，海洋政策研究財団ニューズレター，252号。
 森田健二ら（2009）：多様な目的を有する環境共生型護岸の整備効果と官民協働による維持管理方策に関する研究，海洋開発論文集，Vol.25，pp. 987-992。
 早川修ら（2008）：市民協働による生き物の棲み処づくりの実践とその成果，海洋開発論文集，Vol.24，pp. 771-776。

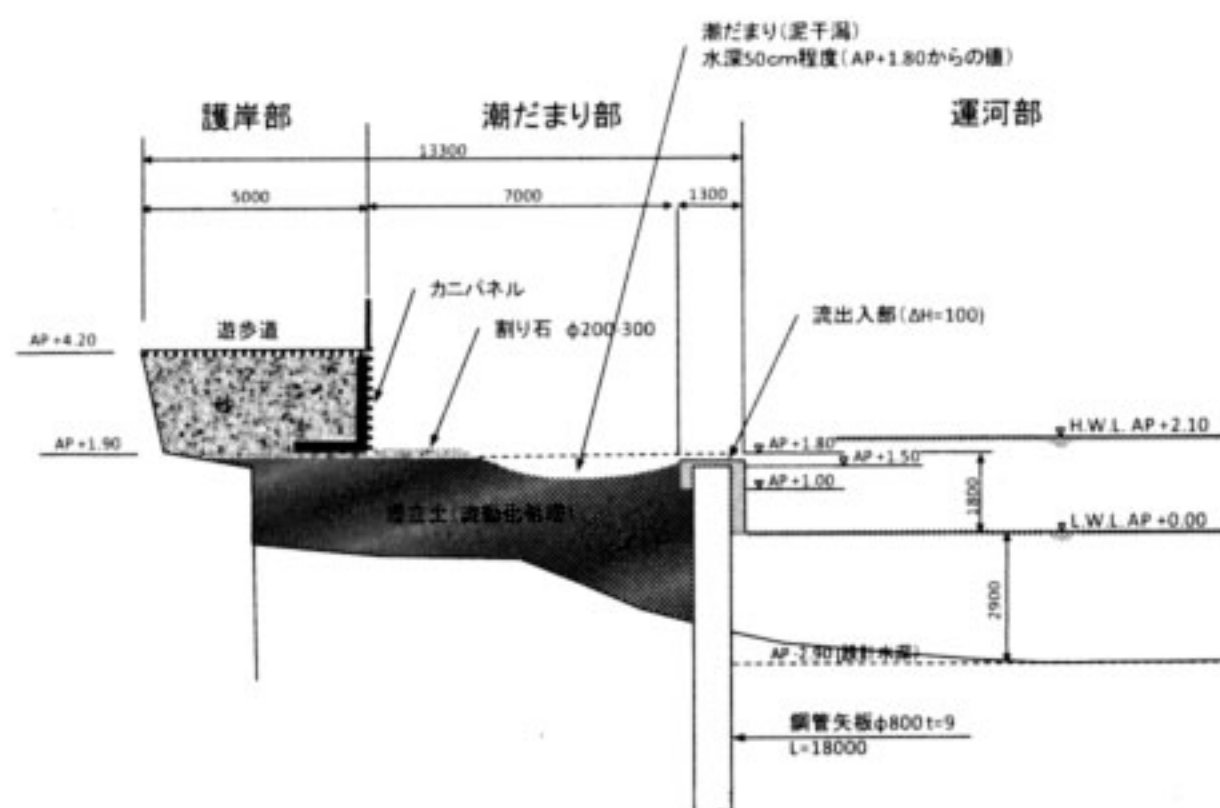


図9 芝浦アイランドに造成された潮だまり

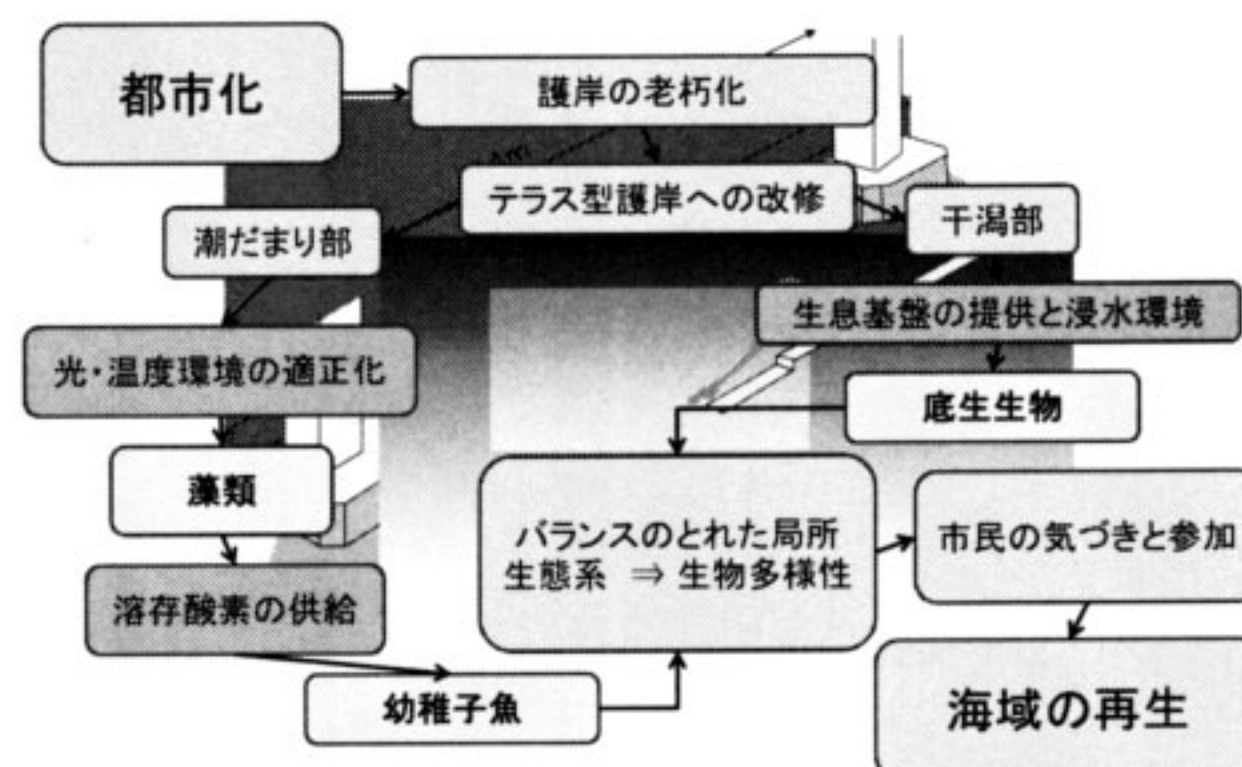


図10 芝浦アイランド生きものの棲み処づくりプロジェクトの概念モデル



図11 潮だまりに深場を造成

かむと甘いから、アマモ。



「福井 美香 : アマモスケッチ」より
不許複製

Copy Rights © 2009 mika fukui All rights Reserved