

第8回東京湾シンポジウム報告書

開発と環境保全の調和を目指した 目標設定

平成19年12月7日(金)

13:00~17:00

パシフィコ横浜 会議センター

主催

国土技術政策総合研究所

金沢八景—東京湾アマモ場再生会議

土木学会海洋開発委員会

後援

国土交通省港湾局、水産庁、環境省、東京湾再生推進会議、

神奈川県、横浜市環境創造局、(公)横浜市立大学、

(社)全国豊かな海づくり推進協会、

NPO 海に学ぶ体験活動協議会

東京湾の環境ランドデザイン

国総研のプロジェクト研究「快適に憩える美しい東京湾の形成に関する研究（H13-16）」の成果を受けて、東京湾の環境ランドデザインを以下のようにとりまとめました。これは、平成17年6月2日の第6回東京湾シンポジウムにおいて発表し、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す。本提言は、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おります。

包括的目標

背後都市の市民が快適に憩え、多様な生物を涵養する生息場があり、健全な物質循環が保たれている東京湾の形成推進を図る。

行動計画

1. 人と海のつながりの再生
 - (1) 東京湾における海と人の繋がり、地域における海への思い入れの収集・共有
 - (2) 海と人の繋がりをもてる場の保全・創出・機能強化
 - (3) 将来世代（子供）への継承
 - (4) 行政のセクターを越えた協働
 - (5) 工場跡地の再生などの陸と一体となった、地域の活力を目指した再生
2. 適材適所の生物生息場の開発
 - (1) 生息場適地のリストアップ、マップ化、ゾーニング
 - (2) 生息場造成・維持管理技術の開発
 - (3) 水辺の特徴を生かした、様々なスケールの場作り。
 - (4) 現場実験の試行（行動計画の実現）
 - (5) 汽水域・干潟、二枚貝、アマモ場に着目した場作り
3. 物質循環の健全化のための施策応援
 - (1) 物質循環のモニタリングの継続（HFレーダー、定点観測、特異現象の研究）
 - (2) 合流式下水道の改善施策の有効性の検証の継続
 - (3) 広域の連携の推進
 - (4) 透明度向上のための施策、技術の開発
 - (5) 漁業活動（水産資源）と物質循環（環境）との連関への着目

評価基準

1. 「東京湾」が人の話題になる回数の増加
 - （子供が海に触れる機会の増大：家庭での話題、環境教育）
 - （情報の得やすさの改善：
マスコミへの発信、環境データベースの整備、
シンポジウムの開催、東京湾を紹介する本の作成）
2. 東京湾における自然再生事業の実施支援
 - （具体的な事業の実現箇所、面積、種類の提案、評価）
 - （改善目標としての透明度、溶存酸素量のモニタリング）
 - （透明度、溶存酸素量改善のための技術開発、政策ツールの開発）
 - （健全な生態系の再生・創出・強化）
3. 関連研究成果の発信
 - （特異現象の発見・解明）
 - （検証済み技術・施策の広報・共有）

目 次

1. 第8 回東京湾シンポジウムの開催について	1
2. プログラム.....	2
3. 開会挨拶.....	3
4. パート1： 開発と環境保全の調和への取り組み.....	4
4.1 環境調和型研究会について	5
環境調和型研究会は異なる主体・背景をもった技術者・研究者の集団です.....	5
背景毎に異なる目的や目標を包含する考え方としての海洋基本法に注目しています	5
目標の実現手段としての順応的管理があります.....	6
様々な立場でにより異なる政策目標・目的、そして目標を達成するための手順があります	6
環境調和のためには事前検討が重要です。そのための技術体系と目標設定が必要です.....	7
4.2 環境調和型事業（自然再生事業）を支える技術.....	8
目標設定技術：電力事業では法的な根拠に基づき、具体的に藻場の保全が謳われています	8
ゾーニング技術：生態系のつながり（バイオ・トープネットワーク）に着目することも大切です.....	9
モデリング技術：モデルには階層（単純、精緻、概念）があり、評価のための解釈が重要です.....	11
モデリング技術2：藻場における影響予測モデルは、藻場造成の可能性や方法の選択にも使え、順応的 管理への利用も視野に入る技術です.....	14
再生技術：保全措置としての藻場造成技術は、藻場の再生事業にも活用できる技術です.....	15
モニタリング：海洋調査には、目的に合ったデータ取得という考え方が大切です.....	16
4.3 環境調和型事業（自然再生事業）を支える考え方（パート1のまとめに向けて）	18
生物環境の評価には環境機能の評価と生物機能の評価があり相補的な利用が望ましいと思われ ます.....	19
生態系サービスは、包括した価値基準を提供する考え方です。	20
まとめ：立場を超えた役割分担、或いは協働、そういったものが大切です.....	24
5. パート2：環境の調和を目指した考え方.....	25
5.1 「海域の環境調和のための管理および評価手法」	25
5.2 「藻場の現状と環境調和について」	32
5.3 「ガイドライン・手引きに見る自然再生の目標設定」	40
6. パート3：環境の調和に向けての行動計画.....	41
6.1 話題提供：「磯焼け回復事業での事前順応的管理事例紹介」	41
6.2 討論：「環境の調和に向けての行動計画」	47
東京湾におけるアマモ場再生を目指した動き.....	47
アマモ場生態系とは、	47
最適なアマモ場生態系というのは、それぞれ何を重要視するかによって違ってくる.....	48
最適なアマモ場生態系のベースになるアマモ.....	48
再生を進めるための鍵となるプロセスや、環境調和のためのキーワード.....	49
－ 様々な方々との合意形成の場が必要なのかと思います.....	49
－ 失われた勾配の緩やかな浅い海底の回復が大事だと思います.....	49
－ 環境調和型の自然再生が利益になる、産業となることが大事だと思います.....	49

ー リサイクル材の活用というの考え方としてあると思います.....	50
ー 歴史性を考えおおまかな目標をつくることと、価値の共有が必要です.....	50
ー 評価のレベルを意識して、適確な当事者の協議が必要です.....	50
7. 閉会挨拶.....	52
参考資料：会場からの意見.....	53

1. 第8回東京湾シンポジウムの開催について

平成19年12月7日にパシフィコ横浜会議センターにて、第8回の東京湾シンポジウムを181名の参加を頂き、盛況に開催することができました。

今回のシンポジウムは、第5回横浜海の森づくりフォーラム (<http://www.amamo.org>) の一環として、国土交通省国土技術政策総合研究所・金沢八景―東京湾アマモ場再生会議・土木学会海洋開発委員会の共催により開催されました。

今までのシンポジウムでは、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）、国総研のプロジェクト研究報告（第6回）、東京湾再生に向けた連携（第7回）などが議論・話題提供されてきました。

本年（平成19年）4月27日に、海洋基本法が公布され、同年7月20日に施行されました。海洋基本法においては、これまで不十分であった、陸域から沿岸域までの一体的な管理、統合沿岸域管理が要求されています。また、特に「海岸」に焦点をあて、海岸の防護、海岸環境の整備・保全、海岸の適正な利用の確保を求めています。これを受けた海洋基本計画においては、沿岸域の総合的管理を促進するためのリーディングプロジェクトとして、「東京湾総合管理機構（仮称）」の設置と特別措置法の制定により、東京湾における持続可能な利用および健全な生態系の維持・強化を図ることを盛り込むよう、提言がなされているところでもあります。

今回の東京湾シンポジウムでは、様々な利用の要請を背景に持っている海洋環境の研究者が集い、そうした統合沿岸域管理の一つの軸としての「開発と環境保全の調和」のあり方を議論する場を用意しました。また、シンポジウムでの話題提供・パネル討論に加えて、様々な主体が発行している「手引き・ガイドラインに見る目標設定」をテーマとしたパネルを作成し、海辺の自然再生に向けたパネル展として展示いたしました。

このシンポジウムを通して、東京湾を「利用する」立場からみた、目標設定の考え方や、それを考える核となるキーワード（例えば、最適な生態系、順応的管理、環境管理の標準化等）が明確になり、次の行動に「つながる」きっかけとなることを目指しております。ここに、シンポジウムのとりまとめを報告させていただき、関係各位から頂きました、ご厚情、ご協力にお礼申し上げますとともに、今後、東京湾の環境再生を推進していくための研究・事業展開へのさらなるご指導、ご鞭撻を重ねてお願いいたします。

主催：国土技術政策総合研究所、金沢八景―東京湾アマモ場再生会議、
土木学会海洋開発委員会

後援：国土交通省港湾局、水産庁、環境省、東京湾再生推進会議、神奈川県、
横浜市環境創造局、(公)横浜市立大学、(社)全国豊かな海づくり推進協会、
NPO 海に学ぶ体験活動協議会

事務局：国総研 海洋環境研究室長 古川恵太

2. プログラム

時間	内容
13:00	開会挨拶 国土技術政策総合研究所 副所長 山根隆行
13:05	パート1: 開発と環境保全の調和への取り組み 「環境調和型事業という考え方」 ・環境調和型研究会メンバー: 中村義治(水工研)、岡田知也(国総研)、野原精一(環境研)、本多正樹(電中研)、山本正之(海生研)、堀内和司(日本NUS)によるリレープレゼン ・司会: 古川恵太(国総研)
14:45	パート2: 環境の調和を目指した考え方 「海域の環境調和のための管理および評価手法」 大阪府立大学 工学部 海洋工学システム科 大塚耕司 氏 「藻場の現状と環境調和について」 (独)水産総合研究センター 水産工学研究所 寺脇利信 氏 「ガイドライン・手引きに見る自然再生の目標設定」 国総研 沿岸海洋研究部 海洋環境研究室長 古川恵太
16:05	パート3: 環境の調和に向けての行動計画 話題提供:「磯焼け回復事業での事前順応的管理事例紹介(仮)」 (独)水産総合研究センター 水産工学研究所 桑原久実 氏 パネル討論:「自然再生へのメッセージ」 ・話題提供者+中村義治(水工研)、野原精一(環境研)、川崎保夫(電中研)によるクロストーク
16:55	開会挨拶 国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部長 樋口嘉章
17:00	終了 (各講演の演題、講演者については予告無く変更する場合があります。悪しからずご了承ください。)



3. 開会挨拶

国土技術政策総合研究所 副所長 山根隆行

ご紹介いただきました国土技術政策総合研究所で副所長をしております山根と申します。今日と明日の予定で「第5回の横浜・海の森づくりフォーラム」の行事の一環として、今日第1回目の催しということで、第8回の東京湾シンポジウムを始めるにあたりまして一言ご挨拶を申し上げたいと思います。

今日の東京湾シンポジウムは、国土交通省国土技術政策総合研究所と金沢八景―東京湾アマボ場再生会議、それから土木学会の海洋開発委員会の共催ということでございます。第1回目が平成13年に開催されまして、今年で第8回を迎えます。このシンポジウムは東京湾の環境問題を考えるということで、過去東京湾の環境上の課題であるとか、それから再生に向けた計画の向けた内外の事例の紹介であるとか、特に昨年は東京湾再生に向けた連携のあり方というような非常に幅広いテーマについて議論を重ねてまいりました。

今年は、ご案内のとおり、政府において海洋基本法が施行されることになり、陸域から沿岸域までの一体的な管理、或いは統合的な沿岸管理というものが求められる時代になってまいりました。そういう背景を受けまして、特に今年は日頃から様々な観点で環境問題に取り組まれている海洋環境の研究者から一番ホットな情報発信をいただくと共に、今日お集まりの会場の皆様とともに統合的な沿岸管理について一緒に考えたいということで、開発と環境保全の調和というようなテーマでシンポジウムを開催をしたいということになりました。

また併せて手引きガイドラインにみる目標設定ということでパネル展も併せて企画をしたところでございます。そんな思いがあって第8回目のシンポジウムを今から開催させていただきますが、ぜひこの主旨を皆様共にしていただいて、今日のシンポジウム、またはパネル展、また明日に続きますフォーラムが非常に有意義なもので、また新しい東京湾の環境課題に向けての新たな一歩をまた刻むことができるような会になりますことをお願い申し上げまして、開催にあたっての挨拶にさせていただきます。

どうぞよろしくお願い致します。



4. パート1：開発と環境保全の調和への取り組み 「環境調和型事業という考え方」

環境調和型研究会メンバー：中村義治（水工研）、岡田知也（国総研）、
野原精一（環境研）、本多正樹（電中研）、山本正之（海生研）、
堀内和司（日本 NUS）によるリレープレゼン、司会：古川恵太（国総研）

沿岸域の開発と環境の保全・再生を調和させるために必要な技術・考え方について、様々な背景をもった研究所（水産、港湾、電力、環境等）のメンバーが集まり、意見交換・情報交換を進める活動を行ってきました。勉強会での話題は、「開発行為に対していかに自然環境を維持するか」など開発と環境保全の調和に関する考え方であったり、そのために利用できる技術についてであったり多様でありました。

目標に即した環境調和型事業を実施するための行動規範として、環境調和型順応的管理方式を提案します。ここで、事業の流れに沿って考えると、事前順応的管理と、設計施工時の EIA、事業効果による見直しのループ、さらには完成後の事後順応的管理などが定義できます。

また、研究会での大きな成果は、開発事業、自然再生事業を支える技術体系の各項目について、メンバー間での情報交換が行えたことです。以下の内容について、それぞれの取り組みを紹介します。

環境調和型事業を支える技術

- | | |
|-----------------|---------------------|
| ① 目標設定技術 | ⇒ 電力事業のアセス体系（電中研） |
| ② ゾーニング技術 | ⇒ ビオトープネットワーク（海生研） |
| ③ 指標種の選定、 | ⇒ アマモ場・海中林造成技術（電中研） |
| ④ 調査、モデル・モニタリング | ⇒ 藻場影響予測技術（電中研） |
| | ⇒ 調査技術（JANUS） |
| | ⇒ 海洋環境モデル化技術（国総研） |
| ⑤ 評価モデル | ⇒ 生物環境の評価指標（水工研） |
| ⑥ 価値基準 | ⇒ 沿岸生態系の健康診断（環境研） |



4.1 環境調和型研究会について

<司会>「パート1 開発と環境保全の調和への取り組み」ということで、環境調和型研究会という研究グループがございます。そちらのメンバーによるリレーのプレゼンをご覧くださいと思います。

環境調和型研究会は異なる主体・背景をもった技術者・研究者の集団です

環境調和型研究の趣旨・メンバー

趣旨:
「沿岸域の開発と環境の保全・再生を調和させるために必要な技術・考え方について、様々な背景をもった研究所(水産、港湾、電力、環境等)のメンバーが集まり、意見交換・情報交換を進める」

メンバー(加入順):

水産工学研究所	環境政策の流れ
国土技術政策総合研究所	・1997 環境影響評価法、COP3
海洋生物研究所	・2000 中海干拓事業中止
日本NUS	・2001 環境省発足、東京湾再生会議
電力中央研究所	・2002 自然再生推進法
国立環境研究所	・2003 大阪湾再生会議
	エチゼンクラゲ大発生
	・2006 伊勢湾再生会議
	・2007 海洋基本法

2

<水産工学研究所 中村氏>

水産工学研究所におります中村と申します。

この環境調和型研究会では、沿岸域の開発と環境の保全再生を調和させるために必要な考え方、技術についていろんな背景を持った研究所の人達に集まっていただいて、環境とか沿岸域の環境政策についてスタンスの違いや共通点などの意見交換、情報交換をさせていただいております。

平成12年からほぼ8年間くらい研究活動を進めてきたわけですが、この間には、左に示すような1997年の環境影響評価法、COP3、諫早の干拓の潮受堤防の締切に始まり、今年の海洋基本法の制定などがありました。

環境調和型研究の研究会活動

- 平成12年10月11日 第1回勉強会開催、以後、年間3-4回継続開催
- 平成19年12月7日 第20回勉強会(第8回東京湾シンポジウム)

主な話題

- 共生・調和・保全についての定義、自然調和とは何か?
- 環境保全あるいは環境調和を考慮した資源管理とは?
- インフラ整備と海洋環境施策、自然再生への取り組み(顧慮的管理について)
- 持続的生産のための価値基準
- 環境管理・環境修復における目標設定
- 概念的モデル・広域、長期モニタリング
- 閉鎖性内湾の環境指標、生物環境の評価手法、汽水域生態系の健康度診断
- 定量的環境影響予測評価手法、環境影響評価の事後調査について
- 藻場分布GIS、ウニとコンブの個体群動態モデルの開発
- 干潟の生態系、内湾性ベントスの生活史型と分布パターン
- ビオトープネットワーク形成の考え方

評価手法、モデル開発、モニタリング、修復再生の技術と目標
利用と管理の概念設計、環境政策、生態学的素過程

3

これまでの討議をほぼ20回くらいしてまいりまして、主な話題については、内湾域を主体にした干潟とか藻場の問題、それから岩礁域のウニと昆布の磯焼けの問題、地域の水産的な意味での問題に対する考え方、それから汽水域、中海とか宍道湖に見られます汽水域の問題、そういった幅広い地域の問題を論議してまいりました。

また、技術的な話として、モデルの問題とか、評価手法、修復再生の技術、目標の設定、沿岸域の利用と管理の概念、環境政策、生態学的な基礎過程等について論議してまいりました。

<司会>こんなふうに違う主体、背景を持った研究者が集まり、「目的は違うけれども、技術として使っているところは意外に同じところがあるね」というような認識がされたということですね。

背景毎に異なる目的や目標を包含する考え方としての海洋基本法に注目しています

基本理念: 海洋基本法

- ① 海洋環境の保全
- ② 海洋の利用、安全の確保
- ③ 持続可能は開発と利用
- ④ 科学的知見の充実
- ⑤ 海洋産業の健全な発展
- ⑥ 海洋の総合的管理

4

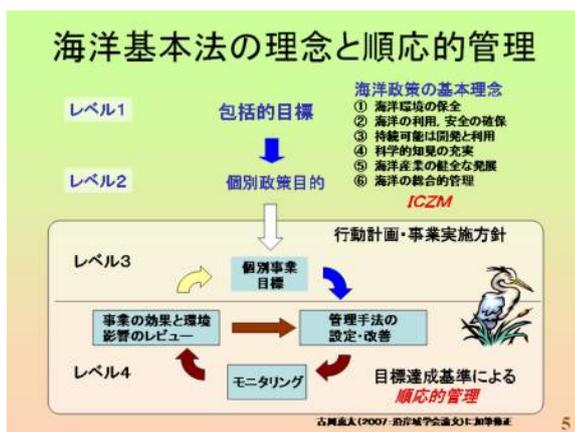
<水産工学研究所 中村氏>

先ほど述べたように、2007年に海洋基本法が制定されました。基本的な理念というのが6つほど書かれております。これらは並列にあるわけじゃなくて、その捉え方によってはいろいろと目標になったり手段になったりするわけです。

水産の立場から言いますと、5番目の海洋産業の健全な発展というのが一つの目標で、そのために6番目の総合的な管理であるとか環境の保全とかがぶら下がってくる方法かなというふうにも読み取れます。いろいろある基本法の中でも海洋基本法とい

うのは沿岸域の利用とか管理についてかなり包括的な意味合いを持っておりまして、これからそれらの認識について事業展開をいろいろと考慮していかないとけないだろうというふうに考えております。

目標の実現手段としての順応的管理があります



〈水産工学研究所 中村氏〉

この絵は順応的管理のスキームですが、一番上に包括的目標というのがあって、海洋基本法の基本理念としてまず挙げられているものと対応します。

その下のレベル2に個別の事業であるとか開発の目標、目的があって、その後は3、4の中で個別事業の目標を達成するために、いくつかの順応的管理の仕組みあるという構成です。

管理手法の設定とか改善、モニタリング、それからそれらのレビューからまた元にフィードバックしていくというスタイルで、こういうスタイルを開発の中に取り込んでいこうというのが順応的管理ではないかなというふうに考えております。

様々な立場でにより異なる政策目標・目的、そして目標を達成するための手順があります

開発・利用の多様性からみた環境保全の目的意識

分野	藻場・干潟・浅場保全に取り組む際の姿勢
水産	・持続的な水産業の発展 ・漁場管理・保全 ⇒ (藻場保全・再生) ・多面的機能の発現
海運・港湾	・物流拠点としての航路維持・港湾開発のための浚渫土砂の有効利用 ⇒ (干潟・浅場造成) ・港湾環境の維持のための環境整備事業 ⇒ (ゴミ回収、護岸を利用した藻場造成)
製造・産業	・リサイクル材の活用技術(底泥の固化体をアマモ基盤として利用)の開発
エネルギー	・エネルギーの安定供給のための発電所建設と、その環境影響の回避・低減 ⇒ (藻場造成、影響評価)
自然環境	・沿岸域における生物多様性の確保 ・自然環境の保全 ⇒ (税量規制、水質モニタリング、国立公園・保護区の管理)

はたして、包括的な目標は存在するのだろうか

〈水産工学研究所 中村氏〉

我々の研究会の中は、水産もいれば国交省、それから環境省、そのほか経産省の立場とかいろいろスタンスの違うメンバーが集まっております。その中で例えば沿岸域での藻場とか干潟とか浅場とかの環境保全の目的意識、或いは事業の目標というのがそれぞれ違うだろうということがあります。

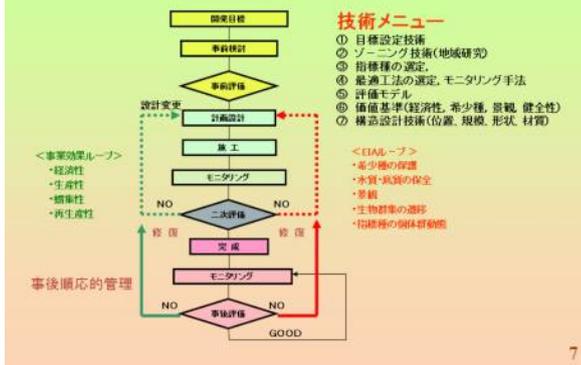
これはその一例を示したわけで、水産では、水産業の持続的な発展のための藻場・干潟、港湾とか海運業では、浚渫土砂の有効利用や環境整備の目的意識があります。製造とか産業では、一例として、リサイクル材の活用、エネルギーの立場からいうと、安定供給のための発電所の建設とその影響の回避・低減があります。このように、似てオーバーラップするところも多いわけですが、少しずつ自分の立っている位置や背景を意識した目標に違いがあるということが分かると思います。

〈司会〉目標を達成する手順についても、環境調和型研究会方式というのを独自に考えられているとお聞きしています

〈水産工学研究所 中村氏〉

はい。これは環境影響評価法という、評価の手順をフロー図で示したものです。上3つが事前検討、事前評価までのところ。それから施工時が次の3つ、完成後が下の3つです。こういう一連の流れがあるということでありまして。

環境調和型順応的管理方式



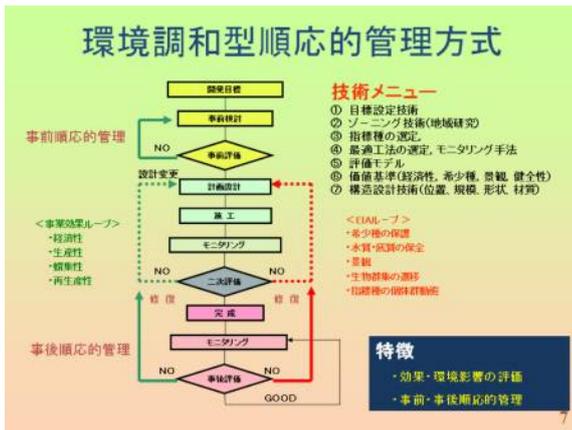
これに対して順応的管理の素朴なイメージと致しましては、事業が終了した後事後評価をずっと継続してモニタリングしながらやるわけですが、この中でいろんな意味でまた変更や改善をした方がいいだろうといったことが指摘され、上の方の計画の変更につながってくるというのが、事後の順応的管理です。

これは事業実施中もそうでありまして、右と左のループがあります。左のループが事業をやる場合の効果で、水産でいうと、経済性とか生産性とかそういった意味の効果です。右のループは、環境影響評価にあたるわけでありまして、希少種の保護であるとか、水質、底質の保全、景観、こういったものが事業実施後影響を受けているかどうかという判断をしております。

<司会> 誤解を恐れに言えば、左側のループというのが開発側の論理で見直しをかけている。右側が環境保全の論理で見直しをかけていると、そんなふうにもみることもできるのかもしれないですね。

<水産工学研究所 中村氏>

それからもう一つ大事なのは、事前の検討というのをしっかりやらないといけないということです。事前評価までの間にいろんな試行錯誤、ケーススタディをして事業を進めていく場合のいろんな事柄を決めていかないといけないというふうな大事かなと考えています。



往々にして順応的管理というのは、事業が始まってその後に至らないところがあれば直していこうというふうな考え方のようにも受け取られるところがありますが、実はそうではなくて、事前検討の中にもこの順応的管理というのをしっかりと定着していけないといけないだろうというふうに考えております。

環境調和のためには事前検討が重要です。そのための技術体系と目標設定が必要です

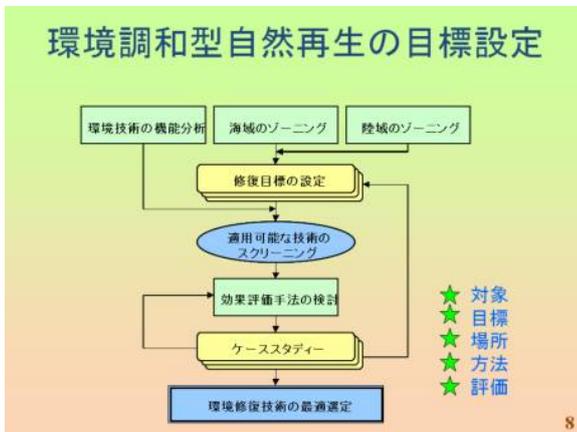
<水産工学研究所 中村氏>

事前検討のところが重要で、その時に目標設定をしないとけないという話ををもう少し詳しく述べます。

修復目標の設定というところには、海域と陸域のゾーニングが必要。これは地域分析といいますか、今、修復或いは再生目標にある場所がどういう特性を持っている場所なのかということ十分に、陸域・海域あわせてゾーニングをしていかないとけないだろうと思います。

それと同時に事業展開する場合のいろいろケーススタディを事前に行ってみて、その結果を反映して修復目標を設定していくという流れが一つあります。それができた後に環境技術の機能分析として、どういうふうな方法があって、それはどういうふうな機能を持っているかということやはりしっかりと把握しておかないといけないだろうと思います。

環境調和型自然再生の目標設定



こうした設定が終わりますと、適応可能な技術のスクリーニングということができてきますし、それから評価の手法の検討ができてきます。最終的には修復技術の最適な選定ということが行われるわけでありまして、この事前検討によってその評価をする対象、目標、場所、方法、評価の内容、こういうものが事前検討の中で合理的に行われるというふうなことを考えているわけでありまして。

4.2 環境調和型事業（自然再生事業）を支える技術

<司会>ありがとうございました。ここから具体的にこのメンバーが行ってきた目標設定技術からゾーニング、モデル化、再生技術といった自然再生事業を具体化していく技術についての成果をご紹介します。

目標設定技術：電力事業では法的な根拠に基づき、具体的に藻場の保全が謳われています



①目標設定技術

大切なこと：目標の明確化

どのように目標が設定されるか
電力事業のアセス体系を例にして

<電力中央研究所 本多氏>

電力中央研究所の本田です。今日お話をさせていただきますのは、電力の発電所アセスというのはどういうふうに体系付けられて目標を設定しているかということについてです。

まずこれが電気事業のアセスの制度はかれこれ 30 年の歴史を持っております。

その中で大きな転換期になりましたのは 93 年環境基本法の制定でございます。環境基本法の目的は大きく言ってしまうと環境の保全であり、この中に事業者の責務というものも明確に定義されております。それは事業活動をする場合に環境への負荷の低減、その他環境の保全に自ら努めるとともに環境保全に関する施策に協力するという事です。これが発電所も含めたアセスメントの最もベースの部分になります。



電気事業のアセス体系

○発電所アセスに関する制度

1977年	「発電所の立地に関する環境影響調査及び環境審査の強化について」の通達 初めて国レベルで制度化
1987年	「温排水環境影響調査暫定指針」の策定
1992年	地球サミット
1993年	「環境基本法」の制定
1994年	「環境基本計画」の制定 関係省庁で「環境影響評価制度の在り方」を検討
1997年	「環境影響評価法」の公布(施行1999年) 環境アセスメントが法制化 「環境影響評価の規定に基づく基本的事項」の策定
1998年	「発電所アセス省令」の公布
1999年	「発電所に係る環境影響評価の手引」の発行
2005年	「環境影響評価の基本的事項」の改正
2006年	「発電所アセス省令」の改正公布
2007年	「発電所に係る環境影響評価の手引」の改訂

私も対象にしております藻場についての適正な保全といったものについては、基本計画の中に盛り込まれております。すなわち、藻場の保全をしていくというのは、日本の環境保全に対する施策の大綱の中に明確に謳われているわけです。



電気事業のアセス体系

○発電所アセスに関する制度

1977年	「発電所の立地に関する環境影響調査及び環境審査の強化について」の通達 初めて国レベルで制度化
1987年	「温排水環境影響調査暫定指針」の策定
1992年	地球サミット
1993年	「環境基本法」の制定 目的：環境の保全
1994年	事業者の責務 環境基本法 第八条 4 <略> 事業活動に関し、これに伴う環境への負荷の低減その他環境の保全に自ら努めるとともに、国又は地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策に協力する責務を有する。
1997年	
1998年	
1999年	「発電所に係る環境影響評価の手引」の発行
2005年	「環境影響評価の基本的事項」の改正
2006年	「発電所アセス省令」の改正公布
2007年	「発電所に係る環境影響評価の手引」の改訂

さらにそれをブレイクダウンした環境影響評価法の基本的事項の中で海生生物に関わる部門において、予測については、例えば事業をする時にその事業による環境の状態の変化とか、環境の負荷の量といったものを定量的に把握するという事を基本にしないと書かれており、評価の部分については、例えば、影響が事業者によって実行可能な範囲で回避または提言されているかどうかを事業者の見解を明らかにすることにより行うと書かれております。

発電所に係るアセスの省令におきましても、まずこの予測と評価については、先ほどの基本的事項とほとんど変わっていません。

発電所アセス省令の場合、藻場が事業が実施される所から

電気事業のアセス体系

基本的事項で海生生物影響予測評価に関連する部分

○ 予測：影響の程度について、工事中及び供用時における環境の状態の変化又は環境への負荷の量について、数理モデルによる数値計算、模型等による実験、既存事例の引用又は解析等の方法により、定量的に把握することを基本とし、定量的な把握が困難な場合は定性的に把握することにより行うものとする。

○ 評価：影響が、事業者により実行可能な範囲内で回避され、又は低減されているものであるか否かについての事業者の見解を明らかにすることにより行うものとする。国又は地方公共団体によって、選定項目に係る環境要素に関する環境の保全の観点からの基準又は目標が示されている場合は、これらとの整合性が図られているか否かについても検討するものとする。

1997年 「環境影響評価法」の公布(施行1999年) 環境アセスメントが法制化
 「環境影響評価の規定に基づく基本的事項」の策定
 「発電所アセス省令」の公布
 1998年 「発電所に係る環境影響評価の手引」の発行
 1999年 「環境影響評価の基本的事項」の改正
 2005年 「発電所アセス省令」の改正公布
 2006年 「発電所に係る環境影響評価の手引」の改訂
 2007年

目的：環境影響評価を行い、環境の保全の適正な配慮がなされることを確保

電気事業のアセス体系

○ 発電所アセス

対象となる環境要素：
 ・地形改変及び施設の存在
 (港湾施設の設置や埋立による影響が考えられることから)
 ・施設の種類(温排水)
 (温排水の影響が想定されることから)

1977年 「環境影響評価法」の公布(施行1999年) 環境アセスメントが法制化
 「環境影響評価の規定に基づく基本的事項」の策定
 「発電所アセス省令」の公布
 1998年 「発電所に係る環境影響評価の手引」の発行
 1999年 「環境影響評価の基本的事項」の改正
 2005年 「発電所アセス省令」の改正公布
 2006年 「発電所に係る環境影響評価の手引」の改訂
 2007年

○ 影響予測：
 薬場に生育する植物(藻場を含む)及びその生育環境への影響を定性的に予測する。
 薬場に生息する動物及びその生息環境への影響を定性的に予測する。

○ 影響評価：
 調査及び予測の結果に基づいて、事業者により実行可能な範囲内で回避又は低減されているかを検討し、環境保全についての配慮が適正になされているかどうかを検討する。

目標を達成するために：何を予測し、どう評価するか

再生の対象となるのは

海域における環境保全措置の対象選定の留意点

- ・生物生産機能などの重要な機能を支えるために必要な類型区分、あるいはそれを指標とする注目種・群集を対象とする。
- ・定量化できる機能を対象とする。
- ・場を形成している地形、基質および藻場・サンゴ礁などを形成している生物群集を維持するために必要な類型区分、あるいはそれを指標とする注目種・群集を対象とする。
- ・適正な物質循環が維持されるために必要な生物群集を対象とする。

自然環境のアセスメント技術(III)
 生態系・自然とのふれあひ分野の環境保全措置・評価・事後調査の進め方
 環境庁企画調整局編2001.10

ゾーニング技術：生態系のつながり（バイオ・トープネットワーク）に着目することも大切です

れくらい離れた所、或いは温排水がかかるところにある場合はしなきゃいけませんとなっています。その時のアセスメントの目標としては、実行可能な範囲で回避・低減されているか、そして回避・低減が十分でない場合には保全措置がなされているかということを検討することになります。

例えば個別の場所を決めた場合にては何をしていくかということについても発電所アセスにおいては法令によって明確に定義されています。

調査の方法についても手引きというかたちで参考項目或いは参考手法というかたちでこういうやり方がありますということが記されております。ただそれはケースバイケースでより重点化してもっとしっかりやっていくように個別の目標を設定することも場所によってありえますので、その辺の目標というのはその場その場、個別の事業ごとにチョイスしていくかたちになっております。

目標を達成するために何を予測してどう評価するかということも発電所アセス省令の中には書いてございます。現状としては、技術レベルがこのレベルだし仕方がないねということで定性的に予測するということ所で留まっております。けれども、大きな目標としては、やはり事業者によって可能な限り回避・低減しているか、或いは保全措置を適正に取っているかということの評価することによって目標設定が行われます。

この保全措置として多くは藻場造成がなされており、そういった措置をする場合の留意点として、海域において生物生産機能などの重要な機能を支えるという点ですとか、それから物質循環が維持されるために必要な生き物、生物群集を対象とするとか、そういったことが示されております。目標設定に当たってはこういった法的なもの、或いは検討されているものに留意して目標設定をするという必要があると考えております。以上です。

発電所海域の環境保全・環境調和
 ～ビオトープ・ネットワークの視点～

財団法人 海洋生物環境研究所

発電所ビオトープ 基本的考え方

- ・ビオトープとは
 - ～景観生態学の用語・概念
 - ～野生生物の生息する場
(景観単位としての三次元空間)
- ・発電所ビオトープ
 - ～火力・原子力発電所の立地・運転に伴って
新たなビオトープが創出される

<海洋生物環境研究所 山本氏>

海洋生物環境研究所の山本と申します。私どもでは発電所の周辺海域の環境保全、環境調和を考える中でビオ・トープネットワークという視点を提案させていただいております。

まず海生研がなぜ発電所海域なのかということをご自身紹介させていただきます。昭和 50 年 3 月に原子力産業会議の年次大会に於きまして、全国漁業協同組合連合会の会長が大排水問題について解決の研究の道を開きなさいという提言をされました。それを受けるかたちで同年 12 月に水産庁、通産省、環境庁の 3 省庁共官というかたちで設立されたのが私どもの海生研でございます。以来、原子力発電所、火力発電所の大排水の環境影響、生物影響の解明に向けた調査・研究を行ってきております。

発電所のある海域の保全、環境調和というものを考えていく中で発電所が運転することによって新たな生物の生息場、ビオ・トープができるということに思い至りまして調査を進めました。

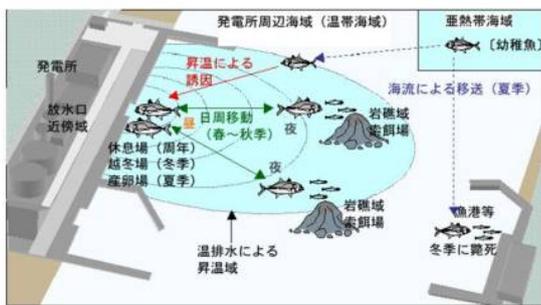
ビオ・トープという用語がいろんなところでいろんな意味で使われてきておりますけれども、ここでは本来の大本の意味に戻りまして、まず景観生態学という学際領域の用語概念であり、天然のものであろうが人工のものであろうが、野生生物の生息に適した場であるという所はビオ・トープという呼び方をします。それは景観単位としての三次元空間として認識されるということです。

温排水放水口に魚が群れる



5

季節的・日周期的な移動による ビオトープ・ネットワークが形成されている



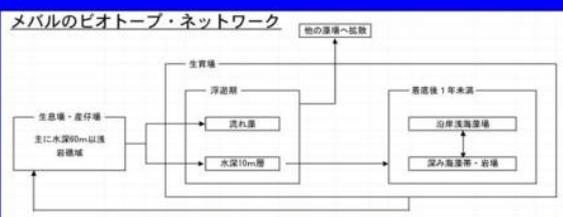
6

発電所ビオ・トープとして、火力原子力発電所の立地・運転に伴って新たなビオ・トープが創出されるということを考えたいと思います。

まず一つ事例をお示しします。これは長崎県にあります石炭火力発電所の大排水の放水口の様子です。このように魚が群れております。発電所の大排水に魚が群れるという現象は日本全国から聞かれるところでございます。周年の調査をやりますと一年間を通していつも群れている種類、それから季節的にくる種類、ここにも離れた所にもいる時空間的に偏りがない種類。大排水の所には絶対いなくて離れた所にだけいる種類というような 4 つの魚類に類型化ができました。

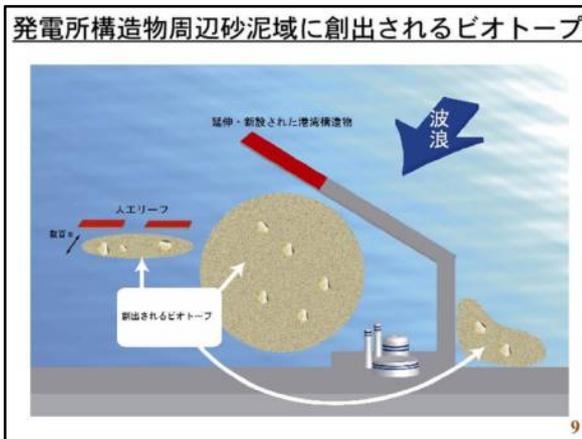
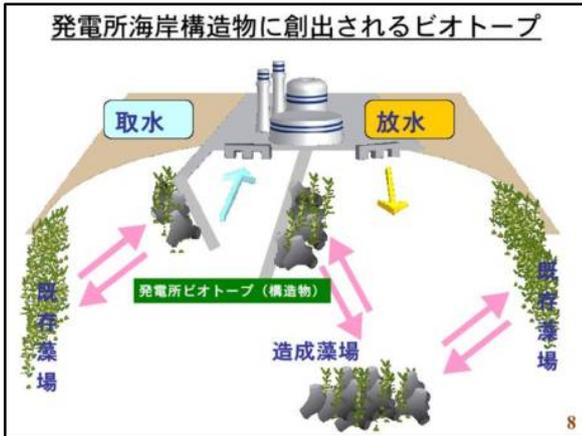
発電所海域ビオトープ・ネットワーク 基本的考え方

- ・多くの生物種の生活には
～複数の異質のビオトープが必要



7

その中で一年中群れている種類について調査を進めた結果、生活史的、季節的或いは日周期的に大排水の放水口の所とそれから離れた所を行き来するということが判りました。これは異質のビオ・トープがネットワークすることによってこの生物集の生活が成り立っているんだと考えたわけです。



まとめ

発電所ピオトープ

- 冷却水取放水域～温排水放水口に魚が群れる
- 海岸構造物域～護岸や防波堤に藻場が形成される
- 構造物周辺砂泥域～防波堤周辺に二枚貝が生息する

～周辺のピオトープとネットワークを形成して、それに見合った生物群集を成立させる

↓

言い換えるなら

↓

～海域のピオトープ・ネットワークに取り込まれることによって成立する (創出される)

11

モデリング技術：モデルには階層（単純、精緻、概念）があり、評価のための解釈が重要です

それではこれを発電所海域のピオ・トープネットワークの基本的な考え方ということで一般化してみます。まず一般的に、多くの生物種の生活には複数の異質のピオ・トープが互いに連関してネットワークする必要があると考えました。

一例としまして、メバルという磯魚の生活史をピオ・トープネットワークという視点から整理してみました。このように異質のピオ・トープがネットワークすることによってこの種類の生活は成り立つんだということでありました。

その他にも護岸ですとか防波堤などが藻場とか底生生物の着生基盤となって機能するというような場合があります。これも発電所ピオ・トープの一つのかたちというふうに考えます。

さらに、砂浜海岸へ発電所が立地しますとその港湾周辺の砂が動いて二枚貝等の生息場ができることがあります。これもまた発電所ピオ・トープの一つのかたちというふうに思います。

今、そのピオ・トープネットワークという考え方を計画の段階から盛り込み、またその途中経過も示しながら実施することで合意形成等に資することができるのではないかとこの提案をさせていただいているところであります。

まとめますと、発電所ピオ・トープは周辺のピオ・トープとネットワークを形成してそれに見合った生物群集を成立させるということができると思います。これを言い換えるなら、発電所ピオ・トープは、海域のピオ・トープネットワークに組み込まれることによって成立する、或いは創出されるというようなことが言えるのではないかと思います。

関連資料：海生研ニュース, No.96, pp.5-9, 2007

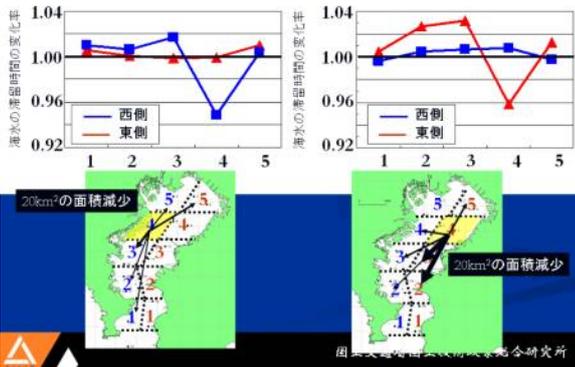
ウェブサイト：<http://www.kaiseiken.or.jp>

海洋環境モデル化技術

国土技術政策総合研究所
沿岸海洋研究部 海洋環境研究室
岡田 知也

国土交通省国土技術政策総合研究所

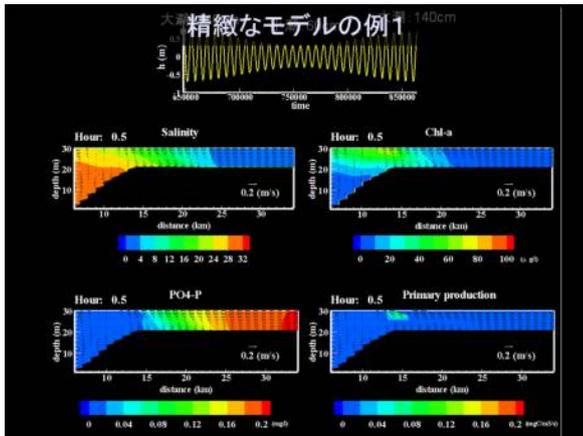
空間的影響伝播の評価



<国土技術政策総合研究所 岡田氏>

国総研の岡田です。私のパートでは海洋環境のモデル化技術というところに焦点をあてたいと思います。今日、私がお話しするところの視点は2つあります。一つ目は、数値モデルを単に適用するばかりではなくて単純化されたモデル、精緻のモデル、または概念的なモデルまで階層的にあるモデルをどのように選択そして利用するかということ、そして、二つ目は、それらを用いて評価のためにどう解釈するのかということです。

まず最初に、現象を単純化したモデルの例をご紹介します。これは東京湾の水域を10個に荒く分割したモデルです。このモデルのいいところはある水域にインパクトを与えた場合の影響域を評価できることです。例えば西側4の水域の面積を減少させると、その影響というのは西側・湾奥に及び、東側4の水域の面積を減少させると、同じ東側に強く影響が及び、対岸の方にも及びということが見えてきます。このような空間構造の単純化によって影響伝播の大枠を把握することが可能になるのではと思っています。



次に、精緻なモデルの例をひとつ紹介したいと思います。これは荒川河口における塩分クロロフィル a 栄養塩及び一次生産の結果をアニメーション化したものです。このようにアニメーション化することによって時々刻々と変化する様々な現象をみんなで共有して理解することができるという利点があります。例えばこの荒川というのは大潮から小潮にかけて、だんだん成層が強くなっていきます。そうすると海面のところでは一次生産が強くなってその時クロロフィルが赤潮レベルまで達します。そして小潮から大潮になってくると、一次生産は河口フロントのところに集中するようになります。

単純なモデルと精緻なモデルの組み合わせ



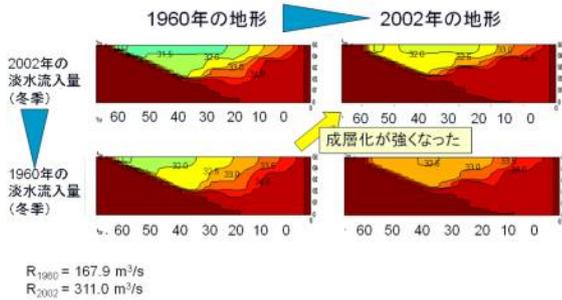
次に今度は単純なモデルと精緻なモデルの組み合わせというモデルを紹介したいと思います。これは北陸にあります大船渡湾です。この湾の特徴は湾後部に津波防波堤があり、成層構造が非常にクリアで、湾口から湾奥にかけてほぼ同様だということです。

計算結果(底層DO濃度)



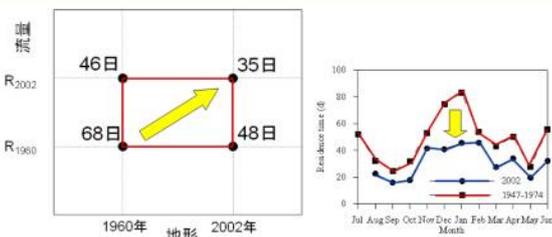
このような湾においては鉛直次元モデルで通常表現できます。ところがこの湾外に重い水塊がやってくると、湾口防波堤を伝って底層に入ってくるということがあります。この部分はさすがに鉛直次元モデルでは表現できませんので、三次元非静水圧モデルを使ってモデル化します。そこでモデル化した結果をパラメータ化してそのパラメータ地を鉛直次元モデルに入れる工夫をこのモデルではしています。パラメータを加えることによって鉛直次元だけでは表現できなかった DO 濃度の急激なジャンプや、ジャンプしながら徐々に DO 低層の貧酸素水

非静水圧3次元モデルを用いた計算結果 塩分の断面図



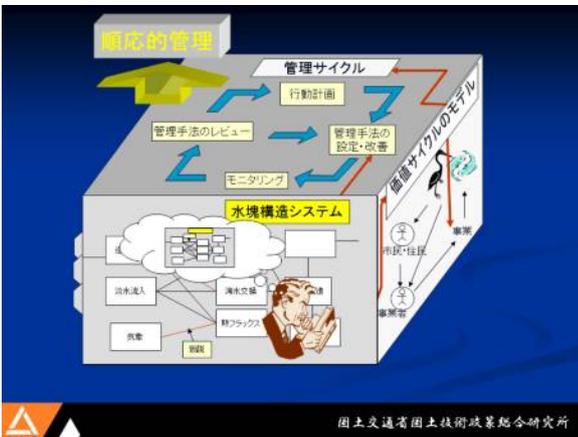
国土交通省国土技術政策総合研究所

アウトプット 海水の滞留時間



淡水流入量が増加、海域面積が減少
→成層が強くなった
→海水の滞留時間が短くなった
(評価の観点では直感的に判りやすい)

国土交通省国土技術政策総合研究所



国土交通省国土技術政策総合研究所

まとめ

- 数値モデルを単に適用するばかりではなく、階層的にあるモデルをどの様を選択・利用するか考える必要がある。
- また、それらを用いて評価のための解釈をどうするか考える必要がある。
- 概念的なモデルを用いてシステムを抽象化・図化することが、“モデル選択”や“評価”の手助けになるかもしれない。

国土交通省国土技術政策総合研究所

海が解消していくという様を表現することができます。

このモデルのいいところは2つありまして、計算時間を劇的に短くすることが出来るということが1点。あともう1つは現象の本質を非常に分かりやすくするという事です。

次に評価のためのアウトプットの工夫という視点でお話したいと思います。みなさんご存知のとおり東京湾の海域面積というのは1920年頃から徐々に徐々に減少して1960年と2000年を比較しただけでも20%減少しております。淡水流入量も1960年くらいから生活用水の確保のために流域外から導水を行いましてその結果約15%増加しております。このような条件を数値モデルで計算しますと成層が強くなっていることがわかります。

これを排水の滞留時間というものに変えてみます。そうしますと、淡水流入量が増加して海域面積が減少したことによって滞留時間は60日位から30日位に減少したというふうに表現でき、直感的に判りやすいのではと思います。

ちなみにですが、この海水の滞留時間が短くなったということは観測によっても確認されています。

最後にその他の階層のモデルについて紹介したいと思います。そもそもモデルとは物理モデルや生態系モデルだけではないわけです。評価のためのアセスメントモデルもありますし、概念的なモデルというものもあります。

評価のためのアセスメントモデルに関しては、後々の演者の方から紹介があると思いますので私のところではパスしまして、概念的なモデルに関して少しだけ述べたいと思います。

私がここでいう概念的なモデルというのは数値モデルとは異なり具体的に何かを解くわけではありません。ただシステムを抽象化して図化したものです。そのモデル化の目的というのは誰もがシステム構造を正しく理解できるようにすることにあると思っています。

この概念的モデルというのを例えばある自然再生事業の順応的管理というものに当てはめてみると、管理サイクル、管理手法モデル、価値サイクルのモデルという三位一体で表現され、その順応的管理というのが明確になっていくのかなと思います。

この管理手法モデルのところはさらに細分化されます。評価システムも評価システムで細分化される。水塊構造システムもどんどん細分化されていくと思います。

こういうふうに概念的なモデルを用いてシステムを抽象化、図化することによって、見落としのない評価や、モデルの適正な選択の手助けになるのではないかと、今考えているところです。

モデリング技術2：藻場における影響予測モデルは、藻場造成の可能性や方法の選択にも使え、順応的管理への利用も視野に入る技術です

**③モデリング技術
藻場影響予測技術**

発電所に係わる環境影響評価の手引
藻場(藻場に生育する(藻場を構成する)海藻草類)及びその生育環境への影響を定量的に予測

技術レベル

発電所アセス省令
予測の基本的な手法: 定量的に把握する手法
(定量的な把握が困難な場合にあっては、定性的に把握する手法)

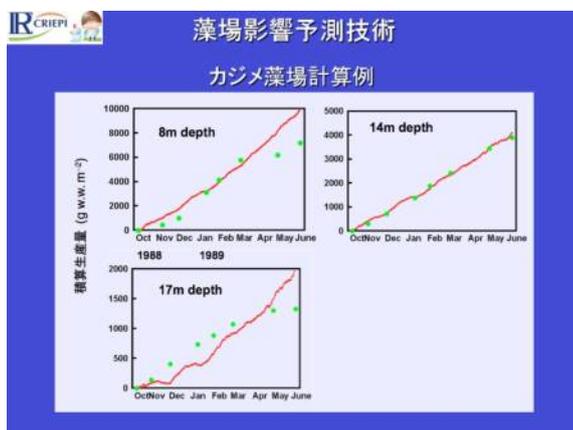
藻場影響予測技術

海藻草類の出現量への影響を定量的に予測するために

海藻草類の特徴:
 ・年最大現存量 ≤ 年間生産量
 出現量の季節変動が大きい
 年による出現量も変わる
 ・水深(海の濁り)によって出現量が異なる
 ・群落構造
 など

↓
 モデルづくりにあたって
 ・出現量が生産量に依存する
 ・水深の動きを考慮できる
 ・群落構造を考慮する
 など

出現量(現存量)
↑
蓄積・成長
↑
生産力(光合成)
↑
環境変化(温度・光)



＜電力中央研究所 本多氏＞

現在、藻場のモデリング技術については、発電所アセス省令の中では定量的に予測する手法を使いなさいと謳われています。その一方で現在の技術レベルを勘案しますと、定性的な予測しかできません。これはまさに目標設定の中の技術レベルに依存している部分です。この技術レベルというのは研究開発によってどんどん高めていくことができます。

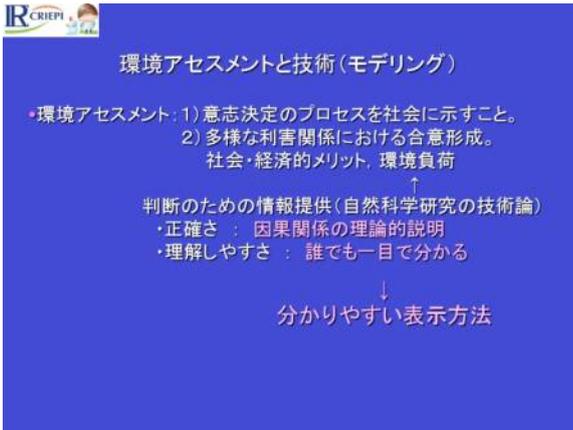
技術的なブレイクスルーをして定量的な予測をするための研究をしようというところで、私は研究に関わってきました。基本的に藻場の場合ですと、影響というのは、環境の変化、例えば温度ですとか海のにごり或いは直接埋め立ててしまうといった人為的な行為が最終的には海草、藻場の量にどう影響するかということを考えて良いのです。

そのときに物理的な環境の変化に対して生物側がどういうメカニズムで応答していくかということをもデル化すれば、そこが定量的に評価できるようになるだろうという考えに基づきまして、環境変化(発電所では、主に温度)が光合成にどう影響を与え、その蓄積結果である海草の量、現存量、出現量がどういふふうに応答するかを関数化してきました。

具体的なモデルの構造というのは、ちょっと煩雑になりますのでここでは割愛させていただきまして、実際そのモデルを用いまして海域のカジメですとか、ホンダワラ類ですとかコンブについて、温度やにごりが変わった場合にどれくらい生産や出現量がどういふふうに関わっていくかといったものを、示します。

基本的には生き物が環境に対する応答ということから組み立てていって作れば、基本的には定量化技術になるだろうと考えております。

これは、意思決定のプロセスを社会に示す環境アセスメントのためのツールという位置づけがあります。ですから、こういった技術といいますのは、モデルを作った人がわかっているだけ



ではだめで、実際には、だれでも一目で分かるような見やすさ、理解のしやすさというものがが必要です。

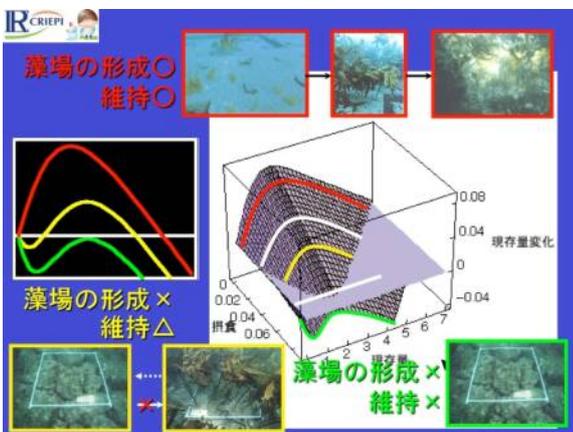
例えば、環境水温が全域で2度上がった場合にその出現量がどれくらい変わるだろうかというのを、先程のモデリング技術で計算した結果を示すことは、合意形成、理解のしやすさという点でも役立つんじゃないかと思います。

藻場は摂食がある程度の大きさまでは耐えられるんですが、もっと大きくなった場合には磯焼けに向かうというような概念も、実はこの計算、モデリング技術によってクリアが出てきます。



例えば、海草の出現量、動物が食べる量によって、基本的に3つに括ることができます。1) 芽生えればどんどん海草が育って藻場が繁茂するところ、2) ある程度の量の海草藻場があれば、維持はされるんですが、量が少なくなると動物の摂食に耐えられなくなるところ、3) 藻場が存在できないところの3つです。

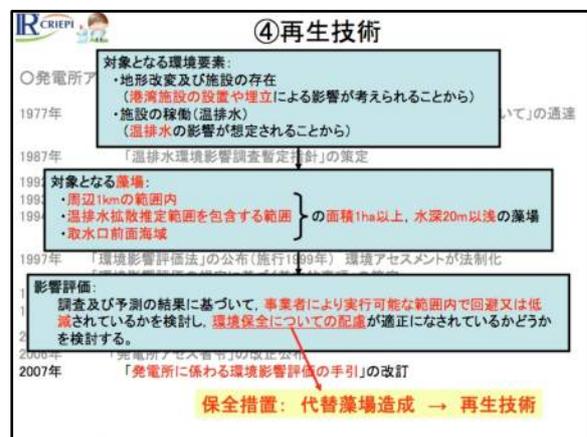
例えばコンブ団地のようなところで、ウニが入り込んで海草が食べつくされてしまう場合、ウニを除去して減らしてやることによって、その後藻場がまた回復することを示すといった使い方ができるだろうと思います。

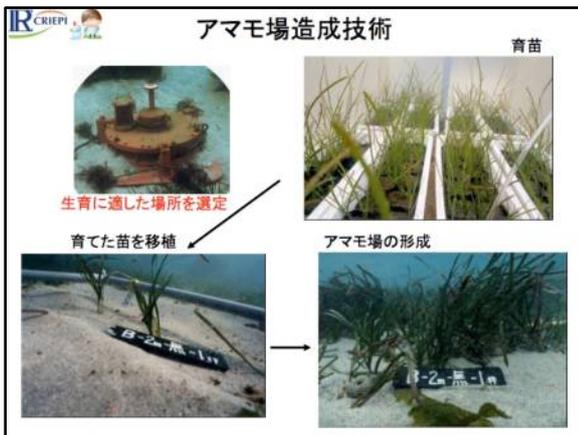


そういった点では、モデルが示すラインが、順応的管理のための目標設定といった位置づけにもなってくようなかと思っています。

或いは、藻場造成の方法がコストも含めて成立性があるのか、まず動物を除去することが大事なのかといった方法の選択という点でもこういった技術は使えます。そういう点では環境のアセスメントという観点からもうひとつ広がりを持って、順応的管理への利用というところも視野に入る技術ではないかと考えております。

再生技術：保全措置としての藻場造成技術は、藻場の再生事業にも活用できる技術です





モニタリング：海洋調査には、目的に合ったデータ取得という考え方が大切です

＜電力中央研究所 本多氏＞

続きまして、再生技術についてお話をさせていただきます。

藻場は、生物生産機能ですとか物質循環という機能といった観点からいっても、保全の対象として非常に大切な場であり、アセスの中で影響を回避・低減しきれない場合には代替藻場造成がなされます。こうした保全措置としての代替藻場造成というのは、再生技術に活用できるものであろうというふうに考えております。

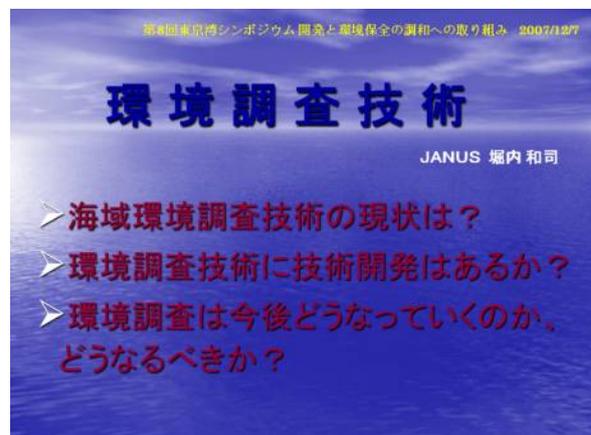
私ども電中研の持っているアマモ場造成技術（川崎さんが主体となった研究成果）といいますのは、基本的には、アマモの良質な種を選別し、それを発芽させる条件或いは苗を育てる条件というものをつくりだしてまいりました。

この育てた苗を生育に適した光環境、水深、波浪を持つ場所を選んで育苗した苗を移植します。一年後にはこういったアマモ場を作ることに成功しております。

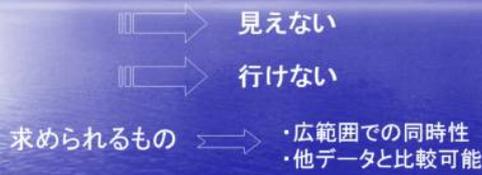
こちらは海中林、アラメ・カジメ場造成技術です。これは寺脇さんが主になされたお仕事で、基本的に天然の藻場からアラメ・カジメの種であります遊走子が届くところ、且つ藻場に好適な場所（砂地の海底で深すぎない）を選定しまして、そこにマウンドを作るわけです。

遊走子がつきやすいケルプノブをつけたシーサップブロックを組み合わせることによって、全体がレゴのように組み合わせたり、互いに支えあって大きな波にも耐えられるという構造です。

そういったものを実際の現場に入れて観察をしましたところ、実際にカジメの幼体がついて成長し、天然の藻場のように大きな藻体になりました。こういった保全措置としての藻場造成技術というのは、藻場の再生事業のほうにも活用できる技術であろうと考えております。



海域調査の特徴



どうやって取るか？ ⇒ 調査機器の発達、省力化

ROV (Remotely Operated Vehicle) の例

遠隔操縦式有索無人潜水機



海洋研究開発機構(JAMSTEC) HP より

AUV (Autonomous Underwater Vehicle) の例

自立型海中ロボット



東京大学生産技術研究所 海中工学研究センター 浦研究室 HP より

<日本エヌ・ユー・エス 堀内氏>

日本エヌ・ユー・エスの堀内と申します。よろしくお願い致します。私は民間の環境コンサルタント会社のもので、今までお話のありました経験者の方とはちょっと立場を異に致します。

お話する内容は、実際今どうなっているのか、技術開発というのは本当に調査中であるのだろうか、それから今後どうしていけばいいのか。こういった話を、現場の人間がどう考えているか、そんなことをお話したいと思います。

まず海域調査の特徴としまして、見えない、行けないということがございます。我々に求められているものは、広範囲の同時性や他のデータとの比較です。

その中で科学技術の発達に伴って、どうやってとるか（調査機器の発達それから省力化）ということが、研究開発されております。

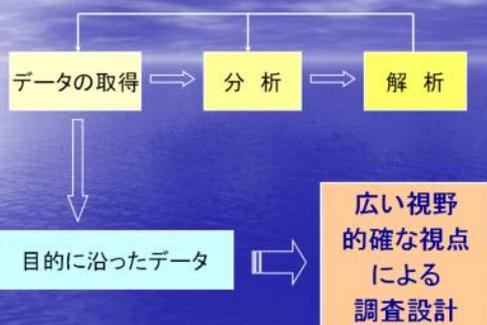
例えばROVやAUVというふうなものが開発されておりまして、例えばこれは海洋研究開発機構のホームページで紹介されておりますハイパードルフィンというROV（遠隔操縦式有索無人潜水機）で船からケーブルがついていて、ある程度行動が制限されます。

これが無くなったらどうなるかというので、最近はAUV（自動海中ロボット）というものが出ています。海洋研究開発機構の「うらしま」や、東京大学の浦研究室の「トライドッグ」がAUVです。これらが自立して海の中を航行しながらいろんな海底の情報だとか取ってくるという技術も確立されております。

ただ、こういう技術は費用的にも、広範囲を同時に調査するという意味でも活用は難しいものがありまして、現時点で研究的にはかなり進んではいるんですが、我々の調査ではまだ十分に活用はしきれないだろうと考えております。

我々の調査につきましては、これまでデータの取得、分析、解析というふうな、請け負った調査をそのままやれば、分析する人は分析をする、解析する人は解析をするというふうな実施していたのですが、実際それではよくないのです。

計画を立て、目標を設定された方と意思の疎通を図りながら、目的に沿ったデータを取る必要があるんじゃないかと最近はお話しております。

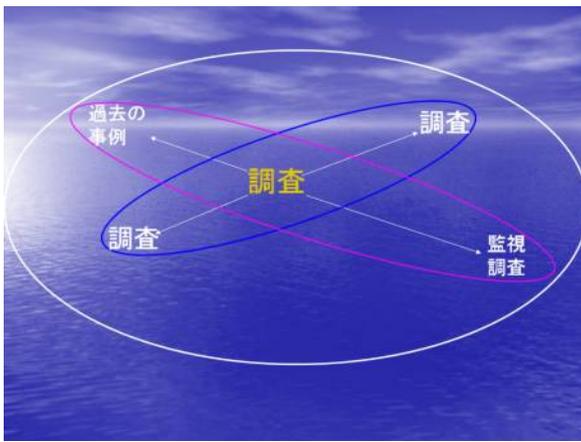




海洋調査協会からマニュアルもでており、その第1章には、やはり計画者とよく意思の疎通を図って合理的な目的に沿ったデータを取りまじょうと書かれています。

先ほどの環境影響評価の中でも参考項目というのがございましたけれども、あくまでもそれは参考で、それにメリハリをつけてその目的に沿った形で調査計画を立てる。

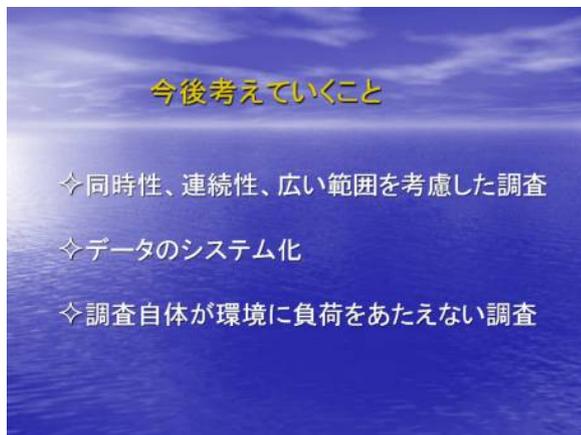
広い視野でそれからの確かな視点を持って調査設計をする。こういうことを調査側から提案をし、調査をする人間も、大きな流れ、目的を理解して調査を実施する。こういうことが調査の、一種の技術開発ではないかというふうに私は考えております。



今までの、どうやってデータを取るという技術開発から何のデータを取るのか、取ったあとのデータをどうするかといった技術開発へ変換していく必要があるだろうと思っております。

例えば、環境省のホームページにございます脆弱沿岸海域図には様々な情報が重層的に表示されておりまして、視覚化して評価できます。

調査というものは単独で存在するものではなくて、例えばモニタリング、過去のデータとの比較。他の調査結果との多層的な検討ということをひっくるめて調査をする人間が理解して実施していく必要があるんじゃないかと考えております。

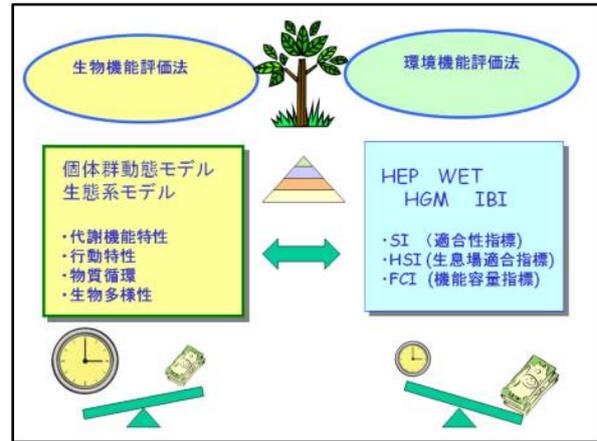


今後、調査については同時性、連続性、広い範囲を考慮した調査というのが求められております。それからデータのシステム化としてのGISの利用等により、調査の結果をどうする、そういうところまで考えていく必要があるんじゃないかと思えます。最後に、実は調査事態が環境に負荷を与えているんじゃないかという危惧も実はございます。ただこれにつきましては具体的にどうすればいいかというのははまだこれからの問題でして、我々調査する側の人間もこういうことを考えながら実施していかなくてはならないというふうに考えております。

4.3 環境調和型事業（自然再生事業）を支える考え方（パート1のまとめに向けて）

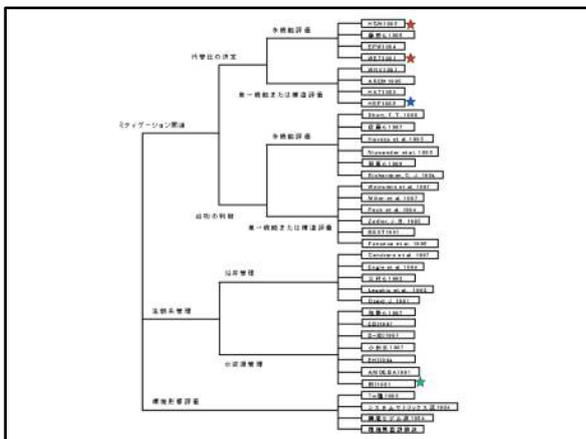
<司会>ありがとうございました。調査についても多角的な視野、または広い視野を持って挑まなければいけないこと、結果についても分かりやすく提示し、何のために調査をしているのかということと連動した調査を、というようなご提言だったと思います。こうした調査の結果を評価に生かすことで、順応的管理の事業の改善に役立てていくというループが完成するわけです。パート1のまとめとして、評価についての考え方をご紹介します。

生物環境の評価には環境機能の評価と生物機能の評価があり相補的な利用が望ましいと思われ
ます

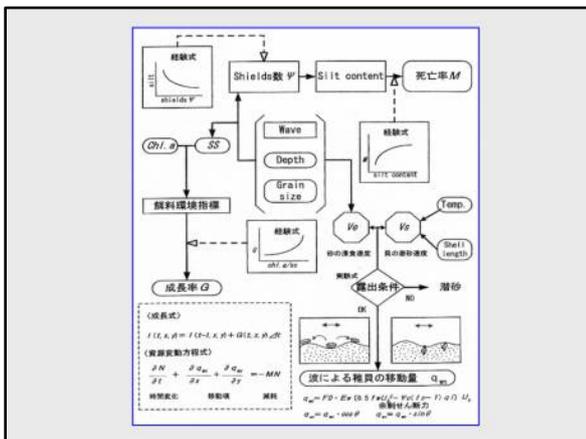


<水産工学研究所 中村氏>

水工研の中村です。評価のためのモデルとは特別なモデルがあるわけではなくて、これまでいろいろ試用的に使われたものについてそれを評価の中で使っていくというスタンスで考えればいいのかと思っています。便宜上、まず2つほどに分けて説明をしたいと思います。



一つは環境機能評価法、これは先ほどの本田さんの海草群落のモデルとかとは違まして対象生物のいる・いない、多い・少ないということに対して水深、底質、流速、栄養塩といった環境指標との関連をブラックボックス的につけたものです。これら手法というのは非常に分かりやすい面もあって、今、評価法の主流になっているのかなという感じがしております。

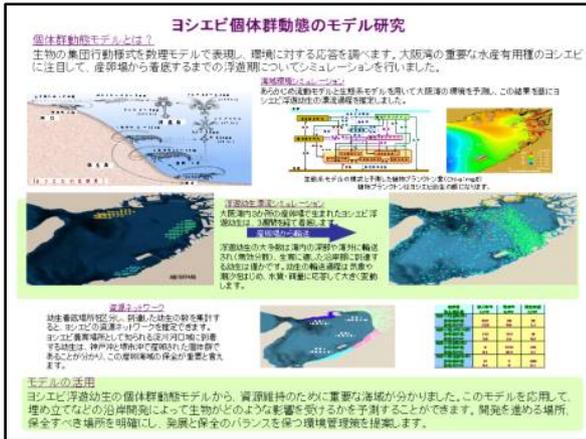


もう一つは、生物機能評価法、ある原因と結果について演繹的に関数の中でつなげていって表現していくもので、個体群動態モデルとか生態系モデルなどはその代表例だと思います。

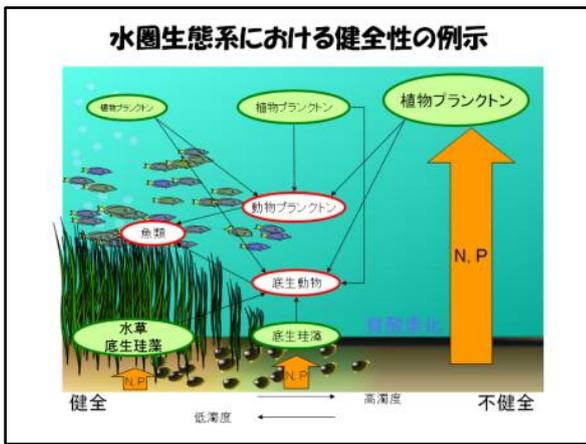
環境機能評価法は同時期にいろいろな調査を一気にやらないといけないということで、時間は少ないんですが、お金が相当かかってくるような調査が多いと思います。それに対して生物機能評価法は、研究者が長い時間をかけて実験系とか調査系とかを組み合わせるパラメータを決めていくという意味で、時間がかかりかかります。

こういうふうな手法を相補的に利用し評価をしていくというのが望ましいのかなというふうには思っております。

生物機能評価法の中に固体群動態モデルというのがございます。これは二枚貝の稚貝を着底してから分布を形成するまでの間を表現するひとつのモデルでございまして、ある個体群の数の変化、成長しながらどういふふうになくなっていくのかというふうなものを表したモデルであります。



こちらは、ヨシエビという大阪湾にいる水産有用種のエビ類の個体群動態モデルです。一番左の上に稚エビのライフサイクルの絵がございまして、浮遊幼生期というのが2~3週間形態を変えて存在しているわけです。この間の塩分に対する忌避反応が非常に大きいということが分かってまいりまして、そういうことを加味したような形でこの個体群の変化を予測したわけです。その結果として、最終的に幼生の着底場である淀川の河口域に到達するのは神戸沖のものが多いというふうな結果を得ておりまして、こういうふうな漁場のネットワークというふうな考え方が、アサリの例を通じても大分定着してきているのかなというふうに考えております。



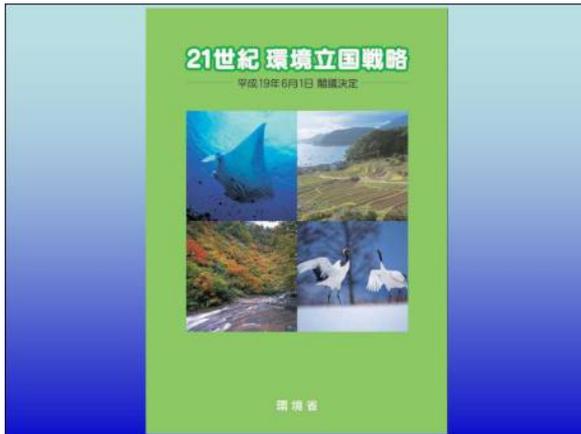
最後に、生物機能評価法の最終的な目標である健全性の評価を示します。絵にあるように、不健全になってくると生物相が単純になってきて、下からの溶出、貧酸素化が活発になってきます。それに対して健全になってくると生物の多様性が増してくるというふうなことを表した絵です。

このような1つの種類の生物の動態ではなくて、系全体の健全性をどのように評価をしていくのかというのが、やはり評価モデルの中での1つの究極的な目標になるのではないかなというふうに考えております。

<司会>どうもありがとうございました。今、中村さんの方からは、評価モデルの中で環境機能を評価する方法、生物機能を評価する方法、更に生物機能の中では健全性というような指標があるよ、というようなお話がありました。これはあくまでもその生態系の中での生物だとか環境だとかといった、直接的な系の中でのお話ということだったと思うんですけども、例えばそれをもう一步踏み出して生態系のサービスだとか、健康診断だとかいったような視点から研究を進められています、国立環境研究所の野原さんの方からその成果といいますか、取り組みについてご紹介いただきたいと思います。

生態系サービスは、包括した価値基準を提供する考え方です。





<国立環境研究所 野原氏>

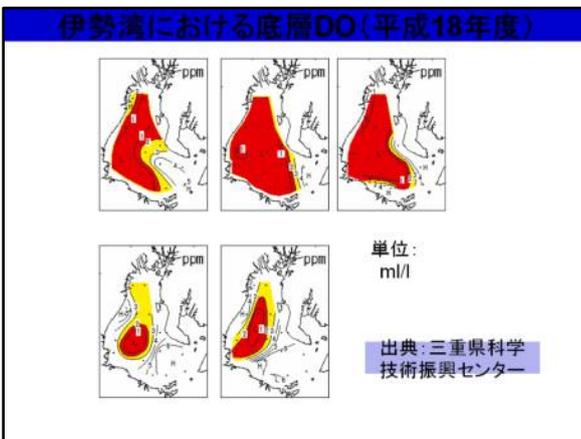
国立環境研究所の野原と申します。今日はこのセッションの最後に、伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発という、昨年度から始まった研究プロジェクトの紹介を一部させていただきますと思います。

平成 19 年の 6 月 1 日に閣議決定された 21 世紀環境立国戦略が、環境省の取りまとめのもとに出されております。持続可能な社会の日本モデルをつくり、アジア、世界とともに発展するような国にしていこうということです。今後 1、2 年で重点的に着手すべき戦略として、生物多様性の保全による自然の恵みの享受と継承と、自然の恵みを活かした活力溢れる地域づくり等が謳われており、生物多様性を前面に出した目標を掲げております。



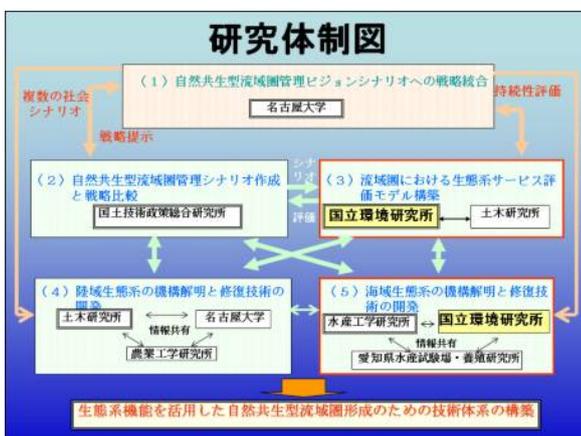
我々の研究グループは流域圏の環境管理の基本的な考え方として、生態系サービスというものを取り上げました。生態系サービスというのはあまり聞きなれない言葉だと思えますけれども、生態系の機能というのは、人間が我々が、受け取る時にはじめて生態系のサービスということになります。

例えば、沿岸で言えば食料や淡水、木材等の供給という機能があります。他には物質循環の機能、洪水を防止したり水質浄化したりする調節機能、文化的な価値、教育とかリクリエーションみたいな娯乐的な部分も、全てこれは生態系サービスと考えられます。

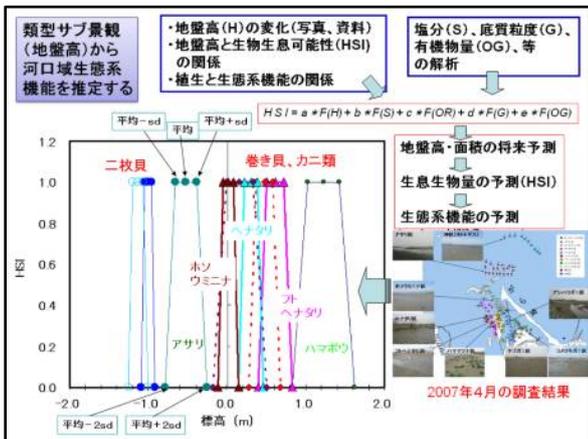
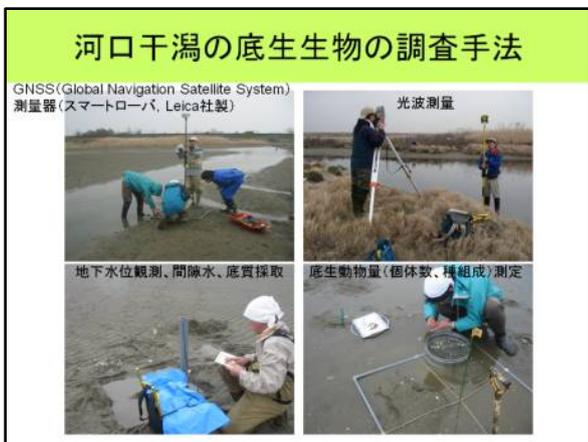
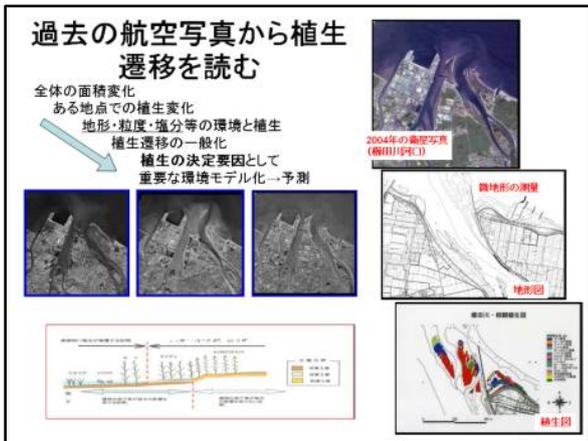
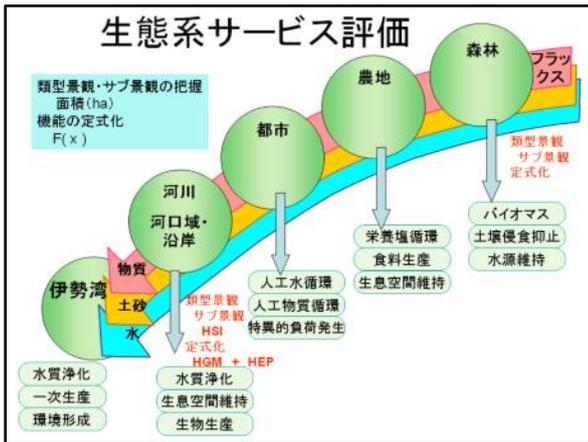


このような生態系サービスを最大限に活かすような地域づくり、流域づくりということを考えて、どのような社会構造をつくっていけばいいかということを考えたわけです。場所としては海域として1つのまとまりを持ち、農業、水産業、工業が盛んで自然再生の可能性のある伊勢湾流域をターゲットに挙げました。

伊勢湾も自然が豊かかという必ずしもそうではなくて、海を見ますと、底層における貧酸素水塊というのがまだまだたくさんありまして、非常に問題を起こしています。そこで、この貧酸素水塊を解消するにはどうしたらいいかということや、干潟・藻場の造成といった部分をターゲットにしたわけです。



研究体制としては、名古屋大学の辻本先生が中心になってシナリオ管理のビジョンづくりを行ないます。それから国総研、環境研、土木研究所というのが生態系のシナリオ、生態系サービスのモデルづくりを行ないます。陸域の機構解明と陸域の修復技術の開発については土木研究所、名古屋大学、農業工学研究所が入っており、海域については、水工研、国環研究、愛知県水産試験場、養殖研等がいます。



最終的な目標として生態系の機能を活用した自然共生型の流域圏形成のための技術体系の構築ということを掲げております。

河川を通して、いろんなフラックスが森林、農地、都市から沿岸にかけて伊勢湾に流れ込んでいます。それぞれの場所においていろいろな生態系の機能があり、生態系のサービスが行なわれております。例えば水源の維持だとか、栄養塩循環、もちろん農地での食料の生産、沿岸域では水質浄化、アサリ等の水産生物の生産ということで、非常に重要な生態系サービスを持っています。こうした生態系サービスを、どうやって最大限に利用できるかということを目標に研究を進めていくわけです。

その中でこの森林、農地、都市、河川というのを全部大雑把に捉えただけでは研究はできませんので、我々は類型景観という考え方をとり、その類型景観を更に細かくサブ景観に分けてその中の機能、生態系サービスを取りまとめていって、全体でどういふような機能、生態系サービスがあるかということ計算していこうとしています。

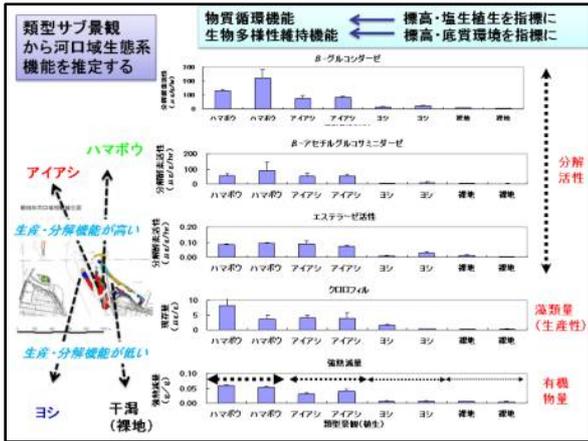
具体的には、伊勢湾の榊田川において、土地の地盤の測量、植生調査、植物群落の階層構造なんかを研究しています。まず地形、粒度、塩分等の環境を測り、それから植生を測り、その決定要因は何かということモデル化して予想するという事で、それが過去から現在にかけてどういふような変遷をして何が問題なのかということ明らかにしております。

具体的には、広範な測量器を使って測量したり、GPS 測量したり、それから底生生物・水質等を測っております。

例えば、生物の分布域を一番はっきり分けることができたのは、標高でした。二枚貝、アサリなんかは標高でいうと 50cm ぐらいマイナスのところによく出てきました。細身のヘナタリとフトヘナタリという非常に似た分類群が微妙にずれて分布しておりまして、ほんの 1m ぐらいの標高の間に重ならない形で生息しています。

それぞれの生息域が標高で表現されるということになると、高さを測り、それをモデル化して、面積を予想してどれくらい生息する可能性があるかということを出して、それぞれの生物の機能、サービスを計算できることになります。

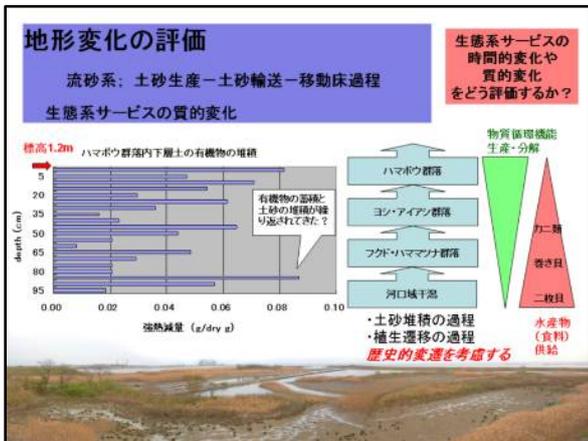
そうして、サブ景観から河口域生態系の機能を全部推定してあげようということを行なっています。例えば、大きく分けてアイアシ、ハマボウ、ヨシが生えている場所と干潟という 4 箇所をとって、それぞれの場所での分解活性を調べてみました。す



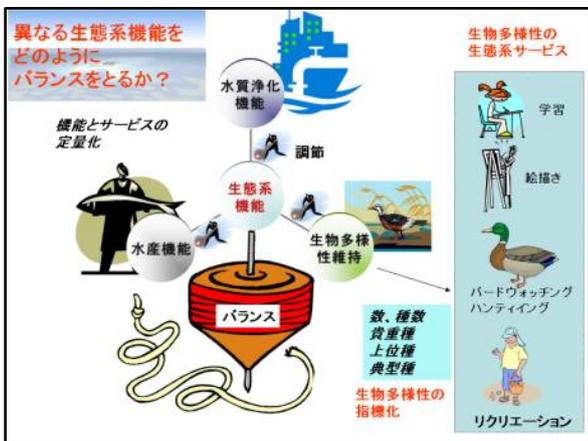
ると、順番としては木本類のハマボウ、アイアシ、ヨシ、それから干潟の順に分解機能が高くなっておりました。草類の量、それから有機物量も多いということで、標高・植生によってそれぞれの機能がだまかに推定できるということが分かりました。

このような環境パラメータと生態系機能や生態系サービスとの関係を、最終的に類型景観毎にそれを全部まとめていくことをやっております。

生態系サービスも例えば上流から土砂が流れてきますので、段々地盤が高くなったり移動したりします。例えば、ハマボウという高等植物の群落の下でコアを取りますと、有機物の多い層とか少ない層というのは交互に現れてきます。これは上流の土砂が、ある洪水で堆積したり、有機物がたまってしまったということを表しているわけです。



そうしますと昔はもっと低いところで河口干潟だったものが、現在はハマボウ群落になっているということがわかります。ハマボウ群落の物質生産機能は高いですけれども、二枚貝はほとんどいません。その代わりにカニ類がいたりするということで、歴史的にも生態系機能が変わり、我々が得ている生態系サービスも変わってきているということです。



歴史的な景観の変化というものは生態系の機能が変わってきていることでもありますが、生態系のサービスも変わってきていることでもあるということで、面積的な変化だけでなく質的な変化、歴史的な変化をちゃんと考慮した上で生態系を見ていこうということが悲痛ようです。

問題は、機能が分かって、生態系サービスは大体分かって、どれくらいの生態系サービスを我々は享受できているかということが一応積算され、モデル化されたとしても、それぞれの生態系の持つ機能が全部がよければそれでいいというものではないということです。

例えば、水質浄化機能と水産機能というのは、アサリが増えれば水質浄化機能も増えますが、例えばシオフキが増えてしまったり他の貝が増えてしまったりしては、水質浄化機能が増えたところで水産機能は必ずしも多くなりません。また、干潟を少し深くして水産機能を増やせという意見もありますし、景観が重要で、バードウォッチングで重要だからヨシとか植物群落を維持しなさいという意見もあります。こうした、水産と生物多様性維持とのバランスをどう取るかということが求められていて、これの解答が出せないでいるということが一番問題です。これらをどうやってシナリオづくりに入れ込んでいくかということが、今、求められているということではないかというふうに思います。

<司会>どうもありがとうございました。生態系サービスということについて非常に詳しく具体的にご説明いただきました。最後に、じゃあどうやってバランスを取るんだらうかという話が出てきました。これは実は環境調和型研究会の中でもずっと、長年の議題になっているところです。

まとめ：立場を超えた役割分担、或いは協働、そういったものが重要です

<日本エヌ・ユー・エス 堀内氏>

今までいろいろご紹介あったようなモニタリングだとかモデル、それから評価手法、そういったものを用いて場全体を考慮すること、それからそれぞれ皆さん、立場がありますけれども、そういう立場を超えた役割分担、或いは協働、そういったものが必要なんじゃないかなと思いました。

ただそれは非常に難しいというところがありますので、その為には、大きな包括する考え方、そういうものがなきゃいけないでしょうか。

5. パート2：環境の調和を目指した考え方

大阪府立大学 工学部 海洋工学システム科 大塚耕司
(独)水産総合研究センター 水産工学研究所 寺脇利信
国総研 沿岸海洋研究部 海洋環境研究室長 古川恵太

5.1 「海域の環境調和のための管理および評価手法」

大阪府立大学 工学部 海洋工学システム科 大塚耕司



本年7月20日に海洋基本法が施行された。本法案は、沿岸域に限らず排他的経済水域（EEZ）ひいては公海も含む、わが国の基本的な海洋政策のあり方についてまとめられたものであるが、その第三章（基本的施策）第二十五条には、「沿岸域の総合的管理」の必要性が述べられている。

条文で理解できる「総合的」とは、陸域／海域の一体化、防災と環境との調和、自治体間／管轄省庁間の連携などであり、いずれも、「海域の資源、自然環境等がもたらす恵沢を将来にわたり享受できるようにする」ために欠くことのできない方策として挙げられている。

すなわち、海域の生態系を健全に保ちつつ持続的に利用することが前提となっている。このような概念で海域の管理を考えた場合、2つの重要かつ難しい課題が浮かび上がる。1つは、生態系には非常に多くの不確定要素が含まれており、予測が難しいことを前提とした管理計画を立てなければならないことであり、もう1つは、望むべき利用形態は立場によって異なるため、立場の違う様々な主体の間で合意形成をしなければならないことである。

ここでは、1つ目の課題に対して、最近よく耳にする「順応的管理（Adaptive Management）」について、その考え方と応用について考察したい。また2つ目の課題に対しては、合意形成論そのものではなく、合意形成の道具として必要な包括的で誰にでも納得のいく評価手法について検討したい。



<大阪府立大学 大塚氏>

大阪府立大学の大塚と申します。どうぞよろしくお願い致します。私のお題は海域の環境調和のための管理及び評価手法ということでございまして、順応的管理と、包括的な海域環境評価手法という2つをお話しようと思っています。

東京湾シンボということでございますけども、大阪湾の神戸空港の事例等をご紹介したいと思っております。

Outline

- 沿岸域自然再生における順応的管理
(考え方と注意点)
- 包括的環境影響評価指標の一例
(エコロジカル・フットプリント)
- エコロジカル・フットプリントによる評価例
(神戸空港人工海浜)

順応的管理 (Adaptive Management)

社会情勢や生態系の変化など不確実・不確定な要素が存在することを前提とした管理手法

- 管理指標／方法の設定 (Plan)
- 実施 (Do) 後の管理指標のモニタリング (Check)
- モニタリング結果のフィードバックによる改善 (Act)

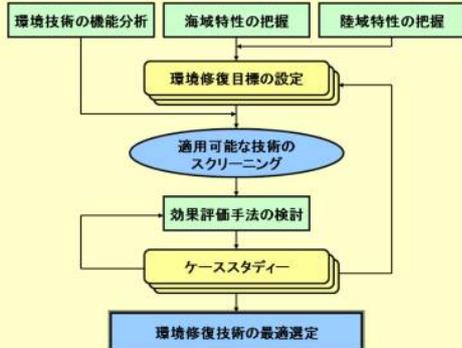
行き当たりばったりの管理

行き当たりばったりの管理と順応的管理の決定的な違いは、この3つに集約されると思っております。1つめは、管理の指標とか管理の方法、これをはじめからちゃんと計画しておくということです。2つめは、実施した後の管理指標のモニタリング、これをきっちりやりましょうということです。3つめは、モニタリングした指標を土台にしてフィードバックしながら更に改善していくということです。このプロセス、Plan、Do、Check、Act、PDCA サイクルをきちんと回していくということが行き当たりばったりとは決定的に違うということでございます。

例えば、大阪湾の大阪湾再生行動計画では、レベル1として「10年間かけて豊かな難波の海をつくっていこう」というような目的が入ります。そこから個別の事業実施の段階があります。この事業の中でモニタリング手法もちゃんと計画した上で、それをフィードバックして管理していく。これが順応的管理ということになります。ただし個別目標そのものもやっていく中で、どうしても変えなければならないということも出てくると思います。そういうところまで立ち上げてフィードバックしていくために、フィードバックのループも階層構造になっているということでございます。

環境修復技術の最適選定手法

(大塚、中西、重松、上嶋、中辻:環境技術Vol.30, 2001)

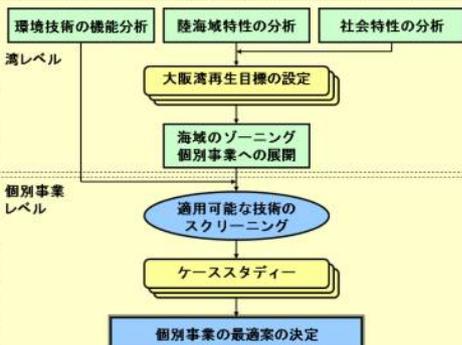


これは6、7年前に我々が環境修復技術の最適選定手法ということで出させていただいたフローでございます。この時には個別事業のために、環境修復技術をどうやって選んでいったらいいのか、を念頭に置いておりました。

特性の把握から修復目標を設定し、適応可能な技術のスクリーニングを行ないます。そのスクリーニングをした中で、どれが最適かというのを現場での小規模な実験やモデルを使うケーススタディを通じて決定し、目標や評価手法を見直す。このような事業を始める前の順応的管理、フィードバックの機能を考えていかなければいけないということを当時から提唱していたものでございます。

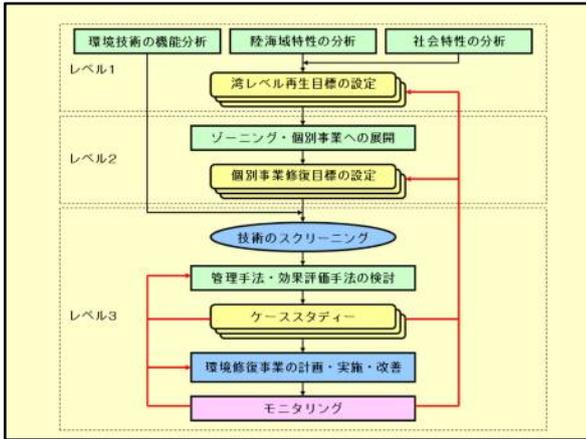
大阪湾における合理的な自然再生手順

(大塚:瀬戸内海No.38, 2004)



これは2004年に発表したものです。この1レベルと個別事業レベルと、階層を分けて考えました。例えば大阪湾なら大阪湾で大阪湾の再生目標を設定する。このいくつかカードがあるというのは、立場が違えば、その目標とするようなものも違い、複数の代替案があるだろうということを示しています。

ただしこの場合も個別事業の最適案の決定のプロセスのところまでしか提案しておりませんでした。順応的管理の理想として、モニタリングでフィードバックして制御していく部分を付け加えるというのを今日考えて参りました。



それらが全部足し算したようなフローになっておりますが、レベル1というのが、グランドデザインをつくる話ですね。そこから個別事業の目標設定のレベル2に入っております。そこからレベル3で、スクリーニングして落とし込んできた技術をどう評価していくかというものを検討して実際の実海域で実験をやったり、或いはモデルを使ってシミュレーションしたりというようなことでケーススタディーを行なって、環境修復事業の計画実施を行ないます。この後モニタリングをしましてそのデータを使いながら改善していくということでございます。この部分が事業を展開した後の順応的管理というところでのフィードバックのループでございます。

ただし、これもこういう単純な3つのループだけではないというふうに考えております。モニタリングの結果、管理手法とか効果評価手法そのものを検討しなおすというようなフィードバックがあってもいいだろうというふうに思いますし、或いは個別事業の修復目標そのものに立ちのぼって考える。或いはもっと大前提の1レベルの目標、ここまで遡るフィードバックがあってもいいだろうと思っております。

フィードバックのルート自体は非常に多くあり、これ全体、単純な構造ではありません。けれども、チェックしてそれで改善していくと、こういうプロセスそのものが順応的管理の理想ではないかというふうに考えているということでございます。

Outline

- 沿岸域自然再生における順応的管理 (考え方と注意点)
- 包括的環境影響評価指標の一例 (エコロジカル・フットプリント)
- エコロジカル・フットプリントによる評価例 (神戸空港人工海浜)

エコロジカルフットプリントとは

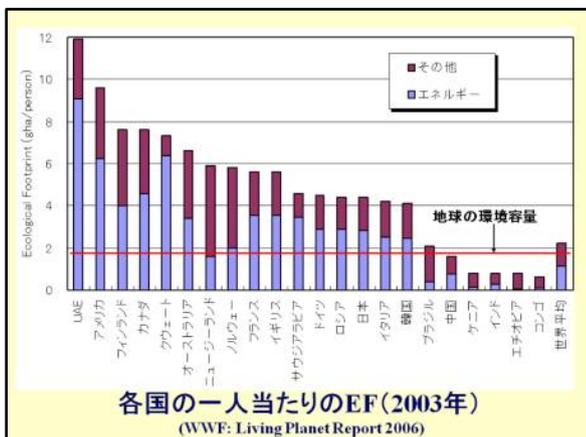
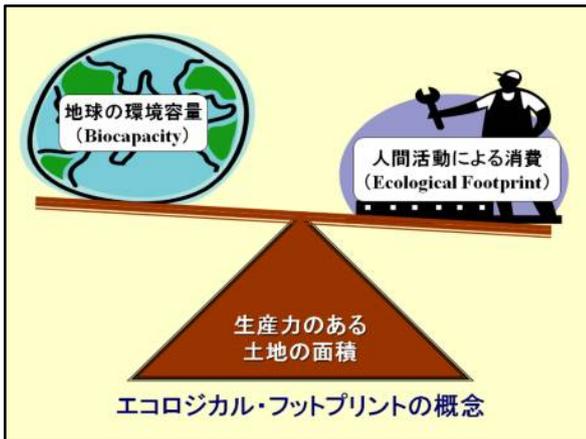


- 開発時期: 1990-1991
- 開発者: Prof. William Rees & Dr. Marthis Wackernagel (Univ. British Columbia)
- 目的: 人間経済によるサービス需要量が、地球の供給能力とバランスがとれたものになっているかを比較、検討する
- 指標: 生態学的に生産性のある土地の面積

次に包括的の海域環境評価、これは先ほど何枚かカードがあって、合意形成をする必要があると申しました。そのために、漁師さん、市民、それから事業者、いろんな立場の人がそれぞれの立場でこうやったり、ああやったりということになると、結局合否が形成できません。それをまとめていくためには皆に分かりやすい、誰もが納得いくようなそういう指標が必要になってきます。

ここではエコロジカル・フットプリントというのをご紹介したいと思います。直訳すれば生態学的足跡という、要するに我々の生活、活動が地球を踏みつけている面積を指標として、そのインパクトを測ってやろうという指標でございます。

実はこれ90年代にすでにカナダのプリティッシュコロンビア大学の環境経済学者の研究グループが開発したものでございまして、最終的には土地の面積というもので表してやろうということでございます。



これの優れた面と言いますのは、人間の活動によるインパクト。これを土地面積に表します。それと同時にもともと地球上にある環境の容量、これを同じ土俵の面積に換算してやることによって、これとこれとのバランスがどうなっているかというのを比較することができるのがミソでございます。

例えば CO₂ を排出する人間の活動を、それを吸収するための森林面積が何 ha いるかというような換算をしまして、海域とか畑とかそれぞれの生態学的な違いを換算係数（エクイバレンスファクター）を掛け算した上で統一して平均的な土地面積に直すものです。ですから、人間の活動もこういうグローバルヘクタールで表すことができるし、地球上に存在する生態系そのものも同じグローバルヘクタールで表すことができます。

これはWWFが2年に1回発行しているリビングプラネットリポートに出ている図なんですけど、元々持っているバイオキャパシティ（BC）と呼ばれるものと、エコロジカル・フットプリント（EF）と呼ばれるものの比を取ってありますと。

1960年代は地球全体のキャパシティの半分くらいで全人類が生活していました。それが徐々に増えまして80年代の後半で1を越しちゃって、今はもう1.25とか1.3近くになっている。つまり地球の全体のキャパシティを20%、30%オーバーして現在人間が生活しているということです。

各国のエコロジカル・フットプリントというのも計算されております。ここに地球の環境容量を一人あたりに換算した欄に入れますと、ほとんどの先進国は全部この平均よりも上回っています。つまり我々の日本でさえ、日本人並の生活を全人類がやるとなると地球が2.5個くらい要するというような換算になるわけです。当然、アフリカなどは非常に小さいです。ここでちょっと驚くべきことは、誰が考えてもアメリカはダントツだろうと思ってるんですけども、そんなことはないんですね。一人あたりでやりますとUAE、アラブ首長国連邦がダントツになってます。



たぶん土木系の方はすぐ想像がつくと思いますけれども、ドバイは、ものすごい開発をしています。エネルギーがすごく投入されており、それで一気にエコロジカル・フットプリントが上がっています。

これではとてもじゃないけれど持続可能ではないということですから、早く撤退した方がいいんじゃないでしょうかと助言をさせていただきたいなと思います。ちょっと冗談になりました。

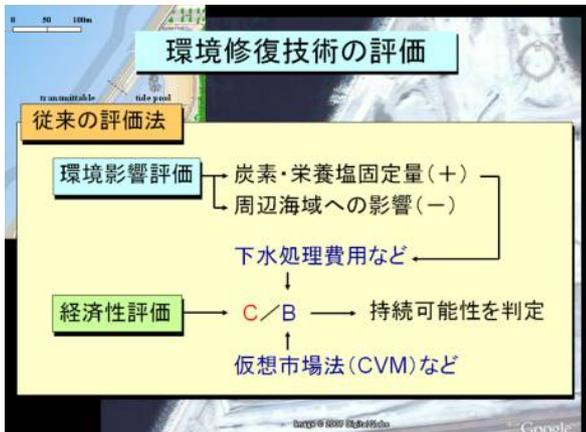
- 沿岸域自然再 (考え方と注意)
- 包括的環境影 (エコロジカル)
- エコロジカル・フットプリントによる評価例 (神戸空港人工海浜)

そのエコロジカル・フットプリントを環境修復に適用してみたらどうかという例を紹介したいと思います。

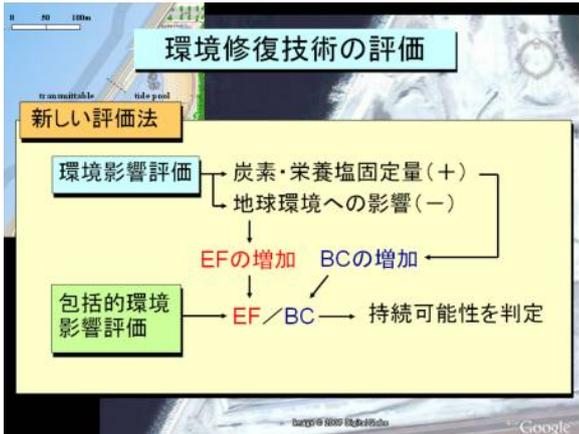
大阪湾の神戸空港です。この辺の人工的な砂浜、海浜をつくっておりまして、これが生態系を喪失するということでつくられた海域でございます。



Google で寄ってみますとこういうような形になっていまして、300m くらいのスケールです。砂浜があって、ここは透過性の堤体で仕切られています。ですから潮の干満がありまして、アサリ等の生物が生息することができるというような場所でございます。



これを評価するのですが、従来のこういう環境修復技術の評価は、基本的には環境影響のマイナスの評価（周辺の海域へどんな評価が与えられるか）に対して、どれくらいの生物が住んで、どれくらい炭素・栄養塩固定できるかといった、プラスの評価をするというのが従来型です。一方経済性の評価もコストとベネフィットの比（B/C）が1を越えないようにすれば持続可能であるというような判定になります。



評価ステージの分類

- 占有海域面積

生産力のある海域における平均溶存態窒素濃度 (DIN) を $1\mu\text{mol l}^{-1}$ と仮定
人工海浜外側の DIN データから平均的な海洋との生産力の比率を求める
生産力のある海域における等価係数と人工海浜の面積から gha 換算を行う

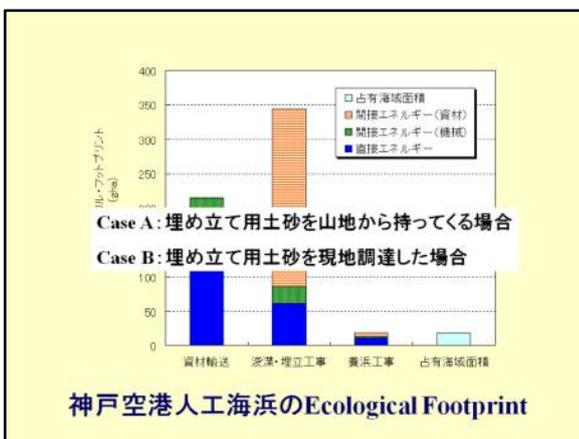
評価ステージの分類

- 資材輸送ステージ
- 浚渫・埋立ステージ
- 養浜ステージ

LCAを用いて各ステージでのCO₂排出量を計算

エネルギーの分類

- 直接エネルギー
- 間接エネルギー (作業船舶・建設機械製造)
- 間接エネルギー (資材製造)



我々はこれで本当にいいんだろうか考えました。といいますのは、この造成する時に大変なエネルギーを使ってるわけです。ですからマイナスの評価として、単に造成した周りの水質がどう変わるかにとどまらず、地球環境への影響の全体を評価してやる必要があるだろうということを考えたわけです。

その炭素・栄養塩の固定量に関しては先程の地区全体のバイオキャパシティ (BC) が増加するかたちで計算することはできますし、地球環境への影響につきましてはエコロジカル・フットプリント (EF) という評価をすれば、これの増加を計算することができます。ですからこれを先程の地球全体の話と同じように EF と BC の比が 1 を超えていればこれは持続不可能というようなかたちで評価することができるだろうということをやってみたということでございます。

まずエコロジカル・フットプリントのほうでございますけれども、これにつきましてはいろんな評価ステージがあります。

そもそも土地面積ですから占有の海面、この面積を換算する必要があります。これだけ分を失ったということですね。

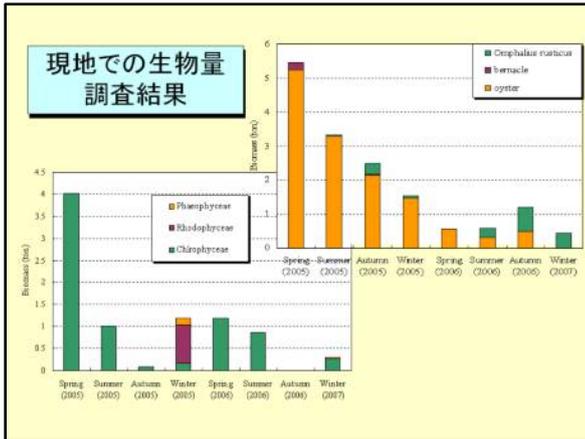
それ以外に資材を砂とか土砂とかコンクリートとかそういうのを持ってくる、それから埋め立てるのにブルドーザーがバンバン走る、それから砂浜を作るという、そういうステージがございます。

このうちの占有海面の面積については、基本的には一次生産でバイオキャパシティを換算します。一方のステージにつきましては、ほとんど CO₂ 排出量ということで換算できますので、これは従来型のライフサイクルアセスメントの手法を適用し、CO₂ が排出されるかというのをまず一旦計算した上でその CO₂ を回収するための森林面積からグローバルヘクタールに直していくと、こういう手順でやってまいります。

これが結果です。結局エコロジカル・フットプリントを使っているのは、資材の輸送とか浚渫、埋立て工事に関わる CO₂ 排出量が非常に大きいということが分かってまいりました。

特にこの間接エネルギー資材、これは埋立てに必要な土砂を他所から持ってくるところにかかる CO₂ の排出量、これが圧倒的に大きいということが分かってまいりました。

実は神戸空港の海域というのは水深がかなり深くて、大量の土砂を他所から持ってくる必要がありました。ですからこれをもし回避できたらということで、埋め立て用の土砂を産地から持ってくる現状と、埋め立て用土砂を、例えば浚渫土やりサイクル材という、もともとあったやつを再利用するという場合で評価してみました。



ライフサイクルを20年として計算すると・・・

Case A: 土砂を山地から調達した場合
EF/BC = 1.14

Case B: 土砂の現地調達を行った場合
EF/BC = 0.65

より効果的な環境修復のためには、原料の現地調達や化石燃料に代わる新たなエネルギー利用などを行う必要がある

Ecological Footprintによる評価

- 長所
 - 生態系の創出による価値を定量的に示すことができる
 - 環境修復事業による地球環境への過大な影響を防ぐことができる
 - 地球環境の視点から複数代替案の比較を行うことができる
- 課題
 - 経済性評価(BC)との統合が必要

もう一方のバイオキャパシティの増加につきましては、造成直後から、我々神戸大学が共同でモニタリングの調査をしております。海草のバイオマスの量、付着動物のバイオマスの量では、造成直後はやっぱり1種類がたくさん増えるということになりました。特に付着動物はマガキがあっという間にパッと広まって、それが1年間で衰退するというようなかたちになっています。それ以降はいくつかの種類が増えて季節変化をするというようなかたちになってきて、このあたりのバイオマス量を基本にしてPB比から固定量を求めるという手法でバイオキャパシティの計算を行いました。

そうしますと藻類と動物類、これをバイオキャパシティの増加量として計算した値がトータルで、年間26.2グローバルヘクタールの増加になりました。

一方でエコロジカル・フットプリントはライフサイクルでやっていますので、これを例えば20年間で比較したというふうにしてやってみますと、まずケースAの場合は1を超えているわけで、持続不可能。ところが代替砂などでやりますと0.65ということになります。

これから言えますことは、やはり原料の現地調達とかできるだけCO₂の排出が少ないかたちで環境修復も行う必要があるだろうということです。

「一生懸命生態系を創出しました、けども一方でCO₂バンバン出して地球環境に悪い影響を与えました」ではだめなわけで、こういうような考え方がやはり必要になってくるんじゃないかと思っております。

最後に後半の部分だけをまとめますと、フットプリントによる評価の長所は、1つは生態系の創出による価値というのを定量的に(バイオキャパシティの増加として)示すことができることです。要するにそこから下水処理場の換算というふうなことを経なくても直接定量的に示すことができるということです。2つ目は地球環境への過大な影響、先程申しましたように、CO₂バンバン出しながら生態系の創出をしてはだめだということなことがちゃんと理解できることです。

これをあるいくつかのカードに全部そういう評価を行ってやるとどれが一番地球環境にとって優しいかということを判断することができます。ただ課題は、経済性評価です。コストとエコロジカル・フットプリントとのバランス。これをどうやって考えていくかということが今後の課題であろうということで、この辺については我々の研究室でも今課題として研究を進めている最中でございます。以上でございます。

5.2 「藻場の現状と環境調和について」

独) 水産総合研究センター 水産工学研究所 寺脇利信



海岸では、干潟や藻場を取り囲むように後浜（あとはま）および鼻、潮間帯に前浜（まえはま）、磯、さらに、潮が引いても干上がらない砂泥底や岩礁底が近接している。海岸線を中心とした「海岸沿いの陸域および海域」は、「沿岸域」と称され、その空間的な広さには、場合に依じて幅が認められている。干潟や海の草原・森林である藻場を含む多様な条件の場がバランスよく共存することは、水産資源をはじめとする多彩な海洋生物が繁殖するために必須である。海岸と干潟・藻場は、まさしく沿岸域の重要な構成単位であり、その現状が沿岸海域の環境保全の具体的な姿の一面を表している。

水産基本計画（平成19年3月20日閣議決定）における藻場再生に係る施策では、水産物自給率を魚介類（食用）および海藻類とも増大させるため、「海面・内水面を通じた水産動植物の生育環境の改善と増養殖の推進」および「力強い産地づくりのための漁港・漁場の一体的な整備」として、藻場・干潟の造成・保全を推進することとなっている。これらのこと等から、藻場再生に係る開発と環境保全の調和を目指した目標設定に資する課題は、水産基本計画上の位置づけを反映して、「食料の自給率の向上に資する沿岸域の増養殖環境の改善において水産業・漁村の多面的機能をより発揮させる方向での技術開発」として整理される。

今回は、まず、藻場の現状について、全国、瀬戸内海および広島湾を概観するとともに、東京湾を構成する房総半島・三浦半島地先における筆者の経験した事例を紹介する。次に、藻場再生の意義と技術の到達点に照らし、開発と環境保全の調和を目指した目標設定に資する課題として、目的意識の統合化を重視した課題の検討を試みる。例えば、（1）干潟と複合藻場の再生の統合、（2）「渚の基本図」の作成（技術的知見の蓄積と統合）、（3）有害種対策と資源開発の統合、および、（4）広域的と局所的課題の統合、等である。

さらに、地球温暖化の進行等を念頭に置かならば、藻場の立地環境が変化しゆくことを認識することが不可欠となる。中でも、（1）海水温の上昇は事業地の立地環境の地理的な南方化に相当し、（2）海水面の上昇は事業地の立地環境の水深的な深所化に相当し、また、（3）海岸の地形・底質の変化による干潟等の静穏な砂泥底の減少は堆泥域の分散化に通ずる、ことなどが重要である。

これらの情報を共有化することを通じ、常に変化している自然・環境に対応しつつ、「調和する」とはどういうことなのか、また、「調和すべき自然・環境」をどのような状態と認識してゆこうとするのか等について、シンポジウムにおける活発な議論の礎となる話題として提供できればと考えている。

第8回東成湾シンポジウム
藻場の現状と環境調和について

1. はじめに
2. 藻場について
3. 水産基本計画
4. 全国
5. 瀬戸内海
6. 広島湾
7. 房総半島・三浦半島
8. 藻場の再生の意義と到達点
9. 環境調和の目標設定に資する課題
10. おわりに



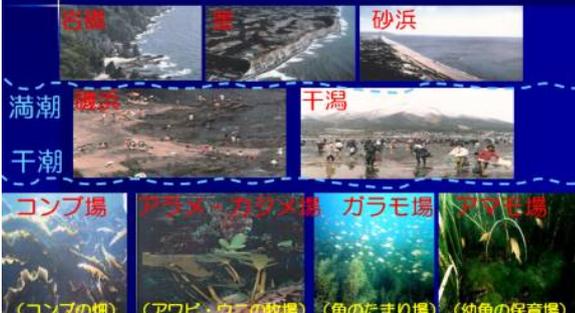
寺脇利信
(財)水産総合研究センター 水産工学研究所

＜水産工学研究所 寺脇氏＞

水産工学研究所の寺脇と申します。本日はこのシンポジウムで私にも話題提供の機会を与您にいただきまして事務局の皆様にお礼を申し上げます。

私の話題提供では藻場につきまして、まず全国、瀬戸内海、広島湾そして数少ないですけど、関東の房総半島、三浦半島の事例につきまして知っていることを紹介致しまして、現在の藻場の再生の意義と到達点に照らしてみても環境調和の目標設定にする課題というものを検討してみたいと思います。

1. はじめに
自然海岸と干潟・藻場



岩礁 干潟 砂浜
満潮 干潮
コンブ場 アラメ・カジメ場 ガラモ場 アマモ場
(コンブの畑) (アワビ・ウニの牧場) (魚のたまり場) (幼魚の保育場)

一言に海岸と言いましてもいろんな種類がありまして、岩礁とか崖とか砂浜があります。潮の満ち干機のある潮干帯と呼ばれるところには磯や浜がみられたり、河口域では干潟が作られます。それよりも少し深いところの海底に海の草原や森林である藻場ができております。私自身ではこの4つの種類の藻場について、コンブは人間も食べますから例えばコンブの「畑」だとか、アラメ・カジメ場はあわびやウニの「牧場」だとか、ガラモバ・ホンダワラ類藻場は魚が多いので魚の「たまり場」とか、それからアマモバにつきましては幼魚の「保育所」というような、イメージ付けを行ってまいります。

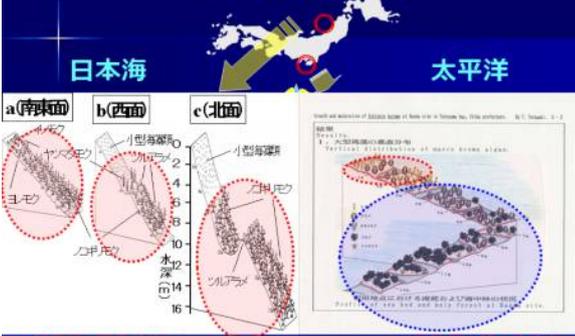
2. 藻場について
(1) 水平的な立地環境



ホンダワラ類藻場 アマモ場 Zostera grassland Coral reef Kelp forest (Laminaria) Kelp forest (Eisenia and Ecklonia) 日本海 太平洋 Cold current Warm current Sargassum bush コンブ場 アラメ・カジメ場

日本は南北に細長い列島の国でありますので、環境条件に対応して4種類の藻場が作り分けられているところであります。北海道のコンブがたくさん生えています。本州の太平洋岸、四国・九州にかけましては、コンブの仲間のアラメ・カジメ類というものが多いです。同じ本州・九州でも日本海側に行きますとホンダワラ類という枝ぶりが小さくて気泡とか葉っぱの形がはっきりした種類の藻場になります。瀬戸内海とか日本中の波静かな砂や泥の海底には海の水草であるアマモなどの海草類が生えているアマモ場が見られます。

2. 藻場について
(2) 垂直的な立地環境

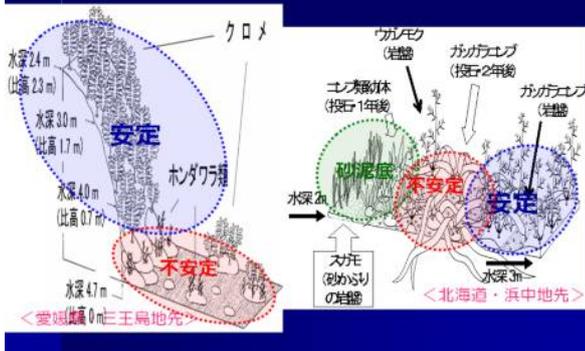


日本海 太平洋
a(岸側面) b(西面) c(北面)
ヤスエビ ヨモモ ノボリエビ ツルアラメ
水深0 2 4 6 8 10 12 14 16
小型海草類
新潟県・粟島地先 千葉県・館山高地先

奄美、沖縄などの南西諸島、琉球列島に行きますと珊瑚礁とリーフ内に見られる南方域の海草のアマモ場になります。もしも地球温暖化ということで海水温の上昇などが見られますと、この南の世界が北上してくるということによりまして藻場の水平的な分布状態が変わるのかなというようなことが懸念されております。

本州の日本海側には、ホンダワラ類の藻場がみられまして、深い方まで、水深20メートル位までホンダワラ類がみられます。それに対しまして太平洋側におきましては浅い方でホンダワラ類藻場が終わりまして、深い方ではアラメ・カジメ類の藻場になってまいります。

2. 藻場について
(3) 局地的な立地環境の安定性との関係

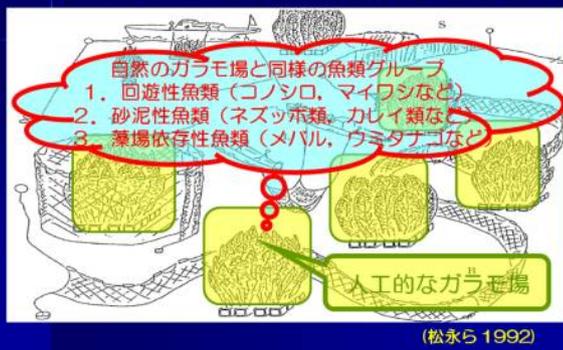


ほとんど同じ水深なのに、砂の影響のほとんどない岩の上にはアラメ・カジメ類が生えています。砂の影響域と考えられる砂面からの比高の低い小さいところにはホンダワラ類藻場が生えています。

北海道に行きますと岩盤の上にはホンダワラ類藻場がみられて、コンブ類というのは石とか礫の上にあります。砂や泥の上には海草のアマモ場がみられます。

このようなことから生育基盤の動揺とか移動といった波に対する安定性に対してこのアラメ・カジメバ、ホンダワラ類藻場、昆布場、アマモ場の順で対応していると整理されております。

2. 藻場について
(4) 藻場によって魚類に提供される環境 (機能)



こういうようなことを参考にしてもっと大きなスケールでの分布状況の違いというものに迫っていくと良いのではないかと考えます。

これは人工的に作られましたホンダワラ類の藻場におきまして魚類の様子を捕まえて調べた結果、天然の藻場と同じような種類の魚類が捕らえられたという研究であります。このことによりまして、海藻類の群落である藻場を再生させることが、その魚類に対する機能というものも再生されるということも分かります。

3. 藻場再生に係る課題の水産基本計画上の位置づけ
水産基本計画における藻場に関する施策の概要
(平成19年3月20日閣議決定)

- 第2 平成29年度の水産物自給率目標
 - ・魚介類(食用) : 65% (←平成17年度 57%)
 - ・海藻類 : 70% (←平成17年度 67%)
- 第3-1 (5) 海面・内水面を通じた水産動植物の生育環境の改善と増養殖の推進
 - 漁場保全の森づくりや藻場・干潟の造成・保全により森・川・海を通じた環境保全を推進
- 第3-5 (1) 力強い産地づくりのための漁港・漁場の一体的な整備
 - 我が国周辺水域の資源生産力の向上を図るため、藻場・干潟の造成・保全を推進

※水産基本計画上の位置づけが反映された藻場再生に係る技術開発
「食料の自給率の向上に資する沿岸域の増養殖環境の改善において水産業・漁村の多面的機能をより発揮させる方向での技術開発」

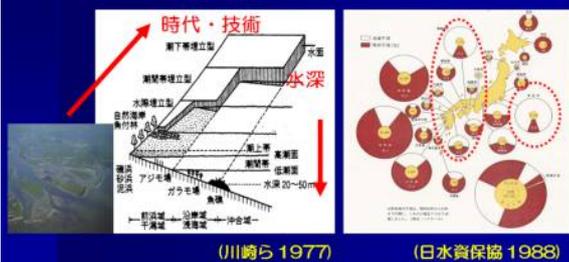
最新の水産基本計画によりまして、平成 29 年度までに魚介類や海藻類を含む水産物の自給率を上昇させるとしております。

藻場・干潟の造成などにつきましては、例えば海面、内水面を通じた水産動植物の生育環境の改善と増養殖の推進とか、それから力強い産地づくりのための漁港・漁場の一体的な整備などに位置づけられています。

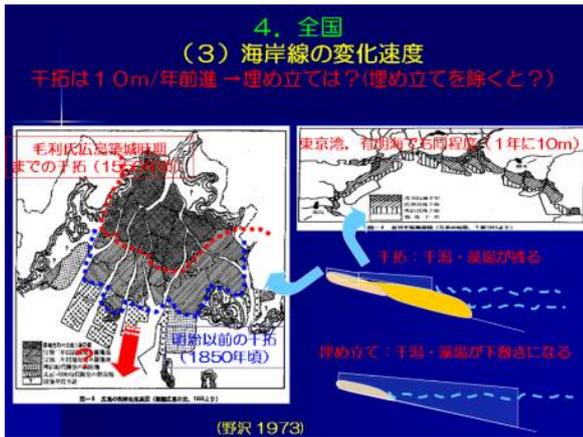
私自身は、食料の自給率の向上に資する沿岸域の増養殖環境の改善において水産業・漁村の多面的機能をより発揮させる方向での技術開発というものに、藻場再生に関わる技術開発というものは位置づけられるのではないかなと考えています。

4. 全国
(2) 干拓から埋め立てへ (この50年ほどのこと)

・1960年代～ : 埋め立て100,000ha以上
干潟面積 : 83,000ha(1945)→51,000ha(1992)



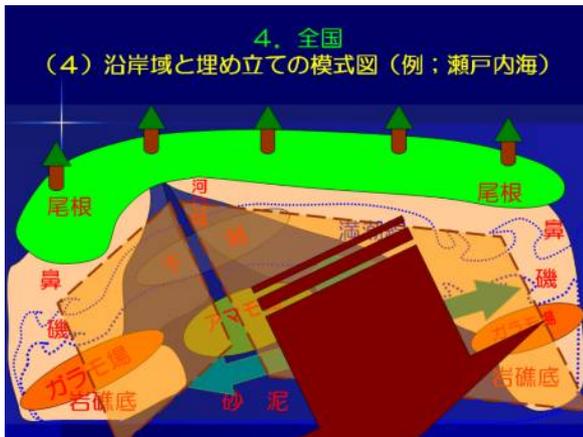
全国の海岸を見ても、自然海岸率は50%に下がっております。特に沿岸域において地面を作る工法につきましては、昔は三角州などの自然に陸化され、海に水没しないというギリギリのところまで堤防を築く干拓で行われてきたわけでありまして、この50年程の間に土木技術が発達して、深い所に堤防を起こして海面を区切り、その中に盛り土をして地面をつくるという埋め立てに変化しております。そのために干潟とか藻場は水深20メートルまでに多いものですから、その埋め立ての下敷きになって減少してきているということになります。



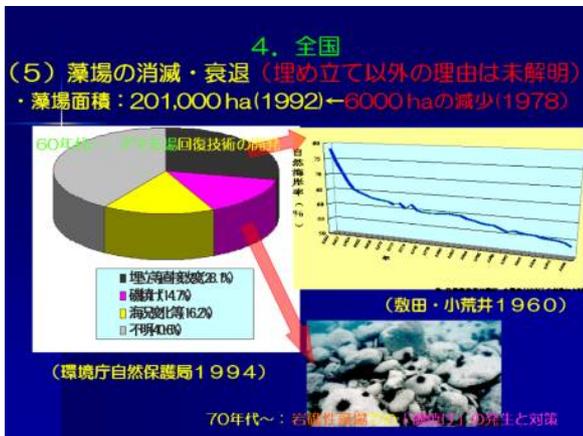
例えば、広島湾ですけれども、1550年頃の海岸線、1850年頃の明治維新の海岸線と、海岸線は前進してきております。古くゆかしい干拓でありましたら、干拓地の沖側には自然の干潟と藻場が残っていたのです。

広島湾、東京湾、有明海ともに1年に10メートルのスピードで海岸線が前進しています。10年で100メートル、1キロ出するのに100年かかったという計算であります。

埋立てしますと、沖出し1キロ、2キロの埋立地を作るのに10年位ではないかと感じるので、地面が変わる速度が10倍程のスピードになっているという違いがあると思います。

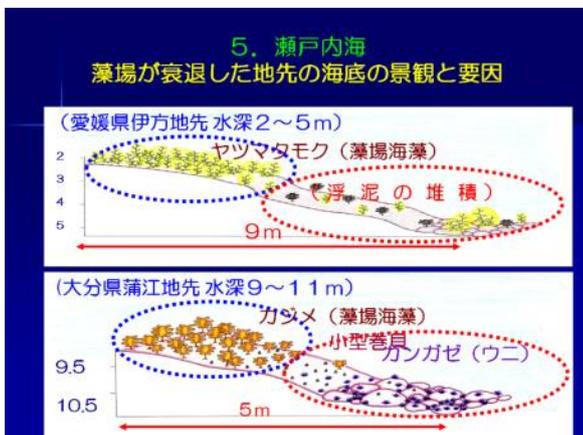


自然の海岸をみますと、山の尾根筋が海に到達したところが鼻(はな)と呼ばれ、その潮干帯が磯となって岩礁の海底があり、海藻が生えていると藻場であります。尾根筋と尾根筋に囲まれた低い所に川が流れ込んでおまして、土砂供給によりまして浜や干潟ができます。浜や干潟の沖側に海藻類が生えるアマモ場ができます。このように干潟や藻場といいますのはそれだけで成立しているのではなくてそれ以外の隣り合う場と関わりあってお互いにそれがないと成立しにくいという関係の中に出来上がっております。



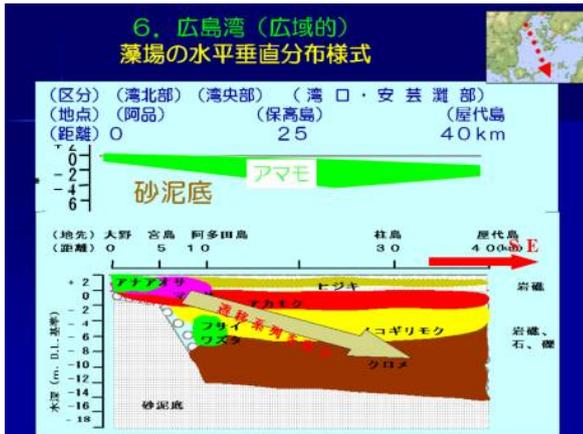
現在ではこういうところが地面に変わってきておまして、場合によりましてはもともと凹んでいた場所の方が昔の岩礁のハナの位置よりも飛び出して地面に変わるという状況もあるかと思っております。

このような経過でありましてこの50年程の間に直接的に埋立地の下敷きになったということを含めまして藻場が衰退しております。それからもう1つは磯焼けいまして、藻場だったところの海底が急に海藻類が少なくなりまして痩せたウニや巻貝ばかりになって漁場としての価値を失うという磯焼け現象が起こっております。



もっと重要なことは、磯焼け以外の理由がまだよく分かっていないという範囲が広々であるということではないかと思っております。

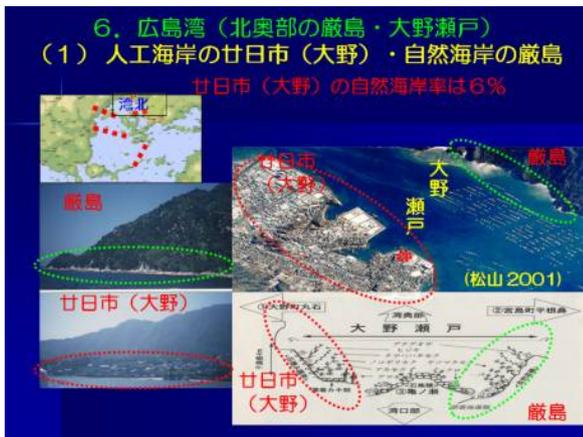
最近瀬戸内海で藻場が衰退したという現場を案内いただきまして海底の様子を調べますとこういう模式図になります。海藻が生えている場所の深みの方に岩の上なのに泥が厚く積もって海藻が生育できない。または深みの方にウニや巻貝がたくさんいまして、この場合こういう動物に食べられすぎて海藻類が生育できないというような様子に集約されます。



今度は広島湾レベルにいきまして、この広島市から山口県の周防大島までの範囲が、だいたい東京湾で言いますと君津・富津ライン、こういうスケールの大きさがあります。

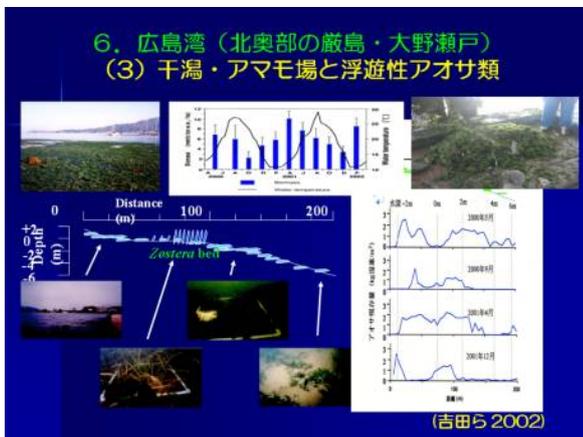
この範囲に対しましてアマモは水深 3~4メートルまでの範囲に生育しております。岩場の方の藻場につきましては、奥まった浅い所のアオサの種類からだんだん湾口部の深い方にかけて大型の茶色い種類に変化します。この種類の変化が広島湾におきまして海草類の群落の遷移系列というものを表しております。

東京湾などにつきましてもこういう調査をして様式的に捉えていきますともっともっと理解が深まっていくのではないかと期待されます。



広島湾の一番奥の方を見ていきますと、これは安芸の宮島で有名な厳島です。厳島は国立公園で世界遺産でもありまして、人が基本的に住んでおりません。そうしますとこのように自然の海岸が残っています。

大野瀬戸というのを挟みまして、廿日市の大野という土地には人が住んでおります。そちらは、非常に直線的な海岸になりまして大きく変わっております。こちらは、泥が多いので海水が白く濁ります。藻場があり、分布しているとはいえ非常に海藻類が苦しうに生活しているという状態であります。

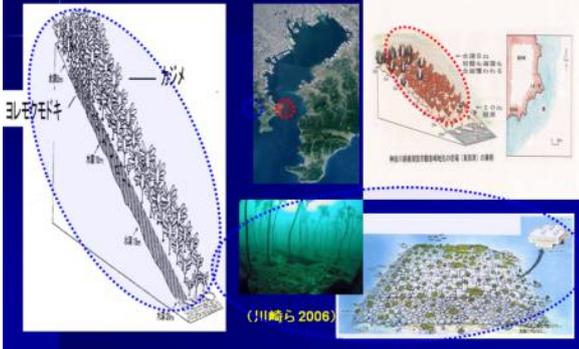


東京湾でも問題になりますけれども、緑色の海苔のような海藻のアオサについてです。広島湾の奥の方でも問題になっておまして、アオサがたくさんうち上がって漁業被害や観光被害を引き起こします。そこで調査をしまして量を推定しましたところ、ある年には広島湾の奥で藻場としてカウントされる海藻の量よりもはるかに多い重さのアオサが海底を漂っているという状態になっているということでもあります。



東京湾では、館山湾につきましては、このように深い方まで海藻が生えて藻場があります。この場所、硬い砂岩と柔らかい泥岩が互層になっている頁岩というものであります。硬い砂岩には海藻が生えているんですが、柔らかい泥岩には、砂の上と同じで海藻が生育できません。しかし、そこに人が、コンクリートブロックのような硬いものをおきますと海藻類は生育します。それから深い方に行きますと砂の影響が強くなってきており、このようにわずかの高さの差によりまして、高い方にはアラム・カジメ類、低い方にはホンダワラ類という種類の違いがみられます。

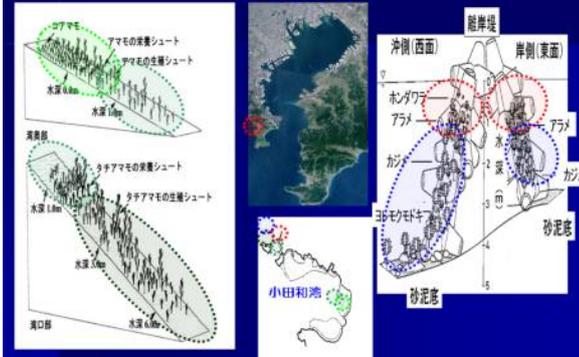
7. 房総半島・三浦半島
(2) 長者ヶ崎・観音崎



三浦半島の西岸、長者ヶ崎まであたりまで行きますと、水深 20メートル位までカジメがよく生えておりました。そういう時期に 10メートルの砂地の海底に基盤を与えますと天然の胞子がやってきて、海藻類の群落ができます。

しかし観音崎に行きますと海水が濁っております関係で、このように深い所まで海草が生えられなくて水深 10メートルくらいの所で限界となってしまいます。

7. 房総半島・三浦半島
(3) 小田和湾



それから小田和湾の離岸堤を観察しますと、ちょうど先ほど長者ヶ崎でみたような自然の植生と同じようなものができあがっております。それから砂や泥の海底にいきますと、浅いほうのコアマモそれからアマモ、深い方のタチアマモという 3種類が生育していることが知られております。近年、神奈川県の水産総合センターの工藤さん達の仕事によりましてどうやら深い方に多いタチアマモが優勢であるという報告がされております。

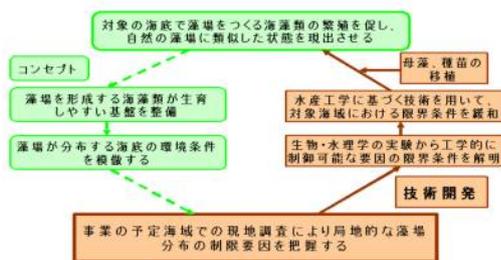
8. 藻場の再生の意義と到達点
(1) 自然再生の意義

- 良好な環境を実現する事業は、経済成長の後、社会福祉の水準を求め、国レベルで取り組む課題(綱部2005)。
- 環境に関する知見が不十分である現状では、基礎研究やモニタリングによるデータの蓄積と人文社会科学的手法の取り組みが必要(綱部2005)。
- 自然再生の事業は、環境との係わり方(方法論)とそのあるべき姿(目的論)を探る道筋が、施策実施の一手法である順応的管理を得て統合の過程(古川2005)。

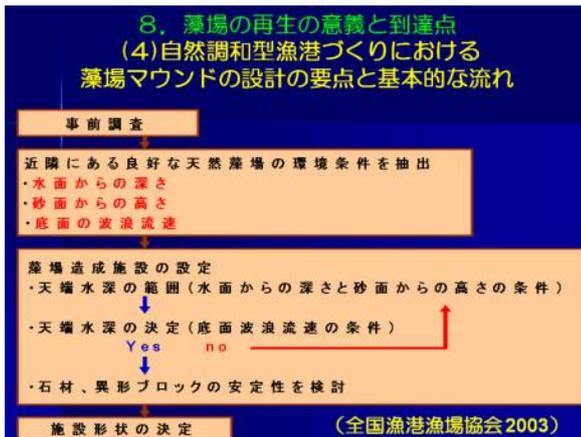
現在、日本におきまして良好な環境を実現する事業といたしますのは、経済成長を成し遂げた後、社会福祉の水準を求め国レベルで取り組むべき課題であります。しかし環境に関する知見が不十分である現状では基礎研究やモニタリングによるデータの蓄積と人文社会科学的手法が必要とされています。

このようなことから自然再生の事業といたしますのは環境との係わり方と、そのあるべき姿を探る道筋といたしますのが順応的管理を得て統合の過程にあると位置づけられております。

8. 藻場の再生の意義と到達点
(2) 自然環境と調和する
「なるべく管理しない藻場」の再生の方向性



ここで、なるべく管理しない藻場についてご説明します。なるべく管理しない藻場といたしますのは、対象の海底で藻場をつくる海藻類の繁殖を促して自然の藻場に似たような状態をつくりたいということです。そのためには藻場をつくる海草が生育しやすい基盤を整備し、藻場ができる海底の環境条件を真似してあげる必要があります。それは、自分達で事業地の調査をしまして藻場の分布の制限要因をつかみ、工学的な技術を用いて和らげることにより、海藻類の生育基盤を用意することです。そのことによりまして自然の胞子によって海藻類ができることを理想とします。



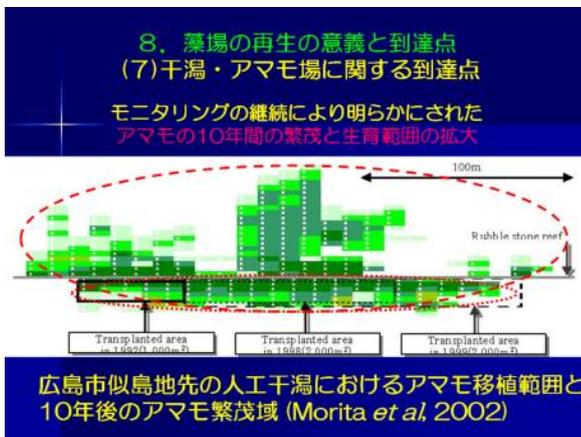
近年その海藻類の種を取って苗を育てて移植する技術というのがずいぶん発達しておりますので、生育基盤を整備してあげた上で行うことによって飛躍的に成果が得られることになると思います。

水産庁の自然調和型漁港づくりにおきましては、近くにある良い天然の藻場の環境条件を調査し、水面からの深さ、砂面からの高さ、それから沖からやってくる波の特性で決まる海底面での波浪流速、これらを自然の藻場に似せたものにしようということを重視し、良い条件が得られるまで繰り返し場所を探していきましょうということになっております。



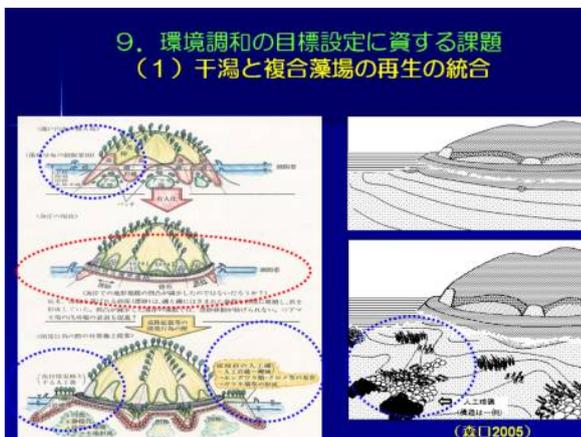
堤体に貼り付けてあった消波ブロック群を、沖の方の藻場マウンドとして利用します。これにより、消波効果を得るとともに近くの藻場の条件を真似した藻場ができるようにするという事です。

スケールは違いますが、このように天然の藻場の沖側の深みの砂や泥の海底に落ちている石の様子を真似して人工的なものをおきますと似たようなものになっております。

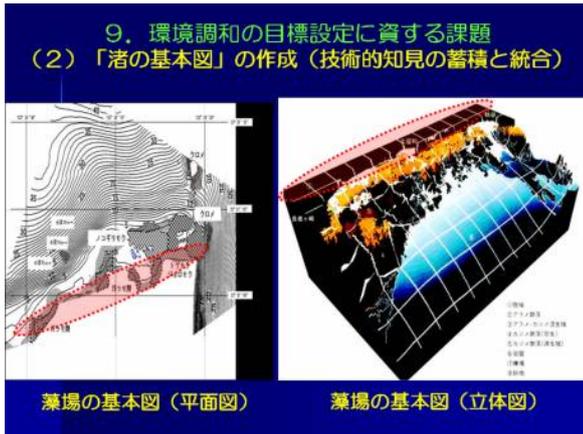


アマモの方につきましては広島県の広島湾の似島という事例をご報告します。これは小さい湾で干潟の造成が行われました際に、その沖の方に周りのアマモ場と同じような条件になるように整理されたアマモの生育基盤が用意されました。そこにアマモが移植され、10年程前に移植された範囲は、すべて生き残っており、植えた場所よりも浅い方の干潟に向かう範囲に面積が2~3倍に増えております。

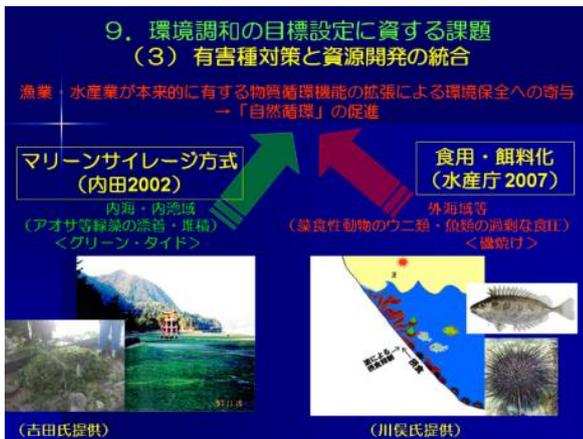
このように藻場に関する事例を参考にし、人工物でもよいので海岸の地形としての凸凹とか海底の底質の多様性を回復させてやろうという考えで、水産工学研究所においてこのような研究開発をしております。



もともとの尾根筋の先の深みの方に礁を置きまして、深い方では漁礁、浅い方では光が到達して海藻類が生育する藻礁とするという考え方でありまして、この礁の程よい消波効果によりまして、海岸と礁の間に砂が溜まるような静穏域をつくり、こちらに海の草であるアマモの生育をみようという考え方でありまして、これは、岩礁性の藻場とアマモなどの砂泥性の藻場の造成の統合ということで、今後ますます統合の考え方が発展できるのではないかと期待しております。

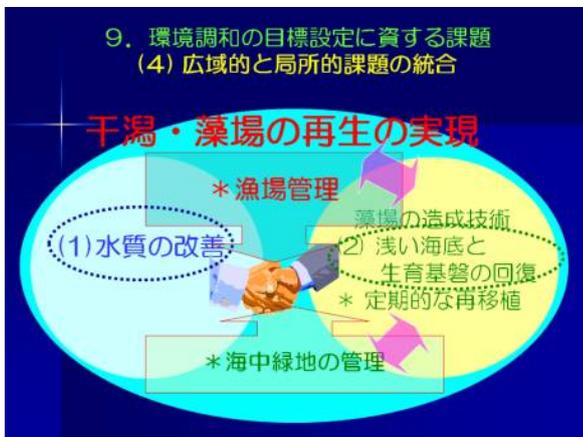


もう一つ、海岸の藻場の回復におきましては土木的な施工が伴いますので、正確な事業を行うためには、沖合いの海の基本図のように、沿岸部において、海底地形図と底質分布図、それに海藻類の分布図を重ねる「藻場の基本図」が必要です。この図に潮干帯を加え、もっと統合的に技術的な知見を蓄積して統合できると考えました。ネーミングとしましては「渚の基本図」というのでどうかということであります。



また、アオサとか、藻場の海藻類を食べてしまうウニとか草食性の魚類のように増えた生物を、よく獲れるのであれば資源として食用とか餌料という方向で検討していくことによりまして有害種の対策と資源開発というものが統合できる領域があるのではないかと思います。

干潟や藻場の再生の実現に向け、浅い海底と生育基盤が失われたので再生しようという試みが、もしも水質の悪化が進みますとイタチごっことなってしまいまして実現しません。



やはり水質の改善という多少広域的な取り組みと、基盤の回復という局所的な取り組みというのは手を組む必要があると思います。

さらに、その場の維持管理に係わるところで、水産では漁場の管理というものが非常に有益です。

アマモやホンダワラ類が見えるようにしたいといひましても、それらはアマモ場ガラム場などの生態系を構成する生き物の一種であります。それらはさらにその浅海域や内湾域での構成要素でありましてそれらをどのようにしたいかということ、やはり人間が関わってどのように持っていくかという調整のうえに初めてなるものであるという考え方が整理されておりまして、このこと自体は今後順応的管理に基づく取り組みへの準備ができていくということでもあります。



しかしながら最後に気をつけなくてはいけないというのは、自然環境は変化し続けており、海水温が上昇する(立地環境が現在よりも南方に相当する環境に変わる)、海水面が上昇する(立地環境がもっと深いところになる)、静穏域の砂泥底が減るといったようなことが起こっています。

以上になかなかうまくまとめてお話できなかったんですけども、私の話題提供はこれにて終わりたいと思います。

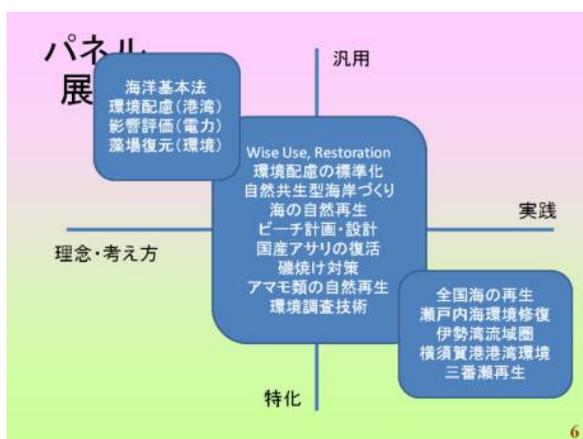
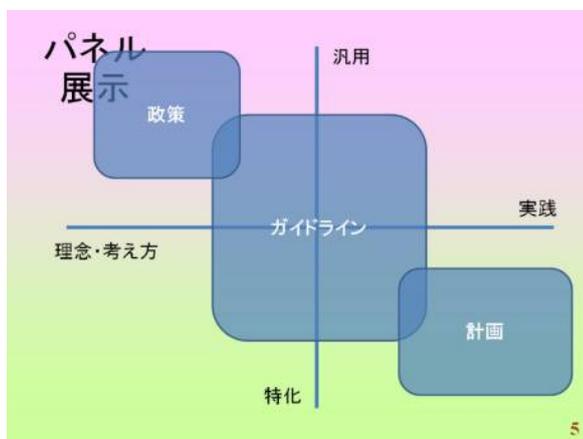
どうもありがとうございました。

5.3 「ガイドライン・手引きに見る自然再生の目標設定」

国総研 沿岸海洋研究部 海洋環境研究室長 古川恵太

今回のシンポジウムのテーマである、「開発と環境保全の調和」の「目標設定」のあり方、取り組みについて、多様な機関が発行しているガイドラインや手引きの情報を収集し、統一フォーマットのパネルにとりまとめられました。

No.	手引き・ガイドライン	編集・発行
1-2	「特別セッション「順応的管理」の成果」	順応的管理研究小委員会
3-4	「環境調和型研究会」の取り組み	環境調和型研究会
5	「海洋基本法」目的、内容、重要性、および今後の課題について	総合海洋政策本部
6	「港湾行政のグリーン化」で示された環境配慮の標準化について	国土交通省港湾局
7	「発電所に係る環境影響評価の手引」環境影響評価部分の解説	資源エネルギー庁
8	「藻場復元のための配慮事項」における順応的管理	環境省総合環境政策局
9	「Wise Use of Wetlands (湿地の賢い利用)」に記述される実践的な考え方	RAMSAR 会議事務局
10	「Guidelines for Wetlands Restoration (湿地再生ガイドライン)」に示された再生の考え方と戦略的取組の重要性	PIANC 環境委員会第7ワーキンググループ
11	「海の自然再生ハンドブック」実績に基づく沿岸の自然再生技術	海の自然再生ワーキンググループ、国土交通省港湾局
12	「環境配慮の標準化のための実践ハンドブック」順応的管理による海辺の自然再生	海の自然再生ワーキンググループ、国土交通省港湾局
13	「提言 国産アサリの復活に向けて」水産技術の展開について	アサリ資源全国協議会提言検討委員会、水産庁、水産総合研究センター
14	「磯焼け対策ガイドライン(水産庁)」～持続的な対策に向けて～	緊急磯焼け対策モデル事業検討委員会、全国漁港漁場協会
15	「アマモ類の自然再生ガイドライン」再生のための組織作り・合意形成	水産庁・マリノフォーラム21
16	「自然共生型海岸づくりの進め方」防護・環境・利用の調和について	自然共生型海岸づくり研究会、国土交通省河川局
17	「ビーチ計画・設計マニュアル」ビーチの計画・設計・施工・維持管理について	マリーナビーチ協会、国土交通省港湾局
18	「環境調査技術マニュアル 海洋生物調査編」にみる実践的な調査フロー	海洋調査協会
19	「全国海の再生プロジェクト」における各海域の再生行動計画	国土交通省港湾局、海上保安庁
20	「瀬戸内海環境修復計画」自然と共生する恵み豊かな瀬戸内海の修復を目指して	国交省中国地方整備局・水産庁漁港漁場整備部
21	「三番瀬再生推進計画(基本計画)」に示された再生目標	千葉県
22	「横須賀港港湾環境計画」海の再生・活性・共生	横須賀市
23	「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」自然共生に向けた研究プロジェクト	名古屋大学、国土技術政策総合研究所、土木研究所、農業工学研究所、国立環境研究所、水産工学研究所、愛知県水産試験場、養殖研究所



<国総研・古川>

このセッションの最後でガイドライン、手引きにみる自然再生の目標設定ということについてお話ししたいと思います。

会場の外のパネル展は、自然再生の4つのパーツ、場を理解して、目標を設定して、手法を開発して、それをシステム化して前進していくというものをつ一つテーマ毎にパネル展示をさせていただいているものであります。

今回は第3回としてこの目標設定についてのパネルを、環境調和型研究会と土木学会の海洋開発委員会順応的管理研究小委員会が協働して、パネルを作成しました。

目標設定について、非常に汎用的な目標なのか、それとも何かに特化しているのか、非常に理念的な話なのか、それとも実践的な、具体的な話なのかというところで分けられると思います。例えば政策は比較的この左上の方にあり、個別の問題についてのガイドラインというのはそれを実践されるところまでをつなぐ役割をしているのかなというふうに考えております。

今日やっているような議論の下地になる情報というのが実はこういうパネル、政策の解説書、ガイドラインの中に非常に多く埋め込まれていますので、これらをまとめていきたいと思っております。



6. パート3：環境の調和に向けての行動計画

話題提供：(独)水産総合研究センター 水産工学研究所 桑原久実
 大塚耕司(大府大)、寺脇利信(水工研)
 中村義治(水工研)、野原精一(環境研)、川崎保夫(電中研)
 司会：古川恵太(国総研)

「開発と環境保全の調和」を実現するためには、基本となる考え方(目標)と具体的方法論(手段)についての整理が必要です。例えば、「最適な生態系」の再生を目指すという自然再生の考えかたを基本とし、そこに至るまでのプロセスを重視する「順応的管理」で具体的に始めていくというのも、ひとつの方法だと思われます。



<司会> 次のパート3の環境調和に向けての行動計画ということで、討論を行いたいと思いますが、今までで少しいろいろ概念的な話がたくさんございましたので、少し具体的な Example を水工研の桑原室長の方からご紹介いただいて、それをベースに議論をもう1回スタートさせたいというふうに思います。お願い致します。

6.1 話題提供：「磯焼け回復事業での事前順応的管理事例紹介」

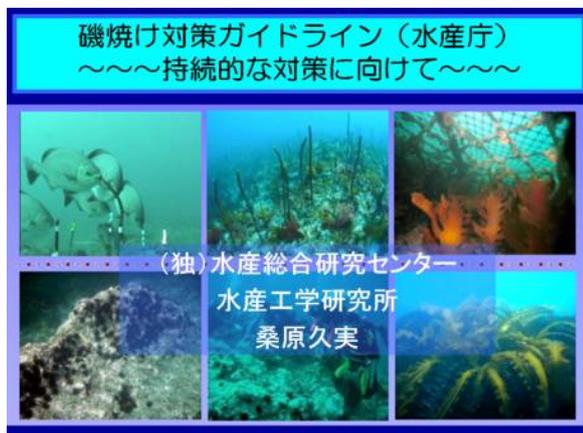


(独)水産総合研究センター 水産工学研究所 桑原久実

<水産工学研究所 桑原氏>

紹介いただきました、水産工学研究所の桑原と申します。

この「磯焼け対策ガイドライン」というのは今年の2月につくったばかりなんですけれども、漁業者に向けて具体的にどうやったらいいかというのをできるだけ分かりやすく示すことを心がけました。これについてご紹介させていただいて、話題提供とさせていただきたいと思います。



名前が、「磯焼け対策ガイドライン」ということで、16年から18年、3カ年間でこのガイドラインをまとめました。磯焼けというのは皆さんご存知だと思います。昔から問題として挙がっているんですけれども、持続的に対策が取れなかったりしていました。

ガイドラインの趣旨

ガイドラインは、漁業者自らが磯焼けの状況を分析し、適切な対策を実施できる方法をまとめたものである。もちろん、協力・支援の立場にある行政担当者、企業、一般市民にも参考にさせていただきたい。

本ガイドラインは、「植食動物の食害」に焦点を当てて作成した。

多くの磯焼けは、植食動物の摂食量と海藻の生産量とのバランスが崩れ、摂食量が生産量を上回っているために継続する。さらに、温暖化や沿岸開発による環境悪化に伴い、ますますバランスが崩れている。ガイドラインでは植食動物の摂食量を減少し、海藻の生産量を増加してバランスを保つ方法を具体的に示している。

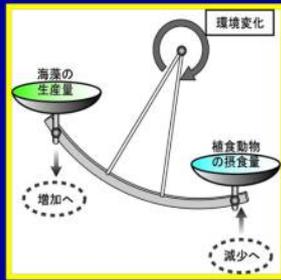


図1 磯焼け域の生態系を示す天秤

このガイドラインは、漁業者が自ら磯焼けの状況を分析して、適切に対策が自分達で自分達の足で立ててやっていってもらおう。そういうふうな助けになるものになりたいと考えました。もちろん、漁業者を支援する立場にある私達、行政の方々、企業一般の市民の方々も、参考にしてもらいたいです。

磯焼けの要因というのはいろいろあるんですけども、ここでは植食動物、ウニ、魚に焦点を当てています。

この植食動物問題に対して、天秤の図のように、植食動物が海藻を食べる量と、海藻が生育する量に着目し、食べる量が多く右の方の天秤が重たくて傾いているというような状態が磯焼けの状態だろうと考えました。最近、地球の温暖化とか沿岸域の開発とかがありまして、この天秤がますますバランスを崩す方に傾いていくような感じにみられます。このように非常に苦しい状況なんですけれども、この重たい方を軽くして、軽い方を重たくしてバランスを取っていかうじゃないかというのがこのガイドラインの基本的な考え方になっています。

磯焼けという話なので、少しその磯焼けについて説明させていただきます。藻場というのは基本的には季節的に生えたり枯れたりします。これは磯焼けではなく、季節的な消長と言います。

また岩手県とかだと、親潮が接岸したり離れたりする、数年の周期で藻場が変動します。また時化があつて大規模に藻場が失われたりします。しかしながらそういう現象というのはある程度すると回復してきますので、そういうのは磯焼けといわないのです。

磯焼けというのは一体何なのかといいますと、我が国でいわれているのはこのような北海道の日本海側、静岡県伊豆、富山県等の様に、一旦海藻が無くなって、ずっと無くなったまま回復しない。こういうのが磯焼けだということになります。

その要因について、平成16年の終わりに水産庁でアンケート取りました。そうすると半分以上がウニ、魚のような食害で磯焼けになっている、ということになるわけです。

磯焼けの植食性動物としては、北の方はキタムラサキウニとエゾバフンウニ、主にウニが大変多く、南の方はガンガゼ、植食性魚類、アイゴ、ブダイ、ノトリスズミというものになります。

北はウニがいっぱいいると。南はウニと魚がいると。このようにご理解いただければいいと思います。

藻場の季節的消長



2003年5月 ホンダワラ類が繁茂



2003年11月 紅藻類のみ残存

伊豆市八木沢地先の水深3m付近における景観の季節変化

同じ場所でも、季節により海底景観は全く異なる。この場合の秋の景観は磯焼けではない。

磯焼けとは

藻場が季節的消長や多少の経年変化の範囲を越えて著しく衰退または消失する現象



北海道瀬棚町
ウニの食害で
深所はコンブ
が生えていない

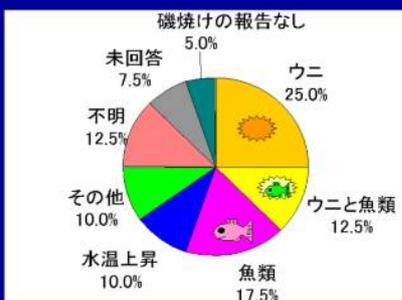


富山県入善町
浮泥の堆積で
海藻が生えて
できない。



静岡県南伊豆町
植食性魚類の食害でカジ
メの葉部が消失した。こ
の後、茎もなくなった。

藻場の衰退に関して想定された原因



代表的な植食性動物

「ウニ類」



キタムラサキウニ



エゾファンウニ



ガンガゼ

「植食性魚類」



アイゴ

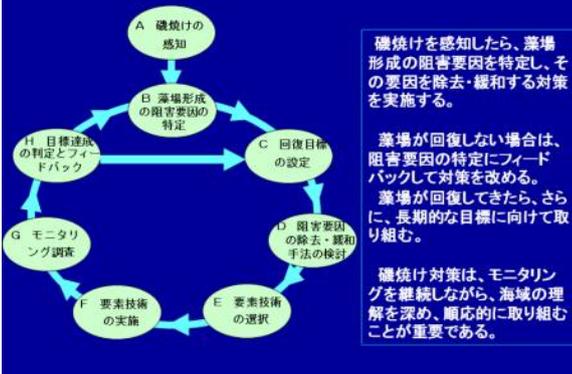


ブダイ



ハイスズミ

磯焼け対策における順応的 management の考え方



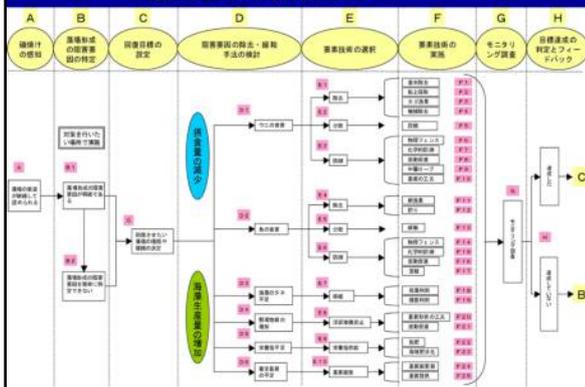
さて、漁業者が主体となって磯焼けの対策をしていく時に、どういふふうに挑戦していくかということについて、ガイドラインの中では3本の考え方を示しています。

まず1つ目というのは順応的な管理の考え方を磯焼け対策というのに持ってきました。AからHまでのプロセスがあります。

まず磯焼けになっているかというのを知らないといけなくて、磯焼けの感知(A)があります。そして、磯焼けになっている要因は一体何か。藻場形成の阻害要因を特定しよう(B)というところに入ります。これが特定できると、次に回復目標を設定(C)します。邪魔するものをとったり(D)、要素技術の選択(E)をして実施(F)に移るのです。実施した後はそのまま放っておくと、また元の木阿弥になりますので、モニタリング(G)するということになります。このモニタリングでは、藻の種類、被度、面積を調べ、うまくなっていれば(H)、また新しい目標(C)に向かって歩いていってもらおうという。ところが何か具合が悪い。藻の種類が違う、被度が少ないとか、具合が悪い場合はもう一度立ち返って(B)検討していただいて、駄目な理由というのをしっかりと理解した上で次に進むというプロセスになります。

イメージとしては適確な磯焼け対策に向かってどんどん上昇していっているというふうなイメージで捉えております。

磯焼け対策のフロー

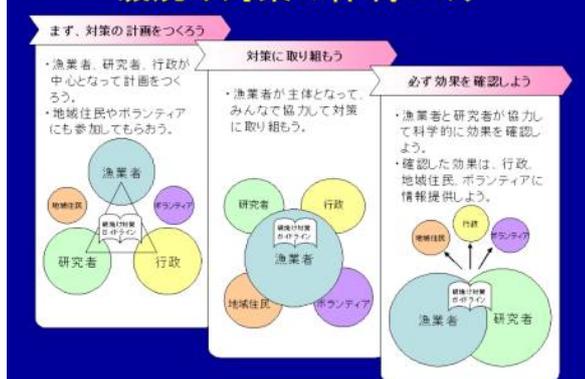


2つ目として、磯焼け対策フローを導入しています。

漁業者の方々がコマを進めるように、「あ、ここまで分かったね。次ここ検討しようか」という感じで、どの対策が自分のところの地先に適当かというのを、判断をできるようにガイドラインの中では記述しております。

この要素技術の実施というのを、毎年試行錯誤的にどんどんやってきていたのですが、適確な対策まで辿り着くのに時間がかかってしまいます。ここで一番重要なのは、藻場形成を邪魔しているものは一体何なのか(B)というのをしっかりと捉えないといけないということです。藻場形成のところの邪魔しているのは一体何かというのをしっかりと捉えてから、その後のプロセスを進める必要があるということを考えてわけです。

磯焼け対策の体制づくり

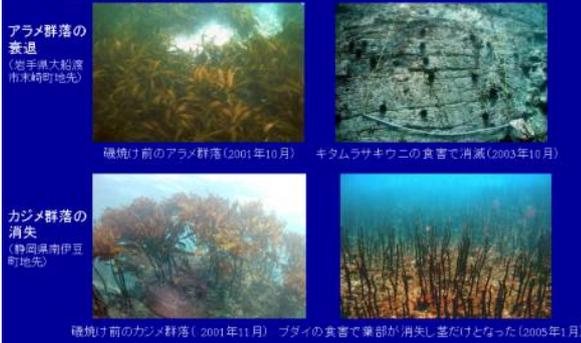


第3番目は体制づくりです。持続的な取り組みをするために皆でがんばっていきましょうということになっています。できたら協議会などをもってやりたいと考えています。

計画の段階では漁業者と研究者と行政の方々がガイドラインを見ていますけれども、この段階から住民の方とかボランティアの方入っていただきたい。対策については漁業者です。全力出して、それを皆で支えていきます。効果についてはやはり研究的な側面が非常に強いので、漁業者と研究者が中心になって調べて皆さんで情報を共有します。

A 磯焼けの感知

・海中景観から感知



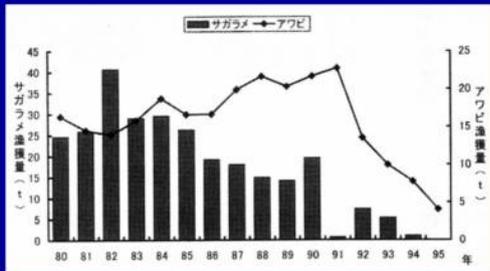
この中身についてもう少し触れていきたいと思います。

ガイドラインの中では、磯焼けになっているかどうかというのは、海中景観や漁獲物から判断しましょうとなっています。

これは大船渡です。アラメがあったんですけども、同じところで撮ってもこういうふうになくなったことがわかります。また、カジメがこういうふうに着生部はあったんですけど茎だけになったということがわかります。こういうふうな海中景観から知る方法があります。

A 磯焼けの感知

・漁獲物から見た磯焼けの感知

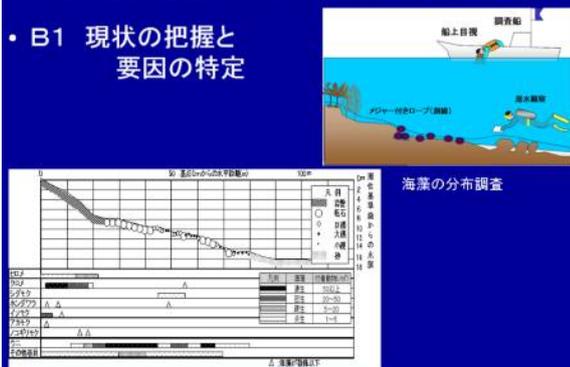


これは静岡県の例なんですけど、サガラメが 90 年に無くなりました。その 2 年後ぐらいにアワビの漁獲量も無くなったというものです。漁獲というのを見ていってもわかりますよ、ということを示しています。

この場合、藻場が無くなってから少しタイムラグがありますのでちょっと注意が必要です。

B 藻場形成の阻害要因の特定

・B1 現状の把握と要因の特定



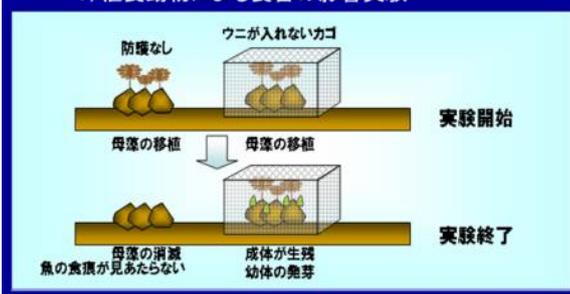
藻場形成を邪魔しているものの特定では、具体的に 3 つの方法が示されています。

まずは、こういうライン調査なりをやって現状把握しましょうということです。現状把握も、そんなに難しいことじゃなくて、断面図上に海藻、食害動物、浮泥とかを書いてみましょうというものです。この段階でウニの食害、底泥とか、要因が分かればそれでよしとします。

ところが分からない場合は、ちょっともう少し積極的に、海域に、能動的に実験をしましょうというのを提案しています。

B 藻場形成の阻害要因の特定

・B2 要因を特定するための簡易な現地調査 1) 植食動物による食害の影響実験

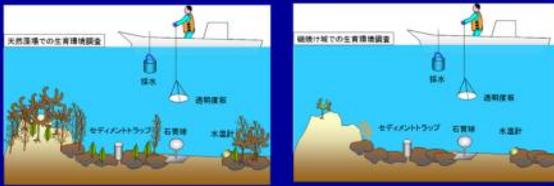


これは磯焼け海域に海藻を持ってきます。一方はカゴがなく、こっちはカゴがあります。その状態で毎月見ていきます。そうすると何ヶ月間か経ったらカゴない方は無くなって、カゴのある方は大丈夫だったという場合、あ、これはやっぱりこっちは食べられたねと、分かるわけなんです。

こういうふうな実験をしますと、ここの海域は水質的、光的にも問題ないとか、この海域では種の供給がありますねとかが分かるわけです。

B 藻場形成の阻害要因の特定

- ・ B2 要因を特定するための簡易な現地調査
2) 海藻の育生状況・環境調査



天然藻場と磯焼け域で環境調査を行い、その相違に注目。

3 つ目は、近くに藻場と磯焼け海域がある場合は、それらを比較して何が一体違うのかということを見比べて下さいということです。セディメントトラップとか、透明度とか見て、何でそんなに違うのかというのをしっかり見て、要因を特定しましょうということです。

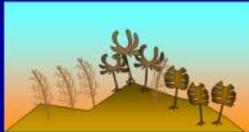
回復目標の設定については、昔あった磯焼けを取り戻したいというのが最大の回復目標になります。

ですから昔あった藻場の種類、被度、面積というのが回復目標になります。はじめは小規模に、そしてどんどんと、その小規模を繰り返していくことによって、海域の理解が深まって、次第に規模を拡大していくというようなことです。

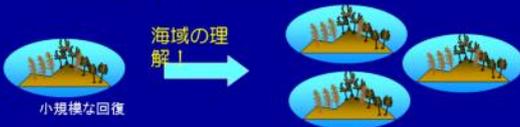
C 回復目標の設定

- ・ 回復したい海藻の種・被度・面積を設定する。

昔の豊かな藻場を参考に！

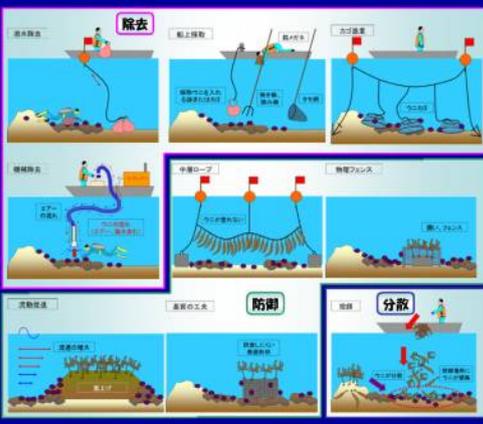


- ・ 初めは小規模で実施し、回復が見られるならば、次第に規模の拡大を目指す。



今のこのガイドラインができて全国で大体 30 箇所くらいの普及の講演会をやっていますけれども、漁業者の方々にはこの A、B、C のところをしっかりと掴んで下さい、資料を押さえて下さいとお願いしております。

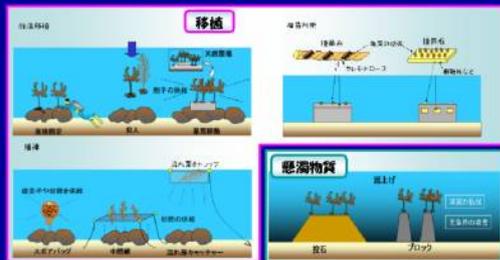
ウニの食害対策



ウニの食害対策です。

カゴによる除去、漁業の潜水による除去・防御ということで、こういうフェンスをつくらしたり浮かしておいたり、凸凹の基質で流速を上げたり、沖側に海藻をばら撒いて、摂餌圧の分散ができないだろうか等があります。

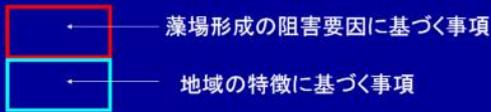
海藻の増殖



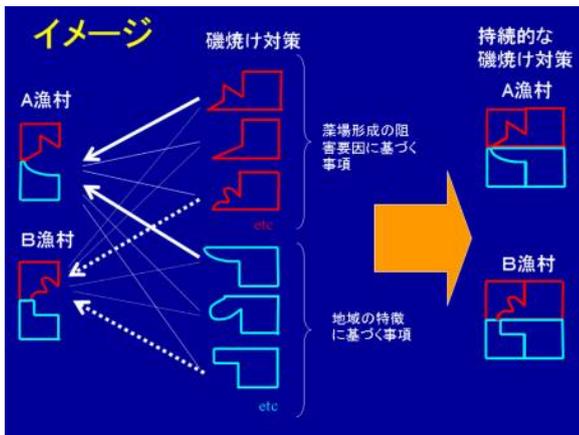
魚の食害です。

フェンスとか、音で追っ払えないかということを考えています。

持続的な対策に向けて



望ましい磯焼け対策は、上図のように正方形を形成するものとする。
磯焼け対策がうまくいっていない地域は、何らかの原因で、この正方形が形成していないと考えられる。
磯焼け対策は、正方形を満たすために、藻場形成の阻害要因と地域の特徴を考慮して、不十分な点を補う方法を示すものである。



一般市民参加による磯焼け対策

- ・ 高齢化で磯焼け対策の人手が不足。一方、一般市民の自然に対する関心の高まりがあり、市民によるウニ除去のボランティア活動も期待される。
- ・ 市民による水産物の採捕許可や潜水作業に関する関係諸手続等の制限緩和が課題。



<司会> どうもありがとうございました。磯焼け対策という具体的な事例を見せていただきながら、どのように目標が設定されて、対策を考えていくのかということをご発表いただきました。

<会場からの質問> 神奈川県の水産技術センターの工藤です。今のお話の中で触れられなかった懸濁物質の成因や、仕組み等について教えてください。

<桑原氏> 懸濁物質による磯焼け、藻場の形成を阻害しているという事例も確かに多くなってきています。特に南の方の海域では多く見られます。具体的にどのような対策になるのかというのは、今のところ次の挑戦になると思います。実際に海藻をその海域にもってきて本当に枯れるのかどうかというのを1回試験していただいて、本当にその土砂や浮泥が制限要因になっているという証拠を、しっかりつかんでほしいと思っています。

こういう要素技術が、1から25まで並んでいるんですけども、こういうのを何を選んだらいいのか、どういうふうを選んだらいいのかという考える際に、非常に重要になってくるのが、地域の特性、地域の実情にあった対策をもってこないといけないということです。

要するにこの赤い長方形と水色の長方形が2つ合わせて正方形のような形を形成しないと、良い磯焼け対策として成り立たないのです。

例えばA漁村の場合、こういう藻場形成の阻害要因の欠け方、また地域の特徴にしてもこういう欠け方がしています。ここを埋めるためには磯焼け対策として、何をもってきたらいいか選ぶわけです。

A漁村ではこうだったんですけどB漁村ではまた状況が変わってきてまして、同じA漁村のこれをもってきても駄目ですよ。

地域の藻場形成の阻害要因をしっかりとつかんで、地域の実情、特徴をうまく生かしたような対策をもってこないとなかなか難しいだろうということです。

今のようなフローを進めるにあたって、できるだけ食害動物を利用しようという取組みがされています。ガンガゼというのはあまり食べないんですけども魚の餌になるよとか、アイゴを食べて藻場を回復しようという、取組みをやってます。

もう1つは、一方で市民の方々はかなり環境に対する意識が高いということで、うまくそういう方々にお手伝い願えないかというのをやってます。一般の方々をお願いしたり、は水産高校の水産実習でお願いしたりというような取組みをやってます。

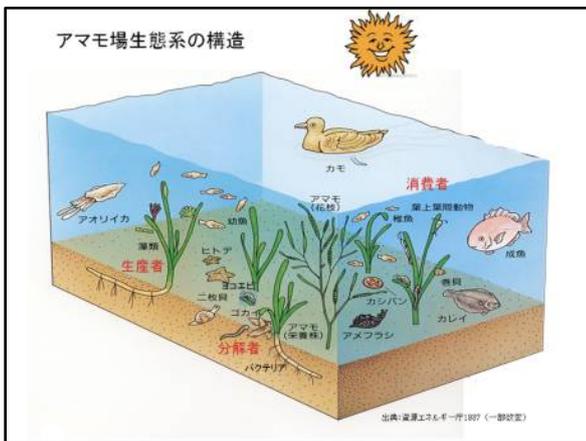
6.2 討論：「環境の調和に向けての行動計画」

中村義治（水工研）、野原精一（環境研）、川崎保夫（電中研）
 桑原久実（水工研）、大塚耕司（大府大）、寺脇利信（水工研）
 司会：古川恵太（国総研）

東京湾におけるアマモ場再生を目指した動き

〈司会〉 桑原さんからプレゼンで、目標を決めるにあたって、実際に何が起きているか検知をして、要因を分析することの大切さが示されました。東京湾について振り返りますと、下水道の整備が進んで、それなりに良くなっている水質ですが、まだまだ貧酸素水塊が発生している。その要因の一つに、藻場（アマモ場）の喪失があり、その再生に取り組まれている現状です。このアマモ場の再生の目指すべき姿というのはどんなところにあるんだろうかというところを、電中研の川崎さんからご紹介いただきます。

アマモ場生態系とは、

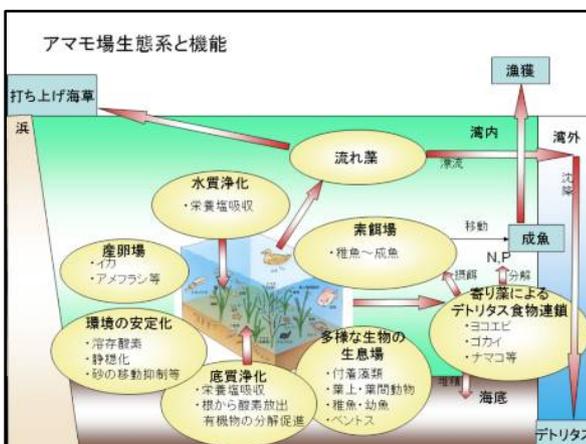


〈電力中央研究所 川崎氏〉

皆さんもご存知のとおり、これは、アマモ場生態系の構造と、そのアマモ場にどのような生物がどこに分布しているかということ的模式的に書いたものです。

当然一次生産者というのがアマモです。皆さんあまりよく気が付かないかもしれませんが、このアマモの上にいるような珪藻とか海藻とかいっばいついております。これを食べるヨコエビとか動物、或いは巻貝なんかついてます。

あとよく写真でも見られるように、周辺に稚魚がいたり、産卵のためにイカが来たり、周辺に稚魚やヨコエビを食べる魚が寄ってくる。枯れた葉っぱがデトリタスとして分解されたり、ゴカイとかヨコエビなんかの餌になるというような形でアマモ場があります。



このそれぞれの生物のつながりというものを、機能という面で表したのがこの図です。

水中や底泥から栄養塩を吸収し、環境の安定化というかたちで、当然溶存酸素を出したり、水の流れを静穏化したり、地下茎・根・茎で砂が動くのを抑制したりします。

水産の面からは、この上にいる動物を食べに来きて、または、枯れた葉っぱがデトリタスになって、それをヨコエビとかゴカイとかナマコが食べて、成魚とか幼魚が食べにきて、漁獲につながるという特徴があります。

水質浄化という面では、単に吸収しただけですとストックになるんですけども、誰かが回収し水中から除去されてはじめて

水質浄化機能が発揮されると思うんです。

生物多様性という意味では、アマモの葉っぱがあるために、附着藻類も動物もいます。静穏であるためにその間に小さなプランクトン類も多く増えることができるというような特徴があります。生物、環境が非常に多様であるために、いろんな生物がここに生息できるという特徴があります。

最適なアマモ場生態系というのは、それぞれ何を重要視するかによって違ってくる

最適なアマモ場生態系とは

■ どのような機能を重視するかによって異なるのでは？

- 水質浄化機能大 → アマモの生産量大
- 生物の多様性大 → 環境の多様性大
- 漁獲量増大 → 利用魚種と数が多い

■ どのようなアマモ場が望ましいのか？

- 周年存在
- 現存量大
- 面積大
- 長期安定（遺伝的多様性）

＜川崎氏＞最適なアマモ場の生態系というのは、それぞれ何を重要視するかによってやっぱり違ってくるかもしれないと考えられます。

水質浄化機能が大きいアマモ場つくりたいと期待をするのであれば、当然、アマモの生産力が大きい、そういうアマモ場をつくるのがいいだろうと思います。

いろんな生物が住める場所をつくりたいというのであれば、それだけ環境の多様性が必要です。

漁獲量を増やしたいということであれば、その藻場に関わっている利用する魚種、或いは数が多いという条件が望ましいわけです。

最適なアマモ場生態系のベースになるアマモ

＜川崎氏＞でもそれを定量的に評価するのは非常に難しい面があります。そこで、一番易しい方法として、最低限ベースになるものはどういうものかということで、「どんなアマモが望ましいか」を考えてみました。

そうしますと、一年中アマモがあることによっていろんな生物がそこを利用できる可能性が、チャンスが増えてくるということになります。それから現存量が大きいとトータルの生産量が大きいということになります。面積が大きくなると、それだけいろんな環境ができあがって、生物の多様性も上がっていくだろうと思われれます。

もう1つは、環境が不安定な年でも生き残れないと長期安定したアマモ場というのが持続できないわけです。そのためには、アマモの遺伝的多様性を持った藻場が必要であろうというふうに考えられます。

最低限こういような状況を満たしたアマモ場をつくるということが必要ではないかというふうに考えます。

他には、多分陸域の影響とか、いろいろとあるんじゃないのかなと思います。もっと統合的に、いろんな処置を横断的に取り込めていただければなと思います。ありがとうございました。

再生を進めるための鍵となるプロセスや、環境調和のためのキーワード

<司会>どうもありがとうございました。最後に今パネラーとして前に座っている方々から、東京湾再生のためにどんな視点で目標を持って考えていかなければいけないのかという、サジェスチョンを1つずついただいて、まとめて代えたいと思います。

一 様々な方々との合意形成の場が必要なのかと思います



<水産工学研究所 桑原氏> 先ほどの話しは、漁業者を対象にし、目標設定も磯焼けということで、ある面分かりやすい、「昔あったのを取り戻しましょう」ということでしたが、この東京湾というのは様々な方々おられます。また、その様々な方々に対して目標意識というのもまた違うのでどのような設定をするのか、それをどういうふうに考えて収束するようにもっていくのかというのが分かりません。何らかの合意形成をするような場というのが必要なのかと思うんですけど、その合意形成の仕方というのがなかなか分からない状態であります。

一 失われた勾配の緩やかな浅い海底の回復が大事だと思います



<水産工学研究所 寺脇氏> 講演でも申し上げたのですが、失われたもの一番は、沿岸海域に限れば、勾配の緩やかな浅い海底だと思います。その上に海藻がのってれば藻場だし、仮にのっていなければ砂泥海底だったり、岩場だったりするということです。それを回復させるようにするのがとても大事だと思います。それもできあがったものを置くんじゃなくて、時間はかかっても良いよ、ゆっくりやろうというのが大事かなと思います。それは順応的な管理という意味でも似通ったことかなと思いました。

沿岸海域には、人間が地面をつくらなくても雨が降って山の岩が壊れて海までやってきて地面をつくるという自然現象があります。それを人間が埋め立てなどでスピードを速めている。ちょっと無理があるような気がするんです。ですから当面叶わない望みではありますけれども、なるべく自然な沿岸の陸化を取り戻しましょう、というようなことがとても大事ではないかと感じました。

一 環境調和型の自然再生が利益になる、産業となることが大事だと思います



<大阪府立大学 大塚氏> 開発というのはこれまで綿々と莫大な予算をかけて沿岸域開発してきたわけです。これから環境調和型というふうなことで事業をしていくにしても、やはり東京湾がきちっと再生していくためには、非常に大きなお金を動かさない限りは、本当の意味での再生は不可能だろうというふうに思います。そのための国の予算にも限界があり。ですからそれを超えて動かしていくためには、やっぱりそこに住んでいる方々が、環境調和型の自然再生というのは我々の利益になるんだという意識が芽生えない限りは、これは途中でストップしてしまうというふうに思ってます。

そのためには、住民参加型というのを一生懸命行ってますけれども、やはりまだまだごく一部の方々の参画で、限界があります。もう産業を担っている人間が、環境調和型自然再生が利益になるんだ、さらには、都民とかそういうレベルの何千万、何億というような消費者が利益につながるというような発想に転換できるような、手法なり評価なりが出てこない限りはどこかで限界にくるんじゃないかなというふうに思っています。ですからいつまで経っても官主導の公共事業型というのではなくて、そこを脱却して我々自身、消費者自身が受益者なんだという意識付けが行なえるような評価、これがやっぱり重要じゃないかなと思います。

ー リサイクル材の活用というのも考え方としてあると思います



＜電力中央研究所 川崎氏＞ 東京湾って、自然再生を考えるとものすごくでかいんですね。いっぺんに全体を再生しようと思ったらとてもじゃないけど無理だろうと。そうするとやはりもう少し区切ったところからまずスタートすべきじゃないかなというふうに思っています。

そこでやっぱり最終的に再生する時に、何で再生するのか、国交省では大体浚渫土を使っていますが、それだって限度があるわけです。そうすると、リサイクル材を使うというのも一つの手かと思うんです。当然安全が確認できたリサイクル材を、アマモ場・干潟の埋め込み材みたいなものを使って、少しでも早くつくるというふうなことも一つの考え方としてあると思うんです。

もう一つは、東京湾にいっぱいある工場です。工場には、緑地を20パーセントぐらいつくると工場立地法でなっているんです。その中で、ピオ・トープをつくっているというのが何箇所かあります。先ほどのラグーンみたいな形のものも、緑地という視点でつくっていくと、いろんな生物の生息場という面で海の方に寄与できるんじゃないかなと、思っております。ただ、今の緑地をそういうふうにラグーンに戻すと、先ほど大塚さんフットプリントの問題があって、きっと負担が大きいでしょうから、新たにつくる時でないと、地球への負担は大きいような気がします。そうするとやはり、私はリサイクル材みたいなものを活用していくという面を検討していった方がいいんじゃないかなというふうに考えております。

ー 歴史性を考えおおまかな目標をつくることと、価値の共有が必要です



＜国立環境研究所 野原氏＞ 皆さんが言うことは大変もつともだと思って聞いていました。いくつか普段から考えていることを指摘したいと思います。一つは再生というからには昔の自然に少しでも近づきたいということで、それにはやっぱり歴史性という観点を少し入れないといけないのではないかと思います。例えば、昔の東京湾全部がアマモだったわけではなくて、アマモはあるし砂浜、干潟だってあったわけですから、昔どれくらいの面積があり、その50%ぐらいまでは回復しようではないかというような、おおまかな目標をつくるべきではないかと思います。例えば日本全国の6割ぐらいをいろんな開発で失ってしまっていますので、100%昔に戻すというのは多分理解が得られないし、それは原始に戻ることですので無理なので、とりあえず50%ぐらいまでを目標にして、それぞれいろんなところのケースバイケースでやっていくというように、まず歴史を考えるべきではないかというのが一つです。

それからもう一つは、それぞれのものの価値というのを今まで、例えば自然浄化の価値とか、水産の価値とかいろんな価値があったんですけども、それぞれの価値をどうやって皆で共有して、それぞれ違う人の価値をどうやったら調和できるかという、その調和の理論みたいなものをつくっていく必要があるのではないかと思います。その時には、化石燃料を投入しないような価値基準というのは必ず入ってくるのではないかと思います。

ー 評価のレベルを意識して、適確な当事者の協議が必要です



＜水産工学研究所 中村氏＞ 大体言い尽くされた感があります。私も2つほど感じておりました。1つは評価のレベルということです。評価のレベルというのは、遺伝子からはじめて個体群、生態系、それからランドスケープとかいろいろそういうレベルがあると思います。種以下の遺伝子のレベルの問題というのは水産にとって非常に重要で、移植等を考えた場合あまり遺伝子の拡散をしないかというふうな配慮をされているんですけど。そのためには遺伝子のマップみたいなものが、これから必要なのかなというふうに思います。残念ながら生態系レベルの評価というのは、なかなか適確な検証方法も評価方法もまだない。例えば、健全性指標で何が具体的にいえるかという論議はこれからや

っていかないといけないかなというふうに思います。それから、大塚先生からは、もう少し広い意味でのエコロジカル・フットプリントの話が出まして、これから循環型社会というのが求められてくることを考えれば、エコロジカル・フットプリント（EF）とバイオキャパシティ（BC）の比みたいなものも評価の対象になってくるのかな、なんて感じを受けました。

もう 1 つは、いろいろ研究者とか発注者側の頭の中では考え方がクローズしていても、実際に現場にいろいろ事業を展開していく場合には適確な当事者の協議が必要になってくるだろうということです。広ければいいという問題ではなくて、大人数であると、決まるものも決まっていけないということも言われておりますので、適確な当事者の協議を用いて合意形成を図っていくというのが重要な点でございます。

<司会> どうもありがとうございました。最後の中村さんからの「適確な当事者による協議が必要」というご指摘が、最初に桑原室長から「合意形成の場が必要なのではないか」というご指摘とつながりました。東京湾について、皆がまとまって話していく場所というのが必要だ、というふうに言っているのではないかなというふうに思っております。今回、海の森づくりフォーラム、またそれに引き続いてのアマモサミットというものも計画されていますけれども、そういった、いろんな立場の人が参加できる話し合いの場、情報交換の場、意見表明の場というものが必要だと感じています。この東京湾シンポジウムも、答えを出す会議としてではなく、毎回毎回、考えながらその時に分かっていることを皆が言い合って、次につなげるという会議として、来年、再来年と続けていきたいと思っております。是非、引き続いての皆様からのご意見、ご支援をいただきたいと思います。

ありがとうございました。





7. 閉会挨拶

国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部長 樋口嘉章

沿岸海洋研究部長の樋口です。第5回横浜・海の森づくりフォーラムにあわせて、第8回東京湾シンポジウム、第3回海辺の自然再生に向けたパネル展を開催致しましたところ皆様の参加を賜り、また議論が多岐にわたり予定時間を超過したにも関わりませず最後まで熱心に耳を傾けていただき、ありがとうございました。

東京湾をはじめとする内湾域の環境改善に取り組んでいくにあたって、多様な主体が連携していくことが重要なのだらうと思います。2001年から続いております本シンポジウムがそのための良い場を提供しているんだということを私自身実感できた思いであります。

シンポジウムのパート2でも話が出ていましたけれども、本日のシンポジウムと展示パネルについては皆様からご意見をいただきまして後日報告書として冊子にして公開配布していきたいと考えております。

最後になりましたが、明日は横浜市立大学で第5回横浜・海の森づくりフォーラムが開催されます。午前中は、公募展も含めたパネル展、午後には小学生や高校生による世代を越えた連携による自然再生活動の報告、三番瀬や横浜における活動報告などいろんな報告が予定されておりますので、そちらの方にもまた是非お運びいただければと考えております。

それでは本日は長時間ご参加いただきましてありがとうございました。

参考資料：会場からの意見

事後のアンケートで寄せられたご意見を、大まかなグループ毎に順不同で掲載しております（スペースなどの関係から、事務局で編集させていただいた部分もありますが、各位からのご意見を段落毎にまとめてあります。なお、強調表示は事務局が勝手に入れたものです）。

<今回のシンポジウムに対して>

「開発と環境保全の調和を目指した目標設定」ということで順応的管理に関する種々の検討手法、技術等について、大変興味深く拝聴することができました。ただ、図、写真、アニメーションを用いて分かりやすく講演されていたと感じましたが、行政官である自分にとっては、勉強不足のこともあって、やや内容的に高度で、専門用語の理解に苦闘しました。講演時に手元に各講演のプレゼン資料があると、書き込みも出来ますし、大変助かります。

今回初めて参加させていただき、大変専門的なシンポジウムが開催されていたことに驚いております。今後も参加したいと思いますので、ご案内をお願いいたします。

全体時間の設定は適当であると思いましたが、もう少し質疑応答の時間を設定して欲しかったです。

パート1での基本的な考え方、パート2、パート3-1での具体的な事例による説明と続き、話がわかりやすかった。パネルについては、出展者による説明があるとより理解が進むのではと思いました。

全体的に話題提供をもう少し短くして、ディスカッションの時間を長めに取っていただきたい。演者の意外な意見が聞けるためになります。

私は素人ですが、たいへんわかりやすく興味深いシンポジウムだったと思います。勉強になりました。

パワーポイントの資料を配付してほしい。様々な取組を得られ有意義であった。

大変勉強になりました。ありがとうございました。

話題提供をもっと簡単にいただき、パネル討論をもう少し長くしていただきたかった。

なかなか有意義なシンポジウムでした。質疑応答の時間が少ないのでは。言葉の使い方（用語：生態系の機能等）で首を締めているのでは。自然再生とは？

参加者との討論がもう少しできる時間があればうれしい。

大変参考になりました。今後の藻場造成に生かしてまいりたいと思っています。

スライドで使用した図表等は HP で公開されるのでしょうか。時間があるときにじっくり拝見したいと思いました。

初めて参加したため、これまでの背景が分からない部分もありましたが、色々なお話が聞けてよかったです。考え方、進め方の整理が少しできた気がします。ありがとうございました。

<現在の取り組みへの認識について>

東京湾シンポジウムには、今日初めて参加させて頂いたが、東京湾は多くの人に関わっているにもかかわらず関心がまだ低いかと思います。東京湾の自然再生に向けて、様々な活動により、豊かな自然が戻ることを期待します。

いろいろな分野の人たちの自然再生への取り組みや想いが聞けて、非常に有意義な一日でした。自然再生も、一歩ずつ前進しているということに改めて感じました。

藻場の形成というテーマ、非常に勉強になりました。先月米国ロードアイランドで ERF (Estuarine Research Foundation) 学会に参加したのですが、そのブースの中に藻場を作成する会社がありました。専用の船舶を利用し、ダイバーなしで藻場を作っていきます。藻の苗を抱き枕のような肥料が詰め込まれた 1m ぐらいの物に植え込み、海底に設置していました。1本 20\$だそうです。このようなビジネスあるいは手法は日本にあるのでしょうか。会社名は 'Seagrass' だったと思われます。

環境保全については特別な関心がありましたので、全てのお話が大変有意義であった。ありがとうございました。

環境再生について、海域対策、解析が連携して取り組むべきだと感じている。今回の取り組みの紹介がされたことで、色々な方に意識を持ってもらうことを期待している。

環境に対する関心の広がり、関わっている方々のすそ野の拡大を感じます。その中でこのシンポの果たす役割は大きいと思います。ありがとうございました。

水産生物の研究推進の動向が把握できてよかった。

様々な分野で、類似した技術開発を行っていると感じ、包括的目標を明確にすることが重要だと思った。私は企業の人間として、目的を理解した上で良い調査を行っていききたい。

会場からの意見（続き）

<今後の方向性について>

専門の異なる複数の研究所が集まった環境調和型研究会の今後の活動に期待します。それぞれ得意分野を統合した（実際に役立つ）新たな知恵が得られるものと思われま

す。開発と環境保全の調和を目指した目標設定について、研究者の取り組みや、どのように考えれば良いかの概念について分かりやすく理解が進んだ。今後、具体的な事業について、事業の検討委員（研究者）や建設業者がどのようにしたか、その事例についても知りたい。

研究者の多様な情報が多すぎる。（東京湾以外の話が多い。）行政サイドの意見も欲しい。CO₂の受け口として海のあり方も議論すべき時期では。イソ焼けの話は大変勉強になった。

省庁横断的な事例やワークショップでの結果、生まれたもの等を作っていき具体的なケーススタディーなど、議論をより現場に近いところに持ってきたものを作っていたら、全国に東京湾シンボの成果が生きていくと思います。シンポジウムでの今後の展開を期待しております。

地域に適した目標設定が必要だと思う。昔の状態は、その目標設定の適したひとつになると感じた。

大変勉強になりました。金沢八景でアマモ場再生に取り組んでいますが、伊勢湾の事例と同様な課題—同意形成の必要性—なども生じはじめています。包括的考え方を明確にすると同時に、個別の事例についても検討していく必要があると思います。市民レベルでの実践活動への理論的バックアップとして有効です。

合意形成の場の必要・重要性を再認識、各関係者への再生の協議の場を進めて行くよう努力したい。

これまでの考え方や進め方が、すいぶん整理されたように感じました。複合的に技術に取り組む楽しさが出てくることを期待しています。例えば、トヨタとか日産が興味を示すように技術を積めないでしょうか。また、そういう会社にも伝わるようなアピールはできないでしょうか。

「目標設定においては、期間や対象の明確化が不可欠である。例えば、特定の対象物を選定することや、その生物をとり巻く環境との関わりに着目すること等が有効である」と記述されているが、目標設定の失敗例、成功例をもう少し具体的な事例で説明していただけるとより理解しやすかったと思う。

<住民との関係・教育への展開>

豪のグレートバリアリーフでの取組もそうではあるが、パネリスト方々の御意見通り、住民、産業、消費者方への価値認識を向上させるためのPRを行い、大きな流れとして再生に向けた行動を実施しなければ意味が薄い。河川、道路分野に比較して港湾関係はPRが下手というのが私の認識であった。

多方面からの見方、技術のベクトルを揃えるためにも、有益なシンポジウムと考えます。もう一段ステップUPして次代（とくに高校生位）への教育、問題提起の機会を持って進めて行けば、このような活動の継続発展に役立つと考えます。

<今後議論をすべき点>

「環境調和」の意味が不明瞭であり、もう少し議論が必要と感じます。

「環境」の定義がないように思われ、社会・自然科学的考察が求められるものと思いました。大変勉強になりありがとうございます。

「調和」とは、いくつかのものが矛盾なく互いにほどよいこと、と理解しているが、大事なことは環境に配慮した開発のあり方の議論ではないか、と思う。

天然藻場と同等の機能を持つノリ、ワカメ、コンブ養殖も取り入れて欲しかった。

愛知県では漁業者がダム設置者にダムの設置に係る環境影響評価に海域への影響を入れなかったのは何故か？その理由を公開してほしいという要望を出しました。本シンボでも河川の構造物との関係を視野に入れていただきたいと思います。水産学会誌で特集を組まれたのは承知しています。

干潟の浄化機能は市民に知られるようになりましたが、かつて坂本市太郎さんが述べられた砂浜の浄化機能について知りたいと思います。二枚貝の排泄物の無機化に貢献しているように感じています。

東京湾への船舶の集中を減らして、港湾需要を減らすことを考えるべき。例えば、那珂港や清水港の利用。ガスは、パイプラインで、新潟や仙台から。

会場からの意見（続き）

<興味を引いた考え方>

生態系サービスの考え方が面白い。かつ分かりやすい。

興味深い講演ばかりでした。

学生ながら今回のシンポジウムに参加させていただきました。普通の授業では聞くことのできない深い内容の話を聞くことが出来、とても有意義な時間を過ごすことが出来ました。

東京湾の再生に向けて、各省庁の研究者の方々から貴重なお話をお伺いでき、非常に有意義なシンポジウムでした。できれば、発表に使用された PPT を公開頂ければと思います。

パート2大塚氏の発表 土砂の現地調達の方が山地から調達より EF/BC が小さいとのことだが、三河湾などでは埋立土砂採取のための深掘跡が、浅場の減少をもたらした他、貧酸素水塊の発生源となっているような問題があり、計算評価方法に問題があると思う。

悩みつつ業務を担う日々ですが、何が大切なのか、向かう方向を毎回確認できてありがたい機会になっております。

<パネル展・ガイドラインについて>

各種ガイドライン等を整理し、比較することは大変おもしろいと思います。個々の目標設定は異なっても、方向性はほぼ同様なのではないのでしょうか。パネルとりまとめにあたっては、作成者の最も伝えたいポイントが少々ずれていることもあるかと思います。ただし、意図的に参考にしたいポイントのみ抽出したのであれば別ですが。最終成果版にする前に、各作成者に確認、意見を求めたいかがでしょうか？

パネルを見る時間が無かったのが残念。

自然再生に関わる関係省庁が共同して、その進め方を議論することは大変重要なことで大いに評価できる。今後はあまたあるガイドラインそのものを統合化していくような政策立案が必要では？統合海洋政策本部の設置がひとつの機会であり、担当レベルでの関係省庁の連絡調整組織をつくっていただきたい。特に今後地方公共団体の役割は一層重要であり、順応的管理の実現に向けた柔軟な予算運用の仕組みも確立していかなければならない。



皆様から頂いたご意見を参考に、よりよい東京湾シンポジウムの開催を目指して参ります。
シンポジウムへのご参加・アンケートへのご協力ありがとうございました。

（事務局）

第8回東京湾シンポジウム報告書
開発と環境保全の調和を目指した目標設定

平成20年1月発行

編集・発行 国土技術政策総合研究所
沿岸海洋研究部海洋環境研究室

本資料に関するお問い合わせは
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
沿岸海洋研究部海洋環境研究室
TEL: 046-844-5023 FAX 046-844-1145
E-mail furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

港湾環境情報（過去のシンポジウム情報などを掲載）
<http://www.nilim.go.jp>（国総研 Web ページから）
技術者・研究者のページ→観測データ等の公開
→港湾の環境に関する観測データ及び研究成果の公開
<http://www.meic.go.jp>（直接リンク）