

平成20年度 第1回「技術発表会」

小名浜港における藻場の 長期モニタリング

いであ(株)国土環境研究所 松下 訓

発表の構成

- 1. はじめに
- 2. 現地調査の内容
- 3. 現地調査結果の概要
 - 3. 1 アラメ藻場の推移
 - 3. 2 波浪の影響
 - 3. 3 藻場と磯資源生物との関係
- 4. 今後の課題・モニタリングについて

1. はじめに

- 藻場や磯資源の実態調査を長期間にわたり実施
- 地元漁業者の協力のもと、迅速・的確な現地の情報収集と効率的な現地調査を実施



- 港湾施設等の整備・進捗を踏まえて、より詳細な調査や自然変動を考慮した長期的な視点でのモニタリング等が必要



2. 現地調査内容

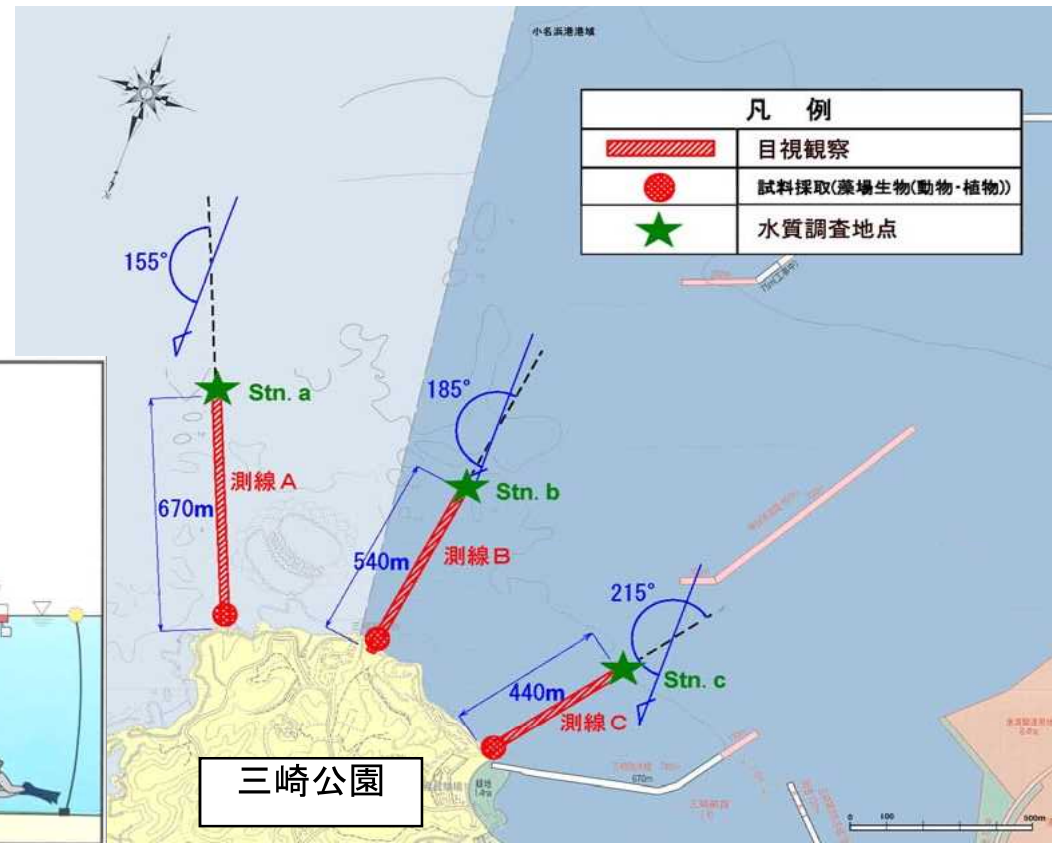
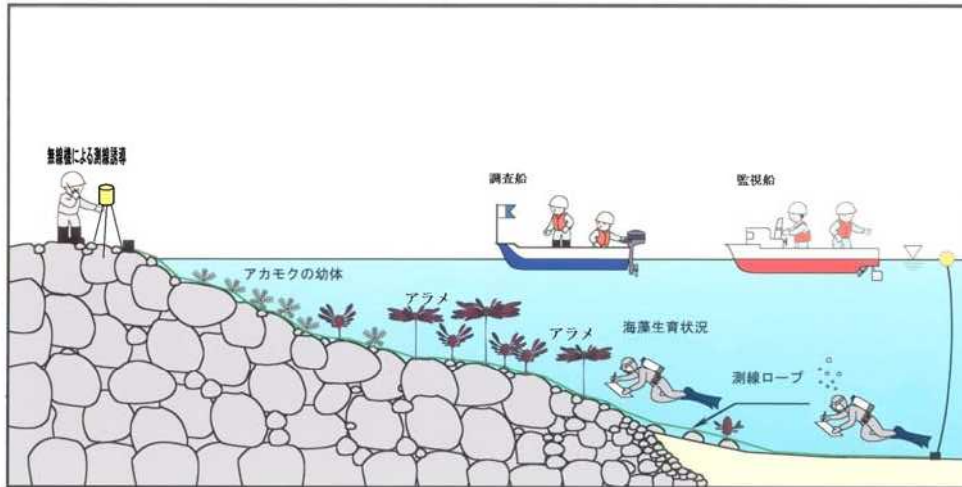


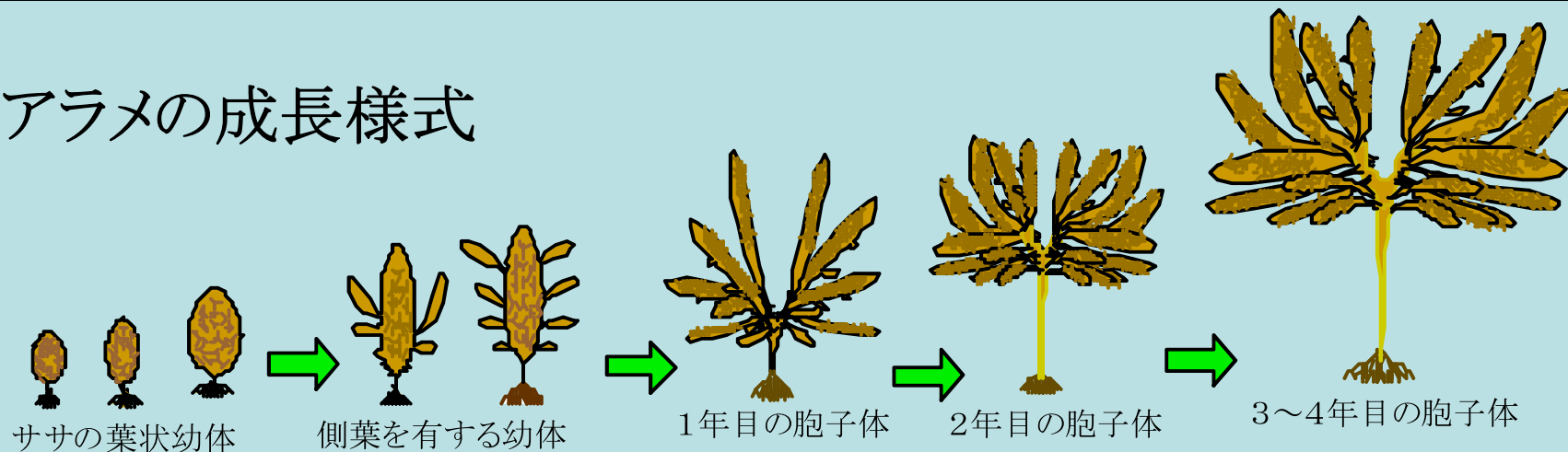
図1 現地調査地点

名称		数量	備考
現地調査	水質調査	透明度	30cmφ白色セッキ一板による観測
		照度	照度計による観測(1m間隔で底層まで)
		水温	STD計による観測(1m間隔で底層まで)
		塩分	STD計による観測(1m間隔で底層まで)
	目視観察	3測線	各測線上の1×10m区域の動植物の被度、大型動物の個体数を観察
試料採取	3地点	各測線上1地点で50×50cmの正方枠内の岩盤に付着した動植物を採取	
分析	藻場生物(植物)	3検体	採取試料について、出現した種の同定、種別個体数の計数、種別個体数の計数、種別湿重量の計測
	藻場生物(動物)	3検体	

— アラメの生活史 —

- アラメは**多年生藻類**
- 配偶体(約100 μ 程度)と**1~ \square mの藻体になる孢子体**(葉状体)との世代交代を行う。
- 孢子体の幼体は \square ~ \square 月頃に岩礁上に出現。1~ \square ヶ月で10~15 \square になる。
- 翌年の3~7月にかけて葉状部の中央葉は脱落し、**茎と葉状部との移行部で二叉になった成葉体**となる。
- 円柱状の茎部は次第に太く長く伸長し、二叉の基部からは新葉が多く発生し、肥大していく。

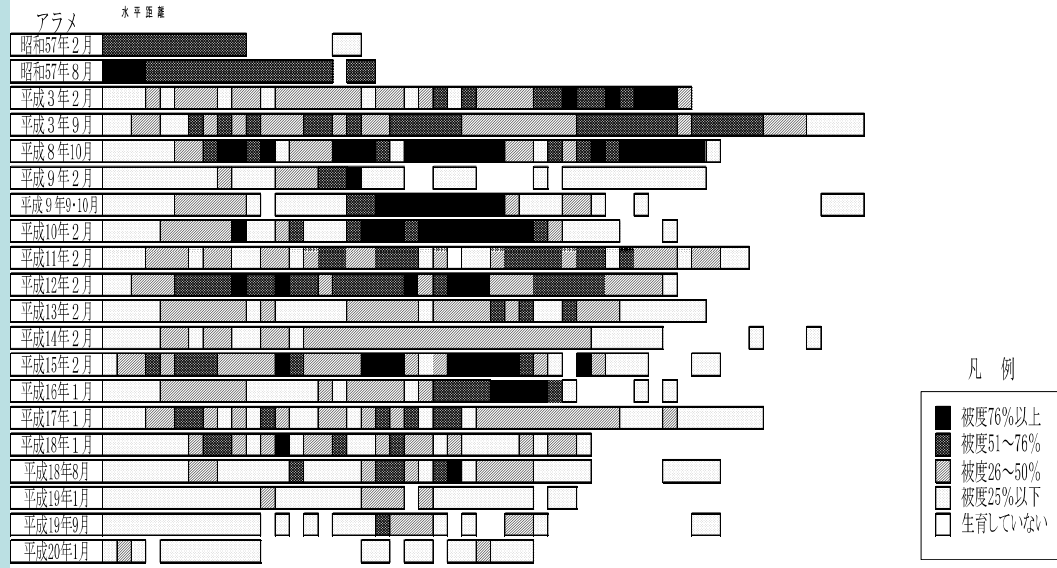
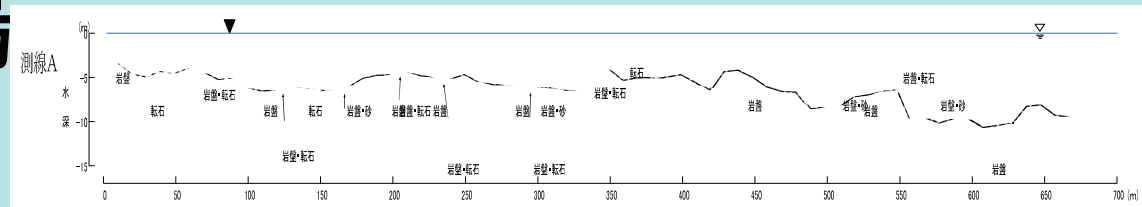
アラメの成長様式



アラメ

3. 1 アラメ藻場の推移

- 測線A: アラメ藻場は岸から400mまでの範囲で形成水深5m以深となる沖合では形成されていない。
- 平成18年1月以降、生育範囲、生育被度が低くなる傾向にある。
- 全体的にサビ亜科(無節サンゴモ)の被度が平成18年度までは増加傾向にある。特に測線A周辺でサビ亜科の被度が高い区域が目立つ。
(赤枠のエリア)



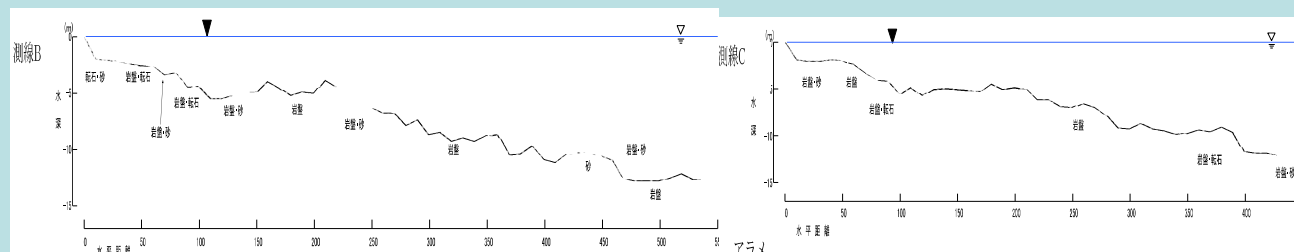
アラメ

サビ亜科

3. 1 アラメ藻場の推移

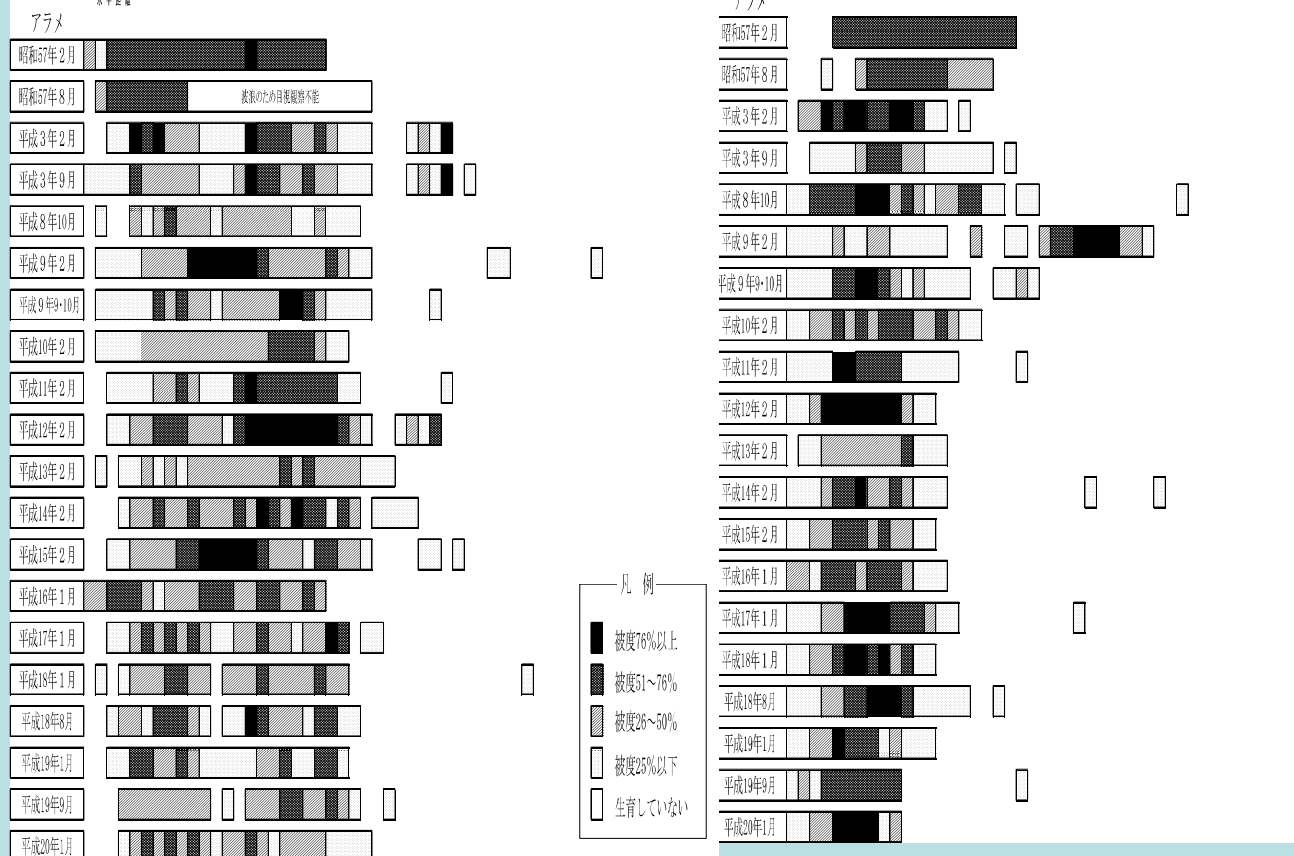
測線B アラメ

測線C アラメ



- 測線B、C

アラメの生育被
度に明瞭な変化
の傾向は認めら
れない。



3. 2 波浪の影響

＜打上げられたアラメ＞

- ほとんどが大型（高齡）
個体
- 葉体は、捕食痕等がなく新鮮（脱落直後）
- 茎部分から脱落している個体は、茎に捕食痕があるものが多い
- 脱落部位
茎部分から 約50%
付着基盤ごと 約30%
仮根付近から 約15%
葉体のみ 約5%



- 当該海域は南東から進入する高波浪の影響を受ける。

いわきマリンタワーから望む測線A周辺海域の波浪

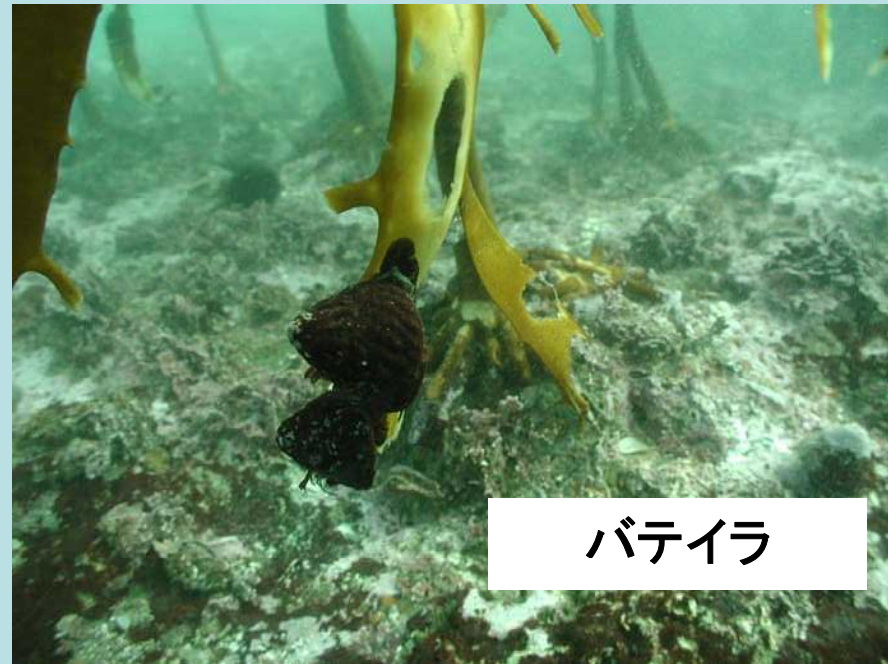
平成18年9月5日 小名浜港湾事務所撮影

—藻場でみられる磯資源生物等—

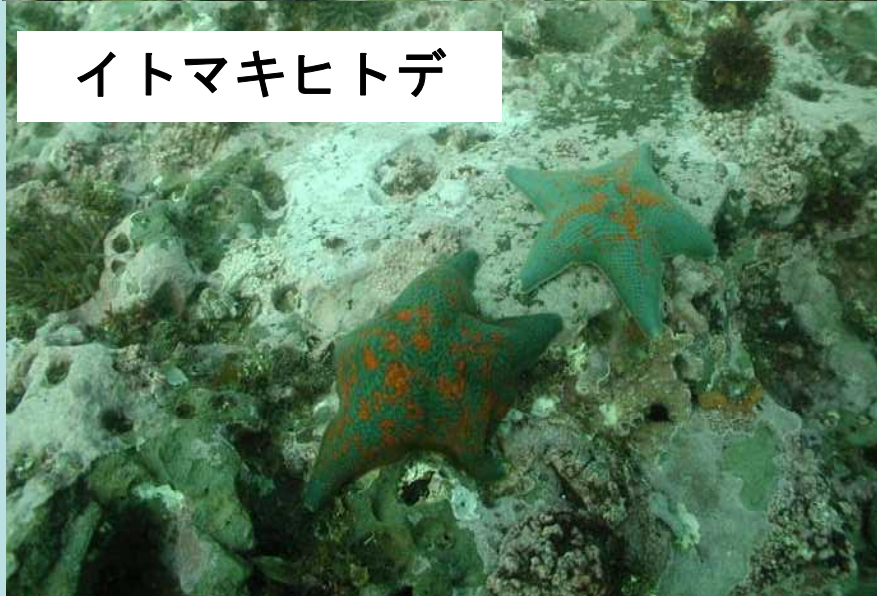
キタムラサキウニ



バテイラ



イトマキヒトデ



エゾアワビ



3.3 藻場と磯資源生物との関係

- 平成17年度までエゾアワビ、キタムラサキウニの食害によるアラメ場の被度低下は認められない。
- 平成18年度測線Aでアラメの被度低下がみられ、エゾアワビ、キタムラサキウニの個体数が増加していた。
(食害の可能性あり)
- 平成19年度両種の個体数はやや減少した。

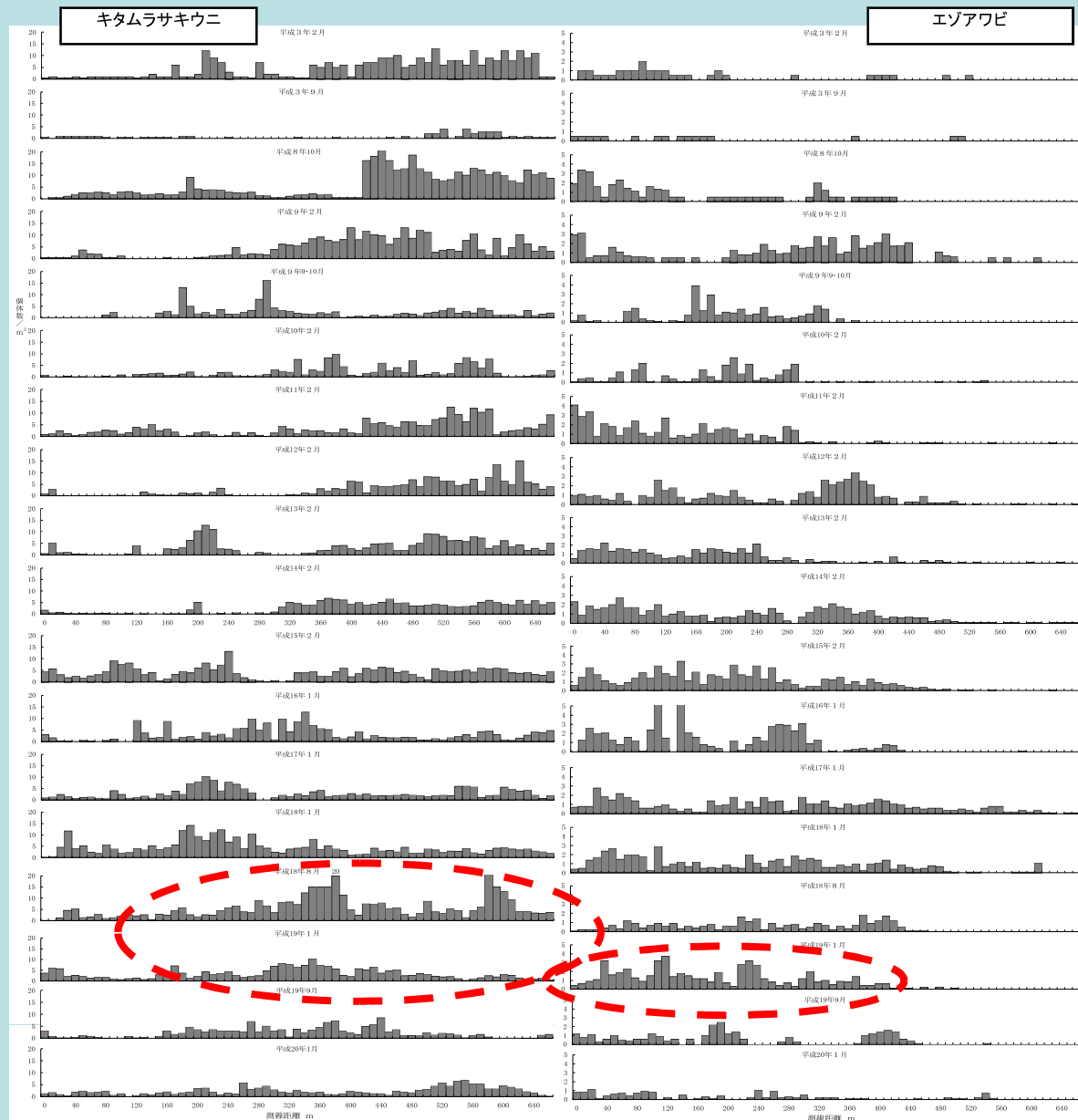


図5 磯資源生物の生息状況の変動(測線A)

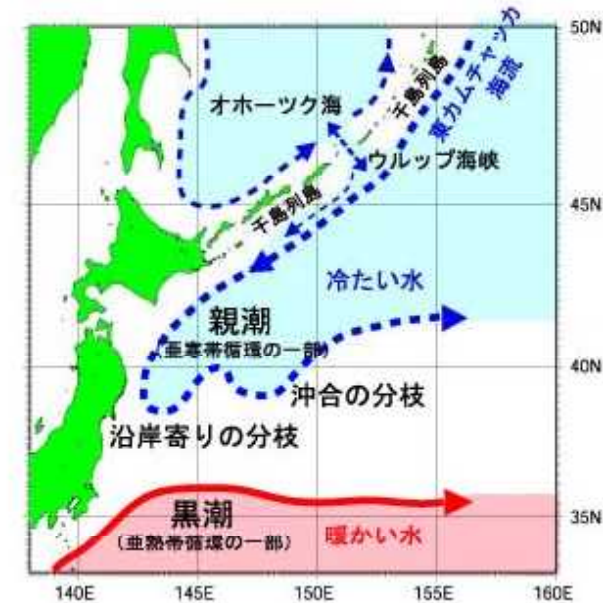
単位: 個体数/㎡

4. 今後の課題・モニタリングについて

1. 港湾施設の整備・進捗による藻場への影響の有無を把握するため、今後も慎重に現地調査を継続する必要がある。
2. 自然変動の把握が重要
 - ・長期的な調査データから、沖合の海水温と藻場の消長や磯資源生物の活性との関連を解析する等
3. 藻場の重要性に鑑み、良好な藻場をより増加させる取り組みも検討課題
 - ・藻場が安定して成立する条件を積極的に整える等

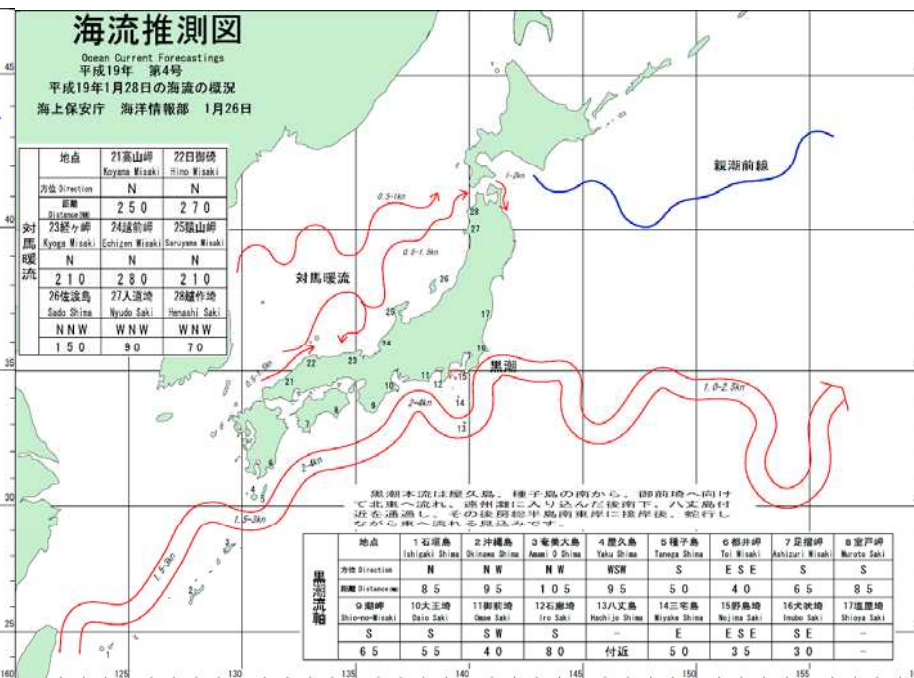
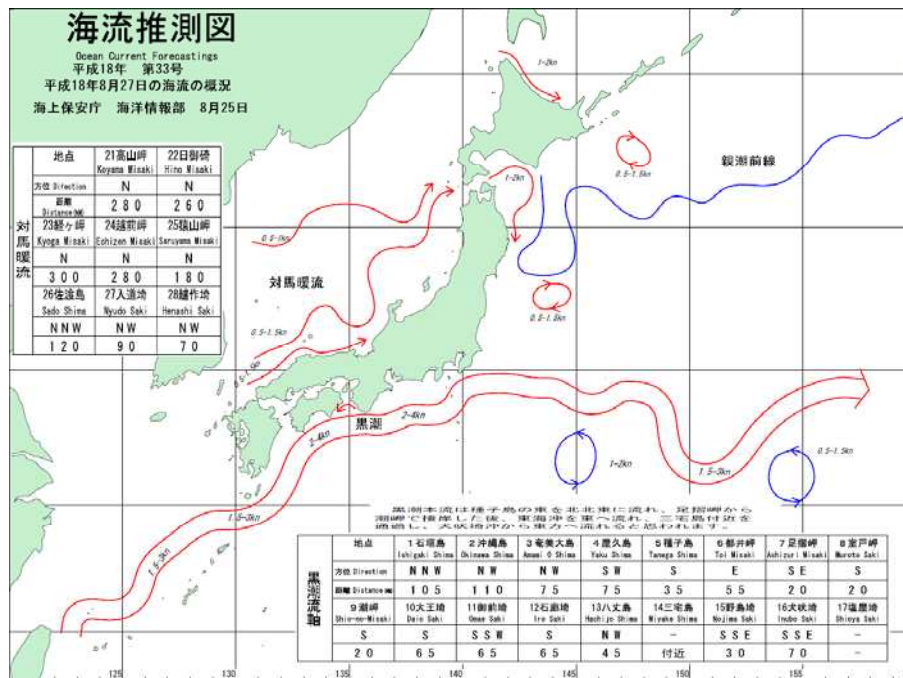
自然変動について 参考資料

- 福島県水産試験場では月1回調査船で沿岸海域の海洋観測を行っている。福島県沿岸の海水温の推移をみると、海表面の水温及び水深100mの水温は、ここ数年上昇傾向がみられる。
- 定地水温として三崎公園下から揚水した海水を毎日午前9時に測定している。この結果から、平成18年、19年と平年値とを比較すると高水温の状態が続いているとみられる。
- 小名浜港の水質の推移は、近年大きな変化は無く、DO(溶存酸素量)やCOD(化学的酸素要求量)は、改善していると思われる。



(上図: 気象庁HPより)

(下図: 海上保安庁HPより)



■ 有明海及び八代海の再生に向けた調査

国民的資産である有明海及び八代海を豊かな海として再生するために、両海域の水環境の状況を把握、解析する調査を実施しています。

はじめに

有明海での2000年度漁期のノリ不作を契機として、2002年11月に、有明海及び八代海(図1)を豊かな海として再生することを目的とした「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」(以下、「特別措置法」)が施行されました。



図1 有明海・八代海の位置

この特別措置法に基づいて、「有明海・八代海総合調査評価委員会」(以下、「評価委員会」)が環境省に設置されました。特別措置法は、施行から5年以内に必要の見直しを行うこととされており、評価委員会は、その見直しに先立って、国及び関係県の調査結果に基づいて有明海及び八代海の再生にかかわる評価を行うとともに、これらの事項に関して主務大臣等に意見を述べることがその役割とされています。評価委員会は、2003年2月から有明海及び八代海の再生にかかる検討を重ね、2006年12月に委員会報告がとりまとめられました。

当社では、2000年度以降、有明海・八代海の底質・底生生物を含めた水環境の状況を把握、解析するための調査を受託しており、評価委員会での検討用資料のとりまとめにもかかわってきました。

ここでは、この委員会報告に際して検討されてきた調査結果の一部を紹介します。

有明海・八代海の状況

有明海と八代海は、他の内湾域と比べて閉鎖性が高いこと、大きな潮位差と広大な干潟を有すること、海水は浮泥

による濁りを有していること、湾奥干潟と浅海域において独自の生態系を有しています。

有明海の漁業生産量(図2)は、増減を繰り返しながら推移してきています。海面漁業の漁獲量に占める貝類の割合は、1980年代前半までは高く、その後、漁獲量は急速に減少しています。また、不作が社会問題となったノリ収穫量は、増減を繰り返しながら増加傾向にあり、漁業生産量に占めるノリ収穫量の割合は高くなっています。

なお、八代海の総漁獲量は、1994年までは増加傾向にありましたが、その後は減少傾向にあります。

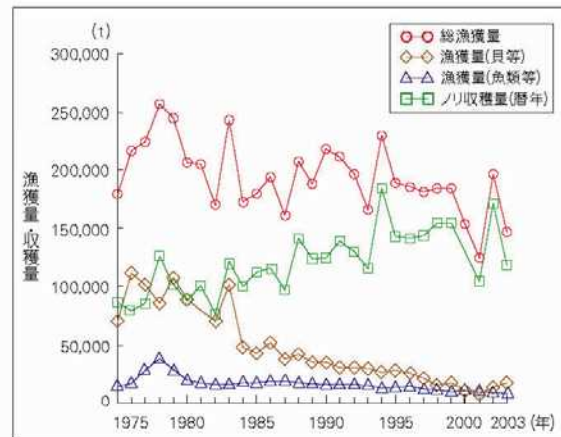


図2 有明海の漁業生産量の推移(委員会報告^{注)}に基づき作成)

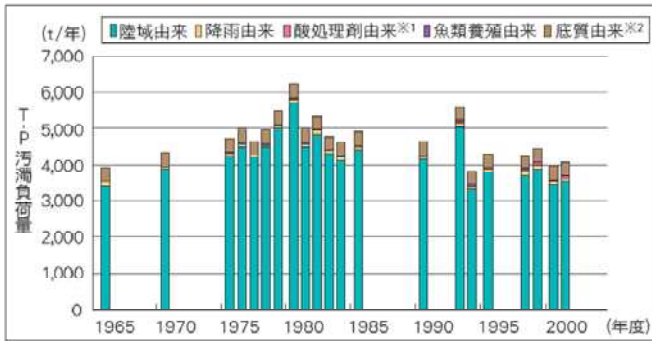
有明海・八代海の汚濁負荷量について

有明海と八代海に流入する汚濁負荷量の変遷を把握するために、1965～2001年度の化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)の汚濁負荷量が試算されました。試算結果の代表として、T-Pを図3・4に示しました。

有明海への汚濁負荷量は、T-Pでみるように、1970年代後半から1980年代前半に高く、その後は減少傾向にあると試算されました。

八代海への汚濁負荷量は、T-Pでは、魚類養殖による負荷の増加によって、1975～1995年度まで増加傾向を示したあとは、減少傾向にあります。ほかに、委員会報告の図^{注)}にみるようにCODでは1970年代後半に高く、その後は減少傾向にあります。

注) 『委員会報告』(環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会,2006) 転載した図では、西暦年の置き換え等を行った。
(報告書は、<http://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/rep061221/index.html>を参照)



※1 酸性処理由来：ノリ養殖の際に用いられる酸性処理剤による負荷量
 ※2 底質由来：底質からの溶出(既存資料の調査結果)による負荷量

図3 有明海への汚濁負荷量：T-P(委員会報告^{注1)}に基づき作成)

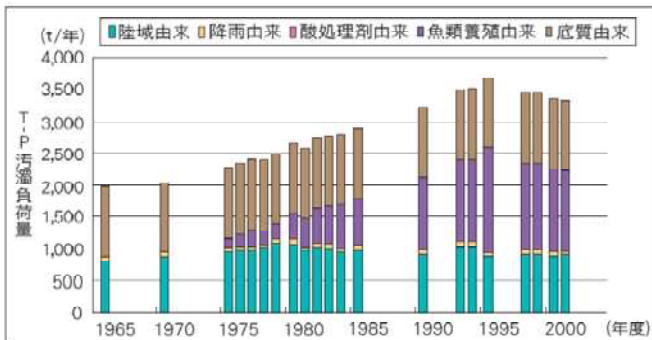


図4 八代海への汚濁負荷量：T-P(委員会報告^{注1)}に基づき作成)

有明海の貧酸素水塊と底生生物について

水産庁及び環境省によって行われている、有明海貧酸素水塊での広域連続観測地点のうちの1地点において、溶存酸素量(DO)と底質・底生生物の関係を把握することを目的として、2005～2006年度の夏季を中心に、底質及び底生生物に関する調査をおおむね2週間ごとを実施しました。その結果を図5に示します。

両年度ともに、6月後半以降のDOの低下に伴い、底生生物の個体数の減少がみられ、特に甲殻類(主にホソツツムシなどのヨコエビ類)の個体数減少が顕著にみられました。甲殻類は、二枚貝類や多毛類に比べて相対的に貧酸素耐性が低いとされていることから、夏季における底生生物の減少は、DOの低下が大きな原因の一つと考えられました。



※ B-1m：海底面(B)からの深さ
 DO濃度については、水産庁・環境省が実施した有明海貧酸素水塊広域連続観測結果による。2006年のDO(連続観測結果)は、速報値を用いた。

図5 下層DOと底生生物の個体数の変化(環境省資料に基づき作成)

今後の取り組み

以上に紹介した検討結果も含め、国、関係県、大学等による発表や報告に基づいて、2006年12月に委員会報告がとりまとめられました。

委員会報告では、次の2つの再生目標が掲げられ、再生に向けての環境管理の考え方や具体的な再生方策、解明すべき課題のほか、取り組みの体制(関係機関の連携強化など)についても提言されています。

<有明海・八代海の再生目標>

- 1) 希少な生態系、生物多様性及び生物浄化機能の保全、回復
- 2) 二枚貝等の持続的な生息環境の保全・回復と、バランスの取れた水産資源の回復

有明海及び八代海の再生については、評価委員会の最終報告を受け、新たな展開を迎えています。

当社は、これまで、国や関係機関で実施されてきた有明海及び八代海の再生に向けた調査・検討に携わってきました。今後とも、当社の技術力と情報量を駆使し、国民的資産である有明海及び八代海の再生に向けて取り組んでいきたいと考えています。

(国土環境研究所 環境コンサルタント事業部 環境技術グループ 井上 雄二郎)

■ 船舶のバラスト水問題と国際的な対応

バラスト水中に混入して運ばれた水生生物が移入先の海洋生態系等に悪影響を及ぼす「バラスト水問題」への国際的な対応が進められています。

船舶のバラスト水問題とは

バラスト水とは、タンカーや貨物船などの船舶が貨物を積載せずに航行する場合に、船体を安定させるために積載する水(ほとんどが海水)のことです。バラスト水は、積載物を下ろした港で船内のバラストタンクに注水され、航海を経て、寄港した別の港で積載する貨物の代わりに排水されます。バラスト水の注水は、通常、メッシュサイズ1cm程のスクリーンを通して行われるため、大きな魚やクラゲなどは除去されます。しかし、魚介類の卵稚仔、プランクトン、細菌あるいは海藻の孢子などの微小な水生生物は、除去されずに海水とともにタンク内に取り込まれてしまいます。

船舶に積載されて世界各国の間を移動するバラスト水は、年間100億トン(東京湾の海水量の約6割に相当)と推定されています。また、その中に混入する水生生物は7000種以上とも言われています。バラスト水に混入した生物が航海中もタンク内で生存し続け、さらに航海を経て、排出された港(海域)の環境にも適応できれば、そのまま排出先の海域に定着(移入)してしまいます。

近年、バラスト水を介して本来の生息域ではない海域に移入して、そこで繁殖した水生生物による、環境や経済に及ぼす悪影響(被害)が世界各地で問題になっています。

バラスト水による水生生物の移入と被害事例

バラスト水を介した移入生物種による被害は、1980年代後半から顕在化しています。IMO(国際海事機関)では、移入先に深刻な影響を及ぼす水生生物として、10種類(クシクラゲ、ヒトデ、ゼブラ貝、トゲミジンコ、モクスガニ、ミドリガニ、ハゼ、ワカメ、有毒性の植物プランクトン類、コレラ菌)をあげています。この中には、海外から日本への移入が知られている生物種(ミドリガニ、有毒性の植物プランクトン類)、逆に日本を含む北アジアから海外に移入したとされる生物種(ヒトデ、ワカメ)も含まれています。



最も望まれない移入水生生物10種を掲載したポスター(国際海事機関ホームページより)

水生生物の移入は世界各地に及び、その移入先では、

- ・移入生物による在来生物種の駆逐、生態系の破壊
- ・移入生物の大量繁殖による海洋環境の悪化
- ・移入生物の大量繁殖による漁業や産業活動への影響
- ・伝染性疾病の発生や貝類などの有毒化

など、海洋環境や生態系、人間の産業・経済活動あるいは健康にさまざまな悪影響(被害)が発生しています。

バラスト水問題への国際的な対応

このような背景のもとで、バラスト水問題に国際的に対応するため、2004年2月、IMOにおいて、バラスト水管理条約(正式名称:船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約)が採択されました。

条約の発効後は、他国の管轄する水域への航海に従事する船舶(ただし、軍艦等は適用外)に対しては、

- ①外洋上でのバラスト水交換
 - ②装置によるバラスト水処理
 - ③受入れ施設へのバラスト水の排出
 - ④MEPC(海洋環境保護委員会)の承認する他の方策
- のいずれかによってバラスト水管理を行うことが義務づけられます。ただし、③及び④は、将来にわたっても具体的な対応や提案がなされる見通しはなく、また、①は既存船が

対象の暫定的方策とされています。そのため、②が将来にも認められる唯一の管理方策になります。なお、IMOでは、国際的に統一されたバラスト水管理の実施にむけて、14のガイドライン(G1～G14)の策定を進めています(2006年10月時点で13のガイドラインを採択)。

各国におけるバラスト水処理技術の開発と課題

装置によるバラスト水処理とは、船舶に搭載する装置(または複合的システム)によって船上でバラスト水を処理し、混入する生物を除去(または殺滅)してから船外に排出する方法です。排出時のバラスト水については、条約で規定される排出基準を満たしていることが求められています。

バラスト水の排出基準(条約附属書の規則 D-2)

1. バラスト水に含まれてもよい生物量	排出濃度
最小サイズ50 μ m以上の生物	10個体/m ³ 未満
最小サイズ10 μ m以上・50 μ m未満の生物	10個体/mL 未満
2. 人の健康に関わる細菌類	排出濃度
コレラ菌(O-1及びO-139株) (または動物プランクトンのサンプル)	1cfu/100mL 未満 1cfu/g 未満
大腸菌	250cfu/100mL 未満
腸球菌	1cfu/100mL 未満

注) cfuとは、検査培地上に形成された細菌集落の数

船上でのバラスト水処理は、早ければ2009年の建造船から適用されるため、日本を含む各国でバラスト水処理技術の開発が進められています。前述の排出基準は非常に厳しいものであり、バラスト水に混入する生物の99%以上を除去または殺滅しなければクリアできません。例えば、ろ過などの物理・機械的な処理法は、大型生物の除去には有効ですが、小さなプランクトンや細菌類などの微生物を基準値まで除去することは困難です。そのため、最も現実的な方法として、生物に対して殺傷性(毒性)を持つ物質をバラスト水に添加、またはバラスト水中に生成させ、それによってこれらの微生物を殺滅する化学的処理法(IMOでは「活性物質を用いる処理法」と定義)の導入が、開発中の多くの処理システムにおいて検討されているようです。

活性物質によるバラスト水処理のリスク評価

活性物質を用いるバラスト水処理は、微生物の殺滅に極めて有効である反面、排出時のバラスト水(バラスト排水)に毒性が残存し、排出先の環境や生態系に有害な影響を及ぼす危険性を包含しています。そのため、この処理法については、ガイドライン(G9)に従って、事前に海洋環境に対する影響(リスク)を評価し、その結果をMEPCが適切と判断した場合にのみ使用が認められるという、国際的な認証制度が適用されることになりました。

G9では、実際のバラスト排水水について、藻類、無脊椎動物及び魚類の3生物群での毒性試験を実施し、リスク評価を行うことを求めています。バラスト水は海域に排出されるため、海産生物による毒性試験に基づく評価が必須になります。これに対応するため、当社では、スケレトネマ(藻類)、ヨコエビ(甲殻類)及びジャワメダカ(魚類)の3種の海産生物による毒性試験を実施しています。



海産生物によるバラスト排水の毒性試験
(下段は各試験生物)

このようにバラスト水問題は、「バラスト排水の毒性影響」や「移入生物による生態系破壊」など、海洋環境の保全におけるさまざまな課題・問題を包含しています。

当社は、バラスト排水のリスク評価のほか、生態系調査、各種の理化学分析・実験あるいは化学物質の生態系影響試験等にも豊富な技術と実績を有し、これらを活用して多方面からバラスト水問題の解決、海洋環境の保全に寄与しています。

(環境創造研究所 環境リスクセンター リスク評価グループ 大西 悠太)

■ 多摩川河口干潟の生物・底質調査

東京湾奥に残された貴重な干潟「多摩川河口干潟」の調査により、絶滅の恐れのあるトビハゼをはじめ、多様な生物が生息していることを確認しました。

はじめに

干潟は、隣接するヨシ原や浅場などとともに、多くの生物の生息場所になっています。そこには、干潟独特の豊かな生態系が形成されています。干潟は、生物にとって、また、私たち人間にとっても大切ないろいろな機能をもっています。近年、このような多彩な機能をもつ干潟の重要性が注目されています。



干潟のいろいろな機能

多摩川河口干潟について

多摩川河口には、かつて「羽田洲」と呼ばれる広い干潟が広がっていました。のり養殖やアサリ漁業も盛んに行われていましたが、空港建設、港湾整備などで干潟は減少し、現在では約0.45km²が多摩川の中に残されているだけです。

昔に比べて小さくなってしまった多摩川河口干潟ですが、東京湾奥部の西側に残る唯一のまとまった干潟であり、その存在は大変貴重なものです。春秋には多くの渡り鳥が訪れ、ハゼをはじめとするたくさんの魚も生息しています。最近では、東京湾では絶滅したと考えられていたアサクサノリの自生群落が発見されるなど、その貴重性が注目されています。

このように数多くの生き物が生息する自然豊かな多摩川河口干潟は、三番瀬や盤洲干潟とともに「東京湾の干潟・浅瀬」として、環境省が2002年に発表した「日本の重要湿地500」にも選ばれています。



自然豊かな多摩川河口干潟

多摩川河口干潟の生物・底質調査

この干潟に生息する生物とその生息環境の現状を把握することを目的に、川崎市による「多摩川河口干潟の生物・底質調査」が実施されました。調査項目は、干潟の代表的な生物群である「底生生物(動物)」と、その生息環境としての「底質」です。干潟の調査では、「生息状況の調査」と「生息環境の調査」をセットで行うことが重要となります。



現地調査の様子(採泥器による干潟生物の採取と目視観測)

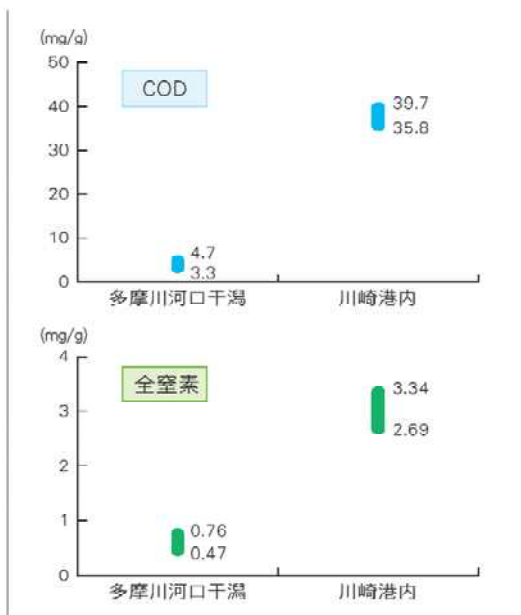
75種類の動物を確認 貴重種の特ビハゼも!

調査の結果、貝の仲間、ゴカイの仲間、カニの仲間など全体で75種類の底生動物を確認しました。この中には、環境省のレッドデータブックで「絶滅の恐れのある地域個体群」に指定されている「トビハゼ」なども含まれています。



多摩川河口干潟で確認されたトビハゼ
(環境省レッドデータブック指定種)

このように多様な動物が生息しているのは、多摩川河口干潟の環境が、それだけ良好な状態で維持されていることの証です。このことを裏付けるデータとして、底質の分析結果を比較してみました(下図)。



多摩川河口干潟と川崎港内の底質の比較

有機汚濁の指標であるCOD(化学的酸素要求量)の値は、水深の深い川崎港内の調査地点では30mg/gを超える値であったのに対し、多摩川河口干潟では5mg/gを下回る良好な値となっています。同様に、富栄養化の指標である全窒素の値も、多摩川河口干潟の方が著しく低い値となっています。

このような違いがみられるのは、干潟では潮汐の干満作用によって底質中の間隙水が頻繁に交換されることや、底質が大气と接触することによって好气的条件が維持されやすいので、底質中に生息するバクテリアなどの微生物が有機物を活発に分解するためと考えられます。

今後の取り組み

東京湾には、昔、湾奥部に沿って幅広く干潟が広がっていました。しかし、埋め立て等によってその大部分が消失し、現在の干潟の面積は明治後期の約1/8とされています。

当社は、現況把握から予測・評価・設計までの多岐にわたる干潟関連技術で、これまで日本全国の干潟のさまざまな課題に取り組んできました。今後も、その技術力を駆使し、東京湾に残された数少ない干潟環境の保全・再生に取り組んでいきたいと考えています。

本調査の結果は、川崎市が発行する小冊子『多摩川河口干潟の生物と底質』(2006.3)に公表されています。この冊子の編集は当社が担当したものです。一般の人にも分かりやすいように、イラストや写真を多く取り入れ、用語解説なども加えています。

事業成果の広報資料や環境教育の教材などとして、今後、このような資料の社会的ニーズは高まっていくものと考えられます。



〈多摩川河口干潟の生物と底質〉

(東京支社 環境コンサルタント事業部 生態解析グループ 前田 研造)

出典:i-net(環境技術レポート&トピックス)は、時事性の高い技術情報を皆様に提供するため、年2回の定期刊行しており、2000年6月に創刊しました。 http://ideacon.jp/contents/inet/inet_top01.htm