

# FRA NEWS

Fisheries Research Agency News

VOL.10

■ 特集

## 「環境変動と水産研究」



■ 人物往来



世界の海を駆けめぐる  
水研センターの海猿  
たか丸 森船長に  
「よーそろっ」!!

■ 研究開発情報



見えないジュゴンの  
声を聴く

etc

■ ピックアップ・プレスリリース



色落ちしにくいノリを  
簡単に判別できる  
遺伝子を発見

etc



## 巻頭言

「幼稚魚に思いつ」井貫 晴介 3

## 特集「環境変動と水産研究」

環境変動と水産研究 5

海洋モニタリングとデータ蓄積の重要性 6

黒潮続流域

ー 海洋環境変動と資源変動のキーエリアー 8

動物プランクトンで見る20世紀後半の海 10

温暖化が藻場に及ぼす影響 12

水温とマイワシ資源の関係 14

地球温暖化とサンマの予測モデル 16

海産養殖魚が受ける地球温暖化の影響は？ー マダイの成長と温度の関係ー 18

特集コラム

50年前にも瀬戸内海に生えていた?!温暖化の「先兵」マジリモク 20

## 人物往来

世界の海を駆けめぐる水研センターの海猿

たか丸 森船長に「よーそろつ」!! 21

## 研究開発情報

見えないジユコンの声を聴く 25

カナダ・オタワ大学環境ゲノム高等研究センターとの在外共同研究

ー ヒラメ放射線雑種細胞の作製に成功ー 26

今こそ常識を破れ!!

効率的操業方式（ブイライン方式）の企業化を目指して 27

## 知的財産情報

港内の水質環境を保全する消波堤

ー 海水交換促進型消波堤ー 28

## ピックアップ・プレスリリース

色落ちしにくいノリを簡単に判別できる遺伝子を発見

ゲノム情報を利用した養殖用アワビ品種作出に向け大きく前進

ー アワビのゲノム連鎖地図を作成ー 31

水産研究交流・協力の覚書（MOU）締結

まぐる研究所の設立 33

## 刊行物報告

水産総合研究センター研究報告 第18号 34

研究のうごき 第4号 34

東北水産研究レター No.2 34

遠洋リサーチ&トピックス2号 34

おさかなチョット耳寄り情報その10 本当の旬は春？ 35

編集後記・編集委員 35

執筆者一覧 35



# 巻頭言

## 幼稚魚に思う

栽培・さけます担当理事

井貫 晴介

ヨーロッパウナギのシラス採捕規制が話題に上っている。ビスケー湾沿岸ではシラスウナギ卵とじ？が一般的な料理としてあり、最近では力二蒲技術を応用したすり身製のシラスウナギ卵とじが本物に代わりつつあると聞く。日本では失敗したヨーロッパウナギの養殖に中国が成功し、おかげで本物の

卵とじがイミテーションになったと、中国と日本がビスケー湾沿岸住民から恨まれているかも知れない。

現在ニホンウナギの種苗生産の技術開発が行われており、現場ではたゆまぬ努力が続けられているが、何時の日か我が国でもシラスウナギの卵とじが食べられるようになることを願っている。

先日、私も尊敬している水産科学者が、0歳魚のマグロを獲るのは悪だ、不合理漁獲だ何のためらいもなく真面目に発言されるのを聞いて、つい激して反論してしまった。ヨコワひき縄釣りのどこが悪い？太平洋のメジマキ網もそれなりに・・・適度に間引かれているから大間や戸井のマグロがあるのでは。全てが大きくなったら、さしものクロマグロも二束三文では。自然死亡が良くてひき縄は悪というのは納得できない。どういう間引きの仕方が人間社会にとって結果最善の資源利用なのかを研究するのが科学では。

刺身があまり好きではない私でも、ヨコワの刺身はうまいと思う。奄美栽培漁業センターでブルーフィンの名の

元と実感できる鮮やかな色を見せてくれる親魚のクロマグロは大好きだが、大きいマグロはあまり食欲が出ない。

イワシシラスは離乳食としてもいいし、イクラ井はさけ増殖の成果の一つ。マサバも色々なサイズが獲れるから、延縄の餌、缶詰材料、塩さば、しめさば等多用途に利用される。魚介類をどの時期にどんなサイズで獲るのかは、素直に美味しいものを美味しいと思い、先人が見出した多様な利用方法を認めた上で研究するものではないか。

魚食性の魚の種苗生産では、現状において、一時期他の魚の生きた稚魚を大量に餌として供給せざるを得ない場合がある。弱肉強食の強を育てるために弱を犠牲にする。なんとなく罪悪感を感じてしまいそうになるが、自然の摂理と割り切り、技術の進歩に努力するのが素直なのか。

科学というのは、素直で、ちょっぴりへそ曲がり合っているのかもしれない。



特集

環境変動と水産研究



# 環境変動と水産研究

IPCC（国連の気候変動に関する政府間パネル）の第4次報告書が発表されました。報告書では、05年までの100年間に地球の平均気温が<sup>0.74</sup>上昇し、61～03年に年1.8 mmの割合で海水面が上昇したことが指摘されるとともに、21世紀末に地球の平均気温が最大で<sup>6.4</sup>、海面は最大59 cm上昇すると予測されています。また、近年の地球シミュレーターというスーパーコンピュータを用いた温暖化の数値実験では、日本周辺のローカルな海況の再現が可能となり、黒潮の位置は変わらないものの21世紀後半ごろまでに黒潮の流速が現在よりも30%程度大きくなることが予測されています。

温暖化は、水温や鉛直成層化の程度、流速といった海洋の物理条件に影響し、さらに海洋生態系やその構成種である水産資源に影響することが考えられます。一方、数年周期で発生するエルニーニョや10～20年周期で発生するレジームシフトなどの気候変動も海洋の物理

条件に影響することが知られ、温暖化と自然の中でくりかえされてきた気候変動の影響を分けて捉えることがなかなかむずかしいのが現状です。しかしながら、水産資源の分布や生産が今後どう変化するかを予測するのは、資源を持続的に利用していく上で重要であり、世界の様々な水域で温暖化や気候変動といった環境変動が海洋生態系の長期変動に及ぼす影響について活発に研究されています。

水産総合研究センターは、モニタリングで長年にわたって蓄積してきた試料やデータの解析により、温暖化や気候変動と関係しそうな日本周辺の海の変化を明らかにしつつあります。また、モニタリングや個々のプロセス研究で得られた知見を入れて温暖化が海洋生態系と水産資源に及ぼす影響予測を可能とするモデル開発を開始しています。

ここでは、環境変動に関して、親潮域でここ数十年の間に起こって来たプランクトン生態系の変化や、一定海域

の水温変化が浮魚類の資源変動に及ぼす影響など、研究の一例ですが、わかってきたことを中心に紹介します。当センターでは、持続的な水産資源の利用に資するため、今後も、モニタリングの継続およびモデル研究とプロセス研究の連携によって温暖化や気候変動の影響予測研究をより一層推進するとともに、可能な面では影響を緩和するための対策技術の研究強化を図っていきます。

# 海洋モニタリングとデータ蓄積の重要性

はじめに

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、その第4次評価報告書の中で、気候システムに温暖化が起こっていると断定し、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因であると断定しました。奇しくも、今冬（'06年12月～'07年2月）、日本付近では寒気の南下が少なく、季節風が弱かったため、記録的な高温と小雪となりました（気象庁発表）。この暖冬の背景には地球温暖化による気温上昇も関与している可能性があり、海洋の生態系や水産業にとっても地球温暖化の影響がどの程度及んでいるのか懸念されます。

## 我が国周辺水域における海洋モニタリングの現状

'63年冬季に発生した異常水温低下を契機に、翌'64年から水産庁および都道府県の水産試験場によって組織的な海洋観測が開始されました。観測点や観測頻度などに多少の変更はありましたが、40年以上経過した現在も途切れる

ことなく、「海洋環境モニタリング」として沿岸定線調査が実施されています。このように広域でモニタリング体制が整った海洋観測網（図1）は世界的にも希少です。しかし、最近では緊縮予算や調査船の燃油高騰の影響で、その

存続が危ぶまれています。もし海洋モニタリングが絶たれると、地球温暖化どころか「灯台もと暗し」で地先海域の海洋環境の現状さえわからなくなってしまう。

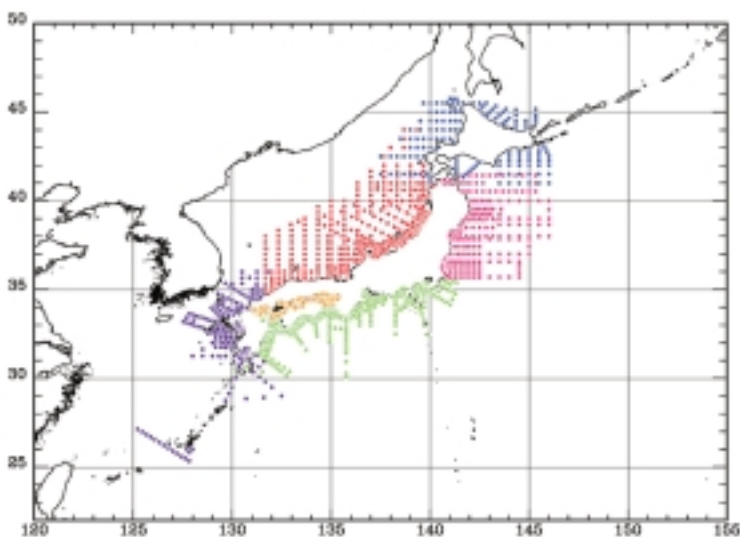


図1. 各都道府県の試験研究機関による定線海洋観測網.

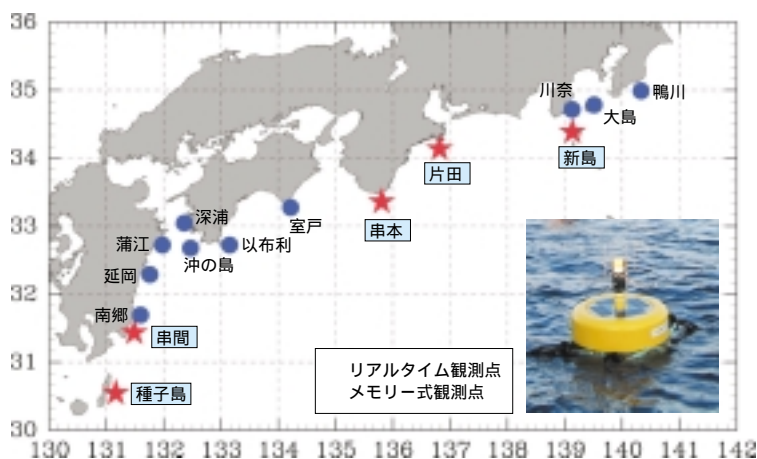


図2. 中央ブロックにおける水温モニタリング観測点と水温計測ブイ.



リアルタイム

海況モニタリング

一方、最近では海洋モニタリングにも情報技術（ＩＴ）が導入されるようになりました。漁業者にとって、毎日の海洋情報はその日の漁模様などを予想する上で重要な情報です。各都道府県の水産試験研究機関でも漁業者の要望に応じてリアルタイム海洋情報の提供を行っていて、漁船操業の効率化などに貢献しています。

当センターでも各海区の海況変動を迅速かつ的確に捉えるため、複数の地点でリアルタイム海況モニタリングを実施しています。例えば、中央水産研究所では中央ブロックの都県と連携し、定置網漁場に水温計測ブイを設置し、海洋環境変動と水産資源変動のモニタリングを実施しています（図２）。定置網で捕れる魚の種組成の長期変化から地球温暖化の一端が見いだせるのではないかと考えています。

データベースは語る

地球温暖化に関係する海洋の長期変動傾向の実態を明らかにするためには、我が国周辺水域の海洋観測網で蓄積されたデータを解析する必要があります。

その際、水温や塩分等の数値情報だけでなく、漁海況の特異現象に関する情報も非常に重要です。「沿岸水温の高温化」などをキーワードとして検索すると、その特異現象が起きた年月および海域を特定することができます。普段は漁海況担当者のメモ情報ですが、広域の情報が集まれば相当な威力を発揮することになります。

人間の感覚として記憶に残るのは精々前日、前月、そして前年との違いくらいです。では、なぜ海的环境が変化していることがわかるのか。それは、海洋モニタリングが継続的に行われ、



図3. 水産海洋データベースのホームページ。  
http://jfodb.dc.affrc.go.jp/kaiyodb\_pub/

長年にわたって観測されたデータが着実に蓄積されているからです。当センターでは水産海洋データベース（図3）を構築し、20世紀の日本周辺海域の海洋環境と水産資源の変動を把握しようと試みています。当センターにはこのような「温故知新」の宝の山から重要な情報を検出し、確かな「将来予測」へつなげる義務があります。



写真1. 漁業調査船蒼鷹丸  
(中央水産研究所)

おわりに

海洋は広大で、かつ深いので、陸と違って、上から見ただけでは中味はわかりません。その点では果物と似ています。果物の美味しさを見分けるポイントがあるように、海洋の状態を的確に捉える定点やそれをつないだ定線があります。それが我が国周辺水域の海洋観測網です。国民の知る権利に的確に応えるためにも、調査船（写真1）など様々な観測方法を使った海洋モニタリングを継続させる必要があります。

# 黒潮続流域

## 海洋環境変動と資源変動のキーエリア

豊かな海洋生態系を育む親潮と黒潮――

日本近海、特に本州東方海域は世界の三大漁場の一角を占める生産性の高い海域です。ここには、サンマ、いわし類、さば類などの小型浮魚やまぐろ類、カツオなどの大型魚類、さらには鯨等が来遊する豊かな海洋生態系が存在します。この豊かさを直接支えているのは栄養豊かな親潮であり、小型浮魚類の産卵場や仔稚魚の成育場となっている黒潮とその下流である黒潮続流です（図1）。親潮は、オホーツク海や西部亜寒帯海域から豊富な栄養分を本州の東方海域にもたらします。そしてここで、寒冷的な親潮と暖かい黒潮が接しており、複雑で変化の大きい海を形作っています。

グローバルな大気・海洋変動との関係――

親潮も黒潮も日本近海の海流ですが、大きく見ると親潮は北太平洋の中高緯度の亜寒帯循環の一部で、また黒潮は低緯度から中緯度の亜熱帯循環の一部です（図2）。2つの循環はともに海上

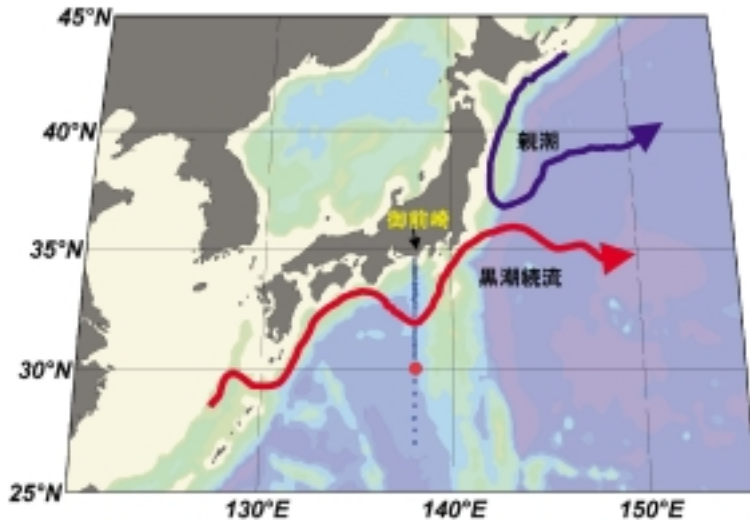


図1 御前崎沖の東経138度線に沿った低次生態系モニタリングのための観測定線。

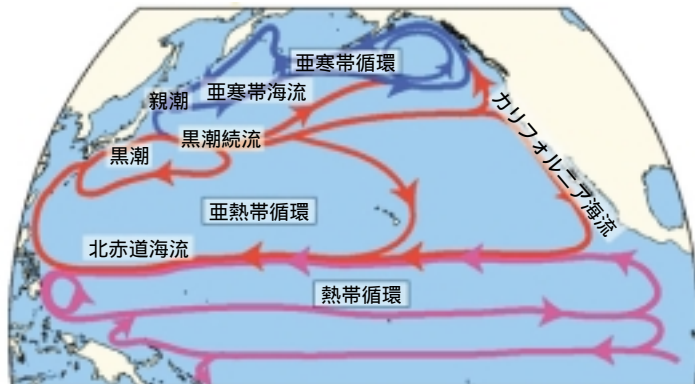


図2 北太平洋の海洋表層の循環の模式図（元図は気象庁ホームページから引用）。

を吹く風によって起こっているため、親潮と黒潮の流れや勢いは、地球規模の大気海洋変動の影響を、風の変動を通して受けることとなります。たとえば、親潮は冬から春にかけて本州の沿岸に沿って南下しますが、偏西風が強

い年にはより大きく南下することが知られています。また、黒潮やその周辺水域の冬季の海面水温の年々変動がエルニーニョ現象と関係することや、黒潮の流量が北太平洋中央部の風の変動と関係していることなども知られています。



注目される黒潮・黒潮続流域

水産資源変動を理解するためには、海洋環境変動が海洋生態系に影響を及ぼすしくみを具体的に明らかにすることが重要です。そのためには、海洋生態系の構造を明らかにすることが不可欠であることから、水産総合研究センターでは日本周辺海域の低次生態系の構造と変動の実態を明らかにすることを目的として、海洋環境のモニタリング調査を定線で行っています。特に、黒潮、黒潮続流およびその周辺水域は、水温や栄養分の豊富な下層の水と表層の水の混ざりぐあい（サンマやマイワシなどの小型浮魚類の資源変動と密接な関係がある重要な海域であり、御前崎の沖に観測定線を設けています（図1）。

観測で得られたデータから、黒潮域における小型浮魚類の餌となる動物プランクトンは水温が低く、表層のほぼ同じ水温を示す層の厚さが厚い時に多い傾向があることが明らかになってきました。また、70年代以降の黒潮・黒潮続流域の海面水温は上昇傾向にあります（図3）が、200～400mの深さでは、01年までに集められた海洋観測データから計算された平均値に比べて'02～'06年の平均値が高いこともわかってきま

した。このように中層で水温が高まっていることから、亜熱帯循環の流れが強まっていることが考えられています。これは、温暖化が進むと表層と下層の水温の差が大きくなり、海水が混ざりにくくなって表層への栄養塩の添加が少なくなる可能性を示しています。

小型浮魚の中で最も大きな変動を示すマイワシについては、仔稚魚期の海洋環境がその生残に大きく影響し、資源変動を引き起こしているとの仮説が出され（本特集「水温とマイワシ資源の関係」参照）、これを検証するための研究が進められています。特に黒潮続流域における冬季の表層水と下層水の混ざりぐあいが植物プランクトンやそれを餌とする動物プランクトンの生産に重要と考えられることから、当センターでは、厳冬期に黒潮続

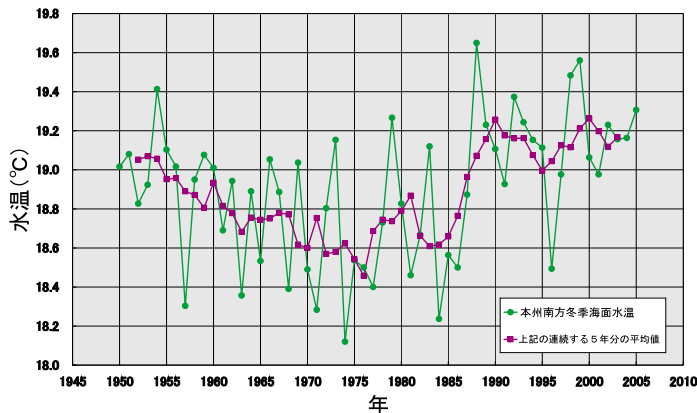


図3. 本州南方の黒潮・黒潮続流域の冬季（1 - 3月）の海面水温の経年変動。

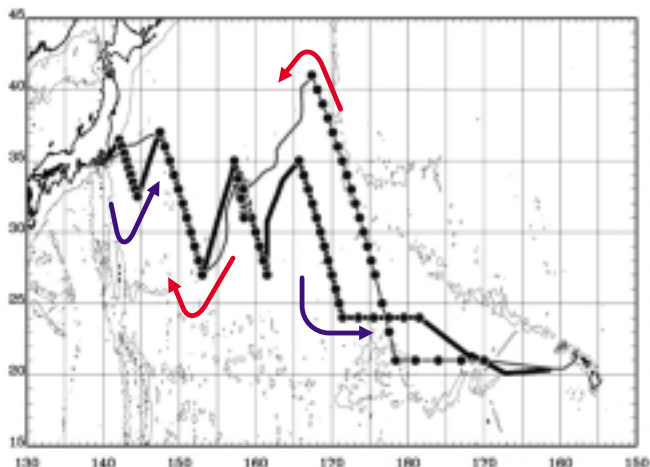


図4. 2005年1月14日～3月14日に当センターが、水産庁漁業調査船照洋丸を用いて実施した黒潮続流域調査の観測点と観測航路。

流域の海洋環境と低次生態系の実態を明らかにすることを目的とした調査に水産庁の大型調査船を利用して取り組んでいます（図4）。

黒潮続流域は大量の熱を大気に放出し、レジームシフトと呼ばれる中長期的な気候変動にとっても重要な海域と考えられ、当センターの黒潮続流域調査は気候変動研究に貢献するものとしても注目されています。

# 動物プランクトンで見る20世紀後半の海

はじめに

波打ち際から深海まで、北極や南極から赤道まで世界中のあらゆる海に動物プランクトンがいます。動物プランクトンが海の食物連鎖の中で重要な役割を果たしていることは以前から知られているので、漁海況を把握するための環境調査では水温や塩分と同様に長年プランクトンの採集調査が続けられています。水産総合研究センターおよび各都道府県の試験研究機関が行っている定線調査は日本周辺の海域を網羅しており、膨大な量のプランクトンが毎年採集されています(写真1)。しかし、これらの標本は漁場の分布や漁業資源の餌環境の基礎データとして総量(湿重量や沈殿量)が測定され、採集された年の情報として利用されるにとどまっています。

蓄積された動物プランクトン

東北区水産研究所でプランクトンの研究を続けていた小達和子博士が、50年以降40年間の動物プランクトン標本

1万7千本余の湿重量を整理した結果、日本東方海域の動物プランクトン量は常に一定ではなく、大きな変動を繰り返していることを明らかにしました(図1)。これによれば、60年代末から80年代初頭まで親潮域の動物プランクトン量が多く、その後80年代は低水準になっていくことが観察されました。しかし、特定の種類の大型プランクトンの増減に起因しているのかなど、どのようにプランクトン量が増減してきたのかは判断できません。そのため、気候変動や生態系の変化などがどのように作用して、動物プランクトン量の変化をもたらしたのかを解析するには



写真1. プランクトンの標本庫。

十分ではありませんでした。

冷水性プランクトンで大型カイアシ類のネオカラヌス(写真2)は表層で餌を食べて深層に運ぶ働きがあるため、生物による海の炭素循環に大きな役割を果たしていることが注目されています。したがって、このように動物プランクトンの種組成変動のメカニズムを明らかにすることで海洋生態系の仕組みを知るだけでなく、地球の炭素循環予測に基づく地球温暖化など気候変動の将来予測にも貢献す

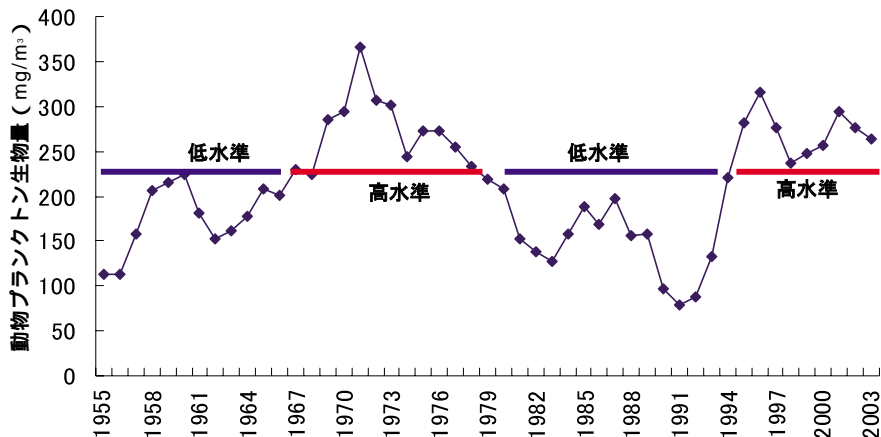


図1. 親潮域の動物プランクトン生物量(海水/m³中の湿重量)の経年変動(小達1994より改)。



ると考えられます。

小達博士が解析した標本と、その後蓄積された50年分の標本を用いて本州東方海域の動物プランクトン群集の変動が起こる機構を探りました。このプロジェクトは'03年度から環境省地球環境研究総合推進費により実施したものです。

ネオカラヌスから見た海洋環境

出現した動物プランクトンを種ごとに再解析し、甲殻類の1グループであるカイアシ類を抜き出し、最新の分類情報に従って種別、幼体、成体、雌雄を区別して計数しました。その結果、'80年代には、ネオカラヌス属の割合が低くなっていました(図2)。ネオカラヌス属が'80年代に減少したメカニズムとしていくつかの仮説があります。

'80年代に資源量が膨大したマイワシによる捕食

本州東方沖のマイワシ資源量は'70年代末から急激に増大し、'88年にピークに達しました。マイワシは大型の甲殻類プランクトンを主要な餌料としていることから、ネオカラヌスの生物量の減少に多大な影響を与えたことが示唆されました。

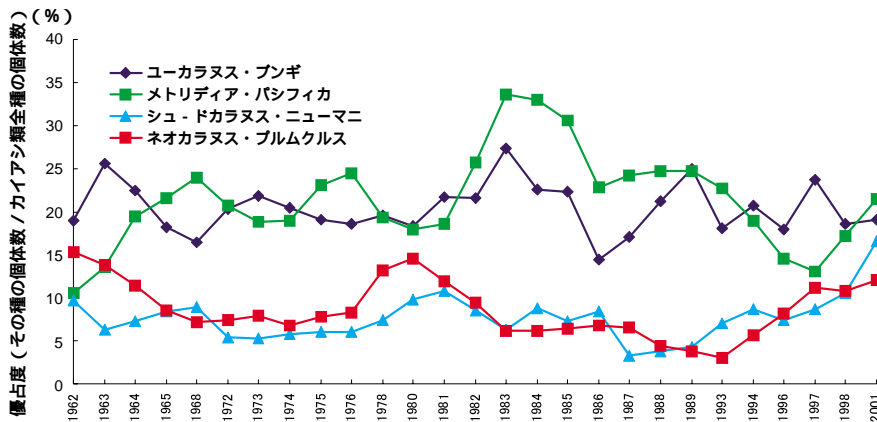


図2. 親潮域のカイアシ類主要種の優占度 (ネオカラヌス属の一種)。

栄養塩の変動

'80年代には本州東方海域の中層部の栄養塩濃度が低かったことが観察されており、低栄養塩のために春の植物プランクトンの増殖期にネオカラヌスの主要な餌となる大型珪藻の増殖が抑えられたのではないかと考えられています。

季節変化のタイミングのミスマッチ

ネオカラヌスは春期の植物プランクトンが多い時期にそれを餌として成長し、それ以外の期間は深層で餌も食わずに休眠しています。'80年代は寒い冬と暑い夏を繰り返す年が多く、ネオカラヌスの摂餌に最適な春から初夏の期間が非常に短くなっていました。そのためネオカラヌスの成長に不適当な年が続いたのではないかと推察されています。

このように長期にわたるプランクトンなどのモニタリングは、漁場の餌料環境や海洋の生態系の仕組みの把握のみならず、地球温暖化などの地球規模での環境変動の予測に役立つと考えており、今後も継続して実施していくことが重要だと考えています。



写真2. ネオカラヌス・クリスタトゥス。

# 温暖化が藻場に及ぼす影響

## 藻場とは

海の中の森林に例えられる藻場は、主にコンブやホンダワラの仲間に関する大型の海藻類で形成されます（写真1）。多く生えている種名をとって場と呼びます。多くの海洋生物が成育や再生産のより所にする場であり、水産業においてとても重要です。藻場が急になる磯焼け（写真1）は、沿岸漁業に深刻な被害をもたらすもので温暖化による拡大が懸念されています。

## 温暖化の影響予測

日本沿岸の海水温が上昇した場合、藻場がどのような仕組みでどのような影響を受けるのかを予測しておくことは、将来の漁業や沿岸漁場の保全を考える上でとても重要です。そこで、水産大学校との共同による室内実験や野外調査等に基づき、温暖化が日本沿岸の代表的な藻場に及ぼす影響の評価と予測を行いました。

日本沿岸に分布する主要な海藻17種と藻食動物6種の分布域が将来どの

ように変動するかについて、現在の分布域での海水温の上下限值と今後の水温変動予測に基づいて解析したところ、いずれも海水温上昇とともに北方へ移ることが予測されました。コンブやホンダワラの仲間について、光・水温条件と生長・生産量との関係を実験によって調べた結果、光の弱い場合に高水温の悪影響は大きくなることわかりました。つまり、濁りの強い内湾域や比較的深い場所では、高水温によって海藻類の生育が厳しくなりやすいのです（図1）。水温の高い年に深い場所から藻場の衰退や消失が起こるといふ各地で知られる現象は、この実験結果とよく一致しています。

クロメ場について夏季の高水温と、アイゴ等による食害が重なった年に、顕著に衰退することが長崎県において確認されました。これに関連し、藻食魚であるアイゴ（写真2）は、非常に多種の海藻を食べることや、群れの大きさによって海藻類への食

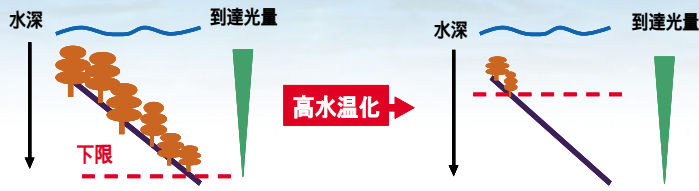


写真1. 日本の代表的な藻場。

左上：コンブ場 右上：ガラモ場（ホンダワラの仲間）  
左下：カジメ場（コンブの仲間） 右下：磯焼け



(1) 分布域の縮小 ・分布下限水深の後退(下図)  
 ・濁り、浮泥、着生生物の多い内湾で衰退



(2) 生産力の低下により群落が未発達



ホンダワラ類は高密度に生育

図1. 光の弱い場所で高水温によって起こる藻場の変化.

害の程度が異なること、水温と採食量との関係は季節や海藻の種類によって異なることなどもわかりました。ウニが高密度に生息し、その過剰な採食によって海藻類の分布域が制限されている藻場を対象に、藻場が形成される水深帯を水温と波浪データから予測する数値モデルを開発しました。また東北の太平洋沿岸のアラメ場において、その適用性を実証できました。このような藻場では、海

近年、南九州の沿岸などでは、これまで普通に生え

す。このままでは、本沿岸の様々な藻場に適応可能な汎用性の高い温暖化の影響予測モデルの開発が望まれます。



写真2. 藻食魚のアイゴが群れて海藻を食害する様子.



写真3. 在来種に混じって自生する暖海性ホンダワラ類(薄黄色の海藻→).

水温が上昇すると、深所から浅所へ、内湾域から外洋域へ向かって藻場の衰退が起こることがわかりました。以上のことから、温暖化により日本沿岸の海水温が上昇し続けた場合、短期的には光や波の弱い場所で藻場の衰退や消失が起こり、長期的には藻場の主要な構成種も変わり、海底での植生そのものが変化していくというシナリオが予測されます。

ていた海藻類で見かけなくなった種類がある一方で、あまり知られていなかった暖海性のホンダワラ類が分布域を拡大しています(写真3)。これらが一時的な現象なのか、あるいは温暖化の影響の兆しなのか、藻食魚の藻場への影響とともに注目していく必要性があります。藻場を中心とした沿岸域の生物・環境モニタリングは、沿岸の漁場環境の変動を素早くとらえて対策を練る上で、その必要性がますます大きくなっていきます。

これからの課題

今後は、定量的な評価と予測に向けて、藻場の変動を複雑化させる要因としての藻食魚の生態に関するより詳細な研究や、本研究で開発されたモデルの改良による日本沿岸の様々な藻場に適応可能な汎用性の高い温暖化の影響予測モデルの開発が望まれます。

# 水温とマイワシ資源の関係

## 変動の大きいマイワシ資源

日本のマイワシ漁獲量が最近著しく減少したとマスコミでも大きく取り上げられています。過去100年におけるマイワシの漁獲量は年約4万トンから450万トンと100倍の変化を示しました(図1)。

1. 餌となる動物プランクトン量の年変動がせいぜい数倍とことから、驚くべき変動幅です。マイワシの盛漁期は'30年代と'80年代に見られ、これらの時代にはアリューシャン低気圧の活動が強く(図1、2)、冬の寒さが厳しい時でした。

## 資源変動のメカニズム

資源変動メカニズムの理解には、加入量(体長12~15cm、生後約10ヶ月、1年の当歳魚として新たに漁獲対象となる魚の量)とそれを生む親魚量(体長約18cm以上で1歳以上の魚の量)の関係が必要です。日本の太平洋側に分布するマイワシが激減した'88年~'91年には莫大な量の親魚がいたにもかかわらず、子がほとんど加入しませんでした。

た。そのため、この激減の原因は漁獲ではなく自然環境の影響と考えられます(図3)。近年は親が多いと子も多いという比例関係にあることから、親魚を確保することで加入量を増加させることが可能です。

自然環境には、水温の他に、流れの強さ、餌、捕食者(天敵)など様々なものがあります。長期間のデータがある北太平洋の表面水温とマイワシ加入量偏差の関係を詳細に調べたところ、黒潮が本州を離れて沖合へ向かう流れである黒潮統流南部の冬の水温が高いと加入が悪く、水温が低いと加入が良いことがわかりました(図4)。この海域はマイワシ稚魚が春を中心に分布する海域です(図2、3)。

一般に水産生物の資源変動は主に、餌の量と遭遇率、天敵の量と遭遇率、その他の環境が適当か不適当かで決まります。マイワシ稚魚にとって黒潮統流の水温が低いということは、栄養豊かで低温の中深層水が冬に表層水と良く混ざるため餌が豊富で、カツ

オヤスルメイカといった暖海性の天敵が少ないことを意味します。さらに、最近の研究によると、同じ餌の量なら16前後の水温でマイワシ稚魚の成長が最も良く、成長の良い個体は一般に天敵に食べられる確率が低いと言われます。

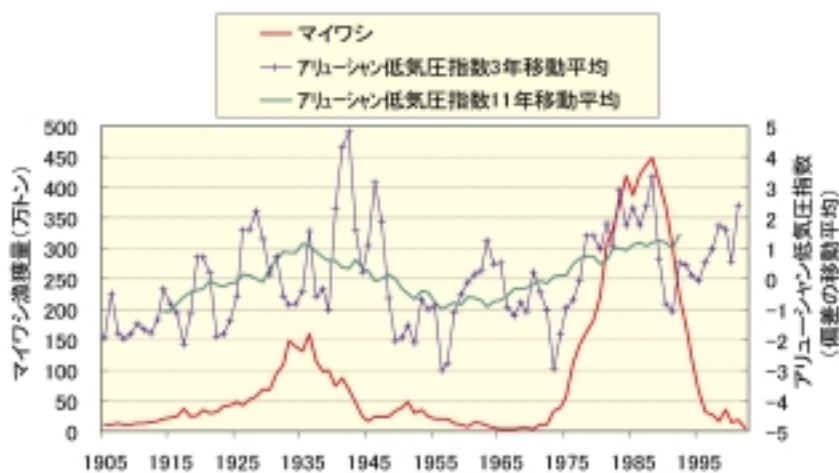


図1. アリューシャン低気圧と日本のマイワシの漁獲量の変遷.



温暖化の影響と対策

では、地球温暖化がマイワシにどのような影響を及ぼすのでしょうか？黒潮続流域は恐らく水温が上昇し中深層からの栄養輸送が減り稚魚の好適水温より高くなるため、加入量は減少すると考えられます。しかし、親潮域も栄養輸送は減りますが、元々栄養は多いため水温上昇によりプランクトンの増殖速度が上がれば餌は増え、マイワシにプラスの影響があります。一方、地球温暖化によりアリューシャン低気圧の活動は高まり、黒潮や親潮の流れは強くなると言われています。この面もマイワシに好都合と言えるでしょう。

結論として、マイワシがどうなるかについての統一した見解は出ていません。それなら何も対策はないのかというと、そうでもありません。地球温暖化のマイワシ資源への影響は、マイワシの持つ環境変動への適応力(回復力)を維持することにより最小限にできると考えられます。例えば、マイワシのメスは1〜2歳で成熟し約7歳の寿命まで卵を産み続けますが、産卵時期や卵の状態は親の年齢により異なる可能性があります。残念ながら最近のマイワシは漁獲圧が強すぎて、2歳以上は

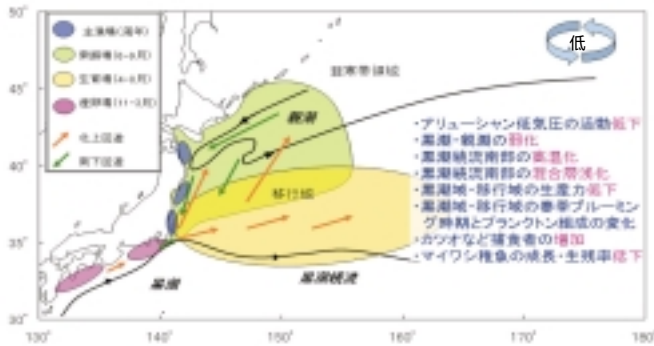


図3. マイワシ低水準期の海洋環境と回遊生態.

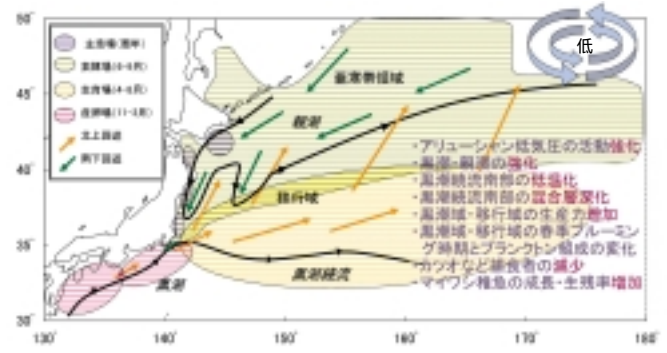


図2. マイワシ高水準期の海洋環境と回遊生態.

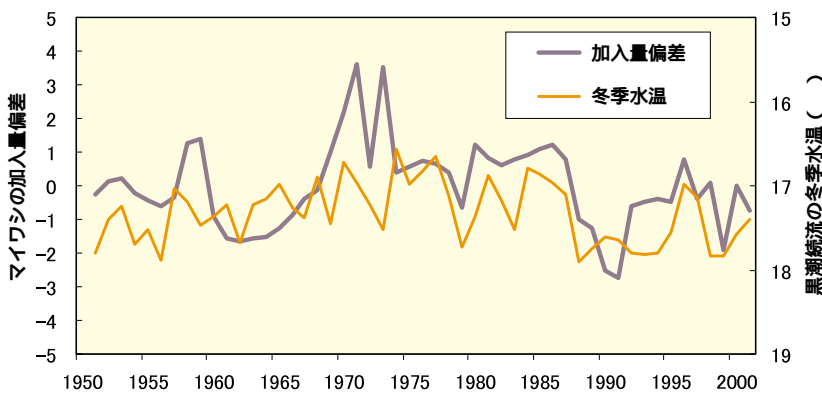


図4. 加入量偏差と黒潮続流の冬季表面水温の年変化。水温の軸は上下反転させてあることに注意。

ほとんど見られなくなっており、親魚年齢の多様性が少なく、産卵場が著しく狭くなっています。これらはマイワシの回復力にダメージを与える恐れがあるので、未成年や若い親魚の漁獲を少なくするなどの改善が必要と考えられます。

また、マイワシは他の水産生物より寿命が短いことから、環境変化に敏感と言われています。そのため、マイワシを海洋環境の変化の目印として早期に警告を発することができるでしょう。

# 地球温暖化とサンマの予測モデル

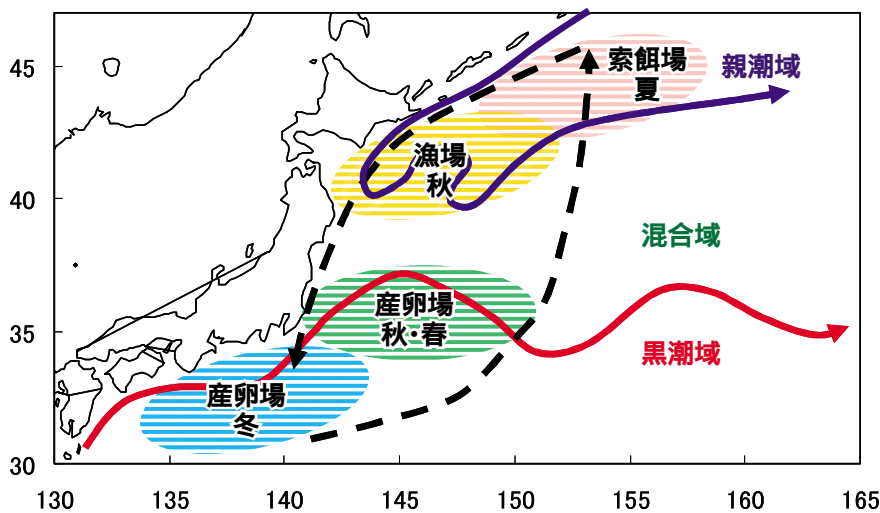


図1. サンマの回遊の模式図 ( 〰: 回遊経路, 〚: 親潮, 〚: 黒潮 ).

## サンマの大回遊

サンマと言えば、食卓の上でも身近な秋の味覚の代表ですが、どのような一生を送っているのでしょうか。サンマの漁場と言えば、根室とか気仙沼とか北の地名が浮かぶ方が多いと思います。しかし、サンマが卵を産むのは、なんと暖かい黒潮が流れている南の海が主体なのです。サンマは秋に常磐沖くらいから産卵を開始し、産卵のピークとなる冬には本州の南岸に移り、また春にかけて産卵場を北に移動します(図1)。生まれた仔魚は黒潮に流されながら成長し、餌となる動物プランクトンが豊富な北の海(親潮域)に向かって泳いでいきます。夏場に親潮域で十分餌を食べると、また卵を産みに南に戻っていきます。私たちはこの南に戻るサンマを捕って食べているわけです。サンマの寿命は2年と言われているので、一生のうちこのような南の海から北の海への大回遊を2回繰り返します(図4)。

## 温暖化でスリムに?

さて、では地球温暖化が進むとサンマにどのような影響があるのでしょうか? いろいろな影響が考えられますが、一番直接的なのは、水温の上昇と餌の量の変化でしょう。温暖化が進むとサンマが分布している浅い海の水温は上がります。これから世界がどのような発展を取るかによって、その上がり具合も変わりますが、環境重視でありグローバル化が進まないという中程度のシナリオに基づくと、50年後には、サンマが回遊する南の海で1程度、北の海で2~4程度昇温すると予測されています。このように水温が上昇するとサンマの回遊経路も変化することが考えられます。また、水温が上昇すると、サンマが泳ぐときに消費するエネルギーも高くなるため、スリムなサンマになることが予想されます。一方、餌になる動物プランクトンの量を考えてみると、餌が減少することが心配されます。これは、温暖化によって冬場の冷え込みが緩くなることに



**予測モデルの開発**  
 これらの影響を予測するモデルの開発を、農林水産技術会議「地球温暖化プロジェクト」の中で進めています。モデルの中では、大気条件（気温など）が与えられると、どの深さまで海

起因しています。海においては光の届かない深い海の栄養塩が豊富ですが、冬場に海の表面が冷やされて、重たい水ができることで、その深い海の豊富な栄養塩が表層に巻き上げられます（図2）。従って、冬場の冷え込みが緩いと、植物プランクトンそしてそれを食べる動物プランクトンさらにそれを食べるサンマも栄養不足になる可能性があります。

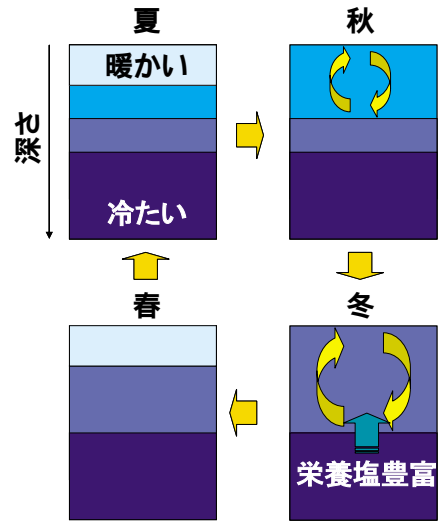


図2. 冬場の冷却と深い海からの栄養塩の巻き上げ。

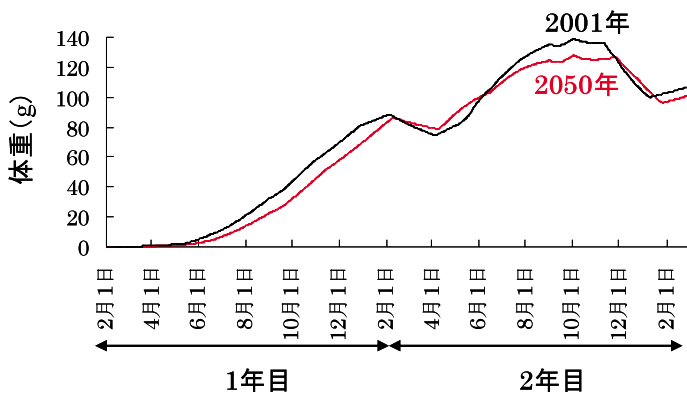


図3. サンマの成長予測結果（黒線：現在，赤線：2050年の予測）。

水が混ざり、栄養塩がどの程度深い海から表層に巻き上げられるかが計算されます。そして、その栄養塩の量に応じて、植物・動物プランクトンが増え、そのプランクトンを利用して、サンマが成長します。さらにサンマは、南の海から北の海まで回遊します。このようなモデルを用いて計算した結果、温暖化が進んだ50年の状況では、餌不足によって、サンマが小型化（体重で5%強）すると予測されました（図3）。また、小型化によって南への移動が遅れ、それに水温の上昇が加わり、1年

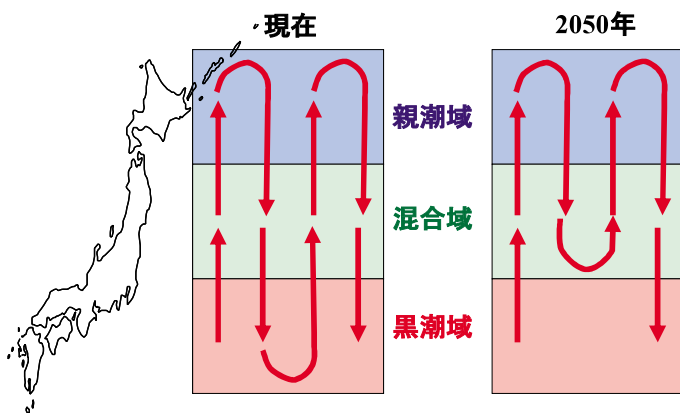


図4. サンマの回遊の変化（左：現在，右：温暖化後）。

目の冬に南の海に戻らずに産卵すると予想されました（図4）。これだけみると、温暖化によってサンマが被害を受けるだけのように思えますが、1年目の冬に餌の少ない南の海まで戻らないために、逆に卵を産む量が増えると思われました。これらの将来予測を行ったモデルは、まだ開発段階であり、改良すべき点がたくさんあります。今後、実際に観測で得たデータや飼育実験の結果などと比較をしながら、モデルを改良し、より精度の高い予測ができるように努めていきたいと考えています。

# 海産養殖魚が受ける地球温暖化の影響は？

## マダイの成長と温度の関係

はじめに

近年、国内の養殖魚は様々な点で注目されています。一点目として、トレーサビリティ（生産履歴追跡）による安全性の高さ、二点目として消費者の嗜好性調査に基づく育成法の発達、三点目として年・季節による海洋環境の変化に左右されない品質の一定性があげられます。もちろん、これらの点のすべてが達成されている養殖対象種はまだ少ないのですが、今後は多くの養殖魚類に拡大することが期待できます。

魚類の養殖業がこのようなポジティブな状況にありながら、地球温暖化は養殖業にとって大変困った問題です。これまで確立して来た魚類の育成技術は高温化に対応したものではないにもかかわらず、養殖漁場において夏季の最高水温が上昇傾向にあり、しかも、高温期が長期化しているからです。漁場の高温化に対応するには対象種の

高温下での成長特性や高温耐性に関する情報が不可欠です。

### マダイの高温耐性と高温時の生理的特性

生理的特性

国内で最も重要な養殖対象種のひとつであるマダイについて、高温時の生理的特性を調べました。マダイ稚魚の一日あたりの成長量と温度の関係を図1に示しました。マダイは天然ではおおむね25℃以下の海域に分布しますが、もつとも成長が速い温度は意外と高く29℃であり、食べる餌の量もこの温度で最大になることがわかりました（図2）。つまり29℃はマダイにとって「よく食べ、よく大きくなる温度」と言えるでしょう。マダイは意外と高温適応能が高いようです。成長制御に関係するホルモン（IGF、I）の血中濃度もこのことを支持しています。しかし、マダイ養殖が盛んな海域の夏期水温は29℃にせまる期間がすでに長期化して

いるようです。そして、

29℃のような高温では成長がよくても養殖現場では魚の代謝活性や運動活性が高すぎて「飼いにくい」という事実があります。例えば、餌料転換効率（与えた餌が体長増加に反映される割合）は24℃が最高でこの温度以上では低下してしまいます（図3）。せっかく消化吸収された餌の栄養分が高温では運動や呼吸で消費されるためと考えられます。さらにマダイは限られた空間内で飼育するとよくケンカし傷ついた個体が増えてしまい商品になりにくくなります。この傾向は高温ほど顕著です。場合によってはこの傷がもとで病気が蔓延するかもしれません





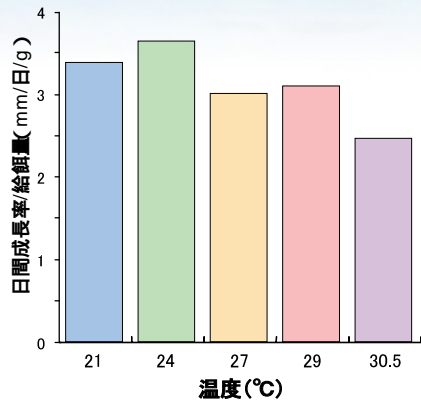


図3. マダイ稚魚の温度ごとの飼料転換効率 (成長率/給餌量)。

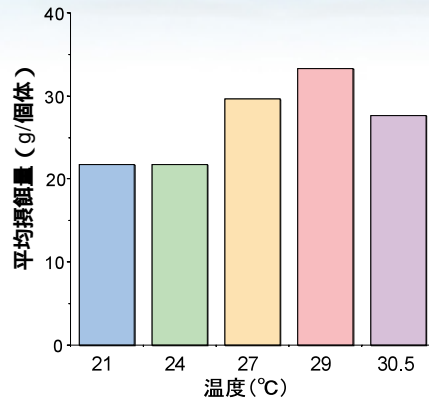


図2. マダイ稚魚の温度ごとの平均摂餌量。

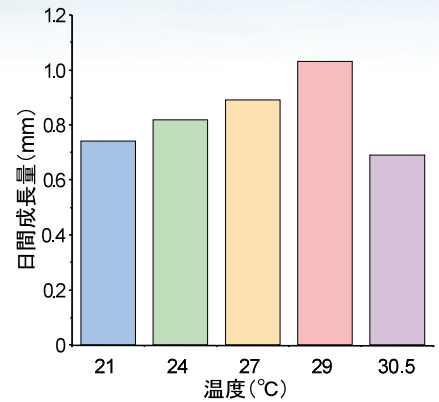


図1. マダイ稚魚の温度ごとの日間成長量。

ん。また、高水温では呼吸量が増加します。例えば、25 と 30 では1.8倍も消費酸素量が増加するという報告があり、夏季に一時的でも養殖漁場の潮通しが悪くなると酸欠による死亡が心配されます。

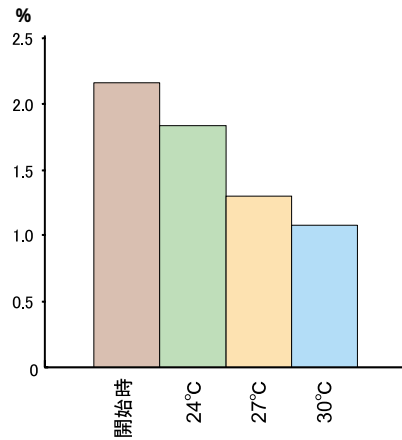


図5. マダイ稚魚における絶食時の体全体に占める脂肪割合の減少率。

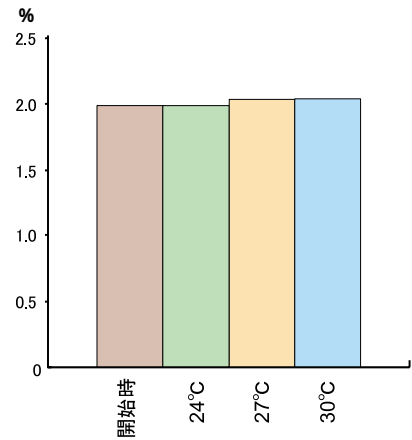


図4. マダイ稚魚における絶食時の胴体部に占める筋肉の割合の減少率。

高水温に対応するには？

高水温でマダイを絶食飼育すると体重が減少しますが、この場合、筋肉よりも脂肪の減少割合が高いことがわかりました(図4、5)。したがって、マダイを夏季の高水温に耐えさせるためには高水温になる前に脂肪を蓄積させておくことが有効かもしれません。以上のことから高水温時の影響を回避するためには、漁場水温の変化に注意すること、傷つけ合いを避けるため飼育密度を下げる、潮通しの状況や漁場の溶存酸素濃度に注意することなどの点が現場で取りやすい対策でしょう。さらにこれらに加えて、春から夏にかけてよく太らせること、特に脂肪の蓄積状況に着目する(ただし、ほどほどに)ことについて検討することが重要です。また、海域ごとの海水温変化の予測技術の発達や高水温耐性を有する系統の作出が今後の課題になっています。

最後に

ここでは、マダイについて述べましたが、寒海水性魚類においても大きな影響が考えられます。そこで'06年から寒海水性高級カレイのマツカワの高温耐性などを調べています。

# 50年前にも瀬戸内海に生えていた?! 温暖化の「先兵」マジリモク

大型褐藻ホンダワラ類の一種マジリモクはアラビア海沿岸域や中国南部、日本では南西諸島などに主に分布し、本来瀬戸内海に生えていない「南方系」の種類です。瀬戸内海でマジリモクが確認されたのは、瀬戸内海区水産研究所が長期にわたって藻場の調査を実施している広島湾口部の周防大島で、03年に初めて天然での生育が観察されました。この発見は従来のマジリモクの分布の北限記録を更新するものでした。南の海の高緯度地域が瀬戸内海で見つかったことで、当然ながら、近年様々な生物現象の異変を起している「地球温暖化」との関連を考えてしまいます。現に、広島湾では過去30年間に水温が0.6℃程度上昇しています。

ところが昨年、「研究の足しに」ということで、「向島の海藻1951」と銘打たれた冊子が、50年以上の歳月を経て瀬戸内海区水産研究所に送られてきました。この冊子は、当時中学3年生であった岡田宏さん（名古屋市在住）が夏休みの自由研究のため広島県尾道市・向島で採集した海藻の押し葉標本です。この中には、ヤツマタモク、ヨレモクなどの瀬戸内海で普通に見られる種に混じり、4葉のマジリモク標本（図2）が含まれていました。岡田さんの標本のマジリモクには生殖器官も形成されており、水温が上昇する以前の50年代の瀬戸内海にマジリモクが自生していた可能性が高くなりました。



図1.「向島の海藻」.

今回の岡田さんの標本は、「異変」に対する過敏な反応もまた慎むべきものであることを教えてくれます。もちろん、温暖化の実態把握と将来のための対策立ては緊急の課題ですが、全てをそれに帰結させると生物現象の本質を見誤るものとなります。また、沿岸域のモニタリングの長期継続と、生物情報としての標本を残しておくことの大切さを改めて感じさせられました。



図2.「向島の海藻」の中のマジリモク標本.

もちろん、温暖化の実態把握と将来のための対策立ては緊急の課題ですが、全てをそれに帰結させると生物現象の本質を見誤るものとなります。また、沿岸域のモニタリングの長期継続と、生物情報としての標本を残しておくことの大切さを改めて感じさせられました。





## 世界の海を駆けめぐる 水研センターの海猿 たか丸 森船長に「よーそろっ」!!

全国各地の研究所・さけますセンター・開発調査センター・栽培漁業センターから、地道に研究を行っている研究者やそれをサポートする職員を、毎回ピックアップしていくこのコーナー。連載第10回は、水産工学研究所の漁業調査船たか丸船長・森耕一さんを紹介いたします。同船は鹿島灘、房総沖から新島沖に至る海域において、水中テレビやソナーを使用して魚礁の効果を確認したり、小さな魚だけを逃がすことができる網の開発試験などのバックアップを担当しています。海の上でのお仕事とはどんなことをするのか、いろいろ聞きました。

# 人物往来

INTERVIEW

K O U I C H I M O R I

# 森

# 耕一



いざ！館山出港！銚子港へ！

小田…うーみは広いな大きい〜な〜！つと。2年半前に手探りで始めた「人物往来」のこのコーナーも、ついに祝10回達成！おめでとう（パーン）！！全国を旅しながらいろいろな人々に支えられ、なんとかか、かんとか続いております。インタビュをされると、みなとみらいの本部に転勤になるというジंकクスまで出来たとか…さて、記念すべき10人目のターゲットを探しに今回ワタクシがやってきたところは…

森…よろしくお願いします。私が、たか丸船長の森です。小田さんの噂は聞いております。どうか、お手柔らかにお願いします。

小田…いえいえこちらこそ…ってどんな噂を聞いているのだ…（謎）ま、それは置いておきまして、今回はたか丸のご協力を頂きまして、乗船インタビューをさせていただきます。

せていただきます。  
森…了解です。ところで、小田さんは船には酔わないですか。

小田…弱いです。

森…え!?（驚）でも、昔は船にも乗ってらっしゃったとか聞いてますけど。

小田…えーまあ、2日も乗ってれば慣れるんですけど、今日は久しぶりだし酔っぱらう前に、インタビュ終わらせちゃいましょ…（弱）では、船長のこれまでの経歴を…

森…はい。学校を卒業した年の昭和52年の7月に船舶予備員として採用され、最初に乗船した船は、水産庁の照洋丸でした。あのごとるマンボウで有名な…

小田…えっ（驚）…そうなんですか!?はあ〜

森…照洋丸の次に旧たか丸、白嶺丸、蒼鷹丸。その後、甲板員として、北光丸、俊鷹丸、さらに水産大学の練習船耕洋丸に乗船しました。そして、士官になるための勉強をして試験に合格し、平成9年からは航海士として若鷹丸、東光丸、白鷺に乗船しました。

小田…あの〜話が少し戻っちゃうんですけど、何で船乗りになろうと思ったのですか？

森…漁師の家庭に生まれたことが理由ですかね。親父が鯛のはえなわ漁船に乗っていて、よく手伝ったりしてたから、ごく自然な流れでした。

小田…なるほど…親父の背中を見て育った訳ですね。

森…話は戻りまして、それから、平成16年4月に現在のたか丸に船長として配属になり、今日に至っています。

小田…それじゃあ、最初に船長となった記念すべき船なんですね。

森…そうですね。

小田…そう言えば、たか丸の仕様をまだ聞いてなかったですよ。

森…はい、現在のたか丸は2代目であり、平成7年に竣工しました。

館山湾に錨泊する調査船たか丸



した。総トン数61トン、長さ29.5m、幅5.2m、喫水2.0m、主機関出力1,000馬力、航海速度12ノットです。この船はアルミ製であり、鋼船に比べ軽く出来ています。乗組員は私を含め4人です。

小田…あのー船の中の仕事ってどんなもの何でしょう？

森…甲板員の時代は、主に肉体労働がメインですね。さびうちの作業もよ



くやりました。

小田…さびうち？「親父！サビ抜きで！」お寿司かつ！

森…（汗）さびうちとは、船は鉄で出来ている部分が多いので錆を落としてペンキを塗る作業のことです。その他にも、漁労作業、舵取り、見張りなど、甲板員はいろいろやります。

小田…船の中の仕事って本当に大変そうですね…

森…そうですね。航海士になってからは主にブリッジが担当となり、航海に関するさまざまな仕事をやりました。

小田…ブリッジとは、飛行機で言うところのコントロールのことですね。

森…ハイ、そうですね。操舵室あるいは船橋とも言います。そこではワッチの仕事が一番大事な仕事であり、メインの仕事ですね。

小田…（黙）

森…すみません。ワッチというのは、日本語だと当直と言い、いわば船の操縦をする時間とも言いましょか。船は陸上の車などと比べると非常にスピードが遅いため、目的地まで24時間、常に航走していることが普通です。

小田…はい。わかります。

森…それで、大きな船には一等、二等、三等航海士と3人の航海士が配属されていて、それぞれ、4（ヨンパー）、0（ゼロヨン）、8（パーゼロ）の時間帯を受け持ち、安全な航海が出来るよう配慮しています。たか丸は航海士がいないので、私が常に見張りや操舵を行っています。



狭い機関室でメンテナンスをする機関長



航海の安全は見張りから

小田…乗組員が少ない船は大変ですね。船が小さいからといって、仕事の内容には変わりありませんからね。ところで、たか丸ではどんな調査を普段行っているのですか。

森…水中テレビやソナーを使用して、人工魚礁の設置効果を検証する調査をしたり、海水の成分などを測定して、自然環境の変化を把握する調査など、小さい船ではありますが、さまざまな調査に活躍しています。

小田…ほー。体は小さいが、仕事は大きいですね。

森…漁労作業も、底びき網、まき網、はえなわ、刺し網、釣り等多岐にわたる漁法が出来るので、網の開発試験なども実施しています。

小田…マルチな船ですね。

森…あとで、機関室のほうも見学してくださいね。小さい船のため、機関室の作業がものすごく大変なんです。

小田…どれぐらい狭いんですか。

森…膝を床につけないで歩くことが出来ません。

小田…ん？いったいどういう意味ですか。

森…匍匐（ほふく）前進てな感じですよ。

（…機関室へ）

小田…本当だあ。僕のように体の大きい人間は一回入ったら、二度と抜けられなくなりそうですね。

森…船は機関部職員の、日頃からのメン



新しく塗り替えられたファンネルマーク



テナンスがあるからこそ、安全に運航することが出来るんですよ。

小田：縁の下の力持ちですね。ところで、話は変わりますが、今まで船に乗っていて、うらやまを感じること何でしょうか。

森：仕事上の面では、天候に毎日気を使うことですかね。台風季節なんかは神経ピリピリですね。なかなか調査に出られなくて、調査日程を消化出来なかったり、また、無理して船を出して乗組員や研究員を危険な目に逢わせることも出来ないからですね。

小田：うっ、なんか、気持ち船が揺れてきたような…船酔いか。

森：プライベートの面では、なかなか家に帰ることが出来ないため、子育てを妻に任せっぱなしになってしまつことですね。

子供が小さい時には、よく人見知りされましたよ。

小田：わかるなあ、その気持ち。船乗りの辛いところですよ。逆に、いいところはありますか。

森：それはやっぱり、いつまで経っても新婚気分ですらわれるところですね。

小田：いいなあ。うらやましい。

森：それと、妻の存在のありがたみを感じるところですかね。いつも一緒にいるとなかなか気づけないことなんです。いざ、離れてみると、後でだんだんと感じてくるのですよ。

小田：うーん、いい話だな。是非、奥様に聞かせてあげないと。それでは、最後になりますが、今後の抱負を聞かせて頂けますか。

森：我々、船舶職員は、安全航海をすることがもちろん第一なのですが、それと同時に研究者の方々に、いかに調査しやすい環境を作るかということが私の使命だと感じています。これからもそういった調査船になるよう、研究者の方と常に会話をし、研究者の方の要望を取り入れていけるよう努力したいと考えています。

小田：そうですね。事務をやる職員、船を動かす職員、そして研究する職員すべての人がいてこそ、水研センターが成り立つ訳ですからね。これからも、安全航海第一でお願いしますよ！船長!! それでは、だいが、小生のバラストの具合も悪くなってきたようなので、このあたりで揺れの少ない部屋へ移動します、乗組員の皆さんありがとうございました。

#### PROFILE(プロフィール)

森 耕一(もりこういち)  
1959年3月5日(48歳)熊本県出身・  
魚座、血液型B型。  
熊本水産高校卒。家族は奥さんと二人の息子さん。ずっと単身赴任中。  
趣味はもちろんお酒を飲むこと。  
(森船長は4月1日付で遠洋水産研究所俊鷹丸に異動しました)



# 見えないジュゴンの声を聴く



ジュゴン (*Dugong dugon*) は、暖かい海に生息する草食性の哺乳類です(図1)。日本でも沖縄県に分布していますが、その個体数は非常に少なく、定置網や刺し網などへの混獲の影響が懸念されています。ジュゴンは陸上からの目視観察が非常に難しいうえ、これまで夜間の行動を確認する術がありませんでした。

水産総合研究センターでは、「ジュゴンと漁業の共存のための技術開発委託事業」により、京都大学、(株)システムインテック、ブーケット海洋生物センター、(社)日本水産資源保護協会と共同して、ジュゴンの発する音をたよりにその来遊や摂餌行動を確認できる装置を開発しました。AUSOMS-15(自動水中音モニタ装置)と名付けられたこの装置は、15日間のステレオ連続録音が可能で、ジュゴンの声だけでなく、その方向も記録することができます。その結果、特定海域への日周期的来遊や、夜間の摂餌場利用状況を観察することができるようになりました。また、ジュゴンが海藻を採食する音も確認でき、野生のジュゴンが、水中スピーカーから流した同種の声に応答して鳴き返す現象も認められました。



図1. タイ国タリボン島沖を泳ぐジュゴン (撮影 Surasak Thongsukdee).

本事業では、定置網や刺し網の漁場に本装置を応用することで、接近するジュゴンを事前に察知し、漁業者に警報を発するシステムの構築を目指しています。また、ジュゴンの声を水中に流すことで行動制御を行うことができるかもしれません。今後は、漁業と希少水生生物との共存を目指し、ジュゴンが鳴く頻度の特定や、データ一般への公開なども積極的にすすめて、さらに長期間で広範囲な調査を行うとともに、信頼性の高い観測手法確立に努めます。

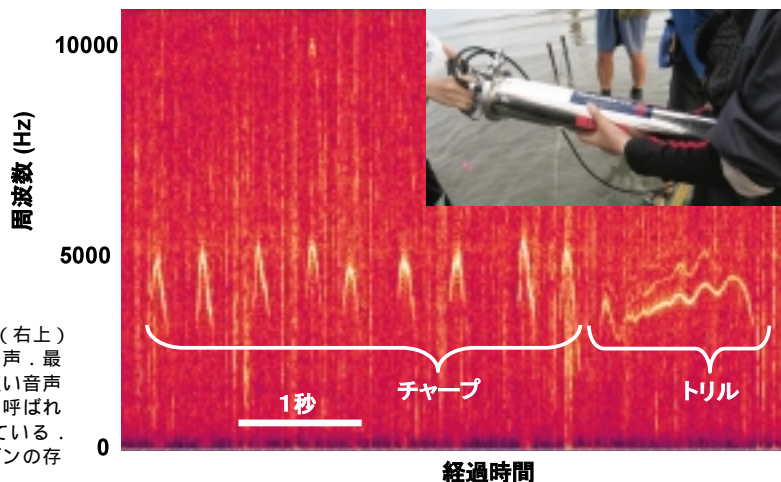


図2. 設置準備中のAUSOMS-15(右上)と、記録されたジュゴンの声。最初にチャープと呼ばれる短い音声が連続したあと、トリルと呼ばれる比較的長い音声が続いている。特徴的なこの音声はジュゴンの存在確認に有用である。

# カナダ・オタワ大学環境ゲノム高等研究センターとの在外共同研究 ヒラメ放射線雑種細胞の作製に成功



私（岡本裕之）は'05年9月から'06年12月まで、水産総合研究センター長期在外研究員制度を利用して、ヒラメのゲノム地図（遺伝子全体の地図）の新しい作製法を実施するため、オタワ大学環境ゲノム高等研究センター（CAREG）で在外研究を行いました。

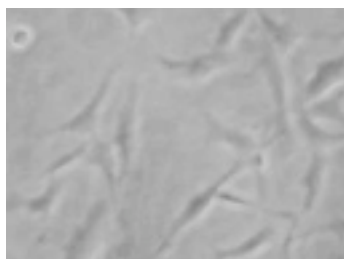
1848年に創立されたオタワ大学はカナダにおいても長い歴史を誇る大学の一つです。滞在したCAREGは、'00年に生物学部に設立された新しい研究施設で、環境ストレス物質が生物のゲノムにどのような影響を与えるかについて総合的な研究を行っています。主な実績としては、北極周辺の湖水の化学物質による汚染とその生物への影響に関する研究が知られています。私は魚類ゲノムの研究室で、日本の養殖魚では初となる放射線雑種細胞を使ったヒラメのゲノム地図の作製について研究を行いました。養殖魚のゲノム地図は、遺伝子情報を利用することで短期間に品種を育てようという新しい育種法の開発に大きく役立つものと期待されています。今回用いたゲノム地図の作製原理は、放射線照射によりヒラメの染色体を物理的にランダム

に分断し、その分断頻度から遺伝子間の距離を算出するというものです。放射線照射されたヒラメ細胞は、マウスなど別種の細胞との融合（雑種細胞となる）によってのみ生存可能となり、この雑種細胞中のヒラメの染色体の分断頻度を解析するだけで、より短期間に効率的にゲノム地図を作製することができるようになりました。ヒラメ細胞の特性をつかむのに時間がかかりましたが、放射線照射したヒラメ細胞とマウス細胞との間で雑種細胞を作製することに成功しました。

今後はこの技術を使用して、実際に多くの機能遺伝子や優良形質を識別できるDNA配列（DNAMarker）を載せたゲノム地図の作製を行う予定です。



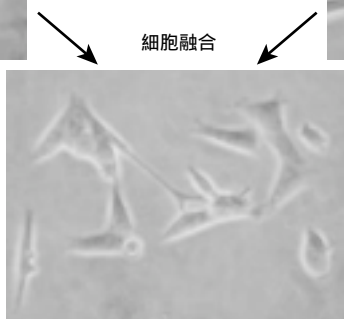
共同研究者のMark Ekker教授（右）と筆者（左）。



ヒラメ細胞



マウス細胞



ヒラメとマウスの雑種細胞

# 今こそ常識を破れ!! 効率的操業方式（ブイライン方式）の企業化を目指して



水産総合研究センターでは平成18年度から、海外まき網漁業（遠洋海域でかつお・まぐろ類をまき網で獲る漁業）の調査船日本丸を用いて、インド洋海域でブイライン方式と呼ばれる効率的漁法の企業化調査を開始し、操業パターンの探求等の調査を行っています。

海外まき網漁業では、目視やソナー等で漁獲対象となる魚群を発見し、その魚群をぐるりと網で囲んで魚を獲っています。使用する網は、長さ1.8 km、深さ200 mにも及ぶ大規模なものです。

通常的方式では網船（まき網漁船）に積んである小型艇を海上に降ろして網の片方の端を引っ張り張らせつつ、網船が網を海に投入しながら魚群をぐるりと囲むように航走します。

一方、ブイライン方式では、パラシュートのような形状で水の抵抗を受け海中の一定の場所にとどまる錨の一種であるシーアンカーを使用し、シーアンカーに網の片方を固定し、網船が網を海に投入し

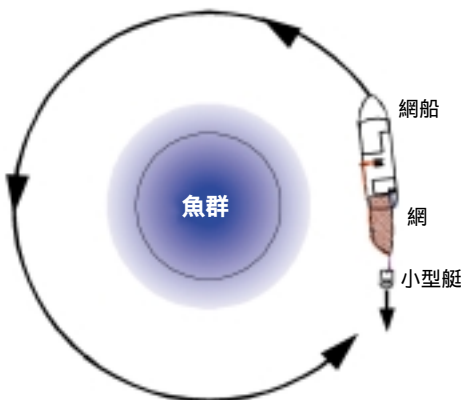
ながら魚群を囲むように航走する方法をとります。（この方式が開発されたノルウェーでシーアンカーが付いているこのラインをブイラインと呼んでいます）。

この漁法が確立すれば小型艇の建造費（5〜6千万円）やメンテナンス（200〜300万円/年）にかかる費用が不要となり、網を投入する際の人員（2名）も減少することからコスト削減が図られます。

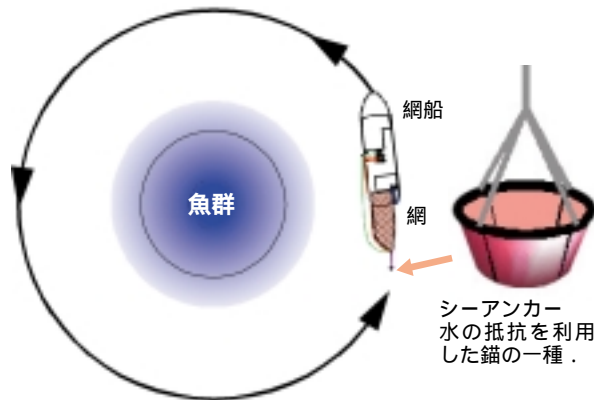
加えて、危険が伴う荒天時の小型艇による洋上作業が無くなることは安全性の向上にもつながることが期待されています。

平成18年度の調査では、ブイライン方式による操業システムの習熟を図り網の投入について問題無く行うことが可能になり、実際にインド洋でカツオやメバチマグロ、キハダマグロを漁獲することができました。今後漁獲物の取り込みにかかる時間の短縮等さらなる課題を解決することにより、効率的漁法の提言を行っていきたいと考えています。

通常的方式

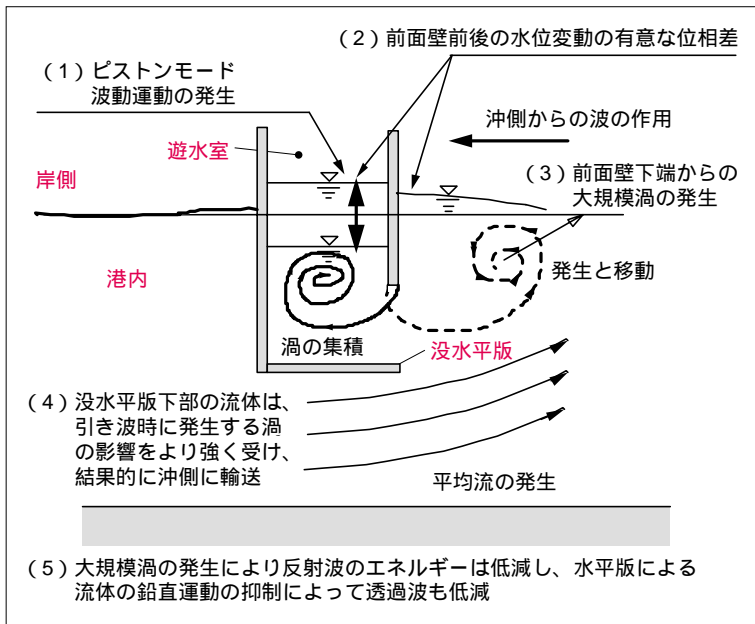


ブイライン方式





# 港内の水質環境を保全する消波堤 海水交換促進型消波堤



海水交換促進型消波堤の構造

遊水室内では、波による水塊の共振現象（ピストンモード）が起こります。その結果、施設前面壁の下部付近に強い渦流れが発生し、波から渦流れへとエネルギーが変換されます。この渦流れによって、通水部を介して漁港内から漁港外への流れが生成され、海水交換が図られる仕組みです。

本消波堤は港内水を港外へ排水して海水交換を図る方式で

漁港内など比較的静穏な水域の水質・底質は、海水の交換が悪いために悪化する傾向にあります。このような滞留海域の水質・底質環境の向上を図るため、海水交換を積極的に促進する海水交換施設の整備が進められてきています。波を利用する海水交換消波堤については、各種提案され、各地で実用化されています。これら施設は、港外水を港内へ導水して海水交換を図る

方式で、現場での効果調査によりその有効性が実証されています。

この度、高い消波性能と海水交換促進効果を併せ持つ施設として、新たに波運動を渦流れに変える遊水室型海水交換消波堤の開発に成功しました。この施設は、図に示すように消波堤に遊水室があり、それより下（没水平版の下）は、港内・外を通じるように穴あきの構造（通水部）となっています。

あり、港外から港内へ海水を導入する従来の海水交換消波堤とは全く逆です。主に貧酸素になりやすい港内底層の水を港外に排出すること、さらに遊水室内での共振現象によりばつ気、鉛直混合が促進されることなど、滞留水域の静穏度を確保しつつ貧酸素問題の解決を期待できる点に特長があります。消波機能については、通水部が深い場所にあるので港内への波の伝搬が少なく、幅広い周期帯で高い消波効率を持つので、コスト縮減への寄与も期待できます。

本消波堤の研究開発は、水産総合研究センター水産工学研究所と財団法人災害科学研究所沿岸新技術研究会（オリエンタル建設株式会社、極東工業株式会社、五洋建設株式会社、株式会社三柱、JFEエンジニアリング株式会社、積水化成工業株式会社、日立造船鉄鋼株式会社、復建調査設計株式会社、みらい建設工業株式会社で構成）の共同研究として実施しました。



# PICKUP PRESS RELEASE

## ピックアップ・プレスリリース

水産総合研究センターでは、  
機会あるごとにプレスリリースを行っています。  
その中からいくつかを紹介します。  
この他のプレスリリースについて興味のある方は、  
当センターのホームページのプレスリリースの  
項をクリックしてください。

<http://www.fra.affrc.go.jp/pressrelease/pressreleaseindex.html>



# 色落ちしにくいノリを簡単に判別できる遺伝子を発見

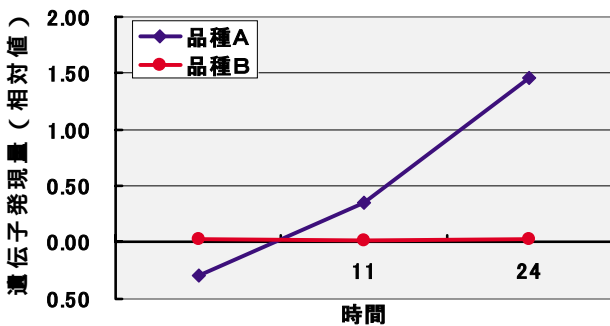
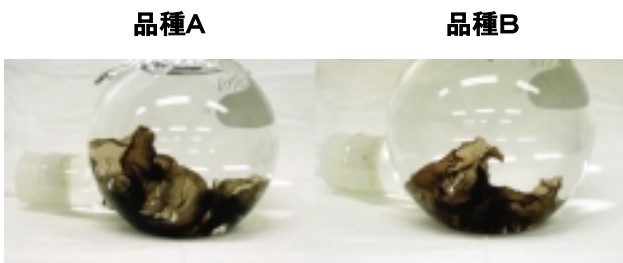


図1. ノリ品種間の遺伝子発現量の変化の比較



窒素欠乏状態で1週間培養



左側: 品種A

右側: 品種B

図2. 培養実験による品種間の色落ちの比較. 品質Bの方が色落ちしにくい.

**水** 産総合研究センターでは、水産庁から委託された「先端技術を活用した有明ノリ養殖業強化対策研究委託事業」において、ノリの育種素材としての蓄積と遺伝子機能の解析を行ってきた。その中で、福岡県水産海洋技術センター・有明海研究所、佐賀県有明水産振興センター、三重大学と連携して、窒素の不足によるノリの色落ちのしにくさをより短時間かつ簡単に予測する遺伝子を発見することに成功しました。

窒素が欠乏した状態でのノリの葉状体の遺伝子を一定時間ごとに解析した結果、時間の経過とともに発現量が増加する遺伝子と減少する遺伝子があることが明らかとなり、これら発現量が変化する遺伝子は、窒素欠乏による色落ちの予測に利用可能であることが予測されました。また、これらの

遺伝子発現の変化は窒素が欠乏した状態になってから24時間後までに確実に起こりました。これらの遺伝子群を用いてノリの品種間の遺伝子の発現量を比較した結果、品種間で大きな差が見られ(図1)、さらに、培養実験による品種間の色落ちの比較結果とも一致したことから(図2)、これらの遺伝子群はノリの品種間の色落ちの比較にも利用可能であることがわかりました。

今回開発された技術を用いることによって、色落ちしにくいノリ品種の簡便な選抜や育種への研究の進展が期待できます。また、原理的には、養殖場での色落ちの早期予測へも応用できる可能性があり、早期予測により早期収穫など色落ち被害の軽減に繋がることが期待できます。



# ゲノム情報を利用した養殖用 アワビ品種作出に向け大きく前進

## アワビのゲノム連鎖地図を作成

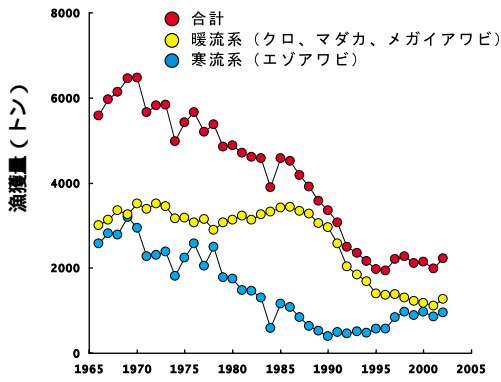


図1. 日本産アワビ漁獲量の推移.

**ア**ワビ類は高価格で流通している水産業上重要な目類ですが、近年その漁獲量は激減しています（図1）。また、アワビの漁獲量は、気候変動や乱獲の影響を受けやすく、漁業収入の不安定を招きます。そこで高品質で安定したアワビを供給するための養殖生産が期待されますが、特にアワビの成長の遅さがネックになり、国内ではごく小規模な養殖生産が行われているだけです。過去の研究例から、アワビの成長は遺伝的支配を受けているということが分かっています。成長に關与する遺伝子の位置を明らかにし、それらを目印とした効率的な選抜育種を行って高成長のアワビ養殖システムを作り出すことができれば、出荷までの養殖期間の短縮および質のそろったアワビの供給が可能になり、アワビ養殖の振興が期待できます。

本研究では、マイクロサ

テライトDNAと呼ばれる個体間で違いの大きい領域を目印としてエゾアワビのゲノム連鎖地図（染色体上の遺伝子の相対的位置を示す地図）を作成しました。得られた連鎖地図は18の連鎖グループから形成されました。ヒトを含め多くの動植物で、連鎖地図の雌雄間の違いが報告されています。本研究で雌雄別々に連鎖地図を作成したところ、やはりアワビでも連鎖地図の雌雄差がありました（図2）。当センターでは、この連鎖地図をもとに、アワビの優良形質（成長、耐病性、殻色など）をコントロールする遺伝子の位置を明らかにして、それらを目印にした選抜育種による養殖優良システムを作ることを目指し、アワビ養殖の振興に役立てます。

### 連鎖グループ1

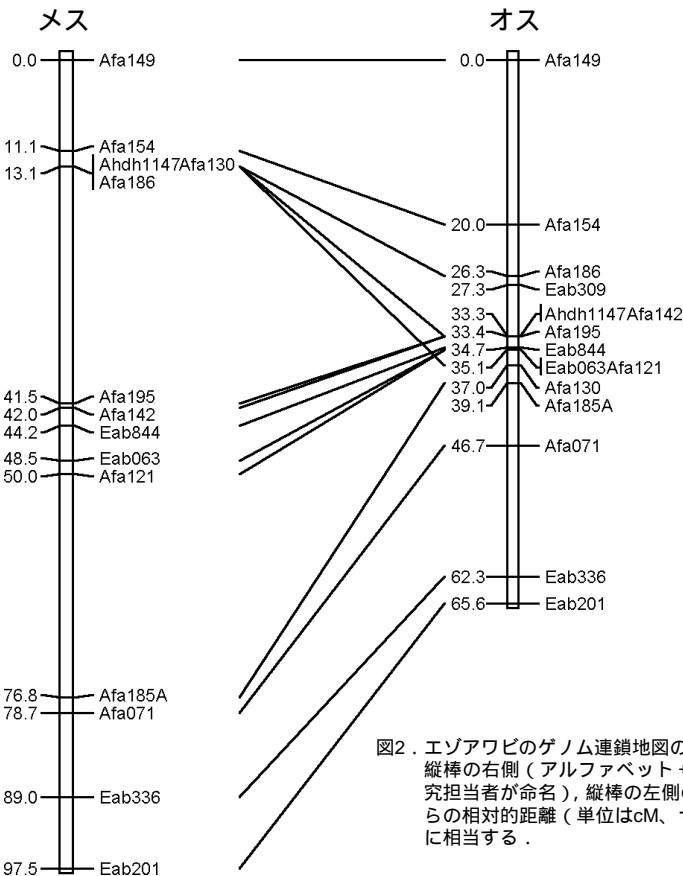


図2. エゾアワビのゲノム連鎖地図の一部（連鎖グループ1）。縦棒の右側（アルファベット+数字）は、調べたマイクロサテライトDNA領域の名前（本研究担当者が命名）、縦棒の左側の数字は、各マイクロサテライトDNA領域の原点（一番上）からの相対的距離（単位はcM、センチモルガン）。この連鎖グループ1は、18本の染色体の一つに相当する。

PICKUP PRESS RELEASE

# 水産研究交流・協力の覚書 (MOU) 締結

日 中韓三国が隣接する東シナ海およびその周辺海域の漁業資源を持続的に利用していくためには、水産研究を通じた科学的見地に基づき三国間が共通の認識の下、有効かつ適切な管理等に取り組むことが必要です。このような状況の下、'06年6月8日大韓民国釜山において開催された「日中韓における水産研究機関の機関長会議」の結果を踏まえ、独立行政法人水産総合研究センター、中華人民共和国水産科学研究院および大韓民国国立水産科学院と、去る12月26日中華人民共和国の北京において、日中韓の三国間共同の覚書（MOU）を締結しました。

その内容は、

増養殖研究、鯨類（イルカ類を含む）資源研究、気候変化が海洋環境変動及び水産資源の変動に及ぼす影響に関する研究、水産食品の安全性に関する研究、大型クラゲの共同研究等相互に関心のある分野について具体的な協力関係を発展させる。

水産分野の相互の発展を図るために各研究機関の刊行資料を相互に交換する。また、日中韓の共通水産関連用語集の刊行及び水産研究分野の研究者交流等を推進することとなります。

これにより、日中韓三国の水産研究分野における交流協力が大きく前進するとともに、日中韓三国が隣接する東シナ海やその周辺海域における漁業資源の管理方針の確立に寄与することが期待され、すでに大型クラゲの調査、駆除方法の開発等について協力を進めています。



左：朴院長（韓国）、中央：川口理事長、右：張院長（中国）



# まぐろ研究所の設立



**ま**ぐろ類は日本人に最も好まれる魚のひとつですが、世界的な健康志向の高まりによる魚食ブームを背景にまぐろ類の需要が急増しており、世界各地で資源量の減少が指摘されています。さらに、近年では養殖の増加による小型魚の漁獲等も問題となっています。

将来にわたって安全・安心なまぐろを安定的に消費者に供給するために、当センターと水産庁は、緊急かつ効果的にまぐろの研究を進め、まぐろ資源の持続的な利用を図るため、まぐろ資源の持続的利用のための資源管理の推進、積極的なまぐろ類増養殖の推進、漁家経営の安定化及び流通の改善、を柱にしてまぐろ関係の研究組織の連携を強化し、その機能を総合的にかつ強力に発揮するため、2月1日付けで仮想的（バーチャル）な研究組織として「まぐろ研究所」を設立しました。この研究所は当センターの本部並びに各研究所と栽培漁業センター及び開発調査センターの関係部門で構成し、理事長の命により組織横断的に活動するプロジェクトチームです。水産庁も増殖推進部の参事官をヘッドとしてこの研究所に参画し、得られた成果を行政施策に積極的に反映させることとしています。

この「まぐろ研究所」は4月から本格的な活動を開始するとともに、大学、民間機関等との連携を強化するために「まぐろ研究連絡協議会」を設置することとしています。

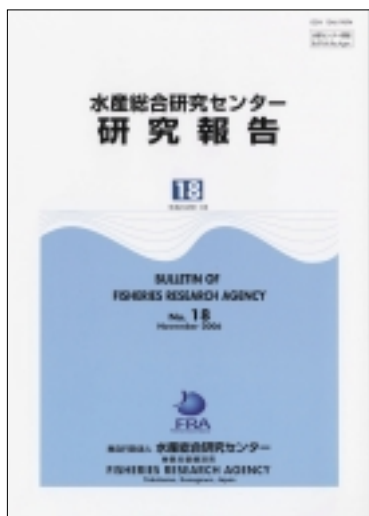
なお、ホームページは<http://www.fraaffrcgo.jp/tuna/17a>





# 水産総合研究センター研究報告 第18号

発行者：水産総合研究センター  
 発行時期：平成18年11月  
 問い合わせ先：業務推進部研究管理課  
 掲載内容：英文「魚類におけるビタミンKの分布と生理機能に関する研究」ほか2編  
 下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull-index.html>



# 報 刊 行 物 告 物

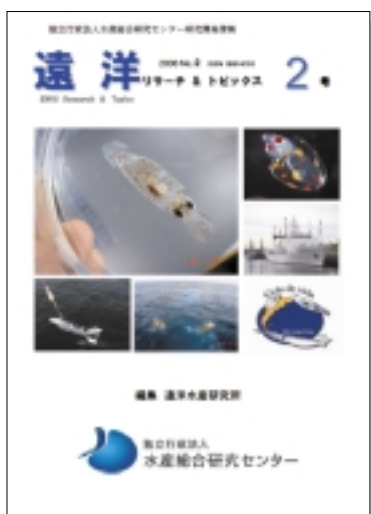
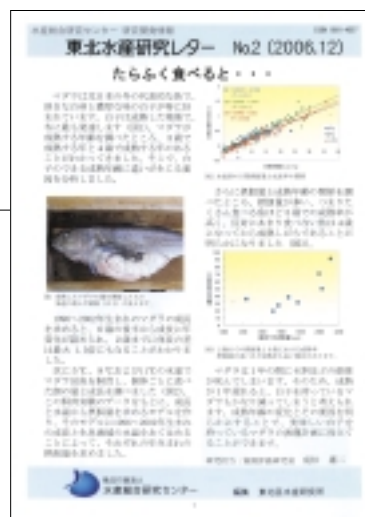


## 研究のうごき 第4号

発行者：水産総合研究センター中央水産研究所  
 発行時期：平成18年11月  
 問い合わせ先：中央水産研究所業務推進部業務推進課  
 掲載内容：中央水産研究所における平成17年度の主な研究成果  
 下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://nrifs.fra.affrc.go.jp/ugoki/>

## 東北水産研究レター No.2

発行者：水産総合研究センター東北水産研究所  
 発行時期：平成18年12月  
 問い合わせ先：東北水産研究所業務推進部業務推進課  
 掲載内容：東北水産研究所における研究の紹介など  
 下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/tnf/news.htm>



## 遠洋リサーチ&トピックス2号

発行者：水産総合研究センター遠洋水産研究所  
 発行時期：平成19年2月  
 問い合わせ先：遠洋水産研究所業務推進部業務推進課  
 掲載内容：遠洋水産研究所における研究の紹介など  
 下記ホームページで全文が参照できます。  
<http://fsf.fra.affrc.go.jp/enyor&t/r&t2.pdf>

今冬は日本の各地で例年と比較して積雪量が大幅に少なく、東京では3月になるまで初雪が観測されなかったなどのこともあり、地球温暖化が進んでいるとしてマスコミ等ですいぶん取り上げられました。当センターでは、このような気候変動が海洋環境や水産にどのような影響を及ぼすのかについての研究も進めています。今回「環境変動と水産研究」と題して、その研究の一部を紹介しました。また、昨年暮れに開催された日中韓三国の水産研究機

関の機関長会議により、水産研究交流および協力を推進するための三国共通の覚書(MOU)が締結されました。この覚書には、気候変化に伴う海洋環境変動および水産資源の変動に関する研究も含まれており、これらの研究が一層進展するものと考えます。このFRAニュースは当センターがどのような調査研究を実施しているのかを皆さんにお知らせする広報誌です。当センターへのご理解を深めていただくためにも、皆様方からの意見でより良く、よりわかりやすい誌面にしたいと考えていますので、ご意見・ご要望等ありましたら広報室までお寄せ下さい(H・H)。

おさかな チョット耳寄り情報 その10

## 本当の旬は春？

カキ(牡蠣、牡蛎)といえば養殖が有名です。世界中にカキの仲間は約200種が生息すると言われますが、日本で主に養殖されているマガキという種類は、暑さ寒さに強い上、大きくて味も良いことから海外にも輸出され、北米や、最近ではフランスでも盛んに養殖が行われています。ニューヨークのオイスタバーやパリの屋台で売られている生ガキも、もしかしたら先祖は広島生まれかもしれません。

日本のカキの生産量は広島県が最も多く、次いで宮城県、岡山県、岩手県の順となっています。宮古栽培漁業センターがある岩手県宮古市でも養殖が盛んに行われており、閉伊、津軽石の2大河川が流れ込む、滋養たっぷりの宮古湾で育ったカキは、味、品質共にトップクラスです。

冬ものと思われがちなかきですが、実は宮古のカキが本当においしいのは産卵前の4月、5月です。最近宮古では、この季節のカキの中でも特に大きく高品質なものを厳選し、「花見ガキ」と言う名前で売り出しました。つやつやとして大ぶりの身、薫り高く、こぼれんばかりのうまみと食感は極上の風味です。

さて、カキの命はぶるぶるした触感と薫り。加熱しすぎないように注意して、春の海の恵みをいただきます。



### 執筆者一覧

特集「環境変動と水産研究」	業務企画部	中田 薫
環境変動と水産研究	中央水産研究所 海洋生産部 海洋動態研究室	秋山 秀樹
海洋モニタリングとデータ蓄積の重要性	遠洋水産研究所 業務推進部 業務推進課	渡邊 朝生
黒潮統流域	中央水産研究所 海洋生産部 低次生産研究室	杉崎 宏哉
海洋環境変動と資源変動のキーエリア	西区水産研究所 海区水産業研究部 沿岸資源研究室	吉村 拓
動物プランクトンで見る20世紀後半の海	北海道水産研究所 亜寒帯漁業資源部	谷津 明彦
温暖化が藻場に及ぼす影響	東北区水産研究所 混合域海洋環境部 海洋動態研究室	伊藤 進一
水温とマイワシ資源の関係	北海道水産研究所 海区水産業研究部 資源培養研究室	安藤 忠
地球温暖化とサンマの予測モデル		
海産養殖魚が受ける地球温暖化の影響は？		
マダイの成長と温度の関係	北海道水産研究所 海区水産業研究部 資源培養研究室	安藤 忠
特集コラム		
50年前にも瀬戸内海に生えていた?! 温暖化の「先兵」マジリモク	瀬戸内海区水産研究所 生産環境部 藻場・干潟環境研究室	吉田 吾郎
研究開発情報		
見えないジュゴンの声を聴く	水産工学研究所 水産情報工学部 行動生態情報工学研究室	赤松 友成
カナダ・オタワ大学環境ゲノム高等研究センターとの在外共同研究		
ヒラメ放射線種細胞の作製に成功	養殖研究所 生産技術部 育種研究グループ	岡本 裕之
今こそ常識を破れ!!		
効率的操業方式(ブライイン方式)の企業化を目指して	開発調査センター 浮魚類開発調査グループ	大島 達樹
知的財産情報		
港内の水質環境を保全する消波堤 海水交換促進型消波堤	水産工学研究所 水産土木工学部 水理研究室	中山 哲蔵
おさかなチョット耳寄り情報		
本当の旬は春？	宮古栽培漁業センター	有瀬 真人





# FRA NEWS

Fisheries Research Agency News

## FRAニュース VOL.10

独立行政法人 水産総合研究センター  
〒220-6115

神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3  
クイーンズタワーB棟15階

TEL : 045 - 227 - 2600

FAX : 045 - 227 - 2700

ホームページアドレス

<http://www.fra.affrc.go.jp/>