

東北水研ニュース No.68

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000417

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.





独立行政法人水産総合研究センター
東北区水産研究所

東北水研ニュース No.68

平成17年1月
(平成16年4月～平成16年9月)



(A)



(B)

目次

【研究情報】	学会賞受賞の紹介.....13
アマモ場を守り育てる	【研究調整】
—「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術	連携・協力の促進と広報活動の強化につい
開発調査事業」の紹介—	て.....17
.....2	東北区水産研究所一般公開の報告.....19
一年間の大学生活 - 国内留学の思い出 -	【その他】
.....4	人事異動.....20
東北区水産研究所における特別研究員の研究	表紙写真の説明.....20
紹介.....5	あとがき.....21

【研究情報】

アマモ場を守り育てる

—「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」の紹介—

齊藤憲治

春から夏にかけて、あるいは台風などによる時化の後、浜辺に海藻ではない、まるでスキヤイネの葉のような鮮やかな緑色の植物の葉が打ち上げられていることがあります。これはアマモの仲間の葉がちぎれて漂ってきたものです。アマモ類は、花の咲く植物が海洋環境に適応したグループです。アマモ類はわが国の内湾域に広く分布し、ときには広大なアマモ場を作ることがありますが、近年の埋め立て、環境の変化等によって急速に減少していると言われています。アマモ類、またはアマモ場は直接的な水産上の経済価値をほとんど持っていませんが、いろいろな水産生物の生育場になったり、それ自体が環境の多様性や生産性を支えていたりします。だから、アマモ場の減少はさまざまな環境面での、または水産上の悪影響を及ぼすと予想されます。

そこで、アマモ場の減少に危機感を持った行政、NPO法人、市民団体などが主体となって、アマモ場等の藻場の再生への取り組みが各地で始まりつつあります。また、平成14年12月成立の「自然再生推進法」にもとづき、自然再生に関する施策を総合的に進めるための「自然再生基本方針」が平成15年4月に閣議決定されました。今後、自然再生を目的としたアマモ場造成の動きはさらに加速すると考えられます。

しかしながら、最近の研究成果によると日本沿岸域のアマモについては、遺伝的に同一でないことがわかってきています。別の遺伝的特性を持つアマモの播種や移植が行われれば、アマモの遺伝的多様性と地域特性が失われることが心配です。加えて、ある海域のア

マモの種子を植えつけた基盤を全国販売しようという動きがあるようなのですが、これらの行為について生物多様性保全の観点から指導する生物学的な根拠をはっきりとは持っていない状況にあります。

そこで水産庁は、平成16～18年度の3年間で、日本沿岸に広く分布するアマモ類を集めて分析し、遺伝子レベルの類似・相違度を調べ、アマモの遺伝的な多様性と地域固有性を確保するための基準を設けるための基礎的な調査をし、あわせて効果的にアマモ場を造成する方法などを調査検討する事業を立ち上げました。「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」と呼ばれるこの事業には、アマモ類の遺伝的多様性の解析調査とアマモ類の自然再生ガイドライン策定調査の2本の柱があり、水研センターはそのうちのアマモ類の遺伝的多様性の解析調査を担当します。東北水研の資源培養研究室はこの調査の主要部分と全体のとりまとめを担当しています。

本調査は以下の4調査課題（7小課題）からなっています。

1．主要海草類の分布調査

1-(1) 文献調査を主体とする主要海草類分布状況の把握

1-(2) アマモ類主要種の分布実態調査

2．アマモ類の集団解析

2-(1) アマモ類の遺伝学的研究の現状把握

2-(2) 遺伝子解析手法を用いた系群判別

2-(3) アマモ場造成地における遺伝的多様性調査

3．アマモ場の生態的特徴と機能に関する調査

3-(1) アマモ場の生態特性の把握

4. アマモ場造成手法の効率化

4-(1) 適地選定手法の高度化

「アマモ類主要種の分布実態調査」では、本年度は5水研16県機関（水試など）が参画し、全国的な調査体制が組まれました。このほかの課題にも、大学や公的な、または民間の調査研究機関の4機関が参画し、全体としては、25機関からなる大所帯です。来年度からはさらに、9県機関の参画が予定されています。東北水研でも、この事業への対応のため、特別研究員の加藤由実子さんをアマモ類の遺伝子解析の専門家として総合研究大学院大学から招き、新しい指標遺伝子の探索などの仕事をお願いしています。

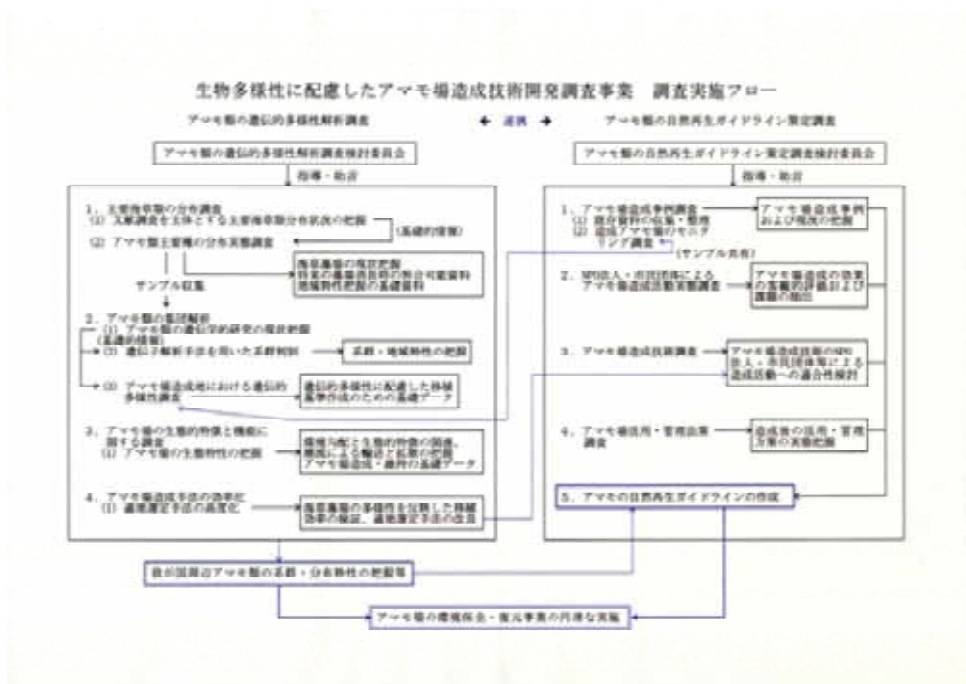
これらの機関を束ねて全体としての目標に向かって事業を推進し、なおかつ参画機関の所属する県にとってもメリットがあるような方向付けをするというのは、当初の予想よりはるかに大変な作業を伴います。幸いなことに、これまでのところは参画機関の協力のおかげで順調に調査が行われ、10月に開かれた平成16年度中間検討会でも、評価委員の先生方から高い評価をいただくことができました。

本調査をもとに、地方公共団体、NPO、市民団体、漁業団体、あるいは一般の人々によるボランティアでのアマモ場の環境保全・復元事業が促進されることを期待しています。

(海区水産業研究部資源培養研究室)



宮城県松島湾奥部のアマモ場



【研究情報】

一年間の大学生活-国内留学の思い出-

川端 淳

昨年度1年間東北大学大学院農学研究科水圏資源生態学研究室(大森迪夫教授)へ国内留学させていただきました。

目的は、蓄積した膨大なデータの整理と解析、考察を進め、学位請求論文としてまとめることでした。これまで、マサバ、マイワシ、スルメイカなど東北海域へ来遊する浮魚類の資源生態について調査研究を進めてきましたが、一連の研究成果としてなかなかまとめることができずにいました。今回国内留学の機会を与えられ、行政的な対応や雑務も多い水研から離れて、まとめることに専念することができました。

国内留学中は、これまでに蓄積された東北～北海道海域におけるスルメイカ、さば、いわし類についての調査船調査データや漁業データの解析を行い、これらの分布回遊生態や資源量推定について研究を進めました。とくに、近年、来遊資源量の変動が大きく、社会的影響の大きいスルメイカについて、漁場への来遊機構や、漁場域における分布生態、およびそれらと海洋環境や生物環境との関係について明らかにしました。そして、これに基づき、音響的方法による資源量直接推定手法を確立し、主要漁場である三陸北部海域におけるスルメイカ現存量を推定して経年変化を明らかにし、漁船CPUEや漁獲量との比較から妥当性も検証しました。これらの成果をとりまとめて学位論文とすることができました。

大学では、(八戸支所よりも)静かな南向きの研究室に比較的広いスペースを与えられ、十分に研究に専念することができました。文献の利用に当たっては、図書館が構内にある他、オンラインジャーナルも豊富に利用できました。別館や他大学からの複写利用も簡便、迅速でした。大学生協での書籍の割引販売もありがたいことでした。データの

解析、考察に当たっては、大森教授をはじめとする研究室の先生方から適切な指導や助言を頂きました。統計的な解析では、研究室の統計解析ソフトウェアを使用するなどして行うことができました。さらに、投稿論文の作成、学位論文のとりまとめに当たっては、とくに懇切丁寧にご指導頂きました。

受け入れ先の水圏資源生態学研究室の研究対象は、沖合域の魚類群集、生態のほか、沿岸浅海域から潮干帯の環境と生物群集、さらには河川の環境と生物群集など多岐にわたっており、水研ではあまり接することのない研究対象や方法、考え方に触れることができ、参考になりました。また、大学院生を対象とする大森教授の生物統計学の講義を聴講し、統計学に関する知識を高めることができました。

学生さんたちとの交流も楽しいひとときでした。残念ながら一回り以上も歳の差があったりして感覚のずれはしばしば生じ、少し寂しい思いもしましたが、反対にその感覚のずれが新鮮に感じられました。卒論研究の潮干帯における生物サンプリングに手伝いとして同行したこともありました。人力による地引き網など、大学ならではの体力勝負のサンプリングに久しぶりに触れて新鮮な思いがしました。と同時に翌々日は筋肉痛でつらい思いをしました。皆さんよくがんばって研究をまとめ、進路を決定し、無事卒論発表が済んだときには私も一緒になって安堵しました。

最後になりましたが、1年間暖かく受け入れて下さった大森教授をはじめとする東北大学水圏資源生態学研究室の皆様にご心よりお礼申し上げます。また、不在中の業務を肩代わりいただいた八戸支所資源生態研究室の方々、ご協力いただいた水産研究所の皆様にご感謝いたします。

(八戸支所資源生態研究室)

【研究情報】

東北区水産研究所における特別研究員の研究紹介

現在，当所には，東北水研ニュースNo.66で紹介した5名に加えて，さらに3名の方が東北区水産研究所特別研究員として雇用されましたので，この3名の方々のこれまでの研究の概要と今後の仕事についてご紹介します。

沿岸開発が瀬戸内海の海洋環境に 及ぼす影響に関する研究

舘澤みゆき

平成16年3月に広島大大学院を修了し，同年4月より混合域海洋環境部海洋動態研究室の支援研究員としてお世話になっています。当研究室では魚類成長モデル開発のための基礎海洋データのデータベース作成と長期変動解析を担当していますが，ここでは，3月までに行ってきた研究の一部を紹介させていただきます。

はじめに

我が国最大の内湾である瀬戸内海では，一日二回の干満差を伴う半日周潮が非常に卓越している。海域の中央部における干満差は3m近くにも達し，潮汐は成層強度や海水交換等の物理環境の基盤となっている。このような潮汐現象は，内湾の大きさに依存した海域の固有振動周期と外洋から入射してくる潮汐波との関係によりほぼ決まっている。

しかし，高度経済成長期以降，瀬戸内海の地形は，沿岸開発に伴う埋め立て，架橋工事，浚渫，護岸工事などによって大きく変化してきた。例えば，1965年から2001年までの埋め立て面積は，瀬戸内海の海域面積の約1.3%，すなわち淡路島の約半分に相当する。大規模な地形変化は，海域の固有振動周期を変化させ，潮汐にも影響している可能性があ

る。潮汐が変化すれば，海面変動が変化するだけでなく，それに伴う流れを変え，長期的には外洋水との海水交換などを通じて海洋環境全体に影響する可能性がある。しかし，潮汐はすでにかなり正確に予測できること等から，その変化に関する研究は少なく，瀬戸内海とその周辺域における潮汐の経年変化は未だ明らかにされていない。

そこで，本研究では，沿岸開発に伴う地形変化が潮汐を通じて瀬戸内海の海洋環境に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

瀬戸内海およびその周辺域の潮汐の経年変化

瀬戸内海およびその周辺域について1960年以降約40年間の潮位データを用いて最小自乗法により調和解析を行い毎年の調和定数を算出した。ここでは，特に振幅が大きい主要四分潮（ M_2 ， S_2 ， K_1 ， O_1 ）に着目してその経年変化を調べた。その結果，半日周潮（ M_2 ， S_2 ）に，以下の4つの海域，すなわち紀伊水道，大阪湾，備讃瀬戸と燧灘，安芸灘から豊後水道に分かれて明瞭な傾向がみられた。変化が大きくみられた大阪湾と備讃瀬戸における M_2 分潮の振幅の経年変化を図1に示す。大阪湾では1980年代後半までに約2cm減少し，それ以降やや増加している。

一方、備讃瀬戸と燧灘では約 4cm 増加し

て、1980 年代後半以降減少傾向にあった。

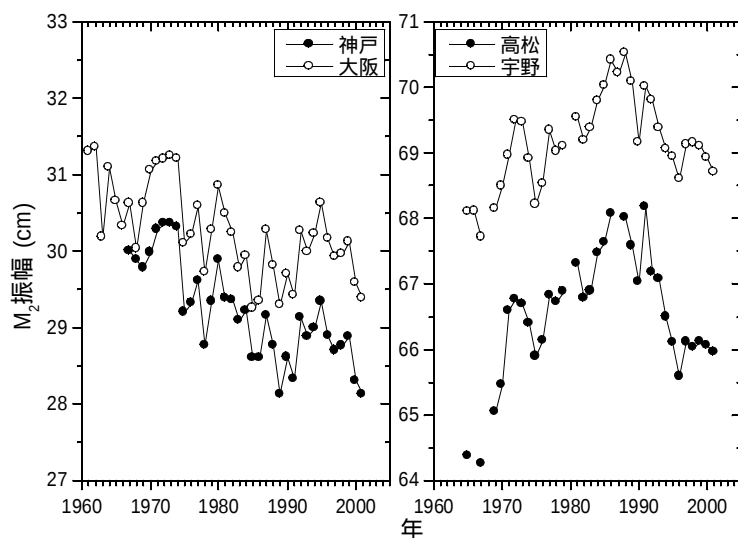


図 1 大阪湾（大阪・神戸）と備讃瀬戸（高松・宇野）における M_2 分潮振幅の経年変化

沿岸開発が瀬戸内海の潮汐に及ぼす影響

瀬戸内海の潮汐にみられた長期変化の主な原因について、入射潮汐波の変化、平均水位の変化、そして内海自身の地形変化について考察したところ、前者 2 つには対応する明瞭な長期変化が認められなかった。一方、地形は近年大規模に変化してきていたため、地形変化が潮汐に及ぼす影響を、瀬戸内海を紀伊水道から豊後水道までを一次元の水路と考えた一次元理論と 20km 格子の潮汐数値モデルを用いて考察した。

その結果、1960 年から 1980 年代後半までは、大阪湾と備讃瀬戸の埋め立てが海域の固有周期を短くする方向に働いて潮汐の共振を強める方向に働いたこと、また、1980 年代後半から 1990 年代半ばまでは、芸予諸島水域の架橋工事に伴う断面積の減少が、内海中央部の増幅を抑える方向に働いたことが明らかとなった。

潮汐変化が瀬戸内海水と外洋水の海水交換に及ぼす影響

瀬戸内海では 1970 年以降の約 30 年間で、冬季水温の高温化、夏季水温の低温化、塩分

の上昇という傾向が各地で指摘されている。これらの原因として、気象条件の変化、外海の水況変動の影響等が考えられる。しかし、瀬戸内海入口の豊後・紀伊の両水道では水温・塩分に上記の変化に対応するような傾向が認められず、未だにこれらの長期変化の原因は明らかにされていない。

一方、潮汐は近年変化してきており、潮汐変化が内海水と外海水の海水交換に強く影響している可能性がある。そこで、一次元拡散モデルに潮汐の変化を拡散係数の変化として取り入れてその影響を調べた。その結果、近年みられる潮汐変化は内海水と外海水の海水交換を高める方向に作用し、近年瀬戸内海で報告されている水温・塩分の変動傾向と同様の変化が示され、潮汐変化が海水交換にも影響している可能性が推論された。

潮汐の変化は最も振幅の大きな M_2 分潮でみてもたかだか数センチの変化である。しかし、過去数十年間の人間活動の行為は、瀬戸内海のスケールを一般に場所に固有と考えられている潮汐に明瞭な変化を及ぼすまでに変形させてきていた。このことから、潮汐の卓越した内湾域で地形変化を伴う沿岸開発を行

う際には、内湾全体、すなわち固有振動周期を決定している海域全体の海洋環境に及ぼす影響を考慮する必要があることがわかる。

この研究では内湾のみを扱っているが、より長い期間で沿岸域の海洋環境の変化をみるにはより広いスケールで海洋の変化を見ていく

必要がある。当研究室では、亜寒帯の親潮域というより広いフィールドを対象に研究が行われており、私もより広い目で海洋の変動をみたいと思っている。どうぞ宜しくお願い致します。

(混合域海洋環境部海洋動態研究室)

底魚類の資源生物学的研究 —東北太平洋沿岸産ヒラメの成長特性—

米田道夫

私は今年4月より海区水産業研究部沿岸資源研究室にて、東北太平洋沿岸産ヒラメにおける成長特性の解明を中心として研究に従事しています。ヒラメは我が国を代表とする高級魚の一種であり、太平洋北部沿岸域では毎年1500トン以上漁獲されている重要な漁業資源です。本海域では、ヒラメ資源の保護と持続的利用のため、年間500万尾以上の人工種苗放流と90年代から導入された漁獲規制(全長30cm未満漁獲物の再放流)が行われています。しかし、これらの活動にもかかわらず、近年の漁獲量は90年代後半に比べ約3分の2までに減少しているため、生物学的情報に基づいた資源状態の評価と資源変動機構の解明を行い、具体的な資源管理方策の策定と実施が急務となっています。成長は個体の繁殖投資や生残率などと密接に関わる重要な生物特性であるため、その理解を深めることは種の生活史戦略や個体群変動機構の解明のみならず、適正な資源管理の実施にもつながります。しかし、魚類の成長は、水温や餌条件などの物理、生物環境による影響を強く受けるとともに、個体特有の餌料効率や代謝など、成長に関連する諸特性も雌雄や地域間において異なることが知られています。このため私どもの研究室では、飼育実験により環境や個体群(遺伝)の影響を考慮した成長モデルの確立を目指すとともに、野外採集標本や海洋環境情報などから当該海域における天然個体群の

成長変動要因を明らかにすることにより、ヒラメにおける資源管理の向上や放流技術の高度化に寄与したいと考えています。

これまでの研究

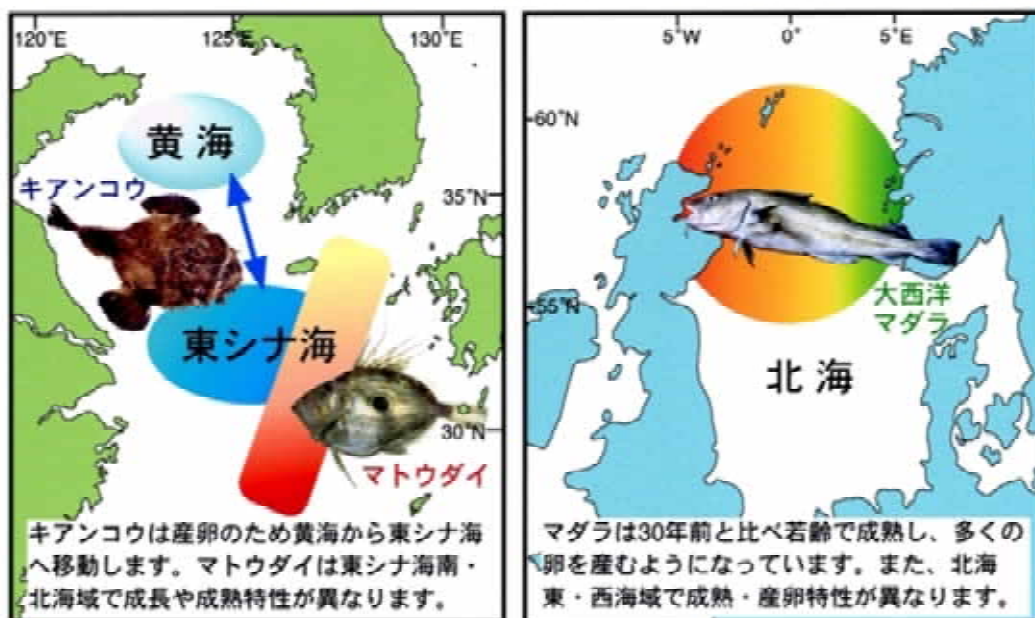
私は九州大学大学院で博士号を取得した後、同大学院研究生、日本学術振興会特別研究員(同大学院)、同会海外特別研究員(FRS Marine Laboratory, UK)を経ながら、東シナ海・黄海および北海周辺海域に分布する主要底魚類の資源生物学的研究を行ってきました。東シナ海・黄海と北海は、地理的に異なるとはいえ、広大な大陸棚を有する国際漁場であること、長年にわたる高い漁獲圧力により底魚資源が枯渇、低迷していることなど、いくつかの共通点があります。しかし、両海域には国際的資源管理の実施という点において明確な違いがあり、北海周辺海域における国際共同調査に基づいた資源状態の把握、主要魚種の生物データの整備とその共有、各国研究者で構成される様々な研究プロジェクトやワーキンググループなどを照らし合わせてみると、我が国周辺海域にはまだ多くの課題が残されていることを痛感します。このように、自分自身の研究課題の遂行のみならず、国際的視点で水産資源学に接することができた経験は、私にとってのかけがえのない財産であり、それを糧として今後さらに研究を発展させていきたいと思っています。

私が東シナ海・黄海および北海周辺海域で行った研究を簡単に紹介します。

東シナ海・黄海では、キアンコウ、マトウダイ、クロエソ、キダイ等を対象として、年齢・成長、成熟・産卵、分布・移動などの生物特性の解明に取り組みました。研究を遂行する上で最初に直面した問題は、当該研究で一般に用いられている手法、すなわち魚市場の水揚げ物のみによるデータ解析では、各魚種における生物特性の詳細を把握できないと感じたことです。このため、西海区水産研究所や以西底曳網漁業会社の協力を得て、トロール調査の参加や商業船の便乗などを利用することにより、各魚種の分布範囲のほぼ全域から、季節や時間帯（昼夜）の異なる標本を採集することができました。その結果、キアンコウは秋～冬に越夏場である黄海から産卵場のある東シナ海へ移動すること、マトウダイの成長や性成熟には水温勾配にともなう地理的変異が認められることなどを明らかにするとともに、エソ類の成長特性やキダイの成熟

・産卵特性を再検証し、それら魚種の既往知見には再考の余地があることなどを報告してきました。

一方、北海周辺海域では、資源量が著しく低迷している大西洋マダラについて、漁業活動や環境が成長・繁殖特性に与える影響を野外採集や飼育実験により調べました。その結果、北海北西海域の近年のマダラは、資源量が高水準であった約30年前に比べ、個体の栄養状態が悪くなっているのにも拘わらず、小型・若齢で成熟し、多産であることが明らかとなり、長年にわたる高い漁業圧力がそれら生物特性の変異を招いた一因であることを示しました。また、北海北方海域におけるマダラの生殖特性には明確な地理的変異が認められることに加え、水温や餌条件が初回産卵魚の成長、成熟・産卵開始時期、孕卵数、精子運動などに及ぼす影響を明らかにし、若齢化した産卵親魚群の再生産力と環境との関係について考察を加えてきました。



東シナ海・黄海産キアンコウとマトウダイ（左）および北海産大西洋マダラ（右）における生物特性

最後に

以上紹介しましたように、私はこれまで様々な環境、対象魚種、背景などの中で研究を進めてきましたが、いずれの場合においても平坦な道のりではなく、多くの方々の適切な指導、温かい協力や激励などに助けられ、ここまでたどり着くことができたと思っています。東北太平洋沿岸産ヒラメにおける成長特性の解明は、私にとって初めての研究課題ですが、これまでの経験や知識を生かす絶好の機会であり、新たな解析技術や知識の習得、所内外の方々との情報交換などを通じて、水産資源学研究に対してのさらなる理解へつながりたいと思っています。

主要学術論文

Yoneda & Wright (2004) Temporal and spatial variation in reproductive investment of Atlantic cod *Gadus morhua* in the northern North Sea and Scottish west coast. Mar. Ecol. Prog. Ser., 276: 237-248.

Yoneda et al. (2002) Spawning migration of the anglerfish *Lophius litulon* in the East China and Yellow seas. Fisheries Sci., 68(Supl. 1): 303-306.

Yoneda et al. (2002) Age and growth of John Dory, *Zeus faber* (Linnaeus, 1758), in the East China Sea. ICES J. Mar. Sci., 59: 749-756.

Yoneda et al. (2002) Reproductive cycle, spawning frequency and batch fecundity of the whitefin jack *Kaiwarinus equula* in the East China Sea. Fish. Res., 57: 297-309.

Yoneda et al. (2002) Age and growth of the lizardfish *Saurida* sp. 1 in the East China Sea using otolith ring marks. Fish. Res., 55: 231-238.

Yoneda et al. (2001) Reproductive cycle, fecundity, and seasonal distribution of the anglerfish *Lophius litulon* in the East China and Yellow seas. Fish. Bull., 99: 356-370.

Yoneda et al. (2000) Sexual maturation, annual reproductive cycle and spawning periodicity of the shore scorpionfish *Scorpaenodes littoralis*. Environ. Biol. Fish., 58: 307-319.

Yoneda et al. (1998) Reproductive cycle and sexual maturity of the anglerfish *Lophiomus setigerus* in the East China Sea with a note on specialized spermatogenesis. J. Fish Biol., 53: 164-178.

Yoneda et al. (1998) Ovarian structure and batch fecundity in *Lophiomus setigerus*. J. Fish Biol. 52: 94-106.

Yoneda et al. (1998) Age and growth of the anglerfish *Lophiomus setigerus* in the East China Sea. Fisheries Sci., 64: 379-384.

Yoneda et al. (1997) Age and growth of anglerfish *Lophius litulon* in the East China Sea and the Yellow Sea. Fisheries Sci., 63, 887-892.

Yoneda & Wright. Manipulation of feeding and environmental temperature reveals the trade-off between growth and reproduction in first-time spawning Atlantic cod (in submitted).

Yoneda & Wright. Effect of temperature and food availability on reproductive investment of first-time spawning male Atlantic cod *Gadus morhua* (in submitted).

Yoneda et al.. Spatial variations in growth and sexual maturity of John Dory *Zeus faber* in the East China Sea in relation to temperature gradients (in submitted).

(海区水産業研究部沿岸資源研究室)

日本沿岸における海草アマモの遺伝学的解析

加藤由実子

はじめに

私は平成 16 年 7 月 1 日から東北水研にて、水産庁委託事業「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業、アマモ類の遺伝的多様性解析調査」に従事しております。事業の概要につきましては、本誌の中に斉藤資源培養研究室長による紹介がありますので、ぜひそちらをご参考いただきますようお願いいたします。ここでは、私が博士論文で行ったアマモ研究を紹介しながら、アマモの面白さと重要性についてお伝えできればと思います。

海草の特徴

先ほどから登場しているアマモは、汽水域や沿岸域に生息しています。単子葉植物である海草の一種です。海藻サラダが通称として海草サラダとよばれることがあります。生物学的に海草と海藻は異なります。海草の進化的な位置づけは、動物界でいうと海に帰ったクジラやジュゴンと似ていて、陸上植物が陸上生活から海中生活に適応進化したと考えられている植物です。

現代の日常生活では、船のモーターにアマモが絡むこともありますので、厄介もののイメージが強いかもしれませんが、しかし、一昔前は、実用品として利用されていたようです。江戸時代から明治にかけ、肥料として売買されていた記録があります。大船渡市立博物館には海草で作られた漁師のスカートが展示されています。また、最近の研究から、海草藻場は地球環境の中でも重要な役割を果たしていることが分かってきました。二酸化炭素の吸収源として大きな割合を占めることが示されています。また、有機物を吸収するため、海洋環境の浄化に役立っています。海中の葉上部、地下の根茎部は、ともに多様な生物の生息場です。一生を暮らすものもいれば、産卵場や幼魚の生息場として一時的に利用する

生物もいます。

日本沿岸における海草の生息分布

私たちに身近な日本沿岸域は、海草について際立った特徴があります。それは、世界的にみても海草の種多様性が高いホットスポット地域とみなされている事です。例えば東北地方ですと、砂泥地にはアマモに加えてコアマモ、スゲアマモ、タチアマモ、オオアマモ、およびウミヒルモの生息がみられます。岩礁には、北日本に生息するスガモがみられます。このうち、アマモは北半球汎存種で太平洋、大西洋、地中海や黒海にまで生息分布域が広がっています。一方、スゲアマモ、タチアマモ、およびスガモは日本沿岸域、朝鮮半島付近にのみ生息する東アジア温帯種の固有種です。また、コアマモ、オオアマモも元来固有種でしたが、人為的な移動のため、最近になって西アメリカ沿岸でも生息がみられるようになったと考えられています。つまり、汎存種と固有種が日本沿岸域には生息しているのです。なぜ、このように種多様性が高いのでしょうか？

日本沿岸のアマモの遺伝的特徴

この不思議な日本沿岸域の海草の生息分布の由来をたどるため、私はDNA塩基配列を指標に、海草の遺伝的多様性について研究を行いました。ここでは、現在取り組んでいる委託事業に関連して、アマモの研究結果について報告します。固有種タチアマモと比較しながら、汎存種アマモについて調べました。

具体的な結果を示す前に、まず研究方法のあらましについて紹介します。収集したサンプルからDNAを抽出し、DNA塩基配列を決定しました。塩基配列の比較から、異なる遺伝子のタイプ（ハプロタイプ）を検定し、各ハプロタイプの系統関係を表わす系統樹を推定しました。次に、地域内と地域間の遺伝的多様性

を比較し、種全体の多様性がどのような仕組みで維持されているのか（たとえば、各地域が個性を持っているのか、広い領域で地域の区別なく多様性が維持されているのか等）、どの程度の年月をかけてこの多様性が形成されてきたのかを推定しました。多様性の生成に費やされた時間や遺伝子の系統関係を明らかにし、生息分布の歴史を推測することは、日本沿岸域に生息する海草の有用な情報を与えると考えられます。

実際に、私たちのグループでは、太平洋側、日本海側の沿岸および韓国沿岸の 15 地域から、アマモとタチアマモを採集しました。汎存種のアマモについては、日本沿岸域の多様性と比較するため、北アメリカ大陸西海岸（アメリカのシアトルとメキシコのエンセナダ）からのサンプルも解析に加えました。解析に用いたサンプル数は、アマモ 29 個体 58

染色体、タチアマモ 10 個体 20 染色体です。*phyA* 遺伝子領域約 1500 塩基の配列決定を行ったところ、アマモでは 16 ハプロタイプ、タチアマモでは 6 ハプロタイプが検出されました。22 のハプロタイプの塩基配列に基づき、最大節約法と呼ばれる方法を用いて系統樹を推定しました（図 1 の左図）。表記を簡便にするため、ハプロタイプを番号で表わしています。合計 22 ハプロタイプの塩基配列を比較すると、アマモとタチアマモ両種にて、共通に塩基が変化している箇所は一つもありませんでした。それぞれの種内における配列の多様性は、種が分岐してから生じたものと考えられます。アマモの 16 のハプロタイプは、系統樹の上で 2 つの大きなグループが存在しましたので、A グループ、B グループと名づけました。

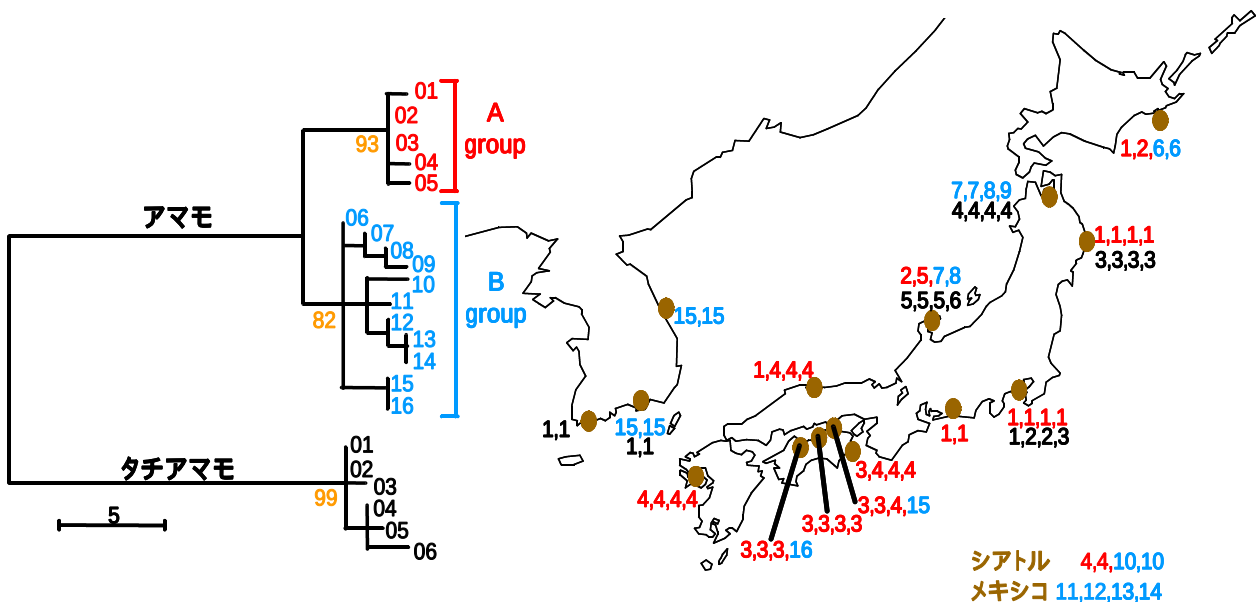


図 1（左）アマモとタチアマモのハプロタイプ系統樹。最大節約法で系統樹を推定した。アマモの A タイプを赤色、B タイプを青色、タチアマモのハプロタイプを黒色で示した。（右）ハプロタイプ分布図。2 段のうち、上段がアマモ、下段がタチアマモである。

図1の右の地図には、それぞれの地域から検出したハプロタイプを図示しています。数字が2段で示されている地域は、アマモとタチアマモの両方が採集された地域で、上段がアマモ、下段がタチアマモのハプロタイプです。両種にはハプロタイプの地域分布に違いがあります。タチアマモは、アマモと比べて、各ハプロタイプが地域特異的となる傾向が強いと考えられます。一方、アマモでは、Aグループに属するハプロタイプ(Aタイプ)は日本沿岸の太平洋側に、Bグループに属するハプロタイプ(Bタイプ)は比較的高い頻度で日本海側に偏って検出されました。ところが、太平洋側の北アメリカ大陸西海岸では、日本沿岸で太平洋側に優先的に見つかったAタイプではなく、日本海側優先であるBタイプの頻度が高くなっています。しかも、北アメリカ大陸西海岸の5つのBタイプ(ハプロタイプ10から14)は日本沿岸で観察されたいずれのBタイプとも異なり、地域特異的なハプロタイプの様です。系統樹の上でもこの5つのハプロタイプは一つのグループを保っていることから、北アメリカ大陸西海岸に存在した共通祖先から由来したことが示唆されます。

また、葉緑体遺伝子のデータから得たアマモとタチアマモの分岐年代の推定値を利用したところ、アマモのAタイプとBタイプの分岐時間は140万年前と推定されました。

沿岸域における豊かな環境の創造を目指して

アマモおよびタチアマモの移動が、地域間で自由ではなく制限があるため、遺伝的な地域特異性ができあがったと考えられます。言い換えれば、種内多様性は、各地域の特異性により支えられていることを示しています。種全体の多様性の維持には、各々の地域の海草藻場の存在が欠かせないことに他なりません。また、アマモの種内多様性が約100万年かかってできたということは、もし失ってしまえば、回復するのに100万年という時間が必要だといえるでしょう。

海草は海の中に生息していることもあって、生息状況がまだ不明な地域もあります。多くの方々に、海草について関心を持っていただくことも、アマモ研究の発展とともに、沿岸環境の保全につながる大きな原動力です。オーストラリアやアメリカでは、市民による海草藻場のモニタリング活動が広がっています。世界的にも種多様性の高い日本沿岸域ですから、地元沿岸の海草を見つめてみるのはいかがでしょうか。

参考文献

加藤由実子，颯田葉子: *phyA* 遺伝子の塩基配列に基づくアマモの集団遺伝学的解析—日本沿岸域の海草の多様性と起源に関する考察. 海洋と生物 153, 26(4): 322-329, 2004

(海区水産業研究部資源培養研究室)

【研究情報】

学会賞受賞の紹介

2004年度日本海洋学会岡田賞を「西部北太平洋におけるハダカイワシ科魚類の生態に関する研究」で当所混合域海洋環境部特別研究員の空雅利氏が受賞し、平成15年度日本水産学会論文賞を「Characteristics of the distribution of bacteria, heterotrophic nanoflagellates and ciliates in Hiroshima Bay in summer」で当所海区水産業研究部神山孝史氏が受賞しました。

ここでは、学会賞を受賞されたお二方の研究成果の概要を紹介します。

日本海洋学会岡田賞 空 雅利

この度、「西部北太平洋におけるハダカイワシ科魚類の生態に関する研究」という研究題目で日本海洋学会から岡田賞を頂きました。大学院時代の指導教官である川口弘一先生をはじめ、東京大学海洋研究所の方々、船上での苦楽を共にした大学院生、そして特別研究員として迎え入れて頂いた東北水産研究所の皆様には心からお礼申し上げます。

東京大学海洋研究所の川口弘一教授の元に修士課程の大学院生として入学して以来、このハダカイワシ科魚類という深海魚の生態研究を行ってきました。この研究を始めて今年が10年目になります。学部学生の頃は抗生物質の合成研究という海洋学とは全くかけ離れた研究をしておりまして、大学院に入って初めてこのハダカイワシという生物を目にし、その研究に携わることになりました。当然この研究を始めた当初は、サイエンスとして、何が重要で何がおもしろいのか、今となっては恥ずかしい話ですが、その本当の研究の意義をまだ理解しないまま、まずはこの魚類を種毎に分類する作業から始めました。と同時に、これまでに蓄積された知見から、徐々に自分なりにこの魚類について理解していくことになりました。

一般的に「ハダカイワシ」と呼ばれますが、この魚類は全世界で約250種、日本周辺海域に

はそのうち88種も生息しています。多くの種が中・深層と表層の間で日周鉛直移動を行うのが特徴です。この魚類は外洋生態系において、カイアシ類やオキアミ類など動物プランクトンの捕食者として重要であり、さらに海鳥類、イルカやオットセイなど海産哺乳類、大型のイカ類、そしてタラやサケ・マス、マグロなど大型魚類といった、より高次の大型生物の餌として非常に重要です。また、マイワシやサンマといった水産的に重要な小型浮魚類と同様な餌生物を捕食することによる、餌を巡る浮魚類との競合関係、直接浮魚類のシラスを捕食することによる捕食-被食関係、といった相互関係が推測されています。しかし、このような重要性を述べた研究はたくさんあっても、定性的なものが多く、定量的につかんだ研究は世界的に見ても数が少ないのが現状でした。また、生態系内でのエネルギーの流れ、炭素の循環を解明していく上で、この魚類がどのような一生を送っているのか、つまり、いつどこで生まれ、どのように成長して繁殖し、老いて死に至るかという生活史に関する研究も必要になりますが、生活史の知見というのはさらに少なく、また断片的であるのが現状で、この魚類が外洋生態系の中でどれくらい重要なのかを評価できていないように思われました。私は西部北太平洋に生

息するハダカイワシ科魚類の基礎的な生態に関する知見の少なさを認識し、まずは、亜寒帯域から移行域に生息する種を研究材料に選び、非常に基礎的な生態を理解することから始めました。

まず、1) この魚類の特徴でもある日周鉛直移動のパターンを種毎に把握し、2) どのような餌生物をどれだけ捕食するのかを種レベルで定量的に把握する。そして、3) それぞれの種がどのような生活を送っているのか、生活史を追っていく。この3つを研究課題とし、それぞれの課題を関連づけることにより、この魚類の生態を深く理解し、外洋生態系の役割と重要性をはっきりさせることを研究目標としました。詳しい研究内容と研究成果については昨年東北水研ニュース(2003, No.66, p11-13)で紹介させて頂きましたので、ここでは割愛しますが、これらの研究、特に日周鉛直移動や摂餌生態に関する研究は、海洋の物質循環や生物ポンプの理解にも寄与するものですし、生活史の研究から明らかとなりつつあるハダカイワシ科魚類の回遊についての知見は、この魚類がどのように進化してきたのかを理解する上でも重要であると考えています。現在、この3つの研究の柱に加え、本科魚類の個体数の経年変動という課題につ

いてもデータの蓄積を始めています。個体数変動は、何らかの海洋環境の変動が、それぞれの種の生物学的特性に影響し起こったものと考えられますので、この変動の理解には、始めに立てた3つの課題との結びつきが非常に重要となってきます。また、他の生物、特に小型浮魚類との競合や捕食-被食といった相互関係が明らかとなってくれば、地球規模で起こる気候変動によって引き起こされるマイワシなど浮魚類をはじめとする海洋生物の資源変動のメカニズム解明にも寄与するはずですし、私自身、今後この課題に取り組んでいきたいと考えています。

私の研究全般に言えることですが、このような生態研究には海洋の物理環境の理解、また化学的な手法や考え方が必須ですので、積極的に分野を越えた連携をとり、研究をよりおもしろいものにしていきたい、そしてこういった研究によって、このハダカイワシ科魚類の生態系における役割とその重要性が、より明確に浮かび上がって来るものと信じて研究を続けていきたいと思っています。今後とも皆様のご指導よろしくお願い申し上げます。

(混合域海洋環境部高次生産研究室)

日本水産学会論文賞 神山孝史

論文名: Characteristics of the distribution of bacteria, heterotrophic nanoflagellates and ciliates in Hiroshima Bay in summer [Fisheries Science 2003, 69(4), 755-766]

著者: 神山孝史, 有馬郷司, 辻野 睦

受賞論文は、これまで情報が少なかった内湾域漁場での細菌群からそれを餌とする鞭毛虫類や繊毛虫類等の原生動物へのエネルギーの流れについて、神山室長が専門とする動物プランクトン研究で培ってきた研究手法を駆使して明らかにしたもので、新たな情報の提供は勿論のこと、研究の着眼点、調査デザイン、調査結果の解析・考察・表現力等が総合

的に評価されたのだと思います。神山室長は現在、マガキ養殖場の生産性にかかわる原生動物等の微小動物プランクトンの役割の解明にあたっており、今後も漁場診断や適正養殖規模の推定等に役立つ成果を出してくれるでしょう。

(海区水産業研究部長 佐古 浩)

受賞論文の要約

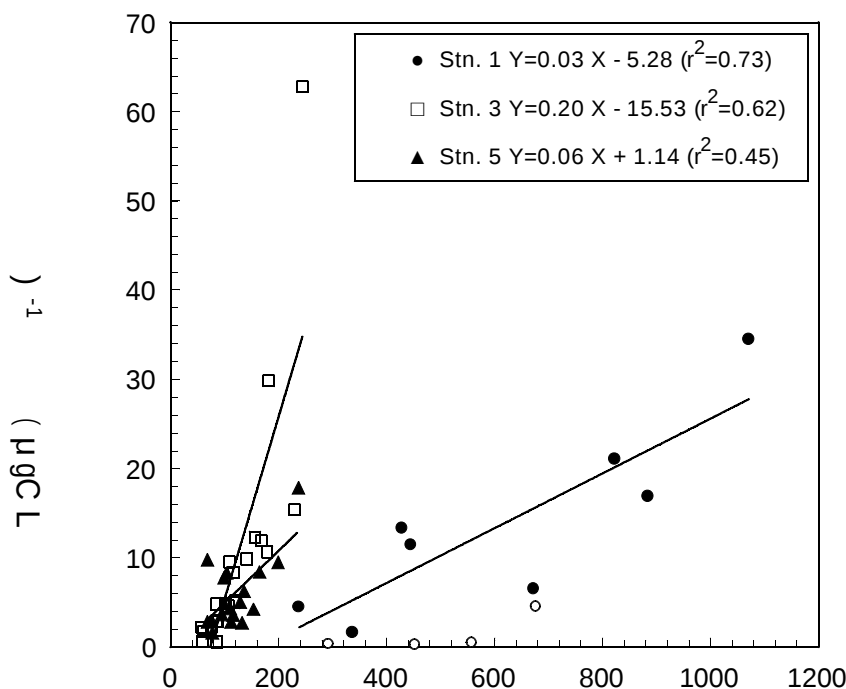
近年の微生物ループ構成生物〔細菌，従属栄養鞭毛虫類（HNF），従属栄養渦鞭毛藻，繊毛虫類〕の役割に関する研究で，多くの海域で細菌からのエネルギーの流れが重要であることが指摘されてきた。広島湾は，植物プランクトンや細菌等が豊富で生産性が高い海域であり，プランクトンフィーダーであるマガキやカタクチイワシの生産量が多い海域である。この関係から，微生物を含めた食物網は湾内の生物生産機構に大きな役割を果たしていると考えられるが，微生物ループの構成生物を湾全体で包括的に調べた知見はない。本研究は，広島湾における低次レベルでの食物網構造を解明するために，夏季の湾内の環境と細菌，その捕食者となるHNFおよびそれらの消費者となる繊毛虫類の水平的，鉛直的な分布特性を調べた。

広島湾は南に開く閉鎖性の強い湾であり，最北部に大型河川が流入するため，概ね南北の環境傾斜が存在する。夏季に（1996年6月13～15日と8月20～22日，1997年7月1～3日），湾奥から湾口に向けて6点の調査点を設定し，各点の環境項目（水温，塩分，溶存酸素濃度，栄養塩類濃度，全画分と<20 μ m画分クロロフィル*a*濃度）の水平的，鉛直的な分布を調べた。また，湾奥，湾中央，湾口の代表点を設け，主たる微生物ループ構成生物として，細菌，HNF，繊毛虫類の出現密度と体サイズから推定した炭素換算バイオマスの鉛直的な分布を把握し，海域間で比較した。繊毛虫類については有鐘繊毛虫類と無殻繊毛虫類に分け，後者は蛍光顕微鏡下で葉緑体の有無によって混合栄養群と従属栄養群に分けて調べ

た。

3回の調査結果から夏季の広島湾は湾奥から湾中央にかけて水温，塩分の成層化が起きるが，栄養塩濃度とクロロフィル*a*濃度は湾奥で高いものの湾中央では低くなり，北部から流れ込む河川水中の栄養塩類は湾奥の植物プランクトンによって急速に吸収されると解釈された。また，湾奥でのクロロフィル*a*濃度はほとんどの時期に<20 μ m画分が卓越し，夏季にこの海域では小型の植物プランクトンが卓越すると考えられた。一方，細菌，HNFの出現密度とバイオマスは概ね湾奥で高くなった。繊毛虫類の出現密度，バイオマスも概ね湾奥の表層付近で高く，一時期を除くとその多くは無殻繊毛虫類，特に混合栄養タイプで占められた。

繊毛虫類とその餌料と想定される生物群（細菌 + HNF + <20 μ mクロロフィル*a*）のバイオマスバランスを解析するため，両者の炭素換算バイオマスをXY軸にプロットした（図1）。その結果，無殻繊毛虫類については，海域ごとに有意な正の相関関係が認められ，湾奥での回帰直線の傾き（餌料生物に対する繊毛虫類のバイオマス比）が最も低くなった。また，湾奥での回帰直線のX切片の値（繊毛虫類バイオマスが0となる時の餌料生物量）は他の2海域よりも有意に高くなり，無殻繊毛虫類の餌料とならない餌料生物が他の海域よりも多いと解釈された。以上の結果から，湾奥での高い栄養塩濃度は微生物を含めた一次生産生物を増加させ，それは無殻繊毛虫類の豊富な生物量を支えていると思われるが，その生物間エネルギー伝達効率他他の海域よりも低いと推察された。



細菌、従属栄養鞭毛虫類、<20 μm クロロフィルaの
炭素換算バイオマス合計値 ($\mu\text{gC L}^{-1}$)

図1 無殻繊毛虫類とその餌料生物（細菌+従属栄養鞭毛虫類+ <20 μm クロロフィルa）との炭素換算バイオマスの関係。白丸は回帰直線の計算から除外した点を示す。Stn.1, 3, 5はそれぞれ湾奥，湾央，湾口の調査点。

バイオマスバランスは各生物の生産と消費の結果で起こる見かけの関係であり，現実のエネルギー伝達効率を考察するには，各生物の生産速度と消費速度を実測する必要がある。しかし，その関係が定常状態とみなせる場合

には，餌料とその消費者のバイオマスバランスの解析はプランクトン食物網のエネルギーの伝達効率を評価するための1つの手法となるかもしれない。

（海区水産業研究部海区産業研究室）

【研究調整】

連携・協力の促進と広報活動の強化について

企画連絡室長 武内 智行

今年度は、以前にも増して、ブロック内の研究活動の活性化を図るため、また、当所の業務と成果をより広い範囲の方々に理解していただくため、連携・協力の促進と広報活動の強化に努めています。その概要を以下に報告します。

1. 連携・協力の促進

研究協力協定等の締結

研究開発に係る相互協力が地域水産業の振興に重要な役割を果たすことを念頭に、互いの施設利用や試料提供・解析などをよりスムーズに実施するため、宮城県水産研究開発センター及び気仙沼水産試験場と研究協力協定を、また、岩手県水産技術センターと包括的共同研究契約を締結しました。その後、青森県水産総合研究センター増養殖研究所との共同研究契約も締結しました。さらに、普及・啓蒙活動促進のため、マリンピア松島水族館および八戸市水産科学館と業務協力協定を締結しました。この他、いくつかの大学（東京大学海洋研究所、東京海洋大学、北里大学）や研究機関と共同研究契約を締結しています。

このうち、宮城県水産研究開発センター及び気仙沼水産試験場との研究協力協定では、両者の研究開発業務に関して以下の事項を実施するものとしています： 相互の研究施設、設備等を使って行う研究、技術相談に係る相互支援、その他相互協力を推進するに当たり必要となる事項。また、本協定に基づいて、当該年度に相互協力しようとする研究の課題名、実施内容等を年度当初に協議・確認するものとしています。平成16年度の相互協力は、二枚貝養殖場における微小動物プランクトンに関する研究、貝毒モニタリングと毒化・減毒機構に関する研究、などの漁場環境分野の課題、並びに、エゾアワビの初期生残と減耗要因に関する研究、藻場分布把握や藻場づくりに関する研究、などの磯根資源開発分野の課題を中心に実施しています。

マリンピア松島水族館では当所と共同で「深海魚展」を実施中です。八戸市水産科学館には、当所八戸支所の研究紹介パネルを展示しています。

産学官連携シンポジウム等への出展

アグリビジネス創出産学官連携シンポジウ





ム（11月1日）に出展し、当所の業務概要と主な成果を紹介しました。また、みやぎ産学官研究成果発表会（12月8日）では、「下痢性貝毒の一斉分析法の開発」と「中層トロール工船システムモデルの開発」についてパネル展示し、説明しました。

2. 広報活動の強化

わかりやすい要覧

従来の要覧は専門的な内容が多く、一般の方々にはなじみにくかったため、当所の沿革や業務概要をコンパクトにまとめた要覧を作成しました。

「研究のあらまし」

研究成果をわかりやすく示したチラシと当所の業務概要を1冊にまとめ、ブロック内を重点に、関係研究機関、行政機関、漁業協同組合、学校等に配布しました。また、所内にパネル展示をするなど、見学者への説明にも活用しています。さらに、ホームページへの掲載もしています。なお、12月9日付の水産経済新聞に紹介記事が掲載されました。

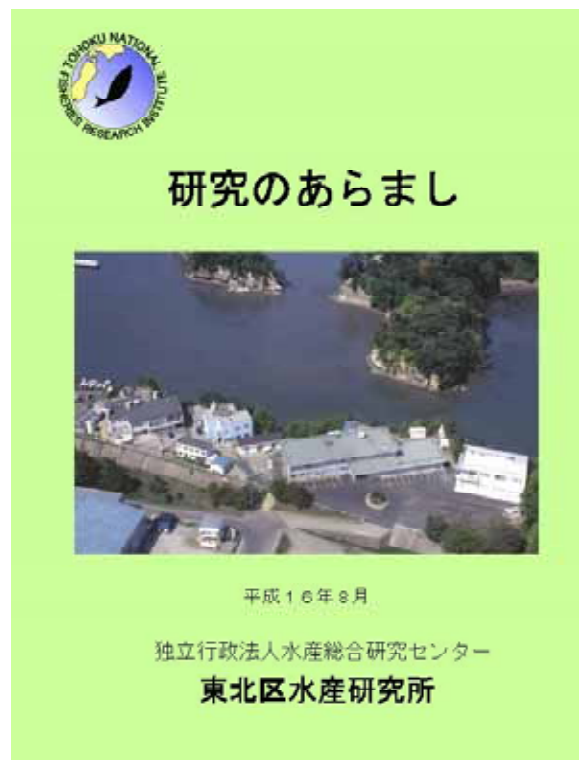
一般公開の開催方法の工夫

今年は、地元の水産加工団地との連携を模索し、蒲鉾組合青年部に特別参加「笹かまづくり体験」をして頂きました。また、ポスタ

ーやチラシの配布範囲を拡大しました。地元のFM放送の取材を受け、事前の行事案内放送をしていただきました。

ニュースの配布先と体裁の見直し

今までは全国的に「広く薄く」配布していましたが、ブロック内の関係機関や団体などに重点配布するようにしました。また、ニュースの体裁を一部変更しました。



【研究調整】

東北区水産研究所一般公開の報告

高橋 輝樹

東北区水産研究所一般公開はここ2年ほどは、小学生を対象として、行ってきましたが、今年は対象年齢の幅を広げ、小学生から一般まで楽しめるようにという趣旨で塩釜では、8月29日（日）に東北区水産研究所及び若鷹丸の一般公開を行いました。

開催内容は 小学生を対象とした「海はなぜしょっぱいのか」と小学生から一般を対象とした「アワビの話」の2つの講演、「若鷹丸の公開」と実際に船でロープを結ぶ際に使用する「ロープ結びの実習」、デカルトの原理を利用した「海の中の動きをしらべる」などの各種実験及び観察イベント、「連携・協力の促進と広報活動の強化について」の部分でも触れていますが、塩釜蒲鉾組合青年部の協賛で行った「笹かまづくり体験-自分だけのかまぼこづくり-」の催し物を行いました。

また、10月11日（月）には、隣接する八戸市水産科学館（マリエント）の開館記念無料開放に合わせて、当所八戸支所の一般公開を行いました。今までは、塩釜で一般公開を行う際に係員を数人、塩釜へ派遣し、パネル展

示などを行うという方法をとってきましたが、今年は協力という形ではなく、独自で行おうということになりました。八戸で一般公開を行ったのは、当時、若鷹丸の定繋港が八戸だった際に新船のお披露目として、若鷹丸の一般公開を行って以来となります。

当初は10日（日）に行う予定でしたが、残念ながら、雨のために11日に延期となりました。内容としては パネル・ポスター展示、東北近海の主要な魚の展示、調査船による調査の風景などを収録したビデオ上映、各種稚魚ネットなどの調査機材の展示などを行いました。

一般公開の参加者は、どちらも盛況で塩釜が約400名、八戸が約500名とたくさんの方々にご参加いただき、ありがとうございました。

また、協賛していただいた塩釜蒲鉾組合青年部の皆様および八戸市水産科学館の皆様に対しまして、職員を代表して厚く御礼申し上げます。

（企画連絡室情報係）



【その他】

人事の動き

異動日	氏 名	現 職（前 職）
新規採用		
H16. 4/ 1	岡崎雄二	東北区水産研究所混合域海洋環境部
転入		
H16. 4/ 1	瀬川幸人	東北区水産研究所総務課長（西海区水産研究所総務課課長補佐）
	多辺田静	東北区水産研究所総務課施設管理係長（水産工学研究所総務課）
	上原伸二	東北区水産研究所海区水産業研究部主任研究官 （中央水産研究所黒潮研究部主任研究官）
	井澤 力	東北区水産研究所若鷹丸甲板員（水産庁東光丸甲板員）
	畑中翔太	東北区水産研究所若鷹丸甲板員（水産庁漁政部漁政課船舶予備員）
	平 昭雄	東北区水産研究所若鷹丸機関員（水産庁東光丸機関員）
転出		
H16. 4/ 1	今田 了	中央水産研究所総務課長（東北区水産研究所総務課長）
	春日井信治	中央水産研究所上田分室長（東北区水産研究所総務課課長補佐）
	阿部仁志	本部総務部管理課労務管理官（東北区水産研究所総務課総務係長）
	梅田靖徳	北海道区水産研究所探海丸甲板次長 （東北区水産研究所若鷹丸操舵手）
	高橋 治	水産庁開洋丸操舵手（東北区水産研究所若鷹丸操舵手）
	須田雅洋	水産庁東光丸機関員（東北区水産研究所若鷹丸機関員）

表紙写真の説明

海草アマモの葉先が水面に浮かんでいる様子を水中から撮影した。(A) アマモは北半球温帯域に分布しており、日本沿岸では北海道から九州にかけて生息がみられる。海の中に維管束植物が群落を作っている海草藻場の様子は、しばしば「海の草原」と例えられる。アマモ（甘藻）の別名、リュウグウノオトヒメノモトユイノキリハズシ（竜宮の乙姫の元結の切りはずし）は、最も長い植物名としてとして知られている。

宮城県志津川湾に生息しているスガモ。(B) 赤く見える葉は、微小生物が付着しているため、同じ株の中でも先に成長した葉ほど付着物が多い。スガモは、日本沿岸と朝鮮半島の上に生息分布が確認されている。アマモが砂底や砂泥場に生息しているのに対し、スガモは岩礁付近に生息している。アマモはアマモ科アマモ属に、スガモはアマモ科スガモ属に分類される。

(海区水産業研究部資源培養研究室
加藤由実子)

あとがき

東北水研ニュース第68号をお送りいたします。皆様の研究・業務のお役に立てば幸いです。皆様のご意見ご要望等がございましたら、東北水研ニュース刊行委員会へ気兼ねなくご連絡下さいますようお願いいたします。

東北水産研究所一般公開報告を掲載しましたが、たくさんの方々にご来場していただき、大変ありがとうございました。次回の一

般公開につきましても、たくさんの方々のご来場をお待ちしておりますので、奮ってご参加ください。

なお、八戸支所の一般公開報告は時期的には、次号に該当しますが、ニュース性を重視し、間に合うものについては、今号に掲載しました。

(情報係長)

東北水研ニュース刊行委員会

企画連絡室 武内 智行
高橋 輝樹
総務課 照井 芙由子
混合域海洋環境部 岡崎 雄二
海区水産業研究部 奥村 裕
若鷹丸 氣仙 仁
八戸支所 服部 努

東北水研ニュース No.68 平成17年1月31日発行
発行 (独)水産総合研究センター 東北水産研究所
ホームページ (http://www.myg.affrc.go.jp/index-j.html)
〒985-0001 塩釜市新浜町3-27-5
TEL 022-365-1191 FAX 022-367-1250

編集 東北水研ニュース刊行委員会

印刷 (有)工陽社

〒985-0021 塩竈市尾島町8-7
TEL 022-365-1151