

東北水研ニュース No.66

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/2000419

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

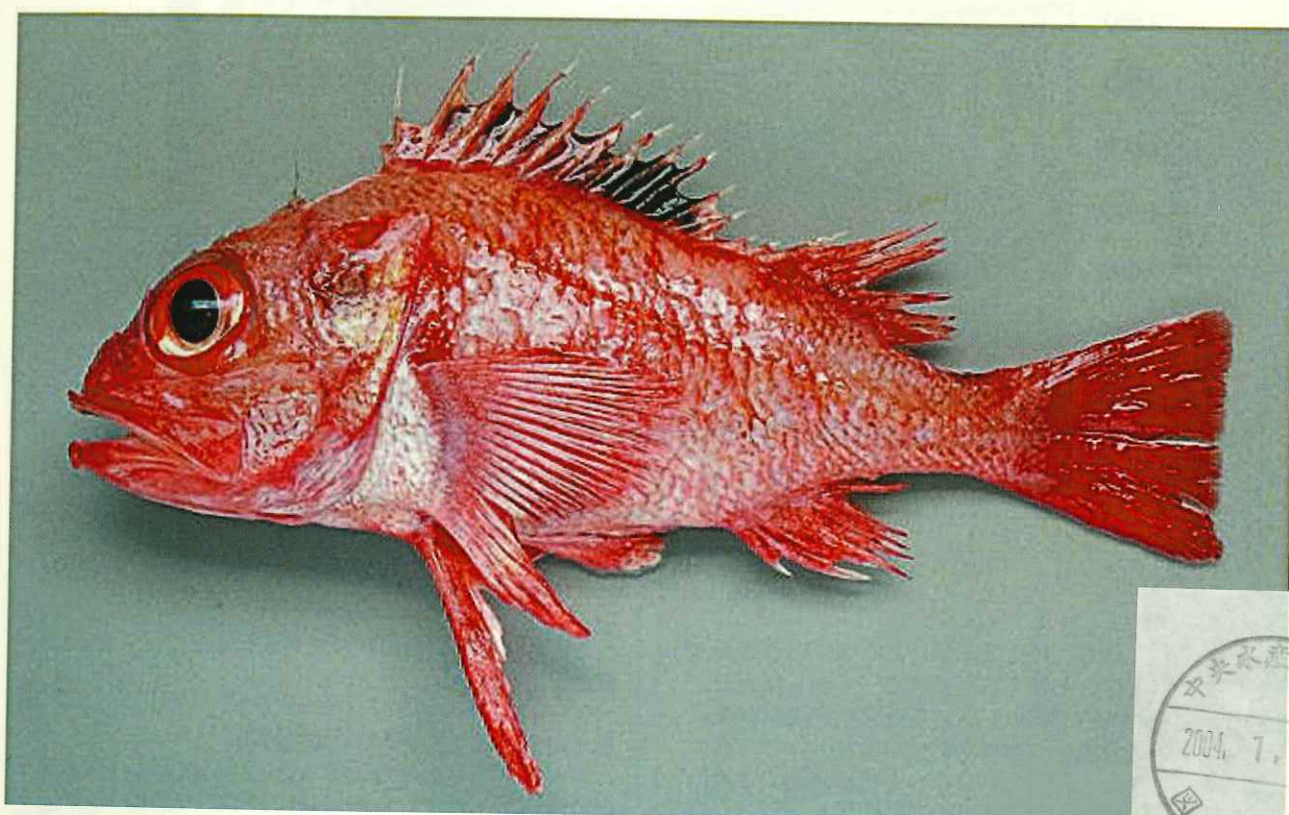




ISSN 0388-4856
T.N.F.R.I. NEWS

東北水研ニュース No.66

平成15年10月
(平成15年4月～平成15年9月)



目次

[研究情報]		[活動報告]	
東北海域のキチジは増加する?	2	平成15年度東北区水産研究所一般公開の報告 ..	18
鉄が海洋生態系に与える影響	5	退任にあたって—チュニジアで考えたこと— ..	19
国際ワークショップ「魚類の成熟に関する資源 生物学的研究の現状と生理学的なアプローチの 検討」に関する報告	8	[業務日誌]	
特集 東北区水産研究所における特別研究員の 研究紹介	10	外国出張一覧	20
		調査船の運航	20
		講演・談話会一覧	21
		表紙写真の説明	21
		あとがき	21

[研究情報]

東北海域のキチジ資源は増加する？

服部 努

はじめに

北海道や東北地方では、キチジは「キンキン、キンキ」などと呼ばれ、煮付けなどに利用される高級魚である。東北海域（東北地方太平洋岸沖）におけるキチジの漁獲量は、1970年代には3,000トン以上に達したが、その後、減少傾向を示し、近年は300トン前後と

極めて少なくなっている（図1）。一般的に、キチジやメヌケ類、ソコダラ類などの深海性魚類では成長が極めて遅く、漁獲の影響により資源状態が悪化しやすいと考えられている。また、成熟年齢も高齢であり、一度減少した資源は簡単には回復しないと考えられている。

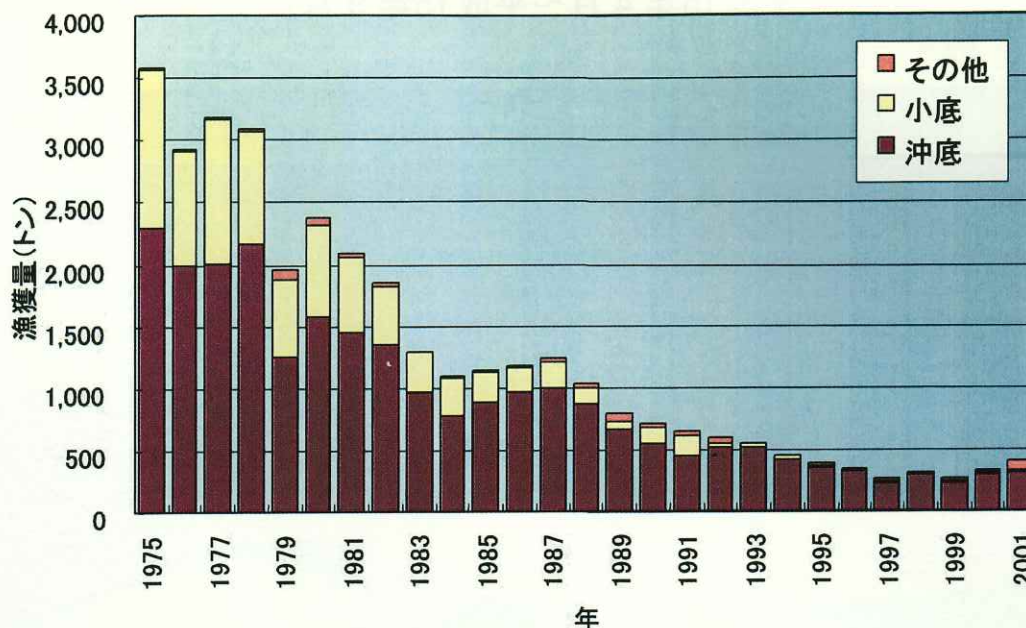


図1. 東北海域におけるキチジ漁獲量の推移

以上のことから、既に低水準にあるキチジ資源の回復は期待できないと考えられてきた。しかしながら、東北区水産研究所で実施している底魚類現存量調査によりキチジの資源量の推移が明らかとなり、これまで増えそうにないと考えられていたキチジ資源に増加の兆しが認められた。ここでは、これまでに得られた結果を紹介し、現在のキチジ資源がどのような状態にあるのかを説明する。

調査の概要

1995～2002年10月に東北海域全域（水深150～900m）で着底トロール調査を行い、面積－密度法により資源量および資源の体長組成を求めた。この際、トロール網の単位曳網面積当たり漁獲尾数と深海ビデオカメラによる密度の比較から得られた採集効率=0.3という値（渡部他 2002）を用いた。

1995年、2000年、2001年および2002年に採集された合計2,725個体（1995年：218個体、2000年：807個体、2001年：850個体、2002年：850個体）について耳石の表面研磨による年齢査定を行い、1995年、2000年、2001年および2002年のAge-length keyを作成し、資源の体長組成を年齢別に分離した。これにより、成長の年変化の有無を検討すると

ともに、年齢別資源尾数の経年変化から加入の動向を推定した。

東北海域におけるキチジの資源状態

キチジ資源が低水準となった1996年以降の資源量の推移から（図2）、資源量は2000年以降、4年連続で増加し、近年の資源は低水準にあるものの、増加傾向にあると考えられた。年齢別資源尾数の推移をみると（図3）、1999年以降に1才魚の加入が良くなり、特に2000年～2003年の加入が良かったと推測された。このことから、近年の加入状況は良好で、今後、漁獲対象となる体長13cm以上の個体が増加すると考えられた。1995年および2000～2002年の年齢群別体長組成の年変化を調べた結果（図4）、1995年に比べて2000年～2002年の成長は悪く、特に2001年および2002年の2才魚の成長が悪く考えられた。また、2002年には3才魚および4才魚の成長も悪くしており、近年、キチジの成長が悪くなっていると考えられた。年齢群間の成長をみると、2001年には1才と2才時点、2002年には1～3才時点で既に体長範囲に大きな重なりが生じ、そのために年齢群に対応した体長組成のモードが明瞭にでないのであろうと考えられた。

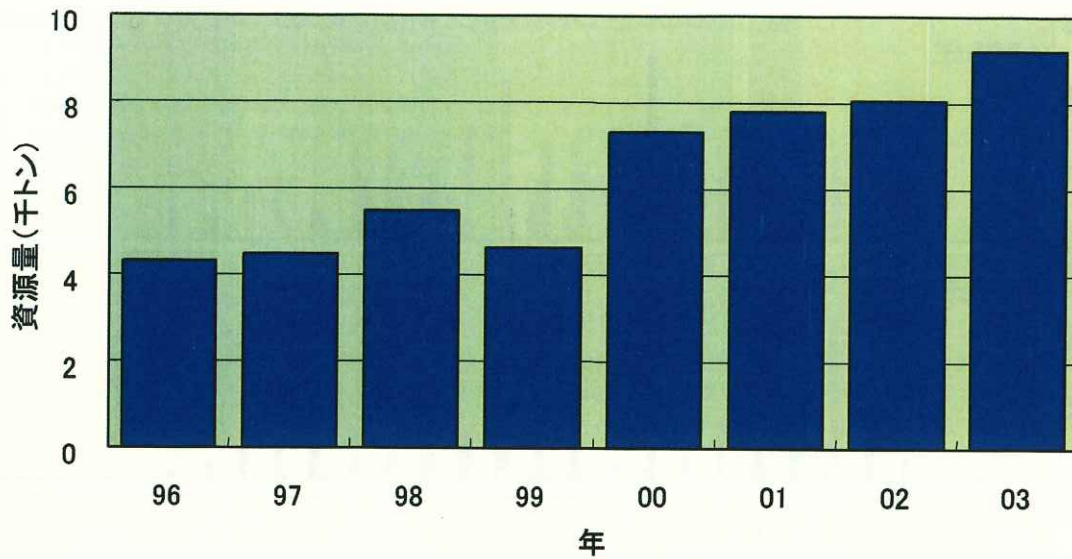


図2. 東北海域におけるキチジ資源量の推移

以上のように、東北海域のキチジ資源には小型魚の増加が認められ、今後、漁獲対象となる個体の増加が期待される。加入前の個体および加入直後の個体への漁獲圧を急激に高めないことが必要であり、加入状況

の良い年がいつまで続くのかをモニタリングしていく必要がある。また、加入状況が良くなった後の個体では成長が悪くなっており、順調に漁獲対象資源に加わるかを見守る必要があろう。

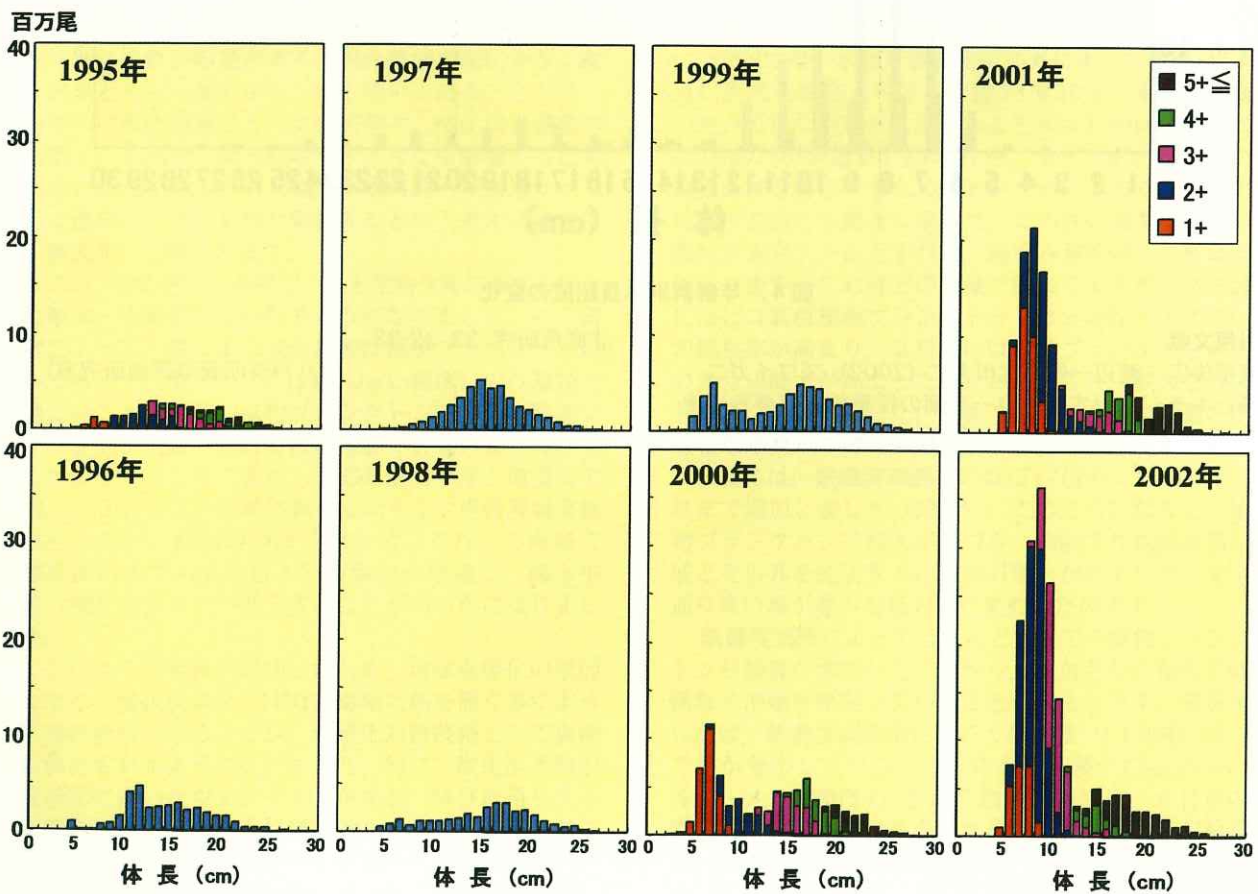


図3. 資源全体に引き延ばした体長組成（年齢別資源尾数）の推移

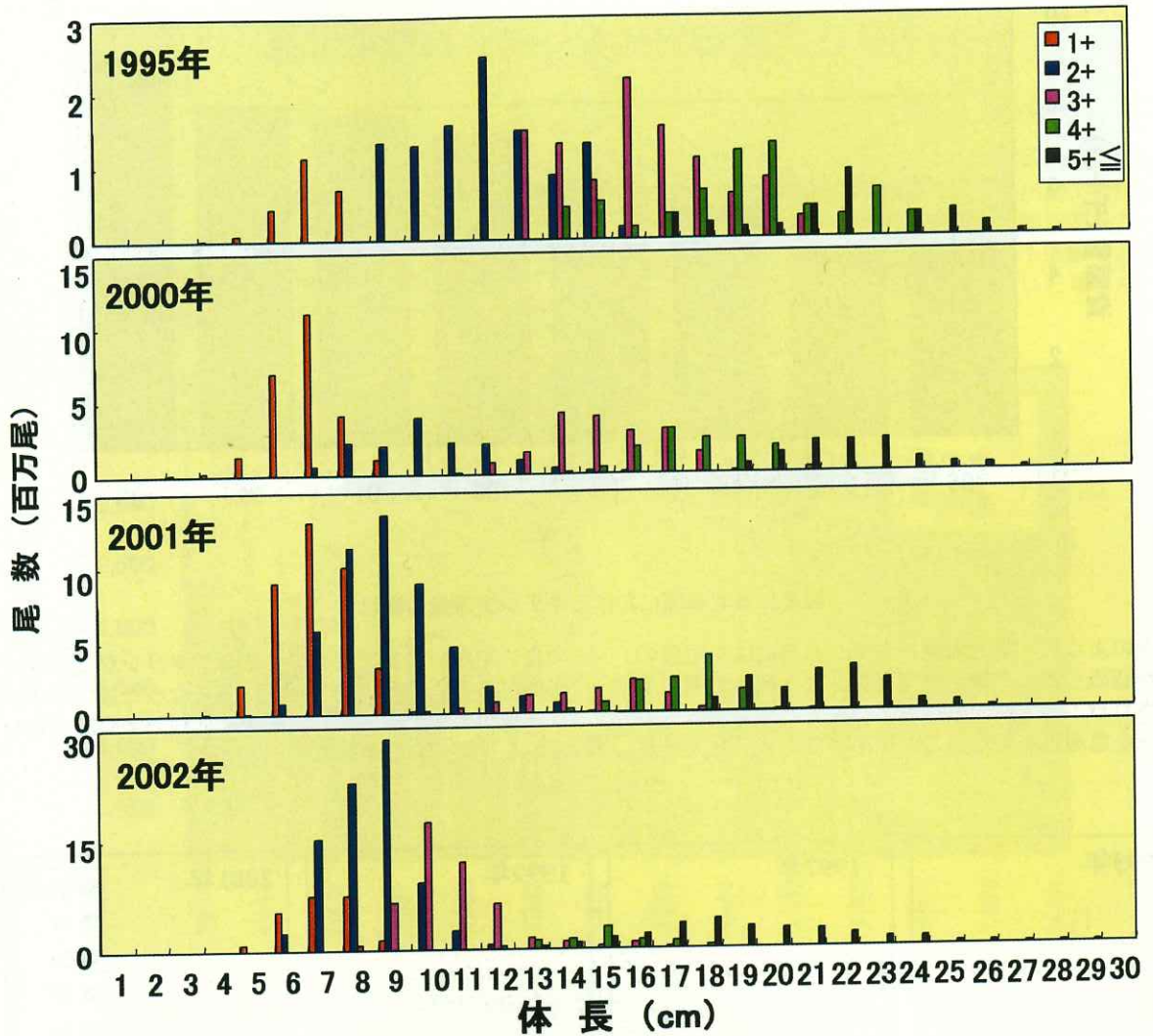


図4. 年齢群別体長組成の変化

引用文献

渡部俊広・渡辺一俊・北川大二 (2002). ズワイガニ類とキチジに対するトロール網の採集効率 (要旨) 東

北底魚研究, 22, 32-33.

(八戸支所資源評価研究室)

鉄が海洋生態系に与える影響

齊藤 宏明

北の海を思い浮かべるとき、“青く澄み切った”南の海とは違って、やや緑がかった色をイメージする人が多いと思います。これは、一般的に言えば、南の海に比べて北の海には窒素やリンといった栄養塩が多いため植物プランクトンが多く、海の色も植物プランクトンの持つ色素を反映するためです。別な言い方をすれば、北の海は植物の生い茂る豊かな森のようなもので、南の“澄み切った”海は草が僅かに生えている草原のようなもの、と言うことができます。しかし北の海であっても、北海道から太平洋を北北東へ進むと、最初は緑色がかった海が、東経150~155度付近から青く変わっていきます。日本近海の豊かな海の森林は東へ行けば途切れるのです。この海域は栄養塩 (nutrient) が豊富であるにもかかわらず、植物プランクトン量の指標となるクロロフィルが少ないため、High-Nutrient Low-Chlorophyll (HNLC) 海域と呼ばれています。

HNLC海域は、北太平洋亜寒帯域の他に、東部赤道太平洋および南極海にみられます。植物プランクトンが増えない理由に関しては様々な説が挙げられていましたが、1980年代後半に合衆国のJohn Martin博士が海水中の鉄を正確に測定して、このHNLC海域における植物プランクトンの生産が鉄欠乏によって制限されていることを明らかにしました。さらにMartin博士は、氷河期には鉄供給量が多く、海洋基礎生産に伴う二酸化炭素とり込み量も多かったと推定されることから、海洋への鉄供給量によって大気中の二酸化炭素濃度が増え、氷河期-間氷期のサイクルにも影響するのではないかという考えは併せて“鉄仮説”と呼ばれます。

この“鉄仮説”を受けて、鉄と生物生産に関する様々な観測・実験が行なわれるようになりました。この研究によって、鉄による成長律速は植物プランクトンの中でもやや大型 (大きさは約10 μ m程度) の珪藻類で著しいこと、小型の植物プランクトンは小型の動物プランクトンに食べられるため増加できないこと等が明らかになりました。また、東部赤道太平洋と南極海では、100km²ほどの海域に鉄を添加する中規模現場実験が行なわれ、鉄制限がなくなれば、これらの海域では珪藻の中でも羽状目という種類が増殖し、海水中の二酸化炭素分圧が低下することが明らかになりました。

このような実験が成功したため、地球温暖化の原因となる二酸化炭素を、HNLC海域に鉄を撒くことによって海に吸収させることが、温暖化対策技術として真剣に検討されるようになりました。特に二酸化炭素取引を視野に置いたベンチャー企業が、特許取得も含めて動き出し、実際に大規模鉄散布実験の計画を立てるようになりました。二酸化炭素増加による温暖化問題は、海面上昇や気候変動を引き起こす人類存続に関わる問題であり、我々はリスクと利益を天秤にかけながらその対策を考えなくてはなりません。海洋への鉄散

布による二酸化炭素吸収も温暖化対策の一つのオプションとして考えることは当然のことでしょう。しかし、同時に鉄散布によって増えた植物プランクトンの行方 (海底に沈降するか表層で分解するか) や、生態系や漁業への影響に関しては不明な点が多いのも現実であり、リスクもしくはネガティブな影響の可能性についても十分な研究がなされるべきです。このような背景の中、北太平洋の海洋科学に関する国際機関であるPICESにおいて、鉄添加実験諮問委員会が作られ、二酸化炭素吸収手法としての鉄散布手法の評価とその生態系への影響を明らかにするために、北太平洋亜寒帯のHNLC海域における鉄添加実験の実行が強く推奨されました。

これらの動きを受け、水産総合研究センター北海道区水産研究所、東北区水産研究所、国立環境研究所、東京大学、電力中央研究所等の研究者が中心となって、環境省地球環境研究推進費による“鉄濃度調節”実験が行なわれました。この実験はSEEDS (Subarctic Pacific Iron Experiment for Ecosystem Dynamics Study) と名づけられ、二酸化炭素吸収技術としての海洋鉄濃度調節の有効性を明らかにすると共に、鉄濃度変化が海洋生態系や漁業生産に与える影響を明らかにすることを目的としています。

SEEDSは、水産庁調査船開洋丸によって2001年7月に西部亜寒帯太平洋の北緯48度30分、東経165度の地点で行なわれました。およそ8km \times 10kmの範囲に、350kgの鉄 (硫酸鉄7水和物) を、海水に溶かした後に、調節海域を特定するためのトレーサーである6フッ化硫黄と混合して散布しました。この鉄の濃度は、調節海域を東京ドームとすれば、湯呑み茶碗軽く一杯ほどになります。これほどの微量ではありますが、2日目にはピコ真核植物プランクトン (2 μ m程の大きさ) の成長率が高まり、3日目には植物プランクトン全体の光合成能力が高まったことが確認され、鉄欠乏のストレスが緩和しました。植物プランクトン生物量の指標となるクロロフィル濃度は4日目頃から増え始め、9日目には、鉄濃度調節前のほぼ17倍の、17 mg m⁻³にまで増加しました (図1)。このころになると、植物プランクトンで海水が色づき、肉眼でも鉄濃度調節域とその外を区別することが可能となりました。文字通り青い海が豊かな緑の海に変わったのです。

鉄濃度調節によってほとんどすべての植物プランクトン分類群が増加したことから、鉄欠乏が分類群に関係なく増殖を制限していたことが明らかです。興味深い点は、鉄濃度調節前にはごく低濃度 (<1細胞/ml) でしか分布していなかった中心目珪藻の *Chaetoceros debilis* が、調節後4日目から急激に増加し、6日目以降には珪藻の中で最も多くなり、実験後半には実験前の10000倍以上の濃度である10000細胞/mlにまで増加したことです (図2)。特に鉄濃度調節後4日目から7日目にかけての増殖速度は1.79d⁻¹、すなわち1日に6倍という、極めて高い値でした。今回観測された

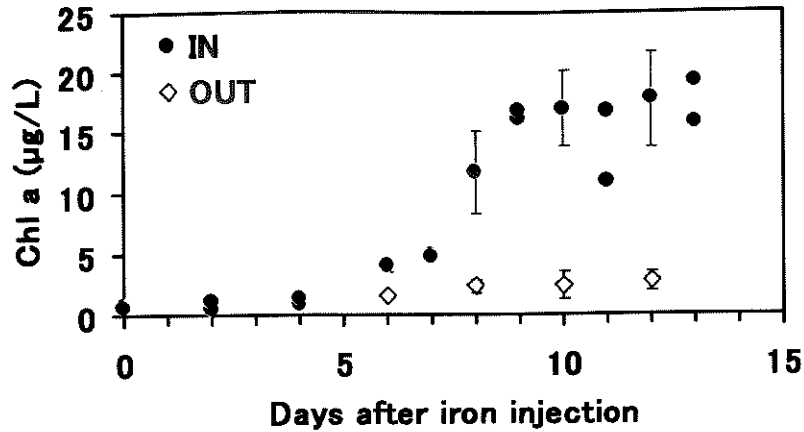


図1. 鉄濃度調節後のクロロフィル濃度の変化. 黒丸は鉄濃度調節域. ひし形は調節域の外側

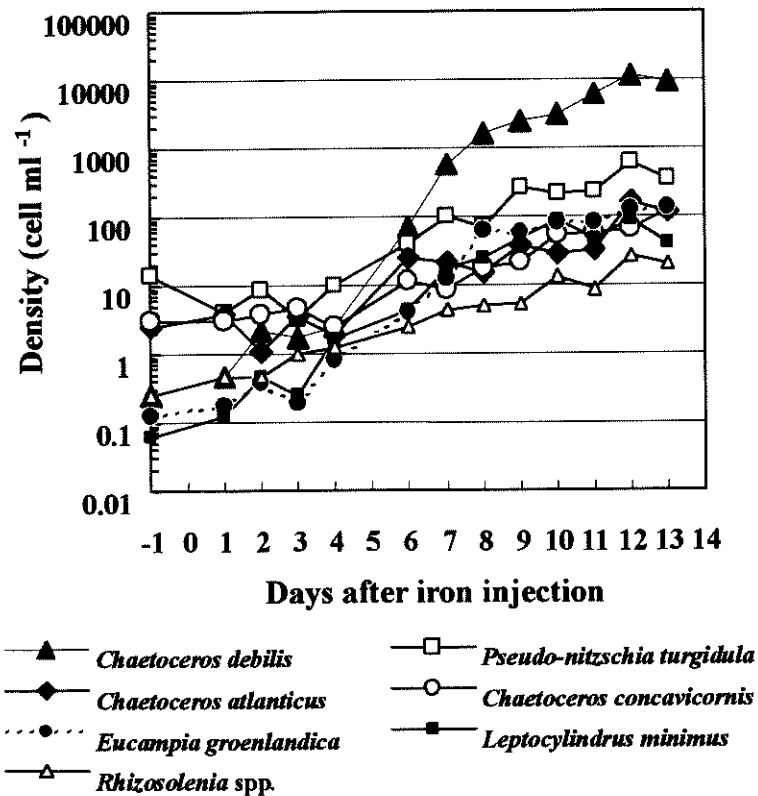


図2. 主要珪藻種の密度変化. ▲が*Chaetoceros debilis*

珪藻のブルームは、過去に南極海や赤道太平洋で行なわれた鉄濃度調節実験でのクロロフィル濃度をはるかに上回るものであり、しかもブルームピークに達する時間も9日間と早いのが特徴です。その理由には様々なことが考えられますが、一つの理由として、鉄濃度増加にすばやく反応できる、*C. debilis*が存在したことを挙げるすることができます。

2002年7月には、同じく開洋丸によって、カナダと共同で東部亜寒帯太平洋において同様の鉄濃度調節実

験を行ない(SERIES: Subarctic Ecosystem Response to Iron Enrichment Study), やはり鉄濃度調節が珪藻のブルームを引き起こすことを確認しました。いずれの実験でも栄養塩が消費され、海水中の二酸化炭素分圧が大きく低下しました。このことは、鉄濃度調節によって海洋の二酸化炭素吸収能力が増加したことを示しています。

ただ、これらの実験によっても未解決の問題があります。最も重要なことは、珪藻のブルームによって固

表 1. SEEDSにおける観測・実験項目

<p>物理パラメーター 表層水温・塩分 水温・塩分 (CTD) ドップラー流速 空中照度 (PAR) 空中分光照度 水中分光照度 <i>in vivo</i> 蛍光 (表層連続, 水中鉛直) 水中自然蛍光</p>	<p>ピコ植物プランクトン組成 (FCM) マイクロ植物プランクトン組成 (珪藻等) HNF (ナノサイズの従属栄養動物プランクトン) 微小動物プランクトン (少毛類繊毛虫, 有鐘類, 従属栄養渦鞭毛藻, 小型甲殻類) 動物プランクトン (プランクトンネット, 各層) OPC (光学式動物プランクトン計数) HNF摂餌量 (希釈法) 微小動物プランクトン摂餌量 (希釈法) マクロ動物プランクトン摂餌量 (消化管蛍光法) 基礎生産 (¹³C) 光化学系II電子伝達効率 (FRR f) 窒素とり込み速度 (硝酸塩, アンモニア塩, 尿酸) 植物プランクトン増殖-水温-鉄濃度関係 魚類・マイクロネクトン (中層トロール) TEP (透明粘性重合物質粒子)</p>
<p>化学パラメーター 6 フッ化硫黄 (連続, 各層) 二酸化炭素分圧 (大気, 水中) 全炭酸 アルカリ度 酸素 (連続, 各層) 栄養塩 (硝酸塩, 亜硝酸塩, アンモニア塩, リン酸塩, 珪酸) 溶存鉄 粒状鉄 コロイド状鉄 鉄溶解度 微量金属 (亜鉛, ニッケル, コバルト, 銅, マンガン, カドミウム) 無機粒状炭素 有機粒状炭素, 窒素 粒状珪素 溶存有機炭素・窒素 溶存有機磷</p>	<p>沈降物質 有機粒状炭素・窒素 無機粒状炭素 粒状珪素 ICP発光分析 (Ca, P, Fe等) トリチウム 動物プランクトン糞粒 植物プランクトン</p>
<p>生物パラメーター クロロフィル (蛍光法) サイズ分画クロロフィル (蛍光法) 植物プランクトン色素 (HPLC) バクテリア数</p>	

定された炭素の行方です。確かに珪藻が海水中の二酸化炭素を固定したため二酸化炭素分圧が低下しましたが、固定された炭素の大半は両実験共に海洋表層に分布していました。この粒状有機炭素が深層へ沈降すれば、数十から数千年は、炭素が海洋に貯蔵されることになり、風が吹けば大気と海洋の二酸化炭素分圧が平衡になるように大気から海洋へ二酸化炭素が取り込まれます。しかし、粒状有機炭素が海洋表層でバクテリアなどに分解されれば、海水中の二酸化炭素分圧は上昇してしまいます。この問題の解明のためには、より長期にわたる（鉄濃度調節から1ヶ月以上、計2ヶ月程度）観測が必要ですが、実際問題としてこれほど長期にわたる航海を行なうことは、船の運航や研究者の確保等の観点からも容易ではありません。

研究者の確保という話がでましたので、少し話が横道にそれますが、鉄が海洋生態系や物質循環に与える影響を理解するためのこの研究の構成について説明したいと思います。生態系を構成する生物は非常に多く、その生物に影響を与える環境要因も様々です。鉄濃度

調節の影響を理解するため、生態系とその動態の総合的な観測が求められました。表1はSEEDSにおける測定項目を示しています。これらの測定を行なうために積み込んだ荷物は、鉄溶解用3トン水槽2基、6フッ化硫黄溶解用タンク2基、標準ガス等のボンベ約60本、硫酸鉄（1袋25kgが110袋）等の大物を含めて、5トンコンテナ4台分と4トントラック6台分程になりました。積みこみ時には開洋丸が繫留されていた晴海埠頭は、その他のバンやワゴンも含めて積みこみ待ちの車両が並び、乗組員の方には“船が傾くよ”と冗談をいわれました。これらの観測・実験を行なうために開洋丸にはレグ毎に15名の研究者が乗船しましたが、乗船しなかった研究者も含めれば約30名の研究グループがこの航海を支えました。2002年の航海では、測定項目は更に増え、研究者グループは日本側とカナダ側合わせて80名程にまで膨れ上がっています。実のところを云えば、生態系の応答をより正確に理解するためにはこれでも研究者数が足りないと感じています。2001年の航海では、昼夜を通じた観測が続き、多くの

研究者が観測最終日にはこれ以上調査を続けるのが困難と感じるほど疲労困憊していました。より多くの研究者が乗船するというのも、長期の観測を行なうためには必要不可欠の条件です。

話を元に戻します。困難ではありますが、鉄濃度調節が海洋生態系や二酸化炭素収支にどのような影響を与えるかを理解するには、固定された炭素の行方を把握するに十分長期かつ学術分野横断的な観測・実験が必要です。この、より長期の観測の必要性に関しては、我々の研究結果等を受けて (Tsuda et al., 2003), 多くの研究者が興味を寄せており、合衆国ではNSFが2004年の調査に関する予算を認めました。現在、我々は2004年に合衆国と共同で、西部亜寒帯太平洋において再度鉄濃度調節実験を行なうことを計画しています。研究費の確保等まだ解決しなければならない問題は多いのですが、この実験が成功すれば生態系への影響評価を含めた鉄濃度調節による二酸化炭素吸収技術の評価が可能になると期待しています。また、一連の学術分野横断的な研究によって、海洋生態系や物質循

環が鉄濃度の変化によって極めて大きな影響を受けることも明らかにすることができました。温暖化に伴う風力場の変化、中国における砂漠化の進行、シベリア、アラスカの森林火災、そして火山の噴火は海洋への鉄供給量やその季節変動に大きく影響します。これら自然の、または人為的な擾乱が生態系に与える短期的、長期的影響を理解するためにも、2004年の鉄濃度調節実験が重要だと考えています。

最後になりますが、SEEDSを始めとする一連の研究の実行にあたっては開洋丸、水産庁漁場資源課、研究指導課、環境省研究調査室を始めとする多くの機関の方々の協力がありました。この場をお借りして御礼申し上げます。

引用文献

Tsuda, A., et al. (2003) A mesoscale iron enrichment in the western subarctic Pacific induces large centric diatom bloom. *Science*, 300: 958-961.

(混合域海洋環境部生物環境研究室)

国際ワークショップ「魚類の成熟に関する資源生物学的研究の現状と生理学的なアプローチの検討」に関する報告

栗田 豊

2003年5月26、27日に宮城県松島町の松島一の坊(ホテル)において東北水研主催で標記ワークショップを開催しました。開催趣旨、参加者、プログラム、討論の概要は以下の通りです。

開催趣旨

近年、産卵親魚の繁殖生態が個体群動態に及ぼす影響の重要性が再認識されつつある。これまで日本国内ではこの分野の研究者が一堂に会する機会が無く、研究内容や手法に関する情報交換が不十分であった。本ワークショップを、この分野の研究をリードしている国外の研究者と日本人研究者との情報交換の場とし、この分野の研究成果や研究の方向性について共通認識を持つ機会としたい。このことは今後の研究の協力や進展を図る上で重要である。また繁殖特性に関する資源生物学的な研究では、卵母細胞の計測と計数、組織学的な観察が主要な手法であるが、この方法ではある時間断面の特性は把握できるが、その前後の動態の予測は困難である。この様な問題の解決策の一つとして、生理学的手法の適用が期待できる。本ワークショップで、繁殖特性に関する資源生物学的研究における問題点を整理し、生理学的手法の適用を検討することで、研究の新しい方向性を探りたい。

参加者

O.Kjesbu (ノルウェー), P.Witthames (イギリス), 松山倫也 (九州大学), 天野勝文 (北里大学), 深沢博達 (東京大学), 清水昭男, 渡邊千夏子 (中央水研), 稲田伊史, 佐古 浩, 巢山 哲, 成松庸二, 高見秀輝, 栗田 豊 (東北水研)

プログラム (カッコ内は発表者名)

5月26日 (月)

繁殖特性研究の実例およびその個体群動態との関係

9:00-9:10 挨拶 (稲田伊史)

9:10-10:10 大西洋ニシンとサンマの繁殖特性と個体群動態への影響 (趣旨説明を含む)
(栗田 豊)

10:10-11:10 大西洋タラの繁殖生態とその個体群動態に及ぼす影響 (O.Kjesbu)

11:10-12:10 マダラの繁殖生態と資源量-成長変動が産卵親魚量に及ぼす影響 (成松庸二)

(昼食)

14:00-15:00 大西洋サバ雌の繁殖生態の変動
(P.Witthames)

15:00-16:00 マサバ太平洋系群の産卵生態、およびその資源変動にともなう変化 (渡邊千夏子)

(休憩)

16:30-18:00 討議 (繁殖特性の研究手法と研究遂行上の問題点、繁殖特性と個体群動態の関係)

5月27日 (火)

繁殖特性研究遂行上の問題点と生理学的手法の適用

9:00-10:00 魚類におけるGnRHの分布と機能
(天野勝文)

10:00-11:00 魚類の繁殖特性評価における生理学的手法の適用 (清水昭男)

11:00-12:00 HCG投与により誘導した成熟・排卵過程から推定された飼育下におけるマサバの繁殖パラメータ (松山倫也)

(昼食)

研究トピックの発表

- 14:00-14:20 マアジの産卵生態について-FRECS*¹の成果より*² (渡邊千夏子)
- 14:20-14:40 サンマの成熟と回遊のエネルギー収支 (7th ISRP*³で発表) (栗田 豊)
- 14:40-15:00 抗ペプチド抗体を用いた免疫組織化学による各種スズキ目魚類の生殖腺刺激ホルモン分泌細胞の同定 (7th ISRP*³で発表) (清水昭男)
- 15:00-15:10 ソールと大西洋タラの退縮濾胞の細胞死 (7th ISRP*³で発表) (P. Witthames)
- 15:10-15:30 EUプロジェクト"RASER"の紹介 (P. Witthames)
- 15:30-15:50 海産魚の卵と仔魚の浮力, 特に大西洋タラについて (O. Kjesbu)

(休憩)

16:20-18:00 討議 (繁殖特性研究における生理学的アプローチの適用, 今後の研究課題の整理)

*¹ 農林水産技術会プロ研「東シナ海漁業資源」

*² 西田 宏 (中央水研)・依田真理・佐々千由紀 (西海区水研), 渡邊が発表

*³ 第7回国際魚類繁殖生理学シンポジウム (5/18-23に三重県で開催)

討論の概要

繁殖特性研究の実例およびその個体群動態との関係調査計画

個体群の繁殖特性を代表する様な調査をこころがける。例えば, 産卵場の中心を調査する。孕卵数, 退行卵(atresia), 産卵雌の割合の変化を調査する。その際, 画像解析装置の使用が効率的。卵母細胞径の頻度分布や最も発達した卵母細胞径の標準偏差の増減から, 産卵開始時期や産卵の進行程度を評価できる可能性がある。卵巣内の卵母細胞を分離して実体顕微鏡下で観察する方法が一番簡単であるが, 発達段階や初期のatresiaを識別するのが困難。固定液や染色法を開発 (工夫) する必要がある。例えば生の卵母細胞の場合は, Sera液(エタノール6:ホルマリン3:酢酸1)を用いると卵母細胞が透明化し, 核の位置を確認することが可能。

atresiaの出現

atresiaが起こる卵母細胞の発達段階や, atresiaが出現する時期は種 (あるいは成熟様式) に特異的。実際の産卵数(realized fecundity)を推定するためにはatresiaによる孕卵数の調節が終了した後に計数するか, atresiaの出現パターン (成熟過程あるいは産卵期初期, 産卵終了時, 産卵期中に一時的に出現) を考慮する必要がある。

個体群動態

O. Kjesbu博士から大西洋タラと大西洋ニシンにおける繁殖特性と個体群動態の関係に関する研究例を紹介してもらった。私個人の意見であるが, 繁殖特性の変動が個体群動態に及ぼす影響 (maternal effect) の状況証拠は数多く提示されてきているので, 今後は実証的なデータをとる研究が必要である。例えば, 同一仔魚群の追跡調査を様々な場所や時期に行い, 産卵場や産卵期が仔稚魚の生残に及ぼす影響を評価する研究が考えられる。

繁殖特性研究への生理学的アプローチの適用

繁殖特性研究にすぐに適用可能な手法として, 生殖腺刺激ホルモン (LH, SFH) やピテロジェニンの産生活性を用いた生殖周期や産卵リズムの解析, BrdU (プロモデオキシウリジン) を用いた卵原細胞の分裂活性の評価などが挙げられる。また, 繁殖特性研究に有用で今後開発が期待される手法として, 排卵後濾胞やatresiaのステージ (経過時間) に特異的なタンパク質やDNA (分子マーカー) の特定, 固定した卵母細胞の組織切片作成によらない簡便なステージ識別法 (例えば卵母細胞を透明化し実体顕微鏡下でステージを識別) などが挙げられる。

このワークショップ開催のねらいは趣旨に述べた様に, 資源生物学的研究の情報交換と, 資源の研究者と繁殖生理の研究者の情報交換でした。O. Kjesbu博士とP. Witthames博士とともに資源学の分野にありながら生理学的な手法を常に視野に入れて研究をされている方々で, 繁殖特性の研究や繁殖特性の変動が個体群動態に及ぼす影響(maternal effect)の研究分野ではリーダー的な存在です。

発表は質疑を含んで1時間とし, 午後には総合討論の時間を設けました。この手の会合では, 語学の壁のため日本人はあまり発言をしなくなる傾向がありますが, 参加者は13人と少なく会場もこの人数でいっぱいになる程度の狭い部屋で行ったことや, 日本人が多かったことも手伝ってか, 議論は非常に活発に行われました。ワークショップの規模やプログラムを作成するに当たっては, 前回ベルゲン (ノルウェー) で開かれた関連課題に関するワークショップ (東北水研ニュース62号参照) が非常に参考になりました。活発な議論のおかげで, グループレベル (例えば規模を大きくした同様のワークショップの国内外での開催) でも研究者レベル (共同研究) でも新しい展開を予感させるものとなりました。

最後になりましたが, ワークショップに参加していただいた方々ならびに運営に協力していただいた東北水研の方々に感謝します。なお, ワークショップレポートと要旨集を作成してあります。内容に関心をお持ちの方には差し上げますので是非ご一報下さい。

(海区水産業研究部沿岸資源研究室)

特集 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、東北区水産研究所特別研究員として雇用されている方が4名、日本学術振興会特別研究員が1名います。水産総合研究センターの水産・海洋研究を今後幅広くかつ深遠にしていくためには、このような研究者の活躍が期待されます。ここでは、5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いたします。

一本州東方沖における仔稚魚研究の現状

岡本 誠

はじめに

私は平成14年度日本学術振興会特別研究員として平成15年1月から混合域海洋環境部高次生産研究室でお世話になっています。それに先立ち、3年ほど前から本州東方海域に出現する仔稚魚の分類学的研究を中心に行ってきました。この分野に関しては、これまで対象となった魚種は主に水産上重要魚種を中心に行われてきたため、海区ごとの仔稚魚相を把握した報告は極めて少ないのが現状です。東北区水産研究所においては小達（1967）によって1940年代後半から1960年代にかけての沿岸重要資源調査、漁海況予報事業海洋調査、サンマ漁場調査などの際に得られた稚魚ネットの表層曳きによる仔稚魚サンプル群の出現種や出現時期の傾向が報告されました。しかし当時、同一種でも研究者間で学名が異なっていたり、種間関係が曖昧なまま種として取り扱われていたことも多く、日本産魚類は多くの分類学的問題を含んでいたと考えられます。当然、現在のような全種を網羅した資料ではなく、査定には多大な時間と労力が必要であったことは明らかです。その結果、種レベルの査定にはいたらず必然的に科、属までしか決定できない標本が多かったようです。その後、東北沿岸域における報告はいくつかあったものの、東北沖に出現する仔稚魚相は明らかにされていません。よって、全出現種の査定とその形態的特徴を把握すること、また初期生活史の特徴や産卵場の推定など生態学的知見を得ることを目的として、本研究に取り組んでいます。以下には現在までの研究結果から東方沖にみられる仔稚魚相の特色と、初めて得られたメダイ仔魚を例として本研究がもたらす他分野への発展の可能性について述べます。

1980年代からの所蔵サンプルの利用

東北沖は黒潮で産卵された仔稚魚が輸送されてくることから、採集された標本群の査定には分布的特性を安易に用いることは出来ません。北日本の海域とはいえ仔稚魚に関しては多様な出現傾向を示すことが予想されてきました。これまで東北区水産研究所が保管してきた1980年代以降の仔稚魚サンプル群は形態学的研究に供するには何ら問題のない状態で保管されています。これらはサンマ、マイワシ等の水産上重要魚種の調査の際に得られたものですが、それ以外の種類についてはほとんど注目されていませんでした。よって少しずつではありますが、現在まで全出現種の査定を試みています。厳密には1989年からのサンプルを材料としており、最近ではMOCNESSネットの使用によ

り中深層性魚類の採集が容易になりましたが、まずは表層に出現する種を中心に検討を行いました。その結果、東北沖を中心に道東沖から九州南方海域までの本州東方沖から200種以上の仔稚魚を確認しました。そのうち約20種はこれまで日本では成魚しか確認されていなかった仔稚魚で、なかでもスズキ目イボダイ亜目が5種を占め、断片的だった日本における本グループの初期生活史の特徴が急速に判明しました。

東方沖に出現するイボダイ亜目仔稚魚

イボダイ亜目は咽頭部に楕円形の食道嚢とよばれる共有派生形質を持つことで単系統群とされるグループです。日本では5科20種が知られており、これまで東方沖からは3科9種の仔稚魚を確認しています。そのなかでイボダイ科Centrolophidaeに含まれるイボダイ *Psenopsis anomala* やメダイ *Hyperoglyphe japonica* は底曳きや定置網で漁獲され、利用される重要魚種です。イボダイは成魚が20cm前後の小型種で、東シナ海や紀伊水道南部付近で春から夏にかけて産卵することが知られています。仔稚魚期に関しては体長6mmの仔魚から稚魚期の形態について詳しく記載されており、クラゲ類やカイアシ類を餌としていることなどの基礎的知見が得られています。

一方、メダイは日本各地の水深100m以深に多く、体長は80cmにも達する大型種です。近年、伊豆諸島近海では独立した漁業対象種として扱われ、また遊魚対象としても注目を集めています。しかし生態に関しては不明な点が多く、産卵時期は生殖腺指数などから冬季であろうと推測されていますが、初期生活史については体長13mm以上の稚魚が知られているのみでした。では、なぜこれほど分布範囲が広く、人間生活に深く関わる種の仔魚が見つからないのか？恐らく、仔魚は多くの研究機関の調査で採集されてはいるはずですが、しかしその形態は他のスズキ目魚類と類似するためメダイと断定できず、不明種として扱われている可能性が高いと考えられます。これは本種に限った事ではなく、「採れない」と思われている仔稚魚が「査定できていない」状況におかれているだけのことが多いのです。

メダイ仔魚の発見

実はこれまでに、東方沖から採集されたサンプル群の中からメダイの稚魚のみならず3個体の後屈曲期仔魚を得ています（図1）。まだ個体数が少なく、わずかなデータしか得られていませんが、少なくとも本種

の仔魚期における形態が初めて明らかになりました。その体型は側扁し、体高はやや高くなっており、頭部はやや大きく、前鰓蓋部の外縁と内縁に小棘が認められました。また体長が7mm前後であるにも拘らず、鱗条の形成が極めて早期に起こっていること、消化管がコイル状になっていること、鰭膜が発達することなどのイボダイ科魚類の共有形質を見いだせました。査定においては1個体を骨格標本とし、25本の脊椎骨数と鱗条数との組み合わせによりメダイの仔魚と断定しました。

出現時期は仔魚が11月から2月、稚魚が5月であり、産卵期が冬季だという仮説はほぼ立証されましたが、秋季に始まっている可能性も考えられます。分布水深

は稚魚ネットの表層曳きとMOCNESSネットの0-25mの範囲で、採集定点は鹿島灘沖と遠州灘沖でした。遠州灘沖の定点については北緯33度23分、東経137度06分で、200m深、水温15.8度の黒潮域でした。これまで少なくとも伊豆諸島以南の海域に産卵場があるとされていましたが、黒潮による輸送を考慮するとそれよりもはるか南の黒潮上流域に産卵場が形成されている可能性が高いと考えられます。本種の稚魚は4月から6月にかけて熊野灘以南を漂流する流れ藻にモジャコとともに付随することが以前からよく知られていました。前述のように東シナ海付近で冬季に産卵していると仮定するとつじつまが合い、産卵回遊を行っている可能性が示唆されました。

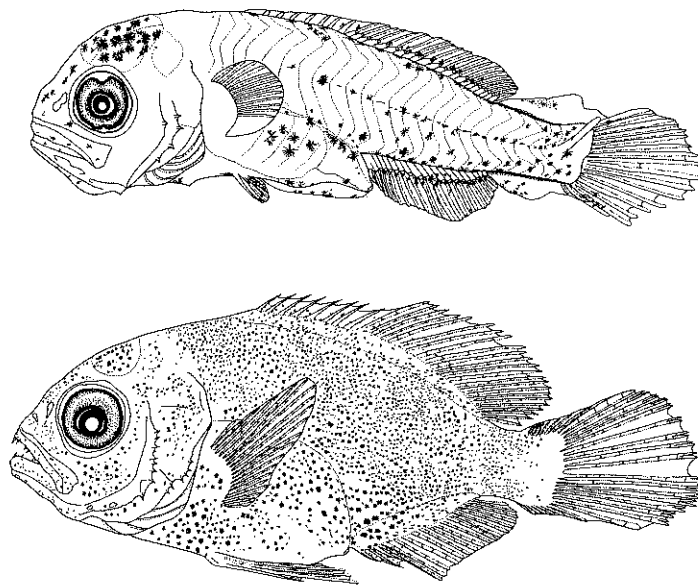


図1. メダイの体長7.6mmの後屈曲期仔魚（上）と体長17.1mmの稚魚（下）

今後の課題

近年、メダイの資源量は過去のような劇的な減少傾向にはなく、むしろ回復の兆しがあるとの見解もあります。しかし相模湾においてはキンメダイと餌競合の関係にあるとの指摘もあり、浮魚ではよくある魚種交替現象が、この底魚2種でもあるのではないかとされています。また体長が約60cmになる4歳魚から産卵することが知られていますが、それよりも若い個体についての研究は行われていません。今後、メダイの生態学的研究の必要性が高まると予想されるため、冬季

に実施される東方海域の調査により注目していくと同時に、過去に得られた黒潮域周辺の仔稚魚サンプル群を再調査していく予定です。

引用文献

小達 繁 (1967) 東北海区における稚魚の研究 IV, 出現種類と季節的出現傾向, 東北水研報, 27, 61-75.
(日本学術振興会特別研究員
混合域海洋環境部高次生産研究室)

— 中層性魚類・ハダカイワシ科魚類の生態 —

李 雅利

研究船や調査船で外洋に出て、深海でトロールやプランクトンネットを曳くと、小型の動物プランクトンから比較的大型の魚類まで様々な生物が採集されます。これらの中でも、体長がおおよそ2-10cmで、表皮が黒いか、表皮が剥げ落ちて白く見える魚類がハダカイ

ワシ科魚類です(写真1)。この魚類は、小型イカ類や大型オキアミ類、遊泳性エビ類、アミ類などとともにマイクロネクトン(小型遊泳動物)と呼ばれ、外洋生態系内では主に動物プランクトンの捕食者として、またマグロ類などの大型魚類や海産哺乳類の餌料とし

て重要な役割を果たしています。

日本近海には88種が生息し、三陸沖の海域にはそのうち20種余りが生息しています。しかし、これら魚類の生態についての基礎的な情報は非常に乏しく、我々は、まず三陸・道東沖の親潮域から移行域にかけて生息する種の鉛直分布、摂餌生態、生活史についての研究を始めました。

鉛直分布様式—特に水温との関係—

ハダカイワシ科魚類は、昼間はおおよそ300-1000mの中層に生息し、夜間はその多くの種が200m以浅の表層に浮上する、いわゆる日周鉛直移動を行い、主に夜間摂餌活動を行います。三陸沖の海域で優占する亜寒帯種コヒレハダカ、トドハダカ、マメハダカ、セッキハダカ、ミカドハダカ、移行域種ナガハダカ、オオクチハダカ、熱帯・亜熱帯種ゴコウハダカの計8種の日周鉛直移動様式を調べると、これらが日周鉛直移動種、半日周鉛直移動種および非日周鉛直移動種の3群に分類されることが分かりました (Watanabe et al. 1999)。また、各種は、それぞれ固有の適水温をもち、狭温性種の夜間の浮上深度は生息域の水温の鉛直分布構造と密接に関係していました。例えば、亜寒帯種および移

行域種 (オオクチハダカを除く) は表層の黒潮系暖水塊によって顕著に浮上深度が制限され、浅い層まで浮上できないのに対し、広温性の熱帯・亜熱帯種ゴコウハダカは高温の表層水中では、他の種に比べてより浅い層まで浮上していました (Moku et al. in preparation)。

優占3種の摂餌活動とその日周性

日周鉛直移動のパターンが明らかとなった優占種のうち、日周鉛直移動種のトドハダカ、半日周鉛直移動種のコヒレハダカ、非日周鉛直移動種のセッキハダカ3種の夏期の摂餌生態を調べると、トドハダカとコヒレハダカの主な餌生物はオキアミ類 (主に *Euphausia pacifica*)、カイアシ類 (主に *Metridia pacifica*, *Neocalanus plumchrus/flemingeri*)、端脚類 (主に *Themisto japonica/pacifica*) であることがわかりました。セッキハダカの餌生物は他の2種とは大きく異なり、カイアシ類 (主に *Neocalanus cristatus*) がその大半を占めていました。胃充満度の解析によると、トドハダカでは終日満腹状態の個体の割合が高く (51.2-94.0%)、空胃個体の割合が非常に低く、常に3%以下でした。本種の胃内容物中の未消化個体の割合は、オキアミ類では昼間中層に留まっている時と夜間表層に浮上してから夜半までが高く

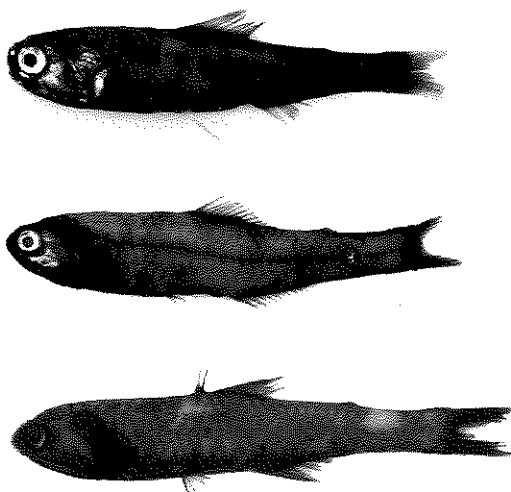


写真1. 三陸・道東沖で優占するハダカイワシ科魚類。上からトドハダカ、コヒレハダカおよびセッキハダカ

(11.7-27.3%)、端脚類では夜間表層で非常に高かった (46.7-69.8%) が、カイアシ類では終日大きな変化が見られませんでした ($10.3 \pm SD6.6\%$)。このことから、トドハダカは夜間だけでなく昼間も活発な摂餌活動を行っていることが明らかとなりました。コヒレハダカでも終日空胃個体の割合が6%以下と非常に低かったのですが、トドハダカとは異なり、胃内容物の消化度に時刻による明瞭な変化が観察されました。胃内の未消化個体の割合はオキアミ類、端脚類では夜間表層に浮上してから夜半過ぎまでが高く、カイアシ類では午後から夜半にかけて徐々に高くなり、それぞれ夜半をすぎるとまた徐々に低くなっていました。夜間でも中層に留まっていた個体は空胃率が高く (21.4%)、その胃内容物についても夜間表層に浮上した個体より

も消化が進んだものが多かったことから、コヒレハダカは夜間表層に浮上してから活発に摂餌活動を行うものと推定されました。一方、日周鉛直移動を行わないセッキハダカは終日空胃率が11.5-44.0%と高く、胃の中に保持している餌生物の量は湿重量で体重の0.1%前後と他の2種の場合 (トドハダカ1.2-2.7%、コヒレハダカ0.6-1.4%) と比べ極端に少ないことが分かりました。また、本種では胃内容物の消化度に終日変化が見られず、餌条件の悪い中層で終日散発的に餌を捕食していることが明らかになりました。胃内容物重量指数と胃内容物の消化度の日周変化からトドハダカの日間摂餌量は乾重量で体重の3.3%、夜間表層に浮上するコヒレハダカで1.8%、セッキハダカで0.14%と見積もられました。これらの結果は、日周鉛直移動が餌の豊富

な表層への摂餌回遊であることを強く示唆してました (Moku et al. 2000)。

トドハダカの初期成長と繁殖生態

1) 仔稚魚の成長

トドハダカは道東沖の親潮域で最も優占する種ですが、生活史についてはほとんど分かっていませんでした。我々はこの種の耳石日周輪を用いて仔魚と稚魚の成長様式を解析しました (Moku et al. 2001)。耳石(平衡石)には微細な輪紋があり、これらが一日に一本形成される日周輪であることが、輪紋形成の日周性から証明されました。仔魚の標準体長(L1)および稚魚の標準体長(Lj)と日周輪形成開始からの日数(D)の関係はそれぞれ直線式、

$$L1 = 2.65 + 0.141 D \quad (r^2 = 0.942)$$

(標準体長 5.1 - 9.6 mm)

$$Lj = 3.54 + 0.129 D \quad (r^2 = 0.933)$$

(標準体長 13.7 - 27.6 mm)

で表されました。稚魚の成長速度は遅く、これまで報告されている熱帯・亜熱帯種の値の1/2程度でした。

2) 産卵期および産卵場

親潮域および移行域において2年間(採集月: 1, 3, 4, 5, 7, 10月)にわたって仔魚の採集を試みたところ、トドハダカ仔魚は5月、7月および10月に出現し、その他の月には全く出現しないことが分かりました。また、仔魚は7月の移行域において最も高密度に分布し(1.0-31.9 個体/m², 平均22.1 個体/m²)、5月と10月はそれに比べ著しく密度が低く、それぞれ7.5個体/m², 0.6-2.4 個体/m²でした。親潮域でも7, 10月に出現しましたが、0.4-0.9 個体/m²と分布密度は非常に低いことが分かりました。この結果からトドハダカの主産卵場は移行域であることが明らかとなりました。5月中旬に出現した仔魚の日齢組成は20日齢前後を中心に9-52日齢、7月上旬の仔魚では30日齢前後を中心に20-53日齢、10月上旬の仔魚では23-66日齢であったことから、産卵は3月下旬に始まり、5-7月にはピークを迎え、9月下旬には終わっているものと推定されました。産卵期が終了している秋季に採集した稚魚および成魚の体長組成を海域毎に比較すると、親潮域およびその北東側の西部亜寒帯循環域では標準体長40-90mmの個体が優占し、30mm未満の当歳魚の出現は極めて稀でした。ところが、移行域では10-30mmの当歳魚が圧倒的に優占し、それより大型の個体は極めて少なかったのです。このことから、本種は産卵場である移行域で仔稚魚期を過ごし、標準体長40mmに達した頃から親潮フロントの北側の亜寒帯域へ生息域を広げていくことが明らかになりました (Moku et al. 2003)。

今後の展望

これまでの研究により、一般にハダカイワシ科魚類

などのマイクロネクトンと中型動物プランクトン、特に甲殻類動物プランクトンが捕食・被食関係にあることがわかっています。この動物プランクトン-マイクロネクトン食物網に関して理解を深めていくためには、ハダカイワシ科魚類だけでなく小型イカ類や中・深層性エビ類などの個々の種の摂餌生態(摂餌リズム、摂餌選択性、摂餌量)に関する詳細な知見を蓄積することが必要です。また、親潮域など亜寒帯域では、*Neocalanus*属カイアシ類のように個体発生的鉛直移動を行う動物プランクトンが多いため、餌環境の鉛直構造が季節的に変化することにより、ハダカイワシ科魚類など外洋性マイクロネクトンの食性も季節的に変化することが十分予想されます。どの動物群または種にマイクロネクトン群集による高い捕食圧がかかっているのか、季節毎に詳細な研究が求められます。さらに、外洋生態系における動物プランクトンからマイクロネクトンへのエネルギーの流れを把握する上で、ハダカイワシ科魚類や小型イカ類のより定量性の高い生物量測定法の確立が何よりも重要で、そのためには採集効率の高いオッターボード式トロールによる観測例を増やすこと、加えて、遊泳力の高い動物群の生物量把握に有効なトロール採集に計量魚探による測定を組み合わせた方法の確立が望まれます。現在、我々はハダカイワシ科魚類の個体数変動、摂餌生態の季節変化に関する研究を進めており、本科魚類と同様に動物プランクトンを捕食するイワシ類やサンマなど浮魚類との餌を巡る競合関係があるのかどうか、さらには動物プランクトンや浮魚類の資源変動とどのような相互関係があるのか今後明らかになってくると考えています。

引用文献

- Moku, M., K. Kawaguchi, H. Watanabe & A. Ohno
(2000) Feeding habits of three dominant myctophid fishes, *Diaphus theta*, *Stenobrachius leucopsarus* and *S. nannochir*, in the subarctic and transitional waters of the western North Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser. 207, 129-140.
- Moku, M., K. Ishimaru & K. Kawaguchi (2001) Growth of larval and juvenile *Diaphus theta* (Pisces: Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. Ichthyol. Res. 48, 385-390.
- Moku, M., A. Tsuda & K. Kawaguchi (2003) Spawning season and migration of the myctophid fish *Diaphus theta* in the western North Pacific. Ichthyol. Res. 50, 52-58.
- Watanabe, H., M. Moku, K. Kawaguchi, K. Ishimaru & A. Ohno (1999) Diel vertical migration of myctophid fishes (family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. Fish. Oceanogr. 8, 115-127.

(東北区水産研究所特別研究員
混合域海洋環境部高次生産研究室)

— 黒潮小蛇行の発生周期性 —

鹿島 基彦

この3月に九州大学総合理工学研究科で博士号を取得し、4月から東北水研混合域海洋環境部海洋動態研究室でお世話になっております。九州大学では四国沖の黒潮について研究を行ってきました。

日本沿岸に沿って流れる黒潮は、日本の気候、風土、海上交通、水産業などに大きな影響を与えています。特にその流路は沿海域の水質や潮位などに大きな影響を与えるので、その性質の把握は短期的な災害対策のためにも重要です。また、地球温暖化などの地球全体の環境変化を表す指標としても重要な存在です。海洋には地上気温の均一化をはたす熱の南北輸送という役割があり、特に中緯度では海洋は大気と同程度かそれ以上に重大な役割を果たしています。海洋の中でも北太平洋の果たす役割は北大西洋と同様に大きく、北太平洋の亜熱帯循環の西端で物質や熱の北上輸送のほとんどを担っている黒潮の熱流量を推定することは重要な課題です。それに先立って黒潮の流速構造を評価することが不可欠となります。

日本南岸の黒潮流路は、紀伊半島から銚子沖の間を大きく蛇行する大蛇行流路と岸に沿って流れる非大蛇行流路の二つに大別されます。黒潮は水産物の卵稚仔を輸送するばかりでなく、成魚の海遊経路となっています。そのため、黒潮流路の変動は資源の加入や漁場の位置など水産業にも影響を及ぼします。これまでの研究から大蛇行の発生原因と考えられる小蛇行がトカラ海峡東で頻繁に発生し、四国沖を通過することが知られています。小蛇行による四国沖の黒潮流路変動の経年格差を調べるために、係留流速計による実測流

速と比較検証して、衛星海面高度計などから約9年間の黒潮流軸位置を推定しました。この流軸位置時系列に、各時刻における変動周期帯の強さがわかるウェーブレット解析を施すと、小蛇行発生には周期性があり、更に約110日周期もしくは約150日周期のどちらかで変動していることがわかりました(図1)。

黒潮続流から分離した低気圧性の中規模渦、もしくは続流域付近や伊豆海嶺などの海底地形の影響から発生した中規模渦が、ロスビー波として西進し、トカラ海峡東や沖繩南方で黒潮に合流して小蛇行発生の原因になると考えられています。伊豆海嶺を境にそれ以西と以東において、110日、150日の変動が存在するそれぞれの時期について、中規模渦の平均的な西方伝播の様子を見るために、海面高度偏差の時間ラグ相関を取ったところ(図2)、110(150)日周期変動が存在する時期には、日本南岸沖を西進する中規模渦も110(150)日周期で伝播して黒潮に接触しており、中規模渦が黒潮小蛇行発生の主要原因であることが示されました。また、110日周期の中規模渦の伝播は伊豆海嶺以東の続流域から四国沖まで、150日の場合は伊豆海嶺以西のみに存在し、中規模渦の発生場所や伝播ルートに違いがある可能性が示唆されました。

これらの違いは、亜熱帯循環全体の変動とそれに伴う黒潮続流位置の南北移動に関係している可能性があり、地球温暖化との関連も考えられます。今後は、これらの黒潮について行ってきた研究を踏まえて、親潮の研究を行い、温暖化研究に貢献したいと考えています。

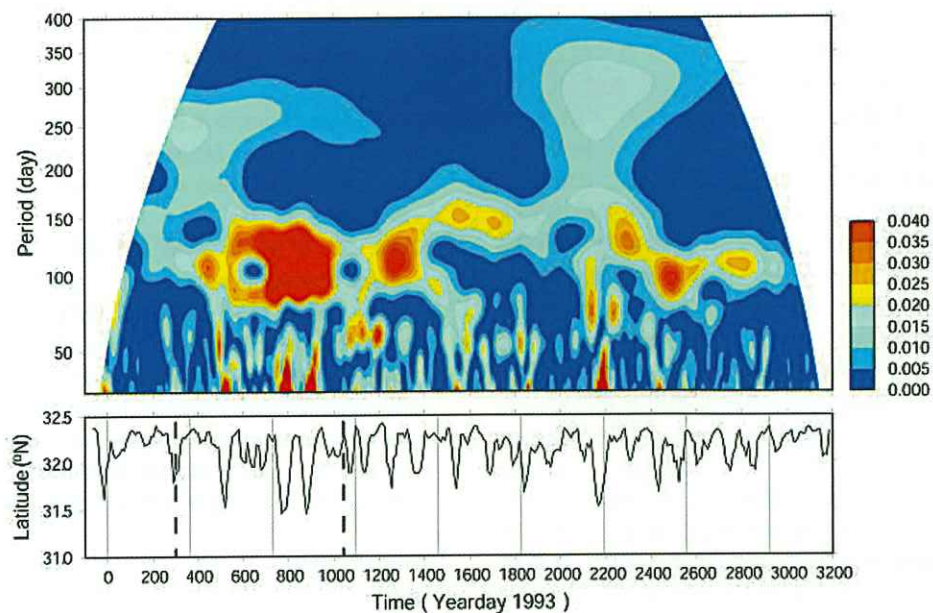


図1. Topex/Poseidon (T/P)による海面高度偏差と、密度場観測と実測流による平均海面高度から求めた四国沖の黒潮流軸位置の時系列(下)とそのウェーブレット振幅(上)

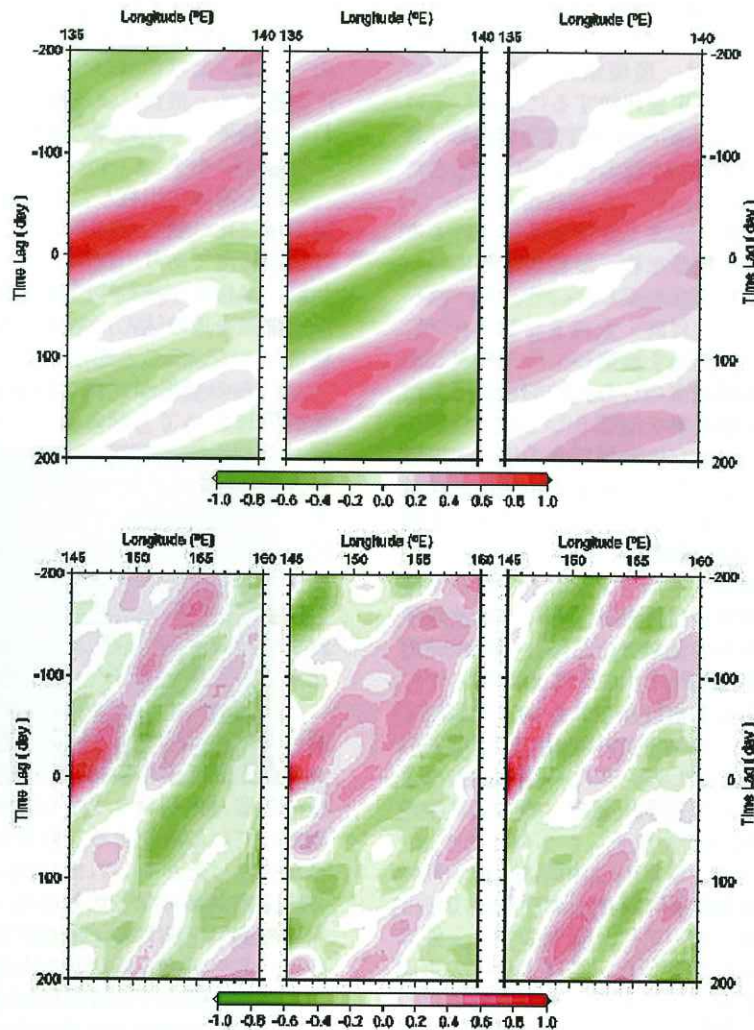


図2. 北緯28.5度上の図中西端経度の海面高度偏差に対する各経度の海面高度偏差の時間ラグ相関係数. 伊豆海嶺以西(上)と以東(下)の場合. 左から図1の200-1000, 1400-2200, 2400-3200日について

(東北区水産研究所特別研究員
混合域海洋環境部海洋動態研究室)

— 黒潮続流域およびその周辺海域のMicrobial loopに関する研究 —

中町 美和

平成15年4月より, 混合域海洋環境部生物環境研究室の東北区水産研究所特別研究員として雇用されました。現在, 主にオートアナライザー-TRAACS800 (写真1) による栄養塩分析を行っています。

専門はプランクトン生態学であり, 3月までは東北大学大学院農学研究科に在籍していました。谷口旭教授の指導の下, 博士論文では黒潮続流域およびその周辺海域のMicrobial loopに関する研究を行ってきました。

Microbial loop(微生物環)とは, 1983年にF. Azamらによって提唱された食物連鎖であり, 従来からよく知られている植物プランクトンから動物プランクトン, そして魚類へと到る採食食物連鎖とは異なり, 溶解有機物を起点にした細菌や藍藻類などのピコサイズのプ

ランクトンからナノ・マイクロサイズの原生動物へとつながる流れを指します。このことが比較的近年まで明らかでなかった理由は, ピコ・ナノプランクトンの細胞が極めて小さくて脆弱であるために, 従来のプランクトン固定法や検鏡法では, 現存量が過小評価されていたためです。しかし, 蛍光染色手法の確立によって, それらの現存量が植物プランクトンをしのぎ, またその生産力も極めて大きいことが明らかとなり, 今日ではMicrobial loopは海洋生態系のエネルギーフローを考える上でかかせない概念となっています。

このMicrobial loopは, 特に系外からの栄養塩の供給が少ない貧栄養の外洋域で発達しているとされていますが, ここでの構成生物群集の全てを同時に取り扱った研究例は多くありません。そこで, 貧栄養な外洋

域であり、かつ多獲性浮魚稚仔のナーセリー（生育場）として重要な黒潮統流域およびその周辺海域で研究を行いました。本海域内は、環境傾斜が激しいため、Microbial loopの大きさを定量比較するには適しているといえます。研究試料は、中央水産研究所調査船「蒼鷹丸」の5調査航海に乗船し、採取させていただきました。

本研究では、ピコ、ナノ、マイクロとサイズの大きく異なるプランクトンを扱うため、多種の試料について計測をしなければなりません。そこで、より迅速かつ正確に行うため、ピコ・ナノプランクトンに関しては、画像解析システムを構築し、計測しました。また、Microbial loop構成者のうち比較的種の同定が容易である有鐘織毛虫類群集を指標として詳しく解析することにより、Microbial loop構成者の組成と海洋環境との関係を考察しました。有鐘織毛虫類は外洋域では個体数密度が低いいため、プランクトンネットを独自に設計することにより大量採集しました。

これらの結果、主なマイクロプランクトンである微小動物プランクトン群集の生体量は、常に黒潮流軸中およびその沖合側である外側域で少なく、黒潮統流の日本列島側、すなわち内側域で大きいことが明らかになりました。鉛直分布にも水域差が見られ、内側域では明瞭な極大層があり、流軸中と外側域ではほぼ鉛直一様であることが分かりました。また、季節変動は、春季が最大であり、次いで秋季、夏季、そして冬季に最小となっていました。

ピコ・ナノプランクトン群集の生体量は、微小動物プランクトン群集生体量の平均17倍および72倍でした。ピコプランクトン群集においては、従属栄養者と独立栄養者の比率がほぼ同程度でした。従属栄養者の生体量は時空間的に比較的安定しており、独立栄養者はやや変動するものの、ナノプランクトンの変動幅よりは小さく安定していることが明らかになりました。ナノプランクトン群集の全生体量の時空間変動はピコプランクトン群集のそれに比べて複雑ではあるものの、変動の幅は微小動物プランクトンのそれよりは明らかに

小さいことが示されました。すなわち、よりサイズが小さい生物群ほど生体量が安定していました。これらのことは、より小型のサイズの生物群において、増殖による増加と摂食による減少という過程が高頻度で行われる結果、小振幅での振動を繰り返していることを示唆しています。

本研究海域に出現した有鐘織毛虫類の出現種数は、沿岸域に比べ明らかに多いこと、流軸中と外側域ではほぼ同程度であり内側域でやや少ないことがわかりました。多様度が流軸中で最も高かったことは、黒潮が周辺群集を取り込んだ結果、外側域や内側域よりも多様になっていることを示していると考えられました。

これらの変化が、種の同定が困難であった他の生物群集においても起こっているとすれば、黒潮統流域およびその周辺海域におけるMicrobial loopは大きさだけでなく、その群集組成も水域あるいは季節によって大きく変化していると考えられます。すなわち、Microbial loop内の生物間の経路も、水域と季節によって変動する可能性が考察されました。

以上の研究内容からお分かりいただけるように、これまでは顕微鏡観察によるプランクトンの計数が主な仕事でした。したがって、化学分析とはあまり縁がなく、現在行っている栄養塩分析も学生実験レベルの経験しかなかったため、開始当初はホールピペットを扱うのからして大仕事といった感じでした。また、栄養塩分析器自体もトラブルや故障が多発し、サンプルを測定している時間より、修理や調整にかかる時間のほうが長かったかもしれません。数ヶ月たった今では、多少手際が良くなったものの、まだまだ、私が思うようには動いてくれず、振り回されている感じです。今後は、高い精度を維持した上で、より迅速にデータをお見せ出来るように精進したいと思います。

自分の研究をさらに深めていく上でも、この仕事で得られる経験、知見は、貴重なものだと考えております。斎藤室長、桑田氏の厳しくも優しい(?)指導のもと、非常勤職員の皆様の補助を得て、これからがんばります。

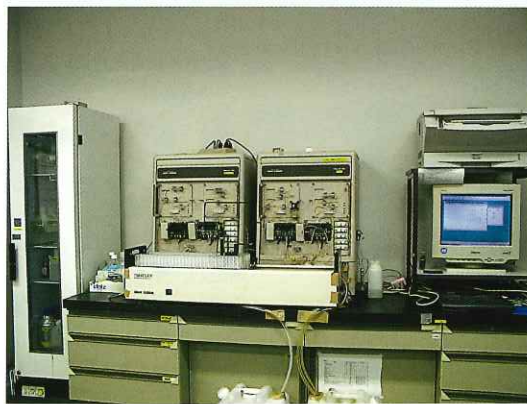


写真1. オートアナライザー-TRAACS800

(東北水産研究所特別研究員
混合域海洋環境部生物環境研究室)

—北海道南部周辺海域で漁獲されるマダラの資源評価に関する研究—

上田 祐司

八戸支所には、今年の7月より研究等支援職員として勤務しています。以下に私の博士論文の一部を紹介させていただきます。

はじめに

北海道南部周辺海域で漁獲されるマダラ *Gadus macrocephalus* では、1990年代に入り、低レベルの漁獲量が続いていたことから、本研究では、本海域に分布するマダラの資源状態を把握し、資源の持続的利用のための管理方を提言することを目的とした(図1)。

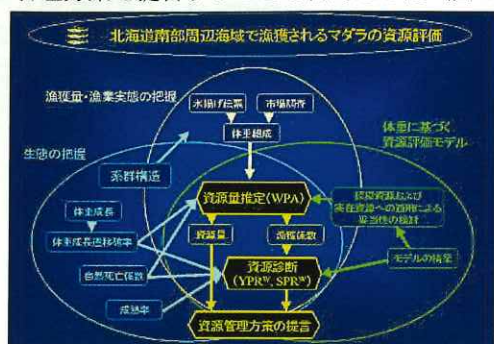


図1. 本研究の概要フローチャート

体重ベースの資源評価モデル

本海域で漁獲されるマダラでは、コホート解析(VPA)を適用する上で不可欠な、漁獲物の年齢組成を得るための、経時的な年齢査定が行われていない。しかし、マダラの場合には、漁協等でマダラの体重が記載された水揚伝票が保存され、これにより漁獲物の体重組成を過去にさかのぼって入手することが可能である。

そこで、体重ベースの資源評価モデルを構築した。資源量推定モデルである、体重組成に基づくコホート解析(WPA)では、漁獲死亡係数、自然死亡係数、体重成長遷移確率を用い、今年の体重階級別資源尾数より前年の資源尾数を計算する。資源量推定に用いるデータは、年別体重階級別漁獲尾数と自然死亡係数である。WPAモデルの一部を応用することにより、資源診断に用いられる加入量あたり漁獲量と加入量あたり産卵親魚量を体重ベースで算出することが可能である(YPR^w, SPR^w)。

WPAによる資源量推定精度を検証するため、コンピュータ上で作成した模擬資源を用いて資源量推定シミュレーションを行った。その結果、漁獲物のうち体重が把握できる割合(抽出率)が20%以上であれば、WPAがVPAと同等の資源量推定精度を有すると判断された。

実際の漁獲データは、シミュレーションで想定した以外にも誤差が混入していると考えられる。そこで、既にVPAにより資源量推定が行われている噴火湾のスケトウダラ資源にWPAを適用したところ、両方法の推定値は近く(r=0.931)、ここでもWPAの妥当性が示された。

マダラ襟裳西系群の資源評価

北海道太平洋側海域で漁獲されるマダラ(襟裳西系群)の漁獲情報から、WPAを用いて1994~2000年の資源量推定を行い、また、推定結果を基に、YPR^wおよびSPR^w解析により資源診断を行った。

マダラ襟裳西系群の資源量は、1994年が最も少なく7,300tと推定された(図2)。1995年以降は資源量が増加し、1998年には10,000tを超え、2000年の推定資源量は14,000tとなった。年度が経るにつれ小型サイズの割合が増加し、1999年および2000年では、体重階級0-1kg、1-2kgに属するマダラの割合が50%以上だった。

YPR^wおよびSPR^w解析において(図3)、2000年の漁獲係数Fを0.47、漁獲開始体重Wcを0.5kgとしたとき、YPR^wは1.2kg/Rとなり、最適値(1.8kg/R)より低い値であった。また、%SPR^wは9%となり、理想とされる値(例えば20%以上)より低いことがわかった。YPR^wおよびSPR^wの等量線図から、現状より漁獲係数を0.3程度まで小さくすると%SPR^wは増加しても、YPR^wには変化が見られないこと、一方、漁獲開始体重を3.0kg程度まで大きくすると、YPR^wと%SPR^wがともに増加することが明らかになった。

以上の結果より、北海道南部周辺海域で漁獲されるマダラの生物学的見地に基づく管理方策として、漁獲係数0.3、漁獲開始体重2kgを提言する。

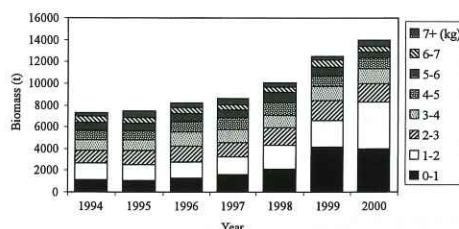


図2. 体重組成に基づくコホート解析(WPA)で推定された、マダラ襟裳西系群の資源量

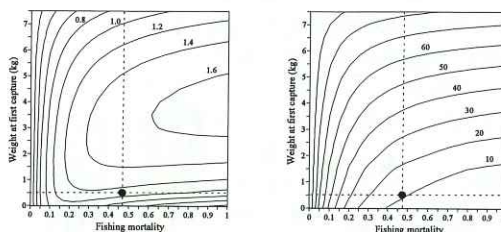


図3. マダラ襟裳西系群のYPR^wおよび%SPR^wの等量線図。●は2000年の漁獲圧を表す

今後の仕事

今後、東北海域の底魚を中心に、漁業からの情報を生かした解析で、資源評価に貢献したいと思っています。よろしくお願ひします。

(東北区水産研究所特別研究員
八戸支所資源評価研究室)

[活動報告]

平成15年度東北区水産研究所一般公開の報告

平成15年9月22日(月)に東北区水産研究所の一般公開が開催されました。前日の台風の影響が懸念されましたが、小雨の中、塩釜市立杉の入小学校の3年生児童87名がその日の午前中に元気に一般公開に参加しました。児童達は、調査船若鷹丸の見学、ミニ講演会、プランクトン、若鷹丸で捕獲した魚の展示、電子顕微鏡、DNAの観察、タッチプールにと、グループに分かれて参加しました。その時の児童の感想を下に示します。将来、この子供達の中から、水産研究所で働く人が出ることを願っています。

(見学をしての感想)

- * わかたか丸の見学が楽しかった。操縦席の上にはボタンがたくさんあってすごかった
- * みんないろいろな仕事をしていて、たいへんだなあと思いました。DNAの人はたくさん同じようなのがあるのでどれがどれかわかっていて、電子顕微鏡の人はパソコンの使い方とかが全部わかっていてすごいと思った
- * 楽しかった
- * タッチプールが楽しかった
- * わかたか丸が大きかった
- * いろいろなことができて楽しかった
- * とても勉強になった
- * いろんな人がいろんな研究をしてすごいと思った
- * さかなの展示がおもしろかった
- * プランクトンの観察、船のそうじゅうなどがおもしろかった
- * ミニ講演会でネズミザメの歯がかたかった

水産研究所のみなさん

この前の月曜日水産研究所を見せたいなあありがとうございました。プランクトンなど見たのははじめてなのでビックリしました。エビのような形やヒコヒコ足がでているのがおどろきました。サメやヒゲヤクにさわられてとてもうれしかったです。こんなに近くで見たのははじめてです。とても楽しかったので家に帰ってからお母さんにいっぱいお話をしました。いろいろお話をしてくれておもしろい話をしてくれた水産研究所のみなさんありがとうございました。



兔澤 結

水産研究所の方へ
この前、いろいろな海の魚やサメなど海の事を教えていただきありがとうございました。
とても楽しかったです。
マンボウやネズミザメの死体にかかったり、生きたヒゲヤクやヒゲヤクにさわられたり、プランクトンが、私はとても楽しかったです。また、プランクトンもけんびきまつて見ても楽しかったです。また、いろいろ思い出しています。

杉の入小学校三年二組
斎藤 直衣より

- * 顕微鏡が楽しかった
- * いろんな魚を知った
- * プランクトンを初めて知った
- * くさかった
- * とてもよい経験になりました
- * DNAをもらったのがうれしかった
- * また来たいです
- * 楽しく勉強ができました
- * プランクトンがいっぱいいて楽しかった
- * 熱帯魚やマグロを展示してほしい
- * サメをさわってサメの体がわかった
- * ミクロの観察が楽しかった
- * わかたか丸の見学で出たクイズが楽しかった
- * 船に乗れてよかった
- * 船がきれいだった
- * 2回インタビューをされたのが楽しかった
- * わかりやすく教えてもらいました

退任にあたって—チュニジアで考えたこと—

稲田 伊史

釧路の冬の空港に降り立った人が思わず身震いするように、チュニスの夏の空港を一步出ると、砂漠からくる熱気に目がくらむようであった。

今年の9月初めにJICAの専門家としてチュニジアを訪問する機会があった。JICAから協力の要請があるまでは、チュニジアという国はサッカーのワールドカップで日本と戦った北アフリカ沿岸の国というボンヤリとした印象しか持っていなかった。その後、チュニジアは日本の国土の4分の1程度の面積で、人口は約920万人、主な産業はオリーブの輸出とカルタゴや砂漠体験の観光スポットがあることを知った。現地での第一印象はチュニジアの石と砂の文化と日本の木と川の文化の違いは基本的には「水の有無」がその国の文明の基盤となっているということで、「生物は環境の従属者である」ということを再認識させられた。

首都チュニスでの会議は日本によるアフリカ諸国の海洋科学・技術に関する支援プロジェクト(AJOST)の一環として開催され、筆者も「第1回海洋資源調査セミナー」のアドバイザーの一人としてキーノートレクチャーをするために出席した。このセミナーにはアフリカ圏のエジプト、チュニジア、モロッコ、モーリタニア、セネガル、ギニア、コートジボアール、トーゴ、ベニン、ガボン、ケニヤ、セイシェル、モーリシャスの13カ国の代表が参加し、まさにアラブ人とアフリカ人のまっただ中に日本人が入り込んだという感であった。もちろん日本の水産研究・水産技術が今まで蓄積してきた経験則をアラブ・アフリカ諸国の水産業の発展のために科学技術の側面からアドバイスすることは重要なことであるが、JICA自身のねらいは関係国に供与した調査船等を、減少している水産資源の回復に具体的に役立てるため、資源の評価方法をレクチャーするためこの会議を設営していた。このねらいは別にして、この会議で印象に残ったのはアラブの人達に比べてアフリカの人々の底抜けの陽気さと、英語圏とフランス語圏の人々のものの考え方の違い、発展途上国の日本に対する無償供与の要求が当たり前という感覚に戸惑ったことであった。この会議で筆者が紹介した日本の資源回復計画としてのTAEについてはエジプトの研究者から、研究の成果を現場に活かす必要は感じていても、その政策を現実の問題として、例えば努力量の削減を実行することは至難の業であるとのコメントを受けた。日本が漁業先進国と自負するのなら、その手本を示すべき時期に来ているように思った。

ところで、チュニジアの水産業は産業規模としては小さい方に属するのかも知れない(筆者は全体像を把握していない)。聞くところによれば、近年の問題と

して近海資源の減少、特に沿岸の底魚類(ハタ類、エビ類、ヒメジ類、タイ類)の小型化が目立っていること、また蓄養している大西洋マグロの日本への輸出価格が下落により打撃を受けていることであった。また、筆者はチュニジアの国立海洋科学・技術研究所(INSTM)に日本が供与したハンニバル号(200トン)でのトロール調査に参加した。漁獲物はタイ、アジ、ヒメジ等で、東シナ海の魚種組成によく似ていて、雑多な小型魚が漁獲された。余談になるが、新鮮な海産物の入手が困難なチュニジアで、INSTMでJICAのシニアポランティアとして活躍されている中村泉・禮子夫妻の自宅で頂いたこの調査で獲れたアジのタタキの美味しさは今でも忘れられない。

漁業という業はチュニジアであろうが、日本であろうが、一般的には生産活動が行われている現場で問題が発生し、問題の解決も現場にあると考えており、試験研究がその間に果たすべき役割には色々な局面があると思われる。遺伝学とか生理学といった基礎的研究分野は別にして、海区という現場にある研究部門は資源・海洋・増殖といった分野が互いに連携して地域の問題に取り組むことが重要で、例えば沿岸資源の減少という問題に対して、日本では沿岸生態系という概念の下で上記3分野の総合化という取り組みが求められているように感じる。また、底魚資源の評価についても、詳細な漁獲統計が整備されていないチュニジアのような国では、少なくとも魚種別の漁獲統計と調査船によるモニタリング(トロール、計量魚探、CTD等を用い)により、資源量や魚体の大きさの変化、海洋環境や魚種組成の変化を把握する必要があると会議では発言したが、日本でさえ調査船によるモニタリング体制が整備されていると言えるのか、自問している状況であった。

前述したように、漁業ないし水産業は生産の現場で色々な問題が発生する。モニタリングにより問題の発生を予知する体制をきちんと整備し、また予知の難しいタンカー事故のような問題が発生した場合に的確に対応できる体制を整えることが重要である。さらに試験研究機関としては、問題の発生後の解決への道筋を、地域の試験研究機関や大学と連携して、基礎から応用、さらには行政部門も包括した体制の構築と問題解決への工程表を現場に説明する責任があるように思う。こうした中で一人一人の研究者が果たすべき役割も見えてくるものと考えている。

最後にこんな言葉がある。理想と信念、自信と希望を持てば若くなる。理想を放棄し、疑念や恐怖心と絶望を持てば人は老いる。自戒の言葉としたい。

(前所長)

[業務日誌]

外国出張一覧

日時	場所	氏名	目的
H15 6/17-26	バンフ (カナダ)	齊藤宏明	第3回 IGBP (国際地球圏生物圏計画) 評議員会出席

調査船の運航

日時	船名	調査名	調査海域	調査員
H15 4/11-25	若鷹丸	親潮・混合域の鉄濃度及び低次生産過程調査	東北・北海道沖合	齊藤宏明, 桑田 晃, 鈴木光次 (北大院), 吉江直樹 (〃), 大木淳之 (〃), 西岡 純 (電力中央研), 芳村 毅 (〃), 近藤能子 (東大院農)
5/7-19	若鷹丸	親潮・混合域の鉄濃度及び低次生産過程調査	東北・北海道沖合	齊藤宏明, 杉崎宏哉, 小埜恒夫 (北水研), 高尾芳三 (水工研), 武田重信 (東大院農), 近藤能子 (〃), 鈴木光次 (北大院), 松倉隆一 (北大水), 西岡 純 (電力中央研), 芳村 毅 (〃)
5/24-6/5	若鷹丸	カレイ類並びにキチジ幼魚分布調査	東北沖合	服部 努, 成松庸二, 藤村一将 (JCE), 佐藤 亮 (〃), 伊勢賢司 (東北電技工業)
6/10-27	若鷹丸	西部北太平洋海域サンマ資源調査	東北・北海道沖合	上野康弘, 岡野 崇 (NHKテクニカルサービス), 岸 謙介 (〃)
7/2-19	若鷹丸	ヒラメ卵・仔稚魚調査	東北・常磐沖合	7/2-19 栗田 豊, 岡本 誠 (学振特研員) 7/2-10 服部 努
9/2-21	若鷹丸	A-line及び混合域漁場環境調査	東北・北海道沖合	伊藤進一, 杉崎宏哉, 清水勇吾, 寛 茂穂, 鈴木光次 (北大院), 中山智治 (日本海洋科学振興財団)
4/10-25	但州丸	マダラ・スケトウダラ新規加入量調査	東北沖合	伊藤正木, 成松庸二
6/12-7/21	北鳳丸	西部北太平洋海域サンマ資源調査	北西・中央太平洋海域	6/12-7/21 中神正康 6/12-14 熊沢泰生 (ニチモウ)
8/30-9/24	北鳳丸	西部北太平洋海域サンマ資源調査	道東～常磐海域	中神正康, 巢山 哲
5/22-6/26	照洋丸	北太平洋における海洋水塊の構造調査	北太平洋中央部	伊藤進一
6/6-7/6	青海丸	西部太平洋海域サンマ資源調査 (サンマ漁期前調査)	中央太平洋海域	巢山 哲
9/25-10/17	開洋丸	浮魚類の資源調査のための中層トロール運用方法改善調査	北西太平洋海域	上野康弘

講演・談話会一覧

日時	会議名(場所)	発表内容	発表者
H15			
4/4	海洋環境コロキウム54 (塩釜)	係留観測による黒潮域中深層の流速変動に関する研究	鹿島基彦
5/1	海洋環境コロキウム55 (塩釜)	伊勢湾の密度・流動構造の季節変化	笈 茂穂
5/20	海洋環境コロキウム56 (塩釜)	本州東方海域におけるツノナシオキアミの漁業および生活史に関する研究	瀧 憲司
6/16	海洋環境コロキウム57 (塩釜)	西部北太平洋におけるハダカイワシ科魚類の生態	李 雅利
6/30	海洋環境コロキウム58 (塩釜)	ホタルジャコ属の分類学的研究	岡本 誠
8/28	海洋環境コロキウム59 (塩釜)	全国海況情報の報告ー我が国周辺水域における近年の海況環境の特徴ー	平井光行

表紙写真の説明

キチジは、水深350～1,300mの海底に生息しています。東北地方や北海道では、めぬけ類とともに「赤もの」と称され、総菜魚として珍重されています。さらに、魚価も高いため漁獲対象として重要な資源の一

つです。現在、本種の漁獲量は極めて低い水準に留まっており、資源の回復が期待されています。

(八戸支所資源評価研究室 服部 努)

あとがき

東北水研ニュース第66号をお送りいたします。皆様の研究・業務のご参考にお役に立てれば幸いです。

なお、今号では特集として、今現在、東北区水産研究所に特別研究員等として、勤務しておられる5名の方々の紹介記事を掲載しておりますので、東北区水産

研究所職員共々、今後ともよろしくお願ひいたします。

この東北水研ニュースに対して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。

(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
混合域海洋環境部 笈茂穂
海区水産業研究部 神山孝史
若鷹丸 氣仙仁
八戸支所 服部 努

東北水研ニュース No.66 平成15年10月31日発行

発行 (独)水産総合研究センター 東北区水産研究所

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 塩釜市尾島町8-7

TEL 022-365-1151