

様式-2 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（中課題）

課題番号 5000
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
担当機関 中央水産研究所海洋生産部低次生産研究室
担当者名 杉崎宏哉（課題代表者）

1. 調査・研究の目的

本調査では、魚種交代など明瞭な長期資源変動が観察されているマイワシ・マサバ・カタクチイワシの太平洋系群を主対象とし、資源変動の主要因となる再生産成功率がふ化から移行域に主に分布する若魚期までの累積死亡により主に決定されるという視点から、加入までの成長過程で経験する生態系で餌料環境（ボトムアップコントロール）、捕食による減耗（トップダウンコントロール）および成長履歴の把握に注目して研究を進める。それぞれの課題では短期的な事象の記載にとどまらず、少なくとも過去10年間以上の長期変動データを整備して、Blimit年である1996年の環境との比較など資源動向と餌料環境との関連に着目して過去の生態系変動の知見をレトロスペクティブに解析し、気候変動が加入量の変動に結びついている過程を詳細に明らかにしていくことを目的としている。また長年低水準であったマサバでは2000年代になってから卓越年級群が認められ回復計画も進められていることから、本研究課題の中で資源動向を正確に把握することでタイムリーな資源変動機構の知見が得られると考えられる。ゴマサバは対象種ではないがマサバと同時に漁獲され、マイワシ・マサバの資源増減の機構との関連が想定されるので補足的に調査の対象とする。

2. 今年度までの調査・研究成果の概要

(1) 日向灘および土佐湾において、冬春季のかいあし類は、1980、1990年代に個体数が少なく、種数や多様度は1970年代初頭、1990年前後、2000年前後に高く、短期的に変化した。日向灘と土佐湾の長期的な変動パターンは類似していたが、日向灘の方が出現種数が多く、種多様性も高かった。黒潮は2001年C型、2002-2004年および2010年はN型であり、2001年は遠州灘沖の黒潮内側域に冷水渦が、2003年および2004年には九州東岸沖に小蛇行に伴う冷水域が認められた。また黒潮外側域には、詳細な海洋構造を解析できなかった2004年を除き、混合層の厚い海域が出現した。調査期間中、黒潮は2001年C型、2002-2004年および2010年はN型で、すべての年で非大蛇行流路であった。2001年は遠州灘沖の黒潮内側域に冷水渦が、2003年および2004年には九州東岸沖に小蛇行に伴う冷水域が認められた。各年ともかいあし類体積は黒潮外側域で少なく、特に混合層の厚い海域でさらに少ない傾向が認められた。また、プランクトン現存量は1990年頃より増加傾向にあることが認められ、1990年代前半までは4-5月頃見られた現存量の春季のピークが、1994年頃以降やや早まっている傾向が認められ、現存量変動のみならず出現のタイミングも経年的に変化していることは明らかとなった(5010)。

(2) 10年にわたり黒潮域の低次生物生産のモニタリングを行っている観測定線のデータを取りまとめた結果、冬季の混合層増大に起因した春季植物プランクトン大増殖が毎年認められ、この生物生産が浮魚類の生活史初期の生育場における餌環境を支えていることが明らかになった。黒潮から黒潮続流域にいたる浮き魚仔稚魚生育場の餌料環境を時空間的に広範囲に解析するため、本研究課題によってシステムが確立した卓上型のビデオプランクトンレコーダー（B-VPR）を用いて、1960年代から最近までに行われた2月の観測によって得られた約2000測点の動物プランクトン標本からカイアシ類のサイズ別個体数密度および現存量の

分析を行った結果、黒潮潮内側域で 2000 年以降密度が高い年が継続しており、マイワシ資源の急激な増大期であった 1970 年代と同等あるいはそれ以上のレベルで生活史初期のマイワシ仔稚魚の餌料遭遇確率が高くなっている可能性が示唆された(5020)。

- (3) 親潮-黒潮移行域で経年的に採集されている動物プランクトン標本を用い、マイワシの稚魚の重要な餌料プランクトンである *Paracalanus parvus* と *Corycaeus affinis* の 1960 年～2009 年までの成体の個体数の季節変動および経年変動を解析した結果、*P. parvus* の個体数は春～夏にかけて高い値を示し、春季の個体数は 60 年代中期に最も高い値を示した後、80 年代中期まで比較的高い値で推移しその後 2000 年代後期まで低位で推移していることが明らかとなった。本種の個体数が高かった年代はマイワシの加入の良かった年代と一致し、親潮黒潮移行域において資源高水準期にマイワシ稚魚の好適な餌環境があったことが示唆された。また栄養塩濃度の経年変動解析の結果、表層のリン酸濃度は 1950 年代中期から 2000 年代後期まで一貫して減少トレンドにある一方で中層（26.7-26.8σ_θ面：亜寒帯中層水の中心密度）では濃度は上昇トレンドを示していた。マイワシの重要な餌プランクトンである *P. parvus* 個体数の変動は表層のリン酸濃度とよく似た変動パターンを示し、栄養塩供給の変動が生物生産量の変動をもたらし、マイワシ稚魚の餌料環境に影響した可能性を示唆した(5030)。
- (4) 黒潮親潮移行域で採集されたマイワシ稚魚では、1996～2007 年級群の CPUE と翌年 1 歳魚の漁獲尾数の間には正の相関が認められ、両者の値は 2001～2004 年には著しく低下していた。2010 年級群の稚魚の CPUE は、調査が開始された 1996 年以降で最大の値を示した。黒潮続流南側海域（KESA）の冬季水温は依然高温傾向であるが、2009～10 年冬季については、北極振動（Arctic Oscillation）の指標値が近年でも特異的に負偏差を示した。少なくとも 2010 年級群にとっては、近海域の海洋環境は生残に良好であったことが推察された。年により生残した越冬未成魚の推定孵化時期に相違が見られ 2004 年では 5～7 月が主体、2008 年では 6～7 月が主体、2009 年では 6～8 月が主体であった。推定孵化月組成が 1～9 月までの間のうちの 5～6 ヶ月間にわたることは各年共通しており、越冬期末成魚群は複数のふ化月の魚群が混合して形成されていることが推測された(5120)。
- (5) マサバの 9～10 月の三陸～千島沖の調査において、2010 年は 148 度以東の千島列島沖に分布する個体は小型で孵化日が遅かった（6 月が中心）のに対し、東経 148 度以西の近海は大型で孵化日の早い（4 月中心）個体が多かった。一方加入量水準の低かった 2006 年は孵化日の早い個体がほとんど見られず、サバ類当歳魚は、北上期に東方に分布を広げ、早く発生し成長した個体から西方へ移動することが示唆された。6～7 月の北上期の個体群が 9～10 月に近海に分布する大型個体に繋がると考えられることから、早期（3～4 月）に発生した個体が多い年は加入量水準が高くなることが示唆された。経年調査の結果、マサバは 3～4 月の発生量が多く、かつ 4 月の続流域において適水温を経験することにより、発生初期に良好な成長速度が得られ、加入成功につながったと考えられた(5130)。
- (6) カタクチイワシ仔稚魚と捕食者の同時採集を 2005～06 年に行った。得られた魚類の胃内容物分析の結果、小型浮魚類仔稚魚の捕食者として特に重要な種はカツオとサバ類(成魚・未成魚)であり、カツオの腸内の耳石数から推定したカツオ 1 個体 1 日当たりのカタクチイワシ仔稚魚捕食重量は約 9.4g、カツオの日間摂餌量のうちカタクチイワシ仔稚魚の割合が 51%であった。一方 2008 年の調査で収集したサバ属稚魚の餌料の 65%以上をカタクチイワシ等仔稚魚が占め（重量比）、日間摂餌量は体重の 7.5%と推定された。アカイカの胃内容か

ら、カタクチイワシ DNA の検出を試みたところ、流し網、トロール、釣りで採集されたアカイカの胃内容からカタクチイワシの DNA が検出された。さらに法医学で用いられる Ampdirect を使用すると、さらに高い検出率を得ることができた(5210)。

- (7) 資源調査によって得られたカツオの胃内容物の解析結果から、本調査を行ったすべての年を通じてカタクチイワシの重要性が高く、全湿重量に占める割合は平均約 80%であった。カタクチイワシ 0 歳魚が占める割合は、本種の加入量変動に応じた年変動を示した。一方資源の低水準期にあるマイワシについては、その稚魚の分布水温帯が 15~18℃中心でありカツオの分布域よりは低めであるため、カツオとの遭遇率は低いと考えられた。ただし、マイワシの加入量が調査期間の中でも比較的多かった 2009・2010 年については、マイワシ稚魚は表面水温 20 もしくは 21℃の海域にも分布しており、この場合はカツオとの遭遇率が高まることが想定され資源高水準期にはカツオがマイワシの捕食者として重要である可能性を示唆した。カタクチイワシ稚魚について、カツオの来遊量変動を考慮して年当たり被食量を試算すると、資源量の 8~22% (平均 17%) と推定され、カタクチイワシの加入過程において、被食の影響は大きいと考えられた(5220)。

- (8) マイワシモデルの移動モデルを改良し、FRA-JCOPE (海洋大循環モデル) の再解析値を用いることのできるマイワシモデルへ再構築を行い、1993-2007 年の太平洋系群の産卵データと FRA-JCOPE の再解析値を用いて産卵後 30 日目までの移動・成長・生残のシミュレーションをして得られた 0 歳魚資源尾数の推定値と、1993-2007 年の加入量指数とを比較してみると、経年変動を再現できる結果が得られた。また、マサバについて成長は水温 21℃で最も良いと仮定し、生残率は最適水温を 17℃から 21℃まで 1℃ごとの 5 通りを設定してシミュレーションを行い、現実的なマサバの分布海域を推定することができた(5310)。

3. 調査・研究推進上の課題

昨年度、各課題の研究方針を見直し、課題間の連携、資源評価への貢献を意識した研究の遂行をめざした。その結果、明瞭に年々の資源変動に対応する成果が得られるようになった。本研究の進捗により仔稚魚の生残および加入に大きく関わる季節や海域が存在することが明らかになり、これまで想定されていた浮魚類の加入を左右する海域や季節以外の調査が必要であることが認識されてきた。加入変動のメカニズムを把握し、加入量予測を行うためには、本研究で得られた成果を精査し、重要な時期、海域を絞り込んで海洋物理環境、生物生産等餌料環境から仔稚魚の分布、生産にいたる一連のプロセスに関して高い精度の調査を進めていくことが肝要である。

4. 特筆すべき成果

- (1) 仔稚魚の生残の年変動を左右するボトムアップコントロールのメカニズムを明らかにするため、長期にわたり産卵場から仔稚魚の生育場にいたる黒潮から黒潮続流、親潮-黒潮移行域にいたる広範囲のプランクトン現存量の経年変動を調査し、黒潮域では 1990 年頃より増加傾向にあること現存量の春季のピークが近年早まっている傾向が認められた。黒潮から続流にかけての海域では特に流軸の北側で 2000 年以降はマイワシ資源の急激な増大期の 1970 年代と同等あるいはそれ以上のレベルでプランクトン密度が高くなっていることが明らかになった。一方親潮-黒潮移行域ではマイワシ稚魚餌料の重要種である *P. parvus* の春季の個体数が高かった年代はマイワシの加入の良かった年代と一致し、マイワシ資源高水準期にマイワシ稚魚の好適な餌環境があったことが示唆された。水産研究所に長期にわたり蓄積され保管されている膨大な量のプランクトン標本を迅速に解析するため、卓上式ビデオプラン

クトンレコーダーのシステムを開発し、本課題において実用レベルに達した。

- (2) マイワシおよびマサバの仔稚魚の各年の孵化時期、成長速度、加入の成否を詳細に解析し、これらに年変動があることを見いだした。マイワシでは加入量指数の悪かった 2004 年では越冬期末成魚の推定孵化月は 5~7 月が主体、加入量指数の良かった 2009 年では 6~8 月となっていた。またマサバでは経年解析の結果、3~4 月の発生量が多く、かつ 4 月の続流域において適水温を経験することにより、発生初期に良好な成長速度が得られ、加入成功につながるというストーリーが得られた。この一連の成果により、加入に重要な時期と海域が明瞭になってきた。
- (3) これまで資源加入のメカニズムにおいてブラックボックスとなっていた捕食者による仔稚魚の捕食がもたらす減耗（トップダウンコントロール）に関して、詳細な現場観測により多くの知見が得られた。カタクチイワシ仔稚魚と捕食者の同時採集の結果により、カツオとサバ類が小型浮魚類仔稚魚の捕食者として特に重要であり、その日間摂餌量も定量評価され、カツオでは体重の 4.4%、サバ属稚魚では 7.5%と推定された。また消化管内容物の検鏡による解析が困難なイカ類の食性について法医学で用いられる Ampdirect を使用し高い検出率を得ることができ、新たな消化管内容物分析手法として利用できる可能性を示した。2004 年から 2009 年の資源調査の結果よりカツオの来遊量変動を考慮したカタクチイワシ稚魚の年当たり被食量は資源量の 8~22%（平均 17%）と推定され、カタクチイワシの加入過程において、被食の影響は大きいことが定量的に示唆された。一方現在資源の低水準期にあるマイワシの稚魚の分布水温帯はカツオの主分布帯より低く、カツオとの遭遇率は低いと考えられたが、マイワシの加入量が比較的多い 2009・2010 年では、マイワシ稚魚の分布水温帯は高水温域にも広がっており、資源高水準期にはカツオがマイワシの捕食者として重要である可能性を示唆した。
- (4) FRA-JCOPE（海洋大循環モデル）の再解析値と資源調査の結果を用いて、マイワシおよびマサバの生活史初期の移動・成長・生残を再現するモデルの開発を行った。マイワシについては 1993-2007 年の 0 歳魚資源尾数の推定値が加入量指数の変動と良い対応を示しており、経年変動を再現できる結果が得られた。また、マサバについて水温に応じて成長と生残率を設定し、現実的なマサバの分布海域を推定した。

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5010
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 黒潮域の海洋環境と仔稚魚餌料環境調査
担当機関 中央水産研究所海洋生産部上席研究員・低次生産研究室・海洋データ解析センター
担当者名 広田祐一・杉崎宏哉・黒田寛・清水 学

1. 調査・研究の目的

黒潮内側域は、マイワシ、マサバなど多くの浮魚類の産卵場かつ初期の成育場となっており、仔稚の輸送・生残に重要な海域である。このため、この海域では海洋環境や餌料環境が仔稚の成長や生き残りに影響を与え、さらに浮魚類の資源変動にも大きな影響を与えていることが推測される。本課題では海洋観測や餌料調査を継続するとともに、各県研究機関などの過去の歴史的資料を整理・解析することにより、浮魚類資源動向と海洋環境や餌料環境との関係解明を行い、さらに他課題と連携し卓越年級群発生機構の解明と予測を目指す。

2. 調査・研究方法

- (1) 薩南から房総沖にいたる本邦南岸域およびその沖合において 2001-2005 年および 2010 年、主に 2 月に得られた海洋環境データおよびノルパックネット（網目幅 0.1mm）鉛直曳試料の解析を行った。各年それぞれ 119、112、79、107、99 試料を使用し、大まかな分類を行い、動物プランクトン個体毎の体幅、体長を測定し体積を求めた。
- (2) 各県水産研究機関や水研が採集した網目幅 0.35mm のネットによる黒潮域やその周辺域の動物プランクトン現存量と水温データとのマッチアップを行うとともに、その品質チェックを行い、データの修正や追加を行った。解析のさい、潮岬より西では 200m 水温が 16.5℃以下、東では 15.0℃以下の海域を黒潮内側域とした。
- (3) 1971-2009 年冬春季に日向灘で採集された網目幅 0.33-0.35mm のネット試料を用いて、かいあし類の種組成を調べた。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 調査期間中、黒潮は 2001 年 C 型、2002-2004 年および 2010 年は N 型で、すべての年で非大蛇行流路であった。2001 年は遠州灘沖の黒潮内側域に冷水渦が、2003 年および 2004 年には九州東岸沖に小蛇行に伴う冷水域が認められた。また黒潮外側域には、詳細な海洋構造を解析できなかった 2004 年を除き、混合層の厚い海域が出現した。各年ともかいあし類体積はどの画分（体幅 0.1-0.2、0.2-0.3、0.3-0.5mm）でも黒潮内側域で多く、黒潮外側域で少なく、特に混合層の厚い海域でさらに少ない傾向が認められた（図 1）。これまでの本事業調査で検討した 2001 年から 2010 年におけるかいあし類体積量は、黒潮内側域では 2002、2004、2007 年に多く、2005、2006 年に少なかった（図 2）。この傾向は黒潮流軸域でも同様であったが、外側域では 2007、2010 年に多く、2005、2008 年は少なかった。年別のかいあし類量と内側域水温（100m 以浅層平均）は関係が認められなかったが、混合層厚さと負の相関が、PDO とも弱い正の相関が見られた。今後さらに調査を継続し長期の変動を把握し、冬季仔稚餌料と環境要因についてさらに詳細な解析をし、関係解明をする必要があると考えられる。

- (2) ネット現存量(湿重量)は品質チェックが未終了であり、暫定値である。潮岬より西(131°-136°E)の黒潮内側域における昼間の動物プランクトン現存量は1990年頃より増加し、潮岬より東(136-140°E)では1975年頃より減少し1990年頃より増加が認められた。また両海域とも従来4-5月頃見られた現存量の春季のピークが、1994年頃以降やや早まり3-4月頃認められることが多くなった。さらに潮岬より西の海域では1984-1990年2-3月に、潮岬より東の海域でも1989-1991年2-3月に現存量が特に少なかった。
- (3) 日向灘における冬春季のかいあし類は、1980、1990年代に個体数が少なく、種数や多様度は1970年代始、1990年前後、2000年前後に高く、短期的に変化した。昨年度検討した土佐湾と比較すると、日向灘は出現種数が多く、種多様性も高かった。また黒潮指標種の出現割合も高かった。

4. 具体的なデータ

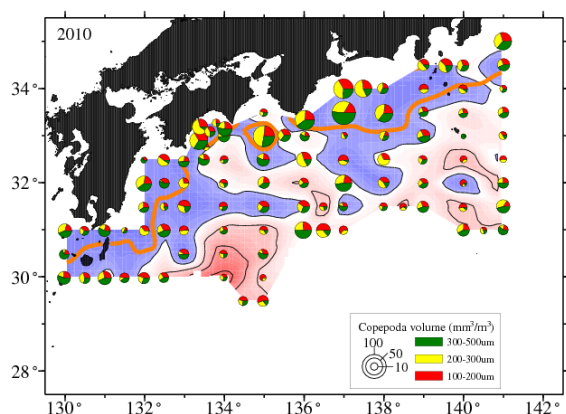


図1 2010年2月かいあし類体積と混合層深度の分布(混合層は $\Delta T=0.2^{\circ}\text{C}$ で定義した)。橙色線は水深200mにおける 16°C 等温線を示す。

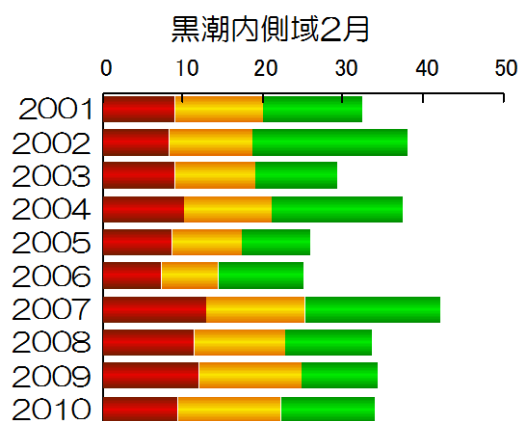
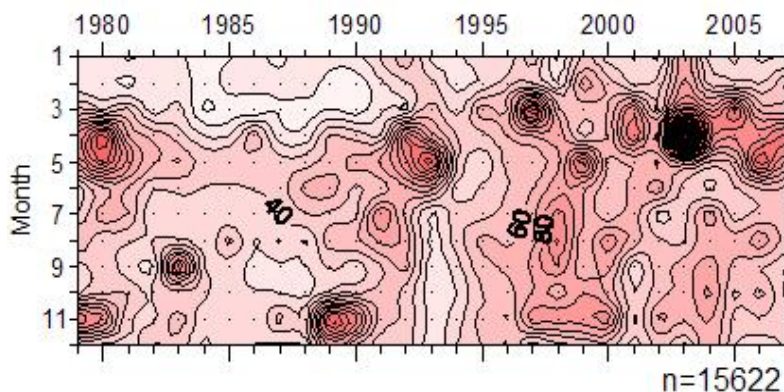


図2 黒潮内側域における2月のかいあし類現存量(mm^3/m^3)の経年変化。

図3 潮岬より西(東経131°-136°)の黒潮内側域における昼間の動物プランクトン現存量(湿重量 mg/m^3) (暫定値)の経年変化。200m水深水温が 16.5°C 以下の測点を黒潮内側域とした。



5. 調査・研究推進上の課題

ネット資料には多くの入力ミスがあり、海洋観測資料の入力と合わせて、データの品質チェック作業などを効率的に進める必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) Kuroda et al. (2010): PICES-2010 Program and Abstracts
- (2) 黒田寛他(2010): 2010年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集
- (3) 栗山美樹子他(2010): 2010年度海洋学会春季研究発表大会講演要旨集
- (4) Hirota H. & Sugisaki H. (2010): Kuroshio 4.0 Zooplankton. PICES Special Publication 4, 347-349.

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5020
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、カタクチイワシ、マサバ太平洋系群
小課題名 黒潮続流周辺海域における餌料動物プランクトン
担当機関 中央水産研究所海洋生産部低次生産研究室・物質循環研究室
担当者名 杉崎宏哉・市川忠史・豊川雅哉・日高清隆・児玉真史

1. 調査・研究の目的

漁業重要種の多くが、黒潮域から黒潮続流域を仔稚魚期の成育場としており、この時期の生残が資源変動を支配している可能性が指摘されている。マイワシでは黒潮域の混合層深度や黒潮続流の南側海域の冬季水温が年々の加入率と相関があることが示唆され、海洋環境の変動が資源動向に大きくかわかると考えられる。そこで、資源変動の鍵となる海域として着目されている黒潮および黒潮続流域の動物プランクトン群集について、餌料プランクトンおよび肉食性動物プランクトンの生物量・分類群組成に関する広域データを、高度化された分析装置等を用いて収集し、資源動向に影響を与える餌料環境の変動を解析することを目的とする。

2. 調査・研究方法

- (1) 各種調査によって得られる黒潮続流域および混合域の動物プランクトン試料を、Video Plankton Recorder (VPR) 等を用いて測定し、広域に渡る分類群組成・水平分布・鉛直分布等を解明する。これらを海域の餌料プランクトンの変動動向を予測するための基礎的知見とする。
- (2) 主として資源関連の調査（卵稚仔調査、これまでの資源動向要因分析調査等）によって副次的に蓄積され、分析の行われていないプランクトン試料から、目的に沿うものを抽出して用いる。
- (3) これらの試料から、動物プランクトンの分布・組成と海洋構造との関係を明らかにする。
- (4) 海域の食物網について、二次～三次生産の段階（餌料動物プランクトン、肉食性動物プランクトン、浮魚類仔稚魚等）を中心に分析し、これを明らかにする。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 10 年にわたり黒潮域の低次生物生産のモニタリングを行っている観測定線のデータを取りまとめた結果、冬季の混合層増大に起因した春季植物プランクトン大増殖が毎年認められ、この生物生産が浮魚類の生活史初期の生育場における餌環境を支えていることが明らかになった。また、本州南方黒潮域におけるカイアシ類種組成を調査した結果、マイワシ仔稚魚餌料として重要と考えられる *Paracalanus parvus* の占める割合が最も多く、この種は他の小型カイアシ類に比べて特に黒潮内側域に多く出現することが明らかになり（図 1）、黒潮内側域が生活史初期の浮魚にとって餌料環境の好適な海域であることが示唆された。
- (2) 本研究課題によってシステムが確立した卓上型のビデオプランクトンレコーダー（B-VPR）を用いて、日本列島南方から続流域で 1960 年代から最近までに行われた 2 月の観測によって得られた約 2000 測点の動物プランクトン標本からカイアシ類のサイズ別個体数密度および現存量の分析を行った。その結果、とくに黒潮内側域で 1980-1990 年年代にカイアシ類密度は低かったが、2000 年以降密度が高くなり（図 2）、冬季に本州南方で産卵された黒潮内側域に分布する仔稚魚にとって、マイワシ資源の急激な増大期であった 1970 年代と同等あるいはそれ以上のレベルで餌料遭遇確率が近年高くなっている可能性が示唆された。

4. 具体的なデータ

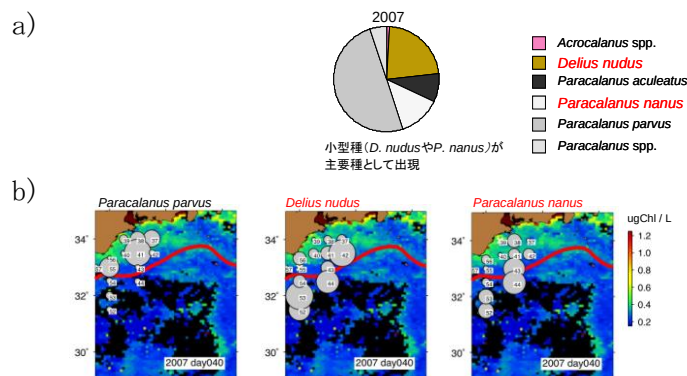


図1. 2007年2月の黒潮南方域におけるカイアシ類組成 a) と主要3種の水平分布 b)。

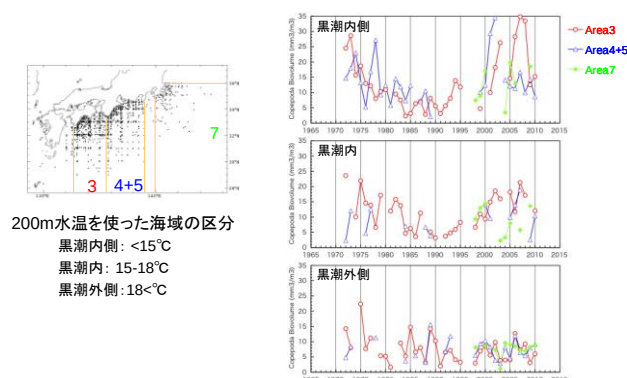


図2. 卓上型ビデオプランクトンレコーダー(B-VPR)を用いた黒潮および黒潮属流域のカイアシ類密度の経年変動。

5. 調査・研究推進上の課題

水産研究所では長年にわたり産卵調査によりプランクトン標本を得ているが、調査期間は1-4月で圧倒的に2月の調査が多く、各年の調査頻度が低いいため、産卵ピークの時期の特定やその年々変動などを検出するには調査データが少ない。現在、各県が行っている沿岸定線（卵稚仔調査）標本も利用できる体制を構築しつつあるのでこれらの標本を利用してこれまでの調査の欠測を補完したい。

6. 調査・研究発表

- (1)Hidaka, K. and K. Nakata (2010): Interannual variations of the planktonic ecosystem in the slope water and Kuroshio south of Japan in February in the years 1990-2002. J. Oceanogr. 66. 741-753.
- (2)Sugisaki, H., Nonaka, M., Ishizaki, S., Hidaka, K. Kameda, T., Hirota, Y., Oozeki, Y., Kubota, H., Takasuka, A. (2010): Status and trends of the Kuroshio Current region, 2003-2008, In S.M. McKinnell and M.J. Dagg [Eds.] Marine Ecosystems of the North Pacific Ocean, 2003-2008. PICES Special Publication, vol. 4.
- (3)杉崎宏哉・大下誠二(2010): マイワシ・カタクチイワシの加入量予測手法に関する現状の整理. 2010年度水産海洋シンポジウム, 2010年3月.
- (4)日高清隆・杉崎宏哉・市川忠史・森永健司・廣江豊(2010): 本州南方海域東部における1月の低次生産構造. 2010年度水産海洋学会.
- (5)Ichikawa, T. and H. Sugisaki (2010): Long term variations of abundances and size compositions of copepod communities off southern Japan using bench-top Video Plankton Recorder system (B-VPR). PICES 2010 Annual Meeting.

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5030
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 混合域漁場における栄養塩動態及び餌料環境
担当機関 東北区水産研究所混合域海洋環境部高次生産研究室・生物環境研究室
担当者名 田所和明・齊藤宏明

1. 調査・研究の目的

本中課題は再生産成功率がふ化から移行域に主に分布する若魚期までの被食を主因とする累積死亡により主に決定され、その長期変動が資源変動を引き起こすという仮説に基づいて調査を進めている。餌料環境は加入までの成長の良否を左右することで捕食者からの逃避能力に影響すると推測される。このことから本小課題では稚魚の重要な索餌水域である、混合域の餌料とそれを支える栄養塩に着目し、長期変動データを整備し解析することで加入量の変動を引き起こす過程を詳細に明らかにする事を目的としている。そのため本年度は混合域の栄養塩環境および主要種であるネオカラヌスの現存量の長期変動の実態を明らかにすることを目的に調査・研究を行った。

2. 調査・研究方法

- (1) 調査によって混合域の栄養塩及びプランクトンを測定し、研究の基礎資料となる混合域における栄養塩及びプランクトンデータベースの作成を進める。（全期間を通じて行う）
- (2) 栄養塩及の季節・経年変動を解析するとともに、栄養塩供給・消費と海洋環境との対応を調べる。また、気候変動に伴う栄養塩環境の変化が基礎生産に与える影響を検討する。
- (3) 動物プランクトンの長期変動に対する環境変動の影響を検討する。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 昨年度に引き続き栄養塩類および動物プランクトンのデータベースの構築を行った。
- (2) マイワシの稚魚期の餌料プランクトンの組成について詳細な報告が最近発行された論文によって調べられ、マイワシの稚魚の重要な餌料プランクトンとして、*Paracalanus parvus* が最も重要で、次いで *Corycaeus affinis* が重要であることが報告されている。そこでこれらの 2 種について 1960 年～2009 年までの成体の個体数の経年変動を明らかにした。*P. parvus* の個体数は春～夏にかけて高い値を示した（図 1 a）。次に個体数の経年変動を明らかにするためにマイワシ仔稚魚が来遊する春（4-5 月）の年平均値の経年変動を調べた。その結果 60 年代中期に最も高い値を示した後、80 年代中期まで比較的高い値で推移しその後 2000 年代後期まで低位で推移していることが明らかとなった。本種の個体数が高かった年代はマイワシの加入の良かった年代と一致することから、好適な餌環境が資源量の増大に関与した可能性が考えられた。一方で、*C. affinis* の個体数は 90 年代以前に低くそれ以降に増加するというようにマイワシの資源量の変動とは異なる変動パターンを示した（図 1 b）。このことから本種の変動がマイワシの資源量変動に影響したとは考えにくい。
- (3) 一次生産を支える、栄養塩類の一つであるリン酸塩についても 1955 年～2010 年の経年変動を明らかにした。その結果表層のリン酸濃度は 1950 年代中期から 2000 年代後期まで一貫し

て減少トレンドにあることが明らかとなった。一方で中層（26.7-26.8σ_θ面：亜寒帯中層水の中心密度）では濃度は上昇トレンドをしめしていた。このようにトレンドは表層と中層で逆パターンであったことから、気候変動に関連した中層と表層の水の交換の衰退が示唆された。またリン酸塩濃度は約 20 年の周期的な変動も示しており、これは表層と中層でパターンが同期していた。このリン酸塩濃度の周期変動成分は潮汐強度の 18.6 年周期変動指数との間で有意な逆相関関係が見られた。亜寒帯中層水はオホーツク海中層水を起源としており、その形成には潮汐が深く関わっている。このことから潮汐強度の周期的な変動がオホーツク海中層水の形成に影響することで、混合域の栄養塩濃度を変化させている可能性が考えられた。マイワシの重要な餌プランクトンである *P. parvus* 個体数の変動は表層のリン酸濃度とよく似た変動パターンを示したことから、栄養塩の供給量の変動が本種にも影響した可能性がある。中長期的な栄養塩の供給量の変動とマイワシの餌料プランクトンとの関係は今後も研究を進めていく必要があるだろう。

4. 具体的なデータ

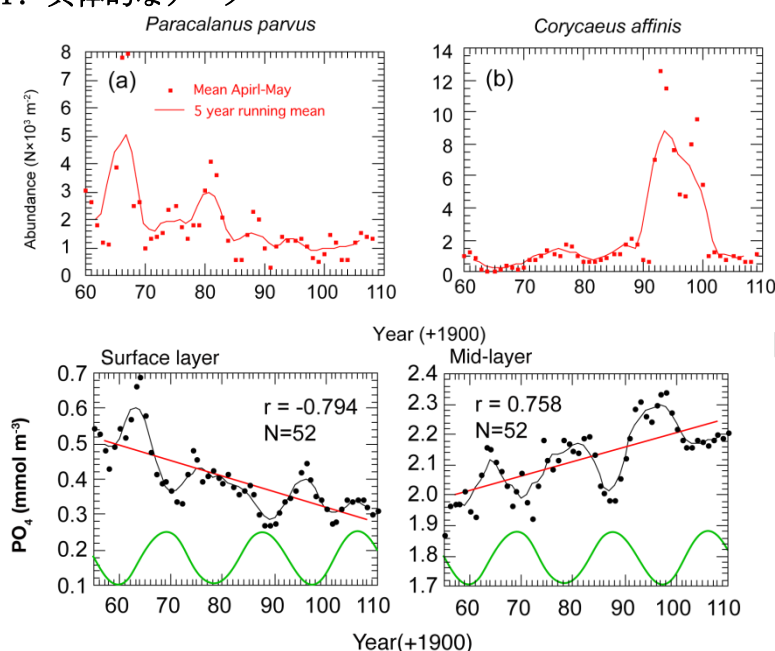


図 1 混合域における *Paracalanus parvus*(a) と *Corycaeus affinis*(b) 現存量の春～夏の年平均值 (4-5 月) の経年変動。

図 2 混合域におけるリン酸濃度の年平均值 (2-11 月) の経年変動。黒点は年平均值、黒線は 5 年移動平均値、赤線は有意なトレンド、緑線は潮汐強度の 18.6 年周期変動の指数を示す。r はリン酸塩濃度の 5 年移動平均値と年との間の相関係数、N はデータ数を示す。

5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 最新の餌料プランクトンの動向を明らかにするためには、今後は専門業者による種組成の分析に加え、卓上式 VPR (Video plankton recorder) を用いた大量のプランクトン標本の分析が必要である。
- (2) 餌料プランクトンの動向を高い時空間解像度で捉えるには、従来のライン観測だけでなく日向灘から東北沖を面的に観測する必要がある。そのためには、都県との連携の必要がある。

6. 調査・研究発表

- (1) Tadokoro, K., Y. Okazaki, T. Ono, and H. Sugisaki (2010): Geographical comparison of the decadal scale variations in marine ecosystems in the North Pacific Ocean, PICES-2010 Program and Abstracts, 84, Portland, USA.
- (2) Tadokoro K., and Y. Okazaki (2010): Overview of the zooplankton from viewpoint of food for fish resources in the western North Pacific. International Symposium Climate Change Effects on Fish and Fisheries, Program and Abstracts, 238, Sendai, Japan.
- (3) 田所和明・岡崎雄二・小埜恒夫・安田一郎・杉崎宏哉 (2010): 西部北太平洋の低次生態系の数十年スケール変動とオホーツク海との関係」2010 年日本海洋学会秋季大会, 網走。

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5 1 2 0
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 マイワシの初期成長と加入過程解析
担当機関 中央水産研究所資源評価部資源動態研究室
担当者名 西田 宏・高木香織・本田 聡・川端 淳・能登正幸

1. 調査・研究の目的

資源低水準期にある近年において最大の産卵海域である土佐湾、稚魚が広く分布する黒潮親潮移行域、並びに漁獲加入成功個体が分布する越冬期末成魚漁場等で採集される標本について、初期成長等を比較し、シラス～稚魚～漁獲加入に至る加入過程を明らかにする。また、近年の研究により、資源低水準期にあつては、加入量の年変動が初期成長の良否のみでは説明できず、体長や分布域、推定ふ化日も含めた解析が必要と指摘された。今年度は、これらの継続的な解析を行うとともに、年々並びに中長期的な海洋環境変動と加入量変動の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 調査・研究方法

土佐湾並びに黒潮親潮移行域において採集された仔稚魚並びに漁獲加入成功個体（年明け 1 歳魚）について、体長測定、耳石を用いた初期成長解析等を行い、加入の成否との関係を検討した。土佐湾東部安芸市沿岸域でのシラスパッチ網用船による採集個体、資源評価調査（水産庁委託事業）により 1996 年以降毎年 5～6 月に継続実施されている黒潮親潮移行域での幼稚魚調査での採集個体を解析に用いた。漁獲加入成功個体としては、越冬期末成魚調査での漁獲個体を用いた。今年度は、中長期的な加入量の変動特性について検討するために、1996～2009 年級群の初期成長や稚魚の分布に関する解析結果をもとに、既往の知見もふまえて、中長期的な海洋環境変動等との関係を検討した。

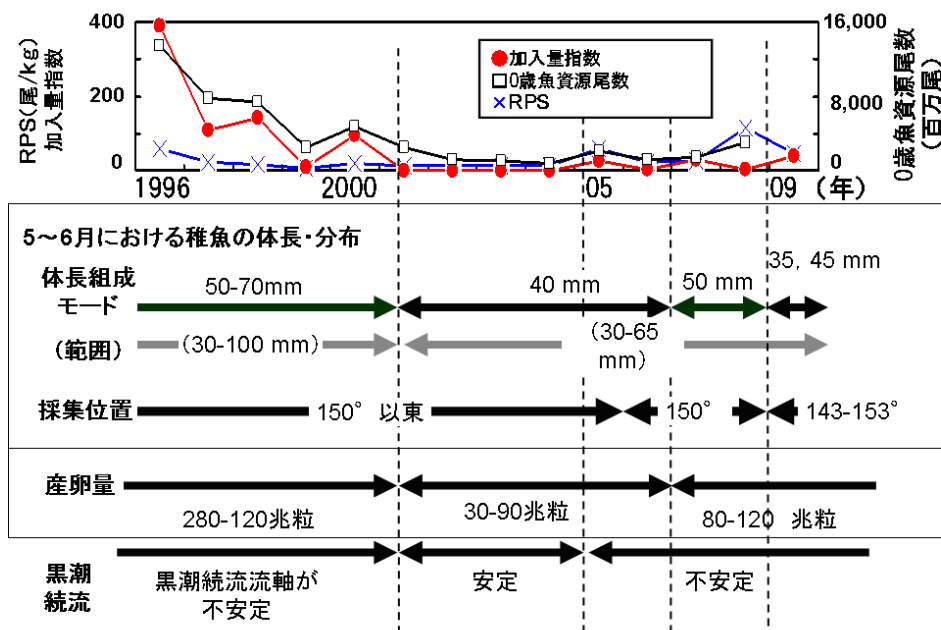
3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 土佐湾で得られたシラスの耳石解析に基づいて、初期成長を Gompertz 式にあてはめて解析した。2004～2007 年の各年 2 月の成長を比較した結果、極限体長は 2004 年 (32.9mm) と 2005 年 (29.5mm) は小さく、2006 年 (38.6mm) と 2007 年 (37.2mm) が大きく、年変動が見られた。2003 年 11 月から 2008 年 4 月までの各月に生まれた稚魚の極限体長と、その月の土佐湾における水温偏差との関係を求めたところ、水温が高いほど極限体長が小さい傾向が見られた。
- (2) 黒潮親潮移行域で採集された稚魚では、1996～2007 年級群の CPUE と翌年 1 歳魚の漁獲尾数の間には正の相関が認められ、両者の値は 2001～2004 年には著しく低下していた。1996～2003 年級群の初期成長速度と加入量との間には有意な相関が得られていた (Takahashi et al. 2008) が、資源が極めて低水準になった 2001 年以降では、その間の明瞭な関係は見られなかった。変態後間もなく遊泳能力の比較的低い SL40 mm までの稚魚は、2001～2005 年には東経 150 度以東でのみ採集されており、資源加入に不利にあったと推察された（下記、具体的なデータ参照）。2008 年級群については、加入経路が例年と異なっていたことが指摘されている。
- (3) 2010 年級群の稚魚の CPUE は、調査が開始された 1996 年以降で最大の値を示した。黒潮続流南側海域 (KESA) の冬季水温は依然高温傾向であるが、2009～10 年冬季については、北極

振動（Arctic Oscillation）の指標値が近年でも特異的に負偏差を示した。少なくとも 2010 年級群にとっては、近海域の海洋環境は生残に良好であったことが推察された。

- (4) 2004 年に採集された越冬期末成魚の推定孵化時期は 5～7 月が主体で、この 3 ヶ月間が推定孵化月組成全体の 86%を占めていた。2008 年に採集された当歳魚の推定孵化時期は 6～7 月が主体で、この 2 ヶ月間が推定孵化月組成全体の 78%を占めた。2009 年に採集された当歳魚の推定孵化時期は 6～8 月が主体で、この 3 ヶ月間が推定孵化月組成全体の 94%を占めた。また、調査年により主体となる推定孵化月は若干異なっていたが、推定孵化月組成が 1～9 月までの間のうちの 5～6 ヶ月間にわたることは共通していた。これにより、越冬期末成魚群は複数のふ化月の魚群が混合して形成されていることが推測された。
- (5) 土佐湾、相模湾、常磐～移行域から採集した 2004 年級群の標本により、ふか日組成、成長履歴、微量元素濃度（Sr, Na, K, S の Ca 比）を比較した。単年の解析結果ではあるが、土佐湾と相模湾では、初期成長と K/Ca 比で似た変動傾向にあることが示された。

4. 具体的なデータ



グラフ：1996～2009 年における稚魚分布調査に基づく加入量指数と資源尾数並びに RPS（再生産成功率）（水産庁・水研センター）の経年変動。

表：各年代における稚魚の体長組成、体長範囲、採集位置並びに産卵量、黒潮統流流路の特徴。

5. 調査・研究推進上の課題

マイワシ資源は近年回復傾向にあると評価されていることから、それに伴う生態特性の変化について調査を継続することが、資源の変動特性の解明のために重要と考えられる。

6. 調査・研究発表

- (1) 西田 宏・高木香織 (in press)：資源低水準期におけるマイワシ太平洋系群の加入量変動要因の探索. 水産海洋研究.
- (2) 西田 宏・本田 聡 (2010)：マイワシ-加入量が大変動する資源-. 水産資源管理における再生産関係の利用と問題点. 月刊海洋, 42.
- (3) 高木香織・西田 宏・本田 聡・久保田洋・高須賀明典・阪地英男 (2011)：近年の黒潮親潮移行域におけるマイワシ稚魚の分布. 第 59 回サンマ等小型浮魚資源研究会議.

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査報告書（小課題）

課題番号 5 1 3 0
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 マサバ・ゴマサバの幼稚魚期における成長履歴と栄養状態の解析
担当機関 中央水産研究所資源評価部資源動態研究室
担当者名 渡邊千夏子・高橋正知・川端 淳・西田 宏

1. 調査・研究の目的

マサバとゴマサバについて、九州南部海域から黒潮親潮移行域に分布する幼稚魚の栄養状態と耳石日周輪解析により、加入の成否が決定される発達段階を明らかにする。加入に成功した個体との比較により、初期成長の速い個体が加入に成功するとの仮説を検証する。

2. 調査・研究方法

- (1) 黒潮統流域などで採集されたサバ類稚魚の栄養状態を肥満度や炭素窒素比などから解析し、成長履歴や加入変動との関連を検討する。
- (2) 飼育実験による耳石輪紋の日周性の検証。水温などの環境が成長に及ぼす影響の検討。
- (3) サバ類の日齢査定による孵化日および成長履歴を推定する。
- (4) 漁獲加入後の個体の耳石を用いてふ化後 25 日までの成長速度を明らかにし、加入前の個体の成長速度およびその分散と比較して、初期成長速度の高い個体が選択的に生残っているかどうか検証する。
- (5) 以上のデータを用い、サバ類幼魚の分布回遊経路の把握、加入量と水温や餌などの環境条件との関連を検討する。

3. 今年度の調査・研究成果の概要

- (1) 1999～2004 年春季に黒潮親潮移行域で採集されたサバ類稚魚について炭素窒素比（C/N）等の化学分析を行い再生産成功率（RPS）との関係を検討したが、両指標間に有意な関係は見られず、化学分析による栄養状態の指標は RPS 変動要因の検討には不適と判断した。
- (2) 耳石解析にあたり、耳石縦断面の観察により、10cm 以上の幼魚における耳石輪紋の解析方法を確立し、さらに飼育実験により耳石輪紋の形成時期および孵化直後～幼魚までの耳石輪紋の日周性を確認した。
- (3) 9～10 月の三陸～千島沖の調査において、148 度以東の千島列島沖に分布する個体は小型で孵化日が遅かった（6 月が中心）のに対し、東経 148 度以西の近海は大型で孵化日の早い（4 月中心）個体が多かった。加入量水準の低かった 2006 年は孵化日の早い個体がほとんど見られなかった。サバ類当歳魚は、北上期に東方に分布を広げ、早く発生しかつ早く成長した個体から西方へ移動することが示唆された。
- (4) 6～7 月の北上期の標本の平均尾叉長と加入量水準には高い相関関係がみられ、この個体群が 9～10 月に近海に分布する大型個体に繋がると考えられることから、早期（3～4 月）に発生した個体が多い年は加入量水準が高くなることが示唆された。
- (5) 2002～2007 年級群の 25 日齢までの平均成長速度は、RPS と一致した傾向を示した。
- (6) (5) で調査した 25 日齢までの成長速度を孵化日別に比較すると、全体に孵化日が遅いほど成長速度は速い傾向にあり、加入量水準の高かった 2004 年級群は成長速度が速く、2006 年級群は成長速度が遅かった。2003、2005、2007 年はその中間程度であった。このことから、3～4 月に発生した個体が多く、かつその成長速度が高いことが、良好な加入に結

びついた可能性が示唆された(図 1)。

- (7) 衛星海面高度計と漂流ブイ観測に基づいた表層流速データ (Ambe et al., 2010) を用いた粒子追跡実験により、産卵の中心である伊豆諸島海域から卵を流し、3~5 月について発生後の平均経験水温をみたところ、4 月の平均経験水温は 2004 年 19.7℃、2005 年 18.8℃、2006 年 17.9℃、2007 年 18.2℃であり、2004 年は特に高く、2006 年は低かった。(5) および(6) で示された成長速度の違いは、平均経験水温の違いによることが示唆された(図 2)。
- (8) 以上から、マサバについては 3~4 月の発生量が多く、かつ 4 月の続流域において適水温を経験することにより、発生初期に良好な成長速度が得られ、加入成功につながったと考えられた。

4. 具体的なデータ

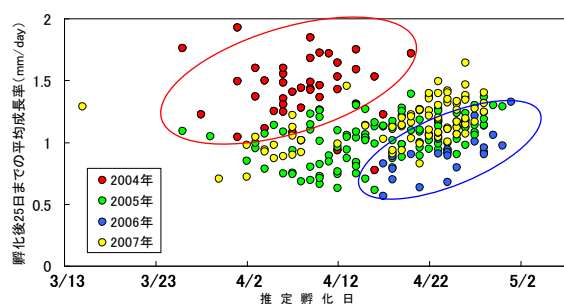


図 1. マサバの 2004~2007 年級群の孵化日別に対する 25 日齢までの成長速度の分布。

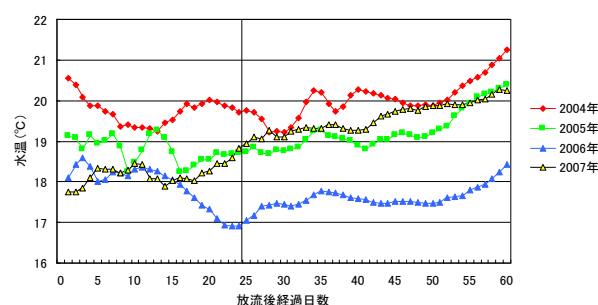


図 2. 2004~2007 年における、4 月に孵化した卵の経験水温の比較。

5. 調査・研究上の課題

今後の検討課題として、1) 加入後の個体の初期成長の検討、2) ゴマサバの RPS 変動についての検討、3) 過去に遡った 4 月の卵経験水温と RPS の関係の検討、4) 経験水温等を説明変数としたマサバ加入量予測モデルの構築が挙げられる。

6. 調査・研究発表

- (1) 高橋 正知・米田 道夫・渡邊 千夏子・川端 淳・西田 宏・清水 昭男・北野 載・松山 倫也 (2011): マサバ仔稚魚期における耳石構造の変化と成長・発育に及ぼす水温の影響. 平成 23 年度日本水産学会春季大会.
- (2) 高橋 正知・米田 道夫・渡邊 千夏子・川端 淳・西田 宏 (2010): マサバ初期発育段階に伴う耳石形態の変化と水温の関係. 第 32 回稚魚研究会.
- (3) 高橋 正知・渡邊 千夏子・川端 淳・西田 宏・安倍 大介・奥西 武・山下 紀生・森 賢・橋本 浩・池上 直也・森 訓由・岡部 久・斉藤 真美 (2010): 粒子追跡を用いたマサバ太平洋系群当歳魚の産卵場からの輸送過程とその成長 (2004~2007 年). 水産海洋学会研究発表大会.
- (4) 高橋 正知・渡邊 千夏子・川端 淳・西田 宏・山下 紀生・森 賢・斉藤真美 (2010): マサバ太平洋系群の複数年にわたる推定孵化時期の比較. 「魚種交替の予測・利用技術の開発」研究成果統合ワークショップ.
- (5) 高橋 正知・高木 香織・川端 淳・渡邊 千夏子・西田 宏・山下 紀生・森 賢・巢山 哲・中神正康・上野 康弘・斉藤 真美 (2010): マサバ・ゴマサバ太平洋系群 2007 年級群の推定孵化時期. 黒潮の資源海洋研究, 第 11 号, 49 - 54.

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書(小課題)

課題番号 5 2 1 0
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 浮魚類の仔稚魚期における被食過程の情報収集と解析
担当機関 中央水産研究所資源評価部生態特性研究室・生理特性研究室
担当者名 久保田洋・阪地英男・高須賀明典・清水昭男・大久保誠

1. 調査・研究の目的

小型浮魚類が捕食される過程を詳細に解析することを目的として、沖合域での調査船調査を中心に捕食者と被食者(仔稚魚)の同時採集を行い、捕食者胃内容物と周辺で採集された仔稚魚の特性を比較する。22 年度は、分子生物学的手法により高次捕食者、特にアカイカによる浮魚類の捕食状況を把握すること、サバ類稚魚の食性解析を進め、これまで分析されてきた魚類高次捕食者の食性解析結果を取り纏めることにより、小型浮魚類の仔稚魚に対する捕食圧を推定するための基礎情報を充実することを目的とした。

2. 調査・研究方法

- (1) 全体計画：大型捕食者各種の食性、採集時刻別の胃内容物重量、餌の消化度の解析。餌生物の分子生物学的同定手法の開発。捕食者の食性と日間摂餌量を明らかにし、小型浮魚類に対する捕食圧を定量評価するために必要な情報を蓄積・整理する。
- (2) 2005 年、2006 年 5～6 月に黒潮続流～黒潮親潮移行域において、漂流ブイを追跡しつつ、流し網でカツオ、サバ属魚類等の高次捕食者を採集、MOHT 等によって同海域の浮魚類仔稚魚を採集した。H18～21 まで高次捕食者 10 種の消化管内容物を精査・整理した。また同調査で採集したサバ類に捕食されたカタクチイワシ仔稚魚と環境中の生残個体との成長速度を比較した(H19)。
- (3) 昼夜を通し流し網により連続的に収集した消化管内容物(カツオ、H19)、北西太平洋における中層トロール調査で蓄積された胃内容重量データ(マサバとゴマサバ、H20)、LC ネット(開口部 10×10m)により連続収集された胃内容物(サバ類稚魚、H21-22)を利用し、Elliott and Persson (1987)の方法によりそれぞれ日間摂餌量を推定した。
- (4) 咀嚼し摂餌する頭足類の胃内容物や、形態学的観察のみでは種判別が困難な内容物からでも種判別可能とするため、分子生物学的手法を導入し解析を進めた(H20-22)。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 仔稚魚と捕食者の同時採集を 2005～06 年に行った。得られた魚類の胃内容物分析の結果、小型浮魚類仔稚魚の捕食者として特に重要な種はカツオとサバ類(成魚・未成魚)で、また既往の知見からビンナガも重要と考えられた(図 1)。シマガツオ成魚は浮魚類の成魚を捕食するものの、仔稚魚の捕食は少なく加入量決定過程に与える影響は少ないと考えられた。マルソウダとシマガツオ幼魚は仔稚魚を摂餌していたが、生物量の情報が少なく、現段階で捕食者としての重要性を評価するのは困難であった。
- (2) カツオの腸内の耳石数から推定したカツオ 1 個体(平均体重 2134g, 平均 FL 46.6cm)1 日当たりのカタクチイワシ仔稚魚捕食数は約 1000 個体(平均体重 0.095g, 平均 SL 25mm)、重量で 9.4g であり、カツオの体重の 4.4%に相当した。カツオの日間摂餌量は体重の 8.6%で、うちカタクチイワシ仔稚魚の割合は 51%であった。

- (3) マサバ・ゴマサバ(FL 36-357mm)の日間摂餌量は、それぞれ体重の 5.9-14.6%(マサバ)および 4.2-28.7%(ゴマサバ) の範囲で季節や水温で変化すると推定された。2008 年の調査で収集したサバ属稚魚(SL: 25-62mm)では、カタクチイワシ等仔稚魚が重量比で 65%以上を占め、日間摂餌量は体重の 7.5%と推定された。サバ属稚魚の胃内容物中に仔稚魚以外のプランクトンは極めて少なかったが、仔稚魚以外では *Sapphirina* 属のカイアシ類とクラゲノミ科(Hyperiididae)の端脚類が主体であった。
- (4) サバ属稚魚の消化管内のカタクチイワシ仔稚魚では、採集時直前の日輪間隔(日齢の影響を除去)に環境中の仔稚魚と有意差が無く、サバ属魚類はカタクチイワシ仔稚魚を成長速度非選択的に捕食することが示された。
- (5) 2006 年に流し網(16 個体)、2010 年に表中層トロール(58 個体)および釣り(27 個体)により採集したアカイカの胃内容から、フェノール=クロロホルム法の改変法により DNA を抽出した。PCR により抽出物からカタクチイワシ DNA の検出を試みたところ、検出率は流し網>トロール>釣りで、700bp は全てから検出されなかった(表 1)。一方、試験的に法医学で用いられる Ampdirect を使用すると、釣りによる試料でも 100bp と 200bp で 100%と、高い検出率となった。従って、今後は頭足類胃内容物解析には Ampdirect を用いることが適当であると考えられ、採集手法および採集地点による検出率の違いに関する考察も同手法による再解析を待つ必要があると考えられた。

4. 具体的なデータ

図 1: 2005-2006 年 5-6 月に黒潮親潮移行域で流し網(開運丸)により採集された主要な魚食性魚類の胃内容物の重量比。

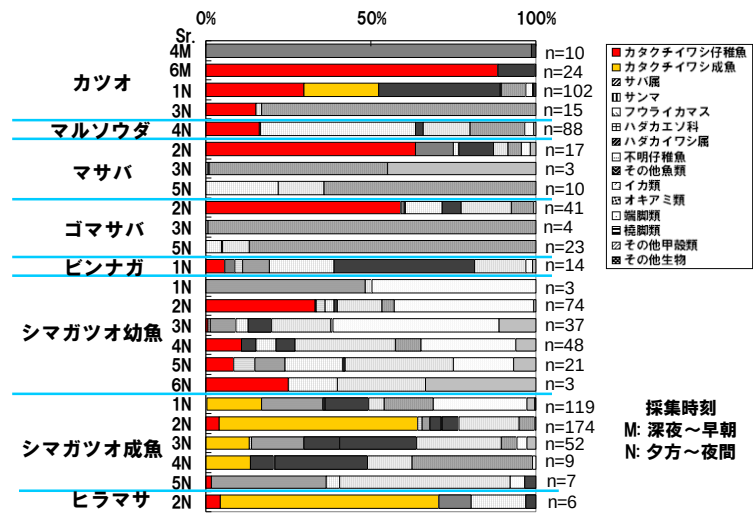


表 1: 各種調査により採集されたアカイカ胃内容物からのカタクチイワシ DNA 検出結果。

調査期間	調査船	適用手法	カタクチイワシDNA検出率 (空胃個体除く)			採集方法	採集層	漁獲～凍結まで	備考
			100bp	200bp	700bp				
2006年 5/23-6/19	開運丸 208t		7/16 44%	4/16 25%	0/16 0%	流し網	10m 以浅	3.0-6.0h	分析前に1回、 解凍-再凍結
2010年 5/25-6/23	蒼鷹丸 892t		24/58 41%	8/58 14%	0/58 0%	表中層 トロール	20-30m 以浅	1.0-2.0h	解凍後、即座に Tris-Bufferへ。
2010年 6/11-7/1	加能丸 454t	※1	2/27 7%	0/27 0%	0/27 0%	釣り	70-80m 以浅	0.5-2.0h	解凍後、即座に Tris-Bufferへ。

※1: DNA増幅の際にAmpdirectを使用。試料は1行上の27個体の一部と同じ。

5. 調査・研究推進上の課題

消化管内容物分析の困難さから解析が進んでいなかったアカイカ等頭足類の食性の解明に向け、新しい手法の導入により、問題解決へ向け前進した。ただ

し、定量性にはある程度の限界がある点に留意しなければならない。

6. 調査・研究発表

- (1) 中束明佳 他 (2010): 黒潮親潮移行域および親潮域におけるマサバおよびゴマサバの胃排出速度と日間摂餌量の推定. 水産海洋研究, 74, 105-117. 他、発表 1 件

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5 2 2 0
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 カツオ等大型浮魚類の小型浮魚類に対する捕食圧変動
担当機関 中央水産研究所資源評価部資源動態研究室
担当者名 西田 宏
協力機関 三重水研・宮崎水試

1. 調査・研究の目的

マイワシなど小型浮魚類の主要な捕食者と見られ、年々の資源量等の数値も得られているカツオを中心とした大型浮魚類の食性を、冬から夏にかけての黒潮海域と黒潮親潮移行域において調査する。この結果と、大型浮魚類と小型浮魚類の分布域（漁場）の重複に関する情報を総合的に解析することにより、小型浮魚類の加入に対する大型浮魚類による捕食圧の影響を評価する。今年度は、捕食圧の年変動を明らかにすることを目的とした。

2. 調査・研究方法

(1) カツオなど捕食種の胃内容物解析

カツオ竿釣漁船等により漁獲されたカツオ等の胃内容物を査定し、一部については硬組織（主に魚類の耳石と頭足類の顎板）を用いた種判別、体長の復元を行った。

(2) 小型浮魚類と捕食種の分布域における重複度の解析

表中層トロール網を用いた漁獲調査（中央水研）に基づくマイワシ・カタクチイワシ稚魚の分布域・水温と、竿釣漁船等の漁業情報（漁業情報サービスセンター、30 分メッシュ）に基づく捕食種のそれを比較した。

(3) 小型浮魚類の被食量の定量評価（主に今年度）

(1) の解析結果から「胃内容物全湿重量のうちカタクチイワシが占める割合」並びに「カタクチイワシの湿重量のうち 0 歳魚が占める割合」を算出し、(2) での分布の重複度の解析結果、カツオ並びにカタクチイワシの資源量推定結果（水産庁・水研センター）等を用い、カタクチイワシ 0 歳魚に対するカツオによる捕食量の年変動について試算した。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) カツオの胃内容物の解析結果から、2004～2009 年を通してカタクチイワシの重要性が高く、全湿重量に占める割合は 6 年間平均して約 80%であることが明らかになった。その中でカタクチイワシ 0 歳魚が占める割合は、本種の加入量変動に対応した年変動を示した。また、黒潮内側域では、サバ類やウルメイワシなど加入量が比較的多い小型浮魚類が、カツオ胃内容物としても出現する傾向が見られた。また、カツオの胃内容物は、魚類（特にカタクチイワシ）、甲殻類、頭足類であり、食性における選択性は弱いと推察された。
- (2) カツオ漁場の 4 月下旬以降における主漁場の表面水温は、20～22℃中心に概ね 19℃以上であった。資源の低水準期にあるマイワシは、その稚魚の分布水温帯が 15～18℃中心に比較的狭く、カツオの分布域よりは低めであるため、カツオとの遭遇率は低いと考えられた。ただし、マイワシの加入量が調査期間の中でも比較的多かった 2009・2010 年については、マイワシ稚魚は表面水温 20 もしくは 21℃の海域にも分布しており、この場合はカツオとの遭遇率が高まることが想定された。カタクチイワシ稚魚は、分布水温帯が 19℃以上も含む広

域であるため、カツオの最も重要な餌になっている可能性が高いと考えられた。

- (3) カタクチイワシ稚魚について、カツオの来遊量変動を考慮して年当たり被食量を試算すると、資源量の8～22%(平均17%)と推定されたことから、カタクチイワシの加入過程においては、被食の影響は大きいと考えられた。

4. 具体的なデータ

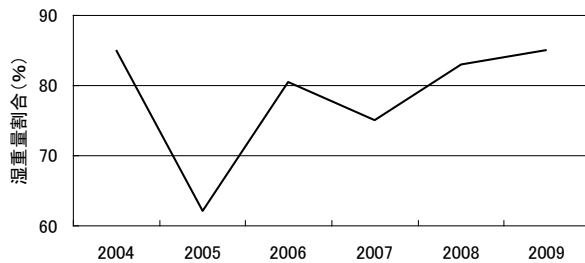


図 1. 胃内容物全湿重量のうち
カタクチイワシが占める割合

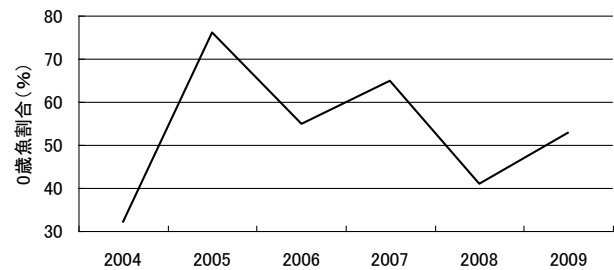


図 2. 胃内容物としてのカタクチイワシのうち
0歳魚が占める割合 (湿重量)

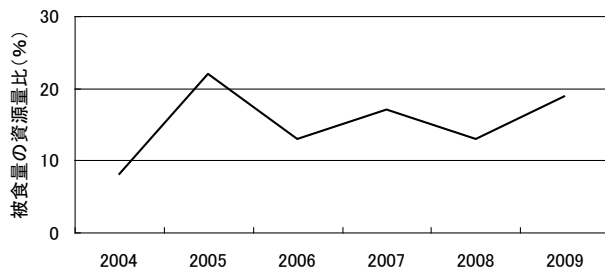


図 3. カタクチイワシ 0 歳魚の被食量の資源量に
対する比率

5. 調査・研究推進上の課題

本課題の実行期間においてはマイワシ資源の水準が低く、カツオ胃内容物として出現することは稀であったが、今後のマイワシ資源の増加局面における、カツオのマイワシに対する捕食圧の影響評価は重要な研究課題になることが考えられる。

6. 調査・研究発表

- (4) 西田 宏・高木香織 (in press) : 資源低水準期におけるマイワシ太平洋系群の加入量変動要因の探索. 水産海洋研究.
- (5) 西田 宏 (2010) : 小型浮魚類の加入過程におけるカツオ等による被食の影響. 平成 22 年度日本水産学会秋季大会講要.

様式-1 平成 22 年度資源動向要因分析調査課題報告書（小課題）

課題番号 5 3 1 0
大課題名 資源動向要因分析調査
中課題名 マイワシ、マサバ、カタクチイワシ太平洋系群
小課題名 加入量予測モデルの構築
担当機関 中央水産研究所資源評価部数理解析研究室
担当者名 須田真木・赤嶺達郎
協力機関 中央水産研究所海洋データ解析センター・資源評価部生態特性研究室・資源動態研究室

1. 調査・研究の目的

プロジェクト研究バイオコスモス等により、空間型マイワシ加入モデル（須田・岸田 2003）および生活史モデルが構築されている。これは環境（水温、餌密度、黒潮流軸位置）と成長・生残・移動を組み合わせ、他魚種との被食・捕食・競合関係を組み込んだモデルである。他課題の成果をこのモデルに取り込み、環境データのシナリオに沿った加入量予測の数値実験を行えるようにモデルを改良する。最終的には海洋大循環モデルの成果を取り込みマイワシ加入量の予測を行う。同様の手法でマサバ加入モデルを構築する。今年度は FRA-JCOPE の再解析値、産卵調査結果を用いてマイワシおよびマサバの加入数値実験を行い、マイワシおよびマサバの加入量における過去の再現性、予測の可能性を検討した。

2. 調査・研究方法

- (1) マイワシモデルの改良、環境データの整備、数値実験
- (2) マサバモデルの構築、数値実験
- (3) マイワシおよびマサバモデルへの海洋大循環モデルの成果の取り込み

平成 22 年度は、昨年度までに再構築されたマイワシおよびマサバモデルを用い、1993-2007 年の産卵データと FRA-JCOPE（海洋大循環モデル）の再解析値を用いて数値実験を行った。資源評価で推定されたマイワシおよびマサバ加入量と比較することで、過去の再現性の検証を行い、マイワシおよびマサバ加入量予測の可能性を検討した。

3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) マイワシモデルの改良と環境データの整備、およびマイワシ資源変動に対する漁獲・環境・他魚種の影響解析。（平成 16 年度、17 年度）
- (2) マサバモデルの構築、数値実験による過去のマサバ加入量変動の再現、及びマサバ加入量変動に対する水温、漁獲の影響解析。（平成 18 年度、19 年度）
- (3) マイワシモデルの移動モデルを改良し、FRA-JCOPE（海洋大循環モデル）の再解析値を用いることのできるマイワシモデルへ再構築（図 1）。（平成 19 年度、20 年度）
- (4) マサバについて成長は水温 21℃で最も良いと仮定し、生残率は最適水温を 17℃から 21℃まで 1℃ごとの 5 通りを設定してシミュレーションを行った（図 2）。マイワシについて平成 20-21 年度に試行した 2003-2007 年のシミュレーションをさらに 10 年拡張し、1993-2007 年の太平洋系群の産卵データと FRA-JCOPE の再解析値を用いて産卵後 30 日目までの移動・成長・生残のシミュレーションを行った（図 3）。マイワシについて加入量の再現はあまりうまく出来ていないが、1993-2007 年の加入量指数と 0 歳魚資源尾数の推定値とを比較してみると、ある程度過去が再現できている。（平成 22 年度）

4. 具体的なデータ

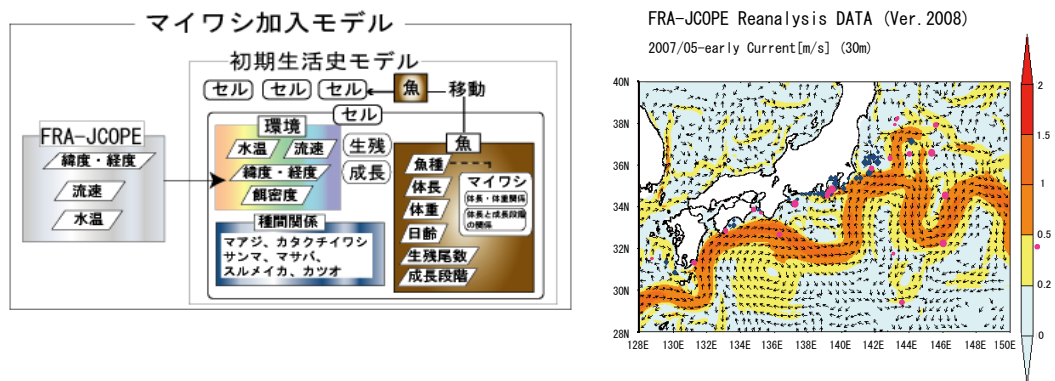


図 1. マイワシ加入モデルの概要
今回のシミュレーションでは、餌密度、種間関係にある各魚種の資源量は定数（平均値等）を用いた。

◆マサバ産卵位置
■シミュレーションによる 30 日目のマサバ位置
図 2. シミュレーションの一例（2007 年 5 月）
FRA-JCOPE の再解析値による海流ベクトル図とマサバの位置

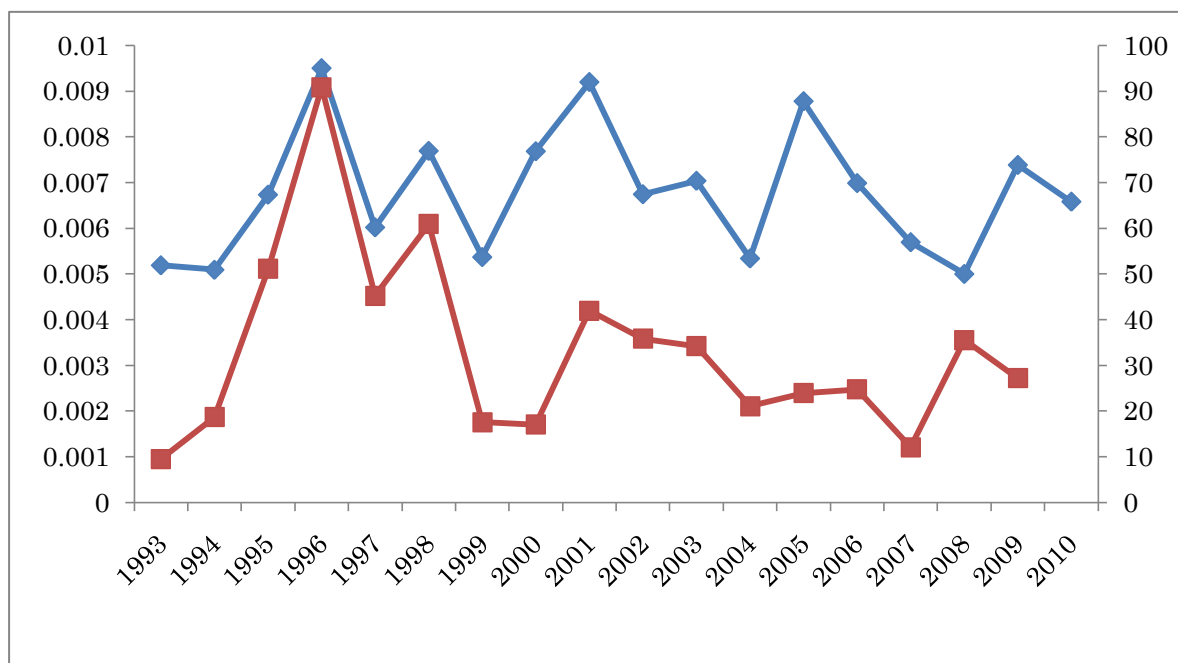


図 3. シミュレーションによるマイワシの生残率（青線）と実測値（赤線）

5. 調査・研究推進上の課題

特になし。

6. 調査・研究発表

(1) 須田真木・渡邊千夏子・瀬藤聡・久保田洋・高須賀明典・赤嶺達郎（2010）：FRA-JCOPE を用いたマサバ加入モデルの試行. 平成 22 年度日本水産学会講演要旨集.

