

## 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 6000  
大課題名 資源動向要因分析調査  
中課題名 マアジ対馬暖流系群  
担当機関 西海区水産研究所東シナ海漁業資源部資源生態研究室  
担当者名 塚本洋一（課題代表者）

### 1. 調査・研究の目的

東シナ海は極東海域で最も広大な陸棚域を有する海域であり、多くの水産上重要種の成育場・産卵場となっている。マアジにおいても東シナ海および日本海の対馬暖流域は我が国における最も大きな漁場となっている。また、近年の研究では冬～春季の東シナ海南部海域に非常に大きなマアジの産卵場が形成され、この海域で発生した仔魚が海流により北方へと輸送されることが明らかとなり、その過程において成長依存型の生残様式が存在することが示唆されている。本研究ではこの冬～春季東シナ海南部発生群を主対象に、マアジの新規加入量を決定する要因として東シナ海中南部海域の餌料環境に焦点を当て初期生残の多寡に及ぼすプランクトンの役割を定量的に評価し、その機構を明らかにする。それと同時に海洋環境-餌料環境-マアジ資源の長期変動について統計学的解析を行う。これらの結果とマアジ仔魚の輸送実態を明らかにすることにより、対馬暖流系海域におけるマアジ資源の変動要因を明らかにする。

### 2. 今年度までの調査・研究成果の概要

6010 マアジ仔魚摂餌生態調査・6020 餌料環境調査

- (1) 2005～2009年の冬～春季にかけてのカイアシ類データセットを完成させ、関連課題に引き渡した。得られたデータセットを用いて、主要な餌料カイアシ類の個体数・生物量を定量的に算出した。また、小型カイアシ類 3種の摂餌速度・卵生産速度を測定した。摂餌速度は $0.3\sim 6.8\mu\text{gC copepod}^{-1}\text{ day}^{-1}$ となった。摂餌速度は最低餌要求量の38～913%と大きくばらつき、植物プランクトンのみを餌とした場合、餌不足～飽和状態まで様々な状況にあったことを示した。
- (2) 仔魚1尾当たりの平均摂餌数は7～21時まで高い値を維持し、21～0時にかけて徐々に低下し、深夜1～6時までほぼ0となった。21～0時にかけての餌数の減少過程から、マアジ仔魚の消化管通過時間は体長<5mmと5～8mmの何れも3時間と推定した。消化管通過速度を $0.33\text{ (h}^{-1}\text{)}$ 、仔魚が摂餌を行う時間帯を7～21時まで（14時間）と仮定し、マアジ仔魚が1日当たりに食べる餌数（日間摂餌量）を体長<5mmと5～8mmのそれぞれで12.1個体、29.1個体と推定した（生息水温＝約21～23℃の場合）。
- (3) 海洋環境に関する研究により、春季の成層の発達と植物プランクトン大増殖との関連が示された。餌料環境としては、黒潮の影響の強い海域では餌料カイアシ類の割合が低い事、種および発育段階により分布特性が異なることが明らかとなった。さらに、沿岸水域、黒潮域、および両者のフロント域に異なる性質のカイアシ類群集が存在することが示された。本課題の成果を活用し、仔魚の摂餌実態を明らかにした。2005年～2009年の冬～春季にかけての環境（水温・塩分・Chl. *a*）およびカイアシ類現存量のデータセットを完成させた。作成したデータセットを活用した解析により、東シナ海のカイアシ類群集の生物量の変動は餌料（Chl. *a*）の影響を強く受けている事が示された。また、生物量の増加にはChl. *a*が高い年に主要な餌料カイアシ類である *Paracalanus* の生産が活発であったためと示唆された。

- (4) *Paracalanus* の卵生産速度と Chl. *a* 量との間に明確な関係は認められなかったが、水温の上昇に伴い卵生産速度が増加することが示された。摂餌速度の測定により、主要な餌料カイアシ類である *Paracalanus* が、大型プランクトンを選択的に摂餌し、植物プランクトンだけではなく、微小動物プランクトンを摂餌することで餌要求を満たしている事が示唆され、摂餌の多様性が成長・生残を支えていると考えられた。今後、微小動物プランクトンを含めた餌料生物との関係を解明する必要性が示された。
- (5) マアジ仔魚について、餌料の消化管通過速度を  $0.33 \text{ (h}^{-1}\text{)}$ 、仔魚が摂餌を行う時間帯を 7～21 時まで (14 時間) と仮定し、マアジ仔魚が 1 日当たりに食べる餌数 (日間摂餌量) を体長 < 5mm と 5～8mm のそれぞれ 12.1 個体、29.1 個体と推定した。これらの結果を基に 2005～2007 年について、マアジ仔魚が 1 日当たりに餌現存量に与える摂餌圧を各測点毎に推定した。その結果、大型仔魚の方が大きな摂餌圧を示す傾向があり、また測点によっては 3 以上の比較的高い値となる場合も認められたが、全体としては < 0.5 の低い値を示す測点が多数を占めた。
- (6) マアジ仔魚の加入ポテンシャル  $G$  (体重あたり瞬間成長率) :  $M$  (瞬間死亡率) を 2005, 2007, 2009 年で比較した。水温・餌の変化 が加入ポテンシャルの上下に影響を及ぼしているが、その後の生残量を決定する要因とはなり得ないことが明らかとなった。

#### 6030 マアジ加入実態把握調査

- (7) 従来のノルパックネット、ボンゴネット、ニューストンネット採集に加え、小型表中層トロールネットを導入することにより、マアジの孵化直後の仔魚から体長約 50mm 程度の稚魚までの採集が可能となり、東シナ海における発育段階別マアジの分布が明らかとなった。また、オーブコム衛星対応型漂流ブイを東シナ海南部のマアジ仔魚が濃密に分布する海域に投入して追跡調査を行った。黒潮に取り込まれたブイは比較的速やかに下流の太平洋岸へと流された。これに対し陸棚上の黒潮分派に取り込まれたブイは南部海域でゆっくりと北上し約 2 ヶ月後でも東シナ海に留まっていた。これらの結果より、黒潮に取り込まれたマアジは比較的速やかに太平洋岸へ輸送されるが、黒潮分派に取り込まれた個体はゆっくりと北上することにより、多くが東シナ海陸棚域に加入 (着底) すると推定された。
- (8) 若狭湾で漁獲されたマアジ稚幼魚の耳石日周輪解析および形態の観察を行った。若狭湾に来遊するマアジは発生日や形態が異なる複数の群により成り立っている事を明らかにした。また、九州西方および沿岸域、五島周辺海域で採集された稚幼魚について若狭湾産と同様の解析を行い、孵化日組成や形態の差異から発生場所の推定を行った。
- (9) 日本海および太平洋沿岸に加入したマアジ稚魚の耳石日輪解析を行い、日齢情報を基に採集海域から、マアジ卵稚仔輸送モデルを使用して、粒子逆輸送実験を行い発生海域の推定を行った。日本海で 6 月に採集されたマアジ稚魚の発生海域は九州西岸～朝鮮半島南岸・対馬である可能性が高いことが示唆された。
- (10) 東シナ海大陸棚に着底したマアジの耳石日周輪解析を行い、成長・生残過程について研究を行った。特に耳石 2 次核の形成時期と稚魚期への移行時期の関係をを用い、成長の早い個体が稚魚期へと素早く移行し着底することを明らかにした。
- (11) 東シナ海大陸棚に着底したマアジについて、仔魚期の平均成長速度と加入量の間には有意な年差は認められなかった。仔魚期では生残のための成長速度の閾値 ( $0.45 \text{ mm d}^{-1}$ ) が想定され、それ以上で成長した個体が生き残ることが推定された。変態期・稚魚期の平均成長速度は加入量 (着底稚魚の現存量) と正の相関を示しており、これらの発育段階における成長がその年の加入量に影響することが明らかになった。

#### 6040 東シナ海中長期変動分析調査

- (12) 卵稚仔調査の環境データセット（2001～2009年）および長崎海洋気象台が沖縄島西方の定線(PN)線の長期環境データセット（1973～2008年）を完成した。PN線における冬季・春季の混合層（水温、厚さ）とカイアシ類の年々変動を把握した。
- (13) PN線の動物プランクトン群集は出現海域・季節等により6グループに分かれ、それらの変動は水塊構造と水温変化に強く影響を受けていた。また、温暖な海域・季節に出現する群の個体数密度は増加傾向にあり、近年の温暖化との関連が示唆された。
- (14) 冬季（1～3月）に関して、PN線における1988年以降の表層混合層（水温、厚さ）及び東シナ海中南部における1971年以降の表面水温の年々変動を把握した。両者は良く一致し、南西諸島の冬季平均気温（12～2月）の年々変動と有意な相関を示した。また、PN線における春季～秋季の水温・塩分データセットを作成した。
- (15) FRA-JCOPE再解析値を用いて、マアジ卵仔稚魚輸送モデルによる粒子追跡実験を行った。各年2/12に台湾北東海域に10,000粒子を投入し、30日後・60日後・90日後における、日本海・太平洋・北部東シナ海・南部東シナ海それぞれに存在する粒子数をカウントした。また、FRA-JCOPE再解析値を用いて、マアジ仔魚の生息水温帯（18.5～23.5℃）の東シナ海における面積比率を算出した。
- (16) 潮汐成分を加味したFRA-JCOPE再解析値を用いてマアジ輸送・生残モデルを再構築した。その結果、マアジが東シナ海に滞留する時間が長くなり、実際の調査結果とより合致するようになった。
- (17) 東シナ海大陸棚に加入するマアジの加入密度は、成長速度に依存しており、特に稚魚期から変態期、着底後の成長速度と関係が大きいことが明らかとなった。4月の表層水温および5-6月の底層水温と強い相関が認められた。

### 3. 調査・研究推進上の課題

- (1) 本研究で東シナ海域でのマアジの加入量変動要因についてはある程度明らかになったが、九州西岸～日本海西部海域へ加入するマアジについては説明できていないので、今後の課題となる。
- (2) 輸送・生残モデルを使用した研究を発展させるためには、FRA-JCOPEからFRA-ROMSへの移行がスムーズに行われる必要がある。
- (3) 昨今の国際情勢により、十分な調査が遂行できないことが懸念される。特にマアジの仔魚が大量に出現する東シナ海南部海域は尖閣諸島およびその接続水域であることから、その水域への調査船の立ち入りが制限される可能性がある。

### 4. 特筆すべき成果

#### 6010 マアジ仔魚摂餌生態調査・6020 餌料環境調査

- (1) 冬～春季の東シナ海南部海域において、マアジ仔魚の摂餌生態と餌料環境の調査を行い、当該海域の餌料環境特性および餌料の多寡がマアジ仔魚の生残に及ぼす影響について検討した。その結果、マアジ仔魚が多量に分布する水塊において餌料は必要量を満たしていた。水温や餌料の分布密度がマアジ仔魚の加入ポテンシャルに影響を与えているが、その年の大陸棚への加入量を説明する要因とはなっていないことが明らかになった。

#### 6030 マアジ加入実態把握調査

- (2) マアジは我が国周辺海域へ周年にわたり来遊する。これらのマアジは複数の発生海域・発生海域から成り立っている。対馬暖流系群においては、東シナ海大陸棚に加入する多くは2-3月の東シナ海南部海域で発生した個体であること、日本海西部に初夏に稚魚として加

- 入する多くは5-6月に九州西～対馬周辺海域で発生した個体であることが明らかとなった。
- (3) 耳石日周輪を利用したマアジの成長履歴解析方法の確立により、本種に成長依存の生残機構が存在することを明らかにした。特に成長速度と着底イベントに注目して成長速度の速い個体ほど早く着底することを明らかにした。
  - (4) 成長履歴を逆算することにより、加入に成功した個体の発育段階別の成長速度について検討を行い、仔魚期よりも仔魚～稚魚期の成長速度が加入に強く影響を及ぼしていることを明らかにした。

#### 6040 東シナ海中長期変動分析調査

- (5) これまで情報がほとんど存在しなかった東シナ海中南部海域の餌料プランクトン組成を明らかにした。加えて、過去東シナ海域で採集されたプランクトン標本の解析を行い、データセットを作成した。
- (6) 潮汐成分を加味したFRA-JCOPE再解析値を用いてマアジ輸送・生残モデルを再構築した。東シナ海のような大陸棚域では潮汐が流れに及ぼす影響が大きく、本モデルの精度向上には不可欠であることが明らかになり、
- (7) 上記の結果から、東シナ海大陸棚に加入するマアジの加入密度は、成長速度に依存しており、特に稚魚期から変態期、着底後の成長速度と関係が大きいことが明らかとなった。この成長速度は4月の表層水温および5-6月の底層水温と強い相関が認められた。

## 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 6020  
大課題名 資源動向要因分析調査  
中課題名 マアジ対馬暖流系群  
小課題名 餌料環境調査  
担当機関 西海区水産研究所東シナ海海洋環境部高次生産研究室・生物環境研究室  
担当者名 西内耕・岡慎一郎・長谷川徹

### 1. 調査・研究の目的

本課題では、マアジ仔稚魚期の主要な餌料であるカイアシ類動物プランクトンの現存量および種組成からマアジ仔稚魚の餌料環境を明らかにし、さらに、餌料環境の変動がマアジの再生産成功率に与える影響を評価することを目的としている。今年度は、引き続き餌料環境データの蓄積と解析を実施し、最終年度としてとりまとめることを目的とした。

### 2. 調査・研究方法

#### (1) 動物プランクトンの水平・鉛直分布調査および海洋環境調査

動物プランクトンの水平・鉛直分布を調査することでマアジ仔稚魚の餌料環境を明らかにし、餌料環境の変動がマアジの再生産成功率に与える影響を評価する。また、CTD および採水による水温、塩分、栄養塩と植物プランクトンの水平・鉛直分布について調査を行い、カイアシ類の分布および現存量と海洋環境との関係について解析を行う。本年度は餌料生物の分布特性および変動特性についてのとりまとめを行う。

#### (2) カイアシ類培養実験

調査船上で培養実験を行うことで、カイアシ類の摂餌速度・卵生産速度と海洋環境との関係についての解析をより高度なものとする。本年度は実験結果をとりまとめ、変動特性を把握する。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 海洋環境に関する研究により、春季の成層の発達と植物プランクトン大増殖との関連が示された。餌料環境としては、黒潮の影響の強い海域では餌料カイアシ類の割合が低い事、種および発育段階により分布特性が異なることが明らかとなった。さらに、沿岸水域、黒潮域、および両者のフロント域に異なる性質のカイアシ類群集が存在することが示された。本課題の成果を活用し、仔魚の摂餌実態を明らかにした(6010番、20年度報告書を参照)。2005年～2009年の冬～春季にかけての環境(水温・塩分・Chl. *a*) およびカイアシ類現存量のデータセットを完成させた。作成したデータセットを活用した解析により、東シナ海のカイアシ類群集の生物量の変動は餌料(Chl. *a*)の影響を強く受けている事が示された(図1)。また、生物量の増加にはChl. *a*が高い年に主要な餌料カイアシ類である *Paracalanus* の生産が活発であったためと示唆された(図2)。本結果は6040番に引き渡し、餌料環境と仔魚の成長生残の関連解明に活用されている。
- (2) *Paracalanus* の卵生産速度とChl. *a*量との間に明確な関係は認められなかったが、水温の上昇に伴い卵生産速度が増加することが示された(図3)。摂餌速度の測定により、主要な餌料カイアシ類である *Paracalanus* が、大型プランクトンを選択的に摂餌し、植物プランクトンだけではなく、微小動物プランクトンを摂餌することで餌要求を満たしている事が示唆され、摂餌の多様性が成長・生残を支えていると考えられた。今後、微小動物プランクトンを含めた餌料生物との関係を解明する必要性が示された。

#### 4. 具体的なデータ

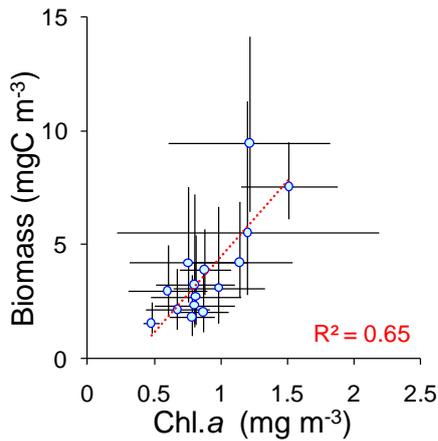


図 1. 東シナ海南部に於けるクロロフィル量とカイアシ類生物量との関係。青丸はクラスター分析により区分された海域毎の平均値を示す。

クロロフィル量の増加に伴いカイアシ類生物量が増加していることが示された ( $r^2=0.65$ )

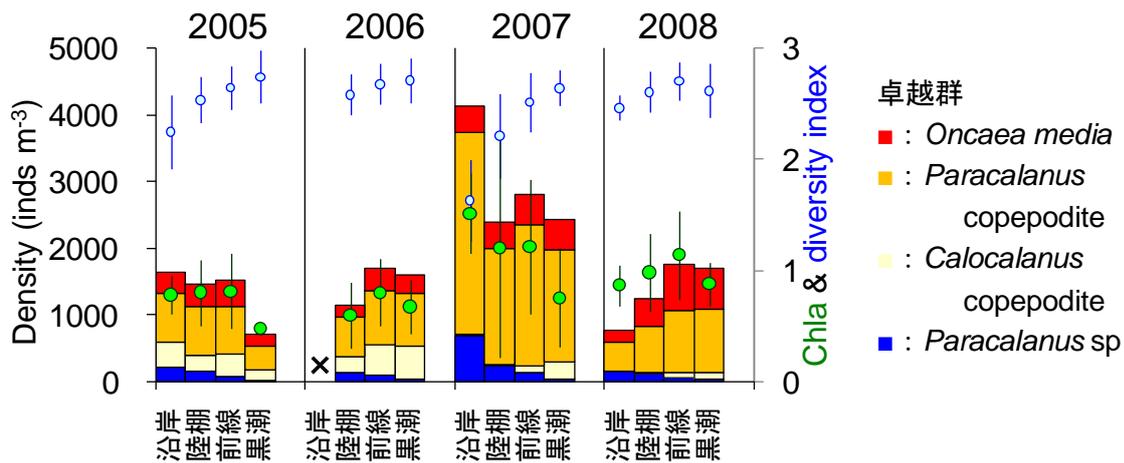


図 2. 2005–2008 年 3 月の東シナ海におけるカイアシ類群集の個体数密度 (積み重ね棒グラフ)。色分けは、指標種分析によるグループ分けを示す (凡例に示す種は各指標グループの卓越群)。緑丸は Chl. a 量を、青丸は多様度を示す。2007 年は Chl. a の値が高く、*Paracalanus* 属カイアシ類のコペポダイト幼生が卓越することで全体の現存量が増加していた。

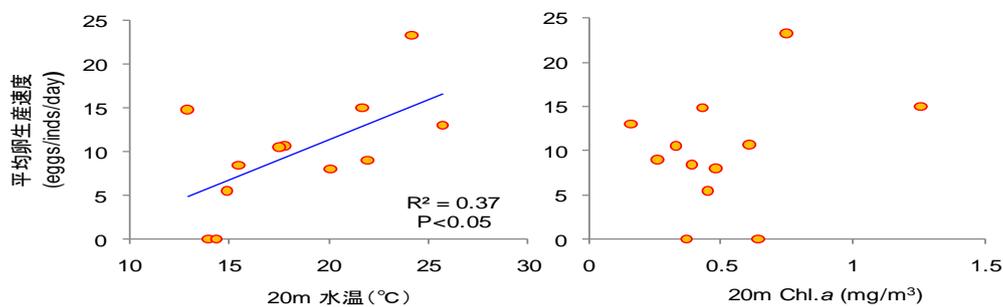


図 3. カイアシ類の卵生産速度と水温 (左)、Chl. a (右) の関係。水温が高いほど、カイアシ類の卵生産速度が高くなることが示された ( $r^2=0.37$ )

#### 5. 調査・研究推進上の課題

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 西内耕・岡村和麿・塚本洋一・佐々千由紀・高橋素光(2011): 春季の東シナ海におけるかいあし類現存量・生物量の経年変動. 2011 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集

## 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 6030  
大課題名 資源動向要因分析調査  
中課題名 マアジ対馬暖流系群  
小課題名 マアジ加入実態把握調査  
担当機関 西海区水産研究所東シナ海漁業資源部資源生態研究室  
担当者名 塚本洋一・佐々千由紀・高橋素光

### 1. 調査・研究の目的

冬～春期の東シナ海南部海域の大産卵場で発生したマアジは成長に伴い東シナ海を北東方向へ輸送され、その生残がマアジ対馬暖流系群（特に東シナ海）の新規加入量に大きな影響を与えると推定される。しかし、マアジの産卵場は南日本の暖水域の広範な海域にわたり、また産卵期もほぼ周年に及んでいる。そこで本研究では対馬暖流域漁場へ実際に新規加入したマアジの発生場所や輸送経路を遡り明らかにすることにより、本中課題で得られた結果の適用範囲・量を明らかにして、マアジ対馬暖流系群の資源動向のより正確な説明に寄与するとともに、初期成長・生残等のマアジの基礎生物情報を課題 6040 へ受け渡すことを目的とする。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 2007 年 3 月にマアジ仔稚魚の北上経路となる奄美大島西方の黒潮内側域にオーブコム衛星対応型漂流ブイを投入して追跡調査を行った。
- (2) 島根県東部の隠岐海峡域でマアジ稚魚を採集し、耳石日周輪の解析を行った。本年はマアジ卵稚仔輸送モデルを用いて採集場所から日齢分を逆輸送し産卵海域の推定を行った。同様に太平洋岸（相模湾）で採集されたマアジの発生海域を推定した。
- (3) 冬～春季の東シナ海で採集されたマアジ仔稚魚の耳石日周輪を解析して、初期成長・生残要因について研究を行った。特に着底後の個体の成長履歴から初期生残に関する解析を行った。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 東シナ海南部のマアジ仔魚が濃密に分布する海域に漂流ブイを投入して、その漂流経路を追跡した。発育段階別の分布と共に本種の輸送について明らかにした。
- (2) 若狭湾で漁獲されたマアジ稚幼魚の耳石日周輪解析および形態の観察を行った。若狭湾に來遊するマアジは発生日や形態が異なる複数の群により成り立っている事を明らかにした。また、九州西方および沿岸域、五島周辺海域で採集された稚幼魚について若狭湾産と同様の解析を行い、孵化日組成や形態の差異から発生場所の推定を行った。
- (3) マアジ仔魚の加入ポテンシャル  $G$  (体重あたり瞬間成長率) :  $M$  (瞬間死亡率) を 2005, 2007, 2009 年で比較した。水温・餌の変化が加入ポテンシャルの上下に影響を及ぼしているが、その後の生残を決定する要因とはなり得ない (図 1、2)。
- (4) 東シナ海大陸棚に着底したマアジの生残過程について耳石日周輪の解析を行った (図 3)。仔魚期の平均成長速度と加入量の間には有意な年差は認められなかった。仔魚期では生残のための成長速度の閾値 ( $0.45 \text{ mm d}^{-1}$ ) が想定され、それ以上で成長した個体が生き残

ることが推定された。変態期・稚魚期の平均成長速度は加入量（着底稚魚の現存量）と正の相関を示しており、これらの発育段階における成長がその年の加入量に影響することが明らかになった。

#### 4. 具体的なデータ

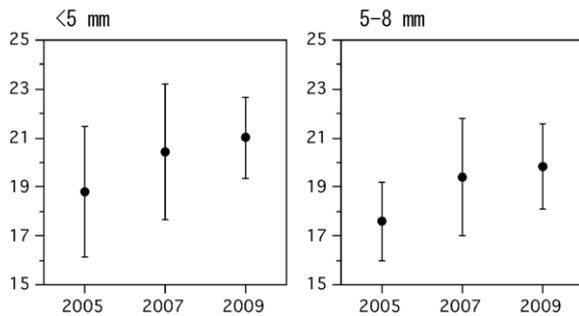


図1. マアジ仔魚の出現測点における水深20m水温

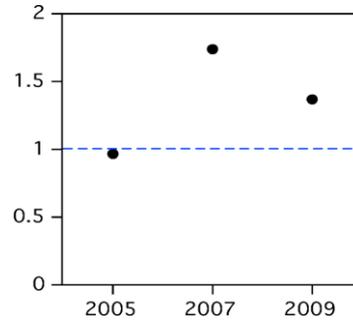


図2. マアジ仔魚加入ポテンシャル（1 以上の場合生物量が増大しており、加入ポテンシャルが高い）

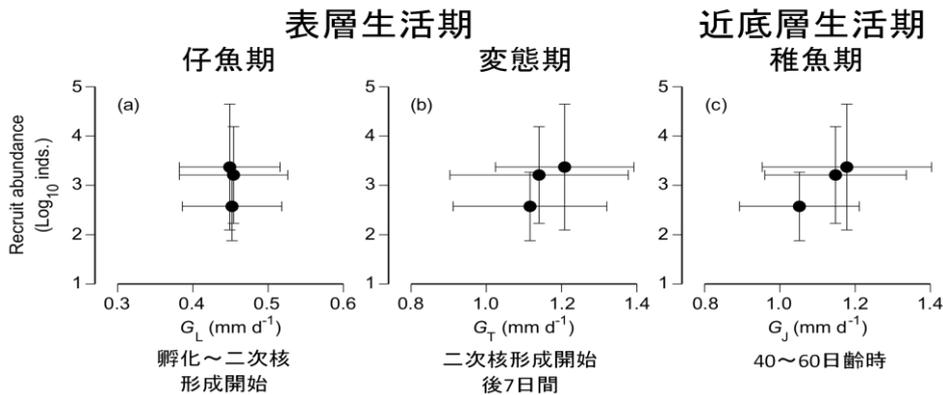


図3. 東シナ海大陸棚における加入（着底）稚魚の加入量とこれらの個体の耳石日周輪から逆算した発育段階毎の平均成長速度

#### 5. 調査・研究推進上の課題

- (1) 東シナ海大陸棚へ着底するマアジの初期生残要因については、かなりの部分が解明できたが、浮遊から着底への生態変化スイッチのタイミングなど、また、浮遊期を継続させる稚魚の生残について調査の必要がある。
- (2) 九州西岸～日本海西部にかけての生残要因について、次の調査・研究の大きな課題となる。

#### 6. 調査・研究発表

- (1) 高橋素光・佐々千由紀・塚本洋一（2011）：東シナ海におけるマアジ仔稚魚の成長速度と水温環境. 平成23年度日本水産学会春季大会講演要旨集.

## 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 6040  
大課題名 資源動向要因分析調査  
中課題名 マアジ対馬暖流系群  
小課題名 東シナ海中長期変動分析調査  
担当機関 西海区水産研究所東シナ海海洋環境部高次生産研究室・東シナ海漁業資源部資源生態研究室・東シナ海海洋環境部海洋動態研究室  
担当者名 西内耕・塚本洋一・佐々千由紀・依田真里・山田東也・種子田雄

### 1. 調査・研究の目的

東シナ海中南部海域における長期の観測データ（長崎海洋気象台、PN 線）の整理および卵稚仔調査のプランクトン標本を分析し、これとマアジ対馬暖流系群の資源変動とを統計的に解析をすることにより、資源の長期変動の要因について分析を行うことを目的とする。目的達成のため、本課題では、課題 6010、6020 と連携を取りながら本中課題「マアジ対馬暖流系群」の仮説（18 年度中課題計画書を参照）と結果の検証を行う。また、水研センターで開発し現業運用している「海況予測システム（FRA-JCOPE）」を適用することにより、1993 年以降の資源変動について輸送条件を加味した解析・検証を行う。本年度は主に PN 線と卵稚仔調査の海洋環境・プランクトンデータの解析を更に進め、資源量と餌料環境との統計学的分析を開始する。また、FRA-JCOPE の適応を継続し、資源評価に必要な情報の切り出しを行う。

### 2. 調査・研究方法

- (1) 東シナ海中南部海域で 2001 年より行われた卵稚仔調査の標本を分析して、餌料プランクトンの組成および量、マアジ仔稚魚の摂餌実態の経年変化を明らかにする。長崎海洋気象台により東シナ海中部海域の PN 線で採集されたプランクトン標本の分析を行う。また、同時に観測された長期海洋環境データとマアジ資源量との関係について統計学的分析を行う。本年度はマアジの資源量変動（特に新規加入量）と餌料・海洋環境との関係の解析を行う。
- (2) 1993 年以降のデータについて海況予測システム（FRA-JCOPE）を過去に遡って適用し、本研究で得られた結果と比較・検討を行うことにより、特に海流等による仔稚魚の輸送の変動の点から対馬暖流系マアジの資源動向について考察する。

### 3. 今年度までの調査・研究成果の概要

- (1) 東シナ海中南部海域、PN 線観測および卵稚仔調査の環境、プランクトンデータセットを整備・更新し、PN 線における冬季・春季の混合層（水温、厚さ）とカイアシ類現存量の年々変動を把握し、動物プランクトン群集構造・分布特性と環境変動との関連を示した。
- (2) PN 線の大陸棚上から縁辺における春季のデータ（4 月下旬～5 月始め）を用いて、密度成層の状態を把握した。密度成層の目安としては、10m 深と最深層もしくは 200m 深のポテンシャル密度の差をその深度差で割った値を用いた。西部では表層に低塩分水が見られるところ、東部では表層に暖水が見られるところで成層が強い傾向があった。
- (3) 潮汐成分を加味した FRA-JCOPE 再解析値を用いてマアジ輸送・生残モデルを再構築した。その結果、マアジが東シナ海に滞留する時間が長くなり、実際の調査結果とより合致するようになった（図 1）。
- (4) 東シナ海大陸棚に加入するマアジ稚魚の密度（図 2）と 4 月の稚魚が分布する表面水温（図 3）

および5-6月の底層水温・適水温帯面積(図4)との間には正の相関が認められた。

#### 4. 具体的なデータ

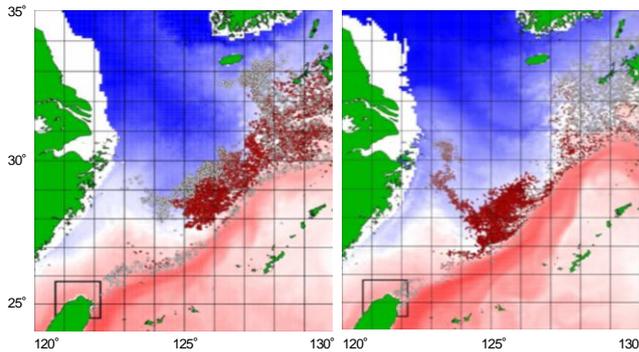


図1. マアジ輸送モデルの比較.

左図：潮汐無しモデル；右図：潮汐成分を加えたモデル. 両方とも2007年2月1日に台湾島付近に粒子投入、同4月1日(59日後)の粒子の位置を示す. 赤：生残個体；白抜き：死亡個体を示す.

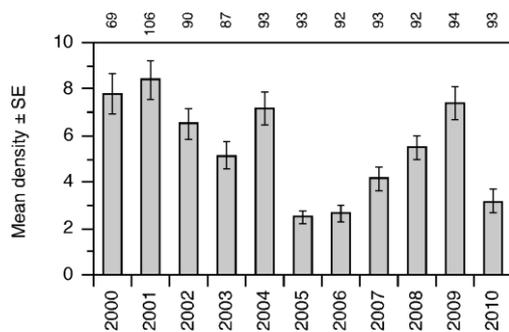


図2. 東シナ海大陸棚に加入したマアジ稚魚の密度の経年変化.

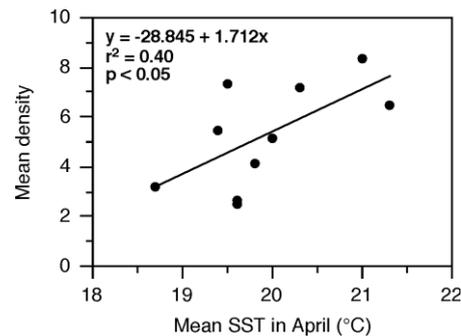


図3. 東シナ海大陸棚に加入したマアジ稚魚の密度と4月の表面水温の関係.

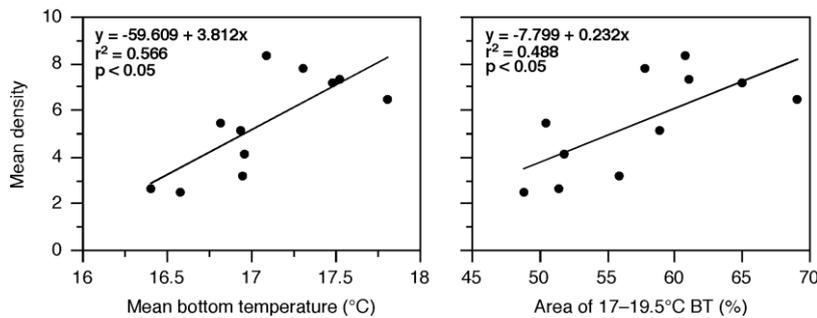


図4. 東シナ海大陸棚に加入したマアジ稚魚密度と5-6月の底層水温(左図)および適水温帯面積(右図)の関係.

#### 5. 調査・研究推進上の課題

(1) 今後研究を発展させるためには、FRA-JCOPE から FRA-ROMS への移行がスムーズに行われる必要がある。

#### 6. 調査・研究発表

(1) 種子田 雄・森永 健司・山田 東也・中川 倫寿(2011): 九州西岸域における沿岸水温の変動特性について. 東京大学.

(2) 依田 真里(2010): マアジ対馬暖流系群の資源評価と利用実態. アクアネット, 13巻, 12号, 40-42頁.

