

課題番号4000 マアジ対馬暖流系群、太平洋系群

調査の目的・計画 東シナ海のマアジ主要産卵場から東シナ海・日本海西部・太平洋岸への仔稚魚の輸送およびその間の成長・生残過程を把握し、加入量の変動機構を解明することにより、海域別の加入量推定精度の向上に資する。また、東シナ海起源のマアジが日本海西部および太平洋岸に加入する過程と割合を成長・環境履歴、漁獲データおよび物理モデルに基づいて解明し、日本周辺のマアジ資源構造を把握することで、効率的な管理方策の検討に必要な情報を提供する。

今年度の調査・研究成果の概要

(1) 対馬暖流系群: 2011～2015年の春季(5～6月)に九州北西沖から日本海西部で採集したマアジ稚魚(図1)の採集時の瞬間成長速度を耳石日輪に基づいて推定した。成長速度の年変動は生息水温の変動傾向と一致した一方、餌密度との関係は不明瞭であった(図2)。マアジ対馬暖流系群の再生産成功率(RPS)と正の相関を示す30～40日齢時の成長速度も同様の傾向を示したことから、仔稚魚の成長速度の年変動は水温の影響を強く受けていると考えられた。この結果は、餌密度がマアジ仔稚魚の成長に大きな影響を及ぼす東シナ海とは対照的であった。

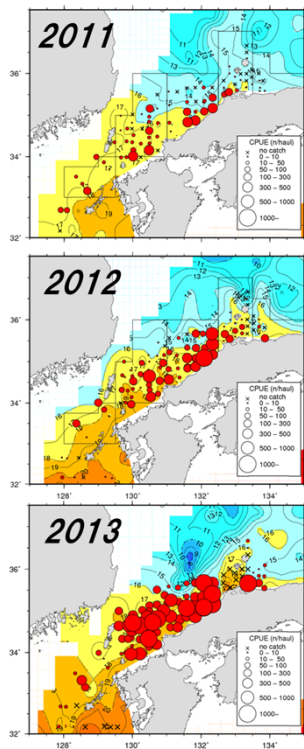


図1 マアジ稚魚の分布 (背景は50 m深水温)

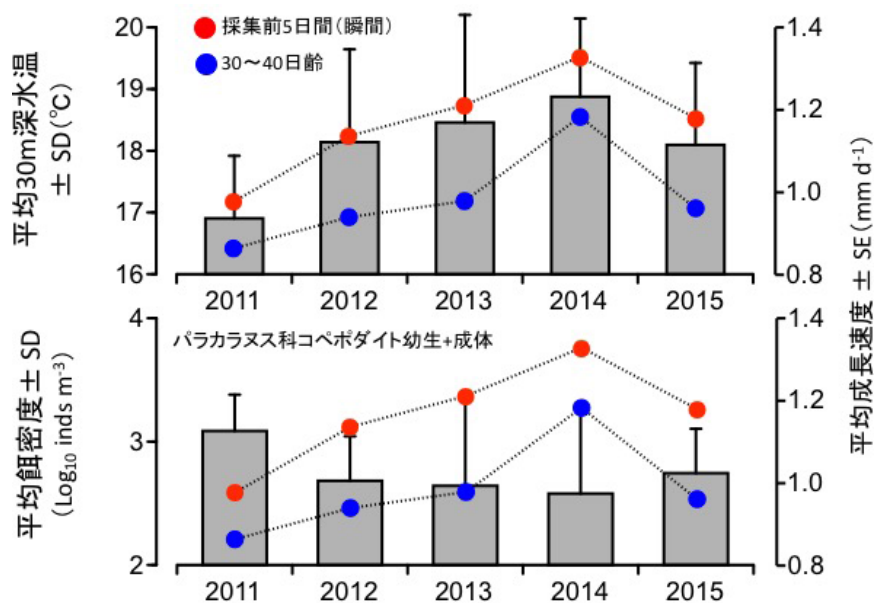
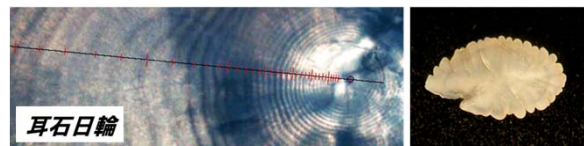


図2 マアジ稚魚の成長速度(丸)と生息水温(棒、上)と餌密度(棒、下)の年変動

(2) 太平洋系群: 日齢に伴う耳石日輪間隔の変化様式をクラスター解析し、太平洋沿岸域に加入したマアジ稚魚の成長様式を、東シナ海の個体群と同等の高い成長速度を示した高成長クラスターと、それより成長速度の低い低成長クラスターに分類した。低成長クラスターは10日齢以前の孵化直後から成長速度が低かったことから、成長履歴の差が発生海域の違いを反映していることが示唆された(図3)。東方(黒潮下流域)かつ内海に面する海域で低成長クラスター個体の比率が高く、西方(黒潮上流域)かつ外海に面する海域で高成長クラスター個体の比率が高いことが示され、黒潮の影響をより強く受ける西方・外海で東シナ海由来の個体が多く分布していることが示唆された(図4)。

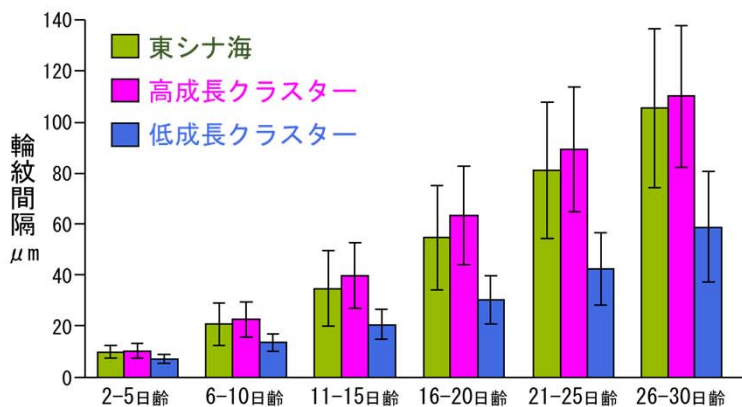


図3 時系列クラスター解析によって分類されたマアジ稚魚の5日間ごとの輪紋間隔の比較

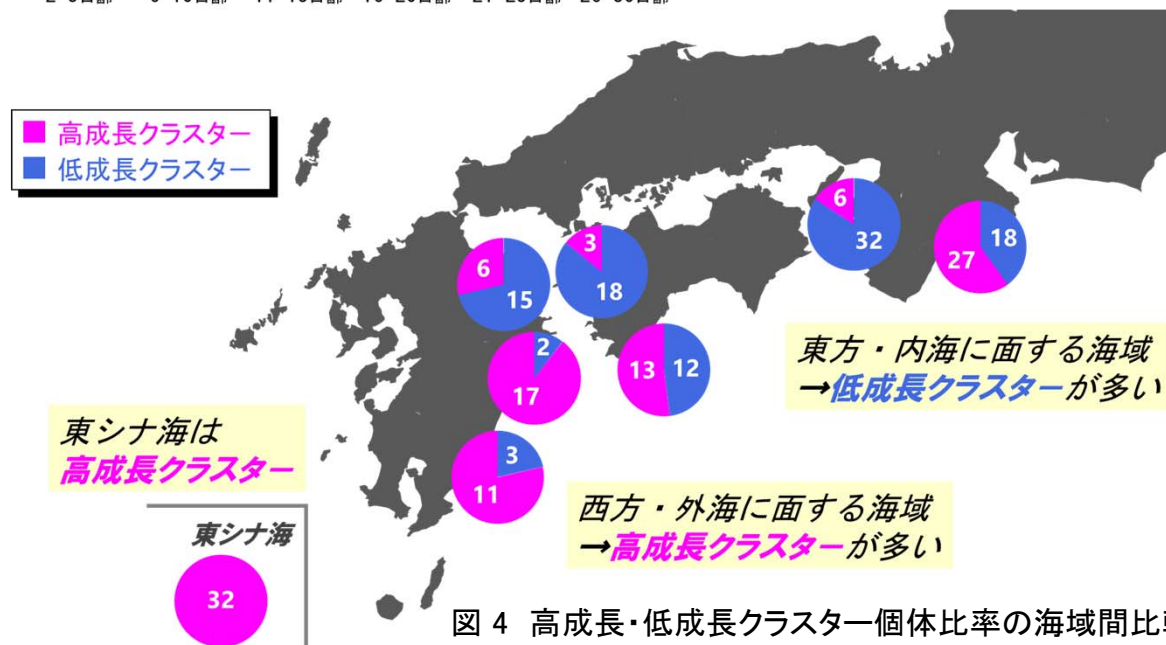


図4 高成長・低成長クラスター個体比率の海域間比較

調査・研究推進上の課題 東シナ海では餌密度、日本海では水温、太平洋では輸送環境がマアジ新規加入量に大きな影響を及ぼしている可能性があり、海域毎にその過程を詳細に把握する必要がある。また、海況予測システム(JADE2.1、FRA-ROMS)による流動場の計算結果および餌環境やマアジ生態情報を基に、マアジ主要産卵場から東シナ海・日本海西部・太平洋岸への仔稚魚の輸送・生残過程のシミュレーションも行い、海域別の加入量変動機構の解明に取り組む必要がある。

様式-2 平成 29 年度資源量推定等高精度化推進事業課題報告書（中課題）

課題番号 4000
大課題名 資源量推定等高精度化推進事業
中課題名 マアジ対馬暖流系群、太平洋系群
担当機関 西海区水産研究所資源海洋部生態系変動グループ
担当者名 佐々千由紀

1. 調査・研究の目的

マアジは資源評価上の最高齢が 3+歳、漁獲の主体が 0、1 歳であり、資源評価当年の加入量推定値および資源評価翌年の加入量予測値によってほぼ ABC が決定している。したがって、加入量推定精度の向上は資源評価精度向上に直結しており、新規加入量変動機構の解明およびその知見に基づく加入量推定手法の開発が求められている。本課題は、東シナ海のマアジ主要産卵場から東シナ海・日本海西部・太平洋岸への仔稚魚の輸送およびその間の成長・生残過程を把握し、加入量の変動機構を解明することにより、海域別の加入量推定精度の向上に資することを目的とする。

本年度、重点的に取り組んだ課題は以下の 3 点である。(1) マアジ仔稚魚の主要餌料生物である *Paracalanus parvus* s.l. と *Calanus sinicus* の東シナ海における時・空間分布を把握し、分布推定モデルを構築する。(2) 東シナ海、日本海西部および太平洋岸におけるマアジ仔魚稚魚の分布、個体数変動、発生時期、発生海域および成長過程を解析し、海洋物理環境、餌料環境および加入量変動との関係を検討する。(3) JADE2.1 と FRA-ROMS の再解析値を流動場に用いて、主要産卵域からの粒子追跡実験を拡散係数等のパラメータを再検討しつつ詳細に実施し、その計算結果と過去の加入量とを比較検討する。

2. 今年度の調査・研究成果の概要

- (1) 春から夏の東シナ海・日本海西部で実施した調査船調査で得られた動物プランクトンおよび海洋環境に関する試資料を整理しデータベース化した。
- (2) 東シナ海において *Paracalanus parvus* s.l. は低水温・高塩分・高クロロフィル量の水塊に数多く分布し、特に大陸沿岸由来の低塩分水と陸棚系水のフロント域に濃密分布した。一方、*Calanus sinicus* の個体数は低塩分水塊で顕著に高く、先行研究も加味すると、本種は主に大陸からの低塩分の張り出しにより当海域へ輸送されると考えられた。
- (3) 春季（5-6 月）に日本海西部で採集されるマアジ稚魚の採集時の瞬間成長速度と海洋環境の年変動を 2011-2015 年の間で比較した結果、成長速度の年変動は餌密度ではなく、水温の変動傾向と一致した。再生産成功率（RPS）と有意な関係をもつ 30-40 日齢時の成長速度の変動も同様の傾向を示すことから、日本海西部における成長速度は水温の影響を強く受けると考えられ、餌密度の影響が強い東シナ海とは対照的であった。
- (4) 春季の日本海西部におけるマアジ稚魚の分布水温と対馬暖流系群の RPS の年変動は近似することが分かった。このことは対馬暖流域において水温が比較的高い年には仔稚魚の成長が良好で生残率が高くなることを示唆し、(3) の結果を支持する。
- (5) 4 月に東シナ海表層で採集されるマアジ稚魚の仔魚期後半における成長速度と 5-6 月に同海域の近底層で採集される稚魚の密度との対応関係を 2005-2016 年について検討した結果、近底層における稚魚密度の年変動は成長速度の変動傾向と近似することが分かった。一方、仔稚魚の成長が悪かったにも関わらず、高い着底稚魚の加入があった例外的な年（2012 年）も認められた。この年は流れ藻が他年に比べ顕著に多く、また稚魚がそれらに多く付随しており、加入量変動と流れ藻との関連についても留意する必要がある。
- (6) 太平洋沿岸域に加入したマアジ稚魚の成長様式を、東シナ海の個体群と同等の高い成長速度を示した高成長クラスターと、それより成長速度の低い低成長クラスターに分類した。低成長クラスターは孵化直後から成長速度が低かったことから、成長履歴の差が発生海域の違いを反映していることが示唆された。東方（黒潮下流域）かつ内海に面する

海域で低成長クラスター個体の比率が高く、西方（黒潮上流域）かつ外海に面する海域で高成長クラスター個体の比率が高いことが示され、黒潮の影響をより強く受ける西方・外海で東シナ海由来の個体が多く分布していることが示唆された。

- (7) 2005-2015 年の太平洋側各県の漁獲量データから平均的な季節変動様式を得た。鹿児島県、宮崎県、高知県の西側各県には 2-3 月に東シナ海で産卵された群に対応する漁獲量ピークが 4-6 月に見られた。一方、東側の静岡県、神奈川県では 7 月以降にピークが存在したほか、前述の西側各県でも 7 月以降にピークが存在した。また、和歌山県、三重県はこれらの西側、東側各県の間隔的な特徴を示し、特に三重県では二峰型の漁獲量変動の最初の峰が 7 月はじめにピークが見られた。以上より、太平洋沿岸では、東シナ海由来だけではなく太平洋岸の地先産卵群に由来する個体の寄与も高いこと、西側ほど東シナ海の寄与がありその境界は和歌山県、三重県付近であることが示唆された。
- (8) 昨年度実施した粒子追跡実験と卵稚仔データベースの解析結果に基づいて粒子投入の初期位置を再調整し、また最新の流動場のデータを用いてより詳細な粒子追跡実験を行った。その結果、東シナ海は粒子数がほぼ横ばいであったのに対し、日本海には増加傾向、太平洋では減少傾向が認められた。これは近年のマアジ加入量の傾向と合致しており、加入量変動は流動場の影響を強く受けていることを示唆する。
- (9) マアジ仔稚魚が生息する東シナ海表層（22.5 m 深）における海流系全体が持つ粒子を日本海と太平洋とに配分する傾向を調べるため、東シナ海全体に粒子を配置し、半月に一度放出する粒子追跡実験を通年行った。マアジの再生産期にあたる 1-4 月についてみると、2006 年以降に粒子が太平洋へ輸送され難くなっていることが明らかになった。この結果は、2006 年以降、マアジ太平洋系群の加入量が大きく低下したと一致している。

3. 調査・研究推進上の課題

- (1) 調査対象海域が広範囲に及び、また日本各地から得た標本の耳石輪紋解析を行うことが不可欠なことから、さらなる作業の効率化と共同研究体制の強化が必要である。
- (2) 近年、東シナ海発生群の太平洋岸への加入量が以前に較べて減少している可能性があり、東シナ海からの加入が多かったと想定される年代との比較研究が必要である。
- (3) モデル課題においては、放流後の粒子をカウントする領域についてより詳細な検討を進める必要がある。また、仔魚分布データから新たに見いだされた夏季の東北沿岸の産卵場に由来する仔稚魚が我が国沿岸へ加入する過程を高解像度モデルにより検討する必要がある。

4. 特筆すべき成果

- (1) *Paracalanus parvus* s.l. と *Calanus sinicus* は何れも大陸沿岸系水とその周辺において高い個体数密度を示したが、分布推定モデルにより詳細に検討した結果、分布を決定づける環境条件は両種で大きく異なることが分かった。
- (2) 5-6 月の日本海西部においてマアジ仔稚魚の成長速度の年変動は餌料環境よりも水温の影響を強く受けていることが分かった。
- (3) 5-6 月の東シナ海の着底稚魚密度の年変動は 4 月における漂泳仔稚魚の成長速度の変動傾向と正の相関を示した。一方、流れ藻が多く、マアジがそれに数多く付随した年には、低成長でも高い着底稚魚密度となる可能性が新たに見いだされた。
- (4) 太平洋岸に加入した稚魚の成長履歴の差は発生海域の違いを反映すること、黒潮の影響をより強く受ける西方・外海で東シナ海由来の個体が多く分布することが示唆された。
- (5) 近年、太平洋岸では、東シナ海だけではなく太平洋岸の地先産卵群に由来する個体の寄与も高いこと、西側ほど東シナ海の寄与がありその境界は和歌山県、三重県付近であることが示唆された。
- (6) 粒子追跡実験の結果、2006 年以降に粒子が太平洋へ輸送され難くなっていることが明らかになり、近年、太平洋岸でマアジ加入量が減少していることとの関連性が伺われた。