

博士（水産科学） 森

賢

学位論文題名

スルメイカ冬季発生系群の初期生態と
資源変動機構に関する研究

学位論文内容の要旨

〔目的〕

スルメイカ (*Todarodes pacificus*) は日本周辺海域に広く分布する重要な漁獲対象種であり、1998年以降はTAC 対象種に設定され、その資源管理が行われている。スルメイカの漁獲動向は我が国の地域経済に大きな影響を与える、迅速かつ正確な資源評価と変動予測が求められている。スルメイカの寿命は1年と短く、周年にわたり再生産を行い、中でも、秋から冬にかけて再生産を行う秋季発生系群と冬季発生系群の資源量が卓越している。この冬季発生系群が主体と考えられる太平洋側の漁獲量は、1960年代には55万トンを超える漁獲量であったが、1970～1980年代にかけて、漁獲量は大きく減少した。1990年以降、漁獲量は増加に転じ、1996年には25万トンを超えるまで回復したが、1998年の不漁のように、資源状態の急激な変化は近年も見られ、漁業や関連水産業の経営上の重大な問題となっている。

スルメイカの資源変動は、10～20年単位の中長期の大規模な変動と、経年的な短期変動に区分される。中長期の変動では、資源水準が高位から低位、そして高位へと変化し、その持続期間が10年以上継続する。これに対して、短期の変動は、その世代交代が1年のため、突発的な親イカの漁獲・自然死亡の増減や再生産の成功失敗などによって、予測が難しい経年変化となっている。マイワシなど多獲性浮魚類では、中長期の資源変動要因として、地球規模での海洋環境の中長期変化、例えばレジームシフトなどの影響が指摘されている。こうした環境変化は、主に再生産過程に重大な影響を及ぼし、連続した加入の失敗やその逆の現象により、資源水準が大きく変動すると考え

られている。また、経年的な環境変化は、仔稚魚の成長や生残に影響し、その年の加入動向を大きく変化させると考えられる。そのため、スルメイカの資源変動機構を明らかにするためには、最も大きな減耗が発生する生活史初期の生態解明を行い、環境変化による応答を明らかにする必要がある。

本研究の目的は、スルメイカ冬季発生系群の資源動態に大きな影響を及ぼす生活史初期の生態に焦点を当て、資源動態に影響を及ぼす要因について検討する。具体的には、産卵から幼生期までの生息水域である東シナ海、幼生の太平洋側への移送経路である黒潮流域、そして索餌・成長海域である黒潮・親潮移行域における生活史初期の生態を、調査船調査による観測結果を用いて明らかし、加えて、漁獲データに基づいた資源解析による資源動態の推定を行う。そして、得られた初期生態に関する知見をもとに、その資源変動要因に関して考察を行った。

【試料と方法】

初期生態解明のため、幼生期から若齢期の生息海域と推定されている東シナ海（1997～2004年：1～4月）、本州南部黒潮流域（2003年：2～3月）、常磐沖合域（1994～1996年：4月）、黒潮・親潮移行域（1996～2004年：5～6月）において、調査船調査による採集試験を実施した。スルメイカの採集にはボンゴネット（口径70cm、目合い0.33mm；傾斜曳き）、リングネット（口径2m、目合い3mm；表層曳き、傾斜曳き）、トロールネット（口径25×25m、コッドエンド目合い8mm；表層曳き）を用いた。

採集したスルメイカは外套背長を計測し、調査地点毎に分布密度を計算して解析に用いた。なお、経年変化が追跡できた東シナ海の幼生と黒潮・親潮移行域の若齢個体については、調査海域面積で重み付けした資源量指標を計算し、その動向を解析した。また、採集された幼生のうち、0.8～11.0mmの幼生180個体を用い、平衡石日周輪による日齢査定を行った。得られた外套背長と日齢の近似式を適用して、日齢5～35日までの幼生期における死亡率の指標となる1日当たりの瞬間死亡率の推定を試みた。

北海道・東北太平洋岸主要港の小型いか釣り船CPUEを資源量指標とした解析を実施し、1979～2004年における冬季発生系群の加入尾数、産卵親魚

尾数、再生産成功率を解析した。また、解析手法の違いによる資源推定値の変化を比較するため、修正 DeLury 法を用いた解析も合わせて行った。

〔結果と考察〕

1. 東シナ海における幼生期の分布特性

採集されたスルメイカ幼生は、外套背長 2mm 以下の小型個体が卓越していた。しかし、4月では、2mm 以上の個体が主体となった。幼生の水平分布様式は、1～3月では変化がなく、九州南西海底谷周辺の黒潮内側域に分布の中心があり、成長に伴って陸棚側の冷水域に分布域が移行していた。4月では、分布が集中する海域はなく、陸棚域や九州西部に広く拡散していた。

日齢査定の結果、孵化月は 11 月下旬～2 月上旬と推定され、1 月孵化の個体が多かった。日齢と外套背長から推定された成長速度は、従来の推定値より遅く、孵化後 30 日で 2.6mm の成長速度であった。また、日齢 30 日以降から、個体差が大きくなる傾向が見られた。日齢 5～35 日の幼生の瞬間死亡係数は、1 日当たり 0.031～0.058 であり、従来の推定値より、低い値であった。

孵化直後と考えられる 1mm 未満の幼生の分布様式と海洋環境の比較より、冬季発生系群の産卵海域は、東シナ海中南部の陸棚斜面域に形成されると推定された。

2. 黒潮流域および黒潮・親潮移行域における幼生～若齢期の分布特性

2～3 月の本州南部黒潮周辺海域では、3mm 未満のスルメイカ幼生は黒潮流軸周辺に分布する傾向が強く、3mm 以上の幼生は黒潮内側域に分布する傾向が見られた。

4 月の常磐沖合域で採集されたスルメイカは 5～35mm であり、移行域の暖水側（水深 100m 水温： $\geq 10^{\circ}\text{C}$, 200m 水温： $\leq 14^{\circ}\text{C}$ ）を中心に採集されていた。分布の規定要因として、表面水温より 100m 深水温の方がより強く影響することが判明し、幼体の分布は、100m 深水温が 10～14°C に集中することが明らかとなった。

5～6 月の黒潮・親潮移行域で採集されたスルメイカは 4～218mm であり、経年差が大きかった。西経域を含む調査から、近年の分布の東限は 165°E 付近と推定された。また、外套背長別の水平分布を検討した結果、13cm 以上の大型個体を除き、体長による分布様式の差はなく、移行域に広く拡散することが明らかとなった。

3. スルメイカ冬季発生系群の資源動態

資源解析の結果、冬季発生群の加入尾数は、1979～1988 年は低水準期(平均 7.4 億尾)であり、1989 年以降は高水準期(平均 26.6 億尾)に移行したと推定された。この水準変化に伴う増加率は、約 3.6 倍に達した。しかし、高水準期に移行した 1989 年以降でも、経年変化は大きく、安定はしていなかった。修正 DeLury 法による解析で、本研究で用いた手法により推定した加入尾数、およびその変動傾向がほぼ再現され、資源推定値の信頼性を確認した。

4. スルメイカ冬季発生系群の“critical period”と資源変動要因

幼生の資源量指数、若齢個体の資源量指数、漁場一斉調査 CPUE、小型いか釣り船 CPUE、加入尾数、産卵親魚尾数の比較から、冬季発生系群の“critical period”を推定した結果、孵化後 1 ヶ月以上の幼生期～外套背長 5cm 前後までの若齢期にあることが示唆された。そして、加入量決定の海域は、産卵海域である東シナ海ではなく、黒潮および黒潮・親潮移行域と推定された。高水準期の資源変動要因として、黒潮の流路変化が重要な環境要因と推定され、九州南部で外洋側に蛇行し、四国では岸寄りに流れ、大王崎付近で再び蛇行する経路が、再生産に好適な流路と推定できた。また、1996～1998 年に見られた大規模な資源減少に関しては、黒潮流路ではなく他の海域の要因が関与していると考えられ、特に黒潮・親潮移行域における環境変化の影響が示唆された。

以上のことから、スルメイカ冬季発生系群の資源変動と初期生態の関係が明らかとなった。すなわち、冬季発生系群の産卵期～幼生期までは、近年は比較的安定し、経年的な資源変動には影響を及ぼしていないこと、そして、孵化後 1 ヶ月以後に加入量を決定する期間があり、決定要因として、黒潮による移送様式の変化と摂餌海域である黒潮・親潮移行域の環境変化が考えられた。

学位論文審査の要旨

主査 教授 桜井泰憲
副査 教授 帰山雅秀
副査 教授 齊藤誠一
副査 助教授 綿貫豊

学位論文題名

スルメイカ冬季発生系群の初期生態と 資源変動機構に関する研究

スルメイカ (*Todarodes pacificus*) は、日本周辺海域に広く分布する重要漁獲対象種であり、1998年以降はTAC 対象種に設定され、資源管理が行われている。その漁獲動向は我が国の地域経済に大きな影響を与え、迅速かつ正確な資源評価と変動予測が求められている。スルメイカは秋から冬にかけて再生産を行う秋季発生系群と冬季発生系群の資源量が卓越し、この冬季発生系群が主体と考えられる太平洋側の漁獲量は、1960年代以降大きく変動し、増減を繰り返していた。資源状態の急激な変化は近年も見られ、漁業や関連水産業の経営上の重大な問題となっている。この資源変動要因として、レジームシフト等の地球規模での海洋環境の中長期変化の影響が指摘されている。こうした環境変化は、主に再生産過程に重大な影響を及ぼし、連続した加入の失敗やその逆の現象により、資源水準が大きく変動すると考えられている。また、経年的な環境変化は、仔稚魚の成長や生残に影響し、その年の加入動向を大きく変化させると考えられる。そのため、スルメイカの資源変動機構を明らかにするためには、最も大きな減耗が発生する生活史初期の生態解明を行い、環境変化による応答を明らかにする必要がある。本研究は、スルメイカ冬季発生系群の資源動態に大きな影響を及ぼす生活史初期の生態に焦点を当て、資源動態に影響を及ぼす要因について検討した。

1 東シナ海における幼生期の分布特性

1~3月の東シナ海で採集されたスルメイカ幼生は、外套背長2mm以下の小型個体

が卓越していた。しかし、4月では2mm以上の個体が主体となった。幼生の水平分布様式は、1~3月では変化がなく、九州南西海底谷周辺の黒潮内側域に分布の中心があり、成長に伴って陸棚側の冷水域に分布域が移行していた。4月では、分布が集中する海域はなく、陸棚域や九州西部に広く拡散していた。

平衡石を用いた日齢査定の結果、推定された成長速度は従来の推定値より遅く、孵化後30日で外套背長2.6mmであった。また、日齢30日以降から、成長の個体差が大きくなる傾向が見られた。日齢5~35日の幼生の瞬間死亡係数は、1日当たり0.031~0.058であり、従来の推定値より低い値であった。

孵化直後と考えられる1mm未満の幼生の分布様式と海洋環境の比較より、冬季発生系群の産卵海域は、東シナ海中南部の陸棚斜面域に形成されると推定された。

2 黒潮流域および黒潮・親潮移行域における幼生～若齢期の分布特性

2~3月の本州南部黒潮周辺海域では、3mm未満のスルメイカ幼生は黒潮流軸周辺に分布する傾向が強く、3mm以上の幼生は黒潮内側域に分布する傾向が見られた。

4月の常磐沖合域で採集されたスルメイカは5~35mmであり、移行域の暖水側（水深100m水温： $\geq 10^{\circ}\text{C}$, 200m水温： $\leq 14^{\circ}\text{C}$ ）を中心に採集されていた。分布の規定要因として、表面水温より100m深水温の方がより強く影響することが判明し、幼体の分布は、100m深水温が10~14°Cに集中することが明らかとなった。

5~6月の黒潮・親潮移行域で採集されたスルメイカは4~218mmであり、経年差が大きかった。西経域を含む調査から、近年の分布の東限は165°E付近と推定された。また、外套背長別の水平分布を検討した結果、13cm以上の大型個体を除き、体長による分布様式の差はなく、移行域に広く拡散することが明らかとなった。

3 スルメイカ冬季発生系群の資源動態

漁獲情報を用いた資源解析の結果、冬季発生群の加入尾数は、1979~1988年は低水準期（平均7.4億尾）であり、1989年以降は高水準期（平均26.6億尾）に移行したと推定された。この水準変化に伴う増加率は約3.6倍に達した。しかし、高水準期に移行した1989年以降でも、経年変化は大きく、安定していなかった。修正DeLury法による解析で、本研究で用いた手法により推定した加入尾数、およびその変動傾向がほぼ再現され、資源推定値の信頼性を確認した。

4 スルメイカ冬季発生系群の“critical period”と資源変動要因

幼生の資源量指数、若齢個体の資源量指数、漁場一斉調査 CPUE、小型いか釣り船 CPUE、加入尾数、産卵親魚尾数の比較から、冬季発生系群の“critical period”を推定した結果、孵化後1ヶ月以上の幼生期～外套背長5cm前後までの若齢期にあることが示唆された。そして、加入量決定の海域は、産卵海域である東シナ海ではなく、黒潮および黒潮・親潮移行域と推定された。高水準期の資源変動要因として、黒潮の流路変化が重要な環境要因と推定され、九州南部で外洋側に蛇行し、四国では岸寄りに流れ、大王崎付近で再び蛇行する経路が、再生産に好適な流路と推定できた。また、1996～1998年に見られた大規模な資源減少に関しては、黒潮流路ではなく他の海域の要因が関与していると考えられ、特に黒潮・親潮移行域における環境変化の影響が示唆された。

以上のことから、スルメイカ冬季発生系群の資源変動と初期生態の関係が明らかとなつた。すなわち、冬季発生系群の産卵期～幼生期までは、近年は比較的安定し、経年的な資源変動には影響を及ぼしていないこと、そして、孵化後1ヶ月以降に加入量を決定する期間があり、決定要因として、黒潮による移送様式の変化と摂餌海域である黒潮・親潮移行域の環境変化が考えられた。

これらの成果は、スルメイカ資源の将来予測と管理方策の作成に大きく寄与するものと評価される。審査員一同は、本論文が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。