

気候変化に対するスルメイカの日本海での分布回遊と 資源量変動に関する研究

学位論文内容の要旨

〔目的〕

スルメイカ（*Todarodes pacificus*）は、日本および韓国の重要な漁業資源である。日本では 1998 年以降、許容漁獲量（TAC）による資源管理が行われている。一般に、資源管理では、漁獲制御によって資源量を維持し、漁獲量を高水準で安定的に得ることが大きな目標となる。しかし、スルメイカの漁獲量および資源量は中長期的に大きく変動し、その変化には、10～数 10 年周期の気候の変化（Climate regime shift: CRS）の影響が大きいことが指摘されている。したがって、スルメイカの資源管理を行うには、適正な漁獲制御方策に加え、CRS の早期把握による資源動向予測、および定量的な資源量への影響把握が重要な課題となっている。

マイワシの事例でも示されるように CRS による影響は、資源量ばかりでなく、分布回遊、産卵場形成等の生態的特性にも影響を与える。したがって、CRS による生態的特性の変化を明らかにすることは、資源変動への影響過程を解明することに加え、CRS を検出し、資源動向を予測するためにも重要である。

本研究では、日本海を対象として、CRS によってスルメイカの資源構造（主に発生時期組成）、分布回遊特性、資源量がどのように変化するかを明らかにし、資源変動過程を明らかにするとともに、資源動向予測および資源管理方策を検討することを目的とした。特に、1988 年と 1989 年の境に起きた CRS（88/89CRS）によって分布回遊、産卵時期および資源量がどのように変化したかを、調査船による試験操業結果を用いて調べた。

〔材料と方法〕

1. 日本海におけるスルメイカの資源構造

日本海に分布するスルメイカの資源構造の整理として、6月下旬～7月上旬に、沖合、沿岸および道北の各海域で採集したスルメイカを用いて、平衡石による日齢査定手法によってふ化後の日数を推定し、成長および発生時期を調べた。また、1992年～2005年の6月下旬～7月上旬に実施した標識放流調査を用いて、日本海の沖合、沿岸、道北に分布する群の移動、およびそれぞれの交流を調べた。

2. 分布回遊および資源構造の変化

CRS による分布回遊、産卵場および資源構造の変化への影響を明らかにするために、88/89CRS を境とした分布状況（外套背長範囲別の分布状況）の変化を調査船による試験操業結果を用いて整理した。また、試験操業結果から資源量指数を算出し、資源量の経年変化、および CRS による資源量水準の変化を調べた。加えて、1984年～1991年の7月下旬～9月上旬に日本海沖合で実施した標識放流調査結果を用いて、CRS による産卵回遊経路の変化と産卵場の変化の関係も調べた。

3. 資源量および持続生産量の変化

10月～12月に生まれた群（秋季発生系群）を対象として、1979年以降の資源量を推定した。また、CRS によって再生産関係が変化することを想定して、88/89CRS 以前（寒冷期）および以降（温暖期）における再生産関係を推定するとともに、88/89CRS を境とした最大持続生産量（MSY）の変化を調べた。

〔結果と考察〕

1. 日本海におけるスルメイカの資源構造

沖合では、沿岸で採集した個体よりも大型であった。しかし、沖合と沿岸で採集した個体は、共にふ化後210日～260日であり、10～11月に生まれた個体が多かった。一方、道北で採集した個体は、沿岸で採集した個体よりも小型であり、ふ化後180日～220日の、主に12月に生まれた個体が多かった。沿岸と道北で採集した個体の成長率に差はなかったが、沖合で採集し

た個体の成長率は、沿岸と道北よりも有意に高かった。

沿岸と沖合の放流個体は、主に7月～8月に再捕されたが、放流海域付近の再捕が多く、海域間の交流はほとんどなかった。道北の放流個体は、7月～8月には再捕数が少なかったが、9月に道北で再捕数が増加した。道北で放流した個体も、他の海域で放流した個体との交流は少なかった。

以上の結果から、夏季の日本海では海域によって分布する個体の発生時期や成長が異なっており、その後の分布回遊や漁期漁場も異なることが明らかとなった。つまり、これまで想定されてきた季節別発生群よりも小さい単位で群区分することができた。なお、過去の資源解析において、便宜的に、日本海沿岸は冬生まれ群、沖合は秋生まれ群として区分されていたが、日齢査定の結果では、この区分は適当でないことが示された。

2. 分布回遊および資源構造の変化

88/89CRS以降、多くの海域でスルメイカの分布密度（調査船のCPUEで指標）の増加が見られた。特に、道北海域では12月に生まれたと推定される外套背長17cm～19cmのスルメイカの顕著な増加がみられた。資源量指数の変化は外套背長範囲によって異なり、外套背長21cm以下では、88/89CRSを境に資源量指数の平均値に有意差が認められたが、外套背長階級が21cm以上では有意差が検出されなかった。また、88/89CRS以降は、外套背長19cm未満の個体が占める割合が増加した。つまり、88/89CRSによる資源量の変化は、発生時期および分布域によって異なり、12月に生まれたスルメイカの増加が顕著であった。

9月の再捕報告は、88/89CRS前では、沖合と兵庫県を中心とした山陰沿岸で多く得られた。しかし、88/89CRS以降では、山陰沿岸からは得られなかった。10月になると、88/89CRS以降でも山陰沿岸域で再捕されたが、88/89CRS以前と異なり、兵庫県沿岸に集中しなかった。以上の回遊経路の変化は、日本海における秋季の産卵場の拡大、縮小と同調しており、CRSによる産卵回遊経路の変化が産卵場の変化に深く関係していることが示された。

3. 資源量および持続生産量の変化

資源量は、1980年代は主に20億個体（50万トン）前後であったが、1990

年代以降は増加し、2000 年前後には 60～70 億個体（150 万～200 万トン）と推定された。また、寒冷期には日本海におけるスルメイカ資源の利用率が高くなる傾向が認められた。再生産関係から、寒冷期の MSY は 17 万トン、温暖の MSY は 38 万トンと推定され、88/89CRS を境に MSY が約 2 倍増加したと推定された。このことは、CRS を境にスルメイカの資源量水準が変化し、今後、適切な資源管理を行った場合でも、漁獲量の平均値が温暖期と寒冷期では 2 倍程度変化することを意味している。

以上のように、日本海においてスルメイカの分布回遊および主産卵・発生時期が CRS によって変化した。この変化から、温暖期には、主産卵期が 10 月～12 月、産卵場は対馬海峡まで拡大し、12 月に生まれた群を中心に資源量が増加する。しかし、寒冷期には、温暖期とは反対の応答を示しながら、12 月に生まれた群を中心に資源量が減少すると考えられた。

なお、これらの生態的特性（産卵場、分布域、回遊経路）の変化を把握することで、CRS を検出し、スルメイカの中長期的な資源動向を予測することで、資源管理、利用方策の検討への応用が可能と考える。また、寒冷期には日本海におけるスルメイカ資源の利用率が高くなる傾向が認められることから、特に寒冷期には、漁獲努力を適正水準の範囲内に抑える必要がある。

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	准教授	綿貫豊
副査	准教授	松石隆

学位論文題名

気候変化に対するスルメイカの日本海での分布回遊と 資源量変動に関する研究

スルメイカは、日本および韓国の重要な漁業資源である。日本では 1998 年以降、許容漁獲量（TAC）による資源管理が行われている。スルメイカの漁獲量および資源量は中長期的に大きく変動し、その変化には、10～数 10 年周期の気候の変化、特に寒冷期と温暖期間のシフト（Climate regime shift:以下 CRS と略す）の影響が大きいことが指摘されている。そのため、スルメイカの資源管理を行うには、適正な漁獲制御方策に加え、CRS の早期把握による資源動向予測、および定量的な資源量への影響把握が重要な課題となっている。

本研究では、日本海を対象として、CRS によるスルメイカの資源構造（主に発生時期組成）、分布回遊特性、資源量の変化を明らかにし、資源変動過程を明らかにするとともに、資源動向予測および資源管理方策を検討することを目的とした。

【材料と方法】

1. 日本海におけるスルメイカの資源構造

6 月下旬～7 月上旬に、日本海の沖合、沿岸および道北で採集した個体のふ化後の日数を平衡石より推定し、成長および発生時期を調べた。また、標識放流調査を用いて、日本海の沖合、沿岸、道北に分布する群の移動、およびそれぞれの交流を調べた。

2. 分布回遊および資源構造の変化

6 月～7 月に実施した試験操業結果から 88/89CRS 以前（寒冷レジーム期）と以後（温暖レジーム期）の平均分布図を作成し、分布状況の変化を調べた。また、試験操業結果から資源量指数を算出し、CRS による資源量水準の変化を調べた。さらに、1984 年～1991 年の標識放流調査結果を用いて、CRS による産卵回遊経路の変化を調べ、産卵場の変化の関係を検討した。

3. 資源量および持続生産量の変化

試験操業結果より算出した資源量指数を用いて、日本海におけるスルメイカの資源量を推定した。また、CRS によって再生産関係が変化すると仮定して、88/89CRS 以前（寒冷期）および以降（温暖期）の再生産関係を推定し、持続生産量の変化を調べた。

〔結果と考察〕

1. 日本海におけるスルメイカの資源構造

沿岸に比べて沖合では成長が良いが、ともにふ化後 210 日～260 日であり、10～11 月に生まれた個体が多かった。道北では小型個体が多く、ふ化後 180 日～220 日、主に 12 月に生まれであった。沿岸と沖合の放流個体は、主に 7 月～8 月に放流海域付近で再捕され、海域間の交流は少なかった。道北の放流個体は、9 月に道北で再捕数が増加したが、他の海域で放流した個体との交流は少なかった。以上の結果から、日本海に分布するスルメイカを、これまで想定されてきた季節別発生群（秋季発生系群）よりも細かい単位で 3 群に区分できた。

2. 分布回遊および資源構造の変化

88/89CRS 以降、道北海域で 12 月に生まれたと推定される個体が顕著に増加した。資源量指数は、外套背長 21cm 以下が顕著に増加しており、88/89CRS を境にスルメイカの資源構造の変化（12 月生まれ以降の資源の増加）が認められた。

88/89CRS 以前は、9 月に沖合から兵庫県を中心とした山陰沿岸に南下した。しかし、88/89CRS 以降では、10 月以降、より南西の対馬海峡へと南下していた。以上の回遊経路の変化は、秋季の産卵場の変化と同調しており、産卵回遊経路の変化が産卵場の変化に深く関係していることが示された。

3. 資源量および持続生産量の変化

資源量は、1980 年代は主に 20 億個体（50 万トン）前後であったが、1990 年代以降は増加し、2000 年前後には 60～70 億個体（150 万～200 万トン）と推定された。また、寒冷期には日本海におけるスルメイカ資源の利用率が高くなっていた。再生産関係から算出した最大持続生産量は、寒冷期では 17 万トン、温暖期では 38 万トンであり、88/89CRS を境に約 2 倍に増加した。このことは、CRS によって資源量水準が変化し、今後、適切な資源管理を行った場合でも、漁獲量の平均値が温暖期と寒冷期では 2 倍程度変化することを意味している。

〔総合考察〕

スルメイカの分布回遊および資源構造は CRS によって変化した。温暖期には、主産卵期が 10 月～12 月、産卵場は対馬海峡まで拡大し、12 月に生まれた群を中心に資源量が増加する。しかし、寒冷期には、温暖期とは反対の応答を示しながら、12 月に生まれた群を中心に資源量が減少すると考えられた。

これらの産卵場、分布域、回遊経路の変化を把握することで、CRS を検出し、スルメイカの中長期的な資源動向を予測することが可能であり、資源管理、利用方策への応用が期待される。また、寒冷期には日本海におけるスルメイカ資源の利用率が高くなることから、漁獲努力を適正水準の範囲内に抑える必要がある。

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、申請者が博士（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。