

北日本ヤリイカ個体群の分布回遊と

資源変動要因に関する研究

学位論文内容の要旨

〔目的〕

ヤリイカ (*Loligo bleekeri*) は、北海道道東海域を除く九州までの日本列島と韓国の陸棚—沿岸域、および東シナ海から黄海の浅海域に分布し、沿岸漁業の主要対象種となっている。しかし、その漁獲量は、日本海南西部では、13,700 トン (1977 年) から 16 トン (2003 年) まで激減し、青森県でも、4,600 トン (1980 年) から 540 トン (1985 年) と大きな年変動をしている。このように大きな漁獲変動をするヤリイカの安定的な資源利用と、高精度の漁況予測や資源管理手法を確立するためには、変動の単位となる繁殖個体群の特定と、各地方個体群の分布・回遊を含めた生活史などの知見の蓄積が不可欠である。日本周辺に分布するヤリイカの地方個体群は、これまで分布・回遊と漁獲変動などに基づいて 4 地方個体群 (日本海南西部, 北日本, 太平洋北部, 太平洋南部) に便宜的に区分されている。このうち、青森県で漁獲される北日本個体群は、冬と春に沿岸での産卵のピークを持つ産卵群の存在が知られている。しかし、北日本個体群の分布・移動の範囲、他の地方個体群との遺伝的關係、さらに経年的な資源変動に影響を与える環境要因などについては不明の点が多い。

そこで本研究では、青森県で最も多く漁獲される北日本ヤリイカ個体群を資源変動解明の単位とすることの妥当性の検討を行い、その分布回遊と資源変動要因を明らかにすることを目的とした。具体的には、日本周辺のヤリイカ地方個体群間での遺伝的交流・独立性の有無、漁獲状況と採集調査に基づく分布特性、および標識放流などによる回遊経路を調べ、資源変動解析のための北日本個体群を定義した。次に、北日本個体群の資源変動要因、再生産・加入過程の成否に対する環境要因、あるいは漁獲の影響について検討した。最後に、漁場水温、漁場の時空間変化と海洋環境との関係を調べ、それらの

データに基づいて、資源変動と漁況予測手法について考察した。

〔材料と方法〕

1. 北日本個体群の定義、およびその分布回遊

便宜的に区分されている4地方個体群と、青森県で漁獲される冬・春産卵群の分布域から採集された545個体のヤリイカを用いて、mtDNAの高変異性領域の塩基配列分析を行い、地方個体群間の遺伝的差異を調べた。MtDNAの高変異性領域は、COI、16S rRNA、NC4、NC8、NC16の変異性を比較して決定した。標識放流による分布・回遊の解析には、津軽海峡付近で標識放流した2,380個体の再捕データ（92個体）を用いた。この結果と既往の15,663個体の標識放流データを用いて、ヤリイカの月別の回遊経路を調べた。また、漁獲変動に基づく地方個体群の判別には、1984～2003年の間の島根県以北と茨城県以北の漁獲データを用いて、海域間の漁獲年変動の相関分析とクラスター分析を行った。以上の解析結果をもとに、資源解析の単位となる北日本個体群の定義の妥当性、およびその分布・回遊を調べた。

2. 北日本個体群の成長様式、繁殖・再生産特性

青森県沿岸各地のヤリイカ標本を用いて、その外套長組成と成熟状態を調べ、北日本個体群の成長様式、産卵期および産卵海域を推定した。また、1998～2004年の間、青森県日本海沿岸に産卵回遊するヤリイカの生物測定を行い、産卵群の性比、外套長組成の年変化を調べ、その年変化の要因を検討した。さらに、様々な水温と塩分の条件で卵嚢の飼育実験を行い、胚発生と孵化に最適な水温・塩分範囲を調べた。

3. 北日本個体群の漁獲動向と海洋環境の関係、および漁況予測

1984～2003年の間の北日本各地の漁獲量と海洋環境データを用いて、漁場水温、漁場の時空間変化と海洋環境との関係を調べた。得られたデータを基に、初漁日と漁獲量予測の手法の検討、および北日本個体群の分布と資源変動に対する海洋環境変化の影響を調べた。

〔結果と考察〕

1. 北日本個体群の定義、および分布回遊

遺伝的解析では、mtDNAの5領域のうち変異が最も多かったNC4領域について、各地から採集した545個体の塩基配列を決定した。その結果、55部位で変異が確認され、48種類のハプロタイプが出現した。しかし、平均ハプロタイプ多様度は0.670、平均塩基多様度は0.003と低く、またハプロタ

イブ頻度と F_{ST} 値は海域間で有意差はなかった。これらのことから、日本周辺のヤリイカ地方個体群間には、遺伝的交流があると判断された。

一方、標識放流と漁獲変動の地域間比較では、太平洋側の北日本個体群と宮城県以南の太平洋北部個体群の間で、ヤリイカの生息と産卵に不適な親潮が冬一春に接岸する岩手県沿岸を境界として、回遊が南北方向に分かれ、かつ漁獲年変動に類似性が認められなかった。ただし、親潮が接岸しない年には南北への移動が不明瞭になることから、両地方個体群間での交流が示唆された。また、日本海の北日本個体群と日本海南西部個体群では、能登半島を境として産卵期の移動が逆方向を示し、かつ、漁獲変動に類似性が認められなかった。しかし、両地方個体群は日本海沿岸を北上する対馬暖流の勢力範囲に分布するため、海流による幼生の北上などによる遺伝的交流が考えられた。以上のことから、能登半島以北の日本海と噴火湾から岩手県までの太平洋に分布するヤリイカ北日本個体群は、資源変動を評価するための単位として妥当と判断した。

ただし、北日本個体群の産卵期は初冬から初夏までと長く、その産卵場は季節的に沿岸に沿って移動するため、その生活史を通した移動・回遊経路は複雑である。本研究では、1～2月に津軽海峡域～青森県日本海海域で産卵するグループ（冬産卵グループと称す）は、ふ化後に津軽暖流に沿って太平洋側で成長し、秋以降に再び青森県日本海海域へと産卵回遊すると推定した。しかし、3～6月に新潟県から北海道宗谷付近までの日本海沿岸を北上しながら産卵するグループ（春産卵グループと称す）は、主に日本海陸棚域、一部は津軽海峡～太平洋側で成長すると想定されるが、その全容は明らかにできなかった。

2. 北日本個体群の成長様式、繁殖・再生産特性

北日本個体群の成長様式は、木下（1989）が示した成長曲線にうまく適合し、逆算した冬産卵グループのふ化日は4月中旬頃と推定された。産卵群の特性を調べた結果、性比と雌の外套長組成の年変化は小さいが、雄の外套長組成の年変化は大きかった。産卵期の雄の平均外套長と初期生活期～産卵回遊期の水温に相関が見られ、水温依存型の成長が示唆された。

卵発生実験により、胚発生が正常に進む水温下限は 8.3°C 、塩分下限は 28.0psu 、生物学的零度は 5.2°C と推定された。卵が発生に不適な 5°C の低水温に15日間さらされると孵化率が約50%に低下し、30日間では全て死亡した。再生産の成否を考える上で、産卵場の水温と塩分のモニタリングが必要と考えられた。

3. 北日本個体群の漁獲動向と海洋環境の関係、および漁況予測

漁獲動向と海洋環境との関係から、産卵期～初期生活期に津軽暖流の流量が多いほど、北日本個体群のうち冬産卵グループの割合が多くなること、産卵期に水温が高いほど、春産卵グループは青森県以北に多く産卵回遊することが示された。また、資源変動に水温が関与している可能性が考えられた。産卵群を漁獲対象とした青森県日本海沿岸では、初漁日水温と冬季の最低水温に強い相関があり、水温による初漁日予測が可能であった。一方、冬産卵グループの漁獲量は、漁期序盤（8～11月）の漁獲量と11～12月の津軽暖流の流量を用いた重回帰式で予測することができた。

本研究では、ヤリイカ北日本個体群を資源変動の単位と定義し、分布・回遊と海洋環境との関係を検討した。その結果、水温と津軽暖流の流量の変化に応答して移動・分散することを明らかにすることができた。また、この関係に基づいて、冬産卵グループの漁獲量の予測が可能となった。しかし、春産卵グループについては、その不足する生活史、回遊経路などの知見を蓄積して、資源と漁獲変動を予測できる手法の開発へと展開する必要がある。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 桜 井 泰 憲

副 査 教 授 埴 山 雅 秀

副 査 助 教 授 綿 貫 豊

副 査 助 教 授 John Richard Bower

学 位 論 文 題 名

北日本ヤリイカ個体群の分布回遊と 資源変動要因に関する研究

ヤリイカは、北海道道東海域を除く九州までの日本列島と韓国の陸棚—沿岸域、および東シナ海から黄海の浅海域に分布し、沿岸漁業の主要対象種となっている。しかし、その漁獲年変動が大きいとため、高精度の漁況予測や資源管理が求められている。日本周辺に分布するヤリイカは、分布・回遊と漁獲変動などに基づいて4地方個体群（日本海南西部、北日本、太平洋北部、太平洋南部）に便宜的に区分されている。このうち、青森県で漁獲される北日本個体群には冬と春の産卵群の存在が知られている。しかし、北日本個体群の分布・移動の範囲、他の地方個体群との遺伝的關係、さらに資源変動に影響を与える環境要因などについては不明の点が多い。

そこで本研究では、北日本ヤリイカ個体群を資源変動解明の単位とすることの妥当性の検討を行い、その分布回遊と資源変動要因を明らかにすることを目的とした。具体的には、地方個体群間での遺伝的交流・独立性の有無、漁獲状況と採集調査に基づく分布特性、および標識放流などによる回遊経路を調べ、資源変動解析のための北日本個体群を定義した。次に、北日本個体群の資源変動要因、再生産・加入過程の成否に対する環境要因、あるいは漁獲の影響について検討した。最後に、漁場水温、漁場の時空間変化と海洋環境との關係を調べ、それらのデータに基づいて、資源変動と漁況予測手法について考察した。

1. 北日本個体群の定義、およびその分布回遊

便宜的に区分されている4地方個体群と、青森県で漁獲される冬・春産卵群の分布

域から採集された 545 個体のヤリイカを用いて、変異性の高い mtDNA NC4 領域の塩基配列分析を行った。その結果、ヤリイカの遺伝的多様性が低く、またハプロタイプ頻度と F_{ST} 値は海域間で有意差がなかったことから、日本周辺のヤリイカ地方個体群間には、遺伝的交流があると判断した。

一方、標識放流と漁獲変動の地域間比較では、太平洋側の北日本個体群と宮城県以南の太平洋北部個体群の間で、ヤリイカの生息と産卵に不適な親潮が冬—春に接岸する岩手県沿岸を境界として、回遊が南北方向に分かれ、かつ漁獲年変動に類似性が認められなかった。ただし、親潮が接岸しない年には南北への移動が不明瞭になることから、両地方個体群間での交流が示唆された。また、日本海の北日本個体群と日本海南西部個体群では、能登半島を境として産卵期の移動が逆方向を示し、かつ、漁獲変動に類似性が認められなかった。しかし、両地方個体群は日本海沿岸を北上する対馬暖流の勢力範囲に分布するため、海流による幼生の北上などによる遺伝的交流が考えられた。以上のことから、能登半島以北の日本海と噴火湾から岩手県までの太平洋に分布するヤリイカ北日本個体群は、資源変動を評価するための単位として妥当と判断した。

本研究では、1~2 月に津軽海峡域~青森県日本海海域で産卵するグループ（冬産卵グループと称す）は、ふ化後に津軽暖流に沿って太平洋側で索餌・成長し、秋以降に再び青森県日本海海域へと産卵回遊すると推定した。しかし、3~6 月に新潟県~北海道日本海沿岸を北上しながら産卵するグループ（春産卵グループと称す）は、主に日本海陸棚域、一部は津軽海峡—太平洋側で索餌・成長すると推定した。

2. 北日本個体群の成長様式、繁殖・再生産特性

北日本個体群の成長様式は、木下（1989）が示した成長曲線にうまく適合し、逆算した冬産卵グループのふ化日は 4 月中旬頃と推定された。産卵群の特性は、性比と雌の外套長組成の年変化は小さいが、雄の外套長組成の年変化は大きかった。ヤリイカの成長に水温依存型が示唆された。卵飼育実験により、胚発生が正常に進む水温下限は 8.3℃、塩分下限は 28.0psu、生物学的零度は 5.2℃と推定された。再生産の成否に伴う資源変動予測には、産卵場の水温と塩分のモニタリングが必要と判断した。

3. 北日本個体群の漁獲動向と海洋環境の関係、および漁況予測

北日本各地の漁獲量と海洋環境データを用いて解析した結果、産卵期~初期生活期

に津軽暖流の流量が多いほど、北日本個体群のうち冬産卵グループの割合が多くなること、産卵期に水温が高いほど、春産卵グループは青森県以北に多く産卵回遊することが判明した。冬産卵グループの漁獲量は、漁期序盤（8～11月）の漁獲量と11～12月の津軽暖流の流量を用いた重回帰式で予測することができた。一方、春産卵グループ産卵群の初漁日水温と冬季の最低水温に強い相関があり、水温による初漁日予測が可能であった。

本研究では、北日本ヤリイカ個体群を資源変動の単位と定義し、分布・回遊と海洋環境との関係を検討した。その結果、水温と津軽暖流の流量の変化に応答して移動・分散することを明らかにすることができた。また、この関係に基づいて、冬産卵グループの漁獲量の予測が可能となった。しかし、春産卵グループについては、その不足する生活史、回遊経路などの知見を蓄積して、資源と漁獲変動を予測できる手法の開発へと展開する必要がある。

これらの成果は、北日本ヤリイカ個体群の漁況予測と資源管理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。