

学 位 論 文 題 名

Studies on the relationship between the Japanese
Sardine Population and Oceanic Environments:
A Kuroshio Extension Hypothesis

（マイワシ資源と海洋環境変動の関係についての研究
－黒潮続流仮説の提案）

学位論文内容の要旨

マイワシはわが国にとって重要な水産資源である。その資源変動は北太平洋周辺域の気候変動との関係が示唆されているが、メカニズムについては不明な点が多い。本研究の目的は、マイワシの生残と海洋環境がどのような関係にあるのかに焦点を当て、マイワシ資源変動のメカニズムを解明することである。

先ず、近年の著しいマイワシ資源の減少原因の解明を目的に、1979-1994年の豊漁から不漁に急変した期間の資料を使って、シラス期（後期仔魚期）～満1歳の生き残りの指標となる自然死亡係数を求め、その死亡係数とマイワシが分布回遊する海域の海面水温との関係を調べた。その結果、有意な正相関が1月～4月の黒潮続流域（30-35°N, 145-180°E）に見られ、そこでの海面水温が平年より高い年に死亡係数が高い（生残が悪い）という関係を見出した（Noto and Yasuda, 1999）。つまりマイワシの生残を決定する時期と海域を限定することができた。この結果はこれまでの資源変動研究の中心仮説であった初期減耗仮説を覆すものであり、仔魚期以降の生残がマイワシ資源変動の重要なキーとなることを初めて示した Watanabe et al. (1995) を支持するものであった。

1979-1994年の死亡係数と海面水温との相関関係が見られた冬春季の黒潮続流域にマイワシ仔稚魚が実際に輸送されていたのかどうかについては、観測がなく明らかでなかった。そこで、黒潮続流域をカバーできる1987-1988年の衛星海面高度計データ及び風応力データを利用して表層海流場を作成し、その海流場と観測から得られたマイワシ産卵量・産卵分布データを使用して実際の産卵場からの卵稚仔輸送数値実験を行なった。その結果、マイワシ資源が急変した1987年と1988年については、冬春季の黒潮続流域に多くの仔稚魚が輸送されることが示された。このことは、死亡係数と海面水温との相関関係が見られた黒潮続流域が、仔魚期から満1歳までの段階の回遊経路上にあたることを示している。本実験のみから毎年黒潮続流域にマイワシ仔稚魚が輸送されるとは断定できないが、マイワシの産卵分布場所は毎年日本南岸域にあり（Kuroda, 1991）、日本南岸付近の黒潮流路と産卵場の位置関係は長期にわたりそれほど大きな変化は見られないので、おそらく多くのマイワシ仔稚魚が黒潮続流域に輸送されるものと推察される。つまり、長期にわたってマイワシの生残が回遊経路上（黒潮続流域）の水温に代表される環境変動と緊密な関係があるこ

とが示唆された。

最も広範囲かつ高い相関係数分布をしていた2月の黒潮続流域の海面水温の1950年以降の長期変動は、マイワシ漁獲量の長期変動と周期・位相が良くあっていた(Noto and Yasuda, 1999)。そこで、相関関係が見られた年以外でも相関関係があることを前提にした場合に、長期的なマイワシ資源変動が冬季(2月)の黒潮続流域の海面水温の経年変動のみで説明できるかどうかをモデルを使って調べた。まず、水温と卵期～満1歳までの死亡係数の年々の統計的な関係(相関関係)を基に、黒潮続流域の海面水温のみを入力値とする簡略化された資源変動モデルを開発した。このモデルを統計的関係の明らかでない1950-1978年に適用したところ、実際の漁獲量変動と良く一致した。このことは、マイワシ仔稚魚の回遊経路上に当たる黒潮続流域の環境が、マイワシの年々の生残を支配するという仮説を支持すると共に、マイワシ資源の長期的な変動にも支配的に寄与している可能性を示唆している。

今世紀中には二度の豊漁期(1930, 1980年代)がある。そこで1950年以前の漁獲量変動に注目し、マイワシ資源の長周期的な変動について調査した。その際、既存の戦前の海面水温データセットは観測数が少なく信頼性が低いので、最近公開された神戸コレクション(気象庁)のデータを補い戦前の海面水温を再現した。ただし、戦前の海面水温には観測方法による系統的な誤差が指摘されている(Folland and Parker, 1995)ので、海面水温と夜間海上気温との差を小さくするような補正を施した。得られた1911年以降の海面水温を使った資源モデルの結果は、今世紀の漁獲量変動を良く再現していた。このことから、戦前の資源崩壊の原因も1980年代末と同様黒潮続流域の海洋環境変動と関係する仔稚魚期の大量死亡による可能性が示唆される。また、黒潮続流域の水温の長期的な予測が可能になれば、本モデルによって長期の資源変動も予測可能であることも示唆される。

以上のように、冬春季の黒潮続流域はマイワシ仔稚魚が分布・輸送されうる可能性がある海域であり、当海域での海洋環境変動が年々の生残を決定し、更に長期的な資源変動パターン及びWatanabe et al. (1979)が指摘するような分布・回遊パターンをも形作る支配的な要因であることが示唆される。私は、このことを「黒潮続流仮説」と名付け提案する。

本研究では、物理学的なアプローチでマイワシ資源変動メカニズムの究明をしてきたが、より直接的な原因を追究するには本研究によって明らかになった資源変動のキーとなる冬春季の黒潮続流域の海洋表層内部の環境を物理・生物・化学的な解析によって調査する必要がある。これらについては今後の研究課題としたい。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 池 田 元 美

副 査 教 授 山 崎 孝 治

副 査 教 授 久保川 厚

副 査 教 授 渡 邊 良 朗 (東京大学海洋研究所)

副 査 助 教 授 安 田 一 郎 (東京大学大学院理学系研究科)

学 位 論 文 題 名

Studies on the relationship between the Japanese Sardine Population and Oceanic Environments: A Kuroshio Extension Hypothesis

(マイワシ資源と海洋環境変動の関係についての研究

－黒潮続流仮説の提案)

論文申請者は漁業資源量としてマイワシを選び、最近80年以上の長期にわたる変動を、黒潮続流域の冬季水温変動によって説明することを試みた。まず1979年以降における調査にもとづき、卵から1才魚にいたる時期の生存率と黒潮続流域冬季水温に相関が高いことを見つけて、これを資源量モデルとして構築した。この高い相関を示す海域が海流による仔稚魚の輸送回遊経路に対応していることを、1987、88年について現実の産卵／海流資料を用いた卵稚仔輸送モデルによって確認した。

次に加入量調査はないが、信頼できる水温データのある50－78年に同様のモデルを適用して、モデル資源量が漁獲量をよく説明できることを示した。この段階で、水温に次ぐ第二の要因として、現存量自体が多くなりすぎると生存率が減る効果もとりにいれている。さらに最近まで整備された水温データのなかった50年以前の期間について、測定方法の違いによる校正もとりにいれたうえで、資源量モデルを適用した。この場合は資源量が多く見積もられる傾向があるが、漁業手法の違いなどによって漁獲量が少なめになることに原因を求めている。

これまでの研究にくらべて統計的手法を駆使し、原因を究明するのが困難である資源量の経年変動と海洋物理量のあいだに定量的な関連を見つけたことに重要な意義がある。さらに資源量モデルを構築し、漁獲量との比較によって検証したことも、この分野の研究を大きく進歩させた。もし海洋物理量の予測が可能になれば、資源量予測ができることになる。気候変動研究として特筆すべきは、比較的信頼性の低い20世紀前半の水温データに、長期変動を示す情報源としての意味を与えたことである。

40数名が参加した論文公開発表会においては、「黒潮続流水温と流軸位置の変動はどの

ように対応しているか」、「50年以前でのモデルの信頼度」、「水温変動は気象条件によって決められているのか」などの質問が出た。これらについて申請者はすべて適切な回答をした。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や単位取得なども併せ申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと判定した。