

# Studies on the environmental impacts on long-term variation in abundance of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*)

## マイワシ資源量変動に対する海洋環境要因

### 論文審査の結果の要旨

氏名 西川 悠

日本周辺海域でのマイワシの年間漁獲量は、1万トンから500万トンの間で変動を繰り返してきた。このマイワシの大変動は社会的影響が大きく、変動機構の解明と予測が求められてきたが、多くは謎に包まれている。これまで黒潮続流の南側海域の冬季水温とマイワシの生き残りとの間に負の相関が存在することが知られ、この海域の変動を通じてマイワシの資源変動が生じると信じられてきた。一方これら過去の研究では、その南北で水温・餌環境が大きく異なる黒潮流軸付近の環境変動は、黒潮流軸の大きな時空間変動に隠され明らかではなく、マイワシの変動との関連も調べられていなかった。

論文は6章から成り立っている。第1章では、マイワシの生態及び環境の関係についての過去の研究が総括され、その問題点が浮き彫りにされる。2章では、高解像度海洋モデルデータを解析することにより、日本南岸から本州東方にかけての黒潮流軸付近の冬季水温・混合層深度の経年変動がマイワシの生き残りに関係することが明らかにされる。粒子追跡実験により黒潮流軸付近がマイワシ卵稚仔の主要輸送経路であり(3章)、生態系モデルを用いた解析によって、黒潮流軸の北側の餌環境の変動がマイワシの生き残りに関連することが指摘される(4章)。さらに、黒潮流軸付近の水温・混合層深度の変動が黒潮流速の変動と気象条件によりもたらされていることを明らかにし(5章)、黒潮・黒潮続流域の変動とマイワシ卵稚仔の輸送環境と初めて直接的に結びつけた仮説を提唱した(6章)。

本研究では、観測された日平均海面フラックスを与えた高解像度海洋モデルの経年変動出力に、黒潮流軸に相対的な「黒潮流軸座標系」を適用することに

より、過去の研究で見過ごされていた日本南岸から東方海域にかけての黒潮流軸付近の冬季水温・混合層深度の経年変動がマイワシの生き残りに関係することを発見した。観測された産卵場位置を与え、産卵場と黒潮流軸との相対距離を一定にした卵稚仔輸送数値実験を行い、マイワシ卵稚仔の主要輸送経路が黒潮・黒潮続流流軸周辺であることを指摘した。マイワシ卵仔魚が、産卵期である冬季の日本南岸黒潮流軸付近の水塊に乗り、春季に日本東方黒潮続流域流軸付近に輸送されることを通じて、まさに卵仔魚が輸送される水塊の水温・混合層深度の経年変化がマイワシの生き残りに関連することが示された。高解像度生態系モデル結果の解析から、黒潮流軸のやや北側の海域の冬季混合層が深い年に、下層から栄養塩を取り込むことにより、その水塊が到達する黒潮続流北側で春季にプランクトン生産がより活発になることを示唆した。観測からも同様の関係が見出され、黒潮流軸北側海域の冬季の混合層深度変化に起因する春季の餌環境の変化が、マイワシ仔稚魚の生き残りに関係している可能性を初めて示した。さらに、これまで流れが速く解析がなされてこなかった黒潮流軸付近の水温・混合層深度の変化について、バルク混合層モデルを適用することによって、変動要因の解析を行った。黒潮流速の加速と気象条件によって変化する海面冷却の弱화가、マイワシ資源崩壊を引き起こした 1988-1994 の水温上昇と混合層浅化をもたらしたことを示した。

本研究は、海洋生態系としても産業・社会的にも大きな影響のあるマイワシの資源変動について新しい知見をもたらし、気象・海洋変動から海洋生態系・魚の変動を結びつけた研究であり、海洋物理学と海洋生物学の学際的な研究として高く評価できる。さらに水産海洋学と海洋物理学のそれぞれの研究成果としても高く評価できる。以上から、学位論文として十分な成果であると判断する。

本論文における成果は、指導教員である安田 一郎氏を始めとする共著論文として近々投稿予定であるが、論文提出者が主体となって研究を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。従って、審査員一同論文提出者に博士（理学）の学位を授与できると認める。