

学 位 論 文 題 名

日本海南西海域の海洋環境変化に応答する
浮魚類資源の漁獲変動に関する研究

学位論文内容の要旨

〔目的〕

日本海南西海域（対馬海峡北側の陸棚から金沢沖， $34^{\circ}00' - 39^{\circ}00' \text{ N}$, $130^{\circ}00' - 136^{\circ}30' \text{ E}$ ）の表層水塊は，対馬暖流系水とリマン海流系水から構成されている。この海域は大陸棚が良く発達しており，浮魚・イカ類の好漁場としてまき網やイカ釣り漁業が盛んに行われている。しかし，中長期の浮魚・イカ類の資源変動により，漁獲対象種や操業海域の歴史的変遷が生じてきた。こうした変動する資源を持続的に利用するためには，魚種交替などの浮魚・イカ類の群集構造の変化に対応した漁業と資源の順応的管理が必要となっている。近年，地球規模での気候変化と海洋環境変化に応答して魚類・イカ類の資源変動や魚種交替が起きていることが明らかにされている。しかし，気候変化が日本海南西海域における表層冷水域の拡大・縮小や対馬暖流の流軸・流量に変化を与え，こうした海洋環境変化が表層性魚類・イカ類群集構造，主要な漁獲対象種の組成，および漁獲量変動にどのように影響あるいは関係するののかについては，体系的な研究が行われていない。

そこで本研究では，どのような気候と海洋環境変化に応答して，日本海南西海域の浮魚類の漁獲組成，魚種交替，および対象種の漁獲量などの短・中長期変化が生ずるのかを明らかにすることを目的とした。また，予測される温暖化や寒冷・温暖レジームシフトなどの気候・海洋環境変化から，将来の漁獲対象の種組成変化や個々の対象種の漁獲量変動を推察し，どのように漁業と資源の順応的管理をすればよいか検討した。

1. 気候変化と日本海南西海域の海洋環境変化との関係

地球規模で起こる気候変化と日本海南西海域の海洋環境の数十年変化との関係について調べた。1987 年以降、冬季季節風は弱くなり、1990 年前後を境に海面水温の上昇と冷水域の離岸という寒冷から温暖レジーム期への変化が生じていた。このことから、日本海南西海域の対馬暖流の流量や冷水域の山陰沿岸への接岸・離岸などの配置変化には、数十年単位による冬季季節風勢力の気象変化が、当該海域の海洋環境の寒冷—温暖レジームシフトに最も影響していると判断された。

過去約 30 年間における海洋環境の数年規模の周期変化を調べたところ、海面水温は 2-5 年周期、島根沖冷水の離・接岸は 1983 年以降に 5-6 年周期、山陰若狭沖冷水は 1970 年代初期から約 10 年周期で変動していた。海面水温と山陰若狭沖冷水 ($r=0.56, p<0.01$)、山陰若狭沖冷水と島根沖冷水 ($r=0.40, p<0.05$) との間には正の相関関係があり、例えば、強いエルニーニョ年 (例: 1998 年) には、山陰若狭沖冷水と島根沖冷水が離岸して本海域の海面水温の昇温が認められた。

2. 日本海南西海域における表層性魚類・イカ類の漁獲対象種の変遷

日本海南西海域における浮魚類を対象としたまき網漁業の操業海域と、漁獲種の組成の経年変化を明らかにするために、鳥取県境港に水揚げするまき網 2 船団を選び、1985～2004 年の操業日毎の漁獲データ (操業回数、漁獲魚種、魚種別漁獲量) を用いた。この標本船資料から、各魚種の各漁区 (緯度経度 1 度) における魚種別年平均 CPUE (1 操業あたりの漁獲量) を求めた。また、クラスター解析を用いて、海区ごとの魚種別 CPUE 組成を基に、操業海域の漁獲パターンを 3 タイプに大別した。1985～91 年の間は、日本海南西海域の大陸棚周辺を中心に、マイワシ・マサバを対象とした漁場が分布していた。1992～94 年の間は、当該海域の海面水温の上昇と冷水域の離岸に伴ってマイワシの分布域が陸棚域より沖合へと移動したため、沖合漁場が利用されていた。その後、1994/95 年を境に、日本海南西海域の陸棚域が再び漁場となり、漁獲種はマイワシ・マサバ・ウルメイワシからマアジ・マサバ・カタクチイワシへと変化していた。

次に、日本海南西海域の経年的な海洋環境変化に対して、浮魚類・イカ類の漁獲組成がどのように応答して変わったかを明らかにするため、浮魚・イカ類 8 魚種の

年別・魚種別の標準化した漁獲量を、クラスター解析と主成分解析によって、年別の各魚種の増減パターンに基づき類型化を行った。クラスター解析の結果、種グループは以下の A～C の 3 つに大別された。グループ A はマイワシ、ウルメイワシ、マサバ、グループ B はカタクチイワシ、マアジ、スルメイカ、グループ C はブリ、クロマグロで構成されていた。これら魚種ごとの標準化した漁獲量構成に基づいた類似年は、Aグループが卓越する1975～90年、A・Bグループが卓越する1991～94年、B・Cグループが卓越する1995～2005年に分けられた。

主成分解析の第1主成分(寄与率 37.4%)は、寒冷レジーム期に卓越する魚種(マサバ、マイワシ、ウルメイワシ)から温暖レジーム期に卓越する魚種(マアジ、ブリ、カタクチイワシ、スルメイカ、クロマグロ)への漁獲対象魚の交替を示していた。主成分得点の時系列変化と、海面水温($r=0.57, p<0.01$)および山陰若狭沖冷水($r=0.60, p<0.01$)の間で有意な正の相関が認められ 1990 年付近に生じた寒冷から温暖への海洋環境のレジームシフトに関連して、5 年後の 1995 年に漁獲種の交替が生じたと判断された。

第2主成分(寄与率 24.5%)は、プランクトン食性種から高次魚食性魚類への交替を示していた。この交替は、海洋環境が寒冷から温暖へ移行する 1986 年から 1996 年の 10 年間に見られ、2000 年からはブリやクロマグロなどの高次捕食者が卓越していた。これらのことから、1980 年代末から 1990 年代前半の間に基礎生産量が増加したために動物プランクトン量が増加し、プランクトン食性種が卓越するボトムアップ効果が生じた可能性が示唆された。次いで、これら小型浮魚類を捕食するブリやクロマグロが数年後に増加したと推察された。

第3主成分(寄与率 13.3%)は、寒冷レジーム期中のマサバからマイワシへの交替と、温暖レジーム期中の温暖性小型浮魚・イカ類からクロマグロ・ブリへの交替を示していた。この交替は、寒冷レジーム期では 1982 年、温暖レジーム期では 2002 年に認められ、両年ともエルニーニョ年であった。このことから気候・海洋環境の擾乱が種間競争や急激な漁獲量の増減に影響を与えていることが示唆された。

3. マアジ幼魚の加入

1990 年代以降の日本海南西海域の海洋環境は温暖レジーム期にあり、暖水性種が卓越していた。しかし、短期的な浮魚類の加入量変化は漁獲量からは予測が

難しいため、資源を持続的に利用する方策として予防的措置が重要となる。近年の卓越種であるマアジは若齢魚から漁獲されるため、加入量が少ない場合には漁獲圧を下げる必要がある。そこで、本種の加入機構の解明と加入量を算定するために、2003～06年5月下旬から6月中旬に、調査船4隻により九州西岸から日本海南西海域で表中層トロール網を用いてマアジ幼魚を採集した。幼魚は50m深水温15～18℃に分布し、15℃未満の冷水域にはほとんど分布しなかった。海域ごとに水温帯面積で重み付けした平均採集尾数から算定した各年のマアジ幼魚の加入量は、2003年を1とすると2004～06年はそれぞれ0.20, 0.25, 0.26と低い水準となった。この結果はまき網1網あたりの当歳魚漁獲尾数と一致し、当歳魚の漁獲可能性を決めるための資料として利用できるものと判断された。

以上のことから、日本海南西海域における浮魚類の過去数十年間の漁獲変動は、冬季季節風の強弱やエルニーニョなどの気候変化に加えて、食物連鎖などの生物的要因の影響を強く受けていると判断された。ただし、当該海域における浮魚類の漁獲変動は、気候・海洋環境変化に応答する個々の浮魚資源の再生産—加入過程の成否と、表層の水塊配置の変化に伴う漁場位置の移動などの複合的要因が考えられる。どのような水温変化と表層水塊配置パターンの時に個々の浮魚資源が増減するのか、マアジの加入過程に示したようなモニタリング調査を継続する必要がある。同時に、順応的な資源・漁業管理と水産物の安定供給のためには、気候・海洋環境変化に応答して種組成が変遷する浮魚類の資源動向や漁場位置変化などの予測精度を高めることが重要と言える。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 桜 井 泰 憲
副 査 教 授 齊 藤 誠 一
副 査 教 授 埴 山 雅 秀
副 査 助 教 授 綿 貫 豊

学 位 論 文 題 名

日本海南西海域の海洋環境変化に応答する 浮魚類資源の漁獲変動に関する研究

日本海南西海域は、浮魚・イカ類の好漁場としてまき網やイカ釣り漁業が盛んに行われている。本海域で漁獲される浮魚・イカ類の資源は、中長期的な変動を示し、漁獲対象種や操業海域が変遷してきた。こうした変動する資源を持続的に利用するためには、魚種交替などの浮魚・イカ類の群集構造の変化に対応した漁業と資源の順応的管理が必要である。近年、地球規模での気候変化と海洋環境変化に応答して、魚類・イカ類の資源変動や魚種交替が起きていることが明らかにされている。しかし、本海域における海洋環境変化と気候変化との関係、また、海洋環境変化が表層性魚類・イカ類群集構造、主要な漁獲対象種の組成、および漁獲量変動にどのように影響するかの体系的な研究が行われていない。本研究では、どのような気候と海洋環境変化に応答して、日本海南西海域の浮魚類の漁獲組成、魚種交替、および対象種の漁獲量などの短・中長期変化が生ずるのかを明らかにすることを目的とした。

1. 気候変化と日本海南西海域の海洋環境変化との関係

冬季季節風などの気候指数と、過去約 30 年間に日本海南西海域で収集された海洋観測資料を用いて、気候変化と海洋環境との関係について調べた。極東冬季季節風は、1980 後半から 90 年にかけて弱まり、これに伴い海面水温の上昇と冷水域の離岸が認められ、本海域が寒冷から温暖レジーム期への変化したことを示していた。

また、本海域の海面水温は 2-5 年周期、島根沖冷水の離・接岸は 1983 年以

降に 5-6 年周期，山陰若狭沖冷水は 1970 年代初期から約 10 年周期で変動していた。海面水温と山陰若狭沖冷水，山陰若狭沖冷水と島根沖冷水との間には正の相関関係があり，強いエルニーニョ年には，山陰若狭沖冷水と島根沖冷水が離岸して本海域の海面水温の昇温が認められた。

2. 日本海南西海域における表層性魚類・イカ類の漁獲対象種の変遷

当該海域の経年的な海洋環境変化と浮魚類・イカ類の漁獲組成の関係を明らかにするため，浮魚・イカ類 8 魚種の年別・魚種別の標準化した漁獲量に基づき類型化を行った。クラスター解析により，グループ A（マイワシ，ウルメイワシ，マサバ），グループ B（カタクチイワシ，マアジ，スルメイカ），グループ C（ブリ，クロマグロ）の三つのグループに大別され，1975～90 年は A グループ，1991～94 年は A・B グループ，1995～2005 年は B・C グループが卓越した。

また，主成分解析の第 1 主成分は，寒冷レジーム期に卓越する魚種（マサバ，マイワシ，ウルメイワシ）から温暖レジーム期に卓越する魚種（マアジ，ブリ，カタクチイワシ，スルメイカ，クロマグロ）への漁獲対象魚の交替を示し，1990 年付近に生じた寒冷から温暖への海洋環境のレジームシフトに関連して，5 年後の 1995 年に漁獲種の交替が生じたと判断された。第 2 主成分（同 24.5%）は，海洋環境が寒冷から温暖へ移行する 1986 年から 1996 年の 10 年間に見られ，プランクトン食性種から高次魚食性魚類への交替を示していた。第 3 主成分（同 13.3%）は，寒冷レジーム期中のマサバからマイワシへの交替と，温暖レジーム期中の温暖性小型浮魚・イカ類からクロマグロ・ブリへの交替を示していた。この交替は，寒冷レジーム期では 1982 年，温暖レジーム期では 2002 年に認められ，両年ともエルニーニョ年であった。

3. マアジ幼魚の加入

近年の卓越種であるマアジは，若齢魚から漁獲されるため，加入量が少ない場合には漁獲圧を下げ，本資源を持続的に利用する方策ための予防的措置を講じる必要がある。そこで，2003～06 年春季に日本海南西海域で実施されたマアジ幼魚分布モニタリング調査資料を用い，本種の加入量を試算してその妥当性を調べた。本種の幼魚は 50m 深水温 15～18℃に分布し，15℃未満の冷水域にはほとんど認められなかった。海域ごとに水温帯面積で重み付けした平均採集尾数から算定した各年のマアジ幼魚の加入量は，2003 年を 1 とすると 2004～06 年は 0.20～0.26 と低い水準となった。この結果は，まき網 1 網あたりの当歳魚漁獲尾数と一致し，当歳魚の漁獲可能量を定めるための資料として利用でき，同時に本種の幼魚を対象にしたモニタリング調査の重要性が示された。

【総合考察】

日本海南西海域における浮魚類の過去数十年間の漁獲変動は、冬季季節風の強弱やエルニーニョなどの気候変化に加えて、食物連鎖などの生物的要因の影響を強く受けていると判断された。ただし、当該海域における浮魚類の漁獲変動は、気候・海洋環境変化に応答する個々の浮魚資源の再生産—加入過程の成否と、表層の水塊配置の変化に伴う漁場位置の移動などの複合的要因が考えられる。

本研究は、日本海南西海域における浮魚類の漁獲組成、魚種交替、および対象種の漁獲量などの短・中長期変化と、気候・海洋環境変化などの環境変化との関係を明らかにしている。これらの成果は、将来の漁獲対象の種組成変化や個々の対象種の漁獲量変動を予測し、今後の漁業と資源の順応的管理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。