

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：82708

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24658179

研究課題名(和文)アーカイブ標本を利用したイワシ類仔稚魚の栄養動態の長期変化

研究課題名(英文) Long-term variation of trophodynamics in larvae and juveniles of sardine and anchovy using archive samples

研究代表者

岡崎 雄二 (OKAZAKI, Yuji)

独立行政法人水産総合研究センター・東北区水産研究所・主任研究員

研究者番号：90392901

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：混合水域におけるマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚の食性の経年変化を明らかにするため、アーカイブ標本を用いて1970年以降のイワシ類仔稚魚の消化管内容物および窒素安定同位体比の分析を行った。その結果マイワシ加入量が激減した1990年前後を境にイワシ類仔稚魚の食性が変化していたことが明らかになった。また、イワシ類仔稚魚の窒素安定同位体比は消化管内容物のような顕著な変化はなかったが経年的な減少傾向を示した。以上より、イワシ類資源の加入量決定の場とされている混合水域においてイワシ類仔稚魚の食性が経年的に変化していることが初めて明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We investigated gut contents and nitrogen stable isotope on the early life stage of sardine (*Sardinops melanostictus*) and anchovy (*Engraulis japonicus*) during 1970's to 1990's in the Mixed water region. Larvae and juveniles of sardine and anchovy fed on calanoida and poecilostomatoida copepods in 1970's and 1990's (1992-1998). During the period of 1980 to 1987, they consumed calanoid copepods such as *Paracalanus* spp.. On the other hand, juvenile sardine mainly fed on *Calanus* spp. during the period of sardine recruitment failure (1988-1991). Taxonomical diversity of gut contents in the 1990's was the highest in the study period. Although changes in the nitrogen stable isotope value did not correspond with change of gut content compositions, the value had a tendency to decline with the year periods. This study showed that the first demonstration of long-term variation of feeding ecology on the early life stage of sardine and anchovy.

研究分野：水産海洋学

キーワード：仔稚魚 マイワシ カタクチイワシ 食性 窒素安定同位体比

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 日本南岸に産卵場を有するイワシ類など多獲性小型浮魚類は数十年スケールの大規模な資源変動を引き起こす。このような資源量の増減は加入量(1歳になるまでの個体数)の変動によって引き起こされることが知られており、加入量変動要因の解明が資源量変動機構解明の鍵を握るものと考えられている。これまでの日本周辺のイワシ類の研究より、マイワシの加入量は成育場である黒潮続流域-混合水域での生残過程が重要であり、冬季の黒潮続流付近の表面水温とマイワシの初期生残の間の相関関係が報告されている。さらに混合水域におけるマイワシ稚魚とカタクチイワシ変態期仔魚の成長速度変動が加入量変動の鍵となり、その成長速度は水温と密接な関連していることが明らかになっている。

(2) このようにマイワシおよびカタクチイワシの加入量変動メカニズムの解明には、黒潮続流域からその北方の混合水域における仔稚魚期の成長速度とそれに影響を及ぼす環境要因(水温と餌環境)の解明が鍵となるが、成長速度と餌生物の関係は未解明な点が多い。その要因の一つに、黒潮続流域-混合水域におけるマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚の食性を調べた研究が少なく、餌生物の種類やサイズ組成の詳細が明らかでないことが挙げられる。そこで申請者は、近年(2000年代)に黒潮続流域 混合水域で採集されたマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚の消化管内容物の分析を進め、両種仔稚魚の餌の種類やサイズに大きな差はなく、カラヌス目やポエキロストム目の小型カイアシ類を主に摂餌している事を明らかにしてきた。

### 2. 研究の目的

申請者の研究により近年のイワシ類仔稚魚の主要な餌生物とそれらの経年的な変動実態は明らかになってきた。しかし、過去のイワシ類仔稚魚の食性は明らかでないため、経年的な餌生物の変化が実際に仔稚魚の食性にどの程度影響を及ぼしているのかは不明瞭である。そこで本研究ではイワシ類仔稚魚の栄養動態の変化が加入量変動に及ぼす影響を明らかにするため、1970年以降に春季(4月~6月)の混合水域で採集されたイワシ類仔稚魚の消化管内容物分析と窒素安定同位体比( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ )分析を行う。

### 3. 研究の方法

(1) 本研究では、所属研究所に保管しているホルマリンおよびエタノール浸漬標本を用いて解析を進めたが、はじめに保存液による仔稚魚試料への窒素安定同位体比への影響を検討した。固定液や保存液による魚類を含む動物組織の窒素安定同位体比への影響は炭素安定同位体比に比較して変動幅の小さいことが報告されているが、仔稚魚におい

ては報告がない。そこで2011年2月に土佐湾において採集されたマイワシとカタクチイワシ仔魚の凍結標本および5%ホルマリン・70%エタノール保存標本を用いて、採集後3年間(採集1週間後、2年後および3年後)に生じた窒素安定同位体比の変化を明らかにした。

(2) 所属研究所に保管してあるホルマリン・エタノール浸漬標本を用いて1970年以降のマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚の消化管内容物の種類・サイズの分析および仔稚魚の筋肉を用いた $^{15}\text{N}$ 窒素安定同位体比分析を行った。解析にあたっては各年毎の標本数にばらつきがあるため、1970年代(マイワシ加入量増加期)、1980~1987年(マイワシ資源量増大期)、1988~1991年(マイワシ加入量減少期)、1992~1998年(カタクチイワシ資源量増大期)の4つの年代に分けて、年代ごとの食性と窒素安定同位体比の特徴を明らかにした。さらに、近年加入量の増加が見られるマイワシについて、2010年に採集された稚魚の食性分析を行い、本研究や1990年代以降に行われた既往知見と比較を行った。

### 4. 研究成果

(1) マイワシ・カタクチイワシ仔魚の窒素安定同位体比に対するホルマリン・エタノール保存の影響は、固定直後(1週間)から顕著に現れ、マイワシ仔魚のホルマリン・アルコール標本の窒素安定同位体比は初期試料(採集後速やかに乾燥保存)より高くなった。カタクチイワシ仔魚ではホルマリン標本では低下、アルコール標本ではやや増加となった。しかしながら初期試料と3年後の窒素安定同位体比の差は、両種とも最大0.6‰程度であり、これは窒素安定同位体比の1栄養段階の濃縮率(3.3‰)より十分に小さく、液浸標本でも解析に使用出来そうである。なお、炭素安定同位体比( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )についても同様に分析を行ったが、ホルマリン保存試料の炭素安定同位体比は既往知見より大きく低下することが報告されており本研究においても同様の結果が得られた。一方、エタノール標本の炭素安定同位体比は初期試料と大きな違いが認められず、エタノール標本については炭素安定同位体比分析にも使える可能性がある。以上、これらの結果については今後も検討の必要はあるが、窒素安定同位体比に対する固定液の影響は比較的小さい事が明らかになった。

(2) 混合水域で採集された1970年代のマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚はカラヌス目とポエキロストム目のカイアシ類を主に摂餌しており、両者の全体に占める割合(個体数)は約90%であった。また、1980~1987年のマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚はカラヌス目カイアシ類を多く摂餌しており、その多くは*Paracalanus*属であった。一方、マイ

ワシ資源の加入量が激減した 1990 年前後 (1988 ~ 1991 年) では、マイワシ稚魚はカラヌス目カイアシ類の中でも特に *Calanus* 属を多く摂餌していた。1992 年以降のマイワシ・カタクチイワシ仔稚魚は、1970 年代と同様にカラヌス目とポエキロストム目のカイアシ類を多く摂餌していたが、出現する餌種は増加する傾向にあった。これを裏付けるように消化管内容物の多様性指数は、マイワシ・カタクチイワシ仔稚魚ともに 1992 ~ 1998 年代に最大となった。またマイワシとカタクチイワシ仔稚魚の食性は年代毎にほぼ一致しており、食性の大きな違いは認められなかった。

(3) 混合水域で採集された 2010 年級群のマイワシ稚魚の食性は、*Paracalaus* 属の成体やコペポダイトを多く摂餌していた。一方、1990 年代から 2000 年代に採集されたマイワシ稚魚は、*Paracalaus* 属も摂餌していたがその割合は低く、*Oncaea* 属や *Corycaeus* 属などのポエキロストム目のカイアシ類を多く摂餌する傾向にあった。近年、マイワシは加入量増大傾向にあり、これと一致して稚魚の食性変化も見られていた。以上の結果を合わせて考察すると、マイワシ資源量の多かった 1980 ~ 1987 年代やマイワシ加入量が良好であった 2010 年級のマイワシ稚魚は、*Paracalaus* 属などのカラヌス目カイアシ類を多く摂餌していることが分かった。一方、マイワシ資源量の低水準期や減少期であった 1970 年代、1990 年代および 2000 年代に採集されたマイワシ稚魚は、カラヌス目も摂餌していたがその割合は低く、*Oncaea* 属や *Corycaeus* 属などのポエキロストム目のカイアシ類を多く摂餌する傾向にあった。このように加入量決定の場とされている混合水域においてマイワシ仔稚魚の食性が変化していることが明らかになった。

(4) 窒素安定同位体比の年変動は大きいものの、種間による違いは小さく基本的にマイワシとカタクチイワシの仔稚魚は同じ食性・栄養段階を持つことが安定同位体比の結果からも裏づけられた。食性解析と同様にイワシ類資源の変動レジームに応じた年代毎の平均値の結果から、カタクチイワシ稚魚を除いて年代が進むにつれて仔稚魚の窒素安定同位体比は減少傾向にあり 1970 年代から 1990 年代にかけて 2‰ 近く減少していた。このように窒素安定同位体比の変化は、イワシ類の仔稚魚の食性変化や加入量変動と必ずしも一致していなかった。

(5) 本研究ではこれまで不明であった過去の混合水域におけるイワシ類仔稚魚の食性の経年変化を明らかにできた。特にマイワシ資源の加入量が激減した 1990 年前後を境にイワシ類仔稚魚の食性が変化していたことは注目される。また、イワシ類仔稚魚の窒素安定同位体比は消化管内容物のようなドラ

スティックな変化はなかったが、経年的な減少傾向を示していた。減少要因は不明であるが窒素起源や一次生産者の長期的な変化などの反映の可能性も考えられ興味深い。

今後は、生態系変動に伴う摂餌状態の変化が仔稚魚の成長や加入量にどの程度影響を及ぼすのか明らかにする必要がある。この生態系変動に伴う食性変化と仔稚魚の加入変動機構の解明は、日本産イワシ類の資源変動や魚種交替の研究進展に止まらず、同じくイワシ類が大きな資源変動を示す他の海域 (フンボルト海流域、ベンゲラ海流域、カリフォルニア海流域) における新たな研究展開が期待される。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

田所和明・岡崎雄二 親潮および黒潮親潮移行域における動物プランクトンの近年の動向, 水産海洋研究, 2012 76:216-218.

[学会発表](計 5 件)

Okazaki Y, Kubota H, Takasuka A and Sakaji H, Feeding and prey selection of larvae and juveniles of two clupeoid species in Tosa Bay, Japan, 36th Larval fish conference, 2012 年 7 月 2 日 ~ 2012 年 7 月 6 日、ベルゲン (ノルウェー)

Okazaki Y, Kubota, H, Takasuka, A and Sakaji, H, Comparison of feeding ecology between two co-occurring clupeoid species, 37th Larval fish conference, 2013 年 6 月 2 日 ~ 2013 年 6 月 6 日、マイアミ (米国)

岡崎雄二・市川忠史・田所和明、仔魚の窒素・炭素安定同位体比に及ぼす保存液の影響、2013 年度水産海洋学会研究発表大会、2013 年 11 月 14 日 ~ 2013 年 11 月 17 日、京都大学 (京都府・京都市)

Okazaki Y, Kuroda, H and Hirota, Y, Vertical distribution of larval fish in the inshore region of the Kuroshio, 38th Larval fish conference, 2014 年 8 月 17 日 ~ 2014 年 8 月 21 日、ケベックシティ (カナダ)

岡崎雄二・黒田 寛・広田祐一、黒潮内側域における仔魚群集と海洋環境、2014 年 9 月 19 日 ~ 2014 年 9 月 22 日、九州大学 (福岡県・福岡市)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

岡崎雄二 (Okazaki, Yuji)

国立研究開発法人水産総合研究センター・東  
北区水産研究所・主任研究員

研究者番号：90392901

(4)研究協力者

田所和明(Tadokoro, Kazuaki)

市川忠史 (Ichikawa, Tadafumi)