

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 15 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22780185

研究課題名（和文）マイワシの耳石アーカイブを用いた「成長速度に依存した加入量決定仮説」の検証

研究課題名（英文）Examination a hypothesis “growth rate-dependent recruitment” using an archives of sardine otolith

研究代表者

高橋 素光 (Takahashi Motomitsu)

独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所・主任研究員

研究者番号：80526989

研究成果の概要（和文）：魚類の耳石に刻まれる輪紋が日単位の成長速度指標となることを鍵として、1980～2000年代におけるカリフォルニアマイワシの成長速度履歴を個体毎に推定し、資源への新規加入量や環境条件との対応関係を検討した。カリフォルニアマイワシの稚魚初期（孵化後60～90日）における成長速度の年変化は、新規加入量および夏期における水温の年変化と正の相関関係にあった。これまで日本周辺海域におけるマイワシについて、発育初期における成長速度の速い年ほど新規加入量が多い「成長速度に依存した加入量決定仮説」が提唱されてきた。本研究成果は、カリフォルニアマイワシについても同じ仮説が適用できることを明らかにし、1990年代におけるカリフォルニアマイワシの資源量の増加は、稚魚初期に経験する水温が上昇したことによって成長速度および生残率が増加し、資源への新規加入量を増加させた結果であることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：Growth rate during the early life stages of Pacific sardine *Sardinops sagax* during 1980-2000s was examined based on widths of otolith growth increments as a proxy of daily somatic growth rate in relation to abundance of recruits and environmental factors. Growth rate during the early juvenile stage (60 – 90 days after hatching) positively correlated with abundance of recruits and sea surface temperature in summer. Previous studies on Japanese sardine *S. melanostictus* have demonstrated that abundance of recruits is a positive function of growth rate during the early juvenile stage, which is the growth rate-dependent recruitment hypothesis. The results in this study show that the same hypothesis could be applicable for *S. sagax* and suggest that increase in temperature during the early juvenile stage enhanced growth and survival rates and consequently increased recruitment of *S. sagax* in the 1990s.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |
| 2011年度 | 1,400,000 | 420,000 | 1,820,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,000,000 | 900,000 | 3,900,000 |

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：カリフォルニア海流域、湧昇、マイワシ、カタクチイワシ、資源量変動、成長速度、耳石

1. 研究開始当初の背景

(1) 海産魚類の資源量は、数十年周期で起こる海洋環境変動に伴う海洋生態系の変化にตอบสนองして変動すると認識されるようになったが、資源量変動の生態的過程は未解明である。その理由は、数十年周期の変動解析に用いることができるデータが漁獲量に限られ、詳細な物理・生物環境データと対応させることが可能な資源生物学的データが欠けていたためである。

(2) マイワシとカタクチイワシは生息域を共有しており、両種の資源量は時間的に逆位相で変動することが知られている。しかし、両種の環境変化に対する生態的応答機構には、未解明な点が多い。カリフォルニア海流域には、日本周辺海域とは別種のカリフォルニアマイワシとカリフォルニアカタクチイワシが分布し、両種の新規加入量などの生物データに加えて、物理的および生物的環境要因に関する時系列データが充実している。

2. 研究の目的

魚類の耳石には、生態履歴が日単位で記録されることを鍵とし、以下の(1)と(2)について検討する。

(1) 南カリフォルニア湾において1980年代以来保存されてきたマイワシの歴史的耳石アーカイブを解析することによって、発育初期における成長速度の長期データを構築し、環境データ時系列とともに解析することで、カリフォルニアマイワシの資源量変動機構を解明する。

(2) カリフォルニア海流域における生物生産は、深層から湧きあがる栄養豊かな冷水(湧昇)によって支えられている。オレゴンおよびワシントン州沖において湧昇の季節変化が特異的であった2005年と典型的であった2006年において、物理的および生物的環境変化に対するカリフォルニアカタクチイワシ仔稚魚の成長応答を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 1980~2000年代の南カリフォルニア湾において採取・保存されてきたカリフォルニアマイワシ稚魚の耳石日輪間隔を計測し、既報の新規加入量や水温および動物プランクトン密度などの環境条件との対応関係を検討する。

(2) 2005・2006年のオレゴン・ワシントン州沖におけるカリフォルニアカタクチイワシ仔稚魚の成長履歴を耳石日輪間隔に基づいて推定し、既報の水温および動物プランクトン密度などの環境条件との対応関係を検討する。

4. 研究成果

(1) カリフォルニアマイワシ稚魚の耳石日輪間隔は、ふ化後徐々に増加し、60~90日齢(標準体長35~60mm:稚魚前期)に最大に達し、その後減少する傾向にあった(図1)。資源への新規加入量と30日齢毎の平均耳石日輪間隔との対応関係を検討した結果、稚魚前期(60~90日齢)における耳石日輪間隔の経年変化が、資源への加入(0歳魚)尾数と正の相関関係にあった(図2a)。また、稚魚前期における成長速度は、カリフォルニア州南部沿岸域の夏期における平均表面水温と正の相関関係にあった(図2b)。

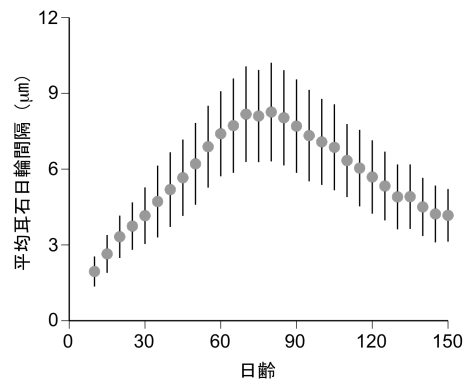
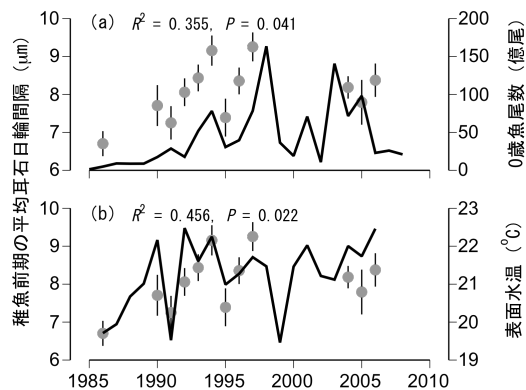


図1. 1986~2006年に採集されたカリフォルニアマイワシの日齢に伴う平均耳石日輪間隔変化。縦棒は標準偏差。平均耳石日輪間隔を5日齢毎に示



した。

図2. 1986~2006年間の12年におけるカリフォルニアマイワシの稚魚前期における平均耳石日輪間隔(灰色丸)と0歳魚尾数(a)およびカリフォルニア州南部沿岸域の夏期における平均表面水温(b)。縦棒は標準偏差。

耳石日輪間隔は、成長速度と正の相関関係にあることがイワシ類仔稚魚の飼育実験で知られていることから、耳石日輪間隔が最大に達する稚魚前期に成長が速い年ほど加入量

が多いことがわかった。つまり、この結果は、カリフォルニアマイワシについても、日本周辺海域のマイワシ同様に「成長速度に依存した加入量決定仮説」が適用できることを示している。これまでに、カリフォルニアマイワシの資源量は、1990年代における表面水温の上昇に伴い増加したことが報告されている。本研究で得られた結果は、水温の上昇が稚魚前期における成長を促進した結果、生残率が増加して加入量が増加し、資源量が増大したことを示唆している。

(2) 2005年のオレゴン・ワシントン州沖において、湧昇強度は7~8月に安定した正の値を示し、表面水温は7月に急激に低下した(図3a)。7月における湧昇の強化に伴って、植物プランクトン(クロロフィルa)密度と冷水性の動物プランクトン(カイアシ類)密度は10倍以上に増加した(図3b)。カリフォルニアカタクチイワシの仔魚期における成長速度は、7月下旬まで負の値を示したが、8月以降正の値に変化し、クロロフィルa密度およびカイアシ類密度の季節変化と正の相関関係にあった(図3c)。つまり、カリフォルニアカタクチイワシの仔魚期における成長速度は7月に起こった湧昇の強化に伴う餌環境の好転によって増加したことがわかった。

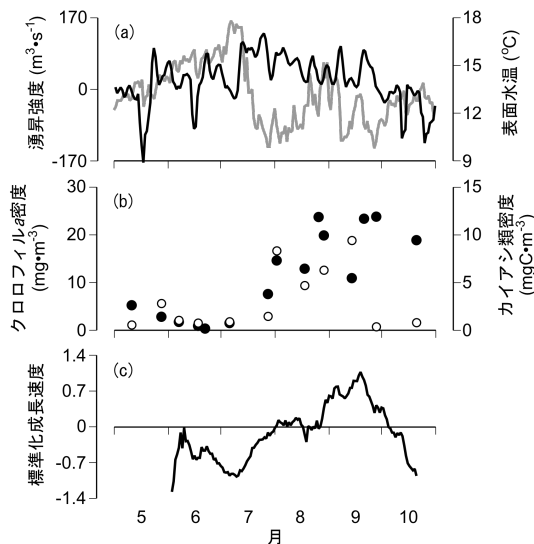


図3. 2005年のオレゴン・ワシントン州沖における海洋環境変化に対するカリフォルニアカタクチイワシ仔稚魚の成長応答。(a) 湧昇強度(灰色線)と表面水温(黒線)の関係。(b) 植物プランクトン密度(白丸)と動物プランクトン密度(黒丸)の関係。(c) カリフォルニアカタクチイワシの仔魚期における耳石日輪間隔に基づいて標準化した成長速度。

オレゴン・ワシントン州沖では、例年4月前

後に湧昇が始まり、5~6月にカタクチイワシの産卵が盛期を迎える。2005年における湧昇の開始時期は5月で例年より遅く、安定した湧昇は7月以降までみられなかった。2005年におけるカリフォルニアカタクチイワシの加入量は、2000年代において最も少なく、湧昇開始の遅れが、カリフォルニアカタクチイワシの加入失敗の主な原因と考えられてきた。2005年8月以降に増加した成長速度は、典型的な湧昇の季節変化を示した2006年における成長速度と類似したことから、2005年における資源加入の失敗は、湧昇の遅れによって産卵盛期における餌環境が悪化したことが主な原因と考えられた。

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)

Motomitsu Takahashi, David M. Checkley Jr., Marisa N.C. Litz, Richard D. Brodeur, Williams T. Peterson. Responses in growth rate of larval northern anchovy to anomalous upwelling in the northern California Current. Fisheries Oceanography. 査読有、印刷中

[学会発表] (計 1件)

Motomitsu Takahashi, David M. Checkley Jr. Abundance and growth rate during early life stages of Pacific sardine *Sardinops sagax* in the California Current system. Trinational Sardine Forum. Victoria, Nov. 2010.

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 素光 (Takahashi Motomitsu)
独立行政法人水産総合研究センター西海
区水産研究所・主任研究員
研究者番号：80526989

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：