

平成 21 年 5 月 26 日現在

研究種目：基盤研究 C

研究期間：2006～2008

課題番号：18580183

研究課題名（和文） 飼育下におけるカタクチイワシ仔稚魚の行動特性の個体発生

研究課題名（英文） Ontogeny of behavioral characteristics in hatchery-reared Japanese anchovy larvae and juveniles

研究代表者 益田 玲爾 (REIJI MASUDA)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授

研究者番号：60324662

研究成果の概要：カタクチイワシを受精卵から飼育し、仔稚魚の生活史特性を他の多獲性魚類であるマアジおよびマサバと比較した。カタクチイワシは瞬発遊泳速度・巡航遊泳速度とも、マサバおよびマアジに比べて遅いこと、また体長 20mm を越えるまでミズクラゲに容易に捕食されることが明らかとなった。骨形成の完了する体長 21mm に達するまでに約 30 日を要することから、これまでの期間、本種はクラゲ類の強い捕食圧を受けるものと推察された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,200,000	0	1,200,000
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	660,000	4,060,000

研究分野：水産資源生物学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：カタクチイワシ、マアジ、マサバ、ミズクラゲ、対捕食者行動、群れ、被食

1. 研究開始当初の背景

カタクチイワシは本邦沿岸を代表する多獲性魚類である。本種を含む多獲性魚類はしばしば、数十年のサイクルで豊漁と不漁を繰り返すが、そのメカニズムについては不明であった。またカタクチイワシを飼育して行動特性を調べた研究は皆無であった。

2. 研究の目的

カタクチイワシを受精卵から飼育し、行動特性の発達過程をマサバおよびマアジと比較することを目的とした。また天然海域における本種の出現状況についても、潜水観察から明らかにすることを目指した。

3. 研究の方法

(1) 飼育条件下における行動の発達

舞鶴市田井の定置網より得たカタクチイワシ親魚を養成し、自然産卵により受精卵を得た。これらを飼育して、成長速度および行動特性の発達を、マアジおよびマサバのそれと比較した。瞬発遊泳速度および巡航遊泳速度は、実験容器内での行動をビデオカメラで撮影して解析した。また、飼育水槽内で遊泳する仔稚魚のビデオ画像から、群れ形成の過程を明らかにした。さらに、実験水槽内でミズクラゲと遭遇させ、クラゲからの逃避能力を解析した。

(2) 天然海域における出現状況

京都府舞鶴市長浜地先において、毎月2回の定例潜水を行い、出現する魚類相の記録をとっている。この潜水野帳から、カタクチイワシの出現状況を集計した。

4. 研究成果

(1) 成長

カタクチイワシはふ化後10日で5.9mm、20日で11mm、30日で21.5mm、40日で28.3mm、50日で36.5mmとなった(いずれも平均体長)。成長速度は、天然仔魚の耳石日周輪から推定されている値に非常に近かった。本種の成長速度はまた、ほぼ同じ条件で飼育されたマアジよりは速く、マサバよりは遅いことも明らかになった(図1)。

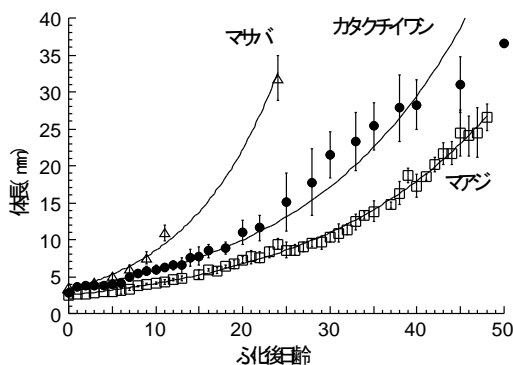


図1 マサバ、カタクチイワシおよびマアジの成長曲線。

(2) 遊泳速度

カタクチイワシの巡航遊泳速度は、体長10-21mm未満の仔魚期には平均1.8BL/s(魚体長毎秒)であったが、21-33mmの稚魚期には3.8BL/sとなった。本種の巡航遊泳速度はマアジとほぼ同等であり、マサバに比べると有意に劣っていた。

また、カタクチイワシの瞬発遊泳速度は、体長10-21mmでは9.5BL/s、体長21-33mmでは28BL/sであった。本種の瞬発遊泳速度はマアジ・マサバのいずれよりも劣っていた。瞬発遊泳速度が遅いことから、捕食者に接近した本種は、捕食を逃れる機会が少ないものと推察された。

(3) ミズクラゲによる被食

体長10mm以下の本種は平均150秒でミズクラゲに捕食された(図2)。体長20mmを越えてもクラゲに捕食される個体があり、体長23mmでも10個体中3個体は5分以内にミズクラゲに捕食された(図3)。26mm以上に達して初めて、すべての実験個体が少なくとも5分はクラゲの捕食を逃れられるようになった。

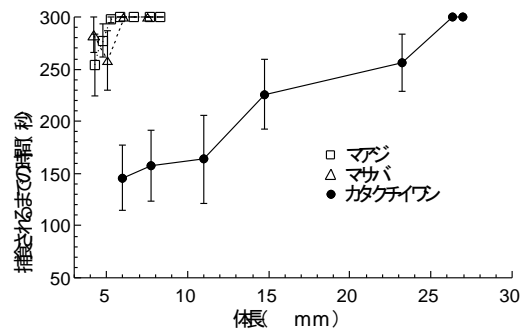


図2 マサバ、カタクチイワシおよびマアジの仔魚がクラゲに捕食されるまでの所要時間。



図3 ミズクラゲに捕食された体長23mmのカタクチイワシ。

若狭湾沿岸で採取されたミズクラゲの胃腔に出現する魚類で、これまでの最大個体は、体長20mmのカタクチイワシである。こうしたフィールドでの知見と、本研究の成果とはよく一致した。

(4) 群れ形成

個体同士が並んで泳ぐ性質を表す乖離遊泳指数は、体長17mmにおいて有意に現象しており、この時期にすでに群れの兆候が現れていることがわかった。群れの平行定位の指標として求めた頭位交角および群れの密集度を表す個体間距離は、いずれも体長15mmから25mmにかけて減少した。個体間距離は体長23mm以降は体長の0.7-1.0倍とほぼ一定の値をとるようになった。

群れ形成の時期は、これまでに報告されている多くの魚種では仔魚から稚魚への変態期以降である。しかしカタクチイワシにおいては、稚魚への変態(体長21mm)よりも以前に群れ形成の兆候が認められた。また、個体間距離は、ほぼ同様の方法で測定されているサワラ(1.2-1.5BL)およびクロマグロ(2.2BL)に比べて小さい値である。このことから、カタクチイワシは初期から稠密な群

れを形成することが明らかになった。

(5) 沿岸岩礁域における出現状況

2002年1月以降、毎月2回舞鶴市長浜地先で行っている定例潜水で見られたカタクチイワシの出現状況を集計した。過去7年間に潜水中に見られた91魚種のうち、カタクチイワシはマアジに次いで個体数が多かった。出現の時期は限られており、5-7月の初夏および11月-1月の初頭にしばしば大群で現れた(図4)。目視で確認された最小サイズは体長20mm程度であった。体長80mm前後の成魚の大群が出現したときは、サワラやスズキ、ヒラメ等、魚食性の魚類が頻繁に現れた。

切断されたカタクチイワシを潜水中に確認することがしばしばあった(図5)。これらはサワラ等に捕食されたものと考えられ、高次捕食者の餌となっている本種の特性が示唆された。



図4 舞鶴市長浜地先で見られたカタクチイワシ未成魚の大群。2008年12月撮影。



図5 捕食者によって食いちぎられたカタクチイワシ未成魚。2008年12月に舞鶴市長浜において撮影。

(6) 濁水中におけるシラス型魚類の対捕食者特性

カタクチイワシに代表されるシラス型仔魚は、河口域等、濁度の高い海域で多く漁獲

される。シラス型仔魚の透明な体は濁水中では見えにくいことから、捕食者回避のために濁水中に隠れるものと考えられる。このことを検証するために、濁水中での対捕食者特性を、カタクチイワシと同様にシラス型仔魚期を送るアユ、およびシラス型ではないマダイについて調べた。

捕食者として視覚捕食者であるマアジ、および接触捕食者であるミズクラゲを用い、濁りのない対照区、カオリン濃度50ppmおよび300ppmの濁りを与えた実験区において被食状況を比較した。アユ・マダイのいずれにおいても、濁りを与えることにより、マアジによる被食は軽減されたが、ミズクラゲによる被食に変化はなかった。また、いずれの条件でも、アユはマダイに比べてミズクラゲに捕食されやすかった。以上の結果から、シラス型の仔魚が濁水に隠れる性質は、視覚捕食者を逃れる上では有効であっても、接触捕食者であるクラゲを逃れるには無効であると考えられた。

近年、沿岸域において、ミズクラゲやアカクラゲが冬季にも高い個体群密度を保っていることが報告されている。アユやカタクチイワシ等の仔魚が、沿岸の高濁度域において、クラゲ類の高い捕食圧を受けていることが推察された。

(7) カタクチイワシの生活史特性

一連の研究および既往の報告から、カタクチイワシおよび他の多獲性魚類3種(マイワシ、マアジ、マサバ)の豊凶と環境要因の関係を推察した(図6)。

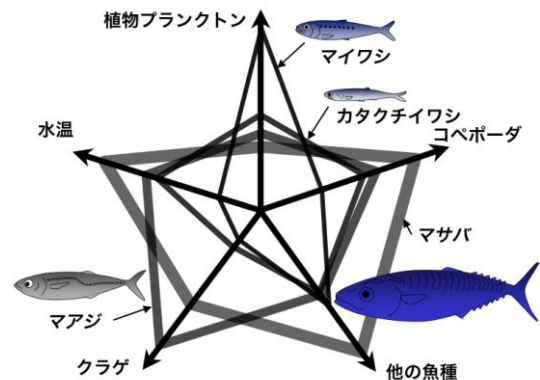


図6 多獲性魚類の生活史特性と環境要因の関係。

植物プランクトンが豊富な環境では、これを餌として利用できるマイワシに有利である。コペポダの多い状況では、成長特性の最も優れたマサバに有利である。また、他の魚種が豊富な場合も、魚食性の強いマサバには有利である。クラゲが多い場合、餌としてクラゲを利用するマサバ、および隠れ家や餌

場としてクラゲを利用するマアジにとって有利である。高水温では、マサバ、マアジおよびカタクチイワシは成長が早まり、一方冬期に産卵するマイワシには不利である。

いずれの環境特性においても、カタクチイワシは必ずしも優位になれない。これを埋め合わせているのは、本種の成熟がふ化後約6ヶ月と早いこと、および多産であることに帰せられると推察された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計8件)

(1) Masuda R, Behavioral ontogeny of marine pelagic fishes with the implications for the sustainable management of fisheries resources. *AquaBioscience Monograph*, 8(2), 1-56, (2009), 査読有り

(2) Masuda R, Ontogenetic changes in the ecological function of the association behavior between jack mackerel *Trachurus japonicus* and jellyfish. *Hydrobiologia*, 616(1), 269-277, (2009), 査読有り

(3) 益田玲爾, クラゲと魚類との相互関係, 岩波科学, 4月号, (2009), 411-414, 査読無し

(4) Masuda R, Seasonal and interannual variation of subtidal fish assemblages in Wakasa Bay with reference to the warming trend in the Sea of Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 82, 387-399, (2008), 査読有り

(5) Masuda R, Yamashita Y, Matsuyama M, Jack mackerel *Trachurus japonicus* juveniles use jellyfish for predator avoidance and as a prey collector. *Fisheries Science*, 74, 282-290, (2008), 査読有り

(6) Nakayama S, Masuda R, Tanaka M, Onset of schooling behavior and social transmission in chub mackerel *Scomber japonicus*, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61, 1383-1390, (2007), 査読有り

(7) 益田玲爾, 魚種交替とは何か? 学術の動向, 9月号, (2006), 22-28, 査読無し

(8) Masuda R, Ontogeny of anti-predator behavior in hatchery-reared jack mackerel *Trachurus japonicus* larvae and juveniles: patchiness formation, swimming capability and interaction with jellyfish. *Fisheries Science*, 72, 1225-1235, (2006), 査読あり

[学会発表] (計6件)

(1) 大畑亮輔・益田玲爾・上野正博・福西悠一・山下洋. アユ及びマダイ仔魚の対捕食者戦略における濁度の影響 ~クラゲに濁り

は通用しない~. 平成21年度日本水産学会春季大会, 東京, 2009年3月28日.

(2) Masuda R, Survival strategies in jack mackerel, chub mackerel and Japanese anchovy larvae and juveniles in the context of population replacement. 5th World Fisheries Congress, 横浜, 2008年10月23日.

(3) 益田玲爾. カタクチイワシ仔稚魚の対捕食者行動の個体発生 ~群れ形成・遊泳速度・クラゲによる被食~. 平成20年度日本水産学会大会, 静岡, 2008年3月28日.

(4) 伊藤祐介・守岡佐保・山下洋・益田玲爾・東条斉興・岩森利弘・宮下和士. カタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) シラスのターゲットストレングス推定の高度化. 平成20年度日本水産学会大会, 静岡, 2008年3月28日.

(5) Masuda R, Seasonal and interannual variation of subtidal fish assemblages in Wakasa Bay revealed by underwater visual census with reference to the warming trend in the Sea of Japan. *International Symposium on Systematics and Diversity of Fishes*, 東京, 2008年3月3日.

(6) Masuda R, Ontogeny of association behaviour with jellyfish in jack mackerel *Trachurus japonicus* revealed by rearing experiment using *Aurelia aurita* and underwater observation in relation to *Nemopilema nomurai*. 2nd International Jellyfish Blooms Symposium, Gold Coast, Queensland, 2007年6月26日.

[図書] (計4件)

(1) 益田玲爾. 第7章 行動観察. 塚本勝巳編『魚類生態学の基礎』, 恒星社厚生閣, 印刷中.

(2) 益田玲爾. 第25章 群れ行動. 塚本勝巳編『魚類生態学の基礎』, 恒星社厚生閣, 印刷中.

(3) 益田玲爾. 稚魚の心理を読む. 田中克・田川正朋・中山耕至編『稚魚学』, 恒星社厚生閣, (2008), 346-351.

(4) 益田玲爾. 『魚の心をさぐる』, 成山堂, (2006), 144p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

益田玲爾 (REIJI MASUDA) フィールド科学教育研究センター・准教授
研究者番号: 60324662

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし