HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A study on swimming behaviors of larval and juvenile Pacific cod Gadus macrocephalus in relation to temperature and food availability [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	李, 哲
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第12856号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67544
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Zhe_Li_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）　　氏名：李　哲

学 位 論 文 題 目

A study on swimming behaviors of larval and juvenile Pacific cod *Gadus macrocephalus* in relation to temperature and food availability

(異なる餌条件と水温におけるマダラ仔稚魚の遊泳行動に関する研究)

【背景】

マダラ *Gadus macrocephalus* は、北太平洋亜寒帯の海洋生態系における中位～高次捕食者として、また漁獲対象資源として重要である。陸奥湾は北日本における本種の最大の産卵場であり、冬季から初夏にかけて沿岸親潮系水の強い影響を受けると共に、津軽暖流が湾内に流入する。このため春季には、内湾では寒冷(約 4℃)な水塊が卓越する一方、湾口部周辺では水温 10℃を超える複雑な水温環境となる。したがって、この湾で孵化するマダラ仔魚は、孵化の位置と分散の結果により、多様な温度環境を経験し得る。さらに、着底後の 0 歳稚魚は湾外へ移動し、津軽海峡東側の恵山岬周辺海域を主要な生育場とする。当海域は津軽暖流と親潮の合流点であり、稚魚は水温の急激な変化に晒される。加えて、仔稚魚はカイアシとオキアミ類等の動物プランクトンを餌料とするが、動物プランクトンの分布は不均質であるため一時的な飢餓状態に陥る可能性もある。

以上のようにマダラ仔稚魚の生息場所において水温と餌条件の変動性は大きく、これらに対する行動反応は、仔稚魚の成長、生存さらに加入量の決定に重要な役割を果たすだろう。しかし、マダラにおいて、水温と餌条件の変化に対する仔稚魚の行動反応はこれまでほとんど研究されてこなかった。本研究では、マダラ仔魚と 0 歳稚魚の鉛直分布と遊泳活性に対する温度および摂食経験の影響を明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

陸奥湾にて採集したマダラを用いて人工授精を行い、8℃で孵化させ飼育し、孵化後 14～17 日を経た前期仔魚および 28～29 日を経た後期仔魚を実験に使用した。また、恵山町古部において体長 53mm 程度(5 月齢に相当)の 0 歳稚魚を採集し、実験に先立ち 8°C に馴化した。これらの 3 つの成長段階の仔稚魚を対象に以下の実験を行った。まず、実験に先立つ 24 時間に 6 時間毎に任意給餌する摂食群と、一切給餌を行わない絶食群とを設定した。鉛直的な水温成層に対する反応を調べるため、直径 10cm、高さ 75cm の柱状水槽の上層 U)と下層(B)を調整し、以下の 5 通りの水温躍層、即ち：(I) U12℃と B8℃、(II) U8℃と B12℃、(III) U8℃と B8℃、(IV) U8℃と B4℃、および (V) U4℃と B8℃の 5 つの水温成層構造を設定した。各成長段階を対象に、これらの水温成層構造で摂食および絶食群の鉛直分布を比較した。また 4、8 および 12°C において、遊泳活性(1 分毎の位置と方向の変化)を調べた。

【結果】

前期仔魚は水槽上部に定位し、後期仔魚はやや深い層に移動した。前・後期仔魚いずれにおいても、鉛直分布は水温成層構造と摂食履歴のいずれとも関連を示さなかった一方、0 歳稚魚は、水温成層構造と摂食履歴の両方と関連した鉛直分布を示した。また、0 歳稚魚摂食群は高水温または低水温のいずれも回避しなかったのに対し、絶食群は高低いずれの水温層も回避し、8℃層に集中した。

遊泳活性に関しても摂食履歴による効果が成長段階によって異なった。即ち、前期仔魚は摂食履歴に関わらず温度に伴い遊泳活性を増加する傾向が認められたのに対し、後期仔魚では摂食群が絶食群に比して有意に高い遊泳活性を示し、水温による効果は認められなかった。更に、0 歳稚魚においては摂食履歴が遊泳活性の温度変化に大きく影響し、摂食群では 4℃と 8℃の間で差はなく 12℃で増加し、絶食群では 4℃に比べ 8℃と 12℃で活性が高かった。

【考察】

前期仔魚期においては、水温および餌条件のいずれも鉛直分布に影響しなかった。これは前期仔魚の表層への指向性の強さが他の影響を上回った結果であり、マダラ前期仔魚の行動特性あるいは表層分布に何らかの適応的意義があることを示唆する。一方、後期仔魚では底層に分布する個体の割合が前期仔魚に比べ増加したが、これは、個体発生的な鉛直分布変化を示すと考えられた。前期仔魚においては摂食・絶食に関わらず水温の上昇に伴い遊泳活性が増加した。これは生理的応答の反映と考えられ、高水温では摂餌能力が増加し、充分な餌供給のもとで成長速度も増加すると推察された。一方、後期仔魚では成長と生存の両方が重要なので、絶食状態のもとでは遊泳活性を減らし、エネルギーを節約する行動を取ると考えられた。

0 歳稚魚の鉛直分布は水温成層構造と餌条件の影響を受けた。絶食群において上層が 12℃で下層が 8℃の場合に下層に多く分布したことは、馴化水温帯における代謝コストの低下のためと考えられた。また、水温が 8℃から 12℃に上昇した際に摂食群で遊泳活性が増加したのに対し絶食群では上昇しなかったのは、後者がエネルギー消費の低下を指向した為と考えられた。上層が 8℃で下層が 4℃であった場合も絶食群は馴化水温である 8℃を選択した。これは、低水温の場合代謝コストは下がるものの、遊泳活性も著しく低下し、摂餌困難な状況を回避した結果と考えられた。摂食群は、水温の上昇、特に 8℃から 12℃の上昇と共に遊泳活性を増加させた。これは、静止代謝の増加に対する補償行動であると同時に、消化吸収速度の増加により大量の摂餌が可能となったことの反映と考えられた。その結果、0 歳稚魚は成長率を高め、生残率を高められるであろう。一方、水温選好性が認められなかった理由として、本種 0 歳摂食稚魚にとって 4〜12℃の水温範囲が受忍可能であることが考えられた。

以上のように本研究では、マダラはその生活史初期において、成長に伴い表層から低層に分布を移行しつつ、水温と餌条件の変動に対する頑強性を増加することが明らかとなった。