

令和 5 年 5 月 22 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06207

研究課題名(和文)緯度間適応の方向性が潜在的成長速度の変異を規定するか？冷水性魚類での検証

研究課題名(英文) Does the direction of latitudinal adaptation govern variation in potential growth rate? A test using cold-water fishes

研究代表者

富山 毅 (Tomiyama, Takeshi)

広島大学・統合生命科学研究科(生)・准教授

研究者番号：20576897

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：冷水性魚類において、潜在的な成長速度が低緯度集団で高いとする仮説を検証するため、マコガレイとイカナゴを材料として飼育条件下で飽食給餌を行い、成長の応答を調べた。茨城県(高緯度)および広島県(低緯度)のマコガレイ人工種苗(稚魚)を用いて、14～23℃の水温で実験を行ったところ、成長が最大となる水温や最大成長量には集団間で違いはみられなかったが、20℃以上の高水温で低緯度集団の稚魚が高い成長速度を示した。また、瀬戸内海(低緯度)と仙台湾(高緯度)由来のイカナゴ仔魚を用いて飼育したところ、同一条件下では、低緯度集団の初期成長率は高緯度より高かった。以上から、本研究課題の仮説は概ね実証された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

同一種でも地域集団によって生物特性が異なる事例はしばしば観察されており、暖水性の魚類では高緯度の集団で潜在的成長速度が大きい(同じ水温環境で飼育した場合に、高緯度の集団の方がより大きく成長する)ことが知られていた。本研究では、冷水性魚類で逆の現象(低緯度の集団の方がより大きく成長する)ことを示した。すなわち、冷水性魚類ではより高い水温環境である低緯度の方が厳しい環境であり、そこで潜在的な成長速度が大きくなるように適応している、という仮説を提唱できた。

研究成果の概要(英文)：To test the hypothesis that potential growth rates are higher in low-latitude populations of cold-water fishes, we examined growth responses of marbled flounder and the sand lance under excess food conditions. Experiments were conducted at water temperatures ranging from 14 to 23 °C using hatchery-reared marbled flounder from Ibaraki (high latitude) and Hiroshima (low latitude) prefectures. No differences were observed between populations in terms of maximum growth or optimal water temperature, but juveniles from the low-latitude population showed higher growth rates at high water temperatures $20 > ^\circ\text{C}$. In the experiment using larval sand lance originating from the Seto Inland Sea (low latitude) and Sendai Bay (high latitude), the initial growth rate of the low-latitude population was higher than that of the high-latitude population under the same temperature and food conditions. Thus, the hypothesis of this research project was generally verified.

研究分野：水産資源生態学

キーワード：緯度間変異 成長速度 イカナゴ マコガレイ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海洋は水温や餌などの物理・生物的条件が複雑に変化する環境であり、海洋生物はそれぞれの生息環境に有利な形質を獲得しながら、適応し、生き残っている。同一種においても異なる緯度集団間では自然選択によって異なる成長特性を示す事例が観察され、暖水性の魚類では「低温条件では高緯度の集団ほど潜在的成長速度が大きい」ことが確認されている。

一方、冷水性魚種の場合、低緯度では限られた摂食・成長期間で十分な成長を遂げるための地域適応を身につける必要があると考えられる。これは高緯度における暖水種と類似しており、分布域を広げる方向が暖水種と冷水種と異なっているにもかかわらず、類似した適応を示す可能性を示唆している。

2. 研究の目的

「緯度間適応の方向性が潜在的成長速度の変異を規定するのか」を学術的「問い」として、同一の餌料・水温条件において、冷水性魚種では低緯度の集団が高緯度の集団より高成長を遂げるのかを検証する。

3. 研究の方法

冷水性魚種のマコガレイ、イカナゴを材料とし、高緯度と低緯度から得た稚魚を用いて、以下の飼育実験を実施した。

(1) 茨城県(高緯度)および瀬戸内海(低緯度)において漁獲されたマコガレイから生産された人工種苗(稚魚)を用いて、高水温耐性および成長特性の実験を行った。前者については、水温を徐々に上昇させて平衡を喪失する水温(CTMax)を調べた。後者については、14~23の範囲で7つの水温条件を設定し、飽食給餌を行って水温に対する成長の応答を調べた。

(2) 仙台湾(高緯度)および瀬戸内海(低緯度)において漁獲されたイカナゴ当歳魚を養成して親魚とし、これらから人工授精により孵化仔魚を用意した。得られた仔魚について、同一の水温、給餌条件で飼育した。また、水温に対する餌料条件の影響を調べるため、十分に給餌した高給餌群と餌料を制限した低給餌群を用意し、16と21で飼育を行った。

4. 研究成果

(1) マコガレイについて、高水温耐性には集団間で差異はみられなかった。成長が最大となる水温や成長の最大量には集団間で明瞭な違いはみられなかったが、20以上の高い水温条件では低緯度集団で成長速度がより大きかった(図1)。また、摂食率(一日あたりの体重に対する摂食量の割合)はいずれの水温でも低緯度集団で大きかった。

(2) イカナゴについて、高緯度集団の方が成長が大きいことが示された。すなわち、孵化時では、低緯度集団の仔魚の体長は高緯度集団よりも小さかったが、25日齢では、前者は後者よりも18%大きかった(図2)。また、16および21での飼育の結果、成長は21では高給餌・低給餌群ともに小さかったが、16では高給餌群で明瞭に大きかった。しかし、肥満度は水温の影響よりも給餌群の違いの方が大きく、成長へのエネルギー投資が水温や餌料条件によって変化することが示唆された。

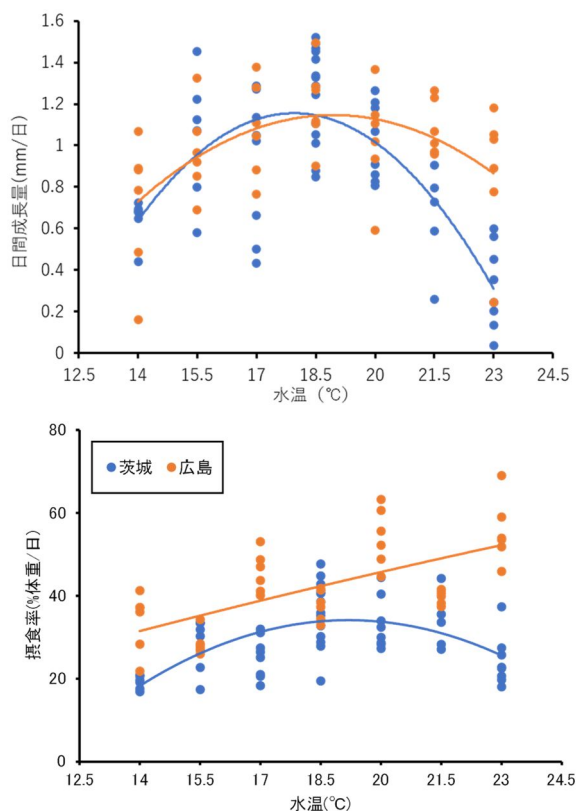


図1 マコガレイにおける水温と最大成長量(上)および摂食率(下)の関係

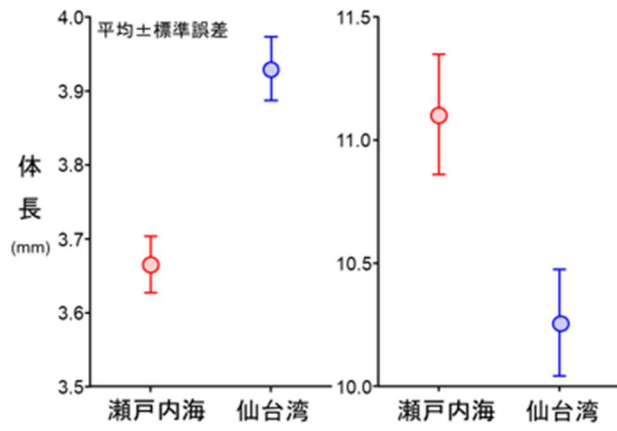


図2 イカナゴにおける集団間での孵化時(左)と25日令(右)の体長

以上の結果は、本研究課題の仮説である「冷水性魚類では低緯度の集団で潜在的成長速度が大きい」ことを支持した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Harada Kaito, Morita Tetsuo, Deguchi Wataru, Yamamoto Masayuki, Fujita Tomonari, Tomiyama Takeshi	4. 巻 87
2. 論文標題 High-temperature and starvation tolerances of juvenile Japanese Spanish mackerel <i>Scomberomorus niphonius</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 513～519
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12562-021-01521-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yoshida Yusei, Tomiyama Takeshi	4. 巻 104
2. 論文標題 Habitat utilization and secondary production of the sharp-nosed sand goby <i>Favonigobius gymnauchen</i> around intertidal areas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Biology of Fishes	6. 最初と最後の頁 811～823
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10641-021-01116-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Akai Noriko, Yoneda Michio	4. 巻 172
2. 論文標題 Age-related variation in reproductive potential and influence on recruitment of western sand lance <i>Ammodytes japonicus</i> in the Seto Inland Sea, western Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Sea Research	6. 最初と最後の頁 102036～102036
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.seares.2021.102036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Tomiyama Takeshi, Yamada Manabu, Yamanobe Akibumi, Kurita Yutaka	4. 巻 233
2. 論文標題 Seasonal bathymetric distributions of three coastal flatfishes: Estimation from logbook data for trawl and gillnet fisheries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Research	6. 最初と最後の頁 105733～105733
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.fishres.2020.105733	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakurai Gento, Takahashi Satoshi, Yoshida Yusei, Yoshida Hiroshi, Shoji Jun, Tomiyama Takeshi	4. 巻 97
2. 論文標題 Importance of experienced thermal history: Effect of acclimation temperatures on the high-temperature tolerance and growth performance of juvenile marbled flounder	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Thermal Biology	6. 最初と最後の頁 102831 ~ 102831
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtherbio.2020.102831	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida Kazuki, Setogawa Tomoka, Sato Toshiyuki, Yamada Manabu, Sato Tatsuma, Narita Kaoru, Matsumoto Akira, Tomiyama Takeshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Male-biased sex ratio in the crawling individuals of an invasive naticid snail during summer: implications for population management	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-12144-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Deguchi Wataru, Fujita Tatsunori, Yoneda Michio, Kono Naoaki, Yamamoto Masayuki, Harada Kaito, Shoji Jun, Tomiyama Takeshi	4. 巻 208
2. 論文標題 Potential impact of predation by larval Spanish mackerel on larval anchovy in the central Seto Inland Sea, Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography	6. 最初と最後の頁 105272 ~ 105272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr2.2023.105272	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 谷口碧・米田道夫・中村政裕・森岡泰三・富山毅
2. 発表標題 夏眠前の餌料環境と水温がイカナゴの栄養状態と成熟に及ぼす影響
3. 学会等名 日本水産学会中国四国支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富山毅・山田学・栗田豊
2. 発表標題 固定式さし網の浸漬時間と目合が異体類3種の漁獲特性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomiyama T, Sato T
2. 発表標題 Effects of translocation of clams in small spatial scales
3. 学会等名 6th International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米田道夫・中村政裕・森岡泰三・阿見彌典子・富山毅
2. 発表標題 イカナゴの産卵特性に及ぼす夏眠水温と母性年齢の影響：瀬戸内海と仙台湾の比較
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	米田 道夫 (Yoneda Michio) (30450787)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(廿日市)・主任研究員 (82708)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	海野 徹也 (Umino Tetsuya) (70232890)	広島大学・統合生命科学研究科(生)・教授 (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関