

機関番号：32661

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20770014

研究課題名 (和文) 淡水二枚貝類との産卵共生関係を介したタナゴ亜科魚類の卵形の進化

研究課題名 (英文) **Divergence of egg shape in a bitterling fish through coevolution with mussel hosts**

研究代表者

北村 淳一 (KITAMURA JYUN-ICHI)

東邦大学・理学部・研究員

研究者番号：00432360

研究成果の概要 (和文)：タナゴ亜科魚類は、生きた淡水二枚貝の鰓内に卵を産み込む。タナゴ類のタビラ (*Acheilognathus tabira*) の卵形は、地域個体群間で異なっており、細長い卵はドブガイ亜科に、球形に近い卵はイシガイ亜科を利用する傾向にあった。卵形の進化の方向性は、細長いものを祖先形質とし、球形に近いものが独立に2回太平洋側に進入したときに分化した。卵が球形に進化したのは、太平洋側に生息している細長い卵形を持つタナゴ類他種との産卵母貝種の競合を避けるため貝類タイプをシフトした結果、卵形が分化したと推論した。

研究成果の概要 (英文)：Bitterling fishes deposit their eggs on the gills of living mussels using a long ovipositor. Bitterling egg shape is highly variable and may have an adaptive significance in preventing ejection by mussel hosts. We examined whether egg shape among populations of the tabira bitterling (*Acheilognathus tabira*) in Japan correlated with differences in host mussel species in the family Unionidae. Bitterling populations using mussels in the sub-family Anodontinae possessed longer ovipositors and more elongated eggs than those using mussels in the Unioninae. Based on a robust phylogeny of *A. tabira* populations, we demonstrated that evolution of elongated and globular eggs has occurred repeatedly in different *A. tabira* lineages corresponding with the use of anodontine and unionine mussels. The evolution of both ovipositor length and egg shape were correlated with host differences, but not with each other, suggesting that these traits have been selected independently.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：動物生態学

科研費の分科・細目：基礎生物学、生態・環境

キーワード：淡水魚類、淡水二枚貝類、共進化、資源選択、寄生

### 1. 研究開始当初の背景

コイ科タナゴ亜科魚類は生きた淡水二枚貝類の鰓内に卵を産み込むという特徴的な産卵生態を獲得している。これまで、コイ科タナゴ亜科魚類の野外での繁殖生態に関する基礎研究で、タナゴ類の野外での産卵宿主母貝の選択性には、1) タナゴ類の好み、2) 利用しやすさ、3) 競争排除が影響し、好みには貝内のタナゴの適応度に直接影響を及ぼすタナゴ類と貝類の形質間の関連性が関与していることが示唆されている。タナゴ類は宿主から滋養物を得ず、子の保護のための場所としてのみ利用する。その結果、タナゴ類は貝を利用するため形態・生理・行動的な適応形質を多様に分化させてきた (Suzuki & Hibiya 1985)。タナゴ類は貝類と酸素の取り合い型競争をし、貝類の鰓の換水を妨げることによって、貝に成長率や生産力の低下の損失を与える (Reichard et al. 2006)。そのため、貝類はタナゴ卵を産み込ませないことや吐出するための行動や形質を進化させてきた。このことから、タナゴ類と貝類の形質は両類の共進化的な相互作用の結果生じたと推測される (Kitamura 2007)。

### 2. 研究の目的

タナゴ類の形質の中で、卵形は球形から長楕円形さらに電球型と種間で多様に分化している。特に、タナゴ類の中で、本州と九州に広く分布する日本固有種のタビラ (*Acheilognathus tabira*) は、種内の亜種間で地理的な違いがみられる (Arai et al. 2007)。そこでタビラを用いて、各地域個体群で、卵の形と利用している貝種と、タビラの地域間の系統類縁関係を明らかにし、卵形の進化の方向性と利用する貝種との関係性を明らかにした。

### 3. 研究の方法

卵形の進化の方向性と選択圧を検証するため、野外調査と集団遺伝学的解析を行った。

(1) 野外調査は、24 地域個体群で行った。各生息地でタビラの産卵期である 4-7 月にタビラと同所的に生息する他種タナゴ類および淡水二枚貝類を採集した。タナゴ類のメスにおいては、腹部圧迫により完熟卵を採取し、その時の体長と産卵管長を計測した。淡水二枚貝類については、貝種を同定し、殻長を計測後、生きたまま貝開機で殻間を 5mm ほど開け、貝内に産み込まれている卵の有無を確認し、タナゴ卵の種を同定した。このことにより、タビラ卵形と利用している貝種を調べ、卵形と産卵母貝種の地理的な違いを明らかにした。

(2) 集団遺伝学的解析では、タビラ類の系統類縁関係を調べ、タビラの卵形の進化の方向性を検証した。

### 4. 研究成果

集団遺伝学的解析の結果から、本種は遺伝的に大きく 6 つのグループに分かれた。具体的には、1) 九州北西部、2) 瀬戸内海周辺と濃尾・伊勢平野、3) 山陰地方、4) 北陸地方、5) フォッサマグナ以東の太平洋側、6) フォッサマグナ以東の日本海側であった (図 1、2)。

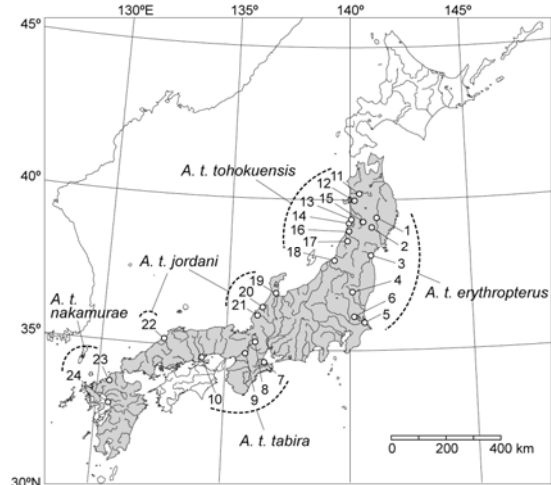


図 1. タビラの採集地点と亜種名

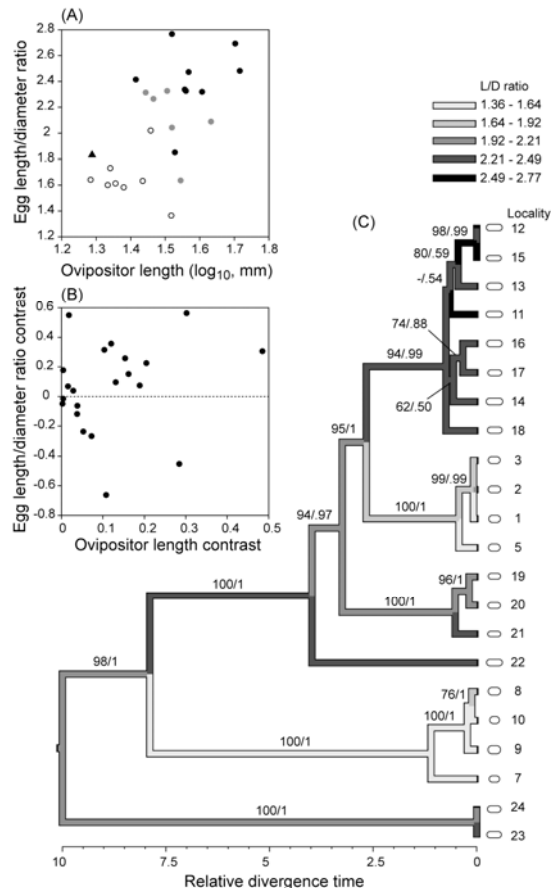


図 2. タビラ地域個体群間の 5 つの遺伝領域を元にした最節約法による地域個体群間の系統樹とその地域個体群の卵径。地域個体群の採集地は図 1 の番号と対応している。

卵形は、メスの体長との関係性は無かった。本州の日本海側が細長いものに対して、本州の太平洋側は球形に近かった。一方、利用している二枚貝類は、日本海側はドブガイ亜科、太平洋側はイシガイ亜科となっていた。九州北西部の集団は卵が細長く、イシガイ亜科のカタハガイを産卵に利用していた。タビラは、九州北西部集団が最も祖先的で、瀬戸内海周辺と濃尾・伊勢平野集団、山陰地方集団、北陸地方集団に分化し、北陸地方集団からフォッサマグナ以東の日本海側集団とフォッサマグナ以東の太平洋側集団に分化したと推測された。集団の分化にともない、卵形は細長いものを祖先形質とし、球形に近いものが独立に2回太平洋側に進入したとき、つまり瀬戸内海周辺と濃尾・伊勢平野とフォッサマグナ以東の太平洋側に侵入したときに、分化したと推測された(図2)。

瀬戸内海周辺と濃尾・伊勢平野とフォッサマグナ以東の太平洋側には、同所的に卵形が細長いタイプの別種であるタナゴ類のイチモンジタナゴとタナゴがそれぞれ生息しており、それらはドブガイ亜科を利用していた。卵形は、産卵利用する貝類のタイプと対応関係があること、すなわち細長い卵はドブガイ亜科に、球形に近い卵はイシガイ亜科を利用することが推測された。タビラは太平洋側に進入するにあたり、ドブガイ亜科を利用するタナゴ類他種との産卵母貝の競合を避けるため産卵利用する貝類タイプをシフトした結果、卵形が分化したと推論した。

卵を二枚貝の鰓内に産み込む形質としてメスは産卵管をもつ。卵を産むときには伸長させるが、完熟卵を持つ時のその長さもまた個体群間で異なっていた。本州の日本海側は長く、本州の太平洋側および九州北西部集団は短かった。産卵管長は、ドブガイ亜科を利用している個体群は長く、イシガイ亜科を利用している個体群は短い傾向にあった。一方、卵形と産卵管長は、相関関係は無かった(図2)。完熟卵を持つ時の産卵管の長さは、集団の分化にともない、比較的短いものを祖先形質とし、独立に2回太平洋側に進入してイシガイ亜科を利用するようになったとき、つまり瀬戸内海周辺と濃尾・伊勢平野とフォッサマグナ以東の太平洋側に侵入したときに、長くなったと推測された。メスの体長との関係性は無かった。

卵形と産卵管長との間に相関関係は無かった(図2)。

##### 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2件)

① 北村淳一、西尾正輝、富山県氷見市保存

池におけるイタセンパラ *Acheilognathus longipinnis* の繁殖生態と生活史、魚類学雑誌、査読有、1巻、2010、35-42

② 北村淳一、諸澤崇裕、霞ヶ浦流入河川におけるタナゴ亜科魚類の産卵母貝利用、魚類学雑誌、査読有、2巻、2010、149-153

[学会発表](計8件)

① 北村淳一、佐川志朗、森 誠一、タナゴ亜科魚類を象徴とした持続可能な流水生態系保全の理論と実践、日本魚類学会年会シンポジウム企画、2010年9月26日、三重県津市

② 北村淳一、佐川志朗、森 誠一、タナゴ類とイシガイ科淡水二枚貝類の繁殖生態と分布および危機的状況の概要、日本魚類学会年会、2010年9月26日、三重県津市

③ 佐川志朗、根岸淳二郎、萱場祐一、久米 学、池谷幸樹、北村淳一、白江健造、木曾川ワンド群におけるイタセンパラ生息場所の特徴と保全再生への一考察—繁殖ワンドと浮上稚魚微生息場所の環境特性に着目して—、日本魚類学会年会、2010年9月26日、三重県津市

④ 鹿野雄一、佐藤辰郎、島谷幸宏、中島 淳、北村淳一、中国経済発展地域における河川の光と影—タナゴ・アユモドキ類から濁度3200FTU まで、日本魚類学会年会、2010年9月26日、三重県津市

⑤ 北村淳一、流水生態系におけるタナゴ類の現状と具体的保全策と実践および将来戦略、日本魚類学会年会、2010年9月26日、三重県津市

⑥ 松井亜希子、北村淳一、上田高嘉、希少淡水魚ゼニタナゴの繁殖生態と生活史、日本魚類学会年会、2010年9月24-25日、三重県津市

⑦ 松井亜希子、北村淳一、上田高嘉、希少淡水魚ゼニタナゴの繁殖生態と生活史、日本生態学会年会、2010年3月17日、東京大学

⑧ 北村淳一、芦澤 淳、吉澤亮輔、亀田さやか、ミヤコタナゴの生息域外保存池におけ

る繁殖生態と生活史、日本魚類学会年会、  
2009年10月10日、東京海洋大学

- ⑨ 北村淳一、石鍋壽寛、間瀬浩子、ミヤコタ  
ナゴ *Tanakia tanago* の産卵母貝利用様式、  
日本魚類学会年会、2008年9月21-22日、愛  
媛大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北村 淳一 (KITAMURA JYUN-ICHI)  
東邦大学・理学部・研究員  
研究者番号：00432360

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし