

櫛田川水系の2つの小河川におけるカワヒガイの産卵母貝利用

北村淳^{1,2}¹〒519-2143 三重県松阪市中万町1281 NPO法人流域環境保全ネットワーク²〒514-0006 三重県津市広明町147-2 三重県立博物館

(2010年5月10日受付; 2011年6月18日改訂; 2011年6月21日受理)

キーワード: 資源選択, 絶滅危惧種, 淡水二枚貝類, イシガイ科, 保全

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2011

Jyun-ichi Kitamura. 2011. Host mussel utilization by *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* (Cyprinidae, Sarcocheilichthyinae) in a drainage ditch and the Harai River of the Kushida River system, Japan. Japan. J. Ichthyol., 58(2): 195–198.**Abstract** Freshwater mussel (family Unionidae) utilization for oviposition by *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* was investigated in a drainage ditch and the Harai River. Twenty five freshwater mussels in *Pronodularia japonensis* (4% of 616 individuals examined) in a drainage ditch connected to the Kushida River hosted *S. v. variegatus* eggs, compared with none of two other freshwater mussel species, *Inversidens brandti* and *Unio douglasiae douglasiae*. In the Harai River, eight freshwater mussels (3 *I. brandti*, 2 *Obovalis omiensis*, 1 *Lanceolaria grayana* and 1 *Anodonta* spp.) (2.7% of 290 individuals examined) hosted *S. v. variegatus* eggs, compared with none of *P. japonensis* and *U. d. douglasiae*. Among the available freshwater mussel species, *U. d. douglasiae* may be only one selected against for oviposition by *S. v. variegatus*.

Mie Prefectural Museum, 147-2 Koumei-cho, Tsu, Mie 514-0006, Japan (E-mail: kitamura@bio.sci.toho-u.ac.jp)

ヒガイ *Sarcocheilichthys* 属魚類はコイ科ヒガイ亜科 (Cyprinidae, Sarcocheilichthyinae) に属する純淡水魚類で、河川の中・下流域および平野部の湖沼に生息し、生きた淡水二枚貝の外殻腔内に卵を産み込む特徴的な産卵生態を有する。琵琶湖産のヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microoculus* の産卵期は4月から7月で、産卵は、雌が雄と平行に並びながら貝の水管から殻頂の方に前進し、産卵管を貝の入水管に挿入して行われる。その時、雄は入水管付近で放精し、卵は貝の呼吸によって入水管から運ばれた精子によって貝内で受精する。受精後、卵は膨張して径が3.7mmの真球形になり、孵化までには21°Cで8–12日を要する (中村, 1969; 細谷, 2001)。産卵母貝種として、マツカサガイ *Pronodularia japonensis*、イシガイ *Unio douglasiae douglasiae*、オバエボシガイ

Inversidens brandti、カタハガイ *Obovalis omiensis*、トンガリササノハガイ *Lanceolaria grayana*、ドブガイ属貝類 *Anodonta* spp.、カラスガイ *Cristaria plicata*、マシジミ *Corbicula leana* およびセタシジミ *C. sandai* が知られるが (中村, 1969; 細谷, 2001; Kitamura, 2007)、利用する貝の選択性や貝種ごとのサイズの選択性は明らかとなっていない。本研究では、野外でのカワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* の産卵母貝の利用様式を明らかにするため、三重県櫛田川水系の2つの小河川において淡水二枚貝類を採集し、産卵状況の調査を行った。

材料と方法

調査は三重県松阪市の櫛田川祓川統合頭首工の左岸から取水している農業水路と右岸から取水し

ている祓川で行われた。農業水路での調査は、2009年5月24, 30, 31日の3日間、祓川での調査は、2002年4月5, 14日, 5月20, 21日, 6月4, 15, 16, 17, 28日, 7月4, 5日の計11日間実施された。5月下旬はカワヒガイの産卵の最盛期とされる時期である(細谷, 2001)。

農業水路は幅が2 mで、コンクリート製のU字溝で護岸されており、岸は垂直で河岸植生はない。流速は 61.7 ± 3.5 (平均値 \pm 標準偏差, 以下も同様) m/s, 水深は 59 ± 4 cmとどこもほぼ一定で、河床は砂や礫で物理環境は比較的一様である。調査期間中、水温は $19.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ であった。本農業水路には、カワヒガイの他に、ヤリタナゴ *Tanakia lanceolata*, タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* およびオイカワ *Zacco platypus* といった魚類が生息していた。また、カワヒガイの産卵が予想される二枚貝類として、オバエボシガイ, イシガイ, マツカサガイおよびマシジミが生息していた。

一方、祓川では、川幅が10 mほどで河岸が土で、岸の勾配はゆるやかで河岸植生は豊富であり、河床は砂や礫からなる。水深は最大74 cmで、流速は最大54.8 m/sで、物理環境は農業水路と比較すると多様である。他に生息する淡水魚類として約30種が確認されている。カワヒガイの産卵が予想される二枚貝類として、マツカサガイ, イシガイ, オバエボシガイ, カタハガイ, ヨコハマシジラガイ *Inversium jokohamensis*, トンガリササノハガイ, ドブガイ属貝類およびマシジミが生息している(北村, 2004; Kitamura, 2007参照)。

本調査地のカワヒガイの産卵母貝の利用様式を明らかにするため、農業水路では水路のコンクリート製のU字溝の1つの長さ(170 cm)と川幅(200 cm)を1つの方形枠として10枠を設置し、枠内の淡水二枚貝類のみを徒手採集した。一方祓川では、河川横断面上に岸から岸まで1 mおきに1辺が25 cmの方形枠を各4枠設置し、調査期間中計150枠内の淡水二枚貝類のみを徒手採集した。採集した二枚貝類について種を同定し殻長を計測後、生きたまま貝開機を用いて貝に負荷を与えないように殻間を約5 mm開けて、貝内にあるカワヒガイの卵および貝類の卵と幼生を確認した(Kitamura, 2006)。なおマシジミについては、本来カワヒガイの卵の有無を確認すべきであるが、採集されたマシジミは殻長2 cm以下であったため、これまでの殻長2 cm以下の二枚貝類にカワヒガイの卵が確認された報告がないことから(中村, 1969; Kitamura, 2007)、確認調査を省略した。

カワヒガイの卵がどのような貝に出現したのかを明らかにするため、まず、二枚貝種の選択性についてFisherの正確確率検定を行った。また、採集された二枚貝類全個体から無作為に産卵されていた個体数を選択することを1,000回行い、実際に産卵されていた二枚貝の種構成と同じになる確率を算出した。さらに、産卵された貝の特徴を明らかにするために、貝内のカワヒガイの卵の有無を応答変数とし、貝の殻長, 貝の卵・幼生の有無, 貝が採集された枠内の貝の密度を説明変数として、分布族が二項分布の一般化線形モデル (generalized linear model: GLM) を用いて解析を行った。モデル構築にあたりステップワイズ変数減少法にて変数選択を行い、AIC (赤池情報量規準) が最小となるようモデル選択を行った。また、解析には統計パッケージR ver 2.10.1 (R Development Core Team, 2009) を使用し、有意水準を5%とした。祓川の結果については、カワヒガイの卵を含む貝がさわめて少なかったため、統計解析は行わなかった。

結 果

農業水路では、10枠内で合計616個体(18.1個体/m²)の淡水二枚貝類が採集され、その内訳はマツカサガイ262個体, イシガイ345個体, オバエボシガイ9個体であった(Table 1)。カワヒガイの卵はマツカサガイのみで25個体(すべての貝の4.0%, マツカサガイの9.5%)にみられた。卵がみられたマツカサガイの殻長は、 42.3 ± 3.8 mm (36.9–50.9 mm) で、各貝内でみられた卵はすべて1個であった。

採集された二枚貝の個体数に対するカワヒガイの卵が確認された二枚貝の個体数には、貝種間で有意な差がみとめられた(Fisherの正確確率検定, $\chi^2=32.1$, d.f.=2, $P<0.001$)。さらに、採集された3種の二枚貝類617個体から無作為に25個体選択する計算を1000回行ったところ、マツカサガイが25個体選択されることはなかった($P<0.001$)。マツカサガイにおける貝内のカワヒガイの卵の有無について、貝の殻長, 貝の卵・幼生の有無, 貝が採集された枠内の貝の密度とは無関係であった(GLM, All $P>0.05$)。

一方、祓川では、調査期間中4月5日から6月4日までにカワヒガイの卵を含む淡水二枚貝類が採集された。その期間に採集された貝は290個体(計88枠, 13.1個体/m²)で、その内訳は、マツカサガイ14個体, イシガイ18個体, オバエボシガイ

49個体, カタハガイ98個体, ヨコハマシジラガイ78個体, トンガリササノハガイ9個体, ドブガイ属貝類24個体であった (Table 2). そのうち8個体 (2.7%) でカワヒガイの卵が確認され, その内訳は, オバエボシガイ3個体 (殻長42.7mm, 55.1mmおよび55.1mmにそれぞれ卵が2個, 4個および4個), カタハガイ2個体 (殻長43.7mmと85.7mmにそれぞれ卵が2個と10個), ヨコハマシジラガイ1個体 (殻長62.6mmに卵が1個), トンガリササノハガイ1個体 (殻長115.0mmに卵が2個), ドブガイ属貝類1個体 (殻長60.8mmに卵が2個) であった. イシガイとマツカサガイからはカワヒガイの卵は確認されなかった. 採集された二枚貝の個体数に対するカワヒガイの卵が確認された二枚貝の個体数には, 貝種間で有意な差がみとめられなかった (Fisherの正確確率検定, $\chi^2=5.8$, d.f.=6, $P=0.35$).

考 察

カワヒガイの卵は, 農業水路では採集されたすべての貝のうち4%のマツカサガイの外套腔内で確

認され, イシガイとオバエボシガイでは確認されなかった (Table 1). さらに, マツカサガイにおけるカワヒガイの卵の出現頻度は, 貝のサイズや貝の成熟状況とは無関係であった. 一方, 祓川では採集されたすべての貝のうち2.7%で, マツカサガイとイシガイ以外の貝5種で確認され, 貝種に対する出現頻度に違いはなかった (Table 2). また, 淡水二枚貝類の生息密度は農業水路 (18個体/m²)の方が祓川 (13個体/m²)より高かった (Tables 1, 2). さらに両河川で共通に生息する淡水二枚貝類の種において, 農業水路ではマツカサガイやイシガイの出現頻度は全貝種の42%と56%と, 祓川の4%と9%よりきわめて高く, 一方, オバエボシガイは1%と, 祓川の14%より低かった (Tables 1, 2). これらのことから, 少なくとも櫛田川水系のカワヒガイでは, 産卵に幅広い貝種とサイズの淡水二枚貝が利用されること, および各貝種における卵の出現頻度が貝の生息種数や出現頻度によって変わるものと考えられる. 一方, 両河川で共通してイシガイにおいてカワヒガイの卵が確認されないのは, 産卵を避けているか, あるいは産卵後

Table 1. Number and proportion of mussels in a drainage ditch connected to the Kushida River, in which *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* eggs were found. Numbers in parentheses indicate numbers of mussels in which *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* eggs were recognized

Mussel species	No. of Individuals	Proportion (%)	Shell length (mm)	
			Average±SD	Range
<i>Pronodularia japonensis</i>	262 (25)	9.5	44.3±5.8 (42.3±3.8)	31.4–64.7 (36.9–50.9)
<i>Unio douglasiae douglasiae</i>	345 (0)	0.0	47.5±3.7	20.1–60.1
<i>Inversidens brandti</i>	9 (0)	0.0	46.9±7.1	30.0–52.3

Table 2. Number and proportion of mussels in the Harai River system, in which *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* eggs were found. Numbers in parentheses indicate numbers of mussels in which *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* eggs were recognized

Mussel species	No. of Individuals	Proportion (%)	Shell length (mm)	
			Average±SD	Range
<i>Pronodularia japonensis</i>	14 (0)	0.0	47.1±9.9	30.8–60.2
<i>Unio douglasiae douglasiae</i>	18 (0)	0.0	47.2±11.0	24.8–61.6
<i>Inversidens brandti</i>	49 (3)	6.1	55.2±5.6	39.1–66.2
<i>Obovalis omiensis</i>	98 (2)	2.0	71.3±18.4	29.2–97.7
<i>Inversiunio jokohamensis</i>	78 (1)	1.3	53.0±11.2	22.2–68.3
<i>Lanceolaria grayana</i>	9 (1)	11.1	95.9±19.0	57.2–115.0
<i>Anodonta</i> spp.	24 (1)	4.2	73.6±15.9	50.8–118.0

すぐに卵が吐き出されやすい可能性が示唆される。なお、琵琶湖においてはビワヒガイの卵は、マジミ（殻長24.2 mm）、セタシジミ（殻長31.0 mm）、そしてドブガイ属貝類、カラスガイ、タテボシガイ *Unio douglasiae biwae*、トンガリササノハガイ、マツカサガイの殻長25–100 mmの貝類で確認されている（中村，1969）。またカワヒガイの卵は岡山県祇園用水ではマツカサガイ2個体（殻長38.3 mmと47.3 mmにそれぞれ卵が2個と7個，1979年6月4日）とカタハガイ1個体（殻長38.1 mmに卵が2個，1992年5月31日）で、滋賀県木之本町の農業水路ではタガイ *Anodonta japonica* 1個体（殻長37.0 mmで卵が1個，1993年4月25日）で、滋賀県南郷洗堰ではトンガリササノハガイ1個体（殻長79.5 mmで卵が1個，1997年5月16日）で確認されている（近藤，私信）。これらの結果から、一般にヒガイ類は産卵に幅広い貝種とサイズの淡水二枚貝を利用するものと考えられる。

カワヒガイは環境省のレッドリストにおいて準絶滅危惧に指定されている。その理由として、河川や水路のコンクリート護岸化や産卵するための淡水二枚貝類の消失があげられている（根岸ほか，2008；前畑，2010）。本調査地の農業水路は、ほ場整備事業により側面と底部がコンクリート護岸化され、勾配のない低平地の中を、年間を通じて通水がある水路で、河床に砂や礫が堆積している。本農業水路での淡水二枚貝類の生息密度は、物理環境が多様な河川である祇川の13個体/m²よりも多い18個体/m²であった。このような物理環境条件で淡水二枚貝類が豊富な水路は京都府八木町の水路など数ヶ所で観察されている（近藤，2003；北村，2008；北村，未発表）。したがって、側面と底部がコンクリート護岸の水路であっても、冬季に湧水せず底部に土砂がよく堆積する環境であれば、淡水二枚貝類の資源量と多様性を高めることができ、カワヒガイの生息環境として良く機能するかもしれない。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、原口公祐氏、野口亮太氏、青木隆一郎氏（近畿大学）には野外調査を、畑 啓生氏（近畿大学）、諸澤崇裕氏（筑波大学）、小宮竹史氏（京都大学）、皆川明子氏〔（独）農研機構 農村工学研究所〕には本稿についてコメントを、近藤高貴氏（大阪教育大学）にはコメントおよび未発表データを提供していただいた。ここに深謝します。

引用文献

- 細谷和海. 2001. カワヒガイ. 川那辺浩哉・水野信彦（編），pp. 310–311. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社，東京.
- 北村淳一. 2004. 河川中・下流域の生物多様性の保全—三重県祇川におけるタナゴ類の研究と保全活動—. 森 誠一（編），pp. 60–92. 環境保全学の理論と実践 4, 信山社サイテック，東京.
- Kitamura, J. 2006. Seasonal change in the spatial utilization of host mussels in relation to ovipositor length by female rosy bitterling, *Rhodeus ocellatus kurumeus*. *J. Fish Biol.*, 68: 594–607.
- Kitamura, J. 2007. Reproductive ecology and host utilization of four sympatric bitterling (Acheilognathinae, Cyprinidae) in a lowland reach of the Harai River in Mie, Japan. *Environ. Biol. Fish.*, 78: 37–55.
- 北村淳一. 2008. タナゴ亜科魚類：現状と保全. 魚類学雑誌, 55: 139–144.
- 近藤高貴. 2003. 農業土木技術者のための生き物調査（その5）—淡水貝類調査法—. 農業土木学会誌, 71: 43–48.
- 前畑政善. 2010. カワヒガイ. 環境省自然環境局野生生物課, pp. 50. 改訂レッドリスト付属説明資料 汽水・淡水魚類.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京. 455 pp.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明. 2008. 危急種・指標種としてのイシガイ目二枚貝：生息環境の劣化プロセスと保全へのアプローチ. 応用生態工学会誌, 11: 195–211.
- R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.