短 報 [Note]

プランクトンネットを用いて確認されたヨコハマシジラガイ幼生の
流下挙動

伊藤寿茂¹⁾・柿野亘²⁾・吉田豊³⁾

Seasonal flow patterns of the glochidia of the freshwater unionid mussel *Inversiunio jokohamensis* in a paddy field ditch investigated using a plankton net

Toshishige ITOH¹⁾, Wataru KAKINO²⁾, and Yutaka YOSHIDA³⁾

Abstract

Seasonal flow patterns of the glochidia of the freshwater unionid mussel *Inversiunio jokohamensis* were investigated using a plankton net (5 × 20 cm frame, 0.113 mm mesh) in a paddy field ditch. Living glochidia were collected from February to May, being most abundant in February. Dead glochidium shells were collected from February to October, being most abundant in May. A few non-mature eggs were collected in March and May. Our study shows that a plankton net is useful to investigate the flow patterns and spawning seasons of the glochidia of *I. jokohamensis*.

Keywords: freshwater unionid mussel, glochidium, flow patterns, *Inversiunio jokohamensis*

摘 要

淡水二枚貝ヨコハマシジラガイ *Inversiunio jokohamensis* の幼生の流下挙動を栃木県東部の水田用水路で調べた。水路内の中層にプランクトンネットを設置して採集を行ったところ、生きた幼生とその殻、早産卵が検出された。生きた幼生は2月から5月に確認され、早春の2月に最も多かったのに対し、殻は10月まで確認され、5月に最も多くなった。11月から1月にかけてはいずれもまったく検出されなかった。一年を通じて妊卵することが知られていた本種の繁殖期は早春から秋期までに限られ、盛期は早春期の短い間に限られることが分かった。プランクトンネットを用いた幼生の採集調査は、妊卵成貝に与える悪影響が少なく済み、イシガイ類の繁殖生態の調査に有用であることが示された。

キーワード：イシガイ類，グロキディウム幼生，ヨコハマシジラガイ，流下挙動

(2011 年 11 月 18 日受付；2012 年 1 月 20 日受理)

¹⁾ 新江ノ島水族館 〒251-0035 神奈川県藤沢市片瀬海岸 2-19-1. Enoshima Aquarium, 2-19-1 Katase-kaigan, Fujisawa-City, Kanagawa 251-0035, Japan

²⁾ 北里大学獣医学部生物環境科学科 〒034-8628 青森県十和田市東二十三番町 35-1. Kitasato University school of Veterinary Medicine, 35-1 Higashi-nijyuusanban-chou, Towada-City, Aomori 034-8628, Japan.

³⁾ 栃木県水産試験場 〒324-0404 栃木県大田原市佐良土 2599. Tochigi Prefectural Fisheries Experimental Station, 2599 Sarado, Ootawara-City, Tochigi 324-0404, Japan.

(連絡先 伊藤寿茂 itou@enosui.com)

はじめに

ヨコハマシジラガイ *Inversiunio jokohamensis* は殻長 60 – 90 mm になるイシガイ目イシガイ科の淡水二枚貝（以下、イシガイ類と表記）で、三重県、兵庫県以东の本州と北海道に分布する日本固有種である（Kondo, 2008）。関東平野では丘陵地帯を水源とする細流や農業用水路に生息し、同所に生息する淡水魚のミヤコタナゴ *Tanakia tanago* やヤリタナゴ *T. lanceolata* が産卵する母貝として機能することが示唆されている（栃木県自然環境調査研究会魚類部会, 2001; 栃木県林務部自然環境課・栃木県立博物館, 2005）。近年、各地で報告されているタナゴ類の減少の主因として、これら産卵母貝の減少がしばしば挙げられており、その生息環境や繁殖環境の適切な管理の必要性が指摘されている（根岸ら, 2008a, 2008b）。

ヨコハマシジラガイを含むイシガイ類は雌雄異体の卵胎生で、特異な繁殖生態を有す（波部, 1988; Kondo, 2008; 根岸ら, 2008a, 2008b）。まず、雄が放出した精子の集合体（精子球）（Ishibashi, 2000）を雌が取り込んで受精し、鰓の組織の一部が変形した保育嚢で幼生まで育てる。孵化した幼生はグロキディウムと呼ばれ、その体の外側は1対の殻に覆われている。体の大部分は未分化の細胞で満たされており、その中に通常1つの閉殻筋と幼生糸が分化している。幼生に遊泳能力はなく（近藤ら, 1996）、抱卵雌から放出された幼生は水流に運ばれる過程で魚類と接触し、その鰓や鰭に寄生する。寄生に成功した幼生は、寄生部位に栄養吸収のための細胞を発達させ、魚類から栄養分を吸収しながら稚貝へと変態していく。

ヨコハマシジラガイは長らく外部形態の酷似したマツカサガイ *Pronodularia japonensis* や近縁のニセマツカサガイ *I. yanagawensis* と混同されて扱われてきたため、本種と断定できるかたちでの繁殖生態の知見は少ない。幼生の宿主魚類については、一部の水域において調査がなされ、ヨシノボリ類 *Rhinogobius* spp. やカワムツ *Nipponocypris temminckii*, スマチチブ *Tridentiger brevispinis* に加えて、イシガイ類としては唯一、ホトケドジョウ *Lefua echigonia* を適合性の高い宿主として利用できることが示されている（Kondo, 2008; Itoh et al., 2010）。一方でその繁殖期については、別種として報告されているケースや（近藤, 1997）、未発表の研究成果を加味して記載された Kondo（2008）や近藤（2011）があるに過ぎない。それらによれば、本種は年間を通じて妊卵が認められ、繁殖活動は秋から夏までほぼ一年中続

き、春もしくは初夏が盛期であるとされているものの、その根拠が必ずしも明確に示されているわけではない。

イシガイ類の繁殖期を調査する手段としては、貝を解剖して外鰓を摘出し卵の有無を確認する（Kondo, 1987; 福原ら, 1994）、注射器を生殖腺に注入して得た配偶子を検鏡する（福原・長田, 1995）、貝殻をヘラや専用の開口器でこじ開けて抱卵の有無を確認する（Fukuhara et al., 1997）といった様々な方法が用いられる。しかし、これらの方法では試供個体の殻が欠けたり、軟体部に傷を付けてしまう可能性があり、個体を斃死させる危険も伴う。また、関東など一部の地域では、その個体群の規模が著しく小さくなってしまった生息地も少なくなく（栃木県林務部自然環境課・栃木県立博物館, 2005; 根岸ら, 2008a, 2008b）、従来の方法でその繁殖期を調べることは、対象個体群の繁殖に悪影響を及ぼす可能性がある（伊藤・丸山, 2004）。

こうした調査に対してデリケートな面を持つイシガイ類の繁殖期を調査するもう一つの方法として、プランクトンネット（以下、ネットと表記）を用いた幼生の採集が挙げられる。Panha（1990）はタイ産のイシガイ類4種（*Pilsbryochoncha exilis*, *Enishidens ingallsianus*, *Uniandra contradens*, *Scabies crispata*）の生息水域でネットをひき、幼生の採集量からその出現時期を論じている。また、伊藤・丸山（2004）は栃木県の水田用水路に生息するマツカサガイについて、年間を通じて水路内の様々な地点で、時刻別、層別にネットをひいて、その繁殖期と、幼生が妊卵雌によって水中に放出されてから宿主に出会うまでの挙動を調べ、幼生の流下生態として総括している。さらに、ネットを用いる調査の利点として、その繁殖に大きな影響を与える成熟個体へダメージを与えることがなく、個体群維持への負の影響を抑えられることを論じている。しかし、ネットを用いたイシガイ類幼生の調査については、その技法が確立しているわけではなく、サンプル処理の難しさもあって事例が少ないのが実情である。このたび著者らは、栃木県東部に生息するヨコハマシジラガイを対象として、ネットを用いた幼生の挙動、特にその流下量の季節変化や供給源などを明らかにすることを目的とした調査を試み、いくつかの知見を得、ネットを用いた調査方法の実用性を再認することができたので報告する。

方 法

調査水域

ヨコハマシジラガイの調査は栃木県東部の小河川上流域（以下、本川と表記）と、その一支流である水田用水路（以下、本水路と表記）で行った（Fig. 1）。本川は約 1000 km² の流域面積を有する小河川で、湧水起源のため池を水源としている。その上—中流域は比較的勾配のゆるやかな広大な平野部にあり、本川は比較的平坦で幅の広い谷である「郷面」を流れる。本川からは多数の小さな支流が枝分かれしており、それぞれが比較的急勾配で谷尻幅の狭い「谷津」内を流れる。当地域の本川と複数の支流にはかつて、広い範囲にヨコハマシジラガイが生息し、生息密度が高い地点が複数存在したが、近年の圃場整備事業の影響もあって、まとまった個体群は調査水域より下流側ではほとんど失われ、その一谷津を流れる本水路と、それとの合流地点である本川の周辺のみが生息するだけとなっている（柿野ら, 2006a,

2006b, 2007)。また、現地の地権者たちの話によれば、1960 – 1970 年代以前には少なくとも 2 種類のタナゴ類（会話の内容から、ミヤコタナゴとタナゴ *Acheilognathus melanogaster* もしくはヤリタナゴと思われる）のほか、ウナギ *Anguilla japonica*、ギバチ *Pseudobagrus tokiensis* などが豊富に生息していたという。これらの多くは農薬の大量散布を行うようになった時期を境に数を減らし、姿を消した種もある。本川流域に設置された石碑には、過去にミヤコタナゴが生息した事実が記されている（伊藤ら, 私信）。

調査を実施した本川は川幅 50 – 200 m、水深 15 – 70 cm ほどで、その左岸側に形成された本水路は奥行き約 650 m、谷底面積約 30000 m² の小さな谷津内にあって、川幅 1 m 以下、水深 10 – 20 cm 程度の小規模な水田用水路となっている。本水路の最上流部にある農業用のため池（表面積約 6200 m²）と、東部に造成されたゴルフ場の池（表面積約 90 m²）、および東側に分岐した小さな谷津（二次谷津）からの湧水を水源とし、所々で 2 – 3 つに分岐、合流しながら約 1000 m を流れ、本川に合流している（柿野ら, 2006a, 2006b, 2007, 2009）。水路、河川とも所々にコンクリート 3 面護岸が施されているものの、大部分は土盛りの土手で占められており、水路部は泥上げや土手の草取り、流量の調整といった管理が行われている。

調査は本水路に設けた測点 A と本川に設けた測点 B で行った。測点 A は本水路の東側と西側の水路が合流する地点で、その上流側にはヨコハマシジラガイが高密度で生息する複数の水域が認められている（柿野ら, 2006a, 2006b, 2007, 2009）。測点 B は小貝川と用水路が最初に合流する地点の直上（約 10 m 上流側）にある。ここより上流でのヨコハマシジラガイの定量的な採集調査は行われていないが、過去の定性的な採集では、ほとんど採集されておらず、貝がほとんど生息していないと考えられる（柿野, 私信）。

調査方法

本調査用に自作したネットを水路内に設けた測点に設置して、水域内を流下する幼生を採集した。ヨコハマシジラガイの幼生は殻長約 0.2 mm なので（Kondo, 2008）、ほぼ同サイズのマツカサガイ幼生で用いられたネットと同型のものを使用した（伊藤・丸山, 2004）。ネットの目合を 0.113 mm とし、本水路の流れ幅や水深が小さいことを考慮して、ネットの間口は幅 20 cm、高さ 5 cm の長方形とした。ネットの濾過効率については、

Fig. 1. Location of the study site in a river in Tochigi Prefecture, central Japan.

図 1. 調査水域。栃木県東部の小河川と支流の水田用水路に設けた調査地点。

Tranter・Smith の公式を用いて（大森・池田，1976），85 % 以上になるように設計し，また目詰まりを防止するために1回あたりのネットの設置時間は5分間に抑えた。さらに，各調査回ごとにネットの網口とその周囲で流速や水深を測定して水路の流量やネットの実際の濾水量を算出した。水路の流量の算出は，水面の水路幅の両端の2点と，水路幅を4等分した水面の点（以下，それぞれ流心部，右岸部，左岸部と表記）から水底まで垂直に下ろした3点を結んだ5角形を水路の断面積と見なし，この中を平均流速（水路の流心部，右岸部，左岸部の水中で計測した流速の平均値）で単位時間あたりに通過する水の量とした。ネットの濾水量はネット入口の中心部で流速を測定し，間口面積の中を単位時間あたりに通過する水の量とした。

調査は2008年9月28日から2009年8月29日までの間，1－2ヶ月間隔で計12回行った。測点Aと測点Bにおいて，調査地点の流量を算出するための水深，川幅，流速を計測し，ネットを水路内の中層に設置し，午前中（9－12時）と午後（13時－17時）にそれぞれ1回，計2回ずつ採集を行なった。採集した流下物は5%ホルマリン水溶液で固定して持ち帰り，実体顕微鏡を用いて幼生の同定と計数を行った。午前と午後の採集数の平均値を各調査日の流下量の概数として用いた。

結 果

採集された幼生の形態

ネットで採集した標本中には，グロキディウム幼生が観察された（Fig. 2a）。幼生の各部位の計測値（10個体

の平均値：殻長 0.200 mm，殻幅 0.159 mm，殻高 0.180 mm，蝶番線の長さ 0.163 mm）と殻の形状（亜三角形の有鉤子型）は Kondo（2008）に記載されたヨコハマシジラガイの幼生と一致し，それ以外のタイプのもの（Fukuhara et al., 1997; 近藤，2008; 中川ら，1998）は含まれていなかったで，全てヨコハマシジラガイの幼生とみなした。伊藤・丸山（2004）で示されたマツカサガイの幼生と異なり，ほとんどの幼生は殻が半開きの状態で確認され，完全に殻が閉じていたり，全開になっているものはほとんど見られなかった。一方で，上記の幼生と同タイプの殻で，閉殻筋や未分化細胞が失われ，殻が開いた状態のもの（以下，殻と表記：Fig. 2b）と，未発段階の早産卵と思われるもの（以下，早産卵と表記：図2c）も観察された。殻はその一部が凹凸を呈していたり，部分的な欠損や砂泥の付着が見られるものも多かったが，全て左右が蝶番でつながった状態であった（Fig. 2b）。早産卵は白色～黄白色のほぼ球形を呈していた。過去に観察したマツカサガイの早産卵（伊藤ら，未発表）と非常に酷似しており，サイズも殻を閉じた状態の幼生とほぼ同程度であったことから，本種の早産卵であると判断した。

幼生の流下量の季節変化

測点A，Bにおいて2008年9月から2009年8月まで実施した幼生の日中の流下量（午前中と午後の平均値）の季節変化の調査結果を Fig. 3 に示した。水路の流量は大きく変化するので，2つの測点の比較のために幼生の通過量を算出して，それをその測点の流下量とした。

本水路内に設けた測点Aの流下量をみると（Fig.

Fig. 2. Photomicrographs of *Inversiunio jokohamensis* glochidia. a: living glochidium. The arrow shows the adductor muscle. b: dead glochidium shell with no live tissue. c: non-mature egg. The scale bar is equal to 100 μ m length.

図2. ヨコハマシジラガイのグロキディウムの顕微鏡写真。aは通常の幼生で一つの閉殻筋（矢印）と未分化細胞が殻内を満たしている。bは幼生の殻で，内容物はなくなっている。cは早産卵と思われるもの。スケールはそれぞれ100 μ m。

3A), ヨコハマシジラガイの幼生は2008年の9月から2009年の1月まではまったく流下が見られなかったが, 2月中旬から流下し始め, そのあと5月下旬まで流下が見られた。流下量のピークは2月から4月にかけて認められたが, 2009年2月21日(395.45 個体/分)の量が他の調査日よりも突出して高く, それ以後は減少してゆき, 2009年7月11日以降は全く出現しなくなった。一方, 殻は生きた幼生ほど顕著な流下量のピークは見られなかったが, 生きた幼生よりやや遅い2009年5月30日(61.12 個体/分)に認められ, さらに生きた幼生が出現しなかった2008年9-10月, 2009年7-8月まで流下が確認された。早産卵は2009年3月21日(8.13 個体/分)と5月30日(16.61 個体/分)の2回確認された。なお, 晩秋期-冬期(11月-1月)には生きた幼生, 殻, 早産卵とも全く流下が認められなかった。

次に, 本川内に設けた測点Bの流下量をみると(Fig. 3B), 測点A(Fig. 3A)と比較して, ほとんどの調査日で幼生の流下量が著しく少なかった。測点Bについては, 特に測点Aにおいて流下量が特に高かった2月21日(395.45 個体/分)から4月11日(49.97 個体/分)までの期間において, 幼生, 殻とも全く流下が見られなかった。一方で, 5月30日以降には測点Bにおける殻の流

下量が増加し, 測点Aではほとんど流下が見られなくなった7月11日に13.35 個体/分, 8月29日にも41.98 個体/分が確認された。なお, 早産卵は全調査期間を通して全く確認されなかった。測点A, Bの流速は全体の平均で約27.6 cm/secであり, 本水路内の測点Aで平均18.61(標準偏差13.49) cm/sec, 本川内の測点Bで平均36.75(標準偏差25.88) cm/secであった。

考 察

今回の調査で, ヨコハマシジラガイの幼生について, ネットによる調査を通して, これまで得られなかった野外での流下生態に関する知見を得ることができた。本研究では, 既知のマツカサガイの調査(伊藤・丸山, 2004)を参考にして, あらかじめ幼生の流下量が多くなると推測された時間帯や層に絞ってヨコハマシジラガイの調査を行い, ネットを用いた調査技法が他種のイシガイ類に対しても実用的であることも確認できた。今回の調査によって明らかになったヨコハマシジラガイの幼生の流下量には, ある程度のピークや季節的消長が見られる。その流下時期は2月-10月の9ヶ月間に及んだが, 流下量が多くなる時期はごく短く, 早春の1-2ヶ月の間に集中する。この結果は, 本種はたとえ年間を通して妊卵していたとしても(Kondo, 2008; 近藤, 2011), 早春の1-2ヶ月間以外は幼生の放出を行わない可能性を示唆している。しかし, 本種が繁殖期以外も卵を保有する理由は現在のところ不明であり, 上記の繁殖習性が本種の一般的な生態であるか否かも含めてより詳細かつ広範な調査が必要である。

幼生の流下量の日周期変化については, マツカサガイにおいて日中に多いことが確認されている(伊藤・丸山, 2004)。本調査では夜間の調査は行っていないが, 調査の結果より, 日中に幼生の流下を調査することが可能であると分かる。捕食者から逃避する能力を持たないヨコハマシジラガイの幼生にとって, 日中に流下することは捕食による幼生の減耗を避けるという点では不利であるように思われる。しかし, カワムツなど, 本種に適した宿主のいくつか(Itoh et al., 2010; Kondo 2008; 近藤, 2011)は昼行性であり(川那部・水野, 1995), 昼間は流れの強い場所に定位して流下物や落下物などを摂餌する。本種の幼生の寄生部位は大部分が宿主の魚の鰓の部分に対して行われる(Itoh et al., 2010)。幼生の寄生は宿主によって捕食された時に胃の中に飲み込まれなかった場合に行われると推測されるので, 幼生は日中に水域内

Fig. 3. Seasonal changes in the number of glochidia captured at two sites (A, B) in the study area from September 2008 to August 2009.

図3. 測点別のグロキディウム流下量(平均値)の季節変化(2008年9月-2009年8月)。

を流下することで宿主との接触機会を増やしていると考えられることもできる。

幼生の流下層については、マツカサガイにおいて水路の上層と下層で明確な差はなかった（伊藤・丸山, 2004）、ネットを中層 1ヶ所のみを設置して調査を行ってみた。その結果、幼生を定量的に採集できることが確認できた。一方で、より水深がある水域や、流速が小さく安定した水域においては、幼生の流下層に偏りがある可能性もあり、今後の調査が必要である。

幼生の形態については、魚類に寄生して発生が進むにつれて閉殻筋が 2 つに増えるという報告がドブガイ類 (*Anodonta* spp.) や (福原ら, 1990)、カタハガイ *Pseudodon omiensis* で報告されている (中川ら, 1998)。マツカサガイやヨコハマシジラガイについても閉殻筋の増加は別の飼育実験によって確認されており (伊藤, 未発表)、無染色の状態でも、閉殻筋や内臓の形成に伴う色彩の変化を観察することで、発生が進んでいるか否かを判別することが可能である。つまり、閉殻筋の数が 1 つであれば幼生、2 つであれば稚貝もしくは発生の進んだ幼生と考えることができる。しかし、本調査で流下ネットを用いて採集されたグロキディウム幼生の形状は一律で、すべて 1 つの閉殻筋が確認できる亜三角形のものだけであった。つまり、発生の進んだ幼生もしくは稚貝は流下ネットの採集物中には含まれていなかったことになる。このことから判断して、魚類から脱落した本種の稚貝は直ちに泥中に潜るなどして、長い距離を流下することはないものと推測される。

本調査ではかなり多くの幼生の殻が流下していることが明らかになったが、この殻の由来については 3 つの可能性がマツカサガイについて既に列記されている (伊藤・丸山, 2004)。その第 1 は、魚類への寄生に失敗した個体に由来する場合である。マツカサガイやヨコハマシジラガイの幼生はかなり大量に放出されるが、その全てが魚類に接触する機会に恵まれる可能性は小さく、かなり多くの幼生が宿主に出会えないまま死滅しているものと思われる。これらの死滅個体も流下物に含まれているものと思われる。第 2 の可能性は、寄生には成功したが稚貝に変態するまで寄生を続けられずに脱落した個体に由来する場合である。イシガイ類の幼生は寄生した魚類が宿主として適切でない場合に、短期間で魚体から脱落してしまうことが知られている (伊藤ら, 2003; Itoh et al., 2010; Kondo, 1989)。調査水域にはヨコハマシジラガイの幼生にとって適合性の高い宿主ばかりではなく、かなり多くの幼生が非宿主であるドジョウ *Misgurnus*

anguillicaudatus やシマドジョウ *Cobitis biwae*, タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* など (柿野ら, 2006a, 2006b, 2007, 2009) に寄生し、短期間で脱落して水路内を流下していることが推測される。なお、寄生した幼生が短期間で脱落してしまう要因としては、魚類の持つ免疫性や (Fustish and Milemann, 1978; Kondo et al., 2000; Kovitvadihi et al., 2001; Panha, 1992, 1993)、魚類が寄生幼生を体から落とそうとする行動 (鰓に砂を通す、体を物に擦り付けるなど) が関与していると考えられる。ただし、今回の調査では、殻の内側に閉殻筋などの肉質部が残った幼生の死体は全く観察されていない。肉質部の残った死体が全く採集されないのはやや不自然に思えるが、幼生の肉質部はごく少量なので、死後速やかに分解される可能性もある。第 3 の可能性は、幼生が稚貝へと変態した後に脱ぎ捨てた脱皮殻に由来する場合である。イシガイ類の幼生は稚貝へ変態する過程で内側に貝本来の新しい殻を形成し、幼生の殻を不要物として脱落させる (長田・福原, 2000; Kovitvadihi et al., 2001)。しかし、マツカサガイやヨコハマシジラガイの稚貝を飼育すると底生生活に入ってから 1 ヶ月以上経っても殻を付着させたままであるとの観察結果もあり (伊藤, 未発表)、また、自然条件下で稚貝が始終砂に潜っているとすれば、脱皮殻が大規模に流出する可能性も小さいように思われる。宿主から脱落した稚貝が砂底に潜る際の摩擦などで殻が脱落する可能性もあるので、今後の追跡調査が必要である。

ヨコハマシジラガイでは、2 月中旬に幼生の流下が始まった時点では、殻の流下量は少なく (Fig. 3)、ネットで採集された殻の多くは、寄生後短期間で脱落した個体の死に殻と、寄生生活を終えた稚貝の脱皮殻に由来しているものと考えられる。本水路で 3 月と 5 月に少量の早産卵が流下していたことについては、同じイシガイ類のイケチョウガイ *Hyriopsis schelegeli* で、外部からの些細な刺激によって妊卵個体が未成熟な卵や幼生を吐き出すことがあると報告されていることから (水本・小林, 1955)、農作業に伴う水温や流下物の変化や、調査時に調査者が与えた振動や水の攪拌といった変化を妊卵個体が敏感に感じ取り、早産を誘発した可能性が考えられる。一方で、妊卵期間の長い本種が発生段階の異なる卵や幼生を同時に抱いていたり、それらを区別せずに水中に放出しているという可能性も否定できない。これらを調べるには成貝の貝殻を開けて卵や幼生の発生段階を季節別に調べる必要があるが、冒頭で述べた通り、本調査地のような個体群の脆弱な水域では、個体に与えるダメージを懸念し、その実施には慎重を期すべきである。

今回の調査では、成貝の主な分布水域の上流端でも調査を行い、幼生の放出される水域外での出現状況について知ることができた。ヨコハマシジラガイの生息域の直上流域に設けた測点 B では、生きた幼生の流下量は生息域の中心に設けた測点 A と比較して著しく少なく、本川の調査水域より上流側には成貝の生息数が少ないことが裏付けられた。一方で、両測点において幼生の殻が流下していたことは、測点の下流側で幼生の寄生を受けた魚類の一部が上流へ遡り、測点のさらに上流側に移動していたためと思われる。これは、本種の幼生が魚体に寄生して水路内を遡上している可能性を示唆している（近藤ら, 2011）。成貝の移動性が低く（近藤・加納, 1993）、幼生も遊泳能力を持たないヨコハマシジラガイは、水中に大量に放出された幼生が水域を流下し、宿主となる魚類に出会い、魚類の移動によって広範囲の水域に分散するものと考えられる。イシガイ類の稚貝は成貝とは異なる生息環境を必要とするとの報告もあり（D'Eliscu, 1972）、幼生期の分散は貝の生残率、生産性を向上するための重要な要素であると考えられることができる。

モニタリング技法としてのネット調査の実用性

イシガイ類の繁殖時期を調べるために成貝の妊卵を直接確認する方法では、個体に致命的なダメージを与える可能性がある点はすでに指摘した。たとえ注意深く個体を扱って、物理的なダメージを与えずに済んだとしても、マツカサガイやイケチウガイでは外部からの些細な刺激や短時間の干出によって妊卵個体が未成熟な卵や幼生を吐き出す例がすでに報告されており（宮部ら, 2007; 水本・小林, 1955）、従来の方法でイシガイ類の繁殖期を調べることは、対象個体群の繁殖に何らかの悪影響を及ぼす可能性を拭き切れない。これに対して、本研究や伊藤・丸山（2004）で提案、実施したネットを使用した幼生の採集による調査は、繁殖期の親貝にダメージを与えることなく、詳細な資料を収集することが可能である。今回の調査によって明らかになったヨコハマシジラガイの繁殖盛期は早春～春期で、既知の繁殖期や妊卵期とはやや異なり、より正確な本種の繁殖生態を検出した結果と考えられ、本種を含むイシガイ類の繁殖時期を確認するための方法としての有効性に疑問はないものと判断できる。また、他のイシガイ類についても「適度の水流を備えた水域でありさえすれば」という限定つきではあるが、モニタリング方法としての適用範囲は広い。対象となる種や水域の環境特性に応じて改良の余地が残されているが、ネットの形状や設置時間といった様々な技術的

検討を重ねることによって、より正確なグロキディウム幼生の流下状況の把握が可能になると思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、調査水域で水田耕作を営んでおられる星野雄司氏をはじめとする地権者の皆様には、調査の許可を頂いただけでなく、多大なご援助、ご理解を賜った。東京海洋大学の丸山隆助教、京華学園中学・高等学校の小林敦博士には、本研究を進める上での有益な助言を頂いた。そして、新江ノ島水族館の堀由紀子館長、堀一久氏をはじめとする展示飼育部の皆様には、本研究を行う機会を与えて頂いた。これらの方々に心よりお礼申し上げる次第である。

文 献

- D'Eliscu, P. D. (1972): Observation of glochidium, metamorphosis, and juvenile of *Anodonta californiensis* Lea, 1857. *The Veliger*, 15: 57-59.
- 福原修一・長田芳和 (1995): 溜池におけるドブガイの個体間距離及びその決定要因の推定. *Venus (Japanese Journal of Malacology)*, 54: 317-327.
- 福原修一・中井一郎・長田芳和 (1990): 淡水二枚貝ドブガイ *Anodonta woodiana* の魚体寄生時における発生経過. *Venus (Japanese Journal of Malacology)*, 49: 54-62.
- 福原修一・田部雅昭・近藤高貴・河村章人 (1994): 淡水二枚貝ドブガイに見られる遺伝的 2 型の繁殖期. *Venus (Japanese Journal of Malacology)*, 53: 37-42.
- Fukuhara S., H. Kihira, S. Masuda, M. Tabe and T. Kondo (1997): Breeding season of *Oguranodota ogurae* (Bivalvia: Unionidae) in a small pond. *Venus (Japanese Journal of Malacology)*, 56: 299-304.
- Fustish, A. C. and R. E. Millemann (1978): Glochidiosis of Salmonid fishes. II. Comparison of tissue response of Coho and Chinook salmon to experimental infection with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda: Margaritanidae). *Journal of Parasitology*, 64: 155-157.
- Ishibashi, R., A. Komaru and T. Kondo (2000): Sperm sphere in unionid mussels (Bivalvia: unionidae). *Zoological Science*, 17: 947-950.
- 伊藤寿茂・丸山隆 (2004): マツカサガイのグロキディウム幼生の流下生態. *日本生態学会誌*, 54: 85-94.
- 伊藤寿茂・尾田紀夫・丸山隆 (2003): マツカサガイのグ

- ロキディウム幼生の寄生生態. 日本生態学会誌, 53: 187-196.
- Itoh T., Kakino W. and Yoshida Y. (2010): Host species for glochidia of the freshwater unionid mussel *Inversium jokohamensis*. Venus (Japanese Journal of Malacology), 69: 41-48.
- 柿野亘・水谷正一・後藤章 (2009): 栃木県下における谷津水域の魚類の生息環境モデルの構築. 農業農村工学会論文集, 263: 99-107.
- 柿野亘・藤咲雅明・水谷正一・後藤章 (2006a): 小貝川上流の谷津における魚類・両生類の生息と水域特性との関係. 農業農村工学会論文集, 241: 123-131.
- 柿野亘・水谷正一・藤咲雅明・後藤章 (2006b): 谷津内水路に生息する魚類の分布とそれを支配する要因の推定. 農業農村工学会論文集, 246: 1-8.
- 柿野亘・水谷正一・藤咲雅明・後藤章 (2007): 利根川水系小貝川上流域の谷津内水路の魚類の生息密度に影響を与える環境因子の期別変化. 農業農村工学会論文集, 247: 19-29.
- 川那部浩哉・水野信彦 (編・監修) (1995): 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 第2版. 山と溪谷社, 東京.
- 近藤美麻・伊藤健吾・千家正照 (2011): イシガイ類4種の寄生主およびその移動に伴う幼生の分散. 農業農村工学会論文集, 272: 73-79.
- Kondo, T. (1987): Breeding seasons of species of Unionid mussels (Bivalvia: Unionidae) in a small creek. Venus (Japanese Journal of Malacology), 46: 227-236.
- Kondo T. (1989): Differences in size and host recognition by glochidia between summer and winter breeders of Japanese Unionid mussels. Venus (Japanese Journal of Malacology), 48: 40-45.
- 近藤高貴 (1997): イシガイ類幼生の寄生魚種. 魚類自然史研究会会報ボテジャコ, 1: 5-10.
- Kondo, T. (2008): Monograph of unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). 日本貝類学会特別出版物第3号, V + 69pp, 東京.
- 近藤高貴 (2011): 日本産イシガイ類図鑑. Online. Available from internet <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~kondo/unio/unio.html> (downloaded on 2011-11-7).
- 近藤高貴・加納正子 (1993): イシガイ類 (淡水産二枚貝) 6種の移動行動. 陸水生物学報 8: 1-4.
- 近藤高貴・橋本真・松村宣也 (1996): 溜池に生息するヨシノボリへのドブガイ幼生の寄生状況. 陸水生物学報, 11: 25-29.
- Kondo, T., M. Yamada, Y. Kusano, and K. Sakai (2000): Fish hosts of the freshwater pearl mussel *Margaritifera laevis* (Bivalvia: Margaritiferidae) in the Furebetsu river, Hokkaido. Venus (Japanese Journal of Malacology), 59: 177-179.
- Kovitvadhi, U., C. Kannika, and N. Napavarn (2001): Scanning electron microscopy of glochidia and juveniles of the freshwater mussel, *Hyriopsis myersiana*. Invertebrate Reproduction and Development, 40(2-3): 143-151.
- 宮部多寿・高橋克夫・井上雅之 (2007): マツカサガイ *Inversidens japonensis* の人工増殖に関する基礎研究. 千葉県水産総合研究センター研究報告, 2: 53-60.
- 水本三朗・小林吉三 (1955): イケチョウガイの増殖に関する研究 (第5報). 滋賀県水産試験場研究報告, 6: 9-13.
- 長田芳和・福原修一 (2000): 貝に卵を産む魚. トンボ出版, 大阪.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明 (2008a): イシガイ目二枚貝の生態学的研究: 現状と今後の課題. 日本生態学会誌, 58: 37-50.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明 (2008b): 指標・危急生物としてのイシガイ目二枚貝: 生活環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ. 応用生態工学, 11: 195-211.
- 中川幸・出野卓也・近藤高貴 (1998): カタハガイ幼生の成長と発生経過. 大阪教育大学紀要 第三部門, 46: 181-186.
- 大森信・池田勉 (1976): 第2章 動物プランクトンの採集, 動物プランクトン生態研究法: 16-45. 共立出版株式会社, 東京.
- Panha, S. (1990): The site survey and the study on reproductive cycles of freshwater pearl mussels in the central part of Thailand. Venus (Japanese Journal of Malacology), 49: 240-257.
- Panha, S. (1992): Infection experiment of the glochidium of a freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana* (Lea, 1856). Venus (Japanese Journal of Malacology), 51: 303-314.
- Panha, S. (1993): Glochidiosis and juvenile production in a freshwater pearl mussel, *Chamberlainia hainesiana*. Invertebrate Reproduction and Development, 24: 157-160.
- 栃木県林務部自然環境課・栃木県立博物館 (2005): レッダデータブックとちぎー栃木県の保護上注目すべき地形・地質・野生動植物一. 栃木県林務部自然環境課,

プランクトンネットを用いて確認されたヨコハマシジラガイ幼生の流下挙動

栃木県.

栃木県自然環境調査研究会魚類部会(2001): 栃木県自然
環境基礎調査 栃木の魚類. 栃木県林務部自然環境課,
栃木県.