

特集：特定外来生物カワヒバリガイの現状と課題1

論文

矢作川におけるカワヒバリガイ浮遊幼生の出現 および付着時期と水温との関係

Relationship between water temperature and period of occurrence and attachment in planktonic larvae of golden mussel *Limnoperna fortunei*, in the Yahagi River.

濱田 稔

Minoru HAMADA

要 約

矢作川において2004年にカワヒバリガイの侵入が確認された。本種に対する付着対策の一助とするため、2006年度に生殖腺成熟度の周年変化を、続く2007年度および2008年度に浮遊幼生の出現期、付着時期および成長・死亡率の周年変化を調査した。

2006年の成熟度調査において、成熟した生殖腺を持つ個体は6月～10月、概ね水温18℃以上で観察され、本種の繁殖は夏期を中心に行われることが示唆された。続く2007～2008年度の調査にて浮遊幼生が出現した時期は、2007年が7月中旬～9月上旬、2008年が7月中旬～10月上旬であり、水温20℃以上で出現する傾向にあった。2007年度と2008年度で出現ピークを比較すると後者が約2週間早く、梅雨明け後の水温上昇とよく連動しており、水温が浮遊幼生の出現時期に大きく影響していることが示唆された。また、付着板調査では両年とも浮遊幼生の出現ピーク直後に付着数が最大となり、浮遊幼生の出現とよく連動した。すなわちこれらの結果から、矢作川では梅雨明けの時期から付着時期を簡易に予測できる可能性が示唆された。

成長調査にて高い成長が見られた期間は2007年で9月～10月、2008年は6月～10月で、水温が17℃以上で成長が高い傾向にあった。また、殻長によって最適水温が異なり、殻長20mm未満の個体は26℃、同20mm以上は20～23℃に最適水温があることが示唆された。一方、死亡率調査において、死亡率が高く推移した期間は2007年で8月～10月、2008年で7月～9月となり、水温20℃以上で死亡率が高い傾向にあった。矢作川においてカワヒバリガイの成長最適水温と致死水温は極めて近接しており、他の水生生物で見られる関係と矛盾することから、矢作川における本種の死因は水温以外の要因が関与していることが強く示唆された。

キーワード：カワヒバリガイ、成熟、浮遊幼生、付着時期、水温

はじめに

カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* (図1) は、中国大陸から朝鮮半島にかけて分布する淡水産二枚貝である(中井, 2001)。本種は、堅い基盤上に密集して付着し、利水施設などに甚大な被害を及ぼすことが知られる。我が国では1990年に木曾川水系(木村, 1994)、1992年に琵琶湖水系(松田・上西, 1992)において侵入が確認された。

国内河川での生息確認以降、その範囲は上記2水系に限られる状況が続いていたが、2004年に矢作川水系(白金, 2004)および天竜川水系(国土交通省, 2006)、2005年には利根川水系の大塩湖周辺(片山ほか, 2005)と霞ヶ浦(須能, 2006)で確認が相次ぎ、短期間のうちに分布確認域が拡大した。



図1 矢作川河床の石に付着するカワヒバリガイ。

そこで、カワヒバリガイに対する防除対策の一助とするため、2006年度から2008年度にかけて矢作川における本種の成熟、浮遊幼生の出現、付着状況、成長、生残および水温など各種水質指標の観測を行った。本稿ではそれらの概要について報告する。

調査方法

1. 成熟度調査

矢作川におけるカワヒバリガイの生殖年周期を把握するため、2006年度において、河川から採取した個体の生殖腺を観察し、成熟度の推移を調べた。なお、矢作川では上流部と中流部においてカワヒバリガイの個体サイズが異なることが報告されており（内田，2005）、採集場所によって成熟状況が異なることも予想されたため、観察用個体の採取は上流部（St. 1、百月ダムより約400 m下流、図2のA）および中流部（St. 2、越戸ダムより約2 km下流、図2のB）の2箇所で行った。調査は2006年4月から12月の間、基本的に隔月（偶数月）に1回実施した。ただし、9月に臨時で採集を行ったほか、St. 1では6月および12月に河川の出水により採集を行えなかった。1回の採取では各地点20個体ずつ採集するよう努めたが、20個体に満たない場合でも30分探索した時点で採取を打ち切った。また採取時は水温を測定した。

採取した個体についてはすみやかにBouin氏液（ピク

リン酸飽和水溶液：ホルマリン原液：氷酢酸=15：5：1）により固定した。生殖腺の観察部位は摘出が容易な外套膜とし、5 mm×5 mmの大きさで摘出した。摘出した外套膜から、定法により5~6 μmパラフィン連続切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン二重染色を施した後、光学顕微鏡下で観察した。

生殖腺の成熟度判定は、ムラサキガイ等の二枚貝の区分（劉・梶原，1983；濱田，2003）を参考に、雌雄ともに回復期（図3のA）、成長期（図3のB）、成熟期（図3のC）と放出終了期（図3のD）の4段階に区分し、うち成熟期のもを産卵中の個体と判定した。各成熟段階の形態的特徴については次の(1)~(4)に示す。

なお、劉・梶原（1983）が述べているように、同一個体でも時期によって生殖腺に異なる成熟度の部位が混在する可能性がある。その場合には、回復期→成長期→成熟期→放出終了期→回復期の順で、最も進んだ成熟段階にあるものとして取り扱った。

(1) 回復期

生殖腺が著しく収縮し、雌雄の判別は困難である。放卵または放精による生殖腺濾胞の間隙が広くみられる。卵巣では、卵原細胞と初期卵母細胞が濾胞に集中し、中期卵母細胞と後期卵母細胞がみられない。精巣では、生殖上皮の近くに精原細胞と初期精母細胞がみられるが、精細胞と精子はみられない。

(2) 成長期

生殖腺は回復期のものよりやや大きくなり、盛んな生殖細胞形成が見られる。卵巣では卵原細胞、初期卵母細胞、中期卵母細胞および後期卵母細胞がみられるが、後期卵母細胞が少なく、初期卵母細胞と中期卵母細胞が比較的卓越する。卵母細胞がこの時期以後肥大し、細胞質が次第にヘマトキシリンで濃染されるようになる。この頃の卵母細胞は生殖上皮から濾胞の内腔に向かって伸び、洋梨状を呈する。精巣では、精原細胞、精母細胞、精細胞および精子ともに存在する。精母細胞の数が著しく増加し、生殖腺濾胞を埋め始め、生殖腺内腔は狭まる。

(3) 成熟期

生殖腺はかなり大きくなり、外套膜に充満している状態となる。卵巣では、様々な発達段階にある生殖細胞が同時に観察されるが、成熟した卵細胞が占める部分が多くなると共に幼若性生殖細胞が減少する。精巣では生殖腺が内腔に充満し、精子の集合によって生じる放射状構

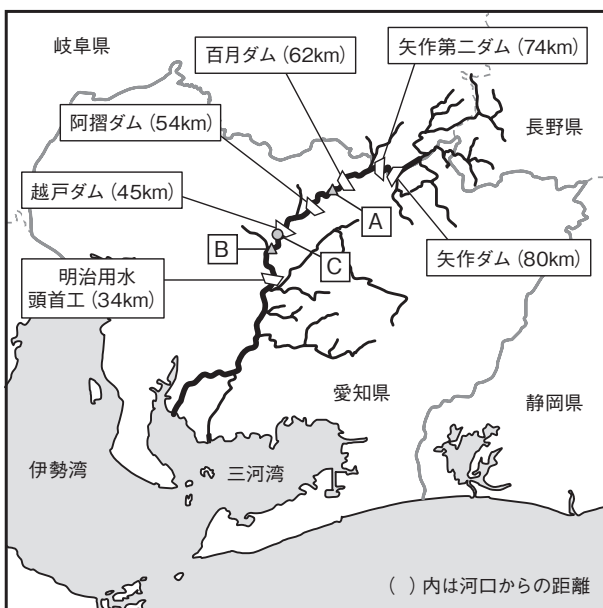


図2 矢作川における各調査地点。
A：成熟度調査（St. 1）、B：成熟度調査（St. 2）、
C：浮遊幼生調査・付着調査・成長・死亡率調査。

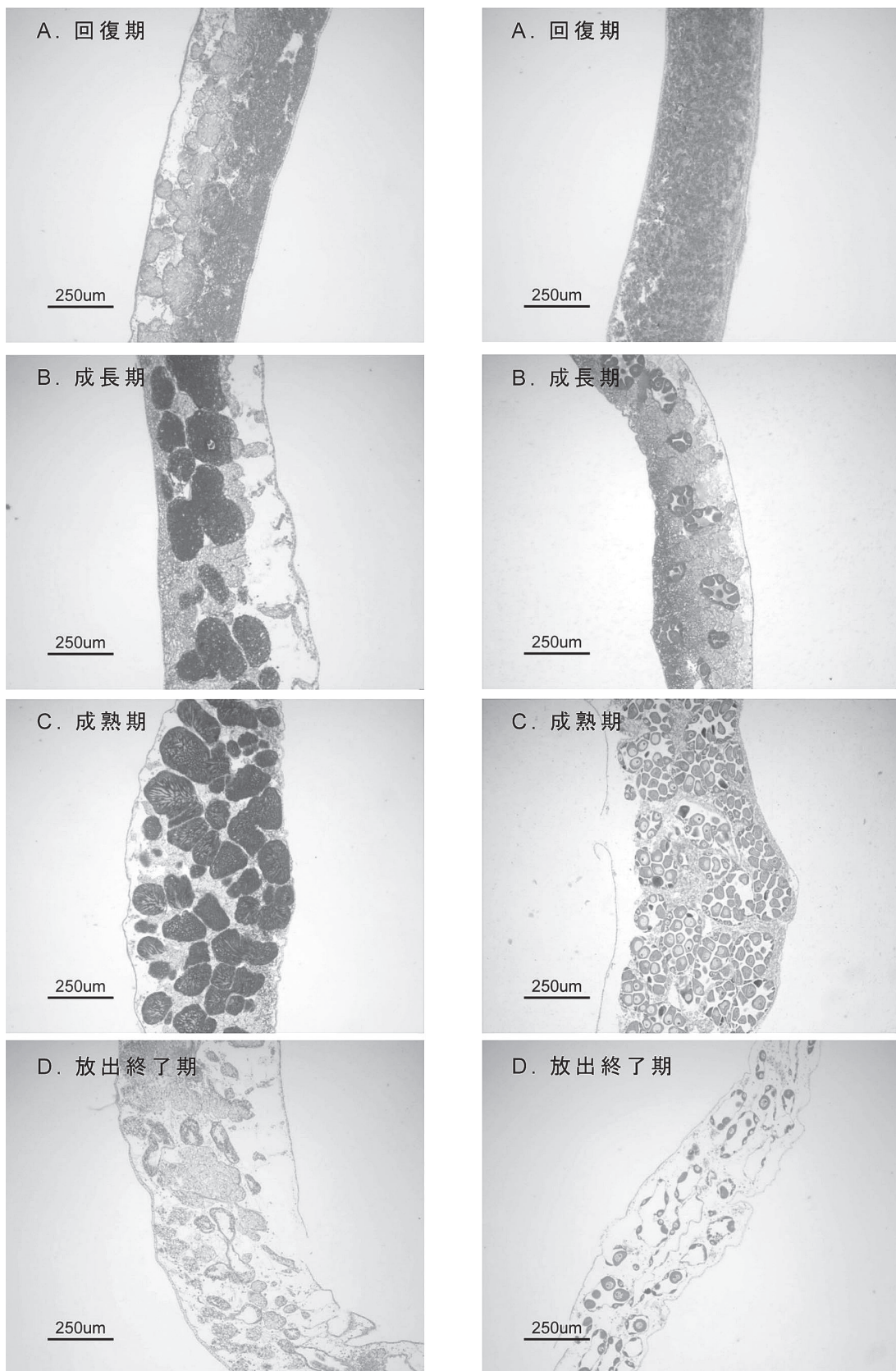


図3 カワヒバリガイ生殖腺の成熟段階 (左：精巣, 右：卵巢).

造がみられる。精子の占める割合が卓越し、精母細胞、精細胞がわずかにみられる。

(4) 放出終了期

放精または放卵を完了した状態で、生殖腺は小さくなり、生殖腺内腔に空隙が目立つようになる。残留する精子や成熟卵細胞はわずかとなり、再吸収過程に入っていることが多い。再吸収過程の進行と共に生殖細管の構造が不明瞭になる。

2. 浮遊幼生調査

矢作川における浮遊幼生の出現時期を明らかにするため、2007年5月から2009年2月の間、河川水中の浮遊幼生出現密度の経時変化を観察した。調査地点は矢作川中流部に位置する越戸ダム取水口とした(図2のC)。浮遊幼生は水中ポンプで河川水を2 m³採水し、目合95 μmのプランクトンネットでろ過することにより採取した。調

査頻度は基本的に月1回としたが、2008年7月初旬から10月初旬の間のみ、週1回とした。なお、浮遊幼生調査を含め、後述する付着板調査および成長・死亡率調査の全期間を通じて水温データロガー(JFEアレック製、COMPACT-CLW)により連続水温測定を行ったため、以下、水温は全て日平均水温にて表記した。

3. 付着調査

カワヒバリガイの付着時期を明らかにするため、付着板を用いて付着個体数の経時変化を観察した。調査期間は浮遊幼生調査と同じく2007年5月から2009年2月の間に行った。付着板には藤永・坂口(2009)がシマトビケラ類観察用として使用した付着板(塩ビ製、25×25 cm、表面に5 mm間隔で深さ2 mm、幅5 mmの溝付き、図4左)を用い、越戸発電所導水路内(取水口より543.7m地点)に浸漬した(図2のC)。なお、付着板には交換頻度の異なる5試験区(1ヶ月、6ヶ月、12ヶ月、16ヶ

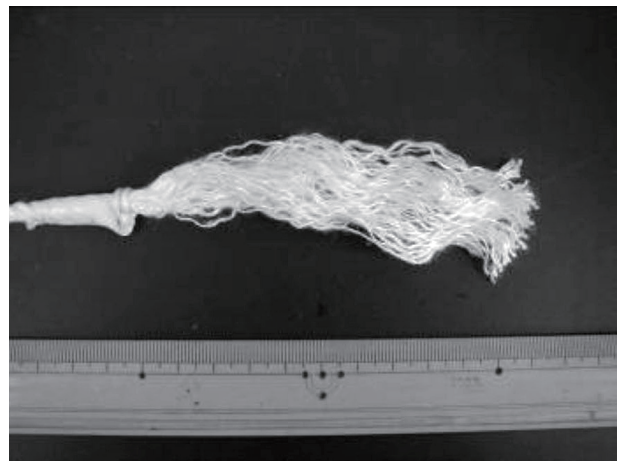
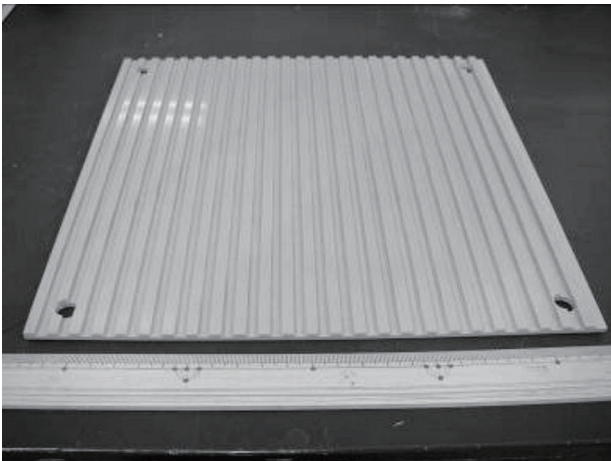


図4 付着板および付着ロープ(図左:付着板, 図右:付着ロープ)。

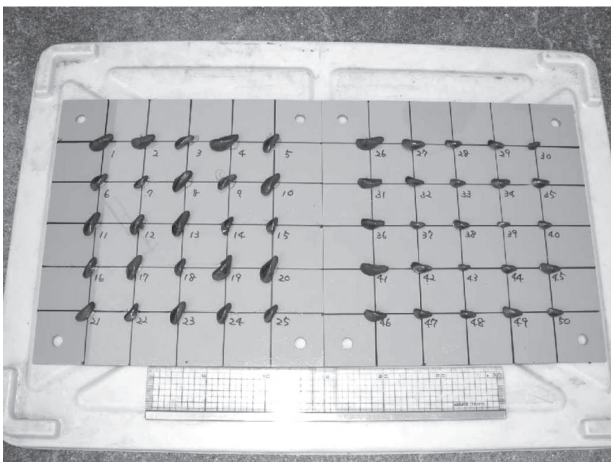


図5 成長・死亡率調査(図左:生具の接着状況, 図右:食害防止用の天板を装着した状態)。

月, 21ヶ月板) を設けた。また, 1ヶ月板では付着板の他, 付着ロープも設置した (図4右)。観察方法は1ヶ月板・付着ロープは顕微鏡にて, その他は目視観察により, 表面に付着した個体を1ヶ月に1回計数した。

4. 成長・死亡率調査

矢作川におけるカワヒバリガイの成長・生残状況を確認するため, 生貝を25個体ずつ接着した板 (塩ビ製, 25 × 25 cm, 図5) を2枚 (計50個体), 越戸発電所導水路 (取水口より543.7 m地点) に設置し (図2のC), 2007年7月から2009年2月の間, 月1回の頻度にて殻長を計測した。貝の接着には市販の瞬間接着剤を用い, 摂餌の妨げとならないように蝶番部分を避けて接着剤を塗布した。また, 個体には識別用のナンバリングを施し, 個体別に月間成長量 (当月殻長から前月殻長を差し引いた伸長量) を求めるとともに, その生死を観察し, 月間死亡率を求めた。なお生死判定にあたっては, 殻が開き, 軟体部が腐敗・欠失したもの, あるいは殻の脱灰が進行し, 指で押して容易に潰れるものを死亡個体と判定した。死亡した貝はその都度, 新たな個体に入れ替え, 観察を続けた。なお, 調査については特定外来生物法で禁ずる飼育行為にあたらぬよう環境省の指導に沿った。

調査結果と考察

1. 成熟度調査

調査において, St. 1から59個体, St. 2から104個体, 計163個体から生殖腺を採取した。採集個体の殻長はSt. 1で 29.0 ± 4.7 mm (平均殻長 ± 標準偏差), St. 2で 24.1 ± 2.0 mm (同), また最小個体はSt. 1で19.7 mm, St. 2で19.9 mm, 最大個体はSt. 1で38.7 mm, St. 2で29.2 mmであった。

生殖腺組織観察により採集個体の性別を観察したところ, St. 1では全59個体のうち, 雄25個体, 雌26個体, 不明8個体, 一方のSt. 2では全104個体のうち, 雄24個体, 雌23個体, 不明57個体で, 両地点を通して雌雄の判別ができた個体における性比はほぼ1:1であった (図6)。また, 不明個体は全て生殖腺が著しく萎縮した個体であり, 調査した限りにおいて本種では雌雄同体個体は認められなかった。また, 雌雄別の平均殻長について, St. 1では雄30.4 mmに対し, 雌28.5 mm, 不明28.0 mm, St. 2では雄24.0 mmに対し, 雌24.4 mm, 不明24.0 mmで, 雄-雌, 雄-不明, 雌-不明のいずれの性別間でも有意な差は認められなかった (t検定, $P < 0.05$) (図7)。

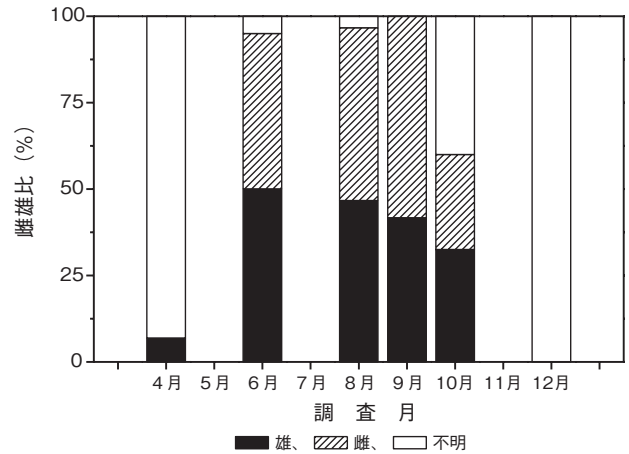


図6 成熟度調査における採集個体の月別雌雄比. (St.1, St.2合計).

生殖腺の成熟状況の推移を図8に示す。図にはそれぞれの成熟度が占める比率を示した。矢作川において, 初めて成熟個体が確認されたのは6月 (St. 2) で, 最後に確認されたのは10月 (St. 1) であった。成熟個体が観察された時期は, 長良川 (木村, 1995) および宇治川 (Iwasaki and Uryu, 1998; 田中ほか, 2004) における生殖腺組織観察や生殖腺重量比の観察結果と概ね一致した。また, 成熟個体が見られた期間中における最低水温は 18.4°C (St. 1, 10月) であったことから, 矢作川では少なくとも 18°C 以上で成熟個体が出現することが示唆された (櫻庭ほか, 2008)。ただし, 中野ほか (2009b) は鑄川水系の大塩湖にて水温 17°C で本種の浮遊幼生を確認しており, 矢作川においても今回の観察結果より低い水温で成熟が開始されている可能性がある。

2. 浮遊幼生調査

調査の結果, 浮遊幼生が出現した時期は, 2007年7月12日~9月6日 (出現開始時 20.1°C , 同終了時 24.0°C),

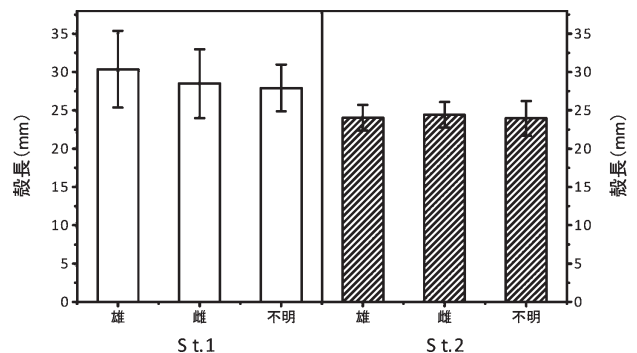


図7 雌雄間の殻長の比較 (左図: St.1, 右図: St.2).

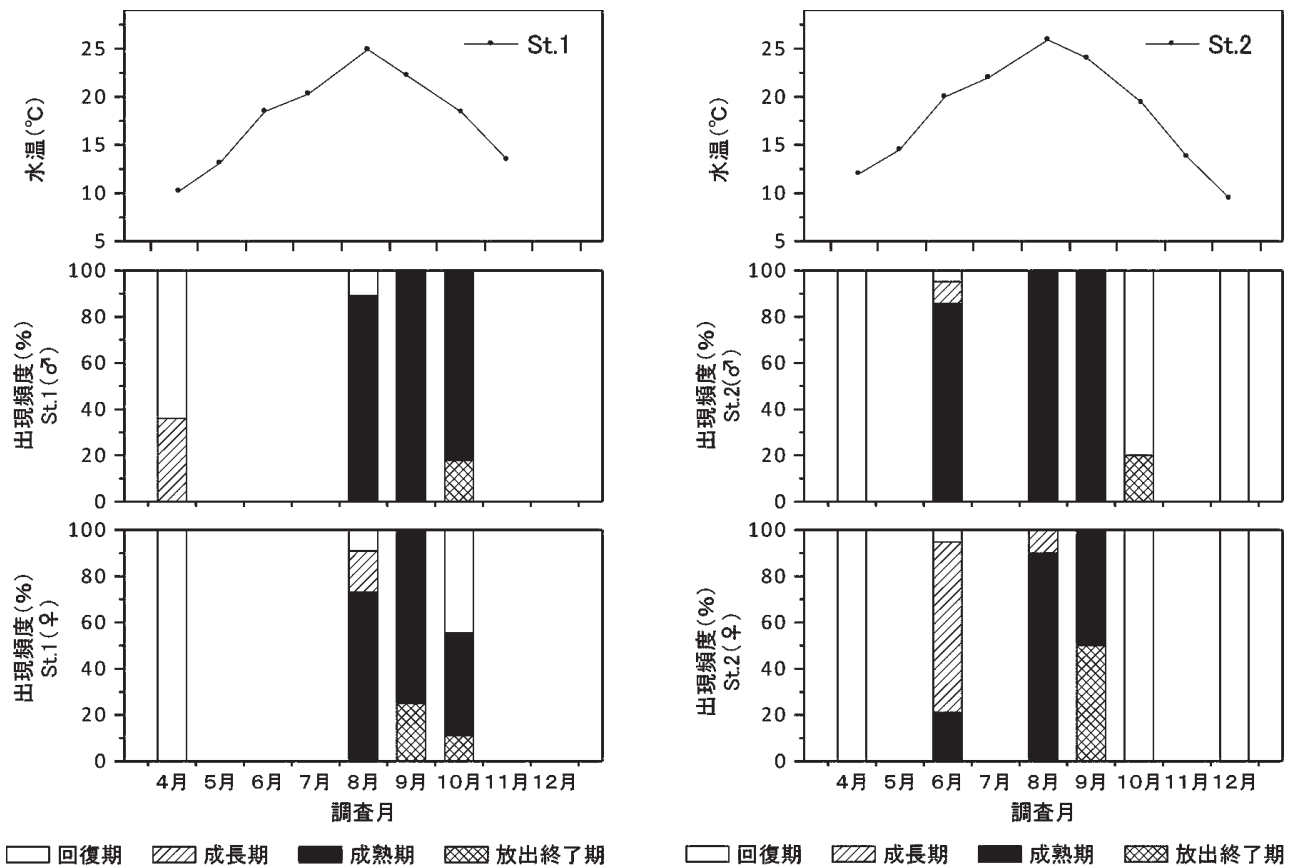


図8 カワヒバリガイ生殖腺の成熟度の推移。
(図左：St. 1上流部，図右：St. 2中流部，図上段：水温，図中段：精巢，図下段：卵巣)。

2008年が7月17日～10月3日（同23.7℃，19.6℃）であり，概ね水温20℃以上の時に浮遊幼生が見られた（図9）。長良川（Magara et al., 2001），宇治川（Oida et al., 1998；松居ほか，2003）においても水温20℃以上で出現したと報告されており，本報の結果はこれらと一致する。一方，先述の大塩湖においては17℃で確認されているが（中野ほか，2009b），大塩湖においても水温20℃以上で浮遊幼生数の顕著な増加が見られることから，20℃はカワヒバリガイの産卵が本格的に開始される水温とも考えられる。

また，浮遊幼生の出現パターンについて，月1回の頻度で調査した2007年は8月16日（181個体/m³，水温25.7℃）に最大出現ピークを持つ単峰型を示したが，産卵期の調査頻度を週1回とした2008年度では計4回の出現ピークが見られ，集団レベルでは複数回産卵していることが示唆された。ただし，2008年度においても8月7日の出現ピークが4,780個体/m³（水温25.2℃）と突出して多い以外は3～82個体/m³に留まった（図9）。

なお，矢作川におけるカワヒバリガイ浮遊幼生の出現については豊田市矢作川研究所が2007年および2008年に同様の調査を行っている（内田，2009，2010）。特に2007年の調査は10日に1回の頻度で行われており，本報よりも詳細に出現状況を捉えていると思われる。図9に参考として出現数が多い池島（本報調査地点の約17 km上流）および古巣（同約2 km下流）における結果を示した。

これによれば2007年は池島，古巣ともに8月20日に最大となり，特に古巣では本報最大値の約10倍となる1,768個体/m³の浮遊幼生が観察されている。逆に2008年では突出したピークは見られなかったものの，池島，古巣ともに8月5日に最大となっている。これらは本報の結果とも概ね一致することから，矢作川における本種の浮遊幼生出現ピークは2007年が8月中下旬，2008年は8月初旬と推察され，後者が約2週間早かったことが示唆された（図9のB）。

一方，データロガーによる連続水温測定結果を見ると，2007年と2008年では梅雨開け後の水温上昇時期に大

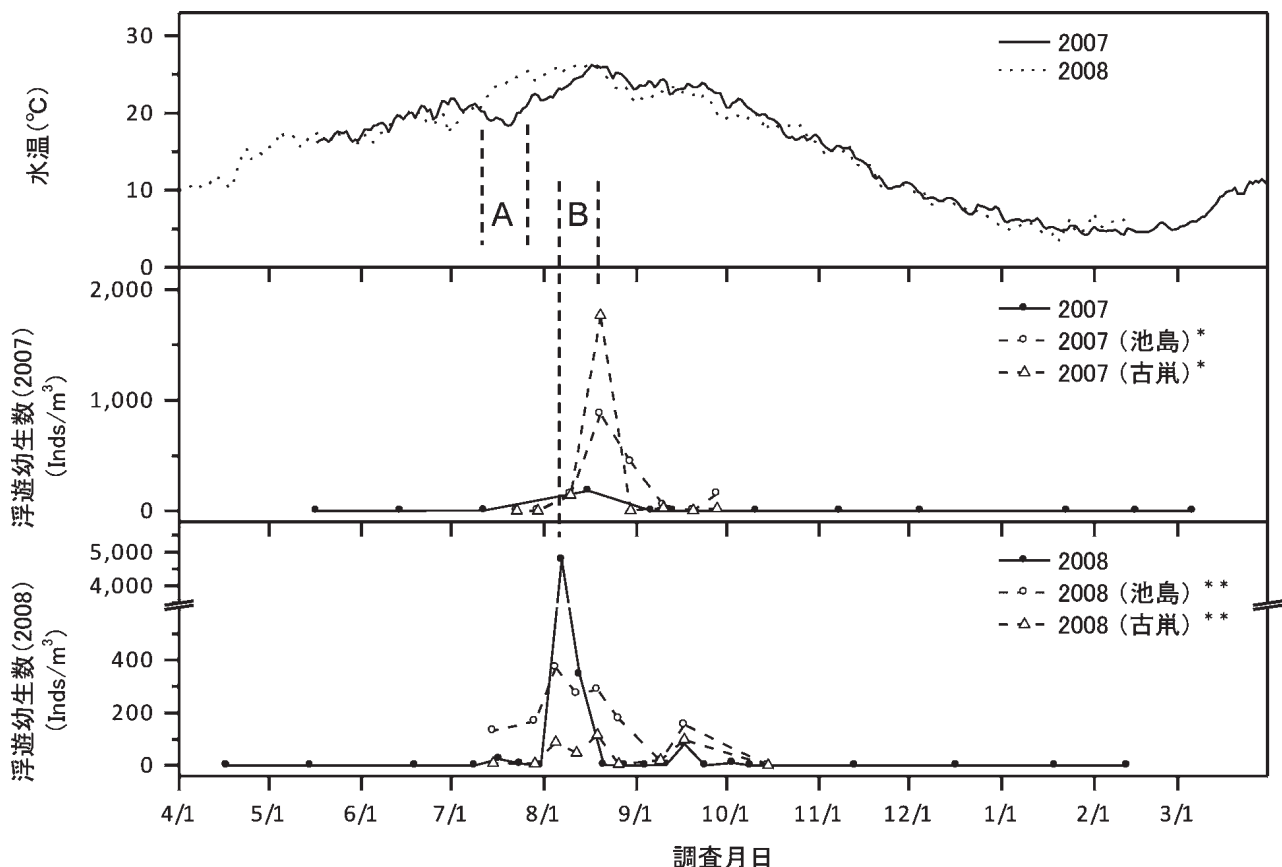
きな違いが見られた。2007年における東海地方の梅雨入りは6月14日、梅雨明けは7月27日と平年より遅く、この間、水温は18.4～21.9℃と20℃前後（平均20.2℃）で推移し、安定して20℃以上となったのは7月23日、さらに25℃に達したのは8月15日であった。一方、2008年は梅雨入りが5月28日、梅雨明けが7月12日と逆に平年より早く、この間、水温は16.1～21.4℃（平均18.8℃）で推移し、安定して20℃以上となったのは7月5日、25℃に達したのは7月25日と、約半月早いペースで水温が上昇しており（図9のA）、浮遊幼生の出現ピークのズレとよく一致した。梅雨明けから浮遊幼生の出現ピークが見られるまでの積算水温（日平均水温の積算による）を求めると、2007年は591.5℃、2008年では660.6℃と、いずれも600℃前後となり、矢作川では梅雨明け後の水温上昇が浮遊幼生の出現パターンに重要な影響を与えることが示唆された。

3. 付着調査

調査の結果、1ヶ月板・ロープでは2007年が9～10月（14～82個体/枚）、2008年が8～9月（113～1,149個体/枚）に付着個体数の増加が観察された（図10中段）。2007年に対し、2008年は1ヶ月早い傾向にあり、また2007年と比べ、2008年は付着個体数が著しく増加し、極めて活発な産卵が行われたことがうかがわれた。

6, 12, 21ヶ月板において、2007年は10～11月に多く、月あたりの付着数（前月から増加した個体数）は89～300個体/枚に達した。一方、2008年は9～10月に多く、514～1,766個体/枚（同）となり、2007年に比べて付着数が著しく増加し、付着盛期も1ヶ月早い傾向にあった（図10下段）。

浮遊幼生の出現時期と比較すると、両年とも浮遊幼生の最大出現ピークが見られた直後の調査において付着個体数が最大となっており（図10上段）、概ね浮遊幼生の出現に同調して付着個体数が増加する傾向が認められた。



* : 内田(2009)より引用

** : 内田(2010)より引用

図9 カワヒバリガイ浮遊幼生の出現密度と水温の推移。(図上段：水温、図中段：2007年度浮遊幼生出現密度、図下段：2008年度浮遊幼生出現密度、A：梅雨明け日数差、B：浮遊幼生の最大出現ピーク日数差)。

前述したとおり、矢作川における浮遊幼生の出現パターンには梅雨明け後の水温上昇が重要な役割を果たすと考えられることから、矢作川では梅雨明け日を基準として付着時期を予測できる可能性が示唆された。利水設備などで本種の駆除を行う場合、稚貝の再付着を防止するため付着時期の終了後に行うことが望ましい。もし梅雨明け日から付着時期が予測できれば、浮遊幼生調査に依ることなく最適駆除時期を決定することが可能となる。

一方、本結果から浮遊幼生の出現数や付着数には大きな年変動があることが示された。もし、付着量を簡易に把握することができれば、付着量が少ない年は駆除を先送りするなど費用軽減も見込まれる。今回調査を行った越戸発電所導水路では付着量の簡易モニタリング手法として付着板観察が極めて有効であることが示された。しかし、内田（2010）は本報と同じ仕様の付着板を矢作ダム湛水池に設置したところ、付着が見られなかったと報告している。越戸とは浮遊幼生数が大きく異なることも要因の一つと思われるが、中野ほか（2009a）は大塩湖において浮遊幼生の層別分布に偏りがあることを報告し

ており、止水域、特に水深のある場所では実施方法など検討する必要がある。

4. 成長・死亡率調査

調査期間中においては132個体が死亡、調査終了時に死亡を確認した1個体を除く131個体を補充したため、延べ181個体を調査に使用した。これらの開始時（もしくは補充時）の殻長は6.0～31.0 mmの範囲であった。なお、1ヶ月未満で死亡した個体は52個体（28.7%）、6ヶ月以内で死亡したものが80個体（44.2%）、同1年以上以内が37個体（20.4%）で、1年以上生存したものは12個体（6.6%）あり、このうち全調査期間を通じて生存していたのは3個体であった。

月間成長量の推移について、調査に使用した181個体のうち52個体が1ヶ月で死亡したため、月間成長量を測定できたのは129個体であった。調査期間中、高い成長が見られた期間は2007年で9月～10月（水温20.0～24.4℃）、2008年は6月～10月（同17.4～26.4℃）で、全般的に水温が17℃以上で成長が高い傾向にあったが、殻長20 mm未満の個体は26℃に（図11中段）、同20 mm以上

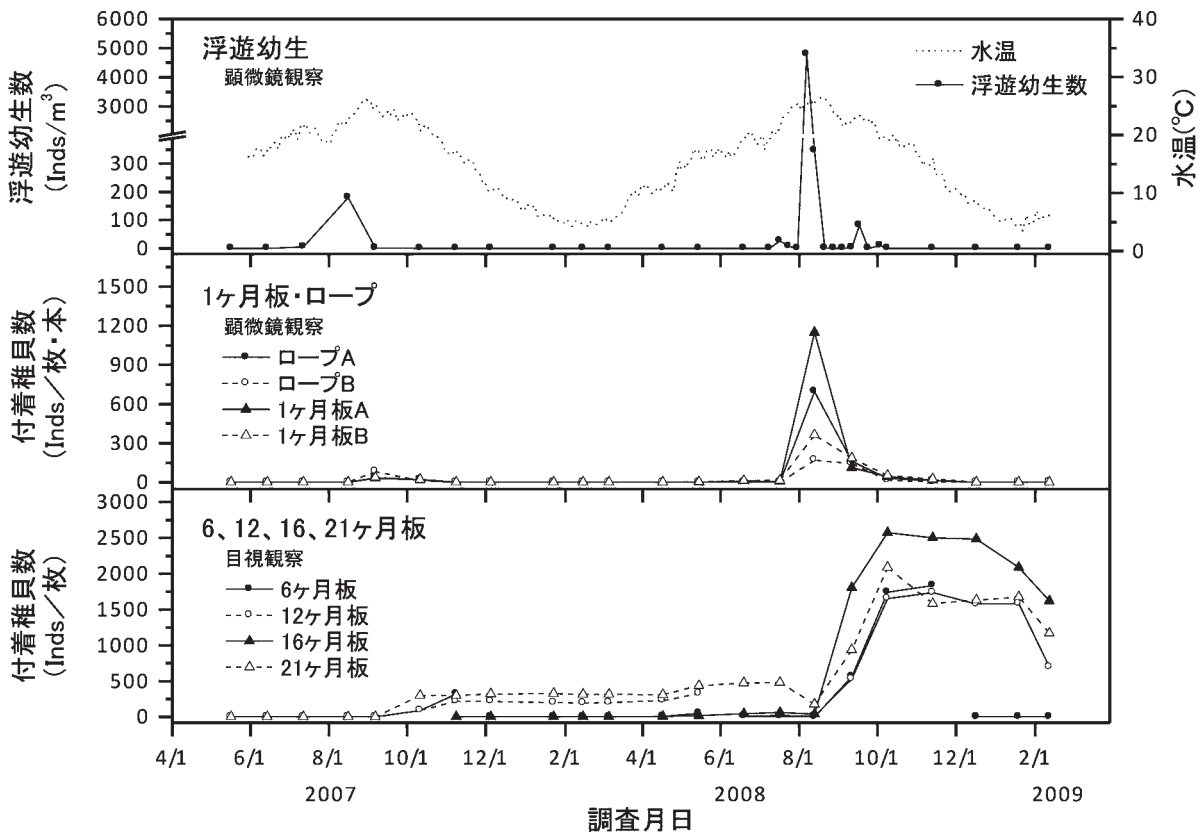


図10 付着板上における付着個体数の推移（図上段：水温・浮遊幼生数，図中段：1ヶ月板・付着ロープ，図下段：6～21ヶ月板）。

矢作川におけるカワヒバリガイ浮遊幼生の出現および附着時期と水温との関係

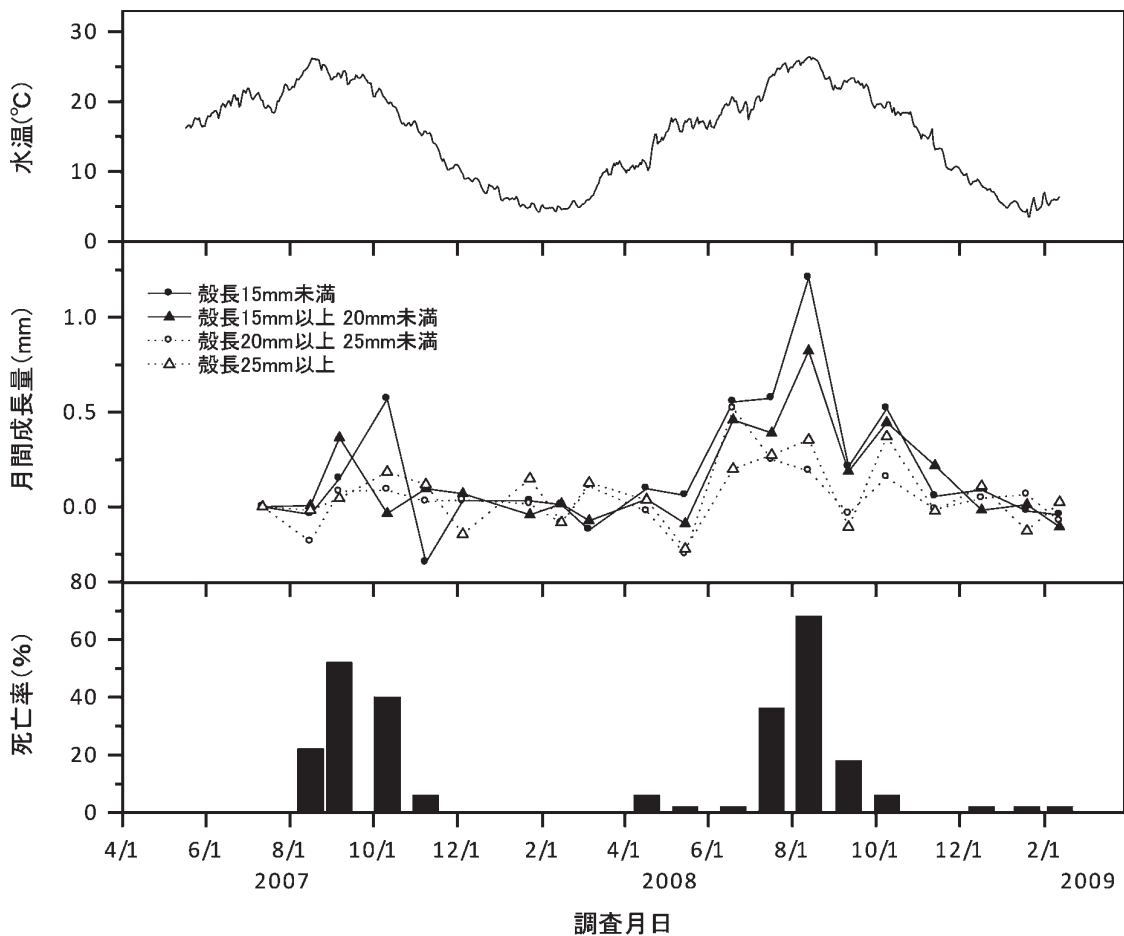


図11 月別成長量および月別死亡率の推移。(図上段：水温，図中段：月別成長量，図下段：月別死亡率)。

は20～23℃に最適水温があることが示唆された(図11中段)。また、両年とも小型個体ほど成長が早い傾向にあった(澤井ほか, 2009)。

続いて、月間死亡率の推移について、死亡率が高く推移した期間は、2007年で8月～10月(死亡率22～52%、水温20.0～26.2℃)、2008年で7月～9月(18～68%、同21.7～26.4℃)と、水温20℃以上で死亡率が高い傾向にあった。また、両年度間で死亡率には顕著な差はないものの、高い死亡率が観察された時期は2008年が約1ヶ月早い傾向にあった(澤井ほか, 2009)(図11下段)。なお、後藤(2003)は淀川から取水する上水道施設の除塵機からのカワヒバリガイ貝殻の搬出状況でも、水温20℃を越えると搬出量が増加することを報告しており、本報の結果とよく一致する。

以上、成長・死亡率調査の結果をまとめると、矢作川においては成長最適水温と致死水温が極めて近接する結果となった。しかし、多くの水生生物では両者の間に8～10℃の差があることが経験的に知られており(土

田, 1997)、カワヒバリガイだけがこの例外とは考えにくい。本報の結果だけで死因を判断することはできないが、水温以外の要因が関与していることが強く示唆される。2006年9～10月におきたカワヒバリガイの大量死(内田ほか, 2007)の原因究明も含め、本種の防除対策を考える上で有用な知見が得られる可能性もあり、今後の研究が待たれる。

謝 辞

本稿を執筆するにあたり、矢作川におけるカワヒバリガイ浮遊幼生調査結果の引用をご承諾いただいた豊田市矢作川研究所の内田朝子研究員に厚く御礼申し上げます。同じく矢作川での生息状況に関する多くの資料を提供いただいた豊田市矢作川研究所の白金晶子研究員並びに愛知工業大学工学部都市環境学科土木工学専攻河川・環境研究室教授の内田臣一博士に心から感謝する。

なお、本調査は財団法人電力中央研究所、東京電力株

式会社、電源開発株式会社との共同研究の一環として実施した。ご協力いただいた関係者各位に深く感謝の意を表する。

引用文献

- 藤永愛・坂口勇 (2009) 水力発電所におけるシマトビケラ類付着対策の好適な実施時期。電力中央研究所報告, V08006, 27pp.
- 後藤良教 (2003) 上水道施設におけるカワヒバリガイの生態と対策. *Sessile Organisms*, 20(2): 55-61.
- 濱田稔 (2003) ミドリイガイの環境耐性に関する研究。中部電力研究報告書, No.02-665: 40-41.
- Iwasaki, K. and Y. Uryu (1998) Life cycle of a fresh water Mytilid mussel, *Limnoperna fortunei*, in Uji river, Kyoto. *VENUS*, 57 (2): 105-113.
- 片山満秋・清水良治・松本寛 (2005) 群馬県からカワヒバリガイを記録する。 *Field Biologist*, 14: 35-40.
- 木村妙子 (1994) 日本におけるカワヒバリガイの最も早期の採集記録。 *ちりぼたん*, 25: 34-35.
- 木村妙子 (1995) カワヒバリガイの繁殖生態と幼生形態。日本貝類学会大会発表要旨集1995: 8.
- 国土交通省河川局河川環境課 (2006) 特定外来生物であるカワヒバリガイを既知分布以外の新豊根ダム (天竜川水系) のダム湖で新たに確認。平成16年度河川水辺の国勢調査結果の概要 [ダム湖版] (生物調査編): II, 29.
- Magara, Y., Y. Matsui, Y. Goto and A. Yuasa (2001) Invasion of non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 50(3): 113-124.
- 松田征也・上西実 (1992) 琵琶湖に侵入したカワヒバリガイ (Mollusca: Mytilidae). 滋賀県立琵琶湖文化館研究紀要, 10: 45.
- 松居伸明・大西正記・サトイトシユルグレン (2003) カワヒバリガイ防汚システムの開発研究。電力土木, No.304: 87-89.
- 中井克樹 (2001) カワヒバリガイの日本への侵入。黒装束の侵入者-外来付着性二枚貝の最新学, 日本付着生物学会 (編): 71-85. 恒星社厚生閣, 東京.
- 中野大助・小林卓也・坂口勇 (2009a) 貯水池の水温, 溶存酸素濃度および濁度がカワヒバリガイ幼生の発生動態に及ぼす影響。電力中央研究所報告, V08039, pp15.
- 中野大助・小林卓也・坂口勇・松木吏弓・藤永愛・野方靖行・遠藤紀之 (2009b) 大塩貯水池におけるカワヒバリガイ大量発生原因ならびに分子生物学的手法を用いた系統解析

と検出技術開発の試み。日本生態学会第56回全国大会自由集会, 特定外来生物カワヒバリガイの分布拡大および被害の現状と将来.

- Oida, Y., H. Taguchi and Y. Toriiminami (1998) On the survey of *Limnoperna fortunei* larvae at the Amagase Dam. *Proceedings of 42nd Annual Conference of Japan Water Works Association, Kansai Regional Branch*, 42: 129-132.
- 劉明淑・梶原武 (1983) ムラサキイガイの繁殖生態。付着生物研究, 4(2): 11-21.
- 櫻庭宏宇・濱田稔・上原正成 (2008) 矢作川のカワヒバリガイの生態, 電力土木, 334: 26-27.
- 澤井洋介・濱田稔・上原正成・坂口勇 (2009) 矢作川におけるカワヒバリガイの生息環境および防除に関する基礎的検討。電力土木, 343: 70-74.
- 白金晶子 (2004) 見つけてしまった・・・カワヒバリガイ。豊田市矢作川研究所月報Rio, 80/81: 4.
- 須能紀之 (2006) 霞ヶ浦で発見されたカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei*. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 40: 79.
- 田中寛子・出野卓也・近藤高貴 (2004) カワヒバリガイの成長と繁殖に及ぼす腹口類の寄生の影響。大阪教育大学紀要, 3, 自然科学・応用科学, 53 (1): 1-7.
- 土田修二 (1997) 沿岸性魚類の温度反応に関する実験的研究。東海大学大学院平成8年度博士論文, pp143.
- 内田朝子 (2009) 矢作川におけるカワヒバリガイの浮遊幼生の流呈分布。矢作川研究, 13: 145-148.
- 内田朝子 (2010) 矢作川におけるカワヒバリガイの浮遊幼生の流呈分布 (その2) およびダム湖内での生息状況。矢作川研究, 14: 81-88.
- 内田臣一 (2005) 広がってしまったカワヒバリガイ。豊田市矢作川研究所月報 Rio, 86: 3.
- 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・土井幸二・松浦陽介 (2007) 矢作川におけるカワヒバリガイの大量発生後の大量死。矢作川研究, 11: 35-46.

中部電力株式会社 エネルギー応用研究所 水域生物チーム
研究副主査:
〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山20-1