

利根川水系におけるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の分布状況 Spatial Distribution of the Golden Mussel, *Limnoperna fortunei*, in the Tone River System, Kanto Region, Japan

伊藤健二*

独立行政法人農業環境技術研究所生物多様性研究領域, 〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3

Kenji ITO

National Institute for Agro-Environmental Sciences, Biodiversity Division,
Kannondai 3-1-3, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan

Abstract: The spatial distribution of the golden mussel, *Limnoperna fortunei*, was investigated in the Tone River System from November, 2007, to February, 2008. Investigations were conducted up to 180 km from the mouth of the Tone River and the mussel was found up to 120 km upstream. The highest density sites, where one researcher was able to collect 1820 individuals in 10 minutes, are 26 km from the river mouth. The mussel was also found in some other rivers (the Kokai, Nagato, Kurobe, Hitachitone, and Edo Rivers), ponds and lakes (Lakes Teganuma, Sotonasakaura, Ushikunuma, and Yotaura), and canals. The mussel is thus widely distributed in the Tone River System. The density of the golden mussel in the Tone River rises starting at its confluence point with Ibaraki Prefecture's Kokai River, in which the mussel was found abundantly downstream of the water division facility of the Kasumigaura Canal. This spatial distribution of the mussel suggests that it was introduced from Lake Kasumigaura to the Kokai River through the Kasumigaura Canal.

Key Words: golden mussel, Kokai River, *Limnoperna fortunei*, spatial distribution, Tone River System

はじめに

カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* は中国・朝鮮半島を原産とする淡水性二枚貝であり、現在はアジア各国と南米に分布を拡大している (Morton 1973; 小島 1982; 松田・上西 1992; 中井 1995; Boltovskoy *et al.* 2006). 本種は繊維状の分泌物である足糸により岩などの基質に固着する性質を持ち、配管内部に大量発生して水の流れを妨げるなど水利施設の運用に悪影響を与えることが知られている (Magara *et al.* 2001). また、近年本種の侵入によって、侵入先の在来生態系に大きな変化が生じることが指摘されるようになった (Darrigran *et al.* 1998; Penchaszadeh *et al.* 2000).

本種は 1990 年に揖斐川で初めて確認されたものが、本邦の自然水域における最も古い報告である (木村 1994). 2000 年代初頭の時点における、本邦で確認された本種の生息地は、揖斐川を含む木曾川水系と琵琶湖・淀川水系に限られていた (松田・中井 2002). しかし 2003 年頃、愛知県東部・矢作川水系において定着が確認され (内田ら 2007), 2005 年には群馬県富岡市に位置する利根川水系鑛川流域

の大塩貯水池 (片山ら 2005) と、茨城県南部の霞ヶ浦において、相次いで生息が確認された (須能 2006). 霞ヶ浦では湖岸延長の約半数の地点まで分布を広げていること、霞ヶ浦への侵入は 2004 年以前である可能性が高いことが示されている (伊藤 2007).

関東におけるカワヒバリガイの生息の報告は、いずれも利根川水系に属する本川以外の河川・湖沼とその周辺で得られている。しかし、利根川本川を対象とした調査はこれまで行われていなかった。国土交通省が公開している河川水辺の国勢調査 (<http://www3.river.go.jp/>, 2008 年 5 月 19 日確認) によれば、平成 17 年度まで利根川でカワヒバリガイの生息は確認されていない。しかし 2007 年 11 月、筆者が予備的な調査を行ったところ、利根川本川において高密度に生息するカワヒバリガイを確認した。利根川は関東の広い範囲に支流を持つため、周辺河川における生息域の拡大と水利施設等への影響が懸念される。本種の侵入に対する早期発見と被害防止対策を行うためには、まず利根川本川における分布の把握が急務である。

本研究の主たる目的は、利根川本川におけるカワヒバリガイの分布調査を行い、本種の利根川水系における定着の現状を明らかにすることである。さらに周辺河川・湖沼などでも調査を行い、本種が利根川水系において分布を拡大した過程についても検討を行った。

Received 4 Mar. 2008 Accepted 26 May 2008

* Corresponding author

農業環境技術研究所生物多様性研究領域, 〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3

材料と方法

調査は2007年11月から2008年2月にかけて行い、北浦の一部については2006年12月に行った。これまで関東圏でのカワヒバリガイの生息情報は利根川水系に属する群馬県の鐮川流域周辺の用水路と霞ヶ浦から得られており、鐮川は烏川を經由して利根川の河口から約180 kmの地点で利根川本川と合流している (Fig. 1のA)。鐮川流域周辺の個体群と霞ヶ浦周辺の個体群の関係について検討するために、調査は利根川河口から約180 km上流までの区間を対象に行った。利根川本川については約10 km間隔で20カ所の調査点を設定し、周辺の水域については比較的大きい河川や水路、湖沼などにを対象に計34地点の調査点を設定した (Fig. 1)。なお、図としてのわかりやすさのため、Fig. 1には調査の対象とした河川・水路だけを描いている。

調査点の緯度経度はGarmin社製携帯型GPS (Garmin GPS eTrex Legend Cx) で測定し、一部の地点については現場で地図上に記録したうえで、電子地図 (アルプス社製、ProAtlas 3X) で緯度・経度を確認した。利根川の河口からの距離などのデータは、これらの緯度経度データを基に電子地図上の計測ツールで計測した。測地系は世界測地系 (WGS84) を用いた。

カワヒバリガイはコンクリート護岸や消波ブロックの表面などの固い構造物、あるいは転石などの表面に生息している (伊藤 2007)。そのため、調査はなるべくこれらの付着基質のある場所で行った。生息環境は場所ごとに大きく異なっているため、コドラートなどを用いた採集手法では地点ごとの調査努力量を一定に保つことが困難であった。そこで、地点間の調査努力量を一定にするために、一人の調

査員が調査点ごとにこれらの付着基質を目視と手探りで10分間探索し、その間に得られたカワヒバリガイをすべて採集する手法とした。採集した個体は99.5%エタノールで固定したのち実験室に持ち帰り、個体数を計数した。

結 果

利根川本川では河口から116 kmの地点 (Fig. 2のB)までカワヒバリガイの生息が確認された。最も密度が高かったのは河口から約26 kmの地点で (Fig. 2のC)、10分間の調査で1820個体のカワヒバリガイを採集した。この地点では護岸の多くの部分が既にカワヒバリガイによって覆われ、堅く密生した状態で生息していた (Fig. 3)。Fig. 4に利根川本川における河口からの距離と採集個体数の傾向を示した。利根川本川のカワヒバリガイは河口から約20 km付近から急激に増加し、その後約80 km付近まで比較的高い密度を保っている。下流の調査地点では消波ブロックやコンクリートの転石などにカワヒバリガイが確認されることが多かったが、河口から約80 kmの地点より上流ではカワヒバリガイの密度が減少し、116 kmの地点 (Fig. 2のB)より上流では採集することはできなかった。カワヒバリガイが採集されなかった利根川上流の7つの調査地点では、消波ブロックやコンクリートの転石などの基質上にもカワヒバリガイは見られなかった。河口から約180 kmの烏川と利根川の合流点付近 (Fig. 2, 4のA)でもカワヒバリガイを採集することはできなかった。利根川には河口から18 kmの地点 (Fig. 1, 2, 4のD)に利根川河口堰があり、河口から80 km付近にはカワヒバリガイの生息が確認されている小貝川との合流点がある (Fig. 1, 2, 4のE)。

利根川本川には数多くの支流や流入河川がある。今回の調査でこれら利根川周辺の河川・沼などからカワヒバリガ

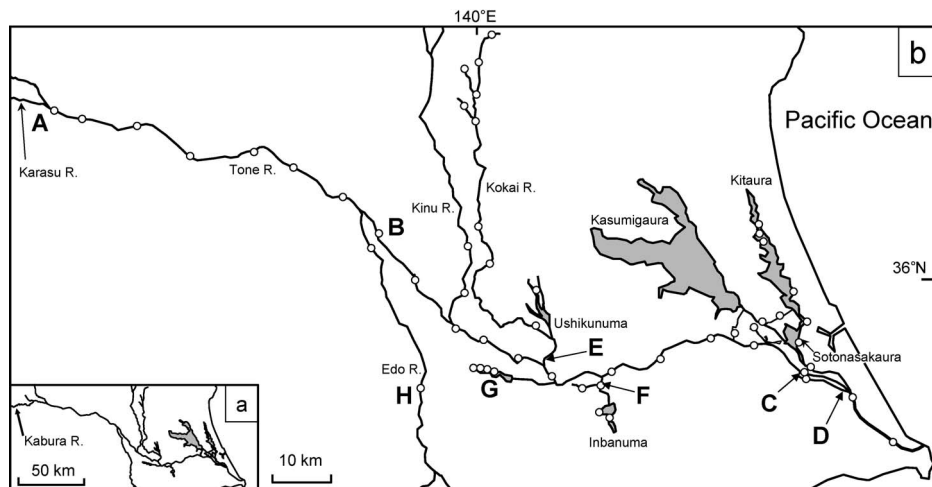


Fig. 1. Map showing the location of the study area. a, location of Kabura River. b, the sampling sites (open circles) in the Tone River System. A, the confluence point of the Tone and Karasu Rivers; B, the sampling site 116 km upstream from the river mouth; C, the sampling site 26 km upstream from the river mouth; D, the Tone Estuary Barrage; E, the confluence point of the Tone and Kokai Rivers; F, Nagato River; G, Lake Teganuma; H, the sampling site near the Matsudo Water Gate.

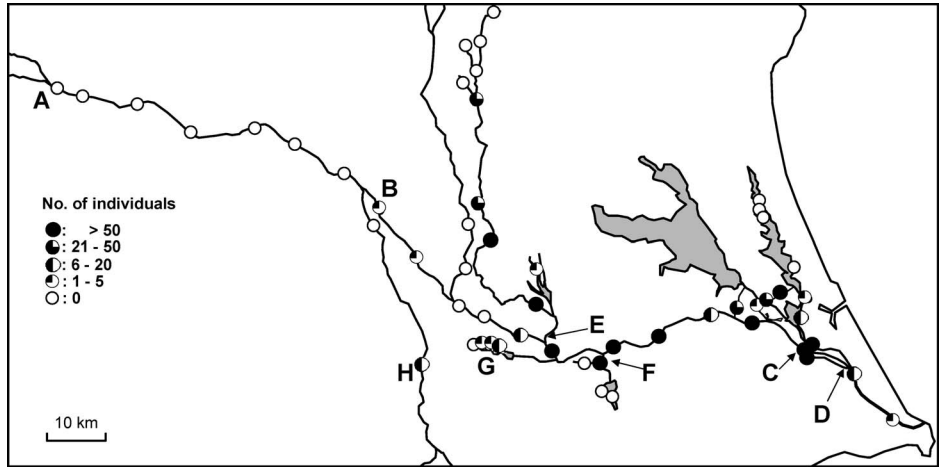


Fig. 2. Distribution and abundance of the golden mussel, *Limnoperna fortunei*, in the Tone River System from November, 2007, to February, 2008. A, the confluence point of the Tone and Karasu Rivers; B, the sampling site 116 km upstream from the river mouth; C, the sampling site 26 km upstream from the river mouth; D, the Tone Estuary Barrage; E, the confluence point of the Tone and Kokai Rivers; F, Nagato River; G, Lake Teganuma; H, the sampling site near the Matsudo Water Gate.



Fig. 3. Photograph of golden mussels attached to an artificial concrete bank of the Tone River.

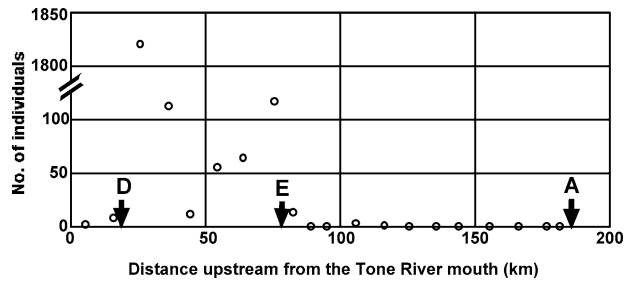


Fig. 4. Relationship between the abundance of *Limnoperna fortunei* and the distance from the mouth of the Tone River. A, the confluence point of the Tone and Karasu Rivers; D, the Tone Estuary Barrage; E, the confluence point of the Tone and Kokai Rivers.

ヒバリガイを確認できなかった (Fig. 5).

考 察

イの生息を新たに多数確認した (Fig. 2). 霞ヶ浦と利根川の間にある河川や水路からは、ほぼ全域からカワヒバリガイが確認された。しかし、霞ヶ浦の東に位置する北浦では4カ所の調査を行ったが生息を確認できなかった。千葉県印旛沼と利根川を結ぶ長門川 (Fig. 2のF) でカワヒバリガイを確認し、同じく千葉県の手賀沼 (Fig. 2のG) では4地点中3地点で生息を確認した。江戸川では2カ所の調査を行い、松戸水門付近の消波ブロックにて生息を確認した (Fig. 2のH).

茨城県の小貝川では流入河川を含む9地点で調査を行い、うち4地点でカワヒバリガイの生息を確認した (Figs. 2, 5). 小貝川には利根川との合流点から約60 km 上流に小貝川分水口 (霞ヶ浦用水) があり、霞ヶ浦からくみ上げた水を小貝川に直接注水している (Fig. 5). 小貝川分水口周辺を含む下流4地点にはカワヒバリガイの生息を確認できたが、小貝川分水口よりも上流にあたる5地点からはカワ

これまで関東圏におけるカワヒバリガイの報告は群馬県の鍬川流域周辺と霞ヶ浦だけだったが、2007年にも千葉県我孫子市の手賀沼で新たに生息が確認されている (我孫子市生活部手賀沼課 2008). 今回の調査の結果、カワヒバリガイは利根川の下流約80 kmの範囲を中心に広く分布していることが明らかになった。調査を行った範囲は限られているが、今回明らかになった生息域は江戸川や小貝川上流など利根川本川からかなり離れた地点にまで及んでいる。過去にカワヒバリガイが中国産タイワンシジミに付着していたことも報告されており (西村・波部 1987), これら水産物に付着・混入したカワヒバリガイが新たな生息地に定着した可能性も指摘されている (中井 2001; 伊藤 2007). 今後、新たに発見された生息地域から他地域への水産物の移動に伴う侵入や水利施設への侵入に対する注意が必要になるだろう。特に利根川河口堰周辺においては、既

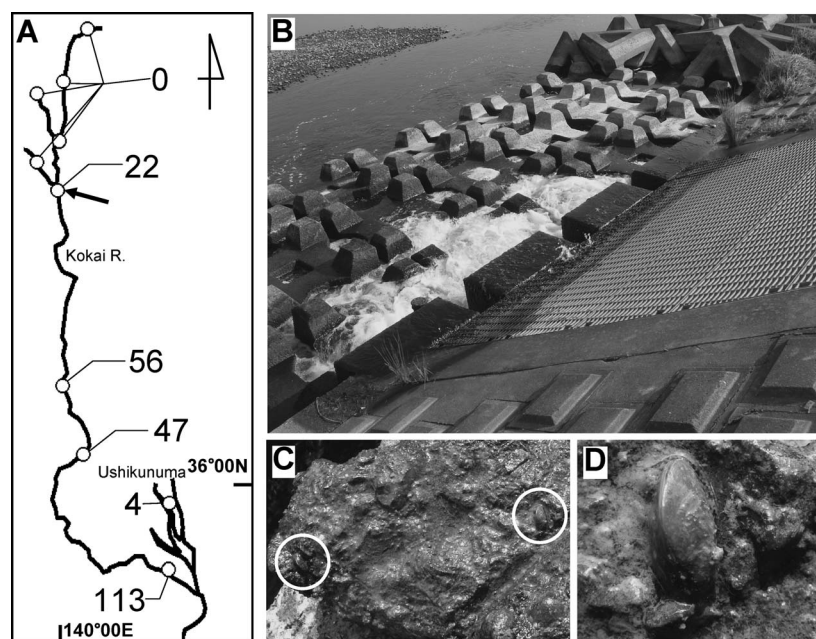


Fig. 5. Introduction of the golden mussel into the Kokai River. A, distribution and abundance of golden mussels in the Kokai River and Lake Ushikunuma. Numbers indicate the number of individuals collected in 10 min at each survey site. The arrow indicates the location of the water division facility of the Kasumigaura Canal (Kokaigawa Bunsuikô); B, photograph of the division facility; C and D, golden mussels observed around the division facility (D, enlargement of right-hand circled individual in C).

Table 1. Spatial variation of salinity in the Tone River in 2004.

Site	Location	Distance from the river mouth (km)	Cl ⁻ (mg/l)	Salinity (‰)*
Suga	35° 51' 17" N, 140° 14' 48" E	66	18.57	0.03
Tone Estuary Barrage	35° 52' 38" N, 140° 37' 34" E	18	38.76	0.07
Choshi	35° 44' 12" N, 140° 50' 18" E	1	4616.89	8.34

* Calculated using the following formula: Salinity (‰) = Cl⁻ (g/l) × 1.8065

に周辺河川などに高密度の生息が確認されている。このような高密度な分布の見られる地域の水利施設においては今後被害が発生する可能性が高く、具体的な対策が必要になると考えられる。

利根川本川の調査では、カワヒバリガイは河口から約 18 km に位置する河口堰よりも下流に位置する調査点で密度が低くなっていた (Figs. 2, 4)。西日本の長良川におけるカワヒバリガイの分布も、その生息範囲は河口から 5.4 km に位置する河口堰が分布の下流端になっている (中井 2001)。国土交通省の公開している水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>, 2008 年 2 月 2 日確認) によれば、利根川河口堰よりも下流の地点では海水の流入による塩分濃度の増加が起きている (Table 1)。カワヒバリガイは塩分濃度が 0~3‰ の条件で生存率が高く、それ以上の塩分濃度では生存率が低くなる (木村ら 1995)。河口堰よりも下流における密度の低下は、主に海水の流入による塩分濃度の増加が原因であると考えられる。

利根川に流入する小貝川にはカワヒバリガイが高密度で生息しており、利根川のカワヒバリガイはその小貝川との合流点付近より下流で密度が高かった (Figs. 2, 4, 5)。この

ことは、利根川に生息しているカワヒバリガイの一部が、小貝川とその周辺に生息する集団に由来していることを示唆する。小貝川におけるカワヒバリガイの分布は霞ヶ浦用水からの水が流入する小貝川分水口よりも下流でのみ確認されている (Fig. 5)。霞ヶ浦用水は、霞ヶ浦揚水機場 (かすみがうら市牛渡, 36° 03' 53" N, 140° 19' 18" E) でくみ上げた水を、茨城県南西部に農業用水や都市用水として供給している。霞ヶ浦には遅くとも 2004 年にはカワヒバリガイが生息していたと考えられている (伊藤 2007)。霞ヶ浦用水管理所 (かすみがうら市牛渡) によれば、2006 年 12 月の時点で霞ヶ浦用水の筑波トンネルでもカワヒバリガイの生息が確認されている。今回の結果は、小貝川や利根川へのカワヒバリガイの流入経路の少なくとも一部が、霞ヶ浦に由来する水の移動に伴うものである可能性が高いことを示唆している。カワヒバリガイの生息が確認されている霞ヶ浦や利根川には数多くの水利施設があり、周辺地域の多様な水利利用を支えているが、これら水利施設におけるカワヒバリガイの生息実態や移動に関する調査・研究は行われていない。本種の分布拡大への対策を行ううえで、これらの水利施設を対象とした実態調査が必要になるだろう。

関東地域のカワヒバリガイはこれまで群馬県の集団と霞ヶ浦の集団の存在が報告されており、両者は利根川水系に属する河川を通じてつながっている。そのため、霞ヶ浦水系のカワヒバリガイは群馬県の集団に由来する可能性が指摘されていた(伊藤 2007)。しかし、霞ヶ浦水系と群馬県鐺川水系をつなぐ範囲を含む利根川本川における調査の結果、少なくとも利根川本川の約 55 km の範囲でカワヒバリガイの生息を確認できなかった (Fig. 2)。群馬県のカワヒバリガイも、大塩湖周辺と鐺川用水路のごく限られた範囲でのみ生息が確認されている(野村ら 印刷中)。このことから、群馬県と霞ヶ浦の集団が利根川を通して何らかの直接的な交流を持っている可能性は低いと考えられる。おそらく、双方の集団はそれぞれ異なる経路で侵入したものである。

本研究では利根川本川を中心とするカワヒバリガイの分布調査を行い、そこから推測されるカワヒバリガイの分布拡大経路についての考察を行った。しかし、ここで述べている分布拡大プロセスについての推測は、今回得られた密度の空間分布のデータだけに基いている。生息環境の違いによってカワヒバリガイの密度や分布のパターンは変化することが予想されるため、現状の分布データだけから分布拡大プロセスについての結論を下すことはできない。今回示した仮説は、実際に地域集団の交流を遺伝的に解析する研究などによって検証されるべきものである。

また、本研究の調査は各調査点ごとにごく浅い場所を一人の調査員が 10 分間探索するという、比較的低い調査努力しか講じていないため、生息している個体の見落としの可能性は否定できない。今後、より詳細な実態を明らかにするためには、より多くの人員を投入した調査を行うことが必要になるだろう。

謝辞：山室真澄博士からは手賀沼に侵入したカワヒバリガイの情報を教えていただいた。群馬県立自然史博物館の野村正弘氏からは群馬県におけるカワヒバリガイの状況について教えていただいた。古川香代子氏には標本の計数・計測をしていただいた。中山聖子氏には原稿についての助言をいただいた。木村妙子博士には原稿についての助言をいただくとともに、利根川河口付近から得られたカワヒバリガイの同定を行っていただいた。我孫子市環境生活部手賀沼課の秋谷仁子氏には手賀沼のカワヒバリガイに関する資料を送っていただいた。利根川の塩分環境とカワヒバリガイの報告記録を調べるために、国土交通省が公開している水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) と河川水辺の国勢調査 (<http://www3.river.go.jp/>) を利用させていただいた。本論文の校閲を頂いた編集委員会の松政正俊博士と M. J. Grygier 博士、ならびに 2 名の匿名査読者には数多くの有益な助言をいただいた。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 我孫子市環境生活部手賀沼課 2008. 環境年報—平成 18 年度のまとめ、我孫子市, 222 pp.
- Boltovskoy, D., N. Correa, D. Cataldo and F. Sylvester 2006. Dispersal and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond. *Biological Invasions*, 8: 947–963.
- Darrigran, G., S. M. Martin, B. Gullo and L. Armendariz 1998. Macroinvertebrates associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Rio de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia*, 367: 223–230.
- 伊藤健二 2007. 霞ヶ浦におけるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の生息・分布状況. 日本ベントス学会誌, 62: 34–38.
- 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. ちりばたん, 25: 34–35.
- 木村妙子・角田 出・黒倉 寿 1995. 淡水および汽水域に生息するイガイ科カワヒバリガイ属の塩分耐性と浸透圧調節. 日本海水学会誌, 49: 148–152.
- 小島貞男 1982. 淡水イガイ (*Limnoperna fortunei*) による障害とその対策. 日本水処理生物学会誌, 18: 29–33.
- Magara, Y., Y. Matsui, Y. Goto and A. Yuasa 2001. Invasion of the non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan. *Journal of Water Supply Research and Technology—Aqua*, 50: 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.
- 松田征也・中井克樹 2002. カワヒバリガイ. 日本生態学会(編), 外来種ハンドブック, 他人書館, 東京, pp. 173.
- Morton, B. 1973. Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Bivalvia: Mytilacea). *Malacologia*, 12: 265–281.
- 中井克樹 1995. 日本に侵入したカワヒバリガイ, 発見の経緯とその素性. 関西自然保護機構会報, 17: 49–56.
- 中井克樹 2001. カワヒバリガイの日本への侵入. 日本付着生物学会(編), 黒装束の侵入者-外来付着性二枚貝の最新学, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 71–85.
- 西村 正・波部忠重 1987. 輸入シジミに混じていた中国産淡水二枚貝. ちりばたん, 18: 110–111.
- 野村正弘・金井英男・高橋克之・松本 功・松本 寛(印刷中). 富岡～藤岡地域のカワヒバリガイ (*Limnoperna fortunei*). 群馬県立自然史博物館調査報告書, 4.
- Penchaszadeh, P. E., G. Darrigran, C. Angulo, A. Averbuj, M. Brogger, A. Dogliotti and N. Pirez. 2000. Predation of the invasive freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) by the fish *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1846 (Anostomidae) in the Rio de la Plata, Argentina. *Journal of Shellfish Research*, 19: 229–231.
- 須能紀之 2006. 霞ヶ浦で生息が確認されたカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* (短報). 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 40: 79.
- 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・戸井幸二・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.