

第2章 カワヒバリガイについて

2.1 カワヒバリガイの侵入

カワヒバリガイ (*Limnoperna fortunei*) は、東アジアから東南アジアに分布する淡水棲二枚貝であり、移入により日本や南米にも生息する¹⁾。日本では環境省が定める外来生物法において、特定外来生物に定められている (平成 18 年 2 月、第二次指定種)。

日本においては、自然水域では 1990 年に岐阜県の揖斐川下流で初めて確認され²⁾、その後、琵琶湖³⁾・淀川水系⁴⁾ や木曽川水系の木曽川・長良川でも確認が続き⁵⁾、近年では矢作川水系⁶⁾、天竜川水系⁷⁾、豊川水系⁸⁾ 等、急速に分布域を拡大している。関東地域においても利根川水系で 2005 年には確認されるようになり、群馬県の大塩調整池⁹⁾ や茨城県の霞ヶ浦¹⁰⁾ 等に定着し分布域を拡大している。2014 年には那珂川水系でも確認されている²⁵⁾。

日本への侵入は、中国から輸入されたタイワンシジミにカワヒバリガイが混入していたことが 1987 年に確認されているが¹¹⁾、どの水系においても侵入経路は今のところ特定されていない。

【参考】カワヒバリガイの概要

和 名：カワヒバリガイ (図 8)

学 名：*Limnoperna fortunei*

英 名：Golden Mussel

分 類：軟体動物門二枚貝綱

いがい目いがい科カワヒバリガイ属

原 産 地：東アジアから東南アジア

生 息 地：関西・東海・関東

大 き さ：殻長 2～3 cm

寿 命：日本では 2～3 年

餌：浮遊懸濁物 (植物プランクトン等)

繁 殖 期：水温が 21℃を超える頃 (6 月～9 月ぐらい)

生息場所：・淡水域 (塩分耐性が低い¹²⁾ ため、汽水域では分布がみられない)

・足糸という繊維状物質を分泌して付着基盤 (コンクリート・岩・石等) に固着する。

捕 食 者：ニゴイやコイ等のコイ科の魚類、ブルーギル (特定外来生物) 等。

備 考：・特定外来生物

・汽水域に生息するコウロエンカワヒバリガイと形態的には類似しているが、遺伝的には大きく異なり¹³⁾、殻の内面の筋痕等で区別される。¹⁴⁾

特定外来生物同定マニュアル (環境省) より特記事項の抜粋：

中国産の輸入シジミに付着している可能性があるため、タイワンシジミ等の外国産シジミの放流には特に注意が必要である。また、日本に既に定着しているタイワンシジミや、在来種のマシジミ等にもカワヒバリガイが付着している可能性があることからカワヒバリガイの侵入が確認された地域の生物を不用意に移動させないほうがよい。



図 8 カワヒバリガイ

【参考】カワヒバリガイ侵入に関連する年表

- 1965 年 香港で中国本土（広東省）の珠江水系から水道の原水を供給。¹⁵⁾
- 1968 年 上記で導水した水道施設で大量発生。水道施設のほぼ全域でみられるようになる。¹⁶⁾
- 1982 年 韓国の水道または水力発電用のトンネルや導水管で大量発生。¹⁷⁾
(日本において初めてカワヒバリガイの脅威が論文により紹介されたのがこの頃。)
- 1990 年代 南米ラプラタ川で大量発生。¹⁸⁾
- 1990 年 揖斐川水系（岐阜県海津市）で日本において初めての採取。²⁾
(当初は形状の類似した汽水域に生息するコウロエンカワヒバリガイと誤認されていたが、琵琶湖での確認情報より再度標本を確認した結果、日本で初めて採取されたカワヒバリガイと認定された。)
- 1992 年 琵琶湖（滋賀県近江八幡市）で確認。³⁾
(琵琶湖での初確認後、琵琶湖における分布は2000年時点で琵琶湖南端から東岸の半分、西岸は北端周辺にまで拡大、流出河川では淀川の下流まで分布が拡大した。)¹⁹⁾
(この頃水道事業者による対策試験等が多く行われる。)
- 1993～1994 年 木曽川水系（木曽川、長良川、揖斐川）で確認。⁵⁾
- 2004 年 矢作川水系（矢作川中流域）で確認。²⁰⁾
殻の大きさから2002年には既に生息していたと推測される。⁶⁾
- 2004 年 天竜川水系（新豊根ダムのダム湖）で確認。⁷⁾
- 2005 年 利根川水系（大塩調整池）で大量発生。⁹⁾
- 2005 年 利根川下流部霞ヶ浦で確認。¹⁰⁾
(霞ヶ浦、大塩調整池、近畿・中部地方で発生しているカワヒバリガイの遺伝子を解析をした結果、霞ヶ浦の遺伝子の形態が他の2地域と異なることから、別の侵入ルートにより日本へ持ち込まれたと考えられる。)²¹⁾
- 2005 年 利根川水系小貝川、手賀沼、江戸川で確認。⁹⁾
- 2007 年 豊川水系（宇連川）で確認。⁸⁾
- 2014 年 那珂川水系内笠間池で確認。²⁵⁾

なお、生態の類似したカワホトトギスガイ（別名ゼブラガイ、カスピ海・黒海原産）の被害年表を以下に記す。²²⁾

- 1800 年代 ヨーロッパへ急速に分布を拡大。
- 1980 年代半ば 北アメリカの五大湖水系に侵入し、爆発的に増加。
- 1993 年 ゼブラガイ対策のマニュアルが米国で策定される。^{23) 24)}

参考文献

- 1) 環境省：特定外来生物同定マニュアル
2) 木村妙子：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(2)、pp. 34-35 (1994)

- 3) 松田 栞也他：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、pp. 45 (1992)
- 4) 中井克樹：琵琶湖への新たな侵入者、カワヒバリガイ、湖国と文化 (71)、pp. 80-83 (1995)
- 5) 中井克樹他：木曽三川における淡水棲イガイ、カワヒバリガイの分布状況、第 59 回大会 日本陸水学会講演要旨集 (1994)
- 6) 内田 臣一他：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 No. 11、pp. 35-46 (2007)
- 7) 国土交通省河川局河川課：特定外来生物であるカワヒバリガイを既知分布外の新豊根ダム (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、pp. 29 (2006)
- 8) 松岡敬二他：宇連川から発見された特定外来生物カワヒバリガイ、豊橋市自然史博物館研報 No. 20、pp. 1-4 (2010)
- 9) 伊藤健二：利根川水系におけるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の分布状況、日本ベントス学会誌, 63, (2008)-
- 10) 須能紀之：霞ヶ浦で生息が確認されたカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei*、茨城県内水面水産試験場調査研究報告 40、pp. 79 (2006)
- 11) 西村正他：輸入シジミに混じっていた中国産淡水二枚貝、ちりぼたん 18、pp. 110-111 (1987)
- 12) 木村妙子他、淡水及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整、日本海水学会誌第 49 巻第 3 号、pp. 148-152 (1995)
- 13) 木村妙子他：カワヒバリガイとその亜種コウロエンカワヒバリガイの遺伝的類縁関係、日本ベントス学会 第 9 回大会 (1995)
- 14) 木村妙子：カワヒバリガイとコウロエンカワヒバリガイの形態的な識別点、日本貝類学会「ちりぼたん」25(2) (1994)
- 15) 中井克樹：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(1)、pp. 49-56 (1995)
- 16) Brian Morton : The Colonisation of Hong Kon's raw water supply system by *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia:Mytilacea) from China、Malacological Review 8、pp. 91-105 (1975)
- 17) 小島貞男：カワヒバリガイ (*Limnoperna fortunei*) の生態・被害及びその対策、環境管理技術 Vol3 No. 2 (1985)
- 18) Daniel H. Cataldo 他：Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the lower Parana river and the Rio de la Plata estuary (Argentina), Aquatic Ecology 34、pp. 307-317 (2000)
- 19) 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、pp. 73-74 (2001)
- 20) 白金晶子：見つけてしまったカワヒバリガイ、矢作川研究 Rio No. 80, 81 (2005)
- 21) 富永篤他：DNA 分析による特定外来生物カワヒバリガイの分布拡大プロセスの解明、国際生物多様性の日シンポジウム 2009 -外来種の来た道, 行く道- (2009 年 5 月 22 日) ポスターセッション要旨
- 22) Andrew N. Cohen 他：The Potential Distribution and Abundance of Zebra Mussels in California California, Urban Water Agencies Calfed Category III Steering Committee (1998)
- 23) Claudi, R 他：Practical Manual for Zebra Mussel Monitoring and Control、Lewis Publishers (1995)
- 24) 中井克樹：淡水への新たな侵入者 -カワヒバリガイをめぐる問題点-
- 25) 伊藤健二：那珂川水系における特定外来生物カワヒバリガイの侵入状況、保全生態学研究 21 巻 1 号 pp. 67-76 (2016)

2.2 カワヒバリガイの生態

カワヒバリガイの生活史は「浮遊幼生期」「着底期」「固着生活期」に分かれている。カワヒバリガイの生態は不明な点が多いが、浮遊幼生がみられる繁殖期は、日本においては6月頃からはじまり、水温が21～27℃になる8月～10月頃に最盛期を迎えると推定されている。浮遊幼生期を経て固着生活期に入ると、用水路等、様々な場所で通水障害等の被害をもたらす。寿命は日本では2年～3年程度と考えられており¹⁾、死んだ貝の殻が流下すると末端水路等で通水障害をもたらす。

2.2.1 浮遊幼生期

カワヒバリガイは水の流れにのって、施設内の細管にまで侵入する。

繁殖には水温が関係しており、日本では8月～10月頃に最盛期を迎える（水温が高い香港では年間2回繁殖し、ほとんど通年にわたり浮遊幼生がみられる²⁾）。

水中に放卵・放精して体外受精により繁殖が行われる³⁾。受精卵は水中を1日程度浮遊した後、D型幼生となり、約4日（水温28℃の環境下）から約10日（水温20℃の環境下）の後、殻頂期幼生へと変態する。^{4) 11)}

2.2.2 着底期

幼生は10～20日の浮遊期間を経た後に基質に着底・固着するとされるが、その期間には成長状態により変化すると考えられる等、着底・固着過程には不明な点が多い。着底後間もない稚貝を調査した例では、小さいもので0.18mmから観察されている⁵⁾。

ダム湖・貯水池等の水の入れ替わりが遅い水域や、利水施設内で水が停滞しやすい場所（沈砂池、調整池等）では、幼生が滞留時間内に着底できる大きさに成長できるため、大量固着が生じる可能性があることから、水域への侵入時にこれらの場所での固着状況に注意が必要である。

2.2.3 固着生活期

石やコンクリート、配管内部等、様々な場所に固着し通水障害をきたす。

殻頂期幼生は、硬い基質（コンクリート等）に着底する。着底後、稚貝のうちは活発に動きまわることができ^{5) 6)}、暗い場所（木や施設で影になる場所、隧道等）、くぼんだ場所（劣化が進んだコンクリート、繋ぎ目等）、常時水がある場所、仲間が多い場所等の好適な環境に達すると、足糸という繊維状物質を分泌し、その糸で自分の体を基質に固着させる。固着した後でも自ら足糸を切断し移動する⁷⁾。また、着底直後の稚貝は再度浮遊することもある。

8月頃に着底した稚貝では⁵⁾、その年の12月で約3mm程度であり、視認は難しい。1年目の夏になると約12mmとなり、視認しやすくなる。2年目になると約20mm、その後、大きいものでは30mmを超えるため、管の閉塞や通水障害が発生しやすい。

死亡時期について、野外の観察事例では夏季の水温が高い時期に多く発生するようである⁸⁾。死亡した貝はやがて基質から剥がれ落ち、夏から秋にかけて流下し、流下殻が多い場合は管等の閉塞被害を引き起こす。

なお、耐乾性については、代謝活性の高い夏季では、20℃の環境下では5日で死亡するが、活性の低い冬季では、5℃の環境下では1ヶ月経過後も80%近く生存していたという試験結果も報告されている⁹⁾。

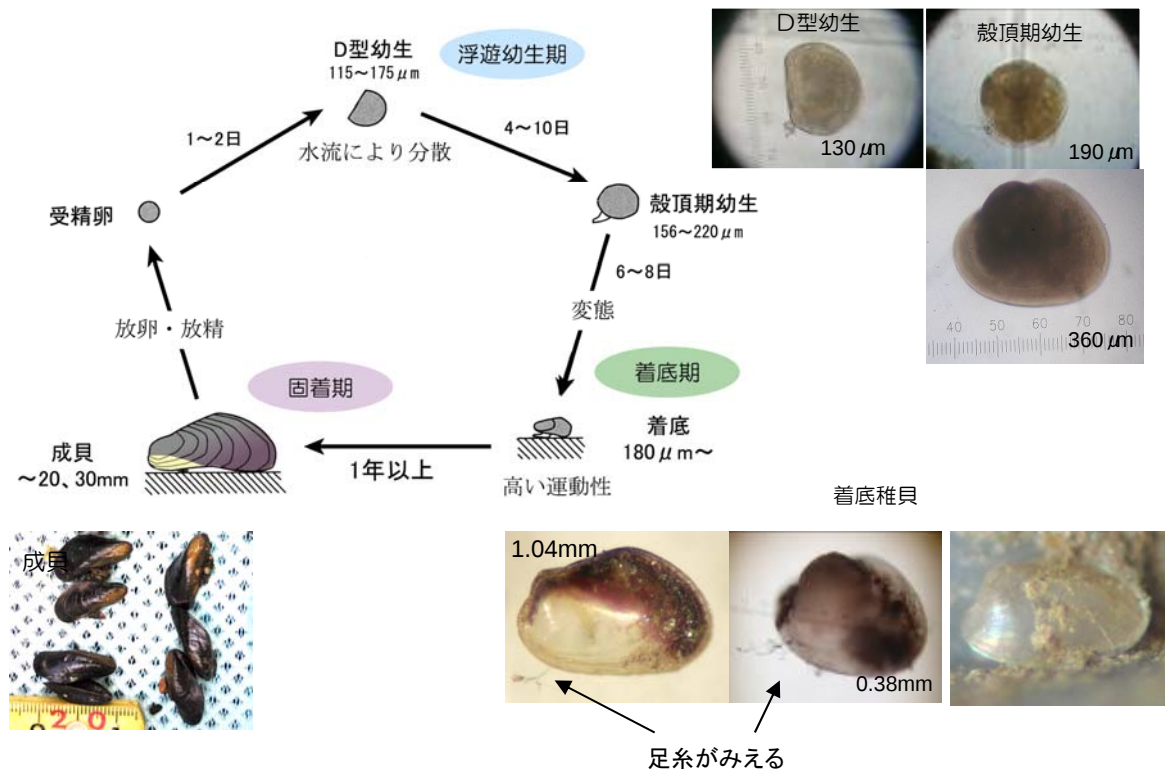


図9 カワヒバリガイの生活史の概略

(参考:「黒装束の侵入者」梶原・奥谷監修をもとに、文献4の知見を加えて修正)

2.2.4 カワヒバリガイの生活史と営農活動・水管理

カワヒバリガイの生活史については上記で述べたが、この生態が、日本の農業での水使いとどのような関係にあるかを図10のとおり整理した。

多くの農業用水が使われる夏季にカワヒバリガイは浮遊幼生期であり、非かんがい期や農業用水の需要が減る冬季には活動が低下する。日本の農業の水需要パターンは、カワヒバリガイが拡散・生息しやすい。

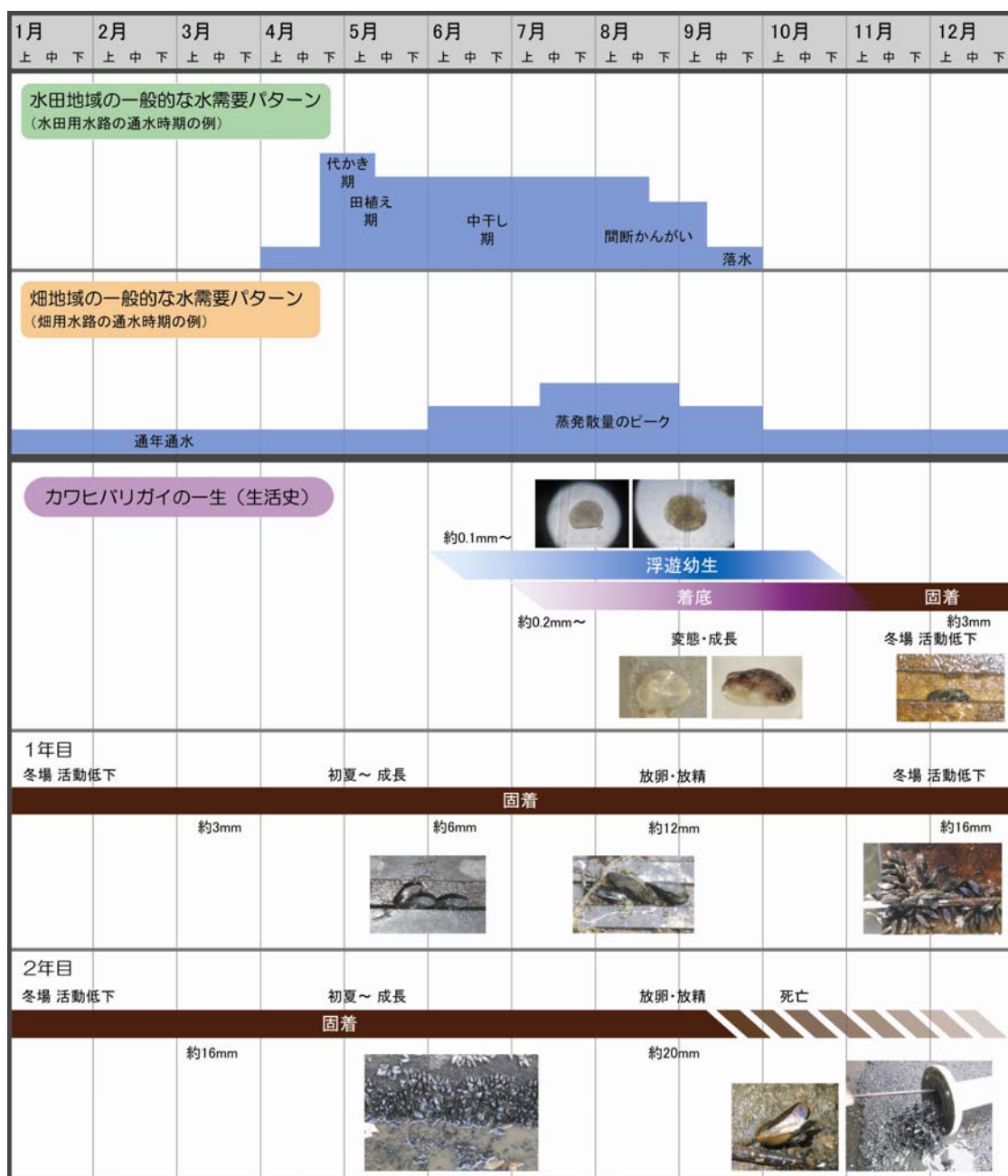


図 10 カワヒバリガイの生活史と営農活動・水管理の1年間 【想定した地域：東海地域】

2.2.5 カワヒバリガイの生息場所（図 11）

カワヒバリガイは、生息密度が低いときは、浮き石の裏面や水路のコンクリートの窪み等で主に見られる。見えにくい暗い場所に集まっていたり、他の付着生物（藻類等）に殻の表面が覆われていたりすることもあり、発見が困難である。

カワヒバリガイの稚貝・成貝は斧足によりほふくして移動することができるが、特に稚貝のうちは活発に移動することが知られている^{6) 10)}。水路の隅や暗い場所等への集積がみられるのは、一度着底した貝の移動によって二次的に出来上がったものと考えられる。

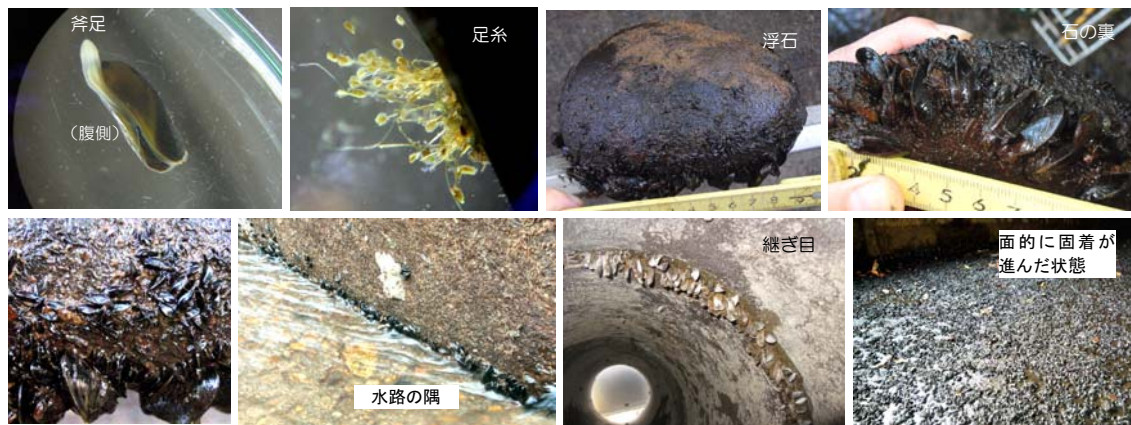


図 11 カワヒバリガイの生息場所

カワヒバリガイが固着場所として選ぶ環境については、着底するときは場所をあまり問わずに着底するが、そこから接触面の多い環境（隅）、暗い環境、流れの裏側へ移動し、密度を高めて集団化していく⁶⁾。カワヒバリガイは固着環境を選択しながら集団化していると考えられるが、まだその生態が不明な部分が多いものの、環境が変化した場合に、一旦固着した貝が再び好ましい環境へと移動する場合もあると考えられている（図 12）。

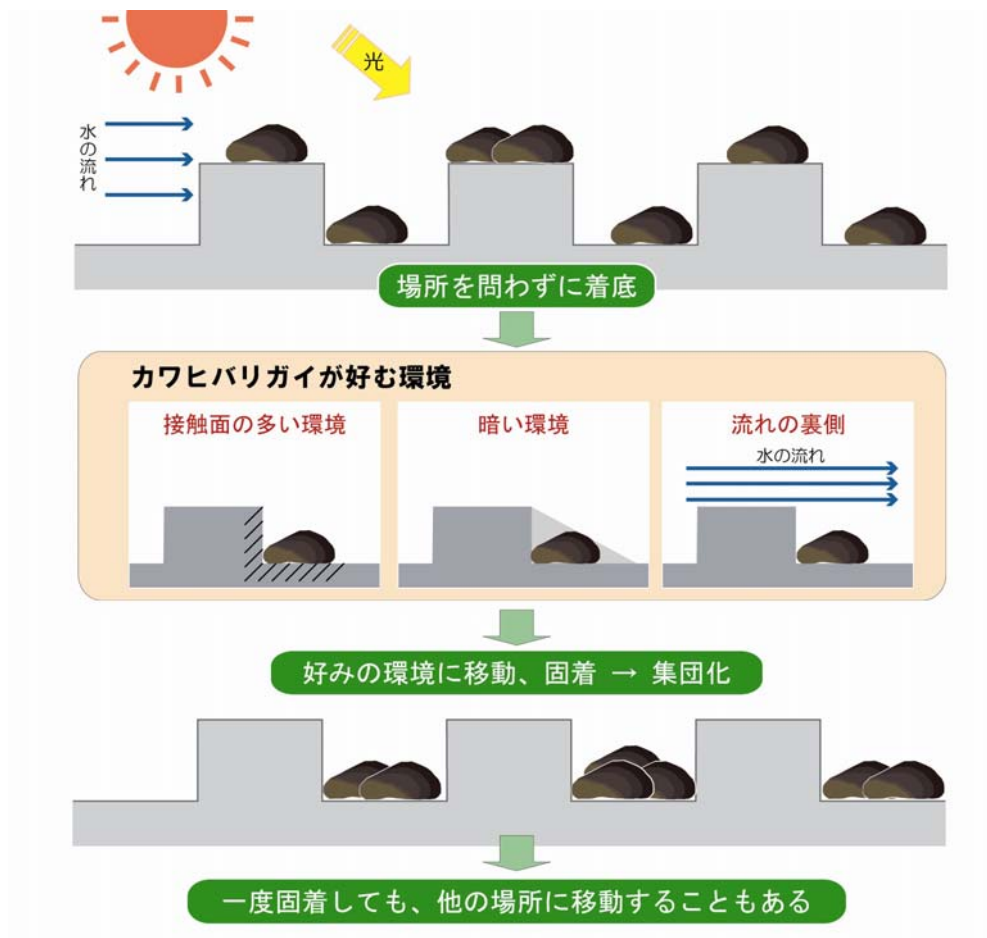


図 12 カワヒバリガイの生息場所

参考文献

- 1) 岩崎敬二・瓜生由美子：Life Cycle of a Freshwater Mytilid Mussel, *Limnoperna fortunei*, in Uji、VENUS (Jap. Jour. Malac.) 貝雑 vol. 57, No. 2, pp. 105-113 (1998)
- 2) 中井克樹：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(1)、pp. 49-56 (1995)
- 3) 日本生態学会編：外来種ハンドブック、地人書房 pp. 173 (2002)
- 4) Daniel Cataldo 他：Temperature-Dependent rates of larval development in *Limnoperna fortunei* (Bivalvia:Mytilidae)、Journal of Molluscan Studies 71(1)、pp. 41-46 (2005)
- 5) 農林水産省東海農政局農村計画部資源課：平成 22 年度外来貝類被害防止検討調査業務報告書(2011. 3)
- 6) 農林水産省東海農政局農村計画部資源課：平成 20 年度外来貝類被害防止検討調査業務委託報告書(2009. 3)
- 7) 農林水産省東海農政局農村計画部資源課：平成 21 年度外来貝類被害防止検討調査業務委託報告書(2010. 3)
- 8) Goto Y：Behavior of nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, in water supply facilities、Water Science & Technology Vol. 46, No. 11/12, pp. 45-50 (2002)
- 9) 農林水産省東海農政局農村計画部資源課：平成 23 年度外来貝類被害防止検討調査業務報告書(2012. 3)
- 10) 岩崎敬二：カワヒバリガイの垂直面登はん行動と干出しに対する耐性、VENUS (Jap. Jour. Malac.) 貝雑 vol. 56, No. 1, pp. 15-25 (1997)
- 11) Daisuke Nakano 他：Differences in larval dynamics of golden mussel *Limnoperna fortunei* between dam reservoirs with and without an aeration system. Landscape Ecol Eng. 6, pp. 53-60, (2010)

2.3 生態系への影響

外来生物が海外から日本に意図的・非意図的に移入されることによって、在来生物との競合による在来生物の駆逐、環境のかく乱等といった影響を及ぼす、または及ぼすおそれがある¹⁾。カワヒバリガイの場合は、コイ科魚類等に感染する腹口吸虫類の第1中間宿主となることが知られているが²⁾、他の在来種への影響等の詳しいことはわかっていない。

なお、これまでの論文等によれば、カワヒバリガイが直接人の健康に影響を与えることは世界的に報告されていない。

【解説】

カワヒバリガイは、農業水利施設への被害のみならず、生態系への影響も懸念されている。外来生物法においては、国民生活の安定向上に資するため、農林水産業の健全な発展のみならず、生物の多様性の確保、人の生命及び身体の保護に寄与することも目的とされている。

カワヒバリガイの場合は、他の生物に対するこれらの影響について詳しいことは明らかにされていないが、魚類に感染する腹口吸虫の第1中間宿主となることが知られている。また、主にコイ科魚類では、腹口吸虫の感染により、病的な症状が見られることがある。日本にはナマズ腹口吸虫、尾崎腹口吸虫の2種がカワヒバリガイに伴って侵入しており、宇治川や淀川本流では、第2中間宿主のコイ科魚類（オイカワ、コウライモロコ等）の衰弱魚の大量発生が報告される等、生態系への影響が顕在化している。この腹口吸虫2種は3種類の宿主を必要とし、第1中間宿主がカワヒバリガイ、第2中間宿主が主にコイ科魚類、終宿主がナマズ類（ビワコオオナマズ、ナマズ）となっていることが報告されている。カワヒバリガイの卵巣等に寄生し成長した腹口吸虫はやがて水中に泳ぎだし、第2中間宿主のコイ科魚類に経皮感染する。感染後、その筋肉中や組織内に侵入し、典型的な症状として目や尾鰭からの出血や尾鰭の傷みを発症させ、第2中間宿主の魚を大量衰弱させる一因となる危険性がある。²⁾

上記以外でも、カワヒバリガイが大量斃死した場合の水質悪化や、大量発生時における他の在来の二枚貝や水生生物との餌や生息場の競合等の懸念が指摘されている。³⁾

なお、これまでの論文等によれば、カワヒバリガイが直接人の健康に影響を与えることは世界的に報告されていない。

参考文献

- 1) 環境省：特定外来生物被害防止基本方針（平成16年10月15日）（2004）
- 2) 馬場孝他：カワヒバリガイに寄生する腹口吸虫とその検査方法、矢作川研究 15：pp.97-101(2011)
- 3) 環境省：第二次選定の検討対象種に係る情報、第3回特定外来生物等分類群専門家グループ会合（平成17年5月50日）資料（2005）

2.4 カワヒバリガイの農業水利施設における被害事例

カワヒバリガイによる農業水利施設への主な被害としては、生貝及び死貝による「通水障害」があげられる。その対策としてカワヒバリガイの固着を防止するためのライニング材の開発等の研究が進められている。現状として効率的・効果的な対策が確立されていないことから、これまでの対策手法としては人力による掻き出し防除が主となっている。

【解説】

カワヒバリガイによる被害としては、生きた貝（生貝）が付着することにより通水を阻害し被害を発生させる場合と、死んだ貝（死貝）が流下し管等を閉塞させ通水を阻害し被害を発生させる場合があり、大量の死貝の廃棄には処理費用がかかる。被害例の模式図は図13のとおりとなる。

また、次ページ以降に、カワヒバリガイによる「通水障害」について施設タイプ毎に具体的な事例を紹介する。

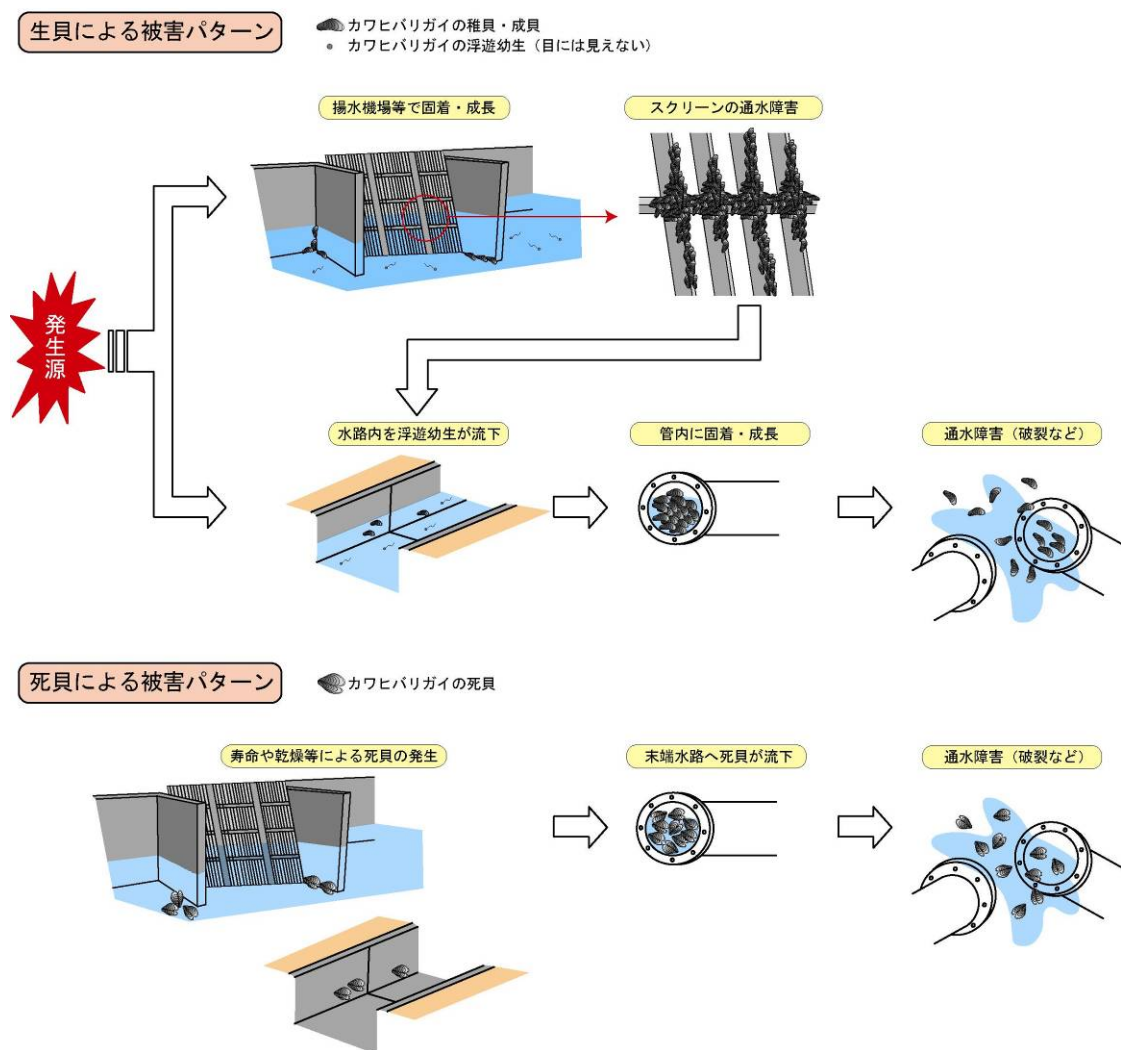


図13 カワヒバリガイの被害例模式図

事例１ 取水口、幹線用水路での付着場所

取水口は河川から水を取り入れる起点となる施設であり、また、幹線用水路は、取水口から農業用水を農地までもたすために必要な施設である。

水路壁や底の目地（コンクリート構造物のつなぎ目）や施設の摩耗等により発生する凹凸部を中心にカワヒバリガイが固着し、面的に覆われ、これらが寿命等により大量斃死した場合、死貝による下流域施設の通水障害や水質悪化、腐敗による悪臭（落水時）等の被害が生じる可能性がある。また、取水場所が下流域の河口堰等の流速の緩やかな場合は、滞留したカワヒバリガイの幼生が着底する段階まで成長することができるため、下流への付着が可能な幼生の供給源となる場合もある。

下の図は取水口付近の幹線用水路で、常時水位が安定している高さまで、壁面一面にカワヒバリガイの固着が確認される（図 14）。



図 14 カワヒバリガイの固着状況（常時水深まで貝が付着）

水路内での付着状況をみると、暗環境と明環境では、暗環境での付着が多い（図 15）。

以下に示した例は、M 地区での頭首工直下の隧道内部での付着状況である。照度条件では暗いほど、隧道入り口（上流）に近いほど、カワヒバリガイの付着密度が高い結果となっている。また、漏水箇所のような湿潤な条件で付着密度が高い。

カワヒバリガイが生息する調整池から取水する農業用幹線水路（上流側 500m は暗渠区間）について調査した事例では、取水口（用水路の上流）に近いほどカワヒバリガイの固着量が多く、取水口からの距離に対して指数的に減少している。¹⁾



図 15 カワヒバリガイの付着状況（隧道内での明暗環境での付着密度の違い）（mは下流側開口部からの距離）

事例２ 調整池・調整水槽での付着場所

水位変動が大きい調整水槽の壁面にはカワヒバリガイはわずかに確認されたのみであった（そのうちのほとんどが、コンクリートの表面にできたへこみ、ひび割れ、隅の部分）。一方、暗く湿潤なスクリーン内には、カワヒバリガイが高密度で確認された（図 16）。



図 16 スクリーン内部での固着状況

（右上：スクリーン全景、左下：スクリーン柱への付着、右下：スクリーン全面に付着）

また、接続部、亀裂や穴等へ入り込んで付着しているカワヒバリガイが多く見られ（図 17）、コンクリート表面の老朽化が進むと、カワヒバリガイの付着する箇所が増える可能性がある。



図 17 カワヒバリガイの付着状況

（左：コンクリート壁面と管との接続部への付着、中央及び 右：へこみ、ひび割れへの付着）

事例3 用水機施設での付着場所（配管、ストレーナー等）

配管を流れる水の中には、異物や配管内の腐食によって生じたゴミ等が混入するため、各種機器が動作不良を起こしたり、破損してしまう可能性がある。ストレーナーは、これら流体中の異物やゴミを分離・排除する機器である（図18及び図19）。

これらの用水機場の機器内部及び配管等にカワヒバリガイが侵入・固着し、通水障害を生じさせるおそれがある。



図18 保圧タンクの内部と配管に入り込んだカワヒバリガイ

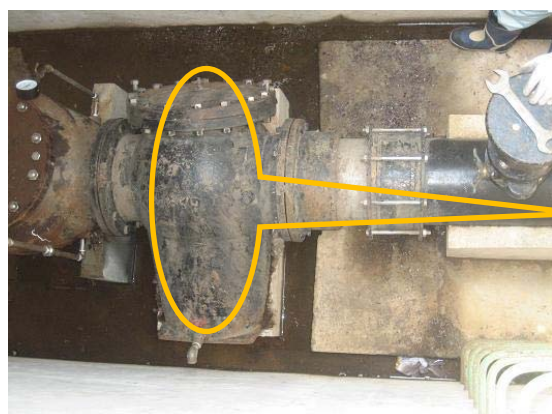


図19 ストレーナー内に詰まったカワヒバリガイ

事例4 末端管水路（パイプライン、給水栓、ストレーナー）

末端管水路は、用水を農地に送る施設で、農家にとって最も身近な農業水利施設である。カワヒバリガイは暗渠やパイプライン等の暗い環境を好み、日常管理において目に付きにくいことから、被害が生じるまで生息に気が付かないことが多い。

上流側でカワヒバリガイの大量斃死が発生した場合、末端水路の給水栓やストレーナーが死貝により閉塞する可能性がある（図20及び図21）。

カワヒバリガイの被害対策を実施する上で、末端水路においてカワヒバリガイの個体流出の有無の把握が侵入、大量固着等の「早期発見」につながり、効率的・効果的な被害対策の実施に繋がる。



図20 排泥工における固着状況



図21 給水栓の閉塞及びストレーナーにおける目詰まり状況（死貝）

参考文献

- 1) 小林卓也 他：大塩貯水池および竹沼貯水池におけるカワヒバリガイの生態について－現地調査と飼育実験による解析、Sessile Organisms Vol.27(1)：pp.25-34(2010)