〈第 38 回山崎賞 児童・生徒の部〉

タイワンシジミの河川移動の謎

浜松学芸高等学校
自然科学探究　２年　齋藤駿汰　他３名

１　研究の動機

浜松学芸高等学校の自然科学探究部では、個々が関心をもった生物を研究対象にフィールドワークを中心として調査を行っている。私は、浜松市西区神ヶ谷地区へ自然科学探究部の部員と一緒に魚採りに行ったときに、コンクリート三面張の水路で砂泥をかきあげると、そのなかに多くの二枚貝を見つけることができた。二枚貝について調べてみると、この二枚貝はタイワンシジミ(図１)であることが分かった。顧問の先生の話によると、タイワンシジミは外来種であり、日本には元々生息していない生物だと分かった。タイワンシジミが急激に個体数を増やし、分布を拡大していることも知った。

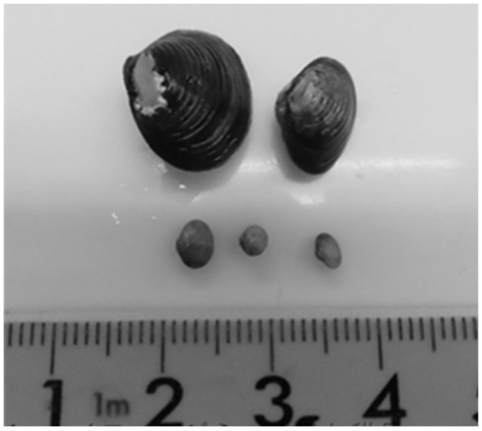


図１　タイワンシジミ成貝

２　研究の背景

日本産シジミ属には、マシジミ *Corbicula leana* 、琵琶湖・淀川水系に分布するセタシジミ *Corbicula sandai* 、および北海道から九州の河口や潟湖に生息するヤマトシジミ *Corbicula japonica* の３種が生息している（紀平ほか 2003)。近年、マシジミが減少し、輸入シジミの放流や投棄などに由来すると考えられる外来シジミの生息が確認されるようになって問題となった(石橋･古丸 2003)。さらに、タイワンシジミ *Corbicula fluminea* はマシジミと同様の生態および繁殖法を有しているため（Komaru & Konishi 1999)、マシジミの減少と外来シジミの増殖が気づかぬうちに急速に進行することが懸念されている（増田・内山 2004)。横山（2019a, 2019b）によると、在来マシジミと外来タイワンシジミ間の形態・分子遺伝学的差異は微小であり、両種はごく近い近縁種か、前者は後者の一系統と推定されている。

本研究は、タイワンシジミの急激な分布拡大の一因を明かにするために研究を進めており、単純な河川環境下におけるタイワンシジミの移動動態の全体像を明らかにすることを目的とする。本研究では、世界的に生息地の急拡大が問題となっているタイワンシジミの成貝を対象に、貝殻にマーキングを施す。その後、砂泥に混ぜて再投入および再捕獲することによって、正確な移動場所や距離をもとに移動動態を解明する手法の有効性検証を目的とする。また、タイワンシジミは生活環のなかで生態や体サイズが大きく異なり、それに伴って、移動分散方法が異なる可能性が推測される。ベリンジャー幼生（D 型幼生）時代には主に水流や魚類や甲殻類といった幼生散布者によって移動し、稚貝時代には粘着糸を出して水に対する抵抗を大きくすることで水流にのって移動し、成貝時代は水流または独力で移動すると推測される。本研究では、タイワンシジミ幼生や稚貝が、魚類の体表やエラに付着して移動する可能性を考慮した上で、幼生散布者の特定を目指した。幼生散布者の特定には、繁殖期を知り、幼生発生期を明らかにすることが必須であった。繁殖期を明らかにするため、野外における産卵期の推定を行なった。タイワンシジミの生殖器官は、産卵期が近づくにつれ、生殖細胞が増加・成長することで肥大化すると予想できた。そして、産卵後は生殖細胞が萎縮すると考えられる。産卵期が明らかになった後、幼生散布者の特定を行う予定である。

３　調査地と方法

調査は、静岡県浜松市西区神ヶ谷地区のコンクリート三面張水路（以下、調査地点１：図２-A）および西区大平台地区の水田を仕切った畦畔（以下、調査地点２：図２-B）で行った。調査地点１の河川は、川幅 1.5m、水深は約 15cm であった。川床には砂泥が堆積しておらずコンクリートが露出している部分と、砂泥が数 cm 程度堆積している部分がみられた。調査地点２の河川は、川幅１m、水深は約５cm であった。川底は全面に泥が堆積しており、ホトケドジョウ *Lefua echigonia* などの魚類がみられた。両調査河川は佐鳴湖とつながった新川水系であり、常に淡水が流れており、潮の満ち引きの影響はみられなかった。

図２ - A　コンクリート三面張水路

図２-B　水田を仕切った畦畔

（１）　畦畔における成貝の移動動態の調査

調査地点２においてタイワンシジミ成貝の移動動態を明らかにすることを目的として、マーキング法を用いた調査を２回行なった。調査は、2021 年６月 26 日から７月４日にかけての９日間（第１回）と７月 31 日から８月７日にかけての８日間（第２回）である。はじめに、調査地内でタイワンシジミ成貝を 90 個体捕獲し、１個体ずつ殻長の大きさを計測した。捕獲した成貝の殻表面に異なる色の油性インクで彩色し、１個体ずつマーキングを施し、個体識別ができるようにした。マーキング方法は、放流地点ごとに殻頂に赤・青・黄を彩色し、10 の位ごとに裏側の殻頂に白・黒・ピンクの３色で彩色し、１の位ごとに殻の表面に模様を描いた。この操作後、色落ちを防ぐため、透明マニキュアで保護した(図３)。

その後、水路内に４m 間隔で３列の放流地点を設け、各放流地点に 30 個体ずつの成貝を再放流した(図４)。再放流から約１週間後、最上流地点の基準から 21m までの砂泥中のタイワンシジミを再捕獲することで、マーキングした成貝の移動距離を算出した。同時にマーキングを施していない成貝の個体数も確認した。成貝の捕獲には目開き１mm のふるいを用い、殻幅 1.0cm 以上の個体を成貝とした。

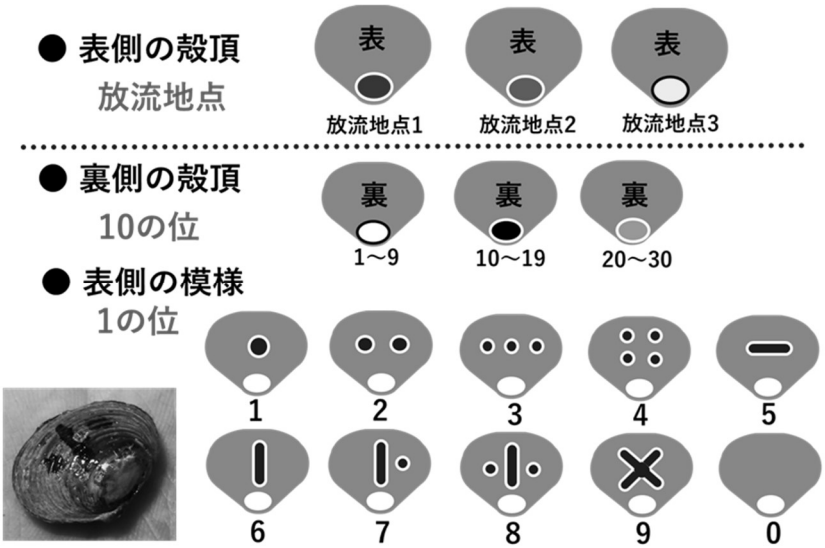
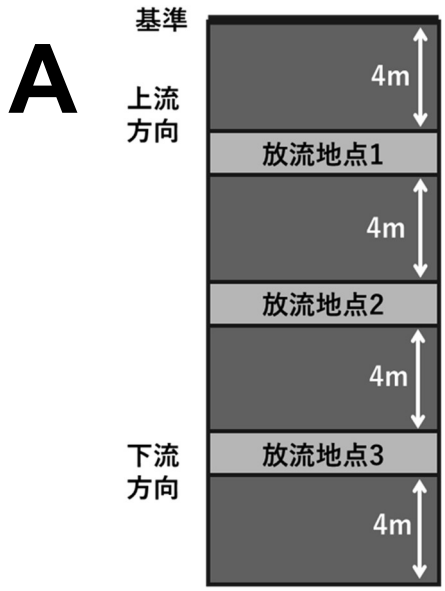


図３　識別方法



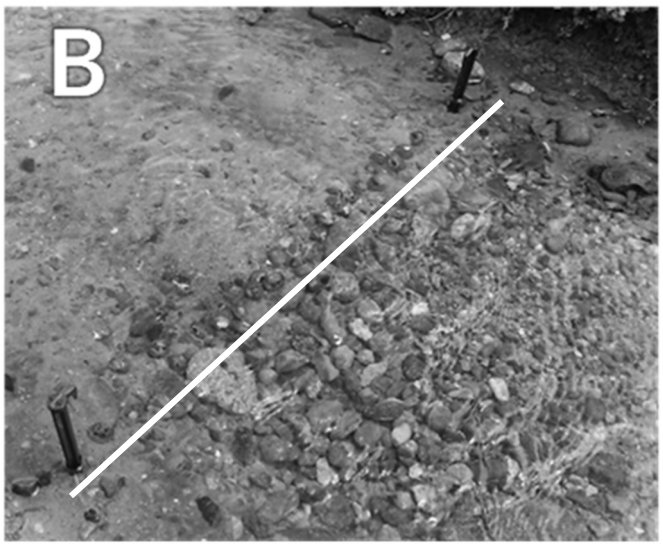
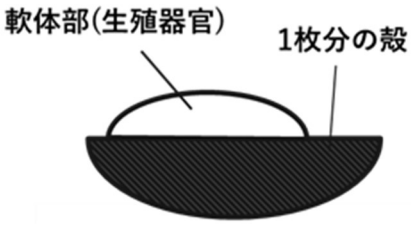


図４ - A　放流地点　　図４ - B　放流の様子

（2）　産卵期の特定

野外におけるタイワンシジミの繁殖期および幼生発生期を明らかにするため、調査地点１、調査地点２において、成体の生殖器官の膨らみ度をそれぞれの調査地点で、毎週 30 個体ずつ計測した。成貝の膨らみ度は、中村（2018）を参考にして軟体部および１枚分の殻の厚さを計測し、比率から算出した。求めた比率より、膨らみ度を５段階の簡易的な数値で表した(図５)。また、殻幅 1.0cm 以上の個体を成貝とした。

ヤマトシジミの雄と雌の生殖巣は、産卵期が近づくにつれ、生殖細胞が増加・成長・成熟することで肥大化することが報告されている（中村 2018)。産卵後は、生殖細胞が減少・衰退して生殖巣が萎縮する。この性質を利用し、軟体部の膨らみ具合や色を肉眼により観察した。殻幅に対する軟体部の膨らみ具合を簡易的に数値化し、時期ごとによる軟体部の膨らみの変化を表現することにより、おおまかな生殖周期を検討した。



比率	～0.2	0.2～0.4	0.4～0.6	0.6～0.8	0.8～
膨らみ度	1	2	3	4	5

図５　軟体部および１枚分の殻の厚さの計測と膨らみ度の算出

4　結果

（1）　畦畔における成貝の移動動態の調査

放流後、再捕獲したタイワンシジミ成貝のマーキング個体は、第１回で 84 個体であり、第２回で 67 個体であった。残存率は、第１回が 93.3%であり、第２回は 74.4%にも達した。生存していた成貝の移動距離は、第１回がわずか平均 0.02m（n＝83)、第２回もわずか平均 0.04m（n＝31）下流へ移動したに過ぎず、生存個体は全く移動していなかった(図６)。

放流されたタイワンシジミ成貝は、直ちに砂泥のなかに潜っていくのが観察できた。一方で、殻内部の軟体部がなくなった死亡個体は、第１回が 7.40m（n＝１)、第２回が平均約 0.84m（n＝36）で、

生存個体と比較して水流により遠距離に運ばれていた。調査期間中の降水量は、第１回時には 325㎜、第２回には 16.5㎜ で大きな差がみられた（気象庁 HP)。降水量の違いによる成貝の移動距離や、殻幅と移動距離とのあいだには相関関係を見出すことはできなかった。回収時におけるタイワンシジミ成貝の生存個体の割合は、第１回で 75 個体（83%）と高かったのに対して、第２回ではわずか 20 個体（22%）に過ぎず、特に第２回では死亡して貝殻だけが発見された個体が多くみられた。

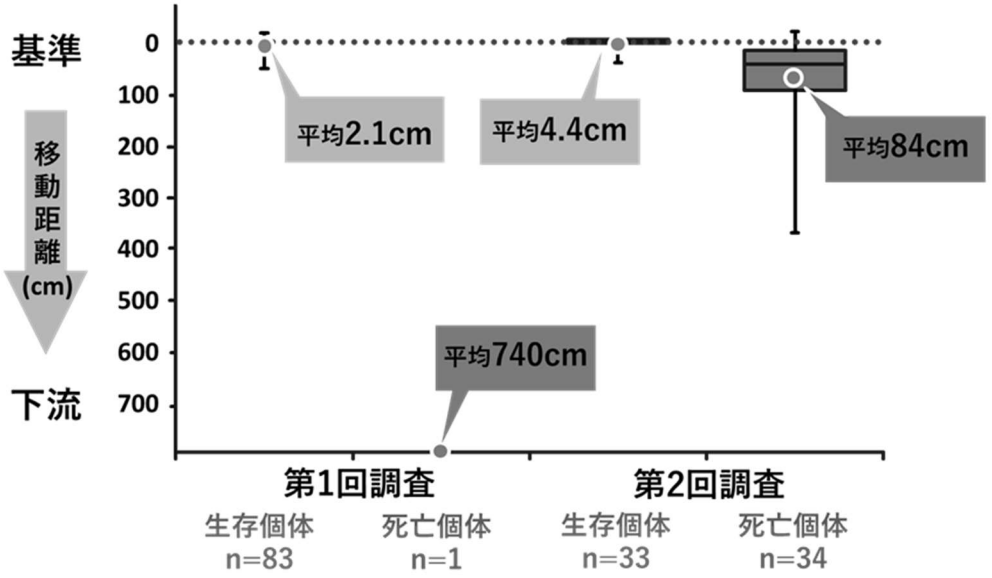


図６畦畔での移動の様子

（２） 産卵期の特定

１週間ごとのタイワンシジミ 30 個体の軟体部膨らみ度は、２地点ともに急激な変化はみられなかった(図７、８)。また、５月下旬から６月下旬にかけては軟体部の色の変化はみられず、大きさの変化はみられなかった。７月上旬から８月下旬にかけては、タイワンシジミの軟体部は萎縮して膨らみ度は減少した。９月下旬には以前と同じように回復した。10 月上旬には、調査地点１のコンクリート三面張水路において、タイワンシジミの軟体部は大きくなりはじめ、上昇傾向となった。９月下旬の調査地点２の畦畔では、タイワンシジミ成貝の個体数が減少し、調査の続行が不可能となった。

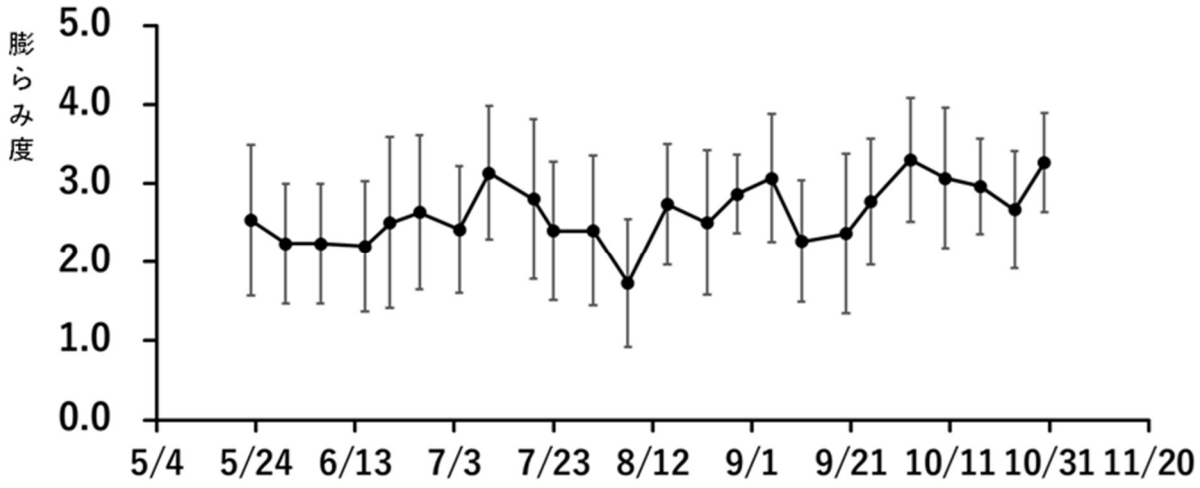


図７ 調査地点１におけるタイワンシジミ成貝の軟体部の膨らみ度の推移
図中のエラーバーは、標準偏差 SD を示す

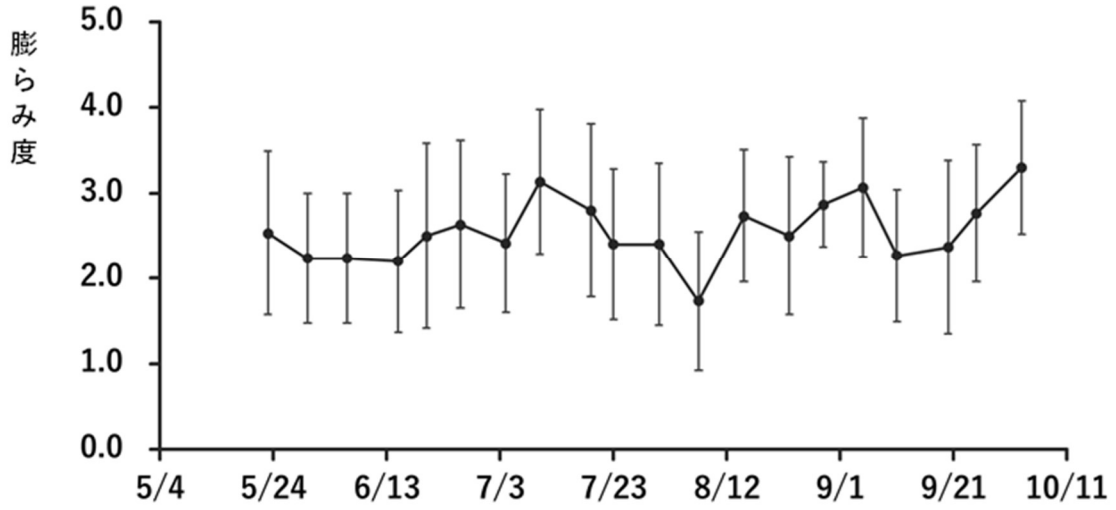


図８　調査地点２におけるタイワンシジミ成貝の軟体部の膨らみ度の推移
図中のエラーバーは、標準偏差 SD を示す

５　考察

（１）　畦畔における成貝の移動動態の調査

調査地点２において、マーキングを施したタイワンシジミ個体を再捕獲した結果より、調査地点の河川における詳細な移動動態を図示した(図９)。降水量の有無によって生存個体の移動動態に変化はなかったため、タイワンシジミ成貝は砂泥内で生息することで流水の影響を受けなかったのに加えて、そもそも能動的に移動する能力は低いと推定される。放流されたタイワンシジミ成貝は、直ちに砂泥のなかに潜っていくのが観察できたことからも、移動せずに砂のなかに潜伏していたのであろう。第２回の調査時は気温が高い日が続き、成貝の活動には不適であったと予測できる。第２回では未発見の 23 個体は死亡しており、貝殻が調査範囲外へ流出したと推定される。調査地点の畦畔は、水の流れが緩やかであった。成貝が水流に運ばれて、長距離を移動するためには流速が必要であると考えられる。今回はタイワンシジミ成貝にとって活動に不適な夏季の調査であったので、比較的涼しい時期や繁殖期に成貝が移動する可能性についても今後検討していきたい。また、夏季には調査時に成貝を発見することが困難となったため、生育にふて不適な時期には砂泥のなかにより深く潜っていた可能性もある。本研究の調査地である畦畔は、水の流れが緩やかであった。成貝が水流に運ばれて長距離移動するためには流速が必要であることが明らかになった。

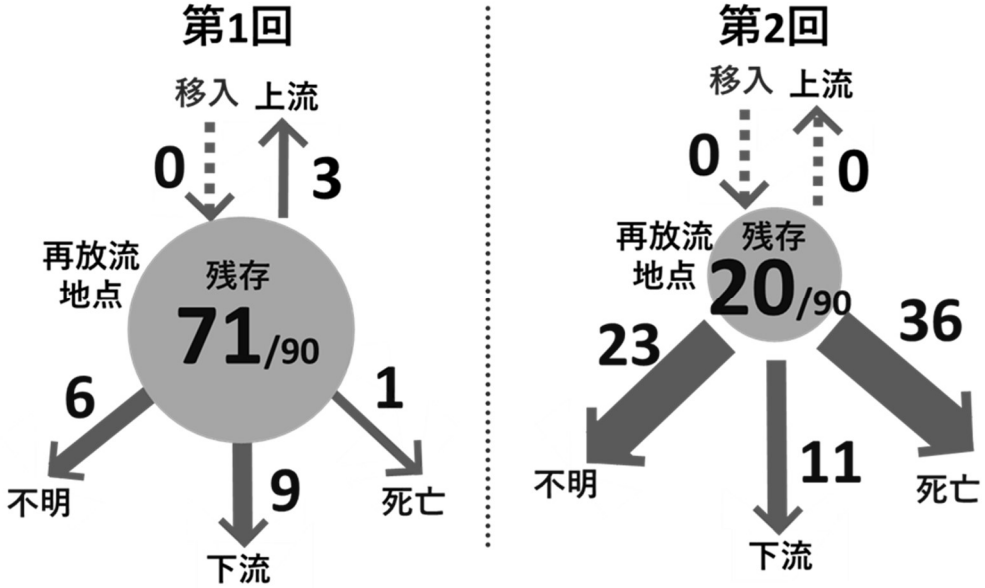


図９　畦畔での移動動態

（2） 産卵期の特定

夏季に軟体部が萎縮していたことから、第２回の移動動態の調査で死亡個体が多く確認されたのと同様に、タイワンシジミは夏季の暑さに弱く、この時期は繁殖どころか生存にも不適であると推測される。９月下旬には軟体部が元の大きさに回復し、10 月には軟体部が膨らみはじめたので、気温が低下した涼しい 10 月以降に繁殖期が始まる可能性を考慮して、調査を継続していきたい。

６ 結論

タイワンシジミの移動動態を明らかにするうえで、貝殻へのマーキング法が有効であることが明らかになった。タイワンシジミ成貝は流れの緩やかな畦畔では流水による移動はできず、タイワンシジミ成貝自体による能動的な移動能力は低いことが明らかになった。水流の弱い畦畔では降水量による移動距離の違いがみられなかった。また、気温の上昇により軟体部が萎縮することから、夏季の高温が成貝の生育に不適であり、夏季に繁殖できないことも明らかになった。

７ 今後の課題

現時点では、成貝繁殖期・幼生発生期の特定ができていないのが現状である。また、移動動態において、明かになったのは成貝のみである。しかし、繁殖期や気温などによって移動動態が異なる可能性が考えられるため、成貝の移動動態もまだ検討が必要である。成貝の移動方法に加え、今後は、稚貝から出る粘着糸や幼生散布者の特定に着目することで、タイワンシジミの生活環全体を通した移動動態の特定を目指していきたい。

８ 謝辞

本研究は、公益財団法人山崎自然科学教育振興会による助成金をもとに研究を進めました。本研究は自然科学部の先輩方の継続研究であり、昨年の研究結果は重要な参考資料となりました。また、野外での調査時は、夏の暑い時期も自然科学部の部員は快く調査を手伝ってくれました。

これら多くの方々のもとに、本研究を進めることができました。心より感謝いたします。

９ 参考文献

池上直樹（2009）熊本県緑川水系で採集された淡水産シジミ:タイワンシジミとマシジミの貝殻形態. 熊本地学会誌. 151：2-8.

石橋亮・古丸明（2003）琵琶湖淀川水系、大和川水系におけるタイワンシジミの出現状況. Venus. 62：65-70.

紀平肇・松田征也・内山りゅう（2003）日本産淡水貝類図鑑, ①琵琶湖・淀川産の淡水貝類. ピーシーズ, 東京.

気象庁HP 過去の気象データ：https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php.

Komaru, A. & Konishi, K (1999) Non-reductional spermatozoa in three shell color types of the freshwater clam Corbicula fluminea in Taiwan. Zoological Science. 16：105-108.

増田修・内山りゅう（2004）日本産淡水貝類図鑑, ②汽水域を含む全国の淡水貝類. ピーシーズ, 東京.

中村幹雄（2018）シジミ学入門 日本シジミ研究所編集, 島根県松江市.

横山寿(2019a)：外来シジミ類の分類と生態Ⅰ 日本と世界における侵入・拡散. 陸水学雑誌. 80：125-144.

横山寿(2019b)外来シジミ類の分類と生態Ⅱ 生物学的特徴と生態系への影響. 陸水学雑誌. 80：145-163.