

公園池におけるイケチョウガイによる水質浄化および真珠生産の可能性について

粕谷智之, 神崎正太¹, 豊村 誠², 橋本京太郎

1 (現所属) 長崎県県民生活環境部地域環境課, 2 (現所属) 長崎県県民生活環境部資源循環推進課

用水路や池などの淡水域の水質改善および親水性の向上に資する取り組みの一つとして、淡水真珠の母貝であるイケチョウガイを利用した事業例が報告されている。本研究では、諫早ゆうゆうランド干拓の里にある池において、イケチョウガイを垂下飼育し、真珠生産を視野に入れた飼育管理手法を検討するとともに、住民参加型の取り組みへの展開を念頭に入れ、簡単に測定できる透視度を用いた水質浄化能力の評価方法の検討を行った。飼育では、2021年は飼育開始直後の4月に1個体と7月に6個体が死亡したものの、9月以降、死亡個体はなかった。2022年は上層(水深30 cm)で3個体、下層(水深50 cm)で6個体死亡したものの、死亡速度は2021年と差は見られなかった。また、夏期の成長速度は、下層で飼育した個体の方が上層の個体よりも有意に高かったことから($p = 0.02$)、高水温期は水深50 cm 以深で飼育することによって、貝の活性低下を軽減できることが示唆された。真珠生産の施術済みの貝18個体を購入し放流した結果、1個体が死亡したものの、17個体が生残り、殻長も増加したことから、公園の池のような浅い水域でも、イケチョウガイによる真珠生産は可能と考えられる。池水の透視度とイケチョウガイを飼育している筏からの距離との間には、弱い負の関係がみられたことから($p = 0.08$)、イケチョウガイによる摂餌が懸濁物の除去、すなわち水質浄化に寄与している可能性が示唆された。

キーワード: イシガイ類、淡水真珠、親水性、成長速度

はじめに

諫早湾干拓調整池(以降、調整池)は、1997年4月、国営諫早湾干拓事業のなかで、潮受け堤防が締め切られたことにより創出された。2004年12月には「諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」(以降、行動計画)が策定され、計画に基づき様々な水質保全対策が実施された結果、改善効果は見られているものの、調整池の水質は水質保全目標値を超過している状態が続いている^{1, 2, 3)}。行動計画では、水質浄化とともに、「自然豊かな水辺空間づくり」として、地域住民にとって身近な水辺空間づくりが示されており、親水性向上も取り組むべき課題である。

近年、大型の淡水二枚貝であるイケチョウガイ *Hyriopsis schlegelii* (図1) による湖沼等の水質改善の試みが全国各地で行われている⁴⁾。長崎県環境保健研究センターでは、2006年度からイケチョウガイによる諫早湾干拓調整池の水質浄化に関する研究に取り組んできた^{5, 6, 7, 8)}。二枚貝は植物プランクトンなどをろ過摂餌することから水質を浄化する能力がある⁹⁾。加えて、イケチョウガイは淡水真珠の母貝となることから、真珠生産を住民参加型のイベントとすること

ができる⁴⁾。これまでに行った研究により、調整池では、飼育カゴを用いて垂下飼育した場合、水深が1 m以上あれば、イケチョウガイは生残り・成長すること⁵⁾、また、水深40 cm程度の浅い場所で地撒き飼育する場合は、夏期の水温の上昇にともなう個体の疲弊に加えて、波浪による掘り起しにともなう殻体の損傷が死亡に関わっている可能性があることから、波浪を軽減する対策が必要であること^{7, 8)}、などが明らかとなった。

イケチョウガイを直接浄化対策の一つとして活用するとともに、啓発的、シンボリックに活用(例えば淡水真珠の里親制度など)する場合、住民が取り組みを目

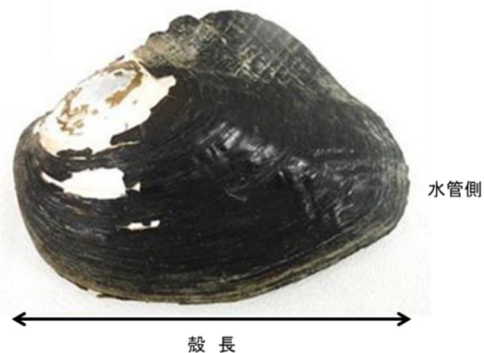


図1 イケチョウガイ外観(殻長 20 cm)

にする機会が多い場所、例えば公園の池などでイケチョウガイを飼育することが効果的である。しかし、このような場所は一般に水深が浅い上に、地撒き飼育に必要な波浪軽減施設などの設置は景観上難しい。また、個体の逸散を防ぐためには飼育カゴに入れて飼育することが望ましい。

調整池で円柱状の飼育カゴを用いてイケチョウガイを飼育したところ、浅い場所では波浪によるカゴの動揺で貝同士が接触するなどしてストレスを受け、良い成長・生残結果が得られなかった⁵⁾。殻体を個々に分けるポケット式飼育カゴは、貝同士の接触を防ぐことができるメリットがある一方で、浅い水域ではカゴ上部の飼育水深が浅くなるデメリットがあり、夏期の高水温で疲弊した個体の生残性向上に繋がるのか不明である。そこで、本研究では、諫早ゆうゆうランド干拓の里(以降、干拓の里)内の池において、ポケット式飼育カゴを用いたイケチョウガイの垂下飼育実験を行い、真珠生産を視野に入れた飼育管理手法を検討した。また、住民参加を念頭に入れ、簡単に測定できる透視度を用いた水質浄化能力の評価方法の検討を行った。

材 料 と 方 法

1 飼育実験

イケチョウガイの飼育実験は干拓の里(北緯32.845219、東経130.088539)にある池(図2)で、2021年4月～2022年1月および2022年6月～10月にかけて行った。池の面積は13,880 m²で、右のエリアはボート乗場となっていることから、飼育実験はボ-

トが侵入しない左のエリアで行った。飼育場所の水深はおよそ50 cmで、水位はほぼ一定である。飼育実験に供したイケチョウガイの飼育開始時の個体数は、2021年は109個体、2022年は130個体である。貝の殻長サイズ(図1)は106～210 mmの範囲である。2022年の飼育個体の中には、淡水真珠生産で取り入れられている無核真珠養殖、すなわち、外套膜に細胞片を挿入した18個の施術個体が含まれている。

飼育には、淡水真珠養殖などで用いられているポケット式飼育カゴ(高さ40 cm×幅60 cm)を用いた(図2)。2021年は、飼育カゴ15個にイケチョウガイを6～8個体ずつ入れ、池中央部の2カ所に設置した飼育筏から、カゴの下端が池底直上となるよう垂下して飼育した(図2)。生残数および殻長の計測は、6月から10月の期間は原則として毎月1回実施した。

生残数(計測対象は109個体)の計測は2つの飼育筏を同時に、殻長の計測については、月ごとに計測対象とする飼育筏を変えて、交互(計測対象は44個体および65個体)に実施した。生残数の確認はイケチョウガイが見えるよう飼育カゴを水面近くに持ち上げて、目視で行った。

殻長の計測は、飼育筏から外した飼育カゴからイケチョウガイを取り出し、水面に浮かべた作業用コンテナ内の池水の入ったバケツにまとめ入れた後、メジャーを用いて個々に計測した。なお、大型の個体の場合、飼育カゴの下段に入れても殻体の上部は飼育カゴ上段近くに達することから、計測後の個体は上段・下段に拘らずに飼育カゴに戻した。

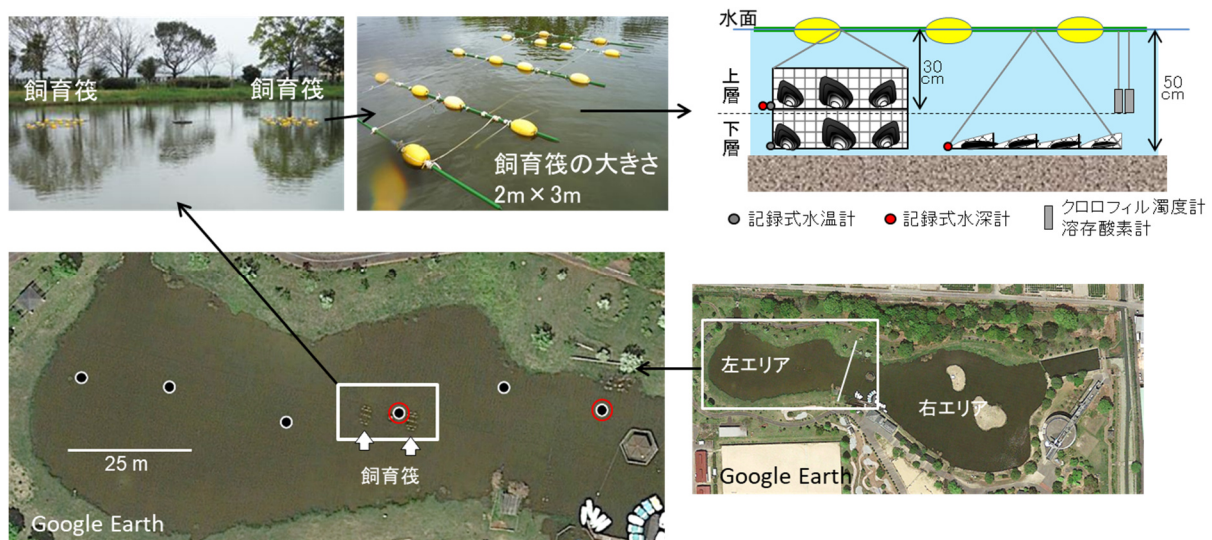


図2 飼育地点位置図および飼育方法の概略図。左下写真中の●は透視度測点、○はCOD測点を表す。飼育筏内の透視度は写真中右側の筏で測定した。

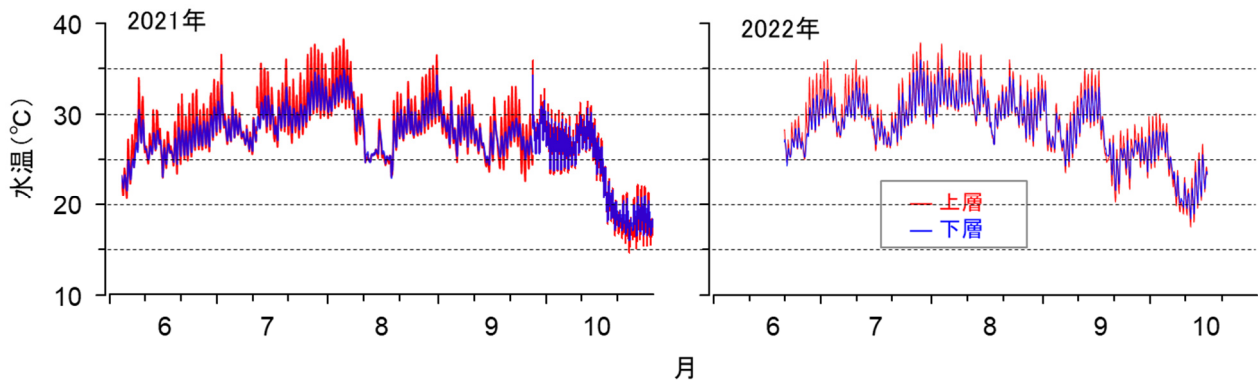


図3 2021年および2022年の水深30cmおよび50cm付近の水温の比較

2022年は、イケチョウガイの生残・成長に対する水温の影響をより明確にするために、一部の飼育カゴについては、貝を入れる面が池底直上、すなわち水深50 cmとなるように水平に垂下した(図2)。生残数(計測対象は130個体)および殻長(計測対象は34個体)の測定は、2021年と同様の頻度を予定したが、7月と8月の計測は荒天のため行えなかったため、6月、9月、10月に実施した。また、生残数および殻長の計測は、いずれも2つの飼育筏を同時に行った。

イケチョウガイの殻長および生残数の推移から、次式を用いて成長速度(%/日)および死亡速度(%/日)を算出した。

$$\text{成長速度} = 100 \cdot \ln(SL_t / SL_0) / t$$

$$\text{死亡速度} = 100 \cdot \ln(N_t / N_0) / t$$

ここで、 SL_0 および SL_t は飼育開始0日後およびt日後の殻長(mm)、 N_t および N_0 は飼育開始0日後およびt日後の生残個体数、tは飼育日数を表す。

2 水質の測定

環境項目として、飼育カゴの中央部(水深30 cm)および下部(水深50 cm)に記録式水温計(Onset社テイドビット V2)を取り付け(図2)、水温を連続観測した。また、2021年はクロロフィル蛍光強度および溶存酸素量(DO)を、記録式のクロロフィル濁度計(JFEアドバンテック社 Infinity-CLW)と溶存酸素計(同社 Compact-DOW)を、センサー一部が水深30 cmに位置するよう筏から垂下し、それぞれを連続測定した。

その他の項目として、透視度を2021年は6回(4月、6月、7月、8月、9月、10月)、2022年は1回(9月)、飼育筏内1測点および筏周辺6測点(図2)で測定した。また、化学的酸素要求量(COD)の測定を、2021年に2測点で6回、透視度測定と同月に行

った。CODの分析方法は公定法(JIS-K0102-17)に従った。

結果と考察

1 水質

(1) 水温

水温は、2021年および2022年ともに、6月下旬から9月中旬にかけて、上層(水深30 cm付近)および下層(水深50 cm付近)で頻繁に30°C以上を記録した(図3)。この期間中、上層と下層では、日間の最高水温は下層の方が3°C前後低かったことから、池水は日中、成層していたと考えられる。一方、日間最低水温となる夜間については、上層と下層の水温に大きな差は見られないことから、池水は概ね鉛直的に混合していると考えられる。9月下旬以降、水温は徐々に低下し、上下層ともに25°C前後で推移した。2021年および2022年において水温35°C以上を記録した日数は、上層ではそれぞれ20日および21日に対して、下層では1日および3日であった。

(2) クロロフィル蛍光値および溶存酸素量

イケチョウガイの餌である植物プランクトン量の指標となるクロロフィル蛍光強度は、20前後であった(図4)。この値は、飼育実験によりイケチョウガイの成長・生残が確認された調整池ヨシ進出工内の値^{7,8)}と概ね同じであることから、干拓の里の池の餌環境はイケチョウガイに問題はないと考えられる。

DOについては、水深30 cmではDO飽和度は周年30%以上であり、貧酸素状態ではなかった(図4)。底層に近い水深50 cmのDOについては、実測データは得られていないが、前述のとおり、夜間は夏期でも池水は混合していると考えられることから、貧酸素の状態にはないと考えられる。

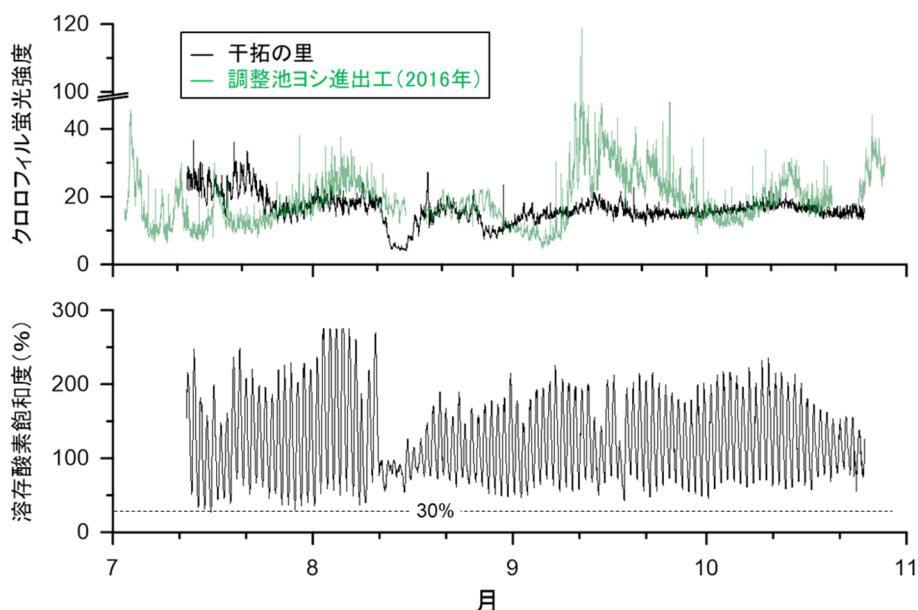


図4 2021年7月から10月の干拓の里内の池、水深 30 cm におけるクロロフィル蛍光強度および溶解酸素飽和度の推移

(3) 透視度および COD

池水の透視度と COD との関係を図5に示す。両者の間には有意な強い負の相関 ($p = 0.001$) が見られたことから、透視度は水質浄化効果を把握する簡易的な指標として有効である。

観測期間中の池水の透視度は4.3 cm～15.8 cm の範囲であり、大量降雨後の観測で10 cm 以上の高い値を示した(図6)。そこで、降雨などのイベント的な影響を軽減するために、透視度の中央値と飼育筏からの距離との関係を調べた結果、透視度は筏から離れるに従って低下する傾向がみられた($p = 0.08$)。二枚貝は植物プランクトンなどの懸濁物を摂餌により水中から除去する能力を持つことから、飼育筏で垂下飼育されている100個体以上のイケチョウガイの摂餌活動が、透視度低下の一因である植物プランクトンな

ど懸濁物の池水からの除去、すなわち水質浄化に寄与している可能性が示唆された。

2 イケチョウガイの成長および生残

(1) 成長

イケチョウガイの成長速度の平均値は、2021年は0.005～0.024%/日(図7)、2022年は上層で-0.0009～0.004%/日、下層で-0.001～0.01%/日の範囲で(図8)、両年ともに秋期に低下する傾向が見られた。また、2022年の方が夏期、秋期ともに若干低い傾向が見られた。イケチョウガイは水温30℃を超えると活性が低下し、摂餌を行わなくなる¹⁰⁾。2022年は2021年よりも水温が高い傾向が見られたことから、摂餌量が減少して成長速度が低下したと考えられる。また、飼育期間中、両年とも秋期に台風が複数回襲来した

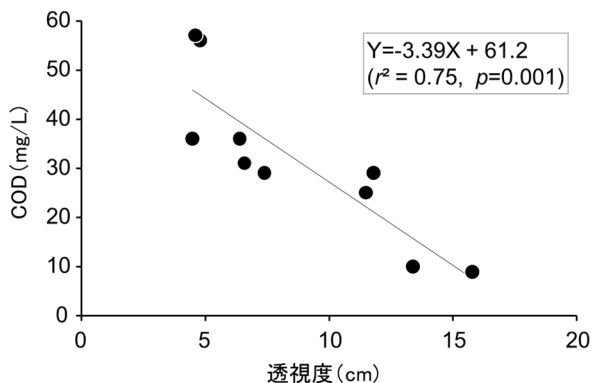


図5 透視度と COD との関係

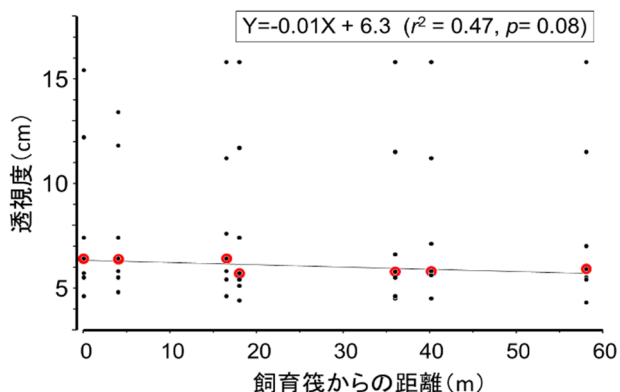


図6 飼育筏からの距離と透視度との関係。●は中央値、実線は中央値から求めた回帰直線である。

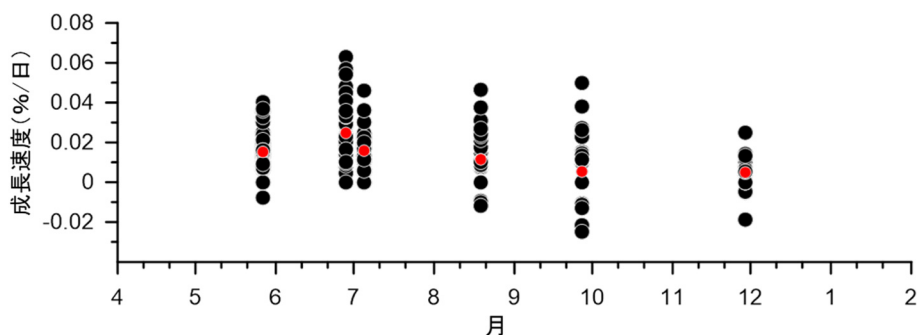


図7 2021年度のイケチヨウガイの成長速度。●は平均値。

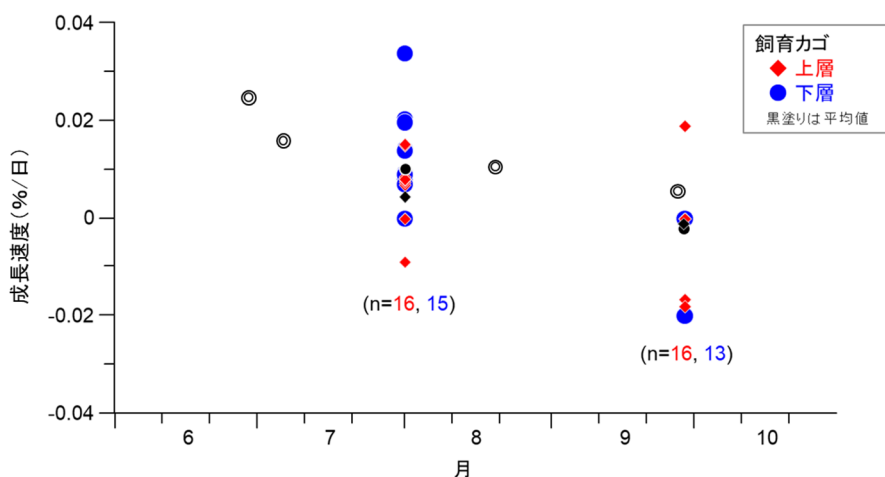


図8 2022年度の夏期(6月20日～9月12日)および秋期(9月12日～10月17日)におけるイケチヨウガイの成長速度。図中の◎は2021年度飼育実験における成長速度である。

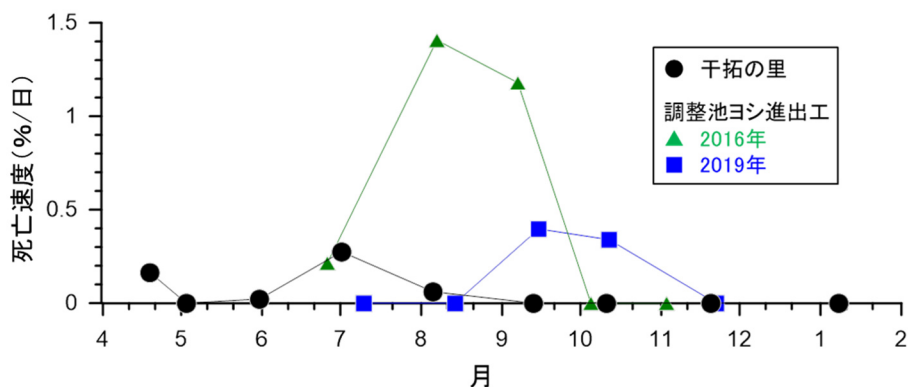


図9 2021年度のイケチヨウガイの死亡速度(●、%/日)。比較として調整池ヨシ進出工^{7,8)}で行った飼育実験結果を▲および■で表す。

ことから、荒天により飼育カゴと殻体が擦れ、貝の殻先端が削れることによって、秋期の成長低下に繋がった可能性がある。

2022年の上層と下層の成長速度を比較すると、夏期は下層で飼育したイケチヨウガイの成長速度が上層よりも有意に高かったが($p = 0.02$)、秋期は上下層間で大きな差は見られなかった($p = 0.83$)。夏期の下層の水温は上層よりも低かったことから、下層のイケチヨウガイは上層よりも摂餌量が高かったと思われる。

(2) 生残

2021年は、飼育開始直後の4月に1個体、7月に6個体の死亡があったものの、死亡速度は0～0.27%/日の範囲であり、ヨシ進出工における飼育実

験^{7,8)}での死亡速度(0～0.39%/日および0～1.4%/日)よりも低かった(図9)。また、9月以降、死亡個体は見られなかった。

2022年は全飼育期間を通して、イケチヨウガイは上層では3個体(うち施術個体1個体)、下層では6個体死亡した。死亡速度は上層で0.027～0.13%/日、下層で0.028～0.13%/日の範囲で、上下層との間に差は無く、また、2021年の死亡速度の範囲内であった(図10)。下層で死亡した個体の内2個体は、埋没していたと思われる飼育カゴで飼育していたことから、埋没によるストレスも死亡に繋がったと考えられる。以上のことから、干拓の里の池のような環境下でイケチヨウガイを垂下飼育する場合、夏期に水深50 cm 以深、それ以外の期間は埋没の危険性が少ない、水

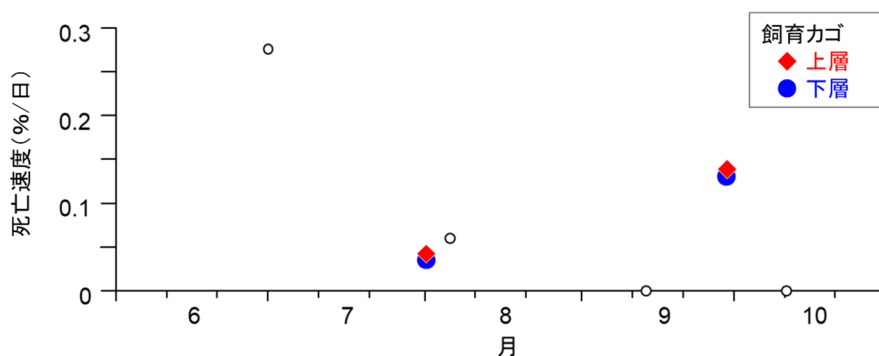


図 10 2022 年度のイケチョウガイの死亡速度 (◆ および ●、%/日)。比較として 2021 年のデータを○で表す。



図 11 淡水真珠養殖業者の指導を受けながらイケチョウガイに細胞片を挿入する施術を行う著者

深30～40 cm で貝を飼育することによって、死亡リスクを減らすことができると考えられる。

施術個体は18個体中、1個体は死亡したものの、17個体は生残した。外套膜に細胞片を挿入する方法は貝に対する負担が低いことから、挿核経験がない人でも施術可能である(図11)。一般に、イケチョウガイによる真珠生産では、真珠を取り出すまで施術個体を3年間以上飼育する必要がある。ポケット式の飼育カゴを用いることによって、また、飼育水深を季節ごとに変えることによって、干拓の里の池のような水深が浅い水域においても、同貝による真珠生産は可能と考えられる。

おわりに

イケチョウガイは最大寿命が約 40 年¹¹⁾と長い。また、真珠生産業者からの聞き取りによると、近年では、真珠母貝を殺さずに真珠を生産する方法、すなわち、外套膜から真珠を取り出した後、再び細胞片を挿入して、母貝とする方法が開発されている。貝を購入するための初期費用などが必要なものの、本研究の飼育手法を用いることによって、イケチョウガイを

親水性の向上および水質浄化に資する持続的な取り組みへ活用することができると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 長崎県: 諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画, 長崎, (2004).
- 2) ー : 第2期諫明寄干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画, 長崎, (2008).
- 3) ー : 第3期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画, 長崎, (2019).
- 4) 戸田市政策研究所: 池蝶貝を活用した水質浄化とブランド化に関する展望, 2008年度 戸田市政策研究所 調査研究報告書, 24～42 (2009).
- 5) 石崎修造, 浦 伸孝, 右田雄二: イケチョウガイによる諫早湾干拓調整池の水質浄化に関する研究, 長崎県環境保健研究センター所報, 3, 47～52, (2007).
- 6) 陣野宏宙, 船越章裕, 玉屋千晶, 富永勇太, 山内康生: 諫早湾干拓調整池におけるイケチョウガイの地蒔き飼育の可能性に関する研究, 長崎県環境保健研究センター所報, 61, 72～78(2015).
- 7) 粕谷智之, 陣野宏宙: 諫早湾干拓調整池における淡水産二枚貝イケチョウガイの飼育, 長崎県環境保健研究センター所報, 62, 32～39 (2016).
- 8) 粕谷智之, 豊村 誠, 橋本京太郎, 前田祐加, 本多洋幸: 諫早湾干拓調整池におけるイケチョウガイの成長・生残に関わる波浪緩和施設の効果, 長崎県環境保健研究センター所報, 67, 58～65(2021).
- 9) 川瀬基弘: 日本産イシガイ類による炭素・窒素

- 除去, 陸の水, 43, 71~81(2010).
- 10) 藤原公一:イケチョウガイ稚貝のへい死に先立つ濾水量の減少とその一原因, 平成3年度滋賀県水産試験場事業報告, 9~10(1992).
- 11) 近藤高貴:イケチョウガイ, 日本の希少な野生生物に関する基礎資料(I), 25~32, 日本水産資源保護協会, 東京, (1995).

Assessment of water purification and pearl production potential of the freshwater pearl mussel *Hyriopsis schlegelii* in a park pond

Tomoyuki KASUYA, Syota KANZAKI ¹, Makoto TOYOMURA ¹, Kyotaro HASHIMOTO

1 Present address: Nagasaki Prefectural Government

In recent years, there has been growing interest in using the freshwater pearl mussel *Hyriopsis schlegelii* to improve the water quality and hydrophilicity of freshwater areas such as irrigation canals and ponds. In this study, we cultured *H. schlegelii* in a pond at Isahaya Yuyu Land Kantaku-nosato Park from 2021 to 2022 to investigate a rearing procedure to improve survival rates, considering the development of water purification efforts by the mussel combined with pearl production. Despite the deaths of one and six individuals in April and July 2021, respectively, no further deaths occurred after September, and the instantaneous mortality rate was lower than those reported in previous culturing studies in the Isahaya Bay reclamation regulation pond. In 2022, despite the deaths of 3 individuals cultured at 30 cm depth and 6 individuals cultured at 50 cm depth, the instantaneous mortality rate at both depths was nearly identical and within the range of those observed in 2021. The instantaneous growth rate at 50 cm was significantly higher than at 30 cm depth in the summer ($p = 0.02$). In 2022, 18 pearl-producing individuals of *H. schlegelii* were cultured in a park pond, and 17 survived as well as increased in size, suggesting that pearl-producing by *H. schlegelii* is feasible in these areas. The weak negative relationship between a pond water transparency and distance from the *H. schlegelii* culturing area ($p = 0.08$) suggests that the feeding activity of the mussel may contribute to the removal of suspended matters, such as phytoplankton, from a water column (i.e., water purification).

Key words: unionid mussels, phytoplankton, transparency, growth rate, mortality rate