

ミナミタガイの低コストかつ汎用的な飼育方法 I. 土壌資材と有機素材の有効性の検討

Low-cost and practical rearing method for the freshwater unionid mussel *Beringiana fukuharai* I. Evaluation of the soil and organic materials

八嶋勇気^{1,2*}・藤田 衛¹・中西亮太^{1,3}・北川忠生¹
Yuki Yashima^{1,2}, Mamoru Fujita¹, Ryota Nakanishi^{1,3}, Tadao Kitagawa¹

¹近畿大学大学院農学研究科, 奈良県奈良市中町3327-204

²琉球大学熱帯生物圏研究センター, 沖縄県中頭郡西原町字千原1

³株式会社新洲, 滋賀県栗東市安養寺1-1-24

¹Graduate School of Agriculture, Kindai University, 3327-204 Nakamachi, Nara 631-8505, Japan. ²Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, Okinawa 903-0213, Japan. ³Shinshu Co., Ltd., Shiga 520-3015, Japan.

*Corresponding author, e-mail: yuuki229@gmail.com

Abstract

Freshwater unionid mussels (Unionoida) are threatened globally. However, stable and low-cost rearing techniques remain to be established. We developed a practical outdoor rearing system for *Beringiana fukuharai* by evaluating its survival, growth, and juvenile production under different soil and organic material conditions. In the first experiment, mussels were reared in plots containing mountain soil, pond mud, and chicken manure, each supplemented with one of the following three organic materials: reed leaves, leaf litter, or rice husks. All mussels survived and grew during the experimental period (approximately eight months), yielding the most juveniles in the reed leaf plot. In the second experiment, we compared plots containing four different soil components, each supplemented with reed leaves. The mussels survived and grew in all plots; especially, their growth was found to be greatest in the plots with mountain soil or pond mud than in those with sandy granite soil. Organic materials or their decomposition products contained in the mountain soil or pond mud likely contribute to a more stable rearing environment for the mussels by providing nutrient enrichment and favorable conditions.

Key words: *Anodonta*; *Sinanodonta*; bitterling; conservation; propagation

緒言

イシガイ目 (Unionoida) の淡水二枚貝類 (以下、イシガイ類) は日本列島を含む世界各地に広く分布しているが、世界的に数多くの種が生息数・生息域を減少させている (根岸ら 2008b; 桑原ら 2017; Nogueira et al. 2021)。国内では、河川改修や圃場整備による生息地の劣化に加え、タナゴ亜科魚類の産卵母貝としての利用を目的とした乱獲が主な減少要因として挙げられている (前畑 1997; 根岸ら 2008a)。その結果、国内の多くの種が環境省レッドリストにお

いて絶滅危惧種に選定されており、2025年時点でカワシンジュガイ *Margaritifera laevis*、コガタカワシンジュガイ *Margaritifera kurilensis*、カタハガイ *Obovalis omiensis* の3種が種の保存法に基づく特定第二種国内希少野生動植物種に指定され、販売・譲渡・広告等が規制されている (Sakai et al. 2022; 環境省 2024)。

そのため、国内におけるイシガイ類の早急な保護が求められるが、生息域内保全あるいは生息域外保存のいずれにおいても顕著な成功例は少ない。また、法規制の施行により一部の種

では商業的乱獲が抑制されたものの、個人採集や指定対象外種の乱獲は依然として深刻な脅威となっている。こうした問題の背景には、野生・人工環境下を問わず、イシガイ類の好適環境を創出・維持することが困難であるという課題がある（荒井 2006; 柿野ら 2023）。したがって、生息地における保全に対する基礎的知見となるとともに、乱獲の抑制に寄与しうる体系的なイシガイ類の飼育・増殖法の確立が求められている。

これまでに国内外から複数のイシガイ類の飼育事例が報告されている。しかし、培養したクロレラ *Chlorella vulgaris* などの植物プランクトンや酵母菌を給餌する方法（例えば、Gatenby et al. 1997; Jones et al. 2005; 幡野・石崎 2016; 伊藤ほか 2024）は維持管理コストが高い。また、天然の湖沼やため池（柳田・外岡 1991, 1992; 勝呂・戸田 1998; 永山ら 2018）、河川水や養魚排水（柳田 1992; 塩澤ら 2000; 松岡ら 2002）などを用いた方法は、環境や設備に依存し、実施可能な条件が限られるため、再現性に乏しいという課題がある。

今日の限られた予算と人員のもとで活動せざるを得ない保護活動の現場の状況を鑑みると、低コストで再現性の高い飼育手法が求められる。さらに理想的には、小規模で給餌や給水などの管理を極力必要とすることなく、貝と宿主魚を高密度に維持できる方法が望ましい。荒井（2006）は、貝にとって好適と考えられる、比較的貧栄養あるいは軽度の富栄養な環境づくりに配慮し、開放水面積 1 m²、容量 380 L の閉鎖水槽に山砂を敷き、魚類（トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp.、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、ギンブナ *Carassius auratus* subsp.）、マルタニシ *Cipangopaludina chinensis laeta*、水草（マツモ *Ceratophyllum demersum*、クロモ *Hydrilla verticillata*、トチカガミ *Hydrocharis dubia*）とともにドブガイ A 型 *Sinanodonta* sp.、ドブガイ B 型 *Beringiana* sp. およびイシガイ属 *Nodularia* sp. の 3 種のイシガイ類とマシジミ *Corbicula leana* の飼育を実施した。その結果、

腐葉土の添加と魚類への給餌のみの管理で貝の成長および繁殖に成功している。この飼育方法は、他の先行研究と比較して費用や労力の負担が少なく、身近にある入手可能な材料を用いていることから、保護活動の現場において実用的な手法になることが期待される。一方、確認された発生個体数が限られることから、繁殖が偶発的であった可能性や、発生した稚貝が成熟できるかが定かでないという課題が残される。また、魚への給餌が必要であることから、省力性の面でも改良の余地が見込まれる。

著者らは、荒井（2006）の目指す飼育環境および方法を参考にしながら、NPO 法人ニッポンバラタナゴ高安研究会で実施されているため池に山土を投入することで貝の繁殖を促進させる手法（奈良県 2011）に着目し、人工環境下における飼育方法の改良を試みた。その結果、イシガイ類の一種であるミナミタガイ *Beringiana fukuharai* の成長を伴う長期飼育に成功するとともに、それらの繁殖を確認することができた。本研究ではその事例について報告するとともに、複数条件の飼育区画間で導入個体の生存率と成長量、さらに発生個体数とその成長量を比較することで、貝の生育に有効な資材の選定を試みた。

材料および方法

全ての飼育実験には奈良県内の木津川流域産のミナミタガイを用いた。ただし、ミナミタガイの雌雄判別は困難であるため識別しなかった。個体識別および導入個体と実験期間に発生した個体との識別を目的に、ラベルライターテープ片を瞬間接着剤で全ての供試個体の殻表面に貼付して標識した。全ての飼育実験は近畿大学奈良キャンパス（奈良市）の近畿大学農学部実験圃場で実施し、屋根や遮蔽物のない（日照時間: 約 10–14 時間/日）屋外に位置する 10 年以上前に設置されたコンクリートプール（総容量 3500 L、底面積 5 m²、高さ 70 cm）を用いた（Fig. 1A）。飼育水には、水道水を屋外貯水槽に貯留することで塩素を除去したものを

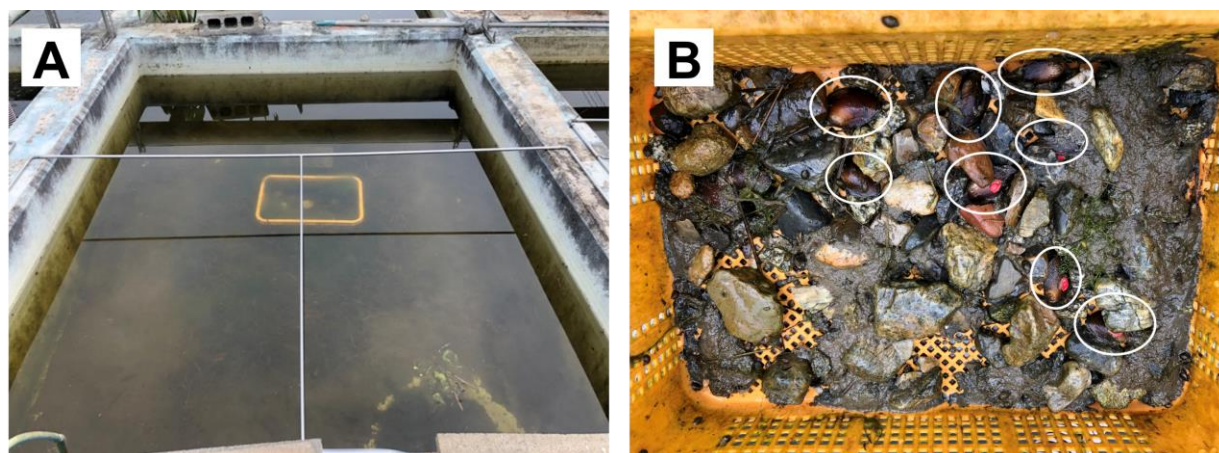


Fig. 1. (A) Overview of the outdoor rearing tanks. (B) Rearing basket with gravel substrate. Mussel individuals are indicated by circles.

使用した。各水槽中央の底面にプラスチック製収穫かご (526×367×158 mm) を設置し、内部に長径 3–6 cm の小礫を貝が間隙に挟まり安定できるように疎に敷いて貝を収容した (Fig. 1B)。また、宿主魚の産卵基質として 1 つのコンクリートブロック (390×190×100 mm) を底面に設置した。実験期間中は他水槽からの水や生物の侵入を可能な限り防止したが、シオカラトンボ *Orthetrum albistylum speciosum* の幼生、ショウジョウトンボ *Crocothemis servilia mariannae* の幼生、モノアラガイ *Radix* sp.、ハブタエモノアラガイ *Pseudosuccinea columella*、サカマキガイ *Physa acuta* などの非意図的な侵入が認められた。

飼育実験に用いる土壌資材として、近畿大学奈良キャンパス内の雑木林の土 (山土)、同キャンパス内の里山ビオトープ内のため池 (F 池、桜谷 1996) に堆積した底質 (池泥) およびホームセンターにて購入した真砂土を用いた (Fig. 2)。シルト質などの細粒子が過剰に浮遊することで、日光の照射が妨げられる可能性や貝の鰓や水管に詰まり生育が阻害される可能性 (例えば、Lummer et al. 2016) を避けるため、真砂土は水道水で洗浄し、シルト質をある程度除いた。また、飼育系内への栄養供給を目的に添加する有機素材として、里山ビオトープの下流に位置する調整池 (A 池、桜谷 1996) の畔に繁茂するヨシ *Phragmites australis* の立ち枯れの葉 (ヨシ

葉) に加え、ホームセンターにて購入した鶏糞 (発酵鶏ふん、株式会社アクト・ビズ製)、腐葉土 (株式会社アクト・ビズ製)、もみ殻を使用した (Fig. 2)。

イシガイ類の幼生 (グロキディウム) は魚類への寄生を必須とすることから (Kondo 2008)、イシガイ類の再生産には飼育系内に宿主魚の存在が不可欠となる。そのため、イシガイ類において宿主として用いられることの多いヨシノボリ属であり (Kondo 2008)、小卵型でありながら陸封種であることから (平島・中村 2014) 純淡水の閉鎖環境下での繁殖が容易であると予想されるシマヒレヨシノボリ *Rhinogobius tyoni* を、近畿大学奈良キャンパス内の F 池および A 池から採集し、宿主魚として用いた。なお、宿主魚の採集地にはヌマガイ属の一種 *Sinanodonta* sp. およびミナミタガイがわずかに生息しているが、再生産はほとんど確認されていないため、実験に用いた宿主魚が幼生の寄生に対して免疫を獲得している可能性や、多数の幼生が寄生している宿主魚の導入に伴って貝が混入する可能性はないと判断した。

いずれの飼育実験においても、約 1 か月間隔ですべての標識個体について殻の周縁が最大となる 2 点間の直線距離を殻長としてノギスを用いて 0.1 mm 単位で計測した。実験開始前後での殻長の差を成長量とし、実験区画間で Tukey-Kramer test で多重比較を行った。なお、

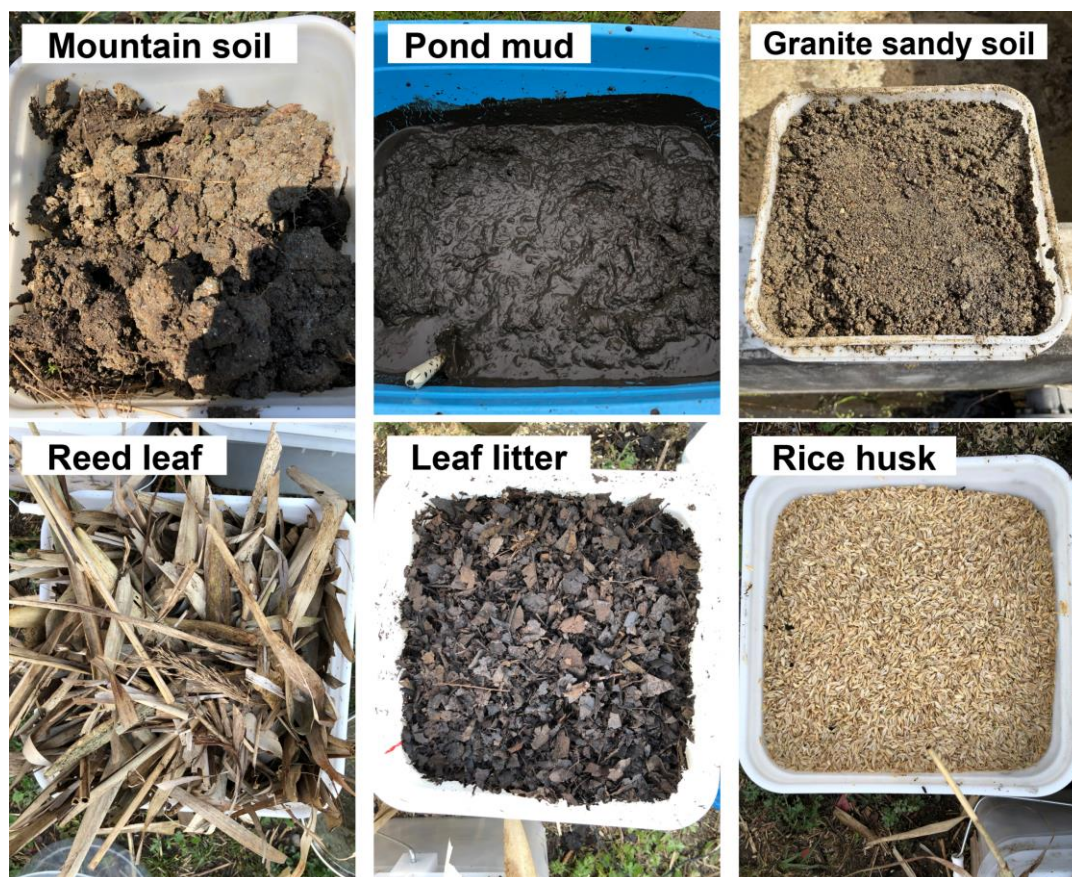


Fig. 2. Appearance of soil and organic materials.

計測作業中に破損して死亡した個体（結果参照）は、定量性の観点から個体あたりの利用可能な餌資源量の変動を避けるため、同程度の殻長の代替個体で補充したが、成長量の評価においては、死亡個体および代替個体は含めなかった。実験終了時の12月には、目合い4mmのふるいで実験期間中に生まれた稚貝を採集し、プラスチックトレーに並べて定規とともにデジタルカメラで撮影した画像をもとに、ImageJ 1.52（URL：<https://imagej.net/ij/>）を用いて個体数および殻長（0.1mm単位）を計数・計測した。

実験1 土壌資材および有機素材による飼育

山土を用いて人工環境下でイシガイ類を飼育・繁殖させられるか検証するため、2020年4月23日から12月19日にかけて以下の条件で飼育実験を実施した。飼育水約3000Lに対して山土12.5L、池泥10Lおよび鶏糞500mL、殻長32.9–46.8mmの貝10個体と雌雄を区別しな

い宿主魚10個体を導入したものを基準区とした。また、基準区に対してそれぞれ異なる有機素材をさらに10L追加した実験区画{ヨシ葉区（基準区+ヨシ葉）、腐葉土区（基準区+腐葉土）、もみ殻区（基準区+もみ殻）}を設けて、貝の生存・成長量を比較した。

導水および各資材の投入から5日後、各実験区画に貝と宿主魚を導入した。実験期間を通じて水位は35–55cmに維持し、豪雨時のみ排水を行ったが、それ以外の換水は一切行わなかった。夏期（8月10日から9月18日）は夏季の高水温への対策として水位を高め保持し、簾で遮光した。底質中の栄養塩の溶出の促進および底質内が嫌気化し還元環境になることを防ぐため、底質は2週間ごとに攪拌したが、稚貝の発生を確認した8月25日以降は木板を用いて水中で煽って底質に直接接触しないように表面を軽く攪拌する程度に留めた。

Table 1. Physicochemical properties of different soil materials and plots.

Category	Soil type or Plot	Humus (%)	pH	EC (ms/cm)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)
Soil material	Granite sandy soil	0.04	6.4	0.10	1.6	0.0	5	4.6	121.0	11.5
	Mountain soil	2.58	5.3	0.07	2.4	0.0	6	23.3	243.0	41.9
	Pond mud	2.82	3.9	0.82	3.6	0.0	3	14.0	279.0	42.1
Plot	MS・PM	1.54	5.5	0.13	2.6	0.1	4	23.0	194.0	15.9
	GS・PM	1.40	6.6	0.22	4.1	0.1	5	31.9	253.0	21.2
	MS	1.45	6.3	0.12	3.6	0.1	6	26.0	232.0	15.9
	GS	0.36	7.2	0.08	1.9	0.1	3	13.4	124.0	15.1

実験 2 生育に有効な土壌資材の絞り込み

実験 1 で用いた土壌資材（山土と池泥）が貝の生育にどの程度寄与するかを検証するため、2 種類の土壌資材に加え、有機物をほとんど含まない真砂土を用いた比較実験を実施した。実験は 2021 年 4 月 14 日から 12 月 22 日まで行われた。実験区画は、実験 1 で最も成育が良好であったヨシ葉区（結果参照）を基に、4 つの異なる土壌資材の組み合わせ条件の実験区画 {MS・PM 区（山土+池泥+ヨシ葉）；GS・PM 区（真砂土+池泥+ヨシ葉）；MS 区（山土+ヨシ葉）；GS 区（真砂土+ヨシ葉）} を設定した。本実験では、実験 1 より詳細に成長量を評価するため、成長がより速い小型の殻長 28.0–32.1 mm の貝 20 個体を各実験区画に導入した。また、宿主魚も併せて各区画に雌雄各 5 個体を導入した。

実験開始時の生体および資材の導入方法や日常的な管理の方法は実験 1 の方法に準じ、約 2 週間ごとに水質（pH、溶存酸素量、水温）を測定した。ただし、底質の攪拌は、脱落直後の

小型の稚貝に対して物理的な負の影響を及ぼす可能性が考えられたため、木板のみで攪拌した。また、各実験区画における底質の化学的特性を把握するために、飼育実験前の各土壌資材および飼育実験後の区画内の底質を対象に、腐植（%）、pH、電気伝導率（EC）（ms/sm）、アンモニア態窒素（NH₄⁺-N）（mg/100 g）、硝酸態窒素（NO₃⁻-N）（mg / 100 g）、リン酸（P₂O₅）（mg / 100 g）、酸化カリウム（K₂O）（mg / 100 g）、酸化カルシウム（CaO）（mg / 100 g）および酸化マグネシウム（MgO）（mg / 100 g）（Table 1）について島本微生物工業株式会社に土壌分析を委託した。

結果

実験 1 土壌資材および有機素材による飼育

実験期間を通じて、全区画における全ての導入個体は生存し、高い生存率を示した。全区画で共通して、4 月から 6 月にかけて平均 9.7–11.3 mm の顕著な成長が認められ、7 月には平均殻長が繁殖可能とされる約 50 mm（Kondo 2008）

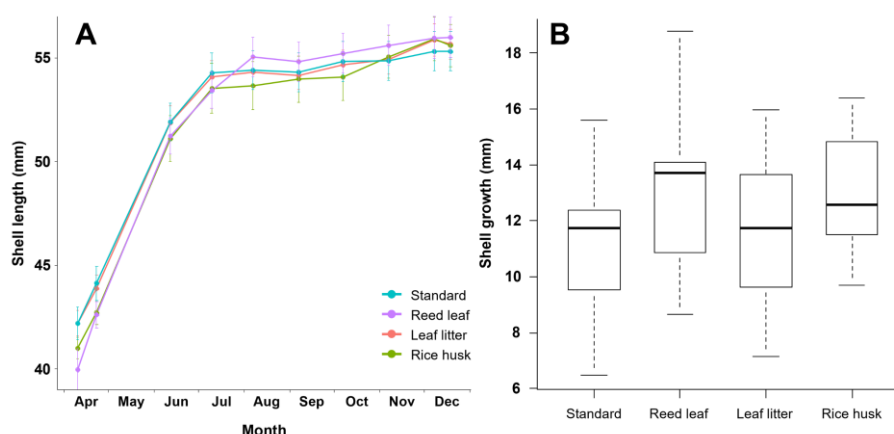


Fig. 3. Temporal changes in mean shell length (A) and mean shell growth during the experimental period (B) in each plot of Experiment 1. Bars indicate standard deviation (A); box plots show medians and interquartile ranges (B).

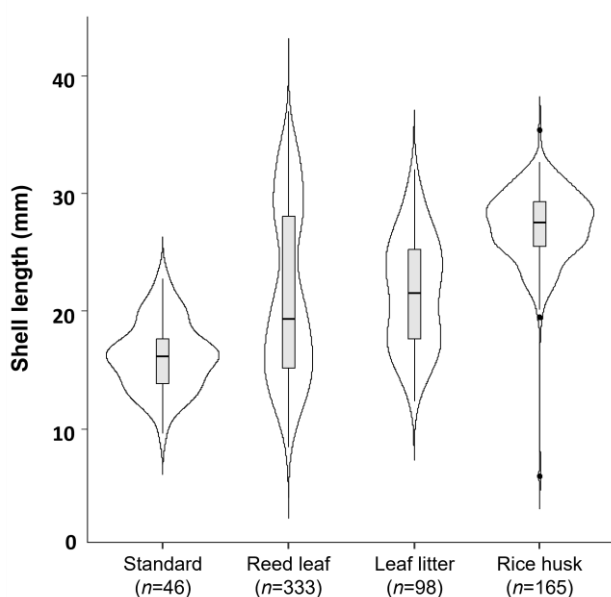


Fig. 4. Violin plots showing the number of juvenile mussels and their shell length distribution in each plot of Experiment 1. Central lines indicate medians, and boxes indicate interquartile ranges.

に到達した (Fig. 3A)。各区画間での実験期間中の総成長量には有意な差はなかったものの ($p > 0.26$)、ヨシ葉区 (mean \pm SD = 13.4 \pm 2.4 mm) およびもみ殻区 (mean \pm SD = 12.9 \pm 2.0 mm) の成長量は、基準区 (mean \pm SD = 11.8 \pm 2.7 mm) および腐葉土区 (mean \pm SD = 11.2 \pm 2.4 mm) より大きい傾向を示した (Fig. 3B)。

8月25日の定期調査で、全ての区画において稚貝が確認され、再生産が認められた。実験終了時に、各区画間における発生個体の数と殻長

分布を比較したところ、ヨシ葉区では顕著に多くの個体が確認され ($n = 333$)、他の区画 (基準区: $n = 46$; 腐葉土区: $n = 98$; もみ殻区: $n = 165$) とは異なり、殻長分布も二峰型の変化に富む傾向を示した (Fig. 4)。一方、基準区は他の区画より個体数が少なく、平均殻長および殻長の変異が小さい傾向がみられた (Fig. 4)。

全ての区画で宿主魚の再生産が認められ、6月には多数の未成魚が観察された。実験終了時での各区画における宿主魚の個体数は、腐葉土区で最も多く ($n = 518$)、次いでもみ殻区 ($n = 263$)、ヨシ葉区 ($n = 217$)、基準区 ($n = 140$) の順であった。

実験2 生育に有効な土壌資材の絞り込み

実験期間中、MS区の1個体が計測作業中に破損して死亡した以外は、全ての区画の導入個体において斃死は認められなかった。

いずれの区画でも導入個体の成長が認められ、6月が最も顕著であった (Fig. 5A)。実験期間を通じた各区画での平均成長量は、MS・PM区で21.2 mm (SD \pm 3.3)、GS・PM区で13.7 mm (SD \pm 2.9)、MS区で16.3 mm (SD \pm 1.8)、GS区で9.2 mm (SD \pm 2.5) で (Fig. 5B)、全区画間で成長量に有意差が認められた ($p < 0.05$)。MS区のみで計6個体 (平均殻長 \pm SD = 14.1 \pm 2.5 mm) の稚貝の発生が認められたが、その他の区画では認められなかった。

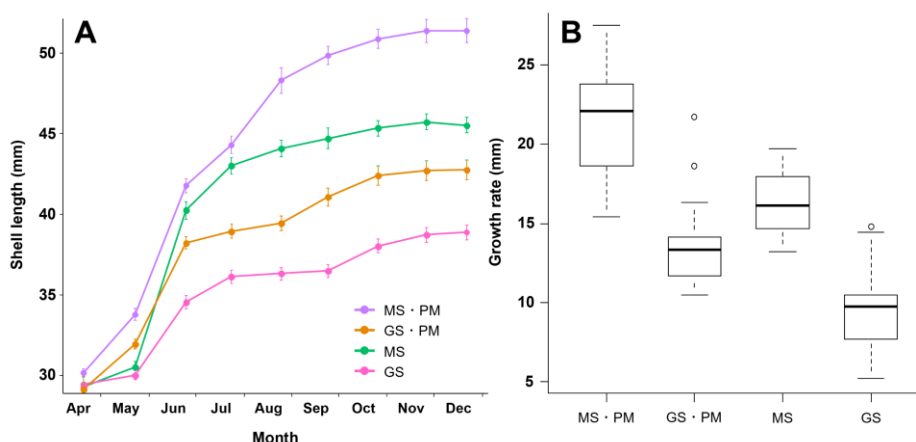


Fig. 5. Temporal changes in mean shell length (A) and mean shell growth during the experimental period (B) in each plot of Experiment 2. Bars indicate standard deviation (A); box plots show medians and interquartile ranges (B).

Table 2. Water quality measurements of each plot in Experiment 2. Values are raw measurements of water temperature (WT) (°C), pH, and dissolved oxygen (DO) (mg/L).

Plot		May 4	May 23	June 11	July 13	July 24	Aug. 12	Aug. 25	Sep. 7	Sep. 24	Oct. 9	Oct. 22	Nov. 10	Nov. 26	Dec. 16	Dec. 22
MS・PM	WT	17.5	23.9	27.8	29.4	33.1	30.0	30.7	27.1	26.6	25.8	15.0	15.1	12.0	9.0	7.9
	pH	8.64	8.74	8.64	9.31	9.07	9.20	8.87	9.30	9.42	9.72	9.54	9.03	8.93	9.21	8.59
	DO	7.5	7.7	5.9	9.4	7.1	8.2	7.4	7.6	7.7	8.8	7.8	8.6	9.6	10.0	9.6
GS・PM	WT	17.0	24.7	27.9	29.5	32.7	30.1	30.7	27.1	26.5	26.0	14.6	15.1	11.9	8.6	7.5
	pH	8.62	8.30	8.65	9.64	10.08	9.58	9.22	9.65	9.76	9.78	9.00	8.81	8.92	9.08	8.39
	DO	7.0	6.6	7.3	11.4	11.7	9.6	8.5	9.2	9.1	10.3	7.9	8.0	9.3	10.1	9.9
MS	WT	17.3	24.5	27.9	29.5	32.9	30.1	30.7	27.1	26.8	26.1	14.7	15.1	11.8	8.5	7.6
	pH	8.72	8.17	8.42	9.12	9.14	9.44	9.08	9.67	9.72	9.88	9.32	8.84	9.22	9.32	8.31
	DO	7.9	5.4	6.7	9.3	11.6	8.5	9.3	9.1	9.3	10.6	8.1	8.1	9.8	10.5	9.8
GS	WT	16.6	23.9	27.8	29.3	33.1	30.2	30.5	27.1	26.6	26.1	14.7	15.1	11.9	8.8	7.5
	pH	9.39	8.58	9.28	9.24	9.52	9.99	9.62	9.00	9.47	9.33	8.96	8.92	8.83	8.82	8.31
	DO	9.2	9.3	8.8	8.3	9.6	11.0	11.0	6.1	8.3	7.9	7.9	8.2	9.2	9.2	9.8

全ての区画で宿主魚の再生産が認められ、6月には多数の未成魚が観察された。実験終了時の各区画における宿主魚の個体数は、MS・PM区 ($n = 84$, $\text{mean} \pm \text{SD} = 31.0 \pm 12.7$ mm) が他の区画と比較して顕著に少なかった (GS・PM区: $n = 222$, $\text{mean} \pm \text{SD} = 33.0 \pm 5.6$ mm; MS区: $n = 284$, $\text{mean} \pm \text{SD} = 26.1 \pm 5.8$ mm; GS区: $n = 299$, $\text{mean} \pm \text{SD} = 28.4 \pm 7.5$ mm)。

夏季の7月24日から8月25日にかけては全ての区画で水温は30°Cを超え、実験終了時の冬季には10°Cを下回った (Table 2)。いずれの区画でも年間を通じて弱塩基性を示し、溶存酸素量は5.0 mg/Lを下回ることにはなかった。

飼育実験開始前に供した土壌分析において、 NO_3^- -Nはすべての土壌資材で検出されなかった (Table 1)。山土、池泥は真砂土と比較して NH_4^+ -N、 K_2O 、腐植、CaO、MgOが高い傾向がみられた (Table 1)。飼育実験後の各区画内の底質の土壌分析の結果、MS・PM区の底質のpHは5.5と他の実験区画 (6.3–7.2) より低い値を示し、有機物をほとんど加えていないGS区は腐植の値が低く (0.36)、pHが高い (7.2)、 K_2O (13.4)、CaO (124.0) が低い傾向を示した (Table 1)。

考察

本研究では実験に用いた導入個体の雌雄および各区画における導入個体の性比を把握できていないため、発生個体の数や成長量の定量

的な比較はできないが、いずれの区画においても、きわめて高い貝の生存率と顕著な成長、および稚貝の発生が認められた。先行研究におけるイシガイ類の飼育・増殖は、貝への直接給餌を行う方法、あるいは既存の野外環境を飼育環境として利用する方法が中心であった (柳田・外岡 1991, 1992; 柳田 1992; Gatenby et al. 1997; 勝呂・戸田 1998; 塩澤ら 2000; 松岡ら 2002; Jones et al. 2005; 荒井ほか 2006; 幡野・石崎 2016; 永山ら 2018; 伊藤ほか 2024)。これに対し本研究では、貝および宿主魚に対する直接的な給餌や換水処理を行うことなく、人工的に構築した飼育環境下においてミナミタガイの生存・成長および繁殖が可能であることを実証的に示した。特に実験1では、貝への給餌を行っていない人工環境下での事例である荒井 (2006) と比較しても、性成熟に至る前の殻長 (50 mm, Kondo 2008) の個体を成長させた後に、より多くの稚貝の発生が確認され (Fig. 4)、より優れた結果が得られた。

本手法は、給餌や換水を必要としないことから、人的および金銭的コストの大幅な削減につながることを期待される。また、飼育水槽を除いた設備および資材についても、購入場所や製品差による価格変動を考慮した場合でも、全ての実験条件で1区画あたりのコストは10,000円を超えないと見積もられる。以上の点から本研究の成果は、低コストかつ再現性の高い手法を開発するという目標に対する大きな前進と位

置付けられる。

今回実験で用いた各資材が貝の生育にもたらす影響について、実験2における土壌資材の条件の比較からは、真砂土とヨシ葉のみからなる底質条件でも貝の生存および成長は可能であるものの、池泥や山土を用いることで明らかに成長することが認められたことから (Fig. 5)、特に山土は貝の飼育において優れた土壌資材であることが示された。土壌分析の結果、山土や池泥には真砂土に比べて腐植酸が多く含まれており (Table 1)、腐植酸自体、あるいは腐植酸が生成されるような分解を経た有機物質が、栄養供給を通じて貝の成育に正の影響を及ぼしている可能性が考えられた。ただし、今回実施された水質測定および土壌分析の項目は限られるため、これらの環境条件が貝の生残に著しい負の影響を及ぼす範囲ではないことは示唆されるものの、各資材が貝の成長・繁殖に及ぼす有効性を厳密に評価するには至っていない。今後は、飼育系内の貝の餌資源動態などを含めた総合的な検討が今後求められる。

いずれの実験区画でも、宿主魚のシマヒレヨシノボリの繁殖が確認されるとともに、高密度状態が維持された。実験区画内においてシマヒレヨシノボリは産卵床として設置したコンクリートブロック以外にも、導入個体の貝を収容する収穫かごの下や、コンクリートプールの側面などの多様な環境において産卵していた。シマヒレヨシノボリの繁殖によって幼生の寄生履歴がない宿主魚が増加することで幼生の寄生成功率に正の影響を及ぼし、その後の稚貝の着底数にも貢献することが予想される。また、シマヒレヨシノボリは宿主魚としてのみでなく、摂餌や排泄、底質の攪拌を通じて植物プランクトンや栄養塩の動態に影響を与えることで、飼育系内の生態系機能の維持にも寄与している可能性がある。本研究の実験区画においてシマヒレヨシノボリが発生したプランクトンや外部から侵入した水生昆虫類などをそれぞれどの程度摂餌していたかは定かでないが、無給餌条件下で宿主魚の高密度状態を維持でき

たことから、省コストで貝の飼育・繁殖を成功させるための条件の一つが高水準に達成されていることが示された。

本研究では人工環境下においてミナミタガイの安定的な飼育・繁殖に成功したが、イシガイ類の低コストかつ汎用性の高い飼育方法の確立にはなお課題が残されている。まず、山土や池泥は市販されているものではなく、その特性も場所により異なることから同質の資材を安定的に入手することが困難である。また、本実験で用いた規模の水槽 (3500 L) についても手軽に用意できるものでないため、より小規模な水槽実験による条件精査が求められる。ただし、真砂土とヨシの葉のみでも生存およびある程度の成長がみられたことから、真砂土を基本とする飼育土壌を今後さらに改良することで、より小規模な環境下で高い再現性を維持しながら十分に生育できる飼育条件を見出せる可能性も示された。これらの飼育手法の汎用性に対する課題および発展性へのアプローチについては今後続報として報告したい。本研究において貝の成長や繁殖に成功したものの、その要因、すなわち貝が実際に利用している餌資源などは不明なままである。今後、飼育系内での餌資源の解明や野外環境との比較などの実証研究が求められる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、近畿大学水圏生態学研究室の学生および卒業生の方々には、供試個体や資材の収集から飼育管理に際して協力いただいた。また、同研究室の河内香織准教授には土壌分析に際してご助言いただいた。NPO 法人ニッポンバラタナゴ高安研究会の松葉成生氏には野外における貝の繁殖方法について有益な情報をいただいた。マリノリサーチ株式会社の上地健琉氏および香川県の瀬尾友樹博士にはイシガイ類の飼育に関する文献をご教示いただいた。匿名の査読者2名には、複数の有益なコメントを賜った。ここに記し、深謝申し上げる。

引用文献

- 荒井 寛 (2006). 淡水二枚貝の小型水槽内での繁殖と成長. 動物園水族館雑誌 47: 31–38.
- Gatenby, C. M., Parker, B. C., Neves, R. J. (1997). Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae), reared on algal diets and sediment. *Am. Malacol. Bull.* 14: 57–66.
- 幡野真隆・石崎大介 (2016). イケチヨウガイ稚貝の給餌飼育. *Venus* 74: 99–104.
- 平島健太郎・中村和矢 (2014). 飼育環境下におけるシマヒレヨシノボリの仔稚魚の成長にともなう外部形態の変化と塩分耐性. 魚類学雑誌 61: 53–57.
- 伊藤寿茂・柿野 亘・成田 勝・團 重樹・竹内 基 (2024). 実験飼育下で観察されたカタドブガイ幼生の宿主魚類と初期発生. *水生動物* 2024: AA2024–12.
- Jones, J. W., Mair, R. A., Neves, R. J. (2005). Factors Affecting Survival and Growth of Juvenile Freshwater Mussels Cultured in Recirculating Aquaculture Systems. *N. Am. J. Aquac.* 67: 210–220.
- 柿野 亘・竹内 基・伊藤寿茂・成田 勝・中村咲蓮・塩練元輝・杉山真言・岡田あゆみ・筏井宏実・眞家永光・馬場光久 (2023). イシガイ類とその生態環境の保全—カワシンジユガイ科, イシガイ科の分類体系変更に着目して—. *日本動物分類学会誌* 54: 23–35.
- 環境省 (2024). 国内希少野生動植物種一覧. 環境省ホームページ. <https://www.env.go.jp/nature/kisho/domestic/list.html>. (参照 2025 年 12 月 11 日).
- Kondo, T. (2008). Monograph of unionoida in Japan (Mollusca: Bivalvia). The Malacological Society of Japan, Tokyo.
- 桑原明大・松葉成生・井上幹夫・畑 啓生 (2017). 愛媛県松山平野におけるイシガイ科貝類個体群の衰退. 保全生態学研究 22: 91–103.
- Lummer, E. M., Auerswald K., Geist J. (2016). Fine sediment as environmental stressor affecting freshwater mussel behavior and ecosystem services. *Sci. Total Environ.* 571: 1340–1348.
- 前畑政善 (1997). 水族館における希少淡水魚の保存と今後の課題. 日本の希少淡水魚の現状と系統保存, (編) 長田芳和・細谷和海. 緑書房, 東京, p. 205–217.
- 松岡栄一・星野勝弘・佐藤敦彦 (2002). ふるさとの魚保護増殖試験 (マツカサガイの繁殖試験). 群馬県水産試験場報告 8: 61–63.
- 永山滋也・塚原幸治・萱場祐一 (2018). 土地区画整理に向けた流水生イシガイ類の一時的な移植場所と移植時期の検討. *応用生態工学* 20: 179–193.
- 奈良県 (2011). 特定希少野生動植物ニッポンバラタナゴ保護管理事業計画. <http://www.pref.nara.jp/secure/54368/nipponbaratanagokeikaku.pdf>. (参照 2025 年 11 月 18 日).
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明 (2008a). 指標・危急生物としてのイシガイ目二枚貝: 生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ. *応用生態工学* 11: 195–211.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明 (2008b). イシガイ目二枚貝の生態学的研究: 現状と今後の課題. *日本生態学会誌* 58: 37–50.
- Nogueira, J. G., Lopes-Lima, M., Varandas, S., Teixeira, A., Sousa, R. (2021). Effects of an extreme drought on the endangered pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: a before/after assessment. *Hydrobiologia* 848: 3003–3013.
- Sakai, H., Kurihara, Y., furu'chi, T., Okada, A., Takeuchi, M., Kakino, W., Suda, Y. and Goto, A. (2022). Re-identifications of two freshwater pearl mussel species distributed in the Kamchatka Sakhalin-Kuril-Japan Region based on morphological comparison of type specimens (Bivalvia: Margaritiferidae). *Venus* 80: 47–66.
- 桜谷保之 (1996). 近畿大学奈良キャンパスで見られる野鳥類. 近畿大学農学部紀要 29: 27–37.
- 塩澤 憲・永野正人・井上雅之 (2000). 沈殿池で長期飼育したヨコハマシジラガイ *Inversidens yokohamensis* の季節的成長. 千葉内水試研報 7: 41–43.
- 勝呂尚之・戸田久仁雄 (1998). 生態試験池を使用したミヤコタナゴ自然繁殖試験. *水産増殖* 46: 37–46.
- 柳田洋一・外岡健夫 (1991). 淡水産二枚貝類の生育条件について. 茨城県内水試研報 27: 98–123.
- 柳田洋一・外岡健夫 (1992). 淡水産二枚貝類の生育条件について—II 飼料環境と成長との関係. 茨城県内水試研報 28: 35–42.
- 柳田洋一 (1992). 淡水産二枚貝類の生育条件について—III 珪藻類のイケチヨウガイに対する飼料としての有効性. 茨城県内水試研報 28: 43–47.

Received: 25 December 2025 | Accepted: 17 February 2026 | Published: 19 February 2026