

## 鹿島灘はまぐりの貝殻の色彩及び 黒色型の色彩を標識とした種苗生産について

宮本徳也\*1・遠藤友樹・鶴見祐輔\*1・関根和輝・黒山忠明

The colors of hard clam shells and the production of young hard clam using  
the color of the black type as a marker

Tokuya MIYAMOTO\*1, Tomoki ENDO, Yusuke TSURUMI\*1, Kazuki SEKINE, Tadaaki KUROYAMA

キーワード：鹿島灘はまぐり，チョウセンハマグリ，貝殻，色彩，遺伝，栽培漁業，種苗生産技術，標識

### 目 的

鹿島灘はまぐり（標準和名：チョウセンハマグリ *Meretrix lamarckii*，以下、「ハマグリ」という）は、外海砂浜海岸に棲む大型の二枚貝で、茨城県における重要な漁獲対象種である。その発生量は変動が大きく（浜田・安川，1985），資源を適切に利用するための輪番操業や操業時間制限，水揚金額のプール制等の資源管理方策が実施されている（二平ら，1982；小島ら，2009）。また，資源加入の底支えを図るため，栽培漁業の対象種として種苗生産技術開発や放流効果調査などが取り組まれてきている。

茨城県におけるハマグリの種苗生産研究は1967年以来増殖対策の一環として行われ，多段式飼育水槽による流水連続飼育や餌料藻類の1トン規模での大量培養技術の開発を経て，1995年からは財団法人茨城県栽培漁業協会（現公益財団法人茨城県栽培漁業協会）において種苗の大量生産技術開発が取り組まれてきた。さらに放流効果を確保するため，ハマグリ種苗にはALC（アリザリンコンプレクソン）標識が施されてきた。しかし，ALC標識の有無は蛍光顕微鏡下で確認する必要があるほか，試薬が高価であること，1年以上時間が経過すると標識が薄れ，認識しにくくなり調査・追跡が困難となることから，代替手法の導入が重要な課題となっていた。

他方，天然海域で漁獲されたハマグリには，貝殻全体が黒色のものが僅かに見られるが，同じく二枚貝であるアサリ *Ruditapes philippinarum* では貝殻の模様や色彩が遺伝することが知られており（岸岡ら，1997），ハマグリでも同様に貝殻の色彩が遺伝するのであれば，希少な殻色のハマグリ成貝を親貝とした種

苗生産を行い，それらを放流することで，殻色を標識として放流効果を確認できる可能性がある。

本研究では，ハマグリの殻色が放流種苗の標識として利用可能かを検討するために，成貝の殻色のタイプと自然界での各タイプの割合を確認するとともに，成貝の殻頂付近の色彩を観察することで，成貝と稚貝の殻色関係を明らかにした。併せて，貝殻全体が黒色の成貝を親貝とした交配試験を実施し，黒色の貝がどの程度出現するかを検証した。

### 方 法

(1) ハマグリ成貝の殻色タイプ分け

2021年12月6日に大洗町夏海地先の距岸200m～300mの海域で，茨城県漁業調査指導船「せんかい」を用いて小型貝桁網（桁幅56cm，爪間隔24mm，袋網の目合20mm）を10分間曳網し，ハマグリ成貝を122個採集した。採集したハマグリは実験室に持ち帰り，各貝を貝殻の色に基づき①黒色型，②茶色型，③赤褐色型，④白色型の4タイプに大別した（図1）。

貝殻の色に基づき大別したタイプについては，目視によるタイプ分けの個人差を確認するために，分別試験を行った。分別試験には，上記と同様に茨城県漁業調査指導船「せんかい」による小型貝桁網で2021年12月21日に大洗町夏海地先で採集したハマグリの成貝2,903個から各タイプ20個を抽出し，合計80個を用いた。分別試験では，第2著者が4タイプに大別したハマグリ計80個をプラスチック製容器（横55cm×縦40cm×高さ30cm）の中に全て混ぜ入れ，茨城県水産試験場の研究補助員6名それぞれにハマグリのタイプ分けを行わせた。タイプ分けの際は研究補助員

\*1 公益財団法人 茨城県栽培漁業協会



図1 採集されたハマグリ成貝の貝殻色（左から黒色型、茶色型、赤褐色型、白色型）

に対し、タイプは各自が任意に設定すること、殻長の違いでは分別しないことのみを伝え、計 80 個のハマグリを自由に分別させた。

## (2) ハマグリ稚貝と成貝の殻色色彩関係

分別試験用に採集したハマグリ成貝 2,903 個のうち任意に選んだ 342 個について、前述の 4 タイプの殻色（黒色型 50 個体、茶色型 44 個体、赤褐色型 94 個体、白色型 154 個体）に区分したうえで、稚貝時の色彩を示す殻頂付近の色彩を観察し、成貝の殻色タイプとの対応と殻色タイプの特徴が発現する稚貝時の殻長を調べた。

## (3) ハマグリ人工種苗における殻色タイプの発現率

殻色タイプの発現率を明らかにするための交配試験は、ハマグリ種苗生産を行っている、公益財団法人茨城県栽培漁業協会で行った。

### 1) 親貝の入手

種苗生産に供する親貝は、2022 年 2 月 25 日から 2022 年 7 月 5 日にかけて鹿島灘において鹿島灘漁業協同組合、大洗町漁業協同組合、はさき漁業協同組合の貝桁網漁業で漁獲された成貝の中から殻色と殻長で選別し、殻長（以下、「SL」という）85 mm 前後、体重（BW）139 g 前後の黒色型個体を雌雄合わせて計 747 個体とした。

### 2) 採卵

雌雄ともに黒色型の親貝を FRP 水槽（横 65 cm × 縦 140 cm × 高さ 27 cm）に静置し、採卵を行った。ハマグリは、有効積算温度が 300°C 前後になると産卵する（高島、2001）ため、必要に応じてヒーターで加温した。卵は水槽の排水口にプランクトンネットを設置して回収した。30 μm と 180 μm のプランクトンネットを二重にして、180 μm のプランクトンネットでゴミを除去した。30 μm のネット上に回収された卵は余

剰の精子を洗い流した後、あらかじめ 5 μm のフィルターを通した精密濾過海水（以下、「濾過海水」という）を張った 1,000 L 円形パンライト水槽に収容した。卵の収容密度は、10 粒/mL 程度とした。

採卵は、2022 年 4 月 26 日から 2022 年 7 月 6 日にかけて計 12 回行った。黒色型親貝の雄が合計 147 個体放精、雌が合計 130 個体産卵し、合計 54,870 万粒の受精卵を得て、そのうち 26,980 万粒を幼生飼育に供した。

### 3) 浮遊幼生飼育

浮遊幼生飼育は、1,000 L 円形パンライト水槽を使用し、流水給餌飼育方法（高島・児玉、1992）により行った。飼育水には濾過海水を用いて 1.0 回転/日の注水を行い、更にガラス管で水槽中央部から飼育水が緩やかに攪拌される程度の通気を行った。

浮遊幼生飼育は延べ 51 水槽を用いて行った。飼育海水中の餌料濃度は、主餌料の *Chaetoceros calcitrans*（マリンテック（株））が  $0.7 \sim 1.0 \times 10^4$  cells/mL、補助餌料のナトリウム灯下で培養した *Nannochloropsis* sp. が  $1.0 \times 10^4$  cells/mL になるように調整して添加した。給餌にあたっては、排水口で飼育水をビーカーに採り、コールターカウンター Z1 型（BECKMAN COULTER（株））で餌料濃度を測定した後、不足分を 9 時と 16 時に添加した。飼育期間中の平均水温は 24.2°C であった。

浮遊幼生飼育で合計 4,942.2 万個の沈着稚貝を得て稚貝飼育に供した。

### 4) 稚貝飼育

浮遊幼生飼育で得られた沈着稚貝は、児玉・部（1983）に従い、多段式循環水槽 1 基（1 槽あたり横 60 cm × 縦 60 cm × 高さ 20 cm、合計 36 槽）あたり 540 万個体（1 槽あたり 15 万個体）を目安に収容して飼育を行った。飼育水には 25°C に加温した濾過海水を用い、貯水槽に 1.0 ~ 2.0 回転/日となるように注水を行った。餌料は 1,000 L 円形パンライト水槽において培養した *Isochrysis galbana* を用い、稚貝の成長に合わせ、飼育水中の餌料濃度が  $2.0 \sim 3.0 \times 10^4$  cells/mL の範囲となるよう調整し、流水連続給餌法（高島・児玉、1992）により飼育した。

### 5) 生産稚貝の殻色タイプ分け

2022 年 7 月 12 日と 2022 年 8 月 30 日に、400 μm ~ 2,500 μm のメッシュのプランクトンネットを使用し、稚貝を大よそ SL5 mm、2 mm、2 mm 未満と、サイズ毎に選別した。選別した稚貝は、平均サイズが SL5 mm と 2 mm になるよう仕分けし、それぞれを 5 mm

種苗，2 mm 種苗とした。生産した稚貝の個体数は，容積法により個体数を計数し，5 mm 種苗が 6.0 万個体（平均 SL5.9 mm (4.5 mm～9.7 mm)），2 mm 種苗が 326.7 万個体（平均 SL2.4 mm (1.1 mm～11.0 mm)）であった。

選別した稚貝は，5 mm 種苗と 2 mm 種苗を対象に，無作為に抽出し，稚貝の殻の色彩によるタイプ分けを実施した。2 mm 種苗のタイプ分けは，SL2.5 mm 未満ではどのタイプの色彩が発現するかの判断はできない（結果(2)参照）ことから，種苗の一部をタイプ分けが可能な SL まで育成した後に実施した。なお，選別した SL2 mm 未満の個体については，タイプ分けには使用しなかった。

生産した 5 mm 種苗のうち 219 個体，2 mm 種苗のうち 220 個体を抽出し SL を測定後，目視により 4 タイプ（①黒色型，②茶色型，③赤褐色型，④白色型）に分別し，貝殻の色彩別の個数と割合を求めた。

### 結 果

#### (1) ハマグリ成貝の殻色タイプ分け

採集した成貝を殻色によりタイプ分けしたところ，各タイプの割合はそれぞれ，①黒色型が 3.3%（4 個体），②茶色型が 4.1%（5 個体），③赤褐色型が 31.1%（38 個体），④白色型が 61.5%（75 個体）であり，①の黒色型の割合が最も低かった。

分別試験では，研究補助員によって 5～7 つのタイプに分別された（表 1）。この内，黒色型の個数は 20 個で 6 名全員のタイプ分けが一致した。一方で茶色型，赤褐色型，白色型の殻色の個体は濃淡や模様の有無でそれぞれ最大 2 タイプに細分されていた。茶色型の総数は 20 個，赤褐色型の総数は 20～21 個，白色型の総数は 19～20 個に分かれた。細分化したタイプについてはそれぞれ内訳が一致しなかった。

表 1 分別試験の結果 括弧内はタイプ分けの基準を開き取りしたもの。

殻色 (タイプ)	研究補助員					
	A	B	C	D	E	F
黒色型	20	20	20	20	20	20
茶色型	20	20	11 (濃) 9 (薄)	20	20	10 (濃) 10 (薄)
赤褐色型	12 (紫) 8 (グレー)	21	9 (紫) 11 (グレー)	21	17 (濃) 4 (薄)	14 (紫) 7 (グレー)
白色型	20	13 (模様無) 6 (模様有)	14 (模様無) 6 (模様有)	11 (模様無) 8 (模様有)	16 (模様無) 3 (模様有)	19
タイプ数	5	5	7	5	6	6

また，タイプ分けの様子を観察していると，6 名全員が黒色型の 20 個を最初に取り分けていた。

#### (2) ハマグリ稚貝と成貝の色彩関係

4 つのタイプの成貝の殻頂をそれぞれ観察したところ，黒色型の個体の殻頂の特徴は 50 個全て一致しており，殻頂の特徴が複数に分かれていた他の 3 タイプとは明確に区別できた（図 2）。また，殻頂の大きさを測定したところ，黒色型の特徴が発現するのは SL2.5 mm 以上であり，確実に識別できるのは SL5.0 mm 以上であった。なお，その他の色彩型については，図 2 に示したとおりであった。

#### (3) ハマグリ人工種苗における殻色タイプの発現率

生産した 5 mm 種苗から 219 個体を抽出してタイプ



図 2 ハマグリ成貝殻頂付近の色彩の特徴



図3 5 mm 種苗

表2 5 mm 種苗タイプ分けの結果

殻色 (タイプ)	測定個数	割合
黒色型	169	77.2%
茶色型	0	0%
赤褐色型	50	22.8%
白色型	0	0%

分けしたところ、黒色型 77.2% (169 個)、赤褐色型 22.8% (50 個)、茶色型 0.0% (0 個)、白色型 0.0% (0 個) の発現率であった (図 3, 表 2)。

2 mm 種苗については、一部を継続飼育し、平均 SL6.1 mm まで育成した後、220 個体を抽出してタイプ分けを行った結果、黒色型 74.5% (154 個)、赤褐色型 25.5% (56 個)、茶色型 0.0% (0 個)、白色型 0.0% (0 個) であった (図 4, 表 3)。

両者の割合を平均すると、黒色型 75.9%、赤褐色型 24.1%、茶色型 0%、白色型 0% であった。

### 考 察

ハマグリ の殻の色彩を大別した結果、第 2 著者は黒色型、茶色型、赤褐色型、白色型の 4 タイプに区分したのに対し、人によっては 5~7 タイプに分別していた (表 1)。このように、殻の色彩による分別には個人差が生じるが、その内、黒色型の分別は全員が一致し、さらに全員が黒色型を最初に分けていたことから、分別にあたって人による違いが生じにくい色彩であると考えられた。

黒色型親貝同士を掛け合わせて種苗を生産した結果、5 mm 種苗では 219 個体のうち 169 個 (77.2%) が黒色型、2 mm 種苗の一部を継続飼育した種苗では 220 個体のうち 154 個 (74.5%) が黒色型となり、種苗全体の約 75% が黒色型となることが確認された (表 2, 3)。アサリでは、帯紋型青色系の斑紋は自然界で 1%

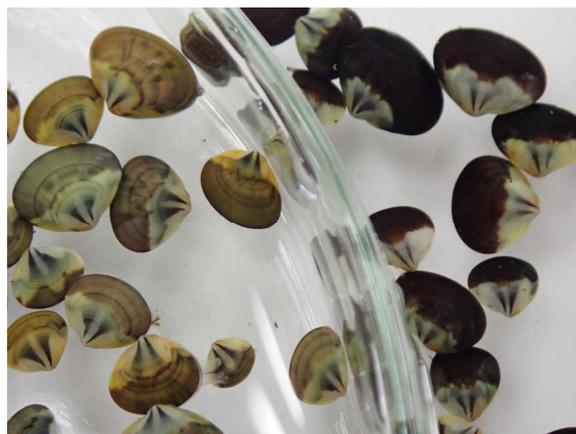


図4 2 mm 種苗 2 mm 種苗の一部を、平均 SL6.1mm まで育成した後、タイプ分けを行った。

表3 2 mm 種苗タイプ分けの結果

殻色 (タイプ)	測定個数	割合
黒色型	164	74.5%
茶色型	0	0%
赤褐色型	56	25.5%
白色型	0	0%

以下の比率でしか出現しないが、帯紋型青色系同士で集団交配すると F1 の 68.1% が帯紋型青色系になることが分かっており、青色系の斑紋は遺伝的形質であると考えられている (岸岡ら, 1997)。

今回生産した黒色型のハマグリも、自然界では約 3% の出現率であるが、黒色型の親貝同士を交配した種苗生産結果から見て、黒色型の色彩は遺伝的形質であると考えられる。また、5 mm 種苗と 2 mm 種苗は、雌雄ともに別々の親貝に由来することから、黒色型同士で交配させれば、安定して黒色型の種苗が生産できることが明らかになった。

殻長部の色彩に注目し成貝と稚貝の色彩関係を比較した結果、SL2.5 mm 以上になると各タイプの特徴が出現し始め、SL5.0 mm 程度にまで成長すれば、黒色型とそれ以外の型を確実に見分けることができるようになると考えられた (図 2)。実際に、種苗生産試験においてハマグリ種苗の色彩を確認した結果、2 mm 種苗では色彩の判別が困難であったが、5 mm 種苗では色彩が明確に確認でき、特に黒色型の発現は他の色彩とはっきりと判別することができた。黒色型の発現割合は、5 mm 種苗と 2 mm 種苗の一部を継続飼育した場合で約 75% とほぼ同じ割合であったため (表 2, 3)、SL5.0 mm の稚貝を確認すれば、色彩の判別が困難な 2 mm 種苗の黒色型の割合も推定できると考えら

れた。

このように黒色型のハマグリは、自然界で約 3%程度の割合しか存在しない希少な色彩であること、人による誤分別が生じにくい色彩であること、雌雄とも黒色型の貝で種苗生産を行えば約 75%の割合で大量に生産できること、稚貝の時点で黒色型と区分されたものは、生涯、黒色型成貝として区別できることから、放流種苗の標識としては現状、最も有効なタイプであると考えられる。これまで使用してきた ALC 標識の確認には、蛍光顕微鏡での観察が必要であること、標識付けに必要な試薬が高価であること、1年以上時間が経過すると標識が薄れ、調査・追跡が困難となることといった課題があった。しかし、黒色型の色彩を標識として使用した場合、目で標識確認ができること、試薬の費用がかからないこと、貝殻の色彩であるため 1年以上経過した後も追跡調査ができることなど、ALC 標識の課題を解決できるため、ALC 標識に代わる新たな標識として活用されることが期待される。

その一方、黒色型の貝は自然界にも分布していることから、卓越年級群が発生し、自然に生じる黒色型貝、さらにその他貝が大幅に増加した場合、放流種苗の生残状況に関わらず、放流種苗の混入率は減少することになる。人為的な物理標識ではないため、黒色型種苗の大量放流による放流効果の算定には注意を要することも指摘したい。

### 要 約

チョウセンハマグリは放流効果を評価するための標識として貝殻の色彩に着目し、殻の色彩の判別試験による誤判別の有無や、成貝の殻頂の観察による成貝と稚貝時の色彩パターンの対応の確認、人工種苗における各色彩タイプの発現率の確認を行った。チョウセンハマグリは殻色は 4 つのタイプに大別され、この内、黒色型は出現率約 3%と少ない希少な型であるうえ、識別しやすい型であった。黒色型としての識別は、殻長 5.0 mm 程度で確実に可能であった。黒色型親貝同士を掛け合わせることで、約 75%を黒色型として生産することができた。以上のことから、放流種苗の標識として活用できると考えられた。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、本文執筆について有益なご助言を賜った茨城県水産試験場の多賀真博士、茨城県農林水産部水産振興課の荒山和則博士および公益財団法人茨城県栽培漁業協会の中村丈夫専務、高島葉二技術アドバイザーに厚く御礼申し上げる。

調査船調査にご協力いただいた漁業調査指導船「せんかい」の鬼澤達也氏をはじめとする船舶職員、サンプルの測定作業および分別試験にご協力いただいた川前孝二氏、二川祐子氏、漆間しのぶ氏をはじめとする研究補助員、種苗飼育試験にご協力いただいた大鷲康子氏に心より御礼申し上げます。

### 文 献

- 浜田篤信・安川隆宏 (1985) : 鹿島灘における二枚貝類発生量変動に関する 2, 3 の考察. 茨城県水産試験場試験研究報告 ; 25 : 97-103.
- 岸岡正伸・立石 健・酒井治己 (1997) : 帯紋型青色アサリの選抜試験とその遺伝様式の推定. 水産育種 ; 25 : 91-97.
- 小島 彰・初澤敏生・阿部高樹・井上 健・熊本尚雄 (2009) : ハマグリ漁におけるプール制について—鹿島灘漁協, はさき漁協, 大洗町漁協の事例—. 福島大学研究年報 ; 5 : 33-38.
- 児玉正碩・薮 伸一 (1983) : ホッキガイの種苗生産について. 昭和 58 年東北ブロック増養殖研究連絡会議報告書.
- 二平 章・安川隆宏・藤富正毅・真岡東雄 (1982) : 広域的共同漁業権漁場における漁業管理の一事例—茨城県鹿島灘の貝桁漁業—. 北日本漁業 ; 12 : 81-97.
- 相良順一郎・田中彌太郎・浜田サツ子・二宮直尚 (1968) : チョウセンハマグリは発生に及ぼす環境要因の影響に関する研究 I. 昭和 42 年度茨城県水産試験場試験報告, 117-123.
- 高島葉二・児玉正碩 (1992) : 流水連続給餌による二枚貝の種苗生産. 茨城県水産試験場研究報告 ; 30 : 101-108.
- 高島葉二 (2001) : 鹿島灘はまぐりの産卵期—II 卵巣の季節的变化と産卵期の変動, 茨城県水産試験場研究報告 ; 39 : 7-14.