

令和 5 年 5 月 17 日現在

機関番号：80122

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K15903

研究課題名（和文）基質表面加工による養殖カキへの標識付与に関する研究

研究課題名（英文）Development of technology to transfer arbitrary patterns to the left shell of cultured oysters using the spat collector with a processed surface

研究代表者

川崎 琢真（KAWASAKI, Takuma）

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・水産研究本部 栽培水産試験場・主査

研究者番号：60604577

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：近年、養殖カキのブランド化が盛んになる中で銘柄の管理の重要性が高まっているが、カキ類は殻の形状の多様性が高いことから、個体の外観から銘柄を見分けることは極めて難しい。一方、カキは付着場所の表面に沿って成長する際、付着する側（左殻）の殻が付着先の表面に沿って伸長するという特徴がある。本研究では、この左殻の伸長の性質を利用し、付着器の表面に任意の文様を成形しておくことで、成長したカキの左殻に任意の文様を形成する条件を調べた。本研究により、付着器の表面に高さ/深さ0.05から2mmの凹凸で2から20mm角の文字・図形・絵柄を成形しておくことで、カキの左殻に任意の文様を付与することが可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、カキ養殖に用いる付着器の表面に任意の文様を成形しておくことで、その付着器上で成長したカキの左殻に、付着器に成形しておいた文様を転写することができる条件が明らかになった。本研究で示された、カキの左殻へ文様を転写できる付着器上の凹凸の成形条件は、カキ類の付着場所の表面認識範囲を理解する上で、学術的に意義のある結果である。また、水産物としての養殖カキに対し、ブランド・産地・品種等の証明技術として本研究が有効に活用できると考えられ、社会的に意義のある成果が得られたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In recent years, as the branding of cultured oysters has become popular, the importance of brand management has increased. However, oyster shells are highly diverse, and it is difficult to distinguish brands by appearance. Therefore, in this study, using the property that oysters form shells along the attachment surface, we investigated the conditions under which arbitrary patterns are formed on the left shell as they grow. In this study, by molding characters, figures, and patterns of 2 to 20 mm square on the surface of the spat collector with height/depth of 0.05 to 2 mm, arbitrary patterns could be given to the left shell of oysters.

研究分野：水産増養殖

キーワード：カキ 養殖 付着器 標識 トレーサビリティ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)カキ類は、世界的に大量に消費・生産が行われる重要な養殖対象の二枚貝類である。カキ類のうち日本国内で最も多く養殖されているマガキは、天然採苗に由来する種苗を用いる場合が多いことから、そのほとんどがホタテガイの貝殻に稚貝を付着させた原盤養殖により生産されている。東日本大震災による東北地方の被災以降、日本国内におけるマガキの天然種苗の供給には生産および供給の不安定が生じており、種苗を購入する漁業者への経営不安を誘起している。このような状況の下、特定生産地に依存した種苗供給からの脱却を目指し、養殖が盛んな地方を中心に人工種苗生産技術を利用したカキ類の種苗生産が行われるようになった。これら人工種苗由来製品は生産に必要な経費を賄うため、市場投入時点でブランド化と高付加価値化が必須の状況となり、地域ブランド乱立の時代に突入している。

(2)カキ類は、生息環境に応じて殻の外観が多様に変化する特性を持つ。そのため、たとえ異種であっても、同じ海域で育成されたマガキとイワガキを外観から「確実」に見分けることは不可能である(川崎ら 2014)。同種の間ではさらに見分けが困難なことは明白であるが、大量に生産される原盤養殖カキ類に網羅的に標識をつける技術は存在しない。この問題に関連して、報告者らは生産現場と連携しながらカキ類の銘柄選別のためのシール付、タグ付、刻印等の様々な方法を検討してきたが、数十万個単位で大量生産される原盤養殖のカキ類の量に対応できず、根本的な解決には至っていない。

(3)カキ類の繁殖の課程では、受精卵が孵化後、2-3 週間の浮遊幼生期を経て、着底生活に移行する。カキ類は着底後に移動しないことから、付着面沿って付着側である左殻を伸長させ、成長していく。報告者らは、このようなカキが付着面に沿って殻を伸長させる生態を持つことに着目し、付着面にあらかじめ凹凸で任意の文様を形成しておくことで、その上で育ったカキの左殻に任意の文様を写し取ることができないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究では、大量生産を前提とした原盤養殖カキ類の網羅的な標識方法の開発するため、付着器表面の任意の文様をカキの左殻に転写するための基本条件を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)セラミックス材料自体の表面刻印によるカキへの文様転写：石炭灰レンガを材料として用いた付着器表面に凹型又は凸型の様々な刻印を施し、その上で育ったカキの左殻への刻印の転写の可否を調べる。

(2)石炭灰レンガ基質と異なる材料による表面刻印の有効性：石炭灰レンガを材料とした付着器の表面に2次的にセメント、モルタル、樹脂などで凸型の文様を作製し、その上で育ったカキの左殻への刻印の転写の可否を調べる。

(3)転写に適した文様の高さ、大きさ：付着器表面に成形する文様の高さ/深さ、図柄の大きさについて様々なパターンを作製し、その上で育ったカキの左殻への刻印の転写の可否を調べる。

(4)文様の色の転写：付着器表面にカラーモルタルなどを用いて有色文様を施し、その上で育ったカキの左殻への色の転写の可否を調べる。

(5)図柄の転写：付着器表面に様々な図柄を成形し、その上で育ったカキの左殻への図柄の転写の可否を調べる。

(6)コスト試算：既存の養殖資材であるホタテガイ貝殻を比較対象とし、試験付着器を例にコストを比較する。また、カキへの文様の付与効果について生産者からの意見を得る。

4. 研究成果

(1)セラミックス材料自体の表面刻印によるカキへの文様転写
セラミックス材料の表面に刻印を施した試験用付着器を製作するため、直径約 11 cm、厚さ約 5mm の円盤状の石炭灰レンガの表面に、「HR0」という文字を、文字サイズ 7.5mm/5mm/2.5mm 文字の高さ又は深さ 0.75mm/0.5mm/0.25mm の各組合せ 18 パターンについて、プレス成形で各 3 枚の付着器の製作を試みたところ、うち 13 パターンで成功し、残りの 5 パターンについては離型が困難であった(図 1 A)。得られた 13 パターンの付着器の表面にイワガキの稚貝を着底させ、海中で約 1 年間育成した後、11 パターンについて回収できた。回収した付着器からカキの剥離を試みたが、付着が強く剥離できなかったため、付着器を研磨してカキの左殻を確認したところ、回収した 11 パターンすべてでカキの左殻に刻印が転写されていることが確認できた(N=77、図 1

B,C)。回収したカキへの刻印の転写成功個体の比率は、平均 82.2%であった。以上の結果から、石炭灰レンガ表面への直接刻印により、その上で育ったカキの左殻に刻印を転写することが可能であることが示されたものの、レンガとカキの付着が強い為、剥離が困難であるという課題が明らかになった。



図 1 石炭灰レンガ表面に刻印を施した付着器およびその上で育成したカキの左殻

A：凹型刻印（文字サイズ 5mm, 深さ 0.5mm）を施した付着器

B：凹型刻印（文字サイズ 7.5mm、深さ 0.5mm）を施した付着器上で育成したカキの左殻

C：凸型刻印（文字サイズ 7.5mm、高さ 0.5mm）を施した付着器上で育成したカキの左殻

(2)石炭灰レンガ基質と異なる材料による表面刻印の有効性

付着器の基本材料として、焼成石炭灰レンガの 5mm 厚切断材を用意し、表面に樹脂で作製した道総研のロゴマークを接着したもの、1 枚作製した。また、表面にセメントを用いて、凹型及び凸型の「HRO」文様を作製したものを各 3 枚作製した。作製した付着器の表面にカキの稚貝を付着させ、海中で約 1 年間育成した後回収し、付着器からカキを剥離することを試みたが、いずれも付着器との接着が非常に強く、剥離が困難であった。(1) で用いた電気炉で作製したレンガ材と比べ、(2) で用いたキルン炉で焼成したレンガは非常に硬く、研磨も困難であった。剥離の際にカキが破損してしまったものの、樹脂で作製したロゴマークがカキの左殻に埋め込まれている個体が 1 個確認された。セメントを用いて文様を作製した付着器から剥離したものについても、凹型、凸型ともにカキの左殻にセメントが埋め込まれた状態が確認できたが、文様は不明瞭な上カキ自体の破損が激しく、いずれも実用性が乏しいと考えられた。

(3)転写に適した文様の高さ、大きさ

カキの左殻に文様を転写することが可能な付着器表面の文様の高さ又は深さおよび大きさを検討するため、直径約 11 cm、厚さ約 2mm の角板状の付着器を 3D プリンタで作製した。まず、文様の高さ又は深さを検討するため、高さ又は深さ 0.05/0.1/0.5/1/1.5/2mm で 1 文字が 8mm 角の「HRO」文様を刻印した付着器を凹凸タイプ各 2 枚計 24 枚作製した。次に、文様の大きさを検討するため、1 文字が 2/4/6/8/10/15/20mm 角の「HRO」文様を高さ 0.5mm の凸型で刻印した付着器を各 2 枚計 14 枚作製した(図 2 A)。作製した付着器の表面にカキの稚貝を付着させ、海中で半年間育成した後回収し、付着器から剥離してカキの左殻への文様の転写を調べた(N=28)。

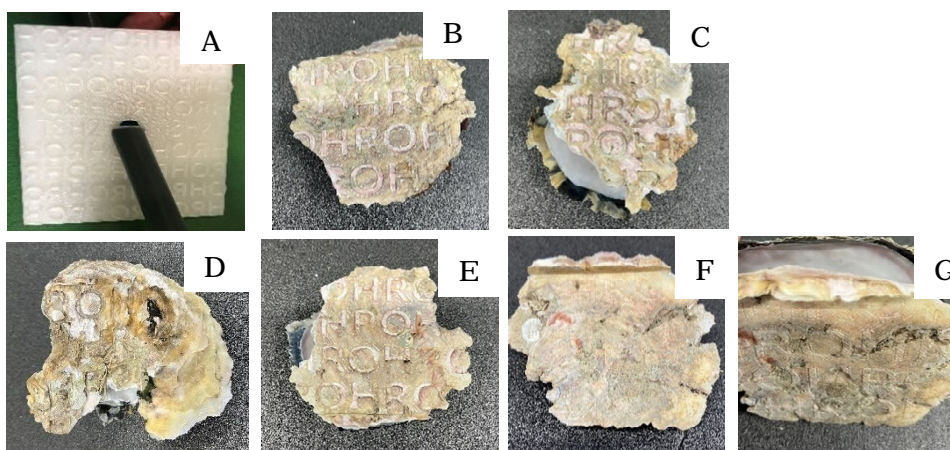


図 2 様々な高さ又は深さの刻印を施した付着器およびその上で育成したカキの左殻

A:高さ検討用に用いた付着器（凸型 高さ 2mm）

B:深さ 0.5mm の凹型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻

C:高さ 1mm の凸型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻

D:高さ 1.5mm の凸型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻

E:深さ 2mm の凹型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻

F:深さ 0.1mm 凹型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻（正面から見た様子）

G:深さ 0.1mm 凹型の文様を施した付着器上で育成したカキの左殻（斜めから見た様子）

文様の高さ又は深さの検討の結果、高さ 0.05/1/1.5mm、深さ 0.05/0.1/0.5/2mm のパターンで回収したすべてのカキの左殻に文様の転写が確認できた(図2 B-E)。カキの回収数は各パターン 1-3 個で文様の転写率はいずれも 100%であった。このうち、0.05 および 0.1mm の高さ又は深さでは、正面からの視認性は低いものの、見る角度によって文様が確認できる状態であった(図2 F,G)。

文様の大きさの検討の結果、カキの付着が 0 個であった 6mm 角を除くすべての大きさにおいて、カキの左殻への文様の転写が確認できた(図3)。カキの回収数は各パターン 1-4 個で文様の転写率はいずれも 100%であった。

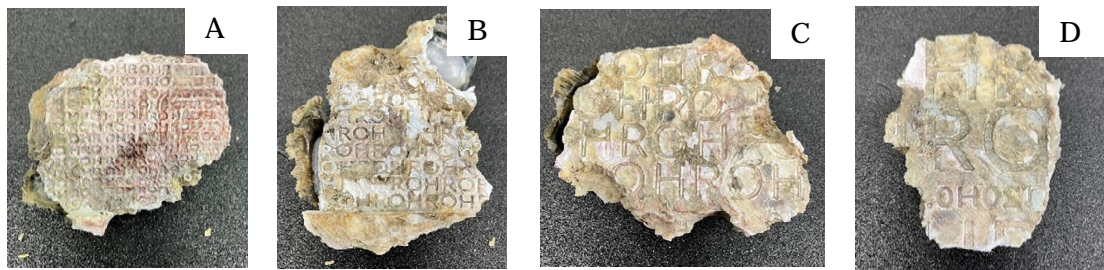


図3 様々な大きさの刻印を施した付着器上で育成したカキの左殻

A : 2mm 角の刻印 B : 4mm 角の刻印 C : 10mm 角の刻印 D : 20mm 角の刻印

以上の結果から、カキの左殻に文様を転写することを目的として、付着器表面への文様を作製する際の刻印の作製条件として、高さ又は深さ 0.05-2mm、大きさ 2-20 角の範囲で有効であることが示された。

(4)文様の色の転写

色のついた文様の転写の可否を調べるため、一辺又は直径約 11 cm、厚さ約 2mm の角板又は円盤状の付着器を 3D プリントで作製した。付着器表面には高さ又は深さ 0.5mm、1 文字の大きさ 5mm の「HRO」を刻印した。樹脂製付着器の表面の凹部のみに漆喰を塗布したもの(2 枚)、表面全体にカラーセメントを塗布したもの(8 枚)、凸部にのみウレタン塗料を塗布したもの(8 枚)を作製し、表面にカキの稚貝を付着させ、海中で半年から 1 年間育成した後回収し、付着器から剥離してカキの左殻への文様の転写を調べた(N=196)。回収した付着器からカキを剥離し、左殻への色の転写の有無を調べた結果、漆喰を塗布した付着器では、付着器表面に凹型で刻印したもののみ視認可能な有色文様が転写され、凸型では有色文様の視認性が悪かった(図4 A,B 転写率 72%)。カラーセメントおよびウレタン塗料を塗布した付着器では、凹型凸型を問わず視認可能な有色文様が転写された(図4 C-F)。平均転写率はセメントで 90.1%、ウレタン塗料で 100%であった。以上の結果から、付着器表面に 2 次的に漆喰、セメント、塗料などを塗布することで、有色の文様をカキの左殻に転写することが可能であることが示された。

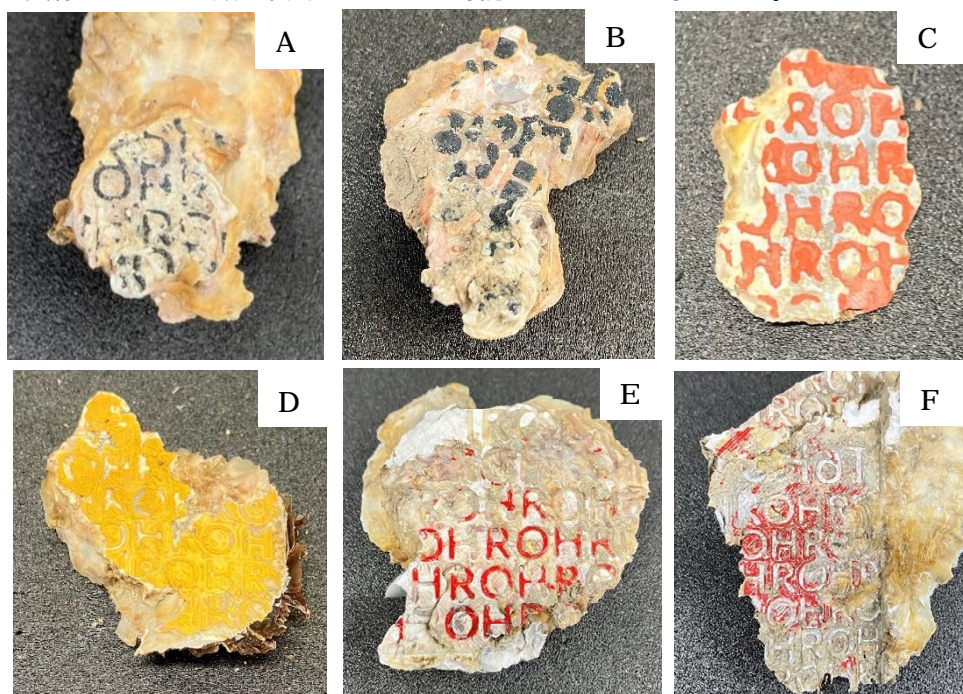


図4 様々な材料を塗布した付着器上で育成したカキの左殻

A : 黒色漆喰塗布(付着器刻印凹型) B : 黒色漆喰塗布(付着器刻印凸型)

C: 赤色セメント塗布(付着器刻印凸型) D: 黄色セメント塗布(付着器刻印凹型)

E: 赤色ウレタン塗料塗布(付着器刻印凸型) F: 赤色ウレタン塗料塗布(付着器刻印凹型)

(5) 図柄の転写

カキの左殻にどのような図柄を転写できるかを調べるため、一辺又は直径約 11 cm、厚さ約 2mm の角板又は円盤状の付着器を 3D プリンタで作製した。付着器の表面に 1 文字 10mm 角、高さ又は深さ 0.3mm で漢字「道総研」を刻印したもの、1 模様 10mm 角、高さ又は深さ 0.5mm で図形「」に直径のラインが入った絵柄を刻印したもの、1 模様 5mm 角、高さ又は深さ 0.5mm で図形「」又は「」を刻印したもの、1 模様 15mm 角、高さ又は深さ 1mm で北海道立総合研究機構のロゴマークを刻印したものの 5 種類を凹型凸型それぞれで合計 8 枚製作し、表面にカキの稚貝を付着させ、海中で半年～1 年間育成した後回収し、付着器から剥離してカキの左殻への文様の転写を調べた(N=79)。回収した付着器からカキを剥離し、左殻への図柄の転写の有無を調べた結果、すべてのパターンで図柄がカキの左殻に転写されていることが確認できた(図 5)。平均転写成功率は、96.8%であった。以上の結果から、前述のアルファベットに加え、漢字、図形、絵柄についてもカキの左殻に転写が可能であることが明らかになった。

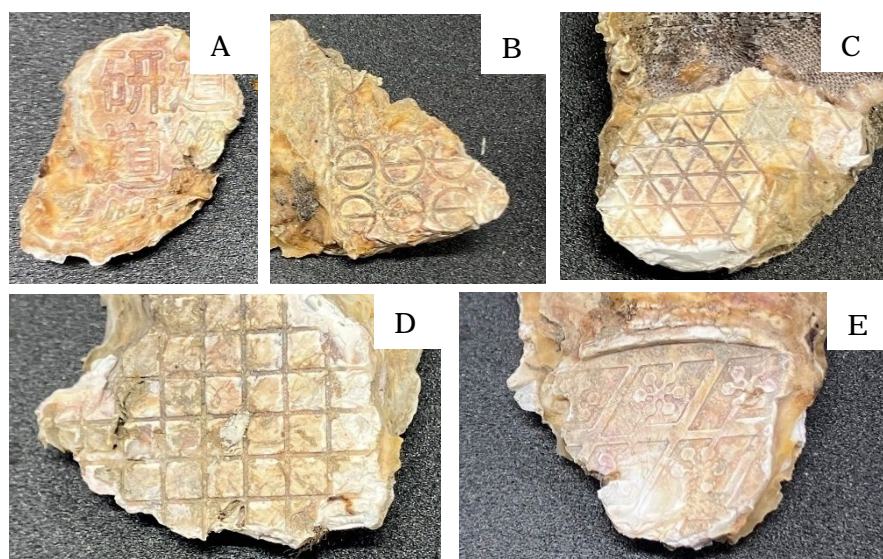


図 5 様々な図柄を刻印した付着器上で育成したカキの左殻(すべて付着器に凸型の刻印)

A: 漢字「道総研」 B: 図形「」に直径のライン C: 図形「」 D: 図形「」
E: 絵柄 北海道立総合研究機構のロゴマーク

(6) コスト試算

養殖カキ用の付着器としてのコストの試算を行った結果、従来法であるホタテガイ貝殻が 1 枚 3 円程度であるのに対し、石炭灰レンガに型押しで成形する場合で 1 枚 4,125 円、3D プリンタで樹脂を成形する場合で 1 枚 450 円、金型代を除いた樹脂プレス成形の場合で 1 枚 50 円といずれも従来法と比べコストは高いと試算された。このうち、樹脂製の付着器は、カキを剥離した後使いまわしが可能であることから、量産と再利用を併用することで、従来のホタテガイ貝殻のコストに近づけられる可能性があると考えられた。本研究で得られたカキの殻への刻印の付与技術について、カキ養殖を営む漁業関係機関にて標識効果の評価を受けた結果、識別標識としての効果は十分であるとの判断を受けた。一方、金銭換算での付加価値の試算は現段階では難しいとのことであった。

引用文献

川崎琢真, 清水洋平, 岩佐 睦, 吉田眞也, 桑原康裕 (2014)

ミトコンドリア DNA16S リボゾーム RNA 遺伝子解析による奥尻島周辺のカキ類の種判別
北水試研報 86, 137 - 144

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川崎琢真・橋田修吉・辻野二郎・執行達弘
2. 発表標題 着底基質表面加工による養殖カキへの任意標識の付与
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川崎琢真・橋田修吉・辻野二郎・執行達弘
2. 発表標題 無機材料着底基質を利用した養殖カキへの有色文様の付与
3. 学会等名 令和4年度日本水産増殖学会第20回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 特許権	発明者 川崎琢真、辻野二郎、橋田修吉、執行達弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、IP0193D	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------