

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26292108

研究課題名(和文) アコヤガイ外套膜外面上皮細胞の混合移植による高品質真珠生産技術の開発

研究課題名(英文) Development of methods to produce high quality pearls by transplantation of blended outer epithelial cells isolated from mantle tissue of Akoya pearl oysters with different genetic backgrounds

研究代表者

淡路 雅彦 (AWAJI, Masahiko)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・増養殖研究所・主幹研究員

研究者番号：20371825

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：アコヤガイ真珠の品質に大きく影響する黄色味や真珠層干渉色の調節法および真珠の黄色味の発現に関わる色素と遺伝子について研究を進めた。その結果、真珠を作る外套膜外面上皮細胞を遺伝的特性の異なる個体から分離し混合移植する手法により真珠の真珠層干渉色を調節でき、利用する外套膜の部位や移植される貝の影響も受けること、黄色味の強い真珠に含まれる黄色色素の主要成分の一つは $Fe^{3+}$ であることを明らかにした。また真珠の黄色味の強弱にはごく少数の遺伝子の発現や構造変化が影響すると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Yellowness and the interference color of nacre are two major traits that determine quality of Akoya pearls. This study was conducted to develop methods to control these traits and clarify pigments and genes responsible for the yellowness of pearls. The results showed that these traits could be controlled by transplantation of blended outer epithelial cells isolated from the mantle of two types of pearl oyster that genetically differ in these traits, and these traits were also influenced by areas of the mantle selected for transplantation. Biochemical analyses revealed one of the major components of yellow pigments in the nacre of Akoya pearls to be trivalent iron, possibly bound with water-soluble/insoluble molecules in the nacre. By comparative RNA-seq analysis between pearl sacs producing pearls with different yellow color tones, subtle changes in the expression or structure of a few genes were suggested to influence yellow color tone of the pearl.

研究分野：貝類生理学

キーワード：真珠 アコヤガイ 外套膜 色素 細胞移植 網羅的発現遺伝子解析

## 1. 研究開始当初の背景

アコヤガイなどを用いた養殖真珠は、貝の体内に貝殻で作った真珠核と他の個体から採取した外套膜小片(ピース)を密着して移植することで生産される。移植されたピースのうち貝殻を形成していた外面上皮細胞(上皮細胞)が増殖して真珠核を包む真珠袋を形成し真珠を作るため、上皮細胞だけを移植しても真珠を形成することが可能である。

一方、真珠の品質は移植される貝(母貝)とピースを採取する貝(ピース貝)の性状に依存する。このうち真珠の色調はピース貝の遺伝的特性に大きく依存し、ピースを外套膜のどの部分から作成したか(採取部位)にも依存することが知られている。

真珠の色調のうち黄色味は、真珠層中に存在する複数の黄色色素によって生じる物体色とされている。しかし研究開始当初においてその実体は十分には解明されていなかった。また黄色味の強弱は遺伝的に決まることも知られているが、それを決める遺伝子レベルの機構についても未解明であった。

研究開始時点で研究代表者らは、貝殻真珠層黄色色素の産生能が遺伝的に高いアコヤガイ系統(黄色系)と低い系統(白色系)から上皮細胞を分離し混合して移植すると、細胞の混合比により真珠の黄色度を調節できることを明らかにしていた。このことは混合移植すると黄色色素産生能に関して異なる形質をもつ上皮細胞が混在して真珠袋を形成する事を示唆する。そこで真珠品質に関して異なる優良形質を持つ複数の系統のピース貝から上皮細胞を分離して混合移植すれば、ピース貝が別々に持っていた優良形質を兼ね備えた真珠を簡単に生産できると考えられた。すなわち通常のピース貝の育種では非常に時間と手間のかかる問題を解決し、形質の組み合わせも自由に選択できる独創的で新しい真珠養殖技術を開発できる可能性が考えられた。

このような可能性を持つ上皮細胞の混合移植を実用化するには、上皮細胞を確実に移植して真珠核に密着させることができ、しかも作業しやすい手法の開発が不可欠である。具体的には、人工薄膜上に上皮細胞を塗布して、従来のピースと同様に扱えるようにした「人工ピース」の開発を進めることが必要と考えた。

## 2. 研究の目的

上述した背景からこの研究では以下の3点について研究し、外面上皮細胞の混合移植による高品質真珠生産技術の開発およびその基盤となる生化学的、分子生物学的知見の充実に努めることとした。

(1) 混合移植による優良形質共存の実証：真珠の干渉色に影響する貝殻真珠層結晶1枚の厚みが遺伝的に異なるアコヤガイ2系統

から上皮細胞を分離し、様々な比率で混合移植して真珠を形成させ、得られる真珠の真珠層結晶1枚の厚みへの影響を観察する。またピースを採取する外套膜の部位により、得られる真珠の形質(黄色度、真珠層の巻き、真珠層結晶1枚の厚み)がどのように異なるかを、真珠の微細構造観察から検討する。

(2) 優良形質の発現機構の解明：真珠層黄色色素の構造を生化学的に解明するために、これまで検討してきた黄色色素主要成分(E1およびE2)の化学構造の解明に取り組むとともに、真珠の黄色発現に関与する他の黄色色素の有無を調べる。また色素代謝関連遺伝子を真珠袋の網羅的発現遺伝子解析から検討する。

(3) 人工ピースの開発：上皮細胞移植に用いる人工薄膜作成に適した素材を明らかにする。また真珠袋形成過程で起こる上皮細胞の伸展、遊走を誘起する分子を解明し人工ピースの開発に応用するために、外套膜の傷の治癒過程をモデルとして発現遺伝子解析を行う。

## 3. 研究の方法

(1) 混合移植による優良形質共存の実証：

外面上皮細胞の混合移植：貝殻真珠層の干渉色が異なり真珠層結晶1枚の厚みが異なるピース貝2系統の外套膜から外面上皮細胞を分離し、両系統の細胞を3:0、2:1、1:2、0:3(結晶が厚い系統の細胞数:薄い系統の細胞数)で混合し、真珠核(直径4.5mm)に掘った小穴(直径1mm)に約5万細胞を入れて、各区50個体の母貝に挿核した。挿核約5ヶ月後に真珠を採取し、真珠の巻き、真珠層表層干渉色と表層真珠層結晶1枚の厚みを比較した。

ピース採取部位と真珠形質の関係の検討：アコヤガイ外套膜縁膜部の、色線より貝殻腹縁側部位(X)と蝶番側部位(Y)、外套中心部閉殻筋周辺(Z)の3通りのピースを挿核し得られた真珠の黄色度を測定し、断面を走査型電子顕微鏡観察して真珠層の巻き、結晶1枚の厚みを測定した。

(2) 優良形質の発現機構の解明：

黄色色素の抽出・分画：黄色系アコヤガイ貝殻真珠層粉末をEDTA脱灰し、遠心分離により脱灰液(F1)と残渣(S1)に分けた。S1を90%アセトン抽出に供し、濾過により90%アセトン抽出液(F2)と残渣(S2)に分けた。さらにS2をHCl-MeOH抽出に供し、遠心分離によりHCl-MeOH抽出液(F3)と残渣(S3)に分けた。別途S2はSDS-DTT抽出に供し、遠心分離によりSDS-DTT抽出液(F4)と残渣(S4)に分けた。S4はHCl-MeOH抽出に供し、HCl-MeOH抽出液(F3SD)と残渣(S3SD)に分けた。F3SDおよびF4は、黄色色素の主要成分(E1、E2)を含むF3と同程度の黄色を呈していた。F4はさらに限外濾過(分画分子量

100、10、3K)で分画し、100K濃縮液(100KC)、10K濃縮液(10KC)、3K濃縮液(3KC)、3K濾液(3KF)に分けた。

主要成分 E1 の化学分析：E1 と Fe 試薬 (FeCl<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe( )-EDTA) を HCl-MeOH で溶解後、吸収スペクトル測定と TLC 分析を行った。また、ICP-AES/MS 分析により、E1 の Fe 含量を調べた。

Fe イオン検出：主要成分 (E1、E2) 抽出液 (F1~F4、F3SD)、F4 限外濾過画分 (100KC~3KC、3KF) につき、KSCN、K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] および K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 水溶液による Fe イオン検出を行った。

F4 限外濾過画分の化学分析：F4 限外濾過画分 (100KC~3KC、3KF) を SDS-PAGE 分析および ICP-MS 分析に供し、各画分の成分組成と Fe 含量を調べた。さらに、3KF については逆相カートリッジカラムを利用して非吸着画分 (3KF-T) と 80%アセトニトリル溶出画分 (3KF-A) に分け、各画分に含まれる黄色色素の分離・精製を試みた。

真珠層の Fe 含量と Fe 分布：黄色系および白色系アコヤガイの貝殻真珠層における Fe 含量の差異と、各真珠層中の Fe 分布を調べるため、黄色系および白色系貝殻真珠層の抽出液 (F1~F4、F3SD) と残渣 (S1~S4、S3SD) の Fe 含量を ICP-MS で測定した。

色素代謝関連遺伝子の解析：ミキモト真珠研究所で保持されている黄色系および白色系アコヤガイ系統の外殻膜からピースを採取し、2 系統由来のピースを真珠核各 1 個と共に同一の母貝に移植した。3 か月後に真珠および真珠袋を採取し、真珠の黄色度を測定した。同一母貝で明確に色調の異なる真珠を産生した真珠袋につき、それぞれから RNA を抽出し cDNA ライブラリーを構築後、IonProton sequencer を用いた RNAseq を行った。得られたリードはクオリティトリミング後に Trinity による de novo アセンブリに供し、構築された contig に各リードをマップすることで、contig の発現量を算出した。Contig のアノテーションは NCBI およびアコヤガイゲノムデータに対する Blast 検索により行った。また R による統計解析により、全発現遺伝子のクラスター解析および黄色系および白色系真珠袋間の発現変動遺伝子の検出を行った。発現変動遺伝子についてはリアルタイム PCR による発現量の検証を行った。

#### (3) 人工ピースの開発：

人工薄膜の素材検討：素材としてゼラチン、アルギン酸、キチン、市販カマボコ、界面活性剤処理アコヤガイ外殻膜、コラーゲンを検討した。また移植後にアコヤガイ体内で消失しやすいと考えられる糊状の素材による上皮細胞移植も検討した。

外殻膜の傷の治癒過程の発現遺伝子解析：外殻膜の一部を切除してその傷の修復過程を観察し、発現遺伝子解析用のサンプルを採取した。また外殻膜外面上皮中の増殖細胞

を 3 次元観察するために、アコヤガイに増殖細胞の DNA に取り込まれる EdU (30mM、100 μl) を投与し、24h 後に麻酔して外套膜全体を 10%ホルマリン/海水で一晩固定し、ScaleCUBIC1 に 3 日間浸し組織を透明化して増殖細胞を蛍光標識して観察する方法を開発した。そして外套膜前方、中央、後方と中心の 13ヶ所から採取した標本(直径3mm)を共焦点レーザー走査顕微鏡で 0.5mm 四方を走査して観察した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 混合移植による優良形質共存の実証：

外面上皮細胞の混合移植：真珠採取時の母貝の生残、成長には各区で差がなかった。真珠の巻き、表層干渉色には系統間で差があり、混合区では混合比に応じた変化が観察された。表層干渉色に大きく影響する表層真珠層結晶一枚の厚みを 3D レーザー顕微鏡および走査型電子顕微鏡で測定したところ、混合比に応じた厚みの変化が観察された(図1)。以上のように真珠層結晶一枚の厚みについて、上皮細胞の混合移植による調節が可能で

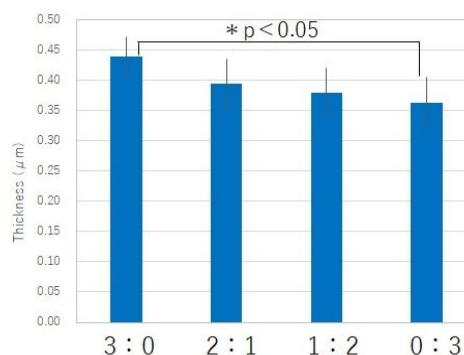


図1. 真珠層結晶1枚の厚み

あることが明らかになった。

ピース採取部位と真珠形質の関係の検討：黄色度が最も高かったのがX、巻きが最も厚いのはY、真珠層結晶1枚の厚みが最も厚いのがZであった。この結果から、ピースの採取部位により黄色度、真珠層の厚さ、真珠層結晶1枚の厚みを調節可能であることが明らかになった。また同じ系統のピース貝を用いて、日本産の母貝、中国産と日本産の交配母貝の両者に挿核した結果、日本産母貝から得られた真珠の方が真珠層結晶1枚の厚みが有意に薄いことが明らかになり、干渉色も日本産のほうがピンク系の頻度が高く、商品価値も高いことが明らかになった。

##### (2) 優良形質の発現機構の解明：

黄色色素の抽出・分画：F3 と F3SD に NaOH 水溶液を加え、沈殿(水酸化物)を回収して HCl-MeOH で再溶解後、TLC 分析を行った。その結果、F3 と F3SD に同量の E1 と E2 が確認され、両色素は SDS-DTT 処理で真珠層有機基

質から抽出されないことが示された。F4 限外濾過画分はいずれも黄色を呈しており、3KF 以外の画分は高粘性であった。

主要成分 E1 の化学分析：E1 水酸化物と各種 Fe 試薬の希塩酸溶液は同一の吸収スペクトルを示した。TLC 分析で E1 は Fe 試薬由来の Fe<sup>3+</sup> と同じ R<sub>f</sub> 値を示した。ICP-AES/MS 分析により、E1 水酸化物は約 44 質量%の Fe を含むことが明らかとなった。

Fe イオン検出：E1 および E2 溶液の Fe イオン検出を行ったところ、E2 溶液は陰性反応であったが、E1 溶液は典型的な Fe<sup>3+</sup> 反応を示した。したがって、E1 は Fe<sup>3+</sup> の形で真珠層有機基質中に存在し、F3 と F3SD に抽出される E1 は水酸化物 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · nH<sub>2</sub>O) として沈殿化すると考えられた。また、黄色色素の抽出液と F4 限外濾過画分につき Fe イオン検出を行ったところ、E1 を含む F3 と F3SD が Fe<sup>3+</sup> 反応を示した。F4 とその限外濾過画分は陰性反応であったが黄色を呈していたため、E1 とは異なる黄色色素が含まれていると考えられた。

F4 限外濾過画分の化学分析：SDS-PAGE 分析の結果、F4 限外濾過画分に含まれる黄色色素は移動マーカー (BPB) と同じ易動度を示し、タンパク質染色されなかった。各画分の凍結乾燥粉末を酸分解後、ICP-MS 分析に供したところ、3KC のみで Fe が検出された。以上の結果から、F4 に含まれる新たな黄色色素は、種々の高分子化合物と結合して真珠層有機基質中に存在し、3KC には真珠層有機基質の E1 保持に参与するペプチド成分が含まれている可能性が示唆された。F4 限外濾過画分のうち、最も低粘性で新規の黄色色素を含むと考えられた 3KF の逆相カートリッジカラム画分 (3KF-T、3KF-A) を対象に、黄色色素の HPLC 分離条件を検討した。その結果、3KF-T の黄色色素は親水性相互作用モードで、3KF-A の黄色色素は逆相モードで分離できることが分かった。

真珠層の Fe 含量と Fe 分布：黄色系および白色系貝殻真珠層から調製した抽出液と残渣の Fe 含量は白色系よりも黄色系で高く、真珠層に含まれる Fe の大部分 (約 90%) は F1 に抽出され、S1 に残った Fe (約 10%) は HCl-MeOH で抽出された。黄色系および白色系 F1 濃縮液の黄色度に大差が認められたことから、水溶性分子と結合した E1 が真珠層炭酸カルシウム結晶中にも存在し、真珠層の黄色発現に寄与していると考えられた。

色素代謝関連遺伝子の解析：真珠の黄色度は、黄色系由来真珠袋からの真珠の平均が 22.6、黄色系由来真珠袋からの真珠の平均が 52.9 であり、同一母貝内であってもピース貝の貝殻真珠層の色調を反映し明確に黄色度の異なる真珠が形成された (図 2)。このことからアコヤガイ真珠の黄色色調は真珠袋を形成するピース貝由来細胞の遺伝子発現により決定されることが確認された。そして白色系由来真珠袋 5 個と黄色系由来真

珠袋 5 個につき、全発現遺伝子の発現量に基づいたクラスター解析を行ったところ、発現パターンは形成された真珠の色によってはクラスターを作らず、母貝によって分離することが示された (図 3)。黄色系および白色系真珠袋間の発現変動遺伝子を抽出したところ、FDR (false discovery rate) が 1 未満の遺伝子は 7 個しかなく、FDR < 0.05 の遺伝子としては一個のみであった。7 個の遺伝子には既報の貝殻形成関連遺伝子が 4 個含まれていたが、そのうち一つは相同遺伝子がクロコウガイで貝殻色調と関連する可能性が示唆されている。ただし、これら 7 遺伝子についてリアルタイム PCR で発現量の検証を行ったが、RNAseq の結果を確認することはできなかった。以上の結果から、真珠袋の遺伝子発現は母貝の影響を受けること、黄色の色調に関連して発現が変化する遺伝子はごくわずかであることが示された。遺伝子の構造的違いが黄色の色調に関わっていることも考えられ、今後検討が必要である。



黄色度: 51.2      黄色度: 23.9  
巻き: 194μm      巻き: 321μm

図 2. 同一母貝から採取された真珠、ピースを採取した貝の貝殻真珠層の色調 (黄色系もしくは白色系) を反映して真珠の黄色度が明確に異なる。

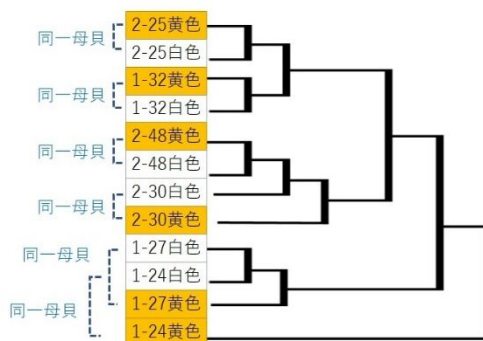


図 3. 黄色系および白色系真珠袋の RNAseq による全発現遺伝子を基にした階層的クラスター解析。真珠袋の遺伝子発現は真珠の色調ではなく、母貝によってクラスターを形成した。

### (3) 人工ピースの開発

人工薄膜の素材検討：方法の項で記載した素材について検討したが、形成された真珠袋から褐色の有機質分泌が起こり、人工薄膜が形状を保ったまま真珠層で覆われる場合が多く、人工薄膜作成にはアコヤガイの体内で分解され易い素材を用いる必要があると考えられた。そこで移植後にアコヤガイ体内で消失しやすい糊状の素材 (ポリビニルピロリ

ドン等)による上皮細胞移植を検討し、ある種の多糖類で有機質分泌が少なく真珠が形成される場合があることが明らかになった。この結果は上皮細胞移植の実用化に向け重要な知見であり、さらに検討を進めている。

外套膜の傷の治癒過程の発現遺伝子解析：外套膜の傷の修復過程の観察では、切除後4日程度(水温21℃)で傷口が上皮細胞で覆われた。しかし傷口部は収縮して切断面が小さくなっており、真珠袋形成過程とはやや異なる傷の修復過程であった。また発現遺伝子解析による上皮細胞の伸展、遊走を誘起する細胞外基質遺伝子候補等の同定には到らなかった。外套膜外面上皮中の増殖細胞の観察では、精原細胞、消化管上皮でもEdUによる標識が確認されDNA合成細胞が確認された。透明化した外套膜ではDAPIで核が染色された単層の外面上皮の一部の細胞で、核中に取り込まれたEdUが蛍光標識され、外面上皮中で増殖している細胞を3次元観察できた。観察の結果、増殖細胞の出現頻度は外套膜の部位により大きく異なることが明らかになり、上皮細胞の採取部位の最適化について新たな知見が得られた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

Gunawan M., T. Atsumi, Sunardi, A. Komaru, Nacre growth and thickness of Akoya pearls from Japanese and Hybrid *Pinctada fucata* in response to the aquaculture temperature condition in Ago Bay, Japan, *Aquaculture*, 査読あり、477巻、35-42  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.032>

劉 瀟、佐藤 友、古丸 明、渥美貴史、淡路雅彦、山本貴志、樋口恵太、岩橋徳典、永井清仁、外套膜の異なる部位から採取したピースを移植して得られたアコヤガイ真珠の特性、水産増殖、査読あり、65巻、2017、61-72

<http://www.jp/zoushoku/journal.html>

淡路雅彦、山本貴志、柿沼 誠、永井清仁、渡部終五、アコヤガイ外套膜から分離した外面上皮細胞の移植による真珠形成、日本水産学会誌、査読あり、80巻、2014、578-588  
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/suisan/-char/ja>

〔学会発表〕(計10件)

淡路雅彦、永井清仁、組織透明化とEdU標識によるアコヤガイ外套膜外面上皮細胞の増殖の3次元観察、平成29年度日本水産学会春季大会、2017年3月26-30日、東京海洋大学(東京都港区)

武 沙央梨、市川裕貴、宮下梨菜、篠原幹拓、五十嵐洋治、木下滋晴、浅川修一、淡路雅彦、前山 薫、永井清仁、渡部終五、ア

コヤガイ外套膜上皮細胞への外来遺伝子導入技術の開発、平成28年度日本水産学会秋季大会、2016年9月8-11日、近畿大学農学部奈良キャンパス(奈良県奈良市)

淡路雅彦、服部文弘、前山薫、山本貴志、岩橋徳典、永井清仁、アコヤガイ外套膜外面上皮細胞の混合移植による真珠形成 巻きと真珠層表層干渉色が異なるピース貝系統の混合、平成28年度日本水産学会秋季大会、2016年9月8-11日、近畿大学農学部奈良キャンパス(奈良県奈良市)

柿沼 誠、小出美来、春日井千晶、前山薫、服部文弘、永井清仁、淡路雅彦、安元 剛、渡部終五、黄色系アコヤガイ貝殻真珠層に含まれる黄色色素の特性、第18回マリンバイオテクノロジー学会大会、2016年5月28-29日、北海道大学函館キャンパス(北海道函館市)

山崎優作、青木秀夫、佐藤 友、古丸 明、日本産、交雑アコヤガイの真珠品質および母貝としての特性の違い、平成27年度日本水産学会春季大会、2016年3月26-30日、東京海洋大学(東京都港区)

篠原幹拓、陳盈光、木下滋晴、浅川修一、船原大輔、柿沼 誠、永井清仁、前山薫、淡路雅彦、渡部終五、白色系および黄色系アコヤガイの真珠袋間における発現変動遺伝子について、第10回バイオミネラルセッションワークショップ、2015年12月6日、東京大学理学部(東京都文京区)

Gunawan M., 古丸 明、渥美貴史、The growth and thickness of nacreous layers of pearls produced by Japanese and hybrid *Pinctada fucata* in response to the water temperature conditions、日本増殖学会平成27年度大会、2015年11月13日、東京海洋大学館山ステーション(千葉県館山市)

篠原幹拓、陳盈光、木下滋晴、浅川修一、船原大輔、柿沼 誠、永井清仁、前山薫、淡路雅彦、渡部終五、白色系および黄色系アコヤガイの真珠袋間における発現変動遺伝子の抽出、平成27年度日本水産学会秋季大会、2015年9月22-25日、東北大学農学部(宮城県仙台市)

篠原幹拓、木下滋晴、浅川修一、船原大輔、柿沼 誠、永井清仁、淡路雅彦、渡部終五、白色系および黄色系アコヤガイ真珠袋のトランスクリプトーム解析、第17回マリンバイオテクノロジー学会大会、2015年5月30-31日、東京海洋大学(東京都港区)

柿沼 誠、三谷花代、前山 薫、服部文弘、永井清仁、淡路雅彦、安元 剛、渡部終五、黄色系アコヤガイ真珠の黄色色素、第16回マリンバイオテクノロジー学会大会シンポジウム「真珠形成の分子機構と応用への展開」招待講演、2014年5月31日、三重大学(三重県津市)

〔図書〕(計2件)

淡路雅彦、柿沼 誠、永井清仁、恒星社

厚生閣、水産学シリーズ 180「真珠研究の最前線 高品質真珠生産への展望」、2014 年、48-59

古丸 明、佐藤 友、井上誠章、恒星社  
厚生閣、水産学シリーズ 180「真珠研究の最前線 高品質真珠生産への展望」、2014 年、100-114

〔産業財産権〕

出願状況（計 2 件）

名称：白色系又は黄色系真珠形成遺伝子  
発明者：渡部終五、木下滋晴、浅川修一、淡路雅彦、永井清仁、岡本暉公彦、前山 薫  
権利者：学校法人北里研究所、国立大学法人東京大学、国立研究開発法人水産総合研究センター、株式会社ミキモト、御木本製薬株式会社

種類：特許

番号：特願 2016-049097

出願年月日：2016 年 3 月 14 日

国内外の別：国内

名称：黄色真珠様色素

発明者：柿沼 誠、渡部終五、安元 剛、永井清仁、岡本暉公彦、前山薫、服部文弘  
権利者：国立大学法人三重大学、学校法人北里研究所、御木本製薬株式会社

種類：特許

番号：特願 2016-020694

出願年月日：2016 年 2 月 5 日

国内外の別：国内

取得状況（計 0 件）

〔その他〕（計 3 件）

淡路雅彦、外套膜上皮細胞の特性と真珠養殖への応用、平成 28 年度真珠養殖技術に関する研修会講演、2017 年 3 月 2 日、志摩市商工会館（三重県志摩市）

淡路雅彦、外套膜上皮細胞の移植による真珠生産について、平成 27 年度全国真珠品評会表彰式講演、2016 年 3 月 17 日、全国真珠養殖漁業協同組合連合会（三重県伊勢市）

淡路雅彦、外套膜から上皮細胞へ、平成 26 年度全国真珠品評会表彰式講演、2015 年 3 月 17 日、全国真珠養殖漁業協同組合連合会（三重県伊勢市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

淡路 雅彦 (AWAJI、 Masahiko)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・増養殖研究所・主幹研究員

研究者番号：20371825

(2) 研究分担者

木下 滋晴 (KINOSHITA、 Shigeharu)

東京大学・農学生命科学研究科・准教授

研究者番号：40401179

古丸 明 (KOMARU、 Akira)

三重大学・生物資源学研究科・教授

研究者番号：10293804

柿沼 誠 (KAKINUMA、 Makoto)

三重大学・生物資源学研究科・准教授

研究者番号：60303757

船原 大輔 (FUNABARA、 Daisuke)

三重大学・生物資源学研究科・准教授

研究者番号：00335150

渡部 終五 (WATABE、 Shugo)

北里大学・海洋生命科学部・特任教授

研究者番号：40111489

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

永井 清仁 (NAGAI Kiyohito)

株式会社ミキモト・真珠研究所・所長