

養殖条件がアコヤガイ真珠の黄色度に及ぼす影響

田中真二・阿部久代・渥美貴史・青木秀夫

Effect of Culture Conditions on Yellow Index Value of Akoya Pearl

Shinji TANAKA, Hisayo ABE, Takashi ATSUMI, and Hideo AOKI

キーワード：アコヤガイ，真珠養殖，黄色度，養殖条件

For the purpose of obtaining information about factors to produce gold pearls efficiently, the influences of gathering part of mantle tissues and culture conditions after the nuclei were grafted on yellow index (YI) value of pearls were examined through several culture experiments. In comparison with right shells and left shells of donor pearl oysters, the appearance rate of gold pearl when mantle tissues were picked from right shells was higher than that when mantle tissues were picked from left shells. The nacre of the pearl produced with mantle tissues from right shells was thicker than that from left shells in all of 4 experiment cases, although no significant difference was found. There was no influence of culture depth on YI value and thickness of pearls. In comparison with culturing bays, although there was no influence on YI value of pearls, the nacre of the pearl cultured in Kata Bay was significantly thicker than that in Ago Bay. This was probably caused by lower temperature in summer and higher one in winter in Kata Bay than in Ago Bay. These results indicate the effectiveness of using mantle tissues from right shell of donor pearl oysters for raising YI value of pearls, in addition to selection of high YI value donor pearl oysters. Furthermore, selecting suitable water temperature environment for host pearl oysters is thought to be effective to thicken the nacre of pearls.

わが国のアコヤガイ *Pinctada fucata* 真珠養殖は近年、漁場環境の悪化や疾病による生残率の低下、景気の悪化に伴う需要の低迷、南洋真珠や淡水真珠といった海外産真珠との競合等、厳しい経営環境にさらされている。現在市販されている真珠の品質・価値は、大きさ、形状、色調等の様々な要素により決定されており、これらの要素に対する購買者の嗜好性は多様化していることから、真珠養殖業を発展させるためには、多様な真珠を戦略的に生産、販売していくことが必要である。

近年、南洋真珠の一つである白蝶真珠のわが国における輸入量が増加しており（真珠年鑑2008）、そのなかでもゴールド真珠は生産量が少ないため、最も高価なカテゴリーにある。ゴールド真珠とは、濃黄色真珠の中でも、特に光沢が良好で黄金色に見える真珠を指す。一方、アコヤガイ真珠においても、以前から金色や茶金と呼ばれるゴールド真珠が存在するが、通常真珠養殖の中で偶然に産出されるものがほとんどであ

り、その生産量は非常に少ない。アコヤガイ真珠は白蝶真珠と比較して光沢の強いことが評価されていることから、光沢の強いゴールド真珠が安定して生産できれば、アコヤガイ真珠に高い付加価値を与えることができる。

真珠の色調は実体色と干渉色からなり、このうち実体色は主に真珠層のタンパク質シートに含まれる黄色色素と黒色色素の含有量により決定される（和田，1999）。ゴールド真珠はこの黄色色素の含有量が特に多い真珠であり、色彩測定において高い黄色度を示す。ピース貝の殻体真珠層黄色度と、そのピース貝の外套膜片（ピース）を用いて生産される真珠の黄色度には対応関係が認められており（和田，1969；林，1999）、真珠層における黄色色素の含有量の多寡はピース貝の外套膜細胞の黄色色素分泌能力に依存すると言える（和田，1999）。したがって、ゴールド真珠の出現率を高めるためには、黄色色素量の多い、つまり黄色度の高い

殻体真珠層を持つアコヤガイから採取したピースを用いれば良いと考えられる。また、林(1999)は、アコヤガイの殻体真珠層黄色度は右殻より左殻の方が高い個体が多かったとしており、ピースの採取部位が真珠の黄色度に影響する可能性も考えられる。さらに、ピースから形成される真珠袋上皮細胞への栄養や分泌物素材の供給は母貝の生理状態の影響を受けることから(和田, 1991), 母貝の生理状態を良好に保ち、ピースの黄色色素分泌能力を引き出すためには、養殖条件の影響についても検討すべきである。母貝の生理状態に影響を及ぼす養殖条件として漁場および垂下深度があり、これらの違いが真珠の黄色度に及ぼす影響について、これまでに渡部ら(1957), 五ヶ所浦青年真研クラブ(1959), 沢田・丹下(1959), 蓮尾ら(1962)および山口・蓮尾(1974)が検討しているものの、試験結果は一律ではなく、十分証明されていない。そこで本研究では、アコヤガイのゴールド真珠を効率的に生産する養殖条件を明らかにするために真珠生産試験を行い、ピースの採取部位および挿核後の養殖条件(垂下深度, 漁場)が真珠の黄色度に及ぼす影響について検討した。

方法

試験用母貝には、各養殖業者が準備した交雑貝(日本貝×中国貝)の2年貝または3年貝を用いた。ピース貝には、県内外から収集した養殖アコヤガイ7系統(黄色度の低い白色系ピース貝2系統, 黄色度の高い民間交雑母貝5系統), あるいはこれらを交雑させた2, 3年貝を用いた。核は2.1分(直径6.36~6.62mm)または2.3分(直径6.96~7.20mm)のものを用いて1貝につき1個入れとし、6月に挿核手術を行った。挿核貝数は、後述の3試験項目18試験例における計36試験区のいずれも、1試験区につき100個とした。挿核に用いたピース貝の殻を回収し、10% KOH水溶液に浸漬して115℃で10分間オートクレーブ処理を施して稜柱層を除去した。これらの貝殻を自然乾燥させた後に、色彩色差計(ミノルタCR-400)を用い、Fig.1のとおり殻の大きさに応じて2年貝では4ヵ所あるいは5ヵ所、3年貝では10ヵ所の殻体真珠層黄色度(YI値)を測定して平均値を算出した。挿核後は静穏な海域で約2~5週間養生し、沖出し後の飼育は後述のようになんらかの条件を違えて行った。挿核, 養生および飼育

は延べ14名の真珠養殖業者に依頼して行った。一部の供試貝に関しては、水産研究所が飼育のみ引き継いだ。漁場環境のデータとして、試験漁場に自動記録式水温計(ONSET UTBI-001)を設置し、試験期間中の1時間毎の水温を測定した。

試験項目は以下の3項目とした。

1. ピースの採取部位

平成20~22年度にピースの採取部位(同一貝の右殻と左殻)の比較試験を計4例行った(それぞれの試験例で右殻区と左殻区を設定)。1試験例につき14~28個の2年貝からピースを採取し、試験に用いた。挿核後の養生は英虞湾で、沖出し後の飼育は英虞湾および的矢湾(Fig.2)で行い、垂下深度は1.5mとした。

試験期間中の水温は、英虞湾では15.4~30.8℃で、的矢湾では12.9~29.8℃でそれぞれ推移した。

2. 飼育時の垂下深度

平成21, 22年度に浅吊りと深吊りの比較試験を計4例行った(それぞれの試験例で浅吊り区と深吊り区を設定)。1試験例につき7~10個の2年貝または3年貝の左右両殻(試験例によっては右殻のみ)からピースを採取し、試験に用いた。挿核後の養生および沖出し後の飼育は英虞湾(Fig.2)で行い、沖出し後の垂下深度は浅吊り区で1.5m, 深吊り区で5mとした。

試験期間中の水温は、平成21年度は1.5m層では11.7~28.9℃, 5m層では11.8~27.9℃で推移し、7~8月に1.5m層が5m層より平均で1.2℃高く、9月以降はほぼ同程度であった。平成22年度は1.5m層では15.4~30.8℃, 5m層では15.6~29.8℃で推移し、7月から9月にかけて1.5m層が5m層より平均で2.0℃高く、10月以降はほぼ同程度であった。

3. 飼育漁場

平成20~22年度に英虞湾と賀田湾(Fig.2)の漁場比較試験を計10例行った(それぞれの試験例で英虞湾区と賀田湾区を設定)。1試験例につき6~13個の2年貝または3年貝の左右両殻(試験例によっては右殻のみ)からピースを採取し、試験に用いた。挿核後の養生を英虞湾で行った後、英虞湾区の試験貝は同湾内の沖出し漁場に船で10~30分間かけて運搬して、また、賀田湾区の試験貝は賀田湾漁場まで車で3時間かけて

運搬して、それぞれ沖出した。沖出し後の垂下深度は1.5mとした。

試験期間中の水温は、平成20年度は英虞湾で13.7～32.0℃、賀田湾で18.1～28.4℃、平成21年度(7～11月)は英虞湾で19.1～30.0℃、賀田湾で20.5～27.6℃、平成22年度は英虞湾で15.4～30.8℃、賀田湾で16.9～28.9℃でそれぞれ推移した。英虞湾の水温は賀田湾に比べて7～8月に2～5℃程度高く、10～12月に1～4℃程度低かった。

以上の3試験項目のいずれの試験貝も、挿核後約6ヶ月が経過した12月に浜揚げを行い、得られた真珠のうち、薄巻き真珠や稜柱層真珠、有機質真珠、変形真珠などを除いた商品化できる品質のものについて、色彩色差計を用いて真珠一つにつき3カ所の黄色度を測定

して平均値を算出し、その真珠の黄色度とした。黄色度を測定した真珠のうち、110以上の値を示すものをゴールド真珠とした。この黄色度の基準は、真珠養殖業者および流通業者の目視によりゴールド真珠と判断されたものの黄色度測定値から定めた。また、黄色度を測定した全ての真珠について、デジタルノギスにより3カ所の直径を測定し、平均値から核の直径の平均値を減じて巻きを算出した。

ピース貝の殻体真珠層黄色度について、試験例毎に試験区間の有意差(有意水準5%)の有無を検定した。検定方法には、ピースの採取部位の試験では同一貝の右殻と左殻を右殻区と左殻区にそれぞれ用いたので、ウィルコクソン符号付順位和検定を、飼育時の垂下深度と飼育漁場の試験では試験区毎に別個のピース貝を用いたので、スチューデントのt検定をそれぞれ用いた。

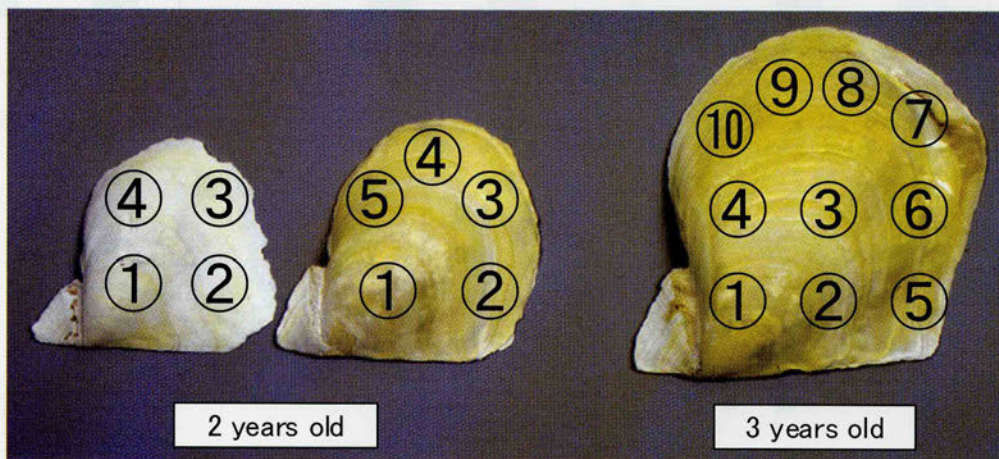


Fig. 1 Measuring spots of Yellow index (YI) value on a pearl shell.

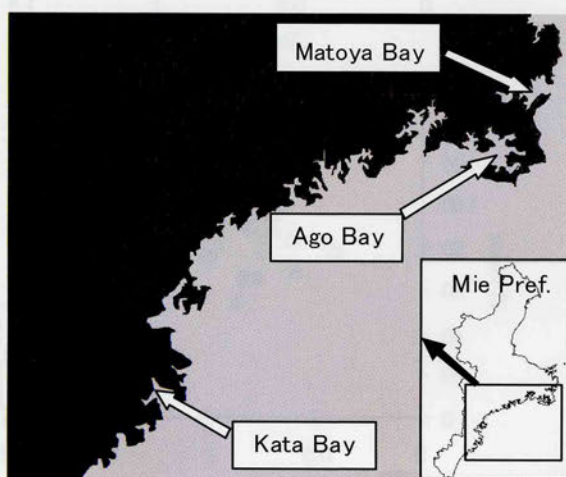


Fig. 2 Map showing the culturing sites.

また、測定対象とした真珠の黄色度、ゴールド真珠の出現率および巻きについては、各試験項目における試験例毎に試験実施年度、母貝とピース貝の由来と年齢、漁場、飼育管理内容等の条件が異なることから、これらの条件を要因として扱わずに全ての試験例を合わせてウィルコクソン符号付順位和検定を行い、試験条件間の有意差(有意水準5%)の有無を検定した。なお、ゴールド真珠の出現率については、逆正弦変換した値を検定に用いた。

結果

以下の3項目の真珠生産試験では、挿核数に対する浜揚げ真珠数の割合は46～92%の範囲にあり、飼育状態に大きな問題はなかったと考えられた。

1. ピースの採取部位

ピース貝の殻体真珠層黄色度は、右殻区が27.2～

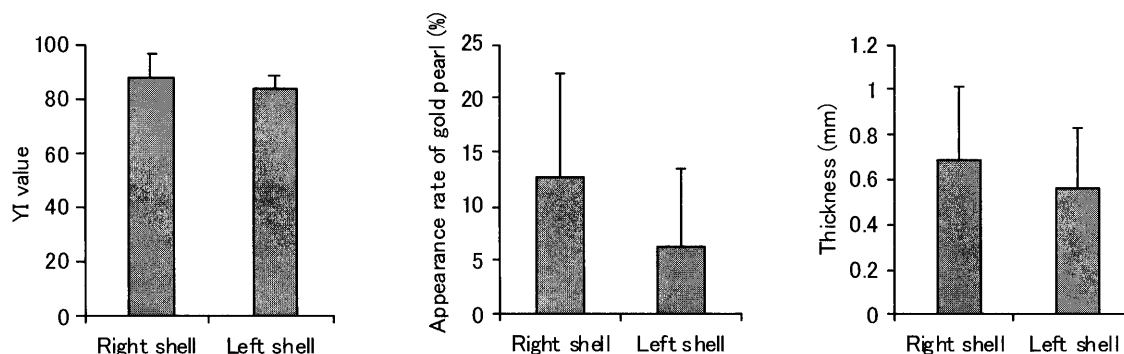


Fig. 3 YI value, appearance rate of gold pearls, and thickness of the pearls produced in the Experiment 1. Mantle tissues from the right or left shell of donor pearl oysters were grafted into pearl oysters.

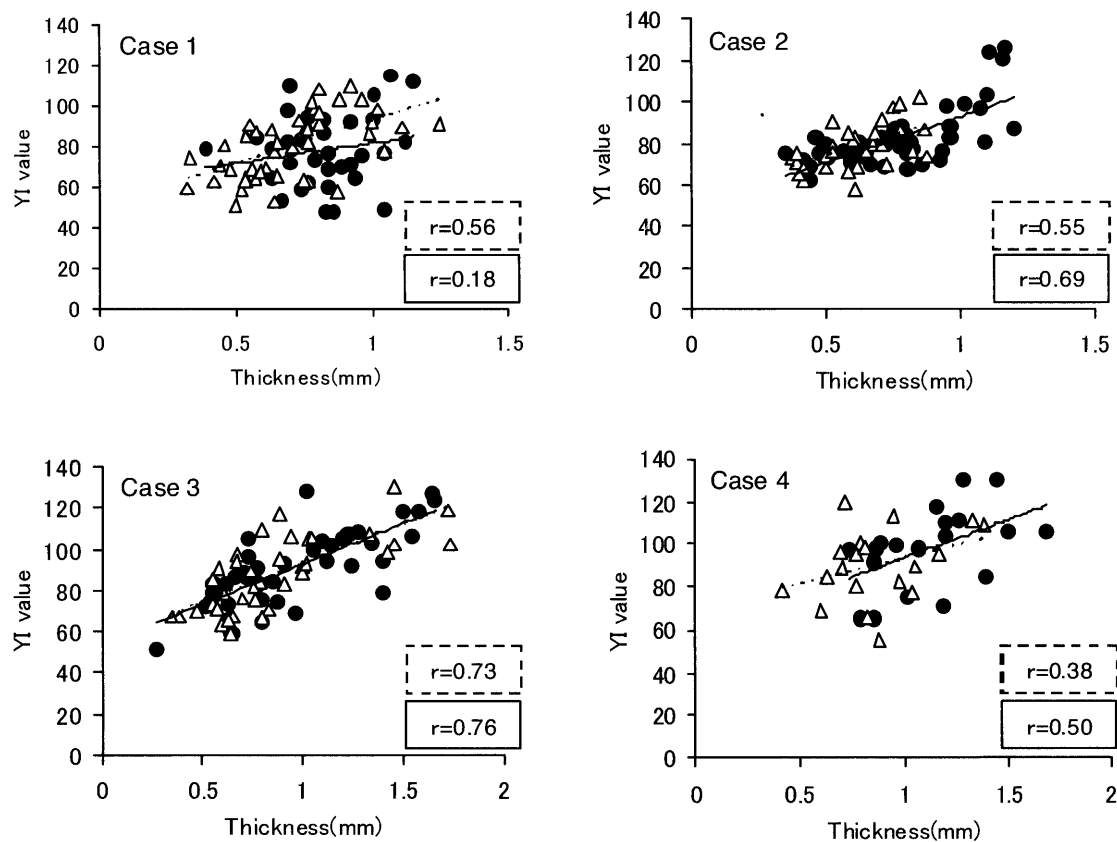


Fig. 4 Relationship between thickness and YI value of the pearls.
●, —, □: right shell, △, ---, □: left shell

38.1 (平均 31.1), 左殻区が 29.1 ~ 39.9 (平均 34.4) であり, 4 試験例とも左殻区の方が高く, うち 1 試験例で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

ピースの採取部位と真珠の黄色度, ゴールド真珠の出現率および巻きとの関連を Fig.3 に示す。真珠の黄色度は 3 試験例で右殻区の方が高く, 4 試験例の平均値は右殻区で 87.6, 左殻区で 83.7 であり, 右殻区の方が高かったが, 有意差は認められなかった。ゴールド真珠の出現率の平均値は右殻区で 12.7%, 左殻区で 6.4% であり, 有意差はないものの, 4 試験例全てで右殻区の方が高かった。巻きの平均値は右殻区で 0.69mm, 左殻区で 0.56mm であり, 有意差はないものの, 4 試験例全てで右殻区の方が厚かった。

生産された真珠の黄色度と巻きの間を, 試験例毎に右殻区と左殻区に分けてみると, Fig.4 のとおり, 概ね正の相関が認められた。

2. 飼育時の垂下深度

ピース貝の殻体真珠層黄色度は, 浅吊り区 (水深 1.5m) が 28.3 ~ 37.5 (平均 34.1), 深吊り区 (水深 5m) が 29.5 ~ 37.2 (平均 34.1) であり, 全ての試験例

において両区間に有意差は認められなかった。

垂下深度と真珠の黄色度, ゴールド真珠の出現率および巻きとの関連を Fig.5 に示す。真珠の黄色度は 3 試験例で浅吊り区の方が高かったものの, 4 試験例の平均値は浅吊り区で 90.3, 深吊り区で 87.9 であり, 有意差はなかった。ゴールド真珠の出現率は, 浅吊り区の方が黄色度が高かった 3 試験例において浅吊り区の方が深吊り区より高く, 1 試験例では両区ともゴールド真珠はみられなかった。4 試験例の平均値は浅吊り区で 15.7%, 深吊り区で 8.3% であり, 有意差は認められなかった。巻きの平均値は浅吊り区で 0.90mm, 深吊り区で 0.82mm であり, 浅吊りの方が厚い傾向がみられたものの, 有意な差ではなかった。

3. 飼育漁場

ピース貝の殻体真珠層黄色度は, 英虞湾区が 28.3 ~ 45.9 (平均 36.0), 賀田湾区が 30.4 ~ 45.9 (平均 35.9) であり, 全ての試験例において両区間に有意差は認められなかった。

漁場と真珠の黄色度, ゴールド真珠の出現率および巻きとの関連を Fig.6 に示す。10 例の真珠の黄色度の

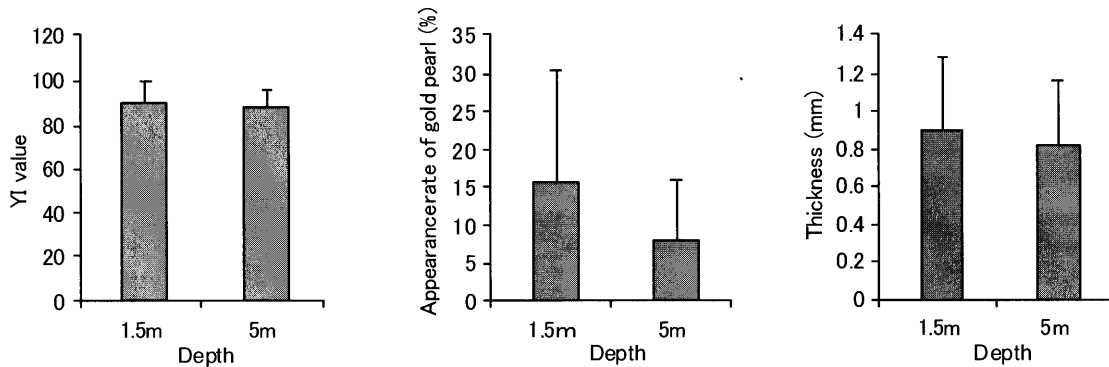


Fig. 5 YI value, appearance rate of gold pearls, and thickness of the pearls. The host pearl oysters were hanged at 1.5m and 5m below sea surface.

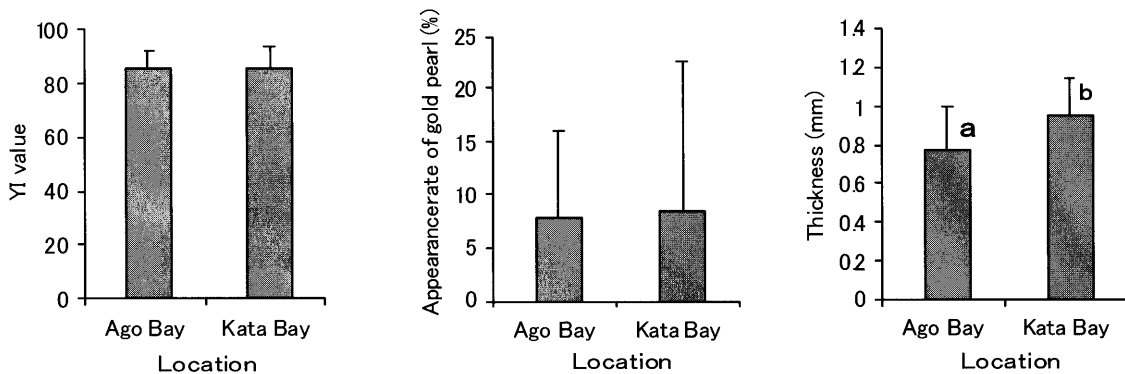


Fig. 6 YI value, appearance rate of gold pearls, and thickness of the pearls. Pearl oysters were reared in Ago Bay and Kata Bay. Different letters (a and b) in the figure mean significant difference ($p < 0.01$; Wilcoxon signed-ranks test).

平均値は英虞湾区で85.2, 賀田湾区で85.5, ゴールド真珠の出現率は英虞湾区で7.8%, 賀田湾区で8.5%であり, いずれの項目も漁場間で有意差は認められなかった。一方, 巻きは10例の試験全てで賀田湾区の方が厚く, 平均値は英虞湾区で0.77mm, 賀田湾区で0.95mmであり, 賀田湾区の方が有意に高かった ($p < 0.01$)。

考察

真珠の黄色度に影響を及ぼす要因を検討するために, 和田(1969)および林(1999)は異なる殻体真珠層黄色度のピース貝を用いた真珠生産試験を行い, ピース貝の殻体真珠層黄色度が高いと真珠の黄色度も高くなることを示している。このことから, ゴールド真珠の出現率を高めるためには, 殻体真珠層黄色度の高いピース貝を選ぶことが重要であるといえる。本研究では, ピース貝の黄色度以外に真珠の黄色度に影響を及ぼす可能性のある要因として, ピースの採取部位(左殻と右殻)および挿核後の養殖条件(垂下深度, 漁場)について検討した。

ピース貝の左殻と右殻の色調の差異について, 林(1999)は右殻より左殻の方が殻体真珠層黄色度の高い個体が多いことを報告している。このことから, 左右どちらの殻をピースとして使用するかによって, 生産される真珠の色調に差が現れる可能性が考えられる。しかし, これまでの報告では, 宮村・牧戸(1958)が左殻に比べて右殻から採取したピースで生産された真珠には黄色系統のものが少なかったとしているのに対し, 村上ら(1960)は右殻と左殻で真珠の色の系統には差は認められなかったとしており, 一定の傾向が示されていない。一方, 巻きについては, 宮村・牧戸(1958)および林ら(2006)は右殻をピースに用いた真珠が左殻より厚巻きであったことを報告している。村上ら(1960)はピースを採取する殻の左右差について考察を記述していないものの, 真珠の平均重量は右殻の方が10~25%重かったという結果を示している。本研究では, 試験例が少なく有意差は認められなかったものの, 4試験例全てでゴールド真珠の出現率は右殻をピースに用いた方が左殻よりも高く, 巻きも右殻区の方が厚かった。また, 真珠の巻きと黄色度の間には相関が認められ, 巻きが厚い真珠ほど黄色度は高い傾向があった。本試験に用いたピース貝の黄色度は, 林(1999)

の報告と同様, 右殻(平均31.1)は左殻(平均34.4)より低かったにも拘らず, 右殻を用いた方がゴールド真珠の出現率は高かった。これらのことから, 巻きの厚さが真珠の黄色度に影響したと考えられる。このように, 本研究の結果は, 右殻をピースに用いると巻きが良く, 黄色度が高い真珠が生産されると期待されるものであった。

山口・蓮尾(1974)は, 白色系アコヤガイから採取したピースを用いると漁場に関係なく白色系の真珠が生産されるが, 黄色系アコヤガイから採取したピースを用いると漁場により真珠の黄色度に差異がみられるとしている。このことから, 黄色系ピース貝を用いた場合, 挿核後の飼育漁場の違いが真珠の黄色度に影響を及ぼす可能性が考えられる。また, 水深が異なると水温や塩分, 餌料プランクトン組成なども異なると考えられることから, 漁場の違いに加え, 同じ漁場での水深の違いも考慮すべきである。五ヶ所浦青年真研クラブ(1959)は1~9m層での垂下深度の比較で, 浅く吊ったものほど黄色系真珠が多く, 巻きが良い結果を得ている。渡部ら(1957)も1~6m層の深度の比較を行い, 3m以浅の浅吊りでは, それ以深よりも黄色系真珠の出現率が高い傾向にあることを示している。しかし, 巻き(重量)は垂下深度と関連なかったとしている。沢田・丹下(1959)は4漁場の水深2~7m層で養殖試験を行い, 巻きは垂下深度が浅いほど良く, 漁場間でも差があるという結果を得ている一方で, 黄色系真珠の出現率は漁場間で差があるものの, 垂下深度による一定の傾向は認められなかったとしている。また, 蓮尾ら(1962)は長崎県下28漁場の水深2m層と5m層で養殖試験を行い, 真珠の色調と巻きのいずれも漁場により相当の差異が認められたとしている。一方, 垂下深度により差異がみられた漁場は少なく, 垂下深度の影響は小さいと推察している。このように, これまでの報告では, 漁場の違いが生産される真珠の黄色度と巻きに影響を与えることが示唆されている一方で, 垂下深度の影響については試験により異なる結果が示されている。本研究では, 1.5mの浅吊りと5mの深吊りについて比較するとともに, 英虞湾と賀田湾の漁場間比較も行った。その結果, 垂下深度の比較では, 試験例が少なく有意差は認められなかったものの, 深吊りよりも浅吊りの方がゴールド真珠の出現率が高く, 巻きが厚い傾向がみられた。漁場の比較では, 賀

田湾と英虞湾で黄色度に差はみられなかったが、巻きは10試験例全てで賀田湾の方が厚く、過去の報告と同様、漁場の違いが巻きに影響を及ぼすことが示された。

本研究において、英虞湾より賀田湾で挿核後のアコヤガイを飼育した方が巻きの良かった要因として、漁場間での水温条件の違いが考えられる。アコヤガイの物質代謝は水温の変化に大きく影響され、生産される真珠および貝殻の重量は水温にほぼ比例するが、28℃以上の高温になると真珠および貝殻物質の分泌が抑制される(和田, 1999)。また、渥美・増田(2008)は、アコヤガイの濾過水量は水温25℃で最大となり、それ以上でも以下でも減少するとしている。本研究で巻きが厚かった賀田湾では、最も高水温となる8月の平均水温が26℃台にとどまり、浜揚げ時の12月では平均18℃台を維持していた。一方、英虞湾では、8月の平均水温は28～29℃と賀田湾より高く、最高水温は32℃に達した。逆に12月の水温は15℃台まで低下した。本研究では、塩分や溶存酸素量、プランクトン現存量とその組成といった水温以外の環境要因を測定していないが、こうした漁場水温の違いをみると、賀田湾では、アコヤガイの物質代謝にとって好適な水温が維持されたことが真珠の巻きの良さにつながった可能性が考えられる。しかし、真珠の巻きの良かったにも拘わらず黄色度は有意に高くならなかったことから、両漁場間における水温以外の何らかの飼育環境の違いがアコヤガイの黄色色素の分泌に影響を及ぼした可能性が考えられる。

以上の論議を総合すると、ゴールド真珠を効率的に生産するためには、殻体真珠層黄色度の高い貝の右殻をピースに用いることが重要と考えられ、垂下深度を浅くすることもゴールド真珠の出現率の向上に有効に作用する可能性があることに留意すべきである。これらに加えて、より巻きの良いゴールド真珠を生産するためには、アコヤガイにとって好適な水温条件の漁場環境を選ぶことが有効ではないかと考えられる。

今後、ゴールド真珠を生産するにあたっての課題として、ピース貝の黄色度の向上が挙げられる。色調によって選抜されていないアコヤガイから採取したピースでは、ゴールド真珠の出現率は僅かであり、黄色度の高さが不十分で商品価値の低いイエロー真珠が多く出現する。本研究で用いたピース貝の殻体真珠層黄色

度は、ゴールド真珠が高率に生産されると期待される右殻を用いた13例で27.2～38.1(平均33.4)と高かったが、ゴールド真珠の出現率は4.5～50.0%(平均16.8%)にとどまった。アコヤガイの殻体真珠層黄色度については、和田(1984)、和田(1986)、林ら(1999)および著者ら*により、遺伝性の高いことが明らかにされている。このことから、ゴールド真珠の生産効率を高めるためには、今後、より黄色度が高く、個体によるばらつきが少ない濃黄色ピース貝系統を作出することが必要である。

要約

1. アコヤガイのゴールド真珠を効率的に生産する養殖条件を明らかにするために真珠生産試験を行い、ピースの採取部位および挿核後のアコヤガイの垂下深度と養殖漁場の違いが真珠の黄色度に及ぼす影響について検討した。
2. ピース貝の右殻と左殻の比較では、有意差はないものの、4試験例全てでゴールド真珠の出現率は左殻区より右殻区の方が高く、巻きも右殻区の方が厚かった。
3. 垂下深度の比較では、有意差はないものの、水深5mの深吊りよりも水深1.5mの浅吊りの方がゴールド真珠の出現率が高く、巻きが厚い傾向がみられた。
4. 養殖漁場として英虞湾と賀田湾を比較したところ、真珠の黄色度に関しては両漁場で違いはみられなかった。巻きについては、英虞湾より賀田湾の方が有意に厚く、その要因として、賀田湾では英虞湾より夏季の水温が低く、冬季の水温が高いことが考えられた。

文献

- 渥美貴史・増田 健(2008):日本産、中国産アコヤガイおよび交雑貝の濾過水量と水温の関係、水産育種, **37**, 43-49.
- 五ヶ所浦青年真研クラブ(1959):垂下深度、貝掃除の回数および垂下様式が真珠の品質に及ぼす影響について。真珠研究会伊勢部会報, **3**(10), 14-21.
- 蓮尾真澄・阪口清次・山口一登・村上悦男(1962):長

*西川久代・青木秀夫・渥美貴史・神谷直明・石川 卓(2009):アコヤガイ(*Pinctada fucata*)殻体真珠層黄色度の親子回帰による遺伝率の推定。平成21年度日本水産学会秋季大会講演要旨

- 崎県下真珠養殖漁場において生産された真珠品質およびアコヤガイの成長度の比較に関する研究. 国立真珠研報, **8**, 920 - 947.
- 林 政博 (1999) : アコヤガイの殻体真珠層色の改良について. 全真連技術研究会報, **14**, 1 - 13.
- 林 政博・小賀史哉・岩城 豊・伊藤孝男・山本満彦・野村清孝・西川一生・竹内章浩・佐藤珠樹・平賀楠光・太田啓照 (2006) : 外套膜の部位および左右の外套膜による巻きの差異. 全真連技術研究会報, **20**, 1 - 3.
- 宮村光武・牧戸二彦 (1958) : 挿核施術に使用する外套膜片 (ピース) の採取部位によるアコヤガイの養殖真珠の品質の相違について. 日水誌, **24** (6 & 7), 441 - 444.
- 村上菊太郎・吉野健三・楠木 豊 (1960) : 真珠の色及び巻きに及ぼす外套膜片採取位置の影響と月別真珠形成速度と水温の関係について. 真珠技術研究会報, **5** (5), 16 - 20.
- 沢田保夫・丹下 孚 (1959) : 真珠養殖漁場の養殖海洋学的研究 II. 英虞湾内の 4 点において生産される真珠品質の比較と海況について. 国立真珠研報, **5**, 459 - 480.
- 真珠新聞社 (2008) : 真珠年鑑 2008 年版, 東京, pp104-141.
- 和田克彦 (1984) : アコヤガイ *Pinctada fucata* の改良に関する研究. 養殖研報, **6**, 79 - 157.
- 和田克彦 (1986) : アコヤガイ貝殻真珠層色選抜集団における貝殻特性. 養殖研報, **9**, 1 - 6.
- 和田浩爾 (1969) : 黄色真珠の生成に関する実験生物学的研究. 国立真珠研報, **14**, 1765-1820.
- 和田浩爾 (1991) : ピース貝の外套膜外面上皮細胞の分泌機能特性は真珠袋に受け継がれる, 「科学する真珠養殖」, 真珠新聞社, 東京, pp81-93.
- 和田浩爾 (1999) : 真珠の生体鉱物学, 「真珠の科学」, 真珠新聞社, 東京, pp123-168.
- 渡部哲光・岡田弥一郎・宮村光武・井上義雄 (1957) : アコヤ貝の養殖真珠の品質と養殖深度との関係 - II. 日水誌 **23** (5), 235 - 240.
- 山口一登・蓮尾真澄 (1994) : 黄色真珠の出現と真珠漁場との関係について. 国立真珠研報, **18**, 2132-2139.