

# 加熱による真珠の色の変化

2年4組 竹田 晴佳 2年4組 谷口 凜菜  
2年4組 長橋菜野美 2年4組 松浦 愛  
指導者 山本 鷹裕

## 1 背景・目的

宇和島市は真珠養殖が盛んである<sup>[1]</sup>。真珠について、引野ら(2019)<sup>[2]</sup>の研究では、100度で8週間の期間、加熱することにより、ひび割れせず光沢が増し赤く変色するとある。さらに、須田ら(2020)<sup>[3]</sup>の研究では、真珠の色と光沢に関して、ペイントソフトを用いた定量的な評価方法と、炭酸カルシウムで覆って加熱することでムラを減らし赤く調色する塩釜型の加熱方法を開発した。そこで、本研究では塩釜型の加熱方法の詳細な検証と、加熱温度、時間と調色の関係の解明を行うことで、真珠の調色の実用化を目指した。

## 2 方法

### (1) 加熱機器

yamato Constant Temperature Oven DKM400

### (2) 測定方法

測定は真珠をカメラで撮影し、色相・彩度・明度を測定する。測定に際して、一定でない自然光等の光の採光・反射を防ぐため、真珠を箱に密閉した。なお、光源以外の光の影響を防ぐため、箱の中は黒くし、光源は箱の中に一点とした(図1)。

### (3) 撮影機材

【カメラ】NIKON COOLPIX950

【レンズ】NIKKOR83X WIDE OPTICAL ZOOM ED VR

【設定】F8.0,SS 1/320

【電球】LDA7N-G-K/60W (TOSHIBA)

### (4) 評価方法

色相と彩度から真珠の色を評価し、明度から光沢を評価する。

色相はペイントソフトによって抽出したR(赤), G(緑), U(青)の値をもとに下式によって値を算出した。



図1 撮影装置

### 色相の算出に用いた式

R(赤)の値が最大の場合 . . .  $H=60 \times (G-U)/(I_{max}-I_{min})$

G(緑)の値が最大の場合 . . .  $H=60 \times (U-R)/(I_{max}-I_{min})+120$

U(青)の値が最大の場合 . . .  $H=60 \times (R-G)/(I_{max}-I_{min})+240$

H . . . 色相  $I_{max}$  . . . RGUの値で最も大きい値  $I_{min}$  . . . RGUの値で最も小さい値

R . . . ペイントソフトで抽出した色の赤の値 G . . . ペイントソフトで抽出した色の緑の値

U . . . ペイントソフトで抽出した色の青の値

次に、真珠の色について考える。真珠には、真珠そのものの物体の色を表す実体色と真珠層でできる干渉色がある。真珠の色は、『実体色は縁の部分で、干渉色は中心部を見るようにいわれている』<sup>[4]</sup> ため、真珠を撮影した画像における、中心から真珠の三分の四を実体色（図2①）とし、中心から真珠の半径の二分の一を干渉色（図2②）とする。また真珠の品質について『実体色の色が濃くなっても、（中略）ある程度濃くない限りは実体色は目立ちません。真珠を選ぶ場合は、実体色の色よりも、真珠層の巻き厚とそれによって変化する干渉色の濃さで判断するのが良い』<sup>[5]</sup>とある。そのため、本研究では真珠の色を、実体色の彩度が濃い場合は実体色の色相で評価し、実体色が濃くない場合は干渉色の色相で評価した。

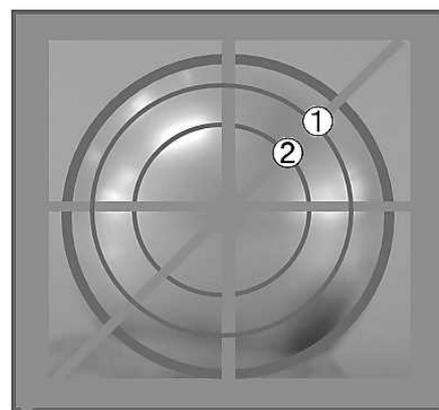


図2 真珠の測定位置

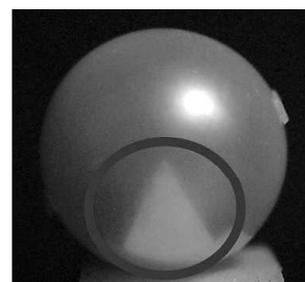


図3 反射した様子

光沢について考える。光沢判定のため白帯の印を用い、白色の反射した部位（図3中の円内の部位）の明度と実体色の明度の差により光沢を評価する。体色が白い場合は反射した白帯がより白くなるため、次の式を用いて、実体色の明度を除き、個体差による真珠の白さの程度の影響を減らした。

$$(\text{光沢の目安}) = (\text{反射した白帯の明度}) - (\text{実体色の明度})$$

これらの条件下で実験1、2を行った。なお、各実験のサンプル数は3つずつである。

ア 実験1 塩釜型の加熱方法のより詳細な検証

→フタ付きのシャーレに真珠を入れ、炭酸カルシウムで覆った場合とフタ付きのシャーレに直接真珠を置いた場合の2種類の場合で、200度で20分加熱した。須田(2020)と同様の方法で6方向から撮影して画像処理し、加熱のムラを比較した。

イ 実験2 短時間での加熱による真珠の調色

→160度、180度それぞれ20分40分60分の6パターンで真珠をフタ付きシャーレに入れて、炭酸カルシウムで覆って加熱した。

### 3 結果・考察

(1) 実験1 塩釜型の加熱方法のより詳細な検証

塩釜型で加熱することでよりムラなく加熱できると仮説を立て、フタ付きシャーレ内に置いて炭酸カルシウム粉末で覆った真珠とフタ付きシャーレに直接置いた真珠をそれぞれ200度で20分加熱し、6方向(図4)から撮影した。

実験1の結果を図5に示す。実験1では実体色の彩度が濃いので実体色の色相で真珠の色を評価した。炭酸カルシウムで覆う方法では、実体色の色相の値のばらつきが5.3~10.5、シャーレに直接置く方法では、6.0~26.6であった。

シャーレに直接置く方法は、シャーレとの接触部分が過加熱されて加熱のムラができたことで色相のばらつきが大きくなったのではないかと考えられる。対して塩釜型の加熱方法は、炭酸カルシウムで覆ったことでシャーレとの接触部分がなくなり、全方向から均等に加熱され、色相のばらつきが小さくなったと考えられる。

真珠によって個体差はあるが、より安定してムラなく加熱できるのは炭酸カルシウムで覆

う塩釜型の加熱方法であると分かった。

よって、実験2では炭酸カルシウムで覆う塩釜型の加熱方法を用いる。

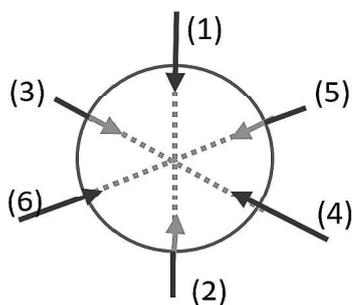


図4 撮影方法

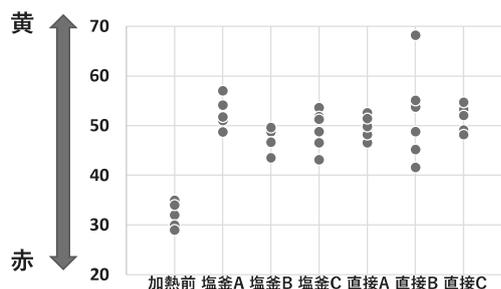


図5 6方向からの色相のばらつき

(2) 実験2 短時間での加熱による真珠の調色

大きさ、形が同程度の真珠を3つずつ炭酸カルシウムで覆って、160度と180度でそれぞれ20分・40分・60分加熱し、彩度・色相・光沢の変化量を検証した。なお、全ての真珠で実体色の方が彩度の値が大きかったため、実体色で真珠の色を評価した。なお、グラフ中のエラーバーは標準誤差を表す。

ア 彩度

160度20分では3.5低下、160度40分では16.8上昇、160度60分では36.6上昇、180度20分では5.0低下、180度40分では34.6上昇、180度60分では26.0上昇した(図6)。彩度は真珠の色の鮮やかさを表す指標であるが、上昇する温度・時間、低下する温度・時間があった。

しかし、加熱量が上がるほど彩度が上がるといった傾向は見られなかった。

イ 色相

色相の変化量は、表1の通りであった。須田(2020)の研究では、真珠を赤く調色するためには100℃以上の温度が必要であると述べていたため、100℃以上の温度で加熱した場合、温度が高くなればなるほど、加熱時間が長くなればなるほど色相の変化量が大きくなるのではないかと考えていたが、加熱量が上がるほど色相の変化が大きいうわけではなかった。また、加熱量と変化量に傾向は見られず、180℃20分間の加熱において、変化量が大きくなった原因を明らかにすることはできなかった。

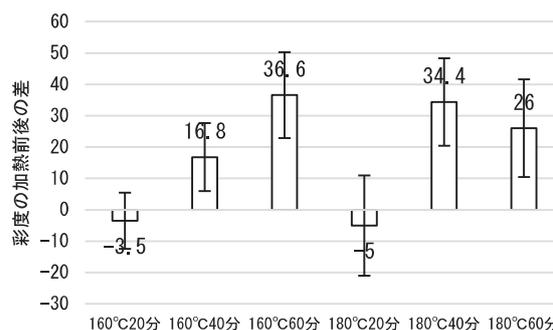


図6 加熱前後の彩度の差(実体色)

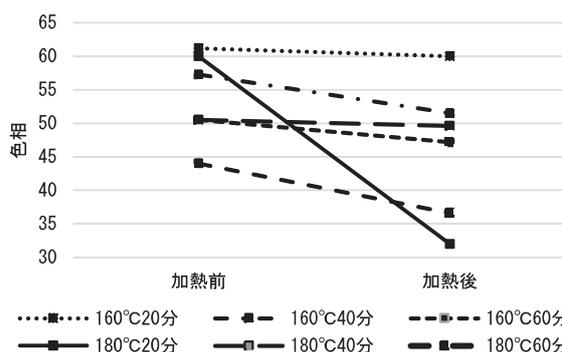


図7 実体色の色相の変化

表1 色相の変化量

	20分	40分	60分
160℃	-1.2	-5.8	-3.3
180℃	-28	-0.9	-7.4

## ウ 光沢

加熱前と加熱後の光沢を比べると、180度で20分の加熱を除いて加熱後に光沢が減少した(図8・図9)。彩度と同様に加熱量が大きくなればなるほど、光沢の変化量が多いというわけではなかった。また、加熱温度・加熱時間と光沢の変化量について、傾向は見られなかった。また、加熱前後の光沢の変化量を比べると、加熱温度が高く加熱時間が長いほど標準誤差が大きかった。これは、加熱量が大きくなればなるほど、真珠の個体差が変化量に及ぼす影響が大きくなるためではないかと考えた。

## 4 結論

塩釜型の加熱はシャーレに直接おいて加熱するよりも、真珠の個体差に影響されず、ムラを減らして加熱できることがより詳細に明らかになった。しかし、加熱前後の真珠の彩度・色相・光沢の結果から、温度と加熱

時間による変化量にはばらつきが大きく規則性も見られないため、塩釜型の加熱方法では短時間で真珠を狙った色に調色することは非常に難しいということも明らかになった。

## 5 今後の課題

加熱前後の結晶構造や真珠層の構造の変化などといった、真珠の赤色への変色のメカニズムを解明したい。また、真珠の個体差に影響されず、安定して短時間で狙った色へ調色できる方法の開発をしていきたい。

## 謝辞

今回の研究を進めるにあたり、宇和島市の斧真珠様より未利用の真珠を多数提供していただきました。この場を借りて心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1]愛媛県 真珠養殖生産の地位 (昭和39～平成29年)  
<https://www.pref.ehime.jp/h37100/toukei/documents/5-2-2.pdf>
- [2]塩崎夏妃,引野稜子,水田萌心,堀川純麗(2019)「真珠劣化の最大要因」平成30年度愛媛県高等学校生徒課題研究論文賞
- [3]梶原綺良,須田羽未,武田咲都,引野稜子(2020)「環境要因を用いた真珠の調色と真珠の加熱方法愛媛大学社会共創コンテスト探究部門(2020)
- [4]小松博,鈴木千代子,平子麻由美「黒蝶真珠のグレーディングの試み」真珠科学研究所,宝石学会誌 Vol.19 No.1-41994
- [5]有限会社 土居真珠 <https://www.doi-pearl.co.jp/pearl>

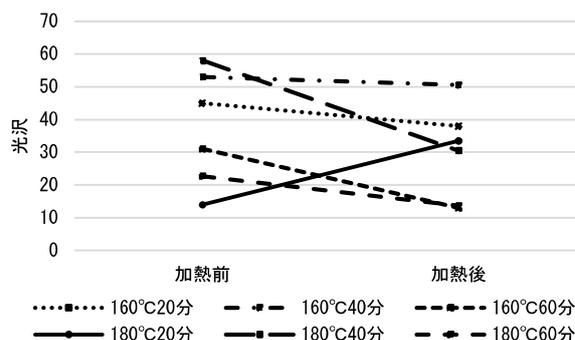


図8 加熱前後の光沢の変化

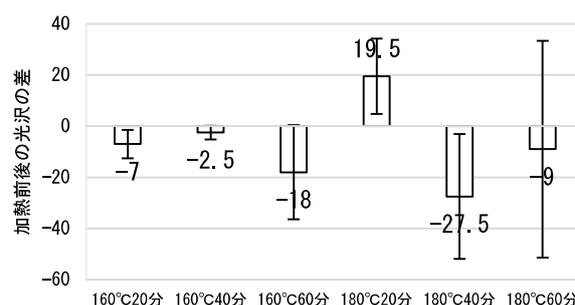


図9 光沢の変化量