

加熱による真珠の色の変化

2年4組 梶原 綺良 2年4組 須田 羽未
2年4組 武田 咲都 2年4組 引野 稜子
指導者 浦辻 規幸

1 背景・目的

宇和島市は真珠養殖が盛んである[1]。真珠について、須田ら(2019)[2]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。そこで、加熱の条件によって真珠を赤色へ調色が出来ると考え、本研究を行った。

2 方法

(1) 加熱方法

真珠を保温機で加熱し、その色の変化を一定時間ごとに測定する。保温機内では、乾燥を防ぐためにフタ付きのシャーレに入れる（実験3・4は除く）。

(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）。



図1 撮影装置

(3) 撮影機材

【カメラ】PENTAX K-S2

【レンズ】PENTAX 100 MACRO WR

【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。

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』[3] 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实体色（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色の濃さで判断するのが良い』[4]とある。

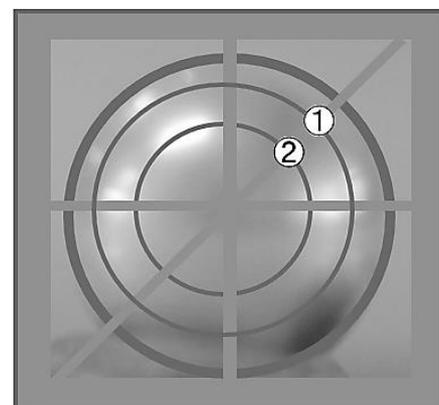


図2 真珠の測定位置

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。

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。

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

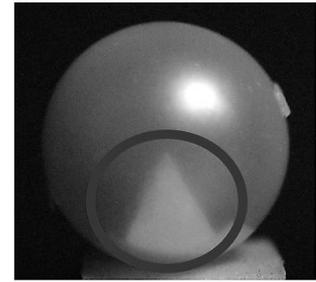


図3 反射した様子

これらの条件下で**実験1**～**4**を行った。なお、各実験のサンプル数は**実験1**～**3**は5つであり、**実験4**では予熱の有無それぞれ3つずつである。

- 実験1** 100度における真珠の色の1時間ごとの変化（10時間）
- 実験2** 100度で25時間加熱した真珠を6方位から撮影し比較
- 実験3** 100度における真珠の色の1日ごとの変化（5日間）
- 実験4** 200度における真珠の色の1時間の変化

3 結果・考察

(1) 実験1 100度における真珠の色の1時間ごとの変化（10時間）

真珠中のタンパク質の熱変性により色が変化すると仮説を立て100度で加熱した。

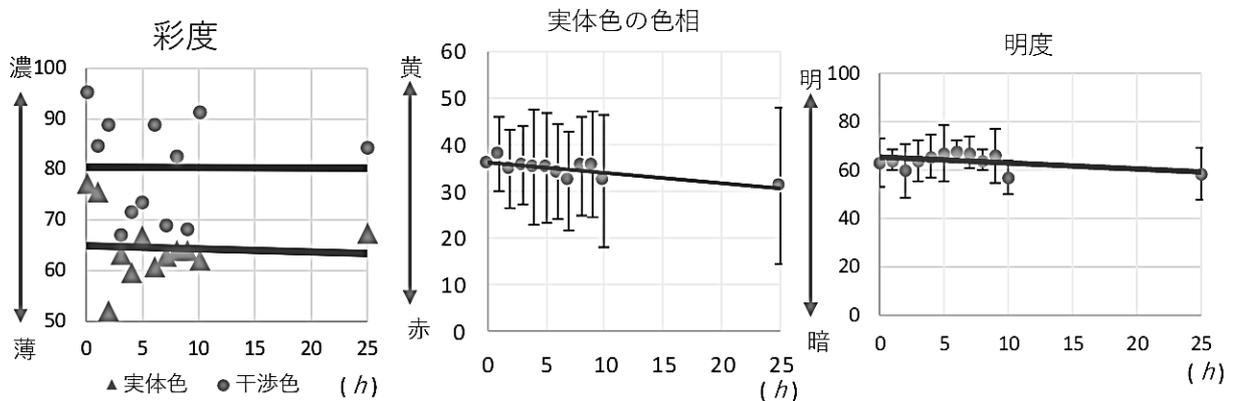


図4 彩度と加熱時間

図5 実体色の色相と加熱時間

図6 明度と加熱時間

実験1の結果を**図4**～**図6**に示す。**図4**より実体色の彩度が濃いのでその色相を調べた。彩度は大きな変化はなかったが、実体色・干渉色ともに少し色が薄くなる結果が得られた。また、色相は時間が経つにつれて赤みが増す結果が得られた。

図4～**図6**の結果全て値のぶれが大きい結果となっている。真珠の表面で色が異なっている可能性が考えられる。原因として、シャーレとの接触部分が過加熱され、ムラができたのではないかと考えられる。そのため、**実験2**で真珠の表面を複数の角度から測定する。

真珠の色相と光沢について、ともに大きな変化が見られなかった。加える熱量が少ないと考え、加える熱量を大きくするため、**実験3**は加熱時間を長く、**実験4**は加熱温度を高く、条件を変更して実験を行う。

(2) 実験2 100度で25時間加熱した真珠を6方位から撮影し比較

25時間加熱した真珠5つと加熱していない真珠1つを6方向(**図7**)から撮影した。**実験1**

と同様に実体色に注目し、実体色の色相のばらつきを比較した。図8にその結果を示す。

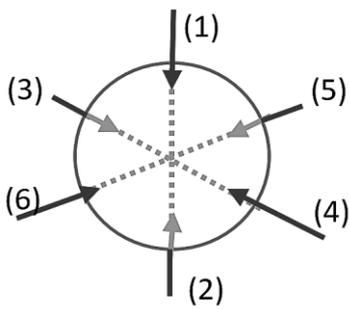


図7 撮影方法

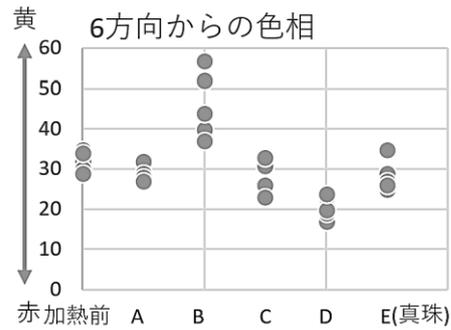


図8 実験2の結果

図8より、6方向の色相の値のぶれが大きかったことから、真珠に熱が均等に加わっていないと考えられる。そこで、真珠に熱を均等に加える方法を開発し、実験3と実験4ではこの方法を用いた。

(3) 実験3 100度における真珠の色の1日ごとの変化(5日間)

温度は100度にし、加熱時間を5日にして加熱を行った。1日おきに撮影行った

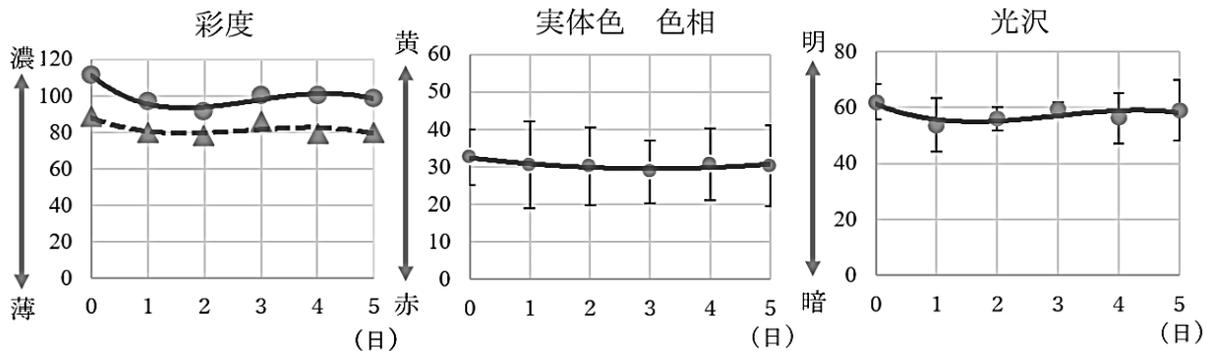


図9 彩度と加熱日数

図10 実体色の色相と加熱日数

図11 光沢と加熱日数

実験3の結果を図9～図11に示す。加熱5日間の真珠は加熱前と比べ、光沢・色ともに大きな変化が見られなかった。加熱2日目には彩度・光沢が加熱前の10%程度下がった。そこから上昇したことで、須田ら(2019)[1]の研究における8週間の結果から長期的に加熱することにより光沢や彩度が上がる傾向があると考えられる。

(4) 実験4 200度における真珠の色の1時間の変化

水分の蒸発の仕方により真珠のひび割れが防げると仮説を立て、予熱の有無についても対照実験を行った。予熱は1時間100度とした。なお、変色のための加熱

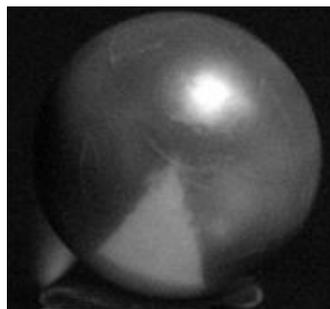


図12 真珠(予熱有・加熱後)

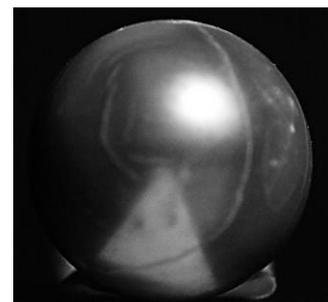


図13 真珠(予熱有・加熱後)

については加熱温度を 200 度とし、加熱時間を 1 時間で行った。図 14～図 16 に実験 4 の結果を示す。

予熱有りでは色相が 32 だったものが 21 まで下がり、はっきりと赤くなった。また、予熱をした方が彩度・色相ともに大きな変化があった。

光沢について予熱の有無に関わらず、減少をしている。1 時間 200 度に加熱したことにより、真珠層を構成するタンパク質が熱変性し、真珠層が失われたことが原因と考えられる。

予熱の有無に関わらず、ひび割れが発生したが、予熱無しに比べ余熱有りではひび割れの割れ方が小さい（図 12・図 13）。このことから、余熱無しでは急激な温度変化により真珠に含まれるたんぱく質と水分に大きく影響があったと考えられる。

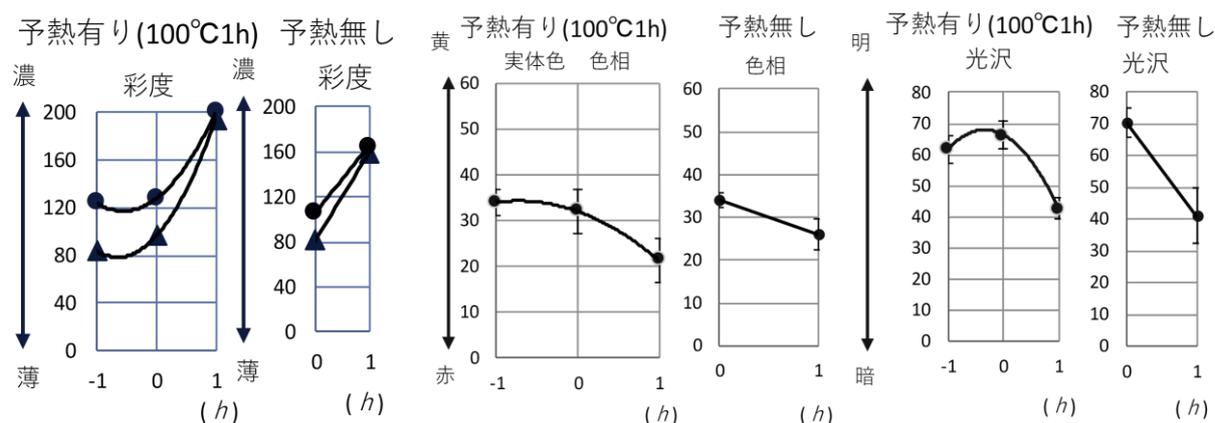


図 14 彩度と加熱時間

図 15 実体色の色相と加熱時間

図 16 光沢と加熱時間

4 結論

100 度の加熱温度では、長期的に加熱することにより、光沢や彩度が上がる傾向がみられた。200 度まで加熱を上げると真珠を赤く調色することが出来たが、高温によって真珠にひび割れが生じた。200 度での調色は、急激に真珠の状態が変化し、調整が困難である。

5 今後の課題

100 度と 200 度の間の加熱温度の実験を行い、短時間でひび割れない調色の条件を調べたい。また、真珠が赤くなることのメカニズムの解明のために加熱前後の結晶構造や真珠層の構造の変化について調べたい。

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] 画像解析を用いた環境要因が及ぼす真珠の評価 須田羽未、引野稜子、塩崎夏姫、水田萌心、堀川純麗 令和元年度愛媛県高等学校総合文化祭自然科学部門
- [3] 黒蝶真珠のグレーディングの試み 小松博・鈴木千代子・平子麻由美 真珠科学研究所 宝石学会誌 Vol. 19 No. 1-41994
- [4] 有限会社 土居真珠 <https://www.doi-pearl.co.jp/pearl>