

簡易型牡蠣選別装置の開発

大槻 典行* 間瀬 秀樹**

Development of a Simple Oyster Selection Device

Noriyuki OHTSUKI Hideki MASE

Abstract – In order to maintain the brand name of the oysters in Akkeshi, the producers measure the size of each oyster by hand, check the shape, and sort out only those oysters that meet the criteria and ship them in their shells. This selecting process relies heavily on human senses and experience, and the labor involved is a great burden. Therefore, we have developed a prototype oyster selecting system that is easy to manufacture using readily available parts.

Key Words : oyster with shell, selection device, image processing

1. はじめに

牡蠣の産地は日本各地にあり約半数の道府県 [1] から牡蠣が出荷されている。しかしこれらは主にむき身のものであり、殻付きの牡蠣を出荷している地域は少ない [2]。その一つの地域である厚岸は殻付きの牡蠣を出荷している。厚岸の牡蠣は味はもとより重さや大きさ、更には殻の形も揃えてそれを付加価値としてブランド化している。このブランドを維持するために、生産者は牡蠣を一つ一つ手作業でサイズを測り形状を確認・判別し基準に合ったものだけを選別して殻付きの状態出荷している。ブランド維持のためには選別基準が不安定になることは極力避けなければならないが、この選別作業には人の感覚や経験に頼ることも多くその労力は大きな負担となっている。そこで、この負担の軽減や基準を安定したものにするための選別装置の導入が望まれている。海外では大規模な自動選別装置が導入されているが選別の目的が異なることおよび厚岸の牡蠣の養殖の方法や生産規模等も異なるため同様の装置を導入することは難しい。また、装置が大規模のため導入費用も大きな障害となっている。このような状況下で小規模な生産者でも導入が容易な選別装置の開発に期待が寄せられている。そこで我々は入手しやすい部品を用い製作が容易な簡易型の牡蠣選別装置を試作した。本報告では、

先ず、牡蠣選別装置の製作に必要な牡蠣の選別手法を提示する。次に、具体的な処理方法を解説する。最後に、実際に製作した選別装置を紹介するとともに選別装置の動作検証結果を示す。

2. 牡蠣の選別

2.1 選別の基準

牡蠣の選別には生産者毎による色々な基準がある。味が良いことについては共通であるが、殻付きとむき身のものでは選別基準が大きく異なる部分がある。選別の要素は身の大きさや重さだけではなく色などもその対象となる。更に、殻付きの場合は、殻の厚さや幅、長さおよび形状の均一さも重要な選別基準になる。以下に厚岸で出荷する殻付きの牡蠣を選別する基準について説明する。

2.2 大きさによる選別

先ず、重さも大きさの選別の条件に入るので予め秤などで計量し仕分けされる場合が多い。次に、殻付きの牡蠣は楕円形状のものが多い。この楕円の長径に相当する部分を長さ、短径に相当する部分を幅と呼び牡蠣の大きさを表す (図 1)。牡蠣は最初に長さを基準に選別する。この長さを測定するにはメジャーやノギスのような計測器を用いる。長さを基準に選別された牡蠣は、幅が極端に狭いものは身が小さいことが多いので除外される。これは長さとの比で判断するもので絶対的な幅が決

* 釧路高専創造工学科情報工学分野

** 釧路根室圏産業技術振興センター

まっているものではない。また、厚さが薄いものも身が大きくないので除外される。

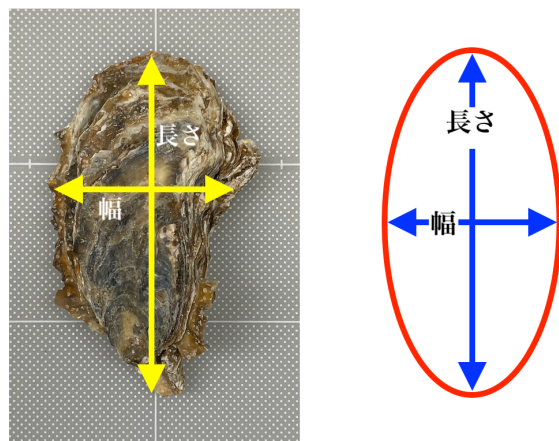


図1 牡蠣の大きさの表し方

2.3 見た目による選別

牡蠣はフタ殻あるいは右殻と呼ばれるほぼ平な面を持つ殻と身殻あるいは左殻と呼ばれる凹状の殻の二つからなる。この二つの殻を繋げる蝶番がある。中心部分が厚く周囲に行くほど薄くなるが牡蠣の場合、他の二枚貝に比べ外周部分の厚さが急激に薄くなりこの部分には身が入ることはない。牡蠣の選別には蝶番の位置から身殻の一番深い中心部分を通して輪郭までの直線が重要になる(図2)。身殻の深いところに身が育ち大きくなるからである。この直線の左右の形が偏っているとその偏った部分が厚さが薄い状態で広がっていると見なされる。一方、直線の左右の形がほぼ対称であれば中心部分が厚く広がり、その部分に身がしっかりと詰まった状態になることが多く、また、複数の牡蠣を並べたときに形状が揃い見た目に良いので商品価値が高くなる。図2の左側の規格外の牡蠣は直線の左右が対称ではなく歪になっており除外の対象となる。この選別は人の目に頼らざるを得ないことから一定の基準を保つには訓練された感覚と経験が必要であり、その維持に対する労力と負担が大きい。

3. 画像処理を用いた牡蠣の選別手法

人手で牡蠣を選別する労力を軽減するために選別装置を製作する。この装置は前節で示した基準を用いて牡蠣を選別するものであるが、規格品と規格外品の判別することが主であり、全自動の選別を目的としているものではない。また、選別装置の導入コストを考慮する必要があるため、入手しやすい部品を用いて製作できるものとした。これらを踏まえた装置を構成するにあたって、

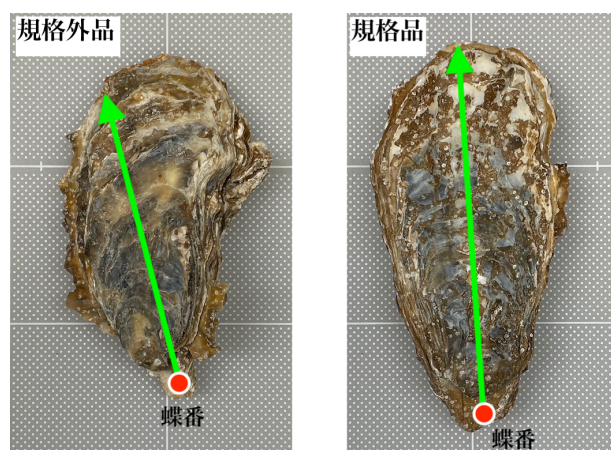


図2 蝶番から中心を通り輪郭までの直線

後の改良や選別手法の変更などが容易にできる様に画像処理を用いて選別する装置とした。物理的に殻を測定する装置も考えられるが選別基準の多様性や変更にも対応できる装置が望ましいと考え、機械的な部分が極力少なくなる構成としている。

以下に、選別装置の処理の流れを示す。

3.1 選別処理の流れ

画像処理を用いた牡蠣の選別は以下の手順通り処理する(図3)。まず、牡蠣の画像をカメラで取得しノイズ除去などの前処理をする。前処理が終わった画像から選別に必要な特徴抽出をする。得られた特徴を用いて選別判定処理を行い、判定結果を提示する。以下に各処理について説明する。

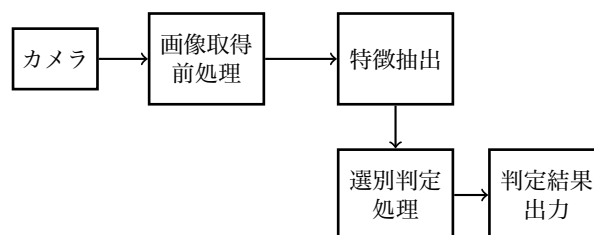


図3 選別処理の流れ

3.2 画像の取得と前処理

まず、牡蠣をカメラで撮影し画像を取得する。カメラから得られる画像はカラー画像であるが選別に必要な形状情報の取得が容易な2値化した画像を求める。この2値化された画像はノイズが多く含まれるので、膨張処理と収縮処理を繰り返して行い後の処理の不都合になるノイズを除去する。このノイズの無い2値化画像を更に処理して牡蠣選別に必要な情報を抽出する。

3.3 輪郭の抽出と外接矩形の検出

特徴抽出の一つとして2値化された画像(図4左)から境界線追跡を行い牡蠣の形状の輪郭を抽出する. この輪郭に縦方向と横方向で接する最大の矩形との輪郭の多くの点が辺と共有する外接矩形を求める(図4右). こ

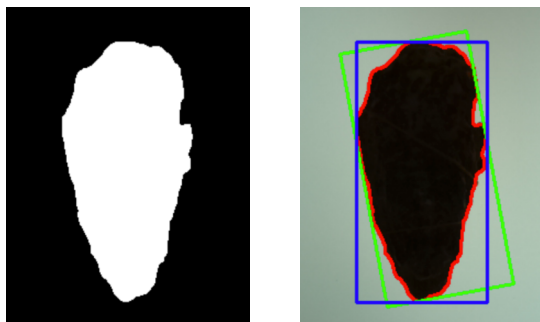


図4 2値化した画像から輪郭と外接矩形の抽出

の外接矩形の辺の長さから牡蠣の長さと幅を求めることができる. 求めた長さと幅の比から規格に当てはまらない牡蠣を除外する.

3.4 重心の検出と輪郭までの距離

もう一つの特徴抽出として2値化した画像から重心を求め, 重心から輪郭までの距離を求める. 重心から輪郭までの距離は輪郭の形状の特徴を表す. 図5および図6は2値化した牡蠣の画像と重心から輪郭までの距離をグラフ化したものである. このグラフから輪郭の形状がわかる. 牡蠣の画像の丸印で示す点が蝶番の位置であり, この部分がグラフの中央の山の部分の頂点と一致している. また, グラフの谷の部分は牡蠣の側面を表している.

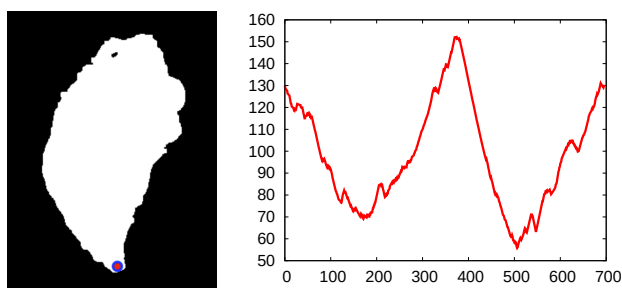


図5 牡蠣の形と重心から輪郭までの距離(規格外品)

この二つのグラフを比較してみると, 規格品と規格外品に異なる部分があることがわかる. 規格品はグラフの谷の部分つまり牡蠣の側面がほぼ同じ距離で形状も類似したものになっていることである. これは側面の形状

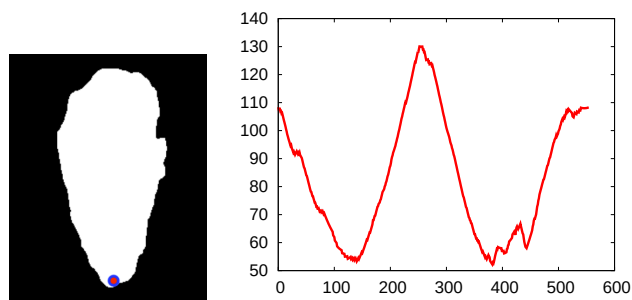


図6 牡蠣の形と重心から輪郭までの距離(規格品)

が左右でほぼ同じ形をしていることを表している. 一方, 規格外品のものは谷の部分のグラフの高さおよび形状が類似していない. これは左右の形状が大きく異なっていることを表している. この違いを検出することができれば規格品と規格外品を判別可能である.

4. 簡易選別装置の製作

前節で説明した判別処理を行うことができる装置を試作した. 以下に装置の概要を解説する.

4.1 選別装置の構成

簡易選別装置は次の様な構成で製作した. カメラを制御して画像取得から判別までのすべての処理を行うのはワンボードマイコン Raspberry Pi 4B である. これに専用カメラモジュールを接続した(図7).

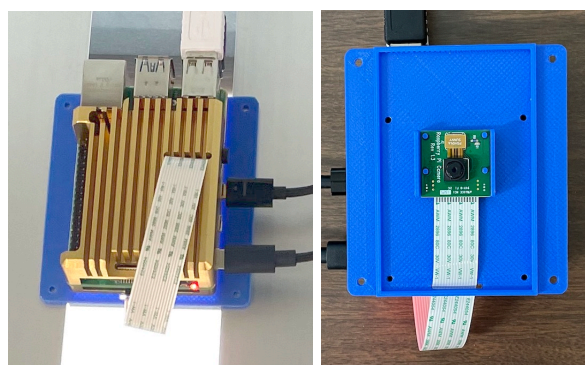


図7 マイコンボードと専用カメラモジュール

牡蠣の画像を安定して取得するためにマイコンボードとカメラモジュールはアルミフレーム製の筐体上部に固定した(図8). この筐体の下部にはLEDによる照明を置き光を拡散させるために乳白色の亚克力板をLEDの上部に設置した. この亚克力板の上に牡蠣を置くことで牡蠣の形状をシルエット画像として取得し

やすくした。

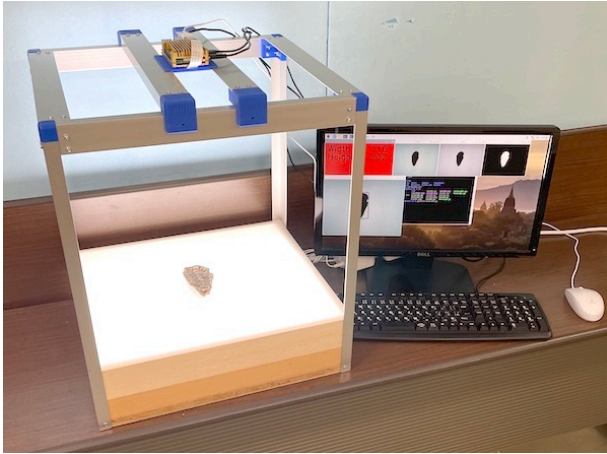


図 8 試作した簡易型牡蠣選別機

4.2 選別装置の処理

判別処理ソフトウェアの開発は Python3 と画像処理用に OpenCV を用いた.Raspberry Pi 4B には 64bit 版の Raspberry Pi OS(buster) がインストールされている. 前節で説明した選別処理の流れに従って選別判定を行う. 具体的な処理のフローチャートを図 9 に示す.

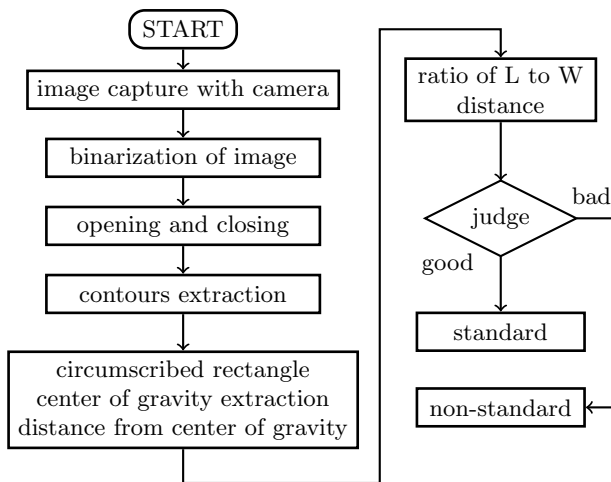


図 9 マイコンボードで行う判別処理のフローチャート

牡蠣の画像取得から 2 値化して輪郭を得るまでの処理は前述の通りである. この後, 外接矩形から牡蠣の長さ L と幅 W を求める. また, 2 値画像から重心を求め, さらに重心から輪郭までの距離を全ての点について求めデータ列として記録する. 大きさの判別に用いる特徴として長さ L と幅 W の比を求める (式 1). この値が小さいほど細長い形になるので除外対象となる.

$$ratio = \frac{W}{L} \quad (1)$$

見た目の判別に用いる特徴として重心から輪郭までの距離のデータ列を蝶番の点から二分し谷に相当する部

分を含む範囲の距離の差の 2 乗の総和を計算する (式 2). ここで, $f(n)$ は蝶番の部分から二分した一方のデータ列, $g(n)$ はもう一方のデータ列である. この値 $dist$ が小さいほど殻の左右の形が類似していることになるので大きい値のものは歪なものとして除外する.

$$dist = \sum_n (f(n) - g(n))^2 \quad (2)$$

4.3 選別装置の動作確認

選別装置の選別動作を確認するための実験を行なった. この実験は, 厚岸の牡蠣の資源の増大と漁家経営の安定を目的として設置された厚岸町カキ種苗センター [3] の協力のもとに行った. 判別に用いた牡蠣の殻は, 選別の経験者であるセンターの職員によって予め選別されたものを用いた. 実験結果の一例を表 1 に示す. $ratio$ は小さな値になるほど規格から外れるが No.1 と No.5 の値が他に比べて小さくなっている. また, $dist$ の値については, 規格内の二つおよび規格外の No.5 が他に比べ小さな値を示している. これらのことから二つの判別基準単独では規格内と規格外を判別することが難しく, 二つの基準を組み合わせる必要があることがわかる. 表 1 においても二つの基準を満たしているのは規格品である.

表 1 実験結果

sample No.	$ratio$	$dist$	選別済み
No.1	0.390	0.365	規格外品
No.2	○ 0.500	○ 0.287	規格品
No.3	○ 0.467	○ 0.232	規格品
No.4	○ 0.541	0.497	規格外品
No.5	0.397	○ 0.140	規格外品

5. おわりに

人手で行う牡蠣の選別作業の負担軽減のための簡易型牡蠣選別装置を試作した. 本報告では, 実際に行われている牡蠣の選別手法を紹介し, それに基づいて入手しやすい部品を用いて装置を試作し, 動作確認実験の結果を示した. 実験の結果から規格品を選別できる可能性を示した. 今後, 厚岸町カキ種苗センターと共同して行われるフィールドテストの結果は続報にて報告する.

参考文献

- [1] "海洋漁業生産統計調査", 2019.
- [2] 神山龍太郎, 宮田勉, "国際漁業研究", 第 19 巻, 2021.
- [3] "厚岸町カキ種苗センター条例", 1999.