

# 地域水産資源の有効活用研究開発事業 アコヤ貝の貝殻および内臓の有効利用に関する研究

広瀬和久・辻 将治・清水康弘

## 目的

英虞湾などで行われている真珠養殖業において、真珠の摘出の際に排出されるアコヤ貝殻（以下貝殻）、内臓（貝柱を除く貝肉軟体部）は、ほとんど利用されずに廃棄処分されている。これらの有効利用を図るため、平成14年度から科学技術振興センター水産研究部、農業研究部、林業研究部、畜産研究部、工業研究部、保健環境研究部及び三重大学による共同研究事業が始まり、7つの研究課題に取り組んでいる。

この共同研究事業のなかで水産研究部は、貝殻に付着する生物由来の有機物（以下、付着有機物）の除去技術及び貝殻の粉碎技術について検討する。

## 方法と結果

### 1. 貝殻付着有機物の除去技術

昨年度の結果から、酸、アルカリ溶液による浸漬処理よりも、攪拌機（傾胴型ミキサー）を用いた攪拌処理による洗浄方法が適していると考えられた。このときの最適洗浄方法は、貝殻3kgと砂利2kg、水25ℓを混合し、30分間攪拌する処理方法であった。そこで本年度の試験は、その攪拌条件について再検討した。

試験区としては、貝殻と砂利の混入比が異なる3区を設定した。1区は、貝殻5kgのみ（砂利0%）、2区は、貝殻4kg+砂利1kg（砂利20%）、3区は、貝殻3kg+砂利2kg（砂利40%）とし、未洗浄貝殻を対照区とした。

砂利は、粒径が5～10mmの碎石バラスを用いた。攪拌は、それぞれの材料を攪拌機（傾胴型ミキサー）に投入し、水25ℓを加えてから38rpmの速さで行い、攪拌時間は、各試験区で10、20、30分を設定した。

付着物の除去評価は、各試験区から60枚の貝殻を無作為に選別し、粉碎した後に強熱減量と全炭素量を求めて行った。

強熱減量（%）は、電気炉を用いて550℃、6時間の条件で求め、その後、未洗浄の貝殻（未洗浄区）に対してどの程度除去されたのか、未洗浄の貝殻を0とした除去率（%）を算出して行った。また、全炭素量は、elementar社のvario MAX CNSを用いて求めた。

除去率（%）を算出する際、アコヤ貝殻の内部や蝶番にはタンパク質が含まれているため、貝殻表面の付着物がどれだけ除去されたかを評価するには、各試験区で得られた強熱減量と全炭素量から、内部に含まれているタンパク質量の値を差し引く必要がある。そこで、アコヤ貝殻の表面から、目視で確認出来る範囲内において、限りなく付着物を除去した60枚の貝殻についても強熱減量と全炭素量を求め（完全洗浄区とした）、各試験区で得られた強熱減量と全炭素量からこの値を差し引き、除去率を算出した。除去率を求める計算式を下記に示す。

$$\text{除去率（\%）} = 100 \times \left\{ 1 - \frac{(a - b)}{(c - b)} \right\}$$

a：各試験区の強熱減量（%）・全炭素量

b：完全洗浄区の強熱減量（%）・全炭素量

c：未洗浄区の強熱減量（%）・全炭素量

洗浄試験の結果、未洗浄区における強熱減量は7.48%、全炭素量は137.3mg/gであり、完全洗浄区における強熱減量は4.92%、全炭素量は129.2mg/gであった。各洗浄区のうち最も良い結果が得られたのは3区の処理時間30分であり、強熱減量が5.06%、全炭素量が131.2mg/gであった。この結果から除去率を算出すると、強熱減量比で94.2%、全炭素量比で75.3%であった。

以上の結果から、貝殻3kgに対して砂利2kgの割合（砂利40%）で、攪拌機（傾胴型ミキサー）を用いて30分間攪拌した場合、アコヤ貝殻の付着物のうち、75～94%程度は除去できるという結果が得られた。（表1）

### 2. 貝殻の粉碎技術

昨年度に実施した粉碎試験では、粒径が2mm以下の貝殻を効率的に得る粉碎方法として、ロールクラッシャーとピンミルを併用する方法が適していると考えられた。本年度は、再現試験として、これと同様の粉碎方法を、試験（2）で得られた最も有機物が除去された貝殻を用いて行った。

粉碎は工業研究部窯業研究室において、ロールクラッシャー（日本特殊陶業、RC 1005A）とピンミル（奈良機械製作所、TYPE M 1 No43003）の2種類の粉碎機を用いて行った。ロールクラッシャーのロール回転数は

190rpmで、ロールの間隔を約2mmに設定した。ピンミルのローター回転数は5,000rpmであった。ピンミルには、粉碎後の粒径が2mm以下になるように2mmメッシュの金網を取り付けた。

貝殻粉碎の評価は、1kgの貝殻を粉碎した場合の粒径組成、粉碎時間、歩留まりを求め、昨年度の結果と比較した。

粒径組成は、粉碎終了後の貝殻をふるい振とう機（栗原製作所、ロータップ式シェーブシェーカー）に投入し、5分間稼働させた後に粒径を1～2mm、0.6～1mm、0.3～0.6mm、0.3mm以下の4段階に選別して求めた。なお、粉碎は3回反復で実施した。

昨年度に試験した粒径組成は、1～2mmが19.6%（182.8g）、0.6～1mmが31.5%（293.9g）、0.3～0.6mmが20.7%（192.9g）、0.3mm以下が28.2%（262.5g）であり、粉碎時間は49秒であった。また、歩留まりは93.2%であった。

これに対して本年度の粒径組成は、1～2mmが20.1%（188.2g）、0.6～1mmが34.2%（321.2g）、0.3～0.6mmが20.5%（191.9g）、0.3mm以下が25.3%（237.1g）であり、粉碎時間は48.0秒であった。また、歩留まりは93.8%であった。

これらの結果から、貝殻を粒径2mm以下に粉碎する速

度を試算すると、昨年度が70kg/h、本年度は69kg/hであると推定され、両者間には差はみられなかった。2年間の研究結果から、貝殻を粒径2mm以下に粉碎する方法としてはロールクラッシャーで粗粉碎後、ピンミルで細粉碎する方法が最も適していることを確認した。

### 3. 重金属含有量

アコヤ貝の有効活用を図るためには、安全性を評価するうえで重金属含有量を把握しておく必要がある。そこで付着有機物除去試験を行ったアコヤ貝殻及び比較のためカキ（貝殻、内臓）について、カドミウム及び亜鉛の含有量調査を行った。（表2）

貝殻及び内臓を乾燥・粉碎処理し、一定量を硝酸、過塩素酸及び塩酸で分解後、塩酸で溶解・抽出し、原子吸光分光光度計を用いて定量した。

アコヤ貝殻のカドミウム含有量は、全ての試料が検出限界値（0.05mg/kg）未満であった。しかし亜鉛含有量には差がみられ、未洗浄処理の貝殻が16.5mg/kgと高かったのに対して、洗浄処理することにより平均値で6.8（5.9～8.2）mg/kgと低くなり、貝殻洗浄効果が確認できた。

なお比較のために調査したカキ貝殻は、アコヤ貝殻より亜鉛含有量がやや低く、内臓のカドミウム含有量もやや低いことが分かった。

表1 貝殻洗浄試験

（洗浄時間：30分）

試験区	強熱減量	全炭素	除去率（%）	
	（%）	（mg/g）	強熱減量比	全炭素比
未洗浄区	7.48	137	0	0
完全洗浄区	4.92	129	100	100
1区（貝殻5kg）	5.62	134	72.5	44.4
2区（貝殻4kg+砂利1kg）	5.70		69.4	
3区（貝殻3kg+砂利2kg）	5.06	131	94.2	75.3

表2 アコヤ貝の重金属含有量

（単位：乾物当りのmg/kg）

試験試料	Cd	Zn
アコヤ貝殻（未洗浄）	0.05>	16.5
〃（1, 2, 3区平均値）	0.05>	6.8
アコヤ内臓（H14平均値）	6.7	98.6
カキ貝殻	0.05>	1.8
カキ内臓	1.73	978