受賞者総説

牡蛎むき身装置の開発

(平成 15 年度日本水産学会賞技術賞受賞)

室 越 章*

ヤンマー㈱環境プラントエンジニアリング部 マリンファーム

Development of a device for shucking oysters

AKIRA MUROKOSHI*

MARINE FARM, Environmental Engineering Department, Yanmar Co., Ltd., Musashi Oita 873-0421, Japan

我国における養殖牡蛎の生産量は、約 23 万トン（むき身換算 36,000 トン 平成 13 年度）である。生産金額は 360 億円（平成 13 年度）であり、養殖生産金額の約 7 % を占めている。¹⁾ 収穫された養殖牡蛎は、そのほとんどが熟練した作業員によりむき身とされ、出荷される。熟練した作業員は、1 人当たり 1 日約 3,800~4,300 個の牡蛎をむき身にしている。この牡蛎のむき身作業は、冬場の作業であることに加えて、むき身は生ものとして出荷されるので、作業環境を常に低温を保つ必要があり、その作業環境は決して良好とは言えない。そのため、むき身作業員のなり手が少なく、むき身作業員の不足と高齢化が年々進みつつあるのが現状である。

牡蛎のむき身作業員の不足は、労働力の不足と高賃金をまねき、牡蛎養殖業の経営を強く圧迫するので、むき身作業の機械化は緊急の課題となっていた。

1. むき身の作成方法の検討

牡蛎むき身装置が、これまでどのような着想によって開発されようとしたのかを調査するため、過去の特許出願状況を調査した。その結果、これまでも牡蛎のむき身作業を機械化するために様々な取り組みがなされてきたが、超高圧を利用する一例を除き、²⁾ 殆どのものは、むき身作業をおこなう人間の動作をそのままロボット化する方法³⁻⁸⁾を採用していた。しかしながら、いずれの装置も、未だ実用化されていなかった。この人間の動作をロボット化する装置の実用化を困難にした原因には、牡蛎の殻の形状が個体ごとに違っているため、自動的に牡蛎を装置の至適な位置に保持して、開殻することが非常に難しいことが挙げられる。一方、超高圧の静水圧を利用する方法は、牡蛎を圧力容器の中に入れるだけなの

で、殻の形状に関係なく開殻させることが可能である。しかしながら、数百 MPa 以上の高い圧力を維持するためには、圧力容器の厚さが 25 cm と大きくなる。それに応じて容器の容積が小さくなり、一回に収容、処理できる牡蛎の個数が少なく、大量に処理する実用的な装置を作成することは困難であった。

大量の牡蛎を一度に処理するには、圧力容器内の容積を大きくする必要がある。これを実現するには容器の厚さを減少させればよく、このためにより低い作用させる圧力で開殻させる条件を検討した。

2. 脱殻条件の検討

静水圧を利用して、牡蛎のむき身を作成するための条件を検討した。むき身を作成することは、主に牡蛎の殻と軟体部を分離することである。以降、圧力によって牡蛎の軟体部の閉殻筋（貝柱）が殻からはずれ、むき身が出来ることを脱殻と呼ぶ。

2.1 静水圧と脱殻

従来から知られている圧力条件で脱殻が起こることを確認するため、圧力容器の中に牡蛎を投入し、試験時の水温を 10℃ 前後に設定し、数分間静水圧を加えた。その結果、むき身ができる、すなわち、脱殻するためには、容器の大型化を図ることが難しいとされる 350 Mpa 以上の高圧が必要であった。

2.2 加圧時間と脱殻

次に、静水圧を長時間加え続けることにより、350 MPa 以下で脱殻が発生するか否かを検討した。先の試験では脱殻が起こらなかった圧力条件すなわち、100 MPa を 1 時間作用させたが、脱殻は起こらなかった。これは、脱殻を起こすための圧力条件は、その圧力に晒

* Tel : 81-978-68-0766. Fax : 81-978-68-1164. Email : akira_murokoshi@yanmar.co.jp

されている時間, すなわち積算した圧力よりも, 圧力の大きさが優先することを示している。

2.3 圧力条件と温度条件の組み合わせによる脱殻

圧力以外に, 脱殻を促進する要因として, 加圧時の温度条件を取り上げ, 圧力と温度の組み合わせによる脱殻について検討した。

その結果, 加圧時の水温を 40°C 前後にすると, 10°C の場合には脱殻が起らなかった 100 MPa の加圧条件で脱殻が起こった。すなわち, 加圧時の温度を上昇させることにより, 脱殻の起こる圧力条件が低下することを見いだした。

さらに, 加圧する前に牡蠣を約 15 分間加温し, 殻と軟体部を暖めた後, 加圧処理をおこなう方法を用いると, 脱殻する圧力条件は 70 MPa にまで低下することが判明した。

図1 圧力と温度による脱殻率

次に加圧時の温度と脱殻率について調べた。加温条件が 35°C の場合には, 圧力を 100 MPa まで上昇させても, 約 70% の牡蠣しか脱殻しなかったが, 加温条件を 40°C とし, 圧力を 80 MPa とすると, 全ての牡蠣が脱殻した (図1)。

3. 牡蠣むき身装置

本研究により, 脱殻に要する静水圧を低減することが可能となり, 圧力容器の全体の大型化が図れたのみならず, 圧力容器の厚さ 5.6 cm に減らして圧力容器内の容積も増大が図れ, 容量 25 L の圧力容器 5 台 (容量計 125 L) を備えた実用的な牡蠣むき身装置を開発することができた (図2)。この装置の作業能力は, 収穫時の牡蠣のサイズにもよるが, 1 日 8 時間稼働するとおよそ $23,000$ 個 (むき身換算 400 kg) の作業量となり, 熟練作業員の 5~6 人分の作業量をおこなうことが可能とな

図3 手剥きおよびむき身装置でむいた牡蠣の生菌数の推移

図2 牡蠣むき身装置の概要

った。

4. 作成されたむき身の品質

この装置により作成されたむき身の品質を評価するために、冷蔵保存時のグリコーゲン含量、アミノ酸含量および生菌数の推移を手むきの牡蠣と比較したところ、いずれも手むきの牡蠣と遜色のない値が得られた。特に生菌数については、圧力を利用したむき身の生菌数は試験期間中 10^2 (CFU/g) となり、低い値で推移した(図3)。

5. おわりに

本研究により、その開発が渴望されていた、大量の牡蠣をバッチ方式で処理できる牡蛎むき身装置の実用機を、世界に先駆けて世に出すことができた。本装置は熟練を必要としないので、誰にでも簡単にむき身を作成することが可能であり、これによってむき身作業の省力化・機械化という初期の目的を果たすことができたと考える。

謝 辞

この研究をおこなう機会を与えて頂いた舩マリノフォーラム 21、および現地試験、基礎試験で協力をいた

だいた広島大学生物生産学部水族生理学研究室、むき身の品質評価に関してご指導頂いた広島県立食品工業技術センター岡崎 尚博士、装置の設計製作に関してご協力頂いた、有光工業㈱千東和弘氏と広島ヤンマー商事針生敦氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部. 漁業・養殖業生産統計年報 平成13年, 農林統計協会, 東京. 2003; 1-361.
- 2) アヲハタ株式会社. 加工具の製造法. 公開特許公報(A) 特開平4-356135, 特許庁, 東京. 1992.
- 3) 株式会社東洋製作所. 二枚貝の貝柱取り出し方法およびその装置. 公開特許公報(A) 特開平3-369747 特許庁, 東京. 1993.
- 4) 株式会社大恵食品. 2枚貝の脱殻装置. 公開特許公報(A) 特開平5-3751, 特許庁, 東京. 1993.
- 5) 戸野健治. 自動かき剥き方法およびその装置. 公開特許公報(A) 特開平3-232449, 特許庁, 東京. 1991.
- 6) 戎崎 進. 牡蛎の身の自動取り出し方法とその装置 公開特許公報(A) 特開平3-201935, 特許庁, 東京. 1991.
- 7) ヤンマーディーゼル株式会社. 牡蛎身の取出方法とその取出装置. 公開特許公報(A) 特開平7-67520, 特許庁, 東京. 1995.
- 8) 株式会社東洋製作所. 二枚貝ボイルむき身の中腸線除去方法およびその装置. 公開特許公報(A) 特開平5-176727, 特許庁, 東京. 1993.