

ホタテガイ養殖における付着生物除去装置の開発

小林 政義, 多田 達実, 三戸 正道,
五十嵐 正, 牧野 功*, 中村 忠**

Development of Elimination Machine for Fouling Organisms in Scallop Culture

Masayoshi KOBAYASHI, Tatumi TADA, Masamichi MITO,
Tadashi IGARASHI, Isao MAKINO*, Chuji NAKAMURA**

抄 録

垂下式（通称、耳吊り式）と呼ばれているホタテガイ養殖で、大量に発生するムラサキイガイ、群体ホヤ等の雑生物の発生量の低減化と雑生物によるホタテガイの育成阻害の防止を目的に養殖ホタテガイ付着生物除去装置の開発を行った。

本装置はホタテガイに付着した雑生物が成長する前の幼生の段階で、垂下ロープにくくりつけられたホタテガイを自動的に巻き上げ、船上で海水をホタテガイに噴射して雑生物を除去・回収し、除去後のホタテガイを海中に返還するものである。

本装置を用いて性能評価試験を行った。その結果、ポンプの圧力が10kgf/cm²でホタテガイに付着していたムラサキイガイの約90%を除去することができた。本装置は、垂下ロープ1連（長さ17m、ホタテガイ250個）を約1分で処理可能であり、除去した付着生物の回収効果も良かった。7月から10月にかけて付着生物除去試験を行った結果、9月に付着生物除去を行ったホタテガイに最も良い効果が認められた。

1. はじめに

噴火湾地域を中心とした垂下式（通称、耳吊り式）と呼ばれるホタテガイ養殖では、ホタテガイの貝殻にムラサキイガイ、群体ホヤ等の雑生物が大量に付着して成長する。この雑生物はホタテガイの育成を阻害するだけでなく、ホタテガイの出荷時期には、雑生物の量がホタテガイの成貝にプラスすること60%にも達し、その除去と廃棄が大きな問題となっている。

写真1は9月上旬と1月下旬（ホタテガイの出荷時期）のムラサキイガイとホタテガイの大きさを比較したものである。9月のムラサキイガイは数ミリ程度の大きさであるが、5ヵ月後の1月には平均で30ミリ、大きいので50ミリと急激に成長する。

本研究では、この雑生物の発生量の低減化と雑生物によるホタテガイの育成阻害の防止を目的に、ホタテガイ付着生物除去装置の開発を行った。本装置はホタテガイに付着した雑

生物が成長する前の幼生の段階で、垂下ロープにくくりつけられたホタテガイを自動的に船上に巻き上げ、ポンプで汲み上げた海水をホタテガイに噴射して付着生物を除去し、網状の袋で付着生物を回収し、除去後のホタテガイを海中に自動的に返還するものである。

噴射ノズルの水圧試験、本装置による付着生物除去試験、生物的评价試験等を行い、付着生物除去効果を確認した。

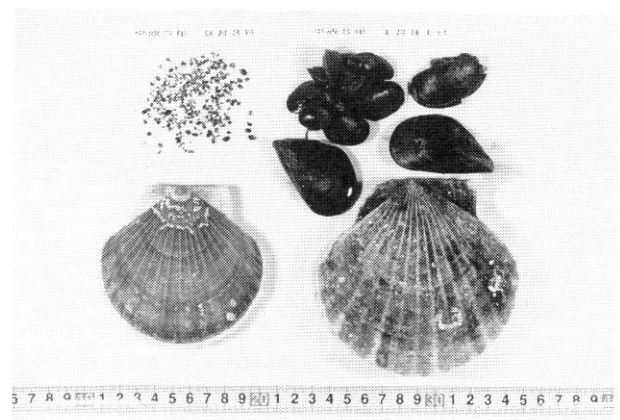


写真1 9月と1月のホタテガイとムラサキイガイ

* 北海道立工業技術センター
** 室蘭地区水産技術普及指導所

2. 噴射ノズルの試験

本装置はポンプで汲み上げた海水をホタテガイに噴射することにより付着生物を除去する方式を採っている。そこで付着生物を効率的に除去する機構とするために、噴射ノズルの試験を行った。

噴射ノズルの形状は直進形と扇形(噴角 15°)の2種類で、口径がそれぞれの形状ごとに3種類、合計6種類のノズルを用い、流量、総打撃力、打撃圧力の3項目の試験を行った。

2.1 流量試験

ポンプ圧力を 5kgf/cm² から 30kgf/cm² まで変えた時の直進形ノズルと扇形ノズルの1分間あたりの流量を調べた。直進形ノズルの試験結果を図1、扇形ノズルの試験結果を図2に示す。直進形、扇形ノズルともにポンプ圧力に比例して流量が増加し、ノズルの口径が大きい程流量が大きくなった。

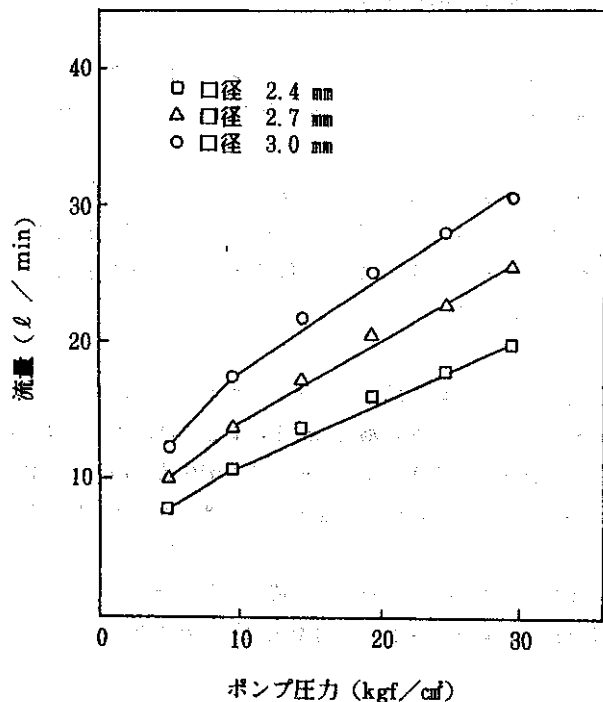


図1 直進形ノズル流量試験

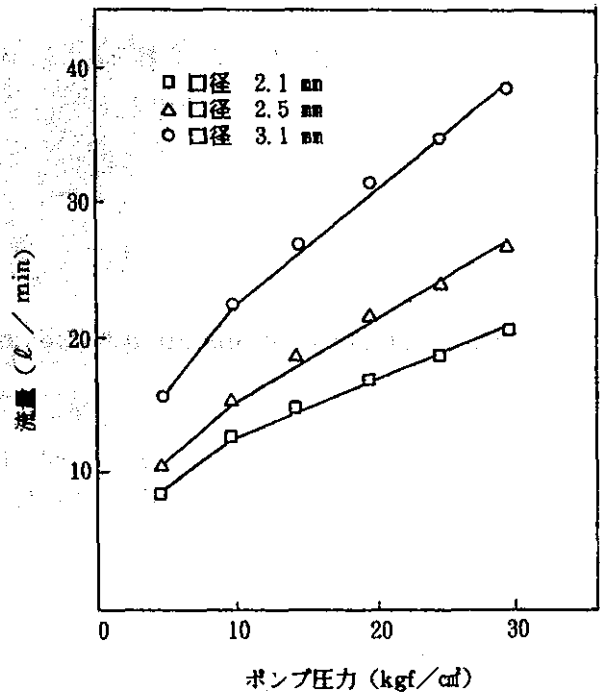


図2 扇形ノズル流量試験

2.2 総打撃力試験

総打撃力とは付着生物除去の際にホタテガイに加わる全荷重である。試験方法は、ポンプ圧力を 5kgf/cm² から 30kgf/cm² まで変え、ノズルと荷重計との距離を 60mm, 80mm, 120mm と変えた時の噴射水による荷重を求めた。

総打撃力試験結果を図3、図4に示す。直進形、扇形ノズルともにポンプ圧力に比例して総打撃力は増大し、ノズルの口径が大きい程、総打撃力は大きくなった。ノズルと荷重計との距離が 60mm から 120mm までの範囲内では、距離による総打撃力の違いはなかった。

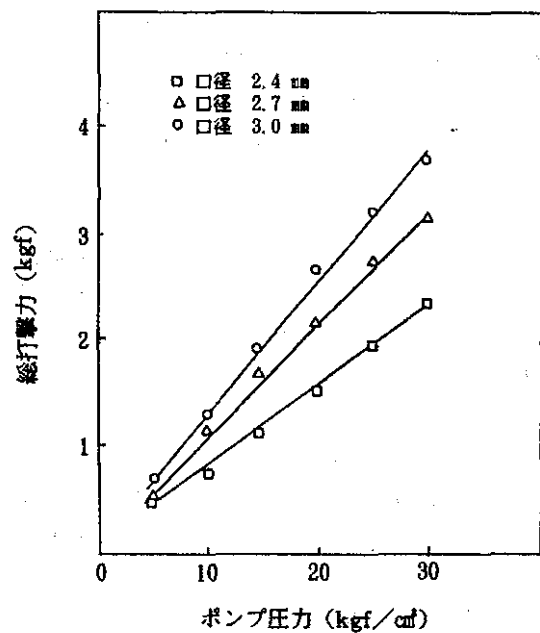


図3 直進形ノズル総打撃力試験

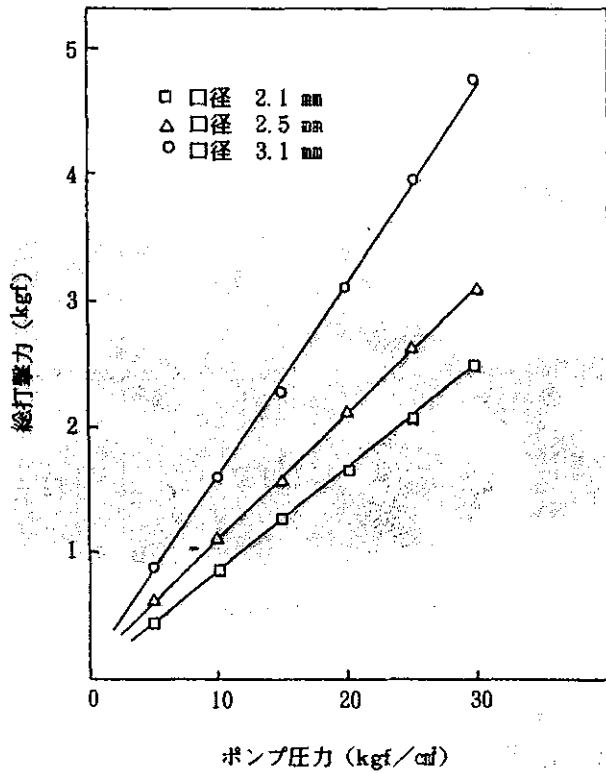


図4 扇形ノズル総打撃力試験

2.3 打撃圧力試験

打撃圧力は単位面積あたりに加わる荷重であり、打撃圧力値が大きい程、付着生物を除去する力が大きいと考えられる。打撃圧力試験は噴射水を圧力センサーに吹き付け、ポンプ圧力、ノズルと圧力センサーとの距離をそれぞれ変えて試験を行った。写真2に打撃圧力試験の様子を示す。

打撃圧力試験結果を図5、図6、図7、図8に示す。打撃圧力はポンプ圧力に比例して増大し、ノズルとの距離が小さい程、打撃圧力は大きくなった。またノズルの口径が小さい程、打撃圧力は大きくなった。

直進形ノズルと扇形ノズルを比較すると、扇形ノズルの打撃圧力は直進形ノズルの1/7以下と小さかった。

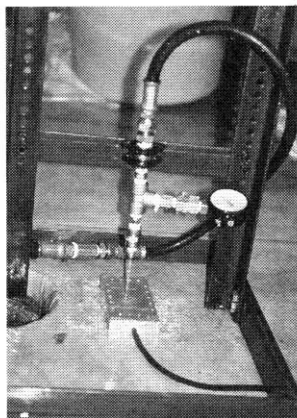


写真2 噴射ノズルの打撃圧力試験

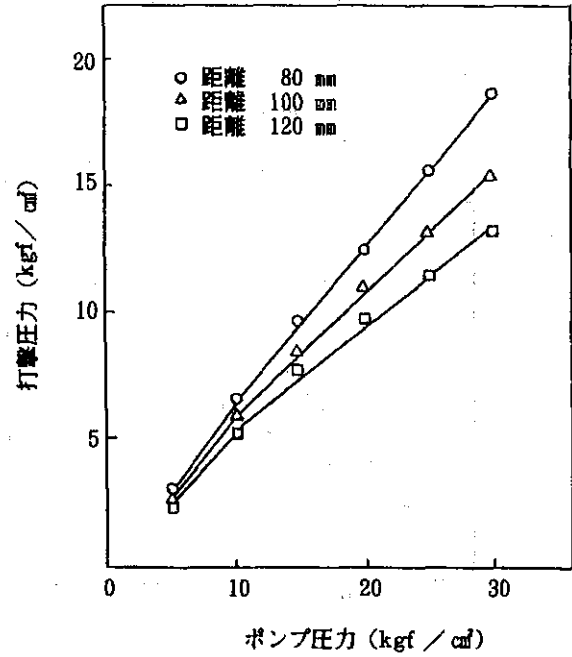


図5 直進形ノズル (口径2.4mm) 打撃圧力試験

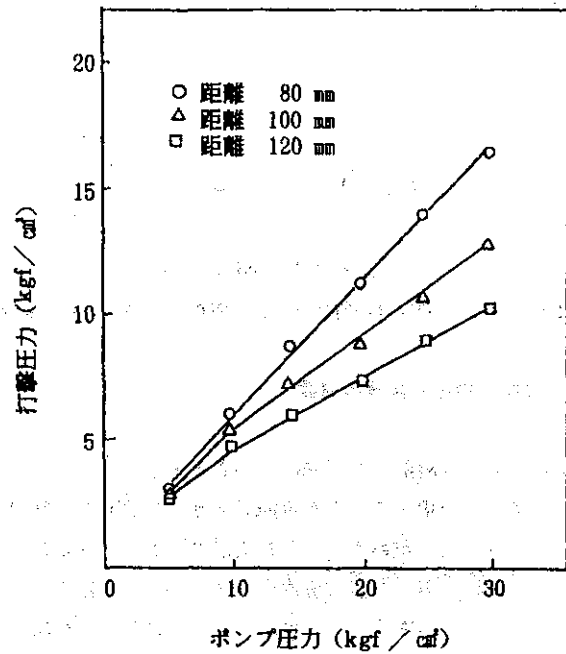


図6 直進形ノズル (口径2.7mm) 打撃圧力試験

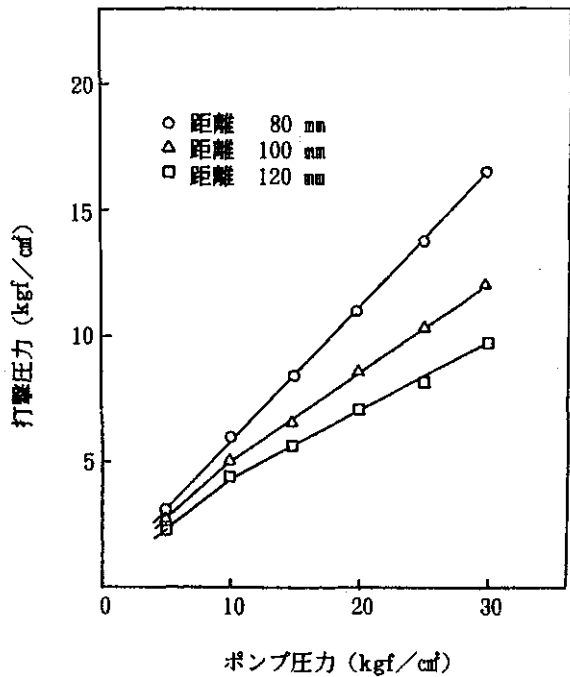


図7 直進形ノズル (口径3.0mm) 打撃圧力試験

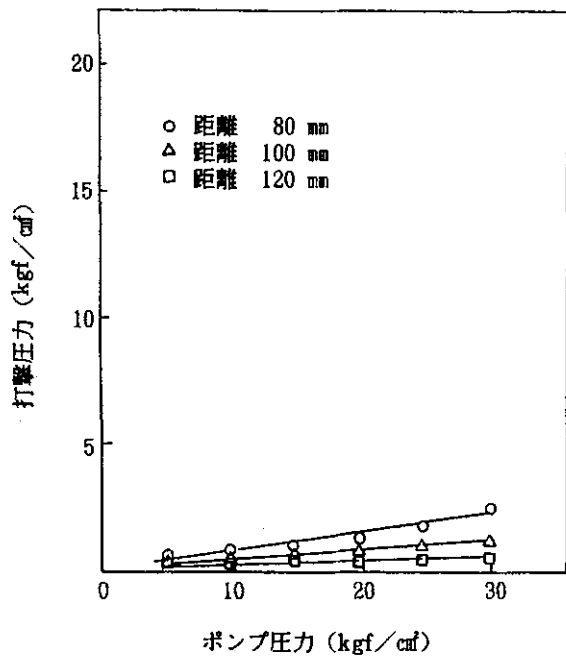


図8 扇形ノズル (口径2.5mm, 噴角15°) 打撃圧力試験

3. 付着生物除去装置の概要

扇形ノズルは噴射水が扇状に広がることから、ノズルを固定した構造で使用することが可能であり、除去装置を簡単な構造にできる利点がある。しかし前述の噴射ノズル試験で、扇形ノズルの打撃圧力値は直進形ノズルの1/7以下と小さく、また実際にホタテガイで付着生物除去試験をした結果、除去性能が不十分であった。そこで本装置では、直進形ノズルを回転させて海水をホタテガイに噴射し、付着生物を除去

する構造とした。

本装置の外観を写真3、写真4に示す。

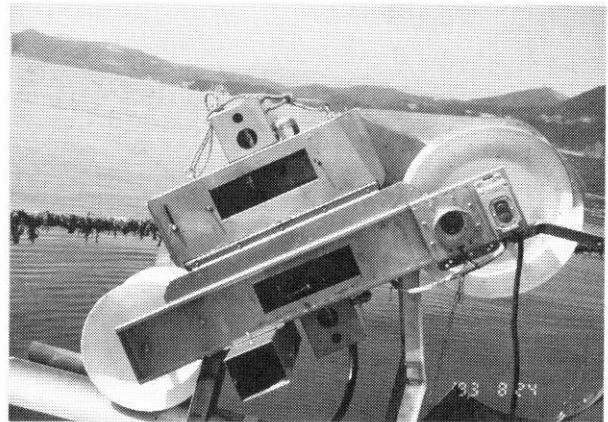


写真3 付着生物除去装置外観

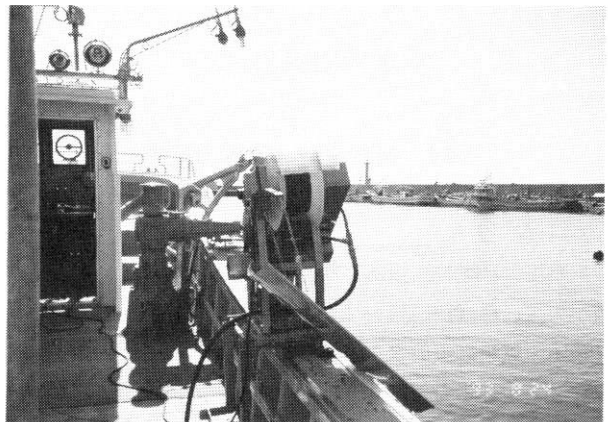


写真4 付着生物除去装置外観

3.1 除去装置の構造

本装置はホタテガイ(垂下ロープ)巻き上げ機構、付着生物除去・回収機構、ホタテガイ整列機構で構成されている。

本装置は巻き上げ用回転ドラムが頂点となった構造であり、作業者が垂下ロープを回転ドラムに掛けることにより、垂下ロープに働く張力とドラムの回転によりホタテガイが巻き上げられる。

上下2対のアームの両端に直進形ノズルを取り付け、そのアームを回転させて(旋回の直径180mm)、ポンプで汲み上げた海水を4個のノズルからホタテガイに噴射して付着生物を除去する。巻き上げ用回転ドラムと旋回アームは24V直流モータを用いて回転させている。除去した付着生物は、本装置下部の排出口に細かい網状の袋を取り付けて回収する。

ホタテガイに海水を噴射する際、ホタテガイの貝殻がノズルに直角方向に向くように整列させなければならない。本装置では上下2対のスポークでホタテガイを挟み込むようにし

て整列させる機構とした。上側のスポークは上下に移動可能で、上下のスポークの間隔は入り口側が広く、奥になるに従い徐々に狭くなっている。下側のスポークは固定式である。

3.2 除去装置の仕様

本装置の仕様を表1に示す。ホタテガイの養殖漁業者は平均して1漁業者あたり約5,000本の垂下ロープを所有している。それを1ヵ月(実質作業20日位, 1日約4時間)で処理するためには、垂下ロープ1連(長さ17m, ホタテガイ250個)を約1分で処理する能力が要求される。

旋回ノズルは最大675rpmで旋回する。ホタテガイが本装置を通過する際、ホタテガイの片側につき14回噴射ノズルが通過することになる。

本装置を用いた付着生物除去作業の様子を写真5に示す。

表1 装置の基本仕様

作業能率：1連/分(1連の長さ17m, ホタテガイ250個)
 (252本/日; 60本×4.2時間)
 1ヵ月(実質作業日20日)に5000本処理。

重量：70kgf
 動力：DC24V—250W
 洗浄速度：0.28m/sec (17m/min)
 巻き上げドラム：直径 250mm
 回転数 15.7~23.6rpm
 巻き上げ荷重：最大40kgf
 旋回ノズル：旋回直径 180mm
 回転数 450~675rpm
 ノズル通過回数：14回/個
 ポンプ：80ℓ/min

4. 付着生物除去試験

4.1 付着生物除去試験

本装置を用いて9月上旬にムラサキイガイの除去試験を行った。除去試験に用いた噴射ノズルは口径3mmの直進ノズルで、ポンプの圧力を5, 10, 15 (kgf/cm²)と変化させた時の除去したムラサキイガイの数と除去されずにホタテガイに残ったムラサキイガイの数を調べた。表2にホタテガイ1個あたりの除去試験結果を示す。ポンプ圧力5kgf/cm²では、除去率が63%と不十分であった。ポンプ圧力10kgf/cm²以上では、除去率が90%以上あり、十分な除去効率であった。ポンプ圧力10kgf/cm²の時の除去試験前と除去試験後のホタテガイの状態を写真6, 写真7に示す。

本装置を用いて除去したムラサキイガイの回収試験を行った。試験方法は、本装置の付着生物回収袋の外側にプランクトン収集ネットを取り付け、付着生物回収袋を通り抜けたムラサキイガイの数を調べた。その結果、垂下ロープ一連(長さ17m, ホタテガイ250個)あたり、回収袋を通り抜けたムラサキイガイの数は5個であり、十分な回収効果が確認された。

表2 付着生物除去試験結果

ポンプの圧力 (kgf/cm ²)	除去したムラサキイガイの数	残ったムラサキイガイの数	合計
5	45個	26個	71個
10	69個	8個	77個
15	58個	4個	62個

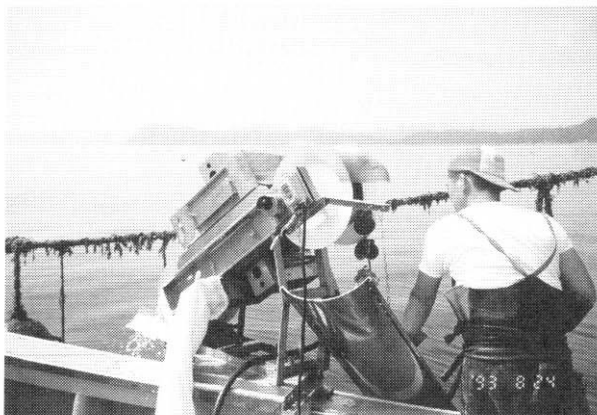


写真5 付着生物除去作業の様子



写真6 付着生物除去前のホタテガイ



写真7 付着生物除去後のホタテガイ

4.3 生物的評価試験

本装置を用いて室蘭地区水産技術普及指導所が中心となって、付着生物除去によるホタテガイの生物的評価試験を行った。試験方法は7月から10月まで月1回付着生物除去作業を行い、付着生物除去を行わなかったホタテガイとの成長の差を検定した。噴射ノズルは口径3mm、ポンプ圧力は5、10、15、20(kgf/cm²)の4通り、ホタテガイは同一地域で養殖し、1月下旬にホタテガイを引き揚げて成長の差を検定した。

検定結果を表3に示す。7月、8月、10月の付着生物除去の有意差は認められず、9月のポンプ圧力10kgf/cm²以上の場合に正有意差が顕著に認められた。

表3 付着生物除去した貝と未除去の貝の成長の差の検定結果

除去月日	7月6日			8月24日			9月16日			10月15日					
水圧 kgf/cm ²	5	10	15	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
上層	○	△	△	△	△	△	○	△	○	○	○	△	△	△	△
重量 中層	△	○	△	△	△	△	△	○	○	○	○	△	△	△	○
下層	△	△	△	△	△	△	○	△	○	△	○	△	○	△	△
上層	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	△	△	△	△
軟体部 中層	△	○	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	-	-
重量 下層	△	△	△	-	△	△	△	△	○	○	○	△	○	△	△
上層	○	△	△	△	○	△	○	△	△	△	○	△	△	△	△
貝柱 中層	△	○	△	△	△	○	△	△	○	○	○	△	△	△	-
重量 下層	△	△	○	△	○	△	○	○	○	○	○	△	△	△	△

※ ○：正有意差有 △：有意差無
 -：負有意差有

5. まとめ

本研究は垂下式のホタテガイ養殖で発生する雑生物の発生

量の低減化と雑生物によるホタテガイ成育阻害の防止を目的に付着生物除去装置を開発し、付着生物除去実証試験を行った。

研究成果を以下に要約する。

- 1) 本装置は海水をホタテガイに吹き付けて付着生物を除去する方式であり、噴射ノズルによる流量、総打撃力、打撃圧力の傾向を把握することができた。
- 2) 本装置では垂下ロープ1連(長さ17m、ホタテガイ250個)を約1分で処理することができた。
- 3) 本装置は船縁に取り付けて使用し、コンパクトな形状で取り付け・取り外しが容易であり、付着生物除去作業における作業効率向上、作業者の労力軽減が図られた。
- 4) 付着生物除去試験では、ポンプの圧力が10kgf/cm²以上でホタテガイに付着していたムラサキガイの約90%が除去され、本装置の除去性能が確認された。
- 5) 除去した付着生物の回収試験では、垂下ロープ一連あたりムラサキガイ5個の通過であり、十分な回収効果が確認された。
- 6) 生物的評価試験では、9月にポンプ圧力10kgf/cm²以上で除去作業を行ったホタテガイに最も良い効果が確認された。
- 7) 本装置は、約5,000本の養殖用垂下ロープを20日間(1日4時間作業)で処理することが可能であり、今後、本装置の付着生物除去による大きな成果が期待される。

以上のことから初期の目的を十分に達成する付着生物除去装置を開発することができた。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり多大なご助力をいただきました、北海道立工業技術センター牧野功氏、室蘭地区水産技術普及指導所、(株)檜崎製作所、虻田漁業協同組合、胆振支庁水産課、並びに関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 西田芳則ほか：「ホタテガイ養殖漁場の合理的管理技術に関する研究」、(1992)
- 2) 中村忠司ほか：「ホタテガイ付着生物除去試験生物調査報告書」、(1994)