

資源増殖・水産工学シリーズ

ホタテガイ幼生発生量調査の労力軽減に向けた技術開発

キーワード：ホタテガイ、幼生発生量調査、軽労力化

はじめに

ホタテガイは北海道で水揚げされる水産物の中で量・金額ともに第1位を誇る重要な水産物です。道内で生産されるホタテガイは、ほとんどすべてが人の手による増養殖の手法により生産されています。ホタテガイの生産方法は、オホーツク海での地まき方式（年間約30万トン）と、内浦湾（噴火湾）および日本海沿岸での垂下式（年間約10万トン）に大別され、これらに用いられるホタテガイの稚貝はすべて天然採苗（自然に海中に発生したホタテガイの稚貝を集める方法）により賄われています。

ホタテガイの産卵期は春で、海中に放出された卵は受精してふ化した後、幼生は4-5日をかけて殻を形成し、40日程度は水中を泳ぎながら成長します。この水中を泳いで生活する幼生を、浮遊幼生と呼びます。その後、浮遊幼生は泳ぐのを止めて海底に降り（着底と呼ばれます）、稚貝になります。浮遊幼生が着底する時期に合わせて、古い網などの基質（採苗器）を海中に垂下すると、稚貝がこれに付着します（写真1、2）。天然採苗はこのように行われます。

ホタテガイの天然採苗を効率よく行うためには、最適なタイミングで採苗器を海中に設置する必要があります。そのタイミングを予測するため、漁業協同組合などでは春先に毎週前浜のホタテガイ幼生の発生状況（場所ごとの数、大きさ）を調査しています。このホタテガイ幼生の発生量調査の

標本処理作業には多くの時間と手間を要し、機関によっては調査1回あたりの処理作業に数日かかることもあります。その上、漁業者から迅速な情報配信を求められる場合が多く、調査担当者にとって大きな負担になっています。

本稿では、2018年から2019年にかけて幼生発生量調査の労力を軽減する技術の開発を行った結果について紹介します。



写真1 ホタテガイの採苗器（棒網タイプ）



写真2 採苗器に付着したホタテガイの稚貝

サンプルからの不要物分離技術の開発

ホタテガイ幼生が海中に発生しているかを調べるためには、まず水中に漂うホタテガイ幼生を採集してくる必要があります。幼生発生量調査は、毎回船で調査現場まで行き、プランクトンネットを使って水中のプランクトンを採集してくるから始まります。このプランクトンには、ホタテガイなどの二枚貝の浮遊幼生の他に浮遊性の魚の卵、カイアシ類などの動物プランクトン、植物プランクトンなど様々な生き物が含まれています。そこで、まずは不要なプランクトンと二枚貝の幼生を分離します。従来は、顕微鏡などで観察しながら、二枚貝以外の混入物を地道に吸い取って排除する方法がとられてきました。この作業は1人が1サンプルずつ処理するため、約20分/人×サンプル数の長時間を要する作業になっていました。

海中を漂うプランクトンのうち、二枚貝の幼生は殻を持っているため、他の生物に比べ比重が大きい特徴があります。この比重の違いを利用して、



図1 砂糖水を用いてプランクトンサンプルから二枚貝幼生を選別する方法 青、黄、赤色の順に砂糖水の濃度が濃くなっている（色は視認しやすいように着色）

二枚貝と他の生き物を効率的に分離できないか検討した結果、サンプル溶液の下に二枚貝と他の生物との中間の比重に調整した砂糖水を流入させることで、より比重が大きい二枚貝幼生だけを砂糖水の底層に沈ませ、比重が小さい不要物を効率的に分離する方法を開発できました（図1）。新しい方法と従来の方法で、1本のサンプルから二枚貝幼生を選別するのに必要な時間を比較した結果、平均で4分程度短縮できることが分かりました（図2）。さらに、従来の方法では1人が一度に1つのサンプルしか作業できませんでしたが、新しい方法では複数のサンプルを一人で同時に処理することが可能であり、サンプル数が多いほど作業時間が短縮されます。

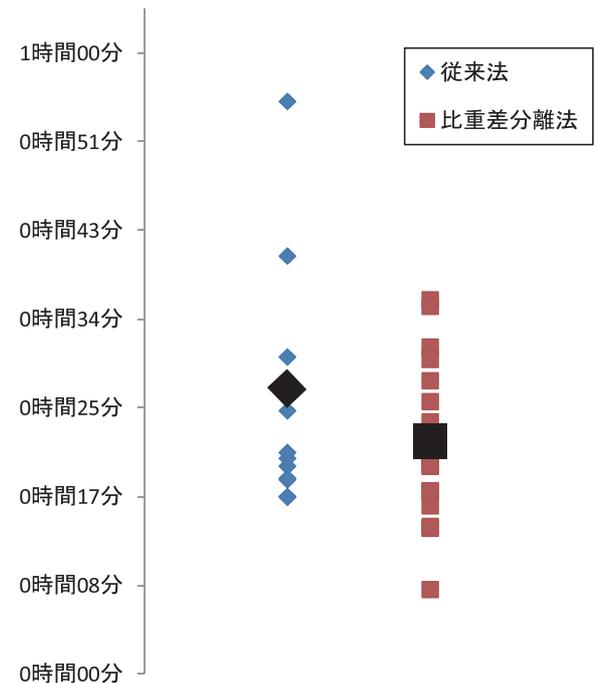


図2 従来法および開発した方法（比重差分離法）での二枚貝幼生分離作業に要する時間 黒く塗りつぶした点は平均値

ホタテガイ幼生の染色技術の改良

分離された二枚貝の幼生の中からホタテガイの幼生を見分けるには、近年まで高度な知識と訓練

に基づいた技術が必要でした。この問題を解決するため、水産試験場では、2013年に免疫染色技術を応用してホタテガイ幼生だけを黒色に染める技術を開発し、漁業現場に普及を行ってきました¹⁾。ただ、この黒色染色技術は実体顕微鏡では明瞭に染色されたホタテガイを見分けることができたものの、漁業協同組合などで用いられている万能投影機と呼ばれる器具では、染色された色が見えにくいという難点がありました(図3)。

そこで、2018年からこの染色技術の改良を行い、赤色に染色することで、万能投影機でも見分けや

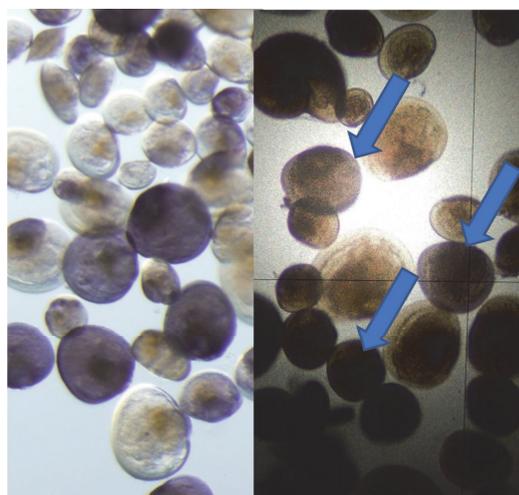


図3 黒色に染色されたホタテガイ幼生の見え方
左：実体顕微鏡 右：万能投影機 矢印は染色されたホタテガイ幼生を示す

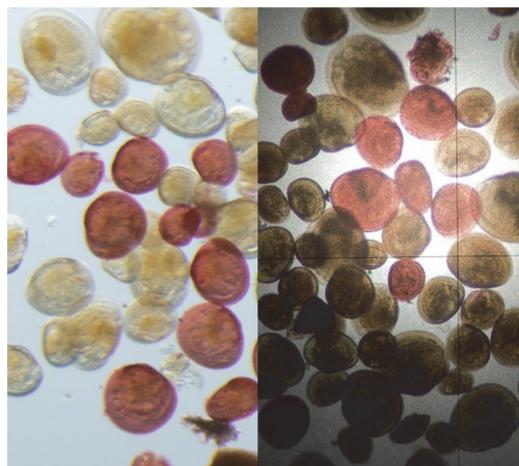


図4 赤色に染色されたホタテガイ幼生の見え方
左：実体顕微鏡 右：万能投影機

すくなりました(図4)。さらに、色調の変更は観察のしやすさに加えて染色作業時間についても1サンプル当たり30分程度早めることができ、染色から計測までの一連の作業時間の短縮にも有効であることが分かりました(図5、6)。

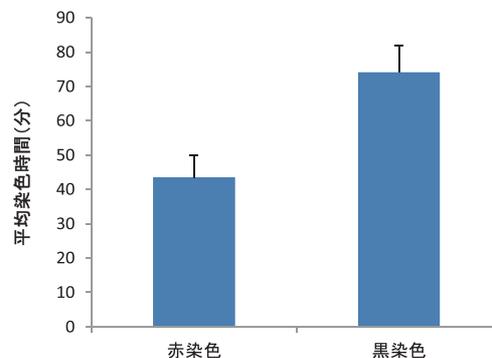


図5 赤色と黒色での平均染色時間

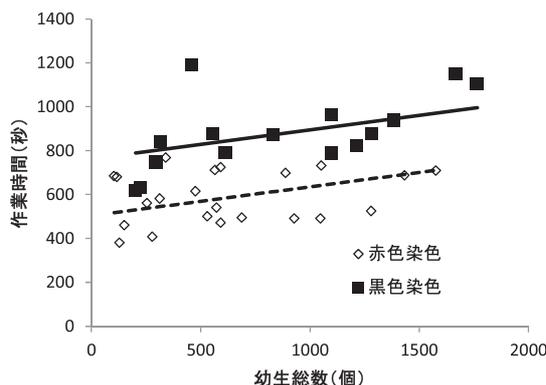


図6 赤色と黒色での計測作業時間

新たなホタテガイ幼生計測技術の開発

前述のとおり、ホタテガイ幼生発生量調査を行う多くの現場では、万能投影機による幼生の大きさの計測作業が行われています(写真3)。しかし、各機関が保有する万能投影機は、整備されてから数十年経過しているものもあり、不調や故障も発生してきています。また、万能投影機は高価(1台当たり70-120万円程度)なことから、更新は容易ではありません。そこで、万能投影機を使わずに、より手軽な道具で計測作業ができるように、

新しい計測技術について開発を行いました。

新たな計測に用いる機材として、近年普及が進むスマートフォンと、数万円で購入できる小型の実体顕微鏡およびそれらを接続するアダプタを用いました。これにより、手持ちのスマートフォンでホタテガイ幼生の写真を撮影することができるようになりました(図7)。撮影した写真をパソコンに取り込み、画像計測ソフト²⁾を用いて計測することで、従来の方法と遜色ない計測結果が得られることも確認しました(図8、9)。

終わりに

ホタテガイ幼生発生状況調査は、今後も道内のホタテガイ生産を支える調査として継続することが見込まれます。そのため、水産試験場も引き続き関係機関への支援を継続したいと考えています。

本研究は、北海道ほたて漁業振興協会からの受託研究(平成30年度：噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験、令和元年度：養殖ホタテガイ生産安定化試験)により実施いたしました。この場をお借りして、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 清水洋平・川崎琢真・高島信一“免疫染色法を応用したホタテガイ幼生判別技術の開発“海洋と生物 vol.36-No.3:341-347
- 2) 榎本洗一郎, 戸田真志, 清水洋平, 宮崎義弘, 吉田真也“水産資源管理のためのユーザ支援型画像計測システムの提案”動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2015), 4pages in CD-ROM (2015.3)

(川崎琢真 栽培水試栽培技術部、
金森誠 函館水試調査研究部 報文番号 B2458)



写真3 万能投影機でホタテガイ幼生の計数・計測作業を行う様子

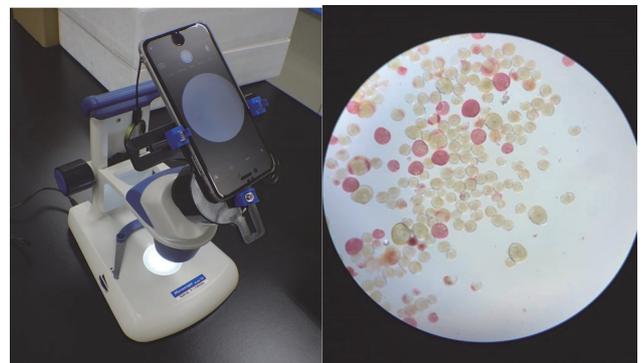


図7 スマートフォンと実体顕微鏡でホタテガイ幼生を撮影した様子

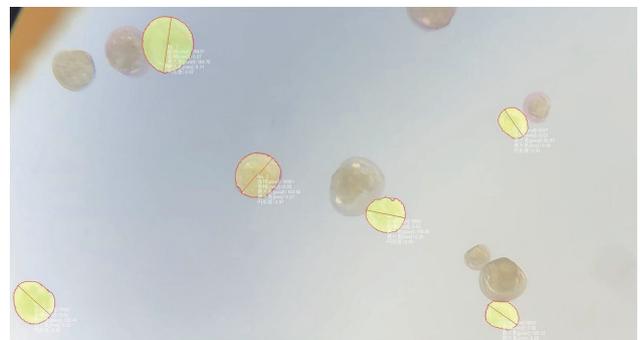


図8 ソフトウェアで幼生の大きさを計測する様子

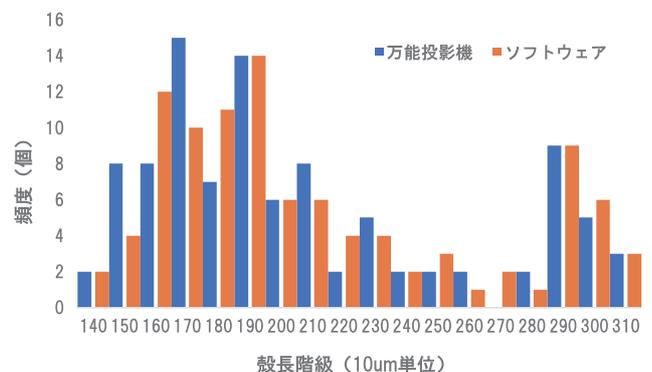


図9 万能投影機とソフトウェア双方で得られる殻長組成の比較