

ICT を活用した養殖ホタテガイ育成管理の技術体系

試験研究計画名：ICT 技術による噴火湾養殖ホタテガイ生育状況モニター技術開発

地域戦略名：生産現場が即応できる新たな増養殖技術の開発による漁業生産の回復に伴う国際競争力がある道産水産物の輸出拡大

研究代表機関名：(地独) 道総研函館水産試験場

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

我が国にとって道産ホタテガイは重要な輸出品目であり、噴火湾の養殖ホタテガイはその一翼を担っていましたが、2015年にホタテ稚貝が大量へい死し、2017年の生産量は約2万トンと平年の5分の1まで落ち込みました。

2015年にホタテ稚貝がへい死した理由はさまざま説が提案されていますが、生存した稚貝では外部異常(貝殻が変形、欠ける状態)が多く、この外部異常は物理的な傷害によって生じるため、波浪による施設の振動などが一因となりへい死を誘発したと考えられます。その一方で、噴火湾では、ヨーロッパザラボヤの大量付着によりさまざまな問題が恒常的に生じています。ザラボヤを除去する作業(貝掃除)が新たに加わったため、その作業自体重量労働で、ホタテ稚貝の管理が行き届かなくなり、そのためか、漁業者の知らないうちにホタテ稚貝がへい死するという事態をたびたび招いています。したがって、生産回復のためには施設の防振対策ときめ細やかな管理の実践が必要です。

そこで、本研究では、養殖施設の振動を抑制する技術開発に取り組みました。また、漁業者が目で見ても適切な管理が実行できるよう、ホタテガイの状態(成長、生残、健康度など)を陸上で監視可能な音響を活用した通信ネットワークを構築しました。加えて、貝掃除の効率化を図るため、ヨーロッパザラボヤの付着状況を今よりも迅速に漁業者へ配信するシステムを開発しました。

技術体系の紹介：

1. 音響通信ネットワークによる養殖ホタテガイのモニタリング技術開発

陸上局のパソコン操作により、養殖施設のホタテガイを撮影し、その画像を音波により中継局を介し通信ブイ局までリレーし、WI-FIにより陸上局まで伝送する総延長3,170mの通信ネットワークを構築しました(図1)。このネットワークでは動画の伝送はできませんが、オンオフ制御によるビデオ撮影による録画は可能です。動画は水中カメラとパソコンをLANケーブルで接続し、専用のソフトウェアを

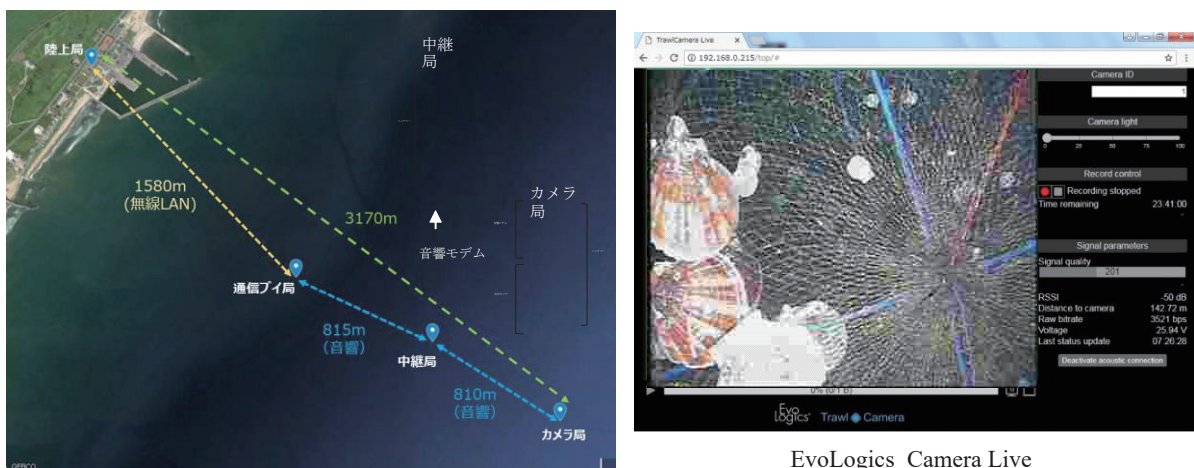


図1 (左) 長万部沖に構築した音響通信ネットワーク (右) 伝送されたホタテガイ画像

介し取得します。このネットワークの構築により、養殖漁場へ行くことができなくても、写真、動画でホタテ等の状況を観察、記録することができます。また、中継局の音響モデムは複数のインターフェイスを内蔵していますので、カメラ局を増設することにより、異なる施設においてホタテガイの監視が可能になります。

ネットワークの導入費用は、陸上局が4,894千円、通信ブイ局が2,612千円、中継局が2,956千円、カメラ局が4,432千円で総額14,894千円です。

2. 養殖ホタテガイおよび付着生物画像からの非接触測定技術開発

ヨーロッパザラボヤなどの付着量、ホタテガイの成長、生残などを推定するため、養殖連を全周囲から撮影可能な装置を製作しました(図2)。この装置は12台の4Kカメラで構成され、養殖連を装置中央に配置し、装置を漁船のウインチにより降下させて養殖連の映像を取得します(図3)。撮影に要する時間は1連(約10m)あたり40秒程度です。ビデオ映像を1枚のパノラマ写真に合成する技術を開発しました(図4)。この技術開発により、今までは1連の付着状況の把握に約20時間を要していましたが、約3時間で済むようになりました。この全面走査撮影装置の導入費用は3,035千円です。

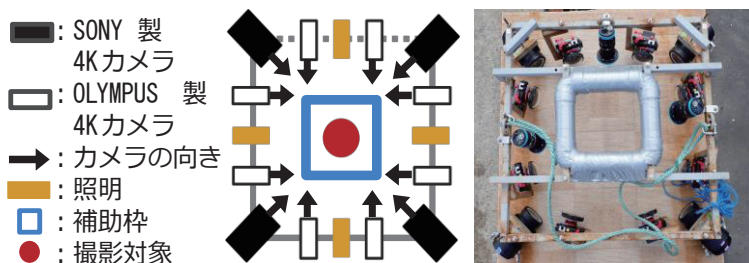


図2 全面走査撮影装置概要



図3 養殖連の撮影風景

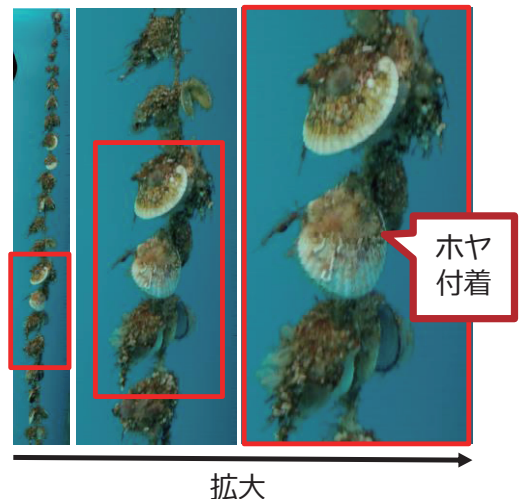


図4 パノラマ写真合成画像

3. ホタテガイへい死を低減させる管理手法の開発

時化などの波浪時に養殖施設は大きく揺れますが、揺れを引き起こすメカニズムについては良くわかっていませんでした。長い間、調整玉の浮力が施設を揺らすと考えられていましたが、本研究により、養殖施設を振動させる主な外力は水粒子の円運動であることが判明しました。水粒子の円運動は深くなるほど小さくなることから、施設の幹綱深度を深くすることで、施設の振動が減少することを確認しました。また、幹綱深度を変えてホタテ稚貝を育成し、幹綱深度が深くなるほど異常貝率は低下する関係にあることを現場実証しました(図5)。

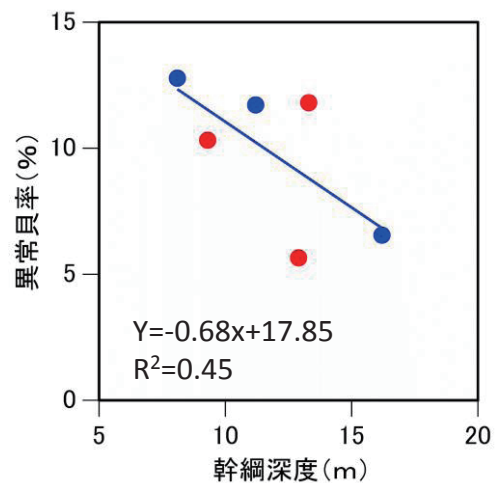


図5 養殖施設の幹綱深度と異常貝出現率との関係。南東風の波浪に対し●垂直●平行な施設。(2018年度の調査結果から)

技術体系の経済性は：

経営改善効果

表 1 開発技術の活用使途と経営収支

開発技術	適応できる養殖工程	内容	運営経費	経営収支	コメント(問題点)
音響通信ネットワーク	本分散作業の適期決定	稚貝の成長度合いの観察から本分散作業の実施時期を決定し、同作業の遅延から回避する。	ネットワーク総額 14,894千円 維持管理経費 バッテリー等 12,500千円/年	分散遅れは生産減に直結する 場合がある。その場合、1日の 分散遅れは5%の生産減となり、 長万部ホタテ経営体では 245,000千円の損失を被る。こ のような損失から回避。	映像を基に施設の 防振対策にも 活用できる。 バッテリーが使 い捨てたため、 維持費が高い。
ホタテガイの非接触測定技術開発	付着生物除去作業(貝掃除)	全面操作撮影装置を用いて付着生物除去の不要な海域を漁業者に情報提供し、貝掃除作業の効率化を図る。	装置総額 3,035千円 諸経費(3回/年) 用船料 100千円/回 画像処理費100千円/回	長万部ホタテ経営体の場合、 貝掃除には全体で60,000千円 の経費がかかる。貝掃除期間2 日の削減で導入費の元が取れ、 その後は貝掃除期間を短縮す るほど経費節減に直結する。	ザラボヤが恒常 的に付着する海 域では、装置導 入の効果が表れ ないことが懸念 される。
稚貝の異常貝率を低減させる管理手法	稚貝中間育成の全期間	幹綱深度を通常は5mのところを12mで管理し、稚貝異常貝率を低減させることで生産量の増産を図る。	0円	約17%の増産。 長万部ホタテ経営体では生産 量は1.2万トンから1.4万トンへ。 700,000千円の増益(単価350 円/kg)。	波の種類(風波、 うねり)によっ ては効果が表れ ない場合がある。

ホタテガイ養殖では、ホタテ稚貝の成長に伴う過密養殖から回避するため、稚貝の収容個体数を減らす本分散作業を実施しています。本研究により、本分散時期が遅れると、その種苗の生産性は大きく低下することがわかりました(図6)。一方で、この本分散の適期はホタテガイの成長度合いによっては早まる場合が考えられます。したがって、音響通信ネットワークを駆使してホタテの成長を観察し、本分散を最適な時期に実施することにより、本分散遅れによる生産減からの回避が可能になります。ちなみに、本分散に要する日数は20日程度です。1日の分散遅れは5%の生産減に直結し、長万部ホタテ養殖経営体の場合、金額で約2.5億円の損失になります。

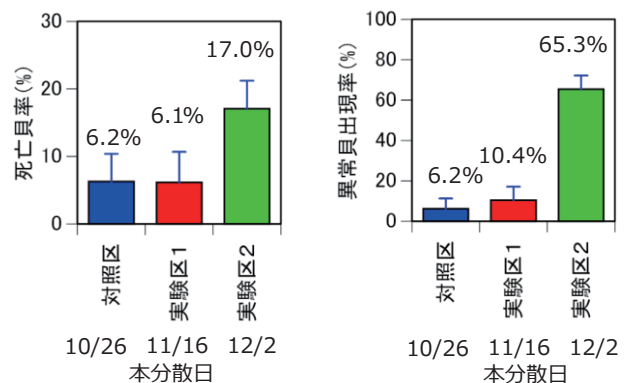


図6 本分散の実施時期別の翌年4月におけるホタテ稚貝の死亡率と異常貝出現率。

噴火湾では、貝掃除作業には約30日要しています。貝掃除にかかる経費は1漁家あたり約20千円/日(人件費16千円/日、燃油代4千円/日)で、長万部ホタテ経営体全体では期間合計すると60,000千円になります。一方、ヨーロッパザラボヤの1個体あたりの付着量が9月時点で20g、10月時点で45g、12月時点で100g以下であれば、ホタテガイの成長に影響を与えないことが分かっています。この指標を基に、全面走査撮影装置を用いて、貝掃除不要な海域を情報提供することにより、貝掃除にかかる経費の削減が可能になります。試算の結果、技術導入にかかる3,635千円の経費は貝掃除を2日短縮することで削減される貝掃除経費(20千円/日×2日×100経営体=4,000千円)とほぼ同額になります。さらに貝掃除にかかる日数を減らすことで、更なるコスト削減につながります。

噴火湾において、中間育成終了時のホタテ稚貝異常貝率とその年級の生産量との間には負の高い相関関係にあります(図7)。したがって、幹綱深度を深くして異常貝率を低下させることは生産量の増加に直結します。現在まで、漁業者は調整玉の浮力が主に施設を揺らすと考え、調整玉を球形から紡錘形に替えるなど工夫を凝らしてきましたが、幹綱の深度には注意を払っておらず、その深さは深度5mが一般的でした。本研究により、幹綱は深度12m以深で管理することを提案しています。図5と図6の関係から、長万部ホタテ養殖経営体の場合では、幹綱深度を5mに設定した場合の予想生産量は1.2万ト

ンですが、幹綱深度を 12m にすると 1.4 万トンの生産量が見込まれます。幹綱を深くすることで、約 70,000 千円の増収(350 円/kg) が期待されます。

経済的な波及効果

前述したように、幹綱深度の深化により長万部ホタテ養殖経営体の場合では、17%の生産増が見込まれました。噴火湾では、養殖施設を振動させる外力は調整玉の浮力であるという考えが広く浸透しています。したがって、養殖施設の深度管理を普及させることで、噴火湾全体の生産量は現行よりも増加することが期待されます。また、同様の効果は日本海のホタテ稚貝生産海域においても適用されます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

音響通信ネットワークについては、ホタテガイ養殖を営む全ての地区において構築することができます。電波のように波浪時に通信障害が発生することはありませんので、安定してホタテ画像を取得することができます。このような ICT を活用した音響ネットワークはホタテガイ養殖ばかりではなく、様々な養殖魚種の成長・生残のモニターに利用できます。

全面走査撮影装置による付着状況の把握では、噴火湾においては、ヨーロッパザラボヤの付着量が多い湾奥部での活用が期待されます。また、元来ヨーロッパザラボヤが生息していない日本海においても、最近と同種の出現がみられるようになってきたことから、同装置を用いて、同種の分布状況を広域的に把握する必要があると考えます。

幹綱深度、施設の張りの調整などによるホタテ稚貝の異常貝率を低減させる技術については、ホタテガイ養殖のほとんどがはえ縄式施設で行われているため、全ての地域で活用することができます。

技術導入にあたっての留意点：

音響通信ネットワークについては、機器へ付着する付着生物の除去が必要になります。通信試験から、付着生物が通信の妨げになることはありませんが、水中カメラのウインドウにも付着生物が付くことから、概ね 1 か月に 1 度の清掃は必要です。また、音響モデムの設置深度は、噴火湾の場合には夏季の成層構造を考慮し深度 20m としましたが、成層状態は海域により異なりますので、機器の設置時には RSSI (Received Signal Strength Indicator) 値、SIL (Signal Integrity Level) 値などの信号値の確認が必要です。

養殖施設の振動抑制において、幹綱の深度を深くすると、ホタテ稚貝の成長が低下する場合がありますが、そのような時は、育成籠の収容個体数を減らすなどの処置をしてください。

研究担当機関名：(地独) 道総研、(国) 熊本大学、(国) 新潟大学、(公) 滋賀県立大学、(株) 日本海洋

お問い合わせは：(地独) 道総研中央水産試験場海洋環境グループ

電話 0135-23-4020 E-mail nishida-yoshinori@hro.or.jp

執筆分担 (中央水産試験場 西田芳則、網走水産試験場 栗原康裕、(国) 熊本大学 戸田真志、(株) 日本海洋 (株) 山口毅)

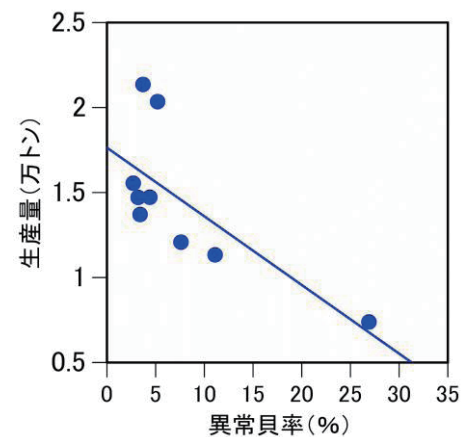


図7 長万部ホタテ養殖経営体における中間育成終了時のホタテ稚貝異常貝率とその年級の生産量との関係