

# ホタテガイ漁場可視化技術開発～技術の発展と展望

栗原 康裕

キーワード：地まきホタテガイ漁業、けん引式海底動画撮影装置、画像解析技術、資源量推定

## ホタテガイ漁場可視化技術開発の黎明期

戦前の1942年（昭和17年）7月、北海道立水産試験場の澁谷・清水・木下は常呂漁場沖の潜水調査を実施しました。天然ホタテガイの垂直分布は潮間帯から水深83mに達し、主漁場となる30～50mの水深帯を潜水により調査することは、現在でも十分危険な作業です。この困難な調査の結果は、ホタテガイ増殖黎明期にオホーツク海の天然ホタテガイ漁場を目視で調査した貴重な成果です。

戦後になると、1961年～1965年に北海道大学水産学部の田村正教授を中心とした潜水艇「くろしおII号」チームはオホーツク海から根室海峡にかけての大規模ホタテガイ漁場調査を行い、桁網の漁獲効率やホタテガイの分布特性を明らかにしました。「くろしおII号」による天然ホタテガイ漁場の視覚的な直接観察は、桁網や採泥による間接的な調査結果では得られないホタテガイ漁場特性、特にホタテガイの成長と底質の関係を解き明かすことで、地まきホタテガイ漁場の科学的評価の基礎固めに貢献しました。

1970年代後半から調査機材として水中ビデオカメラが利用可能となり、網走漁業協同組合がビデオカメラ調査技術開発を試み、船上でテレビ画面からの目視計数による資源量調査を開始しました。その成果は札幌で開かれた第29回全道漁村青少年婦人活動実績発表大会で網走漁協ホタテ貝増殖研究会により「水中テレビとデッカを活用したホタテ貝資源調査について」として発表され、高い評

価を得て北海道代表に選ばれました。

## ホタテガイ漁場可視化技術開発の発展期

1980年代半ばから、ホタテガイ漁場の海底写真撮影技術が常呂漁業協同組合と（株）海洋探査により開発が始まり、北海道大学水産学部の五嶋聖治助教授（現特任教授）によりその有効性が論文発表されたことで、オホーツク海沿岸での資源量推定調査手法として広がり始めました（図1）。

1990年代のフィルム写真は船上でのフィルム交換や陸上での現像・焼き付けの手間がありましたが、デジタル写真に移行することで、フィルム写真の制約が緩和され、撮影枚数のさらなる増加が可能となりました。しかしながら撮影後の処理が目視で行われたため、データ処理効率の悪さが技術的制限要因でした。その後も漁場の写真や動画による観察が漁業現場の自主的な努力により続けられていますが、撮影機材の進歩に伴う画像デー



図1 海底写真撮影装置



図2 けん引式海底動画撮影装置

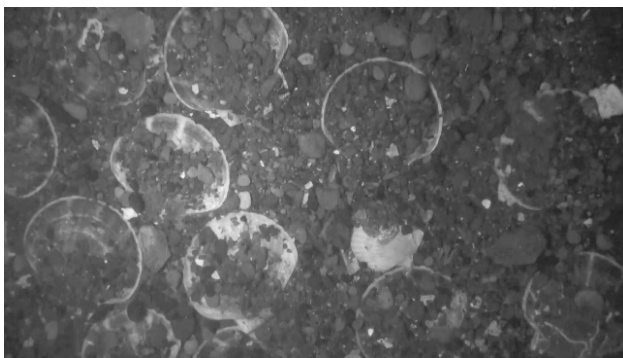


図3 動画から切り取った静止画像例

タの増大に、人間によるデータ処理が追いつかない状況が顕在化しました。

そこで画像からホタテガイを情報処理により高速かつ正確に自動判別することで、技術上のブレイク・スルーをめざし、網走水試と公立はこだて未来大学は2000年代後半にホタテガイ画像解析の基礎研究を開始しました。その最初の成果として2010年に情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) 研究会第26回 UBI 研究発表会優秀論文受賞 (一般論文「ホタテ漁場での資源量調査を目的とした海底画像解析に関する検討」) を受賞し、基本的な原理に関しては「画像処理装置、特許第5709483号 (特願2010-260450)」として特許を取得しました。

技術レベル向上への追い風となったのは高解像度のハイビジョンビデオカメラが普及期に入った

ことです。主な家電メーカーから安価にビデオカメラを調達できるようになり、画像データ量の飛躍的な増大をもたらしました。

これを契機に、北海道立総合研究機構 (以下、道総研) 重点領域特別研究「漁場海底画像を利用したホタテガイ高精度資源量推定技術開発 (H.23 (2011) ~H.25 (2013) 年度)」に取り組みました。この時の共同研究機関は熊本大学 (公立はこだて未来大学の共同研究者は熊本大学に移動) でした。

この研究では、ホタテガイ漁場資源量推定調査を「海底動画から切り取った静止画像からホタテガイを自動計数する」ことで実現しました。そこでの目標はけん引式撮影装置と画像解析技術の開発です。けん引式撮影装置 (図2) に関しては、装置けん引用ロープ以外の電源・送信ケーブル類の取り回しが、撮影上の障害となり、耐圧・防水ケーブルが高価である点を考慮し、操作性の高い安価な仕組みとするために、すべて記録型の機材を使用しました。画像解析技術に関しては写真に利用した方法論を応用しつつ、底質に応じた適切な高精度アルゴリズムを開発し、海底動画から切り取った静止画像 (図3) を処理することに主眼を置きました。上記の動画撮影と画像からの自動判別技術の融合により、地まきホタテガイ漁場の資源量推定技術を開発しました。重点研究の成果に関しては、道総研第一期成果集 (<http://www.hro.or.jp/pdf/06chapter2.pdf>) として公開されており、研究成果は一部の地まきホタテガイ漁業現場に活用されつつあります。

次いで道総研産業技術研究本部工業試験場を加え、民間資金による受託研究「ホタテガイ高精度資源量推定技術の実用化試験 (H.26 (2014) ~H.28 (2016) 年度)」に取り組み、動画撮影による漁場調査法の安定化に取り組んでいます。本研究には熊本大学および新潟大学が共同研究機関とし

て参加しています。

### ホタテガイ漁場可視化技術開発の新規事業

道総研は平成28年度より農林水産技術会議予算の「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)に参加しています。この公募型予算は実証研究型で、ホタテガイ(地まき放流:増殖)と秋サケ(ふ化放流事業:増殖)の2品目に対する北海道の地域戦略「生産現場が即応できる新たな増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」の達成を目的とした研究開発です。

地まきホタテガイ漁業は近年の爆弾低気圧による大時化被害(図4)に対する対策の策定が緊急課題となっています。さらに国際競争力強化のための品質向上には「きめ細かな漁場ケア」が不可欠です。そのためには漁業従事者が手軽に海底のホタテガイの様子見ができるような技術開発が必要です。これら象徴する技術開発上のキーワードとして全面に打ち出したのが「ホタテガイ漁場可視化」です。

この研究は網走水試を中核として、工業試験場、熊本大学、新潟大学、恵比寿システム株式会社、紋別漁業協同組合(協力機関)、北海道(普及機関)が共同して「ホタテガイ漁場可視化コンソーシアム」を結成し、産学官一体となって「効率的で頑健な地まきホタテガイ漁業を支える海底可視化技術開発」を担当します。

今回のキーポイントは、ホタテガイの自動判別による大規模データ処理が可能となる高度情報処理技術です。地まきホタテガイ漁場の状況を正確かつ迅速に把握し、資源量の推定、漁場被害発生時における追加放流数の検討など早期復旧対策や漁場修復に資する技術開発が可能となる基盤的技術開発、すなわち、自然環境(大時化等)や経済



図4 大時化被害により堆積したホタテガイ死殻



図5 マナマコとホタテガイ

環境(TPP等)の変化に対応できる地まきホタテガイ漁業につながることを最終目標となります。

研究内容は以下の4課題です。カッコ内はホタテガイ漁場可視化コンソーシアム参加の研究担当機関です。

1. 海底画像の安定かつ安価な撮影方式の確立(網走水産試験場)
2. 海底画像からのホタテガイ認識技術の開発(熊本大学、新潟大学)
3. 大規模な海底画像の効率的な解析処理技術の開発及びシステム化の実現(工業試験場、恵比寿システム株式会社)
4. 海底情報可視化技術の開発(工業試験場、恵比寿システム株式会社)

以上の課題を3年間の研究期間でクリアし、北海道の地まきホタテガイ漁業の競争力の向上につなげていきたいと考えています。

### ホタテガイ漁場可視化技術の展望

地まきホタテガイ漁業の発展を概観すると、黎明期から可視化技術開発の成果を時代ごとにうまく取り込んで進歩しています。ホタテガイ漁場可視化技術の進歩は、黎明期の人間による漁場の直接的な目視観察から始まり、機材による海底画像撮影と船上での目視・計数へ移行し、発展期には陸上での目視・計数、さらに目視を代替する画像解析へと移行しており、その技術的発展はより安全で自動化する方向、人間の関与を減らす方向への技術進化の歴史として捉えることができます。

今後、ホタテガイ漁場可視化技術は、調査の簡易化、省力化、自動化だけでなく、発展著しい水中ドローン、情報通信技術 (ICT)、人工知能 (AI)

や仮想現実 (VR) 技術と融合することで、まだまだ伸び代を持つ有望な技術領域でもあります。また「可視化」という観点から、ホタテガイ以外の水産生物 (図5) にも応用できる可能性が高く、汎用性のある技術として今後拡張・発展する潜在力も秘めています。

以上のように、ホタテガイ漁場可視化技術は、北海道沿岸の地まきホタテガイ漁業を支え、北海道水産業の持続的発展に寄与する価値ある応用技術の一つとして発展し続けることが予想されます。

(くわはらやすひろ 網走水試調査研究部)

報文番号 B2399)