

サイドスキャンソナーについて

1. はじめに

サイドスキャンソナーは、調査船より海中に潜航させた曳航体から調査船の進行方向の直交方向に超音波を左右の扇状に発信し、海底からの受信波の反射強度の違いを濃淡画像化することで、海底面を航空写真のような画像として取得可能な装置（図 1）です。超音波を用いての画像データであるため、海中の濁りに依存せず、明瞭な画像が取得可能であるほか、一度に広範囲のデータを取得することができます。

当センターでは、国内の他機関に先駆け平成 17 年度に System3000（写真 1）を導入し、以後、事業量の増加に伴い平成 23 年度に HydroScan、平成 26 年度に System3000H（すべて米国 KLEIN 社製）を追加し、浅海域から中深海域までの魚礁・増殖場等の施設や天然礁の分布形状の把握、藻場繁茂状況の確認、定置網の生簀網・ロープ・アンカーの敷設状況の確認など、様々な漁場調査に活用しています。以下に、当センターが実施しているサイドスキャンソナー探査の調査概要と活用事例を紹介させていただきます。

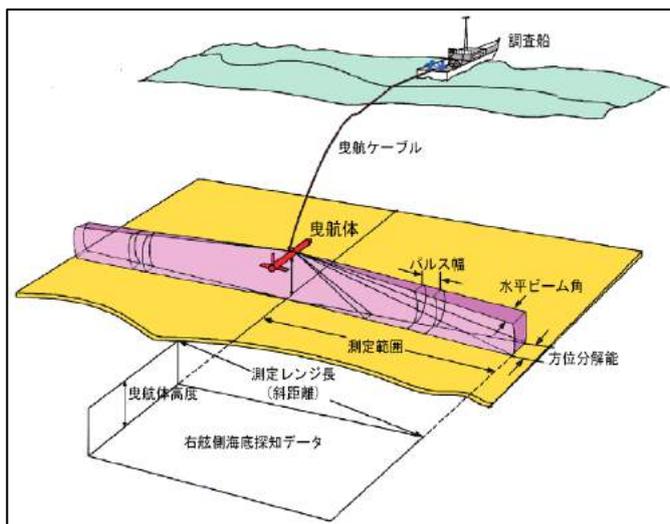


図 1 探査概略図



写真 1 System3000 一式

2. 探査概要

(1) システムの構成と仕様

当センターが保有する System3000 をはじめとするサイドスキャンソナーは曳航体の大きさが 1.2m、重量が 18～29 kg と小型、軽量であることに加え、その他の構成も①ケーブル、②TPU（信号処理器）、③制御用 PC、④GPS と簡素であることから、小型船での探査が可能です。当センターでは、これに加えて GPS と連動可能な海洋版 GIS（地理情報システム）に探査測線を入力した誘導用 PC を調査船に持ち込み、探査を行っています。

保有する 3 機種の様態を表 1 に示します。探査幅は片舷 25m～450m の範囲で切替えることが可能で、発振周波数については周波数が高いほど分解能が高く、小さいものを捉える

ことが可能ですが、一方で周波数が高くなると使用される圧電素子が小さくなるため、送信時の音圧レベルは低くなり探知距離は短くなります。また、発振周波数が高く水平方向指向性の鋭い機種は、曳航時の動揺等の影響が探査画像に現れやすくなるため、探査の際に曳航体を安定させることが重要になります。保有する3機種は図2に示すようにそれぞれ特性がありますので、探査内容により使い分けています。

表1 サイドスキャンソナーの仕様

項目	System3000	System3000H	HydroScan
発振パルス方式	Tone burst	Tone burst	Wideband FM Chirp
発振周波数	標準精度	-	-
	高精度	445kHz	455kHz
	超高精度	-	900kHz
発振周波数選択方式	同時取得	単周波取得	同時取得
水深・傾きセンサー等	あり	あり	なし
最大探査レンジ (片舷幅)	130kHz	450m	-
	445kHz	150m	150m
	900kHz	-	50m
水平方向指向性	130kHz	0.7度	-
	445kHz	0.21度	0.21度
	900kHz	-	0.21度
垂直方向指向性	40度	40度	45度
耐圧水深	1,500m	200m	100m
曳航体重量	29kg(空中)	29kg(空中)	18kg(空中)
沈降翼装着時の重量	43kg(空中)	-	-

※ 長所 短所

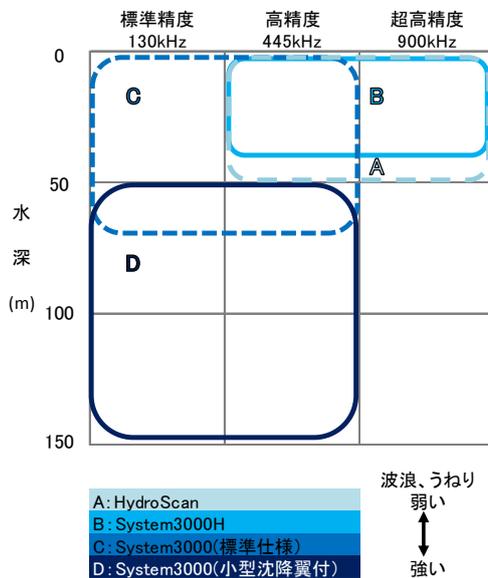


図2 保有する3機種の特性

(2) 現地探査

探査を行う際は、前述したように曳航体を調査船より海中に沈め、これを一定の船速(4ノット前後)で曳航し、海底面の情報を取得しますが、現場海域の水深条件によって艀装方法を側舷固定方式と船尾曳航方式の二つの方式に分けています。側舷固定方式(水深30m以浅が目安)で行う際は、調査船の船首付近に単管による桁を舷側に1m程度張出し、曳航体はこの先端付近を支点として曳航します。側舷固定方式では曳航体を舷側の海面下1~2m程度に保持する必要があるため、制御装置と曳航体を結ぶケーブルで直接曳航した場合には、調査船のRolling(横揺れ)やPitching(縦揺れ)による衝撃を受けやすくなります。このため、調査船の動揺が曳航体に直接伝わらないように、曳航ケーブルは緩めに調整し、ショックコードを用いて曳航しています。一方、深場での船尾曳航方式で行う場合は曳航体に小型沈降翼を装着することで、曳航体の深度を下げ(海底残響の低減効果)、安定性を高めています。このほか、探査海域の波の周期と調査船の揺れの周期が重なり揺れが大きい場合には船速を調整し、動揺の周期を変えるなどの対応をとっています。

(3) データの解釈と解析

海底からの受信波の振幅は、海底の性質や地形、超音波が当たる角度により変わります。底質については超音波の反射強度から泥、砂、礫、岩盤などが判別可能であり、水深情報だけでは読み取ることのできない構造物周辺における微細な底質の変化(図3)を把握

できます。

データの解析に関しては、調査目的に応じて各種の画像処理を行い、位置情報を包含した画像ファイル（GeoTiff形式）を生成し、この画像を海洋版GIS、CADソフトに読み込んでいます。

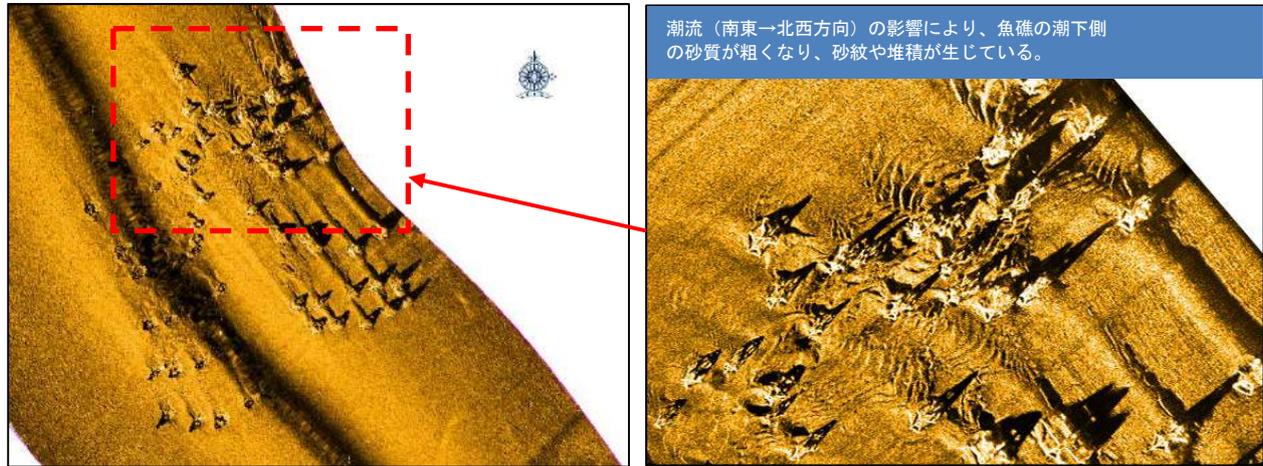


図3 魚礁設置に伴う底質の変化

3. 活用用途

(1) 漁場施設設計の事前調査・出来形確認調査

魚礁や増殖場などの漁場施設を造成する際は事業実施予定域周辺の魚類や藻場分布などの生物環境調査、流況や海底地形状況などの物理・化学環境調査、漁場実態調査などが行われ、これに基づき計画され実施されています。このうち海底の底質、深浅、傾斜、凹凸などは対象魚種や餌料生物の蟄集及び生育に大きな影響を与えるので海底地形状況を把握することは重要な項目の一つです。漁場施設を造成する際は、施設の安定、安全性という面から、軟弱地盤や漂砂の生ずる区域等を避けて配置することに加え、魚礁であれば対象魚種の分布特性、海藻を目的とした増殖場であれば既存の藻場（天然礁）の形状を活かした配置にする必要があります。サイドスキャンソナーは前述したように底質（砂）についても粗砂、細砂、砂泥などが詳細に判別可能なほか、水深についても曳航体直下であれば精密音響測深機と同等の精度で測深できるので、事前調査を行う際は、当該区域適地選定（図4上）を本機器で行い、その後、詳細な調査を行うことで事業の効果的な実施が期待できます。

施設造成後の出来形確認については、従来は音響測深機や水中写真撮影などにより行っており、魚礁・増殖礁の個々の配置や数、石材投入範囲などについて、不明確な点がありましたが、本機器を使用することで魚礁・増殖礁の位置や各礁間の相対位置、範囲を正確に把握（図4下）することができます。

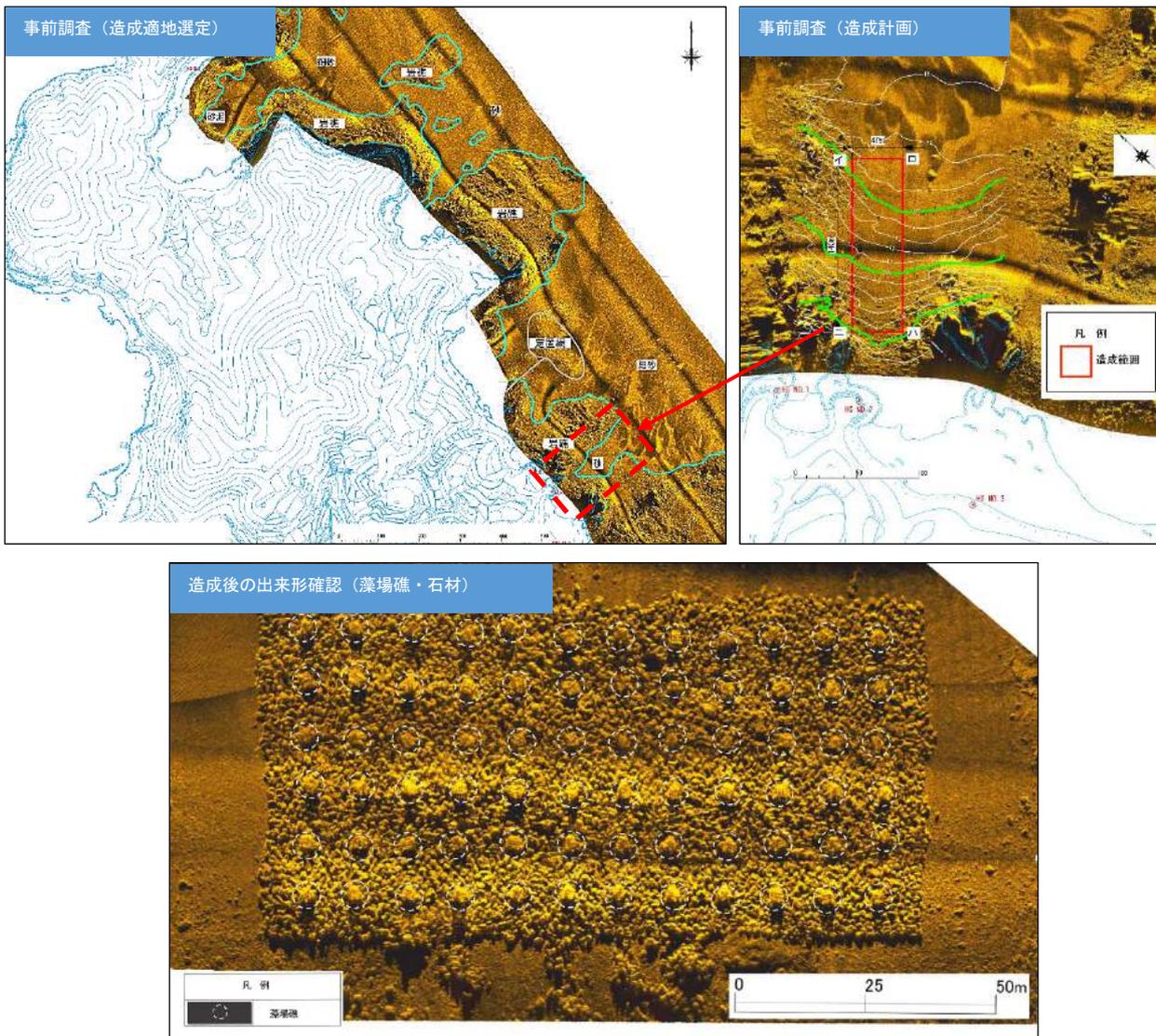


図4 漁場造成の事前調査・造成後の出来形確認

(2) GIS版魚礁台帳（データベース）の作成

沖合での魚礁設置事業は、現在は沈設位置の管理をGPSにより行っており、誤差数mの精度で設置位置（緯度・経度）の確認ができますが、GPSが普及し始めたのは平成になってからであり、それ以前は「〇〇灯台より真方位〇〇度、〇〇m」といった角度・距離の情報を基に光波測距儀やロランCなどにより位置管理を行っていました。このため、沖合では大きな誤差が生じ、位置情報が不明確になっている魚礁が多く存在しています。このようなことから、既存資料を基に魚礁の位置、種類、配置、魚礁間の相対的な位置関係及び海底地形などの情報をサイドスキャンソナー探査により把握し、解析した画像を海洋版GISに取り込み、魚礁情報を容易に閲覧可能なデータベースを構築しています。

本データベースでは魚礁の設置年度、数量、緯度経度、魚礁単体図、魚礁分布図、底質、水深（図5）などが一目で理解可能であるほか、地図上にプロットされた各魚礁マークに事業計画時の資料や効果調査報告書、水中写真・ビデオ映像などの様々なデータ（ファイル形式に指定はありません）をリンクすることが可能です。このほか、GIS上では方位・

距離・面積計算、描画なども可能ですので、事業計画策定の際に役立つものと考えられます。さらに、標本船に搭載した GPS データロガーのデータを加えることによって、造成した魚礁の経済効果把握の手段（後述する魚礁効果判断システム）としても活用できます。

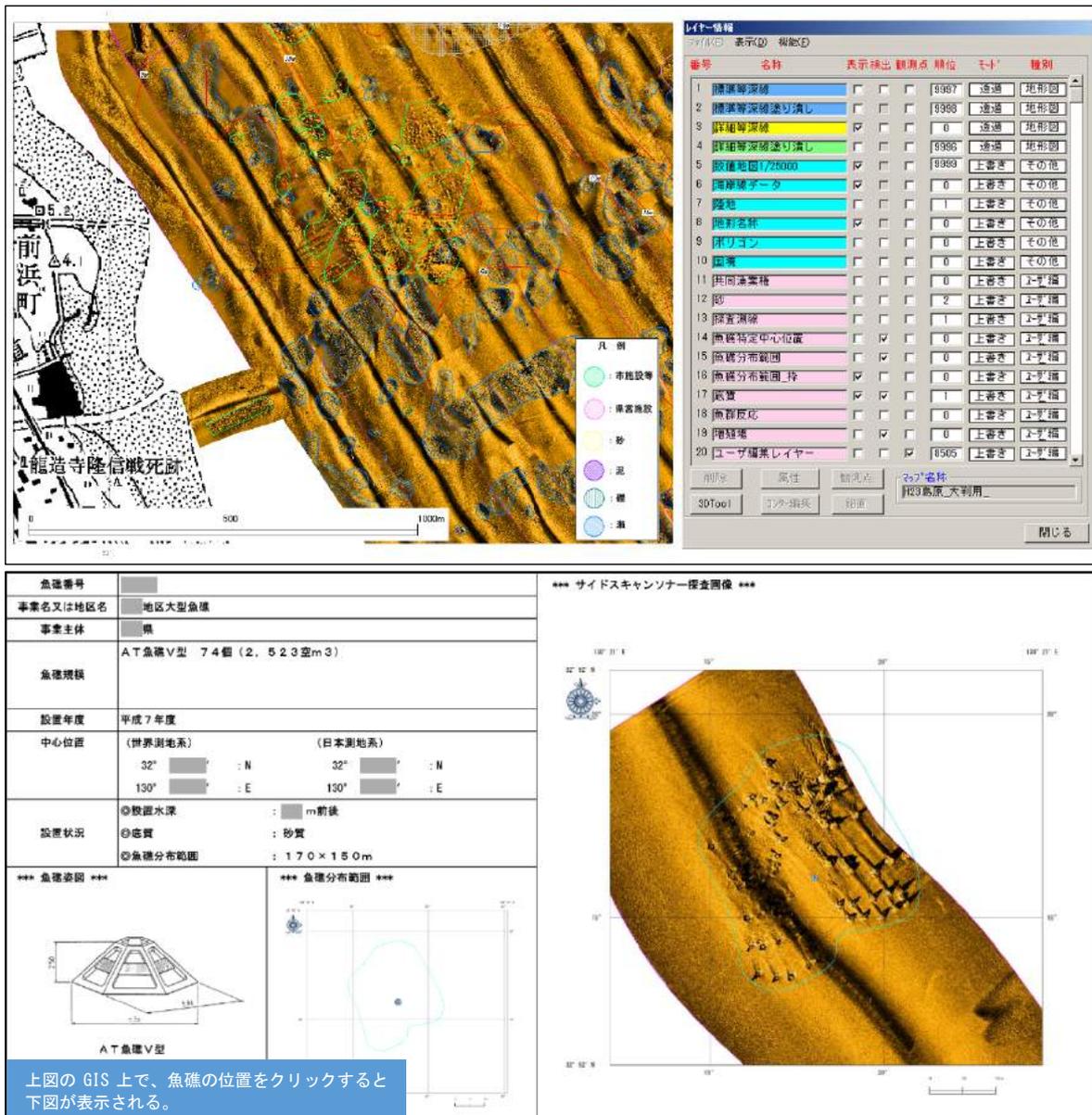


図5 GIS版魚礁台帳のイメージ

4. おわりに

当センターではこのようなサイドスキャンソナーを用いた探査業務を長崎県をはじめ、青森県、福井県、島根県、大分県などにおいて年間約 50 箇所程度、累計 500 箇所程度（平成 27 年度末時点）実施しているほか、GIS 版魚礁台帳作成業務におきましても長崎県、青森県、島根県、鹿児島県において実施し、事業計画策定などに活用されています。当センターでは経験豊富な専門家がおり、紹介した活用事例以外にも様々な要望等に十分対応できますので、何かお役に立てることがありましたら、お気軽にご相談頂ければ幸いです。