

## サイドスキャンソナーを用いた水中ガレキ や漁場状況の簡易な調査方法

### ねらい

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴って津波が発生し、三陸海岸から房総沿岸に至る広い範囲で、大きな被害が生じた。特に、三陸のリアス式海岸では、被害が著しく、漁場や漁港周辺には、家屋や車、養殖施設や漁船、漁網などが数多く沈んでいることが予想された。水産業の復旧や復興のためには、早急に、これら水中ガレキの全容を解明し、除去やその利用などの処理対策を進める必要がある。

海中や海底の状況を調査する測定機器として、①魚群探知機、②サイドスキャンソナー、③マルチビームソナーなどの音響機器がある。魚群探知機は、たいていの漁船に装備されているが、航行する船の直下しか測定できない。サイドスキャンソナー、マルチビームソナーは、航行する船の右舷、左舷の海中や海底の状況がある幅で（機器によるが、だいたい水深の4～5倍の幅で）調べることが可能であるが、いずれも、数千万円程度の高額な測器であった。最近、遊漁用（主にバス釣りなど）に開発されたサイドスキャンソナーは、低価格（40万円程度）を実現し、各地で利用されるようになってきた。上述したように、今回の震災による漁港や漁場の被災面積は広大である。このため、水中ガレキの把握やその後の対策などは、水中の状況を観察できる測器を用いて、多くの関係者が協力して進める必要があるため、専門家以外でも扱うことのできる安価で簡易な手法が求められている。

筆者らは、安価で使い勝手の良いサイドスキャンソナー（ロランス、ストラクチャースキャン、HDS-10）を用い、岩手県山田湾と宮城県鮫浦湾において、水中ガレキや漁場状況の調査を実施し、この装置の有効性及び適用範囲を確認した。そして、その得られた知見を、漁業者やその漁業者を支える公共団体の関係者にも利用できるように手引き書として取りまとめた。ここでは、その概要について紹介する。

なお、手引き書「簡単に行える音響測器を用いた漁場調査に関する手引き ver.01」は、下記の水産工学研究所ホームページアドレスからダウンロードできるようになっている。

[http://nrife.fra.affrc.go.jp/topics/onnyoukiki\\_tebiki/onnyou\\_tebiki.pdf](http://nrife.fra.affrc.go.jp/topics/onnyoukiki_tebiki/onnyou_tebiki.pdf)

### 各種装置の名称と接続方法

図1は、ローランス ストラクチャースキャンソナー HDS-10 (<http://www.jimq.us/>) について、作動に必要な

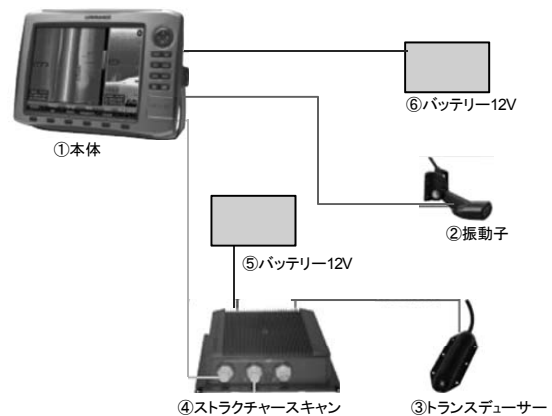


図1. 各種名称と接続方法

各種装置の名称とそれらの接続方法について示している。本測器は、①本体、②振動子、③トランスデューサー、④ストラクチャースキャンからなり、これらを動かすために、バッテリー12Vが2つ（⑤⑥）必要である。①本体は、ソフトウェアにより作動制御が行われる。また、GPSの受信機能があり自船位置を認識でき、各取得データをSDカードに保存することができる。②振動子は魚探画像データ、③トランスデューサーはサイドスキャンやダウンスキャンデータを取得するための装置である。トランスデューサーと振動子は、なるべく30cm以内に近接させ、船首船尾での気泡発生や船自身からの反射影響などを避けるため、船の中央付近に喫水より少し深めに設置する。船に直接、トランスデューサーと振動子を設置することができるが、水産工学研究所では、種々の船に取り付けて調査できるように、舷側に、これらを固定する装備（舷側装備）を製作し利用している。④ストラクチャースキャンは、トランスデューサーから得た情報を用いて、サイドスキャン、ダウンスキャン画像を作成する。⑤バッテリーはストラクチャースキャン、⑥バッテリーは本体を作動させるために必要である。

### サイドスキャン画像の見え方

図2は、サイドスキャン画像の見え方を説明している。調査船にトランスデューサーが取り付けられており、このトランスデューサーから左舷と右舷にビームが発射される。サイドスキャン画像は、このビームが海底面や物標（たとえば、ガレキ）に反射し、トランスデューサーを中心に円弧を描いて水面に到達し、この水面の情報を画像データにしたものと考えると理解しやすい。このため実際の海底画像とは異なり、たとえば、走査幅は、実際の長さよりも圧縮されて表現されることになる。

図3は、海底面に、何らかの物標があった場合の見え方を示している。海底面に物標がある場合、この物標に

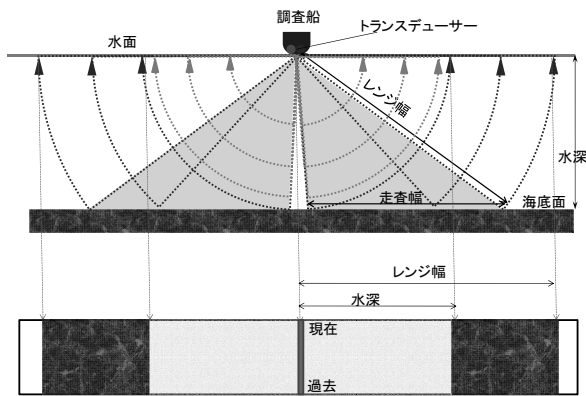


図 2. サイドスキャン画像の見え方

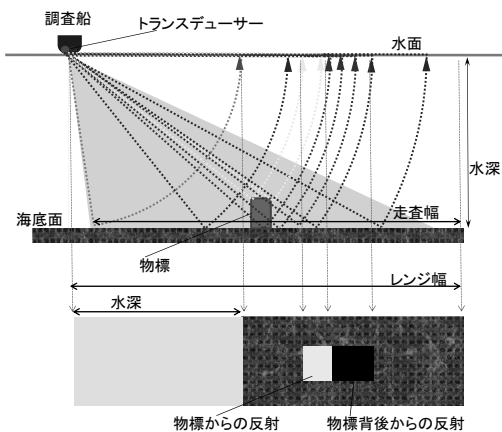


図 3. 海底面に物標がある場合の見え方

よりビームの反射が変化し、物標からの反射は強く、物標背後からの反射は遮蔽域になるため弱くなる。サイドスキャン画像は、この差が濃淡となって表現され物標が認識される。この画像からピタゴラスの定理を使い、影の長さから物標（ガレキ）の高さを計算することにより物標の大きさを知ることができる。

## 作業の流れ

### 1. 基本設定を行う

本体のソフトウェアを立ち上げて、サイドボタンやボトムボタンを用いて、画面上のメニューを選択することにより、測器の基本設定を行う。この際、①ストラクチャー、②舵、③ウェイポイント・ルート・航跡、④情報、⑤レーザー、⑥チャート、⑦ソナーの7つのページ画面が用意されており、それぞれを順に設定して行く。

### 2. 調査ルートの設定を行う

調査ルートの設定は、本測器の性能を踏まえて、調査可能な総延長距離、調査可能な水深、ルート間隔などを認識しておく必要がある。筆者らが実施した調査から、水中に立ち上がったロープなどを認識するためには、平均速度3ノット以下で航行する必要があることがわかった。このため、調査は、船速は3ノット以下で、なるべ

く速度を一定に保って航行する必要がある。1日当たり7時間の調査を計画するならば、調査ルートの総延長距離は約35kmとなる。本サイドスキャンソナーの周波数を455kHzに設定した場合、筆者らの現地調査によると、実用的な調査水深は3m（船が入れる水深）～35m程度までであることが明らかとなり、ルート間隔は100m程度（=50m（往路）+50m（復路））が妥当であると判断された。この約100mの間隔は、緯度や経度に直すと3秒程度となる。

以上のことから、ルート設定は、緯度経度の間隔が約3秒、調査水深が35m以下、総延長距離が35km以下を考慮して計画することになる。

### 3. 調査を行う

本測器を用いた水中ガレキや漁場状況調査は、船を操縦する船長、ウェイポイントを登録する調査員、野帳を記録する調査員、漂流物や浮遊物などの見張りを行う調査員の合計4名程度で実施することが望ましい。

野帳の記録を担当する調査員は、出港時刻、帰港時刻、各調査ラインの測定開始時刻と終了時刻、回頭（船の旋回）時刻、筏など係留構造物の横を通過した時刻、他船が本調査船周辺に接近（データに気泡の影響が出る）した時刻などを野帳に記録する。このような記録は、調査後、サイドスキャンソナー画像を解析する際に重要な情報となる。

調査中の本体スクリーン表示は、水中ガレキを認識しやすいように、サイドスキャン、ダウンスキャン、魚探の3画面を同時表示するようにし、物標が見つかったとカーソルをその場所に移動させてウェイポイントを登録する。このウェイポイントデータは、緯度・経度値を有しておりチャート上に反映することができる。

調査が終了し帰港すると、ウェイポイント、ルート、航跡のデータをSDカードに保存する。

### 4. 結果を出力する

本測器は、調査中に取得したデータ（SDカードに保存済み）からサイドスキャンの連続画像を本体スクリーンに再生することが可能で、物標の再確認やウェイポイントを登録することができる。また、スクリーンショット機能を用いて、スクリーンに表示されたサイドスキャン画像などをJPEGにして、SDカードに保存することも可能である。さらに、物標の位置をウェイポイントに登録後、チャートをスクリーン上に表示させて、調査域の水中ガレキマップを作成することができる。これもスクリーンショットを利用して、JPEGにして保存することが可能である。保存されたJPEG画像は、もちろんPCを用いてプリンター出力することができる。

この他に、本測器の添付されているフリーソフトのsonar viewerをPCにインストールして、サイドスキャン画像などを閲覧したり、プリント出力したりすることができる。

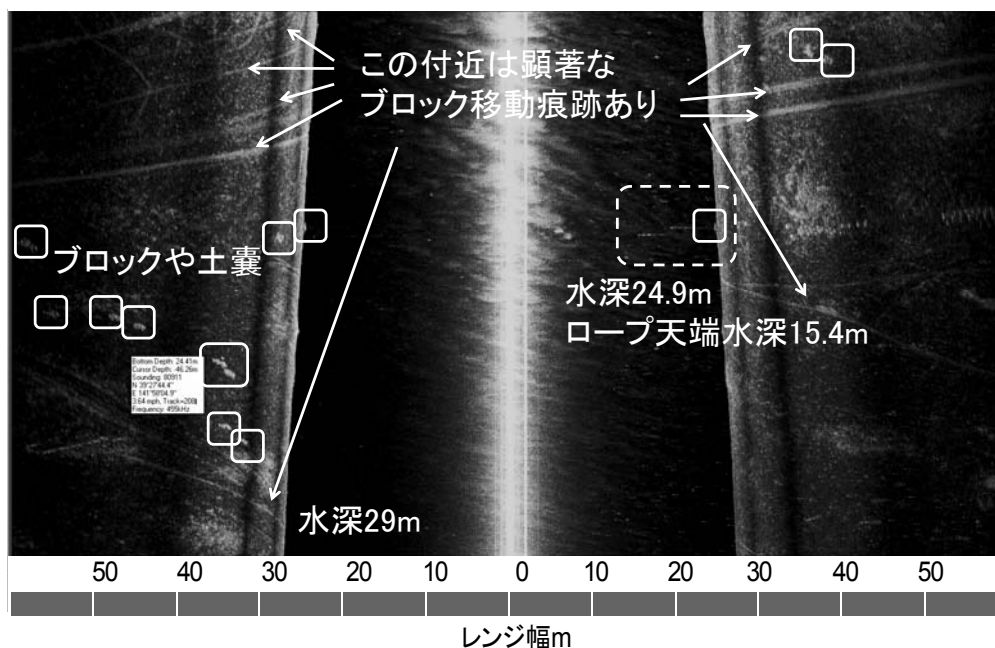


図4. サイドスキャン画像の例 (その1)

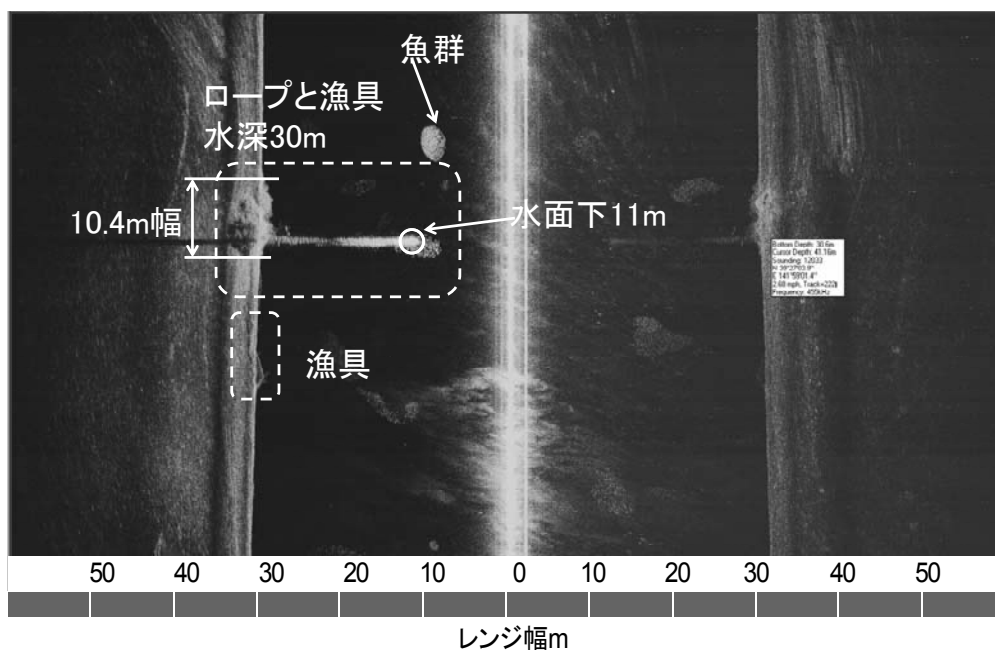


図5. サイドスキャン画像の例 (その2)

#### 記録画像の事例

図4および図5は、海中のガレキをとらえたサイドスキャン画像を示している。航跡は、画像の中央に示されており、航行した過去のデータから新しいデータが画像の下から上に向かって表示されている。画像の中央から右側は船の右舷側、左側は船の左舷側にある海水と海底面がそれぞれ表示されている。サイドスキャン画像の見方は、上述してあるので参照いただきたい。

図4は、養殖施設を固定するブロックや土嚢などの錘(おもり)が多数見られ、海底から立ち上がるロープも見られる。しかし、養殖施設の筏は見られず、津波によ

ってロープが破断し流されたと思われる。また、この場所には、ブロックや土嚢が引きずられた痕跡が、数多く見られ、津波によって大きく養殖施設が移動させられたことがわかる。

図5は、養殖施設の一部が海底(水深30m)から水深11mまで立ち上がっているようすがわかる。これから、養殖施設の浮子が残っており、この浮力により海中を直立していることがわかる。また、海底面付近に見られるモヤモヤした雲状のものは、落下した養殖網である。

#### 文 献

- 1) 桑原久実・澤田浩一・高尾 芳三・鉛 進 (2011) 岩手県山田湾における水中ガレキの実態と簡易な調査方法 (特集 東日本大震災). 漁港, **53**, 15-19.

(水産工学研究所 桑原久実)

連絡先

独立行政法人水産総合研究センター

水産工学研究所 水産土木工学部

〒 314-0408 茨城県神栖市波崎 7620-7

TEL: 0479-44-5929 (代), FAX: 0479-44-1875

<http://nrife.fra.affrc.go.jp>