

小型漁船におけるセンシングデータの共有と海底地形図の作成

和田雅昭[†] 畑中勝守[‡] 戸田真志[†]

[†]公立はこだて未来大学 [‡]東京農業大学

沿岸域において操業を行う小型漁船にとって海底地形は特に重要な操業支援情報である。現在、最も広く利用されている海底地形図として航海用電子参考図が挙げられる。しかしながら、航海用電子参考図は海上保安庁刊行の海の基本図を基にしたものであり、刊行から30年以上が経過している海域や海の基本図が整備されていない海域も少なくないことから、新しい海底地形図の刊行が望まれている。そこで、本報では小型漁船に搭載されているGPSと魚群探知機により操業時には簡易的な深浅測量が実施されている点に着目し、GPSの位置情報と魚群探知機の深度情報を蓄積することにより操業支援を目的とした海底地形図を作成したので報告する。

キーワード：海底地形図，魚群探知機，GPS，小型漁船，沿岸漁業

A Study of Making a Bathymetric Chart by Fish Finder for Fisheries

Masaaki WADA[†], Katsumori HATANAKA[‡] and Masashi TODA[†]

[†]FUTURE UNIVERSITY-HAKODATE, [‡]TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE

The topography of the seabed is especially important information for the fishing operation. In Japan, Electronic Reference Chart is widely spread as the bathymetric chart, however ERC doesn't accurately reflect the topography of the seabed because it had been made based on the data including thirty previous year or more. In this paper, we propose to make a private bathymetric chart by using the data of the fish finder under fishing operation. To collect the data of the fish finder, we developed the data logger, and set it up in eight fishing vessels. It was shown that the bathymetric chart made by using the data of two years had an enough quality to support the fishing operation.

Keywords: Bathymetric Chart, Fish Finder, GPS, Fishing Vessel, Coastal Fishing

1. はじめに

前報[1]では、マリンブロードバンドによる小型漁船を対象としたセンサネットワークシステムの実験について報告し、データベースに蓄積したGPSおよび魚群探知機のデータから海底地形図の作成が可能であることを示した。本報では、より詳細な海底地形図の作成を目的として構築した海底地形図作成システムについて報告する。

海底地形は特に沿岸域において操業を行う小型漁船にとって、とりわけ重要な操業支援情報である。国内では、財団法人日本水路協会[2]が発行する航海用電子参考図が広く利用されているものの、基となる海の基本図[3]が十分に整備されていない海域が少なくないことから、実際の海底の起伏を正確に反映していないことが、漁業者

の間では経験的に知られている。

近年の計測機器の高性能化、低価格化により、小型漁船においてもD-GPSが標準的に搭載されるなど、漁業用のGPSおよび魚群探知機は深浅測量用のGPSおよび音響測深機とほぼ同等の計測精度を有するようになった。そこで、GPSおよび魚群探知機の出力データを、データロガーを用いて蓄積することにより、詳細な海底地形図を作成し、操業支援情報として活用する。

2. 海底地形図作成システム

2.1 データロガー

データロガーのプロトタイプはマイクロキューブ[4]を用いて構築した。GPSおよび魚群探知機のNMEA出力をマイクロキューブのシリアル

ポートに接続し、コンパクトフラッシュメモリにデータを FAT 形式で蓄積する。データの蓄積は魚群探知機からの信号をトリガとしており、日付、時刻、緯度、経度、測位ステータス、深度、水温を1つのレコードとしている。また、1レコードは64バイトであることから512MBの容量を持つコンパクトフラッシュメモリを用いることで約800万レコードの登録が可能である。これは、レコードの登録間隔を1秒間とし、連続で動作を続けたと仮定すると約100日間に相当する。

図1に新たに開発を行ったデータロガーを示す。電源入力の範囲をDC12~24Vのワイド入力としており、小型漁船のバッテリーを直接接続することが可能である。また、表1に新型データロガーの仕様を示す。これまでに、留萌、歯舞などの8隻の小型漁船にデータロガーの設置を行った。



図1 新型データロガー

表1 新型データロガーの仕様

電源	DC12-24V
消費電流	20mA typical (DC12V)
外形寸法	120mm×110mm×30mm
重量	240g
入力ポート	20mA カレントループ×2ch

2.2 データベースサーバ

各小型漁船から回収したデータを管理するためデータベースサーバを構築した。OSにはVine Linuxを、データベースにはPostgreSQLを選定した。最初に、回収したデータのサムチェックを確認し、船名を付加してログテーブルに登録する。次に、新しく登録したレコードに対し、緯度、経度から平面直角座標系[5]の座標値と潮位推算を演算し、レコードを更新する。海底地形図を作成

する場合には、ログテーブルからselect文で海域や期間を絞り込んだレコードを抽出し、解析を行う。

3. 海底地形図の作成

3.1 ナマコ漁場の海底地形図

本報では、留萌沖のナマコ漁場の海底地形図を作成した。ナマコは八尺を用いた桁曳き網漁法により漁獲しており、海底地形は重要な操業支援情報である。海底地形図の作成はナマコ桁曳き網漁船第27徳漁丸および弘福丸(図2)のデータを用いて行った。表2にデータベースから抽出したレコードの概要を示す。



図2 第27徳漁丸(左)と弘福丸(右)

表2 解析に用いたレコードの概要

船名	第27徳漁丸	弘福丸
計測開始日	2004/06/22	2006/07/11
最終計測日	2006/11/21	2007/01/17
操業日数	468日	49日
レコード数	1,865,363	855,031
魚群探知機	FCV-262	CVS-118
GPS	GTD-111	GPS17-HVS

3.2 気泡反射と二重反射

魚群探知機から出力される測深データには多くのエラーデータが含まれており、その主な要因は気泡反射と二重反射である[6]。前者はアスターン(後進)時に気泡を船底に巻き込むことにより生じるエラーであり、ランダムエラーに分類される。一方、後者は魚群探知機の感度(送信出力)を高めた際に、二重反射を海底と誤認識することにより生じるエラーであり、ランダムエラーとバーストエラーの双方に分類される。図3は2005年7月7日における第27徳漁丸の測深データを時系列にプロットしたものであり、気泡反射および二重反射を確認することができる。

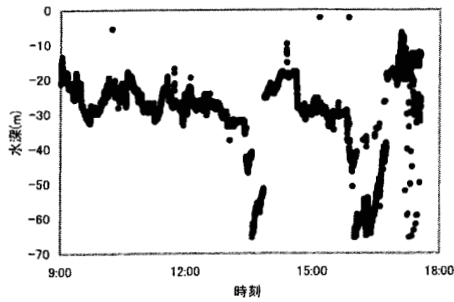


図3 魚群探知機による測深データ

3.3 グリッドデータとスプライン補間

現在、最も多く利用されている魚群探知機の振動子の周波数は 200kHz であり、半減半角は 6 度であることから、ビームの拡がりは水深に対して 0.21 倍となる。ナマコ漁場の水深は 20~50m であり、ビームの拡がりは 4.2~10.5m に相当する。また、GPS の測位精度は 1~3m 程度であることから、10m メッシュのグリッドデータの作成を行った。

グリッドデータ作成のアルゴリズムは、グリッド対角の半分に相当する半径 7.1m の範囲をサーチ範囲とし、サーチ範囲内に含まれる全データの中から、中央値でグリッドを代表した。中央値を用いることにより、ランダムエラーが海底地形図に与える影響を低減することが可能になると考えられる。

次に、値の存在しないグリッドのデータを補間により求めた。補間のアルゴリズムには Radial Basis Function を用いた。サーチ範囲を半径 100m とし、距離による重み付けをしたスプライン補間を行っている。

3.4 海底地形図の作成

図 4(a)は第 27 徳漁丸の記録のみを用いて作成した海底地形図である。同様に、図 4(b)は弘福丸の記録のみを用いて作成した海底地形図である。なお、座標は平面直角座標系における 12 系を用いており、魚群探知機の深度は海上保安庁の潮位推算[7]により補正している。

第 27 徳漁丸は操業範囲が広く、エラーデータを多く検出していることがわかる。一方、弘福丸は操業範囲が狭いものの、エラーデータは殆ど検出されていない。いずれの小型漁船も同じ漁法に

より操業を行っていることから、エラーデータの有無は魚群探知機の性能によるものと考えられる。これは、第 27 徳漁丸の魚群探知機が、型式の異なる魚群探知機の振動子との組み合わせにより利用されていることから裏付けられる。

図 4(c)は第 27 徳漁丸および弘福丸のデータを用いて作成した海底地形図である。第 27 徳漁丸のエラーデータの影響が強く残っている。

3.5 日別船別グリッドデータの作成

海底地形図に表現されるエラーデータの主成分はバーストエラーに分類される二重反射であると考えられる。図 5 は 2005 年 6 月 16 日における第 27 徳漁丸の測深データである。この図から、15 時から 1 時間以上に渡り二重反射を海底と誤認識していることがわかる。また、この時間には八尺を曳航していることから船速は 1m/sec 程度と遅く、グリッドデータを作成する際のサーチ範囲内に多くのエラーデータを記録することになる。このように、低速時における連続的な二重反射が海底地形図にエラーデータとして表現される。

そこで、抽出した全ての記録からグリッドデータを作成するのではなく、一次処理として日別船別のグリッドデータを作成し、日別船別のグリッドデータを重ねることで同一グリッド上に複数のデータが存在する場合には、さらにその中から中央値でグリッドを代表した。これにより、特定の日付または小型漁船のエラーデータが海底地形図に及ぼす影響を低減することが可能になると考えられる。図 4(d)は日別船別グリッドデータを用いて作成した海底地形図である。図 4(c)と比較することにより、エラーデータが低減していることがわかる。

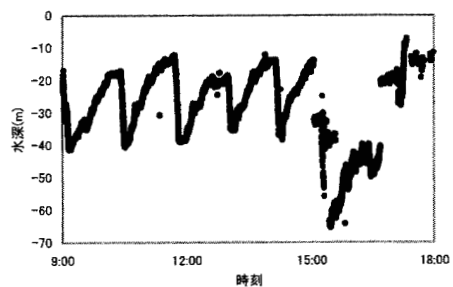


図5 バーストエラーに分類される二重反射

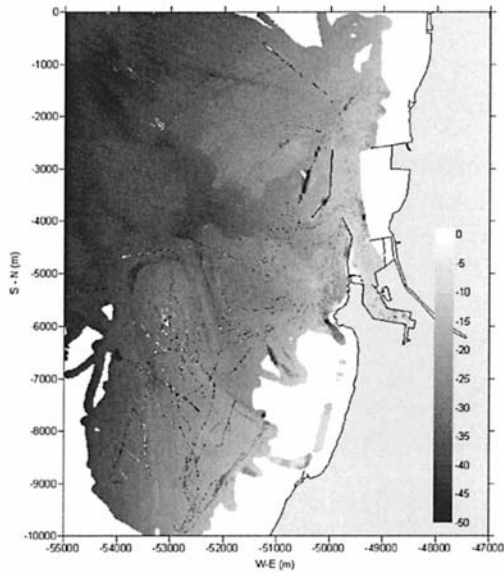


図 4(a) 第 27 徳漁丸の記録により作成した海底地形図

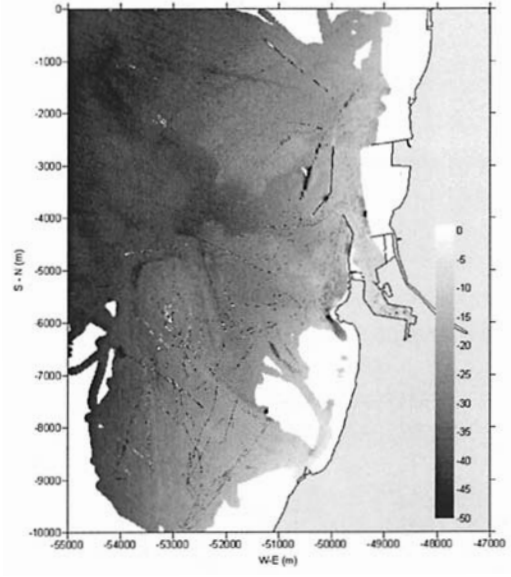


図 4(c) 第 27 徳漁丸および弘福丸の記録により作成した海底地形図

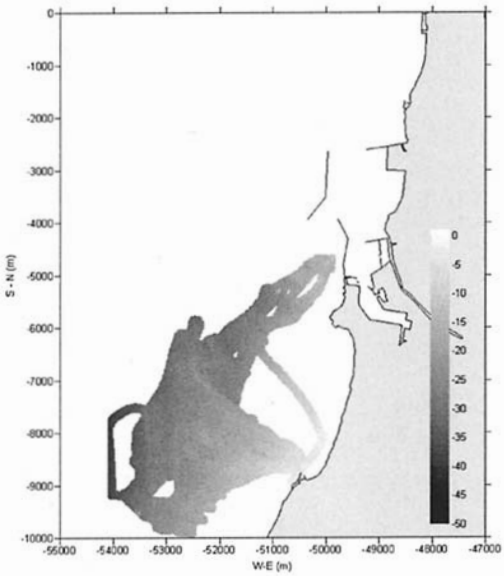


図 4(b) 弘福丸の記録により作成した海底地形図

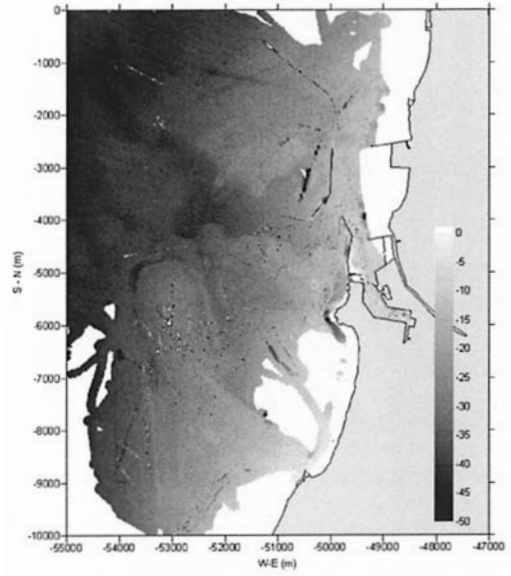


図 4(d) 日別船別グリッドデータにより作成した海底地形図

4. おわりに

本報では、小型漁船に搭載されている GPS および魚群探知機の出力データをデータロガーに蓄積し、蓄積したデータを共有するデータベースを構築することによって、操業支援のための海底地形図の作成が可能となることを示した。これまでに、魚群探知機を活用した海底地形の計測に関しては、実験的な取り組みの事例[8]が報告されているが、継続的な取り組みの事例は報告されていない。本報では、複数の小型漁船による継続的なデータの蓄積と詳細な海底地形図の作成について報告した。

GPS および魚群探知機の出力データは将来的にはマリンブロードバンドによりリアルタイムで収集することを想定している。しかしながら、海底地形のように時間変化の少ない情報をセンシングの対象とする場合には、データロガーは極めて有効なデータ収集手段となる。また、小型漁船は移動体であることから、平面的な広がりを持ったセンシングが可能であり、海底地形だけではなく、海底地質や表面水温などをマップ化することも可能である。

今後の課題としては、エラーデータの除去と海底地形図の自動作成システムの構築が挙げられる。前者に関しては、測深データを時系列に評価することによりグリッドデータを作成する前段階でエラーデータを除去する必要があると考えている。

平成 19 年度は、第 27 徳漁丸に三次元パノラマプロッタを搭載し、作成した海底地形図を三次元パノラマプロッタに表示することで、操業時における実用性を評価する計画である。

謝辞

実験にご協力をいただきました第 27 徳漁丸船長、弘福丸船長ならびに留萌市役所、新星マリン漁業協同組合の皆様へ厚く御礼申し上げます。

本研究の一部は、平成 18 年度戦略的情報通信研究開発推進制度地域情報通信技術振興型研究開発（総務省）に採択された研究課題“持続可能な沿岸漁業のためのブロードバンド型漁業情報統合システムの構築”のサブテーマとして実施しています。

参考文献

- [1] 和田雅昭・畑中勝守・戸田真志, 海洋ユビキタスセンシングのためのマリンブロードバンドの構築, 情報処理学会研究報告, 2007-UBI-13, pp.23-27, 2007
- [2] 財団法人日本水路協会 HP
<http://www.jha.or.jp/>
- [3] 海上保安庁, 海の基本図
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAIYO/kihonzu/about_kihonzu.htm
- [4] マイクロキューブ HP
<http://www.fun.ac.jp/~wada/microcube/>
- [5] 国土地理院, 平面直角座標系
<http://www.gsi.go.jp/LAW/heimencho.html>
- [6] 和田雅昭・畑中勝守・零石雅美, 水産業における情報技術の活用について-II.~測深データの解析と海底地形図の作成~, 日本航海学会論文集, 113, pp.83-89, 2006
- [7] 海上保安庁, 潮位推算
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TIDE/tide_pred/index.htm
- [8] 宮本佳則・内田圭一・武田誠一・東海正・柿原利治・塩出大輔・吉田空久, GPS と魚群探知機を用いた沿岸域詳細海底地形計測に関する研究, 平成 18 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp.269-270, 2006