

# 大量の水深データから水深原稿図を作製するための データを整備するための手法<sup>†</sup>

熊川浩一<sup>\*1</sup>, 及川光弘<sup>\*1</sup>, 浦嶋元志<sup>\*1</sup>, 大泊理八<sup>\*1</sup>, 藤岡ゆかり<sup>\*1</sup>, 堀内大嗣<sup>\*2</sup>

A method of making a dataset for a sounding map from mass sounding data<sup>†</sup>

Koichi KUMAGAWA<sup>\*1</sup>, Mitsuhiro OIKAWA<sup>\*1</sup>, Motoshi URASHIMA<sup>\*1</sup>,  
Rihachi ODOMARI<sup>\*1</sup>, Yukari FUJIOKA<sup>\*1</sup>, and Daishi HORIUCHI<sup>\*2</sup>

## Abstract

Continental Shelf Surveys Office has been conducting hydrographic surveys in the sea area around Japan and collecting enormous depth data. Because of the large data volume, in case of exceeding computer's memory capacity, we have to go round to deal with the dataset, e.g. : dividing a large dataset into several sub-datasets or dividing a broad focusing area into sub-areas. In order to tackle the problem, we have developed a new program which enables us to deal with a large volume dataset. In this report, we briefly introduce the new program and show a preliminary procedure of making a sounding map by using the program.

## 1 はじめに

海上保安庁は、海洋権益の保全や船舶の航行安全等のためにマルチビーム音響測深機を用いた海底地形調査を実施し、これまで多くの海底地形を明らかにしてきた。得られた海底地形データを海図等に反映させるためには、水深原稿図の作製が必要となる。しかし、近年取り扱うデータのデータ量が膨大となり、既存のソフトウェアによる方法では、大量の水深データを一度に読み込むことができず、データ処理において非常に不都合を生じていた。また、海上保安庁では、海上保安庁が指定した属性を付記した水深データを扱うことがあり、これについては既存のソフトウェアでは、水深値の選択はできても、その水深値に付随する

属性データまでは保存できなかった。そこで今回、大量の水深データから、属性情報を保持したまま水深原稿図作製に必要な水深データを抽出するプログラムを作成した。本項では、「2 水深選択の方法」でプログラムの内容について説明するとともに、「3 水深原稿図作製のデータセットの作成」「4 ArcGISを用いて水深原稿図の作製」において、プログラムを用いて作成したデータを用いて ArcGIS で等深線等を表示する方法について紹介する。

## 2 水深選択の方法

水深原稿図に用いる水深は、メッシュ化したエリアの中で最も浅い水深であるとともに、水深の

<sup>†</sup> Received October 16, 2013 ; Accepted December 25, 2013

\*1 海洋調査課大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office, Hydrographic Surveys Division

\*2 海洋調査課海洋防災調査室 Geodesy and Geophysics Office, Hydrographic Surveys Division

座標はメッシュの中央ではなく、水深が得られた地点における座標を保持していなければならない。海上保安庁は、多くの水深データの中から、水深原稿図に採用するための水深を抽出する作業を「水深選択」と呼んでいる。最も単純な水深選択方法としては、予め計算範囲の2次元配列を用意しておき、水深を読み込むたびに該当するメッシュの水深値と比較し、読み込んだ水深が浅い場合には、その水深と座標を保存すればよい。今回作成したプログラム (Fig.1) においても、基本的な水深選択の方法としては同じであるが、次に挙げるような機能を備えている。

今回のプログラムにおける主な機能を以下に記す。

- ・ Windows OS 上で GUI による操作が可能
- ・ 範囲の入力方法として、「度」「度分」「度分秒」のいずれにも対応
- ・ 範囲を手入力せずとも大まかな範囲の自動で設

定可能

- ・ 任意のメッシュサイズの指定
- ・ 水深選択でデータ密度が疎なエリアにおけるデータの復活
- ・ 水深選択でデータが集中するエリアにおける水深の再選択
- ・ 入力データフォーマットはカンマ区切り (csv 形式) 及びスペース区切りに対応
- ・ 入力データの水深値の正負の逆転が可能
- ・ 入力データのヘッダー行の有無に対応
- ・ データ出力時に、TM 図法に投影した座標の計算を実施
- ・ データ出力時に、メッシュ中の最浅値だけでなく、平均値、メッシュ内のデータ数も出力
- ・ 緯度、経度、水深に属性を付したデータ (以後、「属性付 LMD」と呼ぶ) の場合、読み込んだ水深データの区分 (通常データ、異物、ノイズ) のフラグの読み込み

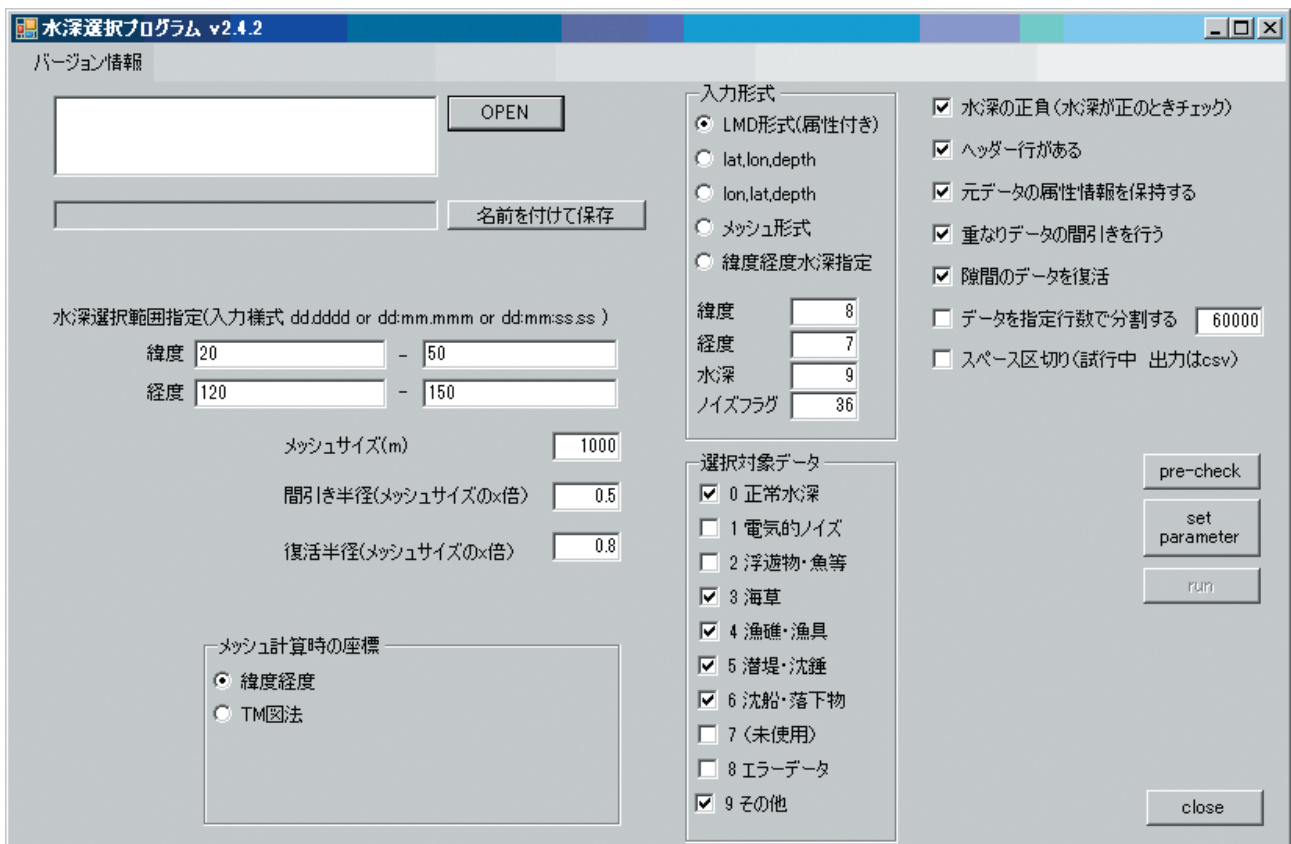


Fig. 1. Screen display of the new program.

図 1. 水深選択プログラム画面。

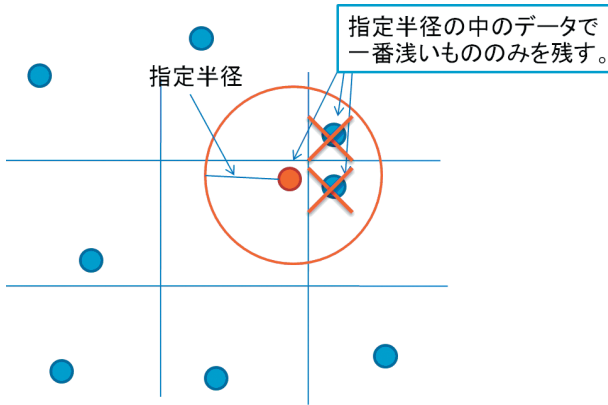


Fig. 2. Method of extracting the shallowest point.  
図 2. データの間引きの方法.

## 2.1 データの間引きの方法

水深データの位置をメッシュの中央ではなく、実際的水深の座標とすることから、メッシュ境界域に浅所がある場合、選択される水深に粗密が生じ、後に水深原稿図を作製する際に、文字が重なるなどの不具合を生じるおそれがある。そこで、選択された水深値のうち、指定した半径内のデータで水深の比較を行い、最も浅い水深値のみを残すこととした (Fig. 2)。指定する半径としてメッシュサイズの 0~1 倍までが指定可能であるが、あまり大きくすると必要なデータまでも削除するおそれがあるため、メッシュサイズの 0.5 倍程度が適当と思われる。

## 2.2 データ密度が疎なエリアのデータ復活の方法

水深データの位置を実際的水深の座標とすることから、水深の値が逆に疎になる場合も想定される。そこで淵田 (1995) の方法を参考に、メッシュサイズの半分だけ位置をずらしたメッシュを作成し、指定した半径以内に他のデータが存在しない場合に、データを復活させられるようにした (Fig. 3)。ここで指定する半径は、指定した半径が小さすぎるとデータを復活しすぎてしまう。特に、緩やかに傾斜するような地形の場合、元のメッシュ及びメッシュサイズの半分だけずらした復活用メッシュ共に、メッシュの角にデータが整列する場合がある。その様な場合にデータを復活

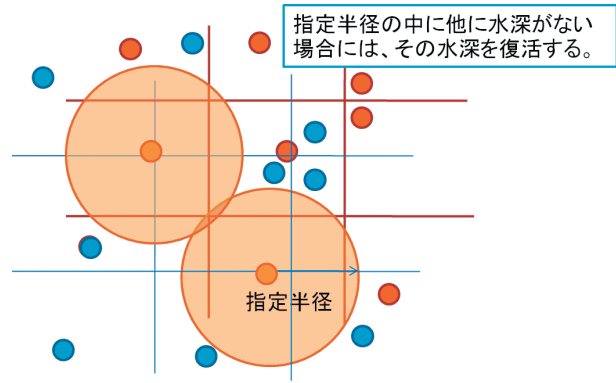


Fig. 3. Method of restoring soundings in a low data-density area.  
図 3. データが密度が疎なエリアのデータ復活の方法.

させるのは不適切であるので、メッシュの角に整列した場合の距離 (メッシュサイズの半分の平方根) よりも大きく設定するべきであり、入力する値としてはメッシュサイズの 0.8-1.0 倍が適当と思われる。

## 2.3 入出力データの形式について

入力データについては、緯度・経度・水深だけでなく、属性付 LMD の読み込みにも対応する必要があることから、入力行全体及びファイル名を保持情報とするようにした。

出力フォーマットの csv 形式は、その後の処理で ArcGIS を用いることを想定しているため、ヘッダー情報付の csv 形式とした。その際、ArcGIS における使用禁止文字 (例えば、ハイフン、空白スペース等) を含まないようにした。

### ・フォーマット例

経度, 緯度, Y座標 (TM座標東方向), X座標 (TM座標北方向), 水深, メッシュ内データ数, メッシュ内データの平均値, メッシュ内データの標準偏差, 水深フラグ, 水深データのファイル名

lon, lat, y\_E, x\_N, depth, num, ave, std, flag, filename

なお、属性つき LMD 形式の場合には、上のフォーマットの末尾以降に、その他の属性が付記される形となる。

## 2.4 その他の機能の補足

プログラムではTM図法に投影した場合の座標も出力する設定とした。TM図法に投影した座標を得ることにより、既存のデータセットがTM図法上のデータであった場合に比較が容易になるというメリットがある。

## 3 水深原稿図作製のデータセットの作成

前述の水深選択プログラムを用いて、ArcGISで水深原稿図用データセットを作成する方法について事例を紹介する。

### (1) 基本メッシュデータの作成

ある範囲の水深原稿図を作製しようとする際に、対象範囲内に非常に多くのデータが存在する場合は、全てのデータを毎回読み込んでいては非常に時間の無駄となる。このような時には、対象範囲全体を含む形で、必要とされるメッシュサイズよりも一回り細かいメッシュサイズで水深選択を行い、基本メッシュデータを作成する。ここで作成した基本メッシュデータが以後の作業の大元になるデータセットとなる。

### (2) 等深線描画用メッシュデータの作成

水深原稿図の縮尺によって、等深線を描画する際に必要となる水深データのメッシュサイズが変化する。メッシュを大きくしすぎると、等深線を描画するには荒すぎるため、縮尺と等深線の滑らかさを確認し、適当なメッシュの細かさを確認する。経験上、図上約5mm程度のメッシュデータから等深線を描画すれば、比較的妥当な線が描けるようである。例えば1/5万の図であれば等深線描画用は100mメッシュを、1/20万では縮尺に比例し、等深線描画用は400mとすることが好ましいようである。適当な縮尺を確認の上、水深選択プログラムを用いて、基本メッシュデータから等深線描画用メッシュデータを作成する。

### (3) 水深描画用メッシュデータの作成

水深原稿図上に水深データを表示する必要があるが、等深線描画用メッシュデータの全ての水深データを表示すると、水深が重なりすぎるため、より重要な水深データのみを抽出して表示する必

要がある。そこで、水深描画用メッシュデータとして、等深線描画用メッシュデータを、約5倍のメッシュサイズに再度メッシュ化して作成する。

### (4) 凹地の水深描画用メッシュデータの作成

等深線描画用のメッシュデータよりも水深描画用のメッシュデータのメッシュサイズが大きいため、等深線で示された凹地の中に水深値が表示されない場合が生じる。そのままではその等深線が浅いのか深いのかを判別する際に不都合があるため、凹地については、可能な限り水深を記載する必要がある。そこで、等深線描画用のメッシュデータから、正負逆転させて水深データの抽出を行うことにより、約5倍の大きさにメッシュ化して最深値を抽出する。最深値データは、描画の際に、凹地部分のみを残してクリップすることにより、凹地内の水深を表示する。

## 4 ArcGISを用いて水深原稿図の作製

3で作成したデータセットを用いて、ArcGISを用いて水深原稿図の作製する。沖合域の海底地形調査においては、水深原稿図を作製する上で特に重要な要素となるのは等深線と水深値である。そこで本稿では、等深線の描画と水深値の表示の手順についてのみを記す。尚、本手順においては、ArcGISの「3D analyst」のエクステンションが必要となる。

### (1) 等深線データの作成

以下の手順により、等深線を描画する。下の手順の作成のため、ESRIのArcGISのヘルプページを参考にしている。

#### ①メッシュデータのシェープファイル化

水深選択プログラムを用いて作成されたメッシュデータはcsv形式のデータであり、ArcGISで利用する際にはcsv形式では動作しない場合があるため、初めにArcCatalogから「データのエクスポート」の機能を用いて、シェープファイルに変換する。

#### ②3Dフィーチャに変換

3D analyst ツールから、「属性でフィーチャを3Dに変換」ツールを用いて、3Dフィー

チャに変換する。その際、高さフィールドとして depth を選択する。

③ TIN モデルの作成

3D analyst ツールから、「TIN の作成」ツールを用いて、TIN モデルを作成する。

④ データエリアの再定義

3D analyst ツールから、「TIN データエリアの定義」ツールを用いて、一定の線の長さ以上の TIN については描画しない設定とする。その際、入力項目としての「最大エッジの長さ」はコンター用水深メッシュのメッシュサイズの 2 倍が目安となる。入力の単位は、度 (約 110 km) 単位なので注意する。

⑤ 等深線の作成

3D analyst ツールから、「サーフェスコンター」ツールを用いて、コンターを作成する。コンターの間隔は 1 m, コンターフィールドには S-57 対応表に従い「VALDCO」を入力する。

(2) 水深値の描画と凹地の確認

① 水深値の描画

メッシュデータは csv 形式のデータであるため、「データのエクスポート」からシェープファイルを作成し、ラベルとして値を表示する。

② 凹地の確認

コンターで囲まれた領域で水深が記入されていない場所は、周囲よりも水深が深い凹地に該当する。そこで、凹地の水深描画用メッシュデータを用いて、凹地内の水深の値が表示されるかを確認する。凹地の水深値として図に残す必要がある部分の選択を目視で行う。

③ クリップ用マスクシェープの作成

arcCATALOG から、新規のシェープファイルとして、マルチポリゴンのシェープファイルを作成する。作成したシェープファイルを、エディタを用いて、残したい領域のみを選択する。

④ 凹地の水深描画用水深シェープの作成

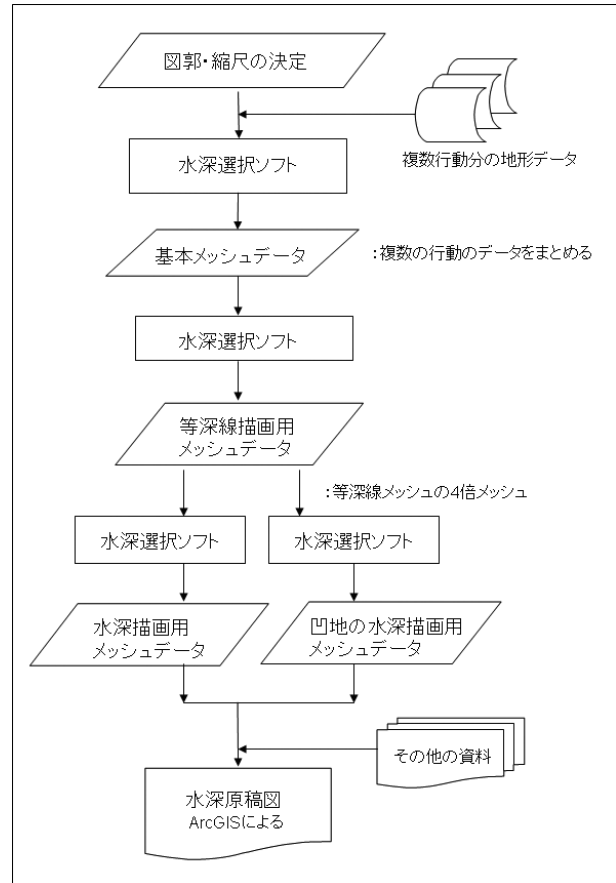


Fig. 4. Flowchart of making a depth dataset and contour lines for a soundings map.

図 4. 水深原稿図作成のための等深線・水深データ作成フローチャート。

「ジオプロセッシング」の「クリップ」で、凹地の水深描画用メッシュデータをマスクシェープでクリップし、シェープファイルを新たに作成する。

以上の手順をフローチャートとしてまとめると Fig.4 のようになる。今回まとめた手順により、ArcGIS 上に等深線及び水深値を表示したものが Fig.5 である。黒字は最浅水深、青字は凹地の水深、黒線は等深線、グレーの点は等深線の描画に用いた水深点を示している。上の手順によって、水深原稿図を作製するための基本的な情報について描画することができた。

5 まとめ

本稿では、大量の水深データから、属性情報を

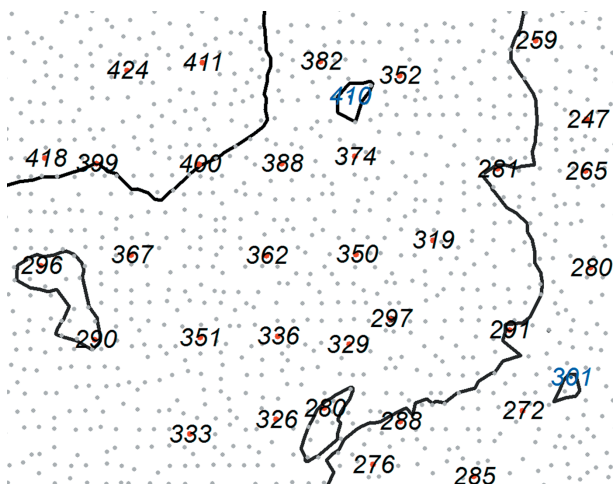


Fig. 5. Samples of depth/contour line maps. Black numbers: depth soundings, blue numbers: depth soundings of depressions, black lines: contour line, red points: soundings of black numbers, blue points: soundings of blue numbers, black, blue, and gray points are soundings for drawing contour lines.

図5. 水深・等深線図の作成例。黒字は最浅水深，青字は凹地の水深，黒線は等深線，赤色の点は最浅水深に対応する水深点，青色の点は凹地の水深に対応する水深点，灰色の点並びに赤色及び青色の点は全て等深線の描画に用いた水深点。

保持したまま水深原稿図作製に必要な水深データを抽出するプログラムについて説明するとともに、プログラムを用いて作成したデータを用いて ArcGIS で表示する方法について紹介した。本報告で用いているプログラムおよび本報告で取りまとめた図化手順により、大陸棚調査室における資料整理の効率化がなされている。本プログラムは、現時点では主に大陸棚調査室で用いられているものであるが、本プログラムはデータサイズやファイル数などの制限がなく、広く利用可能であると考えられるため、海洋情報部全体における業務においても活用されることがあれば幸いである。

## 文 献

淵田晃一 (1995) 測深データの収録と処理技術の開発，水路部技報，13，98-105.

ESRI: ArcGIS ヘルプ 10.1 (2013/10/10 現在)

<http://resources.arcgis.com/ja/help/main/10.1/index.html>.

## 要 旨

海上保安庁はこれまでに日本周辺の広大な海域の海底地形調査を実施し、精密な水深データを取得してきた。これまでに取得された水深データは非常に膨大であり、この水深データを使用して水深原稿図を作製する際のデータ操作に、データセットを複数のサブデータセットに分割する、又は描画領域を複数の少領域に分割して作業を行うなどの困難を生じていた。そこで今回、この問題を解決するために、容易に水深選択を行うプログラムを作成した。本稿では、作成したプログラムについて説明するとともに、プログラムを用いて作成したデータを用いて ArcGIS で等深線等を表示する方法について紹介する。