

# 浅海用マルチビーム測深データのバイアス補正の検証と精度評価の一手法

森 弘和：第一管区海上保安本部水路部

## A Method of Verification and Accuracy Evaluation for Bias Compensation of Sounding Data with Multibeam Echosounding for Shallow Water

Hirokazu MORI : Hydro. Dept., 1st R. C. G. Hqs

### 1 はじめに

浅海用マルチビーム測深機を使用した面的な水路測量は、詳細な海底状況の把握等で主流となりつつあるが、データ量が多く精度確認等は複雑で事後処理となることが多い。

作業現場では、ソナーヘッド、動揺センサー（ヒープ・ロール・ピッチセンサー）、方位センサー（ジャイロコンパス）及びGPS等の取付後、作動状態の確認をするとともに、ロール、ピッチ、及びヨー等の各バイアス値の測定が必要である。

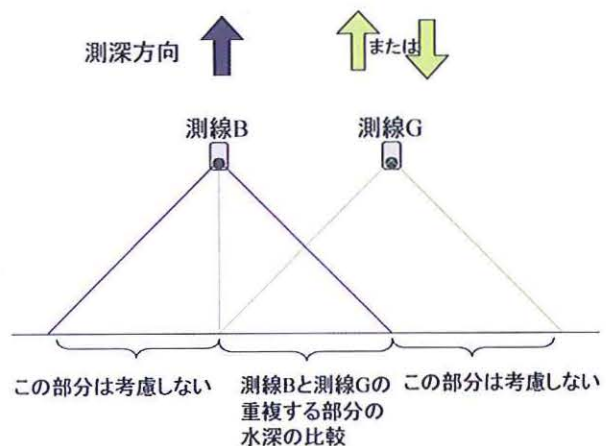
これらのバイアス値は、データに大きな影響を及ぼすことから、その数値が適正かどうか何らかの方法により確認を行う必要がある。取得されるデータに異常があれば再測等の処置を行わなくてはならない。

現在、バイアス値はHYPACKのPatchTestプログラムを使用して算出しているが、バイアス値を検証し精度を評価することによって、測深全体の精度についても向上させることができると考えられる。

本稿では、これまで行ってきた処理の反省点をふまえてバイアス値の検証と精度評価の一手法について紹介する。

### 2 測得水深の検証法

直下付近の水深値は、音響測深機（千本電気PDR601型等）との比較で検証し、斜め測深から得られる水深値は、スワスの重複する各ビームから得られるそれぞれの水深の比較が精度確認の対象と



第1図 2測深線による検証

Fig. 1 Two-sounding-lines verification method.

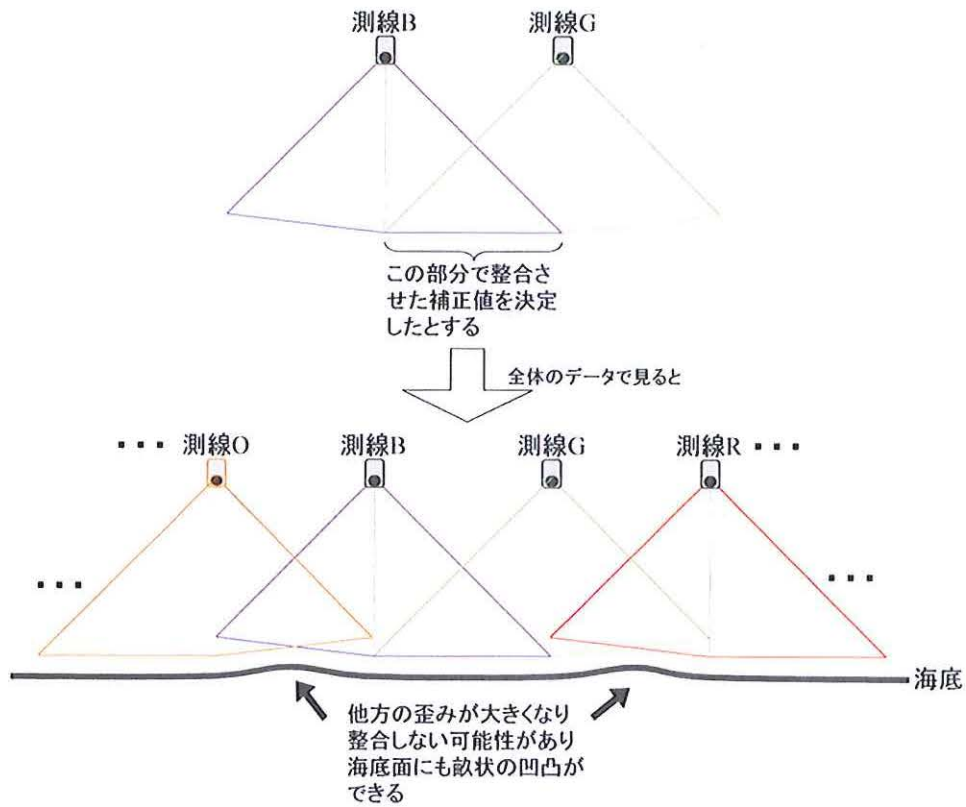
なっている。

#### 2.1 2測線による検証

第1図のように2測線のスワスの重複する各ビームで検証する片舷法は、スワス全体について検証していないこと、またバイアス値についても1要素2測線で算出しており、音速度等の影響でスワスが湾曲していた場合や僅かな地形変化があった場合、必要以上に大きなバイアス値を算出し補正することとなるので第2図のように他方の端が不整合となり海底面に畝状の凹凸ができる可能性がある。スワスの中で水深採用する範囲を狭め畝状の凹凸が誤差の範囲に入ったとしても、面的なデータを得るためには不完全である。

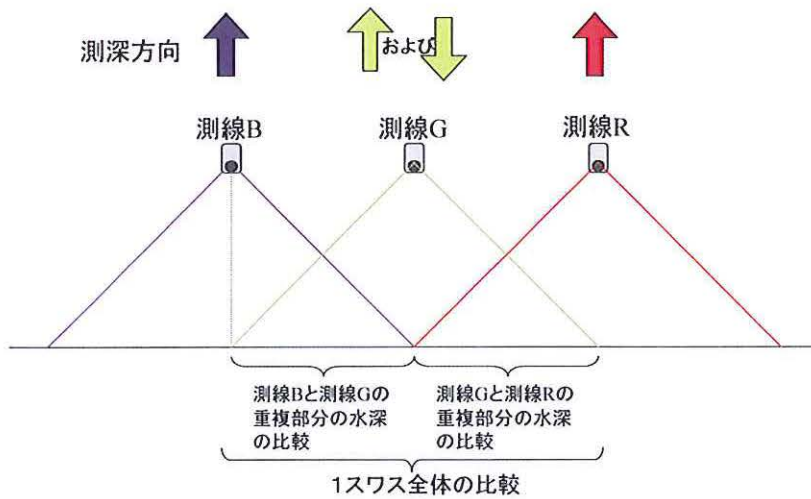
#### 2.2 3測線による検証

第3図のように3測線のスワスを利用し、中央のスワス全てを重複する各ビームで比較する両舷法は、中央の測線は、スワスの両端を固定した形とな



第2図 2測深線による検証の問題点

Fig. 2 Errors caused by two-sounding-lines verification method.



第3図 3測深線による検証

Fig. 3 Three-sounding-lines verification method.

るので、どちらかに偏った補正が行われていれば一目瞭然であり、重複部分の水深差の度数分布からバイアス値が適正か判断する。重なり具合を見るには、すべて同一方向へ測深したデータでは Latency 等による影響が相殺されるため、これを明確にするために3測線のうち中央の測線を往復させる。

バイアス値を求めるために行った測深と同条件で行った測深についても水深差の度数分布は同様の結果を示すと類推できる。

### 3 測深データによる検証

前述の3測線による測得水深の検証手法を、平成13年5月に実施した室蘭港付近沿岸測量で得られたデータを使用して検証した。

データの収録、処理は、HYPACK-MAX を使用し、PatchTest プログラムによりバイアス値を算出し、補正前後の状態を測深データの差の色分けや断面表示で示す。

また、補正後の水深差の色分布（色毎のドット数）から、データの重複部分について水深差の度数分布を作成し、水深差が0.20mになるデータ（面積）が全体の何%を占めるか求めた。

#### 3.1 3測線を同一方向に測深した記録

バイアス補正前、隣接する測線 B と測線 G および測線 G と測線 R の重複部分の水深差は0.3mから0.4mあり、起伏のある部分は一致していない。測線 B と測線 R のスワス端同士の差は0.6mから0.7mとなっている。

断面を見るとスワスが不連続であることが判る（第4図(a)）。

バイアス補正後、重複部分の差は0.2m以下となり、起伏のある箇所はほぼ一致した。断面をみても、スワスは違和感なく接続している（第4図(b)）。

このときの水深差の度数分布は、第4図(c)のとおりである。

#### 3.2 3測線のうち中央の測線を反対方向に測深した記録

バイアス補正前、海底の傾斜等により測線 G と測線 B は一見合致しているように見えるが、測線

G と測線 R は、大きく食い違っているのが判る。もし、測線 G と測線 B のデータでバイアス値を求め処理すると測線に平行に畝状の凸凹ができることとなる（第5図(a)）。

バイアス補正後、第4図(b)と同様、隣接する測線 B と測線 G、測線 G と測線 R の重複部分の差は0.2m以下となり、断面をみてもスワスは違和感なく接続している（第5図(b)）。

このときの水深差の度数分布は、第5図(c)のとおりであり、第4図(c)とほぼ同様の結果が得られた。

#### 3.3 水深採用するスワスの幅を絞った時の記録

スワスの外側のデータは、音速度や動揺センサーの精度の影響が直下に比べ大きくなるので、水深採用するスワスの幅を120度から100度に絞ると、水深記録等は第6図(a)のようになり、スワスの接続部分の水深差の度数分布は、第6図(b)のとおりであり、第4図(c)、第5図(c)に比べ精度が向上した。

このように度数分布を参考に水深採用するスワスの幅を決定する。

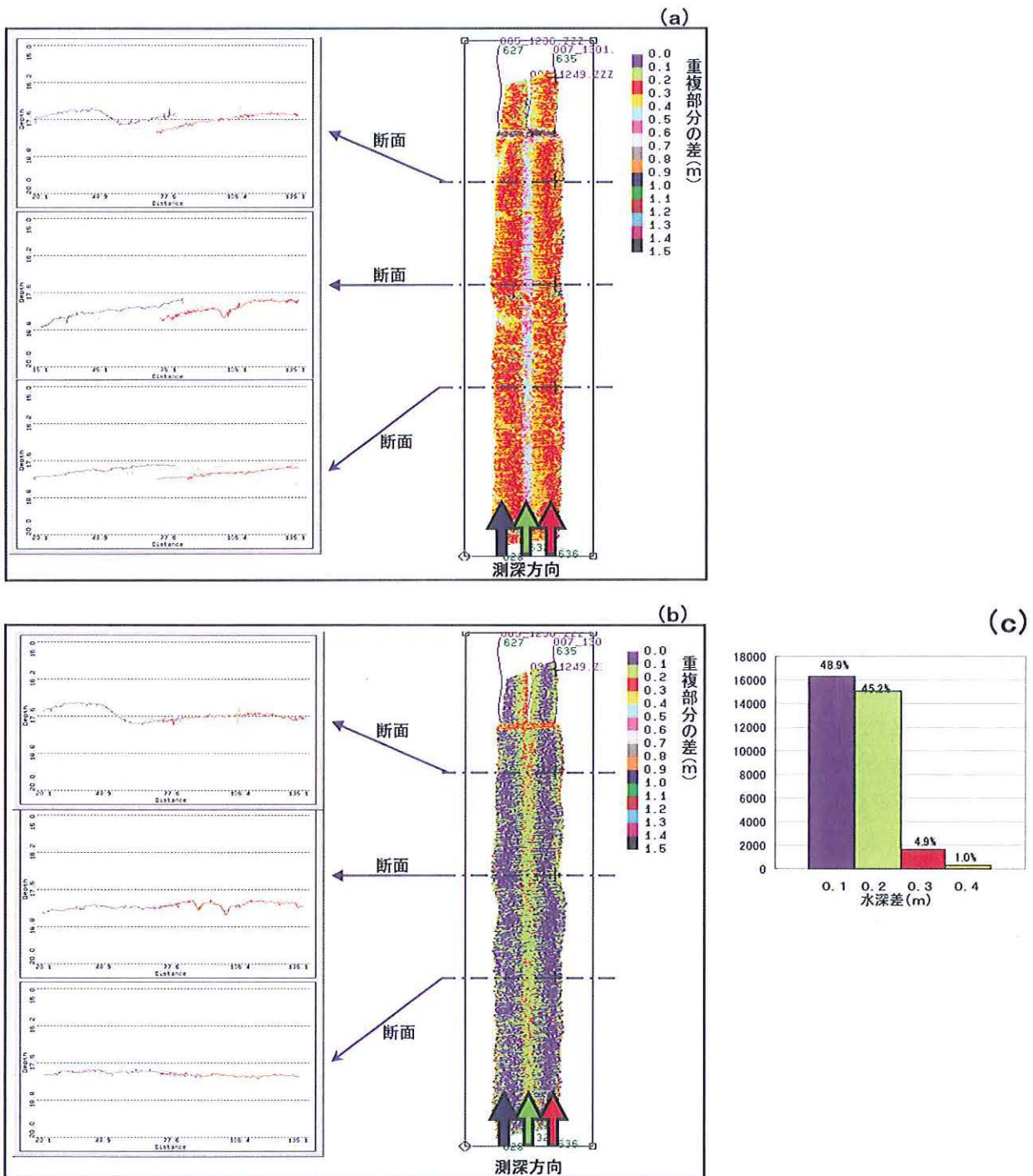
#### 3.4 直交する測線のデータを重ね合わせての点検

測深方向によって差が無いことを確認するため、測線 B、測線 G、測線 R のデータ（第6図(a)）に直交する測線 O を重ねる。直交する部分（赤波線内）の水深差の度数分布（第7図(a)、(b)）から、今回採用したバイアス値は妥当であると判断できる。

## 4 問題点

バイアス補正では処理できず、誤差としているものの中には次のような問題が含まれており、作業効率の向上や測深精度の向上を求めるのであれば解決する必要がある。

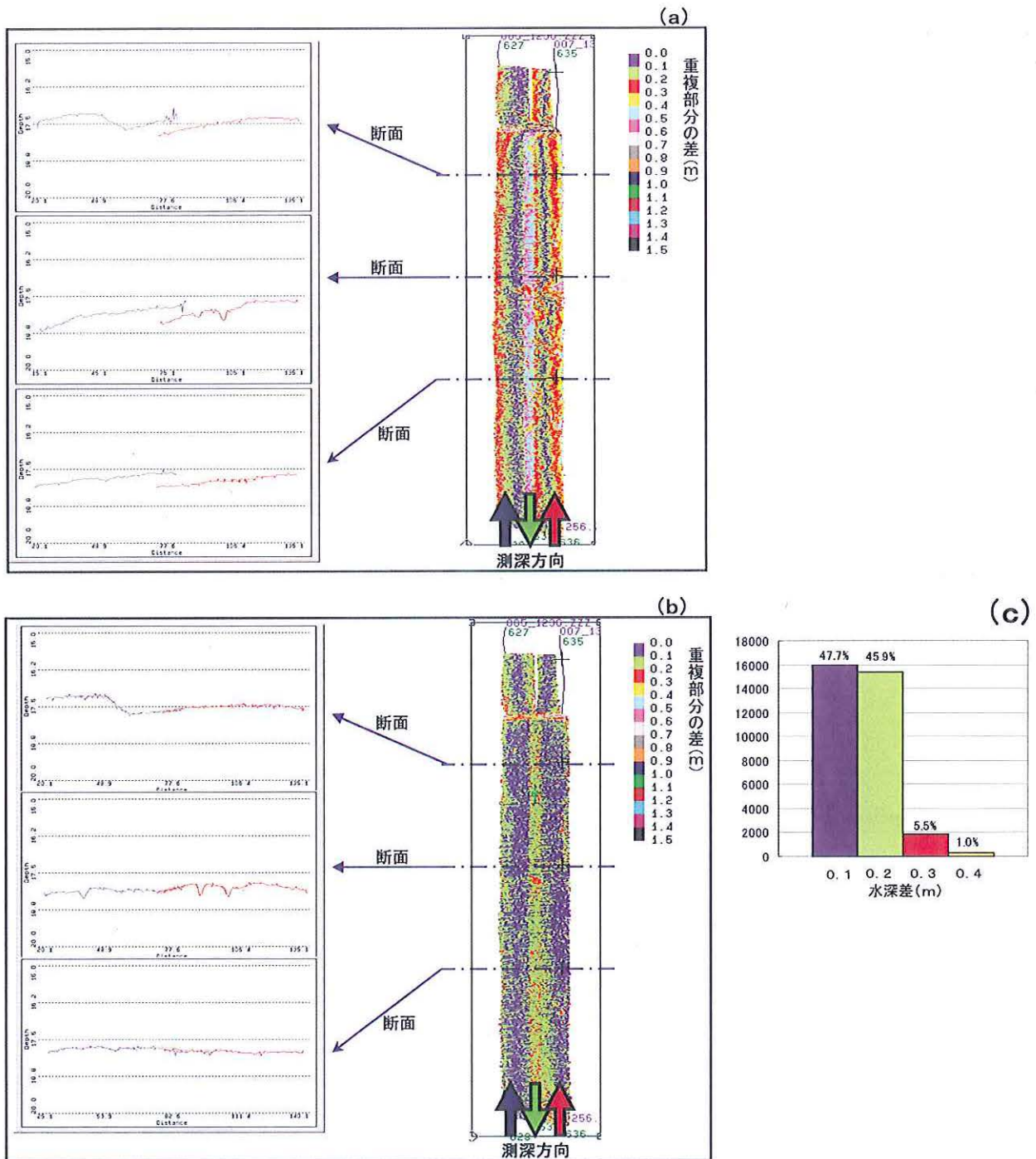
- (1) 測深機、測位装置、ジャイロ、動揺センサーのそれぞれが有する Latency の決定。
- (2) 測深機、測位装置、ジャイロ、動揺センサーそれぞれの出力（収録）データの更新レートが機器によって異なり、データ間の情報は補完して使用しているため動揺が激しいときには、実際の船の動きに追従していない可能性があること。
- (3) ソナーヘッドの振動



第4図 3測線を同一方向に測深した記録(a)バイアス補正前(b)バイアス補正後(c)水深差の度数分布

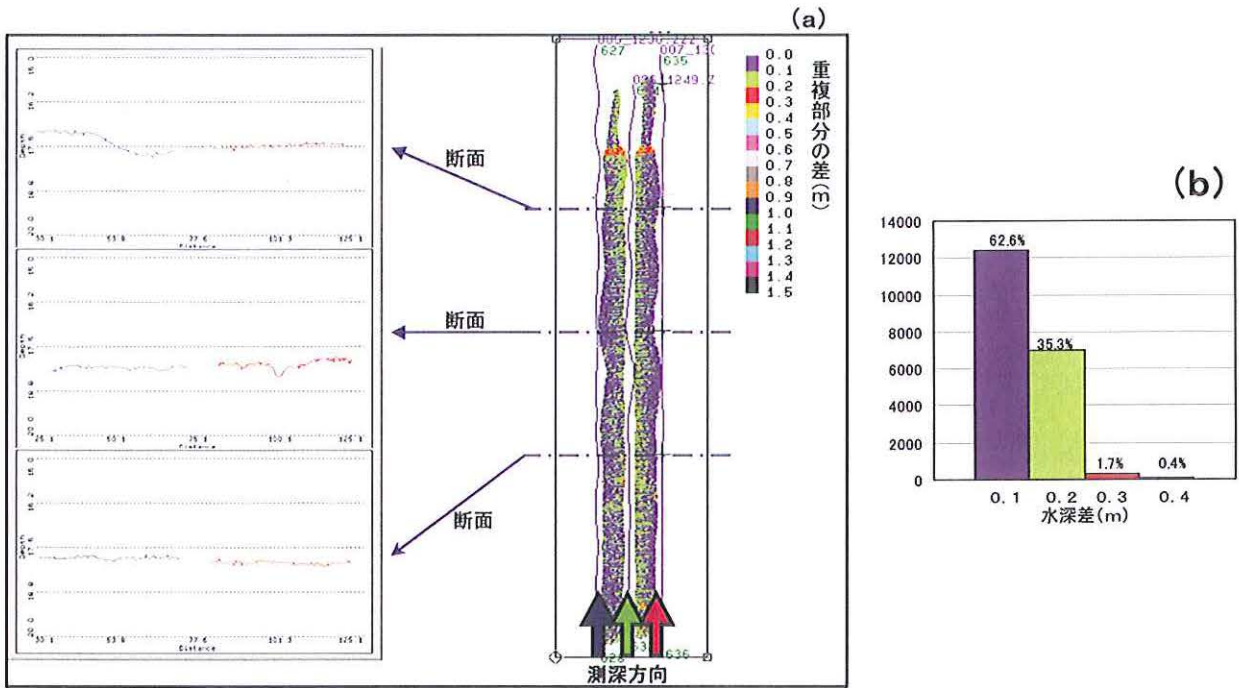
Fig. 4 Sounding record obtained with three sounding lines, all lines being same direction.

(a) Before bias compensation. (b) After bias compensation. (c) A histogram showing the difference of sounding depth.



第5図 3測線のうち中央の測線を反対方向に測深した記録(a)バイアス補正前(b)バイアス補正後(c)水深差の度数分布

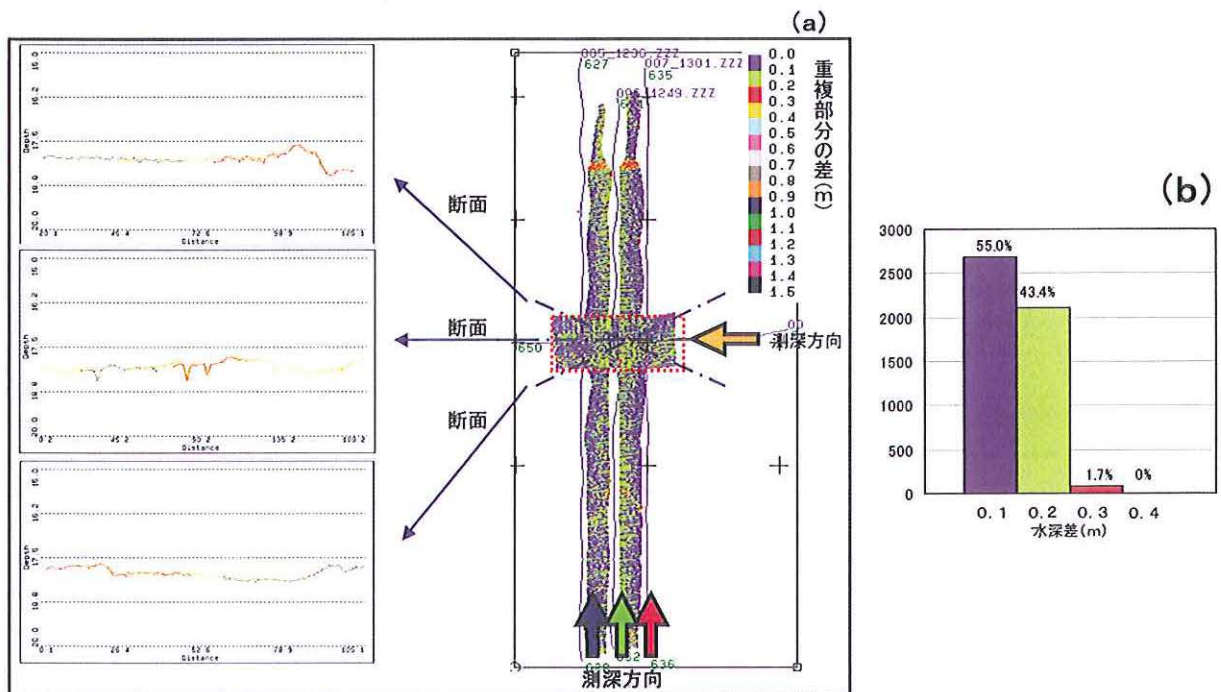
Fig. 5 Sounding record obtained with three sounding lines, the middle one being opposite direction. (a) Before bias compensation. (b) After bias compensation. (c) A histogram showing the difference of sounding depth.



第 6 図 スワ幅を絞った測深記録(a)バイアス補正後(b)水深差の度数分布

Fig. 6 Sounding record obtained by the sounding lines with narrowed swath width.

(a) After bias compensation. (b) A histogram showing the difference of sounding depth.



第 7 図 直交する測線を重ねた測深記録(a)バイアス補正後(b)水深差の度数分布

Fig. 7 Sounding record obtained by summing the two different sounding lines, intersecting at right angle.

(a) After bias compensation. (b) A histogram showing the difference of sounding depth.

ソナーヘッドの固定方法により小刻みな振動が発生したり、波浪を越えるときや回頭時に取付パイプの撓りや捻れが発生する。

## 5 おわりに

水深差を色分布で表すと差の大きい部分は顕著であり、この部分は、地形変化が激しい部分やノイズであるので、スワスを重複させた測深で同様の処理を行うと補再測の検討の資料となりうる。

また、PatchTestのデータの精度評価から測深データを評価するためには、母集団となるデータの数がどのくらい必要か、また、標準偏差や棄却率等の基準を設ける必要がある。

本稿は、これまで行ってきた処理手法の反省点をふまえて一手法として紹介したものであるが、いくらかでも今後の資料整理の参考とし活用されれば幸いである。

最後に本稿作成にあたり、助言、ご指導いただいた方々に厚く御礼申し上げます。

## 参 考 文 献

浅田 昭・穀田昇一・松本良浩・政岡久志：  
SEABATを使ったデジタル水深測量におけるバイアス調整法，水路部技報，16，  
103-107(1998)。