

音響画像を用いたダム湖水質変化の画像解析について

(株)シーテック 正会員 前田 浩伸
 (株)シーテック 正会員 伊藤 真行
 (株)シーテック 正会員 ○佐藤 大介

1. はじめに

近年、開発が盛んな遊魚用の安価で使い勝手の良いサイドスキャンソナー(以降、ストラクチャスキャンとする)を活用し水底地すべり等の学術的な調査¹⁾に利用されている。

一方、ダム湖内における濁度計測は、濁度計を用いた水深方向の線での情報が主となり、面的な濁度分布を知るには多くの労力が必要となる。本稿では、ストラクチャスキャンから出力可能な音響画像(ソノグラム)を利用し、画像解析をすることにより、水中の濁度計測への応用について検討した。

2. 市販のソナーとアプリケーション

今回使用した遊魚用ソナーは、ロ・ランス社製のHDS-12Gen3Touch(本体)に、ストラクチャスキャン3D(トランスデューサー)および HDI 振動子を組み合わせた機器構成となっている²⁾(図1参照)。なお、トランスデューサーおよび振動子は、作業船に艀装できるよう専用の取り付け金具を製作した。

現地作業には、操船者用に別途 GNSS レシーバー、傾斜センサーおよび PC を追加し、GNSS 測位等の確認と測定中の船の動揺を併せて計測できるようにした。

計測結果の整理およびソノグラムの出力(写真1 参照)には、水中図形作成ソフト(ReefMaster)を使用した。

3. ストラクチャスキャンの性能

ストラクチャスキャンを実際にダム湖で試した画像を写真1に示す。

同写真より、遊魚用ソナーによるストラクチャスキャン(チャープ方式による高周波音響ビーム)により、水中構造物の形状や湖底の堆積状況等が画像より確認できることが判った。

一方、ストラクチャスキャンの探索精度および限界は、音波の音圧レベルと関係し、音圧レベルは伝搬損失、発散損失および吸収損失に依存する。さらに、音波は水中粒子や水中生物で散乱するため、水中の濁度にも関係すると考えられる。

本稿では、ソノグラムで得られる濃淡度合を後述する画像解析手法による輝度に変換し輝度と濁度計による計測値とを比較する。これにより、輝度と濁度との関係を調べ、ストラクチャスキャンで得られるソノグラムに付加価値を付けた活用方法についての検討を試みる。



図1 音響測器の機器構成



写真1 ソノグラム(音響画像)

4. 画像解析方法

ストラクチャスキャンで得られたソノグラムの画像解析には、を米国NH(National institute of Health)で開発された画像処理ソフトウェアであるImageJ³⁾を用いた。

同ソフトウェアは、オープンソースであり、多くの画像フォーマットに対応でき画像の編集、解析、処理および保存が可能となっている。

キーワード：音響測器、ソノグラム、画像解析、濁度

〒455-0054 名古屋市港区遠若町 3-7-1 Tel. 052-651-4074 E-mail: h.maeda@ctechcorp.co.jp ma.itou@ctechcorp.co.jp d.satou@ctechcorp.co.jp

ここでは、ダム湖における既設の昇降式濁度計地点の濁度鉛直方向計測値と同地点におけるソノグラム画像(写真2参照)解析により得られた指定範囲における直線上のピクセル値の輝度分布(鉛直方向分布)の測定結果との比較を行う。

既設濁度計計測値とソノグラムの画像解析により得られた輝度分布との比較を標高別に比較した例(2017年11月)を図2に示す。これより、標高が低く(水深が深く)なるにつれて濁度が高くなり、輝度が小さくなる関係が確認できる。

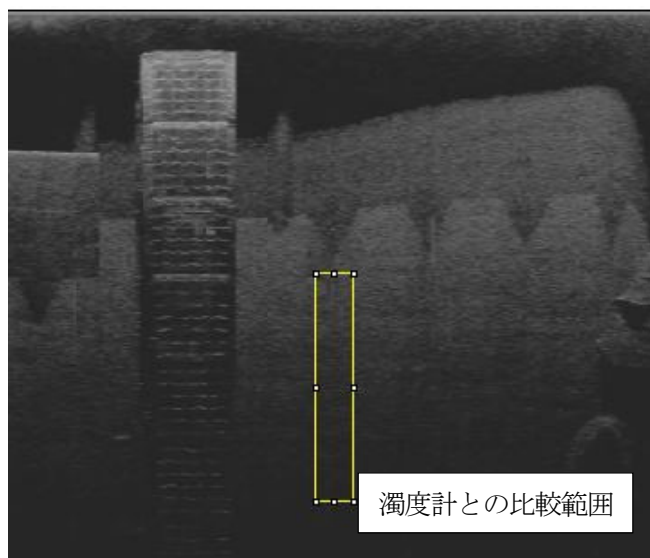


写真2 画像解析例(音響画像)

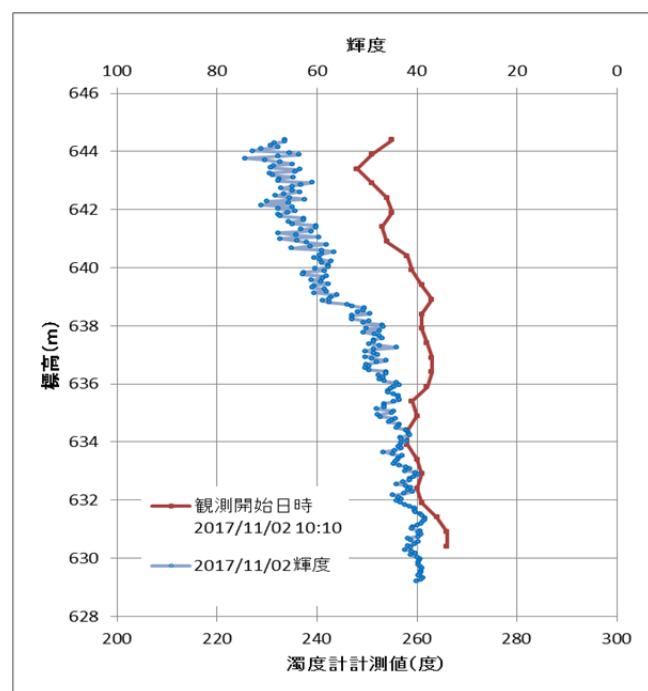


図2 既設濁度計とソノグラム輝度との比較

5. 輝度の補正

ソノグラムに見られる輝度の違いには、水中音響の基礎となるソナー方程式で定義されるソナーパラメータによる減衰を考慮する必要がある。ここでは、距離による

減衰を重視し、濁度が十分小さいダム湖での音波減衰を別途調べ距離による輝度への影響を数式化し、輝度の補正を行った。

6. 濁度計測値との比較

2017年11月、12月、2018年1月および2月の計4回について濁度計計測値と輝度との関係を調べた結果を図3に示す。図3の横軸および縦軸は、各観測月において、標高の高い位置の輝度および濁度を基準値(濁度 0 、輝度 0)とし、基準値と標高別濁度および輝度との比(濁度比、輝度比)を求め無次元化した。

濁度比と輝度比との関係は、観測月により傾きが異なる等のバラツキが見られる。一方、月別に見ると比較的良好な線形関係が見られる結果となった。

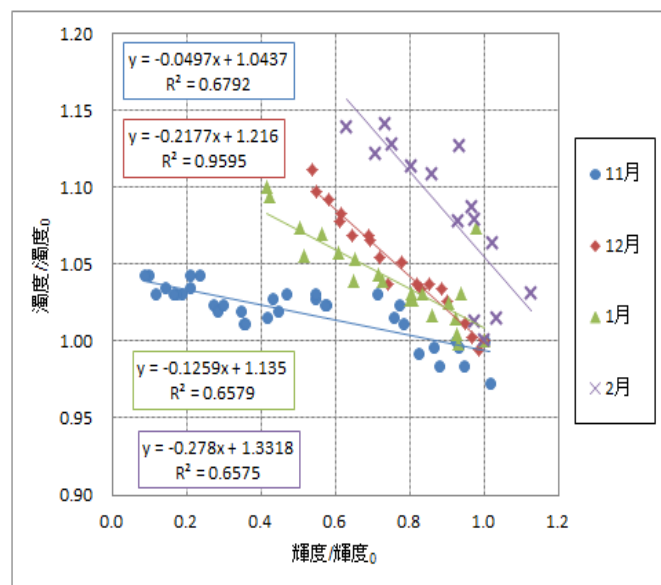


図3 既設濁度計とソノグラム輝度との比較

7. まとめおよび課題

ソノグラムから得られる輝度比と濁度計計測値から得られる濁度比において一定の関係を見出すことができた。これにより、線的な濁度分布から面的な濁度分布の想定ができることから、3次元貯水池流体解析の境界条件や解析結果の検証等への適用が期待できる。しかし、水中を伝搬する音波の減衰には、装置特性、媒質特性、および目標物の特性等の多項目に依存することから、これらの要素を考慮した輝度と濁度との関係について今後検討を行う必要がある。

参考文献

- 山崎、松四、片岡、山口：神奈川県・芦ノ湖の湖底調査 - 低価格サイドスキャンソナーによる水底調査の試み -、京都大学防災研究所年報 第60号B 平成29年
- 前田、伊藤、佐藤：水質および底質が音響計測器に与える影響について、土木学会中部支部研究発表会 2017. 3
- Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2012.