

## ダム堆砂状況調査の新しい手法 “魚群探知機によるソナーマッピング”

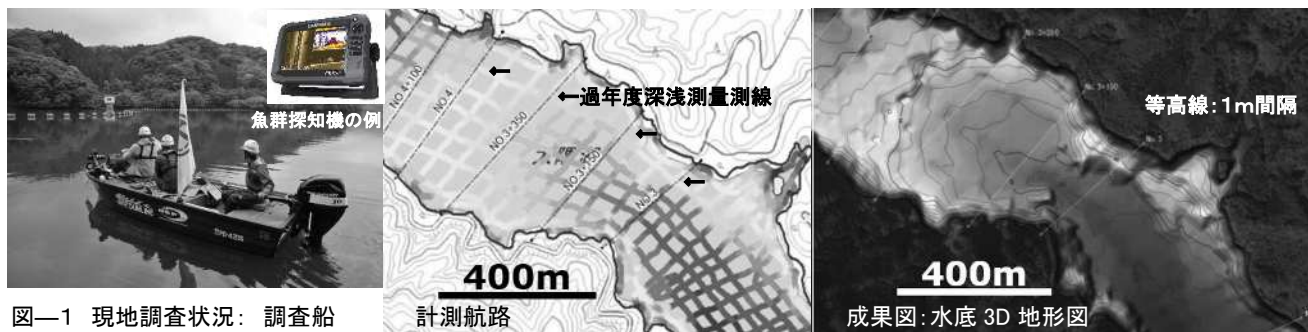
中央開発株式会社 正会員 ○長田 実也

ダム貯水池の堆砂状況をより簡便に把握するため、魚群探知機の活用を試行。小型調査船に市販の GNSS 魚群探知機を搭載してダム湖上を航行し、位置情報付きの音響測深情報を取得し、湖底の三次元地形モデルを容易に作成できることを確認。これまで深浅測量として実施されているレッド測深調査の百倍以上の計測値が得られ、確からしい水底地形図が作成可能になった。本手法を土砂堆砂状況のモニタリングツールとして適用すれば、効果的な対策を支持する基礎資料が得られ、ダム機能の長寿命化への貢献が期待できる。

### 1. 魚群探知機を活用したソナーマッピングの手順

近年、スポーツフィッシング界で、革新的な高性能化・低価格化によって普及が進んでいる魚群探知機について、その音響探査機としての機能に着目し、ダム現場での水底地形調査への適用を目指して、2018 年 7 月以降、4 基のダム湖での試行調査を行ってきた。その結果、新たなダム堆砂状況調査手法「ソナーマッピング」技術として、おおむね確立したところ。以下の作業工程を通し、従来の限定された測線上で実施されてきた深浅測量では不透明だった湖底の土砂堆積状況の可視化を実現。（図－1）

- (1) **現地調査**：GNSS 魚群探知機を小型調査船（ゴムボートでも可）に取り付け、あらかじめ 50m メッシュ程度で設定した計測航路に沿ってダム湖上を時速 5km 程度の定速で航行し、航路直下で毎秒 3～4 点の超音波測深データ（点群データ）を取得し、GNSS 受信電波と同調させて位置情報と併せて記録。
- (2) **データ処理**：取得したデータは市販の専用ソフトウェアで処理し、航路間エリアに点群を内挿して水底全面の三次元地形モデル（DEM）に加工。
- (3) **成果図の調製**：作成したモデルをもとに GIS ソフトを使って、湖底地形等高線図や、任意位置での縦横断面図等を作成。



図－1 現地調査状況：調査船

### 2. 魚群探知機での計測記録の信頼性

これまで、深浅測量結果は、適用する手法によって異なることもあるといわれている<sup>1)</sup>が、ダム湖の真の深度の値を確認することが困難なこともあり、計測記録の信頼性についての技術的な検証はそれほどなされてきていない。

計測現場において、魚群探知機による計測水深と、ポータブル超音波測深機の計測値および重りを下ろして計測するレッド測深での測定値には数センチの差もなく、各手法とも測深精度は同程度と想定される。魚群探知機による計測精度をできるだけ客観的に評価するため、現地計測の再現性の観点からその信頼性を検討することとした。

ソナーマッピングの現地計測を試行した A ダム湖では、計測航路を約 50m 間隔の格子状に設定した。貯水池横断方向航路 35 本と縦断方向航路 9 本の計測結果のうち、両航路が交差する“同一地点”直下の深度として記録された 224 組の計測値を、前後の湖底地形の変化に留意しつつ比較してみたところ、以下の結果を得た。

キーワード ダム堆砂 深浅測量 魚群探知機 3D 地形モデル

連絡先 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町 3-34-12 中央開発株式会社関西支社 TEL 06-6386-3691 FAX 06-6386-5082

- 1) 横断航路と縦断航路との交点におけるそれぞれの航路上での計測値の差の絶対値の平均は 21cm だった。
- 2) 差の絶対値が 5cm 未満のものが比較した地点数全体の 26%, 10 cm 未満のものが 48%, 15cm 未満は 61%, 20cm 未満が 72%を占めていた。(図-2 内のヒストグラム)
- 3) 水底の起伏が小さくなだらかで、急な凹凸がない、ほとんど平坦な場所では、横断航路と縦断航路での計測値の差が 10cm を超えるところはなかった。
- 4) 横断・縦断計測値の差が 1m を超えるほど大きいところは、水底の起伏が大きく、段差地形が残っている場所や傾斜が急な両岸近くの斜面に限定されていた。

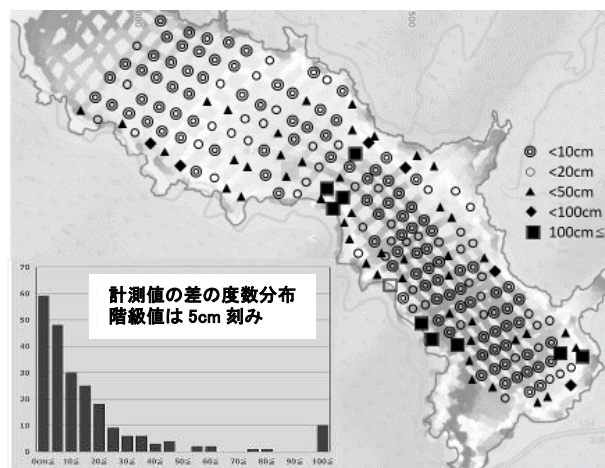


図-2 横断航路と縦断航路での計測値の差の分布と度数

### 3. 魚群探知機の水底地形探査機能

現地計測時、魚群探知機本体画面には、図-3 に示すような水中の超音波(200kHz)の反射を表す断面が表示され、調査船の操船経路に沿って湖底の地形が連続して観察できる。

また、高周波(455kHz)のダウンスキャンソナーによる航路直下の断面も記録され、水底地形の様子が可視化される。図-4 に、ダウンスキャン画像に捉えられた、湛水後 50 年を経過している A ダム湖の中流域の横断測線の断面図の例を示した。ダム湖の水底では、堆積土砂がほぼ平らに堆積しているとみられるものの、場所によっては旧河床や自然堤防、人為的なものも含めた段差など、旧地形の名残を示すような凹凸は存在しているとみられる。

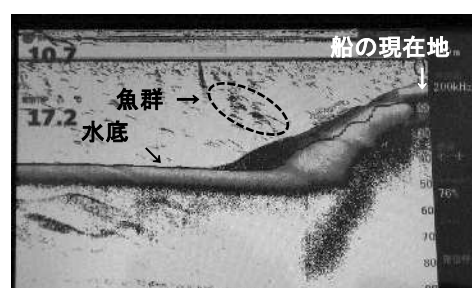


図-3 魚群探知機本体画面表示例

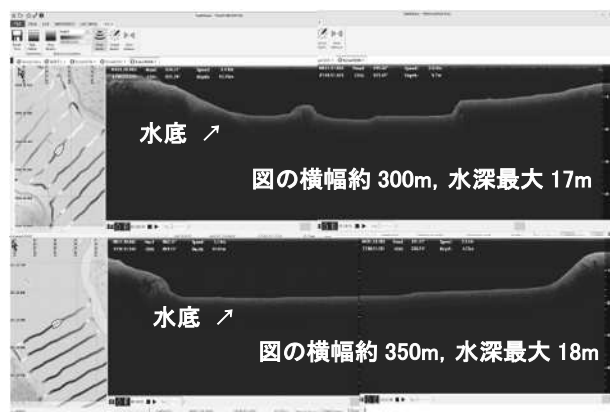


図-4 ダウンスキャンソナーによるダム湖横断面の例

### 4. 魚群探知機による計測精度の評価と今後の活用

前述の計測結果と、魚群探知機による湖底の地形に関する情報から、魚群探知機による水深計測について、以下のように考えることができる。

- 1) 魚群探知機による計測は再現性が高く、測深誤差は大きくても数センチメートル程度以内であろう。
- 2) 計測値の見かけ上のバラつきは、魚群探知機の計測誤差ではなく、GNSS 単独平面測位による位置認識の誤差にともなう、計測対象地点の地形の凹凸を示したものである。
- 3) 現行の GNSS アンテナによる単独測位から、今後は RTK 測位法など、より精度の高い測位方法を採用すること、また併せて、旧地形を意識しながら、地形変換点に留意して等高線を高角度に横断するような航路設定の工夫によって、計測誤差を抑えることができる可能性がある。

魚群探知機によるソナーマッピングは、現段階では測位の精度確認が十分ではなく、公共測量の要求精度を満たしているとはいえないが、ダムにおける面的な堆砂状況を簡便に、安価に概観するという目的であれば、十分に役割を果たせると思われる。繰り返し計測し、土砂堆積状況の経年変化を追跡してゆけば、堆砂機構の究明を通して、貯水池の土砂管理の確からしい資料を提供し、ダム施設機能の維持保全と長寿命化に貢献できるものと期待される。

#### 引用文献

- 1) 末次忠司・坂本辰哉・田原 英一: 講座「ダム貯水池における堆砂測量」第 3 回—測量手法の特性分析と最新の測量手法— リザーバー(2008.8)