

## ダム貯水池の沈木探査とその動態に関する一検討 Detection of Submerged Wood and Its Dynamics in Reservoirs

○高田 翔也・小柴 孝太・角 哲也

○Shoya TAKATA, Takahiro KOSHIBA, Tetsuya SUMI

Sediment and driftwood management in reservoirs is a long-term issue for maintaining dam functions. In 2017, one gate of the Susobana Dam in Nagano prefecture became uncontrollable because sediments and submerged wood clogged the bottom outlet. Therefore, to understand the dynamics of submerged wood in a reservoir, we discussed a method to detect submerged large wood debris using Narrow Multi-Beam sonar (NMB) and to know the process how inflow woods to be submerged in a reservoir. As a result, we could find submerged woods under a log boom in the reservoir and clarified the density changes over time among different wood species with laboratory experiment.

### 1. はじめに

ダムの機能維持・向上に向けた貯水池土砂・流木管理の研究はこれまで多く実施されている。これらに加え、筆者らは、2017年の長野県裾花ダムの土砂・沈木によるゲート操作支障事例<sup>1)</sup>を踏まえ、貯水池の沈木動態に着目して研究を進めている。同事例は、従来土砂・沈木流入を設計上考慮していない常用洪水吐き呑口に堆砂が到達したこと、また呑口周辺に沈木が存在したことに起因する。さらに、貯水池沈木は、図-1に示すようなダム管理上の課題も有している。

そこで、本研究ではダム貯水池における沈木動態を明らかにし、同事例の対策提案を目的として検討を進めている。本報では、ダム貯水池における沈木探査手法および流木から沈木までの発生過程に関する検討内容を報告する。

### 2. ダム貯水池の沈木探査

#### (1) 沈木探査手法の概要

沈木探査手法として、近年ダム堆砂測量にて用いられる NMB 測量を応用した。NMB 測量は、音響測深法の一つであり、測量船の底部に取り付けられたソナー部から扇状に発射した超音波ビームの反射を受信することにより、面的かつ高精度にダム湖底の3次元地形を観測できる特徴がある。船底直下における最も詳細な地形解像度は次式で求められ、機器性能、水理条件によるが数 cm～数 10cm のオーダーで計測可能である。

$$\Delta y = d \phi \quad (1)$$

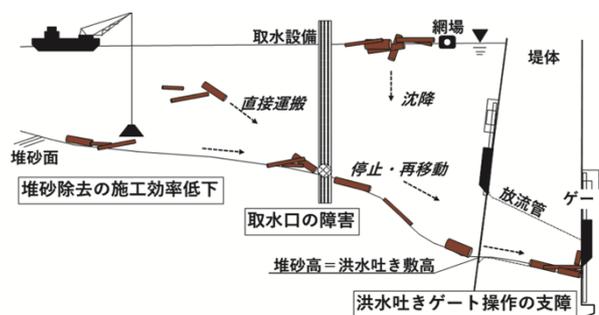


図-1 沈木によるダム貯水池管理上の支障事例

ここで、 $\Delta y$ : Y 方向最大解像度 (m)、 $d$ : 船底の水深 (m)、 $\phi$ : ビーム角 (rad) である。

このようにデータは高密度で取得される一方で、堆砂量の算出に必要な堆砂面形状を得るためのデータ処理工程においては、データエラーなどと同様に、実際に湖底に存在する障害物による細かな凹凸の信号が捨てられてしまっている。そこで本研究では、この NMB 測量データを最大限活用することを考え、堆砂面形状を得るためのデータ点検・ノイズ除去プロセス前のランダムデータを詳細に分析することで堆砂面上の沈木の抽出を試みた。

#### (2) 沈木探査結果

裾花ダムにおいて、R2Sonic 社の Sonic2024 (ビーム角  $0.5^\circ$ 、ビーム数 256 点、スワ幅  $120^\circ$ 、発射頻度約 10 発/秒) を用いて、現地沈木探査を行った。本機器の場合、データの測点間隔は測量場所の水深とボートの航行速度により決定され、例えば、水深 30m、船速 1.5m/s の場合、 $\Delta X = 0.15\text{m}$ 、 $\Delta Y = 0.4\text{m}$ 、最大解像度として  $\Delta y = 0.26\text{m}$  となる。

図-2～図-3 に網場周辺の沈木探査結果を示す。

ここで、図-2の陰影、段彩の詳細に着目すると、黄色点線枠囲み部に示すとおり、棒状の突起が確認された。いずれも網場周辺の直下に存在している。また、図-3に示すとおり、個別形状に着目すると根等の形状まで判別でき、沈木と断定できる。

### 3. 沈木の発生過程に関する検討

#### (1) 実験概要

前章の沈木探査で確認されたとおり、沈木の発生過程として、流木を網場で捕捉後沈降するケース、および洪水時に流木が直接湖底へ運搬されるケースが考えられる(図-1)。そこで、前者のケースに着目し、裾花ダム貯水池の流木発生源となるダム流域の立木を収集し沈降実験を行うことで、沈木の発生過程に関する基礎的な検討を試みた。裾花ダム上流域を中心に、河道沿いの胸高直径 0.1~0.25m、高さ 6m~25m、推定樹齢 15~45 年の立木を選定し、樹種の異なる 22 本を採取した。

実験は、各サンプルを水槽に浮かべ、時間経過毎の密度変化を計測し、沈降過程を観察した。計測の総期間は 102 日とし、サンプルの密度は、質量を体積で除すことにより算出した。

#### (2) 流木の密度変化過程について

樹種(科)別の密度変化を図-4に示す。ブナ科が最も密度が大きく、102 日後時点の中央値ではカバノキ科とムクロジ科が密度  $1.0(\text{g}/\text{cm}^3)$  に漸近した。スギ等のヒノキ科は比較的密度が小さいものの、一部日数の経過に伴い密度が  $1.0(\text{g}/\text{cm}^3)$  を上回るサンプルも確認された。なお、いずれのサンプルにおいても増加率は低減するものの密度増加を続けており、2、3ヶ月後にはより多くのサンプルで密度が  $1.0(\text{g}/\text{cm}^3)$  に達することが想定される。

以上より、本実験からは貯水池における沈木発生過程について、流入した流木の樹種および質的条件(流木または立木)が沈木に至る重要な要因となると考えられる。そのため、ダム貯水池毎に流入する流木の樹種・質的条件の内訳が、そのまま流木が沈降する割合に直結すると考えられる。さらに、立木については初期密度が高く、貯水池到達時点からすぐに一部沈木化するリスクが高く、例えば河岸侵食などで河道に取り込まれたものなどが該当すると考えられる。なお、本実験結果については、サンプルの数、表面積のばらつき、樹齢、個体毎の特性などの密度変動要因に関する検討余地に留意する必要がある。

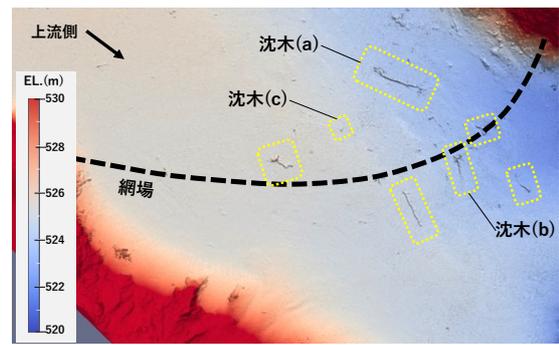


図-2 網場周辺における NMB 測量結果

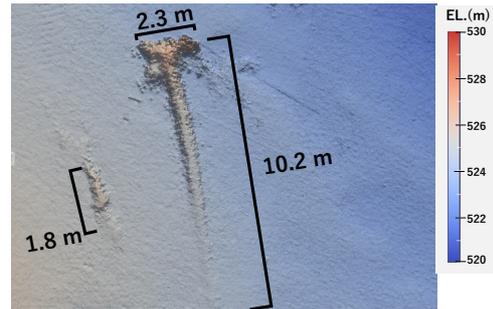


図-3 個別抽出した沈木

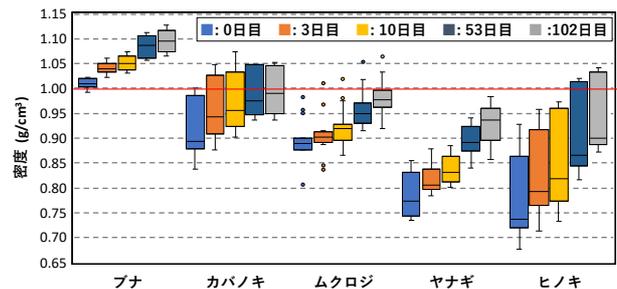


図-4 立木樹種(科)別の密度変化

### 4. まとめ

本報では、貯水池の沈木探査手法および流木の沈降実験による沈木発生過程に関する検討事例を示した。堆砂が洪水吐き等に接近しているダムでは、その周辺において沈木探査および流入流木の沈降以前の早期撤去等を行っていく必要がある。

**謝辞:** 本研究の実施にあたり、長野県裾花ダム管理事務所には現地調査等ご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A)(研究課題番号:20H00263、研究代表者:角哲也)の助成を受けて実施した。

### 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：ダム貯水池流木対策の手引き(案), 2018