

沼沢湖における第二沼沢発電所の揚水による懸濁物質の動態に関する観測

東北大学 学生会員 ○鈴木 斗志矢
東北大学 正会員 梅田 信

1.はじめに

近年、太陽光発電や風力発電といった電力需給が不安定な再生可能エネルギーの普及が推進されているが、これを受け、蓄電池や揚水式発電といった蓄電システムの需要が高まっている。福島県大沼郡金山町にある沼沢湖は、揚水式発電所である第二沼沢発電所の上池として利用されており、直下を流れている只見川からの揚水を受け入れている。この湖は清澄な水質であることを活かして、湖水浴などのレクリエーションおよびヒメマスを中心とした漁業にも利用されている。そのため、湖水に比べ濁度が高い只見川の水を揚水すると、湖内の濁度が上昇し、湖水利用に影響を及ぼす懸念がある。そこで本研究では、揚水に伴う湖内での濁度の拡散について、現地観測結果をもとに解析し、沼沢湖の水質環境維持につながる成果を得ることを目的とする。

2.研究方法

2-1.現地の概況

沼沢湖はカルデラ湖で、最大水深が約 95m、湖水面積が約 3.1km² の大きさを持ち、貯留量は 4.47 × 10⁷ m³ である。水表面は標高約 475m に位置し、湖内の取放水口は水深およそ 20m から 30m に位置している。図-1 に湖盆形状¹⁾を示す。近傍（最短の直線距離で 1km 未満）を只見川が流れており、また水面の標高差が約 200m あるという地形を活かして、揚水発電の上池として利用されている。一方で、上記の通り、清澄な水質が沼沢湖の特徴でもあるため、揚水の運転には湖水環境に対する配慮がなされている。揚水時の只見川における取水地点の濁度については上限値を設け発電事業者が国の許可を得ているが、実運用上はさらに自主制限を設けて揚水の運用を行っている。

2-2.現地観測

検討対象期間を 2019 年 4 月から 10 月および 2020 年 4 月から 10 月として湖内多地点観測と定点観測を行なった。湖内多地点観測では RINKO Profiler（JFE アドバンテック株式会社製）を用いて、濁度、水温、クロロフィル a などの鉛直分布を計測した。計測地点は、取放水口から水質監視地点を結ぶ 300m、500m 地点および水質監視地点付近の 3 点で行った（図-1）。定点観測では INFINITY-CLW（JFE アドバンテック株式会社製）を用いて水温・濁度などの時系列変化を計測した。測定間隔を 10 分とし、測定地点は取放水口から 300m 地点

において水深 0.5m および 5.0m の 2 点とした。水質監視点および只見川の水温・濁度は東北電力株式会社により測定されている。気象データは、降水量データを金山（北緯 37 度 28.4 分、東経 139 度 31.7 分）、日射量データを福島（北緯 37 度 45.5 分、東経 139 度 28.2 分）の測定を参照した²⁾。

3.結果

3-1.揚水式発電運用方法の変化

検討対象期間における第二沼沢発電所運転量の変化と気象データとの関係を図-2 に示す。それぞれ 10 日間ごとの総量を用いた。図-2 より、日射量が多く降水量が少ない 5 月初旬や 8 月末に揚水運転が比較的行われている。これは太陽光発電の普及に伴う電力の需給が要因に挙げられる。昼間に落水し夜間に揚水する従来の運用方法とは変わり、季節や気象によって運転量を変化させる運用になっている。

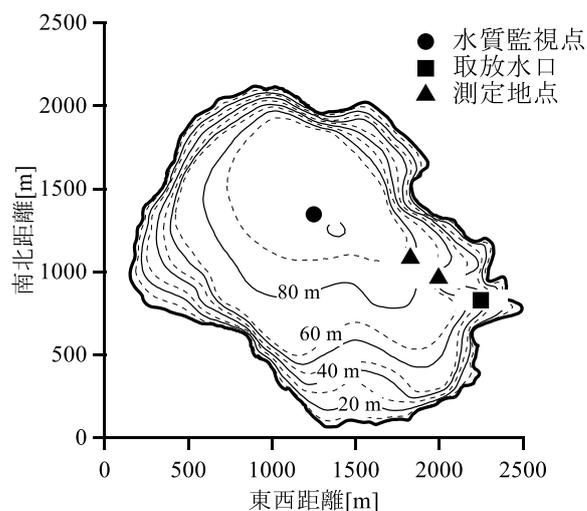


図-1 沼沢湖の等深線図

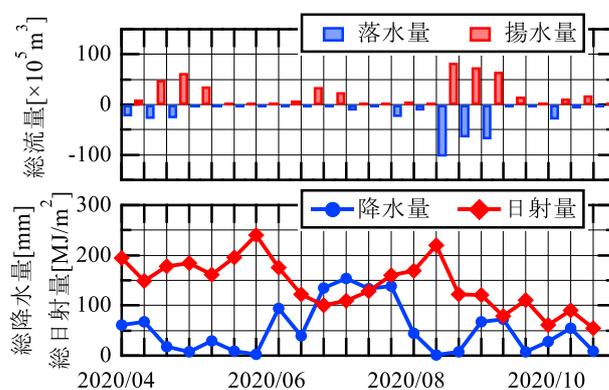


図-2 運転量と気象の関係

Keyword：揚水発電，濁度，水温成層

連絡先：宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06，環境水理学研究室，Tel & Fax 022-795-7453

3-2.湖内 SS の動態

水質監視点より得られたデータと運転計画をもとに対象期間内の流出入 SS 負荷量を算出した。濁度と SS 濃度の関係は 2019 年 10 月 10 日に行なった下池における取放水口付近のサンプリングから得られた以下式(1)を使用した。

$$SS \text{ 濃度}(mg/L) = 0.803062 \times \text{濁度}(度) \quad (1)$$

$$V_{in} = SS_{in} \times \text{揚水量} \times 10^{-6} \quad (2)$$

$$V_{out} = SS_{out} \times \text{落水量} \times 10^{-6} \quad (3)$$

$$\text{残存率} = \frac{SS_{in} - SS_{out}}{SS_{in}} \quad (4)$$

ここで、 V_{in} ：流入 SS 負荷量(t)， V_{out} ：流出 SS 負荷量(t)， SS_{in} ：揚水時只見川の SS 濃度(mg/L)， SS_{out} ：落水時湖内水深 20m の SS 濃度(mg/L)を表す。式(2)，(3)，(4)より算出した負荷量および残存率について、対象期間における各月の総量、値を表したものを図-3 に示す。流入 SS 負荷量が多い少ないにかかわらず、残存率は毎月 0.7 を超えており、高いときにはおよそ 0.95 という結果になった。今回残存量は流出後の湖内 SS 総量と沈降量の和を表している。そこで、湖内 SS 総量の変化を見るため検討対象期間の湖内 SS 総量の時系列変化を図-4 に示した。計算式は以下の通りである。

$$V_{\lambda} = SS_{\lambda} \times V \times 10^{-6} \quad (5)$$

ここで、 V_{λ} ：湖内 SS 総量(t)， SS_{λ} ：湖内全層平均の SS 濃度(mg/L)， $V = 4.47 \times 10^7(m^3)$ を表している。湖内 SS 総量は揚水運転に伴い一時的に値が増加するものの、揚水後は総量が減少している様子がうかがえる。これは湖内に流入した SS のうちほとんどが沈降していると考えられるが、流入 SS 負

荷量に対する残存率を考慮すると、流入 SS 負荷量の 70%以上が湖内で沈降していることが分かった。

4.おわりに

本研究の観測により、沼沢湖内での揚水放流水による水の濁りの挙動について季節変動をある程度把握することができたが、データが少ない状況である。沼沢湖の水環境の維持のために、引き続き検討を行うことが必要であると考えられる。

謝辞

本研究は、東北電力株式会社より沼沢湖の水質データ提供などの支援を受けて実施された。記して謝意を表す。

参考文献

- 1)藤谷誠(2019)「沼沢湖の湖底図/ワカサギ&ヒメマス釣行記」<http://niru04.com/2019/04/18/bottommap0flakenumazawa/>
- 2)気象庁 過去の気象データ
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

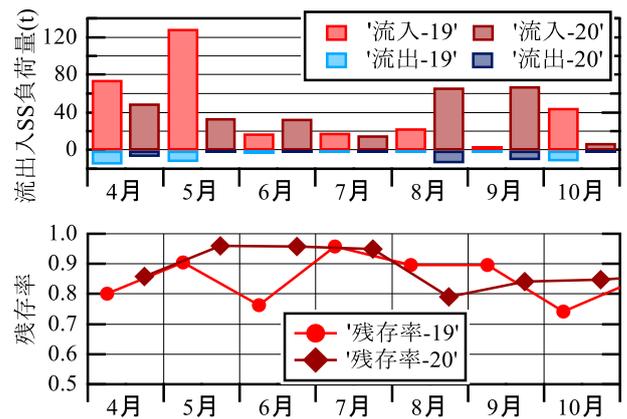


図-3 SS 負荷量
(上図：流出入 SS 負荷量，下図：残存率)

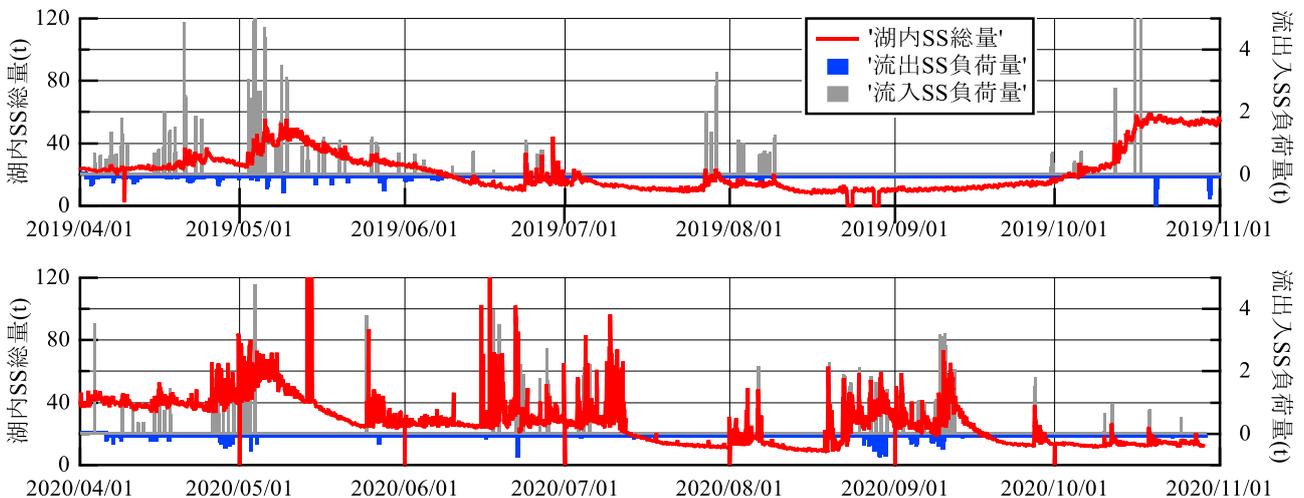


図-4 湖内 SS 総量の時系列変化