

猪苗代湖における内部静振の 3 次元解析の試み

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○高木 啓太
 日本大学工学部土木工学科 横山 史弥
 日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

福島県中央部に位置する猪苗代湖は面積 103.24km²、最大水深 94.6m と国内 4 番目に広い湖であり、隣接する郡山市や会津若松市において飲料水や農業用水、発電用水として多く利用されている。また、良質な水質を保持した湖として有名であった。しかし平成 8 年頃から pH 値の上昇が進み、湖の中性化が進行した。その結果、水生植物の増加や大腸菌群数の増加による水質汚濁が進行している。

湖の水質に影響を及ぼしていると考えられるものの一つに、静振現象がある。静振現象とは、強風などの外力が作用した時に湖水位の変動により圧力差の不均衡が生じることによって現れる湖水面と水温躍層界面の振動現象である。前者を表面静振、後者を内部静振という。

深い湖では内部静振が発生すると湖内の混合作用をもたらす、溶存物質や凝集塊のような浮遊物質も輸送され、一時的に湖底などの澱みを解消し鉛直方向の水質を一様化する動きも有する。

藤田ら(2008)の研究では猪苗代湖の静振現象を 2 次元的に捉えているが、より詳しく解析するには 3 次元的な構造を捉える必要があると述べられている。

本研究では、準 3 次元密度流を用いて藤田らの研究を行った状況を再現し、3 次元的な構造を解析した。

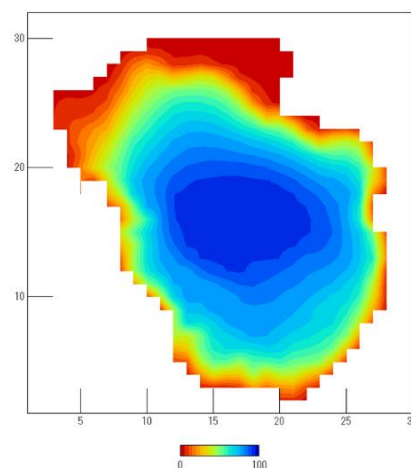


図-1 計算領域

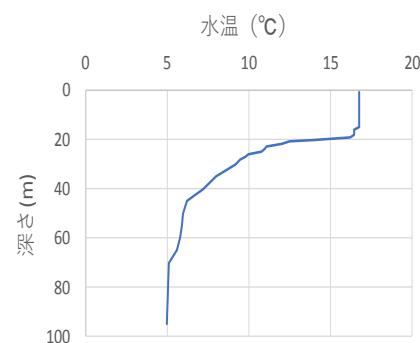


図-2 10月の水温分布

2. 解析方法

藤田ら(2008)の研究の中から、1999 年 10 月 28～29 日における静振現象を再現した。解析には準 3 次元密度流モデルを用いた。解析領域は図-1 に示す通りである。水平格子間隔 Δx と Δy はともに 400m、鉛直方向の分割幅 Δz は 1m とした。

水温の初期条件は 2015 年 10 月の福島県によるデータ(根本ら:2018 と同じ)を用いた。風速データはアメダス猪苗代湖地点の 1999 年 10 月 27～29 日のものを用いた。

猪苗代湖の内部静振を 3 つの断面について解析した。出力断面 1 は藤田らが実際に観測した図-3 に示す断面について、出力断面 2 は東西断面、出力断面 3 は南北断面についてである。出力断面 1 での静振現象を藤田らのものと比較し、次にほかの断面について解析することにより 3 次元的な構造を解析した。

また、図-3 中の測点 st.1, st.2, st.3 における水温鉛直分布の変動も解析した。

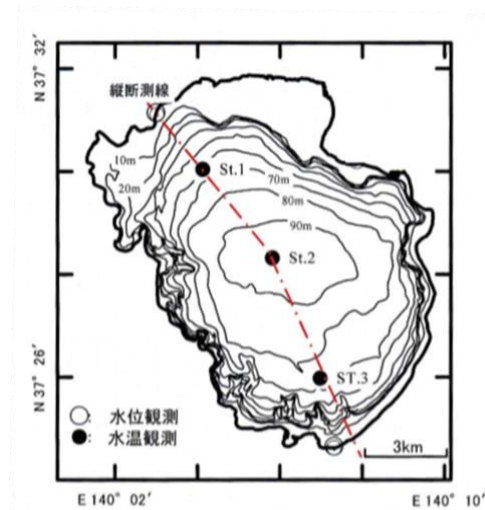


図-3 藤田らが観測した断面

キーワード: 猪苗代湖, 水温躍層, 内部静振

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, kanayama.susumu@nihon-u.ac.jp

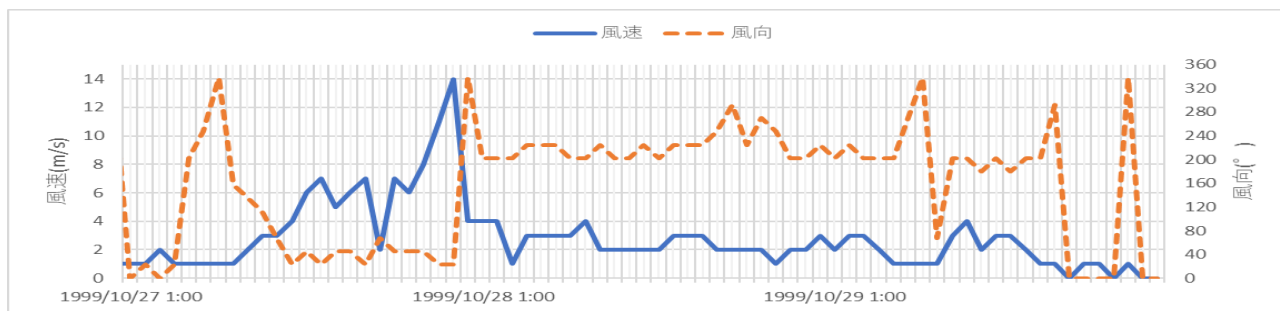


図-4 風データ

3. 解析結果

図-5 は 1999 年 10 月 28 日 12 時における図-3 の藤田らが観測した断面の観測結果を可視化したもの、図-6 は図-5 と同じ断面、同じ時間における準 3 次元密度流を用いた解析結果を示している。図中の矢印は縦断面に投影された流速ベクトルである。10 月 28 日 12 時は、27 日 23 時頃の強風が終わり風速は落ち着いている。

図-5 から分かるように、1999 年 10 月 28 日 12 時には水温が大きく変化していることから、大規模な静振現象が起きていることが確認できる。これに対して、出力断面 1 (図-6) の解析結果では、静振現象は確認できるが、図-5 と比べると規模が極めて小さく、内部静振の様子も異なる結果となった。

出力断面 2, 出力断面 3 についても内部静振は確認できたが、藤田らの観測結果とは規模が小さい結果となった。

本研究の結果では図-7, 8 に示すとおり、出力断面 2 と出力断面 3 を同じ時間で比較してみると、北が上がっているときに東が上がり、南が上がっているときに西が上がっていた。このことから湖心を振動の節として、北東が上がり南西が下がる、北東が下がり南西が上がるという動きをしていることが考えられる。

測点 st.1, st.2, st.3 の水温鉛直分布の変動は図-9 に示す結果になった。静振の周期は約 10 時間となった。藤田らの結果では、st.1 の静振の周期は 20.8 時間、st.3 は 21.6 時間でおおよそ 2 倍の差になっていた。

4. まとめ

本研究で解析した結果は、静振現象は確認できたが、藤田ら(2008)の観測結果と比較して規模が極めて小さかった。この原因は、今回用いた準 3 次元密度流モデルの格子間隔が大きかったためと考えられる。

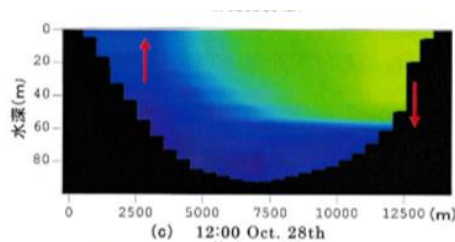


図-5 藤田らの観測結果

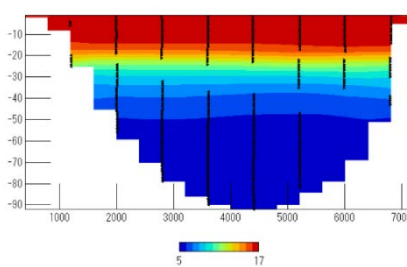


図-6 出力断面 1

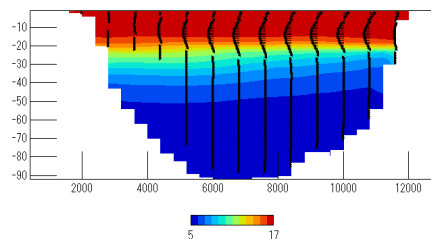


図-7 出力断面 2 (10/28 3時)

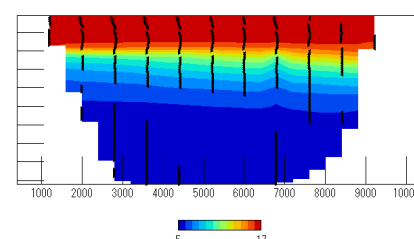
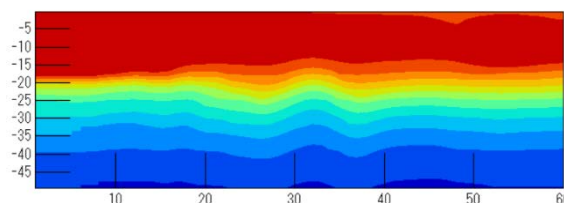
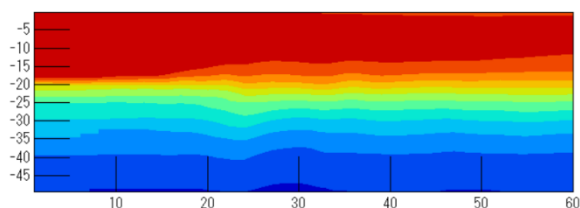


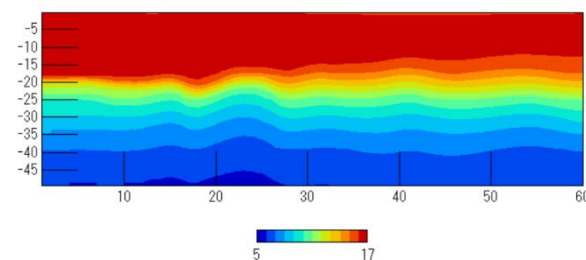
図-8 出力断面 3 (10/28 3時)



(1) st.1 における水温鉛直分布



(2) st.2 における水温鉛直分布



(3) st.3 における水温鉛直分布

図-9 水温鉛直分布の変動