1204 猪苗代湖における水温変動とその可視化

Field Observation of Water Temperature in Lake Inawashiro and Its Visualization

○藤田 豊（日本大） 田中 仁（東北大） 戸塚康則（建設技研）
山路弘人（東北大） 愛川 薫（福島県） 沢本正樹（東北大）

Yutaka FUJITA, Nihon University, Tamura-machi, Koriyama, Fukushima

Hitoshi TANAKA, Tohoku University, Aoba-yama 06, Sendai

Yasunori TOTSUKA,

Hiroto YAMAJI, Tohoku University, Aoba-yama 06, Sendai

Kaoru AIKAWA, Kentyu Public Works Office, Hayama, Koriyama, Fukushima

Masaki SAWAMOTO, Tohoku University, Aoba-yama 06, Sendai

Lake Inawashiro, located in Fukushima Prefecture, is a typical deep acid lake in Japan. The water from Nagase River, which pours to the lake from the north, is the cause of acid water quality in this lake. Deep lakes have a possibility of occurrence of internal seiche, which is very important in terms not only of hydrodynamics but also of water quality variation. A field observation was carried out in Lake Inawashiro in autumn in 1999, when the thermal structure was overturned. From the result of the present water temperature observation, internal seiche was detected successfully along the line from the south to the north.

Key words: Lake Inawashiro, Stratification, Thermocline, Internal seiche, Flow visualization

1. まえがき

猪苗代湖は約 105km^2 の面積と最大水深 94.6m の南北方向に長軸とする長円形の形状を呈している。同湖における水質調査は著者らによってなされているが、本湖における水文学的な観測が具体的に実行された例はないようである。

内部静振は、湖全域にわたる変動であり湖内の水質を大きく変化させる効果を持つ。したがって、内部静振の諸特性や湖水に与える影響を解明することは極めて重要である。

本研究では猪苗代湖を対象に、湖内の数点において多層にわたり水温計を設置して内部静振の観測を行った。これによって水温鉛直分布の変動・可視化された湖内水温の時間分布から、本湖における内部静振の特性と水温構造に与える影響を明らかにする。

2. 猪苗代湖と観測概要

Fig. 1 は猪苗代湖の概要と観測地点を示している。本湖は強酸性の水質を有する清澄な湖として知られている。しかし近年、湖北部地域の観光市街化に伴い、水質汚濁の進行が問題となっている。

本湖内の水質を決定づける主要因として、北部に位置する観光市街地からの流入水および湖北東部から流入する強酸性水質の長瀬川流入水の二つが考えられる。また、最大水深が 94.6m にも達するため、夏季には顕著な水温躍層が形成される。内部静振の振動は長軸方向の動きが卓越するものと考え、1999 年降温期に Fig. 1 に示す St.1, St.2, St.3 の湖内 3 点に自動記録式小型 IC 水温計を設置した。観測は 10 月 1 日から 12 月 18 日まで行われた。水温計は鉛直方向に、水深 40m までは 5m ごとに、 40m 以深は 10m ごとに設置した。測定時間間隔は 10 分とした。また、湖北部と南部に自記式の水位計を設置し、湖内の水面変動を計測した。測定時間間隔は 1 分とし、表面静振ならびに内部静振に連動した表面水位の変動特性を検討した。

Fig. 1 Map of Lake Inawashiro

3. 観測結果および考察

表面静振の抽出を試みた。界面の変動は多少なりとも水面変動へと影響を及ぼすことが予想されるため、まず、界面の動きが見られない 10 月 2 日の水位変動のスペクトルを計算した。

Fig. 3 は 10 月 21 日～30 日の風と水温観測データを示す。風速データとしては、猪苗代に設置されているアメダスデータを使用した。同図の水温分布によると、湖内の界面には大きな変化が見られる。北部の界面と南部の界面とが逆位相で変位している。一方湖心は湖北・湖南の水温変動に比べるとほとんど変化していない。これより、湖心を腹とした大規模な内部静振が発生していたことが予想される。特に 27 日、28 日東北地方は台風の影響で大荒れの天気であり、27 日深夜の風速は 14m/s に達する。28 日に湖北では水深 40m の底層水が水面にまで湧昇している。水温変化

が約8℃にも達する大規模な水温変動であった。その後等温線間隔が大きく広がりつつある。つまり、この内部静振によって湖内の鉛直循環が促進されたわけである。この内部静振は成層の衰退と季節風によって引き起こされたものであり、例年降温期に発生していると思われる。ここで、温度勾配が最も大きな13℃の等温線を界面の動きとみなしてスペクトルをとり周期の結果をFig.4に示す。これより湖北と湖南での周期を平均すると20.0時間となった。

Fig.3 Observed wind speed and water temperature

Fig.4 Power spectrum of elevation of thermocline

4. 湖内水温変動の可視化

前節で大規模静振の存在が確認された。しかし、Fig.3のみでは、湖内における静振の全体像を理解するのは困難である。そこで実測値をもとに、湖内縦断面内の水温分布の可視化を試みた。まず、各測線における水温の鉛直分布データを用いて、線型補間を施すことにより、1m毎の鉛直水温データを作成した。次に、St.1からSt.3にわたる範囲の水温値を補間するために、3つの測線における各水深での水温実測値に対して二次式をあてはめた。ただし、St.1より北側、St.3より南側に対してそれぞれSt.1およびSt.3

での水温をそのまま与えた。Fig.5は1999年10月28日4時、8時、12時と4時間毎の結果である。まず、Fig.5(a)すでに左端側の界面の上昇が認められる。Fig.5(b)ではさらにこれが進行している。Fig.5(c)では上層のが右端に寄り、これにより等温線がかなり沈み込んでいる。これに伴い、左端では深層の低温水塊が湧昇し、極めて大規模な水温変動現象が見られる。その後の注目すべき点は、左側の下層領域には温度コンターの間隔が増大している点である。これは大規模な湖内流動により鉛直混合が促進されることを示している。

Fig.5 Visualization of internal seiche

5. まとめ

本研究では、猪苗代湖を対象として成層の弱い時期に水温変動の現地観測を行い、成層の衰退と強い季節風の影響により、長軸方向の大規模な内部静振が発生することを確認した。この内部静振後水温躍層が破壊され、全層にわたる湖水混合が促進された。このように、内部静振による水温躍層への影響を具体的な観測として捉えることができた。今回の観測により得られた大規模内部静振は、平常時の気象条件によって発生したため、毎年この時期に発生する可能性があると考えられる。今後も継続的に観測を続け、発生条件や湖水に対する影響をさらに詳細に検討し、さらに、今回は欠測のため不可能であった内部静振時の三次元的な構造を捉える必要がある。