

## 猪苗代湖北部水塊の秋期中層貫入の数値計算

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○根本 駿  
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 103.24km<sup>2</sup>、最大水深 94.6m と国内で 4 番目に広い湖であり、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。特に北部浅水域では他の水域とは異なった水塊が形成されているため、水質汚濁の悪化が著しい。そのような中で、北部浅水域では秋期において湖心域よりも早く水温低下が進むため、湖心域に向けて北部水が沈降、拡散し、汚濁が湖全体へ広がるプロセスの一端を担っている可能性が指摘されている。青柳ら(2010)の研究では、このような現象を現地観測でとらえると共に数値解析により再現している。本研究ではこれとは別の年の水温、気象データを用い、より長い期間での密度流計算を行うことで、秋季における猪苗代湖北部浅水域の流動特性の解明に寄与することを目的とする。

### 2. 解析方法

解析地点を図-1 に示す。数値解析には静水圧近似の準 3 次元密度流モデルを用いた。格子間隔  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  は共に 400m とし、 $\Delta z$  は水表面から湖底まで 1m とした。解析条件として、水温データは平成 27 年度猪苗代湖調査研究事業等報告書(福島県庁 HP より)に掲載されているものを使用し、気象データはアメダス福島市地点のものを使用した。解析には気温、気圧、風向、風速、日射量を用いた。ここで、アメダス猪苗代町のデータを用いなかった理由としては、解析に必要な気圧と日射量の記載が無かったためである。計算期間は 2015 年 10 月 20 日 0 時から 2015 年 11 月 4 日 0 時までの 15 日間とし、北部浅水域にのみ初期濃度を与え、気象変化に伴った北部水の流動について解析を行った。

解析は 10 月の水温を初期データとして与え、風による湖内の吹送を慮せず熱収支のみにより発生する北部水の流れを考える場合と、吹送を考慮する場合の 2 通りを行った。時間間隔  $\Delta t$  として吹送を考慮しない場合は 4 時間、吹送を考慮する場合は 1 時間として計算をした。なお、河川の流出入は解析には含めないものとした。

### 3. 解析結果及び検討

#### 3.1 風による吹送を考慮しない場合

解析地点において図-2 のように北部浅水域にのみ初期濃度を与え解析を行った。解析において図-4 に示す気象条件を与えたところ、計算開始から約 36 時間後に北部浅水域において水温が低下し、それに伴う北部水の沈降が始まった。その後も水温低下による沈降が進み、水深 20m での水温躍層を境とした中層貫入が発生した。

青柳ら(2010)の研究では、実測データを基に秋期の短期間における猪苗代湖北部水の中層貫入発生について報告がされていたが、今回の計算では風による吹送の影響がない場合でも水温の低下と共に北部水の中層貫入が発生することが分かった。特に図-4 点線内に示す 10 月 25 日から 10 月 26 日にかけては、気温が低く北西の風が卓越している時期があり、その後貫入が進行していた。そのため北部水の中層貫入

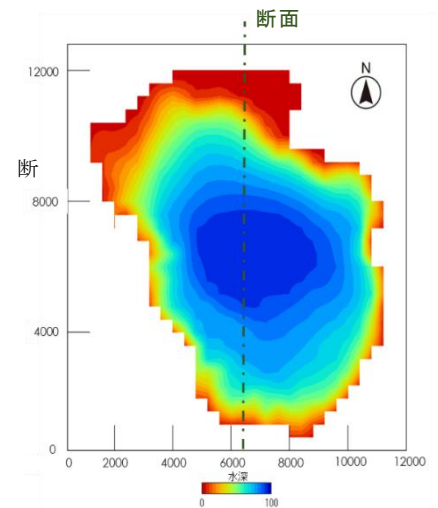


図-1 解析地点 考

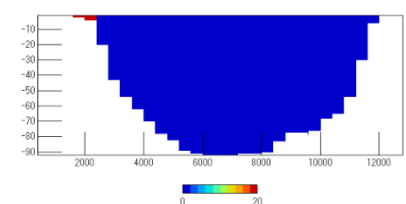


図-2 初期濃度位置

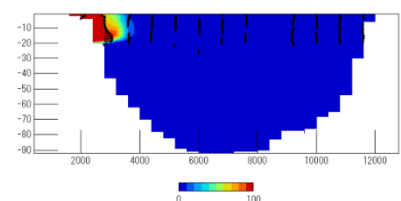


図-3 北部水中層貫入

キーワード:猪苗代湖,中層貫入

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

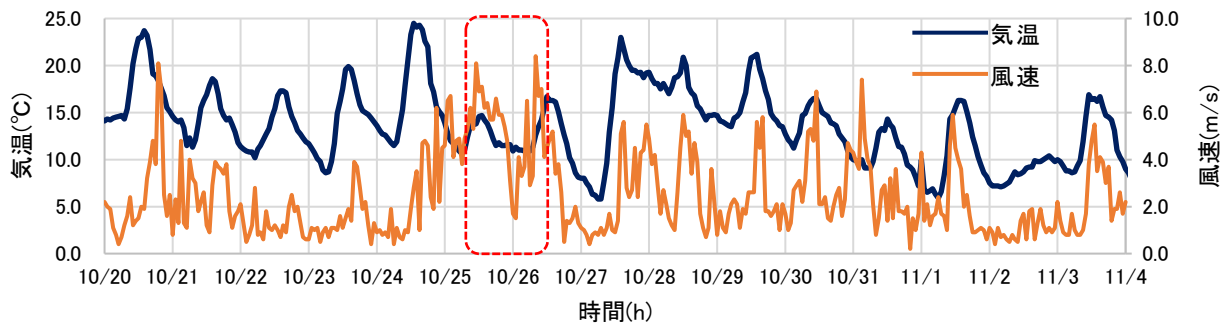


図-4 気温・風速

に関して、熱収支による水温変化の影響も大きく関係していると考えられる。

### 3.2 風による吹送を考慮する場合

吹送を考慮しない場合同様に、北部浅水域にのみ初期濃度を与え解析を行った。解析において図-4の気象条件を与えたところ、計算開始1時間後から水表面において風による濃度の移流が見受けられ、53時間後には図-5に示すように湖全域に北部水が拡散されていることが分かった。そのため猪苗代湖北部水は、水表面において常に風の影響で湖心から湖南に向かい拡散されていると考えられる。次に計算を続けると開始から約60時間後に水深10m付近での北部水の中層貫入が発生した。しかし10月25日において北西の風が卓越している時期があり、このとき図-6に示すように水深10m付近では水表面での吹送に伴った南から北へ向かう補償流が発生していた。これにより貫入が押し戻され、消滅してしまうといった現象が起きた。これは吹送を考慮せずに計算を行った場合の図-3とほぼ同時刻である。そのため吹送が無かった場合で進行する中層貫入が、吹送により発生する補償流によってその進行に遅れを生じさせていることが考えられる。また、この後の気象条件において南風による吹送に伴って発生する北から南へ向かう補償流が、中層貫入を促進させている場合も見受けられたため、中層貫入の進行と吹送の関連性が確認できたといえる。一時消滅した貫入だが、気温の低下や風の影響により計算開始から156時間後に二度目の中層貫入が発生し、その後は補償流による消滅もなく、計算終了時の360時間後には図-7に示すように表水面から水深20m付近まで湖全域において北部濃度が拡散されていることが分かった。これにより、猪苗代湖における北部汚濁水の拡散機構には、北部水塊の中層貫入が大きく関係していることが考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、秋季における猪苗代湖北部水の挙動についてシミュレーション解析を用いて検討を行った。風による吹送の影響を考慮しない場合、水温の低下に伴った北部水の中層貫入機構を算出することが出来た。これにより秋季において猪苗代湖では風による吹送の影響に関わらず北部水の中層貫入が発生し、北部汚濁水の湖心域への移流、拡散が常に成されていることが分かった。また、風による吹送の影響を考慮した場合では、吹送による進行への影響はあるものの、やはり北部水の中層貫入が発生し、時間をかけて北部汚濁水が湖全域に拡散していく過程を数値解析から把握することが出来た。

### 参考文献

- 1) 青柳一輝, 田中仁, 藤田豊, 梅田信, 金山進(2010): 猪苗代湖における北部浅水域濁水の移流拡散機構に関する検討, 水工学論文集, 第54巻, pp.1405-1410.

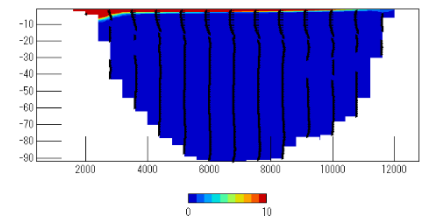


図-5 水表面での濃度移流

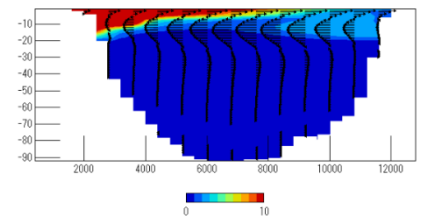


図-6 中層貫入消滅

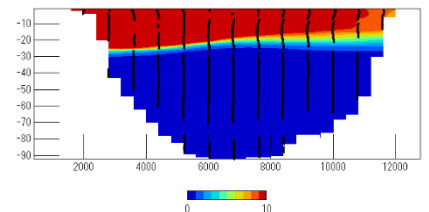


図-7 湖内濃度(360時間後)