

# 伊豆沼における底質の挙動に関する研究

東北大学工学部 学生会員 ○別当 雄亮  
東北大学大学院 正会員 梅田 信

## 1. はじめに

富栄養化が進行した多くの閉鎖性水域において水質改善の対策がなされてきているが、十分に効果が発現していないことも多く、課題となっている。特に、浅い湖沼の水質悪化の傾向が顕著であり、健全な生態系を保全するためにも水質の改善・管理が必要となる。しかし、浅い湖沼においては気象などの条件により底泥が巻き上げられ、栄養塩が水中へと回帰すると考えられる。底泥からの内部負荷による水質への影響を抑制し、効果的な水質対策を行うためには、風による巻き上げを含めた底質の挙動を考慮に入れることが重要であると考えられる。

そこで本研究では、伊豆沼における底質と水の濁りに関する現地観測を行い、強風イベント時の濁度変化を整理した。また、水理学的な解析に基づく底質巻き上げモデルを用いた数値計算を行い、その結果について現地観測結果と比較検討した。

## 2. 研究対象地域の概要

対象領域である伊豆沼は、宮城県北部に位置する湖沼面積 2.89km<sup>2</sup>、最大水深 1.6m の浅い水域である。伊豆沼の平面図を図-1 に示す。

伊豆沼周辺の湿地環境は多様な動植物の生息地となっており、国内有数の渡り鳥の飛来地としてラムサール条約にも登録されている。しかし、近年では家庭内排水の流入、水鳥の糞や餌などの影響により水質が悪化し、富栄養化が深刻な問題となっている。

## 3. 風の傾向分析

底質の巻き上げに対して、重要な外力となる風の傾向をまず調べた。用いたデータは、伊豆沼の西側 6 km 地点にある築館アメダスのデータである、対象期間を

2000 年から 2004 年として季節ごとの風向の偏り、風速について検討した。

図-2 に 2000 年から 2004 年 5 年間の平均した月ごとの平均風速を示す。12 月から 4 月にかけて平均風速が大きく、特に 3 月から 4 月にかけて強い風が吹いていることがわかる。また、2000 年から 2004 年の 12 月から 4 月における風向は西風の頻度が高いのが特徴的であった。

## 4. 現地観測

2010 年 12 月に底質の巻き上げに関する現地観測を実施した。観測内容は風向・風速および湖内濁度・流速・波高の連続観測と底泥及び堆積物の物性調査である。観測地点は図-1 の通り。

上流地点、湖心地点、下流地点の底泥分析からそれぞれの地点の粒径の中央値は 47 μm、約 200 μm、54 μm であった。湖心地点は比較的砂質分が多いことがわかった。

12 月 6 日から 12 月 26 日までの観測期間中、比較的大きな巻き上げが生じた、12 月 21 日から 12 月 25 日における観測結果を図-3 に示す。図は上から、風ベクトル、風速変動、水面変動、流速、濁度である。このときの最大風速は 10m/s 以上で、風速 5m を超えたあたりから急激に濁度が上昇していることがわかる。また、湖心地点、下流地点では強風発生後は強風発生前に比べて濁度の高い状態が数日間持続することが明らかになった。

## 5. 濁度の数値解析

### (1) 巻き上げモデル

本研究で用いた解析モデルは、伊豆沼と同じく浅い湖沼である霞ヶ浦において開発された銭ら<sup>1)</sup>の 3 次元の流動解析モデルに、同じく霞ヶ浦の底質の巻き上げの

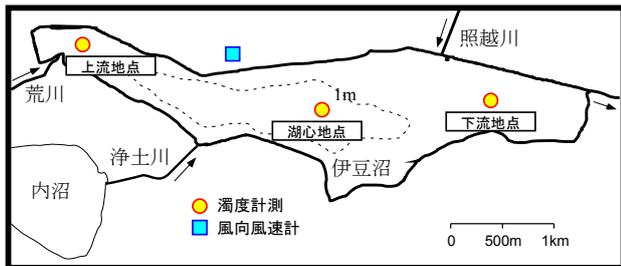


図-1 伊豆沼の平面図と観測地

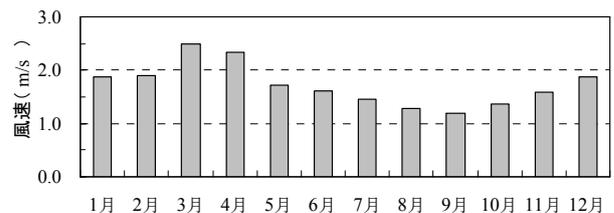


図-2 2000～2004 年の月ごとの平均風速

キーワード ; 伊豆沼, 浅水湖, 風向・風速, 底泥の巻き上げ

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 Tel&Fax 022-795-7453

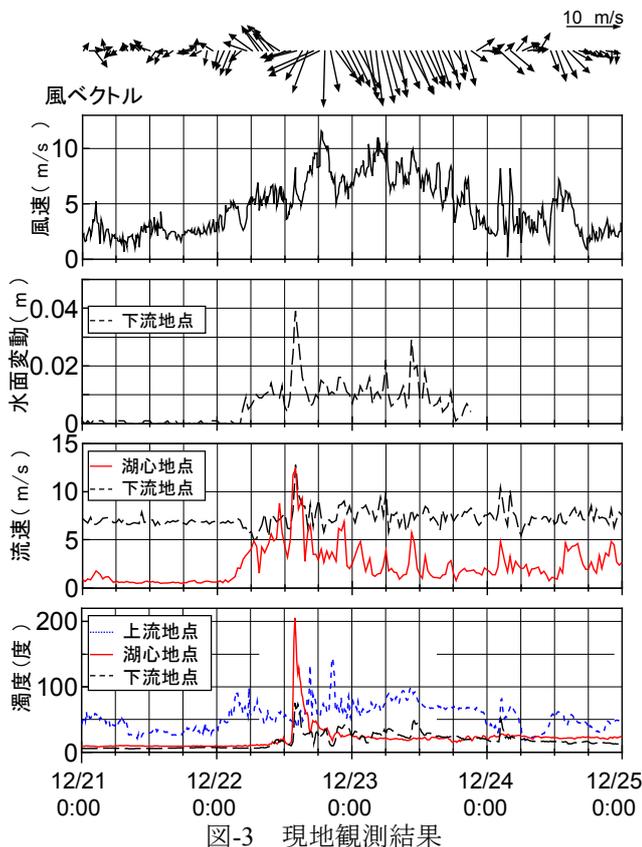


図-3 現地観測結果

解析に用いられた梅田ら<sup>2)</sup>による巻き上げモデルを組み合わせたものである。

## (2) 計算条件

計算期間は、最大風速が 10m/s を超える風の生じた 2010 年 12 月 21 日午前 0 時から 25 日午前 0 時までの 96 時間を設定した。この期間の風速条件は図-4 に示した通りである。濁質の沈降速度は調査した 3 地点の底質の平均粒径分布を求め、この中央値である  $62\mu\text{m}$  に対して、ストークスの沈降則から沈降速度に換算し、 $2.93 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  と与えた。

## (3) 計算結果及び現地観測との比較考察

計算結果は濁度の現地観測を行った地点と同様に上流部、湖心部、下流部における湖底から 50cm の位置の SS 濃度を出力した。計算結果を図-5 に示す。結果から風速 5m を超える風で底泥の巻き上げが大きくなる可能性が示唆された。しかし、計算結果と濁度の現地観測結果と比較すると湖心地点のピークとなる時間は一致していたものの全体的にかなり過大評価となっていることがわかった。

## 6. おわりに

本研究では、伊豆沼周辺における風の傾向を分析するとともに、伊豆沼において底質と水の濁りに関する現地観測を行った。その結果、風による底質の巻き上げが伊豆沼の濁度に影響を与えていることが確認された。また、水深の浅い地点ほど風の影響を受けやすいこと

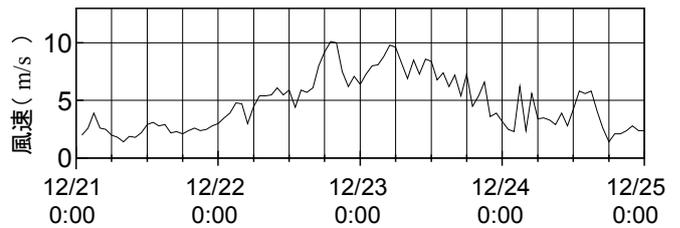


図-4 計算期間の風速

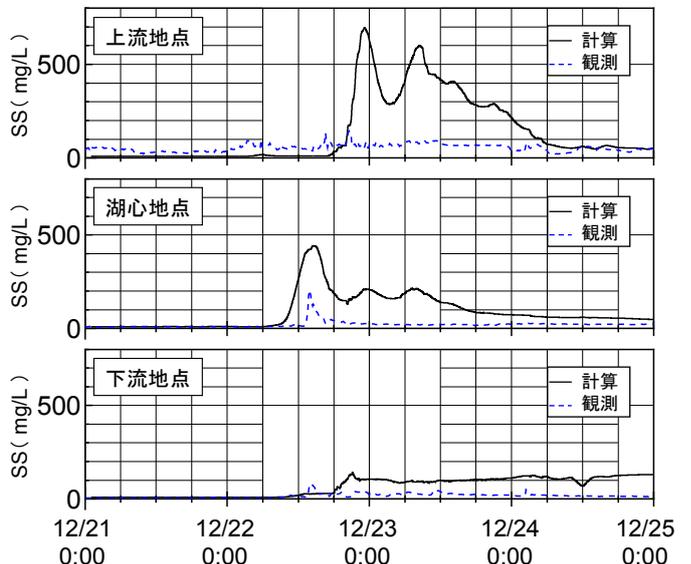


図-5 底泥巻き上がり時の計算結果

がわかった。

底質巻き上げモデルを用いて濁度の経時変化を計算し、その結果と現地観測結果とを比較検討したところ、風速 5 m/s を超える風で巻き上げが生じる可能性が示唆された。しかし、濁度の計算結果は全体的に過大評価となっており、さらなるモデルの改良が必要であることが明らかになった。

以上のことから伊豆沼における強風時の濁度変動を  $k-\epsilon$  モデルを用いた三次元流動計算を行うことによりある程度再現することが可能であることがわかった。これにより、風による濁度変動を把握することは、浅い湖沼における水質管理において有効な手段になると考えられる。

**謝辞**：現地調査実施に際して、宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団にご協力頂いた。また本研究は、環境省の環境研究総合推進費 (B-1004) の支援により実施された。

## 参考文献

- 1) 銭新, 石川忠晴, 西部隆宏: 霞ヶ浦高浜入りにおける日成層形成時の湾水交換の数値シミュレーション, 土木学会論文集, vol.43, pp.1216-1220, 1996
- 2) 梅田信・長嶺知徳・長広遥・石川忠晴・宇多高明: 霞ヶ浦湖心部における底泥の巻き上げ過程に関する研究, 土木学会論文集, vol.45, pp.1171-1176, 2001