

伊豆沼における底質組成の空間分布

東北大学 工学部 仲田 信也

東北大学 大学院工学研究科 梅田 信

宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 嶋田 哲郎

1. はじめに

多くの富栄養化した閉鎖性水域において水質改善の対策が実施されているが、十分な成果が出ていないことも多く、課題となっている。特に浅い湖沼における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、河川流入による流動や波浪などにより、底泥が巻き上げられ再懸濁していることが水質改善を妨げる要因の一つとして挙げられる。

底質の巻き上げにより、土粒子や栄養塩類が再懸濁し、濁度の上昇や富栄養化といった水質環境を変化させることがある。また、底質の巻き上げが活発で水の濁りが高い環境では、沈水植物の生息が難しくなり、抽水植物や浮葉植物が優占になる。したがって、浅い湖沼においては特に底質の挙動と生態系や水環境が密接に関わっていると言える。底泥からの内部負荷を抑制し、効果的な水質対策を行うには、底質の挙動を考慮することが必要である。そのために、底質が形成する際に影響すると考えられる流速や湖沼の底質組成に関する空間分布を把握することは重要である。そこで、本研究では伊豆沼における流速と風速のデータを分析するとともに、底質組成の空間分布を把握するための現地観測を行い、含水比・強熱減量・全リン・全窒素の分析を行った。

2. 研究対象の概要

研究対象である伊豆沼は、宮城県北部に位置する湖面積 2.89km²、最大水深 1.6m、平均水深 0.76m の浅い湖である。図-1 に伊豆沼の平面図を示す。湖の形状は東西方向に長く、流入は本川である荒川、内沼からの流出河川である浄土川など複数ある。一方、流出は湖東端の 1 カ所のみである。また、伊豆沼の水位は下流端に設置されているゲートで管理されている。

伊豆沼およびその周辺は、多様な動植物の生息地になっており、国内有数の渡り鳥の飛来地としてラムサール条約に登録されている。しかし、家庭排水の流入、水鳥の糞や餌などの影響により水質が悪化し、富栄養化が問題となっている。実際、環境省が 2010 年に発表した平成 21 年度公共用水域水質測定の結果では、COD の年間平均値が 10mg/l にもなり、全国でワースト 1 位になっている。

*Spatial distribution of sediment composition in Lake Izunuma, by Shinya Nakada, Makoto Umeda, and Tetsuro Shimada

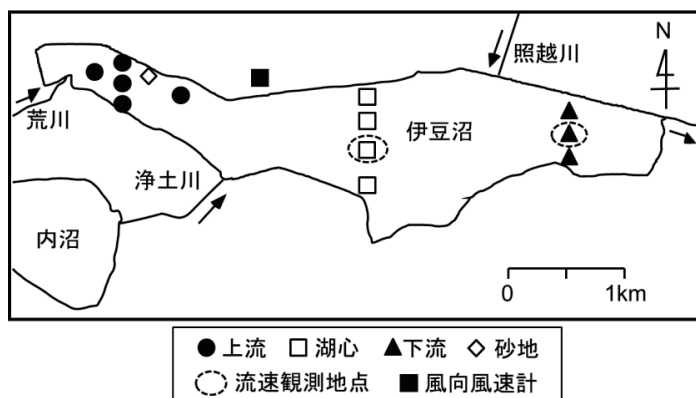


図-1 伊豆沼の平面図と観測地点

3. 研究方法

(1) 風速と流速の分析

伊豆沼における風速と流速について分析を行った。用いたデータは、梅田ら¹⁾が風向・風速と流速の観測を行ったものを用いた。

風向・風速は図-1に示した地点に風向・風速計を設置し、10分間隔で連続計測が行われた。この地点は湖岸近くの高台であり、この場所の地上から約3m、湖面からは約20mの位置に風速計が設置されている。しかし、この観測では、一部期間のデータが欠如していたため、その部分に関しては伊豆沼の西側6km地点にある築館アメダスのデータを用いて分析を行った。

流速は2010年の12月5日から12月26日、2011年の3月7日から5月8日と7月29日から9月30日に渡って観測された。この観測は流速計(JFEアドバンテック(株)製 COMPACT-EM)を図-1の点線で囲んだ湖心と下流の2地点に設置し、湖底から約0.5mの高さにセンサーが来るように取り付けられている。湖心地点、下流地点における水深は、共に約1.3mである。また、用いられた計器では、乱流計測が難しいが、できる限り変動成分のデータ解析を行えるよう、計測間やデータ数が設定されており、2010年は0.5秒間隔で180データの測定を30分毎、2011年は0.5秒間隔で60データの測定を30分毎に行っている。

(2) 底質の現地観測と分析方法

2012年8月にエクマン・バージ採泥器を用い、底質を採取した。観測地点は図-1のように13カ所を設定した。これらは、上流部の5地点、湖心部の4地点、下流部の3地点および、上流付近の砂地が広がっている地点に主に分類できる。また、上流部の5地点のうち3地点は、湖心部の4地点、下流部の3地点と同様に南北方向に一直線に並ぶように設定した。

含水比は各地点の試料を105°Cで12時間、乾燥させて求めた。強熱減量は、乾燥試料を600°Cで加熱後、重量を測定して求めた。全リンと全窒素は、各試料10-20mgに超純水10mlと水酸化ナトリウムとペルオキシ二硫酸カリウムを混合した分解液10mlを加え、121°Cで一時間、オートクレープし、0.45μmのメンブランフィルターでろ過した後、分析装置 Auto Analyzer II (BLTEC(株)製)で測定した。

4. 結果と考察

(1) 風速と東西成分, 南北成分の流速変動

図-2に月別に平均した風速と東西成分, 南北成分の流速変動を示す. 風速, 流速変動ともに12月, 3月, 4月といった冬季から春先にかけて値が大きく, 8月, 9月といった夏季は値が小さくなっている. 別当ら²⁾によると, 伊豆沼では12月から4月にかけて平均風速が高く, 冬季は西風の頻度が多いことがわかっている. したがって, 冬季から春先と夏季で流速変動に変化が見られたのは季節による風速の違いによる影響だと言える. また, 冬季から春先にかけて湖心と下流で流速変動に差が出ており, 南北成分より東西成分の方が, 若干差が大きくなっている. これは, 風向と湖の形状による影響で, 西風に対して吹送距離がより長くなる下流で流速変動が大きくなったと考えられる.

底質組成の形成に関しては, 流速変動の大きい冬季から春先の影響が大きいと考えられる. また, 流速変動は湖心の方が低いことから, 湖心と下流で底質の移動が異なり, 底質の組成も異なっている可能性がある.

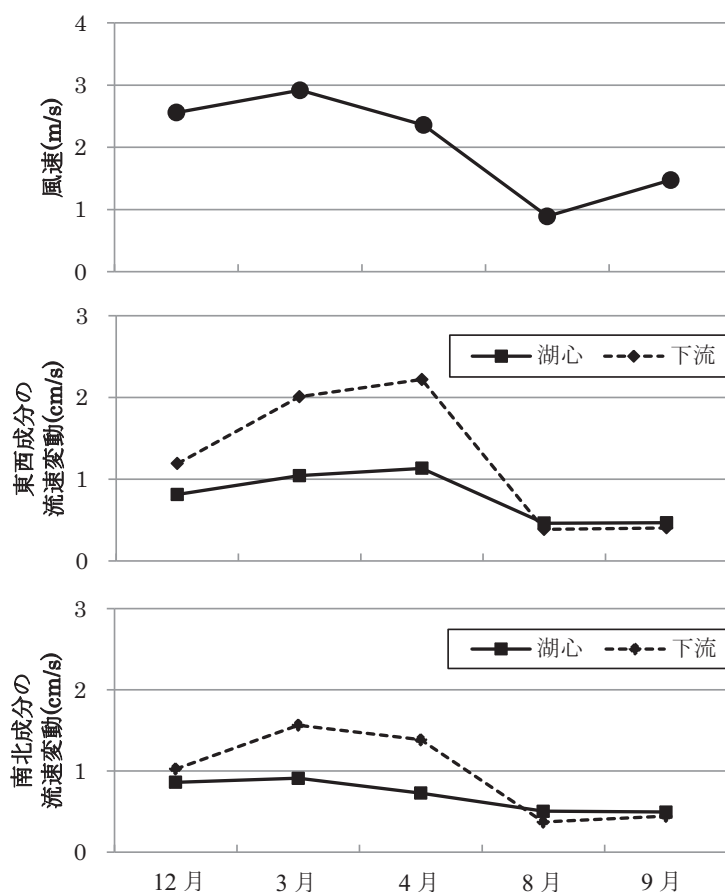


図-2 月別の平均した風速と東西成分, 南北成分の流速変動

(2) 南北方向の比較

図-3 に上流部の南北方向に一直線に並ぶ3地点、湖心部の4地点および下流部の3地点における含水比、強熱減量、全リンおよび全窒素の結果を示した。各測定項目に関して下流部では比較的南部の方で値が低く、北部の方で値が高くなる傾向がある。一方、上流部と湖心部では目立った傾向が見えなかった。しかし、各測定項目に関して南北方向より上流、湖心、下流といった縦断方向の違いの方が比較的、際立つ結果となった。流速変動が南北成分より東西成分の方が大きいこと踏まえると、底質は南北方向より東西方向の移動が大きいことが推測される。したがって、底質の組成の違いは南北方向より縦断方向に表れたと考えられる。

(3) 縦断方向の分布

図-4 には、上流部の5地点、湖心部の4地点、下流部の3地点で、それぞれ含水比、強熱減量、全リンおよび全窒素を平均して、縦断的な分布を示した。なお、砂地は上流部に入るが、別途に示した。含水比は、湖心が比較的高くなっている。この理由としては、湖心での流速変動が下流より小さいことが影響していると考えられる。その結果、湖心では土粒子が巻き上げられてもあまり移動せず、小さな土粒子が堆積しやすくなり、含水比が高くなった可能性がある。以上より、底質の組成に関しては、流速が影響していることが推測される。また、強熱減量、全リンおよび全窒素の値に関しても含水比と同様に湖心で比較的大きくなっており、底質の性質を示す含水比と関連がある可能性がある。

(3) 含水比に対する全リン、全窒素および強熱減量

含水比に対する全リン、全窒素および強熱減量の関係を図-5 に示す。図中の R^2 の値は決定係数である。含水比と強熱減量の関係性はやや弱い。これは植物の微細な断片が底泥中に多く含まれており、その多寡で強熱減量にばらつきが生じた可能性がある。一方、含水比と全リンおよび全窒素の関連性は比較的強いことがわかる。これはリンと窒素が、主に間隙水中に存在していたためであると考えられる。含水比は土粒子の大きさに依存することから、土粒子と全リン、全窒素および強熱減量の間に関連性があることが推測される。一般的に大きい土粒子ほど湖口近くに沈降することから、他の地点の底質に含まれるリン、窒素および有機物の量を推定できる可能性がある。

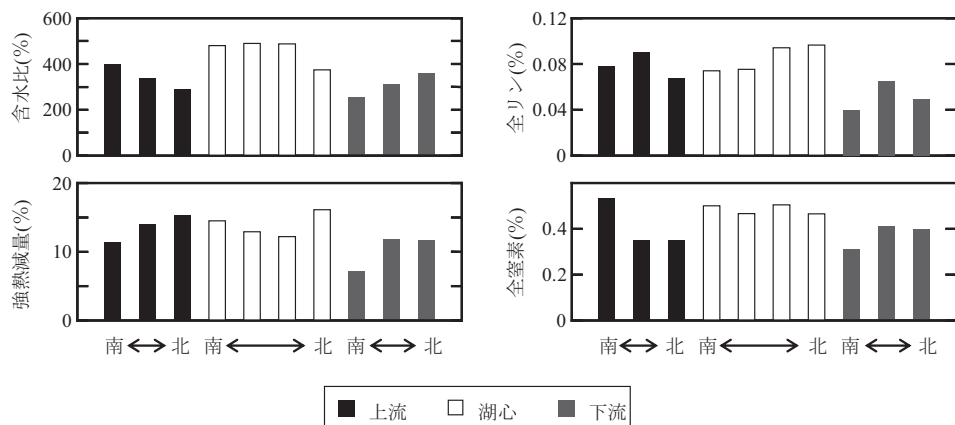


図-3 含水比，強熱減量，全リンおよび全窒素の南北方向の比較

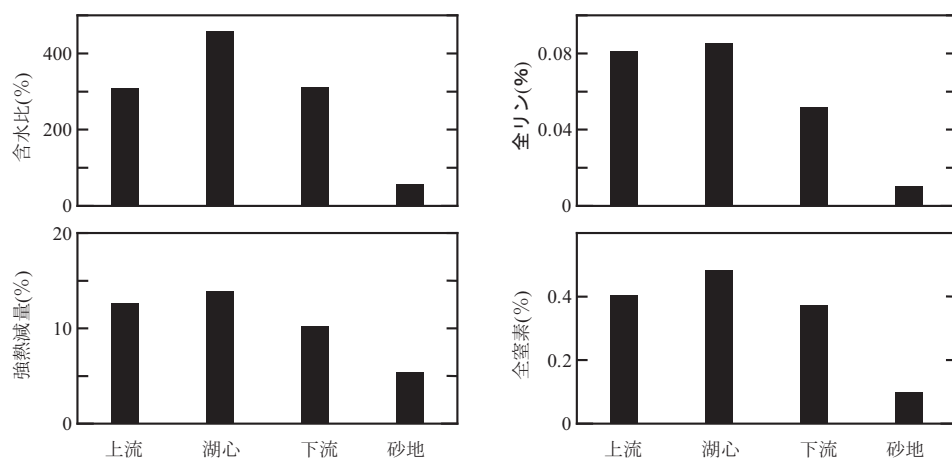


図-4 縦断方向の含水比，強熱減量，全リンおよび全窒素分布

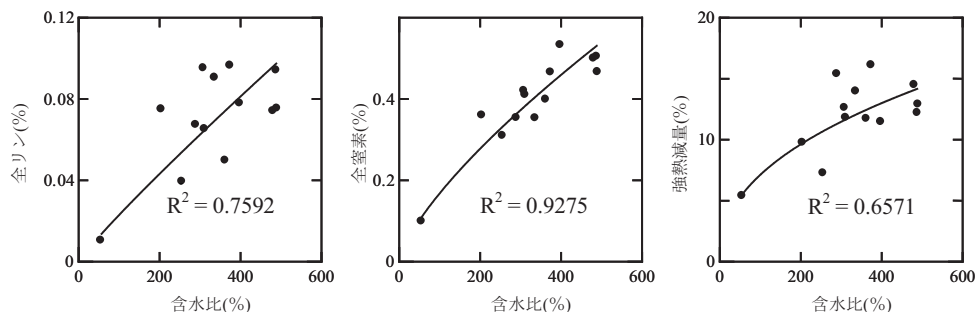


図-5 含水比に対する全リン，全窒素および強熱減量の関係

6. おわりに

伊豆沼を対象にして、風速・流速の分析と底質の含水比・強熱減量・全リン・全窒素の分析を行った。その結果、流速変動は冬季から春先にかけて高くなり、下流と湖心、東西成分と南北成分で違いが見られた。その理由としては、湖の形状と季節による風速と風向が影響していると考えられる。

さらに、底質の組成は縦断方向に違いが見られた。これは東西成分の流速変動が南北成分より大きいためであると考えられる。含水比、強熱減量、全リンおよび全窒素の縦断方向の空間分布の結果では、各測定項目ともに湖心で比較的高くなった。これに関しては、湖心の流速変動が下流より小さいことが影響していると考えられる。また、含水比と全リン・全窒素・強熱減量の間に関連性があることがわかり、含水比は粒径に依存することから、土粒子と全リン・全窒素・強熱減量の間にも関連性があることが推測された。今後は、粒径を考慮した検討を行う必要がある。

謝辞

本研究は、環境省の環境研究総合推進費（B-1004）および科研費（22404008）の支援により実施された。

参考文献

- 1) 梅田信，別当雄亮，進東健太郎：伊豆沼における底質の巻き上げと湖面風の関連，土木学会論文集 A2(応用力学)，Vol. 67, No.2(応用力学論文集 Vol. 14)，I_615-I_623，2011
- 2) 別当雄亮，梅田信：伊豆沼における湖面風と底質の巻き上げについて，東北地域災害科学研究，第 47 巻，pp.135-140，2011