

霞ヶ浦底泥中のリン分布の地域特性

茨城県霞ヶ浦環境科学センター 正会員 ○石井裕一, 正会員 小松伸行
 千葉工業大学 フェロー会員 瀧和夫, 非会員 張替慧, 非会員 谷本紫穂
 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 非会員 渡邊圭司, 非会員 根岸正美
 国立環境研究所 非会員 矢部徹, 東海大学大学院 非会員 吉田友彦

1 目的

霞ヶ浦(西浦・北浦・外浪逆浦)では湖内リン濃度の経年的上昇が続いており、特に北浦では、高水温期に局所的な湖内リン濃度の上昇が観測され、その濃度上昇の一因として底泥からのリンの溶出が挙げられている。本研究では、リン濃度の局所の上昇原因解明の基礎的資料を得ることを目的とし、底泥、間隙水および直上水中の形態別リン分布の地域特性を検討した。

2 方法

西浦、北浦および外浪逆浦においてそれぞれ8、6および1地点(Fig.1)で、重力式コアサンプラー(離合社:KB型を改良)およびアクリルカラム(H500×φ70mm)を用い船上から底泥-湖水コアサンプルを採取した(西浦・北浦:2006年7月, 外浪逆浦:10月)。採取したサンプルは実験室に持ち帰り、シリンジを用いて底泥直上水(底泥表面~1cm)を採水した。採水後底泥コアを押し上げ、4層(0~2, 2~5, 5~10, 10~15cm)にスライスし、遠心分離機により間隙水と底泥残渣とに分離した。得られた直上水および間隙水のDIPおよびDTPを測定し、その差をDOPとした。底泥残渣中のリンは無機態リンの分画定量法¹⁾に準拠しCDB-IP, NaOH-IPおよびHCl-IPに分画した。また各画分のTPを測定し、IPとの差をそれぞれCDB-OP, NaOH-OPおよびHCl-OPとした。さらに各層ごとに間隙水含有率、含水率、強熱減量および粒度分布を計測した。また、同地点より採取したサンプル底泥表面のベーンせん断応力をハンドベーン(誠研舎:D0-1018)により計測した。

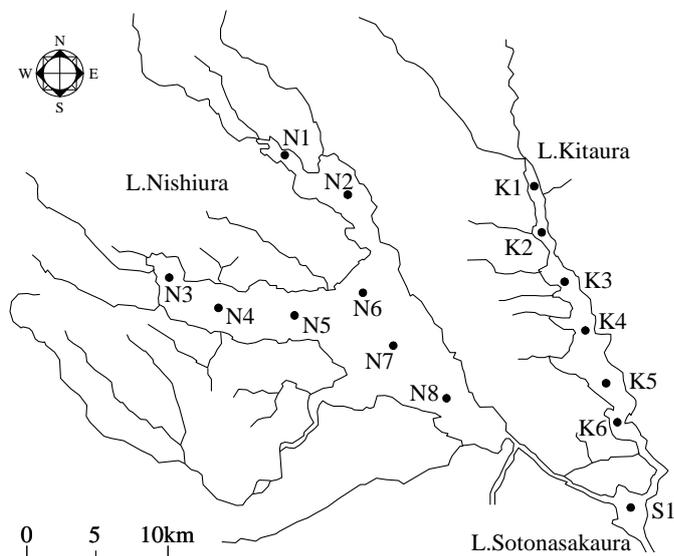


Fig.1 Location of Sampling Sites.

3 結果および考察

3.1 底泥の性状

西浦、北浦および外浪逆浦底泥の間隙水含有率、含水率、強熱減量、平均粒径、粘土含有率およびベーンせん断応力をTable1に示す。なお、表中の値は各地点における4層の平均値である。間隙水含有率、含水率は西浦においてはN3およびN8の2地点は他の6地点に比べいずれも低い値であった。一方北浦では中流域(K2-K5)で大きな値となっていた。外浪逆浦は北浦下流部(K6)と同程度の値であった。また、いずれの湖沼でも粘土含有率が高いほど強熱減量は高くなり、逆にベーンせん断応力は低くなる傾向であった。

Table1 Basic Properties (average value of 4 layers) of Sediment Samples.

	L.Nishiura								L.Sotona-sakaura
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	
Pore Water Content (%)	36.0	35.4	9.7	40.4	36.1	37.1	34.2	26.5	
Water Content (%)	66.3	75.9	52.3	72.0	77.0	74.5	73.8	53.0	
Loss on Ignition (%)	20.1	21.4	13.0	17.7	19.4	19.4	18.2	8.7	
Mean Grain Size (μm)	4.4	2.2	9.5	2.6	2.5	2.5	2.7	5.8	
Clay Content (%)	43.6	58.9	29.0	59.2	57.0	59.9	57.6	38.2	
Vane Shear Stress (kN/m ²)	0.14	0.07	0.33	0.16	0.17	0.11	0.09	0.20	

	L.Kitaura						L.Sotona-sakaura
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	
Pore Water Content (%)	26.1	36.1	34.3	37.6	36.7	24.0	20.3
Water Content (%)	66.3	78.6	80.8	81.0	79.7	44.0	45.2
Loss on Ignition (%)	20.9	21.4	20.6	20.3	19.2	5.5	6.7
Mean Grain Size (μm)	5.5	2.3	2.6	2.7	2.9	39.2	24.2
Clay Content (%)	39.4	63.6	54.4	56.4	54.9	14.0	20.1
Vane Shear Stress (kN/m ²)	0.18	0.08	0.08	0.07	0.06	0.22	0.15

キーワード 底泥, 形態別リン含有量, 連続抽出法, 霞ヶ浦, 富栄養化

連絡先: 〒300-0023 茨城県土浦市沖宿町 1853 茨城県霞ヶ浦環境科学センター Tel:029-828-0963 E-mail:yu-ishii@pref.ibaraki.lg.jp

3.2 直上水および間隙水中リン濃度

底泥直上水中のDIP濃度はTable2に示すように、西浦の8地点平均では21(範囲:14-27) $\mu\text{g/l}$ 、北浦の6地点平均では30(22-41) $\mu\text{g/l}$ 、外浪逆浦では13 $\mu\text{g/l}$ であり、北浦が比較的高濃度であった。また、DOP濃度はそれぞれ、9(8-13)、10(8-12)および6 $\mu\text{g/l}$ であり、全湖でほぼ同様であった。一方、間隙水中のDIP濃度も直上水同様、北浦で高濃度となっており、特に0-2cm層で他の2湖沼より高濃度であった。

3.3 底泥中形態別リンの分布

底泥中の形態別リン含有量は、Fig.2に示すようにIPでは概ねCDB>NaOH>HClの序列であった。北浦では流下に伴いHCl-IP含有量が増加しており、最下流部(K6)およびS1ではCDB>HCl>NaOHとなっていた。またOP画分についてもIP同様CDB>NaOH>HClの序列であった。ここでは0-2cm層しか図示していないが、2cm以深も概ね同様の序列であり、また深くなるにつれて各画分の含有量は減少する傾向であった。西浦および北浦では両湖の最下流部(N8, N6)を除く全地点でIP画分の含有量に顕著な相違はみられなかったが、OP画分に関しては特にCDB-OPが北浦で高濃度で検出された。IP画分とOP画分の存在比($\Sigma\text{IP}/\Sigma\text{OP}$)は西浦および外浪逆浦ではIP画分が多く含まれていたが、北浦上流-中流域(K1-K5)でIPとOPが同程度の割合であった。各画分の総和(Σ Fractional P)中に占めるCDB-OPの割合と強熱減量との関係をFig.3に示す。図中には0-2cm層から10-15cm層まで全てをプロットした。西浦・北浦上流-中流域ともに有機物量は同程度であったが、CDB-OP含有割合が北浦で大きくなっていた。CDB-OP中の成分は未分析であるが、この相違は両地域に流入する河川からの流入物質の性質の違い、各流域の土地利用形態の違い等に由来すると推察される。下流域(N8, K6 および S1)では有機物量が少ないのが特徴的であるが、この地域の底泥は細砂成分が多く、かつての海域の影響と考えられる。また土浦沖(N3)は西浦上流-中流域と下流域の中間にプロットされた。この地域では砂利採取が行われ、人為的攪乱を受けている。以上のことから、3湖沼底泥中のリンの分布は、①西浦上流-中流域、②北浦上流-中流域、③下流域および④土浦沖の4つのグループに分類することができた。

参考文献

1) Williams et.al. (1971) Fractionation of inorganic phosphate in calcareous lake sediments, Soil Sci. Soc. America Proc. 35, 250-255.

Table2 Concentrations of DIP and DOP in Overlying Water and Pore Water.

Layer	DIP ($\mu\text{g/l}$)		DOP ($\mu\text{g/l}$)	
	L. Nishiura			
Overlying Water	21	(14 - 27)	9	(8 - 13)
Pore Water	0-2cm	85 (5 - 165)	49	(16 - 73)
	2-5cm	383 (105 - 975)	46	(16 - 79)
	5-10cm	623 (260 - 1195)	67	(5 - 175)
	10-15cm	441 (100 - 1295)	81	(49 - 166)
L. Kitaura				
Overlying Water	30	(22 - 41)	10	(8 - 12)
Pore Water	0-2cm	530 (140 - 1000)	72	(43 - 105)
	2-5cm	665 (255 - 1100)	95	(57 - 142)
	5-10cm	861 (150 - 1505)	106	(48 - 156)
	10-15cm	502 (40 - 920)	103	(68 - 158)
L. Sotonasakaura				
Overlying Water	13		6	
Pore Water	0-2cm	210	54	
	2-5cm	765	45	
	5-10cm	1505	217	
	10-15cm	415	65	

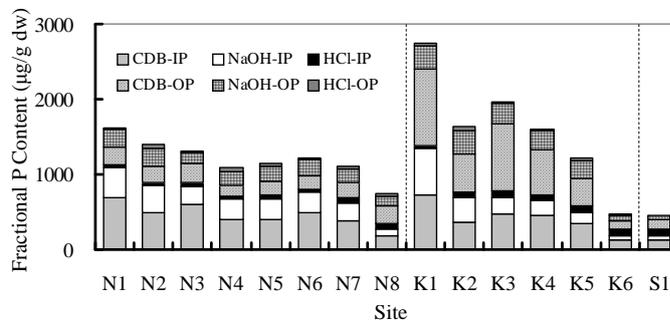


Fig.2 Fractional P Content in the Surface Layer (0-2cm) of Sediment Cores.

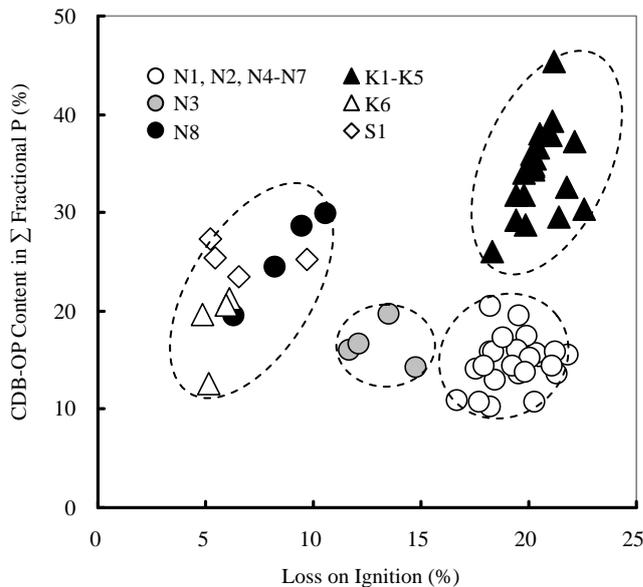


Fig.3 Correlation in Content (%) between Loss on Ignition and CDB-OP Content in Σ Fractional P at Lakes Nishiura, Kitaura and Sotonasakaura.