

汽水湖(油ヶ淵) 底泥からの栄養塩溶出と流域における栄養塩流出特性

独立行政法人土木研究所 ○秋元さおり 久岡夏樹 中菌孝裕 南山瑞彦 鈴木穰

1. はじめに

伊勢湾流域圏に位置する油ヶ淵は、長田川・半場川を流入河川、高浜川・新川を流出河川として持つ愛知県唯一の天然湖沼である。面積約 64ha、水深は平均約 3m 程度と比較的小さくて浅い汽水湖で、流域の都市化の進展によって水質の汚濁が進んでいる。本研究では、伊勢湾への陸域からの栄養塩負荷の実態の把握とともに油ヶ淵湖内及び流域の栄養塩挙動を把握することを目的とし、油ヶ淵への流入 2 河川における水質季節変化の調査、平水時・出水時における流入河川からの汚濁負荷量調査を行った。また、湖内における内部負荷要因である底泥について、湖水中の酸素条件と塩分濃度が栄養塩溶出に及ぼす影響の検討を行なった。得られたデータから、油ヶ淵湖内における年間汚濁負荷収支の把握を行った。

2. 実験概要

2.1 水質調査 調査地点は流入河川である長田川・半場川と、主要な流出河川である高浜川及び油ヶ淵湖内の 4 地点とし、平成 20 年 5 月～平成 21 年 3 月まで毎月採水（定期調査）を行った。また、定期調査とは別に水質と流量の調査を平成 20 年 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月（雨天時）、11 月に行った。

分析項目: $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 D-N 、 T-N 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 D-P 、 T-P 、SS

2.2 底泥溶出試験 湖内と、海水域である高浜水門外にて採取した底泥試料を底泥厚が 15cm となるように調整した後、GF/B ($1.0\mu\text{m}$) にてろ過した試験水を、底泥表面を乱さないよう底泥上 30cm までサイホンにて注入した。試験水と底泥は 20°C 、暗条件下で下記条件のそれぞれについて好気・嫌気条件下で溶出試験を行った。試験開始から 12、24、48、72、96、117、141 時間後に試験水を採取し、 D-N 、 D-P の分析を行った。

1. 湖沼内で採取した底泥+湖沼表層水(塩分濃度 0.0%)
2. 湖沼内で採取した底泥+湖沼表層水と海水(塩分濃度 3.5%)の混合水(1:1)
3. 高浜水門の外（海水域）の底泥+高浜水門外の水（海水、塩分濃度 2.7%）
4. 湖沼内で採取した底泥+底泥直上水(塩分濃度 1.6%)（年間汚濁負荷収支の算出に使用）

3. 結果および考察

3.1 水質季節変化 長田川・半場川の定期採水調査によって得られた栄養塩濃度の季節変化を図 1 に示す。ここで、(懸濁態 P) = $\text{T-P} - (\text{D-P})$ 、 $\text{DOP} = (\text{D-P}) - (\text{PO}_4\text{-P})$ 、(懸濁態 N) = $\text{T-N} - (\text{D-N})$ 、 $\text{DON} = (\text{D-N}) - (\text{NH}_4\text{-N}) - (\text{NO}_2\text{-N}) - (\text{NO}_3\text{-N})$ と示した。リンに関しては、全ての地点で T-P に対する $\text{PO}_4\text{-P}$ の割合が高かった。図 2 からわかるように、長田川は工場由来のリンが多く流入するため、年間を通してリン濃度が高い傾向を示した。半場川は長田川と比較すると生活系や面源由来のリンが流入する割合が高く、一年を通してほぼ一定の濃度であるが、冬季代掻き期の 3 月には懸濁態リンと DOP の濃度が急激に上昇した。次に、窒素に関しては、両河川ともに T-N に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ の割合が高く、T-N でみると夏期に濃度が低下する傾向があった。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が両河川とも平均約 0.4mg/L で年間を通して検出された。油ヶ淵流域の(下水道人口/流域人口)は 45% 程度と低いため、未処理または処理不十分な生活排水が原因である可能性が考えられる。

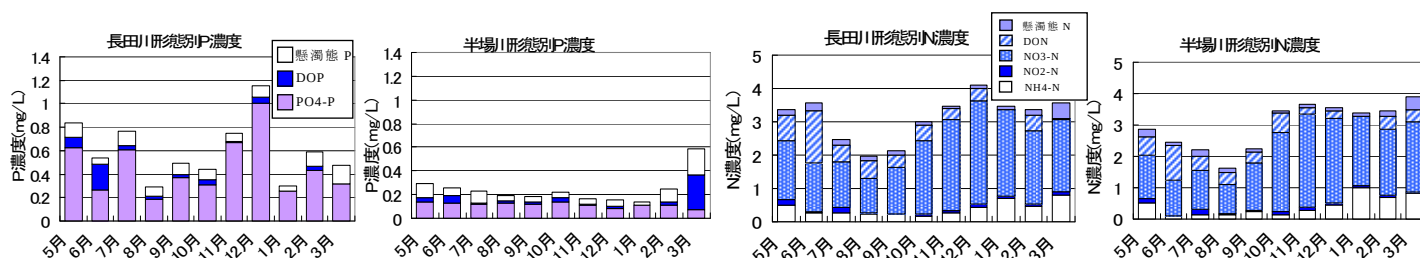


図 1 栄養塩濃度の季節変化

キーワード：汚濁負荷，栄養塩類，底泥溶出，海水

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所 TEL：029-879-6777 FAX：029-879-6748

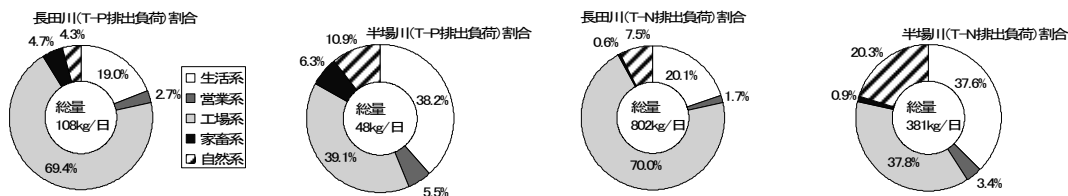


図2 排出負荷割合

3.2 流入汚濁負荷量 長田川・半場川における栄養塩の懸濁態・溶存態と、SSの各L-Q式のグラフを図3に示す。窒素に関しては懸濁態が溶存態と比較すると流量の増加に伴う負荷量増加が大きい傾向を示した。溶存態は、流量とともに負荷量は増加するが、増加の程度は懸濁態よりやや低い傾向を示した。出水時においてもDN/TNは0.9程度と圧倒的に溶存態の方が多かった。

リンに関しては、溶存態、懸濁態ともに流量増加とともに負荷量が増加（濃度としては一定）した。懸濁態が多く流出すると考えられる出水時においてもDP/TPは0.6～0.7と高い値を示した。

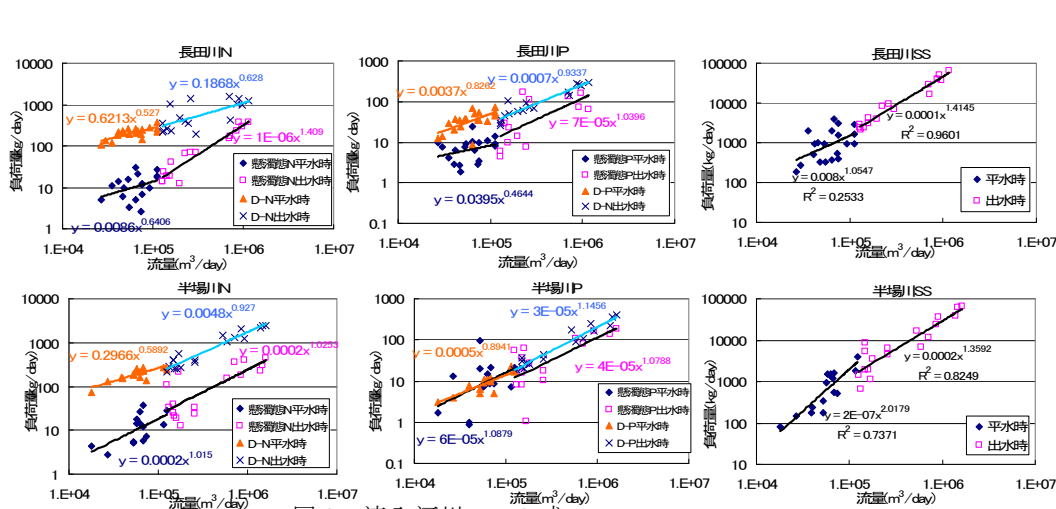


図3 流入河川 L-Q式

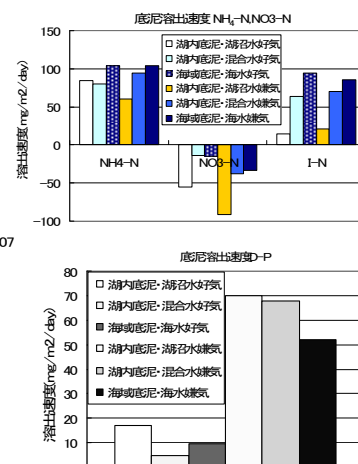


図4 栄養塩溶出速度

3.3 底泥溶出試験 油ヶ淵湖内底泥の溶出試験結果を図4に示す。嫌気条件におけるNH₄-Nは試験水の塩分濃度が高いものほど溶出速度が大きかった。NO₃-Nはマイナスの値を示し、嫌気条件では試験水中の塩分濃度が高いほどマイナス値は小さかった。NO₃-Nのマイナス分は脱窒によるものと考えられる。D-Pは塩分濃度による明確な差は見られなかったが、好気条件と比較して嫌気条件の溶出速度が42～63mg/m²/day程度大きくなる傾向を示した。

3.4 年間汚濁負荷収支 L-Q式、底泥からの栄養塩溶出速度、流出河川である高浜川の水質データを用いて算出した年間汚濁負荷の収支を図5に示す。ここで底泥直上水の条件はサンプリング時の条件に最も近い、湖沼内で採取した底泥+底泥直上水(塩分濃度1.6%)の好気条件(汽水・好気)と仮定した。流入負荷、流出負荷量、底泥からの溶出から沈降・脱窒により消失する負荷量を計算した。流入負荷と沈降・脱窒により消失する負荷量を固定し、底泥直上水の条件による流出負荷の差を表1に示した。海水・嫌気条件と淡水・好気条件ではT-N流入負荷の1割程度、T-P流入負荷の3割程度の差が出ることがわかった。

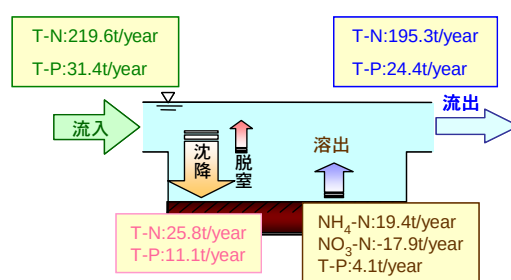


図5 年間汚濁負荷収支

4. まとめ

油ヶ淵流域からの栄養塩類流出特性の把握のため、水質調査と底泥溶出試験を行い、年間汚濁負荷収支を計算した結果、湖沼の底層水が海水・嫌気条件と淡水(実験系での湖沼表層水)・好気条件ではT-N流入負荷の1割程度、T-P流入負荷の3割程度の差が出ることがわかった。したがって、底層水を淡水・好気条件に保つことによって油ヶ淵の汚濁負荷の削減、更には下流の伊勢湾への流入汚濁負荷の削減が可能になることが確認できた。

表1 条件による流出負荷の増減

t/year	流出負荷		汽水・好気条件に対する増減	
	T-N	T-P	T-N	T-P
汽水・好気	195.3	24.4		
海水・嫌気	209.1	32.4	13.8	8.0
淡水・好気	188.9	24.3	-6.4	-0.1