

II-88

茨戸湖の富栄養化と栄養塩負荷

北海道大学工学部 学生員 米谷 功
 学生員 吉田邦伸
 行木美弥
 正 員 橘 治国

1. 緒言

湖沼の富栄養化の原因として、生活排水や産業排水の流入のほか、最近は降雨時に地表面の堆積物が流入する影響の大きいことが指摘されるようになった。地表面には栄養塩を含む廃棄物や土砂が大量に存在しているからである。都市近郊湖沼においては、下水道システムが合流式の場合、降雨時に下水処理施設から放流される簡易処理水や未処理水によって、都市内の地表堆積物が流入してくることになる。筆者らは、札幌市近郊の茨戸湖の集水域を対象として、降雨量と栄養塩の簡易処理水や田畑からの排水などに由来する面源流出負荷量の関係を明らかにし、茨戸湖の富栄養化の特徴と原因について検討した。

2. 研究方法

2. 1 対象水域および水質の概況

茨戸湖は石狩川の内水位氾濫対策のために、昭和6年に本流から切り離されてできた三日月湖で、流路延長は19.6km、水面積は4.4km²、平均水深は3.2mで、最深部でも8~9mと浅い。上部、中部、下部の三湖盆よりなり、それぞれ小水路によって連結されている。創成川、伏古川、発寒川の三川が、下部湖盆の東端付近に流入している。札幌市の下水処理場からの放流水が創成川、伏古川に、札幌市と石狩町で管理する下水処理場からの放流水が直接茨戸湖に流入している。(図1参照)

茨戸湖の水質について1993年8月16日の水質調査結果より述べる。図2の有機物の濃度分布において、懸濁物を含むCOD(Mn)_Tは上部、中部湖盆で10~12mg/lと高く、都市排水や泥炭地などからの流出水による有機汚濁が認められる。クロロフィル-a (Chl-a) 濃度は茨戸湖の中部、下部湖盆東端付近で150~180μg/lと高く、都市排水の流入によって著しい藻類の増殖が認められる。

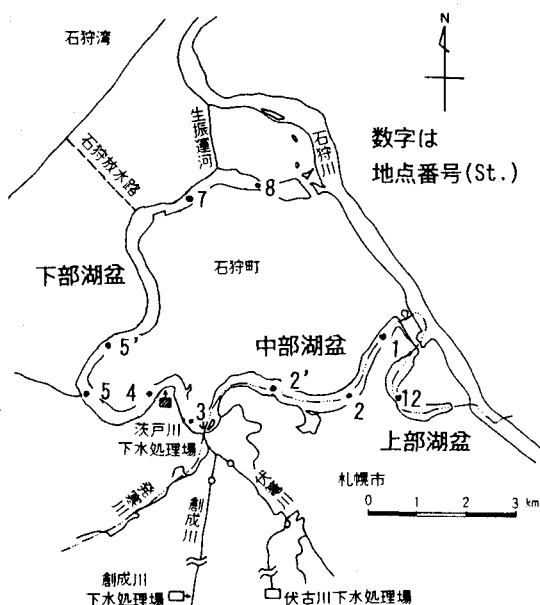


図1 対象水域の概況

Relationship between Eutrophication of L.Barato and Nutrients Load
 by Isao YONEYA, Kuninobu YOSHIDA, Mimi NAMEKI and Harukuni TACHIBANA

図3の栄養塩の濃度分布から、全窒素(TN)は下部湖盆東端付近で約5mg/l、全リン(TP)は中部、下部湖盆東端で約0.16mg/lと高いが、他の地点でも決して低い値ではない。これから下水処理場などからの都市排水に含まれている栄養塩類が、茨戸湖の富栄養化を進行させ、藻類増殖の原因となっていることがわかる。

2. 2 調査および推定方法

1) 降雨時の茨戸湖水質調査

降雨の影響による茨戸湖の水質変化を明らかにするための調査を下部湖盆の流入河川合流部(St.3)において、1992年9月に2~4日間隔で9回実施した。

2) 茨戸湖へ流入する栄養塩負荷量の推定方法

栄養塩の茨戸湖(St.3)への流入経路は、図4に示したが、最終的には三河川を経由する。本報告では茨戸湖への栄養塩流入負荷量を降雪(融雪)期を除いた1991年5月~11月の期間を対象に1ヶ月単位で推定した。

下水処理場からの負荷は、放流水を高級処理水と簡易処理水(無処理の直接放流水を含む)に分け、高級処理水については、放流量に月平均水質¹⁾を乗じて、簡易処理水については、放流量と初沈流出水の月平均水質などを用いて推定した。参考までに1991年度の平均水質を表1に示す。

農地などの面源から流出する負荷は、表2に示すとおり、晴天時は海老瀬による原単位²⁾によって、降雨時は海老瀬による回帰モデル式²⁾を用いて算出した。降雨の水域への流出率は0.5とした。

河川に流入した負荷は自浄作用もなく、すべて茨戸湖下部湖盆東端(St.3)に流入するとした。

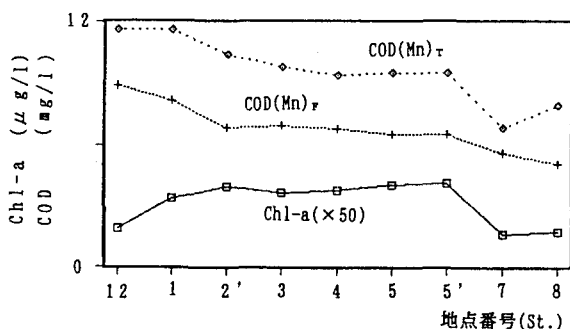


図2 有機物濃度の湖内分布(表層)(1993.8.16)

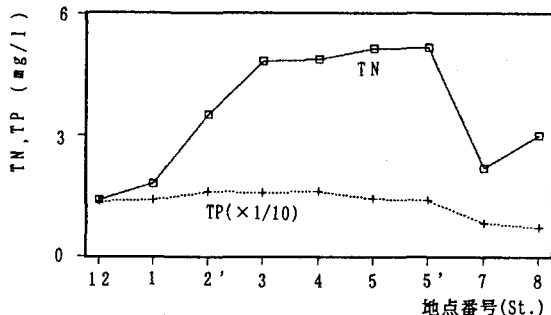


図3 栄養塩の濃度分布(表層)(1993.8.16)

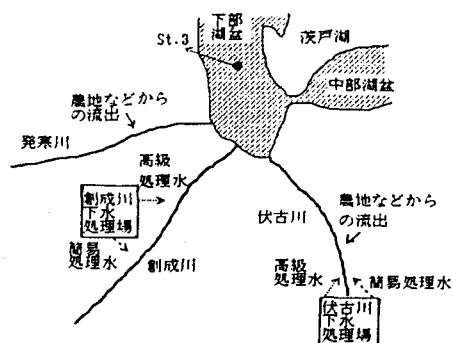


図4 栄養塩の茨戸湖(St.3)への流入経路

表1 下水処理場放流水の年平均水質(mg/l)

	創成川処理場				伏古川処理場	
	高級処理		簡易処理		高級処理	簡易処理
	第一施設	第二施設	第一施設	第二施設		
TN	13.3	10.8	25.2	23.3	16.8	26.2
TP	0.28	0.56	2.8	2.6	0.32	2.5

表2 原単位(kg/km²・年)と降雨時流出負荷量算定式

	原単位	算定式
TN	1300	$L = 0.00225 \times A \times \left(\frac{Q}{A}\right)^{1.030}$
TP	190	$L = 0.0000017 \times A \times \left(\frac{Q}{A}\right)^{0.995}$

L: 負荷量(kg), Q: 流出量(=流出率×降水量)
A: 流域面積(km²)

3. 結果と考察

3. 1 降雨時の茨戸湖水質

茨戸湖(St.3)における降雨量と栄養塩濃度との関係を図5に示した。茨戸湖流域内に降った雨が河川を経由して湖に流入するまでには半日から1日を要するので、降雨量は採水日とその前日の降雨量の合計とした。TPでは降雨量と正の相関関係が認められるが、TNで劣るようである。降雨量が増加すると下水処理施設から簡易処理水や無処理の汚水が放流され、さらに農地などからの流出水量も増すため、茨戸湖の水質が悪化することがわかる。

3. 2 降雨量と茨戸湖へ流入する栄養塩負荷量との関係

降雨量と茨戸湖へ流入する栄養塩負荷量との関係を図6に示した。負荷量は降雨量に対応して増加する。この傾向はTNよりTPの方が顕著である。これは表1のとおり、高級処理水と簡易処理水、それぞれの水質の間で、TPは4~10倍も簡易処理水の方が大きい。TNではあまり差がないためである。

栄養塩濃度を発生源別の割合に整理したものが図7である。横軸には対象とする月を降雨量の少ない順で並べた。高級処理水の割合が、TNでは6月で93%、8月でも78%と、それほど減少しないのに対し、TPでは6月で76%、8月では49%まで減少している。TPでは簡易処理水の割合が6月では2%であるが、8月では38%にまで増加している。降雨量に対応して簡易処理水が放流されるが、その影響はTPで顕著である。TPを含有する懸濁物質³⁾の流出制御が望まれる。

3. 3 茨戸湖へ流入する栄養塩負荷の発生源別割合

調査期間(5月~11月)における、茨戸湖へ流入する栄養塩の総流入負荷を発生源別に表したものが図8である。TNでは、高級処理水が85.4%と大半を占めるのに対し、TPは高級処理水が61.5%、それ以外が38.5%

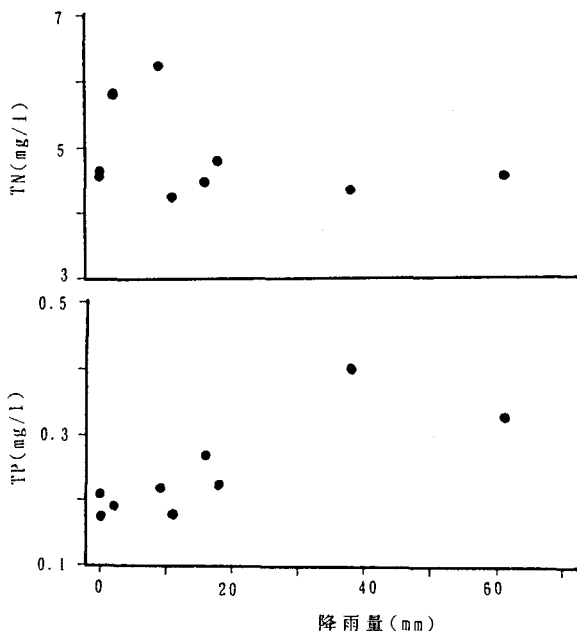


図5 降雨量と栄養塩濃度の関係

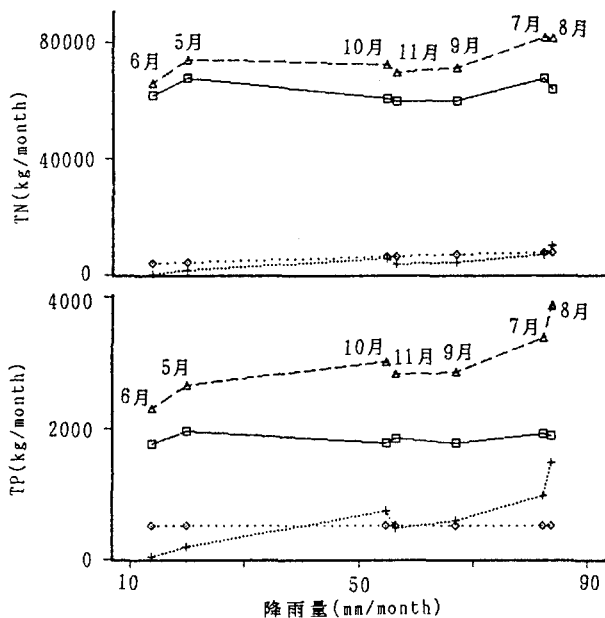


図6 降雨量と茨戸湖流入負荷の関係

(簡易処理水21.5%、農地など17.0%)と面源から流入する分の割合が高くなる。TPは、藻類増殖の制限物質であり、簡易処理水からの流入負荷を削減することが茨戸湖の富栄養化を防止する上で重要であろう。

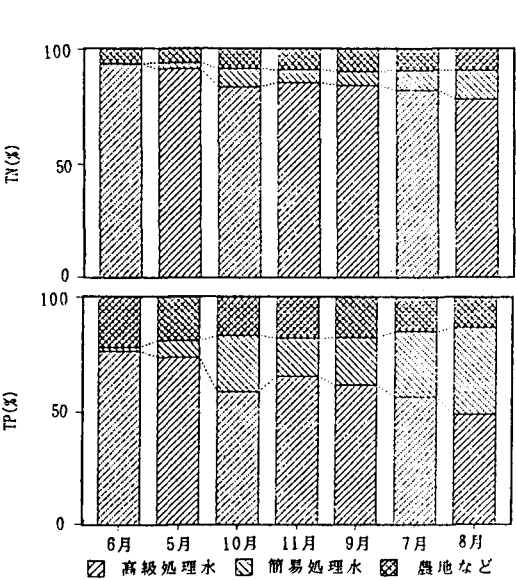


図7 茨戸湖流入負荷の発生源別割合 (各月別)

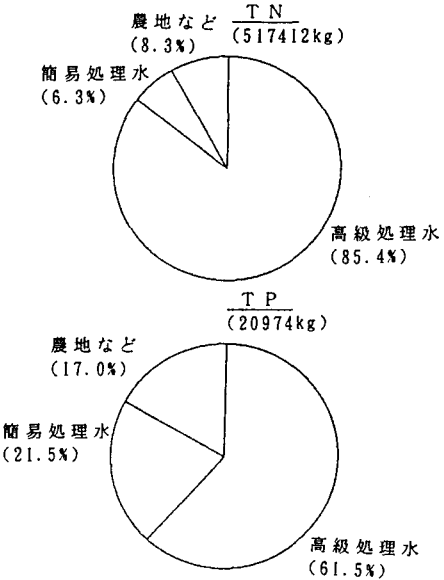


図8 茨戸湖流入負荷の発生源別割合 (合計)

4. 結言

茨戸湖の富栄養化防止対策として、下水道の整備が重要な役割をはたしていることは言うまでもない。さらに全リンの例で顕著に認められるように、簡易下水処理水を含め、懸濁物質を多量に含む降雨時の面源からの流出水の適切な管理が必要であることがわかった。リンは藻類増殖の制限物質であり、効果的な対策が望まれる。本研究は考え方や使用した数値にまだまだ問題はあるが、都市近郊域にある湖沼の富栄養化の特徴を知ることができた。

本研究の遂行に際し、河川環境管理財団(河川整備基金、代表井上 聡)の助成を得た。また調査の実施に対し、札幌市下水道局、北大工学部水質工学研究室の皆様のご協力を得た。ここに記して謝意を表します。

(参考文献)

- 1)札幌市下水道局施設部 平成3年度維持管理年報
- 2)海老瀬潜一 土地利用形態別流出負荷原単位とその特性、第1回自然浄化シンポジウム－自然浄化機能による水質改善－報告書、環境庁国立公害研究所、p21、1985
- 3)橘 治国 栄養塩の形態と藻類増殖、環境微生物工学研究法、技報堂、p317、1993