

Ⅶ-123

湖沼の水質改善と連携した水の循環再利用

北海道大学工学部 学生会員 小林 大
 同上 正会員 清水 達雄
 同上 非会員 工藤 憲三

1. はじめに

大都市周辺の河川、湖沼などの水域には栄養塩類などの汚濁物質が集中するので、富栄養化などの水質汚濁現象を引き起こしている。これらの水域の水環境を改善し、良好に維持していく方策を打ち出すこと及び濁水対策が求められてきている。本研究では、高度処理による湖沼の水質改善と、貯留・安定化した水の土壌浸透による水質の向上に関して実験的に検討を行った。すなわち、札幌都市域を具体例に取り上げ、水の再利用の可能性について考察した。

2. 実験方法

茨戸湖に隣接する茨戸下水処理場内に実験施設を設置した。茨戸湖の富栄養化の制限栄養塩がリンであることから、茨戸湖に流入する河川水（下水の二次処理水を含む）を凝集剤として硫酸第二鉄（ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ）を用いて、凝集沈殿処理を行った。凝集沈殿処理槽は凝集槽0.21 m^3 、沈殿槽2.16 m^3 であり、急速攪拌5分、緩速攪拌10分沈殿時間5時間とした。次に、直径約10m、深さ3mの池を掘り、池内に貯水槽（1槽の大きさ、 $W0.5\text{m} \times L0.5\text{m} \times H2.5\text{m}$ 、容積0.625 m^3 ）を設置し、凝集沈殿処理水を平均滞留時間40日で貯留させ、貯留水の水質及び藻類増殖量などを検討した。さらに、直径8cm、高さ4mの塩化ビニル円筒管2本を連結し、池内に設置した。円筒管内には2種類の細砂（有効径、0.066mmと0.017mm）を充填し、二系列で土壌浸透実験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 河川水の凝集沈殿処理；河川水の凝集沈殿処理には凝集剤として硫酸第二鉄を用いたが、その注入量はジャーテストによって決定した。図1に示すジャーテストの結果から、注入量が50～60 mg/l （ $\text{asFe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ）で濁度が平均15から3程度にまで減少し、それ以上注入量を増加させても濁度は変化しなかった。そこで注入量を55 mg/l と決定した。凝集沈殿処理によりSS、BODおよびTPの除去率はそれぞれ約60%、約77%および約83%であった（表1）。

3.2 高度処理水の貯留浄化；凝集沈殿によりリン成分を除去し、富栄養化ポテンシャルを低下させた高度処理水を貯留槽に滞留時間40日で貯留したときの水質（表1）及び藻類増殖量の変化（図2）を調べた。河川水を貯留したときには夏期において、100 $\mu\text{gCHLa/l}$ 以上の藻類が増殖したが、高度処理水を貯

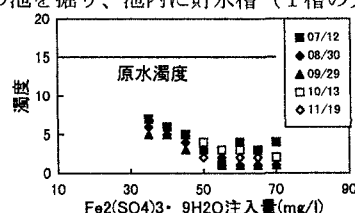


図1 凝集剤の注入量の決定

表1 河川水、凝集沈殿処理水、貯留水及び砂浸透水の水質（ mg/l ）

	河川水	凝集沈殿処理水	貯留水	浸透水（粗砂）
SS	12.8	5.2	1.8	0.90
BOD	7.1	1.6	0.9	0.69
COD (Mn)	10.7	6.0	5.3	2.9
TOC	7.0	4.6	4.8	3.0
TN	7.3	6.6	4.7	1.7
NO3-N	4.0	3.9	3.7	1.7
NH4-N	1.6	1.6	0.6	0.0

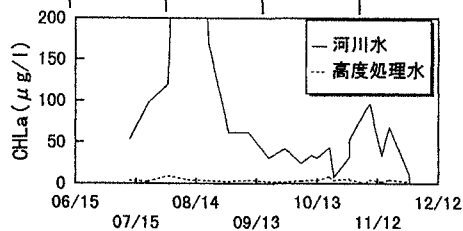


図2 CHLaの経日変化

キーワード ; 富栄養化、自然浄化、AGP、土壌浸透、水の再利用

連絡先 ; 〒060 札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部 環境工学科

TEL(011)706-6265 FAX(011)706-7890

留したときには約 $4\mu\text{gCHLa/l}$ と大幅に減少した。この値はAGP試験から予測される藻類増殖量（約 $30\mu\text{gCHLa/l}$ ）よりも低い値であった。この原因を明らかにするために、貯留槽内のDO、呼吸活性及び光合成活性の分布を測定した。凝集沈殿処理水を貯留した槽ではDOが水深方向に一様に分布し、全槽にわたって光合成量と呼吸量がほぼ等しかったが、河川水を貯留した場合には表層部でDOが過飽和となり、水深が深くなるにしたがって低下するという分布を示し、光合成と呼吸のアンバランスを生じた（図3）。

3.3 土壌浸透による水質改善；凝集沈殿処理水を貯水槽に貯留させた後土壌浸透を行い、水質を調べた（表1）。土壌浸透によりSSは50%、TOCは約35%除去された。またTPはほとんど除去されていない。表1より有効径の小さい細砂の方が汚濁成分の除去率が高かった。また、凝集沈殿処理－貯留の過程では有効に除去し得なかった窒素成分が、有効径の大きい細砂、小さい細砂でそれぞれ約60%、90%除去されており、特に有効径の小さい細砂で高い除去率を得た。窒素成分が土壌浸透によって除去される理由として、砂への吸着と微生物による脱窒作用が考えられる。図4に窒素成分の経日変化を示す。10月下旬以降急激に除去率が低下しているが、これは水温の低下に伴い生物学的脱窒活性が低下するためと考えられる。よって水温の高い期間に、高い全窒素除去率が得られるのは微生物作用によるものと考えられた。そこで土壌の各浸透深さにおける脱窒活性を測定した（図5）。図から初期 $\text{NO}_3\text{-N}$ 減少速度を求めたところ、浸透深さ0～2mで約 0.24mg/l/hr であり、4m以上では約 0.45mg/l/hr と高い脱窒活性を示した。また、土壌浸透深さ方向のDOを測定したところ、浸透直後の0mでは 7mg/l と高い値を示すが、2m以深では 1mg/l 以下となっており、土壌浸透装置の大部分が嫌気に近い状態にあることが分かり（図6）、脱窒による窒素成分の除去が示唆された。

4. まとめ

高度処理と湖沼などの自浄作用により都市下水あるいはそれらを含む河川水を清浄な水に再生し、さらに土壌浸透を行うと、再利用可能な水質にまで改善できることが明らかになった。

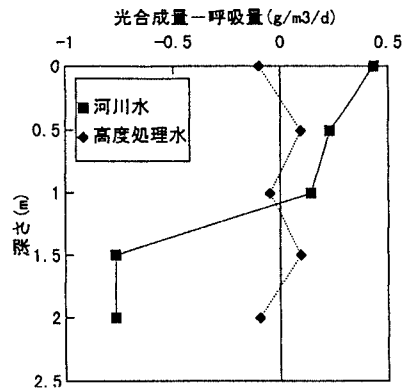


図3 貯水槽内の光合成と呼吸のバランス

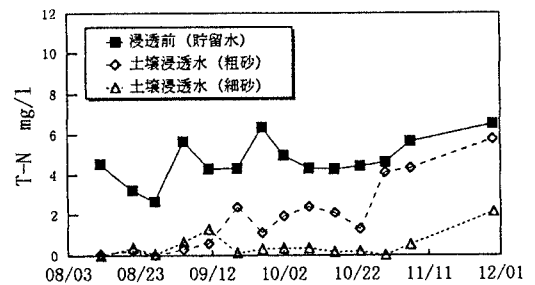


図4 土壌浸透前後の全窒素の経日変化

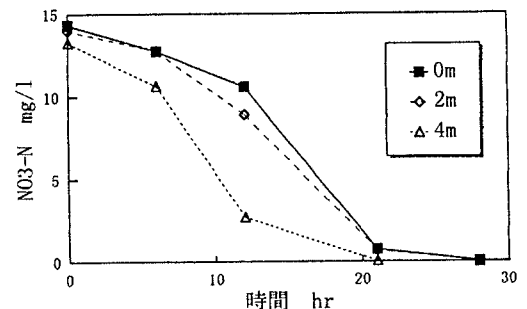


図5 土壌の脱窒活性 (at20°C)

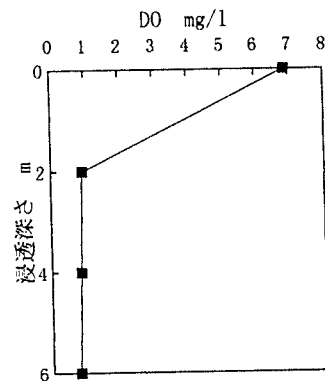


図6 土壌浸透におけるDOの分布