

II - 638

湖沼の自己浄化能力の回復による水質浄化方法に関する基礎実験

(株)フジタ 正会員 島多義彦
林 貞雄

1. はじめに

土壌の中で、有機物は微生物の作用を受けて、高分子化した土壌腐植となる過程で汚水が浄化されることは、古くから知られている。このことから、湖沼等の滞留する汚水の中に、土壌生成の条件を与え維持することにより、水中の汚染物質を土壌腐植化して水から分離し、水質を浄化できる可能性がある。

これまでに土壌生成の基礎条件として珪酸塩物質を主体とした浄化資材を使用し、湖沼全体の生態系の活性化と滞留時間を利用して浄化する方法は、ゴルフ場の池を対象とした野外実験の結果から知見が得られている。¹⁾

本研究は、上記野外実験で使用した浄化資材を用い、湖沼の生態系を利用した浄化方法についての室内基礎実験の結果を報告するものである。

1.1 浄化システムについて

浄化システムの概要を図-1に示す。本浄化方法は、以下の環境条件で調製した浄化資材(以下、「活性土壌」とする)を湖沼の水と循環接触させ、それを構成する微生物を含んだ物質(以下、「活性珪酸塩」とする)を継続的に供給・拡散させ、水中の余剰有機物などを土壌腐植化して水から分離し、湖沼内で無害化するものである。

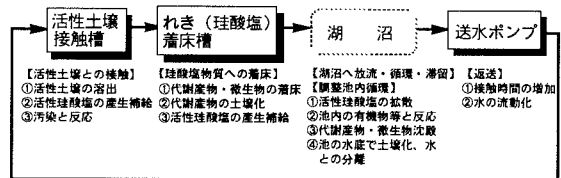


図-1 浄化システムの概要

【活性土壌の調製】

- (1) ゼオライトにリンを含む各種ミネラルを添加し、希釈した海水を加えて培地を作り、炭酸ガスと窒素の雰囲気中で山土を原菌として、70～80℃の温度で3時間攪拌培養する。その後、常温で約1ヶ月以上放置熟成する。
- (2) これをゼオライトと混合担持させてから、腐植物質でコーティング・固定し、さらに1ヶ月以上乾燥させずに放置熟成する。

表-1 吸着・溶出試験の項目と使用した溶液

試験名	項目	混合溶液(乾燥試料-100g)
吸着試験	T-P、NH ₄ -N	(NH ₄) ₂ HPO ₄ 溶液 25g/l 200ml
	NO ₃ -N	KNO ₃ 溶液 10g/l 200ml
溶出試験	T-P、NH ₄ -N、NO ₃ -N	蒸留水 200ml

2. 実験の概要

2.1 使用材料の吸着試験および溶出試験

浄化実験で使用する粒径5～8mmの活性土壌およびゼオライト各100gを表-1に示す溶液と混合し、時々振り混ぜながら実験室内で放置、各分析項目を測定することにより、T-P、NH₄-N、NO₃-Nの吸着量および溶出量を調べた。

2.2 室内浄化実験

恒温室(25～30℃)内に図-2に示す水槽を3試験区設置して行った。まず、各水槽に混合動・植物種として実河川水4ℓ、人工下水5ℓ、水道水41ℓの計50ℓの水を投入する。表-2に供試した人工下水の組成を示す。

各試験区には、滞留時間10日として人工下水を1日5ℓ供給し、水槽の水を1日5ℓ(水量の10%)循環させ、藻類や動物プランクトンを培養する。試験区内に生物膜ができ、TOC、T-P、T-Nの除去率が低下し、各試験区の水質がほぼ一定となった43日目までを馴養期間とした。その後、対照区をNo.1、珪酸塩物質としてのゼオライト(500g)投入区をNo.2、活性土壌(50g)＋ゼオライト(500g)投入区をNo.3として60日間水質と生物相の変化を調査した。

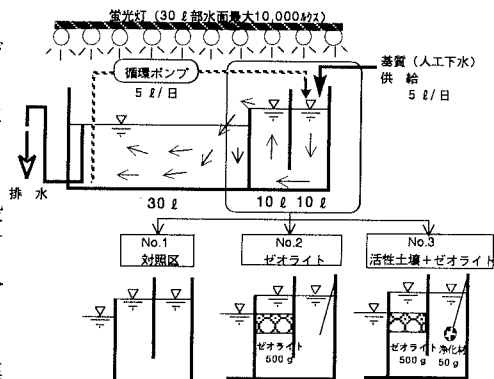


図-2 浄化実験試験区の概要

表-2 人工下水の組成

成分	濃度(mg/l)	成分	濃度(mg/l)
CaCl ₂ ・2H ₂ O	5.0	KH ₂ PO ₄	5.0
MgSO ₄ ・7H ₂ O	15.0	(NH ₄) ₂ SO ₄	7.0
NaCl	10.0	Glucose	28.0
NaHCO ₃	15.0	Peptone	14.0

なお、活性土壌およびゼオライトは、粒径5～8mmのものを使用した。照明は蛍光灯を使用し、浄化実験開始後23日目(馴養～66日)まで1日24時間照射し、それ以降1日12時間で行った。

3. 実験結果および考察

表-3 使用材料の吸着・溶出試験結果

	試料名	T-P(mg)	NH ₄ -N(mg)	NO ₃ -N(mg)
吸着量	浄化材(50g)	172.0	374.5	33.0
	ゼオライト(500g)	1,355.0	3,830.0	42.0
溶出量	浄化材(50g)	0	0.2	0
	ゼオライト(500g)	0	2.0	0.5

3.1 使用材料の吸着試験および溶出試験

浄化実験での使用量に換算した活性土壌(50g)およびゼオライト(500g)の吸着・溶出量を表-3に示す。

いずれもT-PおよびNH₄-Nの高い吸着性が確認された。

3.2 室内浄化実験

1) 生物相の変化

本実験では、実河川水を混合動・植物種として使用したことや試験区が水量50ℓと小規模であったことから、各試験区内の生物相にばらつきが生じた。とりわけ、藻類の捕食圧が著しく高い「カイミジンコ」がいずれの試験区にも異常発生し、試験区内の生物膜が異なる時期にすべて剥離した。生物膜が剥離する前では、「ミズミズ」や「ワムシ」などの多様な動・植物プランクトンが確認された。しかし、剥離後はそれらの多様性は失われた。

2) T-P、T-Nの分解・蓄積量

各試験区における投入人工下水および流出水のT-P、T-Nの累積量の差から求めた分解・蓄積量をもとに、各試験区の浄化能力を考察する。図-3に浄化実験開始後のT-P、T-Nの分解・蓄積量、各試験区における「カイミジンコ」発生に伴う生物膜の剥離時期を示す。

T-Pについては、浄化実験開始後、No.1が最も分解・蓄積量が高いが、23日後に照明時間を12時間に変えた頃から除去率が低下し、60日後にはほぼNo.2と同様になった。一方、No.3は34日目から生物膜の剥離が開始し、除去率が低下しているが、他の試験区に比べて分解・蓄積量が多いことが確認された。

T-Nについては、No.3での剥離前は、3試験区とも大きな差が見られなかった。しかし、グラフの傾きからNo.3の除去率が最も高いことが確認された。

一方T-P、T-Nのいずれについても、生物膜剥離後除去率が低下し、各試験区間の差は小さくなった。また、No.2においてゼオライト設置後もT-Pの除去率の低下が見られたことなどから、使用した材料の吸着性がT-P、T-Nの除去に与えた影響が確認されなかった。

これらのことから、活性土壌およびゼオライトを投入した場合、生態系を含めた滞留水全体の自己浄化能力の回復により、富栄養化した滞留水中の栄養塩類の除去率を向上できることが確認された。その要因としては、「ミズミズ」や「ワムシ」など水生生物が多様な生物膜剥離前では、T-P、T-N除去率が増加したことから、水生生物の増殖や代謝活性を促進する効果によるものと考えられる。

4. おわりに

自然生態系を利用して湖沼の水質浄化を行うことにより、省エネ、水質浄化に伴う副産物の発生抑制等、従来の排水処理にない効果が期待できる。しかし本実験では、試験区への外部からの新たな生物の侵入がないために生態系の変化に対する復元が困難であることや、小規模であることによる水質ならびに生物相のばらつきが生じること、さらに土壌腐植化反応に時間を要することなどの課題が挙げられる。したがって今後、浄化の作用機作を検証するために、実験方法の改善とより長期的な調査を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 島多・小泉：土木学会第49回年次学術講演会講演概要集 II-661

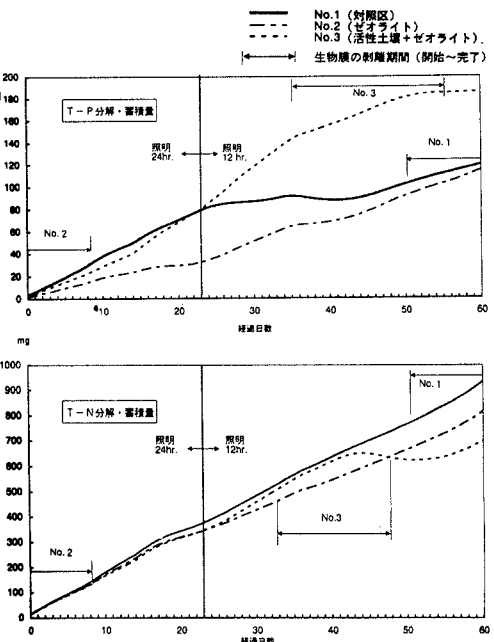


図-3 T-P、T-Nの分解・蓄積量