

1. はじめに

本県の代表的な湖沼である湯の湖は、従来より富栄養湖と言われており、また、湯の湖下流の中禅寺湖は最近、上水道に異臭味が発生する等富栄養化の兆しが認められている。富栄養化の抑制には、湖沼に流入する窒素及びりん負荷量の削減が不可欠であるが、湯の湖への負荷は自然汚濁負荷及び日光市湯元処理場負荷のみであるため、同処理場における対策が望まれている。

本調査は、同処理場において、りん除去のための方法等を検討するため、(財)栃木県下水道公社が昭和55年度に建設省下水道部の委託を受け、また、昭和56年度は同土木研究所、昭和57、58年度は県下水道課の一部委託を受け実施したものである。なお、ここでは凝集沈殿法によるりん除去調査の結果について報告する。

2. 湯元処理場の概要

本処理場は、湯元温泉町の生活排水及び温泉排水をオキシデーションディッチ法により処理し、直接湯の湖に放流している。なお、主な計画及び設計諸元を表-1に、処理フローを図-1に示す。

表-1 計画及び設計諸元

	計画	現況(55)
処理区域面積 [ha]	27.6	27.6
処理区域人口 [人]	6,840 (推定232)	
処理能力 [m³/d]	3,250	3,250
ディッチ滞留時間 [h]	25.7	28.8
BOD・SS負荷 [kg/d]	0.03	0.01
最終沈殿沈留時間 [h]	2.5	2.8

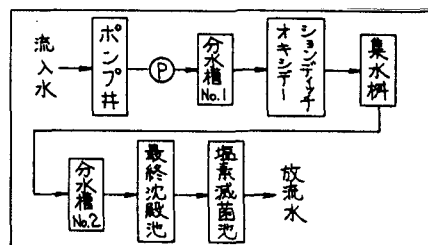


図-1 処理フロー

3. 調査内容

(1) 基礎調査(555)

凝集剤の種類を選定、添加量及び添加位置を検討するため、表-2、3の条件でジャーテストによる凝集沈殿処理試験を行った。

表-2 凝集剤の種類を選定

凝集剤の種類	添加濃度
アルミ系(硫酸AlF, PAC)	1~12 mg/L as Al
鉄塩系(硫酸第1鉄、硫酸第2鉄)	6~12 mg/L as Fe
高分子(カチオン系、アニオン系)	0.5~5 mg/L

表-3 添加位置

試験水	流入水、放流水ディッチ混合液
凝集剤の種類及び添加量	硫酸バンド(2~8 mg/L as Al) 高分子凝集剤(0.5 mg/L)

表-4 凝集剤注入プラント設備仕様

系統	設備	仕様
硫酸バンド	貯留タンク 定量注入ポンプ	2000mmφ x 3250mmH 1槽 ダイヤフラム型定量ポンプ 2台 (最大吐出量 0.63L/分)
高分子凝集剤	溶解貯留タンク 定量注入ポンプ	1300mmφ x 1700mmH 1槽 (上段: 攪拌槽、下段: 貯留槽) ダイヤフラム型定量ポンプ 2台 (最大吐出量 1.7L/分)

表-5 硫酸バンド濃度及び注入期間

項目	57				58		
	6	4	2	8	6	4	5
硫酸バンド濃度 (mg/L as Al)	6/1 5/8/10	8/1 5/9/5	2/6 5/9/30	8/1 5/10/31	6/1 5/8/3	2/24 5/10/7	5/8 5/10/31

(2) 実験機調査(557, 58)

凝集剤注入プラント設備仕様を表-4に、硫酸バンド濃度及び添加期間を表-5に示す。

4. 調査結果

(1) 凝集剤の選定

オルトリン(Ort-P)の除去効果は、硫酸バンド>硫酸第2鉄>PAC=硫酸第1鉄の順であった。一例として、硫酸バンド濃度と水質の変化を図-2に示す。更に、硫酸バンド6mg/L添加時に高分子凝集剤を助剤として添加したところ、アニオン系が最も凝集・沈降性上効果が認められ、また、その効果は高分子凝集剤濃度(0.5~5mg/L)に関係なかった。

(2) 凝集剤添加位置

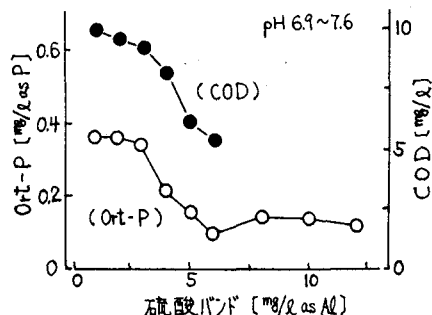


図-2 硫酸バンド濃度と水質の変化

試験水毎のオルトリンの除去率は、試験水に関係なく70～80%であった。また、水質以外による添加位置を比較検討した結果、ディッチ直後の集水槽が最も低廉かつ高い除去効果が期待できた(表-6)。

以上のようなことから、実規模調査では硫酸バンドをオキシデーションディッチ直後の集水槽へ、また、高分子凝集剤(アニオン系)を分水槽No. 2へ添加することとした。

(3) Al/P モル比 (実規模調査)

硫酸バンド添加量は、一般的に溶解性りんと硫酸バンドのモル比(Al/P)で示され、2～4と言われているが、本調査では約1.0であった(ただし、本調査ではオルトリンを使用した)。Al/P比が高い原因としては、温泉水中の共存イオン等による硫酸バンドの消費が考えられ、これらによる消費量を3.5 mg/lとした場合のAl/P比は3～4程度であった(図-4)。

(4) Al/P比と全りん濃度 (実規模調査)

Al/P比と処理水中の全りん濃度との関係を図-5に示す。放流水中の全りん濃度は、Al/P比が1程度以上(硫酸バンド消費量3.5 mg/lを除く)あれば、Al/P比に関係なく0.2～0.4 mg/lの範囲内であった。Al/P比が4以下であっても4以上と同等の処理効果を得たのは、SS性のりんの除去率が約80%と高く、また、Al/P比が4以下の流入水中の全りん濃度が0.7 mg/l程度以下であったためであり、流入全りん濃度が高い時期では表-7のように硫酸バンドを添加する必要があるものと考えている。

5. 湯の湖における水質改善効果

湯の湖の水質は、試験的な脱りんにもかわらず水質改善効果が認められている。一例を図-6に示す。また、下水道公社では本処理場におけるりん除去率と湯の湖の全りん、クロロフィルa及び透明度との関係を図-7のように試算している。

6. おわりに

本処理場の凝集沈殿処理によるりんの除去は、温泉排水を含むたの特有の傾向を示したが、流入負荷に合わせ硫酸バンドを添加することにより、安定的に全りん濃度0.2～0.4 mg/lの処理水質を得ることができた。今後は、窒素の除去についても検討する必要があるものと考えている。

最後に本報告内容の大部分は、下水道公社がまとめた「下水処理水中のりん除去に関する調査報告書(昭和59年1月)」を引用させていただいた。

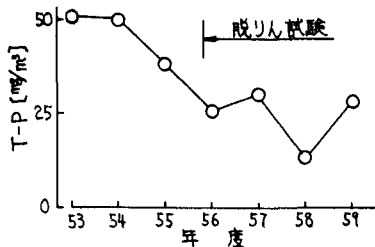


図-6 湯の湖の全りんの変化

表-6 凝集剤の添加位置による比較

添加位置	内 容
流入水 (ポンプ井)	最初沈殿がなく、また、ポンプの運転時間が不規則のため、定常的な混合が不可能。
ディッチ内	ディッチ内において、汚泥の分散・沈殿が懸念される。
ディッチ直後の集水槽 (分水槽)	攪拌状態が比較的良好。設備は簡素化。
放流水	凝集反応槽等の設備の新設が必要。

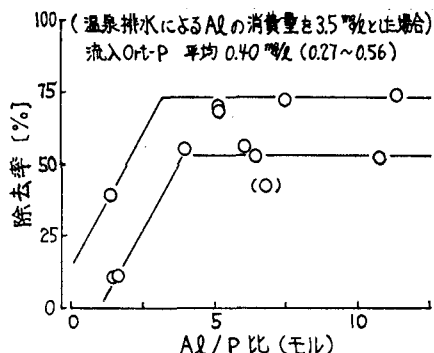


図-4 Al/P比とオルトリンの除去率

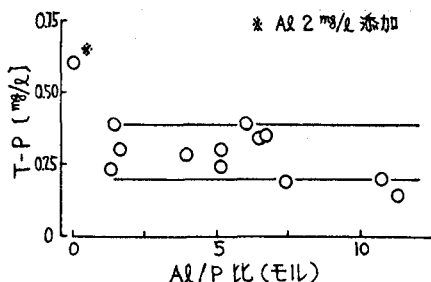


図-5 Al/P比と全りん濃度

表-7 流入全りんとバンドとの関係

流入水中の全りん濃度 (mg/l)	～0.7～0.9～
硫酸バンド濃度 (mg/l)	—4—5—6—

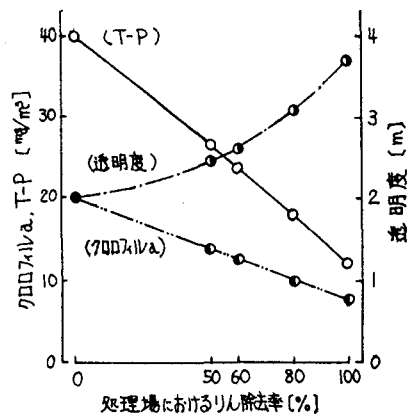


図-7 りん除去率と水質改善効果