

返流水処理への促進酸化法の適用 (その3)

— 溶解性 COD を中心とした有機物除去効果 —

水質管理課 ○ 宮下 茂 昭 田 邊 孝 二

1. はじめに

汚泥返流水処理施設の処理水は、難分解性 COD 成分等が高濃度で残留するため、返送先処理場の放流水の COD を押し上げる一因となっている。また同様に、今後導入される高度処理（生物学的りん・窒素同時除去法）でも放流水の COD を押しあげることには変わりはない。そこで、上記処理水に促進酸化法（AOP 法：Advanced Oxidation Process）を適用することにより難分解性 COD 成分等を除去し、高度処理の安定化を確保するとともに、公共用水域に直接放流可能な処理水質を得るため、平成 13 年度に引き続き室内規模の実験装置を使用して連続流試験を実施した。その結果、一定の知見が得られたのでここに報告する。

2. 実験概要

2-1. 処理目標

東京湾への放流基準である 20 mg/l 以下を安定して達成するために、目標水質を 15 mg/l 以下に設定した。

2-2. 実験対照水と調査時期及び調査回数

北部第二処理場の返流水処理施設(5 系列)処理水を No.5A ろ紙でろ過したものを実験原水とした。また、今年度は季節変動の処理効果へ及ぼす影響を見るため、夏期(8/20-23)・秋期(10/29-11/1)・冬期(1/28-31)の計 3 回実施した。

2-3. 実験条件と実験プロセス

各実験(夏期実験、秋期実験、冬期実験)の条件とプロセスを表-1 に示す。

表-1. 実験条件と実験プロセス

調査時期	プロセス No	実験条件とプロセス	H2O2/O3 添加比	AOP 法 総 HRT (分)
夏期実験	A1	オゾン(総 101.5mg/l) 単独処理(対照プロセス) + 活性汚泥処理	-	48.6
	B1	オゾン(総 100.4mg/l) / UV254nm (総 4.2Wh) + 活性汚泥処理	-	47.4
	C1	オゾン(総 98.9mg/l) / H ₂ O ₂ (総 50.0mg/l) + 活性汚泥処理	0.46	48.6
	C2	オゾン(総 96.8mg/l) / H ₂ O ₂ (総 25.0mg/l) + 活性汚泥処理	0.24	44.4
秋期実験	A2	オゾン(総 48.3mg/l) 単独処理(対照プロセス) + 活性汚泥処理	-	47.4
	B2	オゾン(総 49.2mg/l) / UV254nm (総 4.2Wh) + 活性汚泥処理	-	47.4
	C3	オゾン(総 49.7mg/l) / H ₂ O ₂ (総 25.0mg/l) + 活性汚泥処理	0.47	47.4
	C4	オゾン(総 53.0mg/l) / H ₂ O ₂ (総 12.5mg/l) + 活性汚泥処理	0.23	48.0
冬期実験	A3	オゾン(総 80.7mg/l) 単独処理(対照プロセス) + 活性汚泥処理 + 粒状活性炭処理	-	48.0
	C5	オゾン(総 85.6mg/l) / H ₂ O ₂ (総 8.6mg/l) + 活性汚泥処理 + 粒状活性炭処理	0.10	47.4
	C6	オゾン(総 88.0mg/l) / H ₂ O ₂ (総 18.3mg/l) + 活性汚泥処理 + 粒状活性炭処理	0.21	47.4
	C7	オゾン(総 91.1mg/l) / H ₂ O ₂ (総 27.2mg/l) + 活性汚泥処理 + 粒状活性炭処理	0.30	46.2
	C8	オゾン(総 84.2mg/l) / H ₂ O ₂ (総 34.7mg/l) + 活性汚泥処理 + 粒状活性炭処理	0.41	46.8

2-4. 実験装置及び実験条件

図-1 にフローシート、表-2 に各装置の仕様、表-3 に実験方法を示す。

図-1. 実験装置フローシート

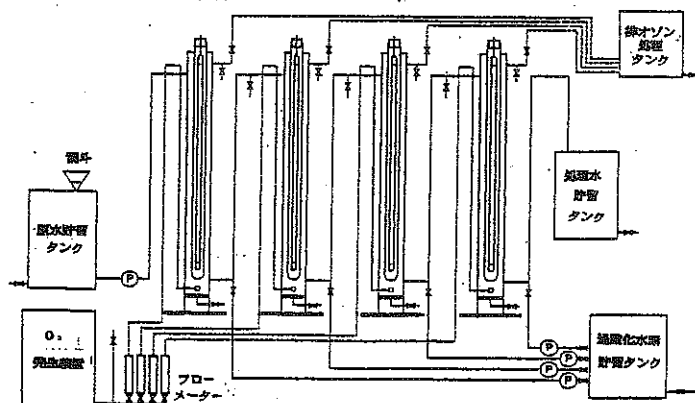


表-2. 実験装置の仕様

実験装置	仕様
オゾン発生装置	三菱オゾン発生装置 -OS-4N 型 オゾン発生量：0～4g/hr(空気:コンプレッサー) 0～8g/hr(酸素ボンベ)
紫外線照射装置	(株)日本フォトサイエンス製 AY1：主波長 254nm,ランプ 電力 16W Φ15×L360×発光長276mm 安定器 BX-1
反応筒	二重円筒形 外筒：SUS304 製 100 φ, H1800 内筒：石英製 40 φ, 1800, UVランプ設置

表-3. 実験方法

AOP法 連続流式	オゾンアップ	オゾン発生装置や紫外線ランプの安定性を確保した後、実験を開始した。 オゾン発生装置：酸素で30分～60分通気し、オゾン発生運転を約1時間行う。 紫外線ランプ：約3時間行う。
	オゾン注入方法	総添加量を4分割で均等量注入した。
	H ₂ O ₂ 添加方法	総添加量を4分割で均等量注入した。
	pH調整	pH値を約7.5に調整後、実験を開始した。
	実験試料採水方法	各期の実験とも始めに試料を全量採水(1,100L)し、各条件とも同一試料を使用した。
	分析試料の前処理方法	残留オゾン対策：30分間曝気攪拌。残留H ₂ O ₂ 対策：二酸化マンガンを50mg/l以上添加し60分間急速攪拌。全試料とも攪拌後1μmのGF/Bろ紙でろ過。
活性汚泥処理法	AOP法による各実験終了時の処理水(反応筒1~4)と中部下水A系返送汚泥とを混合し、20℃恒温室にて6時間曝気処理を行った。	
粒状活性炭処理法	MLSS濃度：夏期実験：1,850mg/l、秋期実験：2,520mg/l、冬期実験：1,930mg/l 粒状活性炭：石炭系の球状白鷲X7100H-3を使用した。 処理条件：添加率4%とし、ジャネットにて4時間攪拌処理した。	

2-5. 分析方法

オゾン濃度(発生・残留・排気)は酸素滴定法により、TOCはシマズ社製TOC-500にて測定した。紫外線透過強度はアズワン製紫外線強度計UVR-400(GL)により、pHはホトケルpH計にて測定した。

3. 実験結果と考察

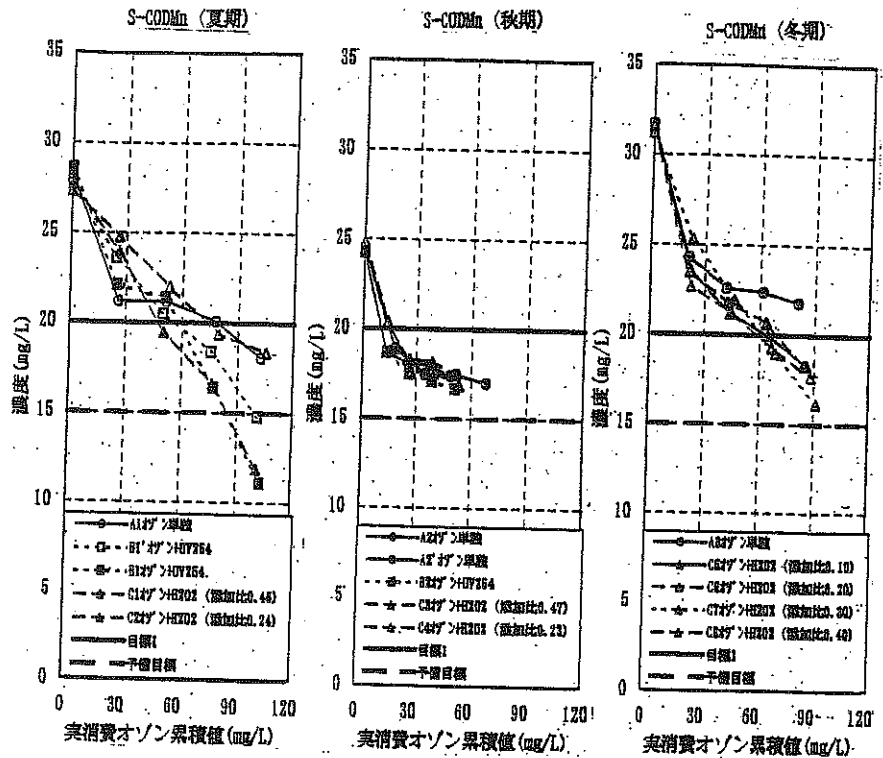
3-1. AOP法による処理結果

表-4に各期の原水の性状を示す。各期毎の原水の有機物等の濃度は各実験期を通してほぼ一定の値であった。SCODの値を見ると夏期には28mg/l前後と25～30の範囲にあり、秋期には24mg/lと25以下であり、冬期には32mg/lと30以上であった。図-1にAOP法によるSCODの処理結果を示す。各期とも、左より原水、1~4筒の順での各筒処理水の値を示す。

表-4. 原水の性状(mg/l)

実験の種類	夏期実験				秋期実験				冬期実験				
	7° 吡入 No.	A1	B1	C1	C2	A2	B2	C3	C4	A3	C5	C6	C7
採水日		H14.8.20				H14.10.29				H15.1.28			
S-COD _{Mn}	28	29	27	28	24	24	24	25	32	32	32	32	32
S-BOD	4.3	4.1	6.7	5.1	5.5	5.6	5.6	5.1	14	14	14	15	15
S-TOC	19	18	18	18	18	17	18	18	24	25	25	25	24
NO ₃ -N	50	53	51	51	60	65	63	61	59	59	59	62	64
NO ₂ -N	0.07	0.08	0.07	0.09	0.06	0.08	0.11	0.07	0.42	0.41	0.41	0.51	0.53

図-1. AOP法によるSCODの処理結果



1) 夏期実験結果

オゾン単独条件も含めて全て20mg/l以下を達成していたが、今年度の目標値である15mg/lはAOP法のみが、4筒目で達成していた。しかし、オゾン/H₂O₂法の添加比の高い方は未達成であった。

2) 秋期実験結果

全ての条件で20mg/l以下を達成できた。しかし原水濃度が25mg/lと今期中で最低濃度であるにもかかわらず、15mg/l以下は未達成であった。

3) 冬期実験結果

オゾン単独条件を除き、AOP法のオゾン/H₂O₂法4条件は全て20mg/l以下を達成できていたが、15mg/l以下は未達成であった。また、H₂O₂/オゾン添加比により処理レベルに差異があり、0.3がもっとも良く、次に0.2と続き0.1と0.4は同一レベルであった。

3-2. AOP法+活性汚泥処理法による処理結果

図-2にAOP法+活性汚泥法によるSCODの処理結果を示す。図-1と同様、各期とも左より原水、1~4筒の順での各塔処理水の値を示す。

図-2. AOP法+活性汚泥法による処理結果

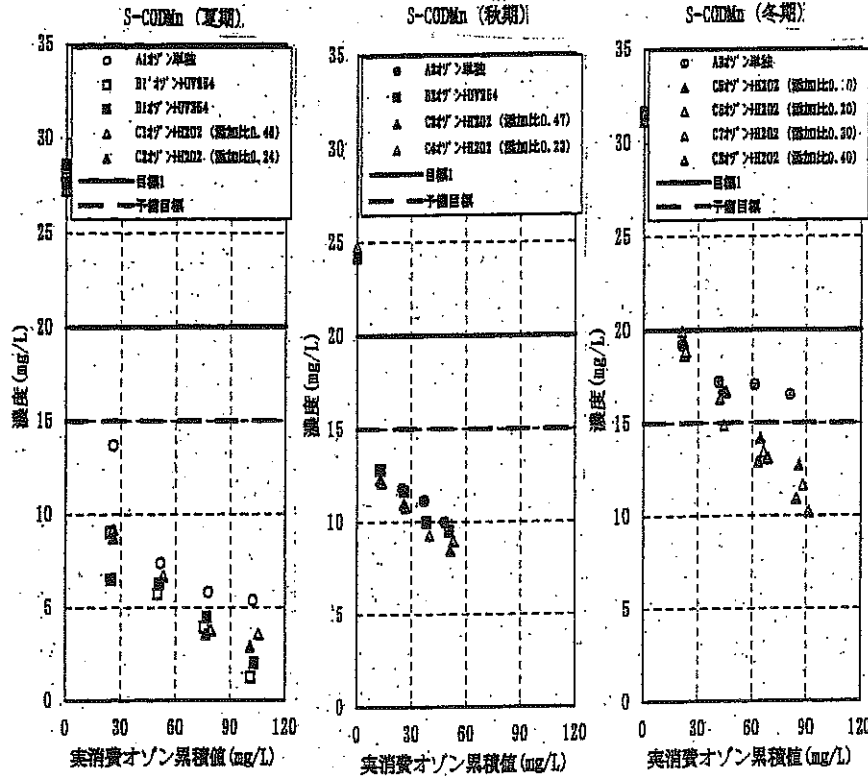
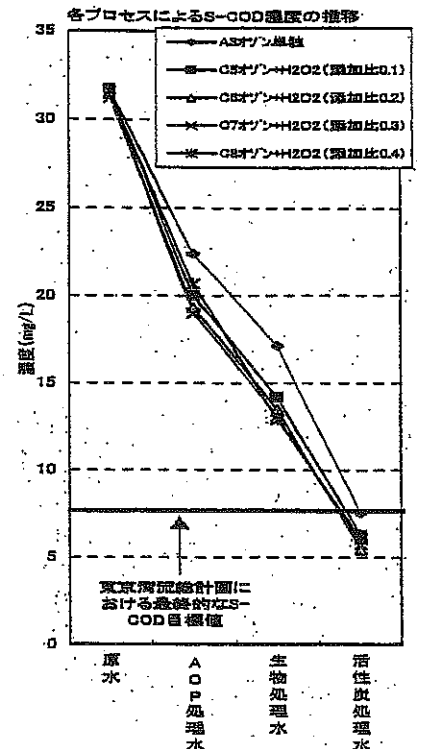


図-3. AOP法+活性汚泥法+粒状活性炭処理法による処理結果



1) 夏期実験結果

オゾン単独条件を含めて1塔目より今期の目標のSCOD濃度15mg/l以下を達成していた。また反応塔2塔目以降では東京湾流総計画の目標値8mg/l以下も達成していた。

2) 秋期実験結果

夏期と同様にオゾン単独条件を含めて1塔目より今期の目標のSCOD濃度15mg/l以下を達成していた。但し夏期と異なり、東京湾流総計画の目標値8mg/l以下を達成することは出来なかった。

3) 冬期実験結果

原水のSCOD濃度が30mg/lを超え32mg/lと最も高い冬期には、オゾン単独処理では20mg/l以下を達成できたが、15mg/l以下は未達成であった。AOP法のオゾン/H₂O₂法では、どの条件も反応塔3塔目以降で今期の目標値15mg/l以下を達成できた。

3-3. AOP法+活性汚泥法+粒状活性炭処理法による処理結果

図-3にAOP法+活性汚泥法+粒状活性炭処理法によるSCOD処理結果を示す。

- 1) オゾン単独処理も含めて全ての条件で、東京湾流総計画の最終目標値である8mg/l以下を達成できた。
- 2) 各処理プロセス毎のSCOD除去量は、AOP処理条件のC5・C6・C7はAOP除去量が一番多く11.7~12.2mg/lであり、ついで活性炭処理(7.4~8.1mg/l)、活性汚泥処理(5.8~5.9)の順番であった。条件C8では、活性汚泥処理と活性炭処理が逆転し、それぞれ10.9mg/l-7.8mg/l-5.9mg/lであった。オゾン単独処理(A3)では活性炭除去量が大きく、それぞれ9.3mg/l-5.3mg/l-9.6mg/lであった。

4. まとめ

(1) AOP処理法

- ① 夏期、秋期、冬期の各条件ともAOP法単独で放流基準20mg/l以下を達成できた。
- ② オゾン単独では原水のSCOD濃度が30mg/lを超える冬期には放流基準を達成できず、さらに活性汚泥処理が必要であることが分かった。
- ③ オゾン/過酸化水素処理では冬期における実験結果より、添加比が0.2~0.3の場合にSCODの除去量が大きいことが分かった。

(2) AOP法+活性汚泥処理法

- ① AOP処理法と活性汚泥処理法を組み合わせることでAOP法単独の場合より維持管理費を比較的安価に抑えつつ返流水処理水のSCOD濃度を15mg/l以下にすることが可能であることが分かった。
- ② 季節毎の処理結果は、オゾン単独法も含めて夏期が一番良好であり、次に秋期・冬期の順であった。

(3) AOP法+活性汚泥法+粒状活性炭処理法

- ① 活性汚泥処理後さらに粒状活性炭処理に供した場合には、東京湾流総計画における最終的なCOD目標値である8mg/l以下の達成も可能であることが分かった。
- ② 各処理プロセス毎のSCOD除去量はAOP法が一番多かった。