

水処理における超高度処理技術

滋賀県琵琶湖環境部下水道課 主席参事 いまほり 今堀 よしかず 吉一

滋賀県琵琶湖環境部下水道課 技 師 にしむら 西村 しゅんすけ 峻介

1. はじめに

滋賀県では、下水道における高度処理レベルをさらに向上させる「超高度処理」に関する調査を実施している。超高度処理とは、本県の初期の高度処理レベル（凝集剤添加循環式硝化脱窒法＋砂ろ過）を超える処理方式と定義付けしているものであり、具体的には、凝集剤添加ステップ流入式多段硝化脱窒法＋砂ろ過法にオゾン・生物活性炭を組み合わせた処理方式である。第一段階の調査は、COD、窒素、リンを対象項目とし、平成9年度から平成12年度にかけて実施施設およびパイロットプラントにより実施した。その結果、ステップ流入式多段硝化脱窒法については、従来法と比較し建設費・維持管理費が同等以下で、処理レベルの向上が可能であることが確認されたため、平成13年度以降の増設・改築更新時には導入を順次進めているところである。COD、リンについても第一段階の調査を通じて処理方式の有効性は確認されたが、実施規模での検討が課題として残された。このため第二段階の調査として、平成16年度から湖南中部浄化センターにオゾン・生物活性炭処理の実施規模の施設を設置し実証調査を継続している。この間の調査を通じてCODをはじめとする処理水質の向上や建設費・維持管理費の削減に必要な運転条件や施設諸元を明らかにすることができた。

本稿では、4年間の実証調査の結果のうち、オゾン・生物活性炭処理における超高度処理技術に焦点をあてて紹介する。

2. 超高度処理実証施設の概要と運転条件

(1) 実証施設の概要

実証調査に用いたオゾン・生物活性炭処理施設は、湖南中部浄化センター水処理施設の「凝集剤添加ステップ流入式多段硝化脱窒法＋砂ろ過法」の処理水を原水とし、6,500m³/日の処理能力を有する。処理フローは図-1、目標水質は表-1のとおり。

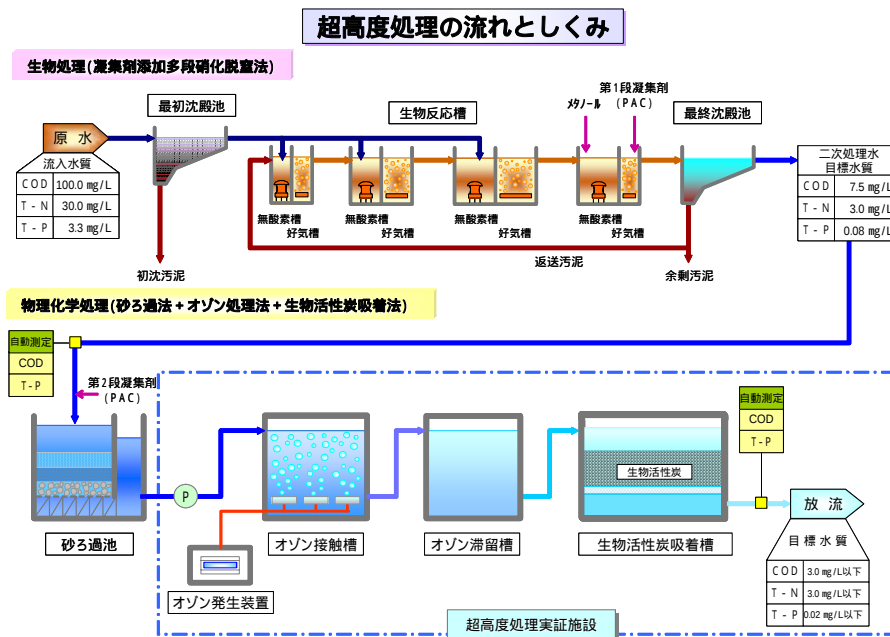


表-1 目標水質
(mg/l)

従来の高度処理状況

COD	T-N	T-P
6.0	6.0	0.05

超高度処理の目標水質

COD	T-N	T-P
3.0	3.0	0.02

図-1 超高度処理フロー

(2) 運転条件

期間	(年)	平成16年												平成17年												平成18年												平成19年												平成20年		
	(月)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3															
オゾンRun No.																																																				
オゾン注入率 (C) [mg/l]		5			3			2			1			3			4			5			3			2			1			0			3						5			4								
オゾン総接触時間 (T) [min]		12												6			12			6			12																													
生物活性炭線速度 (LV) [m/day]	1系	200																																																		
	2系	200												250			300																																			
	3系	200												175			150																																			
	4系	200												175			150																																			

4 年間の運転条件は表-2 に示すとおりである。

表-2 実証施設の運転条件

3 . 調査結果

(1) COD の処理特性

各処理過程における COD 濃度の推移を図-2 に示す。

平成 16 年度は生物活性炭の物理的吸着能力が高かったため、オゾン注入率を低減しても、目標水質の達成は概ね可能であった。平成 17 年度以降は、処理水 COD:3mg/l を達成するための限界条件を検討するための運転を行った。平成 17 年度はオゾン総接触時間を 6、12 分の 2 条件での運転を行ったが、接触時間による処理水質への影響はほとんど見られなかった。オゾン注入率を段階的に低減したところ 3mg/l 以下では、目標値の達成が困難になり、無注入では目標値の達成は不可能であることが確認された。平成 18 年度はオゾン注入率 3mg/l、接触時間 12 分で継続運転を行い、生物活性炭における LV (通水速度) の違いを検討したが、LV200m/日、LV300m/日とでは、処理水質への影響はほとんど見られなかった。平成 19 年 2 月から処理水質が目標値を超過したため、平成 19 年 6 月よりオゾン注入率を 5mg/l に増加させたところ処理水質は各系列とも 3mg/l 以下となった。ただし、砂ろ過水質が向上したことも処理水質が改善された要因の一つと考えられる。平成 19 年 10 月より注入率を 4mg/l に低下させたところ、注入率が 5mg/l のときと比べて若干ではあるが生物活性炭処理水質は上昇したが、依然として処理水質は目標値を満足していた。4 年間の COD 処理特性をまとめると次のとおりである。

オゾン処理後の COD 濃度は原水の水質変動とともに変化する。

活性炭が新しい期間は、オゾン注入率を低く抑えることが可能である。

COD の目標値はオゾン注入率のコントロールにより達成できる。

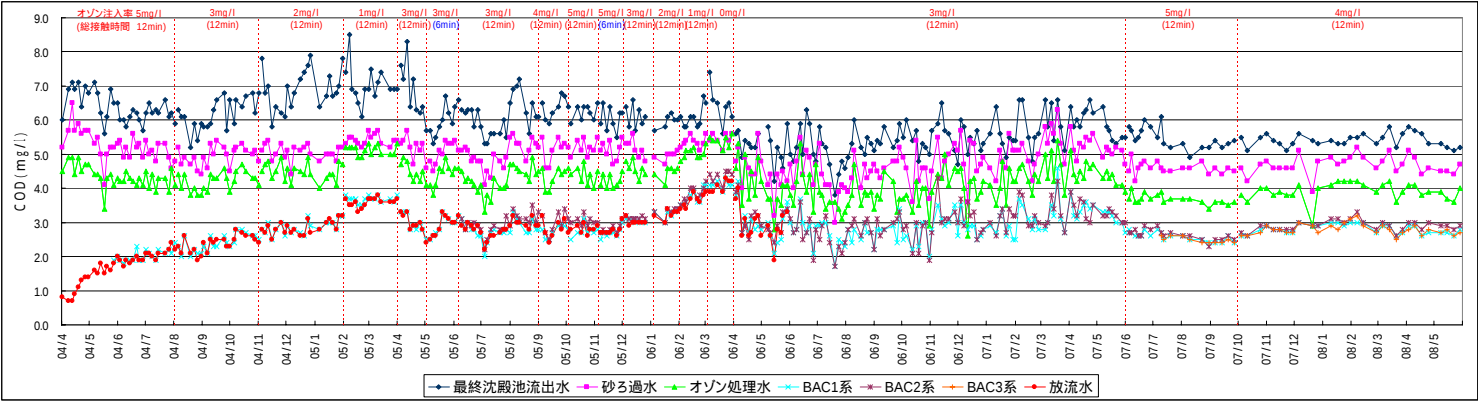


図-2 各処理プロセスの処理水 COD 濃度の推移 (BAC : 生物活性炭処理水)

(2) 臭素酸及びトリハロメタン (THM) 生成能の評価

超高度処理による処理水質を水道水質基準と比較すると、一般細菌、臭素酸を除き基準を満足する結果であった。臭素酸は、オゾン処理において生成することが確認されている代表的な有害副生成物であるが、オゾン注入率を 5mg/l 以下で水道水質基準以下にコントロールが可能であった。また、トリハロメタン生成能については、図-3 に示すとおり、超高度処理水では、原水のトリハロメタン生成能の 50% 程度が除去されていた。また、オゾン注入率をあげることで除去率が向上する傾向がみられた。ただし、オゾン注入率を 3mg/l 以上にあげても大きな除去率の向上はみられなかった。

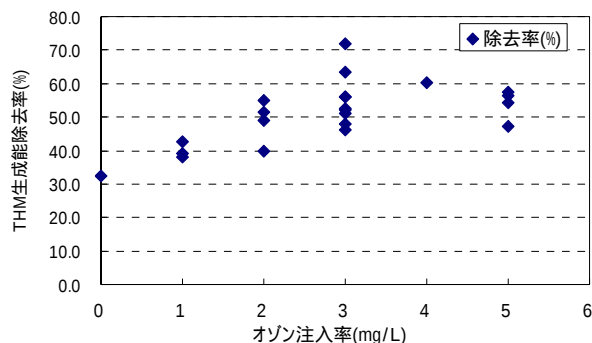


図-3 オゾン注入率による THM 生成能の除去率

(3) 生物活性炭の処理性能の変化

生物活性炭における累積 COD 吸着量と COD 除去率の関係について、LV 設定値ごとにプロットを変えて図-4 に示す。

運転開始当初は 80% 以上あった COD 除去率は、累積 COD 吸着量が 60kgCOD_{Mn}/m³ AC 程度まで直線的に低下した。しかし、その後は除去率の低下は止まり、30% 程度で推移している。これは活性炭の物理吸着機能の低下と微生物による活性炭吸着能の再生機能が平衡している状態に達したためと推測される。

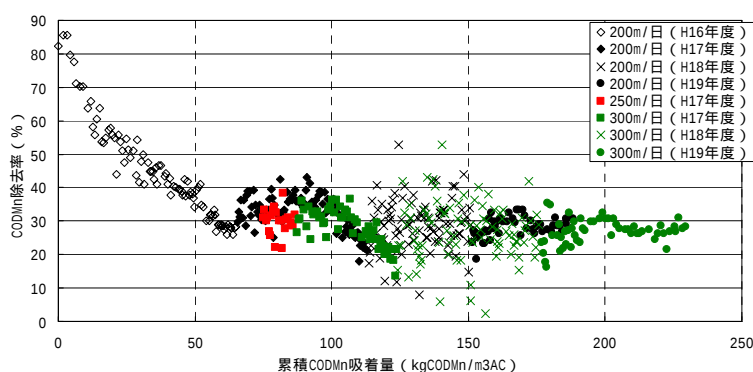


図-4 累積 COD 吸着量と COD 除去率の関係

また、活性炭の物理的強度に起因して必要となる活性炭の補充・交換の頻度等については、現在までのところ図-5 に示すとおり、いずれの LV 条件においても活性炭の粒度分布は実験開始当初から大きく変化しておらず、通水 4 年経過した現在も破碎等は認められず、継続して使用が可能な状態にある。

4. まとめ

4 年間の実証調査の結果、以下の結論を得た。

オゾン・生物活性炭処理により目標値である COD3mg/L が達成可能であることが示された。

オゾン注入率を上げることにより、生物活性炭処理水の COD 除去率を上昇させることができ、本プロセスの主たる制御因子となることを確認した。

塩素処理によって生成する有害な副生成物の一つであるトリハロメタン生成能についても、オゾン注入率を上げることで、除去率が向上することが示された。

生物活性炭処理における COD 除去率は、80% 以上から 30% 程度までは直線的に低下したが、その後は横ばいで現在まで推

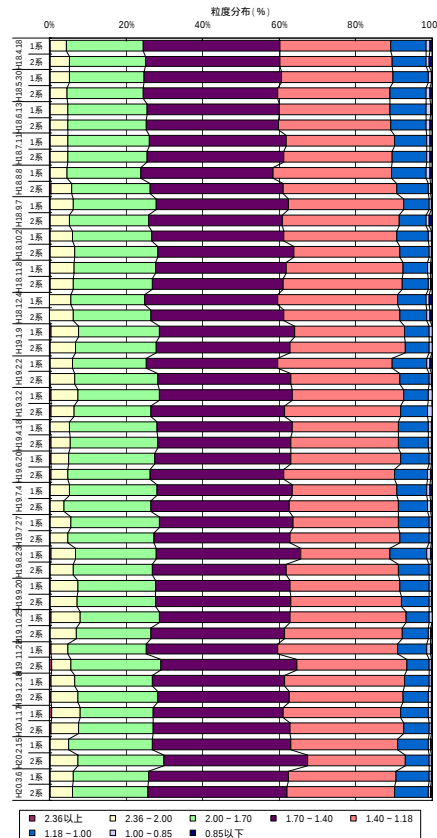


図-5 活性炭粒度分布の推移

移している。

活性炭の粒度分布は実験当初から大きく変化しておらず、物理的劣化は見られない。

今後は、これまでの調査結果をふまえて、生物活性炭交換頻度の検討のための継続的なデータ集積やオゾン処理が後段の生物活性炭の寿命に与える影響、超高度処理各処理プロセスのモデル化、医薬品等の処理性能について継続調査をすすめる予定である。