

琵琶湖流域下水道における
超高度処理実証調査について（第2報）

財団法人滋賀県下水道公社 ○宮川 和則

蚊野 宏之

滋賀県琵琶湖環境部下水道課 瓜生 昌弘

1 はじめに

滋賀県では琵琶湖の総合保全整備を定めた「マザーレイク 21 計画」で掲げた段階的目標に向け、各種の施策を展開している。このうち、琵琶湖への流入負荷量削減対策に関する新規施策の一つとして超高度処理の導入がある。超高度処理については、平成 9 年度～平成 12 年度にかけて実施したパイロットプラントを主とする実験結果に基づき各処理工程の計画諸元を検討したが、本格的な導入に向けて実施規模での処理効果の検証をはじめとする技術的な課題を解決する必要性が生じている。本稿ではこのような目的で、平成 16 年度から 2 ヶ年の計画で行った実証調査の結果について報告する。

2. 超高度処理の構成と運転条件

(1) 実証調査施設の構成

実証調査に用いた超高度処理施設は、既設の「凝集剤添加多段硝化脱窒法＋砂ろ過法」に加えて、「オゾン処理」及び「生物活性炭処理」で構成されており、6,500m³/日の処理能力を有する。また、砂ろ過の前にも PAC を添加する PAC 二段添加運転も可能である¹⁾。

(2) 運転条件

実証調査では、超高度処理に関するパイロットプラント実験で得られた運転条件の検証（主に平成 16 年度内に実施）を経て、平成 17 年度ではオゾン処理及び生物活性炭処理に係る「最適設計条件」ならびに「運転管理方法」を検討することを主な調査課題として、オゾン処理においては接触時間：6 分、一方、生物活性炭処理においては、LV（線速度）：250m/日、300m/日の条件についても調査した。

表一 1 超高度处理运转条件

期間	(年) (月)	2004										2005												2006		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
実験目的		パイロット試験結果検証										設計諸元最適化検討														
実施施設処理水量 [m3/day]		6,500																								
オゾンRun No.		①			②			③			④		⑤	⑥	⑦		⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭			
オゾン注入率(C) [mg/l]		5			3			2			1		3				4	5		3	2	1	0			
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									
メタノール(50%)注入率 [ppm]		30										20	10					0	10		20					
PAC(比重1.2)注入率 [ppm]		40			30		40										30	40	50	30	40					

Ⅱ-6-3-3(2/3)

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-1に示し、通水倍率によって整理したオゾン注入率と生物活性炭処理水 COD 濃度平均値の関係を図-2に示す。通水初期から1年近くは生物活性炭の COD 除去率は30～80%と高く、2 mg/L 程度の低オゾン注入率であっても処理水 COD 濃度は目標値（：3mg/L）を達成することが可能であったが、通水倍率が約 30,000m³/m³-AC を上回る頃から生物活性炭の COD 除去率が30～40%程度の間でほぼ横ばいに至ったと考えられたために、COD の処理目標値を達成するためには3 mg/L 以上のオゾン注入率が必要であった。また、一定以上のオゾン注入率であれば、オゾン総接触時間を6分としても目標達成可能であると考えられ、さらに、生物活性炭の LV 条件 200～300m/日の間では処理水質の差はほとんど無く、生物活性炭処理の通水速度を当初の想定値より大きく設定できること等の結果が得られた。

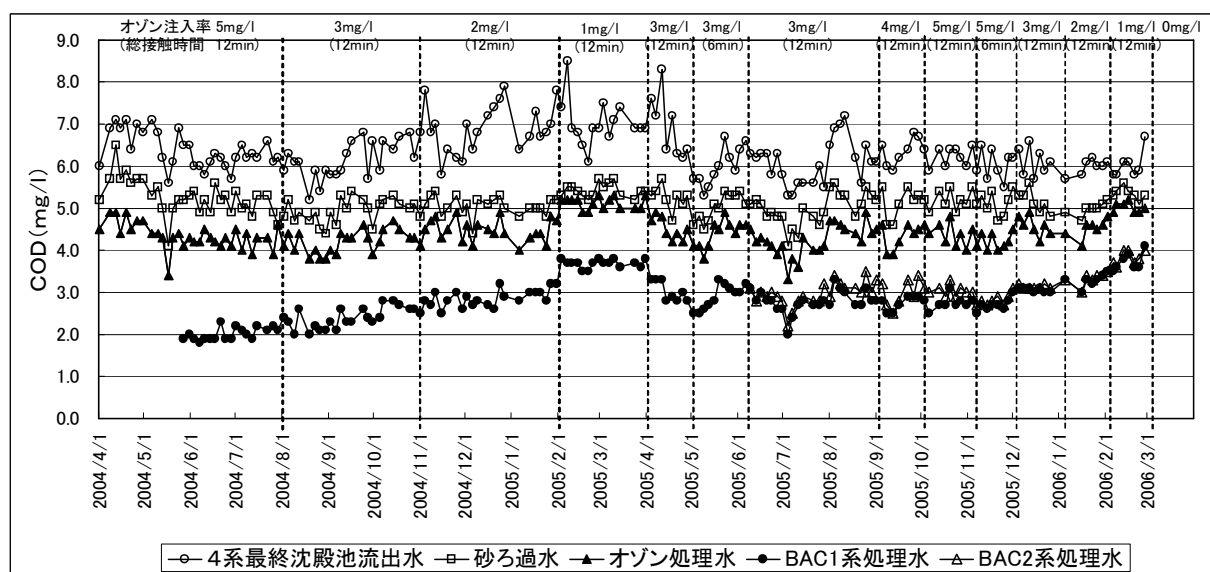


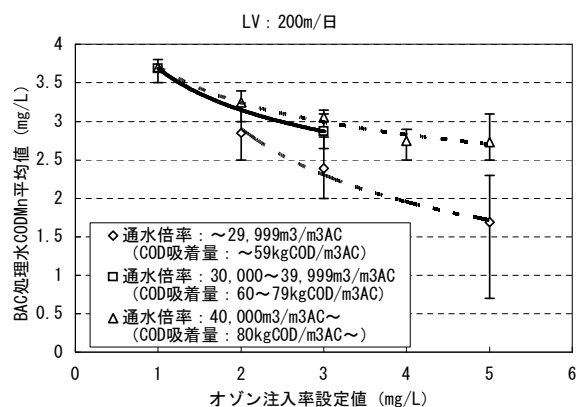
図-1 各プロセスの処理水 COD 濃度の推移 (BAC：生物活性炭)

(2) オゾン処理条件に関する留意点

水道水源である琵琶湖に放流することを踏まえ、本調査では水道水質基準(50項目)をはじめ、クリプトスポリジウムや大腸菌ファージといった衛生学的指標項目、ならびに環境ホルモン等の水質項目についても測定を行った。

この結果、既往の調査事例²⁾ 同様に、環境ホルモンのような物質に対して超高度処理は明らかな低減効果が得られることが確認できた。

また、ほとんどの水道水質基準項目や衛生学的指標項目についても処理効果が高いことが示されたが、オゾン処理副生成物である臭素酸については、図-3に示すように、5 mg/L 以上のオゾン注入時には生物活性炭処理水の臭素酸イオン濃度が水道水質基準（：0.01mg/L）を上回ったことから、運転条件に留意する必要がある。



(縦棒は最大～最小を表す)

図-2 オゾン注入率と BAC 処理水 COD の関係

については、図-3に示すように、5 mg/L 以上のオゾン注入時には生物活性炭処理水の臭素酸イオン濃度が水道水質基準（：0.01mg/L）を上回ったことから、運転条件に留意する必要がある。

Ⅱ-6-3-3 (3/3)

一方、高濃度の溶存オゾンが残留するような運転条件では残留オゾンにより活性炭が劣化したり、注入したオゾンが効率的に利用されないものとなり、これらの観点からも適切な注入率設定が求められる。

実証調査施設のオゾン処理施設内の溶存オゾン濃度は図-4の傾向を示し、オゾン滞留槽出口での溶存オゾン濃度（残留オゾン濃度）の管理目標値を0.1～0.3mg/Lとした場合には、オゾン注入率を5mg/L以下とし、かつ、10～12分程度のオゾン処理総接触時間を確保する必要があることがわかった。

以上の結果から、過年度に実施したパイロットプラント実験に基づく計画諸元に対して、表-2に整理したように特にオゾン注入率の低減を図ることができた。また、生物活性炭のLVについても計画諸元に比べて向上できることがわかったが、現時点ではCODに関して生物活性炭が破過するに至っておらず、交換頻度を踏まえた検討の余地が残されている。

4. まとめ

2カ年に亘る実証調査の結果、以下の結論を得た。

- ・オゾン・生物活性炭処理の費用について、以前の検討と比較して建設費、維持管理費とも抑制可能であることが示された。
- ・処理水のCOD目標値：3mg/L達成のための運転条件が示された。
- ・PACの二段添加調査も実施したが、多段硝化脱窒法生物反応槽最後段への一段添加のみでも十分な効果が得られることがわかった。
- ・超高度処理水の安全性に関する評価が深められた。

今後は、生物活性炭のCOD除去性能の低下に伴い変化すると考えられるオゾン注入率の最小必要量を調査し、生物活性炭の破過条件を見極めた上で活性炭の交換頻度に関する費用検討を行い、超高度処理施設の設計諸元の検討精度を高める予定である。

【参考文献】

1) 藤田ら、琵琶湖流域下水道における超高度処理実証調査について（第1報）、第42回下水道研究発表会講演集（平成17年度）p819～p821
2) 国土交通省 都市・地域整備局下水道部：平成12年度下水道における内分泌攪乱化学物質に関する調査 報告書（案）平成13年3月
問い合わせ先：（財）滋賀県下水道公社 湖南中部事務所 宮川和則 〒525-0066 滋賀県草津市矢橋町字帰帆 2108 番地
TEL：077-564-1901, FAX：077-564-1903

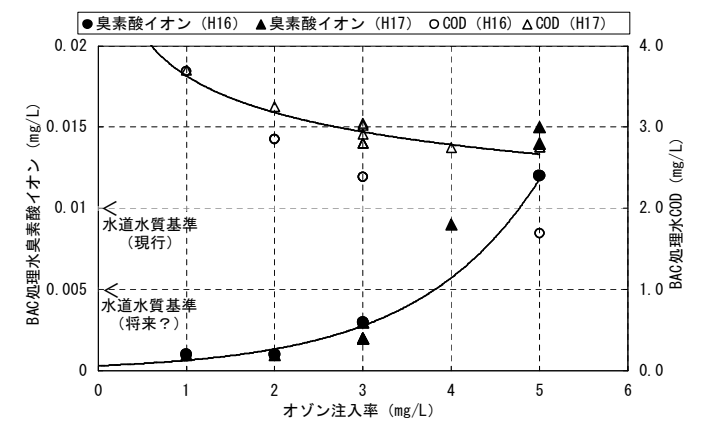


図-3 オゾン注入率と生物活性炭処理水の臭素酸イオン濃度の関係

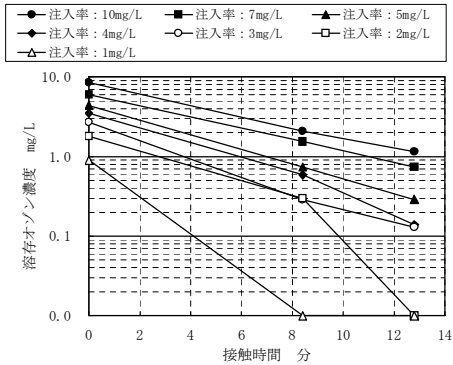


表-2 超高度処理施設諸元の再検討結果

	計画諸元*1	実証調査結果
オゾン注入率	10mg/L	3～5 mg/L
オゾン総接触時間	15 分	10～12 分*2
活性炭線速度	180m/日	200～300m/日*3
活性炭交換頻度	3 年	検討課題

*1：平成9～12年度実験結果に基づく施設諸元

*2：残留オゾン濃度設定値にもよる

*3：活性炭の破過時期に伴う交換費用検討結果にもよる