

# 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)

財団法人滋賀県下水道公社

藤田 喜世隆

蚊野 宏之

滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課

瓜生 昌弘

## 1 はじめに

滋賀県は、琵琶湖の総合保全整備を定めた「マザーレイク 21 計画」で、第 1 期の目標として昭和 40 年代前半レベルの流入負荷、第 2 期として昭和 40 年代前半の水質状況、そして第 3 期として昭和 30 年代の水質という段階的目標を掲げ、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として、下水道の整備促進を中心とする生活系や工業系等の点源対策と農業や市街地から流出する面源対策が掲げられている。こうした各種施策のうち、新規施策として超高度処理がある。しかし、超高度処理の実施については、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と費用負担の問題を中心とする政策的な課題を解決しなければならない。本調査は主として前者の技術的な課題について、平成 16 年度から 2 力年の予定で取り組むものである。

## 2 超高度処理の概要

超高度処理とは、従来の琵琶湖流域下水道における高度処理のレベル(凝集剤添加循環式硝化脱窒法 + 砂ろ過)を越える処理方式を総称し、「マザーレイク 21 計画」や「琵琶湖流域別下水道整備総合計画」において定義付けているものである。具体的には、ステップ流入式多段式硝化脱窒法、PAC 二段添加、オゾン、生物活性炭の組み合わせによる処理を「超高度処理」と称し、COD、T-N、T-P 処理のハイグレード化を目指すものである。超高度処理の処理フローを図 - 1 に示す。

超高度処理による目標水質は、COD、T-N、T-P について表 - 1 に示す値を設定している。これにより、下水処理水による琵琶湖への流入汚濁負荷を従来の半分程度にまで低減するものである。

COD は、現在の高度処理では易分解性の有機物についてはほぼ全量除去できるものの、難分解性の有機

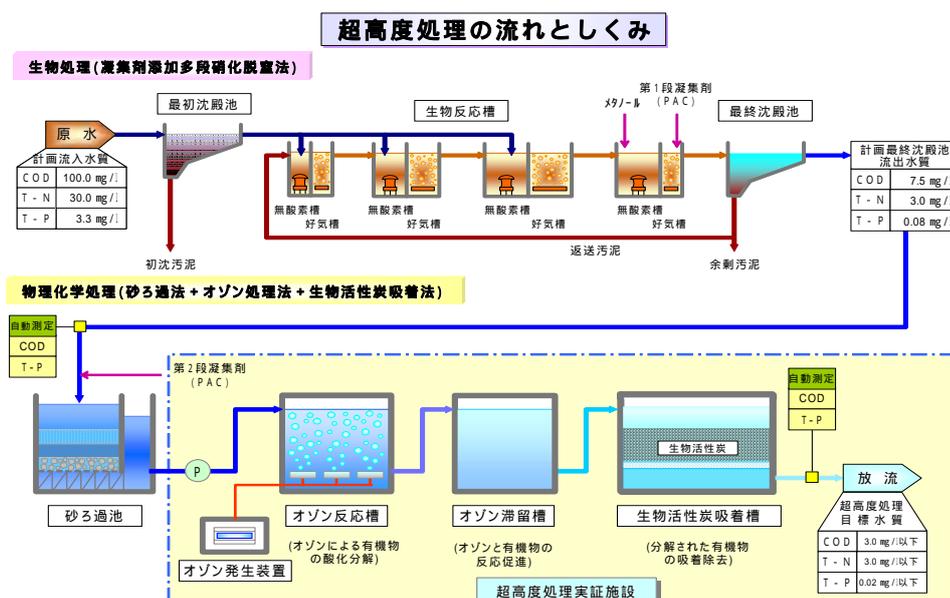
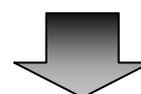


表 - 1 目標水質

(mg/l)

現在の高度処理状況

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

物については除去することができず、COD 除去率としては 95%程度が限界である。このため、後段の処理として、オゾンの強力な酸化力を用いて難分解性有機物を分解し、易分解性有機物に転化させるとともに、さらに生物活性炭による生物分解や吸着効果により、COD を 3.0mg/l にまで低減を図るものである。

**窒素**は、従来の単段式の循環式硝化脱窒法では、除去率は 80%程度が限界であり、多段硝化脱窒法の採用と後脱窒(メタノール添加)を行うことにより、除去率を 90%程度に高め、T - N を 3.0mg/l にまで低減する。

**リン**は、現在、生物反応槽の末端で凝集剤(PAC)添加することにより安定的に除去しているが、これに加えて物理化学処理段(砂ろ過池の手前)でも添加を行う 2 段添加法を採用することで、T - P を 0.02mg/l にまで低減する。

### 3 調査 / 実証施設の設計諸元と運転条件

超高度処理実証調査は、湖南中部浄化センターにおいて実施している。超高度処理のうち、生物処理と砂ろ過は実施設により、後段の物理化学処理は超高度処理実証施設として設置したオゾンおよび生物活性炭処理施設によりそれぞれの処理を行う。それらの設計諸元を表 - 2、3 に示す。

実証施設の運転は、開始から 7 カ月間、パイロット試験処理効果の検証や生物活性炭の馴致を目的とした条件により運転した。オゾンは、10mg/l の注入を基本に考えていたが、5mg/l 程度でも目標水質である COD 3.0mg/l を下回る良好な処理結果を得たことから、当初計画より注入率を低減し運転した。表 - 4 に運転条件の推移を示す。

次に、生物活性炭の馴致など安定運転に必要な初期条件が整ったことから、11 月より設計諸元の最適化を目的とした運転条件に移行した。現在、オゾン酸化の条件(注入率、接触時間)について最適化を図るため、オゾン注入率を下限付近と考えられる 2.0mg/l に設定し運転を行っている。

なお、PAC の 2 段目の添加実験は、現在のところ 1 段目のみの添加でほぼ目標を達しているため実施していない。

表 - 2 設計諸元 (生物処理 + 砂ろ過)

3 段階流入式硝化脱窒法 + 後脱窒(メタノール添加) + PAC 添加再曝気 + 砂ろ過	
処理水量(m <sup>3</sup> /日)	26,000
A-SRT(日)	7.7
平均 MLSS(mg/l)	3,860
返送率(%)	50
メタノール(50%)添加(ppm)	(実績) 30
ろ過速度(m/日)	250

表 - 3 設計諸元 (オゾン + 生物活性炭)

処理水量(m <sup>3</sup> /日)		6,500
オゾン発生量(kg-O <sub>3</sub> /時・台)		1.4 × 2 台
オゾン注入率(mg/l)		10 (最大)
オゾン 反応槽	内径 × 水深(m)	2.2 × 5 <sup>H</sup>
	容量(m <sup>3</sup> )	19.0
	接触時間(分)	8 (最大)
オゾン 滞留槽	内径 × 水深(m)	1.6 × 5 <sup>H</sup>
	容量(m <sup>3</sup> )	10.0
	接触時間(分)	4 (最大)
総オゾン接触時間(分)		12 (最大)
活 性 炭 吸 着 槽	活性炭平均径(mm)	1.5 程度
	活性炭均等係数( - )	1.3
	層厚(m)	2.0
	ろ過面積(m <sup>2</sup> )	8.5 × 4 層
	ろ過速度	200 ~ 300
	空間速度(1/時)	4.1 ~ 6.3
	逆洗頻度(回/日)	1

表 - 4 運転条件

期 間	4/1 ~ 8/1	8/2 ~ 8/18	8/19 ~ 10/4	10/5 ~ 10/31	11/1 ~	摘 要
実験目的	パイロット試験処理効果の検証 / 生物の馴致				設計諸元最適化	
処理水量(m <sup>3</sup> /日)	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500	
オゾン注入率(mg/l)	5	3	3	3	2	
オゾン接触時間(分)	12	12	12	12	12	反応層 + 滞留槽
PAC 注入率(ppm)	40 / 0	40 / 0	30 / 0	40 / 0	40 / 0	一段 / 二段
BAC / LV(m/d)	200	200	200	200	200	

## 4 実証調査結果

### (1) 処理状況

CODの推移を図-2に示す。オゾン注入率を5mg/lで運転を開始し、当初は活性炭の吸着性能が優れ1.0mg/lを下回る処理水質を得たが、2週間を過ぎた頃から増加傾向に転じた。2ヶ月を経過した6月上旬からは2.0mg/l前後で推移し、安定した処理水質を維持した。

8月上旬からオゾン注入率を3mg/lに低減し、CODは概ね2.0~3.0mg/lの範囲で推移するようになった。11月からは更にオゾン注入率を2mg/lまで低減したところ、CODは概ね2.5~3.0mg/lの範囲(平均2.8mg/l)で推移した。

オゾンによる生物分解性の向上は、図-3に示すとおりオゾン処理水でBOD成分の増加により認められオゾン注入率と比例関係にある。

T-Nの推移を図-4に示す。多段硝化脱窒と後脱窒による実施設での処理状況は、目標水質である3.0mg/lを一度も上回ることなく安定した処理を維持している。後脱窒におけるメタノールの添加率は30ppmである。

### (2) 消費電力

実証施設の電力原単位(取水ポンプを除く)とオゾン注入率との関係を図-5に示す。超高度処理ではオゾン発生に電力を要する。実証施設における水処理あたりの電力原単位は0.18~0.25kwh/m<sup>3</sup>程度であり、オゾン注入率が消費電力に大きく影響する。

## 5 おわりに

超高度処理実証調査において、実施設規模におけるCOD、T-Nの処理効果を確認した。

今後は、オゾン注入率の最適化をはじめとする処理の効率化や生物活性炭の機構解析を行い、維持管理費用を試算する予定である。

また、琵琶湖の総合保全のため超高度処理を導入する意義と、導入した場合の環境影響側面について検討を深め、住民をはじめ関係者に情報提供を行い合意形成に努めたい。

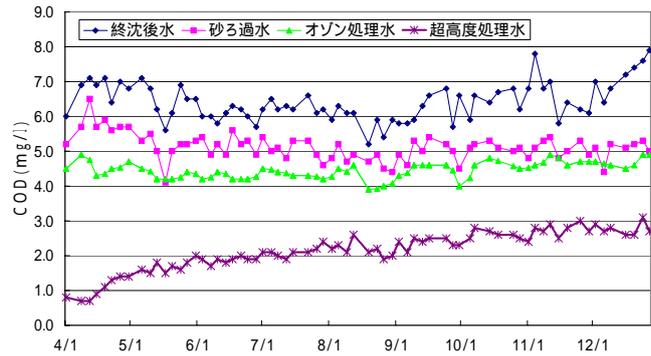


図-2 CODの推移

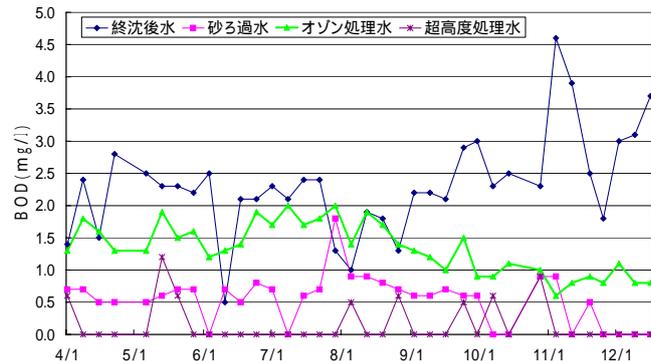


図-3 BODの推移

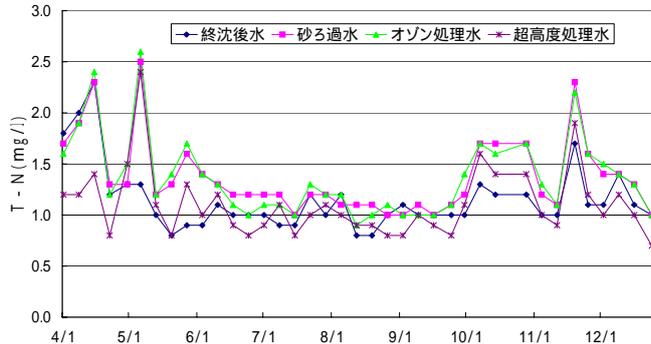


図-4 T-Nの推移

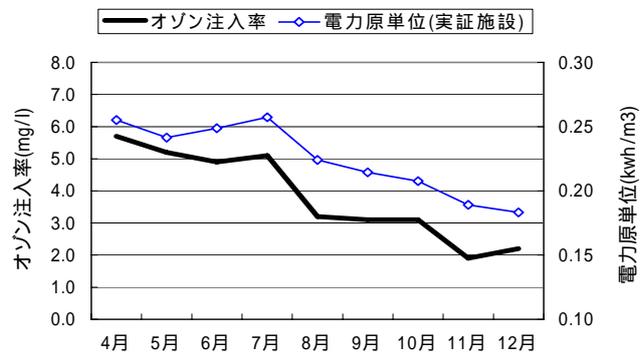


図-5 オゾン注入率と電力原単位

問合わせ先： 財団法人滋賀県下水道公社 湖南中部事務所 施設運転担当

〒525-0066 滋賀県草津市矢橋町字帰帆 2108 番地 Tel 077-564-1901