

## 〈研究発表〉

### 岡山市における下水道高度処理の現状と課題

大月 孝将<sup>1)</sup>, 佐藤 隆俊<sup>2)</sup>, 尾崎 正明<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 岡山市西部施設管理事務所 (〒700-0851 岡山市北区七日市西町 6-10, E-mail: takamasa\_ootsuki@city.okayama.jp)

<sup>2)</sup> 岡山市東部クリーンセンター (〒704-8122 岡山市東区西大寺新地 453-5, E-mail: takatoshi\_satou@city.okayama.jp)

<sup>3)</sup> 岡山市下水道局 (〒700-8554 岡山市北区大供 1-2-3, E-mail: masaaki\_ozaki@city.okayama.jp)

#### 概要

岡山市では、現在 11 箇所の下水処理施設が稼働中である。瀬戸内海等の閉鎖性水域に対する窒素、リンの総量規制に伴い、全 11 箇所のうち 7 箇所で高度処理を実施、児島湖流域浄化センターを含めた高度処理率は 45.3% である (平成 21 年 3 月末)。

本市の高度処理を中心とした施設整備状況及び児島湖の水質の状況を概説し、今後の課題等について論述する。

キーワード: Advanced Sewage Treatment, Closed Water Area, Nitrogen, Phosphorus

## 1. はじめに

岡山市には、旭川、吉井川の一級河川をはじめその他の中小河川が縦横に流れており、これらの河川水は閉鎖性水域である児島湖及び児島湾に流れ込んでいる。

近年都市化が進むにつれて公共用水域の汚濁がさらに進んでおり、児島湖及び児島湾は全国の水域の中でも特に水質が悪いと言われている。

この水質汚濁、富栄養化等を防止するため、窒素、リンのより高度な除去が必要とされている。児島湖流域については、水質汚濁防止法や湖沼水質保全特別措置法に基づき厳しい排水基準値が設定されている。

また児島湾については平成 16 年度より窒素、リンに関する総量削減基本方針に定められた削減目標を達成するため、現在の排水基準値より厳しい基準値を定めた規制が実施されている。

そのため、本市の下水道事業では、二次処理に加え、さらに高率の除去ができるよう高度処理を実施する必要があり、7 箇所の浄化センターで高度処理施設が稼働している。

このような現状をふまえ、本市における高度処理を中心とした施設整備状況等を概説し、今後の課題等について論述する。

## 2. 児島湖の水質の状況

### 2.1 児島湖とは

岡山県南部に位置する児島湖は、広大な干拓地の農業用水の確保及び塩害問題の解決のため、児島湾の奥部を人為的に仕切って建造された人造湖である<sup>1)</sup>。そのため、湖水の入れ替わりにくい閉鎖性水域であり、

潜在的に汚濁しやすい性質を有している。その後、笹ヶ瀬川、倉敷川を中心とする流域の都市化の進行とともに汚濁が進行している。

この流域河川における窒素、リン及び COD の実態の把握に関する調査も行われてきた<sup>2)3)</sup>。

### 2.2 水質汚濁の状況<sup>4)</sup>

児島湖の COD は、ここ数年は緩やかな改善傾向にあるものの、環境基準 (5 mg/L) の 2 倍程度で推移している。(Fig.1)

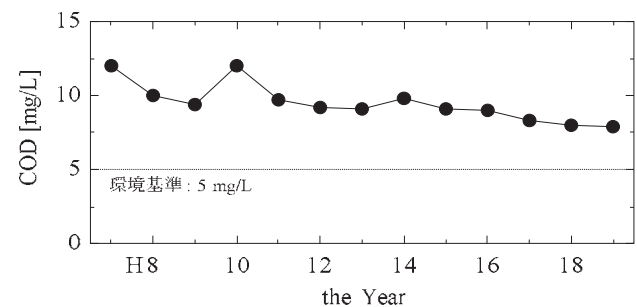


Fig.1 COD Concentrations of Lake Kojima

また、富栄養化の目安ともいえる全窒素及び全りんについても、依然環境基準 (T-N:1 mg/L、T-P:0.1 mg/L) を上回っている。(Fig.2 及び Fig.3)

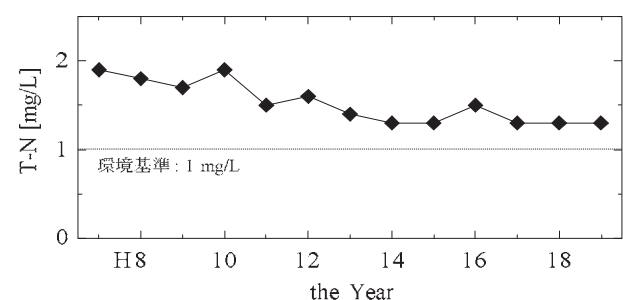


Fig.2 T-N Concentrations of Lake Kojima

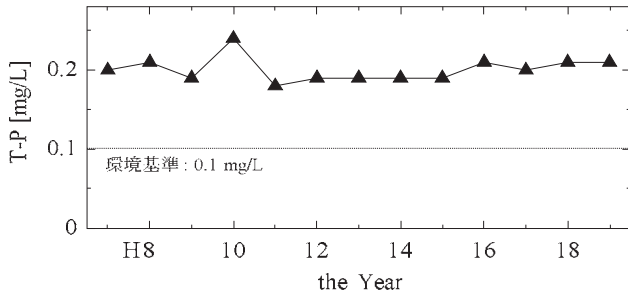


Fig.3 T-P Concentrations of Lake Kojima

### 3. 公共下水道の整備状況

本市では快適な生活環境の確保と公共用水域の水質の保全を図るため、昭和27年から下水道整備を行ってきた。平成20年度末現在の全市人口に対する処理人口普及率は、58.0%であるが、依然全国平均に対して低い状況にある。近年、財政面で厳しい状況が続くなか、人口集中地区や建設投資額に対し処理人口が高い地区等を対象とした面整備を積極的に推進している。

平成21年3月に策定された『岡山市都市ビジョン』においても、水質の浄化を図るため、公共下水道、農業集落排水、合併処理浄化槽などを適切に組み合わせた効率的な汚水処理対策を進め、特に、人口集中地区内の公共下水道未普及地区の早期解消と接続の促進に努めるとしている。汚水処理人口普及率については、平成27年度末で81%を目標としている。

Table 1は、本市の公共下水道計画の概要を示したものである。

Table 1 Outline of the Sewerage Planning

処理区	処理区域内面積 (ha)		処理区域内人口 (人)	
	認可計画	20年度末	認可計画	20年度末
旭西	1,054	1,054.0	194,000	73,135
岡東	3,472	1,554.9	165,000	105,029
児島湖 <sup>*1</sup>	5,234	3,191.6	309,020	197,390
芳賀佐山	147	135.8	6,100	4,751
流通団地	88	88.0	9,000	0 <sup>*2</sup>
吉井川	315	53.3	10,500	453
中原	30	26.8	1,400	1,359
足守	80	22.4	2,520	802
野々口	55	48.0	2,000	1,423
御津中央	87.1	51.2	3,120	1,400
建部	139	99.8	4,000	2,560
瀬戸	424	280.3	14,600	10,439
計	11,125.1	6,606.1	721,260	398,741

※1 児島湖流域浄化センター(岡山県所管)

※2 処理区域は工業団地であり、住民基本台帳人口としては0

Fig.4は、本市の浄化センターの配置を示している。本市の南部には、児島湖及び児島湾が位置し、そこへ流入する河川等への放流汚濁負荷削減を図るため、高度処理を進めることが方針とされている。



Fig.4 Planning Area of Sewerage System in Okayama City

### 4. 高度処理の現状

#### 4.1 浄化センターの処理状況

本市では、現在11箇所において、下水処理施設が稼働中である。

Table 2は、各終末処理場における現行処理方式と処理能力をまとめたものである。

Table 2 Treatment Methods and its Capacity in Each District

処理区	処理方式	現処理能力 (m <sup>3</sup> /日)
旭西	標準活性汚泥法	150,000
岡東	二段嫌気・好気法+凝沈	54,500
児島湖	三段硝化脱窒+凝沈+ろ過等	236,250
芳賀佐山	硝化促進型循環変法+凝沈	2,680
流通団地	硝化内生脱窒法+凝沈+ろ過	1,255
吉井川	嫌気・無酸素-好気法+凝沈+ろ過	2,325
中原	高度処理サシテーションデイツ法+凝沈	2,100
足守	高度処理サシテーションデイツ法+凝沈	1,000
野々口	サシテーションデイツ法	1,000
御津中央	高度処理サシテーションデイツ法+凝沈	900
建部	サシテーションデイツ法	1,400
瀬戸	サシテーションデイツ法	7,575

閉鎖性水域に対する窒素、リンの総量規制の実施に伴い、高度処理が行なわれている施設の割合は高く、岡東、芳賀佐山、流通団地、吉井川、中原、足守、御津中央の7箇所高度処理を実施し、児島湖流域浄化センターを含めた高度処理人口普及率は、45.3%となる。

また、高度処理施設のない旭西浄化センターへの汚水は、平成24年4月までに、その全てを児島湖流域浄化センターに送水する予定である。これが完了すると、高度処理人口普及率は、20年度末人口ベースで約56%に上昇する。

#### 4.2 岡東浄化センターの高度処理運転について

窒素、リンに関する上乗せ排水基準は、現在児島湖流域にのみ適用されているが、瀬戸内海における窒素、リン規制に対応するため、児島湾に放流を行っている岡東浄化センターについても、平成11年度に高度処理施設（ステップ流入式2段嫌気・好気活性汚泥法）への改造を行った。

これに伴い、施設改造後（平成12年以降）の処理の状況は、全窒素で約80%以上、全りんで約95%以上の除去率を得られることとなり、特に窒素では、水質汚濁防止法に係る総量規制 Cn 値（10mg/L）を達成することができた。

Table 3 及び Table 4 に、改造前後3年間の水処理の状況を示す。

**Table 3** Influent and Effluent Water Quality of T-N in Koto Treatment Plant (mg/L)

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14
流入	26	25	25	28	31	33
放流	13	15	16	6.9	5.1	5.4
除去率	50%	40%	36%	<b>75%</b>	<b>84%</b>	<b>84%</b>

**Table 4** Influent and Effluent Water Quality of T-P in Koto Treatment Plant (mg/L)

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14
流入	5.5	5.7	6.1	6.6	6.2	6.5
放流	0.86	0.55	0.58	0.23	0.24	0.39
除去率	84%	90%	90%	<b>97%</b>	<b>96%</b>	<b>94%</b>

ステップ流入式多段硝化脱窒法については、日本下水道事業団によっても技術評価されており、当浄化センターのみならず、全国的にも導入事例が増加している<sup>5)</sup>。

#### 4.3 芳賀佐山浄化センターの高度処理運転について

当初の処理方式は標準活性汚泥法であり、最終放流

先が児島湖であることから、りん除去を目的とした凝集沈殿池を設置していた。さらに、上乗せ条例の適用を受けることになり、このことに対処するため、用地の拡張等を必要とせず、窒素除去の安定性も高いとされる固定化微生物による硝化脱窒法を導入した。

平成9年度に初期の立ち上げ工程を経て同法による水処理を開始した。

これに伴い、施設改造後（平成9年以降）の処理の状況は、全窒素で約65%以上の除去率を得られることとなり、水質汚濁防止法に係る総量規制 Cn 値（10mg/L）を達成することができた。

Table 5 に、改造前後3年間の水処理の状況を示す。

**Table 5** Influent and Effluent Water Quality of T-N in Hagasayama Treatment Plant (mg/L)

年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11
流入	20	17	21	25	27	27
放流	17	16	14	7.9	9.6	8.9
除去率	15%	6%	33%	<b>68%</b>	<b>64%</b>	<b>67%</b>

また、当浄化センターにおいては、同法による水処理の開始後、その時々課題を設定し、処理の効率化等を目指した調査が行われており、その結果を運転に反映してきている。

Table 6 は、その概要をまとめたものである<sup>6)</sup>。

**Table 6** Investigation in Hagasayama Treatment Plant

年度	調査名	概要
H9	固定化微生物による水処理について	低水温期における硝化ペレットの消化能力の確認
H11	固定化微生物による硝化脱窒法の管理について	硝化速度と MLSS 濃度調整に関する知見の収集
H13	循環法による窒素除去について	循環率と窒素除去率の相関と考察
H14	脱窒速度とメタノール添加の影響について	メタノールの添加効果に関するテーブルテスト
H16	硝化ペレットの移送について	反応槽内修理時の効率的なペレット移送に関する知見

## 5. 高度処理の課題

### 5.1 老朽化施設の対応

排水規制への適応を考慮すると、新規の建設あるいは増設だけでなく、既存の施設においても高度処理化への対応が迫られてきている。

前述のとおり、老朽化し、高度処理施設がない旭西浄化センターへの汚水は、高度処理施設を有している児島湖流域下水道浄化センターに送水されている。平

成15年度から一部送水を開始し、平成24年4月には全ての汚水を送水する予定である。

**Table 7**に過去3年間の処理水量と流域下水道への送水量を示す。

厳しい財政状況を考慮すると、送水にかかるコストについては大きな課題となる。

また、本市においては、条例により流域浄化センターへ排除する事業者に対する規制が厳しくなっているため、今後、この送水に伴う条例改正を含め、事業者への説明等検討すべき課題は多い。

**Table 7** The Volume of Treatment and Supplied Water (1,000m<sup>3</sup>/day)

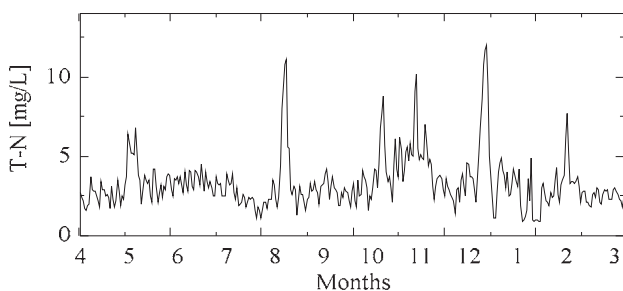
年度	H18	H19	H20
直営処理水量	35.19	29.98	31.24
流域送水量	31.34	34.68	33.54

### 5.2 小規模処理場への悪水流入による硝化阻害

吉井川浄化センターについては、現処理能力2,325m<sup>3</sup>/日であるが、平均処理水量は200~300m<sup>3</sup>/日と僅少であるため、現状では施設の一部のみを使用している形となっており、本来の嫌気-無酸素-好気の処理方式が取れる設備状況にはなっていない。

さらに、企業団地内に立地していることから、事業場関係の排水が多く、流入水質については、季節変動が大きく、生物処理に与える影響も大きい。

**Fig.5**は、平成20年度の当浄化センターの処理水質の変化を示している。特に連休（GW、盆、正月）の前に高負荷の流入水が入り、硝化が進まず、結果として全窒素の濃度の高い放流水が出ることとなっている。



**Fig.5** Daily Changes of T-N Concentrations in Yoshiigawa Treatment Plant

この原因としては、事業者が連休前に作業場やラインを清掃する際に排出される洗浄水が予想される。そのため、企業団地内の事業者に対しては、当浄化センターにおける生物処理の仕組みと、硝化阻害の現状を説明し、悪水流入防止のためのお願ひ文を配布し、協力を求めている。

また、当浄化センターにおいては、周辺環境への影響も配慮し、基準を厳しくして管理していることもあり、安定した放流水質の維持が課題となる。そのため、今後、悪水流入に対処できるだけの運転方法の確立、若しくは流入調整槽等の施設の設置が必要である。

### 5.3 高度処理技術の把握

近年の新しい高度処理法としては、膜法やオゾン処理、アナモックス等がある。今後は、水域のリスク管理の観点から、微量化学物質を対象とするケースも増えてくると考えられるため、全国的な高度処理の動向の把握が必要である。

特に、琵琶湖という閉鎖性水域への放流を行っている琵琶湖流域下水道においては、「超高度処理」を銘打ち処理レベルの向上についての調査も進んでおり、注目される。

## 6. おわりに

昨今の公共工事を取り巻く厳しい状況を考えると、今後の下水道施設の建設及び運転管理には、より厳しいコスト管理が必要とされる。

また、省エネルギー法も改正され、各浄化センターにおけるエネルギーの使用量についても、市民の関心が高まることが予想される。

したがって、本市においても、現状の施設の高度処理に関する実績データを整理し、その処理特性を掴んだ上で、コストを意識した運転管理が必要である。

さらに、データを運転管理に反映する手法の提案ができるだけの技術取得、人材の育成についても必要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 岡山東生活環境部環境管理課：児島湖ハンドブック（2008）
- 2) 野上祐作，島村淳，宮永政光：児島湖流域河川の硝酸態窒素及びリン態リンの挙動，水環境学会誌，Vol.26，No.8，pp.523-526（2003）
- 3) 野上祐作，西敏広，島村淳，宮永政光：児島湖流域河川における有機汚濁物質の特性，水環境学会誌，Vol.28，No.3，pp.217-220（2005）
- 4) 岡山市環境保全課：岡山市環境白書（2009）
- 5) 日本下水道事業団技術評価委員会：ステップ流入式多段硝化脱窒法の技術評価に関する報告書（2002）
- 6) 岡山市下水道局：水質試験年報（1998~2005）
- 7) 澤井源市：琵琶湖における下水道高度処理の現状と展望，環境システム計測制御学会誌，Vol.11，No.1，pp.25-28（2006）