

平成29年度

# 調査研究報告書

第36号

公益財団法人神奈川県下水道公社



# あいさつ

近年、下水道事業を取り巻く環境が大きく変化し、施設老朽化対策、災害時における事業継続の確保、地球温暖化対策など、時代の変化に対応した事業運営が求められています。

当公社では、県から受託している相模川及び酒匂川流域下水道の維持管理業務を行う上で発生する様々な問題点や課題等をテーマとして、調査研究に取り組み、研究成果を、業務及び施設の改善等に反映することで、経済的・効率的な維持管理に努めております。

平成 29 年度の研究テーマは、下水道の水質規制に寄与する「事業場の 1,4-ジオキサン水質検査実施対象範囲の検討について」と運転管理費の縮減に向けた「アンモニアセンサーを用いた送風量制御の最適化と電力削減について」の 2 件であり、今般その結果を研究報告書第 36 号としてまとめました。

当公社は、昭和 56 年の設置当初よりこれまで延べ 170 件の調査研究に取り組んでいますが、これらの調査研究の成果が下水道事業に携わっておられる方々のお役に立てれば幸甚です。

今後も調査研究を続けて参りたいと考えておりますので、関係各位のご感想、ご助言を頂きたい、よろしくお願いたします。

平成 30 年 8 月

公益財団法人神奈川県下水道公社

理事長 中村正樹

# 目 次

1 事業場の1,4-ジオキサン水質検査実施対象範囲の検討について . . . . . 1

水質課 竹川 和宏

2 アンモニアセンサーを用いた送風量制御の最適化と電力削減について . . . . . 9

四之宮管理センター 代表者 松本 要

○ 研究報告の経緯 . . . . . 19

# 事業場の 1,4-ジオキサン水質検査実施 対象範囲の検討について

水質課 竹川 和宏

## 1. はじめに

1,4-ジオキサンは、水や油に溶けやすく、化学工業や医薬品製造業等で幅広く使用されている溶剤で、毒性があり下水処理場では処理することが困難であるため、平成 24 年 5 月より水濁法や下水道法に規制項目として追加された。これを受け、平成 26 年度に「流域下水道に流入する 1,4-ジオキサンの実態把握」について、調査研究（第 33 号）で報告している。

平成 26 年度の調査では、暫定基準が適用されている業種及び PRTR データから 1,4-ジオキサンの排出量の多い業種について 230 事業場を調査したが、1,4-ジオキサンが検出された（検出とは定量下限値 0.005mg/l 以上のことをいう）のは 5 業種 7 事業場のみであった。検出された 7 事業場のうち、使用を届け出ていたのはわずか 1 件であり、残りの 6 件は届け出がなかったことから、使用していることを認識しにくい物質であるため、排出していることが気づきにくい物質であることが確認された。

このような特性は、1,4-ジオキサンの排出源が主成分としてだけでなく、溶剤等に含まれ使用している場合や製造過程で非意図的に副生成物として生成されてしまうことが要因と考えられる。

一方、使用を届け出ていた 1 件は有害物質を含む汚水を全量廃棄物として回収（濃厚廃液回収）し、使用・排出状況を把握していることから、低濃度であったと推測される。

通常、事業場の水質検査実施対象項目は、届け出ている使用物質をもとに選定されているが、1,4-ジオキサンは他の物質とは異なり、事業者が排出していることに気づきにくいいため、選定が大変難しい。

今回の調査は、平成 26 年度から実施している事業場排水の中で、検出された事業場について検出原因・排水処理状況をヒアリングし、水質検査が必要な事業場を適正に選定できるよう検討する。

## 2. 1,4-ジオキサンに関する物質情報について

### (1) 主な用途及び排出源

表-1 に 1,4-ジオキサンを排出する事業場の業種別使用用途を示す。

表-1 1,4-ジオキサン排出事業場の業種別使用用途

業種	使用用途
化学工業	フォトレジスト製造時の反応溶媒、溶剤 抽出・反应用溶剤
医薬品製造業	抽出・反应用溶剤
電気機械器具製造業	脱脂剤、洗浄剤、染料、封孔剤、塗料中の溶剤
金属製品製造業	脱脂剤、塗料の分散剤
一般機械器具製造業	溶剤、洗浄用溶剤
繊維工業	染色工程の分散材に含有

有機合成用溶剤として使用されるほか、工業用用途以外での1,4-ジオキサンの排出源として、化学反応（エチレンオキシド重合反応）や界面活性剤生成の際の副生成や、1,1,1-トリクロロエタンへの添加（平成7年まで）、廃棄物からの浸出、家庭排水（シャンプー等）などがある。

(2) 処理技術

1,4-ジオキサンの処理技術を表-2に示す。

表-2 1,4-ジオキサンの処理技術

処理方法	処理結果
活性汚泥法	通常の汚泥処理では分解が困難である
凝集沈殿法	凝集しないため、ほとんど除去できない
活性炭吸着法	活性炭の吸着効率は低い
キレート吸着法	キレート剤による除去効果は低い
オゾン酸化法	オゾンによる酸化は、低減効果が確認されている
フェントン法	過酸化水素と鉄を併用させた方法として、高い除去率が得られている

(3) 製造・輸入量

1,4-ジオキサンの製造・輸入量を図-1に示す。

製造・輸入量は、平成19年度約7,000tに対して、平成26年度は約1,500tと年々減少傾向で推移していた。しかし、平成27、28年度は上昇傾向であり、1,4-ジオキサンの代替物質への切換え等が難航している可能性が考えられる。

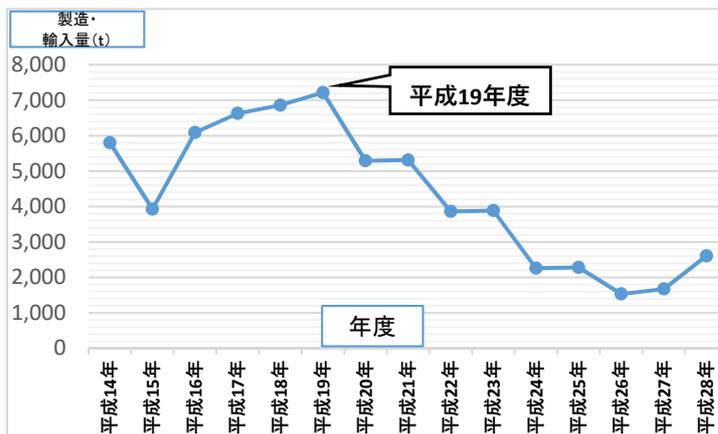


図-1 1,4-ジオキサン製造・輸入量の経年変化

(4) 全国のPRTR集計結果からみた環境への排出量と移動量の推移

近年の1,4-ジオキサン規制強化に伴う環境及び下水道への影響を確認するため、1,4-ジオキサンの主な法律改正内容を表-3に示す。また、環境省がPRTR法に基づく集計結果の公表を始めた平成13年度から平成27年度までの環境への排出と移動の経年変化を図-2に、廃棄物への移動の経年変化を図-3に示す。

表-3 1,4-ジオキサンの主な法律改正内容

施行期日	改正内容	基準値 (mg/l)
平成16年4月	水道法（新しい水質基準項目に追加）	0.05
平成18年4月	大気汚染防止法 （揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度が追加）	排出施設毎に 基準値設定
平成21年11月	環境基本法、水質環境基準（健康項目）	0.05
平成24年5月	水質汚濁防止法（一律排水基準）、下水道法（排除基準）	水:0.05、下:0.5

図-2の結果より、水道法、大気汚染防止法、水質環境基準（健康項目）の規制項目に1,4-ジオキサンが追加されたことから、大気への排出量は、平成16年度を境に大幅に減少していることが確認された。また、公共用水域への排出量は平成21年度、下水道への移動量は平成22年度を境に年々減少していることが確認された。

図-3の結果より、平成18年度の廃棄物への移動量は、前年度の30%程度と大幅に減少していた。これは、規制項目に追加されたことから1,4-ジオキサンの使用量が減少したと思われる。

また、図-1の製造・輸入量も平成19年度以降、年々減少傾向にあり、国内での使用量も減少していることから、規制項目に1,4-ジオキサンが追加されたことで環境への排出量が抑制されていると思われる。

以上のことから、規制への影響が製造・輸入量及びPRTR集計結果にも反映されていることが確認された。

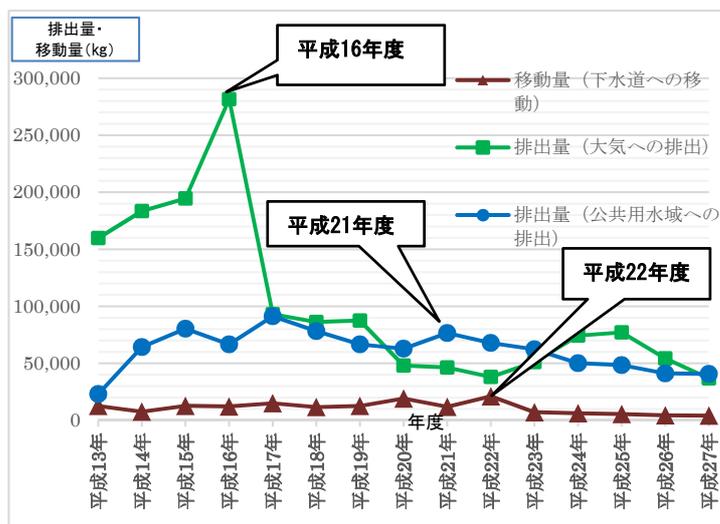


図-2 1,4-ジオキサンの排出と移動の経年変化

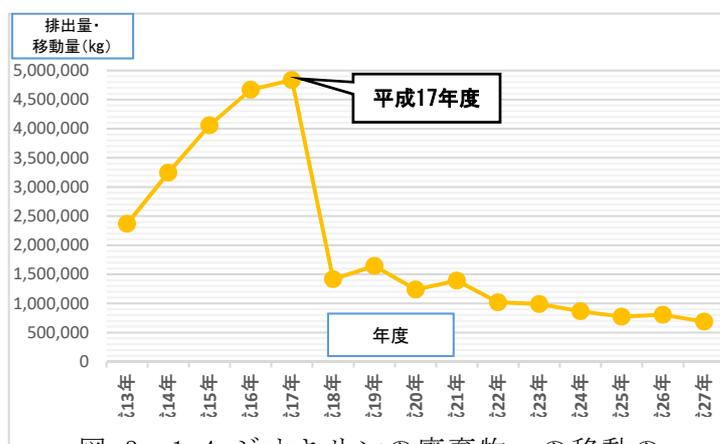


図-3 1,4-ジオキサンの廃棄物への移動の経年変化

### 3. 調査方法

#### (1) 事業場排水水質検査結果（平成26年4月から平成29年3月まで）の整理

流域関連市町が平成26年4月から平成29年3月まで実施している事業場排水の水質検査結果を整理する。

#### (2) 検出原因・排水処理状況調査

検出原因・排水処理状況についてのヒアリング調査

(1)の事業場排水水質検査結果で検出が確認できた事業場の検出原因・排水処理状況（使用用途、排水処理方法、濃厚廃液回収方法）について、ヒアリング調査を実施する。

### 4. 調査結果

#### (1) 事業場排水水質検査結果（平成26年4月から平成29年3月まで）

事業場排水を3年間調査した結果、相模川及び酒匂川両流域処理区の10事業場から検出された。

水質測定結果を表-4に示す。

この結果、検出された事業場のうち、基準値（0.5mg/l）を超過したのは2事業場で、業種は化学工業と廃棄物処理業であった。

表-4 1,4-ジオキサンが検出された事業場の水質測定結果

事業場	業種：産業中分類（産業大分類）	測定結果※1 （過去最大 値）（mg/l）	使用届出 の有無	排水量 （m <sup>3</sup> /日）
a 社	繊維工業（製造業）	0.056	無	160
b 社	繊維工業（製造業）	0.030	無	80
c 社	廃棄物処理業 （サービス業（他に分類されないもの））	1.0	無	71
d 社※2	その他の教育、学習支援業	0.009	無	641
e 社	学術・研究開発機関 （学術研究、専門・技術サービス業）	0.060	無	10
f 社※2	化学工業	0.005	有	300
g 社※2	廃棄物処理業 （サービス業（他に分類されないもの））	0.018	無	130
h 社	化学工業（製造業）	0.66	有	100
i 社	化学工業（製造業）	0.007	無	10
j 社	学術・研究開発機関 （学術研究、専門・技術サービス業）	0.013	無	100

※1 下限値 0.005mg/l（□の囲みは、基準値超過）

※2 平成 26 年度以降に一度も検出されない事業場

検出された 10 事業場のうち、d 社、f 社、g 社は、平成 26 年度の調査で一度検出された後は検出されていない。その理由は以下のとおりである。

- ・ d 社は敷地内で泡系消火器を使用しており、その泡系消火器の主成分であるフッ素系界面活性剤に含まれている可能性があることから検出されたと思われるが、現在は泡系消火器を使用した燃焼試験を行っていない。
- ・ f 社は、1,4-ジオキサンの使用を届け出ている事業場で、実験器具等の洗浄水を廃棄物として回収し、3 次洗浄水以降が排水処理される。
- ・ g 社は低濃度で検出されていたため、市の判断で今まで水質検査を実施していなかった。しかし、平成 30 年度から水質検査に着手している。

平成 26 年度の調査以降、新たに検出が確認された事業場は、化学工業の h 社及び i 社、学術・研究開発機関の j 社の 3 事業場であった。

## （2）検出原因・排水処理状況調査

検出原因・排水処理状況に関するヒアリング調査結果

事業場排水水質検査結果で継続して検出が確認された 7 事業場について、検出原因及び排水処理状況を調査するため、使用用途、排水処理方法、濃厚廃液回収方法についてヒアリング調査した結果を表-5 に示す。

表-5 検出原因・排水処理状況についてのヒアリング調査結果

事業場	業種 産業中分類 (細分類)	ヒアリング調査による検出原因・排水処理状況 (1,4-ジオキサンの除去状況)	基準超 過のリ スク
a社	繊維工業 (染色業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・染色工程で使用している染料の分散材には微量の1,4-ジオキサンが含有しているが、分散材の使用量はわずかである。</li> <li>・排水処理は凝集・加圧浮上処理のため、1,4-ジオキサンは除去されないが、使用量を考慮すると低濃度で下水道に排出されている。</li> </ul>	低
b社	繊維工業 (染色業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・染色工程で使用している染料の分散材には微量の1,4-ジオキサンが含有しているが、分散材の使用量はわずかである。</li> <li>・排水処理は中和のため、1,4-ジオキサンは除去されないが、使用量がわずかであることから、低濃度で下水道に排出されている。</li> </ul>	低
c社	廃棄物処理業 (産業廃棄物中間 処理業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃液等の受入体制(処理する廃液又は廃棄物中の物質が事前に特定でき、濃度の実測値が確認できる等)が整っていないと、その成分及び濃度について把握することが困難である。</li> <li>・排水処理は中和・還元・凝集沈殿のため、1,4-ジオキサンは除去されない。</li> <li>・現在は、過去の納入実績を参考に管理しているため、基準値超過は見られないが、継続して検出されており、納入実績からの受入管理では十分な管理と言えず、受入体制が確立できないと、基準値超過の恐れは極めて高い。</li> </ul>	高
e社	学術・研究 開発機関 (学術研究、専門・ 技術サービス業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究で使用している染料に微量の1,4-ジオキサンが含有している。染料の廃液及び2次洗浄水までは廃棄物として排出され、3次洗浄水以降が排水処理される。</li> <li>・排水処理は中和・ろ過・活性炭・キレート処理のため、1,4-ジオキサンはほとんど除去されない。しかし、排水処理前で回収されているため、下水道には低濃度で排出されている。</li> </ul>	低
h社	化学工業 (化学製品・医薬品 製造業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料では使用していないが、生産工程で非意図的に生成されていた(原料以外で使用届出有、基準超過有)。</li> <li>・生産工程から排出される排水は廃棄物として回収していたが、製造工程から排出されるガス吸引溶媒は活性汚泥処理施設を経由して下水道に排出していたため、基準値を超過した。現在は、排出経路の見直しを行い全量回収しているため、1,4-ジオキサンは低濃度で下水道に排出されている。</li> </ul>	中

事業場	業種 産業中分類 (細分類)	ヒアリング調査による検出原因・排水処理状況 (1,4-ジオキサンの除去状況)	基準超過のリスク
i社	化学工業 (建設用塗料製造業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検出原因は不明であるが、製造している塗料に含有している可能性がある。また、顔料の分散剤として界面活性剤を使用しており、界面活性剤に含有している可能性がある。塗料のほとんどは調合されて出荷されるので、調合容器の洗浄水を排水処理している。</li> <li>・排水処理は凝集沈殿・生物処理のため、1,4-ジオキサンは除去されないが、排水処理工程に入る量が微量であることから、低濃度で検出されている。</li> </ul>	低
j社	学術・研究開発機関 (医薬・農薬・染料用原料の研究)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究・開発段階での抽出・反应用溶媒に含まれている可能性がある。使用量はわずかで、2次洗浄水まで回収して廃棄物処理業者にて処分され、3次洗浄水以降が排水処理される。</li> <li>・排水処理は中和・曝気・沈殿・ろ過であるため、1,4-ジオキサンは除去されないが、低濃度で下水道に排出されている。</li> </ul>	低

表-5のヒアリング調査の結果から、1,4-ジオキサンの検出形態は、表-6に示す分類となった。

表-6 1,4-ジオキサンの検出形態

分類	該当 事業場数
①溶剤等に含まれた1,4-ジオキサンを使用している場合	5
②化学工業の製造過程で1,4-ジオキサンが非意図的に生成される場合	1
③廃棄物処理業の受け入れ体制の問題により検出される場合	1

表-6から分類された検出形態ごとの取扱い留意点は、以下のとおりである。

検出形態① 溶剤等に含まれた1,4-ジオキサンを使用している場合

・1,4-ジオキサンが染料の微量成分として含まれる繊維工業、塗料等の生産工程で原料の添加剤として使用されている可能性がある化学工業及び溶剤として使用している研究機関の5事業場は検出されているが、その値は低濃度で基準値を順守している。

・繊維工業は、常に検出されているが、1,4-ジオキサンを含む染料の使用量がわずかであるため、低濃度が保持されていた。しかし、不用となった染料の廃棄については回収を徹底する等の注意喚起が必要である。

・建設用塗料製造の化学工業は、塗料に含まれている可能性がある。今後、原料メーカーに含有の確認が必要である。また、不用となった塗料の廃棄時には回収等の注意喚起が必要である。

・研究機関は使用量もわずかであり、使用している溶剤は2次洗浄水まで回収していたため、基準値を満足できていた。しかし、回収せずに排水処理を行っているような研究機関の場合は検出される恐れがあるため、監視が必要である。

・検出形態①の取扱い留意点：回収が徹底されているか確認することである。

検出形態② 化学工業の製造過程で1,4-ジオキサンが非意図的に生成される場合

・基準値超過が確認された化学工業（化学製品・医薬品製造業）は、製造過程で非意図的に生成されており、届出も提出されていた。生産工程から排出される排水は回収していたが、製造工程から排出されるガス吸引溶媒は活性汚泥処理施設を経由して下水道に排出されていたため、基準値を超過した。排出経路を徹底的に確認することで防止策を図ることができており、その後の基準値超過は見られない。

・検出形態②の取扱い留意点：排出経路を徹底的に確認することである。

検出形態③ 廃棄物処理業の受け入れ体制の問題により検出される場合

・基準値超過が確認された廃棄物処理業は、処理する廃液又は廃棄物中の物質が事前に特定でき、濃度の実測値が確認できる等の受入体制が整っていなかった。これでは受け入れた廃液の成分及び濃度を把握することができない。また排水処理も1,4-ジオキサンが除去できない中和・還元・凝集沈殿処理であるため、基準値を超過した。現在は、過去の納入実績を参考に管理しているため、基準値超過は見られないが、継続して検出されており、納入実績からの受入管理では十分な管理と言えず、基準値超過のリスクは極めて高い。

・検出形態③の取扱い留意点：廃液等の十分な受入体制（処理する廃液又は廃棄物中の物質が事前に特定でき、濃度の実測値が確認できる等）が整っているか確認することである。

## 5. 考察

水質検査実施対象事業場の選定について

1,4-ジオキサンの水質検査実施対象事業場を適正に選定するため、事業場の検出原因・排水処理状況の調査結果をもとに分類ごとの取扱い留意点と監視方法について整理した結果を表-7に示す。

表-7 分類ごとの取扱い留意点と監視方法について

分類	1,4-ジオキサン取扱い留意点	監視方法
① 溶剤等に含まれた1,4-ジオキサンを使用している場合	繊維工業、化学工業（建設用塗料製造業）の場合：不用となった染料、塗料の回収（産廃処分）はされているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>染料及び塗料は、含有に気づかず使用しているため、事業者には含有されていることを周知し、不用となった染料及び塗料の処分は適正に回収（産廃処分）されているかマニフェスト等の確認が必要。</li> <li>排水量に対する使用量の割合を確認し、回収等の注意喚起が重要（使用量が多い場合は、水質検査も検討）。</li> </ul>
	研究機関の場合：2次洗浄水まで回収（産廃処分）されているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正に産廃処分されているかマニフェスト等で確認が必要。</li> <li>回収せずに排水処理を行っているような場合は水質検査が必要。</li> </ul>
② 化学工業の製造過程で1,4-ジオキサンが非意図的に生成される場合	製造工程ごとに排出経路の見落としがないか	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正に回収（産廃処分）されているかマニフェスト等の確認が必要。</li> <li>適正に回収（産廃処分）されていても、検出される恐れがあるため、水質検査が必要。</li> </ul>

分類	1,4-ジオキサン取扱い 留意点	監視方法
③ 廃棄物処理業の受入体制の問題により検出される場合	廃液等の十分な受入体制（処理する廃液又は廃棄物中の物質が事前に特定でき、濃度の実測値が確認できる等）が整っているか	・受入体制（濃度管理）が確立している場合は問題ないが、確立していない場合は、高濃度で検出される恐れが極めて高いため、継続的に水質検査が必要。

1,4-ジオキサンの水質検査が必要な事業場の選定は、分類ごとの取扱いに留意した監視が重要である。

また、今回の調査で検出が確認された4業種以外にも、他の業種（（化学工業（界面活性剤製造業、プラスチック製造業含む）、医薬品製造業、金属製品製造業、一般機械器具製造業等）（表-1参照）で検出される恐れがあるため、使用、取扱いの確認が必要である。

新規事業場の場合は、使用・取扱いの聞き取りが重要であり、使用していると思われる事業場については、マニフェスト等を確認するとともに、1年間水質検査を実施し、確認する必要がある。

## 6. まとめ

1,4-ジオキサンは、水や油にも溶けやすい性質から主に溶剤として幅広く使用されている。その他、製造過程で非意図的に副生成物として生成されてしまうため、使用していること自体が認識されにくい物質で、生物処理、凝集沈殿、活性炭処理で除去するのが困難な物質であり、他の規制物質とは異なる性質を持っている。

また、人に対する発がん性が疑われていることより、各種法令で規制対象物質に追加されている。これら規制への影響が製造・輸入量及びPRTR集計結果にも反映されており、下水道への移動量、廃棄物への移動量及び環境への排出量が年々減少している。

1,4-ジオキサンの水質検査が必要な事業場の選定は、届け出ている使用物質をもとに選定することが困難であり、対象事業場の絞り込み及び監視には、施設検査で取扱い（取扱量及び管理方法等）を確認することが不可欠である。

検出された事業場のヒアリング調査結果から、検出形態分類ごとに下記事項を確認することが、1,4-ジオキサンの水質検査が必要な事業場の選定に対して有効な情報となる。

- ①溶剤等に含まれた1,4-ジオキサンを使用していないか
- ②製造過程で1,4-ジオキサンが非意図的に生成されていないか
- ③廃棄物処理業の受入体制の問題により検出されていないか

流域下水道への流入下水の水質調査を市境の流域下水道幹線において定期的を実施しており、継続して1,4-ジオキサンが検出される調査地点が存在する。その調査地点の上流には、1,4-ジオキサンの使用を届け出ている事業場及び平成26年度から実施している水質検査で検出された事業場の流入は確認されていない。

これらのことから、現在のような個別の監視方法では、水質監視に限界があり、排出事業場の把握には、処理分区ごとに確認するなど、広域な監視で排出先を特定する方法も今後検討が必要であると思われる。

## 参考文献

- ・安部明美：1,4-ジオキサンによる水環境汚染の実態と施策－地方試験研究機関の仕事に着目して－

# アンモニアセンサーを用いた送風量制御の最適化と電力削減について

四之宮管理センター 代表者 松本 要

## 1. はじめに

下水処理場は大量のエネルギーを消費し、温室効果ガスを排出しているため、使用電力の削減は水環境の保全と同様に積極的に取り組んでいかなければならない課題である。

当社は、平成 27～28 年度に公益財団法人日本下水道新技術機構と「神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究会」（以下「共同研究」という。）の中で電力削減手法について検討した。特に、処理場の水処理設備で大きな電力消費割合を占めている送風機の電力削減を図るため、アンモニアセンサー（以下「センサー」という。）を用いた送風量制御について机上検討し、平成 28 年度には、四之宮管理センター水処理第 6 系列にセンサーを設置して送風量制御の検証を開始した。

平成 29 年度は、通年をとおした実運用上の問題点について整理したので報告する。

## 2. 四之宮管理センターについて

水処理設備概要を表-1 に示す。

表-1 水処理設備概要

平成 29 年 3 月末

系列	能力	構造(系列当)	散気装置	送風機設備
1-5 系列	50,300(m <sup>3</sup> /日・系) [35(m <sup>3</sup> /分・系)]	2 池 12 槽 全断面流入式	散気筒装置	150m <sup>3</sup> /分×2 台 300m <sup>3</sup> /分× 5 台
6 系列	71,300(m <sup>3</sup> /日・系) [50(m <sup>3</sup> /分・系)]	4 池 4 槽 押出し流れ式	超微細散気装置 (全面曝気)	170m <sup>3</sup> /分×2 台

四之宮管理センターは標準活性汚泥法を採用しており、6 系列合計で 322,800m<sup>3</sup>/日最大の能力を有している。現在、日平均処理量は約 240,000m<sup>3</sup>/日で日最大の 75%程度の処理を行っている。

なお、水質の安定と環境負荷の低減を目的に、全系列通年で硝化促進運転を行っている。

送風量の制御は反応タンク末端に設置されている DO 計（DO:溶存酸素）により、DO 濃度が管理目標値の範囲に入るように水処理中央監視員が手動で調整している。

空気の供給方法は、第 1～5 系列と第 6 系列で異なっており、第 1～5 系列は第 1 ブロウ棟にある 7 台の送風機により必要空気量が供給されるよう選択運転している。第 6 系列は 2 台の送風機を有するが、膜の耐久性の問題から超微細散気装置に送れる送風量に上限があるうえ、放風弁がないため、送風機は 1 台運転に限定されている。

## 3. 実証実験方法

### (1) 必要空気量算出

従来は、DO 制御により送風量の管理を行っていたが、反応タンク流入部から末端部までの滞留時間分（約 9 時間）のタイムラグが発生するため、実必要空気量との間に過不足が生じることが課題であった。

そこで、反応タンクに流入してくる負荷を事前に把握し、あらかじめ必要となる空気量

を予測することが可能となれば、過不足の変動幅の少ない最適な送風が可能となる。

本実験は指標として流入のアンモニア性窒素（以下、「NH<sub>4</sub>-N」という。）濃度を用いて必要空気量の算出を行った。必要空気量の計算式（以下制御式という）には下水道施設計画・設計指針と解説に記載の計算式を使用した。

制御式は、反応タンク末端「目標DO0.5mg/l」の制御式①、「目標DO値1.0mg/l」の制御式②を作成した。その結果を図-1に示す。

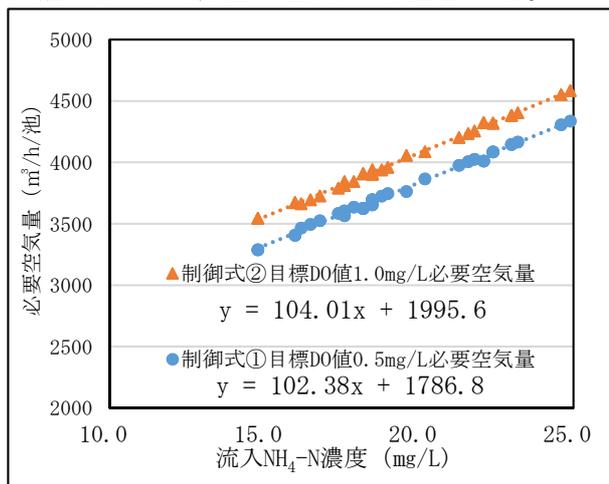


図-1 送风量制御式

(2) 制御方法

本制御は、最初沈殿池越流水（以下「初沈出口」という。）で反応タンクへの流入負荷を把握し、反応タンク後段部で適正な送風が行えているかを確認する、簡易的フィードフォワード・フィードバック制御である。

流入量は、晴天時については40m<sup>3</sup>/分の一定流量制御とし、雨天時については雨水の流入が増加するため、一定流量制御は行わず最大100m<sup>3</sup>/分で処理した。

制御方法は毎正時に初沈出口のNH<sub>4</sub>-N濃度に対応した吸込み風量で設定し、必要空気量の算出は、制御式①もしくは制御式②を用いた。

また、反応タンク後段部のセンサー側には「管理値」を定め、測定値が管理値を超えた場合は速やかに最大風量対応を行い、処理水質が悪化しないようにした。

設定風量パターンの例を表-2に示す。

以上の条件で年間を通して実証実験を行い「制御式」および「管理値」の検証を行った。

表-2 設定風量パターン表（例）

アンモニアセンサーによる6系反応タンク必要空気量試算表				
* 常時実施とする。ただし、晴天時は6系流入量は40m <sup>3</sup> /分以下として実施する*				
* 初沈流出アンモニア性窒素濃度測定値を用いた風量制御表				
初沈アンモニア性窒素濃度 (x) (mg/L)	目標DO値1.0mg/L時の必要空気量 (y)			風量パターン (設定吸込風量)
	y=104.01x+1995.6 (m <sup>3</sup> /h/池)	全体風量 (m <sup>3</sup> /min/2池)	風量パターン (設定吸込風量)	
5以下				110m <sup>3</sup>
6	2619.66	44	87	手動設定
7	2723.67	45	91	
8	2827.68	47	94	130m <sup>3</sup>
9	2931.69	49	98	
10	3035.7	51	101	1 (140m <sup>3</sup> )
11	3139.71	52	105	
12	3243.72	54	108	2 (150m <sup>3</sup> )
13	3347.73	56	112	
14	3451.74	58	115	3 (160m <sup>3</sup> )
15	3555.75	59	119	
16	3659.76	61	122	
17	3763.77	63	125	4 (170m <sup>3</sup> )
18	3867.78	64	129	
19	3971.79	66	132	5 (180m <sup>3</sup> )
20	4075.8	68	136	
21	4179.81	70	139	6 (190m <sup>3</sup> )
22	4283.82	71	143	
23	4387.83	73	146	7 (200m <sup>3</sup> )
24	4491.84	75	150	
25	4595.85	77	153	
26以上				

\* 反応タンクのアンモニア性窒素濃度が「7 ppm」を上回っている間は、上表にかかわらず風量パターンは「7」とする。

(3) センサー設置位置等

センサーを初沈出口と反応タンク後段部の2カ所に設置した。検証期間及び設置位置等について表-3、図-2 および写真-1 に示す。

表-3 検証期間及び設置位置

区分	内容
調査場所	第6系列 (幅 32.8m×長さ 122m×深さ 6m) 処理能力：71,300m <sup>3</sup> /日 (50m <sup>3</sup> /分) 流量：晴天時 40m <sup>3</sup> /分一定 雨天時 流入量によって変動 (最大 100m <sup>3</sup> /分)
調査期間	平成 28 年 11 月 1 日～平成 29 年 11 月 30 日
送風機	多段ターボブロワ 170m <sup>3</sup> /分 (280kW) ×2 台 常時 1 台運転 (インレットベーン制御)
センサー設置箇所	第6系列第2池 (6-2池) 初沈出口 反応タンク後段部 ※反応タンク流入部から 98m(4/5)の位置 [H28.11.1～H29.6.4] 反応タンク流入部から 85m(3.5/5)の位置[H29.6.5～]

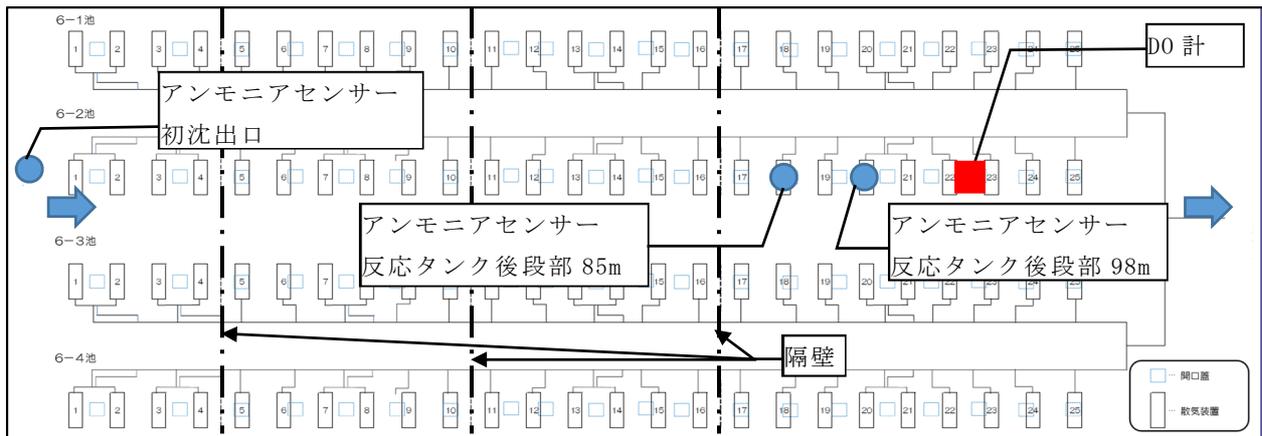


図-2 センサー等の設置位置



写真-1 センサー設置状況

#### (4) 送風機設備

送風機設備は、季節によって気温等の諸条件により、消費電力や送風量にも変化がみられる。そこで第2ブロワ棟の送風機について季節毎に消費電力や実送風量等を測定し「送風機運転状況」を確認した。

### 4. 検証結果及び考察

#### (1) 制御方法

##### ア 制御式

平成28年11月1日～12月14日に制御式②を使用したところ、水質は悪化しなかったため、12月15日より電力削減効果の大きい制御式①を用いた。しかし、制御式変更後、COD濃度が上昇し、透視度が悪化したことから、平成29年2月24日より制御式②に戻し、季節変動による処理への影響を検証した。

平成28年11月～平成29年2月の6系列最終沈殿池水質状況(COD、透視度)を図-3に示す。

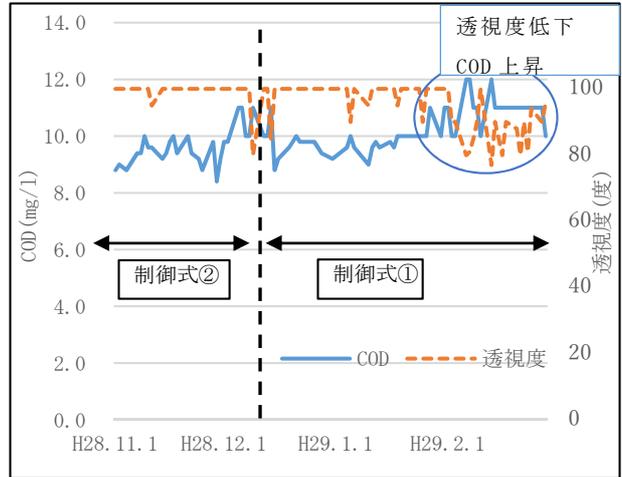


図-3 6系列最終沈殿池水質状況 (COD・透視度)

##### イ 管理値

平成28年11月初めに設置した当初は、反応タンク全体の98mの位置(反応タンクの4/5)にセンサーを設置し管理値を10mg/Lとしていたが水質の悪化がみられたため、管理値を7mg/Lに変更した。そこでセンサー設置位置から反応タンク末端までのNH<sub>4</sub>-N濃度の減少状況の確認を数回行った(平成28年12月～2月)ところ、センサーから反応タンク末端にかけて濃度の変化があまり見られず、硝化速度は平均0.33 mg-N/g-MLSS・hと低い数値(DOが十分で水温が20℃程度であれば硝化速度は1.0 mg-N/g-MLSS・h程度<sup>1,2)</sup>であった。

この硝化速度ではフィードバック制御の管理値を7mg/lとしても最終沈殿池出口(以下「終沈出口」という。)で残留NH<sub>4</sub>-N濃度が高くなる。このことからフィードバック制御に用いるためには更に前段にセンサーを設置しなければならないことが分かった。

そこで、平成29年6月5日より、少し前段の85mの位置(反応タンクの3.5/5)にセンサーを移設し検証を行った。

反応タンクの各地点の硝化反応の推移を調べるため、初沈出口と反応タンク入口からそれぞれ44m(2/5)、61m(2.5/5)、71m(3/5)、85m(3.5/5)、98m(4/5)、122m(5/5=末端)の位置で、滞留時間を考慮しつつ、反応がどのように進んでいるかを通年にわたって複数回測定した。NH<sub>4</sub>-N濃度の変化を図-4に示す。

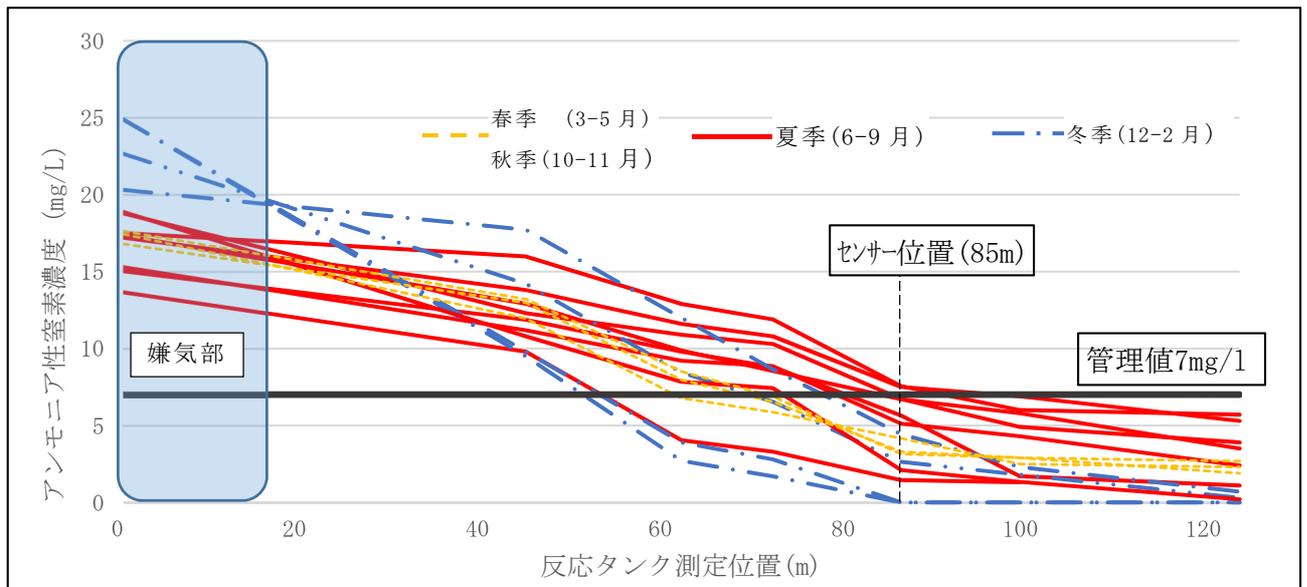


図-4 NH<sub>4</sub>-N 濃度の変化（初沈出口から反応タンク末端まで）

その結果、季節を通して概ね 85m 以降から硝化速度が低下し、特に夏季は更に前段から低下している（これは送風機の特性によるものと推察される。）。85m の設置位置で管理値 7mg/l で制御するには硝化速度を 1.0 mg-N/g-MLSS・h 以上維持する必要がある。

現状の運転状況で制御を行うには設置位置を更に前段にし、管理値も上げるなどの対応が必要であるが、厳しい管理値での制御は電力削減効果を大きく落とすことにつながる。

ウ 送風機運転状況について

送風機の運転状況について確認するため、年 4 回、設定吸込風量を変化させて各種項目の測定値を記録した。調査結果を表-4 および図-5 に示す。

表-4 送風機運転状況

設定吸込風量 (m <sup>3</sup> /分)	吐出風量 (m <sup>3</sup> /分)				吐出温度 (℃)				開度 (%)			
	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
100	78	76	77	78	77	96	79	76	1	2	1	1
110	85	84	86	84	76	95	78	75	2	4	3	2
120	93	91	92	93	74	94	76	74	4	6	4	4
130	100	99	100	100	74	93	74	73	6	8	6	6
140	108	106	107	108	72	93	73	72	8	12	8	8
150	116	113	115	116	71	92	72	71	12	17	12	12
160	122	122	122	122	70	91	72	70	16	29	16	16
170	130	128	130	130	70	90	71	69	24	58	23	24
180	137	131	137	137	69	90	70	69	43	99	41	43
190	144	132	143	145	70	90	73	68	75	99	79	75
200	147	132	145	147	70	90	72	68	100	99	100	100

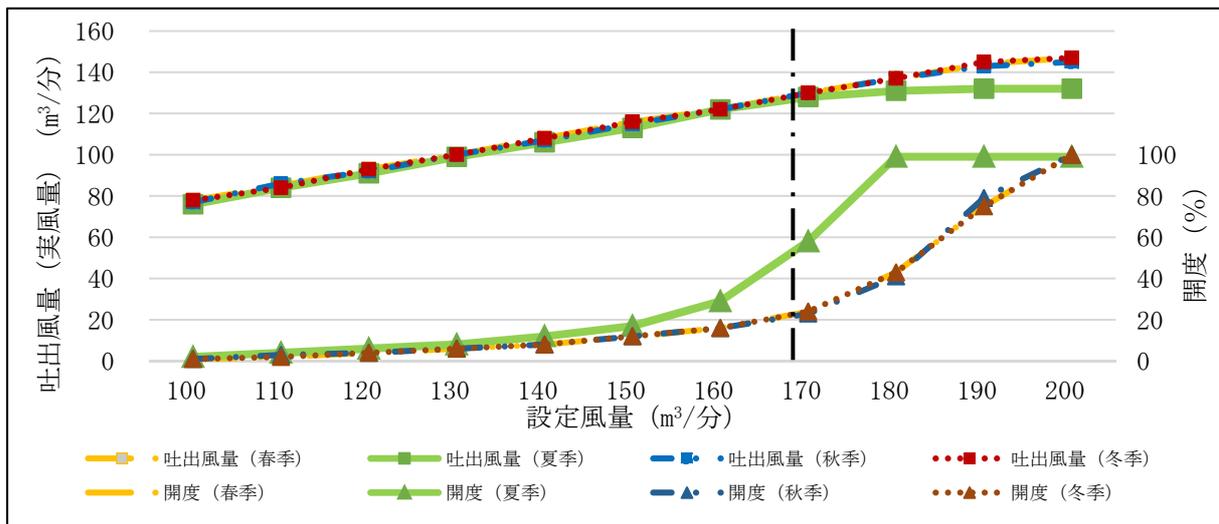


図-5 送風機運転状況の比較

表-4 および図-5 から、夏季は他の季節より吐出温度が 20℃近く高く、設定吸込風量が 170m³/分以上で約 2~10%吐出風量が少ない傾向がみられた。インレットバーン開度を最大にしても吐出風量は上がらず、設定吸込風量と吐出風量との差は他の季節より顕著に大きかった。他の季節の実施結果と異なることから、夏季は 2 回調査を行ったが同様の結果であった。

原因として、気温の上昇により吸込み空気密度が小さくなり、最大風量付近では押し出される吐出風量に差が生じたと推測される。したがって、夏季の高い流入負荷時は、吸込み風量で設定する本制御では、送風量が不足する懸念がある。

## (2) 水質分析結果

### ア NH<sub>4</sub>-N 濃度と DO 濃度の時間変動

各季節の晴天日の初沈出口と反応タンク後段部（平成 28 年 12 月～5 月は 98m、6 月以降は 85m の位置）のセンサー測定値と反応タンク 110m(4.5/5)の位置に設置している DO 計濃度を時間毎に整理し図-6~8 に示した。反応タンク後段部の NH<sub>4</sub>-N 濃度及び DO 濃度は滞留時間を考慮し、横軸は初沈出口を通過した時間とし、各時間帯の送風の過不足を推測した。図の作成にあたっては、晴天日で通常運転を実施している日に限定した。

平成 28 年 11 月はセンサー記録装置の不具合により、解析対象外とした。

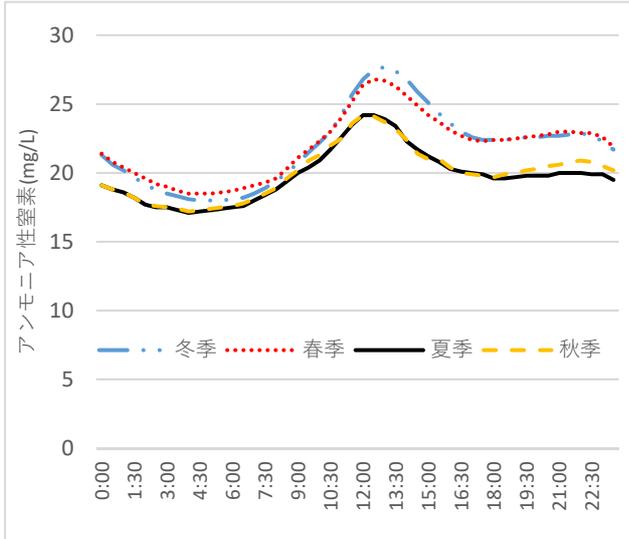


図-6 初沈出口 NH<sub>4</sub>-N 濃度 (時間変動)

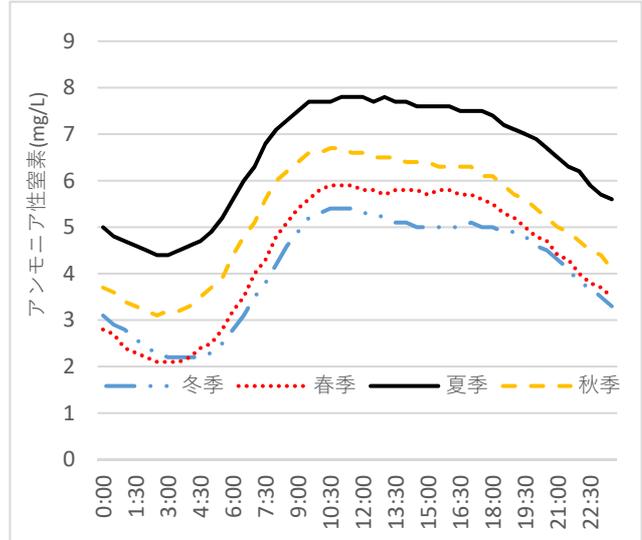


図-7 反応タンク NH<sub>4</sub>-N 濃度 (時間変動)

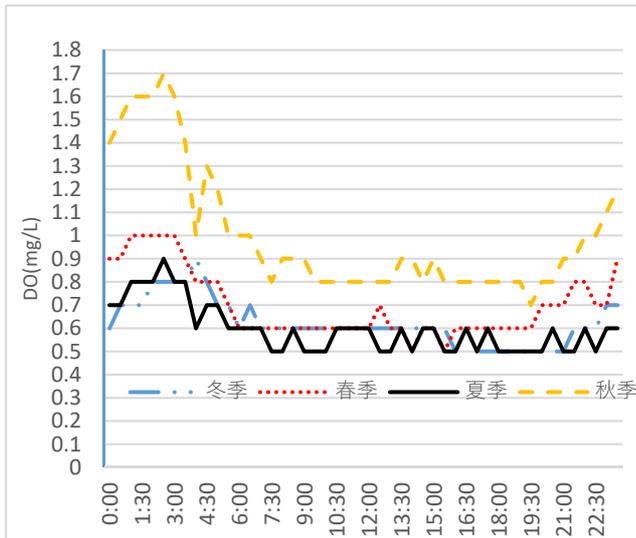


図-8 反応タンク DO 濃度 (時間変動)

図-6 より、流入負荷（初沈出口の NH<sub>4</sub>-N 濃度）の時間変動は、0 時～6 時頃に最も下がり、7 時頃から上昇し 13 時頃にピークを迎える。その後 17 時前後まで減少した後一定となる挙動を示し、季節を通して同様の傾向であった。

図-7 および図-8 より、0 時～6 時頃は反応タンクの NH<sub>4</sub>-N 濃度も低く、DO 濃度の上昇がみられることから、この時間帯の送風量は更に低減させても処理水質に影響は少ないと推測される。

また、21 時から 24 時にかけても DO 濃度の上昇がみられる傾向があるため同様に低減できる可能性があるかと推測できる。

水質の悪化した制御式②の反応タンク NH<sub>4</sub>-N 濃度の値（冬季）は制御式①の春季の値より低い傾向であった。しかし、DO 濃度は 16:00 以降の時間帯、制御式②の期間の方が春季より低い状態であった。

制御式②実施時の水質悪化の原因は空気量不足によるとは確定できず、水温低下による生物活性の低下など他の影響因子の可能性も考えられる。よって電力削減効果の大きい制御式②の使用については再度検証が必要である。

制御式①でセンサー位置を前段に移動した夏季及び秋季は  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度が高くなっている。特に夏季は DO 濃度も季節間で一番低く、 $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度は一番高いことから、空気量が不足していることがわかる。そこで、夏季に空気量が不足する原因として、送風機以外の要因を確認するため、必要空気量算出のパラメータとなる BOD、K-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$  及び反応タンク MLSS 濃度の変動を図-9 に示す。

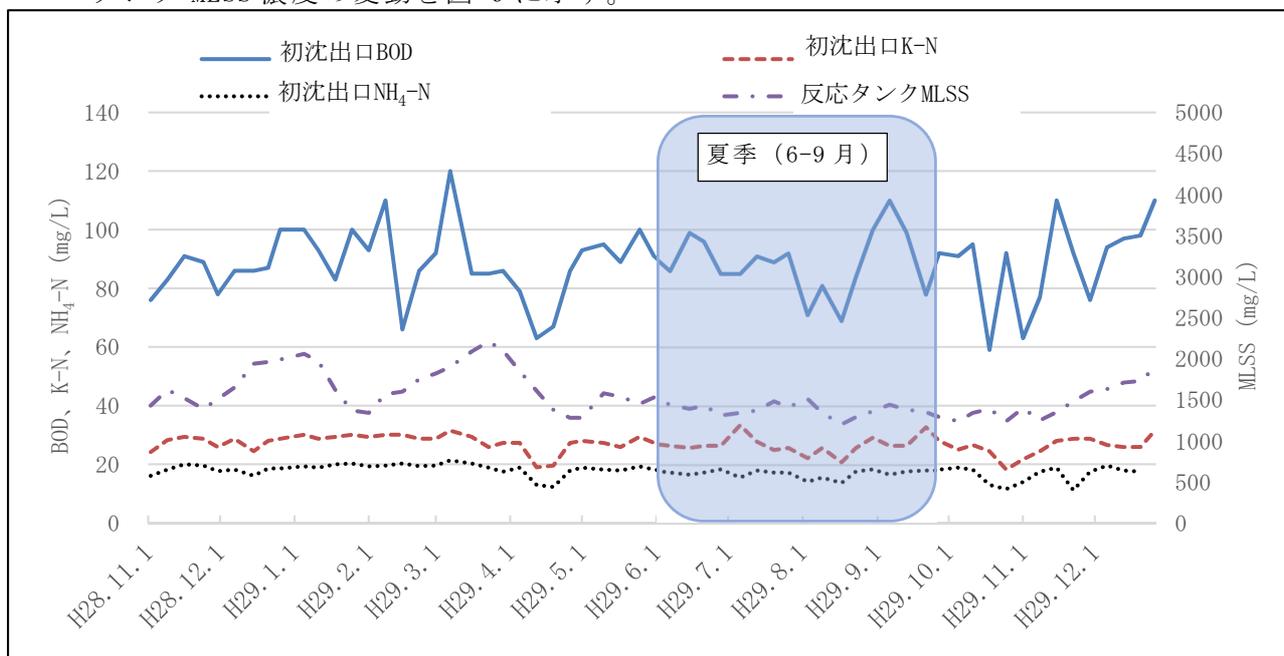


図-9 初沈出口 BOD・K-N・ $\text{NH}_4\text{-N}$  及び反応タンク MLSS 濃度

図-9 に示した初沈出口 BOD・K-N・ $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度は、数値にばらつきはあるが、特に夏季に上昇する傾向は無い。反応タンクの MLSS 濃度は、夏季は低く冬季は高い管理値を設けている。

したがって、夏季に空気量が不足する主な原因は、(1)ウの送風機運転結果のとおり、吐出風量の低下が大きいと考えられる。

#### イ 処理水質

処理水質について、終沈出口の  $\text{NH}_4\text{-N}$  及び BOD 濃度の水質分析結果を図-10 および図-11 に示す。

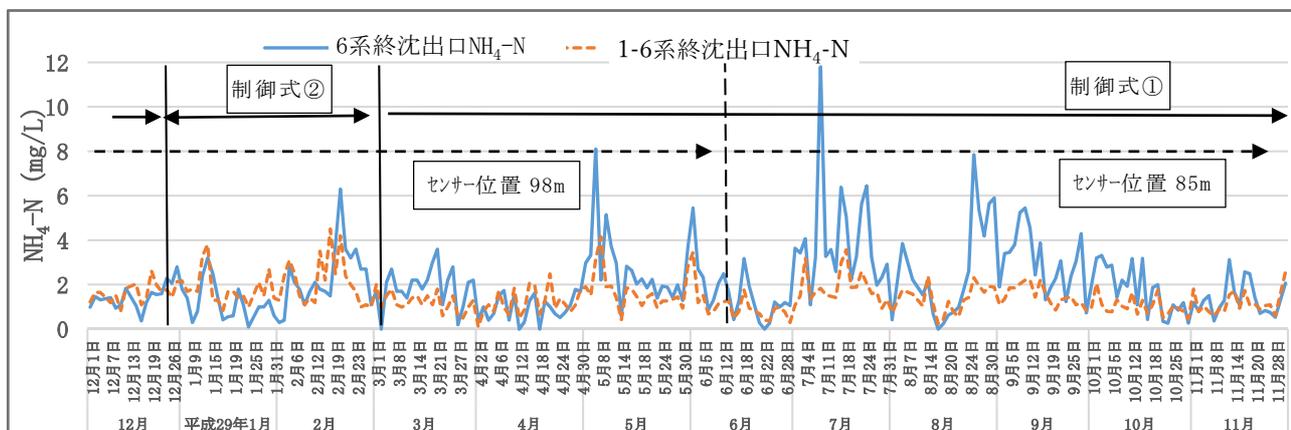


図-10  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度 (日平均) [平成 28 年 12 月～平成 29 年 11 月]

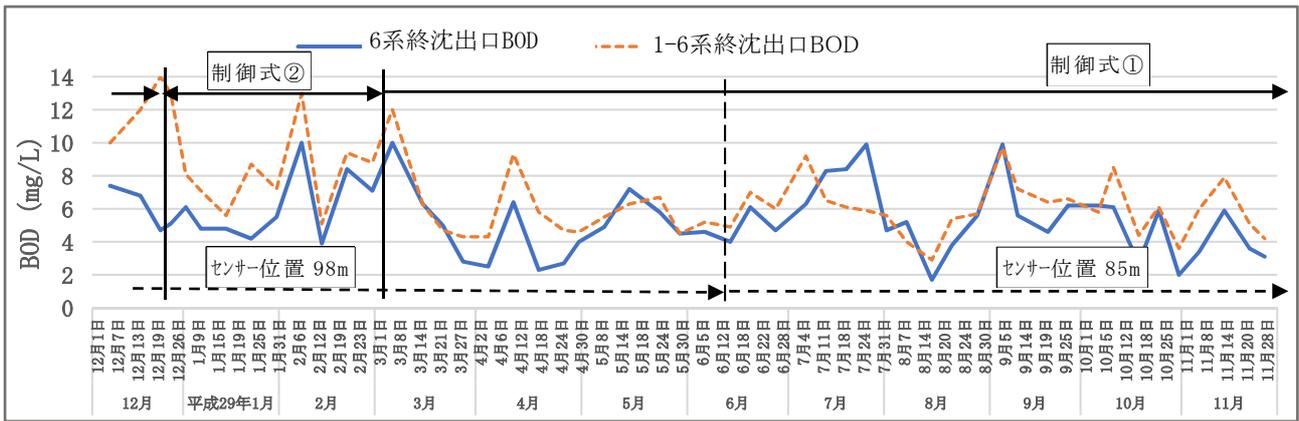


図-11 BOD 濃度（日平均）[平成 28 年 12 月～平成 29 年 11 月]

図-10 および図-11 より、夏季は NH<sub>4</sub>-N 濃度が高く、硝化が不十分であったことが分かる。また、平成 28 年 12 月～2 月は制御式①を使用していたため、NH<sub>4</sub>-N, BOD 濃度が高い傾向にある。その他の月は、概ね NH<sub>4</sub>-N 及び BOD 濃度は良好であった。

(3) 送風量及び電力削減効果

送風量及び電力削減結果について、以下の表-5 および表-6 に示す。

表-5 送風量 [平成 28 年 11 月～平成 29 年 11 月]

項目	送 風 量 ( m <sup>3</sup> )													合計
	平成28年		平成29年											
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
①DO制御時	6,004,800	6,472,800	6,562,080	5,909,400	6,562,080	6,350,400	6,562,080	6,350,400	5,836,248	5,892,480	5,892,480	5,797,440	6,264,000	80,456,688
②センサー制御時	5,475,840	6,006,768	6,031,470	5,569,644	6,238,860	5,818,014	6,171,258	5,974,632	5,645,730	5,698,140	5,491,038	5,645,892	5,936,790	75,704,076
③差分 (①-②)	528,960	466,032	530,610	339,756	323,220	532,386	390,822	375,768	190,518	194,340	401,442	151,548	327,210	4,752,612
③/① (%)	8.8%	7.2%	8.1%	5.7%	4.9%	8.4%	6.0%	5.9%	3.3%	3.3%	6.8%	2.6%	5.2%	5.9%

表-6 電力量 [平成 28 年 11 月～平成 29 年 11 月]

項目	電 力 量 ( kwh )													合計
	平成28年		平成29年											
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
①DO制御時	205,200	215,760	214,272	192,960	214,272	207,360	214,272	207,360	199,700	201,624	201,624	197,640	208,800	2,680,844
②センサー制御時	196,522	206,551	205,977	187,371	208,854	199,232	208,020	201,317	196,816	198,776	196,045	195,535	202,503	2,603,519
③差分 (①-②)	8,678	9,209	8,295	5,589	5,418	8,128	6,252	6,043	2,884	2,848	5,579	2,105	6,297	77,325
③/① (%)	4.2%	4.3%	3.9%	2.9%	2.5%	3.9%	2.9%	2.9%	1.4%	1.4%	2.8%	1.1%	3.0%	2.9%

平成 28 年 11 月から平成 29 年 11 月までの 13 ヶ月の総送風削減率は 5.9%、総電力量削減量は 77,325kwh であった。

電気料金を 14.4 円/1kWh で換算すると 1,113,480 円となり、1 年間にすると約 100 万円

の削減効果となった。

## 5. まとめ

本検証で年間をとおしアンモニアセンサーを用いた送風量制御を行い、運転因子条件等について検討を行った結果、以下のことがわかった。

- 夏季は DO 濃度が低めで推移し  $\text{NH}_4\text{-N}$  の残留が多く、処理水質がやや悪化する傾向が継続した。  
原因は、送風機の特徴が考えられた。夏季に気温が上昇すると吐出温度が他の季節より  $20^\circ\text{C}$  近く高くなり、設定風量よりも吐出風量が少なくなるためである。  
したがって、夏季は運用を変更して負荷調整を行う必要があることが確認できた。
- 制御式②（目標 DO 値  $1.0\text{mg/l}$ ）を用いた反応タンク側センサー設置位置  $85\text{m}$ 、管理値  $7\text{mg/L}$  の運用は、硝化速度が一般的な速度の約  $1/3$  と低いことが確認された。特に夏季の送風量不足時間帯は反応タンク末端の  $\text{NH}_4\text{-N}$  を制御することが難しいことが判明した。  
今後、硝化速度管理の改善やフィードバックセンサー設置位置の検討が必要である。
- 季節による運転状況を整理したところ、初沈出口通過時間帯である  $0\sim 6$  時、 $21\sim 24$  時は夏季以外、風量の更なる削減が可能な結果となった。
- 上記 3 点より、運転条件、管理方法について季節ごとに詳細に検討する必要があることが確認された。
- その他、制御式①（目標 DO 値  $0.5\text{mg/l}$ ）は、冬季で水質が悪化したが、その原因は一部時間帯の空気量不足によるものか、水温低下による生物活性の低下によるものなのか判明しなかった。現在の運転方法で目標 DO 値  $0.5\text{mg/l}$  単位の制御が可能なものか、合わせて制御式の再検討が必要であることが確認された。
- 今回の検証ではアンモニアセンサーを用いた制御を行うことで、従前の制御より第 6 系列のみで年間約  $4,400,000\text{m}^3$  の送風量の削減が可能であり、電気料金にすると約 100 万円の電力量削減効果を得ることができた。

以上より、アンモニアセンサー制御による運用は、管理値の変更等課題もまだ残ることから、今後も検証を続けることで水質を担保しつつ電力削減効果を上げられるよう努めていきたい。

## 参考文献

- 1) 2009 年度版 下水道施設計画・設計指針と解説 後編 P37
- 2) 村田恒雄 著 下水の高度処理技術－快適な水環境の創出に向けて－ P208  
理工図書株式会社

## 四之宮管理センター

代表者 松本 要

川島 由美子、渡部 宏則、加藤 謙満、野上 光一、小川 真樹

浅木 麻衣子、石井 泰一郎、石田 雄基

## ○ 研究報告の経緯

### 昭和56、57年度（第1号）

1	高度処理実験	水質管理課
2	加圧活性汚泥法による下水処理	水質管理課
3	残留塩素除去実験（次亜塩素酸ナトリウムの適正添加量の把握と残留塩素の飛散について）	水質管理課
4	予備エアレーション効果と風量について — 考察 —	下水処理第一課
5	柳島管理センターにおける活性汚泥生成量調査	下水処理第二課
6	柳島管理センターにおける余剰汚泥量調査解析	下水処理第二課
7	柳島管理センターにおける返送汚泥調査解析	下水処理第二課
8	柳島管理センターにおけるエアレーション風量調査解析	下水処理第二課
9	エアレーションタンク内における活性汚泥のSVI及びR <sub>r</sub> の変動調査	下水処理第二課
10	エアレーションタンク内におけるSVIの調査解析	下水処理第二課
11	エアレーションタンク内における活性汚泥の生物相に関する調査	下水処理第二課
12	エアレーションタンク内におけるBOD及びCOD（Mn）の除去特性の調査	下水処理第二課
13	沈砂の再利用実験	業務課
14	模型スクープ式発酵槽によるベルトプレス脱水ケーキのコンポスト化の検討	業務課
15	ベルトプレス脱水ケーキの雨よけ堆積発酵実験	業務課
16	簡易発酵槽による脱水ケーキ発酵処理の操作条件の検討	業務課
17	硫酸バンド添加による汚泥の脱水への影響	水質管理課
18	汚泥の調質実験（その1）	下水処理第一課
19	汚泥の調質実験（その2）混合汚泥に含まれる粗繊維のろ過速度への影響と季節変動について	下水処理第一課
20	流入下水及び処理水に含まれる汚濁成分の検出に関する研究	水質管理課
21	シアン化イオンの分析に及ぼす共存亜硝酸イオンの影響について	水質管理課
22	CODの測定方法に関する研究	下水処理第二課
23	晴天時汚水量の解析調査	業務課
24	臭気除去実験	水質管理課
25	柳島管理センターにおける年間の風向調査について	水質管理課
26	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理	水質管理課

### 昭和58年度（第2号）

1	加圧活性汚泥処理方法	水質管理課
2	エアレーションタンクへの硫酸バンドの添加効果	下水処理第三課
3	模型スクープ式発酵槽による石灰、塩化第二鉄凝集脱水ケーキの発酵実験	業務課
4	汚泥の調質実験（その3）（硫酸第一鉄、過酸化水素を用いた調質汚泥の加圧脱水機への適用）	下水処理第一課
5	汚泥焼却灰混入モルタル強度試験	下水処理第三課
6	下水汚泥の埋立処分地における浸出水質の変動調査	水質管理課
7	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理（II）	水質管理課
8	四之宮管理センターにおける年間の風向調査結果について	水質管理課

### 昭和59年度（第3号）

1	エアレーションタンク及び最終沈殿池における燐の挙動調査	水質管理課
2	流入下水中の着色成分分析	下水処理第三課
3	簡易発酵槽による脱水ケーキ発酵の操作条件の検討	業務課
4	酒匂管理センターのベルトプレス脱水機用凝集剤選定実験	水質管理課
5	UV計による硫酸バンドの添加量自動制御のための基礎調査	水質管理課
6	鉢物用培養土における汚泥肥料（発酵汚泥）の混合率に関する幼植物試験	業務課
7	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理（III）	水質管理課

8	発酵汚泥から発生するガスの土壌脱臭装置による脱臭実験及び強制通風による二次発酵実験	水質管理課
9	コンピュータを利用した維持管理の基礎的研究	下水処理第一課
10	固化灰長期浸出試験	下水処理第二課
11	汚泥の活性炭化実験	下水処理第三課

**昭和60年度（第4号）**

1	エアレーションタンク内における最初沈殿池流出UV濃度の拡散、平均化に関する調査	下水処理第三課
2	生物膜式及び浮遊式併用汚泥法によるアンモニア性窒素の硝化実験	水質管理課
3	余剰汚泥の常圧浮上濃縮実験	水質管理課
4	柳島管理センター混合汚泥の脱水実験（高分子凝集剤選定等）	水質管理課
5	四之宮管理センター混合汚泥の脱水実験（高分子凝集剤選定等）	水質管理課
6	汚泥焼却炉排ガスベンチュリーに含まれる水銀の除去	水質管理課
7	下水汚泥の活性炭化実験調査	下水処理第三課

**昭和61年度（第5号）**

1	各種洗剤の下水への影響調査	水質管理課
2	最終沈殿池における水耕栽培実験	水質管理課・下水処理第二課
3	下水処理における塩素消毒効果調査	下水処理第一課
4	発酵処理汚泥を築山盛土材として用いたときの浸出水量及び水質変化	水質管理課

**昭和62年度（第6号）**

1	放流水消毒のための次亜塩素酸ナトリウムの効率的添加法	水質管理課
2	汚泥処分と臭気対策（第1報） — 汚泥運搬車の臭気対策 —	業務課・水質管理課・下水処理第一課
3	汚泥処分と臭気対策（第2報） — 脱水ケーキの消臭剤選定試験 —	水質管理課・業務課
4	汚泥処分と臭気対策（第3報） — アンケート調査による汚泥運搬車用消臭剤の選定 —	業務課・水質管理課
5	汚泥処分と臭気対策（第4報） — バックホウ搭載型消臭剤散布装置の効果 —	業務課・水質管理課
6	汚泥処理施設から発生する臭気調査	下水処理第三課・水質管理課
7	都市下水中のn-ヘキサン抽出物質分析方法の検討	水質管理課
8	目久尻川における流域の下水道整備による水質改善効果	水質管理課
9	四之宮管理センターにおける活性汚泥生物相	下水処理第一課

**昭和63年度（第7号）**

1	ゲルクロマトグラフィーによる下水及び処理水の評価	水質管理課
2	硫酸バンド注入方法の検討	下水処理第三課
3	柳島管理センターにおける硝化と運転条件の関係	下水処理第二課
4	汚泥処分と臭気対策（第5報） — 固定処理法の見直し（臭気対策） —	業務課・水質管理課
5	汚泥処分と臭気対策（第6報） — 固定処理法の見直し（臭気対策） —	業務課
6	改良剤添加による発酵汚泥の改善	業務課

**平成元年（第8号）**

1	ゲルクロマトグラフィーによる事業場排水の評価	水質管理課
2	し尿・下水混合処理実験	下水処理第三課
3	活性汚泥における硝化とその制御	水質管理課・下水処理第一課
4	硝化運転時における最終沈殿池の汚泥浮上対策	下水処理第二課
5	汚泥貯留地浸出水の処理	水質管理課
6	n-ヘキサン抽出物質についての追跡調査	水質管理課
7	微生物脱臭の検討	水質管理課・下水処理第一課
8	高分子凝集剤の選定方法に関する検討	水質管理課・下水処理第三課
9	汚泥肥料「やまゆり2号」アンケート調査	業務課

**平成2年度（第9号）**

1	活性汚泥法による溶解性有機物質の除去特性	水質管理課
2	下水の高度処理に関する研究 — 限外ろ過 —	水質管理課

3 冬期間のアンモニア性窒素の硝酸化と活性汚泥の沈降性の悪化（SVIの上昇）対策

下水処理第二課

平成3年度（第10号）

- |                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 1 木炭を担体とした微生物脱臭塔による硫黄系臭気の除去について | 水質管理課 |
| 2 活性汚泥変法による窒素除去の検討              | 水質管理課 |
| 3 脱水汚泥の嫌気性消化に関する実験              | 水質管理課 |

平成4年度（第11号）

- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 1 脱水汚泥の嫌気性消化に関する実験（第2報）          | 水質管理課 |
| 2 微生物による硫黄系臭気の除去について（第2報）        | 水質管理課 |
| 3 硫黄系臭気の除去に関する充填塔式微生物脱臭装置の充填材の検討 | 水質管理課 |

平成5年度（第12号）

- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| 1 微生物による悪臭成分の除去         | 水質管理課 |
| 2 脱水汚泥の嫌気性消化に関する研究（第3報） | 水質管理課 |

平成6年度（第13号）

- |                |       |
|----------------|-------|
| 1 CODの除去に関する調査 | 水質管理課 |
|----------------|-------|

平成7年度（第14号）

- |   |       |
|---|-------|
| 1 汚泥腐敗に伴う悪臭物質調査と脱水性に関する研究（その1）<br>— 汚泥腐敗に伴う悪臭物質調査と脱水性調査 — | 水質管理課 |
| 2 ディスポーザー使用による下水処理施設への影響に関する調査                            | 水質管理課 |

平成8年度（第15号）

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| 1 濃縮汚泥から発生する臭気ガスの制御に関する研究 | 水質管理課 |
| 2 ヨウ素添着炭による脱臭効果に関する研究     | 水質管理課 |

平成9年度（第16号）

- |  |       |
|--|-------|
| 1 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第2報） — | 水質管理課 |
| 2 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 汚泥凝集度測定器の利用について —          | 水質管理課 |
| 3 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 古紙を利用した下水汚泥の脱水性の改良について —   | 水質管理課 |
| 4 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 濃縮汚泥への防臭剤の添加と脱水性について —     | 水質管理課 |

平成10年度（第17号）

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 1 ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第3報）     | 水質管理課 |
| 2 古紙を利用した下水汚泥の脱水性の改良（重力ろ過について） | 水質管理課 |
| 3 担体充填式生物脱臭法の調査について            | 水質管理課 |

平成11年度（第18号）

- |   |       |
|---|-------|
| 1 古紙及び廃プラスチックを利用した下水汚泥の脱水性の改良（重力ろ過について） | 水質管理課 |
| 2 ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第4報）              | 水質管理課 |

平成12年度（第19号）

- |                           |          |
|---------------------------|----------|
| 1 結合型固定化微生物による下水処理調査      | 水質管理課    |
| 2 柳島管理センター水処理第7系列の運転実態の報告 | 柳島管理センター |
| 3 汚泥濃縮槽から発生する臭気の調査と脱臭について | 酒匂管理センター |

平成13年度（第20号）

- |                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| 1 結合固定化微生物による下水処理調査（第2報）        | 水質管理課            |
| 2 回転加圧脱水機（ロータリプレスフィルタ）の脱水性能調査報告 | 柳島管理センター         |
| 3 その他                           |                  |
| (1) 臭気対策のための施設調査について            | 業務部臭気対策プロジェクトチーム |
| (2) 放流水中の残留塩素の測定及び管理について        | 業務部水質担当者         |

平成14年度（第21号）

- |                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| 1 下水処理場の臭気に関する調査研究             |               |
| (1) 各管理センターにおける脱臭設備の効果測定結果について | 臭気対策プロジェクトチーム |

<ul style="list-style-type: none"> <li>(2) 最初沈殿池のスカム対策について</li> <li>(3) 下水処理水の臭気指数に関する調査</li> </ul>	柳島管理センター 水質管理課
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 下水処理施設の運転管理に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 汚泥濃縮・脱水方式の違いによる分離液の性状比較について</li> <li>(2) 最初沈殿池汚泥掻寄機の間欠運転について</li> <li>(3) 処理場施設の腐食について</li> </ul> </li> </ul>	四之宮管理センター 酒匂管理センター 土木・建築部会
<b>平成15年度(第22号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 下水処理場の臭気に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 処理施設内の臭気調査とその対策の検討</li> <li>(2) 下水処理水の臭気に関する調査</li> </ul> </li> <li>2 下水処理施設の運転管理に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 超微細気泡散気装置の設置による省エネルギー効果等の調査</li> <li>(2) 処理場施設の腐食について</li> <li>(3) 広域汚泥処理に伴う汚泥性状の把握と有効な濃縮方法の検討</li> <li>(4) 汚泥濃縮・遠心脱水による返送水への影響について</li> </ul> </li> </ul>	臭気対策プロジェクトチーム 水質管理課  柳島管理センター 土木・建築部会 酒匂管理センター 四之宮管理センター・水質チーム
<b>平成16年度(第23号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 酒匂川流域下水道に流入する指定化学物質(PTRデータ)の解析結果</li> <li>2 深槽反応タンクにおける効率的な散気装置設置条件の検討</li> </ul>	水質管理課 柳島管理センター
<b>平成17年度(第24号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 汚泥焼却設備の低負荷運転について</li> <li>2 相模川流域下水道に流入する指定化学物質(PTRデータ)の解析結果</li> <li>3 ポリ硫酸第二鉄添加による臭気除去効果について</li> <li>4 水処理系列毎における揚水分配量の検討結果について</li> <li>5 酒匂管理センターにおける汚泥処理について</li> </ul>	機械設備研究チーム 水質管理課 四之宮管理センター・扇町管理センター 柳島管理センター 酒匂管理センター
<b>平成18年度(第25号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 柳島管理センターにおける省エネ対策の取組について</li> <li>2 焼却炉から発生するシアンの対策</li> <li>3 汚泥処理における生物脱臭設備の効率的な運用の検討</li> </ul>	柳島管理センター 扇町管理センター 扇町管理センター
<b>平成19年度(第26号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 柳島管理センターにおける脱水機の効率的な運用について</li> <li>2 柳島管理センターにおける省エネ対策の取組について</li> <li>3 効率的な塩素注入率の検討</li> <li>4 下水処理場における新型水質計測器の有効性とその活用について</li> </ul>	柳島管理センター 柳島管理センター 扇町管理センター 酒匂管理センター
<b>平成20年度(第27号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 水処理計装機器の管理方法についての検討</li> <li>2 活性炭交換時期の適正化について</li> <li>3 連絡2号幹線の運用について</li> <li>4 門沢橋ポンプ場の脱臭設備における脱臭剤の選定について</li> </ul>	相模川流域計装機器検討グループ 水質チーム 扇町管理センター 四之宮管理センター
<b>平成21年度(第28号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 ポリ硫酸第二鉄による臭気対策効果について</li> <li>2 余剰汚泥へのポリ硫酸第二鉄添加による遠心濃縮機の省エネと消臭効果について</li> <li>3 水処理施設の処理状況と今後の維持管理対応</li> <li>4 遠心脱水機の低遠心力運転について</li> </ul>	柳島管理センター 柳島管理センター 四之宮管理センター 四之宮管理センター
<b>平成22年度(第29号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 戸田ポンプ場の送水時における人孔内の硫化水素濃度の挙動</li> <li>2 下水道公社における省エネルギー対策の取組み ― 汚水ポンプ揚程の低減化における検証 ―</li> </ul>	四之宮管理センター 四之宮管理センター
<b>平成23年度(第30号)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 反応タンクにおける散気設備の更新周期等の検討 ― 四之宮管理センターの事例 ―</li> </ul>	四之宮管理センター

2 柳島管理センターにおける汚泥処理施設の検証	柳島管理センター
3 放射性物質を含む焼却灰に関する基礎調査	四之宮管理センター・柳島管理センター
4 下水処理場における電力削減と維持管理について	業務課・四之宮管理センター
<b>平成24年度(第31号)</b>	
1 四之宮管理センターにおける汚泥処理施設の検証について	四之宮管理センター
2 下水道公社による省エネルギー対策の取組みについて	四之宮管理センター
— 最初沈殿池における汚泥掻寄機の運転方法の見直しに関する調査 —	
3 スクリュープレス脱水機の効率的な運用に関する検討	四之宮管理センター
<b>平成25年度(第32号)</b>	
1 汚泥処理返流水から発生する硫化水素による施設への影響について	四之宮管理センター
2 四之宮せせらぎの森における生態系と管理に関する実態調査	四之宮管理センター
3 相模川汚泥貯留地浸出液の経年変化と下水道排出への管理手法について	水 質 課
<b>平成26年度(第33号)</b>	
1 1,4-ジオキサンの事業場排出実態調査について	水 質 課
2 活性炭吸着塔への腐植質脱臭剤導入による脱臭剤交換費用の削減について	四之宮管理センター
3 寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について	酒匂管理センター
<b>平成27年度(第34号)</b>	
1 活性炭交換時期の適正化について	水 質 課
2 汚泥処理施設へのポリ硫酸第二鉄注入による硫化水素発生抑制効果について	四之宮管理センター
3 水処理施設における汚泥引抜ポンプの振動対策について	柳島管理センター
<b>平成28年度(第35号)</b>	
1 神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究	共同研究会
2 浸出液排水設備の管理手法の見直しに関する検討	水 質 課
3 過給式流動炉の運用について	四之宮管理センター
4 寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について(第2報)	酒匂管理センター
<b>平成29年度(第36号)</b>	
1 事業場の1,4-ジオキサン水質検査実施対象範囲の検討について	水 質 課
2 アンモニアセンサーを用いた送風量制御の最適化と電力削減について	四之宮管理センター

研究報告書（第36号）

発 行 公益財団法人神奈川県下水道公社

神奈川県平塚市四之宮四丁目19番1号

TEL 0463(55)7211

FAX 0463(55)7216

発行年月 平成30年8月