

〈研究発表〉

生物脱臭設備の維持管理に関する考察

青木 陽平

東京都下水道局 流域下水道本部 技術部 施設管理課 水質保全係
(〒190-0022 立川市錦町 1-7-26, E-mail: Youhei_Aoki@member.metro.tokyo.jp)

概要

流域下水道本部では、水処理施設の排気脱臭として、主に生物脱臭を採用している。生物脱臭は活性炭脱臭と比較して、維持管理が容易である、ランニングコストが安いという利点がある。

近年、生物脱臭を採用している水処理施設で、水処理系から発生する臭気が強くなり、測定結果が高くなる事例が見られるようになった。そこで、その原因を調べたところ、気温上昇による水温の上昇、節電運転等が一因となっていることが推測された。

また、生物脱臭の能力を最大源に引き出すため、維持管理上の必要な対策をまとめた。

キーワード: 臭気, 生物脱臭, 維持管理, 地球温暖化, 高度処理

1. はじめに

当本部では水再生センターの反応槽から発生する臭気対策として、生物脱臭設備を数多く導入してきた。生物脱臭設備は維持管理が容易で、活性炭脱臭設備と比較すると、メンテナンスにかかるランニングコストが安いというメリットがある。ところが、近年、生物脱臭設備出口において、悪臭防止法の規制基準値を順守することが難しい事例が多くなっている。散水時間を長くすることにより、一時的な改善が見られるケースもあったが、短期間で再度超過するケースも見られ、安定した脱臭を維持することが難しくなっている。そこで、超過の原因について調べたところ、いくつかの興味深い知見が得られたので報告する。

2. 脱臭設備設置状況

当本部が所管している7水再生センターの脱臭設備数を Table 1 に示す。

水処理系（第一沈殿池、反応槽、第二沈殿池、沈砂池など）の脱臭設備については、「活性炭脱臭設備」または「生物脱臭設備」のどちらか一方を設置している。

生物脱臭設備は、平成13年度から導入を始めており、平成13年度以降に新設または更新した水処理系脱臭設備については、すべて生物脱臭設備を導入している。

一方、汚泥処理系は、すべて「生物脱臭設備+活性炭」となっている。

Table 1 流域水再生センターの脱臭設備数

処理系列	脱臭設備	合計設備数
水処理系	活性炭	33
	生物	13
汚泥処理系	生物+活性炭	13

3. 超過状況

当本部が所管している水再生センターは、悪臭防止法の及び環境確保条例の規定に基づく規制基準の第二種区域に該当し、排出口の高さ、口径により規制値が異なる。

継続的な環境改善を図るための環境マネジメントシステム(EMS)の管理項目として、また規制値の

順守状況確認のため、上半期（4月～9月）と下半期（10月～3月）の年2回、すべての脱臭設備で臭気測定（臭気指数及び臭気排出強度の算定の方法（平成7年環境庁告示第63号）による）を実施している。

平成21年度以降の、流域水再生センター生物脱臭設備における半期毎の異常発生率（臭気指数の規制値超過率）をTable 2に示す。

Table 2 水処理系生物脱臭設備の異常発生率(%)

	測定数	異常事例数	異常発生率(%)
平成21年度上半期	11	1	9
平成21年度下半期	10	1	10
平成22年度上半期	12	2	17
平成22年度下半期	12	2	17
平成23年度上半期	13	3	23
平成23年度下半期	12	3	25

近年、生物脱臭設備では異常事例が上昇している。また、従来気温が下がり、入口臭気弱くなっていた下半期でも、異常事例が観察されており、これまで見られなかった事例が現れてきている。

4. 超過原因の究明

水処理系生物脱臭設備で異常値が増えている原因を探るため、臭気測定に関するデータの集計を行い、生物脱臭設備の経年的変化から近年の異常を究明することを試みた。

4.1 除去率による生物脱臭能力の確認

平成23年度上半期における生物脱臭設備入口および出口の臭気測定結果から、各設備の臭気濃度除去率 $(\text{入口臭気} - \text{出口臭気}) \times 100 / \text{入口臭気}$ を算出した（Fig.1、Fig.2）。測定結果は、水処理系ではすべて除去率80%以上であり、平成19年下水道局建設部の「脱臭設備設計マニュアル」（以下、設計マニュアルという）の設計除去率である50%を上回っていた。この結果から、生物脱臭設備の臭気除去性能が悪いため超過しているわけではないことがわかった。

また、汚泥処理系の生物脱臭設備の除去率はすべて98%以上であった一方、水処理系の生物脱臭設備の除去率は80~99%の広い範囲に分散しており、汚泥処理系に比べると除去率にばらつきが見られた。

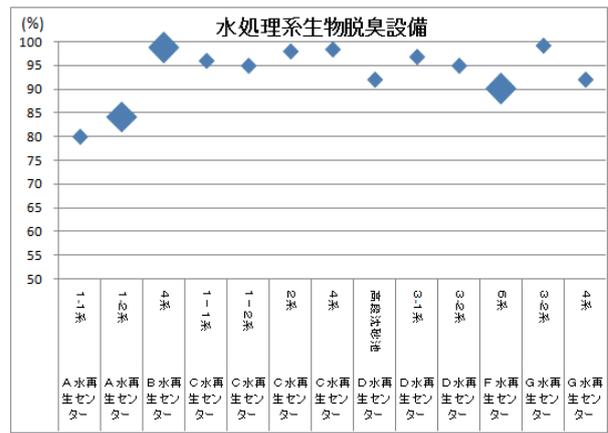


Fig.1 水処理系臭気濃度除去率(平成23年度上半期)

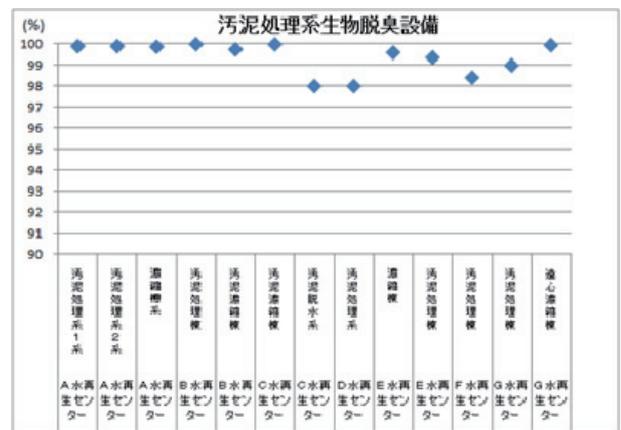


Fig.2 汚泥処理系臭気濃度除去率(平成23年度上半期)

4.2 脱臭設備入口臭気からの検討

一般的には、水処理系の入口臭気指数は、汚泥処理系より低くなると考えられるが、近年の測定結果を見ると、汚泥処理系と同じような高い値になるケースが見られる。そこで、入口臭気についてデータ集計を行った。平成22年度以降の水処理系脱臭設備入口臭気測定結果（活性炭脱臭設備を含む）のうち、設計マニュアルの設計値超過率をTable 3に示す。

ほとんどの設備で、入口臭気指数が設計値を上回っていた。また、臭気成分については、約半数の設備で、硫化水素、メチルメルカプタンが設計値を上回っていた。この結果から、水処理系脱臭設備で規制値超過が増えているのは、能力を超える臭気が発生していることが原因であることがわかった。

Table 3 脱臭設備入口の設計値超過率(平成22年度以降)

	入口臭気指数	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア
測定回数	15	15	15	15	15	1
設計値超過数	13	7	8	0	0	0
設計値超過率(%)	87	47	53	0	0	0

4.3 入口臭気が高くなる原因の検討

(1) 臭気と放流水温の関係

八王子水再生センターにおける放流水温と水処理系脱臭設備入口の平均臭気濃度(臭気指数から換算)との関係を Fig.3 に示す。Fig.3 では、経年的に放流水温が上昇し、それに伴い、臭気濃度も増加する傾向にあることがわかる。

次に、過去10年間の八王子市の夏場(6月から8月)の平均気温(気象庁ホームページより)と、同市にある八王子水再生センターの放流水温の関係を Fig.4 に示す。Fig.4 からは、平均気温と放流水温は連動している傾向が見られる。

以上から、経年的な気温の上昇により放流水温が上昇し、それに伴い脱臭設備入口臭気濃度も増加している傾向にあることがわかった。

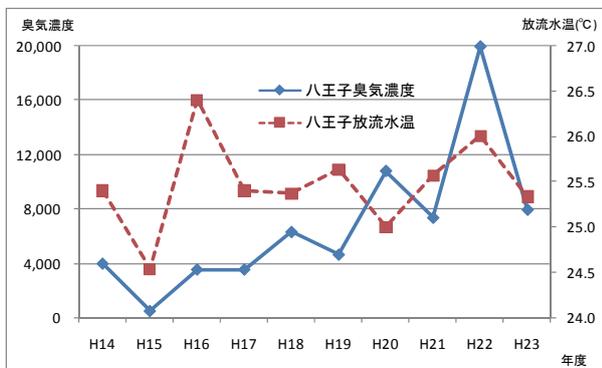


Fig.3 放流水温と水処理系入口臭気濃度の関係

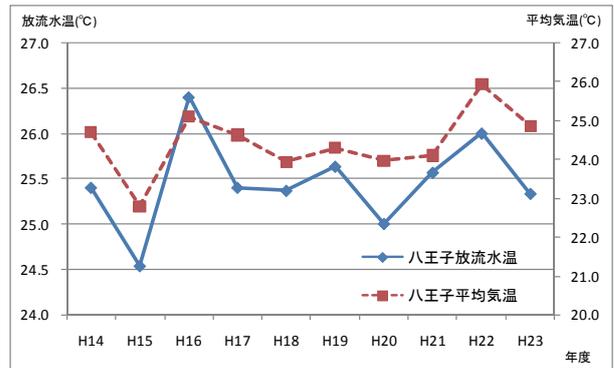


Fig.4 平均気温と放流水温の関係

(2) 高度処理化との関連

高度処理は、嫌気槽、無酸素槽を設けているため、そのことが原臭濃度の上昇に寄与している可能性がある。

八王子水再生センターにおける高度処理比率と水処理系脱臭設備入口臭気濃度(平均値)の関係を Fig.5 に示す。高度処理比率は放流量に占める高度処理水量から算出した。高度処理比率が高くなるに従って、臭気濃度も高くなる傾向が見られる。

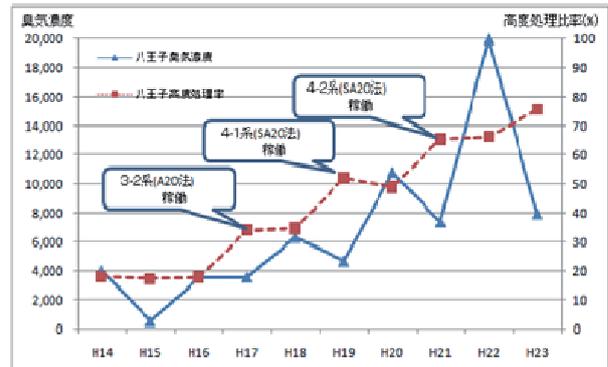


Fig.5 脱臭設備入口臭気濃度と高度処理比率

一方、平成23年度上半期に実施した臭気測定結果を、処理法別に集計したものを Table 4 に示す。

この結果ではステップ A₂O 法が最も高い値となっているが、制限曝気 A₂O 法、A₂O 法が低い値になっており、高度処理化することにより発生臭気が強くなるとは言えない。

ただし、平成23年度上半期に規制値を超過した生物脱臭設備は、すべてステップ A₂O 法系列の脱臭設備となっている。今後も高度処理を進めていく方針であるため、高度処理との関連については、さらなる調査が必要である。

Table 4 処理方式別脱臭設備入口臭気指数平均

	標準法 (制限曝 気)	AO法	制限曝 気 A ₂ O法	A ₂ O法	ステッ プ A ₂ O法
臭気指数平均値	34	35	29	33	36
測定数	13	2	2	7	7

(3) 水中攪拌機の間欠運転との関連

流域水再生センターでは、温室効果ガス発生量削減のため水中攪拌機の間欠運転を実施するケースが増えている。水中攪拌機の運転方法が異なる場合の、脱臭設備入口臭気指数の違いを Table 5 に示す。

この結果からは、水中攪拌機の運転方法による発生臭気について、はっきりとした違いは見られない。

Table 5 水中攪拌機運転方法が異なる場合の脱臭設備入口臭気指数 (多摩川上流水再生センター)

	平成 21年 度 上半期	平成 21年 度 下半期	平成 22年 度 上半期	平成 22年 度 下半期	平成 23年 度 上半期	平均 値
1-1系ステップ A ₂ O法 (水中攪拌機 間欠運転)	30	30	44	24	35	33
1-2系ステップ A ₂ O法 (水中攪拌機 連続運転)	30	30	41	27	34	32

5. 維持管理対策

5.1 散水時間の管理によるドレン水pHの適正化

脱臭設備の入口臭気が強いと、脱臭設備内で硫酸、硝酸が生成し酸性側に傾く。この結果、ドレン水のpHも低くなるため、散水時間の調整によりドレン水のpH値を管理する必要がある。

一般的にpHが酸性側に傾くと、硫化水素、アンモニア、中性側では、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルの除去性能が高くなると言われている。生物脱臭設備内でのガスの流れは上向流のため、下段が酸性、上段が中性というのが理想的と考えられる。

したがって、脱臭設備入口の臭気成分濃度により、必要に応じて散水時間を設定し、pH設定値を変更する等の管理が必要である。

5.2 充填材の目詰まり、短絡のチェック

生物脱臭設備では、ガスの流れを差圧計により管理している。差圧が高ければ充填材が目詰まりしている可能性がある。生物脱臭設備はメンテナンスフリーであると考えられているが、目詰まりしている場合には、充填材の洗浄や交換を行う必要があるとしている製品もある。

また、差圧が低ければ、短絡（ショートパス）している可能性がある。点検口より設備内部の状況を目視で確認するとともに、散水状況も確認する必要がある。散水ノズルが詰まっていると、その部分の充填材が乾き、短絡が発生する可能性がある。これらの内容を定期的に確認し、管理する必要がある。



Photo.1 ノズルの点検(八王子水再生センター)



Photo.2 充填材洗浄(清瀬水再生センター)

5.3 散水の残留塩素

生物脱臭設備の散水には二次処理水または三次処理水を使用している。これらの水は、低い値ではあるが残留塩素が検出されることが多い。残留塩素濃度が高い場合には、臭気を分解・除去する生物に影響を与える可能性もあることから、散水の残留塩素を測定し、高めに検出される場合には活性炭などによる脱塩素装置 (Photo.3) の設置を検討する必要がある。



Photo.3 脱塩素装置(浅川水再生センター)

6. おわりに

現在、流域水再生センターでは、前項で示した対策を実施して既存設備の能力を最大限に発揮するよう運転管理を行っている。

しかし、今年度下半期分の測定結果でも新たな生物脱臭の超過があり、現状の運転の工夫による維持管理での対応では難しいと思われる。

今後は、におい分析装置（超高速ガスクロマトグラフ Alpha MOS 社 ‘Heracles’ ; Photo.4）を用いた調査を継続し、実態把握を行う。また、調査結果から、水処理系の脱臭設備のあり方について検討し、今後の方向性を出していく予定である。

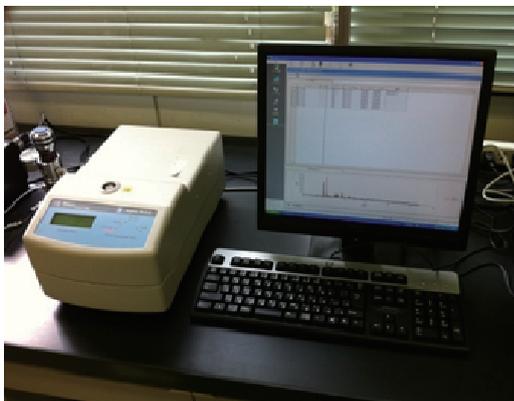


Photo.4 におい分析装置