

発表日	平成 28 年 10 月 21 日 (金)	発表形式	講演
所属・氏名	下水道水質課 ○中村慈実、浅野卓哉		
発表名称	各水再生センターのりん除去悪化事例の検証		
ジャンル	水処理	部門	事業事例

1. 背景と目的

東京湾側 8 水再生センターでは、東京湾の富栄養化対策として窒素・りん除去を進めている。施設の更新にあわせて高度処理施設 (A₂O 法や循環脱窒法) を導入するほか、既存の標準法施設では擬似 AO 法運転に取り組んでいる。これらの施設では平常時には良好な水質が得られるが、りん除去は様々な原因により悪化するため、対策が必要な状況にある。

そこで、各水再生センターのりん除去悪化事例について、原因や状況等を整理し検証を行うと同時に必要な対策について検討した。

2. 検証方法

東京湾側水再生センターに設置されている全自動 TP 計測器 (TP 計) の平成 24~27 年度のデータ (計 15 箇所 (汚泥集約処理の影響の大きい北部第二水再生センターを除く)、1 時間毎のデータ) を用いて、3mg/L を超過した事例を収集した。各事例について、処理状況等の情報を収集し、原因別に悪化状況・悪化理由・必要な対策等を整理し、検証した。

3. りん除去悪化事例の検証と対策の検討

対象期間中、TP 計で 3mg/L を超過した事例は計 108 回あった。各事例を原因別に分類し、それぞれ超過日数、最大濃度、悪化継続時間、悪化の理由、特徴等について表 1 (次ページ) に整理した。以下、悪化事例の全体的な傾向や求められる対応について考察した。

(1) 悪化の原因と必要な対策

りんそのものの異常流入 (表 1-①) を除くと、処理水りん濃度上昇の直接的な原因は、いずれも活性汚泥中に蓄積したりんの流出である。高度処理や擬似 AO 法によるりん除去は、活性汚泥中の細菌が体内にりんを取り込み、余剰汚泥として引き抜くことで行われる。その際、活性汚泥のりん含有率は、りん除去を行わない汚泥よりも 1~2%程度上昇する。仮にトラブル等により活性汚泥から 1%分のりんが一度に流出した場合、処理水りん濃度を 20mg/L 程度上昇させるリスクがあることになる。

本調査期間中の事例では最大で 7.2mg/L であったが、今後も十分に起こりうる現象だといえる。濃度上昇時に活性汚泥中への再取込みを急速に促すことは不可能であるため、有効な対策は凝集剤 (PAC 等) 添加しかない。また、排水基準を遵守するには、この程度の悪化に対応できる添加ポンプ能力の確保が必要である。

(2) 悪化時の対応と悪化継続時間

りん濃度の上昇は、主に放流口手前に設置された TP 計により検知される。その後、応急措置として薬品添加を行うと同時に、原因調査や運転調整等を行う。影響を最小限に留めるには、検知後の早急な対応が必要であり、対応マニュアルの整備や訓練の実施といった運用面での対策が求められる。

各悪化事例において、TP 計計測値が 3mg/L を超えてから下回るまでの時間は、異常流入 (表 1-①②) を除くと最大で 9 時間であり、概ね 1~6 時間以内であった。これは検知後に凝集剤添加等の対応を行った結果であり、短期間に数回繰り返すこともあるため、少なくとも 12 時間程度は継続して添加できるだけの凝集剤タンク容量を備えることが望ましい。

表 1 りん除去悪化事例の原因別整理

悪化原因	調査期間内 悪化 (≧3mg/L)		
	日数	最大濃度	最大継続時間
●悪化の主な理由			
※特徴、対策における問題点、その他			
① 高濃度りんの異常流入 (推定を含む)	15 日	7.0mg/L	70 時間
●生物除去ではりん除去量に上限があるため、高濃度のりんが流入すると、除去しきれず処理水濃度が上昇する。			
※原因は不明だが、流入水中のりん濃度が通常より高かった場合も含む。			
※流入規模が大きいと、対応は困難。発生源となりうる事業場の監視・指導が重要。			
② りん以外の異常流入 (原因物質が不明な場合も含む)	6 日	7.2mg/L	21 時間
●毒物等が流入すると、活性汚泥中に蓄積したりんが流出し、処理水りん濃度が上昇する。			
●好気槽でのりん摂取反応の阻害物質が流入すると、嫌気槽で放出したりんを取り込めず、りん除去が低下する。			
※流入物質の種類や流入量により、りん以外の水質項目も悪化する。			
※シアン等の規制項目以外の物質の場合は、物質の特定が難しく、発生源対策も困難。			
③ 降雨による悪化	42 日	4.8mg/L	6 時間
●流入水量が急激に増加すると、嫌気槽で放出したりんを取り込みきれず、一時的にりん除去が低下する。			
●降雨により流入有機物濃度が低下すると、生物除去機能が低下し、数日後にりん除去が低下する。			
※降雨による 3mg/L 以上の悪化は、主に擬似 AO 法の系列でみられた。			
※高度処理のみの系列では、降雨のみが原因の 3mg/L 以上の悪化はみられなかった。			
④ 処理停止や工事等に起因する処理悪化	23 日	4.9mg/L	6 時間
●処理停止が長時間続くと、活性汚泥中のりんが流出し、一時的に処理水りん濃度が上昇する。			
●好気槽の風量が不足すると、嫌気槽で放出したりんを取り込めず、りん除去が低下する。			
●反応タンクや最終沈殿池で活性汚泥が堆積し腐敗すると、活性汚泥中のりんが流出する。			
●汚泥処理が悪化し、汚泥調整槽から水処理系に汚泥流出が起こると、流入りん濃度が上昇する。			
※工事の影響等による、処理停止や風量・処理時間 (水処理、汚泥処理) 不足等に起因する悪化			
⑤ その他の処理悪化	22 日	4.4mg/L	9 時間
●硝化反応の不良により好気槽に亜硝酸が蓄積すると、りん摂取反応を阻害し、りん除去が低下する。			
●最終沈殿池の汚泥流出対策として次亜塩素酸ナトリウムを添加すると、場合によってりん除去が低下する。			
●その他、原因不明の濃度上昇を含む。			

4. まとめ

- ✚ 平成 24 年~27 年度の 4 年間に、TP 計最大値が 3mg/L を超過した日数は 108 日であった。
- ✚ 悪化原因として最も回数が多いのは降雨であり、最も濃度が上昇したのは異常流入であった。
- ✚ りんそのものの異常流入を除くと、りん濃度上昇の直接的な原因は活性汚泥からのりんの流出である。
- ✚ 発生時の対応として、薬品 (PAC 等) 添加設備は必須である。近年の事例を考慮すると、排水基準遵守のためにはりん濃度を 3mg/L 下げる程度のポンプ能力と、12 時間程度添加を継続できるタンク容量が必要である。
- ✚ 今後は、上記の結果を踏まえて、効果的なりん除去悪化対策につなげていきたい。