

金沢水再生センターにおける経済的りん処理について

下水道水質課 ○吉田 光

1. はじめに

金沢水再生センター（以下、金沢）では晴天時1日あたり約15万m³の下水を処理しており、そのうち約1万m³は隣接する南部汚泥資源化センター（以下、南セ）分離液処理施設からの排水である。分離液処理施設では汚泥集約処理の際に発生する高濃度の窒素・りんを含む分離液を処理しており、分離液処理水のりん濃度は一般的な下水よりも高くなっている。そのため、金沢の流入りん負荷は有機物負荷に対して高く、りん処理に課題を抱えている。りん除去方法として、活性汚泥中のりん蓄積細菌の働きを利用する生物学的りん除去と、ポリ塩化アルミニウム（以下、PAC）等の薬品を用いる物理化学的りん除去があるが、両施設では有機物源である汚泥を反応タンクへ投入し、生物学的りん除去の向上を図っている。汚泥投入は設備投資が少なく済み、薬品費がかからないという利点があるが、反応タンクでの曝気風量や発生固形物量が増えるという問題もある。今回、金沢高度処理施設と南セ分離液処理施設を対象とし、生物学的りん除去とPACを用いる場合のランニングコストの比較を行った。

2. 調査検討方法

2-1. 金沢における生汚泥投入の有無での処理比較

平成25年5月から6月にかけて、金沢高度処理系列（A₂O法）の2系1/2系列、2系2/2系列において、生汚泥投入の有無で処理の比較を行った。最初沈殿池（以下、初沈）からの汚泥引抜量は900m³/日であり、2/2系列のみ初沈から引抜いた生汚泥80m³/日を反応タンクへ投入した。

2-2. 分離液処理施設における投入有機物負荷の違いでの処理比較

本研究では平成23年から平成26年のそれぞれ1月から3月を1つの期間とし、反応タンクへの有機物負荷量によって各期間を低負荷運転、中負荷運転、高負荷運転に分類した。

2-3. コスト試算用単価の設定

本市や他都市の実績をもとに各単価を設定した（表1）。

表1. 試算用単価

	単価
電力料金	15(円/kWh)
ポリ塩化アルミニウム (PAC、比重:1.2)	20,000(円/t)
ポリ硫酸第二鉄 (ポリ鉄、比重:1.5)	25,000(円/t)
高分子凝集剤	500(円/kg)

3. PACを用いたりん除去実験

金沢標準法系列の反応タンク出口水、および分離液処理水を用いてPAC添加試験を行い、りん除去性能を調べた。りん酸態りん（以下、PO₄-P）

を1mg-P/L除去するために必要なPAC注入率は、金沢で50ppm、分離液処理水で32ppmであった。

4. 結果・考察

4-1. 金沢におけるりん処理コストの比較

生汚泥投入の有無による運転結果を表2に示す。検討期間中のPO₄-Pの平均除去濃度は1/2系列で0.71mg/L、2/2系列で1.5mg/Lであり、有機物源である生汚泥を加えることでりん除去が向上した。一方、生汚泥を投入したことで曝気風量が増え、電力量としては日平均で74kWhの増加であった。1/2系列において、2/2系列と同量のPO₄-PをPACを使用して除去する場合、必要な注入率は41ppmと算出された。

次に、これらの結果からPO₄-Pを1.5mg/L除去する場合の処理コストを試算した（図1）。生汚泥を投入した系列での風量増加によるコスト増加額は、生汚泥の投入を行わない系列でのPACによるコスト増加額の1/10以下であり、生汚泥投入によるりん除去がランニングコストの面で経済的であることがわかった。

表 2. 金沢水再生センター運転結果

	生污泥投入なし	生污泥投入あり
水量(m ³ /日)	14,750	14,840
反応タンク流入水SS濃度(mg/L)	67	100
曝気風量(m ³ /日)	51,730	54,960
送風機電力量(kWh)	1,170	1,240
りん除去濃度(mg/L)	0.71	1.5
必要PAC注入率(ppm)	41	-

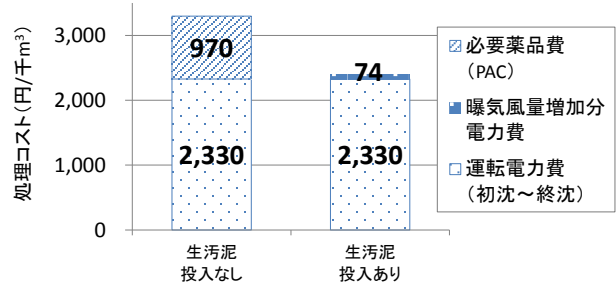


図 1.金沢における処理コストの試算結果

4-2. 分離液処理施設におけるりん処理コストの比較

各期間の比較結果を表 3 に示す。各期間の反応タンクへの有機物負荷は、平成 23 年は低負荷、平成 24、25 年は中負荷、平成 26 年は高負荷での運転であり、平成 24、25 年のデータを平均して中負荷のデータとした。高負荷な運転ほど PO₄-P の除去量は増え、曝気風量や余剰汚泥量も増加した。平成 26 年の高負荷運転時と同量の PO₄-P (32 mg/L) を除去する場合に必要な PAC 注入率を算出すると、低負荷運転で 610 ppm、中負荷運転で 340 ppm となった。

表 3. 分離液処理施設運転結果

	低負荷運転	中負荷運転	高負荷運転
	H23.1~3月	H24・25.1~3月	H26.1~3月
水量(m ³ /日)	10,400	11,200	10,400
反応タンク流入水SS濃度(mg/L)	430	1,200	1,600
曝気風量(m ³ /日)	234,000	301,500	329,700
りん除去濃度(mg/L)	13	22	32
余剰汚泥量(m ³ /日)	870	1,090	1,330
余剰汚泥固形物量(t/日)	7.9	12	16
必要PAC注入率(ppm)	610	340	-

これらを踏まえ PO₄-P を 32 mg/L 除去する場合の処理コストを算出し比較した (図 2)。投入 SS 濃度 1,600mg/L の高負荷運転時では、風量増加分の電力費および汚泥量増加分の処理費は計 5,400 円/千 m³ と算出された。一方、投入 SS 濃度 430 mg/L の低負荷運転時では、初沈汚泥増加分の処理費および処理薬品費は計 20,700 円/千 m³ と算出された。

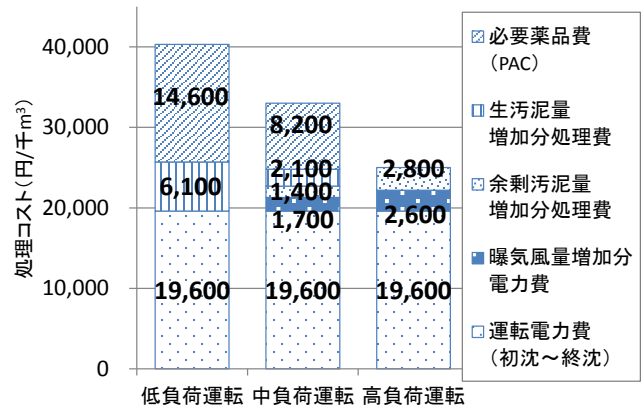


図 2. 分離液処理施設における処理コストの試算結果

次に、生污泥の消化を考慮した試算を行った (表 4)。低負荷運転での消化ガス発電量は、高負荷運転時よりも 1,190 kWh/千 m³ 増えると試算され、売電料に換算すると 17,900 円/千 m³ であった。これを考慮すると、有機物(汚泥)をりん除去でなく消化ガス発生のために

表 4.消化を考慮した場合の試算結果

	低負荷運転	中負荷運転	高負荷運転
①処理コスト(円/千m ³)	40,400	33,000	25,100
生污泥増加分			
消化ガス発生量(Nm ³ /千m ³)	730	270	-
消化ガス発電量(kWh/千m ³)	1,190	410	-
②消化ガス売電料(円/千m ³) (1kWh=15円計算)	17,900	6,200	-
消化ガス発電を考慮した 処理コスト(円/千m ³) (①-②)	22,500	26,800	25,100

使う低負荷運転の方が、高負荷運転に比べメリットが大きいことがわかった。しかし、反応タンク末端に PAC を注入する場合、注入率が高いと活性汚泥に悪影響を及ぼし、処理悪化することも考えられるため、PAC 注入率の許容値を把握し、反応タンクへの有機物負荷を決めることが望ましいと思われる。

5. まとめ

金沢高度処理系列および分離液処理施設においてりん除去にかかるランニングコストの比較を行った。その結果、金沢では生污泥を反応タンクに投入する運転の方が PAC を用いる運転よりも経済的であることがわかった。一方、分離液処理施設のコスト比較において消化ガス発電を考慮した場合、低負荷運転の方が高負荷運転に比べて消化ガス発生量が多く発電量も増えるため、メリットが大きいことがわかった。

参考文献 酒井真美他：「金沢水再生センターにおける生污泥投入の効果について」平成 25 年度環境創造局業務研究・改善事例発表会要旨集