

# 活性汚泥循環変法実施におけるPAC添加によるりんの除去

水質管理課 ○宗像 克郎  
金沢下水処理場 池田 利章

## 1. はじめに

平成6年度から南部汚泥処理センターで発生する汚泥系返流水は全量金沢下水処理場で処理している。当処理場で稼働中の活性汚泥循環変法（以下循環法）処理施設におけるりんの処理レベルは、流入T-P 48.5 mg/lに対し、処理水 T-P 12.0mg/l（平成5年度実績）程度である。

近い将来、嫌気→好気法、嫌気→無酸素→好気法など水処理においてりんの除去を行えば、汚泥系返流水中のりん濃度は上昇することが考えられ、当処理場放流水のりん濃度は更に高くなることが予想される。

そこで、「汚泥処理分離液の処理プロジェクト」では、平成6年度の汚泥系返流水に係わる検討テーマとして、金沢下水処理場で稼働中の循環法処理施設にポリ塩化アルミニウム（以下PAC）を添加し、りんの除去効果を調査することにした。この調査でいくつかの知見が得られたので報告する。

## 2. 実験方法

南部汚泥処理センターからの返流水は均等に分割し、各々独立した2系列の循環法処理施設で処理を行っている。図-1に循環法の処理フローを示す。

今回のPAC添加実験では、1系にPACを添加して2系を対照とし、りんの除去実験を行った。

なお、実験期間中両系列の処理条件が等しくなるよう維持管理につとめた。

表-1に運転状況を示す。

### (1) PAC添加率

あらかじめ、ピーカー実験を行った。その結果を表-2に示す。PACの添加率を流入水（返流水）に対し、100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, の3段階で実施することとした。

### (2) PACの添加方法

返流量は、日間変動があるが日平均 13,000 m<sup>3</sup>であることから、これに相当する量のPACを定量ポンプを用いて添加した。

なお、PACの添加位置は、硝化槽の出口である。

### (3) 実験期間等

PAC添加後2日目頃からりんの除去が顕著にあらわれる（平成5年度都筑処理場での調査結果から）ので、りんの除去だけを見るのであれば、1週間程度で十分であろうが今回のPAC添加率は100～300 ppmと高く、硝化作用にも影響を与えるか否か併せて把握するためには、2週間程度の

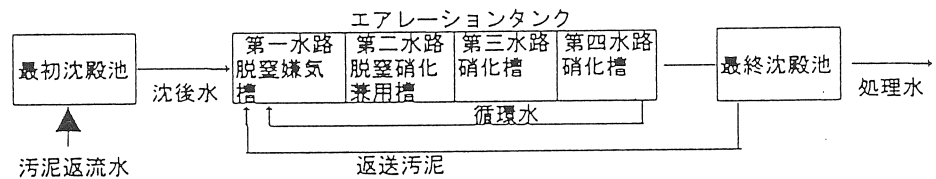


図-1 循環法の処理フローシート

表-1 運転状況

項目	単位	PAC100ppm	PAC200ppm	PAC300ppm
返流量	m <sup>3</sup> /日	12,200	12,400	12,700
AT滞留時間	時間	34	35	30
水温	℃	31.4	27.8	30.2
MLSS	mg/l	3,000	2,800	2,800
空気倍率	倍	32	35	35
循環率	%	235	226	226
返送率	%	178	170	170
SRT	日	14	9.1	9.1
BOD-SS負荷	kg/kg. ss	0.20	0.17	0.16

表-2 ピーカー実験結果

PAC添加率	PO <sub>4</sub> -P	T-P	COD	pH
0 ppm	9.34	10.6	83	7.1
100 ppm	6.26	6.89	63	6.9
200 ppm	3.84	4.35	50	6.8
300 ppm	1.95	2.31	42	6.7
400 ppm	0.76	1.36	36	6.6

PO<sub>4</sub>-P, T-P, COD ; mg/l

日数が必要であろうと判断したためである。

RUN-1 ; PAC添加100 ppm --- 10月17日~10月28日

RUN-2 ; PAC添加300 ppm --- 11月 7日~11月18日

RUN-3 ; PAC添加200 ppm --- 11月28日~12月 9日

注) 1. 各RUN終了後1週間、間隔をおき次のRUNへと進めた。

2. 当初100 ppm, 200 ppm, 300 ppm の順で実験を予定していたが、はじめの100 ppmの添加でりんの除去が明確にあらわれなかったため2回目に300 ppm の添加とした。

### 3. 実験結果と考察

実験結果を表-3に示す。

表-3 実験結果

項目	対照	RUN-1	RUN-3	RUN-2
PAC注入率	0 ppm	108 ppm	211 ppm	307 ppm
T-P	7.6(5.0~10)	6.4(5.4~9.4)	3.1(1.7~5.9)	3.3(2.7~5.1)
PO4-P	7.6(5.0~9.9)	5.6(5.4~5.8)	2.6(2.0~3.0)	3.1(2.8~3.4)
NH4-N	0.1(0~0.50)	0.3(0~0.90)	0.1(0~0.20)	0.2(0~0.30)
NO2-N	0.06(0.02~0.50)	0.09(0.07~0.12)	0.03(0.02~0.05)	0.06(0.04~0.15)
NO3-N	34(23~42)	37(24~41)	35(26~50)	42(30~48)
COD	23(17~29)	21(16~25)	23(18~30)	24(20~29)
BOD	4.1(1.6~12)	2.8(1.9~3.6)	2.1(1.2~2.6)	2.6(1.3~3.3)
SS	3(1~7)	2(1~3)	2(1~3)	2(2~3)
pH	6.6(6.4~7.0)	6.9(6.7~7.0)	6.4(6.3~6.6)	6.4(6.3~6.8)

T-P, PO4-P, NH4-N, NO2-N, NO3-N, COD, BOD, SS: mg/l

#### (1) T-Pの除去 (図-2)

PAC 100 ppm の添加では、添加開始の翌日から、T-Pは徐々に低下傾向を示したものの添加10日目からは反対に上昇傾向を示し安定したT-Pの除去効果を得ることができなかった。この原因については、不明

である。PAC 200 ppm 添加では、添加開始の翌日から、T-Pは低下し、添加3日目から1.7~3.6 mg/lと安定し、初期濃度 11.4 mg/l と比べT-Pの除去率は77%を示した。PAC 300 ppm では、200 ppm 添加とほぼ同様な傾向を示した。T-Pの除去率も初期濃度 12.8 mg/l と比べ3日目以降では76%を示し200 ppm添加とほぼ同様な除去効果であった。

#### (2) 硝化速度の影響 (図-3)

高濃度でPACを添加するため硝化作用に悪影響を及ぼすのではないかと懸念されたためRUNごとに4回硝化速度を測定したが、300 ppm までの添加では影響がないことが分かった。

11月14日及び11月28日の硝化速度が小さいのは、測定時の水温が低かったためである。本実験期間中における沈後水のNH4-Nは120~180 mg/lであり、一方処理水のNH4-Nは0.1未満から0.9 mg/lだったことからみてもPACの添加が硝化作用に影響を与えなかったことがうかがえる。

また、処理水のNO2-NとNO3-Nをみても、沈後水のNH4-NはNO2-Nを経てほとんどがNO3-Nまで酸化されており、NO2-Nの形態で残留することはなかった。

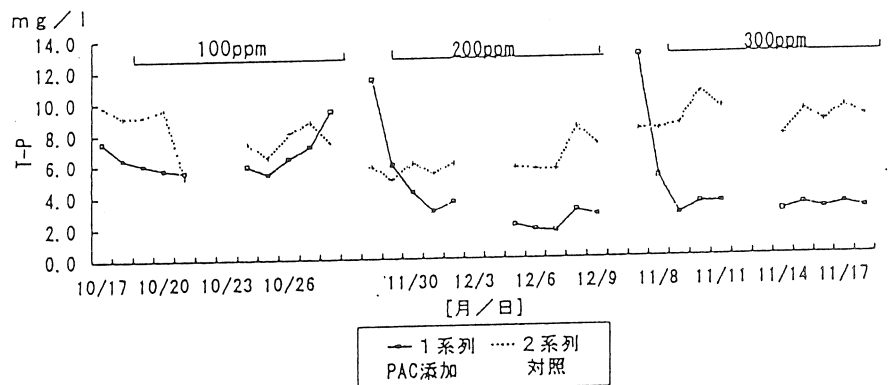


図-2 T-Pの経日変化

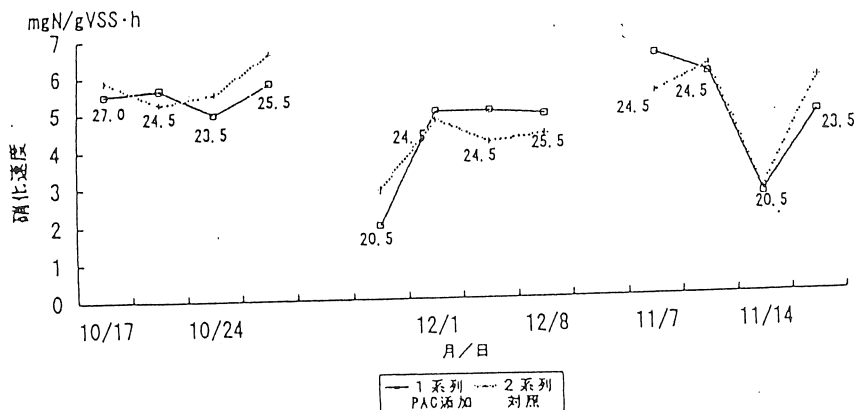


図-3 硝化速度の経日変化

(3) 処理水の pH

PAC 100 ppm の添加では、1系と2系の処理水の pH に明確な差が生じなかった。PAC 200 ppm と 300 ppm の添加では、処理水の pH は1系の方が2系より 0.2 程度低くなっただけである。

pH の低下によるアルカリ度の減少が硝化作用に支障を与えるといわれるが、今回の実験で PAC を 300 ppm 添加しても硝化作用に影響を与えなかったのは、pH の低下がほとんど見られなかったことによるものと思われる。

(4) 活性汚泥に蓄積

される Al (図-4)

PAC 100 ppm の添加では、対照系と比べ Al の蓄積量は PAC 添加 1 週間経過後でも 1.8 倍程度であるが、200 ppm 添加では同 2.6 倍、300 ppm 添加では同 5.6 倍となっている。PAC 200 ppm と 300 ppm の添

加では活性汚泥に蓄積される Al の含有量に約 2 倍の差があるにもかかわらず、T-P の除去効果に差がでなかった。これは、りん酸と結合して不溶性のりん酸アンモニウムを形成するのは Al イオンの存在によるもので、活性汚泥中に含有される不溶性の Al 化合物の多少には無関係であることを示しているものと思われる。

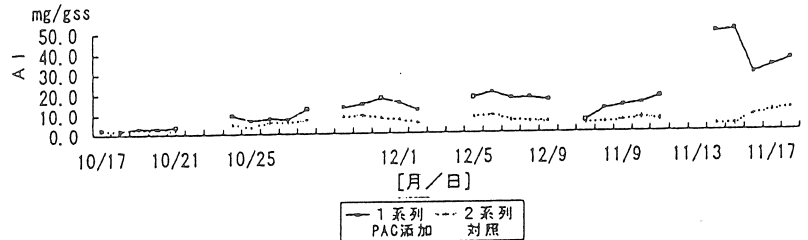


図-4 活性汚泥に蓄積される Al の経日変化

(5) 処理水の SS, BOD, COD (図-5)

PAC には凝集効果があるため、T-P の除去のほかに、対照系と比べ終沈で活性汚泥フロックの凝集性に差が生じ、その結果処理水質 (SS, BOD, COD 等) に大きな差があらわれるものと期待したが、今回の実験期間を通して顕著な差はみられなかった。

これは、本実験期間中循環法処理施設は順調に稼働し、汚泥の解体やバルキング及び終沈での汚泥浮上がなく、良好な処理状況にあったためと思われる。

4. おわりに

今後の検討テーマとして、PAC 100 ppm の添加で、添加後 10 日目頃から T-P の除去効果がなくなったことに対する究明と、1 か月程度の長期トレンドを見る必要があると思えた。

また、PAC 添加 200 ppm と 300 ppm では、T-P の除去効果に差がみられなかったことから、費用対効果を考えて最も効率的な PAC 添加率を決定するためには、100 ~ 200 ppm の間で数ポイント実験を行うことが望ましいと思われる。

参考として、日平均 13,000 m<sup>3</sup> の返流水を処理している金沢下水処理場の循環法処理施設に PAC 200 ppm (37.5 円/Kg) を添加した場合の年間の薬品費は 4,400 万円となる。

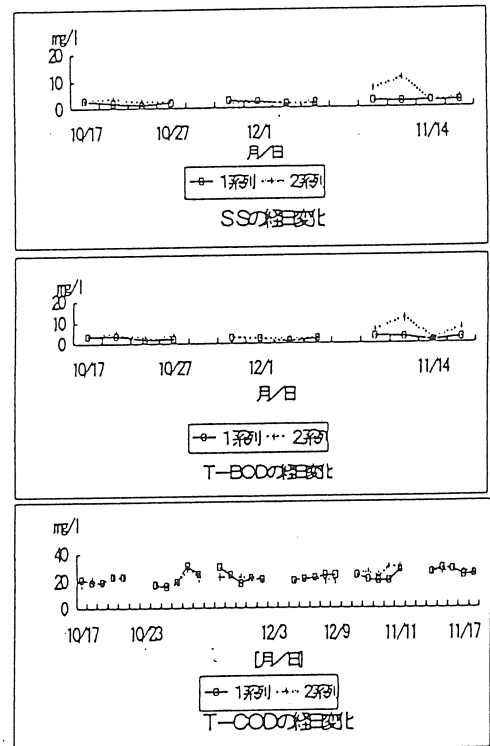


図-5 SS, BOD, COD の経日変化