

南北汚泥資源化センターの分離液比較と前処理について

下水道水質課 ○紺野繁幸

はじめに

横浜市は水再生センターで発生する汚泥を南北二つの汚泥資源化センターにおいて集中処理を行なっている（以下、南北汚泥資源化センターをそれぞれ南セ、北セと称す）。汚泥処理によって生じる分離液はそれぞれ分離液処理施設（南セは平成 22 年、北セは平成 23 年 8 月稼働）によって処理され、その分離液処理水は金沢水再生センター（金沢）、北部第二水再生センター（北二）の幹線流入水の一部となって処理される。しかし、北二では流入する下水は金沢に比べてりん濃度が高く、また、北二の流入下水量も金沢と比べ少ないため、りんの処理に苦慮しているのが現状である。ここで、南北の分離液水質とりわけ【有機酸/D-P】濃度比率とりん除去率との関係に注目し、北セのりん処理能力改善のため分離液の前処理案を提示する。

1 分離液の水質比較

1-1 処理実績と運転管理

表-1 に平成 23 年度の南北センターの分離液の水質と処理水質を示す。また 8 月まで分離液処理をしていた施設、5 系も比較のため表示した。

		BOD			T-N			T-P			D-P			D-P/T-P(%)			有機酸/D-P		
		S	N	5系	S	N	5系	S	N	5系	S	N	5系	S	N	5系	S	N	5系
供給汚泥	mg/l	—	—	—	820	750	170	270	—	—	—	44	79	—	26	29	—	20	10
分離液	流入水	mg/l	1300	800	780	280	360	370	49	73	84	26	62	74	53	85	88	15	6
	処理水	mg/l	22	39	93	15	100	110	8.3	43	31	7	40	28	—	—	—	—	—
	除去率	%	98	95	88	95	72	70	83	41	63	73	36	62	—	—	—	—	—

表より分離液の BOD 濃度では南セ 1300mg/l:北セ 800 mg/l と南セが高いが、T-P 濃度で比較すると北セ 73mg/l 対して南セが 49mg/l また D-P 濃度では北セが 62 mg/l、南セが 26mg/l と、北セは分離液の T-P, D-P 濃度とも南セと比べて極めて高いのが特徴である。また、センターに流入する供給汚泥の T-P, D-P 濃度を比較しても北セが高く、このことが分離液のりん濃度を規定していると思われる。事実、図-1 に示したように南セ(■)と北セ(◆)の供給汚泥の D-P 濃度と分離液の D-P 濃度の関係(H12-22 年度年平均値)では、南セ(■)が $r=0.93$ 、北セ(◆)が $r=0.95$ と、両センターとも高い相関が認められた。

また、表-1、H23 年度では供給汚泥の D-P/T-P(%) で南セ 26%、北セ 29% と差が少ない。しかし南北センター-供給汚泥の D-P/T-P(%) を年平均値の変化(図-2(H12-H23))で見ると、H22 年度以前では北セと南セの D-P/T-P(%) は倍近い差があり、特に南セは H22-23 年度にかけて供給汚泥の D-P の比率を急激に高めているのが特徴である。全般的に南北センターとも H16 年度頃よりその比率が上昇している。疑似嫌気好気法を含む高度処理の進展が関与していると思われる。処理状況を除去率でみると、BOD では両センターとも 90%以上と大差がないのに対して、T-P 除去率では南セが 83%に対して北セが 41%となっている。

北セでりん除去率が低い要因として負荷や汚泥日令など運転管理を含め総合的に検討する必要があるが今回は分離液水質とりわけ【有機酸/D-P】濃度比率とりん除去との関係に着目し、その検討結果を報告する。

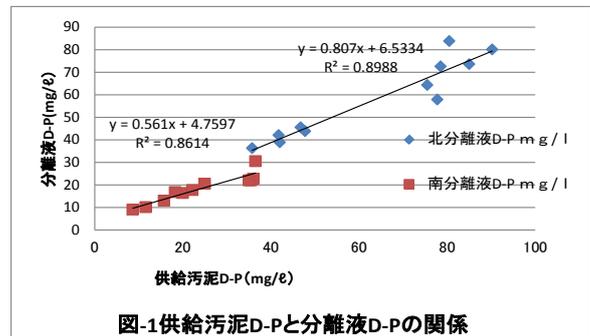


図-1 供給汚泥 D-P と分離液 D-P の関係

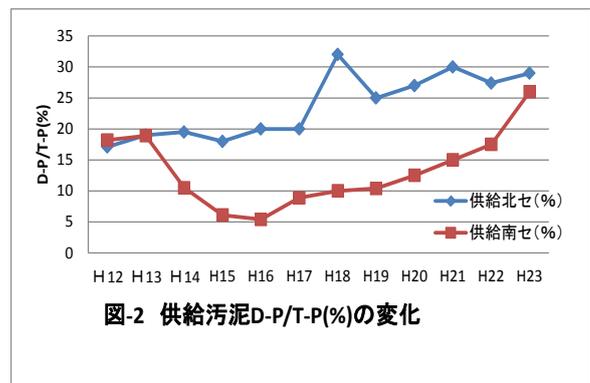


図-2 供給汚泥 D-P/T-P(%) の変化

1-2 【有機酸/D-P】濃度比の比較

分離液および供給汚泥の【有機酸/D-P】濃度比の年平均値の変化(H12-23)をそれぞれ図-3, 4に示した。

図-3(分離液)より、南セ(■)ではH16年度の45をピークにH23年度では15、北セ(◆)はH13年度の17からH23年度には6.3と推移している。南セ(■)はこの間、比率は常に二桁で推移しかつH23年度でも北セ(◆)の2.4倍と高い値を維持している。H23年度の供給汚泥(図-4)では南セ(■) : 北セ(◆) = 20 : 10で南セ(■)は北セ(◆)の2倍となり、同年の分離液での倍率2.4倍と良く合致した。

この【有機酸/D-P】濃度比が実際にりん除去率と相関しているのか、北セの5系および分離液処理施設での処理実績を検証した。

1-3 5系の分離液【有機酸/D-P】濃度比とT-P除去率の関係

北セの分離液および供給汚泥の【有機酸濃度/D-P】比と5系のT-P除去率との関係(H14-22年度平均値)を図-5, 6に示した。

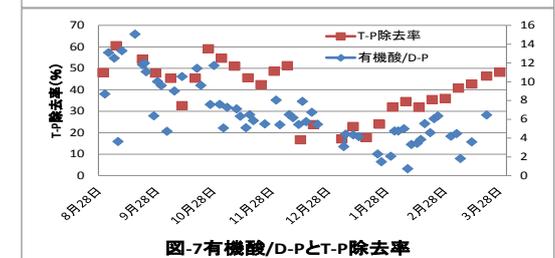
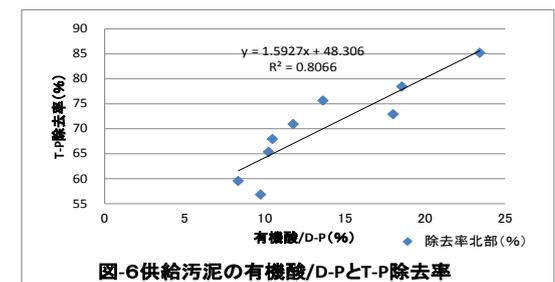
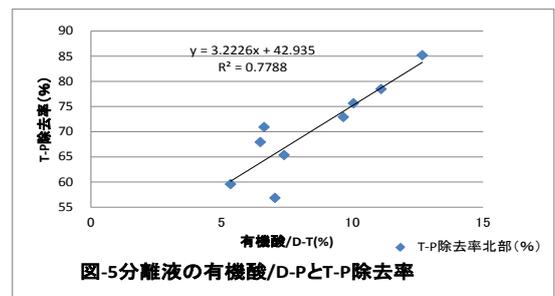
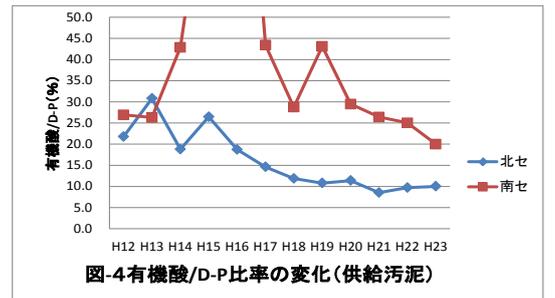
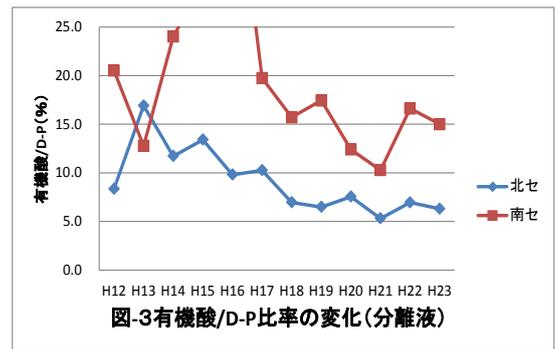
まず、図-5よりT-P除去率と分離液の【有機酸濃度/D-P】比との関係では明確な相関($r=0.88$)が認められた。また、図-6では、T-P除去率と供給汚泥の【有機酸濃度/D-P】比の関係においても明らかに強い相関($r=0.90$)を示した。このことは(1)【有機酸濃度/D-P】比がリン除去において決定的な因子となっていることを示していると同時に、(2)分離液処理施設(ここでは5系)のりん除去率は水処理センターから汚泥センターに送られてくる汚泥の性状(【有機酸濃度/D-P】比)によって既に決められていることを意味している。

1-4 新分離液処理施設における【有機酸/D-P】濃度比とT-P除去率の関係

次に、平成23年8月から稼働した北部分離液処理施設に流入する分離液の【有機酸/D-P】濃度比とT-P除去率についても同様なことが言えるかを検証した。図-7にH23年8月からH24年3月までの新分離液処理施設のT-P除去率(■)、と分離液の【有機酸/D-P】濃度比(◆)の時系列変化を示す。稼働初期時【有機酸/D-P】濃度比(◆)は15近くと高く、除去率(■)も50~60%であった。その後、【有機酸/D-P】濃度比(◆)は冬季に向けて急激に低下し4を切る値となった。それに追従するかのごとくT-P除去率(■)も激減し、20%以下となった。しかし年を越え【有機酸/D-P】濃度比(◆)もやや上昇を示すようになると、T-P除去率(■)も3月末には50%近くまで回復した。

このように、新たな分離液処理施設においても5系と同様に【有機酸/D-P】濃度比がT-P除去率に大きく影響していることがわかる。

以上より、T-P除去率を向上する方法の一つとして、分離液処理施設に流入する分離液の【有機酸/D-P】濃度比を上げるために分離液に前処理をすることが考えられる。次に、この比率を変える手段としての実験



例を示す。

2【有機酸/D-P】濃度比を変える前処理実験

【有機酸/D-P】濃度比を変えるには、流入する分離液の(1)分母であるD-P濃度を低くするか(2)分子である有機酸濃度を高めればよい。

(1)(2)について実験した結果を述べる。

2-1 PACを用いてD-P濃度を下げ、【有機酸/D-P】濃度比を上げる実験

1ℓのシリンダ-を用意して、分離液原水と分離液沈後水にPAC(ポリ塩化アルミニウム)を添加、添加濃度別に30分後の上澄み水のオルトリン濃度と有機酸濃度を測定した。結果を表-2に示す。

分離液原水										
PAC添加率	オルトリン濃度(mg/l)					有機酸濃度(mg/l)				
	0ppm	200ppm	400ppm	600ppm	1000ppm	0ppm	1000ppm	0ppm	1000ppm	有機酸/オルトリン
0時間	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	298.0	298.0	0ppm	5.6	5.6
0.5時間	55.1	47.8	39.7	34.1	23.4	273.0	215.0	5.0	9.2	
%	-3.3	10.4	25.6	36.1	56.1	8.4	27.9			

分離液沈後水										
PAC添加率	オルトリン濃度					有機酸濃度(mg/l)				
	0ppm	200ppm	400ppm	600ppm	1000ppm	0ppm	1000ppm	0ppm	600ppm	有機酸/オルトリン
0時間	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	364.0	364.0	6.7	6.7	
0.5時間	63.7	54.8	48.5	27.6		276.0	349.0	4.3	12.7	
%	-16.4	-0.1	11.4	49.6		24.2	4.1			

表より分離液原水で、1000ppmの添加ではオルトリン濃度は53mg/ℓから23mg/ℓへと減少、一方、有機酸濃度は298mg/ℓから215mg/ℓと若干減少している。無添加ではオルトリン濃度は53.4mg/ℓ→55.1mg/ℓ、有機酸濃度は298mg/ℓ→273mg/ℓであり、それぞれの【有機酸/D-P】濃度比を求めると無添加で5.6→5.0、一方1000ppmでは5.6→9.2と上昇した。分離液沈後水では600ppmの添加でオルトリン濃度は54.7mg/ℓ→27.6mg/ℓ、有機酸濃度は364mg/ℓ→349mg/ℓで、無添加の場合オルトリン濃度は54.7mg/ℓ→63.7mg/ℓ、有機酸濃度は364mg/ℓ→276mg/ℓであった。それぞれの【有機酸/D-P】濃度比を求めると無添加で6.7→4.3、一方600ppmでは6.7→13と倍加した。このようにPACを添加する方法を用いて、分離液の【有機酸/D-P】濃度比を高めることができた。

経過時間 h	好気状態			嫌気状態		
	Ort-P mg/ℓ	有機酸 mg/ℓ	有機酸/Ort-P	Ort-P mg/ℓ	有機酸 mg/ℓ	有機酸/Ort-P
0	111.2	842	7.6	111.2	842	7.6
1	87.1	1083	12.4	96.3	895	9.3
2	73.6	686	9.3	84.8	854	10.1
4	73.9	777	10.5	89.2	1057	11.9
6	74.2	797	10.7	91.9	1229	13.4
24	58.6	253	4.3	101.4	2147	21.2
T-P(mg/l)	293.3	TS(%)	1.7	SS(mg/l)		
						14400

2-2 受泥汚泥を嫌気状態にし、有機酸濃度を高め【有機酸/D-P】濃度比を上げる実験

北部汚泥センターの受泥汚泥を好気(連続曝気)と嫌気状態(スター-ラーによる攪拌)に分け、24時間後のオルトリン濃度と有機酸濃度の変化を調査した。結果を表-3に示す。好気状態ではオルトリン濃度は111mg/ℓ→58.6mg/ℓとほぼ半減し、有機酸濃度も842mg/ℓ→253mg/ℓと大幅に減少した。有機酸の減少は汚泥細菌のりん吸収により消費されたものと思われた。結果として【有機酸/D-P】濃度比は7.6→4.3と減少した。一方、嫌気状態ではオルトリン濃度は111mg/ℓ→101mg/ℓと変化はなかった。また、有機酸濃度は842mg/ℓ→2147mg/ℓと2.5倍に増加した。結果として【有機酸/D-P】濃度比は7.6→21.2と実に2.8倍に増加し、この方法、汚泥を嫌気状態=発酵させることによって【有機酸/D-P】濃度比を上げられることが確認できた。

2-1PAC添加法についてはSS成分が落ち、SRTが長くなり、余剰汚泥発生量が減ることにより、総りん除去量が本当に増加するの点、2-2 受泥汚泥の発酵法については消化槽を有している汚泥センターではガス発生が落ちることなど実用化には問題がある。今後の実用化への一つの参照としてここに提起する。

まとめ

- 分離液および供給汚泥の【有機酸/D-P】濃度比は南セが北セよりも高い。
- 分離液の【有機酸/D-P】濃度比は供給汚泥の【有機酸/D-P】濃度比によって規定されている。
- O5系、北セ分離液施設では【有機酸/D-P】濃度比とT-P除去率との間には強い相関が認められる。
- 北セではりん除去向上の点から分離液の【有機酸/D-P】濃度比を上げるための前処理が必要である。
- 分離液へのPACの添加、汚泥発酵などにより【有機酸/D-P】濃度比を上げることができた。