

初沈汚泥と消化汚泥の混合脱水による 脱水性検証

東水環境センター施設課

1. 背景

東灘処理場では、下水汚泥から発生する消化ガスを精製し、バイオマスエネルギーを天然ガス自動車燃料や都市ガスとして有効利用を行っていたが、令和3年度をもって都市ガス導管注入実証共同実験を終了したため、令和4年度から利用されない余剰ガスが大幅に増加しており(図-1参照)、消化ガス発生量に捉われず、汚泥運用を変えて、汚泥処理の改善の試行できる状況となった。この度、初沈汚泥の一部を消化汚泥と混合して脱水機投入を行い脱水性の改善を図り、効果検証を行った。

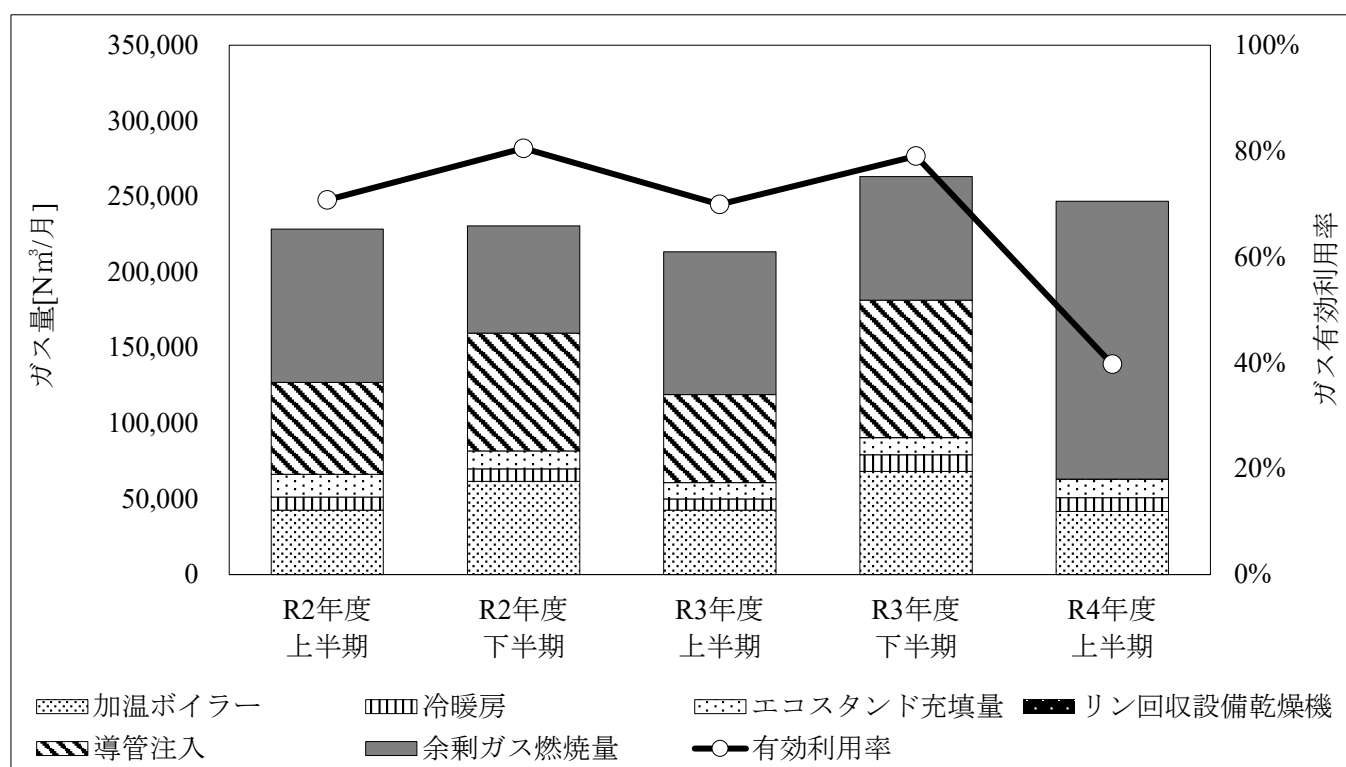


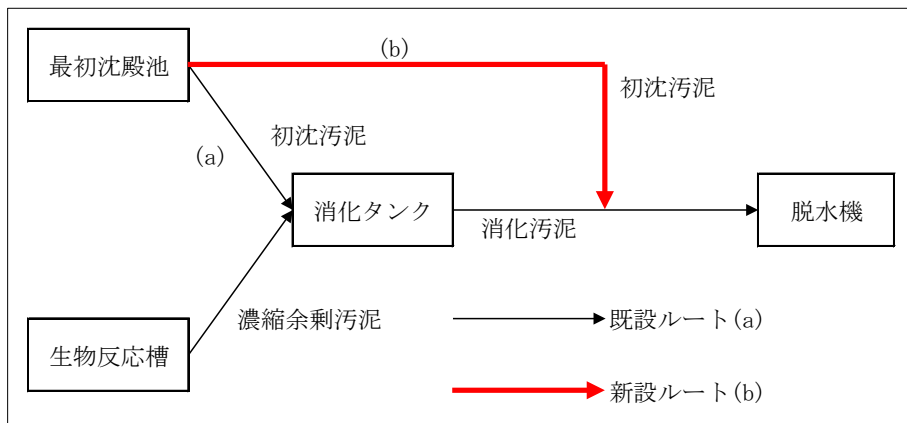
図-1 消化ガス使用状況(令和2年度上半期～令和4年度上半期)

2. 目的

本処理場では、最初沈殿池から発生する初沈汚泥と生物反応槽から発生する余剰汚泥を濃縮した濃縮余剰汚泥を消化タンクに投入し、約30日間滞留させた汚泥を消化汚泥として脱水機に投入して脱水処理を行っている。一般的に、消化汚泥は難脱水性であるが、易脱水性である初沈汚泥を混合することで、脱水性の改善を図り、脱水ケーキ含水率、発生量の減少を目指した。

3. 汚泥運用の変更

従来、初沈汚泥と生物反応槽から発生した濃縮余剰汚泥を消化タンクに投入し、約 30 日滞留させた消化汚泥を脱水機に投入していたが、今回の検証では、その消化汚泥にルート(b)を通して送泥した初沈汚泥の一部を混合させて脱水機に投入し(図－2 参照)、汚泥処理の検証を行うこととした。

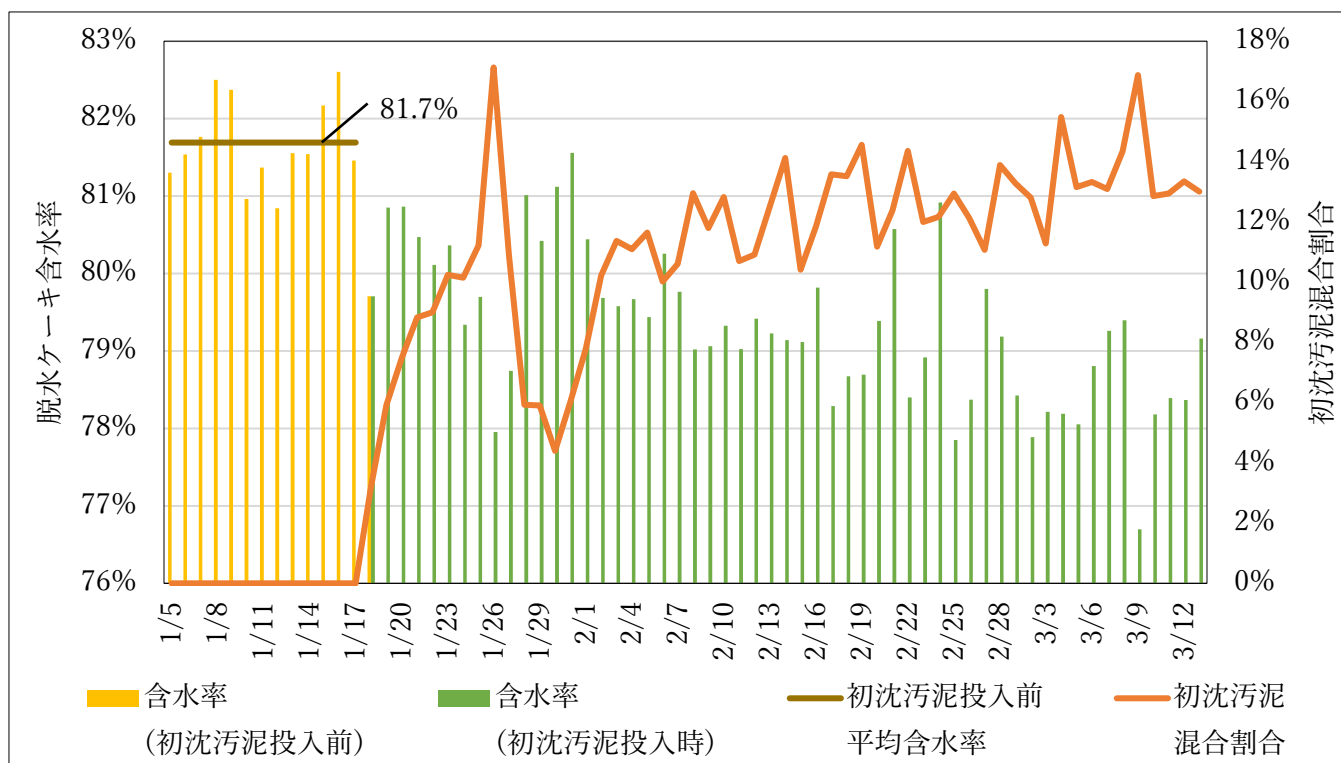


図－2 汚泥処理フロー

4. 結果と検証

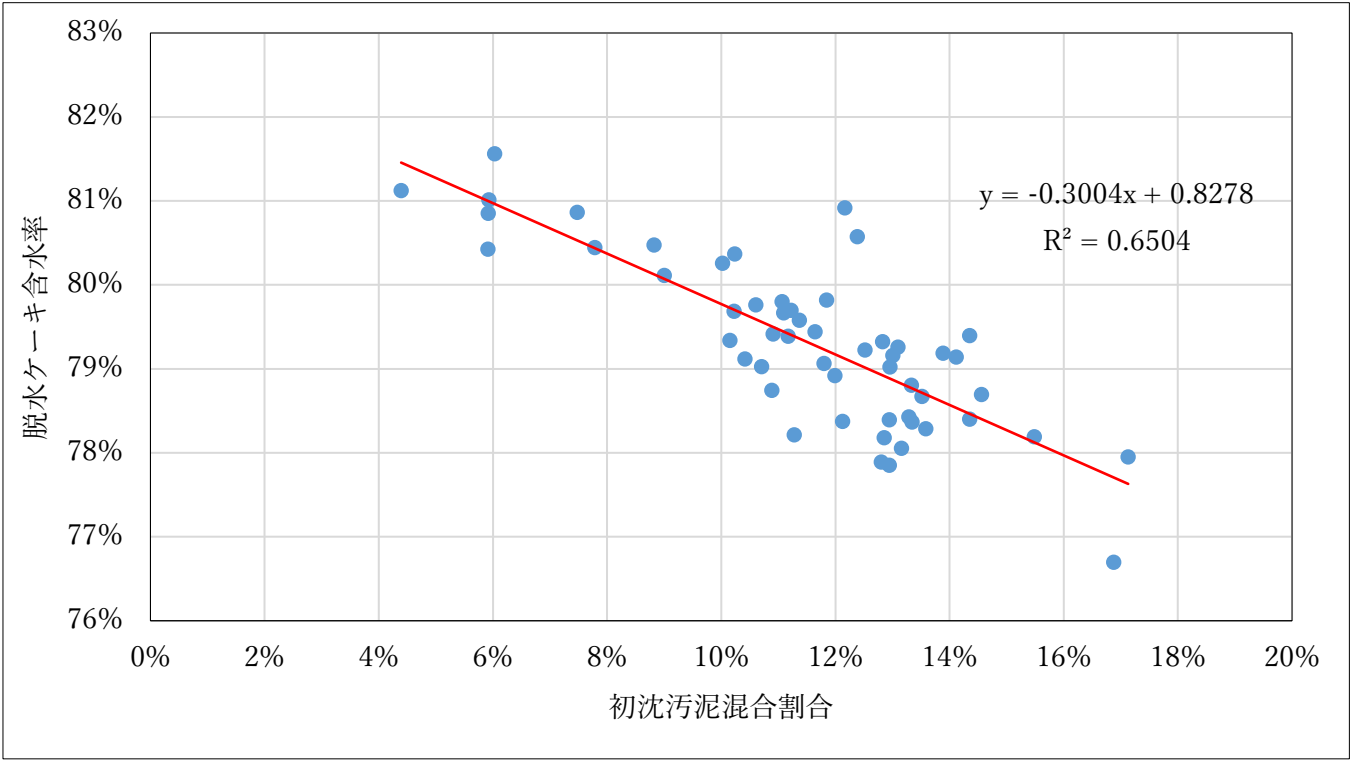
(1) 脱水機給泥中の初沈汚泥混合割合と脱水ケーキ含水率

令和 5 年 1 月 18 日より、初沈汚泥混合脱水を開始した。初沈汚泥混合割合と脱水ケーキ含水率の挙動を図－3 に示す。初沈汚泥割合を大きくするにつれて、脱水ケーキ含水率が低下した。初沈汚泥投入量設定値を一定にした 2 月 14 日から 3 月 13 日までの平均含水率は 78.8%であり、投入前の平均含水率 81.7%から 2.9 ポイント低下することができた。



図－3 初沈汚泥混合割合と脱水ケーキ含水率の挙動

初沈汚泥割合と脱水ケーキ含水率のプロットしたグラフを図－４に示す。このグラフより、初沈汚泥混合割合が 3.2～17.1%の範囲では脱水ケーキ含水率との逆相関がみられた。また、この近似式から初沈汚泥混合割合が 0、25%のときの含水率を算出した結果と初沈汚泥投入前の脱水ケーキ平均含水率(1/5～17)、また S 社による初沈汚泥混合割合が 25%のときのラボスケールの脱水試験の結果を表－１に示す。この結果より、初沈汚泥未混合時は 1.1%、25%投入時の差異は 0.5%と近い値を示しており、近似式の信頼度が高く、混合割合が 25%までの範囲であれば、実機でも初沈汚泥混合割合を増加に伴い脱水ケーキ含水率の低下できる可能性が高いと考えられる。



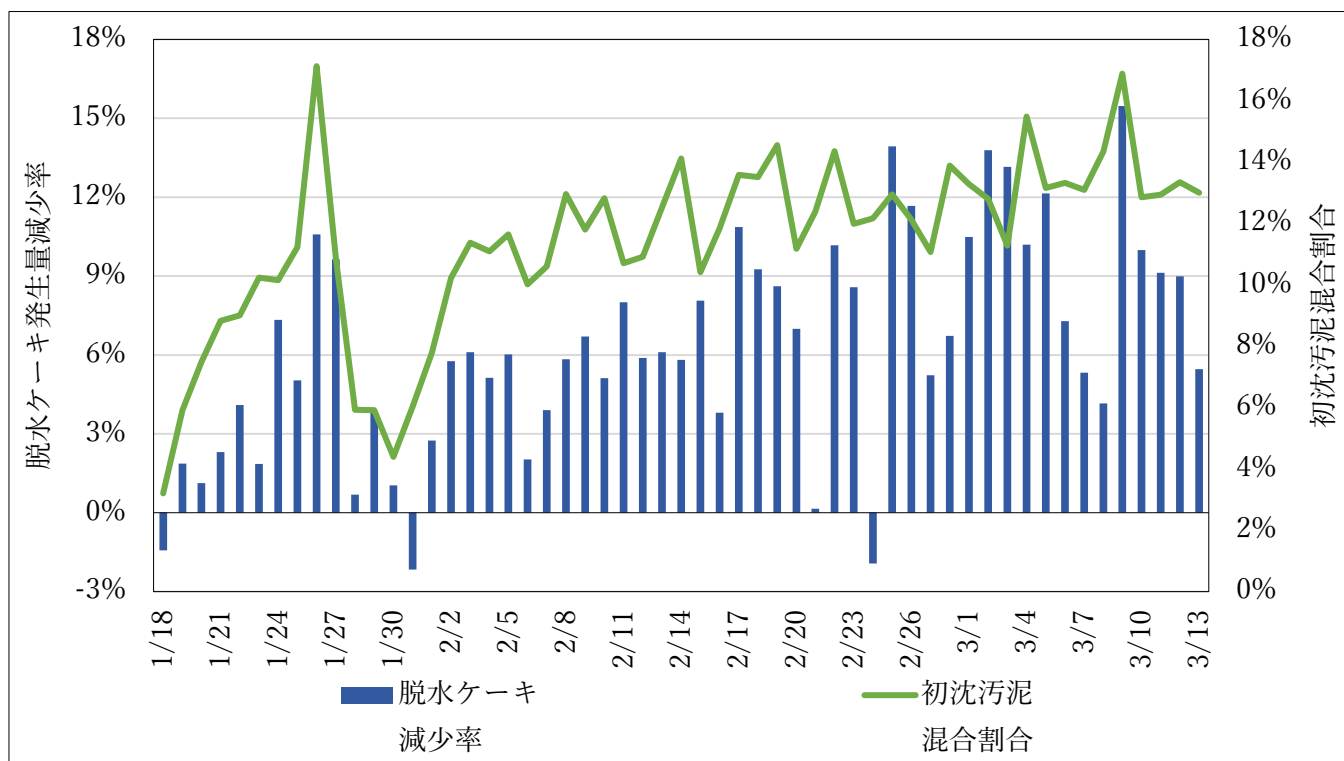
図－４ 初沈汚泥混合割合と脱水ケーキ含水率の関係

表－１ 近似式による含水率算出

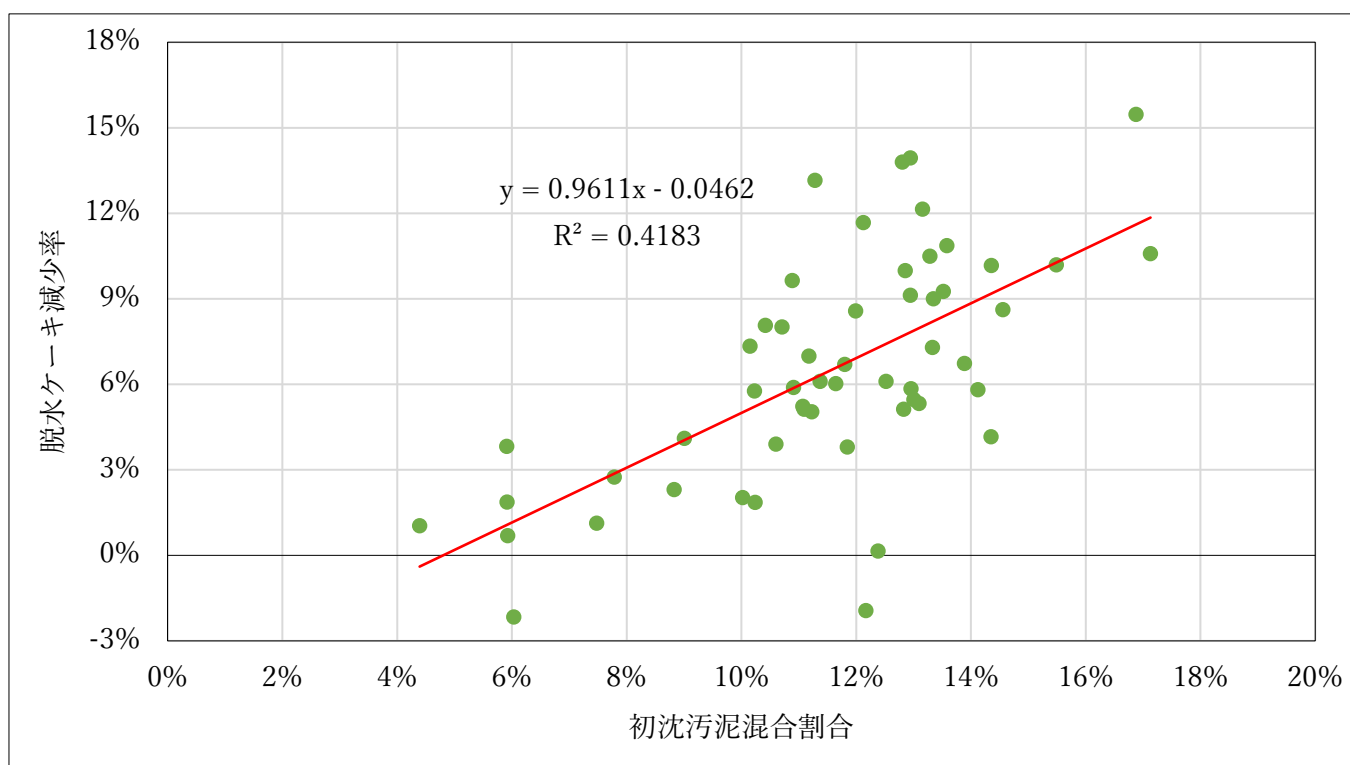
初沈混合割合	脱水ケーキ含水率 (近似式算出)	初沈汚泥未投入時 (1/5～17 平均値)	S 社ラボスケール 脱水試験
0%	82.8%	81.7%	
25%	75.3%		74.8%

(2) 脱水ケーキ発生量

初沈汚泥を混合して脱水することで、含水率が低下し、しかし、初沈汚泥を混合しているため、給泥汚泥の固形物濃度は高くなっており、初沈汚泥混合の有無により、脱水ケーキ発生量が削減できるのか検討した。脱水機給泥量の固形物濃度の上昇以上に含水率低下の効果が多く、1/18 から 3/13 までの平均脱水ケーキ発生量の減少量は 4.2t/日であった。図－５に脱水ケーキ発生量の減少率と初沈汚泥混合割合の挙動を示す。初沈汚泥混合割合の増加とともに脱水ケーキ発生量減少率は増加しており、初沈汚泥混合割合と脱水ケーキ発生量減少率をプロットしたグラフを図－６に示す。この近似式より、混合割合を 4.8%以上とすると脱水ケーキ発生量を減少させることができると算出された。



図－5 初沈汚泥割合と脱水ケーキ発生量減少率の挙動

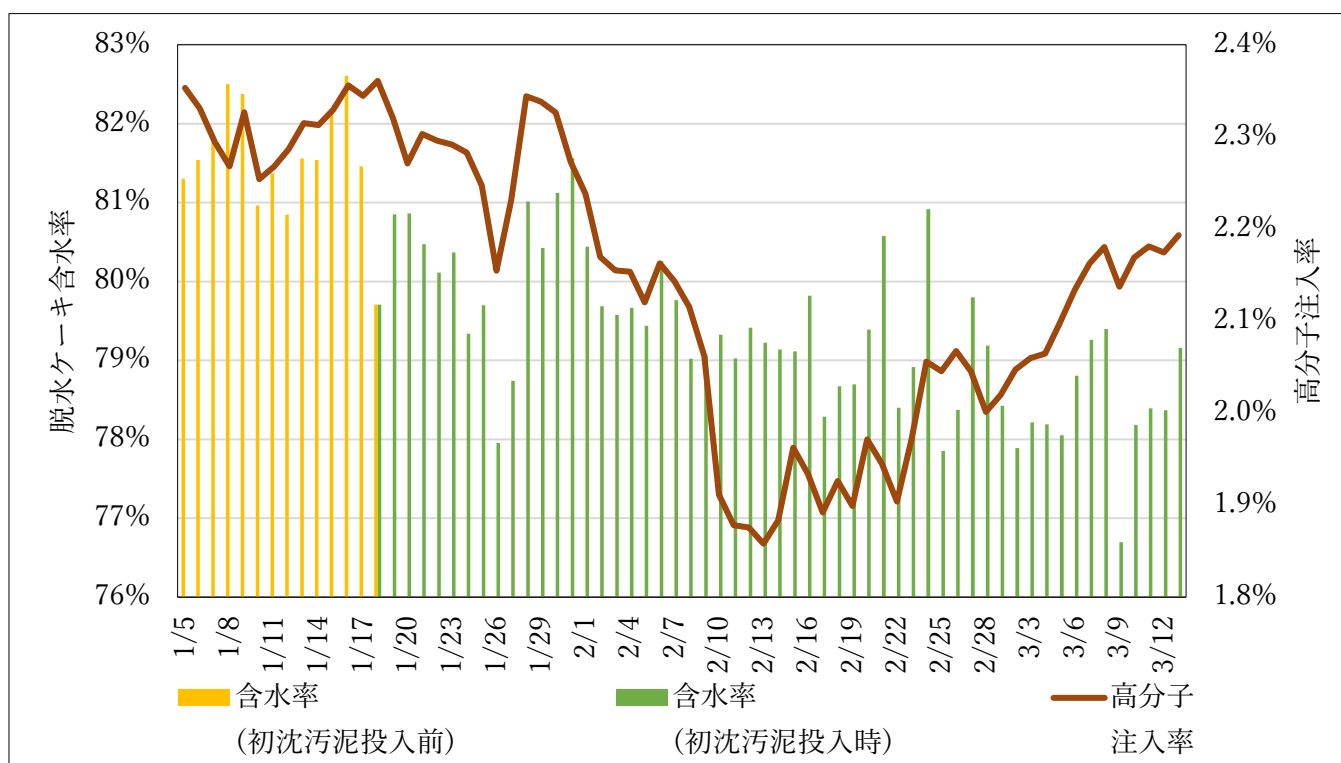


図－6 初沈汚泥割合と脱水ケーキ減少率の関係

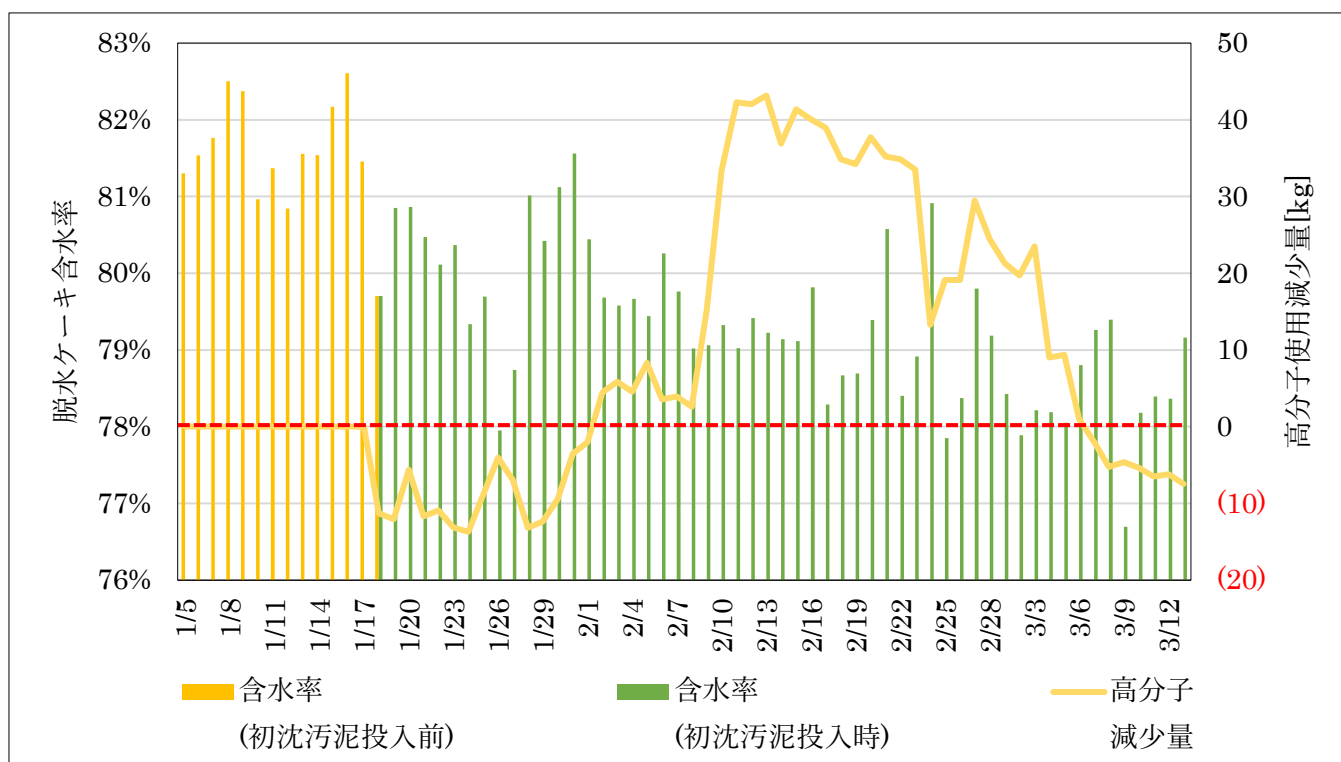
(3) 高分子注入率

初沈汚泥混合投入前後と脱水ケーキ含水率と高分子添加率の挙動を図－7に示す。投入してから、2月以降注入率を低下させたが、脱水ケーキ含水率の上昇がみられず、高分子注入率を抑えても脱水性を損ねるこ

とはなかった。初沈汚泥混合投入前後と脱水ケーキ含水率と高分子使用減少量を図－8に示す。初沈汚泥を混合することで、1/18 から 3/13 までの平均脱水高分子使用量減少量は 11kg/日であった。高分子脱水ケーキ含水率を抑えながらも高分子使用量低減できると考えられる。



図－7 初沈汚泥割合と高分子注入率の挙動



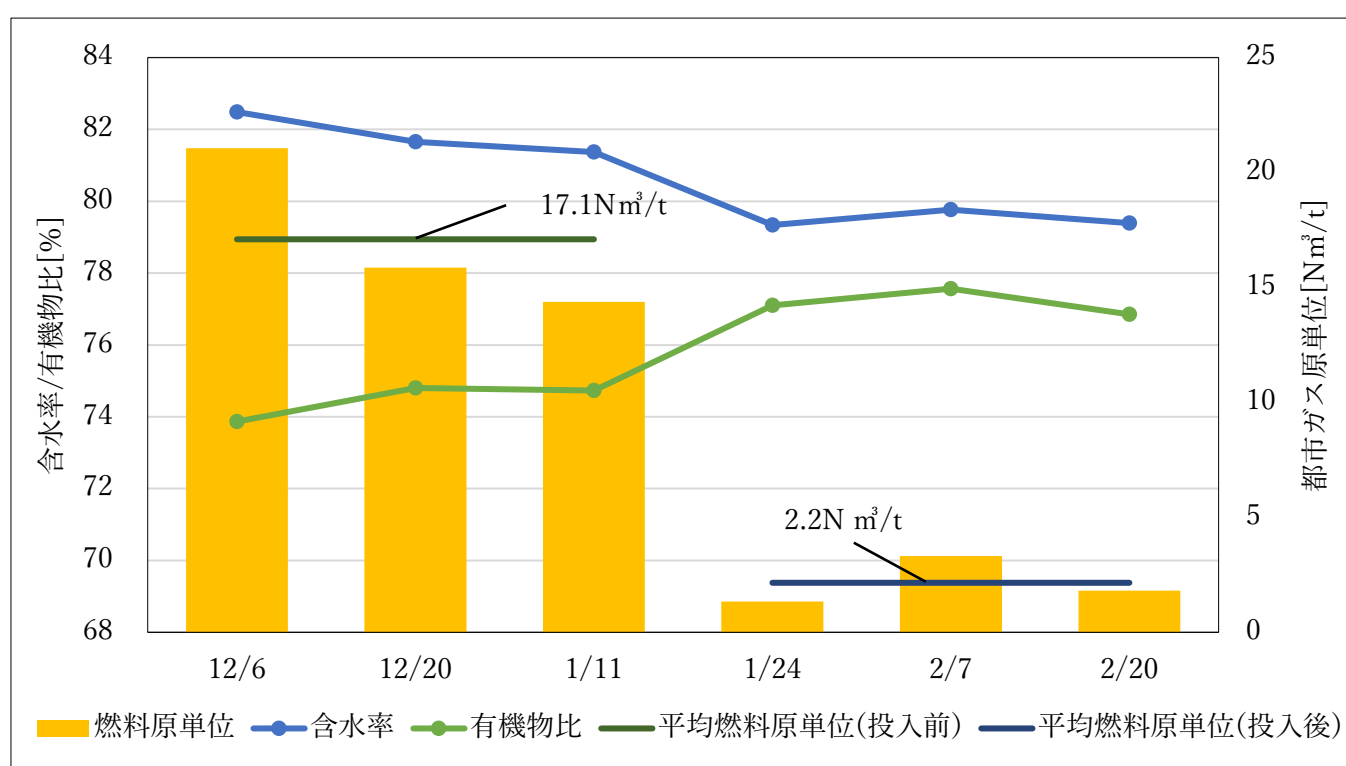
図－8 脱水ケーキ含水率と高分子使用量減少量

(4) 燃料原単位

初沈汚泥混合投入前後の脱水ケーキ汚泥の含水率と有機比率から燃料原単位を算出した(表－2 参照)。投入前は燃料原単位の平均値が $17.1\text{Nm}^3/\text{t}$ であったが、投入後に平均 $2.2\text{Nm}^3/\text{t}$ まで低下した(図－9 参照)。含水率の低下と初沈汚泥混合割合増加による有機比の増加に伴い、燃費向上に寄与されたと考えられる。

表－2 脱水ケーキ燃料原単位

初沈汚泥投入	なし			あり		
採泥日	12/6	12/20	1/11	1/24	2/7	2/20
含水率[%]	82.5	81.7	81.4	79.3	79.8	79.4
有機物比[%]	73.9	74.8	74.7	77.1	77.6	76.9
燃料原単位[Nm ³ /t]	21.1	15.9	14.4	1.3	3.3	1.8



図－9 脱水ケーキ燃料原単位

(5) 脱水ろ液

本市では、脱水ろ液を年間4回測定しており、投入前の3回と投入後の1回で各脱水機から出るろ液の結果を表－3に示した。SSにおいて、投入前は平均 264mg/L 、投入後の平均値は 143mg/L と良好であった。T-Nは、投入前は平均 712mg/L 、投入後の平均値は 735mg/L と概ね同等であった。T-Pは、投入前は平均 118mg/L であったが、投入後の平均値は 158mg/L と概ね同等であった。これらの結果より、初沈汚泥投入による脱水ろ液の悪化はみられず、返送水による下水処理への悪影響はないものとみられる。

表－3 脱水ろ液の SS / T-N / T-P 測定結果

初沈汚泥投入		なし			あり
項目	脱水機	5/24	8/23	11/15	2/20
SS [mg/L]	1 号	-	150	160	130
	2 号	-	-	160	130
	3 号	-	350	-	110
	4 号	-	740	160	200
	5 号	-	-	130	-
T-N [mg/L]	1 号	800	670	680	750
	2 号	-	-	680	740
	3 号	770	690	-	720
	4 号	810	640	760	730
	5 号	770	-	560	-
T-P [mg/L]	1 号	120	88	140	150
	2 号	-	-	160	170
	3 号	120	87	-	150
	4 号	120	83	150	160
	5 号	110	-	120	-

(6) 臭気測定結果

初沈汚泥と消化汚泥を混合することによる消化により、臭気の懸念があり、脱水機棟 1 号汚泥貯留槽脱臭ダクトの臭気を測定した(表－4 参照)。硫化水素の濃度は初沈汚泥投入により増加したものの、可燃性ガスの増加がみられなかった。作業空間では、硫化水素濃度は眼の粘膜の刺激下限界の 10ppm を下回っており、労働安全衛生上問題ない値を推移していた。

表－4 臭気試験結果

初沈汚泥投入	無し	あり	あり	あり
日時	1 月 16 日 10 : 00	1 月 23 日 9 : 30	1 月 26 日 9 : 40	2 月 14 日 10 : 00
O ₂ [%]	21.0	20.3	20.4	20.4
H ₂ S [ppm]	4.4	5.8	8.1	7.2
可燃性ガス [%LEL]	2	4	2	3

5. 課題と今後

既存の生物反応槽への初沈汚泥投入制御を使用しており、初沈汚泥を脱水機ラインに送泥すると、生物反応槽への送泥が不可となっている。このため、放流水質の悪化や消化ガス発生量を抑制できず、余剰燃焼ガス量の増加が懸念されている。

初沈汚泥直接脱水は冬季から始めたため、今のところ臭気に問題がみられていないが、高温となる夏季では、初沈汚泥腐敗による臭気発生や脱水性の低下が懸念されている。初沈汚泥の脱水機への混合投入を継続して行い、年間を通して持続可能かどうか監視していく。

6. まとめ

東灘処理場汚泥処理施設改築更新事業開始までの間、汚泥運用を変えることが可能な状況となり、1月18日より、初沈汚泥と消化汚泥の脱水機への混合投入を行った。この取り組みにより、以下の知見が得られた。

- (1)脱水ケーキ含水率低下
- (2)脱水ケーキ発生量減少
- (3)高分子注入率の低減
- (4)脱水ケーキ燃焼効率の向上

以上から、ケーキ運搬費、薬品費、燃料費のコスト抑制の効果があり、懸念されていた脱水ろ液や作業空間の臭気による問題も今のところ顕在化しておらず、汚泥処理の有効な方法であることが示された。今後、この汚泥処理を継続し、監視を続ける。