



Title	脱気処理による汚泥の重力濃縮性改善
Author(s)	萩野, 隆生; 入内嶋, 義治; 秦, 良介
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 水処理1 . 4-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 159-164
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7227">https://hdl.handle.net/2115/7227</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-4-1_p159-164.pdf



4-1

脱気処理による汚泥の重力濃縮性改善

○萩野隆生、入内嶋義治、秦 良介 (荏原製作所)

1. はじめに

近年、下水道の普及によって下水処理場で発生する汚泥量は増加し、加えて生活様式の変化による汚泥中の有機分量の上昇にとともに、汚泥の沈降性が悪化する傾向がある。特に汚泥処理設備において、重力濃縮槽の分離水水質は返流水負荷として水処理施設の処理水質に影響を及ぼし、濃縮汚泥の質、濃度は後続の汚泥脱水処理に大きな影響を与えることになる。重力濃縮槽の機能が処理施設全体の中で非常に重要な役割を担っていることは、近年、益々再認識されつつある。そこで、本研究では、重力濃縮槽の機能低下のために水処理施設と汚泥処理施設の両方の運転管理に苦慮しているA集約汚泥処理場において、特に汚泥の沈降性が悪いY到着汚泥\*を対象として、連続式真空脱気装置により脱気処理を行った結果、汚泥の沈降性に改善が見られたので以下に報告する。（\*：到着汚泥とは離れた場所に位置する下水終末処理場で発生した汚泥がパイプラインを通じて集約汚泥処理場に流れ着いた直後の汚泥を意味する。）

2. A集約汚泥処理場の概要

図1にA処理施設のフロー概略を示す。実験を行ったA汚泥処理施設は、複数の終末処理場で発生する汚泥を受け入れている。Y処理場で発生したY到着汚泥は遠方から送泥されるためにパイプライン内の滞留時間が長く、汚泥の腐敗が激しい。汚泥の腐敗に伴ないパイプライン内の汚泥中で発生した炭酸や硫化水素等のガス成分は、一部が汚泥中に溶存し、一部は微細気泡となって汚泥粒子等に付着し、残りは気相を形成する。当

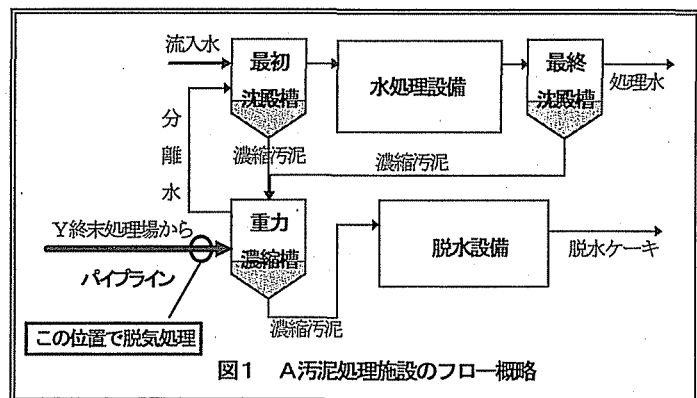


図1 A汚泥処理施設のフロー概略

当処理場にポンプ圧送されたY到着汚泥は、そのままでは重力濃縮槽において沈降せず全量浮上することが多い。そのため、現状は等量以上の希釈水と混合することにより汚泥の沈降性を高める方法をとっている。しかし、夏期等は汚泥浮上の傾向が著しく、他の到着汚泥の沈降性にも悪影響を及ぼし、重力濃縮槽のSS回収率が50%を下回る場合もある。

今回、提案する汚泥の沈降性改善システムは、Y到着汚泥が重力濃縮槽に流入する前段階においてY到着汚泥に対してのみ脱気処理を行うものであり、その他の既存の汚泥処理フローは変更を行わないものである。

3. ベンチスケール実験

3.1 実験装置

図2に実験装置の概略図を示す。実験装置は有効容量11.6Lの脱気装置本体と、給泥ポンプ、真空ポンプ、排泥ポンプの3つのポンプで構成される。脱気装置本体の形状は上部が円筒形、下部が円錐形の密閉型タンクで、タンク内中央上部には高速回転する分配機が配備されている。

汚泥は給泥ポンプにより連続的に脱気装置本体に供給される。投入された汚泥は高速回転する分配機上で薄膜状にされた後、分配機の遠心力でタンク内壁面に衝突する。汚泥は壁面をつたって底部に溜まり、排泥ポンプにより排出される。本体タンク内は真空ポンプにより常時一定の真空度に維持されており、薄膜状にされ、衝突して飛散した状態の汚泥粒子は、真空下において短時間で効率よく脱気される。

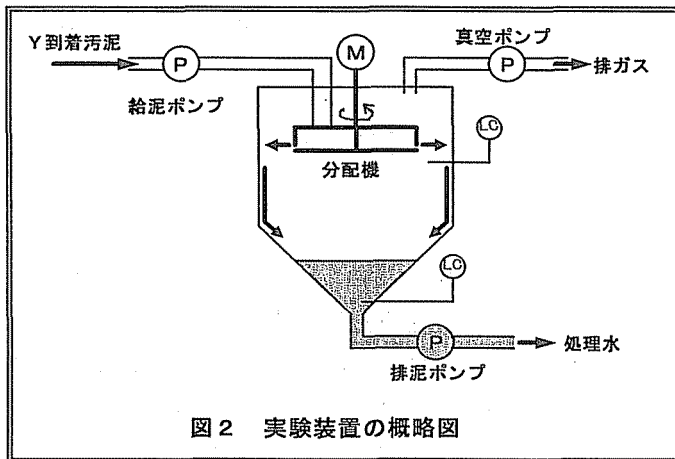


図2 実験装置の概略図

### 3.2 実験方法

表1に実験条件を示す。実験は既設重力濃縮槽近辺で行い、対象汚泥は到着直後のY到着汚泥を使用した。実験系列①～④は、脱気装置により真空度 (-)93.3kPa、処理流量 300 l/h の条件で脱気する①系列、攪拌機により脱気を行う②系列、汚泥を工水等により2倍希釈し攪拌する③系列、及び無処理の④系列とした。②～④系列は①系列の対照系である。汚泥の沈降性の評価は、処理後の汚泥を1L用メスシリンダーに採取し、2時間後の汚泥沈降界面により評価した。2時間で汚泥が全量沈降した場合は更に18時間沈降させて、汚泥の再浮上を確認した。実験は、夏期の8月に行った。

表1 実験条件

系列No	処理方法	処理条件
①	脱気	処理流量: 300 l/h、 真空度: (-)93.3kPa
②	攪拌	攪拌機回転数: 200~350 rpm 攪拌時間: 2~5 min
③	希釈+攪拌	処理場内の工水等により2倍希釈後攪拌。攪拌条件は②と同じ
④	無処理	無処理

### 3.3 汚泥性状

本実験の対象汚泥の性状を表2に示す。

表2 対象汚泥の性状

採取月	水温 (°C)	pH (-)	TS (g/l)	SS (g/l)	VTS (%)	VSS (%)	コイト荷電量 (meq/l)	M7アルカ度 (mg/l)
8月	26.4	5.8	7.0	6.5	80.0	81.4	(-)0.0495	170

### 3.4 実験結果

図3に汚泥界面高さの経時変化を示す。

①系列は、汚泥は全量沈降し、2時間後の汚泥体積は最初の24%に減少した。

②系列は、攪拌条件が200rpm×2minの場合は汚泥が全量浮上し、350rpm×5minの場合は全量汚泥が沈降した。沈降汚泥体積は最初の47%に減少した。

③系列は、②系列と同様に、攪拌力が小さい場合は汚泥が全量浮上し、攪拌力が大きい場合は汚泥が全量沈降した。沈降汚泥体積は2倍希釈前の体積の30%に減少した。

無処理の④系列は、汚泥が全量浮上し2時間後の汚泥体積は最初の22%まで減少した。

汚泥が沈降した①～③系列と④系列を延べ20時間静置させた時の汚泥界面の様子を図4に示す。

延べ20時間静置後の汚泥の沈降状態は、脱気処理を行った①系列を除く全ての系列において、汚泥の一部ないし全てが浮上した。汚泥中の微生物による生物代謝が再度進行し、硫化水素、炭酸ガス等の気泡が発生し汚泥が浮上したと思われる。脱気処理には微生物の活性を低下させる効果があると思われる。

ベンチスケールの本実験結果から、脱気処理による汚泥の沈降性改善効果が示唆されたことから、次にパイロットスケールの実験プラントによる連続実験を行うこととした。

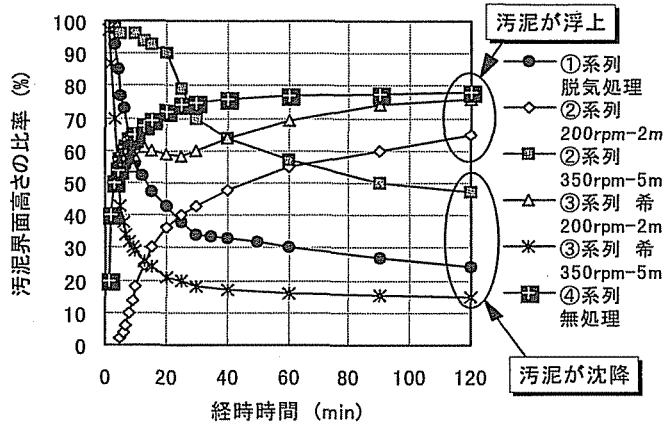


図3 汚泥界面高さの経時変化

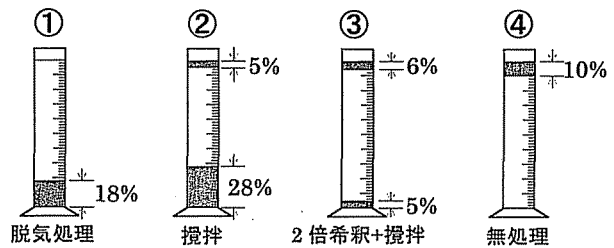


図4 20時間静置後の汚泥の沈降状態

#### 4. パイロットスケール連続実験

##### 4.1 実験プラント概要と実験条件

図5に実験装置フローを示す。脱気処理はY到着汚泥に対して重力濃縮槽に投入される直前に行った。実験系列はY到着汚泥に対して脱気処理を行う系（脱気系）と、攪拌槽で攪拌を施す系（対照系）の2系列である。実験条件は、汚泥処理量：1.5 m<sup>3</sup>/h、滞留時間は脱気装置：1分20秒、攪拌槽：8分、重力濃縮槽：10時間とし、脱気装置の真空度：(-)93.3kPaG、対照系の攪拌槽攪拌機周速：3.5m/sとした。

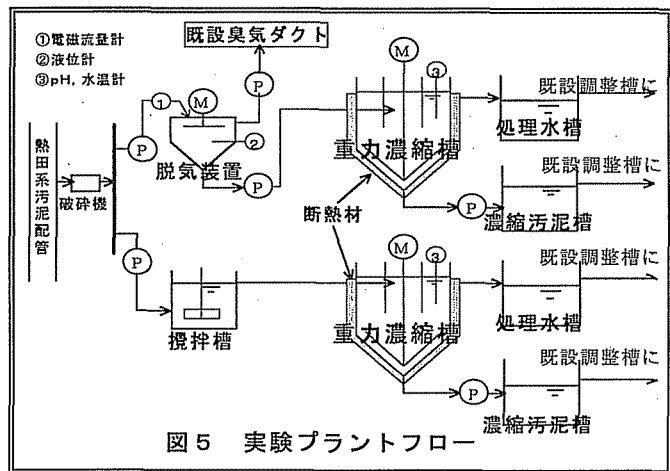


図5 実験プラントフロー

##### 4.2 汚泥性状

本実験の対象汚泥の性状を表3に示す。

表3 対象汚泥の性状

採取月	水温 (°C)	pH (-)	TS (g/l)	SS (g/l)	VTS (%)	VSS (%)	コロド 荷電量 (meq/l)	M7ルカ度 (mg/l)
'99年8月	26.4	5.8	7.0	6.5	80.0	81.4	(-)0.0495	170
'99年10月	24.6	5.6	7.3	6.3	76.7	77.6	(-)0.0501	176
'00年1月	14.8	6.4	8.0	7.5	81.3	84.0	(-)0.1245	260
'00年5月	20.9	6.1	5.2	5.1	77.2	79.8	(-)0.0747	110

### 4.3 実験結果

#### 4.3.1 沈降濃縮試験

図6に原汚泥と濃縮汚泥濃度の変化を、次頁の表4にパイロット連続実験結果を示す。実験は季節毎に1回ずつの計4回行い、1回の実験で約1週間の連続試験を行った。

原汚泥濃度の季節毎の平均値は 5.1～6.7g/l の範囲で変動し、夏期が最も濃度が低かった。全シーズンを通じて脱気系の重力濃縮槽にはスカムが全く発生しなかった。一方、対照系は、全シーズンスカムが発生した。特に夏期、秋期の2シーズンはスカム発生量が非常に多く、原汚泥SSの約15%が重力濃縮槽上部にスカムとして浮上した。2系列の濃縮性能の差が顕著であった夏期データでは、脱気系の濃縮汚泥濃度平均値が 19.9g/l、対照系が 15.4 g/l で、脱気系の方が 4.5g/l 大きかった。上澄水SSは、脱気系 0.7g/l に対して対照系 1.1g/l で、脱気系の方が 0.4g/l 小さかった。対照系の上澄水濃度はスカムの間隙を抜けた上澄水の濃度である。スカムを考慮した上での重力濃縮槽のSS回収率は、脱気系 86.6% に対して対照系 67.0% で、脱気系の方が 19.6ポイント高かった。

冬期、春期の2シーズンは、先の2シーズンと比較して2系列の差は小さく、周速 3.5m/sec の攪拌羽根による攪拌処理のみでもある程度の沈降性改善が見られた。冬期の脱気系の濃縮汚泥濃度は 27.9g/l、対照系が 25.9 g/l で、脱気系の方が 2.0g/l 大きかった。上澄水SSは、脱気系 0.7g/l に対して対照系 0.8g/l で、脱気系の方が 0.1g/l 小さかった。スカムを考慮したSS回収率は、脱気系 92.1% に対して対照系 90.5% で、脱気系の方が 1.6ポイント高かった。

#### 4.3.2 汚泥からの発生ガス濃度

図7に汚泥からの発生ガス濃度(1月)を示す。この発生ガス濃度は汚泥と空気を等量ずつテトラパック内に封入し、8時間後に気相中のガス濃度を検知管にて測定したものである。

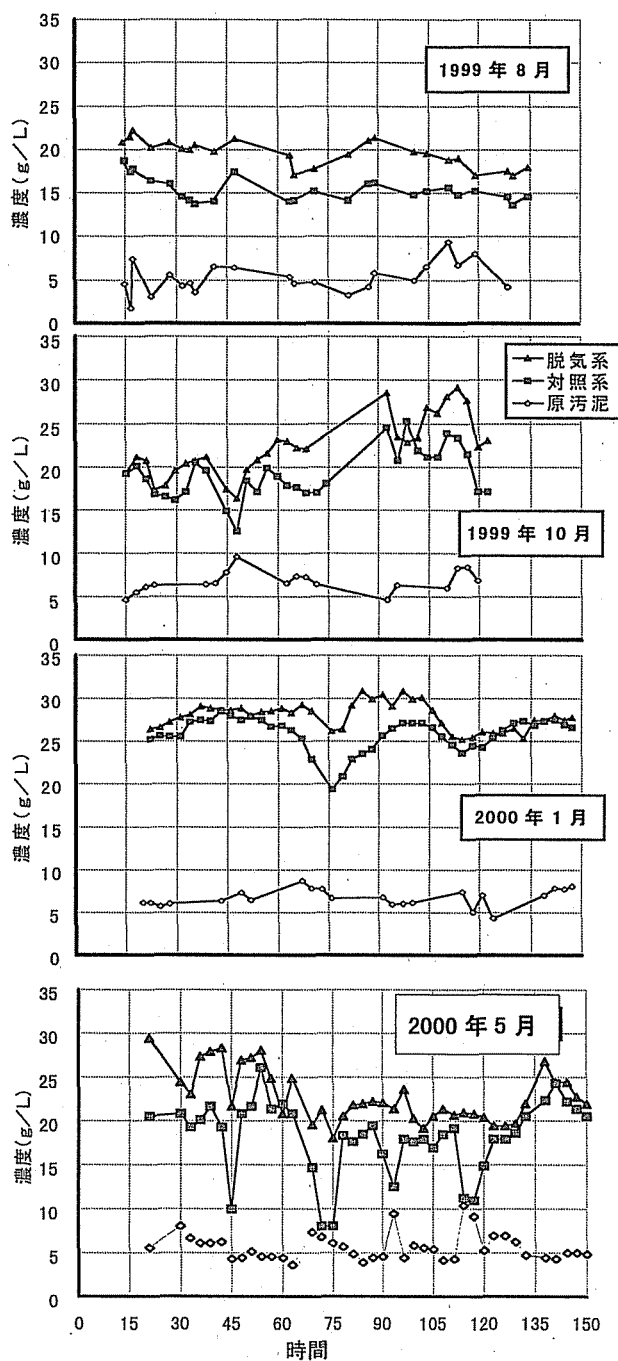


図6 原汚泥の濃縮汚泥の変化

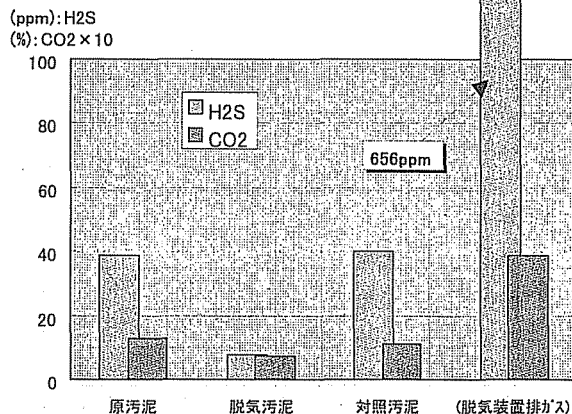


図7 汚泥からの発生ガス濃度(1月)

汚泥に脱気処理を施すことで、汚泥から発生するガス濃度が低下した。特にH<sub>2</sub>Sについて、その効果は顕著であった。攪拌処理では、原汚泥とほぼ同等のガス濃度が検知された。H<sub>2</sub>SやCO<sub>2</sub>のガスは微生物の代謝により発生すると考えられることから、脱気装置は微生物の活性を低下させている可能性がある。また、脱気装置の排ガスの濃度レベルは比較的高く、特にH<sub>2</sub>Sは平均で656ppmであった。

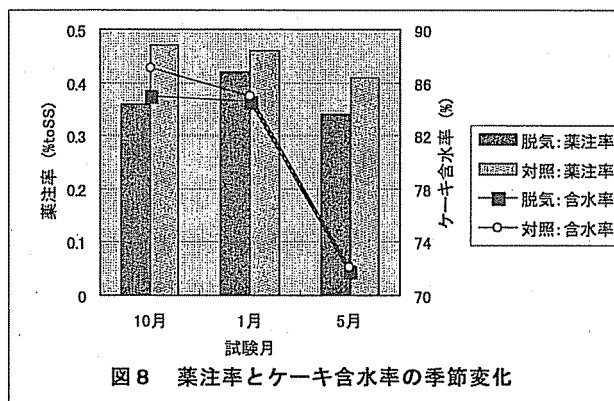


図8 薬注率とケーキ含水率の季節変化

#### 4.3.3 濃縮汚泥の簡易脱水試験結果

図8に簡易脱水機を用いて2系列の濃縮汚泥をそれぞれ脱水した場合の凝集剤添加率(薬注率)と脱水ケーキ含水率の変化を示す。薬注率とケーキ含水率はともに脱気系の方が対照系よりも小さく、薬注率で約1~2割、ケーキ含水率で0.3~2.1ポイントそれぞれ脱気系の方が小さくなった。ただし、ケーキ含水率に関しては重力濃縮性の差が比較的小さかった1月と5月は0.3~0.4ポイントとわずかな差であった。

表4 パイロット実験結果

	実験系	pH	汚泥濃度 (g/L)	上澄水濃度 (g/L)	SS回収率 (%)	H <sub>2</sub> Sガス (ppm)	CO <sub>2</sub> ガス (%)	ポリマ添加率 (%toSS)	ケーキ含水率 (%)
1999年8月	原汚泥	5.8	5.1	-	-	-	-	-	-
	脱気系	6.2	19.9	0.7	86.6	-	-	-	-
	対照系	5.6	15.4	1.8	67.0	-	-	-	-
1999年10月	原汚泥	5.7	6.6	-	-	-	-	-	-
	脱気系	5.9	21.6	1.4	85.6	-	-	0.36	85.0
	対照系	5.4	18.3	2.9	64.5	-	-	0.47	87.1
2000年1月	原汚泥	6.3	6.7	-	-	39.0	1.3	-	-
	脱気系	6.9	27.9	0.7	92.1	7.8	0.7	0.42	84.6
	対照系	6.0	25.9	0.8	90.5	40.2	1.1	0.46	85.0
2000年5月	原汚泥	6.7	5.9	-	-	38.3	2.2	-	-
	脱気系	6.4	22.8	0.6	90.5	8.3	1.0	0.34	71.8*
	対照系	6.1	18.9	0.7	89.5	62.5	2.0	0.41	72.1*

注1) 表中の数値は実験期間中に収集したデータの平均値である。

注2) \*の試験では脱水試験機を変更した

#### 5. まとめ

本実験により明らかとなった点を以下に示す。

- (1) 腐敗性の高いY到着汚泥は、季節を問わず脱気処理を施すことで重力濃縮槽内でのスカムの発生は完全に抑制することができた。更に、脱気した汚泥は、重力濃縮槽内にて10時間の滞留時間が経過した後も、再浮上することなく安定した沈降性を示した。
- (2) Y到着汚泥に対して「周速3.5m/sの攪拌力×8分間」程度の攪拌力を与えるのみでは、スカム発生阻止は困難であった。特に夏期と秋期は対照系において大量のスカムが発生した。
- (3) SS回収率は脱気系では対照系に比べて夏期、秋期において20ポイント前後向上し、夏

期は 86.6%、秋期は 85.6%となった。

- (4) 濃縮汚泥濃度は脱気系の方が対照系よりも全般的に高く、特に汚泥の腐敗が激しい夏期において、脱気系では対照系に比べて 5g/L 程度高くなった。
- (5) 汚泥から発生するガス濃度を計測した結果、脱気処理を施すことで、汚泥から発生するガス濃度は抑制された。
- (6) 濃縮汚泥に対する凝集及び脱水試験の結果、脱気系では対照系に比べて薬注率で約 1～2 割、ケーキ含水率で 0.3～2.1 ポイントの優位性が認められた。
- (7) 冬期と春期は、攪拌処理のみで脱気処理とほぼ同等の汚泥の沈降性改善効果が得られた。