

実下水処理場のベルトプレス脱水機を用いたバイオマス混合脱水における
バイオマス投入箇所の影響

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○山崎 廉予
正会員 岡安 祐司

1. はじめに

平成 30 年 6 月に閣議決定された循環型社会形成推進基本計画において、「下水処理場を地域のバイオマス活用の拠点とし、（中略）エネルギー回収効率の向上を推進する」と明記されている。生ゴミ等の食品系バイオマスやし尿などの汚泥系バイオマスは、下水汚泥との混合嫌気性消化の事業化が進んでいる¹⁾。一方、河川堤防や公園等で発生する刈草や剪定枝等の草木系バイオマスは、エネルギー収支やコストに見合う有効利用方法は、未だ開発の余地がある状況である。本研究室では、草木系バイオマスを下水汚泥の脱水助剤として活用する技術開発を行っている。既存の研究において、消化汚泥に対して、刈草を固形物比で 10%～15%混合して脱水することで、脱水ケーキの含水率低減効果や発生量削減効果がみられることを示した^{2),3)}。本稿では、長崎県時津町にある時津浄化センターにおいて、ベルトプレス脱水機を用いた消化汚泥のバイオマス混合脱水試験を行った結果について報告する。既存の研究^{2),3)}では、凝集混和槽へバイオマスを投入していたが、本試験では汚泥貯留槽へ投入しおり、その影響を分析した。

2. 方法

時津浄化センターは、1 日あたりの流入水量が約 10,000 m³ の中規模処理場である。汚泥処理で消化を行っており、1 日あたり約 90 m³ の消化汚泥（TS（Total Solids：固形物濃度）1.4～1.7%程度）を、ベルトプレス脱水機 1 台により脱水している。表-1 に、消化汚泥の性状を示す。バイオマス混合脱水試験は、時津浄化センターを維持管理する株式会社協環が SDGs の一環として、冬季の 10 日間で実施した。バイオマス混合脱水時の凝集剤添加率は、汚泥の固形物量比で 1.0～1.5%程度で、1 日の運転の間に数回調整された。同時期に行った汚泥のみの脱水の凝集剤添加率は、1.0～1.7%程度であった。バイオマスは、時津町内で収集された刈草を使用した。刈草は、10mm スクリーンを設置した樹木粉碎機で 10mm 程度に破碎したものを使用した。刈草の混合

割合は、汚泥の固形物量に対して、刈草の湿潤重量で 15%を目安とした。実験時の刈草の含水率は、5.8%程度であった。汚泥貯留槽上部のマンホール蓋を開け、予め小分けに袋詰めしたバイオマスを、槽外から人力

で投入した。汚泥貯留槽中の消化汚泥の容量に対して、必要量の刈草をまとめて投入した。汚泥貯留槽中の汚泥が減少したら、追加する汚泥量に対する刈草量を投入するという方法で、1 日あたり 5 回の投入を繰り返した。脱水ケーキは、1 日の脱水機の運転中に数回採取し、TS を測定し、含水率を算出した。また、VS（Volatile Total Solids：有機物濃度）を測定して灰分割合を算出し、脱水ケーキと草の灰分割合から、実際のバイオマス混合割合を試算した。脱水ケーキ発生量は、1 日 1 回測定される搬出用トラックでの計測値を参考にした。脱水機への汚泥供給量は日々変動があり、脱水ケーキ発生量を一定にすることは難しいため、汚泥供給量あたりの脱水ケーキ発生量を算出し、脱水ケーキの発生割合として、バイオマス混合時と汚泥のみ時で比較した。

3. 結果

脱水ケーキ中へのバイオマスの混合について、汚泥貯留槽でバイオマスの投入を行ったことで、凝集混和槽へ投入していた時に見られた、脱水ケーキ中のバイオマスの混合の偏り³⁾はみられなくなった。また、凝集剤よりも先に消化汚泥とバイオマスを混合したことで、バイオマスが凝集ブロックの核として働き、目視ではあるが、凝集ブロックが強くなる傾向がみられた。バイオマス混合脱水ケーキ中のバイオマスの混合割合は、脱水機から排出される時間や日によって増減する傾向がみられた。これは、汚泥貯留槽中に滞留してしまうバ

表-1 消化汚泥の性状

項目	単位	測定値
pH	—	6.9
Mアルカリ度	mgCaCO ₃ /L	2,090
浮遊物質	mg/L	12,700
蒸発残留物	mg/kg	16,400
固形物質濃度(TS)	%	1.40
有機物濃度	%/TS	82
粗蛋白質	%/SS	10.7
繊維状物(100メッシュ)	%/SS	4.9
繊維状物(200メッシュ)	%/SS	16.6
アニオン度	mEq/g-TS	0.24
電気伝導率	mS/m	398

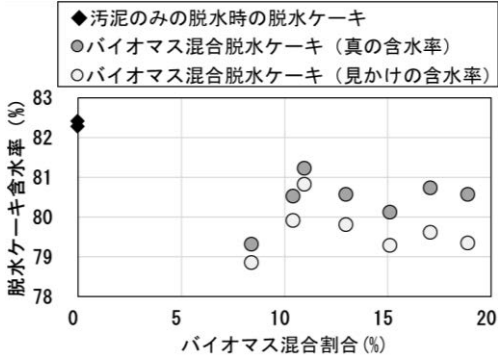
キーワード 汚泥脱水、草木系バイオマス、脱水助剤、消化汚泥、汚泥貯留槽
連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所先端材料資源研究センター,029-879-6765

イオマスが一定量存在するためと考えられる。しかし、
継続してバイオマスの投入を行うことで、滞留したバ
イオマスも排出される可能性があり、試験後半では、脱
水ケーキ中へのバイオマス混合割合は安定する傾向で
あった。

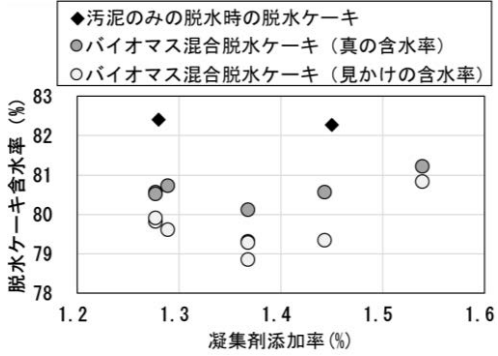
バイオマス混合割合および凝集剤添加率と脱水ケー
キの含水率を比較した結果を図-1 に示す。バイオマス
混合脱水と汚泥のみの脱水において、汚泥供給量が同
程度であった日の結果を抜粋して比較した。図-1 (a)
より、バイオマス混合割合は、8~19%とばらつきはあ
るものの、バイオマスを混合することで、脱水ケーキ
の含水率（見かけの含水率）が低減した。また、バイオ
マス混合脱水ケーキ中の汚泥のみの含水率（真の含水率）
と汚泥のみの脱水時の含水率を比較した場合も、1 ケ
ース以外は、バイオマス混合ケーキの含水率が低かった。
図-1 (b) より、真の含水率が汚泥のみの脱水時の含水
率より高くなったケースは、凝集剤添加率が汚泥のみ
よりも高いケースであった。過去の知見 ⁴⁾ より、バ
イオマスを混合する場合に凝集剤添加率が必要以上に高
いと、脱水ケーキの含水率の低減効果が減少すること
が示されている。これは、汚泥ブロックが強固になるこ
とで、汚泥中に取り込まれきれなかったバイオマスが、
脱水助剤としての効果を発揮しにくくなるためと考え
られる。また、脱水ケーキの含水率が最も低い凝集剤添
加率は、1.37%であった。過去の知見 ⁴⁾ と同様、汚泥
のみの脱水時の最適な凝集剤添加率よりも低いところに、
バイオマス混合脱水ケーキでの最適な凝集剤添加率が
みられることが示された。本試験条件の範囲では、バ
イオマス混合脱水ケーキの含水率を最大限低減化するた
めの凝集剤削減割合は 10%(汚泥の固形物量比で 1.52%
から 1.37%へ削減) と示された。図-1 で示した実験日
における脱水機への汚泥供給量あたりの脱水ケーキ発生
量を比較した結果を表-2 に示す。汚泥のみで脱水した
日と比較して、バイオマス混合脱水を行った日におい
て、汚泥供給量あたりの発生量が 6.6%削減できる結果
であった。

4. まとめ

消化汚泥のベルトプレス脱水を行っている下水処理
場において、バイオマス混合脱水試験を実施した。その
際、汚泥貯留槽へバイオマスを投入したが、それにより、
脱水ケーキ中へバイオマスを均一に混合できることが
示され、汚泥貯留槽への投入の利点が示された。脱水ケ



(a) バイオマス混合割合と脱水ケーキ含水率の比較



(b) 凝集剤添加率と脱水ケーキ含水率の比較
図-1 バイオマス混合脱水試験における脱水ケーキ
の含水率の比較

表-2 脱水ケーキ発生割合の比較

	実験日	汚泥供給量あたりの発生量 (t/m3)
汚泥のみの脱水	①	0.071
	②	0.073
バイオマス混合脱水	①	0.069
	②	0.065

ーキ中へのバイオマスの混合割合は、設定値から増減
するが、含水率低減効果がみられた。また、含水率低減
効果を最大にするには、凝集剤添加率を汚泥のみの脱
水の最適添加率よりも 10%削減した方がよいことが示
され、凝集剤使用量の削減が見込める結果であった。バ
イオマス混合脱水ケーキの発生割合は、汚泥のみの脱
水時と比較して、6.6%削減できる可能性が示された。

謝辞 バイオマス混合脱水試験においては、時津浄化セ
ンター関係者の皆様に多大なるご協力を頂いた。ここ
に記して謝意を示す。

参考文献

1) 閣議決定:循環型社会形成推進基本計画 2015
https://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku/keikaku_4.pdf (参照:2023.2.9)

2) 山崎ら:草木系バイオマスの活用による下水汚泥の
脱水性向上とその効果, 下水道協会誌, 54, 698,
pp.98-107, 2020

3) 山崎ら:実下水処理場のベルトプレス脱水機を用い
た消化汚泥と植物系バイオマスの混合脱水システ
ムの効果, 下水道協会誌, 60, 725, pp.96-103, 2023

4) 山崎ら:植物系バイオマス混合脱水における混合条
件による汚泥脱水効果の違い, 環境工学論文集 第
59 巻, 78, 7, pp.III_431-III_440, 2022