

珠洲市バイオマスメタン発酵に関する性能評価研究

資源環境研究部 研究員
岩下 真理



1 研究の背景と目的

珠洲市は、①下水汚泥、浄化槽汚泥、農業集落排水汚泥、し尿、生ゴミ等を個別処理しており処理費用が高い、②下水汚泥処分量増大に伴う処理費用の増大、③市町村合併により珠洲市単独でし尿処理を行わなければならない、という行政的課題を抱えており、これらを包括的に解決する汚泥処理方式を必要としていた。

このため、地球温暖化や資源有効利用による循環型社会への貢献という社会的背景から、既存のインフラである珠洲市浄化センターに着目し、「珠洲・バイオマスエネルギー推進プラン」を掲げて、下水汚泥、浄化槽汚泥、農業集落排水汚泥、し尿、生ゴミのバイオマスを複合的に処理する施設を建設した。

この施設では、五つのバイオマスを混合、メタン発酵させ、その過程で発生したバイオガスは発酵槽の加温や汚泥乾燥のエネルギーとして場内利用し、発酵残渣は乾燥後にペレット状に成形し肥料として地域に配布している。

本施設は、平成17年度の実用化研究および平成18年度の追加調査に基づき建設され、平成19年8月から本格稼働しており、実設備の運転状況を調査して平成17年度の実用化研究で設定した計画値、検討内容の妥当性を検証し、施設導入の効果を評価することを目的とする。

2 施設概要

本施設の概要を以下に示す。

<施設名称>

○珠洲市浄化センター

<水処理施設>

○計画日最大汚水量 3,600m³/日（現有）

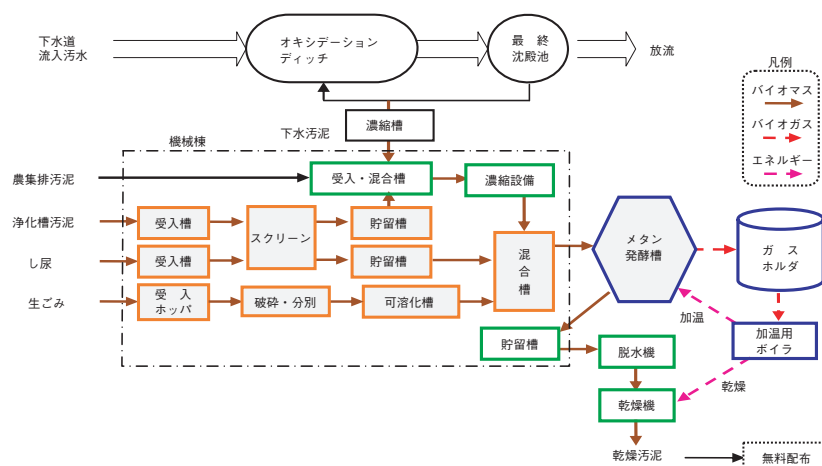
○水処理方式 オキシデーションディッチ法

<メタン発酵施設>

○計画日最大処理量 51.5t/日

○処理方式 中温メタン発酵方式

（発酵温度37℃）



図ー1 処理フロー図

3 主要設備構成

(1) 受入・前処理設備

生ゴミは週3回パッカー車によって収集・搬入され、メタン発酵不適物の分別処理とバイオマスの回収率を高めるための破砕処理を同時に行った後、生ゴミ中の油脂類の分解促進、流動性の向上を目的として可溶化処理（50℃、滞留時間1日以上）される。

農業集落排水汚泥、浄化槽汚泥およびし尿はバキューム車で搬入され、そのうち浄化槽汚泥とし尿はスクリーンで夾雑物を除去後、それぞれ貯留槽に貯められる。

下水汚泥・農業集落排水汚泥・浄化槽汚泥は固形物濃度が低いため、遠心濃縮機で濃縮される。

(2) メタン発酵設備

前処理された各バイオマス原料は混合槽で混合・均質化され、メタン発酵槽に投入される。メタン発酵槽内の汚泥は約37℃（中温発酵）に保たれ、メタン生成細菌の働きによって、有機物がメタンガス、二酸化炭素、水素などに分解（メタン発酵）される。

(3) ガス利用設備

発生したバイオガスは、乾式脱硫後、可溶化槽・メタン発酵槽加温用のボイラ、ならびに脱水汚泥乾燥用の蒸気ボイラの燃料として有効利用される。

(4) 汚泥脱水・乾燥設備

メタン発酵残渣は、脱水されたのち蒸気加熱式間接乾燥機により乾燥され、その後ペレット状に成形されて有機肥料として市民に配布、利活用されている。

4 性能評価結果

4.1 受入バイオマス性状

(1) 各バイオマスの受入量

各受入バイオマスの計画値と実績値（平成19年8月～20年11月までの平均）を図-2に示す。

計画値に対する受入量比は、下水・農集汚泥：

83.8%、浄化槽汚泥：91.6%、し尿：86.8%であり、ほぼ計画値に近い値になったが、生ゴミについては計画値の36.3%と大幅に少なかった。これは、当初受け入れを予定していた魚アラや水産加工品廃棄物が民間肥料会社等へ移行し、当施設へ搬入されなくなったためである。

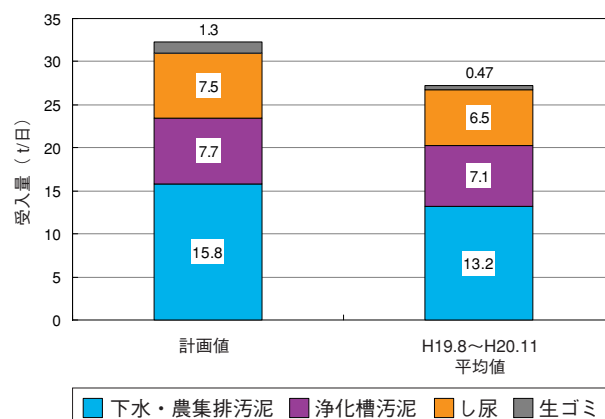


図-2 各バイオマスの受入量

(2) 各バイオマスの固形物（TS）量、有機物（VS）量

各バイオマスのTS量とVS量を図-3に示す。

TS量は、計画値の75%程度であった。これは、生ごみの受入量が少なかったことが影響している。

VS量は、計画値の70%程度であった。これは、生ごみ量が少なかったこと、およびし尿のVS濃度が計画値よりも低かったことが影響している。

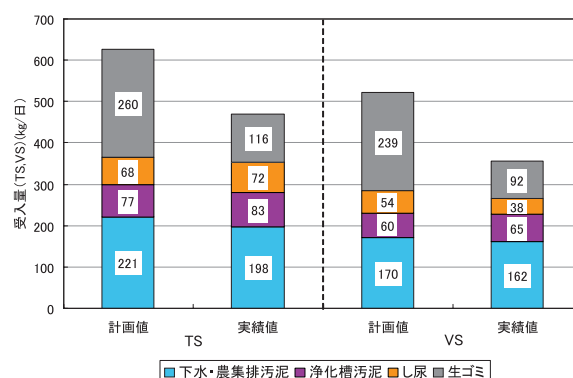
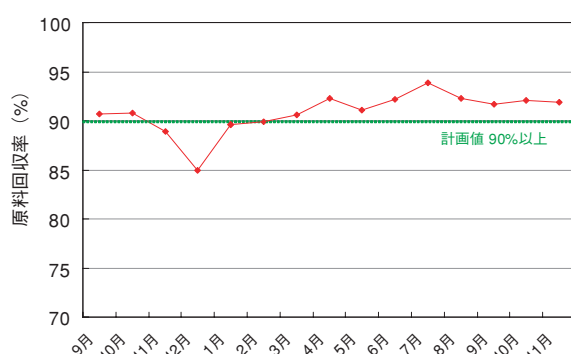


図-3 各バイオマスの受入TS量とVS量

4.2 生ゴミ破碎分別機の原料回収率

生ゴミ原料回収率の測定結果を図－4に示す。

平均回収率は、90.8%となり計画値とほぼ同等であった。生ゴミの性状と原料回収率の傾向を観察すると、生ゴミに野菜くずが多く含まれていると回収率が低下する傾向が見られた。

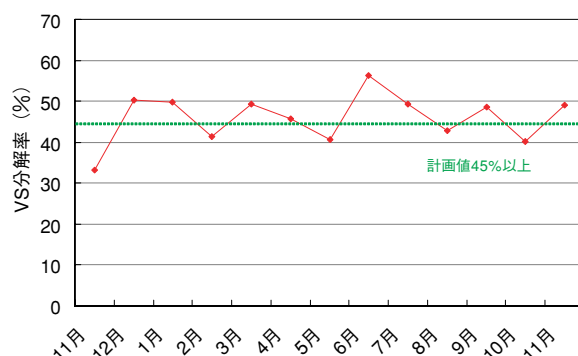


図－4 平均原料回収率の推移

4.3 VS分解率

VS分解率の算定結果を図－5に示す。

VS分解率は月平均で33.3～56.2%であった。検証期間中における通期のVS分解率は46.6%であり、計画値である45%以上を確保していた。

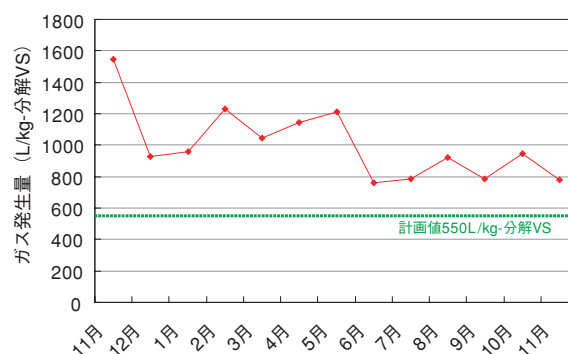


図－5 VS分解率の推移

4.4 分解VSあたりガス発生量

分解VSあたりのガス発生量の推移を図－6に示す。

ガス発生量は月平均763～1,544L/kg－分解VSであり、検証期間中における通期の分解VSあたりガス発生量は978 L/kg－分解VSと、計画値の550 L/kg－分解VS以上を確保していた。また、CH₄濃度の平均値は73.3%であり、計画値の73.5%とほぼ同等であった。



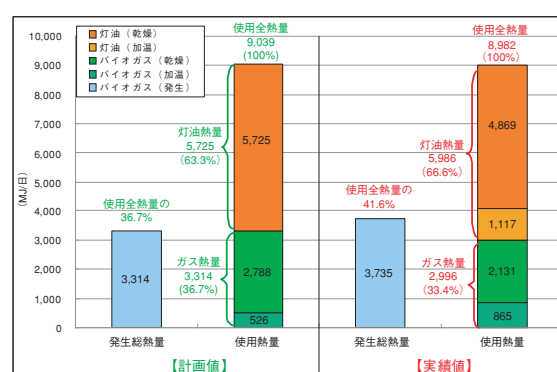
図－6 分解VSあたりガス発生量の推移

4.5 施設の熱利用状況

施設の熱利用状況を図－7に示す。

発生熱量（バイオガス量）は、計画値を上回る量が得られているが、現在は土曜日、および日曜日は乾燥機を停止させており、その間の発生ガスを一部余剰燃焼させているため、発生熱量を全て有効利用できない状況である。

使用熱量は、ほぼ計画値通りとなっている。



図－7 施設熱利用状況

4.6 乾燥汚泥の緑農地還元に関する適応性評価

(1) 肥効性

乾燥汚泥肥料の含有量試験結果を表－1に示す。本施設で製造された乾燥汚泥肥料は、全国農業協同組合中央会より提案されている推奨値を十分満足するものであり、また、下水乾燥汚泥肥料の全国的な一般値に比べて肥効成分である窒素、リン酸の含有率が高かった。

表－１ 乾燥汚泥肥料含有量試験結果

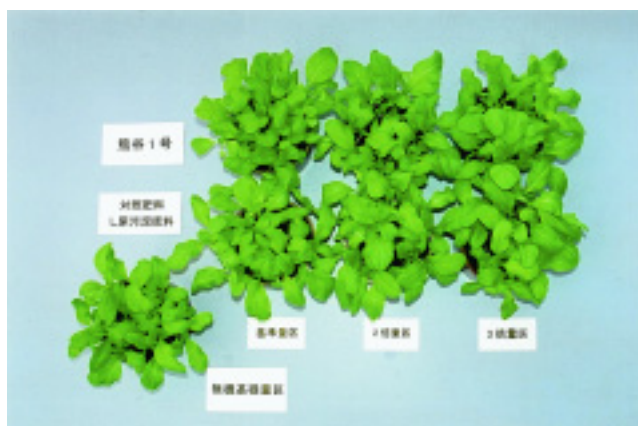
	単位	推奨値 ^{※１}	一般値 ^{※２}	本乾燥汚泥 平均値
含水率	%	30以下	16.8	20.6
C/N比	—	10以下	6.53	6.4
炭素全量	%－DS	—	53.3	40
窒素全量	%－DS	2以上	4.01	6.4
リン酸全量	%－DS	2以上	3.62	6.2
ク溶性リン	%－DS	—	—	3.9
水溶性リン	%－DS	—	—	0.28
カリ全量	%－DS	—	0.31	0.46
石灰全量	%－DS	—	7.1	6.9
銅全量	mg/kg－DS	600以下		294
亜鉛全量	mg/kg－DS	1800以下		928

※１ 全国農業組合中央会・有機質肥料等品質保全研究会の「堆肥の種類別品質推奨基準（1993）」に基づく数値

※２ 建設省土木研究所の「全国下水汚泥緑農地製品調査報告書（H6）」における平均値

（２）施肥効果

本施設で製造される乾燥汚泥肥料は、当初「熊谷１号（くまんに１ごう）」として普通肥料登録を受けている（現在の名称は「為五郎」）。肥料登録にあたり、肥料としての肥効性および植物生育への支障の有無を確認するため幼植物試験を行っている。その結果、十分に肥効性が確認されるとともに、発芽率や生育に異常は見られなかった。



写真－１ 生育の状況

（３）安全性

安全性を評価するにあたり、有害物質の含有量・溶出量について調査した。

表－２に、肥料取締法の普通肥料「公定規格」で定められている有害物質について調査した結果を示す。

すべての項目で含有を許される最大値以下となっていた。

また、衛生面から安全性を評価するため病原菌・媒介動物に関する安全性評価を行った。これらについては米国EPAの規制を適用し評価したが、大腸菌数や加熱温度および保持時間の規定はすべて満足していた。

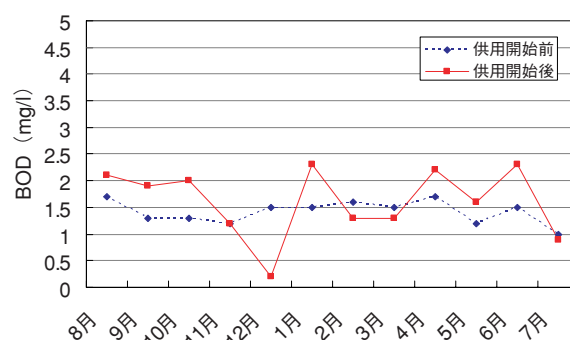
表－２ 有害物質含有量分析結果

	単位	最大値 ^{※１}	一般値 ^{※２}	本乾燥汚泥 平均値
砒素	mg/kg－DS	50以下	4.7	7.1
カドミウム	mg/kg－DS	5以下	1.5	3.0
水銀	mg/kg－DS	2以下	0.67	0.86
ニッケル	mg/kg－DS	300以下	22	25.0
クロム	mg/kg－DS	500以下	47	23.8
鉛	mg/kg－DS	100以下	26	9.3
ダイオキシン	ng－TEQ/g	3以下	—	0.0062

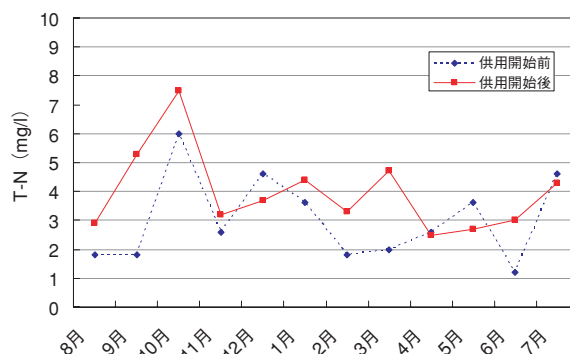
４．７ 既存下水処理システムへの影響検討

本施設の供用開始前後での放流水質の比較を図－８～９に示す。

本浄化センターでの運転管理目標水質はBOD,T-Nとも5 mg/l以下であり、放流水質はメタン発酵施設供用開始直後のT-Nを除いて満足しており、現状では返流水負荷による水処理への影響は確認されなかった。



図－８ 放流水のBOD推移



図－９ 放流水のT-N推移

4.8 周辺環境への影響

本施設の稼働に伴い発生する悪臭について、敷地境界での臭気分析を行った。本施設の環境保全目標値としては、敷地境界において臭気強度2.5以下としているが、敷地境界のすべての地点において、目標値以下であった。

4.9 施設導入効果の検討

本施設導入後の「集約処理」と、施設導入前の処理体系を維持（「個別処理」と呼ぶ）した場合の経済性効果、および温室効果ガス排出量比較を行った。

なお、個別処理の算出においては、珠洲市が本施設を導入するに至った理由である市単独でのし尿処理場の新設が必要になることをふまえ、市域にし尿処理施設を新設することとした。

（1）経済性効果（LCC）

本施設の稼働実績（平成19年8月～平成20年11月）に基づいた、LCC比較を図-10に示す。

本施設を導入し集約処理することで年間44,000千円程度の費用削減効果があると試算された。特に、発酵残渣は乾燥汚泥肥料として緑農地還元することにより汚泥処分費が無くなったこと、および集約効果による処理費の削減が大きい。

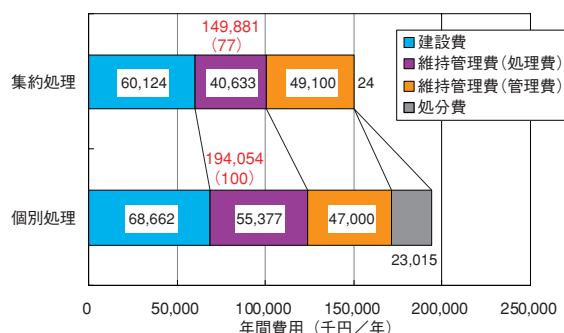


図-10 LCC比較（実績処理量ベース）

（2）温室効果ガス排出量比較（LCCO₂）

本施設の供用開始年度である平成19年度から計画目標年次である平成37年度までについて算出した結果、集約処理は、運転での排出量が個別処理の約72%程度に大幅に削減されると算出された。

5 おわりに

珠洲市・バイオマスエネルギープランは、地域に分散したバイオマスを既存インフラである下水処理場において処理・利活用ができるシステムとして、全国から見学者が訪れ観光収入が上がるほど注目を集めている。

今回の性能評価研究において、受入バイオマスの量は、計画値の7割程度であったが、施設の機能は計画値と同等、またはそれ以上の値が得られている。また、個別処理した場合との経済性比較、LCCO₂比較においても優位性があることが示された。

今後、このようなシステムを用いた設備が全国で整備され、未利用バイオマスの資源・エネルギー化が進むことを切に願う次第である。