

小規模施設を対象とした汚泥堆肥化システムのライフサイクルアセスメント

大阪工業大学大学院 学生会員○多賀 祐二

大阪工業大学工学部 正 会 員 笠原 伸介 古崎 康哲 見手倉 幸雄 石川 宗孝

1.はじめに

汚泥の堆肥化は、有機性廃棄物をリサイクルする上で有効な手段であり、とりわけ農村地域から発生する汚泥については、農地還元が地理的に有利であること、有害物質を含む工場排水などの混入割合が低く、良質なコンポストが得られやすいことなどから、大都市に比べて、それに有利な条件が潜在的に備わっている。これまでに、LCAによる汚泥堆肥化システムの検討事例はいくつか報告されているが、このような小規模施設を対象とした検討事例は、これまでほとんど報告されていない。そこで本研究では、小規模污水处理施設から発生する汚泥の堆肥化システムに着目し、処理形態および処理方法の異なる汚泥堆肥化システムを想定し、各ライフサイクルで発生する環境負荷量の比較評価を行った。

2.検討方法

2-1.検討対象

A 県内に点在する農業集落排水施設 10 施設(汚泥発生量:8,17,40,45,51,52, 53, 77,78,104kg-DS/日)を対象として、以下のようなケースを想定し、環境負荷量の比較・検討を行った。

2-1-1.処理形態が異なるケース

図-1 に、処理フローおよび検討範囲を示す。処理形態の異なるケースとして、各処理施設(10 施設)において個別にコンポスト化装置を設置し、堆肥化を行う場合(分散処理)と各処理施設から一ヶ所の集合処理施設に収集後、堆肥化を行う場合(集合処理)を想定した。ただし、汚泥を搬送する際、各処理施設から集合処理施設までの距離は一律 15km とした<sup>2)</sup>。コンポストの原料として、汚泥のみを処理することとした。

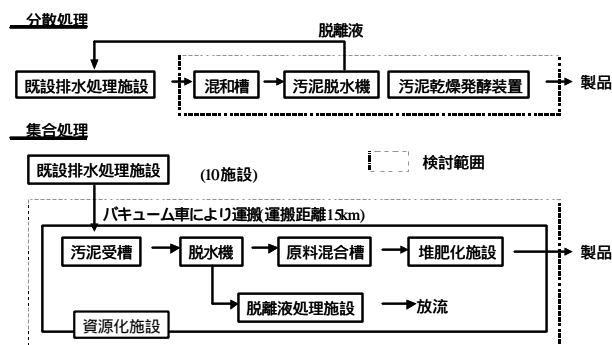


図-1 処理フローおよび検討範囲 ( vs )

2-1-2.処理方法が異なるケース

図-2 に、処理フローおよび検討範囲を示す。集合処理を前提条件とし、各処理施設から一ヶ所の集合処理施設に収集後 全量を堆肥化する場合(全量堆肥化)と メタン発酵後、その残さを堆肥化する場合(メタン+堆肥化)を想定した。メタン発酵を併用する場合、コンポストの原料として、汚泥のほか、副資材として生ゴミ、街路樹剪定枝も同時に処理することとした。表-1 に、堆肥化処理の設定条件を示す。

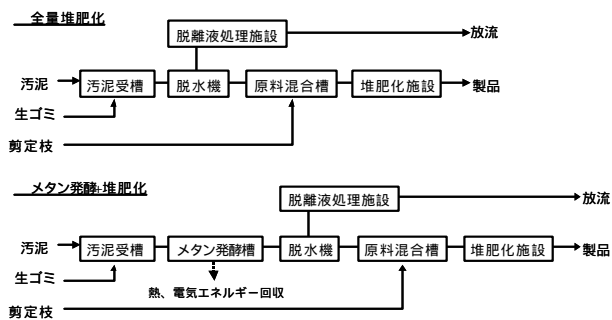


図-2 処理フローおよび検討範囲 ( vs )

表-1 堆肥化処理の設定条件

| Input             | Output             |
|-------------------|--------------------|
| 汚泥 28.87t/日 (98%) | 製品堆肥 6.1t/日 (57%)  |
| 汚泥 28.87t/日 (98%) | 製品堆肥 7.8t/日 (57%)  |
| 生ゴミ 2.1t/日 (83%)  | 製品堆肥 4.9t/日 (40%)  |
| 剪定枝 6.24t/日 (50%) | (熱エネルギー 102Mcal/h) |
| (含水率)             | (電気エネルギー 60kw/h)   |

2-2.算出方法

施設の建設段階および運用段階に必要なとされる資材量およびユーティリティー消費量(金額)に、産業連関表より求められた環境負荷原単位<sup>3)</sup>を乗じて積算することにより、エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量をそれぞれ算出した。表-2 に、建設段階および運用段階における主要項目を示す。施設の耐用年数は15年とし、環境負荷量を発生汚泥量で除すこと

キーワード : LCA、小規模施設、汚泥、堆肥化、メタン発酵、リサイクル

〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 TEL 06-6954-4171

により、処理汚泥 1kg-DS・1日当たりの負荷量を算定した。

3.算出結果および考察

3-1.処理形態が環境負荷に及ぼす影響

図-3に、2-1-1における分散処理と集合処理を行った際の算出結果を示す。各処理形態における総負荷量を比較すると、集合処理は分散処理に比べエネルギー消費量で16Gcal/kg-DS、CO<sub>2</sub>排出量で2t/kg-DSそれぞれ小さく、小規模施設においてもマスメリットの働くことが確認された。また、その内訳を見ると、運用段階が、分散、集合処理において、全体の約70、50~60%を占め、なかでも電力の占める割合は、それぞれ全体の約50、30~40%に及ぶことが分かった。ここで、電力由来の環境負荷量を比較すると、集合処理は、分散処理に比べエネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量のいずれも約40%少ないことが分かった。このことから、電力由来の環境負荷量の差が、全体の差に大きく寄与していることが示唆された。以上より、集合処理を行うことで、マスメリットによる電力消費の削減が可能となり、その結果、環境負荷に及ぼす影響が小さくなることが明らかとなった。

3-2.処理方法が環境負荷に及ぼす影響

図-4に、2-1-2における全量堆肥化とメタン発酵+堆肥化処理を行った際の算出結果を示す。各処理方式における総負荷量を比較すると、メタン発酵+堆肥化は全量堆肥化する場合に比べエネルギー消費量で4Gcal/kg-DS、CO<sub>2</sub>排出量で0.9t/kg-DSそれぞれ小さく、処理形態のみならず、処理方法が異なっても負荷量は大きく異なることが分かった。次に、いずれの処理方式においても、運用段階が全体の約65~70%、60%と大きな割合を占めていた。また、建設段階における負荷量については、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量においてそれぞれ0.4Gcal/kg-DS、0.1t/kg-DS程度の違いしか見られなかったのに対し、運用段階における負荷量については、それぞれ3.6Gcal/kg-DS、0.8t/kg-DSと大きく異なることが分かった。ここで、運用段階における負荷量を項目別に比較すると、特に電力由来の負荷量の差が、それぞれ3Gcal/kg-DS、0.8t/kg-DSと極めて大きいことが分かった。これは、総負荷量の中で大きな割合を占める電力由来の負荷量が、メタン発酵により回収されたことに加え、全量堆肥化する場合には、水分調整のための戻し堆肥がメタン発酵後に堆肥化する場合よりも多く、施設全体の規模が大きくなることに起因したと考えられる。以上より、メタン発酵と堆肥化を併用した処理方式は、環境負荷の削減に有効であることが明らかとなった。

4.おわりに

本研究により、小規模污水处理施設から発生する汚泥を堆肥化する場合、分散処理するよりも集合処理した方が、マスメリットが働き、環境負荷が削減されることが示された。また、メタン発酵と堆肥化を併用することで、エネルギー回収に伴う電力削減効果が得られるほか、施設のスケールメリットが間接的に働き、25%程度負荷量が削減されることが示された。

- <参考文献> 1) 瀬田文治:農業集落排水汚泥の循環利用の促進に向けて,地球環境,pp.122,2001,7  
 2) 見手倉幸雄,古崎康哲,石川宗孝:小規模下・排水処理施設のゼロエミッション化技術の動向と今後,水処理技術,Vol.43,No.6,2002  
 3) (社)日本建築学会:建物のLCA指針(案),(社)日本建築学,1999

表-2 主要検討項目

| 主要項目 |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 建設段階 | 土木・建築工事 . . . 水槽、堆肥舎など施設に関する土木・建築工事 |
|      | 機械・電気設備 . . . コンポスト装置、処理機材の機械工事     |
|      | 土地造成 . . . 用地取得に関連する造成費など           |
| 運用段階 | 電力 . . . プラント使用電力量                  |
|      | 水道 . . . 水道使用量                      |
|      | 薬剤 . . . 水処理に関わる薬剤量、コンポスト副資材        |
|      | 機械保守 . . . 維持、修繕費、設備費の0.5%          |
|      | 汚泥運搬(集合処理) . . . バキューム4車、燃料使用量など    |
|      | 機材更新 . . . 耐用年数はメーカーのリスニングにより決定     |
|      |                                     |

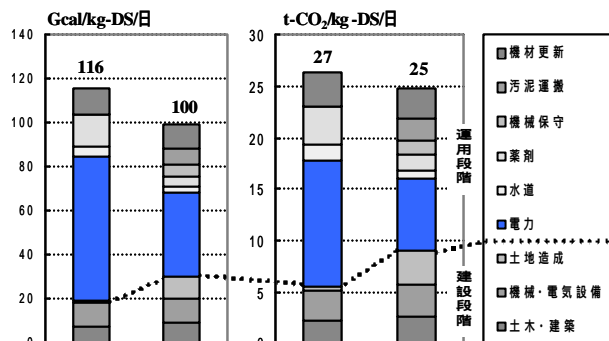


図-3 処理量1kg-DS/日当たりの環境負荷量( vs )

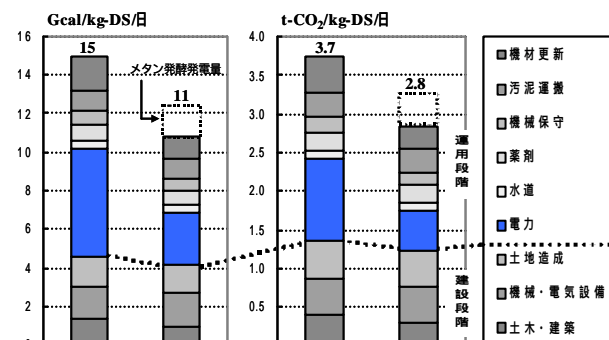


図-4 処理量1kg-DS/日当たりの環境負荷量( vs )