

メタン発酵消化液の液肥利用における効率的な輸送手段について Efficient Transport Method for Methanogenic Digestate as a Liquid Fertilizer

石風呂直人*, ○大土井克明**, 清水浩**, 中嶋洋**, 宮坂寿郎**

Naoto ISHIFURO*, ○Katsuaki OHDOI**, Hiroshi SHIMIZU**, Hiroshi NAKASHIMA**,
Juro MIYASAKA**

1. 緒言

現在、世界の一次エネルギー消費量の約 85%を石炭、石油、天然ガスといった化石燃料が占めているが、これらは埋蔵量に限りのある枯渇性エネルギーであり、持続性に問題がある。また、これらの燃料を燃焼すると二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物などが発生し、大気中に排出されることで地球温暖化や大気汚染などの深刻な環境問題を引き起こす要因となっている。これらの問題を回避する代替エネルギーとして、再生可能エネルギーが注目を集めている。家畜糞尿、食品残渣、汚泥、生ごみなどの有機系廃棄物やエネルギー作物を嫌気条件下で分解するメタン発酵により得られるバイオガスもその一つである。

メタン発酵では、発酵後の残渣である消化液が発生するが、これを肥料として農地還元することが施設のコストにおいてもエネルギー収支においても重要となる。消化液中の肥料成分は全窒素 2,100~4,600 mg/L、リン (P₂O₅) 200~2,200 mg/L、カリウム (K₂O) 330~4,900 mg/L であり¹⁾、一般的な化成肥料と比較すると約 100 倍程度施用する必要がある。したがって、メタン発酵施設からほ場の間で大量の液肥輸送が生じる。本研究ではこの液肥輸送を効率的に行うため、輸送距離に応じてどのようなリソースを使用すべきかの意思決定を支援することを目的とした。

2. 方法

メタン発酵消化液の液肥利用では、図 1 に示すスラリースプレッダにより施用する機械施肥と、水口から灌漑水とともに施用する流し込み施肥が行われる。本研究では機械施肥についてはほ場内で発生する事象をシミュレーションプログラムにより求めた。

スラリースプレッダによる散布作業では、

1. ほ場端から反対側のほ場端まで散布
2. 反対側のほ場端で車体上部を 180°回転
3. 車体直下の未散布部分に散布するため逆方向に散布
4. ほ場端まで後退しながら散布幅分移動

を繰り返す。また、散布中にタンク内の液肥が空になった場合は、補給可能な場所まで移動して液肥を補充する。このとき、運搬車が到着していないと待ち時間が発生する。



図 1 スラリースプレッダ

Fig. 1 Slurry spreader

*株式会社明治, **京都大学, *Meiji Holdings Co., Ltd., **Kyoto University, キーワード 物質循環

これらの事象の発生時刻をシミュレーションプログラムにより求めた。シミュレーションに必要なパラメータは現地調査により決定した。シミュレーションでは運搬車として農道まで進入し、スラリースプレッダに直接液肥補給が可能な3tバキュームカー（以下3t車）、および多量の液肥を運搬することができるが、幹線道路までしか進入できない9t特殊吸引車（以下9t車）を想定した。9t車を使用する場合、幹線道路からほ場までの間は複数の3t車で運搬することとした。

シミュレーションは2~5台の3t車を使用した時の作業時間、および1台の9t車と1~4台の3t車を使用した時の作業時間を輸送時間に応じて計算し、結果を比較した。

3. 結果と考察

同じ車両台数において、9t車を1台使用したときと使用しなかったときの作業時間減少率を輸送時間ごとに示したものが図2である。待機時間が発生しない状況においてはいずれの場合でも施肥時間の下限値をとるため、施肥時間に差が生じない。そのため3~6台の輸送時間が短い状況では減少率は0%である。しかしその後、散布車の待機時間が発生し始めると、9t車が農道を走行できないデメリットが顕在化し始める。そのため、グラフ上で負の値をとる。9t車が一度に大量に輸送できるメリットはその後さらに輸送時間が長くなってから大きくなる。このメリットがデメリットを上回る輸送時間から9t車は効率的な運用が可能であり、その時間は2~6台でそれぞれ15, 23, 31, 41, 45分であった。

これらの結果をもとに図3のようなマッピングを行うことができる。図3は液肥散布を行う事業者のリソースとして、3t車が3台、9t車が1台、ドライバーが3人のときのケースである。紫色は2台の3t車、水色は3台の3t車、もしくは2台の3t車と1台の9t車、黄色は2台の3t車と1台の9t車を使用すればよいことを表している。このように施肥を行う際に必要なリソース配分の意思決定を支援することが可能となった。

引用文献

- 1) 岩下幸司, 岩田将英:メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル, 社団法人地域資源循環技術センター (2010)

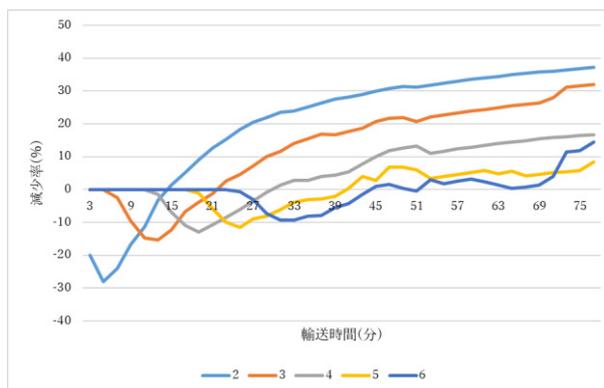


図2 運搬車と減少率の関係
Fig. 2 The relationship between reduction rate and number of trucks

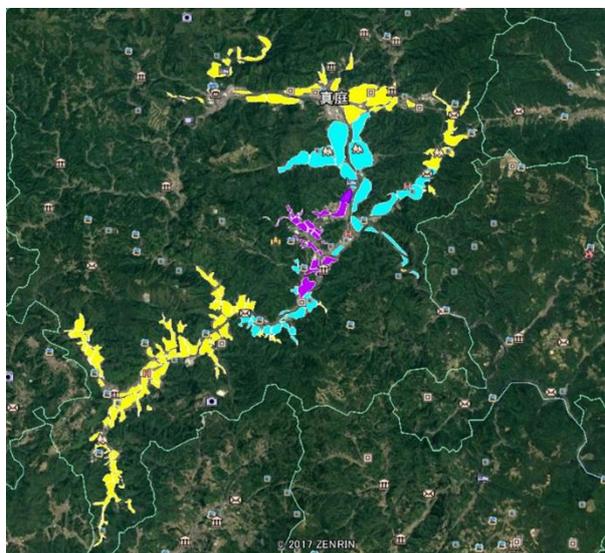


図3 リソース配分マッピング
Fig. 3 Resource distribution mapping