

## メタン発酵とエネルギー作物の栽培を用いた資源循環の構築 Resource Circulation by Methane Fermentation and Cultivation of Energy Crops

○井口拓也\*・大土井克明\*・楠田啓\*\*・清水浩\*・中嶋洋\*・宮坂寿郎\*  
○IGUCHI Takuya\*, OHDOI Katsuaki\*, KUSUDA Hiromu\*\*, SHIMIZU Hiroshi\*,  
NAKASHIMA Hiroshi\*, MIYASAKA Juro\*

### 1. 背景および目的

近年、化石燃料の枯渇への懸念や地球温暖化をはじめとする環境破壊の問題から、再生可能エネルギーへの注目が集まっている。メタン発酵により得られるバイオガスはそのうちのひとつである。メタン発酵とは、有機物を微生物の働きにより分解し、メタンを主成分とするバイオガスを発生させるプロセスである。発生したバイオガスは天然ガスと同様にエネルギー資源として活用可能であるとともに、カーボンニュートラルという特性から低炭素化に有効である。また、メタン発酵の副生成物である消化液は、肥料の三要素である窒素、リン酸、カリウムを含んでおり、液肥としての利用が可能である。現在、消化液の液肥利用はそのほとんどが水稲に対して行われているが、水稲への施肥時期は限定されるため、多くの消化液が廃液として処分されている。この排水処理には高コストを要し、メタン発酵施設の経済性を悪化させている。本研究は、施肥適期が食用作物ほど厳格ではないと考えられるエネルギー作物の栽培に消化液を用い、消化液の需要期拡大の可能性について調査を行った。また、エネルギー作物を原料としてメタン発酵を行い、その発酵特性を調べることで資源循環の可能性について調査した。

### 2. 実験概要

#### (1) 栽培試験

ソルガム (*Sorghum bicolor* (L) moench) を対象とした栽培試験を行った。ソルガムは京都府左京区にある修学院離宮内のほ場で栽培した。この実験では、ソルガムの栽培可能期間、適切な施肥量、収量を調査することを目的として行った。実験では、5月1日から8月29日までの7回にわたり播種を行った。また、適切な施肥量を調査するため、施肥時期ごとに複数の施肥量を設定した。1区画は1.5 m×1.25 mとし、条間25 cmの6条、株間5 cmで区画当たり150本の植え付けを行った。ソルガムの半数が出穂した段階を生育完了とみなし、刈り取りを行うこととした。右の図1に各栽培期間、施肥量

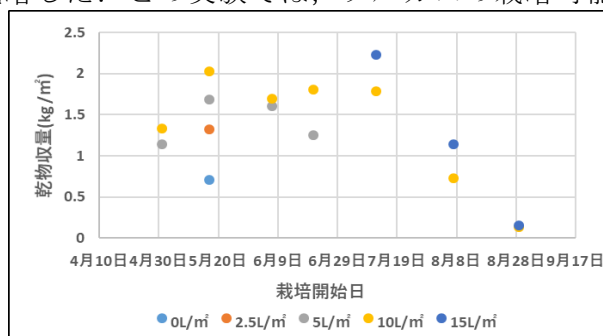


図1 栽培時期、施肥量に対する乾物収量  
Fig.1 Dry matter yield of sorghum at different cultivating timing and fertilizer

\* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

\*\* 京都大学大学院エネルギー研究科 Graduate School of Energy Science, Kyoto University

キーワード: 物質循環

に対する 1 m<sup>2</sup>あたりの乾物収量を記載する。結果より、5月中旬から7月中旬の間に栽培を開始したもののみ 1.5 kg/m<sup>2</sup>を超える乾物収量を示した。また、生育の指標として、ソルガムの SPAD 値について計測を行った。SPAD 値は 1 区画につき 25 本のサンプルから計測し、その平均値を算出した。図 2 にその結果を示す。収量の結果と同様、5月中旬から7月中旬に播種したものはすべて SPAD 値が 35 を上回り、良好な生育状態を示した。また、10、15 L/m<sup>2</sup>の施肥量を比較した際、収量については 15 L/m<sup>2</sup>の区画が良好な結果を示したが、SPAD 値には有意差がみられなかった。この結果から、この期間の施肥は有効であるといえ、現状 5 月初旬に集中する消化液の需要期拡大が期待される。また、施肥量は 15 L/m<sup>2</sup>が適切であると考えられる。

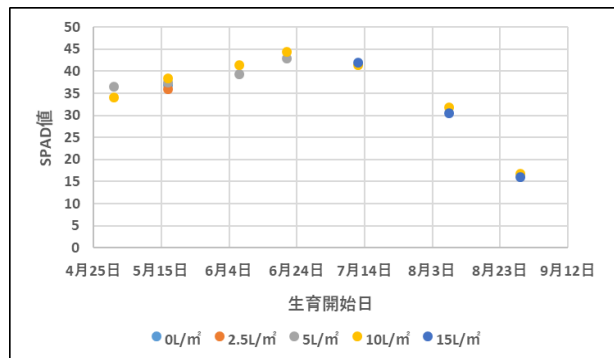


図 2 栽培時期、施肥量に対する SPAD 値  
Fig.2 SPAD value of sorghum at different cultivating timing and fertilizer level

## (2) 発酵試験

エリアンサスを原料とした連続投入試験を行った。エリアンサスは風乾し、破砕機で粉碎したうえで 2 mm のふるいにかけてのものを使用し、1 日 50 g を 450 mL の水道水で希釈し投入した。発酵槽は 45 L、発酵条件は HRT 90 日、温度 37 °C の中温発酵であった。また、発酵を促進するために週に 1 度、微量元素 (Fe, Co, Ni) を 3.5 mL 投入した。発酵は 74 日間継続して行い、バイオガス収量と pH を計測した。その結果を次の図 3 に示す。バイオガスは実験開始後 42 日間 10,000 mL 前後で推移したのち、最大 25,720 mL まで上昇、その後は再度 11,630 mL まで減少した。52 日目に電気系統に障害が生じ、発酵槽の温度が 22 °C まで低下し、バイオガス収量に大幅な減少がみられた。期間を通して、バイオガス収量の平均は 13,309 mL であった。このような挙動をする原因として、ヘミセルロースなどの難分解性物質が日数の経過に伴い分解されたことが考えられる。pH は 6.9 から 7.3 の間を推移しており、酸敗やアンモニア過多による障害は発生していないと考えられる。

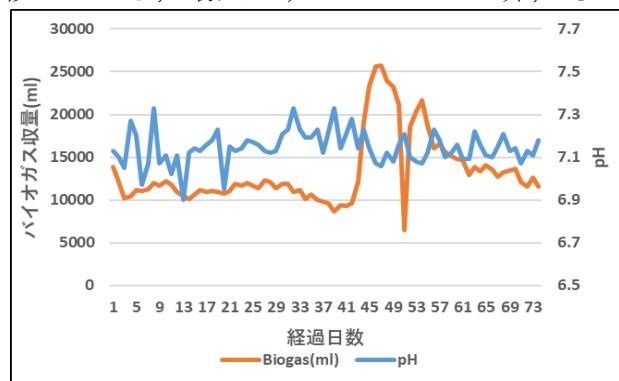


図 3 バイオガス収量および pH 値  
Fig.3 Biogas yield and pH during continuously digestion test

## 3. おわりに

本研究では、エネルギー作物への液肥利用により消化液の需要期が従来と比べ約 2 か月拡大できること、また、耕作放棄地をエネルギー作物の栽培に転用することによって多量のエネルギー源を確保できることが示唆された。今後はソルガムを用いたメタン発酵、エリアンサスの分解プロセスの詳細に分析を通じ、より効率の良い資源循環サイクルについて検討する必要がある。