

# 島尻マーヅ土壤におけるエタノール廃液の農地還元について

A shot at waste fluid from biomass-energy production inject into Shimajiri-maji soil

陳嬌\*、凌祥之\*

CHEN Yan\*, SHINOBI Yoshiyuki\*

## 1. はじめに

バイオエタノールをガソリンに混ぜてCO<sub>2</sub>を削減し、地球温暖化を防止しようとする実証的な試みが沖縄県の宮古島で始まろうとしている。沖縄産サトウキビを原料とする燃料用エタノールの製造に向けて、現地プラントの株式会社りゅうせきは運転が開始している。但し、バイオエタノール生産においては、製造過程で多量の廃液が発生する。1 リットルのバイオエタノールを製造するに当たって 20 - 30 リットル前後の高BODの蒸留廃液(以下廃液とする)が排出される。宮古島では貴重な水資源である地下水の減少や水質悪化が懸念される。持続的なバイオエタノール生産のためには、製造時多量に排出される廃液の処理および利用技術の開発が不可欠となる。さらに、エタノール廃液を利用する場合、最終的には圃場へ還元することは物質循環の面からも重要である。従って、大気および水域への環境負荷を高めない農地還元の現場適用型技術を開発することが必要である。

ここでは、エタノール廃液の有機物資材としての利用の可能性を検討するため、エタノール廃液の素性を明らかにし、エタノール廃液の農地還元が土壤の理化学性に及ぼす影響についても検討した。

## 2. バイオエタノール廃液の化学特性

株式会社りゅうせきと熊本大学が排出されたバイオエタノール廃液の化学特性を Table 1 に示した。

Table 1 バイオエタノール廃液の化学特性

分析項目	熊本大学		株式会社りゅうせき
	2005年10月	2007年12月	2008年1月
pH	4.6	4.28	4.67
COD <sub>Mn</sub> (mg/l)	63000	81900	61900
COD <sub>Cr</sub> (mg/l)	94000	172000	100000
BOD (mg/l)	46000	50900	40600
TOC (mg/l)	34200	55400	38100
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	15500	11500	9820
硫酸イオン(mg/l)	7900	11400	9880
硫黄(mg/l)	<5000	3800	3300
Na <sup>+</sup> (mg/l)	458	508	420
K <sup>+</sup> (mg/l)	13200	17000	15400
色度	30100	44000	22300
全窒素 (mg/l)	2860	1976	3350
リン酸 (mg/l)	188	120	<30

蒸留が不十分である 2007 年 12 月のりゅうせきの廃液の COD, BOD, TOC 成分を除いて、同じく廃糖蜜由来の各廃液の諸成分に大きな差が見られなかった。廃液の K 成分含量が高く、有効利用をすれば、良好な力肥料源になれると推測される。廃液の COD, TOC の含量が高く、有機物がたくさん含まれることを示唆した。また、COD<sub>Cr</sub> 含量 > COD<sub>Mn</sub> 含量 > BOD 含量は廃液の特徴である。一般的に、COD<sub>Cr</sub> は最も酸化力が強いので、ほぼ全量の有機物が分解され、COD<sub>Mn</sub> は比較的酸化力が弱く、生物分解性物質に近いと解釈されたため、廃液に大量の難分解性有機物を含み、生物処理によって BOD は十分に除去しても、難分解性有機物の

高度な色素が残っており、安易に放流することは難しいと考えられる。

### 3. エタノール廃液の農地還元について

#### 1. インキュベーション実験

エタノール廃液中の有機態窒素の無機化特性を明らかにするため、インキュベーション実験を行った。供試土壌は、沖縄農業試験センター宮古島支所内の島尻マージ土壌の畑地表土を用いた。土を風乾後乾土換算で 100g とり、最大容水量の 60% となるように水を加え、全窒素量として 30mg N を含む化学肥料、廃液と同じ液体有機資材である消化液を添加し、30℃ で静置培養した。廃液は株式会社りゅうせき 2007 年 1 月 24 日に回収したもので、C/N 比は 58 である。消化液は 2007 年 8 月 22 日に宮古バイオ・エコシステム研究センター内のメタン発酵装置消化液槽から採取したもので、C/N 比は 12 である。培養期間中に水を適宜添加し、水分量がほぼ一定となるようにした。インキュベーションは 30 日間行い、その間、土壌を定期的に取り出し、1molL<sup>-1</sup> 塩化カリウム溶液で無機態窒素を抽出し、HACH 社製 DR/4000 型水質・土壌・食品分析計を用いて、無機態窒素（硝酸態、亜硝酸態およびアンモニア態窒素）を測定した。無機態窒素の動態変動は Fig.1 に示した。C/N 比が低い消化液の無機化率が高く、有効な窒素肥料として利用できると推定したが、C/N 比が高い廃液の無機化率はマイナスであり、窒素飢餓を起したと考えられ、廃液は窒素肥料として利用できないと推定した。

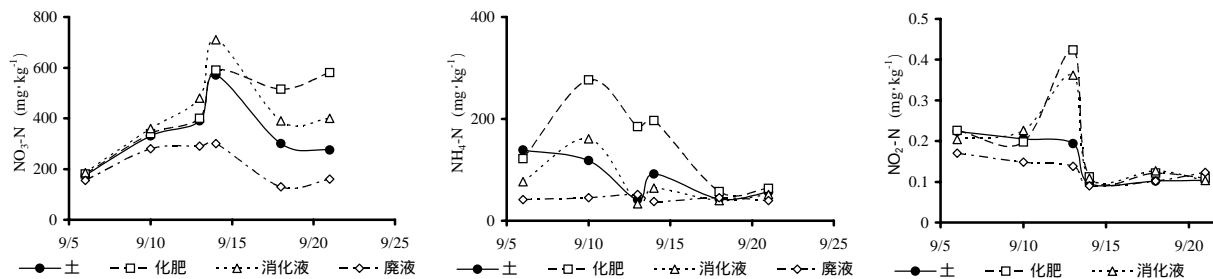


Fig.1 土壌の無機態窒素の変化

#### 2. カラム実験

エタノール廃液の農地還元が土壌の理化学特性および地下水の水質に与える影響を明らかにするため、カラム実験を行った。内径 20cm、高さ 50cm の塩ビ製の円筒形カラムの底部に排水孔を開け、カラムの側面に時間別、層別に土壌採取ができるように、頂部から 17.5cm (土壌表面から 15cm)、32.5cm (土壌表面から 30cm) の 2 行に相同間隔の 6 列の穴 (1.0cm) をあけた。5mm のふるいを通した島尻マージ土壌に廃液やバガス炭を混合し、均一になるようにカラムに詰めた。土壌カラム排水口と給水タンクをチューブで繋ぎ、土柱下部の礫層に水を張った状態で 2~3 日静置し、すべてのカラム内の水頭が一定になったのを確認した後、これを初期条件として実験を開始した。実験期間の 30 日間に 6 回合計 330mm を灌水した。灌水 24 時間以内の浸透流出水を採水し、浸透流出水の NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、EC、pH および色度を測定した。また、1~6 回目の灌水の 24 時間後 (圃場容水量になるまで)、採土穴から乾土重量約 10g の土を採取し、土壌含水比を測定した。さらに、実験終了後、カラムの上、下層の土壌を採取し、透水性および脱窒菌の含量を測定した。その結果、以下のことが明らかとなった。廃液を大量使用すると、初期に土壌 pH が酸性になり、硝酸化成作用が低くなる。さらに、C/N 比が高く、難分解性有機物含量が多いため、窒素飢餓現象が発生し、硝酸態窒素の浸透流出を抑制した。土壌に投入することによって、廃液の色がうすくなっていた。更に、バガス炭を添加することによって、浸透流出水の色度がさらに落ちた。廃液が土壌の物理性を変えていた。バガス炭の添加が脱窒菌の増殖に影響を与えた。

#### 4. あとがき

エタノール廃液を安全かつ有効に農地還元するため、まだ検討しなければならないことが多数ある。そのため、現在様々な実験を実施中である。

**謝辞** 本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発 (バイオマス利用モデルの構築・実証・評価)」において行われた。同プロジェクト研究の関係者の方々に改めて深謝致します。