

# 有機性廃棄物の相補的利用による L-乳酸発酵の実施

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 榮祐介

鳥取大学大学院工学研究科 非会員 箕浦宏志

鳥取大学大学院工学研究科 正会員 赤尾聡史, 増田貴則, 細井由彦

## 1. はじめに

2006 年に「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定され、下水汚泥、農作物非食部、生ごみなどの有機性廃棄物は、バイオマスとして資源化することが求められるようになった。これらの有機性廃棄物は、発酵によりエネルギーや石油代替品を得る資源化が行える。しかし、発酵による資源化は、一般的に集約化された大規模な設備が必要で、これを稼働させるためには多くの原料が必要となる。また、発酵を行うためには、微生物が生育できる栄養素が必要となる。単一種の有機性廃棄物に原料を求めた場合、賦存量と成分の条件を満たすものは非常に限られたものとなる。そこで、原料である有機性廃棄物を広範囲に集め量を確保し、成分的にも補完し合って資源化することが重要と考えられる。

資源となる有機性廃棄物量と種類については、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の作成した GIS データベースに整理された情報がある。一方で、発酵利用に欠かせない成分情報(糖質、窒素など)については情報が無い。本研究では、発酵による資源化に資する情報を得るため、有機性廃棄物の成分分析を行った。また、エタノールや L-乳酸発酵に利用するには、糖質・粗繊維の量確保のみならず C/N の調整が必要であり L-乳酸発酵における適当な C/N の検討を行った。有機性廃棄物の相補的利用として、稲わらおよび廃菌床の糖化液に窒素源として下水汚泥を添加し L-乳酸発酵を行った。

## 2. 研究方法

### (1) 対象とした有機性廃棄物

GIS データベースより、表 1 に示す鳥取県における賦存量の多い有機性廃棄物を成分分析対象とした。木質系、農業系、および畜産系の廃棄物は、県内の事業所から入手した。なお、木質系の製材所廃材はおがくずで代替した。食品系の生活系厨芥類は、鳥取市内の家庭から回収された生ごみを入手した。下水汚泥は、県内の農業集落排水処理施設より入手した。

### (2) 有機性廃棄物の成分分析

食品分析(水分、糖質、粗繊維、粗タンパク質、粗脂肪、

灰分)を行った。粗タンパク質は、CN コーダーにより炭素と窒素量を定量し、窒素量に窒素 - タンパク質換算係数 6.25 を乗じることにより求めた。

表 1. 鳥取県の有機性廃棄物賦存量(湿重量, 千 t/年)

木質系		畜産系(糞尿)	
林地残材	30.9	乳用牛	147.4
製材所廃材	137.1	肉用牛	148.8
果樹剪定枝	10.9	養豚	177.9
公園剪定枝	1.0	採卵鶏	29.9
建築解体廃材	17.8	ブロイラー鶏	118.2
新・増築廃材	5.8	食品系	
農業系		生活系厨芥類	49.2
稲わら	77.6	事業系厨芥類	27.2
籾殻	8.5	動植物性残渣	32.6
麦わら	0.4	汚泥系	
		下水汚泥	323.8

下線部を成分分析

### (3) C/N を変化させた L-乳酸発酵

糖溶液は、50g/L のグルコース(和光純薬、特級)溶液とし、窒素源として Yeast Extract (Difco) 溶液を用意した。それぞれをオートクレーブ(121℃, 15分)し、150mL ずつ混合して培養液とした。C/N について、グルコース溶液は、72/180 を乗じることで炭素濃度を求めた。Yeast Extract は、炭素・窒素割合がそれぞれ 42.0%, 11.3%(CN コーダー測定)であることを用いて求めた。培養条件は、前培養(55℃, 48時間)済みの *Bacillus coagulans* JCM 2258 を培養液に対して 1%量添加し、温度 55℃, pH5.5 に設定し、滅菌下で 3日間回分培養を行い、D-,L-乳酸(HPLC, カラム; SUMICHIRAL OA-5000)を測定した。

### (4) 稲わらおよび廃菌床と下水汚泥の混合 L-乳酸発酵

稲わらおよび廃菌床を希硫酸法で糖化し、糖化液を用意した。オートクレーブした下水汚泥またはブランク試験用として蒸留水 10mL それぞれに糖化液を 200mL ずつ混合し、培養液とした。廃菌床および稲わら糖化液の炭素および窒素濃度は TOC 計により求めた。培養条件は、長期間保存した *B. coagulans* JCM 2258 を培養液に対して 1%量添加し、非滅菌下で(3)と同様に行った。L-乳酸発酵の進捗を確認するため、グルコース濃度(HPLC, カラム; SUGAR SP0810)と D-,L-乳酸を測定した。

### 3. 結果および考察

#### (1) 有機性廃棄物の成分分析結果

図 1 に糖質と粗繊維の賦存量を示す。なお、成分別賦存量は、有機性廃棄物の成分組成(湿重量基準)に賦存量を乗じることにより求めた。糖質と粗繊維は、おがくずと稲わらに多いことがわかった(全体の 56%)。おがくずは、糖質と粗繊維量では最も多いが、粗繊維が多いため糖化が困難と考えられる。窒素は、畜産糞尿に多く含まれていたが(全体の 82%)、すでに堆肥として利用されており、利用可能余地量が少ないことを廃棄物回収時のヒアリングで確認した。以上より、糖質源として稲わら、窒素源として下水汚泥の利用が有効であると考えられる。

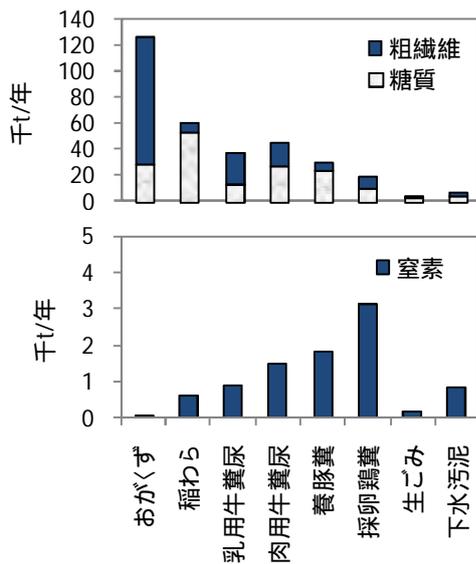


図 1. 糖質と粗繊維および窒素の賦存量(鳥取県)

#### (2) C/N を変化させた L-乳酸発酵

図 2 に C/N を変化させた L-乳酸発酵の結果を示す。その結果、*B. coagulans* の L-乳酸発酵で適当な C/N を考える場合、13 程度が適当であることがわかった。

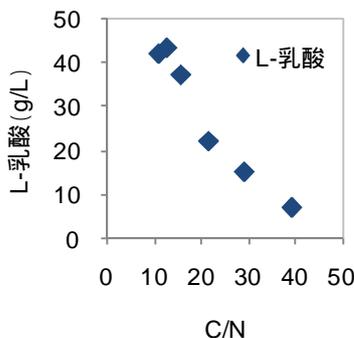


図 2. C/N を変化させた L-乳酸発酵の結果

#### (3) 稲わらおよび廃菌床と下水汚泥の混合 L-乳酸発酵

図 3 に稲わらおよび廃菌床と下水汚泥の混合 L-乳酸発酵の結果を示す。稲わら糖化液 (TOC; 3.8-Cg/L, T-N;

0.10g-N/L, C/N; 39.9) の場合、下水汚泥添加系でわずかであるが発酵が促進されていることがわかる。一方、廃菌床糖化液 (TOC; 5.6-Cg/L, T-N; 0.27g-N/L, C/N; 20.9) の場合、下水汚泥添加系、無添加系における差は見られなかった。これらの理由として、廃菌床糖化液中にもともと窒素が多いこともあるが、L-乳酸発酵における C/N を考える場合、全炭素量を対象にするのではなく、糖質中の炭素量を対象とするほうが望ましいとも考えられる。表 2 にグルコース中の炭素濃度を基準にした C/N を示す。この結果より、稲わら糖化液は、下水汚泥添加系と無添加系の C/N の差が発酵の差になったものと考えられる。一方、廃菌床糖化液は、両系列の C/N に差がなかった。

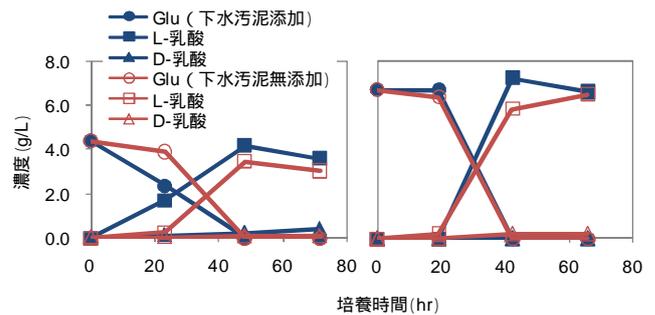


図 3. 稲わら(左)および廃菌床(右)糖化液と下水汚泥の混合 L-乳酸発酵の結果

表 2. グルコース中の炭素濃度を基準にした C/N

	稲わら糖化液		廃菌床糖化液	
	添加系	無添加系	添加系	無添加系
グルコース(g/L)	4.4	4.4	6.7	6.7
グルコース中の炭素(g/L)	1.7	1.7	2.7	2.7
窒素(g/L)	0.13	0.10	0.28	0.27
C/N	13.3	18.3	9.4	10.0

#### 4. 結論

本研究では、有機性廃棄物の成分分析および相補的利用による L-乳酸発酵を行った。本研究で得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 有機性廃棄物の成分分析により、稲わらに糖質と粗繊維が多く含まれていた。窒素源として下水汚泥が有効であった。
- 2) C/N を変化させた L-乳酸発酵の結果、L-乳酸発酵における適当な C/N は 13 程度であった。
- 3) 有機性廃棄物の相補的利用として稲わらおよび廃菌床糖化液に下水汚泥を混合し L-乳酸発酵を行った。稲わら糖化液の場合、下水汚泥添加によりわずかであるが発酵促進が確認された。廃菌床糖化液を用いる場合、下水汚泥添加は必要ないと考えられる。