

VII-33 循環型社会形成にむけた食品廃棄物からのエネルギー回収

高松工業高等専門学校 学生会員 ○藤本弥生

高松工業高等専門学校 正会員 多川 正

1. はじめに

わが国では高度経済成長から、大量生産・大量消費が行われ、それに伴って生活環境の汚染・破壊が進むように環境への影響も高くなってきた。これに歯止めをかけるために、平成13年に「循環型社会形成推進基本法」が施行され、環境への負荷を軽減させるための施策がはじまった。現在では、資源の減少や土壌汚染などの環境影響を及ぼす原因のひとつに廃棄物問題があげられる。廃棄物は現法では一般廃棄物(家庭など日常生活から生じる廃棄物)と産業廃棄物(事業活動に伴って生じる廃棄物)の2種に分類され、それぞれにおいて適切な処理を施すように規制されている。廃棄物の年間排出量は戦後から年々増加してきたが、平成2年以降からは横ばい傾向にあり、政府が推進する、“3R”の目に見える結果は十分であるとはいえない。

この背景には総廃棄物発生量に対して循環利用される量が低いという現状があり、平成14年度の年間総廃棄物発生量が5.8億t/年に対し、循環利用されたのが2.1億t/年と36%程度であった。一例として食品廃棄物に注目すると、一般廃棄物の年間排出量の3割をしめる食品廃棄物の再生利用は、表1に示したように約20%程度にとどまっている。

表1 食品廃棄物の発生量及び再生利用状況(平成14年度)

	発生量 (万t)	再生利用 (万t)	再生利用 実施率(%)
一般廃棄物	1,706	146	8.6
うち家庭系	1,189	21	1.8
うち事業系	517	125	24.2
産業廃棄物	448	327	73.0
合計	2,154	473	22.0

現在、年間生産量が増加傾向のものに茶系飲料があり、平成6年度から平成13年度にかけて280万kLから480万kLと1.8倍に増加している。最新の調査結果(平成16年度)では、ある飲料メーカーでは1年間に茶粕(=茶葉)は約3万トンも廃棄物として発生する。茶粕のリサイクル方法は主に肥料化・堆肥化が上げられているが、リサイクル率(=年間再資源量/年間廃棄物量)に対して需要面で伸び悩みを見せている。そこで、

現在新エネルギーとして注目されているメタンガスを茶粕から回収し、エネルギーとして利用することができないか考えた。本研究では、茶粕の再資源利用の可能性としてバイオマスエネルギーの回収に関する基礎的検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 バイオマス(メタン)エネルギー回収の原理

嫌気性菌の生息する条件に、食品廃棄物等の有機物を投入し、酸素を断って長時間攪拌し続けると、嫌気性菌の働きで有機物は還元分解を受け、ガス化分解が起こり、その最終生成物は主にメタンガス(50~60%)と炭酸ガスになる。メタンエネルギー回収に必要な条件としては、嫌気性菌の至適温度である33~37℃に反応器の温度を保ち、適切な有機物負荷量を供給し、約30日間の十分な滞留時間を確保することが必要とされている。

2. 2 実験手順

茶粕のメタン回収実験には、嫌気性菌が有機物分解の際に必要な種汚泥(4000mgVSS/Lで統一)、および培地(無機栄養塩、微量元素、リン酸緩衝液など)をあらかじめ投入したバイアル瓶に、0.5、1.0、2.0および5.0gの茶粕をそれぞれ投入し、水温35℃の温水中で振とう培養を行った。茶粕を投入して培養開始後、経時的に発生したガスの発生量(mL)およびメタン濃度(%)をガスクロマトグラフィーにて測定を行い、茶粕から回収されるメタンガスエネルギー量をCODベースで計算を行った。培養日数は、約3週間行い、実験の終了時には、バイアル液相部のpH、CODcrおよびVFAの測定を行い、CODベースのマテリアルバランスを確認した。

また、分解性の向上を目的に、オートクレープ処理(121℃、20分)、超音波処理(20分)といった前処理を施した茶粕を各1.0g、比較系として本学学生寮の厨房の生ごみ0.5gに対しても実験を行った。また、使用した汚泥のメタン生成活性の確認として、酢酸およびでんぷん基質も同様に実験に供した。本実験におけるバイアル瓶の培養条件を表2に示した。

表2 投入有機物に対する各バイアル瓶の培養条件

サンプル名	茶粕 (1.0g標準)	茶粕 (高圧減菌)	茶粕 (超音波)	生ゴミ
茶粕のCOD当量 (gCOD/g茶粕)	0.32	0.35	0.27	—
バイアルへの投入 COD量 (mgCOD)	320	351	274	199
F/M (gCOD/gVSS)	1.6	1.8	1.4	1.0

3. 実験結果および考察

3. 1 茶粕のメタン回収特性

茶粕 0.5g から 5g を試験廃棄物に供した場合のメタンの回収量と培養日数の関係を図1に、各投入茶粕量におけるメタンの回収率を表す COD マスバランスを図2に示した。COD マスバランスの計算には、実験期間中に発生したメタンガス量を COD 換算で求め (2.857gCOD/NL-CH_4)、別途分析を行った茶粕の CODcr 当量 (0.32gCODcr/g茶粕 、表2)より、実験開始時の初発 COD 量を計算し、この投入 COD 量を 100%として回収率を算出した。

茶粕 1g の投入 COD 量 320mgCOD のうち、約 22 日間の培養の結果、メタンとして回収された累積 COD 量は 126mgCOD となり、メタン回収率にして 34.7%程度が得られた。また、茶粕投入量を 2.0g とした実験系についても、メタン回収率は 32.6%とあまり変化はみられなかったが、茶粕を 5.0g 投入した実験系においては、メタン回収率は 2.9%と大幅に減少した。実験終了後に 5g の茶粕を投入したバイアルについて、残液の分析を行ったところ、バイアル液相部には、 $8,800\text{mgCODcr/L}$ もの高濃度の有機物が残存し (酢酸 $3,170\text{mg/L}$ 、プロピオン酸 360mg/L ; CODcr ベース)、pH が 5.0 まで低下して酸敗化した。良好なメタンの回収が行われた、茶粕 0.5g~2g の実験系においては、実験終了後には、茶葉の葉脈のみが残存し、大部分の葉の部分は完全に分解が行われていた。これより、適切な負荷条件にて茶粕から回収できるメタン回収量は、COD ベースで約 30%程度であることが判明した。また、茶粕のメタン発酵における有機物負荷量には限界があり、おおむね 3gCOD/gVSS 程度に抑える必要があることが判明した。

3. 2 前処理の効果

図3にオートクレープ、超音波処理を施した茶粕のメタン回収率の比較を示した。前処理としてオートクレープ処理を施した実験系のメタン回収率は 23.9%と、

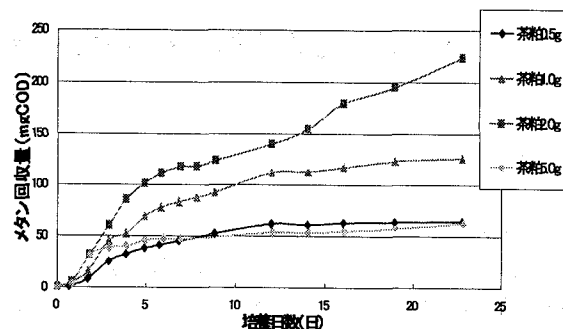


図1 茶粕からのメタン生成量

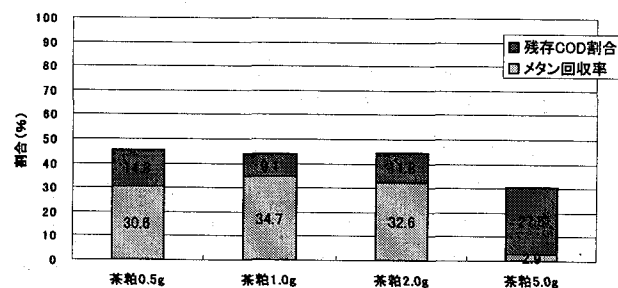


図2 茶粕のCODマスバランス

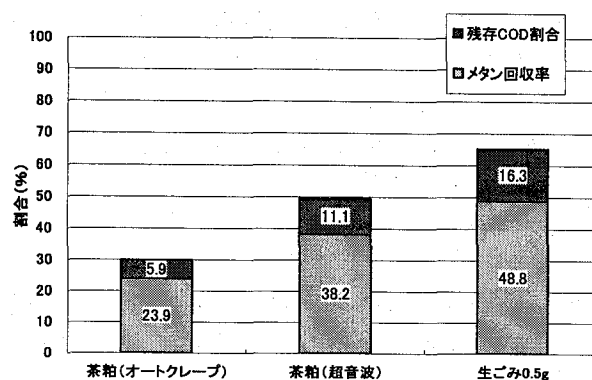


図3 前処理した茶粕 (1.0g)、生ごみのCODマスバランス

前処理を施さない茶粕よりも回収率は低下した。一方、超音波処理を施した場合では 38.2%と、未処理系との差異は 3.5%の回収率の増加と、ほとんど効果が期待できない結果が得られた。代表的なこれらの前処理方法を用いても分解率が向上しない茶粕は、茶葉の繊維等(セルロースなど)が主成分であり、前処理においても低分子化が発生しにくいものであるからと推察された。比較系の生ごみのメタン回収率は 48.8%と、同一の有機物負荷条件の茶粕と比較して、回収率は 18%程度高い値を示した。本研究より、茶粕は固形性有機物のなかでも、分解されにくいものとされたが、メタンエネルギーを供給できる可能性があることがわかった。回収技術の実現化にむけては、更なる回収率の向上について検討が必要であると考えられる。