

生ごみからのメタンエネルギー回収技術の検討

高知市役所 正 ○戸田桂子、高知高専 正 山崎慎一
長岡技術科学大学 正 山口隆司、東北大学 正 原田秀樹

1. はじめに

現在、大量に排出されている廃棄物は、その焼却処理で生じる二酸化炭素などの温室効果ガスによって地球温暖化を深刻化させる一つの要因となっている。日本では年間約5千万トンもの一般廃棄物が排出されており、なかでも家庭生ごみやし尿などは未だ直接焼却および埋め立て処理されているのが現状である。しかし近年、廃棄物からメタンエネルギーを回収して利用する研究や技術開発が行われており、この方法の一つとして嫌気性処理法がある。そこで、家庭生ごみから効率良くメタンエネルギーを回収する方法を検討するために、本研究では、一般的な家庭生ゴミに含まれる様々な種類の残飯の嫌気分解性をバイアル実験によって評価することを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、幾つかの種類の基質の嫌気分解性を回分的に評価するためにバイアル実験を行った。図1にバイアル瓶への各種溶液の分注図、表1に各種溶液のバイアル瓶内濃度を示す。バイアル実験には122ml容量のバイアル瓶を使用し、還元剤溶液（バイアル瓶内最終濃度：硫化ナトリウム 250mg/l）、リン酸緩衝液（最終濃度 100mM）、Mg や Ca、窒素源としての NH_4 、微量無機塩類（Fe、Co、Zn など）、酸化還元指示薬溶液（最終濃度 1mg/l）が含まれる培地溶液、炭酸水素ナトリウム（最終濃度 1,000mg/l）、最後にテスト汚泥（最終濃度 5,000～10,000mgMLSS/l）とテスト基質（最終濃度 1,000mgCODcr/l）を投入して、混合液量を 50ml とした。テスト汚泥は、食堂やレストランなどの厨房施設から排出されるグリストラップ廃水で馴致された嫌気性グラニュール汚泥を使用した。テスト基質には、一般的な家庭系生ゴミに含まれると考えられる7種類の残飯（ご飯、デンプン、うどん、魚、豚肉、豆腐、キャベツ）と実際の家庭生ゴミを使用した。なお、1回のバイアル実験では同じテスト基質のバイアルを2本ずつ作成し、その他に、テスト汚泥からの持込基質がないことを確認するブランクバイアル2本と、テスト汚泥の状態を確認するグルコースバイアル2本も同時に作成している。

各種溶液を投入したバイアル瓶は、気相部（72ml）を窒素ガスで置換してブチルゴム栓で密封した。35℃の振とう機で24時間連続培養し、1日ごとにガス発生量を注射器で測定した。数日後にガス発生が終了した後は、発生ガス中のガス組成（ H_2 、 N_2 、 CH_4 、 CO_2 ）をガスクロマトグラフィー（島津製 GC-8A）によって分析した。最後に、バイアル瓶の混合液の pH が中性域（6.8～7.2）、酸化還元電位（ORP）が還元域（-300mV 以下）であることを確認した。また、ガス発生量が少ない場合には、混合液中の揮発性脂肪酸（VFA）の残留濃度をガスクロマトグラフィー（島津製 GC-14B）により分析した。

テスト基質の嫌気分解性の評価はメタン転換率で行った。メタン転換率とは、バイアル

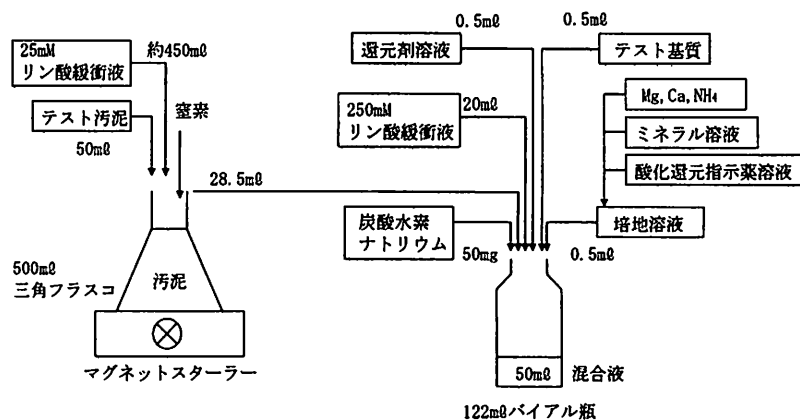


図1 バイアル瓶への分注図

表1 バイアル実験使用溶液

使用培地名	バイアル瓶内最終濃度
テスト基質	1,000mgCODcr/l
テスト汚泥	5,000～10,000mgMLSS/l
リン酸緩衝液(リン酸ナトリウム)	100mM
還元剤溶液(硫化ナトリウム)	250mg/l
炭酸水素ナトリウム	1,000mg/l
酸化還元指示薬溶液(レサズリン)	1mg/l

瓶に投入した基質の COD 成分が嫌気分解されて、メタンとしての COD（換算値：2.857gCOD/N₀-CH₄gas）成分に転換される割合を百分率で表したものである。

3. 実験結果および考察

第 1 回実験ではグルコース、デンプン、ご飯をテスト基質としてバイアル実験を行った。ご飯は、粒の状態によって分解性能が異なることも想定し、粒とスラリーの状態のものを使用した。図 2 にグルコース、デンプン、ご飯（スラリー、粒）のメタン転換率を示す。4 種類の基質ともに開始 4 日目でガス生成が終了したため、発生ガス中のメタン含有率を分析してメタン転換率を算出した。その結果、デンプンとご飯（粒）の基質は、分解性が良好なグルコース基質と同等のほぼ 100% の転換率を示し、これらの基質の嫌気分解は全く問題ないことを確認した。なお、ご飯（スラリー）基質については、基質投入時の濃度調整にミスが考えられたため考察から除外した。

図 3 に第 2 回実験でのグルコース、うどん、魚、豚肉のメタン転換率を示す。この 4 種類の基質においても実験 3～5 日目でガス発生が終了したが、メタン転換率は、ほぼ 100% のグルコース基質に比べて、魚基質 83%、うどん基質 65%、豚肉基質 45% の順にメタン転換率が低下した。メタン転換率が低下した 3 つの基質について実験終了後に混合液中の VFA 濃度を分析した。その結果、iso 酪酸、iso 吉草酸、iso カプロン酸が検出されたが、投入 COD 量に対するこれらの VFA が占める COD の割合はほんの数%であった。これより、この 3 つの基質の嫌気分解は、加水分解や酸生成の段階で停止しており、また、基質中に嫌気分解を低下させる阻害成分や嫌気分解し難い成分が含まれ、その成分を分解する微生物の存在量も少ないことなどが考察される。

図 4 に第 3 回実験でのグルコース、豆腐、キャベツ、家庭生ごみのメタン転換率を示す。この第 3 回実験においても 1 週間以内でガス生成が停止し、メタン転換率は、グルコース基質 97% に対して、豆腐基質で 59%、キャベツ基質で 99%、生ごみ基質で 3% であった。キャベツ基質は非常に高いメタン転換率を示しているが、基質中の COD 成分量が少ないために正確な転換率とはいえず、投入時に細かく刻んだキャベツのほとんどは固形状態のまま残存していると推察される。また、生ごみ基質のメタン転換率は非常に低い値となった。様々な種類の残飯が混入した実際の生ごみでは、分解性が著しく低くなる場合があることが予想され、今後は性状の異なる生ごみを使用して転換率の違いを確認する予定である。

図 4 に第 3 回実験でのグルコース、豆腐、キャベツ、家庭生ごみのメタン転換率を示す。この第 3 回実験においても 1 週間以内でガス生成が停止し、メタン転換率は、グルコース基質 97% に対して、豆腐基質で 59%、キャベツ基質で 99%、生ごみ基質で 3% であった。キャベツ基質は非常に高いメタン転換率を示しているが、基質中の COD 成分量が少ないために正確な転換率とはいえず、投入時に細かく刻んだキャベツのほとんどは固形状態のまま残存していると推察される。また、生ごみ基質のメタン転換率は非常に低い値となった。様々な種類の残飯が混入した実際の生ごみでは、分解性が著しく低くなる場合があることが予想され、今後は性状の異なる生ごみを使用して転換率の違いを確認する予定である。

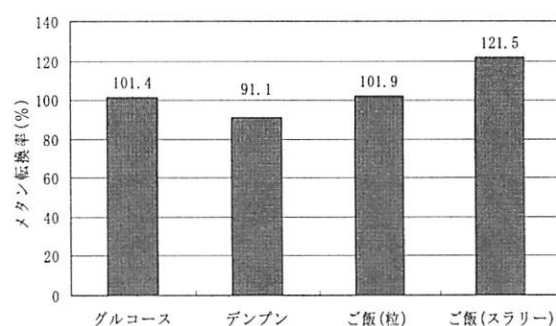


図 2 第 1 回実験のメタン転換率

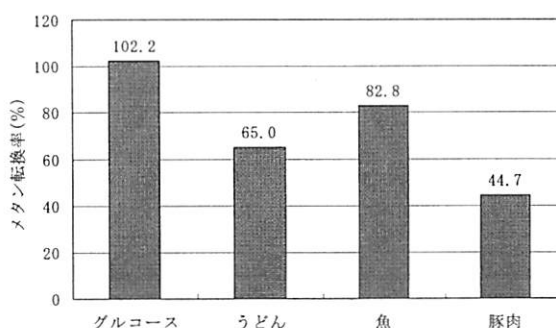


図 3 第 2 回実験のメタン転換率

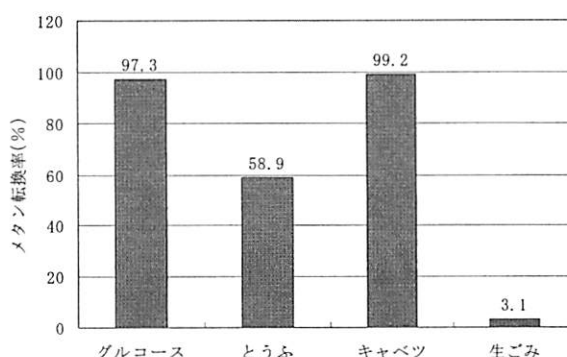


図 4 第 3 回実験のメタン転換率

4. まとめ

以上より、残飯の種類によって嫌気分解性が大きく異なること、また、様々な種類が混合した実際の家庭生ごみでは、分解性が著しく低下する場合があることが確認することができた。今後は、汚泥の馴致により分解性が向上することも考えられるため、汚泥馴致が分解性に及ぼす効果について検討を行っていく予定である。

参考文献

1) 農林水産省 廃棄物発生量推移 <http://www.maff.go.jp/sogoshokuryo/recycle/07/refdata01/1-1.pdf>