

再資源化に向けての生ゴミからの塩分除去処理に関する基礎研究

坂下 裕一、吉村 忠与志*

福井工業高等専門学校 物質工学科(〒916-8507 鯖江市下司町 16-1)

*tadayosi@fukui-nct.ac.jp

Salinity removal treatment from household waste for resource recycling

Yuichi SAKASHITA , Tadayosi YOSHIMURA*

Fukui National College of Technology
(Geshi-cho, Sabae, Fukui 916-8507, Japan)

(Received April 20, 2006; Accepted May 25, 2006)

The waste discarded from ordinary homes is incinerated using heavy oil at high temperatures. However, despite the depletion of fossil fuel resources and concomitant atmospheric pollution associated with the combustion thereof, we continue to incinerate garbage using heavy oil. Given the deleterious impact that this has on the global environment, the incineration of household waste should be stopped. Instead, we should consider ways in which garbage could be used as a resource and recycled. However, the salinity content of household waste is another potential environmental problem, particularly when the household waste composted during drying, and a method for ameliorating this high salinity therefore needs to be developed.

We developed a method for removing the salinity from household waste in water. In order to prevent the generation of unpleasant or offensive odors during treatment, it is important that the household waste not be permitted to decay. We therefore used titanium dioxide supported in silica gel a photocatalyst to prevent the anaerobic/aerobic digestion of household waste. By using the photocatalyst in combination with a decomposition tank, we were able to develop a method for removing the salinity from the household waste.

Keywords: Salinity removal treatment, Resource recycling of household waste, Photocatalyst, Preventing the anaerobic/aerobic digestion of the household waste

1. はじめに

一般には生ゴミは焼却処分される。しかし、水分を多く含み塩分も含んでいる生ゴミを低温で焼却すると、ダイオキシンなどの有害な物質が発生してしまう。そのため、ゴミを高温で燃やすのにさらに石油を用いることで、環境に大きな負荷を与えている。地球環境を考えるのならば、生ゴミを資源として再

利用すべきである。Diggelman ら[1]は、家庭用生ゴミを下水処理するか、固形廃棄物にするかの有意性を検討し、地方自治体による下水処理はエネルギーやコスト面などで低かったが、汚泥という副産物の埋め立て処理が増えた。生ゴミの腐敗に関しては、Biey ら[2]は、オゾン発生のための UV ランプを利用して生ゴミの腐敗臭の除去を検討した。

一般に、家庭用生ゴミ処理機の使用が望まれる。ただし、現在の家庭用生ゴミ処理機に関して、処理工程中に塩分を抜く処理がないため、処理後にゴミ中の塩分が濃縮されてしまう。その素材中の過剰な塩分は人間や生態環境にとって好ましくないため、生ゴミ処理機にかける前に塩分除去工程を設け、生ゴミ素材を安全に再利用できることが望まれる。

この塩分除去方法として水浸漬を提案する。その特長として、水は確実に安全であるといえ、塩分を十分に溶け込ませるからである。また、本研究では地球環境への配慮を挙げている以上、環境面で負荷をかけることのない処理方法は理想的であるといえる。しかし、水洗による塩分除去を目指す中で、その抽出液は生ゴミ中の有機物も含んでいるためにすぐに腐敗してしまう。そこで、光触媒を使用して生ゴミ中の腐敗菌の発生を防ぐことを検討した。光触媒を用いた装置をつくり、そこで有機物を分解してしまうことで、生ゴミからの塩分除去とその工程での腐敗菌の発生防止の効果を研究した。

2. 実験

2.1 生ゴミからの塩分除去

生ゴミの試料は、食塩を振りかけて調理したジャガイモを生ゴミ乾燥機にかけた乾燥試料(乾燥イモ)と乾燥機にかけない生試料(生イモ)をそれぞれ 10g ずつとり、蒸留水 200mL に浸し、生ゴミからの塩分除去の試験を行った。塩分を抽出した溶液中の塩分量の測定はモル法により塩化物イオン濃度を測定した。モル法とは溶液中の塩化物イオンを銀イオンで塩化銀沈殿として消費し、過剰となった銀イオンをクロム酸カリウムで滴定することによって塩化物イオン濃度を定量するものである。

2.2 光触媒シリカゲルを用いた分解槽

光触媒シリカゲルは新東 V セラックス(株)製の HQC51 [3]を用いた。これは二酸化チタン担持シリカゲルで図 1 のように透明なシリカゲルの細孔全体に二酸化チタンの微粒子を担持させ、光と基質を効

率よく二酸化チタン表面に届くように設計されている。このゲルの粒度は 1.7~4.0mm で二酸化チタンの担持率は 20%であった。

このゲルを充填した分解槽の模式図を図 2 に示す。外缶は円筒状のものでアクリル製である。中央はケミカルランプを挿入するための空洞である。二重缶外側には HQC51 を充填できるようになっている。上部は気相での吸着分解を想定し、下部とネットを隔てて繋がっているが、本研究では検討の対象にできなかった。下部は液相での吸着分解を想定し、今回はここに HQC51 を充填して使用した。

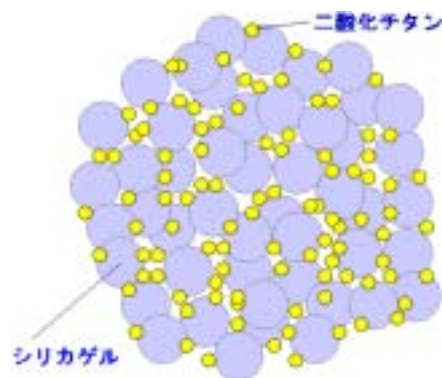


図 1 二酸化チタン担持シリカゲル, HQC51 [3]

外缶周囲にアルミホイルを貼っているのは、中心からの光を反射し、HQC51 に効率よく照射するためである。充填相の側面と底面には溶液の出入口が付いている。以後、この容器を分解槽とよぶ。

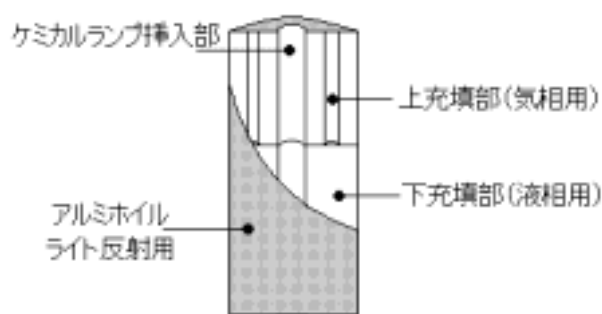


図 2 分解槽の模式図

分解槽と生ゴミからの塩分抽出溶液との接続は図 3 のように装置を組み立てた。生ゴミ試料をビーカーに入れ、一昼夜浸漬した溶液を図 3 の試料溶液と

した。分解槽への試料の送り込みはローラーポンプ(古河サイエンス(株)製、RP-LV)を用い、ケミカルライト(東芝(株)製、FL15BL)により紫外線照射を行った。

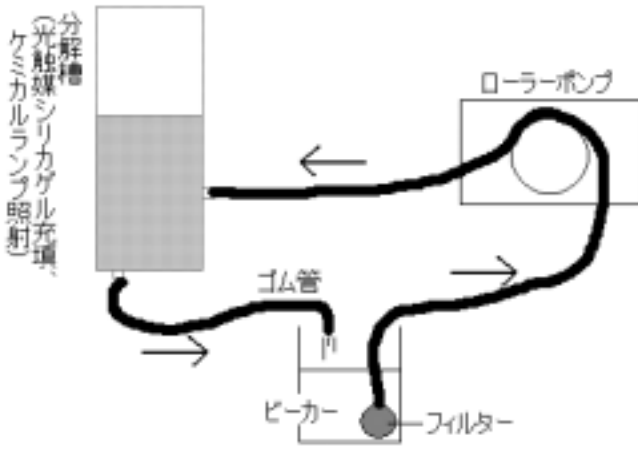


図3 装置の組み立て模式図

二酸化チタンによる光分解率を測定するために、ローラーポンプで循環している試料溶液を10mL サンプルングし、COD (KMnO₄法)を測定しその光分解率を求めた。分解槽装置の全景を写真1に示す。



写真1 分解槽装置の全景

2.3 ガスセンサーによる腐敗臭の測定

生ゴミやその周辺の溶液はしばらくすると腐敗が

始まり、強烈な悪臭を発生する。そこで、その腐敗臭の程度を測定するために、ガスセンサー(フィガロ技研(株)製、TGS#823)と熱電対温度計(TOHO 電子(株) TTN-104)をセットしたアクリルボックスを作成し、データロガー(日本ファイルコン(株)製、JJ.JOKER)と接続してコンピュータで計測した。ガスセンサーボックスは同じセンサーをセットした同じ大きさのボックスを2つ用意してボックス2には比較のためにただの蒸留水を入れて試験を行った。模式図を図4に示す。

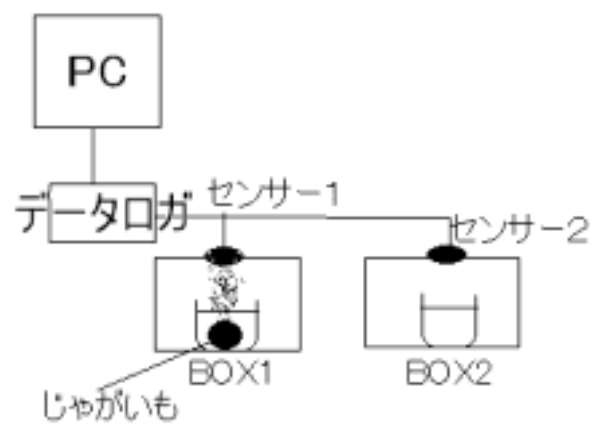


図4 ガスセンサーによる腐敗臭の測定模式図

PC: パソコン

2.4 分解槽における有機物分解のガスセンサー計測

ガスセンサーボックスと分解槽を図5のように組み合わせて、抽出溶液の光分解をガスセンサーで計測した。ガスセンサーは先と同じものを使用した。

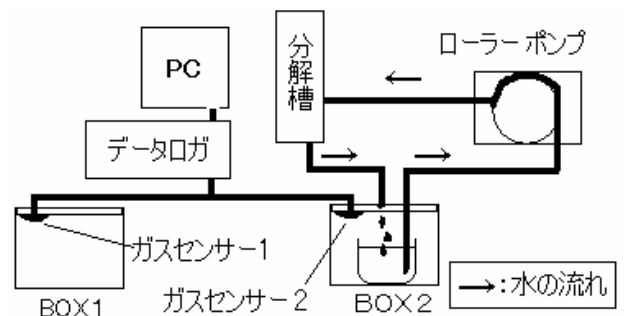


図5 ガスセンサーボックスにセットした抽出液の分解装置模式図

3. 結果と考察

3.1 生ゴミからの塩分除去

塩分除去処理の抽出時間の影響を調べるために、乾燥イモと生イモについて抽出時間ごとに抽出液中の塩化物イオン濃度をモール法で測定したのが図 6 である。イモ試料は同じ条件で 3 つの試料(乾燥イモ P1 ~ P3 と生イモ S1 ~ S3)について塩分抽出率を測定した。乾燥イモのほうが 30 分程度、生イモが 1 時間程度でほぼ 100%の抽出時間を要していることが分かった。抽出時間だけを見れば乾燥イモのほう

が時間短縮されているが、乾燥というエネルギー作業効率を考慮すると生イモ試料でも 1 時間程度で試料から塩分を水溶液中に抽出除去することができることがわかった。

このデータはジャガイモを食塩でふかし処理したものについてであるが、塩分調理の試料、塩鱒についても約 1 時間で塩分抽出が完了することが予備実験でわかっている。生ゴミ中の塩分の抽出除去に関しては試料を水にほぼ 1 時間浸漬するだけで十分な塩分除去ができることが分かった。

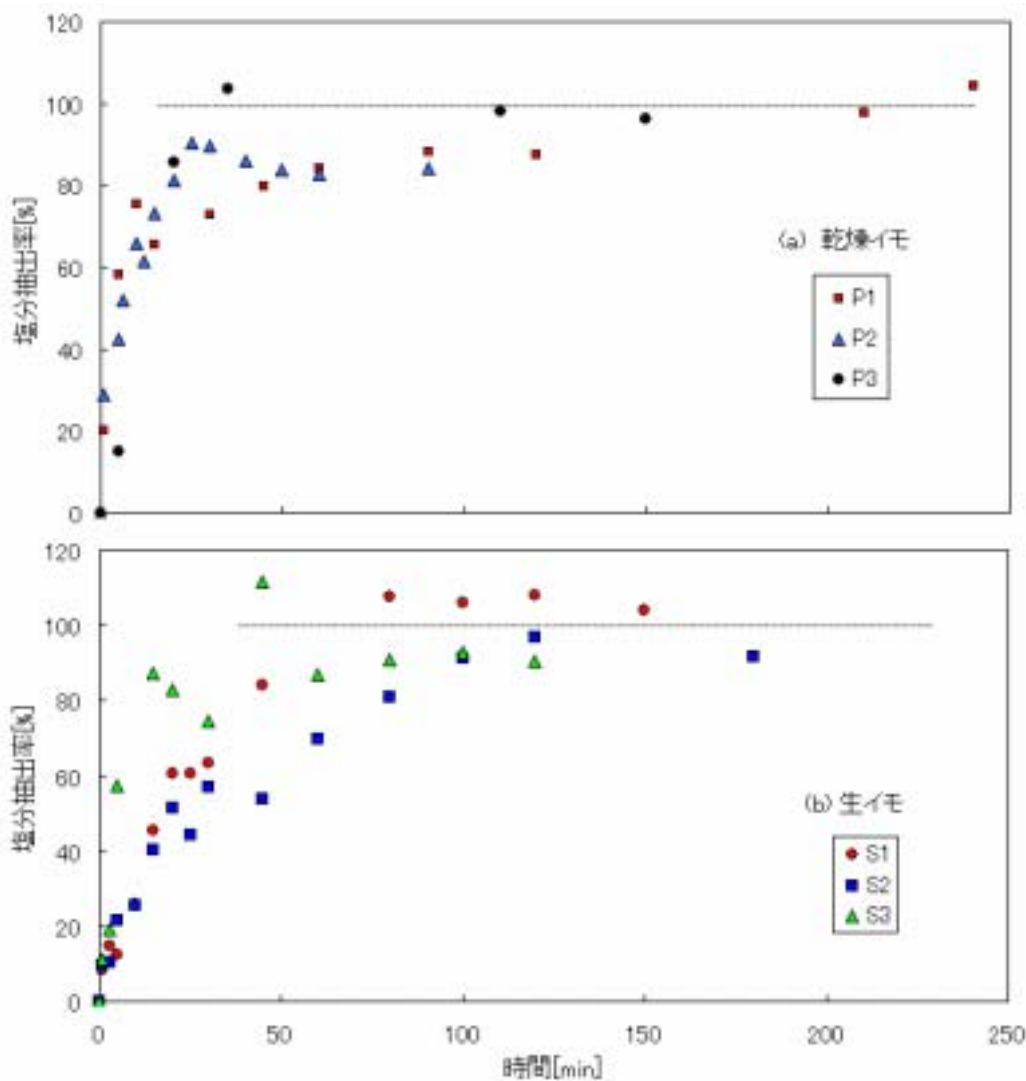


図 6 イモ試料からの塩分抽出率の時間変化
(a) 乾燥イモ(P1 ~ P3)、(b) 生イモ(S1 ~ S3)

3.2 光触媒シリカゲル分解槽を用いた抽出溶液の有機物分解

生イモ 80g を蒸留水 800mL に一昼夜浸漬し、固形成分をろ過して取り除いた水溶液を試料とした。試料は白く濁って腐敗臭を発生していた。その試料を図 3 の装置で光分解したところ、図 7 のような有機物の分解が観察された。ローラーポンプの速度は 10mL/min で運転し、有機物の濃度測定は COD 法で計測した。図 7 のデータは同じ条件で 2 回行ったものをプロットした。2 回目の試験では数分で光分解が進んだが、1 回目でも 1 時間程度で完全に分解させることができ、処理された試料溶液は最初白濁していたものが最後には透明で腐敗臭はまったくしなかった。光分解で試料溶液は完全に有機物分解が進んだものと判定できる。この光分解には酸素の供給が必要であり、半開放系で分解作業を行う必要がある。

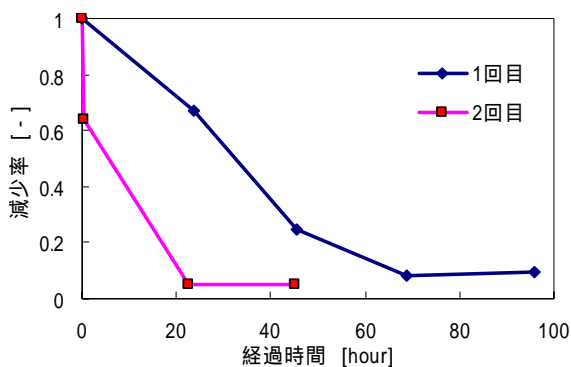


図 7 光分解による抽出溶液中の有機物の減少変化

3.3 ガスセンサーによる腐敗臭の測定

ガスセンサー(TGS#823)は可燃性物質を検知するもので、生ゴミから発生する腐敗臭を検出することはわかっている。図 4 のガスセンサーボックス 1 にジャガイモ 80g を蒸留水 100mL に浸漬したピーカーを入れ、比較のために蒸留水を入れたピーカーをボックス 2 に入れてジャガイモの腐敗状況を測定したところ、ジャガイモを変えて 3 回の試験を行った結果、いずれの場合も約 20 時間後に腐敗臭が発生し始め、どんどん強烈になっていった。右肩上がり

の上昇を示したが、その上昇が周期的な上下示したことから、微生物分解で発生する有機成分量が増減したものである。

3.4 分解槽における有機物分解のガスセンサー計測

図 5 の装置で、先の試験と同様に蒸留水の入ったピーカーにジャガイモを入れて腐敗試験を行った結果を図 8 に示す。センサーボックス 1 には蒸留水に浸したジャガイモ入りのピーカーを置き、A1(循環なし)、A2(循環のみ)で分解槽での運用が行われていない。それに比べて、センサーボックス 2 では同じようにジャガイモ入りの蒸留水ピーカーを置き、ローターポンプを 50mL/min の速度で回転し、光分解槽を稼動したのが A3(循環+光分解)である。

2 つの試験、A2 と A3 を比較すると、光分解槽を運用したときは腐敗臭が発生することなく、初期状態を継続していることが分かった。すなわち、生のジャガイモを水に漬けておくと、徐々に腐敗を始めるが、初期状態から光分解工程を付加することによって、腐敗を防ぎ、腐敗菌の発生も抑制することが分かった。

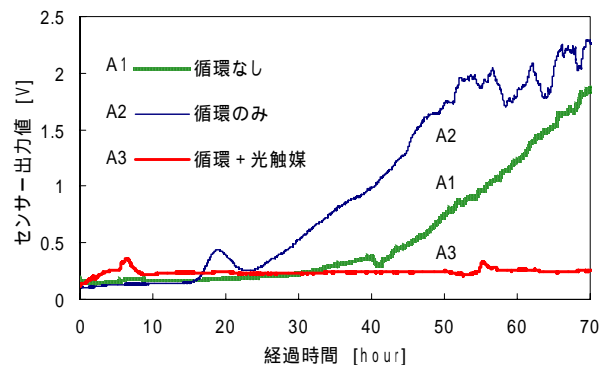


図 8 光分解槽の稼動と循環の有無におけるセンサー出力値の変化

図 8 で、ボックス 2 で 0.25V となったのは水を初めから循環したためにピーカーに落下する細かな水滴がボックス内の水蒸気量を上昇させたためで、0.25V のセンサーの基準値は水蒸気に起因するもの

であり、A3ではまったく腐敗現象が発生しなかった。これより、分解槽の運用は腐敗を防ぐのに十分な効果が発揮された。連続運転では1週間以上の試験運転を実施したが腐敗は発生せず、分解槽の運用の実用効果を確認することができた。

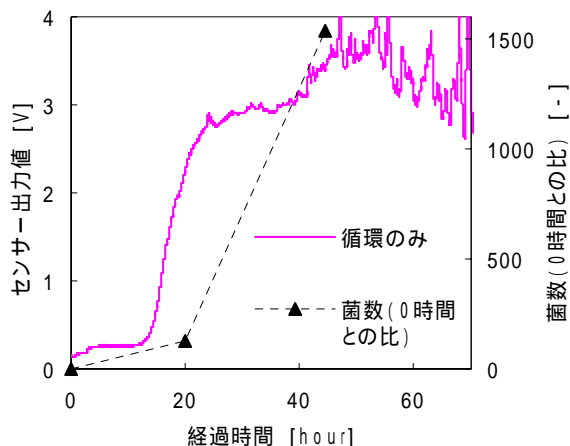


図9 循環のみでのセンサー出力値と菌数変化

図9にジャガイモの腐敗実験で循環のみでの腐敗菌の菌数測定を示す。腐敗とともに菌数が増加していることを確認した。

4. まとめと展望

本研究の成果から、図10のような生ゴミにおける

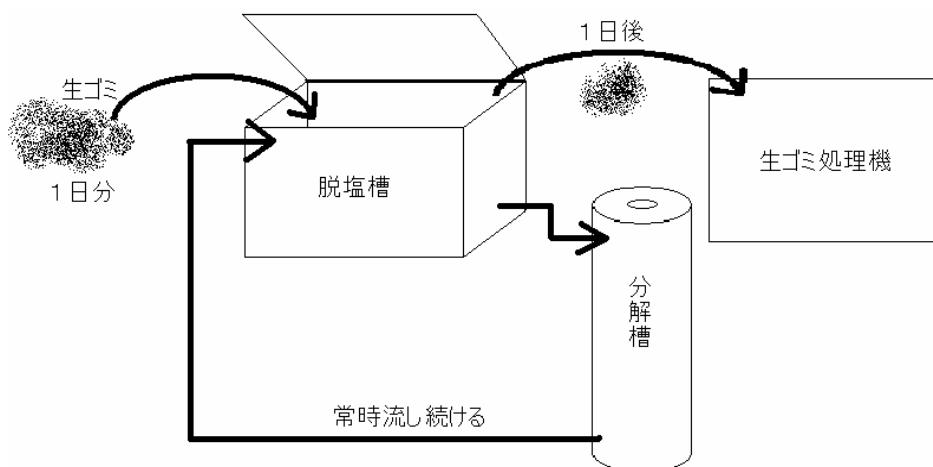


図10 生ゴミにおける塩分抽出除去槽と分解槽を組み合わせた生ゴミ処理方法

塩分抽出除去槽と分解槽を組み合わせた生ゴミ処理方法の実用性を確認した。具体的にその処理工程を箇条書きすると、次のようになる。

毎日の生ゴミを脱塩槽に入れ、フタをする。

塩分抽出除去槽では分解槽から流れてきた殺菌済みの水で塩分抽出除去をし、その水をまた分解槽に戻して循環する。

夜中に1日分の生ゴミの脱塩が終わったら、まとめて生ゴミ処理機に移す。

水は翌日の朝まで分解槽を流れるので、きれいになる。

これを繰り返す。

参考文献

- 1) C. Deggelman, R. K. Ham, "Household food waste to wastewater or to solid waste? That is the question", *Waste Management and Research*, vol.21, No.6, pp.501-513(2003).
- 2) E. M. Biey, W. Verstraete, "The use of a UV lamp for control of odour decomposition of kitchen and vegetable waste", *Environmental Technology*, vol.20, No.3, pp.331-335(1999).
- 3) 新東 V セラックス Web ページ、二酸化チタン担持シリカゲル <http://vcerax.sinto.co.jp/products/hikarish/hikarish.htm>