簡易コンポストの家庭での再現性

スミス太誠

要旨　本研究では、家庭環境で再現可能な簡易コンポストを用い、好気性条件と嫌気性条件の違いが有機物分解および微生物活動に与える影響を検証した。質量変化および温度測定に加え、微生物の代謝に伴う酸化還元反応に着目し、電流測定を分解指標として評価した。その結果、好気性条件の方が質量減少が大きく、生ゴミを含む試料からのみ電流が観測されたため、コンポストとしての働きは確認された。特に好気性条件下では攪拌後に電流値が上昇する傾向が見られ、酸素供給が微生物活動を促進する可能性が示唆された。一方で、電流値の再現性には課題が残った。本研究は、簡易コンポストにおける微生物活動の評価手法として電流測定の有効性と課題を明らかにした。

キーワード：簡易コンポスト、好気性、嫌気性、微生物活動、フードロス

Ⅰ. はじめに

家庭から排出される生ごみは、焼却処理に伴う環境負荷やフードロス問題の一因となっている。その対策の一つとして、生ごみを堆肥として再利用するコンポストが注目されている。コンポストとは微生物の力で生ごみや落ち葉などの有機物を分解・発酵させ、有機肥料をつくることであり、その過程には通気量、水分量、温度、pH など多くの要因が関与する。今井ら（2006）は、コンポスト化において通気量が分解率や腐熟度に与える影響を調べ、通気量が 0.173L/L*min の時は分解率が低くなり 0.007L/L*min の時は腐敗してしまうため、通気量が過多でも不足でも分解が進まずに重要な因子であることを報告している。しかし、家庭用の簡易コンポストではこれらの条件を定量的に管理することは困難であり、効率的に分解が行われているかを判断する明確な指標が不足している。そこで本研究では、家庭環境で再現可能な簡易コンポストに着目し、好気性条件と嫌気性条件の違いが有機物の分解にどのような影響を与えるのかと検討するとともに、微生物の代謝に伴う酸化還元反応に着目し、電流測定を分解指標の一候補として検証することを目的とした。

Ⅱ. 手法

1）実験① 好気性条件と嫌気性条件の比較

実験には 1 L のプラスチック容器を用い、有機物の窒素と炭素の質量をコンポストとして最適な 1：25 になるようにして細かく切った新聞紙、米ぬか、および発酵促進剤（コーランネオ、香蘭産業）を使用した。温度管理のため、25℃に設定したインキュベーターを用いた。新聞紙、米ぬか、発酵促進剤を合計 330 g となるように 2 つの容器に新聞紙を 190g、米ぬか 60g、発酵促進剤 20g、水を 60g ずつ混合した後に 1L のプラスチック容器に投入した。一方の容器は 3 日おきに内容物を取り出し掻き混ぜてから同じ容器に戻すことで攪拌を行い好気性条件とした。もう一方は攪拌を行わず嫌気性条件とした。両容器について、質量および温度を毎日測定し、変化が見られなくなるまで継続した。また、対照実験として同様の材料を用いて合計330g に加えたそれぞれの物質の重さと同じ比率の 80 g の試料を作成し、180℃で 20 分間オーブン加熱した。加熱前後の質量差から、水分量の割合を算出した。本実験は、質量および温度変化を従来の分解指標として 1 測定し、後の電流測定結果と比較するためのデータを得ることを目的とした。

2）実験② 電流測定

実験②は、簡易環境下において微生物活動に伴う電流が検出可能であるかを確認する予備的検証として実施した。新聞紙のみ 57 g を用いた容器 A と、新聞紙および米ぬかを合計 57 g とし、乳酸菌を含む飲料（ヤクルト）2 mL を加えた容器 B を作成し

た。各容器を水で満たし、腐食しにくい安定な炭素棒 2 本を電極でとして 2cm の間隔で装置の中心に設置し、テスターを用いて 7 日間の電流を測定した。

3）実験③ 生ゴミを用いた試料の電流測定

1 L のプラスチック容器 3 つ（容器 A、B、C）を用意した。容器 A および容器 B には、底層として土を 4 cm 敷いた後、生ゴミ試料としてバナナの皮 30 g を約 2 cm 角に切り、土の上に均一に分散させて配置し、さらにその上から土を 5 cm 重ねた。容器 C に対照実験として、生ゴミ試料を含まず、土のみを 10cm 投入した。容器 A は好気性条件とするため、実験①と同様に 3 日おきに内容物を攪拌した。一方、容器 B および容器 C は攪拌を行わず、蓋を密閉することで嫌気性条件とした。各容器の中央部に炭素棒 2 本を約 2 cm 間隔で挿入し、テスターを用いて 2 週間の電流の有無および値を測定した。

III. 結果

1）実験①

好気性条件と嫌気性条件を比較するために 30 日間の質量を測定した（表 1、図 1）。好気性条件および嫌気性条件のいずれにおいても、質量は時間とともに減少した。30 日後には、初期質量 330 g に対し、好気性条件では約 270 g (-60g)、嫌気性条件では約 282 g(-48g)となり、好気性条件の方が質量減少が大きかった(図 1 参照)。主な質量変化は約 2 週間で終了し、その後は誤差の範囲での変化だった。温度変化は初期 1 週間に最大で約 1℃の上昇であり、顕著な発熱は観測されなかった(図 3 参照)。また、同材料で構成された 80g を乾燥させたところ、53g になったことから水分量が少なくとも 41%であった。

表 1 好気性と嫌気性のコンポストの質量変化

日数	好気性(g)	嫌気性(g)
0	330	330
3	320	320
5	314	317
7	310	315
9	301	305
11	295	300
13	290	296
15	284	293
17	280	290
19	278	289
21	275	289
25	273	286
27	271	285
30	270	282

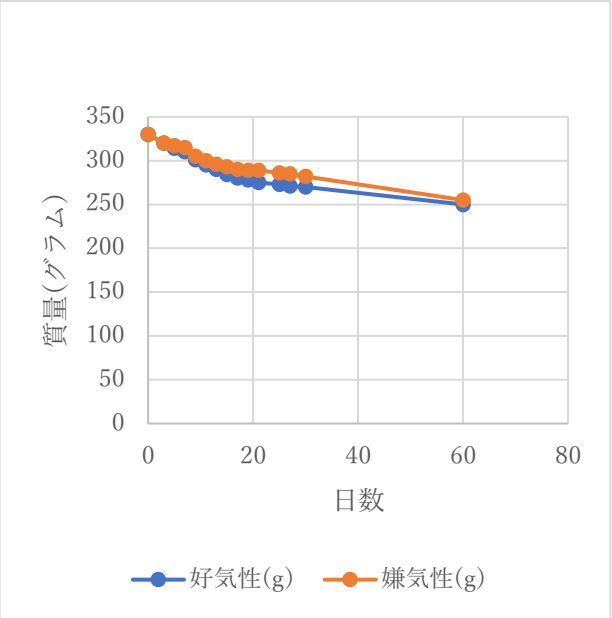


図 1 好気性と嫌気性のコンポストの質量変化

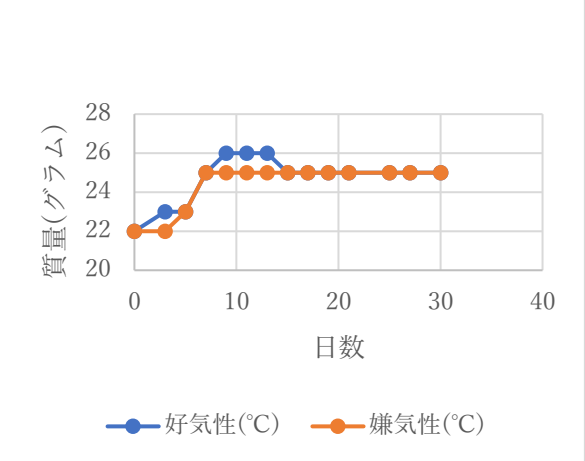


図 3 好気性と嫌気性のコンポストの質量変化

2）実験②

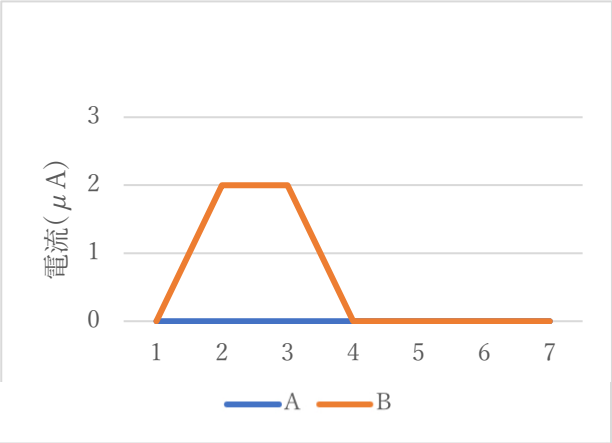


図 4 菌の有無と電流の関係

新聞紙のみの容器 A では、測定期間を通して電流は観測されなかった。一方、容器 B では実験開始 2 日目から 3 日間のみ約 2 μA の電流が観測されたが、数値は不安定であり、別試料では電流は確認されなかった(図 4)。測定開始直後に高い値を示した後、短時間で 0 A となる傾向が見られた。また、2 週間以上経過した容器 B では内容物の腐敗が確認された。

3)実験③

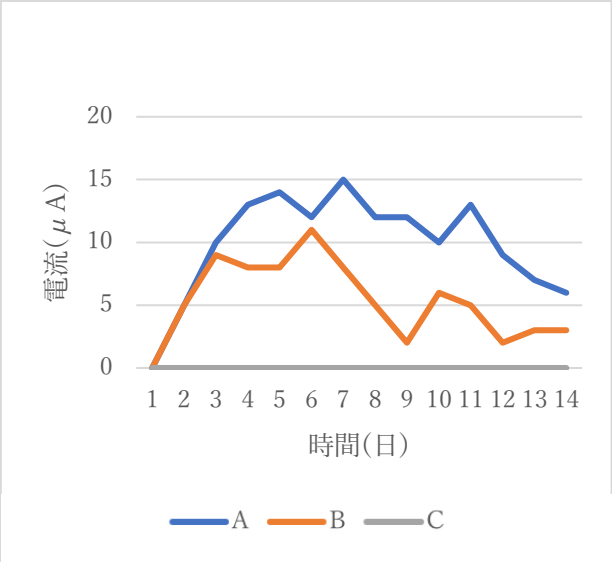


図 2 生ゴミの有無と攪拌による電流の値の変化

生ゴミを含む試料（容器A、B）からは電流が測定されたが、生ゴミを含まない容器 C からは電流が全く測定されなかった（図 2）。また、容器 A の好気性の試料の方が 3 日目以降の全ての日で容器 B の嫌気性の試料よりも高い電流値を示した。生ゴミを含む好気性条件下の試料は攪拌した次の日に前日より高い電流値を示していることが三度の攪拌を通して共通していた(3 日目と 4 日目、6 日目と 7 日目、10 日目と 11 日目)。また、生ゴミを含む嫌気性の試料では電流が測定されたが値が不安定で規則性が見られなかった(図 2)。

IV. 考察

実験①では、好気性条件(-60g)が嫌気性条件(-48g)より試料の質量変化が大きいことから、好気性条件下の方が嫌気性条件よりも分解することが示され、酸素供給が分解に一定の影響を与えることが示唆された。しかし、対照実験で確認された水分量は約 41%であったのに対し、本実験での質量減少は約 18%にとどまった。このことから、実験①の結果より、観測された質量減少の多くは微生物分解ではなく、水分の蒸発による可能性が高いと考えられた。

また、実験①の結果より、温度上昇が小さかったことから、簡易コンポスト内で微生物が十分に増殖し、微生物の運動による発酵熱を生じさせる条件が整っていなかったと推測される。容器が小型であることや、微生物の種類および量が限定されていたことが、分解の進行を妨げた要因であると考えられる(Abila ら、2024)。

実験②では、一時的に電流が観測されたことから微生物活動の存在は示唆されたが、電流の値が生じた場合でも、値の大きさと発生時期が 3 度の同実験を通して統一していなかったため再現性が低く、簡易コンポストの機能を示す指標としては不十分であった。中心部で電流が大きな値が生じた理由は、密度の高い部分で微生物活動が相対的に活発であった可能性を示している(Ana ら、2023)

実験③の結果より、生ゴミを含む試料からのみ電流が測定され、土のみの試料からは電流が全く観測されなかったことから、電流は電極や土そのものではなく、生ゴミの分解過程に関与する微生物活動に起因する可能性が高いと考えられる(図 2)。生ゴミを含む試料においては、好気性条件の方が嫌気性条件よりも継続的に高い電流値を示しており、攪拌を行った翌日に電流値が上昇する傾向も複数回確認された(図 2)。これらの結果から、攪拌による酸素供給が微生物の代謝活動を促進し、酸

化還元反応を活発化させた可能性が示唆される。一方で、嫌気性条件下の試料においても電流は観測されたが、その値は不安定で規則性が見られなかった。このことから、嫌気性条件下では微生物活動は生じるものの、その活動は局所的かつ断続的であり、安定した電子移動を伴う反応が持続しにくいと推測される(今井ら、2006)。
生ゴミの存在および好気的条件下は電流発生に影響を与えることが示されたが、強い相関は見られず、簡易コンポストにおける微生物分解の定量的評価指標として用いるには今後の条件設定の検討が必要である。

V. 結論

本研究では、家庭で再現可能な簡易コンポストを用いて、好気性条件と嫌気性条件の違いが有機物の分解および微生物活動に与える影響を検証した。

実験①では、好気性条件の方が嫌気性条件よりも質量減少が大きい傾向が確認されたが、大幅な違いはみられなく、温度上昇が小さかった。実験②および③では、微生物の代謝に伴う酸化還元反応に着目し、電流測定による微生物活動の検出を試みた。その結果、酸素供給が微生物活動を活性化させる可能性が示唆された一方で、電流値は不安定で再現性に乏しかった。

以上より、本研究は、家庭環境で実践可能な簡易コンポストにおいては、条件制御の難しさから微生物分解を明確に示すことが容易ではないこと、また電流測定は微生物活動の存在を示す指標の候補とはなるが、現時点では補助的手法にとどまることが明らかであった。今後は測定条件の統一や試料数の増加、他の評価指標と組み合わせることで、簡易コンポストの分解過程をより確実かつ客観的に評価する方法の確立が求められる。

謝辞　本研究に協力してくださった牧田先生および生物科の先生方、先輩方、ありがとうございました。

文　献

Abila, H. A., Meor M. H. B. H. & Mohamed Z. M. N., Optimizing Food Waste Decomposition through pH,Moisture Content, and Temperature Control: A Comprehensive Study., Civil and Sustainable Urban Engineering 4(1), pp42-54 (2024)

Ana, A., Gabriela, V., Microbial Community in the Composting Process and Its Positive Impact on the Soil Biota in Sustainable Agriculture., Agronomy, (2023)

今井剛・浮田正夫(2006):コンポスト化における通気量および腐熟度評価．廃棄物学会論文誌, Vol.17, No.1, pp.78-86