

徳島大学工学部 伊藤 禎彦

徳島大学工学部 村上 仁士

徳島大学大学院○福田 剛士

1. はじめに 著者らは、柑橘類の圧搾処理廃物を主材とするコンポスト化実験¹⁾を行い、柑橘類(ゆこう、すだち、ゆず)を特産とする徳島県勝浦郡上勝町を例に、有機性廃棄物のコンポスト化計画を立案した。柑橘類廃物は、pHが低く、含水率が高いためそのままのコンポスト化が困難であることの他、生物分解性も悪いことが予想された。また、上勝町では9～11月の3カ月間に集中して発生し、その時期に発生する廃棄物全量の約60%を占めることになり、堆肥の質が落ちる可能性があった。一方、一般にコンポスト化の初期には、易分解性有機物が微生物によって急速に分解され、その結果有機酸が蓄積してpHが低下するが、その後アンモニアの生成にともなってpHが再び上昇する特徴がある。しかし、柑橘類はそのものが既に多量の有機酸を含んでおり、有機酸量の変化のパターンが他の材料とは異なる可能性がある。本文では、その過程を把握するため脂肪酸の定量を行った。さらに反応過程における微嫌気環境下での微生物活動を把握するため、通性嫌気性菌の測定も行い、コンポスト化過程との関係について考察を行った。

2. 実験方法 コンポスト化実験は、図1に示す実験装置を用いて行った。反応槽は内径15cm、高さ37.5cmの円筒型で、容量は約6.5lであり、これを50℃の恒温槽内に置いた。空気は加湿器を通じて0.5l/min送入した。反応過程をみるために測定した指標²⁾は、試料重量、反応温度、pH、含水率、二酸化炭素濃度(理研赤外線ガス分析計RI-550A)、C/N比、微生物数、揮発固形物濃度、酸素消費速度、低級脂肪酸である。本研究では、C/N比と酸素消費速度とをコンポスト品質の指標とした。また、低級脂肪酸は、酢酸、プロピオン酸、iso-酪酸、n-酪酸、iso-吉草酸、n-吉草酸をガスクロマトグラフ法³⁾により定量した。微生物は、一般細菌、放線菌、糸状菌、酵母の数を測定した。測定方法はすべて希釈平板法で行い、微生物数は試料からの誘出率を考慮して、試料の乾燥重量あたりの数として表示した。通性嫌気性菌の測定は、ガスバック嫌気システム(BEC-TON DICKINSON社製)を用いて行った⁴⁾。試料には、みそ醸造用に使用される種菌を試料湿重量の1%加えた。この種菌中の微生物数の測定結果を表1に示す。

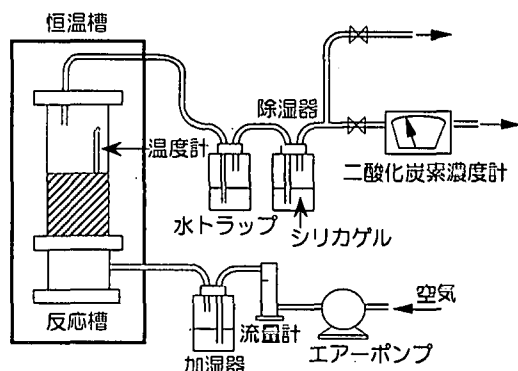


図1 コンポスト化実験装置

表1 種菌中の微生物数

一般細菌	6.0×10^7
放線菌	2.6×10^7
糸状菌	1.4×10^6
酵母	2.2×10^6
通性嫌気性菌	7.4×10^7

(単位: CFU/g)

実験に用いた各廃棄物の性状を表2に示す。コンポスト化反応のための最適含水率は50～60%、反応速度が最大になるpHは8～10、またC/N比は10～30で有機物分解が速やかであり、7～10で最大になるとされる。これらを参考に、含水率とpHを調整した上でコンポスト化実験に供した。

表2 各廃棄物の性状

	ゆこう	すだち	生ごみ	木くず
含水率	80%	78%	80%	11%
pH	4	4	6	5
C/N	57	—	57	100

3. 実験結果と考察

上勝町で生産される柑橘類は、ゆこう、すだち、ゆずがあるが、最も排出量の多いゆこうのしぼりかす、およびすだちをとりあげて実験を行った。含水率は添加材として木くずを用いて55～60%に調整し、pHも9付近に調整した。柑橘類は家庭用ジューサーで破碎した後実験に用いた。また生ごみについてもコンポスト化実験を行い、柑橘類のそれと比較検討した。

実験結果を図2～図6に示す。試料内部温度は約50℃に保たれていた。含水率(図2)は、

両者ともに最適域を維持しているが、ゆこうに木くずを加えたものは実験後期にかけてやや含水率の低下がみられたため、8日目に水分を添加した。pH(図3)は、ゆこうに木くずを加えたものは反応初期にpHが低下し、その後回復するという、コンポスト化反応特有の傾向を示している。一方、生ごみに木くずを加えたものでは、反応開始後、5付近まで低下し、その後回復していない。これは生ごみ中に多量に含まれる易分解性有機物が、微生物によって急速に分解された結果、有機酸が多量に蓄積したためと推察される。このため開始4日後にpHを再調整した。pH調整後はいったん低下した後、再び上昇するというコンポスト化特有の傾向を示した。この

反応初期のpH低下および低級脂肪酸の変化については後で考察を行う。二酸化炭素濃度(図4)は、ゆこうに木くずを加えたものは、反応初期にピークとなり、その後減少している。また、含水率を調整した8日目以後わずかに増大しているが、これは含水率調整によって、再び微生物活動が活性化し、有機物を分解したためと考えられる。一方、生ごみに木くずを加えたものでは、pH再調整後までの発生量は少ないが、再調整後は増大している。C/N比(図5)の変化は、両者ともに減少傾向にあり、C/N比が改善されているといえる。生ごみに木くずを加えたものでは、pH調整を行う4日目まではそれほど低下していないが、その後は低下速度が大きい。pH調整後、微生物活性が増大するに伴いC/N比が低下したと考えられる。一方、ゆこうに木くずを加えたものでは、C/N比が次第に低下し、製品コンポストとして望ましい10～20の範囲に入っている。酸素消費速度(図6)の変化をみると、ともに低下しており試料中の易分解性有機物が分

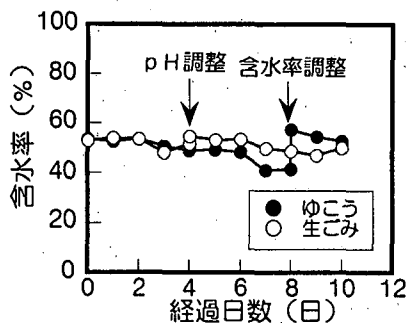


図2 含水率の経日変化

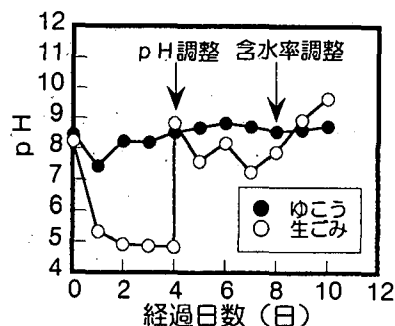


図3 pHの経日変化

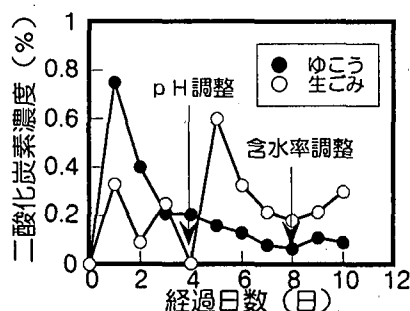


図4 二酸化炭素濃度の経日変化

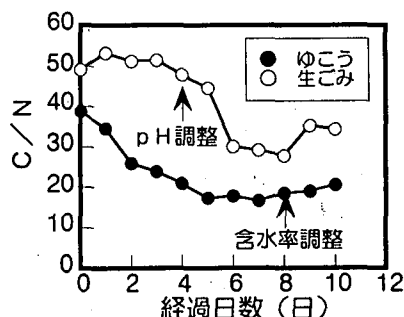


図5 C/N比の経日変化

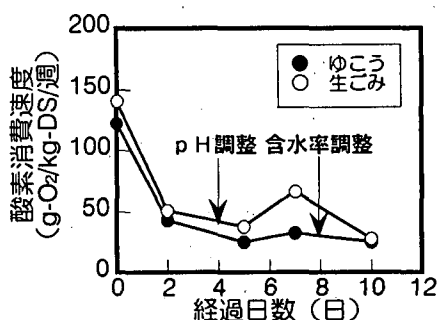


図6 酸素消費速度の経日変化

解され、試料が次第に安定なものに変化していったことがわかる。一般に、酸素消費速度が $30\text{g-O}_2/\text{kg-DS}/\text{週}$ 以下であれば製品コンポストとして望ましいとされていることから判断すれば、両方の試料とも10日間で十分

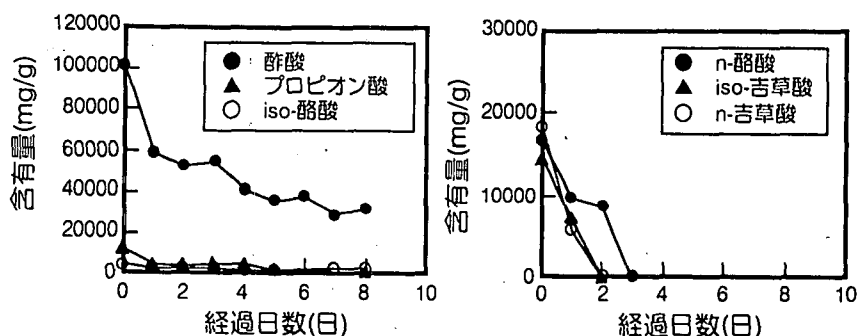


図7 低級脂肪酸の経日変化

反応は進行したといえる。以上の結果を総合すれば、柑橘類廃物のコンポスト化についてそれ単体でも含水率、pHを最適条件に調整すればコンポスト化反応が進行することがわかった。

つぎに、柑橘類廃物のコンポスト化初期のpHの変化に着目し、関連が予想される低級脂肪酸の変化、通性嫌気性菌の挙動を測定した。試料はすだちと木くずを混合したもので、含水率を55~60%に調整し、pHも9付近に調整した。実験結果を図7、8に示す。pHの変化は、図3とほぼ同様の結果であった。その反応初期の低級脂肪酸(図7)の変化をみると、1日目に急激に低下し、その後徐々に減少している。定量した低級脂肪酸のうち、n-酪酸、iso-吉草酸、n-吉草酸の3種類は3日目以降

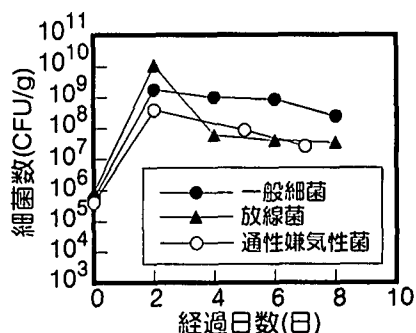


図8 微生物の経日変化

検出されなくなった。この結果、低級脂肪酸は、はじめから柑橘類に含まれている量以上に増加することはなく、逆に減少していくことがわかった。図8に通性嫌気性菌、一般細菌、放線菌の測定結果を示す。これらはすべて反応初期にピークとなり、その後減少する傾向を示している。反応初期において通性嫌気性菌も増殖するものの、一般細菌や放線菌も活発に増殖していることがわかる。これらの微生物群が初期に多量に含まれる脂肪酸を分解したものと推察できる。

4. おわりに 柑橘類の圧搾処理廃物についてコンポスト化実験を行った。また、柑橘類廃物中に多量に含まれる有機酸が、反応過程でどう変化するかを把握するために低級脂肪酸の測定を行い、併せて微嫌気環境下での微生物活動を把握するために通性嫌気性菌の測定も行った。その結果、柑橘類廃物は含水率とpHを調整することでコンポスト化可能であることがわかった。柑橘類廃物中に含まれる低級脂肪酸は、コンポスト化初期の反応で特徴的にみられる傾向とは逆に増加することなく常に減少しており、それは通性嫌気性菌を含む微生物群によって分解されたものと推察できた。

【参考文献】

- 1) 伊藤禎彦；柑橘類の圧搾処理廃物を主材とする農産廃物のコンポスト化実験，環境衛生工学研究，Vol. 9, No. 3, pp. 293-298, 1995.
- 2) 藤田賢二；コンポスト化技術～廃棄物有効利用のテクノロジー～，技報堂出版，1993.
- 3) 日本下水道協会；下水試験方法-1984年版-，pp. 319-320, 1985.
- 4) 土木学会衛生工学委員会編；環境微生物工学研究法，技報堂出版，pp. 95-98, 1993.