

# 木質担体を用いた生ゴミの微生物分解処理

堀 沢 栄

キーワード: 木質担体, 生ゴミ, 微生物処理, 資源循環

## 木質廃材の資源化

木材が廃棄物として出てくるようになったのは近代になってからです。それまで木材は材料として何度も再利用を繰り返されたり燃料として利用される貴重な資源でした。最近では、建築解体材や土木現場で発生した木材などが産業廃棄物として大量に排出されています。平成6年の産業廃棄物量4億tのうち、木質廃材は約2%を占めています<sup>1)</sup>。木質廃材は、チップや燃料として利用されていますが、リサイクル率は20%程度と推定されています。その他は廃棄物として焼却・埋め立て処理されますが、コストがかかるために不法投棄も少なくありません。不法投棄量約39万tのうち、最も多いのは木質廃材で42%も占めています(図1)<sup>2)</sup>。これからは木質廃材の資源化・再利用により廃棄物や不法投棄を減らしていかなければなりません。

## 有機廃棄物の堆肥化

資源循環の観点から考えると、農業・畜産廃棄物、食品加工廃棄物、製材・製紙廃棄物、汚泥、生ゴミ、糞尿<sup>ふん</sup>などである有機廃棄物の堆肥化は大変に有効です。

近代では、都市化や産業、流通の発達で、大量の廃棄物が発生するようになりました。これらは一括収集され、焼却などの中間処理を経て、あるいはそのまま最終処分場に埋め立てられています。ところが、焼却処理では発生するダイオキシンが、埋め立てでは土地確保が深刻な問題となっています。そこで見直されたのが資源循環型社会の構築です。有機廃棄物については堆肥化して農林地へ循環させる方法の検討、試行が繰り返されています。市民に直接関係の深い生ゴミ処理にも大きな関心が払われ、個人あるいは各団体が積極的に取り組んでいるところもあります。

## 発生した場所での生ゴミ処理

腐敗しやすい有機廃棄物を一括処理する場合、最も困難なことは収集です。そこで考え出されたのが、廃棄物の発生した場所で処理・資源化する方法です。発生してすぐに処理すれば、腐敗して悪臭を発することもありません。こうして現在では家庭で生ゴミを処理する方法がずいぶん普及しました。家庭での生ゴミの処理方法には、屋外で使用する容器下部埋没型、

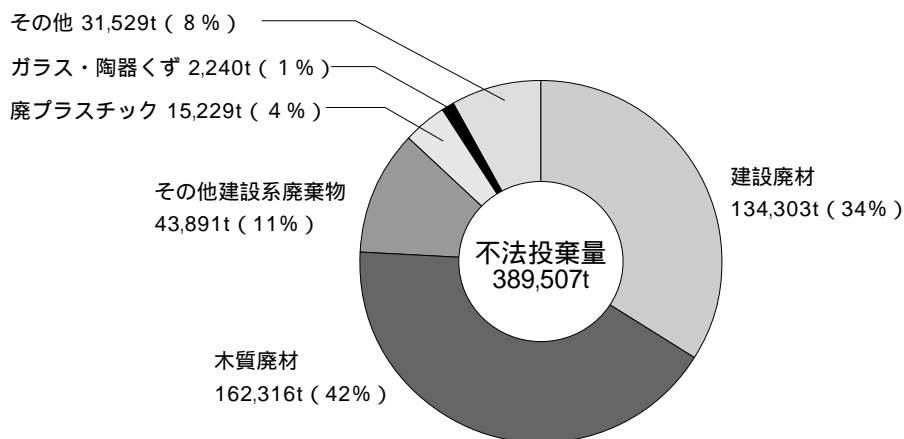


図1 廃棄物の不法投棄の状況(平成5~7年度の平均)

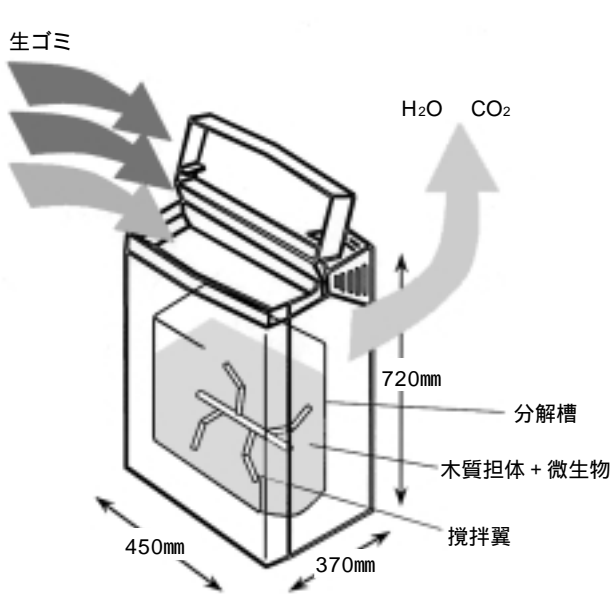


図2 家庭用生ゴミ処理機の概要図

注：約4kgの木質担体を使用して1日1kgの生ゴミ分解能を有する

微生物分解型生ゴミ処理機，乾燥型生ゴミ処理機の三つに大別できます。は，ポリバケツを逆さにしたような容器を庭などに下部を埋没させ，生ゴミと土の層を交互に重ねて土壤中の微生物により分解処理する方法です。この方法は設備が簡単で安価ですが，処理時間が長く，北海道のような寒冷地では冬期間の利用はできません。は，分解槽におが粉など微生物の住み家となる資材（微生物の担体）に微生物を増殖させ，

生ゴミを微生物分解します。攪拌して酸素を供給することで速やかに分解処理することが可能です（図2）。

は，生ゴミに70～80%も含まれる水分を加熱乾燥して取り除き，重量およびかさを減少させます。処理時間は短い反面，エネルギーがかかります。

#### 木質廃材を利用する生ゴミ処理機

微生物の住み家となる担体には，ほとんどが木質材料を使用しています。堆肥化と生ゴミ処理機の大きな違いは，この担体使用にあると言えます。堆肥化の場合，通気および水分調整のために添加材を加えることがあります。この添加材には，もみ殻，稲藁，紙，木材などが使われます。生ゴミ処理機でも木材小片を担体として使用しますが，堆肥化の場合と比較すると，分解対象である生ゴミに対して大量の木材を使用しています。これは生ゴミ処理機の処理条件が非常に好氣的（酸素供給量が大きい）であることを意味しています。好氣的な条件では微生物の増殖が速いので，速やかな分解処理が可能となります。

写真1は，木質担体の粒を電子顕微鏡で観察したものです。担体は空げきをたくさん持っていることがわかります。また，粒と粒の間にも空げきができます。この空げきによって，通気性や水分調整能がもたらされています。木質担体と土壤の物理的性質を比較すると（表1），木質担体は，土壤より空げきが多く，保

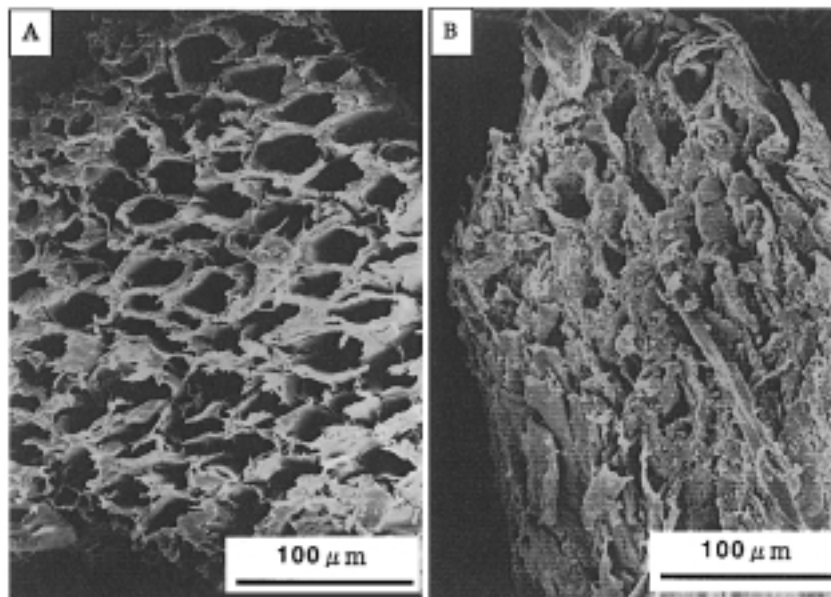


写真1 走査型電子顕微鏡による木質担体の観察

注：（A）は使用前，（B）は使用済。バーは100μm

表1 木質担体と土壌の物理的性質の比較

	含水率 (%)	見掛け比重	空げき率 (%)	保水率 <sup>3</sup> (%)	排水性 <sup>4</sup> ( $\times 10^{-3}$ sec 悪 <sup>-1</sup> )
木質担体 (使用前)	10.0	0.16	84	60	40.0
木質担体 (使用后) <sup>*1</sup>	-	-	79	70	3.1
土壌 A <sup>*2</sup>	25.3	0.80	20	20	3.7
土壌 B <sup>*2</sup>	4.6	0.87	57	55	0.0

注: \*1 家庭用生ゴミ処理機で3か月間使用後

\*2 北海道大学農場の土壌

\*3 木質担体の体積に対して保水できる水分量の体積の割合

\*4 水はけの評価。数値が大きいほど水はけがよい

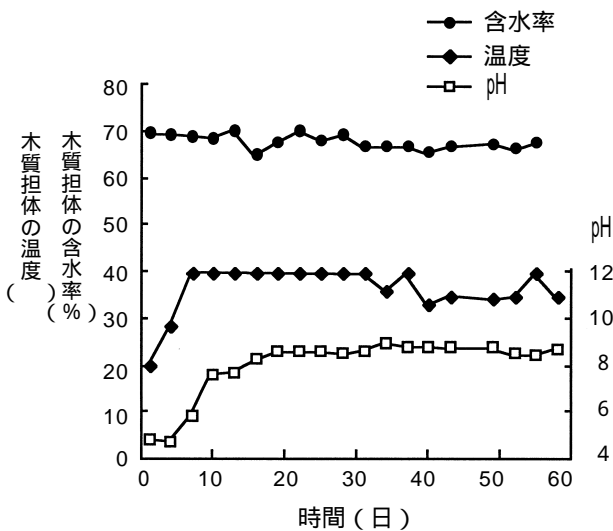


図3 生ゴミ処理機稼働中の木質担体の温度、含水率、pHの変化

注: 木質担体: カラマツ4kg, 生ゴミ: 700g / 日

水力が高く、排水性に富んでいます。したがって、木材は人工土壌として優れた材料であると言えます。また、木材は、比重が軽いので攪拌する力が少なくすむ、安く大量に手に入る、というメリットもあります。ところでこの木材も有機物ですが、生ゴミと同じように分解されないのでしょうか。答えは、もちろん木材も分解されますが、微生物にとっては分解しにくいリグニンを多量に含んでいるので分解速度が極端に遅いのです。生ゴミ処理機ではこのような木材と生ゴミの分解速度の差をうまく利用しています。

#### 家庭用微生物分解型生ゴミ処理機

地方自治体の調査や家族モニターの調査から1人が1日に排出する生ゴミの重量は110~160gと計算されました<sup>3-6)</sup>。4人家族なら1日に440~640g, 6人家族なら660~960gです。各メーカーの家庭用の生

ゴミ処理機の処理能力はおおよそ1日1kgであり、一般的な家庭から排出される生ゴミを処理できるように設計されています。生ゴミ処理機的主要な構造は分解槽と攪拌装置からなっており(図2)、製造メーカーによってはヒーターやファンが装備されています。分解槽に木質担体(おが粉やチップ)の水分を調整して充填し、生ゴミを投入して攪拌すると、槽内に環境中の微生物が入り込んで増殖します。この微生物が生ゴミを分解し、低分子化させ、さらには二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)に分解します。1日700gの生ゴミを60日間連続投入(合計42kg)し、木質担体の温度、含水率(湿潤重量基準)、pHを測定したところ、33~39℃、65~70%、8.2~8.5で一定でした(図3)<sup>7)</sup>。このことから、生ゴミ処理機は、木質担体の交換なしに長期間にわたって安定した分解処理が可能であることが示されます。ただし、生ゴミ処理を行うにつれて担体表面に分解残渣が蓄積していきます(写真1)。この分解残渣は、無機物や低分子の有機物ですが、担体表面が覆われてしまうと排水性が大きく低下するので(表1)、新しい担体と交換します。担体の交換期間は生ゴミ処理量の合計によって異なってきますが、3か月から半年程度です。

#### 生ゴミ処理の最適条件

微生物分解に影響を及ぼす条件は、温度、水分、通気(酸素供給)、pHなどがあげられます。そのうちの温度と水分について、生ゴミ処理機のモデル装置とモデルゴミを使い、分解速度を重量減少率およびCO<sub>2</sub>発生率によって測定しました<sup>8)</sup>。

温度の条件については、10~50℃の範囲で微生物処理を行ない、重量減少およびCO<sub>2</sub>発生量を測定しました(図4)。重量減少では30~50℃ではほとんど変化が見られませんでした。低温では低下するこ

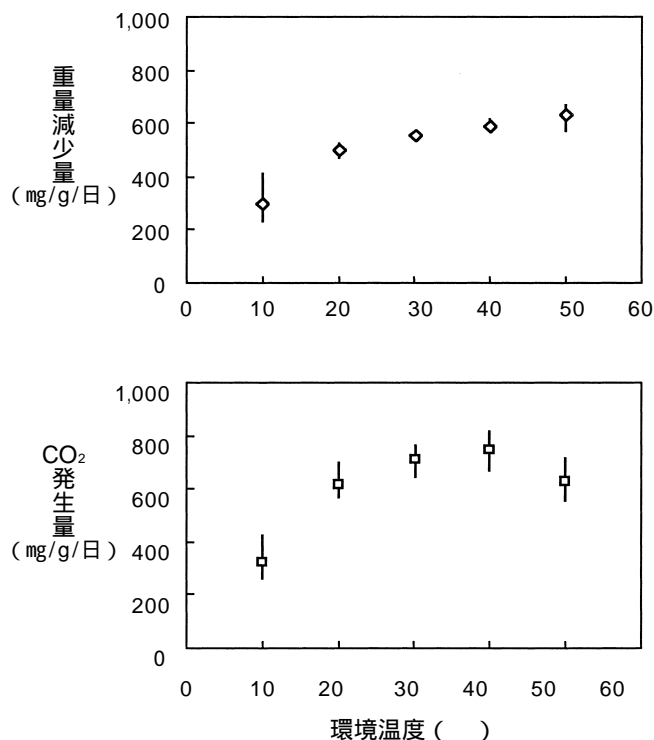


図4 環境温度を変化させたときのモデルゴミ1g に対する重量減少量およびCO<sub>2</sub>発生量  
注：木質担体の含水率60%，バーは最大値および最小値

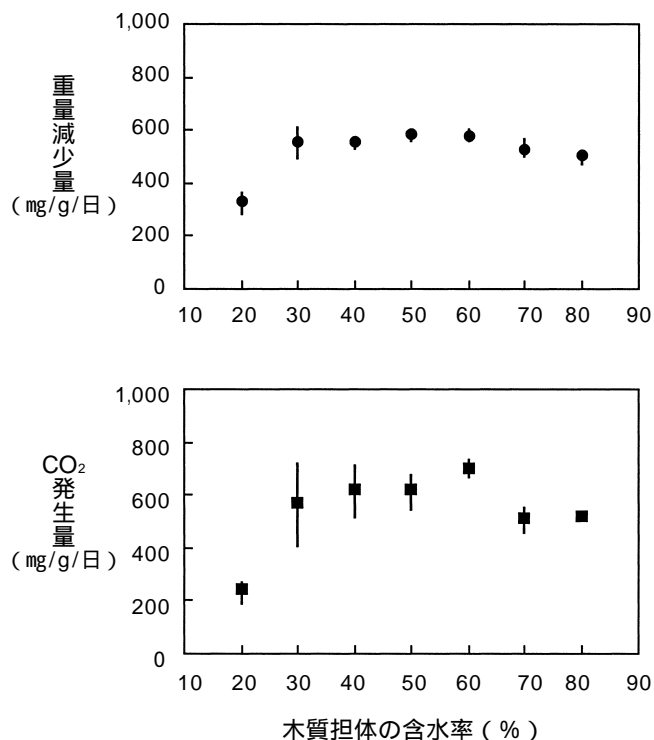


図5 木質担体の含水率を変化させたときのモデルゴミ1g に対する重量減少量およびCO<sub>2</sub>発生量  
注：環境温度は30℃，バーは最大値および最小値

とがわかりました。またCO<sub>2</sub>発生では、40℃で最も発生率が高いことがわかりました。これらの結果を合わせると、微生物の力を最大に利用しての生ゴミ処理は40℃で処理速度が最も大きくなると考えられました。実際の生ゴミ処理機の使用においては、微生物が増殖するときに発する熱が木質担体の保温効果で、環境温度よりも高い温度に保たれます(図3)。冬期間を除けば、保温装置は必要ないほどです。

一方、水分量の条件では、同様にモデル装置、モデルゴミを用い、木質担体の含水率(湿潤重量基準)を20~80%に変化させて、重量減少とCO<sub>2</sub>発生量を測定しました(図5)。いずれの測定値も、含水率30~60%でほぼ同等であり、低含水率および高含水率の状態では低下することが明らかとなりました。したがって、含水率の管理は、極端な乾燥や水分過多の状態を避けることができれば十分であると思われます。乾燥および水分過多の目安は、乾いて微粉が舞い飛ばない程度、また、担体を握ってみて水が滴らない程度です。

このように条件がある程度変化しても、分解効率がそれほど変動しないのは、それぞれの環境によって増殖する微生物が異なり、その時の条件に適した菌群が増殖し分解を行なうためです。実際の生ゴミ処理機においても、環境が変わるたびに菌の種類が入れ替わっていると考えられ、また変わっているからこそ、分解効率を維持できると思われます。

#### 微生物製剤は必要か

生ゴミ処理機用の微生物製剤は、実際にいくつか売り出されています。分解促進や臭気抑制の効果がうたわれていますが、その効果はどれくらいでしょう。28種類の微生物製剤について、CO<sub>2</sub>発生量、発生速度、臭気強度から評価を試みた実験では、どれも有効とは認められなかったと報告されています<sup>9)</sup>。初期における微生物数増加に対して効果が見られるものが数種ありましたが、長期的には添加しなかった場合と差が見られなかったとされています。したがって、分解効率を上げたり臭気を押さえるために微生物製剤を利用することは効果が期待できないといえます。高い効果を期待するのであれば、微生物の種類よりも生育環境を整えることを重視するべきでしょう。

#### 使用済木質担体の利用

生ゴミ処理過程を通じて、木質担体には生ゴミの分

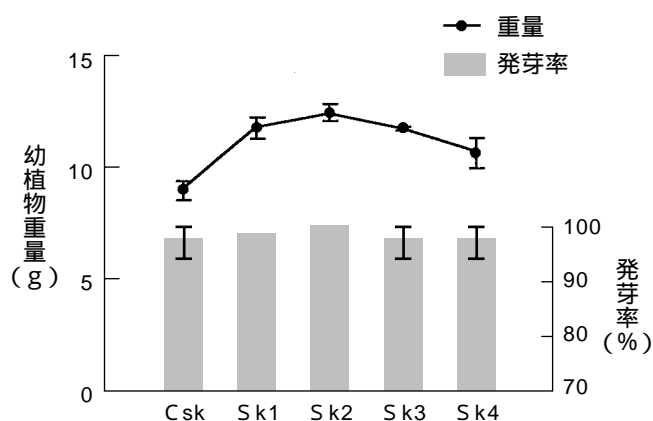


図6 使用済木質担体のコマツナに対する発芽率および幼植物成長に対する影響

注：Csk：コントロール（土壌のみ）；Sk1：5/1（土壌/使用済木質担体）  
Sk2：4/1（土壌/使用済木質担体）；Sk3：3/1（土壌/使用済木質担体）  
Sk4：（土壌/使用済木質担体）  
バーは最大値および最小値

解残渣である無機成分や低分子の有機物が吸着されています。通気に障害が出るほどに分解残渣が吸着されたら、新しい担体と交換しなければなりません。使用済の担体は有機肥料などに利用することができます。コマツナを試験作物とし、使用済木粉を土壌に混合して発芽試験および幼植物栽培試験を行ったところ、使用済木粉は発芽を阻害することなく肥料効果を発揮することがわかりました（図6）。その他、圧縮成形してポットやボードに、あるいはキノコ栽培の培養基と様々な利用が検討されています。使用済木質担体の有効利用の用途を広げることによって、有機廃棄物の資源化がさらに進むことになるでしょう。

## まとめ

微生物分解を高速化した生ゴミ処理機は、空げきが多い木材の性質を利用して安定した環境と分解動作を可能にしています。生ゴミ処理機を使用することによって、生ゴミを環境に負荷の少ない微生物分解という方法で分解処理できるだけでなく、有機廃棄物のうち木質と生ゴミを資源化することができます。そのことで、焼却や埋め立てる廃棄物量を軽減することができます。また、使用済の木質担体を有機肥料などとして利用することで資源の循環が可能になります。

## 参考資料

- 1) 厚生省水道環境部：廃棄物処理法改正, 国政情報センター, 1998年, p.10~11.
- 2) 厚生省水道環境部：廃棄物処理法改正, 国政情報センター, 1998年, p.16~17.
- 3) 廃棄物学会編：“ごみ読本”, 中央法規出版, 1995, p.157-184 (1995).
- 4) 東京都清掃研究所：平成5年度東京都清掃研究所報告, 1994年, p.9~40.
- 5) 京都市清掃局：平成7年度清掃事業概要, 1995年.
- 6) Terazawa, M., Horisawa, S., Tamai, Y., Yamashita, K.: Journal of Wood Science, 45巻4号, 354-358 (1999).
- 7) Horisawa, S., Sunagawa, M., Tamai, Y., Miura, T., Terazawa, M.: Journal of Wood Science, 45巻6号, 492-497 (1999).
- 8) Horisawa, S., Tamai, Y., Sakuma, Y., Doi, S., Terazawa, M.: Journal of Wood Science, 46巻4号, 317-321 (2000).
- 9) 森田昭ほか：“生物系廃棄物資源化・リサイクル技術”, (株)NTS, 2000年, p.190~192.  
(秋田県立大学木材高度加工研究所)