

農林資源回収循環システムの設計と展望

—非リグノセルロース系生体高分子の
迅速無臭完全酸化微生物分解—

北海道大学農学部教授 寺 沢 実



はじめに

地球の温暖化、オゾン層の破壊、熱帯林の消失、砂漠化など地球規模の環境の悪化が人類の将来に暗い影を投げかけています。

現代科学の進歩は人類に安価で便利な利器を提供し、快適な文明生活を享受することを可能にしましたが、一方で、大気汚染、水質汚染、土壌汚染などの環境汚染公害をも作り出しました。大量生産・大量消費は、資源を枯渇させつつあり、産業・生活廃棄物は人類の生存環境を脅かすに至っております。都市への人口集中によって、排出される大量のゴミは自治体の大きな負担となっています。

この辺りで使い捨て文化の弊害を直視し、資源の真の有効利用やリサイクルを真剣に考える必要があるのではないのでしょうか。

都市の生ゴミ

ところで、皆さんのご家庭では、毎日必ず出る「生ゴミ」はどのように処理されておられるのでしょうか？

台所のことなどに構っていられるかと言って朝早く家を飛び出し、夜遅く帰って来る大部分の亭主族には、生ゴミ処理など関係の無いことかも知りません。しかし、主婦には面倒な、しかもどうしてもやらねばならない毎日の仕事です。裏庭に埋めて堆肥として利用されておられる方もあろうかと思いますが、都会の高層住宅に住む人々には庭はなくなってしまったといっても過言ではないでしょう。ですから、大部分の主婦の方々は生

ゴミを黒いビニール袋に入れて、腐臭に耐えつつ回収日まで保管し、回収日当日あわてて回収場所に運ぶといううれしくない仕事を黙々とされているのではないのでしょうか¹⁾。

もっとも、最近のニューファミリーにあっては、通勤に出かけるおりに御主人様が運搬係などという風景も珍しくないかも知りませんが…。いずれにしましても、保管する、運搬するといった労力を何らかの方法で軽減できる方法があればどんなに助かるか。各種電気製品が主婦の仕事を次々と軽減していった訳ですが、生ゴミの自動処理にはまだ及んでいないのが現状です。

パンク寸前のゴミ焼却炉

集められた生ゴミは焼却炉で焼いてCO₂とH₂Oに分解処理されています。この折、最近では、オフィス街から出る紙屑の混入量が多くなって、燃焼温度が上がりすぎて炉の老化を早めているという困った問題も派生しているようです。この古紙混入問題は、森林資源を有効利用することを飯の種にしている私どもとしても大いに关心的问题のあるところですが、しかし、このことは別の機会に論ずることとして、ここでは生ゴミだけに絞って考えてみたいと思います。とにかく、生ゴミを含めてゴミの焼却については、既存の設備の能力の限界に近づいており、各自治体とも頭の痛い問題となっています。新しい焼却炉を建設しようにも都会では地域住民のエゴとの戦いがある、ままならないようです。混合廃棄物の焼却処理過程で、今世紀最強の毒性物質である多塩素化ダイオ

キシシやベンゾフラン類が生成することが判明してからは、この困難さに拍車をかけています。

発想の転換

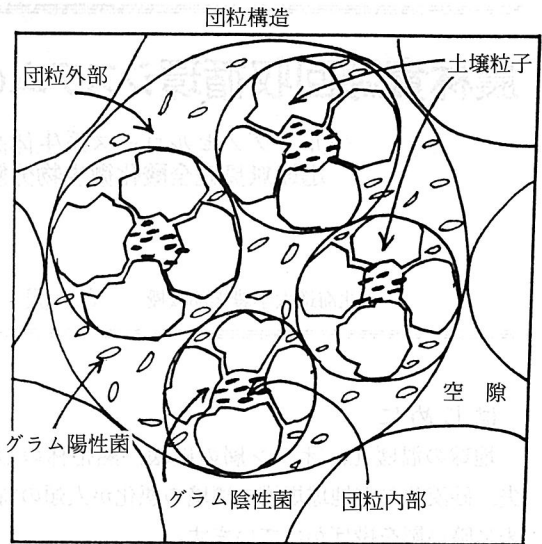
一般に都市における廃棄物の処理は、「一括・集中・大量」処理という一見効率的と思われる方法に依存し、その路線に従って、生ゴミも一括集中処理されてきました。しかしながら、生ゴミには、腐るといふ他の廃棄物にはない特性がありますので、一般廃棄物と同等に扱うことには所詮無理があります。そのため、その処理方法には、自ずから別の発想が必要であったのではないのでしょうか。

問題は、腐敗臭の発生ですから、臭気の発生以前に処理することが肝要です。しかし、現在の収集処理方法では、これを実行することは難しいようです。まず第一に集荷が毎日ではなく、ストック中に腐敗が進行する、第二に大量に集まった生ゴミを一度に処理しきれず、更に腐敗が進行する、第三に生ゴミだけを集めることが難しく、特に可燃物中に混入して来る生ゴミは分別の仕様がなく悪臭の発生源となる、などの問題点があります。

生ゴミ処理に関しては、この辺りで発想を転換して、「一括・集中・大量」処理の現行の方式をやめて、その発生源で、発生と同時に迅速処理する「個別・分散・少量」処理方式に転換してはどうでしょうか。発生源とは、各家庭、レストラン、ホテル、スーパー、市場、病院、学校、空港、波止場、船舶などなど人間の活動の場全てを意味し、また、発生後直ちに迅速処理することは、コンパクトな生ゴミ処理機を発生現場へ導入することを意味します。

土壌の役割

コンパクトな生ゴミ処理機について述べる前に、土壌の役割を考えてみましょう。生ゴミを裏庭に埋めておきますと自然に無くなって行き、その後にはキュウリやトマトが良く育つこと



第1図 土壌の団粒構造の概念図

- 土壤粒子（鉱物粒子）どうしを互いに繋ぎ合っているのは、微生物の生産するポリウロナイドや植物由来のフミン質などである。
- 団粒内部にはグラム陰性菌が、団粒外部にはグラム陽性菌が多い。

は、日常体験するところです。土壌中で、人知れずひっそりと生ゴミを分解する本体は、いうまでもなく土壌微生物であります。

一方、土壌は、微生物の生育環境を保つために重要な「場」として機能しています。しかし、土壌であれば何でもよいかといいますが、そうではなく、微生物の持つ能力を有効に発揮させるためにはいくつかの条件を備えていることが必要です。その主なものは、団粒構造を有しているということでしょう。

土壌の団粒構造とは、第1図に示すように、単に砂として存在するのではなく微生物の生産する

第1表 木粉、土壌の性質の比較結果

	木粉A		木粉B		土壌A	土壌B
	1	2	1	2		
見かけ比重	0.17	0.20	0.16	0.16	0.80	0.87
含水率(%)	27.00	17.40	10.40	9.60	25.30	4.60
空隙率	0.73	0.77	0.83	0.84	0.20	0.57
全保水率	0.42	0.40	0.60	0.59	0.47	0.59
通水抵抗	-40.00	-1.37	-1.25	-0.29	-0.27	0.00

100mlの試料を用いて実験した

木粉A：パイロE処理木粉、木粉B：未処理木粉

ポリウロナイドや腐植体のフミン質を主体とする有機物との連携によって形成された粒形・多孔質の土質複合体のことです²⁾。この団粒構造を有する土壌の特色として、①粒状・多孔性により有効表面積が大きい、②多孔性により保水性が良い、③同時に排水性が良い、④通気性が良い、⑤断熱・保温性が良い、⑥養分保有能が高い、などの性質を有することなどがあげられ、有機農法により管理された畑地がこの条件に最も合う土壌構造を有するものと思われます(第1表)。

植物をそこに栽培するとすれば、根を張った植物体が倒れないようにこれを支えるに足りる強度が土壌に要求され、更に、⑦適度な剛性があること、⑧適度な粘度を有すること、⑨適度の密度があること、などの条件がさらに必要となります。

しかし、微生物の繁殖ということのみに目的を絞れば、団粒構造といった土壌特有の構造でなくても、純粹に①～⑥の条件さえ備えていれば十分であり、加えて、条件⑦、⑧、⑨は土壌の持つ基本的性質ですから、これらが必要ないとなれば、もはや微生物繁殖の場としては土壌である必要はありません。「人工土壌・バイオリクター担体」

の発想の誕生です。

バイオリクター担体

人工土壌あるいはバイオリクター担体として、これら①～⑥の条件に合致し、大量にしかも安価で手にはいる材料は、なんといってもオガ屑、樹皮屑でしょう。すなわち、木質材料は、道管、仮道管、繊維細胞など中空の細長い細胞の集合体であり、粉体化されたオガ屑は、粒状をしているので、上記の微生物の繁殖のために必要とする特性をすべて備えつつ、かつ、微生物の繁殖の場としては土壌より遥かに優れている場合が多いようです。土壌は、乾燥やかく拌などによって、容易にその団粒構造が破壊され、①～⑥の条件が失われますが、オガ屑は乾燥や摩擦に耐えて多孔性粒状構造を保持することができ、加えて粘度が低く、比重が低いことが利点として加わります。走査型電子顕微鏡で木粉を観察してみますと、多孔性の粒状構造がいかに微生物の繁殖の場として優れているかがよく分かります(写真1)。

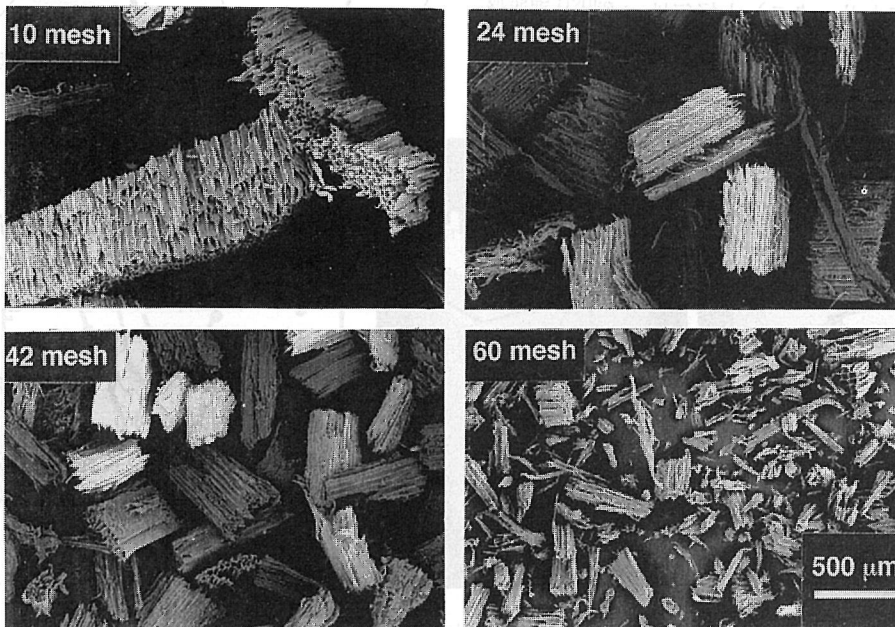


写真1 使用前のオガ屑(粒度別に分別)

堆肥化遅延の原理

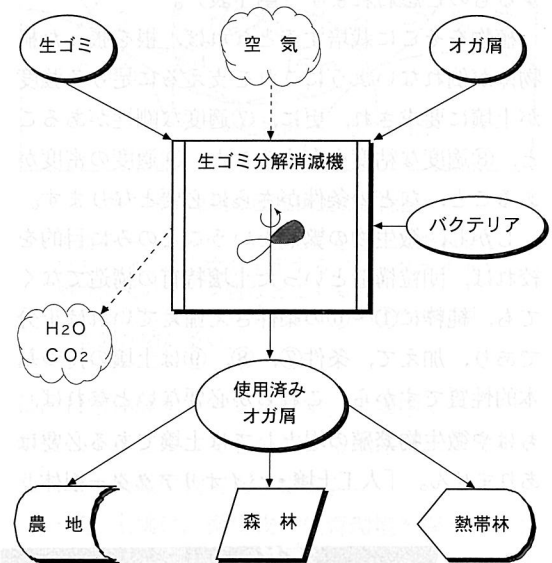
オガ屑を人工土壌として使用し、その中で生ゴミを分解させるというアイデアを多少学術的用語で言い替えてみますと、「リグノセルロース系高分子と非リグノセルロース系生体高分子との混合物に十分に酸素を与えつつ好気性バクテリアを作用させること」となります。この系においては、後者（非リグノセルロース系生体高分子、生ゴミ）が圧倒的に速く分解し、前者（リグノセルロース系高分子、木粉）が分解せず残存します。これは、木質材料を堆肥化する際に観察される現象で、「易分解性成分の存在は、木質系材料の堆肥化を遅延させる」と表現できます³⁾。この現象に注目し、応用すると、非リグノセルロース系生体高分子（生ゴミ）を粉体化木質系材料（木粉、バイオリクター担体）中で迅速・簡便に分解消滅させるシステムができていきます。

生ゴミ自動分解消滅機

上記の路線によって、生ゴミ自動分解消滅機（Garbage Automatic Decomposer-Extinguisher, GADEと海外で紹介）が開発されました（写真2）。本装置は、オガ屑（粉体化木質材料、担体マトリックス）と好気性バクテリアとを内包し、生ゴミを投入すると自動的にスクリューが回転し、生ゴミと担体マトリックスとを混合・

かく拌すると同時に空気を導入する仕掛けからなっています。適度の湿度・温度・酸素と栄養源（生ゴミ）との存在下で、好気性のバクテリアが繁殖し、生ゴミは、炭酸ガスと水とに完全に分解されます（第2図）。

この装置の特色は、臭気の発生なしに、有機物を完全に炭酸ガスと水とに分解することで、分解生成水、炭酸ガスともに反応系外へ自然に蒸散・放逐され、系内には担体マトリックスに吸着され



第2図 生ゴミ分解システムの原理

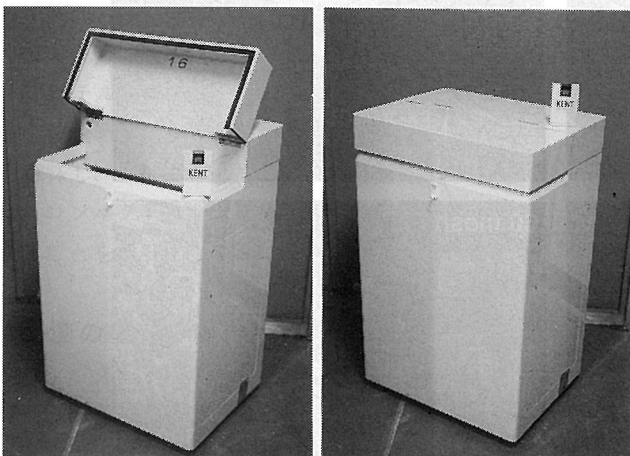


写真2 生ゴミ分解消滅機（GADEシステム）
（家庭用、1日1kg以下の生ゴミ量）

たわずかな吸着水以外は残りません。生ゴミ中の非揮発性の無機成分は、酸化された状態で分解水に溶けてオガ屑に吸収・蓄積されます。つまり、ある一定期間使用すると、担体マトリックスとして用いたオガ屑は、窒素（N）、リン（P）、カリ（K）の植物の三大栄養素を含む堆肥に変身するわけです。

一般家庭用の小型装置（約12kgのオガ

* 注）「生ごみ分解処理システム」として特許出願され、昨秋から三井ホーム(株)から「生ゴミ分解消滅機、マム（MAM）」として販売中^{4,5)}。

屑を内包)の場合で、3か月間に、50~80kgの生ゴミを分解消滅させ(第2表)^{6~8)}、また、三鷹市の保育園に設置した営業用の中型装置(240kgのオガ屑を内包)の実証試験の場合では、同じく5か月間で680kgの残飯生ゴミを、いずれも臭気、ウジ、ハエの発生なしに、苦もなく分解消滅せしめ、大型化しても問題が無いことを検証しました(第3表)¹⁰⁾。

一方、微生物の繁殖のための担体として使用したオガ屑は、約半年の使用後、肥料効果の高い有機肥料・土壌改良剤に変身することが、ピサイ、ハツカダイコン、ジャガイモ、大豆等を使用した栽培実験により確かめられています(第3図)⁹⁾。

堆肥作りの欠点は本装置の利点

これまで、木質材料を堆肥に変換する試みはあちこちで試みられ、現在も進行中ですが、しかし、どこでもなかなか思いどおりには行っていません。それは、熟成に時間のかかるこの種の材料では、①長期間の野積みに耐える広い場所が必要となる、②長時間寝かせるためランニングコストが大きい、などが普及の大きな障害となっているからです。これは、堆肥という最終産物にのみ付

加価値を求めるために起きる障害、欠点といえるでしょう。また、どうしても臭いが出ることを避

第2表 生ゴミ分解消滅機の実証試験結果⁹⁾
(単位kg)

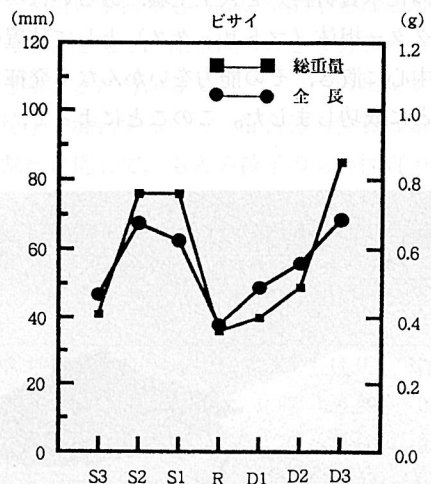
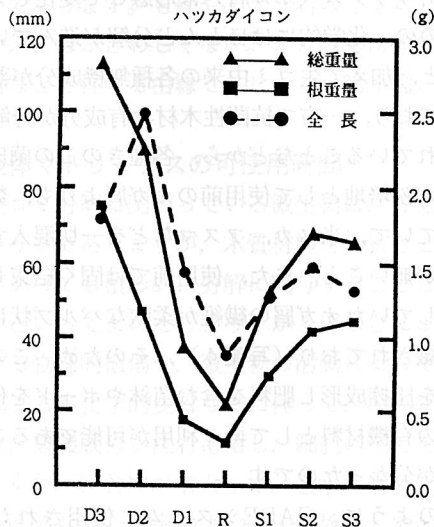
タイプ-I	1~45 (日)	46~90 (日)	1~90 (日)
調理中に出る生ゴミ			
果物	9.60	6.59	16.19
野菜	11.87	12.84	24.71
肉・魚	4.10	2.64	6.74
計	25.57	22.07	47.64
食事後に出る生ゴミ			
穀物	2.88	1.08	3.96
野菜	1.74	0.95	2.69
肉・魚	1.64	1.19	2.83
計	6.26	3.22	9.48
合計	31.83	25.29	57.12

稼動：平成2年10月5日~平成3年1月5日(90日)

第3表 生ゴミ分解能力の実証(業務用)*

処理量	稼働時間	一日当りの処理量
生ゴミ 680kg	144日間	4.72kg

*処理能力20kg



第3図 使用済みオガ屑、および分解水の肥料効果

R:コントロール

S1:土壌:木粉(5:1), S2:土壌:木粉(1:1), S3:土壌:木粉(0:1)

D1:20%濃度の分解水, D2:50%濃度の分解水, D3:100%分解水

けられません。

この新しく誕生した生ゴミ分解消滅機の特筆すべき特徴は、堆肥づくりにおける欠点をそのまま利点として利用している点です。すなわち、①木質材料が難分解性で熟成に時間がかかるということを利用点とする、②熟成のために長期間寝かせる一長時間かかる熟成のプロセス自体に価値を見いだす、③広い場所を必要とする一括集中方式の呪縛から解放される、の3点を総合化しました。その結果として、時間のかかる熟成の「プロセス」それ自体が装置の付加価値の中心部分に据えられ、本装置を使用している間、3～4か月の間に、家庭、レストラン、ホテル、などから出る一切の生ゴミは、無臭のうちに影も形もなくなってしまい、そして、副産物として堆肥（有機肥料、土壌改良剤）が知らない間にでき上がります。さきに述べたように、この有機肥料は、それなりに一人歩きのできる十分価値のある産物ではありますが、しかし、副産物にすぎません。なんとも頼もしい装置ではありませんか。

粉体化木質材料の多機能性

この新しい装置は、いわば、土壌の持つ機能を巧みに人工的に効率よく再現したもので、オガ屑（粉体化木質材料）を人工土壌、あるいはバイオリクター担体（マトリックス）として装置の機能の中心に置き、その能力をいかに発揮させることに成功しました。このことによって、これ

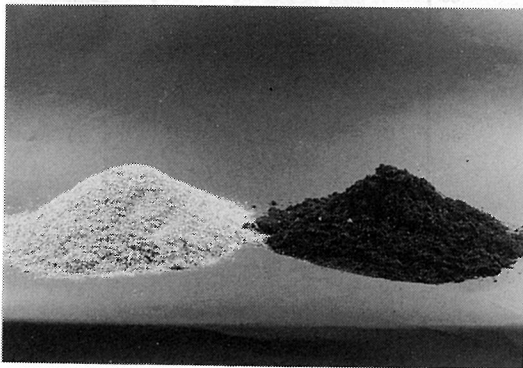


写真3 使用前後のオガ屑
左：使用前，右：使用後

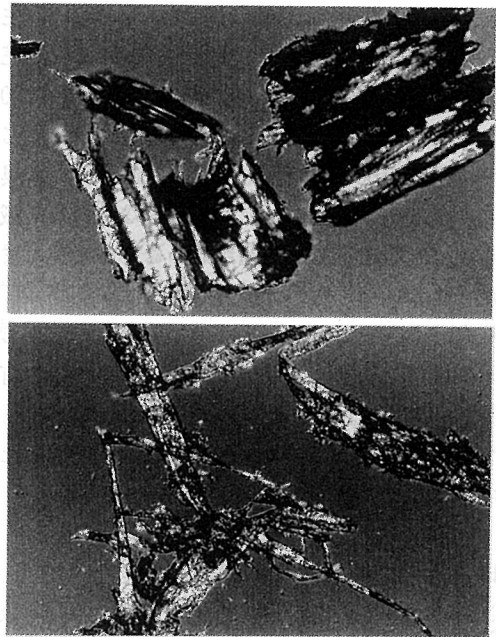
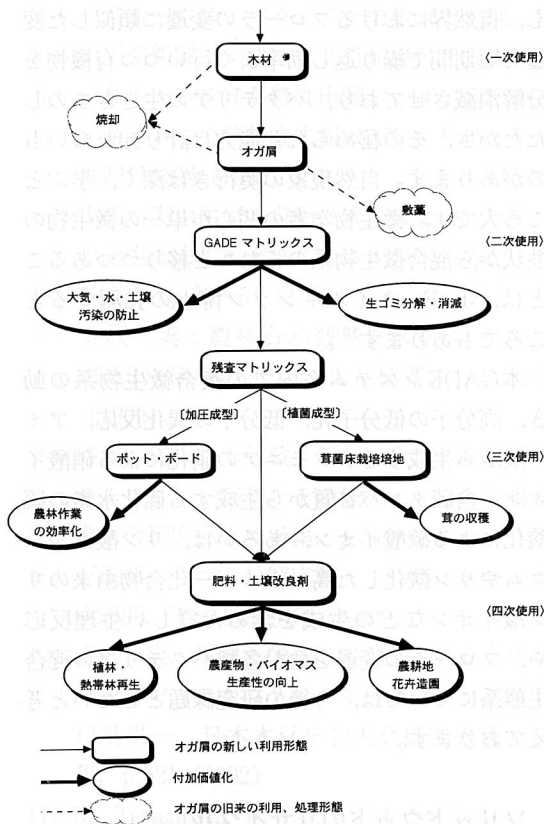


写真4 GADEシステム使用前後のオガ屑（200倍）
上：使用前のオガ屑，下：使用後のオガ屑，
パルプ化されている。

まで、産業廃棄物として、どちらかというところでは厄介視されていたオガ屑（粉体化木質材料）が一躍脚光を浴びることになった訳です（写真3）。

そればかりではありません。この使用済みの担体マトリックス（オガ屑）は形態こそ変化しているものの、化学的にはほとんど分解が進んでいないこと、加えて生ゴミ由来の各種無機成分が蓄積されており、一方で抗菌性木材含有成分が分解除去されていることなどから、各種きのこの菌床栽培の木粉培地として使用前のオガ屑よりも、数段優れていて、米ヌカ、フスマなどを一切混入する必要が無いこと、また、使用前では固く結束し粒状をしていたオガ屑の繊維が柔軟なパルプ状にまで解繊されており（写真4）、そのため、このパルプを圧搾成形し肥料を含む苗鉢やボードを作るなどの有機材料として再々利用が可能であることなどが分かったのです。

このように、GADEシステムに使用されたオガ屑は、一度ならず、二度、三度、四度にわたって価値の高い製品に生まれ変わります。オガ屑は、焼却するなどとはとんでもないほどの貴重な



第4図 オガ屑（粉体化木質材料）の多機能性

資源であります。もはや、オガ屑は「くず」などと呼ぶにはふさわしくない。オガ屑を粉体化木質材料などと称する由縁であります（第4図）。

担体マトリックスの可使用時間

生ゴミ分解に関わっている微生物は、好気性バクテリアであります。木質材料を変質させることがあっても積極的に分解に関与することは殆ど無いといってよいでしょう。かく伴などによって起こる物理的損傷や、微生物の活動によって除々に起こる生化学的変質などに伴って、粒形が崩れたり、無機成分が沈着蓄積し、細孔の全てを埋め尽くすか、粘着性が增大して、通水性や通気性が減少するなど、効率のよい人工土壌としての必要条件を満たさなくなるまで、かなりの長期間（約半年）、使用することが可能です¹²⁾。

オガ屑の空隙

粉体化木質材料（オガ屑）がGADEシステムの担体マトリックスとして有効なことはこれまで述べた通りです。オガ屑のもつ一般的性質として、高い空隙率や大きい有効表面積があり、これらの性質に起因する、保水性、排水性、通気性、断熱・保温性の良さなどの諸性質が周知の事実として知られ、敷わらなどに利用されていますが、しかし、それぞれの特性が実際にはどの程度のものなのか数値として表したものが意外とありません。そこで、上記の諸性質のいくつかを、木粉の粒子別に実測してみました。その結果、粒子が粗ければ、空隙率、排水性は高いが、保水性が低い。一方、粒子が細かければ、その逆で、保水性は良くなるものの、空隙率、排水性が低下するという一般的な性質が明らかになりました（第4表）¹³⁾。

微生物の繁殖の場としては、有効表面積が大きく、空隙率が高く、保水性に富みつつ、排水性はほどほどが望ましく、したがって、粗い木粉のもつ高い空隙率と、細かい木粉のもつ高い保水性とを同時に要求することになります。したがって、両者を混ぜ合わせることで、中間の性質が得られればと考え、いろいろ実験してみました。驚いたことに、粗い木粉に細かい木粉を1～2割混ぜることで、粗い木粉のもつ高い空隙率をほとんど減少させることなく、保水性のみを十分高めることができることが分かりました。二つの相反する性質の粒子を混合するので、混合体の性質は素材の混合割合に応じて、もとの粒子のもつ性質の中間

第4表 粒度別オガ屑（カラマツ）の空隙率、保水・排水性

メッシュ	10	24	42	60	混合*
径の比	6	2.5	1.4	1.0	2.9
含水率 (%)	11.2	10.8	11.1	11.0	10.2
見かけ比重	0.12	0.21	0.27	0.29	0.19
空隙率	0.81	0.82	0.70	0.65	0.70
保水率	0.24	0.30	0.73	0.68	0.32
通水抵抗	—∞	—251	—84	—12	—132

*10 : 24 : 42 : 60 (メッシュ木粉) = 25 : 39 : 21 : 15 (容量比)

の値を示すであろうと予想しました。しかし、木粉の場合、空隙率が低いという細かい木粉の性質は、粗い木粉との混合によってもほとんど表面に出ることなく、高い保水性のみが表面に現れました。非常に興味ある事実です。

装置内のオガ屑は、かく拌されるため摩耗により粒子の大きさの分布が漸次小さい方へ移動していきます¹²⁾。したがって、長時間使用することを考えると最初からあまり細かい木粉を使いたくありません。したがって、粗らめの木粉に細かめの木粉を少量混合すれば、目的とする水分保持能を十分高めることができるというこの性質は、今回の目的には大変都合です。摩耗による目減りを補追する木粉は粗らめの木粉の方がよいことになります。

これら混合木粉の性質は、これまで知られていなかった木粉のもつ特色といてよく、大げさないうと新しい機能性の発見です。この他にも、樹種特性や、針葉樹、広葉樹の違いなどによる思いがけない特性なども見いだされています。調べてみるとオガ屑は、重要な機能を持つことが分かり始めました。もっと、他の基本的な諸性質を明らかにしていくことで新しい用途も見つかる可能性の高い材料といえるでしょう。

好気性バクテリアの働き

これまで、生ゴミの分解消滅機の機能を発揮させるための要因のうち、人工土壌マトリックスとしてのオガ屑の重要性について述べましたが、本装置の主役はなんといっても土壌中のバクテリアです。

生ゴミ分解に関与するバクテリアを土壌からスクリーニングし、十数種のバクテリアの菌株を単離しました。これらはグラム陽性桿菌、グラム陰性桿菌、ノカルディオフォルム菌などで、いずれも好気性菌であり、あらゆる有機化合物を悪臭の発生無しに炭酸ガスと水とに効率よく分解することにたけておりました¹⁴⁾。

粉体化木質材料(オガ屑)というマトリックス中で、しかもかく拌という人工条件下において

も、自然界におけるフローラの変遷に類似した変遷を短期間で繰り返し効率よく行いつつ有機物を分解消滅させており、バクテリアの生きざまのしたたかさ、その秘められた能力は計り知れないものがあります。自然現象の奥行きは深く、学ぶところ大です。微生物学者の関心が単一の微生物の性状から混合微生物系のそれへと移りつつあることは、J. F. ウイルキンソン博士の強調するところでもあります¹⁵⁾。

本GADEシステム系内での複合微生物系の動き、高分子の低分子化、低分子の異化反応、アミノ酸から生成するアンモニアの硝化による硝酸イオン、含硫タンパク質から生成する硫化水素の硫酸化による硫酸イオン、あるいは、リン酸カルシウムやリン酸化した高エネルギー化合物由来のリン酸イオンなどの生成を含めた詳しい生理反応や、フローラの変遷を含む各種バクテリアの混合生態系については、今後の研究課題としたいと考えております。

ソリッドウッドのリサイクル

さて、制限枚数に近づきました。結論のみ申し上げます。木材製品(ソリッドウッド)のリサイクルは、古紙などの回収利用に比べて今のところあまり進んでおりません。最終的な処理は焼却に頼っているのが現状だと思えます。しかし、これまで述べてきましたように、使用済みのソリッドウッドは、粉体化さえしてもらえれば、新しい機能性材料として有効利用が可能です。そして最終的にはバイオマス生産現場に戻してやることこそがリサイクルの基本であろうと考えております。

(林産試験場・職場研修の講演の一部)

参考資料

- 1) 札幌市：週2回(3~4日ごと)の生ゴミ収集(1992)
- 2) 西尾道徳：土壌微生物の基礎知識，農文協，p.177(1989)
- 3) 河田 弘：バーク(樹皮)堆肥一製造と利用の理論と実際一，博友社(1981)

- 4) 三井ホーム(株)：バクテリアで生ゴミ処理，日本工業新聞，平成3年7月10日付け(1992)
- 5) 三井ホーム(株)ほか特許出願：生ゴミ分解処理システム，公開特許広報(A)，平成4年6月29日公開(1992)
- 6) 寺沢 実：生ゴミ自動分解消滅機(GADE)の誕生と人工土壌としてのオガ屑の能力，北方林業，p.29~34(1992)
- 7) 寺沢 実：農林資源循環システム(Y-FA BRCS)構築の提言，北方林業，p.57~62(1992)
- 8) 寺沢 実，山下健蔵：新しい生ゴミ分解システム(1)一装置とその能力一，日本木材学会大会研究発表要旨集，p.542(1992)
- 9) 三鷹市：生ゴミ分解実験，予想外の成果，東京新聞，平成3年9月(1991)
- 10) 寺沢 実，堀沢 栄，山下健蔵：新しい生ゴミ分解システム(2)一使用済みノコ屑の肥料効果一，日本木材学会大会研究発表要旨集，p.521(1992)
- 11) M. Terazawa, Y. Tamai, M. Sunagawa, S. Horisawa, and T. Miura: Utilization of Pulps from Sawdust in the GADE-system, Proceedings of the International Conference on Emerging Technology in the Pulp and Paper Industry, p.162~164, Taipei, Taiwan (1993)
- 12) 砂川政英，玉井 裕，寺沢 実，堀沢 栄，三浦 徹：非リグノセルロース系生体高分子の無臭完全酸化分解，日本木材学会北海道支部講演集，24，p.79~81(1992)
- 13) 寺沢 実，筒井真実，平岩浩治，山下健蔵：新しい生ゴミ分解システム(3)一木粉の新しい機能性一，第42回日本木材学会大会研究発表要旨集，p.522(1992)
- 14) 玉井 裕，寺沢 実，山下健蔵：新しい生ゴミ分解システム(4)一偏性好気性バクテリアの働き一，第42回日本木材学会大会研究発表要旨集，p.543(1992)
- 15) J. F. ウイルキンソン：基礎微生物学1，微生物学入門，培風館(1989)

社団法人 北海道林産技術普及協会では機関誌ウッディエイジ
(B5版)の特集号を頒布していますのでご利用下さい。

価格はいずれも実費 ()内は送料

・特 集 号

カラマツを使ってみませんか※	(昭和56年)	25頁	400円 (175円)
Theおがこ	(昭和58年)	26頁	400円 (175円)
窓(木製サッシの実用例集つき)※	(昭和59年1月号)	35頁	700円 (250円)
木材工業とマイコン※	(昭和59年11月号)	17頁	340円 (175円)
木製軽量トラス※	(昭和59年12月号)	16頁	320円 (175円)
木の良さ再発見	(昭和60年1月号)	22頁	300円 (46円)
今なぜ広葉樹か※	(昭和60年3月号)	22頁	440円 (175円)
カラマツ・セメントボード※	(昭和60年10月号)	43頁	860円 (250円)
単板積層材※	(昭和60年11月号)	30頁	600円 (250円)
キノコ(その1)※	(昭和61年3月号)	29頁	500円 (46円)
木材の農畜産業への利用※	(昭和61年5月号)	27頁	540円 (250円)
「木の家」百年持たせます※	(昭和61年9月号)	23頁	460円 (175円)
キノコ(その2)※	(昭和61年11月号)	23頁	600円 (46円)
林産試験場の成果※	(昭和62年1月号)	43頁	860円 (250円)
林産試験場移転整備※	(昭和62年5月号)	25頁	500円 (175円)
日曜大工のすすめ※	(昭和62年6月号)	24頁	480円 (175円)
木造住宅の保守管理※	(昭和62年12月号)	23頁	460円 (175円)
木の良さ・木の香りを教室へ※	(昭和63年7月号)	33頁	660円 (250円)
木質飼料※	(昭和63年10月号)	17頁	340円 (175円)
第38回木材学会大会の概要※	(昭和63年11月号)	33頁	660円 (250円)
最近の木工機械と刃物	(昭和63年)	47頁	500円 (51円)
わかりやすい木材乾燥	(平成元年)	38頁	1,500円 (51円)
木造住宅の良さ	(平成元年2月号)	26頁	800円 (46円)
道立林業試験場・道立林産試験場 試験研究のあらまし	(平成元年11月)	35頁	600円 (46円)

註：品切れの場合はコピーになります。※印はコピー。