

堆肥製造に関する研究 (第 1 報)

堆肥原料の分解性評価について

千 木 容

Yoo SENGI : Studies on the production of Compost Part 1

— On the resolvability of compost materials —

要 旨 : この研究の主目的は、堆肥原料の炭素源及び窒素源について、分解性評価を試み、堆肥配合設計を行う場合の基礎的資料の一助とすることにある。評価方法は炭素無機化率の測定によって行い、次のような結果が得られた。

- 1) 炭素源の分解性については、針葉樹木質部とモミガラが著しく低い分解性を示し、相違が認められた。
- 2) 窒素源の分解性については、鶏フンと米ヌカが著しく高い分解性を示し、相違が認められた。

1 は じ め に

本県の木材工業における残廃材 — オガクズやバーク等の量は年間 15,000ton 程度と推定される。このうちオガクズは家畜敷料やキノコの培地として利用され、バークはほとんどが焼却されているものの、一部には燃料として利用され、その付加価値が見直されている。

一方、農林業への有機質資材の供給源である堆肥は、慣行堆肥の原料であった稲ワラが少なくなったため、炭素源としては、バーク、オガクズ等が多量に利用され、さらに、シイタケの廃ホダ木やキノコ培養後の廃菌床なども堆肥化の研究が進められている。また、窒素源としては、現在一般に使用されている、鶏フン、米ヌカをはじめ、豚フン、牛フン等の家畜フン尿も利用され、多様化が進んでいる。そこで、堆肥原料の配合設計を行ううえで、これら原料の分解性が問題点となってくる。

炭素源の分解性については、樋口¹⁾が木質物や有機化合物について、ALLISON^{2) 3) 4)}らがアメリカの針葉樹と広葉樹について、STILL⁵⁾らがアメリカの広葉樹について、高橋⁶⁾が北海道の針葉樹について、それぞれ粉碎物を土壌中に添加した場合の、炭酸ガス発生量から分解性評価について報告している。これらの報告は、温度、窒素添加の有無などなど設定条件に相違があり、直接の比較はむずかしいが、難分解性と考えられる炭素源も多くあり、窒素源が易分解性有機物である場合は、多量に加えても、窒素源の分解が終息した時点で、炭素源には分解作用が及んでいない事が少くない。

本報では、多様化する堆肥原料の分解性について、直接比較できる同一条件下で窒素源をも含めた分解性評価を行い、堆肥配合設計を行う場合の基礎的資料の一助とすることを目的とした。

本研究を行うに当り、炭酸ガス測定方法についてご教示をいただいた、富山県木材試験場、唐沢了場長、種々の有益なご助言をいただいた、国立林業試験場土じょう部、藤田桂治土じょう肥料研究室長をはじめ、関係各位に深く謝意を表する次第である。

なお、本研究は昭和57年度林野庁補助研究の一部である。

2 供 試 試 料

2-1 炭素源

2-1-1 バーク及び木質部

供試試料は1982年12月に石川県林業試験場樹木公園内の樹木から、直径2 cm程度の枝を採取したものである。樹種は、針葉樹がスギ、アテ（ヒノキアスナロ）、エゾマツ、カラマツ、広葉樹がケヤキ、コナラ、ブナ、ヤマハンノキである。なお当場の年平均気温は13.5°C、年間平均降水量は3,116.5 mmである。

採取した枝はただちにバークと木質部を小刀で分離し、風乾したのちに、1 mm目スクリーンを装着したウィレーミルを全通させ供試した。以上の点から今回の場合、バークは内皮と外皮全部であり、木質部は枝の太さから、すべて辺材と考えられる。

2-1-2 シイタケの廃ホダ木

シイタケの廃ホダ木は、4年間栽培に用いたコナラ原木のもの全部を用いた。試料の調整は2-1-1と同様に行った。

2-1-3 キノコの廃菌床

廃菌床は生産者から、キノコの発生が少なくなり、廃棄目前のものを回収した。試料の調整は2-1-1と同様に行った。ま

表-1 キノコ培地の原料及び供試廃菌床の組成

たキノコ培地の原料及び廃菌床の組成は（表-1）のとおりで、各培地とも植菌前に100°C常圧で、6～7時間の蒸気による処理を行っている。

原料及び組成 培地	スギ 鋸屑	ブナ 鋸屑	米 ヌカ	フ ス マ	ダイズ ミール	オ カ ラ	炭 素 %	窒 素 %	C/N
エノキ	10		3				52.1	3.41	15.3
ヒラタケ	10		6	3	1	0.8	50.6	5.03	10.1
ナメコ		10	1				47.7	2.01	23.7

2-1-4 稲ワラ、モミ

ガラ、ノシバ

稲ワラ、モミガラは1982年産のものを、ノシバは1982年12月に刈り取ったものを用いた。試料調整は2-1-1と同様に行った。

2-2 窒素源

鶏フンは火力乾燥品、米ヌカは市販品、牛フンと鶏フンは生産者から回収した。風乾後、米ヌカはそのまま、鶏フン、牛フン、豚フンは乳鉢にて圧碎して供試した。

3 実験方法

3-1 炭素%の測定

炭素%は Thurin 法で行った。常法にしたがったが、鶏フン、牛フン、豚フンについては、塩素イオンの混入が予想されたので、 $N-K_2Cr_2O_7$ 評取後に $AgSO_4$ 0.2g を添加した。

3-2 窒素%の測定

窒素%は Kjeldall 法で常法にしたがって行った。

3-3 炭酸ガス発生量の測定

測定は土壤微生物実験法⁷⁾にしたがいが、直接吸収法の簡易法⁷⁾にて行った。本研究では土壤自体の特質ではなく、土壤を培地として用い、添加する堆肥原料に由来して発生する炭酸ガスの量を測定しなければならないので、比較的微生物が多数生息していると考えられる当场苗畑の土を用いた。また ALLISON^{2) 3) 4)} と STILL⁵⁾ らは、炭素源の中には窒素添加の有無によって、分解速度が変わる場合があると報告している⁸⁾ので、炭素源については、廃菌床を除いて1%の窒素添加を行った。

3-3-1 気乾土壤の調整

土壤は当场苗畑の休耕地もので、1か年の間施肥は行われていない。

採取した土壤は10mmメッシュのフルイに通し、小石やかたまり、草の根などを除去し、次に充分水分を与えてねり、5mmメッシュのフルイに、押し付けるようにして通した後風乾させて、ほぼ均一な径5mm程度の粒状にした。なお、一連の操作は使用する土壤全量を同時に行い、均一性を持たせた。

調整した気乾土壤は Hilgard⁸⁾法で、最大容水量を求めた。また、土壤の炭素は3.8%、窒素は0.36% C/Nは10.5であった。

3-3-2 炭酸ガスの測定

気乾土壤70g、供試試料0.42gおよび廃菌床を除く炭素源には、尿素0.02gを、200ml容ガラス製UMサンプルビンに入れ、よく混合した。これに気乾土壤の最大容水量の60%になるように、水を加えて、再びよく混合する。

2N-KOH 3mlをオストワルドピペットで評取し、小試験管2本に半分程度ずつ入れ、ただちにサンプルビン中に立て、密栓して30°Cで培養した。

培養期間は14日間とし、小試験管を所定時間毎に取り出して、0.2N-HCl標準溶液で滴定した。各供試試料ごとに2連制で行い、ブランクの差から供試試料に由来する炭酸ガスの発生量を算出した。

4 結果および討論

分解経過は炭素無機化率（炭酸ガスになった炭素/供試試料中の炭素）によってとりまとめ、(図-1, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)のとおりであった。

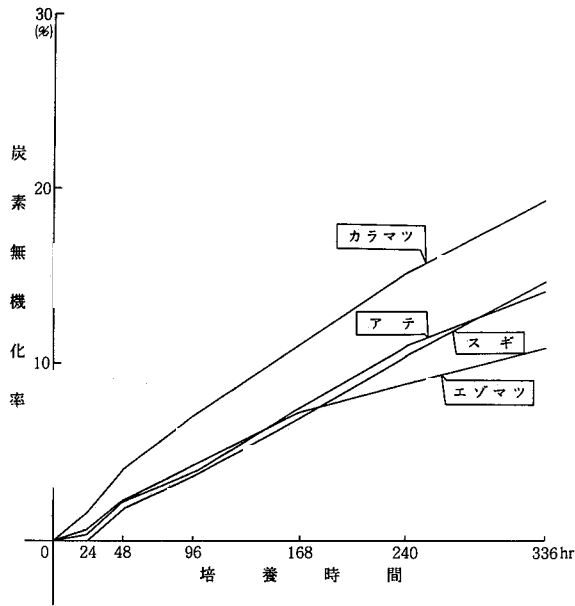


図-1 針葉樹バークの分解経過

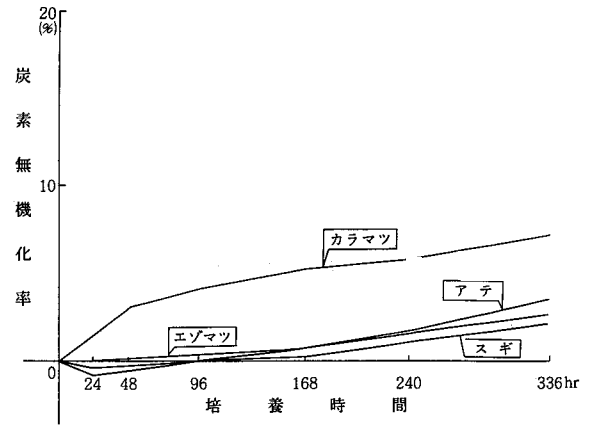


図-2 針葉樹木質部の分解経過

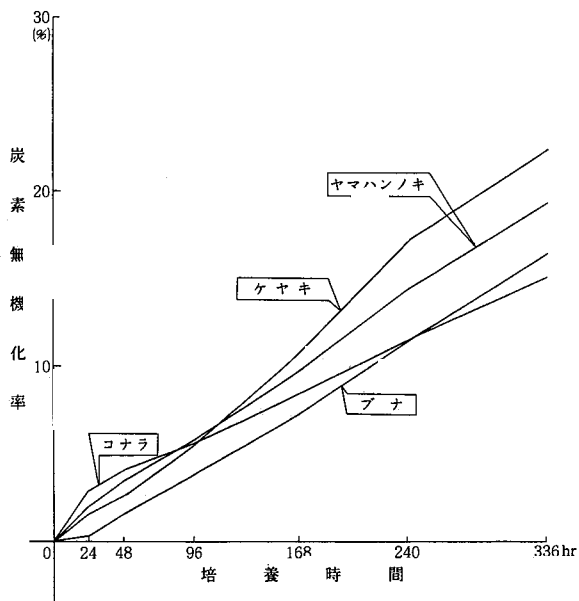


図-3 広葉樹バークの分解経過

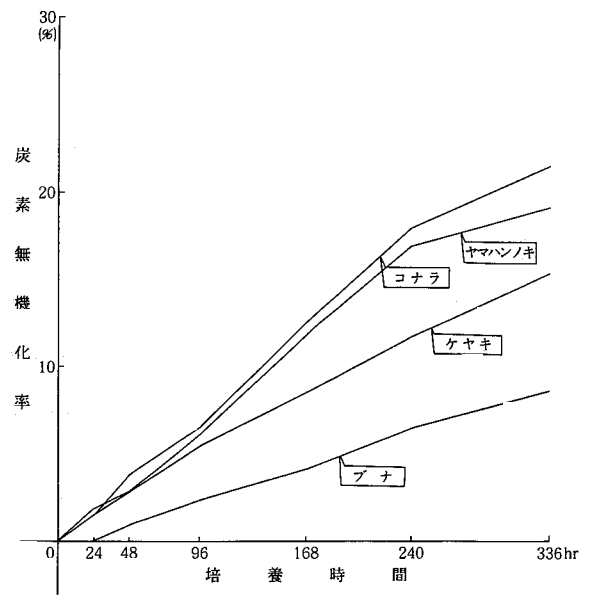


図-4 広葉樹木質部の分解経過

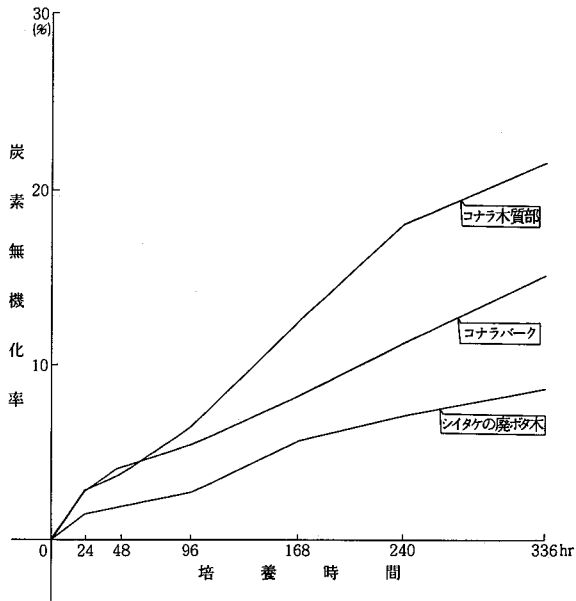


図-5 コナラ木質・バークとシイタケの廃材木の分解経過

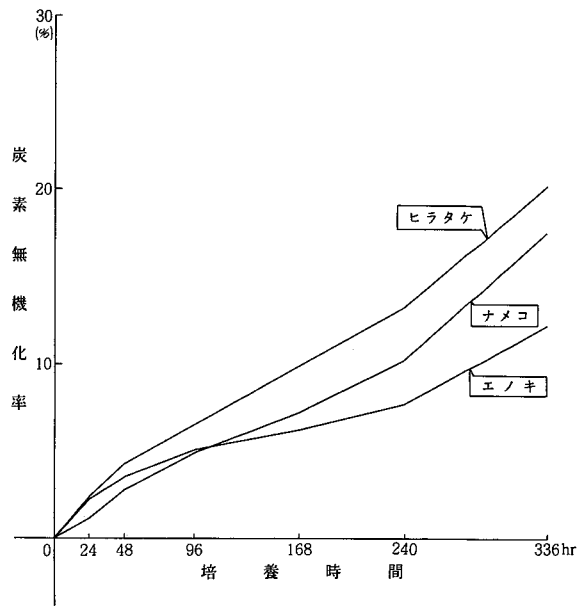


図-6 キノコの廃菌床の分解経過

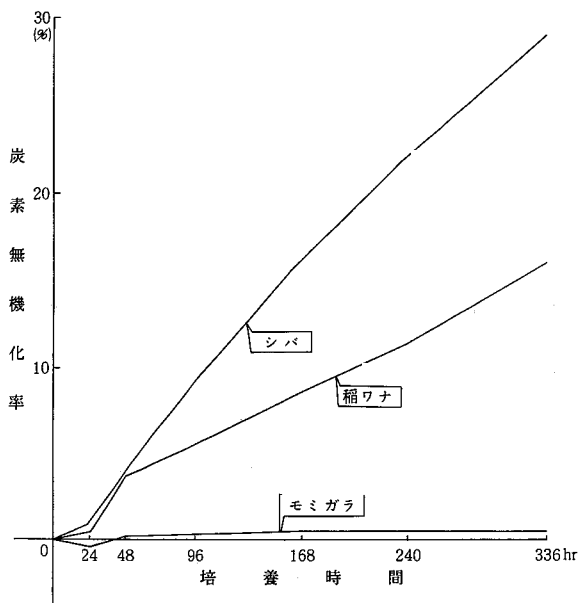


図-7 シバ、稲ワラ、モミガラの分解経過

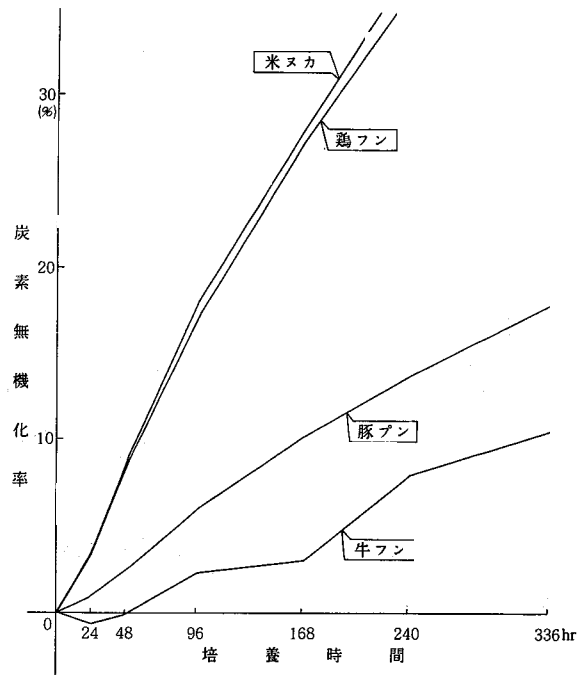


図-8 窒素源の分解経過

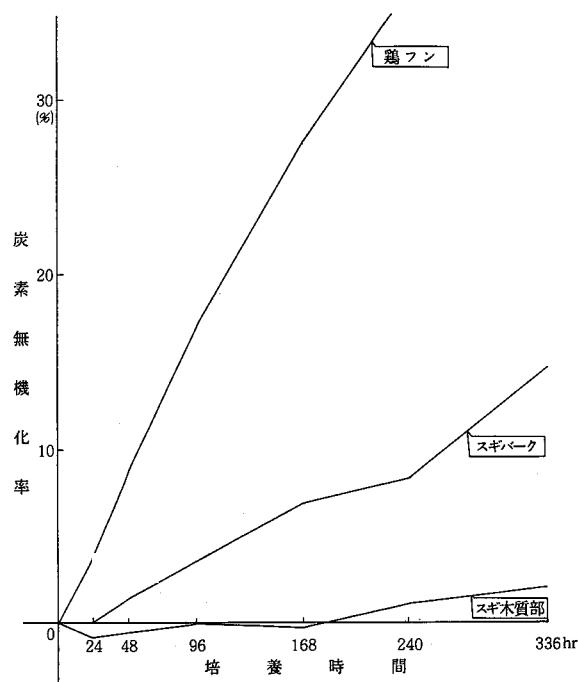


図-9 鶏フンとスギバーク・木質部の分解経過

4-1 針葉樹バーク (図-1)

炭素無機化率（以下無機化率）はカラマツが最大で、アテとスギが同程度、エゾマツがいちばん小さかった。ただ、アテについてはウィレーミルで粉碎を行った時に、最も時間を要し、粉碎物がわた状になり、物理的に他の試料と比較して分解し易い状態であった点を考慮しなければならなかった。

今回の結果から、針葉樹バークは慣行堆肥の原料であった稲ワラや、現在多量に使用されている広葉樹バークと比較しても（図-3）、無機化率の差は小さく、難分解性炭素源とは言えない結果となった。

4-2 針葉樹木質部 (図-2)

無機化率は4樹種とも小さく、カラマツ以外のアテ、スギ、エゾマツは特に小さかった。また、2-1-1のとおり、木質部は辺材と考えられるので、心材部が主体となる一般のオガクズでは、さらに小さい事が予想される。

木質部は同種のバークと比較しても（図-1）無機化率が $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{4}$ 以下にすぎず、針葉樹木質部は難分解性炭素源といえよう。

なお、アテ、スギの木質部などで、0%を割り込んで表示しているのは、ブランクの炭酸ガス発生量よりも供試試料添加の処理の方が炭酸ガス発生量が少なかった事を意味している。

4-3 広葉樹バーク (図-3)

無機化率はケヤキ、ヤマハンノキの順に大きく、ブナとコナラは同程度であった。広葉樹バーク

の分解性を稲ワラ（図 7）と比較すると、同程度以上で、分解性からいえば有利な原料といえよう。

4-4 広葉樹木質部（図-4）

無機化率は大きい順に、コナラ、ヤマハンノキ、ケヤキ、ブナであった。樹種間の差がかなり大きく、最小のブナは最大のコナラの約 1/2.5 であった。広葉樹のバークと木質部の分解性を比較すると、ケヤキ（バーク > 木質部）、コナラ（バーク < 木質部）、ブナ（バーク > 木質部）、ヤマハンノキ（バーク = 木質部）であった。この事は針葉樹が供試した 4 樹種とも（バーク > 木質部）の関係が見られたのとは対照的な結果であった。

4-5 シイタケの廃ホダ木

シイタケの廃ホダ木と、コナラのバーク、木質部を比較すると（図-5）とおりであった。シイタケの廃ホダ木は無機化率は、コナラのバーク、木質部より、低いのであるが、この点はシイタケ菌が、易分解炭素源を消費した事が原因と考えられるので、炭素源として充分使用できると思われる。

4-6 キノコの廃菌床（図-6）

無機化率は、14日間で10%を下回るものではなく、かなり大きかった。廃菌床は窒素源と炭素源が複合されているので、短期間の結果からは分解性について十分な評価はできないが、最低のエノキでも比較的高いので、堆肥原料として使える可能性は充分にあると思われる。

また、廃菌床の土壌への施用が行なわれているが、このように分解性が高いので、特に畑地の場合慎重に使用しないと作物が窒素飢餓を起こすおそれ大きい。

4-7 稲ワラ、ノシバ、モミガラ（図-7）

ノシバは、稲ワラの倍近くの無機化率でたいへん高かった。またモミガラはほとんど分解しなかった。

4-8 窒素源（図-8）

無機化率の差は原料によって、ひじょうに大きかった。この事から、副原料の選択が堆肥化の重要ポイントであることがうかがわれる。特に鶏フンと米ヌカは各種の炭素源の無機化率と大きくかけ離れており、むしろ牛フンと豚プンの方が各種の炭素源の無機化率に近い結果が得られた。

昭和56年度に筆者が、スギオガクズ⁹⁾と鶏フンを用いて堆肥化試験を行い良好な結果を得られなかったのであるが、この組合せは（図-9）のとおりで、開きが大きく、良くない組み合わせであったといえよう。

5 ま と め

この研究は堆肥原料の分解性の評価を試みるために、原料を土壌中に添加した場合の炭素無機化率を調べることによって、検討したものである。

堆肥の炭素源については、慣行堆肥の原料である稲ワラとの比較を中心に検討を行った。この結

果から、針葉樹木質部とモミガラについては、著しく分解性が低いことが認められ、これらについては、堆肥化のむずかしいことが予想される。

また他の炭素源については、分解速度の大きいものが多かった。今回の結果からは、堆肥化がむずかしいと考えられた、スギバークについても、十分に堆肥化の可能性がうかがわれた。

窒素源については炭素源の結果と比較して、分解性に大きな開きがあった。特に一般に用いられている鶏フンと米ヌカは、最も分解性が高く、供試した各種の炭素源の2倍以上の場合がほとんどであった。むしろ牛フンと豚プンの分解性は、今回供試した大多数の炭素源の分解性と近い場合が多く、pH調整さえ適確に行えば、木質系堆肥の窒素源として、有効に働くことが予想される。

今回の実験は、炭素無機化率による分解性評価ではあるが、比較的同程度の分解性を示した、炭素源と窒素源は、堆肥原料の配合のうえで組み合わせが良いと考えられるので、いろいろな組み合わせによる、1～2 m²以上の規模での堆肥化試験による検討を行いたい。

6 引 用 文 献

- 1) 樋口太重：土壤中における施用窒素の有機化と再無機化，農業技術研究所報告B第34号13～23 (1983)
- 2) ALLISON and KLEIN, C. J. : Comparative rate of decomposition in soil of wood and bark particles of several softwood species. Soc. Am. Proc. 25, 193～196 (1961)
- 3) ALLISON and MURPHY, R. M. : Comparative rate of decomposition in soil of wood and bark particles of several hardwood species. Ibid. 26, 463～466 (1962)
- 4) ALLISON and MURPHY, R. M. : Comparative rate of decomposition in soil of wood and bark particles of several pines. Ibid. 27, 309～312 (1963)
- 5) STILL, S. M., DIRR, M. A. and GARTNER, J. B. : Effect of nitrogen and composting on decomposition of barks from four hardwood species. For. Prod, J. 24 (7) 54～56 (1974)
- 6) 高橋弘行：土壤改良剤としての木質廃材の利用。北海道林産試月報12 (8) 1～12 (1963)
- 7) 土壤微生物研究会編：土壤微生物実験法 (第3版) 270～279 (1979)
- 8) 京都大学農芸化学教室編：農芸化学実験書 (増補) 第1巻, 269～272 (1972)
- 9) 千木 容：石川県林業試験場業務報告 (第19号) 35～37 (1981)