—研究—

のこ屑およびチップ屑の堆肥化試験（1）

高橋弘行　吉田兼之

まえがき

木質堆肥の製造技術が実用化されて約10年，北海道内でも，いくつかのパルプ工場やチップ工場で，自社の廃材を堆肥化して市販しているほか，多くの営林署，林務署の苗畑をはじめ，最近では一部の園芸農家にも在来の藁堆肥や雑草堆肥に代る自給堆肥として定着して来ている。

しかし，これらの技術は，多くの場合“積んでみる，施してみる”と云った現場的な手法で一いわば体験の積重ねによって構築されて来た技術であって，いまだに木質堆肥の製造における基本的な問題一たとえば，堆肥化にともなう量と質の変化，堆積層における微生物の栄養的，物理的，化学的な環境条件と熟度の因果関係などについてはよく解っていないのが現状である。このため，現場の技術として一応定着しているとは言いながら，木質材料の種類（樹種，粒度，樹皮か木部か）や副原料の種類・配合比と堆肥化の難易，醗酵剤の効果，堆肥化の期間，堆肥の歩止り……等々の初歩的な問題さえも，必ずしも明快な説明はなされていない。筆者らは，これらの問題の中から，1)木質廃材の粒度（のこ屑とチップ屑）による堆肥化の難易，および 2) タイプの異なる2種の醗酵助剤の効果を比較することとし，実際規模(1トン規模)の堆肥化試験を行なった。また，堆肥化の指標としては発熱経過，外観の変化など，間接的，官能的な指標のほかに，堆肥化にともなう重量変化，堆肥の化学的性質の変化，堆積層の物理的状態などを測定し，堆肥化現象をより定量的に把握することとした。なお，本報告は紙面の都合上2回に分けて掲載することとし，本稿では堆積層内の温度経過と堆積層の外観の変化を中心に述べる。

本試験の実施にあたり，計画立案の段階から種々御指導，御援助を賜わった，滝川林務署長寺田喜助氏，および現地で積込み，切返しなどの諸作業，堆積層の温度測定を担当して頂いた滝川林務署福士泰雄氏，藤谷光紀氏（現林試），興部林務署藤田宏氏（現北見署），小笠原馨氏はじめ両署の関係各位に対し深甚なる謝意を表する。

1. 試験設計と堆肥化の方法

1.1 試験設計

木質廃材として，ナラのこ屑と広葉樹チップ屑（樹種不明，樹皮付）の二種，醗酵助剤として栄養系のマニンと微生物系のVS_{34}の二種を選び，これを組合わせて次の4処理を設けた。

①のこ屑一マニン区

②のこ屑一VS_{34}区

③チップ屑一マニン区

④チップ屑一VS_{34}区

なお，廃材の入手や作業上の都合から，①②は滝川林務署苗畑で，③④は興部林務署苗畑で実施した。積込時期が温暖に向う5月末以降であるので，滝川市と興部町の気象条件の違いは，堆肥化の進行に影響するほど大きくなかったと判断している。

1.2 堆肥化の手順と経過

堆肥化の作業手順と経過を第1表に示した。

第1表　作業手順と経過

作業手順	のこ屑区		チップ屑区	
	年.月.日	経過日数	年.月.日	経過日数
積込み	44. 6.19	0	44. 5.30	0
↓ 第1回切返し	7.25	36	6.30	32
↓ 第2回切返し	10. 7	110	10. 4	128
↓ (測温終了)	11.25	158	11.27	180
↓ 試験終了	45. 6.22	368	45. 6.24	388

1.2.1 原料の配合割合

木質廃材（乾物換算）100部に対し，乾燥けい糞20部，米ぬか5部，硫安3部，マニン0.45部（マニン区），

VS_{34}2部（VS_{34}区）の配合を目標とした。この配合割合は，堆肥化にともなう種々の変化の把握を容易にするため，醗酵促進の意味で，通常の場合よりかなり多目に設計してある。目標含水率は60%（湿物基準）とした。のこ屑区ではほぼ目標通り，チップ屑区ではチップ屑の含水率を低く見積ったため，やや目標を上廻る配合となった。

1.2.2　積込作業

前面に落し蓋を設けた，1.8×1.8×1.8㎜の堆積枠を，のこ屑区，チップ屑区とも，それぞれ3枠作成した。2枠は積込用，1枠は切返し用の予備枠である。

原料の配合は全層配合とし，積込量はあらかじめ目標重量を決めないで，積込高さで規定した。すなわち，木質材料100kgを混合枠に拡げ，計算量の添加材料を表面に散布，混合し，さらに水を添加，調湿して堆積枠に積上げる（写真1）。この作業をくり返して積込高さを1.5mとした。堆積表面は保温と水分蒸発抑制のためむしろで覆った。（写真2）。

写真1　積込み作業

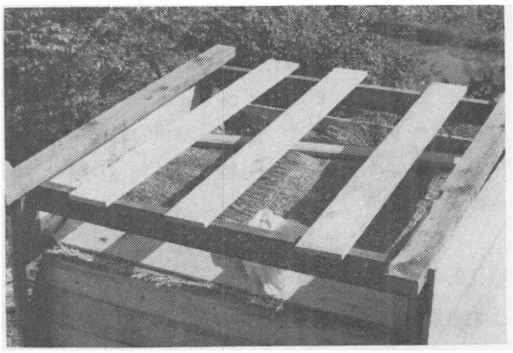


写真2　堆積枠の上部

1.2.3　切返し作業

堆積層の前面から，縦断面にそって順次切崩し，ほぐすようにして混合，収率を求めるため重量を測定して再び積込みを行なった（予備枠を使用）。切返しは1)沈圧によって緻密になった堆積層をほぐして通気性を改善し，また 2)全層をよく混合して醗酵を均一にするため行なう作業であって，本試験ではこの作業を2回実施した。

2.　積込量

第2表に積込実績を木質材料の乾物重量で示した。

第2表　積　　込　　量

(kg)

処理		廃材乾物重量
のこ屑	マニン	861
	VS34	918
	平均	890
チップ屑	マニン	860
	VS34	811
	平均	836
平均		863

積込量を高さで決めたため，重量は処理によってまちまちになったが，粒度の小さいのこ屑の方が多く積込まれる傾向にある。4処理の平均積込量は約860kgであった。

現場では，廃材堆肥の生産計画をたてるにあたって，単位面積あたりの積込み可能量を知る必要がしばしば生ずる。本試験の実績から現場の目安を計算してみると，積込み高さを1.8mとした場合，3.3m²（1坪）あたり，廃材乾物として約1000kgを積込むことができ，今回の配合割合に従えば，積込全量は約3200kgとなる。堆肥収率を60%と仮定すれば，約1900kgの堆肥が得られることになる。

3.　堆積層の色調および層高の変化

堆肥化の進行にともなって，堆積層の色調が黄赤色

第3表　層高の経時変化　　　　　(㎝)

測定時期 ＼ 処理	のこ屑 マニン	のこ屑 VS34	チップ屑 マニン	チップ屑 VS34
積込時	150		150	
第1回切返し時	140		125	123
第2回切返し前	140		105	110
試験終了時	130		100	104

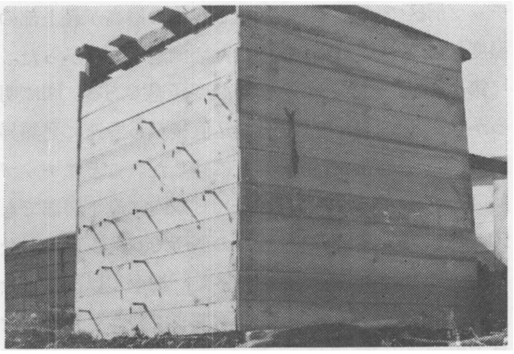
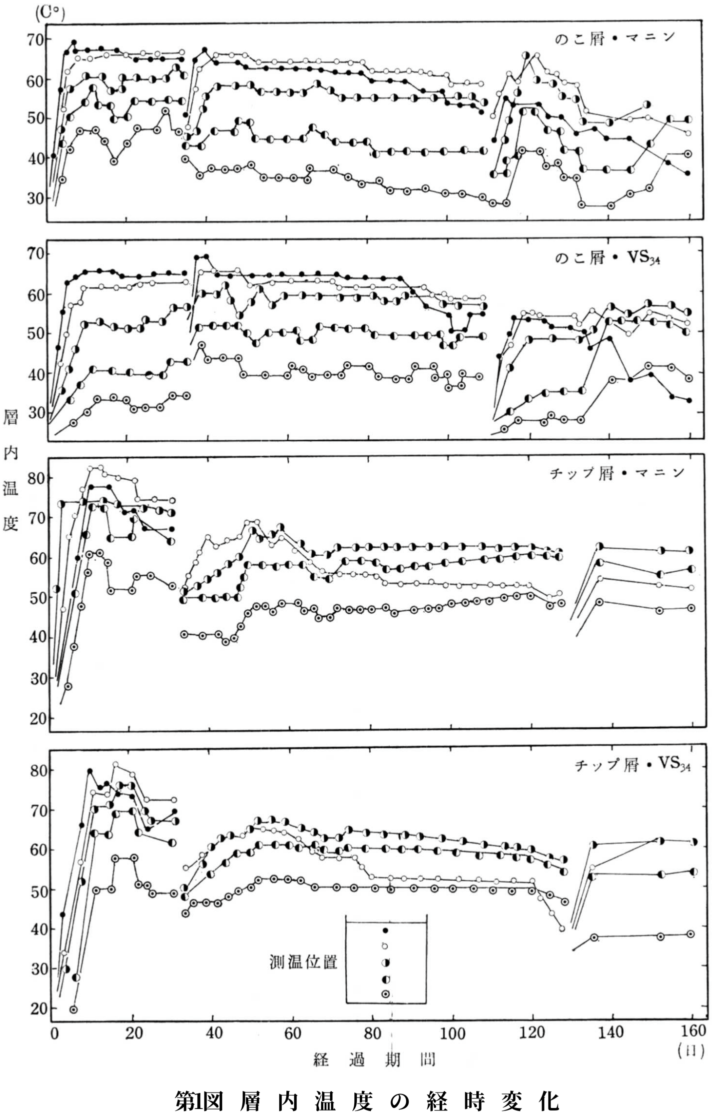


写真3　堆積枠の背面から挿入した温度計

から褐色へ，更に黒褐色に変化するとともに，材料の分解による減量と自然圧による圧縮によって，堆積層の高さは減少する。色調の変化は，樹種による固有の色や成分によって異なることが経験的に知られており，変色の度合だけで堆肥の熟度を評価することは困難であるが，チップ屑の方がのこ屑にくらべて，より早く黒色化が進み，変色の度合も大きいことが認められた。また層高の変化も，第3表に示すように，のこ屑区が第1回切返しまでに10㎝減，試験終了時20㎝減に止まったのに対し，チップ屑区では，それぞれ，25～27㎝減，46～50㎝減といちじるしい減少が観察された。これはチップ屑がもともとバルキーで沈圧されやすい材料であることにもよるが，後述するように，チップ屑の分解による減量の大きいことも影響している。

4.　堆積層内の温度変化

鉄パイプ製の保護管に収めた足長温度計を，堆積枠背面の縦，横，斜，13ヶ所から，約75㎝の探さに水平に挿入し（写真3），第2回切返しまでは日曜日を除くほぼ毎日，その後は1～5日置に測温した。ただし，

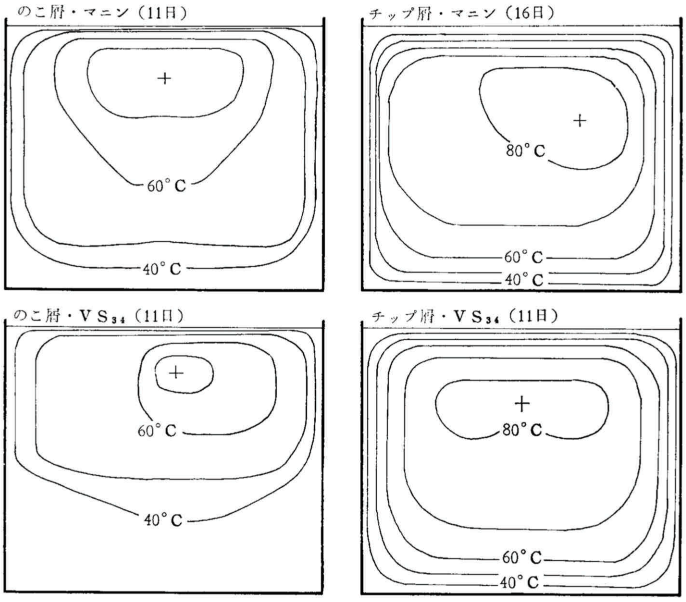


第1図 層内温度の経時変化

チップ屑区では，第1回切返し以後の層高が最上部の温度計の位置より低くなったため測定できなかった。

第1図は，縦方向5ヶ所の温度経過である。図に明らかなように，各処理とも積込直後から急速に発熱昇温し，1～2週間で最高温度に達した。ことにチップ屑区の発熱は旺盛で，積込後10日以内に最下層部でも50～60°C，その他のすべての個所で60°C以上となり，最高温部は80°Cを上廻った。切返し以後，かなり温度は下降したものの，降雪期までの5ヶ月以上を最下層部でも40～50°C，中心部では60°C以上を維持した。一方，のこ屑区についてみると，中心部から上層部では積込み後10日以内に60～70°Cに達し発熱良好と認められるが，チップ屑区にはやや及ばなかった。また，切返し以後も上層部の発熱はおとろえず，長期に渡って切返し前の高温を維持した。しかし，下層部の発熱は堆肥化の全期間を通じて不良で，堆積層全体として見ると，のこ屑区の醗酵は明らかにチップ屑区に劣っている。この傾向は，堆積層内の断面温度分布をみると一層はっきりする。第2図はその1例で，積込後ほぼ最高温度に達した時点のものである。等温線の形や，左右の位置が処理によって異なるのは，積込む際の密度のむらによるものであろう。

第2図の＋印は，各処理の最高温度を示した点である。この位置を比較すると，のこ屑の方がチップ屑にくらべて表層に近い部分－すなわちCO_2に富む層内空気と新鮮な大気の交換が行われる通気面に近い部分に存在することがわかる。のこ屑区の下層の発熱が不良であることを併せて考えると，のこ屑区の発熱がチップ屑区に劣る主な理由は，明らかに通気不足による微生物活動の抑制にある。なお，従来報告されている多くの木質廃材堆肥製造例と比較すると，のこ屑区でも水準以上の良好な発熱をしていると認めることができる。



第2図 層 内 温 度 断 面 分 布

醗酵剤の種類について比較すると，のこ屑区のVS$_{34}$の発熱が，第1回の切返しまでマニン区にくらべて劣っている（とくに下層）が，温度分布には時期的な変動があり，全期間を通じてみた場合，VS$_{34}$とマニンの醗酵剤としての効果にはほとんど差がないと判断できる。マニンは微生物栄養，とくに無機塩を主体として構成されている醗酵助剤であって，微生物の菌体は含まず，それ自体醗酵機能を備えていない。したがつて，マニン区における醗酵微生物はすべてけい糞に由来していることになり，このことはけい糞の適量を配合した場合，微生物栄養が満されているかぎり，とくに菌体を添加する必要のないことを示している。一方，VS$_{34}$はひる石を焼成加工したもの（多孔質）に醗酵微生物の菌体を吸着させた醗酵剤で，栄養要素は全く配合されていない。したがって今回の結果はまた，市販の高価な栄養助剤をとくに添加することなく良好な醗酵の得られることを暗示している。しかし，醗酵の良否は，醗酵剤以外の添加材料の種類や配合割合によっても支配されるので，経済性，醗酵期間，仕上り堆肥の品質などとの関連からさらに検討を加えるべき課題と思われる。

－林産化学部　化学利用科－
（原稿受理　48. 1. 10）