

林務署自給木質堆肥の品質について

高橋 弘行 吉田 兼之

はじめに

道内では現在、7林務署でチップ屑、のこ屑など木質廃材を原料とする堆肥生産が行われ、苗木の育成に使用されている。木質堆肥作りの技術上の問題点は“作り方”よりも決め手となる“熟度の判定法”に欠ける点であろう。したがって、堆肥の品質管理も、層内温度の経過や色、臭いなど感覚的な指標と経験にたよらざるを得ないのが現状である。市販堆肥の場合、一応pHや肥効分組成を測定したり、栽培試験を行っているところもあるが、これも熟度の判定に必ずしも役立つとは

はいえない。林務署などの自給堆肥では、測定器具や技術者もないため、含水率さえも満足に測定されていないのが実状であろう。

そこで今回は、道内林務署で製造している木質堆肥について、土壌有機資源としての2,3の性質を測定し、市販木質堆肥と比較検討した結果を報告する。

試料の収集に御協力頂いた道林務部道有林2課種苗係長、ならびに関係林務署の方々に謝意を表す。

なお本報告は、昭和50年度林業技術研究発表大会において発表したものである。

1. 試験方法

1.1 供試試料

7林務署から提供された12試料(チップ屑堆肥10点、のこ屑堆肥1点、雑草堆肥1点)、当场製カラマツ樹皮堆肥2試料のほかに、比較試料として市販木質堆肥5試料を供試した。市販堆肥を除く堆肥の原料配合割合は第1表のとおり千差万別である。それぞれの林務署で経験や工夫を積んで決められた配合比とは思っているのだが、現在の木質堆肥のけいふん添加率が、おおむね10%程度を標準としているのに比べると、美深、留

第1表 原料および配合割合

署名	原料	期間	配合割合 (%)				
			米ぬか	けい糞	硫安	その他	
名寄	チップ屑	1年		10.00	2.00		
美深1	チップ屑	1年		0.72	0.82	尿素 1.4	石灰 1.6
		雑草	1年	0.63	0.78		
厚岸1	チップ屑	1年		8.00			
		2	1年	8.00			
留萌	のこ屑	10ヶ月	1.05	0.68			
旭川1	チップ屑	3年		15.00			
		2	2年	15.00			
雄武1	チップ屑	2年	2.00	11.00	0.80	醗酵剤	0.20
		2	2年	2.00	11.00		
興部1	チップ屑	1年	2.50	8.00	1.50	醗酵剤	0.2
		2	1年	2.50	8.00		
林産試	カラマツ	1年	5.00	15.00	3.00	醗酵剤	0.40
		4年					

備考 ①この他市販品5試料を試験に用いた。

②林産試以外は湿物基準、林産試は乾物基準。

萌の1%以下は目立って少ない。

市販堆肥の内訳は、道内パルプ工場で生産されたチップ屑堆肥2点、樹皮堆肥2点、それに道外品(樹皮堆肥)1点である。

1.2 一般分析

含水率、pH、N、P₂O₅、K₂O、灰分、土砂分を測定した。

1.2.1 含水率

試料150gをビーカーに採り、105℃、24時間乾燥減量をもって水分とした。

1.2.2 pH

風乾試料を100mlビーカーに乾物として2g採り、乾物：水=1：8になるように純水を添加、ときどき攪拌しながら1時間放置後電極法で測定した。

1.2.3 N

試料0.5~1gを100mlケールダール分解フラスコ中で湿式分解(濃H₂SO₄10ml + CuSO₄・KNO₃4g)し、100ml容メスフラスコで定容。分解液5~40mlを常法により水蒸気蒸留してNを定量した。

1.2.4 P₂O₅

ケールダールN分解液を用い、バナドモリブデン酸

法（比色）で定量。

1.2.5 K₂O

試料2gを550 で乾式灰化後，稀塩酸で溶解，一旦蒸発乾固後，純水に溶解100mlに定容，炎光々度法で定量。

1.2.6 灰分

試料1gを700 で乾式灰化し，残量を灰分とした。

1.2.7 土砂分

灰分中の熱HCl不溶分を土砂分とした。

1.3 土壌中での分解性

新鮮な木質物が土壌改良材として適性を欠くとされる最大の理由は，施用によって土壌中の無機Nが急激に減少する結果，作物が窒素飢餓に陥ることにある。この無機態Nの減少は，木質物中に土壌微生物によって同化されやすい形態のCが多いほど，また同化されやすい形態のNが少いほど顕著である。

したがって，土壌に試料を添加した場合のCの同化の難易または，土壌中の無機態Nの消長を測定することによって，ある程度土壌改良材としての適否を知ることができる。

1.3.1 土壌呼吸法によるCの無機化量

土壌微生物によるCの同化量を直接測定することはむづかしいので，ここでは呼吸の最終産物であるCO₂の発生量を土壌呼吸法で測定した。

第1図のとおり発生するCO₂を濃度既知のアルカリ溶液に吸収せしめ，逆滴法によってCO₂を定量する。培養は32 の恒温室内で行い，CO₂の発生速度に

応じて適当な期間ごとに，アルカリ溶液を交換する。このようにして測定されたCO₂量は，試料の分解によって生成したもののみならず，土壌中にもともと存在する有機物に由来するCO₂や，アルカリ交換のたびに換気によって硝子容器に流入するCO₂などを含むので，試料を添加しない土壌について測定したブランクを差引く。

1.3.2 土壌中の無機態Nの消長

200ml容ビーカーに，試料1gを添加混合した土壌100g（乾土）を採り，25mgのNO₃-Nが添加されるように濃度を調整したKNO₃溶液を用いて，水分を最大容水量の60%に調整，シャーレーで蓋をして32 ，70%RHの恒温恒湿室内に所定期間放置培養後，NO₃-Nを定量した。試料を添加しない土壌について測定したブランクとの差をもって，試料の土壌中での分解にともなう無機態Nの増減量とした。本報ではこの結果を試料単位量（g）あたりのNO₃-Nの増減量（mg） - Nitrogen Factor（以下，N.F.）で表示する。

$$N.F. = (\text{ブランク} - \text{試料添加土壌のNO}_3\text{-N}) / \text{試料重量}$$

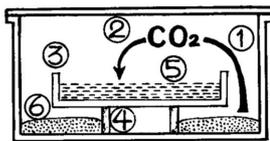
この表示方法では，Nが減少した場合，数値は（+）になり，Nが増加した場合，数値は（-）になる。

1.4 生育阻害性

直径20cmの素焼鉢に試料を充填し，20 恒温室内で小松菜種子の発芽試験（各鉢20粒播種）を行った。発芽率，平均発芽日数，16日後の幼植物の生重量を測定した。

2. 試験結果および考察

分析結果を第2表に示す。含水率，pH，肥効分組成は，しばしば木質堆肥の品質管理の指標として取り上げられることが多い。これらの値は，積込時の添加材料の種類や配合比，および工程管理によって決まるので，一般に期待されるような堆肥の“熟度”とは直接関係ないが，原料の配合や管理が適切であったかどうかを判断する一つの指標になるとと思われるので本試験でも採用した。



- ① 硝子容器 12cmφ. 6cmH
- ② 同上摺合せ蓋
- ③ シャーレー 9cmφ
- ④ シャーレー置台
- ⑤ 吸収液 1/5まには1/2NKOH
- ⑥ 乾土50g+ 試料0.5g
(水分→最大容水量の60%)

第1図 土壌呼吸測定法

第2表 分析結果

(%/乾物)

分析項目		含水率*	pH	窒素	リン酸	加里	灰分	土砂
林務署自給堆肥	名寄 1	70.3	6.5	1.03	0.61	0.19	31.9	25.9
	美深 1	63.3	7.9	0.76	0.47	0.39	31.5	21.4
	厚岸 1	94.3	7.0	1.57	0.41	0.41	63.1	48.1
	留萌 1	69.2	7.0	1.00	0.37	0.12	17.3	10.2
	留萌 2	71.2	6.7	1.00	0.48	0.16	20.4	12.6
	留萌 1	73.7	6.0	0.65	1.94	0.15	17.8	15.2
	留萌 2	75.8	6.6	1.34	2.17	0.13	35.8	21.9
	留萌 1	77.9	6.6	1.59	1.93	0.10	36.3	22.0
	留萌 2	70.9	7.0	1.34	0.94	0.24	42.6	31.2
	留萌 1	75.8	6.6	1.12	0.96	0.28	45.2	28.1
	留萌 2	63.5	5.0	1.31	0.97	0.66	40.3	21.5
	留萌 1	74.1	7.6	1.26	0.92	0.45	22.4	13.9
	留萌 2	71.4	7.1	1.04	1.28	0.26	12.2	6.3
	留萌 2	73.4	5.1	1.83	0.63	0.40	17.7	12.3
林務署平均		73.2	6.6	1.27	1.01	0.28	31.0	20.8
市販堆肥	A	66.3	6.7	0.66	1.31	0.12	37.2	5.5
	B	—	4.7	0.87	0.38	0.17	9.5	3.2
	C	73.4	6.5	1.24	0.63	0.25	24.6	14.5
	D	—	6.7	1.43	1.44	0.32	24.2	11.3
	E	77.6	7.4	1.38	1.71	0.37	13.9	4.3
市販品平均		72.4	6.4	1.12	1.09	0.25	21.9	7.8

備考 *含水率は湿物基準

分析結果は第2表のように、試料によってかなり広範囲に分布しているが、林務署堆肥、市販堆肥それぞれの平均値はほぼ類似している。筆者らの経験によれば、これらの値はまた通常の配合比で、適切な管理のもとに製造された木質堆肥の一般的な分析値とも一致する。厳密な意味で、一般分析の値がどの程度の値をとるべきかは、次項以下にのべるような堆肥の土壤中での分解性や、対象となる作物、土壌の性質など種々の因子と深いかかわり合いがあるので一概には決められないが、前記の平均値は木質堆肥にとって“望ましい値”と理解してよからう。一般分析の中で林務署堆肥と市販堆肥の大きな相違点は、前者の灰分、土砂分が顕著に多い点である。切り返し等の操作が粗雑なため、土砂が混入したものであってこのことは林務署堆肥の灰分に対する土砂の割合が、市販堆肥に比べていちじるしく高いことから理解できる。自給堆肥の場合、販売用の堆肥と違って品質についての制約は少ないとはいえ、堆肥施用の目的が土壌有機質の補給にあることを考えれば、できるだけ土砂の混入をさけるような管理が望ましいことはいうまでもない。含水率についても同様である。仮に含水率60%、灰分10%の堆肥と、同じく70%、30%の堆肥を比べると施用量1t

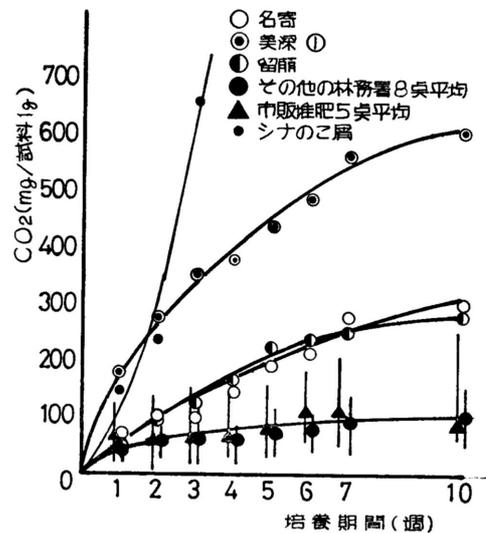
について、有機質は前者が360kg、後者210kgとなる。現場の事情で土砂の混入がさけられないとしても、自署の堆肥中の有機物量については一応の認識は持っておくべきであろう。

2.2 土壌中での分解性

2.2.1 土壌呼吸法によるCの無機化量

第2図にCO₂の発生経過を示した林務署堆肥および市販堆肥は点数が多いため、それぞれの平均値をプロットし、範囲を棒線で示した。ただし、林務署堆肥のうち、CO₂発生量の比較的多かった名寄、美深、留萌署の堆肥は別々にプロットした。

図のように、新鮮なシナのご屑のCO₂発生量は圧倒的に多い。堆肥化の目的の一つは、このように土壌微生物によって分解されやすい炭素源を減少せしめ、施用してからの分解速度を適当に抑制することにある。堆肥試料は、いずれも新鮮なご屑に比べるとはるかに低い値を示すが、堆肥の中で比較すると、「美深」が最も高い値を示し、次いで「名寄」「留萌」、その他の林務署、「市販」が最も低い値を示した。「美深」、「名寄」、「留萌」の10週間のCO₂発生量は、「その他の林務署」、「市



第2図 CO₂発生量(積算)の経時変化

販」のそれぞれ6倍, 3倍に達する。この程度の違いが実用上問題になるかどうかは, 今後の調査に待たなければならないが, 少なくとも試料のN供給力が同じであるとすれば, CO₂の発生量が多いものほど土壌中の無機Nの減少は大きくなるはずである。

2.2.2 土壌中の無機態Nの消長

第3図に試料100gあたりの土壌中のNO₃-Nの減少または増加量 (mg) の経時変化を示した。すでに1.3.2で述べたように, この数値が大きいほど土壌中の無機Nの減少がいちじるしいことを意味している。CO₂発生量の多かった「美深」「名寄」「留萌」の場合, 試料の添加によって土壌無機Nは一旦急速に減少するが, 3週をピークに減少の程度は衰える。

粗大有機物の土壌中での分解は, 易分解性炭素源に富む初期に旺盛で, その後次第に衰えるのが普通であって, このため土壌無機Nの減少も初期に大きく, その後小さくなるのである。その他の林務署堆肥にも同様の傾向があるが, 始めの減少の速度も, 全期間を通じての減少の程度も, 前記3署の堆肥に比べはるかに小さい。また市販堆肥では, 初めわずかな無機Nの減少が見られるが, 3週以後N.F.は(-)となり, か

えって無機Nが増加していることを示している。

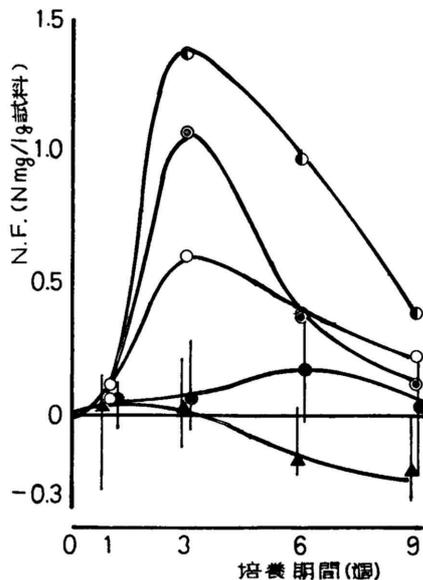
木質物を堆肥化する最大の目的は, このN.F.を低下させ, 施用したさい起る作物の窒素飢餓による生育抑圧をできるだけ軽減することにある。試験方法で述べたように新鮮な粗大有機物の施用によって生じる土壌無機Nの減少は, 土壌微生物が有機物中のCを同化して増殖を営むさい, 菌体構成に必要なNを土壌から奪取することによって起る。もし, 施用する有機物が土壌微生物の要求するNを十分供給できれば, 土壌無機Nの減少は起らないし, また施用する有機物中のCが微生物に同化されにくくなれば, それだけ微生物によるN要求が低下するので土壌無機Nの減少もまた低下をする筈である。

N.F.は土壌の種類や測定条件によってもかなり異った値をとるので, 堆肥化の目的を十分達しているかどうかはN.F.の値だけでは容易に判定出来ない。しかし, 実際の作物栽培の場で何等の障害もなく用いられている大方の堆肥の示す値は, 一応の評価の目安にはなるであろう。

第2図によれば, 「留萌」, 「美深」, 「名寄」の3者は, 他の堆肥に比べてN.F.は明らかに大きい。この3者は, 前記のCO₂発生量でも同様の傾向を示しており, 他の堆肥に比べて若干熟度が不足していることは確かである。

ただ, 明らかに未熟と思われる同一の堆肥を施用した場合でも, 対象とする作物や土壌によって異った反応を示すことをしばしば経験している。おそらく, 土壌のN供給力や作物自身のN要求の違いによるものである。したがって前記3署の堆肥についても, 実用の場で何らの障害も起きていないとすれば, 本試験のN.F.の多過ぎはあえて問題とするに足らないことであろう。なおCO₂発生量は「美深」>「名寄」・「留萌」であったにもかかわらず, N.F.が「留萌」>「美深」>「名寄」と逆転しているのは, 堆肥自体のN供給力によると思われる。この点は「留萌」のN含有率が他の2点に比べて著しく小さいことから理解できる。

林務署堆肥と市販堆肥を比較すると, 後者の方が明



第3図 N.F.の経時変化

らかに熟度が進んでいると評価できる。これは堆肥化の技術の問題よりも、原料木質物の性質に負うところが多いと思われる。なぜならば樹皮は木部に比べて、もともとN.F.が著しく低い原料だからである。

2.3 生育阻害性

木質物中の生育阻害成分の検定を目的として小松菜の発芽試験を行ったが、試料によって粒度や肥効成分がかなり異ったため水分や肥効分の過不足など、発芽生育条件にかなり乱れを生じ、十分な判断を得ることができなかった。ただ新鮮な木質物では、明らかに生育阻害性物質によると思われる発芽阻害と、奇型、その後の著しい生育抑制が観察され、ことにトドマツ樹皮は顕著であった。その他の堆肥では「留萌」に発芽の遅れ、「名寄」「美深」に軽度の生育不良を生じた。

第3表は、播種後16日目の植物体の生重量（20本計）である。前記のように、試験方法に不備があつて、「留萌」「名寄」「美深」の生育不良が、生育阻害物質によるものか、他の条件によるものか不明であるが、CO₂の発生量、N.F.など一貫してマイナスの

第3表 播種後16日の生重量

		重量(g)			重量(g)
林	名寄	3.3	林務署	興部1	5.6
	美深1	3.7		興部2	5.9
	美深2	6.9		林産1	7.3
務	厚岸1	5.3	市販品	A	5.8
	厚岸2	4.8		C	6.7
	留萌	4.8		E	6.2
署	旭川1	6.8	生木質・皮	シナ	2.0
	旭川2	6.5		エゾマツ	1.9
	雄武1	7.0		トドマツ	0
	雄武2	7.4		対照土	3.3

注) 対照土とは土のみ、
他は堆肥または木質物のみ。
生重量は20本あたりに換算。

結果が得られていることは、やはり他の堆肥に比べて十分な熟度に達していないことが原因と思われる。

- 林産化学部 化学利用科 -
(原稿受理 昭51.5.19)