

食用菌廃培地の土壌改良材としての利用（第2報）

- 実用規模での堆肥化試験 -

吉田 兼之 高橋 弘行*1

Use of Waste of Cultivation Media for Edible Fungi as a Soil Conditioner () - Composting Experiments -

Kaneyuki YOSHIDA

Hiroyuki TAKAHASHI

Keywords : edible fungi , soil conditioner , cultivation media , composting
食用菌、土壌改良材、培地、堆肥化

1. はじめに

前報¹⁾では、食用菌廃培地の土壌改良材としての原料特性について一般分析、発芽試験など木質堆肥との比較をし、堆肥原料として優れた材料といえることについて報告した。

今回はこの結果に基づき、実用化規模の積み込み試験を行ったので報告する。

2. 試験方法

2.1 供試材料

エノキタケ廃培地（富良野市古東農園提供）を供試した。また比較のため、現地で野積みそのまま放置し、自然発酵したもの3点（3か月、1年、3年経過）、および市販樹皮堆肥3点を供試した。

2.2 試験項目

堆肥化の経過を追って、発熱経過、含水率、pH、N、P₂O₅、K₂O、灰分、土壌呼吸の増加量、Nitrogen Factorを測定した。

3. 廃培地の堆肥化

3.1 試験設計

次の3処理区を設けた。

(1) 無処理区：廃培地を調湿して積み込みしたもの。

(2) 市販発酵剤添加区：発酵促進のため、微生物系発酵剤を乾物重量当たり0.3%（メーカー指定量の1/3～1/4量）添加したもの。

(3) 乾燥けい糞添加区：乾燥けい糞を乾物重量当たり5%添加したもの。

なお、廃培地は1年間熟成させて堆肥化した。

3.2 原料の配合および積み込み

有効容積50lのリボンミキサーを用いて添加材料を十分に混合、調湿（目標含水率60%）し、ショベルローダーを用いて堆積枠に積み込んだ。堆積枠は、間口0.9m、高さ1.8m、奥行き1.8mの木製枠で、1基に乾物重量換算で700kgを堆積することができる。切り返し用予備枠基を含め4基並列に設置、各枠の仕切り部分は100mm厚さのポリスチレンフォーム板で断熱した。

3.3 発熱経過の測定

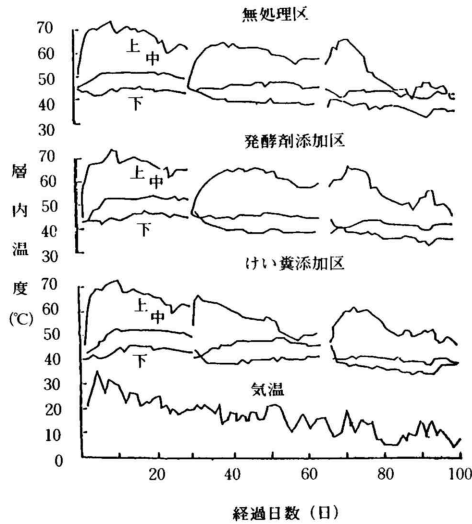
堆積枠の背面、縦方向3か所（枠上縁より40、90、145cmの位置）から、長さ90cmの保護管付き棒状温度計を水平に挿入し、経時的に堆積層内温度を測定した。

3.4 収率の測定

15×30cmのステンレススチール製網袋に仕込原料5kgを詰め、堆積層上面から深さ70cmの位置に、各区9個ずつ埋め込み、切り返し時（2回）、および試験終了時の3回に、3個ずつ取り出して収率を測定した。

3.5 一般分析，その他の測定

前報と同様にして窒素他の成分分析を行った。



第1図 発熱経過

4. 試験結果および考察

4.1 発熱経過

堆肥化の進行が順調か否かを知る手段の一つとして、しばしば堆積層の温度が測定される。堆肥化は発熱発酵であって、旺盛な発熱は微生物の活動が活発であることを示す。第1図は各区の発熱経過である。図から分かるように、上層部の発熱は旺盛で発酵が進んでいることを示している。しかし、中層以下の温度はよく管理された木質堆肥の場合に比べて、やや温度が低く発酵が不良であった。これは、廃培地がすでに担子菌の攻撃を受けて、組織の剛直さを失い、堆積が密になりやすく、通気不足になったためと思われる。切り返し作業で堆積層を切り崩す際、嫌気性分解による強烈な不快臭を発生したのも、これを裏付けている。また、発熱経過は、総体として3区とも類似しており、特に優劣は認められない。

4.2 堆肥の収率および外観

堆肥収率は、第1表のように、けい糞添加区が最も低く、他の処理に比べてやや分解の進んでいることが認められた。市販発酵剤添加区は、最終的には無処理区とほぼ同等で、効果が認められなかった。これは、発酵剤の添加量をけい糞の価格相当量に押えたため、メーカーの指定量よりかなり少なくなったことが原因

第1表 一般分析結果

pH 以外の単位：%

		収率	含水率	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	灰分
無処理区	仕込原料	100.0	57.2	4.7	1.52	2.99	0.98	12.4
	第1回切り返し	86.4	61.9	5.6	1.40	2.52	0.85	11.5
	第2回切り返し	85.9	59.5	5.3	1.50	2.96	0.82	14.6
	堆肥	73.8	60.7	5.4	1.59	2.69	0.86	16.8
発酵剤添加区	仕込原料	100.0	58.9	4.4	1.53	2.95	0.88	13.8
	第1回切り返し	82.1	64.4	5.4	1.51	2.84	0.91	12.2
	第2回切り返し	76.4	60.4	5.0	1.38	2.26	0.71	11.1
	堆肥	74.3	61.3	5.1	1.46	2.25	0.83	9.6
けい糞添加区	仕込原料	100.0	59.8	5.0	1.63	3.15	1.05	14.6
	第1回切り返し	80.7	58.6	5.6	1.65	3.08	0.96	13.9
	第2回切り返し	74.8	57.5	5.3	1.50	2.43	0.86	12.5
	堆肥	67.8	61.0	5.7	1.60	2.95	0.92	13.5
自然発酵	3か月			6.8	1.64	3.39	1.07	15.4
	1年			6.7	1.88	3.34	0.91	11.2
	3年			5.8	2.89	1.52	0.18	26.7
市販堆肥	A			6.6	0.64	0.13	0.15	
	B			6.7	1.43	1.44	0.32	24.2
	C			6.8	2.40	0.80	0.81	

注：N, P₂O₅, K₂O, 灰分は乾物重量当たり

かもしれない。一般的に市販発酵剤の添加は有効といわれている。

なお、けい糞添加区の収率は、よく管理されたのこ屑堆肥とほぼ同程度と認められる。しかし、食用キノコ廃培地が米ぬかのように易分解性有機物に富み、栄養組成に優れている点を考えると、堆積管理の方法によっては、さらに急速な堆肥化が期待できる。

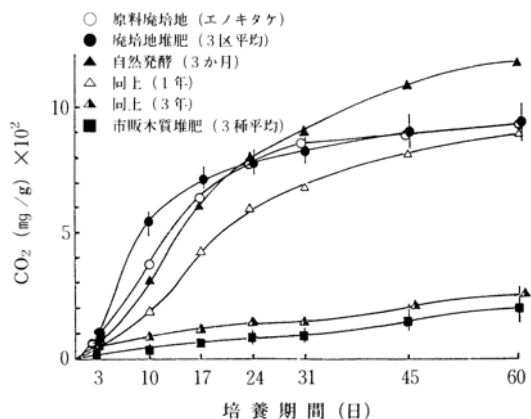
廃培地は、堆肥化によって黒褐色に変色したが、その程度は、けい糞添加区、発酵剤添加区、無処理区の順に、わずかながら濃くなる傾向が認められた。

4.3 一般分析結果

第1表に結果を示した。

既に前報で報告したように、廃培地およびその堆肥は、市販の木質堆肥に比べ、pHが低く、リン酸、カリに富む特徴があり、今回の結果もそれを裏付けている。ただ、今回供試した試料は、前回の試料に比べて窒素含量が顕著に高い。キノコ生産の際の培地の配合や子実体の採取量などによるものであろう。窒素、リン酸、カリの組成は、堆肥化に伴って増大するのが普通であるが、今回は大きな変動はみられなかった。なお、けい糞添加区の肥効成分組成が、他の処理に比べてやや高いのは、けい糞によって持ち込まれた窒素、リン酸、カリによる。

自然発酵した培地では、期間の経過に伴って、窒素が増加する反面、リン酸、カリは減少しており、ことに3年経過したものはこの傾向が著しい。管理が粗放なため、雨水、融雪水などに伴って流亡損失したため



第2図 土壌呼吸量の経時変化

と考えられる。

4.4 土壌呼吸量

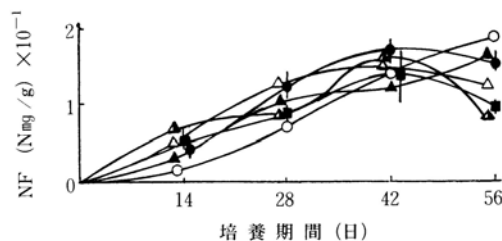
第2図は土壌呼吸量、つまり、試料が土壌中で分解する際に生成する二酸化炭素量（積算）の経時変化である。試験区によって大きな差がなかったため、3区間の平均値で図示し、範囲を棒線で示してある。市販樹皮堆肥も同様である。

堆肥化の目的の一つは、原料中の易分解炭素源を発酵によって除き、土壌に施用してからの分解速度を適度に抑制することにある。

前報で述べたように、食用キノコ廃培地の土壌中で分解性は、新鮮な広葉樹のこ屑に比べれば、なお高過ぎるきらいがある。

本試験での二酸化炭素発生経過は、収率、色調変化などから、ある程度堆肥化が進んでいると認められるにもかかわらず、原料廃培地とほとんど差を見出すことができなかった。これらの値は前報で用いた廃培地のそれと類似しており、市販堆肥に比べると顕著に高い。現地では野積みのままで3か月または1年間自然発酵したものも、本試験の堆肥とほぼ同程度であった。

土壌呼吸量の値が、土壌改良材としての実用上、どの程度以下にあるべきかはよく解っていない。特にキノコ廃培地のように、米ぬかのような易分解性炭素源に富む材料を大量に含んでいる場合、土壌呼吸量が堆肥化の指標として適切か否か、さらに検討の必要がある。しかし、それは別として、本試験の結果は3か月間堆積発酵後もなお、炭素の無機化速度が衰えていないことを示している。これに対し、3年間自然発酵したものは色も濃く、原形も崩れるほど分解が進んでおり、二酸化炭素の発生経過も市販樹皮堆肥と同程度の値を示した。



第3図 NFの経時変化

4.5 土壌中の無機窒素の消長

第3図にNitrogen Factor（以下NF）の経時変化を示した。NFは試料が土壌中で分解するのに伴って起きる土壌中無機窒素の増減を示す指標であって、この数値が大きいほど、無機窒素の減少が激しく、作物に窒素飢餓を起させる可能性が大きいことを意味している。

供試したエノキタケ廃培地およびその堆肥のNFは市販樹皮堆肥に比べてやや大きい。しかし、前報の試験結果と対比すると解るように、通常の木質堆肥のNFの値の範囲に入っており、実用的には問題にならないと考えられる。前項で述べた土壌呼吸量が市販堆肥に比べて顕著に大きかったにもかかわらず、NFにさほどの違いがないのは、今回供試した廃培地の窒素含量が高く、しかもその形態が微生物にとって利用しやすいためと考えられる。堆肥化したものを比較すると、けい糞添加区のNFが他の処理区よりやや低い。これも窒素供給力の違いによるものであろう。自然発酵品も、他の試料とほぼ同程度であった。

5. まとめ

前報では、食用キノコのご層廃培地が窒素、リン酸、カリをはじめ種々の栄養組成に優れているのみならず、初期発酵の促進に役立つ易分解性炭素源にも富んでいて、一般の木質廃材よりも堆肥原料としてはるかに優れた材料であることを示した。また、堆肥化を促進するために、けい糞などの微生物の栄養源の添加が有効であることも示唆した。そこで実用規模の堆肥化試験を実施し、以下の知見を得た。

- (1) 3か月間堆積発酵後の色調の観察、収率測定の結果から、のご層堆肥と同程度に堆肥化が進行していると思われた。
- (2) 木質物の土壌改良材としての問題点の一つである土壌無機窒素の吸収性も、通常の木質堆肥と同程度で、実用上窒素供給力に問題はないと認めた。
- (3) 土壌呼吸量は堆肥化しない廃培地とほとんど変わらず、市販樹皮堆肥に比べると顕著に高い値を示している。このことが、堆肥として未熟か否か

を検討する必要はあるが、良く管理された木質堆肥と比較して、十分に有機物の分解が進んでいないことは明らかである。

- (4) 堆積層の発熱経過も、中層、下層の発酵が、良く管理された木質堆肥の場合に比べてやや劣ることを示している。この原因の一つは、廃培地がすでに担子菌の攻撃によって組織が軟弱化しており、堆積が密になりやすいためと考えられる。また、米ぬかのような易分解性有機物が多いために、堆積層の換気の悪さと相まって、一層嫌気的環境を作り出しているものと推定される。あるいは原料のpHが低いことが発酵不良の原因になっているとも考えられる。これは堆肥化に働く微生物の多くは、微酸性から微アルカリ性の範囲に最適pHをもっているためである。
- (5) したがって、この種の材料を堆肥化する場合、次のように、堆積層の通気性を確保するなどの対策を考えなければならない。
 - ① 水分を控え目にする。
 - ② 堆積高さを1.5m程度に止める。
 - ③ できるだけ、ふんわりと堆積物の通気性に心がけて積み込む。
 - ④ 樹皮粉砕物、チップ屑のような粗い材料を混ぜる。
 - ⑤ 中層以下に通気孔を設けるか、強制通気を行う。
 - ⑥ 積み込み時のpHを中性付近に整える。
 - ⑦ 3処理区の中では、収率でけい糞添加区が他の処理に比べてやや低く、有機物分解が進んでいることを示した。

本報告は、昭和50年、51年の林野総合助成試験事業実施成果報告書（一般課題）に基づくものである。

文 献

- 1) 吉田兼之ほか1名：林産試験場報，8(1)，21—27（1994）

—利用部 成分利用科—
—*1 北海道林産技術普及協会—
（原稿受理 平成 5. 10. 27）