

食用菌廃培地の土壌改良材としての利用（第1報）

—土壌改良材としての原料特性—

吉田 兼之 高橋 弘行*¹

Use of Waste of Cultivation Media for Edible Fungi as a Soil Conditioner (I)

—Chemical characteristics of waste media—

Kaneyuki YOSHIDA Hiroyuki TAKAHASHI

Keywords: edible fungi, soil conditioner, cultivation media

食用菌, 土壌改良材, 培地

1. はじめに

食用キノコの栽培では、栽培技術の進歩に伴い菌床栽培がますます盛んになってきている。この栽培によって生じる廃培地の多くは、屋外に廃棄されたまま未利用の状態にあるのが現状である。この廃培地の土壌改良材としての原料特性について、いくつかの試験を行ったので結果を報告する。

2. 供試試料

供試試料は第1表に示すとおり、原料のご屑2種、食用菌のご屑栽培残渣（以下廃培地と記す）9種のほか、比較対照のため、すでに実用に供されている自給木質堆肥および市販木質堆肥各5種の計21点である。なお、一般分析では廃培地のほかに、配合直後の培地、発芽直前の培地および一番採り後の培地についても測定した。表中「和寒産タモギタケ」とあるのは、上川郡和寒町の生産者から入手した廃培地で、「堆積物」はこの廃培地が6か月程度自然発酵したものである。その他の廃培地は林産試験場で本試験のために通常の方法で栽培した残渣である。

3. 試験項目

新鮮な木質物が土壌改良資材としての適性を欠くとされる最大の理由は、木質物の分解に伴って土壤無機

窒素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。この現象は炭素率の高い粗大有機物でしばしば観察され、一般に土壤微生物によって同化されやすい形態の炭素が多く、かつ窒素供給力の低い有機物ほど顕著である。そこで本試験では、木質堆肥について慣習的に採用されている含水率、pH、窒素、リ

第1表 供試試料と測定項目

試 料	記号	試験項目※				
		1	2	3	4	5
シナノキノのご屑	●			○	○	○
カラマツのご屑	○			○	○	○
食用キノコ廃培地	シナノキノ	○	○	○	○	○
	タモギタケ	●	○	○	○	○
	ヒラタケ	●	○	○	○	○
	エノキタケ	●	○	○	○	○
	エノキメコ	●	○	○	○	○
	カラマツ	○	○	○	○	○
和寒産タモギタケ	新鮮物	○		○	○	
	堆積物	○		○	○	
自給堆肥	旭川林務署 (のご屑)	◆		○	○	○
	厚岸林務署 (のご屑)	◇		○	○	○
	雄武林務署 (チップ屑)	■		○	○	○
	林産試験場 (カラマツ樹皮)	□		○	○	○
市販木質堆肥	A (道内-樹皮)	△		○	○	○
	B (道外-樹皮)	▲		○	○	○
	C (道内-樹皮)	△		○	○	○
	D 道内-樹皮付	▽		○	○	○
	E チップ屑	▼		○	○	○

※ 1. キノコ栽培に伴う培地の重量変化
2. 一般分析 3. 土壤呼吸法によるCの無機化量
4. 土壤無機Nの消長 5. 生育阻害性

ン酸、カリ、灰分などの一般分析のほかに、土壌に試料を添加した場合に起きる土壌呼吸の増加量（試料中の炭素の無機化量）と土壌無機窒素の消長を測定した。また、新鮮な木質物を施用した際よく見られる生育阻害性についても簡単な栽培試験によって検定した。

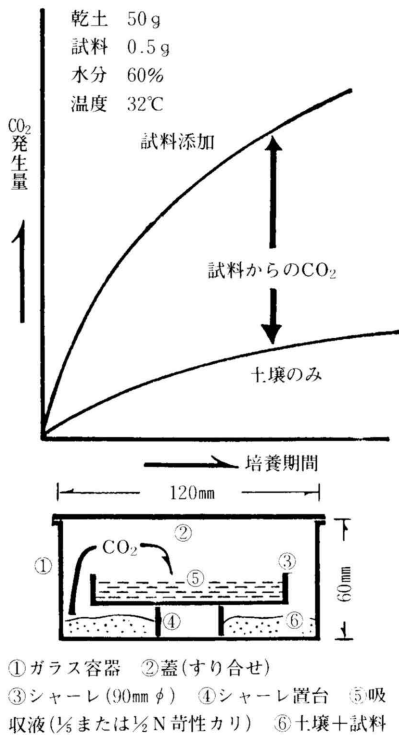
4. 試験方法

4.1 一般分析

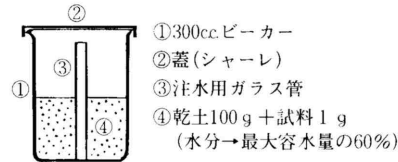
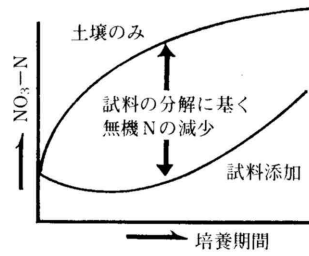
含水率はOven Dry法、pHは電極法（試料乾物：純水=1:8, 1時間放置後測定）、窒素はケールダール法、リン酸はケールダール分解液についてリンバナドモリブデン酸法で、カリは乾式灰化法（700℃）で灰化後、蛍光光度法で測定した。

4.2 土壌呼吸の増加量

第1図に測定法を示した。発生する二酸化炭素を濃度既知のアルカリ溶液に吸収させ、逆滴定によって二酸化炭素量を算出した。土壌のみについて測定したブランクを考し引いた値が、ここでいう土壌呼吸の増加量であって、試料の分解によって生成した二酸化炭素



第1図 土壌呼吸測定法



第2図 NF測定法

量に相当する。

4.3 土壌無機窒素の消長

測定方法を第2図に示した。32℃, 70%RHの恒温室内で所定期間培養後、常法によって硝酸態窒素を定量、土壌のみ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伴って増減した無機窒素量とした。なお、土壌無機窒素の不足により試料の正常な分解が妨げられないように、乾土、100g当たり25mgの硝酸態窒素を添加して培養した。

本報告では、結果を試料単位重量当たりの硝酸態窒素の増減量mgすなわち Nitrogen Factor (以下NF) で表示した。

$$NF = (\text{ブランク} - \text{試料添加土壌の硝酸態窒素}) / \text{試料重量}$$

この表示方法では、窒素が減少した場合数値は(+)、増加した場合は(-)となる。

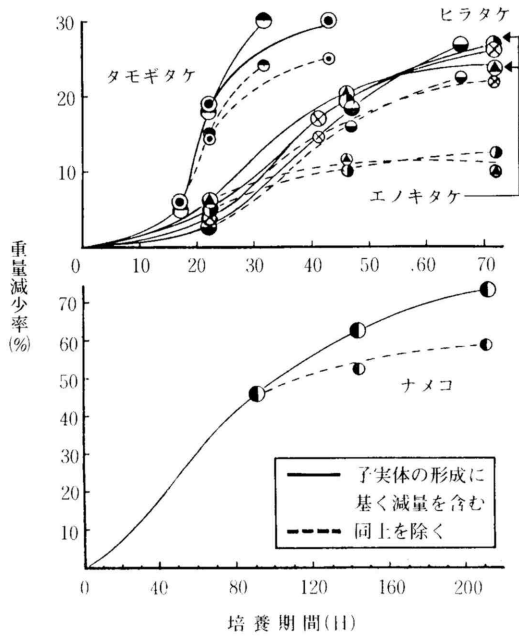
4.4 生育阻害性

試料：石英砂 1:1 (容積比)の混合物を径20cmの素焼鉢に入れ、コマツナおよびハツカダイコンを播種、20℃の人工気象装置内で発芽試験を行った。

5. 試験結果と考察

5.1 食用菌栽培に伴う培地の重量減少

培地の乾物重量減少率の経時変化を第3図に示した。培地の重量減少は、食用菌の栄養として消費さ



第3図 培地の重量変化

れ、最終的に水と二酸化炭素に分解されることによって起こる減量と、培地の成分が子実体に移行し外部に持ち出されるために起こる減量の合計である。第3図の実線は + , 点線は o による重量減少率である。

培地の最終的な重量減少はナメコが70%と著しく大きく、次いでタモギタケ, ヒラタケ, エノキタケの順に小さくなる。原料のご屑の種類による違いは大きくなかった。

ヒラタケとエノキタケの重量減少はほとんど違いがなく、ほぼ20~26%の範囲にあるが、その内容はかなり異なり、エノキタケの方が子実体の形成に基く減量が明らかに大である。

6. 一般分析結果

分析結果を第2表にまとめた。

培地のpHは栽培が進むにつれて次第に低下し、最終的な廃培地のpHは一般の木質堆肥に比べてやや低かった。ことにナメコ廃培地は4.5と顕著に低かった。

廃培地の肥効分組成も、木質堆肥に比べて特徴がある。木質堆肥の肥効分組成は製造時の配合原料の種類によってかなり違いはあるが、おおむね、窒素1~

第3表 キノコ栽培後の成分残存率

培地		残存率 (%)				
		W t	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
タモギタケ	L	70	65	48	79	64
	N	70	69	42	86	67
ヒラタケ	L	73	67	49	83	72
	N	74	71	45	80	72
エノキタケ	L	74	71	61	81	58
	N	80	78	56	86	59

註：表中Lはシナノキ, Nはカラマツ

1.5%, リン酸0.7~1.5%, カリ0.2~0.5%の範囲にあるのが普通で、本試験で用いた木質堆肥もほぼこの程度の値を示している。これに対し、廃培地の二番採り後の肥効分組成は窒素がおおむね1%以下、リン酸1.7~3.6%, カリ0.5~1.1%と、窒素がやや乏しく、リン酸, カリに富むのが特徴である。廃培地の中ではナメコの肥効分組成が他のキノコに比べてかなり低い。これは最初の培地組成の違い(米ぬかの配合量が少ない)とナメコの栽培期間が長い(ナメコ菌系による分解が進むことによるものと思われる)。

第3表は二番採り後の各成分の残存率である。食用キノコ栽培では、窒素, リン酸, カリの溶脱や揮散による消耗はほとんど考えられないので、これらの減少のほとんどは子実体形成に利用されたものと考えられる。第3表によれば、窒素, リン酸, カリの利用率はかなり低く、窒素のほぼ半分, リン酸の80%以上, カリの60~70%が廃培地中に残存している。

7. 土壌呼吸の増加量

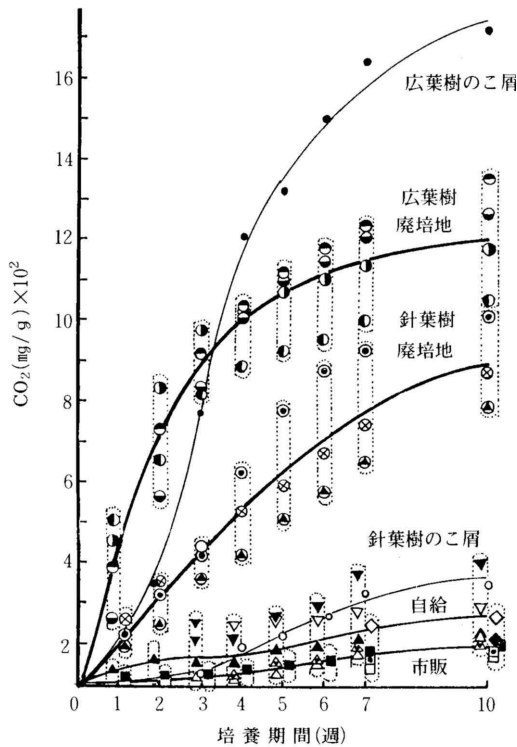
第4図は土壌呼吸の増加量(試料の分解によって生成した二酸化炭素量)の経時変化である。

図に明らかのように、新鮮なシナノキのご屑の二酸化炭素発生量は最も多い。木質物を堆肥化する目的の一つは、このように土壌微生物によって無機化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。市販, 自給堆肥はいずれも、新鮮なL(広葉樹)のご屑に比べるとはるかに低い値を示すことが理解できよう。

廃培地の二酸化炭素発生量は、Lのご屑に比べるとかなり少ないが、一般の木質堆肥に比べると著しく多

第2表 一般分析結果

試料	含水率 (%)	pH	C (%)	N (%)	C / N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	灰分 (%)			
シナノキのこ屑	—	5.5	51.16	0.22	233	0.13	0.14	1.07			
カラマツのこ屑	—	5.0	49.39	0.09	549	0.09	0.05	0.82			
タモギタケ	シナノキ	培地	64.5	5.8	49.36	1.39	36	3.21	1.12	5.80	
		発茸直前	68.7	5.5	47.23	1.38	34	3.14	1.02	5.87	
		一番採後	65.4	5.4	47.01	1.13	42	3.59	1.12	6.33	
		二番採後	76.4	5.2	45.55	0.96	47	3.69	1.03	6.30	
	カラマツ	培地	64.5	5.7	48.04	1.20	40	2.74	0.97	5.11	
		発茸直後	66.0	5.3	46.88	1.18	40	2.79	1.02	5.33	
		一番採後	62.8	5.0	47.45	0.90	53	2.87	0.88	5.15	
		二番採後	73.0	4.6	47.25	0.73	65	3.36	0.93	5.92	
	ヒラタケ	シナノキ	発茸直前	65.5	5.3	45.54	1.36	33	3.27	0.92	5.75
			一番採後	66.2	5.1	45.82	1.21	38	3.54	1.10	5.86
二番採後			64.5	5.0	45.30	0.94	48	3.65	1.10	6.11	
カラマツ		発茸直前	62.6	5.2	47.32	1.01	47	2.75	0.79	4.50	
		一番採後	62.4	4.8	46.67	0.95	49	2.72	0.77	4.41	
		二番採後	59.5	4.5	46.29	0.73	64	2.97	1.03	4.79	
エノキタケ	シナノキ	発茸直前	66.0	6.2	46.67	1.39	34	3.54	1.17	6.13	
		一番採後	69.5	5.6	48.59	1.25	39	3.68	0.96	5.82	
		二番採後	64.0	5.4	47.84	1.16	41	3.53	0.88	5.46	
	カラマツ	発茸直前	63.2	6.1	47.52	1.14	42	3.07	1.03	5.12	
		一番採後	57.0	5.5	47.11	0.93	51	2.87	0.81	4.83	
		二番採後	51.2	5.2	46.69	0.84	56	2.94	0.72	4.60	
ナメコ	シナノキ	発茸直前	80.8	4.2	—	0.85	—	1.85	0.73	4.12	
		一番採後	80.6	4.1	—	0.66	—	1.86	0.48	5.29	
		二番採後	86.8	4.5	—	0.61	—	1.68	0.45	5.87	
和寒たもぎ新鮮物	60.1	5.5	—	1.04	—	3.39	0.55	6.50			
和寒たもぎ堆積物	75.4	6.5	—	1.03	—	2.84	1.19	8.20			
自給堆肥	旭川林務署	75.8	6.6	—	1.34	—	2.17	0.13	35.79		
	厚岸林務署	69.2	7.0	—	1.00	—	0.37	0.12	17.26		
	興部林務署	63.5	5.0	—	1.31	—	0.97	0.66	40.26		
	雄武林務署	70.9	7.0	—	1.34	—	0.94	0.24	42.60		
	林産試	71.4	7.1	—	1.04	—	1.28	0.26	12.24		
市販木質堆肥	A	66.3	6.7	—	0.66	—	1.31	0.12	37.22		
	B		5.7	—	0.87	—	0.38	0.17	9.47		
	C	73.4	6.5	—	1.24	—	0.63	0.25	24.61		
	D		6.7	—	1.43	—	1.44	0.32	24.22		
	E	77.6	7.4	—	1.38	—	1.71	0.37	13.92		



第4図 土壌呼吸量の経時変化

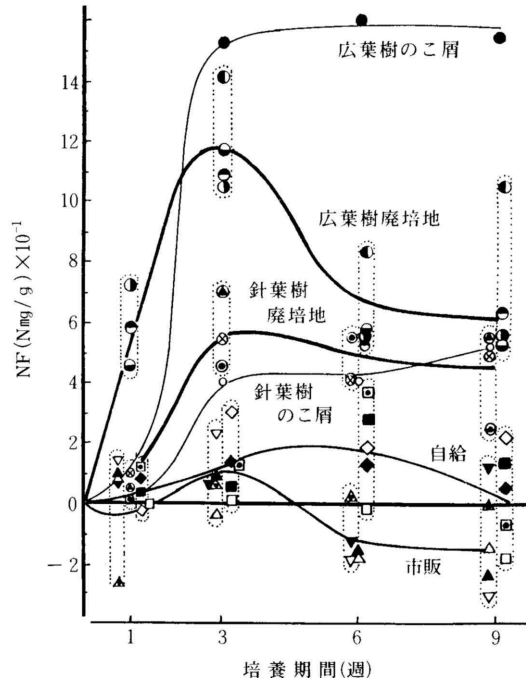
い。また、廃培地の中で比較すると、タモギタケ>ヒラタケ>エノキタケ>ナメコであり、L廃培地>N(針葉樹)廃培地である。

8. 土壌中無機窒素の消長

第5図にNFの経時変化を示した。すでに4.3で述べたように、この数値が大きいほど土壌中の無機窒素の減少が著しいことを意味している。

二酸化炭素発生量の最も大きかったLのこ屑は、やはりNFも最も大きくしかも高い値が長期に渡って持続する。これが新鮮な木質物を施用した場合に起こる作物の窒素飢餓の原因である。廃培地の場合、試料の添加によってNFは急激に増大するが、Lのこ屑よりも小さく、3週をピークに再び低下を始める。

粗大有機物の土壌中での分解は、易分解性炭素源に富む分解初期に旺盛で、その後次第に衰えるのが普通であって、このため土壌無機窒素の減少も初期に大きく、その後小さくなる。市販堆肥、自給堆肥の場合に



第5図 NFの経時変化

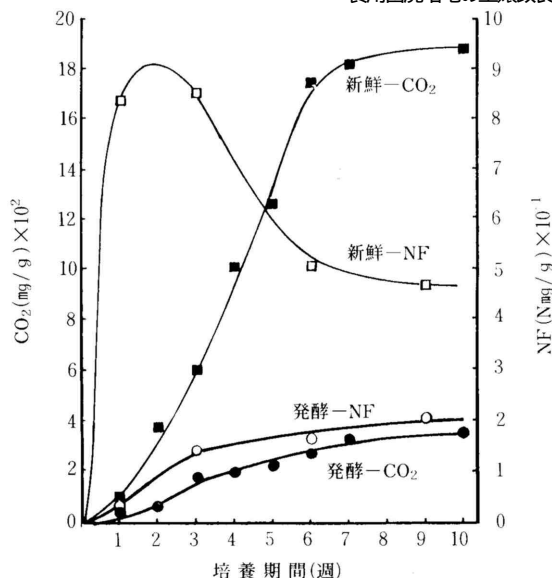
もこのような傾向がみられるが、のこ屑や廃培地に比べて初めのNFの増大の速度もピークの高さもはるかに小さい。ことに市販堆肥では3週以後NFはマイナスとなりむしろ土壌無機窒素が増加していることを示している。

9. 廃培地の発酵による、土壌呼吸量およびNFの変化

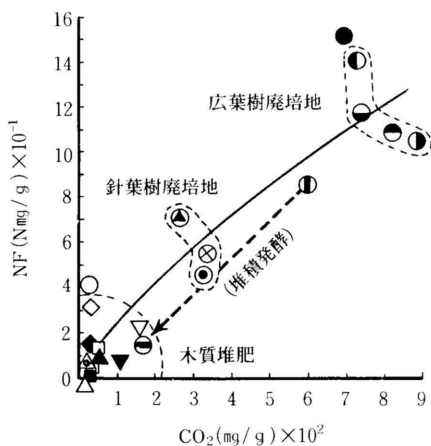
第6図は栽培を終了したばかりのタモギタケ廃培地と、6か月程度堆積発酵した廃培地について、土壌呼吸の増加量とNFを測定した結果である。図から分かるように、培地の炭素率(C/N)は47(第2表)であり、通常木質堆肥を生産する際の初期炭素率設定値40よりもやや高いが、廃培地は、特に添加物を加えなくてもそのまま堆積発酵することによって、土壌呼吸もNFも顕著に低下し、一般の木質堆肥の性質に近づくことを示している。

10. 土壌呼吸の増加量とNFの関係

各供試試料のNFを土壌呼吸増加量に対してとNF



第6図 タモギタケ廃培地の堆積発酵による、
土壌中での分解性の変化



第7図 NF と土壌呼吸量の関係

測定値をプロットして第7図に示した。図から、明らかなように、土壌呼吸量が多いほどNFも大きくなる傾向がみられる。新鮮な粗大有機物の施用によって生ずる土壌無機窒素の減少は、土壌微生物が有機物中の炭素を同化して増殖する際、菌体構成に必要な窒素を土壌から奪取することによって起るので、第7図に示される傾向は当然のことである。しかし、L廃培地、N廃培地、木質堆肥などそれぞれのグループの中では、必ずしも土壌呼吸量の多い試料のNFが大きいとは限

第4表 窒素の6N熱塩酸可溶率 (%)

	最小~最大	平均
キノコ廃培地※	83~89	85
自給 市販	51~66	56
タモギタケ廃培地	—	82
同上発酵品	—	55

※は第2表の食用キノコ廃培地の平均値

らない。たとえば土壌呼吸の最も小さいナメコL廃培地のNFが最高値(廃培地の中で)を示している。これはナメコ廃培地の窒素含量が少なく微生物に対する窒素供給力が他の廃培地に比べて小さいことに起因していると思われる。

さて、NFや土壌呼吸量は供試土壌の種類や測定条件によってもかなり異なるので、これらの値だけで土壌有機質の供給源としての適否は容易に決めることはできない。しかし、実際の作物栽培の場で実効を上げている大方の堆肥が示す値は、一応の評価の目安になるであろう。第7図によれば、木質堆肥の多くが原点付近に集中しているのに対し、食用キノコ廃培地はかなり離れた位置にあり、新鮮な廃培地をそのまま圃場に鋤き込むことには疑念がもたれる。

11. 廃培地中の窒素の可溶性

第4表は、廃培地、木質堆肥などに含まれる窒素の6N熱塩酸に対する可溶率である。明らかに廃培地中の窒素の方が、木質堆肥に比べて溶解性(加水分解性)が高い。冷水、熱水に対する溶解性も同様の傾向が認められ、廃培地中の窒素の方が微生物に利用されやすい形態であることが示唆される。

12. 生育阻害性

コマツナ、ハツカダイコンの発芽試験を行った結果、廃培地では木質堆肥に比べて発芽後の幼植物の生育がやや不良であったが、原料のこ屑に見られる発芽障害と奇形、その後の著しい生育抑圧などは観察されず、新鮮な木材中に存在する、いわゆる生育阻害物質による生育阻害はないものと判断した。木質堆肥に比べて生育の劣った原因は、試料の栄養供給力、ことに窒素

の供給力の差にあったと思われる。

13. まとめ

食用キノコ廃培地の窒素組成は木質堆肥に比べやや乏しいが、作物に利用されやすい形態である点で優れており、さらにリン酸、カリは木質堆肥の2～4倍を示すなど、肥効分組成からみると廃培地の方が勝っていると評価できる。しかし、土壌中での分解が急速で、これに伴う土壌無機窒素の減少がかなり大きいため、そのまま土壌改良材として圃場に投入することは好ましくないと考えられる。しかし、このような欠点が堆

積発酵によって解消することが明らかとなった。食用キノコ廃培地を堆肥原料としてみると、その栄養組成は優れており、初期発酵の促進に役立つ易分解性炭素源にも富んでいるので、若干の発酵微生物源（家畜ふん尿または微生物系発酵剤）の添加によって、一般の木質廃材よりも安価に、かつ短期間に堆肥化が可能であると考えられる。

- 利用部 成分利用科 -
- *1北海道林産技術普及協会 -
(原稿受理 H 5.10.27)