

土壤に施用されたシメジ廃床の分解特性

佐野修司・上田昌弘*・谷由美子*・内山知二

I. はじめに

循環型社会を確立する上で、廃棄物を適切に有効利用することは必要不可欠である。農業現場では、古くから作物残さや農産加工残さなど農業生産の上で生じる廃棄物を、稲わらやもみがら堆肥のように土づくり資材として、また油かすなどのように肥料として、還元して利用されている。これら有機性の廃棄物は、その発生過程が様々であるために、多面的な効果を持つものが多く¹⁾、特性に合った利用法を検討することが重要である。

シメジなどのキノコ類は、主資材となるコーンコブ（トウモロコシ穂軸）やおがくずに、副資材として米ぬかなどを混合した培地により生産される場合が多い。栽培後の培地（以下廃床と記す）は多量に発生するが、元の資材の性質を考慮すると、土作り資材としての利用の他に、化学肥料の代替としての利用も期待できる²⁾。実際、キノコ類の栽培の盛んな長野県では60%程度は農地に還元されている³⁾。しかし、キノコ廃床の分解と窒素無機化についての知見は少なく、未熟な廃床を施用している例があるとの指摘がされており²⁾、化学肥料の削減が求められる特別農産物の生産や、近年の肥料価格の高騰に対応した使用法を検討する上で、特に肥料効果の面からの知見の集積が求められる。

大阪府でも、培地を用いたシメジなどキノコ類が栽培されており、栽培終了後の廃床の有効活用が求められている。現場での農業生産における利用としては、水稻やトマト栽培において土作り資材として用いられているものの、その効果については不明な点が多い。そこで、土壤に施用されたシメジ廃床の分解特性について調査した。

II. 材料および方法

2009年2月に、大阪府内のシメジ栽培農家より採取したシメジ廃床を供試した。培地は、スギのおがくず350kgに対し、主な副資材としてコーンコブ(210kg)、ふすま(200kg)、米ぬか(180kg)を加えて作製された。

栽培方法は以下の通りである。まず、培地をプラスチックのポリビン(約1L)に詰め、水分を65-70%に調整しオートクレーブにより滅菌する。その後、種菌を接種し室温22℃の培養室で100-120日程度培養し、室温が16℃の発生施設に移され、24-25日後に発生し成長した子実体を収穫し出荷する。ポリビンに残った培地は廃培地として積み上げられる。採取した試料は、風乾後(風乾物あたりの水分含量4.1%)、分析に用いた。なお比較対照として、有機資材として一般的であり、またオガクズを副資材としているという点で共通している、牛ふん堆肥2点(府内で流通しているもの)を用いた。

成分は、全炭素量、全窒素量については、CNコーダー(YanacoMT-700)で測定した。その他の項目については、試料を電気炉で灰化し硝酸による湿式分解後、リン酸はバナドモリブデン酸比色法で、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、鉄、マンガン、亜鉛、銅については原子吸光法で測定した。

培養試験については、土壤や有機資材の炭素無機化の測定に用いられるアルカリトラップ法⁴⁾を改良し、有機資材の特性について網羅的に評価できる方法により行った⁵⁾。すなわち、マサ土8gに有機資材200mgを加えたガラス遠心管(水分含量は最大容水量の60%に調製)を、500ml広口角型ポリビンに入れた。ポリビンの底には10mlの約0.01Nの硫酸を加え、アルカリトラップとして2NのNaOH溶液10mlを入れたガラスバイアルも密封した。培養開始から3, 7, 11週間後に、土壤とアルカリトラップを取り出し、アルカリトラップについては滴定法により二酸化炭素発生量(無機化した炭素量)を測定し、土壤については水抽出(土液比1:5)により水溶性の画分について、電気伝導度、pH、各種カチオン(カリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、アンモニア態窒素)、各種アニオン(硝酸イオン、塩化物イオン、硫酸イオン)、有機態炭素、リン酸を測定した。電気伝導度とpHについてはガラス電極法で、カチオンのうちカリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムについては原子吸光法で、アンモニア態窒素について

は改良インドフェノール法⁶⁾で、アニオンについては液体クロマトグラフィーで、有機態炭素については溶存有機体炭素計(島津TOC-Vsoc)で、リン酸についてはモリブデン青比色法で測定した。

Ⅲ. 結果と考察

成分元素の含量について、表1に示す。土づくり資材として一般的に用いられる牛ふん堆肥と比べて含有量の多い元素が多く、肥料効果が期待できる。すなわち三大必須元素の中では、窒素とリン酸が多く含まれ、カルシウムとマグネシウムも高かった。これらは副資材として多く混合される、コーンコブ、ふすま、米ぬかに由来するものと考えられた。炭素も高かったが窒素ほどではなく、牛ふん堆肥に比べ低いCN比を示していた。カリウムについては牛ふん堆肥より低めであった。ナトリウムについては牛ふん堆肥に比べてかなり低く、牛ふん堆肥でしばしば問題となるナトリウム塩による障害の危険性は低いと考えられた。鉄、マンガン、亜鉛、銅については同程度もしくは低めであったが、微量元素についても一定の効果が期待できる。

表1 シメジ廃床と牛ふん堆肥の成分元素含量
(絶乾物あたり)

	シメジ 廃床	牛ふん 堆肥1	牛ふん 堆肥2	長野県の 平均*
C (%)	37.5	35.4	26.3	44.8
N (%)	2.43	2.02	1.41	1.88
CN比	15.5	17.5	18.7	23.7
P (%)	1.67	1.21	0.49	1.25
K (%)	2.15	3.94	2.59	1.05
Ca (%)	3.87	0.68	1.22	—
Mg (%)	1.15	0.67	0.49	—
Na (%)	0.10	0.64	0.24	—
Fe (mg/kg)	410	864	1115	—
Mn (mg/kg)	143	251	152	—
Zn (mg/kg)	110	89	112	—
Cu (mg/kg)	14.5	19.5	23.7	—

*文献値²⁾より算出

長野県でのキノコ廃床の平均値²⁾と比較すると、炭素は低かったが、窒素、リン、カリウムは高かった(表1)。これは、栽培するキノコの種類が異なる(長野県ではエノキタケが多い)ことにより、培地の原料の種類や配合割合が異なるためと考えられ、地域ごとにキノコ廃床の特性を明らかにしておくことの意義を示している。

次に、培養試験の結果について示す。図1(a)にECの推移について示すが、開始時は牛ふん堆肥2と同程度であったものの、以降は牛ふん堆肥に比べ低く推移する傾向が見られた。アニオン(硝酸イオン、塩化物イオン、硫酸イオン)と有機態炭素の推移について、それぞれ図1(b)~図1(e)に示すが、開始時に著しく多く含まれる有機態炭素が3週目までに大きく減少する傾向が見られ、開始時に多く含まれる有機酸など有機態のアニオンの減少が、電気伝導度の低下の主因であると考えられた。カチオンについては、カリウム、カルシウム、マグネシウムは開始時には牛ふん堆肥よりも高かったものの3~6週目にかけて減少し(図1(f)~(h))、ナトリウムは培養期間中を通じて牛ふん堆肥より低く推移した(図1(i))。pHについては6.3~6.5の間を推移していた(データ示さず)。

図1(j)にリン酸の推移について示す。牛ふん堆肥については高いもの(牛ふん堆肥1)と低いもの(牛ふん堆肥2)に分かれたが、シメジ廃床は高い方の牛ふん堆肥1と同程度の値を示しており、リン酸肥効の高い牛ふん堆肥と同程度の、リンの肥料効果が期待できる。

窒素と炭素の無機化について、図1(k)にアンモニア態窒素の推移を、図1(l)に炭素の無機化量(二酸化炭素発生量)の推移を示す。アンモニア態窒素については開始時にかなり高く含まれていたが、時間経過とともに減少する傾向が見られた。通常アンモニア態窒素は、畑土壌などのような好気的な条件下では、硝化により硝酸態に推移する。しかし土壌に添加したシメジ廃床の分解においては、硝酸態窒素の増加は3週目以降に認められたことと、開始時から3週目に有機態炭素が大幅に減少し二酸化炭素の発生が見られたことから、開始時のアンモニア態窒素の減少は主に微生物による取り込みによるものであると考えられた。このことは作付時や作付中にシメジ廃床を施用すると、作物にとって窒素飢餓状態になる危険性があることを示している。とはいえ、3週目以降は硝酸態窒素が増加しており、この点に留意する必要はあるものの、窒素肥効が期待できるものと判断された。このことから、使用する上では作付の3週間前ぐらいに施用することが望まれる。

Ⅳ. 引用文献

- 1) 佐野修司・内山知二・上田知弘・植田正浩・深井正清・柴原藤善(2008). 水稻作における花菜収穫残さの活用可能性—抑草効果と肥料効果の検討—. 大阪環農水研報2: 30-32.
- 2) 山田和義・上原敬義・斎藤龍司・小松和彦・吉田清

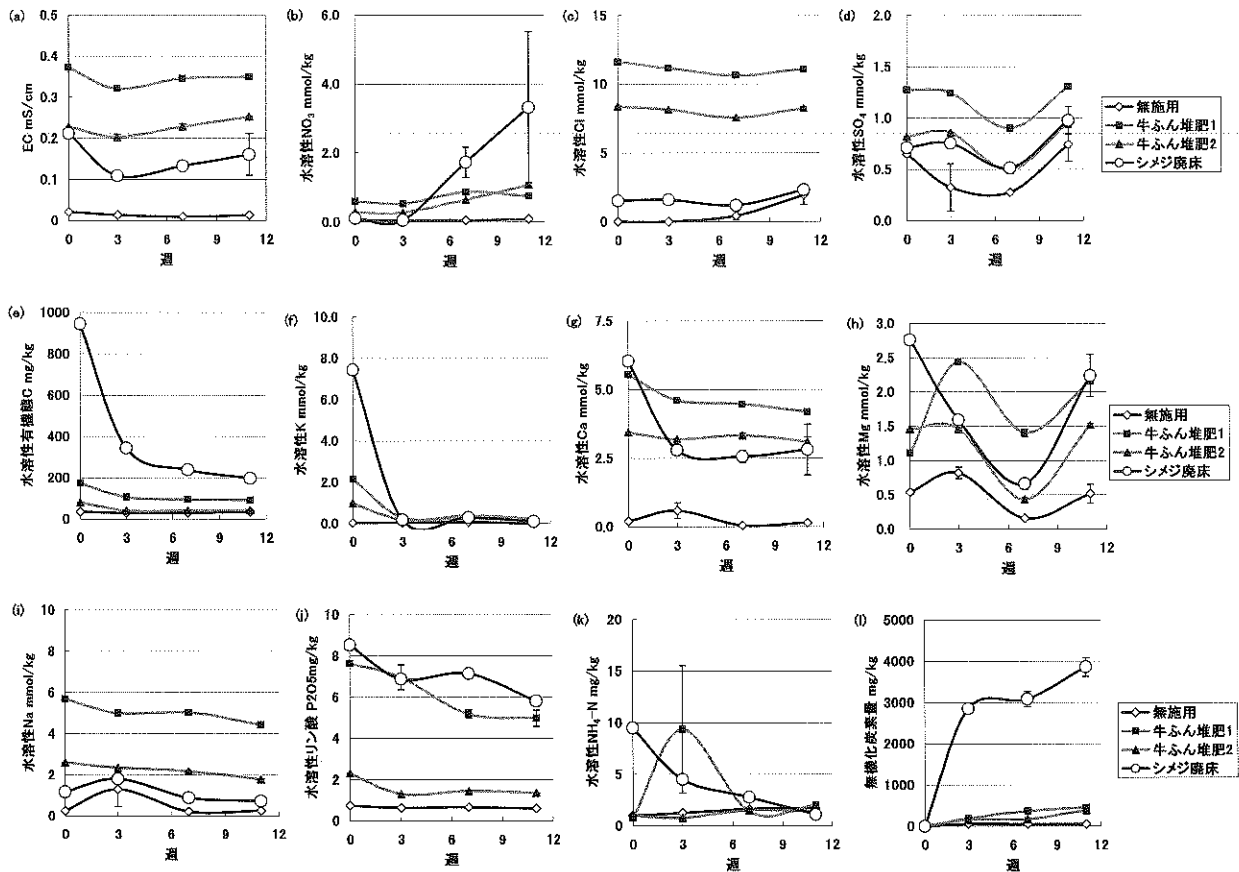


図1 培養試験による、有機資材添加土壤の水溶性画分（土液比は1：5）の推移（a~k）と無機化炭素量の推移（l）。培養は、マサ土8gに有機資材を200mg加え、水分含量を最大容水量の60%、温度は25度に保ち、密閉したポリびん中で行った。エラーバーは標準誤差（n=2）を示す。

志（2009）. コーンコブを主体とするきのこ廃培地堆肥の肥効特性. 土肥誌80：280-284.

- 3) 山本秀樹・中村公義・松原喜光（2001）. エノキタケ栽培における使用済み培地の再利用技術. 長野野菜花き試報11：11-16.
- 4) 菅原和夫（1997）. 7. 土壤呼吸. 土壤環境分析法編集委員会編 土壤環境分析法：p.123-129.
- 5) Sano, S., Murase, A., Nakayama, N., and Uchiyama,

T. (2009). Evaluation of Overall Effect of Organic Materials (Pruning Waste Compost and Cow Manure Compost) on Soil Chemical Properties. Proceedings of 9th ESAFS, Seoul, Korea: 389-390

- 6) Rhine, E.D., Sims, G.K., Mulvaney, R.L., and Pratt E.J. 1998: Improving the Berthelot reaction for determining ammonium in soil extracts and water. Soil Sci. Soc. Am. J.:62 473-480.