

発酵剤によるたん白泡消火薬剤の処理に関する研究

(第2報)

鶴見 文雄*, 篠塚 孝夫*

概 要

本研究は、たん白泡消火薬剤が小松菜の生育阻害となる要因と無害化の目安となる化学的数値を解明することを目的とし実施したものである。

この実験で得た主な結果については、次のとおりである。

- 1 土壌中の窒素全量値の測定及び小松菜の発芽試験から、小松菜の生育阻害の要因は、窒素全量値の過剰であることが判明した。
- 2 発酵処理により窒素全量値は、8 ヶ月後に 2.32%まで減少したが、無害化の目安となる数値には達しなかった。
- 3 発酵処理した土壌（窒素全量値 2.32%）を普通の土壌で希釈し小松菜の発芽試験を実施した結果、4 倍希釈（窒素全量値 0.58%）で通常の発芽が認められた。

1 はじめに

本研究は、廃棄物は自前処理が大前提であるという考えのもとに、廃棄物を無害化し自然界に還元することを目的として実施したものである。

前回の研究報告¹⁾では、土壌にしみ込ませた使用期限後のたん白泡消火薬剤は発酵剤で発酵処理が可能であり、化学的酸素要求量(COD)は、発酵期間である8 ヶ月後に約1/2に減少し、たん白泡消火薬剤の環境への影響を軽減することを報告した。

また、たん白泡消火薬剤を土壌にしみ込ませ、発酵剤で処理した土壌で小松菜の発芽試験を実施した結果、小松菜の発芽を確認したが、発酵剤で発酵処理しなかった土壌では、小松菜の発芽は認められなかったことを報告した。

そこで今回は、たん白泡消火薬剤が小松菜の発芽を阻害した要因と、無害化時の目安となる化学的数値を解明すること及び発酵剤中の発酵に関与した微生物を特定することにより、発酵処理期間の短縮を図ることを主な目的とした。

また、この微生物が人間にとって有害な物質を生成しないか確認することを試みた。

2 実験方法

(1) 発酵方法

発酵処理は第1報¹⁾に準じて、土壌5リットルにたん白泡消火薬剤2リットルをしみ込ませ、発酵剤300gを混ぜ、室温で放置した。たん白泡消火薬剤及び発酵剤は、前回同様に耐寒用3%型及び生ゴミ用の発酵剤を使用した。

(2) 窒素全量値の測定

窒素全量値とは、窒素を含有する肥料及び肥料原料を対象とし、肥料及び土壌100g中の窒素の重量をパーセントで表した値である。窒素全量値の測定は、肥料分析法に基づく硫酸法²⁾で測定した。

(3) C/N比の測定

C/N比³⁾とは、微生物が有機物を土壌中で分解する時の最適な条件値を示すものである。

C/N比を求めるため、有機炭素全量値(土壌100g中の有機炭素の重量をパーセントで表した値)を測定した。測定は、肥料分析法に基づき二クロム酸酸化法で実施した。

(4) 観察方法

土壌等の観察は以下の方法により実施した。

ア 電子顕微鏡による観察

* 第二研究室

発酵処理した土壌及び発酵剤の観察は、走査型電子顕微鏡（E-SEM20）を使用した。また、電子顕微鏡で観察された物質の元素分析は、エネルギー分散型X線分析装置（EDX）で行った。

イ 紫外線照射法等

かび毒等の生理学的特徴の観察は、薄層クロマトグラフィでかびの生成物質を展開させ、紫外線照射法（365nm）⁴⁾で確認した。また、微生物の形態観察は、光学顕微鏡を使用した。

(5) 発酵処理実験

実験（4）で、発酵に関与した微生物が特定できたので、発酵期間を短縮する発酵処理実験を試みた。

発酵期間を短縮するには、発酵に関与した微生物の増殖が最適な温度条件で発酵分解させればよいと考えた。最適温度は文献⁵⁾から35℃であることが分かった。

また、今までの発酵処理実験はたん白泡消火薬剤の原液を土壌にしみ込ませ実験を行ったが、原液では窒素濃度が高過ぎることから原液を20%に希釈し、更に2倍量の土壌にしみ込ませると窒素全量値が約0.7%となり、アスペルギルスのかびの増殖に最適であると考え発酵処理実験を実施した。また、恒温槽を使用するため、コンポスト容器を用いずに標本ビン（直径10cm、高さ9cm）を使用した。500ccの土壌に200ccの20%たん白泡消火薬剤をしみ込ませ、発酵剤30gを添加した。

(6) 小松菜の発芽試験

発酵前の土壌（窒素全量値:4.67%）と発酵処理した土壌（窒素全量値:2.32%）の発芽試験の結果は、第1報で報告した。

今回は、発酵処理した土壌をたん白泡消火薬剤のしみ込んでいない土壌で、2~4倍希釈した土壌で発芽試験を実施し、通常発芽状態が認められる窒素全量値の特定を試みた。

希釈した土壌の窒素全量値は、表1のとおりである。

表1 希釈した土壌の窒素全量値 (%)

希釈土壌	窒素全量値 (%)
2倍希釈	1.16
3倍希釈	0.77
4倍希釈	0.58

対照試験として畑の土で小松菜の発芽試験を実施し、比較した。

3 実験結果と考察

(1) 窒素全量値の測定

肥料の3要素は、窒素・リン酸・カリウムであるが、堆肥化で重要なのは窒素全量値である。そこで、硫酸法でこの値を測定した結果を図1に示す。

窒素全量値は、たん白泡消火薬剤の原液が6.95%、発酵前の土壌では4.67%、発酵処理した土壌（発酵処

理を開始して8ヶ月後）では2.32%であった。

図1より、窒素全量値は発酵処理により、発酵期間である8ヶ月後に約1/2に減少したことが確認できた。

(2) C/N比について

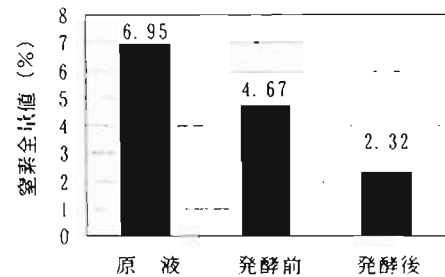


図1 窒素全量値の変化

有機炭素全量値の測定は、二クロム酸カリウム液による酸化法を用いた。

発酵処理で重要なのは、C/N比と水分含量である。一般にC/N比は、30~40、水分含量は、55~60%が最も適している³⁾といわれている。

有機炭素全量値の値は、原液が18.47%、発酵前の土壌では18.60%、発酵後の土壌では20.03%であった。

発酵後の土壌の有機炭素全量値が、増加したのはかびの増殖によるものと考えられる。

C/N比は、原液が2.66、発酵前の土壌では3.98、発酵後の土壌では8.63であった。これを図2に示す。

前述のとおり、C/N比は30~40が適しているといわ

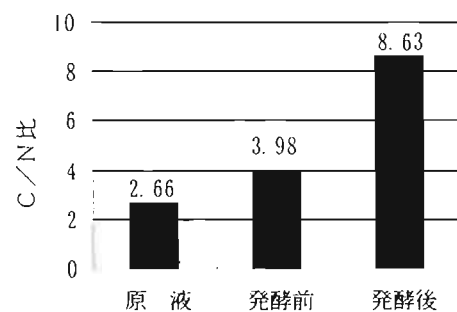


図2 C/N比の変化

れ、発酵後のC/N比の値8.63は、かなり低い値であることがわかる。

(3) 土壌の観察

発酵剤を添加していない土壌と発酵処理した土壌について走査型電子顕微鏡により観察し、比較した。

ア 発酵剤を添加していない土壌

走査型電子顕微鏡で発酵剤を添加していない、5リットルの土壌に2リットルのたん白泡消火薬剤の原液をしみ込ませた土壌を観察してみた（写真1）。

発酵剤を添加していないので、かび・バクテリア・酵

母・放線菌等の増殖は認められない。鉱物の表面に、蜘蛛の巣状の付着物が見られる。

次に、蜘蛛の巣状の付着物が有機物か無機物であるか判定するためエネルギー分散型X線分析装置で元素分析をした結果、付着物は有機物であり、たん白泡消火薬剤中のたん白質（ケラチン）であることが判明した。

イ 発酵処理した土壌

発酵剤を添加し、発酵させた土壌の電子顕微鏡写真には、多くの丸いかびの胞子と細長いかびの菌糸が観察された（写真2-1）。かびはこの胞子が分裂し増殖する。

細菌（バクテリア）も存在するが、1/1000mm以下であるから、胞子の影に隠れて観察できない。倍率2000倍で観察すると、胞子の大きさは25/1000mm、菌糸の長さは、50/1000mm程度であることがわかった（写真2-2）。これにおいて、発酵に関与した微生物は、かびであると判明した。

(4) 発酵剤の観察

発酵剤を走査型電子顕微鏡（倍率1000倍）で観察した。

観察の結果、発酵剤は珪藻土であることがわかった。珪藻土とは、微生物の一種である珪藻類を含んでいる土壌のことで、水分の保持力・通気性が良いのが特徴である。従って、好気性微生物（有酸素系でのみ活動する微生物）の生育に適している環境といえる。

(5) かびの特定

発酵に関与したかびを特定する目的は、発酵期間の短縮にある。かびを特定し、このかびの最適な増殖条件で発酵処理を効率よく行うことにより、発酵期間の短縮が可能となるからである。

発酵剤で発酵させた土壌中のかびの種類（属名及び種名）を特定するため、光学顕微鏡でかびの形態観察をした結果、アスペルギルス・フラブスであることが判明した（写真3）。一般に、アスペルギルス・フラブスは、アフラトキシンというかび毒を生産するものと生産しないものがある。

発酵剤として使用する上での安全性を考え、かび毒を生産するかどうかを紫外線照射法⁶¹で確認した。その結果、発酵剤中のアスペルギルス・フラブスは、かび毒を生産しないことが判明した。

また、アスペルギルス・フラブスは、味噌・醤油等の発酵食品をつくるアスペルギルス・オリゼに近い菌で、プロテアーゼ活性（たん白質の分解力）及びアミラーゼ活性（糖類の分解力）の高い菌⁵¹であることが知られている。

また、生ゴミの処理過程で蓄熱（発酵熱）¹¹を伴うため分解促進剤として加える微生物には、耐熱性や好熱性が要求される。このアスペルギルス・フラブスは、比較的高温域（40℃以上）でも増殖可能な菌であることも発酵剤中に分解促進材として加えられた理由と考えられる。

(6) 発酵処理実験

2(5)の条件で発酵処理実験を試みたが、発酵はしなかった。発酵しなかった原因を考察した。

① コンポスト容器ではなく、標本ビンを使用したので、底及び側面からの空気の流入がなく空気が十分でなかったこと。

② 土壌が35℃であることは、アスペルギルス・フラブスの増殖の初期には、高過ぎる温度であると推定される。

(7) 小松菜による発芽試験

発芽試験の結果、窒素全量値が小さくなるに従い、小松菜の発芽が良好であることがわかった（写真4～6）。目視観察から対照試験（写真7）と同じ発芽率を示したものは、0.58%であった。

即ち、4倍希釈（窒素全量値0.58%）の土壌で通常の発芽状態が確認できた。

ここで代表的な堆肥の窒素全量値を表2に示す。

表2 窒素全量値（%）

	人糞	糶がら	稲わら	麦わら
窒素全量値	0.6	0.6	0.6	0.4

（ポケット肥料要覧を参照したもの）

表2の文献値からも、通常の発芽状態を示す窒素全量値は、0.6%前後であると推定される。

4 結論

(1) 今回のたん白泡消火薬剤の発酵処理実験において、植物の生育阻害の原因は窒素全量値の過剰であることが判明した。

(2) 発酵処理により窒素全量値は、8ヶ月後に2.32%まで減少したが、無害化の目安となる数値には達しなかった。

(3) 小松菜の発芽試験の結果、普通の土壌で4倍希釈した土壌（窒素全量値0.58%）が通常の発芽状態を示した。

(4) 発酵に関与した微生物の一つとして、アスペルギルス・フラブスを確認した。

さらに、このアスペルギルス・フラブスは、病原性がなく、かび毒も生成しない有害性のないかびであることが判明した。

(5) 本研究では、発酵に関与した微生物を特定したものの現段階では、発酵期間の短縮を図ることができなかった。

また、発酵剤によるたん白泡消火薬剤（原液）の発酵分解処理法は、窒素全量値及びC/N比が無害化する方向へ数値は改善されるが、現手法だけでは完全無害化までに至らなかった。

5 おわりに

第1報では、原液のたん白泡消火薬剤のしみ込んだ土壌を生ゴミ用の発酵剤で、発酵分解させることは可能で

あることが分かった。また、発酵処理した土壌では小松菜の発芽も認められた。本研究に使用した発酵剤では、完全無害化には至らなかったが、今後、たん白質の分解率が高い他の発酵剤の使用により、短期間で完全無害化が可能と思われる。

[参考文献]

1) 篠塚孝夫：発酵剤によるたん白消火薬剤に関する研究、消防科学研究所報、第34号、pp.64～69、平成9年

- 2) 農林水産省農業環境技術研究所 肥料分析法（平成4年）
- 3) 伊藤昇編：便覧有機質肥料と微生物資材、農文協、1994年
- 4) 農林水産省肥料機械課監修：ポケット肥料要覧、財団法人農林統計協会、1995年
- 5) 小崎道雄監修：図解応用微生物の基礎知識、オーム社、平成9年
- 6) 高橋治男・篠塚孝夫・一戸正勝：市販生ゴミ処理剤から分離した *Aspergillus* 属カビの形態学的、生理学的性状、千葉衛研報告、第22号、1998年

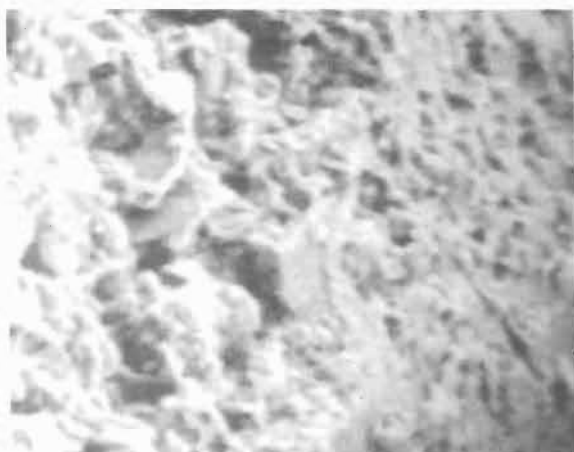


写真1 発酵剤を添加していない土壌
(倍率 500倍)



写真2-2 発酵剤を添加して発酵させた土壌中のかび
(倍率 2000倍)



写真2-1 発酵剤を添加して発酵させた土壌
(倍率 500倍)

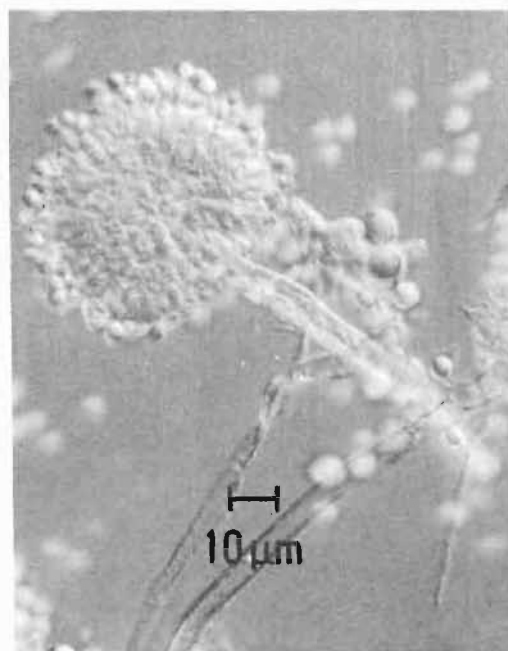


写真3 アスペルギルス・スラブス
(倍率 400倍)



写真4 2倍希釈した土壌
(窒素全量値: 1.16%)



写真7 対照試験 (畑の土)



写真5 3倍希釈した土壌
(窒素全量値: 0.16%)



写真6 4倍希釈した土壌
(窒素全量値: 0.58%)

STUDY ON THE DECOMPOSITION OF FIRE EXTINGUISHING PROTEIN FOAM AGENT WITH A FERMENTATION AGENT AS A DECOMPOSER

(SERIES 2)

Fumio TURUMI*, Takao SHINOZUKA*

Abstract

We carried out plant growth tests with the soil consisted of a fermented protein agent for fire extinguishing. And we tried to find a cause of the growth hindrance on *brassica campestris*.

The following results were obtained.

- 1 The cause of the growth hindrance is an excess of total nitrogen in the above-mention soil.
- 2 After the measurement of total nitrogen was nearly half of non-fermented soil, it was found that a fermentation agent could not be environmentally benign perfectly (total nitrogen: 2.32%).
- 3 *Brassica campestris* was germinated in a plant growth test conducted with the soil consisted of four times diluted with the soil on the field (total nitrogen: 0.58%).

* Second Laboratory