

10 木の実油かす施用土壌における無機化窒素の推移

阿部文浩¹, 添田英雄¹, 福地幸夫¹, 白井裕治¹

キーワード 椿油かす, 茶の実油かす, ニーム油かす, 米ぬか油かす, 無機化, 有機化

1. はじめに

有機質肥料の利用の歴史は古く、奈良・平安時代の史料にもきゅう肥等の利用をうかがえる記述がある。江戸・明治・大正時代にかけて魚かす、植物油かす等の多種類の動植物性有機質肥料が利用されるようになり、昭和初期まで有機質肥料の生産量は化学肥料を上回っていた。昭和30年前後から成分含有量が高く取り扱いやすい化学肥料の生産が急増し、有機質肥料の施用量はしだいに減少したが、近年、有機栽培に関心が高まり有機質肥料の施用が回復しつつある^{1, 2)}。有機質肥料は土壌中の微生物作用によって無機物に変化する。通常有機物が土壌に施肥されると分解が生じるが、微生物菌体の増殖によって無機態窒素はその菌体内に取り込まれて、窒素の有機化が起こる。炭素窒素比(CN比)が大きい有機物を施すと、窒素の有機化が優先して、作物が窒素飢餓状態に陥ることが知られている^{3~5)}。

最近では、特殊肥料の「木の実油かす及びその粉末(カボック油かす及びその粉末を除く、以下同じ)」の輸入量が1998年の1,352トンに比べて2006年度では5,370トンと約4倍になっている^{6, 7)}。しかしながら、木の実油かすは、椿等の木本性植物の種子から搾油したかすの総称であり⁸⁾、その原料の種子によって窒素全量の含有量等の品質が大きく異なる⁹⁾。「木の実油かす及びその粉末」に該当するもののうちCN比が比較的高い椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末並びにCN比が比較的低いニーム油かす粉末の肥効を確認するため、指標として米ぬか油かす粉末を対照に無機化試験を実施したので、その概要を報告する。

2. 材料及び方法

1) 供試試料及び土壌

流通している木の実油かす(椿油かす, 茶の実油かす及びニーム油かす)を目開き500 µmのふるいを全通するまで遠心粉碎機でそれぞれ粉碎し、供試試料を調製し、ビニール袋に入れて密封し、試験開始まで常温で保存した。流通している米ぬか油かすを対照試料とし、また、硫酸アンモニアをCN比の調整材として供試試料と同様に調製及び保管した。

供試土壌は、黒ボク土を15 kg採取し、それらをよく混合し、目開き2 mmのふるいを通して調製した。

2) 供試試料及び供試土壌の理化学性の測定

供試試料及び対照試料について、肥料分析法^{10, 11)}によって水分、窒素全量(T-N)、りん酸全量(T-P₂O₅)、加里全量(T-K₂O)、有機炭素(O-C)を測定した。更に、飼料分析基準¹²⁾によって粗脂肪を、また、堆きゅう肥等有機物分析法¹³⁾によってヘミセルロース、セルロース及びリグニンを測定した。

¹ 独立行政法人農林水産消費安全技術センター肥飼料安全検査部

硫酸アンモニアについて、肥料分析法¹⁰⁾によってアンモニア性窒素(A-N)を測定した。加熱乾燥式水分計(METTLER TOLED HG53)の乾燥温度を100°Cに設定して、供試土壌の水分を測定した¹¹⁾。

3) 培養試験(A)

(1) CN比無調整区

表1のとおり、T-Nとして25.0 mg相当量の供試試料及び対照試料をそれぞれはかりとり、乾土として50 g相当量の供試土壌にそれぞれ加えてよく混合し、供試試料及び対照試料の試験区を調製した。それぞれ別のトールビーカー100mLに移し、これに最大容水量の60%に相当する水を加え、各ビーカーの上部をアルミ箔で覆った後30°Cの恒温器内に入れて1, 3, 6, 9, 14, 28, 61及び120日間培養した。培養期間中、蒸散により水分が不足した試験区は最大容水量の60%相当になるように水を加えた。なお、1試験区2連で試験した。

また、表1のとおり、A-Nとして25.0 mg相当量の硫酸アンモニアをはかりとり、以下同様に硫酸アンモニア試験区を調製した。硫酸アンモニア試験区及び供試土壌(無添加区)についてと同様に培養した。

(2) 測定

培養した各試験区の無機態窒素を10%塩化カリウム水溶液で浸出し、デバルダ合金-蒸留法によって測定した¹⁴⁾。

表1 培養試験(A)の設計

試験区名	試料			硫酸アンモニア	
	添加量 ¹⁾ (g)	T-N ²⁾ (mg)	O-C ³⁾ (mg)	添加量 ⁴⁾ (mg)	A-N ⁵⁾ (mg)
供試試料					
椿油かす粉末試験区	2.25	25.0	1.01	—	—
茶の実油かす粉末試験区	1.85	25.0	0.79	—	—
ニーム油かす粉末試験区	0.56	25.0	0.23	—	—
対照試料					
米ぬか油かす粉末試験区	0.83	25.0	0.28	—	—
参考					
硫酸アンモニア試験区	—	—	—	118	25.0
無添加区	—	—	—	—	—

1) 試験区に添加した供試試料又は対照試料の添加量

2) 試験区に添加した試料由来の窒素全量(T-N)

3) 試験区に添加した試料由来の有機炭素量(O-C)

4) 試験区に添加した硫酸アンモニアの添加量

5) 試験区に添加した硫酸アンモニア由来の窒素全量(A-N)

4) 培養試験(B)

(1) CN比調整区

供試試料を3)(1)と同様に供試土壌に加え、更にA-Nとして表2に示した量に相当する硫酸アンモニアをそれぞれ加えて、CN比10, 15及び20調整区を調製した。以下、3)(1)と同様に培養した。

また、供試土壌(無添加区)についてと同様に培養した。

(2) 無添加区

培養した各試験区の無機態窒素を3)(2)と同様に測定した。なお、無機化窒素量は次式により算出し

た.

$$N(S) = N(T) - N(C) - N(A)$$

N(S): 無機化窒素量 (mg)

N(T): 供試試料又は対照試料の試験区の土壌中の無機態全窒素量 (mg)

N(C): 無添加区の土壌中無機態窒素量 (mg)

N(A): 添加した硫酸アンモニアの窒素量 (mg)

表2 培養試験(B)の設計

試験区名	試料			硫酸アンモニア		試験区	
	添加量 ¹⁾ (g)	T-N ²⁾ (mg)	O-C ³⁾ (mg)	添加量 ⁴⁾ (mg)	A-N ⁵⁾ (mg)	N含量 ⁶⁾ (mg)	CN比 ⁷⁾
供試試料 椿油かす粉末CN比10調整区	2.25	25.0	1.01	358	75.5	100.5	10.0
椿油かす粉末CN比15調整区	2.25	25.0	1.01	199	42.0	67.0	15.0
椿油かす粉末CN比20調整区	2.25	25.0	1.01	120	25.3	50.3	20.0
茶の実油かす粉末CN比10調整区	1.85	25.0	0.79	254	53.7	78.7	10.0
茶の実油かす粉末CN比15調整区	1.85	25.0	0.79	130	27.4	52.4	15.0
茶の実油かす粉末CN比20調整区	1.85	25.0	0.79	68	14.3	39.3	20.0
無添加区	—	—	—	—	—	—	—

- 1) 試験区に添加した供試試料又は対照試料の添加量
- 2) 試験区に添加した試料由来の窒素全量 (T-N)
- 3) 試験区に添加した試料由来の有機炭素量 (O-C)
- 4) 試験区に添加した硫酸アンモニアの添加量
- 5) 試験区に添加した硫酸アンモニア由来の窒素全量 (A-N)
- 6) T-N及びA-Nの窒素含量 (N含量)
- 7) N含量及びO-Cより算出したCN比

3. 結 果

1) 供試試料及び供試土壌の理化学性の測定結果

供試試料の椿油かす粉末、茶の実油かす粉末及びニーム油かす粉末並びに対照試料の米ぬか油かす粉末の T-N, T-P₂O₅, T-K₂O, O-C 及び水分の定量値並びに CN 比の算出値を表 3 に示した。椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末の T-N は 1.11%及び 1.35%であり、ニーム油かす粉末及び米ぬか油かす粉末の T-N の 4.48%及び 3.03%に比べて低かった。また、椿油かす粉末、茶の実油かす粉末及びニーム油かす粉末の O-C は 40.3~44.7%と大きな差はなかったが、米ぬか油かすの O-C は 34.3%と低い値であった。これらの定量値から椿油かす粉末、茶の実油かす粉末、ニーム油かす粉末及び米ぬか油かす粉末の CN 比を算出したところ、40.2, 31.5, 9.0 及び 11.3 であり、椿油かす粉末、茶の実油かす粉末が比較的高い値であった。以上の結果及び硫酸アンモニウムの A-N 定量値 21.10%から、CN 比 10, 15 及び 20 調整区の調製するための硫酸アンモニウムの添加量を算出した(表 2)。

供試試料及び対照試料中の粗脂肪、ヘミセルロース、セルロース及びリグニンの定量値を表 4 に示した。椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末のセルロースの定量値は 8.28%及び 9.91%であり、また、リグニンの定量値は 34.1%及び 29.8%であり、ニーム油かす粉末及び米ぬか油かす粉末の 4.06%及び 5.06%並びに

18.1%及び 9.1%に比べて高い値であった。なお、T-P₂O₅、T-K₂O、水分、粗脂肪及びヘミセルロースの定量値は、供試試料と対照試料の間に系統的な差は認められなかった。

表3 供試試料及び対照試料の理化学試験結果(その1)

試料名	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	O-C (%)	CN比	水分 (%)
椿油かす粉末	1.11	0.38	1.08	44.7	40.2	9.91
茶の実油かす粉末	1.35	0.38	1.02	42.5	31.5	9.42
ニーム油かす粉末	4.48	1.04	1.10	40.3	9.0	7.28
米ぬか油かす粉末	3.03	6.79	1.08	34.3	11.3	10.66

表4 供試試料及び対照試料の理化学試験結果(その2)

試料名	粗脂肪 (%)	ヘミセルロース (%)	セルロース (%)	リグニン (%)
椿油かす粉末	7.64	27.6	8.28	34.1
茶の実油かす粉末	1.96	28.6	9.91	29.8
ニーム油かす粉末	8.49	17.2	4.06	18.1
米ぬか油かす粉末	0.68	33.6	5.06	9.1

2) 培養試験(A)の無機態窒素量の推移

供試試料、対照試料等の試験区における無機態窒素量の推移を図 1-1 及び 1-2 に示した。対照試料の米ぬか油かす粉末試験区及びニーム油かす粉末試験区の無機態窒素量は、培養 1 日目で若干減少したが、3~9 日に急激に増加し、2 週間目以降は緩やかに増加した。また、米ぬか油かす粉末及びニーム油かす粉末の無機化率は、約 1 ヶ月後には 31%及び 42%、約 2 か月後には 40%及び 45%、約 4 か月後には 44%及び 50%と徐々に増加した。供試試料の椿油かす粉末試験区及び茶の実油かす粉末試験区の無機態窒素量は、培養初期から減少し、3 日後から 4 か月後の期間ではほとんど存在していなかった。なお、無添加区の土壌中の無機態窒素量は 4.2~5.5 mg であり、培養期間を通じてほとんど変化していなかった。また、硫酸アンモニア試験区の無機態窒素量は 28.5~30.5 mg であり、脱窒等の現象は認められなかった。

3) 培養試験(B)の無機化窒素量の推移

椿油かす粉末 CN 比調整区の無機化窒素量の推移を図 2 に示した。椿油かす粉末 CN 比調整区では、9 日目まで窒素の有機化がほぼ優先的に進み、有機化した窒素量は 12~18 mg であった。その後、窒素の無機化が僅かながら優先的傾向を示したが、4 か月後までの期間で無機化窒素量が有機化した窒素量を上回ることにはなかった。

茶の実油かす粉末 CN 比調整区の無機化窒素量の推移を図 3 に示した。茶の実油かす粉末 CN 比調整区では、9 日目まで窒素の有機化がほぼ優先的に進み、有機化した窒素量は 10~12 mg であった。その後、窒素の無機化が僅かながら優先的傾向を示したが、120 日目までの期間で無機化窒素量が有機化した窒素量を上回ることにはなかった。

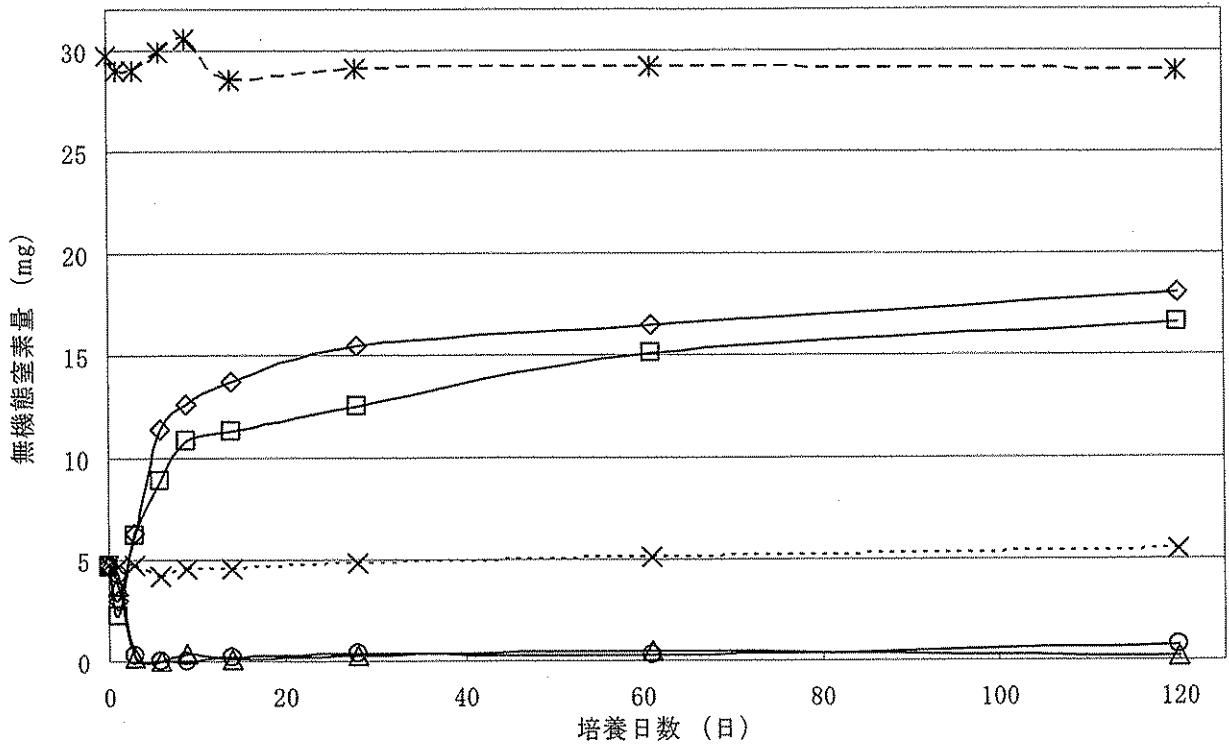


図1-1 供試試料, 対照試料等の試験区における無機態窒素量の推移

—△— 椿油かす試験区 —○— 茶の実油かす試験区 —◇— ニーム油かす試験区
 —□— 米ぬか油かす試験区 -*- 硫酸アンモニア試験区 ·*· 無添加区

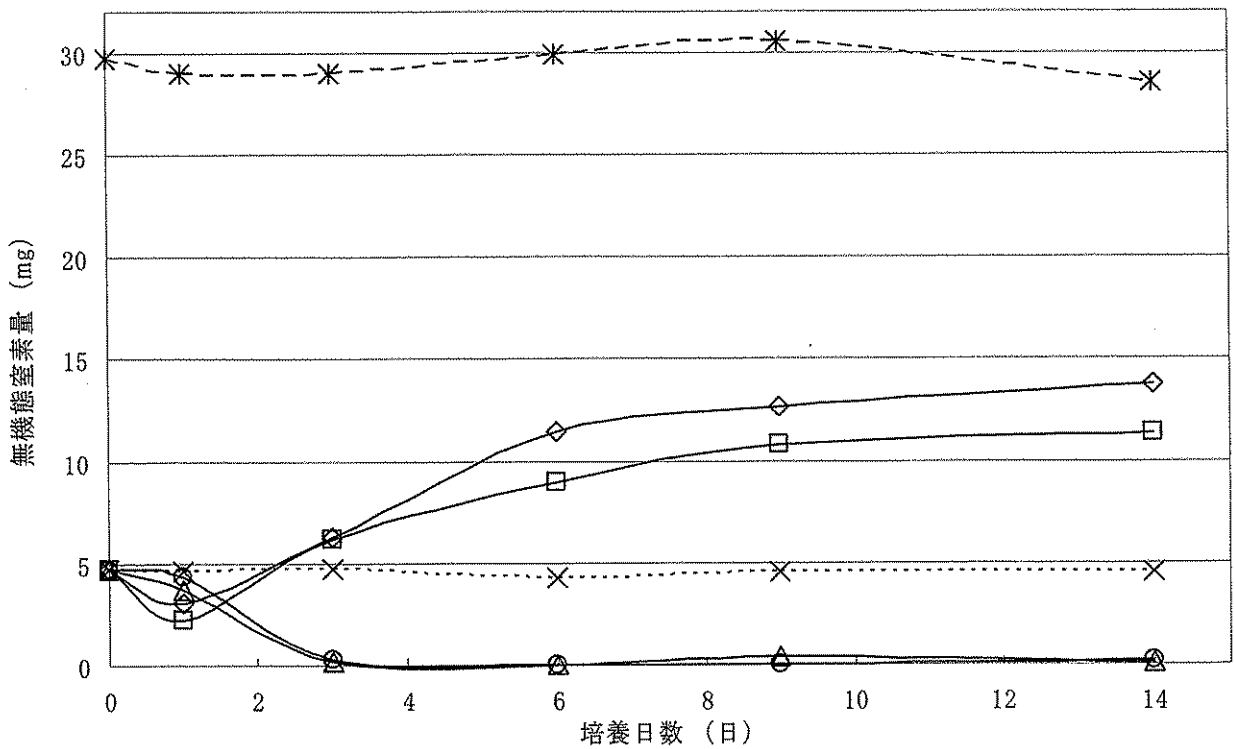


図1-2 供試試料, 対照試料等の試験区における無機態窒素量の推移 (0~14日)

—△— 椿油かす試験区 —○— 茶の実油かす試験区 —◇— ニーム油かす試験区
 —□— 米ぬか油かす試験区 -*- 硫酸アンモニア試験区 ·*· 無添加区

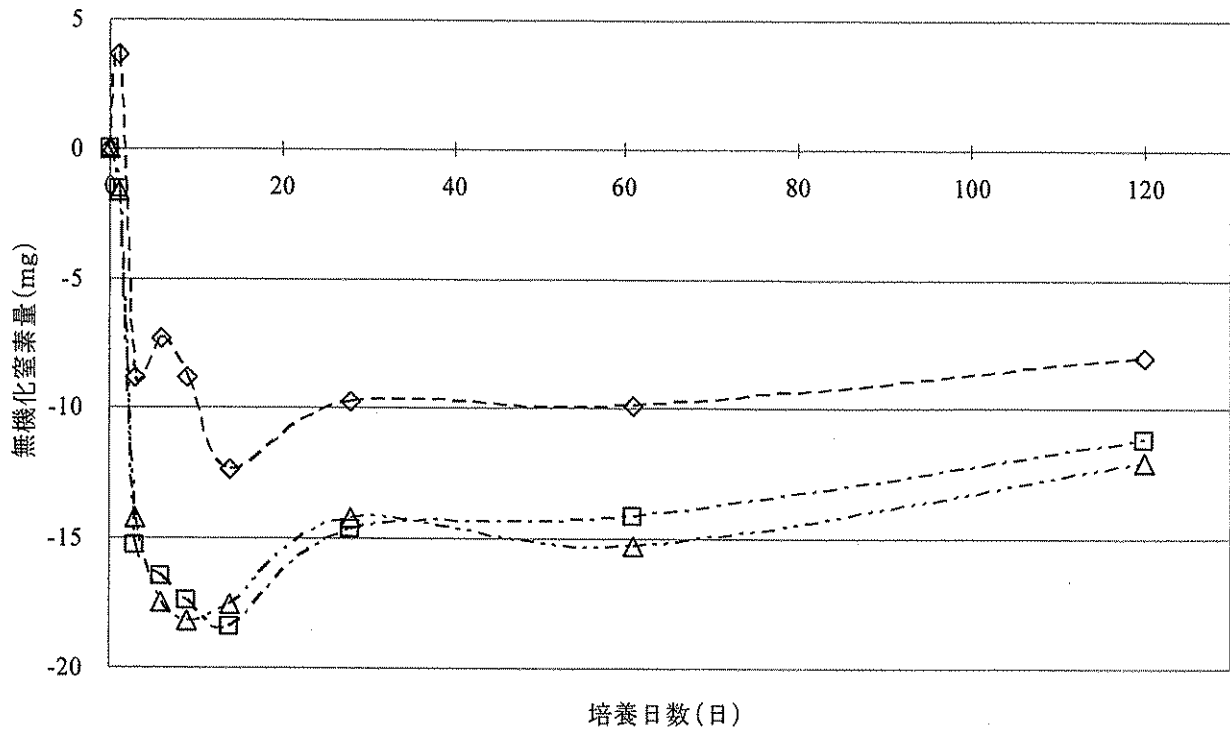


図2 椿油かす粉末CN比調整区における無機化窒素量の推移

--◇-- CN比10調整区 --■-- CN比15調整区 --△-- CN比20調整区

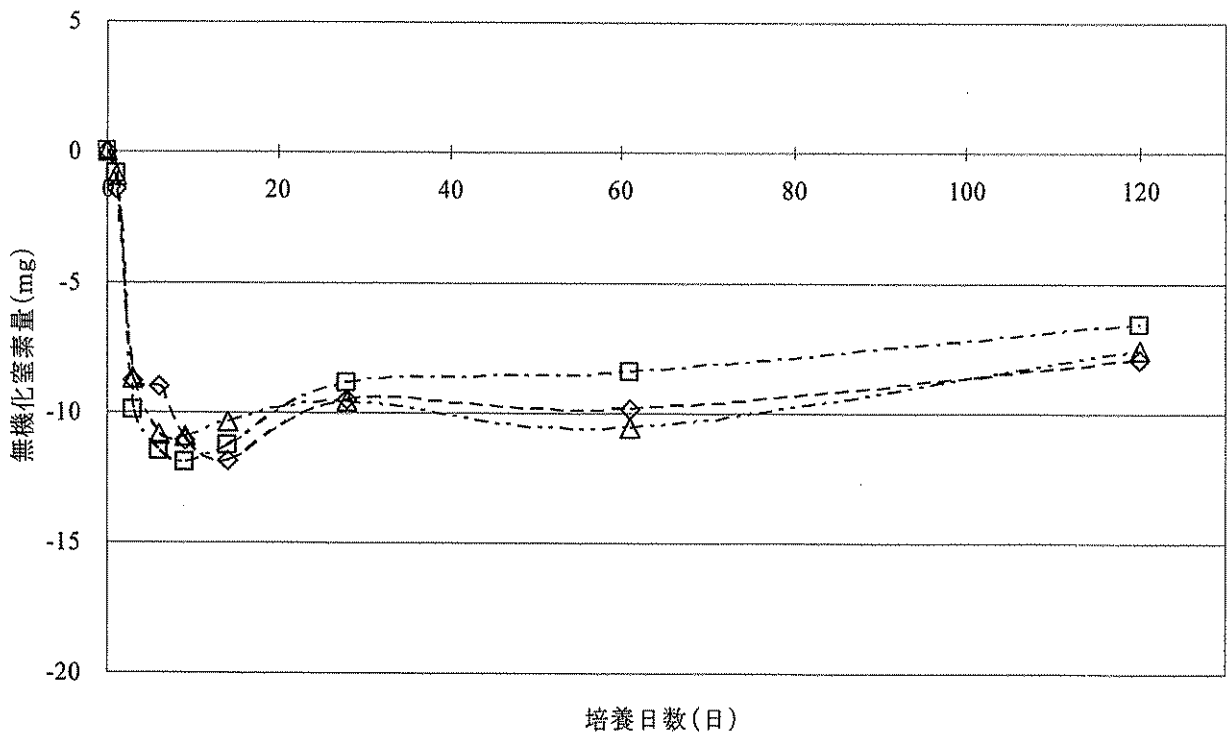


図3 茶の実油かす粉末CN比調整区における無機化窒素量の推移

--◇-- CN比10調整区 --■-- CN比15調整区 --△-- CN比20調整区

4. 考 察

木の実油かすは、カボック油かすを除いた木本性植物の種子を搾油したかすの総称であり⁷⁾、含有する成分は種子の種類によって異なる⁸⁾。本試験に用いたニーム油かす粉末は、対照試料の米ぬか油かす粉末の T-N と CN 比とほぼ一致していた。椿油かす粉末及び茶の実油かす中の T-N は対照肥料の中の T-N に比較して低く、供試試料の CN 比は対照肥料の CN 比に比較して大きい傾向が示された。

T-N として 25 mg を施用したニーム油かす粉末試験区を培養した無機化窒素量の推移は、図 1-1 及び 1-2 のとおり、同様に米ぬか油かす粉末試験区を培養した無機化窒素量の推移と類似した傾向を示した。ニーム油かす粉末は、リグニン及びセルロースの含有量が椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末より低く、CN 比が米ぬか油かす粉末とほぼ一致していたことから、土壌中の微生物が同じように窒素の無機化に関与したと考えられた。

一方、T-N として 25 mg の椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末をそれぞれ試験区に施用した場合、同時に有機炭素を 1.01 g 及び 0.79 g を施用することになる。同試験区では、土壌中の無機態窒素が微生物の増殖のために消費されてほぼ有機化してしまい、作物が窒素飢餓を起こすことが懸念された。このことから、椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末に硫酸アンモニアを加えて CN 比を対照試料の付近まで段階的に調整して同様に培養試験を実施することにした。その結果、2 週間目頃まで窒素の有機化が進み、微生物の増殖がうかがえた。その後の有機態窒素の無機化が進んだが緩慢であった。その原因として、椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末中のリグニン及びセルロースの含有量が多いこと、また、椿及び茶の種皮は木質化して堅く、種皮の CN 比は分析の結果それぞれ約 300, 120 であることから、この難分解性の有機物に対して微生物の活動が緩慢であったと考えられた。

椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末のような難分解性の木の実油かすを土壌に施用した場合、土壌中の無機態窒素を有機化することが考えられることから施用に当たっては注意が必要と考えられた^{4, 5)}。また、これらの木の実油かす粉末は窒素全量の含有量が 1% 程度であるため肥料的効果は極めて低いと考えられた。

5. まとめ

ニーム油かす粉末試験区を 120 日間培養したところ、ニーム油かす由来の窒素は 50% 無機化し、無機化窒素量の推移は培養期間を通じて米ぬか油かす粉末試験区と類似していた。

一方、椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末試験区を同様に培養したところ、培養初期から土壌中の無機態窒素をほとんど有機化した。このことから、硫酸アンモニアを添加して CN 比を調整した椿油かす粉末及び茶の実油かす粉末の CN 比調整区を培養した。その結果、いずれも 14 日目まで有機化が優先して進み、その後僅かに無機化が進んだが、4 か月後までの培養期間で無機化窒素量が有機化した窒素量を上回ることはなかった。

文 献

- 1) 尾和尚人, 木村真人, 越野正義, 三枝正彦, 但野利秋, 長谷川 功, 吉羽雅昭: 肥料の事典, p.157~159, 朝倉書店, 東京 (2006)

- 2) 橋元秀教, 松崎敏英:土づくり講座Ⅴ 有機物の利用, p.8~18, 農山漁村文化協会, 東京 (2008)
- 3) 田村有希博:化学肥料と堆肥の作物に対する効き方はどう違うのですか, 再生と利用, **30** (116), 34~35 (2007)
- 4) 野口弥吉, 川田信一郎:農学大事典, p.1503~1505, 養賢堂, 東京 (1991)
- 5) 農文協編: 環境保全型農業大事典① 施肥と土壌管理, p.249~255, 農山漁村文化協会, 東京 (2008)
- 6) 農林水産省消費・安全局農産安全管理課:ポケット肥料要覧-2004-, p.7~9, 農林統計協会, 東京 (2005)
- 7) 農林水産省消費・安全局農産安全管理課:ポケット肥料要覧-2007-, p.20~22, 農林統計協会, 東京 (2008)
- 8) 肥料用語事典編集委員会:改訂五版肥料用語事典, p.66, 肥料協会新聞部, 東京 (2001)
- 9) 農林省農政局肥料機械課, 農林省肥飼料検査所, 都道府県肥料検査機関:有機質肥料の成分表, 複合肥料, **8** (1), 39~70 (2001)
- 10) 農林水産省農業環境技術研究所:肥料分析法 (1992年版), p.7~8, 11~12, 28~45, 174~175, 日本肥糧検定協会, 東京 (1992)
- 11) 農林水産消費安全技術センター (FAMIC):肥料等試験法 (2008)
<http://www.famic.go.jp/ffis/fert/bunseki/sub9_shiken2008.html>
- 12) 農林水産省畜産局長通知:飼料分析基準を定める件, 平成7年11月15日, 畜B第1660号 (1995)
- 13) 農林水産省農産園芸局農産課土壌保全対策資料 第56号 (昭和54年11月):堆きゅう肥等有機物分析法 (1979)
- 14) 農林省農蚕園芸局長通達:肥料取締法に基づく告示の改正に伴う措置等について (別紙1)「無機化試験法」, 50農蚕第7007号 昭和50年11月5日 (1975)

Mineralization of Organic Nitrogen Derived from Nut-Meal-Applied Soil

Fumihiko ABE¹, Hideo SOETA¹, Yukio FUKUCHI¹ and Yuji SHIRAI¹

¹ Food and Agricultural Materials Inspection Center, Fertilizer and Feed Inspection Department

Estimating the mineralization of organic nitrogen from organic-fertilizer-applied soil is important to establish methods of fertilizer application. In this study, the nitrogen transforming capacities of three types of nut meal (camellia seed meal, tea seed meal and neem seed meal) were estimated in terms of the levels of inorganic nitrogen during incubation in soil. Six plots were set up: a neem-seed-meal-application plot (NSAP), a camellia-seed-meal-application plot (CSAP), a tea-seed-meal-application plot (TSAP), a rice-bran-meal-application plot (RBAP), a non-nut-meal-application plot, and an ammonium-sulfate-application plot. The amount of organic fertilizer and ammonium sulfate was 25 mg as nitrogen in soil of 50 g as dry mater. Each plot was incubated at 30°C in duplicate. The evolution of N-mineralization in the NSAP was similar to that in the RBAP over the incubation period. The rates of mineralization at the third and fourth months were 45% and 50%, respectively. Most of the nitrogen derived from soil in the CSAP and TSAP was immobilized. Then CSAPs and TSAPs, with 3 levels of CN ratio adjusted at 10, 15 and 20 with ammonium sulfate, were incubated following the procedure described above. Nitrogen derived from sulfate ammonium and soil in the CSAPs and TSAPs with adjusted CN ratio was immobilized until the second week after application. From the second week to the fourth month after application, the organic nitrogen was mineralized slowly, but the amount of N-mineralization didn't exceed the amount of N-immobilizations.

Key words camellia seed meal, tea seed meal, neem seed meal, rice bran meal, incubation, mineralization, immobilization

(Research Report of Fertilizer, 1, 129~137, 2008)