有機質肥料（なたね粕）が茶樹の生育，化学成分， 製茶品質および土壌の化学性に及ぼす影響

愛知県農業総合試験場畑地技術実験農場

西郷 知博・渡辺 訓司・森田 昌愛*・中野 隆司

Effect of Organic Fertilizer Application on the Growth of Tea Plant, Quality of Green Tea and Chemical Properties of Soils

By Tomohiro SAIGO, Kunji WATANABE, Masachika MORITA

and Takashi NAKANO

Aichi Prefectural Agricultural Research Center

1 ま え が き

窒素質肥料は，茶樹の生育，収量に最も効果があるが，製茶品質に対してもその影響は大きい。

このため，肥料試験のなかでは，従来より窒素質肥料に関する試験が数多く行われ，窒素質肥料の種類と生葉収量，製茶品質との関係についても試験成績が報告されている。しかし，有機質肥料に関する試験成績としては，宮崎県農試川南分場の詳細な報告があるが，報告の大部分が生葉収量の多少，官能審査による品質の優劣にとどまり，土壌の化学性，茶葉の化学成分，さらに品質への影響などについての報告は極めて少ない。また，多くの有機質肥料のなかで，なたね粕が他の有機質肥料に比べて生葉収量，製茶品質に対してもともに優れるという報告もあり，今日でもなお，茶の品質向上になたね粕施用が有効であるとする見解も持たれている。

製茶品質の要因は複雑であり，有機質肥料によって品

質が左右されるとは一概には決められず，多くの難解な問題が残されている。そこで，これらの問題を解明するいとぐちをつくるため，まず有機質の窒素肥料となたね粕，無機質の窒素肥料として硫酸を供試し，有機質肥料（以下なたね粕という）と無機質肥料（以下硫酸という）との施用比率をかえて新植時より試験を始めた。

1971～1977年にわたり茶樹の生育，収量，製茶成分ならびに土壌の化学性などに及ぼす影響について化学成分の比較などを主体として検討したので，その結果を取りまとめて報告する。

2 試 験 方 法

2.1 有機質肥料（なたね粕）の連用比較試験

表1に示す試験区別および年度別施肥量により試験を行った。肥料の分施肥率は表2のとおりである。すなわち，有機質肥料としてなたね粕を用い，年間窒素施肥量の20%（少量区），60%（多量区）をなたね粕で施用した。

表1 試験区別および年度別施肥量

処 理	年間窒素量に対する有機態窒素比率	成 木 園 年 間 施 肥 量	年 度 別 施 肥 量
	%	kg	%
有機質無施用（硫酸単用）	0	N : 65, P ₂ O ₅ : 30, K ₂ O : 30	1971年 50
〃 少量（なたね粕少量）	20	同 上	1972年 60
〃 多量（なたね粕多量）	60	同 上	1973年 70
緩効性肥料（CDU単体）	60	同 上	1974年 80
			1975年以後 100

* 愛知県岡崎農業改良普及所

† 宮崎県農業試験場川南分場：農林省指定茶肥料試験成績，pp. 12～17 (1956)。

表2 肥料の種類と分施量

(数字は kg)

肥 料 の 種 類		有 機 質 無 施 用			有 機 質 少 量			有 機 質 多 量			緩 効 性 肥 料		
		秋 肥	春 肥	夏 肥	秋 肥	春 肥	夏 肥	秋 肥	春 肥	夏 肥	秋 肥	春 肥	夏 肥
な た ね 粕					120	120		360	360				
硫 安		100	130	80	80	90	80	30	30	80	30	30	80
熔 成 り ん 肥		40	40		35	35		15	15		35	35	
過 り ん 酸 石 灰		50	40		35	35		20	20		50	50	
塩 化 カ リ		30	20		25	20		20	15		30	20	
C D U 単 体											60	56	
成 分 量	N	21.0	27.3	16.8	22.6	24.9	16.8	24.3	24.3	16.8	24.9	23.1	16.8
	P ₂ O ₅	15.4	15.4		15.4	15.4		15.7	15.7		15.1	15.1	
	K ₂ O	18.0	12.0		16.6	16.0		16.7	13.7		18.0	12.0	

注) 1. 秋肥は9月上旬, 春肥は3月上旬, 夏肥は5月中旬, 7月上旬の2回とする。

2. 有機質無施用, 有機質少量の春肥は3月上旬の2回分施とする。

3. CDU 単体は CDU 31.0%

なお, なたね粕多量区と有機質含量が同率(60%)の緩効性肥料区(CDU 単体)を設け, さらに有機質無施用区(硫安単用)を対照区として比較検討を行った。なたね粕および緩効性肥料は秋肥と春肥に施用し, 夏肥は全区硫安のみとした。

1971年3月18日にうね間1.8m, 株間0.3mの単条植で定植したやぶきた2年生幼木園を供試し, 1区22m²の3連制で試験を行った。茶樹は定植4年目よりはさみ摘みとした。供試ほ場には苦土石灰は施用せず, しき草, しきわら, その他の有機物も投入しなかった。

生育調査は摘採時の芽長, 開葉数を, 収量構成要素は20cm×20cmの枠摘みにより行った。

製茶は回分型製茶機(15K機)を用い, 一番茶をせん茶として製造し, 品質を普通審査法(官能審査)により審査した。ただし, 1973年度は少量製茶機(0.5K機)で製造し, 品質の調査は行わなかった。

試験開始直前(1971年3月)と2年後, 4年後の秋肥施用直前(8月)に, 各区の土壌を採取して化学性を比較した。また, ほ場における無機態窒素の消長について, 1977年春肥直前(3月5日)から一番茶摘採時(5月6日)まで, 深さ0~10cmの土を採り無機態窒素としてアンモニア態窒素(NH₄-N)と硝酸態窒素(NO₃-N)の含量を測定した。同時に, 春肥直前と一番茶摘採時の2回, 茶株の雨落ち部位, 深さ0~20cmにわたって分布する根を採取し, 細根(径2mm以下)のアミノ酸を調査した。さらに, 1977年一番茶摘採時における各区の土壌(深さ0~10cm)および一番茶化学成分含量を調査した。

製茶の分析は茶の公定分析法³⁾, 遊離環元糖の定量はHANESの方法⁴⁾, カテキンの分別定量はペーパークロマトグラフによる切り取り抽出法⁵⁾, アミノ酸の定量は自動分析法⁶⁾, 茶葉および土壌の無機成分は原子吸光法⁷⁾, 無機

態窒素は CONWAY 微量拡散法⁸⁾でそれぞれ行った。

2. 2 無機化率補正試験

なたね粕の無機化率は60%前後といわれ, 硫安からの窒素供給能に比べてかなり低い⁹⁾ため, なたね粕を増量して有機質無施用区(硫安区)と同等となるようにし, ほ場における無機化率を経時的に調査した。

試験設計は表3に示したように, 有機質肥料としてなたね粕を用い, 少量区と多量区を設け, それぞれに無機化補正区(増量区)を設け, 有機質無施用区(硫安単用)を対照区とした。肥料は0~15cmの深さに施用して土と混合した。1区面積1m², 1区制とし, 1975年3月17日から5月16日わたり試験を行った。

調査項目として試験期間中の全窒素含量と無機態窒素(NH₄-N および HO₃-N)含量を測定した。

なお, 2.1, 2.2 はいずれも当場のほ場で行った。供試ほ場の土壌断面調査結果は表4に示すとおりで, 洪積層に由来する赤黄色土に古生層の崩積土が混合した土壌である。土性は粘土質で可塑性が強く, 透水性が乏しいため水は表面に停滞しやすい。また, 半角礫が多く, 土壌密度も高く農機具の摩耗が甚しい。供試ほ場は一般そさい前作跡を1970年12月, ブルドーザーで深さ約60cmまで耕起し, 勾配1/100に造成した茶園である。

3 試験結果

3.1 有機質肥料の連用比較試験

(1) 茶芽の生育と収量

生育状況を3か年の平均値であらわし, 表5に示した。

一番茶の開葉数は全般的に少なく, 芽長はなたね粕多量区, 緩効性肥料区がよく伸び, なたね粕少量区がこれに次ぎ, 硫安区はやや劣った。枠摘み結果からみた収量構成要素は, 芽数はなたね粕少量区が他区を上まわった。百芽重(換算値)は緩効性肥料区, なたね粕多量区

表3 補正試験区の構成

処 理	年間全窒素量に占める有機態窒素比率	本試験における		1m ² 当り 供 試 肥 料
		有機態窒素比率	全 窒 素 量	
1区:有機質無施用 (硫安単用)	0%	0%	39.9 ^g	硫 安 190 ^g
2区:有機質少量 (補正なし)	20	32.5	34.7	硫 安 128 な た ね 粕 260
3区:有機質少量・補正	20	44.7	39.9	硫 安 128 な た ね 粕 434
4区:有機質多量 (補正なし)	60	97.5	24.2	硫 安 4 な た ね 粕 780
5区:有機質多量・補正	60	99.9	39.8	硫 安 4 な た ね 粕 1300

注) 1. 窒素施用量は表1, 春肥の50%増とした。

2. 窒素の無機化率を硫安100%, なたね粕60%と仮定した。

表4 供試ほ場の土壌断面調査結果

層 位	土層の深さ	土 色	腐植	斑紋	土性	礫	構造	孔げき	ち密度	可塑性	粘着性	透水性	湿り
I 層	0~42 ^{cm}	7.5 YR 6/8	H ₁	なし	LiC	半角 ka ₃ kb ₁	BL ₂	CHa ₂	17.6	強	強	中	W ₃
II 層	42~	10 YR 8/8	H ₁	なし	HC	半角 Ka ₃ Kb ₁	BL ₂	CHa ₁	20.5	強	強	小	W ₃

注) 1. I層とII層の境付近より水がにじみ出る。

2. 地質……洪積層に固結水成岩の崩積が影響している。

3. 有効土層……1m以上

表5 茶芽の生育収量 (1973~1975年, 3ヵ年平均)

処 理	茶 期	芽 長	開葉数	20 cm×20 cm 採 摘 み				収 量	
				芽 数	芽 重	百芽重	出 開 度	10a 換算	指 数
有機質無施用	一 番 茶	8.1 ^{cm}	3.8 ^枚	47.5 ^芽	27.6 ^g	62.7 ^g	68.3 [%]	328.0 ^{kg}	100
	二 〃	8.7	4.5	53.4	42.1	87.0	88.5	343.3	100
有機質少量	一 〃	8.2	3.9	52.3	28.8	57.5	63.6	324.1	98.8
	二 〃	9.9	4.6	52.8	37.3	78.9	89.1	316.6	92.2
有機質多量	一 〃	8.8	3.9	48.0	30.3	67.0	66.2	323.1	98.5
	二 〃	8.7	4.3	53.0	39.1	83.2	89.9	327.5	95.4
緩効性肥料	一 〃	8.4	3.8	48.3	30.8	66.7	72.6	322.8	98.4
	二 〃	8.7	4.4	48.0	37.5	85.8	93.2	326.8	95.2

が重く、芽数の多いなたね粕少量区は最も軽かった。区別には、なたね粕多量区と緩効性肥料区は芽数は少ないが芽の生育速度が早いので百芽重が重い。なたね粕少量区は芽数は多いが、芽が小さいので芽重も小さい。硫安区はなたね粕少量区と同様に芽は小さいが、出開度が進み百芽重は比較的重いなど、おおよそ以上の傾向を示したが収量の区間差は僅かであった。

二番茶はなたね粕少量区の芽の生育がすぐれたが、その他の区における芽長、開葉数には大きな差異はみられ

なかった。収量構成要素では、硫安区は芽数が多くて百芽重も重かったが、なたね粕少量区はやや軽く、なたね粕多量区、緩効性肥料区では芽数が少ない傾向がみられた。収量には区間差がみられ、芽数が多く芽重も重い硫安区が最も多く、次いでなたね粕多量区、緩効性肥料区の順となり、芽重が軽いなたね粕少量区は最も劣った。

(2) 製茶品質

品質を官能審査により比較して表6に示した。

これらの結果、なたね粕施用の影響がみられ、総合評

茶 業 研 究 報 告

表6 製 茶 品 質 (せん 茶, 一 番 茶)

処 理	年 度	形 状	色 沢	水 色	香 気	味	総合計	順 位
有 機 質 無 施 用	1974	17	17	18	18.5	18.5	89	4
	1975	20	20	18.5	17	18	93.5	4
有 機 質 少 量	1974	20	20	19	19	19	97	2
	1975	18.5	19	20	19	19	95.5	2
有 機 質 多 量	1974	19	19	20	19.5	20	97.5	1
	1975	19.5	18	19.5	20	20	98	1
緩 効 性 肥 料	1974	18	18.5	17	20	17	90.5	3
	1975	19	19.5	19	18.5	19	95	3

点と内質では区間差が顕著であった。しかし、外観では年度による変動のため明らかではなかった。すなわち、内質では、水色、香氣、味ともになたね粕を施用した両区が優れた。なたね粕多量区の水色は清澄な黄金色であり、味は濃くはないが、すっきりしたうま味が感じられた。緩効性肥料区はなたね粕施用の両区に比べて水色、味がやや劣ったが、香氣は僅かに優れた。総合評点では、なたね粕多量区>なたね粕少量区>緩効性肥料区>硫安区の順となり、なたね粕多量区と硫安区の差は大きかった。

(3) 製 茶 成 分

熱湯可溶分、全窒素、タンニン、可溶性窒素、アミノ酸などを分析し、表7、8、9にそれぞれ示した。

タンニン、可溶性窒素含量およびカフェインについてはなたね粕施用による差異に一定の傾向はみられなかった。全窒素含量は硫安区が多く、なたね粕少量区>緩効性肥料区の順で、なたね粕多量区は少なかったが、指数でみるとその差は少ないといえる。熱湯可溶分はなたね粕施用により増加する傾向がみられた。遊離還元糖はなたね粕施用区に多く、緩効性肥料区、硫安区に少なかった。全アミノ酸量は硫安区が多く、次いで緩効性肥料区、なたね粕少量区となり、なたね粕多量区は最も少なかった。

各種アミノ酸の含量比率は、テアニンが60%前後を占めて最も多く、次いでグルタミン酸、セリンが10%台、アスパラギン酸、アルギニンその他は10%以下となって

表7 製 茶 成 分 (一 番 茶)

(%)

処 理	年 度	熱 湯 可 溶 分	全 窒 素	タ ン ニ ン	可 溶 性 窒 素	カ フ ェ イ ン	遊 離 還 元 糖
有 機 質 無 施 用	1973	38.6	5.67	11.7	—	2.68	1.83
	1974	36.2	5.29	10.1	1.72	—	—
	1975	37.6	5.04	10.8	1.57	—	—
	平 均	37.5	5.33	10.9	1.65	2.68	1.83
有 機 質 少 量	1973	40.0	5.64	12.3	—	2.68	2.11
	1974	37.9	5.17	9.6	1.71	—	—
	1975	37.6	5.01	10.2	1.59	—	—
	平 均	38.5	5.27	10.7	1.65	2.68	2.11
有 機 質 多 量	1973	40.8	5.51	12.1	—	2.36	1.98
	1974	37.6	4.98	10.5	1.78	—	—
	1975	37.4	4.94	10.5	1.51	—	—
	平 均	38.6	5.14	11.0	1.65	2.36	1.98
緩 効 性 肥 料	1973	39.8	5.61	12.0	—	2.54	1.89
	1974	37.0	4.97	10.9	1.72	—	—
	1975	36.8	4.88	10.3	1.58	—	—
	平 均	37.9	5.15	11.1	1.64	2.54	1.89

表8 製茶中のアミノ酸含量(一番茶)比率

処 理	年 度	テアニン	セ リ ン	グ ル タ ミ ン 酸	アスパラ ギ ン 酸	ア ル ギ ン	そ の 他	全アミノ酸量
		%	%	%	%	%	%	mg/100g
有 機 質 無 施 用	1973	51.2	13.1	14.8	8.6	5.1	7.2	2301.8
	1974	55.6	14.4	10.5	7.1	6.8	5.6	3093.3
	平 均	53.4	13.8	12.7	7.9	6.0	6.4	2697.6
有 機 質 少 量	1973	58.8	8.0	14.6	6.2	4.2	8.2	1876.5
	1974	56.2	14.3	9.4	7.1	7.0	6.0	3147.6
	平 均	57.5	11.2	12.0	6.7	5.6	7.1	2512.1
有 機 質 多 量	1973	63.4	6.1	13.5	5.7	3.1	8.2	2226.4
	1974	58.9	13.0	9.1	6.3	6.7	6.0	2532.2
	平 均	61.2	9.6	11.3	6.0	4.9	7.1	2379.3
緩 効 性 肥 料	1973	58.3	9.2	12.5	10.2	3.3	6.5	2590.9
	1974	59.4	12.0	9.4	7.3	4.5	7.4	2671.4
	平 均	58.9	10.6	11.0	8.8	3.9	7.0	2631.2

表9 製茶中のカテキン(1973年)

(%)

処 理	茶 期	エ カ テ キ ン	エ ピ ガ ロ カ テ キ ン	エ カ テ キ ン ガ レ ー ト	エ ピ ガ ロ カ テ キ ン ガ レ ー ト	遊 離 型 カ テ キ ン	エ ス テ ル 型 カ テ キ ン	合 計 値
有 機 質 無 施 用	一 番 茶	1.10	3.59	1.40	5.13	4.69	6.53	11.22
	二 〃	1.18	4.95	1.37	6.17	6.13	7.54	13.67
有 機 質 少 量	一 〃	1.29	3.72	1.16	5.23	5.01	6.39	11.40
	二 〃	1.20	4.74	1.06	5.77	5.94	6.83	12.77
有 機 質 多 量	一 〃	1.14	3.93	1.38	5.29	5.07	6.67	11.74
	二 〃	1.12	4.90	1.34	6.29	6.02	7.63	13.65
緩 効 性 肥 料	一 〃	1.18	3.79	1.36	5.25	4.97	6.61	11.58
	二 〃	1.09	4.84	1.13	5.85	5.93	6.98	12.91

いる。アミノ酸のなかで茶のうま味成分の主体とされるテアニンは、なたね粕施用によって含量比率が高まる傾向がみられ、なたね粕多量区>緩効性肥料区>なたね粕少量区>硫安区の順となり、なたね粕多量施用区は無施用区(硫安区)に比べて約8%の差がみられた。グルタミン酸およびアスパラギン酸の含量は数値が低いものの、硫安区>なたね粕少量区>なたね粕多量区の順となり、テアニンの場合とは異なる傾向を示した。緩効性肥料区はアスパラギン酸が他区よりやや多い傾向を示した。また、なたね粕区と硫安区について、テアニンの含量比率と製茶品質との相関をみたところ、総合評点で0.679、内質では0.959** (1%水準で有意)であり、内質に対して高い相関がみられた。

一番茶のカテキン含量は なたね粕施用の両区でやや多

く、緩効性肥料区と硫安区では少ないが、その差は小さかった。また、カテキンに占める遊離型カテキン比率は なたね粕施用の両区に多かった。二番茶では処理区間の差は明らかでなかった。

(4) 土 壌 の 化 学 性

土壌の化学性を表10に示した。

pH (H₂O) は全般的に2年後、4年後と年次を追って低下する傾向がみられた。しかし、なたね粕施用による影響は明らかではなかった。土壌の深さ別では上層が下層に比べて低下の程度が大きく、4年後には各区ともpH値として1以上の低下がみられた。置換酸度(Y₁)は各区とも増加したが、上層では硫安区の場合がやや低く、なたね粕施用区では高い傾向がみられた。下層は変動が多いが、一定の傾向はみられなかった。

表10 土 壌 化 学 性

処 理	採土の 深 さ	採 時 土 期	pH		Y ₁	CEC	置換性塩基		有効態 リン酸	全炭素	全窒素
			H ₂ O	KCl			CaO	MgO			
有 機 質 無 施 用	0~15 cm	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	4.5	3.4	14.4	—	63.1	13.9	16.0	0.77	0.13
		4 "	4.5	3.9	13.0	10.7	111.1	19.9	54.0	0.95	0.12
	15~30	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	4.9	3.7	7.0	—	88.7	14.4	7.5	0.49	0.10
		4 "	4.5	3.8	20.4	8.9	54.3	23.4	29.5	0.52	0.08
有 機 質 少 量	0~15	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	5.0	3.6	13.8	—	72.2	12.6	12.4	0.66	0.11
		4 "	4.4	3.6	16.8	11.1	80.7	27.5	57.1	1.14	0.10
	15~30	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	5.2	4.1	2.5	—	126.2	28.5	9.6	0.57	0.10
		4 "	5.1	4.1	8.7	10.0	106.2	38.6	28.0	0.71	0.08
有 機 質 多 量	0~15	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	4.9	4.2	11.3	—	94.5	21.5	9.3	0.79	0.15
		4 "	4.4	3.7	20.0	10.7	68.7	33.5	41.4	1.12	0.13
	15~30	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	5.2	4.1	2.5	—	126.2	28.5	9.6	0.57	0.10
		4 "	4.4	3.7	29.3	8.8	40.0	28.5	26.3	0.54	0.07
緩 効 性 肥 料	0~15	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	4.9	4.2	11.3	—	94.7	21.5	9.3	0.79	0.15
		4 "	4.1	3.6	26.5	8.9	22.4	18.9	29.5	0.89	0.11
	15~30	開始前	5.7	—	1.8	8.4	127.6	19.8	15.5	0.71	0.08
		2年後	5.1	3.9	3.4	—	101.7	22.7	5.7	0.45	0.08
		4 "	4.4	3.8	25.2	8.1	32.6	23.7	26.5	0.41	0.05

塩基置換容量 (CEC) は上層に変化がみられ、各区とも増加したが、なたね粕、緩効性肥料などの施用による影響は明らかではなかった。

全炭素は各区とも上層では増加したが、なたね粕施用の両区のほうが、緩効性肥料区および硫安区に比べて増加量が多かった。下層では影響は少なく一定の傾向がみられなかった。全窒素は各区とも上層において増加がみられたが、処理による影響は明らかではなく、下層での変化は少なかった。

石灰飽和度は試験期間中、石灰を施用していないため各区とも低下したが、緩効性肥料区の場合が最も低かった有効態リン酸は試験開始前に比べていずれの区も上層、下層ともに増加した。すなわち、上層では4年後には大幅に増加したが、下層では区間差は少なく洪積層赤黄色土の適正値 (30~40mg/100g) に近い値を示していた。

以上、なたね粕施用により全炭素の増加および塩基置換容量の増大傾向が認められたが、pH、全窒素、置換性塩基ならびに石灰飽和度については明らかな差はみられ

なかった。緩効性肥料区は他の3区に比べ塩基置換容量がやや小さく、有効態リン酸、全炭素、全窒素含量も少ない傾向であった。

(5) ほ場における無機態窒素の変動

土壌中の無機態窒素含量の変動を 図1 に示し、そのうち $\text{NH}_4\text{—N}$ と $\text{NO}_3\text{—N}$ の比率を表11に示した。

春肥直前の無機態窒素は 1~5 mg/100 g 程度にすぎなかったが、春肥施用によって増加し、なかでも硫安区が他区に比べて著しく多かった。また、処理による差についてみると、硫安区では施用10日後に急増したが、その後はほぼ直線的に減少し、芽出肥の施用により再度増加をみたが、60日後の摘採時には再び低下した。なたね粕多量区は10日後、20日後と日を追って増加し、40日後には最高を示したが、硫安区に比べると少なかった。なたね粕少量区は硫安区とよく似た動きを示したが、10日後20日後の含量は硫安区に比べて少なかった。緩効性肥料区は終始、無機態窒素含量が少なく、最高になったのは40日後で、その値は 38.7mg/100g であった。

無機態窒素のうち、 $\text{NH}_4\text{—N}$ と $\text{NO}_3\text{—N}$ の動きをみ

図-1 ほ場における無機態窒素含量

ると、各区とも 20 日後までは $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率が高く、95 %前後を示し、30 日後になると減少し始め、60 日後ではさらに低下して約 60~80 %となり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高まった。60 日後における $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率は硫安区が低く、緩効性肥料区がやや高く、なたね粕施用の両区はほぼ中間であった。

(6) 茶樹細根のアミノ酸

細根のアミノ酸含量を表12に示した。

春肥直前の細根の全アミノ酸量は緩効性肥料区と硫安区に多く、なたね粕施用の両区はともに少なく、前2者の約 80 %であった。春肥施用約 2 カ月後、一番茶摘採時の全アミノ酸量は各区とも増加し、なかでも硫安区の増加が大きかった。試験区別にみると、硫安区、緩効性肥料区の全アミノ酸量が多く、なたね粕施用の両区はともに前2者の約 70 %で少なく、春肥直前とよく似た傾向を示し、なたね粕施用による全アミノ酸量への影響がみられた。春肥施用後の細根のアミノ酸含量についてみる

表11 ほ場における無機態窒素の変動
($\text{NH}_4\text{-H}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率)

(%)

処 理	窒素の形態	春 肥 前 3月5日	10 日 後 3月15日	20 日 後 3月25日	30 日 後 4月4日	40 日 後 4月14日	60 日 後 5月6日
有機質無施用	$\text{NH}_4\text{-N}$	0	95.6	96.1	83.2	91.3	63.2
	$\text{NO}_3\text{-N}$	100	4.4	3.9	16.8	8.7	36.8
有機質少量	$\text{NH}_4\text{-N}$	90.7	94.5	94.8	89.2	85.4	72.2
	$\text{NO}_3\text{-N}$	9.3	5.5	5.2	10.8	14.6	27.8
有機質多量	$\text{NH}_4\text{-N}$	52.6	71.9	94.7	90.5	74.2	68.1
	$\text{NO}_3\text{-N}$	47.4	28.1	5.3	9.5	25.8	31.9
緩効性肥料	$\text{NH}_4\text{-N}$	42.3	69.2	94.7	85.5	93.0	79.3
	$\text{NO}_3\text{-N}$	57.7	30.8	5.3	14.5	7.0	20.7

注) 降水量 3月5日~3月15日 15.2 mm
 3月16日~3月25日 108.4
 3月26日~4月4日 107.7
 4月5日~4月14日 87.5
 4月14日~5月6日 157.5

表12 茶樹細根の主要アミノ酸

(mg/100g)

処 理	採取時期	アンモ ニア	アルギ ニン	アスパラ ギン酸	セリン	テアニン	グルタ ミン酸	その他	全アミ ノ酸量	同左 指数	対 総量 テアニン 比 率
有機質 無施用	春肥直前	38.4	428.8	25.6	131.4	2451.6	30.2	65.4	3171.4	100	77.3%
	一茶摘採時	29.6	990.8	47.8	273.6	3287.6	31.2	134.6	4795.4	100	68.6
有機質 少量	春肥直前	30.8	265.0	28.4	203.4	1788.2	38.2	132.4	2486.4	78.4	71.9
	一茶摘採時	41.2	518.4	42.6	245.4	2303.8	30.2	143.0	3324.6	69.3	69.3
有機質 多量	春肥直前	35.4	322.8	24.8	191.4	1957.0	30.4	63.2	2626.0	82.8	74.5
	一茶摘採時	19.4	667.2	43.2	93.8	2266.0	22.8	103.4	3215.8	67.1	70.5
緩効性 肥料	春肥直前	25.0	578.8	23.2	201.6	2519.8	29.4	59.0	3436.8	108.4	73.3
	一茶摘採時	60.4	861.0	61.4	226.0	2976.2	29.4	125.0	4339.4	90.5	68.6

表13 茶業および茶園土壌の無機成分含量

試料	処 理	T—N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO mg/ 100g	MgO mg/ 100g	Zn ppm	Fe mg/ 100g	Cu ppm	Ni ppm	Al mg/ 100g	Mn mg/ 100g
一番茶葉	有機質無施用	5.43	0.44	1.41	403.6	166.3	87.5	39.6	97.8	20.9	38.6	116.9
	〃 少量	5.38	0.41	1.45	430.0	191.5	87.8	32.1	111.4	23.5	40.9	106.5
	〃 多量	5.11	0.45	1.41	403.5	174.5	89.1	28.9	124.8	16.2	49.9	114.9
	緩効性肥料	5.23	0.41	1.33	359.2	173.1	86.5	28.1	105.9	19.8	37.5	103.5
茶園	春肥											
	有機質無施用	0.15	0.08	0.02	153.2	15.0	81.7	4020	40.7	35.6	6610	27.3
	〃 少量	0.16	0.08	0.05	154.8	12.4	103.0	4020	40.7	38.0	6610	23.2
	〃 多量	0.23	0.08	0.05	156.4	14.8	87.7	4020	46.2	39.2	7110	22.3
土壌	緩効性肥料	0.14	0.09	0.05	178.0	12.8	83.8	4020	43.4	39.2	7110	31.5
	一番茶摘採時											
	有機質無施用	0.16	0.13	0.02	138.4	6.5	81.4	4030	40.2	25.1	6610	25.4
	〃 少量	0.18	0.12	0.03	123.6	7.0	101.8	3860	40.2	27.2	7070	20.0
	〃 多量	0.28	0.12	0.03	152.0	10.8	87.7	4060	41.8	27.6	7160	22.7
	緩効性肥料	0.16	0.13	0.02	152.8	7.1	83.2	4060	41.5	28.9	7430	32.4

とテアニン、アスパラギン酸、アルギニンの各含量が増加したが、なかでもアルギニン含量の増加が顕著であった。

全アミノ酸量に占めるテアニンの比率は、一番茶摘採時には春肥直前に比べるとやや減少したが、処理による一定の傾向はみられなかった。

(7) 茶葉および茶園土壌の無機成分含量

茶葉および茶園土壌中の無機成分含量を表13に示した。

一番茶における茶葉の全窒素含量は、硫安区が多かったが、他の成分については区間差は明らかでなかった。

土壌中の化学成分を春肥前と一番茶摘採時と比較すると、施肥2か月後の一番茶摘採時には、全窒素、リン酸含量の増加がみられたが、アルミニウム、鉄を除いては他の諸成分は僅かながら減少する傾向があった。

処理区別には、いずれの時期もなたね粕施用区的全窒素とカリの含量が多く、リン酸含量は少ない傾向を示したが、マグネシウム、カルシウムおよびその他の無機成分の各含量には差がみられなかった。マンガン含量は緩効性肥料区がやや多かった。

3.2 無機化率補正試験

施肥後の土壌中における全窒素および無機態窒素含量の変動を図2、3に示した。

これらの結果についてみると、20日後では、多量補正区が最も多く、少量補正区、多量区がこれに次ぎ、無施用(硫安)区、少量区は少なかった。無機態窒素含量は少量補正区を除いては、各区とも大差なく、そのほとんどが $\text{NH}_4\text{—N}$ で $\text{NO}_3\text{—N}$ は僅かであった。

図2 土壌中の全窒素含量

図3 ほ場における施肥後の無機態窒素含量

40日後では、全窒素含量は各区とも減少した。無機態窒素含量は硫安区が最も少なく、少量補正区も20日後に比べて減少が大きかった。また、この時点から $\text{NO}_3\text{—N}$ の増加が顕著にみられた。

60日後になると、区間差が明らかにみられた。すなわち、硫安区と少量区において減少が著しかったが、多量補正区は40日後の場合と同様で変動がなかった。無機態窒素含量は、硫安区が極端に減少し、多量補正区では減少は少ないが、これは $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量が著しく増加したためである。

以上のように、全窒素含量は多量補正区、多量区、少量補正区が終始多く、これに対して有機質の比率が少ない少量区、硫安区は20日後において、すでにやや少なく、その後の減少率も大きかった。無機態窒素含量は硫安区の60日後において、低下が著しく、多量補正区との差が顕著であった。

4 考 察

4.1 生育と収量

有機質肥料の茶芽の生育、収量への影響については、採摘み芽重はなたね粕が魚粕に比べて安定して良いという成績¹¹、茶芽の伸びは硫安、動物性肥料に比べなたね粕が良く、百芽重も重く、出開度の推移は低い傾向にあるという成績¹²など促進効果といえる報告がある。

一方、芽重、芽長、芽数、葉数とも有機質肥料(なたね粕)による影響は認められないという報告¹³もあり、茶芽の生育に対する影響は明らかではない。

有機質肥料としてなたね粕を用いた本試験では、多量区の芽数は多くはないが芽長はよく伸びて長く、百芽重も重かった。これに対し硫安区は、芽は小さく、出開度の進みが早い傾向がみられ、鹿児島茶試の成績とよく似た結果であった。これらのことから、なたね粕は茶芽の伸びを促進し、芽重を増加させるものと考えられる。

収量は、一、二番茶ともなたね粕区は硫安区に比べてやや劣り、とくに二番茶のほうが低収を示した。これは、二番茶期におけるなたね粕区の芽数、芽重、百芽重が少ないためと思われる。なたね粕区の収量が硫安区に比べて劣る傾向は農林水産省茶試枕崎支場の報告¹⁴にもみられ、なたね粕は一、二番茶の収量は少ないが、三番茶では硫安との差が少なくなったことから、低収の原因は有機質肥料の肥効に関連があると推察している。本試験においても、なたね粕多量区では施用後、硫安区に比べて土壤中における全窒素および無機態窒素含量の減少が緩やかで残存量も多いことから、収量がやや劣るのは、

なたね粕の分解速度が遅いためと考えられる。

4.2 製茶品質および成分

肥料の種類と製茶品質との関係については、なたね粕、骨粉等の有機質肥料による製茶品質の差はほとんどないという報告¹⁴もあるが、なたね粕が最も品質優秀で、大豆粕、硫安は外観、内質とも劣るという報告¹⁵、硫安はなたね粕に比べて品質が劣るという報告¹²など有機質肥料の効果を認めたものが多い。

本試験でも、製茶品質は概して、なたね粕区が優れたが、外観は年度による変動があって区間差は明らかでなかった。内質では水色、香氣、味とも硫安区、緩効性肥料区が劣りとくに硫安区では香氣が乏しかった。水色は、なたね粕区が清澄な黄金色でせん茶として優れ、硫安区は淡くやや劣った。水色に関する研究は、煎出湯温、煎出時間、貯蔵条件の差による水色の变化あるいは硬度、pHなど使用した水の性質と水色の関係等主に製造技術改善のためのものが多い¹⁰。栽培面では、せん茶の水色に関係の深い黄色色素、主にフラボノール類およびフラボン類の量が茶期や被覆によって変化する。すなわち、二番茶に比べて一番茶が多く、被覆により減少すること、葉緑素は玉露など被覆茶に多いことなどが報告されている。

しかし、本試験は色素の分析を行っていないので、成分的な面からは明らかなことはいえない。

肥料の種類と茶の香氣に関する報告は少ないが、なたね粕を施用した茶は香氣が良く、香氣に特徴を持つ系統に属すると推察している報告¹⁵もある。本試験でも、なたね粕区の香氣が優れたが、香氣成分について分析を行っていないので、明らかなことはいえないが、なたね粕が有効に働いていることも推測される。

滋味は、なたね粕の両区が優れたが、うま味に関連性が大いにとされる製茶中の全窒素含量、全アミノ酸量は硫安区のほうが多く、なたね粕区では少なかった。なたね粕区では全窒素および全アミノ酸の各含量が少ないにもかかわらず、官能審査の評点が優れたのは、中川が報告しているように、緑茶の味と成分の関係は、特定の成分量の多少という直線的な関係ではなく、それぞれの成分が最適濃度範囲に存在する曲線的な関係にあったものとみられる。すなわち、アミノ酸、タンニン、カフェイン、遊離還元糖など各種成分の調和の重要性が推察された。また、品質評点、とくに内質の優れるものは概して全アミノ酸に占めるテアニンの比率が高い傾向にあるが、なたね粕多量区の品質評点が優れたのはこのような成分の調和が関与したものと思われる。一番茶のカテ

- †1 京都府茶業研究所：昭和39年度 土壤肥料に関する試験 pp. 9 (1965).
 †2 鹿児島県茶業試験場：昭和51年度 土壤肥料に関する試験成績 pp. 17 (1976).
 †3 埼玉県茶業試験場：昭和48年度 土壤肥料に関する試験成績 pp. 14 (1974).
 †4 農林水産省茶業試験場：昭和48年度土壤肥料研究室成績概要書(有機質肥料試験)(1974).
 †5 鹿児島県茶業試験場：昭和51年度 土壤肥料に関する試験成績書 pp. 30~31 (1977).

キン含量は、なたね粕区、緩効性肥料区がやや多く、硫安区が少ない傾向であったが、品質調査を行っていない年度の結果なので品質との関係については明らかなことはいえない。

4. 3 土壌化学性およびほ場における無機態窒素

この試験では、洪積層赤黄色土壌において、なたね粕を年間最高 720kg/10a 施用した。その結果、跡地土壌への影響としては、なたね粕区において全炭素含量が増加し塩基置換容量が増大する傾向がみられ、pH、全窒素含量、置換性塩基などについては明らかな差はみられなかった。これらの変動が少ないのは、時期や年度により異なることと、試験期間中、しき草、堆肥などの有機物や苦土石灰を施用しなかったことも原因として考えられる。このため、なたね粕のみでなく苦土石灰、有機物投入などによる土壌改良の必要性を示していると思われる。

春肥後の土壌中の無機態窒素の動きを調査した結果、肥料の種類によって異なった動きがみられた。すなわち、なたね粕多量区の窒素の無機化はゆるやかで、無機態窒素含量は硫安区に比べて低いが持続性がある。これに対して硫安区は無機態窒素の供給が急速で、また減少もはやく持続性にやや欠けることが示され、このため製茶中の全窒素含量が、硫安区のほうがなたね粕区に比べて多いものと思われる。

ほ場におけるなたね粕中の窒素の無機化は気象条件や微生物などの影響により変動すると思われるが、やはり低いようである。池ヶ谷らは、なたね粕は7日目までに全窒素中の40%が $\text{NH}_4\text{-N}$ になり、以後は $\text{NH}_4\text{-N}$ の生成はあまり増加せず、21日目にはアンモニア化率42.4%、硝酸化率12%であったという。なたね粕中の窒素の無機化率が低く、硝酸化率も低い原因については松木¹⁴⁾によると、なたね粕の分解中には酪酸、芥子油などが生成し、酸性を呈し微生物の活動、繁殖を抑制するためであると推測されている。

なたね粕と硫安の肥効の差を考察する場合、施肥方法として、根の活動期に比較的高濃度に窒素を供給する場合と、一定の濃度を継続的に維持する場合とでは異なるものと思われる。石垣¹⁵⁾らは、茶樹では他の作物に比べてアンモニアの害作用があらわれにくいこと、また過剰の $\text{NH}_4\text{-N}$ を吸収した場合、これがテアニンに取り込まれて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の解毒作用を営んでいるので、むしろ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を過剰に施用したほうが茶葉中のテアニン含量が増加し、品質にも好影響を与えることが考えられると報告している。この試験においても $\text{NH}_4\text{-N}$ の供給が急激な硫安区の製茶中の全窒素含量、全アミノ酸量がなたね粕区に比べて多いことと相通ずるものとみられる。

4. 4 茶樹細根のアミノ酸

細根中の全アミノ酸量は硫安区、緩効性肥料区に多く、

なたね粕区では少ない。また茶葉（製茶）中の全窒素含量、全アミノ酸量も同様になたね粕区のほうが少ない傾向があり、肥料の種類による窒素供給能の相違に基づく全窒素含量に影響されるものと推測される。

時期別にみると、一番茶摘採時の全アミノ酸含量およびテアニン含量も春肥直前に比べて多くなった。一番茶期では土壌から吸収された窒素と樹体内の貯蔵性窒素の両方によって新芽に窒素が集中して生長が行われていることが認められている。本試験の結果については、春肥施用から一番摘採までの間に吸収された窒素を元に、根において生成された多量のアミノ酸の地上部への転流が肥料の種類による差異として示された。しかし、萌芽期、開葉期など生育過程における細根の全窒素、アミノ酸などの動きをさらに詳しく調べる必要があると思われる。

アミノ酸を種類別にみると、春肥直前、一番茶摘採時には、テアニンが圧倒的に多く、アルギニン、セリンがこれに次ぎ、これら3種類で全アミノ酸の95%前後を占めている。また、テアニンは茶葉、細根に多く、細根ではアルギニンが多いのが特徴であった。

5 摘 要

有機質肥料となたね粕、無機質肥料として硫安を用い、その比率をかねて供試し、さらに緩効性肥料としてCDUを加え、茶芽の生育、生葉収量、製茶品質、製茶成分ならびに土壌化学性等に及ぼす影響を検討した。

1 茶芽の生育は、なたね粕区が硫安区に比べ優れる傾向がみられたが、生葉収量は芽数、芽重、出開度の調和のとれた硫安区がやや多く、その他の区は僅かながら減収となった。

2 製茶品質は、外観に処理区間の差はあまりみられないが、水色、香気、味の内質については、なたね粕区が優れ、とくになたね粕多量区の審査評価が高かった。

3 製茶成分のなかで、全窒素含量、全アミノ酸量は硫安区と緩効性肥料区に多く、なたね粕多量区に少ない。熱湯可溶分はなたね粕多量区に多く、タンニン、可溶性窒素含量の区間差は判然としなかった。アミノ酸のなかで、最も含量の多いテアニンが全アミノ酸に占める比率は、なたね粕多量区が高く、硫安区は低かった。

4 土壌の化学性は、なたね粕施用により全炭素含量、塩基置換容量は増加するが、pH、全窒素含量、置換性塩基については、変化はあまりみられなかった。

5 なたね粕多量区における土壌中の無機態窒素含量は、春肥施用20日後にかなり高くなるが、その後も無機化はゆるやかに続き他区に比べて長期間多く保たれた。硫安区の無機化は、10日後に最高となり以後急速に減少し、40～60日後の含量は、なたね粕多量区に比べ少なかった。緩効性肥料区の無機態窒素含量は、終始少なく無機化がゆるやかな傾向を示した。

6 細根中の全アミノ酸量は、茶葉(製茶)中の全アミノ酸量とほぼ同様に、硫安区、緩効性肥料区が多く、なたね粕区では少なかった。時期別には、一番茶摘採時が春肥直前に比べて各区とも多かった。アミノ酸は、テアニンが最も多く、全アミノ酸量に占める比率は、一番茶摘採時には春肥直前に比べやや低下した。

7 製茶品質に関係の大きい茶葉中の全窒素含量、全アミノ酸量は硫安区に多く、なたね粕区が少ない傾向を示したが、製茶品質とくに内質の審査評点では、硫安区が劣り、なたね粕区が優れた。これは、茶の品質が、茶葉中における品質関与成分の量的な多少のみではなく、各種成分の調和が強く影響するものと考えられる。

本試験を実施するにあたり、ご指導を賜った農林水産省茶試池ヶ谷賢次郎博士、当場畑地土じょう研究室高橋和司室長、アミノ酸、カテキンなどの分析のご指導を賜った農林水産省茶試化学研究室長中川致之博士ほか室員の方々、本報をとりまとめるに当たって懇切なるご指導を賜った農林水産省茶試平峯重郎栽培部長、同土壌肥料研究室長石垣幸三博士に対し厚く感謝の意を表する。

6 引 用 文 献

- 1) 押田幹太：農学大系 茶編，養賢堂，pp. 118～122 (1951)。
- 2) 田辺 貢：実験茶樹栽培及び製茶法，西ヶ原刊行会，pp. 145～146 (1934)。
- 3) 茶試化学研究室：農林省茶業試験場研究報告，No. 6，167～172 (1970)。
- 4) HANES, C. S.: *Biochem. J.*, **23**, 99 (1929)。
- 5) 中川致之，鳥井秀一：茶技研，No. 29，67～76 (1964)。
- 6) 久保田悦郎，中川致之：茶技研，No. 45，51～57 (1973)。
- 7) 石垣幸三，高柳博次：茶技研，No. 40，53～58 (1970)。
- 8) 土壌養分測定委員会：土壌養分分析法，養賢堂，pp. 186～192 (1975)。
- 9) 池ヶ谷賢次郎：茶試研報，No. 10，133～208 (1974)。
- 10) 坂本 裕：農林省茶業試験場研究報告，No. 6，1～63 (1970)。
- 11) 静岡県茶業会議所：新茶業全書，静岡県茶業会議所，pp. 374～375 (1966)。
- 12) 中川致之：茶研報，No. 40，1～6 (1973)。
- 13) 池ヶ谷賢次郎，平峯重郎：茶技研，No. 53，65～73 (1977)。
- 14) 松木五楼：総合肥料学，朝倉書店，pp. 341 (1957)。
- 15) 石垣幸三，保科次雄：茶研報，No. 45，54～62 (1977)。
- 16) 保科次雄，香西修治，本莊吉男：茶技研，No. 56，66～69 (1979)。

(Apr. 23, 1979)