土壌の種類と茶樹による施肥窒素 (^{15}N) の吸収†

農林水産省茶業試験場枕崎支場 保科次雄・香西修治・山下正隆

農林水産省茶業試験場 石垣幸三

Absorption of Fertilized Nitrogen (^{15}N) by Tea Plant in Different Soils

By Tsuguo HOSHINA*, Shūji KŌZAI*, Masataka YAMASHITA*

and Kōzō ISHIGAKI**

* Makurazaki Branch, National Research Institute of Tea

** National Research Institute of Tea

1 ま え が き

「茶は土地を選ばず」と言われ、古くから、他の作物の栽培管理が困難な場所においても茶が生産されていた。しかし、近年、茶の需要増加に伴い、茶の収量あるいは品質向上のために栽培管理がきわめて重要であることが認識され、特に、茶園土壌の環境整備の必要性についても重要視されている。茶の生産と茶園土壌との関係のなかで、土壌の種類と茶の生育、収量および品質については、すでにいくつかの報告や試験成績がある。さらに、市来らは鹿児島県内の茶産地土壌を用いて、茶樹に対する土壌生産力について新しい角度から検討している。

枕崎支場茶樹第二研究室では、昭和46年度から南九州に存在する代表的な黒ボク土壌、シラス土壌および安山岩を母材にした鈹質土壌の3種の土壌を用いて、茶樹の生育、収量および品質に対する土壌の種類の影響について栽培学的手法で調査を継続している。

筆者らは、それら3種の土壌間において施肥窒素の挙動に差異があるであろうとの観点から、茶樹がほぼ成園化した昭和52年に、茶樹による施肥窒素の吸収利用について試験を行い、若干の知見を得たのでその結果を報告する。

2 試 験 方 法

昭和46年3月に黒ボク土壌、シラス土壌および安山岩

質土壌の3種の土壌に、やぶきた1年生苗を定植した。黒ボク土壌は当場の現地土層をそのまま使用し、シラス土壌と安山岩質土壌は硬ビニールフィルム枠(幅9m、長さ15m、深さ1m)にこれらの土壌を充てんしたのち、試験を開始した。茶樹の生育がそろい、ほぼ成園化した昭和52年2月に、春肥窒素として ^{15}N 標識硫酸(5.08 atom%)を用いて、18 kg N/10a 相当量を図1に示すように3株にわたり2株分を施用した。以降の施肥管理は化成肥料で行った。

供試した各土壌の理化学性は表1のとおりである。

春肥施用後、一番茶を摘採し、その後整枝を行い、つ

図1 春肥窒素 (^{15}N) の施肥位置
○印は茶株を示す。

† 本報告の概要は、昭和53年5月に日本土壌肥科学会九州支部会で発表した。

†1 農林省茶試土壌肥料研究室成績 (1963~1970).
農林省茶試枕崎支場土壌肥料研究室成績 (1964~1972).

†2 市来征勝, 吉田徳重, 烏山光昭: 茶技協講要, Feb., 9 (1974).
市来征勝, 烏山光昭, 吉田徳重: 土肥誌講要 (九州支部会), 21 (1978).

†3 農林省茶試枕崎支場茶樹第二研究室成績 (1972~1977).

茶 業 研 究 報 告

表1 供 試 土 壌 の 理 化 学 性

土 壌	pH		T-C (%)	T-N (%)	置 換 性 塩 基 (m.e.)			C.E.C. (m.e.)	リン酸 吸収係 数	土 性
	H ₂ O	KCl			Ca	Mg	K			
黒ボク土壤	5.1	4.5	9.07	0.53	2.15	0.10	0.54	35.07	3333	SL
シラス土壤	6.0	5.7	0.48	0.04	2.53	0.08	0.43	4.66	133	LS
安山岩質土壤	5.6	4.9	2.83	0.25	2.93	0.19	1.41	19.67	2461	LS

いで二、三番茶を摘採した。また、10月に秋整枝を行うとともに、試験期間中の落葉も採取し、整枝葉、落葉などへの移行についても検討した。さらに、翌年の一番茶についても調査した。

茶葉の全窒素はケルダール法²⁾、¹⁵Nの分析は熊沢による分光法により測定した。

一番茶摘採時の土壌については、無機態窒素³⁾、有機態窒素および全窒素（ガンニング変法⁵⁾）について分析し、これらの試料についても¹⁵N分析を行った。

土壌中の施肥窒素の行動を調べるために、硝酸化成能および吸着能について室内実験を行った。硝酸化成能の実験は、風乾細土 10gに NH₄-N 10mgを添加し、最大容水量の 60%で水分管理をしながら、35℃でインキュベートした。各時期ごとの NH₄-N および NO₃-N を蒸留法により分析した。土壌による窒素の吸着実験は、風乾細微土 5g に 0.1N 硫酸アンモニウム液あるいは 0.1N 硝酸カリウム液を 50ml 添加し、10 分間機械振とう後、35℃で 24 時間インキュベートした。これらの母液について、NH₄-N および NO₃-N を蒸留法で分析し、添加した窒素量から差し引いて土壌による見かけの窒素

吸着量とした。

ほ場試験期間中の 1 年間の降水量（昭和 52 年春肥施用時から昭和 53 年春肥施用時まで）は 1995.5 mm で平年に比べてやや少なかったが、昭和 52 年春肥施用時から一番茶までは、459.0 mm でむしろやや多かった。

3 試験結果および考察

3.1 茶樹の生育

各供試土壌における試験開始時までの茶樹の生育および収量経過は図 2 に示すとおりである。

これによると、シラス土壌では初期生育が悪いが、昭和 50 年ごろから茶樹の生育は回復し、他の土壌間との差は少なくなった。標識春肥窒素を施用した昭和 52 年度の収量は表 2 に示したとおりである。

表2 昭和 52 年度の収量 (kg/10a)

土 壌	一番茶	二番茶	三番茶	合 計
黒ボク土壤	282	342	242	1016
シラス土壤	335	522	386	1574
安山岩質土壤	313	548	366	1528

図2 茶樹の生育および収量経過

* せん枝量を示す。

† 農林省茶試枕崎支場茶樹第二研究室成績（1972～1977）。

これによると、黒ボク土壌ではシラス土壌や安山岩質土壌に比べてやや減収した。特に、二番茶において著しく減収したがこの原因については明らかではない。

3.2 土壌中における施肥窒素の行動

供試した3種の土壌を用いて、施肥窒素の行動の相違について検討した。まず、硝酸化成能については図3に示したとおりである。

各土壌とも、経時的に $\text{NH}_4\text{-N}$ は減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は増加している。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加割合をみると、安山岩質土壌が最も速やかに進み、シラス土壌では4週間目においても $\text{NO}_3\text{-N}$ はきわめて少なく、逆に $\text{NH}_4\text{-N}$ は最も多い傾向を示した。

土壌による施肥窒素の吸着能は表3のとおりで、シラス土壌は $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の両形態ともに窒素の

保持力はきわめて弱かった。これに対して、安山岩質土壌は両者ともに強い傾向を示した。

これらの結果、土壌に施用された窒素の行動に供試した3種の土壌間に著しい差異のあることが認められた。

3.3 一番茶摘採時の土壌中の施肥窒素

一番茶摘採時における春肥窒素の土層分布を窒素形態別に示すと表4のとおりである。

表3 施肥窒素の吸着 (m.e./100g)

土 壌	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$
黒ボク土壌	8.79	3.05
シラス土壌	0.84	0.64
安山岩質土壌	11.45	3.97

図3 各土壌の硝酸化成能

表4 一番茶摘採時の土壌中の春肥窒素

土 壌	層 位	無 機 態 窒 素 (mg%)	酸 可 溶 性 窒 素 (%)	全 窒 素 (%)
黒ボク土壌	0 ~ 10	3.3 (0.93)	0.354 (0.08)	0.518 (0.07)
	10 ~ 20	3.8 (1.67)	0.311 (0.06)	0.489 (0.07)
	20 ~ 35	15.0 (3.29)	0.318 (0.07)	0.468 (0.18)
	35 ~ 50	21.2 (3.73)	0.310 (0.07)	0.484 (0.26)
シラス土壌	0 ~ 10	3.0 (0.71)	0.027 (0.22)	0.037 (0.22)
	10 ~ 20	1.3 (2.64)	0.024 (0.26)	0.029 (0.51)
	20 ~ 35	2.3 (2.43)	0.012 (0.34)	0.012 (0.87)
	35 ~ 50	2.8 (2.50)	0.003 (0.42)	0.008 (1.41)
安山岩質土壌	0 ~ 10	2.9 (0.61)	0.167 (0.14)	0.243 (0.13)
	10 ~ 20	3.2 (1.32)	0.119 (0.10)	0.142 (0.19)
	20 ~ 35	9.1 (2.55)	0.108 (0.10)	0.152 (0.24)
	35 ~ 50	9.5 (3.60)	0.142 (0.08)	0.218 (0.35)

() 内は ^{15}N atom % excess を示す。

各土壌とも全窒素および酸可溶性窒素は表層に多く下層に少ない傾向であった。無機態窒素は、黒ボク土壌および安山岩質土壌では下層ほど多く、シラス土壌では全層にわたって少なかった。¹¹N 分析結果から、施肥窒素の挙動についてみると、各土壌とも、春肥窒素が最下層の 50 cm まで流亡しているのが明らかに認められた。

3.4 茶樹による施肥窒素の吸収利用

茶葉中の全窒素含量および全窒素中に含まれる春肥窒素の ¹⁵N 寄与率を表 5 に示した。

これらの結果から、茶樹による施肥窒素の吸収利用について考察すると、各土壌とも春肥窒素の寄与率は一番茶が最も高く、二、三番茶と茶期を経るに従って減少した。落葉は、むしろ茶期を経るごとに高まる傾向であった。これらの結果は、すでに行った春肥窒素の吸収利用についての試験結果とよく似た傾向を示した。土壌間について比較すると、各茶葉中の寄与率は全般的にシラス土壌が高く、ついで安山岩質土壌、黒ボク土壌であった。特に、一番茶ではシラス土壌が最も高く、春肥窒素が速やかに吸収され、新葉へ転流したことを示すが、これは前記室内実験における硝化能および吸着能が低いことによることを示唆するものである。

茶樹による春肥窒素の吸収量および吸収率を算出して表 6 に示した。

これによると、春肥窒素は一番茶に最も多く利用され、ついで、二番茶あるいは落葉（1 年間）に吸収利用された。窒素の吸収利用率は、それぞれシラス土壌が 50%，安山岩質土壌が 43%，黒ボク土壌が 24% であった。これらの数値は、摘採葉および落葉中のものであり、茶樹の母体、すなわち、古葉、茎および根に含まれていると思われる春肥窒素量は考慮されていないので、実際の茶樹による吸収利用率はさらに高まるものと推定される。黒ボク土壌における吸収利用率は、これまでの黒ボク土壌を用いた試験結果と大差がなかった。これに対して、シラス土壌では著しく窒素の吸収利用率が高かった。

前述の室内実験から、土壌による施肥窒素の保持力のきわめて弱いシラス土壌で、このように茶樹による吸収利用率が高かったことは、茶樹の生育が旺盛になったことと、施肥窒素が茶樹に吸収利用され易い $\text{NH}_4\text{-N}$ として土壌中に長期間存在していたためによるものと推察される。

最後に、春肥窒素が翌年の一番茶および落葉に対する影響について調べた結果を表 7 に示した。

これによると、春肥窒素は量的には少ないが翌年の一番茶および落葉中にも明らかに認められ、これは、茶樹のような永年性作物における貯蔵養分の働きを示唆するものと思われる。

表 5 茶葉の全窒素含量と春肥窒素の寄与率 (%)

土 壌	一 番 茶	一番茶後 整 枝 葉	二 番 茶	三 番 茶	秋整枝葉	落 葉			
						春肥～ 一茶	一茶～ 二茶	二茶～ 三茶	三茶～ 春肥
黒 ボ ク 土 壌	5.79 (11.5)	4.05 (10.3)	4.53 (10.3)	3.66 (8.1)	3.42 (4.1)	2.46 (1.1)	2.75 (2.9)	2.72 (3.7)	2.03 (5.8)
シ ラ ス 土 壌	5.97 (18.6)	4.25 (17.1)	4.38 (14.1)	4.22 (10.1)	2.88 (2.9)	2.92 (2.4)	2.67 (4.9)	2.90 (5.4)	2.48 (7.9)
安 山 岩 質 土 壌	5.98 (15.5)	4.15 (14.2)	4.18 (11.2)	4.16 (8.7)	3.18 (4.1)	2.47 (2.0)	2.81 (4.3)	2.86 (5.9)	2.21 (7.6)

() 内は春肥窒素の寄与率を示す。

表 6 春 肥 窒 素 の 吸 収 利 用 (mg/N)

土 壌	一 番 茶	一番茶後 整 枝 葉	二 番 茶	三 番 茶	秋整枝葉	落 葉 (一年間)	合 計	吸 収 率 (%)
黒 ボ ク 土 壌	739 (25)	499 (17)	455 (15)	264 (9)	137 (5)	851 (29)	2945 (100%)	24.0
シ ラ ス 土 壌	1789 (29)	726 (12)	1390 (23)	601 (10)	305 (5)	1276 (21)	6087 (100%)	49.5
安 山 岩 質 土 壌	1507 (28)	616 (12)	1005 (19)	495 (9)	406 (8)	1265 (24)	5295 (100%)	43.1

() 内は各区の合計を 100 とした百分率を示す。

†1 前原三利，保科次雄：茶技協講要，Feb., 8 (1974)。

†2 前原三利，保科次雄：茶技協講要，Feb., 24 (1975)。

表7 翌年度の茶葉中の全窒素に対する
春肥窒素の寄与率 (%)

土 壤	一 番 茶 (昭53年)	落 葉 (昭53春肥～一茶)
黒 ボ ク 土 壤	3.9	5.7
シ ラ ス 土 壤	4.6	6.9
安山岩質土壤	5.2	6.8

4 要 約

南九州に存在する 代表的な 3 種の茶園土壌を用い、春肥窒素に ^{15}N 標識硫酸を使用し、茶樹による施肥窒素の吸収利用の差異について試験を行った。その結果の概要は次のとおりである。

1. 茶樹の生育は、定植後の初期は、シラス土壌の生育は悪かったが、次第に回復し、シラス土壌 $\geq$ 安山岩質土壌 $>$ 黒ボク土壌の順に良好であった。

2. 土壌の硝酸化成能は、安山岩質土壌 $>$ 黒ボク土壌 $>$ シラス土壌の順に高く、シラス土壌では施肥後 4 週間目においてもきわめて低かった。土壌による施肥窒素の吸着能は、アンモニアおよび硝酸の両形態の窒素とも安山岩質土壌 $>$ 黒ボク土壌 $>$ シラス土壌の順に高かった。

3. 一番茶摘採時における土壌中の春肥窒素は、各土壌とも 50 cm まで明らかに流亡しているのが認められた。

4. 茶樹による春肥窒素の吸収利用は、各土壌とも一番茶および二番茶に多く、また、1 年間の落葉中にも施肥窒素がかなり多く含まれていた。土壌の種類間では、シラス土壌が最も多く、ついで安山岩質土壌、黒ボク土壌であった。

シラス土壌において、茶樹による施肥窒素の吸収利用が最も高かったことは、施肥窒素がアンモニア態窒素として土壌中に長く存在していたことと、茶樹の生育が旺盛になったためと考えられた。

本試験は、茶樹第二研究室との共同研究によるもので、ご便宜を計って下された 茶樹第二研究室関谷室長に深く感謝の意を表する。

5 引 用 文 献

- 1) 三ツ井 稔, 原田重雄: 茶技研, No. 25, 47~51 (1961).
- 2) 熊沢喜久雄: *Radioisotope*, 21, 623~633 (1972).
- 3) 土壌養分測定法委員会編: 土壌養分分析法, 養賢堂 (東京), pp. 184~200, (1970).
- 4) STEWART, B.A., L.K. PORTER and D.D. JOHNSON: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 27, 302~304 (1963).
- 5) 土壌養分測定法委員会編: 土壌養分分析法, 養賢堂 (東京), pp. 177~178, (1970).
- 6) 石垣幸三: 茶技研, No. 42, 27~34 (1971).
- 7) 前原三利, 袴田勝弘: 九州農業研究, No. 34, 98~99 (1972).
- 8) 小西茂毅, 太田 充, 岩瀬文夫: 土肥誌, 49, 221~225 (1978).
- 9) 潮田常三: 土壌肥料全編, 養賢堂 (東京), pp. 631~647, (1958).

Summary

The utilization of the fertilized nitrogen in spring by tea plant was investigated using ^{15}N labeled ammonium sulfate for three kinds of tea soils different in nitrogen behavior in soil, "Kuroboku" (derived from volcanic ash, humic allophane soil), "Shirasu" (derived from volcaniclastic material, non-welded and pyroclastic formed soil) and a mineral soil (derived from andesite).

"Shirasu" had lower abilities of nitrification and nitrogen absorption, compared with the others. But the amount of the absorbed nitrogen by the tea plant cultured in "Shirasu" was most. From such a reason, it was considered that $\text{NH}_4\text{-N}$ absorbed easily by tea plant was found more abundantly in Shirasu, even in four weeks after fertilizing ammonium sulfate by means of the beaker experiment, and that the tea cultured in the soil grew more. (sept. 25, 1978)