

窒素施用量の違いが茶樹の生育と土壤化学性に及ぼす影響

岡田俊美・細川幸之助・葉柳清照・山本英記

Influences of nitrogenous fertilizer on tea plants
and chemical properties in the soil
Toshimi Okada, Konosuke Hosokawa, Kiyoteru Hayanagi
and Hideki Yamamoto

要 約

岡田俊美・細川幸之助・葉柳清照・山本英記(1990): 窒素施用量の違いが茶樹の生育

と土壤化学性に及ぼす影響. 徳島農試研報.(27): 59 ~ 66.

茶樹の生育・収量および土壤化学性と窒素施用量との関係を, 無窒素・窒素標準(N6kg/a)・窒素2倍量で検討した。土壤断面で土壤化学性・細根の分布を調査した。

無窒素では収量が半減したが, 収量が大きく低下したのは試験開始後3年目からであった。窒素を2倍量施用しても生育・1番茶葉中窒素含有率に差はなく, 収量はやや減少した。

窒素施用によって畦間土壤ではpHの低下・ECの上昇・塩基類の減少がみられたが, 株元近くの土壤ではその影響は少なかった。

細根は株元の方では少なく, 畦間や雨落ち部に多かった。窒素量が多くなると細根は増える傾向であったが, 2倍量施用では細根の分布域が深くなるとともに株元方向に寄り, 畦間では減少した。

はじめに

徳島県における茶の栽培面積は約500haあり, 中山間傾斜地農業の重要な作目となっている。茶樹は肥料の多施用に耐えやすいとされ, 葉中の窒素含有率を高めて品質向上を図るために, 窒素肥料の多施用が一般的に行われている。しかし過剰な施肥によって土壤pHの低下や塩基類の溶脱が引き起こされ, また肥料成分が直接的に根の濃度障害を起こして, 茶樹の生育や収量へ影響することが懸念される。

筆者ら⁵⁾は三要素肥料を多量に連年施用することによって, 土壤化学性や細根の分布が大きく影響を受け, 収量が低下することを認めている。しかしこの場合においては, 一般に行われていない圃場全体に施肥する全面施用の方法と慣行の畦間施用との比較のなかで, 三要素すべての量を増加して検討したものであった。

そこで慣行の畦間施用のもとで窒素肥料の量が茶の生育・収量と土壤化学性に及ぼす影響について検討したので報告する。

なお本報は農林水産省土壤保全対策事業の基準点調査で行った茶樹に関する試験の一部をとりまとめたものである。

試験方法

供試した圃場は農試池田分場(三好郡池田町シンヤマ)の北面緩傾斜地にある標高約240mの茶園である。茶樹は1971年定植(栽植密度180cm × 30cm)の品種 'やぶきた'を供試した。土壤は礫に富む和泉砂岩崩積土で, 下層はLicの強粘質土壤である。1969年に深さ60cm程度までブルドーザによる深耕整地を実施している。

試験は第1表のとおり, 無窒素区(NO), 窒素標準区(N6)および窒素2倍量区(N12)を設定し, 年間の窒素施用成分量を0, 6および12kg/aとした。窒素の分施割合は秋肥30%, 春肥30%および追肥(3回)40%とした。リン酸とカリは秋肥と春肥に50%ずつ施用した。苦土石灰は秋肥施用時に10kg/a施用

したが、1985年以降は20kg/aとした。処理は1区28.8m²の2反復で行った。

第1表 試験区の構成および施肥量

試験区	N				P ₂ O ₅			K ₂ O		
	合計	秋肥	春肥	追肥(3回)	合計	秋肥	春肥	合計	秋肥	春肥
無窒素区(N0)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	2.6	1.3	1.3
窒素標準区(N6)	6.0	1.8	1.8	2.4	2.0	1.0	1.0	2.6	1.3	1.3
窒素2倍量区(N12)	12.0	3.6	3.6	4.8	2.0	1.0	1.0	2.6	1.3	1.3

注) 単位: kg/a

肥料: 硫酸アンモニウム, 過リン酸石灰, 塩化加里(1987年春肥以降硫酸加里)

苦土石灰: 秋肥施用時に10kg/a(1985年以降20kg/a)

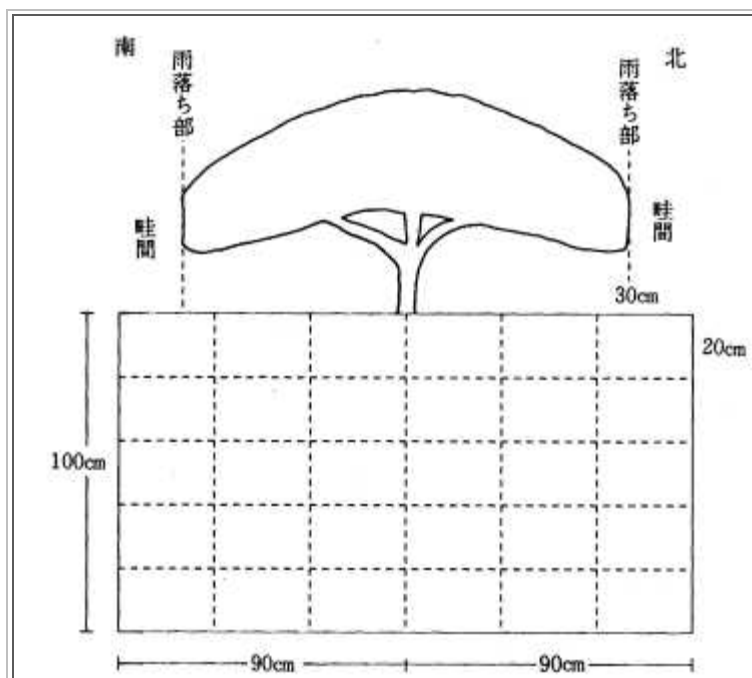
秋肥: 9月上中旬, 春肥: 3月下旬, 追肥: 5月下旬, 7月下旬, 8月中下旬

1区28.8m²の2連制

試験は1977年秋肥施用時から開始し、栽培は慣行どおり行った。1984年の1番茶摘採後に各試験区とも深さ20cm程度のせん枝を行った。

1978～1987年に1・2番茶の新芽の生育調査と機械摘採した生葉重を調査した。なお1984年には親子番茶を、1985年には3番茶をそれぞれ摘採したので、これらも収量に加えた。

土壌断面を1988年2月に、第1図のように茶株を中心として畦と直角方向に掘った。幅180cm・深さ100cmの断面を幅30cm・深さ20cmのブロックに分けて、直径2mm以下の細根の分布状況を調査するとともに、各ブロックから土壌を採取して土壌化学性の分析に供した。土壌化学性はpH(H₂O), pH(KCl), EC(1:2), 置換性CaO・MgO・K₂O, 可給態P₂O₅(トルオーグ法)を常法⁴⁾に準じて測定した。



第1図 土壌断面調査ブロック模式図

試験結果

1 生育および収量

新芽の30cm × 30cmの枠摘調査結果を1978～1987年の平均値で第2表に示した。無窒素区では1・2番茶とも芽長が短く、芽数・芽重が少なかった。また1番茶では出開度が大きかった。窒素2倍量区では窒素標準区との顕著な差は認められなかった。

第2表 枠摘生育調査

試験区		芽長 (cm)	1芽当り 葉数 (枚)	芽数 (本)	芽重 (g)	出開度 (%)
1 番 茶	N0	4.6	3.4	192	69.8	86
	N6	7.0	3.6	205	80.5	64
	N12	7.0	3.5	197	79.8	66
2 番 茶	N0	4.0	3.4	147	67.1	92
	N6	6.3	3.8	177	106.8	92
	N12	6.4	3.8	181	105.7	96

注) : 30cm × 30cm
1978 ~ 1987年の平均値

生葉の窒素含有率の平均値を第3表に示した。無窒素区では1・2番茶とも含有率が低かった。窒素2倍量区では2番茶の窒素含有率はやや高かったが、1番茶では窒素標準区とほぼ同じ含有率であった。

第3表 生葉の平均窒素含有率

試験区	1番茶			2番茶		
	T	N	変動係数	T	N	変動係数
N0	3.84		0.19	3.03		0.13
N6	4.67		0.11	3.34		0.11
N12	4.65		0.14	3.53		0.10

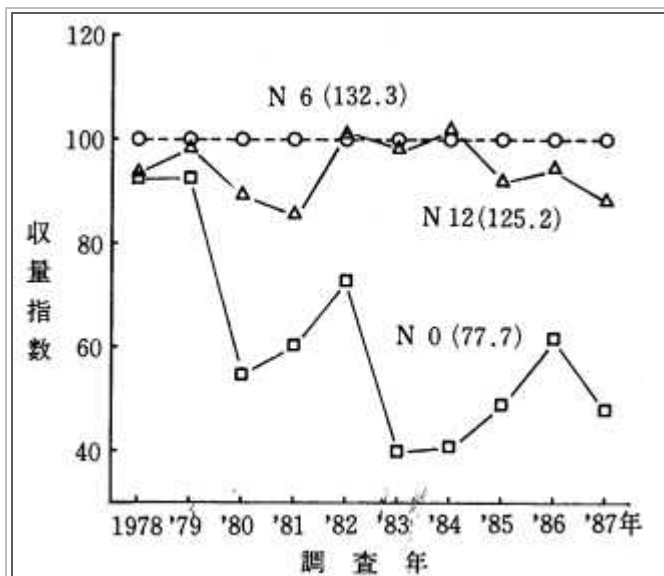
注) T N: 乾物当り%
1番茶: 1979 ~ 1987年平均
2番茶: 1978 ~ 1987年平均

断面調査時に掘り取った茶樹は、第4表に示したように窒素2倍量区の生育が窒素標準区よりもやや勝っていたが、無窒素区の生育は明らかに劣っていた。

第4表 茶株掘取り時生育調査

試験区	株張 (cm)	樹高 (cm)	地上部 生産 (kg/株)	幹径 (mm)
N0	139	58	2.06	37
N6	156	67	3.14	43
N12	163	69	3.22	44

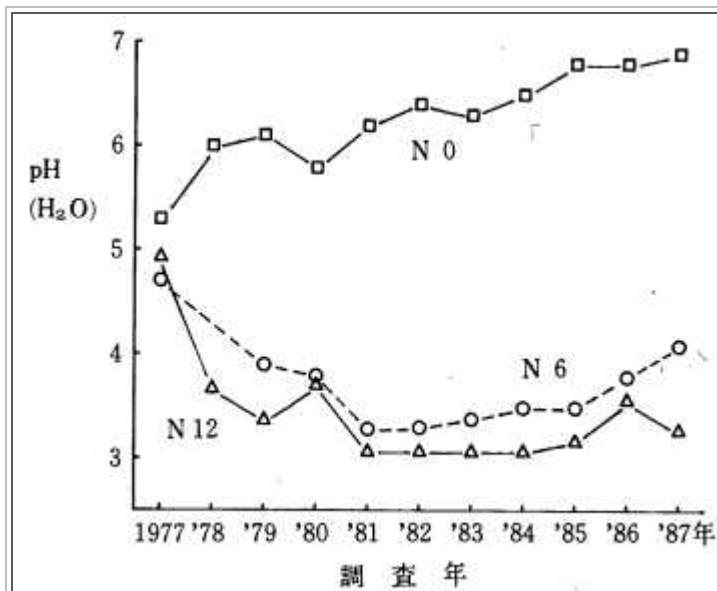
生葉収量について収量指数の変化を第2図に示した。無窒素区では調査3年目から収量は顕著に低下した。その後収量指数は40 ~ 70の範囲を変動し、生葉収量の平均は77.7kg/aとなった。窒素2倍量区は窒素標準区よりもやや少ない収量で推移した。平均収量は125.2kg/aとなり窒素標準区の収量132.3kg/aよりも約5%少なかった。



第2図 1番茶・2番茶生葉重の収量指数の変化
 注)窒素標準区(N6)を100とした指数
 ()内数値は平均収量(kg/a・年)

2 土壌調査

畦間の表層におけるpH(H₂O)の経時変化を第3図に示した。試験設定前のpH5前後から無窒素区では1987年の6.9までほぼ直線的に上昇し、窒素標準区と窒素2倍量区では試験設定後から1981年にかけて低下した後ほぼ一定で経過したが、1986～1987年にやや上昇した。窒素2倍量区は窒素標準区よりも常に低いpHであった。



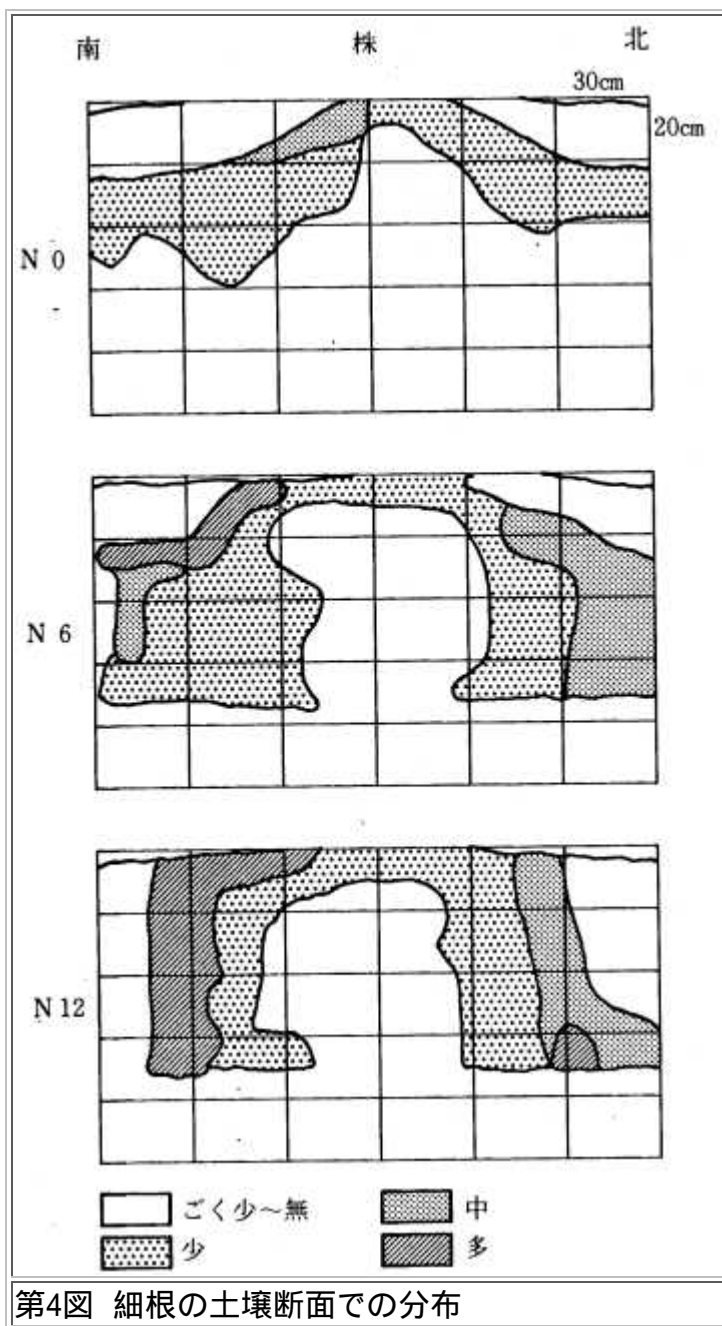
第3図 畦間土壌pH(H₂O)の変化
 注)秋肥施用前畦間作土

土壌断面には深耕の形跡がいずれの区でも明瞭に残っていた。その深さはおおむね60～70cmであったが、一部に40cmと浅いところや80cmほどの深いところもあった。

礫はいずれの試験区でも断面全体にわたって大・中・小礫が多く、深さ60cm程度以下の未深耕部分には巨礫も多かった。

土壌硬度は礫が多かったため、測定は困難であったが、深さ60cmないし70cm以下の未深耕部では山中式硬度計で25mmの部分もあり、表層や株元の下方では硬度は比較的良かった。

土壌断面での細根の分布は、断面中に礫が多かったので部分的には不均質な分布であったが、細根の分布を模式的に示せばおおむね第4図のようになった。

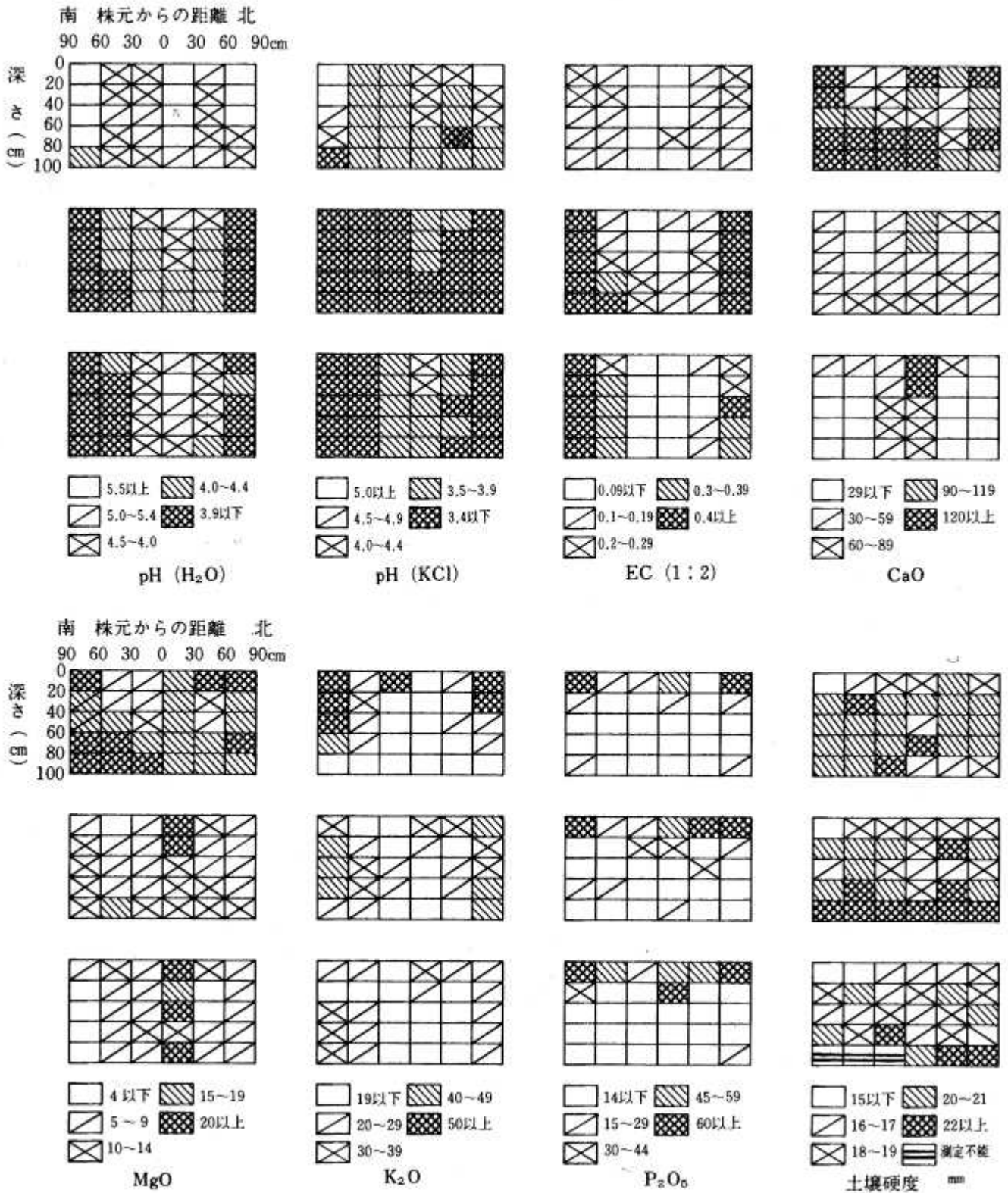


第4図 細根の土壤断面での分布

細根の分布を全般的にみれば、細根は畦間近くに多かったのに対し、株元の下方には少なく、深さ60~70cm以下の未深耕の土層にはほとんどなかった。また畦間では施肥ごとに耕耘する深さ20cmまでには細根は認められなかった。

無窒素区の細根の分布は深さ20cmから40~50cmまでと浅く、根の量は窒素施用区に比較して少なかった。窒素標準区の細根は畦間・雨落ち部周辺の深さ20~70cmに多く分布していた。それに対して窒素2倍量施用区の畦間では上層で減少し、北側の畦間では分布域が60~70cmと深くなり、南側の畦間では細根はほとんどなくなっていたが、雨落ち部から株元寄りにかけて多くなっていた。

土壤断面での化学性の分布状況を第5図に、株からの距離別平均値を第5表に、深さ別平均値と総平均値を第6表に示した。



注)EC:(mS/cm),CaO・MgO・K₂O:置換性(乾土100g当りmg),P₂O₅:トルオーグ法による有効態リン酸(乾土100g当りmg)

第5図 土壌断面における土壌化学性の分布

第5表 土壌化学性の株元からの距離別平均値

項 目	試験区	南 (上) 側			北 (下) 側		
		90 ~ 60	60 ~ 30	30 ~ 0cm	0 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 90cm
pH(H ₂ O)	N0	5.7	4.8	4.9	5.5	4.8	5.4

		N6	3.7	4.0	4.2	4.6	4.3	3.8
		N12	3.6	3.9	4.7	5.1	4.6	3.8
pH(KCl)		N0	4.6	3.7	3.6	4.0	3.6	4.3
		N6	3.1	3.2	3.3	3.5	3.4	3.2
		N12	3.0	3.3	3.6	3.9	3.5	3.1
EC(1:2)(mS/cm)		N0	0.20	0.16	0.06	0.10	0.11	0.17
		N6	0.48	0.28	0.14	0.09	0.15	0.48
		N12	0.56	0.31	0.06	0.04	0.10	0.31
置換性塩基	CaO (mg)	N0	137	95	94	111	77	136
		N6	40	36	47	80	51	40
		N12	24	30	55	105	33	21
	MgO (mg)	N0	20	15	12	17	14	19
		N6	10	8	8	16	11	8
		N12	5	6	8	21	6	5
	K ₂ O (mg)	N0	56	24	25	14	20	37
		N6	38	26	19	20	21	40
		N12	27	21	11	21	16	26
トルオーグ P ₂ O ₅ (mg)	N0	34	12	12	20	15	45	
	N6	22	11	15	21	27	48	
	N12	40	15	9	28	19	40	

注) 株元からの距離別平均値:縦方向5ブロックの平均値
置換性塩基,トルオーグP₂O₅は乾土100g当りである。

第6表 土壌化学性の深さ別の平均値および総平均値

項目	pH(H ₂ O)			pH(KCl)			EC(1:2) (mS/cm)			CaO(mg)			NgO(mg)			K ₂ O(mg)			トルオーグ P ₂ O ₅ (mg)			
	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	
試験区	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	N0	N6	N12	
深さ cm	0~20	5.5	4.3	4.3	4.4	3.3	3.4	0.14	0.22	0.22	112	57	64	15	10	11	48	29	24	68	67	76
	20~40	5.3	4.2	4.4	4.1	3.3	3.4	0.15	0.23	0.22	86	46	47	12	9	7	36	25	18	19	20	24
	40~60	5.4	4.0	4.3	4.1	3.2	3.4	0.12	0.29	0.23	89	38	39	15	9	8	30	29	22	9	13	7
	60~80	5.1	4.0	4.3	3.7	3.3	3.4	0.15	0.31	0.23	135	43	38	22	11	8	21	32	18	9	10	7
	80~100	4.7	4.0	4.1	3.5	3.3	3.3	0.12	0.30	0.25	120	61	36	19	13	9	12	23	20	10	10	11
総平均値	5.2	4.1	4.3	4.0	3.3	3.4	0.13	0.27	0.23	108	49	45	16	10	9	29	28	20	23	24	25	

注) 深さ別平均値:水平方向6ブロックの平均値
総平均値:30ブロックの平均値
置換性塩基,トルオーグP₂O₅は乾土100g当りである。

pH(H₂O)は株元付近が最も高く、畦間に近いほど、また深くなるほど低くなる傾向であった。ただし無窒素区では畦間で最も高く、ついで株元近くで高かった。窒素2倍量区の株元から南側へ90~30cmでは窒素標準区よりもpHは低かったが、その他のところでは同程度かやや高かった。断面全体の平均値は無窒素区が5.2と高く、窒素標準区は4.1で窒素2倍量区の4.3よりも低かった。

pH(KCl)の分布はpH(H₂O)の分布とほぼ同じ傾向であった。

ECは株元に近いところが低く畦間付近が高い傾向がいずれの試験区でも明瞭であった。窒素標準区と窒素2倍量区では深くなるほどECは高くなる傾向であった。全体の平均値は無窒素区で低く、窒素施用区で高かったが、窒素標準区が窒素2倍量区よりも高かった。

CaOはいずれの区でも株元から北側0～30cmの深さ40cm程度までに多い傾向であった。無窒素区では畦間や深さ60～100cmの層に多かった。窒素標準区ではCaO含有率は低いものの無窒素区と同じ分布傾向であった。窒素2倍量区では畦間・雨落ち部付近が非常に低い濃度であった。断面全体の平均値は無窒素区で他区の2倍以上のCaO含有率であった。

MgOはCaOと同じ傾向の分布を示していた。

K₂Oはいずれの区でも畦間・雨落ち部に多い傾向であり、無窒素区では深さ40cmまたは60cmまでに多かった。

P₂O₅は深さ0～20cm程度に集積していた。畦間近に多いが株元にも比較的多かった。

考 察

筆者ら⁵⁾は肥料(三要素)の多量連年施用の影響を、全面施用と慣行の畦間施用とを対比して検討し、多量施肥によって細根の分布は変化するとともに収量は減少すること、土壌化学性も大きく影響を受けることなどを認めている。本報ではリン酸・カリの施肥量を一定にして窒素施用量の違いが、生育・収量および土壌化学性に及ぼす影響について検討した。

畦間の表層(作土)のpHは、窒素を施用しない場合には試験の経過とともに上昇した。無窒素でも施用しているリン酸資材・カリ資材に含まれる硫酸イオン・塩素イオンによる塩基類の流亡が考えられる。実際に株元から30～60cmの土壌pHは株元に近い10～30cmの土壌に比べて低かったので、この可能性が推測される。しかし施肥の影響を直接受ける畦間では、土壌pHが上昇していたので、年間10kg/a施用した苦土石灰の効果はそれらの影響を上回っていたと考えられる。

一方窒素を施用した場合には、10kg/aの苦土石灰を施用しても畦間のpHは低下するとともに、塩基類はpHの低下に伴って大きく減少した。窒素を2倍量施用すると標準施用よりも、pHの低下・塩基の流亡の程度が大きかった。渡辺⁷⁾は茶樹のライシメータ試験で、塩基類溶脱への影響が大きいのは量的に多い硝酸イオンと硫酸イオンであり、硫酸施用による溶脱促進を述べている。本報では陰イオンを測定していないが、窒素施用に伴って硝酸イオン・硫酸イオンが塩基を溶脱し、2倍量施用によって溶脱がさらに促進するものと考えられる。

pHの低下・塩基の溶脱・ECの上昇などは畦間・雨落ち部周辺に限られ、株元付近の変化はほとんどないことが認められた。このことは本報での供試土壌である強粘質土壌においても、土壌水の移動は水平方向には少なく、垂直方向が大部分を占めていることを示していると考えられる。株元付近のpHが窒素標準量施用で2倍量施用よりも低くなり、そのために断面全体の平均値も標準量施用で低くなったのは、本試験における施肥の影響ではなく土壌管理の前歴が残っているためと思われる。

なお苦土石灰を20kg/aに増施すると、窒素の2倍量施用でも畦間の作土pHは若干上昇した。しかし下層では窒素施用量が多いほど、CaO含有量は少なくpHは低い傾向であった。この苦土石灰量の施用期間は短かったため、連年施用のpH上昇効果は明らかでなかった。茶園土壌の適正pHとされるpH4.0～5.0(畦間の表層20cm)²⁾に調整する場合の石灰資材施用量については、窒素施用量とともに下層の状況を加味した検討が必要であろう。

細根の分布については岡田ら⁶⁾が土壌断面の中央部で少なく株から離れたところに多いことを認め、青野ら¹⁾は樹齢を経るとともに細根は雨落ち部あるいは畦間に多くなることを認めている。本報でも水平方向にみれば細根の分布は、同じように株元に少なく畦間ないし雨落ち部に多い傾向であった。しかし垂直方向の分布では施肥量が多くなると、窒素2倍量区でみられたように細根の分布域が深くなり、著しい場合には畦間では細根がなくなるとともに分布域が株元の方に寄ることを認めた。中村・小川³⁾は畦間だけの調査であるが、窒素施用量の増加で細根は表層では減少して深さ15～45cmでは増加したと述べている。本報の場合には窒素2倍量施用の影響がさらに顕著に現われたものと考えられる。

しかしこのような細根のほとんどない場所に隣接して細根の多い領域があり、その一方で株元の下層のように施用した肥料の影響が少ないと考えられる場所では細根の分布はほとんどなかった。また筆者ら⁵⁾は肥料の全面施用では施用量が多いほど細根量が少なくなることを認めている。

これらのことから細根は施肥の影響があるところに伸長するが、肥料成分の高すぎる土層ではかえって死滅するという過程を繰り返した後、生育に適正な土層に細根の分布が決定されると考えられる。すなわち茶樹に対する施肥は畦間への局所施用であるため、土層によって施肥の影響の有無や影響の程度が異なり、それに応じて細根の分布域が変化していると考えられる。なお茶樹は肥料の多施用に耐えやすいとされているが、畦間施用という条件がこの要因のひとつになっていると推察さ

れる。

しかし窒素を2倍量施用しても、経済性の低い2番茶の窒素含有率が若干増加する傾向や細根量が増加する傾向がみられたものの、1番茶の窒素含有率は増加しないうえに収量は減少する傾向であった。茶の品質や収量は細根量の増加や土壌中成分に見合った細根の分布だけでは決まらないものと推察された。

pHとECの土壌断面中の分布は、深耕部分と未深耕部分であまり変化していなかった。これに対し細根の分布はこの境界で大きく異なっていた。これは細根の伸長が物理的に阻害されていることを示しており、根域を拡大するためには深耕等の土層改良が重要であると考えられた。

なお、本試験に供試した茶樹は試験開始時には定植後6年目であり、成木園に近い状況であった。この茶樹に無窒素処理を設定すると、収量が大きく低下したのは3年目になってからであった。また窒素の2倍量施用でも畦間表層のpHがほぼ定値の3.1まで下がったのは4年目であった。成木園において施肥量試験等を実施する場合には、このような生育反応の遅れや土壌変化の速度に留意する必要がある。

摘 要

茶樹の生育・収量および土壌化学性と窒素施用量との関連について、窒素施用量を無窒素・窒素標準(N6kg/a)・窒素2倍量に設定して検討した。

- 1 無窒素では収量品質とも低下した。収量が大きく低下したのは試験設定3年目以降であった。窒素を2倍量施用すると、2番茶の窒素含有率は増えたが、1番茶の窒素含有率は窒素標準と差はなく、総収量はやや減収となった。
- 2 窒素施用によって畦間土壌のpHは著しく低下し、EC上昇・塩基類の減少がみられたが、株元近くの土壌への影響は少なかった。
- 3 細根は株元の下方面では少なく、畦間や雨落ち部に多かった。窒素量が多くなると細根は増える傾向であったが、2倍量施用すると細根の分布域は深くなるとともに株元の方に寄る傾向となり、畦間では細根量が減少した。
- 4 以上のことから窒素施用によって細根の分布・土壌化学性は影響を受けるが、窒素2倍量施用では品質は向上に結び付かないことが明らかとなった。
- 5 なお根域拡大のためには深耕等の土壌物理性改良が重要なこと、成木園では施肥に対する生育反応が遅いことが示唆された。

引用文献

- 1) 青野英也・築瀬好充・田中静夫(1979):チャの根群の発育と管理条件の影響.茶技研,(56):10~19.
- 2) 小菅伸郎(1987):茶園土壌における適正pHについて.茶研報,(66)98~101.
- 3) 中村充・小川茂(1987):茶園土壌の物理性改善が茶樹の生育及び新芽の窒素含量におよぼす影響.静岡茶試研報,(13):61~70.
- 4) 農林水産省農蚕園芸局農産課編(1979):土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法,土壌保全調査事業全国協議会(東京):1~202.
- 5) 岡田俊美・細川幸之助・川口公男(1986):茶樹に対する肥料の多量施用が生育及び土壌に及ぼす影響.徳島農試研報,(23):23~31.
- 6) 岡田利承・金子武・大泰司誠(1981):茶園の土壌断面における植物寄生性センチュウ類の分布,茶技研,(60):17~26.
- 7) 渡部尚久(1987):茶園土壌における肥料成分の溶脱と茶樹の生育(第2報)各種成分の溶脱について.神奈川園試研報,(34):57~67.

