

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

岡田 俊美・細川 幸之助・川口 公男

Influences of excessive fertilizing on tea plants and soils

Toshimi OKADA, Kōnosuke Hosokawa and Kimio KAWAGUCHI

はじめに

徳島県における茶の栽培面積は約500haであり、茶は中山間農業の重要な作目のひとつとなっている。茶の品質は生葉中の窒素濃度との関連が大きいとされており、一般にその濃度を高めるために窒素肥料の多施用が行われている。本県における窒素施用基準量は1 a 当り 6 kg(県南では 8 kg)であるが、茶の品質が重視されるようになってからは、施用量が増加する傾向にあり10kgを超える例もみられる。

茶樹は肥料の多量施用に耐えやすいとされている。しかし一般に茶園土壌の化学性は普通畑よりも不良⁵⁾であり、肥料の過剰な施用によってそれがさらに劣悪化する恐れがある。また過剰な施肥は根に対して直接的に作用して濃度障害を引き起す可能性もあり、茶樹の生育や収量への影響が懸念される。そこで筆者らは茶樹に対する肥料の多量連年施用について検討した結果、生育、収量及び土壌の化学性などについて2、3の知見を得たので報告する。

試験方法

1 試験条件

供試圃場は三好郡池田町シンヤマにある農試池田分場茶園で、標高 230 m の北面緩傾斜地(傾斜角 3°)にある。1969年に深さ60cmまで深耕整地した圃場で、土壌は礫にやや富む和泉砂岩崩積土である。土壌の化学性等を第1表に示した。

茶樹の品種はやぶきたで、畦幅 180 cm、株間30 cmで東西方向の等高線上に栽植された茶樹を用いた。

第1表 土壌の化学性

	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	E.C (1:2)	P ₂ O ₅	CaO	MgO
			mS/cm	mg	mg	mg
表 層	5.0	4.1	0.26	27	87	36
下 層	5.5	4.2	0.22	5	112	30

1974年9月秋肥施行前、畦間から採取
P₂O₅、CaO及びMgOは乾土100g当り

試験は第2表に示したように、全面施用及び条まき施用の2施用方法と、標準量、2倍量及び4倍量の3施肥量を組み合わせて、1区43.2m²の1連制で行った。全面施用は試験区全面に肥料を散布し、枝葉上に残った肥料を直下に振り落した。条まき施用は慣行どおり雨落ち部に施用した。その後両施用方法とも畦間を中耕し、枝葉に付着した肥料を落とすためにスプリンクラで15mm程度の灌水を行った。

試験は1974年の二番茶収穫後に約5mmの深さにせん枝して茶株面をそろえた後、秋肥施用時から開始した。栽培管理は慣行どおりに行い、秋季には整枝を行い茶株面を整えた。

第2表 試験の構成及び施肥量

		秋 肥(9月)			追肥			合 計
		肥(3月)			(4・6・7月)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
全 面 施 用	標準量施肥	1.8	1.0	1.2	0.8	6.0	2.0	2.4
	2倍量施肥	3.6	2.0	2.4	1.6	12.0	4.0	4.8
	4倍量施肥	7.2	4.0	4.8	3.2	24.0	8.0	9.6
条 ま き 施 用	標準量施肥	1.8	1.0	1.2	0.8	6.0	2.0	2.4
	2倍量施肥	3.6	2.0	2.4	1.6	12.0	4.0	4.8
	4倍量施肥	7.2	4.0	4.8	3.2	24.0	8.0	9.6

肥料は硫酸アンモニア、熔成燐肥、塩化加里を用いた。
秋肥時に苦土石灰 10 kg/a 施用した。
1区 43.2 m² (7.2 m × 6 m) の1連制。

2 調査方法

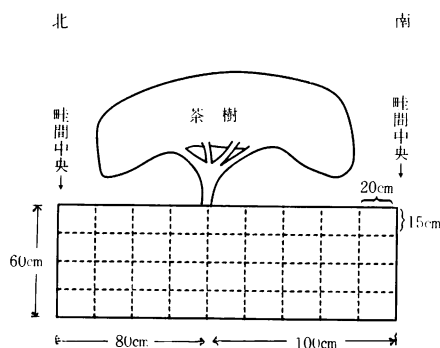
1975～1980年の1・2番茶の各茶期において、30cm×30cm枠内の新芽の生育と機械摘採した生葉重を調査した。整枝後の樹高と株張を調査し、葉中成分については1980年の1・2番茶の荒茶中全窒素及び粗タンニン含有率を調査した。

土壌断面を1980年11月に、第1図のように畦と直角方向に掘った。畦間中央を断面の両端としたため、株元は北側から80cmに位置した。断面を幅20cm、深さ15cmの36ブロックに分け、それぞれから土壌を採取し化学性の分析に供した。根量は各ブロックから10cm立方の土壌を採取し、その中の根を青野ら²⁾の方法により太根(径10mm以上)、中根(径3～9mm)及び細根(径2mm以下)に分けて調査した。断面調査時に掘り取った茶樹の生育についても調査した。

試験結果

1 生育及び収量

樹高及び株張の変化を第3表に示した。樹高の



第1図 土壌断面模式図

第3表 樹高及び株張の変化

処 理		樹 高(cm)			株 張(cm)		
		①	②	③/①	④	⑤	⑥/④
		1975年	1980年	×100	1975年	1980年	×100
全 面 施 用	標準量	54.6	81.0	148	107	137	129
	2倍量	56.5	76.2	135	104	137	132
	4倍量	56.9	75.5	133	117	139	119
条 ま き 施 用	標準量	59.3	80.8	136	118	141	120
	2倍量	60.5	76.5	126	120	144	120
	4倍量	61.7	77.3	125	122	144	118

1975年：1年目，1980年：6年目

伸び率は全面・条まきの両施用法とも、施用量の多い区が標準量区よりも小さかった。株張の増加率には顕著な差がなかった。

新芽の芽数及び芽重を第4表に示した。1年目では1・2番茶のいずれにおいても、両施用法ともに施用量の多い区ほど芽数と芽重は増加した。しかし条まき施用が全面施用よりも芽数・芽重ともに勝る傾向であった。6年目ではいずれの施用法においても、施用量の多い区ほど芽数・芽重ともに減少した。その減少率は2番茶よりも1番茶で大きかったが、施用法による差は認められなかった。

断面調査時に掘り取った茶樹については、第5表に示したように、条まき施用標準量区の枝重が重かったが、その他のものには顕著な差が認められなかった。

荒茶の全窒素と粗タンニンの含有率を第6表に示した。1番茶では全面施用が条まき施用よりも窒素含有率は高くタンニン含有率は低い傾向であったが、施肥量を多くした区で窒素含有率が増加

第4表 新芽の芽数及び芽重

処 理		一 番 茶		二 番 茶	
		芽 数 (本)		芽 重 (g)	
		1975年	1980年	1975年	1980年
全 面 施 用	標準量	150	205(100)	73	107(100)
	2倍量	153	184(90)	75	92(86)
	4倍量	156	147(72)	76	76(71)
条 ま き 施 用	標準量	170	201(100)	71	102(100)
	2倍量	178	178(89)	75	86(84)
	4倍量	186	149(74)	80	80(78)

30cm×30cmの枠摘み、() は標準量区に対する比
1975年：1年目，1980年：6年目

第5表 掘取茶株の生育量（2株平均）

処	理	葉 重 (g)	枝 重 (g)	着葉層さ 厚 (cm)	幹 直 径 (mm)
全 面 施 用	標 準 量	325	1480	18	33
	2 倍 量	240	1220	17	31
	4 倍 量	250	1350	16	30
条 ま き 施 用	標 準 量	282	1700	16	36
	2 倍 量	292	1390	14	36
	4 倍 量	280	1330	17	32

葉重・枝重は風乾重，着葉層厚さは茶株元の直上で測定。
1980年11月掘取り。

第6表 処理開始後6年目の荒茶の全窒素と粗タンニン含有率

処 理		一番茶 (%)		二番茶 (%)	
		全窒素	粗タンニン	全窒素	粗タンニン
全 面 施 用	標 準 量	5.49	13.5	4.48	14.5
	2 倍 量	5.55	12.8	4.51	14.0
	4 倍 量	5.40	13.0	4.82	13.9
条 ま き 施 用	標 準 量	5.32	14.1	4.20	13.7
	2 倍 量	5.21	14.3	4.29	14.2
	4 倍 量	4.98	14.4	4.50	13.7

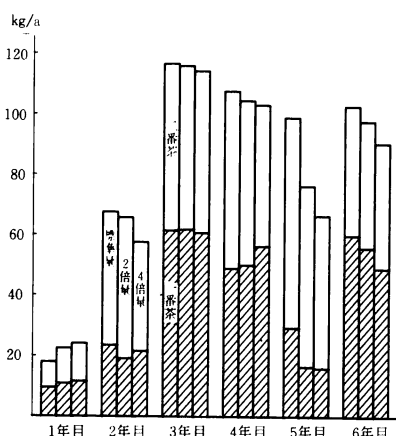
する傾向にはならなかった。二番茶の窒素含有率は両施用法とも4倍量施用区が高く，また全面施用が条まきよりも全般に高かった。

生葉収量を全面施用・条まき施用のそれぞれについて，第2図及び第3図に示した。2年目及び5年目の一番茶は霜害を受けたため，いずれの処理区においても大きく減収した。

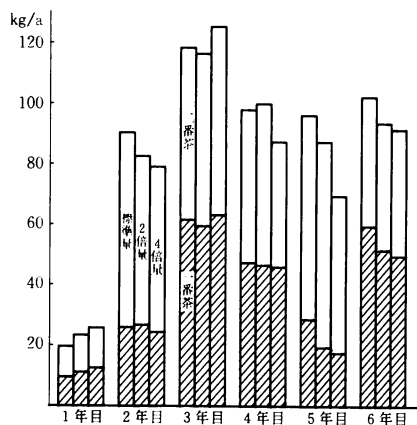
全面施用においては，1年目では施肥量の多い区ほど一・二番茶ともに収量は増加した。その後4年目までは一番茶の収量と施肥量との関連は明瞭でなかったが，5年目以降は施肥量の多い区ほど一番茶は減収した。一方，2年目以降の一・二番茶総収量は施肥量の多い区ほど明らかに低下した。特に5年目以降はその傾向が顕著であった。

条まき施用における収量も全面施用とほぼ同じ傾向で変遷した。しかし3年目及び4年目での一・二番茶総収量は，施肥量との関連は明瞭でなく，全面施用とは異なった傾向であった。

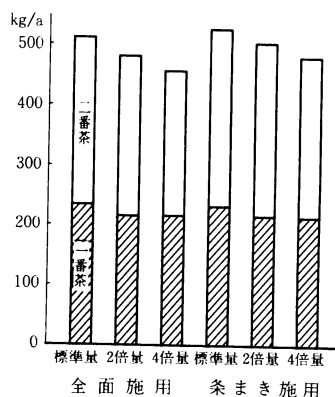
6年間の総収量を第4図に示した。一番茶においては2倍量及び4倍量施用区ともほぼ同じよう



第2図 全面施用における茶生葉収量の変遷



第3図 条まき施用における茶生葉収量の変遷



第4図 6年間の総生葉重

に減収したが、いずれの施肥量区においても施肥法による収量差はなかった。一方、二番茶では施肥量の多い区ほど明らかに減収し、いずれの施肥量区でも全面施肥が条まき施用よりも減収した。

2 土壌断面調査

土壌断面における土壌化学性、根重などの平均値を第7表に、それらの分布を第5図に示した。

pH(H₂O)の平均値は両施肥法とも施肥量の多

い区ほど低下し、全面施肥が条まき施用よりも大きく低下した。低pH域の分布は、全面施肥では施肥量の多い区ほど広がっており、しかも断面の上層から下層へと拡大する傾向であった。条まき施用における低pH域は畦間付近に集中しており、株元付近のpHは施肥量の多い区でもほとんど低下せず、畦間付近よりも常に高かった。畦間付近のpHは施肥量の多い区ほど大きく低下した。

第7表 土壌断面36ブロックの平均値

処 理	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	EC (1 : 2) (mS/cm)	Y ₁	全炭素 (%)	全窒素 (%)	トルオ ーグ 酸 (mg)	置 換 性 塩 基			根 量 及 び 礫 含 量				
								CaO (mg)	MgO (mg)	K ₂ O (mg)	太根 (g)	中根 (g)	細根 (g)	礫含量 (%)	
全 面 施 用	標準量	4.5	3.6	0.33	17	1.05	0.099	19	47	10	31	0.66	0.46	0.83	25
	2 倍量	4.2	3.5	0.24	21	0.97	0.088	21	30	4	26	0.63	0.45	0.84	16
	4 倍量	3.8	3.2	0.32	23	0.81	0.080	27	20	3	23	1.86	0.64	1.01	8
条 ま き 施 用	標準量	4.5	3.5	0.19	18	0.79	0.075	14	34	5	23	1.00	1.00	1.45	19
	2 倍量	4.3	3.3	0.23	22	0.86	0.087	19	27	4	22	0.24	0.95	1.00	31
	4 倍量	4.2	3.4	0.28	32	0.82	0.081	30	39	6	29	2.27	1.32	0.99	30

トルオーグ磷酸・置換性塩基は乾土100g当り、根は10cm×10cm×10cmの土塊内の根の風乾重、礫含量は根調査土壌内の重量比

ECの平均値は、条まき施用では施肥量の多い区ほど高くなったが、全面施用ではそのような傾向にはならず標準量及び4倍量区が高かった。高いEC域は条まき施用では畦間付近に集中しており、施肥量の多い区ほど畦間下層に広がっていた。全面施用でも畦間付近に高いEC域があったが、条まき施用とは異なり株元付近でもECが高い傾向であった。

石灰・苦土・カリの平均値はいずれも同じ傾向であり、全面施用では施肥量の多い区ほど含有量が低下し、条まき施用では4倍量区が標準量区より多く、2倍量区が最も少なかった。全面施用におけるこれら塩基類の分布は、標準量区では30～60cmの下層全般と畦間付近の上層に高含量域が多い傾向であったのに対して、施肥量の多い区では下層での含有量が明らかに低下した。また0～15cmの層での石灰及び苦土の含有量は、施肥量の多い区でも低下しなかったが、カリはほぼ全層にわたって低下した。条まき施用における石灰及び苦土は、畦間付近の0～15cmの層と株元付近に多い傾向であったが、カリは畦間の0～15cmと45～60cmの層に多かった。

リン酸の平均値は、両施肥法とも施肥量の多い区ほど高かった。土壌断面での分布は、全面施用

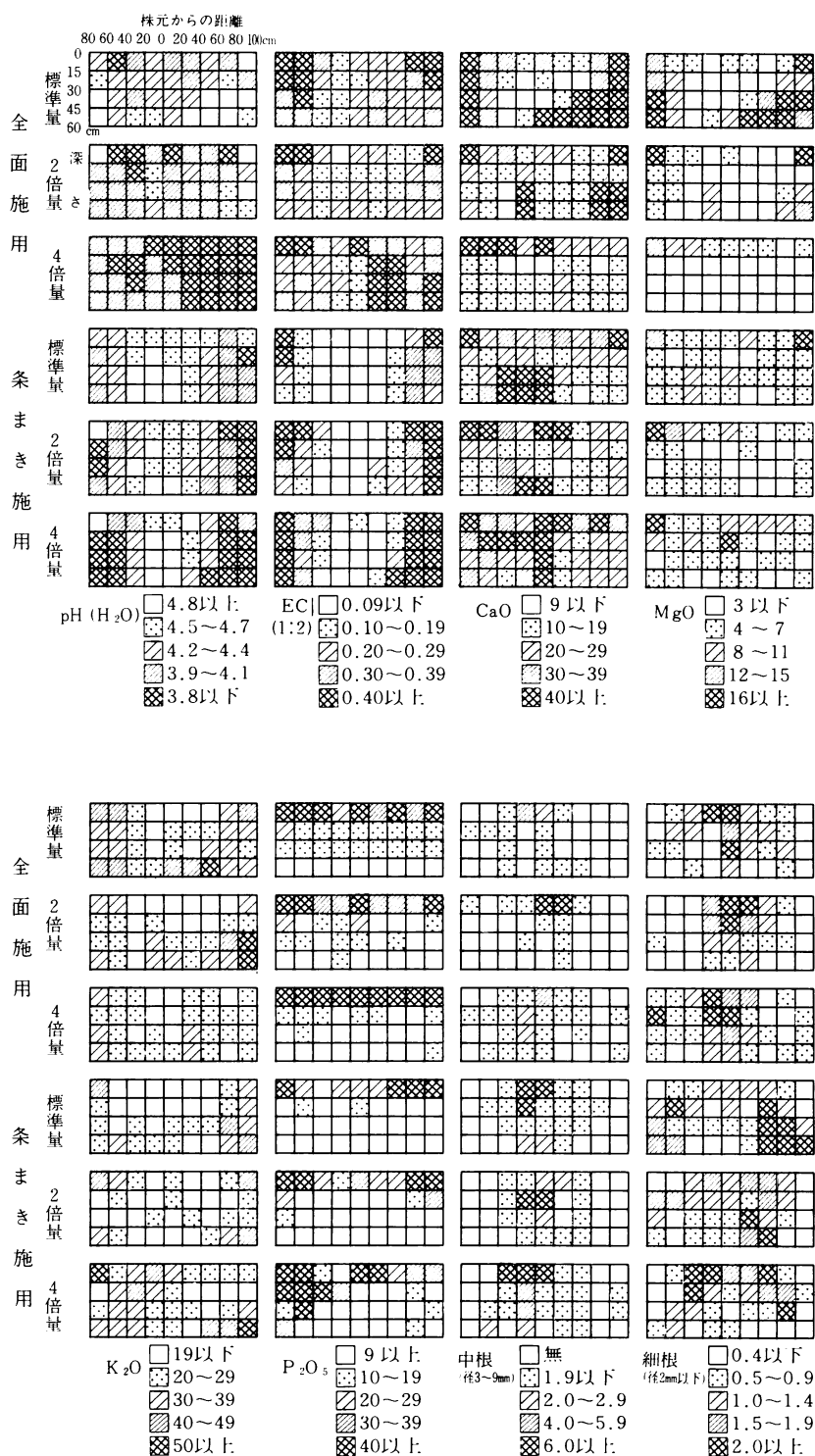
では0～15cmの層だけが高含有量域であったが、条まき施用では畦間付近と株元の0～15cmの層で高く、施肥量の多い区ほど高含有量域は畦間下層に拡大した。

根量は太根では施肥法及び施肥量との関連はなかったが、中根及び細根の量は条まき施用が全面施用よりも多かった。また細根量は施肥量の多い区ほど全面施用では増加したが、条まき施用では減少した。中根の分布は施肥法及び施肥量との関連はなく、株元を中心として分布していた。

細根の分布は全面施用では株元付近の上層に多かったが、4倍量区においては畦間付近にもやや多く分布した。一方、条まき施用の標準量区においては、細根は畦間付近の30～60cmの層に明らかに多く分布しており、株元付近では少なかった。施肥量の多い区ほど畦間下層の細根が減少して株元寄りの上層に分布する傾向であった。

細根量とpH及びECとの関連をみるため、それらの相関係数を求めて第8表に示した。細根量とpHの間には、両施肥法の標準量区で有意な負の相関関係があった。細根量とECの間には、全面施用4倍量区、条まき施用2及び4倍量区で有意な負の相関関係があった。

pH及びECと塩基類との相関係数を第9表に



EC: (mS/cm), CaO・MgO・K₂O: 置換性(乾土100g当りmg), P₂O₅: トルオグ法による有効態リン酸(乾土100g当りmg)
中根・細根: 断面各ブロックの10cm×10cm・10cm土塊中の風乾根量(g)

第5図 土壌断面における土壌化学性及び根の分布

第8表 細根量と pH・EC の相関係数

処 理	pH(H ₂ O)	EC
全 標 準 量	-0.376*	-0.256
面 2 倍 量	0.142	-0.234
施 4 倍 量	0.314	-0.477**
条 標 準 量	-0.434**	0.150
ま 2 倍 量	0.164	-0.391*
き 4 倍 量	0.117	-0.390*
施 用		

試料数：36 *，**：それぞれ 5，1 % の水準で有意

第9表 pH・EC と塩基類との相関係数

処 理	項 目	EC	CaO	MgO	K ₂ O
全 面 施 用	pH(H ₂ O)	-0.006	0.796***	0.810***	0.622***
	EC		0.356***	0.332***	0.462***
条 ま き 施 用	pH(H ₂ O)	-0.686***	0.474***	0.360***	-0.206**
	EC		0.196	0.264**	0.477***

試料数：108 **，***：それぞれ 1，0.1% の水準で有意

考 察

茶園土壌の pH は一般に低く、石垣ら⁴⁾が認めたように健全な園でも 4 以下になっている場合がある。本報の標準量施肥でも pH が 3.8 以下になる土層があった。2 倍量を施肥するとそのような土層が増え、さらに 4 倍量施肥となると全面施用では土壌断面の約 60% の土層が、条まき施用では畦間付近の大部分の土層が、それぞれ 3.8 以下の極めて低い pH になっていた。このような低い pH について小菅⁶⁾は、過剰施肥による硫酸イオン、塩素イオン、硝酸イオンなどの蓄積が原因であると述べている。なお低い pH での硝酸化成は少ないとされるが、中西・柳井⁷⁾も認めたように pH が 4 前後の茶園土壌でも硝酸イオンは蓄積するとされている。

本報の条まき施用では、pH と石灰及び苦土との間にそれぞれ正の相関があった。施肥量を多くすると施肥位置である畦間付近の EC は高くなり、しかも pH と EC との間に負の相関があった。硫酸イオンなどが蓄積すれば EC が高くなると考えられる。これらのことから条まき施用における畦間付近での著しい pH の低下は、塩基類の溶脱と肥料からの硫酸イオンなどの蓄積によるものと推察された。

示した。全面施用では pH 及び EC とともに、塩基類との間に有意な正の相関関係があった。条まき施用では pH と EC 及びカリとの間に有意な負の相関関係があり、pH と石灰及び苦土との間に、また EC と苦土及びカリとの間に、それぞれ有意な正の相関関係があった。

一方、全面施用においては pH と EC の間に相関はなく、pH と塩基類との間に強い正の相関があった。また石灰などの分布でみられたように、多量施肥によって下層の塩基類が溶脱するのは明らかであった。このことから全面施用での pH 低下の要因は主として塩基類の溶脱であり、条まき施用とはやや異なると考えられた。

土壌の化学性は上述の pH を含めて、条まき施用では畦間付近の土層で変化し、全面施用では株元から畦間までの全体の土層にわたって変化する傾向であった。また施肥量を多くすると、pH の低下、EC の上昇及び塩基類の溶脱などが一層著しくなり、土壌の化学性が悪化することが認められた。このような土壌化学性の変化は施用法の違いや多量施肥の影響をよく反映しているものと考えられた。さらにこれらの変化は、根の分布や養分吸収に影響を及ぼすものと考えられる。

条まき施用における細根は、畦間下層に多く分布するものが、施肥量を多くすると畦間付近では減少して株元寄りの上層に分布し、細根の総量は減少した。細根量と pH との相関から標準量施用区では、pH の低いところほど細根は多く分布していたのに対し、細根量と EC との相関にみられたように、施肥量を多くすると EC の高い土層では細根量が少なかった。これらのことから多量施肥

によって細根の分布が影響を受けるのは明らかであった。しかし施肥の影響の及ぶ範囲は畦間付近に限られているため、条まき施用では細根は肥料成分濃度が適当な土層に発達し、ある程度の多量施肥にも耐え得るようになっていいると考えられる。

全面施用における細根は、いずれの施肥量でも株元寄りの上層に多く分布しており、中根量と細根量の条まき施用よりも少なかった。このことから、根にとっては条まき施用よりも全面施用の方が不利であり、また中根量の違いは生育の初期から施肥の影響を受けていたことを示すものと考えられた。さらに青木・鳥屋尾¹⁾が過剰施肥による細根の呼吸低下を報告しているように、全面施用では細根の呼吸や養分吸収などの面で、条まき施用よりも一層不利な状況にあると推察される。なお4倍量区の細根総量が標準量区よりも多かったが、これは多量施肥によって細根量が増加したとするのではなく、ECとの間に負の相関があったことからECの低い土層に多くの細根が分布したと考えるのが妥当であろう。

なお根群の分布に関して青野ら²⁾は、細根は生育初期には株元寄りに分布するが、8年生以降では雨落ち部ないしは畦間に多くなるとし、深層ほど少ないと報告している。本報の根量は定植後10年目に調査しているが、慣行施用法である条まき施用では青野らの報告とは異なった分布であった。このような相違は、供試品種が同じやぶきたであることから、土性、透水性、有効土層の厚さなどの違いに起因するものと思われた。

以上のように多量施用によって土壌化学性が悪化し、さらに細根がそれらの影響を受けていたので、多量施肥は茶樹の生育や収量にも影響を及ぼすと考えられる。

樹高や新芽の生育は、多量施肥によって劣る傾向であった。また6年間の総収量は、施肥量を多くするに伴い明らかに低下した。このように多量施肥は生育や収量にも影響を及ぼすことが明らかであった。ところが1年目は施肥量を多くすると収量は増加した。その後は多量施肥で減収傾向にあったものの増収する場合があり、減収傾向が明瞭になったのは5年目以降になってからであった。

石垣³⁾は2年生苗を用いた培養液による砂耕栽培で、1年目は窒素濃度の増加に伴い生育が良好

となるが、翌年には濃度障害が出たと報告している。本報とは試験条件が異なり障害が出るまでの期間に長短はあるものの、生育が促進された後過剰障害が出るという経過は一致した。

全面施用における一・二番茶の収量は、施肥量を多くすると2年目以降常に減収となったが、条まき施用では2～4年目の間には一番茶または二番茶で施肥量と収量の間に一定の傾向はなかった。また6年間の総収量はいずれの施肥量でも、条まき施用が全面施用よりも多かった。これらのことは全面施用が条まき施用よりも施肥の影響を受けやすいことを示しており、これは細根の分布状況の違いに起因するものと考えられた。

以上のように肥料の多量施用によって減収するのは明らかであり、この要因は多量施肥による土壌化学性の悪化とそれに伴う細根の分布の変化であると推察された。

摘 要

茶樹に対して全面施用と条まき施用(慣行)の2施用法と標準量(窒素6.0, リン酸2.0, カリ2.4 kg/a), 2倍量及び4倍量の3施肥量を組み合わせて6年間の肥料連用試験を行った。

- 1 多量施肥によって生育は抑制され、6年間の総収量は低下した。多量施肥によって1年目は増収し、その後は増収する場合もあったが減収傾向となり、5年目以降では明らかに減収した。全面施用が条まき施用より施肥の影響を受けやすい傾向であった。
- 2 土壌の化学性は施肥量が多いほどpHの低下、ECの上昇、塩基類の溶脱などが激しかった。全面施用では株元から畦間までの土層がほぼ一様に、条まき施用では畦間付近の土層が、それぞれ施肥の影響を受けていた。
- 3 細根(径2mm以下)は条まき施用では畦間付近の下層に多く分布したが、多量施用によって分布域は株元寄りの上層に移り、細根の総量は減少した。全面施用では株元近くの上層に多く分布した。
- 4 以上のことから多量施肥による土壌化学性の悪化が、細根の分布や養分吸収に影響を及ぼしたため、多量施肥によって収量が低下したと考えられた。

引用文献

- 1) 青木智・鳥屋尾忠之(1983)：強せん枝による茶樹細根の呼吸低下—立枯症との関連について．茶研報，(58)：1～6.
- 2) 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.
- 3) 石垣幸三(1971)：茶樹の生育に対するアンモニア態窒素と硝酸態窒素の比較（第1報）窒素濃度の影響．茶技研，(42)：27～34.
- 4) ———・平峯重郎・池ヶ谷賢次郎・高柳博次(1977)：本邦主要茶産地における茶樹の各種異常症状の実態と微量金属元素との関係．茶試研報，(13)：1～51.
- 5) 河合惣吾(1964)：茶園土壌の特性について（第8報）窒素に関する諸性質．茶研報，(22)：63～71.
- 6) 小菅伸郎(1982)：茶園土壌のpHをめぐる諸問題．茶技研，(62)：1～7.
- 7) 中西敏雄・柳井利夫(1976)：茶園土壌における無機態窒素の動向およびその濃度と収量の関係について．高知農林技研報，(8)：49～59.