

多肥栽培茶園における減肥方法*

池田敏久

Method of Reducing Manure in the Heavily Manured Tea Fields.

Toshihisa IKEDA

緒言

三重県北勢地方では「かぶせ茶」栽培や、品種の導入など、常々品質の向上を追及してきたが、1965年頃から急激に多量窒素施用による品質向上が進み、200kg/10aも決して珍しくはなくなった。当初はそれ相応に収益をあげていたが、1970年以降、肥料費の伸びも著しく(図-1)第一次生産費の30%以上も占めるに至った。また高品質をうたって高騰していった茶価も次第に伸び悩んだ。

このことは、農業経営、省資源あるいは環境汚染防止の上からも、早急に対策を講ずる必要があった。

1981年から1985年まで「生理障害茶園における阻害要

因解析と回復に関する研究」**により「茶園の樹勢回復試験」に分けて調査研究を進めてきた。

筆者は対策として、品質と収量を低下させずに減肥する方法を現地圃場で検索してきたが、一時的な品質低下でもよければ隔畦間に段階的に減肥する方法があった。しかし品質、収量の低下をさせずに減肥する方法を検討した結果、樹冠下へ超緩効性肥料を施用する方法により効果を上げることができた。

そこで、多肥栽培茶園における減肥の一手法として、品質、収量あるいは土壌への影響などを検討したので概要を報告する。

材料及び方法

供試圃場は、四日市市水沢町のやぶきた10年生の成木園を使った。栽培方法は遮光率87%のポリプロピレン製の資材を用いて、一番茶、二番茶とも2~3週間程度、直掛け被覆による栽培を行った。試験圃場は腐植に富んだ崩積土壌で、土壌断面は表-1に示した。また処理前土壌の化学性は表-2に示したとおりである。対照区とする慣行施肥の内容は表-3に示したとおりである。試験規模は1区44.8㎡2反復処理とした。

1 隔畦段階的減肥試験の構成

試験処理方法は図-2に、また施肥内容は表-4に示したとおりである。

2 緩効性肥料利用減肥試験の構成

1981年9月から1983年8月までは緩効性肥料(これから緩肥と略す)として樹脂被膜肥料を畦間に深耕かくはん処理したが、1983年9月以降はI B固形肥料を樹冠下表面に投入する方法をとった。試験処理方法は図-3に、また施肥内容は表-5に示したとおりである。

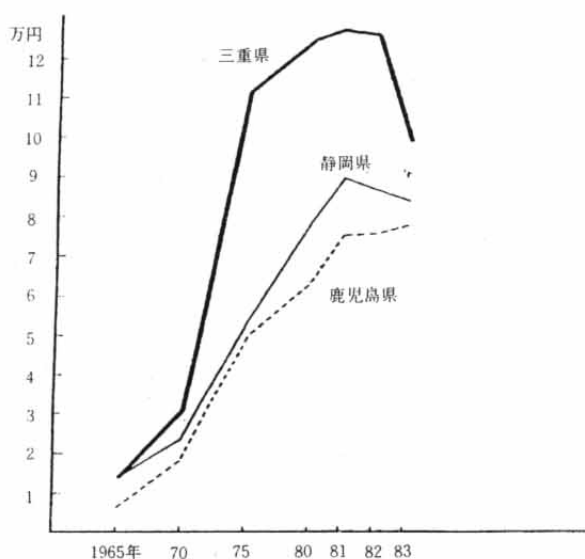


図-1 茶園10a当たりの肥料費の推移
(三重農水統計年報より)

* この報告の一部は茶業技術研究会講演会(1986年11月)で発表した。 ** 農水省総合助成試験補助金により行われた。

表-1 試験圃場の土壌断面

採土位置	層界 _{cm}	色	土性	腐植	班紋結核	グラビ層	礫	構造	ち密度	可塑性	植物根の分布 ^a
畦間部	0~11	2.5YR $\frac{2}{1}$	SL	4~5	なし	なし	大角礫4	なし	10	1~2	0 } (腐) } 細根のみ
	11~24	10YR $\frac{3}{1}$	L	3	"	"	"	粒状3	14	2	
	24~41	10YR $\frac{7}{1}$	L	2	"	"	"	" 2	15	2	
	41~	2.5Y $\frac{3}{1}$	L	1	"	"	"	なし	13	2	
雨落ち部	0~6	5YR $\frac{3}{1}$	SL	4				団粒状3	1		0
	6~18	5YR $\frac{3}{1}$	L	4				" 3	4		4 細根
	18~42	10YR $\frac{3}{1}$	L	3				粒状2~3	14		2 細~中根
	42~	2.5Y $\frac{3}{1}$	L	2~3				" 2~3	10		1

a 0:なし 1:あり 2:含む 3:富む 4:すこぶる富む (昭和56年 三重農技セ 土肥研成績書より)

表-2 処理前土壌の化学性

(採土 1981年8月28日 0~20cm)

区	PH		EC ^a ms	T-N %	NH ₄ N ^b mg/100g	NO ₃ N ^b mg/100g	トルオーグ P ₂ O ₅ mg/100g	CEC me/100g	ex mg/100g			T-C %	含水比 ^b %
	H ₂ O	Kcl							K ₂ O	CaO	MgO		
対照区 (慣行)	3.55	3.20	0.46	1.30	4.82	2.79	184	44.2	1.85	8.33	1.84	10.8	46.1
隔畦段階的減肥区	3.60	3.15	0.33	1.15	4.06	3.07	208	41.6	1.74	6.25	1.38	10.3	49.0
緩肥利用減肥区	3.55	3.20	0.40	1.25	5.43	2.85	228	44.0	2.02	7.78	1.84	11.5	44.7

a 土:水=1:5

b 採土時(未風乾土) その他は風乾土の測定値

表-3 慣行施肥の内容

(10a 当り) kg)

施肥期	1982年度 (1981年9月~1982年8月)		1983年度		1984年度以降	
秋	種 粕	400	配 合 (5.5-8.5-5.5)	200	配 合 (7-7-5)	300
	ティアップ	100	種 粕	300	種 粕	350
	肉 粕	170	硫 加	20		
	種 粕	450	種 粕	200		
春	配 合 (5.5-6-5.5)	120	配 合 (5.5-6-5.5)	450	配 合 (5.5-6-5.5)	450
	味 緑	100	味 緑	80	味 緑	80
	若 緑	80	若 緑	80	若 緑	80
	若 芽	60	若 緑	80	若 緑	80
	硫 安	60	硫 安	60	硫 安	60
	味 緑	100	若 緑	100	若 緑	100
一番茶後	若 芽	60	硫 安	60	硫 安	60
	硫 安	40	硫 安	60	硫 安	60
	秀 緑	70	味 緑	100	味 緑	100
二番茶後	苦土石灰	120	苦土石灰	120	苦土石灰	120

- 隔畦段階的減肥区**
- 1 回目処理(1981年 9月)
- A…処理時間 畦間
 苦土石灰 (土壌緩衝曲線より
 PH 5 ~ 5.5 の範囲に改良)
 堆肥を処理面積10 a 当り 5 t
 投入し、深耕かくはん
- B…慣行畦間
 苦土石灰 120kg/10 a
 堆肥を処理面積10 a 当り 1.6 t
 投入し、耕うん
- 2 回目処理(1983年 9月)
- A…1981年処理畦間
 1 回目のBと同じ処理
- B…1983年処理畦間
 1 回目のAと同じ処理

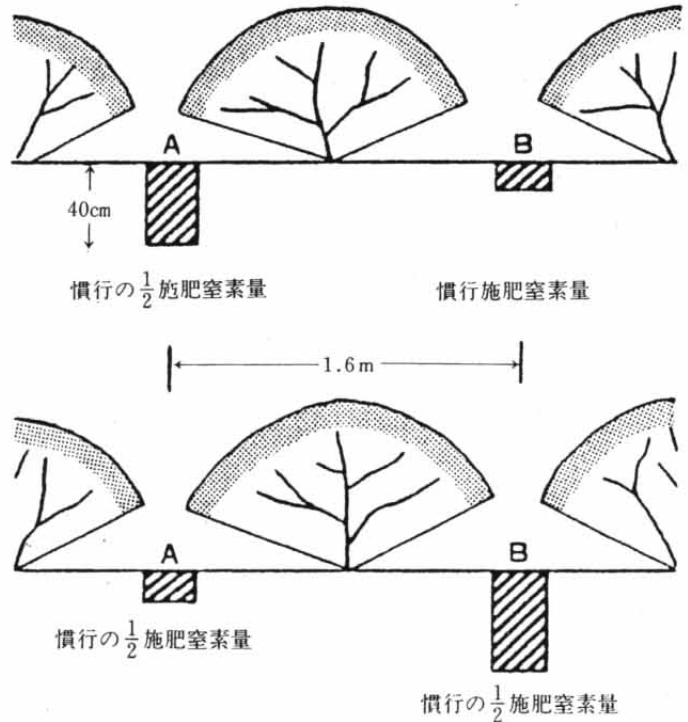


図-2 隔畦段階的減肥試験の処理内容

- 緩肥利用減肥区**
- 1 回目処理(1981年 9月)
- A…1 試験と同様の処理をし、さらに、超緩効性の樹脂被膜肥料 (ロング360^a) を試験面積当り 25kg N/10 a の割合で、2 年分(50kg N/10a)を同時に投入した。
- B…1 試験 B と同様
- 2 回目処理(1983年 9月)
- A…1 試験と同様
- B…1 試験と同様の処理をし、1 回目処理のAと同様樹脂被膜肥料を試験面積当り12.5kg N/10 a の2年分(25kg N/10a)を同時に投入した。
- C…超緩効性の1 B 固形肥料 (ウッドエース^b) で試験面積当り12.5kg N/10aの2年分(25kg N/10a)を樹冠下の表面に投入。
- 1985年 9月に1 B 固形肥料(25kg N/10a)+苦土石灰150kgの樹冠下施用のみ行った。
- a ロング360 (13-3-11)
 b ウッドエース (23-2-0)

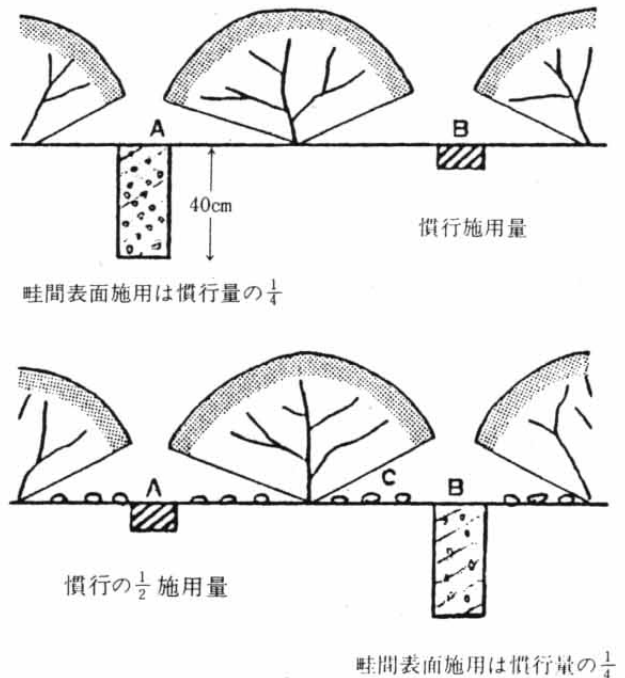


図-3 緩肥利用減肥試験の処理内容

表-4 隔畦の段階的減肥試験の施肥内容

(10a 当り) kg)

区		1981年9月	1982年9月	1983年9月	1984年9月	1985年9月	1986年9月
対照区 (慣行)	N	183	188	186	186	186	186
	P ₂ O ₅	71	84	78	78	78	78
	K ₂ O	60	90	76	76	76	76
隔畦段階的 減肥区	N	137	141	93	93	93	93
	P ₂ O ₅	53	63	40 ^a	40 ^a	40 ^a	40 ^a
	K ₂ O	45	68	45 ^a	45 ^a	45 ^a	45 ^a

a 秋肥と春肥の施用時に P₂O₅ 40kg、K₂O 45kg まで補正した。
減肥区の施肥方法は対照区と同回数で施用量を減らした。

表-5 緩肥利用減肥試験の施肥内容

(100a 当り) kg)

区		1981年9月	1982年9月	1983年9月	1984年9月	1985年9月 ^b	1986年9月
対照区 (慣行)	N	183	188	186	186	186	186
	P ₂ O ₅	71	84	78	78	78	78
	K ₂ O	60	90	76	76	76	76
緩肥利用 減肥区	N	139	142	95	95	95	95
	P ₂ O ₅	50	58	40	40	40	40
	K ₂ O	59	78	45	45	45	45

a 秋肥と春肥の施用時に P₂O₅ 40kg、K₂O 45kg まで補正した。

b 緩肥は1B固型を樹冠下へ施用した。減肥区の施肥方法は対照区と同回数で施用量を減らした。

3 調査および分析方法

収量調査はエンジン式摘採機により、各区11.7m²の2反復について調査した。摘芽調査は収量調査に用いた摘芽について調査した。枠摘み調査は20cm×20cmで、1区3ヶ所の2反復で行った。製茶は2kg微量製茶機で行った。

土壌は一番茶萌芽直前、苦土石灰施用前および秋芽の生育終了後にソイルオーガにより採取し、窒素は直ちに分析に供した。

土壌溶液は伊藤¹⁾、吉川²⁾の手法を用いた。また溶液採取は細根の多く存在する深さ20cmから行った。地点は図-4のとおりである。

1) 土壌分析

pH: ガラス電極法

NH₄-N: セミマイクロ蒸留法⁴⁾

NO₃-N: フェノール硫酸法⁴⁾

2) 土壌溶液分析

pH: 採取液を直接ガラス電極法で測定

NH₄-N: Dorich, Nelsonのインドフェノール法¹⁾

NO₃-N: フェノール硫酸法

K, Ca, Mg, Na: 原子吸光, 炎光光度法

Al: アルミノン比色法⁴⁾

P: モリブディックブルー, アスコルビン酸法¹⁾

SO₄: 鉛イオン電極による沈澱滴定法⁵⁾⁶⁾

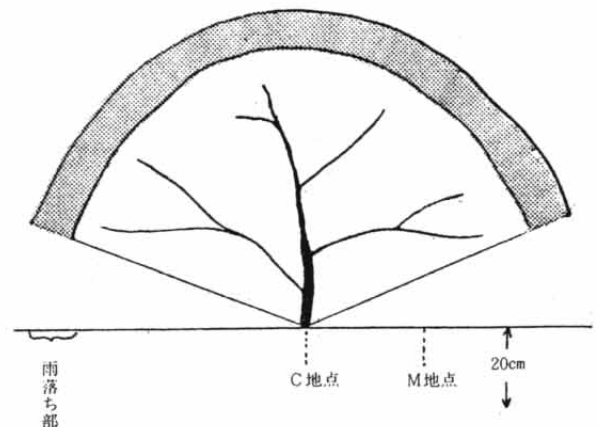


図-4 土壌溶液の採取位置

3) 植物体分析

全窒素：ケルダール法

アミノ酸：アミノ酸自動分析法

細根は10月、2月、5月、7月の年4回を雨落ち部と株下中央部の深さ0~20cmの細根(白根)を採取し、冷蔵庫に保存して翌日、橋ら³⁾のTTC還元法によって活力測定を行った。

結果および考察

農業経営、省資源、あるいは環境汚染防止の上からも施肥量の改善を指摘する人は多く、またその趣旨に賛同する農家もあって単純に減肥を試みるが、品質の低下や収量の低下をきたし、結局失敗に終る例が多い。そこで筆者は段階的に減肥する方法として、2年毎に、隔畦づつ深層まで土壌を改良して減肥する方法を試みた。

1 隔畦段階的減肥方法

1-(1) 収量と摘芽調査

収量については、図-5に示した。それによると、窒素25%減、2年後の50%減の処理により、ともに一番茶の収量は対照区に比べて増加している。二番茶では対照区に比べて減少した年があった。年による収量差は摘採期が一樣でなく、多少の時期のずれによりかなり出るが、対照区において500~600kg/10a程度の収量は一般的な収量であり、処理区では1983年、1984年には750kg/10a以上の収量があることから、一番茶では処理区が、また1983年、1984年の二番茶では対照区が、何らかの影響により増収したと考えた方が妥当と思われる。

摘芽調査(表-6)では区間による差は明確ではないが、出開度において減肥処理の方がやや進む傾向があった。

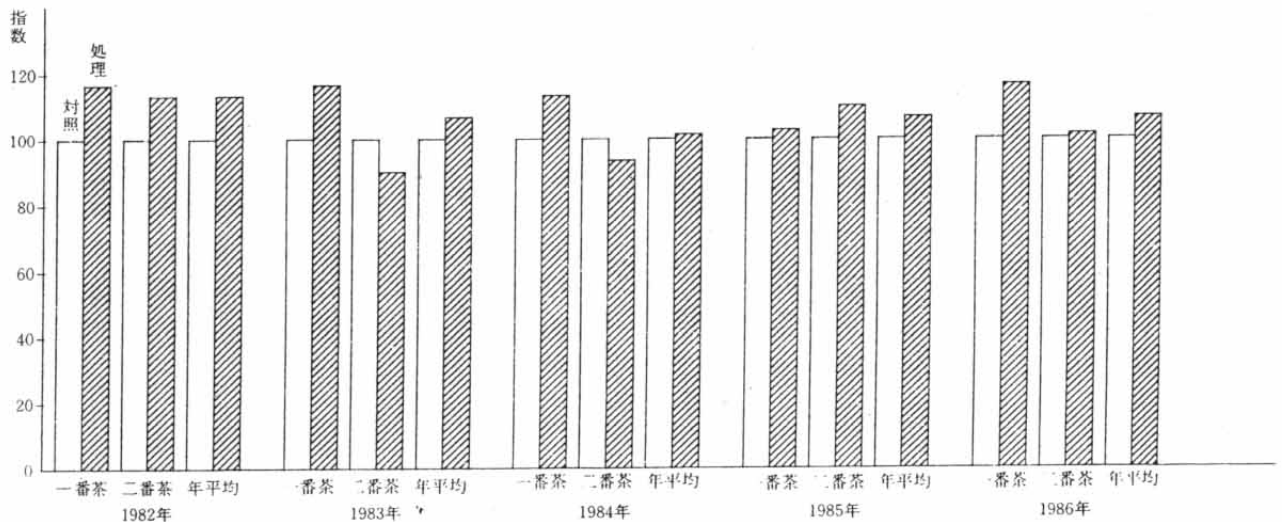


図-5 収量調査

表-6 摘芽調査

項目	1982年		1983年		1984年		1985年		1986年		
	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	
摘採日	一番茶	5月13日	5月10日	5月10日	5月22日	5月22日	5月13日	5月13日	5月22日	5月22日	
	二番茶	6月28日	6月28日	6月28日	6月28日	7月6日	7月6日	6月27日	6月27日	7月4日	7月4日
芽長 (cm)	一番茶	7.2	7.0	8.0	8.4	7.4	7.4	6.9	6.8	6.2	7.2
	二番茶	6.1	6.2	6.6	6.3	7.9	6.3	4.7	4.7	6.0	5.4
葉数 (枚)	一番茶	3.2	3.3	3.8	3.8	3.4	3.3	3.6	3.6	3.3	3.6
	二番茶	3.2	3.4	3.6	3.5	4.0	3.7	3.3	3.1	3.7	3.4
出開度 (%)	一番茶	35.5	49.5	69.0	70.0	35.0	34.0	71.5	82.0	76.0	77.0
	二番茶	35.0	64.0	78.0	80.0	79.0	78.0	71.2	67.0	75.0	67.0
百芽重 (g)	一番茶	-	-	-	-	58.8	57.5	69.1	71.8	54.5	56.4
	二番茶	-	-	-	-	68.8	60.0	40.0	38.0	41.4	47.1

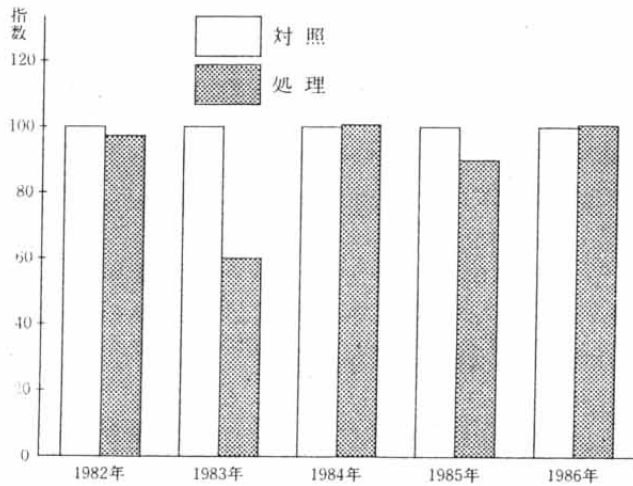


図-6 一番茶のアミノ酸含量

1-(2) 品質

茶の品質については、中川ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾は緑茶の品質と全窒素、アミノ酸、カフェインなど、また緑茶煎汁中の化学成分含量と味評点との関係を明らかにしている。

そこで代表的な茶葉の全窒素、アミノ酸含量、官能審査を合わせて検討した。図-6は一番茶のアミノ酸含量の変化を年次別に対比したものである。それによると1981年の秋肥から対照区対比25%量の減肥を行っても翌年の一番茶にはほとんど影響がなかった。しかし1年後の1983年の一番茶には40%もの減少がみられた。さらに1983年の秋から同様に50%量の減肥をおこなったが、一番茶のアミノ酸含量は回復していた。しかし1985年の一番茶以降については、以前ほどの減少はみられなかったものの、同様のパターンが繰り返された。表-7の官能審査による評点では、1982年の一番茶、二番茶、また1983年の一番茶までの合計点ではほとんど差はなかったが、1983年の二番茶、1984年の一番茶では処理区が著し

表-7 官能審査評点

茶期	項目	1982年		1983年		1984年		1985年		1986年	
		1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理
一番茶	色沢	10	9	9	9	10	7	8	9	8.5	9.5
	形状	10	9	9	10	10	10	10	10	9.25	9.75
	香氣	9	9	10	8	9	8	9	9	9.75	9.0
	水色	6	8	7	7	10	9	9	9	9.75	9.5
	滋味	6	7	7	7	10	9	9	10	8.75	9.75
	合計	41	42	42	41	49	43	45	47	46.0	47.5
二番茶	色沢	8	7	5	5	9	9	7	7	9	9
	形状	10	9	6	6	10	10	8	7	9.5	10
	香氣	7	9	6	4	8	9	8	8	10	10
	水色	9	8	7	4	10	8	6	7	9	9.5
	滋味	8	8	7	4	9	9	7	7	8	9.5
	合計	42	41	31	23	46	45	36	36	45.5	48.0

※ 各項目10点による合計50点満点の年、茶期毎の相対評価

表-8 茶葉の全窒素含量

(%)

	1982年		1983年		1984年		1985年		1986年	
	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理
越冬葉 [*]	3.64	3.53	3.74	3.60	3.17	3.27	3.74	3.63	3.67	3.60
一番茶葉	6.33	6.15	6.46	6.41	6.22	5.92	5.67	5.61	6.45	6.25
二番茶葉	5.39	5.34	5.56	5.39	4.48	4.42	5.61	5.59	5.68	5.90

※ 秋整枝した、萌芽直前の上位葉

く劣った。その後は区による差はあまりみられなかった。

またアミノ酸含量の推移と比較すると、まずアミノ酸の変化に現われ、遅れて外観や内質の変化に現われる。これは吸収した窒素をグルタミンに同化し、それを中心としたアミノ酸を木部樹液を介して地上部へ転流する¹⁰⁾ことから早く現われ、続いて外観や内質という生産物に変化したためと考えられる。

茶葉の全窒素含量(表-8)との関係では、1984年の一番茶の窒素含量が低下したことを反映して、外観審査の評点に現われている。また採取時期が一樣と考えられる越冬葉(萌芽直前葉)は、一番茶の全窒素とアミノ酸含量に対応する傾向がうかがわれた。

1-(3) 土壤窒素濃度の推移

1981年の秋肥から減肥処理を開始した。1981年11月から1984年4月までの土壤窒素含量を図-7に示した。これによると4月(萌芽直前採土)では毎年NH₄-Nが大部分を占めており、春肥の多投と地温が低く、NO₃-Nへの移行が抑制されているためと考えられる。また8月、11月ではほとんどがNO₃-Nの形態であり、濃度も4月に比べ著しく低い。処理区は対照区に比べてほぼ半量で推移している。これを乾土中の濃度に換算すると、1982年4月の対照区の表層0~20cmでは約270mg N/100g、処理区では129mg N/100gとなる。石垣は¹¹⁾腐植質火山灰土壌の試験結果で、土壤の無機態窒素が100mg N/100g以上から根がわずかに障害を受け始め、200mg N

/100g以上になると著しい障害を受け、地上部まで障害をうけるといっている。また多肥栽培ではNH₄-Nも下層へかなり移動があり¹²⁾これらのことを考え合わせると、畦間表層では根の生息できるような環境ではなく、下層へもかなり影響があるものと推察される。

1984年8月から1986年4月までは、土壤溶液中の窒素濃度を表-9に示した。土壤溶液の窒素濃度についてみると7月に上昇する傾向がある。採取地点MはCより高い濃度で推移しており、また形態別には、1985年7月の処理区のC地点以外では、NO₃-Nが大半を占めていた。

表-9 土壤溶液中の窒素濃度 (ppm)

区	採取位置	1984年		1985年			1986年
		8月	11月	4月	7月	11月	4月
対照	M	102.7	10.2	1.2	25.7	42.5	19.9
	C	26.4	2.1	0.9	9.2	4.4	2.8
処理	M	129.2	2.8	1.4	12.8	2.0	10.4
	C	18.8	1.0	1.1	18.3	1.0	3.8

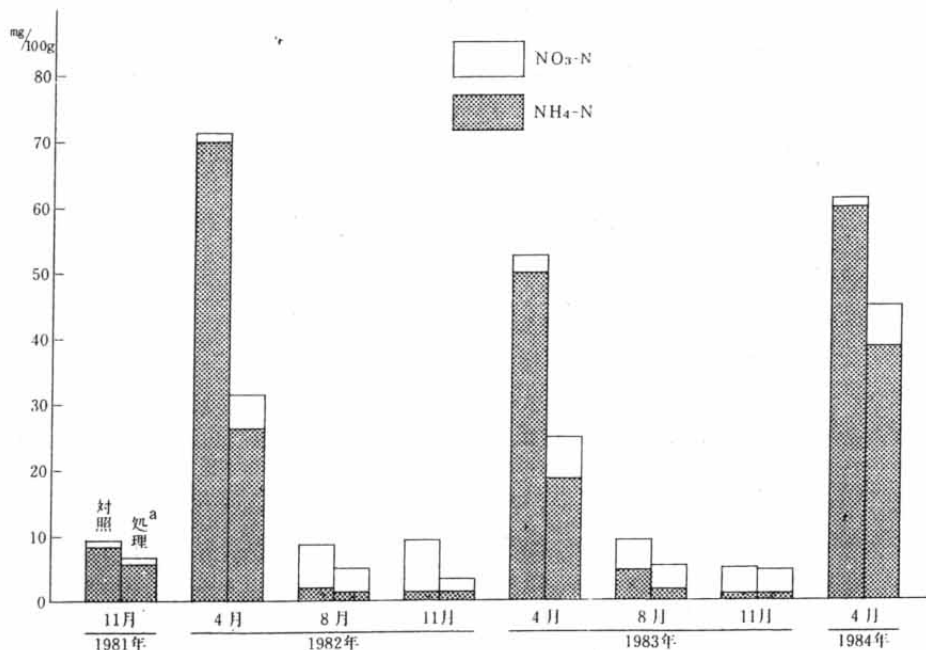


図-7 土壤窒素濃度の変化

a 処理畦間の0~40cm深の未風乾土

2 緩効性肥料利用減肥試験

2-(1) 樹脂被膜肥料の畦間深層施用による方法

1981年秋肥から1983年夏肥までは隔畦づつ畦間の深耕
土壌改良時に樹脂被膜肥料を深層まで混入した。

2-(1)-1) 摘芽と収量(表-10)

摘芽調査では対照区と処理区には判然とした差は認め
られなかった。しかし収量は2か年とも、一番茶、二番
茶において処理区が増加した。

2-(1)-2) 品質(表-11, 表-12)

1981年秋肥より約25%の減肥を開始した。最初の一番
茶ではアミノ酸がやや増加した。しかし一年後の一番茶
のアミノ酸含量は著しく減少した。これは1の試験と同
様の傾向であった。官能審査では、1982年一番茶の処理
区において、滋味がとくにすぐれていた。1983年のアミ
ノ酸含有量が減少したにもかかわらず、評点に差はみら
れなかった。

2-(1)-3) 土壌窒素の推移(図-8)

1982年と1983年4月の上層(0~20cm)では、処理区
は減肥によってそれ相応に濃度が低下している。しかし、
1982年の下層(20~40cm)では、緩肥の深層混入により、
対照よりかなり高濃度になっている。8月、11月もその
影響と考えられるように、濃度が高まっている。しかし
少し株元へ入った雨落ち部分になると、濃度は急激に低
下しており、その部分には根の密度も高くなっている。
緩肥も1年間経過すると、77.8%、2年目は23.5%の溶
出がみられ、2年目になると緩肥の効果が低下し、当初
予定した2か年間の均等な溶出効果は期待できなかった。
1982年の春には、約25%の減肥にもかかわらず、処理区
の一番茶アミノ酸含量が高かった。小西は¹³¹⁵Nを用
いて試験し、早春施用が新芽のアミノ酸+カフェイン、
テアニンへの¹⁵Nのとり込みが最も高いと述べている。
緩肥の深層処理による下層部の濃度が高く維持し、その
ため早春から窒素吸収が高まったのではないかと考えら
れる。

2-(2) IB固形肥料の樹冠下施用による減肥試験

2-(1)試験の緩肥畦間深層混入方法による減肥方法も
1の試験と同様に減肥することにより、収量は増加の傾
向にあるが、品質評価のアミノ酸含量において、2年目
にかなり減少する傾向がある。畦間だけを対象にした減
肥ではこの傾向が現われるため、これを解消する方法を
検討した。

樹冠下には根が多く存在し、吸収可能な状態にもかか
わらず肥料濃度が低く、施肥後かなり遅れてしか濃度が
上昇してこない場所である。そこで局所施肥的な考えか
ら、樹冠下へ、大粒固形で、しかも一度施用すれば長期
間に渡って残存可能な肥料を投入した。

表-10 摘芽と収量

項目	1982年		1983年	
	1.対照	2.処理 (緩肥畦間)	1.対照	2.処理
摘採日	一番茶 5月13日		5月10日	
	二番茶 6月28日		6月28日	
芽長 (cm)	一番茶 7.2	7.8	8.0	8.2
	二番茶 6.1	6.6	6.6	6.3
葉数 (枚)	一番茶 3.2	3.5	3.8	3.7
	二番茶 3.2	3.4	3.6	3.5
出開度 (%)	一番茶 35.5	46.5	69	53
	二番茶 35.0	38.9	78	76
百芽重 (g)	一番茶 -	-	-	-
	二番茶 -	-	-	-
収量指数	一番茶 100	109	100	135
	二番茶 100	115	100	104

表-11 茶葉の全窒素と一番茶のアミノ酸含量(%)

	1982年		1983年	
	1.対照	2.処理 (緩肥畦間)	1.対照	2.処理
越冬葉	3.64	3.54	3.74	3.67
一番茶葉	6.33	6.29	6.46	6.34
二番茶葉	5.39	5.43	5.56	5.48
一番茶アミノ酸	100	109.2	100	68.3

a 対照を100とした指数

表-12 官能審査評点

茶期	項目	1982年		1983年	
		1.対照	2.処理 (緩肥畦間)	1.対照	2.処理
一番茶	色沢	10	10	9	8
	形状	10	9	9	8
	香氣	9	8	10	10
	水色	6	7	7	8
	滋味	6	10	7	8
	合計	41	44	42	42
二番茶	色沢	8	9	5	5
	形状	10	10	6	6
	香氣	7	8	6	5
	水色	9	9	7	7
	滋味	8	9	7	7
	合計	42	45	31	30

※ 各項目10点による合計50点満点の相対評価

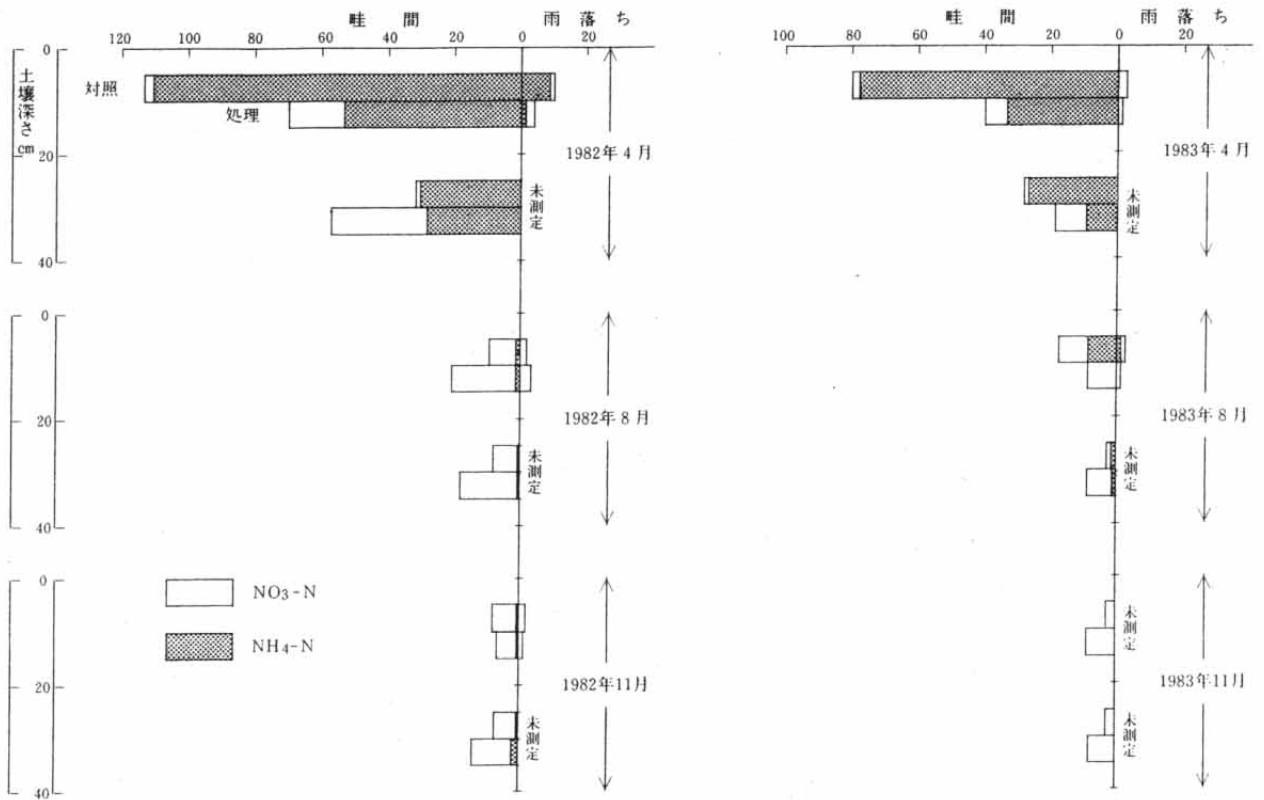


図-8 畦間・雨落ちにおける土壤中の窒素濃度の変化

($\text{mg}/100\text{g}$ 未風乾土)

表-13 摘芽と収量

		1984年		1985年		1986年	
		1. 対照	2. 処理 (緩肥樹冠下)	1. 対照	2. 処理	1. 対照	2. 処理
摘採日	一番茶	5月22日		5月13日		5月22日	
	二番茶	7月6日		6月27日		7月4日	
芽長 (cm)	一番茶	7.4	7.5	6.9	7.0	6.2	6.5
	二番茶	7.9	7.5	4.7	4.5	6.0	5.8
葉数 (枚)	一番茶	3.4	3.4	3.6	3.7	3.3	3.5
	二番茶	4.0	3.9	3.3	3.1	3.7	3.4
出開度 (%)	一番茶	35.0	26.0	71.5	87.5	76	76
	二番茶	79.0	77.0	71.2	29.2	75	62
百芽重 (g)	一番茶	58.8	60.0	69.1	69.1	54.5	56.0
	二番茶	68.8	64.0	40.0	39.5	41.4	44.6
収量指数	一番茶	100	112	100	116	100	108
	二番茶	100	97	100	111	100	105

2-(2)-1) 摘芽と収量 (表-13)

摘芽については区間に差はほとんど認められなかったが、1985年の二番茶の処理区における出開度が低かった。しかしこの理由については明らかでない。

収量については、減肥によって増収の傾向がある。こ

れは1の試験、2-(1)試験と同様の結果であった。前原ら¹⁴⁾は水耕法で窒素肥料のCritical levelを求めており、石垣¹⁵⁾は砂耕法で多肥による成育限界濃度を検討し、高濃度区は萌芽期に落葉が著しく、枯死したことを報告している。そこで窒素濃度と萌芽数、即ち新芽数に

ついて調査を行った。1986年の採摘みによる芽数調査を表-14に示した。収量は芽数×芽重であり、一方の要因である芽数に差が出れば、収量に当然影響してくる。この調査結果では対照区の芽数が減少し、収量も少なくなっている。

萌芽前から根の一部で高濃度のNH₄を吸収し、アミノ酸が合成されるが¹⁶⁾¹⁷⁾一部遊離NH₄として存在する。そのころは新芽への転流も盛んなため、遊離のNH₄も新芽へ転流し、根ではアミドへと再合成されるが、新芽では合成されず、NH₄が高濃度で存在する。そこでN

表-14 わく摘みによる新芽数と収量への影響 (1986年)

区	一番茶		二番茶	
	芽数(本)	芽数×百芽重(%)	芽数(本)	芽数×百芽重(%)
対 照	119.2	100	174	100
処 理	130.3	112	176.5	109

30cm×30cm わく

H₄障害によって部分的に萌芽に至らず、新芽数の減少となって現れるのではないかと考えられる。しいては収量の減少に関係するものと思われる。しかしこのことについては、今後の研究を待たねばならない。

2-(2)-2) 品質 (表-15, 表-16)

1の試験の傾向からすると、官能審査評点へは、1983年の二番茶と、1984年の一番茶に現われるはずであるが、明確ではないものの若干その傾向は見られる。これは前試験の減肥による影響と思われる。

緩肥の樹冠下施用による減肥方法は、1985年の一番茶のアミノ酸含量が著しく増加している。また官能審査評点においても上昇している。

2-(2)-3) 土壌中のイオン濃度

1983年12月から土壌溶液法により、土壌溶液中のイオン濃度の推移を調査した。作物は根の周囲の土壌溶液から養水分を吸収しており、溶液の濃度と量は根にとって重要な存在となっている。図-9はM地点における土壌溶液中の窒素濃度の変化を示したものである。それによ

表-15 茶葉の全窒素と一番茶のアミノ酸含量

	1984年		1985年		1986年	
	1.対照	2.処理 (緩肥樹冠下)	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理
越 冬 葉 (%)	3.17	3.43	3.74	3.81	3.67	3.67
一 番 茶 葉 (%)	6.22	5.99	5.67	5.79	6.45	6.35
二 番 茶 葉 (%)	4.48	4.47	5.61	5.56	5.68	5.90
一番茶アミノ酸 (mg%)	3,968	4,482	4,384	5,110	3,867	3,780

表-16 官 能 審 査 評 点

茶期	項 目	1984年		1985年		1986年	
		1.対照	2.処理 (緩肥樹冠下)	1.対照	2.処理	1.対照	2.処理
一 番 茶	色 沢	10	9	8	10	8.5	8.75
	形 状	10	9	10	10	9.25	9.5
	香 気	9	10	9	10	9.75	9.5
	水 色	10	9	9	10	9.75	9.25
	滋 味	10	9	9	10	8.75	6.75
	合 計	49	46	45	50	46.0	43.75
二 番 茶	色 沢	9	9	7	8	9	10
	形 状	10	10	8	10	9.5	10
	香 気	8	9	8	9	10	10
	水 色	10	10	6	9	9	10
	滋 味	9	10	7	9	8	8
	合 計	46	48	36	45	45.5	48.0

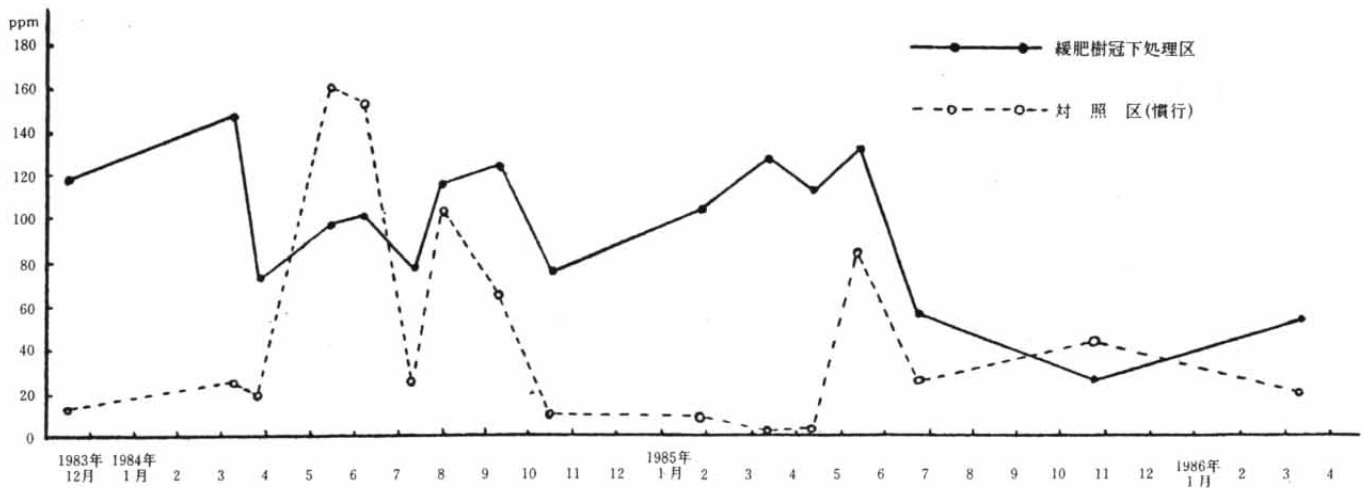


図-9 M地点における土壤溶液中の窒素濃度の変化

ると対照区が季節的に激しく濃度変化をしている。4月の畦間土壤中の窒素含量は1ヶ月以上経て、マス・フロー¹¹⁸⁾によって、ようやくM地点へ到達している。それに比べて緩肥の樹冠下処理区では、100ppm前後で安定している。前原ら¹⁴⁾は水耕法で60ppm、石垣ら¹⁵⁾は砂耕法で100ppmで障害が現われたと述べているが、栽培方法の違いにより、かなりの変域があるものと推察される。土壤の場合を考えると、本来土壤は不均一なものであり、嶋田ら¹⁹⁾の報告は施設土壤で根圏の土壤溶液が枯死するとされる濃度を越えているにもかかわらず、収量の低下が認められていない。局所施肥や待ち肥などは土壤の不均一性をうまく利用したもので、多くの技術例がある。極所施肥、即ち大粒化肥料による散在処理も土壤の不均一性を利用した一手法と考えられる。

1985年7月以降の濃度低下は緩肥の肥効の限界と考えられる。I B態は主に加水分解と考えられていることから、年による降雨量の差により、溶出に影響するものと思われる。樹冠下施用により、肥料の吸収は高まったが、酸性根による土壤溶液のPHは急激に低下した。その対策として、苦土石灰を150kg/10a樹冠下へ投入を試みた。

結果は図-10に示したとおりで、それによると0.5~1程度の上昇がみられた。樹冠下の根は養分の重要な貯蔵場所であり、アミノ酸のテアニンへの再合成の器官でもあることから、酸性根の中和に相当するCaの同時投入が必要と考えられる。

条件を異にした緩肥の溶出について、表-17では土壤中へかくはん処理した場合、土壤水分が十分ある条件ではI B固形肥料はかなり分解されて、樹脂被膜肥料の約半分の残存しかなく、樹脂被膜肥料の方が持続効果が期待できる。一方表-18では土壤に乾湿を与えた条件での

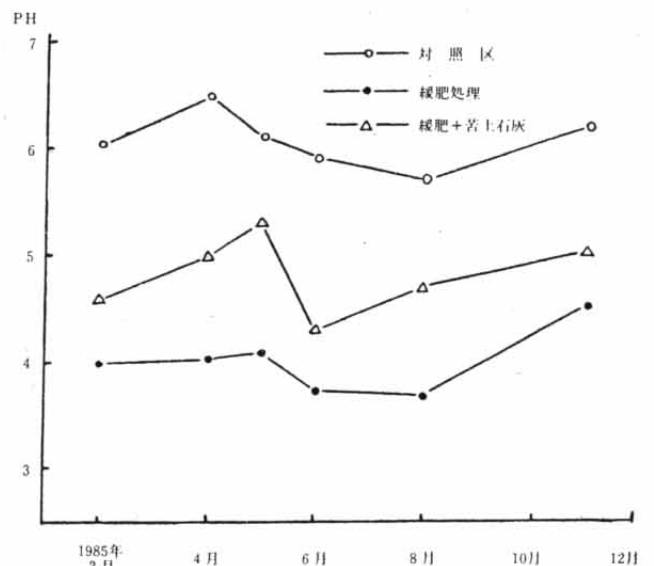


図-10 緩肥樹冠下施用による土壤溶液PH^a
a 採取C地点

表-17 緩効性肥料の残存率 (%)

種類	NH ₄ -N	NO ₃ -N	N計
I B固形肥料 ^a	-	-	20.9
樹脂被膜肥料 ^b	39.4	41.4	40.5

処理：土壤かくはん 土壤：黄褐色粘質土

期間：1981年9月10日~1982年8月24日

a .ウッドエース(23-2-0)

b ロング360(13-3-11) TN13.0のうちNN7.5 AN5.5

溶出は、樹脂被膜肥料はI B固形肥料に比べて3倍程度増加しており、I B固形肥料の方が持続効果が期待できる。そのことから樹冠下表面への処理では、I B固形肥料が適当と思われる。

その他のイオン濃度について、M地点における周年のイオン濃度を表-19に示した。

対照区の陽イオンと陰イオンは、2月26日の測定値を除いてよく対応している。それに比べて緩肥樹冠下処理区ではイオン濃度の周年変動も少なく推移している。対照区では肥料の多用によるNO₃、SO₄の変化が著しく現われ、それに付随して当量的に均衡を保つべく、Ca、Mgの溶出も多くみられる。このことは、Ca、Mgが多く消費され、不均衡によるPHの低下として現われるのではないと思われる。

樹冠下への緩肥施用による畦間部の減肥は、NO₃は増加がみられるが、SO₄は著しく減少している。橘ら²⁰⁾はSO₄は溶解度に限界があり、過剰は沈澱して土壤に残るため改良法の検討を指摘しているが、この処理方法

表-18 緩効性肥料の溶出率

	N量 ^a (g)	溶出率(%)
I B固形肥料	1.86	3.7
	0.94	4.0
	0.46	5.5
樹脂被膜肥料	1.82	11.7
	0.91	13.1
	0.46	15.9

処理：飽和溶水量の60%含水比で開始

28.6%、11.4%時点で60%まで2回水を補給した。

25°Cで53日間インキュベートした。

土壌：黒ぼく土、pH4.6

溶出率 = $\frac{\text{溶出N量}}{\text{添加N量}} \times 100$

溶出N量 = (土壌中のAN+NN) - (無添加土壌のAN+NN)

a 乾土400g当りの投入N量

表-19 土壌溶液中^aのイオン濃度

区	1984年			1985年				
	7月6日	8月29日	11月14日	2月26日	4月8日	6月7日		
対照	陽イオン (me/l)	NH ₄ ⁺	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	
		K ⁺	1.6	0.4	0.1	0.0	0.0	
		Na ⁺	-	-	-	0.1	0.1	0.6
		Ca ⁺²	9.6	6.3	0.2	4.2	5.4	19.1
		Mg ⁺²	3.1	2.3	0.5	2.9	3.3	9.6
		Al ⁺³	6.6	2.5	0.5	1.2	2.4	3.6
	合計	21.0	11.7	1.3	8.4	11.3	33.0	
	陰イオン (me/l)	NO ₃ ⁻	10.8	7.1	0.7	0.6	0.0	5.9
		PO ₄ ⁻³	-	-	-	0.0	0.0	0.0
		SO ₄ ⁻²	6.7	2.0	1.6	22.5	7.3	33.5
		合計	17.5	9.1	2.3	23.1	7.3	39.4
		PH	3.80	3.90	4.30	4.27	4.38	4.15
緩肥樹冠下処理		陽イオン (me/l)	NH ₄	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1
	K		2.0	2.3	0.9	0.7	0.6	0.9
	Na		-	-	-	1.6	0.2	0.2
	Ca		2.8	4.3	3.5	5.1	5.8	6.6
	Mg		2.4	3.7	2.8	4.4	4.8	5.2
	Al		1.0	1.2	1.3	1.5	2.7	1.3
	合計	8.2	11.8	8.5	13.4	14.2	14.3	
	陰イオン (me/l)	NO ₃	7.2	7.9	5.4	8.8	9.0	9.4
		PO ₄	-	-	-	1.4	1.5	1.4
		SO ₄	1.1	1.7	0.3	0.2	0.0	2.4
		合計	8.3	9.6	5.7	10.4	10.5	13.2
		PH	3.60	3.80	3.70	4.02	4.07	3.85

a 採取M地点

は改良の一端となろう。またこの場合のPHの低下は、主に NO_3 と考えられるが溶解度の高い $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 塩は、石灰資材の補給で前述した方法により対応が容易である。

Alについては、個々の採取地点のAl濃度とPHの関係を図-11に示した。

小西ら²¹⁾によれば、Alの5~15ppmは根部の生長促進効果を認めている。一方吉川ら²²⁾は、花粉管伸長法からAlの高濃度は茶樹根への障害を指摘し、その濃度を6.7 me/l (60.3ppm)としている。以上のことと図-11から、Alの危険域はPH 4以下で急激に増加することから、樹冠下のPHの調節は十分注意しなければならない。

しかし石垣は²³⁾砂耕法でAlの培養液濃度を替えて比較したところ、50~200ppmで生育が良かったと述べており、さらに今後栽培方法を考慮しつつ、Alの濃度について検討が必要である。

以上のように土壤溶液法は、継続的に、簡便で、根圏

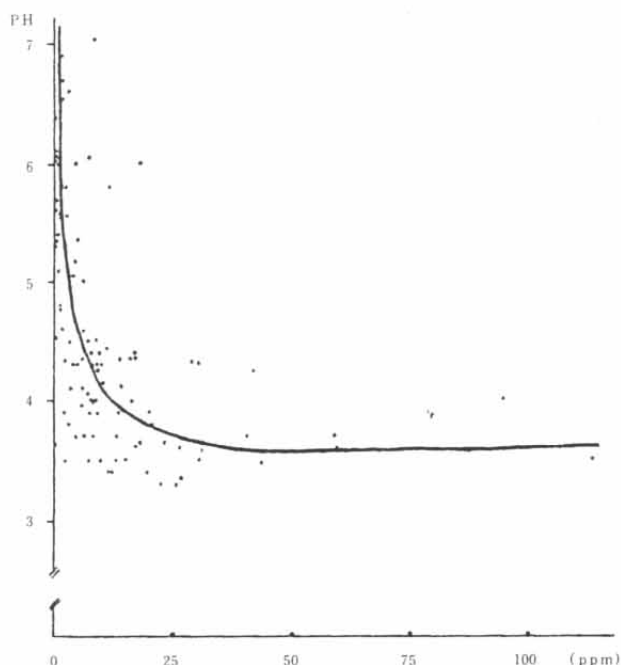


図-11 土壤溶液のPHとAlの関係

域での採取が可能で、長期間にわたる試験でも処理面積規模が少なくすみ、採取作業による茶樹への影響もほとんど考えられない。

圃場は均一に混合された土壤で形成されておらず、試料は極く狭い範囲の測定値であり、土壤溶液成分の測定値の振れはかなり大きい。この調査における溶液濃度は、3点(2点しか取れない場合もある)の平均値で示した

が、測定値の振れは圃場の不均一性を示しているものであり、土壤の不均一性を知るうえにおいては重要な値の振れであると言えよう。土壤溶液法では、今後これらのデータの積み重ねによる解析が重要である。

総合考察

1 地下部の変化

95kgN/10a程度まで減肥する2つの方法について検討してきたが、1985年から86年にかけて、雨落ち部の白色の細根について、TTC還元法による活力測定を行った。表-20に示したように、区間差は明確ではなかったが、時期的には秋から冬にかけて高まり、春から夏にかけて低下した。このことが養分吸収能に直接結びつくものでない³⁾が総合した根の生理的活力と見なされよう。根におけるTTC還元値と窒素含量との間に5%水準において有意な相関が認められた。根の窒素含量では、冬に高くなり、5月~10月に低くなる傾向があった。株下中央部での土壤窒素濃度が低いにもかかわらず、細根の窒素含量が高くなっており、吸収された窒素は株下中央部へ移動し、そこで貯蔵され、春から夏にかけて漸次消費されるものと思われる。

2 経済性

減肥目標の95kgN/10aになってから2年目の1985年の各処理による市場の価格評価について調査した。その結果(表-21)一番茶では市場間に価格差が生じたが、処理の間には価格差がみられなかった。また二番茶では市場の好みの差と思われる価格差が生じたが、官能審査やアミノ酸含量の違いで価格差に反映させるまでには至らなかった。市場での評価は、消費者の嗜好に近い形で大きく区別され、官能審査では細かく比較減点する方法であるため、評価は若干異ってくるものと考えられる。このことから隔畦段階的減肥区の1983年の二番茶、1984年の一番茶についても、さほど価格差は生じないものと思われ、緩肥の樹冠下施用方法と合わせて利用できるものと思われる。

この減肥により、直接肥料費の減少に結びつくことから、荒茶販売収入と肥料費だけについて、収支を計算すると図-12となる。これによると、慣行に比べて隔畦段階的減肥区、緩肥樹冠下施用区とも荒茶収入増と肥料費の減少により、収支は約10万円の増加につながっている。隔畦段階的減肥法は一時的に品質の低下現象はみられるが、簡単な方法で減肥が可能である。また緩肥樹冠下施肥の減肥法は、品質や収量が直ちに増加の傾向を示し、経営上好都合である。しかし、一方で樹冠下の土壤中のイオンバランスに変化をきたしており、PHの低下などによる影響、IB固形肥料の水分による影響が強いことか

表-20 根におけるTTC還元力と全窒素含量の変化 (TTC: $\% \cdot d\%_{hr}$, 全窒素: $\%$)

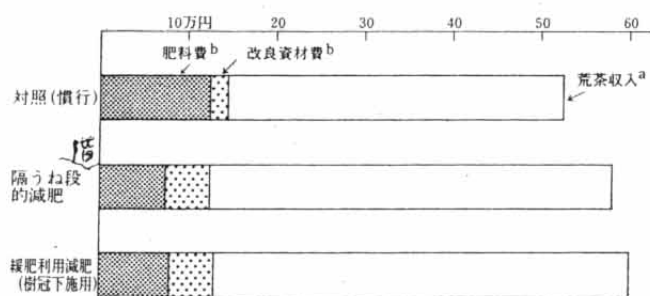
位置	区	1984年		1985年		5月9日		7月23日	
		10月2日		2月26日		TTC	全窒素	TTC	全窒素
		TTC	全窒素	TTC	全窒素				
雨 落 ち	対 照	0.388	2.12	0.279	2.80	0.274	2.98	0.252	2.17
	隔畦段階的減肥 ^a	0.475	2.12	0.402	3.53	0.274	2.38	0.185	2.03
	緩肥利用減肥	0.303	2.04	0.397	3.15	0.274	2.52	0.239	1.96
株 下 中 央	対 照	0.507	1.86	0.415	3.22	0.205	2.68	0.228	2.21
	隔畦段階的減肥	0.503	1.86	0.422	2.77	0.170	2.10	0.225	2.17
	緩肥利用減肥	0.172	1.89	0.400	3.36	0.195	2.66	0.213	2.14

a 1983年処理側の雨落ち部

表-21 市場における荒茶価格

区	一番茶		二番茶	
	A市場	B市場	A	B
対照区(慣行)	4,000	4,300	2,000	2,400
隔畦段階的減肥区	4,000	4,300	2,300	2,300
緩肥利用減肥区 (樹冠下施用)	4,000	4,300	2,000	2,400

※ 1985年産、価格 円/kg



a 1985年のA市場価格、製造歩止り17%として計算

b 1986年の当用価格で1年当りに換算

図-12 荒茶収入と肥料費および改良資材費の収支(10 a 当り)

ら、年間の降雨の多少による溶出量の変化をどのようにコントロールしていけば良いのか、樹冠下ではどのような肥料濃度が最適であるのか、また今回の減肥は慣行の施肥時期毎に減肥したが、施肥回数による減肥はできないのか、今後さらに検討する必要がある。

ここでは樹冠下施肥は減肥の一手法であり、一時的に処理する方法と考えるべきである。

しかし、多くの作物は前面に施肥がされており、また施肥量も数分の一程度であることから、今後効率的な観点に立って、樹冠下の土壌環境を含めて施肥量あるいは施肥方法の検討が必要であろう。

摘要

三重県北勢地方の「かぶせ茶」栽培地帯では、1965年頃から急激に多肥化が進み、200kg N/10 a も珍しくはなくなった。このことは農業経営、省資源あるいは環境汚染防止の上からも早急に改善が望まれていた。そこで収量、品質を低下させずに、当初の100kg N/10 a レベルまで減肥する方法を検討した。

1. 隔畦段階的減肥方法として、隔畦毎に土壌改良と、

50%減肥(全体としては25%減肥)を行い、2年目にもう一方の畦間も同様に処理し(全体として50%減肥)当初の半量に当る93kg N/10 a まで減肥した。その結果、年間の収量は試験期間を通じて増加の傾向を示した。品質は1年後のアミノ酸含量が減少し、続いて官能評価も低下した。しかし次年度には回復がみられた。2回目の減肥も同様なパターンを示した。

2. 同様に隔畦減肥に緩肥(樹脂被膜肥料)を2年分(50kg N/10 a)深耕かくはんした。その結果、前の隔畦段階的減肥方法と同様に、アミノ酸の減少傾向がみられた。

3. さらに品質を低下させない方法として、株下の肥料濃度が低いことから、樹冠下へ超緩効性肥料(I B 固形肥料)を2年分(25kg N/10 a)を投入した。その結果、収量、品質とも向上した。樹冠下の土壌溶液中窒素濃度は100ppm前後で推移し、1年9ヶ月間の肥効持続が認められた。しかし樹冠下の土壌溶液PHが4以下に低下しないように、石灰を投入する必要がある。

本研究を実施するに当たり、庄山前場長には終始御助

言をいただきました。環境部土壤保全研究室の吉川室長、作物部育種研究室の橘室長には、土壤溶液法、土壤分析法で多くの助言をいただきました。またアミノ酸分析には、農水省野菜・茶業試験場土壤肥料研究室、協和発酵株式会社の各位の協力を得ました。

圃場の提供をして下さいました鎌田一郎氏、また研究遂行に御配慮いただきました川瀬主幹兼南勢茶試験地長をはじめ、茶業センター職員各位には深く感謝します。

文 献

- 1) 伊藤純雄 (1985) : 土壤溶液の動態にもとづく野菜の養分管理
- 2) 吉川重彦・橘 尚明・松田兼三 (1985) : 北勢地域における多肥栽培茶園の土壤溶液法による実態解析, 三農技研報, 13, 65~76
- 3) 橘 尚明・中山 仰 (1976) : TTCおよび α -ナフチルアミンによる茶樹根の活力測定ならびにその応用, 茶業研究報告, 44, 14~18
- 4) 土壤養分測定法委員会編 (1973) : 土壤養分分析法, 養賢堂
- 5) J. O. GOERTZEN AND J. D. OSTER (1972) : Potentiometric Titration of Sulfate in Water and Soil Extracts Using a Lead Electrode Soil SCI. SOC. AMER. PROC, 36, 691~693
- 6) 吉川重彦・松田兼三・橘 尚明 (1981) : 木曾岬干拓土壌の畑土壌化に関する研究 (第2報) 鉛イオン電極を用いた SO_4^{2-} の分析の検討と土壌及び土壌溶液の SO_4^{2-} 濃度の推移, 第44回日本土壌肥料学会中部支部会講演要旨
- 7) 中川致之 (1974) : 窒素分析による煎茶の品質評価, 茶業技術研究, 47, 124~131
- 8) ——・前田 茂 (1977) : 各種緑茶の総合的理化学分析, 茶業研究報告, 45, 85~92
- 9) ——・阿南豊正・石間紀男 (1981) : 緑茶の味と科学成分との関係, 茶試研究報告, 17, 69~123
- 10) 保科次雄・小菅伸郎 (1985) : 茶樹根における施肥窒素の同化と地上部への転流, 茶業研究報告, 62, 14~17
- 11) 石垣幸三 (1980) : 肥料・土づくりガイドブック 現代農業, 10, 294~295
- 12) 保科次雄・香西修治・石垣幸三 (1979) : 茶園土壌中における窒素含量の周年変動, 57, 25~31
- 13) 三井進午他3名編 : 重窒素利用研究法, 学会出版センター
- 14) 前原三利・袴田勝弘 (1980) : 茶樹窒素栄養とその診断指標, 茶業研究報告, 51, 11~21
- 15) 石垣幸三 (1983) : 砂耕法による三要素の濃度増加に伴う茶樹の化学成分の変動, 茶樹技術研究, 65, 25~30
- 16) 竹尾忠一 (1981) : 茶の滋味に関するテアニンを中心とした茶樹の窒素代謝, 茶樹研究報告, 17, 1~68
- 17) 小西茂毅 (1969) : 茶樹における Γ -Glutamyl methylamideおよび Γ -Glutamyethylamideの代謝に関する研究
- 18) 岡島秀夫 : 農業技術大系, 土壌・施肥編, 1 土壌の働きと根圏環境 土壌溶液論の立場から, 1~11, 農山漁村文化協会
- 19) 嶋田永生・武井昭夫・早川岩夫 (1966) : そ菜類の窒素施肥に関する基礎的研究 (第3報) 施肥にともなう土壌溶液中の NO_3^- -Nの変化, 愛知園試研報, 5, 43~52
- 20) 橘 尚明・吉川重彦・松田兼三 (1986) : 北勢地方における多肥栽培茶園の土壌溶液法による実態解析 第2報 強酸性茶園土壌の酸性要因と酸性矯正, 14, 51~59
- 21) 松田敬一郎・小西茂毅・小林功子・荒井昭仁・馬場 誠・村松紀久夫 (1979) : 茶樹の生育および養分吸収におよぼすアルミニウムの影響, 土肥誌, 50, 317~322
- 22) 吉川重彦 : 農業技術大系, 土壌・施肥編, 1 土壌の働きと根圏環境 茶園土壌における土壌溶液の動態, 71~86 農山漁村文化協会
- 23) 石垣幸三 (1984) : 砂耕法によるアルミニウムとホウ素の施用が茶樹の生育と無機成分組成に及ぼす影響, 茶業技術研究, 66, 33~40