

チャにおける収量、品質を維持した効率的施肥技術の実証

江上修一・久保田朗¹⁾・中村晋一郎・森山弘信・清水信孝
(八女分場)

チャにおいて、土壤中の窒素濃度診断に基づく施肥に、ペースト状肥料の灌注施肥、被覆尿素施肥を組み合わせた結果、年間窒素施用量を2年間に慣行施肥と比較して16%削減しても、同等の収量、品質を得ることができた。この新しい施肥体系では、慣行施肥と比較して、時期別に設定した目標窒素濃度に近い値で土壌表層(0~20cm)の無機態窒素濃度を維持することができた。また、窒素施用量を4年間継続して慣行施肥より20%程度削減することで、うね間土壌の根量が慣行より多くなり、その傾向は表層(0~20cm)において特に顕著であった。

[キーワード: チャ, 窒素濃度診断, 灌注施肥, 被覆尿素肥料, ペースト状肥料]

Demonstration of efficient techniques for fertilizer application in tea fields while maintaining yield and quality. EGAMI Shuichi, Akira KUBOTA, Shinichiro NAKAMURA, Hironobu MORIYAMA and Nobutaka SHIMIZU. (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17:69-73 (1998)

We demonstrated a new fertilizer application system based on soil diagnosis for nitrogen concentration by injecting a paste form fertilizer and also applying a coated urea fertilizer. We tried reducing the nitrogen application volume in tea fields, while maintaining yield and quality, we succeeded in realizing the intended concentration of nitrogen in the outer soil layer (0-20cm) with this system. With the total amount of nitrogen application for a year reduced by 16 percent through two years, we could maintain yield and quality at the same level as when habitual fertilizer was used. In a span of four years, the annual nitrogen application turned out to be reduced by 20 percent as compared to the conventional application. It was also observed that the volume of roots between the hedges grew larger than when fertilizer was applied in conventional ways. This was especially true in the outer soil layer.

[Key words: green tea, soil diagnosis for nitrogen, fertilizer application by injecting, coated urea fertilizer, paste form fertilizer]

緒言

チャは、葉を収穫する作物であるため、窒素成分主体の施肥が行われている。昭和60年に作成した福岡県の茶施肥基準では、三番茶まで摘採し、目標収量が1,500kg/10aである茶園の施肥基準量を、窒素、リン酸、カリでそれぞれ73, 31, 31kg/10aとしている¹⁾。しかし、生産現場では収量、品質の向上をめざすあまり、多くの圃場でこの基準量を超えた施肥が行われており、窒素成分で100kg/10aを超える圃場も少なくない。こうした過剰な施肥は、溶脱した硝酸態窒素によりため池や井戸水等の周辺環境の汚染を危惧させるとともに、土壌の強酸性化による施肥効率の低下や茶樹自体においても根の活性低下による施肥成分の利用効率の低下を招くものと考えられる。しかしその反面、施肥量の削減が品質低下に及ぼす影響の大きいことも指摘されており²⁾、茶樹の養分吸収特性を無視した施肥量の削減は、品質を重視する八女茶ブランドの失墜につながりかねない。このため、施肥量の削減も収量、品質の維持を前提に行う必要があり、茶樹の養分吸収特性に応じた適切かつ効率的な施肥法の確立が望まれている。

烏山ら^{4,5)}は黒ボク土壌で、久保田ら^{4,8)}は赤黄色土壌で、収量、品質面から最適とする時期別無機態窒素濃度

について報告している。また近年、効率的施肥技術として被覆尿素肥料の施肥^{9,10,11)}や灌注施肥¹²⁾に関する研究も進められている。そこで、これらの技術を組み合わせることで、収量、品質の維持を前提とした窒素施用量の削減を実証し、若干の知見を得たので報告する。

試験方法

1 圃場条件

試験圃場には福岡県筑後市前津の‘やぶきた’5年生茶園を選定した。この圃場は1987年に丘陵地を開墾して造成された。第1層(0~17cm)は腐植を含み、土色は暗赤褐色である。土性は壤土で排水性や通気性に優れている。第2層(17~50cm)は腐植含量が第1層より少なく、土色は明褐色である。土性は砂壤土で小礫を含む。第3層(50cm~)は土性、土色、腐植含量とも第2層とほぼ同様であるが、土壌構造の発達が第2層と比較してやや劣る。なお、この圃場の土壌統群は淡色黒ボク土であるが、造成の際に下層の黄色土と混層したため、黒ボク土壌としての性質は弱い。

標高は20mで、うねと直角方向に5%傾斜している。また試験開始前の供試土壌の化学性は、第1表に示したように、福岡県の茶園土壌改善目標値²⁾よりpH(H₂O)がやや低く、交換性Mgにやや乏しい。

1) 現生産環境研究所

第1表 供試圃場の土壌化学性(1992年)

	深さ (cm)	pH (H ₂ O)	全窒素 (%)	可給態P ₂ O ₅ (mg/100g)	交換性陽イオン(mg/100g)			
					CaO	MgO	K ₂ O	
実証区	第1層	0~17	4.0	0.29	158	115	12	99
	第2層	17~50	3.9	0.12	17	80	3	108
慣行区	第1層	0~15	3.8	0.41	120	139	6	69
	第2層	15~45	3.9	0.18	4	67	2	92

2 実証区の内容

試験規模は実証区85a, 農家慣行区(以下慣行区)13aの計98aとし、慣行区は圃場を管理する農家の慣行施肥とした。実証区は以下の3つの施肥技術を組み合わせた効率的施肥体系とした。

(1) 被覆尿素肥料の施肥 梅雨による肥料成分の溶脱が予想される7月に溶出が最大となるように、LPSS100(N-P₂O₅-K₂O=40-0-0)24kgN/10aを3月中~下旬に施用した。施肥はうね間表層に行い、施肥後中耕した。

(2) ペースト状肥料の灌注施肥 春肥と秋肥の一部に片倉3号(N-P₂O₅-K₂O=8-3-5)1回当たり6.4kgN/10a, 計12.8kgN/10aを、専用機材を用いて灌注施肥した。施肥地点はうね間の中央部付近、灌注する深さは20cm前後、施肥間隔は50cmとした。

(3) 窒素濃度診断に基づく施肥 被覆尿素肥料、ペースト状肥料を除くその他の肥料の施肥量、施肥時期は、

深さ0~20cmのうね間表層土壌の無機態窒素濃度を時期別目標窒素濃度(乾土100g当たり春季32mg, 夏季45mg, 秋季12mg)と照らし合わせ、その過不足で決定した。なお、土壌は2~3週間おきに採取し、無機態窒素濃度は硝酸態窒素濃度とアンモニア態窒素濃度の合計値とした。目標窒素濃度は、作土が下層の黄色土と混層していることから赤黄色土壌の数値を用いた。施肥量算出にあたっては、うね間土壌(幅50cm, 深さ20cm)の無機態窒素濃度を乾土100g当たり1mg高めるために必要な窒素成分量を0.55kg/10a⁸⁾とした。また夏季の目標濃度は、土壌表層の可給態窒素量5mg/乾土100gを差し引いた40mg/乾土100gとした。供試肥料として、春、秋肥では配合肥料、菜種油粕、芽出し肥~夏肥では硫酸、化成肥料を使用した。

3 調査項目

土壌の無機態窒素濃度はイオンメータ(ORION-MODEL901)で測定した。荒茶品質の官能評価は普通審査法により行った。荒茶の全窒素含量はセミマイクロダール法で、主要アミノ酸量は、アミノ酸自動分析計で測定した。根量は茶園用採土器で、うね間中央部と雨落ち部の中間付近の表層(0~20cm)及び下層(20~40cm)を層位別に採取し、その中に含まれる量を測定した。なお、根量調査は、本試験後窒素濃度診断に基づく施肥を年間スケジュールに基づく施肥に切り替えて減肥試験を2年間継続したのち、1996年6月に実施した。

第2表 施肥実績と窒素成分量

(kg/10a)

施肥月日	(1992~1993年)				(1993~1994年)			
	実証区		慣行区		実証区		慣行区	
	肥料種類	窒素成分量	肥料種類	窒素成分量	肥料種類	窒素成分量	肥料種類	窒素成分量
1992年								
7下	苦土石灰		苦土石灰					
秋8中	菜種油粕	7.0	菜種油粕	7.0				
秋8下	灌注施肥	6.4						
秋8下	有機配合	4.8	有機配合	19.2				
秋9上	菜種油粕	5.0	魚粕	6.0				
			有化配合	10.0				
秋10下	菜種油粕	10.0						
1993年								
春1下	硫 マグ		菜種油粕	10.0				
春2上	硫 マグ		硫 マグ					
	有機配合	4.8	有機配合	19.2				
春3上	灌注施肥	6.4						
春3下	被覆尿素	24.0						
	化成	7.5	化成	15.0				
春4上			化成	9.0				
芽4中	硫 安	12.6	硫 安	10.5				
芽4下	硫 安	12.6	硫 安	10.5				
夏6上	化成	9.6						
夏7上			化成	9.0				
合計		110.7		125.4				
慣行区比		(88)						
うち被覆尿素		24.0						
灌注施肥		12.8						
1993年								
夏7下	化成	6.0	菜種油粕	10.0				
夏7下	菜種油粕	10.0						
秋8中			有機配合	16.0				
秋8中			菜種油粕	10.0				
秋8下	灌注施肥	6.4	有機配合	19.2				
秋9上	有機配合	12.0	骨粉	3.2				
秋9中			有化配合	10.0				
秋9下	菜種油粕	5.0	化成	10.5				
1994年								
春1上	菜種油粕	7.5	菜種油粕	7.5				
春1下			魚粕	6.0				
春2上	菜種油粕	7.5	菜種油粕	8.0				
春2中	灌注施肥	6.4	有機配合	19.2				
春3上	有機配合	11.2						
春3中	被覆尿素	24.0	化成	9.0				
春3下	化成	9.0	化成	9.0				
	硫 マグ							
芽4下	硫 安	6.3	硫 安	6.3				
夏6上	硫 安	4.2	硫 安	4.2				
夏6下	化成	10.2	化成	9.0				
合計		125.7		157.1				
慣行区比		(80)						
うち被覆尿素		24.0						
灌注施肥		12.8						

1) 施肥月日の春は春肥、芽は芽出し肥、夏は夏肥、秋は秋肥を示した。
2) 施肥月日は月と旬で示した。

結 果

1 窒素施用量

両区の施肥実績と窒素施用量を第2表に示した。実証区の慣行区に対する年間窒素施用量の比率は、1992～1993年が88%，1993～1994年が80%，2年間平均で84%であった。しかし、灌注施肥は土壌表層の目標窒素濃度に関係なく、定期的に土壌下層に実施した。このため、実際に実証区において、窒素濃度診断結果に基づいて土壌表層に施用した年間窒素施用量の慣行区に対する比率は、1992～1993年で78%，1993～1994年で72%，2年間平均で75%であった。次に、2年間の窒素施用量を時期別に見ると、実証区は慣行区と比較して、春肥54%（被覆尿素有測出分は含まず）秋肥51%とほぼ半減したが、芽出し肥は16%，夏肥（被覆尿素有測出分は含まず）は24%増加した。

2 生葉収量、荒茶品質

両区が生葉収量を第3表に示した。1993年産は慣行区を100とすると一番茶で102，二番茶で100，1994年産では一番茶で99，二番茶で100とほぼ同等の収量を得ることができた。また、荒茶品質について第4表に示した。官能評価は一番茶で、1993年産の実証区が慣行区と比較してやや劣ったものの、1994年産では逆に実証区が優れ、2年間を通じてみるとほぼ同等であった。また、二番茶についても両区でほぼ同等であった。化学的評価では、全窒素含量で1993年産は、一番茶ともに実証区がやや多かったが、1994年産では逆に、二番茶ともに慣行区がやや多かった。また、主要アミノ酸量についても、全窒素含量と同様の結果であった。

3 土壌中無機態窒素濃度の推移

1992～1994年の土壌表層の無機態窒素濃度の推移を第1図に示した。土壌表層の無機態窒素濃度は、両区ともに4～5月の一番茶摘採前後が目標窒素濃度より高かった。しかし慣行区で100mg/乾土100gを超える数値となったのに対し、実証区では最高で80mg/乾土100g程度であった。また同様に、8～11月についても両区ともに目標窒素濃度より高い数値となった。梅雨時期は

第3表 生葉収量 (kg/10a)

	一番茶		二番茶	
	1993年	1994年	1993年	1994年
実証区	737(102)	670(99)	580(100)	500(100)
慣行区	720(100)	680(100)	580(100)	500(100)

1) ()内は慣行区を100とした指数で示した。

第4表 荒茶品質

	官能評価 ¹⁾ (点)		全窒素(%)		主要アミノ酸量 ²⁾ (mg%)	
	1993年	1994年	1993年	1994年	1993年	1994年
	実証区					
一番茶	96.0	98.0	5.52	4.59	3,621	2,367
二番茶	89.0	88.0	4.53	4.35	1,257	918
慣行区						
一番茶	99.0	95.0	5.26	4.68	3,546	2,647
二番茶	88.0	87.0	4.42	4.87	1,113	1,048

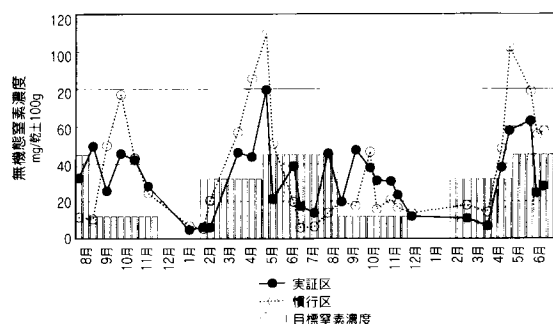
1) 官能評価は普通審査法(外観2項目40点、内質3項目60点、計100点満点)により評点した。
2) 主要アミノ酸量はアルギニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、セリンの総量を示した。

だ6～8月は、両区において目標窒素濃度を下回ったが、実証区は慣行区より高い濃度で推移した。

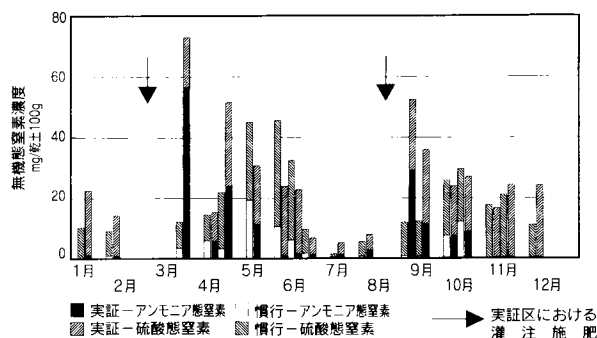
1993年の両区における土壌下層の無機態窒素の組成を第2図に示した。両区ともに、年間を通して無機態窒素濃度に占める硝酸態窒素濃度の比率が高かったが、実証区の3月下旬と9月上旬は無機態窒素濃度が特に高く、無機態窒素濃度に占めるアンモニア態窒素濃度の比率が高かった。

4 根量調査

両区の根量を第5表に示した。実証区の根量はうね間土壌の表層、下層ともに慣行区より多く、その差は表層で1%水準で有意であった。慣行区の表層は根量が極めて少なく、下層においては発根は見られるものの、全体的に褐変が見られた。また採取した根は、両区において、ほとんどが径2mm以下の細根であった。



第1図 土壌表層における無機態窒素濃度の推移 (1992～1994)



第2図 土壌下層における無機態窒素の組成(1993)

第5表 根量の比較(1996年) (g/生土300cm)

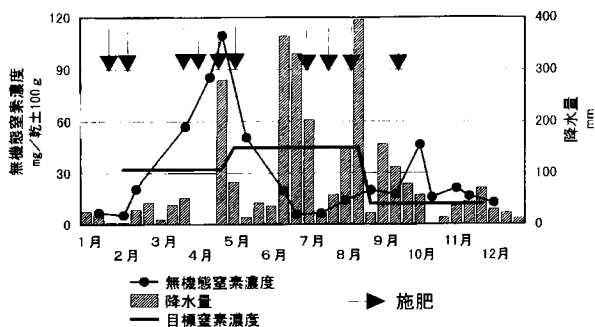
	表層(0～20cm)**	下層(20～40cm)
	実証区	1.98±0.55 ¹⁾
慣行区	0.18±0.57	1.44±0.83

1) サンプル平均値±標準偏差で示した。
2) **は両区間において1%水準で有意差があることを示す(t検定)。
3) 試験期間は1992年7月～1996年6月。
4) 実証区の年間窒素施用量は4年間平均で100kgN/10a。慣行区の年間窒素施用量は4年間平均で129kgN/10a。

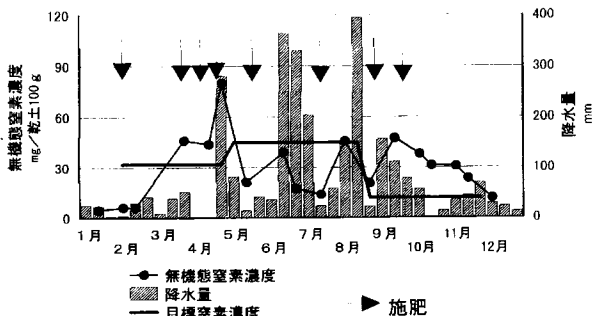
考 察

1 窒素施用量

本試験で組み立てた新しい施肥体系では慣行施肥法と比較して、有機肥料主体の春肥、秋肥の窒素施用量は半減したが、化学肥料主体である芽出し肥～夏肥の窒素施用量は逆に増加し、結果的に実証区においても県の施肥基準を上回る年間窒素施用量となった。実証区の芽出し肥～夏肥の窒素施用量を慣行区と比較して削減することができなかった要因は、例年降雨量の多い芽出し肥～夏肥の時期に施用する通常の化学肥料では、施肥量や施肥回数を増加することなしに窒素濃度を維持することが困難であることが挙げられる。1993年の両区における施肥、降水量と無機態窒素濃度との関係を第3,4図に示した。両区とも4月中～下旬に施用した硫酸によって高まった無機態窒素濃度が、その後の大雨による溶脱が極端に低下している。また甲木らは、90kgN/10aを農家慣行で施用した区で、1993年の窒素溶脱量が、平年並みの降水量であった1992年の2.7倍であったことを報告している⁶⁾。このことは、記録的な多雨年であった1993年においては、土壌中の無機態窒素濃度の維持が特に困難であったことを示すとともに、被覆尿素肥料のように溶出が土壌水分の影響を受けにくい肥料の利用が効果的であることを示すものである。また本試験結果より、被覆尿素肥料の利用については4～7月に安定した肥効の得られるような施肥体系化を図ることがより効果的であると考えられる。



第3図 慣行区の施肥と土壌表層無機態窒素濃度、降水量との関係(1993)



第4図 実証区の施肥と土壌表層無機態窒素濃度、降水量との関係(1993)

2 生葉収量、荒茶品質

生葉収量は、実証区において、慣行区と比較して窒素施用量を16%削減した影響は認められず、2年間通じて一、二番茶ともにほぼ同等であった。また、荒茶品質については、官能評価、化学的評価ともに一、二番茶において一定の傾向が認められなかったものの、2年間通じてみるとほぼ同等であった。これらのことから、実証区の施肥体系が、慣行区と比較して、茶樹の養分吸収特性に応じた効率的な施肥体系であったものと考えられる。

また、実証区は慣行区より春肥、秋肥を半減させているにもかかわらず同等の収量、品質を得られた。このことから慣行施肥体系においては、かなりの量の春肥、秋肥の削減が可能であると考えられる。

3 土壌中無機態窒素濃度の推移

実証区のうち間土壌表層の無機態窒素濃度は慣行区より、目標窒素濃度に近い値で推移させることができた。この要因として、窒素濃度診断に基づく施肥で無機態窒素濃度を維持することができたこと、及び被覆尿素肥料の窒素成分が安定して溶出したことが考えられる。また、2月と8月のペースト状肥料の灌注施肥後、土壌下層における無機態窒素濃度は高くなり、無機態窒素濃度に占めるアンモニア態窒素濃度の比率が高まった。土壌下層に存在するアンモニア態窒素は、硝酸態窒素のように容易に溶脱されない。しかも土壌表層と比較して硝化される速度が遅くなる。このことから、灌注施肥したペースト状肥料の窒素成分は、長期間土壌下層にとどまり、その多くは茶樹の好むアンモニア態窒素の状態では吸収されたものと推測される。なお、一般に硝化菌の活性における最適温度は25～35℃であり、冬季は活性がきわめて低下する⁷⁾。このことから、2月の灌注施肥は、施肥窒素成分の多くが直接新芽に利用される3～4月においても³⁾、土壌下層で高いアンモニア態窒素濃度を維持できたものと推察される。

以上のことから、被覆尿素肥料の施肥とペースト状肥料の灌注施肥は、実証区の施肥体系のなかで、降雨の影響を受けにくく、収量、品質面においても効果的であったものと推察される。

4 根量の比較

根量調査結果から、実証区のうち間土壌表層の根量が、慣行区と比較して有意に多かった。チャではうね間に対する過剰な施肥を継続することで、土壌表層を中心としたうね間根量が徐々に減少していくと考えられる。このことから本試験では、4年間にわたり施肥量を慣行施肥より約20%削減することで、うね間表層の根量の減少を抑えることができたものと推察される。また、実証区のうち間土壌下層の根量も慣行区と比較して多くなった。これについても、うね間土壌表層と同様に、施肥量の削減による効果と推察できるが、内村らの報告¹²⁾から灌注施肥地点周辺の根量が増加したことも考えられるため、今後の詳細な検討を要する。なお、採取した根のほとんどは一般的に養水分吸収能が高いとされる細根であった。このことは施肥量を継続的に削減することで、うね間表層、下層両方からの肥料成分の吸収効率向上が見込まれ、今後さらなる施肥量削減が可能であることを示唆するもの

である。

以上、窒素濃度診断に基づいた施肥に被覆尿素肥料の施肥、ペースト状肥料の灌注施肥技術を組み合わせた施肥体系とすることで、収量、品質を維持した上で窒素施用量を削減できることが明らかとなった。今後は年間の窒素施用量をさらに少なくするため、被覆尿素肥料の施肥とペースト状肥料の灌注施肥を活用した、より効果的な施肥体系について検討する必要がある。被覆尿素肥料は種類によって溶出タイプ、肥効期間が異なる。また、その溶出は地温の影響を受けるため、地域により春、秋季の溶出特性が異なる。このことから、県内茶産地の地温の推移に応じた効果的な施肥体系について検討していく必要がある。ペースト状肥料の灌注施肥は収量、品質面からその効果が高いことはすでに明らかとされている¹²⁾。しかし、チャ栽培に適したペースト状肥料の種類は少なく、施用にあたっての基準も明確でないため、今後早急な技術確立が必要であると考えられる。

引用文献

- 1) 福岡県農政部 (1985) 福岡県茶施肥基準。
- 2) 福岡県農政部 (1996) 地力保全測定診断の手引き—対策編—。
- 3) 石垣幸三 (1978) 茶樹の栄養特性に関する研究。農水省茶試研報 14 : 90。
- 4) 鹿児島茶試・宮崎総農試茶支・福岡農総試 (1988) 九州地域重要新技術研究成果 NO2. 良質, 低コスト茶生産のための土壤窒素濃度診断, 施肥技術。
- 5) 烏山光昭・藤嶋哲男・松元 順 (1981) 火山灰茶園土壤における最適な窒素肥沃度の検索。茶研報 53 : 17-25。
- 6) 甲木哲哉・宮崎久哉 (1996) 異常年 (多雨年・干ばつ年) における茶園土壤での窒素成分の溶脱。九農研 58 : 63。
- 7) 木村龍介 (1988) 土壤と根圏Ⅴ. 土壤における養分の動態。農業技術体系・土壤施肥編 1 : pp94-98。
- 8) 久保田明・渡辺敏朗・中村晋一郎・大森薫・杉山喜直 (1989) 茶園の効率的施肥 (第2報) 赤黄色土壤茶園における窒素濃度の制御。福岡農総試研報 A-9 : 87-90。
- 9) 松元 順・烏山光昭 (1993) 茶園における被覆尿素の施肥効果。九農研 55 : 63。
- 10) 中村 充 (1987) 溶出調整型肥料の施用が茶の収量及び品質に及ぼす影響。静岡茶試研報 13 : 55-60。
- 11) 田口義広・米山誠一 (1995) 緩効性肥料を利用した茶園の施用窒素量削減の試み。茶研報 81 : 17-23。
- 12) 内村浩二・松元 順・今井明子・烏山光昭 (1994) 茶樹による深層局所施肥窒素の吸収特性と収量・品質に及ぼす影響。茶研報 79 (別) : 76-77。
- 13) 吉川重彦 (1988) 土壤と根圏Ⅲ. 茶園土壤における土壤溶液の動態。農業技術体系・土壤施肥編 1 : pp71-86。