

## 茶園における効率的な施肥方法

静岡県茶業試験場

副 主 任 中 村 茂 和

(現在 静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター)

### 1. はじめに

荒茶の品質はその窒素含量との間に正の相関関係が知られ、高品質な新芽を獲得するために、これまで多くの窒素質肥料が茶園に施用されてきた。また、茶園の施肥位置は、作業道にもなるうね間であり、この面積は茶園全体に対し約1/6である。すなわち、うね間に施される施肥量は約6倍量にもなり、土壤溶液中の肥料成分濃度は極めて高い状態になり易く、そこに分布する茶樹根は濃度障害を受け易い条件下にある。そして、茶樹根により吸収されない余剰の窒素は、最終的には硝酸態窒素として土壤中から降雨などの水と共に容易に溶脱し、茶園周辺環境における環境基準値を超過する主な原因として指摘されている。環境保全の立場から、施肥量削減は喫緊の課題であるが、曇雲な削減は、収量やその品質の低下を招く可能性が高い。収量や品質をこれまでと同等に維持しながらも、施肥量を削減するためには、肥料成分、特に窒素質肥料の吸収利用率向上が重要となる。

養分の吸収利用率が高い施肥法の一つにかん水同時施肥(養液土耕)がある。この施肥法は、用水中に肥料成分を溶解した液肥をかん水用パイプ、チューブ等を用いて土壤へ直接施用する施肥法である。そして、作物の養分要求量に応じ、その施用量を調節することにより、必要最小限の施肥量で栽培することが可能となり、養分吸収利用率を向上させることができる。一方、茶園の樹冠下土壤は、降雨による影響が少なく<sup>1)</sup>、茶樹根の活性が比較的高い<sup>2)</sup>ことが知られている。そのため、施肥位置をこれまでのうね間から樹冠下へ移動させ、液肥を適宜施用することにより、窒素の吸収利用率を高め、結果的に施肥量の節減が可能となる。しかし、実際、茶園の樹冠下に液肥を施

用する場合、その施用濃度やかん液量、そして両者の積である施肥量が、茶樹の生育、収量等に及ぼす影響について不明な点が多い。そこで、ここでは、これまで多く施用されてきた窒素について、窒素濃度や窒素施用量が茶樹の生育等へ及ぼす影響について調査し、得られた若干の知見について紹介する。

### 2. 土壤溶液中窒素濃度が茶樹の生育に及ぼす影響

#### (1) 試験方法

茶園におけるかん水同時施肥導入の際の基礎的な知見を得るため、砂耕法を用い、硝酸アンモニウムを施用形態とする液肥の窒素濃度と茶樹(やぶきた)の生育との関係について年間を通じた調査を行った。また、降雨によるポット内の土壤中窒素濃度の変化を避けるため、雨除けビニールハウス内に移し、所定の濃度に調製した液肥を3日に1回の間隔で1年間施用した。また、その施用量は土壤保水量の約4倍であった。液肥の窒素濃度は、0, 50, 100, 200, 500および1,000mg/L(以下0, 50, 100, 200, 500および1,000mg区とする)とした。また、リン酸およびカリウムの濃度は、Konishiら<sup>3)</sup>の培養液組成を参考に、それぞれ3.1と40mg/Lとなるように混合して用いた。

#### (2) 結果および考察

表1, 2に器官別の年間乾物生産量および年間窒素吸収量について示した。500と1,000mg区は、処理開始後約3週間で葉の先端が褐変し、約3ヵ月後にはほとんどの株が落葉枯死したため、それらの値は省略した。器官別の乾物生産量および窒素吸収量は、いずれも0mg区では少なく、50mg区で増加し、100mg区は50mg区とほぼ同じであった。しかし、200mg区における各器官の値は、50や100mg区の値に比べて減少し、特に

表 1. 器官別年間乾物生産量※ (g/plant/year)

液肥窒素処理区	葉 部	茎 部	根 部	合 計
0mg区	1.2	0.8	3.6	5.6
50mg区	12.4	7.2	17.3	36.9
100mg区	14.2	6.2	14.9	35.3
200mg区	3.6	2.1	4.8	10.5
500mg区 <sup>***</sup>	—	—	—	—
1,000mg区 <sup>***</sup>	—	—	—	—

表 2. 器官別年間窒素吸収量※ (g/plant/year)

液肥窒素処理区	葉 部	茎 部	根 部	合 計
0mg区	0.01	0.01	0.03	0.05
50mg区	0.49	0.16	0.59	1.24
100mg区	0.59	0.13	0.59	1.31
200mg区	0.22	0.07	0.26	0.55
500mg区 <sup>***</sup>	—	—	—	—
1,000mg区 <sup>***</sup>	—	—	—	—

※ 調査終了時の乾物重から開始時の値を差し引いた値。  
 \*\*\* 液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は省略した。  
 表中の数字は各区3株の平均値を示した。

※ 調査終了時の窒素含量から開始時の値を差し引いた値。  
 \*\*\* 液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は省略した。  
 表中の数字は各区3株の平均値を示した。

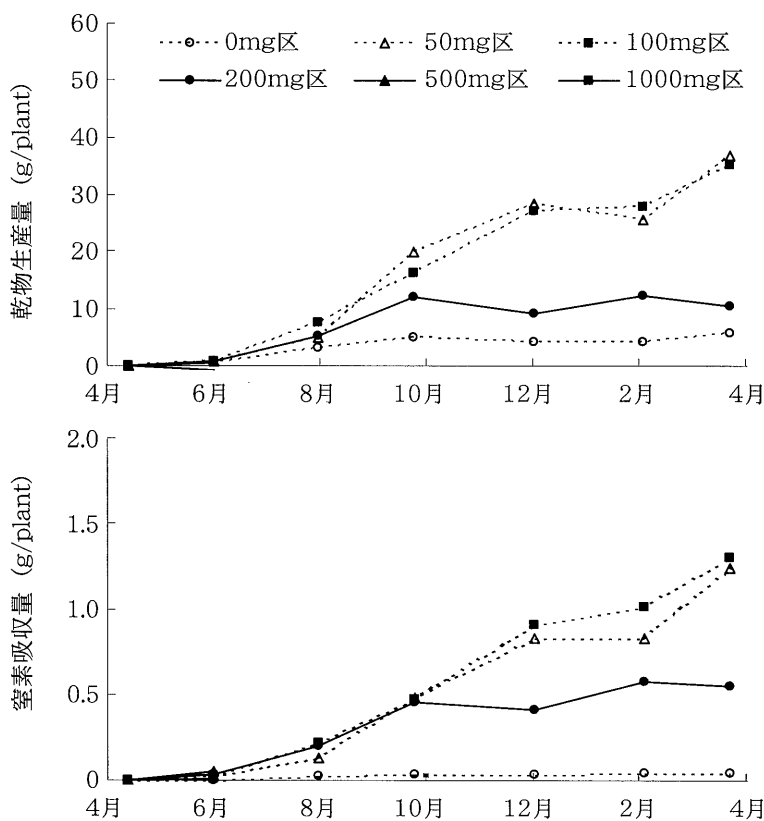
葉部と根部でその減少量が大きかった。そして、その減少量が大きかった葉部や根部において、100mg区の値を100%とした場合、乾物生産量は約30%、窒素吸収量では約40%であった。

図1に乾物生産量および窒素吸収量の積算値の推移を示した。乾物生産量や窒素吸収量の場合、50と100mg区の推移はほとんど同じであり、処理を開始した4月から6月にかけてはほとんど増加せず、6月から12月にかけて増加した。しかし、12月から翌年の2月ではほとんど増加せず、2月から3月末にかけて再度、増加した。一方、200mg区における乾物生産量や窒素吸収量の積算値の推移は、4月から10月にかけて、50や100mg区の場合とほとんど同じであり、100mg区との差はいずれもほとんどなかった。しかし、10月以降、200mg区における乾物生産量や窒素吸収量の増減はほとんどなく、翌年の3月末において、100mg区との差が大きくなった。

根の活力の指標であるトリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) 還元力について、液肥施用2ヵ月後に測定した結果を、0mg区を100%として図2に示した。細根のTTC還元力は、50mg区で約160%であったが、それ以上の窒素濃度で

図 1. 積算乾物生産量および積算窒素吸収量の経月変化

500, 1,000mg区は、液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は6月まで表示した。  
 図中の値は各区3株の平均値である。

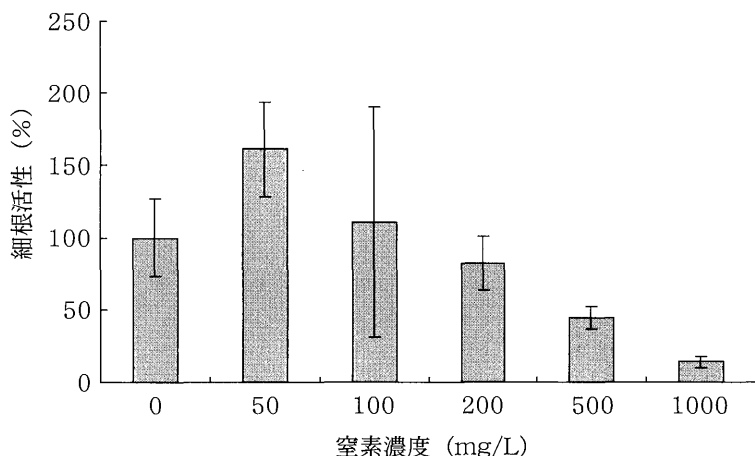


は徐々に低下する傾向にあり、100mg区で約110%、200mg区で約80%、500mg区で約40%、1,000mg区では約10%であった。

石垣<sup>4)</sup>は、茶樹の砂耕法により、窒素施用形態を硝酸カルシウムとする液肥の窒素濃度が150

図2. 液肥窒素濃度とTTC還元力との関係

0 mg区を100%とした。図中のバーは標準偏差 (n=3)。  
供試細根 (直径1mm以下) は、液肥施用 2ヶ月後。



mg/L以上の場合、茶樹の窒素吸収量は多くなるものの、葉の先端の褐変や生育が劣ることを認めている。そしてこの原因については濃度障害によるものと推察している。また、橘<sup>5)</sup>は、TTC還元力および $\alpha$ -ナフチルアミン酸化力に基づく茶樹細根の活力と蒸散量との間に高い相関を認めている。本試験では、液肥の窒素濃度が500と1,000mg/Lの場合、葉の褐変や株の落葉枯死が観察された。この原因については、今後、詳細な検討を要すると思われるが、処理開始2ヶ月後における細根のTTC還元力の低下が顕著であった液肥窒素濃度が500mg/L以上の場合、吸水能の低下等の濃度障害が起きたことにより、液肥施用約3ヶ月後には落葉枯死がみられたのではないかと推察された。

液肥の窒素濃度が200 mg/Lの場合、処理開始約6ヶ月以降の乾物生産量や窒素吸収量が50や100 mg/Lの場合に比べて劣ったことから、茶樹根圏域における窒素濃度が150mg/L以上の場合、乾物生産や窒素吸収が抑制される可能性が示唆された。本試験の場合、砂耕法を用い、土壤保水量の約4倍量の液肥を3

日に1回の間隔で施用したことから、施用した液肥の窒素濃度と土壤溶液中の窒素濃度はほとんど同じであったと推測される。これらのことから、窒素施用形態として硝酸アンモニウムを用いた時の乾物生産量や窒素吸収量を指標とした茶樹の生育にとって適当な土壤溶液中窒素濃度は、50~100mg/Lであると推察され、石垣の報告<sup>4)</sup>と近い値であった。また、処理に用いた液肥のpHは全ての区において6.5程度であった。森田<sup>6)</sup>は、水耕栽培により茶樹の生育にとって好適なpHは4.0~5.0であり、pHが6.0の場合、生育量の減少や根に褐変などの障害を認めている。

そのため、本試験で観察された茶樹の生育は、処理液のpHによる影響を受けていたことも推測されることから、窒素濃度が茶樹の生育に及ぼす影響については今後、根の生理作用等を含めた詳細な検討が必要と考えられた。

### 3. 茶園における年間窒素施用量が収量、摘芽中の窒素量に及ぼす影響

#### (1) 調査方法

供試ほ場は、静岡県茶業試験場内ほ場 (やぶきた)で行った。かん水資材は、塩ビ製のかん水パイプ (マサル工業製 フィールドパイプ)を用い、うね間方向に株を挟んで、樹冠下の両側に設置した。

処理は表3に示したとおり、硝酸アンモニウム

表3. 年間窒素施用量と液肥窒素濃度

試験*	処理区	年間窒素施用量 (kg/10a)	液肥窒素濃度 (mg/L)	年間液肥施用量 (mm)	年間液肥施用回数
試験 I	0kg区	0	0	150	15
"	7.5kg区	7.5	50	"	"
"	15kg区	15	100	"	"
"	30kg区	30	200	"	"
試験 II	30kg区	30	200	"	"
"	75kg区	75	500	"	"
"	150kg区	150	1,000	"	"
"	300kg区	300	2,000	"	"

\* 試験 Iは1998年から開始し、試験 IIは2000年から開始した。

を用い、所定の濃度に調整した液肥を1回あたり10mm施用し、3月から9月まで2週間に1回の間隔で年間15回行った。なお、施用する液肥は窒素のみとし、年間の施用量が0~30kgN/10aにおける試験Ⅰは、1987年に定植した茶園で行い、1998年より処理を開始した。施用量が30~300Nkg/10aにおける試験Ⅱは、1983年に定植した茶園で行い、2000年より処理を開始した。試験Ⅰでは、1999年の一番茶収穫後、茶園の中切り更新を行ったことから、試験期間は両試験とも2000年から2002年までの3年間とした。

(2) 結果および考察

図3に試験ⅠとⅡにおける30kg区の収量および摘芽中の窒素量を100%とした指数を示した。いずれの区においても、年次や茶期による変動はみられるが、0kg区の収量および摘芽中窒素量は最も低い値を示し、その値はいずれも50~70%であった。また、年間の窒素施用量が0~30kg/10aにおいて、窒素施用量の増加に伴い、収量や摘芽中窒素量は増加する傾向がみられ、それらは7.5kg区で70~80%、15kg区では90%程度であった。しかし、窒素施用量が75~300kg/10aの場合、収量や摘芽中窒素量はほとんど増加する傾向はみられず、300kg区ではいずれも100~110%程度であり、30kg区とほとんど同じであった。そのため、2002年2月に試験Ⅱにおける30kg区と300kg区の地下部を調査し、写真1に示した。30kg区では、液肥施用資材

の散水口付近、土壌深さ20~30cmの位置において、細根が確認された。しかし、300kg区の場合、散水口付近に細根はほとんどなかった。

図4に試験Ⅰにおける土壌溶液中の無機態窒素濃度の推移を示した。無機態窒素濃度は、施用する液肥の窒素濃度が高い区ほど高い値を示した。土壌の深さ10、20cmの位置における無機態窒素濃度は、30kg区で最も高く、70~120mg/L程度であり、その主要な窒素形態は硝酸態窒素であった。しかし、土壌の深さが40cmの場合、その値は低くなる傾向がみられ、さらに、深さ60cmの場合、全ての区において10mg/L以下であった(データ省略)。

土壌の深さ10~20cmにおける土壌溶液中の窒素濃度が100mg/L程度であった30kg区は、茶樹の生育にとって適当な窒素濃度であったと考えら

写真1. 試験Ⅱにおける根の様子

注) 調査は2002年2月に行った。

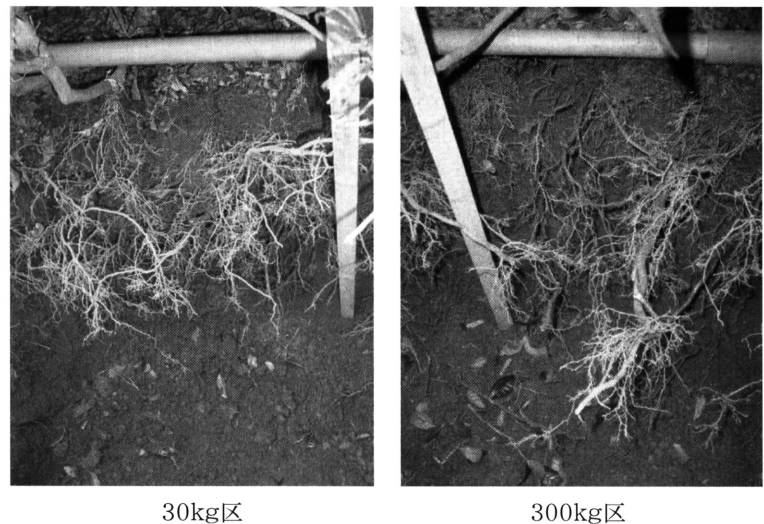


図3. 30kg区の収量および摘芽中の窒素含量を100とした指数

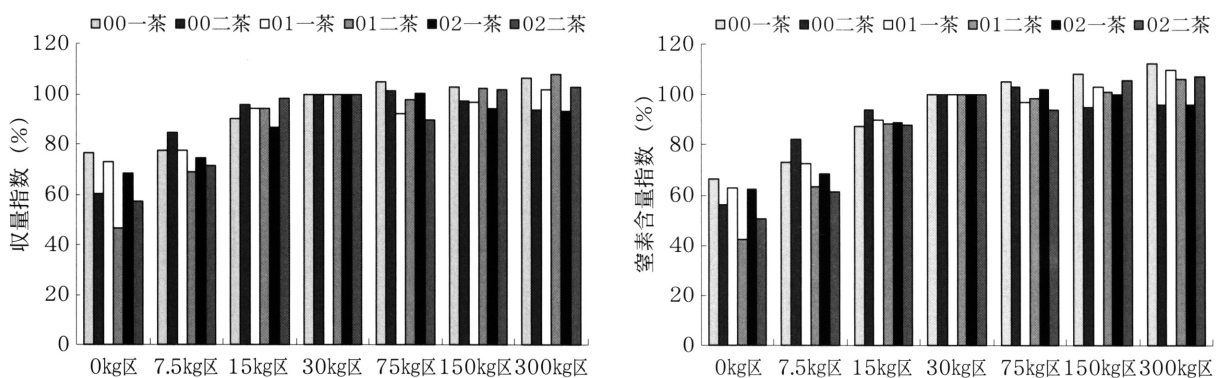
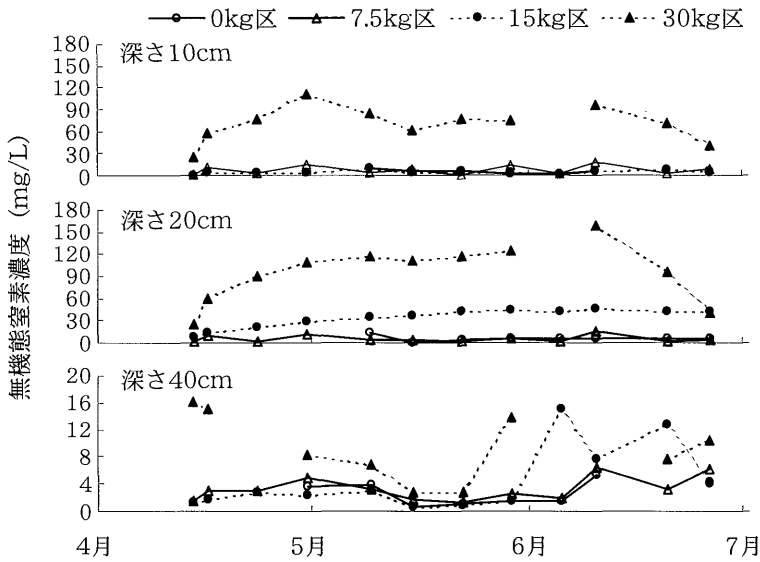


図4. 土壤溶液中の無機態窒素濃度の推移



れ、0~30kg区の場合、窒素施肥量が多くなるのに伴い、収量や摘芽中の窒素量が増加したのではないかと推察された。そして、石垣<sup>4)</sup>が示す窒素濃度に対して3~13倍の液肥を施用した75~300kg区では、根圏域における土壤溶液中の窒素濃度は30kg区の場合に比べて高くなると推測され、濃度障害が起きたために、収量や摘芽中窒素量が増加しなかったと推察された。結果的に300kg区の地下部において細根がみられなかったことは、このことを後押しするものと考えられた。一方、30kg区の土壤の深さ40cm、60cmにおける土壤溶液中の無機態窒素濃度は低く、10mg/L以下を示す場合もみられたことから、環境に対する負荷低減の可能性が示唆された。

4. おわりに

環境保全の立場から、茶園における施肥量の削減は喫緊の課題である。しかし、闇雲な施肥量、特に窒素質肥料の削減は、収量や品質の低下を招く可能性があり、肥料成分、特に窒素質肥料の吸収利用率の向上が重要となる。

茶園における樹冠下液肥施用は、窒素吸収利用率の向上が可能な施肥法の一つであると考えられる。そして今回の結果から、茶園の収量や摘芽中窒素量は、窒素施肥量と必ずしも比例しないことが示唆された。すなわち、茶樹が吸収することができる窒素量は有限であり、それ以上の窒素施肥量は、茶樹根に対して濃度障害を引き起こし、その後の茶樹の生育や養分吸収に対して悪影響を及ぼす可能性が高い。さらに、余剰の窒素は土壤中を水とともに溶脱し、地下水汚染を引き起こしてしまう。このような事態を回避し、環境にやさしく、安定した収量、品質を獲得するためには、茶樹根圏域における

土壤溶液中の窒素濃度等に配慮しながら、これまでの施肥量を節減していくことが重要と考える。

5. 引用文献

- 1) 辻正樹, 金田秋光 (2002) : 茶研報, 94, 7-14
- 2) 渋谷政夫 (1985) : 農業技術体系, 6, 1, 農山漁村文化協会, pp20-26
- 3) Konishi,S.,Miyamoto,S.and Taki,T. (1985) : Stimulatory effects of aluminum on tea plants grown under low and high phosphorus supply, Soil Sci.Plant Nutri., 31, 361-368
- 4) 石垣幸三 (1978) : 茶樹の栄養特性に関する研究, 茶業試験場報告, 14, 1-152
- 5) 橘尚明 (1996) : 多肥栽培茶園における無機態窒素の動態ならびに根圏分布と窒素吸収特性, 三重県農業研究センター特別研究報告, 4, 1-31
- 6) 森田明雄 (2000) : 過剰施肥下における茶樹の栄養生理的応答と窒素動態に関する研究, 静岡県茶業試験場特別報告, 1, 1-81

訂正記事

2008年4月号 P3

表3. 生育調査・収量結果

区名	誤		正	
	6/25	茎数本/m <sup>2</sup>	6/25	茎数本/m <sup>2</sup>
慣行区	374		320	
エコロン区	320		374	