

煎茶園での点滴かん水施肥栽培が収量、品質および 土壌浸透水に及ぼす影響

堺田輝貴*・森山弘信¹⁾・中村晋一郎・吉岡哲也

煎茶園において、樹冠下の点滴かん水施肥（窒素50kg/10a）が、収量、品質および土壌浸透水に及ぼす影響について検討した。

1. 窒素50kg/10aを点滴かん水施肥した場合、同程度の窒素を施用した慣行施肥法と比較して、一、二番茶ともに20%以上増収した。
2. 点滴かん水施肥により、20%程度の増収条件下では官能評価や化学成分含有率等において、慣行施肥法より優れる傾向を示した。
3. ライシメータでの地下浸透水中の硝酸態窒素濃度は点滴かん水施肥を行うことで、慣行施肥法に対し早期に低下する傾向が認められた。また、点滴かん水施肥区の試験開始3年次の窒素溶脱量は、黒ボク土で1.9kg/10a、赤黄色土で3.6kg/10aと、各土壌でそれぞれ慣行施肥法の40~36%となり、大幅に環境負荷が低減された。

[キーワード：煎茶園，点滴かん水施肥，収量，品質，地下浸透水]

Effects of Drip Fertigation on Yield, Quality and Permeated Ground Water in Tea Field for Sencha. SAKAIDA Teruki, HIRONOBU MORIYAMA, SINICHIROU NAKAMURA, and TETSUYA YOSHIOKA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 23 93-98 (2004)

We examined the effects of drip fertigation under the canopy on nitrogen application of 50kg/10a on yield, quality and permeated ground water in tea field for sencha.

1 When it was fertilized in drip fertigation on nitrogen application of 50kg/10a, the yield of first and second crop of tea was increased above 20%.

2 Under the increased yield of about 20% by drip fertigation, sensory quality test and chemical composition content rate of drip fertigation was superior than control.

3 The concentration of nitrate nitrogen in permeated ground water at the lysimeter was decreased by drip fertigation in early stage. Third year of examination starts, amount of leached nitrogen in andosol was 1.9kg/10a, and amount of leached nitrogen in red and yellow soil was 3.6kg/10a. It became 40~36% of control in each soil, and the environmental loading was drastically reduced.

[Key words : tea field for sencha, drip fertigation, yield, quality, permeated ground water]

結 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。そして、過剰施肥になり、茶樹に吸収されなかった窒素の溶脱による環境負荷が懸念されている⁵⁾。また、1999年2月には「地下水及び河川水中の硝酸態窒素濃度」が「要監視項目」から「環境基準値（10ppm以下）を設定する項目」へ移行し厳しい規制の対象となるなど、生産現場では、品質を維持しつつ、環境負荷を軽減できる施肥体系の確立が急務となっている。

野菜や花きなどの施設園芸では、効率的な施肥技術として点滴かん水施肥法が開発され、その栽培法の確立や、施肥窒素の利用率向上効果などが報告されている⁶⁾⁷⁾。露地栽培であるチャにおいても、施設園芸での有効性から点滴かん水施肥の検討が始められており、辻らはてん茶園での点滴かん水施肥の効果¹⁰⁾を、藤原らは点滴かん水施肥とうね間マルチを組み合わせた管理で環境負荷が低減されたことを報告している¹⁾。

しかし、煎茶園において収量、品質への影響を経年的に調査した事例は少なく、さらに、茶園の地下浸透水中

の硝酸態窒素濃度の経時変化や環境負荷軽減効果を経年的に検討した報告はない。

そこで、煎茶園において、樹冠下の点滴かん水施肥（窒素50kg/10a）が、収量、品質および土壌浸透水に及ぼす影響について検討した。

試験方法

1 試験場所および試験区の構成

福岡県八女郡黒木町の八女分場内（標高144m、赤黄色土、LiC/HC）の茶園において、品種‘やぶきた’（1992年9月定植、弧状仕立て、露地栽培）を供試し、1999年8月~2002年7月の3年間、試験を実施した。なお、供試圃場の土壌理化学性を第1表に、試験区の構成および施肥設計を第2表に示した。点滴かん水施肥のシステムは第1図のとおりで、点滴かん水施肥区（以下、点滴区）は、点滴口50cmピッチの点滴かん水チューブ（ラム17、ポリエチレン製、圧力補正機能付、吐出量2.3L/時）をうね間雨落ち部に設置して、尿素複合液肥（N-P₂O₅-K₂O：15-4-4及び12-12-12）を希釈（窒素濃度400~900ppm）したもの、又は硫安液肥（500ppm）を、液肥量4000L/10aとして2月上旬から10月上旬まで、樹冠下に月3回施用した。なお、年間窒素施肥量は49.6kg/10aとした。対照区は窒素52.8kg/10aを慣行資材（八女茶秋配合N-P₂O₅-K₂O：5-5-4、八女茶春配合9-3-3、硫安21-0-0）を用いてうね間表層

*連絡責任者（八女分場）

1) 病害虫防除所

第1表 供試圃場の土壌理化学性 (試験開始時: 1999年)

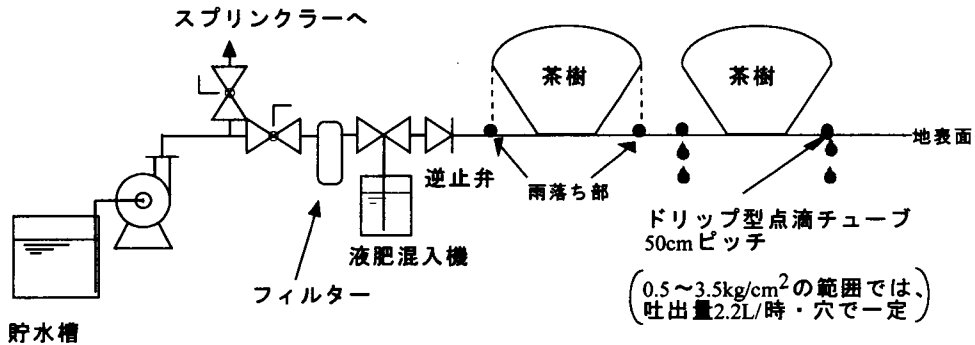
圃場区分 ¹⁾	pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	NO ₃ -N (mg/100g)	NH ₄ -N (mg/100g)	CEC (me)	交換性塩基 (mg/100g)			土性	三相分布 (%)		
							CaO	MgO	K ₂ O		固相	液相	気相
表層	4.4	2.2	0.31	10.4	4.4	28.9	155	33.9	109	LiC	38.9	37.4	23.7
下層	4.2	3.6	0.17	6.4	0.9	19.6	132	28.6	88	HC	41.3	36.2	22.5

注) 表層は深さ0~20cm, 下層は深さ20~40cm

第2表 試験区の構成及び施肥設計

試験区	8			9			10			2			3			4			5			6			7			N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	
	上	中	下	上	中	下	上	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中		下
点滴区	②	②	①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	49.6 - 21.1 - 21.1
N成分量 (kg/10a)	1.8	1.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2	2	2	3.6	3.6	2	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	年間施肥回数 23回
対照区	秋配合			秋配合			春配合			春配合			確安												52.8 - 23.4 - 20.4				
N成分量 (kg/10a)	8.0			7.0			12.6			12.6			12.6															年間施肥回数 5回	

注1) 点滴区の肥料は①: 尿素複合肥 (N-P₂O₅-K₂O: 12-12-12), ②: 尿素複合肥1544号 (N-P₂O₅-K₂O: 15-4-4)。液肥施用量は4,000L/10a
 2) 対照区の肥料は秋配合: 八女茶秋配合 (N-P₂O₅-K₂O: 5-4-4), 春配合: 八女茶春配合 (N-P₂O₅-K₂O: 9-3-3), 確安 (N-P₂O₅-K₂O: 21-0-0)



第1図 点滴かん水施肥システム

施肥した。また、両区とも試験開始前年まで窒素73kg/10aで慣行施肥を行った。試験規模は点滴区, 対照区ともに2.2aとした。

2 調査項目

土壌中の無機態窒素濃度について、点滴区は雨落ち部 (点滴かん水チューブに隣接)の点滴口と点滴口の間、対照区は雨落ち部、それぞれの表層 (0~20cm) 及び下層 (20~40cm)の土壌を採取し、イオンメーター (ORION-901) で測定した。荒茶品質の官能評価は、茶の標準審査法に基づいて審査し、茶研究室員6名の合議による標準採点法で評価した。荒茶中の主要な遊離アミノ酸およびカテキン類含量は茶の標準分析法²⁾に従い、高速液体クロマトグラフで測定した。地下浸透水はライシメータ (縦1.8m×横2.0m×深さ1.0m, 1992年定植, 品種‘やぶきた’)を用いて採取し、地下浸透水中の硝酸態窒素濃度はイオンクロマトグラフにより測定した。窒素溶脱量は、浸透水量に硝酸態窒素濃度を乗じて求めた。なお、ライシメータの土壌理化学性を第3表に示した。

ライシメータは赤黄色土 (土性LiC) および黒ボク土 (土性L) の2種類で調査し、試験区の構成および施肥設計は前述の圃場試験と同様とした。また、ライシメータの施肥経歴は両区とも、1997年7月まで窒素73kg/10aで慣行施肥を行い、1997年8月~1999年7月は無肥料で管理した。

結果

1 生葉収量および荒茶品質

生葉収量を第4表に示した。点滴区が生葉収量は対照区と比較して、一番茶では、2000年で24%, 2001年で38%, 2002年で20%多かった。二番茶では、2000年で43%, 2001年で20%, 2002年で18%多く、3カ年の平均で

第3表 ライシメータの土壌理化学性 (試験開始時: 1999年)

圃場区分	土性	pH (H ₂ O)	EC (%)	T-N (%)	NO ₃ -N (mg/100g)	NH ₄ -N (mg/100g)
赤黄色土	L	4.1	0.15	0.15	10.0	5.9
黒ボク土	LiC	3.9	0.13	0.16	12.4	1.0

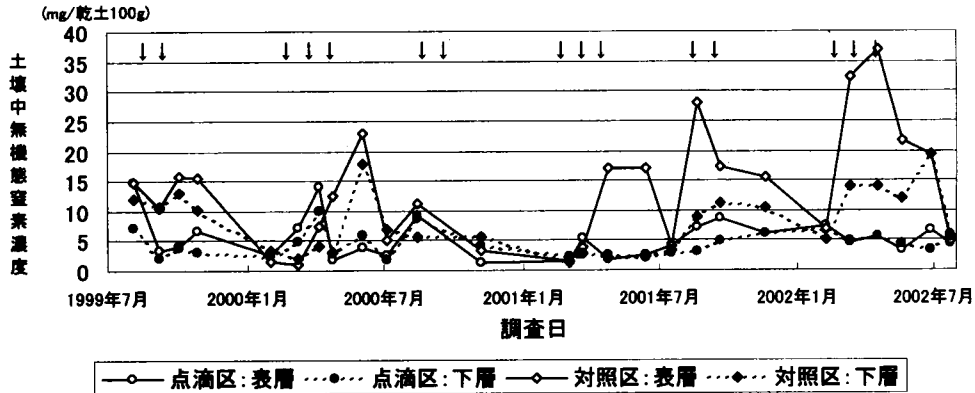
第4表 施肥管理の違いが生葉収量に及ぼす影響

試験区	一番茶 (kg/10a)				二番茶 (kg/10a)			
	2000年	2001年	2002年	平均	2000年	2001年	2002年	平均
点滴区	413 (124) ²⁾	664 (138)	761 (120)	613 (127)	463 (143)	571 (120)	692 (118)	575 (125)
対照区	332 (100)	481 (100)	633 (100)	482 (100)	323 (100)	475 (100)	586 (100)	461 (100)
有意性	* ³⁾	**	*	—	**	**	**	—

注1) 出開きに合わせて、各区とも適期に摘採した(2000年、2001年の一番茶は同日に摘採。2002年の一番茶、2000年及び2002年の二番茶は点滴区が2日早く、2001年の二番茶は点滴区が3日早く摘採した)。

2) カッコ内は対照区を100とした指数

3) **, *はt検定により1%, 5%で有意差があることを示す。



第2図 土壌中無機態窒素濃度の推移

注1) 雨落ち部(点滴区は雨落ち部かつ点滴口と点滴口の中間部)を調査。表層:深さ0~20cm, 下層:深さ20~40cm

2) 図中の矢印は対照区の施肥を示す。点滴区は2月上旬から10月上旬まで毎月に3回施肥した。

は、一番茶で27%、二番茶で25%多収であった。

荒茶の官能評価を第5表に示した。一番茶では2000年、2001年は点滴区が優れ、2002年は両区、同等であった。二番茶では、2000年は点滴区が劣る傾向にあったが、2001年、2002年は点滴区が優れる傾向にあった。

荒茶の主要な遊離アミノ酸およびカテキン類含有量を第6表に示した。一番茶では主要遊離アミノ酸は3カ年ともに点滴区が多く、主要カテキン類は2000年、2002年で少なかった。二番茶では、2000年、2002年は両成分とも、同程度であったが、2001年は点滴区の主要遊離アミノ酸が多く、主要カテキン類が少なかった。

2 土壌中の無機態窒素濃度の推移

1999年8月~2002年7月の土壌中の無機態窒素濃度の推移を第2図に示した。点滴区の土壌中無機態窒素濃度は土壌表層、下層ともに調査期間を通じて、ほぼ10mg/100g以下で安定的に低く推移した。なお、表層と下層の濃度差は比較的小さかった。一方、対照区は土壌表層、下層ともに春季や秋季で高く推移し、冬季や梅雨期では低下した。また、点滴区より概ね高めに推移したが、濃度の変化が大きく、下層より表層の濃度が高く推移した。

また、ライシメータにおける土壌中の無機態窒素濃度は、点滴区、対照区ともに圃場試験とほぼ同様に推移した(第3図)。

第5表 施肥管理の違いが荒茶官能評価に及ぼす影響

茶期	試験区	2000年	2001年	2002年
一番茶	点滴区	+2.0	+3.5	± 0
	対照区	± 0	± 0	± 0
二番茶	点滴区	-1.5	+5.0	+1.5
	対照区	± 0	± 0	± 0

注) 普通審査法(100点滴点)で行い、対照区を基準とした加減点で示した。

3 土壌浸透水中の硝酸態窒素濃度の推移および窒素溶脱量

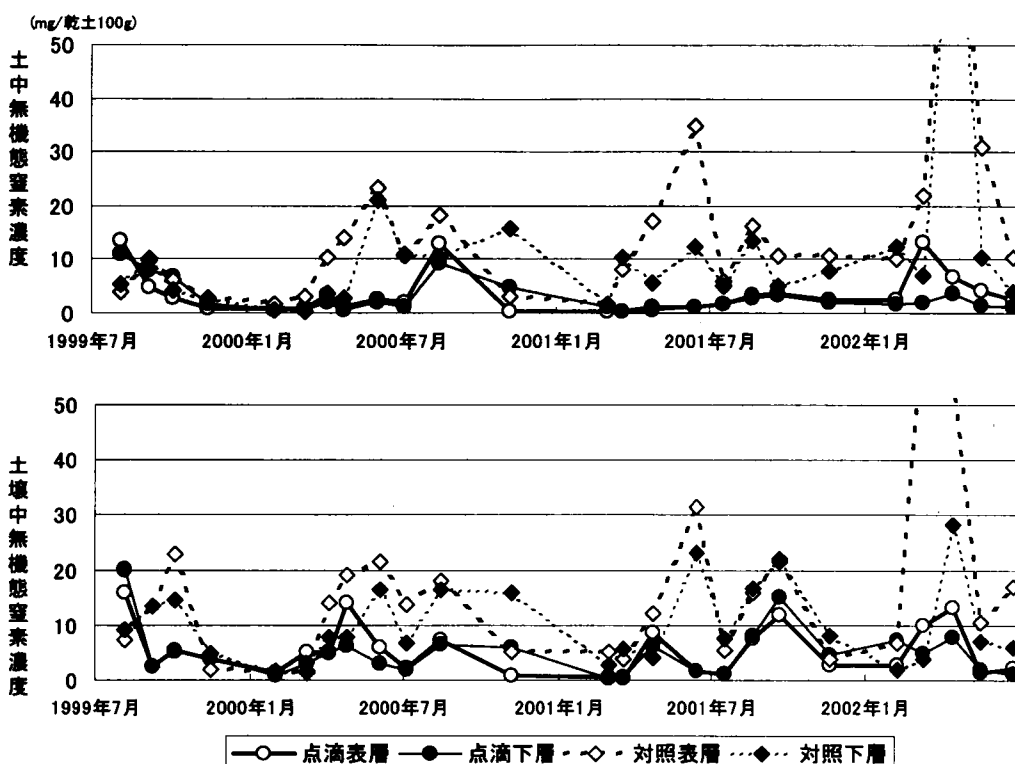
土壌浸透水中の硝酸態窒素濃度の推移を第4図に示した。黒ボク土、赤黄色土ともに点滴かん水施肥開始当初には、前2年間無肥料で栽培したのにもかかわらず3年以前の多肥の影響により40ppm以上で推移した。しかし、点滴かん水施肥の継続とともに低下傾向を示し、黒ボク土では開始2年次で年間平均9.0ppm、赤黄色土では開始3年次で年間平均4.7ppmであった。一方、対照区では、試験開始当初は点滴区と同様に硝酸態窒素濃度が高かった。その後、窒素50kgレベルの施肥の継続により、硝酸態窒素濃度は低下したものの、点滴区より高い値を示す期間が長かった。

土壌浸透水の硝酸態窒素濃度の年平均およびこれに浸

第6表 施肥管理の違いが荒茶中の主要な遊離アミノ酸及びカテキン類含有量に及ぼす影響

試験区	主要遊離アミノ酸 ¹⁾ (%)			主要カテキン類 ²⁾ (%)			
	2000年	2001年	2002年	2000年	2001年	2002年	
一番茶	点滴区	4.6	5.4	3.7	16.8	17.0	20.6
	対照区	3.1	3.2	2.4	17.3	18.3	23.3
有意性	*	*	**	*	n.s.	*	
二番茶	点滴区	0.7	2.4	1.3	19.2	18.9	27.0
	対照区	0.9	1.6	1.2	19.2	20.1	27.3
有意性	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	

注1) テアニン他19種類の合算値
 2) EC, ECg, EGC, EGCgの合算値
 3) **, *は1検定により1%, 5%水準で有意差があることを示す。



第3図 ライシメータの土壤中無機態窒素濃度の推移 (上: 黒ボク土, 下: 赤黄色土)

注) 雨落ち部 (点滴区は雨落ち部かつ点滴口と点滴口の中間部) を調査。
 表層: 深さ0~20cm, 下層: 深さ20~40cm

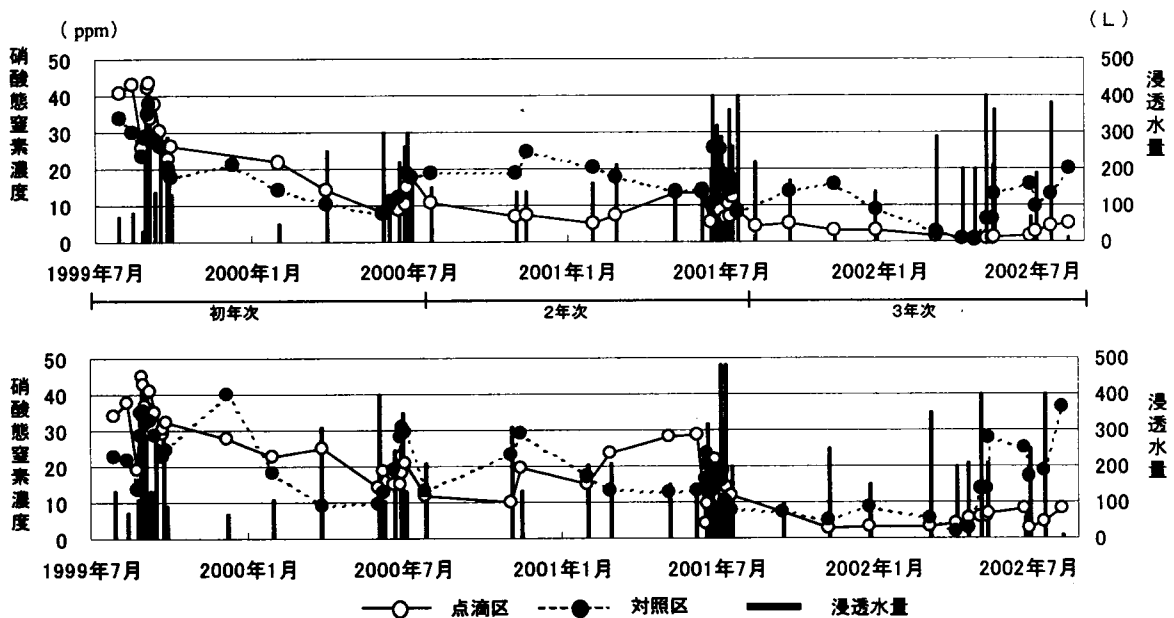
透水量を乗じた年間窒素溶脱量を第7表に示した。窒素溶脱量は、硝酸態窒素濃度の推移と同様に両区とも年次の経過とともに減少傾向を示した。しかし、点滴区の減少率は大きく、3年次では黒ボク土で1.9kg/10a, 赤黄色土で3.6kg/10aと、各土壌でそれぞれ対照区の40~36%となり、大幅に環境負荷が低減された。

考 察

1 生葉収量および荒茶品質

点滴区の生葉収量は、対照区に比べて3ヵ年平均で一、二番茶とも20%以上増収した。また、2000年の二番およ

び2002年の一番茶を除いて、官能評価、化学成分含有量とも点滴区が優れる傾向を示し、点滴施肥の増収および品質向上効果が確認された。2000年産二番茶の点滴区の官能評価が劣った要因として、収量差が43%と大きかったため、形状の大型化やアミノ酸含有率の低下による内質への影響等が挙げられた。一方、その他の茶期の結果から、20%程度の収量差であれば同等以上の官能評価が得られたと推測された。点滴区の増収及び品質向上については、点滴かん水施肥は希釈した液肥を大量に施用するため、茶樹の根域全体に浸透し施肥窒素利用率が高まったためと推察される。また、本試験では、対照区の



第4図 土壌浸透水中の硝酸態窒素濃度の推移 (上図：黒ボク土，下図：赤黄色土)

第7表 土壌浸透水の年間平均硝酸態窒素濃度及び年間窒素溶脱量 (ppm, kg/10a)

土質	試験区	初年次	2年次	3年次
		(1999年8月 ～2000年7月)	(2000年8月 ～2001年7月)	(2001年8月 ～2002年7月)
黒ボク土	点滴区	23.1 (25.3)	9.0 (9.0)	2.2 (1.9)
	対照区	21.5 (24.2)	17.1 (17.5)	7.3 (4.7)
赤黄色土	点滴区	26.5 (32.2)	15.0 (16.7)	4.7 (3.6)
	対照区	23.8 (29.7)	16.4 (18.9)	12.1 (10.1)

注1) 年間平均硝酸態窒素濃度は、年間溶脱量 (mg) / 年間浸透水量 (L)

2) カッコ内の数値は年間窒素溶脱量 (kg/10a)

3) 年間生葉収量 (kg/10a) について、黒ボク土は2000年：点滴区1084対照区1054，2001年：点滴区1346対照区1238，2002年：点滴区1240対照区1244。赤黄色土は2000年：点滴区724対照区740，2001年：点滴区1182対照区938，2002年：点滴区942対照区894。

施肥回数が年間5回に対し、点滴区では2～10月に、年間23回の施肥を行っていることから、少量多数回分施によっても施肥窒素利用率が高まったものと考えられる。

一方、筆者らは降雨が少なく、土壌が乾燥傾向にある時にかん水を行うことで、新芽生育が旺盛になり、品質も向上することを報告している⁸⁾。本試験において、2000年および2001年の一番茶生育期、2000年および2002年の二番茶生育期では、降水量が平年より少なく、茶園土壌も乾燥傾向にあった。この時の生葉収量および荒茶品質は、収量差が大きかった2000年の二番茶を除き、点滴区が優れる傾向を示している。一方、新芽生育期に降雨が多かった2001年二番茶および2002年一番茶においても点滴区が優れる傾向を示している。このことは、点滴かん水施肥が慣行施肥法に比べ、降水量変動の影響が少ない効率的な施肥法であることを示している。

また、点滴区は、同量の窒素施用量である対照区より

収量および品質が優れたことから、窒素施用量のさらなる削減が可能と考えられた。

2 土壌中の無機態窒素濃度の推移

点滴区における土壌中の無機態窒素濃度は調査期間を通じて、ほぼ10mg/100g以下で安定的に低く推移し、土壌表層と下層の濃度差も比較的小さかった。これは、点滴区の窒素施用量が1回当たり1.6～3.6kg/10aと少量であること、液肥が下層まで十分に浸透したこと等が要因として考えられた。また、前述のように、少量多数回分施により茶樹の窒素吸収量が多くなったことによると推察された。

一方、対照区の土壌中窒素濃度は表層、下層ともに点滴区に比べ高く推移し、濃度の変化も大きかった。これは、対照区ではうね間への施肥であるため施肥部が狭く、採土部位が施肥の影響を受けやすいこと、1回当たり

の窒素施用量が点滴区より多いこと等が要因として考えられた。また、資材の窒素溶出には地温や水分が影響するため³⁾、降雨により肥料等に含まれる窒素が一時的に溶出したり、梅雨期の大雨等で窒素が溶脱したことも考えられた。

3 土壤浸透水中の硝酸態窒素濃度の推移および窒素溶脱量

土壤浸透水中の硝酸態窒素濃度は点滴区で低く推移し、窒素溶脱量も大幅に低減された。これは、点滴かん水施肥により生葉収量や茶葉中の遊離アミノ酸等が増加し、施肥窒素利用率が向上したことが要因として考えられ、点滴かん水施肥は環境負荷の低減に有効であった。対照区では、特に6~7月の梅雨期に硝酸態窒素濃度が高く、窒素溶脱量が多かった。これは、春肥に施用した有機質資材から無機化した窒素分などが、梅雨期の連続した降雨により溶脱したことが原因と推察された。

また、土壤浸透水中の硝酸態窒素濃度の年間平均値について、試験開始初年次では、土壤および施肥法の違いにかかわらず20ppm以上の高い値を示したが、年次を追う毎に低下し、黒ボク土の点滴区では試験開始2年次で、赤黄色土の点滴区及び黒ボク土の対照区では試験開始3年次で、10ppm以下まで低下した。加治らは、火山灰土壤の茶園において、過剰に蓄積された窒素の分解、溶脱には2年程度要し、茶園浸透水中の硝酸態窒素濃度は3年目から低減し始めることを報告している³⁾。また、火山灰土壤の茶園において窒素施用量86kg/10aを、4年かけて50kg/10aまで段階的に低減すると、溶脱する硝酸態窒素濃度の年間平均値は環境基準値(10ppm)を下回ったこと⁴⁾等を明らかにしている。本試験の結果は、50kg/10aレベルまでの施肥削減により浸透水中の硝酸態窒素濃度は経年的に低下し、10ppm以下になるという点でこれらの報告とほぼ一致しているとともに、点滴かん水施肥は慣行施肥に比べ、早期に環境負荷低減が実現できる効率的な施肥法であることを示している。

以上、本試験において、煎茶園での点滴かん水施肥は収量、品質および環境負荷低減に対して効果が高いこと

が明らかとなった。また、点滴かん水施肥は施肥の省力化にも有効であるが、高低差がある圃場では液肥かん水量が均等になるような点滴チューブの選択、導入コストや水利の確保等といった課題も生じる。今後は、低コストで均等な液肥かん水が可能な点滴チューブの開発が待たれるとともに、玉露園での点滴かん水施肥の効果の検討や、収量、品質を維持しつつ、さらに施肥量削減した点滴かん水施肥法の確立が必要である。

引用文献

- 1) 藤原敏郎・神田真帆・上辻久利(2002)点滴施肥とうね間マルチの環境負荷軽減効果. 茶研報94(別): 78-79.
- 2) 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正(1990)茶の分析法. 茶研報71: 43-74.
- 3) 加治俊幸・勝田雅人・寿江島久美子(2001)茶園の減肥による窒素溶脱量の推移. 九州農業研究63: 75.
- 4) 加治俊幸・勝田雅人・吉田真人(2002)有機物と被覆尿素を組み合わせた茶園の減肥と収量・品質及び溶脱窒素濃度. 九州農業研究64: 74.
- 5) 松尾宏(1992)茶畑を集水域とする溜池の酸性化現象について. 用水と廃水34(2): 18-23.
- 6) 森山友幸・姫野修一・井手治(2003)秋キク‘神馬’の1~2月出し栽培における点滴かん水施肥法. 九州農業研究65: 202.
- 7) 六本木和夫(1995)養液土耕による施設栽培キュウリの養水分管理. 農業及び園芸70: 909-912.
- 8) 堺田輝貴・中村晋一郎・森山弘信・松田和也(2002)一番茶萌芽期前後の灌水が土壤中無機態窒素量および生育・品質へ及ぼす影響. 九州農業研究64: 28.
- 9) 玉井光秀・山田晴夫・大西健二(2003)果菜類におけるかん水施肥技術・第1報キュウリ・トマトでの技術導入効果と課題. 九州農業研究65: 64.
- 10) 辻正樹・木下忠孝(2002)てん茶園における点滴施肥の効果. 第1報収量及び品質に及ぼす効果. 茶研報92(別): 142-143.