

# 茶園土壤の環境改善試験

## —幼木茶園での養分収支試験—

甲木哲哉、宮崎久哉、下門 久

### 1 緒言

熊本県には平坦地から中山間地に至るまで1,980haの茶園があり、蒸製玉緑茶を中心に茶生産がおこなわれている。また、球磨地域や菊池地域等の平坦部では煎茶、矢部・蘇陽地域等の山間地では釜炒り茶の生産が行われている。<sup>1)</sup>

近年、茶の消費について上質嗜好が高まっており、生産者もいかに上質な茶を生産するかに関心が強い。特に中山間地農家では、生産量増加のための茶園規模の拡大や乗用型機械の導入が難しく、上級茶生産に力を注いでいる。<sup>2), 3)</sup>

上質茶として重要な要素は味であり、「うまみ」の多い茶が上質な茶となる。「うまみ」はアミノ酸量に影響されることから<sup>4)</sup>、上質茶を生産するために茶葉中のアミノ含量を高める技術が求められている。

現在、より上質な茶を生産することを目的に、窒素肥料の多量施用がおこなわれている。県の窒素施肥基準は、年間10a当り60kgであるが<sup>5)</sup>、一般茶園では、比較的施肥量が少ない中山間地で60~90kg、平坦地では80~120kgもの施肥がおこなわれている。

多量施肥は、土壤の酸性化や微生物環境の悪化をまねき、茶樹根群の活力低下による施肥効率の著しい低下をおこす。<sup>6)</sup>そのため施肥量がさらに増加する傾向が強くなり、肥料費の増加につながっている。<sup>2), 7)</sup>

窒素成分を効率よく茶樹に利用させるには、地力窒素を活用するのが有効であり、<sup>8)</sup>地力を向上させるために堆きゅう肥など有機物の投入が望ましいが、労働力が不足している地域では有機物投入が減少傾向にあり、事態の改善がはかられていない。また、堆きゅう肥を投入して、かえってリンやカリの過剰問題を起こしている地域もある。

最近では、過剰に施用された肥料の溶脱による地下水への汚染が懸念されており、肥料成分の溶脱状況の把握が急務となっている。<sup>8), 9)</sup>

そこで、本研究ではほ場に近い条件で行うため1椀20㎡規模のライシメータを設置し、窒素施肥量の違いが、窒素成分を中心とした土壌成分の溶脱、茶葉として収奪する成分にどのように関係しているか解析することにした。

### 2 試験方法

#### 1) ライシメータの構造および充てん土壌

茶園から浸透水によって溶脱する成分を把握するために、当所内の図-1のような構造のライシメータ9基を用いた。1基の椀幅は5.4m×3.6mで、最下層に水洗いした川砂利、次に水洗いした川砂を充てんした上に、当所内の赤黄色土壌（阿蘇火山砕屑物）を1mの厚さで充てんした。土壌を浸透した水はパイプをとって貯水タンクに流入するようにした。充てん土壌の化学性は表-1のとおりである。

1989年6月に2年生の“やぶきた”を各区に1うね当り12株、合計3うね定植した。1990年7月、1991年3月の2回、せん枝をした後、1991年一番茶から摘採を始めた。また整枝は秋に行った。

試験区は、窒素施肥量で無肥料（1基）を、45kg/10a、60kg/10a、90kg/10a、120kg/10a（各2基）を設けた。

年間施肥量は幼木園であることをふまえて、表-2に示したように、1990年は50%、1991年は80%、1992年は

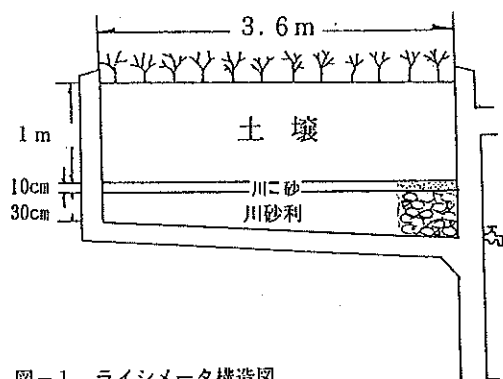


図-1 ライシメータ構造図

90%を施用した。春肥および秋肥は、配合肥料を用いた。夏肥には硫安を用い、多量施肥区は油かすも併用した。各区とも毎年稲わらを1t/10a、堆肥を2t/10a施用した。

3) 浸透水の採水および分析

採水は、1992年3月までは貯水タンク（降水量100mmに対応）にある程度貯まる毎に不定期に行った。1992年4月以降は原則として半月毎に採水を行った。また、大雨などで貯水タンクの容量を超えるような場合は随時採水を行った。

表-1 充てんした土壌の化学性（平成元年9月）

pH	CEC H <sub>2</sub> O KCl	置換性塩基(me)			有効態リン酸 (mg/100g乾土)	
		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
5.86	4.14	19.1	5.15	3.56	1.16	8.64

表-2 年間施肥量（窒素換算、g/m<sup>2</sup>）

日付	肥料名	試験区 無肥料	N-45	N-60	N-90	N-120
1990年						
2/15	配合	0	4.5	6.0	9.0	10.0
3/26	配合	0	4.5	6.0	9.0	10.0
7/25	硫安	0	3.38	4.5	6.75	10.0
8/17	硫安	0	3.38	4.5	6.75	10.0
9/27	配合	0	3.38	4.5	6.75	10.0
10/25	配合	0	3.38	4.5	6.75	10.0
年計		0	22.5	30.0	45.0	60.0
1991年						
3/6	配合(+油粕)	0	5.4	7.2	7.2(7.2)	7.2(7.2)
3/29	配合(+油粕)	0	5.4	7.2	7.2	7.2(7.2)
5/14	硫安(+油粕)	0	3.6	4.8	7.2	7.2(7.2)
6/4	硫安	0	5.4	7.2	7.2	7.2
6/28	硫安(+油粕)	0	5.4	7.2	7.2	7.2(7.2)
8/26	配合(+油粕)	0	5.4	7.2	7.2	7.2(7.2)
11/11	配合(+油粕)	0	5.4	7.2	7.2(7.2)	7.2(7.2)
年計		0	36.0	48.0	72.0	93.6
1992年						
2/14	配合(+油粕)	0	6.08	8.1	8.1(8.1)	8.1(8.1)
3/24	配合(+油粕)	0	6.08	8.1	8.1	8.1(8.1)
4/7	硫安	0	4.05	5.4	8.1	8.1
5/11	硫安(+油粕)	0	4.05	5.4	8.1	8.1(8.1)
6/9	硫安	0	4.05	5.4	8.1	8.1
6/22	硫安(+油粕)	0	4.05	5.4	8.1	8.1(8.1)
9/4	配合(+油粕)	0	6.08	8.1	8.1	8.1(8.1)
11/4	配合(+油粕)	0	6.08	8.1	8.1(8.1)	8.1(8.1)
年計		0	40.5	54.0	81.0	113.4
1993年						
2/12	配合(+油粕)	0	6.75	9.0	9.0(9.0)	9.0(9.0)
3/10	配合(+油粕)	0	6.75	9.0	9.0	9.0(9.0)
4/5	硫安	0	4.5	6.0	9.0	9.0
5/20	硫安(+油粕)	0	4.5	6.0	9.0	9.0(6.0)
6/9	硫安	0	4.5	6.0	9.0	9.0
7/9	硫安(+油粕)	0	4.5	6.0	9.0	9.0(6.0)
8/23	配合(+油粕)	0	6.75	9.0	9.0	9.0(9.0)
10/28	配合(+油粕)	0	6.75	9.0	9.0(9.0)	9.0
年計		0	45.0	60.0	90.0	120.0

\* 配合肥料成分 N-P-K (Mg) : 9-6-4 (2)

分析項目および分析方法は次のとおりである。

pH : 比色法

EC : 電気伝導度計

$\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$  :  $\text{Na}^+$   
 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$

: イオンクロマトグラフによる  
 (TOA PCI-3000型)

溶脱量は各成分の濃度に浸透水量をかけて算出した。窒素の溶脱量などは堆肥等の影響を考慮して、無肥料区の分析結果で差し引いて表すことにした。

#### 4) 茶葉の摘採および分析

摘採および秋整枝は表-3のとおりである。摘採は缺摘みの全刈りでを行い、その都度収量を調査した。1992年、1993年の生葉は、手摘みしたものを蒸熱・乾燥させ、全窒素含量をケルダール蒸留法により分析した。

表-3 各年の摘採日および整せん枝日

年	せん枝	一番茶	二番茶	三番茶	整枝
1990	7/17				
1991	3/12	5/1	6/24	8/6	10/15
1992		4/22	6/5	7/29	10/26
1993		5/7	6/17		10/15

表-4 年間降水量と年間浸透水量

年	降水量 (mm)	浸透水量mm (浸透率 %)				
		無肥料区	窒素45	窒素60	窒素90	窒素120
1990	1492	1235 (82.8)	1159 (77.7)	1094 (73.4)	1105 (74.1)	1079 (72.3)
1991	1840	1650 (89.7)	1582 (86.0)	1566 (85.2)	1578 (85.8)	1576 (85.7)
1992	1312	1286 (98.0)	1067 (81.3)	989 (75.4)	1008 (76.8)	987 (75.2)
1993	3308	3449 (104)	3142 (95.0)	3009 (91.0)	3063 (92.6)	3014 (91.1)

### 3 結果および考察

#### 1) 降水量と茶園土壌の浸透水量

1990年~1994年における降水量と浸透水量は表-4のとおりである。1990年は降水量1492mmに対し浸透水量が1079~1235mm、浸透率は72.3~82.8%となり、1991年は降水量1840mmに対し浸透水量1566~1650mm、浸透率は85.2~89.7%、1992年は降水量1312mm対し、浸透水量987~1286mm、浸透率75.2~98.0%、1993年は降水量が3308mmに対し浸透水量3009~3449mm、浸透率は91.1~

104.0%になった。浸透水量は各枠によってばらつきがみられたが、施肥量の影響はみられなかった。また降水量が少ない年に、降水量に対する浸透水量の割合が小さくなる傾向がみられた。無肥料区の浸透水量は他区に比べやや多かったが、原因はつかめなかった。

#### 2) 土壌浸透水のpH及びEC

##### ア 土壌浸透水のpH

1990年~1993年における土壌浸透水のpHは、各区とも1990年では7.0~9.0、1991~1993年は6.0~8.0の範囲で推移した(図-2)。これは鹿児島県茶試<sup>9)</sup>が報告したクロボク土壌試験の土壌浸透水pH値3.8~4.6と比較すると高い数値であったが、佐賀県茶試における赤黄色土壌を用いたライシメータ試験では、同様な傾向がみられている。また降水量が多い6~7月に、pHが低下する傾向がみられた。しかし、浸透水のpHに試験区間差はみられなかった。

pH

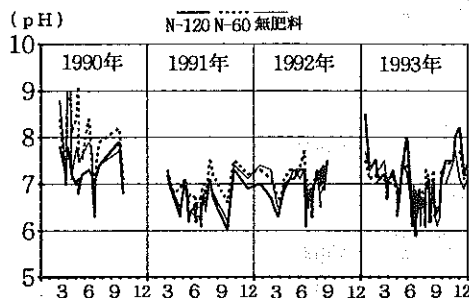


図-2 土壌浸透水のpHの経時変化

##### イ 土壌浸透水のEC

土壌浸透水のECは図-3のとおりである。

1990年から1991年の4月までは施肥量が少ないため試験区間差はあまりみられなかった。1991年の5月以降は、無肥料区では変化がみられなかったが、施肥した区では、施肥量が多い区ほどECが高くなり、試験区間差は徐々に大きくなった。1993年6~7月では、各区ともECの低下がみられた。これは2ヶ月間に1670mmの降水が影響したものと考えられる。このECの低下は施肥量が多い区ほど顕著であった。

EC

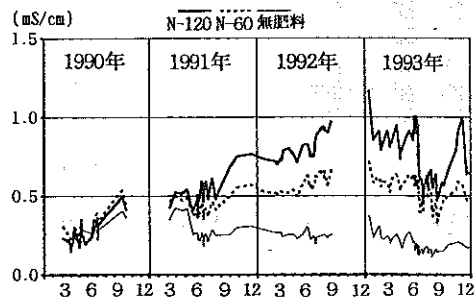


図-3 土壌浸透水のECの経時変化

2) 茶園土壌からの窒素の溶脱

本研究では、土壌浸透水中のNH<sub>4</sub>-N やNO<sub>2</sub>-N は検出できなかった。したがってNO<sub>3</sub>-N の溶脱量をもって、窒素成分の溶脱量とした。

期間別の窒素溶脱量は表-5に示した。施肥量溶脱量は各試験区の窒素溶脱量から無肥料区の窒素溶脱量を差し引いた値で示した。また期間毎の溶脱量を、その期間の施肥量との割合で、期間溶脱率を示した。

ア 年間の施肥溶脱量および期間別施肥溶脱状況

施肥溶脱量は、1991年以降施肥量が多い区ほど多くなった。

施肥溶脱量は、各試験区とも降水量が多い夏期(6月~8月)に多く、年間の溶脱量に占める夏期の溶脱量の割合は、少雨年の1992年で54.7~60.3%、多雨年の1993年で67.6~71.2%であった。これは、年降水量で夏期の降水量が占める割合(1992年45.5%、1993年64.8%)よりも高く、夏期に溶脱が集中していることが示唆された。

イ 年次別の溶脱率および期間別溶脱率

溶脱率で窒素の施肥量と溶脱量との関係を見ると、1991年では40.1~44.7%、1992年は46.6~51.5%で試験区による差は少なかった。また異常多雨年であった1993年は、溶脱率は100%を超えており、施肥量が多い区ほど溶脱率が高くなった。

期間毎の溶脱率では溶脱量と同様に夏期が他の期間に

比べ高くなった。特に、1993年は他の期間が40~60%程度であったのに対し203~226%であった。

ウ 土壌浸透水中の窒素濃度の経時変化

浸透水中の硝酸態窒素濃度の変化は図-4~図-7に示した。1990年6月まで試験区間差はほとんどみられなかった。1990年7月以降は施肥量が多い区ほど濃度が高い状態で推移した。その後、各試験区とも同様な曲線を描きながら、1991年10月から窒素60kg区で30ppm前後、窒素120kg区で60ppm前後の値で安定した。少雨であった1992年の7月から1993年の5月まではさらに濃度が高くなり、最も高くなった1993年2月は窒素60kg区で41ppm、窒素120kg区で81ppmに達した。その後、6月後半から記録的な降雨があり、7月上旬に濃度が急激に低下した。濃度の低下は施肥量が多い区ほど顕著で、低下する直前は、窒素120kg区で76ppm、窒素60kg区で31ppmであったが、最も低下した時点では窒素120kg区で21ppm、窒素60kg区で13ppmとなった。8月以降は再び濃度が上昇し、9月に濃度の低下がみられたが、その後は一定の濃度で推移した。

以上の状況から、土壌浸透水中の硝酸態窒素濃度は、降水量の多少に影響を受けるが、施肥量毎にある一定値で推移することが示唆され、窒素溶脱量を制御するには、施肥量、浸透水量について検討する必要があると思われる。

表-5 窒素の時期別溶脱量

試験区	期間	降水量 (mm)	N-45			N-60			N-90			N-120		
			施肥量 (Ng/m <sup>2</sup> )	施肥 溶脱量 (Ng/m <sup>2</sup> )	溶脱率 (%)	施肥量 (Ng/m <sup>2</sup> )	施肥 溶脱量 (Ng/m <sup>2</sup> )	溶脱率 (%)	施肥量 (Ng/m <sup>2</sup> )	施肥 溶脱量 (Ng/m <sup>2</sup> )	溶脱率 (%)	施肥量 (Ng/m <sup>2</sup> )	施肥 溶脱量 (Ng/m <sup>2</sup> )	溶脱率 (%)
1990年	春期	590	4.5	0.2	4.2	6.0	0.1	1.5	9.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0
	夏期	655	6.8	1.2	17.8	9.0	0.7	8.3	13.5	3.6	26.9	18.0	2.3	13.0
	秋期	247	6.8	0.6	8.3	9.0	0.7	7.8	13.5	0.9	7.0	18.0	1.0	5.8
	年計	1492	18.0	1.9	10.8	24.0	1.5	6.4	36.0	4.6	12.7	48.0	3.4	7.1
	冬期	80	0.0	0.6	-	0.0	1.2	-	0.0	1.4	-	0.0	1.5	-
1991年	春期	517	14.4	3.6	24.7	19.2	4.8	25.2	32.0	5.5	17.3	43.2	9.1	21.0
	夏期	981	10.8	9.5	87.6	14.4	13.8	96.0	24.0	19.1	79.5	36.0	26.5	73.5
	秋期	262	10.8	1.5	14.1	14.4	2.1	14.4	16.0	2.9	18.2	14.4	4.8	33.6
	年計	1840	36.0	15.2	42.1	48.0	21.9	45.6	72.0	28.9	40.1	93.6	41.9	44.7
	冬期	202	6.1	2.0	32.8	8.1	2.1	25.9	16.2	3.2	19.8	16.2	5.2	32.1
1992年	春期	389	14.2	6.9	48.6	18.9	7.7	40.7	24.3	11.5	47.3	40.5	17.8	44.0
	夏期	598	14.2	11.7	82.4	18.9	15.4	81.5	24.3	23.1	95.1	40.5	28.9	71.4
	秋期	124	6.1	0.3	4.9	8.1	0.4	4.9	16.2	0.5	3.1	16.2	0.9	5.6
	年計	1313	40.6	20.9	51.5	54.0	25.6	47.4	81.0	38.3	47.3	113.4	52.8	46.6
	冬期	203	6.7	3.0	44.8	9.0	3.7	41.1	18.0	5.3	29.4	18.0	8.1	45.0
1993年	春期	501	15.8	7.5	47.5	21.0	10.3	49.0	27.0	16.9	62.6	42.0	26.2	62.4
	夏期	2165	15.8	32.0	202.5	21.0	44.8	213.3	27.0	74.3	275.2	42.0	94.8	225.7
	秋期	469	6.7	3.1	46.3	9.0	6.1	67.8	18.0	8.1	45.0	18.0	11.2	62.2
	年計	3338	45.0	45.6	101.3	60.0	64.9	108.2	90.0	104.6	116.2	120.0	140.3	116.9
	冬期	12月~2月												

\* 冬期 12月~2月 施肥溶脱量=各試験区窒素溶脱量-無肥料区窒素溶脱量  
 春期 3月~5月 溶脱率=期間毎の施肥溶脱量/期間毎の窒素施肥量×100  
 夏期 6月~8月  
 秋期 9月~11月

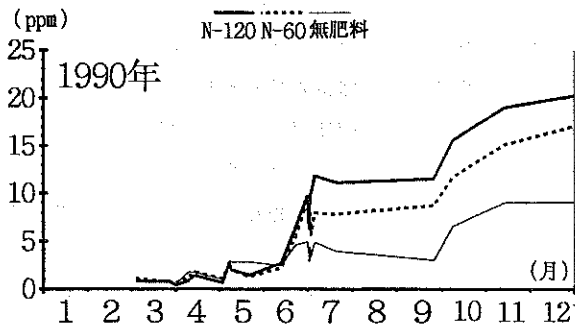


図-4 土壤浸透水中NO<sub>3</sub>-N濃度の経時変化(1990年)

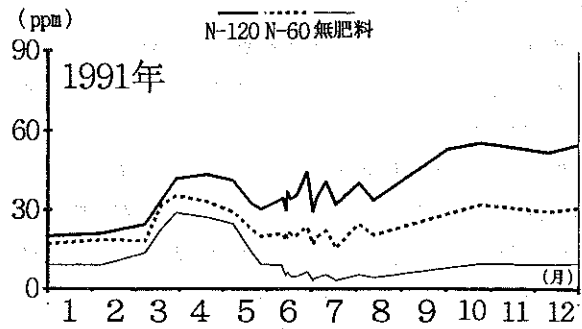


図-5 土壤浸透水中NO<sub>3</sub>-N濃度の経時変化(1991年)

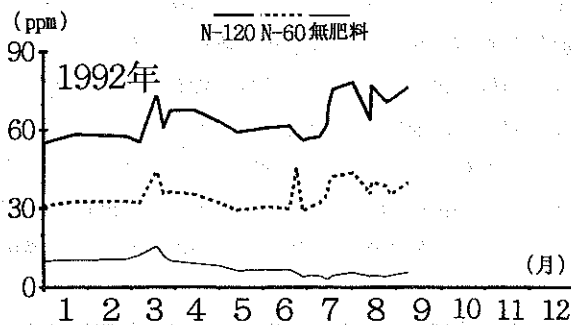


図-6 土壤浸透水中NO<sub>3</sub>-N濃度の経時変化(1992年)

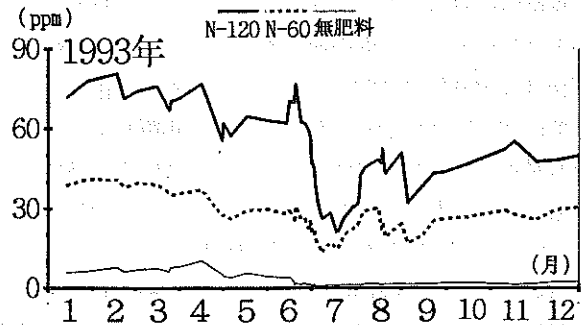


図-7 土壤浸透水中NO<sub>3</sub>-N濃度の経時変化(1993年)

### 3) 茶園土壌からの他成分の溶脱

1990年12月から1993年11月までの3ヵ年における、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ および $Mg^{2+}$ の年間の溶脱量は、表-6に示したとおりである。

#### ア $Cl^-$

$Cl^-$ の供給源は堆肥と思われるが、堆肥投入量は各試験区同一であり、1990年12月～1991年11月は、施肥量が多い区が溶脱量も多くなる傾向がみられたが、1991年12月以降は、無肥料区を含めて溶脱量は試験区間に差はみられなかった。

図-8は土壤浸透水中の $Cl^-$ 濃度の経時変化を表したものである。1990年から1992年4月にかけて濃度の上昇がみられた。その後、1993年1月にかけて低下したが、1993年6月までは再び上昇した。記録的な降水に見舞われた1993年6月以降は、急激に濃度が低下し、その後は低濃度で推移していた。

濃度変化は、無肥料区が施肥した区に比べやや低い濃度で推移する時期がみられたが、いずれの施肥区も同様な濃度を示し差はみられなかった。

#### イ $SO_4^{2-}$

$SO_4^{2-}$ は施肥、特に窒素施用に付随して土壌に供給されるため、溶脱量は、3ヵ年とも施肥量が多い区ほど

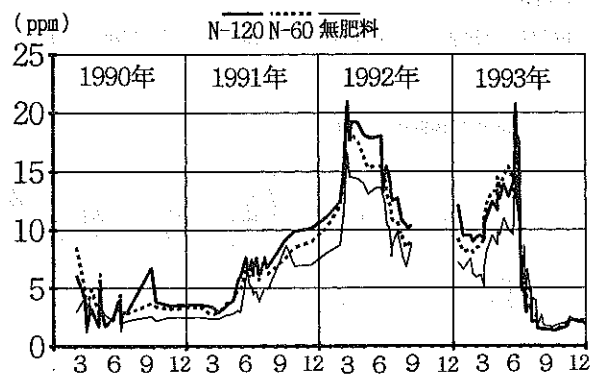


図-8 土壤浸透水中Cl<sup>-</sup>濃度の経時変化

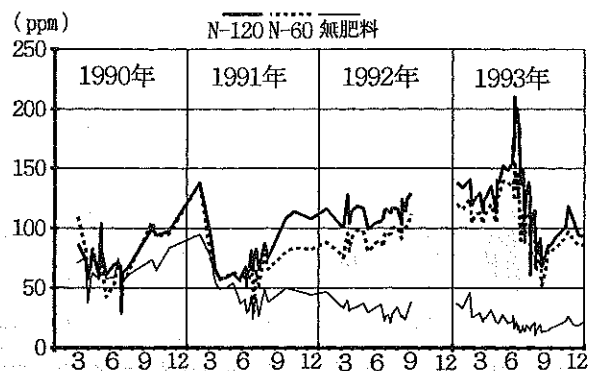


図-9 土壤浸透水中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の経時変化

表-6 茶園土壌から溶脱した無機成分量 (g/m<sup>2</sup>)

	無肥料区	窒素45kg区	窒素60kg区	窒素90kg区	窒素120kg区
<b>C l<sup>-</sup></b>					
1990.12~1991.11	7.8	8.8	7.8	9.4	9.4
1991.12~1992.11	13.2	13.9	13.3	13.5	13.6
1992.12~1993.11	23.5	23.7	23.5	24.0	24.8
<b>S O<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>					
1990.12~1991.11	67.8	80.5	92.8	102.4	115.0
1991.12~1992.11	37.3	73.6	84.6	97.2	105.2
1992.12~1993.11	62.6	270.3	320.0	390.2	406.5
<b>N a<sup>+</sup></b>					
1990.12~1991.11	15.6	19.0	17.4	20.4	19.4
1991.12~1992.11	13.2	16.7	13.7	17.1	17.7
1992.12~1993.11	40.5	47.6	42.0	51.7	56.5
<b>K<sup>+</sup></b>					
1990.12~1991.11	6.6	6.8	6.4	8.6	6.6
1991.12~1992.11	6.4	6.4	4.9	7.1	6.4
1992.12~1993.11	15.5	15.8	12.5	18.1	18.4
<b>C a<sup>2+</sup></b>					
1990.12~1991.11	43.6	53.9	62.1	63.1	77.5
1991.12~1992.11	29.2	53.0	61.1	74.0	87.8
1992.12~1993.11	53.8	154.0	196.9	244.2	257.6
<b>M g<sup>2+</sup></b>					
1990.12~1991.11	16.6	21.7	24.8	26.1	32.0
1991.12~1992.11	14.6	27.4	31.6	38.5	46.1
1992.12~1993.11	27.0	78.3	97.1	124.0	143.3

多くなった。

また、降水量が平年値の2倍近くに達した1993年は、無肥料区を除き、各区とも前年までに比べ約4倍の溶脱量に達した。

図-9に、土壌浸透水中のS O<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の経時変化を示した。無肥料区は、1990年8月以降は他区に比べ低く、1991年4月以降は20~50ppmで推移した。1991年5月までは、施肥した区は濃度に差はみられなかったが、6月以降は、施肥量が多い区ほど濃度が高く、施肥した区では1991年6月以降、徐々に濃度が上昇しながら推移した。特に、1993年の6月、梅雨の初期に著しい濃度上昇がみられ、窒素120kg区では最高値は210ppmに達した。その後の記録的な降雨時期に、C l<sup>-</sup>濃度同様著しく低下した。

ウ N a<sup>+</sup>

N a<sup>+</sup>は、土壌浸透水中の濃度に試験区間での差があまりみられず推移し、年間溶脱量も、3ヶ年とも試験区間に差はみられなかった。多雨年であった1993年は、前年までと比較して3倍程度の溶脱量に達した。

図-10に土壌浸透水中のN a<sup>+</sup>濃度の経時変化を示した。1993年1月と11月に急激な濃度上昇がみられた。これは、降水量が少なく、土壌浸透水がごくわずかな時期

で、溶脱量にはほとんど影響しなかった。また、1993年夏期の記録的な降雨時期に濃度の変化はみられなかった。

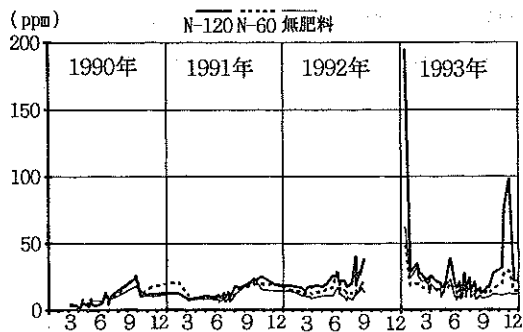


図-10 土壌浸透水中N a<sup>+</sup>濃度の経時変化

エ K<sup>+</sup>

K<sup>+</sup>は、秋肥および春肥の配合肥料や堆肥によって土壌に供給される。無肥料区には堆肥のみの施用、窒素45kg区は配合肥料の施用量の関係で、他の区(年間24g/m<sup>2</sup>)に比べやや少量(年間18g/m<sup>2</sup>)の施用量であったが、1991年、1992年の溶脱量に試験区間差はあまりみられなかった。1993年は、前年までの溶脱量の2倍を超える溶脱量に達し、窒素90kg区、窒素120kg区の溶脱量が多くなった。

図-11に示したように、土壌浸透水中の濃度は試験区

間に差はみられず、5.0~10.0ppmの範囲で推移した。Na<sup>+</sup>同様、降水量が少なく、浸透水が少量になった時期に、一時的な濃度上昇がみられ、施肥量が多い区ほど顕著な上昇がみられたが、溶脱量にはほとんど影響しなかった。また、1993年夏期に濃度の大きな変化はみられなかった。

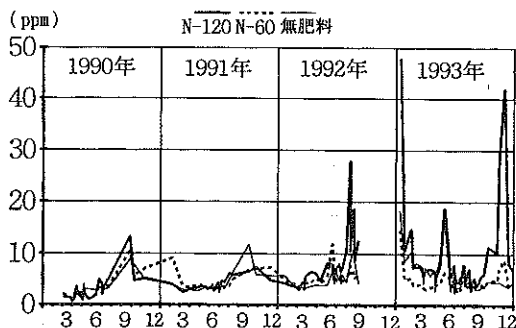


図-11 土壤浸透水中K<sup>+</sup>濃度の経時変化

#### オ Ca<sup>2+</sup>

年間溶脱量は3ヵ年も施肥量が多い区ほど多くなった。また、1993年の溶脱量は無肥料区を除き前年までの3倍を超える溶脱量であり、茶園土壤におけるライシメータ試験の結果<sup>8), 9)</sup>と比較しても著しく多くなっている。

図-12に示したように、土壤浸透水中の濃度は、無肥料区では20~40ppmの範囲であまり変化なく推移した。施肥した区は1991年8月以降、1993年6月まで徐々に上昇した。1992年9月、1993年の6月中旬に顕著な上昇がみられた。また施肥量が多い区ほど濃度が高くなった。1993年6月末から7月にかけて土壤浸透水中の窒素濃度と同様な著しい濃度低下がみられた。濃度低下は施肥量が多い区ほど顕著であった。

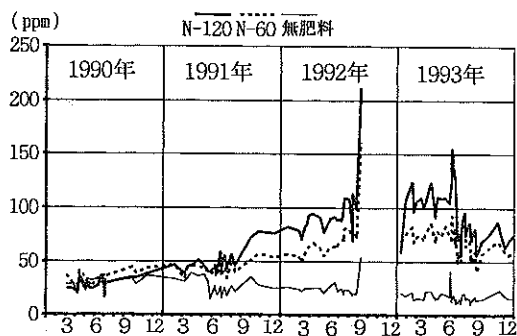


図-12 土壤浸透水中Ca<sup>2+</sup>濃度の経時変化

#### カ Mg<sup>2+</sup>

施用した配合肥料中に、Mg成分も含まれており、年間施用量は全量施用の1993年で窒素45kg区で6g/m<sup>2</sup>、他の区で8g/m<sup>2</sup>であった。年間溶脱量は、小雨年の1992年の無肥料区でも14g/m<sup>2</sup>程度の溶脱量を記録した。

Mg<sup>2+</sup>の年間溶脱量は、3ヵ年も施肥量が多い区ほど多くなった。また無肥料区を除いて、各区とも溶脱量が年々増加した。1993年の年間溶脱量は前年の3倍程度に達した。

図-13に示したように土壤浸透水中のMg<sup>2+</sup>濃度の経時変化は、1992年9月の濃度上昇がみられなかったほかは、ほぼCa<sup>2+</sup>濃度の変化と同様の推移であった。

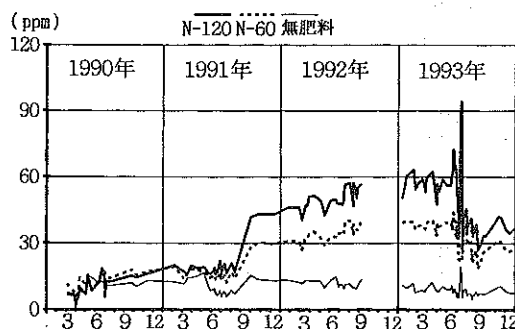


図-13 土壤浸透水中Mg<sup>2+</sup>濃度の経時変化

#### 4) 茶園土壤の変化

##### ア 土壤pHの年次変化

うね間土壤(10~30cm)のpH(H<sub>2</sub>O)の年次変化を図-14に示した。

1989年9月では、うね間土壤のpHは5.86であった。1991年以降も、無肥料区はあまり変化しなかった。施肥した区では窒素45kg区が、1989年より低下したが、1991年以降は4.8~5.0で、年次変化はなかった。他の区は、年々低下しており、施肥量が多い区ほど低下が顕著であった。1993年では窒素120kg区では3.7まで低下した。

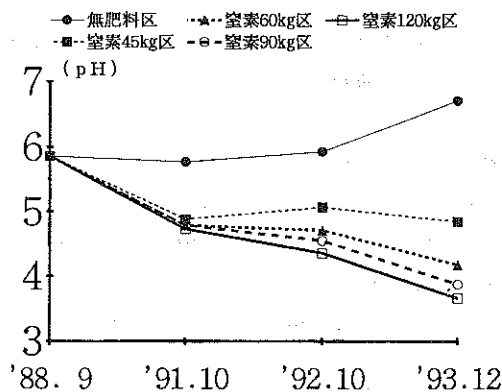


図-14 土壤pH(H<sub>2</sub>O)の年次変化(10~30cm)

##### イ 土壤中(10~30cm)の無機態窒素の年次変化

土壤中(10~30cm)のアンモニア態、硝酸態の無機態窒素の年次変化を図-15に示した。

1991年10月の調査では、土壤中のアンモニア態窒素は窒素120kg区が他区に比べ多く、窒素60kg区に対して約2倍であった。窒素45kg区、窒素90kg区は窒素60kg区よ

り少なかった。土壤中硝酸態窒素も窒素120kg区は他区に比べて多く、窒素60kg区と比較して約2.7倍であった。アンモニア態、硝酸態あわせて土壤中の無機態窒素で見ると、窒素120kg区が最も多く、窒素60kg区の約2.5倍になったが、窒素45kg区、窒素60kg区および窒素90kg区は差がみられなかった。

1992年10月の調査では、土壤中アンモニア態窒素では1991年10月と同様の傾向がみられたが、土壤中硝酸態窒素は施肥量が多い区ほど多くなっており、土壤中無機態窒素量も施肥量が多い区ほど多くなった。窒素120kg区と窒素60kg区を比較すると、アンモニア態窒素で約1.5倍で差が小さくなり、無機態窒素で約2.8倍で1991年と同程度であった。

1993年12月の調査では土壤中のアンモニア態窒素、硝酸態窒素とも施肥量が多い区ほど多くなった。無機態窒素で見ると、無肥料区で差し引いた値は、乾土100g当り窒素45kg区で3.0mg、窒素60kg区で7.6mg、窒素90kg区で9.9mg、窒素120kg区で13.6mgであった。

以上の結果、窒素施肥量が多い区ほど土壤中の無機態窒素の蓄積が多く、試験区間差は年々大きくなった。このことは、茶樹の生育や収量、製茶品質等に影響することが考えられ、多肥栽培により上質茶生産が行われている要因と思われる。したがって、今後は、土壤中の無機態窒素濃度を維持しながら、施肥量の削減を図る手法の検討が必要である。

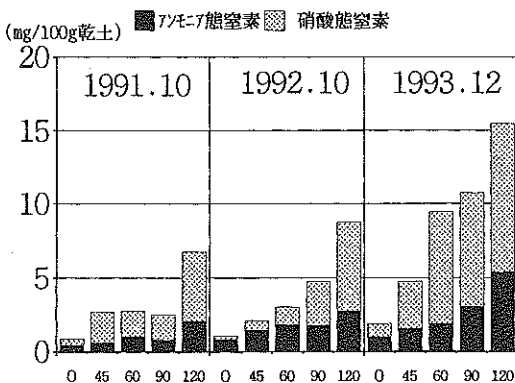


図-15 土壤無機態窒素量の年次変化

## 5) 初期生育状況、生葉収量および茶葉成分

### ア 初期生育状況

初期生育状況について、各区12株ずつ調査した結果を表-7に示した。

1990年3月の調査では、無肥料区が樹高および株張りで、窒素45kg区が樹高でやや劣っていた。分枝数では、窒素90kg区がやや劣っていたが、幹径では試験区間に差はみられなかった。

1991年2月の調査では、樹高、株張りおよび分枝数で無肥料区が劣っていたが、他区に差はみられなかつ

た。幹径では、試験区間に差はみられなかった。

2年間の調査の結果、試験区間に大きな違いがみられなかったことから、初期生育期間では、窒素施肥量の影響は少ないものと思われた。

表-7 茶樹の初期生育状況

試験区	樹高 (cm)		株張り (cm)		分枝数 (本)		幹径 (cm)	
	1990.3	1991.2	1990.3	1991.2	1990.3	1991.2	1990.3	1991.2
無肥料	24.5	64.4	16.8	48.3	4.1	21.9	0.69	1.5
窒素45	24.7	67.7	18.3	45.9	4.2	27.2	0.72	1.4
窒素60	27.0	70.3	18.3	47.3	4.6	29.6	0.70	1.6
窒素90	27.2	69.4	18.9	48.1	3.7	25.4	0.68	1.7
窒素120	28.7	70.5	18.7	50.0	4.8	24.8	0.67	1.6

### イ 生葉収量

生葉収量および整枝量は表-8に示した。1991年の一番茶および二番茶収量は無肥料区が少なかったが、他の区に差はみられなかった。三番茶および秋整枝量では無肥料区も含めて試験区間に差はみられなかった。

1992年の一番茶以降は無肥料区の収量は他区の半分程度にとどまった。

1992年の一番茶収量は無肥料区を除く区に差はみられなかったが、二番茶および三番茶収量は窒素45kg区がやや少なくなった。また秋整枝量は窒素90kg区、窒素120kg区が多くなった。

1993年は施肥量が多い区が収量が多く、一番茶収量および秋整枝量では窒素90kg区が、二番茶収量では窒素120kg区が最も多くなった。

### ウ 葉中の全窒素含量

葉中の全窒素含量は表-9および図-16に示した。

1992年の一番茶および二番茶では、無肥料区が5.14%、4.73%でやや低かった。他の区では一番茶で5.6~5.8%、二番茶で5.6~5.7%で試験区間に差はみられなかった。また三番茶では、無肥料区も含めて3%前後となり、試験区間に差はみられなかった。秋整枝葉では施肥量が多い区ほど高くなった。

1993年の一番茶では、施肥量が多い区が高くなる傾向を示した。無肥料区が5.62%で最も低く、窒素45kg区、窒素60kg区が5.8%程度で、窒素90kg区が最も高く6.32%、次いで窒素120kg区が6.10%であった。二番茶も一番茶同様施肥量が多い区が高くなり、無肥料区が3.76%で最も低く、窒素45kg区、窒素60kg区が4.4%程度、窒素90kg区、窒素120kg区が5.0%程度であった。秋整枝葉では無肥料区が2.69%で低く、他の区は3.4~3.6%で試験区間に差はみられなかった。



### エ 窒素収奪量

生葉収量および秋整枝量と葉中の全窒素含量のデータを用いて、収奪した窒素量を計算すると表-10のとおりである。

1992年は、年間4.4~5.2kg/10aで施肥量が多い区ほど収奪した窒素量が多くなったが、施肥量に対する割合で見ると、10.9%~4.6%となり逆に多施肥区の方が小さくなった。1993年も同様の傾向がみられ、施肥量に対する割合は窒素45kg区で18%であったが、窒素120kg区では8.6%にとどまった。

以上の結果、窒素施肥量が多い区ほど、収量や全窒素含量が高まる傾向がみられたが、窒素90kg区と窒素120kg区とで比較すると、収量や葉中全窒素含量が同等であったり、逆に窒素90kg区が優れることもある。したがって窒素施肥量には、ある程度の限界があるものと考えられる。特に、土壌pHの低下や窒素利用効率は、施肥量が多いと悪化する傾向が強くみられた。

表-8 生葉収量および整枝量 (g/m<sup>2</sup>)

試験区	無肥料区	窒素45区	窒素60区	窒素90区	窒素120区
生葉収量					
1991年					
一番茶	38	55	53	47	55
二番茶	39	48	51	47	41
三番茶	110	115	109	93	101
年計	187	217	212	186	197
1992年					
一番茶	60	114	119	118	117
二番茶	30	120	140	139	139
三番茶	63	190	213	217	219
年計	183	424	472	474	475
1993年					
一番茶	160	237	257	299	284
二番茶	102	163	191	193	242
年計	262	400	448	492	526
秋整枝量					
1991年					
一番茶	15	21	21	18	24
1992年					
一番茶	77	107	109	128	141
1993年					
一番茶	165	331	352	425	402

表-9 葉中の全窒素含量 (乾物%)

試験区	無肥料	窒素45kg	窒素60kg	窒素90kg	窒素120kg
1992年					
一番茶	5.14	5.62	5.76	5.78	5.83
二番茶	4.73	5.60	5.64	5.65	5.65
三番茶	2.88	2.89	3.01	3.04	2.98
秋整枝	2.99	3.22	3.35	3.39	3.52
1993年					
一番茶	5.62	5.87	5.80	6.32	6.10
二番茶	3.76	4.42	4.46	4.96	5.01
秋整枝	2.69	3.65	3.46	3.64	3.44

(乾物%)

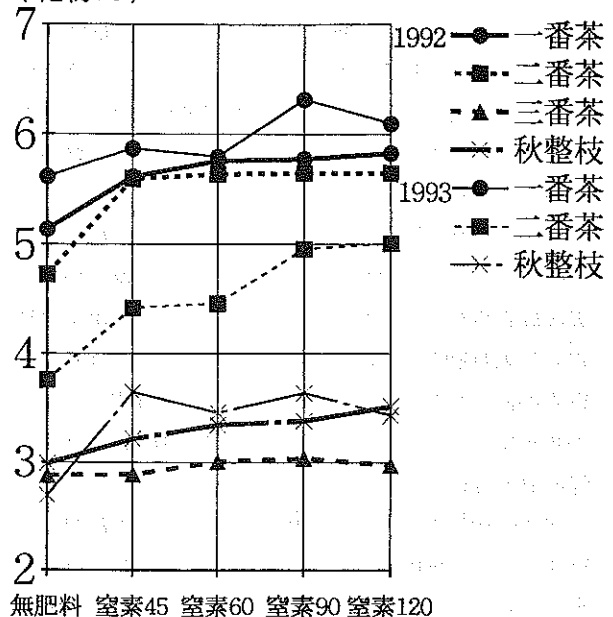


図-16 各茶期毎の全窒素含量の比較

表-10 窒素の収奪量 (g/m<sup>2</sup>)

試験区	無肥料	窒素45kg	窒素60kg	窒素90kg	窒素120kg
1992年					
一番茶	0.62	1.28	1.37	1.36	1.36
二番茶	0.28	1.34	1.58	1.57	1.57
三番茶	0.54	1.10	1.28	1.32	1.31
秋整枝	0.46	0.69	0.73	0.87	0.99
生計	1.90	4.42	4.96	5.12	5.23
1993年					
一番茶	1.8	2.5	2.7	3.4	3.1
二番茶	0.8	1.4	1.7	1.9	2.4
秋整枝	1.5	4.2	4.2	5.2	4.7
生計	4.1	8.1	8.6	10.5	10.2

### 4 摘要

- 1) 一般茶園において、品質向上のため窒素肥料の多量投入がおこなわれており、土壌環境の悪化が懸念されている。今後、茶園土壌環境の改善を目指す上で、施肥量によって無機成分の溶脱、収量、葉中含量がどのように異なるのか把握するため、ライシメータを用いて、窒素成分を中心に調査した。
- 2) 土壌からの窒素の溶脱は、施肥量が多くなるほど増加し、多雨時期に溶脱が集中していた。また、降水量が3000mmを超えるような多雨年では、施肥量に関係なく年間施肥量を上回る量が溶脱した。窒素施肥量に対する施肥窒素溶脱量の割合は、1991年で40~48%、1992年で46~51%、1993年で101~117%となり、各試験区とも同程度であった。浸透水中の濃度は干ばつ、多雨時期を除きほぼ安定していた。このことから、溶脱量は浸透水の量にかなり影響を受けると考えられ、浸透水量の制御が溶脱を減少させるのに必要であると

思われた。

- 3) 他の土壌中無機成分の溶脱について、溶脱しやすい  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  は、施肥量が多くなるほど溶脱が激しくなった。これは、施肥量が多くなると土壌pHの低下も著しくなることも原因と思われた。

$K^+$  の溶脱は、施肥量の影響がみられなかった。また、年間溶脱量は、降水量の多少にかかわらず、年間施肥量の1/2以下で安定していた。

平年値の2倍近い3308mmの多雨を記録した1993年は、前年までの溶脱量と比較して、 $Cl^-$ 、 $K^+$  および  $SO_4^{2-}$  は約2倍の溶脱量、 $Na^+$  は約3倍の溶脱量、 $Ca^{2+}$  および  $Mg^{2+}$  は約4倍の溶脱量を記録した。浸透水中の濃度は、 $Na^+$ 、 $K^+$  には経時変化が少なく、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  は1993年6月までは徐々に上昇した後、記録的な多雨時期に著しく低下した。

- 4) 土壌中の無機態窒素量は、施肥量が多い区ほど多く、また、年々試験区間差が顕著になった。このことは、多肥栽培が行われる要因の一つを考えられ、今後は、土壌中の無機態窒素含量を維持しながら、施肥量を削減することが重要になると思われた。

- 5) 初期生育状況や1992年の一番茶までの生葉収量では、試験区間差がみられなかったが、定植5年目の1992年二番茶からは施肥量が多い区の収量が多くなった。また、葉中の全窒素含量は施肥量の多い区がやや高くなった。収量と葉中全窒素含量で窒素の収奪量をみると、収奪量は施肥量が多くなると増加するが、1993年で8.1~10.6g/m<sup>2</sup>にとどまった。施肥量に対する割合は、施肥量の多い区ほど低くなった。

## 5 引用文献

- 1) 熊本県農政部果樹園芸課  
特産農作物生産の動向(平成6年3月)、p20
- 2) 岩浅潔編著  
茶の栽培と利用加工、養賢堂
- 3) (株)日本茶業中央会  
茶関係資料(平成6年5月)、p29
- 4) 中川致之、阿南豊正、石間紀男  
緑茶の味と化学成分との関係  
国立茶業試験場研究報告第17号、p69~123
- 5) 熊本県  
茶栽培技術指針(平成6年3月)、p56
- 6) 昭和59年度茶樹課題別検討会資料
- 7) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課  
最近における茶の動向(平成元年)、p48
- 8) 渡辺尚久  
茶園土壌における窒素動態と合理的な施肥管理技術

に関する研究

神奈川県農業総合研究所研究報告No.135、p87~182

- 9) 九州農業試験研究推進会議

良質、低コスト茶生産のための土壌窒素濃度診断・施肥技術

九州地域重要新技術No.2(昭和63年)