

## チャの適正施肥に関する研究 (第2報) 被覆尿素を活用した施肥量の削減

### Studies on Appropriate Application of Fertilizer in Tea Culture, (Part2) The Reduction of Amount of Fertilizer with Utilized Coated Urea

米山誠一・神谷直人・矢嶋雄二\*

Seiichi YONEYAMA, Naoto KAMIYA and Yuji YAJIMA

**要約:** 施肥窒素量の削減によるチャの収量・品質への影響を最小限にするため、3種類の被覆尿素肥料を組合せた窒素成分量35kg/10aの体系を検討した。6年の試験期間において、一番茶、二番茶収量は慣行施肥と差が無く、生葉(荒茶)中成分の全窒素、総アミノ酸含量についても同等であった。この施肥体系は、チャの収量・品質を維持しながら環境負荷を軽減するために有効と考えられた。

**キーワード:** チャ、施肥削減、被覆尿素、収量、品質

#### 緒言

チャは窒素を中心とした施肥量の増加が品質向上につながるが、一部産地では多肥栽培が一般的となり肥料成分の溶脱による環境負荷の増大が問題となった。硝酸態窒素の環境基準化は、このようなチャ栽培において施肥量の大幅な削減を強いるものとなった。本県の産地においては、施肥基準に対して過大な施肥の事例は比較的少ないとみられるが、環境基準の遵守を想定した場合には現状の施肥量からさらに削減を進める必要があると考えられる。

施肥量削減の影響を明らかにし、より適正な施肥管理に資するため、第1報では慣行施肥から施肥量を一律に半減した場合は品質への影響が大きいことを明らかにした<sup>7)</sup>。本報では、収量・品質の低下を最小限としながら施肥量を削減する方法として、被覆尿素を活用した窒素成分量35kg/10a体系を検討したので報告する。

#### 材料及び方法

試験は1999年から2004年までの6年間、農業技術研究所池田試験地ほ場(黒ボク土)において実施した。試験

区は、被覆尿素を組み合わせて年間施肥窒素成分量を35kg/10aとした「LP区」と、慣行肥料による年間施肥窒素成分量65kg/10aの「慣行区」を設定した。それぞれの施肥設計を表1に示す。試験面積は1区36m<sup>2</sup>の3反復とした。「LP区」の被覆尿素はLP30日型、50日型、100日型の組合せで、年間の窒素溶出パターン<sup>9)</sup>に合うように表2の溶出特性値<sup>1)</sup>を用い、下記の算出式により旬別溶出量をシミュレーションした。なお、地温は池田試験地ほ場における1995~1998年のうね間20cm深の平均データを使用した。以上により計算した「LP区」の旬別窒素溶出量を図1に示した。

$$N = A \{1 - \exp(-kt_k)\}$$

$$t_k = \sum \exp \{Ea(T - T_s) / RTTs\}$$

N: 溶出率(%)    A: 最大溶出率(100%)

k: 溶出速度定数(d<sup>-1</sup>)    t<sub>k</sub>: 温度変換日数(d)

Ea: 活性化エネルギー    R: 気体定数(8.315JK<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>)

T: 日平均地温(K)    T<sub>s</sub>: 基準温度298K

表1 試験区の施肥方法

時 期	L P 区 肥料種類	成分(kg/10a)			時 期	慣 行 区 肥 料 種 類	成分(kg/10a)		
		窒素	リン酸	加里			窒素	リン酸	加里
2月上旬	LP30	15.0	0	0	2月上旬	化 成	4.8	4.8	3.0
4月上旬	LP50 重焼磷 硫酸加里	10.0	0	0	2月中旬	LP尿素入り有機配合	14.4	8.4	8.4
		0	7.0	0	2月下旬	緩効性化成	8.0	8.0	8.0
		0	0	5.0	3月中旬	種粕	5.3	2.3	1.0
9月上旬	LP100 重焼磷 硫酸加里	10.0	0	0	4月上旬	化成	2.8	0.6	1.2
		0	7.0	0	4月中旬	硫安	4.2		
		0	0	6.0	5月中旬	化成	4.0	0.6	1.4
		0	0	6.0	6月上旬	硫安	4.2		
合 計		35.0	14.0	11.0	8月下旬	LP尿素入り有機配合	12.0	8.4	14.4
					9月中旬	種粕	5.3	2.3	1.0
					合 計		65.0	34.8	38.2

\* 現在 健康福祉環境部

表2 被覆尿素の溶出特性値

肥料名	k	Ea
LP 30	0.0487	80.1
LP 50	0.0299	77.1
LP100	0.0135	77.3

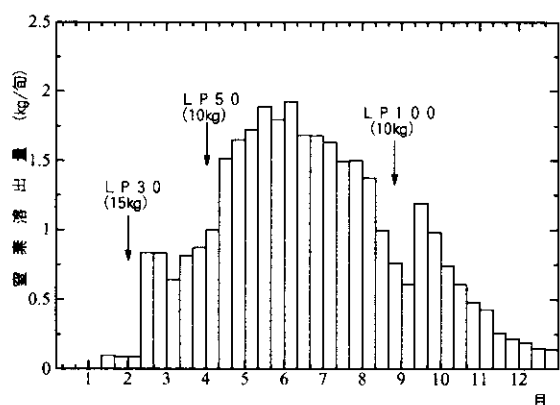
注) 藤原<sup>1)</sup>による

図1 旬別窒素溶出量のシュミレーション

調査は、1999年一番茶から2004年二番茶までの各茶期において生葉収量、芽数、百芽重、摘採芽長、摘採葉数について行った。1999年2月から12月まで、うね間中央部の深さ20cmと50cmに土壤溶液採取管を設置して、土壤溶液中の硝酸態窒素濃度を調査した。

一番茶及び二番茶について乾燥生葉あるいは35K機で製茶した荒茶の成分(全窒素、総アミノ酸、テアニン、総繊維、カフェイン、タンニン)を静岡製機GT-8により近赤外法で測定した。荒茶品質については官能審査を行った。さらに2001、2002、2003年には荒茶を簡易に再製して各農業改良普及センターの協力により、嗜好調査を行った。その方法は、日常の飲用法で試験茶を飲用し、2001、2002年は水色、香気、滋味について、また2003年は水色、滋味について「LP区」が「慣行区」に優っている場合に+1、同等の場合0、劣っている場合に-1と評価した。

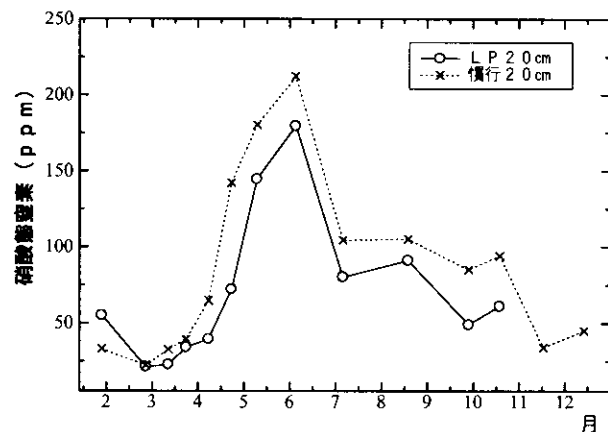


図2 うね間20cm深の土壤溶液中硝酸態窒素濃度

## 結果

### 1. 土壤溶液の硝酸態窒素濃度

20cm深の土壤溶液硝酸態窒素濃度は、3月から高まり5月から6月にかけてピークとなり、8月から9月に若干増加した後12月にかけて低下していく傾向であった。3月からの立ち上がりは「LP区」が「慣行区」よりやや遅れた。ピークの濃度は「慣行区」の210ppmに対して「LP区」が180ppmで15%程度低く、全体的にもやや低く推移した(図2)。50cm深の硝酸態窒素濃度は「慣行区」が3月から増加し始めるのに対して、「LP区」は4月からやや遅かった。ピークの濃度は「慣行区」は20cm深と大差がなく、「LP区」は130ppmと「慣行区」の40%以上低かった(図3)。

### 2. 生葉収量及び茶芽の生育

「LP区」の一番茶生葉収量は試験期間を通じて「慣行区」と有意差は認められなかった(表3)。一番茶の芽数は2002年(4年目)に「LP区」が「慣行区」よりやや多い傾向であったが、他の年次は差が無かった(表4)。「LP区」の一番茶百芽重は2000年(2年目)に「慣行区」より有意に重く、2002年(4年目)は重い傾向で、2004年(6年目)は逆に軽い傾向であった(表5)。摘採芽長は2000年(2年目)に「LP区」が有意に長く、2004年(6年目)に「LP区」が短い傾向であったが、他の年次では差がなかった(表6)。摘採葉数は2000年(2年目)は「LP区」が多い傾向、2001年(3年目)は「LP区」が有意に多く、2004年(6年目)は「LP区」が少ない傾向であった(表7)。

二番茶の調査は1999、2001、2003、2004年に行った。生葉収量は「LP区」と「慣行区」に差がなかった(表8)。芽数は2003年までは差がなく、2004年に「LP区」が多い傾向であった(表9)。百芽重は1999年は「LP区」が有意に重く、2004年は「LP区」が軽い傾向であった(表10)。摘採芽長は1999年は「LP区」が有意に長

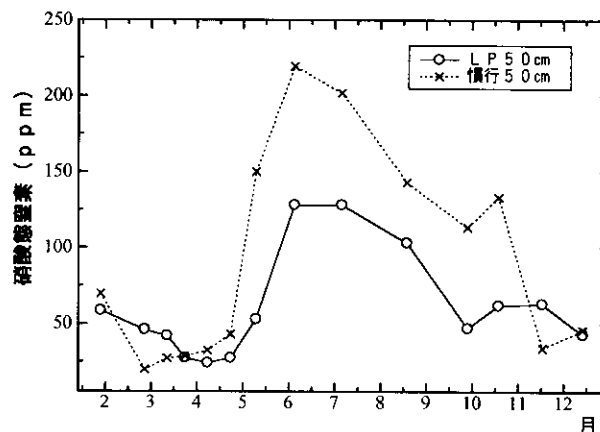


図3 うね間50cm深の土壤溶液中硝酸態窒素濃度

く、2004年は「LP区」が短い傾向であった(表11)。摘採葉数は1999年は「LP区」が有意に多く、2003年は「LP区」が多い傾向であった(表12)。

### 3. 生葉及び荒茶成分

一番茶の全窒素含量は2003年まで大差なく推移し、2004年は「LP区」がやや多い傾向であった。総アミノ酸含量は2001年に「LP区」がやや低い傾向であったが、2002年から2004年は同等かやや多い傾向であった。テアニン含量は2001年、2003年は「LP区」がやや少ない傾向で、2002年、2004年はやや多い傾向であった。総繊維含量は「LP区」が少ないか同等で推移した。カフェイン含量は2002年から2004年は「LP区」が多い傾向であった。タンニン含量は大差なく推移した(表13)。

二番茶の調査は1999、2001、2003、2004年に行った。全窒素含量は大差なく推移した。総アミノ酸含量は2001年と2004年は「LP区」が多い傾向で推移した。テアニン含量は2001、2003年は同等で、2004年は「LP区」が多い傾向であった。総繊維含量は大差なかった。カフェ

表3 一番茶生葉収量(単位: kg/10a)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	307	224	324	425	366	429
(指数)	(107)	(106)	(98)	(104)	(104)	(100)
慣行区	288	211	329	408	353	431
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注) ( ) は慣行区を100とした指数

表4 一番茶芽数(単位: 本/m<sup>2</sup>)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	1492	1487	1052	1367	1233	1447
(指数)	(102)	(101)	(98)	(106)	(100)	(102)
慣行区	1429	1473	1070	1288	1229	1413
有意性	ns	ns	-	20%	ns	-

注) ( ) は慣行区を100とした指数

表5 一番茶百芽重(単位: g)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	41.8	29.2	55.0	43.9	39.7	43.9
(指数)	(98)	(112)	(99)	(110)	(99)	(83)
慣行区	42.8	26.1	55.4	39.8	40.2	52.7
有意性	ns	5%	ns	20%	ns	20%

注) ( ) は慣行区を100とした指数

表6 一番茶摘採芽長(単位: cm)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	4.1	3.1	5.3	4.0	4.3	4.5
(指数)	(100)	(119)	(95)	(111)	(102)	(85)
慣行区	4.1	2.6	5.6	3.6	4.2	5.3
有意性	ns	5%	ns	ns	ns	20%

注) ( ) は慣行区を100とした指数

表7 一番茶摘採葉数(単位: 枚/芽)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	2.9	2.7	3.2	2.9	3.0	3.1
(指数)	(97)	(113)	(107)	(104)	(100)	(94)
慣行区	3.0	2.4	3.0	2.8	3.0	3.3
有意性	ns	10%	5%	ns	ns	10%

注) ( ) は慣行区を100とした指数

イン含量は「LP区」が多く推移した。タンニン含量は「LP区」が2001、2004年で多い傾向であった(表14)。

### 4. 荒茶官能審査

一番茶の調査は2001、2002、2003年に行った。外観は2001、2003年に「LP区」がやや劣った。水色は2001年に「LP区」がやや優り、2002年にやや劣った。香気は2001年に「LP区」が劣った。滋味は2001年に「LP区」が優り、2002、2003年にやや劣った(表15)。

二番茶の調査は2001、2003、2004年に行った。外観は2003年に「LP区」がやや優り、2004年にはやや劣った。水色は2001年に「LP区」がやや優り、香気は2001年に「LP区」がやや劣り、滋味は2001年に「LP区」がやや優った(表16)。

### 5. 嗜好調査

2001年の調査では一番茶の水色、香気、滋味において「LP区」は「慣行区」とほぼ同等かやや優れる傾向であった。二番茶では水色、香気ではほぼ同等、滋味で同等

表8 二番茶生葉収量(単位: kg/10a)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	269	-	569	-	458	615
(指数)	(112)	-	(102)	-	(99)	(99)
慣行区	241	-	557	-	462	620
有意性	ns	-	-	-	ns	ns

注) ( ) は標準区を100とした指数

表9 二番茶芽数(単位: 本/m<sup>2</sup>)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	1179	-	1196	-	1466	1353
(指数)	(101)	-	(104)	-	(98)	(106)
慣行区	1164	-	1151	-	1489	1282
有意性	ns	-	-	-	ns	20%

注) ( ) は標準区を100とした指数

表10 二番茶百芽重(単位: g)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	60.2	-	56.9	-	45.8	54.5
(指数)	(119)	-	(100)	-	(105)	(73)
慣行区	50.8	-	57.1	-	43.6	74.6
有意性	5%	-	-	-	ns	10%

注) ( ) は標準区を100とした指数

表11 二番茶摘採芽長(単位: cm)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	4.0	-	4.2	-	4.0	3.4
(指数)	(125)	-	(100)	-	(105)	(71)
慣行区	3.2	-	4.2	-	3.8	4.8
有意性	5%	-	-	-	ns	10%

注) ( ) は標準区を100とした指数

表12 二番茶摘採葉数(単位: 枚/芽)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
LP区	2.8	-	2.9	-	3.1	2.6
(指数)	(112)	-	(100)	-	(107)	(81)
慣行区	2.5	-	2.9	-	2.9	3.2
有意性	5%	-	-	-	20%	ns

注) ( ) は標準区を100とした指数

表13 一番茶成分(単位:%)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
<b>【全窒素】</b>						
L P 区	5.7	6.2	5.2	5.4	6.1	5.8
(指数)	(102)	(97)	(100)	(104)	(98)	(107)
慣行区	5.6	6.4	5.2	5.2	6.2	5.4
<b>【総アミノ酸】</b>						
L P 区	—	—	2.6	3.0	3.9	3.0
(指数)			(93)	(103)	(100)	(111)
慣行区	—	—	2.8	2.9	3.9	2.7
<b>【テアニン】</b>						
L P 区	—	—	1.4	1.6	2.1	1.6
(指数)			(93)	(107)	(95)	(107)
慣行区	—	—	1.5	1.5	2.2	1.5
<b>【総繊維】</b>						
L P 区	17.3	16.3	19.8	18.0	16.5	17.0
(指数)	(95)	(103)	(100)	(88)	(101)	(90)
慣行区	18.3	15.8	19.9	20.5	16.3	18.9
<b>【カフェイン】</b>						
L P 区	—	—	2.9	3.0	3.3	3.2
(指数)			(97)	(115)	(106)	(110)
慣行区	—	—	3.0	2.6	3.1	2.9
<b>【タンニン】</b>						
L P 区	—	—	15.4	15.2	14.7	14.4
(指数)			(103)	(103)	(104)	(104)
慣行区	—	—	14.9	14.8	14.1	13.9

注) 1999、2000、2004年は生葉、2001、2002、2003は荒茶成分。( )は慣行区を100とした指数

表14 二番茶成分(単位:%)

試験区	99年	00年	01年	02年	03年	04年
<b>【全窒素】</b>						
L P 区	4.0	—	3.8	—	4.8	4.1
(指数)	(98)		(103)		(102)	(103)
慣行区	4.1	—	3.7	—	4.7	4.0
<b>【総アミノ酸】</b>						
L P 区	—	—	0.7	—	2.0	0.9
(指数)			(175)		(95)	(150)
慣行区	—	—	0.4	—	2.1	0.6
<b>【テアニン】</b>						
L P 区	—	—	0.1	—	1.0	0.3
(指数)			(100)		(100)	(150)
慣行区	—	—	0.1	—	1.0	0.2
<b>【総繊維】</b>						
L P 区	21.4	—	26.6	—	22.3	24.3
(指数)	(102)		(96)		(97)	(96)
慣行区	21.0	—	27.8	—	22.9	25.4
<b>【カフェイン】</b>						
L P 区	—	—	2.4	—	2.6	2.8
(指数)			(109)		(108)	(108)
慣行区	—	—	2.2	—	2.4	2.6
<b>【タンニン】</b>						
L P 区	—	—	17.5	—	15.6	17.4
(指数)			(105)		(101)	(107)
慣行区	—	—	16.7	—	15.4	16.3

注) 19994年は生葉、他は荒茶成分。( )は慣行区を100とした指数

表17 嗜好調査(L P区の評点) 2001年

茶期	水色	香気	滋味
一番茶	0.17	0.23	0.26
二番茶	0.13	-0.07	0.20

注) 一番茶 n=35、二番茶 n=15

表18 嗜好調査(L P区の評点) 2002年

茶期	水色	香気	滋味
一番茶	0.00	-0.09	0.09

注) n=11

表19 嗜好調査(L P区の評点) 2003年

茶期	水色	滋味
一番茶	-0.13	-0.07
二番茶	-0.07	0.20

注) 一番茶 n=15、二番茶 n=15

かやや優れる傾向であった(表17)。2002年の一番茶は「L P区」と「慣行区」には水色、香気、滋味において差がなかった(表18)。2003年の一番茶では水色、滋味において「L P区」は「慣行区」と同等、二番茶では水色において同等、滋味において同等かやや優る傾向であった(表19)。

## 考 察

慣行区の施肥体系は、試験開始時に本県揖斐地域の栽培層に採用されていたものである。春肥及び秋肥に被覆尿素入りの有機配合肥料を用い、年間窒素成分量の約23%が被覆尿素由来である。第1報では、この慣行施肥から施肥量を一律に半減した場合、一番茶では収量面に影響が現れ、遅れて品質面に、二番茶では早くから収量、品質両面に影響が現れることを明らかにした。硝酸態窒素の環境基準化に対応したチャの施肥では、年間窒素成分量が40kg/10a以下とされ、慣行施肥体系のままでは目標をクリアすることは困難である。本県揖斐地域は冬季から一番茶摘採期にかけて降水量が比較的多く、土壌はレキ質土が多い。このような条件下で、より少ない施肥量でチャの収量、品質への影響を最小限とする技術として被覆尿素を全量用いた施肥体系を検討した。

表15 一番茶官能審査値

試験区	2001年					2002年					2003年				
	外観	水色	香気	滋味	合計	外観	水色	香気	滋味	合計	外観	水色	香気	滋味	合計
L P区	16	20	15	20	71	16	15	16	15	62	15	19	17	18	69
慣行区	17	19	17	17	70	16	16	16	16	64	16	19	17	19	71

表16 二番茶官能審査値

試験区	2001年					2003年					2004年				
	外観	水色	香気	滋味	合計	外観	水色	香気	滋味	合計	外観	水色	香気	滋味	合計
L P区	10	14	13	13	50	14	15	13	14	56	9	10	8	9	36
慣行区	10	13	14	12	49	13	15	13	14	54	10	10	8	9	37

被覆尿素的利用はチャ栽培においても近年多く見られるようになってきている<sup>3)4)5)6)</sup>。しかし、これらの研究では対照区が硫酸によるものであったり、被覆尿素的の使用割合が低かったり、さらに試験期間も3～4年間とやや短いものが多い。

本試験では、被覆尿素はLP30日型、50日型、100日型を用い、反応速度論的手法で窒素溶出をシミュレートしてチャの生育周期に併せた施肥体系を組み立て、年間窒素成分量を35kg/10aとして6年間にわたり検討した。被覆尿素体系では、試験期間中において一番茶、二番茶ともに慣行施肥と比較して生葉収量は差が無く、芽の生育は同等か優る傾向であった。うね間20cm深における土壌溶液の硝酸態窒素濃度は慣行施肥に対して15%程度低く推移し、被覆尿素施肥体系が慣行施肥より大幅に減肥したにもかかわらず、吸収根が分布する根域には比較的高いレベルで窒素濃度を維持できるものと考えられた。このことが収量、生育に影響が無かった要因と考えられた。一方、うね間50cm深では、慣行施肥では20cm深と大差ない濃度であったが、被覆尿素体系では慣行施肥より40%以上低く推移し、系外への窒素溶脱量が軽減されることが示唆された。

次に、茶葉（荒茶）中の成分は、一番茶では全窒素含量については慣行施肥区と差がなく、うま味成分である総アミノ酸やテアニン含量についても同等であった。二番茶においては全窒素や総アミノ酸、テアニン含量は慣行施肥と差がないか、むしろ多く優れる傾向が認められた。一方、カフェイン含量は一、二番茶ともに慣行施肥よりやや多い傾向で、タンニン含量については二番茶では慣行施肥より多い傾向となった。タンニンは渋味の成分であり、これが増加することは品質上のマイナス要因となる。一般的に施肥量を削減するとアミノ酸含量が減少し、タンニン含量が増加する傾向にある。本試験では、アミノ酸含量には影響は見られなかったものの、タンニン含量の増加を最小限とすることは今後の課題である。

荒茶の官能審査では、一番茶の滋味で試験後期にやや劣る傾向が見られたが、二番茶では差がないものと考えられた。また、簡易に再製した茶の嗜好調査では一番茶、二番茶ともに慣行施肥に対して劣ることは少なく、本施肥体系により、減肥による茶品質の低下は少ないと判断された。

被覆尿素中の窒素は、尿素からアンモニア態、硝酸態窒素へ変化するものと推定されるが、茶園において被覆尿素は硝酸化成が比較的早く進み、アンモニア態としてとどまる量が相対的に少ないとされる<sup>8)</sup>。チャは好アンモニア作物であり、品質向上にはアンモニア態窒素を適切にチャに吸収させることが重要である<sup>2)</sup>。従って、チャ

の生育を維持するための施肥と品質向上を図るための施肥を両立させる必要がある。そのためには、チャの生育期間に窒素肥効を維持するとともに、春先から効率的にその肥効を高め、「芽だし肥」、「色つけ肥」としてアンモニア態窒素を効かせることが重要である。

被覆尿素のみによる施肥体系では、土壌中のアンモニア態窒素濃度を意図的に高めることが困難で、特に春先の低地温時に施肥量を大きく減らした場合は不利と考えられる。この対策として本試験ではタイプの異なる被覆尿素を用い、一番茶摘採期において一定量の窒素発現をさせることで減肥料の影響を最小限にできたものと思われる。以上のように本施肥体系は、チャの施肥量削減の手段として有効と考えられるが、低地温時の窒素発現をより効率的にしてさらに施肥量を削減するには、なお検討の余地があると言える。

## 引用文献

- 1) 藤原敏郎・藤井孝夫・上辻久利 (1997) 反応速度論的解析による茶園に埋設した被覆尿素的の溶出特性 茶研報 (別) 85: 116~117
- 2) 石垣幸三 (1978) 茶樹の栄養特性に関する研究 茶試研報 14: 1~152
- 3) 城 秀信・甲木哲也 (2003) 茶園における被覆尿素利用及び梅雨時期のうね間マルチ利用による溶脱窒素の低減 九農研 65: 47
- 4) 上辻久利・木崎 孝・藤原敏郎・萩安彦・市田孝博・藤井孝夫・原田和也 (1996) 覆下茶園における被覆尿素を用いた施肥量削減 茶研報 (別) 84: 132~133
- 5) 加治俊幸・鳥山光昭・内村浩二 (1999) 被覆尿素を利用したチャの省力・低投入型施肥法 土肥誌 70: 567~570
- 6) 徳田進一・石井 聡・内野聖久・堀江正晃・加藤忠司 (1999) 被覆尿素を使った窒素施肥量・施肥回数削減試験 茶研報 (別) 88: 74~75
- 7) 米山誠一・神谷直人・矢嶋雄二 (2004) チャの適正施肥に関する研究 (第1報) 岐阜農技研研報 4: 22~26
- 8) 鹿児島県、三重県、愛知県、熊本県、滋賀県 (2004) 地域基幹農業技術体系化促進研究事業報告書 硝酸態窒素の環境基準化に即した茶生産システム
- 9) 静岡県・愛知県・岐阜県 (1993) 地域重要新技術開発促進事業研究成果報告書 土壌埋設型センサーの情報による茶園の施肥管理実用化技術の確立

### ABSTRACT

The fertilizing system combined with 3 kinds of coated urea was examined in order to maintain the tea yield and quality by the 35kg/10a reduction of fertilizer nitrogen amount.

In the test period 6 years, there was no difference between the ordinary fertilization and this experimental one in the yield of first and second crop of tea. And the content of total nitrogen and free amino acid in the the plucked new shoot (crude tea) was also equivalent.

This fertilization system is effective both to maintain the tea yield and quality and to reduce the environmental loading.

### KEYWORDS

Tea, Reduction in amount of fertilizer, Coated urea, Yield, Quality