

窒素施肥量の違いが中晩生カンキツ ‘はるみ’ 幼木の樹体生育・ 果実品質及び葉中無機成分含有率に及ぼす影響†

杉山泰之¹⁾・江本勇治²⁾・濱崎櫻³⁾・鈴木晴夫⁴⁾・大城晃⁴⁾

¹⁾静岡県くらし・環境部環境局生活環境課, ²⁾農林技術研究所茶業研究センター,
³⁾静岡県中遠農林事務所, ⁴⁾元静岡県柑橘試験場

Effect of Rate of Nitrogen Fertilizer Application on Tree Growth and Fruit Quality and Leaf

Mineral of the Medium-late Maturing Cultivar Citrus ‘Harumi’

Yasuyuki Sugiyama¹⁾, Yuji Emoto²⁾, Sakura Hamasaki³⁾, Haruo Suzuki⁴⁾,
and Akira Ooshiro⁵⁾

- 1) Shizuoka Prefectural Department of Community Affairs Environmental Protection Division,
2) Shizuoka Prefectural Agricultural & Forestry Research Institute Tea Research Center,
3) Shizuoka Prefectural Chuuken Office of Agriculture and Forestry,
4) Past Shizuoka Prefectural Citrus Experiment Station,

Abstract

In order to determine the most effective rate of nitrogen fertilizer application for tree growth, fruit quality and leaf minerals, the optimum level of fertilizer application was experimentally investigated for a period of 4 years using the cultivar ‘Harumi’ [*Kiyomi* (*Citrus unshiu* Marc. × *C. sinensis* Osb.) × *C. reticulata* Bla.]. Maximum tree growth (capacity of a tree crown, length of circumference of a trunk) and fruit yield were produced with the standard quantity of nitrogen fertilizer application (224 kg ha⁻¹) and 2 times of quantity of standard application (448 kg ha⁻¹), respectively. Fruit qualities were influenced by nitrogen fertilizer rates. Peel color of fruit (L^* , a^*) decreased with an increase in the rate of nitrogen applied. But, in off years, no differences were found between nitrogen fertilizer application rates for fruit quality. Total nitrogen concentration in leaves showed an increasing tendency with increasing nitrogen fertilizer application. Total nitrogen concentration of leaves with the standard quantity of nitrogen fertilizer application (224 kg ha⁻¹) and 2 times of quantity of standard application (448 kg ha⁻¹) was the criteria for plant nutrition diagnosis of nitrogen. The color of leaves of ‘Harumi’ changed to yellow from green in Jun (old leaves) and November (old leaves and spring leaves). Total nitrogen concentration in the yellow leaves was much lower than the criteria for plant nutrition diagnosis of nitrogen. So, it seems that those trees were in a state of nutrient deficiency for nitrogen.

From these data, the optimum yearly amount of nitrogen applied to ‘Harumi’, in the field, seems to be from 224 kg ha⁻¹ to 448 kg ha⁻¹.

キーワード: カンキツ、窒素施肥量、葉中無機成分、窒素欠乏症

I 緒 言

農林水産省果樹試験場(現独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所)で育成された、カンキツのはるみ(清見×ポンカン F2432)²⁾は消費者の人気が高く、愛媛、広島、和歌山、静岡をはじめ、急速に全国のミカン産地で栽培面積が拡大しており、2007年現在で443 haとなっている³⁾。

しかし、はるみの適正な窒素施肥量は明らかになっていないため、生産現場ではカンキツの清見や川野夏ダイヤなどに準じた施肥を行っている。はるみは着果量が多いと、葉の黄化と激しい落葉が起こりやすく、樹勢が低下しやすい⁴⁾。また、隔年結果性が強いことや、果実品質が安定しないことなどの問題点も指摘されている⁵⁾。

本報告は、カンキツはるみ幼木(4~7年生)において、樹体生育に合わせ窒素施肥量を変えた場合、その年の窒素施肥量の多少が、樹体生育、果実品質、樹体栄養に及ぼす影響を4年間調査し、適正な窒素施肥量の範囲を提示したものである。

II 材料及び方法

1 試験区の設定

試験には静岡県農林技術研究所果樹研究センター内の6aのはるみに植栽された、4年生のはるみと清見(1600本/ha¹⁾)を用いた。1999年(4年生樹)に窒素施肥量の異なる処理区(はるみは半量区、基準量区、2倍量区、3倍量区の4区、清見は半量区、基準量区、3倍量区の3区)を設定し、6反復で実施した。両品種とも幼木であったため、ウンシュウミカンの樹齢別窒素吸収量¹⁴⁾を参考に、同樹齢のウンシュウミカン吸収量の2倍量を基準量区と設定

した。各区の境界にはプラスチック製波板を深さ35cmまで埋設し、窒素肥料は硫酸アンモニウムを用い、表1に示したように、樹の生育に伴い増施肥した。年間施肥量の20%ずつを3月上旬、6月下旬、7月中旬、8月下旬、10月上旬にそれぞれ樹冠下へ均一に施用した。リン酸は苦土重焼リンで窒素基準量の半量を、カリウムは硫酸カリウムで窒素基準量と同量を窒素と同時に施用した。

2 栽培管理

1999年は、全ての供試樹について6月に全摘果した。2年目以降は慣行管理とし、7月上旬に荒摘果を行い、8月上旬に葉果比100を目標に仕上げ摘果を行った。地表面管理は樹冠下に1樹当たり2kgの稲わら(N:12g)を敷き、その他は清耕管理とした。

3 調査方法

(1) 樹体生育量 試験開始年の1999年4月と2003年3月に生育調査を行った。接木部より10cm上部に油性サインペンで印を付け幹周を測定した。また、樹冠容積は3月上旬のせん定前に東西南北の樹幅と樹高を計測後、樹幅(東西)×樹幅(南北)×樹高×0.7で算出した。葉色は葉緑素計(SPAD502, ミノルタ)で、2000年6月と11月、2001年11月に旧葉と春葉を調査した。

(2) 収量及び果実品質 はるみは1月中旬、清見は2月中下旬に一斉に収穫した。果実品質は1樹当たり6個について、果重、果皮率、比重を測定した。また6果分の果汁を絞り、糖度と酸含量を測定した。糖度は屈折糖度計で、酸含量は0.156 mol/L¹⁾の水酸化ナトリウムで滴定し、クエン酸含量として求めた。収穫時の果皮色は測色色差計(TC-1500-MC, 東京電色)で測定した。また、生育途中の着色歩合は、2000年と2001年の11月に達観調査(0:未着色-10:完全着色)で行った。

表1 試験区の年間施肥量²⁾

肥料 ³⁾	試験区	1999(4年生)		2000(5年生)		2001(6年生)		2002(7年生)	
		g/樹	kg・ha ⁻¹	g/樹	kg・ha ⁻¹	g/樹	kg・ha ⁻¹	g/樹	kg・ha ⁻¹
N	半量区	30	48	45	72	65	104	70	112
	基準量区	60	96	90	144	130	208	140	224
	2倍量区	120	192	180	288	260	416	280	448
	3倍量区	180	288	270	432	390	624	420	672
P ₂ O ₅	-	30	48	45	72	65	104	70	112
K ₂ O	-	60	96	90	144	130	208	140	224

²⁾ 植栽密度は1600本・ha¹

³⁾ Nは硫酸アンモニウム、P₂O₅は苦土重焼リン、K₂Oは硫酸カリウムで施用

表2 窒素施肥量の違いが樹体の生育量に及ぼす影響

品種	試験区	1999.4.30				2003.3.13				増加量 (4年間)			
		樹高	樹幅	樹冠容積	幹周	樹高	樹幅	樹冠容積	幹周	樹高	樹幅	樹冠容積	幹周
		cm	cm	m ³	cm	cm	m ³	cm	cm	cm	cm	m ³	cm
はるみ	半量区	139	100	0.98	8.6	162	142	2.31	15.6	22.5	41.7	1.33	7.0
	基準量区	140	93	0.84	8.6	183	165	3.65	17.5	43.3	72.1	2.81	8.9
	2倍量区	137	97	0.90	8.0	178	154	3.10	17.5	41.7	57.3	2.19	9.5
	3倍量区	131	101	0.95	8.2	159	146	2.60	15.5	28.3	44.7	1.65	7.3
清見	半量区	137	101	0.98	8.4	159	147	2.42	16.6	22.0	46.6	1.45	8.2
	基準量区	136	100	0.94	8.2	175	176	3.90	18.4	39.2	75.8	2.96	10.2
	3倍量区	140	91	0.81	8.1	165	167	3.40	16.9	24.8	75.7	2.58	8.8

試験区間、品種間において、統計的有意差なし

表3 窒素施肥量の違いが葉色に及ぼす影響

品種	試験区	葉色(SPAD値)					
		2000年6月		2000年11月		2001年11月	
		春葉	旧葉	春葉	旧葉	春葉	旧葉
はるみ	半量区	41.8 a ^z	37.0 a	65.3 a	26.3 a	67.8 a	32.3 a
	基準量区	54.3 b	56.2 b	69.3 ab	37.1 ab	73.1 ab	44.5 a
	2倍量区	59.3 b	62.6 b	70.9 b	40.4 bc	79.0 b	46.8 a
	3倍量区	55.4 b	61.5 b	69.3 ab	50.5 c	76.4 b	45.1 a
清見	半量区	48.7 a	60.4 a	71.5 a	69.1 a	72.9 a	59.8 a
	基準量区	59.3 b	69.9 b	74.8 a	71.4 a	78.6 b	70.1 b
	3倍量区	65.8 c	74.2 b	74.6 a	74.8 a	80.4 b	69.9 b
分散分析 ^y	品種(A)	**	**	**	**	**	**
	施肥量(B)	**	**	**	**	**	**
	A×B	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.

z Tukeyの多重検定により、同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

y **は1%, *は5%の危険率で有意差あり, n.s.は有意差なし

分散分析は半量区、基準量区、3倍量区のデータのみで実施した

(3) 葉中無機成分 12月上旬に樹冠外周部の不着果新梢の中位葉を30枚採取し、分析試料とした。採取した葉は、洗浄後80℃で通風乾燥し、振動ミルで微粉碎した。微粉碎試料を、窒素はNCアナライザー(NC-800, 住化分析センター)で、その他の無機成分は乾式灰化後0.2 molL⁻¹の塩酸で溶解し、ICP発光分光分析装置(SPS3000, SII)で測定した。

(4) 土壌pHとEC 土壌化学性の調査は、2000年の12月に作土層の土壌を採取し、pHは水抽出によりガラス電極法で、ECは1:5水抽出法により電気伝導率計(EC-Meter CM-14P, 東亜電波工業)で測定した。

Ⅲ 結 果

1 樹体生長と葉色

樹体生育量は表2に示すとおりである。いずれの品種・試験区も4年間で樹高、樹幅、樹冠容積、幹周ともに増加した。‘はるみ’では基準量区と2倍量区の生育がよい傾向で、樹冠容積は基準量区、幹周は2倍量区で増加

量が最も多かった。また、半量区と3倍量区は、全ての項目において、基準量区よりも生育が劣る傾向だった。

葉色は表3に示すとおりである。両品種とも施肥量が多いほど葉色が濃くなる傾向で、葉色(SPAD値)は、‘はるみ’では2倍量区で、‘清見’では3倍量区で最も濃くなった。また、‘はるみ’は‘清見’より、葉色が淡く、同じ施肥量でも‘はるみ’の葉色は薄かった。この葉色の差は半量区の旧葉で特に大きかった。

‘はるみ’は半量区と基準量区の一部の樹で、1999年、2000年、2002年に初夏(6月下旬)と秋(11月)に葉の黄化が認められ、その後、多くが落葉した。葉の黄化は半量区の旧葉で激しく、葉色(SPAD値)も低かった(表3)。この現象は‘はるみ’の2倍量区、3倍量区、‘清見’では認められなかった。

また、1999年の春肥施用後の5月に、‘はるみ’3倍量区において、葉脈が褐変し落葉する症状が6本の内2本で認められた。

表4 窒素施肥量の違いが1樹あたり収量、着果量に及ぼす影響

項目	品種	試験区	2001 z		2002		2003		合計	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
収量 (kg/樹)	はるみ	半量区	3.53 ± 1.70	4.97 ± 3.00	9.93 ± 1.73	18.4 ± 6.4				
		基準量区	5.23 ± 2.29	3.63 ± 3.46	17.42 ± 7.26	26.3 ± 13.0				
		2倍量区	5.20 ± 2.55	6.70 ± 5.60	15.13 ± 7.41	27.0 ± 15.6				
	清見	3倍量区	3.93 ± 2.36	3.47 ± 2.78	11.59 ± 7.80	19.0 ± 12.9				
		半量区	4.59 ± 0.97	4.15 ± 3.36	11.67 ± 3.23	20.4 ± 7.6				
		基準量区	5.65 ± 1.38	6.18 ± 1.85	16.38 ± 3.95	28.2 ± 7.2				
樹冠容積 あたり収量 (kg/m ³)	はるみ	3倍量区	5.44 ± 1.51	7.97 ± 5.66	12.23 ± 4.81	25.6 ± 12.0				
		半量区	2.48	2.41	4.30	—				
		基準量区	3.34	1.23	4.77	—				
	清見	2倍量区	2.77	2.64	4.88	—				
		3倍量区	2.58	1.61	4.46	—				
		半量区	2.87	1.92	4.82	—				
着果量 (個/樹)	はるみ	基準量区	3.57	2.18	4.20	—				
		3倍量区	2.91	3.86	3.60	—				
		半量区	15.2 ± 5.5	12.8 ± 8.2	83.8 ± 29.5	111.8 ± 43.2				
	清見	基準量区	24.3 ± 9.0	12.7 ± 12.9	139.3 ± 64.0	176.3 ± 86.0				
		2倍量区	23.3 ± 10.8	20.7 ± 18.8	139.5 ± 69.0	183.5 ± 98.7				
		3倍量区	20.8 ± 12.1	18.0 ± 14.4	105.0 ± 61.7	143.8 ± 88.2				
清見	半量区	17.8 ± 3.1	10.2 ± 8.5	80.5 ± 22.0	108.5 ± 33.6					
	基準量区	21.0 ± 3.7	24.0 ± 8.9	117.0 ± 26.6	162.0 ± 39.1					
	3倍量区	23.8 ± 4.6	35.2 ± 24.7	98.4 ± 29.0	157.4 ± 58.3					

z 平均±標準偏差

試験区間, 品種間の統計的有意差なし

表5 窒素施肥量の違いが果実品質(1果重, 果皮率, 比重)に及ぼす影響

品種	試験区	1果重(g)			果皮率(%)			比重		
		2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
はるみ	半量区	238 b ^z	379 a	134 a	20.8 a ^z	32.3 a	20.7 a	0.87 a	0.76 a	0.91 a
	基準量区	210 ab	261 a	119 a	22.2 a	33.2 a	22.9 a	0.85 a	0.70 a	0.89 a
	2倍量区	216 ab	345 a	111 a	23.2 b	35.6 a	23.6 a	0.85 a	0.69 a	0.89 a
	3倍量区	183 a	238 a	104 a	22.8 a	37.6 a	23.2 a	0.86 a	0.68 a	0.90 a
清見	半量区	290 a	338 a	160 a	22.7 a	26.1 a	24.0 a	0.89 a	0.89 a	0.89 a
	基準量区	283 a	330 a	158 a	25.5 b	28.6 a	26.6 a	0.87 a	0.89 a	0.89 a
	3倍量区	243 a	289 a	164 a	23.8 a	29.7 b	28.2 b	0.88 a	0.88 a	0.89 a
分散分析 ^y	品種(A)	**	n.s.	**	**	**	**	*	**	n.s.
	施肥量(B)	**	*	n.s.	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
	A×B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z Tukeyの多重検定により, 同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

y **は1%, *は5%の危険率で有意差あり, n.s.は有意差なし

分散分析は半量区, 基準量区, 3倍量区のデータのみで実施した

2 収量及び果実品質

収量は表4に示すとおりである。2001年と2003年が表年, 2002年が裏年の傾向だった。‘はるみ’では3年間の合計で基準量区と2倍量区が多かった。また, 収量は‘清見’に比べて木ごとのばらつきが大きく, 標準偏差は清見より大きくなった。樹冠容積あたり収量は2002年が全体的に少なく, 2003年が最も多かった。1樹あたり着果量は, 2002年と2004年では基準量区と2倍量区で最も多くなった。

果実品質は表5, 6, 7に示すとおりである。‘はるみ’の1果重は収量の影響を受け, 2002年が最も大きく, 2003

年では小さく, 2001年はその中間の大きさだった(表5)。また, 2001年に3倍量区で小さかったが, 2002年, 2003年は施肥量の影響はみられなかった。また, ‘清見’と比較すると, 2001年と2003年でははるみのほうが1果重は小さかったが, 2002年は差が認められなかった。

果皮率は両品種とも半量区で3年とも低い値を示し, 施肥量が多いほど高くなる傾向だったが, 2倍量区または基準区が最も高くなる場合もあった(表5)。また, ‘はるみ’の果皮率は2001年と2003年に清見より低かったが, 2002年は高く, 年次間差が大きかった。

表6 窒素施肥量の違いが果実品質（糖度，クエン酸含量）に及ぼす影響

品種	試験区	糖度(Brix)			クエン酸含量(%)		
		2001	2002	2003	2001	2002	2003
はるみ	半量区	12.0 a	12.1 a	13.1 a	1.38 a	1.23 a	1.11 a
	基準量区	12.4 a	12.3 a	13.5 a	1.42 a	1.19 a	1.09 a
	2倍量区	12.6 a	13.1 a	13.7 a	1.36 a	1.15 a	1.08 a
	3倍量区	13.8 b	12.6 a	13.9 a	1.52 a	1.22 a	1.15 a
清見	半量区	10.6 a	11.3 a	11.6 a	1.22 a	1.07 b	0.82 a
	基準量区	10.8 a	12.5 a	11.5 a	1.19 a	1.01 b	0.79 a
	3倍量区	12.0 b	12.2 a	11.6 a	1.20 a	0.89 a	0.75 a
分散分析 ^y	品種(A)	**	n.s.	**	**	**	**
	施肥量(B)	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	A×B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z Tukeyの多重検定により，同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

y **は1%，*は5%の危険率で有意差あり，n.s.は有意差なし

分散分析は半量区，基準量区，3倍量区のデータのみで実施した

表7 窒素施肥量の違いが果皮色に及ぼす影響

品種	試験区	着色歩合(11月) ^z		収穫時果皮色(2001) ^y				収穫時果皮色(2002)				収穫時果皮色(2003)			
		0-10	0-10	L*	a*	b*	a*/b*	L*	a*	b*	a*/b*	L*	a*	b*	a*/b*
はるみ	半量区	4.7 a*	3.7 a	71.5 b	37.2 a	71.1 b	0.52 a	58.1 a	32.5 a	58.6 a	0.56 a	61.2 a	35.3 a	62.8 a	0.56 a
	基準量区	5.3 a	4.1 a	70.9 ab	38.5 a	70.5 ab	0.55 a	57.8 a	33.1 a	58.5 a	0.57 a	60.8 a	35.4 a	63.2 a	0.56 a
	2倍量区	4.7 a	4.0 a	70.4 ab	37.8 a	69.8 ab	0.54 a	57.3 a	33.1 a	57.8 a	0.57 a	60.9 a	35.4 a	63.1 a	0.56 a
	3倍量区	5.7 a	3.0 a	70.1 a	38.5 a	69.1 a	0.56 a	56.9 a	31.9 a	57.0 a	0.56 a	60.6 a	34.9 a	62.1 a	0.56 a
清見	半量区	5.8 a	2.3 a	66.4 a	29.7 b	65.7 a	0.45 b	60.1 a	33.0 a	59.5 a	0.56 a	63.1 b	34.2 a	64.4 b	0.53 a
	基準量区	3.6 a	1.4 a	66.8 a	29.0 ab	66.5 a	0.44 ab	59.7 a	31.3 a	58.5 a	0.53 a	62.3 ab	33.7 a	63.6 b	0.53 a
	3倍量区	4.5 a	2.4 a	66.7 a	28.0 a	66.2 a	0.42 a	59.2 a	31.7 a	58.9 a	0.54 a	61.1 a	32.9 a	61.4 a	0.54 a
分散分析 ^w	品種(A)	n.s.	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	*	**	**	n.s.	**
	施肥量(B)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.
	A×B	*	n.s.	*	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z 着色歩合(0:未着色-10:完全着色)は2000年11月7日と2001年11月12日に達観調査で行った

y 果実収穫日:はるみ,2001年1月15日,2002年1月15日,2003年1月16日,清見,2001年2月14日,2002年2月21日,2003年2月27日

x Tukeyの多重検定により，同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

w **は1%，*は5%の危険率で有意差あり，n.s.は有意差なし

分散分析は半量区，標準量区，3倍量区のデータのみで実施した

‘はるみ’の比重は，試験区間に有意差はみられなかった(表5)。また，2002年は他の年に比べ，比重が小さく，清見より比重が小さくなった。

‘はるみ’の糖度は，2001年に3倍量区で高かったが，2002年，2003年とも窒素施肥量の影響がみられなかった(表6)。また，清見との比較では，2001年と2003年で‘はるみ’のほうが高かったが，2002年は差がなかった。

‘はるみ’のクエン酸含量は2001年に全体的に高かったが，施肥量の影響は3年間通してみられなかった(表6)。また，いずれの年も清見より高かった。

‘はるみ’の着色は，11月時点で施肥量による影響はみられず，着色の遅延は確認できなかった(表7)。収穫時の果皮色は，2001年のL*値とb*値で差がみられ，半量区の値が高くなった。しかし，2002年，2003年には差がみられなかった。また，2002年は2001年，2003年に比べ，

果皮の着色が遅く，収穫時の果皮色はL*値，a*値，b*値とも低かった。

3 葉中無機成分含有率

葉中無機成分含有率は表8，9に示すとおりである。‘はるみ’の葉中窒素含有率は，1999～2001年の春葉，2000，2001年の旧葉とも窒素施肥量の増加に伴い高くなる傾向が認められた(表8)。しかし，2002年の春葉では差がみられなかった。また，清見と比較すると，春葉では2001年と2002年，旧葉では2000年と2001年ではるみのほうが窒素含有率は低く，旧葉で特に差が大きかった。

春葉中のリン，カリウム，ホウ素含有率は，両品種とも施肥量が多いほど減少する傾向で，マグネシウムとマンガンは増加する傾向であった(表9)。また，カルシウムの傾向は明らかでなかった。品種間の比較では，リン，カリウム，カルシウムで差がみられた。

表8 窒素施肥量の違いが葉中窒素含有率に及ぼす影響

品 種	試験区	春葉				旧葉	
		1999	2000	2001	2002	2000	2001
		%	%	%	%	%	%
はるみ	半量区	2.24 a ^z	3.01 a	2.80 a	2.66 a	1.68 a	1.86 a
	基準量区	2.66 ab	3.16 a	2.96 a	2.78 a	1.86 ab	1.91 a
	2倍量区	2.87 b	3.68 b	3.34 b	3.06 a	2.03 bc	2.17 a
	3倍量区	3.01 b	3.78 b	3.50 b	2.85 a	2.27 c	2.61 b
清 見	半量区	2.25 a	3.04 a	2.91 a	2.87 a	2.53 a	2.28 a
	基準量区	2.55 a	3.42 b	3.36 b	3.04 a	2.65 ab	2.51 a
	3倍量区	3.23 b	3.51 b	3.69 b	3.52 b	2.91 bc	2.97 b
分散分析 ^y	品種(A)	n.s.	n.s.	**	**	**	**
	施肥量(B)	**	**	**	**	**	**
	A×B	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

z Tukeyの多重検定により、同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

y **は1%, *は5%の危険率で有意差あり, n.s.は有意差なし

分散分析は半量区, 基準量区, 3倍量区のデータのみで実施した

表9 窒素施肥量の違いが葉中無機成分含有率(春葉)と土壌化学性に及ぼす影響

品 種	試験区	無機成分含有率 (2000~2002年平均)						土壌化学性(2000年)	
		P	K	Ca	Mg	B	Mn	pH	EC
		%	%	%	%	ppm	ppm		mS/m
はるみ	半量区	0.17	1.20	2.90	0.42	41	66	6.68	6.4
	基準量区	0.15	0.99	3.18	0.49	31	80	6.33	10.5
	2倍量区	0.16	0.77	3.07	0.54	23	100	5.31	10.8
	3倍量区	0.15	0.69	3.01	0.60	25	118	4.96	19.8
清 見	半量区	0.19	0.99	3.52	0.47	44	74	6.67	11.2
	基準量区	0.17	1.01	3.46	0.48	36	80	5.97	11.9
	3倍量区	0.16	0.65	3.54	0.62	21	118	5.32	13.9
分散分析 ^z	品種(A)	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	施肥量(B)	**	**	n.s.	**	**	**	**	**
	年(C)	**	**	**	**	**	**	-	-
	A×B	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	A×C	**	**	**	**	n.s.	**	-	-
	B×C	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	**	-	-
	A×B×C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-

z **は1%, *は5%の危険率で有意差あり, n.s.は有意差なし

分散分析は半量区, 基準量区, 3倍量区のデータのみで実施した

4 土壌 pH と EC

土壌 pH は窒素施肥量が多いほど、低くなる傾向だった。また EC は窒素施肥量が多いほど高くなる傾向だった。

IV 考 察

1 樹体生長

‘はるみ’は施肥方法が確立されていないにもかかわらず、その果実品質の良さから、生産現場に普及していった品種である。しかし、生産現場では様々な問題が起こっている栽培しにくい品種である。

窒素施肥量が樹体生育に及ぼす影響は、ウンシュウミカンについて窒素施肥量の多いほうが幹周の肥大が多いこと¹²⁾、高接ぎの‘清見’、‘伊予柑’について、樹冠の拡大量は窒素栄養の低い区で劣っていたこと⁹⁾がそれぞれ報告されている。本報告でも幹周の肥大は基準量区と2倍量区で多く、半量区で樹冠の拡大が劣ったことから、それらの報告と一致する。

樹冠の拡大量と幹周の増加量は3倍量区でも基準量区、2倍量区より小さかった。3倍量区では1999年の施肥直後、葉脈が褐変し落葉する窒素過剰とみられる現象がみられたことなどから、幼木の樹体生育に対しては3倍量では施肥量が多いと考えられた。

2 収量及び果実品質

窒素施肥量が収量に及ぼす影響は、多く報告されており^{5, 10, 19)}、施肥量が多いほど収量は増加するが、多すぎても収量が少なくなり、最高の収量はウンシュウミカンで 263 ~ 338 kgNha⁻¹と報告されている¹⁰⁾。また、石原ら⁵⁾は 300 ~ 350 kgNha⁻¹に適量があるとしており、高辻ら¹⁹⁾は 350, 490 kgNha⁻¹で 5 年間の収量が多かったことを示している。本報告の‘はるみ’では基準量区(7年生で 224 kgNha⁻¹)と 2 倍量区(7年生で 448 kgNha⁻¹)で最も収量が多くなり、高辻らの報告に近い傾向だった。しかし、統計的な有意差はみられなかった。この原因は樹の生育差が大きかったことと、木ごとの着花量の差が大きく、摘果だけでは調整できなかったためと考えられた。

窒素施肥量がカンキツの果実品質に及ぼす影響は、ウンシュウミカン^{5, 12, 20, 22)}、カンキツ^{16, 17)}などで報告されている。それらをまとめると、窒素施肥量が多いほど果皮の着色遅延、収穫果実の果皮不良、L*, a*, b*値の低下、

果皮の厚さが増加、または果皮率の増加、果実比重の減少などの現象がみられていた。クエン酸含量は増加する場合と差が無い場合があり、糖は一定の傾向がみられなかった。

本試験の‘はるみ’では、果皮着色の遅延は確認されなかったものの 2001 年の収穫時果皮色は、窒素施肥量が多い区で L*値と b*値が低くなり、過去の報告と一致した(表 7)。しかし、2002, 2003 年は差がみられなかった。また、2001 年に 3 倍量区で糖度が高くなったものの、2002, 2003 年とも差はみられなかった。したがって、本試験の施肥量の範囲では、‘はるみ’の果皮色、糖度、クエン酸含量等の果実品質に及ぼす影響は小さいと考えられた。ただし、1 果重、果皮率、比重は年次により大きく異なり、収量と着果量の少なかった 2002 年は他の年に比べ、1 果重が大きく、果皮率が高く、比重が小さくなった。‘はるみ’は着果量が少ないと 300g 以上の大果になること^{11, 20)}、果実階級が大きいほど果肉歩合と果実比重が小さくなること³⁾が報告されており、本試験ではそれらの現象が確認された。こ



図1 葉黄化樹(半量区)と対照樹(2倍量区)の樹姿と細根の状態

(左上: 葉黄化樹の樹姿、左下: 葉黄化樹の細根、右上: 対照樹の樹姿、右下: 対照樹の細根)

これらのことから、‘はるみ’の1果重、果皮率、比重は窒素施肥量の影響より、着果量の影響のほうが大きいと考えられた。

3 葉中無機成分含有率

葉中無機成分含有率は樹体栄養状態を反映することから、葉中窒素含有率で樹体の栄養診断が行われ、ウンシュウミカンでは適正範囲が2.8~3.3%¹⁵⁾、2.8~3.0%⁵⁾、2.9~3.4%¹⁸⁾、パレンシアオレンジ・ネーブルオレンジ2.4~2.6%¹⁾とされている。‘はるみ’の適正值は報告されていないため、ウンシュウミカンの適正值を指標にすると、本試験での‘はるみ’3倍量区の葉中窒素含有率は2000年が3.78%、2001年が3.50%となり、2000、2001年においてこれまでに報告された適正值を大きく超えていた。また、半量区では1999年が2.24%、2002年が2.66%と適正值を下回っていた。これらのことから、3倍量区では窒素施肥量が過剰、半量区では少ないと考えられた。

窒素施肥量の増加に伴い葉中のリン、カリウム、ホウ素は減少し、マグネシウム、マンガンは増加した。リン・カリウムは坂本・奥地¹³⁾の報告した内容と一致している。ホウ素とマンガンは土壤中のpHの影響を受け溶解度が変わることが知られており⁷⁾、施肥量が多いほど土壤中のpHが低かったことから(表9)、窒素施肥量の増加に伴いホウ素およびマンガンも変化したと考えられた。

4 葉の黄化症状

本試験において、‘はるみ’は6月下旬に旧葉、11月に春葉と旧葉の黄化がみられ、黄化した葉の多くが落葉し、残った葉も、緑色に戻ることはなかった。‘はるみ’の葉の黄化は夏季(7月下旬頃)¹¹⁾と秋季²⁾に発生したことがそれぞれ報告されている。本試験では半量区で葉の黄化が確認され、それらの葉中窒素含有率はその他の区に比較し低かった(表8)。小川¹¹⁾は正常な春葉は10月で2.7~2.9%、黄化葉は2.2~2.4%であることを示しており、着果負担が多い樹で夏季(7月下旬頃)から)に急激な葉色の低下と、萎凋、落葉することもあるとしている。また、久松²⁾は葉の黄化する樹は前年に着果過多であった場合が多く、細根の発生が少なかったため、養水分を十分吸収できなかったことが原因としている。著者も葉の黄化した樹で、根が腐敗していることを確認している(図1)。これらのことから、葉の黄化は根が生育障害を受け、養水分が吸収できず、窒素欠乏状態になったためと推定された。半量区で葉の黄化が著しかったのは、樹体内の貯蔵窒素が少なかったため、窒素欠乏の症状が現れやすかったと推察された。

以上の結果、‘はるみ’の窒素施肥量の違いは、樹体生育、収量、葉中無機成分含有率に影響し、‘はるみ’の窒素の適

正施肥量は基準量区から2倍量区(7年生で224~448 kgNha⁻¹)に適量があると考えられた。今後は成木を用いて、さらに適正な施肥量を究明すべきであると考えられた。

V 摘 要

カンキツはるみの幼木時における窒素施肥反応を調査し、以下のことが明らかになった。

窒素施肥量が基準量区と2倍量区で樹体生育(樹冠容積・幹周)が大きく、収量も多かった。また、窒素施肥量が多いと、果皮色のL*値とb*値が低くなる年もあった。しかし、その他の果実品質に及ぼす影響は明らかにならなかった。葉中窒素含有率は窒素施肥量が多いほど高くなり、基準量区と2倍量区では適正值であった。6月下旬と11月に葉の黄化がみられ、これらの葉中窒素含有率は低かったことから、窒素欠乏状態だったと考えられた。

以上の結果から、‘はるみ’の窒素適正施用量は基準量区から2倍量区(7年生で224~448 kgNha⁻¹)であると考えられた。

引用文献

- 1) Embleton, T. W. , W. W. Jones, C. K. Labanauskas, and W. Reuther (1973) : Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. The citrus industry. Vol. III. 183~210.
- 2) 久松奨(2004) : ‘はるみ’の生産安定と品質向上, あたらしい農業技術, 静岡県農業水産部研究調整室.
- 3) 久松奨・小川原齊・稲葉元良(2005) : ‘はるみ’の着果特性および果実階級と果実品質との関係, 静岡柑試研報, 34, 1~6.
- 4) 石原正義(1972) : 施肥, p. 232~243, 果樹園芸大辞典編集委員会, 果樹園芸大辞典, 養賢堂, 東京.
- 5) 石原正義(1982) : 果樹の栄養生理, p. 19~87, 農文協, 東京.
- 6) 井田明(1984) : ウンシュウミカン窒素欠乏症, p. 34~1, 農林水産省農蚕園芸局農産課・果樹花き課監修, 作物栄養診断カ〜ドII, 全国農村教育協会, 東京.
- 7) 松中照夫(2003) : 土壌学の基礎, p. 153~156, 農文協, 東京.
- 8) 松瀬政司・岩切徹・新堂高広・小野忠・山口正洋 : 水田転換園におけるカンキツ樹の長期三要素試験, 第1報高接ぎ更新された清見・伊予柑の生育および果実生産, 佐賀果試研報, 14, 22~37(1998)
- 9) 農林水産省生産局生産流通振興課編(2009) : 平成19年産特産果樹生産動態等調査. p. 78.

- 10) 小笠原佐代市・中井久・伊藤晴允(1967)：温州みかんの施肥量に関する研究，山口農試研報，20，55～60.
- 11) 小川勝利(2000)：デコポン栽培の一年(付)はるみの栽培，p. 101～115，広島県果実農業協同組合連合会，広島.
- 12) 坂本辰馬・奥地進(1968)：温州ミカンの樹の生長，果実の品質，葉中の窒素含量に及ぼす窒素供給時期の影響，園学雑，37，30～36.
- 13) 坂本辰馬・奥地進(1969)：温州ミカン果実の酸，可溶性固形物に及ぼすチッソ栄養の影響，園学雑，38，300～308.
- 14) 静岡県・静岡県柑橘農業協同組合連合会(1968)：柑橘栄養診断事業成績書 第2次事業成績昭和42年度，p. 100.
- 15) 静岡県農林水産部研究調整室編(2002)：持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック，p. 298～299.
- 16) 菅井晴雄・中山幹朗・角田秀孝・門田穰・土方久恒(1983)：ハッサクの窒素施肥に関する研究，和歌山果試研報，7，21～37.
- 17) 杉山泰之・江本勇治・大城晃(2006)：カンキツ‘不知火’の樹体生育と果実品質ならびに細根量に及ぼす土壌改良資材と窒素施肥量の影響，園学研，5，247～253.
- 18) 高橋英一・吉野実・前田正男(1980)：原色作物の要素欠乏・過剰症，p. 242～243，農文協，東京.
- 19) 高辻豊二・大塚和男・林田至人(1986)：温州ミカンに対する窒素施肥法に関する試験 第10報 窒素施用量が落葉および収量に及ぼす影響，九農研，48.
- 20) 高辻豊二(1987)：施肥の基本と施肥設計，p. 技145～148，農業技術大系果樹編1カンキツ，農文協，東京.
- 21) 富田栄一(1971)：温州ミカンの果実の品質および開花に及ぼす夏季の水分と窒素施用の影響，園学雑，40，225～229.
- 22) 山崎隆生(1987)：ミカン園土壌の養水分収支に関する研究，広島果試研報，12，39～46.
- 23) 吉田俊雄・山田彬雄・根角博久・上野勇・伊藤祐司・吉岡照高・日高哲志・家城洋之・七條寅之介・木原武士・富永茂人(2000)：カンキツ新品種‘はるみ’，果樹試報，34，43～52.