

給液濃度がかん水同時施肥法で栽培したスプレーカーネーションの 切り花収量と品質および時期別養分吸収特性に及ぼす影響

山中 正仁^{a),b)}・後藤丹十郎^{a)}・小河 甲^{b)}・宇田 明^{b)}
岩井 豊通^{b)}

(応用植物科学コース)

Effects of Nutrient Solution Concentration on Cut Flower Yield, Quality and Characteristics of Seasonal Nutrient Absorption of Spray Carnation Grown by Cultivation in Drip Fertigation

Masahito Yamanaka^{a),b)}, Tanjuro Goto^{a)}, Kinoe Ogawa^{b)}, Akira Uda^{b)}
and Toyomichi Iwai^{b)}

(Course of Applied Plant Science)

Effects of nutrient solution concentration on cut flower yield, quality and characteristics of seasonal nutrient absorption of spray carnation 'Barbara' grown by cultivation in drip fertigation were investigated. 'Barbara' was grown with a nutrient solution (N : 15 %, P : 6.5 %, K : 12.5 %, Ca : 3.6 %, Mg : 0.9 %), at three concentration levels which were high concentration (1,000 times), middle concentration (1,500 times) and low concentration (3,000 times). The daily amount of nutrient solution was ranged from 0.0mm to 13.9mm. The total cut flower yield of middle concentration and high concentration were bigger than that of low concentration. The weight of the second cut flower of low concentration was decreased as compared to that of middle concentration and high concentration. Nitrogen (N) and potassium (K) in the plant nutrient ratio were decreased as the increase of dry matter and phosphorus (P) was increased at autumn and spring. With a reduction in the soil nutrient contents, Nitrogen and potassium in the plant nutrient ratio of low concentration were decreased. Nitrogen and phosphorus in the soil nutrient contents of high concentration were increased at the end of cultivation. In the total nutrient absorbed amount of middle concentration, 2,807.9 mg nitrogen, 493.5 mg phosphorus, 3,667.4 mg potassium, 1,615.8 mg calcium (Ca) and 320.9 mg magnesium (Mg) were absorbed per plant. In spring, the ratio of nitrogen absorbed amount to nutrients absorbed amount was increased 1.3 times. Phosphorus ratio and phosphorus absorbed amount in spray carnation were fewer than that of standard carnation. There were no differences in total nitrogen, potassium, calcium and magnesium absorption between spray carnation and standard carnation.

Key words : fertigation, nutrient absorption, plant nutrient, soil nutrient, spray carnation

緒 言

カーネーション切り花の土耕栽培において、点滴給液により多頻度で少量ずつ液肥を与えるかん水同時施肥法（養液土耕）は、切り花収量や品質を向上させる技術として有効である¹⁴⁾。さらに、本技術は作物の根圏に養水分を効率的に与えられるため、余剰な養水分をほ場に蓄積させない、あるいはほ場外に排出させない、といった環境保全型技術としての位置づけが期待されている^{1,7)}。

本技術が従来のかん水や施肥法と異なる点は、かん水と施肥を別々ではなく、ロックウール耕などの養液栽培と同様、常に液肥を用いて養水分を供給するところにある。島ら⁸⁻¹⁰⁾はスプレーグクのかん水同時施肥法におい

て、季節別の水吸収量および養分吸収量を明らかにし、それらから求めた見かけの養分吸収濃度に基づく給液管理法の有効性を報告している。同様にカーネーションのかん水同時施肥法に求められる給液管理では、与える液肥の成分組成、濃度および量を明確にする必要がある。

Received October 1, 2009

a) 大学院自然科学研究科

(The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University)

b) 兵庫県立農林水産技術総合センター

(Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries)

それには、第一に生長量や気象条件の異なる時期別の水吸収量と養分吸収量を把握し、第二にそれらから求められる液肥の成分組成や濃度が切り花収量、品質に対して好適か否かを判断することが重要と考えられる。

カーネーションの養分吸収量については、古くから多数の報告^{4,5,11,15}がある。しかし、これらは有機質肥料や緩効性の化成肥料などの固形肥料主体の施肥法による実験から明らかにされたもので、液肥主体の施肥法に基づいたものでない。著者らはカーネーションのかん水同時施肥法における給液管理技術を開発するにあたり、スタンダードカーネーション‘ノラ’を液肥のみのかん水同時施肥法で栽培し、暖地型1年作型における4週毎の養分吸収量を明らかにし、島ら¹⁰の報告と同様、見かけの養分吸収濃度に基づいた給液管理法の可能性を報告した⁶。

一方、カーネーションには一茎一花のスタンダードタイプと一茎多花のスプレータイプがあり、関西のある市場では前者が53%、後者が47%の取扱数量割合である(宇田, 私信)。米村ら¹⁵はスタンダードカーネーション‘ピーターフィッシャー’の部位別無機成分含有率を明らかにしており、花蕾の含有率は葉に対して、カリウムは0.5~0.7倍、カルシウムは0.3~0.4倍、マグネシウムは0.8倍であることを報告している。このことから、花蕾の多いスプレーカーネーションの養分吸収特性はスタンダードカーネーションとは異なることが推察され、カーネーションのかん水同時施肥法を開発するうえで、スプレーカーネーションの養分吸収特性についても、詳細に検討しておく必要がある。そこで、本報ではスプレーカーネーションの代表的な品種‘バーバラ’を用いて、かん水同時施肥法における給液濃度が切り花収量と品質および養分吸収特性に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

エミッター間隔が20 cm、エミッター当たり吐出量44 mL・min⁻¹の点滴チューブ(RAM17, ネタフィム社)を幅85 cm、深さ20 cmの隔離栽培床に2本設置し、アルミ蒸着フィルムで被覆した。土壌はカーネーションを20年間栽培した植壤土を用いた。液肥は養液土耕3号(窒素(N):リン(P):カリウム(K):カルシウム(Ca):マグネシウム(Mg)の含有率(%)がそれぞれ15:6.5:12.5:3.6:0.9、大塚化学(株))を用い、毎日、液肥混入機で給液した。1日の給液量はなるべく栽培床からリーチングしないよう、0.0~13.9 mmの範囲で調節した。給液濃度は3,000倍の低濃度区、1,500倍の中濃度区、1,000倍の高濃度区の3区とした。

2001年7月11日に発根苗を8目フラワーネットの中2目を抜いた6株植え、株間20 cmの栽培床1 m²当たり35.3株で定植した。7月31日に5節で摘心し、9月6日に一次側枝を株当たり4本に整理した。摘心部位から伸長した一次側枝を開花させた1番花は上位9節目、1番花

の採花部位から伸長した二次側枝を開花させた2番花は上位12節目で採花した。1区当たり12株を1単位として4か所の切り花本数を開花始めの2001年10月22日から2002年6月10日まで調査し、1番花を35本、2番花を28本ずつ切り花長、切り花重、茎径および茎の硬さを示す茎下垂度を調査した。

定植から4週毎に植物体地上部を各区6株ずつサンプリングし、その乾物重に前回のサンプリング後に摘心、摘蕾、摘芽した部位および収穫した切り花の乾物重を加えた値から、前回の乾物重を減じた値を4週の乾物増加量とした。植物体成分含有率は4週内にサンプリングした全植物体を破碎混合後、窒素は乾式燃焼法(NCアナライザー)、その他を硝酸一過塩素酸による湿式分解後、リンはバナドモリブデン酸法、カリウムは炎光法、カルシウムおよびマグネシウムはICP発光分析装置で測定した。これらから4週毎の養分吸収量を算出した。

土壌養分含有量は栽培開始前および4週毎に土壌表面約2 cmを除いた部分の全層土壌を1区3か所ずつ採取し、混合した試料を硝酸態窒素(NO₃-N)はイオンクロマト法、リンはトルオグ法、交換性塩基は酢酸アンモニウム抽出後、カリウムを炎光法、カルシウム、マグネシウムをICP発光分析装置で測定した。

結果

1株当たりの総給液量は31.3 Lとなり、中濃度区の総施肥量は窒素が3.1 g、リンが1.4 g、カリウムが2.6 g、カルシウムが0.7 g、マグネシウムが0.2 gとなった。時期別の切り花本数に有意な差は認められなかったが、1株当たりの総切り花本数は中濃度区が8.6本、高濃度区が8.8本となり、低濃度区の7.3本より有意に多かった(Table 1)。1番花の切り花品質に有意な差は認められなかったが、2番花においては、低濃度区の切り花重が57.8 gで、高濃度区の60.6 gおよび中濃度区の68.4 gより有意に小さかった(Table 2)。

時期別の乾物増加量はいずれの区も定植後から10/30まで増大したが、その後は一定の傾向は認められなかった(Table 3)。1株当たりの総乾物増加量は低濃度区が121.5 gで最も多く、次いで中濃度区の99.9 g、高濃度区の86.1 gであった。

植物体の窒素含有率は低濃度区が1.50~3.84%、中濃度区が2.09~3.68%、高濃度区が2.21~3.65%の範囲で推移し、生長が進むにつれて低下した(Table 4)。処理区間差は10/31以降認められ、濃度が低いほど含有率は低かった。リンは低濃度区が0.37~0.58%、中濃度区が0.38~0.56%、高濃度区が0.41~0.62%の範囲で推移した。中濃度区および高濃度区は9/5~11/27の秋期および2/20~5/14の春期に低下する傾向が認められた。処理区間差は12/26以降認められ、濃度が低いほど含有率は低かった。カリウムは低濃度区が2.65~4.95%、中濃度区が

Table 1 Effect of nutrient solution concentration on number of cut flowers of spray carnation 'Barbara' grown by fertigation

Nutrient solution Concentration	Number of cut flowers (per plant)									
	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	Total
Low	0.0 a	1.2 a	1.3 a	0.8 a	0.4 a	0.1 a	0.5 a	1.2 a	1.8 a	7.3 b
Middle	0.0 a	1.5 a	1.4 a	0.5 a	0.5 a	0.2 a	1.0 a	1.5 a	2.0 a	8.6 a
High	0.1 a	1.5 a	1.3 a	0.9 a	0.2 a	0.2 a	1.1 a	1.5 a	2.1 a	8.8 a

Different letters within columns indicate significant difference at $P < 0.05$ by Tukey's test.

Table 2 Effect of nutrient solution concentration on quality of spray carnation 'Barbara' grown by fertigation

Cut flower stage ^{a)}	Nutrient solution concentration	Length (cm)	Weight (g)	Stem diameter ^{b)} (mm)	bend index ^{c)}
First	Low	61.9 a	28.7 a	3.2 a	1.4 a
	Middle	62.6 a	28.7 a	3.3 a	1.7 a
	high	62.5 a	29.0 a	3.5 a	1.6 a
Second	Low	76.5 a	57.8 b	4.5 a	1.1 a
	Middle	80.2 a	68.4 a	4.9 a	1.4 a
	high	79.3 a	60.6 a	4.7 a	1.3 a

^{a)}The first cut flowers were harvested from a stem grown after pinch. The second cut flowers were harvested from a stem grown after harvesting the first

^{b)}The longest diameter in the center of the upper fifth internodes

^{c)}Index of angle between flower and the fulcrum which keep on leveling the stem of 45 cm from the top of cut flower ($-10^\circ : 1, 10^\circ - 20^\circ : 2$)

Different letters within columns indicate significant difference at $P < 0.05$ by Tukey's test

Table 3 Changes in dry matter increase of Spray-carnation 'Barbara' grown by fertigation

Nutrient solution Concentration	Dry matter increase ($\text{g} \cdot \text{plant}^{-1}$)												
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	Total
Low	3.0	4.2	5.0	11.0	5.7	0.6	11.2	19.3	5.2	23.8	30.3	2.3	121.4
Middle	2.8	3.9	4.3	14.5	3.7	1.0	13.9	17.4	10.2	6.0	13.2	8.9	99.9
High	2.1	4.4	3.6	14.1	4.3	10.0	2.7	13.0	9.7	8.5	7.7	5.9	86.1

3.18~4.38%, 高濃度区が3.13~4.80%の範囲で推移した。いずれの区も、定植後から10/2まで増大したが、以降低下した。処理区間差は12/26以降認められ、低濃度区は中濃度区および高濃度区より低く推移した。カルシウムは低濃度区が1.16~1.95%, 中濃度区が1.38~1.97%, 高濃度区が1.28~1.93%の範囲で推移し、生長が進むにつれ低下した。処理区間差は認められなかった。マグネシウムは低濃度区が0.22~0.44%, 中濃度区が0.27~0.47%, 高濃度区が0.26~0.46%で推移し、生長が進むにつれ低下した。処理区間差は認められなかった。

養分吸収量の推移は乾物増加量と同様の傾向を示した (Table 5)。1株当たりの総吸収量は窒素およびリンでは中濃度区がそれぞれ2,807.0mg, 493.5mgで最も多かつ

た。カリウム、カルシウム、マグネシウムは低濃度区がそれぞれ3,728.8mg, 1,847.6mg, 353.1mgで最も多く、給液濃度が高いほど少なかった。

窒素を100とした場合の養分吸収割合は、いずれの処理区もマグネシウムを除いて1/23以降高まる傾向を示した (Table 6)。例えば中濃度区における1/23以前と以降の平均養分吸収割合は、リンはそれぞれ、15, 20, カリウムは116, 147, カルシウムは53, 63となった。

栽培開始時と栽培終了時の土壌養分含有量を比較すると、硝酸態窒素は高濃度区で増大した (Table 7)。いずれの処理区もリンは増大し、カリウムは減少した。カルシウムとマグネシウムにほとんど変化は認められなかった。

Table 4 Changes in rate of plant nutrient of Spray-carnation 'Barbara' grown by fertigation

		N (%)											
Nutrient solution Concentration	7/11	8/8	9/5	10/3	10/31	11/28	12/26	1/23	2/20	3/20	4/17	5/15	
	-8/7	-9/4	-10/2	-10/30	-11/27	-12/25	-1/22	-2/19	-3/19	-4/16	-5/14	-6/11	
Low	3.84	3.45	3.26	3.00	2.88	2.73	2.20	1.50	1.83	1.82	1.80	1.77	
Middle	3.68	3.45	3.30	3.18	3.21	3.20	2.95	2.83	2.54	2.55	2.37	2.09	
High	3.65	3.33	3.55	3.45	3.28	3.48	3.36	2.96	2.87	2.62	2.21	2.24	
		P (%)											
Nutrient solution Concentration	7/11	8/8	9/5	10/3	10/31	11/28	12/26	1/23	2/20	3/20	4/17	5/15	
	-8/7	-9/4	-10/2	-10/30	-11/27	-12/25	-1/22	-2/19	-3/19	-4/16	-5/14	-6/11	
Low	0.58	0.50	0.44	0.43	0.41	0.44	0.42	0.37	0.36	0.37	0.39	0.41	
Middle	0.56	0.50	0.45	0.42	0.46	0.48	0.57	0.56	0.38	0.52	0.47	0.53	
High	0.59	0.50	0.43	0.41	0.46	0.49	0.62	0.64	0.59	0.54	0.49	0.50	
		K (%)											
Nutrient solution Concentration	7/11	8/8	9/5	10/3	10/31	11/28	12/26	1/23	2/20	3/20	4/17	5/15	
	-8/7	-9/4	-10/2	-10/30	-11/27	-12/25	-1/22	-2/19	-3/19	-4/16	-5/14	-6/11	
Low	3.63	3.90	4.33	3.25	3.03	3.38	3.18	2.63	2.80	2.65	3.28	2.75	
Middle	3.78	4.23	4.33	3.98	3.18	3.45	3.58	3.25	4.38	3.43	3.38	3.55	
High	4.20	4.48	4.80	3.45	3.40	3.63	3.75	3.70	3.13	3.73	3.55	4.05	
		Ca (%)											
Nutrient solution Concentration	7/11	8/8	9/5	10/3	10/31	11/28	12/26	1/23	2/20	3/20	4/17	5/15	
	-8/7	-9/4	-10/2	-10/30	-11/27	-12/25	-1/22	-2/19	-3/19	-4/16	-5/14	-6/11	
Low	1.91	1.95	1.70	1.66	1.56	1.45	1.46	1.16	1.31	1.71	1.48	1.55	
Middle	1.97	1.86	1.70	1.92	1.50	1.67	1.61	1.38	1.54	1.53	1.52	1.68	
High	1.93	1.95	1.70	1.48	1.29	1.28	1.58	1.49	1.44	1.64	1.44	1.76	
		Mg (%)											
Nutrient solution Concentration	7/11	8/8	9/5	10/3	10/31	11/28	12/26	1/23	2/20	3/20	4/17	5/15	
	-8/7	-9/4	-10/2	-10/30	-11/27	-12/25	-1/22	-2/19	-3/19	-4/16	-5/14	-6/11	
Low	0.44	0.42	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.22	0.24	0.30	0.28	0.31	
Middle	0.47	0.42	0.36	0.36	0.30	0.32	0.31	0.27	0.31	0.30	0.31	0.32	
High	0.46	0.43	0.35	0.29	0.27	0.26	0.30	0.29	0.26	0.28	0.26	0.32	

考 察

カーネーションにおいて施肥量と切り花収量との関係について調査した報告は多く、スタンダードカーネーションでは三浦・並河⁵⁾が「スケニア」を、米村ら¹⁵⁾が「ピーターフィッシャー」を用いた実験で、施肥量が少ないほど、収量が低下することを認めている。また、Winsorら¹³⁾もスタンダードカーネーションの「William Sim」および「Pink Sim」を窒素、リン、カリウムなどの肥料成分の濃度と組み合わせを変えて栽培したところ、低濃度の組み合わせでは、単位面積当たりの着蕾数が減少することを報告している。スプレーカーネーション「バーバラ」を液肥のみのかん水同時施肥法で栽培した本実験も、これらと同様の結果となった。このことは低濃度区の2

番花の開花が遅れ、有意差が認められなかったものの、3/20～6/11の切り花本数が、中濃度区および高濃度区に比べて少なかったことが影響したと考えられた。

ところが、総乾物増加量においては三浦・並河⁵⁾や米村ら¹⁵⁾が、施肥量が少ないと減少すると報告したことに対して、本実験では給液濃度が低いほど増大した。このことは筆者ら⁶⁾のスタンダードカーネーション「ノラ」を用いた実験でも同様であった。三浦・並河⁵⁾は栽培終了1か月前、米村ら¹⁵⁾は3か月前に施肥を停止している。それに対して本実験では栽培終了まで所定の濃度で給液を継続した。そこで3/20以降の乾物増加量に着目したところ、低濃度区の増加量は46.2gで、中濃度区の28.1gおよび高濃度区の22.1gより多かった。この時期の乾物増加量の差が総乾物増加量の差に影響したのであろう。

Table 5 Changes in nutrient absorbed amount of Spray-carnation 'Barbara' grown fertigation

Nutrient solution concentration	N (mg · plant ⁻¹)												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	117.0	145.5	161.9	330.0	165.1	17.3	246.4	290.0	95.5	433.2	539.1	40.1	2581.0
Middle	104.7	133.4	143.0	461.6	118.2	31.5	409.6	492.4	259.9	154.3	311.7	186.7	2807.0
High	77.4	147.1	127.2	488.8	142.1	348.6	89.0	384.8	278.9	223.1	169.8	131.8	2608.6

Nutrient solution concentration	P (mg · plant ⁻¹)												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	17.7	21.1	21.9	47.3	23.5	2.8	47.0	71.5	18.8	88.1	116.8	9.3	485.7
Middle	15.9	19.3	19.5	61.0	16.9	4.7	79.1	97.4	38.9	31.5	61.9	47.3	493.5
High	12.5	22.1	15.4	58.1	19.9	49.1	16.4	83.2	57.3	46.0	37.6	29.4	447.1

Nutrient solution concentration	K (mg · plant ⁻¹)												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	110.6	164.5	215.1	357.5	173.7	21.4	356.2	508.5	146.1	630.7	982.4	62.3	3728.8
Middle	107.5	163.6	187.6	577.8	117.1	33.9	497.0	565.5	448.2	207.5	444.5	317.1	3667.4
High	89.1	197.9	172.0	488.8	147.3	363.6	99.4	481.0	304.1	317.7	272.8	238.3	3171.9

Nutrient solution concentration	Ca (mg · plant ⁻¹)												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	58.2	82.2	84.4	182.6	89.4	9.2	163.5	224.3	68.3	407.0	443.3	35.1	1847.6
Middle	56.0	71.9	73.7	278.7	55.3	16.4	223.5	240.1	157.6	92.6	199.9	150.1	1615.8
High	41.0	86.1	60.9	209.7	55.9	128.2	41.9	193.7	139.9	139.7	110.6	103.5	1311.1

Nutrient solution concentration	Mg (mg · plant ⁻¹)												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	13.4	17.7	17.4	36.3	17.8	1.8	31.4	42.5	12.5	71.4	83.9	7.0	353.1
Middle	13.4	16.2	15.6	52.3	11.1	3.1	43.0	47.0	31.7	18.1	40.8	28.6	320.9
High	9.8	19.0	12.5	41.1	11.7	26.0	8.0	37.7	25.3	23.8	20.0	18.8	253.7

このことは低濃度区の植物体窒素含有率が2/20以降上昇していた点から、本実験では給液を継続したことにより、春期にかけて養分吸収量がかなり増大し、生長が著しく促進されたためと考えられた。このように低濃度区では栽培後期に乾物増加量が増大したものの、未収穫茎が多く残存したことや、さらに、収量が多かった中濃度区および高濃度区の栽培終了時の土壤窒素含有量が栽培開始時と比べて多かったことから、栽培終了時には給液を早めに打ち切っても、収量および品質には問題が生じないと考えられた。

小西³⁾はカーネーションの植物体内の最適成分含有率の例として、葉内含有率で窒素が2.5~3.9%、リンが0.2~0.7%、カリウムが2.4~6.0%と報告している。本実験でのスプレーカーネーションの株全体の植物体成分含有

率も、中濃度区および高濃度区では、全期間を通じてこの範囲で推移したことから、養分吸収が良好であったと考えられた。また、このことは、本実験において、栽培期間を通して一定濃度で給液しても、養分吸収に好適な土壤養分レベルが、ほぼ維持できたと推察できた。ただし、高濃度区では土壤中に養分が次第に蓄積したことから、今後、中濃度区の濃度をもとに適切な給液濃度を検討する必要があると考えられた。しかし、液肥の窒素濃度が50 ppmの低濃度区では、10/31以降、窒素含有率が1.50~2.88%に低下した。この時の乾土100 g当たりの土壤窒素含有量をみると、低濃度区では10/30以降、0.2~6.1 mgに大幅に減少していた。カリウムも同様に、低濃度区では12/25からの土壤養分含有量の減少にともない、含有率が12/26以降低下した。景山ら²⁾はキクの水耕

Table 6 Changes in nutrient formulation^{a)} of Spray-carnation 'Barbara' grown by fertigation

Nutrient solution concentration	P												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	15	14	13	14	14	16	19	25	20	20	22	23	19
Middle	15	14	14	13	14	15	19	20	15	20	20	25	18
High	16	15	12	12	14	14	18	22	21	21	22	22	17
Nutrient solution concentration	K												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	95	113	133	108	105	124	145	175	153	146	182	155	144
Middle	103	123	131	125	99	108	121	115	172	135	143	170	131
High	115	135	135	100	104	104	112	125	109	142	161	181	122
Nutrient solution concentration	Ca												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	50	57	52	55	54	53	66	77	72	94	82	88	72
Middle	54	54	52	60	47	52	55	49	61	60	64	80	58
High	53	59	48	43	39	37	47	50	50	63	65	79	50
Nutrient solution concentration	Mg												Total
	7/11 -8/7	8/8 -9/4	9/5 -10/2	10/3 -10/30	10/31 -11/27	11/28 -12/25	12/26 -1/22	1/23 -2/19	2/20 -3/19	3/20 -4/16	4/17 -5/14	5/15 -6/11	
Low	11	12	11	11	11	11	13	15	13	16	16	18	14
Middle	13	12	11	11	9	10	11	10	12	12	13	15	11
High	13	13	10	8	8	7	9	10	9	11	12	14	10

^{a)}Other nutrient absorbed amount / Nitrogen absorbed amount × 100.

で培養液の硝酸態窒素濃度が50~300 ppmの範囲では、植物体窒素含有率は変わらないとしている。一方、寺田¹²⁾はバラの水耕の実験で、ロックウール耕や土耕は水耕に比較して、窒素濃度の下限値は高いとしている。これらのことから、本実験は土耕のため、与えられた養分の利用率が低く、窒素が50 ppmの低濃度区では養分が不足し、植物体窒素含有率が低下したと推察された。

松尾・白崎⁴⁾の'フランセスコ'と'バーバラ'、三浦・並河⁵⁾および米村ら¹⁵⁾の養分吸収量の報告を1株当たり換算すると、窒素が950~2,240 mg、リンが161~349 mg、カリウムが2,097~3,250 mg、カルシウムが333~972 mg、マグネシウムが90~290 mgとなる。本実験ではすべての処理区の養分吸収量がこれらの報告を上回った。その理由として、三浦・並河⁵⁾や米村ら¹⁵⁾の実験が根部を含んでいたにも関わらず、1株当たりの総乾物増加量が33~54 g程度であったのに対し、本実験では地上部のみで86~121 gと大きかったこと、また、収量が1.0~2.1倍多かったことが考えられた。これらの差は栽培期間の長さや品種の違いの影響も考えられたが、従来の養分吸収に関する実験が、有機質肥料を主体に用いた施肥法であ

ったのに対し、本実験では液肥のみの点滴給液によるかん水同時施肥法を用いたことによる著しい生長促進や収量増大効果¹⁴⁾が影響したと考えられた。

寺田¹²⁾はバラの養分吸収特性として、成分割合に時期別の差はないと報告している。しかし、本実験では春期以降、それ以前と比較して、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの成分割合は窒素に対して高まることが認められた。このことは'ノラ'も同様であった⁶⁾。このことから、カーネーションに対して与える液肥組成は、春期以降には窒素に対してそれぞれの成分割合を1.3倍程度に高める必要があると考えられた。

土壌養分含有量に関しては、すべての区のカリウムおよび低濃度区のマグネシウムにおいて施肥量が吸収量より少なかったため減少した。一方、すべての区のリンにおいては吸収量以上の施肥量であったため増大した。これは本実験で用いた液肥の無機成分がカーネーションの無機成分の吸収特性と一致していないことを示しており、今後、養分の過不足を生じさせず、かつ、ほ場外への養分の流亡がないかん水同時施肥法専用の肥料を開発する必要がある。

Table 7 Changes in soil nutrient content of Spray-carnation 'Barbara' grown by fertigation

Nutrient solution concentration	NO ₃ -N (mg · 100g ⁻¹)												
	Start	8/7	9/4	10/2	10/30	11/27	12/25	1/22	2/19	3/19	4/16	5/14	End
Low	3.0	10.1	13.7	11.0	6.1	2.1	0.7	0.8	0.2	0.4	0.3	2.1	2.2
Middle	4.4	12.5	12.3	15.3	10.4	7.4	5.3	4.9	3.4	0.5	2.8	3.8	10.1
High	3.6	8.8	12.9	14.7	17.4	9.0	11.4	13.1	8.4	18.9	19.7	29.8	46.8
Nutrient solution concentration	P (mg · 100g ⁻¹)												
	Start	8/7	9/4	10/2	10/30	11/27	12/25	1/22	2/19	3/19	4/16	5/14	End
Low	188.3	205.8	221.9	217.5	226.8	263.8	250.3	244.6	228.5	250.3	255.3	248.5	259.5
Middle	203.0	217.5	226.0	244.6	263.8	276.5	292.7	261.4	291.0	283.9	279.9	286.5	292.5
High	212.3	196.8	238.0	244.9	292.3	291.7	293.3	294.7	290.6	273.2	273.2	297.4	324.5
Nutrient solution concentration	K (mg · 100g ⁻¹)												
	Start	8/7	9/4	10/2	10/30	11/27	12/25	1/22	2/19	3/19	4/16	5/14	End
Low	28.4	19.6	18.6	18.0	16.6	12.0	10.9	11.3	8.8	6.6	7.1	8.2	7.4
Middle	23.5	20.9	26.9	21.5	21.5	18.1	15.4	18.0	15.7	8.5	8.9	6.5	9.2
High	29.5	35.9	33.7	34.8	36.4	32.9	27.8	22.8	21.4	28.0	34.6	30.6	22.2
Nutrient solution concentration	Ca (mg · 100g ⁻¹)												
	Start	8/7	9/4	10/2	10/30	11/27	12/25	1/22	2/19	3/19	4/16	5/14	End
Low	315.3	329.2	327.1	347.2	397.8	375.9	349.1	359.8	361.3	345.0	374.9	331.0	315.0
Middle	346.5	380.9	386.8	398.5	379.1	459.7	435.1	358.8	346.4	421.2	424.2	410.9	347.1
High	355.2	403.1	393.9	399.4	407.0	379.0	383.5	406.6	380.6	354.1	298.8	391.2	396.2
Nutrient solution concentration	Mg (mg · 100g ⁻¹)												
	Start	8/7	9/4	10/2	10/30	11/27	12/25	1/22	2/19	3/19	4/16	5/14	End
Low	31.7	32.8	35.4	35.9	39.7	34.5	33.2	34.5	34.9	33.0	36.4	29.3	29.5
Middle	39.4	42.9	40.7	45.3	39.1	48.3	46.3	39.3	33.8	47.0	39.5	40.6	35.1
High	36.7	42.3	41.8	42.2	43.1	37.1	39.5	43.0	39.7	38.7	35.3	36.4	44.4

スプレーカーネーションとスタンダードカーネーションでは、草姿が大きく異なるため、養分吸収特性が異なる可能性がある。本実験と同様の方法で栽培したスタンダードカーネーション 'ノラ' の養分吸収量⁶⁾との比較では、リンが低濃度区で82%、中濃度区で75%、高濃度区で77%となり、平均20%程度少なかった。このことは 'ノラ' に比べて 'バーバラ' の植物体リン含有率が低かったことが影響したと考えられた。その他の養分吸収量の差は 'ノラ' と 'バーバラ' の総乾物増加量の差によるものと考えられた。その他の植物体成分含有率は 'ノラ'⁶⁾と比較して、同程度であり、違いは認められなかった。これらのことからかん水同時施肥法に適した液肥組成を考える場合、スプレーカーネーションとスタンダードカーネーションでは、リンの成分組成が異なる液肥を使用することが望ましいと考えられた。しかし、実際の土壌中にはリンはかなり残存していること、リンのみを変えた液肥組成は配合が困難であること、さらに給液管理を簡便なものにする必要があることから、今後、同

じ液肥組成で、栽培上、問題が生じないかを検討する必要があると考えられた。

以上を総括すると、液肥のみのかん水同時施肥法で栽培した場合、有機質肥料主体の施肥法で栽培した従来の報告と比較して、生長量や収量および養分吸収量が増大することから、施肥量も大幅に増大させる必要があると考えられた。また、本実験においては切り花収量、品質が同等であった中濃度区と高濃度区のうち、栽培開始および終了時の土壌養分含有量の変化が小さかった中濃度区の給液濃度が適当と考えられた。しかし、リンやカリウムの含有量が施肥量と吸収量の差により、増減が認められたことから、今後、本実験で得られた養分吸収量をもとに、さらに時期別の給液濃度および施肥量を検討する必要があると考えられた。

要 約

スプレーカーネーションのかん水同時施肥法における養分吸収特性を 'バーバラ' で調査した。窒素：リン

(P)：カリウム (K)：カルシウム (Ca)：マグネシウム (Mg) の含有率 (%) が15：6.5：12.5：3.6：0.9の液肥を、低濃度 (3,000倍)、中濃度 (1,500倍)、高濃度 (1,000倍) の3水準で、毎日0.0～13.9 mmずつ点滴給液した。切り花収量は中濃度区と高濃度区が多く、切り花品質は2番花において低濃度区の切り花重が減少した。植物体の窒素およびカリウム含有率は乾物増加量が增大するにつれて低下し、リンは秋期と春期に減少した。低濃度区の窒素、カリウムの含有率は土壤養分含有量の減少にともない、低下した。高濃度区では土壤の窒素およびリン含有量が栽培終了時に大幅に増大した。中濃度での給液における1株当たりの総養分吸収量は窒素が2,807.0mg、リンが493.5mg、カリウムが3,667.4mg、カルシウムが1,615.8mg、マグネシウムが320.9mgであった。リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの窒素に対する吸収割合はいずれも春期に約1.3倍に上昇した。スタンダードカーネーションとの比較では、スプレーカーネーションでは、ややリンの植物体含有率と吸収量が少ないが、窒素、カリウム、カルシウム、マグネシウムの植物体含有率および吸収量には、ほとんど差がなかった。

引用文献

- 1) 青木宏史・梅津憲治・小野信一：養液土耕栽培の理論と実際。pp. 15-16, 誠文堂新光社, 東京 (2001)
- 2) 景山詳弘・林 孝洋・小西国義：窒素濃度がキクの初期生育に及ぼす影響。園学雑, **56**, 79-85 (1987)
- 3) 小西国義：カーネーションの生産技術。pp.112-114, 養賢堂, 東京 (1980)
- 4) 松尾多恵子・白崎隆夫：ベンチ栽培におけるカーネーションの養分吸収量。園学雑, **62**別2, 572-573 (1993)
- 5) 三浦泰昌・並河 治：大輪カーネーションの施肥法に関する研究 (第1報) スケニアの養分吸収について。神奈川園試研報, **24**, 92-98 (1997)
- 6) 小河 甲・山中正仁・宇田 明・渡辺和彦：カーネーションの養液土耕における時期別養分吸収量に基づく高収量・環境保全型施肥法。日本土壤肥科学雑誌, **76**, 63-67 (2005)
- 7) 六本木和夫・加藤俊博：野菜・花卉の養液土耕。pp. 1-2, 農文協, 東京 (2000)
- 8) 島 浩二・後藤丹十郎・景山詳弘：スプレーギクのベンチ栽培における施肥方法が切り花品質と養分吸収に及ぼす影響。園学研, **3**, 23-26 (2004)
- 9) 島 浩二・後藤丹十郎・景山詳弘：スプレーギクのベンチ栽培における季節別の水消費特性。岡山大学農学部学術報告, **93**, 33-37 (2004)
- 10) 島 浩二・後藤丹十郎・景山詳弘：スプレーギクのベンチ栽培における見かけの養分吸収濃度に基づいた灌水同時施肥栽培法の開発。岡山大学農学部学術報告, **94**, 19-24 (2005)
- 11) 田中平義・藤岡作太郎・二見敬三・加護谷栄章・門野行男：施設園芸土壤の合理的管理法に関する研究。兵庫農試研報, **14**, 105-108 (1996)
- 12) 寺田幹彦：バラの養水分管理に関する基礎的並びに応用的研究。博士論文, pp. 30-32, 岡山大学大学院自然科学研究科 (1997)
- 13) Winsor, G.W., M. I. E. Long and B. M. A. Hart: The nutrition of glasshouse carnations. J. Hort. Sci., **45**, 401-413 (1970)
- 14) 山中正仁・宇田 明・小河 甲・宮浦紀史：点滴チューブを用いた毎日の給液がカーネーションの生育、収量および切り花品質に及ぼす影響。近畿中国四国農研, **1**, 51-54 (2002)
- 15) 米村浩次・片野 豊・岡 秀樹：温室カーネーションの養分吸収に関する試験。愛知農総研報, **B1**, 63-71 (1969)