

養液栽培におけるスイートピーの養水分吸収と 養液の最適イオン濃度

木村 覚・渡部 尚久*

The Absorption Nutrient and Water by Sweetpea
Plant and Optimum Ion Concentration of Culture Solution
in Hydroponic Culture

Satoru KIMURA・Naohisa WATABE

摘 要

スイートピーの養液栽培における最も養水分吸収の効率がよい養液イオン濃度を明らかにするため、植物体の吸収イオン濃度と養液イオン濃度との相対比を示す蒸散流濃度係数 (TSCF) により、生育ステージ別の最適なイオン濃度を検討した。その結果、以下の濃度で養分吸収効率が高かった。栄養生長期 (11月～12月)、収穫前期 (1月～2月)、収穫後期 (3月～4月) の順序で、およその値を示す。

NO_3^- では400mg/L, 500mg/L, 300mg/L

NH_4^+ では60mg/L以上, 60mg/L以上, 60mg/L

PO_4^{3-} では150mg/L, 100mg/L, 35mg/L

K^+ では225mg/L以上, 225mg/L, 70mg/L

Ca^{2+} では40mg/L, 40mg/L, 40mg/L

Mg^{2+} では8mg/L, 12mg/L, 8mg/L

また、切り花の収量については上述のイオン濃度よりも常に低濃度に設定した試験区で優れた。

スイートピー, 養液栽培, イオン濃度, 蒸散流濃度係数

Summary

The absorption of nutrient and water by sweetpeaplants in hydroponic culture was investigated.

During the circulatory use of culture solution, the ion concentration in the culture solution where the change into each ion concentration was lowest, that is, the ion concentration that facilitated the most efficient absorption of nutrient and water by the plant, was clarified according to the respective growing stage.

As a result, the optimum ion concentration in the order of vegetative stage (November-December), firstharvesting stage (January-February) and latter harvesting stage (March-April) were as flow: 60mg/L or more, 60mg/L or more and 60mg/L for NH_4^+ ; 400mg/L, 500mg/L and 300mg/L for NO_3^- ; 150mg/L, 100mg/L and 35mg/L for PO_4^{3-} ; 225mg/L or more, 225mg/L and 70mg/L for K^+ ; 40mg/L, 40mg/L and 40mg/L for Ca^{2+} ; 8mg/L, 12mg/L and 8mg/L for Mg^{2+} .

In addition, superior yield of cut flowers was always obtained in experimental sections where the plant was cultured using ion concentrations lower than above-mentioned concentrations.

* 神奈川県湘南地域農業改良普及センター

緒言

神奈川県は古くからのスイートピー切り花の産地であり、かつては全国でも有数の産地を形成していた。しかし、近年は需要の増加に対応して他県に新興の産地が形成され産地間競争が激化している。規模拡大に限りある現状の中、生産現場ではスイートピー切り花の高品質化を目指し、その一つとして品質に影響の大きいと考えられる土壌溶液中の硝酸態窒素濃度を適正に保つための肥培管理が行われている。²⁾ しかしながら基準値となる硝酸態窒素濃度は生産者個々の経験により判断されており、適正な濃度範囲は明らかになっていない。著者らは土壌溶液による肥培管理、更には灌水同時施肥栽培への基礎資料を得るために養分制御が容易な養液栽培装置を用い、植物体の吸収イオン濃度と養液イオン濃度との相対比を示す蒸散流濃度係数 (TSCF)³⁾ を指標にスイートピーの養分吸収効率が最適となる養液濃度を明らかにした。

本報告では、養液栽培時の各種イオン濃度の変化と適正範囲について検討し、併せてイオン濃度差が切り花の収量品質に及ぼす影響、養水分吸収特性について報告する。

材料及び方法

1. 耕種概要

供試植物はスイートピー 'エレガンスホワイト' (サカタのタネ) を用い、催芽処理後、1辺が8cmの立方体ロックウールキューブに1998年9月16日播種した。播種より14日間を水道水のみで育苗し、10月1日より園試処方⁴⁾の1/3単位で一律に栽培し、11月2日より3段階の濃度を設けて管理した。栽植密度は、2条植えとし条間40cm、株間12.5cmの1本仕立てとした。

2. 栽培装置

果菜用のNFT水耕装置 (80cm×360cm) を用い、

200Lタンクより養液を毎分3.0Lで循環して施用した。

3. 試験区と養液の組成

これまでの試験結果⁷⁾から、基準となる各イオン濃度を栄養成長と生殖生長が共に旺盛な前半と主として生殖生長が中心となる後半に分けて予測し、その基準に対しそれぞれ50%増減させた試験区を設定した。養液は原則として約1ヶ月に1度全量を交換した。各試験区のイオン濃度は第1表の通りである。なお、養液の作成には、くみあいロック液肥A液及びB液を主に、硝酸カリウム、硝酸アンモニウム、リン酸二アンモニウムを濃度の微調整に用いた。

試験区の規模は1区5.4m²で反復なしとした。

4. 養液中の各イオン濃度の測定

養液中のイオン濃度は約15日毎に測定した。これは養液の交換前後とその中間にあたる。測定はダイオネクス社のイオンクロマトグラフを用いた。

5. 切り花の収量と品質

切り花収量は切り花長25cm以上、花蕾数2輪以上のものとし、数日毎に試験区の全切り花について調査した。また、品質を示す指標として切り花長と花蕾数を同時に調査し、商品の基準である切り花長35cm以上、花蕾数4輪以上のものを上物とした。

6. 養分吸収量と蒸散流濃度係数

培養液の全量交換時にタンク内の残液量と各イオン濃度を測定し、その減少量から植物体の養分吸収量を求めた。また、植物体が吸収した養液の量 (吸水量) を蒸散量と仮定し、イオン吸収濃度⁸⁾と養液濃度の相対比を示す指標として蒸散流濃度係数 (TSCF) を用いた。TSCFは以下の式により求めた。

$$\text{TSCF} = \text{イオン吸収量} / \text{吸水量} / \text{養液のイオン濃度}$$

第1表 試験区と養液イオン濃度の設定値

	11月～2月						3月～4月					
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
低濃度区	200	20	50	75	25	8	150	20	35	50	25	8
中濃度区	400	40	100	150	50	16	300	40	70	100	50	16
高濃度区	600	60	150	225	75	24	450	60	105	150	75	24

(単位: mg/L)

結 果

1. 切り花の収量と品質

各試験区の切り花の収量と品質を第2表に示した。収穫期間を通じた切り花の収量は低濃度区で最も多く、

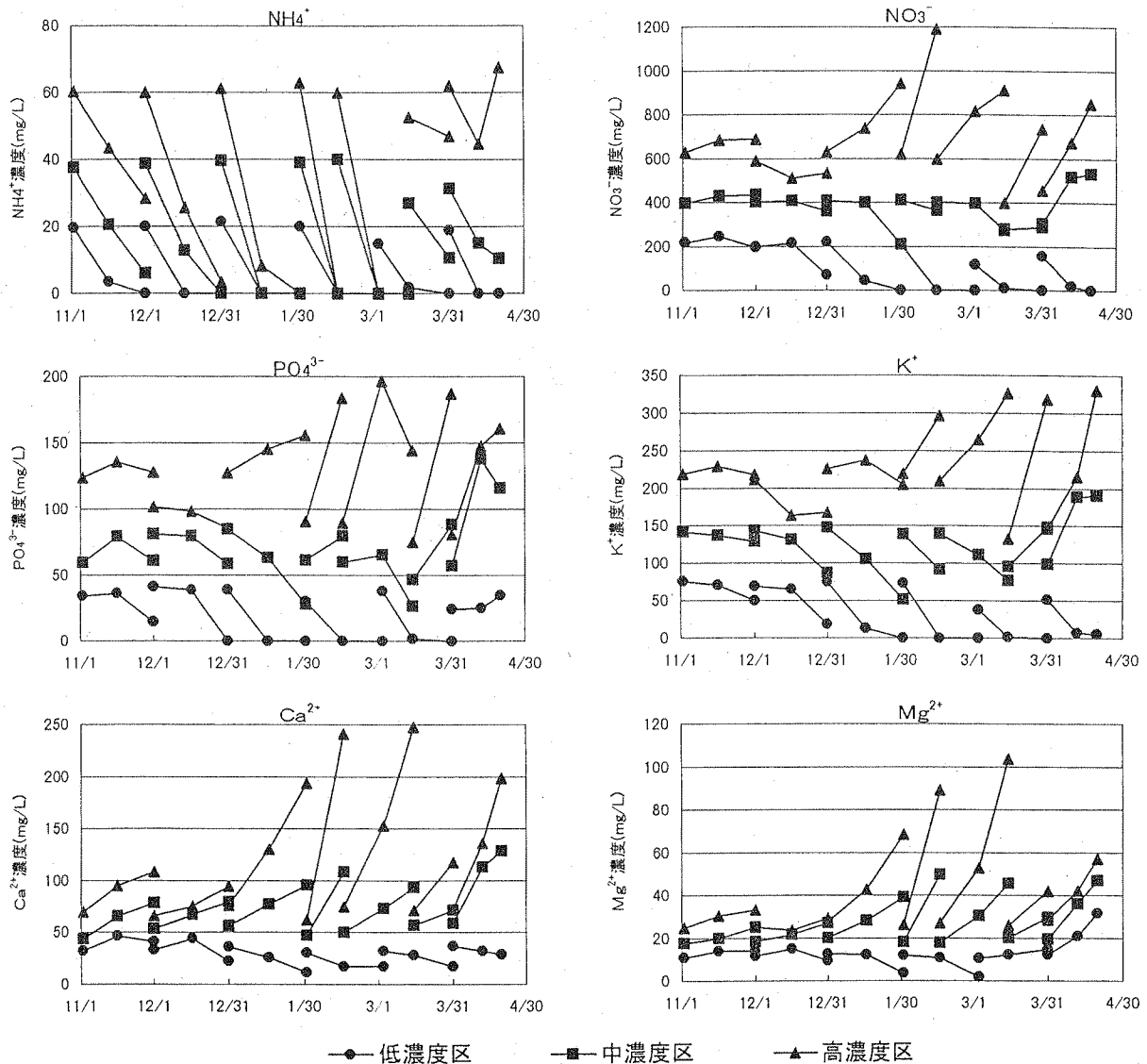
次いで中濃度区、高濃度区の順であった。上物率についても低濃度区が81%と最も高く、中濃度区と高濃度区は約70%で同等であった。月別の収量は3月と4月に集中し、全ての試験区で全収量の約75%に相当したが、4月の上物率は中濃度区と高濃度区で著しく低下した。品質の指標となる切り花の花長と花蕾数は、収穫期間を通し

第2表 切り花収量と品質

	低濃度区				中濃度区				高濃度区			
	収量 ^Z (本/㎡)	上物率 ^Y (%)	花長 (cm)	花蕾数 (輪)	収量 (本/㎡)	上物率 (%)	花長 (cm)	花蕾数 (輪)	収量 (本/㎡)	上物率 (%)	花長 (cm)	花蕾数 (輪)
1月平均	13	96%	62.0	4.8	9	96%	59.1	4.8	9	100%	58.8	4.9
2月平均	33	84%	61.4	4.5	30	85%	65.1	4.5	25	90%	60.5	5.0
3月平均	67	85%	49.4	4.9	57	80%	53.1	4.8	61	85%	48.0	5.0
4月平均	68	73%	40.7	5.2	64	52%	38.1	4.6	42	26%	32.8	4.8
期間計	181	81%	49.2	4.9	160	71%	49.8	4.7	137	69%	46.4	4.9

注) Z 花長25cm、花蕾数2輪以上の切り花とした

Y 花長35cm、花蕾数4輪以上の切り花の収量に対する割合



第1図 養液中の各イオン濃度の推移

ては試験区間に明確な差は見られなかった。花長の月平均は2月をピークに9~15cmの割合で短小化したが、花雷数は収穫期間を通して安定していた。

2. 養液中イオン濃度の変化

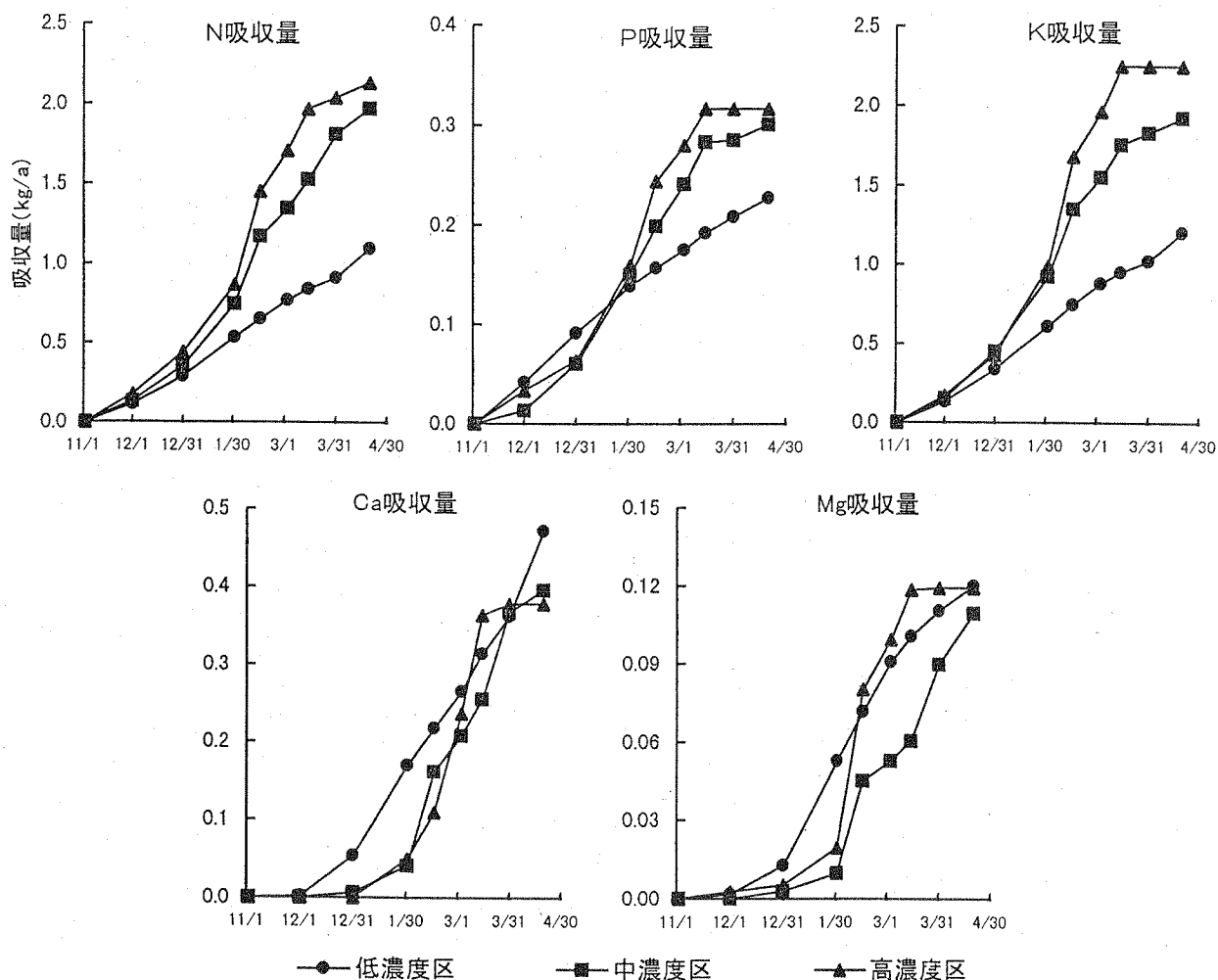
養液中の各イオン濃度の推移を第1図に示した。

NH_4^+ 濃度は、全ての区で経時的に減少し、特に1月~2月は養液交換後、約15日間ではほとんどの NH_4^+ が吸収されていた。 NO_3^- 濃度は、低濃度区では減少傾向を示し、特に1月以降はその傾向が著しかった。中濃度区では、設定値である400mg/Lをほぼ維持して推移したが、4月には後期設定値の300mg/Lより増加する傾向を示した。高濃度区では、増加傾向を示し、特に1月以降はその傾向が顕著であった。 PO_4^{3-} 、 K^+ 濃度は、共に類似した傾向で推移した。すなわち1月までは全ての区で概ね減少傾向を示したが、その後は、高濃度区で増加傾向が、低濃度区で減少傾向が顕著に見られた。中濃度区は3月中旬までは緩やかな減少傾向を示したが、それ以

降は後期設定値より増加する傾向を示した。 Ca^{2+} は栽培期間を通じて低濃度区で緩やかな減少傾向を、中濃度区で緩やかな増加傾向を示し、高濃度区では著しい増加傾向を示した。 Mg^{2+} 濃度は、3月まで Ca^{2+} 濃度に類似した傾向で推移したが、3月以降は全ての区で増加傾向を示した。

3. 各養分の吸収量

各養分の吸収曲線を第2図に示した。N, P, Kについては類似した吸収パターンを示した。最終的な養分吸収量は各元素とも養液中のイオン濃度に応じた結果を示し、Nでは低, 中, 高濃度区でそれぞれ1.1, 2.0, 2.2 kg/a, Pでは0.23, 0.30, 0.32kg/a, Kでは1.2, 1.9, 2.3kg/aであった。また、中濃度区と高濃度区では吸収曲線がS字を示し、収穫前半(1月, 2月)に旺盛な吸収が見られ、後半の吸収は緩やかであった。低濃度区では、吸収曲線がほぼ直線を示し、吸収速度はほぼ一定であった。



第2図 各養分元素の累積吸収量

Caの吸収パターンに試験区間の明確な差は見られず、最終的な吸収量は低、中、高濃度区でそれぞれ0.47, 0.38, 0.40kg/a, 同様にMgでは0.12, 0.11, 0.12kg/aと吸収量の差は僅かであり、養液濃度を反映したものでなかった。

4. 養液吸水量と蒸散流濃度係数 (TSCF)

各試験区の時期別養液吸水量を第3表に、TSCFを第4表に示した。養液吸水量は全ての試験区で養分吸収の盛んとなる1月から急激に増加し、2月にピークを迎え、以後緩やかに減少した。栽培期間を通じての総吸水量は低濃度区で108L/m²と最も少なく、次いで中濃度区では122L/m²、高濃度区では132L/m²と濃度が高いほど吸水量は増加する傾向にあった。

第3表 月別の養液吸水量

試験区	11月	12月	1月	2月	3月	4月	計
低濃度区	8.3	8.4	20.9	24.9	21.1	24.1	107.7
中濃度区	7.8	10.3	23.4	38.6	29.5	22.8	122.1
高濃度区	7.6	5.6	23.8	47.6	29.2	18.7	132.4

(単位 : L/m²)

第4表 各イオンの時期別蒸散流濃度係数

イオン	試験区 ²	蒸散流濃度係数 (TSCF) ¹		
		11~12月	1~2月	3~4月
NH ₄ ⁺	I	4.4	1.7	1.4
	II	3.4	1.4	1.2
	III	4.7	1.4	1.1
NO ₃ ⁻	I	2.3	1.8	1.5
	II	1.0	1.3	1.1
	III	1.0	0.8	0.3
PO ₄ ³⁻	I	3.3	1.1	1.0
	II	1.0	0.9	0.5
	III	1.0	0.7	0.2
K ⁺	I	2.7	1.6	1.4
	II	1.6	1.2	0.7
	III	1.5	1.0	0.3
Ca ²⁺	I	1.3	1.9	1.8
	II	0.1	0.6	0.7
	III	- ^x	0.4	0.3
Mg ²⁺	I	0.9	2.2	0.8
	II	0.1	0.4	0.7
	III	0.2	0.5	0.1

注) ¹ I : 低濃度区 II : 中濃度区 III : 高濃度区
² TSCF = イオン吸収量/吸水量/設定イオン濃度
^x 欠損値

TSCFはNH₄⁺では全ての試験区、全ての期間で1以上を示し、設定濃度に対し吸収濃度が常に上回った。NO₃⁻では低濃度区で全期間1以上、中濃度区では概ね1近く、高濃度区で全期間1以下で推移した。PO₄³⁻では低濃度区の1月~4月、中濃度区の11月~2月の期間で1に近い値で推移した。K⁺では低濃度区的全期間、中、高濃度区の11月~2月の期間、1以上で推移し、中、高濃度区の3月~4月の期間は1以下で推移した。全期間を通じて1に近似した値で推移した試験区はなかった。Ca²⁺では低濃度区的全期間、1以上で推移したが、中高濃度区では全期間、1以下で推移した。全期間を通じて1に近似した値で推移した試験区はなかった。Mg²⁺では低濃度区の1月~2月の期間は1以上であったが、それ以外の期間は1に近似した値であった。また中、高濃度区は全期間、1以下で推移した。

考 察

本報告では養液の適正イオン濃度を植物体のイオン吸収濃度と養液のイオン濃度の相対比を示す蒸散流濃度係数 (TSCF) によって検討した。TSCF=1の状態では植物体のイオン吸収濃度と養液イオン濃度が等しく、養液を循環使用しても養液イオン濃度は変化しないことを示す。TSCF>1の状態では植物体のイオン吸収濃度が養液イオン濃度を上回るため養液イオン濃度は低下する。逆にTSCF<1の状態では養液イオン濃度が植物体のイオン吸収濃度を上回るため養液イオン濃度は上昇する¹⁾。今回示した各イオンのTSCFの変化は、第1図に示したイオン濃度の変化とよく一致しており、TSCFが1に近い濃度を選択すれば、循環使用した養液イオン濃度の変化を最小にすることができる。また、その時の濃度が植物体にとって最もストレスのかからないものであることが予想される。ここでスイートピーを生育ステージ別に栄養成長期 (11月~12月)、収穫前期 (1月~2月)、収穫後期 (3月~4月) の3つに分け、各イオンについてTSCFが1に近くなる (養液を循環使用してもイオン濃度変化が最小になる) 濃度²⁾を検証すると概ね次のようになる。()内をステージ順に示す。なお、上限は不明であるが、高濃度区でTSCFが1を越えるものには>を記した。

NO₃⁻では (400mg/L, 500mg/L, 300mg/L),
 NH₄⁺では (>60mg/L, >60mg/L, 60mg/L),
 PO₄³⁻では (150mg/L, 100mg/L, 35mg/L),
 K⁺では (>225mg/L, 225mg/L, 70mg/L),

Ca²⁺では (40mg/L, 40mg/L, 40mg/L),

Mg²⁺では (8mg/L, 12mg/L, 8mg/L)

植物体の養分吸収効率の面からはこれらのイオン濃度が最適であると考えられる。さらに、養液栽培に適したイオン濃度が土壌溶液中の最適イオン濃度とほぼ一致するという報告例⁸⁾もあり、これらのイオン濃度は土壌溶液の管理や灌水同時施肥栽培の参考値として活用しうるものと考えられる。しかし、採花を目的とするスイートピー栽培では栄養成長と生殖成長が同時に行われており栽培上ノンストレスの状態が最適濃度⁹⁾とは言い切れない。今回の試験では切り花収量、上物率とも低濃度区が最も優れたことから、養液栽培での目安とされる養分要求量よりやや少な目に管理するのが適当と考えられるが、この点についてはさらに検討が必要である。前述の養分要求量より少な目に管理する方法や高糖度トマトで行われている高濃度によるストレスを与える方法、間断給水による水分ストレスを与える方法などを今後検討することが必要であろう。

引用文献

- 1) 茅野充男. 1987. 農業及び園芸62 : 91~96
- 2) 林 勇・川島千恵・水野信義・山田裕. 1992. 温室バラの土壌検定・施肥のための土壌溶液吸引法の利用. 神奈川園試研報. 42 : 21~27
- 3) 亀和田國彦. 1998. 果菜類に対する至当土壌溶液NO₃-濃度の検索. 1998年度日本土肥学会関東支部会講演要旨集, 17
- 4) 熊沢喜久雄. 1976. 植物栄養学大要
- 5) 寺田幹彦・景山詳弘・小西国義. 1997. 養液栽培におけるバラの生長と養水分吸収との関係. 園学雑66 : 149-155
- 6) 寺田幹彦・景山詳弘・小西国義. 1997. 養液栽培における窒素濃度がバラの生長と養分吸収に及ぼす影響. 園学雑66 : 379-383
- 7) 渡部尚久・木村覚. 1997. 水耕栽培スイートピーの養液組成の変動. 平成9年度神奈川農総研試験研究成績書 (花き・観賞樹II). 147-148
- 8) 山崎肯哉. 1992. 養液栽培全編. p34-42. 博友社
- 9) 山崎肯哉. 1992. 養液栽培全編. p.50 107. 博友社