

水耕栽培によるトマトの密植低段栽培に関する研究^{a)} (第1報) 摘葉が収量ならびに養水分の吸収量に及ぼす影響^{b)}

景山詳弘・益田忠雄^{c)}

(付属農場)

Received July 3, 1978

Studies on Production of Double Truss Fruiting Tomato in Water Culture

I. Effects of the Defoliation on the Yield and Absorption of Water and Nutrition

Yoshihiro KAGEYAMA and Tadao MASUDA^{c)}

(*Research Farm*)

The shoot abices of the first and second truss fruiting tomato grown in water culture are usually pinched during early vegetative phase. Therefore, the vegetation is overgrown with wide leaves and long petiole. This overgrowth decreases efficiencies of water and nutrient absorption, which is important to fruit production. This report is a study of effects of defoliation on fruit yield, and water and nutrient absorption.

1) The tomato variety, "Dantobi-Yōzu", was water cultured in bed. The plants were pinched at two leaves above the second cluster in the flowering period. The leaves were removed in half leaf area and in 3/4 leaf area at the time of fruit development.

2) The yield of 3/4 removed treatment decreased by 30 per cent than the control, and that of a half removed treatment was about the same as the control.

3) The absorbed water decreased in accordance with the ratio of defoliation.

4) $\text{NO}_3\text{-N}$ and K absorption somewhat decreased by defoliation. P, Ca and Mg showed not a remarkable difference.

5) The fruit productive efficiency of absorbed water in a half leaf removal area was the same as the control. K and $\text{NO}_3\text{-N}$ efficiencies in a half removed treatment showed a better rate than the control. The efficiencies for P and Mg in a half removed treatment was about the same rate as the control, and Ca for control was the best. The 3/4 removal treatment showed the poorer rates of water and other nutrient absorption than the other treatments.

緒 言

水耕, れき耕, 砂耕などの養液栽培による野菜類の生産は各地で行われており, 高度集約型の都市近郊園芸として定着してきている。

この栽培法は, 作物の環境制御を行って高能率な生産を上げることを目的としている施設園芸の中にあつて, その制御の範囲をさらに広げ, 養水分の吸収や地下温度などにまで及ぼそうとするものである。この特徴を最大限に生かし, 安定した生産が上げられるよう栽培方法を検討する必要があるものと思われる。

果菜類は一般に栽培期間が長く, その間種々な要因が作用して, 生産が不安定なところから, 高度な栽培技術を必要としている。

a) 本研究は, 文部省科学研究費(特定研究No110606)によって行った。

b) 本論文の要旨は昭和53年4月園芸学会春季大会において発表した。

c) 蔬菜園芸学研究室, *Laboratory of Olericulture*

トマトの場合も同様で、この問題を解決する一方法として、COOPER²⁾、や久富ら³⁾が提唱しているように、栽植密度を高くして1, 2果房の低段のみを収穫する栽培法が期間を短かくし適当であると考えられる。さらに収穫時期や他作物との組合せにおいても高能率な生産方式である。この方式を水耕栽培で行いさらに生産の効率を上げようとするものである。

この栽培法では生育のかなり早い時期に摘心する。そのため茎葉が過繁茂になりやすく、通風、採光などの面から条件は悪くなり、吸収された水や肥料要素に対する果実の生産量という点から効率が低下しているのではないと思われる。又、栽培管理においても、えき芽かき、収穫などの作業能率を悪くしている。

この過繁茂を防ぐには、育苗方式、ケミカルコントロール、培養液への溶存酸素の調節などいくつかの方法が考えられる。本実験では、生育の中途において、ある程度茎葉が繁茂した時点で直接的に摘葉する方法について検討した。

材 料 と 方 法

トマト品種は強力段とびヨーズを用い、1976年12月20日に砂まきした。子葉展開後移植して湛水育苗を行い、育苗日数58日で1977年2月17日本葉4枚展開時のものを水耕ベッドへ定植した。

水耕方式は湛水定時循環式で、ベッドはプラスチック製の4.0m×0.8m (3.2m²) のものを用いた (Fig. 1)。湛水深は約7cmとしたので、1ベッド当り循環用貯液槽も含めて

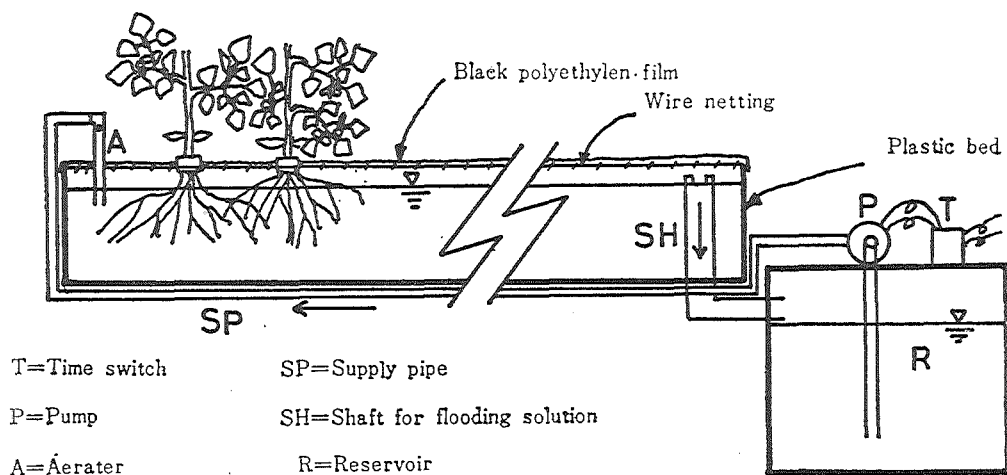


Fig. 1 Method of reserving and renewing solution in water culture

260~290lとなった。培養液はタイマーとポンプによって120分内に10分間循環させ、溶存酸素の供給を行った。

培養液は水道水を用い、養分の組成は園試処方⁴⁾の $\frac{1}{2}$ 濃度のものを基準として (Table 1), 1週間毎に EC メーターによって元の濃度になるように基準組成のものを添加した。液の更新は行わなかった。

トマトは3月23日第2花房開花始め時に、第2花房上2葉を残して摘心した。ホルモン処理はトマトーン100倍液を用い開花時に単花浸漬法によって行った。

Table 1 Composition of nutrient solution

Salt used	Amount dissolved mg/l	Concentration*	
			ppm
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	472	NO ₃ -N	111.8
NH ₄ H ₂ PO ₄	76	NH ₄ -N	9.3
KNO ₃	404	P	20.5
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246	K	156.2
		Ca	79.8
		Mg	24.3

* Minor elements used were as follows : Fe-EDTA 12.5mg/l, B(H₃BO₃) 0.25ppm, Mn(MnSO₄·4-6H₂O) 0.25-0.2ppm, Zn(ZnSO₄·7H₂O) 0.2ppm

試験区分は下記のようにし、各区40株植えで3回反覆とした。栽植密度は株間20cmで2条植えにした。

- 1) 無摘葉区
- 2) ½摘葉区, 第1果房肥大初期(4月1日)に本葉のそれぞれを葉面積が約½になるように目測で摘葉した。
- 3) ¾摘葉区, ½摘葉区と同様の処理を行った後さらに第2果房肥大初期(4月15日)に残葉の½を摘葉した。

収量調査は5月9日から5月31日まで1日おきに行い、100g~399gの正常果を良品果とした。

吸水量の測定は1日4回貯液槽に減水した量を給水し、1日毎に量水メーターによって読みとった。

養分吸収量は1週間毎にそれぞれ添加後の濃度から、次の週の添加前の濃度を差し引いてこれを吸収量とした。養水分の全吸収量は定植から果実収穫終期まで(2月18日~5月23日)を測定期間とした。

培養液の分析はNO₃-Nはイオン電極法(オリオン社, 92-07型硝酸電極)により直接行った。Pはバナド・モリブデンイエロー法によった。K, Ca; Mgは原子吸光分光分析法によった。

葉分析は収穫終了時の第6~8葉を乾燥させた後、全Nは湿式硫酸分解法により分解し、pH調整したものをイオン電極(オリオン社, 95-10型アンモニア電極)によって定量した。P, K, Ca, Mgは550°Cで灰化し、培養液と同様の方法で定量した。

結果と考察

1, 摘葉が収量と成熟時期に及ぼす影響

摘葉の収量への影響については土耕での報告がある。植原⁹⁾は6段栽培においては第1段の収穫初期に約½程度の摘葉をしたものは果実の発育を促し、約¾程度の過度の摘葉は収量が減ると指摘している。又、松原ら⁵⁾、中村ら⁶⁾は果房周辺の葉が果実の肥大に大きな影響のあることを摘葉実験によって明らかにしている。

本実験における果実収量はFig. 2に示す。½摘葉区は無摘葉区よりわずかに劣ったが、¾摘葉区では約30%少く、これは特に第2果房で少なかったことが大きな要因となっている。したがって果実肥大初期における強度の摘葉は果実の肥大に悪影響を及ぼすものと思わ

れる, しかし $\frac{1}{2}$ 程度までの摘葉は影響が少い.

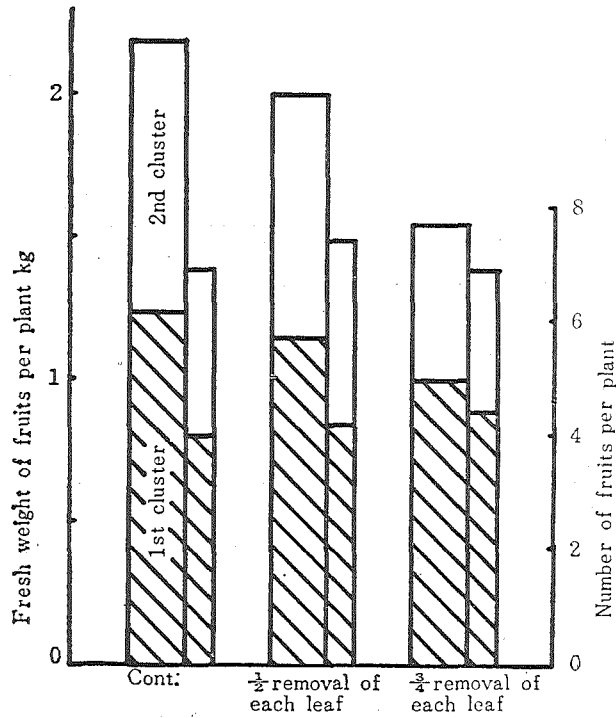


Fig. 2 Effect of removal of leaves on the fresh weight (wide bars) and number (narrow bars) of fruits

果実の品質は Table 2 に示す。 $\frac{3}{4}$ 摘葉区で400g 以上の大果が少なくなったことが, 良品果

Table 2 Effects of defoliation on the yield of marketable fruits and the malformed fruits

Treatment	Marketable fruits		number of malformed fruits
	% of total yield	Mean weight	per total yield
	%	g	%
Cont.	64.0	294	16.1
$\frac{1}{2}$ removal	67.0	263	19.2
$\frac{3}{4}$ removal	86.4	225	7.0

率を高くしたものであり, Fig. 2 で述べたように第2果房の肥大が抑えられたことによるものと思われる.

収穫時期の早晩は Fig. 3 に示す. 無摘葉区と $\frac{1}{2}$ 摘葉区ではほとんど差がなく, この程度の摘葉では果実の成熟日数には影響しないものと思われる. しかし $\frac{3}{4}$ 摘葉区では第1果房と第2果房にそれぞれ収穫のピークが出来, 第1果房では成熟がやや早くなることを示した. 第1果房の平均成熟日数は無摘葉区57日, $\frac{1}{2}$ 摘葉区56日, $\frac{3}{4}$ 摘葉区53日であった.

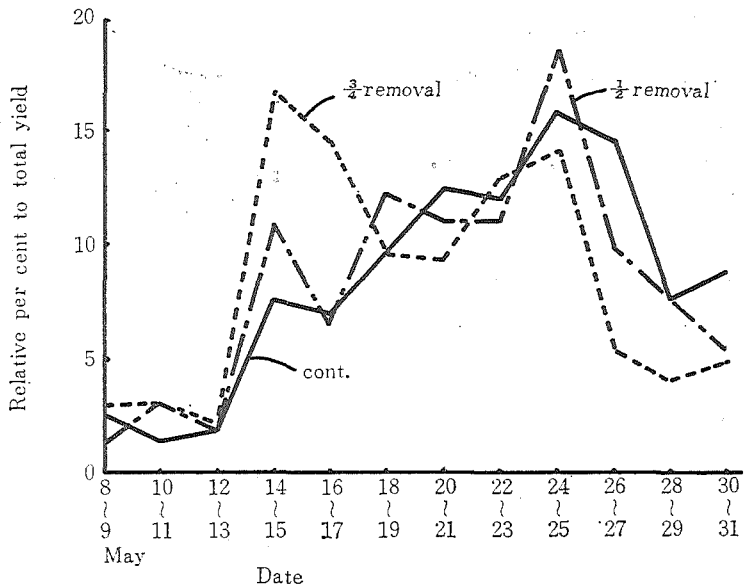


Fig. 3 Effect of removal of leaves on the harvesting time of fruit

2. 摘葉が吸水量に及ぼす影響

吸水量は摘葉によって減少した (Fig. 4). しかし減少率は対無摘葉区比で $\frac{1}{2}$ 摘葉区が平均 8.6%, $\frac{3}{4}$ 摘葉区が平均 35.0% となって, 摘葉した割合よりあきらかに少なかった. この場合摘葉後の日数が経過するにしたがって葉面積が大きくなる現象が観察されたが割合としてはわずかであった. したがって吸水量に対する葉面積は決定的な支配要因とはならないものと思われる.

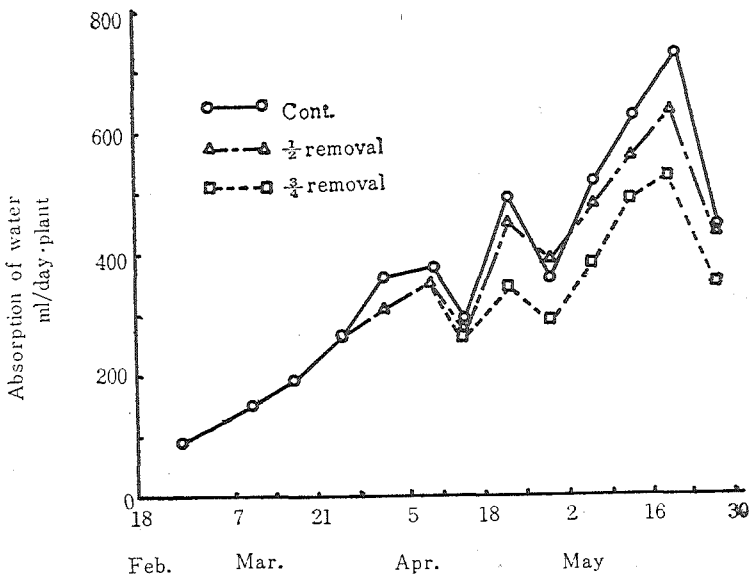


Fig. 4 Seasonal absorption of water

3. 摘葉が養分吸収に及ぼす影響

1週間毎の1日当りの無機要素の吸収量は Fig. 5 に示す。

NO₃-N の吸収は無摘葉区、 $\frac{1}{2}$ 摘葉区、 $\frac{3}{4}$ 摘葉区の順に多かった。したがって摘葉による影響がはっきりと現われた。これはNO₃-N の吸収量はそ菜の養液栽培において培養液濃度の調整のめやすとして使われる⁴⁾ように、植物自体の条件に比較的敏感に反応するものと考えられる。

K は全期間を通じて最も多く吸収された。阿部ら⁵⁾はトマトの水耕において、K は N とよく似た吸収をすることを指摘しており、本実験においても収穫始めまでは果実の肥大に伴って多量に吸収されたため、NO₃-N と同様に摘葉の影響が出たが、実験打ち切り前3週間は無摘葉区と $\frac{1}{2}$ 摘葉区において、培養液中の残量が0となっていたため、全期間を通じてははっきりしなかった。これは本実験においては、EC による濃度調整を行ったため、残存の他の要素によって EC が高くなる傾向があり、基準液による追肥では要素間のバランスがくずれたことが原因であると思われる。しかし後述のように、葉内成分含有率は K 及び Mg で特に問題はなく、又 K 欠乏症状も認められなかったことから、K は田中⁶⁾が述べているように、正常な吸収と過剰吸収との間にあるぜい沢吸収の範囲が広いので、栽培上は問題とならなかったものと思われる。

P, Ca, Mg では著しい差は認められなかった。

P を除く各要素の吸収のピークは第1花房および第2花房の開花期（3月下旬～4月上旬）となっており、この時期の培養液の濃度管理は重要であると思われる。

実験終了時の葉内成分含有率は Table 3 に示す。全Nでは各区の差がなかった。P, K, Mg ではほぼ同じ傾向であり、 $\frac{1}{2}$ 摘葉区がやや低くなり、 $\frac{3}{4}$ 摘葉区で高くなった。

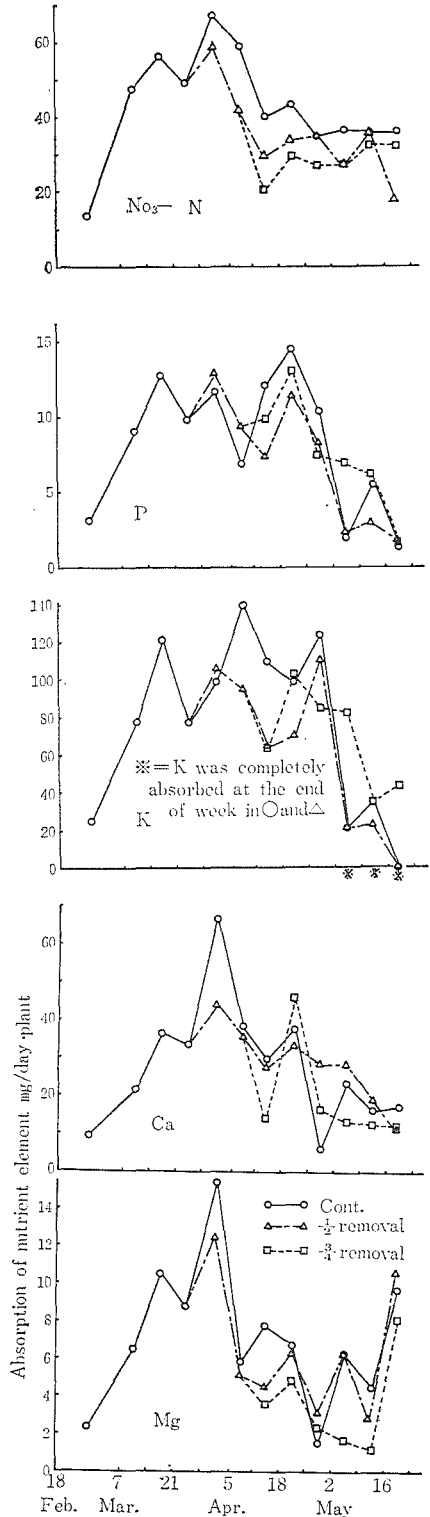


Fig. 5 Seasonal absorption of nutrient elements

Table 3 Effect of each treatment on the mineral content of leaf in tomato plant

Treatment	Per cent on dry matter basis				
	N	P	K	Ca	Mg
Cont.	2.83	0.64	3.03	3.95	0.41
1/2 removal	2.82	0.50	2.52	4.47	0.38
2/3 removal	2.84	0.72	3.38	4.09	0.49

4. 養水分の果実生産効率

単位重量当りの果実を生産するために必要な水及び肥料要素の量を最少にすることは、経済栽培上重要なことである。竹下⁷⁾はNについて濃度を上げると果実生産効率が低くなると述べている。

Table 4に示すように水は無摘葉区と1/2摘葉区で同じであったが、2/3摘葉区で効率が低くなった。肥料要素では最も多量に吸収されたKとNO₃-Nにおいて1/2摘葉区が効率が高か

Table 4 Efficiencies of water and nutrient to fruit production

Treatment	Water	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg
	l/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Cont.	16.783	1,732.8	332.2	3,114.9	1,124.5	286.6
1/2 removal	16.783	1,631.5	334.6	2,828.0	1,203.9	290.6
2/3 removal	18.959	2,068.6	484.7	4,338.3	1,403.1	322.5

った。P, Mgでは無摘葉区と1/2摘葉区でほとんど差がなかった。Caでは無摘葉区が最も効

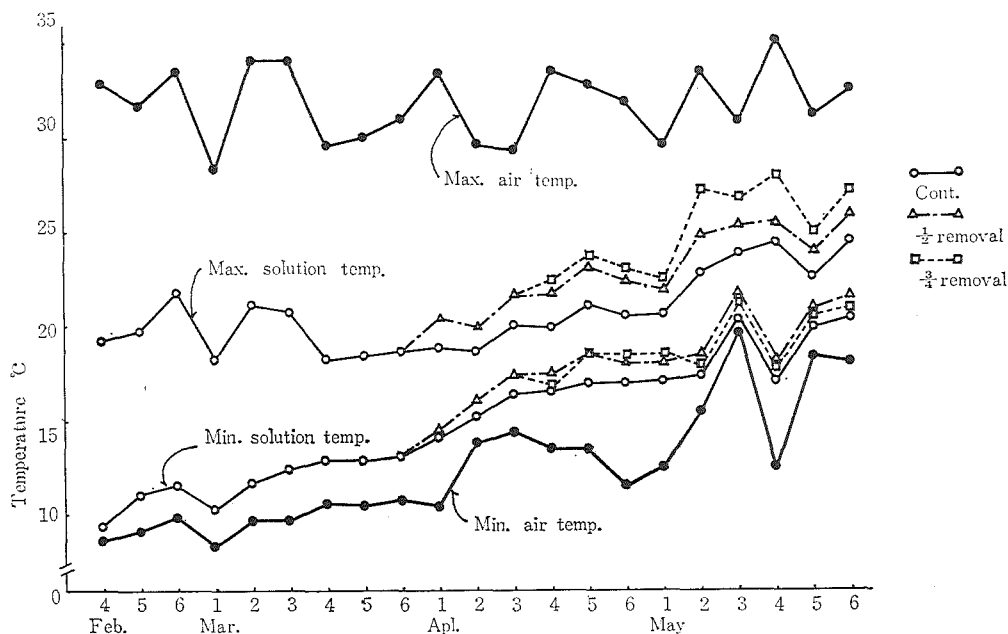


Fig. 6 Seasonal average temperatures in five days of air and solution

率が高かった。又、いずれの要素においても $\frac{1}{2}$ 摘葉区は最も効率が悪かった。

したがって、葉面積が $\frac{1}{2}$ になる程度までの摘葉は有効であるが、強度の摘葉は避けるべきであると考えられる。

実験中の気温及び培養液温は Fig. 6 に示す。摘葉によって栽培床面が直接日射を受ける量が多くなり、培養液温は上昇し、特に最高温が高くなった。本実験の場合には液温がかなり高くなる季節であり、無摘葉区においても根の生育適温内にあるので、この昇温の影響はほとんどなかったと思われるが、作型によってはこの上昇を有効に利用出来るのではないかなと思われる。

以上、収量及び養水分の吸収量から考察すれば、葉面積が $\frac{1}{2}$ になる程度までの摘葉は、収量と水の吸収量には大きな影響はないが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と K の吸収量では良い結果を示した。したがって、養水分の果実生産効率を高くし、えき芽かき、病虫害防除、収穫などの作業を容易にするため、トマトがある程度生育し、過繁茂になる恐れが出てきた段階で、適宜摘葉を行うことは有効であると考えられる。

摘 要

水耕によるトマトの密植低段栽培（1.2段どり）では生育のかなり早い時期に摘心するため、茎葉が過繁茂になりやすい。この過繁茂を避けるための一方法として摘葉について検討した。

1) 強力段とびヨーズを1976年12月20日には種し、翌年2月17日に水耕ベッドに定植した。3月23日に第2花房上2葉を残して摘心した。摘葉処理は4月1日に葉面積が $\frac{1}{2}$ になるようにした $\frac{1}{2}$ 摘葉区と、同様の処理をしたものを4月15日にさらに残葉を $\frac{1}{2}$ にした $\frac{1}{4}$ 摘葉区を設けた。

2) 収量は $\frac{1}{2}$ 摘葉区では無摘葉区とほとんど差がないが、 $\frac{1}{4}$ 摘葉区で約30%の減収となった。成熟時期は $\frac{1}{2}$ 摘葉区の第1果房が平均4日早くなったが、 $\frac{1}{4}$ 摘葉区では変わらなかった。

3) 水の吸収量は摘葉によって少なくなったが、その減少程度は摘葉した割合より低かった。

4) 肥料要素の吸収量は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 K では摘葉によって少なくなったが、 P 、 Ca 、 Mg では特に差は認められなかった。

5) 養水分の果実生産効率について無摘葉区と $\frac{1}{2}$ 摘葉区を比較すれば、水では同じであり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と K では $\frac{1}{2}$ 摘葉区が高く、 P 、 Mg ではほとんど差がなく、 Ca では無摘葉区が高かった。 $\frac{1}{4}$ 摘葉区は水及びいずれの要素においても最も効率が低かった。

文 献

- 1) 阿部 勇・森 英男：園試報C-1, 149-159 (1963)
- 2) COOPER, A. J. : Grower 65, 143-144 (1966)
- 3) 久富時男・藤本幸平：園芸学会雑誌 46, 487-494 (1978)
- 4) 堀 裕：蔬菜花卉のれき耕栽培（第1版），60-108，養賢堂・東京（1966）
- 5) 松原幸子・溝口重治：園芸学会研究発表要旨（春季），170-171（1976）
- 6) 中村英司・西尾敏彦：園芸学会研究発表要旨（秋季），238-239（1975）
- 7) 竹下純則：野菜の養液栽培（堀裕ら共著），71-75，誠文堂新光社・東京（1973）
- 8) 田中明：作物栄養学（高橋英一ら共著）（第9版），150-183，朝倉書店・東京（1974）
- 9) 植原外三：農及園 11 (2), 643-646 (1936)

正 誤 表 (Errata)

頁 (Page)	行 (Line)	誤 (Erratum)	正 (Correct)
目次	4	(英 文)	削 除
55	6	Recived	Received
65	Table3	occurence	occurrence
69	29	to de	to be
97	Table3	3. 38	3. 83