

## 閉鎖型養液栽培用が開発された培養液組成がトマトの成分吸収濃度に及ぼす影響

石原良行<sup>1,2a\*</sup>・人見秀康<sup>1b</sup>・八巻良和<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 栃木県農業試験場 320-0002 宇都宮市瓦谷町 1080

<sup>2</sup> 東京農工大学大学院連合農学研究科 183-8509 府中市幸町 3-5-8

<sup>3</sup> 宇都宮大学農学部 321-8505 宇都宮市峰町 350

### Effect of Composition of an Improved Nutrient Solution for a Closed Hydroponic System on Nutrient Absorption by Tomatoes

Yoshiyuki Ishihara<sup>1,2a\*</sup>, Hideyasu Hitomi<sup>1b</sup> and Yoshikazu Yamaki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station, Utsunomiya, Tochigi 320-0002*

<sup>2</sup> *United Graduate School of Agricultural Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509*

<sup>3</sup> *Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya, Tochigi 321-8505*

#### Abstract

Tomatoes were grown in a greenhouse using a hydroponic system with an improved nutrient solution ( $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} : \text{SO}_4 = 7.0 : 0.2 : 2.1 : 5.6 : 2.9 : 1.0 : 1.1 \text{ me} \cdot \text{L}^{-1}$ ), which has higher K and lower  $\text{NH}_4\text{-N}$ , Ca, Mg and  $\text{SO}_4$  levels than the Ootsuka-A formula (control). The study investigated the effects of the concentration of the solution within the medium and the volume and concentration of the exhaust solution, on the growth and yield of the tomatoes. Stem diameter at the seventh cluster and above were significantly larger and the yield and ratio of marketable fruits were higher in the improved nutrient solution plot. Fluctuations of  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Ca, Mg and  $\text{SO}_4$  levels in the solutions within the medium and in the exhaust was smaller with the improved nutrient solution than with the control. EC also was lower with the improved nutrient solution. There was no difference in P uptake, whereas uptake of K was higher with the improved nutrient solution during the entire season, and from the beginning of harvest to pinching for  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Ca, Mg and  $\text{SO}_4$ . Changes in the ratio of nutrient absorption per water consumption ( $n/w$ ) were limited and the ratio of  $n/w$  to nutrient concentration was 1.0 to 1.2. It was shown that the formation and concentration of the improved nutrient solution matched the uptake ratio of the tomato plant within the conditions of the experiment.

**Key Words** : nutrient concentration, rate of nutrient uptake, ratio of nutrient absorption per water consumption ( $n/w$ ) to nutrient concentration

キーワード : ( $n/w$ ) / 培養液濃度比, 成分吸収速度, 溶液濃度

#### 緒 言

トマトの養液栽培ではかけ流し式ロックウール耕が普及しているが、環境への負荷を軽減する観点から、有機培地を利用した排液のない閉鎖型養液栽培システムの研究が行われている(近乗ら, 1992; 岩崎・千葉, 1999)。固形培地耕における閉鎖型養液栽培システムとして、回収した排液を殺菌、調整して再利用する循環式(磯崎ら, 2005)や、栽培槽に培養液を貯え再利用する非循環式(松岡ら, 1997; 菅沼・青柳, 1988; 藤堂ら, 2000; 植木ら, 1999)が開発さ

れている。いずれの方式でも与えた成分は作物に全て吸収させることになるため、閉鎖型システムにおける作物の養水分吸収特性に見合った培養液管理が必要と考えられる。

著者らは、培地にスギ樹皮を用いた非循環式の閉鎖型システムである「毛管給液を併用した栽培システム」を開発し、培養液に大塚ハウス A 処方(以下、大塚 A 処方という)を用いて培養液濃度に関する予備実験を行ったところ、培地内溶液の P, K 濃度は低く推移する一方で、 $\text{NO}_3\text{-N}$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$  濃度は施用した培養液の数倍から十数倍に高まり、栽培途中で培地内溶液を洗い流す必要が認められた。このように、閉鎖型養液栽培では培養液を更新することなく使用を続けると、培地内溶液や循環培養液の組成、濃度が施用した培養液の組成、濃度と異なるとする報告が多い(板東ら, 1988; 佐々木・板木, 1978; 山下・林, 1997)。このような培養液組成、濃度の変化を抑制するため、培養液組

2006年5月23日 受付. 2007年2月5日 受理.

本報告の一部は園芸学会平成16年度春季大会で発表した。

\* Corresponding author. E-mail: ishiharay02@pref.tochigi.jp

<sup>a</sup> 現在: 栃木県下都賀農業振興事務所 320-0032 栃木市神田町

<sup>b</sup> 現在: 栃木県芳賀農業振興事務所

成面から検討した事例は循環式システムでは報告されている(板東・町田, 1992)が, 非循環式システムでの研究事例はみあたらない。

山崎ら(1976)は水耕栽培で培養液更新時に減少した成分量を減水量で除した値(みかけの成分吸収濃度, 以下  $n/w$  という)に培養液濃度がほぼ等しいと循環培養液の濃度にも変化がなく, トマトの生育, 果実肥大がよいとしている。著者らは前報(石原ら, 2006)で, 非循環式の閉鎖型システムに適した培養液管理法を解明するため, トマトのかけ流し式養液栽培で得られた  $n/w$  と梶田ら(1989)が循環培養液の組成, 濃度の変化を小さくできるとした培養液の組成, 濃度を参考に, 大塚A 処方と比べてKの比率を高め, Ca, Mg および  $SO_4$  を低く改良した培養液組成(以下, 改良処方という)を検討した。その結果, 排水を出すことなく定植から栽培終了まで約7か月間トマトを栽培し, 大塚A 処方より生育, 収量が優れることを認めた。今後, 改良処方を用いて非循環式の閉鎖型養液栽培における給液管理法を確立するためには, 改良処方におけるトマトによる各成分吸収の特徴を明らかにする必要があると考える。本実験ではかけ流し式でトマトの養液栽培を行い, 改良処方の  $n/w$ , みかけの成分吸収速度, みかけの成分吸収量, 生育および収量について大塚A 処方と比較, 検討した。

### 材料および方法

実験は栃木県農業試験場内のフェンロー型施設に設置したかけ流し式養液栽培システムで行った。トマト品種は穂木に‘ハウス桃太郎’, 台木に‘がんばる根3号’を供試した。2001年9月13日に播種, 10月9日に斜め合わせ接ぎを行い, 本葉4~5葉期の苗を10月22日に定植した。昼温は23°Cで天窓が開くように設定し, 夜温は12°C, 培地温は18°Cを維持した。着果促進を図るため, 各花房とも4-CPA(トマトトーン, 100倍希釈)液を噴霧し, 着果確認後1花房当たり4果となるよう摘果した。誘引は地上2.3mの高さに設置した誘引線を利用し, つり下ろし誘引とした。3月30日に第12花房上の2葉を残して摘心し, 5月30日に全ての果実を収穫した。定植株数は1区当たりのベッド長5.6mに24株(栽植密度約2000株・10a<sup>-1</sup>相当)とし, 2反復した。

処理区として, 第1表に培養液組成を示した大塚A 処方区と改良処方区の2区を設けた。なお, 大塚A 処方区では大塚ハウス1号, 2号および5号, 改良処方区では5種類の

単肥( $KNO_3$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $NH_4H_2PO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ )と微量要素肥料(かんたんび, (株)誠和)を用いた。給液した培養液の濃度(以下, 給液ECという)は, 定植から12月4日まで1.2 dS・m<sup>-1</sup>, 以後2月18日まで1.4 dS・m<sup>-1</sup>, 3月19日まで1.2 dS・m<sup>-1</sup>, 5月23日まで1.0 dS・m<sup>-1</sup>とし, 5月24日から栽培終了までは井戸水とした。給液量は1回1株当たり100 mLとして, 1日の総給液量のうち10~20%が排水されるよう日の入り2, 3時間前までに回数で調節し, その量を記録した。

排水は定植から1月28日までは2週間ごと, 以降実験終了までは1週間ごとに量を調査し回収した。培地内溶液は1区当たり2か所, 培地中央部に埋設したポーラスカップ(ミズトール, 大起理化工業)で採取し, 等量ずつ混合した。排水および培地内溶液は1区2反復としてEC(CM-30, TOA), pH(F-21, HORIBA)を測定した。その後, 反復したサンプルを等量ずつ混合, 0.45 μmメンブレンフィルターでろ過し成分濃度( $NO_3-N$ ,  $NH_4-N$ , P, K, Ca, Mg,  $SO_4$ )をイオンアナライザー(IA-100, TOA)で定量した。培養液についても同様に成分濃度を分析した。 $n/w$ は以下の式(1)~(5)により算出した(山崎ら, 1976)。

みかけの吸水量(L/株, 以下吸水量)

$$= \text{給液量} - \text{排水量} \cdots \text{式(1)}$$

みかけの吸水速度(L/株/日, 以下吸水速度)

$$= \text{吸水量} / \text{前回の採取日から今回の採取日までの日数} \cdots \text{式(2)}$$

みかけの成分吸収量(me/株, 以下成分吸収量)

$$= \text{施用成分量}(\text{給液量} \times \text{培養液濃度}) - \text{排水中の成分量}(\text{排水量} \times \text{排水濃度}) \cdots \text{式(3)}$$

みかけの成分吸収速度(me/株/日, 以下成分吸収速度)

$$= \text{成分吸収量} / \text{前回の採取日から今回の採取日までの日数} \cdots \text{式(4)}$$

$n/w$  (me・L<sup>-1</sup>)

$$= \text{成分吸収速度} / \text{吸水速度} \cdots \text{式(5)}$$

( $n/w$ ) / 培養液濃度比およびみかけの成分吸収率(成分吸収量 / 施用成分量 × 100, 以下成分吸収率)を式(3)および(5)より算出した。茎径は奇数段花房の収穫時に花房下1cmの短径を測定した。収量は栃木県の出荷基準に基づき80g以上の健全果, 空どう果, 窓あき果等を可販果とし果数, 果重および可販果率(可販果数 / 全収穫果数 × 100)を調査した。

第1表 大塚A 処方区と改良処方区のECおよび成分濃度

処理区	EC (dS・m <sup>-1</sup> )	成分濃度 (me・L <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>						
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>
大塚A 処方区	1.2	7.0	0.6	2.0	3.7	4.5	1.7	1.7
改良処方区	1.1	7.0	0.2	2.1	5.6	2.9	1.0	1.1
井戸水	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	0.4

<sup>2</sup> EC 1.0, 1.2, 1.4 dS・m<sup>-1</sup>の成分濃度を測定し, NO<sub>3</sub>-Nを7.0 me・L<sup>-1</sup>とした時の平均の成分濃度

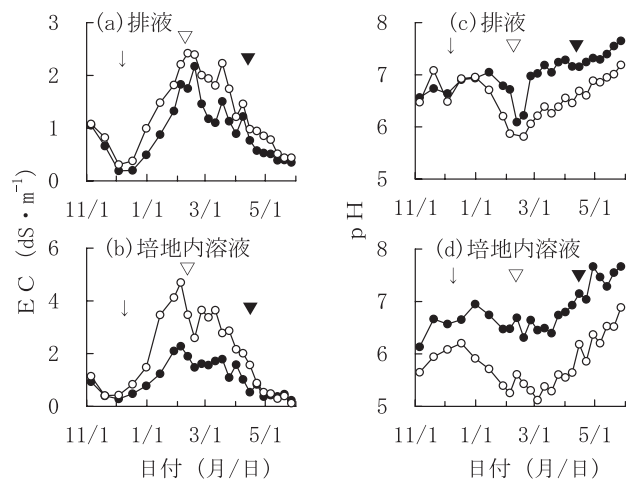
### 結果

排液および培地内溶液のECは12月上旬(第3花房開花期)までは両区ともほぼ同等であったが、以後大塚A処方区より改良処方区で低く推移し、5月上中旬には再び同等となった(第1図)。排液および培地内溶液のNO<sub>3</sub>-N, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>濃度は両区ともECに類似、P濃度は区間差がなく同様な推移であった。K濃度は大塚A処方区では定植後に低下した後は2 me・L<sup>-1</sup>以下と低く、改良処方区ではECに類似した推移であった(データ略)。改良処方区のpHは、排液では1月から試験終了時まで大塚A処方区に比べて高く、培地内溶液では定植後から終始高く推移した。

成分吸収速度を第2図に示した。NO<sub>3</sub>-Nは1月上旬頃までは両区に大差なかったが、1月中旬(収穫開始期の約2週間前)から4月中旬(摘心期の約2週間後)頃まで大塚A処方区より改良処方区で高く、その後差が縮まりほぼ等しくなった。Pは摘心期前後に改良処方区で高かった以外は差がなかった。Kは時期に関わらず改良処方区で高かった。Ca, Mg, SO<sub>4</sub>は大塚A処方区では1月上旬まで増加した後に収穫開始期以降まで減少し、2月下旬から3月上中旬に増減して4月1日に極小値をとり、以降増加傾向となった。改良処方区では3月中旬まで増加の傾向がみられ、以降減少する傾向を示した。このように、Ca, Mg, SO<sub>4</sub>は定植から収穫開始期頃までは大塚A処方区より改良処方区で低く、収穫開始期から摘心期頃では高くなり、その後再び低くなる傾向が認められた。

n/wの推移を第3図に示した。NO<sub>3</sub>-Nは両区ともほぼ同様な推移であったが、第3花房開花期から摘心期2週間後

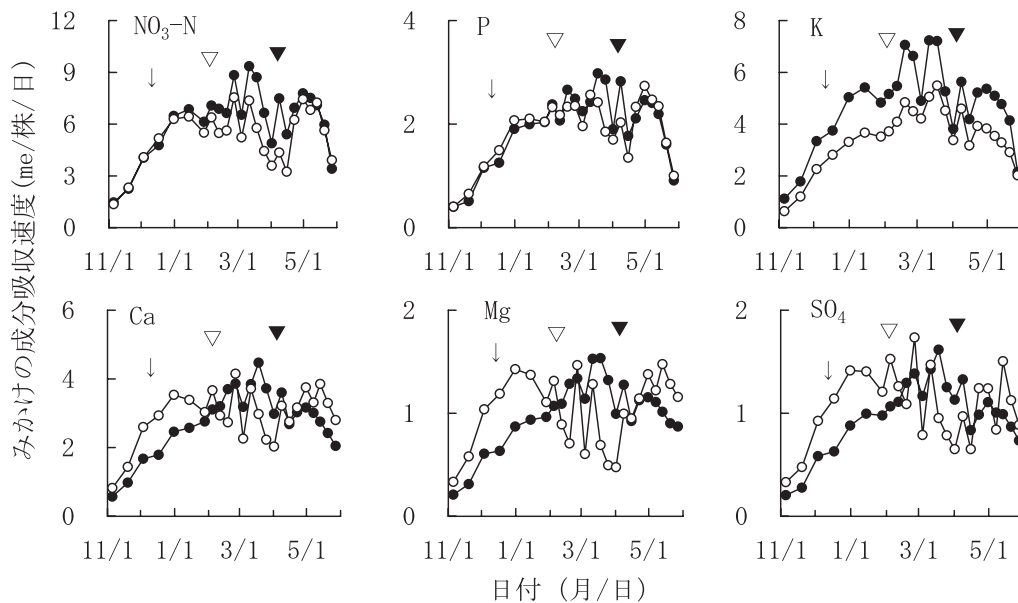
までは大塚A処方区より改良処方区でやや高くなり、摘心期前後にその差が大きくなった。Pは摘心期前後に改良処方区でやや高かった以外はほぼ同様であった。Kは改良処方区で高く推移し、最小値と最大値の差も大きかった。Ca, Mg, SO<sub>4</sub>は大塚A処方区では第3花房開花期直後まで上昇し、さらに2月下旬と3月中旬の2回上昇した以外は摘心期直前まで低下し再び上昇した。改良処方区では、Caは3~4 me・L<sup>-1</sup>, MgおよびSO<sub>4</sub>は1~1.5 me・L<sup>-1</sup>で推移し、大塚A処方区の最小値と最大値の差より明らかに小さかった。このように、Ca, Mg, SO<sub>4</sub>は定植から収穫開始期頃までは改良処方区で低く、収穫開始後から摘心期頃までは反



第1図 排液および培地内溶液のEC, pHの推移

○: 大塚A処方区, ●: 改良処方区

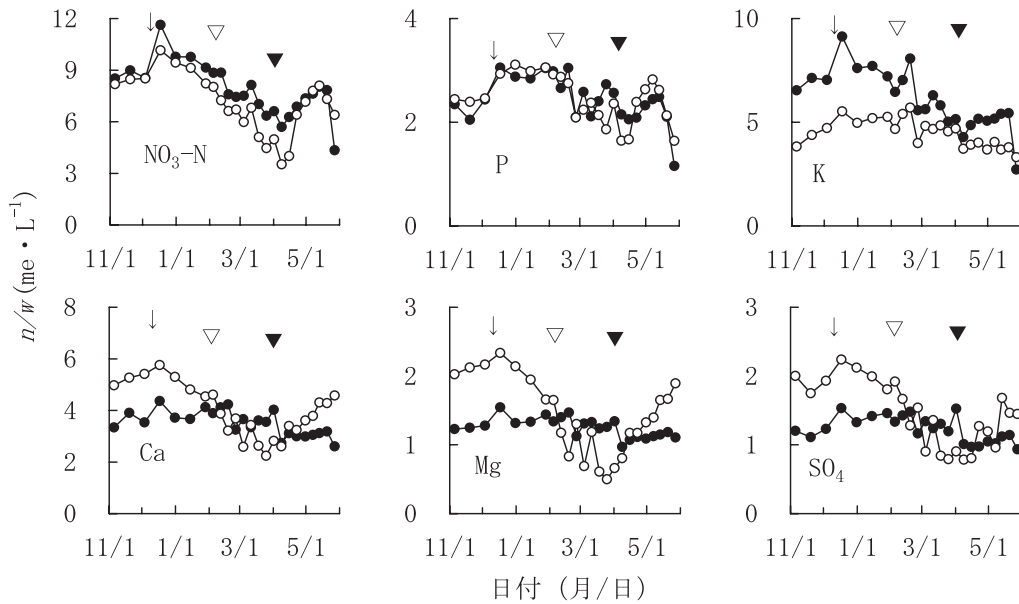
↓: 第3花房開花期, ▽: 収穫開始期, ▼: 摘心期



第2図 みかけの成分吸収速度の推移

○: 大塚A処方区, ●: 改良処方区

↓: 第3花房開花期, ▽: 収穫開始期, ▼: 摘心期



第3図 みかけの成分吸収濃度 (n/w) の推移  
 ○：大塚A処方区，●：改良処方区  
 ↓：第3花房開花期，▽：収穫開始期，▼：摘心期

第2表 培養液処方がみかけの吸水量，みかけの成分吸収量およびみかけの成分吸収率に及ぼす影響

処理区	給液量 (L/株)	吸水量 <sup>z</sup> (L/株)	排水率 <sup>y</sup> (%)	成分吸収量 (g/株) <sup>x</sup>						成分吸収率 (%) <sup>v</sup>					
				NO <sub>3</sub> -N <sup>w</sup>	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>
大塚A処方区	196.4	161.4	17.8	15.6 (17.2)	3.9	27.9	12.4	2.7	10.9	78	91	96	69	62	62
改良処方区	196.2	164.3	16.3	17.8 (18.2)	4.0	38.3	11.3	2.5	9.6	88	95	86	95	95	91

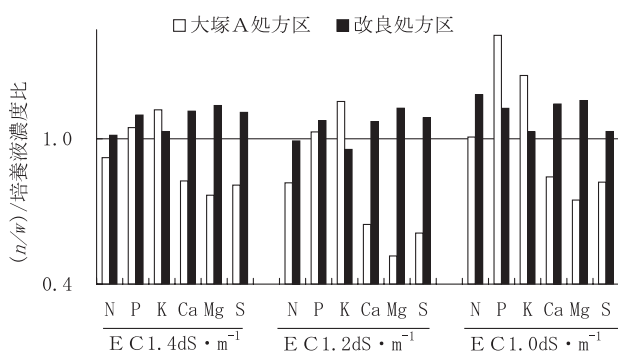
<sup>z</sup>吸水量 = 給液量 - 排水量

<sup>y</sup>排水率 = 排水量 / 給液量 × 100

<sup>x</sup>成分吸収量 = 施用成分量 (給液量 × 培養液濃度) - 排水中の成分量 (排水量 × 排水濃度)

<sup>w</sup>( ) 内の数字は NO<sub>3</sub>-N と NH<sub>4</sub>-N の合計

<sup>v</sup>成分吸収率 = (成分吸収量 / 施用成分量) × 100



第4図 給液 EC 1.4, 1.2, 1.0 dS・m<sup>-1</sup> における (n/w) / 培養液濃度比

N は NO<sub>3</sub>-N, S は SO<sub>4</sub>. 給液 EC 1.4 dS・m<sup>-1</sup> は 12/5 ~ 2/18, 1.2 dS・m<sup>-1</sup> は 2/19 ~ 3/19, 1.0 dS・m<sup>-1</sup> は 3/20 ~ 5/23

対に高くなり以後再び低くなる事が認められた。

(n/w) / 培養液濃度比は，大塚A処方区では各給液 EC において P, K は 1 を超え，他の成分は給液 EC 1.0 dS・m<sup>-1</sup> の NO<sub>3</sub>-N を除き 1 を下回り，全体では 0.5 ~ 1.4 の範囲と

第3表 培養液処方が茎径に及ぼす影響

処理区	花房ごとの茎径 (mm) <sup>z</sup>					
	1	3	5	7	9	11
大塚A処方区	13.1	12.9	12.5	11.2	11.1	10.0
改良処方区	13.0	13.1	12.6	11.9	12.3	11.6
有意性 <sup>z</sup>	ns	ns	ns	*	**	*

<sup>z</sup>ns は有意差なし，\*，\*\* はそれぞれ 5%，1% レベルで有意差ありを示す

なった(第4図). 改良処方区で 1 以下であったのは給液 EC 1.2 dS・m<sup>-1</sup> の NO<sub>3</sub>-N, K のみで，全体では 1.0 ~ 1.2 となり，範囲は大塚A処方区より狭かった。

吸水量，成分吸収量および成分吸収率を第2表に示した。吸水量は処理間に差がなく，平均の排水率は大塚A処方区で 17.8%，改良処方区で 16.3% であった。成分吸収量は，K が改良処方区で多かったが，他の成分は両区間に大差なかった。成分吸収率は大塚A処方区より改良処方区で K が低かったが，他の成分はいずれも高かった。

第4表 培養液処方が可販果収量および可販果率に及ぼす影響

処理区	可販果収量 (kg/株)						合計 ( $t \cdot 10 a^{-1}$ )	可販果率 (%)
	1月	2月	3月	4月	5月			
大塚 A 処方区	0.16	1.15	1.67	1.70	2.87	7.55	(15.1)	88.0
改良処方区	0.23	1.20	2.08	2.13	3.01	8.65	(17.3)	92.6

茎径は第5花房までは差がなかったが、第7花房から上位の花房では改良処方区で有意に太かった(第3表)。可販果収量は改良処方区で大塚 A 処方区に比べて、3、4月にそれぞれ約 0.4 kg/株多く、合計でも 1.1 kg/株、約 15%多くなり、可販果率も高い傾向にあった(第4表)。

### 考 察

本実験の改良処方区では、大塚 A 処方区に比べて培地内溶液 EC は低く推移し、茎径は第7花房から上位の花房で太く、収量および可販果率は大きくなることになった。これらの結果は、開発した非循環式の閉鎖型養液栽培システムで本実験と同じ大塚 A 処方区と改良処方区を検討した前報(石原ら, 2006)と同様であった。そこで、改良処方区の培養液の組成、濃度の特徴について、 $n/w$ 、成分吸収速度、成分吸収量ならびに生育、収量を大塚 A 処方区と比較、検討した。

トマトの  $n/w$  は生育初期に高く果実肥大期に低下し、摘心後上昇し再び低下することが報告されている(近藤, 1967; 志村ら, 1985; 鈴木ら, 1982)。大塚 A 処方区ではこれらの報告とほぼ同様な推移であったが、改良処方区では成分により違いが認められた。そこで、改良処方区の  $n/w$  の推移を大塚 A 処方区と比較してみると、 $NO_3-N$  は 12 月中下旬(第4花房開花期)に最大値となった後に摘心期まで低下するが、大塚 A 処方区よりやや高く推移し最小値(4月8日)も高かった。P の推移は両区でほぼ同様、K は大塚 A 処方区より高く最大値と最小値の差が大きかった。改良処方区の Ca, Mg,  $SO_4$  はそれぞれほぼ同じレベルで推移し、大塚 A 処方区にみられる低下や上昇といった変化はないことが明らかとなった。 $n/w$  は培養液濃度の影響を最も大きく受ける(山崎ら, 1976)とされ、 $(n/w) /$  培養液濃度比が 1 のとき吸収される成分濃度と培養液濃度が等しくなる(茅野, 1987)。本実験では、栽培期間中に給液 EC を変えているため、給液 EC ごとに  $(n/w) /$  培養液濃度比を調査した。その結果、第4図に示したとおり大塚 A 処方区では 0.5 ~ 1.4 となり、濃度が高まる成分と低下する成分が混在していた。しかし、改良処方区では 1.0 ~ 1.2 となり、濃度はほぼ一定かやや低下していく傾向となり、培地内溶液濃度の推移とほぼ一致した。すなわち、大塚 A 処方区では培地内溶液の  $NO_3-N$ , Ca, Mg,  $SO_4$  濃度が培養液濃度の数倍から十数倍に高まったが、改良処方区では2倍を超える成分はなかった。これらのことから、改良処方区の組成、濃度はトマトの養分吸収にほぼ等しいと考えられ

た。なお、改良処方区の K については、 $n/w$  の変化が大塚 A 処方区より大きかったこと、 $(n/w) /$  培養液濃度比が給液 EC 1.2  $dS \cdot m^{-1}$  の期間で 1 をわずかに下回ったことから、濃度を下げた検討も必要と考えられた。

成分吸収速度は、Ca, Mg,  $SO_4$  では収穫開始期から摘心期まで培養液のこれらの濃度が低い改良処方区で高く、濃度がほぼ同じである  $NO_3-N$  でも高く推移した。成分吸収速度は養液濃度の影響を受けること(北条, 2001)が報告されており、改良処方区では大塚 A 処方区より培地内溶液 EC が低く推移したことが、 $NO_3-N$ , Ca, Mg,  $SO_4$  の吸収速度が減少しなかった要因と考えられた。このように、同じ給液 EC で管理した場合でも改良処方区の成分吸収速度は大塚 A 処方区より高く維持され、培地内溶液 EC を高くしない組成、濃度であると考えられる。成分吸収速度と収量の関係について、Terabayashi ら(2004)は、水耕でトマトの3段階摘心栽培を行い、第1花房開花期から第3花房収穫期の  $NO_3-N$ , P, K の成分吸収速度がそれぞれ 50-55, 15-20, 35-40 me/株/週で最大の収量を示すとしている。本実験の改良処方区の第1花房開花期からの平均値を週当たり換算すると、 $NO_3-N$ , P, K はそれぞれ 47.6, 15.4, 36.9 me/株/週となり、ほぼ一致する結果となった。しかし、大塚 A 処方区ではそれぞれ 40.0, 14.7, 27.2 me/株/週となり、 $NO_3-N$  および K は低い値であった。以上から、改良処方区では大塚 A 処方区に比べ成分吸収速度が高く維持されたことで収量が多かったと考えられた。

成分吸収量は K を除いて両区に大差がなかったにもかかわらず、改良処方区では第7花房より上位の茎径が多かった。第7花房の開花期は1月下旬の収穫開始期頃であったので、成分吸収量を収穫開始期の前と後に分けてみた。 $NO_3-N$  は、大塚 A 処方区では収穫開始期前が 6.8 g/株、後が 8.8 g/株であったのに対して、改良処方区ではそれぞれ 7.0, 10.8 g/株となり収穫開始期後で約 23%多かった。 $NO_3-N$  以外の成分についても収穫開始期後の成分吸収量が改良処方区で多くなった。池田ら(1988)は、トマトの養分吸収は乾物重の増加により増えることを報告している。本実験では乾物重は測定していないが、改良処方区では収穫開始期後の成分吸収量が多くなり、第7花房以降の茎径が大きく、収量についても多かったと考えられた。

培地内溶液 pH は大塚 A 処方区より改良処方区で高く推移した。この要因として、培養液の  $NO_3-N$  と  $NH_4-N$  の組成比(岩崎・三枝, 2001; 森次ら, 1980; 竹内, 2000)および陽イオンと陰イオンの吸収比率の違い(位田・永井,

1978) が影響していると考えられた。培養液の pH は 5.0 ~ 7.0 の範囲なら生育に影響がない(並木, 1986)とされている。改良処方区の培地内溶液では 4 月中旬以降に pH 7 を超えて推移したが, pH によると思われる生育障害(位田・永井, 1978) は認められなかった。

以上のことから, 改良処方区では大塚 A 処方区に比べて培地内溶液および排水の EC が低く安定すること, 成分吸収速度が収穫開始期後も維持されること,  $n/w$  がほぼ一定のレベルで推移すること,  $(n/w)$  / 培養液濃度比が 1.0 ~ 1.2 となり  $n/w$  と培養液濃度がほぼ同様であることが示された。これらの特徴から, 改良処方区の組成, 濃度はトマトの養分吸収にほぼ一致することが示唆され, 非循環式の閉鎖型養液栽培においては改良処方区が好適であると考えられた。 $n/w$  は気温や培地温等の環境条件の影響を受け(山崎ら, 1976), 養水分吸収は品種により異なる(中野ら, 2004) ことが報告されており, 今後改良処方区においてこれらの要因と養水分吸収について検討する必要がある。また, 閉鎖型養液栽培システムとして普及している閉鎖型循環式にも改良処方区が導入できるかどうかの検討が望まれる。その際, 本実験で得られた成分吸収速度, 成分吸収濃度, 吸水速度, 吸水量の結果が活用できると考えられる。

## 摘 要

培養液組成に大塚 A 処方区より K 濃度を高め  $\text{NH}_4\text{-N}$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$  濃度を低めた改良処方区 ( $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} : \text{SO}_4 = 7.0 : 0.2 : 2.1 : 5.6 : 2.9 : 1.0 : 1.1 \text{ me} \cdot \text{L}^{-1}$ ) を供試し, かけ流し方式で給液および排水の量ならびに濃度, 培地内溶液濃度, トマトの生育および収量を調査した。莖径は第 7 花房から上位において改良処方区で有意に太く, 収量ならびに可販果率の平均値が大きかった。改良処方区の培地内溶液の  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$  濃度は大塚 A 処方区より低く推移した。培地内溶液および排水の EC は改良処方区で低かった。成分吸収速度は P では差がなかったが, K では全期間,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$  では収穫開始期から摘心期頃まで改良処方区で高い傾向にあった。改良処方区のみかけの成分吸収濃度 ( $n/w$ ) は各成分ともほぼ一定のレベルで推移し,  $(n/w)$  / 培養液濃度比は 1.0 ~ 1.2 となった。閉鎖型養液栽培用に開発された培養液組成をかけ流し方式で検討したことにより以上のことが明らかとなり, 改良処方区の組成, 濃度はトマトの養分吸収とほぼ一致することが示唆された。

## 引用文献

板東一宏・町田治幸. 1992. トマトのロックウール栽培実用化技術の確立(第 4 報) 循環方式における培養液組成が品質, 収量に及ぼす影響. 徳島農試研報. 28: 35-42.  
板東一宏・町田治幸・古藤英司. 1988. トマトのロックウール栽培実用化技術の確立(第 2 報) 循環方式における培養液濃度及び給液法が品質, 収量に及ぼす影響.

徳島農試研報. 25: 27-35.  
近乗偉夫・阿部勇徹・宝満利行. 1992. もみがらを培地とした低コスト養液栽培装置の開発. 大分農技セ研報. 22: 97-109.  
茅野充男. 1987. 養液栽培における作物の養分吸収特性. 農及園. 62: 91-96.  
北条雅章. 2001. 培養液管理法からみた NFT トマトの高品質果実生産技術の開発. 千葉大園学報. 55: 123-153.  
池田英男・佐久間真美・大沢孝也. 1988. 水耕トマトの生育と養分吸収. 園学要旨. 昭 63 春: 284-285.  
位田藤久太郎・永井輝行. 1978. 養液栽培における根の環境の制御に関する研究(第 1 報) 培地の pH. 園学要旨. 昭 53 春: 264-265.  
石原良行・人見秀康・八巻良和. 2006. 毛管給液を併用したトマトの閉鎖型養液栽培における培養液組成が培地内溶液濃度および収量に及ぼす影響. 園学研. 5: 265-270.  
磯崎真英・小西信幸・黒田克利・佐藤法子・古田堅持・田中一久・富川 章. 2005. 排水再利用ユニットを取り付けたロックウールシステムで栽培したトマトの収量および培地内培養液の無機成分濃度の推移. 園学研. 4: 63-68.  
岩崎泰永・千葉佳朗. 1999. 有機質資材を培地としたトマトの循環型養液栽培システムの開発. 宮城園試研報. 12: 1-11.  
岩崎泰永・三枝正彦. 2001. 培養液の  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N}$  比がやし殻繊維を培地とする循環型養液栽培における培養液組成とトマトの生育・収量に及ぼす影響. 土肥誌. 72: 214-222.  
近藤隆彦. 1967. そ菜における生育段階別の養水分吸収について. 園試報. B7: 57-71.  
梶田正治・瀧口 武・松原幸子. 1989. 培養液濃度がトマトの収量と品質および養液成分の濃度変化に及ぼす影響. 園学雑. 58: 641-648.  
松岡達憲・大久保淳一・浜渦敬三・福井康弘・前田幸二. 1997. 高知方式湛液型ロックウールシステムの開発. 高知農技セ研報. 6: 13-20.  
森次益三・鈴木孝夫・河崎利夫. 1980. 作物生育ならびに無機養分吸収に及ぼす窒素源の影響 1. 自動 pH 栽培法と従来法の比較. 土肥誌. 51: 447-456.  
中野有加・渡辺慎一・川嶋浩樹・高市益行. 2004. トマト養液栽培の量的管理法における生育特性の異なる 3 品種の比較. 園学雑. 73 (別 2): 386.  
並木隆和. 1986. 培養液組成の理論と実際. 農及園. 61: 197-204.  
佐々木皓二・板木利隆. 1978. 果菜類における養液栽培技術の確立に関する研究(第 2 報) 数種培養液処方がトマトの生育・収量に及ぼす影響. 神奈川園試研報. 25: 52-58.

- 志村 清・鈴木義彦・小田雅行. 1985. 噴霧栽培トマトの培養液管理法. 野菜試報. A13: 33-54.
- 菅沼健二・青柳光昭. 1988. ロックウール栽培における給液管理技術の開発 (第2報) 水位センサ利用による給液管理がトマトの生育に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 20: 205-211.
- 鈴木芳夫・篠原 温・渋谷正夫・福島 実. 1982. 水耕トマトの品種と培養液吸収濃度 ( $n/w$ ). 園学要旨. 昭57春: 256-257.
- 竹内常雄. 2000. ロックウールを用いた培養液循環方式栽培におけるイチゴ‘章姫’の養分吸収特性. 静岡農試研報. 45: 13-23.
- Terabayashi, S., I. Muramatsu, S. Tokutani, M. Ando, E. Kitagawa, T. Shigemori, S. Date and Y. Fujime. 2004. Relationship between the weekly nutrient uptake rate during fruiting stages and fruit weight of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown hydroponically. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 73: 324-329.
- 藤堂 太・坂本有加・渡邊真一・岡野邦夫. 2000. 閉鎖型の培養液管理がバラの生育と培養液組成に及ぼす影響. 園学雑. 69 (別1) : 364.
- 植木正明・栃木博美・畠山昭嗣・稲葉幸雄・重野 貴. 1999. 杉パーク「クリプトモス」を培地としたイチゴの高設ベッドシステム (第1報) 非循環による閉鎖型養液管理システムの開発. 園学雑. 68 (別1) : 233.
- 山崎肯哉・鈴木芳夫・篠原 温. 1976. そ菜の養液栽培 (水耕) に関する研究, 特に培養液管理とみかけの吸収濃度 ( $n/w$ ) に就て. 東教大農紀要. 22: 53-100.
- 山下文秋・林 吾朗. 1997. 水耕トマトの低段密植栽培による周年生産 (第4報) 循環式における培養液管理技術. 愛知農総試研報. 29: 103-110.