

安田雅晴・越川兼行<sup>1)</sup>・勝山直樹

## Nutrient solution formula for nutrient recirculation system on 'Isolated-pot Culture' in Tomato

Masaharu Yasuda, Kaneyuki Koshikawa, Naoki Katsuyama

トマト独立ポット耕において、培養液循環栽培に適する培養液処方を検討した。独立ポット耕で栽培したトマトの養分吸収特性を調査し、養分吸収特性に基づいた2種類の培養液処方を設計した。これらを生育ステージにより使い分けることで、循環培養液の組成が安定し、かけ流し栽培と同程度の収量および果実品質が得られた。

： トマト、独立ポット耕、培養液循環栽培、培養液処方

トマト独立ポット耕<sup>1)</sup>は、高さ50cmのベンチ上でトマトを1株毎に不織布製ポットで栽培する少量培地耕で、土壌病害の拡散防止、収穫作業姿勢の改善、高収量が可能な低コスト養液栽培システムである。しかし、培養液かけ流し方式であり、環境への負荷軽減、肥料代の削減のために培養液の循環方式の開発が望まれている。

山崎トマト処方や大塚A処方など、かけ流し栽培で使用する培養液処方を用いて培養液循環栽培を行うと、草勢が低下し、収量が減少する。そのため、トマトの長期栽培で循環方式を導入している生産者は、約1ヶ月間隔で培養液を廃棄、更新している。

培養液の組成が維持できなくなる原因としては、トマトの養分吸収特性に見合った成分を与えていないため、過剰に与えた成分が培養液に蓄積し、相対的に他の成分が不足することが考えられる。そこで、独立ポット耕で栽培するトマトの養分吸収特性に基づいた培養液処方を作成し、生育ステージ毎に使い分ける方法により、培養液の組成を維持し、かけ流し栽培と同程度の収量および果実品質が得られたので報告する。

### [目的]

独立ポット耕におけるトマトの養分吸収特性を明らかにし、培養液循環栽培に適する培養液処方を設計

する。

### [材料および方法]

給液ECの異なる標準区と高濃度区の2試験区を設け、各々で養分吸収量を調査し、培養液循環栽培に適する培養液処方を検討した。標準区の培養液管理は、定植後のEC設定値を0.6dS/mとし、第1果房開花後より順次高くし、最高で1.4dS/m、春期以降、高温になるにつれ順次1.2dS/mまで低くした。高濃度区は、標準区のEC設定値の約1.3倍となるように管理した。いずれの区も、培養液処方は山崎トマト処方に準じ、原水を考慮し単肥で配合した。使用した原水には、NO<sub>3</sub>-Nが0.21me/l、Caが0.90me/l、Mgが0.34me/l、Naが6mg/lの濃度で含まれている。給液回数は、晴天時の排液率が10～20%となるように調整した。品種は「桃太郎J」を供試した。2004年9月27日にセルトレイに播種し、2004年10月14日に定植し、2005年7月8日まで栽培した。定植後から栽培終了まで、生育初期は約2週間毎に、1月以降は約1ヶ月毎に、試験区当たり2株の根、茎、葉、果梗、果実(未熟果および完熟果)を採取し、通風乾燥後、乾物重を測定し、部位別に粉砕した。N含有率をCNコーダで、P、K、CaおよびMg含有率を湿式灰化分解後、ICP-AESで測定した。調査日における各成分の含有量を、乾物重と各成分含有率から算出し、前回の調査日の含有量との差をその期間の養分吸収量とした。

### [結果および考察]

1日当たりの乾物生産量の推移は、標準区および高濃度区ともにほぼ同様の傾向を示した(図1、2)。5

1) 現岐阜県中山間農業技術研究所



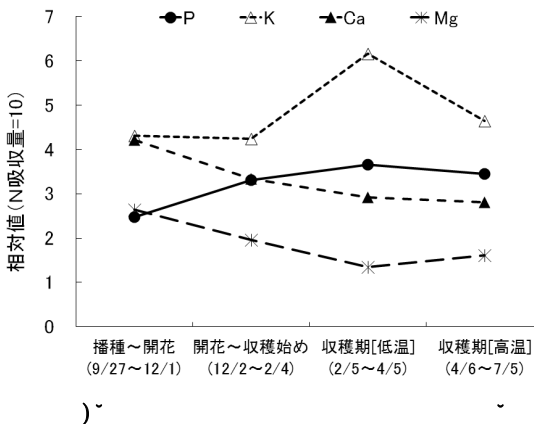
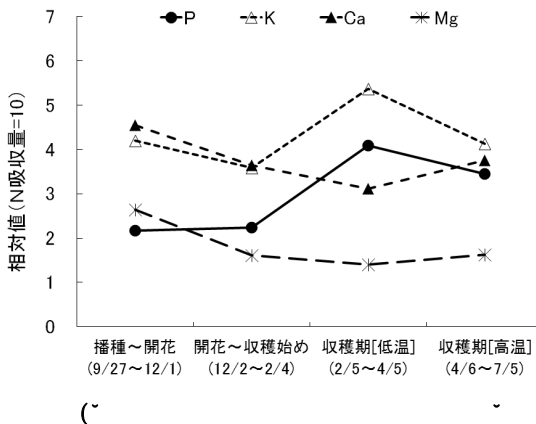
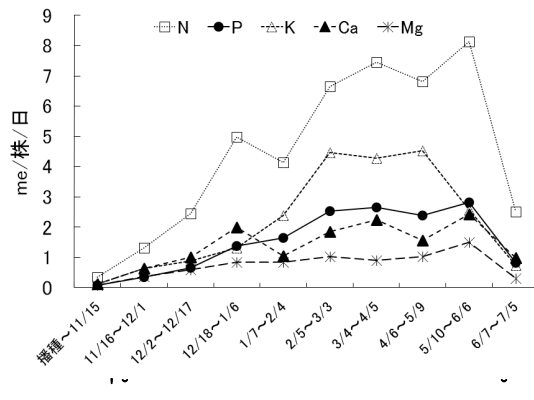
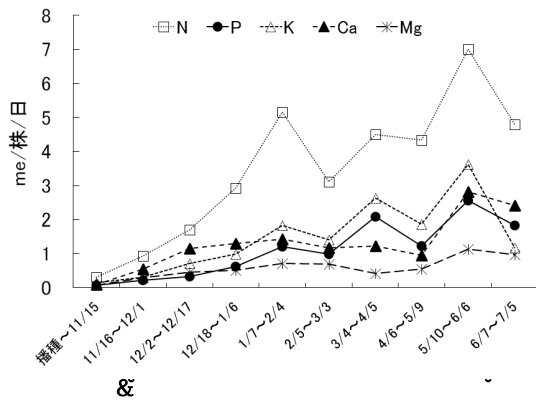
月上旬までは増加傾向にあり、6月に減少した。総乾物生産量は高濃度区が標準区の約1.2倍であった。根の乾物生産が総乾物生産に占める割合は、11月15日まで約10%であったが、以後低下し、12月18日以降は2%以下であった。果梗についても全期間で3%以下と低かった。着果が始まる12月中旬までは、葉および茎が乾物生産の大部分を占めており、12月中旬以降は果実が常に50%を超え、乾物生産の中心であった。また、摘心後の6月6日以降は、茎の乾物生産の割合が低かった。

部位別の各成分別含有率は、葉が他の部位より5成分とも高い傾向であった。葉以外の部位で比較した場合、根では、N、CaおよびMg含有率が高い傾向で、茎では、K、CaおよびMg含有率が高い傾向であった。果実および果梗では、CaおよびMg含有率が低い傾向であった。時期別の特徴としては、根のKおよびMg含有率が、着果まで増加傾向で、着果開始後は低下する傾向が認められた。試験区間では、高濃度区が標準区に比べ、P含有率が高く、Ca含有率で低い傾向が認められた。他の成分については一定の傾向は認められなかった(表1)。

標準区の時期別養分吸収量は、5成分とも変動がみられるが、総体的に6月まで増加傾向で、乾物生産量と同様の推移を示した(図3)。高濃度区の時期別養分吸収量も、乾物生産と同様の推移を示した(図4)。高濃度区の各成分の吸収量は、標準区に比べ、Nが1.28倍、Pが1.36倍、Kが1.51倍、Caが1.07倍、Mgが1.30倍であり、乾物生産量の1.2倍と比較すると、Kの吸収量が多く、Caの吸収量が少ない傾向であった。

播種から第1果房開花までをI期、収穫始めまでをII期、5月上旬の高温期に入る前までをIII期、5月中旬以降の高温期をIV期として、各期毎のN吸収量を基準とした相対値でP、K、CaおよびMg吸収量を検討した結果、標準区では、CaおよびMgがI期からIII期まで緩やかに低下し、IV期にやや高まる傾向を示し、PおよびKは、その反対にIII期に最も高くなる傾向を示した(図5)。高濃度区でも、ほぼ同様の傾向を示した。

以上の傾向から、養分吸収量は、生産する部位の影響を大きく受けると考えられた。収穫始めまでのI期は、葉および茎の成分含有率の影響が大きく、着果以



降のⅡ～Ⅲ期は徐々に果実の成分含有率の影響が大きくなり、生育後半のⅣ期は、摘心のため、茎の影響が小さくなる。また、PやCaについては、給液ECの違いにより、吸収傾向に差が認められるが、その差に比較して部位別の成分含有率の差が大きいため、養分吸収特性に与える影響は小さいと考えられた。

本試験の結果から、Ⅰ期の養分吸収特性を基準とする培養液処方とⅢ期の養分吸収特性を基準とする培養液処方の2種類の処方を生育ステージにより使い分けることにより、培養液循環栽培において、培養液組成を維持できると考えられた。Ⅰ期の養分吸収特性を基準とする培養液処方をA処方とし、Ⅲ期の養分吸収特性を基準とする培養液処方をB処方として設計し、これらを使用する処方を改良処方とした(表2)。

処方名	X				
	N	P	K	Ca	Mg
A処方	10	3.0	5.5	6.0	2.5
B処方	10	3.4	6.7	3.0	1.5

〔目的〕

培養液循環栽培において、改良処方と山崎トマト処方を比較し、改良処方の実用性を検討する。

〔材料および方法〕

試験1において設計したA処方とB処方を使用する改良処方区と、山崎トマト処方を使用する山崎処方区を設け、培養液循環栽培で比較検討した。改良処方区のN濃度におけるNH<sub>4</sub>-N濃度の比率(以下、NH<sub>4</sub>-N比)は、山崎トマト処方と同様に9%とした(表3)。品種は「桃太郎J」を用い、2006年2月26日に播種、2006年3月10日に定植、2006年7月5日まで栽培した。各区50Lの培養液タンクで40株を栽培し、排水を直接培養液タンクへ回収する方式で培養液を循環させた。改良処方区では、定植後から第4果房開花始めの2006年5月8日までA処方を用い、2006年5月8日に培養液を全量廃棄し、その後、B処方を用いた。山崎処方区も、改良処方区と同じく2006年5月8日に培養液を廃棄し、更新した。いずれの区も給液ECを同じ設定とし、0.8~1.3dS/mで濃度管理した。

処方名	X						
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	
改良処方 A処方(定植~第3果房開花期)	9.1	0.9	3.0	5.5	6.0	2.5	
B処方(第3果房開花期以降)	9.1	0.9	3.4	6.7	3.0	1.5	
山崎処方 (N=10me)	9.1	0.9	2.9	5.7	4.3	2.9	

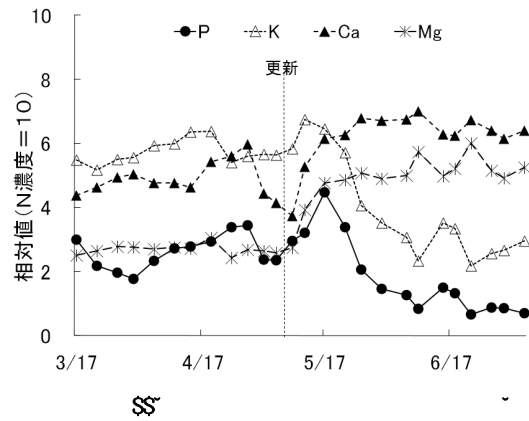
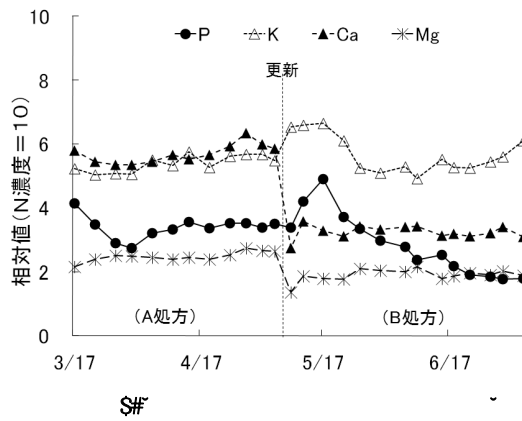
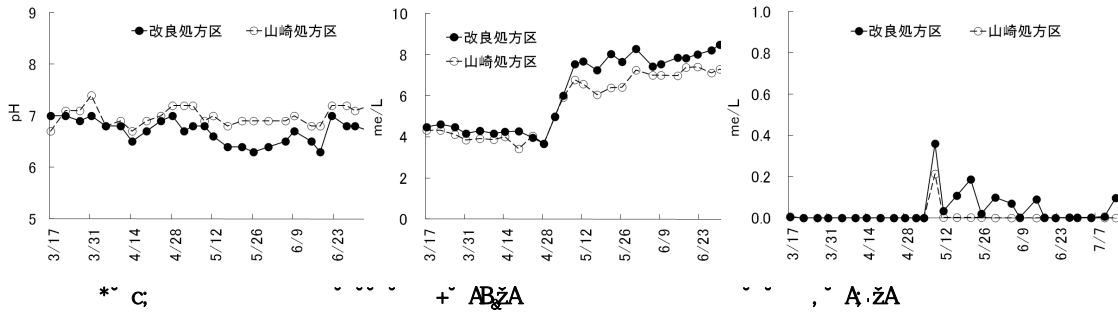
培養液を4~5日間隔で採取し、培養液のNO<sub>3</sub>-N濃度を分光光度計で、NH<sub>4</sub>-N濃度をインドフェノール法で、P、K、CaおよびMg濃度をICP-AESで測定した。

〔結果および考察〕

改良処方区のpHは、山崎処方区に比べ、0.1~0.5程度低く推移した(図7)。ECは、設定どおりいずれの区も0.8~1.3dS/mの範囲で同程度に推移した。NO<sub>3</sub>-N濃度は、A処方を使用した時期で試験区に大差なかったが、B処方を使用した時期では、改良処方区で山崎処方区より高く推移した(図8)。NH<sub>4</sub>-Nは、山崎処方区で殆ど検出されない濃度で推移した。改良処方区では、5月~6月に低い濃度で推移したが他の時期は山崎処方区と同様に殆ど検出されない濃度で推移した(図9)。

改良処方区におけるNO<sub>3</sub>-N濃度とNH<sub>4</sub>-N濃度の和(以下、TN濃度)を基準としたP、K、CaおよびMg濃度の相対値は、A処方を使用した5月8日まで、4成分とも大きな変動がなく推移した。B処方を使用した5月8日以降、CaおよびMg濃度の相対値は、ほぼ一定で推移し、K濃度の相対値は、更新後3週間程度は低下傾向で、以後は緩やかに高まった。P濃度の相対値は、更新後10日間程度高まったが、以後は低下した(図10)。山崎処方区では、5月8日まで4成分とも改良処方区より変動が大きかったが、一方に大きく増減することはなかった。培養液を更新した5月8日以後は、4成分とも更新10日後まで高くなったが、その後、CaおよびMg濃度の相対値は変動が小さくなり、KおよびP濃度の相対値は急激に低下した(図11)。生育は、山崎処方区で栽培後半に茎径、葉色の劣る傾向が認められた。収穫始めは、いずれの区も6月2日であったが、栽培終了時までの収量は、改良処方区が6.8t/10a、山崎処方区が6.1t/10aであった。

この結果から、改良処方は山崎トマト処方に比べ、独立ポット耕の培養液循環栽培に適する処方と考えられた。特に、第4果房開花以後の山崎トマト処方は、培養液中にCaおよびMgが蓄積し、PおよびKが不足して、短期間に培養液組成が維持できなくなった。



【目的】

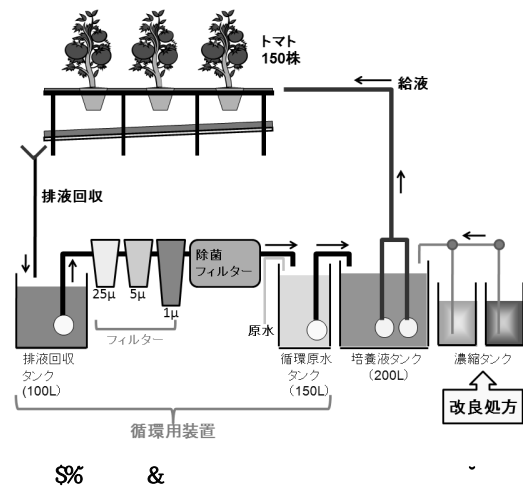
改良処方を用いた培養液循環栽培と山崎トマト処方を  
用いた培養液かけ流し栽培を比較し、かけ流し栽培  
と同程度の収量および果実品質となる改良処方を開発  
する。試験は、2006年作から2008年作の3ヶ年、1  
年1作の長期多段作型で行い、1作終了後に改良処方  
を修正し、次作の試験を行った。

【材料および方法】

【材料および方法】

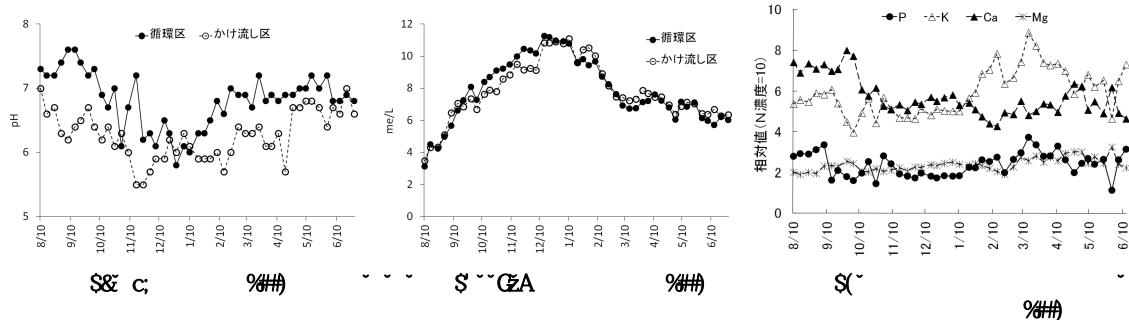
表4に示すA処方とB処方を使用する改良処方を  
供試し培養液循環栽培を行う循環区と、山崎トマト処  
方を使用した培養液かけ流し栽培を行う、かけ流し区  
を設け、比較した。品種は「桃太郎J」を用い、2006  
年7月19日に播種、2006年8月3日に定植、2007  
年7月17日まで栽培した。循環区では、第5果房開  
花時の2006年9月29日までA処方を使用し、培養液  
を廃棄せず、B処方へ変更した。また、循環区では、  
図12に示す培養液循環システムを使用し、培養液を

各種フィルターで除菌後に再利用した。200Lの培養  
液タンク、100Lの排液回収タンク、150Lの循環原水  
タンクを使用し、150株を栽培した。いずれの区も給  
液ECは同じ設定とし、0.6～1.6dS/mで濃度管理した。  
培養液を約1週間間隔で採取し、試験2と同様の方法  
で培養液の各成分濃度を測定した。また、収穫日毎に  
収量を調査し、栽培終了まで継続した。





	X					
	ABZA	AZA	C	>	GT	@Z
%##)	, ! S	#! ,	& #	( ! (	) ! #	% (
%##*	, ! S	#! ,	& ' #	* ! &	& #	S ! (
%##+	) ! &	#! *	% #	' ! #	& #	% #
	+ ! #	% #	& #	( ! (	( ! (	% S
	+ ! #	% #	& ' #	) ! *	& #	S ! (
	) ! &	#! *	% #	' ! #	& #	% #
	+ ! (	S ! (	& #	( ! (	( ! (	% S
	+ ! (	S ! (	& ' #	) ! *	& #	S ! (
	* ! #	#! *	% #	' ! #	& #	% #



[結果および考察]

循環区では、定植時から培養液タンク内の pH が高く推移し 7.5 以上になったため、9 月 28 日、10 月 6 日、10 月 26 日の計 3 回、培養液タンクに硝酸 10ml を添加した。添加後は、pH が低下したが、再び高まったため、11 月 16 日に B 処方の NH<sub>4</sub>-N 比を 9% から 13% に変更した。その後、pH は 6 程度で推移したが、2 月になり徐々に上昇したため、2 月 18 日に NH<sub>4</sub>-N 比を 13% から 16% に変更した (図 13)。また、B 処方を使用した 11 月から 1 月中旬まで、K 濃度の T-N 濃度に対する相対値は、B 処方の設計値に比べ低く、Ca 濃度の相対値は高く推移したため、1 月 18 日に B 処方の組成について、K を 7.3 から 8.0 へ、Ca を 3.0 から 2.5 に変更した。しかし、その後、K 濃度の相対値が高くなり過ぎため、3 月 23 日に組成を元に戻した (図 14、15)。

1 作とおとしての pH は、循環区でかけ流し区に比べ高く推移したが、上述の硝酸添加および NH<sub>4</sub>-N 比の変更により、7.5 より高くなることはなかった (図 13)。EC は、いずれの区も設定どおりの範囲で同程度に推移した。T-N 濃度は、10~11 月に循環区でかけ流し区より 5~10% 程度高く推移したが、他の時期は大差なかった (図 14)。

改良処方区における T-N 濃度を基準とした P、K、

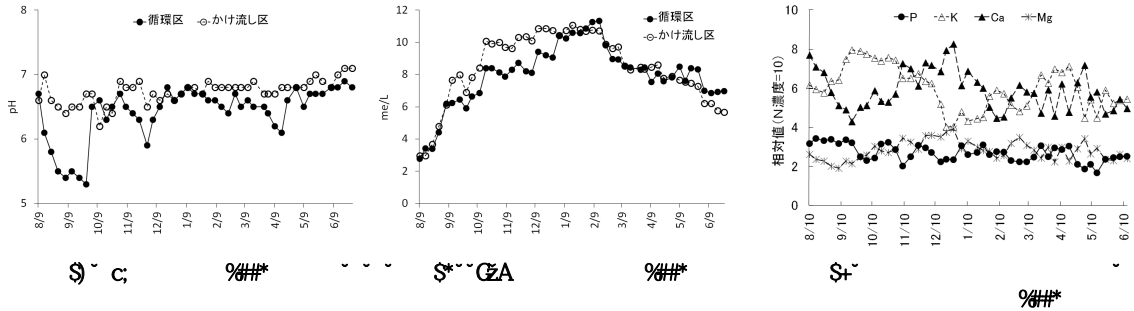
Ca および Mg 濃度の相対値は、9 月 7 日までほぼ一定であったが、9 月 7 日以後、9 月 29 日に A 処方から B 処方へ変更するまで、P および K 濃度の相対値が低下し、Ca および Mg の相対値が上昇した。これは、A 処方から B 処方への変更時期が遅かったためと考えられた。変更後は、1 月中旬まで大きな変動はなかった。その後、上述の培養液組成変更により、K 濃度の相対値が高まり、上昇傾向を続けたため、この変更は必要なかった (図 15)。

可取収量は、循環区とかけ流し区ともに 42t/10a 程度で大差なかった (図 33)。

材料および方法

[材料および方法]

2006 年作試験で供試した改良処方について、A 処方および B 処方ともに、培養液の pH の上昇を防ぐために NH<sub>4</sub>-N 比率を 9% から 20% に変更した。更に、培養液の組成を維持するために、A 処方では Ca および Mg の比率を低下、B 処方では K の比率を低下させる修正を行った (表 4)。また、A 処方から B 処方へ変更する時期を第 5 果房開花頃から第 3 果房開花頃に変更した。試験区および試験方法については、2006 年作試験と同様に 2007 年作試験を行った。2007 年 7 月 19 日に播種、2007 年 8 月 2 日に定植、2008 年 7 月



18日まで栽培した。循環区では、2007年9月11日にA処方からB処方へ変更した。培養液を約1週間間隔で採取し、試験2と同様の方法で培養液の各成分濃度を測定した。

[結果および考察]

循環区では、定植時から培養液タンク内のpHが低く推移し5.5程度まで低下した。B処方変更後は6.5程度で、かけ流し区と大差なく推移したが、3月下旬から再び低くなったため、4月17日にNH<sub>4</sub>-N比を20%から13%に変更した(図16)。

ECは、いずれの区も設定どおりの範囲で同程度に推移した。TN濃度は、9～12月にかけ流し区で循環区より20%程度高く推移したが、その後4月までは大差なく、5月以降は循環区でかけ流し区より10%程度高く推移した(図17)。

改良処方区におけるTN濃度を基準としたP、K、CaおよびMg濃度の相対値は、A処方からB処方への変更時期を早くしたことから、2006年作で確認されたPおよびK濃度の相対値が低下し、CaおよびMg濃度の相対値が上昇する傾向は認められなかった。12月にCa濃度の相対値が高く、K濃度の相対値が低くなる変化が生じたが、1月以降はその傾向は認められなかった。1作をとおして、NH<sub>4</sub>-N比の変更以外に培養液処方の変更なしで、P、K、CaおよびMg濃度の相対値を概ね維持することが可能であった(図18)。

可収量は、循環区とかけ流し区ともに40t/10a程度で大差なかった(図33)。

材料および方法

[材料および方法]

2007年作試験で供試した改良処方を、A処方およびB処方ともにNH<sub>4</sub>-N比を20%から15%に変更し(表4)、2007年度と同様の試験区および試験方法で、2008年作試験を行った。2008年7月18日に播種、2008年8月1日に定植、2009年7月17日まで栽培

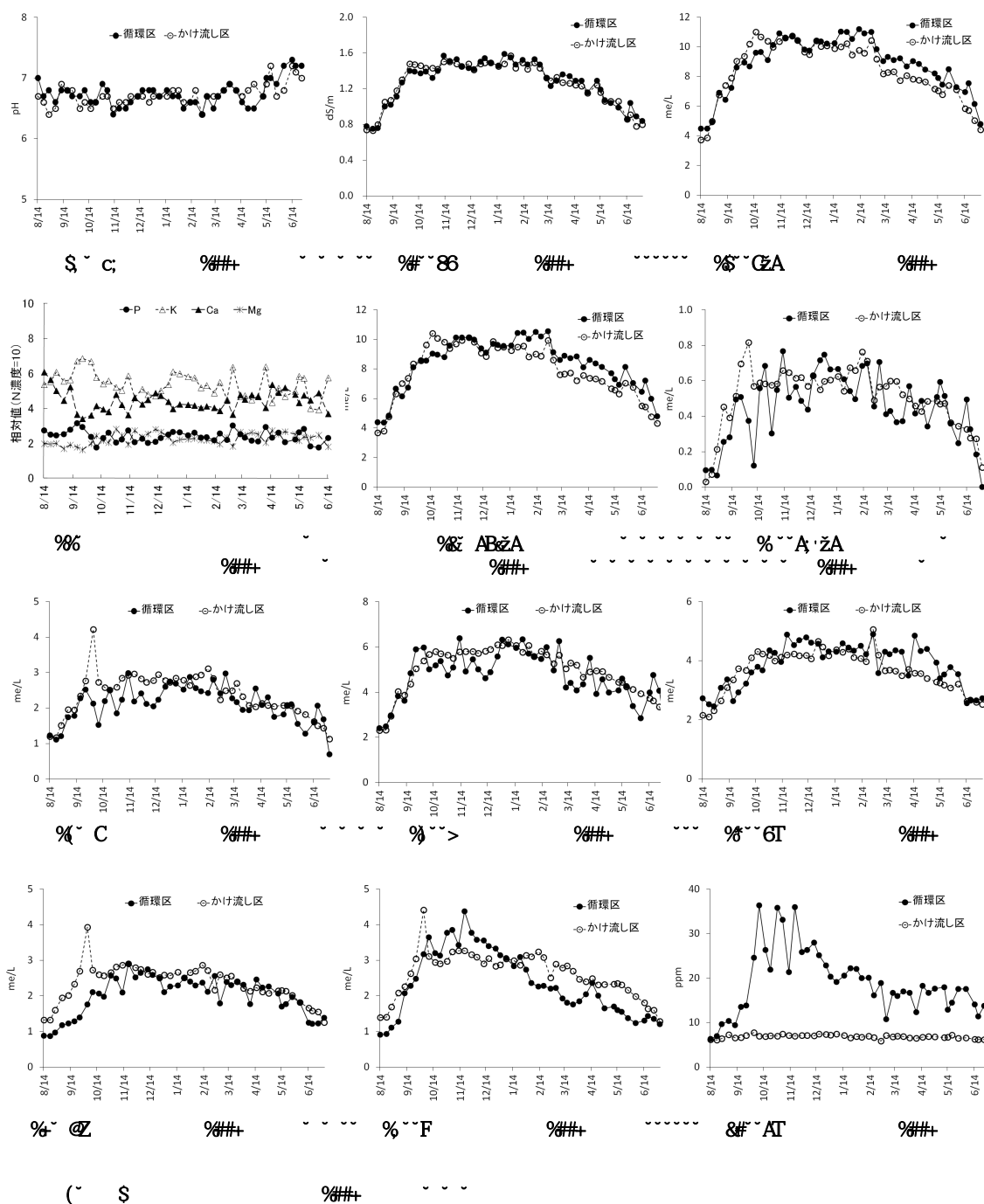
した。循環区では、第3果房開花時の2008年9月12日にA処方からB処方へ変更した。培養液を約1週間間隔で採取し、試験2と同様の方法に加え、S濃度およびNa濃度をICP-AESで測定した。収量調査とともに約1ヶ月間隔で果実糖度と果実酸度を調査した。

[結果および考察]

循環区のpHは、1作をとおして、概ね6.5～7.0の範囲で推移し、かけ流し区と大差なかった(図19)。ECは、循環区とかけ流し区ともに設定どおりの0.8～1.6dS/mの範囲で同程度に推移した(図20)。

TN濃度は、10～11月にかけ流し区が循環区より10%程度高く推移したが、その後1月中旬までは大差なく、1月下旬以降は循環区がかけ流し区より10%程度高く推移した(図21)。改良処方区におけるTN濃度を基準としたP、K、CaおよびMg濃度の相対値は、4成分とも2006年作試験および2007年作試験に比べ小さい変動で推移した。

本作における各多量要素の濃度推移を図23～29に示した。10月3日に、かけ流し区でNH<sub>4</sub>-N、P、Mg、S濃度が急激に高くなったが、この原因は2濃縮液が均等に培養液タンクに注入されなかったことによるものであった。NO<sub>3</sub>-N濃度は、NH<sub>4</sub>-N濃度が低いいため、TN濃度とほぼ同様の推移を示した(図23)。NH<sub>4</sub>-N濃度は、時期により変動が見られるが、試験区間で一定の傾向はなかった(図24)。P濃度は10～2月まで循環区が低く(図25)、K濃度は10～12月と3～5月に循環区で低い傾向であった(図26)。Ca濃度は、循環区で10月に低く、11～1月および3月以降に高い傾向であった(図27)。Mg濃度は、11月まで循環区がかなり低く推移した(図28)。S濃度については、培養液組成の設計時に考慮せず、単肥配合で使用した硫酸マグネシウム、硫酸アンモニウムの使用にともなう施用量での試験結果であるが、9月までと2月以降でかけ流し区が高く、10～1月は循環区で高い傾向であった(図29)。また、本試験で使用した原水にはNa

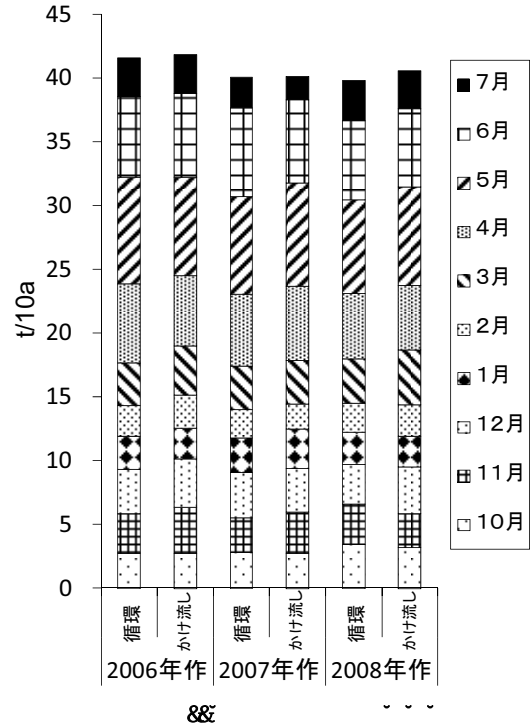
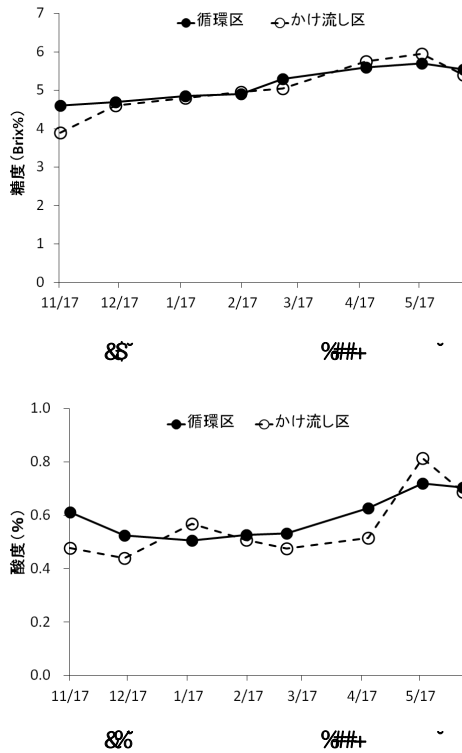


調査項目	試験区	調査日								
		10/8	11/5	12/8	1/9	2/9	3/8	4/8	5/7	6/8
茎径 (mm)	循環区	9.1	9.2	9.8	12.3	11.9	11.2	9.8	7.7	6.8
	かけ流し区	8.7	9.6	10.1	11.4	13.7	12.2	9.6	8.4	6.6
	t検定	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
葉長 (cm)	循環区	43.1	43.0	42.8	44.3	41.0	39.6	37.5	31.9	31.6
	かけ流し区	47.5	43.8	43.0	43.4	43.8	42.5	36.6	34.4	32.1
	t検定	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns
葉色 (SPAD)	循環区	51.1	45.4	39.0	42.7	45.2	49.0	54.4	61.5	61.0
	かけ流し区	48.7	43.4	39.4	38.6	45.2	47.1	52.9	60.2	58.6
	t検定	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

注1) 生長点より下方へ約50cmの茎、葉で測定

注2) t検定は、\*: 5%水準で有意差あり ns: 有意差なしを示す





が約 6mg/l 含まれるため、循環区では Na 濃度が 10～11 月に最大 36mg/l まで高くなった。しかし、12 月以降は徐々に低くなった (図 30)。本試験では、EC を同程度で管理したため、循環区では Na が蓄積した結果、他の成分が相対的に低下したと考えられた。

生育は、約 1 ヶ月間隔で茎径、葉長および葉色を調査した結果、循環区で葉長が短くなる傾向が認められた。茎径および葉色は、1 作ととして試験区間で一定の傾向はなかった (表 5)。

可取量は、循環区とかけ流し区ともに 40t/10 程度で大差なかった (図 33)。果実糖度も試験区間で大差なかった (図 31)。果実酸度は、調査日により差が認められるが試験区間で一定の傾向はなかった (図 32)。

本作では、栽培試験途中に A 処方および B 処方の組成の変更を行っていないことから、本作で供試した改良処方がトマト独立ポット耕の培養液循環栽培に適する培養液処方と考えられた。

培養液を排出しない栽培方法としては、培養液の循環方式と非循環方式がある。循環方式は、土壌病害が培養液を通して拡散する問題を解決するため、殺菌装置が必要であり導入経費が高い。一方、非循環方式は、

低コストで導入可能なため、近年、非循環方式に関する研究が多く、新しい栽培方式が開発されている<sup>23)</sup>。非循環方式は、排液の回収を行わず栽培槽の下で一時的に蓄えるなどにより再利用する方式で、低コストで培養液を排出しない栽培が可能となるが、一時的に蓄えた排液により土壌病害が連続する栽培槽内の株に拡散しやすくなる課題が残る。また、ともに与えた成分をトマトに全て吸収させる方式のため、かけ流し栽培用の培養液処方により長期間栽培を継続すると生育および収量に影響が生じる。

トマト独立ポット耕は、土壌病害の拡散を防ぐ目的で 1 株ずつポットを独立させて栽培する方式のため、非循環方式の場合には、1 株毎に排液を蓄える必要がある。この場合、生育の劣る株は常に培地が過湿状態となり更に生育差が大きくなるため、独立ポット耕での非循環方式は実用性が乏しく、循環方式の開発が必要である。

トマトの長期栽培において培養液循環方式を検討した報告は少ない。磯崎ら<sup>4)</sup>は、ロックウール栽培において、排液を回収した貯留タンクの成分濃度を 1～2 ヶ月毎に測定し、それに基づき原液の肥料成分濃度を調整することにより、9 ヶ月に及ぶ長期栽培でかけ流し栽培と差異のない収量が得られたと報告している。

本研究では、イチゴの高設栽培「岐阜県方式」の培養液循環栽培<sup>9)</sup>を開発した際に用いた手法と同様に、養分吸収特性に基づく培養液処方を設計し、生育ステージに合わせて使い分ける方法により、原液の肥料成分濃度の調節を要しない循環方式を検討した。

本研究で開発した改良処方は、表4の2008年作試験で示すA処方 ( $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} = 8.5 : 1.5 : 3.0 : 5.5 : 5.5 : 2.1$ ) とB処方 ( $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} = 8.5 : 1.5 : 3.4 : 6.7 : 3.0 : 1.5$ ) である。本試験では、成分吸収速度からの検討は行わず、植物体の成分含有量から養分吸収特性を検討したため、TN濃度を10として培養液処方を表記した。一般的にかけ流し栽培で使用される山崎トマト処方および大塚A処方について、TN濃度を10として他の成分を相対的に表記した場合、山崎トマト処方は、 $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} = 9.1 : 0.9 : 2.6 : 5.2 : 3.9 : 2.6$  で、大塚A処方は、 $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N} : \text{P} : \text{K} : \text{Ca} : \text{Mg} = 9.2 : 0.8 : 2.6 : 4.9 : 5.9 : 2.2$  となる。第3果房開花期まで使用するA処方は、これらの培養液処方と比較すると、PおよびKが少し高く、Mgが少し低い処方であり、第3果房開花期以降に使用するB処方は、PおよびKが高く、CaおよびMgが低い処方である。石原ら<sup>6)</sup>は、非循環方式において、大塚A処方よりKを高め、CaおよびMgを下げた処方により、培地内溶液濃度の高まりを防ぎ、収量が向上したと報告しており、栽培方式が異なるが、本試験のB処方は、石原らの報告とほぼ同様の結果を示している。

また、本試験では、改良処方の $\text{NH}_4\text{-N}$ 比を15%と設定することにより、循環培養液のpHを適正值に維持することが可能となった。独立ポット耕では、晴天時の排水率を10%~20%で管理するため、曇雨天時を含めた排水率は20~30%となり、また、排水には殆ど $\text{NH}_4\text{-N}$ が含まれないことから、循環培養液の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、排水の再利用率から算出すると、かけ流し栽培の9%と大差ない濃度となり、2008年作の測定値もほぼ同様であった。一方、岩崎<sup>7)</sup>は、ヤシ殻繊維を培地とした循環方式の約5ヶ月間の栽培試験において、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を含まない培養液処方は、循環培養液のpHが高く推移するが、循環培養液の組成の変動が少なく、トマトの草勢が安定し、収量が増加したと報告している。また、石原らの非循環方式では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比が3%の試験で、培地溶液のpHが高まるが、生育への支障はなかったと報告している。このことから、適正な $\text{NH}_4\text{-N}$ 比は栽培システムにより異なると考えられ、改

良処方を他の栽培システムで使用する場合、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比を再検討する必要がある。

改良処方を使用するにあたり、原水に含まれるNaに留意する必要がある。本試験で使用した原水のNa濃度は6mg/lで、循環培養液のNa濃度は最大36mg/lまで、排水のNa濃度は最大で250mg/lまで高まったが、生育に問題はなかった。岐阜県内には原水のNa濃度が50mg/lをこえる地域もあり、独立ポット耕の循環栽培で許容できる原水のNa濃度を明らかにする必要がある。また、給液管理において、かけ流し栽培と同じ給液ECで管理すると、循環培養液のNa濃度が高くなるにつれて相対的に他の必要な成分濃度が低くなるため、給液ECを高く設定する等の対応が必要となる。

また、この改良処方をかけ流し栽培に使用した栽培試験では、B処方を使用していた1月に下葉が黄化するMg欠乏症状が発生した。細井ら<sup>8)</sup>の報告において、N、PおよびKは極低濃度まで吸収可能な要素であるが、CaやMgは低濃度では吸収できず、閾値濃度以下の培養液では施用量に比例した生長が期待できない要素として整理されている。従って、全てを吸収することを前提とした循環栽培用の培養液処方ではCaやMgに欠乏症状が生じやすいと考えられた。本研究で開発した改良処方は、トマトの養分吸収特性に基づいた処方であり、かけ流し栽培に使用はできない。

- 1) 安田雅晴・越川兼行・勝山直樹(2009) トマトの独立ポット耕栽培の開発. 岐阜農技セ研報 9. 11-16
- 2) 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
- 3) 五味亜矢子, 松野篤, 赤池 一彦, 對木啓介, 宮川芳樹(2008) トマトの低コストな閉鎖型養液栽培法の開発. 山梨農技セ研報 2. 1-11
- 4) 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) ト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
- 5) 越川兼行・安田雅晴(2009) イチゴの高設ベンチ栽培「岐阜県方式」の培養液循環システムの開発. 岐阜農技セ研報 9. 17-25

- 6) 石原 良行・人見 秀康・八巻 良和(2007) 閉鎖型養液栽培用に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. 園学研 6. 391-397
- 7) 岩崎泰永(2003) 培地の緩衝能を活用したトマトの循環型養液栽培システムの開発. 宮城農園試研報 71. 1-64
- 8) 細井徳夫・細野達夫(2005) 個体群葉面積を指標にした肥料施用量の日調節による培養液に N・P・K の残留が無いトマト養液栽培. 野菜茶試研報 4. 87-120

### **Abstract**

A nutrient solution formula for the nutrient recirculation system of 'Isolated-pot Culture' was evaluated in tomato. The absorption characteristic of tomato plants grown in 'Isolated-pot Culture' was investigated, and two kinds of nutrient solution formula on that were thought out. Using those properly by growth stages, the composition of recirculation nutrient solution was stable, and the yield and fruit quality were not significantly different with the open system of 'Isolated-pot Culture'.

### **Key words**

Tomato, 'Isolated-pot Culture', Nutrient recirculation, Nutrient solution formula