

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*

板東一宏・町田治幸

Establishment of the productive techniques of rock wool culuture on tomatoes IV
Effect of nutrient solution compositions on the quality and yield in circular solution system
Kazuhiro BANDO and Haruyuki MACHIDA

要約

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.

トマトの循環方式ロックウール栽培における適正な培養液組成を明らかにするため春夏作と冬作の作型別に改良処方を作成し, 培養液組成の安定度, および品質, 収量に及ぼす影響を慣行の処方と比較検討した。

春夏作では組成比率(me単位)をN:P:K:Ca:Mg = 35.5:14.5:25.0:16.0:9.0とし, 窒素源にNH₄-Nを加えない処方では組成の乱れが少なく, しかも, 慣行の処方で尻腐れ果が多発したEC2.6mS/cmの高濃度管理でも尻腐れ果の発生が軽減でき, 収量, 果実品質の向上が図れた。

冬作ではN:P:K:Ca:Mg = 38.0:16.5:25.0:12.5:8.0の組成比率とした処方では組成が長期にわたって安定し, 収量が優れ, 果実の糖度, 酸度, 還元型ビタミンCの内容成分も高かった。

キーワード: トマト, 養液栽培, ロックウール, 培養液組成

はじめに

筆者らは前報^{1), 2)}までにトマトの循環方式ロックウール栽培の給液法, 培養液濃度および品種間差異について検討した。その結果, 給液法は春夏作で連続給液, 冬作で4回/日の少回数間断給液が適し, 培養液濃度は品種に関係なく春夏作では3段果房開花期以降EC1.8mS/cmの低濃度管理により尻腐れ果の発生が少なくなるため収量が優れ, 冬作では摘心以降EC3.6mS/cmまで培養液濃度を高めることにより果実はやや小さくなるが, 空洞果, 裂果が減少するため上物収量が向上し, しかも, 糖度, 酸度の内容成分が高まることを報告した。また, 循環方式ロックウール栽培における培養液管理の長所として給液量が比較的多く管理できるため培地内の水分, EC濃度が安定しやすいことも明らかにした。

しかし, 培養液の組成については従来から養液栽培に広く用いられている園試処方に準じた培養液処方では追肥とトマトの養分吸収間の不均衡により特定養分の蓄積と欠乏が生じ, 組成バランスが乱れる傾向がある。現場では組成の乱れの対処として培養液の全量更新を月に1~2回行っているが, この方法では多大の労力と費用のロスが生じるため, 処方の改善により組成の安定化を図ることが必要である。一方, 春夏作の場合はこのような組成の乱れの他に低濃度管理では尻腐れ果が少なく, 収量性は優れるものの果実の糖度, 酸度が低いといった問題が残されている。

そこで, 本報は作型別に筆者ら独自の培養液処方を作成し, 冬作では組成の安定度および品質, 収量に及ぼす影響, 春夏作ではそれに加え, 高濃度管理での尻腐れ果発生抑制効果を慣行の処方と比較検討し, 知見を得たので報告する。

*本報告の一部は平成2年春季園芸学会発表会で発表した。

試験方法

1 供試施設

間口13m, 奥行き35mのガラス室を用い, 発泡スチロールで作った枠に厚さ0.1mmの黒色ポリシートを敷きその上に根圏加温用の内径16mmの温湯パイプを設置した栽培ベッドに幅30cm, 長さ91cm, 厚さ7.5cmのロックウール(以下スラブという)を並べた。ベッドの長さは13mで4ベッド毎に容量600lの培養液タンクを設置し培養液管理別に分けた。給液は水中ポンプによりレナウンパイプから点滴給液し24時間タイマーで制御した。

排水は4m間隔に排水口を設置し, ベッド下に埋めた内径40mmの排水パイプを通じて培養液タンクに戻るようにした。培養液タンク内の培養液管理はボールタップにより自動給水し, 濃度はECセンサーによる自動制御とした。

2 耕種概要および培養液管理

1) 春夏作

桃太郎 を1989年1月21日に播種し, 3月16日に1スラブ当たり4株ずつ定植した。摘心は8段果房の上2葉で行い, 全果房無摘果とした。ホルモン処理はトマトーン150倍液で全果房処理した。

第1表 各作型の培養液処方および濃度

作型	試験区	処方	EC濃度(mS/cm)		
			初期	中期	後期
春夏作	準園試処方	準園試	1.2	2.6	2.6
	中期中濃度	準園試	1.2	1.8	2.6
	改良処方	改良	1.2	2.6	2.6
冬作	準園試処方	準園試	1.6	2.8	3.6
	準山崎処方	準園試	1.6	2.8	3.6
	改良処方	改良	1.6	2.8	3.6

注) 初期: 定植 ~ 3段果房開花期, 中期: 3段果房開花期 ~ 摘心, 後期: 摘心以降

培養液管理は第1表のように, 準園試処方(O社のA処方)で, 培養液濃度を定植時 ~ 3段果房開花期EC1.2mS/cm, 以降EC2.6mS/cmとした準園試処方区, 同処方区で培養液濃度を定植 ~ 3段果房開花期EC1.2mS/cm, 3段果房開花期 ~ 摘心時EC1.8mS/cm, 摘心時以降EC2.6mS/cmと生育中期を中濃度で管理した中期中濃度区, 高温期用に工夫した改良処方を用い, 準園試処方区と同じ濃度管理とした改良処方区の計3区を設定した。なお, 各処方の成分組成は第2表に, 改良処方の標準液作成法は第3表に示した。

第2表 供試培養液処方の組成比率

処方	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg
準園試処方	38.0	4.0	12.0	18.0	19.0	9.0
準山崎処方	37.0	4.5	13.0	22.0	15.5	8.0
改良処方(春夏作)	35.5	0.0	14.5	25.0	16.0	9.0
改良処方(冬作)	36.0	2.0	16.5	25.0	12.5	8.0

注) 組成比率はme単位で上記6成分の内の各成分比率を%で表示した。

第3表 改良処方標準培養液の作成法

使用塩	春夏作	冬作
KNO ₃	7.9	11.0
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	6.2	6.0
MgSO ₄ ·7H ₂ O	3.7	3.7

KH ₂ PO ₄	5.7	2.6
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	5.3
EC	2.6	3.0

注) 微量成分は園試処方に準じる。

ECは0.1mS/cmの水道水を原水にした場合の測定値である。

使用塩の単位はme, ECの単位はmS/cmで表示した。

給液法は各区とも日中(7:00~17:00)が15分給液45分停止, 夜間(17:00~7:00)が15分給液105分停止の間断給液(約12l/株/日)とし, 培養液の更新は1ヵ月に1回, 合計3回行った。

2) 冬作

ファーストパワー を1988年8月10日に播種し, 9月16日に1スラブ当たり4株ずつ定植した。摘心は7段果房の上2葉で行い, 各果房7果以内に摘果した。ホルモン処理は1~3段果房がトマトーン150倍液, 4~7段果房はトマトーン120倍液 + ベンジルアデニン6ppm + ジベレリン10ppm液で行った。

温度管理はガラス室内を厚さ0.05mmの透明ビニルで2重被覆し, 温風暖房機で最低気温8 前後を確保した。また, 根圏温度はスラブ下に配した温湯パイプにより最低18 を維持した。

培養液管理は第1表のように, 準園試処方(O社のA処方)区, 準山崎処方(O社のC処方)区, 本試験で低温期用に工夫した改良処方区の3種類の処方区を設定し, 濃度は各区ともに定植~3段果房開花期EC1.6mS/cm, 3段果房開花期~摘心時EC2.8mS/cm, 摘心時以降EC3.6mS/cmとした。なお, 各処方の成分組成は第2表に, 改良処方標準液の作成法は第3表に示した。

給液法は各区ともに8:00~15:00の間に1日4回の間断給液(約3.2l/株/日)とし, 培養液の更新は合計2回, 濃度変更時に行った。

3 調査および分析法

生育, 収量の調査は1区当たり24株の4区制について各区毎に生育中庸の8株を選び行った。

果実の糖度は各区とも果房毎に7~8分着色の100g以上の正常果を10果以上供試し, 屈折糖度計で測定した。

冬作の果実の酸度と還元型ビタミンCは各区とも5段果房について7~8分着色の100g以上の正常果を供試し, 酸度は0.1N-NaOHで滴定, 還元型ビタミンCは高速液体クロマトグラフィーで測定した。

スラブ内pHの測定は1週間おきに9時30分にスラブ上面から2/3の部位の液を採取し測定した。

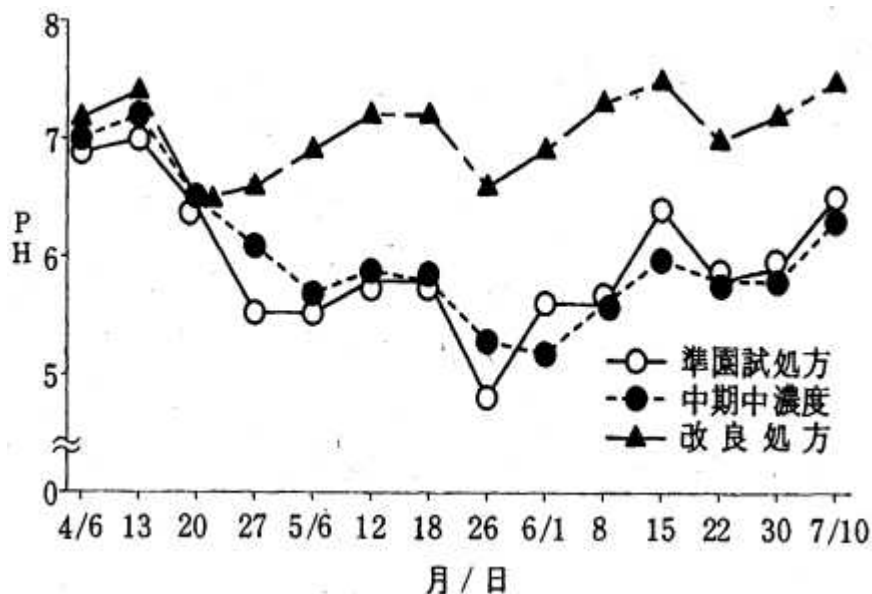
培養液の分析はNO₃-Nはフェノール硫酸法, Pはモリブデンブルー法, K, Ca, Mgは原子吸光光度法で測定した。

葉中無機成分の分析は各区とも5段果房直下の葉を4葉ずつ栽培中に採取し, Nはケルダール法, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Znは乾式灰化後, Pはバナドモリブデン法, 他の成分は原子吸光光度法で測定した。

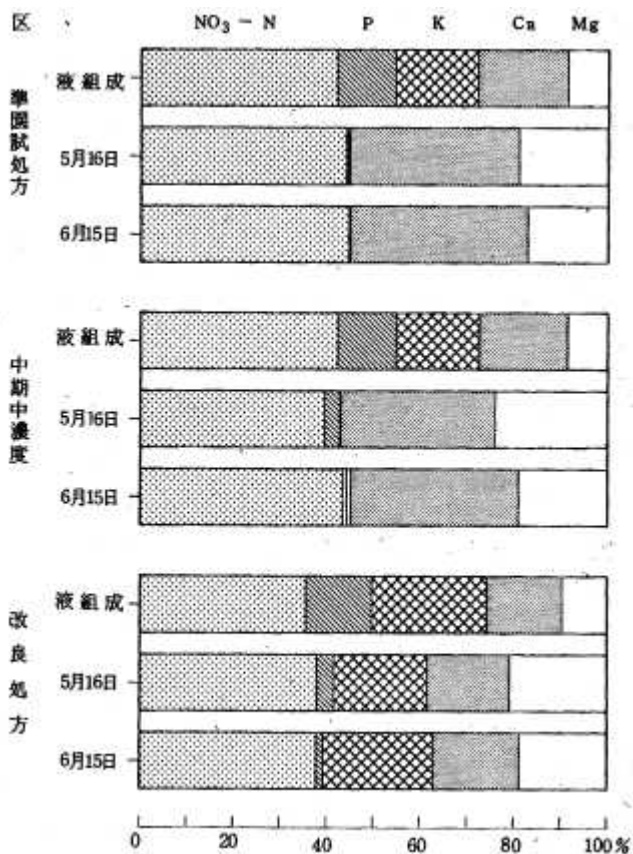
試験結果

1 春夏作

培養液管理別のスラブ内のpHの推移は第1図のように、準園試処方区と中期中濃度区が生育中期以降5.5~6.0で推移したのに対し、改良処方区では全般にpH7.0前後と他区より高かった。



第1図 春夏トマトの循環方式ロックウール栽培における培養液管理別スラブ内phの推移



第2図 春夏トマトの循環方式ロックウール栽培における培養液管理別タンク内培養液組成
 注) 組成はme単位で各成分比率を%で表示した。
 培養液の更新は5月7日、5月17日、6月16日に行った。

タンク内培養液の成分組成は第2図のとおりである。準園試処方区、中期中濃度区ではP、Kの比率が大幅に低下し、逆にCa、Mgが高まった。これに対し、改良処方区の組成はPでやや低下し、Mgが高まったが、NO₃-N、K、Caでは安定していた。

葉中無機成分含有率は第4表のとおりである。改良処方区のNとMn含有率が他区より低く、準園試処方区のKが他区より高かった。その他の無機成分は処理区による含有率の差がほとんど見られなかった。

第4表 循環方式ロックウール栽培における培養液処方、濃度が春夏トマトの葉中無機成分含有率に及ぼす影響

区名	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
準園試処方	3.63	0.89	6.56	2.58	0.62	190	421	37
中期中濃度	3.35	0.87	5.83	2.77	0.67	160	324	31
改良処方	2.97	0.85	5.78	2.73	0.85	155	87	26

注) 6月8日に5段果房直下の葉を採取し分析した。

単位はN, P, K, Ca, Mgが%, Fe, Mn, Znがppmで表示した。

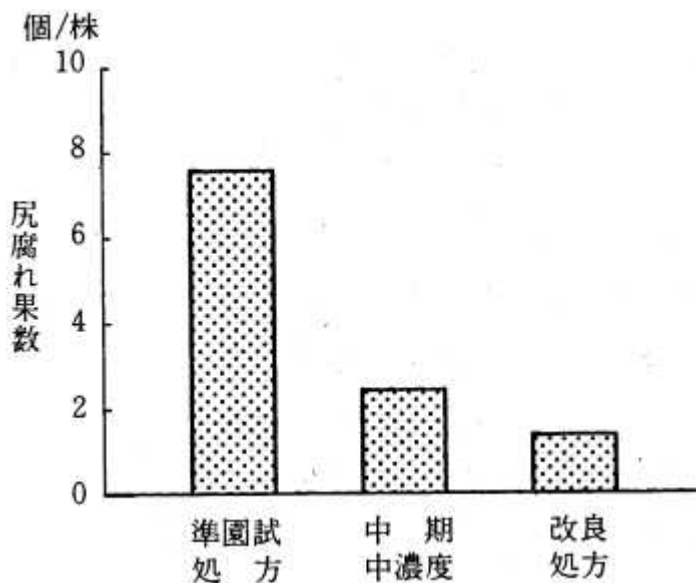
生育は第5表のように、茎径、茎葉重で準園試処方区 > 中期中濃度区 > 改良処方区の順となり、準園試処方で3段果房開花期から高濃度で管理した準園試処方区で最も生育が旺盛になったが、やや過繁茂気味であった。また、各区の茎、葉ともに要素の過剰、欠乏症状は見られなかった。

第5表 循環方式ロックウール栽培における培養液処方、濃度が春夏トマトの生育に及ぼす影響

区名	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	茎径 (mm)	茎長 (cm)	茎葉重 (g)
準園試処方	52	58	17.2	194	2,227
中期中濃度	54	60	16.5	196	1,998
改良処方	52	55	15.9	199	1,804

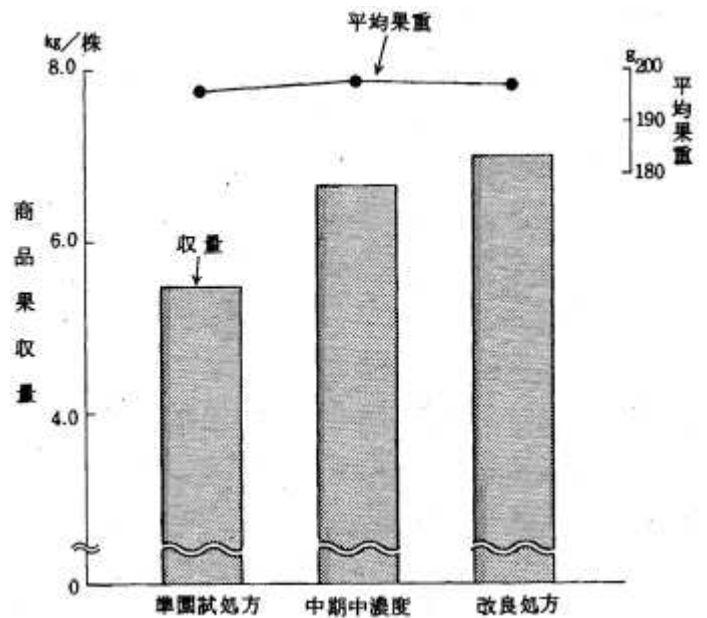
注) 葉長、葉幅は5段果房直下の葉を測定し、茎径は2段、4段、7段果房直下の平均値である。

尻腐れ果の発生は第3図のとおりである。改良処方区が1株当たり1.4個と最も少なく、準園試処方区の18%、中期中濃度区の56%と処方による顕著な尻腐れ果抑制効果が見られた。また、培養液処方が同じである準園試処方区と中期中濃度区では中期中濃度区の尻腐れ果の発生が準園試処方区に対し33%と少なく、培養液濃度を高める時期を摘心以降と遅くすることにより尻腐れ果の発生が軽減できた。



第3図 循環方式ロックウール栽培における培養液処方、濃度が春夏トマトの尻腐れ果発生に及ぼす影響

平均果重および1株当たりの商品果収量は第4図のとおりである。平均果重は196～198gと処理区による差はなかった。1株当たりの商品果収量は改良処方区が6,998gと最も多く、次いで中期中濃度区の6,665gであり、準園試処方区は5,481gと最も劣ったが、この収量差は尻腐れ果発生にともなう商品果数の差によるものであった。

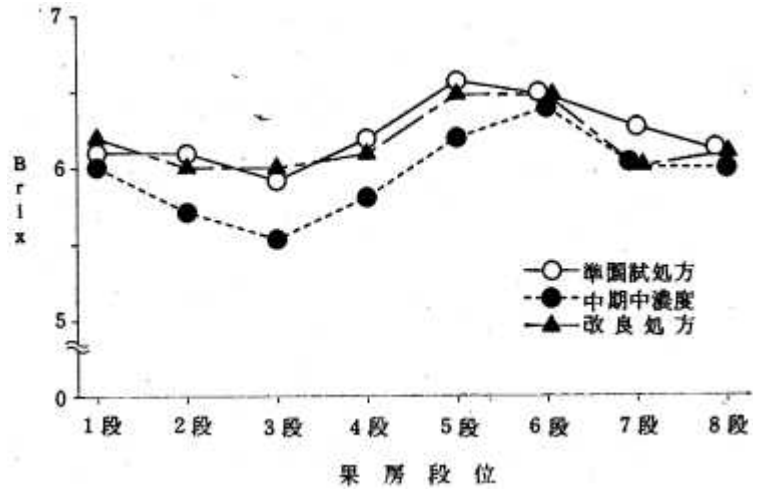


第4図 循環方式ロックウール栽培における培養液組成、濃度が春夏トマトの平均果重、商品果収量に及ぼす影響

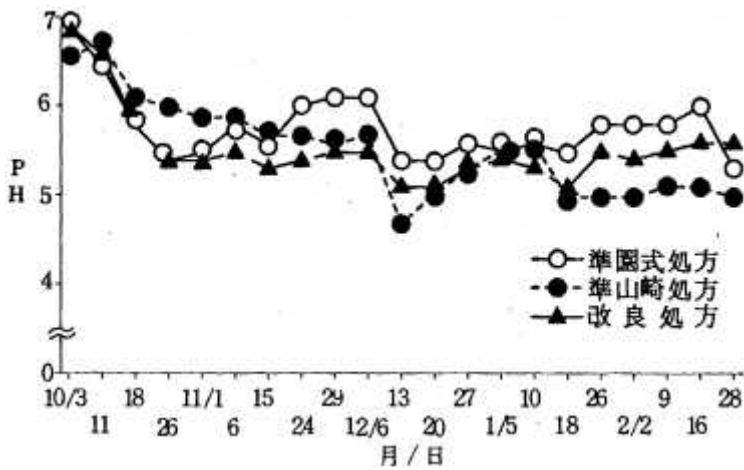
注) 商品果収量は尻腐れ果、裂果、病果を除いた果実重量である。

果実の糖度は第5図のとおりである。2～5段果房で中期中濃度区の糖度が他区より0.3～0.5低かった。1段果房および6～8段の上段果房では処理区による糖度の差は小さかった。

2 冬作



第5図 循環方式ロックウール栽培における培養液濃度、組成が春夏トマトの果房別糖度に及ぼす影響



第6図 冬トマトの循環方式ロックウール栽培における培養液処方別スラブ内pHの推移

培養液処方別のスラブ内のpHの推移は第6図のように、各処方とも生育中期以降はpH5.0～6.0で推移した。そのなかでは準園試処方区で全般にやや高く、準山崎処方区で1月以降やや低かった。

タンク内培養液の成分組成は第7図のとおりである。各区ともP, Kの低下, Ca, Mgの増加傾向がみられたが, その程度は準園試処方区 > 準山崎処方区 > 改良処方区の順に大きく, 改良処方区の組成は最も安定していた。

葉中無機成分含有率は第6表のように, 改良処方区 > 準山崎処方区 > 準園試処方区の順にKの含有率が高かったが, 他の無機成分については大差がなかった。

第6表 循環方式ロックウール栽培における培養液処方が冬トマトの葉中無機成分含有率に及ぼす影響

区名	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
準園試処方	3.30	1.05	5.34	4.84	0.62	124	380	49
準山崎処方	3.36	1.02	6.44	4.70	0.70	136	376	42
改良処方	3.52	1.19	7.05	4.42	0.61	145	459	61

注) 1月13日に5段果房直下の葉を採取し分析した。

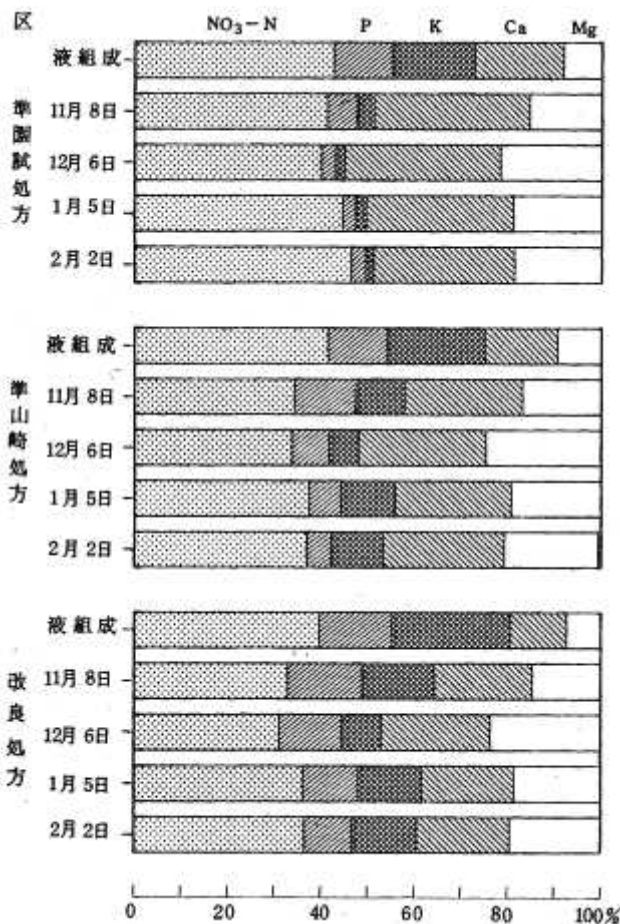
単位はN, P, K, Ca, Mgが%, Fe, Mn, Znがppmで表示した。

生育は第7表のように, 葉長, 葉幅, 茎径, 茎長で処方による差はほとんど無かったが, 準園試処方区では12月上旬に中位葉~上位葉にK欠乏症と思われる葉縁の褐変が見られた。

第7表 循環方式ロックウール栽培における培養液処方が冬トマトの生育に及ぼす影響

区名	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	茎径 (mm)			茎長 (cm)
			2段下	4段下	6段下	
準園試処方	51	63	14.5	13.5	12.9	231
準山崎処方	49	61	14.8	12.9	13.2	229
改良処方	52	59	14.0	12.6	13.9	230

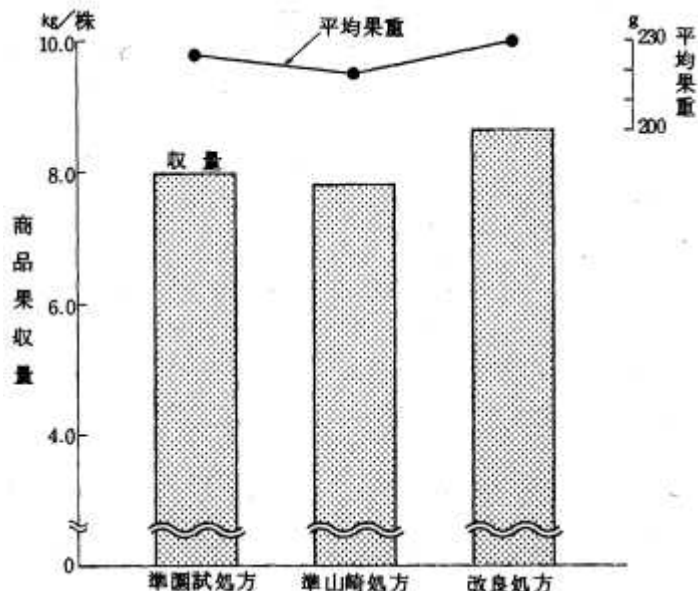
注) 葉長, 葉幅は4段果房上の葉を測定した。



第7図 冬トマトの循環方式ロックウール栽培における培養液処方別タンク内培養液組成

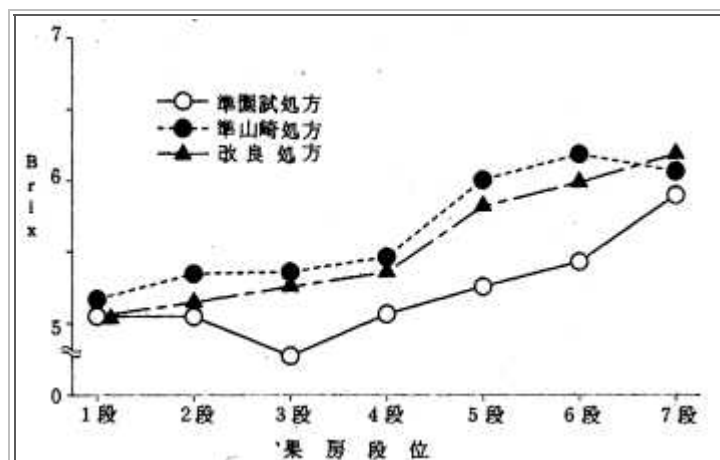
注) 組成はme単位で各成分比率を%で表示した。培養液の更新は11月9日, 12月7日に行った。

平均果重および商品果収量は第8図のとおりである。平均果重は改良処方区 > 準園試処方区 > 準山崎処方区の順であった。1株当たりの商品果収量は改良処方区が8,500gと他区より500~700g多かった。また、尻腐れ果の発生は全く全区とも収穫果はほとんど商品果であった。



第8図 循環方式ロックウール栽培における培養液処方が冬トマトの平均果重、商品果収量に及ぼす影響

注) 商品果収量は尻腐れ果、裂果、病果を除いた果実重量である。



第9図 循環方式ロックウール栽培における培養液処方が冬トマトの果房別糖度に及ぼす影響

果実の糖度は第9図のとおりである。1~2段の低段果房では全区とも5.2前後で差はなかったが、中段果房では3~5段の平均糖度が準山崎処方区5.6、改良処方区5.5に対し準園試処方区は5.0、上段果房では6~7段の平均糖度が準山崎処方区6.2、改良処方区6.1に対し準園試処方区は5.7と中段果房以降は準園試処方区が他区より明らかに劣った。

果実の酸度,還元型ビタミンCは第10図のとおりである。糖度と同様に酸度,還元型ビタミンCとも準園試処方区が他区より劣り,酸度で15%前後,ビタミンCで10%前後低かった。

考察

1 春夏作

トマトのロックウール栽培において果実の糖度,酸度を高めるためには培養液を高濃度で管理する必要があるが,春夏作での高濃度管理は尻腐れ果の発生を助長し,大幅な収量低下を招く原因となっている。そこで,本試験では培養液組成を変え,収量,品質,尻腐れ果の発生に及ぼす影響を検討した。その結果,本試験の改良処方では従来の処方で尻腐れ果が多発したEC2.6mS/cmの培養液濃度でも尻腐れ果の発生が軽減できたため収量の低下はなく,果実の糖度も高かった。また,改良処方では培養液の組成も比較的安定した。

尻腐れ果と培養液の肥料成分との関係は尻腐れ果がCa欠乏症であることからCa濃度の影響が大きいが,従来の培養液処方ではCa濃度は高まる傾向があり,不足することはなく,Ca以外の肥料成分では多N(特にNH₄)^{4),7)}とP不足³⁾が尻腐れ果を助長するとされている。

一方,山崎ら¹⁰⁾は培養液の組成濃度の変動が大きいほど尻腐れ果が多くなるとし,変動幅の小さい培養液組成をNO₃-N:P:K:Ca:Mg = 7:2:4:3:2としている。

本試験での改良処方の組成はこのような知見から,山崎ら¹⁰⁾の組成比率を基本とした上で,アニオンはややNO₃を低く,Pを高くし,カチオンはNO₄を加えないかわり,Kの比率を高めてあり,このため,尻腐れ果の抑制と組成の安定化に好結果が得られたものと思われる。しかし,NO₃単用のため改良処方区のpHが7.0前後とやや高く推移した。高pHではFe,Mn,Znの金属イオンが不溶化し,欠乏症状が発生しやすいことはよく知られている。しかし,本試験では葉中のMn含有率が低くなったもののこれら成分の欠乏症状はみられなかった。これはFeではEDTAでキレートされているため高pHでも不溶化せず,Mn,ZnについてはpH7程度では欠乏症の発現まで至らなかったものと思われる。

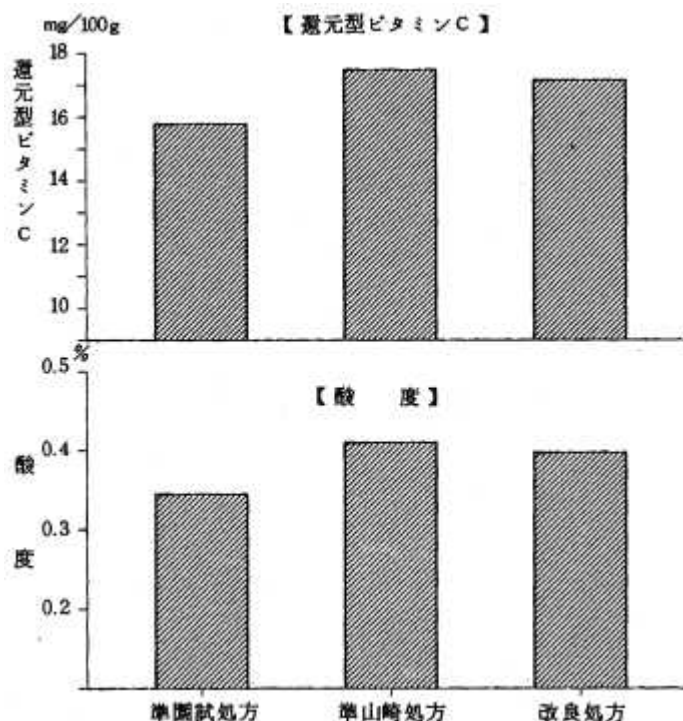
なお,培養液濃度を高める時期を摘心以降と遅くした場合にも尻腐れ果はある程度軽減できたが,果実の糖度が低段~中段果房で低かった。このため,摘心以降の高濃度管理では低段~中段果房の果実糖度の向上効果はあまりないものと思われた。

以上から,春夏作では本試験で供試した改良処方を用い,3段果房開花期以降EC2.6mS/cm程度の高濃度培養液で管理することにより高品質,高収量が得られるものと考えられた。

2 冬作

冬作は低温期の栽培であるため尻腐れ果は発生しにくい。このため,組成の安定化とそれにとまなう収量,品質への影響を3種類の培養液処方を用いて検討した。その結果,組成の安定度では改良処方区が最も優れた。ロックウール栽培では培養液中のP,Kの吸収が容易でこれら濃度は低下し,逆にCa,Mgの吸収は遅く培養液中に蓄積し,その結果,成分バランスの乱れが生じる²⁾。培養液が閉鎖系であり,EC濃度だけで制御している循環式の場合は特にこの傾向が大きく,P,Kがほとんどない状態になる場合もあり,培養液の更新が必須となっている。本試験の改良処方区は供試処方区中最もP,Kの比率が高く,Caが低かったため長期間組成が安定したものと思われ,タンク内の培養液組成の推移から見ると2ヵ月以上は培養液更新の必要はなく,現行の1/2~1/4に軽減できるものと考えられた。

次に培養液処方が収量に及ぼす影響をみると改良処方区が準園試処方区,準山崎処方区より多く



第10図 循環方式ロックウール栽培における培養液処方が冬トマトの酸度,還元型ビタミンCに及ぼす影響

なった。VOOGT⁹⁾はトマトのNFT耕でK/Caの比率を4段階に変え品質、収量への影響を検討し、mmol単位の比率でK(72)/Ca(20)区で最大収量が得られたとしている。これはme単位の比率に換算するとK/Caが1.8となり本試験の処方の中では改良処方の2.0が最も近い比率となっている。また、中林、愛川⁵⁾はトマトのかけ流し方式ロックウール栽培で園試処方よりK/Caの比率を高めることにより培地内の成分組成が安定し、収量が増加したとし、本試験と同様な結果を得ている。

培養液処方が果実の糖度、酸度、還元型ビタミンCの内容成分に及ぼす影響は改良処方区、準山崎処方区に対し、準園試処方区が明らかに劣った。VOOGT⁹⁾によると日持ちや酸度、糖度の果実品質はK/Caが高いほど優れたとし、篠原ら⁸⁾はトマト果実のビタミンC含量がK施用の増加により向上している。これらのことから、準園試処方区における果実の内容成分の低下はKの供給が不十分であったためと思われる。なお、改良処方区と準山崎処方区では糖度で平均5.5以上、酸度0.4%となり、おいしいとされる促成トマトの条件⁶⁾を満たした。

以上のことから、冬作では現在トマトで広く使われている園試処方、山崎処方よりP、Kの比率を高め、Caを低く処方を改良することにより長期間組成が安定し、収量、品質に好影響が得られることが明らかになった。

摘要

トマトの循環方式ロックウール栽培における適正な培養液組成を明らかにするため春夏作と冬作の作型別に改良処方を作成し、培養液組成の安定度および品質、収量に及ぼす影響を慣行の処方と比較検討した。

1 春夏作では準園試処方区で3段果房開花期以降EC2.6mS/cmの高濃度で管理する準園試処方区、同処方区で3段果房開花期～摘心EC1.8mS/cm、摘心以降EC2.6mS/cmとする中期中濃度区、高温期用に工夫した改良処方区で準園試処方区と同じ濃度管理とする改良処方区の計3区で検討した。

冬作では準園試処方、準山崎処方、低温期用に工夫した改良処方の3種類の培養液処方区で比較検討した。

2 春夏作の培地内pHは改良処方区で7.0前後と他区より高く推移した。培養液の組成は改良処方区が他区より安定した。

3 春夏作の生育は準園試処方区 > 中期中濃度区 > 改良処方区の順に旺盛であったが、準園試処方区はやや過繁茂気味であった。

4 春夏作の尻腐れ果の発生は改良処方区で最も少なく、準園試処方区の18%と顕著な抑制効果がみられた。また、中期中濃度区は準園試処方区に対し33%の発生と高濃度にする時期を遅くすることにより尻腐れ果が軽減できた。

5 収量は尻腐れ果の少ない改良処方区が最も優れた。糖度は改良処方区と準園試処方区の間にはほとんど差はなかったが、中期中濃度区では低段～中段果房の糖度が他区よりやや低かった。

6 冬作の培地内pHは改良処方区、準園試処方区、準山崎処方区とも5.0～6.0の間で推移し、大差はなかった。培養液の組成は改良処方区で最も安定し、準園試処方区で変動が最も大きかった。

7 冬作の生育は処方による差はほとんど無かったが、準園試処方区でK欠乏症と思われる葉縁の褐変が見られた。

8 冬作の収量は改良処方区が準園試処方区、準山崎処方区より多かった。果実の糖度、酸度、還元型ビタミンCは準園試処方区が他の処方区より低かった。

引用文献

- 1) 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.
- 2) 板東一宏・町田治幸・古藤英司(1989): トマトのロックウール栽培実用化技術の確立(第3報)循環方式における培養液濃度が品質、収量に及ぼす影響並びに品種間差異. 徳島農試研報, (26): 1～8.
- 3) CERDA, A.・F. T. BINGHAM・C. K. LA-BANAUSKAS(1979): Blossom-end rot of to-mato fruit as influenced by osmotic potential and phosphorous concentrations of nutrient solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci., (104): 236～239.
- 4) 池田英夫・大沢孝也(1988): 培養液のNO₃/NH₄比と液温がトマトの生育、収量ならびに尻腐れ果発生に及ぼす影響. 園学雑, 57(1): 62～69.

- 5) 中林和重・愛川喜好(1989): トマトのロックウール栽培における培養液組成の改善と育苗日数の検討. 日土肥誌, 60(5): 454 ~ 457.
- 6) 中川勝也(1989): 栽培・収穫条件と収穫後の品質変化. 農業技術体系野菜編12, 農文協(東京): 91 ~ 96.
- 7) 大木孝之(1971): トマトの尻ぐされ防止のための施肥対策. 農及園, 46(5): 767 ~ 770.
- 8) 篠原温・鈴木芳夫・渋谷正夫・山本完輝・山崎肯也(1980): トマト, ピーマンにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園学雑, 49(1): 85 ~ 92.
- 9) VOOGT, W. (1988): The growth of beefst-eak tomato as affected by K/Ca ratios in the nutrient solution. Acta Hort., (222): 155 ~ 165.
- 10) 山崎肯也・鈴木芳夫・篠原温・季免連(1975): 養液栽培におけるトマト尻ぐされ発生について(第2報)培養液濃度と見かけの吸収成分濃度との関係. 園学発要, 昭50秋: 248 ~ 249.