



<原著>ロックウール栽培における培養液循環の有無  
と培養液濃度がナス  
'千両二号'果実の収量と品質に及ぼす影響

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-08-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 和田, 光生, 守谷, 真明, 平井, 宏昭, 阿部, 一博 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24729/00009675">https://doi.org/10.24729/00009675</a>

## ロックウール栽培における培養液循環の有無と培養液濃度がナス ‘千両二号’ 果実の収量と品質に及ぼす影響

和田光生・守谷真明・平井宏昭・阿部一博

(大阪府立大学大学院農学生命科学研究科植物生産管理理学研究室)

### 要 旨

循環式と非循環式により培養液を給液する2つのロックウール栽培システムを用いて、ナス品種‘千両二号’を春作と秋作で栽培した。循環式では、培養液の給液量を多くし、ロックウールベッド内の余分な培養液が排水マットによって吸い落ちるように設計した。培養液のECを1.0, 1.4および2.6dS/mとした3処理区でナスを栽培し、果実の収量と品質を調査したところ、果実収量はいずれの作期とシステムでもEC1.4dS/m区において最も高かった。循環式では非循環式より収量が20～40%増加し、果皮の貫通抵抗が低く、含水率の高い果実が生産された。

キーワード： ナス， 収量， 品質， 培養液， ロックウール

### Abstract

**Teruo WADA, Masaaki MORITANI, Hiroaki HIRAI and Kazuhiro ABE** (*Laboratory of Crop Husbandry, Graduate School of Agriculture and Biological Science, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531, Japan*): Yield and Quality of Fruits in ‘Senryo 2 Go’ Eggplant Grown by Recirculation of Nutrient Solution in Rockwool Culture. *Sci. Rep. Agric. & Biol. Sci., Osaka Pref. Univ.* **54**: 25-32.

A eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivar, ‘Senryo 2 Go,’ was grown in the rockwool culture with circulation of nutrient-solution in the spring and autumn crops and yield and quality were compared to non-circulation system. Circulation system was designed to supply sufficient amount of nutrient solution and remove surplus nutrient solution in the rockwool slab by capillary mat. When the plants were grown at EC of nutrient solution of 1.0, 1.4 and 2.6 dS/m, fruit yield was the highest at EC of 1.4 dS/m in every systems and crops. Compared to the non-circulation system, fruit yield was higher in the circulation system by 20 to 40 %. Penetrating resistance of fruits in circulation system was lower than that in non-circulation system, and their water content in circulation system was higher than that in non-circulation system.

**Key Words:** eggplant, nutrient solution, quality, rockwool, yield

### 緒 言

養液栽培のシステムの導入によって作業の省力化がはかれ、高品質の生産物が高収量で得られることから、このシステムを導入する農家の数は近年増加の一途をたどっている。平成11年度の統計（農林水産省農産園芸局野菜振興課，2000）によると日本における養液栽培面積は1,056haに達した。また、同統計において、養液栽培による作付けが急速に増加している作物としてはイチゴ（平成9年度比210.2%）が挙げられるが、ミニトマ

ト、ナス、チンゲンサイなどの栽培でも増加していることが報告されている。ナスの養液栽培に関しては、その主産地である愛知県（番ら，1989，1992，1995）および高知県（福井ら，1997；細川ら，2000；松岡ら，1997）においていくつかの研究報告がなされている。現在、ナスにおける養液栽培ではロックウール耕での生産栽培が最も多い。ロックウール耕でのナス栽培が増加する中で、この栽培技術はまだ十分に確立されていない。ナスのロックウール耕におけるおもな問題点

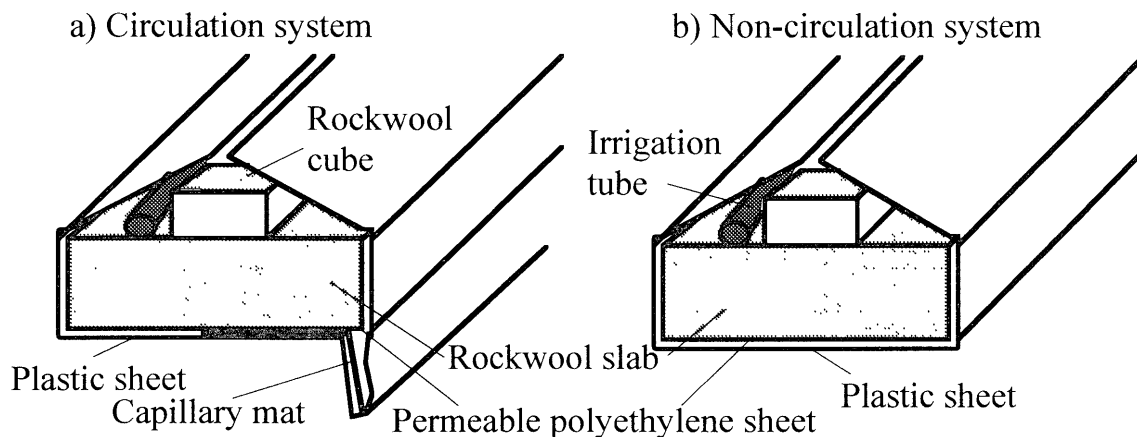


Fig1. Circulation and non-circulation systems designed for this experiment.

には、長期栽培における草勢の低下と夏季におけるつやなし果の発生が挙げられる。

ロックウール耕は、ベッドから排出される培養液を廃棄するかあるいは給液タンクへ戻して循環させるかにより、非循環式（かけ流し式）と循環式に分けられる。従来、多くの作物において、栽培方式は非循環式によるものがほとんどであったが、現在、廃液による環境汚染および肥料コストの削減からすべての作物で循環式への移行が急速に進んできている。その中でナス栽培において、循環式と非循環式の違いが果実の収量や品質に及ぼす影響について検討した報告は見られない。

そこで、本研究では循環式と非循環式により培養液を給液する2つのロックウール栽培システムを用いてナスを栽培し、果実の収量と品質を調査した。また、同時に異なる培養液濃度でナスを栽培し、周年生産を行う上での培養液管理技術について検討した。

## 材料および方法

### 1. 栽培方法

材料としてナス‘千両二号’（タキイ種苗（株））を用いた。播種は3月3日と7月3日の2回行い、それぞれ春作および秋作とした。24時間100ppmのジベレリン溶液に浸漬した種子をパーミキュライトに播種し、昼/夜温を33/23℃に設定した人工気象器内で発芽させた。発芽後にガラス温室内へ移し、以後、育苗中は園試処方<sup>1</sup>の1/2濃度培養液（EC1.4dS/m）を施与した。第2本葉が展開した時点で7.5cm角のロックウールキューブに移植した。第1花のつぼみが膨らんだ時点で7.5cm×30cm×91cm（厚さ×巾×長さ）のロックウールスラブに2.5株の割合で、1区当た

り循環式では5株、非循環式では10株ずつ定植した。主枝はV字2本仕立てとし、側枝は基本的に1芽残しの切り返し剪定を行った。温室は日中28℃となるように天窓を開閉した。また、夜間は温風暖房機により最低気温が18℃となるように加温した。

### 2. 処理区

Fig. 1に示すような2つの栽培システムを設計した。ベッドから排出された培養液が再び給液タンクに戻って循環されるか廃棄されるかにより循環式（Circulation system）および非循環式（Non-circulation system）と呼んだ。培養液はいずれのシステムでも日に3～4回給液された。非循環式では給液量に対する平均廃液率が30から50%となるように、1回の給液時間を2～4分に設定した。循環式では1回に15分間給液し、植物体の吸水量よりもかなり多量の培養液が給液された。また、循環式は、ロックウールスラブ内の余剰な培養液がロックウールスラブの底面に敷いた排水マットにより吸い落ち、給液タンクに戻る構造とした。非循環式では排水マットは設置しなかった。

培養液はすべて園試処方<sup>1</sup>を使用した。それぞれのシステムにおいて、給液する培養液のECを1.0、1.4、2.6dS/mとする3区を設けた。循環式では6株あたり250ℓ容量の給液タンクを設置し、タンク内の培養液量が半量となった時点で満量となるまで所定の濃度の培養液を補給した。ただし、夏季にはEC2.6dS/m区においてタンク内のECが上昇したために、タンク内の培養液のECが5dS/mを超えた場合には全量を更新した。

### 3. 果実の収量および品質の調査

果実は週3回収穫した。収穫時の1果重は大阪

府の市場における基準に基づき90から110gを目安とした。収穫果は市場価値の有無により可販果と非可販果に分類し、収穫果数と重量を測定した。空洞果、窓あき果、つやなし果を非可販果に分類した。

春作では6月、秋作では11月に収穫した果実から5果を選んで果実の品質を分析した。糖度は屈折糖度計で測定した。含水量は新鮮重測定後80°Cで5日間乾燥させた果実の乾物重を測定して算出した。果皮の貫通抵抗は、種子や胎座組織の影響を避けるために、果実のがく付近3カ所に直径3mmのプランジャを果実の外側から挿入して、果皮を貫通するときの最大応力をレオメータを用いて測定した。

#### 4. 培養液の無機成分分析

春作では1週間ごとに、秋作では2週間ごとに培養液タンク内およびロックウールスラブ内の培養液を採取し、ECおよびpHを測定した後、無機成分分析を行った。無機成分分析のために採取した培養液はろ紙(Advantec, 5B)でろ過し、硝酸体窒素は紫外線吸光法により、アンモニア態窒素はネスラー法により、Kは炎光光度法により、また、CaおよびMgは原子吸光分光光度法により各々測定した。

### 結 果

#### 春作

循環式では、EC2.6dS/m区のタンク内およびロックウールスラブ内のECは、夏季に次第に上昇し、ロックウールスラブ内では10dS/mに達す

る場合があった。非循環式でもEC2.6dS/m区のECはおよそ4dS/mの高い値で推移した。しかし、EC1.0および1.4dS/m区では、大きな変動は見られなかった。また、NH<sub>4</sub>-Nはいずれの濃度区でも非常に低い濃度で推移した。さらに、EC2.6dS/m区ではロックウールスラブ内にCaおよびMgが蓄積する傾向が認められた(データ省略)。

収穫は5月15日から7月17日までの期間に行った。総収量はいずれの培養液濃度でも非循環式と比較して循環式で20から30%増加した(Fig. 2)。いずれの栽培システムでも、同一システム内では、培養液濃度がEC1.4dS/m区で最も高い総収量が得られた。可販果収量は総収量とよく類似した傾向を示した。非可販果はほとんどがつやなし果であり、特に気温が高くなる7月に多く発生した。つやなし果の発生には、培養液濃度および栽培システムの違いによる差異は認められなかった。

果皮の噛み切りやすさの指標となる果皮の貫通抵抗は、いずれのシステムでもEC1.4dS/m区でもっとも低い傾向であった(Fig. 3)。また、非循環式と比較して、循環式で低くなった。含水率はおよび糖度には、システムの違いおよび培養液濃度による影響は認められなかった。

#### 秋作

EC2.6dS/m区でのロックウールスラブ内のECは設定値よりも高く推移し、非循環式と比較して循環式で高く、4~5dS/m付近で推移した。一方、EC1.0dS/m区では、循環式では設定

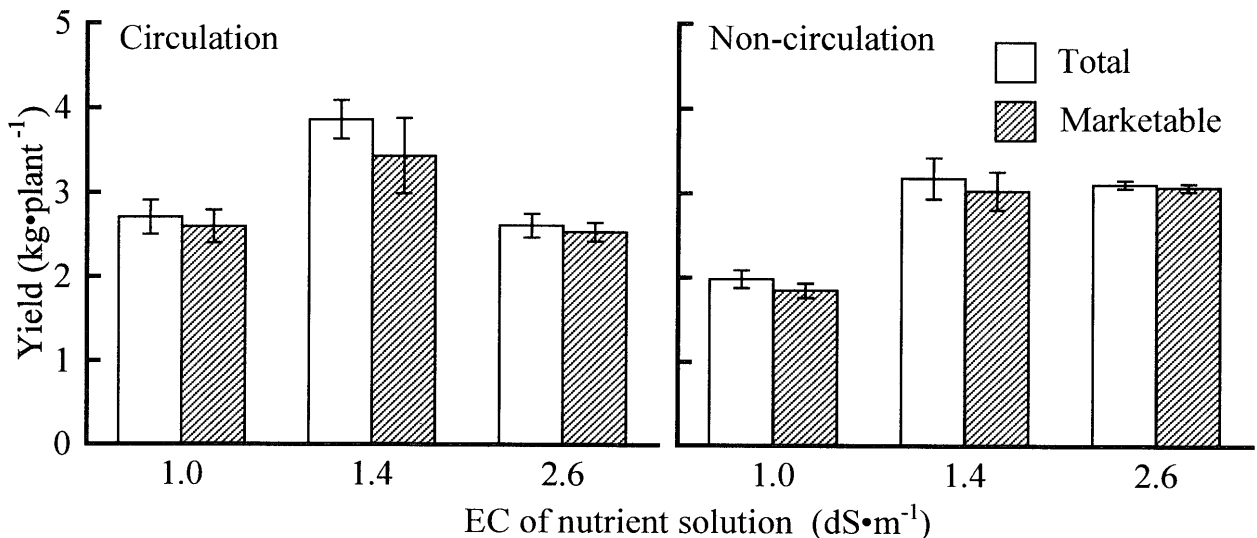


Fig 2. Fruit yield of eggplants in different concentration of nutrient solution with solution circulation in spring crop. Vertical bar, standard error (n=5 in circulation; n=10 in non-circulation).

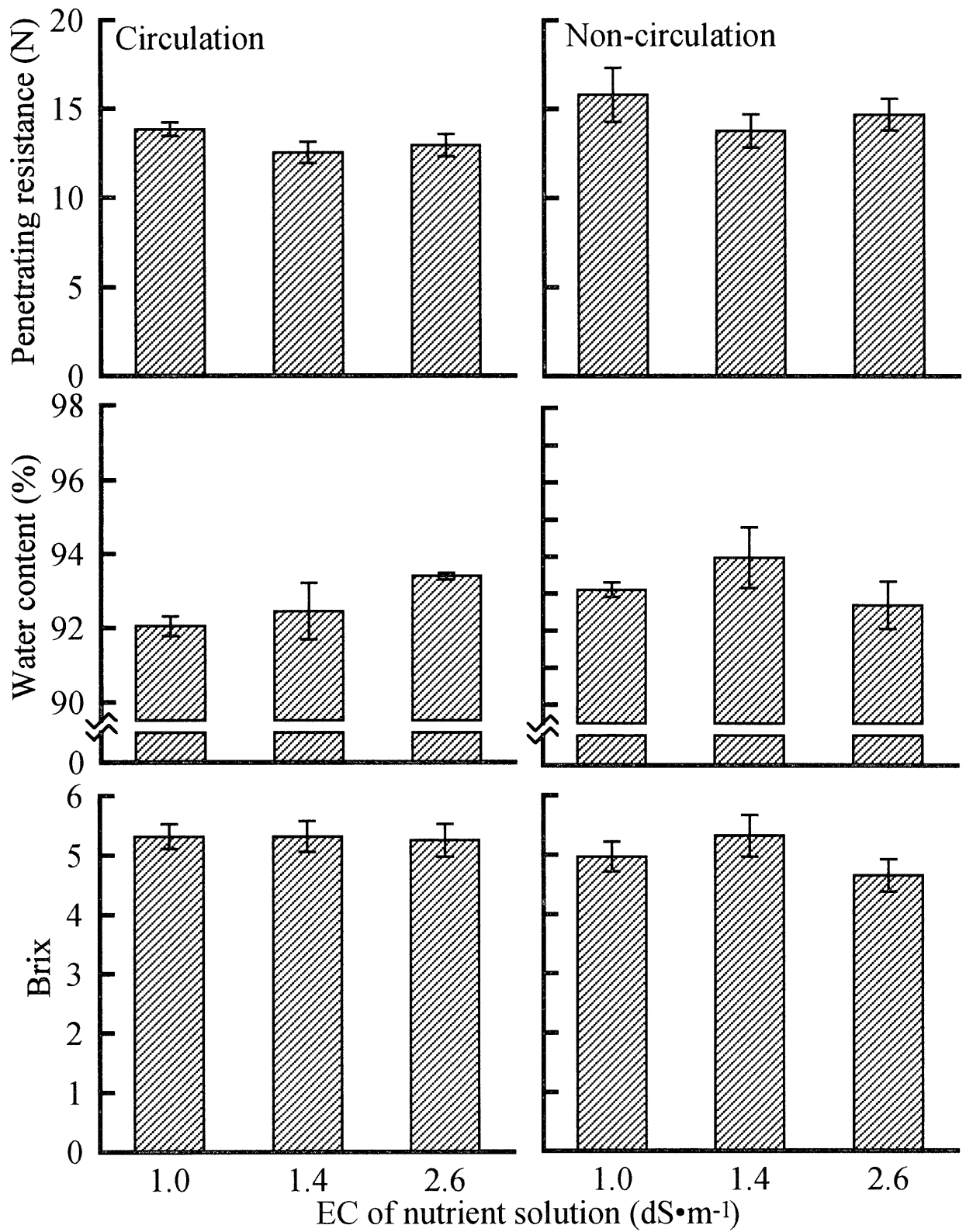


Fig 3. Penetrating resistance, water content and Brix of eggplant fruits in different concentration of nutrient solution with solution circulation in spring crop. Vertical bar, standard error (n=5).

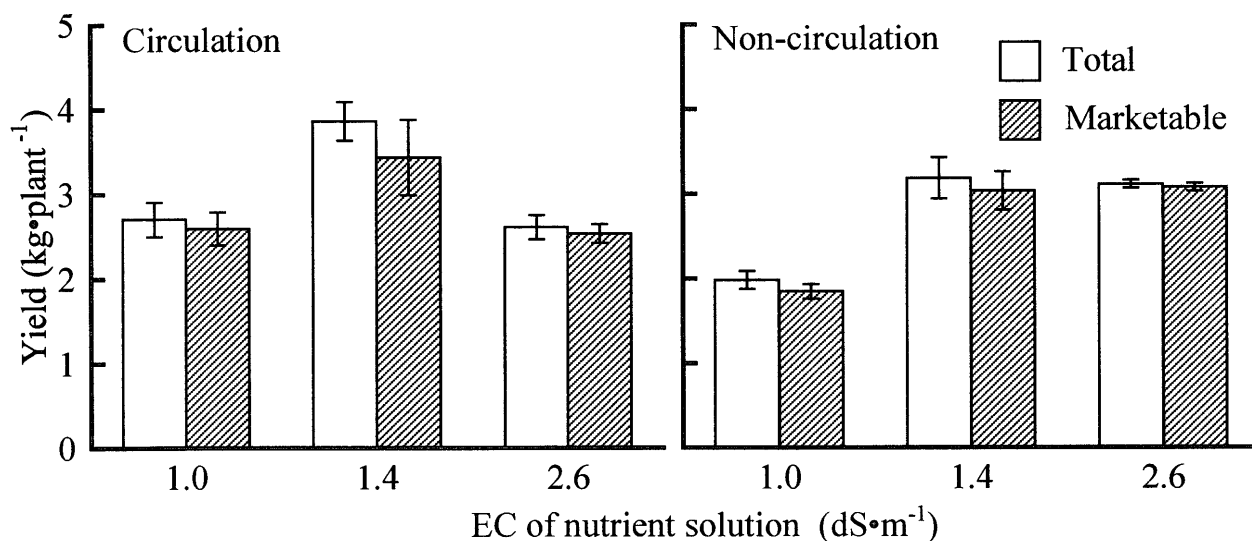


Fig 4. Fruit yield of eggplants in different concentration of nutrient solution with solution circulation in autumn crop.

Vertical bar, standard error (n=5 in circulation; n=10 in non-circulation).

値とほぼ同じ値で推移したが、非循環式では設定値よりも低下する傾向が認められた。また、春作と同様に、EC2.6 dS/m区ではCaおよびMgが給液する培養液の2倍近い高い濃度で推移した(データ省略)。

収穫は9月22日から1月31日までの期間行った。秋作では春作とやや異なる結果が得られた。非循環式では培養液濃度がEC1.0 dS/m区で収量が他の培養液濃度と比較して低く、EC1.4および2.6 dS/m区では差が認められなかった(Fig. 4)。一方、循環式では春作同様EC1.4 dS/m区で最も高い収量が得られた。循環式と非循環式を比較した場合、培養液濃度により傾向が異なり、EC1.0 dS/mおよびEC1.4 dS/m区では循環式の収量が高かったが、EC2.6 dS/m区では逆に非循環式の収量が高かった。また、循環式における収量増加はEC1.0 mS/mの低培養液濃度において最も大きく、非循環式と比較して約40%であった。非可販果は、春作と異なりいずれの処理区でもほとんど発生しなかった。

果皮の貫通抵抗はいずれのシステムでも培養液濃度が高くなるにつれて低下した。また、非循環式と比較して循環式で低下する傾向が認められた(Fig. 5)。含水率は、春作と比較して高い値となった。また、培養液濃度による影響は認められなかったが、非循環式と比較して循環式で含水率が増加した。糖度には培養液濃度およびシステムの違いによる一定の傾向は認められなかった。

## 考 察

栽培システムの違いについて

一般に循環式の収量は非循環式と比較して低いとされている(Zekki et al., 1996)。循環式で収量が低下する要因は、根に発生する病害(峯ら, 2000)、栽培中にアンバランスな無機成分含量の培養液になること、自家中毒物質の蓄積(浅尾ら, 1998, 2001)などが考えられる。しかし、本研究の結果は、ナスのロックウール栽培において循環式で収量が高まることを示した。

通常ロックウール栽培では、栽培ベッドから排出される余剰な培養液を廃棄するか、再び給液タンクに回収して再利用するかにより、非循環式と循環式に分類される。非循環式では、栽培ベッドから排出される余剰な培養液は廃棄されるため、肥料コスト削減と環境汚染防止の点から廃棄する培養液の量をできるだけ減少させることが望ましい。しかし、廃液率をゼロにした場合は、ロックウールスラブ内の含水率が低下しやすく、ロックウールスラブ内に特定の無機塩類が蓄積してECが上昇し、生育障害を生じる可能性がある。そこで、通常、非循環式における廃液率は15~20%が適当であるとされ(スミス, 1989)、これにより1日の給液量は決定される。また、非循環式において、ベッド内の培養液を強制的に排出するような仕組みを組み込むことは、ロックウールスラブを乾燥させやすくするために望ましくない。ロックウールは、一時的にでも含水量が過度に低下すると、点滴給液しても含水量は回復しない特性があり(田中, 1990)、特に、ナスはロックウールス

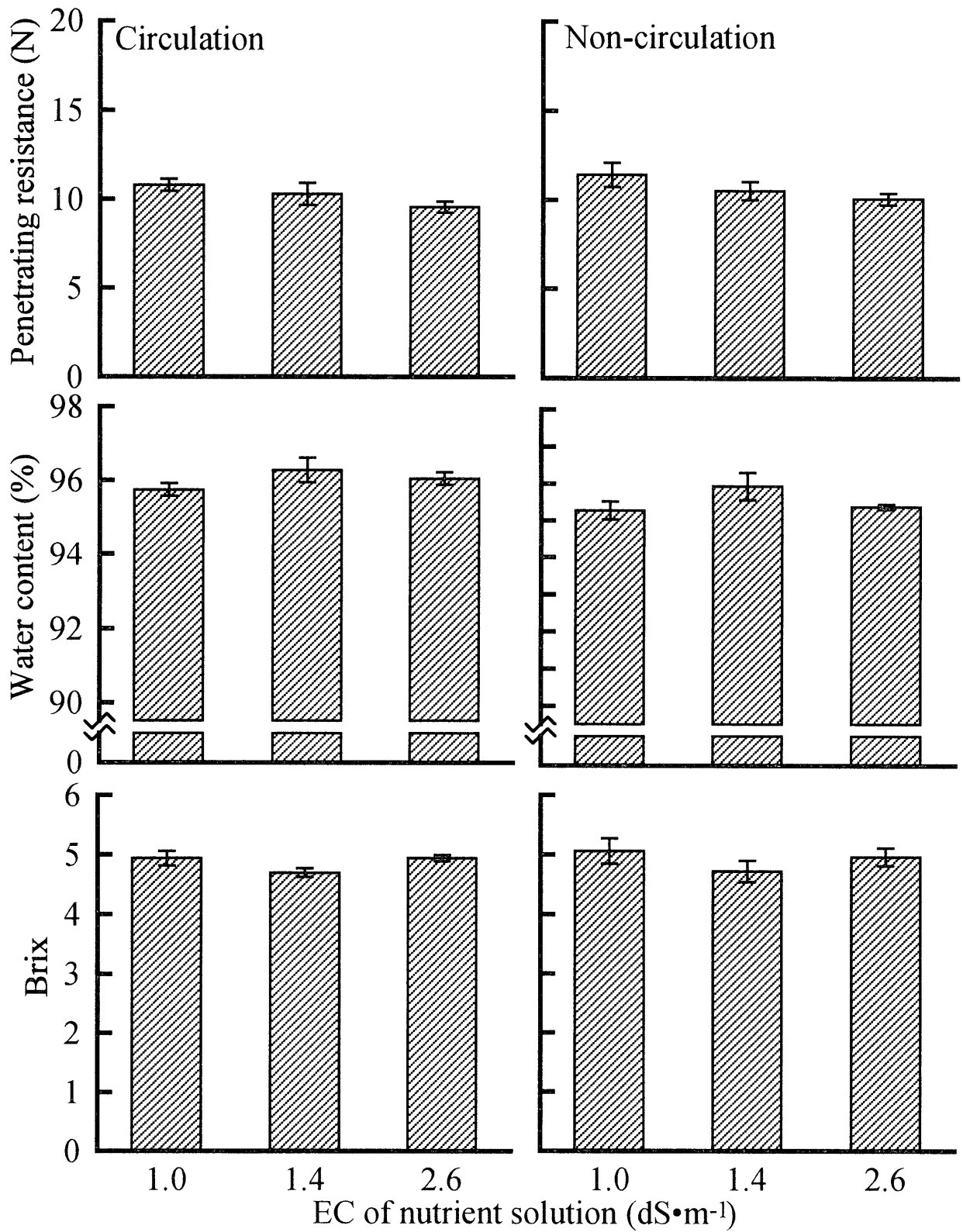


Fig 5. Penetrating resistance, water content and Brix of eggplant fruits in different concentration of nutrient solution with solution circulation in autumn crop. Vertical bar, standard error (n=5).

ラブの乾燥に注意する必要があることが指摘されている(田中, 1996)。一方, 循環式では, 栽培ベッドから排出される余剰な培養液は再利用されることから, 多量の培養液を給液しても, 肥料コストの増大や環境汚染には関連しない。そのために, 非循環式と比較して, 多量の培養液を給液することが可能となる。また, 根部の加湿を防ぐための排水マットを設置しても, 培養液の給液量を調節することによりロックウールスラブの乾燥を防ぐことが可能である。

これらの点から, 本実験における循環式システムでは, (1)給液する培養液の量を増加させる。(2)ベッド内の余分な培養液が吸い出されるような排水マットを設置する。という非循環式とは2点のことなる仕組みを設定した。このことから, 非循環式と比較して循環式では以下の点が異なることが推測される。(1)ベッド内の培養液の流れが増大する。それにより, (2)培養液の流れとともに溶存酸素が取り込まれ, ベッド内培養液中の溶存酸素濃度を高める。(3)培養液の流れが根の表面境界層形成を抑制し, (4)無機成分, 溶存酸素の根への接触を高める。また, 余分な培養液が吸い出されることから, (5)ベッド内の気層率が増加し, 根の酸素不足を改善する。これらの点については今後の実験において証明する必要がある。

本実験の結果において, 循環式での春作ではいずれの培養液濃度でも, また, 秋作ではEC2.6dS/m区を除いて, 総収量, 正常果収量とも非循環式と比較して循環式で高かった(Figs. 2, 4)。特に, 低濃度培養液での効果が大きく, 秋作のEC1.0dS/m区では, 非循環式と比較して循環式では約40%増加した。また, 貫通抵抗が低く果皮の噛み切りやすい果実が得られた(Figs. 3, 5)。これらのことは上記のような要因が関与しているものと考えられるが, 本実験結果からは, 収量増加の主要因を特定することはできない。しかし, ナスのロックウール栽培では, 培養液の給液方法は循環式とし, 植物体の吸水量に対してかなり多量の培養液を給液する方法がよいと考えられる。ただし, 青枯れ病などの病害の蔓延が心配されるため, 循環経路に殺菌装置の設置が必要となるであろう。

#### 培養液濃度について

春作, 夏作ともEC1.4dS/m区で収量は最も高くなった。EC2.6dS/m区では, 夏季にはベッド内ECが上昇して, 循環式では培養液の全量更新が必要となった。また, 冬季には葉に葉脈間クロシスが発生した。このことから, 園試処方

EC2.6dS/mは濃度が高すぎるということが明らかであった。一方, 果実品質の一つである, 貫通抵抗は培養液濃度が高いほど低下し, 品質が高まることが示された。したがって, 培養液濃度はEC1.4dS/m付近を基本とし, やや高めに設定の方がよいと考えられる。ただし, 夏季はロックウールベッド内のECが上昇する傾向にあるため, ロックウールベッド内のECを測定しながら, やや低めに設定する必要があると考えられる。

本実験では園試処方培養液を用いたが, ナス栽培では山崎ナス処方(山崎, 1982)もよく用いられる(田中, 1996)。EC1.4dS/m区の多量要素組成は,  $\text{NO}_3\text{-N}$ :8, P:2, K:4, Ca:4, Mg:2 (me/l)であり, 山崎ナス処方では,  $\text{NO}_3\text{-N}$ :10, P:3, K:7, Ca:3, Mg:2 (me/l)である。また, 原水のECが0.2dS/mとすると, 山崎処方のECは約1.7dS/mとなる。両方を比較すると, 山崎処方では, 特にK濃度が高く, また,  $\text{NO}_3\text{-N}$ とP濃度も高めであり, 全体としてECが高くなっており, Ca濃度が低く設定されている。本実験における収量・品質の結果からは, ECは1.4dS/mが適当であり, 冬季を高く, 夏季を低くするのがよいと考えられる。また, 本実験の結果からCaおよびMgがベッド内に蓄積しやすいことが明らかとなった。したがって, CaおよびMgを低めに設定した培養液がよいと考えられることから, 園試処方よりも山崎ナス処方の利用が適するものと考えられる。番ら(1989)はナスの養液栽培において, 培養液としてNとMgを高めたものがよいとしているが, これは, 台木にトルバム・ビガーを使用した際に, 葉にマグネシウム欠乏が発生するためであり, 前述のようにロックウール培養液にはMgが蓄積しやすいことがわかっているので, 台木を使用しない場合にはMg濃度を増加する必要がないと考えられる。福井ら(1997)はナスの促成栽培において, 山崎ナス処方を使用し, 冬季の栽培では1.0単位(EC約1.7dS/mと考えられる)が適当であるとしている。本実験の結果はこの報告を支持するものであった。また, 福井ら(1997)は1.0単位と1.2単位(EC約2.0dS/m)では収量に差がないことを示している。これは本実験において, 非循環式でEC1.4と2.6dS/m区で収量に差がなかったことと一致する。しかし, 本実験で得られた結果から, 循環式システムを用いて多量の培養液を給液することにより, さらに高収量が得られるものと考えられる。



## 謝 辞

本研究の実施に当たり助力いただいた、本学農学部附属農場技師、松村義春氏ならびに林 清美氏に感謝いたします。

## 引用文献

- 浅尾俊樹・梅山元正・太田勝巳・細木高志・伊藤憲弘・植田尚文 1998. 水耕キュウリの培養液非交換による収量減少と活性炭添加による回復. 園学雑, **67**, 99-105.
- 浅尾俊樹・谷口久美子・富田浩平・細木高志 2001. 葉菜類の養液栽培における自家中毒の発生とその種間差異. 園学雑, **70**, 519-521.
- 番 喜宏・鈴木智博・青柳光昭 1989. 水耕によるナスの長期栽培. 愛知農総試研報, **21**, 181-187.
- 番 喜宏・林 悟朗・青柳光昭・柳原 等 1992. ロックウールプラントによるナスの長期栽培(第1報)根域温度制御が生育・収量に及ぼす影響. 愛知農総試研報, **24**, 123-129.
- 番 喜宏・大川浩司・林 悟朗 1995. ロックウールプラントによるナスの長期栽培(第2報)1本仕立てによる20か月連続栽培. 愛知農総試研報, **27**, 199-203.
- 福井康弘・前田幸二・松岡達憲・浜渦敬三・大久保淳一 1997. 高知式湛液型ロックウールシステムを用いた果菜類の促成栽培(第1報)促成ナスにおける培養液濃度および生育・収量特性. 高知農技セ報, **6**, 21-30.
- 細川卓也・浜渦敬三・前田幸二 2000. 高知式湛液型ロックウールシステムによる果菜類の栽培(第1報)キュウリの抑制栽培およびナスの半促成栽培における生育・収量特性. 高知農技セ報, **9**, 37-46.
- 松岡達憲・大久保淳一・浜渦敬三・福井康弘・前田幸二 1997. 高知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.
- 峯 洋子・稲永 忍・崎山亮三・坂 齋 2000. 緩速砂ろ過がNFTシステムにおける循環培養液の無機要素と菌濃度に及ぼす影響. 園学雑, **69**, 323-331.
- 農林水産省農産園芸局野菜振興課 2000. 園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況.
- スミス 1989. 野菜花きのロックウール栽培(池田英男・篠原 温共訳), p47-76. 誠文堂新光社. 東京.
- 田中和夫 1990. 養液栽培用ロックウール培地の利用. 生物環境調節, **28**, 165-170.
- 田中和夫 1996. ロックウール耕. 日本施設園芸協会編. 最新養液栽培の手引き, 14-50. 施設園芸協会. 東京.
- 山崎肯哉 1982. 養液栽培全編, pp.41. 博友社. 東京.
- Zekki, H., Gauthier, L. and Gosselin, A. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **121**, 1082-1088.

(2002年2月14日受領; 2002年3月18日受理)