

果菜類の少量土壌培地耕に関する研究 (第6報)

イチゴの培養液管理が生育、収量および養水分吸収に及ぼす影響

中村嘉孝・大谷博実・谿英則*

A Study on the Cultivation of Fruit Vegetables in Isolated Minimum Soil Bed (Report 6) Effects of Culture Broth Concentration on the Growth, Yield and Water/Nutrition Absorption Property of Strawberries

Yoshitaka NAKAMURA, Hiromi OHTANI, Hidenori TANI

キーワード: イチゴ, 少量土壌培地耕, 培養液濃度, みかけの吸収濃度

イチゴの少量土壌培地耕における培養液管理技術を確立するために, 培養液濃度が生育, 収量, 養水分吸収に及ぼす影響を検討した。

- 1) 少量土壌培地耕の促成イチゴ栽培では, 培養液の濃度管理はロックウール耕等の養液栽培と異なり, 開花期頃までを一般的な濃度管理より高くすることで開花が早まり, 冬期の草勢が安定した。
- 2) 山崎処方¹⁾のイチゴ用を用いる場合, 花芽分化後から頂花房の開花期まで3/2単位 (EC値1.4dS/m), 12月以降1単位 (EC値1.0dS/m), 1月以降1/2単位 (EC値0.55dS/m) で管理することで, 吸収能に応じた培養液管理が行えたと考えられた。
- 3) 少量土壌培地耕のイチゴ栽培におけるNO₃-N, P, Kのみかけの吸収濃度を算出した。

1 緒 言

イチゴの促成栽培では, 栽培期間が長期にわたり, 中腰姿勢で作業を行うため, 作業姿勢の改善が求められている。そのため, NFTやロックウール等の養液栽培による高設栽培が研究開発され, 普及している。しかし, 置換, 緩衝的な供給能のない水耕栽培では, 培養液はその作物の要求する吸収能に見合う組成, 濃度でなければ, 栽培中に培養液の成分の不均衡からpHや濃度の変化が生じ, 長期の栽培に支障が見られる¹⁾。そのため, 現在普及している培養液循環型の養液栽培では, 培養液組成の不均衡を培養液の交換という方法で回避することが多い。一方, 本県では, 培地に土壌を用いた「少量土壌培地耕」を開発しており, すでにトマト, キュウリにおいて栽培期間中に培養液を交換しなくても循環施用による栽培が可能であることを報告している^{1) 2)}。また, イチゴ栽培では単剤タイプの液肥を循環施用しても, 生育, 収量に問題がないこ

とを認めている³⁾。

そこで, 少量土壌培地耕のイチゴ栽培における培養液管理技術を確立するため, 培養液濃度が生育, 収量, 養水分吸収に及ぼす影響を検討した。

2. 材料および方法

2. 1 栽培装置の構造

栽培枠は厚さ15mmの抜き板を用い, 底面20cm, 深さ10cmになるように組み立てた。栽培槽には保温性を高めるため, 厚さ10mmの発泡スチロール板を底面と側面に入れた。また, その内側にPOフィルムを敷き, 排水性を良くするため下層1.5cmにもみがらを, その上に水田土壌 (土性: 砂壤土) を7.5cm充填した。さらに, 直管パイプで組み立てたベンチに, 栽培槽を高さ1.0mになるよう設置した。給液はタイマーに連動した小型ポンプを用い, 栽培槽の中央部に設置したかん水チューブ (エバフローA型, 孔は下向き) により, 生育に応じて1日1~3回行った。なお, 底面中

* 現 農産流通課

中央部には、直径15mmの排水用の穴を30cm間隔で開け、排水は全てタンクに回収し再利用する循環方式とした。

2. 2 耕種概要

試験は単棟鉄骨ガラスハウス（間口5m、奥行き15m）内で検討した。品種は「女峰」を供試し、苗は1997年8月2日にセル成型トレイ（笠原工業製発泡スチロールトレイ45穴、穴径5cm×深さ8cm、容量135ml）にセル成型苗専用培土（笠原工業製、キャプテンイチゴ）を充填したものに仮植し9月3日に本ばへ定植した。定植は条間15cm、株間19cmの2条千鳥植え（877株/a）とした。栽培管理とハウス内の温度管理は慣行栽培に準じて行った。

2. 3 培養液管理

培養液は、山崎処方のイチゴ用（1.0単位N：7.5me/l、P：2.25me/l、K：4.5me/l）を用いた。給液量は各区とも一定とし、3割程度排水がでるように調節した。培養液濃度は、定植から活着までは水のみ給液し、花芽分化後（9月26日）から、①低濃度区（山崎処方1/2単位：EC0.55dS/m）、②中濃度区（山崎処方1単位：EC1.0dS/m）、③高濃度区（山崎処方3/2単位：EC1.4dS/m）を設けて栽培終了まで管理した。

2. 4 生育調査・収量調査

試験規模は、1区17株の1区制とし、そのうちの10株で生育調査を行い、収量調査は全株で行った。生育調査は、草丈、葉柄長、葉長、葉幅を測定した。また、葉長と葉幅からみかけの葉面積を算出した。収量調査は、12月上旬～5月中旬までとし、果実の形状が優れ販売可能であるものを上物、小果（7g以下）や乱形果、病果等の販売不可能なものを下物として区分した。

2. 5 みかけの吸収濃度⁵⁾

給液タンクの培養液残量が1/3程度に減少した時点または、培養液作成後7～10日で培養液を全量交換し、調合時と循環後の培養液の肥料成分量を測定した。みかけの吸収濃度（ n/w ）は、給液タンクの容量を a （l）、吸水量（減液量）を w （l）とし、調合時の培養液濃度 Y （me/l）、循環後の残液の培養液濃度を Y_1 （me/l）として下記の式により算出した。

$Y > Y_1$ の時 $n/w = a/w (Y - Y_1) + Y_1$

$Y < Y_1$ の時 $n/w = Y_1 - a/w (Y_1 - Y)$

培養液の $\text{NO}_3\text{-N}$ 、P濃度の測定には小型反射式光度計（メルコケント社製）で、K濃度は平板電極式携帯用イオンメータ（堀場製作所製）で測定した。

3. 結 果

3. 1 生育、収量

葉柄長は、低濃度区ではほとんど変化がみられず、7cm前後で推移したが、中濃度区および高濃度区では、10月中旬から11月下旬にかけて伸長が著しかった。その後、高濃度区の葉柄長は、極端な低下はなく14cm前後で推移したが、中濃度区は、約13cmをピークに次第に短くなった（図1）。みかけの葉面積は各区とも9月下旬から11月下旬にかけて増加し、培養液濃度が高いほど増大する傾向が認められた（図2）。なお、高濃度区では12月以降にチップバーンが多く発生した。

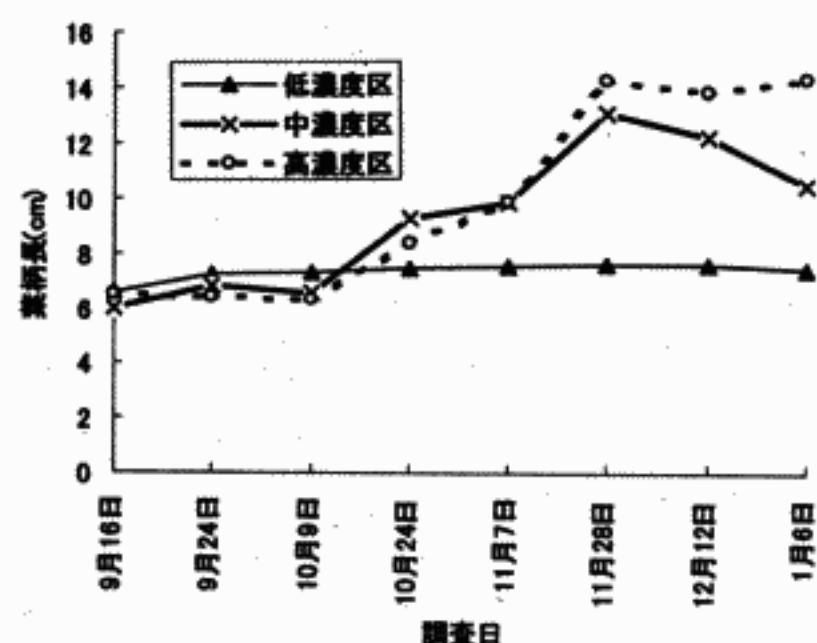


図1 培養液濃度の違いによる葉柄長の経時的変化

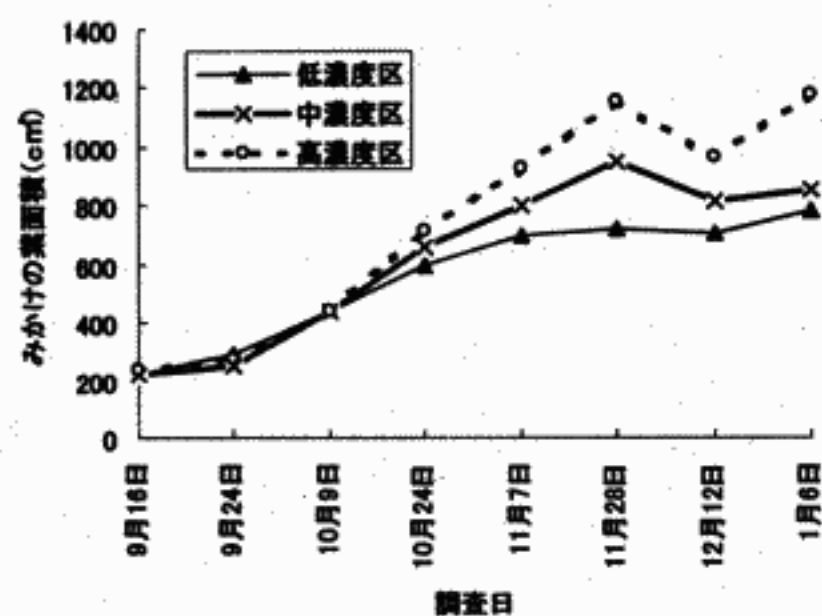


図2 培養液濃度の違いによるみかけの葉面積の経時的変化

注) みかけの葉面積 = (葉長)cm × (葉幅)cm / 株

頂花房の開花は、培養液濃度が高いほど早くなり、揃いもよくなった(図3)。また、1次腋花房の開花についても濃度が高いほど早く、12月22日の調査では低濃度区が6%、中濃度区が53%、高濃度区が71%であった。

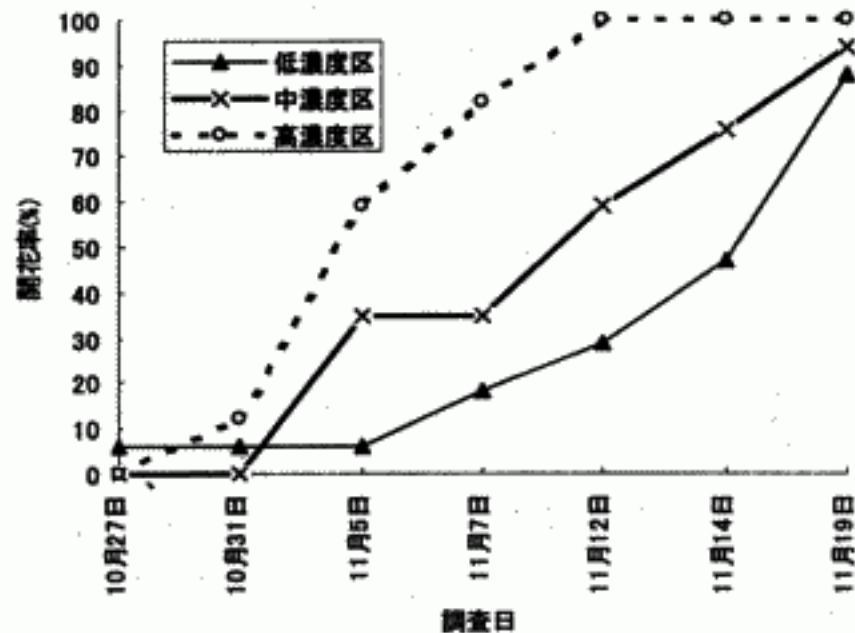


図3 頂花房開花の推移

総収量は高濃度区で最も高く、低濃度区、中濃度区で劣ったが、低濃度区と中濃度区の差は認められなかった。上物収量についても高濃度区で高く、ついで低濃度区、中濃度区の順であった。月別では、2月までの総収量、上物収量とも、開花の早い高濃度区で高くなった。なお、中濃度区の上物収量が低下した要因は、乱形果が多発したためであった。3月以降の上物収量は高濃度区でわずかに多くなったが、培養液濃度の違いによる大きな差は認められなかった(図4、5)。

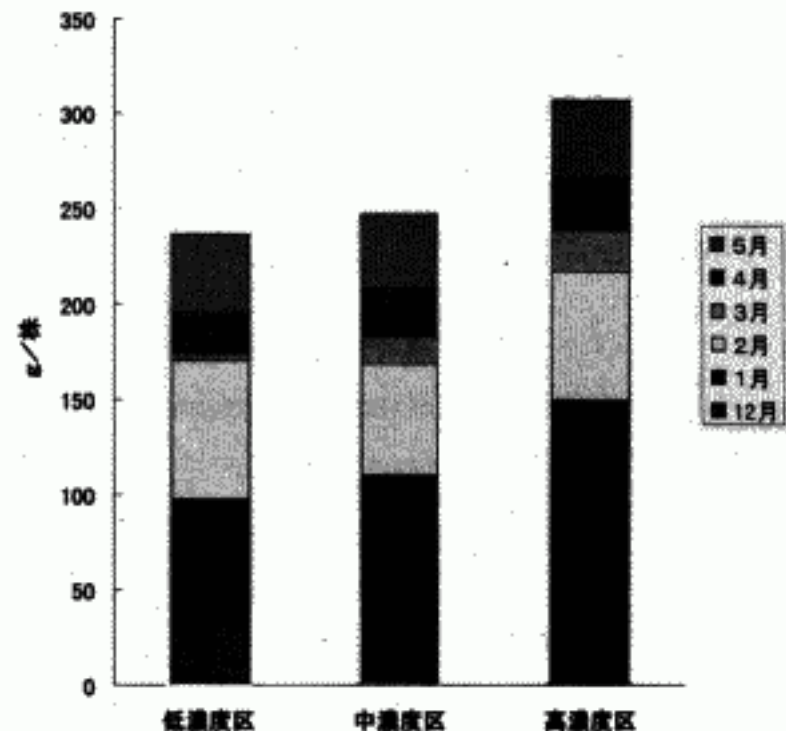


図4 月別総収量

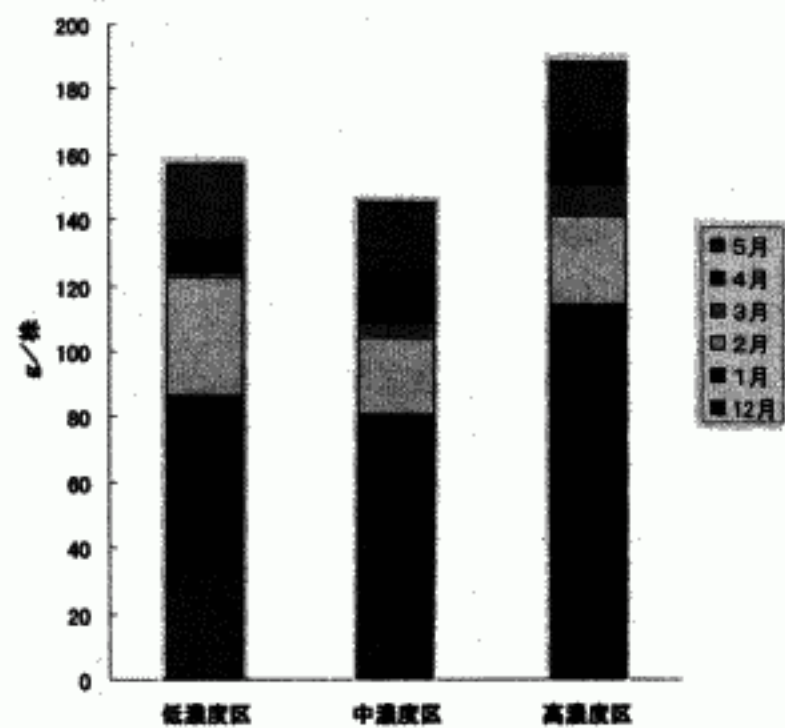


図5 月別上物収量

3. 2 吸液量および培養液のEC、pHの変化

1株・1日当たりの吸液量は、培養液濃度が高くなるほど少なくなる傾向が認められた。また、吸液量は

天候により左右されたが、低濃度区で40~90ml/株・日、高濃度区では35~70ml/株・日で推移した(図6)。

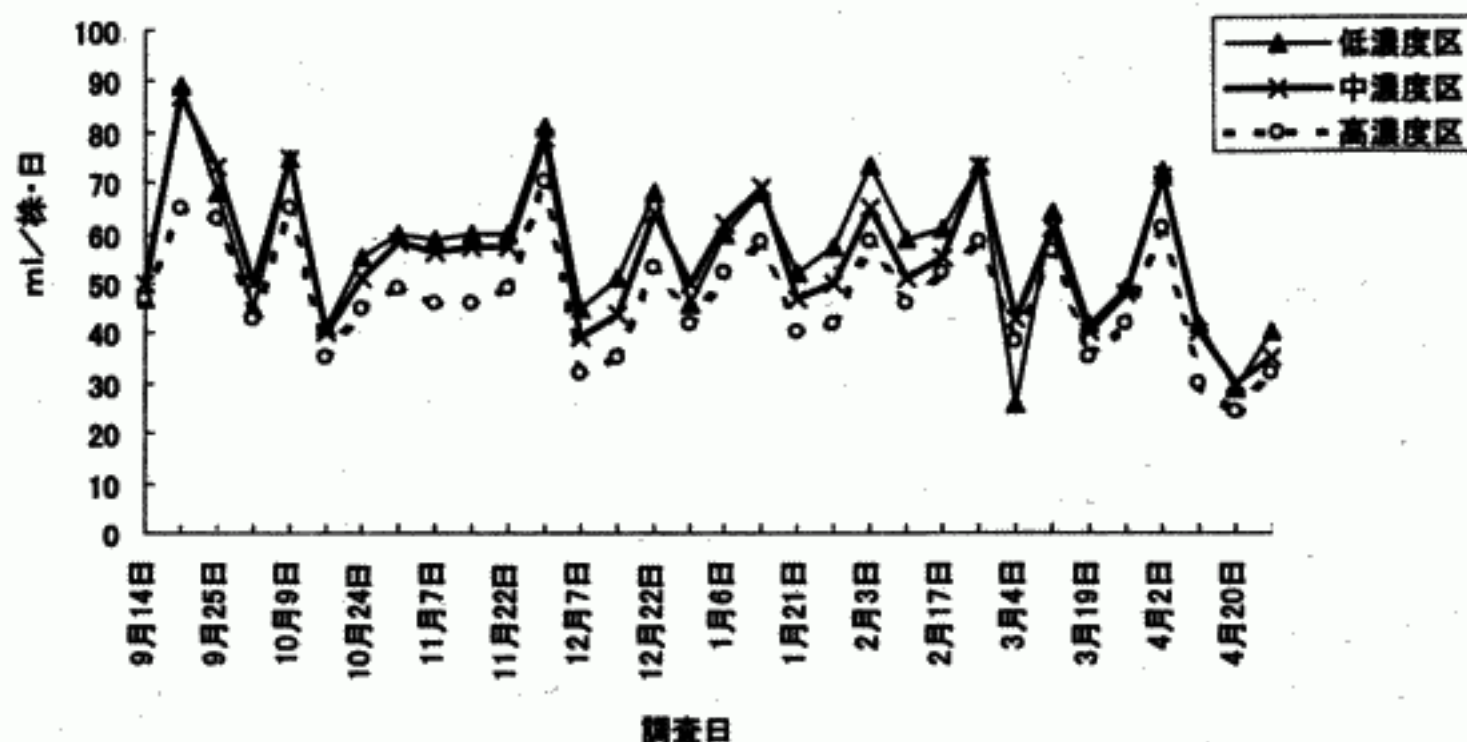


図6 吸液量

培養液の調合時と循環後のECは、低濃度区では栽培期間を通して調合時に比べ循環後の方が低く推移した。また、その差は1月上旬までと3月以降に大きく、1月中旬から2月の厳寒期には小さくなった。中濃度区では12月中旬までは、調合時に比べ循環後の方が低

く推移したが、その後は循環後の方が高くなった。高濃度区では、11月下旬までは調合時と循環後に大きな差はないが、12月以降は循環後の方が高なり、その差も大きかった(図7)。

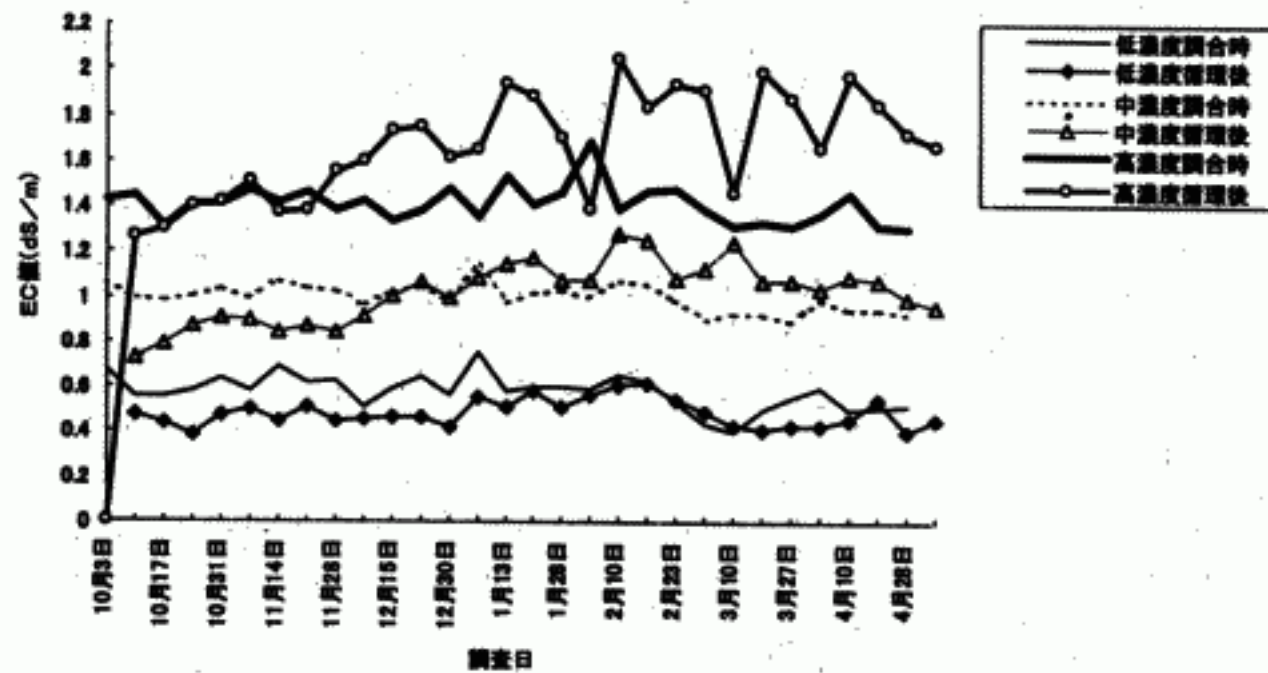


図7 EC値の推移

pHは、各濃度とも調合時に比べ、循環後に高くなる傾向が認められたが、濃度が低いほど循環後の変動は大きかった(図8, 9, 10)。

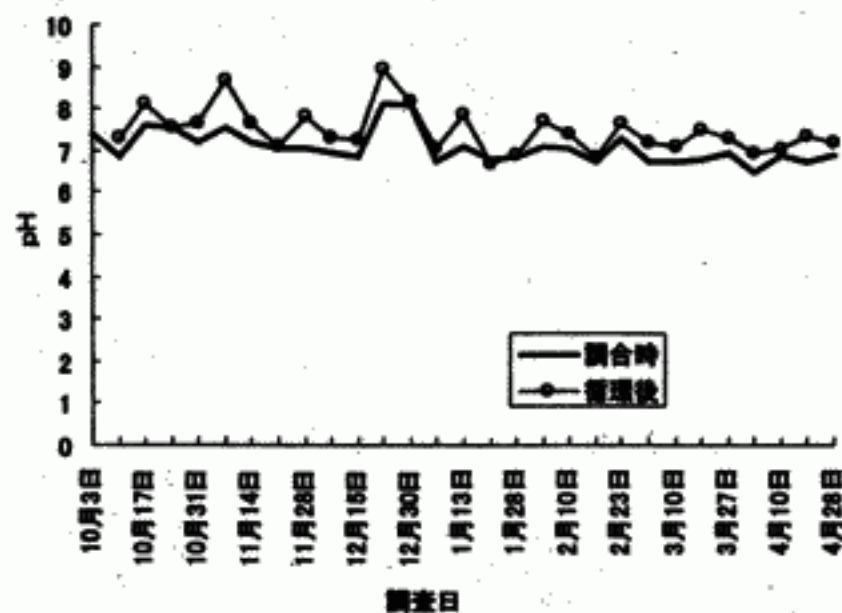


図8 低濃度区のpHの変化

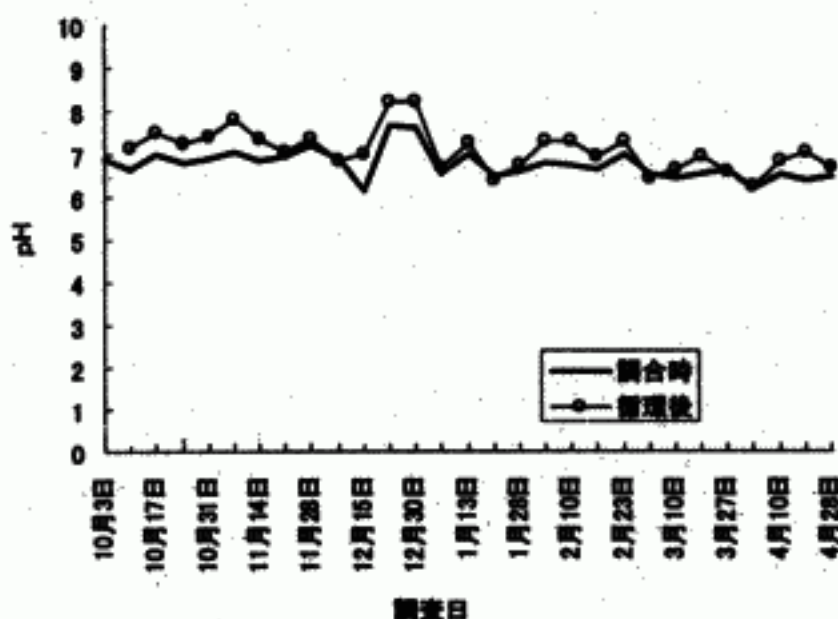


図9 中濃度区のpHの変化

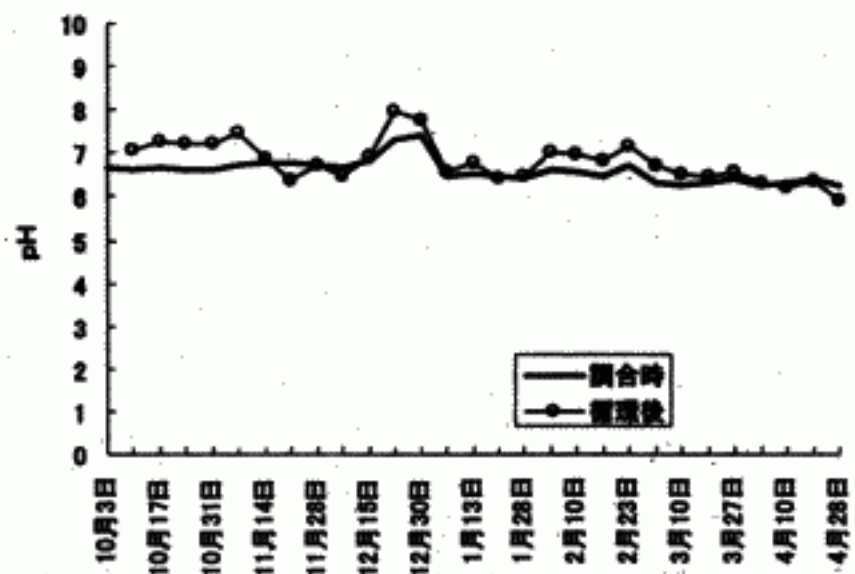


図10 高濃度区のpHの変化

3. 3 吸肥量

吸肥量は、いずれの成分も給液濃度が高いほど多い傾向が認められた。NO₃-Nの株当りの総吸収量は、低濃度区が0.96g(日平均吸収量: 4.47mg/株)、中濃度区が1.65g(日平均吸収量: 7.67mg/株)、高濃度区が1.99g(日平均吸収量: 9.25mg/株)であった(図11)。Pの株当りの総吸収量は、低濃度区が0.17g(日平均吸収量: 0.8mg/株)、中濃度区が0.29g(日平均吸収量: 1.3mg/株)、高濃度区が0.52g(日平均吸収量: 2.4mg/株)であった(図12)。Kの株当りの総吸収量は、低濃度区が1.41g(日平均吸収量: 6.6mg/株)、中濃度区が2.35g(日平均吸収量: 10.9mg/株)、高濃度区が3.03g(日平均吸収量: 14.1mg/株)であった(図13)。

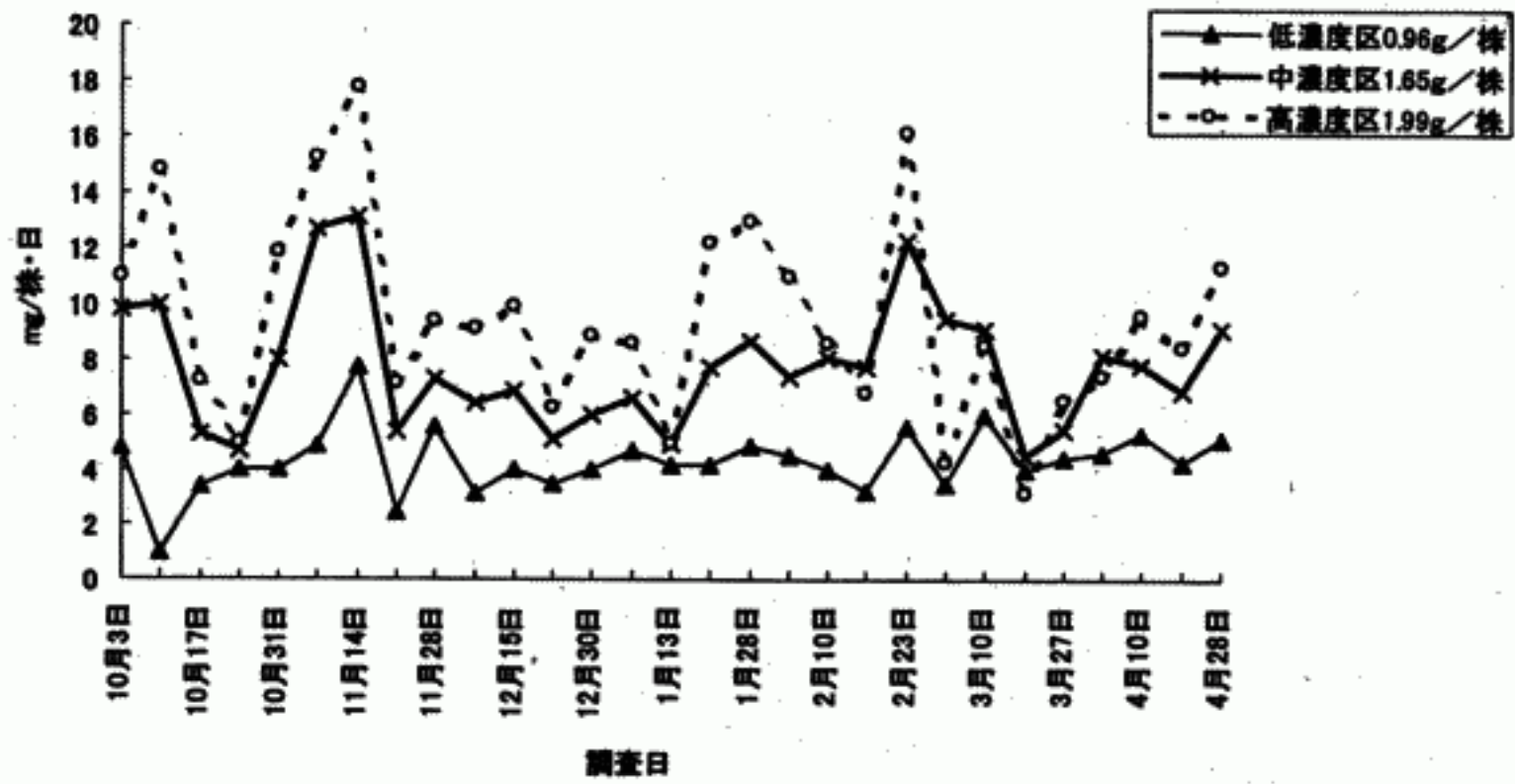


図11 $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸収量

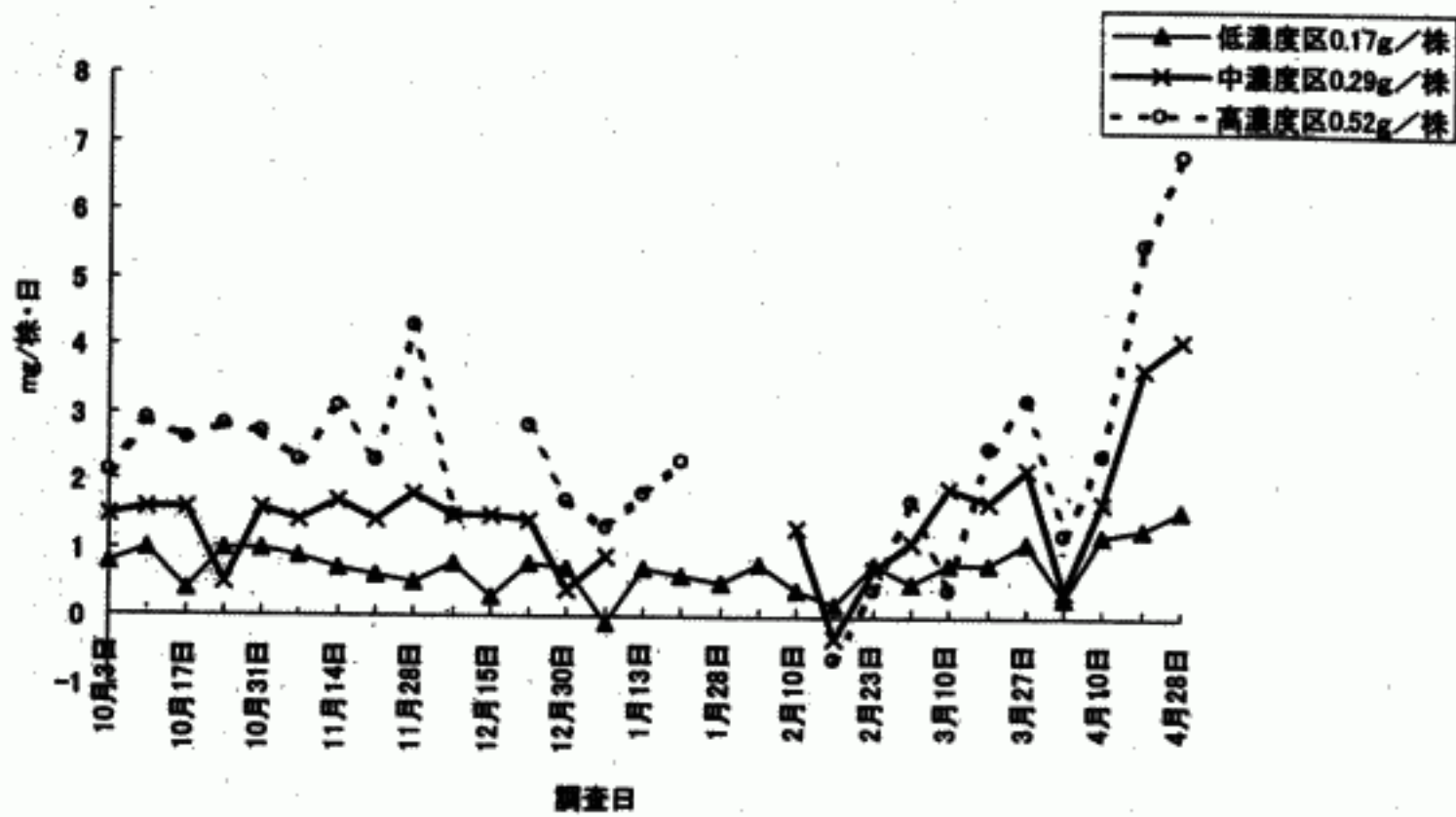


図12 Pの吸収量

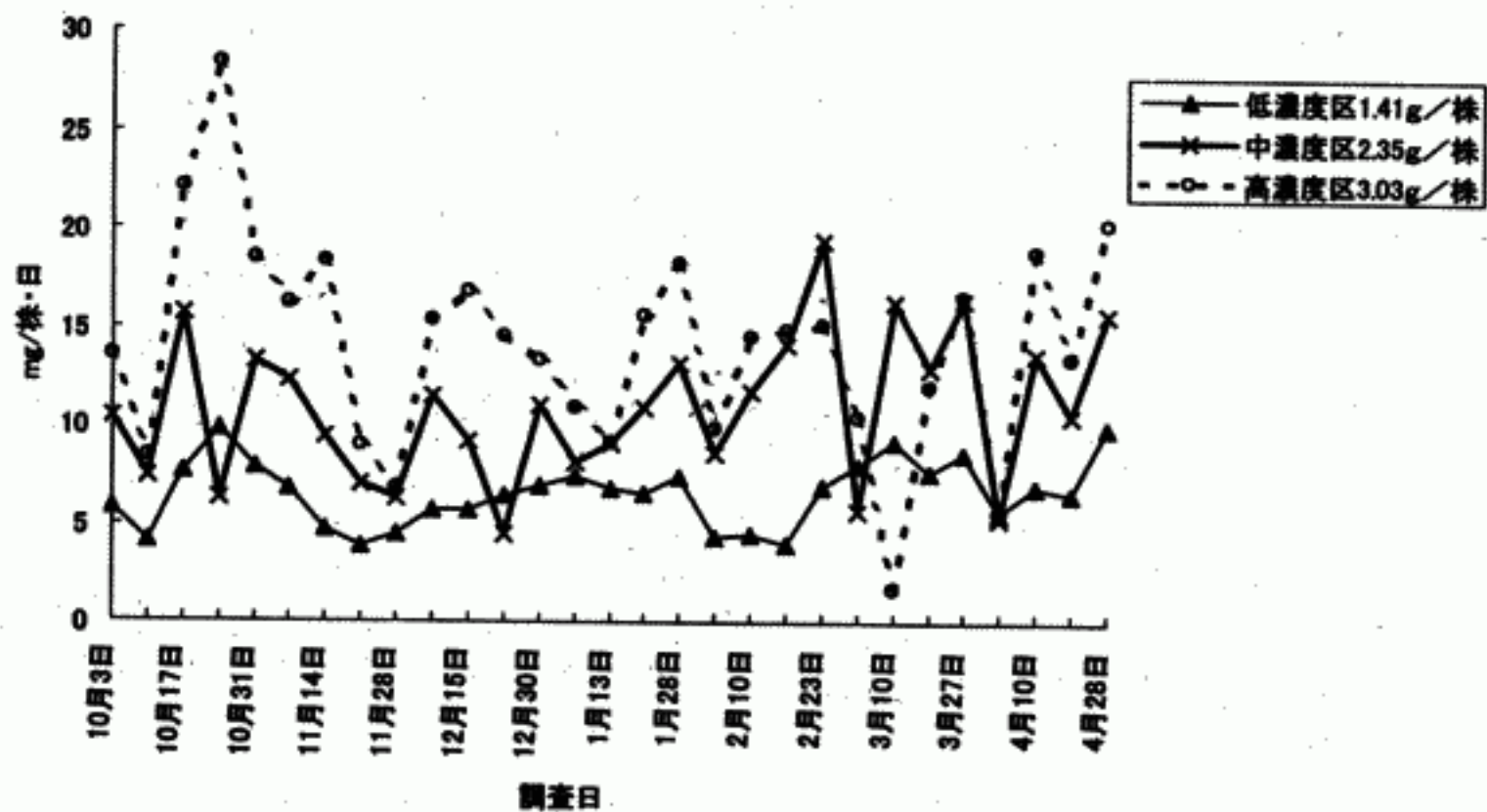


図13 Kの吸収量

3. 4 みかけの吸収濃度 (n/w)

NO₃-N, Kの吸収濃度は、高濃度区の後期を除き、培養液濃度が高いほど高くなった。また、NO₃-Nの吸収濃度は各濃度とも前期が最も高く、その後低下する傾向であった。一方、Kの吸収濃度は低濃度区、中濃度区が栽培期間中ほぼ一定の吸収濃度であるが、高濃度区は前期が最も高く、その後低下した。Pは培養液濃度が高いほど、吸収濃度が高く、各濃度とも中

期に低下した。また、培養液の施用開始後2週間の低濃度区のみかけの吸収濃度は中濃度や高濃度区と比較し各成分とも、極端に低かった。

中濃度区を山崎処方イチゴ用1単位の各成分と比較すると、NO₃-Nは前期が同程度で、中期、後期が低く、Pは前期、中期が低く、後期が同程度、Kはいずれの期間も低かった(表1)。

表1 培養液濃度を異にした山崎処方¹⁾のみかけの吸収濃度 (me/l)

	NO ₃ -N					P ³⁾					K				
	前期		中期	後期	平均	前期		中期	後期	平均	前期		中期	後期	平均
低濃度	4.0	(2.4)	4.0	3.6	3.9	3.9	(1.1)	0.7	1.0	0.9	2.0	(1.6)	2.1	2.2	2.1
中濃度	7.6	(9.3)	6.2	5.9	6.6	1.8	(2.0)	1.1	2.2	1.7	3.1	(3.0)	3.3	3.3	3.2
高濃度	8.6	(10.9)	7.0	5.1	6.9	3.1	(2.9)	1.6	2.9	2.5	4.2	(3.3)	3.7	3.2	3.7

注: 1) 山崎処方イチゴ用1単位はN: 7.5me/l, P: 2.25me/l, K: 4.5me/l

2) 前期: 9月25日~11月28日の平均, 中期: 12月7日~2月23日の平均, 後期: 3月4日~4月28日の平均。

() 内は培養液の施用開始後2週間の値。

3) 中濃度区は1月13日~2月3日, 高濃度区は12月15日, 1月28日~2月10日のデータ欠測。

4. 考 察

近年メーカー、公立試験研究機関により、イチゴの高設栽培が開発され、現地への普及が図られている。開発された高設栽培の様式は28方式あり、以前からのNFT、ロックウールなどに加え有機培地のシステムが18方式を占めている。また、全方式の普及面積の合計、約220haの内108haが有機培地のシステムとなっている⁶⁾。有機培地のシステムの特徴を見ると、緩効性肥料、被覆肥料を施用し、土耕栽培と同じ感覚で栽培できる様に開発されているものも多い。少量土壌培地耕は、有機培地ではあるが、養液栽培と同様の肥培管理を行い、トマト、キュウリでは、環境に配慮した培養液の完全循環栽培が可能である。これは緩衝能に優れた土壌を培地に用いることで、培養液の循環利用を可能にしていると考えられる。そこで、イチゴの少量土壌培地耕における好適な培養液管理技術について検討した。

宇田川ら⁷⁾によるとNFT水耕では、EC制御で毎月培養液を交換した場合、全期間の株あたり日平均吸収量はNO₃-Nで9.01mg, Pは2.28mg, Kは13.3mgと報告している。これは、本試験の山崎処方による高濃度区的全期間の日平均吸収量とほぼ一致する。しか

し、果菜類の養液栽培では生育ステージにより培養液濃度を変えるのが一般的である。そこで、生育時期別に最も適する培養液濃度を検討するために、みかけの吸収濃度 (n/w) を測定した。

培養液の給液開始後に最も生育の旺盛であった高濃度区のみかけの吸収濃度を山崎が報告したイチゴのみかけの吸収濃度(山崎処方イチゴ用1単位, NO₃-N: 7.5me/l, P: 2.25me/l, K: 4.5me/l)と比較すると、前期(9月下旬から11月下旬の平均)はNO₃-N, Pは高く、Kは同程度であった。中期(12月上旬から2月下旬の平均)はいずれの成分についても低く、後期(3月上旬から4月下旬の平均)はPで高くなったが、NO₃-N, Kは低かった。また、培養液の給液開始直後は、中濃度区と高濃度区の特にNO₃-Nが全期間の中で最も高くなったが、低濃度区では反対に最も低かった。

トマト、キュウリの少量土壌培地耕では、定植直後のみかけの吸収濃度は極端に高くなるとしている²⁾。また、一般にイチゴ定植から収穫始めにかけて茎葉と根が急激に増加し、硝酸態窒素とリン酸の吸収量が著しく高くなる。このことから、高濃度区の生育が旺盛で、出蕾が促進された要因は、培養液の給液開始直後に施肥量の不足がないように管理できた結果と考えら

れた。

花芽分化後であれば給液開始時からの濃度は、山崎処方3/2単位が適していると考えられる。中期、後期については、高濃度区の培養液管理を行った場合でも、みかけの吸収濃度は1単位よりも低いため、高濃度で管理する必要はないと考えられる。また、中期以降に肥料を不足することなく供給するには中濃度程度必要と考えられる。

一方、ECの推移については高濃度区では、11月下旬から、中濃度区では1月から調合時に比べ、循環後の値が高く経過しており、過剰な施肥になっていることが考えられる。

これらのことから、花芽分化後から頂花房出蕾後まで山崎処方3/2単位とし、収穫始めから1単位、1月以降徐々に下げ、1/2単位で管理することで吸収能に適した培養液管理が可能と考えられる。

一般にロックウール栽培における、生育時期の養液濃度の目安はECで行われており、その値は定植後から出蕾期が0.8dS/m、出蕾期から収穫始めが1.3dS/m、収穫始めからは1.6dS/m、4月以降は1.0dS/mが適する⁸⁾。また、本多ら⁹⁾は水耕のイチゴ栽培において初期N 8 me/lでは過繁茂となり、収量、品質に悪影響を及ぼすことから、収量をあげ品質を高めるためには、培地濃度を初期(着果)までN: 2~4 me/l、P: 1~3 me/l、K: 2~4 me/lに保ち、収穫期に初期の培地の2~4倍の濃度に上げる培養液管理が望ましいとしている。これらを本試験と比べると、定植後から開花着果頃までは濃度を高く維持し、収穫期以降は低い管理の方が生育や収量が良好であるとした結果と異なる。

本試験においても初期の生育は、濃度による大きな差は認められない。しかし、生理障害が発生しない程度であれば、低い濃度よりも生育促進等が図れる高い濃度で管理するのがよいと考えられる。イチゴは、株の栄養状態を一端悪くすることで、花芽分化を誘導するため、その後の生育には、高い濃度の培養液の方が株の栄養状態の回復が早いと考えられる。

また、他の時期においては、ロックウール栽培などに比べると低い濃度となるが、すでに技術が確立しているトマト、キュウリの少量土壌培地耕で、培地に用いる土壌の緩衝能により一般の養液管理のEC管理に比べ1/2から2/3の濃度で栽培可能である^{11) 12)}ことと同様と考えられる。

宇田川や加藤ら^{7) 10)}は、山崎処方を用いたイチゴの養液栽培においては、循環施用よりも非循環施用で収量が増加すること、また、循環施用を行う場合、イオン濃度制御等の培養液組成を調節することで収量を向上させることが可能であると報告している。

本試験における収量は、各濃度とも低収であった。これは培養液を全量交換しているものの循環施用であったこと、栽培期間中の給液を一定の濃度で施用したことにより、各試験区とも全期間の生育ステージに適した養分管理でなかったことが要因と考えられる。

このため、本試験で把握できた山崎処方を用いた養分吸収特性から、収量性を向上させる循環施用による培養液管理を検討する必要がある。また、前報で報告した大塚OK-F-1等の単剤タイプの液肥による養水分吸収特性を把握し、低コストで省力的な循環施用による培養液管理についても検討する必要がある。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、元農業試験場栽培部長大西功男氏をはじめ、蘭田慶蔵氏、中嶋利幸氏から終始ご指導と御協力を賜った。ここに記して、これらの方々に対し深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 濱中正人・吉澤克彦・岡本将宏・大谷博実, 1997. 果菜類の少量土壌培地耕に関する研究(第2報) キュウリ・トマト栽培における培養液管理法. 滋賀農試研報38, 33-41.
- 2) 濱中正人・吉澤克彦・大谷博実, 1998. 果菜類の少量土壌培地耕に関する研究(第3報) キュウリおよびトマト栽培における培養液循環施用が生育・収量・果実品質ならびにみかけの吸収濃度に及ぼす影響. 滋賀農試研報39, 7-19.
- 3) 猪田有美・岡本将宏・常喜弘充・大谷博実, 2001. 果菜類の少量土壌培地耕に関する研究(第5報) イチゴの培養液管理が収量および果実品質に及ぼす影響. 滋賀総セ農試研報41, 13-22.
- 4) 山崎肯哉, 1982. 養液栽培全編. 第1版. 博友社. 223-232.
- 5) 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.
- 6) 岡昌二, 2001. イチゴ高設栽培各方式の特徴と課題. 施設と園芸112, 40-48.
- 7) 宇田川雄二, 1996. イオン制御による養液栽培イチゴ‘女峰’の養水分吸収および生育・収量. 千葉農試研報37, 1-11.
- 8) 養液栽培の主要方式の特性と利用法, 最新養液栽培の手引き, 1996. 社団法人日本施設園芸協会編, 13-129.
- 9) 本多藤雄・天野智文, 1974. 野菜の品質向上に関する栄養生理学的研究イチゴの収量ならびに品質に及ぼす肥料, 高濃度処理, 水分および光制御の影響. 野菜試験場報告C1号, 39-80.
- 10) 加藤賢治・矢部和則・山下文秋・林悟朗, 1999. イチゴのロックウール栽培における省力・高収益栽培技術(第3報)循環式栽培における培養液管理法. 愛知農総試研報31, 81-90.

Summary

In an attempt to establish a culture nutrient solution control technology for Isolated Minimum Soil Bed of strawberries, we evaluated the effects of culture nutrient solution concentration on their growth, yield and water/nutrition absorption property.

1) In the forcing culture of strawberries, culture nutrient solution concentration is controlled differently between Isolated Minimum Soil Bed and hydroponics using rock wool or the like. When using the strawberry version of Yamazaki's formula, a culture nutrient solution having an EC value of 1.4 dS/m is fed until the flowering stage, after which the EC value is gradually lowered from 1.0 dS/m to 0.5 dS/m to control the culture nutrient solution concentration according to the water/nutrient absorption property. In addition, during the initial growth stage, seedlings grew more vigorously and blossomed earlier as the concentration increased.

2) The amounts of $\text{NO}_3\text{-N}$, P and K absorbed by strawberries grown by Isolated Minimum Soil Bed were calculated.