

バラ養液栽培における数種のロックウール代替培地の 実用性に関する研究

市村 勉, 高城誠志

キーワード：バラ, ヨウエキサイバイ, バイチトクセイ, セキザイスラッジ, ショクブツセイタイジョウホウ

Studies on the utilization of the substrates
substituted rockwool on the hydroponics of roses.

Tsutomu ICHIMURA, Seishi TAKAGI

Summary

The effects of physicochemical and physical condition of substrate, productivity and plant bio-information by utilization of the substrate were investigated in order to develop the substrate substituted rockwool.

- 1) The stone material sludge and perlite were able to ensure the equivalent yield and quality with the rockwool culture in the management which corresponded to rockwool culture.
- 2) The stone material sludge (the rate of water absorption 28%, particle size 5mm or less) was practical.
- 3) The substrates which water retentiveness was inferior to rockwool of leaf temperature rose earlier than rockwool after watering. At that time, the photosynthesis and transpiration rate lowered a little, and delicate moisture stress was being received.
- 4) The daily variation of substrate temperature was large in stone material sludge and perlite.
- 5) In stone material sludge, perlite, and sera soil, the quality of cut flowers in the summer season was improved.

I. 緒言

近年, バラ栽培において, ロックウールを用いた養液栽培が飛躍的に増加している。従来の土耕栽培では, 連作による土壌の物理性の悪化, 肥料塩類集積および土壌中の病害虫密度の増加等が原因となり, 収量が低下すると指摘されている。そのため, 改植時に有機物の投入, 深耕, 土壌消毒等の対策が不可欠であり多大な労力を要した(9)。それに対して, ロックウール栽培は連作障害がなく, 改植しやすく, 養液管理がマニュアル化されており栽培が容易にできる等の特徴がある。このように連作障害の回避, 省力技術等が魅力となり栽培面積が増加しており(6), 本県においてもバラ栽培

面積にしめるロックウール栽培の割合が高くなってきている。

しかし, 改植にともない廃棄される使用済みロックウールは燃えない, 腐らない, 処理コストが高い等の処理問題が生じてきた。ロックウール栽培では改植間隔が早く, また, 近年の栽培面積の増加率がこの問題に拍車をかけている。特に, 環境問題が深刻化しているなかで, このことは大きく問題視されている。園芸先進国オランダではロックウールのリサイクルや代替資材の研究が真剣に進められており, 生産現場でコピートやハイドロボールが普及してきている(3)。

現在, 我が国においてもロックウールに替わる新し

い培地が探索されている。研究が進められている代替培地は有機質のものとしてヤシガラ、ピートモス、樹皮、泥炭などで、無機質のものとしては砂、もみがらくん炭、クレイボール等がある。筆者らは本県の特産品である石材の産業廃棄物のリサイクルとして誕生した石材スラッジ培土(5)を中心に無機質の代替培地の開発を進めている。そこで、代替培地の化学性や物理性および代替培地を利用した時の生産性や植物生体情報に与える影響について検討した。

II. 材料及び方法

実験1 代替培地の特徴と植物生体情報に及ぼす影響

‘ローテローゼ’(挿し木苗)を供試し農林水産省農業環境技術研究所のガラスハウスで実験を行った。試験構成は5株/区とした。培地にはヤシガラ、パーライト、石材スラッジ、ロックウールを用い、慣行給液と少量給液の2区を設けた。給液量はロックウールで排水率(日当たりの排水量/給液量)が約30%(慣行)と約15%(少量)になるように管理した。バラは1997年6月に5cm角のロックウールキューブに挿し木し、7月中旬に定植した。その後2週間は頭上灌水で管理し、その後自動給液とした。給液には誠和バラ処方液肥を用いた。8月下旬まではEC1.0ds/mで、その後EC1.5ds/mとし、タイマーで制御し午前7時から2時間置きに5回給液を行った。一般の栽培管理は慣行法に従って行い、同化専用枝は10月上旬に株元で折り曲げた。葉温、培地温は熱電対温度計を用いて経日変化を10月31日から18日間、15分間隔で測定した。施設環境として室温、湿度および日射量を15分間隔で測定した。光合成・蒸散速度は光合成・蒸散速度測定装置を用い11月11日から3日間、1時間間隔で測定した。その時の測定部位は同化専用枝とし、区当たり2ヶ所とした。植被温度はサーモグラフィーを用い11月2、5日に計測した。計測時刻は午前11時前後および午後2時前後とした。

実験2 代替培地の吸水率が収量・品質に及ぼす影響

‘ローテローゼ’(挿し木苗)を供試し、5株/区の構成とした。培地には吸水率(28,16,8%)の異なる3種類の石材スラッジとロックウールを用いた。バラは1996年8月に定植した。定植後、同化専用枝の充実をはかり12月から採花を開始した。採花はフック切りで1998年6月まで行った。養液は誠和バラ処方液肥を用い、夏場はEC1.0ds/m、その他の季節はEC1.5ds/mに調整した。給液はロックウールで排水率(日当たりの排水量/給液量)が約30%になるように管理した。一般の栽培

管理は慣行法に従って行い、最低夜温は16℃とした。

実験3 代替培地の粒径が収量・品質に及ぼす影響

‘ローテローゼ’(挿し木苗)を供試し、8株/区の構成とした。培地には粒径(2mm以下、2-5mm,5mm以上)の異なる3種類の石材スラッジとロックウールを用いた。その他は実験2に準拠した。

実験4 代替培地利用による収量・品質

‘ローテローゼ’(挿し木苗)を供試し、8株/区の構成とした。培地には石材スラッジ、パーライト、セラソイルおよびロックウールを用いた。その他は実験2に準拠した。

III. 結果

実験1 代替培地の特徴と植物生体情報に及ぼす影響

表1 培地および給液量の違いと排水率

培地の種類	慣行	少量
	%	%
ロックウール	23.8	5.3
石材スラッジ	33.6	12.1
ヤシガラ	35.7	18.5
パーライト	28.7	6.3

1) 給排水量への影響(表1)

栽培期間中の給液量は慣行区が1.6ℓ/day(約2ℓ)で、少量区が0.8ℓ/day(約1ℓ)であった。慣行給液ロックウール区は排水率23.8%であった。ヤシガラがロックウールに最も近い排水率であった。それに対して他はロックウールの排水率を上回り、パーライトは排水率が最も高かった。この傾向は少量給液でも同様であった。また、排水のほとんどは給液60分後までに排出され、各区とも給液120分後になるとほとんど排水は認められなくなった(データ省略)。

2) 培地温への影響(図1・2)

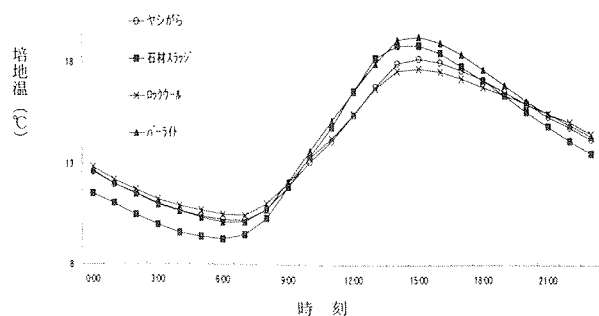


図1 培地の種類と培地温の経時変化(注)11月12日測定。

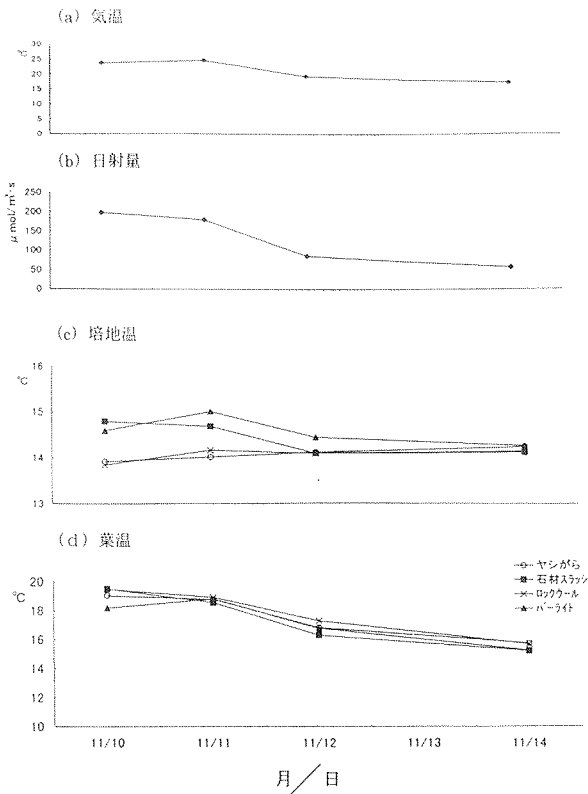


図2 培地の種類と培地温及び葉温の経日的変化

培地温の経時的変化をみると、パーライトおよび石材スラッジはロックウールおよびヤシがらより日中やや高く、反対に日没後はやや低めに推移し、培地温の日変化が大きかった。それに対して、ヤシがらおよびロックウールでは培地温の日変化が小さかった。また、

経日的変化をみると、気温が高く日射量の多い日はパーライトおよび石材スラッジの培地温がロックウールおよびヤシがらのそれより著しく高くなる傾向がみられた。ヤシがらおよびロックウールでは気温や日射量の影響が少なく、培地温の経日的変化は少なかった。

3) 排液組成への影響(表2)

石材スラッジおよびヤシがらではロックウールの排液組成と大きな違いがみられた。すなわち、石材スラッジではリン酸濃度が低く、ヤシがらではカルシウム濃度が低かった。また、いずれにおいてもアンモニア態窒素濃度が低かった。その他の成分は培地の種類による大きな差はみられなかった。石材スラッジではpH値が他の区よりも高く、ヤシがらおよびパーライトのpH値はロックウールよりやや低かった。

4) 葉温への影響(図2・3・4)

葉温の経時的変化をみると、日中はあまり培地間差が見られなかったが、日没後はヤシがら>パーライト>ロックウール>石材スラッジの順に高く推移した。また、経日的変化をみると、培地による差は小さかったが、晴天日で差がはっきりし、パーライトおよび石材スラッジがやや高くなった。また、ロックウールにおいて、日中の葉温変化は慣行、少量給液とも差が見られなかったが、日没後から少量区より慣行区の方で葉温が高く推移した。その他の培地でも同様の傾向がみられ、この傾向はヤシがらおよびパーライトでより強く認められた(データ省略)。

表2 培地の種類と排液の組成

培地の種類	pH	EC	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg
		ds/m	me	ppm	me	me	me	me
ロックウール	6.8	1.9	13.8	2.4	3.6	4.4	8.7	2.0
石材スラッジ	7.6	1.8	14.3	0.1	0.3	5.0	10.3	4.8
パーライト	6.3	1.9	13.4	3.5	3.7	3.5	7.6	2.5
ヤシがら	6.3	1.6	10.9	0.0	3.2	6.2	1.4	1.8
給液	6.0	1.5	11.2	12.0	3.7	2.9	5.3	1.3

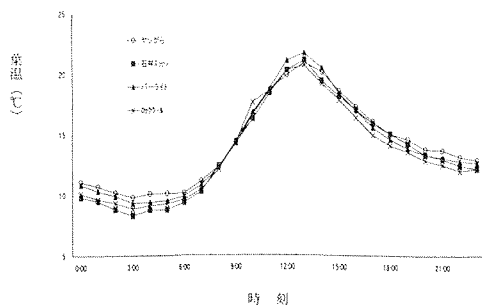


図3 培地の種類と葉温の経時的変化
注)11月12日測定。

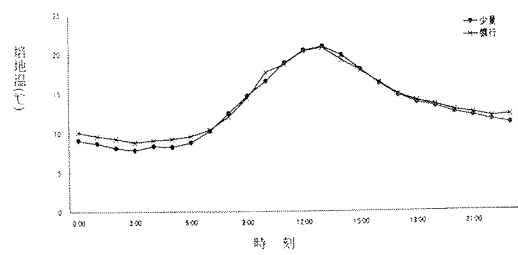


図4 ロックウール培地における給液量の違いと葉温の経時的変化
注)11月12日測定。

5) 光合成・蒸散速度への影響(図5)

蒸散速度及び光合成速度は処理間差が小さかった。蒸散速度は3.5mmol/m²・s前後で経時的に変化し、パーライトおよび石材スラッジはやや低めであった。各区とも光合成速度は日射量の多少の影響を受け、ほぼ同様の推移を示した。光合成速度の変化幅は1.0~6.0 μmol/m²・sであったが、パーライトはやや低めであった。

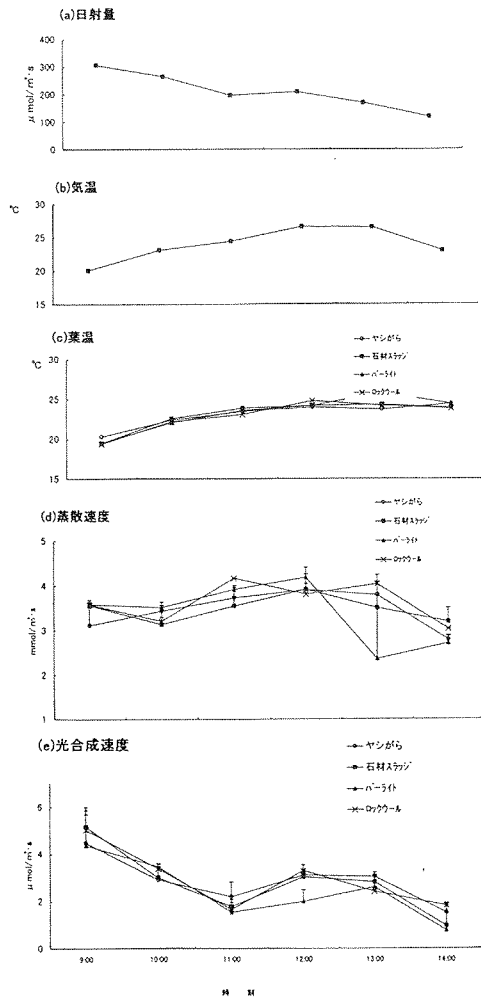


図5 培地の種類と葉温, 蒸散速度および光合成速度

実験2 代替培地の吸水率が収量・品質に及ぼす影響(図7・8)

石材スラッジの吸水率16%および8%区は表面が乾きやすく、他の区に比べ活着が遅れ初期の生育が劣った(データ省略)。石材スラッジ16%および8%区は初期の採花本数が少なく、全体の採花本数もロックウールに比べ少なかった。石材スラッジ28%区の採花本数はロックウールとほぼ同等であった。切花長, 切花重, 節数はともに8%区>16%区>28%区の順に高くなる傾向が見られ、吸水率が低いほど切花品質がよくなった。

6) 植被温度への影響(図6)

可視画像では各区とも給液60, 90分後において葉色, 萎れ, 培地の乾き等の発生はみられなかった。しかし, 熱画像では区による植被温度に違いがみられ, 給液90分後になるとパーライト, 石材スラッジの植被温度が他の区よりやや高くなっていた。

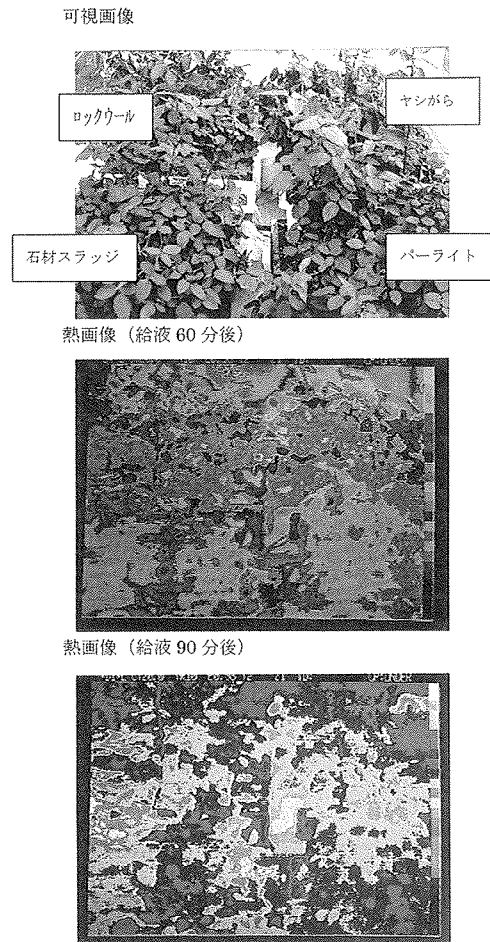


図6 熱画像の植被温度分布
注) 熱画像右側カースケールは温度を示す。
上部の白色:25℃
中央の黄色:20℃
下部の黒色:15℃

実験3 代替培地の粒径吸水率が収量・品質に及ぼす影響(図9・10)

石材スラッジの粒径5mm以上区ではベットの表面が乾きやすく、他の区に比べ活着が遅れ初期の生育が悪くなった(データ省略)。石材スラッジ粒径5mm以上区は初期の採花本数が少なく、全体の採花本数がロックウール区に比べ少なかった。石材スラッジ2mm区および2-5mm区の採花本数はロックウール区とほぼ同等であった。切花長, 切花重, 節数は粒径の違いによる差はみられなかった。

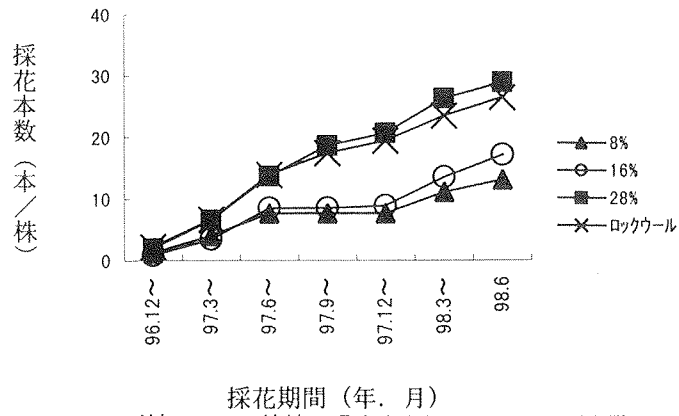


図7 石材スラッジ培地の吸水率と株あたりの採花本数

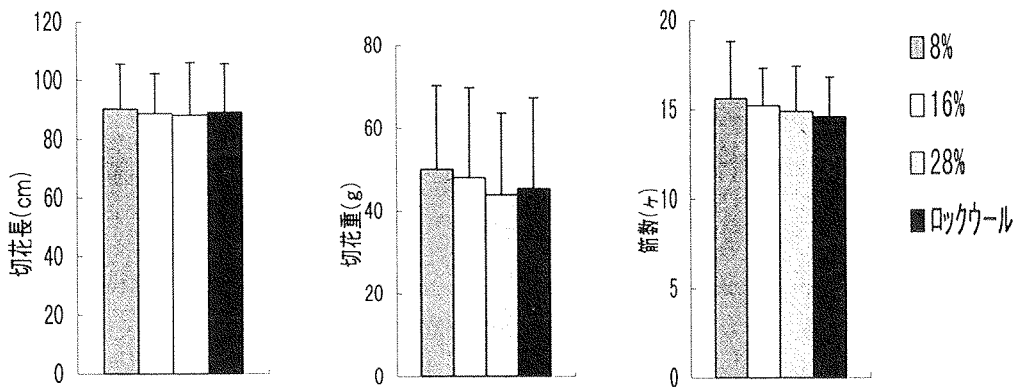


図8 石材スラッジ培地の吸水率と切花品質

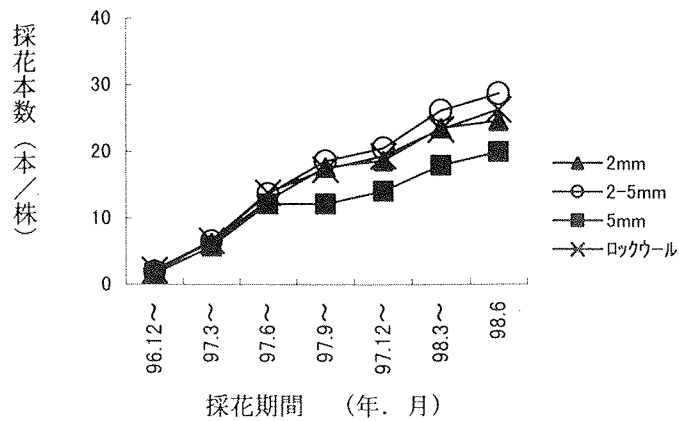


図9 石材スラッジ培地の粒径と株あたりの採花本数

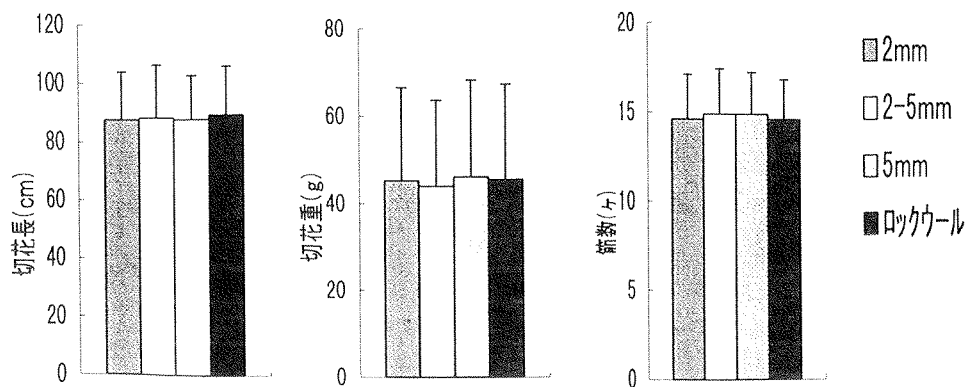


図10 石材スラッジ培地の粒径と切花品質

実験4 代替培地利用による収量・品質(図11・12・13)

定植直後の灌水によって、パーライト区では定植したロックウールキューブが動きやすく、セラソイル区では培地表面が乾きやすく、いずれも他の区に比べ活着が遅れ初期の生育が劣った(データ省略)。セラソイル区では初期の採花本数が少なく、また、総採花本数も少なかった。石材スラッジ区およびパーライト区の

採花本数はロックウール区とほぼ同等であった。切花長は石材スラッジ区が他の区よりやや短かったが、いずれの区も規格で2L級以上の切花となった。切花重は各区とも50g以上となり十分なボリューム感があった。また、セラソイル、石材スラッジおよびパーライト区では夏場の切花規格M、L級の割合がロックウール区に比べ少なく、品質がよくなる傾向がみられた。

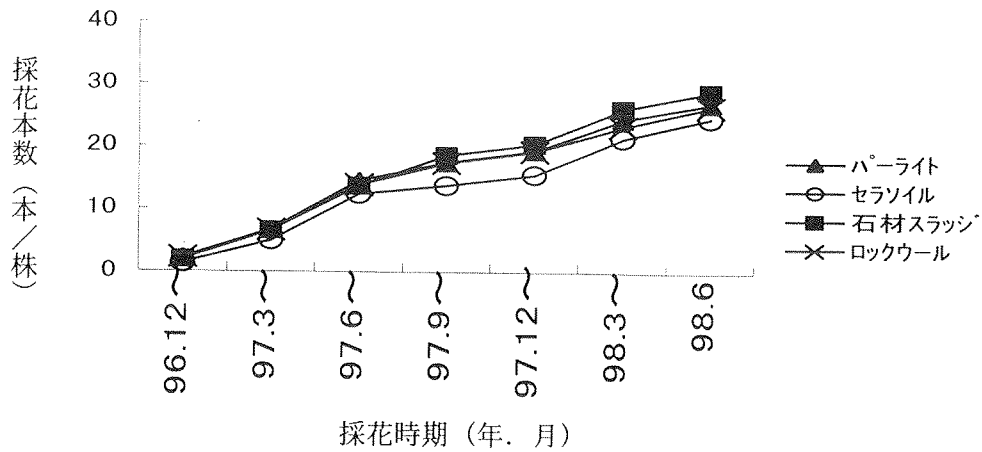


図11 培地の種類と株あたりの採花本数

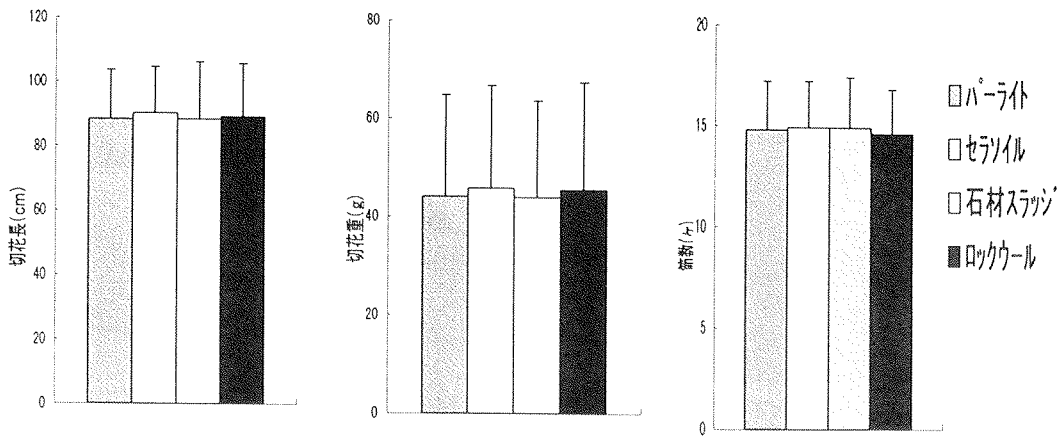


図12 培地の種類と切花品質

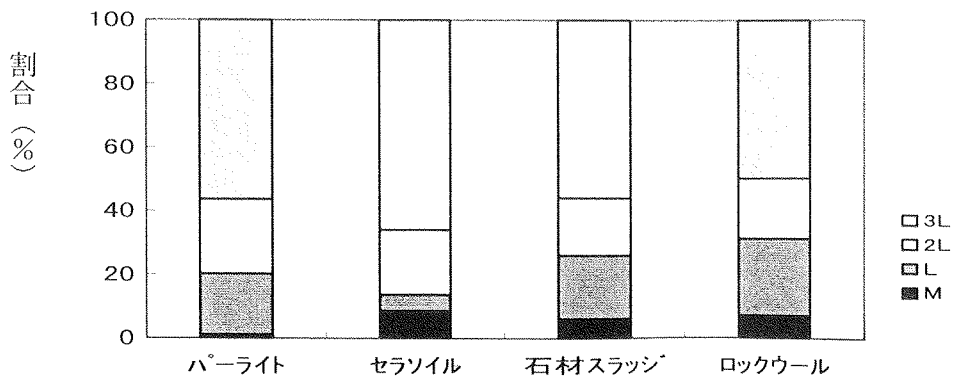


図13 培地の種類と夏場の切花規格

注) 3L:80cm以上, 2L:~80cm, L:~70cm, M:60cm以下

IV. 考 察

ヤシからはココヤシの中果皮の繊維部分を取り出したもので、すでにオランダにおいてロックウール代替培地として広く使用されている(3)。ヤシがらの排液の化学的組成はロックウールに比べカルシウム濃度が低いなど差がみられたが、実際栽培においては栽培期間中、生理障害の発生は認められず生育への影響はないものと考えられた。また、ヤシがらの排液のpHがやや低かったが、市販のものはpH6前後に調製されており栽培する上で問題とはならないとされている(7)。

パーライトは真珠岩を1000℃程度でふくらませたもので粒子内孔隙はほとんどなく塩基置換容量は非常に低いとされている(7)。給液後の排液割合はやや大きく、保水性はロックウールに比べ低かったが、排液の化学的組成はロックウールとほぼ同じであり、実際栽培においても栽培期間中、生理障害の発生がなくロックウールと同等の収量品質が確保できた。

セラソイルは一般にクレイボールといわれるものの一種で、既に販売されており野菜類の養液栽培で普及している。栽培初期培地表面が乾きやすく初期生育が劣ったが、定植2年目になるとロックウールとほぼ同等の収量となった。この培地では定植初期管理の改善が必要と考えられた。

石材スラッジもクレイボールの一種で、本県の特産品である石材の産業廃棄物のリサイクル品として誕生した無機質の多孔質体である(5)。保水性は吸水率を28%に調製したものがパーライトとほぼ同等であり、排液の化学的組成はロックウールに比べリン酸濃度が低いなど差がみられた。ロックウールでもリン酸吸着が懸念されるが、実際栽培においては無視できる範囲とされている(11)。石材スラッジではリン酸吸着の割合がロックウールより高いと考えられたが、実際栽培においては栽培期間中、生理障害の発生はなくロックウールと同等の収量品質を確保できた。しかし、吸水率を8%および16%に調製したものは収量がロックウールより劣ることから実用性が低いと考えられた。また、粒径5mm以上のものでは定植直後に培地表面が乾きやすく給液方法の改善が必要と考えられた。このことから、石材スラッジでは吸水率28%で粒径2mmおよび2-5mm調製品の実用性が高いと考えられた。

以上のように、石材スラッジ、パーライトで培地の物理・化学性に差がみられたが、ロックウールに準じた養液組成、かけ流しによる給液管理によって順調に生育し、収量・品質がロックウールと同等になるので代替培

地としての実用性が高いと考えられた。

最近、バラではアーチング栽培の導入とともに周年採花するようになったが、夏場の切花品質が悪く問題となっている。また、夏場ロックウールの根域は酸欠状態になりやすく根の生育に悪影響を与えるとされている(4)。本実験において、石材スラッジ、パーライトおよびセラソイルではロックウールに比べ夏場の切花品質が向上し、品質改善効果が認められた。このことはこれらの培地の物理的特徴によって根域の環境が改善されたためと考えられた。

実験1において葉温、光合成・蒸散速度および植被温度を計測したことによって培地の種類によって植物体に与える影響が異なることが明らかになった。Jiaoら(2)は炭酸ガス濃度と気温、光線量による純光合成モデルを提案している。図5の気象条件をこのモデルに照らし合わせると、光合成量は3~4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ となり、測定値とほぼ一致した。また、一般に、植物体の葉温が上昇し光合成・蒸散速度の低下がみられたときは水分ストレスを受けているものとされている(8)。培地の保水性がロックウールより劣るパーライトおよび石材スラッジでは給液後の葉温がロックウールに比べ上昇するのが早く、高めに推移する傾向がみられた。その時の光合成・蒸散速度はやや減少し、微妙な水分ストレスを受けている(1)と考えられた。このような微妙な水分ストレスを回避することが各培地の安定生産技術の確立につながるものと考えられた。葉温の上昇は排液がなくなる給液約90分後から始まった。したがって、保水性が劣るパーライトおよび石材スラッジ等の培地では給液間隔を狭める等の栽培管理の改善が必要と考えられた。

日没後の葉温変化から、各培地ともに少量給液より慣行給液の方が高くなっており、日没後、慣行給液で何らかのストレスを受けているものと考えられた。一般的に、養液栽培において植物体は夜間もある程度吸水を行うとされており、給液は日没間際まで行われている(4)。しかし、植物体の反応を見ると夜間はあまり培地内を加湿にしない方が望ましいと考えられた。

栽培期間中の培地温変化から、パーライトおよび石材スラッジは日中高めに、反対に日没後はやや低めに推移し、培地温の日変化が大きくなったのに対して、ヤシがらおよびロックウールでは培地温の日変化が小さいことが明らかになった。バラ養液栽培では冬季に培地加温をすることで収量が増加するとされている(4)ように培地温を最適に保つことが重要である。しかし、

こうした技術はロックウールを基準としたものであり、培地の特徴(比熱、季節変化)にあった改善が必要と考えられた。

以上のように、ロックウールに準じた栽培管理でもいくつかの代替培地の実用性が認められたが、培地の特性にあった養液組成、給液間隔および培地温の管理等を改善することによって代替培地利用による安定生産が可能になるものと考えられた。

今後、省力・低コスト化を図るために、代替培地を連用した時の問題や循環式システムでの適用性等について検討し、実用化を図る必要がある。

V. 摘要

石材スラッジ培土を中心に代替培地の化学性や物理性、代替培地利用が生産性・植物生体情報に与える影響について検討した。

- 1) 石材スラッジおよびパーライトはロックウールに準じた管理でロックウールと同等の収量・品質が確保できた。
- 2) 石材スラッジは吸水率28%、粒径5mm未満に調製したものの実用性が高かった。
- 3) 保水性がロックウールより劣る培地では、給液後の葉温の上昇がロックウールより早かった。その時の光合成・蒸散速度はやや低下し、微妙な水分ストレスを受けていた。
- 4) 石材スラッジおよびパーライトは培地温の日変化が大きかった。
- 5) 石材スラッジ、パーライトおよびセラソイルでは夏場の切り花品質が向上した。
- 6) 培地の種類によって特性が異なるため、管理方法については更に検討を要するが、石材スラッジおよびパーライトなどでロックウール代替培地として利用できることが明らかになった。

謝辞 本研究を遂行するに当たり、農業環境技術研究所の井上吉雄氏、農業総合センター鹿島地帯特産指導所浅野昭氏に貴重なご助言をいただいた。また、農業総合センター永井祥一副技師、大野英明技術員、伊王野資博技術員に多大なるご協力をいただいた。心より感謝の意を表する。

引用文献

1. 市村勉・井上吉雄(1998)バラ養液栽培における培地の違いが光合成・蒸散速度及び葉温に及ぼす影響 園学雑 67 別 2 秋 :447.
2. Jiao,J.,M.J.Tsujita and B.Godzinski(1991)Optimizing aerial enviroments for greenhouse rose production utilizing whole - plont net CO2 exchange daya Can.J.Plant Sci.71:253-261.
3. 加藤肇(1997)ロックウール代替培地資材によるバラ栽培 ハイドロポニクス 11(1):324-327.
4. 加藤俊博(1994)切り花の養液管理 農文協 東京 :96-154.
5. 児玉弘人・諏訪幸雄(1996)セラミックス微細多孔体の製造技術に関する研究 茨城県工技セ研報 24:57-58
6. 水戸善平(1993)バラロックウール栽培の現状 ハイドポニクス6(2):23-24.
7. 長村智司(1995)鉢花の培養土と養水分管理 農文協 東京 :55-93.
8. 中原正一・井上吉雄(1997)赤外線放射測温によるトマトの水分ストレスの検出 農業気象 53(3):191-199.
9. 大川清(1973)バラの切り花生産 誠文堂新光社 東京 :148-155.
10. 渡辺寛之(1993)切り花バラのロックウール栽培における一般栽培の問題点 園学シンポジウム :132-141.
11. 安井秀夫(1986)固形培地養液栽培の理論 農及園 61(1):147-159.