

バラのロックウール栽培に関する研究 (第1報)  
給水制御方法について

渡辺寛之・横井邦彦

Studies on Rockwool Culture of Roses (1)  
Method of Watering Control

Hiroyuki WATANABE, Kunihiko YOKOI

Summary

Automatic control of irrigation was studied on the rockwool culture of roses by own new system using simple sensor.

1. Dry rockwool that was put on a capillary irrigation mat or under mist absorbed water only partially. Saturated rockwool immediately absorbed and transferred water. At culture, sufficiently saturated rockwool had to be used.
2. Saturated rockwool in water absorbing process, had not so much as water in dehydrating process at same water head of the rockwool. Many times and little over irrigation was needed to maintain steadily the water content of rockwool.
3. Movement of water level of sensor connected to rockwool became fast at higher ratio of capillary volume – tube diameter of the sensor's vessel. The sensitivity of sensor and the ratio of drainage – irrigation was changed by change of capillary and vessel of the sensor.
4. Irrigation of the nutrient solution was controlled by connection of 24-hr time switch, float-less relay switch, electrode of the sensor, time limit switch. When a small volume rockwool was used, the irrigation had to be controlled by only the float-less relay switch and sensor.
5. After the rose root developed in the rockwool slab, the water level which was maintained at -4 or -8cm in the sensor did not influence to growth and yield.

**Key words:** rockwool, rose, irrigation control

緒 言

バラの切花栽培では定植後4-5年で改植される場合が多いが、これは収量が低下したり、新品種の出現によって品種の経済価値が低下し、収益率が低下するためである。収量低下の原因は、(1)台木および品種の寿命、(2)土壌の物理性の悪化、(3)肥料塩類の集積(濃度障害)、(4)土壌中の病害虫密度の増加、(5)採花やせん定技術の不良等によるものとされている<sup>2)</sup>。このうち(2)~(4)は土壌に由来するものであり、その対策として改植にあたって耐久有機資材の投入、深耕、土壌消毒、栽培土壌の入れ換え等を行うため、改植には多大の労力と経費を要する。

このためバラ切花生産の安定には連作障害の回避、株養成期間の短縮、収量の増加、省力化技術の確立がますます必要になってきている。

玄武岩または鉄鋼スラグを主原料として工業的に製造されたロックウール(以下RWとする)は、均質、軽量、無菌で理化学性も比較的安定であり、土壌に代わる培地として近年施設園芸栽培に用いられている。RW栽培は、生育が旺盛で収量が高く、作業を単純軽量化して雇用労力による大規模栽培も可能な技術として、オランダを中心に栽培面積が増加しており、わが国へも近年急速に導入されている。しかし、わが国ではRW栽培の研究が遅れているために栽培装置の製作および栽培のためのマニ

ュアルが十分でない。とくに給液制御はRW栽培の安定性や収量性に大きくかかっているが、簡単に自作できる安価で機能的な制御装置がないのが現状である。各システムメーカーのものもそれぞれ異なり、生育量、気温の変化に対処するためには栽培者自身が設定値の変更を行わなければならない、適確な給液制御ができない場合がある。本報では1987年から1990年にバラのRW栽培における給液制御方法について検討し、試作した簡易水分センサーの実用性を認めたので結果を報告する。

### 材料および方法

#### 実験1 ロックウールの水分特性

##### 1-1) 底面からの吸水経過

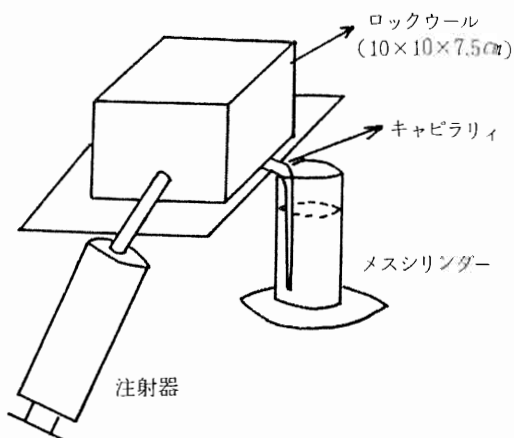
水面より4mmの高さに十分水が供給されるようにしたキャピラリマット（日本フェルト工業：F社）上に、乾燥または飽水した10×10cmで厚さ7.5cmのRWを置き、底面より給水させRWへの吸水経過を調べた。実験は1987年5月に温室で行った。RWはニチアス（A社）と日東紡績（B社）のものを用いた。

##### 1-2) 上部からの吸水経過

B社製の厚さ1.7cmのRWを飽水したのち6段に積み重ね、ミストによる上部からの自動灌水のもとに40日間置き、RWの層別水分含量を測定した。また、飽水したものと乾燥したRW（B社製、5×5×5cm）をそれぞれミスト灌水の下に3段に積み重ねて40日間置いた後、高さ別のRWの水分含量を測定した。なお、これらのミスト灌水はRWの表面が常に湿った状態で少しずつ下に排液があるように行った。

##### 1-3) 吸排水特性調査

第1図のようにガラス板の上においた飽水したRW（実験1-1）と同じものと、メスシリンダーを底面給水マット（F社製）を切ったキャピラリでつなぎ、両者の水の移動が毛細管現象によって自由に行われる装置を作成し、RWからの脱水および給水を行った。RWからの脱水は水位が安定した後、底部より注射器で20mlずつ採取していき、気泡が注射器に入るようになるまで繰り返した。このあと再び上面より20mlずつ給水した。このときのRW内水分の変動とメスシリンダー内の水位の変化を調べた。なお、RWはA社、B社のものを用いた。

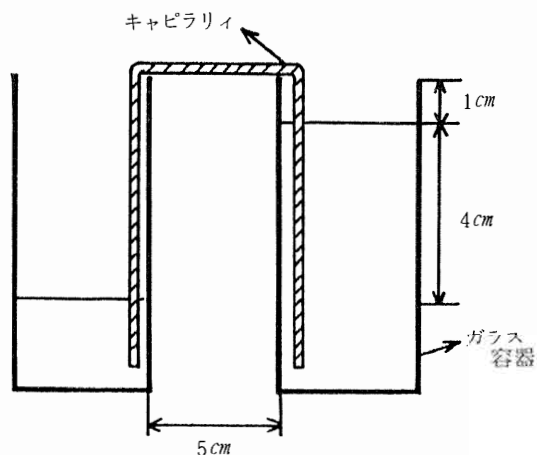


第1図 ロックウールの吸排水特性調査法

Fig 1. System for measuring the water absorption and drainage of rockwool.

#### 実験2 水分センサー用キャピラリイによる水の移動

水分センサーに用いるキャピラリイと容器の組み合わせが水位の変動速度に与える影響を求めめるため、第2図のように水位差を4cmに調節した二つの同じ大きさのガラス容器にキャピラリイを入れ、毛細管現象によって一定の水位差に回復するのに要する時間を調べた。キャピラリイには東洋紡（T社）製の養液栽培用ベットの5mm程度の厚さにし、幅を変えて帯状に切り、長さ1cm当たりの繊維量を4段階（3.3、10.0、23.3、43.3mg）とし



第2図 水分センサー用キャピラリイによる水位の変動速度の測定法

Fig 2. System for measuring the movement of water level by capillary for sensor.

た。比較にF社製の底面給水用のマットを切った繊維（43.3 mg/cm）も用いた。これらを内径の異なる3種類のガラス容器（86.1、50.6、15.6 mm）と組み合わせた。なお測定の場合上、第6図のように組み合わせを限定して実験を行った。

**実験3 試作水分センサーによるバラの栽培**

3-1) 24時間タイマー、フロートレススイッチ、サブタイマーによる給液制御

1987年1月20日に“ソニア”の接ぎさし苗をガラス室のRWベット（A社製、7.5×30×91cm）に5株（7.3株/m<sup>2</sup>）ずつ定植した。当初、24時間タイマーとサブタイマーのみで給液制御を行いながら栽培した。RWは水道水で飽水したのち、シルバーポリフィルムで表面を覆い栽培に用いた。園試処方準拠した市販肥料を養液として用い、EC1~2 mSで灌水チューブ（三井石油化学社製）を用いて給液した。8月27日より第3図のように試

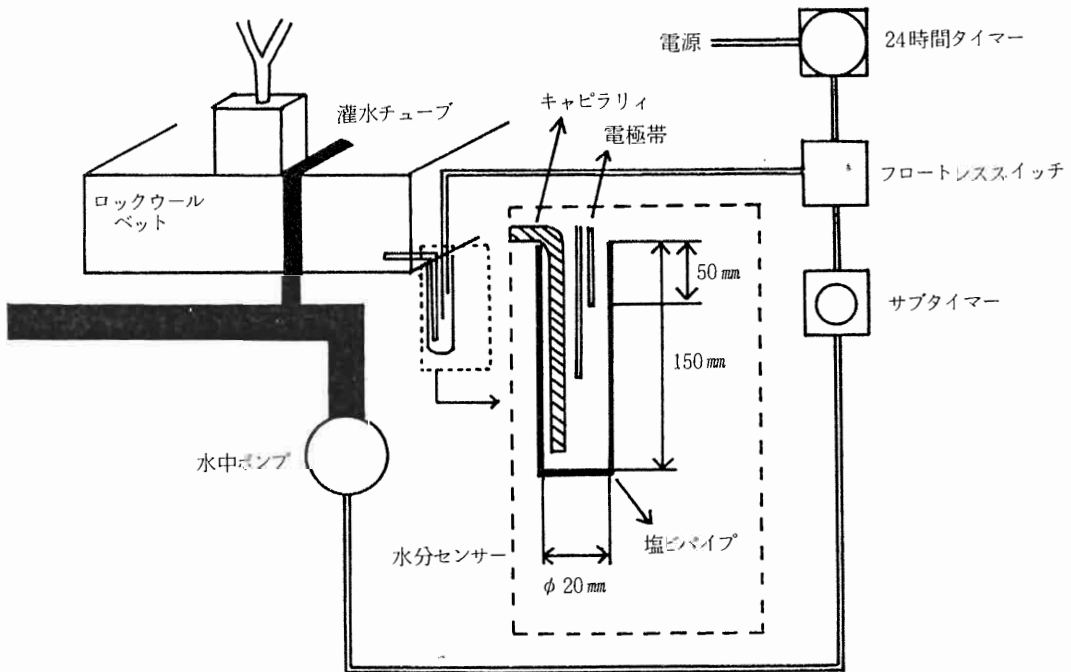
作した水分センサーとフロートレススイッチを取り付け、水位がRW底部から-5cmより低下した場合のみ給液が行われるようにした。

水分センサーとは別に栽培しているRWの水分張力の変化を水位記録計にて測定した。また、年間を通じた給液量は水量計で測定した。

採花は6月より始め、1年目は5枚葉1枚残しで行い、2年目（1988年）の株は6月15日に一部せん定折り曲げ法にて樹高70cmにせん定し、5枚葉2枚残しで収穫した。その他の栽培管理は土耕栽培に準じた。

さらに定植直後からの給液量の推移を見るため、1988年2月に“ソニア”の接ぎさし苗をRWベット（B社製、7.5×30×91cm）に3株定植（4.4株/m<sup>2</sup>）し、栽培開始時より自動給液を行い時期別給液量を測定した。採花は6月より開始し、5枚葉2枚残しで行った。

なお、最低夜温は1987年から1988年にかけては15℃としたが、1988年の秋以降は18℃とした。



第3図 給液のコントロール装置  
Fig. 3. Irrigation control system.

3-2) フロートレススイッチのみによる給液制御

1988年11月18日に幅7.5cmに切断したB社製のRWベ

ット（10×7.5×91cm）2列に“カーディナル”の自根苗をRW1枚に3株定植（4.4株/m<sup>2</sup>）し、水分センサー

とフロートレススイッチのみで給液制御して無加温の冬期休眠作型で栽培した。1990年8月上旬にRWの水分含量の変化を3-1)と同様に測定し、毎時の給液回数を調べた。なお、RWはシルバーポリフィルムで袋状に包み、EC2 mSの養液で飽水した後、底部に縦2 cmのスリットを切り余剰水を排水して用いた。

実験4 水分センサーの水位の違いが収量に与える影響

1988年9月13日に“ソニア”の自根苗(さし木:6月23日)および接ぎさし苗(接ぎさし:6月22日、台木:K1)を実験3-2)と同様に2列に並べたB社製のRWベット(10×30×91cm)に3株定植(栽植密度:4.4株/m<sup>2</sup>)して試験に用いた。給液管理は実験3-1)と同様の装置を用い、栽培当初は水分センサーの水位を0~4 cmとした。11月より第4表のように水分センサーの水位を-4 cmと-8 cmに分け、4月よりそれぞれ-8 cmおよび-4 cmに変更する区を加えて収量、品質への影響を見た。冬期の最低夜温は18℃とし、5枚葉2枚残して採花した。4月10日に新梢に発生した軽度のクロロシスの発生率を調査した。

結 果

実験1 ロックウールの水分特性

1-1) 底面からの吸水経過

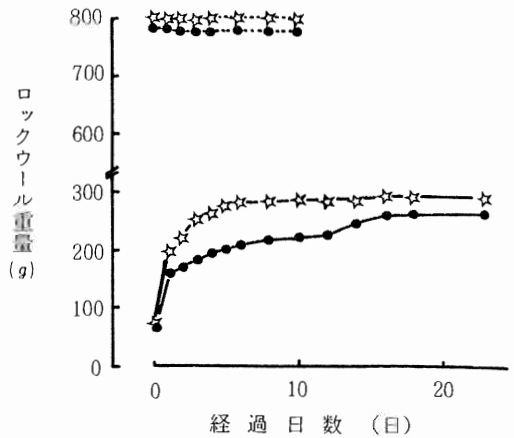
供試した2社のRWはいずれも底面からの給水によって徐々に水を吸収したが、乾燥したRWでは底部のみしか吸水が行われず、飽水したRWの30%程度しか吸水しなかった。これに対して飽水したRWでは水分含量の減少はまったく認められず(第4図)、上方への水分の移動がスムーズに行われたことがうかがわれた。

1-2) 上部から吸水経過

RWの層別水分含量は底部からの高さによって大きく異なり、最下層が93% (容積当たり)であったのに対し、最上層(8.5~10.2 cm)は55%しかなかった(第1表)。また、5 cmの厚さのRWでも飽水しておいたものはほぼ同じであったが、乾燥したままのものでは底部でも62%と低く、上位層、中位層のものはわずかに10%程度しか水を含まなかった(第2表)。

1-3) 吸排水特性調査

同じ水分含量であってもRWから水を抜いていく脱水過程では吸水過程よりも水分張力が高くなった。これに対してRWに給水していく吸水過程では水分張力が低くなり、同量の水を再補給しても余剰水が出て、短時間で



第4図 底面給水によるロックウールの吸水経過

Fig 4. Water absorption of rockwool by capillary watering.

注) \*...\* B社製飽水ロックウール  
●...● A社製飽水ロックウール  
△...△ B社製乾燥ロックウール  
□...□ A社製乾燥ロックウール  
飽水ロックウールは飽水したのち5時間静置後測定を開始

第1表 ロックウールの層別水分含量

Table 1. Water content of each layer of rockwool.

底面からの高さ	水分含量 (ポットの体積当たり)
0 - 1.7cm	93.4%
1.7 - 3.4	83.6
3.4 - 5.1	79.4
5.1 - 6.8	78.4
6.8 - 8.5	62.7
8.5 - 10.2	54.7

注) 7月13日に飽水してミスト下に置き、8月22日に調査。

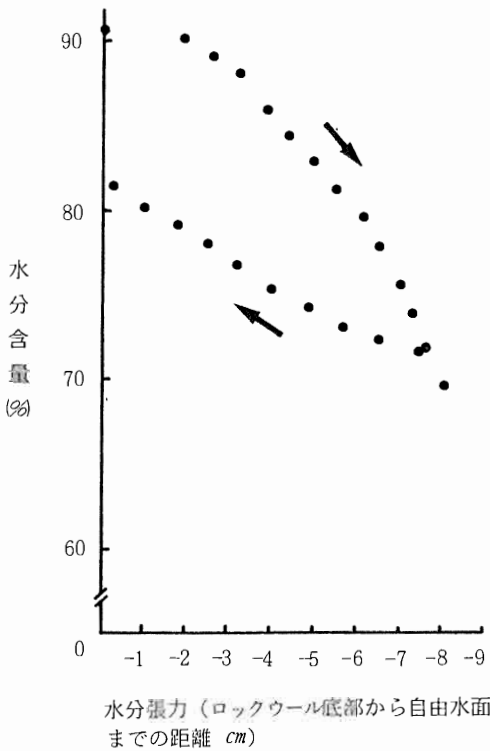
第2表 飽水の有無がロックウールポットの高さ別水分含量に及ぼす影響

Table 2. Effect of water saturation on water content of each layer of rockwool.

底面からの高さ	飽水ポット	乾燥ポット
0 - 5 cm	91.9%	62.3%
5 - 10	87.7	11.9
10 - 15	61.8	12.7

注) 7月13日に飽水してミスト下に置き、8月22日に調査。

は最初の水分含量に回復しなかった。供試した2種類のRWとも、水分保持特性について大きな違いが認められなかったのでA社の結果のみを第5図に示した。



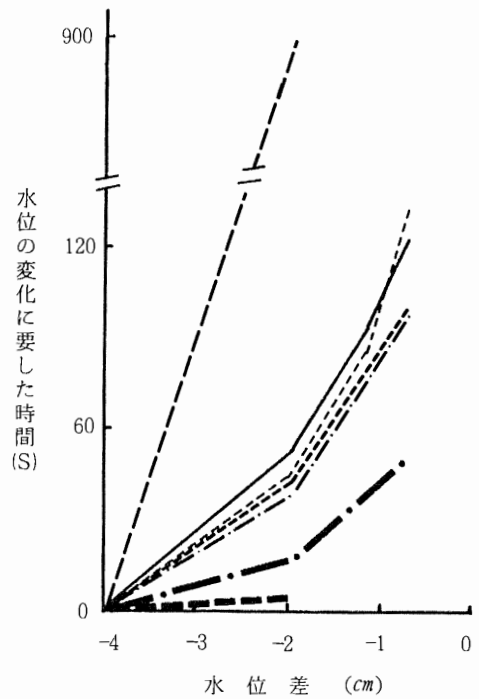
第5図 ロックウールの吸排水特性

Fig. 5. Characteristic of water absorption and drainage of rockwool.

注) ロックウール：A社製 (10×10×7.5 cm)

実験2 水分センサー用キャピラリによる水位の変動

第6図のように43mg/cmの繊維と内径50.6mmの容器を組み合わせる場合、水位差-4cm〜-2cmの変化に要する時間はT社製の繊維が18.5秒にたいしF社製の繊維では44.5秒でT社の繊維を用いたほうが水位の変動が早かった。計算により求めたこのときの水の移動速度は前者が65ml/minにたいし後者が27ml/minであった。同じT社の繊維を用いた場合、繊維の量が多いほど水の移動速度が早く水位の変動に要する時間が短くなった。さらに繊維の量に対して容器の内径を相対的に小さくすることによっても水位の変動に要する時間が短くなった。



第6図 キャピラリの種類と量が水位の変化に及ぼす影響

Fig. 6. Effect of capillary, kind and volume on the movement of water level.

注) ——— T<sub>1</sub> (3.3, 50.6) ——— T<sub>2</sub> (43.3, 86.1)  
 - - - - - T<sub>3</sub> (3.3, 15.6) - - - - - F<sub>1</sub> (43.3, 50.6)  
 . . . . . T<sub>4</sub> (23.3, 50.6) . . . . . T<sub>5</sub> (43.3, 50.6)  
 - - - - - T<sub>6</sub> (10.0, 15.6)

(繊維量mg/cm, 容器の内径mm)

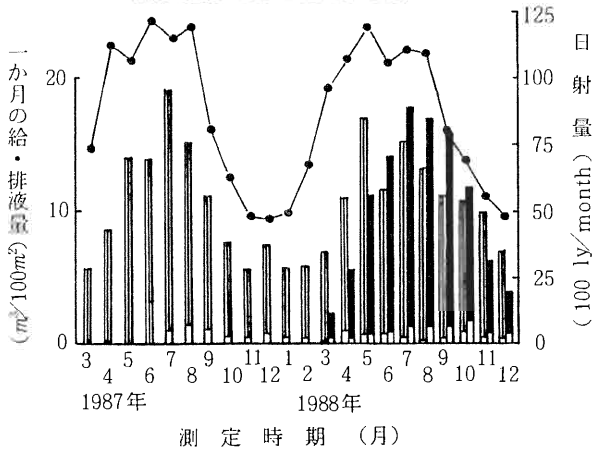
T：東洋紡製 F：日本フェルト工業製

実験3 試作水分センサーによるバラの栽培

3-1) 1987年定植株は当初24時間タイマーとサブタイマーのみで給液制御したが、4月から5月にかけて日射量と生育量の急激な増加によって給液量が不足し、下位葉を落とすことがあった。また、6月下旬から7月中旬にかけての梅雨期は、雨天日の排液増加や晴天日の給液不足が起り、培地内養液のEC値も大きく変動した。これに対して水分センサーを利用した給液制御に変更した9月以降は水分吸収に応じた給液が行われ(第7図)、排液量が少なくても水分の不足による落葉がなく、養液のEC値も安定していた。

一方、最初から水分センサーによる給液制御によって栽培した1988年定植株では、生育が順調で給液不足による落葉は認められなかった。1987年定植株と比べ、定植

が約1か月遅いにもかかわらずほぼ同等の切花収量があり、切花品質も差がなかった(第3表)。



第7図 給水量および排水量と日射量の時期別推移  
Fig. 7. Change of each month irrigation and drainage, solar radiation.

注)

第3表 試作水分センサーによるバラの栽培における収量

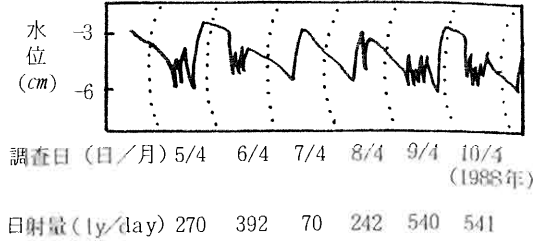
Table 3. Yield of rose cultured by trial sensor.

栽培年次	定植時期	収穫本数 本/ $m^2$	平均切花 長 (cm)	平均切花 重 (g)
1	1987年	321.5	56.9	20.6
	1988年	351.3	56.3	24.3
2	1987年	216.1	54.1	22.0
	1988年	174.9	56.3	

注) 収穫時期は1年次が6月から翌年の6月、2年次が9月から翌年の6月までとした。

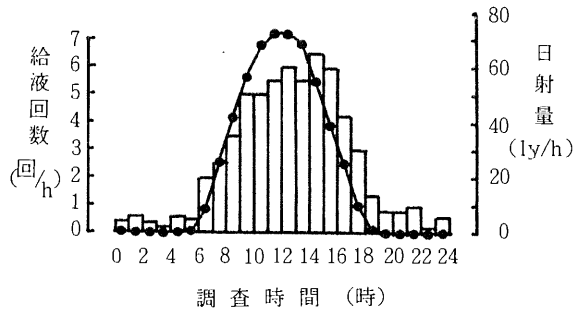
定植年、1988年定植株は急激な日射量低下のあった9月、10月も生育がよく、給水量も多く推移した。しかし、11月になると落葉が起り、生育量の減少によって日射量の低下以上に給水量が低下した。1987年の定植株も1年目は同様であったが、せん定を行った2年目は6月の給水量が大幅に低下したものの秋冬期の落葉および給水量の低下は軽度であった。

1週間の給水量(給水回数)は第8図のように日射量によく対応していた。また、冬期は温風暖房による空気の乾燥から夜間にRW水分の減少が認められ、曇天日の昼間と同じ程度の吸水が行われていた。



第8図 栽培時における日射量と水分センサーの水位変化  
Fig. 8. Change of water level of sensor and solar radiation.

3-2) 実験3-1で用いたRWベットの1/4の幅のものでも水分センサーを用いた給液制御により栽培が可能であった。8月上旬の1日当たりの給液回数は平均67回で、夜間にも5回程度給液されていた(第9図)。1時間毎の給液回数は6時から増加し始め、もっとも多い11~16時では1時間に6回以上の給液が行われていた。日射量は11~13時に最大となり、給液回数のピークの方が遅れて現れた。日没後3時間は1時間毎に1回程度の給液が行われ、その後は日の出まで1時間に0.5回前後の給液が行われていた。



第9図 フロートレススイッチと水分センサーのみのコントロールによる給液回数の推移

Fig. 9. Change of irrigation times by only float-less relay switch and sensor control.

注)

ロックウール: 幅7.5cm、高さ10cm、長さ91cm  
調査時期: 1990年8月1日~8月5日

実験4 水分センサーの水位の違いが収量に与える影響

定植3か月後の1月~6月の切花本数、切花長、切花重量の調査結果を第4表に示した。各水位区とも良好な

生育を示し、-4 cmおよび-8 cmの一定水位および水位変更区とも切花本数、切花長、切花重量において明らかな差は認められなかった。さし木苗は生育が早かったために接ぎさし苗よりもやや収量が高く、切花長および切花重量等も自根苗の方が接ぎさし苗よりも優れていた。

軽い症状のクロロシスがさし木苗区に多く認められた。栽培中に水分センサーの水位を上げた水位-8 ~ -4 cm区では接ぎさし苗が20%、さし木苗が30%と両苗とも他の区よりクロロシスの発生率が高くなった。しかし、その他の区では一定の傾向が認められず、-4 cm一定区でもクロロシスの発生はわずかであった。

第4表 水分センサーの水位、苗質が収量、品質に及ぼす影響

Table 4. Effect of water level of sensor and kind of nursery plant on flower yield and quality.

苗質	水位		収穫本数/m <sup>2</sup>	平均切花長 (cm)	平均切花重 (g)	新梢のクロロシス発生割合 (%)
	夏	冬				
接ぎさし苗	-4	-4	68.6	59.5	26.2	5
	-4	-8	68.6	61.5	26.7	0~5
	-8	-8	71.1	62.3	26.2	0~5
	-8	-4	64.4	62.5	27.2	20
自根苗	-4	-4	78.5	65.0	27.6	0~5
	-4	-8	68.2	65.1	29.6	20
	-8	-8	64.2	64.4	31.2	20
	-8	-4	77.0	64.5	27.9	30

注) 収穫調査は'89年1月~6月に行った。クロロシスの調査は4月10日に行い、觀賞に支障のない軽度のものも含めた。

## 考 察

RWの水分保持力は土壌に比べて非常に弱い。用いた日本製のRWの水分保持力は2社ともほとんど差がなかったが、SONNEVELD<sup>4)</sup>が比較したヨーロッパのRWと比べるとCultilen社のものに近く、Grodan社のものよりも水分保持力がやや弱い。しかし、実際のバラの栽培ではこのような差が認められる低水分状態で管理することは好ましくなく、試作した水分センサーを拜いて個々のRWに適した水分管理が行われれば物理性の差は生育、収量へそれほど大きく影響しないものと判断した。

試作した簡易な水分センサーを用いた場合、水分センサーの応答時間によって栽培中の排液率が異なる。給液制御では24時間タイマーとサブタイマーを用いることに

よって1回の給液時間をセンサーの応答時間よりも短くすることができ、応答時間の長いセンサーを用いて排液率を自由にコントロールできる。しかし栽培に用いるRWを10ℓ/m<sup>2</sup>程度まで少なくした場合は、1回の給液量を少なくして給液回数を多くしなければならないので、通常の24時間タイマーでは設定回数が足りず、排液量が多くなりやすい。このため、RW容積が小さい場合、応答の早い水分センサーを用いたフロートレススイッチのみによる給液制御の方がよいと考えた。

排液がほとんどない状態で栽培していると給液むらや養分のアンバランスが起こりやすく、収量や品質の低下が起こってくる。また、乾いたり水分含量の低下したRWは再吸水が難しく、少し余分な給液が行われていないとRW全体を湿った状態に維持することが困難である。栽培中の適切な排液率は給液のばらつき等のほかに使用する用水や養液によって異なるが一般的には15%とされており<sup>1)</sup>排液率が低い場合、定期的な手動で排液を一定量出す必要がある。このため水分センサー、フロートレススイッチのみで給液制御を行い、一定量の排液率を確保するには培地量、給液速度に適した水分センサーを用いなければならない。

センサーの応答時間は、センサーに用いる繊維の種類と量のほか、センサーに用いる容器の直径によっても異なり、この組み合わせを変えることによって応答時間を変えることができる。通常はT社の繊維10~20mg/cmと直径20mm程度の容器を用いれば十分な応答速度があるので、応答時間と排液率をチェックしながら容器を大きなものに交換して、応答時間を遅くし、排液率を高めるように調整する。また、繊維の密度を高めれば-10~-20 cm程度の水分張力の高い状態でも水の移動が可能だと思われる。RWのような他の固形培地による養液栽培や鉢もの栽培での自動給水等にも利用できるものと推察された。

わが国におけるRW栽培の給液制御法として最も多く採用されている日射センサーによる方法では、日射以外の気象変動(気温、風)や生育に応じた制御ができない。したがってコンピュータを利用して生育量の把握と調節は直接栽培者が行わなければならない。また、比熱の変化によって測定する水分計<sup>5)</sup>は応答時間が長く、センサー以外の装置が高価である。また、簡易なものではフロートレススイッチの電極をRWに埋設してRW水分の多いときにタイマーの給液を止める方法<sup>3)</sup>は、水分の定量的制御が難しい。また、ヨーロッパで用いられている本法類似法<sup>1)</sup>はRWベットの枚数をキャピラリマットでコンテナに接続しているので装置が大きい。本報告の方法はこれらに比べ装置が小さく、栽培中でも設置が容

易なことと、サブタイマーおよびセンサー、容器等で排液率のコントロールが容易である点が異なる。

RW内の養液は注射器によって容易に採取することができるが、水分が不足したときは養液の採取が困難であり、採取時に多少気泡が入る程度の水分含量であれば栽培に支障のないことが経験的に分かっている。この範囲は水分含量70%から90% (厚さ7.5 cmのRW) の間に保持されている水分に相当し、水分張力0〜8 cmで保持されている水と思われる。この養液の量は $7.5 \times 30 \times 91$  cmのRWベット1枚当たり4 ℓとなり、これは実験4の結果から真夏のバラの1日の吸水量にほぼ等しい。したがって停電等により給液が1日行われなくても水分の少ないところで部分的に少し障害が発生する程度で、RWの保水量からみるとほとんど影響ないと思われる。また、一般にはRWの保水量の5〜10%減少したときに給液すればよいとされており<sup>1)</sup>、RWベット1枚当たり1回に0.8〜1.6 ℓ給液すればよい。3分間で安定した吐出量の確保できる灌水チューブA-55 (三井石油化学社製、水圧0.25 kg/cm<sup>2</sup>で給液量が $0.11 \ell \text{ m}^{-1} \text{ min}^{-1}$ )を用いれば8〜16分間の吐出量となる。したがって、この灌水チューブを用いた場合、上記の $\frac{1}{2}$ の容積のRWまで給液可能だと推計できる。本報の水分センサーを用いることによって給液制御を非常に細かくすることが可能であったので、根圏への酸素供給が生産的に問題ないかどうかによって最小培地容積が決められるべきであろう。

栽培中に水分センサーの水位を変えても収量への影響がほとんどなかったのは水位の変更処理が十分に活着したのちであったためと考えられる。さらに処理中は、自動給液によって根圏に供給された養液の量がほぼ同じであったことと、根圏への酸素供給が水位−4 cm (水分80%前後で気相率が17%程度と推定される。)でも十分に行われていたためであろう。ただ、栽培途中で水分センサーの水位を高くすることは、クロロシスの発生が増加したことから、多少根に悪い影響を与えているものと思われる。RWの水分含量は高さによって大きく変わり、特に定植時は苗のRWポットをRWベット上に置くとRW全体の高さが変わることで、RWポットの水分がRWベットに吸収され乾燥しやすくなるのでできるだけ水位を高く維持する必要がある。したがって厚さ10 cmのRWベットを用いる場合、栽培の開始時から活着まで水分センサーの水位を高くし(0 cm)、活着した段階で水位を下げ、最終的には−4 cm〜−8 cmで給液制御すればよいと判断した。

## 摘 要

簡単な水分センサーを用いた自作の栽培装置でバラのロックウール栽培が容易に行えるように給水制御方法について検討した。

1. 底面給水やミスト灌水によっても乾燥したロックウールは部分的にしか吸水しなかった。飽水したロックウールは水分の吸収および移動がスムーズであり、栽培には十分飽水したロックウールを用いるべきだと推察した。
2. ロックウールは同じ水分張力でも吸水過程の方が脱水過程よりも水分含量が低く、ロックウールの水分含量を維持するためには給液回数を多くし、少し余分に給液する必要があると思われた。
3. ロックウールに接続した水分センサーの水位の変動速度は繊維の量が容器の直径に対して大きいときに早くなり、水分センサーの応答速度および排液率を変更することができるものと考えられた。
4. 24時間タイマーとサブタイマー、フロートレススイッチ、水分センサーを接続することによって生育、天候に応じた自動給液制御が可能になった。また、小さいロックウールを使用する場合は給液回数を多くするためフロートレススイッチと水分センサーのみで栽培しなければならなかった。
5. 定植から1.5か月経過した後にはセンサーの水位を−4 cmと−8 cmに変更して栽培したところ生育および収量に影響しなかった。

## 引用文献

1. DENIS, L. S. 1987. Rockwool in Horticulture. Grower Books:47-57.
2. 大川 清, 1973. バラの切り花生産. :148-155. 誠文堂新光社.
3. 佐々木皓二, 1987. 水分センサを用いた給液制御法による数種園形培地耕. : 園学要旨. 昭62秋: 350-351.
4. SONNEVELD, C. 1989. Rockwool as a Substrate in Protected Cultivation. Chronica Horticulturae 29(3):33-36.
5. 田中和夫・安井秀夫・石黒義昭, 1987. 簡易養液栽培の実用化に関する研究. (第8報) 簡易センサを用いた培地管理法. : 園学要旨. 昭62秋:370-371.