

温室バラのロックウールを利用した養液栽培（第2報）

5カ年間の生育、収量の変化と肥料成分収支

谿 英則・長谷川清善

(2) Studies on Productivity of Greenhouse Roses under the Hydroponic System using Rockwool

The Changes of the Growth and Flower Production for 5 years and the Balance of Fertilizer Elements per a Year.

Hidenori TANI, Kiyoshi HASEGAWA

バラのロックウール栽培を5カ年継続して行い、生育、収量および経済性について、土耕栽培と比較検討した。供試品種は“ソニア”で、切り接ぎ苗を用いた。

切花収量は栽培5年目でもロックウール栽培が土耕栽培を上回り、ロックウールは5年以上使用可能と考えられた。また、5か年間の切花収量、品質より試算した粗収益額は、ロックウール栽培が土耕栽培より3.3㎡当たり5,835円/年多かった。

バラの養液消費量 (ml/株・日) は温室内の積算日射量 (cal/cm²・日) および最高気温 (°C) と正の相関関係にあり、それらの関係を回帰式で表すとそれぞれ $Y = 0.82X + 127$ ($r = 0.646^{**}$, X : 積算日射量)、 $Y = 13.8X + 94.9$ ($r = 0.666^{**}$, X : 最高気温) となった。

ロックウール栽培におけるバラの肥料成分吸収量 (kg/1000㎡・年) は、窒素76.3、リン14.2、カリ81.3、カルシウム44.3、マグネシウム9.0程度であった。

1. 緒 言

バラのロックウール栽培は1985年に初めて我国に導入されて以来、土作りからの開放、栽培管理の省力化、連作障害の回避、周年生産、品質向上および増収などのメリットから、急速に普及しつつある。

水戸⁶⁾の調査によれば、1992年5月末現在のロックウール栽培面積は82haで全栽培面積の20%近くに及び、比較的新興産地において、普及率が高いとしている。本県においても、バラ栽培面積14haのうちロックウール栽培は、現在10%に及んでおり、今後さらに普及する傾向にある。

バラのロックウール栽培に関する研究は、まだ始めて日が浅く、我国では同一マットで長期間栽培した報告はほとんど見当たらない。本報では、第1報の2カ年

間の結果に続き、5か年間継続栽培して、土耕栽培と比較し、ロックウール栽培の実用性等について検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

2. 1 耕種概要

滋賀県農業試験場園芸分場内のガラス温室（間口9.5m×奥行29m）で、1987～1991年の5か年継続試験を実施した。

供試したロックウールは新日鉄化学株式会社製の酸性化学品で、マットの大きさは長さ120cm、幅30cm、厚さ10cm、また、植え付け用キューブの大きさは10×10×10cmである。“マルチフローラ”台木に“ソニア”を切り接ぎし、土耕で育苗した1年生苗を1987年5月

13日に根部を水洗いしてキューブに植え付けた。ロックウールマットは図1のように2列に設置し、前記キューブを同年5月25日にマット当たり5株ずつ定植した。栽植密度は m^2 当たり6.25株である。

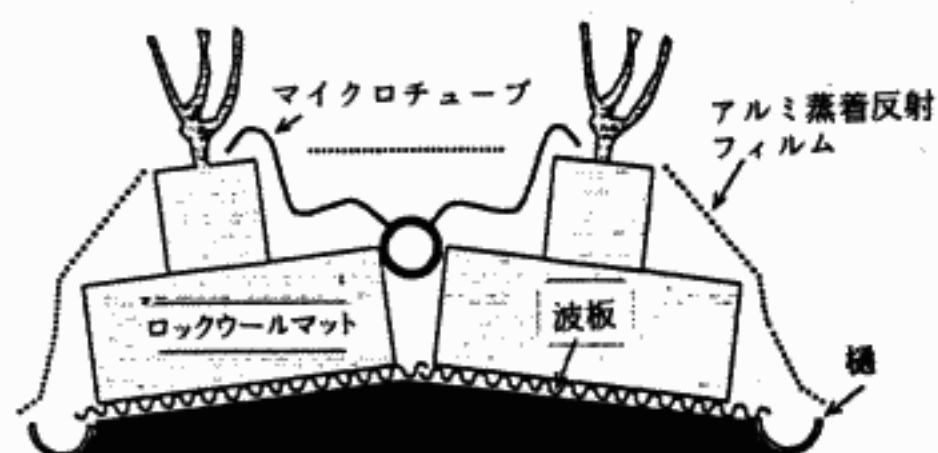


図1 ロックウールマットの設置図

培養液の処方は園試均衡処方を用いたが、表1に示すように1990年5月と1991年8月に修正した。培養液の濃度はECで夏期 $0.6\text{mS}/\text{cm}$ 、冬期 $1.4\text{mS}/\text{cm}$ 程度になるようタンク内で大塚ハウス肥料(表1)で調合した。用水は当場内の地下水で、水質は極めて良質であった。給液はタイマー制御によるマイクロチューブ点滴方式であり、給液量は1日1株当たり、夏期 $500\sim 600\text{ml}$ 、冬期 $300\sim 400\text{ml}$ に調節した。排水量は各マットからの排水を桶に受けて、畦の末端で集水し、測定した。

また、対照として、同温室内にロックウール栽培と並行して、慣行の土耕栽培区を設けた。1987年5月12日に“ソニア”の切り接ぎ1年生苗を畦幅130cm、株間30cm、条間35cmの2条植え(栽植密度 $5.0\text{株}/\text{m}^2$)で定植した。肥料はリン硝安カリ604号($\text{N}16\% : \text{P}_2\text{O}_5 10\% : \text{K}_2\text{O} 14\%$)と油粕で、年間の施用量はそれぞれ $90\text{g}/\text{m}^2$ 、 $600\text{g}/\text{m}^2$ 程度であった。

株の仕立ておよび切花の方法は、1年目は8月末日

までピンチを繰り返しながら株を養成し、8月31日に一斉切り下げせん定後、9月22日から収穫を開始した。2年目以降の夏期せん定は7月上旬に一部折り曲げ法で行い、8月下旬に一斉切り下げせん定後、10月から収穫を開始した。切花の収穫は5枚葉を1~2枚残す慣行法で行ったが、4月頃から夏期せん定前までの期間は、採花母枝まで切り下げた。温度管理は10月中旬~4月中旬頃まで設定温度 18°C で加温し、 26°C で換気した。

2. 2 調査方法

1) ロックウールマット内養液の組成変化

原液およびロックウールマット内の養液(以後マット内液と呼ぶ)を60ml容の注射器により採取し、pH、ECおよび無機成分濃度を常法⁷⁾により分析した。

2) 切花収量、品質の経年変化

収量調査は、ロックウール栽培区20株、土耕栽培区16株について、それぞれ2反復で行い、切花本数、切花長、切花重を測定した。

3) 気象要因と消費液量との関係

バラ55株について、1989年6月から1990年3月までの給液量、排水量を実測するとともに、その間の温室内の気温と日射量を観測した。また、給液量から排水量を差し引いたものをバラのみかけの消費液量とした。

4) 年間の肥料成分の収支

肥料使用量は定植時(1987年5月)から1992年1月15日までの使用量を集計し、年間使用量を求めた。

肥料成分の排出量については、1987年6月から1989年6月までの給・排水の測定値(43点)から、給液濃度に対する排水濃度の回帰式を求め、時期別の平均給液濃度と1988年6月から1990年3月までの排水量の実

表1 培養液の処方(1単位の組成)

期 間	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	P	K	Ca	Mg
'87.5 ~ '90.4 (園試処方)	16.0	1.4	4.0	8.0	8.0	2.0
'90.5 ~ '91.7 修 正	15.2	1.3	3.0	7.1	9.0	3.0
'91.8 ~ '92.5 修 正	13.2	3.3	4.1	5.3	6.9	1.9

注: 単位: me/ℓ 1単位液 \approx EC2.2ms

使用肥料: 大塚ハウス2号、同3号、同5号、同6号、同7号

測値をもとに算出した。培地内の肥料成分存在量は培地の水分率を70%と仮定して、1991年12月の培地内溶液の測定値から算出した。また、肥料使用量から排出量、培地存在量を差し引いて、吸収量とした。

3. 結果

3. 1 ロックウールマット内養液の組成変化

培養液の原液およびマット内液のpH、ECおよび硝酸態窒素濃度の年次推移を図2～4に示した。また、リン、カリ、カルシウムおよびマグネシウムについては、培養液組成における各成分の過不足を比較しやすいよう、硝酸態窒素に対する濃度比を算出し、その年次推移を図5～8に示した。各図とも1987年5月～1989年12月までは毎月1回、1990年は2、3、10、11、12月、1991年は2、5、9、11、12月、1992年は1、3、4月のそれぞれの測定値である。

マット内液のpHは原液に比べて常に高く、特に定植後は次第に上昇したが、栽植2年目以降はpH7.0～7.7で安定した。1990年5月以降、処方の一部修正したが、pHに大きな変化はなかった。

マット内液のEC、硝酸態窒素濃度は、2年目が低く経過したため、3年目以降、給液濃度をやや高めた結果、5年目のマット内液のEC、硝酸態窒素濃度は、それ以前に比べてやや高く推移した。

原液とマット内液の硝酸態窒素に対する各肥料成分の濃度比の比較では、リンが原液に比べマット内液で低いのに対し、カルシウム、マグネシウムはマット内液の方が高く経過した。特に定植2年目はマット内液の硝酸態窒素濃度が低く、カリを含め、カルシウムおよびマグネシウムとの濃度比は、マット内液が著しく高くなった。

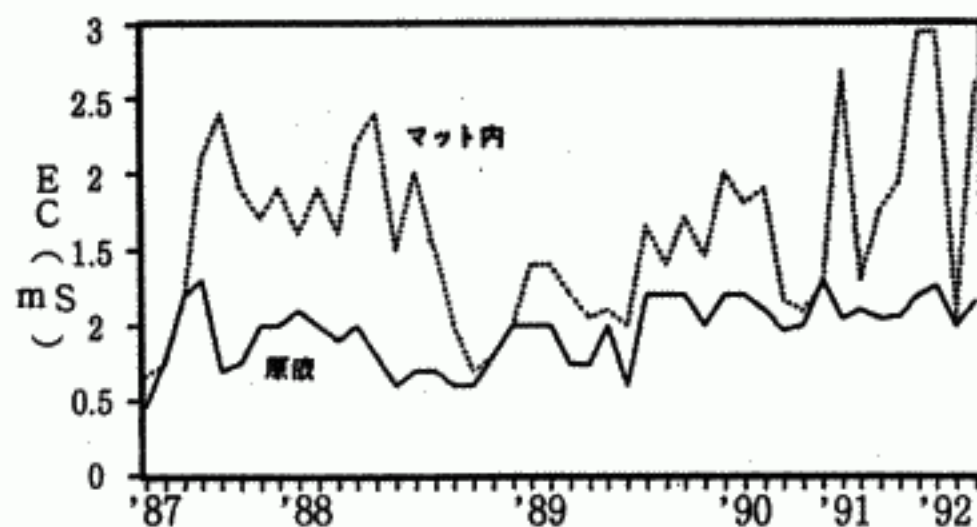


図3 培養原液およびマット内液のEC値の年次推移

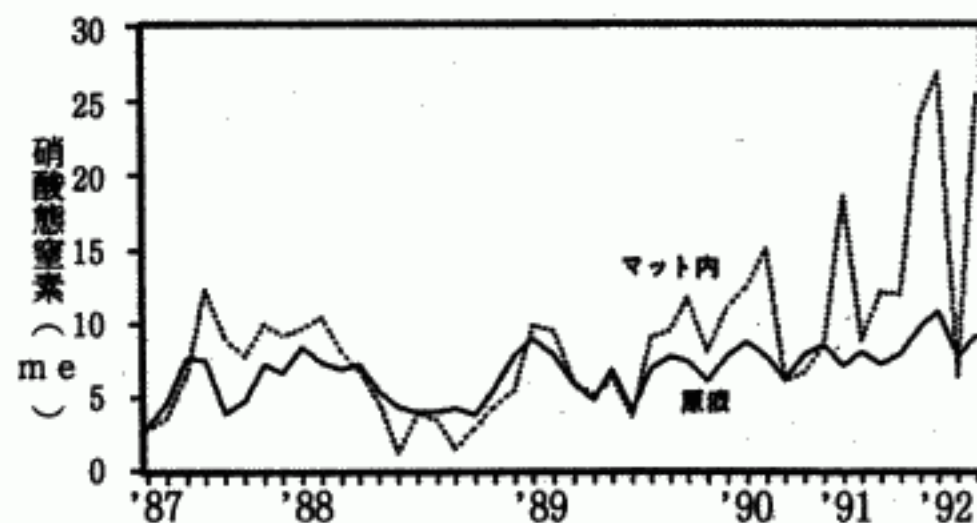


図4 培養原液およびマット内液の硝酸態窒素濃度の年次推移

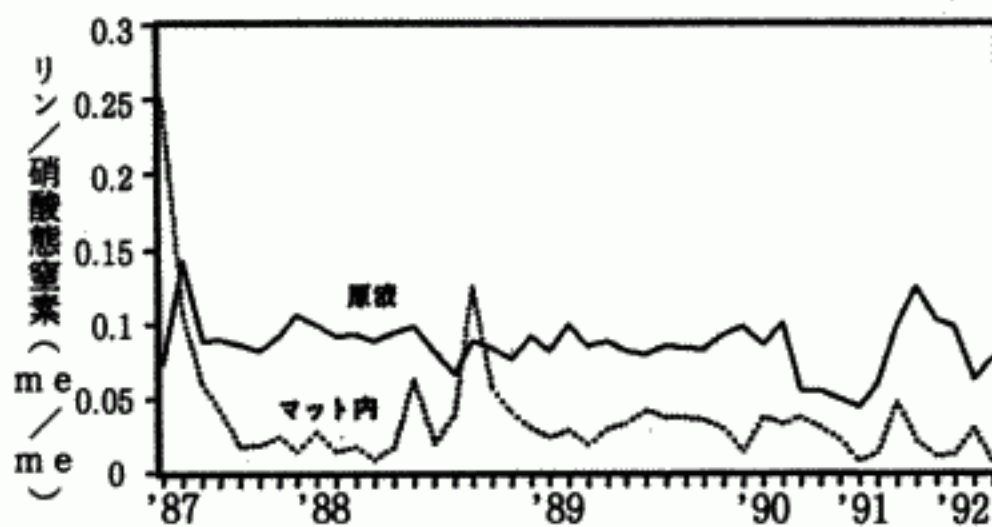


図5 培養原液およびマット内液のリン/硝酸態窒素濃度比の年次推移

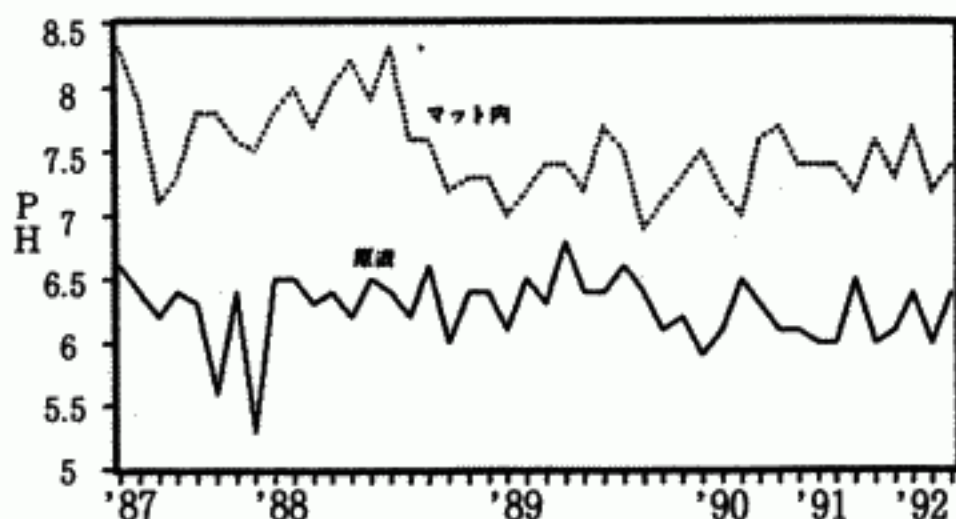


図2 培養原液およびマット内液のpH値の年次推移

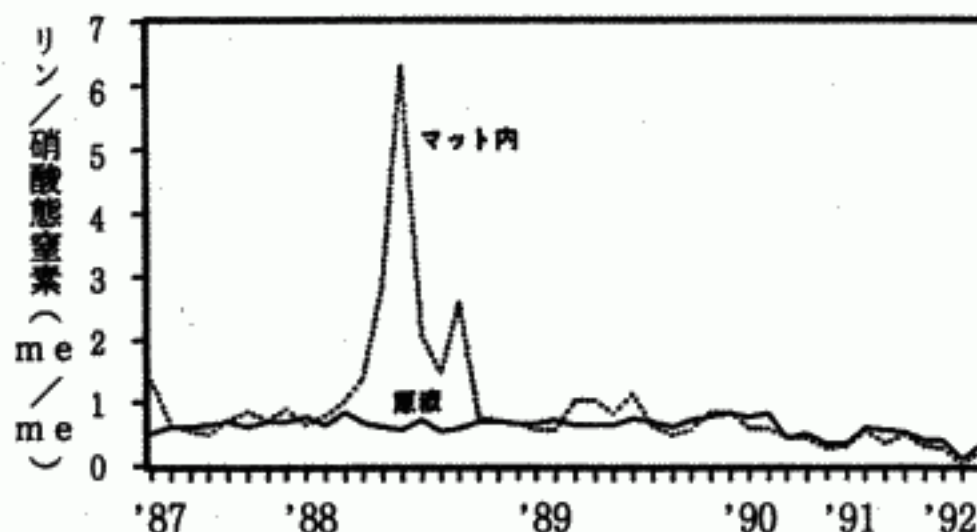


図6 培養原液およびマット内液のカリ/硝酸態窒素濃度比の年次推移

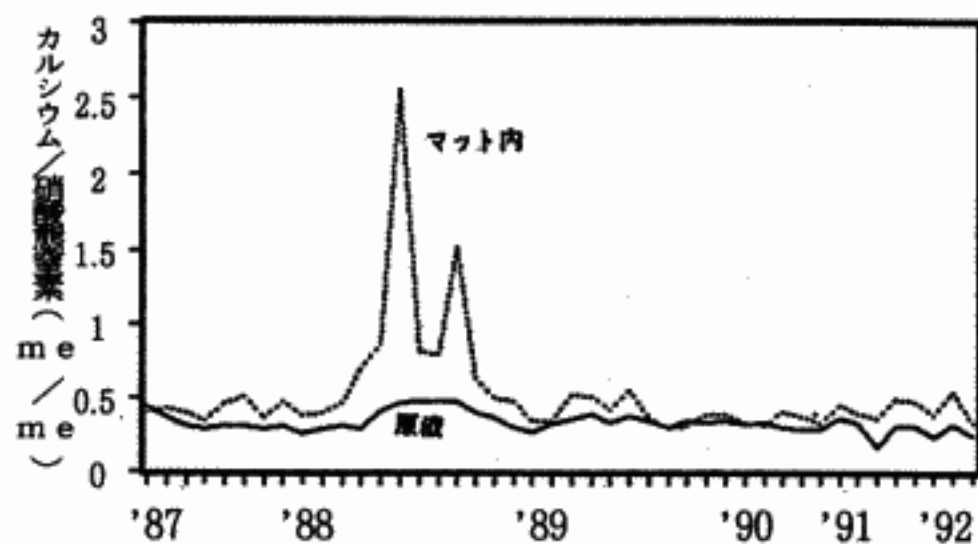


図7 培養原液およびマット内液のカルシウム/硝酸態窒素濃度比の年次推移

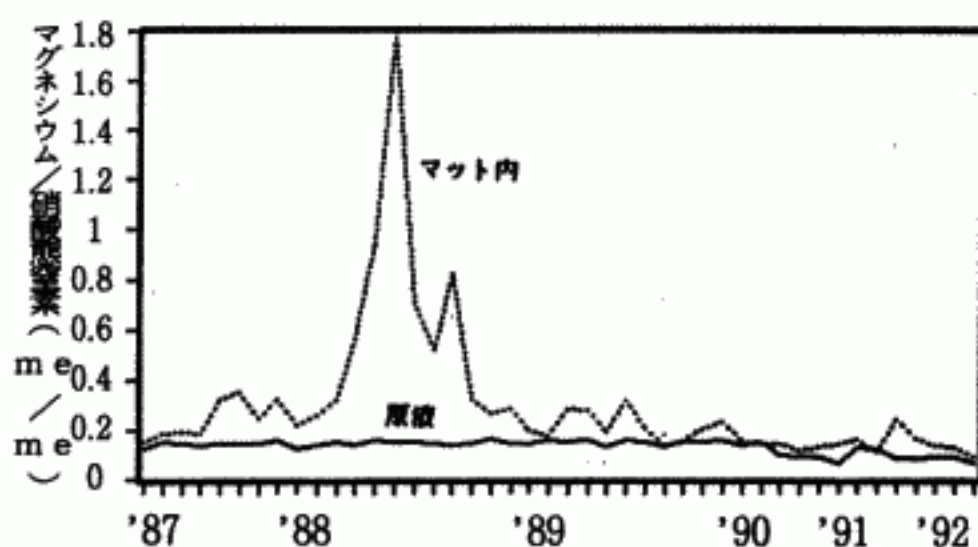


図8 培養原液およびマット内液のマグネシウム/硝酸態窒素濃度比の年次推移

3. 2 切花収量、品質の経年変化と粗収益額の試算

ロックウール栽培と土耕栽培区との比較を表2に示した。切花本数はロックウール栽培区の栽植1年目で、特に多かったが、2年目、3年目と減少した。しかし、4年目、5年目はやや回復した。一方、土耕栽培区では、年次を経過するごとに切花収量は減少傾向を示し、3.3㎡当たりの切花本数では常にロックウール栽培を下回った。

切花品質はロックウール栽培区が栽植密度で25%多いにもかかわらず、土耕栽培区とほとんど差がなく、切花重ではロックウール栽培区がやや優っていた。

粗収益額の経年変化は、ロックウール栽培区の栽植1年目が年間3.3㎡当たり37,706円と最も多かったが、栽植2、3年目は収量、品質の低下がみられ、1年目の67%程度に低下した。しかし、粗収益額はロックウール栽培区が常に優っており、5年間の平均では土耕栽培区に比べ、年間3.3㎡当たり5,835円多くなった。

表2 切花収量・品質の経年変化と粗収益額の試算

試験区	年次	切花本数		切花の長さ別割合 (%)				平均切花重 (g/本)	粗収益額 (円/3.3㎡)
		本/株	本/3.3㎡	LL	L	M	S>		
ロックウール耕	1987	28.5	588	19.6	31.2	29.6	19.6	25.6	37,706
	'88	23.4	483	7.3	22.9	34.0	35.8	24.9	25,339
	'89	21.0	433	11.8	30.4	29.0	28.8	25.3	25,251
	'90	25.6	528	10.2	33.9	30.6	25.2	25.5	31,249
	'91	24.0	495	13.7	32.1	33.1	21.1	29.0	30,297
	平均	24.5	505	12.8	30.2	31.3	25.7	26.1	29,968
土耕	1987	25.3	417	16.8	32.1	31.1	20.0	23.8	26,279
	'88	26.1	431	11.8	30.5	26.5	31.2	24.0	24,924
	'89	25.5	421	12.6	28.9	30.8	27.6	24.2	24,583
	'90	23.5	388	18.1	25.9	31.1	24.9	24.6	23,581
	'91	22.3	368	13.5	28.2	26.3	32.0	25.8	21,300
	平均	24.5	405	14.5	29.2	29.2	27.1	24.5	24,133

注：切花長区分はLL=70cm以上、L=60~70cm、M=50~60cm、S=50cm未満

粗収益額は平成2年度関西市場の平均単価から、LL=98.4、L=78.7、M=48.8、S=29.9円/本として試算
 収穫調査期間は1987年 ('87.9.22~'88.6.10)、1988年 ('88.10.10~'89.6.10)、1989年 ('89.10.1~'90.4.20)、1990年 ('90.10.20~'91.5.24)、1991年 ('91.10.1~'92.5.11)

3.3 気象要因と消費液量との関係

温室内の日照量（積算日照量：Cal/cm²・日）とバラの消費液量との関係を図9に示した。両者には正の相関がみられ、回帰式を示すと表3のようになった。また、温室内の最高気温と消費液量についても正の相関があり、同じく表3にその回帰式を示した。

図10は調査期間中における温室内日照量と最高気温の月平均値の推移を示した。日照量、最高気温とも年間を通じて8月期が最高で、それぞれ245cal/cm²・日、35.2℃、1月期が最低で73cal/cm²・日、23.3℃であった。

表3 温室内の日照量、最高気温と消費液量（ml/株・日）との関係

$Y=0.82X+127$ ($r=0.646^{**}$)	$X=$ 積算日照量(cal/cm ² ・日)
$Y=13.8X+94.9$ ($r=0.6466^{***}$)	$X=$ 最高気温(℃)

注： Y … 消費液量=給液量-排液量
栽植密度：6.25株/m²

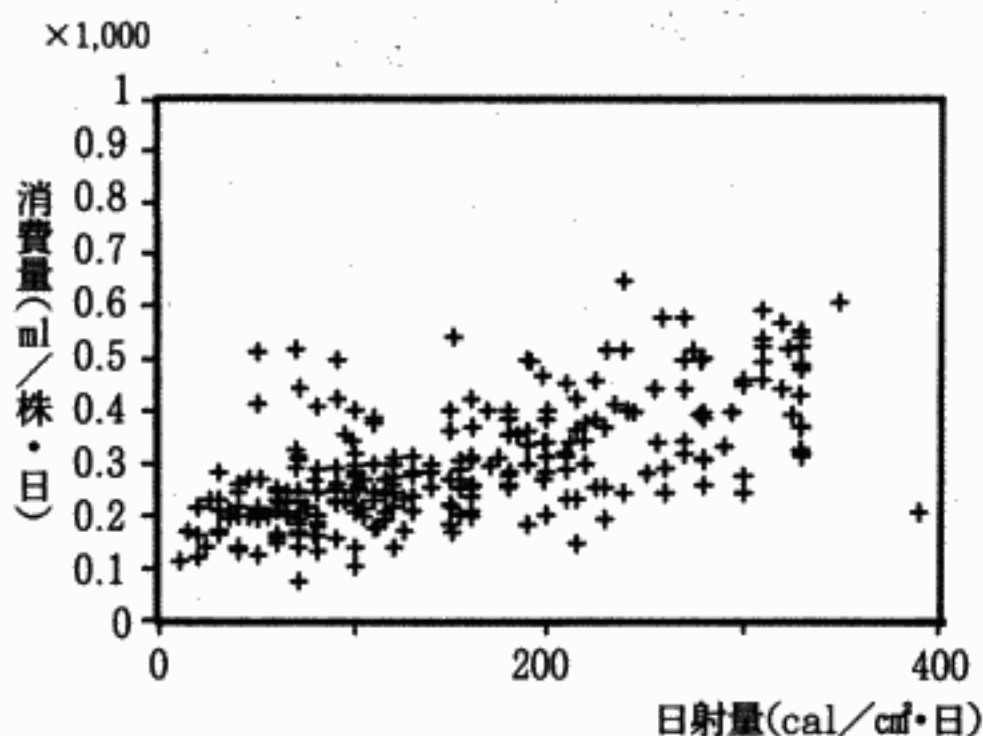


図9 日照量とバラの消費量の関係（'89.6～'90.3）

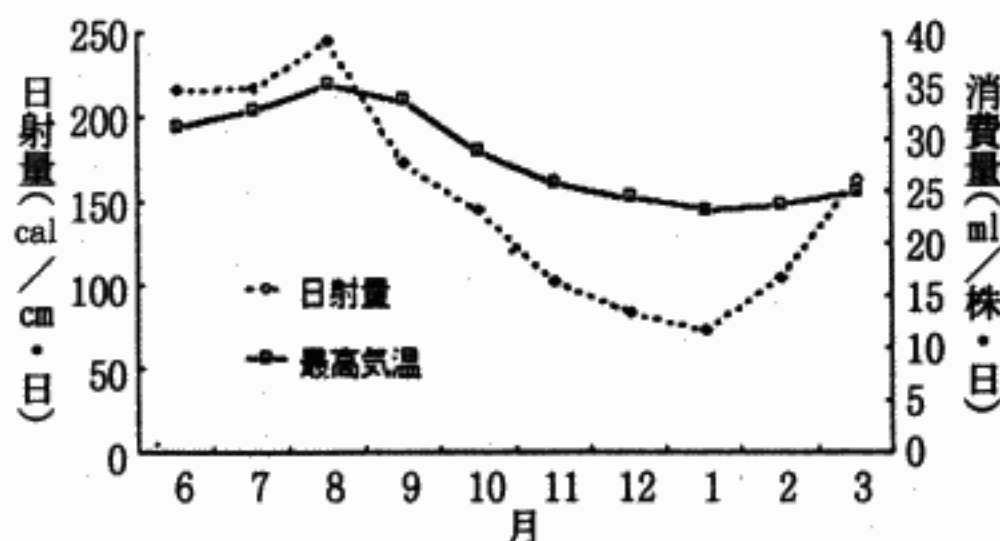


図10 温室内の日照量と最高気温（'89.6～'90.3）

3.4 年間の肥料成分の収支

各肥料成分の給液濃度と排液濃度の関係の回帰式を表4に示した。この式をもとに表5の給液成分濃度と排液量より、各肥料成分の排出量を算出した。年間1,000m²当たりの排出量はカリが46.4kgと最も多く、続いてカルシウム28.4、窒素25.1、マグネシウム9.6およびリン2.1kgの順であった。

一方、年間の肥料成分収支の試算値は表6に示すとおりである。1,000m²当たりの年間施肥量が窒素107.5、リン17.3、カリ131.5、カルシウム76.5およびマグネシウム18.6kgであるのに対し、年間吸収量は窒素76.3、リン14.2、カリ81.3、カルシウム44.3およびマグネシウム9.0kgであった。施肥量に対する吸収率は、リンが高く経過するのに対しマグネシウム、カリおよびカルシウムは低かった。

表4 各成分の給液濃度(X)と排液濃度(Y)との関係

成分	回帰式	相関関係
窒素	$Y=1.21X-20.8$	0.808 ^{**}
リン	$Y=0.53X-1.2$	0.703 ^{**}
カリ	$Y=0.71X+91.9$	0.593 ^{**}
カルシウム	$Y=1.27X+6.6$	0.614 ^{**}
マグネシウム	$Y=1.00X+14.1$	0.646 ^{**}

単位： ppm

4. 考 察

林²⁾によれば、オランダにおけるバラのロックウール栽培のマットの使用年限は4～6年とされている。本報においても、同様にロックウールマットは5年以上使用可能と考えられ、“ソニア”の接ぎ木苗で5年間継続して栽培した結果、切花収量の大きな落ち込みはなく、栽培5年後でも土耕に優る結果が得られた。

しかし、ロックウールマットの耐用年数は、その品質や使用容量等によっても異なると考えられる。本試験は、1株当たりのロックウール占有量が7.2ℓと比較的多い条件下での結果であり、この点さらに検討する必要がある。

バラのロックウール栽培システムの設備費は、3.3m²当たり9,000～16,200円で、その内ロックウールマッ

表5 時期別の給・排水量と給液成分濃度

期 間	給・排水量(ℓ/株)		給液成分濃度 (ppm)				
	給液	排水	N	P	K	Ca	Mg
'88. 6	18.12	2.36	77.4	15.6	100.9	79.7	18.0
7-8	31.98	8.06	89.7	15.0	117.8	78.7	20.5
9-10	29.44	8.01	86.4	15.8	118.0	71.4	20.1
11-12	23.62	8.58	120.2	21.7	143.0	91.5	23.2
'89. 1-2	20.40	7.36	120.4	21.0	163.3	94.8	25.6
3-4	26.27	4.73	96.1	18.6	142.1	86.8	22.9
5-6	32.46	6.34	77.4	15.6	100.9	79.7	18.0
7-8	31.68	7.22	89.7	15.0	117.8	78.7	20.5
9-10	25.37	4.97	86.4	15.8	118.0	71.4	20.1
11-12	19.76	5.30	120.2	21.7	143.0	91.5	23.2
'90. 1-2	17.60	5.13	120.4	21.0	163.3	94.8	25.6
3	9.54	2.35	96.1	18.6	142.1	86.8	22.9

注： 給液成分濃度は '88.5 ~ '92.1 までの各時期別の平均濃度 (n = 7 ~ 11)

表6 ロックウール栽培における年間の肥料成分収支

収支項目	N	P	K	Ca	Mg
施肥量	107.5	17.3	131.5	76.5	18.6
排出量	25.1	2.1	46.4	27.4	9.6
吸収量	76.3	14.2	81.3	44.3	9.0
培地内	6.1	1.0	3.8	3.8	0.6

注： 単位：元素量kg/1000㎡・年
排水量：年間給液量1,022t/1000㎡、
排水率24%

トの費用が22~25%程度を占めている¹⁾。ロックウールマットが5年以上使用可能であると、マットおよび改植に係わる経費が低減できる。3.2節で示したとおり、ロックウール栽培が土耕に比べ、粗収益額で3.3㎡当たり5,835円/年上回るとすれば、ロックウール栽培の経済性は充分あると考えられる。ただ、本試験で対照とした土耕区は新土壌に定植したのではなく、7年間バラを栽培した後、蒸気による土壌消毒を実施して改植したものである。林⁴⁾は新しくて良質の土壌と比較した場合、ロックウール耕がそれよりも優ることはまずないとしている。本報においても、新土壌に定植した場合と比較していれば、異なった結果が得ら

れたかもしれない。

また、本試験では良質な用水が得られたが、水質の良否によって、切花収量、品質や設備費およびランニングコストにも影響するので、ロックウール栽培導入に当たっては、用水にも充分注意する必要があると考えられる。

切花収量、品質の経年変化は、表2で示したとおり栽培2、3年目で低下した。3年目の減収は収穫期間が約1か月短いことも原因の一つであるが、2年目の減収は第1報⁵⁾で報告したとおり、給液濃度が低く経過したため、比較的吸収の早い硝酸態窒素濃度がマット内で低下し、相対的にカリ、カルシウムおよびマグネシウム濃度が高くなるなど、マット内の肥料成分バランスが崩れたことも原因ではないかと考えられる。

Denis¹⁾は、マット内のpHは5.0~6.0が好適値であり、pHが高まるにつれてリン、マンガン、鉄が不可給化しやすくなり、pH7.0以上になると、これら要素の有効性は著しく低下し、欠乏症が現れることもあるとしている。本報では5年間にわたり、マット内のpHは常に7.0より高く推移し、好適範囲を大きく上回った。3.4節で示したとおり、園試均衡処方ではカルシウム、マグネシウムの利用率が低いと、相対的にこれらの要素の濃度が高まり、pHを上昇させる原因となったのではないかと考えられる。

これに関して、吉原¹⁰⁾は、培養液中のpHは、作物

が硝酸態窒素とアンモニア態窒素のどちらを優先的に吸収するかによって影響を受け、アンモニアを好んで吸収するときpHは下がるとしている。一方、寺田⁸⁾は、水耕栽培で、バラはアンモニア態窒素を優先的に吸収し、培養液の総窒素量中に占めるアンモニア態窒素の割合が25~50%のときに良く生育し、窒素吸収量も多くなることを、また、竹田⁹⁾は、アンモニア態窒素の比率が20%のときpHが安定し、40%のときはpH4.0程度にまで低下することを認めている。そこで、本試験でも、pHを低下させるため、栽培5年目に全窒素に占めるアンモニア態窒素の割合を8%から20%に高め、カリ、カルシウムの濃度を低くした。しかし、培養液処方の修正後も、pHはほとんど変化しなかった(図2)。ただ、表2で示したとおり、栽培5年目は生育が旺盛で、切花重が増加し、切花品質が優れた。従って、培養液処方では園試均衡処方より、アンモニア態窒素の割合を高め、カリ、カルシウム濃度をやや低くした処方がよいと考えられた。

一方、培養液の供給については、やや過剰給液を行って、根圏の養分バランスを維持させることが、切花収量、品質を安定させる上で重要である。しかし、過度の過剰給液は、非循環システムにおいて、肥料コストの面だけでなく、環境への影響からも問題である。マット内の養分バランスを保つには、給液の10%排出されればよいが、実際の栽培では、マットによって過不足が生じるので、15~20%の排液が必要とされている¹⁾。可能な限り過剰な肥料分を排出しないためには、実吸収量に応じた給液を行い、排液率を15%程度に押さえることが求められる。

給液制御については、一般にタイマー、水分センサー、あるいは日射センサーが用いられているが、水分センサーは、設置数がある程度密でないと、温室全体を代表したものにならない。また、日射センサーは日射以外の気象変動(温度、風)や生育のステージに応じた制御ができないため、それぞれタイマーと組み合わせて利用されている。3.3節では温室内の積算日射量および最高気温と養液の消費量には正の相関があり、それらの関係は表3の式で表されることを示した。近年は温室環境をコンピューターにより制御する農家も増えてきており、これらのデータをもとに、日射量、気温、マット内水分量、生育ステージに対応した給液システムを開発すれば、実吸収量により近い給液が可能と推察される。また、表6には年間の成分吸収量を示

したが、これより、年間の施肥量は利用率を考慮して、その1.25倍量程度とするのが適当と考えられた。

引用文献

- 1) Denis L. Smith 著、池田 英男、篠原 温共訳：野菜・花きのロックウール栽培。誠文堂新光社、1989。
- 2) 林 勇：バラのロックウール栽培、オランダと日本、Hydroponics 2 (1), 44~46, 1988。
- 3) 林 勇：切花栽培の新技术 バラ 下巻、108~114p. 誠文堂新光社、1990。
- 4) 林 勇：国際化に対応する切花花きの生産技術 [9] バラの切り花生産性向上と技術開発 (2)。農及び園 65 (11), 79~86, 1990。
- 5) 長谷川 清善、森 修一、北村 治滋：温室バラのロックウールを利用した溶液栽培(第1報)2か年間にわたる培地条件の変化と品種“ソニア”の生育収量。滋賀農試研報 31, 22~34, 1990。
- 6) 水戸 喜平：バラのロックウール栽培の現状。第15回養液栽培研究会・静岡大会要旨、1~4, 1992。
- 7) 農林省農林水産技術会議事務局：土壌養分分析法。171~362。養賢堂、東京、1970。
- 8) 寺田 幹彦、景山 詳弘、小西 国義：培養液中の総窒素量に対するNH₄-Nの割合がバラの生育と窒素吸収量に及ぼす影響。園芸学雑60別2, 492~493, 1991。
- 9) 竹田 義、片岡 光信：水耕栽培におけるバラの養分吸収の品種間差、及びNH₄-Nの吸収特性。園芸学雑59別2, 309~310, 1990。
- 10) 吉原 利一：水耕栽培や組織培養の培養液におけるpHの変化について。農業電化 44 (6), 2~6, 1991。

Summary

The productivity and economic effect of green house roses under a hydroponic system using rockwool were investigated for five years.

The flower yield of the plants grown on rockwool mat was always more increased than the ones grown on soil. This result was suggested that it is possible to use a rockwool mat more than five years.

The amount of gross revenue was calculated according to the results of flower yield and quality. As results, that of plants grown under the system using rockwool was 24% more profitable than the plants grown on soil.

The amount of nutrient solution (ml/plant/day) absorbed by the plants was correlated with total integrated solar radiation (cal/cm²/day) and the maximum air temperature (°C) in greenhouse. The regression formula of those interrelation was as follows.

$Y=0.82X+127$ (Y=the amount of nutrient solution absorbed by a plants, X=total integrated solar radiation)

$Y=13.8X+94.9$ (X=a maximum air temperature) It was considered that the greenhouse roses grown on rockwool absorbed N, P, K, C a and M g approximately 76.3, 14.2, 81.3, 44.3 and 9.0 kg/1000m²/year respectively.