

鉢物のかん水自動化に関する研究

鶴島 久男・寺門 和也

Studies on the Automatic Watering of Potted Plants.

Hiisao TSURUSHIMA and Kazuya TERAKADO

I 緒 言

これからの鉢物生産では規模の拡大による生産効率の向上やコストの低減などが重要課題であり、その手段としては施設・備の自動化や生産体系の単純化などがあげられる。この鉢物生産の近代化をすすめる中にいくつかの隘路があるがとくに解説の迫られているのはやはりかん水の自動化であろう。

鉢物は容器に植えられ天然土壤の毛管水とは完全に断たれており、施設内では雨水による供給すらなく、全く人為的な水分の供給、すなわちかん水によって水分を補給されるほかはない。しかも常利生産では鉢植の集団に対する水の補給は、個々の鉢植の僅かな乾きの相違を認識しながら加減してかん水をしなければならなかつたので、かん水は多年の経験と綿密なる注意力が要求される鉢物生産の高度な技術とさえ思われてきた。それだけに自動化の導入はいくつかの問題をはらむが、欧米ではすでに鉢物のかん水が自動化され、それにより多くの大規模企業経営が成立している事実からみても、わが国の鉢物生産に対応した自動かん水法の確立はむしろおそきに失するものと考える。また鉢物自動かん水の実用化は単に方式の採用だけでなく、それに対応した栽培技術や生産体系の開発がともなわなければ十分効果を發揮することはできないであろう。このような観点から欧米などより複雑な作付体系をもつわが国の鉢物生産に導入できる自動かん水法の開発と、それに対応した生産技術の確立を目標に一連の試験を行つたのでここにとりまとめて報告する。なおこの試験の一部は農林省総合助成によって行われたことを付記しておく。

II 鉢土中の水分変化とそれにおよぼす環境要因について

鉢物のかん水自動化の基礎調査として、鉢土中の水分がどのような減少を示すか、また水分の減少がどのよ

うな内的かつ外的な環境要因の影響をうけるか、という点を明らかにするため次の試験調査を行つた。

試験材料および方法

(1) 植物生育中の鉢各部における水分の蒸発割合について

供試植物はコリウス（レインボー系）を用い、1967年6月上旬に圃田2：腐葉土1の配合土で45号素焼鉢に本宛植付けた。十分活着した伸長はじめた7月中旬に1区5鉢づつの次の区に分け処理を開始し、各区鉢とも用土がほぼ飽和に達するまでかん水をしてからその後の水分減少量（蒸発散量）を重量法で測定した。

1区……鉢の壁面および底面をビニールでおおい、この面の蒸発を抑えた。

2区……対照区（どの面もおおわない）

3区……鉢の壁面と地表をビニールでおおい植物体だけ露出した

4区……鉢の表面だけビニールでおおつた。

(2) 栽培植物および鉢の大きさによる水分の減少量

慣行栽培で生育中のシクラメン、プリムラ・マラコイデス、シネラリアのうち鉢のサイズの異なる2グループを各5鉢づつ抽出し、鉢中土の水分減少量を重量法で毎日計測した。

(3) 鉢の種類による鉢土中の水分蒸発量調査

サイズのほぼ等しい素焼鉢（3.5号鉢、内径10.5cm）プラスチックポット（内径10cm）、瀬戸製化粧鉢（3.5号、内径10.5cm）の3種それぞれ5鉢づつに配合土をつめ、十分かん水した後毎日鉢の重量を測定し蒸発量を調べた。

さらに素焼鉢とプラスチック鉢について、多数鉢を並べたばあいその置く位置によって生ずる蒸発量の差を調査するため、1966年10月中旬に、素焼3.5号鉢とプラスチック鉢（内径10cm）に8月上旬播種のシネラリアを植付け、これらの鉢を一方は側窓、一方は通路に接するベンチ上に並べ、各区の鉢の水分蒸発量を重量法で調査

Litter

(4) 置き場所の条件ならびに配合土の相異と鉢内水分の蒸発

この試験は1969年6月上旬に3月上旬播種したコリウス（品種マジックレインボー）の小苗を素焼3.5号鉢に田土70：腐葉土30、田土70：ピートモス30の2種の用土上でそれぞれ60鉢植え付けた。これら2種の用土で植付けた鉢を温室内コンクリートベンチ、同板スノコ状ベンチ、ベンチ上にビニールを敷き、その上に2cm厚さにピートモス（常に湿っている）を敷いた上の3処理区に20鉢づつ分けて置いた。各区の標準鉢には水銀マノメー

ター付きのテンシオメーターを設置し、鉢土の水分張力が $pF2.0$ に達した時、用土の最大容水量に達するまでかん水を行った。調査は各区鉢内の水分張力の変化、水分の蒸発量を毎日計測し、試験終了の8月8日に各区の生育状況および地上部新鮮重を調査した。なお肥料は植付時用土1ℓ当り硫安1g、燐燃1g、硫酸0.62gを混合しただけで追肥は与へなかった。

試驗結果

- #### (1) 植物生育中の鉢各部における水分の蒸発割合について

各区の一目当たりの水分蒸発量は第1表のとおりであ

第1表 各処理区の1日あたりの蒸発水量

試験区	処理	1日あたりの水分蒸発量					平均
		1	2	3	4	5	
1区	鉢の壁面蒸発をおさえた区	76	92	44	16	24	50.4
2区	無処理	140	175	89	38	53	99.0
3区	鉢の壁面と地表蒸発をおさえた区	50	63	26	12	5	31.2
4区	植物からの蒸散をおさえた区	107	136	56	34	53	77.2

第2表 鉢植各部分別の水分蒸発割合

区 別	算 出	平均蒸発量	蒸発割合
A. 鉢の壁面蒸発量	2 区—1 区	48.6 g	49.0%
B. 鉢の地表蒸発量	1 区—3 区	19.2	19.5
C. 植物からの蒸散量	3 区	31.2	31.5
D. 一鉢の全蒸発量	2 区	99.0	100.0

る。この表から各部分別の水分蒸発を算出したのが第2表でこれによると全蒸発量を100とすると、素焼鉢の壁面蒸発量が49%，植物の葉面からの蒸発が31.5%，地表からが19.5%でこの割合は植物の種類や大きさによりやや異なるが、全蒸発量の2分の1は鉢の壁面からの蒸発とみてよい。

(2) 栽培植物および鉢の大きさによる水分の減少量

第3表 鉢物の種類および鉢の大きさ別の水分蒸発量（一鉢平均 g）

区 別	10月29日		10月30日		10月31日		11月1日		11月2日		11月3日	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.
シクラメン5.5号鉢(径16.5cm)	3050	3120	2966	2866	2766	3032	2990	2970	2970	2890	2830	2740
シクラメン5号鉢(径15cm)	2015	1996	1948	1884	1879	2074	2035	2013	2004	1964	1938	1865
プリムラ・マラコイデス 4.5号鉢(径13.5cm)	1300	1284	1257	1216	1209	1319	1311	1300	1294	1276	1256	1218
プリムラ・ポリアンサ 4.5号鉢(径13.5cm)	1460	1449	1408	1359	1355	1481	1473	1460	1458	1424	1412	1375
プリムラ・ポリアンサ 3号鉢(径9cm)	519	501	486	467	462	512	506	499	496	483	471	450
シネラリア3号鉢(径9cm)	452	436	425	406	405	455	449	442	437	421	413	392
室温	最	低	- °C		11.0		11.0		14.0		17.0	
	最	高	28.0		28.0		28.0		27.5		30.5	

第4表 天候と鉢植の蒸発量 (1鉢, 1日当り平均蒸発量=g)

区 别	10月30日	10月31日	11月 1日	11月 2日	11月 3日	11月 4日
シクラメン5号鉢植	67	69	39	31	73	82
プリムラ・マライコス 4.5号鉢植	43	48	8	17	38	53
シネラリア3号鉢植	27	20	6	12	24	24
天 候	は れ	は れ	は れ	く も り	く も り 時 雨	は れ

第5表 鉢の種類と水分蒸発量 (1鉢1日当りの全蒸発量)

鉢の種類	月 日	10月14日	10月16日	10月17日	10月18日	10月19日	10月21日	平 均	素焼鉢を100とした %
素焼鉢 (内径10.5cm)	g	36	44	40	30	12	21	30.5	100.0
プラスチック鉢 (内径10cm)	g	17	21	25	21	10	17	18.5	60.9
化粧鉢 (内径10.5cm)	g	13	21	27	20	7	7	15.8	51.8

栽培植物の種類と鉢の大きさ別の一目当りの水分蒸発量について調査した結果は第3表のとおりである。

この結果4.5号鉢植のプリムラ・マライコデンとプリムラ・ポリアンサ、3号鉢のプリムラ・ポリアンサとシネラリアの間には鉢の大きさが同じでもかなり一目当りの蒸発量が違うことがわかる。同一種類による鉢の大きさの差異についてもシクラメンとプリムラ・ポリアンサではかなり大きな相異がみられた。また同じ試験で天候と鉢の蒸発量をみたのが第4表で、晴天の日にくらべ日照が少く気温も下る曇雨天の蒸発もいちぢるしく低いことがわかる。

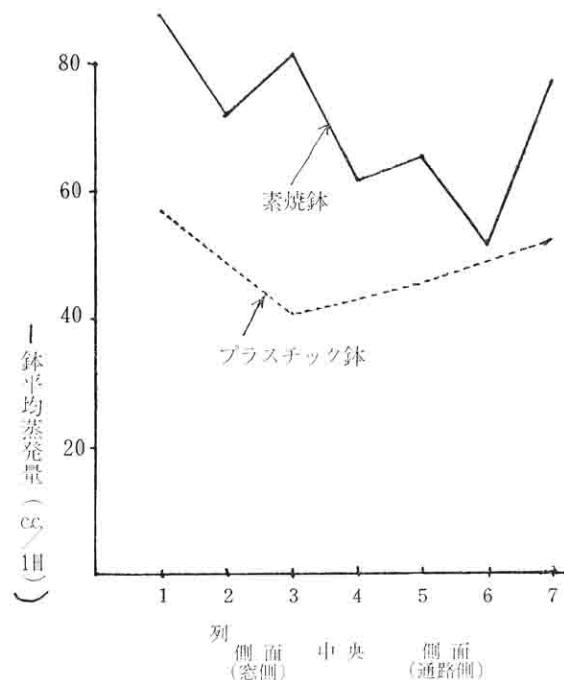
(3) 鉢の種類による鉢土中の水分蒸発量

材質の異なる供試3種の鉢の水分蒸発量の調査結果は第5表のとおりである。

その蒸発量はプラスチック鉢が素焼鉢の60.9%，瀬戸化粧鉢が51.8%で何れも壁面蒸発の全くない2種の鉢は当然蒸発量が少く、いいかえればやや乾きにくい鉢といえよう。

また素焼鉢とプラスチック鉢を実際栽培のベンチ上に多数並べたばあいの位置による蒸発量を比較調査したのが第1図である。

素焼鉢がプラスチック鉢より蒸発量が大きいことは全体的にこの図からもいえることであるが、集団的に鉢を並べたばあい内側と外側とでは当然外側の鉢の蒸発量が大きいことになるが、その差は素焼鉢が大きく、プラスチック鉢では小さい。また同じ外側でも側窓によって外



第1図 鉢の配列位置による水分蒸発量の比較

部する窓側の方が、施設内の通路に面した側の鉢より蒸発量は大きかった。

(4) 置場所の条件ならびに配合土の相異と鉢内水分の蒸発

各区一日当りりの鉢内水分の蒸発量は第6表のとおりで当然のことながら湿ったピートを敷いたところに置い

第6表 鉢を並べるベンチの条件と用土の配合有機物の差と蒸発量(1日1鉢当りの蒸発水量)

区別	処理		6/26	28	7/1	2	4	5	6	8	9	10	平均
	ベンチ条件	用土											
1-A区	コンクリートベンチ	腐葉配合	29.1	96.5	31.0	34.5	27.2	12.8	14.2	13.2	43.3	—	33.4
1-B区	コンクリートベンチ	ピート配合	9.7	75.5	29.0	4.0	22.9	17.2	8.6	15.3	18.4	16.4	21.7
2-A区	スノコ板ベンチ	腐葉配合	13.7	75.9	26.0	26.9	30.7	17.7	—	4.2	29.4	13.6	26.5
2-B区	スノコ板ベンチ	ピート配合	12.0	63.0	31.9	24.3	27.2	22.9	9.0	14.6	13.5	21.1	23.9
3-A区	ピートベンチ	腐葉配合	5.0	46.0	20.5	12.5	9.1	20.1	9.6	12.1	7.2	8.5	15.1
3-B区	ピートベンチ	ピート配合	0	49.0	7.6	20.8	18.3	13.5	—	13.6	12.9	7.3	17.9

た鉢がもっとも蒸発量が少く、次いで板スノコの上、とコンクリートベンチ上に置いたものであった。また配合土はピートベンチ区を除いては何れも腐葉土を配合したものの方が蒸発量が多く、ピートベンチ区だけは逆の結果になった。各区における供試花きのコリウスの生育状況は第7表のようにピートベンチに置いたピート配合土区が地上部新鮮重がもっとも重く、次いで同じベンチの腐葉土配合区であった。これに次ぐのはスノコ板ベンチのピート配合土区で、蒸発量の少い区がほぼ生育がよかつた。またかん水は用土中の肥料分を溶脱しやすいが、その中とくに流れやすい窒素(以下Nという)について試験開始後一定期間に簡易分析を行った結果は第8表のとおりで、3-B区がかなり後までNレベルが高く、次いで、2-B区、3-A区で蒸発量の少いものがN分が

長く残存した。

考 察

鉢物生産では天然供給水とは完全に遮断された鉢という容器で栽培するのでかん水は欠くことのできない作業である。しかしそのかん水は鉢土内の水分蒸発の程度に対応して行なわなければならないから、かん水にあたってまづ鉢内水分の蒸発要因を知らなければならない。まづ(1)の試験で鉢物としての鉢の各部からの水分蒸発割合を調査したが、その結果、鉢の壁面蒸発が全蒸発量のほぼ50%を占めてもっと多く、次いで植物からの蒸散、地表蒸発であった。植物はだいに生育量を増し、蒸散面積を増加するので蒸散絶対量はふえるものの、実際には植える鉢も生育に応じて大きくするからこの一時点とらへた本試験結果の蒸発割合には大差がなく、全蒸発量の約50%は壁面からの蒸発とみてよい。

また鉢の大きさ、植付けられた植物と鉢の全蒸発量との関係は(2)の試験結果でみられるように蒸発量の差は植えられた花きの種類より鉢の大きさによる差のほうが大きく、5号鉢で1目(11月、施設内で)の蒸発量は60~70ccくらい、また4.5号素焼鉢で30~40cc、3号素焼鉢で15~20ccくらいであった。また第4表のように鉢からの水分蒸発量は天候による影響が大きく、曇雨天には晴天の日の2分の1か3分の1の蒸発量に止まる。

また鉢の壁面蒸発が多いことから壁面からの蒸発のないプラスチック鉢と化粧鉢の蒸発を素焼鉢と比較したところ何れも全蒸発量は素焼鉢の60%, 51%と少く、これらの鉢は乾きにくいことを示めしている。

またベンチ上に素焼鉢とプラスチック鉢を多数並べてその位置による蒸発量を調べた結果は、壁面蒸発する素焼鉢は鉢の集団の中央のものと外側のものとでは蒸発量の差が大きく、しかも全体に蒸発量が多い。ところがプラスチック鉢は全体に蒸発量が少い上に位置による蒸発量の差は小さい。このように素焼鉢は位置による蒸発量

第7表 各区のコリウスの地上部新鮮重および生育

試験区	地上部新鮮重	草丈	葉数
1-A区	293	23.1	13.4
1-B区	304	30.9	14.2
2-A区	300	33.2	13.4
2-B区	350	37.1	13.6
3-A区	394	41.6	13.2
3-B区	502	41.9	13.6

第8表 各区用土中のN分(mg/乾土100g)

区別	6月28日	7月1日	
		mg	mg
1-A区	1.5	0.3	
1-B区	1.5	0.5	
2-A区	3.0	0.4	
2-B区	8.5	0.4	
3-A区	6.6	0.6	
3-B区	20.6	1.0	

の差が大きい、すなわち乾燥のむらが大きいのに反し、プラスチック鉢は小さく、前者はこのむらを一鉢づつ手かん水を行なう際補正してきたことになる。しかしプラスチック鉢は乾きむらが少ないので、かん水する時は均一にかかるよう水を与へればよく、とくにむづかしい技術もいらない。まして自動かん水のようにほぼ均一に給水する装置を用いる時はこの乾きむらが少い点でプラスチック鉢はよい結果をもたらすものと思われる。

鉢の置き場の条件を変へ、さらに用土に配合する有機物を変へたばあいの試験では、ベンチ上に湿ったピートを敷いた区が植物の生育がよく、また用土に腐葉土を配合したものより、ピートを配合した区がよかつた。これは蒸発量をみても、何れも蒸発量の少い区であり、乾きにくければ、かん水回数も少い。かん水回数も少いことは当然水による肥料分、とくにNの溶脱も少く、このためピートを敷いた区や用土にピートを加へた区の生育がよくなつたものと思われる。またピートを敷いた区はこの湿ったピートに素焼鉢の底が接し、素焼鉢そのものの毛管孔隙を通して敷いたピートの水分が上昇するため間接的に鉢壁の蒸発が抑えられる結果となつた。この点は壁面蒸発のないプラスチック鉢を用いたばあいとかなり近い状態で蒸発量が少く、しかも各鉢の位置による差も小さく、均一な自動かん水を行うのに適した条件が得られる。

このように鉢植の水分蒸発量は多くの条件によって左右され従来の手かん水は、各鉢の乾き差を見分けてそれに対応したかん水を行なってきたため難かしい技術とされていた。したがつて今後鉢物のかん水自動化をすすめるには鉢の乾きを均一にして自動かん水が適応できるようにしなければならないと考える。

Ⅲ 異なるかん水方法と鉢花の生育⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

鉢の水分蒸発量に関する前報の結果を基礎に鉢物生産上考えられるいくつかのかん水方法により鉢花の生育に対する影響を調査し、さらにその原因となる用土の物理性やpH、ECについて調査し、わが国の鉢物生産に適合するかん水方法を見出すため異なるかん水法を中心とした試験を行なつた。

試験材料および方法

供試花きとしてはプリムラ・マラコイデス、プリムラ・オブコニカおよびサルビアを用い、何れも素焼4.5号鉢に田土3、腐葉土と堆肥1.8の割合で配合した用土で植付け、プリムラ類は42年の秋から冬にかけて、またサルビアでは同年の夏季にそれぞれ次の各かん水区に分け

て試験を行なつた。各かん水処理の装置と方法は次のとおりである。

①ホースかん水区（上部かん水ともいう）

各かん水区の対照区ともいべき区でホースの先にハスミ口を付けて一鉢づつかん水をする普通のかん水区。

②腰水かん水区

ベンチ上に高さ12cmの板で木わくをつくり、その内側にビニールを張って貯水できるようにし、わくの上から給水できるようにするとともにわくの底に排水孔を付け、わく内に並べた鉢が乾いたら排水孔を閉じて給水し鉢の高さの2分の1くらい貯水して十分鉢が満水したら排水孔を開いて水を抜く装置を設けた。

③底面かん水区

②と同じような貯水できる木わくベンチをつくり、底に砂を2cmの厚さにしき、その上に鉢を並べ常に砂面1cmぐらい水を張り、底面からの吸水のみを行なつた。

④チューブかん水区

塩ビパイプ（内径16mm）から内径1.5mmのポリチューブを多数付け1鉢に1本づつ導き、鉢の地表にチューブの口を定置させて、鉢が乾くとバルブを開いて一定量の給水を行なつた区。

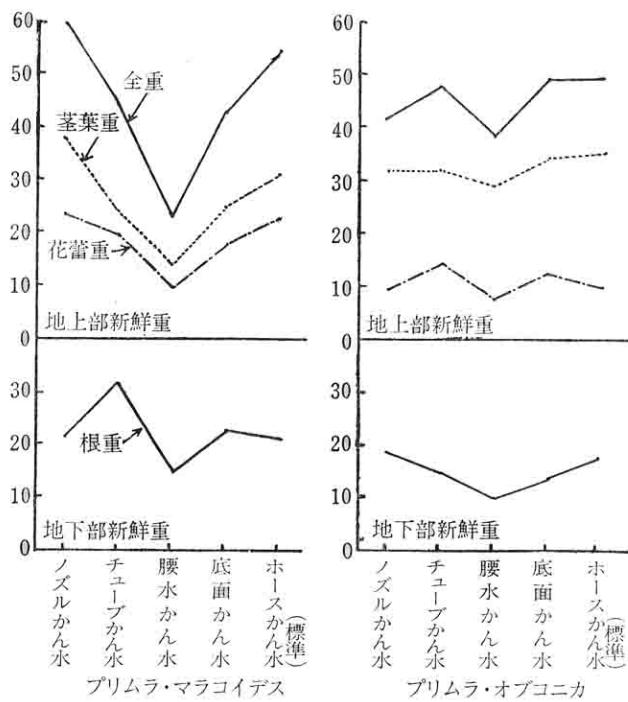
⑤ノズルかん水区

ベンチの上の1mのしかも相対する外側に塩ビパイプ（内径16mm）を吊し、そのパイプ上に1mおきにプラスチック製簡易散水ノズルを取付け、何れも内側、すなわちベンチ面に向かって散水できる装置を設け、鉢が乾くとバルブを開き、各鉢が満水するまでノズルから散水させた区。

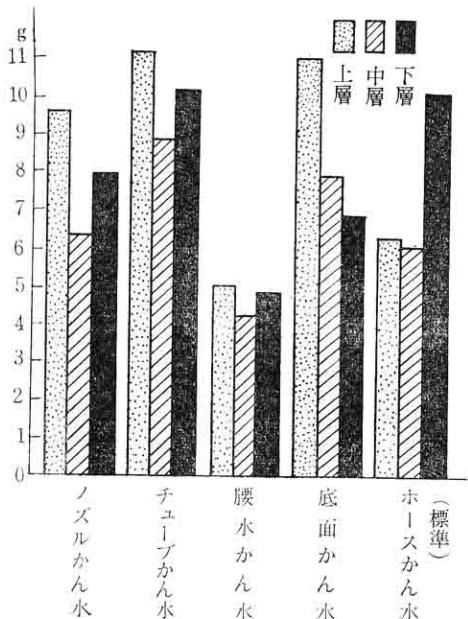
以上各かん水区で異なるかん水法で生育させた供試花きは試験終了時に生育および開花を調査するとともに各器官別の新鮮重調査、また各区用土の土壤三相割合を実容積測定器を用いて調査し、その他鉢の層位別pH、ECも調査した。

試験結果

各かん水法によるプリムラ・マラコイデス、プリムラ・オブコニカの各部新鮮重に及ぼす影響について調査した結果は第2図である。これでみると各かん水法による各部新鮮重の差はプリムラ・オブコニカよりプリムラ・マラコイデスの方が大きい。また両種とも地上部、地下部とも腰水かん水区がもっとも悪く、全重だけで比較しても、もっとも重いのはマラコイデスではノズルかん水



第2図 かん水方法の相違とプリムラの新鮮重

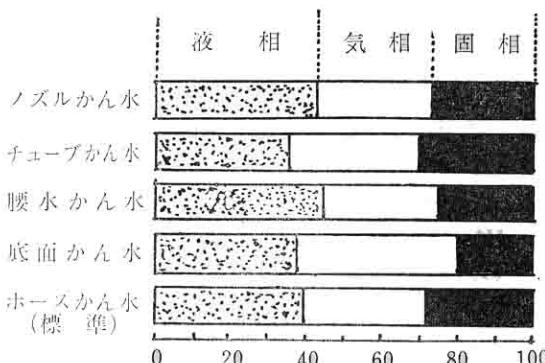


第3図 各かん水区のプリムラ・マラコイデスの鉢内層位別根群分布調査結果

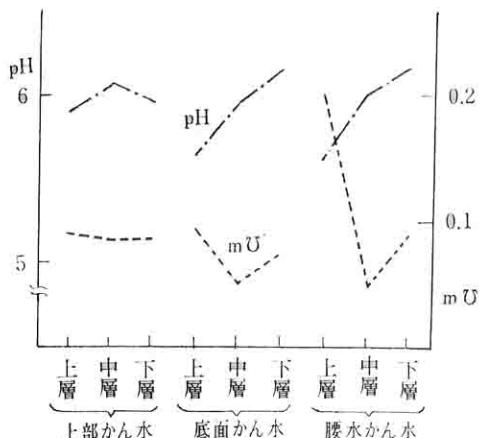
区、オブコニカでは底面かん水区で、それに次いで何れもホースかん水区であった。また地下部の発育すなわち根部重量は地上部と一致しない傾向を示し、かん水法の相違による土壤水分の違いを敏感に受けるようである。プリムラ・マラコイデスの各区鉢内層位別根群分布を調査した結果は第3図のとおりである。これでみると対照のホースかん水は鉢の下部に根の分布が多いが、底面かん水区では逆に上層ほど根の分布が多い。他の3かん水法では上層、下層、中層の順で中層が少い傾向を示した。また各区の試験終了時の土壤三相割合および鉢内層位別pH、ECを調査した結果は第4、5図である。

これでみると土壤三相割合では液相率が高く、気相率が低いのは腰水かん水区で、底面かん水は気相割合が全区中もつとも多く、固相率は最低であった。これらに対し、ノズルかん水区とチューブかん水区は標準のホースかん水区と三相割合に大きな差はみられなかった。

また鉢内層位別pHおよびECはホースによるいわゆる上部かん水ではpH、ECとも各層の差はほとんどなかったが底面かん水では下層ほどpHが高く、比伝導度は上層が高く、次いで下層、中層の順であった。また腰水かん水ではpHは底面かんと全く同じ傾向を示したが比伝導度は上層が著しく高く、下層、中層はかなり低くかった。



第4図 各かん水区用土の土壤三相割合



第5図 異なるかん水方式による鉢内層別 pH,
EC調査（上部かん水はホースかん水区）

考 察

以上の結果からプリムラ2種の新鮮重がもっとも小さかったのは腰水かん水区であった。

このかん水区の三相割合は気相率が減少し、液相率が増加しており、含気量に乏しくなる一方毛管孔隙が増加し、湿りがちな上になるためこのような結果になったとも考察される。POST氏(1952)⁽¹³⁾は切花栽培の自動かん水として栽培ベット全体をこの方式でかん水する研究を行い、Automatic injection methodと呼び、この腰水かん水に相当する方式であったが、その後実用化はすすまなかつたし、むしろ礫耕栽培で兼用した利用がなされていることが多い。わが国でも奈良農試でシクラメンを用いた実験を行っており(1963)やや徒長ぎみの生育をしたことを報告している。またこの方式は水をためるために設備を要し、一回の使用水量も多く、土壤病害の伝染の危険もあって鉢物生産での実用化は好ましくないようである。

底面かん水はプリムラ・マラコイデスでは生育がやや劣る傾向をみせたがプリムラ・オブコニカでは対照のホースかん水と大差がなく、とくに地下部の発育がよかつた。このかん水区の土壤三相は固相率が低く全体に孔隙が多く、しかも気相率が高いことは非毛管孔隙が多く、植付け後用土の物理性も変らず、ぼう軟な状態を保っているものと考察された。ただ底面かん水は鉢の底部から水分を吸水するだけであるから底部に近い鉢の下層は多湿になりやすく、このため根群は上層ほど多くなる、また水も上部に移動するため鉢土のECも上層の方がやや高くなる傾向もみられる。

底面かん水についてはSEELEY氏⁽³²⁾(1947)がAuto-

matic constant water level methodとして実験を行ない3インチポット以下の小鉢ではよい生育を示めしたことを見出している。また穂坂・難波氏ら⁽³⁾(1963)もグロキシアで底面かん水の水位についての実験を行い水位が深いものより浅いものの方が生育開花ともによかったことを認めている。

底面かん水は毛管作用を利用するかん水法であるからそのシステムもきわめて単純で特に装置らしいものも使用しないから経費が少くてすむ利点がある。しかし現在鉢物用土は有機物を配合して非毛管孔隙の多い排水のよいものを使用しているから用土そのものに多量の水を吸い上げる毛管作用を期待することがむりであること。またわが国の夏のように高温乾燥がはげしく蒸発量が多く、底部からの毛管作用で吸い上げる水がそれに追いつくかどうか。また下部より上層に根群が多くなる鉢物が消費者の手にわたってから長く生育できるだろうなど、疑問も多く、これらを解決しなければ実用化ははかれないという困難さがあるようと思われる。以上の二方法に対しノズルかん水とチューブかん水は本試験でいづれも標準のホースかん水に近い生育を示し、土壤三相も大差がなかった。これらは従来のかん水方法と給水の方式は上部かん水で変りがなく、従来の用土や肥料および施肥法でもそのまま適応でき、またわが国に多いいくつかの種類を同時に生産する経営においても、給水する時の水分コントロールも加減できるのでむしろ実用性の高い方法だと考えられる。したがって本研究ではこの方式にしづかって試験をすすめることとした。

IV 鉢物生産におけるノズルかん水の利用試験

ノズルによるかん水はかなり以前から欧米で利用され、塙本氏⁽¹¹⁾(1963)は欧州でアザレアその他に使用されているノズルかん水の方法を紹介している。これらのノズルかん水にはホースに接続した1ヶまたは多数のノズルを散水しながら移動し、広い面積かん水できる可動ノズルと、定置したパイプライン上に多くのノズルを取付け一せいに散水させるノズルライン方式があり、わが国のように多棟式の施設を用い、栽培種類の多い作付けの鉢物生産では、ノズルライン方式が経済的であり、その利用頻度は高いものと考える。本試験はこのようなねらいから鉢物生産にノズルかん水が適応するかどうか、実用化にはいくつか解決を要する点もあると思われる所以、これらを中心にしていくつかの試験を行った。なおかん水ノズルについてはRENARD氏⁽¹⁵⁾(1965)のかん水ノズルの特性に関する工学的な詳細の研究報告があり、その中わ

が国でも市販されている種類を選び散水特性を調査して一つのノズルにしほることとした。

試験材料および方法

(1) かん水ノズルの散水特性試験

本試験には次の3種類のかん水ノズルを用いた。

プラスチック簡易散水ノズル（以下プラスチックノズル）

京成バラ園芸株式会社製
ビーノズル（金属製）

オレゴン農機株式会社製

エルメコノズル N.V. (プラスチック製)

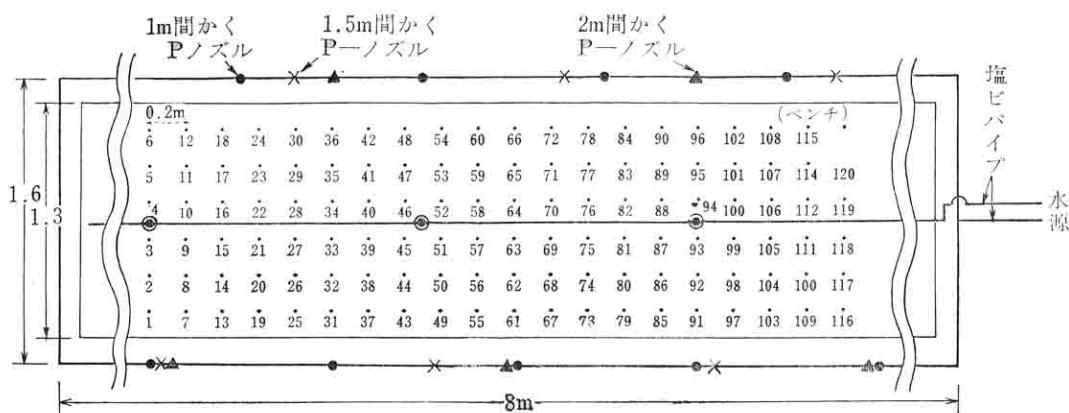
オランダ製 内田海運発売

試験の方法は 1 kg/cm² の水圧水源のパイプの末端に各

ノズルを 1 ケ着装し、微風をも遮る温室内の平面に新聞紙および大型吸収紙を敷きつめ、中央部にノズルの高さを 10, 20, 40, 60, 80, 100cm の 5 段階に分け 5 秒づつ噴出散水させて、新聞紙の湿り程度、吸収紙の吸湿量から散水する水滴の垂直および水平分布、散水範囲内の散水量のむらなどを調査した。

(2) ノズルラインの設定とかん水効果

(1)の試験で結果のよかつたプラスチックノズルについてその散水特性を生かして区域内に均一に散水できるノズルのレイアウトをノズル間かくを 1, 1.5, 2m と変えて作図したのが第14図で、これを基に温室内コンクリート製ベンチ上に第6図のようなノズルかん水試験区を設け、図示したようにテストごとにノズルの間かくをと変



第6図 ノズルライン散水効果試験のノズル及び試験用鉢の配置図（黒印は鉢の位置と数字は試験鉢の番号 ◎印はエルメコノズル）

へられるようにした。第6図のように試験区内のベンチには内径 10.5cm のプラスチック鉢の排水孔をビニールフィルムでふさいだものを試験用受水容器としてほぼ等しい間かくに 120 ケを配置した。各テストは 5 回反復し、1 回の散水時間は 3 分間とし、各回ごとに容器の受水量を重量法により計測し、散水分布をみた。

この試験容器のように開口したままのものは当然上部

より散水された水滴を受けやすいが、実際植物が植られた鉢は、鉢の上部に展開する茎葉が、時には上部から降下する水滴をはじいて鉢内の給水をさまたげることにもなる。そこで植物の植えられた鉢と同じ実験区に配置し、鉢土内に入る水分量を重量法で調査した。このばあいの供試花きの鉢数および生育状況、配置間かくは第9表のとおりである。

第9表 かん水効果試験に供試した花きの種類と供試時の大きさ及び配置法

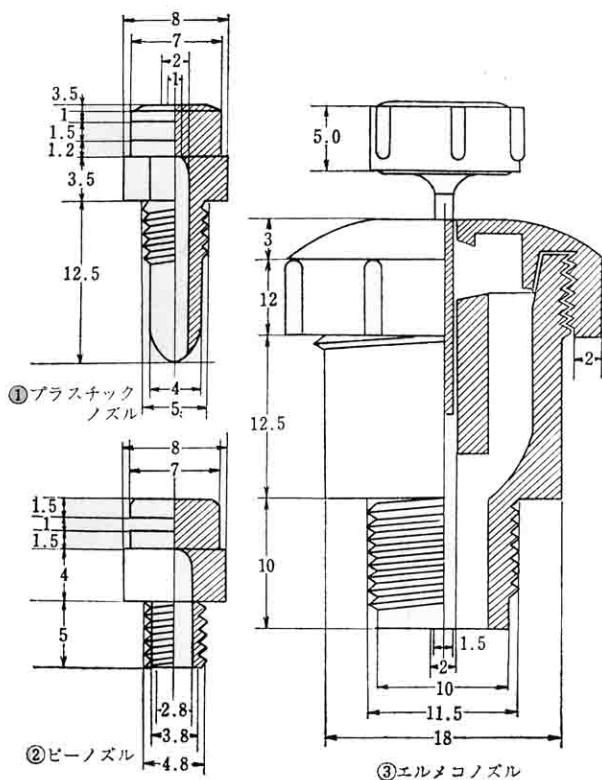
種類	鉢の大きさ	供試鉢数	平均株距	平均葉数	平均草丈	鉢を並べた間かく
コリウス	3.5号鉢(10.5cm)	48	5.7cm	6.0	3.3cm	20cm
シクラメン	3.5号鉢(10.5cm)	48	11.7	11.3	—	20
アイアンクロスベゴニア	5号鉢(15cm)	37	28.6	5.1	17.8	30

(3) ノズルラインかん水によるシクラメンの生育開花について

品種、バーバーク、サーモンスカーレットを用い、1965年5月3号素焼鉢に上げた鉢60鉢を2m間かくに配したノズルかん水下に置き、同数を対照区としてホースかん水を行い、その他の管理は一般慣行にしたがい全く同一に行った。ただノズルかん水区は乾燥むらを少くするためベンチ上にビニールをしきその上にピートを1cm厚さにしいた。かん水は電磁弁の開閉をタイマーで行い、天候状態でかん水時間を変へたが平均3~4分ぐらい散水した。試験は温室内で行い6月25日4.5号鉢、9月11日5.5号鉢に植かえ、用土は田土2に腐葉土1を配合したものを使用した。なお調査は開花期の12月12日に生育および開花状況、品質などの調査を行った。

試験結果

(1) かん水ノズルの散水効果



第7図 供試ノズルの構造 (mm)

供試3ノズルの構造は第7図のとおりである。また各ノズルの高さ別、水平および垂直の散水分布は第8、9図に示めるとおりである。水平分布はプラスチックノズルが正面で約180cm、150°を開いた扇形状の外側で約220cmくらいの範囲に散水し、全区域内の散水むらは若干あるが、他のノズルよりその差は少い、ビーノズルは扇形状よりやや隨円形の散水範囲がみられ、正面で約110cm、外面で160cmとプラスチックノズルより散水範囲はせまい、また散水むらもプラスチックノズルより多いことが確認された。

円形に散水するエルメコノズルは約200cmの半径で散水し、水の粒子も粗く広い範囲に散水するが、散水量は外周部に多く、ノズル位置に近い中心部は少いドーナツ形の散水が特色のようである。また散水の垂直分布は第9図のようにプラスチックノズルでは10cmからしだいに高くなるほど散水範囲が広がり、60cm以上では一定の範囲に止まる。ビーノズルは10cmでも100cmでも散布範囲が変らず、この高さの間には全く差がみられなかった。エルメコノズルでは10cmから100cmまで高さが高くなるほど散水範囲は広くなった。

(2) ノズルラインの設定とかん水効果

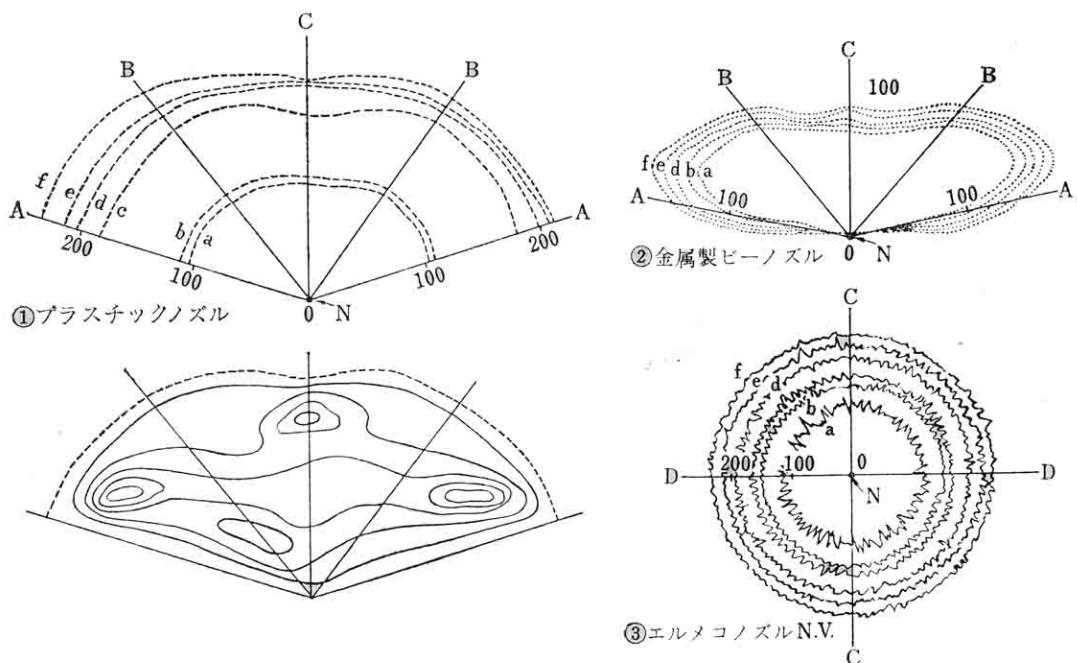
プラスチックノズルを用いたノズルラインかん水でノズルの取付間かくとかん水効果をみた試験結果は第10表のとおりである。

これでみると2m間かくに取付けたものが、各容器の受水量が11~20ccと21~30ccが全容器の80%以上を占め、1.5、1mとノズル間かくがせまくなるほど各容器の受水量のバラッキが大きくなつた。

植物が植えられた鉢に対するかん水効果は第11~13図のように中空の容器を並べた場合と異なり、シクラメンとコリウスは2m間かくと1.5m間かくではほぼ同一な散水効果がみられたが1m間かくはコリウスのばい各鉢の給水量に大きな差を生じ、シクラメンでは1m間かくの試験にミスがあったので除外した。またアイアン

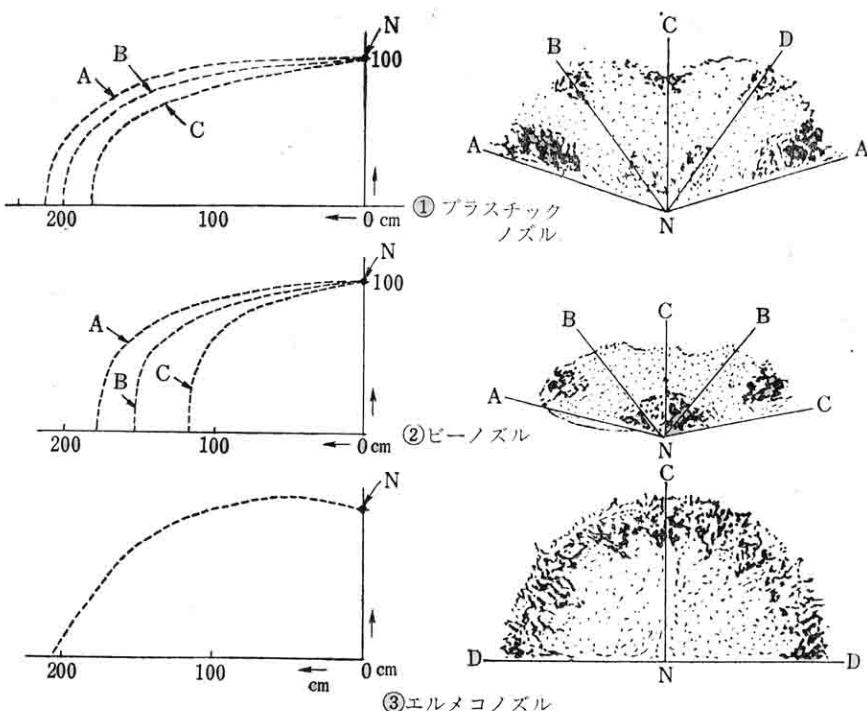
第10表 ノズル間かくと試験鉢の平均受水量

ノズル間かく	1鉢当たり平均受水量 ($\pm \alpha$)
1m	46.1 \pm 9.12cc
1.5m	29.0 \pm 7.34
2m	24.0 \pm 3.34



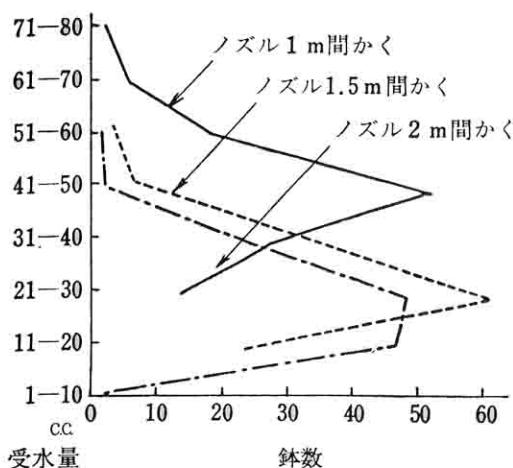
第8図 各供試ノズルの高さ別水平散水分布(単位cm)

a=10cm高, b=20cm高, c=40cm高, d=60cm高 e=80cm高, f=100cm高 (N=ノズル位置)

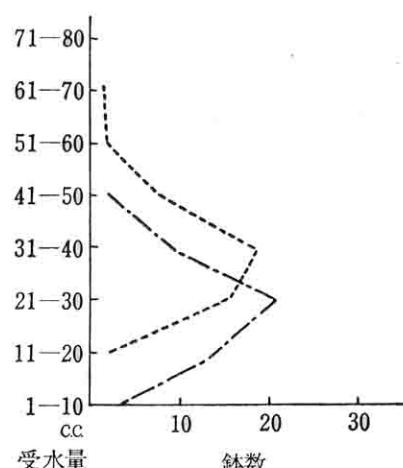


第9図 各ノズルの垂直散水分布と、散水むらの状態

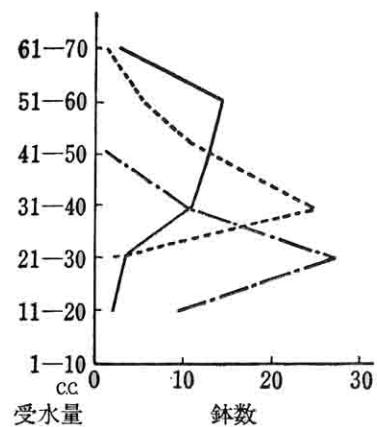
(A～B第8図のノズルよりの水平方向)



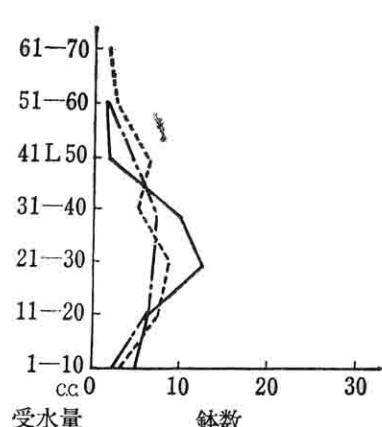
第10図 ノズル間かくをちがえたノズルライン下の試験鉢受水量の比較



第11図 ノズル間かくをちがえたノズルライン下のシクラメン鉢の受水量比較



第12図 ノズル間かくをちがえたノズルライン下のユリウス鉢の受水量比較



第13図 ノズル間かくをちがえたノズルライン下のアイアンクロスベゴニア鉢の受水量比較

クロスベゴニアでは何れのノズル間かくでもむらが大きく、1m間かくでややグラフの山がみられる程度であった。

(3) ノズルラインかん水によるシクラメンの生育と開花について

各区のシクラメン2品種の生育は第11表のとおりである。葉数はバーバークのはあい対照区の方が多いが、株張はかん水区の方が大きい。またサーモンスカーレットでは株張、葉数ともノズルかん水区の方が大きい、また成苗率はバーバークでは大差がないが、サーモンスカーレットでは対照区の倍以上で大きかった。また開花についても第12表のとおり両区、両品とも大差がなく、ノズ

ルかん水もふつうかん水と変りなく開花した。鉢物生産上問題となる品質についても、主観的な調査ではあるが第13表ではノズルかん水の方にA級の割合が多かった。

考 察

かん水用ノズルは水の粒子が粗く風に流されず広範囲に飛散し、しかも散水むらの少いものが最適である。本試験に供試した3種のノズルの中この条件に合うものはプラスチックノズルであった。ビーノズルは散水範囲がせまく、水滴が細かいため微風にも流されるのでかん水用ノズルとしては適当でない。しかしノズル位置が低くても限度まで飛ぶので低設のかん水ノズルか、簡易ミストノズルとして使用するのにはよいと思われる。またオ

第11表 ノズルラインかん水によるシクラメンの生育状況

区別 項目 月 日	ノズルラインかん水区				対照区(ふつうかん水)			
	株 張	葉 数	鉢 数	成苗率	株 張	葉 数	鉢 数	成苗率
品種、バーバーク								
6・3	cm 10.5	9.3	100	% 100	cm 10.7	9.6	100	100
7・30	14.9	12.2	74	74	15.0	15.0	69	69
8・28	18.5	16.3	33	33	18.0	18.0	35	35
9・24	21.8	18.9	31	31	19.3	19.3	31	31
11・2	29.6	19.0	26	26	23.3	23.3	24	24
11・20	26.0	21.9	26	26	23.3	23.3	21	21
12・12	29.6	22.5	22	22	27.3	27.3	20	20
品種、サーモンスカーレット								
7・30	19.0	15.2	60	100	17.3	13.8	70	100
8・28	24.1	21.3	59	98	22.9	22.7	29	41
9・24	28.1	25.3	59	98	29.2	28.1	20	28
11・2	33.0	32.5	32	53	32.0	30.7	16	22
11・20	35.1	34.0	32	53	37.1	30.8	16	22
12・12	38.9	43.0	32	53	37.6	36.0	12	20

第12表 ノズルかん水によるシクラメンの開花状況(12月12日調査)

区 別	ノズルラインかん水区			対照区(ふつうかん水)		
	全鉢数	出蓄鉢数(%)	開花鉢数(%)	全鉢数	出蓄鉢数(%)	開花鉢数(%)
バーバーク	22	17 (77%)	2 (9%)	20	13 (65%)	4 (20%)
サーモン スカーレット	31	19 (61%)	3 (9%)	12	9 (75%)	1 (8%)

第13表 ノズルかん水とふつうかん水のシクラメン品質比較

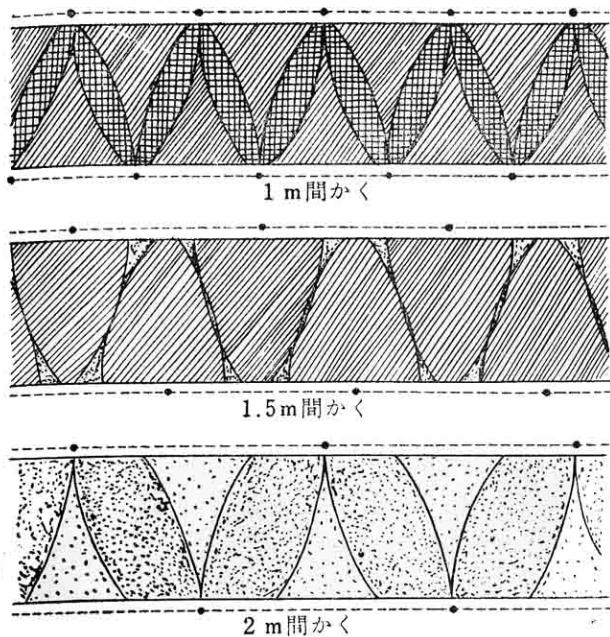
区 別	ノズルラインかん水区					対 照 区				
	全鉢数	A級の 鉢 数	B級の 鉢 数	C級の 鉢 数	A級の割合	全鉢数	A級の 鉢 数	B級の 鉢 数	C級の 鉢 数	A級の 割 合
バーバーク	22	6	11	4	27.2%	20	3	7	6	15.0%
サーモン スカーレット	31	11	16	4	35.4	12	3	7	2	25.0

〔註〕 Aは品質優秀、Bは品質中位で市場出荷可能、Cは品質不良

ランダ製のエルメコノズルは、水滴が適度な上にかん水開始と停止時の水しきがよく広範囲に飛ぶ点がすぐれているが、散水分布がドーナツ型である点については鉢物かん水としては致命的欠点となる。したがってこの試験結果から今後のノズルラインかん水に関する試験はプラスチックノズルを用いて行うこととした。

定設ノズルは配列された各ノズルが総合的に均一な散水効果を示めさなければならず、RENALD 氏⁽¹⁴⁾ (1964)

は西独におけるかん水ノズルのレイアウトについて調査し報じている。これらを参考に筆者らはわが国の鉢物生産でとくに均一なかん水を必要とするものでは、ベンチの雨側上部から交互にノズルを内側に向けて散水特性からみてもっとも均一な散水が期待できるものと考えた。散水特性から次の第14図のようなノズルレイアウトと散水パターンを作図、実際に同じ配置のかん水区を設けて実験したところ、ノズルを2m間かくに配置したものが



第14図 ノズル間かくを異にしたノズルライン下の散水分布の推測図

もっともかん水むらが少なかった。

これは第14図から判断するとノズルから噴出する区域をいくつも重ねるようノズルの間かくをせまくするとベンチ上に5ヶ～6ヶのノズルから出る水が重なってかかる部分ができる。しかし実際にはこの作図どおり散水するとは限らず、散水する部分に4ヶ、3ヶのノズルのかかる部分ができダブリの幅が大きくその結果散水むらとなってあらわれるようである。この点2m間かくの配置は第14図のように各ノズルから出る水のダブリが3、4重と単純になるため散水むらが小さくなるものと推察される。

また植物を植えた鉢に対するかん水効果はシクラメンのように株の中心から開心的に葉の展開するものや、コリウスのように鉢の中央に茎が直立し、しかも2分の1対生葉序で4方に均等に葉が展開するものではノズルから噴出された水が均一に葉に当って鉢内に流入するためほぼ均等に給水されることが明らかになった。

しかし広葉が一方向は展開しやすいアイアンクロスベゴニアではノズルから出た水滴は葉に当って鉢外に流れ落ちることが多く、各鉢の葉の展開方向や形態的変化による鉢内への受水量の相異が大きかった。このように栽培種類の形態によってもノズルかん水に適する種類と不適当な種類が若干あることが推察される。またシクラメ

のように受水態勢のよい形態をもつ種類であっても、葉が鉢の縁にかぶさるように展開し、しかも葉数が増加していくと鉢内への水の流入がしにくくなることも各試験や、その他の実証で観察され、同一種類でも生育過程によってノズルかん水の適する時と不適当な時期のあることが推察された。

ノズルの間かくを2mに設置し、前報のように生育過程による適否が若干あるにしても、シクラメンの生育後半の過程をノズルかん水によって水管理したばあいの試験ではその生育開花は全くホースなどによる普通かん水法と変わらない結果であった。むしろ成苗率や品質などについては上質のものが僅かであるがノズルラインかん水区のほうが多い結果となった。従来からシクラメンは葉の上から水をかけるのはよくないとされてきたが、本試験の結果からは何らそのような支障は見当らなかった。しかしここではふれなかつたが、別の実験でプリムラ類、カルセオラリア、グロキシニアについては、開花してからノズルかん水を行うと花弁に斑点を生じたり、花腐れを生ずるもので、開花期におけるノズルラインかん水は不適当なことが認められた。このようなことから鉢物かん水をノズルラインかん水にのみ頼らず、花蕾や茎葉に直接水をかけないかん水法と生産面では上手に使い分けてゆくことも必要なことのように考えられる。

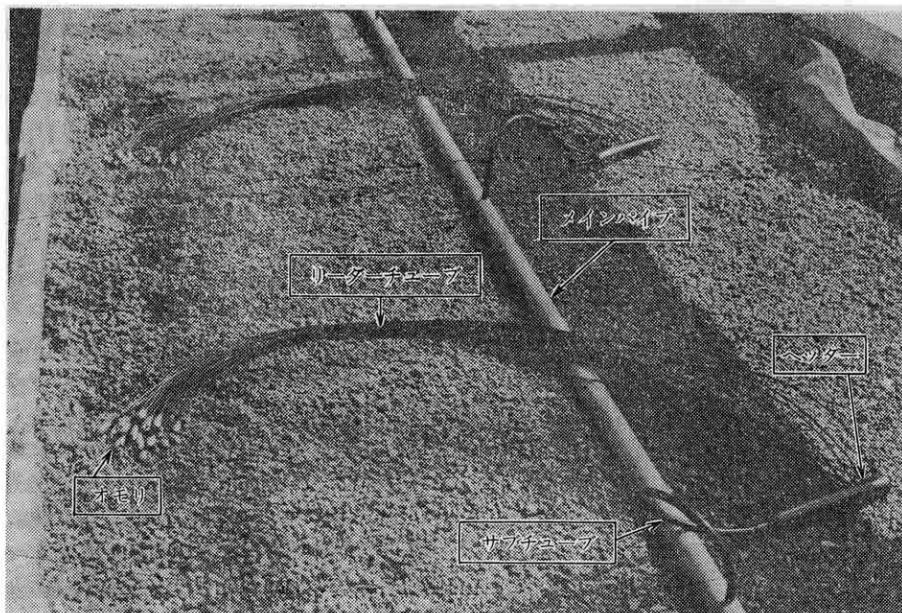
V 鉢物生産におけるチューブかん水の利用

ノズルかん水に関する試験の中で栽培植物の形態や生育過程でノズルかん水を適用することが不適当なものがあることがあきらかになった。これは花や葉上から雨水状に水をかけることが花や葉に何らか支障を与える原因になると、葉などによって水が鉢内に入ることがさまたげられることがあるからである。そこでこのようばあいのかん水法としてはすでに欧米で実用化されているチューブかん水の利用が考へられる。チューブかん水そのものにも各種の方式があるが、わが国の鉢物生産に適応しやすい方式として考えられるのは米国 Chapin Watermatics 社の Chapin System である。わが国でもそれに近い方式の製品がオートキューサーの名で市販されているので、その利用に関する試験を次のよう行った。

試験方法

(1) チューブかん水装置「オートキューサー」の特性調査

この試験は1967年7月に行い、使用した装置「オートキューサー」は次のような構造のものである。



第15図 チューブかん水装置『オートキューサー』の構造

15図のように半硬質黒色ポリ製のヘッダーから20本のリーダーチューブ（内径 0.8% 軟質黒色ポリ製、長さ 90 cm）が出、それぞれの先端に鉛製のオモリが付く、ヘッダーは黒色ビニール製のサブチューブ（内径 5%）でメインパイプに接続する。

試験はメインパイプに3組のオートキューサーを接続し、合計60本のリーダーチューブを1本づつ底をビニールフィルムでふさいだプラスチック鉢（給水量測定の試験容器）に導き、水源水圧 1 kg/cm² の水道水を一定時間通水して各容器にたまる水量を3回反復計測し、吐出量の均一度をみた。

(2) シクラメンの生育開花に対するチューブかん水の効果

供試品種はバーバークを用い1967年8月から12月にかけて試験を行った。田土15、腐葉土6、ピート4、川砂2の割合に配合した用土であらかじめ4.5号素焼鉢に植えておいたものを8月上旬、チューブかん水100鉢、ふつうのかん水をする対照区50鉢に分け、チューブかん水区は1鉢1本づつリーダーチューブを配り、対照区はホースかん水とし、何れも一般生産上かん水を必要とされる時期になったらかん水を行った。試験は全期間を通じ温室内で行い、9月上旬素焼5号鉢に鉢がえしたほかは肥料その他すべて同一条件で栽培した。

調査は両区の給水量はかん水の前後に重量法で測定したほか、雨区ほぼ中央に位置する基準鉢に水銀マノメーター付きのミクロテンシオメーターを設置し、両区の水分張力の変化を計測した。また開花時の12月には生育および開花調査をするとともに、部位別新鮮重も調査した。この際各区より5鉢づつ任意抽出した鉢の土を縦に4等分し各部の根群分布についても調査した。

(3) チューブかん水における施肥方法とその肥効について

チューブかん水は植物の上から与へる他の上部かん水とやや異なり、細いチューブの口から静かに吐出するためホースかん水のようにはぼ同時に水がゆきわたることがない。吐出した水はホースかん水のように地表が固結することないので直ちに鉢土の中を下降し、排水孔から流失することが多い、多くの鉢物用土は腐葉土など粗大な有機物を配合してあるため非毛管孔隙が多く、横に滲潤することが少い。チューブかん水におけるこのような水の動きは当然従来のような用土に混合した肥料や、鉢土の表面の一部に肥料を置くか、その部分に混入する置肥は十分な肥効が期待できないものと推察される。すでに米国ではチューブにうすい液肥を通してによりこの問題を解決し、同時にかん水も行っている。わが国でもチューブかん水の施肥では当然液肥利用は必要である。

しかし従来の方法も無視することはできないので、ここでは慣行の施肥法を中心にチューブかん水に適応できる施肥法をみるため本試験を行った。

試験は1969年の11月から翌年2月にかけて行い、供試花きとしてはシネラリア品種東京ダルマを用いた。8月下旬播きの苗を11月5日田土2、腐葉土1の割合で配合した用土で4.5号素焼鉢に植付け、1区10鉢として次の6区の処理区で試験を開始した。

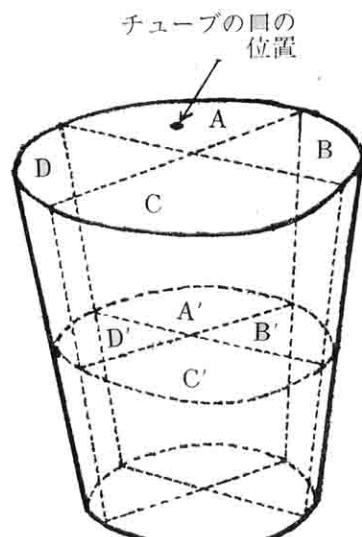
- ① 1区……標準元肥ホースかん水（用土1ℓ当たり硫安0.8g、過石0.8g、硫加0.4g配合して植付け、慣行に準じ乾いたらホースで1鉢づつかん水した）
- ② 2区……元肥チューブかん水（1区と同じ処理で植え付け、かん水は1鉢1本づつのリーダーチューブで給水した）
- ③ 3区……液肥チューブかん水区（肥料を混入しない用土で植付け、2区と同様チューブでかん水を行ったほか、試験期間中3回、住友液肥2号600倍液をチューブを通して1鉢約200ccづつ施用した）
- ④ 4区……置肥ホースかん水（無肥料土で植え付け、直ちに1区と等量の化学肥料を鉢土の表面に置き、そのままホースかん水をつづけた）
- ⑤ 5区……置肥同位置チューブかん水（4区と同じように施肥し、チューブの給水口（オモリの部分）を施肥した肥料のところに置いて固定し、かん水を行った）
- ⑥ 6区……置肥反対位置チューブかん水（5区と同様な肥料処理にチューブの給水口を肥料を置いた位置の反対側に固定してかん水を行った。）

試験は温室内で行い10日おきに各用土中のpH、NH₄-N、NO₃-Nの分析を行ったほか、各区2鉢づくを3回に分けて、鉢土を上下2層に分け第16図のようにさらに縦に4等分し層位および部分別のNH₄-N、NO₃-Nを分析するとともにECも測定した。分析は簡易法でpHはKCl浸出の比色法、NH₄-Nは1NのKCl液で滲出置換させたものをネスレル試薬で比色定量し、NO₃-Nは同じ滲出液をブレー試薬で標準液と比色し定量した。また開花時に各区の生育および各部位別新鮮重の調査も行った。

試験結果

(1) チューブかん水の特性調査結果

試験の結果供試60本のリーダーチューブからの吐出する水量をみたのが第14表である、これでみると大部分が



第16図 鉢土の層位別および部位別の採土区分

13~18ccの間にあり、この間の水量のものは60ヶ中81%を占めており、平均水量は15.18ccで±土3ということになる。この表で10cc以下というのはチューブ内に空気泡がつまっていたかまたはゴミのつまりなどによるものと考えられ、それを除いて考えれば比較的に各

鉢に均一に給水できることがわかった。なおこの他関連試験を実施した間に認められたオートキューサーの特色と思われるものをあげてみると次のようになる。

- ① 比較的均一にかん水ができる。
- ② 吐出口に鉛製のおもりが付いており、しかも吐出口の先はおもりの合せ目になっているので、吐出口が鉢内で安定し吐出する水がおもりの合せ目に当り飛散したり土を掘ることがない。
- ③ ヘッダーが付いているため1組20本の吐出量が均一化し、しかもアオミドロその他のゴミがここに止まるのでリーダーチューブがつまることはごく少い。
- ④ リーダーチューブはポリ製のため温度による硬軟が少く、折れることもなく、また1kgくらいの鉢が乗っても通水のさまたげにはならない。
- ⑤ リーダーチューブを配る際、チューブはベンチ面に

第14表 チューブの給水量の頻度表

給水量	給水された鉢数
10 cc	3
11~12	6
13~14	13
15~16	25
17~18	11
19~20	2
1鉢、平均給水量	cc 15.18

接してから先端が鉢の中に入るようにし、鉢の縁の高さと平行に配らない方がよい。これは各鉢の給水量が不均一になる原因となるからである。通水を停止してもメインパイプやヘッダー内の水が、もっとも低い吐出口からその後も吐出するからである。

(2) シラメンの生育開花に対するチューブかん水の効果

生育および開花状況は第15表のように株張、葉数はチューブかん水区の方が対照区より僅かよく、1鉢当たりの開花および出蕾数は対照区の方が多い、チューブかん水区がやや、開花がおくれたことになる。また新鮮重についてもほぼ同様な傾向がみられ、とくに地上部はチューブかん水区の方がやや重く、地下部は反対になり、全重では対照区の方が重くなった。また鉢の各部の根群を調べ

第15表 チューブかん水によるシクラメンの生育及び開花状況(12月13日調査)

試験区	株張	葉数	1鉢当たり 開花数	1鉢当たり 葉上出蕾数	最大茎長	鉢数
チューブかん水区	cm 34.2	42.4	1.1	1.9	9.7	60
対照区	32.1	39.6	1.6	4.7	9.4	31

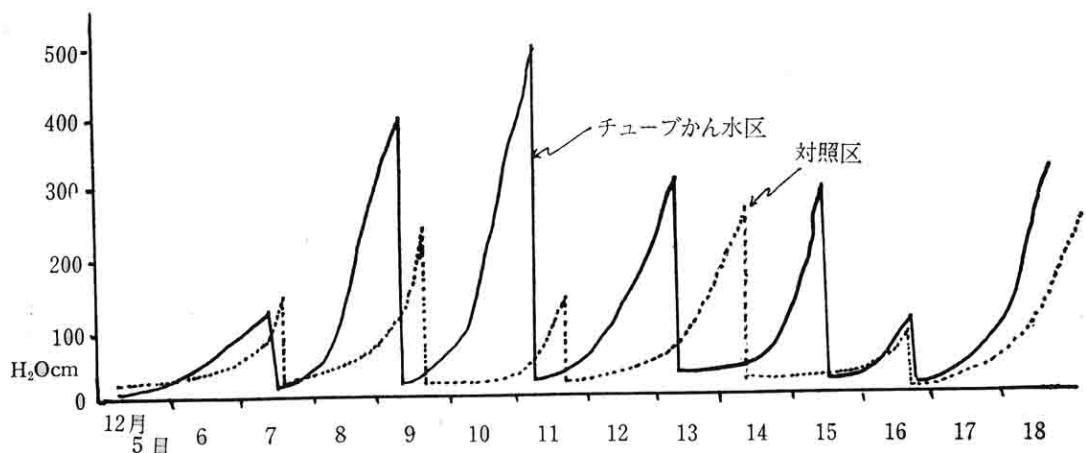
第16表 チューブかん水によるシクラメン各部の新鮮重(g)(12月22日調査)

試験区	地上部新鮮重				地下部新鮮重			全鮮重
	葉重	花蕾	蕾重	小計	球根重	根重	小計	
チューブかん水区	164.0	11.0	40.5	215.5	20.5	20.5	41.0	256.5
対照区	145.0	17.5	43.0	205.5	34.2	23.7	57.9	263.4

た結果は第17表のとおりである。鉢土を縦に4等分し、ノズルを定位した部分をAとし、時計の針方向順にB、C、Dとした。表に示めしたごとく両試験区とも一定の傾向はみられなかった。試験期間の中で両かん水区の鉢土中の水分張力の変化をみた結果は第17図のとおりで、かん水間かくはチューブかん水も対照区と大差がないが、水分張力の高まりは対照区より早く、したがってか

第17表 鉢内各部の根群分布

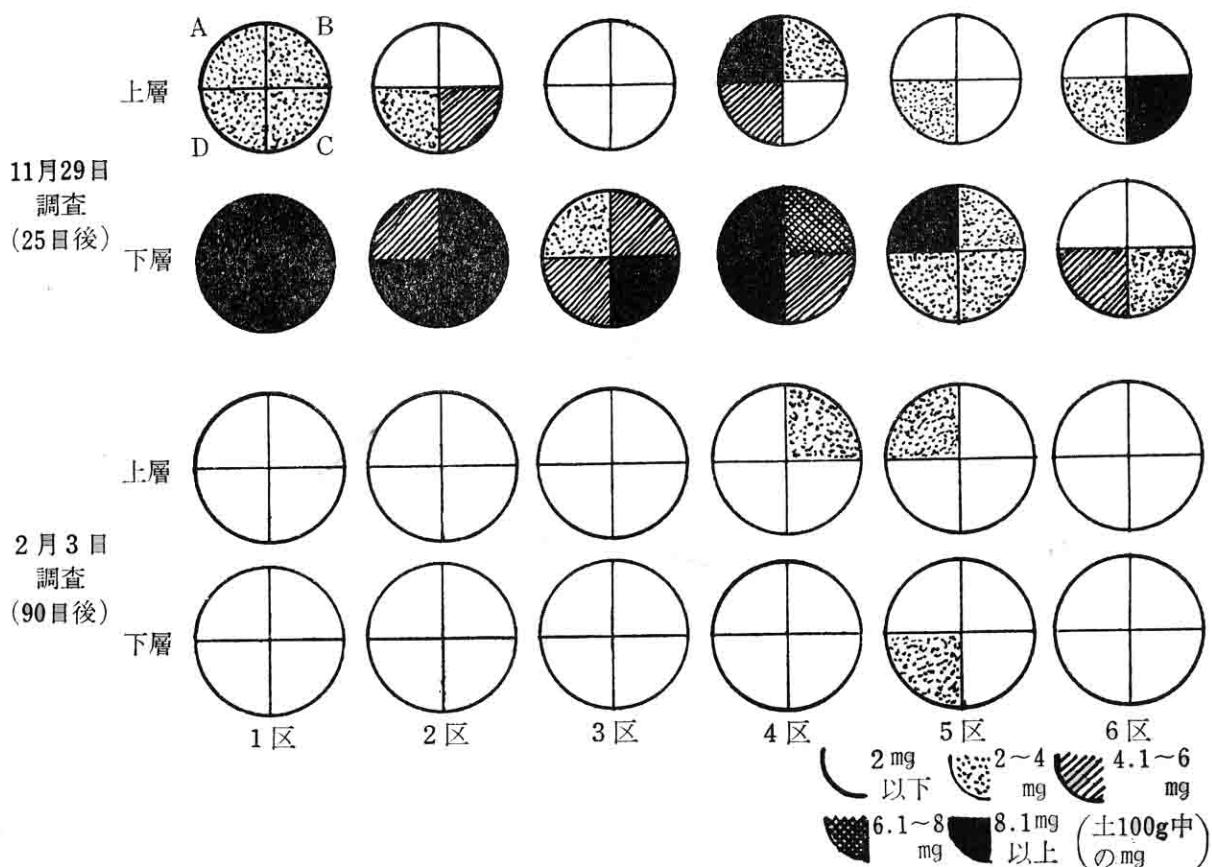
試験区	A部 (ノズル 位置)	B部	C部	D部
チューブかん水区	g 8.4	10.3	9.4	11.8
対照区	6.9	4.7	8.1	3.8



第17図 各試験区鉢内の水分張力の変化

第18表 カン水および施肥法の相違とシネラリアの生育開花状況

試験区	草丈	株張	開花率	新鮮重(g)		
				茎・葉・花	根	全重
1区 元肥ホースかん水	17.2 cm	28.5	75%	140.8	51.8	192.6
2区 元肥チューブかん水	17.5	20.6	25	93.0	46.4	139.4
3区 液肥チューブかん水	11.6	24.6	20	104.0	49.0	153.0
4区 置肥ホースかん水	18.1	21.8	40	86.1	51.1	137.2
5区 置肥同位置チューブかん水	17.1	26.0	50	104.4	58.5	162.9
6区 置肥反対位置チューブかん水	16.6	21.5	25	74.0	60.4	134.4



第18図 各区の鉢内層位および部位別N含有量の比較

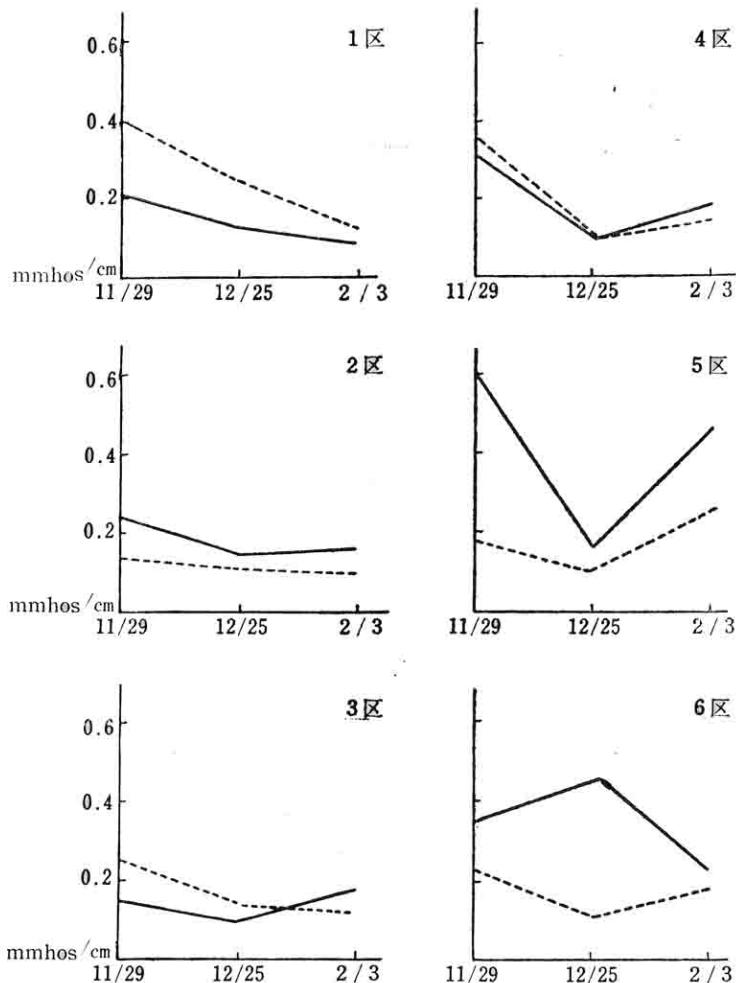
ん水開始する時点の鉢土内の水分張力はチューブかん水の方がやや高かった。

(3) チューブかん水における施肥法と肥効について
各かん水と施肥処理を行ったシネラリアの生育開花調査結果は第18表のとおりである。これでみると生育開花ともによかったのは対照区ともいいくべき元肥ホースかん水区で、次いで置肥同位置チューブかん水、さらに液肥チューブかん水区であった。各区の鉢土層別のN分の

時期的減少傾向をみたのが第18図である。これによると元肥ホースかん水の1区はN分が上層からしだいに下層に移行し、ある時期には下層部に平均した存在するが、4区は初期からN分が偏在し、下層への移行も偏っている。またE Cの調査でも大体N分と同様な傾向がみられた。(第19図)

考 察

チューブかん水装置の一つであるオートキューサーは



第19図 各区鉢内の層別EC(1:5)の変化

各チューブからかなり均一に吐出することが分ったが、本研究のはじめで明らかにしたように鉢の乾きは並んでいる場所やその他の条件でかなり異なる。したがって乾きに応じたかん水を行い、常に均一な水分状態に各鉢をもってゆくには一鉢一ヶのリーダーチューブを原則とするが、乾きやすい周辺部などは2本づつ配って調整を計らなければならないことも分った。またオートキューサー1セットは20本のリーダーチューブから成り立っているから、チューブを配るに当って単位面積当りの鉢数が多くなるとチューブを配る労力が多くなること、チューブなどのからみを生ずるなどマイナスになる点が多い。

そこでオートキューサーの適応は 1m^2 当り25~36鉢配置するくらいの密度が限度であるから、鉢のサイズでは4.5号鉢以上で、しかも 1m^2 36鉢以下に並べる時に

適応できるものと考える。また4.5号、5号鉢を利用するものであっても発育が早く、短期に鉢広げや出荷移動を行なうものでは、その都度リーダーチューブを配り直さなければならず、このばあいもかえって能率を低下させる。したがってこのような種類や栽培法を行うときや、サイズの小さい鉢、あるいは鉢を接して並べる場合はチューブかん水よりノズルかん水の方が、能率的かつ経済的で効果も高いものと推察される。またこの試験以外に行なった実証からもシクラメン、ハイドランジア、ポインセチア、ビビスカヌ、ゼラニュームなどにはかなり有効に利用できることもわかった。しかし奈良農試の試験成績(1963)にみられるようにわが国の鉢物用土は腐葉土を配合し用土の非毛管孔隙が多いので細いリーダーチューブから静かに出た水は鉢内を垂直に下降し、全

面に滲透しにくい欠点がある。この解決にはピートモスを配合して毛管孔隙を増すことは筆者らの試験でも明らかにされており、この他1鉢にリーダーチューブを対象的な位置に2ヶ配するとか、かん水を2回に分け、最初のかん水で用土を湿润にし、2回目のかん水で滲透を促すなどいろいろと考えられる。

シクラメンにチューブかん水とふつうのホースかん水を行って生育開花に対する影響をみた試験では全般的には大差がなく、生育の株張、葉数がわづか劣った点に関しても、チューブかん水が若干高いかん水点でかん水を行ったことも原因の一つかと考えられる。

すでに述べたようにチューブかん水法は従来のふつうかん水にくらべると水の供給がやや異り、したがって鉢内における水分の動きも幾分異なる。ジョーロやホースによるかん水を前提としていた従来の元肥の施用や置き肥などの方法ではチューブかん水のはあい肥料の溶解や分解がうまく行なわれないのでないかという疑問が残る。そうであればチューブかん水に合った施肥技術を見出す必要もある。

このような目的で行った(3)の試験では、すでに結果を示めしたとおり、元肥を用土に配合して植付けチューブかん水を行った区は同様な用土でホースかん水を行った従来もっとも多い一般的な方法に比し、生育がやや劣った。元肥ホースかん水の標準区は供試花きの生育もよく、元肥中のN分のきき方もかん水によって下層に移動するものの鉢内に比較的均一に分布しながら吸収や流亡をつづけるようである。これに対し元肥チューブかん水では水分の移動が偏るためN分の肥効も偏る傾向がみられた。しかし標準区とほぼ変わらない生育を示したのは置肥同位置チューブかん水と、液肥チューブかん水区であった。これは置肥に接してチューブの吐出口を置くのかん水毎に肥料を溶解するためであり、液肥をチューブを通して施せばこれも前者と同様な結果となる。すなわちチューブかん水による鉢物栽培の施肥はすでに欧米で行なわれているように液肥のみをチューブで施用し、全く施肥労力を省く方法と、配合土に元肥を混合して植付け、その後置肥の追肥をしてゆく方法とがあり、後者の方法は元肥の肥効が劣ることから、最近開発されてきた Relese controlled fertilizer などの使用と、追肥はチューブ吐出口の近くに施し、直ちに葉上かん水を行って施肥肥料を溶解しやすい状態にしておくなどの技術が今後考えられる。とくに液肥施用については花きにおける各種類別、生育過程別の適正成分比や施用濃度が明らかにされていないので、これらの研究成果を待たなければ

ばならない。またシクラメンやポットマムのように一施設内に同一種類を栽培しているばあいは液肥の施用はうまくゆくが、同一施設内や同一の自動かん水回路中に2、3種異種類や生育過程のものが栽培されている時には適応できない欠点もある。

VII 主な鉢花のかん水点について

従来のかん水では鉢土がある程度乾いた時にかん水を行い、この“ある程度乾いた”という状態はかん水作業を行うものの経験と判断力にまかされており、この辺が鉢物かん水のむづかしさとされてきた。しかし自動かん水を行ってゆくにはこのような経験のみ頼って大面積のかん水を行うことは自動化の目的にもそぐわないで、鉢土中の水分を数量的に把握し、水分がある限度に達した時にかん水を行い、しかも水分コントロールをある限度を若干変えることによって植物の生育も調節できれば自動化にふさわしい。

土壤水分の表示は土壤中に含有する水分の重量比や容積比で表わすばあいや電気抵抗値であらわすこともあるが、最近では植物の根の水分吸収と相対的な関係にある土壤中の水分張力⁽¹⁶⁾で表わすことが行なわれ、土壤中の水分エネルギーを経時的に確認できて都合がよい。かなり水分を多く含む状態からしだいに乾燥するにしたがい水分張力は増大するが、どの程度高まつたらかん水すればよいか、そのポイントがかん水点である。位田氏⁽⁴⁾は砂質土におけるそ菜の生育と土壤水分張力との関係を調査し、キュウリでは土壤水分張力がpF2.0、ナスではpF2.3になった時かんするともっとも生育がよかつたことを報告している。筆者らも鉢物自動かん水におけるかん水点を明らかにするためこの試験を行った。

試験材料および方法

(1) シクラメンのかん水点について

供試品種 サーモンスカーレット

試験年次 1966年8月～12月

試験区は次の4区とした。

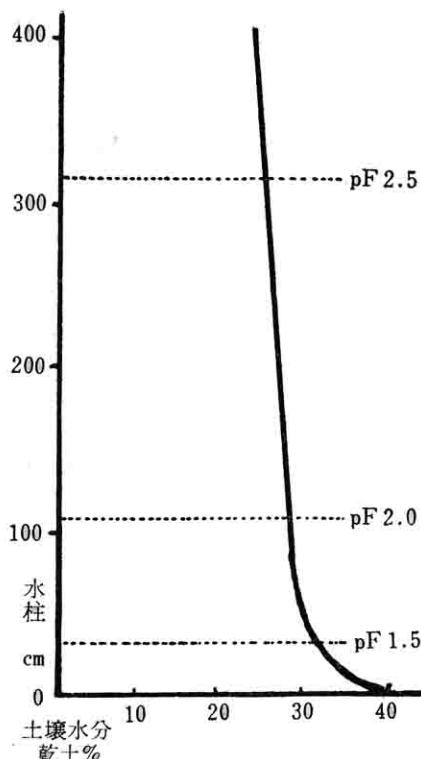
pF 1.5区……pF 1.5に達したら鉢底から水が流出するまで十分かん水。

pF 2.0区……pF 2.0 ク ク

pF 2.3区……pF 2.3 ク ク

pF 2.5区……pF 2.5 ク ク

田土3、腐葉土1.5、堆肥1の割合で配合し第20図のような水分特性をもつ用土で8月下旬、素焼4.5号鉢に植え付け、9月中旬さらに同じ用土で5号鉢に植換え、施肥および温度調節は一般栽培に準じ各区同一条件の温



第20図 供試用土の水分特性

室内で栽培した。1区40鉢とし、各区の中央位置の鉢に水銀マノメーター付、ミクロテンシオメーターを設置し、それぞれかん水点に達した時かん水を行った。各区ともかん水日時を記録するとともに10月、12月の2回、鉢内の水分張力の日変化も調べた。

第19表 かん水点とシクラメンの生育

試験区	株 張	葉 数	草 丈	全鉢に対する
				%
pF 1.5	32.1	38.1	17.0	30.0
pF 2.0	31.3	44.6	17.0	30.0
pF 2.3	29.7	38.4	15.9	20.0
pF 2.5	29.3	36.0	16.0	20.0

この他各区の成苗率、11月よりは開花調査を行い、12月中旬の試験終了時には生育開花状況調査のほか、部位別新鮮重も計測した。また各区の用土は1ヶ月かん水をつづけた状態で、かん水後24時間たった時実容積法で土壤三相も調査した。

(2) シネラリア、ポットマムのかん水点について
シクラメンと全く同様な方法で

シネラリア 品種 置原ダルマ

ポットマム 品種、ブレイジングゴールド
を用い、シネラリアはpF1.5, 1.7, 2.0, 2.4の4区で
1区10鉢。ポットマムはpF0, 1.0, 2.0, 2.7の4区の
かん水点で1区5鉢として試験を行った。

試験結果

(1) シクラメンのかん水点について

かん水点を変えて栽培したシクラメンの生育、開花および品質は第19表のとおりである。

株張、草丈はpF1.5をかん水点とした区が大きく、葉数はpF2.0が最多であった。また株張、草丈はかん水点が低くなるほど大きくなる傾向がみられた。

第20表 かん水点とシクラメンの開花状況

試 験 区	生育鉢数	出蕾鉢数	開花鉢数	1鉢当たり 開 花 数	1鉢当たり葉上 出 蕾 数	出蕾鉢／ 生育鉢	開花鉢／ 生育鉢
(11月15日調査)							
pF 1.5	24	4	3	3.0	43.	16%	12%
pF 2.0	32	8	7	1.1	1.9	25	21
pF 2.3	24	4	5	1.0	2.4	16	20
pF 2.5	23	5	5	1.4	2.0	21	21
(12月12日調査)							
pF 1.5	23	7	13	5.2	5.0	30	56
pF 2.0	28	8	20	4.3	5.1	28	71
pF 2.3	20	4	14	5.0	3.2	20	70
pF 2.5	16	9	6	5.2	9.3	56	37

第21表 かん水点とシクラメンの生育鉢数(成苗率)

試験区	8/10	9/5	9/14	10/20	11/8	11/28	12/12	成苗率
								%
pF 1.5	40	32	30	26	24	24	23	57.5
pF 2.0	40	37	36	32	32	31	28	70.0
pF 2.3	40	37	37	28	24	23	20	50.0
pF 2.5	40	33	29	23	23	23	16	40.0

第22表 かん水点とシクラメンの各部新鮮重

試験区	地 上 部 重			地 下 部 重			全 重
	葉+葉柄	花+蕾	小 計	球 根	根	小 計	
pF 1.5	176.0	92.4	268.4	37.4	53.8	91.2	350.6
pF 2.0	187.0	97.4	284.4	30.1	62.3	92.4	376.8
pF 2.3	154.2	102.6	256.8	32.4	66.6	99.0	355.8
pF 2.5	149.6	93.8	243.4	32.8	67.9	100.7	344.1

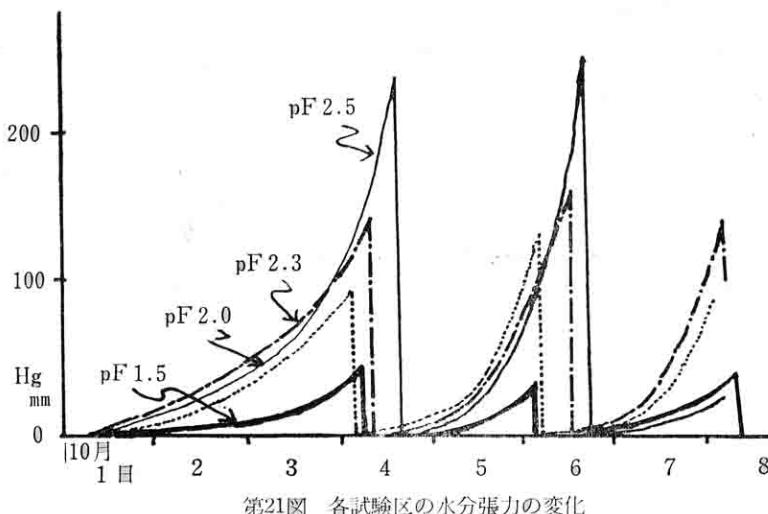
第23表 試験期間中の各かん水回数記録

	9/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
pF 1.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	25	26	27	28	29	30	10/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
pF 1.5	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.0	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.3	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.5	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	11/1	2	3	4	5	6	7	8	9	
pF 1.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
pF 2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	12/1	2	3
pF 1.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
pF 2.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
pF 2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
pF 2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	期間中の かん数回数	平均かん水 間かく日数				
pF 1.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	56	1.8				
pF 2.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	52	1.9				
pF 2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	48	2.1				
pF 2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	42	2.4				

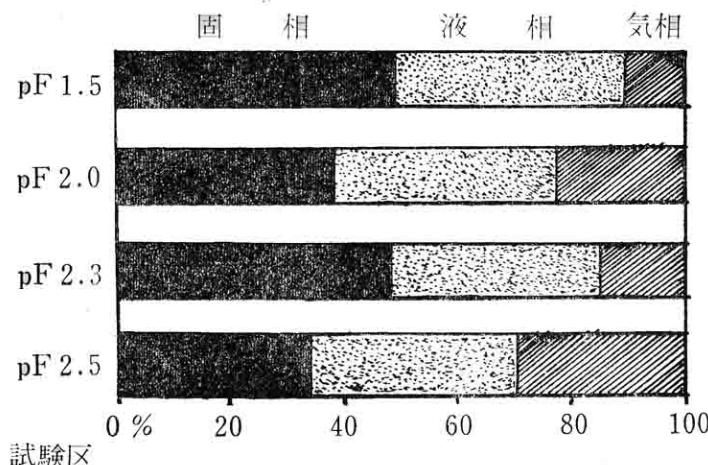
開花状況については第20表に示めすように比較的早くから出蕾開花したのは pF2.0 と 2.3区で pF2.5区は僅かにおくれている。しかし1鉢当りの葉上出蕾数や、開花花梗数は pF1.5および 2.5 区が僅かに多く1鉢としてみたとき、蕾や花茎がそろって上っていることになる。またかん水点と萎凋病および球根腐敗病による苗落ちを成苗率としてみたのが第21表である。これでみても pF2.0 区がもっとも高く70%で、それより低い1.5や2.3以上では成苗率が悪く、しかも pF1.5 と 2.5 で試験開始した直後の8月中旬から9月中旬にかなりの発病による苗落ちがみられた。

新鮮重については第22表のとおりで、葉および葉柄重では pF2.0区、花蕾部重では pF2.3区が重く、これを除く茎葉部重はかん水点が高くなるほど軽くなるのに根重は逆に重くなる傾向がみられた。しかし全重では pF2.0 区がもっとも重く、その他の区はかん水点が高くなるほど全重は少なくなった。

同一環境条件下で栽培し、鉢土内の水分張力によってかん水点を違えたのであるから、当然かん水回数は各区とも異なる。かん水の記録は第23表のようである。また温室内の無加温期間中の10月と、加温期間に入った12月の各区の水分張力の変化をマノメーター付きミクロテンシ



第21図 各試験区の水分張力の変化



第22図 各かん水区の鉢土の土壤三相割合の変化（試験終了時）

第24表 かん水点とシネラリアの生育と開花状況

試験区	生育		開花				
	株張	草丈	末出蕾数	出蕾鉢数	着色鉢数	開花鉢数	開花終鉢数
pF 1.5	27.8	17.0	13	13	0	2	2
pF 1.7	29.8	19.0	7	8	4	11	0
pF 2.0	27.7	19.4	7	11	4	8	0
pF 2.4	27.7	18.6	6	15	2	6	0

第25表 かん水点とシネラリアの新鮮重(30鉢平均)

試験区	地上部重	地下部重	全重	T/R率
pF 1.5	86.7 g	25.5 g	118.1 g	3.63
pF 1.7	89.3	31.7	121.0	2.82
pF 2.0	99.3	27.2	126.5	3.65
pF 2.4	92.6	25.5	118.1	3.63

オメーターで測定した結果は第21図のとおりである。

また試験終了時に各区の用土の三相割合を調査した結果は第22図のとおりである。これでみると各区とも液相割合はほとんど変わらないが、気相と固相割合が変り、pF 2.3区を除けば、かん水点が高くなるほど気相割合が増加し、逆に固相割合は減少した。とくに気相割合はpF 2.5区が1.5区のほぼ2倍以上に達していた。

(2) シネラリアとポットマムのかん水点について

シネラリア各区の生育開花調査と新鮮重調査結果は第24表および第25表に示めすとおりである。株張、草丈ともpF 1.7、2.0区が僅かに大きいく、開花もほとんど差がなく、新鮮重も全重ではpF 1.7がやや重い程度であった。

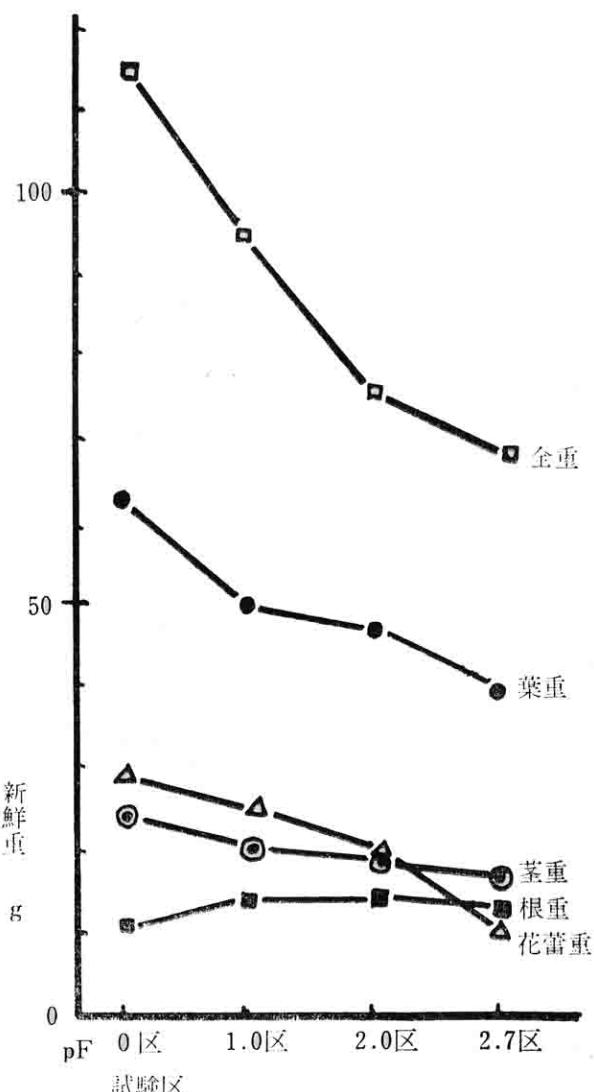
ポットマム各区の新鮮重は第23図のとおりである。根部を除き茎葉、花蕾、全地上部重ともpF 0からしだいに水分張力の高いかん水点ほど各新鮮重が小さくなる傾向がみられた。

考 察

以上の結果からシクラメンではpF 2.0くらいに鉢土の水分張力があがった時にかん水するのがよく、シネラリアではpF 1.7~2.0くらい、ポットマムでは明らかな結果は得られなかった。しかし、かん水点が低いほど各部の新鮮重が増加したのは発育が増加したのではなく、軟弱徒長したことになるから、やはり根部の発育などから推察するとpF 2.0前後にかん水点があるものと思われる。

pF 2.0以下の低いかん水点では、鉢土中の水分張力が

常に低く、時には鉢底から流れ出す過剰水が一部に残ったりして多くの孔隙が水で満されている結果、地下部の発育はやや低下し、土壤三相も水分の過剰と移動により、非毛管孔隙が土壤の微粒子でふさがれ気相率が著し



第23図 各かん水点で生育したポットマムの各部新鮮重

く低下する。このため一層根の吸収力や活力が弱るものと考えられる。

また反対に pF2.0以上の水分張力の高い点をかん水点とすると、第21図のように鉢土内の水分張力の高低差が大きくなり、水分張力が高くなる時間が多くなるほど植物の根はそれに対抗して水分を吸収しようとするため根の発育は増加するものの、実際には根の養水分を吸収し得る限界を越える水分張力状態が多くなるので結局生育が低下することになるものと考えられる。すなわちシクラメンにおける結果をみても生育は pF2.0を頂点とし、かん水点をそれ以下の水分張力、あるいはそれ以上の水分張力にしても劣ることが明らかである。砂質土でしかも果菜を使った佐田氏の実験でもかん水点は pF2.0が生育および収量ともによかったことは植物や栽培条件の異なる本試験ともほぼ一致し、多くの栽培作物のかん水点はこの辺りにあるものと一応は考えられる。

底面から毛管作用によって吸水させる底面かん水では鉢土中のある部分の水分状態をほじ同一に保つことができるが、ホースやジョーロ、またはノズルやチューブによる上面かん水では、かん水時、鉢底から流れ出すほど給水するのがふつうである。この時点が鉢土の水分張力の下限であり、その水分絶対量は用土の物理性によって違う。その後鉢土中の水分は蒸発散によって失なわれ水分張力はしだいに高まるが、或限度以上に高くなると生育開花に悪い影響を与えるようになる点があり、この限度近くがかん水点と一致し、しかも初期萎調点よりやや低い点と考えられる。

かん水とかん水の間、第21図にみると鉢土中の水分張力はかん水点が低いほど上下の差が小さく、高いほど大きい。しかし pF2.0をかん水点とした程度の水分張力の変化が、用土中の水分と空隙を時間的に変化させて生育に最適な条件をあたえているのか、どうかは不明である。

何れにしてもシクラメンのかん水点を pF2.0くらいが生育によかったということは、今後自動的にかん水を行うばあい、テンシオメーターで検知しながらかん水操作を行うことが可能になり、またテンシオメーターと連動させた完全自動かん水も実施できることが可能になる。またシクラメン以外の鉢物花きのかん水点はシネラリアのほかは明らかでないが、手かん水のばあいシクラメンとはほぼ同様な感覚で行ってきた種類については、やはり pF 2.0 くらいをかん水点の目安とすることができよう。

VII 自動制御装置による鉢花のかん水自動化に関する試験

試験の経緯と目的

以上の試験の結果から鉢花の自動かん水はノズルライン方式とチューブかん水方式を組合せて実施することにより多くの種類について適用できる見通しがついた。しかしこれらのかん水方式をより有効に利用することはかん水開始および停止のいわゆるかん水操作をどのように行うかにかかっている。またその方法によって自動かん水施設のコストに大きな相違を生ずる。かん水の操作を行なう方法は大別すると次のものが考えられる。

- ① フートバルブを手で開閉する方法。……もっとも簡単な方法で、バルブの位置まで作業者が移動しなければならないこと。一つ一つ開閉を行うため短時間に多くのバルブを扱うことはできない、などの欠点がある。
- ② ソレノイドバルブ（電磁弁）をスイッチの切入で開閉させる方法。……手によるスイッチの切入を行なうが、バルブ開閉が電力による遠隔操作ができることと集中管理が可能になる長所があり、①の方法より経費を要するが、③、④の方法より少い設備費ですむ。
- ③ ソレノイドバルブをタイマーにより作動させる方法。……スライド式タイマーで所定の時間設定すれば一定時間開いて自動的に閉じる方法と、スライド式タイマーと時計式タイマーの組合せにより各回路はあらかじめ設定した時刻に設定された時間自動的に繰り返しバルブの制御を行う完全自動のものなどがある、何れも操作はタイマーが行なうのでその設定、すなわちプログラミングだけ管理者が行なえばよい。この方法は簡易なスライド式タイマー利用では経費は少くてすむが、スライド式タイマーと時計式タイマーの組合せによりプログラミングして行なう制御装置は施設の集中管理に組込むことのできる一形式と考えられる。やや経費を要するが施設面積が大きければ単位面積当たりのコストは安価につくので、大規模経営向きといえよう。
- ④ ソレノイドバルブと土壤水分検知機を連動させて行なう方法。……土壤水分検知機が土壤水分の状態に応じて電力を変えてバルブを開閉させる方法で全く人力を必要とせず、しかも土壤中の水分のレベルを一定の幅に保ながら水管理できる特色がある。

しかし土壤水分の検知については重力法、水分の電気抵抗による方法、水分張力による方法などがあり、それぞれ若干の長短がある。しかし鉢物のように乾きの異なるグループや場所の多い条件下では土壤水分検知機を数多く必要とし、実際的な利用面では若干の問題がある。

これらのかん水制御法の中①、②の方法は鉢の乾きの状態に応じフードバルブやソレノイドバルブを操作するので根本的には従来のかん水方法と変りはないが、③④の方法になると、プログラミングに応じた適確なかん水制御が行なわれるが、土壤水分検知の精度とかん水制御が確実に行なわれるかどうかなど、その実用化において調査を前提とする問題がいくつかある。

(1) 鉢土中の土壤水分の検知とかん水制御に関する

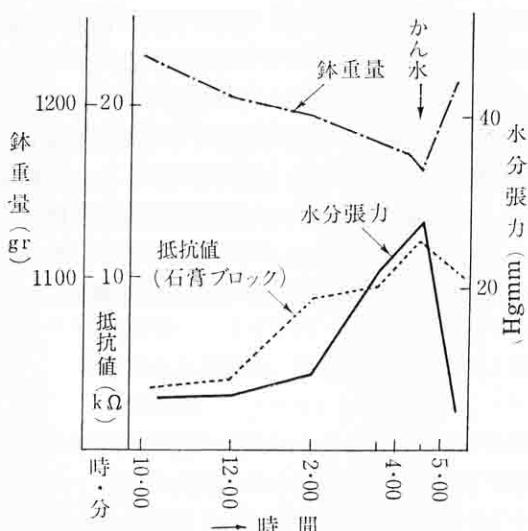
2, 3 の知見

自動かん水のかん水制御を行うには経時的に鉢土中の水分を検知し、速やかに電流で作動させなければならぬ。この点は一見容易に設備できるように考えられるが、実際鉢花生産におけるかん水という形でとらえるといくつの問題点がでてくる。土壤水分の経時的变化を直ちに表示できる方法は次のものが考えられる。

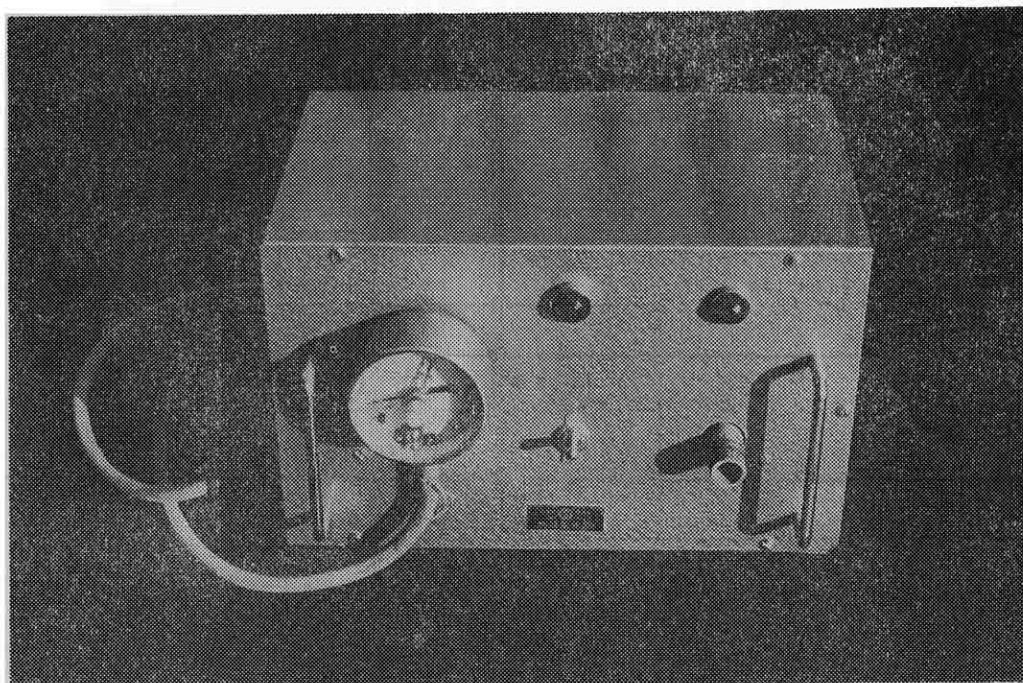
- ①水分の蒸発散による鉢全体の減量をみる重量法
- ②土壤中の電気抵抗値を計測し相対的含水量を調べる方法。

③水分張力を計測し、水分エネルギーから含水量を調べる方法

本実験の予備試験として鉢土中の土壤水分の変化を以上の3方法により計測し、とくにかん水の直前、直後の計測値をみたのが第24図である。この中土壤含水量の増減を計測器の誤差少く、ほぼ実数値に近く直線できるのは重量法である。しかし、水分張力の表示はほぼこの重



第24図 異なる表示計測による同一鉢土中のかん水前後における水分計測値



第25図 テンシオメーターを利用した自動かん水制御装置

量法と相対的な動きを示めしているのに、電気抵抗値はかん水後の表示がかなりゆるく、いわゆるタイムラグが大きい。これは本試験に用いた電極が石膏ブロック埋込み式のため、乾燥時はほぼ土壤水分に応じた表示をするが、かん水後は、石膏への滲透速度がこのようなタイムラグを生じたものと考えられる。素焼カップと水銀マノメーターを用いた水分張力計でもタイムラグを生ずることが認められていが、他の方法よりは少いようである。鉢上中の水分を敏感に表示し、電磁弁作動の電力に連動させるには、計測器のタイムラグは致命的な欠かんとなる。しかし水分張力計も素焼カップの大きさと、植物が植えられた鉢内に挿入する点では少くも4.5号鉢以上でなければ誤差少く使用することはできない。また鉢重量の増減による重量法は減量による水分の蒸発散は確認できても、含水量や水分張力はチェックできない。以上の調査から鉢上中の水分を検知し、土壤水分を確認しながら

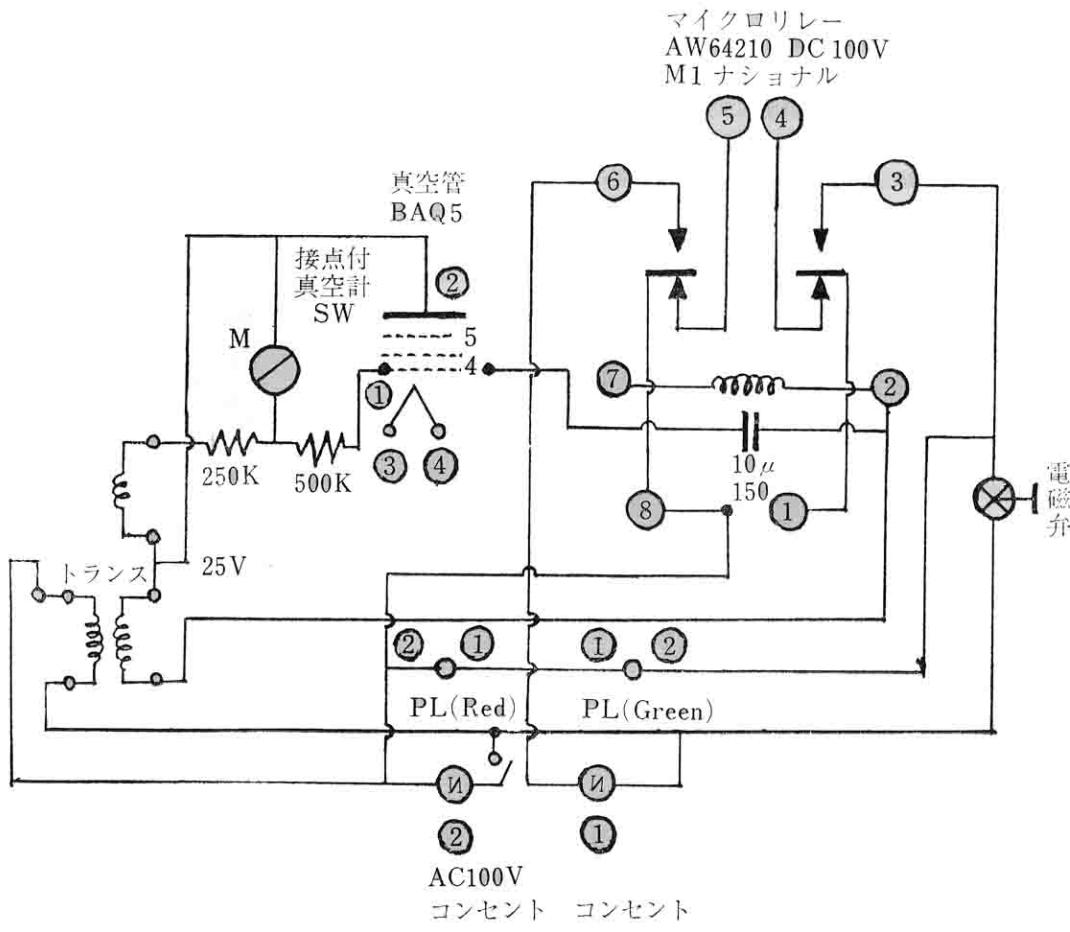
らかん水点の設定が可能で、比較的タイムラグを少くかん水制御できるのは水分張力計の利用がよいと判断された。丁度この段階で第25、26図のような水分張力計を利用したかん水制御装置が市販されたのでこれを入手し、ノズルかん水の自動制御を行い実証試験を行った。その結果次のような2、3の問題点が指摘できた。

①可動接点によりかん水点の調節ができ、指針の動きとほぼ完全に連動し、電磁弁の開介すなわち指針と可動接点の接触には若干のタイムラグがみられたが電磁弁の閉鎖はきわめて敏感に作動した。

②長期間使用していると接点を兼ねた指針のバネの弾性が弱るため指度にずれを生じてかん水開始作動に若干の誤差を生ずる。

③素焼カップとマノメーターを結ぶゴム管内に空気が入るので時折空気を抜く必要がある。

以上の知見からテンシオメーターと連動させたかん水



第26図 テンシオメーター利用の自動かん水制御装置配線図

の自動制御で鉢物の栽培を行うことができることをほぼ実証して確認できた。

テンシオメーターを利用したかん水の自動制御装置はすでにメロンやその他施設そ菜でも研究が行なわれ、正木、景山氏⁽¹⁰⁾らによっても考察されている。これらそ菜などでは同一施設内では同一種類を一齊に栽培することが多く、しかも地床に植付けるため場所による土壤水分の相違は少いから、一台の自動制御装置があれば施設全体のかん水管理が十分できる。しかし鉢物では鉢により、栽培種類により、また生育過程により、あるいは施設内の場所によって乾き工合が異なるので、同一施設でもかん水回路を分けて、それぞれ相対的にかん水を行う必要に迫られる。この場合一かん水回路に一台づつの自動制御装置が必要とするから、なべく簡易で正確に作動する制御装置が望ましい。そこで前述の市販のものより一層簡易な装置を考案試作し、鉢物のかん水管理に適応できるか試験を行った。

(2) テンシオメーターを用いたかん水自動制御装置の試作とその効果について

試作装置の構造と作動

この装置は第27、28図に示したとおり、水分張力ゲージ、ベルローズ、切換スイッチ（スライドさせるためのダイヤルとギアを含む）の3点から成り立つ。すなわちテンシオメーター用素焼カップと水分張力ゲージを水で

満したゴム管で接続させる一方、ゴム管を中間で分岐させ、その一端を金属製ベルローズの一端に接続させる。ベルローズの他の一端にベルローズの伸縮の動きとほぼ平行にロットを取付け、ロットの一端は切入スイッチの可動端子に固定させる。切入スイッチは板ギアの上にのせダイヤルの回転でスイッチの位置がロットと平行に僅かスライディングできるようにした。

素焼カップが挿入されている基準鉢の用土が乾いて水分張力があがるとゴム管内に負圧を生じ、ゲージの指針と平行してベルローズが収縮しロットの接続した切入スイッチの端子を引張り、スイッチの位置をダイヤルで適当な位置（ゲージの指針と合わせて）にすればスイッチが入って電磁弁が開く、土が湿って水分張力が低下すればその逆で直ちにスイッチが切れる。

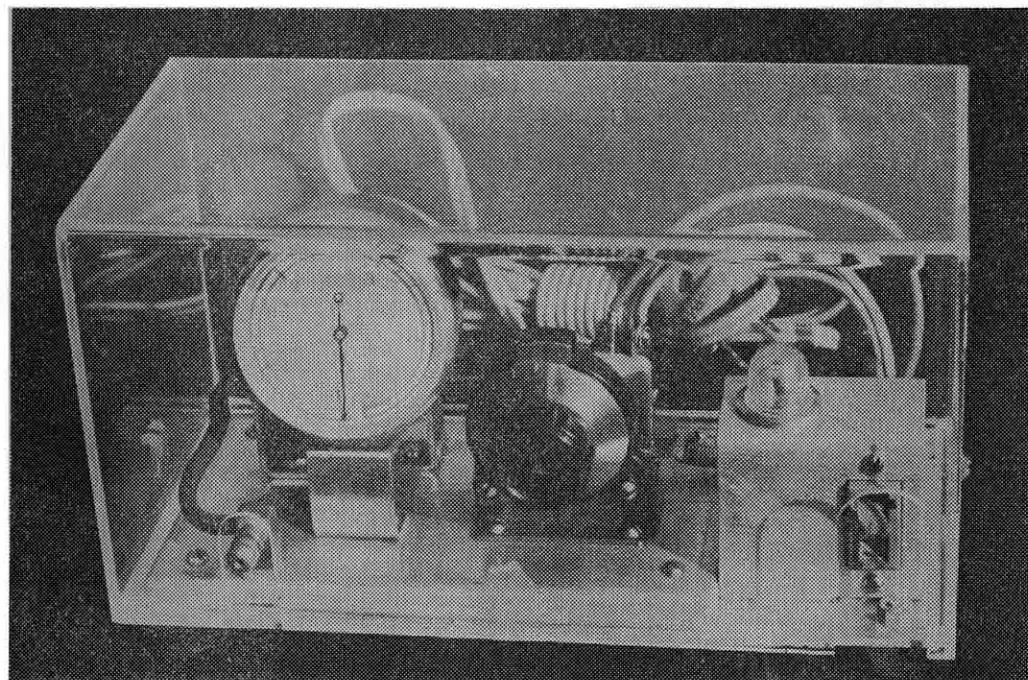
試験材料および方法

試験年次 1965年6月1日～6月28日

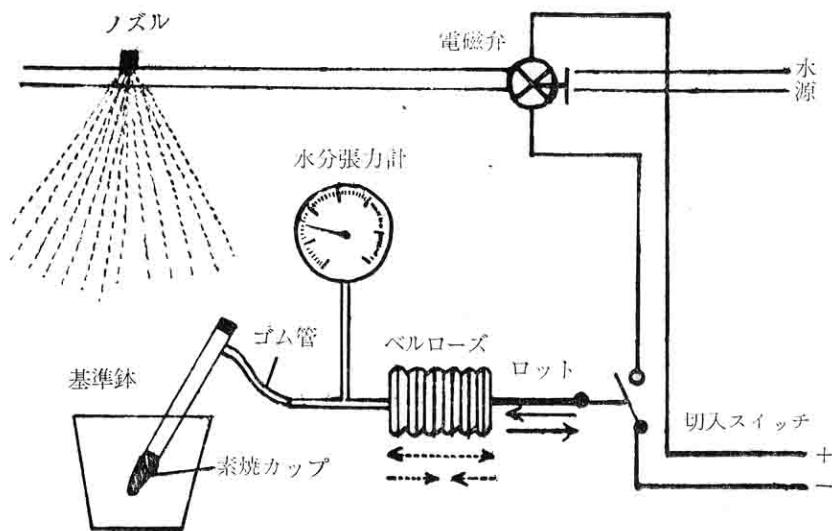
供試花き コリウス（ベルベットトレインボー）

試験区および鉢数、完全自動かん水区と対照区、各区50鉢

方法 温室内的コンクリート製ベンチ上にビニールを敷き周囲を2cmの高さに木わくで囲み、その上に厚さ1cmぐらいにスポンジライト（パーライトの一種）を敷いた。このベンチを2分し、3月下旬に播種したコリウスを5月中旬、3.5号素



第27図 テンシオメーターとベルローズを用いた簡易なかん水自動制御装置
左 張力計、中央 かん水点設定ダイヤル、右 スイッチ



第28図 テンシオメーターとベルローズを用いた簡単な自動かん水制御装置の原理図

焼鉢に上げたものを 13cm 間隔に並べた。

自動かん水はベンチの両側 1m 上空に内径 20% の塩ビ管を配し 1.5m 間隔に取付けたプラスチック製ノズルを内側に向けて散水できるよう着装し、水源との間にソレノイドバルブを取付けた。

試作したかん水自動制御装置を鉢の間に置き、ベンチの中央と外側との中間にある鉢を乾燥チェックの基準鉢に選び素焼カップを挿入した。かん水操作は、鉢内の水分張力が pF2.0 に達したらソレノイドバルブが開くようかん水点を設定した。自動かん水区はノズルかん水のみで、とくに乾いた鉢に補正するなどの手かん水は全く行なわなかった。対照区は可視的に乾いたと判断した時ホースで 1鉢づつかん水を行った。なおベンチにスポンジライトを敷いたのはかん水で常に湿っておりその上に並んでいる鉢はベンチの中央と外側の鉢の乾きをなをべく均一にしたいとの配慮からであった。

調査は試験期間中かん水の記録をとるほか、試験終了の 6月28日に両区の生育状況および新鮮重を調査した。また生育初期と後期に両区の各鉢 1 回のかん水における受水量を調査した。なお試験開始時のコリウスは株張は平均 9.0cm、葉数は 6.6 枚であった。

試験結果

両試験区の生育および新鮮重は第26~27表のとおりで

第26表 両試験区の生育比較

試験区	株 張	葉 数	草 丈	節 間 長
	cm		cm	cm
自動かん水区	24.97	10.07	18.25	3.34
対 照 区	26.27	10.20	18.85	3.74

第27表 両試験区の新鮮重の比較 (1株平均=g)

試験区	地上部重	地下部重	T/R率
自動かん水区	18.84±5.11	5.95±2.14	3.16
対 照 区	20.38±5.10	6.55±2.41	3.10

第28表 両試験区における地上部重の分散

重さの階級 g	自動かん水区	対 照 区
5—10	1	1
11—15	13	9
16—20	20	16
21—25	9	17
26—30	6	5
31—35	0	1

ある。

これでみると株張り、葉数、草丈とも大差なく、節間長だけはやや自動かん水区の方がつまる程度であった。新鮮重もわざかに地上、地下部とも対照区の方が重かっ

たが、表中の標準偏差は自動かん水区の方が小さく、第28表の分散表でも各個体のそろいは対照区よりよかつた。また1鉢当りの受水量は第29表のとおりで何れも生育初期より後期のほうが平均受水量が少く、対照区にくらべ自動かん水区が目立って少くなっていた。

第29表 両区の1鉢当りの平均受水量

試験区	生育初期 (6月3日)	生育後期 (6月28日)
	cc	cc
自動かん水区	28.4±8.58	16.9±3.30
対 照 区	72.0±6.66	64.6±1.24

また試験期間中の天候とかん水回数は次の表のとおりで、自動かん水区のほうが対照区より多くなっていた。

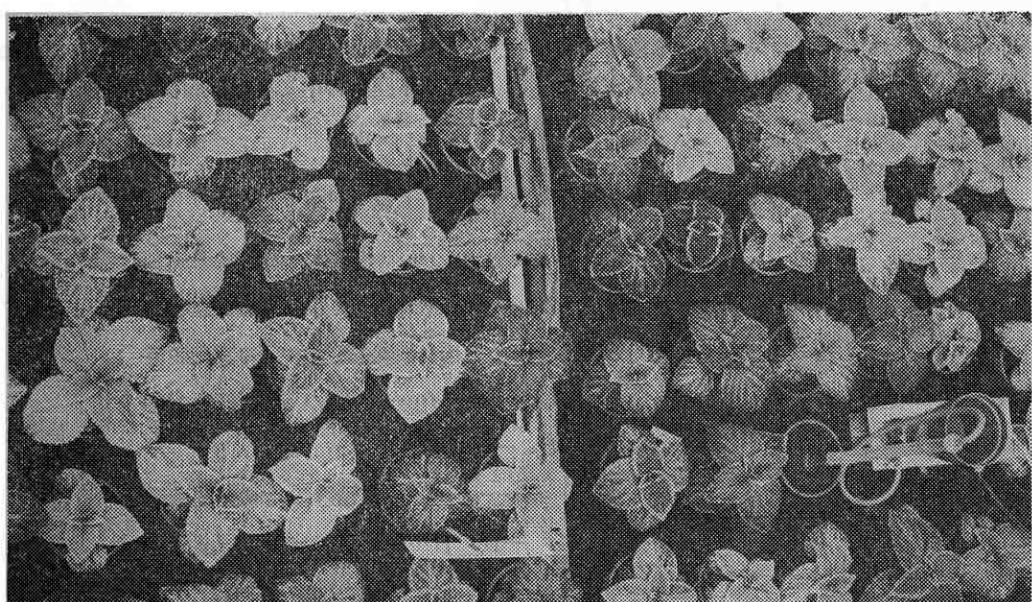
考 察

両試験区の生育差はほとんどなく、自動かん水区の方が節間長がわざかに短く、その上新鮮重もやや小さく、株のそろいもよく、全体に草姿がややつまつた良好な生育をしたことを裏付けている。コリウスの如く土壤水分の多少が草丈や葉の大きさに敏感に影響する種類では、本試験のごとくベンチ上に湿ったスポンジライトを敷いた状態で両区とも均しく乾きをコントロールしている条件下ではかん水量（一鉢当りの受水量）の影響が明確にててきたものと思われる。1鉢あたりの平均受水量が自

第30表 試験期間中の天候とかん水記録

月 日	自動かん水区	対 照 区	天 候
6月7日	*	*	は れ
8	*	*	くもり時々はれ
9	*		ク
10	*	*	ク
11	*	*	ク
12	*	*	は れ
13	*	*	ク
14	*	*	ク
15	*	*	ク
16	*		く も り
17	*	*	ク
18			ク
19	*	*	あ め
20	*	*	く も り
21	*		あ め
22	*		く も り
23		*	ク
24	*	*	くもり時々はれ
25	*		ク
26	*	*	く も り
かん水回数 合 計	18	14	

動ノズルかん水で少ないのは、静かにかん水し一定の土壤水分に達すると素焼カップ内の負圧は下って弁が閉じ



第29図 試験区におけるコリウスの生育状況（左 対照区、右 自動かん水区で、右下がかん水制御装置と素焼カップの入った基準鉢）

るので、適湿に達した時点で給水が停止されるためと考えられる。これに反し対照のホースかん水ではいわゆる見当で給水するため一度に多量の給水を行う傾向が認められた。また生育後期に入って葉数が増加し、葉面が鉢をおおうようになると葉上から与える水が鉢内に入りにくくなると判断されるため多量に給水する傾向はますます強くなる。また第30表で明らかなように、対照区では天候によって人為的な判断でかん水を行ったり、中止していることが記録の上からわかるが、自動かん水区のように土壤中の水分をコントロールしながらかん水するばあいでは、曇雨天でもかん水が行なわれ調査期間中のかん水回数は対照区より多くなっている。このことは対照区のように1鉢づつ給水する方法は作業者の判断にまかされているため、1回のかん水量についても、天候によるかん水実施または中止の意志決定にも当然誤差を生ずるのに対し、自動かん水のばあいは天候や環境条件に当該支配される土壤水分をかなり正確にキャッチしてかん水が行なわれたことを裏付けている。

以上の結果から人為かん水までとかん水する時点の天候など鉢の乾きに影響する条件の判断はできてもかん水後の条件は予測できないのでこの判断はむしろ乾きの多い条件を予測していくといきおいかん水量は多くなり、鉢土中の水分張力の幅は大きくなる。これに対し、水分張力によるかん水自動制御装置を用いたかん水では、このばあいかん水点をpF2.0に設定してあるので、鉢土中の水分張力の上限はpF2.0、下限はpF0.5前後と鉢土中の水分張力の幅が小さくコントロールでき、鉢土中の水分張力がかなり正確にコントロールできる点でかん水自動制御装置はすぐれているといえよう。とくにここに試作した

装置も、かなり正確に作動したが、かん水停止については、ロットのジョイントに幾分の物理的間隙があるため、ベルローズの動きとスイッチの切る時間に僅かのタイムラグを生ずるが、そのズレは過剰に水を与えるほどには至らないので十分実用に供試得ることがわかった。

(3) 施設の集中管理の一部としてのかん水自動制御装置の利用に関する試験

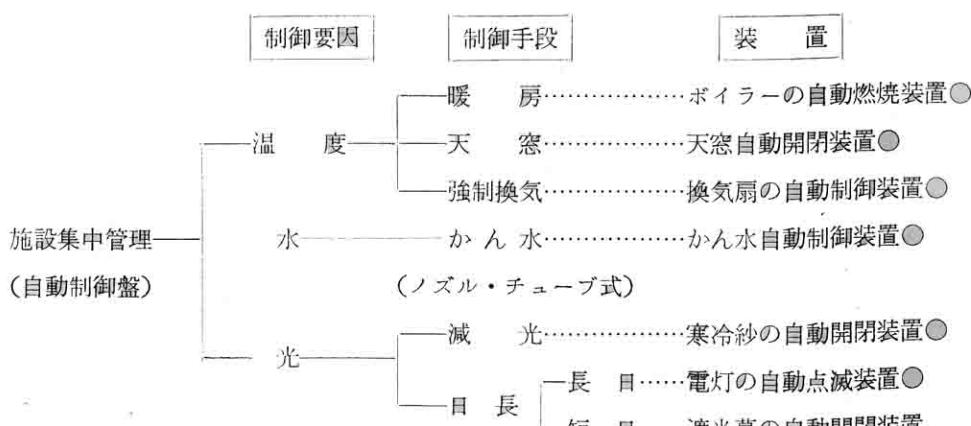
(目的)

これからの園芸生産は施設の規模拡大による生産性の向上と省力その他によるコストダウンが唯一の目標となるがその手段は施設環境の自動制御とその集中管理にかかっている。

本研究でも鉢花生産におけるかん水自動化試験をいくつかの角度から行って追究してきたが、最終的には施設各備の集中管理の一部分として考えなければシステム化的実用には供し得ないことになる。

前報で明らかにしたテンシオメーターを制用した自動制御装置による自動かん水が、一鉢づつホースなどで給水する手かん水よりも鉢土中の水分コントロールをかなり正確に行い、しかも機能的に作動し、人力による操作はかん水チェックや装置の調整以外ほとんど不要となることが実証されているが、集中管理の一元化という立場から検討するといくつかの不都合な点がみられる。

各かん水回路ごとにテンシオメーター付自動かん水制御装置を用いると、各装置の調整や素焼カップから入る空気の除去が面倒であること。テンシオメーターと素焼カップの距離ははなせないから、各装置を一ヶ所に集めて集中制御を行うことが困難であること。しかも実際栽培では多回路の中で薬剤散布、鉢の出荷や移動、かん水



第30図 生産施設の環境集中管理と装置の関連パターン

(○印は本試験の供試装置)

区域内の作業などで一時的あるいは数日間かん水停止を必要とする回路ができることが多い。加えて第30図に示すように施設内環境が自動制御されるとかん水もこれら影響をうけてかん水時刻やかん水時間の設定もそれに合わせたものが要求される。

そのためにはむしろ一ヶ所で各回路ごとのかん水自動制御や自動停止、手動による各回路のかん水操作、また自動制御はタイマーの組合せによりかん水時刻と時間が各回路ごとにプログラミングできる集中制御装置のほうが実用的のように推察された。

そこで当場花き温室内に暖房、天窓開閉および強制換気の自動制御、自動減光装置とそれに次のような試作したかん水自動制御装置を組込んだ集中制御盤を製作し、施設の環境自動制御の一環としてこれらの試験を行い、このかん水自動制御装置の実用性を確めた。なおこの試験は農林省総合助成をうけ昭和43~45年度にかけて実施した。

試作自動かん水集中制御装置の機能と構造

第31図のような操作機能をもつ自動かん水集中制御装置を考案し、株式会社科研工機(旧名、佐藤製作所)の協力を得て天窓自動開閉、強制換気自動制御など一つに組込んだ施設集中制御管理盤(装置)を試作した。

かん水装置はすでに報告したノズルかん水とチューブかん水の両方式が実施できるよう各回路ごとに設備をしておき、第31図のように各回路ごとに適応する方式のバルブは開き、他は閉じておく。自動制御でかん水を行うばあいは各回路のミニタイマーを所定のかん水時間にセットしておく。またかん水停止のばあいや、手動によるスイッチ操作でかん水を行う時は、ミニタイマーを0にし、判断に応じてスイッチ操作をすればよい。テンシオメーターと連動したかん水自動制御装置は鉢土中の水分状態をかなり正確にとらえてかん水を行うが、このタイマーに設定して行うかん水制御は、やはりプログラマーの判断でプログラミングを行い、時には調整を行う必要があり、また自動かん水回路の途中に液肥を混入させるインジェクターなどを取付け、同じ回路を通じて液肥施用を行うばあいは、

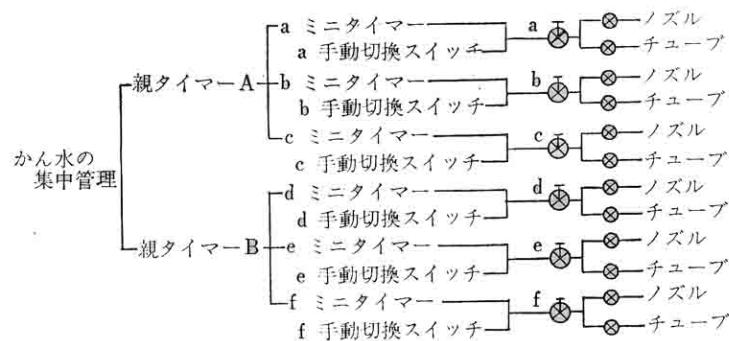
タイマーをOFFにし、手動によるスイッチ操作の方が便利である。このような操作のできるかん水自動制御装置を目的とし第32図の装置を試作した。

試験の方法

以上の試作装置を東京農試花き研究室第3号温室(100m²)の実際栽培条件下に設定して、実用に供し得るかどうかをみるために実証試験を行った。装置は昭和43年に取付け、調査は44年および45年の夏季から初秋にかけて行った。ここではその一部である昭和45年8月中旬におけるかん水条件とそのプログラミングを第31表に示す。かん水制御装置のほか試験温室に設備されている環境装置とその機能は次のようなものである。

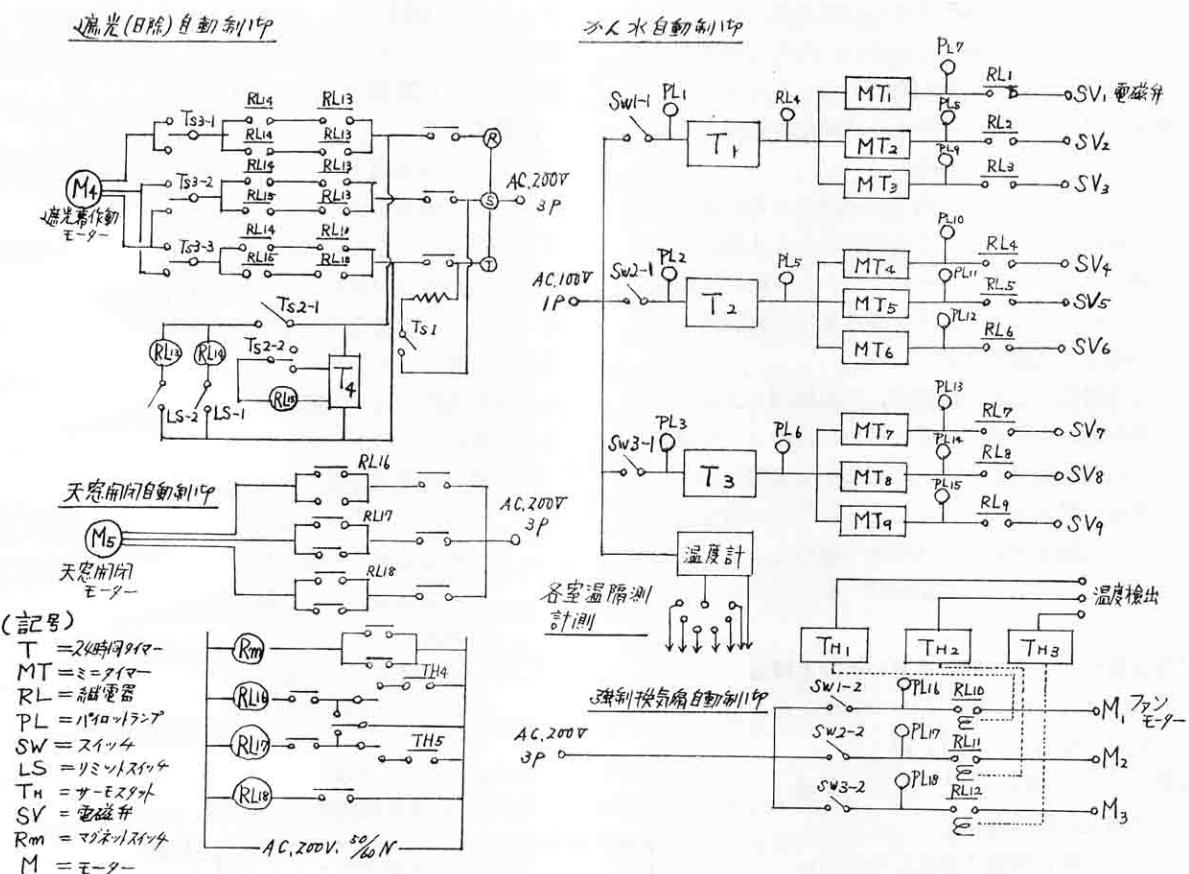
- 天窓自動開閉装置……30分の1に減速したギアモーターで天窓のシャフトを回転させて開閉する。
- 作動は自動と手操作があり、自動はサーモスタッフの設定温度により開閉する。(当農試試作装置第36図)

- 強制換気装置……羽根径60cm、3相3HPのモーターファンを100m²の試験温室の天窓直下に2基

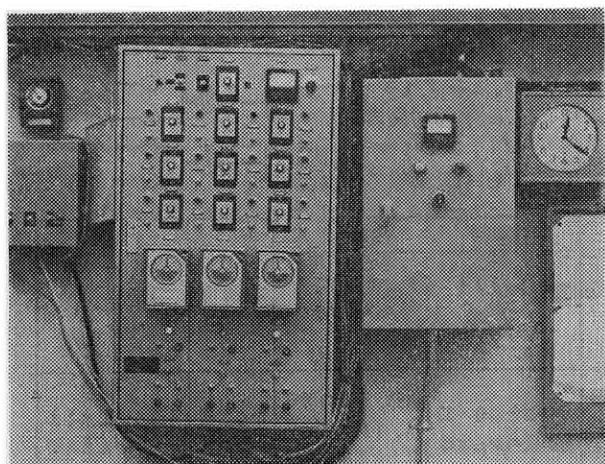


装 置	時計式24時間 時計式24 タイマー	自動制御		電磁弁	スルース バルブ
		サブミニタイマー 0~30分用	手動操作 スイッチ		
機 能	1日、1回乃至2回 のかん時刻を設定 水源水圧が低い時 かん時間をずらす	各回路ごとに0~30 分の間のかん水時 間の設定ができる	自動、手動の切換 へ、手動スイッチ による電磁弁の開 閉	かん水回 路の開閉	ノズルかん水とチ ューブかん水の切 りかえ
操 作	一度設定すれば反 復作動し、操作不 要	各回路ごとのかん 水時間のプログラ ミングを行い天候 その他でプログラ ミングを調節する	スイッチのON、 OFFによりかん 水する	—	かん水回路ごとに 適応かん水方式に 切りかえる

第31図 自動かん水を集中管理制御によって行なうばあいの装置、機能、操作の一覧図

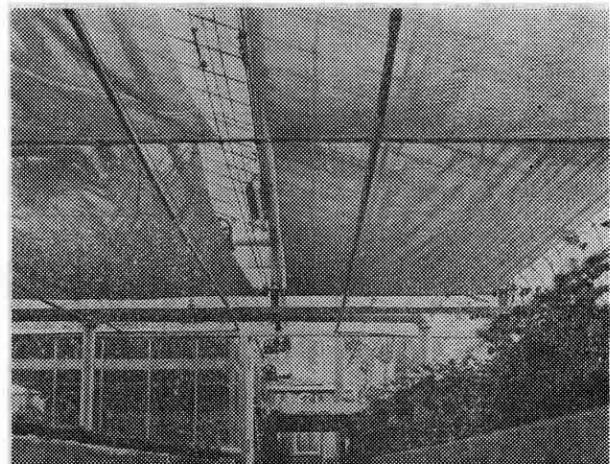


第32図 本試験で試作した施設内環境を集中制御する自動装置の回路図

第33図 本試験で試作した施設内集中管理自動制御装置
(中央と左)

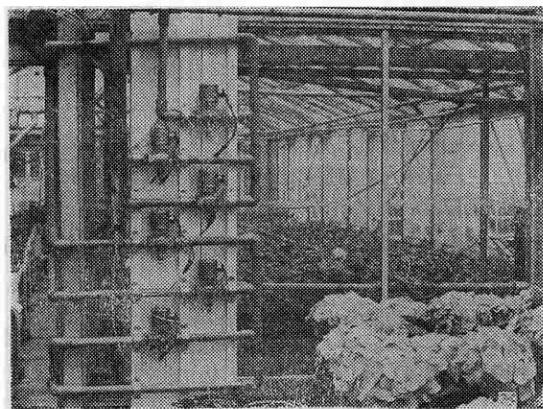
取付け、自動のばあいはサーモスタッフで作動する。(第36図)

○遮光自動装置……温室の両妻側上部は塩ビドラムにネズミ色寒冷紗巻取器を設置し、両ドラム間に張ったワイヤロープに沿って両ドラムから寒冷紗が



第34図 自動遮光装置

張られ中央で交叉する装置、作動はギアモーターの回転により、自動操作はタイマーの設定時刻で開閉を行うよう設計した。(当農試試作装置、第34図)



第35図 制御装置で作動する各かん水回路の電磁弁の一部



第36図 天窓自動開閉装置と強制換気扇

実証試験の結果

調査期間中の各自動制御装置の操作およびその作動状況の調査、各かん水回路ごとのプログラミングと実施状況、それとともに施設内各部の温度変化と環境制御装置の作動との関係を調査したが、ここでは昭和45年8～9月の調査結果を示す。

第32表のごとく各集中制御装置の操作および作動状況は、8月のように昼夜とも室温が25°C以上を保つ状態では天窓自動開閉装置は自動に切換えてある限り常に全開であった。強制換気扇は第36図に示すように、この

第31表 本試験における8月のかん水対象条件とそれに対する各回路のプログラミング

プログラミング		かん水条件						かん水対象	
24時間タイマー	ミニタイマー	かん水回路						鉢花の種類と状態	
No.	設定時刻	No.	設定時間	水源圧	温室名	ベンチ	かん水実面積	かん水方式	
T ₁	A.M. 10:15	MT-1	停止	—	—	—	—	—	—
	P.M. 2:45	MT-2	ハレ 2.0 アメ 0	A 0.8kg/ cm ²	6号	No.1ベンチ No.2ベンチ	21.6m ²	ノズル	ポインセチア5号及6号鉢植
		MT-3	ハレ 3.0 アメ 1.5	B 2.0kg/ cm ²	3号	No.1ベンチ	14.5	チューブ	シクラメン4.5号鉢植
T ₂	A.M. 9:55	MT-4	ハレ 3.0 アメ 1.0	A 0.8kg/ cm ²	ハウス	全 面	21.0	チューブ	ゼラニューム4.5号鉢植
	P.M. 2:00	MT-5	ハレ 2.5 アメ 1.0	B 2.0kg/ cm ²	3号	No.2	25.0	ノズル	ブリムラ類苗 ジフィーポット植
		MT-6	ハレ 3.5 アメ 2.0	A 0.8kg/ cm ²	6号	No.3	7.8	ノズル	ポインセチア5号及6号鉢
T ₃	A.M. 10:30	MT-7	ハレ 5.0 アメ 0	C 3.5kg/ cm ²	露地	2床 全 面	37.0	ノズル	ハイドランゼア4.5号鉢植
	P.M. 2:20	MT-8	ハレ 2.0 アメ 1.0	B 2.0kg/ cm ²	3号	No.3	14.5	チューブ	シクラメン4.5号鉢植
		MT-9	ハレ 1.2 アメ 0	C 3.5kg/ cm ²	4号	4ベンチ 全 面	77.0	ノズル	観葉植物

試験温室では天窓の下に装備し、天窓側に空気を押し出すようになっているため、天窓が開き 27°C 以上に室温が上った時回転するようサーモスタッフを調整してあるので、この30日間操作で停止した1日を除き自動でストップした日は7日あった。これらの日は何れも曇雨天で12時の室温が 28°C 以下の日であった。減光装置は30日の中6日は作動を停止させ、さらに3日は手動で操作した。これは一日の中に曇がかかるて陽光が非常に弱くな

ったり、直射日光が強くなったり数回日変化を繰返したためである。かん水装置はこの表でみると雨天と強い曇天の日に全面的に自動を停止した2日限りであるが、実際は各かん水回路ごとに第33表のようなプログラミングを行っている。各かん水回路のプログラム、すなわちミニタイマー（かん水時間の設定）の操作は第31表に示した晴のばあいのプログラムと曇と雨のばあいのプログラムのほか、その回路だけ自動を停止することもある。

第32表 調査期間（8月10日～9月9日）中における集中制御装置の操作および作動状況

月 日	天 候	12時の実 験温室内 室 温	自動制御装置の操作と作動状況						
			天 窓 開 閉		減 光 装 置		強 制 換 気		
			操 作	12時現在の 作動状況	操 作	12時現在の 作動状況	操 作	12時現在の 作動状況	
8. 10	晴 後 曇	27.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
11	快 晴	28.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
12	曇	26.5	Au	0	H	0	Au	S	Au
13	晴	28.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
14	曇	25.5	Au	0	St	Cl	Au	S	Au
15	晴 後 曇	30.5	Au	0	St	Cl	Au	0	Au
16	曇	35.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
17	晴	31.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
18	曇 後 晴	30.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
29	曇 後 雨	27.0	Au	0	H	0	Au	S	St
20	晴	32.0	Au	0	H	0	Au	0	Au
21	曇	30.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
22	晴	31.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
23	晴	32.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
24	快 晴	32.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
25	快 晴	32.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
26	晴	31.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
27	曇 後 晴	31.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
28	晴	30.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
29	晴	36.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
30	晴	—	Au	0	Au	0	St	S	Au
31	曇	27.5	Au	0	St	Cl	Au	0	Au
1	晴	29.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
2	快 晴	32.5	Au	0	Au	0	Au	0	Au
3	晴	35.0	Au	0	Au	0	Au	S	Au
4	曇	25.5	Au	0	St	Cl	Au	S	Au
5	曇	28.0	Au	0	Au	0	Au	S	Au
6	薄 曇	32.0	Au	0	Au	0	Au	0	Au
7	曇	30.5	Au	0	St	Cl	Au	0	Au
8	曇	—	Au	0	St	Cl	Au	S	St

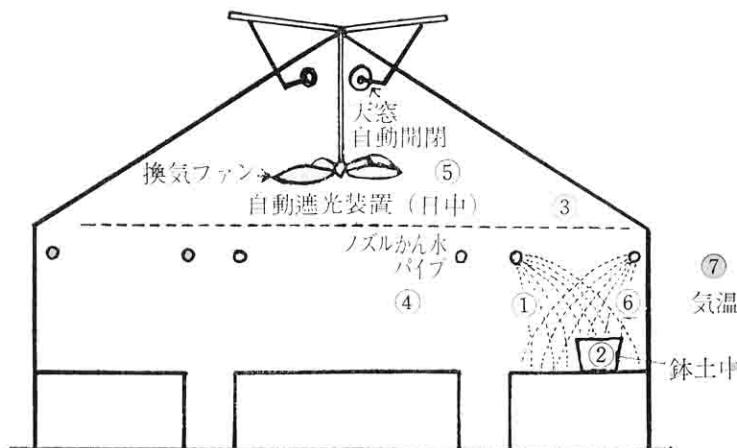
(記号) Au=自動操作, 0=作動中, St=停止, Cl=寒冷紗が開いている状態, H=手動操作, S=自動による停止

第33表 夏季20日間における各かん水回路のプログラミング状況とその変更に及ぼす要因調査結果

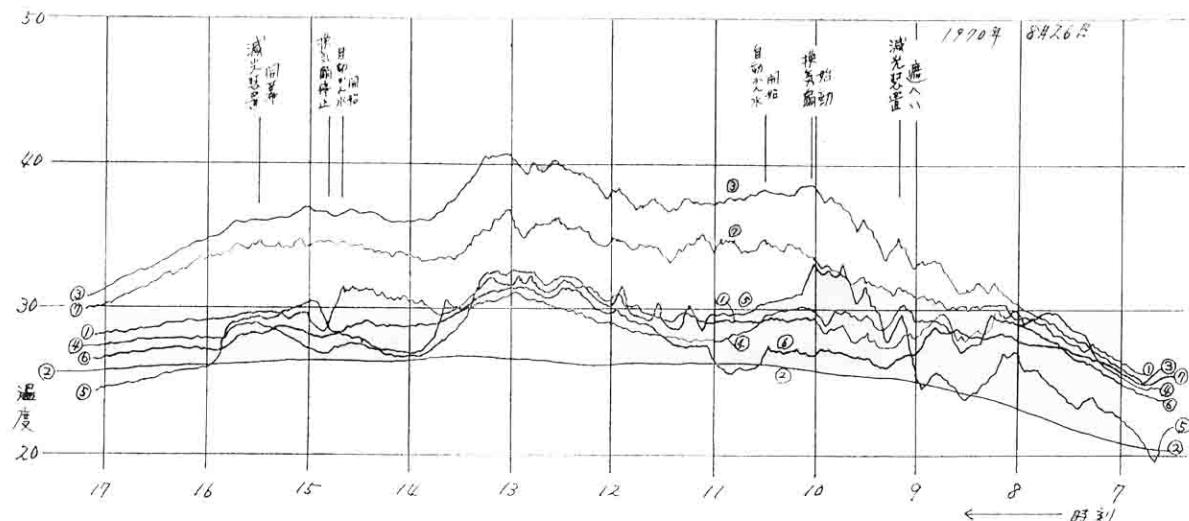
タイマー番号	項目	8/10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	停止目数	変更目数
MT-2	プログラム	N N N N N S S N N S N N N N S S N N N	目 5	目 0
	変更理由	鉢上げ 天候 一部鉢上げ		
MT-3	プログラム	N N C H S C N C N N S N C N H S N N N N N H S	1	4
	変更理由	天候, 薬剤散布 天候 天候 天候 薬剤散布 薬剤散布	(3)	
MT-4	プログラム	N S N N C C C N N S N C N N S N N N N N N N	3	4
	変更理由	追肥 天候 クク 天候 天候 鉢移動		
MT-5	プログラム	N N C N C N C N N S N C S N N N N N N N N H S	2	4
	変更理由	天候 天候 天候 天候 天候 かん水チューブ切換 薬剤散布	(1)	
MT-6	プログラム	N N N N N N N N N S N N N N N N N N N N N N N	1	0
	変更理由	天候		
MT-7	プログラム	N N N N N N N N S S S S N N N N N N N N N N N	3	0
	変更理由	追肥と鉢広げ		
MT-8	プログラム	N N C N C N C N N S N C N H S N N N N N N N H S	1	4
	変更理由	天候 天候 天候 天候 天候 薬剤散布 薬剤散布	(2)	
MT-9	プログラム	N N C N C N C N N S N C N N N N N S N N	2	4
	変更理由	天候 天候 天候 天候 天候		

(記号) N 晴のばいのプログラム, C 曇雨天のばいのプログラム, S かん水停止

H S かん水半目停止



第37図 試験温室の装置と室内温度測温部①～⑦



第38図 集中制御管理下における施設内各部の温度日変化(測温各部は第37図の番号を参照)

またプログラムの変更はその日の天候によるものであるが、温室の方向、かん水するベンチによっても異なり、他のベンチを雨の目タイプのプログラムに切り返しても、乾きのはげしいベンチは晴の日のプログラムのままで行うばあいが多い。(表中MT—6の回路など) またプログラムの変更は、この他管理作業によって半日、終日、あるいは連続的に自動を停止することもかなり多い。

かん水回路に当るベンチ上の鉢の植えかえ、移動、鉢広げ、その他追肥や薬剤散布、摘心、摘芽などの作業管理を行う時は自動かん水を停止せざるを得ない。第33表のように各かん水回路とも30日間にかなりの自動停止やプログラムの変更を行っており、この制御装置でその操作が十分機能的に行なわれた。

このような環境制御下における試験温室中の各部の温度の日変化と装置の作動状況の一例を示めしたのが第38図である。これは晴天の日の状態であるが、遮光装置が作動し、室内上部に寒冷紗が張られると寒冷紗の下側の(1)、(4)、(6)は温度が下がり、寒冷紗の上側の(5)、(6)の部分は温度が上る。換気扇が回転するとその近くの(6)の部分は著しく温度が低下するが、その他の部分は低下がみられず、上昇もややおさえられている。図中自動かん水開始の点は、この測温部(1)、(6)にノズルの水がかかるかん水回路についてであって当然その部分は一時的に温度が下る。

これらの測温結果の一部からも遮光することによってその下の温度はかなり下げられるから、鉢の乾きもそれ

だけに少くなる。また換気扇の効果はこの測温結果からは明らかでないが、室内の空気を強力に天窓から追い出す結果、室の側面から外気が入り、外側に接するベンチの乾きは内部のベンチよりかなり乾きがはげしい。このように鉢の乾きがかん水以外の環境制御装置の作動と大きな関連があることは、かん水制御も他の環境制御装置と一緒にした集中管理を行はなければならぬことを裏付けている。

考 察

以上の結果から生産施設内の環境制御装置は完全自動制御になっているとはいえる、実際の栽培条件下では各種の事情で自動を停止させたり、手動操作に切り換えたりすることが第33表からみてもかなり多い。しかもそれらは天候と密接な関係が多く、一日の中で天気がよく変化する時にこの自動制御がむづかしい。これは現在の園芸生産に供する自動制御は施設設備の過剰投資の限界を超えては意味がなくなるから作動の精度がどれほど高いものか望めないからである。

かん水のプログラミングの記録はさらに日々の天候条件や作業条件で修正されることが第33表でみても多い。

大規模な生産では施設が幾棟にも別れることが多いから、それらの棟ごとに各設備の自動制御装置を付けたのでは操作や調整、プログラミングが繁雑になり人為的なミスも多く、各施設間の調整を加味した制御はむづかしくなる。この意味で本試作装置のようにかん水制御だけでなく、天窓開閉、強制換気、減光の自動制御装置を一台に組込んで集中管理できる装置は能率的ですぐれてい

ることが実証できた。実用に供して判ったことはこの集中管理体制盤は各施設の中央部や全施設が見通せる位置で作業その他のさまだけにならぬ場所に設置するのがよい。当場ではあらかじめそのような位置に取付けたので特に自動かん水の手動によるスイッチ操作などがうまくゆくことが確認できた。この装置には各室の室温を計測する隔測温度計を設置したので、天窓開閉や強制換気はこの温度計で、見通せない室の室温をチェックしながら作動させることができるが、かん水などでノズルやチューブのつまり、パイプの通水テスト、鉢上げした鉢に少し多めにかん水したい時など、制御盤から現地を見通し確認しながら作動する必要がしばしばあるからである。この装置を使ってかん水のプログラミングを行なうばあい本試験の実績から次の点に注意する。

- ①かん水時間の設定は冬は1日1回、夏季は1日2回ぐらい行うようにし、冬は10—11時頃、夏季は9—10時と14—15時の間ぐらいがよい。
- ②ミニタイマーによるかん水時間の設定は、かん水場所、栽培鉢花、鉢の大きさ、用土の種類、かん水方式によりプログラミングする。
- ③プログラミングを変更しなければならないのは暖房開始と停止の前後、夏季の減光開始の前後、雨天が連続した時の前後などは施設内の乾燥程度が著しく変るのでとくに注意を要する。
- ④かん水制御装置のプログラミングは栽培技術や養水分に関する知識を有する技術者が行うこと。
- ⑤プログラマーはノズルやチューブのつまり、ソレノイドバルブの作動不良、タイマーおよび電気関係の故障にも常にチェックし、とくに鉢への給水状況のチェックは重要であり、この面から給水系統、制御装置のトラブルを発見することも多いと考えられる。

VII 総括

以上の各試験の結果を総括して鉢花生産への自動かん水の適応と今後の問題点について試験と実証結果から得た推測をも加えてまとめる以下のことおりである。

鉢物に自動的に給水する方法はいくつかあるが、本研究の結果からノズルライン方式とチューブ方式をうまく使い分けると多くの種類が幼苗から出荷までの全栽培過程を通じて適応できることが明らかになった。ここ数ヶ年の実証から種類によって両かん水方式の適応する時期別に示したのが第34表である。

この中むしろ従来の手かん水より自動かん水の方が、よく適応し良質に仕上げることのできた種類はハイドランジア、ポインセチア、ゼラニューム、ヒビスカスで、このほかポットマム、ロケア、カランコエなども適応できることが確認された。

またかん水制御の方式についても、生産規模が小さく、栽培種類が少なく、単純な作付けでは、鉢土中の水分張力を検知してかん水操作を行う方式がよく、鉢内の水分状態もかなり正確にコントロールできて生育開花のよいことも認められたが、生産規模が大きく、栽培種類が多く、また作付けの複雑な経営ではこのようなかん水制御方式は不適当となる。

しかもこれからの大規模生産では施設の装置化も進み、かん水制御も温度や光条件の制御と関連が増していくので、これらを考慮に入れて総括した集中制御方式のほうがはるかに実用的で有効なことが本研究でも明らかにされた。

また鉢花の生産技術は手で一鉢づつかん水を行う方式を前提として発達してきた。したがって今後自動かん水下で鉢花生産を行うには自動かん水に適合する生産技術

第34表 本試験の実証効果から得られた主な鉢花における生育時期別の適応自動かん水方式
……ミスト下、——ノズルかん水、——チューブかん水

種類	作業時間と適応かん水方式
シクラメン	播種……移植——鉢上げ——鉢かえ——定植——開花
ポットマム	挿芽……鉢上げ——開花
ハイドランジア	挿芽……鉢上げ——鉢かえ——定植——開花
ポインセチア	挿芽……鉢上げ——鉢広げ——開花
ゼラニューム	挿芽……鉢上げ——鉢がえ——開花
シネラリア	播種……移植——鉢上げ——鉢かえ——開花
ブリムラ	播種……移植——鉢上げ——鉢かえ——開花
ヒビスカス	挿芽……鉢上げ——鉢かえ——開花

の改善と新生産体系を確立しなければならぬことも明らかになった。本研究でも自動かん水を行なうべきに適する鉢物用土の検討や施肥法に関する試験を現在も継続中であり、本報にもその一部を発表した。かん水方式によって用土や施肥法の適応が異なるのは常に新しいかん水法の開発を行っている限り、その方法を前提とした技術の確定はできないことになる。本研究で早くからわが国の鉢花生産に適するかん水方式をノズルライン方式とチューブ方式がよいと決定して研究を進めたのもこの理由によるもので決してこれが最良というわけではない。

鉢物のかん水は単に水の補給ととどまることなく、かん水は鉢物の生育を調節する手段として行われていたことを忘れてはならない。したがってかん水の自動化にはこれらの栽培条件を十分分析してかかる必要があり、とくに鉢物生産で自動かん水の適応を難かしくしている条件は次のようなものがある。

- ①同一施設内に種類や生育過程の異なるものが収容されているばあい。
- ②多品目少量生産のばあい。
- ③栽培過程で鉢がえや鉢の間かくを広げる作業が数多くあるもの
- ④生育期間の短い種類が高度に作付けられているばあいなど

これらの点は生産技術や経営改善にも連なる事項であり、また適応性のメリットでもある。

最後に自動かん水の普及上の問題点にもふれておく。鉢物生産では施設の自動化設備として各種の装置が導入されているが、自動かん水装置だけはその経営や栽培体系に合った方式とその装置化を考えるべきである。この点装置を単に購入するだけでなく若干オーダーメイド的な性格がある。この点についてすでに生産農家には各種の自動かん水装置を設備してあるものがみられるが、十分な活用をなされている生産者はきわめて少い。すなわち各生産者のケースに応じて自動かん水装置の組込みが考えらるべきである。また導入生産者もその装置の活用のために格段の工夫と努力すべきであろう。

次に自動かん水の技術について十分理解されることである。従来のかん水は作業者自身が行うのであるからかん水結果の良否は作業者の能力と熟練度に負うところが大きかった。自動かん水ではこの点が全く省かれるが、それに代って装置の点検、調整、パイプやノズルのつまり、散水むらや給水量のチェックも行なわなければならず、その判断に必要な最低の水分生理や水管理の知識は各生産者がもつべきでこの点の指導も今後普及対策の一

つであろう。

IX 摘 要

鉢花のかん水自動化に関する基礎的な調査とわが国の鉢花生産に適する自動かん水方法とその実用化に関する研究を行った。

1 鉢土中の水分蒸発に影響を与える各要因を調査した結果素焼鉢では鉢壁からの水分蒸発が全蒸発量のほぼ2分の1を占め、その量は鉢壁蒸発を左右する鉢の置場所、間かく、位置などによって相当異なることが明らかになった。プラスチック鉢と化粧鉢は壁面からの水分蒸発はないので鉢土中の水分減少は素焼鉢に比して半減し、置き場所や並べる間かくによる蒸発量の差は小さく、各鉢の乾きむらは非常に小さかった。また鉢を並べるベンチの種類による素焼鉢の土中の水分蒸発はコンクリート製ベンチ、板スリコベンチ、コンクリート製ベンチの上にビニールフィルムを敷きその上に湿ったピートモスを敷いたピートベンチの順で蒸発散量は小さくなった。また鉢土中からの水分蒸発量が小さいものは当然かん水回数も少く、したがって鉢土中の可溶性肥料分の流乏も少いことが明らかであった。

2 給水方法の異なるいくつかのかん水方法と鉢花の生育および開花について調査した試験では、鉢底から上方に吸水させる底面吸水かん水や腰水かん水より、葉上や地表から給水するホースかん水(対照)、ノズルかん水、チューブかん水の方がプリムラの生育量、新鮮重とともに大きかった。底面吸水かん水では鉢土のECは下層より上層が高く、腰水かん水では同じ方式をつづけるほど鉢土中の粗孔隙が著しく減少する傾向がみられた。

3 鉢物に対するノズルかん水の適応試験ではノズルラインに取付けるノズルはその散水特性からプラスチック製ファンノズルが最適であった。またノズル取付けのレイアウトはベンチ両サイド上面に配したプラスチックパイプに2m間かくに取付け内側に向けて散水するのもっとも均一な散水効果が得られた。

このノズルラインでシクラメンを栽培した結果、対照のホースかん水とくらべ生育開花ともに全く変りなく、成苗率はむしろノズルかん水区の方が高かった。しかし開花期に入ったプリムラ類、カルセオラリア、グロキニアには不適当であった。

4 葉面に水をかけず細いチューブで一鉢づつ給水するチューブかん水は、チャビン方式の一種についてシクラメンへの利用効果を試験したが、生育開花はふつうかん水のものと全く変りなかった。この他チューブかん水

に適するものはハイドランジア、ポインセチア、ビビスカス、ポットマムなどであった。チューブかん水の適用に当っては鉢の小さい段階や栽培過程中鉢がえら鉢広げの回数の多いものは不適当であり、この他用土や施肥法もこのかん水法に合うよう改善しなければならないことが分かった。

5 自動かん水を行う場合、鉢土中の水分張力がどの程度高くなったらかん水すればよいか知る必要がある。シクラメン、ポットマム、シネラリアについてかん水点を変えて試験を行った結果、何れも pF2.0付近をかん水点とするのがよかった。

6 鉢土中の土壤水分張力を検知し、それによりかん水制御できる簡易な装置を試作し、ノズルかん水を用いて全自动によるかん水でコリウスを生育させたところ、手かん水の対照区に比し均一な生育をすることが確認された。

7 同一の施設、または多数の施設で多くの種類や作型の栽培を行う生産条件下ではプログラムによる集中管理でかん水制御を行ったほうがはるかに能率的かつ実用的であると考え、温度、光、水分条件を集中管理できる装置を試作し、実用に供し実証試験を行った。その結果各種の鉢花を同時にしかも各々適切なかん水管理を自動的に行って正常に生産できることを実証確認し、この装置の実用性を明らかにした。

8 以上の試験結果から鉢花生産における自動かん水はノズルラインかん水方式とチューブかん水方式をうまく組合せて各種鉢花の全栽培過程を自動かん水で管理できることができることがほぼ明らかになった。またそのかん水制御は小規模生産や単純な作型の栽培では水分張力検知による自動制御装置の利用が適当であり、また大規模生産で作型も複雑な生産ではタイマーを利用し、他の環境条件を考慮してプログラミングできる集中管理装置を利用したほうが能率的かつ実用的のようである。

引用文献

- CHAPIN, D. 1968. European watering systems. *Florists Review* Vol. 147 No. 3678 :
- GROENEWEGEN, C. A. M. 1969. Het arbeidsverbruik bij het watergaven van cyclamen. *Vakblad Bloemest.*, 24 : 357-358
- 穂坂八郎、難波智、1963. 土壌条件およびかん水方法がグロキシアの生育開花に及ぼす影響、園芸学会 昭和38年度春季大会発表要旨
- 位田藤久太郎、1961. 蔬菜の生育と土壤水分に関する

研究、第1報、砂質土における土壤の水分張力と根の生育、農及園. Vol. 36. No. 12 : p. 97-98

- , 1966, 土壤水分張力(pF)とそ菜の生育、そ菜に関する土壤肥料研究集録、全国購買農協連刊 127-131
- 景山美葵陽、正木敬、有本裕、木村義孝、蓬台一郎作物に対する自動かん水装置の考察、農及園 Vol. 45, No. 1 : 772
- Kok, J. 1968. Watervoorziening op zand-tabletten. 1. 2. De druppelslang. *Vakblad Bloemist*. 23 : 1163-1199.
- 正木 敬. 1967. ハウス園芸における土壤水分の測定(1) 溫室研究, Vol. 9. No. 6 : 33-36
- , 1967. ハウス園芸における土壤水分の測定(2) 溫室研究, Vol. 9. No. 7 : 64-66
- , 簡易自記テンショメーターの試作, 農および園 Vol. 44. No. 1 : 99-101
- 水之江政輝、河野広、1970. 施設園芸を対象とした全自动かん水装置について、東海近畿農業試験場研究報告 No. 19 : 192-197
- MUCKE, KARL-HEINZ. 1964. Möglichkeiten, den wasserbedarf der nelken zu decken. *Gartenwelt*. C. 3140. D. Nr. 16. 338-340.
- Post, K. and P. F. SCRIPTURE. 1947. Copper tube surface automatic watering. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 49 : 395-404.
- RENARD, W. 1964. Vereinfachtes gieben und dungen in gewachshäusern. *Gartenwelt*. Nr. 3.
- , 1965. Die wasserverteilung von dusen zur bewässerung von kulturen unter glas. Berichte über Landtechnik. Aus den arbeiten des Instituts für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Hannover-
- 戸刈義次他, 1960. 級作物試験法、農業技術協会刊 : 453-496.
- 竹中 篤、1962. テンショメーター示度のタイムラグについての一考察 農及園, Vol. 37. No. 6 : 1039-1040.
- 寺門和也、鶴島久男、1966. 鉢物のかん水自動化に関する研究、(第1報) ノズルラインによるかん水効果とシクラメンの生育開花、園芸学会昭和40年度春季大会発表要旨 : 38
- , ——, 1967. 鉢物のかん水自動化に関する研究(第5報) 異なるかん水方法によるは

- ち内環境の変化とプリムラの生育について 園芸学会 昭和42年度春季大会発表要旨 : 282-283
20. ———, 鉢物自動かん水の諸問題について, 温室研究, Vol. 6, No. 7
21. 塚本洋太郎, 1963. 灌水の機械化 ①鉢ものの灌水 農耕と園芸 Vol. 18, No. 5 : 56-57
22. 鶴島久男, 1965, 灌水設備のいろいろ 鉢花生産の新技術, 誠文堂 : 40-43
23. ———, 1965. 鉢物のかん水自動化に関する研究(第2報)異なるかん水方法による植物の生育と用土の物理性に与える影響について, 園芸学会昭和41年度春季大会発表要旨 311-312
24. ———, 1966. 鉢物のかん水自動化に関する研究(第3報)鉢の土壤水分の変化とそれにより作動する完全自動かん水装置について 園芸学会昭和41年度春季大会発表要旨 : 313-314
25. ———, 1967. 鉢物のかん水自動化に関する研究(第4報)かん水点とシクラメンの生育及び開花について, 園芸会昭和42年度春季大会発表要旨 : 280-281
26. ———, 1971. 鉢物のかん水自動化に関する研究, (第6報)かん水および施肥方法の相違が鉢花の生育開花に及ぼす影響, 園芸学会昭和46年度春季大会発表要旨 : 276-277
27. ———, 1969, 鉢物の自動灌水方法とその実際, 温室研究, Vol. 8, No. 13 : 13-15
28. ———, 1969, こんな点で失敗しやすい鉢花生産の自動灌水利用, 農耕と園芸 Vol. 24, No. 6 : 148-150
29. ———, 1967, 鉢物の新しい作りかたと経営(20)鉢物のかん水管理, 農及園, Vol. 42, No. 8 : 143-146
30. ———, 1967. 鉢物の新しい作りかたと経営(21)~(24), 鉢物の自動かん水, 農及園 Vol. 42, No. 9~12
31. ———, 1965, 鉢物花きの経営と生産技術に関する研究(第3報)農及園 Vol. 40, No. 8 :
32. SEELEY, J.G. 1947. Automatic watering of potted plants. Florists Exchange. 109(2) : 14-15
33. STANBERRY, C.O., L.R. COOPER., R.H. MAIER., J.P. WILSON., 1964. A Central watering column for irrigating potted plants. Pro. Amer. Hort. Sci. 85 : 672-676.

Summary

The present studies were carried out to determine the practical use of automatic watering on potted plants production. These studies were consisted on basic investigation, method of water supply and systems of automatical control.

1. Influencive factors on reducing of moisture in potting soil were investigated. The half amount of water was evaporated from the pot wall in all amount of evaporation water. Therefore, the drying of each pot is different from each setting areas, spacing and setting conditions of pots. But plastic made pots and hard clay pots were not affected to amount of evaporate water on each pot, as the water vapour is not on the pot wall.

The escape of water in a potting soil is so less in the pots placed on spreaded wetting peat bench than the pots placed on woody hurdle bench and concreat bench.

2. The growth of potted plants was influenced by the different method of water supply. The method of water supplying from above the plants such as the hose, nozzle line and tubing was better grown and fresh weight was more heavier than the injection watering and constant level watering.

The E C value on the lower part in pot soil is higher than the upper part of plot by water supply from above the plants, but the E C value of the lower part is less than the upper part in potting soil of plot on injection and constant level watering methods.

3. The fan nozzle made of plastic is suitable for nozzle-line watering system on the potted plants production. In this experiment the best adapted layout of setting nozzle was determined what water pipe was set up to 1 meter above of out side on the bench and the nozzle was setting on pipe with 2 meters intervals. The growth and flowering of cyclamen under the nozzle line

watering was grown as well as ordinarily watering by the hand, but application of this method is not suitable on flowering time of *primula malacoides*, *primula obconica*, *primula polyantha*, *calceolaria* and *gloxinia*.

4. The experiment for platical use of tube watering like chapin tube system was conducted and following results was obtained. The cyclamen had normally grown under tube watering as well as ordinal watering by hand. It became clear that tube watering system is good adapted to growing of cyclamen, hydrangea, pot-mum, hibiscus and kalanchoe, because these are few transplanting and repotting. But nutritional effects under the tube watering was more affected by applying method of fertilizers, the fertilizer of soil mixture and liquid fertilizer applying with watering tube were best feeding in this test.

5. The growth and flowering of potting plants is more affected by moisture tension of potting soil. In many cases, doing of watering is carried out at high moisture tension. Therefore starting of the watering is very important to plant growth. In this experiment the results was obtained that growth and flowering of cyclamen, pot-mum and cineraria were best on the starting of watering when moisture tension increased to about pF 2.0.

6. The simple apparatus of controlled watering by moisture tension in the potting soil was constructed for this trial. We were recognized that the coleus plants were more even grown under the full automatic watering of nozzle-line by such apparatus, than it beening grown in control plot.

7. The watering in greenhouse is related to many factors on environmental condition, therefore the control of watering will have to control connected with temperature and light in the greenhouse. For this problem, we have constructed the equipment of concentrate controlling of watering with temperature and light condition by our conception. It is designed to do programing the watering with many controll timers.

8. In consequence, it was cleared that the best method of watering many kinds of potted plants was automatic watering by connected with nozzle-line watering and tube watering methods.

And also, it became clear that the controlling system of the watering by moisture tension in potting soil is suitable to small scale or simple growings. But concentrated controlling system by programing of timers which is taking in to other environmental condition, is possible to platical use on big scale management of potted plants production.