

鉢栽培における培養土と施肥に関する研究

第5報 培養土の物理性とポットマムの生育*

佐藤幸夫・嶋田典司・榊原宣芳・小島道也

(土壌学および植物栄養学研究室)

Studies on Composts and Fertilization in Pot-plant Culture

V. Effects of Physical Properties of the Composts, Fertilizer Application Methods and Fertilizer Forms on the Growth of Pot Mums (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)

Yukio SATŌ, Noritsugu SHIMADA, Nobuyoshi SAKAKIBARA and Michiya KOJIMA

Laboratory of Soil Science and Plant Nutrition

Abstract

Studies on Composts and Fertilization in Pot-Plant Culture. V. Effects of Physical Properties of the Composts, fertilizer Application Methods and Fertilizer Forms on the Growth of Pot Mums (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). Yukio SATŌ, Noritsugu SHIMADA, Nobuyoshi SAKAKIBARA and Michiya KOJIMA. Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Japan. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.*, No. 25 : 13—19, 1977.

The present experiments were carried out to clarify the effects of different methods of fertilizer application (basal, top-dressing) and fertilizer forms (slow-releasing, liquid) on the growth of pot mums grown in different soils varying in the particle size (5 mm>, 5—1 mm, 5—3 mm, 3—1 mm, 1 mm>). The results obtained were summarized as follows:

The porosity of the potting compost corresponding to the range from pF 0 to pF 1.0 increased and liquid phase decreased with increasing soil particle size in the compost. The highest value in the pore distribution pattern of the fine-particled paddy loam soil composts (5 mm> and 1 mm> in size) was observed in the range from pF 2.7 to pF 3.8. In the case of fine-particled volcanic ash soil composts, two peaks of soil pore were observed in the range from pF 2.0 to pF 2.7 and above pF 4.2. On the other hand, soil pore in the coarse-particled composts was increased markedly in the lower values than pF 1.0. EC values of leached solution from composts were highest during early 10 days of the experimental period, especially in the basal fertilizing plots and the fine-particled composts. The amount of leached nutrients from volcanic ash soil composts was greater than those from paddy loam soil composts, and it was also greater in the basal fertilizing plots than in top-dressing plots. In this case, it is interesting to note that a greater leaching was observed from the composts containing the finest-particled soil, as compared to that from the composts excluding the finest-particled soil. Leached nitrogen forms from the composts were mainly NH_4 in the earlier period and NO_3 later in the experimental period. The growth of pot mums was excellent in the paddy loam composts, and there was no difference in the growth of plants between the basal fertilizing and top-dressing plots. The growth of pot mums in the coarse-particled composts was worst. This reduced growth of pot mums might be attributed to the salt injury due to excessive or inadequate fertilization at the start of the experiment. And it

* 本報告の概要は昭和 51 年度日本土壌肥科学会関東支部大会において講演発表した。

was suggested from this experiment that the use of CDU will be effective in avoiding the salt injury as occurred in the present experiment. The roots of plants grown in the coarse-particled composts distributed till the lower layer of the composts. The salt concentration in the coarse-particled composts was found to be high in the pots, especially in the upper soil layer, as compared to the status in the fine-particled composts.

前報 (佐藤ら, 1976) においてグロキシニアの生育はミジン (1 mm 以下の細粒) を除去した培養土において良好であることを報告した。しかしながら, その原因が培養土の物理性の相違によるものか, 鉢内養分の溶脱の差にもとづく養分欠乏に起因するものかは明らかにすることができなかった。

そこで, 本報告では異種植物であるポットマムにおいても同様の結果を生ずるかを確認し, さらに異なった物理的性質をもつ培養土を作製し, 施肥法, 肥料形態の相違がポットマムの生育に及ぼす影響を検討した。その結果, 原因解析のための基礎的知見を得たのでここに報告する。

実験 1. 用土および施肥法の相違がポットマムの生育に及ぼす影響

1) 供試植物および実験方法

供試植物はポットマムの品種ブライト・ゴールドイエローを用いた。1975 年 4 月 11 日あらかじめ設計された培養土をつめた 4.5 号ポリエチレンポットに, 挿し芽によって得られた幼苗を定植し実験に供した。栽培期間は 4 月 11 日から 6 月 18 日までの 80 日間とし, ピンチは 4 月 15 日, 電照処理は行なわなかった。1 鉢に 3 株を栽植し, 1 区 5 連制で行なった。用土は田土 (江戸川沖積土, 表土) および赤土 (本学部農場内火山灰土, 心土) の 2 種類 (佐藤ら, 1973) で, 風乾後 5—3 mm, 3—1 mm, 1 mm>, に団粒を篩別し, これより同容積ずつ混合した 5 mm> 区および 5—1 mm 区の計 5 種類の単一培養土区をそれぞれの用土について調製した。

第 1 表 試 験 区

区	元 肥 区	区	追 肥 区
1	田土 5 mm>	11	田土 5 mm>
2	〃 5—1 mm	12	〃 5—1 mm
3	〃 5—3 mm	13	〃 5—3 mm
4	〃 3—1 mm	14	〃 3—1 mm
5	〃 1 mm>	15	〃 1 mm>
6	赤土 5 mm>	16	赤土 5 mm>
7	〃 5—1 mm	17	〃 5—1 mm
8	〃 5—3 mm	18	〃 5—3 mm
9	〃 3—1 mm	19	〃 3—1 mm
10	〃 1 mm>	20	〃 1 mm>

肥料はチッ素, リン酸, カリを成分でそれぞれ 1 鉢あたり 0.7 g となるように硫酸, 熔リン, 硫酸で与えた。施肥方法は全量元肥区, 半量元肥・半量追肥区 (以下追肥区と略記) とし, それぞれ定植前に培養土と十分混合して用いた。追肥は定植後 40 日目の栽培中間時点に表土に混合して行なった。以上まとめて試験区を第 1 表に示した。

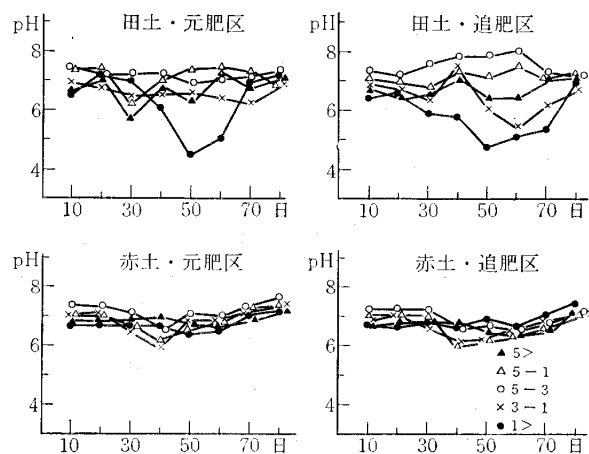
かん水方法, 溶脱水の採取方法, 溶脱水の分析, 植物体の調査は既報 (佐藤ら, 1973) と同様に行なった。一方, 培養土の物理性を明らかにするために各粒径区の三相分布, 種々の吸引圧 (pF) における土壤水分の測定を行なった (土壤物理性測定法, 1972)。

2) 実験結果

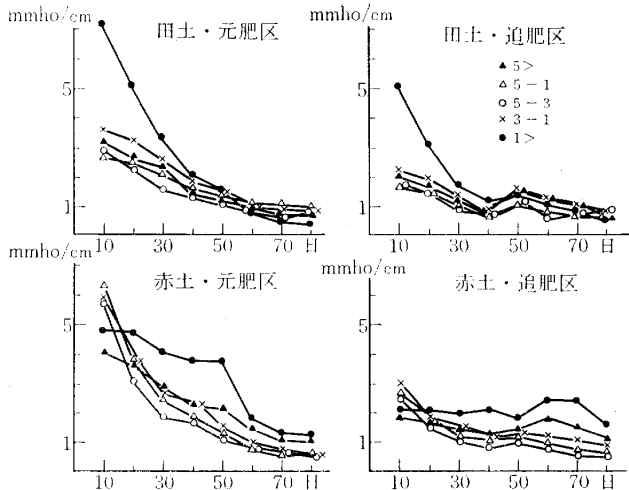
溶脱水の pH, EC

溶脱水の pH, EC の経時変化を第 1 図, 第 2 図に示した。溶脱水の pH は既報 (佐藤ら, 1973・嶋田ら, 1974・佐藤ら, 1976) と同様の傾向を示した。すなわち赤土区の pH 変動域は約 6.0—7.5 と安定であるのに対して, 田土区は約 4.5—8.0 の範囲で変動した。粒径別にみると, 若干の例外が認められるが田土, 赤土両区とも 5—1 mm 区, 5—3 mm 区の大粒径区で高い pH を維持した。

溶脱水の EC は, 全体的にみると初期に高く順次低下の傾向を示したが, とくに元肥区は初期において高い値を示した。追肥区は追肥後の 50 日目にわずかなではあるが上昇のピークを生じた。用土別では, 田土区の 1 mm> 区で初期に他の粒径区に比較して特に高い値を示し,



第 1 図 溶 脱 水 の pH

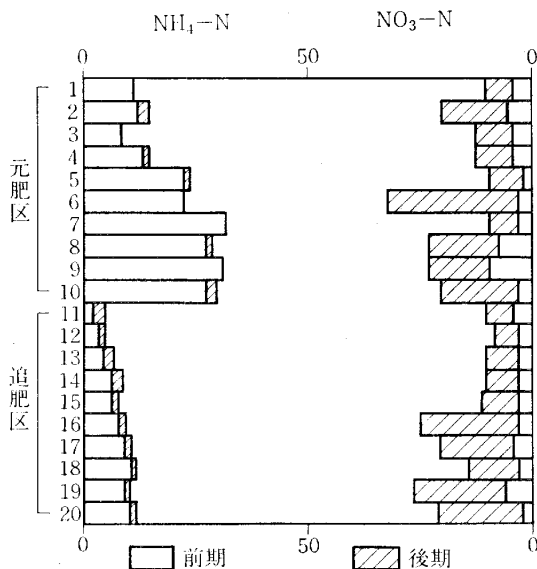


第2図 溶脱水のEC

40 日目までの EC は $1\text{mm}>$, $3-1\text{mm}$, $5\text{mm}>$, $5-1\text{mm}$, $5-3\text{mm}$ の各粒径区の順に低下した。一方、赤土区では田土区とは逆に除ミジン区で初期 10 日間の EC が高かったが、その後逆転してだいたい田土区と同じような順序になった。このように溶脱水の EC は粒径の細かい区ほど高い傾向を示した。

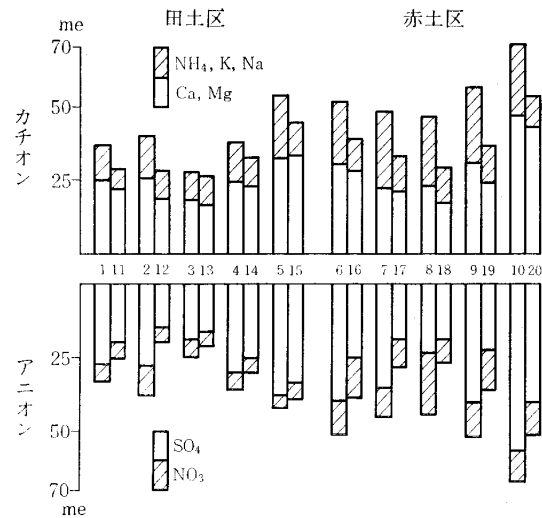
鉢内からの養分の溶脱

アンモニア態チッ素（以下 $\text{NH}_4\text{-N}$ と略記）と硝酸態チッ素（以下 $\text{NO}_3\text{-N}$ と略記）の形態別チッ素の施肥量に対する溶脱率を第3図に、栽培全期間におけるカチオン・アニオン組成を第4図に示した。



第3図 施肥量に対する形態別チッ素の溶脱率(%)

$\text{NH}_4\text{-N}$ の溶脱は前期に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の溶脱は後期に多い傾向は既報と同様であった。用土別にみると元肥区追肥区ともに田土区より赤土区で総溶脱率が高く、特に前期 40 日間の $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶脱率、後期 40 日間の NO_3



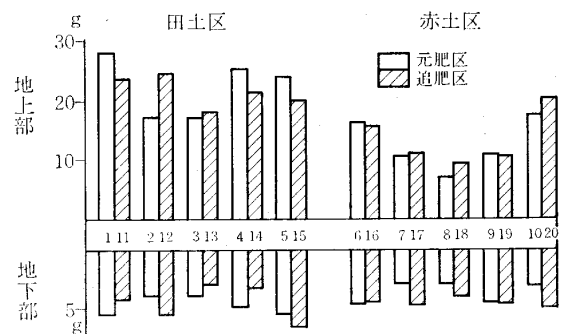
第4図 溶脱水のカチオン・アニオン組成

-N の溶脱率が高いのが特長的であった。一方、粒径別の差はポットマムの生育とも関連しているためか一定の傾向は見い出せなかった。

溶脱水のカチオン・アニオン組成についてみると、カチオンではカルシウム、マグネシウムが主体であり、アニオンは硫酸根が主体でほぼ 1:1 の関係で溶脱していた。カチオン、アニオンともに田土区より赤土区で多く溶脱しており、粒径別では $1\text{mm}>$ 区の溶脱量が多く、 $5-3\text{mm}$ 区で少ない傾向を示した。

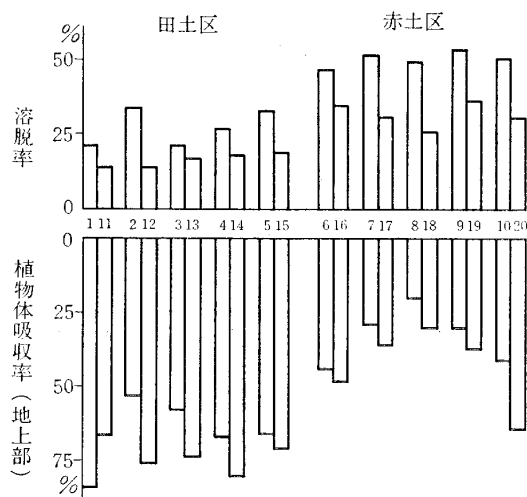
ポットマムの生育

栽培終了時における生育結果を第5図に、施用チッ素量に対する溶脱率と植物体吸収率との関係を第6図に示した。



第5図 栽培終了時における生育（風乾物重/鉢）

生育は終了時の観察から田土区が、草たけ、葉数、葉長で赤土区にまさっており風乾物重の増大として明らかに示された。粒径別にみると、まず田土の元肥区では、 $5\text{mm}>$, $3-1\text{mm}$, $1\text{mm}>$ と、粒径の細かい区ですぐれ、 $5-1\text{mm}$, $5-3\text{mm}$ 区は不良であった。しかしこの大粒径区は追肥区で回復した。赤土区は、田土区とは



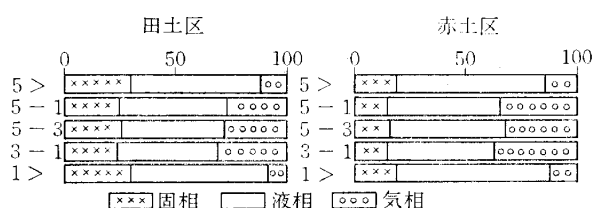
第6図 施用チッ素量に対する溶脱率および植物体吸収率

ば同様の傾向を示したが、粒径区間の差が顕著でミジンを除いた区は、初期において塩類濃度障害と思われる症状を発現し、生育が極度に劣った。一方、地下部重はほぼ地上部の傾向と同様であったが、根圏の観察によれば鉢内の根群分布に差が認められこの点については実験2で述べたい。

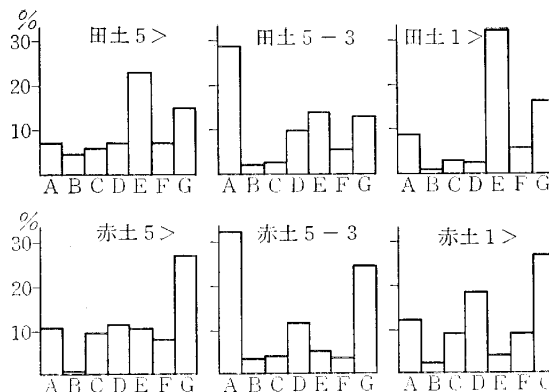
次に施用チッ素量に対する溶脱率と植物体吸収率の関連をみると田土区は、赤土区に比較してチッ素の溶脱率が低く、植物体吸収率が高かった。一方粒径別にみると、前報（佐藤ら、1976）の実験結果と異なり必ずしもミジンを除くことによってチッ素の溶脱率は低下しておらず、植物体吸収率も低かった。元肥区と追肥区を比較すると、追肥区のチッ素溶脱率は低く、田土 5mm > 区を除くと植物体吸収率はいずれの区も追肥区で高くなった。

各粒径区の物理性

各粒径区の pF 1.0 における三相分布は田土、赤土区ともに、ミジンを除いた粒径区の気相率が 5mm >、1mm > 区に比べて約 20% 増加した（第7図）。その結果、固相率で約 5%、液相率で約 20% 前後減少した。用土間を比較すると田土区は赤土区に比べ、固相率で約 10% 増加し、気相率で約 5% 減少した。



第7図 pF 1.0 における鉢内の三相分布 (%)



PF 区分: A: 0—1.0 B: 1.0—1.5 C: 1.5—2.0
D: 2.0—2.7 E: 2.7—3.8 F: 3.8—4.2
G: 4.2 以上

第8図 各粒径区の孔隙分布 (%)

吸引圧—水分曲線より計算された各粒径の孔隙分布を第8図に示した。3—1mm 区、5—1mm 区および 5—3mm 区の3つの除ミジン区はほぼ同様の傾向を示したのでこの図では 5—3mm 区を代表して示してある。これをみると pF 2.0 から pF 3.8 の孔隙率が 5mm > 区、5—3mm 区、1mm > 区の順に田土区で 30%、23%、34.5%、赤土区で 22%、16%、22.5% となり、いずれも 5—3mm 区で低かった。このようにミジンを除いた区は、植物による水分吸収からみて重要な pF 区分の孔隙率が小さく、一方で pF 2.0 以下の孔隙率がミジンを含む区に比べて、著しく大きいことが特長的であった。また、赤土区における特長として、pF 4.2 以上の孔隙率が粒径にかかわらず 25% 前後を占めた。

実験2. 肥料形態の相違がポットマムの生育に及ぼす影響

1) 供試植物および実験方法

実験1において一部に多肥による濃度障害らしき徴候がみられたので、これを回避するため緩効性肥料で試験を行なってみた。供試植物はポットマムのマンダレー品種を用いた。用土は実験1の赤土区のみとした。栽培期間は 1976 年 3 月 17 日から 6 月 23 日までの 98 日間とし、電照、シェード処理を行なった。鉢は 3.5 号ポリエチレンポットを用い、1 鉢に 3 株を栽植し 1 区 5 連制で行なった。

肥料は緩効性肥料として CDU (15—15—15)、IB 複合燐加安 555 号 (15—15—15) の 2 種を用い、対照として液肥（住友液肥 2 号、10—5—8）区を設けた。施肥は、CDU、IB については全量元肥で 1 鉢あたりチッ素、リン酸、カリを成分で 0.375 g とした。液肥区は初期に 800 倍濃度（N で 140 ppm）液を 4 日おきに 6 回、そ

の後 500 倍濃度 (N で 200 ppm) 液を 4 日 おきに 15 回, 1 鉢あたり 100 ml を加えた。これでチッ素については CDU, IB 区と同量加えたことになる。リン酸, カリの不足分は, 熔リン, 硫酸で補ないそれぞれ実験開始後, 1 カ月後に施肥した。

調査は, 実験開始後の塩類濃度障害状況および栽培終了時における生育状況, 鉢内の根群分布, 塩類濃度分布について行なった。

2) 実験結果

ポットマムの生育

実験開始後 7 日目の濃度障害発現状況を第 2 表に示した。CDU 区に比較して IB 区の障害が著しく, 粒径別では 5 mm>, 1 mm> 区に認められず除ミジン区に発現した。一方, 液肥区ではいずれの粒径区においても認められなかった。濃度障害の症状は, 葉の先端部が褐変するもので生育が進むにつれてかなり回復した。

第 2 表 濃度障害発現状況*

粒径 肥料 \ mm	5>	5—1	5—3	3—1	1>
CDU	0	5	4	4	0
IB	0	7	7	7	0
液 肥	0	0	0	0	0

* 定植後 7 日目の調査。数値は 1 区 15 株のうち発現した株数を示す。

実験終了時における生育結果を第 3 表に示した。生育は, 草だけでは明らかではないが, 地上部重, 地下部重

花数などより CDU 区が最もすぐれており, 以下液肥区 IB 区の順であった。粒径間で比較すると, CDU 区ではミジンを含む 5 mm>, 1 mm> 区より除ミジン区の 5—1 mm, 3—1 mm 区で生育が良好であるが, 5—3 mm 区では生育が劣った。一方, IB 区, 液肥区では実験 1 と同様ミジン区で良好であった。また, この表のなかで CDU, IB 区での 5—3 mm, 5—1 mm 区における根重の低下がとくに注目される。

鉢内の根群および塩類濃度分布

栽培終了後, 鉢内土壌を 0—3 cm, 3—6 cm, 6—9 cm の深さ別に分取し, それぞれの層内における根重, EC を測定した結果を第 4 表に示した。

根群分布率は, 粒径区間において各肥料区ともに共通した差が認められた。すなわち, 5 mm>, 1 mm> 区のようなミジンを含む区は上層において根群が発達し, 下層への根群形成度合いは弱かった。一方, 除ミジン区は, ミジン区に比較して中層, 下層へ根がよく侵入しており, そこでの根群割合が大きかった。また液肥区においては, 各粒径区ともに上層での根群分布率が高いのが特長的であった。

次に各層位別の EC をみると, ミジンを含む区は上層, 下層の差が小さく, わずかながら下層の方が高い場合もみられたほどであるが, 除ミジン区では明らかに上層ほど高く, また, いずれもミジン区より高い値を示した。

第 3 表 栽培終了時における生育*

試 験 区		生体重 地上部 (g)	風乾物重 (g)			T/R 率	花 数		草たけ** (cm)
			茎葉	花	根		総数	開花率 (%)	
CDU 区	5 mm>	58.0	7.2	3.2	2.6	4.0	19	26.9	21.2
	5—1 mm	60.6	8.0	3.0	2.5	4.4	22	21.8	22.9
	5—3 mm	56.4	7.6	2.8	1.9	5.5	17	29.9	24.1
	3—1 mm	62.2	8.5	3.0	2.9	4.0	20	24.0	23.9
	1 mm>	57.2	7.6	2.7	3.0	3.4	17	25.6	22.8
IB 区	5 mm>	51.4	7.2	2.0	2.4	3.8	15	28.3	23.2
	5—1 mm	45.4	5.5	2.2	1.8	4.3	14	35.2	22.2
	5—3 mm	44.4	5.6	2.2	1.7	4.6	14	34.7	24.3
	3—1 mm	44.0	4.8	1.9	2.0	3.6	14	30.7	22.6
	1 mm>	46.6	6.4	1.9	2.4	3.5	15	20.8	20.6
液 肥 区	5 mm>	62.0	8.2	2.9	2.4	4.5	20	39.0	23.5
	5—1 mm	47.4	6.4	2.3	1.9	4.6	17	30.6	20.7
	5—3 mm	47.0	6.8	2.5	2.1	4.4	15	36.0	22.0
	3—1 mm	48.5	6.9	2.6	2.0	4.8	15	34.2	21.7
	1 mm>	51.0	6.1	2.2	1.8	4.6	16	37.2	23.2

* 1 鉢あたりとして表示した。 ** 1 区 15 株の平均値。

第4表 栽培終了時における鉢内の根群分布率と塩類濃度分布

試 験 区		根群分布率* (%)			塩類濃度分布** mmho/cm		
		上 層	中 層	下 層	上 層	中 層	下 層
CDU 区	5 mm>	51.0	28.6	21.4	0.11	0.16	0.15
	5-1 mm	40.6	34.6	24.8	0.28	0.17	0.13
	5-3 mm	38.2	38.2	23.6	0.34	0.13	0.16
	3-1 mm	42.1	31.6	26.3	0.24	0.19	0.13
	1 mm>	63.0	27.3	18.5	0.14	0.13	0.14
IB 区	5 mm>	47.5	31.5	21.0	0.11	0.14	0.21
	5-1 mm	45.9	30.4	23.8	0.46	0.26	0.21
	5-3 mm	44.6	35.7	19.6	0.83	0.28	0.24
	3-1 mm	46.8	29.6	23.6	0.39	0.20	0.21
	1 mm>	67.6	22.0	10.4	0.14	0.15	0.17
液 肥 区	5 mm>	62.7	21.2	16.1	0.38	0.36	0.34
	5-1 mm	51.9	28.0	20.1	0.89	0.47	0.45
	5-3 mm	50.0	26.7	23.3	0.95	0.49	0.46
	3-1 mm	57.4	23.8	18.8	1.05	0.56	0.41
	1 mm>	57.5	26.8	15.6	0.45	0.40	0.34

* 1鉢あたりの根重を 100 とした場合の割合。

** 測定は乾土 1:水 5 浸出法による。

考 察

各粒径区における通気性、透水性、保水性といった物理的性質がきわめて異なる培養土を用いてポットマムを栽培した結果、生育に顕著な差をもたらした。その原因について以下考察してみたい。

まず第1に用土間の差について考えてみると、本実験において田土区は赤土区に比べてきわだって生育がすぐれていた。こうした田土区、赤土区の相違は物理化学的性質にその原因があると考えられる。すなわち田土区は全有効水分量にほぼ匹敵する pF 2.0—4.2 までの孔隙量が多く、特に pF 3.8 までの易効性有効水分量が多く(第8図)、さらに既報(佐藤ら, 1973)で明らかにしたように用土自体の化学性が良好で塩基の吸着様式も異なると考えられ、その結果、根の活着、養分保持を有利にしたと考えられる。一方、赤土区は pF 4.2 以上の孔隙率が高く易効性有効水分量が少ないことなどから、根の活着、発根が妨げられ、養分は植物体に利用されことなく鉢外へ溶脱していった(第3図、第4図)ために生育不良となったと考えられる。

次に本実験においては、元肥区と追肥区の生育差が田土・5—1 mm 区を除いて明瞭ではなかった。追肥区は元肥区に比べて、施用チッ素量に対する吸収率(第6図)が、田土・5 mm> 区を除いて高く、さらに溶脱水のカチオン・アニオン量が低い(第4図)にもかかわらず、このような結果になったのは、ポットマムの初期生育段

階における塩類濃度障害が関与していると考えられる。障害は元肥区、追肥区の除ミジン区に発生し元肥区、さらに用土では赤土区で顕著だったことから、第5図のような結果を生じたと考えられる。このように追肥区で生育が良好にならなかったことは、ポットマム栽培においては初期の肥料濃度あるいは水分状態が非常に重要であることを示唆している。そこで肥料形態の異なる実験を行なった結果、本実験に関する限りにおいては、CDUの使用に対して一定の効果が認められた。このことは、CDU、IBともに難溶性の緩効性肥料ではあるが、CDUは、微生物分解型であるのに対してIBは加水分解型に属し高温、高水分条件下での無機化率が速いのが特長とされていることに起因し、この差が初期での障害を生じさせ(第2表)結果的にIB区の生育不良となったと考えられる。しかしながら、CDU、IBの比較は定植時の植物体の大きさと根の状態とも関連すると思われ今後さらに検討する必要があると考えられる。一方、液肥区は液肥栽培の実例(卜部ら, 1966・細谷ら, 1971)に比較して施用量が少ないのでCDU区と直接優劣を検討できないが、根群分布(第4表)が鉢内上層部で高く、生育後期における物理性の悪化が問題になると考えられる。

最後にミジン区と除ミジン区における生育の差について検討してみたい。除ミジン処理が鉢内培養土の物理化学性に及ぼす影響について考えてみると、まず透水性の良好さに起因して生ずる養分溶脱量の減少であろうと考

えられる。本実験の除ミジンの場合、透水係数は 10^{-1} オーダー (佐藤ら, 1976) であり, pF 1.5 以下の孔隙量が多いこと, 溶脱水の pH が大粒径区で高く維持され EC が低い傾向にあること (第1図) などから, かん水された水は速かに鉢外へ重力水として流出すると考えられその結果養分溶脱量は少なくなったと考えられる。しかしながら, 一方で生育に必要な水分が十分に保持されているかは非常に重要と考えられ, この点については十分検討の余地があると考えられる。次に除ミジン処理における通気性の点では, 鉢内の空気と大気との交換を有利にする気相率がミジン区に比べて高い (第7図)。このことは根系の発達とそれに伴う養分吸収の面に不可分の関連があることを示し, 根群分布の結果 (第4表) と合わせて考えると重要であろうと思われる。このように除ミジン処理は基本的には単一規格化への方向を考える上ですぐれた条件を具備していると考えられるが, 今回の実験においては定植時における表層の塩類濃度状態および水分状態がポットマムの生育に決定的な負要因として作用していたと思われる。しかしながら, 実験2のCDU区において5—1mm区, 3—1mm区の除ミジン区がすぐれていたことから, 肥料形態との関連で今後の肥培管理上, 示唆するものがあると考えられる。

以上, ポットマムの生育は生理的に定植初期が重要であることが考えられた。この点に関する詳細な検討については次報で明らかにしたいと考えている。

要 約

団粒の大きさを異にする5種類の用土を用い施肥法, 肥料形態の相違がポットマムの生育に及ぼす影響を検討し以下の知見を得た。

用土の物理性を検討したところ, ミジンを除くことによって, 田土, 赤土区ともに気相率が増大したが, 液相率は減少した。田土は pF 2.7—3.8, 赤土は pF 2.0—2.7 および pF 4.2以上に孔隙分布のピークがあり, ミ

ジンを除くことにより pF 1.0以下の孔隙率が高まった。

溶脱水の EC は元肥区のとくに初期において高く, また粒径が細かいほど高かった。養分の溶脱量は田土区より赤土区で, 追肥区より元肥区で多く, 大粒径区ほど減少した。チッ素の溶脱は前半は NH_4-N , 後半は NO_3-N が主体であった。

ポットマムの生育は赤土区より田土区で良好で, 元肥区, 追肥区の差は判然としなかった。一方, 粒径区間では除ミジン区の生育が不良であった。その原因は初期における塩類濃度障害と思われる, それをさける方法としてCDU肥料の利用の可能性が示唆された。

除ミジン区の根群はミジンを含む区に比べ鉢内下層に分布が多く, また塩類濃度は全般に高いうえ, 特に上層において高く維持されていた。

謝 辞

本研究にあたり種々の御教示ならびに御便宜をいただいた本学部渡辺重吉郎氏, 千葉県農業試験場の渡辺春朗氏, 小泉力氏に厚く感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) 土壌物理性測定法委員会編 (1972): 土壌物理性測定法: 1—24, 134—159 (養賢堂)。
- 2) 細谷 毅 (1971): 農および園, **46**: 292—296。
- 3) 小島 懋・虎谷博一・藤本 弘 (1965): 土肥誌, **36**: 211—215。
- 4) 佐藤幸夫・嶋田典司・片岡幸三・小島道也 (1973): 千大園学報, **21**: 51—64。
- 5) 嶋田典司・佐藤幸夫・片岡幸三・小島道也 (1974): ———, **22**: 25—32。
- 6) 佐藤幸夫・嶋田典司・浅香 裕・小島道也 (1974): ———, **22**: 33—39。
- 7) 佐藤幸夫・嶋田典司・榊原宜芳・小島道也 (1976): ———, **24**: 5—10。
- 8) ト部昇治・藤村勇夫 (1966): 農および園, **41**: 487—492。