

カーネーションの生育温度と最適栄養濃度

安井 公一・黒木 正紀^{a)}・小西 国義^{b)}
(附属農場)

Received June 30, 1980

Optimum Macro-nutrient Levels and Temperature for Growth of Greenhouse Carnation

Koichi YASUI, Masanori KUROKI^{a)} and Kuniyoshi KONISHI^{b)}
(Research Farm)

The growth of greenhouse carnation was studied in relation to macro-nutrient levels and temperature in the case of solution culture.

Rooted cuttings of cv. 'Lena' were grown in different temperatures at 15, 20, 25 and 30°C, and the nutrient levels of medium in each plot were maintained variously : total-N 50-150ppm, P₂O₅10-60ppm and K₂O 20-120ppm.

The results obtained were summarized as follows;

1. The direct correlation was observed between nutrient levels, temperatures and plant growth. Nutrient levels of total-N75-125 ppm, P₂O₅30-50 ppm and K₂O60-100 ppm seemed favourable for growth of carnation, at the temperatures of 15-25°C.
2. The best result was obtained from the plot which was kept at the temperature of 20°C with total-N 75ppm, P₂O₅30ppm and K₂O 60ppm nutrient level.
3. Contrary to the above results, plant growth was not affected clearly by nutrient levels at the temperature of 30°C, and the plant height, dry weight and amount of absorbed nutrient declined markedly.
4. Number of nodes increased as the temperature rose.

結 言

カーネーションの生産性と植物体内における栄養濃度との間には強い相関があり、それはまた土壌の栄養濃度とも深く関連している⁴⁾。高い生産性をあげるためには土壌中の栄養濃度をつねに好適レベルに維持する必要があるが、従来カーネーションに対する施肥は吸収量、栄養状態あるいは肥料試験の結果などに基づいて施肥量、施肥回数を決める方法がとられてきた。²⁾³⁾⁶⁾

しかし、最近カーネーションの栽培がベンチ方式となって液肥の使用が一般化し、土壌中の栄養濃度が制御しやすくなったことからこれを常に最適レベルに維持しようとする栄養管理が実用段階に移ってきた。

この面からの研究としては A. D. CHAN¹⁾ら、G. W. WINSOR⁷⁾らのもがあり土壌中の適正硝酸体窒素の濃度は、前者は 120 ppm 以上、後者は 100~150 ppm の範囲にあると報告している。

しかし、カーネーションの肥料吸収は温度によって左右され、生育適温を大きく外れたわが国の夏期などにおいては吸肥力が落ちることは一般栽培でもよく観察されることである。したがって土壌の適正栄養濃度を考える場合、栽培温度は除くことのできない要因であるが

これまでの栄養濃度に関する報告はほとんどが栽培温室内で切花本数との関係をみたものであり、温度との関係は必ずしも明らかでない。

この研究は制御された温度の下で栄養濃度を変えてカーネーションを水耕栽培し、実際の切花栽培における栄養管理の資料を得ようとしたものである。

実験は I, II, III に分けて実施した。実験 I においては適正栄養濃度の大概の見当をつけるため、全窒素の濃度を 0-500 ppm の範囲で変えて栽培を行なった。ついで実験 II においては制御された温度のもとで濃度段階をさらに細分して栽培し、生育に及ぼす影響を調査した。実験 III においては栽培に使用した培養液中の肥料要素の減少状態から栄養吸収の経時変化をみた。

実験 I 全窒素濃度 0-500 ppm とした場合の生育

材料と方法 1977年9月13日 'ノラ' の発根苗(平均重量5.5g)を培養液 3.5 l を満たした 5000 分の 1 ワグネルポットに根部が液中に浸るように 4 個体ずつセットし、最低夜温 10°C の温室で栽培を続けた。栽培期間中は培養液中に気泡を噴出させ、液中の溶存酸素がつねに飽和状態になるようにした。

培養液中の窒素、リン酸、カリの比率は 5 : 2 : 4 に固定し、濃度は A~G の 7 区を設け

Table 1 Composition of medium in each plot (Experiment I)

| | Macro-nutrient levels of medium (ppm) | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|----|----|----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| NO ₃ -N | 0 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 250 |
| NH ₃ -N | 0 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 250 |
| P ₂ O ₅ | 0 | 4 | 8 | 20 | 40 | 80 | 200 |
| K ₂ O | 0 | 8 | 16 | 40 | 80 | 160 | 400 |
| microelement (ppm) | CaO 100, MgO 93, Fe 0.5, B 0.5, Mn 0.2, Zn 0.02, Mo 0.01, Cu 0.01 | | | | | | |

た。微量元素の量は各区とも同じとした (Table 1)。培養液の pH は 6.0~6.5 に調整した。なお、培養液の硝酸態、アンモニア態窒素の給源としては硝酸アンモニウムを、りん酸およびカリの給源としてはりん酸-カリウムを用いたがこれのみではカリが所定の比率に達しないため不足分は塩化カリで補った。

各区とも 3 反復、12 個体を供試して無摘心のまま 1978 年 2 月 5 日まで栽培を行なった。この間、1 週間ごとに培養液を更新し、途中の減量分は水道水を補給した。

実験期間中 A 区を除いて開花がみられたので各区の平均到花日数を調査した。2 月 5 日の実験打ち切り後直ちに植物体をポットから抜き取って茎長、節数、新鮮重、乾物重を測定し、キルダール法によって 1 個体当りの全窒素含有量を求めた。

実験結果 実験 I の A~G 区における生育状態を Table 2 に示した。

まず茎長についてみると全窒素濃度を 100 ppm とした E 区が 82 cm ともっともよく伸長し、それより濃度の高い E, G 区においては 64, 56 cm とかえて減少した。

節数については D 区が 15.5 節ともっとも多かったが茎長ほど明らかな傾向は認められなかった。地上部新鮮重についてみると茎長とほぼ同様に全窒素濃度を 50ppm, 100ppm とした D 区, E 区が 61.7g, 60.3g と重く、それより培養液の濃度が濃淡いずれの方向に遠ざかった場合も減少した。同様の傾向は植物体の乾物重についても認められ D 区, E 区が 15.3g, 14.4g と高い値を示し、それより濃度の低い A~C 区および高濃度の F, G 区では低い値となった。また、1 個体当りの全窒素含有量もこれらと同様の結果となった。

Table 2 Effect of different macro-nutrient levels on the growth of carnation

| Character | Macro-nutrient levels of medium | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| Stem length | 39.0 | 73.0 | 72.0 | 79.0 | 82.0 | 64.0 | 56.0cm |
| Number of nodes | 12.0 | 13.0 | 13.5 | 15.5 | 14.5 | 15.0 | 14.0nodes |
| Fresh wt. of top | 12.4 | 36.4 | 40.7 | 61.7 | 60.3 | 27.2 | 24.1g |
| Fresh wt. of root | 1.6 | 1.2 | 1.3 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5g |
| Dry wt. of plant | 8.9 | 10.2 | 11.0 | 15.3 | 14.4 | 6.2 | 5.4g |
| Total-N contents | 0.18 | 0.38 | 0.47 | 0.83 | 1.02 | 0.44 | 0.28g |
| Days to anthesis | — | 111 | 121 | 108 | 111 | 134 | 133 days |

Results showed average of 12 plants

しかし、根部の新鮮重についてみた場合は培養液濃度の低い区の発達がよく、水道水だけで栽培した A 区が 1.6g ともっとも重かった。A 区を除く B~G 区は実験開始後平均 120 日で開花したが、もっとも到花日数が少なかったのは全窒素濃度 50ppm の D 区であり、濃度の高い F, G 区では開花が著しく遅延した。

以上の実験 I の結果を総合してみると、窒素、りん酸、カリの比率を 5 : 2 : 4 とした場合、カーネーションの最適栄養レベルは D 区, E 区付近、すなわち全窒素を基準としてみると 50 ppm から 100 ppm の範囲に中心があるものと推察された。

実験 II 全窒素濃度を 25-150 ppm, 栽培温度を 15-30°C に制御した場合の生育

材料と方法 実験 I においてカーネーションの最適栄養レベルは全窒素を基準とした場合 50-100 ppm に中心があることがわかったので、実験 II においてはこの範囲をさらに細かく分け、また温度との関連をみるためファイトトロンを用いて栽培を行なった。

栽培温度は 15, 20, 25, 30°C (精度 $\pm 1^\circ\text{C}$, 昼夜恒温) の 4 区とし、各温度区ごとに段階的に窒素、りん酸、カリの濃度を変えた A~F の 6 濃度区を設けた。3 要素の比率および微量元素の量は実験 I と同様にした (Table 3)。

Table 3 Composition of medium in each plot (Experiment II)

| | Macro-nutrient levels of medium (ppm) | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|----|------|----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| NO ₃ -N | 12.5 | 25 | 37.5 | 50 | 62.5 | 75 |
| NH ₃ -N | 12.5 | 25 | 37.5 | 50 | 62.5 | 75 |
| P ₂ O ₅ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| K ₂ O | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |

microelement (ppm) CaO 100, MgO 93, Fe 0.5, B 0.5, Mn 0.2, Zn 0.02, Mo 0.01, Cu 0.01

1977年11月29日に、5000分の 1 ワグネルポットに所定濃度の培養液 3.5l を満たして 1 ポットに 'レナ' の発根苗 (平均重量 14.2g) 4 本ずつを植えつけ、各濃度区ごとに 2 ポット 8 個体を供試した。

植えつけと同時に 5 節で摘心してファイトトロン内に搬入し 60 日間栽培を継続した。栽培期間を 60 日に限定したのは、これより長期間になると区間によって生育ステージに差を生じ、肥料吸収量の比較が意味を失うこととなるためである。

1 個体あたりの一次分枝は 2 本に制限し、その他の一次分枝および二次分枝は発生しだい

取り除いた。培養液の通気、更新などはすべて実験 I に準じた。

1月19日に実験を打切って各区の生育調査を行い、植物体の乾物についてキルダール法により全窒素の含有率、含有量を求めた。

実験結果 各区の茎長、節数を Fig. 1 に、1 個体当りの新鮮重、乾物重を Fig. 2 に、同じく 1 個体当りの全窒素含有量、および含有率を Fig. 3 に示した。

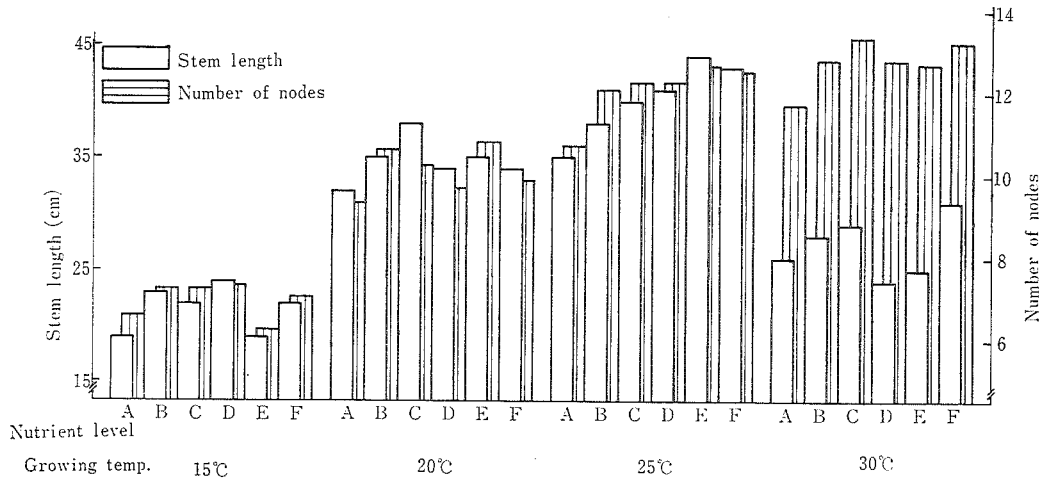


Fig. 1 Effect of growing temperature and nutrient level on the increase of stem length and number of nodes

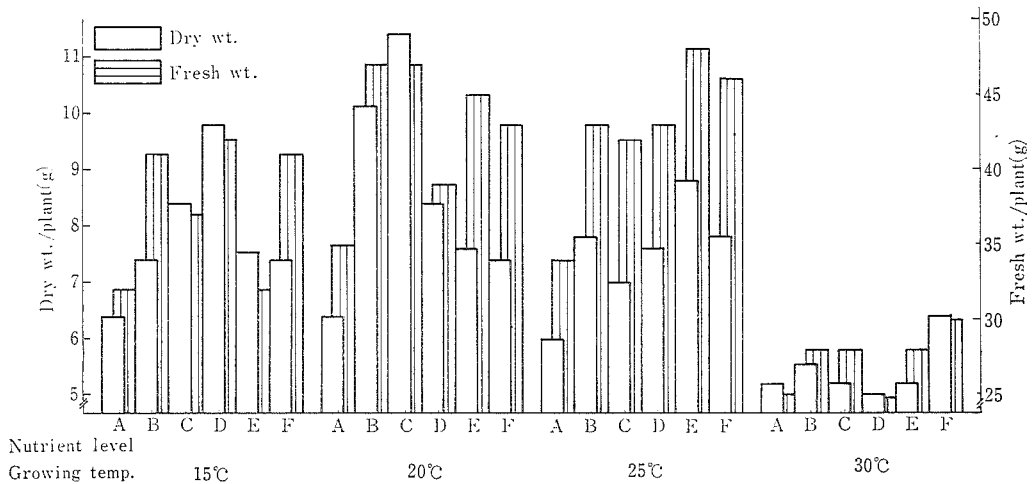


Fig. 2 Effect of growing temperature and nutrient level on the increase of fresh and dry weight of plants

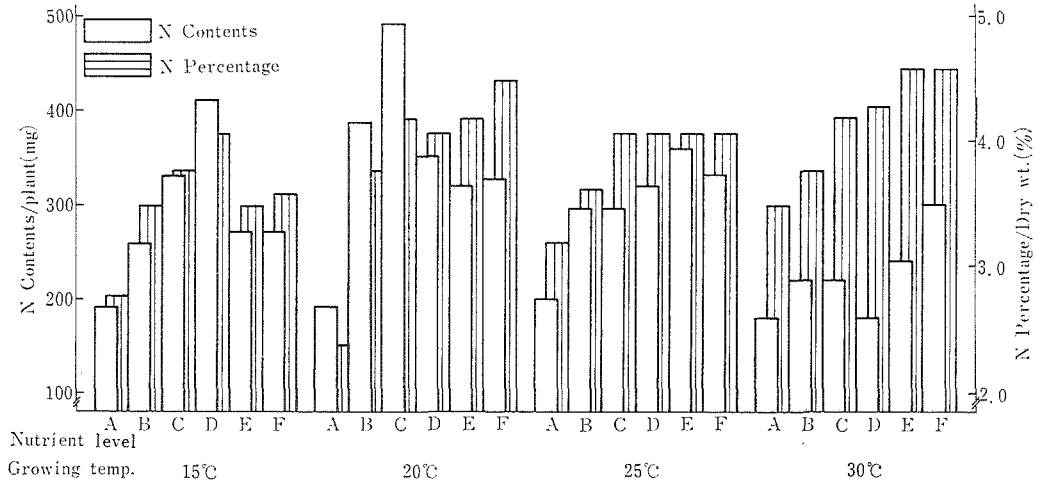


Fig. 3 Effect of growing temperature and nutrient level on the N contents and N percentage of dry matter

栽培温度区別の生育状態を概括的にみると、生育適温を越えたとみられる30°C区では節数の増加は各温度区の中でもっとも多く13節以上となったが、茎は伸長せず10cm以下にとどまった。また、茎も細く、従って新鮮重、乾物重とも4温度区の中では最小で、1個体当りの全窒素含有量も少なかった。しかし、窒素の含有率についてみた場合はもっとも高い値となった。

これとは反対に栽培温度が適温より低いと思われる15°C区の生育状態をみると茎長、節数のもっとも小さかったが、全般的に葉が厚く、また茎も太く、新鮮重、乾物重についてみた場合は20°C区につぐ値となった。

4温度区の中でよい生育を示したのは20°C、25°Cの両温度区で、茎長、節数についてみた場合は25°C区が優り、植物体の乾物重については20°C区の方がすぐれていた。また、1個体当りの全窒素含有量についてみた場合も20°C区の方がやや多く、本実験では開花にまで至らなかったが、切花品質という面から茎の状態を検討した場合は20°C区の方がすぐれていた。

各栽培温度区内における栄養濃度の影響をみると全窒素濃度が25ppmともっとも低いA区は何れの温度区においてももっとも生長量が小さく、明らかに全栄養量が不足していることを示していた。

全窒素濃度が25ppmから濃くなるにつれて生長量はしだいに増加し、乾物重についてみた場合は15、20、25°Cの各温度区でそれぞれD区(全窒素100ppm)、C区(全窒素75ppm)E区(全窒素125ppm)が9.8g、11.4g、8.8gの値を示して最高となった。

また、1個体当りの全窒素含有量も同様の傾向を示し、15、20、25°Cの温度区でそれぞれD区、C区、E区がもっとも含有量が多く、それより培養液濃度の高いF区(全窒素150ppm)では含有量が減少した。

栽培温度が15~25°Cの範囲においては上記のような結果となったが栽培温度を30°Cとした区においてはこれと対照的に培養液の濃度と生長量の間で一定の傾向が認められず、このような高温条件下では正常な吸収が妨げられることを示していた。

実験Ⅲ 肥料吸収の経時変化

材料と方法 1978年10月27日に‘ラリーブ’の発根苗(平均重量4.8g)4個体ずつを培養液3.5lを入れた5000分の1ワゲネルポットに植えた。実験Ⅱと同様に、栽培温度は15, 20, 25, 30°Cの4区、培養液濃度はA~Fの6区(Table 3)を設け、各区2反復8個体を供試した。

培養液の更新も実験Ⅰ, Ⅱと同様に1週間ごとに行なったが、この実験においては11月22日から28日まで、12月14日から20日まで、12月29日から1979年1月4日までの間に使用した培養液について残存する3要素の定量を行い、その値から各要素の吸収率を算出した。定量は各区の2ポットについて行い、平均値を求めた。なお、窒素はキルダール法による分解後イオンメーターにより、りん酸はバナドモリブデン酸法による比色法により、カリは原子吸光度法によってそれぞれ定量した。

実験結果 回3にわたって定量した各栽培温度、栄養濃度区ごとの窒素、りん酸、カリの吸収率をFig. 4に示した。

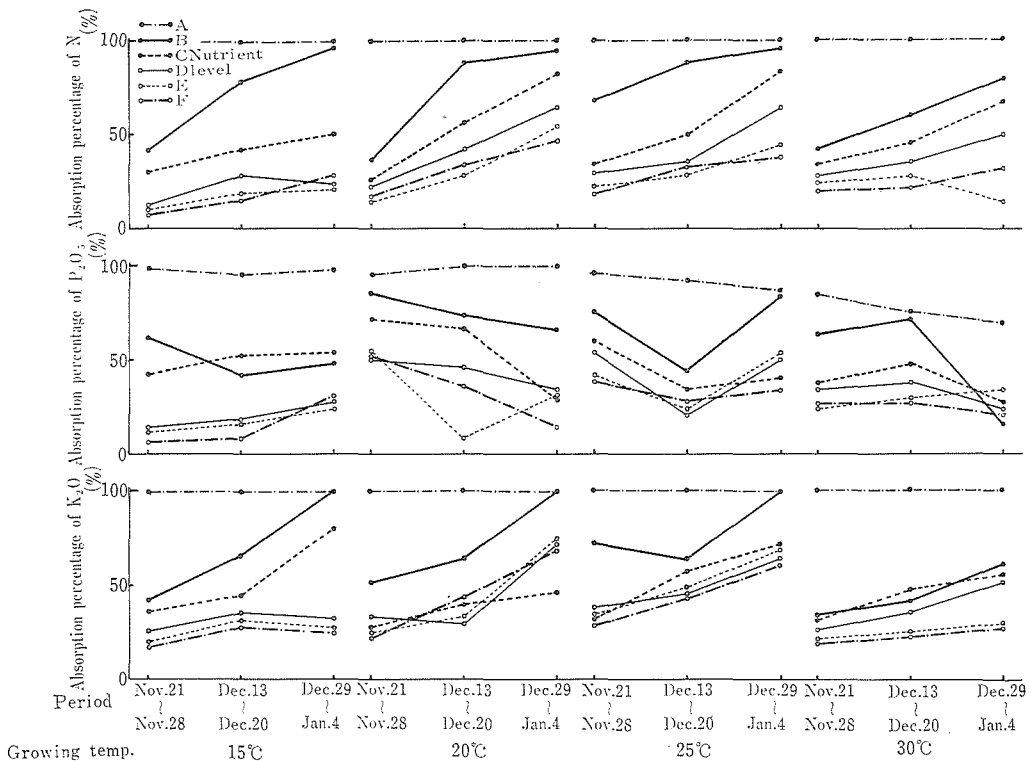


Fig. 4 Absorption percentage of macro-nutrient in relation to growing temperature, nutrient level and growing time

各栽培温度区ごとの吸収率を概括的にみると、実験Ⅱと同様に30°C区の吸収率は3要素とも4温度区の中でもっとも低く、明らかに高温によって肥料吸収が妨げられていた。

正常に生育したとみられる15~25°Cの範囲についてみると、20°C区が3要素、とくに全窒素の吸収率が他の2区にくらべて高く実験Ⅱと同様の結果となった。

20°C区について吸収率の時期的変化をみると各濃度区とも全窒素とカリは生育が進むに

つれて上昇したが、りん酸の吸収率は生育につれてむしろ下降する傾向にあった。15°C区、25°C区においても全窒素とカリの吸収率は生育が進むにつれて上昇したが、りん酸についてみた場合は20°C区ほど明らかな傾向を示さなかった。

培養液の濃度区ごとの吸収率をみると、各栽培温度区とも低濃度の区ほど吸収率が高かった。とくに、もっとも低濃度のA区では全温度区、全期間を通じて3要素のほとんどが吸収されており、この区においては培養液の濃度以外に絶対量の不足があったことを示していた。B区においても、30°C区以外では、実験終期における窒素、カリの吸収率は90%以上で絶対量の不足がみられた。

しかし、それより高濃度のC~F区ではいずれの場合も3要素の吸収率は80%以下で、これらの濃度区では絶対量の不足はなかったことが示された。

Fig. 4の吸収率から、各温度区、濃度区別に12月29日から1月4日までの1個体1週間あたりの窒素吸収量を求めると温度区別では20°C区がもっとも高く、濃度区別では栽培温度20°C区のD区、E区がそれぞれ56.0mg、60.2mgの窒素を吸収して最高の値となった。これらのことからこの実験においても実験Ⅱとほぼ同様に培養液の好適栄養レベルは全窒素を基準とした場合100~125ppmの範囲にあることが推察された。

考 察

M. KHATTAB³⁾らはカーネーションの単位面積当りの切花本数と土壌の栄養レベルに関して実験を行い、栄養レベルが最適状態から高低いずれの方向に遠ざかった場合も収量が減少したことを報告している。本実験の培養液の濃度と生長量の関係についても生育適温内ではこれとまったく同様の結果が得られた。

土壌の最適栄養レベルに関してはA. D. CHAN¹⁾が窒素濃度を20, 60, 120ppmとして2年間カーネーションを栽培し、120ppm区において1株当たり41本の最高本数が得られたので最適レベルは120ppm以上であろうと推論している。また、G. W. WINSOR⁷⁾は自動施肥によってカーネーションを栽培し、与えた肥料の濃度は窒素、カリとも180~200ppmが、土壌中における硝酸態窒素のレベルは100~150ppmがもっとも好ましかったとしている。

本実験の結果もほぼこれらの値と一致し、実験Ⅱにおいては生体重、乾物重とも栽培温度15°Cの区においては全窒素濃度100ppmの区が、20°C区においては75ppm区がまた25°C区では125ppm区がそれぞれ最高となった。また、実験Ⅲにおいても好適値は20°Cにおいて100~125ppmとなった。

これらのことからカーネーションに対する好適窒素レベルは、生育適温である20°C付近においては75~125ppmの範囲にあるものと推察された。

しかし、栽培温度を30°Cとした場合の生育は上記の結果とは明らかに異なった状態を示し、栄養レベルと生長量、肥料吸収量の間に一定の傾向が見られず、好適範囲を見出すことができなかった。温室内温度が40°C近くまで上昇するわが国の夏期における施肥はこの点を十分考慮する必要がある。

つぎに、3要素の比率についてみるとE. Z. MANTOROVA⁵⁾らはカーネーションの生育初期における窒素、りん酸、カリの割合は43.4:17.5:40.1が適当であり、開花時期には27.5:21.7:50.8がよいとしている。本実験における培養液中の3要素の比率はこれらの値や、慣行施肥を参考として10:4:8とした。実験Ⅲにおける各要素ごとの吸収率をみると絶対量が不足したA、B区を除いて3要素の吸収率は近似した値を示しており、この生育

ステージにおいてはほぼ適正な比率であったものと思われた。

以上の結果は水耕栽培によって得られたものであり、これを土壤に適用する場合にはさらに検討を加える必要がある。

摘 要

水耕栽培によって、生育温度と培地の栄養レベルがカーネーションの生育に及ぼす影響を調査した。‘レナ’の発根苗を15, 20, 25, 30°Cの温度で栽培し、各温度区ごとに栄養レベルを全窒素50-150ppm, リン酸10-60ppm, カリ20-120ppmの範囲とした区を設けた。

結果を要約するとつぎのとうりである。

1. 生育温度と栄養レベルは生育に大きく影響した。生育温度が15°Cから20°Cの間での好適栄養レベルは全窒素75-125 ppm, リン酸30-50 ppm, カリ60-120 ppmの範囲にあるものと思われた。

2. もっともよい生育を示したのは生育温度を20°C, 栄養レベルを全窒素75ppm, リン酸30 ppm, カリ60 ppmとした区であった。

3. 上記の結果とは対照的に、生育温度を30°Cとした区においては栄養レベルの生育に及ぼす影響が明らかでなく、茎長や乾物重あるいは肥料の吸収量なども減少した。

4. 節数は、生育温度が高いほど増加した。

文 献

- 1) CHAN, A. D. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72, 473-476 (1958)
- 2) El-SHAFIE, S. A. : Arch Gartenbau. 25, 347-356 (1977)
- 3) Khattab, M. , H. G. KAUFMAN, and R. BONER : Arch. Gartenbau. 25, 289-304 (1977)
- 4) KHATTAB, M. : Arch. Gartenbau. 25, 305-315 (1977)
- 5) MANTROVA, E. Z. , V. V. DVORTSOVA : Agrokhimiya 5, 82-91 (1978)
- 6) 三浦泰昌・並河治 : 神奈川県園芸試験場報告 24, 92-98 (1977)
- 7) WINSOR, G. W. : J. Hort. Sci. 45, 401-403 (1970)