

新技術シリーズ No.1

# 花き類の養液土耕法の マニュアル

栃木県農業試験場

平成11年3月

# 発刊にあたって

農業試験場における試験研究は、未来を開く農業先端技術の開発普及を推進するため、農産物の多収・高品質化や生産コストの低減、農作業の省力化等の研究を行っている。

研究に取り上げる課題は、生産現場に即応するために、普及、行政機関並びに農業団体等からの要望をふまえ、農業技術会議において検討し、幅広い範囲の課題が取り上げてられている。

研究の成果については、「農業試験場研究報告」、「農業試験場成果集」「各研究部試験成績書」等の印刷物や各関係機関、農業団体で作成される資料の中で利活用が進められている。

しかし、今日、農業を取り巻く環境は、国際化や急激な円高の進行、経済のソフト化、サービス化、高度情報化など大きく変化していますが、こうした変化に適切に対応しながら研究成果の迅速な普及が求められている。

このため、従来の「研究報告」や「成果集」とは趣をかえ、本年度より実用性に重点をおき、内容もわかりやすく解説した実践的な新技術の手引書を初版として刊行することとしました。

「農業の新技術」は、当场における新しい試験研究の中から、実用技術として特に優れており、今後、積極的に普及をはかることを考慮して選定されたものである。この冊子が普及、行政、農業団体の関係者並びに農業士等の皆様に広く利用され、新しい技術が現場に定着していくことを期待する。

平成11年3月

栃木県農業試験場

場長 松浦 永一郎

## まえがき

今までの切花栽培は、基肥や追肥を利用した土耕で生産されてきました。土耕のメリットは緩衝能が大きい土壌を植物体の担体とし根圏が広い点に強調される。

しかし、過剰な施肥を行った結果塩類の集積などによる連作障害が栽培上問題となってきました。特に砂漠地帯の気候に類似した施設では、土壌の乾燥とともに塩類が土壌表層に集積し濃度障害を引き起こす要因となるため、湛水処理などで除塩しなくてはなりません。また、過剰施肥により軟弱に生育した植物は病害にかかりやすく、葉が枯れ込むなどの生理障害や切花品質の低下を引き起こしている。

このような状況から、植物の生育ステージに合わせた施肥管理を行うことがこれからの施設園芸において大切なポイントとなると考えました。

そこで、平成2年以来トルコギキョウ、デルフィニューム、キク、カーネーションやバラについて、植物体の栄養状態を把握する方法と生育ステージに合わせて肥培管理する方法を検討してきました。

栄養状態の調査方法は、簡易栄養診断を根底にし花き園芸に適した形に改善し、植物体ならびに土壌抽出液に含まれる無機成分の量を簡便にリアルタイムで知ることが可能となりました。さらに、生育ステージに合わせた肥培管理を行うために、各ノズルから均一に養液を供給することが可能なドリップチューブと液肥混入機、制御盤（コンピューター）を接続させることで解決しました。ハードとソフト、つまり養液管理機と簡易栄養診断法がセットになってはじめて「養液土耕法」となる。

この養液土耕法の技術を構築するにあたってはコスモイリゲーションの倉澤氏には大変お世話になりました。

また、私達研究スタッフも主要切花の管理マニュアルの確立をはかり、プレゼンテーションを行ってきた結果、県内にも養液土耕研究会が設立され、農試、普及、行政の架け橋となり、ようやく顔のみえる新しい技術になってきました。

省力化、低コスト、環境保全型の技術として本県で開発した養液土耕法が全国に広く発信されることを期待している。

本技術は多くの研究員によって作り上げられ、また、現地試験等では農業改良普及センターの多大なる協力のもとで普及していることに謝意を表す。

## 目 次

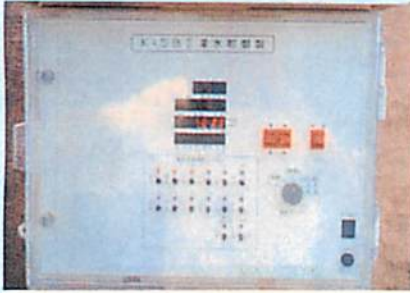
まえがき .....	1
1. 養液土耕法の開発と普及の経過および呼称について .....	2
2. 養液土耕法の概念 .....	3
3. 養液土耕法の特徴 .....	3
4. 養液土耕法のシステム .....	5
1) システムの構成	
5. 簡易栄養診断法 .....	6
1) 診断液の前処理法	
(1) 土壌抽出液の前処理法	
(2) 植物体樹液の前処理法	
2) 栄養診断の方法	
(1) 迅速養分テスト法による診断	
(2) RQフレックス法による診断法	
(3) ハデタイプ、カート式イオンメーターによる診断法	
6. 養水分管理法のポイント .....	13
1) 灌水量の設定	
2) 肥培管理	
7. 品目別の養水分管理法 .....	15
1) スプレーギク	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
2) キク	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
3) カーネーション	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
4) バラ	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
5) デルフィニウム	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
6) トルコギキョウ	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
7) ユリ類	
定植前の準備 水分管理、肥培管理、簡易栄養診断	
8. 今後の養液土耕法の課題 .....	27

参考文献



# 養液土耕法と簡易栄養診断について

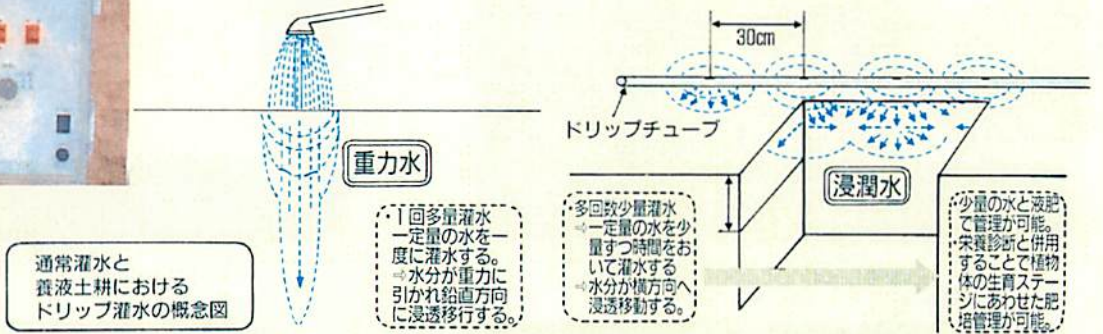
## 養液土耕法



養水分制御用コンピュータ。かん水量と施肥量をインプットすれば自動で栽培ベッドに養水分が供給される

### 養液土耕法の概念

養液の供給方法〈なぜドリップなのか!〉



通常のかん水方法では上図左に示したように与えた養水分が重量にしたがい地中深く浸透してしまい、このような環境で生育した植物は養水分を求めて根圏を地中深くにまで発達させてしまい、養水分で生育をコントロールすることが不可能となってしまいます。上図右に示したような与え方をすると、根圏が地表より約25cm以内に発達することから養水分で生育をコントロールすることが可能となる

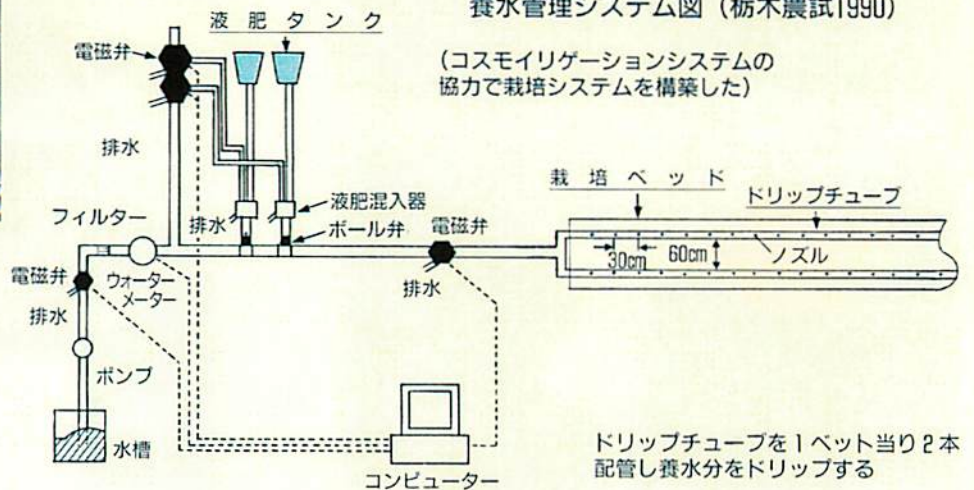


液肥混入機。2液混合タイプ。左右別々の液肥を入れておけば、その組合せて肥料成分を変えることができる

### 養液土耕システムの概要

養水管理システム図 (栃木農試1990)

(コスモイリゲーションシステムの協力で栽培システムを構築した)

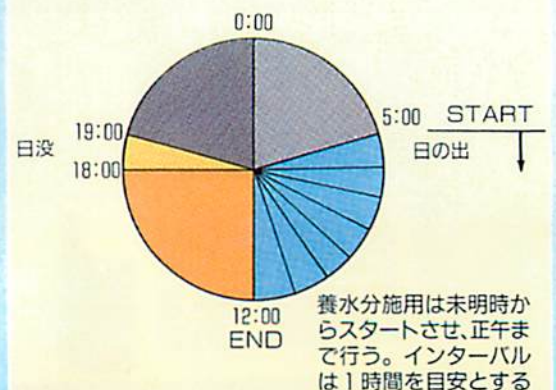


スプレーギクの生育状況。生育がそろい、開花も一斉になる



スプレーギクの定植直後の様子

### 養水分管理プログラム

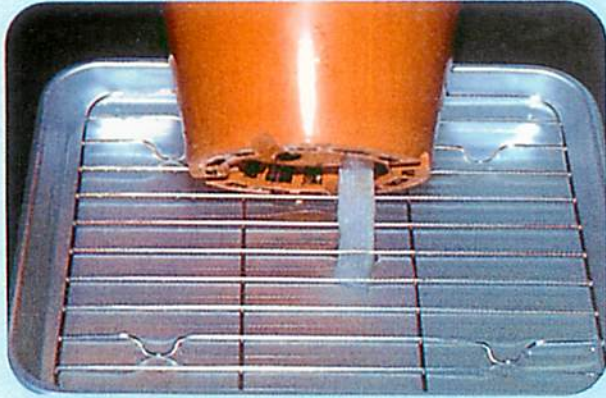




# 簡易栄養診断

養液土耕を支える技術として簡易栄養診断法がある。  
植物と土壌中の無機成分濃度をリアルタイムで診断し、施肥設計に活かす

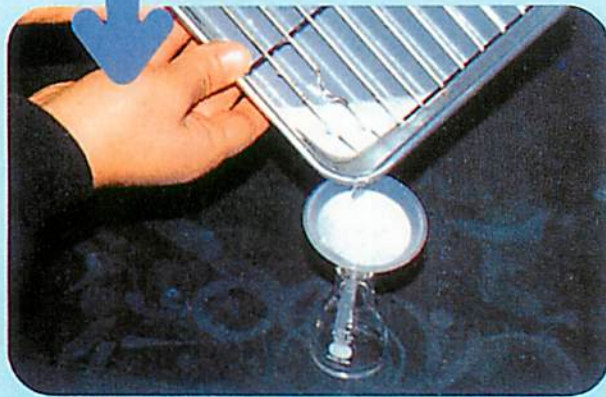
## 〔栽培土壌の診断〕



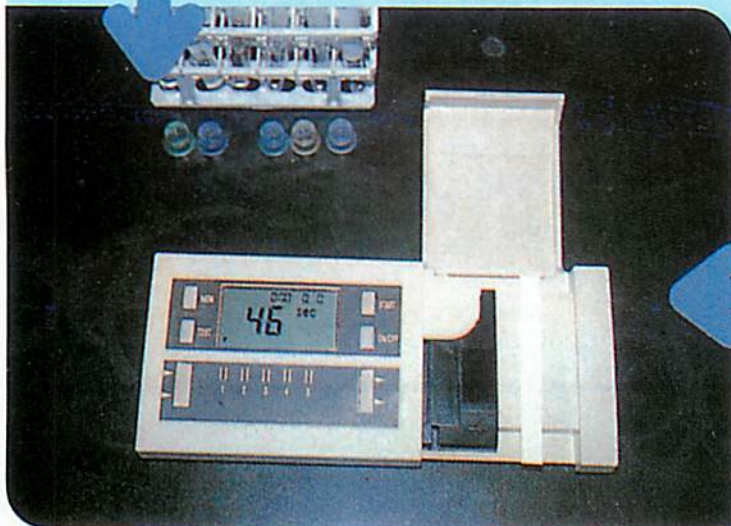
栽培土壌を5号鉢に取り、容器容量の  
状態になるまでひも給水する



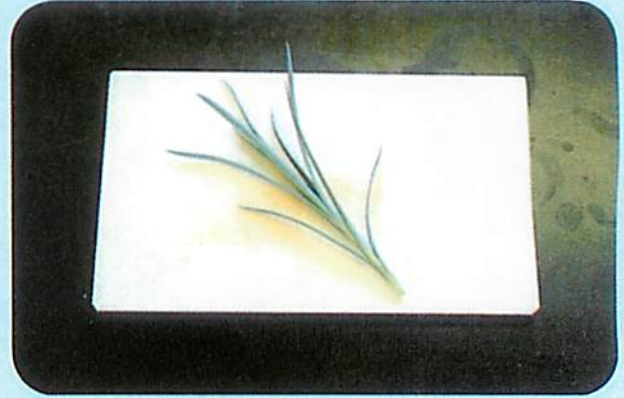
鉢の表土に滴下する



ろ過する



## 〔植物体の診断〕



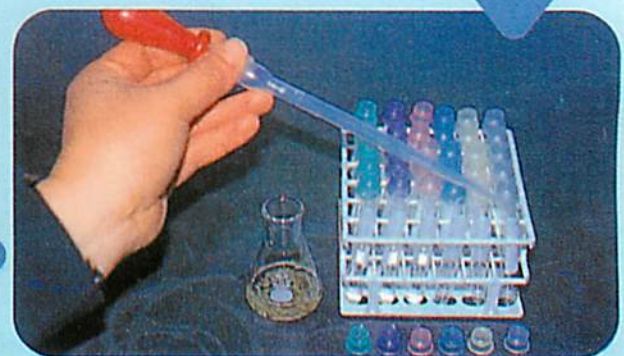
スプレーカーネーションの場合、最上位  
完全展開葉直下の茎の節を使う。  
2g以上採取する



サンプルを2mmの厚さに素早く切る



切片2gに純水を加えて20gに。時折フラ  
スコを回転させながら30分間水浸出する



試験管に2mlずつ分注する

RQ-フレックスなどの診断機器で測定する



## 1. 養液土耕法の開発と普及の経過および呼称について

### 1) 開発と普及経過

これまでの切り花栽培は、基肥や追肥による肥培管理で栽培されていたが、植物体の吸収量を越える施肥を行った結果、土壌の理化学性の悪化、塩類の集積などによる連作障害が栽培上問題となってきた。特に施設では土壌の乾燥とともに塩類が土壌表層に集積し、軟弱に生育した植物は病害にかかりやすく、葉が枯れ込むなどの生理障害や切り花の品質低下を招くなどの問題がある。

このような状況から、植物の生育ステージに合わせた施肥管理を行うことがこれからの施設園芸において大切なポイントとなると考え、植物体の栄養状態を診断しながら生育ステージに合わせた肥培管理をする養液土耕法を開発した。

この様な経緯の中で、平成2年から多くの切り花類について栽培試験を行い、システムの実用化や耐久性を確認するとともに養水分管理プログラムの確立を進めながら技術理念を構築してきた。

一方、生産現場では低コスト、省力化の面からも注目され、試験場の成果と同時進行の形で平成4年から黒磯市のキク、カーネーション農家に実証試験として導かれた。

その後、平成6、7年の2か年にかけて黒磯市のカーネーション農家が国庫補助の地域農業基盤確立農業改善事業により5棟のハウスに導入した。県内でも多くの生産者によって養液土耕法が導入され、普及、研究機関と一体となって現地の問題点等の解決にあたっている。その発展として、生産者、試験場、指導者、業者が一体となった養液土耕研究会が平成8年に設立された。

### 2) 養液土耕法の呼称について

養液土耕の呼称については、栃木農試花き部で開発した養液土耕システムが、(株)大塚化学が栃木農試と同様のシステムを「養液土耕」で商標登録を行ったことや、「養液土耕」という言葉がこの栽培システムを正確に表していないのではないかという意見もあったため、これまで「養液土耕」の呼称については、各試験場、各メーカーともまちまちになっている。

栃木農試としては従来から「養液土耕法」とよんでいるが、試験研究を行っている他の試験場では「養液土耕」、「灌水同時施肥栽培」、「養液土耕栽培」、「小灌水施肥栽培」「灌水施肥栽培(養液土耕)」と呼んでいる。なお、大塚化学以外のシステムの商品名としては、「ソイルカルチャーマットシステム」(コスモイリゲーション)、「施肥・灌水自動制御システム」(エイアンドジーコンサルタント)、「点滴養液栽培システム」(イシグロ農材)、「P・Sシステム」(パイオニアハイブレッッドジャパン)などの呼び名で販売されている。

ただし、商標登録との関係については、「養液土耕」、「養液土耕栽培」という呼称をシステムの商品名に利用することを除けば、一般的にこの呼称を用いることには問題ないと考えられる。

また、平成10年度全国課題別検討会において農林水産省野菜茶業試験場浅野花き部長から国の見解としては学会等で使用する場合は、「灌水同時施肥(養液土耕)」としたいとのことであった。いずれにせよ、一般的には「養液土耕」「養液土耕法」が良いとのことである。

## 2. 養液土耕法の概念

従来の散水チューブによる灌水やノズル散水では、水は重力に従い粗孔隙を通して地中深く浸透してしまう。そこで、一定量の養水分を少量ずつ何回にもわけて与えると、養水分が地表より約25cm以内に浸潤し、分布するようになる。このような環境で適量の養水分を吸収して生育した植物は、根圏を養液の滴下位置を中心に、深さ25cm以内に発達するようになる。そのため、養水分を任意にコントロールすることで生育の制御が可能になる。植物が育つのに必要最小限の肥料を、やはり必要最小限の水とともに少量ずつ与えれば、植物の生理障害や圃場の塩類集積などの問題はすべて解決される(図1)。これらのことは、栽培経費の節減、ロスの減少、さらには計画生産を自在にし、低コスト大量生産に大きく貢献すると考えられる。

この考え方を基本として、栃木農試では、液肥施用および灌水が自動化できる、養液土耕システムを開発した。システムは、栽培ベットに配管して少量点滴かん水のできるドリップチューブ、液肥混入器、給水ポンプおよび電磁弁を制御するコントローラーで構成される。(グラビア参照)

## 3. 養液土耕法の特徴

### 1) 生育ステージ別施肥管理をするため施肥量が少ない

定植から開花までをワンサイクルとし、生育ステージに沿った養水分管理を行い栽培終了時のほ場中の残存肥料は限りなくゼロに近い数値とするため施肥量も通常の30~60%程度まで減らすことができる。さらに、硝酸カリ、リン酸アンモニウム、第一リン酸カリ、硝酸アンモニウム等の単肥の配合で施肥を行えば、植物体の肥料吸収形態に合わせた肥培管理ができる。

また、適正な施肥管理をするため土壌中の塩類集積の弊害を抑える事ができ、環境保全型の栽培技術でもある。

### 2) 灌水量が少ない

点滴灌水により、土壌表面を流れる水分や、地下に浸透してしまう水分が少ないため、通常の灌水量の半分程度の量ですむ。また、圃場全体としては土壌が乾燥気味に管理されるので病気の発生が軽減できる。

### 3) 生育・開花が揃う

定期的な土壌抽出液、植物体樹液の栄養診断を併用することによって、生育に応じた養分供給ができ、適正な栽培が可能になり、生育・開花が斉一になる。

### 4) 養水分管理がマニュアル化できる

土壌条件、気象条件による差はあるが、品目毎、作型毎の土壌抽出液、植物体樹液、土壌水分の基準値の設定により養水分管理のマニュアル化が可能になる。

### 5) 施肥、灌水に対する緩衝能が高い

ロックウール耕等の人工培地に比べて施肥、灌水に対する緩衝能が高いため、栽培管理面で、ある



程度の融通がきく。急な機械のトラブルでも短期間であれば植物体への影響は少ない。

#### 6) 養分の欠乏、過剰による生理障害が軽減できる

土壌抽出液中の養分や植物の吸収量にみあった施肥が出来るため、養分の欠乏や過剰による生理障害を回避できる。

#### 7) 灌水、施肥の省力化がはかれる

施肥量、給水量を自動給液装置で設定するので、施肥、灌水作業の省力化が出来る。システムの能力としては土壌水分計の値に灌水量の設定を連動させることも可能である。点滴で灌水を行うと、通常の散水式の灌水より低い水圧で灌水できるので、同時に広い面積をカバー出来る。

#### 8) 複合環境制御との連動ができる

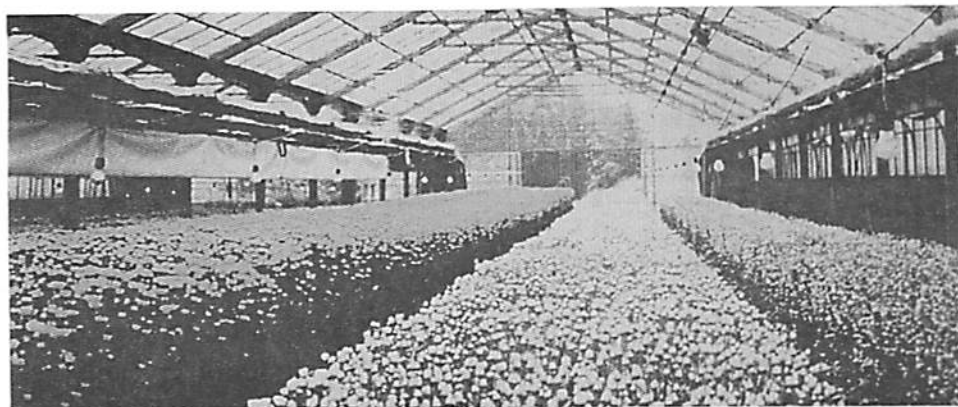
将来的には、日射量、気温、葉温、湿度などの気象条件や土壌水分などの複合環境と施肥、灌水管理システムを連動させることによって、複数の異なったステージにある植物を栽培している施設を同時に管理することができる（現状システムでは日射量と土壌水分については連動可能）。また、コンピューター管理で複数の施設を遠隔管理することもできる。

#### 9) 施設費がかかる

現行の栃木農試開発システム（株）コスモイリゲーション社販売）では、10a 当たりシステム費用が200万円程度かかる。但し、設置面積が広くなれば当然割安になる。

#### 10) 定期的な土壌抽出液、植物体樹液の分析が必要である

通常、週1回程度定期的に土壌抽出液と植物体樹液の養分分析が必要である。分析項目は土壌抽出液、樹液とも硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウム、pH、EC等である。なお、分析は迅速養分テスト法やRQフレックスによる分析、コンパクトイオンメーター等の簡易測定法を利用すれば、10サンプル2時間程度で可能である。



養液土耕による一斉開花の状況

## 4. 養液土耕のシステム

### 1) システムの構成

システムは制御盤、液肥混入器、灌水チューブ、電磁弁、フィルターよりなる。また、この他土壌水分計を設置する。(グラビア参照)

### (1) 制御盤

施肥管理や水分管理をリアルタイムで設定、管理でき、タイプはI～V型までである。

タイプ	灌液制御系統	灌液の時間制御	灌液の水量制御	液肥配合	備考
I	5～16	6秒～99分/回	1～999ℓ/回	1～2液	
II	5～16	〃	〃	1～2	土壌水分計と連動
III	5～16	〃	〃	1～3	〃
IV	5～16	〃	〃	1～4	〃、日射計と連動
V	6	〃	〃	1～4	〃

灌液開始回数は最大20回/日まで可能。週タイマーが設定できる型もあり、日間隔で灌液制御が可能である。また、液肥混入の制御を各灌液開始別および系統別にできる。

### (2) 液肥混入器

流量発信機、液肥混入部、液肥タンクより構成される。水量1ℓまたは500mlで1ショット作動し、最大で1分間に360回作動(1分間、最大420ml/1台)が可能である。また、制御盤により各系統別に濃度を変えて施肥することが可能である。液肥タンクは、50～100ℓサイズが現場では利用されている。

### (3) 灌水チューブ

ドリップチューブを利用する。硬質ポリを材質とした一定水圧以上でノズルからの点滴量の変化の極めて少ないチューブを用いる(katif dripper、RAM)。水圧により形状が変化するチューブがあるが、点滴量の均一性は保証できないので使用にあつては親株管理など、生育の揃いを考慮しない栽に利用するのが望ましい。ノズル間隔は現在20および30cm設定のチューブの使用が多い。栽培ベットを想定した場合の点滴量を調査した結果、各チューブとも10%程度の誤差範囲内にあつた(表1)。

チューブの耐久性は高く10年程度使用できる。

表1 点滴量調査結果

チューブ種類	ノズル 間隔(cm)	設定距離 (m)	灌水時間 (sec)	吐出量 平均(ml)	先端での 吐出量(ml)	先端の吐出量と 平均吐出量誤差(%)
katif dripper	30	50	60	40	36	11
			120	80	75	6
	20	30	60	40	37	7
			120	83	77	7
RAM	20	50	60	38	35	8
			120	76	72	5
	30	30	60	38	35	7
			120	77	78	1
	30	30	60	40	38	5
			120	78	76	2

#### (4) 土壌水分計 (pFメーター)

土壌水分計は土壌表面から15cm、ドリップチューブ部分から5cmの位置に埋設する。この位置だと日射の影響が少なく、灌水量を極端に変更することが少なくなる。品目、生育ステージによって数値は異なるが、水分計の値を目安に灌水回数、量を加減する。また、制御盤のコントロールにより土壌水分計と連動させることができる。

### 5. 簡易栄養診断法

#### 1) 診断液の前処理法

養液土耕法を確実に利活用するためには、リアルタイムで植物体内の栄養状態と植物根の周囲の土壌溶液中に溶解している無機成分の状態を把握する必要がある。この情報を得ることにより、植物体内の養水分の過不足に対して速やかに対処することが可能になり植物体の正常な生長が期待できる。

そこで、植物体樹液および土壌抽出液の採取方法について検討した結果として確立されたのが、次の処理方法である。なお、後述する土壌溶液採取方法は「土壌抽出液」の名称で決定されているため以下の記述は「土壌抽出液」とする。

##### (1) 土壌抽出液

土壌抽出液については、週1回、測定前日に1区(1灌液供給系統)について3~5カ所から土壌を採取して混合し、4号ブラ鉢につめる。土壌採取は植物体の根域付近とし、土壌表面5cmを取り除いて、5~20cmの深さから行う。土壌をつめた鉢底に不織布のヒモ(1×15cm程度のもの)をピンセットで1~2cmつまこんで一方の端を水につけて一晩吸わせる(12時間以上給水させる)。この際不織布はあらかじめ水を吸わせてから使用しないと水が上がらない場合がある。翌日、点滴方式で鉢土の表面から静かに50ccほどの蒸留水を流し(点滴スピードは1秒間に1滴程度)、鉢底から出てきた排出液を三角フラスコ等に受けて(20cc程度)、濾紙で濾過後、分析する。(グラビア参照)

##### (2) 植物体樹液

樹液診断は、土壌抽出液診断と同様に、週1回行う。採取部位は品目によって異なるが、原則に未発蕾の最上位の完全展開葉直下の茎を使用する。発蕾しているものの茎は老化しており、水分含量が少ない傾向にある。あまり若い側枝は樹液の養分にばらつきが大きい。

採取した植物体は表面を水洗い後、水切りし、節を除いて茎の部分を2mm以下の幅にスライスし、1測定項目毎に2gに分けて20ccの蒸留水を加えて30分間静置後分析する。浸出液温は概ね20℃とする。測定値を10倍した値が樹液中の濃度になる。(グラビア参照)



## 2) 診断の方法

### (1) 迅速養分テスト法

土壌抽出液、植物体樹液とも各測定項目毎に2ccを試験管に取り、各試薬を添加後よく混合し、同時に作成した標準液（またはカラーの比色表）と目測で比較する。通常、標準液は5段階の濃度で作成し、測定はさらに各濃度を3段階に分けて判断する。（標準液の濃度を1、2、3、4、5とすると1と2の間の濃度は1プラスと2マイナスで表す）

通常、測定している項目は、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムである。

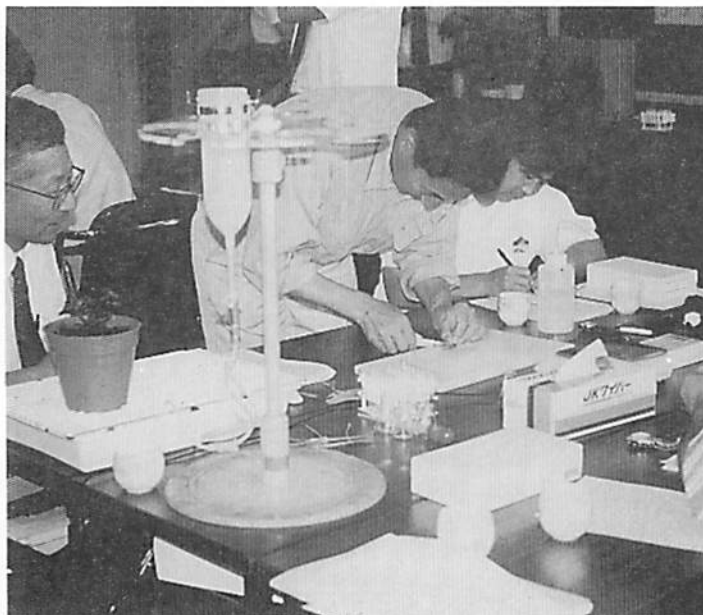
### (2) 「RQフレックス」法による診断

RQフレックスは、現在、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸、カリ、カルシウム測定用の試験紙が市販されている。それぞれ測定出来る範囲が決まっているので注意する。特にカリは測定できるレンジが高く、樹液（10倍希釈）と土壌抽出液は通常の栽培ではこの範囲に入らないので、迅速養分テスト法か、カード型のコンパクトイオンメーターを用いて測定する。まず、ECメーターでECを測定し、1.5mS/cmを上回る時は、原液を2～5倍に希釈してから測定を行う。また、測定値はイオン表示で出るので、それぞれ係数をかけて酸化物の値に修正する（表3）。

RQフレックス本体は8万円程度、各試験紙は80～140円/枚とやや高価である。

### (3) ハンディータイプ、カード式イオンメーターによる診断

硝酸およびカリイオン、pH及びECは、それぞれカード式イオンメーター、ハンディータイ測定機で測定可能である。測定値がイオン表示の場合には、それぞれ係数を掛けて酸化物の値に修正する必要がある（表3）。



植物体樹液・土壌抽出液の分析風景

以下の表にそれぞれの手法をまとめておく。

表3 簡易栄養診断手法

測定方法	内 容																		
迅速養分テスト法																			
調査項目	<p>pH, EC, 硝酸態窒素、アンモニア態窒素、水溶性リン酸、水溶性カリ、水溶性カルシウムの7項目を実施する。必要であれば、水溶性マグネシウムなどを実施する。</p> <p>pH, EC-サンプル液量が1滴程度の少量ですむハンディタイプのカード型測定器で測定。</p>																		
使用試薬及び操作	<p>以下の4項目は呈色度で判定する。</p> <p>硝酸態窒素：GR硝酸試薬を耳かき1杯程度を試料液と混和する。</p> <p>アンモニア態窒素：ネスラー試薬を2滴入れる。</p> <p>水溶性リン酸-モリブデン酸アンモニウム濃塩酸溶液を2滴入れて混合した後、塩化第一すず濃塩酸溶液を2滴入れる。</p> <p>水溶性マグネシウム：チタンイエロー 0.1%水溶液を2滴入れて混合した後、2.5N水酸化ナトリウム液を10滴入れる。</p> <p>以下の2項目は濁り度で判定する。</p> <p>水溶性カリウム：テトラフェニルほう酸ナトリウム5%水溶液を2滴入れる。</p> <p>水溶性カルシウム：しゅう酸アンモニウム1%酢酸溶液を2滴入れる。</p>																		
試薬の作成方法	<p>モリブデン酸アンモニウム濃塩酸溶液：<math>(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{21}\cdot 4\text{H}_2\text{O}</math> 2gを蒸留水50mlに溶かし、濃塩酸31.5mlを蒸留水50mlに希釈した中に少しずつ混合する。</p> <p>塩化第一すず濃塩酸溶液：<math>\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}</math> 5gを10mlの濃塩酸に溶解し、蒸留水を加えて100mlとする。1粒の粒状金属すずを添加する。</p> <p>テトラフェニルほう酸ナトリウム5%水溶液：<math>\text{Na}(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{B}</math> 5gを蒸留水100mlに溶かす。</p> <p>しゅう酸アンモニウム1%酢酸溶液：<math>(\text{COONH}_4)_2\cdot \text{H}_2\text{O}</math> 4gを1%酢酸溶液100mlに溶解する。</p> <p>チタンイエロー 0.1%水溶液：チタンイエロー0.1gを蒸留水100mlに溶かす</p> <p>2.5N水酸化ナトリウム液：水酸化ナトリウム10gを蒸留水100mlに溶かす。</p>																		
データの判定法	<p>(1)判定方法</p> <p>標準液を対照として呈色度や濁度を判定する。直射光を避けた明るい自然光下で行う。北側の窓の光は安定しているので利用すると良い。</p> <p>各項目の標準液はまず1000ppm溶液を作成し、適宜希釈して作成する。</p> <p>1000ppm溶液の作成方法は以下のとおり。下記の試薬に蒸留水を加えて1ℓにして作成する。</p> <table data-bbox="431 1791 1155 2018"> <tr> <td>硝酸態窒素</td> <td>：硝酸ナトリウム</td> <td>5.71 g</td> </tr> <tr> <td>アンモニア態窒素</td> <td>：硝酸アンモニウム</td> <td>6.07 g</td> </tr> <tr> <td>リン酸</td> <td>：第一水素リン酸ナトリウム12水和物</td> <td>5.04 g</td> </tr> <tr> <td>カリ</td> <td>：硝酸カリ</td> <td>2.15 g</td> </tr> <tr> <td>カルシウム</td> <td>：硝酸カルシウム4水和物</td> <td>4.21 g</td> </tr> <tr> <td>マグネシウム</td> <td>：硝酸マグネシウム6水和物</td> <td>6.36 g</td> </tr> </table>	硝酸態窒素	：硝酸ナトリウム	5.71 g	アンモニア態窒素	：硝酸アンモニウム	6.07 g	リン酸	：第一水素リン酸ナトリウム12水和物	5.04 g	カリ	：硝酸カリ	2.15 g	カルシウム	：硝酸カルシウム4水和物	4.21 g	マグネシウム	：硝酸マグネシウム6水和物	6.36 g
硝酸態窒素	：硝酸ナトリウム	5.71 g																	
アンモニア態窒素	：硝酸アンモニウム	6.07 g																	
リン酸	：第一水素リン酸ナトリウム12水和物	5.04 g																	
カリ	：硝酸カリ	2.15 g																	
カルシウム	：硝酸カルシウム4水和物	4.21 g																	
マグネシウム	：硝酸マグネシウム6水和物	6.36 g																	

各無機成分項目の標準液濃度と呈色度の関係は次の通りである。

各成分の呈色度と無機成分濃度の関係

成分	呈色度				
	1	2	3	4	5
NO <sub>3</sub> -N	1	2.5	5	20	50(ppm)
NH <sub>4</sub> -N	1	2.5	5	10	50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1	2.5	5	10	50
K <sub>2</sub> O	10	25	50	100	200
CaO	10	25	100	150	300
MgO	2.5	5	10	20	50

(2) 呈色度や濁度が基準値を越えた場合

土壌抽出液は、希釈した液を2ml採って試薬を加える。

植物体樹液は、浸出する水の量を増やして希釈する。試薬は、希釈倍だけ多くする。

(3) テスト液が着色している場合

ECやpHを調べるテスト液を、試薬を加えたテスト液の対照液として用い、比較しながら判定する。

(4) 濁度の判定

新聞紙を試験管の後方にあてて、文字の読み取りの程度で判定するとよい。

RQフレックス  
による測定

花き類で利用が確認されている項目は次のとおり。

項目名	測定範囲	酸化物表示への換算式
硝酸イオン	5~225 ppm	×0.226
リン酸イオン	5~120	×0.747
カリウムイオン	250~1200	×1.2
カルシウムイオン	2.5~45.0	×1.4

注) (ppm) = (mg/ℓ)

測定値はイオン濃度で表示される。従来の比色法と比較する場合は酸化物表示にする必要がある。

測定方法

現在利用できる項目の測定方法は以下のとおり。

硝酸態窒素—硝酸イオン専用バーコードをRQ本体で読みとり後、スタートボタンと同時に発色試験紙をサンプル液に2秒程度浸してから引き上げ、試験紙に付着したサンプル液を振り落とす。50~55秒後に本体に試験紙を挟み込んで60秒後に読みとらせる。

リン酸 : リン酸専用バーコードをRQ本体で読みとり後、発色試薬を4滴サンプル液に添加し、よく振る。その後、スタートボタンと同時に



	<p>発色試験紙を2秒程度サンプル液に浸してから引き上げ、試験紙に付着したサンプル液を振り落とす。80～85秒後に本体に試験紙を挟み込んで90秒後に読みとらせる。</p> <p>カルシウム：カルシウム専用バーコードをRQ本体で読みとり後、一度試験紙の発色部分をサンプル液に浸し、すぐに引き上げる。試験紙は発色部分を上にしてサンプル液を付着させたままにして置く。発色試薬1は試薬容器のスプーン1/3をサンプル液に添加し、よく振る。その後、発色試薬2を3滴サンプル液に添加し、よく振る。そしてスタートボタンと同時に発色試験紙をサンプル液に浸す。スタートから約80秒後に引き上げ、試験紙に付着したサンプル液を振り落とし、直ちに本体に挟み込んでスタートから90秒後に読みとらせる。</p> <p>カリ：カリウム専用バーコードをRQ本体で読みとらせる。発色試薬1は備え付けのチューブに25滴分を入れておく。試験紙の発色部分をサンプル液に浸し2秒後に引き上げ、試験紙に付着したサンプル液を振り落とす。その後、スタートボタンと同時に試験紙の発色部分を発色試薬1の入ったチューブに浸す。60秒後ピープ音が鳴るので試験紙を引き上げて、付着したサンプル液を振り落とす。直ちに試験紙を本体に挟み込んでスタートボタンを押して、5秒後に読みとらせる。</p>						
<p>その他、植物体樹液および土壌溶液の測定が可能な機器</p>	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">測定範囲</td> </tr> <tr> <td>硝酸イオンメーター</td> <td style="text-align: right;">～6200ppm</td> </tr> <tr> <td>カリウムイオンメーター</td> <td style="text-align: right;">～3900ppm</td> </tr> </table> <p>測定値はイオン濃度で表示される。従来の比色法と比較する場合は酸化物表示にする必要がある（換算式はRQフレックスと同様）。</p>		測定範囲	硝酸イオンメーター	～6200ppm	カリウムイオンメーター	～3900ppm
	測定範囲						
硝酸イオンメーター	～6200ppm						
カリウムイオンメーター	～3900ppm						

## 6)各手法の留意点

### (1)迅速養分テスト法

**硝酸態窒素** グリース・ロイミン（GR）硝酸試薬を耳かき1さじ（約25mg）添加後よく混合し、10分後に標準液の色調と比較する。グリース・ロイミン硝酸試薬の場合最高色調に達するのに10分は必要なので判定までの時間を一定（10分）にしなくてはならない。

**アモニア態窒素** ネスラー試薬をスポイトで2滴（約0.1ml）添加後よく混合し、すぐに発色するので直ちに標準液の色調と比較する。

**リン酸** 測定方法を4滴（約0.2ml）、第2試薬を2滴（約0.1ml）をスポイトで加えて標準液

の色調と比較する。第2試薬の保存期限は3ヶ月である。

カリ 発色試薬をスポイトで2滴(約1.0ml)添加後、少なくとも5分後以降に(長い放置はさしつかえない)よく振り混ぜると白濁するので、濁度を標準液と比較する。

カルシウム 発色試薬を、スポイトで2滴(約0.1ml)添加すると白濁を生じる。本試薬の場合、試薬添加後の攪拌までの時間が検出感度に影響する。試薬添加後、すぐに(数秒後)攪拌する方が、2~3分後に攪拌するよりも検出感度が高いので、出来るだけ早く振り混ぜる。濁度の比較は5分後以降に行う。濁度の比較はカリと同様の方法で行う。

マグネシウム 第1試薬を2滴を添加して混合、その後第2試薬を10滴(約0.5ml)を添加し、よく混合して5分後に標準液と比較する。

## (2) RQフレックス

各項目共通—測定範囲以上の濃度のサンプル(測定値がHIと表示)は希釈が必要となる。

測定範囲以下の濃度のサンプル(測定値がLOと表示)については、植物体樹液は通常の10倍希釈液ではなく、2~5倍希釈液を作成する。

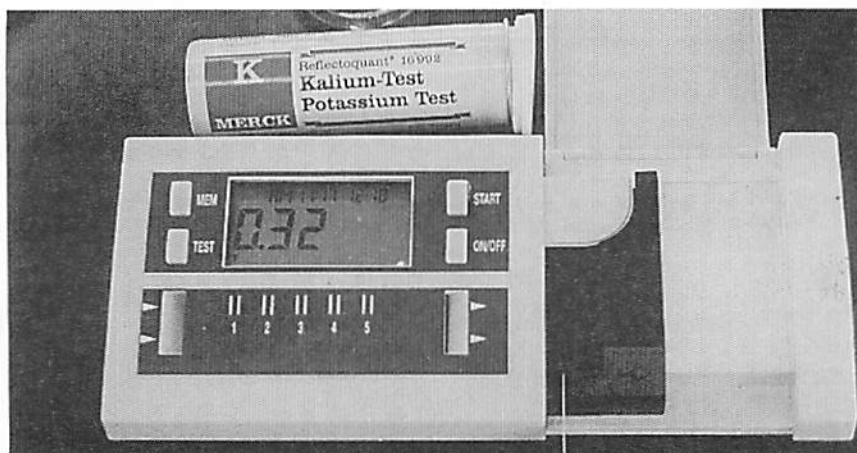
土壌抽出液は迅速養分テスト法またはカード型イオンメーターを利用する。

等の対処が必要となる。

## (3) その他の機器

pH、ECメーターは利用前に必ず標準液によるバックグラウンド調整を行う。

カード型イオンメーターも同様。特に、イオンメーターはセンサー部分が壊れやすいので、予備のセンサーを常備しておく。



RQフレックスと試験紙

## 6. 養水分管理方法

液肥の施用については、1日数回に分けた灌水毎に同時に施用する方法と日の出1時間前に1日分の液肥を施用し、以後灌水のみで行う等のいくつかの方法を選択することができる。栃木農試の試験では、日の出1時間前に1日分の液肥を施用し、12時までの間に1日分の灌水を完了させる方法を選択している（図1）。

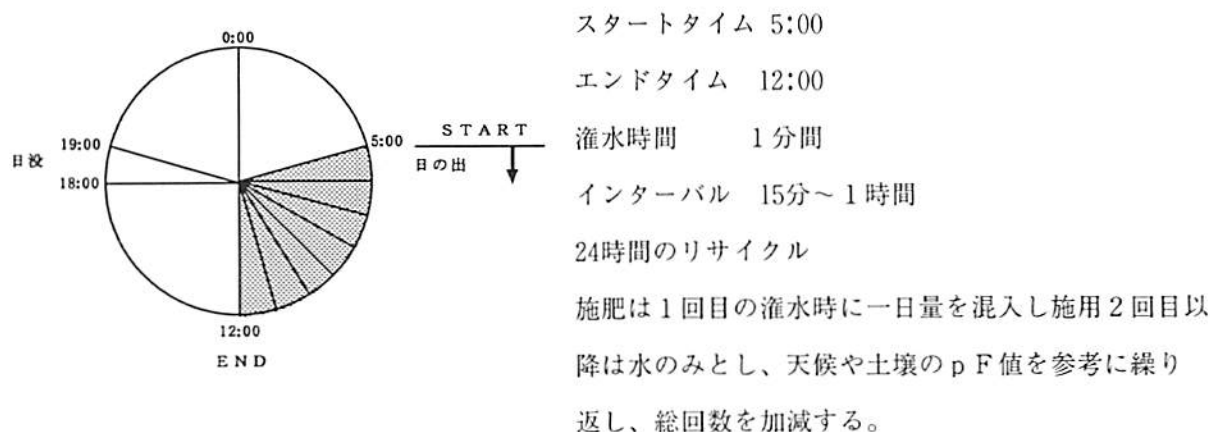


図1 養水分管理タイムテーブル

### 1) 灌水量の設定

栃木農試ではpFメーターを設置した場合の黒ボク土における栽培時期別のかん水量を設定した。pFメーターはドリップチューブのノズル部分から5cmの位置に、土壌表面から深さ15cmに埋設する。この位置に埋設すると、日射量の影響が少ない。pFの基準値は2.2とし、常時この数値が保てるように灌水量を設定する。同位置の深さ30cmのpFは、深さ15cmのpFの+0.3～+0.4程度で推移すれば、植物根の伸長に適した土壌水分を持つ土層の範囲を限定することができる。土壌pF2.2を目標にスプレーギクの周年栽培を実施すると、栽培時期により灌水量は大幅に変更する必要がある。夏季では、3.0～6.0 ℓ/m<sup>2</sup>、冬季では2.0～2.5 ℓ/m<sup>2</sup>の範囲で管理するのが望ましいとの結果を得た（表4）。

表4 スプレーギクの作期別の1日あたり灌水量および土壌pF値

栽培時期	1日あたり灌水量 (ℓ/m <sup>2</sup> )										土壌pF値
	定植後1週	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8月定植10月出し	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0		2.56±0.08
11 〃 1 〃	0.8	0.8	1.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.0		2.17±0.07
2 〃 4 〃	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	0.6		2.21±0.09
6 〃 8 〃	4.0	5.0	0.5	3.2	6.3	3.2	6.3	3.2	1.0		2.06±0.09

注) 定植から1週間は手灌水が含まれるので削除した。土壌pF値は95%信頼区間で示した。晴天および曇天時の灌水量を示した。雨天時の灌水量は0.5 ℓ/m<sup>2</sup>度とした。



具体的には、土壌の水分状態を土壌水分計（pFメーター）で測定しながら、灌水チューブのノズル間隔、一畝のチューブの本数、灌水間隔、灌水量等を検討していく。通常、灌水と灌水の間隔は60分で行っているが、圃場の水分状態が一定せずに乾いてしまう場合は、その間隔を短くし、1回あたりの灌水量を減らすようにする。逆に湿る場合は、その間隔を長くして調節する。また、モミガラ、ピートモス、クリプトモス（杉皮）等の土壌改良資材を投入して物理性の改善をはかる必要がある。このため、細かくは、圃場毎の灌水方法の設定が必要である。

## 2) 肥培管理

時期別に成長量と養分バランスを考えて施肥設計を立てるが、土耕では連作で富養化した圃場や新植地で養分の少ない圃場など様々であるので、施肥量と養分バランスを考慮する必要がある。

土壌抽出液、植物体樹液の診断にもとづいて随時施肥設計をたてていくためにも、単肥配合で施肥設計を行っていく方がよい。また、塩類集積を防ぐ意味でも副成分の少ないもの、つまり作物が利用吸収する成分で構成されたものを用いる。窒素成分は硝酸態窒素とアンモニア態窒素を使用し、尿素態窒素の使用は望ましくない。これは、養液土耕法は作物の生育に必要な肥料をリアルタイムで与える技術であり、尿素態窒素では分解して作物が利用可能なアンモニア態や硝酸態になるまでに時間を要するためである。

下記に単肥の配合による配合例を示す。

表5 単肥の使用肥料と配合例

使用肥料名	N:P:Kの成分(%)		
	A 硝酸カリ	13	0
B リン酸アンモニウム	11	60	0
C 第一リン酸カリ	0	51	33
D 硝酸アンモニウム	34	0	0

配合例	N:P:Kの割合	単肥の配合割合	N:P:Kの成分(%)
	1:1:1	1.3A+ 1 B+1 D	18:18:18
2:1:2	2.6A+ 1 B+2.1D	20:10:21	
2:1:3	6 A+1.5B+2.5D	18: 9:27	
2:1:4	5.3A+ 1 B+1.2D	16: 8:32	
1:2:1	1 A+1.5B+0.6D	16:29:15	
1:4:4	1 A+0.5B+ 1 C	7:32:32	

N : P : Kの比が2 : 1 : 4の肥料でN成分が50mg/m<sup>2</sup>（ベッド実面積）/日の施肥を行う場合の例を以下に示す。

- ・単肥配合割合は上記表より、5.3A+1 B+1.2Dで成分比は16:8:32である。
- ・N成分で50mg/m<sup>2</sup>/日 → 500mg/10m<sup>2</sup>（1ベッド面積）/日
- ・1回の施肥は液肥50mlを灌水の水に混入させる場合（N成分で1%の液肥を混入させる場合）、

$$500\text{mg}/50\text{ml} \rightarrow 10\text{g}/\ell$$

$$10\text{g} \times 100 / 16 = 62.5\text{g}/\ell$$

$$\text{液肥}10\ell \text{ 作る場合 } 625\text{g}$$

- ・単肥の配合量

$$\text{A (硝酸カリ)} \quad 625\text{g} \times 5.3 / 7.5 = 441.6\text{g}$$

$$\text{B (リン酸アモニウム)} \quad 625\text{g} \times 1 / 7.5 = 83.3\text{g}$$

$$\text{D (硝酸アモニウム)} \quad 625\text{g} \times 1.2 / 7.5 = 100\text{g}$$

\*5.3、1、1.2はそれぞれの係数

$$*5.3 + 1 + 1.2 = 7.5$$

単肥を所定量混合し、水10ℓに溶かす。

## 7. 品目別養水分管理法

### 1) スプレーギク

#### (1) 定植前の準備

投入する土壤改良資材は、物理性改善を主眼におくため、窒素成分の多い堆きゅう肥の使用を避け、木質の有機質資材など繊維質で難分解性のものが望ましい。具体的にはもみがら、クリプトモス、パーク堆肥などを使用する。春～初夏での施用は、地温が高く分解が急激に進行し、施用から1～2ヶ月に窒素飢餓を引き起こす可能性が高い。この時期に施用する場合には、1日あたりの窒素施肥量を多くする必要がある。施用時期は9～10月の地温が20℃から徐々に下がる時期に行うのが望ましい。

土壤改良資材は、リン酸質資材は水溶性および溶性リン酸の両方を含み、水溶性リン酸含有量の高い重焼りん、腐植りんの施用が効果的である。カリ資材は土壤中交換性カリ濃度が基準値を下回る場合のみ、硫酸カリを必要量のみ施用する。石灰および苦土資材は、苦土石灰80kg/10a程度の施用を行う。以上を12～2月出し定植前の9～11月の時期に年1回行うことが望ましい。

また、定植前の乾土の土壤分析を行い、可給態リン酸や交換性塩基類（カリ、カルシウム、マグネシウム）の不足分は先に示した資材を用いて補給する。逆に多い場合は、資材の施用を控える。

#### (2) 水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベットが75cm幅で5条植えの場合、両端から15cmの位置に2本設置する。チューブのノズル間隔は30cmが望ましい。定植直前は土壤水分をpF2.2程度に保つ。定植直後から活着まで（約1週間）は手灌水を行い、活着を促進する。

ドリップチューブの養水分施用は、未明時からスタートし、正午までに完了させる。5時からスタ

ートすれば1時間のインターバルで12時までで8回に分けて灌水できる。1回あたりの灌水量は圃場の広さによって異なるが、おおむね時間にして1分30秒程度を目安にする。土壌pFメーターを設置してpF2.2程度を維持するように灌水量を変更する。灌水量の変更は、1日あたりの回数を増減することによって行う。1回あたりの灌水時間（または灌水量）は変えないようにする。雨天時は、液肥のみの設定として、以後の灌水は手動で灌水をストップする。灌水量は季節によってもかなり異なってくる。

表6 スプレーギクの灌水量の目安（pF2.2目標、黒ボク土）

栽培時期	灌水量
4～9月	3.0～6.0ℓ/m <sup>2</sup> /日（ベット面積）
	1.8～3.6t/10a/日（ベット利用率60%）
10～3月	1.5～2.5ℓ/m <sup>2</sup> /日（ベット面積）
	0.9～1.6t/10a/日（ベット利用率60%）

### (3) 肥培管理

日々の肥培管理は液肥により行う。根が活着する2～3日前から施用する。朝1回の灌水時に液肥を同時に給液し、その後は水のみを灌水とする。使用する肥料の成分は窒素、リン酸、カリの三要素でよい。

品種や時期によって変わってくるが、窒素形態は硝酸態窒素とアンモニア態窒素1：1配合で、窒素 リン酸、カリの比率は4～9月が1：3：2、10～3月は概ね1：4：4の配合割合を基本として施用する。

#### ①家庭用切り花規格栽培（カジュアルフラワー規格）

家庭用切り花規格として、莖長65cm以上、生体重35g以上を目標とした場合、施肥量の目安は生育盛期で窒素成分で75mg/m<sup>2</sup>/日（ベット面積）程度である。

周年栽培における施肥管理プログラムは、表7のとおりであるが、4～9月出荷と10～3月出荷では、温度および日射量等の栽培条件が異なり生育に影響するため、栽植密度および消灯までの栄養生長期間を変える必要がある。

表7 スプレーギクの家庭用切り花規格栽培における生育ステージ別の施肥管理プログラム

	定植後0週	1～	2～	3～	4～	5～	6～	7～	8～	9～	10	合計(kg/10a)
全窒素施用量	0mg/m <sup>2</sup>	13	75	75	75	75	0	0	0	0		2.2
リン酸	0	13	75	75	75	75	115	115	115	0		4.6
カリ	0	13	75	75	75	75	75	75	75	0		3.8

無摘心、品種：Weldon、冬季最低18℃、黒ボク土  
全窒素：硝酸態窒素＋アンモニア態窒素



表8 スプレーギクの家庭用切り花規格栽培における出荷時期と適栽植密度および適栄養生長期間（品種：Weldon）

出荷時期	栽植密度	栄養生長期間
4～9月出荷	100本/m <sup>2</sup> （ベットの面積）	2週間（5～9月出荷）
	200本/3.3m <sup>2</sup> （ベット利用率60%）	
10～3月出荷	70本/m <sup>2</sup> （ベットの面積）	3週間（10～4月出荷）
	140本/3.3m <sup>2</sup> （ベット利用率60%）	

## ②高位規格切り花栽培

高位切り花規格として、茎長85cm以上、生体重50g以上の切り花栽培を目標とした試験では、9月出荷と4月出荷では、地温の違いによる土壤中からの無機養分の供給施肥量が異なるため、施肥量、栽植密度を変える必要がある（表9、表10）。なお、栄養生長期間はいずれの時期も4週間とした。

表9 スプレーギクの高位切り花規格栽培における生育ステージ別の施肥管理プログラム mg/m<sup>2</sup>（ベットの面積）/日

	定植後0週～	1～	2～	3～	4～	5～	6～	7～	8～	12	合計(kg/10a)
9全窒素施用量	90mg/m <sup>2</sup>	90	90	90	180	180	208	208	0		8.0
月リン酸	180	180	180	180	360	360	309	309	270		22.0
出カリ	110	110	110	110	220	220	309	309	180		15.5
4全窒素施用量	180mg/m <sup>2</sup>	180	180	180	180	360	360	360	0		14.0
月リン酸	383	383	383	500	500	500	500	500	500		29.0
出カリ	224	224	224	500	500	500	500	500	330		17.5

無摘心、品種：Weldon、冬季最低18℃、黒ボク土

表10 スプレーギクの家庭用切り花規格栽培における出荷時期と適栽植密度および適栄養生長期間（品種：Weldon）

出荷時期	栽植密度
9月出荷	100本/m <sup>2</sup> （ベットの面積あたり50本/m <sup>2</sup> 、2本仕立て）
	200本/3.3m <sup>2</sup> （ベット利用率60%）
4月出荷	70本/m <sup>2</sup> （ベットの面積あたり、無摘心）
	140本/3.3m <sup>2</sup> （ベット利用率60%）

## (4)簡易栄養診断

植物体樹液の診断には、蕾のついていない最上位の完全展開葉直下の茎の数節の節間を用いる。蕾がついて木質化した茎は水分含有率が下がり浸出時の希釈倍数が変わり適当でない。また、まだ若い脇芽は養分含量にばらつきがあるため適当でない。

表11に樹液および土壌抽出液中の無機成分濃度の基準値を示す。

表11 樹液浸出液および土壌抽出液中の無機成分濃度およびECの診断基準値

診断	生育	無機成分濃度 (ppm)					EC (mS/cm)		
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO		MgO	
サンプル	ステージ								
	植物体	栄養生長期	50~300	40以下	50~100	1000~2000	100~250	50~100	0.1~0.6
	樹液	発蕾後2週まで	100~300	10~40	50~250	〃	250~1000	100~200	0.6~0.9
		開花まで	100以下	30以下	100以上	〃	〃	〃	0.4~0.6
土壌	栄養生長期	10~50	5以下	5程度	10程度	25~100	5~20	0.2~0.4	
	抽出液	発蕾後2週まで	10以下	〃	〃	〃	〃	0.2~0.4	
		開花まで	〃	〃	〃	〃	10~20	0.2~0.3	

診断基準値の読み方は、以下のとおりである。

硝酸態窒素：植物体樹液では定植後2～3週が200～300ppm程度で最も高く、定植後4週以降は100ppm以下で徐々に低下する傾向がみられる。土壌抽出液では定植後1～2週は栽培時期別の土壌から分解する無機態窒素量および蒸気消毒処理による影響等により、各作型による数値差が大きい。定植後3週以降は、おおむね10ppm以下で推移するように液肥施用量を調整する。

アンモニア態窒素：各作型とも生育期間をとおして植物体樹液では10～40ppm程度、土壌抽出液では1ppm以下で推移する。植物体樹液は硝酸態窒素との比較により、アンモニア態窒素が高まる場合は、灌水量の多少による生育障害等が考えられるため、灌水量の見直しを検討する。また、同時に冬季栽培時に土壌抽出液の窒素濃度が高い場合は、寡日照により養分吸収がスムーズに行われていないことが考えられるため、早朝補光等の対策を取る。土壌抽出液の濃度が高まる場合は窒素施用量を削減する。

リン酸：植物体樹液中リン酸濃度は定植後4週までは75ppm以下で推移し、それ以降は高まる傾向にあり、冬季の作型を除いて100ppm以上で推移する。植物体樹液中リン酸濃度は50ppmを最低目標とする。50ppm以下の状態が長く続くとリン酸欠乏による著しい生育抑制が見られるので特に注意する。冬季の栽培では生育初期に見られやすいので、前述した土壌改良資材の施用が必要となる。土壌抽出液中リン酸濃度は1～2ppm程度で推移する。なお、可給態リン酸が高い栽培土壌では5～10ppm程度を維持する傾向がある。土壌抽出液の濃度が低くても植物体樹液中濃度が基準値に達していれば問題はない。カリ：植物体樹液中カリ濃度は生育期間を通して、1000～2000ppmで推移する。1000ppm以下の状態が続いた植物体は、軟弱で病害虫の発生しやすい傾向がみられるので、カリ施用量をやや多くする必要がある。土壌溶液中カリ濃度は10ppm程度を最低目標にして施用量を調整する。なお、植物残さの鋤込みを続けた場合は、定植直後2～3週までは高く推移する傾向にある。

カルシウム：土壌抽出液はおおむね25～100ppm程度で推移し、発蕾以降はやや高まる傾向である。土壌中交換性カルシウム濃度が高いと土壌抽出液も高まる傾向がある。

マグネシウム：植物体樹液中マグネシウム濃度は50～250ppmの範囲で徐々に高まる傾向がある。土壌抽出液は10～20ppm程度で推移する。土壌中交換性マグネシウム濃度が高いと土壌抽出液も高まる傾向

がある。

また、品種による推移の差を作型や品種を変えて調べた結果、差が大きいのは硝酸態窒素、アンモニア態窒素、カルシウムであり、他の成分の差は小さいことがわかっている。

## 2)キク

スプレーギクに準じる項目がほとんどなので、ここでは変更点のみの記述とする。

### (1)定植前の準備（スプレーギクの項参照）

### (2)水分管理

灌水チューブの配置は県内では9cm×45cmの2条植えで行われているので、条間の中央に1本配管する。ノズルピッチは、20～30cmが望ましいが、40cmでも可能である。それ以外はスプレーギクの項を参照。

### (3)肥培管理

基本的には、スプレーギクの項②の高位規格のプログラムを応用して行う。但し、栄養生長期間は6～8週になるので留意する。1日あたりの成分別施肥量は、スプレーギクの1.5倍程度に設定する必要がある。

### (4)簡易栄養診断

基本的にはスプレーギクとほぼ同様。しかし、栄養生長期間に差があることは留意する必要がある。成分別の留意点は以下のとおり。

硝酸態窒素－スプレーギクと比較するとやや濃度が低く推移する。

カリースプレーギクと比較すると、高い数値を示すことが多い。濁度による判定では、20倍希釈液を用いるとよい。RQフレックスの測定では、10倍希釈液をそのまま用いることが可能。なお、1000ppm以下の状態を長く続けることは避ける必要がある。上限については、検討中。

## 3)カーネーション

### (1)定植前の準備

物理性改善のために有機質資材を施用する。施用する資材はスプレーギクの項に準じる。

### (2)水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベッドが80cm幅で6条植えの場合、両端から20cmの位置に2本設置する。チューブのノズル間隔は30cmが望ましい。

定植直後から活着まで（約1週間）は手灌水を行い活着を促進する。栽培面積が広域な場合は、手灌水の代わりに散水チューブをベッドの中央部に1本設置し利用すれば省力になる。定植前の土壤抽出液が高い場合（EC1.0mS/cm以上）は、定植前よりドリップチューブで水のみ施用し、肥料成分を一時的に下方に追いやるなどの方法を取り、植え痛みを軽減する。また、収穫終了の概ね20日前より灌水のみとし、余剰な肥料を残さないようにする。

ドリブチューブの養水分の施用は、スプレーギクの項に準ずるが、インターバルは夏季の蒸散量が多いときは短めに、冬季の蒸散量が少ないときは長めにするなどして調節する。1回の灌水量は土壌水分（pF値）によって加減する。pF値は夏季で2.0、冬季で2.5ぐらいが管理の目安となる。灌水量の目安は表12のとおりである。

表12 カーネーションの灌水量の目安（黒ボク土）

栽培時期	灌水量
5～10月	2.0～4.0 ℓ / m <sup>2</sup> / 日（ベッド実面積）
	1.2～2.4 t / 10a / 日（ベッド利用率60%）
11～4月	1.0～2.0 ℓ / m <sup>2</sup> / 日（ベッド実面積）
	0.6～1.2 t / 10a / 日（ベッド利用率60%）

表に示した灌水量はマルチをしていない場合で、マルチを利用した場合は地表面からの蒸散量が減るため灌水量は少なくなる。概ね表の数値の7～8割かと思われる。

### (3) 肥培管理

カーネーションは、5月下旬から7月上旬にかけて改植する周年生産の作型では、生育相は大きく4つに分けられる。まず、定植から8月中旬までの株養成期で、この時期は梅雨による寡日照と梅雨明け後の高温など気象の変化が激しく、一番管理に注意が必要な時期である。地温の上昇による土壌中の無機成分の濃度が高くなりやすいので、特に栄養診断を駆使して肥培管理を行う。次は、8月中旬から1番花の収穫期にかけてである。栃木県ではお盆過ぎには夜温が下がりだし、急速に成長を始める。ポイントとして吸収量が高まる前に十分に肥料分を供給しておくことである。次は1番花の収穫ピークを過ぎた頃からで、日照時間も短くなり、生育が停滞する。吸肥量もこの時期は落ちる。その後2～3月頃から再び生育が旺盛になる。

以上の生育特性を踏まえて生育に応じた施肥管理を行う。また、窒素、リン酸、カリの吸収割合は、生育初期はほとんど同じ割合で吸収するが、生育が進むにつれカリ成分の吸収量が高まる。概ね2：

1：4である。ステージ別施肥量の目安を表13に示す。

表13 カーネーションの周年栽培における  
時期別施肥管理プログラム mg / m<sup>2</sup>（ベッド面積） / 日

	I	II	III	IV	合計 (kg/10a) *	
全窒素施用量	50	100	50	100	16.4	I 6月～8月中
リン酸	50	50	25	50	9.2	II 8月中旬～12月上旬
カリ	50	200	100	200	30.9	III 12月上旬～2月中旬
						IV 2月中旬～5月中旬

5月下旬～6月上旬定植、中2条抜き6条植え、1回半摘心、品種：ライトピクパーバラ、黒ボク土  
\*施設利用率65%で計算

#### (4)簡易栄養診断

植物体樹液の診断には、蕾のついていない20cm程度伸びた茎を採り、その最上位の完全展開葉直下の茎の数節の節間を用いる。蕾がついて木質化した茎は水分含有率が下がり浸出時の希釈倍率が変わり適当でない。また、まだ若い腋芽は養分含有量にばらつきがあるため適当でない。下記に診断基準値を示す。

表14 樹液浸出液および土壌抽出液の無機成分濃度の基準値

診 断 サンプル	無機成分濃度 (ppm)				
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
植物体 樹 液	100~200	10以下	50~200	1000~2000	100~250
土 壌 抽出液	10~50	5以下	5~50	10~50	25~100

#### 4)バラ

##### (1)定植前の準備

スプレーギクの項に準じる。特にバラは1度植えると何年も改植しないので、パークヤクリプトモスなどの難分解性の有機質資材を投入する。

##### (2)水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベットが70cm幅で2条植えの場合（株間20cm、条間30cm）、条間の中央に1本設置する。チューブのノズルの間隔は30cmのものを使用する。

ドリップチューブの養水分施用は未明時からスタートし、正午までに完了させる。5時からスタートすれば1時間のインターバルで12時まで8回に分けて灌水する。1日の灌水量の目安は表15のとおりである。

表15 バラの灌水量の目安（黒ボク土）

栽培時期	灌 水 量
5~10月	2.0~4.0ℓ/m <sup>2</sup> /日（ベッド実面積）
	1.2~2.4t/10a/日（ベッド利用率60%）
11~4月	1.0~2.0ℓ/m <sup>2</sup> /日（ベッド実面積）
	0.6~1.2t/10a/日（ベッド利用率60%）



### (3) 肥培管理

日々の肥培管理は液肥により行う。朝1回の灌水時に液肥を同時に給液し、その後に水のみを灌水とする。

表16 バラの生育ステージ別の施肥管理プログラム (mg/株/日)

ステージ	株養成期	収穫期
全窒素施用量	15	30
リン酸	15	30
カリ	15	30

### (4) 簡易栄養診断

植物体樹液の診断には、発蕾時期の最上位完全展開葉を挟んだ上下2節の茎を用いる。

表17 樹液浸出液および土壌抽出液の無機成分濃度およびECの適正值

診断	無機成分濃度 (ppm)				
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
植物体樹液	5以下	100~200	50~100	2000~4000	100~250
土壌抽出液	10~50	5以下	5~50	10~50	25~100

### 5) デルフィニウム

#### (1) 定植前の準備

スプレーギクの項に準じる。

#### (2) 水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベッドが90cm幅で4条植え(株間30cm、条間20cm)の場合、両端から20cmの位置に2本設置する。チューブのノズルの間隔は30cmのものを使用する。

ドリップチューブの養水分の施用は、4時からスタートし、1時間のインターバルで12時まで9回に分けて施用する。m<sup>2</sup>当たり1日の灌水量の目安は下記の通りである。

表18 デルフィニウムの生育ステージ別の灌水量の目安

生育ステージ	灌水量
ロゼット期前期 (定植後3週間)	2.8 ℓ / m <sup>2</sup> / 日
ロゼット期後期 (4~7週)	1.8 ℓ / m <sup>2</sup> / 日
主茎伸長開始期 (8~13週)	2.6 ℓ / m <sup>2</sup> / 日
発蕾期 (14~16週)	1.5 ℓ / m <sup>2</sup> / 日
開花期 (17週~)	0.7 ℓ / m <sup>2</sup> / 日

黒ボク土、1月下旬定植、5月出荷加温栽培の例

### (3) 肥培管理

日々の肥培管理は液肥により行う。朝1回の灌水時に液肥を同時に給液し、その後は水みのみの灌水とする。根が活着する2～3日前から施用する。使用する肥料の成分は窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムとする。

施肥管理プログラムについてはまだ試験中であるが、表19にその管理の一例を示す。

表19 生育ステージ別の施肥管理プログラム (例)

定植後週数	0～3	4～7	8～13	14～16	17～
窒素	0	27	97.5	57	0
リン酸	0	27	97.5	57	0
カリ	0	27	97.5	57	0
カルシウム	0	9	34	19	0
マグネシウム	0	2.7	9.8	5.7	0

1月下旬定植5月出し、品種：フルーロー（栄養系）  
 90cm幅ベッド、条間20cm、株間30cm、4条植え、冬季最低15℃、黒ボク土  
 数字はmg/m<sup>2</sup>（ベッド面積）/日  
 肥料はOK-F-9（窒素15%、リン酸15%、カリ15%、カルシウム5%、マグネシウム1.5%）

### (4) 簡易栄養診断

植物体樹液の診断には、蕾のついてない最上位の完全展開葉直下の茎の数節の節間を用いる。表20に樹液および土壌抽出液中の無機成分濃度の基準値を示す。

表20 デルフィニウムの樹液浸出液および土壌抽出液の無機成分濃度およびECの適正值

診断 サンプル	生育 ステージ	無機成分濃度 (ppm)						EC (mS/cm)
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
植物体 浸出液	0～3	50～200	10～25	25～80	1500～2000	1000～1500	100～150	1.0～1.5
	4～7	50～200	10～25	50～80	1500～2000	1000～1500	100～150	1.0～1.5
	8～13	50～200	10～25	50～100	1500～2000	1000～1500	100～200	0.8～1.2
	14～16	25～130	10～25	50～100	1500～2000	1000～1500	100～200	0.8～1.2
	17～	25～130	10～25	50～100	1500～2000	1000～1500	100～200	0.8～1.2
土壌 抽出液	0～3	5～20	0～1.8	1～5	10～25	100～255	20～50	0.5～1.2
	4～7	5～20	0～1.8	0.5～2.5	5～25	100～255	20～50	0.5～1.2
	8～13	1～5	0～1.8	0.5～2.5	5～25	25～150	10～35	0.4～0.8
	14～16	1～5	0～1.8	0.5～2.5	5～25	25～125	10～35	0.3～0.5
	17～	1～5	0～1.8	0.5～2.5	5～25	25～125	10～35	0.3～0.5

## 6) トルコギキョウ

### (1) 定植前の準備

スプレーギクの頂に準じる。定植時の植え痛みを防ぐため、定植時の土壌抽出液の硝酸態窒素濃度が35ppm以下、EC1.0ms/cm以下にする。

### (2) 水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベットが90cm幅で6条植え（株間15cm、条間15cm）の場合、両端から20cmの位置に2本設置する。チューブのノズルの間隔は30cmのものを使用している。

ドリップチューブの養水分施用は未明時からスタートし、正午までに完了させる。5時からスタートすれば1時間のインターバルで12時まで8回に分けて灌水する。1日の灌水量の目安は表21のとおりである。

表21 トルコギキョウの生育ステージ別の灌水量の目安

生育ステージ	灌水量
ロゼット期（定植後4週間）	1.8 ℓ / m <sup>2</sup> / 日
主茎伸長開始期（5～8週）	1.6
主茎伸長期（9～18週）	1.3
発蕾期（19～21週）	0.6
開花期（22週～）	0.3

黒ボク土、12月上旬定植、5月出荷加温栽培の例

### (3) 肥培管理

日々の肥培管理は液肥により行う。朝1回の灌水時に液肥を同時に給液し、その後に水だけの灌水とする。根が活着する2～3日前から施用する。使用する肥料の成分は窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムとする。

施肥管理プログラムについてはまだ試験中であるが、表22にその管理の一例を示す。

表22 トルコギキョウの生育ステージ別の施肥管理プログラム（例）mg/m<sup>2</sup>（ベット面積）/日

	定植後0週	～ 4	5	～ 8	9	～ 18	19	～ 21	22～
全窒素施用量		0mg/m <sup>2</sup>		33		66		30	0
リン酸		0		33		66		30	0
カリ		0		33		66		30	0
カルシウム		0		11		22		10	0
マグネシウム		0		3.3		6.6		3	0

12月定植5月出し、品種：あづまの波、キングオブビューティー

90cm幅ベット、条間15cm、株間15cm、6条植え、冬季最低12℃、黒ボク土

#### (4)簡易栄養診断

植物体樹液の診断には、蕾のついていない最上位の完全展開葉直下の茎の数節の節間を用いる。表23に植物体浸出液および土壌抽出液中の無機成分濃度の基準値を示す。

表23 トルコギキョウの植物体浸出液および土壌抽出液の無機成分濃度およびECの適正值

診断 サンプル	定植後 の週数	無機成分濃度 (ppm)					EC (mS/cm)	
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO		MgO
植物体 浸出液	0～4	0～5	10～25	25～100	1000～2000	100～500	50～200	0.5～1.0
	5～8	0～20	25～50	25～100	1000～2000	100～500	100～200	0.8～1.2
	9～18	0～10	25～50	50～100	1500～3000	250～1000	200～500	1.0～1.5
	19～20	0～10	10～25	50～100	1500～3000	250～1000	200～500	1.0～1.5
	21～	0～5	10～25	25～100	1500～3000	250～1000	100～200	0.5～1.0
土壌 抽出液	0～4	20～50	1以下	0.5～1.8	10～25	100～150	20～50	0.5～0.8
	5～8	20～50	1以下	0.5～1.8	10～25	100～150	20～50	0.7～1.0
	9～18	5～20	1以下	0.5～1.8	10～25	100～150	20～50	0.7～1.0
	19～20	5～20	1以下	0.5～1.8	10～25	25～100	10～20	0.2～0.5
	21～	1～5	1以下	0.5～1.8	10～25	25～100	10～20	0.2～0.5

#### 7)ユリ

##### (1)定植前の準備

スプレーギクの項に準じる。

##### (2)水分管理

灌水チューブの配置は、栽培ベットが75cm幅で5条植えの場合、両端から15cmの位置に2本設置する。ベット幅がより広い場合は同様の間隔で配管するようにする。チューブは30cmピッチの硬質ポリ材質のドリップチューブが良い。

定植直前から、出芽約3週間後の遮光資材を外す時期までは日の出1時間前からPM3:00の間に1時間程度のインターバルで1日あたり3～4 ℓ/m<sup>2</sup>程度の灌水を行う（アジアティック系）。一方オリエンタル系では1日あたり6 ℓ/m<sup>2</sup>程度の灌水が必要である。灌水量が少ないと生育の揃いが極めて悪くなるので留意する。その後は、液肥以外の灌水を控え発蕾時までは土壌pF値2.0程度を目標に灌水量を設定する。その後は、茎を堅くするために液肥以外の灌水は行わないようにする。

表24 生育ステージ別灌水量の目安 ℓ/m<sup>2</sup>

種別	ステージ			
	定植	～ 出芽3週間後	～ 発蕾期	～ 収穫期
オリエンタル系	5～6	1～2	0.3 (液肥のみ)	
アジアティック系	3～4	1～2	0.3	
目標土壌pF値	1.2～1.5 (検討中)		2.0	—

### (3) 肥培管理

定植時から、日の出1時間前の液肥施用を行う。アジアティック系は伸長しやすい品種と伸長しにくい品種では、定植時からの液肥施用量を変える必要がある。

表25 品種別の1日あたりチッソ施肥管理プログラム mg/m<sup>2</sup> (暫定)

種別	ステージ			合計 (kg/10a)
	定植 ~	出芽3週間後 ~	発蕾期 ~ 収穫期	
オリエンタル系	400	200	0	15.4
アジアティック系				
(伸長しやすい品種)	200	200	0	8.4
(伸長しにくい品種)	400	200	0	12.6

注) 施肥量は10~12月定植12~3月出しの作型における目安の数値である。春~夏季においては減肥が可能であると予想されるが明確な数値は未検討。

伸長しやすい品種：レガタ、ネロネ、マジエント、ソレミオ、ラトヤなど

伸長しにくい品種：ソルベット、ラバ、メントン、モナ、メイクアップなど

リン酸は、チッソの2倍程度を基準として、土壤抽出液中リン酸濃度が基準値以上の場合は窒素と同量とし、pHが基準以上であればリン酸の施用を控える。

カリは、窒素の2倍程度を基準とする。土壤抽出液中カリ濃度が基準値以下の場合は3~4倍程度の施用とする。基準値以上の場合は、チッソと同量にする。収穫時まで施用する。

### (4) 簡易栄養診断

植物体樹液：(アジアティック系) 蕾のついていない最上位完全展開葉直下の茎を用いる。

(オリエンタル系) アジアティック系と同じ部位か、蕾のついていない上位葉を用いる。上位葉については、検討中の段階であることに留意する。

なお、ユリについては試験中の段階であり、情報程度にとどめておくことを勧める。

表26 ユリの樹液および土壤抽出液中のpH、EC、無機成分濃度の数値

診断サンプル	無機成分濃度(ppm)						EC (mS/cm)	pH
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		
植物体浸出液	0							
アジアティック茎	0	15~30	50~100	2000~4000	50~150	150~300	0.4~0.6	6.0~6.5
オリエンタル茎	0	20~60	100~200	1000~2000	100~200	50~100	0.4~0.6	〃
上位葉	0	20~40	100~200	2000~4000	300~600	100~300	0.8~1.0	〃
土壤抽出液	5~30	1以下	5~10	10~20	10~15	5~20	0.2~0.4	5.5~6.0

供試品種は、アジアティック系はソレミオ、オリエンタル系はカサブランカ。

測定は、アンモニア態窒素、マグネシウムは比色法利用、土壤抽出液中カリはカリイオンメーターで行った。それ以外の無機成分はRQフレックスによる測定値を酸化物表示に換算して示した。

なお樹液中アンモニア態窒素は、樹液の原液か2倍希釈液を用いれば20~180mg/lの試験紙を用いて測定可能であることを確認している。



## 8. 今後の養液土耕の課題

### 1) 品目、作型別の養水分管理プログラムの設定

カーネーション、スプレーギク、トルコギキョウ、デルフィニウム、ユリについてはある程度の養水分管理の基準値ができています。ただし、それらの品目でも作型や品種によって異なり、今後もデータの蓄積が必要である。また、土壌条件、気象条件に対応出来る基準値の作成も必要である。

しかしながら、各生産現場で、土壌抽出液、植物体樹液の分析と生育状況調査を定期的に行っていけば、すべての基準値がなくても分析データを生育診断の判断材料にして、順調な生育をさせることは可能である。

### 2) 土壌条件にあった灌水方法の確立

栃木県の場合、土壌は表層多腐植質黒ボク土で水持ちのいい圃場が多い。他の土壌統、土壌統群による圃場の場合、適度な水分を適切な範囲に供給するための灌水方法を検討する必要がある。

### 3) 土壌改良資材の利用方法の確立

有機質資材の施用は土壌の物理性改善を目的で行い、木質堆肥やモミガラ堆肥など窒素成分の少ないものを利用する。ただし、将来的にはこれらの資材の分解に伴う窒素飢餓の可能性もあり、投入量は随時判断していく。

また、定植前に土壌分析を行い、無機成分バランスが崩れている場合は可給態リン酸および交換性陽イオンでは、適時それらの土壌改良資材を施用し、化学性を改善する。

### 4) 養液土耕法による長期連作の弊害

養液土耕法はまだ7～8年の連作事例しかない。本法では土壌は植物体の支持体としてとらえ、土壌改良資材は施用するが、微量元素についてはほとんど考慮していない。長期連作の場合、何らかの弊害が出てくる可能性もある。

### 5) 分析、診断方法の統一

全国的に養液土耕のシステム、栄養診断方法、診断基準が未統一のため、分析データの互換性がない。特に、樹液分析用の植物体の採取部位や土壌抽出液の採取方法が違えばデータや基準値をそのまま利用しにくいという問題がある。今後はRQフレックス等の診断方法の統一をすすめていく必要がある。

参考資料

養液土耕法および類似試験の状況（花き関連）

試験研究機関名	試験年度	呼 称	対象品目	システム概要
栃木農試	H 2 ~	養液土耕法	トルコキキョウ デルフィニウム カー、ユリ、 リントウ、ストック バラ、輪ギク スプレーキク カーネーション	点滴チューブ（カテーフトューブ）、自動 灌液装置による養水分の供給。 簡易栄養診断の実施。植物体樹 液、最上位完全展開葉直下の茎 。土壤、土壤水分飽和後点滴給 水による浸出液利用。
滋賀農試	H 1 ~ 3	液肥栽培	カーネーション	隔離ベンチで栽培、有孔チューブ で毎日液肥を供給。簡易栄養 診断併用。
	H 3 ~ 6	簡易養液耕 移動栽培	カーネーション	プランターにくん炭と土をつめ、有 孔チューブで液肥を供給する。
兵庫淡路 技	H 7 ~ 8	施肥灌水栽 培（養液土 耕）	カーネーション	点滴チューブ（ラム）、肥料OKF2、 3反射マルチ併用 *（株）大塚化学システム利用。
愛知総農	H 4 ~ 10	灌水施肥栽 培	カーネーション スプレーキク 輪ギク	木枠ベンチ、隔離ベンチ。チュー ブはTチューブ。タイマー灌水。簡易 栄養診断併用。植物体1N塩酸 で浸出。土壤、1:2生土浸出法。
宮城園試	H 9 ~	養液土耕栽 培	輪ギク	ドリフトチューブ（ストリームライン）、 pHセンサー利用。葉を栄養診断に 利用。土壤、1:5生土浸出法。
福岡農総	H 8 ~ 10	養液土耕栽 培	輪ギク	地中灌水リキパイプ利用。1 日4回灌水。1ℓ/m <sup>2</sup> の養液 (OKF10)施用。
香川農試	H 7 ~ 8 9 ~ 13	灌水施肥栽 培	輪ギク トルコキキョウ	点滴チューブ（ラム）、1 ~ 2回 /日灌水。液肥OKF6。
熊本農研	H 9 ~	灌水同時施 肥	キク親株	ドレンベッド。大塚ハス1、2号 A処方施用。

（長崎県専技 諸岡作成）

## 参考文献

- ・ 栃木農試花き部、平成3年～平成9年度花き試験成績書
- ・ 愛知農総試・花き研究所環境研究室、1993、カーネーション灌水施肥栽培における栄養診断、平成4
- ・ 日本農業新聞、1998、普及すすむ養液土耕（8回連載）、日本農業新聞：1998、9、24～10、7
- ・ 日本農業新聞、1998、普及すすむ養液土耕 カーネーション上、日本農業新聞：1998、9、24
- ・ 仲谷紀男、1996、用語「養液土耕」について、関東東海土壤肥料技術連絡協議会幹事各位あて文書
- ・ 栃木農試他、1997、家庭用切り花の新生産システムの開発(2)養液土耕法を中心とした生産システムの現地実証および経営評価、「平成6～8年度、地域重要新技術開発促進事業、研究報告「花き生産流通の大型化と消費の日常化に対応した低コスト安定生産システムの確立」」：211-213
- ・ コスモイリゲーションシステム、K.I.S.ソイルマットカルチャーシステム仕様書
- ・ コスモイリゲーションシステム、1995、液肥・灌水制御装置 K I S B 灌水制御盤取扱説明書
- ・ 渡辺和彦、迅速養分テスト法、農業技術体系土壌施肥編第4巻、基本210-232
- ・ 峯岸長利、1990、花の迅速養分テスト法、農業技術体系土壌施肥編第4巻、実際314の2-314の7
- ・ 船山卓也、1998、スプレーカーネーションの養液土耕法による栽培技術、農耕と園芸、73、4：135-138
- ・ 船山卓也、1998、養液土耕による低コスト・安定生産、平成10年度野菜・花き並びに茶業課題別研究会、カーネーション生産の動向と今後の課題：46-52、農林水産省野菜・茶業試験場
- ・ 船山卓也、1996、養液土耕による高品質生産、生産者事例、栃木県・9～5月出荷、栃木県黒磯市 岡崎和夫、農業技術体系花卉編第7巻：189-194、農文協
- ・ 船山卓也・古口光夫、1997、養液土耕における適正液肥施用方法の検討、平成8年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：150-151
- ・ 栃木農試他、1997、家庭用切り花の新生産システム、「平成6～8年度、地域重要新技術開発促進事業、研究報告「花き生産流通の大型化と消費の日常化に対応した低コスト安定生産システムの確立」」：27-31
- ・ 「現代農業」編集部、養液土耕でカーネーション、現代農業：200-207
- ・ 栃木農試他、1997、家庭用切り花の新生産システム、「平成6～8年度、地域重要新技術開発促進事業、研究報告「花き生産流通の大型化と消費の日常化に対応した低コスト安定生産システムの確立」」：12-17
- ・ 鈴木智久、1995、栃木県黒磯市 養田勝重 養液土耕で連作障害回避、農業技術体系花卉編第6巻、411-416、農文協
- ・ 鈴木智久、1996、養液土耕法によるスプレーギクの規格品生産、関東東海農業の新技術 12号(1996)：119-124
- ・ 鈴木智久、1997、養液土耕栽培法を用いたスプレーギクの栽培管理技術、農耕と園芸、72、7：93-9

- ・鈴木智久、1998、養液土耕によるスプレーギク栽培、農耕と園芸、73、4:132-135
- ・鈴木智久・古口光夫、1997、家庭用切り花の安定生産に向けた生育制御技術の開発、平成8年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：132-135
- ・鈴木智久、1997、養液土耕による周年安定生産、平成10年度野菜・花き並びに茶業課題別研究会、スプレーギクを中心としたキク生産の現状と今後の展望：57-64、農林水産省野菜・茶業試験場
- ・鈴木智久・古口光夫、1998、養液土耕法によるスプレーギク栽培技術の確立、平成9年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：92-99
- ・鈴木智久・古口光夫、1998、養液土耕法によるスプレーギク栽培（第3報）養水分管理プログラムの周年栽培への適応性、園学雑67別2、98(花き)：372
- ・岡部陽一、1995、トルコギキョウ、デルフィニューム、カラーチルドシアーナの切り花生産における簡易栄養診断、関東東海農業の新技术 11号(1995)：160-167
- ・岡部陽一・峯岸長利、1993、トルコギキョウの養液土耕栽培、平成5年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：110-111
- ・岡部陽一・峯岸長利、1994、養液土耕法によるデルフィニュームの栽培技術、関東東海農業の新技术 10号(1994)：240-243
- ・岡部陽一、1995、トルコギキョウ、デルフィニューム、カラーチルドシアーナの切り花生産における簡易栄養診断、関東東海農業の新技术 11号(1995)：160-167
- ・岡部陽一・峯岸長利、1993、デルフィニュームの養液土耕栽培、平成4年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：140-141
- ・岡部陽一・峯岸長利、1995、デルフィニュームの養液土耕栽培、平成6年度花き試験成績概要集（公立）－関東・東海－：102-103
- ・日本農業新聞、1998、普及すすむ養液土耕カーネーション上、日本農業新聞：1998、9、24
- ・長島貴之、1997、養液土耕法によるカーネーション栽培について、青年農業者プロジェクト発表資料

## 編集後記

農産物の輸入自由化に象徴されるように花き類も輸入が増加し、生産・流通の国際化時代の到来となり産地間競争は世界的規模で行われている。

バラ、カーネーション、スプレーキクなどは国際価格となり、省力化、低コスト生産の確立が急務となっている。

一方、地下水汚染などの環境問題がクローズアップされ栽培体系も閉鎖系に志向されている。

その中で、養液土耕法は環境にやさしく、省力化、低コストそして担い手にはコンピューター管理による夢のある新しい技術である。

今後、時間をかけて多くの品目について適応性を検討し、より確実な技術にしていきたい。

### 編集執筆者

花き部長 古口 光夫 (平成7～ )

主任 船山 卓也 ( )

技師 鈴木 智久 ( )

### 研究担当者

峯岸長利 (平成2～6年) 川島法子 (平成2～3年)

鈴木正史 (平成2～4年) 岡部陽一 (平成2～6年)

大野義文 (平成4年 ) 久地井恵美 (平成2～7年)

和久井隆 (平成2～8年) 大嶋悦子 (平成5～6年)

常見譲史 (平成5～8年) 高崎 正 (平成8～ )

篠崎文之 (平成9～10年) 酒井美幸 (平成9～ )

### 研究補助者

堀井数己

相場小夜子、福田隆子、床井瑞子

藤野ハル、 手塚恵子、館野房子、永岡洋子

### 研究支援者

養液土耕研究会 (前会長 養田勝重、会長 岡崎和夫)

現地委託試験地 (壬生町 山野上三郎、塩谷町 金子将憲、

氏家町 長島貴之、 黒磯市 養田勝重、岡崎和夫)

### 研究協力者

高橋栄一 (栃木県専技)

諸岡淳司 (長崎県専技)