

## 施設園芸用点滴チューブの種類別給液特性

井手 治・森山友幸・姫野修一<sup>1)</sup>・伏原 肇<sup>2)</sup>  
(園芸研究所)

精度の高い給液が求められる点滴かん水施肥栽培等におけるかん水資材選定の基礎データを得ることを目的として、点滴タイプのかん水チューブの給液特性とその精度について検討し、次のことを明らかにした。

- 1 点滴タイプのかん水チューブは、散水タイプと比較して給液精度が極めて高かった。
- 2 点滴タイプのかん水チューブは、低吐出圧力やかん水時間が短い場合、また、2.0%程度の勾配条件下においてもその均一性を維持できた。
- 3 給水口からの距離が75m程度になると、軟質タイプの点滴チューブでは硬質タイプに比較して給液精度が高かった。
- 4 点滴チューブの給液精度は、点滴口1個当たりの吐出量および給水口側と末端側の吐出圧力差により大きく影響された。
- 5 硬質タイプのうちダイアフラムタイプの点滴チューブは、末端側が水圧調整弁の弁作動圧力を確保できないと、吐出量が極端に減少し、給液精度が低くなった。

[キーワード：点滴かん水施肥栽培，かん水チューブ，点滴チューブ，給液精度，水圧調整弁]

Irrigation Characteristics of Drip Irrigation Tubes for the Protected Cultivation. IDE Osamu, Tomoyuki MORIYAMA, Syuichi HIMENO and Hajime FUSHIHARA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549 Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 22 : 75-79 (2003)

For the purpose of obtaining basic data of irrigation material selection in drip fertigation cultivation, etc. that the supplying with the high accuracy is required, irrigation characteristics and supplying accuracy of drip irrigation tubes were examined, and next fact was clarified.

1. The supplying accuracy of drip-type irrigation tubes was much higher than water sprinkling type irrigation tubes.
2. Drip type irrigation tubes maintained uniformity under gradient conditions of about 2.0%, and when the discharge pressures was low or when irrigate time was short.
3. In drip irrigation tubes of the soft type, supplying accuracy was higher than for hard type tubes, when the distance from the water supply side consisted for about 75m.
4. The dripping accuracy of the irrigation tubes depended greatly on discharge pressure difference in water supply side and end side and discharge rate per drip.
5. For the diaphragmed drip irrigation tubes of hard type, the dripping amount drastically fell when the water pressure regulating valve failed to be activated due to low pressure at the end side.

[Key words: drip fertigation cultivation, irrigation tube, drip irrigation tube, supplying accuracy, water pressure regulating valve]

### 結 言

近年、施設における果菜類や切り花類の生産においては、環境への負荷が少なく、施肥およびかん水管理作業の省力化が図られる点滴かん水施肥栽培の普及が進みつつある。点滴かん水施肥栽培は、点滴チューブでの養液供給が前提となる。点滴タイプのチューブは、乾燥地における大規模節水灌漑が中心のイスラエル、アメリカ、オセアニアなどにおいて古くから開発、利用されてきた<sup>1)2)</sup>。一方、灌漑水が潤沢に得られた日本においては、従来から塩化ビニール多孔パイプやポリエチレン製多孔チューブによる散水かん水が主流であり、点滴チューブによるかん水は、少量づつ長時間かけてかん水するわずらわしさや、畝の表面全体が湿らないことによる不安感など、日本人のかん水概念との相違により最近まで一部の養液栽培を除いてほとんど導入がなかった<sup>5)7)</sup>。しかし、

最近になって作業負担の軽減や省力化、あるいは高品質化を目的とした点滴かん水施肥栽培やイチゴ高設栽培、隔離土耕栽培などの新しい栽培方法の普及にとともに、点滴タイプのチューブが改めて注目されてきている。

これらの新しい栽培方法は、少量の培土量や根域への給液量制限などを特徴とし、きめ細かいかん水や養液供給が必要であり、給液精度の高いかん水チューブの選定が技術成立の前提となる。長ら<sup>3)</sup>、山本ら<sup>4)</sup>は実験用に試作した点滴ノズルの減圧機構を水理的に検討し、水圧と滴下流量の関係についてノズル設計製作の際の基礎データとして報告している。しかし、栽培現場に導入されている市販のかん水チューブの種類別にその特性や給液精度を同一条件下において試験した事例は少なく<sup>6)</sup>、点滴かん水施肥栽培装置等を自家施工する際の資材選定や配管設計を行うための基礎データが不足している。

そこで、代表的なかん水チューブ、特に点滴タイプのチューブの給液精度およびその減圧構造によるタイプ別

1) 現豊前分場 2) 前園芸研究所

特性について検討した。

### 試験方法

給液精度は、樹脂製容器（長さ1.2m×幅13cm）を縦方向に並べ、その上にかん水チューブを点滴孔を上向きに敷設し測定した。ここで、点滴孔を上向きに敷設する理由は、点滴タイプのチューブを使用する際は通常、土壌接地面からの砂等の吸い込みによる目詰まりを防止するため、点滴孔を上向きに敷設することが推奨されているためである。給水口から5m毎の容器に溜まるかん水を捕集後、重量を測定し吐出量とした。吐出圧力は、給水口側0m地点における圧力とし、各供試チューブのメーカー仕様による適正使用圧力範囲内で設定した。かん水時間は、給水口側の電磁弁のONからOFFまでの時間で、チューブ1m当たり約1,000～2,000mLの吐出量になるように設定し、電磁弁のOFF後チューブから水滴が落ちなくなったところまでの吐出量とした。また、点滴タイプのチューブの点滴孔ピッチはいずれも20cmピッチのチューブを供試した。

まず、試験1および試験2において、点滴タイプのかん水チューブと、これまで慣行的に使用されてきた散水タイプのかん水チューブ（ポリエチレン製多孔チューブ）の給液精度について検討した。次に、点滴チューブは減圧構造などの違いから数タイプに分けられるので、タイプ別の給液特性について、試験3および試験4で検討した。

なお、試験1および試験2は1998年5月に、試験3および試験4は2001年4月に、いずれも福岡県農業総合試験場内で実施した。

#### 試験1 かん水チューブのタイプ別給液精度

試験1は、第1表に示す点滴タイプ3種類（商品名：CTL16, Streamline80, T-テープ）、散水タイプ2種類（商品名：ポリロンチューブ, エバーフローA型）の合計5種類のかん水チューブを供試した。以下、これらを順に点滴A, 点滴B, 点滴C, 散水A, 散水Bと呼ぶ。給液精度は、給水口からの距離を50mで試験した。なお、試験2の勾配条件下における試験以外は、試験実施場所における勾配が±0.33%であり、ほぼ水平であるとみなした。

ここで、点滴タイプとはポリエチレン製チューブあるいはパイプに、点滴ドリッパーまたはチューブ内に一次水路、二次水路（ラビリンス）を有するもので、低流量で滴下するタイプのかん水チューブである。また、散水タイプとは幅約5cm, 肉厚0.1mm内外のポリエチレン製チューブにマシンで線状に孔あけ加工したもので、多方向へ乱噴射するタイプである<sup>8)9)</sup>。

#### 試験2 異なる吐出圧力、かん水時間および勾配をつけた条件下における給液特性

試験2は、点滴Aおよび散水Bを供試した。吐出圧力を各3水準、かん水時間の長さを点滴Aでは2水準、散水Bでは3水準設定した。給液精度は、給水口からの距離50mで試験した。また、養液栽培システム等において

は、給排水の簡易化を図るために勾配を付ける場合があることから、勾配条件下における給液精度を勾配2.1%、給水口からの距離30m条件下で試験した。

#### 試験3 点滴チューブのタイプ別給液精度

試験3は、第2表に示す硬質ードリッパーダイアフラムタイプ2種類（商品名：ラム, エデン）、硬質ードリッパーラビリンスタイプ1種類（商品名：ダガン）、軟質ードリッパーラビリンスタイプ2種類（商品名：Streamline80, 流滴）、軟質ラビリンスタイプ2種類（商品名：T-テープ, QueenGil）の合計7種類の点滴チューブを供試した。以下、これらを順にA, B, C, D, E, F, Gと呼ぶ。試験では、点滴チューブのタイプ別給液精度がより明確になるよう、給水口からの距離を100mおよび75mとした。

ここで、点滴タイプのうち、硬質タイプをパイプ肉厚が約1.0mmのもの、軟質タイプをチューブ肉厚が約0.2mmのものと便宜上分類した。ドリッパーとはチューブ内部の点滴孔位置に固定された減圧装置のことであり、ダイアフラムタイプとラビリンスタイプがある。ダイアフラムとはある一定吐出圧力以上で点滴孔からの吐出量を一定に制御するゴム製の水圧調整弁である。ラビリンスとは小断面二次水路のことで、この二次水路を通過する間に減圧される構造である。また、軟質タイプラビリンスタイプとはチューブ素材自体が二重構造の一次水路、二次水路を有するチューブである。

#### 試験4 硬質タイプ点滴チューブにおける給液不均一の発生要因

試験4では、試験3と同一の7種類の点滴チューブを供試した。

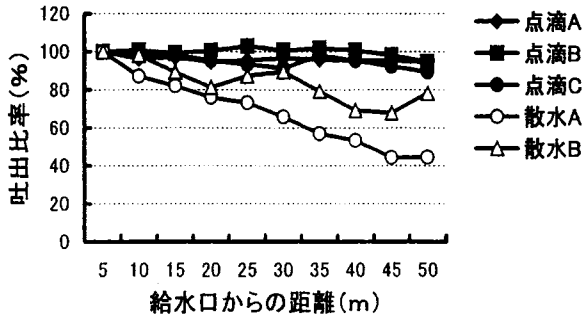
まず、各点滴チューブ2m（点滴孔10個）を敷設し、点滴孔1個にかかる吐出圧力を変動させた場合の点滴孔1個当たりの吐出量を測定した。ここで、点滴孔1個当たりの吐出量は、供試した点滴チューブの長さが2mと短いことから、いずれの点滴孔にかかる吐出圧力も給水口側圧力とほぼ同一とみなし、点滴孔5個の平均吐出量とした。

次に、各点滴チューブについて給水口からの距離100mにおいて、給水口側圧力を変動させた場合の給水口側0m地点とチューブ末端側100m地点の吐出圧力差を測定した。

第1表 給水精度試験に供試したかん水チューブ

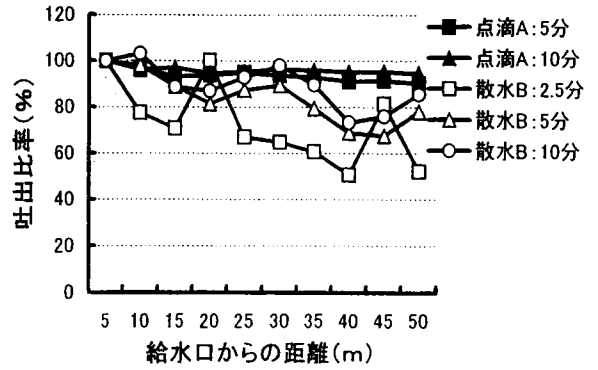
タイプ	適正使用圧力(MPa)	資材商品名
点滴A	0.10～0.20	CTL16
点滴B	0.03～0.09	Streamline80
点滴C	0.03～0.10	T-テープ
散水A	0.02～0.04	ポリロンチューブ(7mm)
散水B	0.01～0.05	エバーフローA型

- 1) 点滴チューブの吐出孔ピッチはいずれも20cmのものを供試した。
- 2) 適正使用圧力はメーカー仕様による。



第1図 かん水チューブのタイプ別給液精度 (1998)

1) 試験条件：点滴A；0.2MPa-10分，点滴B；0.1MPa-10分，点滴C；0.1MPa-5分，散水A；0.035MPa-5分，散水B；0.05MPa-5分



第3図 かん水時間と給液精度 (1998)

1) 試験条件：点滴A；0.2MPa，散水B；0.05MPa

結果

試験1 かん水チューブのタイプ別給液精度

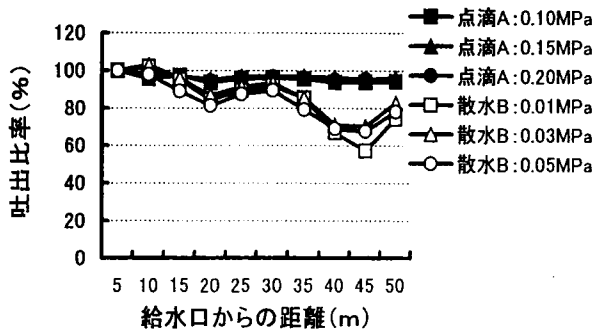
かん水チューブの給液精度の評価については、ISO9261による評価基準をもとに、給水口側5m地点の吐出量に対する各測定地点の吐出量の割合を吐出比率とし、その最低値が90~110%を給液精度の許容範囲とした。以下、吐出比率はそれぞれのかん水チューブの最低値とする。

散水タイプのかん水チューブ散水Aおよび散水Bは、チューブ末端に近づくほど吐出量の減少が顕著であり、散水Aで68%、散水Bで44%と給液精度は低かった。

方、点滴タイプのかん水チューブ点滴Aで95%、点滴Bで94%、点滴Cで91%であり、吐出量の減少が50m地点までほとんどみられず、高い給液精度を示した(第1図)。

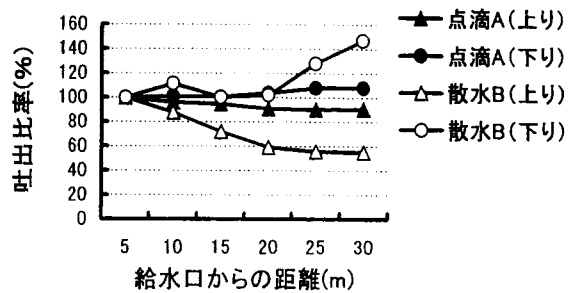
試験2 異なる吐出圧力、かん水時間および勾配をつけた条件下における給液特性

散水タイプのかん水チューブ散水Bは、吐出圧力0.01MPaで57%、0.03MPaで70%、0.05MPaで68%と吐出圧力を上げて高い給液精度は得られなかった。一方、点滴タイプのかん水チューブ点滴Aは使用適正水圧下限の



第2図 吐出圧力と給液精度 (1998)

1) 試験条件：点滴A；10分，散水B；5分



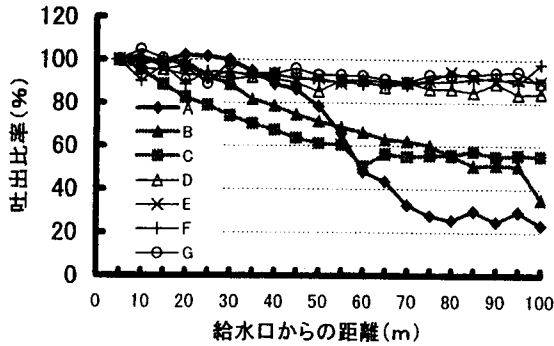
第4図 勾配条件下における給液精度 (1998)

1) 試験条件：点滴A；0.2MPa-10分，散水B；0.05MPa-5分

第2表 かん水精度測定に供試した点滴チューブ

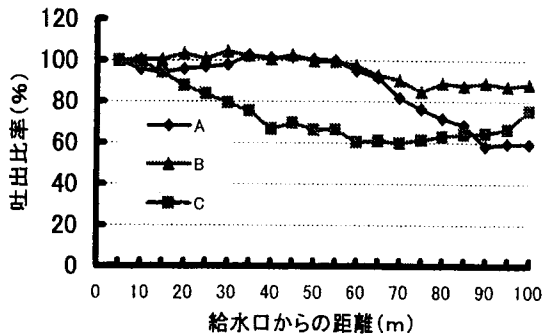
No.	タイプ	チューブ肉厚(mm)	適正使用圧力(MPa)	資材商品名
A	硬質-ドリッパー-ダイアフラム	1.00	0.05 ~ 0.35	ラム
B	〃 - 〃 - 〃	1.10	0.05 ~ 0.35	エデン
C	〃 - 〃 - ラビリス	1.00	0.04 ~ 0.35	ダガン
D	軟質-ドリッパー-ラビリス	0.20	0.03 ~ 0.09	Streamline80
E	〃 - 〃 - 〃	0.15	0.03 ~ 0.07	流滴
F	〃 - ラビリス	0.20	0.03 ~ 0.10	T-テープ
G	〃 - ラビリス	0.20	0.05 ~ 0.15	QueenGil

1) 点滴チューブの吐出孔ピッチはいずれも20cmのものを供試した。  
2) 適正使用圧力はメーカー仕様による。



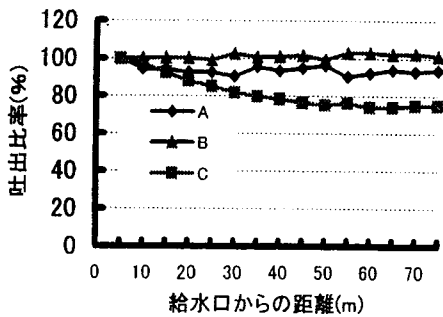
第5図 点滴チューブのタイプ別給水精度 (2001)

1) 吐出比率は5m地点の吐出量を100%とした。  
2) 試験条件: 100m-0.30MPa-10分



第6図 点滴チューブのタイプ別給水精度 (2001)

1) 試験条件: 100m-0.30MPa-10分



第7図 点滴チューブのタイプ別給水精度 (2001)

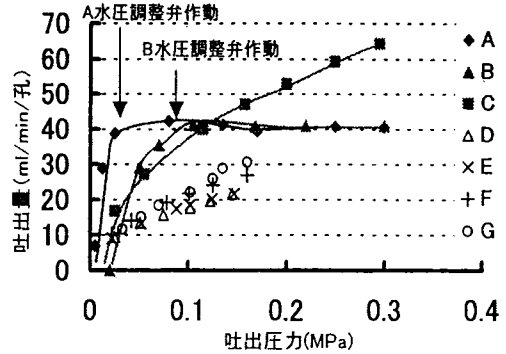
1) 試験条件: 75m, 0.30MPa-10分

0.10MPaにおいても94%であり、吐出圧力に関わらず高い給液精度を示した(第2図)。また、散水Bは、かん水時間を長く設定しても高い給液精度が得られず、点滴Aは、かん水時間の長さに関わらず高い給液精度を示した(第3図)。

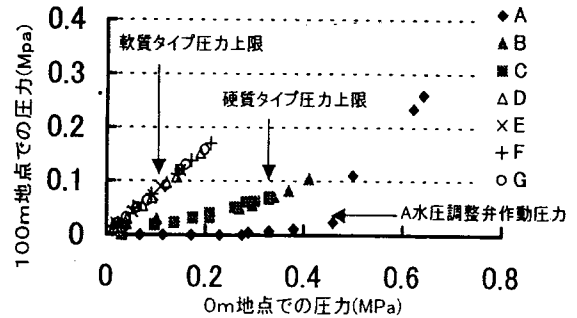
また、2.1%の勾配条件下における給液精度を5m地点のかん水量に対する各測定地点の吐出比率で比較すると、散水Bは、勾配の上りでは55%、下りでは147%と給液量の差がみられたのに対して、点滴Aは、上りでは90%、下りでは108%と給液量の差は少なく、給液精度の許容範囲内であった(第4図)。

試験3 点滴チューブのタイプ別給液精度

点滴タイプのチューブについてその給液精度を検討し



第8図 吐出圧力と点滴孔当たり吐出量(2001)



第9図 点滴チューブの0mと100m地点の圧力差 (2001)

1) 圧力計の計測精度より、0.002MPa以下は0MPaとした。

た結果、給水口からの距離100mにおいて、硬質タイプの点滴チューブA, B, Cは、適正使用圧力の範囲内の0.15MPa条件下においても末端側の吐出量がいずれも減少し、Aでは23.3%にまで減少した。一方、軟質タイプの点滴チューブD, E, F, Gの吐出比率はそれぞれ84.1%, 89.1%, 88.5%, 89.1%と90%以下ではあるものの硬質タイプ3種類と比較して高い給液精度を示した(第5図)。また、適正使用圧力の範囲内のうち0.3MPaの高吐出圧力条件下においてもAとCは、依然末端側の吐出量が減少した(第6図)。給水口からの距離を75mに短縮すると、A, Bともに92.1%, 99.2%と給液精度が高くなったが、硬質ードリッパーラビリンスタイプのCでは74.2%と依然末端側の吐出量が減少した(第7図)。

試験4 硬質タイプ点滴チューブにおける給液不均一の発生要因

各点滴チューブの点滴孔1個にかかる吐出圧力と点滴孔1個当たりの吐出量を第8図に示す。硬質タイプの3種類はいずれも、軟質タイプの4種類に比べて同じ吐出圧力でも吐出量が多く、特にCは他のチューブに比べて、吐出圧力変化に対する吐出量変化が大きかった。また、硬質タイプの中でも、ダイアフラムタイプのA, Bは、点滴チューブ内の吐出圧力が水圧調整弁作動圧力(Aで約0.02MPa, Bで約0.07MPa)以上になると一定の吐出量を示すが、弁作動圧力以下ではほとんど吐出しなかった。

次に、各点滴チューブについて給水口側0m地点とチ

ューブ末端側100m地点の吐出圧力差を測定した結果を第9図に示す。軟質タイプの4種類はいずれもその差が極めて小さく、適正使用圧力の範囲内において0mと100m地点がほぼ同じ吐出圧力であった。一方、硬質タイプの点滴チューブではその差が軟質タイプに比べて大きく、Aでは100m地点に吐出圧力がかかり始める給水口側0m地点の圧力は約0.4MPaであり、使用適正圧量範囲より高かった。

## 考 察

市販されている代表的なかん水チューブの給液精度およびその特性を同一条件下で検討した結果、施設園芸において従来から使用されてきた、エバーフローA型に代表される散水タイプのかん水チューブは、給水口側から遠くなるほど給液量が少なくなることが明らかとなった。つまり、これを毎日繰り返していると畝の手前と奥で給液量にムラが生じてくると考えられ、植物体の生育にも不均一が生じることが予想される。一方、点滴タイプのかん水チューブは給水口からの距離50mにおいては高い給液精度を示し、低吐出圧力やかん水時間が短い場合、さらに2.0%程度の勾配条件下においても均一性が維持されることが明らかとなった。このことから、少量多回数のかん水が推奨される点滴かん水施肥栽培<sup>10)11)</sup>においては、点滴チューブは必要不可欠な資材と考えられた。また、点滴タイプのかん水チューブは、一般的に低流量で使用するためかん水設備の簡易化が図れる<sup>10)</sup>うえ、勾配をつけた栽培システムや土耕栽培への適応性も高いことから、今後とも多様な栽培方法への普及の拡大が見込まれる。

次に、点滴タイプのかん水チューブにおいても、給水口からの距離が75m以上長くなる場合は、その種類や減圧構造によって給液精度が大きく影響されることも明らかとなった。試験3の結果より、硬質ードリッパーーダイアフラムタイプの点滴チューブは、給水口からの距離がおよそ75m以内の畝長さでの使用が適正と考えられ、硬質ードリッパーーラピリンスタイプについてはさらに短い距離での使用に限定されると考えられた。つまり、点滴チューブの給液精度は、減圧構造に依存する点滴孔1個当たりの吐出量および給水側と末端側の吐出圧力差により大きく影響される。軟質タイプの点滴チューブではその差が極めて少なく、いずれの資材も給液精度が高かった。長ら<sup>2)</sup>は滴下流量が少なければ、給水管内の流速が遅いので、摩擦損失水頭が小さく、給水管の始端と末端での給水管内水圧差がほとんどなくなると報告しており、本試験結果と一致する。一方、硬質タイプの点滴チューブではその差が軟質タイプに比べて大きかった。特にAでは、100m地点の水圧調整弁が作動する吐出圧力0.07MPaを得るためには、0m地点の吐出圧力を適正使用圧力よりも大幅に高くする必要があった。このことが第6図のAにおいて、末端の吐出量が減少した要因と考えられた。つまり、ダイアフラムタイプの点滴チューブ

は、末端側が水圧調整弁作動圧力を確保できないと、吐出量が極端に減少し、給液精度が低くなる場合があり、使用する場合はその末端で弁作動圧力が確保できているかどうかを確認する必要がある。これは畝長が75m以下の場合においても、1系統当たりの畝数が多くなる場合（横幅が広がる場合）は、同様に末端での吐出圧力を確認するとともに、点滴チューブの末端どおしを連結することにより吐出圧力の均一化を図るなどが重要であると考えられる。

本報では、施設園芸において利用されている市販のかん水チューブについて、その種類別に同一条件下でいくつかの給液特性を検討した。その結果、点滴チューブは散水チューブに比べて高い給液精度を示すが、使用条件を誤ると給液精度が低くなる場合があるため、特に自家施工する際は留意が必要であることを指摘した。

今後は、本試験結果に基づく高精度、低コストな点滴チューブの開発が待たれるとともに、点滴チューブの目詰まりの発生要因についても、その減圧構造による特性の解明を進めていきたい。

## 引用文献

- 1) 長 智男・山本太平(1971)トリクルかんがいについて。砂丘研究, 18(1): 82~90.
- 2) 長 智男・竹内芳親・山本太平(1974)砂丘地における露地メロンのトリクルかんがいについて。鳥取大砂丘研報13: 1~6.
- 3) 長 智男・山本太平・渡辺宗亮(1973)トリクルかんがい組織におけるノズルの水理について。鳥取大砂丘研報12: 13~19.
- 4) 山本太平・川崎弘之(1975)トリクルかんがい組織におけるノズルの水理について—水温と滴下流量との関係—。鳥取大砂丘研報14: 9~14.
- 5) 遠山征雄・竹内芳親・大下真吾(1987)点滴かんがい法による砂丘地のナガイモ栽培(第1報)点滴ホースの種類と散水法の比較。鳥取大砂丘研報26: 67~72.
- 6) 鈴木智久・古口光夫(1999)養液土耕法によるスプレーギク栽培(第4報)ドリップチューブの選定と水分管理方法。園学雑68(別1): 305.
- 7) 六本木和夫・加藤俊博(2000)野菜・花きの養液土耕。東京。農山漁村文化協会, pp. 23~25.
- 8) 荒木陽一(1992)農業技術体系野菜編12. かん水資材と野菜の生育。施設・資材, pp. 76の4~20.
- 9) 遠山征雄(1993)農業技術体系野菜編12. 点滴かん水と野菜の生育。施設・資材, pp. 76の22~33.
- 10) 六本木和夫・加藤俊博(2000)野菜・花きの養液土耕。東京。農山漁村文化協会, pp. 65~73.
- 11) 山中正仁・宇田 明・宮浦紀史(2000)ドリップチューブを利用した灌水同時施肥栽培における灌水回数とカーネーションの生育, 収量および切り花品質の関係。園学雑69(別2): 472