セル培地に必要な散水量と植物体の大きさの関係

誌名	岡山大學農學部學術報告 = Scientific report of the Faculty of Agriculture, Okayama University
ISSN	04740254
著者名	後藤,丹十郎 吉田,裕一
発行元	岡山大學農學部
巻/号	92号
掲載ページ	p. 27-30
発行年月	2003年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

セル培地に必要な散水量と植物体の大きさの関係

後藤丹十郎・吉田裕一
(応用植物機能学講座)

Relationships between Plant Size and Amount of Overhead Irrigation Required for Uniform Water Supply to Individual Cell Medium

Tanjuro Goto and Yuichi Yoshida
(Department of Applied Plant Science)

In order to clarify the problems with overhead irrigation systems for cell transplant production, uniformity of water supply by a boom spraying system was investigated. Furthermore, uneven water soaking into individual cell medium caused by plant cover growing in such cells was investigated. The amount of water supply from a boom spraying system varied considerably with the arrangement of the nozzles. Although a larger number of nozzles was set on the boom, the maximum amount of supplied water in the central part of the boom was about twice as much as that at each end of the boom. When no plant was grown in the cells, uniform water supply to individual cell medium was obtained by a downright sprinkler system. However, when stock (*Matthiola incana* R. Br.) plants were grown in cells, variation in the amount of water soaking into the medium increased noticeably with increase in the plant size growing in the cells and with a decrease in the amount of supplied water. Plant covers with overlapped leaves may disturb the uniformity in the amount of water soaked into individual cell medium. As twice the water consumption may be required for uniform water supply into individual cell medium with an overhead irrigation system, a subirrigation system may be desirable for economical and ecological automatic irrigation to produce cell transplants on a large scale.

Key words : automatic irrigation, boom spraying, cell transplant production, overlapped leaves, uneven water soaking

緒　言

近年，花卉や野菜において，セルトレイを利用したセル苗生産が急激に増大している．セルトレイのセルはそれぞれが独立しているため，セル間の水分量に差が生じやすい．従って，自動散水装置を備えて大規模なセル苗生産が行われている場合であっても，不均一な水分状態を補正するために，散水ノズルによる手灌水を行うことが多い．また，適切な水管理を行うにはセル苗の水分変動と光，温度，湿度等の環境要因との関係に関する知識と経験が要求される[3,14]．そのため，効率的で安定した自動灌水システムの開発が望まれている．

均一な苗品質が求められるセル苗の自動灌水システムには，生育むらを生じさせないためにできる限り均一な灌水が可能な方法を採用する必要がある．セル苗に対する灌水方法としては，頭上散水法と底面給水法の２つがあり，花卉では花壇苗や鉢物においてこれらの方法が比較検討されている[1,2,7,8,9]．自動式の頭上散水装置は設置費が安価であるが，通常は散水ノズルが用いられ，均一な散水を行うために多数のノズルを持つブーム式散水装置が広く利用されている[14]．しかし，散水むらが生じやすいため，実際には大規模に行われている場合であっても，均一な生育をはかるために散水ノズルによる手散水が補足的に行われることが多い．また，セル苗は，密植されており，植物の生育が進むに従って葉面積指数(LAI)が著しく高くなるため，頭上散水で生じる散水むらの程度も大きくなるものと推察された．

本研究では，セル育苗における灌水方法として用いられている頭上散水法の問題点を明確にするために，まず，実際の苗生産施設において，ブーム式の頭上散水装置による育苗ベンチ内の散水むらを調査した．次に散水むらがほとんど生じないよう設置した散水ノズルによって苗齢の異なるストックセル苗に散水した場合のセルごとの灌水量の変動について調査した．

Received October 1, 2002

材料と方法

本実験では，頭上からの灌水を散水，底面からの灌水を給水と定義した．さらに，底面給水法と比較して，頭上散水法ではセルトレイ以外への散水やセルからのリーチングのため，散水された水量とセル中に保持される水量とが大きく異なる．これらを明確に区別するため，散水された水量を散水量，セル中に保持される水量を灌水量と定義した．

1．頭上散水装置による散水量の変動

1998年6月25日に，JA香川県三豊広域育苗センターにおいて，幅2mの育苗ベンチ上に9cmのシャーレ20個を1列に並べ，ブーム式頭上散水装置（アクアウイング，誠和製）を1往復させ，シャーレ内に散水された重量を測定した．測定は3回反復した．

2．散水ノズルによる灌水量のセル間の変動

ストック'ホワイトドルセ'の種子を2000年12月20日に，ピートモス：砂を3：1に混合した培地を詰めた220穴セルトレイ（セル容量12mℓ，直径24mm×高さ35mmの円筒形；みのる産業製）に播種し，子葉展開後から底面給水させた．1月19日（23日齢区）と31日（42日齢区）に，十分に給水した後，1/2枚のセルトレイ（110セル）全体の重量を測定し，初めの重量から約300g減少した時点で処理を開始した．セルトレイ底面から排液を回収するために，セルトレイと同じ大きさの容器を準備し，その上にセルトレイを設置した．単位時間当たりの散水量は少ないが，比較的大きな面積に均一に散水することが可能な散水ノズル（マイクロスプリンクラー，Netafim製）を用いて，1/2枚のセルトレイあたり150，300，450g頭上散水した．散水終了後直ちにセルを一つ一つに切り離し，植物体を含むセルと培地の重量(A)を測定した．測定はセルトレイの中位3列の30セルについて行った．その後，10分間底面給水し各セルの重量(B)を測定した．再び全体の重量が約300g減少した時点で各セルの重量(C)を測定し，以下の式によって個々のセルへの灌水量を計算した．

頭上散水による灌水量＝A－C

底面給水による灌水量＝B－C

Cの測定後に地上部の生育調査を行った．植物体による被覆の影響について検討するため，1月9日（対照区）に，ピートモス：砂を3：1に混合した培地を詰めた220穴セルトレイ1/2枚（110セル）に上記と同様の方法で，セルごとの灌水量を測定した．

結果および考察

1．頭上散水装置による散水量の変動

頭上散水装置アクアウイングを往復作動させたときの散水量をFig. 1に示した．一列に並べたシャーレ内への散水量は，ノズルからの散水の重なり程度によって大きく異なり，散水量の最小値は0.091mmであったが，最大値は0.177mmと，最小値の約2倍であった．特に両端が著しく少なかったが，中央部においてもシャーレへの散水量にばらつきがみられ，最大30％程度異なった．

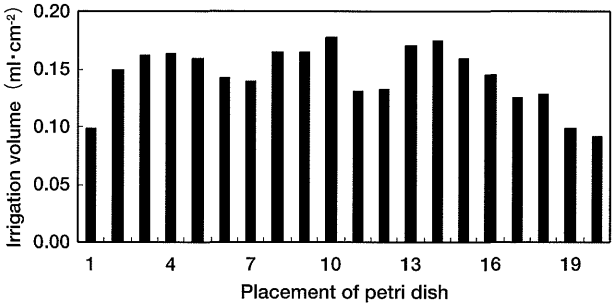

Fig. 1　Variations in irrigation volume by 'Aqua wing' overhead irrigation system. Twenty 9-cm petri dishes were placed in a row on a 2m-wide bench.

散水ノズルが多数設置され，散水むらに十分配慮して設計されたブーム式散水装置であっても，育苗ベンチ両端の散水量が著しく少なかった．ブーム式散水で端のセルにまで必要な量を散水するためには，散水必要面積よりかなり広い面積に散水する必要があると考えられる．さらに，中央部においても灌水量のばらつきが大きく，ノズルの数，向きや散水量を変化させて調整したとしても，ベンチ全体を均一に散水することは難しいと考えられる．散水量の変動を20％程度に抑えることが可能であるとしても，すべてのセルに必要量を十分に散水するためには蒸発散量より30から50％多く散水することが必要になる．

2．散水ノズルによる灌水量のセル間の変動

23日齢区および42日齢区の茎長はそれぞれ，4.3，7.1cm，節数は4.2，7.8節，葉面積は21.2，45.1cm²，LAI（葉面積指数）は2.59，5.51であった．トレイ1/2枚（110セル）あたり150，300，450g散水後のセル底面からの排液量は，対照区がそれぞれ0，17.2，95.3gであったのに対し，23日齢区と42日齢区はそれぞれ0，7.5，61.1gと0，17.3，72.9gであった．

1セルあたりの灌水量の変動係数をFig. 2に示した．対照区では散水量にかかわらず0.05前後であった．42日齢区はいずれの散水量においても23日齢区より大きかった．散水量が150gから300gに増加すると変動係数は著しく小さくなったが，300gから450gに増加しても減少はわずかであった．

底面給水で各セルに与えられた灌水量に対する頭上散水で各セルに与えられた灌水量の比（以下灌水比とする）をFig. 3に示した．いずれの処理区においても，散水量が多くなるほど灌水比は高くなった．対照区では蒸発散によって失われた水分と同量（300g）散水するとほぼ灌水比が1に達したが，植物体が生育している場合，灌水

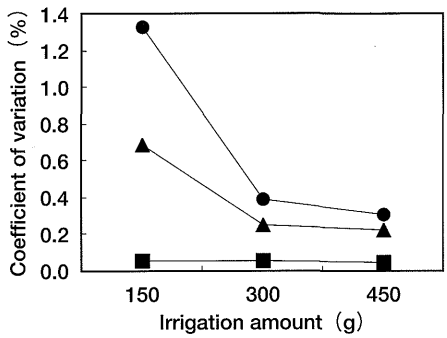

Fig. 2　Coefficient of variation in the amount of water absorbed by cell medium irrigated with overhead irrigation of stock cv. White Dorse seedlings grown in cell flat as affected by the amount of overhead irrigation and interruption by the growing plants (■: no plant, ▲: 23 days after sowing, ●: 42 days after sowing).

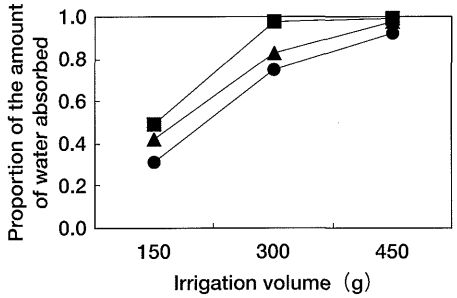

Fig. 3　Proportion of the amount of water absorbed by medium supplied with overhead irrigation to that supplied with subirrigation for stock cv. White Dorse seedlings grown in cells flat as affected by the amount of overhead irrigation and interruption by the growing plants (■: no plant, ▲: 23 days after sowing, ●: 42 days after sowing).

比は300 g散水しても0.8以下であり，450 g散水するとほぼ1に達した．灌水比の値は42日齢区で23日齢区より絶えず低かった．

植物体が存在しない場合には，頭上散水においても1セルごとの灌水量の変動係数は小さく，散水量が少なくてもほぼ均一な散水が可能であった．しかし，セルで植物が生育している場合には，散水量が少ないほど変動係数が大きくなった．また，植物体（葉面積）が大きいほど，変動係数が大きくなった．植物が大きくなるほど，葉が相互に重なり合い遮蔽が大きくなるため，散水された水が入りやすいセルと入りにくいセルの差がより大きくなるのであろう．また，植物体が大きい場合，灌水比は植物体が小さい場合と比較してわずかに低下した．これは葉が大きくなり，葉を伝わって，トレイの外に落ちる水量が多くなったためと考えられる．いずれの大きさにおいてもセル苗群落の重量減少分の1.5倍の450 g散水すれば，ほぼ十分量散水できたことから，頭上散水ですべてのセルに十分な散水を行うためには，均一な散水が可能な場合であっても蒸発散量よりかなり多量の散水が必要なことが明らかになった．

本実験では，セル育苗における灌水方法として，施設費が安価な頭上散水法について検討したが，ブーム式散水ノズルによる頭上散水では広範囲に均一に散水することは困難であり，育苗ベンチ全体に十分な散水を行うには過剰の散水が必要であることが示唆された．次に，実験的にほぼ均一に散水した場合においても，植物が大きくなるほどセルごとの灌水量の変動が大きくなった．頭上散水ですべてのセルに対して均等に散水するためには，蒸発散量の1.5倍程度散水する必要があると考えられた．キャベツセル苗の散水においても，頭上散水では，散水量が少ない場合，根鉢の水分の斉一性が低くなることが示されている[5]．その原因として，苗の地上部による遮蔽の他に培地の親水性低下が指摘されている．セル育苗に用いられる培地の多くがピートモスを主体としているため[10]，培地の乾燥によって極度に撥水性が高まることが多い[11]．その結果，特に乾燥傾向のセル苗ほど培地が吸収する水分が少なくなりやすくなる．一方，藤原ら[5]も指摘しているとおり，底面給水ではセルに直接給水できるため，地上部の遮蔽は考慮する必要がなく，給水時にある程度の水圧が加わるため，培地の親水性低下の影響も解消されやすいと考えられる．

本実験で示されたように，頭上散水において各セルが保持する水分を均一に維持するためには，底面給水法と比較して，必要な水量がかなり多くなる．頭上散水によってすべてのセルに必要量散水するには，蒸発散量の2倍近くの量を散水する必要があると考えられる．液肥を施用する場合には流亡による養分利用効率の低下や排出液による汚染が大きな問題となる[15]ため，頭上散水法における養分管理は基肥中心とならざるを得ない．十分量を均一に散水するため多量に散水した場合には，基肥の流亡も問題となる．さらに，植物の種類によって好適なセルサイズや育苗期間が異なるため，多品目少量生産される場合が多い花卉のセル苗生産においては，基肥重点施肥による適切な施肥管理が困難である[14]．それに対して，追肥重点施肥法は，肥効調節が容易であり，底面給水法と組み合わせることによって高い施肥効率が得られる．さらに，追肥重点施肥法は労力を軽減し技術を単純化できるため，セル苗生産の大型化，システム化に適している[6]．

一方，底面給水法は，培養液を再利用するため，水耕栽培と同様に土壌伝染性病害によって大きな被害を受ける可能性がある．また，頭上散水法と比較して培地中への塩類集積が起こりやすく，濃度障害が生じる可能性も指摘されている[4]．しかし，均一な給水が可能であるため生育むらが生じにくい[12]上に，培養液を再利用するため水や養分の利用効率が高い[4,13]．従って，セル育苗の灌水自

動化にあたっては頭上散水法より，液肥による養水分管理を前提とした底面給水法を採用することが望ましいと考えられた．

要　約

セル育苗における灌水方法として用いられている頭上散水法の問題点を明らかにするため，実際の苗生産施設において，ブーム式の頭上散水装置による育苗ベンチ内の散水むらを調べた．また，苗齢（23，42日齢区）の異なるストックセル苗に散水ノズルによって散水（1/2セルトレイあたり0，150，300，450g）した場合のセルごとの水分吸収量の変動を調べた．

ブーム式の頭上散水装置による散水量は，ノズルからの散水の重なり程度によって大きく異なり，散水量の最大値は最小値の約2倍であった．ブームの中央部においても散水量にばらつきがみられ，最大30%程度異なった．均一な散水を行った場合であっても，セルで植物が生育している場合には，散水量が少ないほどセルあたりの灌水量の変動が大きくなった．また，植物体（葉面積）が大きいほど，変動が大きくなった．以上のことから，頭上散水法ですべてのセルに必要量散水するには，蒸発散量の2倍以上の散水が必要と推定され，セル育苗の灌水自動化にあたっては，灌水の均一化，養水分の利用効率の面から，頭上散水法より底面給水法を採用することが望ましいと考えられた．

文　献

1）Argo, W. R. and J. A. Biernbaum：Irrigation requirements, root-medium pH, and nutrient concentrations of Easter lilies grown in five peat-based media with and without an evaporation barrier. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **119**, 1151-1156（1994）
2）Argo, W. R. and J. A. Biernbaum：The effect of irrigation method, watersoluble fertilization, preplant nutrient charge and surface evaporation on early vegetative and root growth of poinsettia. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **120**, 163-169（1996）
3）Armitage, A. M.：最新花壇苗の生産技術．長村智司訳，農山漁村文化協会，東京（1999）
4）Barret, J. E.：Water and fertilizer movement in greenhouse subirrigation systems. Greenhouse Manager, **10**, 89-90（1991）
5）藤原隆広・吉岡　宏・四方　久・佐藤文生：キャベツセル成型苗の定植時における根鉢の水分状態が活着と生育の斉一性に及ぼす影響．園芸学会雑誌，**67**，773-777（1998）
6）池田幸弘：花壇苗生産の技術と経営，農山漁村文化協会，東京（2000）
7）Kent, M. W. and D. W. Reed：Nitrogen nutrition of new-guinea impatiens 'Barbados' and *Spathiphyllum* 'Petite' in a subirrigation system. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **68**, 49-54（1996）
8）Klock-Moore, A. K. and T. K. Broschat：Differences in bedding plant growth and nitrate loss with a controlled-release fertilizer in two irrigation systems. HortTechnol., **9**，206-209（1999）
9）Klock-Moore, A. K. and T. K. Broschat：Irrigation systems and fertilizer affect petunia growth. HortTechnol., **11**，416-418（2001）
10）小林五郎：育苗培地．容器の種類と特徴．農業技術体系．野菜編12．共通技術・先端技術，pp. 93-102，農山漁村文化協会，東京（1995）
11）加藤哲郎：ピートモス．農業技術体系．土壌施肥編7．各種肥料・資材の特性と利用，pp. 175-176の2，農山漁村文化協会，東京（1991）
12）Lucas, G. H.：Which way to water ? Greenhouse Grower's Plug Guide, pp. 34-40, Ball, Illinolis（1991）
13）Newman, S. E.：A dry/ wet discourse on ebb and flood. Greenhouse Product News, **9**，52-66（1999）
14）Styer, C. R. and D. S. Koranski：Plug & transplant production. A growers guide, Ball, Illinois（1997）
15）Weiler, T.：Become a crop dietician. Greenhouse Grower, **14**，88-91（1996）