

## スプレーギクのベンチ栽培における季節別の水消費特性

島 浩二<sup>a)</sup>・後藤丹十郎・景山 詳弘

(応用植物機能学講座)

## Characteristics of Seasonal Water Consumption of Spray Chrysanthemums in Bench Culture

Kohji Shima<sup>a)</sup>, Tanjuro Goto and Yoshihiro Kageyama

(Department of Applied Plant Science)

Changes in water consumption (WC) from planting to harvest of spray chrysanthemum in bench culture were measured all the year round and the relationships between WC and environmental factors (solar radiation; SR and air temperature; AT) and leaf area (LA) were analyzed.

Seasonal change in total water consumption (TWC) and average water consumption per day were about 4 and 5 fold, respectively. WC tended to increase with increasing growth. When the yearly data were pooled, WC was positively correlated with SR and LA. The regression line between WC ( $y$ : ml/shoot/day), SR ( $x_1$ : MJ/m<sup>2</sup>/day) and LA ( $x_2$ : cm<sup>2</sup>/shoot) was expressed as follows;  $y = 14.44x_1 + 0.13x_2 - 114.55$  ( $R^2 = 0.77$ ). Moreover, LA was expressed by two lines at 2 weeks after visible bud in each planting time.

Thus, it seems that seasonal TWC and apparent concentration nutrient absorption can be estimated from these regression lines and the common year value of SR.

**Key words** : leaf area, solar radiation, spray chrysanthemum, water consumption

## 緒 言

近年、スプレーギクの生産現場において灌水同時施肥栽培が普及しつつある<sup>1,3,9)</sup>。この栽培法では栽培期間を通して肥料を液肥の形態で灌水と同時に与えるため、生育ステージに応じた養水分管理を行える利点がある。また、点滴灌水により根圏に養分を効率的に供給するため、慣行栽培と比較して肥料効率を高めることができる<sup>8,14)</sup>とともに、余剰の肥料塩類の流出による環境汚染を避けることのできる栽培法としても注目されている。この養水分管理法では、植物の養分吸収量と水消費量から算出される見かけの養分吸収濃度に基づいた液肥を与えることが最も合理的かつ簡易であると考えられる。

これまでに筆者らは、スプレーギクのベンチ栽培において、年間を通して培地中に養分を残存させず高品質な切り花を生産するために必要な養分量<sup>10)</sup>と、その施肥方法<sup>11)</sup>を明らかにした。従って、スプレーギクの水消費量が推定できれば、みかけの養分吸収濃度が算出できるため、これらのデータを灌水同時施肥栽培に応用できると考えられる。

水消費量は生育ステージ、季節等により大きく変動する<sup>7)</sup>が、ピーマン栽培においては、環境要因と葉面積の拡大を考慮した灌水モデルが開発されている<sup>13)</sup>。スプレーギクにおいても、水消費量、生育ステージと環境要因の関

係を調査することにより、水消費量を推定できると考えられる。しかしながら、スプレーギクでは、高温期に開花遅延が起こりやすく<sup>4)</sup>、季節により夏秋ギク型と秋ギク型の品種を使い分けて周年生産がなされている。このため、水消費量の推定には、環境要因や生育ステージの他、開花習性が異なる場合も考慮しなければならない。

そこで、本研究ではスプレーギクを、一年間にわたり2ヶ月ごとに定植を行い、定植から収穫までの水消費量を調査した。そして、これらのデータに基づいて水消費量と生育要因および環境要因との関係について解析し、スプレーギクの水消費量を推定した。

## 材料と方法

夏秋ギク型スプレーギク‘バレイーナ’および秋ギク型スプレーギク‘セイハニー’の発根苗を Table 1 に示したようにほぼ2ヶ月ごとに、内側にビニルフィルムを張った長さ45cm×幅60cm×深さ12cmの木製栽培ベンチに株間15cm、4条植えとして12株を植え付けた。6月定植では‘バ

Received October 1, 2003

a) 大学院自然科学研究科エネルギー転換科学専攻

現 和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場

(Agricultural Experiment Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries)

Table 1 Dates of cutting, pinching, end of night break and harvesting in each planting times

Planting time	Herbaceous cutting	Planting	Pinching	End of night break	Harvesting
June	May 21	Jun. 10	Jun. 14	Jul. 9	Aug. 25
August	Jul. 27	Aug. 19	Aug. 23	Sep. 30	Nov. 17
October	Sep. 25	Oct. 21	Oct. 25	Dec. 1	Jan. 19
December	Nov. 22	Dec. 16	Dec. 20	Jan. 28	Mar. 19
February	Jan. 17	Feb. 10	Feb. 14	Mar. 25	May 12
April	Mar. 22	Apr. 14	Apr. 18	May 19	Jul. 21

Cv. Ballerina were planted in June. All other plantings were with cv. Sei Honey.

レリーナ’を、その他の時期では‘セイハニー’を供試した。培地には、ピートモス：パーライト：マサ土を2：1：1 (v/v) の割合で混合したものをベンチ当たり36 liter (1株当たり3 liter) 充填した。

各定植時期とも Table 1 に示した摘心日から液肥による施肥を行った。これまでの研究<sup>10)</sup>において、高品質なスプレーギクを得るための切り花1シュート当たりの総窒素施肥量は356mgであることを明らかにしている。この総窒素施肥量を施肥期間 (‘バレリーナ’では70日間、‘セイハニー’では84日間) 通して7日ごとに等分し、この施肥量を摘心日から1週間間隔で与えた。窒素以外の無機要素については、Yoon ら<sup>15)</sup>に従い、窒素施肥と同時に与えた。各施肥日には午前9時にベンチに設置したpFメーターを調査し、その時のpF値から推定される培地の最大保水量よりわずかに多い量を給液し、排液タンク内に余剰の液がリーチングするようにした。このリーチング液は数時間後再びベンチ内に戻した。また、施肥日以外には、pFメーターを6～8月の間は毎日午前8時から2時間ごとに1日5回、9～5月の間は毎日午前9時から3時間ごとに1日3回調査し、pF値が1.8以上を示したときにベンチからリーチングしない最大水量である5 literの灌水を行った。

1週間ごとの水消費量は以下の方法で算出した。すなわち、前回の施肥日にリーチングした排液量、期間内に与えた灌水量、さらに施肥日の給液量から排液量を差し引いた液量の3つを加算したものをこの期間における水消費量とした。

施肥日には、シュート長、節数およびシュート当たりの葉面積を調査した。葉面積は、あらかじめ測定した葉身の長さ(L)と幅(W)の値と葉面積計(AAM-8型葉面積計、林電工製)による実葉面積(A)との関係から、原点を通る一次回帰式 (‘バレリーナ’では $A=0.48 \times L \times W$  :  $R^2=0.96$ 、‘セイハニー’では $A=0.47 \times L \times W$  :  $R^2=0.97$ ) を求め、これらの係数に基づいて算出した。

栽培は日最低気温が16.0℃以上になるように加温したガラス温室内で行った。摘心後2本仕立てとし、白熱灯による暗期中断を行った。各定植時期ともシュート長が約27cmに達した日 (Table 1) に暗期中断を終了した。

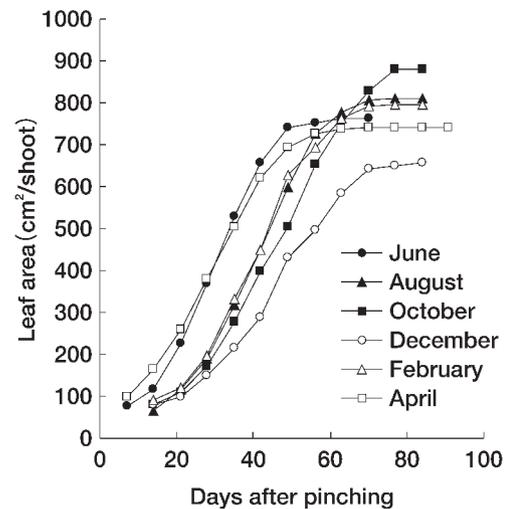


Fig. 1 Effect of planting time on leaf area of spray chrysanthemums in bench culture.

なお、2～6月定植の作型では、暗期中断終了後はシルバーポリエチレンフィルムによる遮光を行い、12時間日長 (6:00～18:00) として管理した。その他の作型では、暗期中断終了後、自然日長下で栽培した。収穫は各処理区ごとに5割の株が一輪開花したときに行った (Table 1)。収穫後、切り花長、切り花重および節数を測定した。前回の施肥日から次の施肥日までの1週間ごとの水消費量とその間のハウス内における積算日射量と平均気温との関係を解析した。

### 結果および考察

定植期別の総葉面積の推移を Fig. 1 に示した。総葉面積は、4月定植および6月定植で摘心後から最も早く増加し、この2つの定植期において栽培期間を通してほぼ同様の増加傾向を示した。また、2月定植と4月定植および10月定植の総葉面積はほぼ同様の増加傾向となった。12月定植では増加速度が他の定植期と比べて遅く、最終的な総葉面積も他の時期の75～89%にとどまった。いずれの定植期も発らい約2週間後まで総葉面積は一次的に増加し、その後一定値を示した。従って、スプレーギク

Table 2 Effect of planting time on cut flower quality and water consumption of spray chrysanthemums in bench culture

Planting time	Cut flower length (cm)	Cut flower weight (g)	Node number	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Total water consumption (ml/shoot)
June	82.4c <sup>a)</sup>	74.8a	41.4a	761abc	9602
August	103.3a	77.7a	39.7ab	809ab	5838
October	71.6d	58.2b	37.1b	881a	3628
December	60.4e	47.0c	34.4c	658c	4039
February	82.2c	59.1b	39.3ab	795ab	7128
April	89.4b	62.8b	40.8a	742bc	11121

<sup>a)</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% level

では定植期や品種が異なっても、年間を通してそれぞれの定植期における総葉面積は発蕾2週間後を境とした2つの一次回帰式で表すことが可能と考えられた。

Table 2に切り花の形質および摘心から収穫までのシュート当たりの累積水消費量を示した。切り花長は定植期により大きく異なり、8月定植で最も長く100cmを超え、2~6月定植では80cm程度となった。また、10月定植では71.6cmであり、12月定植では60.4cmと最も短くなった。切り花重も定植期により大きく異なり、8月定植で77.7gと最も重く、12月定植では47.0gと最も軽くなった。また、節数は12月定植で最も少なくなった。総葉面積についても定植期による違いが認められたが、切り花長や切り花重と比べて定植期による差は小さく、2~10月定植では約800cm<sup>2</sup>とほぼ同じとなった。ただし、12月定植の総葉面積は、658cm<sup>2</sup>と他の時期と比較して小さくなった。累積水消費量は、定植期により大きく異なり、最も多い時期(4~6月定植)と少ない時期(10~12月定植)では約4倍の差が認められた。また、開花期(7月中旬から下旬)が高温期となった4月定植では秋ギク型の品種を用いたために開花遅延が生じ、消灯から開花までに要した期間が他の作型よりも1週間以上長くなり、累積水消費量は11,121mlと最も多くなった。この作型においても、夏秋ギク型の品種を用いれば6月定植と同じような値を示すものと推察される。

生育ステージ別の1日当たりの平均水消費量を Fig. 2に示した。1日当たりの平均水消費量は、季節や生育ステージによって大きく変動した。葉面積がほぼ最大値に達した栽培後期の1日当たりの平均水消費量は、葉面積がほぼ同じである6月定植と10月定植との間において約5倍の差が認められた。小西<sup>7)</sup>が輪ギクで報告しているように、いずれの定植期においても生育が進むにつれて、すなわち葉面積が増加するにつれて水消費量は多くなる傾向にあった。しかしながら、8~2月定植では生育とともに一次的に水消費量が増加したのに対して、4月および6月定植ではそれぞれ菜種梅雨および梅雨の時期に相当した栽培前期の水消費量は少なかったが、栽培中期以降、急激に水消費量が増加した。従って、これらの時

期の水消費量を葉面積のみで推定することは困難であり、水消費量の推定には環境要因も含める必要があると考えられた。

水消費量は、気象条件や植物体の大きさに伴い増減する<sup>5,6,7,12,13)</sup>ことが知られており、ピーマン栽培においては、葉面積の拡大を考慮した積算日射量に基づいた灌水モデルが開発されている<sup>13)</sup>。そこで、1年間にわたる全定植期のデータを用いて水消費量と葉面積および環境要因との関係を重回帰分析した結果を Table 3に示した。日射量、平均気温、葉面積(施肥日の総葉面積値)における単回帰分析では、日射量との相関が最も高かったが、R<sup>2</sup>値は0.49と低かった。これらの環境要因すべてを組み合わせた重回帰式のR<sup>2</sup>値は0.81と最も高い値を示した。また、平均気温と葉面積との間および日射量と葉面積との間で重回帰分析を行ったときのR<sup>2</sup>値もそれぞれ0.79, 0.77と高かった。

本実験では全定植期の1週間ごとの平均データを用いて重回帰分析を行った。各定植期のデータを詳細に検討すると、葉面積がほぼ最大値に達した栽培後期における1日当たりの平均水消費量は、平均気温が同じ20℃でも65~105ml/シュートと約1.6倍異なった(Fig. 2)ので、平均気温を指標とする方法では、菜種梅雨や梅雨明け後の急激な水消費量の増加にすぐには対応できない可能性がある。一方、水消費量が日射量と相関が高いことを示すいくつかの報告がある<sup>2,5,6,7,12,13)</sup>ので、スプレーギクの水消費量は日射量および葉面積の2つの要因で推定することが適切と考えられる。

この場合の重回帰式は次のようになる。すなわち、Table 3から水消費量( $Y$ : ml/シュート/日)は、日射量( $x_1$ : MJ/m<sup>2</sup>/日)と葉面積( $x_2$ : cm<sup>2</sup>/シュート)を用いて、 $Y = 14.44x_1 + 0.13x_2 - 114.55$ と表すことができる。この式を用いて、例えば葉面積500cm<sup>2</sup>のキクに日射量が1日10 MJ/m<sup>2</sup>照射された場合の水消費量は、95mlと算出できる。

さらに、スプレーギクの葉面積はいずれの季節も発らい2週間後を境に2つの一次回帰式で表せる(Fig. 1)。これらの回帰式と日射量の平年値とを組み合わせることで、作型ごと、生育ステージごとの水消費量が推定でき

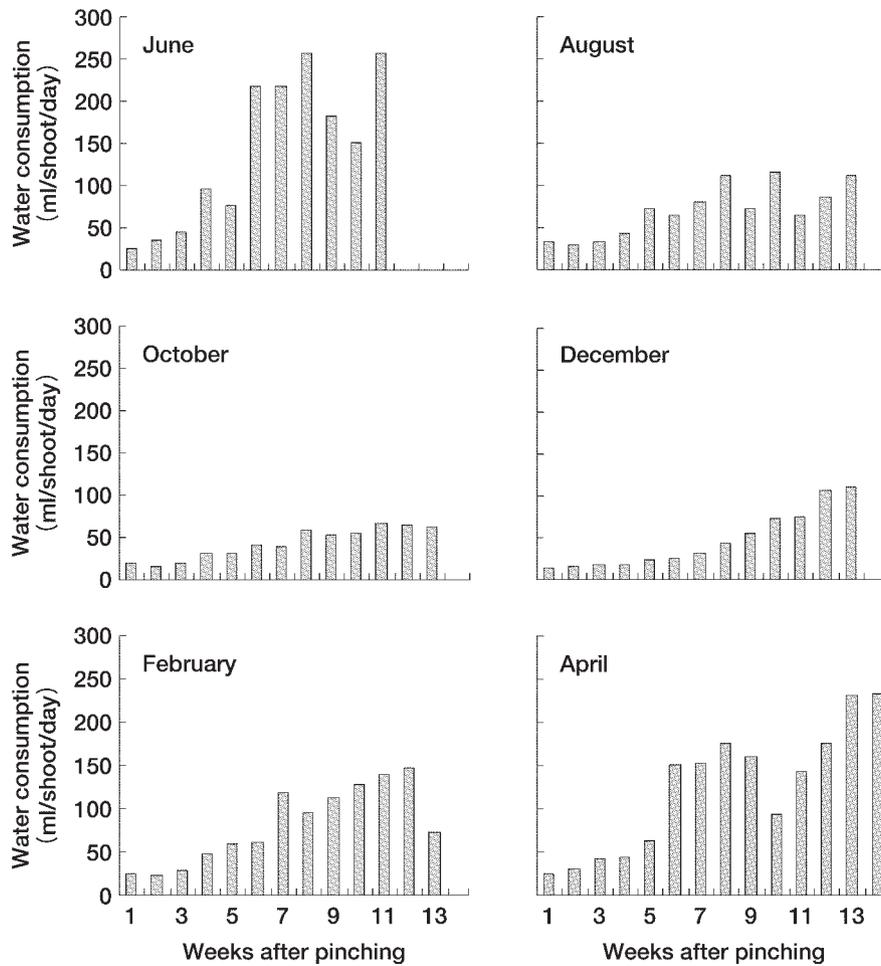


Fig. 2 Effect of planting time on water consumption of spray chrysanthemums in bench culture.

Table 3 Coefficient of determination ( $R^2$ ) and regression parameters ( $y=ax_1+bx_2+cx_3+d$ ) in the relationships between water consumption ( $y$ : ml/shoot/day) of spray chrysanthemums in bench culture and environmental factors (average temperature ( $x_1$ : °C), solar radiation ( $x_2$ : MJ/m<sup>2</sup>/day), leaf area ( $x_3$ : cm<sup>2</sup>/shoot))

Factor	$R^2$	a	b	c	d
Average temperature (AT)	0.48	9.06	—	—	-144.94
Solar radiation (SR)	0.48	—	16.55	—	-66.18
Leaf area (LA)	0.41	—	—	0.15	3.77
AT, SR	0.52	4.86	8.88	—	-119.33
AT, LA	0.79	8.09	—	0.13	-198.77
SR, LA	0.77	—	14.44	0.13	-114.55
AT, SR, LA	0.81	5.06	6.45	0.13	-170.10

るものとする。筆者らがこれまでに求めたスプレーギクの養分吸収量<sup>10,11)</sup>と上記の回帰式から得られる水消費量を用いて算出される見かけの養分吸収濃度に沿った液肥を用いれば、灌水同時施肥栽培において、より合理的な養水分管理が可能になると考えられる。ただし、本実験において求めた水消費量の推定式は、1週間ごとの平均値を基に算出しているため、急激な環境要因の変化には対応できない可能性がある。従って、今後、さらに詳細

に調査をし、今回求めた推定式の妥当性を検討する必要があると考えている。

要 約

スプレーギクのベンチ栽培において1年間にわたり6つの作型の定植から収穫までの水消費量を調査するとともに生育要因、環境要因との関係から作型ごとの水消費量の推定を試みた。

累積水消費量は季節によって大きく変動し、最も累積水消費量が多かった作型と少なかった作型では約4倍の差が認められた。さらに、生育ステージ別の1日当たりの平均水消費量には定植期により最大約5倍もの差があった。また、水消費量は各作型とも生育ステージが進むにつれて増加する傾向にあった。しかしながら、水消費量は日射量および葉面積と相関が高く、年間を通して1日当たりの水消費量 ( $Y$ : ml/シュート/日) を、 $Y = 14.44 \times \text{日射量 (MJ/m}^2/\text{日)} + 0.13 \times \text{葉面積 (cm}^2/\text{シュート)} - 114.55$  の重回帰式 ( $R^2 = 0.77$ ) で推定できた。また、葉面積は、いずれの季節も発らい2週間後を境に2つの直線であらわせることから、この直線と日射量の平年値とを組み合わせることで収穫までに要する水消費量ならびに見かけの養分吸収濃度を作型ごとに推定できると考えられた。

#### 引用文献

- 1) 青木宏史・梅津憲治・小野信一：養液土耕栽培の理論と実際。誠文堂新光社，東京，pp. 132-138 (2001)
- 2) 後藤丹十郎・山田祐介・藤本祐也・吉田裕一・景山詳弘：自動底面灌水によるストックのセル苗生産(第1報) 蒸発散量と環境要因，特に日射量との関係について。植物工場，**14**，81-86 (2002)
- 3) 古口光夫・船山卓也・鈴木智久：花き類の養液土耕法マニュアル。誠文堂新光社，東京，pp. 54-64 (2000)
- 4) 川田稷一・船越桂市：キクの生態的特性による分類。農業および園芸，**63**，985-990 (1988)
- 5) 小西国義：マスクメロンの水消費量と消費特性。岡山大農学報，**43**，27-37 (1974)
- 6) 小西国義：カーネーションの水消費に関する研究。園学雑，**47**，79-86 (1978)
- 7) 小西国義：塚本洋太郎編著。原色花卉園芸事典。生育と水環境。養賢堂，東京，pp. 117-127 (1984)
- 8) 六本木和夫：養液土耕による施設栽培キュウリの養水分管理。農業および園芸，**70**，909-912 (1995)
- 9) 六本木和夫・加藤俊博：野菜・花きの養液土耕。農山漁村文化協会，東京，pp. 179-183 (2000)
- 10) 島 浩二・後藤丹十郎・景山詳弘：スプレーギクのベンチ栽培における窒素施肥基準曲線に基づいた施肥量が切り花品質と養分吸収に及ぼす影響。園学研，**1**，249-254 (2002)
- 11) 島 浩二・後藤丹十郎・景山詳弘：スプレーギクのベンチ栽培における施肥方法が切り花品質に及ぼす影響。園学雑，**71**(別2)，418 (2002)
- 12) Stanhill, G. and J.S. Albers : Solar radiation and water loss from glasshouse roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci., **99**, 107-110 (1974)
- 13) Wiertz, R. and O. Richter : Model for control of irrigation for *Capsicum annuum* in greenhouses. Gartenbauwissenschaft, **52**, 227-233 (1987)
- 14) 山中正仁・宇田 明・宮浦紀史：カーネーションの灌水同時施肥栽培(養液土耕)における施肥量と収量，切り花品質および土壌溶液の関係。園学雑，**69**(別1)，362 (2000)
- 15) Yoon, H.S., T. Goto and Y. Kageyama : Developing a nitrogen application curve for spray chrysanthemums grown in hydroponic system and its practical use in NFT system. J. Japan. Soc. Hort. Sci., **69**, 416-422 (2000)