

頭上散水処理によるキクの高温対策効果の検証

渡邊孝政¹⁾・平松裕邦²⁾・野村浩二³⁾・新井和俊⁴⁾・二村幹雄²⁾

摘要：本研究は、夏季高温期のキク施設栽培において、通常のかん水用に導入された頭上かん水装置を用いて、日中に植物体の頭上から散水を繰り返す処理を実施し、気化冷却法による高温対策技術としての効果を検証した。

頭上散水処理により、施設内の気温低下・湿度上昇効果が認められた。また、品種により開花時の草丈が長くなるなど生育への影響が見られた。

キーワード：キク、頭上かん水、散水、高温対策、気化冷却

緒言

愛知県におけるキク生産は、施設栽培による周年出荷体系が主体である。

しかし、近年は、夏季の異常高温によって生育不良や開花遅延、生理障害などが発生し、安定生産の妨げとなっている。

施設栽培における高温対策は、遮光、換気、冷房などが挙げられる¹⁾。その中で外気温度より積極的に温度を低下させる冷房には、ヒートポンプなどによる機械冷房や水が蒸発するときに周囲から熱を奪う性質を利用したパッドアンドファン、細霧冷房など気化冷却法がある。

しかし、ヒートポンプ、パッドアンドファン、細霧冷房などは、いずれも導入に多額の設備投資が必要となる。そのことが、普及する上での難点となることが多い。そのため、安価な装置や、既設の装置を活用するなどして、投資額の少ない低コストな高温対策技術の開発も望まれている。

一方、愛知県のキク生産施設において、近年、作付け前の作業労力の軽減やかん水ムラの改善を目的として、頭上かん水装置の導入が進んでいる。

この頭上かん水装置を活用して、日中に植物の頭上から少量多頻度の散水を繰り返すことによって、細霧冷房のように気化冷却法による施設内の降温・加湿効果が得られれば、既設の装置を用いた低コストな高温対策ができるものと考えた。

そこで、本研究では、実際に高温期のキク栽培施設

で頭上かん水装置を用いた少量多頻度の散水(以下頭上散水とする)を行って、施設内の環境変化やキクの生育・開花に及ぼす影響を調査したので報告する。

材料及び方法

試験は東三河農業研究所内の屋根型鉄骨ハウス(硬質フィルム、間口7.2 m×奥行20 m、軒高2.3 m、南北棟)で実施し、ハウスの中央を高さ2 mのフィルムで東と西に区切り、東側を頭上散水処理区、西側を対照区とした。

頭上散水処理は、ハウス内に設置してある頭上かん水装置で行った。頭上かん水装置は、散水ノズルを付けたポリエチレンパイプを1本、散水処理区の中央を南北に走るように設置した。2 L/minの散水量の散水ノズル(スピンネット赤色ノズル、ネタフィムジャパン株式会社、東京)は、ポリエチレンパイプに3 m間隔で6個設置した。頭上散水の稼働と停止は、タイマーと電子サーモ(農電電子サーモ、日本ノーデン株式会社、東京)を用いて制御した。2018年7月6日から散水処理を開始し、タイマーで7時から15時の間、間欠散水(40分ごとに30秒間散水)するよう設定し、電子サーモで30℃以下の時は停止させた。なお、通常のかん水は地表かん水チューブ(エバフロー、三菱ケミカルアグリドリーム株式会社、東京)で適宜、両区とも同じかん水量で行った。

天窓の開閉は、23~25℃設定で制御した。暗期中断電照期間中は、サイドフィルムを常時全開とし、暗期中断電照終了後はサイドフィルムとサイド部分のシェード

本研究の一部は平成29年度東三河農業研究所研究成果発表会、令和元年度農業大学校生産高度化研修(花き)において発表した。

¹⁾ 東三河農業研究所(現東三河農林水産事務所) ²⁾ 東三河農業研究所 ³⁾ 東三河農業研究所(現農業大学校) ⁴⁾ 東三河農業研究所(現園芸研究部) (2019.10.10 受理)

カーテンを夕方 17～18 時に手で閉め、翌朝 8～9 時に開けた。

供試品種は夏秋系に分類される輪ギク 2 品種(「岩の白扇」、「精の一世」)、スプレーギク 2 品種(「スプレーアイチ夏 1 号」、「エース」)を用いた。

輪ギクは 2018 年 6 月 8 日に、スプレーギクは 6 月 22 日にセル成型苗を定植し、暗期中断電照を行って生育させた。7 月 20 日に暗期中断電照を終了し、その後シェードカーテンを用いて日長処理を行った。自動で天井のシェードカーテンを 18 時に閉め、6 時に開けて 12 時間日長とした。

結果及び考察

1 頭上散水による施設内環境の変化

施設内の気温は頭上散水により散水時間中は 3℃ 低下した。また、散水時間終了後も 18 時まで頭上散水区が低かった(図 1、2)。

施設内の湿度は、暗期中断電照中では頭上散水時間に約 12% 上昇した。散水時間終了後も 18 時までは散水区が高くなり、以後散水開始までは対照区と同等に推移した(図 3)。暗期中断電照終了後は終日頭上散水区が高

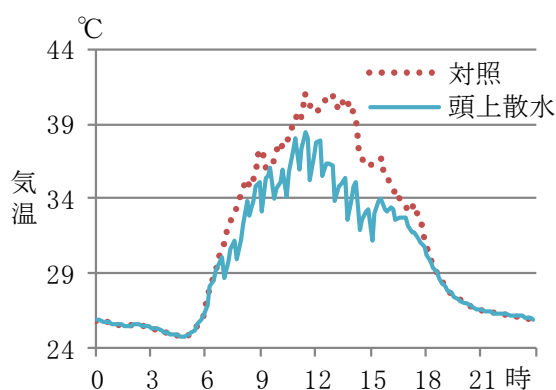


図 1 頭上散水による温室内気温の推移
(2018/7/7～7/20)

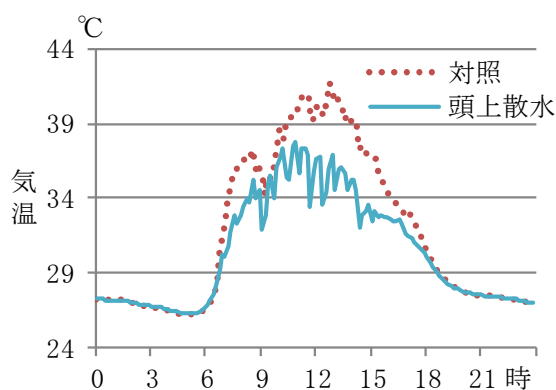


図 2 頭上散水による温室内気温の推移
(2018/8/4～8/17)

くなった(図 4)。

細霧冷房は、噴霧される水の粒径が小さくなる程蒸発速度が速く冷却効果が高いといわれている。今回試験で用いた頭上かん水によって散水される水滴は、通常の細霧よりも粒径が大きく、冷却効果が得られるかが懸念されたが、施設内の気温を下げ、湿度を上昇させる効果が確認できた。散水が終了した 15 時以降 18 時頃まで、対照区と比べて、降温・加湿効果が続いた。これは、散水後の植物やほ場状態の観察では、下位葉や畝の内側など乾きにくい部分において散水 1 時間後でも水滴が見られ、土壌表面も水分が多い様子であったことから、これらの場所からの気化冷却が続き、湿度も高まったと考えられた。

暗期中断電照終了後の頭上散水区は夜間の湿度が高く推移したのは、日長制御のためサイドのカーテンと換気窓を夜間中全閉にしており、換気が制限されていたためと考えられた。

2 頭上散水によるキクの生育等への影響

(1) 頭上散水処理が開花に及ぼす影響

輪ギクでは、到花日数は頭上散水処理により「岩の白扇」では 2.5 日少なくなったが、「精の一世」では差がなかった。また、両品種ともに頭上散水処理により開

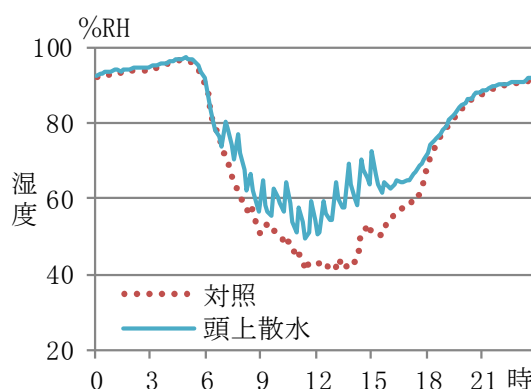


図 3 頭上散水による温室内相対湿度の推移
(2018/7/7～7/20)

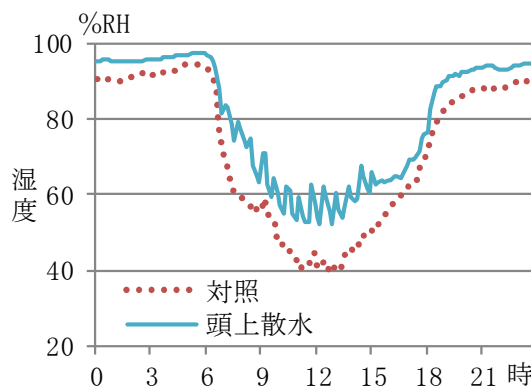


図 4 頭上散水による温室内相対湿度の推移
(2018/8/4～8/17)

花時草丈、花首長が長く、切り花全重が重くなった。さらに「岩の白扇」では頭上散水处理により電照による暗期中断終了後の増加節数が減少し、上位 10 節の節間長及び上位 5 葉の葉身長が長くなり、90 cm 長切り花調整重が重くなった(表 1)。

スプレーギクでは、到花日数は頭上散水处理により「エース」では 2.8 日少なくなったが「スプレーイチ夏 1 号」では差がなかった。生育は両品種とも頭上散水处理により開花時草丈並びに花首長が長くなった。その他の調査項目では両品種ともに有意な差はみられなかった(表 2)。なお、供試した 4 品種は頭上散水处理による葉焼けや芽焼け、立ち枯れなどの発生は認められなかった。

開花は頭上散水处理により早くなる品種(「岩の白扇」、「エース」と無処理と変わらない品種(「精の一世」、「スプレーイチ夏 1 号」)に区別された。品種間差があることは、夏秋系のキクを用いて細霧冷房の実用性を検討した長管ら⁴⁾の報告が、開花調節効果は品種によって異なるとした結果と同様であった。

「岩の白扇」は高温で開花遅延するといわれ、特に花弁形成期から発蕾後約 12 日までの温度の影響を強く受ける品種といわれている⁴⁾。また、無処理区の電照による暗期中断終了後の増加節数が頭上散水处理より 2.9 節増加したことから、無処理は高温により速やかな花芽分化への移行が妨げられたと考えられた。したがって本試

験は「岩の白扇」にとって高温により開花遅延する条件下で行われたと推察でき、頭上散水处理による日中の気温低下によって花芽分化と発達が順調に行われたものと考えられた。

「エース」は高温期においても生育が旺盛な古くから生産されている品種である。電照による暗期中断終了後の増加節数が頭上散水处理の有無により違いがないことから、頭上散水处理は花芽分化よりも花芽の発達に影響を及ぼしたものと考えられた。

「精の一世」は品種分類的には夏秋系⁶⁾とされているが、生産現場では秋系の特性が強く高温による開花遅延が発生しやすい品種と判断されている。一般的に秋系は短日処理中の温度が 25℃を超えると開花遅延を生じ、夏秋系はより高温でも適応幅が広いといわれている⁷⁾。本試験の暗期処理中の夜温は 25℃以上ではあったが 28℃を上回ることなく夏秋系品種では問題ない範囲と推察された。しかし、両試験区の到花日数は 58 日で、通常 53 日程度と比較すると 5 日程度遅延した。これは本試験での夜温は「精の一世」にとって高夜温として感応する温度域で昼温の違いによる差がなくなったものと考えられた。また、花芽分化を促すための日長時間は、夏秋系では 12 時間が適切とされるものの⁷⁾、秋系は短日処理中の温度が 25℃以上であるとより短い日長にする必要がある⁷⁾ともいわれ、本試験の日長管理と高夜温が「精の一世」にとって最適ではなかったと考えられた。

表 1 頭上散水と夏秋系輪ギクの生育・開花

処理区	品種	散水处理	到花日数(日)	開花時草丈(cm)	節数		柳葉数	花首長(cm)	節間長<上位10節>(cm)	葉身長<上位第5葉>(cm)	切り花全重(g)	90 cm長切り花調整重(g)
					電照打ち切り前	電照打ち切り後増加						
岩の白扇	頭上散水		46.0	94.3	30.1	27.4	3.6	4.9	10.3	7.3	66.3	55.4
	対照		48.5	90.8	30.4	30.3	3.9	3.7	9.3	5.9	56.9	47.9
有意性			*	*	ns	*	ns	*	*	*	*	*
精の一世	頭上散水		58.4	91.2	29.3	28.5	3.7	3.4	7.7	8.0	99.0	88.3
	対照		58.8	82.6	27.3	28.0	3.5	2.7	8.0	8.2	77.3	72.9
有意性			ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns

※ *はt検定により5%水準で散水处理間に有意差あり、nsは有意差なし

表 2 頭上散水と夏秋系スプレーギクの生育・開花

処理区	品種	散水处理	到花日数(日)	開花時草丈(cm)	節数		側蕾数		花首長(cm)	切り花全重(g)	90 cm長切り花調整重(g)
					電照打ち切り前	電照打ち切り後増加	一次	二次			
スプレーアイチ夏1号	頭上散水		52.1	109.6	21.9	23.2	7.8	3.3	10.1	74.5	53.8
	対照		52.4	99.6	21.5	23.0	8.4	2.3	8.9	67.2	53.2
有意性			ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
エース	頭上散水		47.1	110.3	18.8	21.1	7.2	1.1	7.6	68.5	49.8
	対照		49.9	92.6	20.0	20.6	7.3	1.0	4.3	52.2	45.5
有意性			*	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

※ *はt検定により5%水準で散水处理間に有意差あり、nsは有意差なし

「スプレーイチ夏 1 号」は 2012 年に育成された品種で、高温期においても 7.5 週以内に開花する耐暑性を有する品種である²⁾。しかし、高温開花性のある夏秋系品種は開花直前の高温により到花日数が短くなることが報告されており⁵⁾、「精の波」ではこの特性から細霧冷房処理をしても開花への影響がないことが確認されている⁴⁾。

「スプレーイチ夏 1 号」の花芽発達段階別の適正温度は明らかではないが、耐暑性の強い品種特性が到花日数に差が現れなかった理由と推察でき、高温で開花抑制する生育段階が明らかになれば到花日数の短縮や頭上散水による開花調整が可能になると考えられた。

(2) 頭上散水処理が生育に及ぼす影響

すべての供試品種で開花時草丈と花首長が長くなったものの、他の調査項目では明確な傾向が認められなかった。甲斐らは遮光区と無遮光でミスト噴霧した 2 区を設置した試験を行い、輪ギク「フローラル優香」では茎径、切り花重、90 cm 調整重が、「精の一世」では切り花長、節数、茎径、切り花重が増加し 2L 率が向上したと報告している⁸⁾。「精の一世」では本試験においても開花時草丈、切り花全重の増加を確認したことから、頭上散水処理やミスト噴霧などの気化熱を利用した冷却法は輪ギクでは生育にも影響を及ぼすと考えられた。

本試験の結果からは、頭上散水処理が生育に及ぼす影響は、品種によって異なるともいえた。「岩の白扇」では上位 10 節の節間長は長くなるなど、節間長に影響し

た。また、上位の葉身も長くなることから切り花調整重が重くなった。

秋系の特性が強いと生産現場で判断されている「精の一世」は電照による暗期中断終了時の節数が増加するものの、その他の項目は夜温の影響などを受け有意差が現れなくなったと考えられ、頭上散水処理時間を延長するなど、夜温対策技術の確立が必要と考えられた。

スプレーギクでは開花時草丈と花首長以外に有意な差が認められなかった。輪ギクに比べて、切り花重などの調査項目に有意な差が現れなかったのは、輪ギクと比較して、栽培期間が短くなるよう生育が旺盛で伸長性を重視した品種改良が行われてきたため、と考えられた。

以上のことから、頭上散水処理により施設内気温は処理中において 3℃程度低下、湿度は 12%程度上昇し、処理による葉焼け、芽焼け、立ち枯れなどの発生は認められなかった。また、処理により開花時草丈が長くなるものの、到花日数や他の生育程度については品種による違いが現れることが確認された。

いずれの品種も頭上散水処理は草丈伸長効果が高いことから栽培期間の短縮が期待できる。今後の課題として、耐暑性品種などではどの生育ステージで頭上散水処理を行えば開花促進に効果的なのかを検討することや、品種による日長管理や夜温管理など頭上散水処理以外の影響についても検討する必要がある。

引用文献

1. 柴田道夫. 高温障害対策の基本. 花き園芸大百科 3 環境要素とその制御. 農文協編. 東京. p. 380-385
2. 長谷川徹, 竹内良彦, 渡邊孝政, 野村浩二, 伊藤健二, 二村幹雄, 青木献, 石川高史, 荻野智洋, 椎名宏太. 夏秋系スプレーギク新品種「スプレー愛知夏 1 号」の育成. 愛知農総試研報. 46, 135-138(2014)
3. 椎名宏太, 荻野智洋, 長谷川徹, 野村浩二, 鬼頭温文, 青木献, 渡邊孝政, 竹内良彦, 山本雅春, 石川高史, 伊藤健二, 二村幹雄, 大石一史. スプレーアイチ夏 1 号. 品種登録第 24164 号(2015)
4. 長菅香織, 矢野孝喜, 稲本勝彦, 山崎博子. 夏秋ギク型輪ギク品種に対する花芽分化・発達期における細霧冷房が開花および小花形成に及ぼす影響. 園芸学研究. 12(3), 289-295(2013)
5. 柴田道夫. 高温障害対策. キク大事典. (農文協編). 農山漁村文化協会. 東京. p. 221(2017)
6. 矢野志野布. 夏秋ギク(精の一世)の技術体系. キク大事典. (農文協編). 農山漁村文化協会. 東京. p. 647-662(2017)
7. 西尾穰一. シェード栽培における日長・温度管理. キク大事典. (農文協編). 農山漁村文化協会. 東京. p. 323-327(2017)
8. 甲斐克明, 伊藤久徳. ミスト噴霧による夏秋輪ギクの品質向上効果. 平成 29 年度九州沖縄農業試験研究成果情報



図 5 頭上散水処理と「精の一世」の草姿