

夏期高温時の超微粒ミスト噴霧と夜間冷房が バラ切り花の収量・品質に及ぼす影響

二村幹雄¹⁾・山口徳之²⁾・池内 都³⁾・和田朋幸⁴⁾・大石一史³⁾

摘要：夏期高温時における昼間の超微粒ミスト噴霧およびヒートポンプによる夜間冷房の温度が、無遮光のガラス温室で栽培した切りバラ「アサミ・レッド」および「インテロルトロ」の収量・品質に及ぼす影響を調査した。昼間に超微粒ミストを噴霧すると、ガラス温室の気温は平均4～5℃低下した。相対湿度は65～70%に保つことができ、バラの葉温も4℃程度下がった。超微粒ミストの噴霧によりバラの花弁焼け・葉焼け症状は皆無であったので、「アサミ・レッド」で発生する焼け症状は、高温と乾燥が原因と考えられた。超微粒ミストと夜間冷房を組み合わせた区は、対照（無処理）区および夜間冷房の温度20℃区よりも葉が大きく生育も旺盛で、切り花品質が向上した。超微粒ミストを昼間に噴霧すると、夜間冷房の温度は生産農家の慣行20℃よりも23℃で切り花の収量および品質が優れた。夜間冷房の温度23℃区は、20℃区と比べて約3割の省電力となり、省けた電気代で超微粒ミストのランニングコストを賄うことが可能である。

キーワード：花弁焼け、超微粒ミスト、バラ、ヒートポンプ、夜間冷房、葉面積

Effects of Super Micro Mist Spraying and Night Cooling in the Hot Summer Period on the Yield and Quality of Cut Roses

NIMURA Mikio, YAMAGUCHI Noriyuki, IKEUCHI Miyako, WADA Tomoyuki
and OHISHI Kazushi

Abstract: In the hot summer, the effects of daytime super micro mist spraying and night cooling temperature on the yield and quality of cut flowers were investigated on *Rosa* 'Asami Red' and 'Intero Lutoro' grown in no-shade glasshouses. Daytime super micro mist spraying decreased the average air temperature by 4-5°C and maintained the relative humidity at 65-70% in the greenhouse. In addition, the temperature of the rose leaves decreased by approximately 4°C. High temperature and drying were assumed to cause petal-burn and leaf-burn in 'Asami Red', because no burn was noticed on roses grown in the greenhouse with super micro mist spraying. The combination of daytime super micro mist spraying and night cooling led to vigorous growth, large leaf size, and better quality of cut roses than those found in the controls grown without any greenhouse or night cooling treatment. The super micro mist spraying during the daytime along with night cooling from 23°C to 20°C improved the yield and quality of cut roses and saved approximately 30% of electric power. The running costs of super micro mist can be compensated by the saved electric cost.

Key Words: Petal-burn, Super micro mist, Rose, Heat pump, Night cooling, Leaf area

本研究の一部は園芸学会平成23年度春季大会（2011年3月）および平成23年度秋季大会（2011年9月）において発表した。

本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（課題No.21013）」により実施した。

1) 園芸研究部（現東三河農業研究所） 2) 園芸研究部（現園芸農産課）

3) 園芸研究部（現企画普及部） 4) 園芸研究部

(2012.9.28 受理)

緒言

平坦暖地における施設園芸では、夏期昼間の施設内の気温は換気を行っても40℃を超え、ほとんどの作物の生育適温を大きく上回るため、生育不良、収量・品質の低下あるいは病害虫の発生を引き起こしている。バラの場合には、高温の影響による生育不良で花・茎葉は小さくなり、切り花収量が減少する¹⁾。従来、夏期の室温を下げるには換気と遮光が一般的に行われてきたが、周年にわたって高品質な切り花を生産するためには、より効果的な夏期高温対策技術の開発が求められている。夏期夜間については、ヒートポンプを利用した冷房がバラ切り花生産で試みられているが²⁾、昼間についてはランニングコストが著しく高いため、使われていない。細霧冷房やパッド&ファンが導入されている事例もあるが、前者は濡れの発生、後者は気温のむらや導入コストなどの課題がある³⁻⁵⁾。

そこで、水の大きな気化熱を利用する気化冷却法の一つで従来の細霧冷房（水の粒径30~100 μm）よりもさらに細かい霧（10数 μm）により空気の温度を直接下げ、しかも作物を濡らさない「超微粒ミスト」（改良型高圧細霧冷房）に注目した。最近開発された超微粒ミストには、2005年の愛知万博で紹介されたドライミスト®（登録商標第4947954号）があり、主として商業施設の屋外空間で利用され、研究実績も蓄積されてきた⁶⁻⁹⁾。しかし、園芸施設のような半密閉空間での利用事例はほとんどなく、園芸施設における利用方法の開発および作物への効果を明らかにする必要がある。園芸施設における研究は、2000年に超微粒ミストの一つ高圧細霧冷房（平均粒径17 μm）の有効性をシンビジウムにおいて検討した報告があるのみである¹⁰⁾。

本報では、夜間のヒートポンプによる冷房と昼間の超微粒ミスト噴霧の組合せを試み、施設環境およびバラに及ぼす影響を明らかにする。

材料及び方法

バラの栽培試験は、単棟のガラス室（間口7.2 m×奥行13.9 m×軒高4.5 m、面積100 m²、容積350 m³）4棟を用いた試験区で「ミスト+夜冷20」、「ミスト+夜冷23」、「夜冷20」、「対照（無処理）」の4水準とした。ミスト（超微粒ミスト）は、時間帯8~18時に制御温度32℃として、高圧ポンプとドライミスト®ノズル（粒径14~16 μm）を用いて高さ2 mから上方45°の角度で、天窗・側窓を開放して噴霧した。ノズルは噴霧水量50 mL/min・個で100 m²当たりのノズル数は24個とし、水道水を6 MPa（1 MPa=10.197 kgf/cm²）で圧送した。夜間冷房（以下、夜冷と表記）は、時間帯21時~翌朝5時30分に換気窓並びに内張りを全閉して、ヒートポンプにより所定の温度に維持した。なお、ミストおよび夜冷の処理期間は6月15日~9月30日とし、

ミスト噴霧の効果を確認するためいずれのガラス室も無遮光とした。10月以降は、全試験区のすべての供試植物を一つのガラス室に集結させ、夜間最低温度18℃・昼間自然換気23℃の同一環境で管理した。

施設内の気温、相対湿度および照度は、データロガー（T&D製 照度UVレコーダー TR-74Ui）を用いて試験区中央の1 mの高さで計測した。葉温は放射温度計（ミノルタ製 TA-0510F）を用いて「ミスト+夜冷23」および「対照」の光合成専用枝の葉を対象として7月30日および8月4日の時間帯8時30分~17時に2分間隔で測定した。

夜間冷房の温度の違いによる電力使用量の差は、電力メーターで計測した。併せて、超微粒ミストの噴霧に要する水使用量および電力使用量も計測した。

供試植物は、バラのスタンダード品種「アサミ・レッド」（流通名：ローテローゼ）およびスプレー品種「インテロルトロ」（流通名：マカレナ）を用いた。それぞれ定植の45日前に5 cm角ロックウールキューブに挿し木を行い、「アサミ・レッド」は2009年12月14日、「インテロルトロ」は2010年1月21日に少量培地耕によるプランター5株植えとして、1試験区それぞれ25株を定植した。培養液は、愛知農総試園研バラ処方（EC 1.0 dS・m⁻¹）を用い、株当たりの日給液量を330 mLとした。アーチング仕立てとして、最終折り曲げは温度処理開始の前日6月14日に行い、株当たりの光合成専用枝は4本以上を確保した。光合成専用枝の更新は試験期間中には行わなかった。

開花調査は、花の切り前4~6段階¹¹⁾で採花し、切り花長、切り花重、「アサミ・レッド」の花高（花床から花弁先端までの長さ）、「インテロルトロ」の花数（花弁が見える段階以降のもの）および花蕾数について行った。花弁焼け症状あるいは葉焼け症状の有無についても採花時に観察した。採花しない日が2日を超えることがないように、1番花の開花開始である2010年7月中旬から4番花の開花途中となる2011年1月1日まで毎週4回以上採花し、試験区の全切り花を調査した。葉面積は、頂部から第5葉の先端小葉で代表させ、1番花および2番花で調査した。具体的には、基準とする面積100 cm²の金属板を目的の小葉と同時スキャンして画像を取り込み、フリーソフト「image J」を使用して面積を求めた。

試験結果

1 施設環境

愛知県農業総合試験場園芸研究部花き研究室（愛知県長久手市）の「野外」における期間2010年7月29日~9月12日の平均気温は、時間帯9:40~17:30では30℃を超え、時刻13:40には33℃に達した。超微粒ミストの噴霧を行わない「対照区」および「夜冷20区」のガラス室では、時間帯11:00~14:00が最も高温で、平均気温が35℃に達した。一方、超微粒ミストを噴霧した

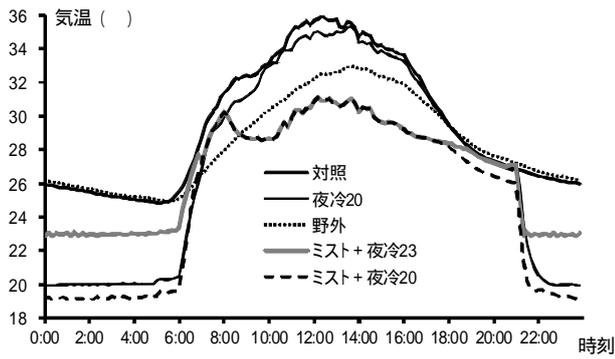


図1 時刻別平均気温 (2010年7月29日～9月12日)

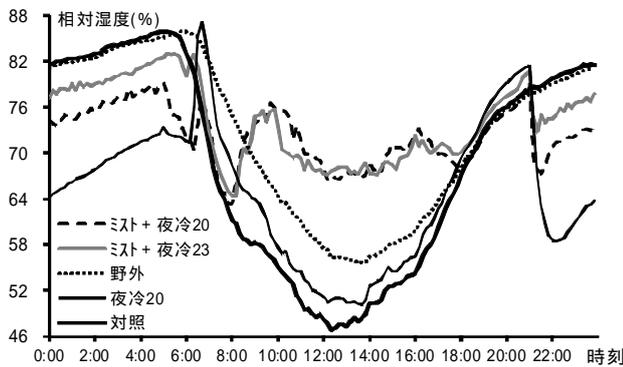


図2 時刻別平均相対湿度 (2010年7月29日～9月12日)

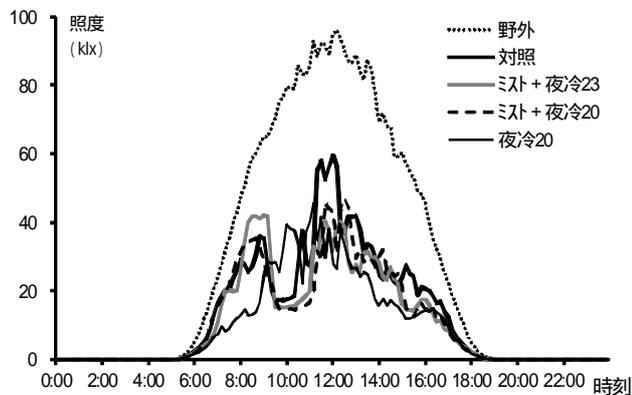


図3 時刻別平均照度 (2010年7月29日～9月12日)

「ミスト+夜冷23 区」および「ミスト+夜冷20 区」の昼温は、概ね設定温度以下で維持され、「対照区」および「夜冷20 区」よりも4～5 程度低い値で推移した。ミスト噴霧の開始は8時からとしたが、日の出から8時までに施設内の気温は著しく上昇した。夜温は、ヒートポンプの稼働によってほぼ設定温度どおり推移した(図1)。

相対湿度は、「野外」では時間帯11:00～16:00が50%台、夜間は80%台であった。「対照区」では、時間帯11:00～14:00が40%台と低く、一時的には30%を下回る日もみられた。「夜冷20 区」の昼間は「対照区」よりも数%高く推移した。その一方、「ミスト+夜冷23 区」および「ミスト+夜冷20 区」では、昼間70%前後を

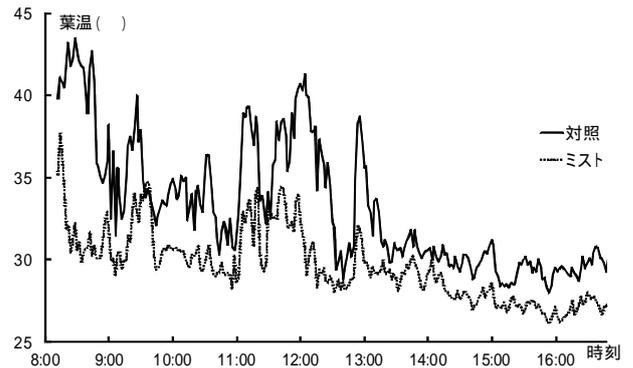


図4 超微粒ミストが葉温に与える影響 (2010年7月30日、「ミスト+夜冷23」区)

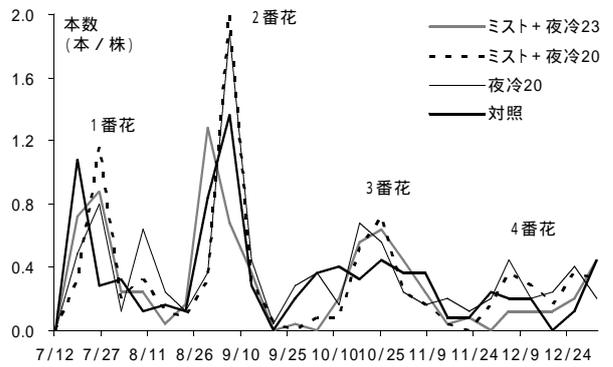


図5 バラ「アサミ・レッド」の週別切り花本数

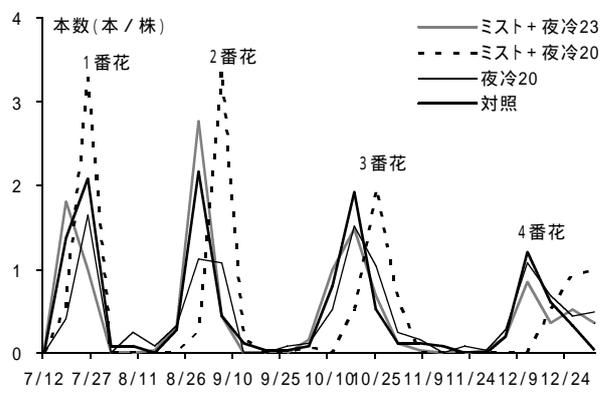


図6 バラ「インテロルトロ」の週別切り花本数

保った(図2)。

照度は、正午には「野外」で9.5万lxに達した。いずれの試験区も無遮光のガラス温室であり、施設の骨材、畳んだ内張り資材が影響し、時刻によって照度は大きく変動した(図3)。「野外」に対する各試験区の数値は、それぞれ「対照区」:44.8%、「ミスト+夜冷23 区」:38.4%、「ミスト+夜冷20 区」:39.2%、「夜冷20 区」:33.5%と試験区間で若干の差がみられた。

葉温は、「ミスト+夜冷23 区」と「対照区」とで比較すると、超微粒ミストの噴霧により最大12.5、調査時間帯の平均で約4 低下した(図4)。他日8月4日の測定においてもほぼ同様の結果となった。なお、高温時に長時間継続してミスト噴霧されると葉は濡れ

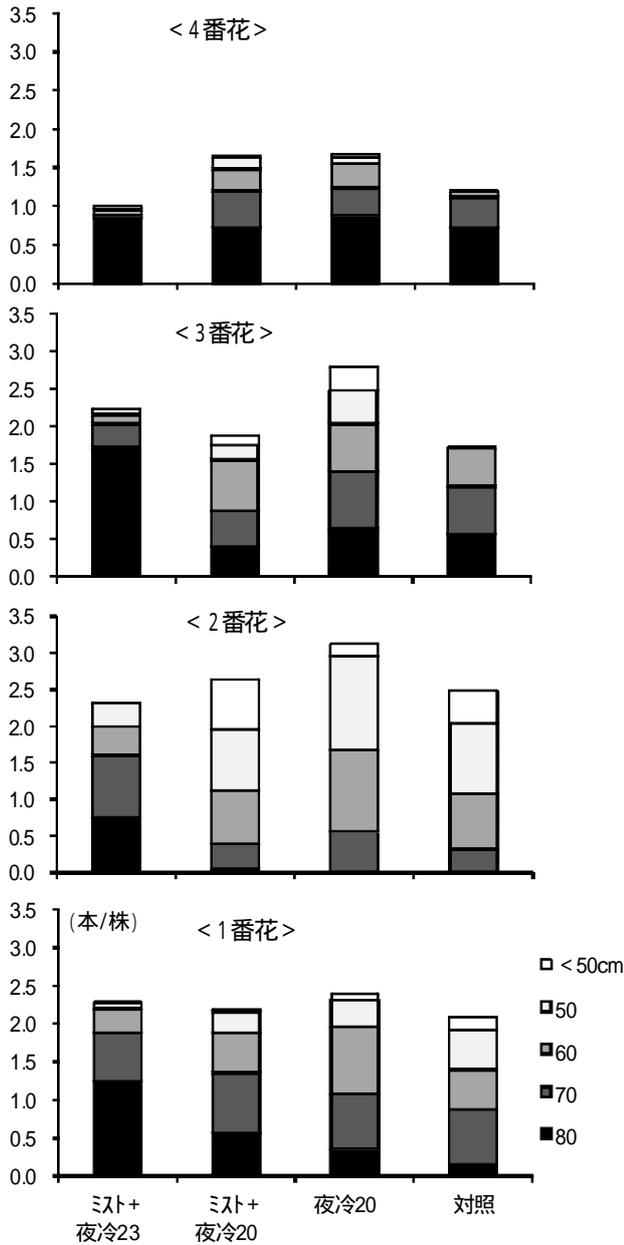


図7 バラ「アサミ・レッド」の階級別切り花本数

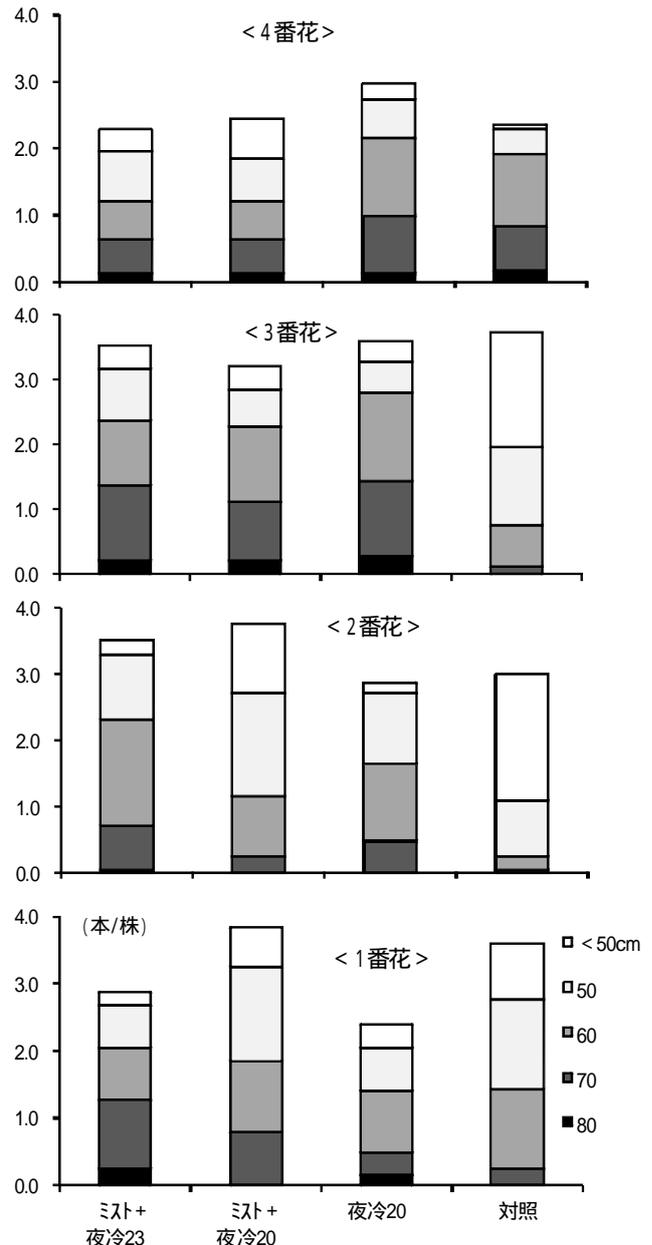


図8 バラ「インテロルトロ」の階級別切り花本数

るが、噴霧を停止すると30分以内で乾いた。

100 m²単棟ガラス室において夜間冷房および超微粒ミストの運転に要した使用電力量は次のとおりである。試験期間中の超微粒ミスト噴霧によるポンプ作動等で使用した電力量は276.3 kWh、水使用量は36.467 kLであった。夜間冷房に要した電力量は、20 が1543.2 kWh、23 が1036.5 kWhであり、23 設定では慣行温度20の67%の電力使用であった。

2 バラ切り花の収量・品質

開花日は、「アサミ・レッド」、「インテロルトロ」の1、2番花ではいずれも「ミスト+夜冷20区」および「夜冷20区」で遅く、「ミスト+夜冷23区」および「対照区」で早い傾向であった。「アサミ・レッド」で

は3、4番花の開花ピークが不明瞭であったが、「インテロルトロ」ではいずれの時期も明瞭なピークを示した(図5、6)。

切り花の階級発生は、スタンダード品種「アサミ・レッド」ではいずれの開花期においても「ミスト+夜冷23区」の上位階級(80 cm以上)の割合および本数が最も多かった。それに対して「対照区」は、上位階級の本数が最も少なく、全体収量も少なかった。「夜冷20区」は、いずれの開花期も収量が多いが、下位階級(60 cm未満)の割合も最多となった(図7)。スプレー品種「インテロルトロ」では、4番花を除けばいずれの開花期も「対照区」の切り花品質が劣り、特に2、3番花では60 cm以上の切り花割合が小さかった(図8)。

表1 「アサミ・レッド」の切り花収量および品質

花	試験区	平均 開花日	切り花 収量 (本/株)	切り花 総重量 (g/株)	切り花 長(cm)	50cm 切り花 重(g)	葉面積(第5 葉先端小葉) (cm ²)	花高 (cm)
1番花 (8/9まで)	ミスト+夜冷23	7/25	2.3	108.9	80.5 a ¹⁾	28.6 a	38.0 a	4.2 a
	ミスト+夜冷20	7/26	2.2	91.1	71.3 b	27.3 ab	36.2 a	4.2 a
	夜冷20	7/29	2.4	87.6	68.5 bc	26.2 ab	30.3 b	4.2 a
	対照(無処理)	7/24	2.1	71.6	65.3 c	25.0 b	26.5 b	3.9 b
2番花 (9/13まで)	ミスト+夜冷23	8/31	2.3	89.9	73.6 a	24.9 a	24.4 a	4.0 a
	ミスト+夜冷20	9/2	2.6	69.4	57.2 b	22.6 a	25.3 a	3.9 ab
	夜冷20	9/2	3.1	83.0	60.5 b	21.8 a	22.2 b	4.1 a
	対照(無処理)	8/31	2.5	56.6	56.8 b	19.5 b	18.4 b	3.7 b
3番花 (11/22まで)	ミスト+夜冷23	10/22	2.2	104.1	87.5			4.7
	ミスト+夜冷20	10/19	1.9	56.3	68.6			4.6
	夜冷20	10/17	2.8	103.9	69.6			4.7
	対照(無処理)	10/18	2.6	90.5	67.0			4.7
4番花 (1/1まで)	ミスト+夜冷23	12/20	1.0	49.0	84.9			5.5
	ミスト+夜冷20	12/13	1.6	64.5	76.9			5.1
	夜冷20	12/12	1.7	71.4	78.8			5.2
	対照(無処理)	12/14	1.2	56.4	81.1			5.3

1) 異符号間に5%水準で有意差あり(Tukey's HSD test)

表2 「インテロルトロ」の切り花収量および品質

花	試験区	平均 開花日	切り花 収量 (本/株)	切り花 総重量 (g/株)	切り花 長(cm)	50cm 切り花 重(g)	葉面積(第5 葉先端小葉) (cm ²)	花数 (個/本)	蕾数 (個/本)
1番花 (8/16まで)	ミスト+夜冷23	7/19	2.9	147	65.6 a ¹⁾	43.8 a	17.9 a	5.6 a	16.0 a
	ミスト+夜冷20	7/21	3.8	147	59.1 bc	34.4 b	14.9 b	4.8 a	11.4 ab
	夜冷20	7/23	2.4	100	61.7 ab	37.4 ab	14.5 bc	5.2 a	13.2 ab
	対照(無処理)	7/20	3.6	113	55.8 c	29.7 b	12.4 c	5.2 a	10.9 b
2番花 (9/13まで)	ミスト+夜冷23	8/27	3.5	145	61.8 a	37.0 a	11.1 ab	5.2 a	13.6 ab
	ミスト+夜冷20	9/2	3.8	145	55.2 b	36.6 a	11.5 a	5.0 a	11.0 b
	夜冷20	8/30	2.9	127	60.4 ab	40.3 a	11.1 b	4.7 a	16.4 a
	対照(無処理)	8/28	3.0	72	46.2 c	24.6 b	8.8 c	3.3 b	7.9 c
3番花 (11/29まで)	ミスト+夜冷23	10/15	3.5	126	64.3 a			3.8 a	8.7 a
	ミスト+夜冷20	10/21	3.2	122	65.1 a			3.1 a	8.8 a
	夜冷20	10/18	3.8	146	65.9 a			3.5 a	10.2 a
	対照(無処理)	10/15	3.7	97	49.6 b			2.5 b	6.5 b
4番花 (1/1まで)	ミスト+夜冷23	12/15	2.3	96	62.5 a			4.1 a	12.9 a
	ミスト+夜冷20	12/22	2.4	108	59.4 b			4.3 a	12.4 a
	夜冷20	12/14	2.9	137	65.0 a			4.2 a	14.4 a
	対照(無処理)	12/11	2.8	113	66.3 a			3.9 a	15.0 a

1) 異符号間に5%水準で有意差あり(Tukey's HSD test)

切り花長、切り花重、葉面積、花高など「アサミ・レッド」の切り花品質は、夜冷によって明らかに向上した。これにミストを組み合わせた「ミスト+夜冷23区」では、切り花品質が最も優れ、1~3番花における切り花総重量、切り花長は最大となった。葉の大きさの指標とした第5葉先端小葉面積は、「対照区」よりも「夜冷20区」が大きく、さらに「ミスト+夜冷23区」および「ミスト+夜冷20区」が大きかった(表1)。

「インテロルトロ」の切り花品質は、「対照区」とそれ以外の区との間で大きな差が認められた。「夜冷20

区」、「ミスト+夜冷23区」および「ミスト+夜冷20区」の間で大きな差は認められなかったが、昼間に超微粒子ミストを噴霧する場合には、「夜冷23区」の一方で花蕾数が増え、切り花重も増加した(表2)。

花弁焼けおよび葉焼けの症状は、「アサミ・レッド」で発生がみられ、「インテロルトロ」ではなかった。昼間にミスト噴霧した区では発生が皆無で、「対照区」において焼け症状が最も多く発生し、「夜冷20区」がそれに次いだ。概ね気温40以上・相対湿度30%以下となった翌日には花弁焼け、数日後には葉焼けが観察された。花弁焼けの発生が最も酷かった7月23日は、「対

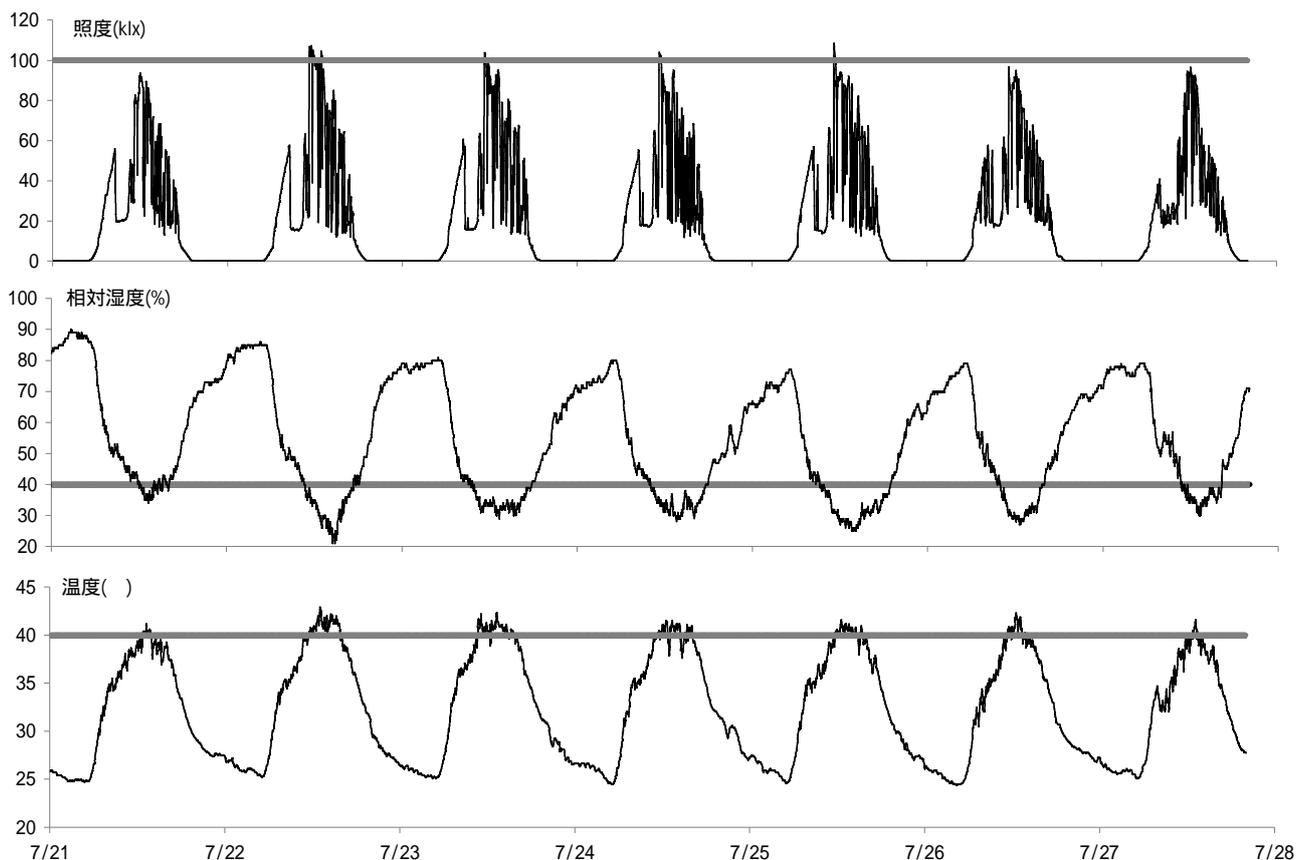


図9 花弁焼け・葉焼け症状が多発した温室の環境（対照区ガラス室、測定期間：2010年7月21日～28日）

照区」のいずれの花においても焼けが確認された（図9）。なお、葉焼けよりも花弁焼けが高頻度で発生した。

考 察

施設園芸においては、夏期高温による作物の品質・収量の低下が問題となっている。暖地での切り花バラ生産においても、夏期には高温のため切り花長、切り花重、花蕾の数・大きさなど切り花品質が著しく低下し、減収することが知られている¹⁾。近年、ヒートポンプを利用した夜間冷房により、切り花長などに一定の品質向上効果がみられている²⁾ものの、昼温の制御によるさらなる品質向上への期待は大きい。

本実験の結果、昼間に超微粒ミストを噴霧すると通常の無遮光ガラス温室に比べて気温は4～5℃低くなり、相対湿度は65～70%を維持した。バラの葉温も4℃程度下がった。通常、バラの生産施設では夏期に遮光率50～90%で遮光を行い高温による障害を回避しているが、超微粒ミストを噴霧すれば無遮光であっても花弁焼け・葉焼け症状の発生は皆無となることを明らかにした。「アサミ・レッド」で発生する花弁焼け・葉焼け症状は、高温と乾燥が原因と推測される。

温室栽培において相対湿度と植物の生育との関係は古くから研究されてきた。例えばキュウリにおいて、気温を25℃に設定し相対湿度と風速の関係を調査した

ところ、ある程度以上の風速下では相対湿度が50%の場合に比べて85%の場合に顕著に光合成量が増加することが報告されている^{1,2)}。このことは、園芸生産において、湿度を制御することが重要であることを示している。今回のバラの結果では、超微粒ミスト噴霧によって葉温4℃低下・相対湿度65～70%となり、花弁焼け・葉焼け症状が皆無で葉も大きくなった。バラにおいてもキュウリと同様に、葉における蒸散や光合成速度が促進されており、超微粒ミストによる加湿効果が顕著に現れたものと考えられる。

温度むらについて、Arbelら³⁾は北面と西面の窓から外気を取り入れ、南面のファンから空気を排出する構造の細霧冷房温室では、位置による温度差はみられなかったと報告している。一方、外気を強制的に吸引するパッド&ファン温室の冷房効果について、本間⁵⁾はパッド付近と温室中央部では約5℃の温度差を、Arbelら³⁾は空気の流れ出間に約3.5℃の温度差をそれぞれ報告している。これらは、それぞれ実験条件が異なるため単純な比較はできないが、細霧冷房方式はパッド&ファン方式に比べて温度むらが少ないことを示唆している。大澤ら¹⁰⁾の報告でも、高圧細霧の冷房能力は気化冷却法による冷房方式の中では優れているとしている。しかし、夜間は相対湿度が90%前後となり、冷房装置が作動せず、したがって、気温は対照温室と変わらないため、この点を今後の課題であるとしてい

る。今回バラで試みた昼間に超微粒ミスト噴霧と夜間にヒートポンプによる夜冷との組合せ処理は、大澤ら¹⁰⁾が指摘した夜間の高湿で冷房装置が作動しない問題を解決するものであり、効果的な処理方法であったと判断する。

園芸施設で超微粒ミストを噴霧した際の温度むら、温度変化に関しては、原田らの詳細な報告がある⁹⁾。ミストによる気温降下量は、噴霧量に加え、日射量に大きく依存し、その変化は比較的短い時間で起きることを指摘している。噴霧直後から気温は低下して5分で8割方下がり、ミスト停止後の気温上昇も5分で8割方戻る。施設内の温度むらは、噴霧の有無にかかわらず3程度存在するが、ミストの気化熱によりほぼ均等に気温が下がったとしている。ミストノズルの設置数は、100 m³当たり24個(噴霧量1.2 L/min)および32個(1.6 L/min)で検討し、24個で十分な効果があるとしており、我々の予備試験並びに今回の試験でも同様な冷却効果を確認した。原田らの試算によれば、ある調査日においてミストの66%が施設内に入射した日射量を打ち消すため、残りの34%が換気空気の気温を下げるために使われている。これは、超微粒ミストの降温効果を高めるには、遮光を組み合わせることが効果的であることを示唆するものであり、この点については今後さらに検討したい。

植物の生育への各処理の影響は、品種によって大きく異なった。「アサミ・レッド」で発生した花弁焼け・葉焼け症状は、「インテロルトロ」では「対照区」でもまったく発生しなかった。しかしながら、同様の葉焼け・花弁焼け症状は他品種「パープルフラガンシェ」を用いた予備試験において「アサミ・レッド」よりもさらに頻発したことから、高温・乾燥の影響は遺伝的背景を異にする品種間の差が大きいものと考えられる。ところで、「アサミ・レッド」において「ミスト+夜冷23区」の4番花では、開花がやや遅れる傾向がみられ、光合成専用枝がやや黄化していたことから、株に採花疲れが発生したと推測される。昼間の超微粒ミスト噴霧および夜間冷房の処理でバラの生育が旺盛になったにもかかわらず、夏を考慮した低い給液濃度EC1.0 dS・m⁻¹であったため、肥料が不足した可能性が考えられる。一方、最も冷却した試験区「ミスト+夜冷20区」は、「ミスト+夜冷23区」よりも切り花品質が劣った。これは、昼間はミスト噴霧により根からの吸水が抑制され、さらに夜間も温度が低いために葉からの蒸散量が少なく、根からの吸水が抑制されたものと考えられる。実際、「ミスト+夜冷20区」は培地が常に加湿状態となり、他の区と比較して根張りが不良であった。今回、給液量はいずれの区も同一にしたが、植物の生育状況に応じた給液量の検討も今後の課題である。

100 m³単棟ガラス室での超微粒ミストのコストは次のとおりである。試験期間中にポンプ作動等で使用したのは電力量276.3 kWh、水使用量36.467 kLである。夜間冷房に要した電力量は、20区が1543.2 kWh、23区が1036.5 kWhであり、23設定では慣行温度20

の67%の電力使用であった。従って、23設定とすれば例えば中部電力の低圧電力契約の場合には、少なくとも見積もっても電気料金として1万円以上を省くことができる。省いた電気代で超微粒ミストのランニングコストを賄うことが可能である。夜間冷房に必要なヒートポンプについては、冬期の暖房費の節減目的で多くの生産農家に既に導入されているため、イニシャルコストを考慮する必要がない。一方、超微粒ミストのイニシャルコストは、現段階では10 a当たりで500万円であり、今後もコストダウンへの努力に期待がかかる。昼間の超微粒ミスト噴霧とヒートポンプによる夜間冷房との組合せ処理は、年内の切り花の収量・品質を大きく向上させるので、それによる収益の増加で超微粒ミストのイニシャルコストは4~5年でペイできると試算している。

引用文献

1. 藤田政良．高温障害とその対策 高温障害対策 - バラ．農業技術体系 花卉 第3巻．農文協．東京．p. 411-412(1995)
2. 岩崎政男．農業電化の歩みとこれから - エアコンからヒートポンプ時代に移行しつつあるバラ栽培業界．農業電化．61, 6-11(2008)
3. Arbel, A., Yekutieli, O., Barak, M., Performance of a Fog System for Cooling Greenhouses. J. Agric. Engng. Res. 72, 129-136(1999)
4. 川勝義夫, 中尾聡明．施設の栽培環境管理に関する研究(第1報)冷房花卉温室内の気象条件について．園芸学会雑誌．36, 324-332(1967)
5. 本間義之．パッド&ファンによる温室の冷房．施設園芸．(8), 52-57(1998)
6. 辻本誠．ドライミスト奮戦記．日本機械学会誌．112, 192-193(2009)
7. 原田昌幸, 杉山剛．ドライミストの蒸散効果を用いた夏季の暑さ対策(特集 低炭素社会の実現に向けて - 中部からの発信)．空気調和・衛生工学．82, 787-791(2008)
8. 加藤史郎, 石井智弘, 辻本誠．ドライミストの噴霧ノズルごとの粒径分布に関する研究．日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)．127-128(2010)
9. 原田昌幸, 杉山剛．園芸施設におけるドライミスト技術に関する研究 その1 ライン型ユニット(h=2,000)による気温変動特性と熱収支．日本建築学会東海支部研究報告書．49, 317-320(2011)
10. 大澤梅雄, 福田正夫, 宇都宮裕人．シンビジウムの生育・開花に及ぼす高圧細霧冷房の影響．愛知農総試研報．32, 175-182(2000)
11. フローリスト編集部．改訂版 花の切り前．誠文堂新光社．東京．p.40-67(1994)
12. 矢吹万寿, 宮川秀夫．風速と光合成に関する研究(第2報)風速と光合成との関係．農業気象．26, 137-141(1970)