

## バラ切り花栽培の夏季高温期における CO<sub>2</sub> 施用と培養液管理が

### 収量・品質に及ぼす影響

奥村義秀<sup>1)</sup>・吉田龍博<sup>2)</sup>・新井和俊<sup>2)</sup>

摘要：夏季高温期のバラ切り花施設栽培において、夜間はヒートポンプ冷房、昼間はミストによる気化冷却と飽差制御を行った条件下で CO<sub>2</sub> 施用を行った。

CO<sub>2</sub> 施用は、灯油燃焼式 CO<sub>2</sub> 施用機を用いたダクト送風による局所施用方法で行った。その結果、品種「サムライ 08」、「アヴァランチェ」ともに収穫本数が増加した。また、同条件下で通常の夏季の培養液濃度に比べ高濃度とした場合、さらに収穫本数が増加し、長い階級の切り花収穫本数も増加した。

キーワード：バラ切り花栽培、夏季高温期、CO<sub>2</sub> 施用、培養液濃度

## 緒言

近年、バラ切り花栽培において、施設内の CO<sub>2</sub> 濃度を人為的に高めて収量や品質を向上させる CO<sub>2</sub> 施用技術の導入が進んでいる。二村ら<sup>1)</sup>は先に、CO<sub>2</sub> 施用を行うことにより、バラで収量が向上することを報告した。さらに津田ら<sup>2)</sup>はミストを用い、春、秋の湿度環境の改善により CO<sub>2</sub> 施用効果を向上させるとともに、気化冷却で施設の換気を抑制し、高濃度の CO<sub>2</sub> 施用時間帯の延長と施用期間の拡大を図り、さらなる増収を実現した。しかし、夏季高温期には日中の換気が不可欠であり、CO<sub>2</sub> 施用はほとんど行われていない。

古在ら<sup>3,4)</sup>は、外気と同じ濃度で日中の施設内に CO<sub>2</sub> を施用するゼロ濃度差 CO<sub>2</sub> 施用について報告した。この方法であれば、CO<sub>2</sub> 施用のコスト以上の収量増加が見込まれ、収益向上効果が高いと考えられる。そこで、これを参考に、施設内の CO<sub>2</sub> 濃度設定値を外気と同程度の濃度とし、灯油燃焼式 CO<sub>2</sub> 施用機を用いたダクト送風による局所施用方法について検討した結果、換気時においても植物群落付近の CO<sub>2</sub> 濃度を効率的に高めることができ、収量増となった。また、CO<sub>2</sub> 施用により旺盛になった樹勢に対応し、培養液濃度を高めることで、さらに収量・品質が向上したので、あわせて

報告する。

## 材料及び方法

### 1 夏季高温期における CO<sub>2</sub> 施用と培養液管理

試験は、同型のガラス温室（間口 7.2 m × 奥行 13.9 m × 高さ 4.5 m、面積 100 m<sup>2</sup>、容積 350 m<sup>3</sup>）2棟で実施した。栽培温室の環境制御は、7月1日から9月30日まで以下のように行った。温度制御は、夜間はヒートポンプ（FDUVXP1403、三菱重工業（株）、東京都千代田区）を用い 19時から6時まで 20℃で冷房運転を行い、昼間はミスト噴霧（グローミスト、トヨタネ（株）、豊橋市）による気化冷却を7時から17時まで 25℃以上、飽差 6 g・m<sup>-3</sup>以上の条件で、1分噴霧1分停止の間欠運転で行った。ミストは、吐出水量が1個当たり 100 mL・min<sup>-1</sup>のノズルを 100 m<sup>2</sup>に12個用い、水道水を 4 MPaで圧送し、2 mの高さから噴霧した。ヒートポンプ稼働時を除き換気温度は 20℃とし、晴天時には10時から15時まで50%の外部遮光を行った。

CO<sub>2</sub> 施用区は、灯油燃焼式 CO<sub>2</sub> 施用機（光合成促進機 RA-48K、ダイニチ工業（株）、新潟市）を用い、同機から発生させた CO<sub>2</sub> を手作りのパッド&ファン方式の小型冷却機を通し、ダクトにより栽培ベンチ下に送風した（図1）。CO<sub>2</sub> 施用は、外気の CO<sub>2</sub> 濃度よりやや高い 420 ppm（センサーを採花

本研究は、農林水産省戦略プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」により実施した。

<sup>1)</sup>園芸研究部(現東三河農業研究所) <sup>2)</sup>園芸研究部

(2019.10.10 受理)

位置直上の高さ1 mに設置)、1時から16時まで照度150 W・m<sup>-2</sup>以上の条件下で行うよう、統合環境制御装置(プロファーム、(株)デンソー、刈谷市)を用いて制御した。

供試品種は、バラのスタンダード品種「サムライ08」及び「アヴァランチェ」とし、2016年2月定植、片側のみ折り曲げアーチング方式で樹形を管理した株を用いた。栽培方式は少量土壌培地耕で、プランター(幅64 cm×奥行23 cm×高さ18.5 cm)当たり5株植えとし、両品種

とも各区30株を用いた。培養液は、愛知農総試園研バラ処方<sup>5)</sup>を用い、培養液濃度は、慣行区が1.1 dS・m<sup>-1</sup>、高濃度区が1.6 dS・m<sup>-1</sup>(冬季の慣行培養液濃度)とした。2018年7月1日に一斉折り曲げ・一斉芽かきを行い試験を開始した。開花調査は、花の切り前4~5段階<sup>6)</sup>で採花した全ての切り花について、切り花長、切り花重、花床から花卉先端までの長さである花高、節数、切り花中央部の茎径について行った。

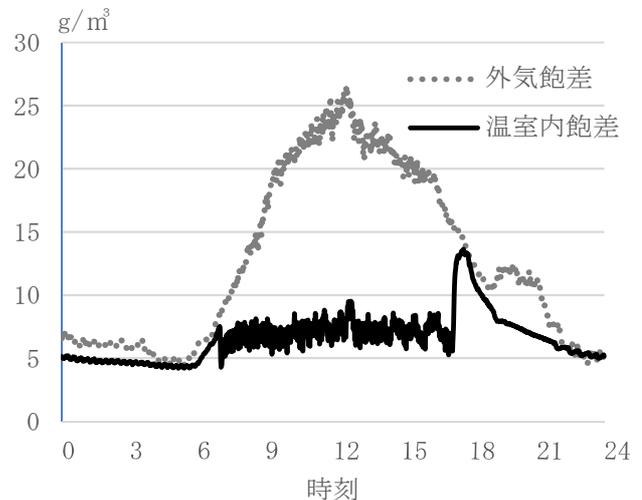
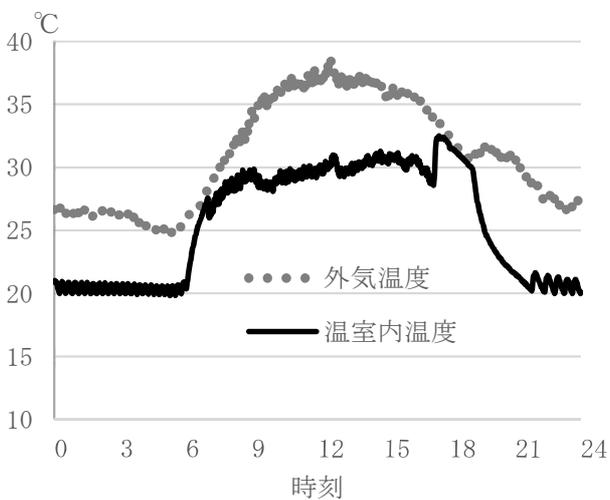


図2 ミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における温度と飽差の推移(8月6日、晴天)

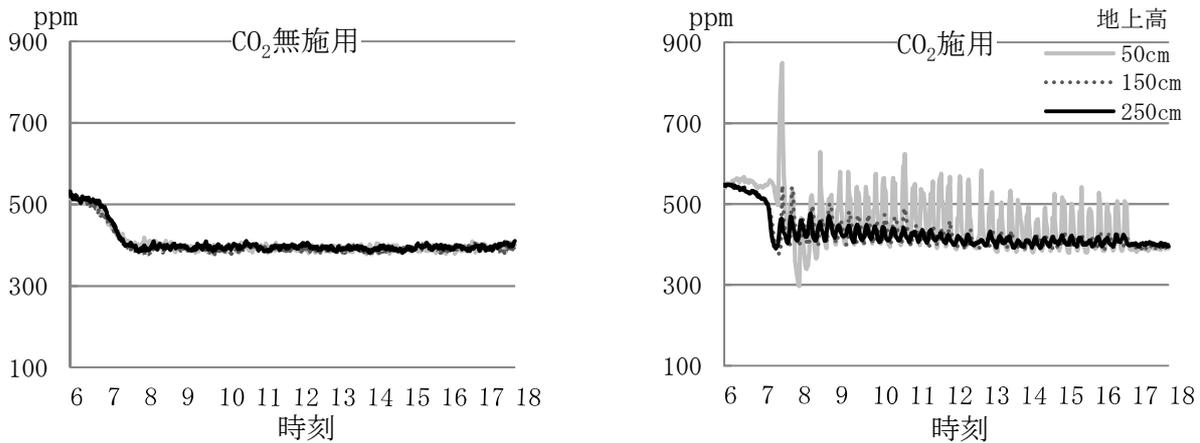


図 3 ミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における施設内 CO<sub>2</sub>濃度の推移(8月 6 日、晴天)

表 1 夏季高温期のミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における CO<sub>2</sub> 施用の有無と培養液濃度が収量・品質に及ぼす影響(8月開花、品種：サムライ 08)

試験区	開花日	切り花本数	切り花長	切り花重	花高	節数	茎径	
								本/株
CO <sub>2</sub> 無施用	培養液慣行	8月9日 ±5.4日	2.5	74.3 ±10.8	39.2 ±12.3	4.9 ±0.2	14.2 ±1.1	5.7 ±1.1
	培養液高濃度	8月10日 ±4.3日	2.9	74.3 ±8.6	37.6 ±12.4	4.9 ±0.2	13.9 ±1.2	5.7 ±1.2
CO <sub>2</sub> 施用	培養液慣行	8月10日 ±5.0日	2.8	71.6 ±8.9	36.3 ±12.8	4.9 ±0.3	13.1 ±1.1	5.6 ±1.1
	培養液高濃度	8月9日 ±5.4日	3.1	74.0 ±11.5	38.3 ±13.7	4.9 ±0.3	14.0 ±1.2	5.8 ±1.2

注) 値は平均値±標準誤差(CO<sub>2</sub>無施用 培養液慣行 n=75、同培養液高濃度 n=88、CO<sub>2</sub>施用 培養液慣行 n=85、同培養液高濃度 n=93)

表 2 夏季高温期のミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における CO<sub>2</sub> 施用の有無と培養液濃度が収量・品質に及ぼす影響(8月開花、品種：アヴァランチェ)

試験区	開花日	切り花本数	切り花長	切り花重	花高	節数	茎径	
								本/株
CO <sub>2</sub> 無施用	培養液慣行	8月6日 ±2.6日	4.1	54.7 ±4.9	18.4 ±4.3	4.1 ±0.2	10.5 ±1.3	4.3 ±0.5
	培養液高濃度	8月6日 ±2.5日	4.5	54.4 ±4.5	18.5 ±4.2	4.2 ±0.2	10.6 ±1.5	4.3 ±0.6
CO <sub>2</sub> 施用	培養液慣行	8月7日 ±2.6日	4.6	54.6 ±4.9	18.6 ±4.2	4.1 ±0.2	10.3 ±1.4	4.3 ±0.5
	培養液高濃度	8月5日 ±2.5日	4.8	55.8 ±5.0	19.1 ±4.3	4.1 ±0.2	10.6 ±1.3	4.4 ±0.5

注) 値は平均値±標準誤差(CO<sub>2</sub>無施用 培養液慣行 n=123、同培養液高濃度 n=135、CO<sub>2</sub>施用 培養液慣行 n=141、同培養液高濃度 n=154)

表 3 夏季高温期のミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における CO<sub>2</sub> 施用の有無と培養液濃度が収量・品質に及ぼす影響(9月開花、品種：サムライ 08)

試験区	開花日	切り花本数	切り花長	切り花重	花高	節数	茎径	
								本/株
CO <sub>2</sub> 無施用	培養液慣行	9月18日 ±5.1日	2.6	78.9 ±11.7	36.0 ±11.6	5.0 ±0.3	14.6 ±2.2	5.6 ±1.0
	培養液高濃度	9月18日 ±4.9日	2.9	79.5 ±12.2	35.9 ±15.7	5.1 ±0.3	14.2 ±2.8	5.6 ±1.2
CO <sub>2</sub> 施用	培養液慣行	9月18日 ±4.8日	2.8	77.3 ±11.1	34.6 ±12.5	5.1 ±0.3	13.6 ±2.1	5.5 ±1.1
	培養液高濃度	9月17日 ±4.9日	3.2	79.2 ±12.5	36.9 ±14.4	5.2 ±0.3	14.5 ±2.4	5.8 ±1.2

注) 値は平均値±標準誤差(CO<sub>2</sub>無施用 培養液慣行 n=77、同培養液高濃度 n=86、CO<sub>2</sub>施用 培養液慣行 n=85、同培養液高濃度 n=96)

表 4 夏季高温期のミストによる昼間気化冷却及び飽差制御下における CO<sub>2</sub> 施用の有無と培養液濃度が収量・品質に及ぼす影響(9月開花、品種：アヴァランチェ)

試験区	開花日	切り花本数	切り花長	切り花重	花高	節数	茎径	
								本/株
CO <sub>2</sub> 無施用	培養液慣行	9月16日 ±4.5日	4.7	60.0 ±5.8	20.0 ±4.5	4.3 ±0.2	11.1 ±1.5	4.5 ±0.5
	培養液高濃度	9月16日 ±4.3日	5.6	58.7 ±5.3	19.9 ±4.6	4.4 ±0.2	11.1 ±1.1	4.4 ±0.5
CO <sub>2</sub> 施用	培養液慣行	9月15日 ±4.2日	5.6	60.3 ±6.3	19.9 ±4.9	4.3 ±0.2	11.2 ±1.3	4.4 ±0.5
	培養液高濃度	9月15日 ±4.2日	5.8	60.5 ±6.7	20.3 ±5.6	4.4 ±0.2	11.5 ±1.4	4.4 ±0.6

注) 値は平均値±標準誤差(CO<sub>2</sub>無施用 培養液慣行 n=141、同培養液高濃度 n=167、CO<sub>2</sub>施用 培養液慣行 n=167、同培養液高濃度 n=175)

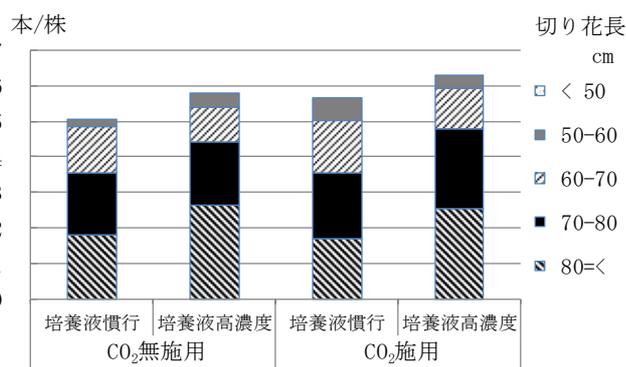


図4 夏季高温期のCO<sub>2</sub>施用及び培養液濃度と階級別切り花本数(品種：サムライ08、8～9月開花)

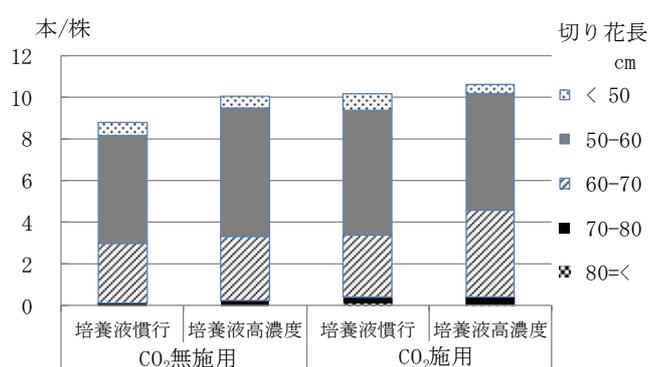


図5 夏季高温期のCO<sub>2</sub>施用及び培養液濃度と階級別切り花本数(品種：アヴァランチェ、8～9月開花)

## 結果及び考察

### 1 施設環境

施設内温度は、図2に示したように夜間はヒートポンプ冷房により、ほぼ20℃に制御でき、昼間はミスト噴霧により晴天時でもほぼ30℃で推移した。また、飽差については、設定値である6 g・m<sup>-3</sup>に対しやや高めに推移した。晴天時のCO<sub>2</sub>濃度は、図3に示したように、無施用では、どの高さでもほぼ外気と同じ400 ppmであるのに対し、施用した場合は、CO<sub>2</sub>送風ダクトに近く光合成専用枝の直下となる高さ50 cm付近のCO<sub>2</sub>濃度が高くなり、平均すると460 ppm程度であった。高さ150 cmでは平均約430 ppm、250 cmでは約420 ppmとなった。このことは、ダクトによる局所施用が機能し、植物群落付近で高濃度にする事ができたためと考えられる。ただし、灯油燃焼式施用機の性質上、燃焼と消火を小刻みに繰り返すことが困難なため、特に50 cm付近は、設定濃度以上への大幅なオーバーシュートを繰り返した。7月から9月までの3か月間の灯油使用量は、試験を行った施設面積100 m<sup>2</sup>で89 Lであった(データ略)。

### 2 CO<sub>2</sub>施用、培養液濃度と収量・品質

表1～4に示したように、7月1日に一斉折り曲げ・一斉芽かきを行った後の1回目の採花ピークとなる8月上中旬開花、同2回目のピークとなる9月中下旬開花の両作型においては、「サムライ08」、「アヴァランチェ」両品種ともに、CO<sub>2</sub>施用によりいずれの培養液濃度でも切り花の収穫本数が増加した。また、CO<sub>2</sub>施用の有無にかかわらず培養液濃度が高い方の切り花収穫本数が多くなった。しかし、開花日や切り花長、切り花重、花高、節数、茎径などの特性には大差なく、特定の傾向は見られなかった。一方、図4、5に示すとおり、階級別の収穫本数は、両品種とも、CO<sub>2</sub>施用により増加したものの、長い階級の増加は少なかった。しかし、培養液の濃度を高くすることは、総収穫本数の増加とともに、長い階級の収穫本数の増加につながった。

以上のことから、「サムライ08」と「アヴァランチェ」両品種とも、夜間はヒートポンプ冷房、昼間はミストによる気化冷却と飽差制御を行った条件下では、CO<sub>2</sub>施用により収穫本数が増加し、培養液を冬季と同等の高濃度とした場合にも収穫本数の増加が見られ、これらの相乗効果により、さらなる増収と、高値で取引される70 cm以上の長い階級の切り花収穫本数の増加が可能と判断できた。

今後、これまで開発した樹形管理技術<sup>7)</sup>や低コスト生産技術等を総合的に組み合わせることにより、夏季高温期の大幅な収益の向上を目指したい。

## 引用文献

1. 二村幹雄, 津田千織, 朝倉芳則, 大野真奈美, 奥村義秀, 平野哲司. CO<sub>2</sub>の効率的施用によるバラ切り花の生産性向上. 園学研. 12(別1), 513(2013)
2. 津田千織, 奥村義秀, 平野哲司, 堀田真紀子, 岩崎泰永, 山口徳之. バラ栽培における超微粒ミスト噴霧がCO<sub>2</sub>施用に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 47, 69-75(2015)
3. 古在豊樹, 糠谷綱希, 渋谷俊彦, 丸尾達. 施設園芸におけるゼロ濃度差CO<sub>2</sub>施用(1) その原理と実際. 農業および園芸. 89(6), 643-652(2014)
4. 古在豊樹, 糠谷綱希, 渋谷俊彦, 丸尾達. 施設園芸におけるゼロ濃度差CO<sub>2</sub>施用(2) その原理と実際. 農業および園芸. 89(7), 749-758(2014)
5. 加藤俊博. 切り花の養液管理. 農山漁村文化協会. 東京. 137-147(1994)
6. 大川清. 花の切り前. 誠文堂新光社. 東京. 48-65(1983)
7. 奥村義秀, 真野恭平, 山口徳之. バラ栽培における新しい樹形管理「改良切り上げ方式」の開発. 愛知県農総試研報. 49, 127-130(2017)