



あたらしい 農業技術

No.620

ガーベラはCO₂施用で、切り花品質が向上し、収穫本数が増加する

平成 28 年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- ・ ガーベラ栽培において、施設を閉鎖する季節、時間帯に、CO₂施用を行うことにより、収穫本数が増加し、切り花品質が向上します。

2 技術、情報の適用効果

- ・ 収穫本数の増加は、芽の増加が主な要因であるため、効果が現れるまで6週間以上必要となります。増収効果は、CO₂施用を止めたのちも継続します。
- ・ 切り花品質の向上効果は、CO₂施用開始後、比較的短期間のうちに明らかとなりますが、施用を止めるとその効果もみられなくなります。
- ・ CO₂施用を行う場合、可能な限り 1,000ppm まで濃度を高め、施用時間および施用期間を長く施用することで、効果は高くなるものと考えられます。
- ・ このため、CO₂施用を行う場合、天窓の換気設定温度を高くしたり、ヒートポンプでの冷房運転を併用することにより、長期・長時間施用を行うなどの工夫が必要となります。

3 適用範囲

ガーベラ生産者及び指導機関

4 普及上の留意点

- ・ 当成果は、ガーベラ品種‘ミノウ’、‘サンディー’で試験を行ったものです。
- ・ 燃焼式 CO₂発生器を利用する場合、発生した CO₂は暖かく、施設上方に移動しやすいため、CO₂施用は、施設が閉鎖した状態の時に行うようにします。
- ・ 春になり、施設を閉鎖することができなくなり CO₂施用を止めたのちは、切り花品質が低下することがあるので、留意します。
- ・ CO₂の施用濃度や施用時間など施用の方法は、必ずしも 1,000ppm で終日施用することを前提とするのではなく、収穫本数や切り花品質など各生産者が目指す目的や栽培施設の状況にあわせ行います。
- ・ 夜温が低すぎると、結露が発生し病気を誘発したり、花色が変化することがあります。

目 次

はじめに	1
1 光合成曲線	1
2 ハウス内の CO ₂ の分布	1
(1) 冬季のガーベラ栽培施設内の CO ₂ 濃度の推移	1
(2) CO ₂ 施用時における CO ₂ 濃度の分布	2
3 CO ₂ 施用が収穫本数に与える影響	3
(1) CO ₂ の施用方法	3
(2) CO ₂ 施用の効果	3
4 CO ₂ 施用が切り花品質に与える影響	4
5 CO ₂ の長期・長時間施用	5
(1) ヒートポンプによる換気抑制	5
(2) 換気抑制による CO ₂ 施用	6
(3) 高昼温・低夜温管理	7
おわりに	8
参考文献	8

はじめに

近年、イチゴやバラ等で収量増加のための CO₂ 施用が導入、普及が進んでいます。ガーベラにおいても、かつて CO₂ 施用が注目され、県内の生産者が試験的に導入しましたが、その効果が判然としなかったため、広く普及することはありませんでした。

ここでは、ガーベラ栽培施設における CO₂ 施用がガーベラの収穫本数および切り花品質に及ぼす影響を検討した結果を踏まえ、ガーベラ栽培における CO₂ 施用の効果およびその施用方法について紹介します。

1 光合成曲線

ポット栽培のガーベラ‘ミノウ’の成熟個葉を用いて、CO₂-光合成曲線を作成しました(図1)。光合成光量子束密度が 500 および 1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では、CO₂ 濃度の増加に伴い光合成速度は急激に増加し、それ以降は緩やかになり、1,000 ppm 程度で飽和します。

CO₂ 濃度を大気と同程度の 400ppm から 800ppm に倍増させることで、光合成速度は 50%以上増えることから大幅な生産性向上が期待できます。なお、ガーベラに CO₂ を施用する際には、高くても 1,000 ppm 以下が適当と考えられます。

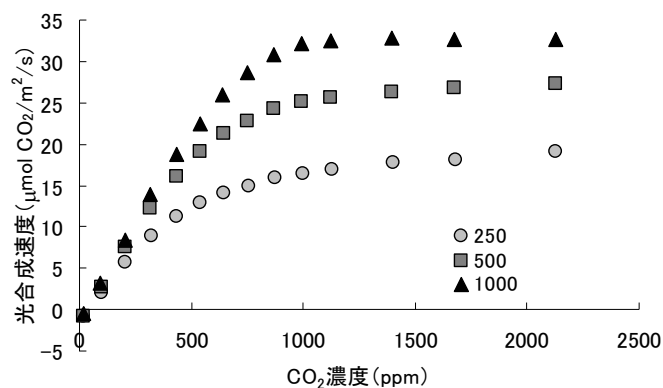


図1 ガーベラ‘ミノウ’の CO₂-光合成曲線

光合成光量子束密度, 250, 500, 1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$; 、葉面温度, 30℃; 相対湿度, 45%

2 ハウス内の CO₂ の分布

(1) 冬季のガーベラ栽培施設内の CO₂ 濃度の推移

2013年12月27日から2014年1月7日まで、静岡県内のガーベラ生産者ハウス(1,944 m²、ポット栽培、CO₂ 施用なし)において、CO₂ 測定器(おんどとり TR-76Ui, T&D)を温室中央部の群落内および群落上部に設置してCO₂の日変化を確認しました。

冬季のCO₂を施用しない温室内では、CO₂濃度は夜間に800 ppm程度まで上昇しましたが、日の出後7時過ぎから急速に低下し、日中は大気の400ppmを下回る250 ppm程度まで低下していました(図2)。このことから、日中の温室内のCO₂濃度が不足しているものと考えられます。

(2) CO₂施用時におけるCO₂濃度の分布

CO₂施用では、液化炭酸ガスと燃焼式CO₂発生器を利用する場合がありますが、生産者のほとんどは燃焼式CO₂発生器を利用しています。

燃焼式CO₂発生器から発生したCO₂は、暖められていますので、施用後速やかに施設の上方へ移動します(図3、4)。冬期の栽培施設では、朝方は天窓が閉まっていますので、施用したCO₂は施設内で対流していますが、天窓が開くと、発生したCO₂の多くは施設外へ流れ出てしまいます(図5)。このため、燃焼式CO₂発生器を利用する場合は、原則閉鎖した環境の下で行うようになります。

なお、液化炭酸ガスを利用する場合は、CO₂が暖められていないため、上方への移動が少なく、施設を開放した状態でもある程度は効果が期待されるものと考えられます(図6)。

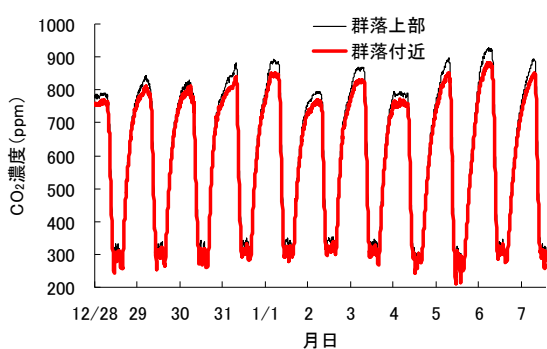


図2 CO₂無施用ガーベラハウスにおける群落内外のCO₂濃度

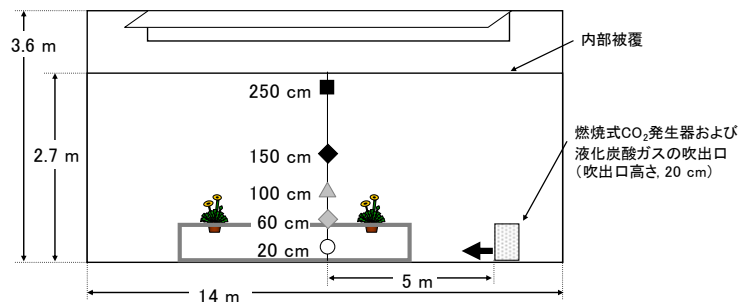


図3 CO₂濃度垂直分布調査温室の概要

CO₂濃度は、温室中央(地上20~250cm)で測定。

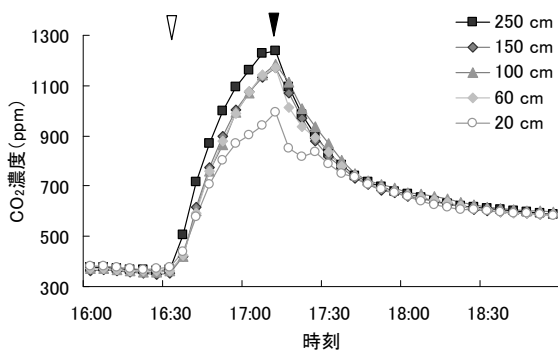


図4 天窓閉鎖時のCO₂濃度(燃焼式)

▽, CO₂施用開始; ▼, CO₂施用停止

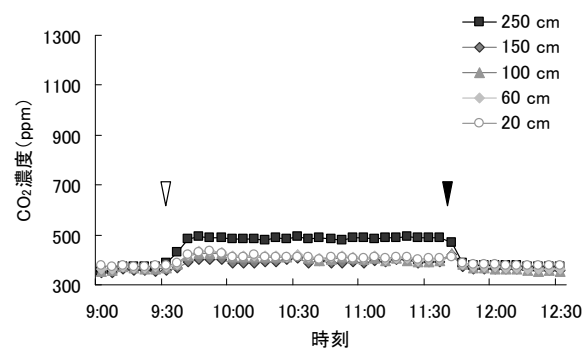


図5 天窓開放時のCO₂濃度(燃焼式)

▽, CO₂施用開始; ▼, CO₂施用停止

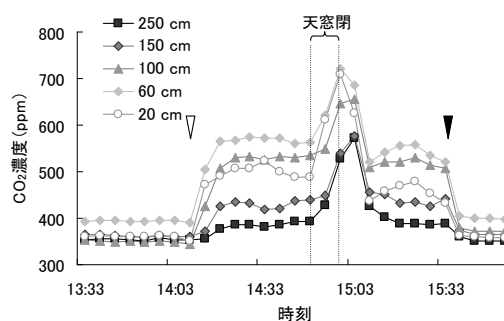


図6 天窓の開閉に伴う高さ別CO₂濃度の変化(液化炭酸ガス)

▽, CO₂施用開始; ▼, CO₂施用停止

3 CO₂ 施用が収穫本数に与える影響

(1) CO₂ の施用方法

CO₂ 施用は、外気への流失を考慮し、一般に天窓の開放を行わない朝夕に行っています。ここでは、ヒートポンプ冷房により閉鎖環境の施設内の気温が高まることを制限し、CO₂ の施用時間が収穫本数に及ぼす影響を検討しました。この結果、朝夕の施用でガーベラの収穫本数は 10%程度増加したのに対し、終日施用することで 20~40%程度増加しました(図 7)。また、CO₂ 施用濃度は、400~500ppm で施用しても増収効果はありますが、700~900ppm で施用すれば増収効果はさらに高まりました(図 8)。

このため、CO₂ 施用の濃度は 1,000ppm を上限に高め、時間は長く施用するほど効果があると考えられます。

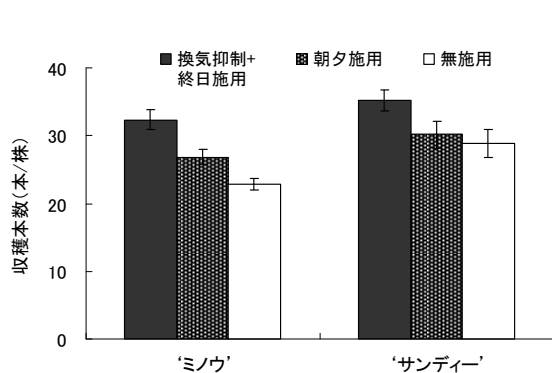


図 7 CO₂ 施用がガーベラの収穫本数に及ぼす影響

CO₂ 施用期間中 (92 日間) の収穫本数。

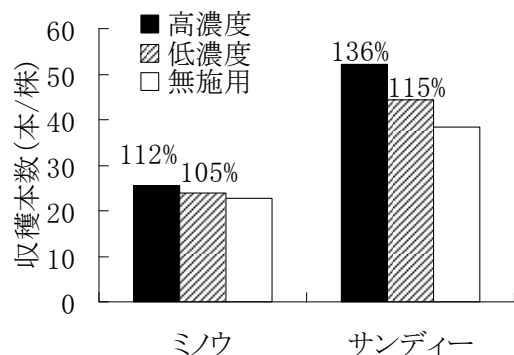


図 8 CO₂ 施用濃度の違いが収量に及ぼす影響

値は無施用区に対する比率
高濃度 700~900ppm 低濃度 420~500ppm

(2) CO₂ 施用の効果

ガーベラは、一般的には数枚の葉と 2 本の花で形成される芽が複数集まり株を形成しています(図 9)。このため、ガーベラの花数は芽の数の 2 倍となり、芽数が増加すると花数も増加します。2 つの花は、芽の頂芽と最後に発生した第 1 葉の腋芽に発生し、第 2 葉の腋芽から次の芽が発生します。このとき第 3 葉以下の腋芽にも発生することがあり、発生すると芽数が増加していきます。

CO₂ を施用するとガーベラでは芽数が増加し、収穫本数が増加します(図 10)。ガーベラは、芽が発生しても数枚の葉が展開しないと開花しないため、CO₂ 施用から増収効果が明らかになるまでに 1.5 か月程度要します(図 11)。また芽の葉数は、品種により異なるため、葉数が多い品種では、増収効果が明らかになるまでさらに長い期間を要することがあります。

なお、上記のとおり、CO₂ 施用によりいったん発生した芽の第 2 葉の腋芽には、次の芽が発生するため、いったん増加した芽は、高温や病気による枯死や芽かき作業や作業上の事故がない限り芽数は維持されます。このため、CO₂ 施用を停止した後もその増収効果が維持されることに大きな特徴があります。



図9 ガーベラの芽

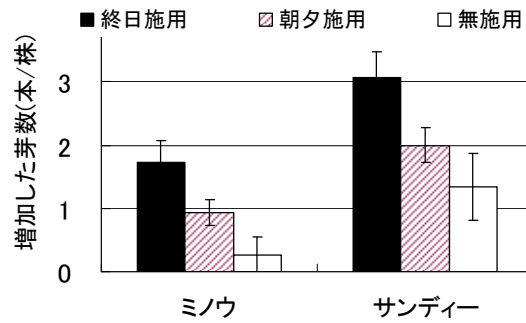


図10 増加芽数 (CO₂ 施用 87 日後)
(平均値±標準誤差、n=15)

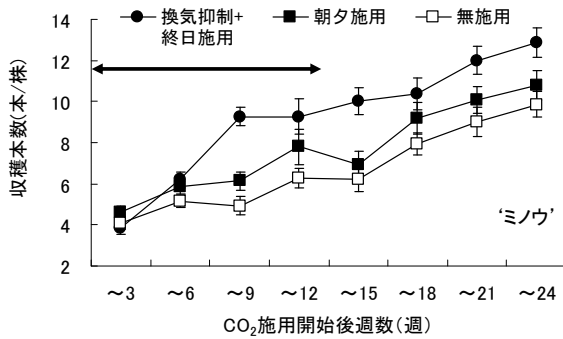


図11 ガーベラ 'ミノウ' の収穫本数の推移
平均値±標準誤差 (n=15)。
←→の期間に CO₂ を施用。

4 CO₂ 施用が切り花品質に与える影響

ガーベラ栽培時に CO₂ 施用を行うと、花茎が太くなり (図 12)、花が大きくなり (図 13)、切り花重が増加します (図 14)。その効果は、CO₂ 施用後短期間のうちに現われ、施用中は高い切り花品質を期待できます (図 15)。

一方で、CO₂ 施用を停止すると切り花品質向上効果もみられなくなります。CO₂ 施用停止後は、施用前に比べ芽数が多く収穫本数は多い状態となり、少しずつ切り花のボリュームの低下がみられるようになります。施用を止めた直後の春はガーベラの生育が盛んな季節であるため大きな問題とはなりません、夏前には株の生育状況を確認の上、芽の整理を行うなどの配慮が必要となります。

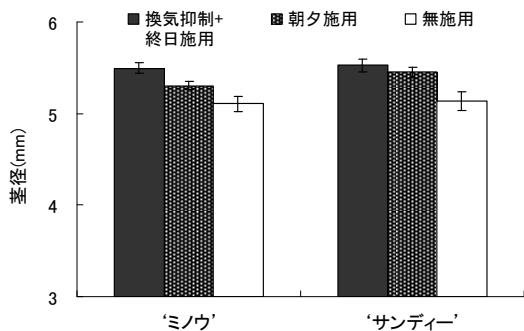


図 12 CO₂ 施用がガーベラの茎径に及ぼす影響
CO₂ 施用期間中 (92 日間) の平均値±標準誤差 (n=15)

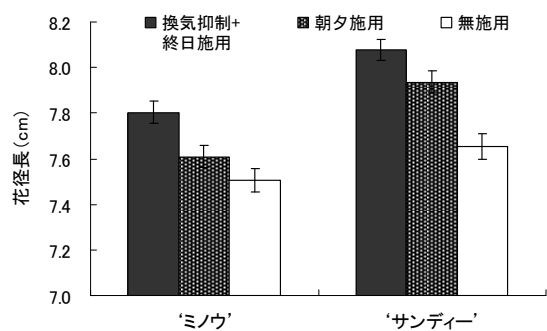


図 13 CO₂ 施用がガーベラの花径長に及ぼす影響
CO₂ 施用期間中 (92 日間) の平均値±標準誤差 (n=15)

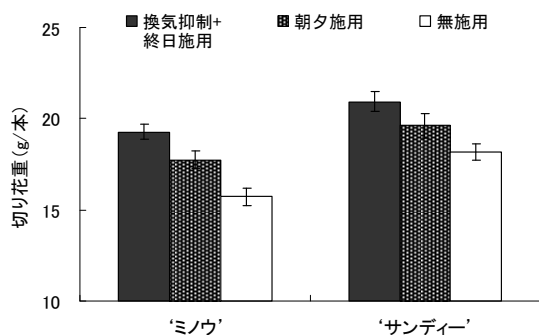


図 14 CO₂ 施用がガーベラの切り花重に及ぼす影響
CO₂ 施用期間中 (92 日間) の平均値±標準誤差 (n=15)

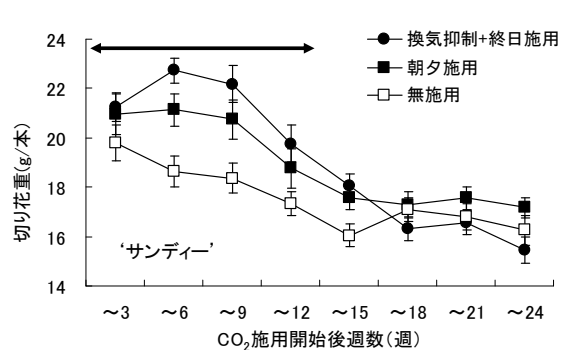


図 15 ガーベラ 'サンディー' の切り花重の推移
平均値±標準誤差 (n=15)。←→の期間に CO₂ を施用。

5 CO₂ の長期・長時間施用

ガーベラ栽培では、天窗の換気は通常 20~25℃程度で行われます。このため、厳冬期でも 10 時頃には天窗の開放が始まり、CO₂ が上方へ移動しやすい燃焼式 CO₂ 発生器を利用する場合には、CO₂ を長時間施用するための工夫が必要となります。

(1) ヒートポンプによる換気抑制

近年、ガーベラ栽培施設では、暖房費の削減を目的にヒートポンプの普及が進んでいます。静岡県農林技術研究所内の硬質フィルムハウス内に 28.8 m² のミニハウスを 4 棟設け (図 16)、このうち 1 棟のサイドを閉め切り、ヒートポンプを 25℃設定で終日冷房運転したところ、25℃の維持は困難であったものの、28℃を越える時間は 2 月下旬までは 1 日当たり 2 時間程度以内に抑えることができました (図 17)。このため、ヒートポンプによる冷房で春先まで施設の換気を抑制し、CO₂ を長時間施用することが可能と考えられます。また、同じミニハウスで終日サイドを閉め切り、ヒートポンプの冷房設定温度を 25℃と 30℃として CO₂ 施用したところ、CO₂ を施用しないハウスに比べいづれも 30%程度の増収効果があり、施設内の昼温を 30℃まで高めても CO₂ による増収効果があることが明らかとなりました (図 18)。

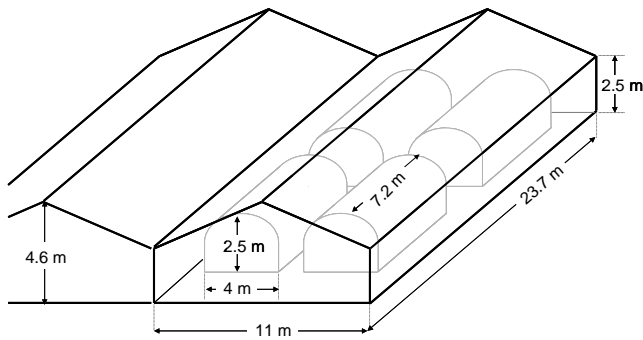


図 16 試験に用いたミニハウス

左、ミニハウスの概要；右、試験の様子

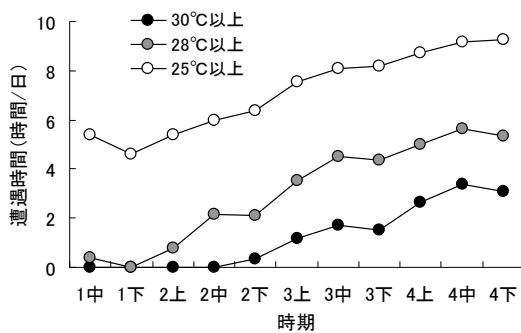
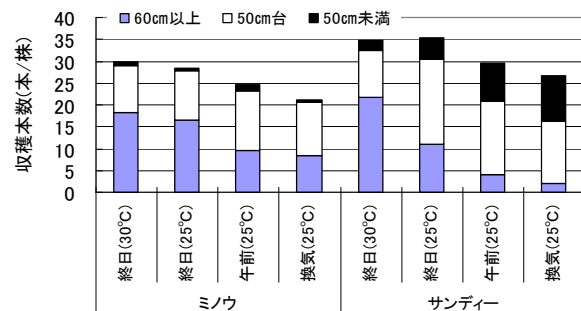


図 17 密閉したミニハウス内でヒートポンプを終日冷房運転した場合の各温度以上の遭遇時間(2013年)



第2図 階級別收穫本数

図 18 階級別收穫本数

(2) 換気抑制による CO₂ 施用

浜松市でガーベラ栽培を行う生産者の施設(16.5a)で、日の出1時間後から午後1時まで天窓の換気設定温度を28°Cと、慣行の22°Cに比べ高く設定し(図19)、天窓開度が10%未満の時間帯に800ppmのCO₂を施用したところ、CO₂濃度を高く維持することができました(図20)。

同じ施設で栽培したガーベラ品種‘プロフロマージュ’のCO₂施用前の11月の出荷量に対するCO₂施用後の1、2月の出荷量の比率が、施用を行った2015年度は、無施用であった2013年度と比較し、30%程度多くなりました(図21)。また産地内で同じ品種‘プチフロマージュ’を栽培した生産者の中でも、CO₂施用を行った生産者は、切り花の日持ちがもっとも長く、品質面でも良好でした(図22)。このことから、天窓の換気設定気温を高め、CO₂施用を行うことで、ガーベラの収穫本数が増加すると考えられます。この方法であれば、ヒートポンプが導入されていない施設においても、CO₂施用による効果が期待できるものと考えられます。またこの試験では、CO₂施用を午後1時までとしましたが、それ以後も継続して施用することにより、さらなる効果が期待できるものと考えられます。なお、2月下旬以降になると天窓の換気を抑制する効果が低下したため、この方法によるCO₂施用は2月中旬までが目安となります。

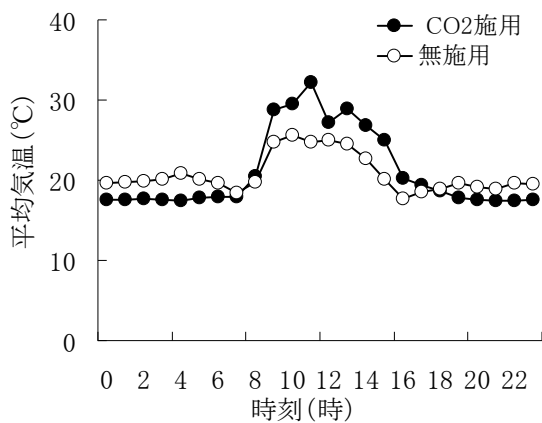


図 19 平均気温の推移

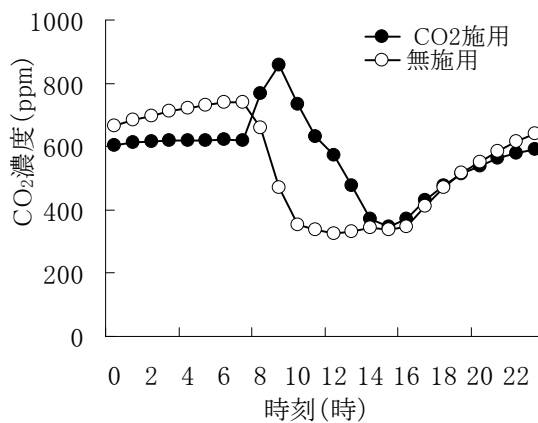


図 20 CO₂濃度の推移

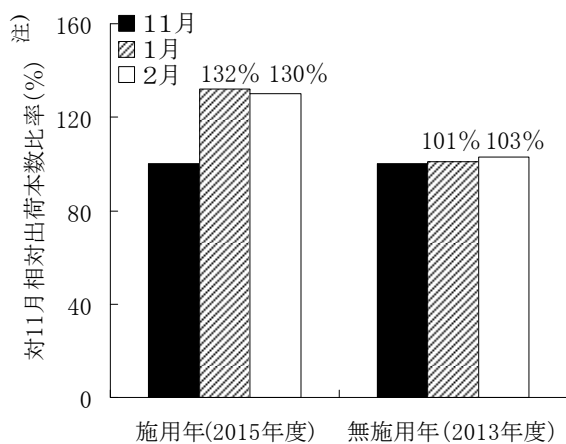


図 21 CO₂施用前後の収穫本数比率

注) 11月収穫本数に対する比率

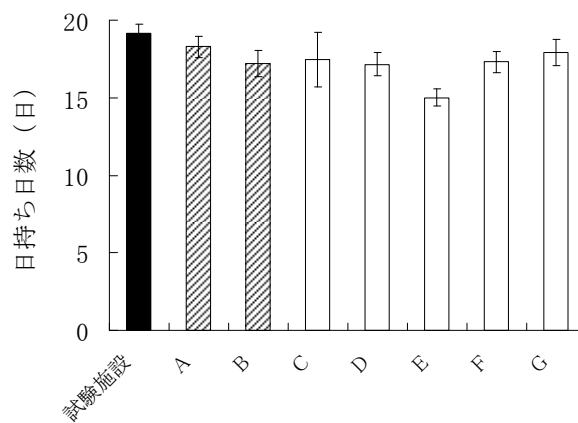


図 22 生産者別の切り花の日持ち日数

A、Bは慣行CO₂施用農家

(3) 高昼温・低夜温管理

冬季のガーベラ栽培において、天窗の換気温度を上げ高昼温管理でCO₂施用を行う場合、夜温を慣行より数℃下げても、切り花重が重くなり、収穫本数が増加します(図 23)。開花所有日数は、低夜温で長くなりますが、CO₂施用により短くなります(図 24)。なお、当技術は、高昼温が前提となりますので、高昼温管理で収穫本数の増加が確認されたのち行うようにします。また導入当初は設定夜温を慣行より2～3℃程度ずつ下げ、効果の確認を行うようにします。また、夜温が低すぎると結露が生じ病気を誘発することや、奇形花が発生することがあるので留意します。

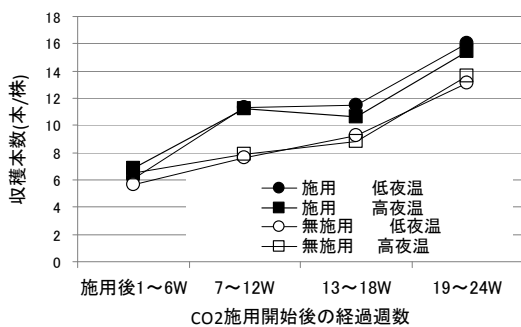


図 23 CO₂・夜温と収穫本数の関係

CO₂施用区の施用濃度は1,000ppm

夜温は、高温区17℃、低温区13.5℃

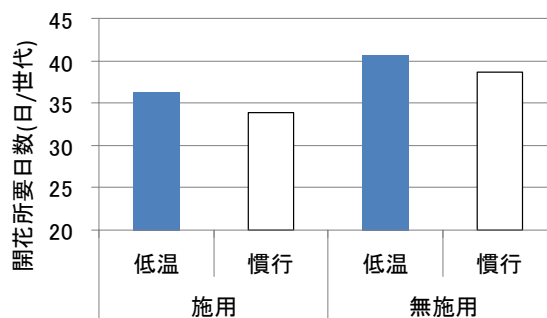


図 24 CO₂・夜温が開花所有日数に及ぼす影響

CO₂施用区の施用濃度は1,000ppm

夜温は、高温区17℃、低温区13.5℃

おわりに

CO₂の施用濃度や施用時間は、必ずしも1,000ppmで終日施用することを前提とするのではなく、収穫本数や切り花品質など各生産者が目指す目的や栽培施設や生育状況にあわせ、設定願います。今後は、液化炭酸ガスの利用や燃焼式CO₂発生器で発生するCO₂を冷やす方法等を検討し、冬季以外の時期にも利用する方法を考えていきたいと思います。

なお、本研究は「CO₂長期・長時間施用を核とした環境制御技術を開発し東海の園芸産地を活性化する」(農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業、平成24～26年)および「半閉鎖型(SCM)による施設果菜・花き類の生産性向上技術の実証研究」(攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業、平成26～27年)により実施しました。

参考文献

東海地域の施設園芸の活性化を目指したCO₂施用技術の開発

農林技術研究所花き科

科長 外岡 慎

上席研究員 貫井秀樹

研究員 名越勇樹 (現 中遠農林事務所企画経営課)

発行年月：平成29年3月
編集発行：静岡県経済産業部産業革新局研究開発課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

