

飽差等環境制御下において収穫時期及び CO₂ 施用が バラ切り花の日持ちに及ぼす影響

犬伏加恵¹⁾・和田朋幸¹⁾・新井和俊²⁾・二村幹雄¹⁾

摘要：飽差及び温度を制御した栽培環境において、7月から翌1月までバラ切り花を収穫し、日持ちの指標である品質保持期間を調査したところ、7、11、1月の切り花は8、9月より2日程度長く、さらにCO₂施用により1日長くなった。11、1月の切り花は、8、9月の切り花より調整重が重く、11月の切り花は8月の切り花より花弁数も多かった。これらの切り花品質の向上は秋以降の品質保持期間が長かった要因の一つと考えられる。一般的にバラでは、低飽差になりやすい冬季は日持ちが短くなるとされているが^{1,2)}、飽差等環境制御下では切り花品質の向上とともに日持ちが長くなる可能性が示唆された。また、CO₂施用により品質保持期間が長くなった要因を検討するため、炭素及び窒素の成分分析を行ったが、今回の結果からは判然としなかった。

キーワード：バラ、CO₂施用、飽差制御、日持ち

緒言

栽培環境とバラ切り花の日持ちの関係については、温度、相対湿度、日射量、培地の水分等の環境条件が日持ちの長さに影響を及ぼすことが知られている¹⁻⁵⁾。例えば、相対湿度85%といった高湿度(低飽差)での栽培が、葉の気孔の大型化や開閉能の低下を招き、観賞中の蒸散量が増えて水分収支が悪化することにより日持ちが短くなると言われている^{1,3,4)}。さらに温度についても、低温期(10月から3月まで)に収穫した切り花は高温期(4月から9月まで)に収穫した切り花より日持ちが短い傾向であることが報告されている²⁾。一方で、バラ切り花の生産現場において環境制御技術が普及してきたが、CO₂施用やミスト噴霧による飽差制御がバラ切り花の日持ちに及ぼす影響についてはあまり調べられていない。特にCO₂施用は、バラに限らず施設園芸において生育促進・収量増大の技術として広く普及しているが、CO₂施用がバラの日持ちに及ぼす影響については、1991年に「カールレッド」や「ソニア」を用いて11月から翌年4月にCO₂施用した場合の調査で、マイナスの影響はほとんどなかったと報告されているのみである⁶⁾。さらに、近年では、夏季においてもCO₂施用により増収することが明らかになっている⁷⁾が、日持ちへの影響は不明である。そこで、飽差及び温度を制御した栽培環境において、収穫

時期及びCO₂施用がバラ切り花の日持ちに及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

1 環境制御と開花

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 m²、容積350 m³)2棟で実施した。環境制御は、2019年5月21日から9月30日までを夏季管理、10月1日から2020年1月31日までを冬季管理とし、統合環境制御装置「プロファーム®」((株)デンソー、刈谷市)により以下のように行った。温度及び飽差制御は、夏季管理では日中30℃を目安に天窓、側窓を自動開閉し、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23℃以上、飽差6 g・m⁻³以上の条件で、1分間噴霧1分停止の間欠運転を行った。夏季管理の間は、8時から16時まで50%の外部遮光を実施した。冬季管理では、温度制御は夏季と同様とし、飽差10 g・m⁻³以上の条件でミスト噴霧を行った。また、11月から1月は17℃で温湯暖房を実施した。

供試品種は、バラのスタンダード品種「サムライ08」とし、2016年4月定植、片側のみ折り曲げアーチング方式で樹形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

表 1 品質保持期間調査用切り花の収穫時期と環境条件

品質保持期間 調査用切り花 の収穫時期	推定生育 期間 ¹⁾	推定生育期間中の温室内環境			
		最高 気温 (°C)	平均 気温 (°C)	平均 飽差 (g・m ⁻³)	括弧内の1週間 ²⁾ の 9~15時の平均飽差 (g・m ⁻³)
① 7/14~ 7/18	6/ 2~ 7/18	30.7	23.4	5.2	6.0 (6/11- 6/17)
② 8/12~ 8/27	7/ 1~ 8/27	34.6	25.4	6.4	5.8 (7/12- 7/18)
③ 9/24~ 9/30	8/13~ 9/30	32.6	25.0	6.1	6.8 (8/31- 9/ 6)
④ 11/10~12/ 2	9/22~12/ 2	29.8	20.3	5.4	9.8 (11/12-11/18)
⑤ 1/ 5~ 1/16	11/17~ 1/16	26.7	18.7	6.1	8.5 (12/10-12/16)

1) 調査用切り花の収穫時期の初日からさかのぼって、7~9月は6週間前、11月、1月は7週間前を推定生育期間とした
2) 推定生育期間中の平均的な天気(晴~曇など、雨続きや晴天続きではない天気)の1週間

cm)当たり5株植え、各区50株とした。培養液は、愛知農総試園研バラ処方を用い、培養液濃度は夏季管理では1.1 dS・m⁻¹、冬季管理では1.6 dS・m⁻¹とした。5月7日に一斉折り曲げを行い同化専用枝を更新し、5月21日から試験を開始した。

2 収穫時期と CO₂ 施用が日持ち及び切り花品質に及ぼす影響

1の環境制御を実施したガラス温室2棟のうち、1棟をCO₂施用区、もう1棟をCO₂無施用区とした。CO₂施用区は、灯油燃焼式CO₂施用機(光合成促進機RA-48K、ダイニチ工業(株)、新潟)を用い、夏季管理では、7時から9時まで450 ppm、9時から15時まで420 ppm、冬季管理では、4時から10時まで800 ppm、10時から15時まで450 ppmの濃度で施用した。

7、8、9、11、1月に収穫した切り花を用い、日持ちの指標となる品質保持期間と、切り花品質の指標となる切り花調整重(8、9、11、1月のみ)及び花卉数(8、9、11月のみ)を調査した。品質保持期間は、各区15本以上の切り花をクリザールバラ500倍入り水道水で5°C24時間水揚げののち、日持ち調査室(25°C、湿度60%、1000 lx)に移動し、美咲ファームBC500倍入り水道水に生けて調査した。品質保持期間終了の判定は、日本花普及センターの品目別評価基準⁸⁾に準拠した。切り花調整重は、品質保持期間調査用の切り花を5°C24時間水揚げしたのち、60cmに調整して切り口から30cmの下葉を取った重量を測定した。花卉数は、品質保持期間調査用とは異なる切り花で各区17本以上について調査した。

また、花卉及び上位葉の炭素(C)含有率と窒素(N)含有率を測定した(9、11、1月のみ)。C含有率とN含有率は、切り花8本の上位葉(花卉先から40 cm以内の葉)及び花卉について、2本を1サンプル(各区4サンプル)として調整し、炭素窒素分析装置JM1000CN ((株)ジェイ・サイエンス・ラボ、京都)を用いて測定した。

結果及び考察

1 環境制御と開花

表1に示すとおり、2019年7月~2020年1月の間、①~⑤の時期の5回切り花が収穫できた。各収穫時期から逆算した推定生育期間における温室内の環境データによると、①~③は、温室内の平均気温が23°C以上となり、飽差6 g・m⁻³以上でミスト噴霧を実施した時期であった。一方、④は温室内の平均気温が20.3°C、⑤は同18.7°Cとなり、飽差10 g・m⁻³以上でミスト噴霧を実施した時期であった。温度の上昇に伴い飽差が上昇する9~15時の平均飽差は、ミスト噴霧の間欠運転の設定値を反映して①~③は5.8~6.8 g・m⁻³、④及び⑤は9.8及び8.5 g・m⁻³となり、日中はほぼ設定どおり管理できた。一方、一日の平均飽差は5.2~6.4 g・m⁻³となったことから、ミスト噴霧制御を行っていない時間帯(17時から翌7時)では、①~③の夏季に比較し、④及び⑤の冬季ではより飽差が低い状態で推移していたものと考えられる。

2 収穫時期と CO₂ 施用が日持ち及び切り花品質に及ぼす影響

収穫時期の違いとCO₂施用の有無が品質保持期間及び切り花調整重、花卉数に及ぼす影響を表2に示した。二元配置の分散分析を行ったところ、品質保持期間については、収穫時期とCO₂施用のそれぞれに有意差が見られたが、交互作用はなかった。収穫時期が①7月、④11月、⑤1月の切り花は、②8月、③9月の切り花より品質保持期間が2日程度長く、さらに、CO₂を施用すると無施用に比較して品質保持期間が1日程度長くなった。また、調整重及び花卉数については、収穫時期のみ有意差が見られ、④11月、⑤1月の切り花は、②8月、③9月の切り花より調整重が重く、④11月の切り花は②8月の切り花より花卉数も多かった。なお、品質保持期間終了と判定した主要因は、いずれの調査も花卉の萎れや落弁

表 2 収穫時期の違いと CO₂ 施用の有無が品質保持期間及び切り花品質に及ぼす影響

収穫時期	CO ₂ 施用の有無	品質保持期間 ¹⁾ (日)	切り花 1 本あたり調整重 ²⁾ (g)	花弁数(枚)
① 7/14～ 7/18	CO ₂ 施用	12.7	-	-
	CO ₂ 無施用	11.3	-	-
② 8/12～ 8/27	CO ₂ 施用	10.3	24.2	31.9
	CO ₂ 無施用	9.3	24.5	31.6
③ 9/24～ 9/30	CO ₂ 施用	9.2	27.5	33.1
	CO ₂ 無施用	8.2	27.6	33.1
④ 11/10～12/ 2	CO ₂ 施用	11.5	34.6	36.1
	CO ₂ 無施用	10.9	31.7	34.3
⑤ 1/ 5～ 1/16	CO ₂ 施用	11.8	35.1	-
	CO ₂ 無施用	10.8	30.0	-
分散分析				
収穫時期 (A)		** ³⁾	**	**
CO ₂ 施用の有無 (B)		**	n. s.	n. s.
(A) × (B)		n. s.	n. s.	n. s.
収穫時期における多重比較				
① 7/14～ 7/18		12.0 a ⁴⁾	-	-
② 8/12～ 8/27		9.8 b	24.3 b	31.8 b
③ 9/24～ 9/30		8.7 b	27.6 b	33.1 ab
④ 11/10～12/ 2		11.2 a	33.2 b	35.2 a
⑤ 1/ 5～ 1/16		11.3 a	32.6 b	-

注) 品質保持期間及び切り花 1 本あたり調整重は、各区①n=15、②n=20、③n=20、④n=25、⑤n=20 の平均値、花弁数は各区②n=25、③n=22、④n=17 の平均値。二元配置の分散分析により交互作用は無かったため、有意差の確認された収穫時期について多重比較を行った。

1) すべての収穫時期において、室温 25℃、相対湿度 60%、照度 1000 lx の条件で調査

2) 調整重は、収穫後 5℃24 時間水揚げし、60cm に調整して切り口から 30cm の下葉を取った切り花の重量

3) **: $p > 0.01$

4) 異符号間に Scheffe の多重検定で 5% 水準の有意差あり

であった(データ略)。

CO₂ 施用の有無による切り花中の C 及び N 含有率は、③9 月の切り花についてはいずれの成分・部位においても CO₂ 施用による差はなかったが、④11 月及び⑤1 月の切り花では花弁中の C 含有率において CO₂ 施用を実施した方が有意に高くなった(表 3)。

2000 年に渡辺・清水が「カールレッド」と「ティネケ」で「花持ち日数の季節変化」を調査したところ、7 月から 9 月の切り花の花持ち日数はそれぞれ 8.0 日と 8.4 日だったのに対し、1 月から 3 月の切り花の花持ち日数はそれぞれ 5.8 日と 5.0 日だったと報告している²⁾。市村によると、一般的に冬季に日持ちが短い原因は、生産施設内の相対湿度が高いこと(低飽差)により気孔の開閉機能が阻害された結果である可能性が高いと指摘している¹⁾。今回、「サムライ 08」を供試品種とし、統合環境制御装置を用いてミスト噴霧による飽差制御や細かな温度管理を実施した結果、①7 月、④11 月、⑤1

月の切り花は、②8 月、③9 月の切り花より日持ちの指標となる品質保持期間が長くなった。今回の試験でもミスト噴霧制御時間外は、夏季に比べ冬季で飽差が低くなり、市村が指摘するように相対湿度が高い状態であったと推察されるが、昼間の飽差を適切に管理すれば、冬季でも夏季より日持ちが長くなる可能性が示唆された。

また、品質保持期間終了と判定した主要因が、葉の萎れや茎の腐敗ではなく、花弁の萎れ・落弁であったことから、花弁に注目し、花弁数と品質保持期間の関係を調査した。バラでは、品種が異なる場合には、花弁数の多い品種ほど日持ちが長いことが知られている²⁾。今回の調査では、花弁数と CO₂ 施用の間に有意性は見られなかったが、花弁数と収穫時期との間には有意性が認められ、秋以降の切り花では花弁数の増加により品質保持期間が長くなった可能性がある。秋以降は調整重が重かったことも考慮すると、飽差等環境制御下で切り花品質が向上したことも品質保持期間が長くなった要因の一つと

表3 栽培中のCO₂施用の有無による切り花中の炭素及び窒素含有率

収穫時期	試験区	花卉			上位葉		
		C (%)	N (%)	C/N	C (%)	N (%)	C/N
③ 9/24~9/30	CO ₂ 施用	42.8 a	1.8 a	24.2 a	41.6 a	2.9 a	14.3 a
	CO ₂ 無施用	42.8 a	1.7 a	25.1 a	41.9 a	3.0 a	14.3 a
④ 11/10~12/2	CO ₂ 施用	40.7 a	1.7 b	24.4 a	41.6 a	3.1 a	13.3 a
	CO ₂ 無施用	39.4 b	1.9 a	21.3 b	41.3 b	3.2 a	13.1 a
⑤ 1/5~1/16	CO ₂ 施用	43.1 a	1.8 a	24.4 a	41.8 a	3.4 a	12.3 a
	CO ₂ 無施用	42.3 b	1.8 a	24.0 a	41.5 a	3.3 a	12.6 a

注) 異符号間に t 検定で 5%水準の有意差あり

考えられる。

これまでバラでは CO₂ 施用による日持ち延長効果は十分確認されていなかったが、今回「サムライ 08」で調査したところ、飽差等環境制御下での CO₂ 施用により品質保持期間が 1 日長くなった。CO₂ 施用による日持ち延長効果はキクにおいても知られており、この効果はデンプン・全糖含有率の増加が要因と報告されている⁹⁾。糖は花卉の展開に必須となる成分で、切り花では収穫後に生け水中に糖を添加することが品質保持期間の延長に有効である。今回、バラの CO₂ 施用による品質保持期間延長の要因として、光合成促進による C(糖)の蓄積の影響を検証するため、C 及び N 含有率を調査した。C 及び N 含有率と品質保持期間の関係は判然としなかったが、11 月及び 1 月の切り花では CO₂ 施用により花卉中の C 含有率が高くなり、品質保持期間も長かったことから、今後、糖含量を計測するなどさらに検討を重ねる必要がある。

以上から、飽差等環境制御下で 7 月から翌 1 月までバラ切り花を収穫し、日持ちの指標となる品質保持期間を調査したところ、7、11、1 月の切り花は 8、9 月より 2 日程度長く、さらに CO₂ 施用により 1 日長くなった。一般的にバラでは、低飽差になりやすい冬季は日持ちが短くなるとされているが、飽差等環境制御下では切り花品質の向上とともに長くなる可能性が示唆された。また、CO₂ 施用による品質保持期間延長の要因については、C 及び N 含有率を分析しただけでは判然としなかった。

引用文献

1. 市村一雄. 切り花の鮮度・品質保持. 誠文堂新光社. 東京. p.38-43(2016)
2. 渡辺久, 清水光男. バラの品種・採花時期および切り前と花持ち性の関係. 愛媛農試研報. 35, 28-30(2000)
3. 本村晋一, 土井元章, 稲本勝彦, 今西英雄. バラ切り花の日持ち性に影響を及ぼすプレハーベスト要因の解析. 園学雑. 72(別 2), 511(2003)
4. 印炳賤, 稲本勝彦, 土井元章, 森源次郎. 栽培環境要因とバラ切り花の形態的・生理的特性ならびに日持ちとの関係の多変量解析. 園学雑. 74(別 2), 233(2005)
5. 小山佳彦, 山中正仁, 石川順也, 宇田明. バラ切り花の日持ちは栽培環境に影響される. 兵庫農技総セ研報. 57, 10-14(2009)
6. 田中千恵, 林 勇, 水野信義, 山崎和雄, 山田尚雄. 神奈川県における温室バラの炭酸ガス施用に関する研究. 神奈川園試研報. 41, 7-17(1991)
7. 奥村義秀, 吉田龍博, 新井和俊. バラ切り花栽培の夏季高温期における CO₂ 施用と培養液管理が収量・品質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 51, 111-114(2019)
8. 一般財団法人日本花普及センター. 切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル(Ver.2020). (2014).
https://jfpcc.or.jp/reference_test/hyoka.html
9. 谷川教弘, 小林泰生, 松井洋, 坂井康弘. キクの生育および切り花の日持ちに及ぼす CO₂ 施用の影響. 園学雑. 64-2, 417-424(1995)