

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05561

研究課題名（和文）バラ樹体内での物質動態からみた花弁肥大誘導機構の解明と切り花品質の改善

研究課題名（英文）Investigation of Petal Enlargement Mechanisms and Improvement of Cut Flower Quality Based on Substance Dynamics within Rose Plants

研究代表者

山田 邦夫（Yamada, Kunio）

岐阜大学・応用生物科学部・教授

研究者番号：30345871

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：バラ切り花には樹上の花と比べて観賞期間が短く大きく咲ききらないといった問題がある。開花現象は花弁細胞へ水が流入することによる花弁組織の肥大長であるが、茎から花弁への水の流れについての詳細は明らかではない。本研究では、花弁への物質動態に関し、花弁中の植物ホルモン含量の変動および花柄部における水の流れについて詳細に解析した。本研究の結果、バラの樹上の花と切り花の開花中に伴う花弁の植物ホルモン含量の変動の違いが明らかとなり、またバラ切り花の花柄部における水の流れは明期に入ると急激に増加し、暗期に入ると抑えられることが明らかとなり、光照射による著しい花弁成長の前に花器官への水の流入が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、バラ花弁成長に伴う植物ホルモン含量の変動および収穫後の切り花における開花に伴う水の変動の特徴について基礎的知見を得られたことから、今後切り花の冷蔵保管のあり方や前処理剤の添加方法について検討していきたい。さらに、市販の切りバラ用鮮度保持剤に代わる新たな切り花延命剤の開発につながる基礎的知見についても得られ、今後の応用研究につながることを期待される。

研究成果の概要（英文）：Compared to flowers on the plant, cut roses have issues with a shorter period during which they can be enjoyed and incomplete blooming. Flowering is the phenomenon where petal tissue expands and lengthens due to the inflow of water into the petal cells, but the specifics of how water flows from the stem to the petals are not clear. In this study, we conducted a detailed analysis of the fluctuations in plant hormone content in the petals and the flow of water to the petals in relation to the movement of substances into the petals. The results of this study revealed differences in the fluctuations of plant hormone content in petals during flowering between rose flowers on the plant and cut flowers. It was also found that the flow of water in the pedicel of cut roses increases rapidly during the light period and is suppressed during the dark period, suggesting that water flows into the floral organs before significant petal growth caused by light exposure.

研究分野：園芸生理学

キーワード：バラ 切り花 鑑賞期間 道管流速度 植物ホルモン

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

観賞植物の中でも切り花は、冠婚葬祭や普段の生活の場で親しまれている。しかし近年、日本における切り花の需要は減少傾向にあり、1世帯あたりの切り花の年間購入額は平成9年の13,130円をピークに令和2年には8,152円まで落ち込んでいる(農林水産省, 2021)。国産花き需要拡大推進協議会「花のホームユース需要拡大実証事業 実施報告書」によると、「花屋について気になること・頻繁に自宅用に生花を購入しない理由」の半数近くは「花の価格が高い」とことと「すぐ枯れてしまう」ことであった。つまり、「花は日持ちしない割に高い」というイメージがあり、それこそが切り花の消費が伸び悩む最大の要因である。バラ切り花は樹上の花と比べて観賞期間が1週間程度短く、また早く収穫しても咲ききらずに萎れてしまうといった問題がある。そこで、バラ切り花が樹上の花と同様に長く大きく咲けば、つまり品質が向上すれば消費者の購買意欲も高まると考えられる。切り花の鑑賞価値が失われる最大の要因は老化である。グラジオラスではDNAの断片化、すなわちアポトーシスにより花弁が老化していく。カーネーションはエチレンへの感受性が非常に高いことが知られており、エチレン受容体に結合しエチレンの作用を阻害するチオ硫酸銀錯塩(STS)を切り花に吸わせることで観賞期間を延長させている。一方バラ切り花では、糖の不足と細菌などの繁殖による導管閉塞が主な老化の原因である。糖はエネルギー源だけでなく開花に重要な細胞肥大のための浸透圧調節にも寄与していることから不足すると花弁が十分に展開しなくなる。切り花を十分に開花させるためには生け水への糖の添加が有効であるが、一方で生け水への糖の添加によって細菌などが増殖し切り花の茎での導管閉塞を引き起こしてしまう。茎の導管閉塞により切り花への水揚げが悪化すると、花柄部が折れ曲がるベントネックを生じる。そのため糖とともに抗菌剤を生け水に処理することが効果的だが、生産者における処理では収穫から出荷までの期間しか処理することができず、この短期間の処理では品質保持効果が十分に発揮できないといった課題も顕在化している。

### 2. 研究の目的

植物体内において水は茎から花弁組織へ移動し、花弁細胞の液胞に蓄積される。花弁細胞への水の流入のためにはシンプラストの浸透圧がアポプラストの浸透圧より高くなければならない。バラでは肥大成長中の花弁ではシンプラストとアポプラストの浸透圧の差は大きい。開花が進むにつれその差は小さくなり成長が止まることが報告されている。しかし、茎から花弁への水の流れについての詳細は明らかではなく、特に花弁への水の蓄積と、葉・ガク・花弁からの蒸散とを区別して水の流れを調べた研究は私の知る限りない。本研究ではバラ花弁肥大成長の要因を明らかとするため、花弁への物質動態に関し、花弁中の植物ホルモン含量の変動および切り花の花柄部における水の流れについて詳細に解析した。

### 3. 研究の方法

市橋ローズナーサリー(岐阜県瑞穂市)で栽培管理されているバラ「サムライ08」(*Rosa* 'MEIKATANA')を使用した。

(1) 植物ホルモンの解析には、奇形化した花弁を除いた外側1~3枚を3サンプルずつ使用した。花弁を1辺が5mm程度の格子状に切り、新鮮重約100mgを2mlマイクロチューブに入れた。24時間以上、遠心エバポレーター(EC-57C3, 佐久間製作所)で凍結乾燥させた後、5mmのジルコニアビーズを入れ、ビーズ式ホモジナイザー(Minilys, Bertin Instruments)で粉碎した。その後国立研究開発法人理化学研究所に常温で送付し、植物ホルモンの抽出・定量を委託した。なお、各植物ホルモンの抽出定量方法はKojimaら(2009)に従った。

(2) 花柄部における水の流れについては、バラ切り花の花柄部に蒸散流センサー(SF-5M, Bio Instruments S.R.L.)を取り付け測定した。蒸散流センサーを取り付けた切り花を三角フラスコに生け、生け水の蒸発をできるだけ防止するため三角フラスコの口を軽くパラフィルムで塞ぎ、人工気象器内で約48時間測定を行った。収穫当日のバラは、大学研究室に到着後直ちに調整を行い人工気象器内で測定を開始した。蒸散流センサーからのデータは1秒ごとに測定し、それらの15分ごとの平均値をデータロガー(CR1000, Campbell Scientific, Inc.)で収集した。また、測定中の切り花は三角フラスコごと電子上皿天秤上(BX-320H, 島津製作所)に置き、15分ごとに記録して、その変化量を蒸散量とした。

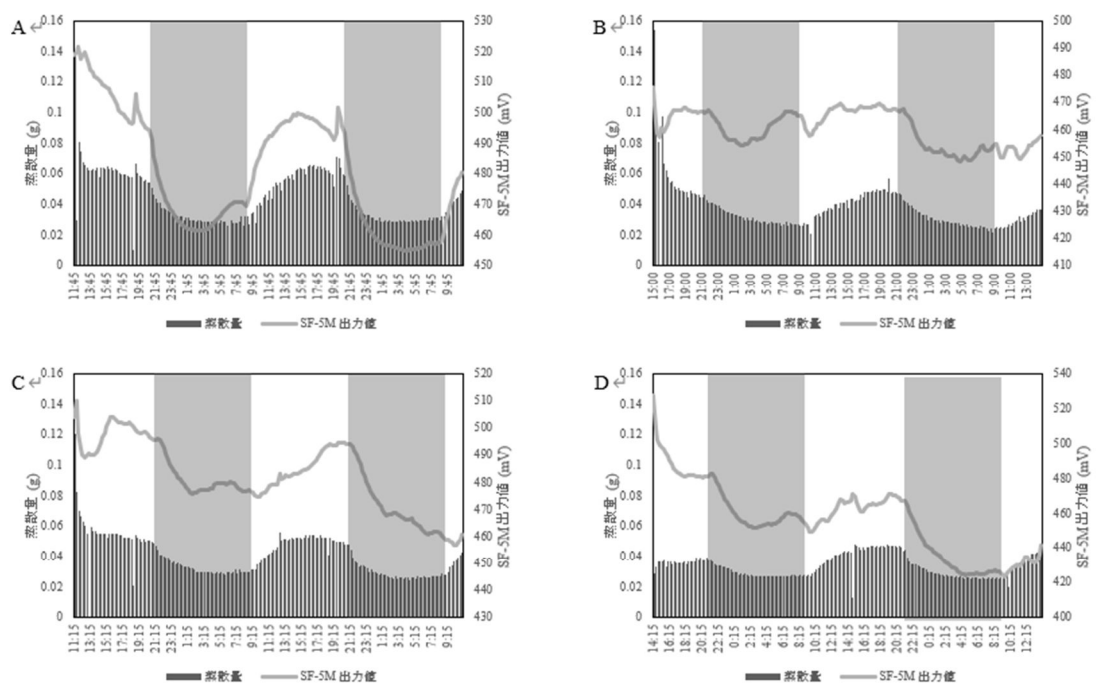
### 4. 研究成果

(1) 今回解析した植物ホルモンのうち主な結果は以下のとおりである。オーキシン(IAA)は樹上花区ではつぼみの成長とともに花弁1枚当たりの含量が増加しステージ3が最も多く、その後わずかに減少した。切り花区では収穫後もほぼ一定であり、樹上花区と比べてもほとんど変わらなかった。IAAにアスパラギン酸が結合しているIAAspの樹上花区では花弁がガクで覆われているステージ0と1では含量が少なく、ガクが垂直に開き始めたステージ2から開花が進んでいるステージ4にかけて増加し、ステージ5ではわずかに減少傾向であった。切り花区では収穫後2日目まで増加し、その後は減少した。両試験区においても含量は活性型であるIAAの半分程度だった。ABAの樹上花区ではステージ2で最も多くその後次第に減少し、咲き進んでいる

ステージ 5 での含量は小さなつぼみの発育段階であるステージ 0 と同程度であった。切り花区では収穫後 2 日目で 5 分の 1 程度まで減少したが、収穫後 6 日目には樹上花区のステージ 4 と同等かそれ以上まで増加した。サリチル酸の樹上花区ではステージが進むにつれて増加する傾向がみられた。切り花区では収穫後でもほとんど変わらず一定だった。ジャスモン酸 (JA) は他の植物ホルモンに比べはるかに花弁に含まれる量が多かった。樹上花区では花弁の先端が緩み始めたステージ 3 で最も多く、花弁 1 枚当たり約 4000 ~ 5500 pmol だった。切り花区では収穫後減少していき、収穫後 6 日目には 0 日目に比べておよそ 4 分の 1 まで減少した。JA の活性型であるジャスモン酸イソロイシンの樹上花区では小さなつぼみの発育段階では少なく、JA と同様ステージ 3 で急激に増加しその後のステージでは維持されていた。切り花区では収穫後 2 日目までは上昇したが、4 日目には 0 日目、つまり樹上花区におけるステージ 2 と同程度まで減少した。両試験区とも JA と比べて 100 分の 1 ~ 10 分の 1 以下程度の含量だった。ジベレリン類では GA1 は定量下限以下であり検出されなかったが、GA4 は樹上花区のステージ 0 で 2 サンプルのみ検出された。サイトカイニンのうち活性型が検出されたのはトランスゼアチン型のみで、樹上花区ではステージ後半につれて増加する傾向がみられた。しかし、ステージ 4 では検出されたのは 1 サンプルのみで、ステージ 5 でもばらつきが大きかった。切り花区では収穫後 2 日目に 1 サンプルのみで、収穫後 4 日目と 6 日目はいずれも定量限界以下となり検出されなかった。

(2) バラ切り花における測定結果は、第 1 図に示した通り、蒸散量については暗期に入ると減少し、明期に入ると増加した。また、蒸散量と蒸散流センサーの出力値を比較したところ、大まかには変動パターンは一致したが、蒸散量は明期に入ってから上昇するのにに対し、蒸散流センサーの出力値は明期に入る数時間前に上昇していた時間帯があった。また、蒸散流センサー出力値の特徴的な変動として、明期直後に出力値の急激な低下がみられた (第 1 図 B, C, D)。このように、バラ切り花における蒸散量と蒸散流センサーでの出力値は、詳細に比較すると必ずしも一致していない結果が得られた。本試験では、切り花の花柄部における水の流れを測定し、花弁への水の蓄積と葉・ガク・花弁からの蒸散とを区別し開花時における水の流れについて検討した。蒸散量は明期に入ると急激に増加し、暗期に入ると抑えられた一方、出力値は明期が始まる数時間前から上昇していた結果がいくつか得られた。この結果はバラの花径が明期に入る数時間前から急激に大きくなる時間帯とほとんど一致していた。以上のことからバラ切り花では明期が始まる前に花弁組織へ水が流れ始め、光照射後に花弁細胞内への水の流入を伴った著しい花弁の肥大成長により開花が進むことが示唆された。

本研究により、バラ花弁成長に伴う植物ホルモン含量の変動および収穫後の切り花における開花に伴う水の変動の特徴について基礎的知見を得られたことから、今後切り花の冷蔵保管のあり方や前処理剤の添加方法について検討していきたい。さらに、市販の切りバラ用鮮度保持剤に代わる新たな切り花延命剤の開発につながる基礎的知見についても得られ、今後の応用研究につながることを期待される。



第 1 図 蒸散量と SF-5M の出力値の推移

A:12月23日 B:12月29日 C:1月5日 D:1月11日に収穫した切り花

背景の灰色部分は暗期を示す

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Wu Weijun, Ochiai Masaki, Nakatsuka Takashi, Yamada Kunio, Fukui Hirokazu	4. 巻 90
2. 論文標題 Evaluation of Crown Gall Disease Resistance in Hybrids of Rosa 'PEKcougel' and Tetraploid of R. multiflora 'Matsushima No. 3'	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Horticulture Journal	6. 最初と最後の頁 122 ~ 129
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2503/hortj.UTD-229	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高橋勝之心, 手島脩作, 堤塚真, 宮原由紀, 坂東隆宏, 山内高弘, 滝川浩史, 姜Shan, 落合正樹, 山田邦夫, 井出健太郎, 大石智明, 爪光男
2. 発表標題 バラ切り花の日持ち性に及ぼす硝酸添加処理水の影響
3. 学会等名 園芸学会東海支部令和4年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口真奈・小木曾有紗・蔵角育実・辻田実希・落合正樹・山田邦夫
2. 発表標題 バラ切り花の開花におよぼす植物ホルモンの影響
3. 学会等名 園芸学会令和3年度秋季大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------