

# バラ育種における花卉形質を指標とした日持ち性選抜

稲崎史光<sup>1)</sup>・喜多晃一・市毛秀則<sup>2)</sup>

(茨城県農業総合センター生物工学研究所)

## 要約

日持ち性に関するバラ育種の効率化を目的として、計 53 品種・系統を供試し、初期選抜段階のポット栽培における花卉形質と選抜が進んだ段階のロックウール栽培における日持ち日数との関係を解析した。花卉数と日持ち日数の間に有意な相関は認められなかった。一方、花卉の強度はクランプメーターによる花卉破断時の最大荷重(破断強度)から定量化可能であり、花卉の破断強度と日持ち日数の間には中程度の正の相関( $r=0.5344049$ 、 $p<0.001$ )が認められた。芳香性と日持ち日数との関係については明確な傾向は得られなかった。さらに、20 交配組合せからなる無選抜 43 系統を供試し、初期選抜段階のポット栽培における花卉の破断強度の値に基づいて、下位系統群(淘汰)と上位系統群(選抜)に分類し、選抜が進んだ段階のロックウール栽培における日持ち日数を比較した結果、両群間には有意な差が認められた。以上の結果から、花卉の破断強度は日持ち性の選抜指標として有効であり、育成初期段階における日持ち性の早期選抜に活用できることが示唆された。

キーワード：バラ、育種、花卉の破断強度、日持ち性、早期選抜

## 1 はじめに

バラ (*Rosa hybrida* L.) は、切り花やポット苗の他、バラ園などの観光資源、香水、エディブルフラワーなど様々な用途で利用されている。切り花は、一輪咲きのスタンダードタイプと数輪の花をつけるスプレータイプに大別され、東京都中央卸売市場における令和 6 年の取り扱い数量比では、スタンダードタイプ(小分類:バラ)は 80.1%、スプレータイプ(小分類:スプレーバラ)は 19.4%となっている(東京都中央卸売市場統計、2025)。

国内のバラ切り花生産は、出荷量ベースで、1976 年以降増加を続けてきたが、1997 年の 4.88 億本をピークに減少へ転じており、2022 年には出荷量 1.87 億本(農林水産省大臣官房統計部生産流通消費統計課、2023)となっている。一方、2022 年のバラ切り花の輸入量は 0.38 億本であり、国内流通量における輸入品の割合は 17%を占める(農林水産省園芸作物課花き産業・施設園芸振興室、2024)。農林水産省が公表した「新たな花き産業及び花きの文化の振興に関する基本方針について(令和 2 年 4 月 21 日公表)」では、輸入花きからシェアを奪還するには、国産花きの鮮度や日持ちの良さ等の強みを活かすことが重要であると示されており、2014 年に制定された「花きの振興に関する法律」では、日持ち性を有する等の国際競争力強化に資する新品種の育成に対し、種苗法の特例措置(出願料及び登録料の軽減)が設けられている。また、辻(2000)は、消費者アンケートをもとに消費者の切り花購買行動を検証した結果、消費者は価格以外に「新鮮さ」、「日持ち」、「季節感」、「新奇性」等を重視していることを報告している。このように、国産花きの国際競争力強化及び消費拡大の点で日持ち性は重要視されており、日持ち性は切り花において最も重要な形質の一つ(Ichimura et al., 2002)として、バラ(Carvalho et al., 2015)、カーネーション(堀田ら、2016)、ダリア(Onozaki and Azuma, 2019)など多くの花きで改良が試みられている。茨城県においても産地からの要望を受けて、日持ち性を育種目標の一つとして、2006 年からバラの品種育成に取り組んでいる。

切り花の日持ち性は、花瓶に生けてから花の老化により観賞価値が失われるまでの期間(Boxriker et al., 2017)を指し、遺伝的要因(品種)とプレハーベスト要因(栽培時の環境)からなる潜在的な日持ち性と、ポストハーベスト要因(収穫後の保持環境)から成立する(稲本、2020)。バラの遺伝的要因(品種)については、日持ち性に品種間差があることが報告(Ichimura et al., 2002; 伊藤、2006; Macnish et al., 2010)されており、その要因として、花卉の糖含量(Ichimura et al., 2002; 池羽ら、2014)、呼吸量(伊藤、2006; 池羽ら、2014)、導管閉塞

1) 現 茨城県農業総合センター園芸研究所

2) 現 茨城県西農林事務所経営・普及部門

(Ichimura et al., 2002)、エチレン感受性 (Macnish et al., 2010)、花卉数 (渡辺・清水, 2000) などが挙げられる。また、大川 (1999) は香りの強い品種では花卉が弱く、日持ち性が悪い品種が多いことを、同様に Chaanin (2003) も選抜段階で香りのある個体は通常、花卉が軟らかく、花卉が硬い個体よりも日持ち性が短いことを指摘しており、芳香性や花卉の強度についても日持ち性との関連が示唆されている。一方で、Ichimura et al., (2002) は花卉の厚さと日持ち日数に有意な相関関係は認められなかったことを報告しており、花卉の厚みとは異なる花卉の強度が日持ち性と関連している可能性がある。

バラの育種では主として交雑育種が用いられており、当所では交雑種子の発芽後、ポット栽培で株を養成し、開花したものから初期選抜を行っている。初期選抜後は挿し木又は接ぎ木苗を準備し、現地で主要な栽培方法であるロックウール栽培で徐々に株数を増やして特性を評価する (図 1)。日持ち性の評価は、日持ち性試験に係る労力やスペースの確保が必要なため、選抜が進んだロックウール栽培の段階でおこない、多くの系統を扱う初期選抜段階での実施は困難である。一方で、花卉形質は、初期選抜の選抜指標として用いられる花の色や大きさ、花姿等の形質と併せて評価可能と考えられ、花卉数 (渡辺・清水, 2000)、芳香性や花卉の強度 (大川, 1999 ; Chaanin, 2003) と日持ち性との関連が報告されている。また、近年、粘性や破断などの物性測定が可能な機器 (クリープメーター) を用いた研究が進んでおり、ネギの軟らかさ (池羽ら, 2011) やブドウ果粒の破断性質 (笈田ら, 2017) などの評価に用いられていることから、花卉強度の定量的評価においても活用できると考えられる。今後、国産花きの国際競争力強化や消費拡大に向けて日持ち性を改良するためには、効率的な育種方法が必要であり、花卉形質を利用した日持ち性の早期選抜方法が確立できれば育種の効率化につながる。そこで、本研究では、スタンダードタイプのバラ品種・系統を供試して、花卉数、花卉の破断強度、芳香性に着目し、日持ち性との関係を明らかにするとともに花卉形質を用いた日持ち性選抜の選抜効果を検証した。



図 1 茨城県におけるバラ育種の流れ

## 2 材料及び方法

### 2.1 試験 1 日持ち性が異なる品種における花卉の破断強度と芳香性

2016年に日持ち性が異なる10品種・育成系統‘イブピアッチェ’、‘スウィートアバランチェ+’、‘生研1号’ (育成系統)、‘生研4号’ (育成系統)、‘デリーラ’、‘ピンクレディブル!’、‘ブエナビスタ’、‘ホワイトチャームィング’、‘09C30’ (育成系統)、‘09C63’ (育成系統)、‘を供試した。日持ち性は過去の所内試験 (測定条件: 気温 23°C、相対湿度 70%、12 時間日長 (15 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$ ) の結果から、短い (6 日以下)、中程度 (6 日~9 日未満)、長い (9 日以上)、未調査の 4 つに分類した。花卉の破断強度の測定に使用した切り花は、7 月~12 月に茨城県農業総合センター生物工学研究所内 (以下、所内) ガラスハウス No.21-2 (5.75m $\times$ 18.5m) で、ロックウール栽培 (クラシック MY 900mm $\times$ 300mm $\times$ 75mm、GRODAN) した株から切前 4~6 (フローリスト編集部編, 1994) で採花し、収穫直後に水道水で水揚げしたものを供試した。ハウスの温度管理は、天窗及び側窓は 25°C 換気、10 月以降は小型温風機 (RF-3、Nepon) により最低温度 16°C 設定とし、同時期から内張を 17:00~翌 7:00 まで展張した。花卉の破断強度の測定には、外側 2~7 枚を各品種 2~3 花供試し、クリープメーター (RE2-330051B、YAMADEN) の円柱型プランジャー (直径 1mm) を使用して、0.5mm $\cdot\text{sec}^{-1}$  の測定速度で花卉

中央部（写真1、2）を破断した際の最大荷重（gf）を破断強度とし、平均値を採用した。芳香性は2016年から2019年にポット栽培又はロックウール栽培で採花した切り花について、評価者2名で、農林水産省品種登録審査基準ばら属（農林水産省輸出・国際局知的財産課種苗室、2012）に従い、満開時に鼻から少し離れた状態で匂いを嗅ぎ、香りの強弱を、無又は弱、中、強の3段階で達観評価した。



写真1 花卉の破断強度測定の様子



写真2 花卉の破断強度測定的位置（矢印）  
及び試験2、試験3で除外した筋入り花卉

## 2. 2 試験2 ポット栽培とロックウール栽培における花卉形質の比較

2018年、2019年に、初期選抜段階のポット栽培の特性と選抜が進んだ段階のロックウール栽培における花卉形質の特性の違いを明らかにすることを目的に、所内の近接するガラスハウスNo.21-2、No.21-5の各1棟（5.75m×18.5m）で、それぞれポット栽培、ロックウール栽培を行った。花卉の破断強度は2018年10月～2019年3月に7品種・系統を、花卉数は2019年4月～12月に63品種・系統を供試した。ハウスの温度管理は試験1と同条件とした。ポット栽培では、たかさき園芸培土と赤玉土を1:1で混和し、充填した8号又は10号ポットで、養成した株を供試し、ロックウール栽培では、挿し木苗をマットに定植後、アーチング仕立てで養成した一年生株を供試し、いずれの栽培方法でも切前5～6（フローリスト編集部編、1994）で採花した。肥培管理は、ポット栽培では、月1回化成肥料（アグリフラッシュ（14-14-14）と有機アグレット666号（6-6-6）を1:1で混和）を5g/ポット置肥し、灌水は1日2回、1回あたり30分の点滴灌水とした。ロックウール栽培では、高濃度化成肥料（大塚ハウス1号、2号、5号）を茨城県花き栽培基準に準じてpH5.0～6.0、EC1.2～1.8を目安に1日2回、1回あたり15分の点滴灌水とした。花卉数は1品種あたり4花以上で測定し、平均値を採用した。花卉の破断強度は、採花後30分以内に水道水で1000倍希釈した前処理剤（クリザールK-20C）に生け、5℃の暗黒条件下で17～24時間水揚げしたものを、室温に順化させた後、筋入り花卉（写真2）を除く外側10枚を1品種・系統あたり3～4花供試し、平均値を用いた。

## 2. 3 試験3 ポット栽培における花卉形質とロックウール栽培における切り花の日持ち性の関係及び花卉の破断強度を指標とした日持ち性の選抜効果の検証

2019年に、10品種・育成系統及び20交配組み合わせからなる無選抜43系統の計53品種・系統を供試した。試験2と同じガラスハウス各1棟で、それぞれポット栽培、ロックウール栽培を行い、4月～12月にポット栽培での花卉数、花卉の破断強度、ロックウール栽培で得られた切り花の日持ち日数を調査した。ハウスの温度管理は試験1、肥培・灌水管理は試験2と同条件とした。ポット栽培における花卉形質の測定には、播種後2～3年養成した8号又は10号ポット株から切前5～6（フローリスト編集部編、1994）で採花して用いた。花卉数は1品種・系統あたり4花以上を供試し、花卉の破断強度は、試験2と同じ条件で水揚げしたものを、室温に順化させた後、筋入りの花卉を除く外側10枚を1品種・系統あたり2花以上供試した。測定条件は、試験1と同じとした。日持ち性試験は、ロックウール栽培において切前5～6（フローリスト編集部編、1994）で採花した切り花を破断強度と同条件で水揚げ後、切り花長40～45cmに調整し、上位葉3枚を残した切り花を蒸留水に生け、23℃、相対湿度60%、12時間日長（蛍光灯600～1000lx）の条件で行い、1品種あたり4本以上の各切り花の日

持ち日数の平均値を採用した。日持ち日数の終了は「切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル (Ver.2014.3)」(花卉生産流通システム研究会、2014) に従い、花卉のしおれ、花卉の乾燥・変色、ブルーイング等の 8 項目で判定した。芳香性はロックウール栽培又はポット栽培で採花した切り花について、評価者 1 名で試験 1 と同様の方法で、無又は弱、中、強の 3 段階で達観評価した。

## 2. 4 統計処理

各試験における統計処理は、統計ソフト R (ver4.4.0 ; R Core Team, 2025) を用いた。試験 1 では、花卉の破断強度について、Tukey 多重比較検定により品種間差を検討した。試験 2 では、栽培方法の違いの検討について、二元配置分散分析を行い、さらに、ポット栽培における花卉形質を説明変数 (x)、ロックウール栽培における花卉形質を目的変数 (y) とした単回帰分析を行った。試験 3 では、ポット栽培における花卉形質とロックウール栽培における日持ち日数について、ピアソンの積率相関による相関分析を行い、有意な相関が認められた形質について、ポット栽培における花卉形質を説明変数 (x)、ロックウール栽培における花卉形質を目的変数 (y) とした単回帰分析を行うとともに、ポット栽培における花卉形質の形質値から選抜率を違えて、ロックウール栽培における日持ち日数に差があるかを Welch t 検定により検討した。各検定において p 値が 0.05 未満の場合を有意とみなした。

## 3 結果

### 3. 1 試験 1 日持ち性が異なる品種における花卉の破断強度と芳香性

供試した 10 品種・系統のうち、過去の所内日持ち性試験の結果から、‘09C30’、‘ホワイトチャーミング’、‘イブピアッチェ’を日持ち性が短い、‘生研 4 号’を日持ち性が中程度、‘生研 1 号’、‘デリーラ’、‘スウィートアバランチェ+’、‘ブエナビスタ’を日持ち性が長い、‘09C63’、‘ピンクレディブル!’を未調査に分類し、花卉の破断強度 (破断時の最大荷重) と芳香性を調査した。その結果、花卉の破断強度は 12.7gf~48.9gf の範囲で、品種間差が認められた (表 1)。また、花卉の破断強度は、日持ち性が短いと分類した ‘09C30’、‘ホワイトチャーミング’ 及び ‘イブピアッチェ’ で低い傾向が見られた。芳香性は、評価年は異なるものの、評価者 2 名で共通して ‘ホワイトチャーミング’ 及び ‘イブピアッチェ’ は強、‘09C30’ は中、‘生研 1 号’、‘デリーラ’、‘スウィートアバランチェ+’、‘ブエナビスタ’、‘09C63’ 及び ‘ピンクレディブル!’ は無又は弱と判定し、‘生研 4 号’ は評価者により中と、無又は弱に評価が分かれた。また、日持ち性が短いと分類した ‘09C30’、‘ホワイトチャーミング’ 及び ‘イブピアッチェ’ では、芳香性が中または強であった。

表 1 異なる日持ち性を有する品種・系統における花卉の破断強度 (2016 年) と芳香性 (2016~2019 年)

品種・系統 <sup>a)</sup>	花卉の破断強度(gf) <sup>b)</sup>			芳香性 <sup>c)</sup>	
	調査数	平均 ± 標準誤差		評価者A	評価者B
09C30 (短)	2	12.7 ± 2.5 a <sup>d)</sup>		中	中
ホワイトチャーミング (短)	2	15.3 ± 2.0 a		強	強
イブピアッチェ (短)	2	13.5 ± 0.3 a		強	強
生研4号 (中)	2	26.8 ± 3.3 ac		中	無又は弱
生研1号 (長)	2	38.2 ± 3.1 ac		無又は弱	無又は弱
デリーラ (長)	2	22.4 ± 1.4 ab		無又は弱	無又は弱
スウィートアバランチェ+ (長)	2	42.3 ± 5.9 bc		無又は弱	無又は弱
ブエナビスタ (長)	3	48.9 ± 6.4 c		無又は弱	無又は弱
09C63 (未調査)	3	40.6 ± 5.5 bc		無又は弱	無又は弱
ピンクレディブル! (未調査)	2	19.1 ± 1.8 ab		無又は弱	無又は弱

a) 品種・系統の()内は過去の所内日持ち性試験から、日持ち性が短い (6日以下)、中程度 (6日~9日未満)、長い (9日以上)、未調査 (不明) の4分類したものを示す。

b) ロックウール栽培した株から採花、花卉の破断強度の測定には、1花あたり外側2~7枚を供試、クリブメータ (RE2-330051B, YAMADEN) の円柱型プランジャー (直径1mm) を使用して、0.5mm・sec<sup>-1</sup> の速度で花卉中央部を破断した際の最大荷重を破断強度とした。

c) 無又は弱、中、強の3段階評価 (2名)、評価者Aは2016年~2017年、評価者Bは2018年~2019年に調査。

d) Tukey多重比較検定の結果、異符号間に5%水準で有意差ありを示す。

### 3. 2 試験2 ポット栽培とロックウール栽培における花卉形質の比較

供試した7品種・系統における花卉の破断強度は、ポット栽培で27.1gf~49.7gf、ロックウール栽培で22.6gf~37.5gfで、品種間差及び栽培方法による差が認められた(表2)。一方で、品種と栽培方法の交互作用は認められなかった。また、ロックウール栽培における花卉の破断強度と比べて、ポット栽培における破断強度は高く(図2)、ポット栽培における花卉の破断強度を説明変数(x)、ロックウール栽培における花卉の破断強度を目的変数(y)とした単回帰分析の結果、回帰式の当てはまりは高かった( $y=0.6144x+6.2587$ 、決定係数 $R^2=0.8534$ \*\*)。

供試した63品種・系統における花卉数は、ポット栽培で16.3枚~135.5枚、ロックウール栽培で14.4枚~153.8枚で、品種間差及び栽培方法により差があり、さらに、品種と栽培方法の交互作用が認められた(データ省略)。ロックウール栽培における花卉数は、ポット栽培における花卉数と比べて多く(図3)、ポット栽培における花卉数を説明変数(x)、ロックウール栽培における花卉数を目的変数(y)とした単回帰分析の結果、回帰式の当てはまりは高かった( $y=1.31537x+1.19908$ 、決定係数 $R^2=0.8963$ \*\*\*)。

表2 栽培方法の違いによる花卉の破断強度(2018年)

品種・系統	花卉の破断強度(ポット栽培)(gf)			花卉の破断強度(ロックウール栽培)(gf)		
	調査数	平均値	標準誤差	調査数	平均値	標準誤差
IRH-4	3	27.1	± 1.8	3	25.2	± 3.9
スウィートアバランチェ+	3	32.9	± 0.9	4	22.6	± 1.7
サムライ <sup>08</sup>	3	38.7	± 2.5	4	31.7	± 2.5
ブリランテ	3	43.3	± 3.7	4	31.5	± 1.6
IRH-2	3	46.1	± 1.0	3	35.1	± 5.8
タージマハル!	3	48.5	± 4.8	4	37.5	± 2.6
IRH-3	3	49.7	± 2.3	4	36.1	± 2.1

二元配置分散分析<sup>a)</sup>

品種・系統(A)	***
栽培方法(B)	***
(A)×(B)	ns

a) \*\*\*は0.01%水準で有意差あり、nsは5%水準で有意差なしを示す。

b) ポット栽培の採花時期は2018年7~12月、ロックウール栽培における採花時期は同年10~12月、花卉の破断強度は1花あたり筋入り花卉を除く外側10枚を供試、測定方法は表1と同様。

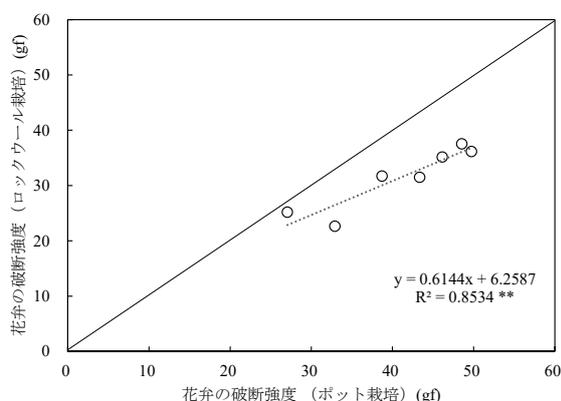


図2 ポット栽培とロックウール栽培における花卉の破断強度(2018年)

a) 単回帰分析の結果、\*\*は1%水準で有意差ありを示す。

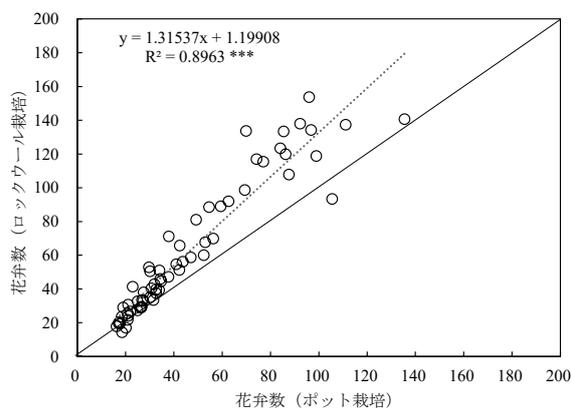


図3 ポット栽培とロックウール栽培における花卉数の関係(2019年)

a) 単回帰分析の結果、\*\*\*は0.1%水準で有意差ありを示す。

### 3.3 試験3 ポット栽培における花卉形質とロックウール栽培における切り花の日持ち性の関係及び花卉の破断強度を指標とした日持ち性の選抜効果の検証

20 交配組合せからなる無選抜 43 系統及び 10 品種・育成系統の計 53 品種・系統のロックウール栽培における日持ち日数、ポット栽培における花卉数・花卉の破断強度、芳香性を図 4 (A、B、C、D) に示した。日持ち日数は、無選抜 43 系統で 4.0 日～12.8 日の範囲、10 品種・育成系統で 4.4～19.8 日の範囲であった。無選抜 43 系統のうち、日持ち日数が 10 日以上を示したのは 13 系統であった。また、日持ち日数の終了時調査項目のうち、いずれの品種・系統においても花卉の離弁などのエチレン反応に起因すると考えられる状態は確認されなかった。花卉数は、無選抜 43 系統で 16.3 枚～135.5 枚の範囲、10 品種・育成系統で 26.6 枚～105.5 枚の範囲であった。花卉の破断強度は、無選抜 43 系統で 21.7gf～55.1gf の範囲、10 品種・育成系統で 17.6gf～48.8gf の範囲であった。芳香性は、無選抜 43 系統で、中：3 系統、無又は弱：38 系統、不明：2 系統であったのに対して、10 品種・育成系統で、強：1 系統、中：3 系統、無又は弱：6 系統であった。また、無選抜 43 系統において、花卉数は、シャピロ・ウィルク検定により正規性が棄却された一方で、花卉の破断強度及び日持ち日数は正規性が棄却されなかった。

計 53 品種・系統を供試したポット栽培における花卉形質とロックウール栽培における日持ち日数の関係は、花卉数と日持ち日数には有意な相関は認められなかった ( $r=-0.09663992$  ns) (図 5)。一方で、花卉の破断強度と日持ち日数には中程度の正の相関が認められた ( $r=0.5344049$ \*\*\*) (図 6)。花卉の破断強度を説明変数 (x)、日持ち日数を目的変数 (y) とした単回帰分析の結果、回帰式の当てはまりは高くなかった ( $y=0.1652x+2.48379$ 、決定係数  $R^2=0.2856$  \*\*\*)。また、無選抜 43 系統のみを供試した花卉の破断強度と日持ち日数についても中程度の正の相関が認められた ( $r=0.5428989$  \*\*\*、データ省略)。

芳香性と日持ち性の関係については、芳香性が強又は中を示した 7 品種・系統の日持ち日数はいずれも 9 日未満であったが、無又は弱の 44 品種・系統についても日持ち日数が 9 日未満の割合が半数以上を占め、明確な傾向は認められなかった (図 7)。芳香性と花卉の破断強度の関係については、芳香性が強又は中を示した 7 品種・系統の花弁の破断強度は 17.6gf～39.5gf であったのに対して、無又は弱の 44 品種・系統では 21.7gf～55.3gf であり、芳香性が中又は強であると花卉の破断強度が低い傾向 (図 8) が見られた。

初期選抜段階では様々な交配組合せの系統を多数扱うことから、20 交配組合せからなる無選抜 43 系統を供試し、ポット栽培における花卉の破断強度を利用したロックウール栽培における日持ち性の選抜効果を検証した。ポット栽培における花卉の破断強度の値に基づいて、下位系統群 (淘汰する系統群) と上位系統群 (選抜する系統群) に分類し、ロックウール栽培における日持ち日数を比較したところ、下位 10% (43 系統中 4 系統) を淘汰する場合、淘汰する系統群の日持ち日数は 5.3 日であったのに対して、選抜する上位 90% (43 系統中 39 系統) の系統群の日持ち日数は 8.3 日であり、両群間に差が認められた (表 3)。同様に、ポット栽培における花卉の破断強度を指標に下位系統群の淘汰を行った場合、下位 10～90% の範囲で、下位系統群 (淘汰) と上位系統群 (選抜) の日持ち日数に差が認められ、日持ち性の選抜効果が認められた (表 3)。さらに、下位 30% までの淘汰では、淘汰する系統の中に日持ち性が長い系統 (10 日以上の日持ち日数を示した 13 系統) が含まれず、過誤による淘汰がなかったが、下位 40% 以上の淘汰では、日持ち性が長い系統の過誤による淘汰が発生した (表 3)。

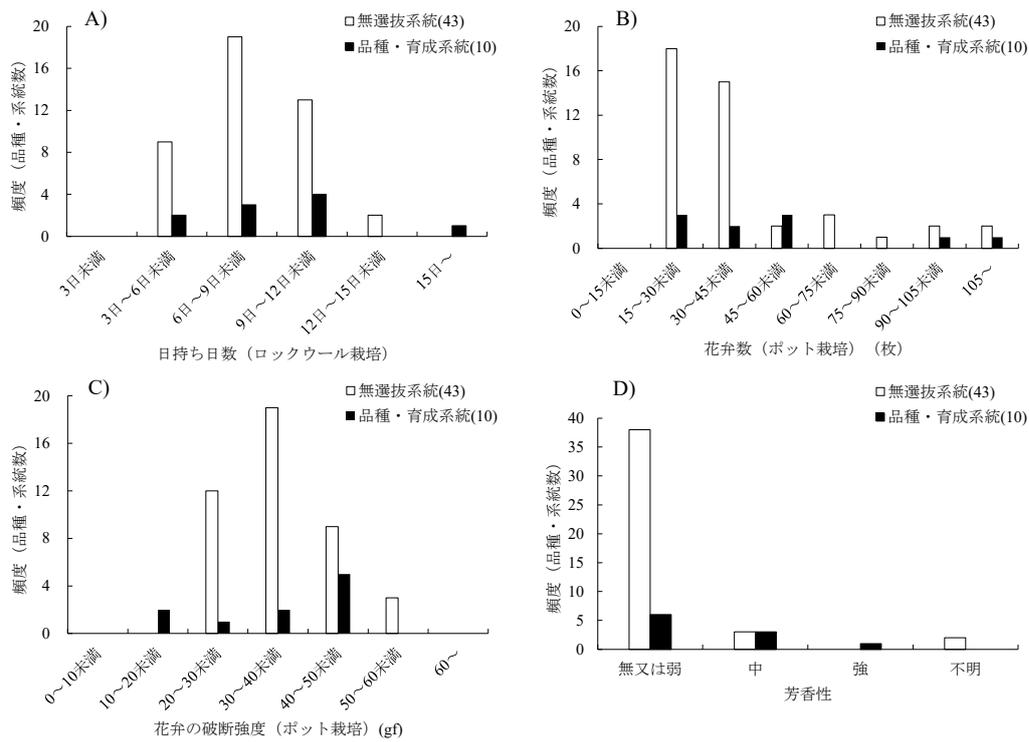


図4 53品種・系統の日持ち日数・花弁数・花弁の破断強度・芳香性（2019年）

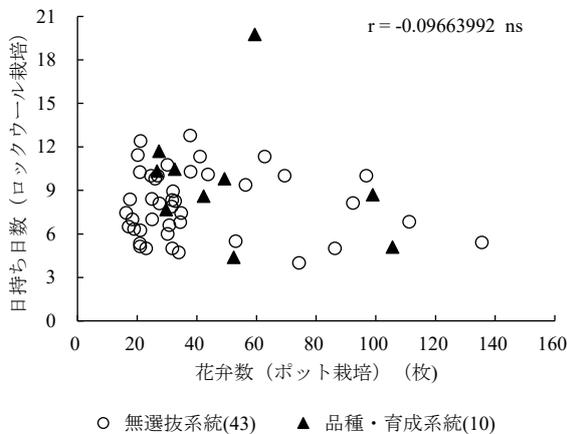


図5 53品種・系統の花弁数と日持ち日数の関係（2019年）

a) 図中の相関係数  $r$  はピアソンの積率相関解析の結果、 $ns$  は有意差なし。  
 b) 凡例の ( ) 内の数字は供試系統数を示す。

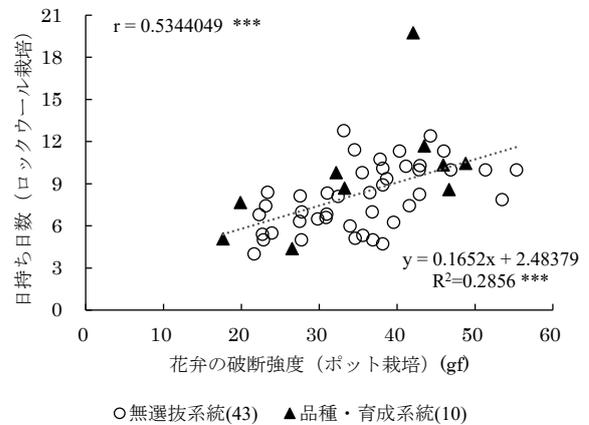


図6 53品種・系統の花弁の破断強度と日持ち日数の関係（2019年）

a) 図中の相関係数  $r$  はピアソンの積率相関解析の結果、\*\*\*は0.1%水準で有意差ありを示す。決定係数  $R^2$  は単回帰分析の結果、\*\*\*は0.1%水準で有意差ありを示す。  
 b) 凡例の ( ) 内の数字は供試系統数を示す。

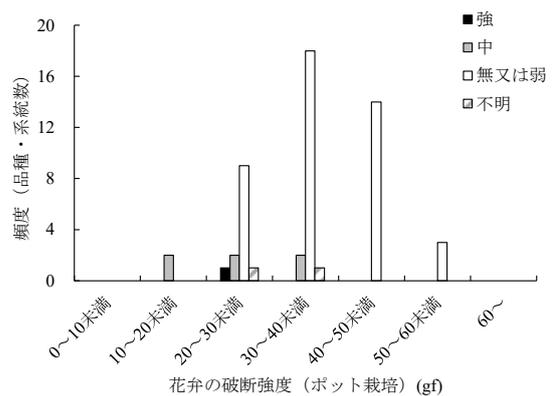
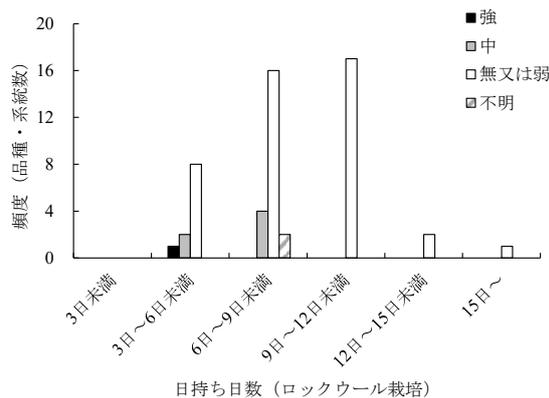


図7 芳香性の違いと日持ち日数の度数分布 (53 品種・系統) (2019 年) 図8 芳香性の違いと花弁の破断強度の度数分布 (53 品種・系統) (2019 年)

表3 無選抜43系統における花弁の破断強度を指標とした日持ち性の選抜効果 (2019年)

花弁の破断強度による淘汰率 <sup>a)</sup>		ポット栽培の花弁破断強度(gf)		ロックウール栽培の切り花日持ち日数			過誤淘汰した
下位 (淘汰)	上位 (選抜)	下位 (淘汰)	上位 (選抜)	下位 (淘汰)	上位 (選抜)	Welch t検定 <sup>b)</sup>	日持ち性が長い系統数 <sup>c)</sup>
10% (4)	90% (39)	22.4 ± 0.3	36.7 ± 1.3	5.3 ± 0.6	8.3 ± 0.4	**	0
20% (9)	80% (34)	23.9 ± 0.7	38.4 ± 1.2	6.3 ± 0.5	8.5 ± 0.4	**	0
30% (13)	70% (30)	25.5 ± 0.9	39.7 ± 1.1	6.3 ± 0.4	8.8 ± 0.4	***	0
40% (17)	60% (26)	27.0 ± 1.0	40.9 ± 1.1	6.9 ± 0.5	8.7 ± 0.4	**	1
50% (21)	50% (22)	28.4 ± 1.0	42.1 ± 1.2	7.2 ± 0.5	8.9 ± 0.5	*	2
60% (26)	40% (17)	30.0 ± 1.1	43.6 ± 1.3	7.2 ± 0.4	9.3 ± 0.5	**	3
70% (30)	30% (13)	31.1 ± 1.0	45.3 ± 1.4	7.3 ± 0.4	9.6 ± 0.5	***	4
80% (34)	20% (9)	32.2 ± 1.1	47.3 ± 1.6	7.5 ± 0.4	10.0 ± 0.5	***	6
90% (39)	10% (4)	33.7 ± 1.1	51.7 ± 1.8	7.9 ± 0.4	9.5 ± 0.5	*	10

a) 供試数: 43系統、0内は系統数を示す。値は平均値±標準誤差。

b) Welch t検定の結果、\*は5%、\*\*は1%、\*\*\*は0.1%水準で有意差ありを示す。

c) 各下位系統群 (淘汰) に含まれる日持ち日数10日以上 (13/43系統) の系統数。

#### 4 考察

国産花きの国際競争力強化及び消費拡大の点で日持ち性は重要視されており、日持ち性は切り花において最も重要な形質の一つ (Ichimura et al., 2002) として、バラ (Carvalho et al., 2015) を含む多くの花きで改良が試みられている。一方で、バラ育種において、日持ち性の評価は、日持ち性試験に係る労力やスペースの確保が必要なことから、多くの系統を扱う初期選抜段階での実施は困難である。花弁形質は、花の色や大きさ、花姿等の初期選抜の選抜指標と併せて評価可能と考えられ、

花弁数 (渡辺・清水, 2000)、芳香性や花弁の強度 (大川, 1999 ; Chaanin, 2003) は日持ち性との関連が報告されていることから、花弁形質を利用した日持ち性の早期選抜方法が確立できれば育種の効率化につながる。そこで、本研究では、スタンダードタイプのバラ品種・系統を供試して、花弁数、花弁の破断強度、芳香性に着目し、日持ち性との関係を明らかにするとともに花弁形質を用いた日持ち性選抜の選抜効果を検証した。

本研究で検討した花弁形質と日持ち性の関係のうち、花弁数については、渡辺・清水 (2000) は花弁数と日持ち性に関連があり、花弁数の多い品種ほど日持ち日数が長くなったことを報告している。本研究では試験3において、計53品種・系統を供試して検討した結果、ポット栽培における花弁数とロックウール栽培における日持ち日数の間に有意な相関は認められず (図5)、渡辺・清水 (2000) とは異なる結果を示した。この要因として、供試数や品種が異なること、渡辺・清水 (2000) が供試した7品種の花弁数は18.5~49.6枚の範囲で、本研究で供試した品種・系統の花弁数の範囲よりも小さいことが考えられた。

花弁の強度については、近年、粘性や破断などの物性測定に用いられているクリープメーター (RE2-330051B、

YAMADEN) の円柱型プランジャー (直径 1mm) を使用して、 $0.5\text{mm}\cdot\text{sec}^{-1}$  の測定速度で花卉中央部を破断した際の最大荷重 (gf) を破断強度とし、測定した。クリープメーターによる物性測定について、笈田ら (2017) は、ブドウ ‘シャインマスカット’ 果粒の皮ごと食べやすさについて、官能評価だけではなくクリープメーターを用いて物性を評価している。池羽ら (2011) はネギの柔らかさは破断強度で評価でき、官能評価の結果と関連が見られたことを報告している。このように、官能評価などの定性的評価を補完又は説明することができる定量的手法としてクリープメーターは有効と考えられる。本研究では、試験 1 において芳香性が強又は中の 3 品種・系統において、花卉の破断強度が低い傾向 (表 1) があり、この 3 品種・系統は過去の所内日持ち性試験結果から日持ち性が短いと分類した。これは、大川 (1999)・Chaanin (2003) の報告と類似しており、さらに花卉の破断強度には品種間差が認められたことから、クリープメーターを用いた花卉の破断強度測定は、これまで強い/弱い・硬い/軟らかいと定性的に表現されていたバラの花弁強度について、定量的に評価する手法として有効であることが示された。一方で、2018 年に実施した ‘IRH-3’ を用いた予備試験においては、筋入りの花卉の破断強度は 58.6gf (4 花の平均値) で、筋入り花卉を除いた外側花弁 10 枚の破断強度 42.3gf と比べて、高い値を示した (データ省略) ため、試験 2、試験 3 では花卉の破断強度の測定において、筋入り花卉を除外した外側 10 枚を供試した。このように花卉の破断強度の測定にあたっては供試する花卉の条件を統一する必要があると考えられた。また、筋入り花卉は、最も外側にある花弁での発生がほとんどで、‘ホワイトチャーミング’、‘IRH-4’ などでは見られなかったのに対して、‘スウィートアバランチェ+’、‘IRH-3’、‘IRH-2’ などでは見られた (データなし)。試験 3 では花卉の破断強度と日持ち日数の関係を計 53 品種・系統を供試して検証し、ポット栽培における花卉の破断強度とロックウール栽培における日持ち日数の間に中程度 ( $r=0.5344049^{***}$ ) の正の相関が認められた (図 6)。花卉の強度と日持ち性に関しては、大川 (1999)・Chaanin (2003) が日持ち性との関連を指摘している一方、Ichimura et al., (2002) は花弁の厚さと日持ち日数に有意な相関関係は認められなかったことを報告している。本研究では、花弁の厚さを測定していないため、花卉の破断強度との関連は不明であるが、花卉の破断強度は花弁の厚み以外、又は厚みを含む構造的強度を評価していることが考えられた。

芳香性に関しては、農林水産省品種登録審査基準ばら属 (農林水産省輸出・国際局知的財産課種苗室、2012) に従い、満開時に鼻から少し離れた状態で匂いを嗅ぎ、香りの強弱を無又は弱、中、強の 3 段階で達観評価した。試験 1 において、評価者 2 名で共通して供試した品種の評価のずれはほとんどないことから (表 1)、一定の基準で評価できたと考えられる。唯一評価が分かれた ‘生研 4 号’ は過去に行った現地適応性検定試験において生産者 5 名中 1 名のみで香りがあると評価されていることから、芳香性は有しているもののその程度が低いことで評価が異なると推定された。芳香性と日持ち性の関係については、大川 (1999) は香りの強い品種では花弁が弱く、日持ち性が悪い品種が多いことを、同様に Chaanin (2003) も選抜段階で香りのある個体は通常、花弁が軟らかく、花弁が硬い個体よりも日持ち性が短いことを指摘している。試験 1 では日持ち性が短いと分類した 3 品種で、芳香性が強又は中であり、関連が示唆された一方、試験 3 では、芳香性が強又は中を示した 7 品種・系統の日持ち日数はいずれも 9 日未満であったが、無又は弱の 44 品種・系統についても日持ち日数が 9 日未満の割合が半数以上を占め、芳香性と日持ち性の関係について明確な傾向は認められなかった。

芳香性と花弁構造については、Chaanin (2003) は花弁の構造と花弁からの香りの放出の抑制との間には関連があるとしている一方、Bergougoux et al., (2007) は、香りがある品種とない品種の花弁の解剖学的構造について、光学顕微鏡での観察や透過型電子顕微鏡 (TEM) における切片観察から大きな違いは見られなかったことを報告しており、評価が分かれている。本研究においては、芳香性と花卉の破断強度の関係を検証し、試験 1 及び試験 3 において、芳香性が中又は強の品種・系統で花卉の破断強度が低い傾向が見られ、芳香性と花卉の強度に関連があることが示唆された。しかし、芳香性が無又は弱と判定された品種・系統の中でも花卉の破断強度に品種間差が認められることから、芳香性の強弱以外の要因も花卉の強度に関与していることが考えられた。

検討した花卉形質 (花弁数、花卉の破断強度、芳香性) のうち、定量評価が可能であり、日持ち日数との間に中程度の正の相関が認められた花卉の破断強度を、バラ育種における日持ち性の早期選抜指標として有望とし、20 交配組合せからなる無選抜 43 系統を供試して、初期選抜段階のポット栽培における花卉の破断強度から選抜が進んだ段階のロックウール栽培における日持ち日数の選抜効果を検証した。検証にあたって、ポット栽培とロックウール栽培における花卉形質の比較について、試験 2 で検討し、花卉形質は栽培方法により影響を受けるが、初期選抜段階のポット栽培における花卉形質から、日持ち性を評価する選抜段階のロックウール栽培における花卉形質を説明できると考えられ、花卉形質を利用したバラ育種の早期選抜に活用できることが示唆された。

また、供試した無選抜 43 系統における花卉数の度数分布は、シャピロ・ウィルク検定により正規性が棄却された一方、花卉の破断強度及び日持ち日数は正規性が棄却されなかった。花卉の破断強度と日持ち日数に関しては、無選抜のため選抜圧がかかっていないことから正規性を示したと考えられた。花卉数に関しては、Rawandoozi et al., (2023) は 2 組合せの二倍体バラ交雑集団において、2 つのメジャー QTL を LG3 に検出しており、この領域は DOUBLE FLOWER locus (Hibrand Saint-Oyant et al., 2018) として、特定されている。さらに、Hibrand Saint-Oyant et al., (2018) により、APETALA2 遺伝子が花卉数に関与することが示唆されており、これらを例とする遺伝子の集積及び相互作用等により正規性が棄却された可能性がある。

選抜効果を検証した先行研究として、尾形ら (2000) は湛水直播用水稲品種育成のために押し倒し抵抗値による耐倒伏性の選抜効果を検証し、移植栽培した F4 世代の押し倒し抵抗値と湛水直播栽培した F5 世代の倒伏程度との間には有意な相関があり、F4 世代の押し倒し抵抗値から F5 世代の倒伏程度に選抜効果が認められたことを報告している。本研究では、尾形ら (2000) を参考に、ポット栽培における花卉の破断強度の値に基づいて、下位系統群 (淘汰する系統群) と上位系統群 (選抜する系統群) に分類し、ロックウール栽培における日持ち日数を比較したところ、下位 10~90% の範囲で、下位系統群 (淘汰) と上位系統群 (選抜) の間に差が認められ、日持ち性の選抜効果が認められた (表 3)。一方で、ポット栽培における花卉の破断強度とロックウール栽培における日持ち日数の相関は中程度 ( $r=0.5428989$ \*\*\*、データ省略) であり、単回帰分析の結果から回帰式の当てはまりは高くない ( $y=0.1652x+2.48379$ 、決定係数  $R^2=0.2856$ \*\*\*) ことから、選抜率が高まると、誤って日持ち性が長い系統 (10 日以上の日持ち日数を示した 13 系統) を淘汰してしまう可能性があった。そこで、過誤による淘汰を防ぐために、異なる選抜率における淘汰数を検証すると、下位 40% 以上では、過誤による淘汰が発生した一方、下位 30% までは、淘汰する系統の中に日持ち性が長い 13 系統が含まれず、過誤による淘汰がなかった。したがって、ポット栽培における花卉の破断強度を指標とした日持ち性選抜では、下位 30% 系統群における花卉の破断強度  $25.5 \pm 0.9\text{gf}$  が目安となり、これに満たない系統を淘汰することで日持ち性選抜が効率化すると考えられた。

以上の結果から、花卉の破断強度は日持ち性の選抜指標として有効であり、花卉の破断強度を指標とすることで、育成初期段階におけるバラ日持ち性の早期選抜が可能であることが示唆された。しかし、試験 2 で示したように栽培方法により花卉の破断強度に差があることや、栽培環境や肥培管理などで花卉の破断強度に差があることが考えられるため、基準品種を設けて相対比較をするなど各育種環境で運用する前に検討が必要である。

最後に、茨城県では農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」のうち、「国産花きの国際競争力強化のための技術開発」研究の一環で、日持ち性が長いバラ中間母本 'IRH-2'、'IRH-3'、'IRH-4' の 3 系統 (写真 3) を育成した。これらの系統の日持ち日数は、それぞれ 17.5 日、13.2 日、13.3 日 (データ省略) と優れており、日持ち性が長いバラ品種の育成に活用される見込みである。また、これらの中間母本の芳香性は無又は弱であるが、今後、育種素材の中に、強い芳香性を持ちつつ、花卉の破断強度が高い又は日持ち性が長い品種・系統が見つければ、交雑に用いることで芳香性と日持ち性の良さを併せ持つ品種を育成できる可能性がある。



'IRH-2'



'IRH-3'



'IRH-4'

写真 3 茨城県で育成した日持ち性が長い中間母本系統

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり茨城県農業総合センター管理課、当研究所会計年度任用職員の皆様には試験ほ場の管

理に多大なるご支援をいただいた。ここに記してこれらの方々に心より感謝の意を表す。

## 付記

本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発」のうち、「国産花きの国際競争力強化のための技術開発」として実施した。

## 引用文献

- Boxriker, M · R. Boehm · N. Krezdorn · B. Rotter and H-P. Piepho (2017) Comparative transcriptome analysis of vase life and carnation type in *Dianthus caryophyllus* L.. *Scientia Horticulturae* 217:61-72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.015>
- Bergougnoux, V · J-C. Caissard, · F. Jullien · J-L. Magnard · G. Scalliet · J. Mark Cock · P. Hugueney and S. Baudino (2007) Both the adaxial and abaxial epidermal layers of the rose petal emit volatile scent compounds. *Planta* 226 : 853-866. <https://doi.org/10.1007/s00425-007-0531-1>
- Carvalho, DRA · CFS. Koning-Boucoiran · D. Fanourakis · MW. Vasconcelos · SMP. Carvalho · E. heuvelink · FA. Krens and C. Maliepaard (2015) QTL analysis for stomatal functioning in tetraploid *Rosa* × *hybrida* grown at high relative air humidity and its implications on postharvest longevity. *Molecular Breeding* 35 : 172. <https://doi.org/10.1007/s11032-015-0365-7>
- Chaain, A (2003) Selection Strategies for Cut Roses. *ENCYCLOPEDIA OF ROSE SCIENCE Volume1* (Edited by A.V. Roberts · T. Debener and S. Gudin) . Elsevier Ltd. UK. pp.33-41.
- フローリスト編集部編 (1994) 花の切り前改訂版. 誠文堂新光社、東京、pp41.
- 堀田真紀子・服部裕美・平野哲司・久米貴志・奥村義秀・犬伏加恵・稲吉由佳・二村幹雄・松野純子・小野崎隆・八木雅史・山口博康・山口徳之 (2016) 日持ち性の優れるスプレーカーネーション「カーネ愛農1号」の開発とその特性. *愛知県農業総合試験場研究報告* 48 : 63-71.
- Hibrand Saint-Oyant L. · T. Ruttink · L. Hamama · I. Kirov · D. Lakhwani · N.N. Zhou · P.M. Bourke · N. Daccord · L. Leus · D. Schulz · H. Van de Geest · T. Hasselink · K. Van Laerre · K. Debray · S. Balzergue · T. Thouroude · A. Chastellier · J. Jeauffre · L. Voisine · S. Gaillard · T. J.A. Borm · P. Arens · R.E. Voorrips · C. Maliepaard · E. Neu · M. Linde · M.C. Le Paslier · A. Berard · R. Bounon · J. Clotault · N. Choisne · H. Quesneville · K. Kawamura · S. Aubourg · S. Sakr · M.J.M. Smulders · E. Schijlen · E. Bucher · T. Debener · J. De Riek and F. Foucher (2018) A high-quality genome sequence of *Rosa chinensis* to elucidate ornamental traits. *Nature Plants* 4 (7) : 473-484. <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0166-1>
- Ichimura, K · Kawabata, Y · Kishimoto, M and K. Yamada (2002) Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci* 2 : 9-20.
- 池羽智子・貝塚隆史・鹿島恭子 (2011) 甘みと硬さによるネギのおいしさ評価. *茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告* 18 : 31-40.
- 池羽智子・鈴木一典・荘司浩史・喜多晃一・高津康正 (2014) 花もち性に優れる切りバラ品種の簡易選抜法. *茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告* 21 : 41-48.
- 稲本勝彦 (2020) バラの日持ち性を左右する諸要因. *農業および園芸* 95 (9) : 781-791.
- 伊藤史朗 (2006) バラの簡易測定法による呼吸量と花持ちの相関. *愛媛県農業試験場研究報告* 40 : 17-20.
- 花卉生産流通システム研究会 (2014) 切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル (Ver.2014.3) . 一般財団法人日本花普及センター  
<https://www.jfpc.or.jp/manual.html> (2016年1月5日アクセス)
- Macnish, AJ · RT. Leonard · AM. Borda and TA. Nell (2010) Genotype Variation in the Postharvest Performance and Ethylene Sensitivity of Cut Rose Flowers. *Hort Science* 45 (2) : 790-796. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.5.790>
- 農林水産省大臣官房統計部生産流通消費統計課 (2023) 作物統計調査・作況調査(花き)・長期累年・令和5年産花き生産出荷統計. 農林水産省.  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=0&year=20230&month=0&tclass1=000001032289&tclass2=000001034729&tclass3=000001223186> (2025年8月28日アクセス)
- 農林水産省輸出・国際局知的財産課種苗室 (2012) 農林水産植物種類別審査基準・ばら属 *Rosa* (*Rosa* L.)

農林水産省園芸作物課花き産業・施設園芸振興室 (2024) 花きの現状について (令和6年7月).

<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/attach/pdf/index-65.pdf> (2024年8月1日アクセス)

尾形武文・松江勇次・浜地勇次 (2000) 湛水直播用の水稲品種育成のための押し倒し抵抗値による耐倒伏性の選抜効果. 日作紀 69 (2) : 159-164. <https://doi.org/10.1626/jcs.69.159>

大川 清 (1999) バラの生産技術と流通. 養賢堂、東京、pp40.

笈田幸治・松井元子・大場将生・村元由佳利・大谷貴美子・本杉日野 (2017) 満開期における CPPU 処理濃度の違いがブドウ ‘シャインマスカット’果粒の食べやすさに及ぼす影響. 園学研 16 (3) : 287-293. <https://doi.org/10.2503/hrj.16.287>

Onozaki,T and M.Azuma (2019) Breeding for long vase life in Dahlia (*Dahlia variabilis*) cut flowers. The Horticulture Journal 88 (4) : 521-534. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-091>

Rawandoozi,Z・E.L.Young・S.Liang・X.Wu・Q.Fu・T.Hochhaus・M.Yan・M.Y.Rawandoozi・P.E.Klein・D.H.Byrne and O.Reira-Lizarazu (2023) Pedigree-based QTL analysis of flower size traits in two multi-parental diploid rose populations. Frontiers in Plant Science 14 : 1226713. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1226713>

R Core Team (2025) R:A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

<https://www.r-project.org/> (2025年8月29日アクセス)

東京都中央卸売市場統計 (2025) 統計情報検索・類別・品目別検索 (花き)

<https://www.shijou-tokei.metro.tokyo.lg.jp/asp/smnu2.aspx?gyoshucd=3&smode=10> (2025年8月28日アクセス)

辻 知良 (2000) 切り花の消費動向と消費者の購買行動. 和歌山県農林水技セ研報 1 : 111-120.

渡辺 久・清水光男 (2000) バラの品種・採花時期および切り前と花もち性の関係. 愛媛県農業試験場研究報告 35 : 28-30.

## Selection for Vase Life in Rose Breeding using Petal Traits as Indicators

Fumihiko INAZAKI<sup>1</sup>, Koichi KITA and Hidenori ICHIGE.

### Summary

For the purpose of improving the efficiency in rose breeding related to vase life, a total of 53 varieties and lines were tested to investigate the relationship between petal traits in early-stage pot cultivation and the vase life in advanced-stage rock wool cultivation. No significant correlation was observed between the number of petals and vase life. On the other hand, the strength of petals could be quantified by the maximum force at petal breakage (breaking strength) using a creep meter, and a moderate positive correlation was found between petal breaking strength and vase life ( $r = 0.5344049$ ,  $p < 0.001$ ). No clear trend was observed regarding the relationship between fragrance and vase life. Furthermore, we tested 43 unselected lines derived from 20 cross-combinations, and based on the values of petal breaking strength in the early selection step of pot cultivation, we divided these into a lower group (culling) and an upper group (selection). When comparing the vase life in rock wool cultivation after the selection process, we found a significant difference between the lower group and the upper group, confirming the selection effect for vase life. These results suggest that petal breaking strength is an effective selection indicator for vase life and can be utilized for early selection for improved vase life.

**Keywords : rose, petal breaking strength, vase life, early selection**

---

1 Address : Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago 3165-1, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan