

茨城農総セ研報
Bull. Ibaraki
Agric. Cent.
No. 8 2026

BULLETIN
OF THE
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER
No. 8
March 2026

茨城県農業総合センター研究報告

第8号

2026年3月

目次

- 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・喜多晃一・市毛秀則・・・1
- 小ギク一斉収穫に向けた開花斉一性向上および収穫後開花促進技術の検討
吉屋康太・坂本宏平・嶋川真理子・市毛秀則・喜多晃一・森田名那子・・・13
- 茨城県における青果用カンショ準奨励品種‘べにまさり’の特性
樫村英一・米山一海・・・23
- 麦類難防除雑草カラスムギの登熟過程における出芽能力獲得時期と脱粒性獲得時期の解明
大橋俊子・皆川 博・福田弥生・・・32
- 茨城県大子町において優れた特性を示すリンゴ品種‘シナノホッペ’
安藤美咲・檜山佳子・鈴木 遼・唐澤友洋・祝園真一・・・39

茨城県農業総合センター

茨城県笠間市安居3165-1

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¹⁾・喜多晃一・市毛秀則²⁾

(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ュエ+’、‘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ュエ+’、‘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 ^{a)}	花卉の破断強度(gf) ^{b)}			芳香性 ^{c)}	
	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 ^{d)}		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ュエ+ (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⁻¹ 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 ⁰⁸	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^{a)}

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。

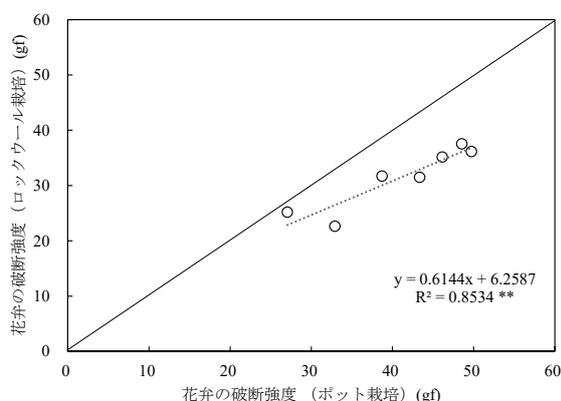


図2 ポット栽培とロックウール栽培における花卉の破断強度(2018年)

a) 単回帰分析の結果、**は1%水準で有意差ありを示す。

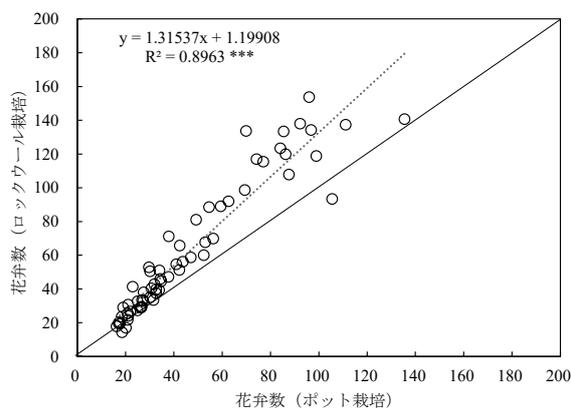


図3 ポット栽培とロックウール栽培における花卉数の関係(2019年)

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)。

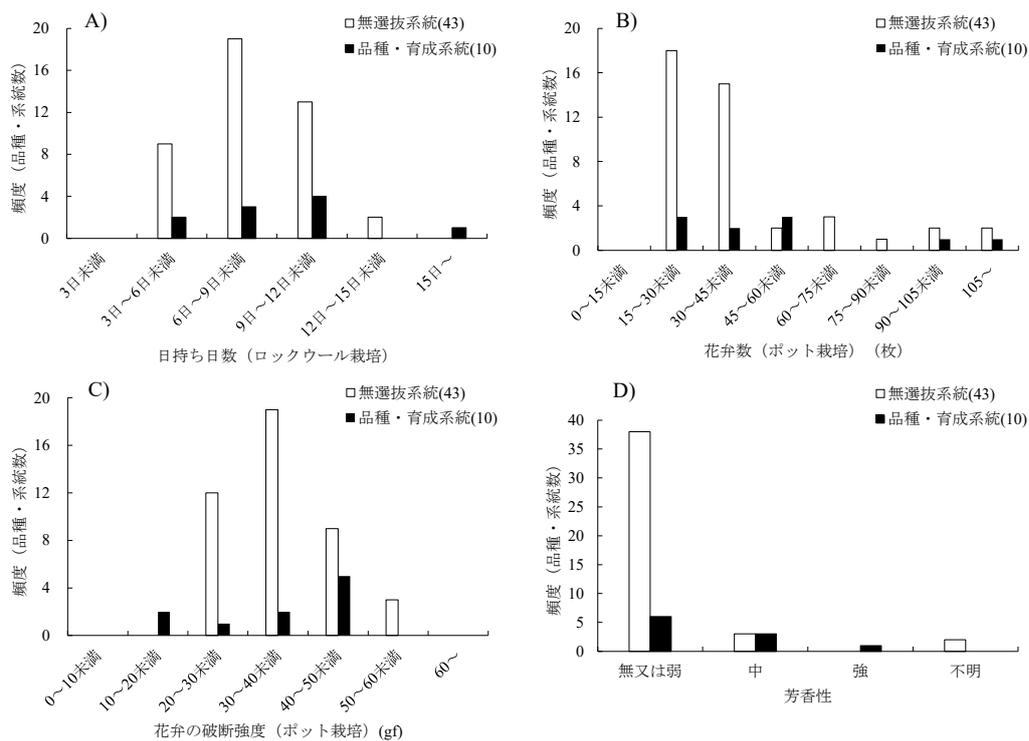


図4 53品種・系統の日持ち日数・花弁数・花弁の破断強度・芳香性（2019年）

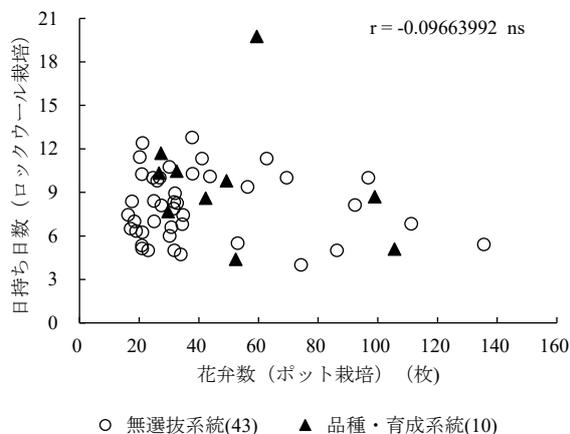


図5 53品種・系統の花弁数と日持ち日数の関係（2019年）

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。

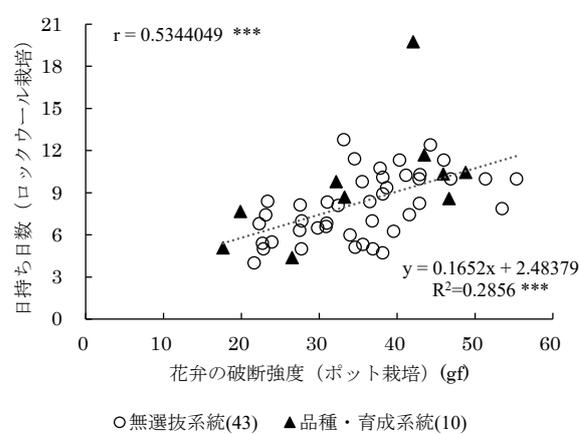


図6 53品種・系統の花弁の破断強度と日持ち日数の関係（2019年）

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。

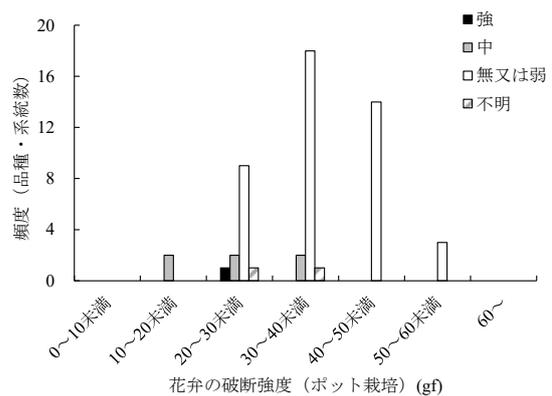
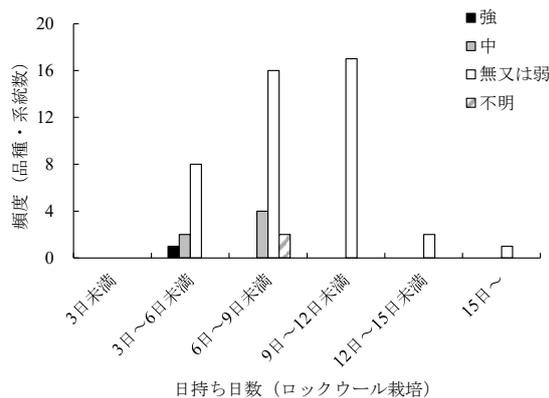


図7 芳香性の違いと日持ち日数の度数分布 (53 品種・系統) (2019 年) 図8 芳香性の違いと花弁の破断強度の度数分布 (53 品種・系統) (2019 年)

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 ^{a)}		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 ^{b)}	日持ち性が長い系統数 ^{c)}
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) はネギの軟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>
- Chaani, A (2003) Selection Strategies for Cut Roses. *ENCYCLOPEDIA OF ROSE SCIENCE Volume 1* (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 INAZAKI¹, 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

小ギク一斉収穫に向けた開花斉一性向上および収穫後開花促進技術の検討

吉屋康太¹⁾・坂本宏平・嶋川真理子²⁾・市毛秀則³⁾・喜多晃一⁴⁾・森田名那子

(茨城県農業総合センター園芸研究所)

要約

需要期における小ギクの出荷量確保を目的に、収穫機による一斉収穫体系の確立に不可欠な開花揃いについて、県内主要品種における開花斉一性と栽培方法による影響を調査した。自然日長条件下における収穫期間には品種間差があり、年次や作型による変動が認められたが、‘常陸サマーシルキー’など収穫期間が安定して短い品種が確認された。電照処理は、開花時期の調節に加えて開花斉一化に効果的であり、収穫期間は最短で4日に短縮された。また、挿し芽前の2℃穂冷蔵処理により収穫期間は短縮し、効果は7月作型で高く、4週間の処理期間で安定した。

さらに、一斉収穫で廃棄となる未開花のつぼみ切り花を製品化するため、つぼみ切り花の開花促進技術を検討した。‘常陸サマーシルキー’、‘常陸サマーライト’および‘常陸サマールージュ’のつぼみ期収穫切り花を25℃、60～70%RH、12時間照明下の室内にてショ糖、STS（チオ硫酸銀錯体）、界面活性剤、抗菌剤を含む開花処理液を吸収させながら約1週間保管することで、慣行収穫と同程度まで開花が進行した。ただし、開花処理の効果には品種間差が認められた。

キーワード：小ギク、一斉収穫、開花斉一性、つぼみ期収穫切り花、開花処理

1 はじめに

茨城県の小ギク (*Chrysanthemum* L.) は、出荷量が全国第3位 (2,140万本)、栽培面積は全国第2位 (101ヘクタール) であり (令和元年産農林水産統計)、全国トップクラスの産地を形成している。小ギクは盆・彼岸等の物日需要期に高単価となることから、需要期に合わせた栽培・出荷が行われるため、定植や収穫時に作業が集中する問題がある。近年、農業者の高齢化などで産地の作付面積が減少する中、需要期の出荷量を確保するには、栽培体系の機械化による作業効率化が重要であり、その一環として収穫機を活用した一斉収穫が注目されている。

小ギクでは収穫適期に到達した茎を1本ずつ収穫し、本数をまとめて調整し出荷されるが、収穫および調製作業は小ギクの全労働時間の45%程度を占めている (奈良県農業総合センター、2011)。一方、品種や気象条件によって、収穫の早い茎から遅い茎の収穫が終わるまで20日程度の日数を要することもあり、一斉に収穫する機械体系の導入にあたり、蕾から開花済みの茎まで、開花の不揃いによる出荷ロスの増加が懸念される。品種固有の開花斉一性は機械収穫を行う上で重要な特性であり、電照処理や挿し穂の冷蔵処理等は開花の斉一化に効果があることが報告されている (奈良県農業総合センター、2011)。そこで、機械一斉収穫体系の確立に向けて、県内主要品種の開花斉一性と、栽培技術による開花斉一性の向上効果について検討した。

また、機械一斉収穫時に発生が懸念されるつぼみ期収穫切り花 (以下、つぼみ切り花) を開花させることができれば、出荷ロスを軽減できると考えられる。輪ギク‘秀芳の力’および小ギク6品種において、つぼみ切り花に開花処理を行うと、ほ場で自然開花させたものと同等の品質で開花することが報告されている (本間、1995; 山中ら、2013)。しかし、これらは限られた品種についての結果であり、開花処理液の組成や処理方法

1) 現 茨城県鹿行農林事務所経営・普及部門

2) 現 茨城県農業総合センター企画情報部企画調整課

3) 現 茨城県西農林事務所経営・普及部門

4) 現 茨城県農業総合センター生物工学研究所

等には改善の余地があるとされている。そこで本研究では、8月作型の本県育成3品種に対するつぼみ切り花への開花処理効果を併せて検討した。

2 材料および方法

2.1 自然日長条件下における開花斉一性の品種間差

試験は、2021年および2022年に茨城県農業総合センター園芸研究所(茨城県笠間市)の露地ほ場で実施した。7、8、9月の3作型において、県内主要品種を各9、19および15品種を供試した。親株管理は県栽培基準に準じて行い、施肥は $N-P_2O_5-K_2O=15.0-13.5-14.5kg/10a$ を全面施用し、栽植様式は畝幅160cm、株間10cm、条間30cm、2条植えとした。2021年は7、8、9月作型それぞれ3月29日、4月26日および5月28日、2022年は3月29日、4月25日および6月1日に定植した。摘心後に1株3本仕立てとし、「改訂版花の切り前」(1994年)に記載の“小ギク(磯の香)のステージ2”に到達した日を収穫日とした。収穫本数が調査茎数の5%に達してから95%に達するまでの期間を収穫期間とした。調査株数は1区10株(30茎)2反復とした。いずれの試験でも、生育が著しく劣る個体は調査対象外とした。

2.2 電照処理が開花斉一性に及ぼす影響

茨城県の小ギク生産では、8月作型と9月作型を中心に、物日に向けた開花調節技術として電照処理が導入されている。そこで、8月作型の試験を2021年および2022年、9月作型を2023年および2024年に、同研究所の露地ほ場で自然日長区(無電照)と電照処理区の開花斉一性の比較を行った。供試品種は、自然開花時期が比較的遅く電照処理の効果が得られにくい一部品種等を試験2.1から除外し、8月作型では16品種、9月作型では13品種に8月作型親株からの5品種を加えて18品種供試した。8月作型は2021年4月26、27日と2022年4月25日、9月作型は2023年5月25日と2024年5月23日にそれぞれ定植した。肥培管理や栽植様式等は試験2.1と同様に行った。電照処理区は定植後から0時~4時の後夜半の暗期中断電照を行った。光源は75W白熱灯を用い、高さ1.5m、幅2.0m×1.6mで設置した。各年ともに8月作型は6月15日、9月作型は7月25日に消灯した。調査株数は試験2.1と共通の調査区である8月作型の自然日長区のみ1区10株(30茎)2反復、その他は同1反復とした。

2.3 挿し芽前の穂冷蔵処理と冷蔵期間が開花斉一性に及ぼす影響

小ギク栽培には、親株から採取した穂をセルトレイに挿した(挿し芽)苗が利用されることが多く、穂の本数確保のため、早期に採取した穂を挿し芽当日まで冷蔵庫で保管する穂冷蔵処理が一般的に行われている。そこで、7月作型で4品種、8月作型で4品種、9月作型で3品種の計11品種を用いて、挿し芽前の穂冷蔵処理と冷蔵期間による開花斉一化の効果を検討した。試験は、2023年に同研究所の露地ほ場において実施した。挿し芽日から逆算し、1、2、4週間前に採穂し、挿し芽当日まで暗黒冷蔵で保管した区をそれぞれ1w、2w、4w区、挿し芽当日に採穂した区を対照区とした。冷蔵処理温度は、奈良県ほか(2011)を参照して2°Cとした。7月作型は3月29日、8月作型は4月25日、9月作型は5月25日に定植し、肥培管理や栽植様式等は試験2.1と同様に行った。調査株数は1区10株(30茎)1反復とした。

2.4 茨城県育成品種におけるつぼみ切り花に対する開花処理効果の検討

実験には7月下旬から8月上旬に開花する茨城県育成の品種である‘常陸サマーシルキー’、‘常陸サマールージュ’および‘常陸サマーライト’を供試した。‘常陸サマーシルキー’は花色が白色で花蕾数が多く、頂点咲きで生育揃いおよび開花揃いが良好であり、‘常陸サマールージュ’は花色が鮮やかな赤紫色で花蕾数が多く、頂点咲きの品種である(平井ら、2018)。「常陸サマーライト」は黄色品種として育成され、葉色が濃く、葉に艶がある品種である(平井ら、2020)。

茨城県農業総合センター園芸研究所の露地ほ場に2024年4月25日に各品種を定植し、県栽培基準に準じて栽培を行い、つぼみ切り花として‘常陸サマーシルキー’は7月16日、‘常陸サマーライト’は7月19日、‘常陸サマールージュ’は7月25日につぼみの萼が開裂する前の状態(膜切れ前)で収穫した。切り花長を80cmに調整し、茎基部20cmの葉を除去した後、23°C、暗条件の室内で16時間水道水を吸水させた。その後、25°C、60~70%RH、切り花付近の照度を800~1000lxとした12時間照明下の室内にて、開花処理液を吸収

させ開花処理を行った。処理液の組成は既報（山中ら、2013）に準じ、ショ糖を3%、STSを0.03mM、界面活性剤を0.03%、抗菌剤（8-ヒドロキシキノリン硫酸塩）を200ppmとした。

処理区は、①観賞終了まで処理液を吸収させた区（以下、継続区）、②観賞開始まで処理液を吸収させた区（以下、切替区）、③イオン交換水を吸収させた区（以下、イオン水区）の3区とし、1処理区当たり20本ずつ供試した。継続区の半数が切り前2となった時点を観賞開始とし、各区とも切り花長を70cmに調整し、茎基部20cmの葉を除去した後、切替区とイオン水区は生け水をイオン交換水とし、開花処理時と同条件で日持ち評価を行った。開花程度の評価は、切り前0.6~0.9は独自の評価基準を設け、切り前1~6は小ギク‘磯の香’（フローリスト編集部、1994）を参考とした（図1）。日持ち評価は、キク（コギク）の切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル（Ver2020）（日本花普及センター、2020）に従った。

対照として慣行収穫した切り花について‘常陸サマーシルキー’‘常陸サマーライト’は7月22日、‘常陸サマールージュ’は7月29日に切り前2で収穫した。調整および水揚げは上記と同様とし、水揚げ後からイオン交換水に生けて10本ずつ日持ち評価を行った。

切り前			切り前		
0.6		頂花が膜切れしていない、花弁の色が分からない、つばみ中央にがくの重なりがある	0.8		頂花が膜切れしている、花色が分かる
0.7		頂花が膜切れしていない、花色がかすかに分かる	0.9		頂花から花弁がわずかに膜の外に出る
切り前			切り前		
1		頂花が膨らみ、舌状花部分が三角に盛り上がる、頂花周辺の蕾が2割程度色づき始める	4		頂花の舌状花の開く角度が90~135°程度、頂花周辺の蕾が三角に盛り上がり、少しずつ開き始める、全体の蕾の半分以上が色づく
2		頂花の舌状花の先が少し開き始める、頂花周辺の蕾も膨らみ始める、全体の蕾のうち4割程度が色づく	5		頂花の舌状花の角度が135°以上、頂花周辺の蕾も開き始める
3		頂花が開き始め、舌状花の間隙から筒状花が僅かに見える、舌状花の開く角度が地面に対して90°以下、全体の蕾のうち4割以上が色づく	6		頂花が完全に開いている、頂花周辺の蕾のうち3~5割が開花する、全体蕾のうち7割以上が色づく

図1 開花程度の評価基準

3 結果および考察

3.1 自然日長条件下における開花斉一性の品種間差

自然日長条件下における開花斉一性の2ヶ年の試験において、収穫期間は5~22日間、定植から収穫までの到花日数の標準偏差（SD）は1.3~6.5日と、品種間差が認められた（表1）。特に8月作型において、2ヶ年の結果で収穫期間の差が大きい品種が見られたが、‘常陸サマーシルキー’や‘精あかり’のように収穫期間が安定して短い品種も認められた。その他、7月作型では‘精しらたき’や‘精ことひら’、9月作型では‘かれん’や‘精やすらぎ’で開花斉一性が優れた。7、8月の2作型で供試した5品種では、2021年は同様の収穫期間であったのに対し、2022年の結果では‘精こまき’や‘精しらたき’を含む4品種で8月作型での収穫期間が増大した。9月作型では、2ヶ年ともに収穫期間の平均が他作型より短かった。

2022年は、6月下旬から7月上旬にかけて平年の平均気温を4℃以上上回る日が8日間連続した影響等により（図2）、県内小ギク産地において8月作型を中心に開花遅延が発生した年であった。所内試験でも、8月作型の収穫日平均は2021年と比較して5日程度遅延した。年次や作型により収穫期間が大きく変動する品種がある一方で、収穫期間が安定していた品種も見られたことから、開花斉一性は品種本来の開花揃いの特性に加え、高温反応性が影響していることが示唆された。このことは、‘精こまき’や‘精しらたき’が高温の影響

を受けやすいとした森ら (2019) や園芸研究所研究成果 (2019) の報告と一致している。また、9月作は夏至を過ぎて日長時間が徐々に短くなる時期に花芽分化・発達を迎える作型であり、短日植物である小ギクにとって、スムーズな開花の進行に有利な条件であったことが、他の作型より収穫期間が短くなった要因と考えられた。

表1 自然日長条件下における7、8、9月作型主要品種の開花斉一性の比較 (2021年、2022年)

作型	花色	品種名	2021年			2022年			2ヶ年平均	
			収穫期間 ^{a)}	SD ^{b)}	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	SD
7月	赤	精ことひら	7	1.9	6/13	6	1.8	6/17	6	1.8
		精はんな	13	4.3	7/2	10	2.7	7/4	11	3.5
		常陸サニールビー	14	3.6	6/7	10	2.7	6/11	12	3.1
	白	精しらたき	8	2.0	6/22	5	1.3	6/22	6	1.7
		精しらあや	8	2.3	6/23	8	2.2	6/24	8	2.2
		はじめ	9	2.5	7/3	16	4.9	7/10	12	3.7
	黄	精はぎの	9	2.3	7/6	7	1.9	7/3	8	2.1
		精こまき	10	2.8	6/21	7	1.7	6/23	8	2.2
		夏ひかり	12	2.8	6/22	14	5.2	6/25	13	4.0
		平均	9.6	2.7	6/23	9.1	2.7	6/25	9.3	2.7
8月	赤	精あかり	9	2.5	8/9	9	2.1	8/14	9	2.3
		精ちぐさ	10	2.8	7/16	12	3.2	7/14	11	3.0
		精はんな	8	2.2	7/19	13	3.8	7/22	11	3.0
		常陸サマールビー	14	4.0	7/28	10	2.5	8/6	12	3.2
		常陸サマールージュ	9	2.9	7/19	19	5.0	7/22	14	3.9
	糸子	9	2.7	7/21	18	5.3	7/17	14	4.0	
	白	常陸サマーシルキー	7	1.5	7/17	6	1.3	7/19	6	1.4
		精しらたき	8	2.0	7/13	10	2.7	7/14	9	2.3
		精そよかぜ	9	2.5	7/18	9	2.6	7/29	9	2.5
		精しまなみ	10	2.7	7/6	12	3.3	7/8	11	3.0
はじめ		11	3.3	7/23	14	4.6	7/24	12	3.9	
精しらいと	7	1.7	7/21	22	6.5	8/4	14	4.1		
黄	はるか	9	2.3	7/9	9	2.7	7/8	9	2.5	
	精やさか	10	2.9	8/8	9	2.5	8/19	9	2.7	
	すばる	8	2.0	7/17	12	3.4	7/23	10	2.7	
	精こまき	9	2.5	7/9	12	3.1	7/13	10	2.8	
	常陸サマーライト	11	3.4	7/21	10	2.9	7/25	10	3.2	
	精はぎの	10	2.6	7/21	16	4.3	7/26	13	3.4	
	精さとみ	13	3.7	8/6	13	4.1	8/20	13	3.9	
	小鈴	15	3.9	7/29	13	3.4	8/7	14	3.7	
平均	9.5	2.7	7/21	12.1	3.5	7/26	10.8	3.1		
9月	赤	かれん	5	1.5	9/14	7	1.7	9/20	6	1.6
		精はちす	7	1.9	9/14	7	2.0	9/17	7	2.0
		花絵	7	1.9	9/1	9	2.2	9/7	8	2.1
		常陸オータムゆうひ	11	3.0	9/12	6	1.7	9/15	8	2.4
	祭典	10	2.9	9/14	10	2.8	9/20	10	2.9	
	白	精ひとしお	7	2.0	9/8	8	2.2	9/12	7	2.1
		せせらぎ	9	2.4	9/13	10	2.8	9/15	9	2.6
		常陸オータムホワイト	9	2.9	9/7	10	2.7	9/15	9	2.8
		精あきさめ	12	3.5	9/17	8	1.9	9/19	10	2.7
		常陸オータムパール	10	2.9	9/4	11	3.1	9/9	10	3.0
しずか	12	2.9	8/30	10	3.1	9/2	11	3.0		
黄	精やすらぎ	7	2.1	9/16	6	1.6	9/18	7	1.8	
	精りゆうこ	9	2.4	9/12	7	1.6	9/13	8	2.0	
	常陸オータムレモン	10	2.4	9/12	6	1.7	9/14	8	2.1	
	あずさ	10	2.7	9/16	10	2.4	9/18	10	2.6	
平均	8.7	2.5	9/11	8.0	2.2	9/14	8.4	2.4		

※太字は7、8月の2作型で供試した品種を示す。

a) 収穫本数が5%に達してから95%に達するまでの日数。

b) 定植から収穫までの到花日数の標準偏差。

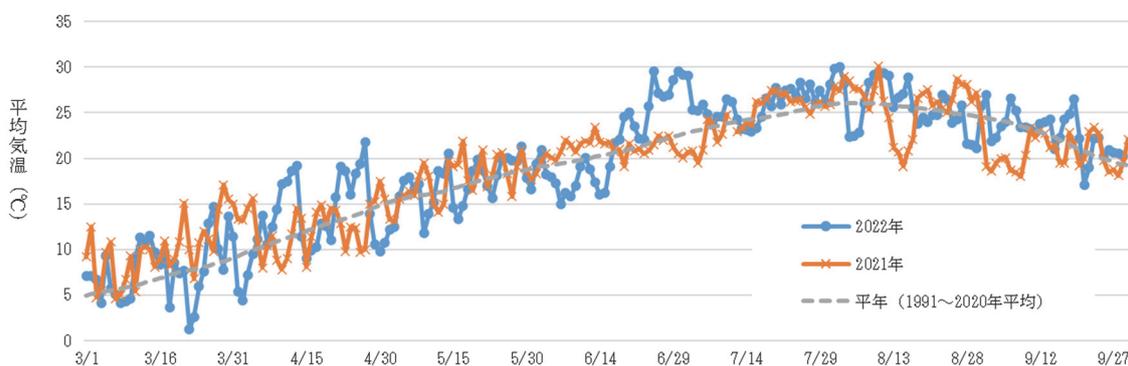


図2 試験年の気温データ（茨城県・笠間市）

3. 2 電照処理が開花斉一性に及ぼす影響

試験 2.1 と同様に、2 カ年の 8、9 月作型における電照栽培時の収穫期間と定植から収穫までの到花日数の標準偏差を表 2、表 3 に示した。それぞれの作型で、電照処理によって収穫日が 7 月下旬および 9 月上旬以降に調節されたほか、供試品種全体での収穫期間の平均は短くなり、標準偏差も小さくなった。8 月作型‘精そよかぜ’や 9 月作型‘精ひとしお’および‘常陸オータムレモン’では、2 カ年平均で最短の 4.0 日となった。一方で、自然日長条件下での開花斉一性の優れた 8 月作型‘常陸サマーシルキー’では、電照処理による収穫期間のさらなる短縮効果は認められなかった。9 月作型‘かれん’も同様に自然日長条件下での開花斉一性が優れていたが、2022 年の電照処理区では収穫に 15 日の期間を要した。要因として、収穫直前的高温遭遇により開花が著しく停滞した茎が発生したためと考えられた。

電照処理により、本来の目的とされてきた開花調節に加え、大半の品種で収穫期間が短縮し、開花斉一性の向上効果が確認された。年次により気象条件が異なり、また品種によって収穫時期が異なるため、高温や乾燥等の開花を妨げる要因に遭遇した生育ステージや程度は一律ではないが、電照条件下で開花斉一性が優れる品種を選定することができた。本試験では自然日長条件と電照条件下での開花斉一性に一定の傾向は認められなかったが、電照に鈍感な品種は圃場での開花斉一性が劣る（奈良県農業総合センター、2011）など、キクの電照反応性は開花斉一性と密接に関係しており、元々の開花揃いの良い品種や電照消灯後の高温遭遇条件下では、電照処理による開花斉一性の改善効果が表れにくいと推察された。

表2 8月作型における電照処理が開花斉一性に及ぼす影響（2021年、2022年）

花色 品種名	2021年						2022年						2ヶ年平均		
	自然日長区			電照処理区			自然日長区			電照処理区			自然日長区	電照処理区	
	収穫期間 ^{a)}	SD ^{b)}	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫期間	収穫期間	
赤	精ちぐさ	10	2.8	7/16	5	1.3	7/26	12	3.2	7/14	4	1.0	7/27	11	5
	精はんな	8	2.2	7/19	7	1.7	8/5	13	3.8	7/22	6	1.5	8/3	11	7
	常陸サマールージュ	9	2.9	7/19	7	1.9	7/29	19	5.0	7/22	9	2.3	8/4	14	8
	糸子	9	2.7	7/21	7	1.8	7/31	18	5.3	7/17	9	2.5	8/2	14	8
	常陸サマールビー	14	4.0	7/28	8	2.4	8/4	10	2.5	8/6	9	2.7	8/9	12	9
白	精そよかぜ	9	2.5	7/18	4	1.0	7/31	9	2.6	7/29	4	1.0	8/2	9	4
	精しらいと	7	1.7	7/21	4	1.1	8/4	22	6.5	8/4	6	1.8	8/16	14	5
	精しなみ	10	2.7	7/6	3	0.9	7/27	12	3.3	7/8	8	2.0	7/30	11	6
	常陸サマーシルキー	7	1.5	7/17	8	1.8	7/31	6	1.3	7/19	6	1.6	8/5	6	7
	精しらすき	8	2.0	7/13	6	1.8	8/1	10	2.7	7/14	10	2.7	8/6	9	8
黄	はじめ	11	3.3	7/23	9	2.7	8/2	14	4.6	7/24	9	2.5	8/7	12	9
	すばる	8	2.0	7/17	6	1.5	8/5	12	3.4	7/23	5	1.3	8/5	10	6
	常陸サマーライト	11	3.4	7/21	7	1.8	8/5	10	2.9	7/25	6	1.7	8/7	10	7
	精こまき	9	2.5	7/9	6	1.8	8/2	12	3.1	7/13	7	1.8	8/8	10	7
	精はぎの	10	2.6	7/21	7	1.9	8/4	16	4.3	7/26	7	2.1	8/5	13	7
はるか	9	2.3	7/9	9	2.1	8/4	9	2.7	7/8	6	1.3	8/8	9	8	
平均	9.0	2.6	7/17	6.4	1.7	8/1	12.4	3.6	7/21	6.9	1.9	8/5	10.7	6.7	

a) 収穫本数が5%に達してから95%に達するまでの日数。

b) 定植から収穫までの到花日数の標準偏差。

表3 9月作型における電照処理が開花斉一性に及ぼす影響（2023年、2024年）

花色 品種名	2023年						2024年						2ヶ年平均		
	自然日長区			電照処理区			自然日長区			電照処理区			自然日長区	電照処理区	
	収穫 期間 ^{b)}	SD ^{a)}	収穫日平均 (月/日)	収穫 期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫 期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫 期間	SD	収穫日平均 (月/日)	収穫 期間	収穫 期間	
赤	花絵	7	2.1	8/30	6	1.5	9/10	8	2.5	8/31	4	0.9	9/8	8	5
	常陸オータムゆうひ	6	1.9	9/12	6	1.5	9/19	7	2.1	9/13	4	1.0	9/17	7	5
	精はちす	6	1.6	9/21	6	1.3	9/22	6	1.8	9/16	5	1.3	9/19	6	6
	精ちぐさ（8月） ^{a)}	9	2.4	8/1	9	2.9	9/12	5	1.5	7/31	6	1.6	9/8	7	8
	かれん	8	2.1	9/21	8	2.2	9/25	6	1.3	9/20	15	4.2	9/24	7	12
白	精ひとしお	9	2.6	9/15	4	1.1	9/20	8	2.1	9/7	4	1.1	9/18	9	4
	精あきさめ	12	3.6	9/18	5	1.4	9/21	10	2.5	9/17	5	1.1	9/19	11	5
	精しらいと（8月）	13	4.0	8/21	6	1.5	9/17	11	3.2	8/21	4	1.2	9/14	12	5
	せせらぎ	8	2.4	9/15	4	1.2	9/21	9	2.3	9/11	7	1.7	9/19	9	6
	常陸オータムパール	11	3.0	9/8	5	1.4	9/18	7	1.9	9/4	6	1.7	9/15	9	6
黄	しずか	11	3.1	8/30	5	1.5	9/15	8	2.9	8/29	7	2.2	9/12	10	6
	精そよかぜ（8月）	13	3.8	8/8	9	2.9	9/1	10	3.1	8/2	8	2.1	9/5	12	9
	常陸オータムレモン	13	3.5	9/11	4	1.1	9/21	10	2.4	9/8	4	1.3	9/18	12	4
	精りゅうこ	6	1.8	9/17	5	1.3	9/19	8	2.0	9/14	4	1.0	9/18	7	5
	はるか（8月）	12	3.9	7/30	4	0.9	9/13	10	3.1	8/4	6	1.6	9/10	11	5
すばる（8月）	8	2.3	8/5	6	1.6	9/9	9	2.6	8/5	4	1.0	9/7	9	5	
精やすらぎ	6	1.5	9/24	6	1.6	9/24	8	2.0	9/19	6	1.6	9/20	7	6	
あずさ	6	1.9	9/19	8	2.1	9/21	6	1.7	9/14	6	2.4	9/16	6	7	
平均	9.1	2.6	9/3	5.9	1.6	9/17	8.1	2.3	9/1	5.8	1.6	9/15	8.6	5.9	

a) 8月作型親株床から採穂したことを示す。
 b) 収穫本数が5%に達してから95%に達するまでの日数。
 c) 定植から収穫までの到花日数の標準偏差。

3. 3 挿し芽前の穂冷蔵処理と冷蔵期間が開花斉一性に及ぼす影響

11品種のうち、7月作型で‘精はんな’を除く3品種、8月作型‘すばる’、9月作型‘せせらぎ’と‘精りゅうこ’において、対照区と比べて収穫開始日の遅れが確認された（表4）。そのうち、7月作型3品種と8月作型‘すばる’では、冷蔵期間が長いほど収穫開始日が遅くなる傾向が顕著であり、‘精しらたき’を除き、収穫期間は短縮した。穂冷蔵処理により収穫開始日が遅れた品種では、遅れに合わせて節数は増加したが、9月作型‘精りゅうこ’では有意差は確認されなかった。また、7、8月の2作型で供試した‘精はんな’において、7月作型では4週間の冷蔵処理により収穫期間が大きく短縮したものの、8月作型ではほぼ同等となるなど、品種や作型により効果に差が認められた。

品種間差はあるものの、挿し芽前の穂冷蔵処理は特に7月作型での開花斉一化に効果が大きく、4週間の処理で効果は安定した。冷蔵処理により収穫開始日の遅れや節数が増加したことから、収穫期間が短縮した理由として、挿し穂の品質が揃うことでは場内で早期に花芽分化する枝の発生が抑えられたことが示唆された。また、8月および9月作型で効果が表れにくかった要因として、7月作型と比較して採穂から生育中に高温に遭遇する期間が長いことや、日長反応性の違いが推察された。

表4 挿し芽前の穂冷蔵処理と冷蔵期間の違いが開花斉一性に及ぼす影響（2023年）

品種名 (作型・花色)	試験区	収穫日 (月/日)	収穫期間 (収穫始-終 ^{a)})	節数	有意差 ^{b)}	品種名 (作型・花色)	試験区	収穫日 (月/日)	収穫期間 (収穫始-終)	節数	有意差	品種名 (作型・花色)	試験区	収穫日 (月/日)	収穫期間 (収穫始-終)	節数	有意差	
精ことひら (7月赤)	対照区	6/9	8 (6/6-6/13)	27.7	a	精はんな (8月赤)	対照区	7/25	18 (7/16-8/2)	39.2	a	常陸 オータム ゆうひ (9月赤)	対照区	9/12	8 (9/9-9/16)	53.0	a	
	1w区	6/10	7 (6/8-6/14)	28.1	a		1w区	7/22	11 (7/18-7/28)	36.6	b		1w区	9/12	7 (9/10-9/16)	54.1	a	
	2w区	6/12	7 (6/9-6/15)	30.1	b		2w区	7/21	17 (7/13-7/29)	36.3	b		2w区	9/13	8 (9/9-9/16)	54.4	a	
	4w区	6/14	5 (6/12-6/16)	30.7	b		4w区	7/22	16 (7/13-7/28)	38.4	ab		4w区	9/14	8 (9/11-9/18)	52.6	a	
精はんな (7月赤)	対照区	7/5	16 (6/27-7/12)	39.8	a	常陸 サマー ルビー (8月赤)	対照区	8/5	10 (8/1-8/10)	50.9	a	せせらぎ (9月白)	対照区	9/15	11 (9/10-9/20)	52.3	a	
	1w区	7/1	16 (6/22-7/8)	36.7	b		1w区	8/3	8 (7/31-8/7)	50.7	a		1w区	9/15	8 (9/12-9/19)	52.9	ab	
	2w区	7/5	15 (6/28-7/12)	38.9	ab		2w区	8/3	12 (7/31-8/11)	50.5	a		2w区	9/15	8 (9/12-9/19)	54.2	b	
	4w区	7/1	10 (6/27-7/6)	37.2	b		4w区	8/3	11 (7/29-8/8)	51.0	a		4w区	9/14	8 (9/11-9/18)	53.0	ab	
精しらたき (7月白)	対照区	6/15	7 (6/13-6/19)	34.1	a	常陸 サマー シルキー (8月白)	対照区	7/19	8 (7/16-7/23)	35.6	a	精りゅうこ (9月黄)	対照区	9/18	13 (9/12-9/24)	44.9	a	
	1w区	6/19	10 (6/15-6/24)	35.9	b		1w区	7/20	9 (7/16-7/24)	35.6	a		1w区	9/17	8 (9/14-9/21)	43.8	a	
	2w区	6/20	9 (6/16-6/24)	37.5	c		2w区	7/20	7 (7/18-7/24)	36.5	ab		2w区	9/17	6 (9/15-9/20)	45.4	a	
	4w区	6/21	7 (6/19-6/25)	38.2	c		4w区	7/21	10 (7/18-7/27)	37.5	b		4w区	9/16	6 (9/14-9/19)	44.7	a	
精こまき (7月黄)	対照区	6/16	11 (6/10-6/20)	33.1	a	すばる (8月黄)	対照区	7/20	10 (7/15-7/24)	36.4	a							
	1w区	6/18	8 (6/15-6/22)	34.5	ab		1w区	7/21	10 (7/17-7/26)	37.8	b							
	2w区	6/19	6 (6/17-6/22)	35.2	b		2w区	7/23	9 (7/19-7/27)	37.1	ab							
	4w区	6/19	7 (6/16-6/22)	35.9	b		4w区	7/26	8 (7/22-7/29)	40.5	c							

※太字は7、8月の2作型で供試した品種を示す。
 a) 収穫本数が5%に達した日を「始」、95%に達した日を「終」とした。
 b) Tukeyの多重比較により異群号間で5%水準で有意差が認められたことを示す。統計処理は同一品種間で行った。

3. 4 茨城県育成品種におけるつぼみ切り花に対する開花処理効果の検討

開花までに要した日数と切り花の重量変化は、各品種とも継続区および切替区では6~8日、12.3~17.5%重量が増加し、イオン水区では開花が進まず、14.1~27.1%重量が減少した(表5)。観賞終了時(日持ち評価終了)における正常開花率は、各品種とも継続区では100%、イオン水区では0%、切替区では‘常陸サマーシルキー’と‘常陸サマーライト’は対照区と同程度、‘常陸サマールージュ’は対照区に比べ25%低かった。切り花の観賞期間は、‘常陸サマーシルキー’と‘常陸サマールージュ’は継続区と対照区で差が認められず、切替区は両区に比べ3~4日短かった。‘常陸サマーライト’は対照区>継続区>切替区の順に観賞期間が長かった。

収穫から観賞終了時までの開花程度の変化は、観賞開始時(日持ち評価開始)では各品種とも継続区および切替区は対照区と同程度まで進み、観賞終了時では継続区>切替区=対照区>イオン水区の順に開花が進行した(図3、4)。特に継続区は大半の切り花が切り前6まで開花した。一方、各品種とも開花が進むにつれてアブラムシやハダニの発生がみられ、‘常陸サマーライト’では継続区と切替区において半数以上の個体で上位葉に欠刻部の褐変が観察された(データ省略)。

開花処理液に含まれるショ糖による開花促進、STSによる葉の黄化抑制、界面活性剤による給水速度の上昇、抗菌剤による細菌の増殖抑制効果などにより、本実験においても本間(1995)や山中ら(2013)の報告と同様につぼみ切り花の開花が促進された。既報ではつぼみの膜切れ時または膜切れ直後からの検討であったが、膜切れ前の切り花であっても開花が進行することが明らかとなった。また、開花処理を切り前2以後も継続することで開花の進行が慣行収穫よりも優れた。今後は、他品種での開花処理効果の確認や、慣行収穫した切り花との花径、花の厚みおよび花色の詳細な比較などを検討する必要がある。一方、仲ら(2018)は、STSを0.2~0.5mMで15時間吸液させるとコギク‘みのる’等4品種で上位葉の黄変や葉縁部の褐変などの葉害が生じたことを報告しており、特に葉縁部の褐変は‘常陸サマーライト’で発生したものと類似していた。本実験では用いたSTSの濃度は0.03mMと低濃度であったが、6日間以上吸液を続けたことにより銀の吸収量が過剰となり品種により障害が発生したものと推察された。このことから、開花処理液へのSTSの添加は黄化しやすい品種のみとすることや、収穫後の水揚げに併せてSTSを短時間で処理するなど、品種に応じた処理液の組成や処理条件についても検討する必要がある。

以上の3.1~3.3の結果から、県内の主要品種において開花斉一性の優れる品種の選定や栽培技術を導入することで、収穫期間を最短で4~5日程度に集約できることが明らかになった。田中(2012)は一斉収穫機の利用によって収穫作業時間を慣行の収穫方式に対して55~65%削減できることを報告しており、収穫ピークに合わせた一斉収穫により、出荷ロスを抑えつつ収穫作業時間を大幅に削減できる可能性が示された。また、つぼみ切り花の開花調節技術と組み合わせることでさらなる出荷ロスが削減され、今後の機械一斉収穫体系の確立に繋がることを期待される。

表5 処理液の施用方法がつぼみ切り花の開花、正常開花率および観賞期間に及ぼす影響(2024)

品種	試験区	調査数 (本)	収穫	開花処理				正常開花率 (%)	観賞期間 (日)
				開始	終了	日数	重量変化(%)		
常陸サマーシルキー	継続	20					15.0	100	13.1 ± 0.2 a
	切替	20	7/16	7/17	7/24	7	15.0	85	9.2 ± 0.3 b
	イオン水	20					-14.1	0	—
	対照区	10	7/22	—	—	—	—	90	14.0 ± 0.3 a
常陸サマーライト	継続	20					17.5	100	12.1 ± 0.4 b
	切替	20	7/19	7/20	7/26	6	17.5	95	8.1 ± 0.4 c
	イオン水	20					-14.2	0	—
	対照区	10	7/22	—	—	—	—	90	14.7 ± 0.3 a
常陸サマールージュ	継続	20					14.6	100	12.2 ± 0.6 a
	切替	20	7/25	7/26	8/3	8	12.3	55	9.1 ± 0.2 b
	イオン水	20					-27.1	0	—
	対照区	10	7/29	—	—	—	—	80	13.2 ± 0.3 a

a) 開花処理の終了は継続区の半数が切り前2となった時点とし、その日を観賞開始日とした

b) 重量変化は開花処理前後における切り花の新鮮重の変化を示す

c) 正常開花は観賞終了時において切り前4以上とした

d) 観賞期間は平均値±標準誤差、品種ごとにTukeyのHSD検定により異なるアルファベット間で5%水準の有意差あり

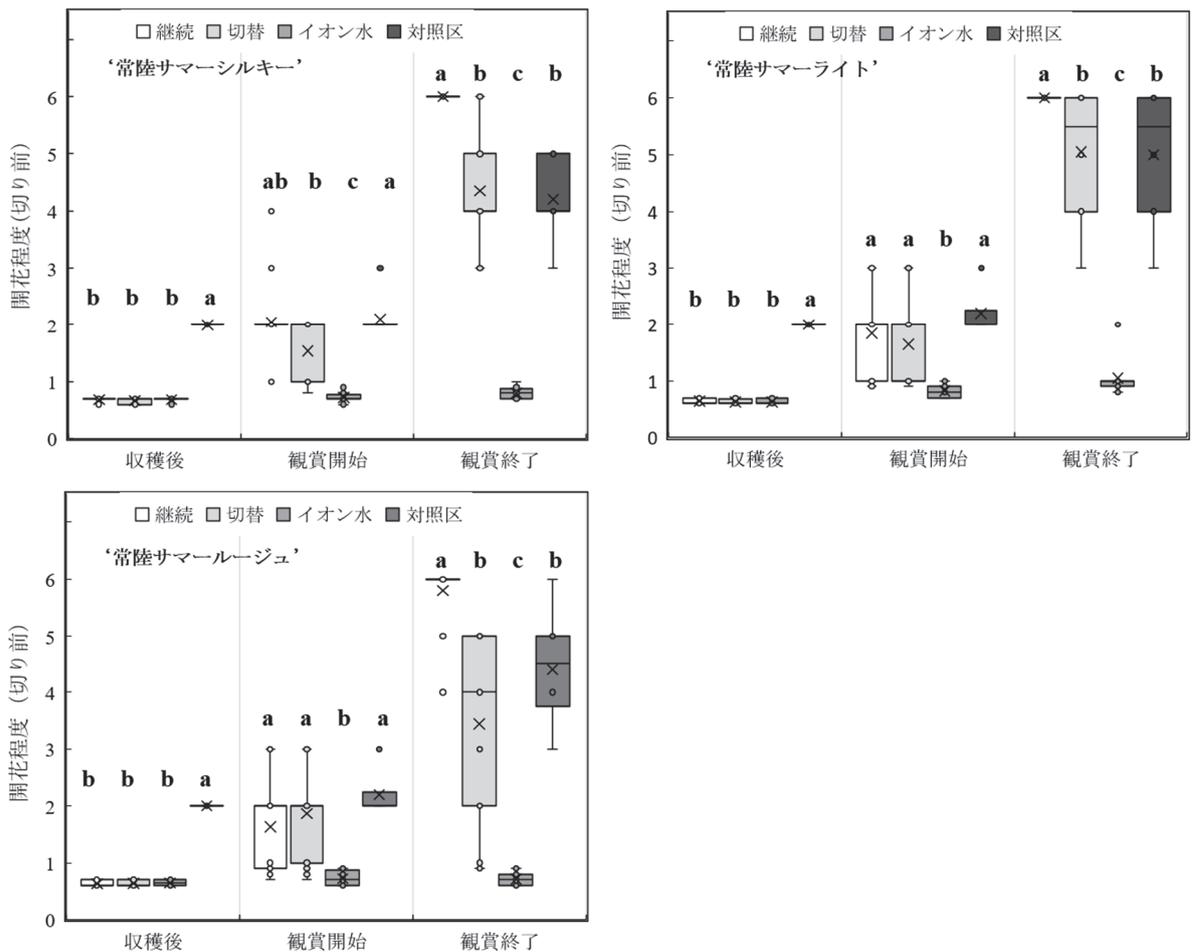


図3 収穫、観賞開始および終了時における開花処理が開花程度に及ぼす影響（2024年）
 開花程度の調査は各区20本、対照区のみ10本とした。収穫後、観賞開始、観賞終了の各段階においてSteel-Dwassの多重比較により異なるアルファベット間で5%水準の有意差があることを示す。



図4 観賞開始後の各試験区の様子
 左上‘常陸サマーシルキー’（7/29 観賞6日目）、右上‘常陸サマーライト’（7/30 観賞5日目）、
 左下‘常陸サマールージュ’（8/7 観賞5日目）。

謝辞

本研究の推進にあたり、専門技術指導員室をはじめとする農業総合センターの皆様には多大なるご協力・ご助言をいただきました。また、農業総合センター管理課分室、当研究所会計年度任用職員の皆様には試験ほ場や品質調査に多大なるご協力をいただきました。さらに、イノチオ精興園株式会社には実験材料を提供いただきました。ここに記して厚く御礼申し上げます。なお、本研究は文部科学省「特別電源所在県科学技術振興事業補助金」の助成を受け、「小ギク経営向上のための物日需要に対する省力的栽培・出荷調整技術の開発（2021～2024年度）」の中で実施したものです。

引用文献

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。24pp.

<https://doi.org/10.11501/13838889>

平井弓子・高津康正・鈴木一典・小松拓真・田附博・霞正一・常見高士・喜多晃一・市毛秀則（2018）小ギク新品種‘常陸サマーバニラ’、‘常陸サマールージュ’、‘常陸サマーシルキー’の育成。茨城県農業総合センター生物工学研究所研究報告16：6-15.

平井弓子・鈴木一典・小松拓真・村崎聡・坂井佳代子・高津康正・吉田稔之・石井亮二・市毛秀則（2020）小ギク新品種‘常陸オータムゆうひ’、‘常陸サマーライト’の育成。茨城県農業総合センター研究報告2：45-55.

本間義之（1995）一斉収穫したキク‘秀芳の力’の開花に及ぼす開花液処理とつぼみのステージの影響。静岡県農業試験場研究報告40：19-25.

茨城県農業総合センター園芸研究所（2019）高温耐性に優れる8月盆向けの小ギク品種

URL：<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/enken/seika/kaki/tanennsei/documents/r1kaki1.pdf>（2025年7月9日アクセス）

一般財団法人日本花普及センター（2020）切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル（Ver2020）

URL：<https://www.jfpc.or.jp/manual.html>（2025年7月9日アクセス）

森義雄・中野善公・林祐貴・高橋重一・久松完・住友克彦（2019）夏秋小ギクにおける高温による開花遅延およびフロリゲン遺伝子*FTL3*の発現抑制の品種間差。園学研。(Hort. Res. (Japan)) 18(4)：381-390.

<https://doi.org/10.2503/hrj.18.381>

奈良県農業総合センター（2011）小ギクの一斉機械収穫・調整システムの開発研究成果概要集

URL：<https://www.pref.nara.jp/secure/261432/kogikuseika.pdf>（2025年8月12日アクセス）

仲照史・印田清秀・角川由加（2018）チオ硫酸銀錯塩（STS）処理による小ギク切り花における葉の黄変抑制。奈良県農業研究開発センター研究報告49：9-17.

田中宏明（2012）一斉開花栽培に対応した小ギク収穫機。農業機械学会誌74(2)：99-101.

<https://doi.org/10.11357/jsam.74.99>

山中正仁・玉木克知・水谷祐一郎・宮谷喜彦・竹中善之・仲照史（2013）小ギクつぼみ期収穫切り花の開花処理における処理液の組成が開花および品質に及ぼす影響。兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告。農業編61：12-19.

Investigation of Techniques to Improve Flowering Uniformity and Promote Post-Harvest Flowering for Simultaneous Harvesting of Small Chrysanthemums

**Kota YOSHIYA¹, Kohei SAKAMOTO, Mariko SHIMAKAWA,
Hidenori ICHIGE, Koichi KITA and Nanako MORITA**

Summary

To secure small chrysanthemum shipments during peak demand periods, we investigated the uniformity of flowering—essential for establishing a simultaneous harvesting system using harvesters—and its influence on major varieties within the prefecture, as well as the effects of cultivation methods. Under natural photoperiod conditions, harvest periods varied between varieties, showing fluctuations by year and cropping pattern, but varieties with consistently short harvest periods ('Hitachi Summer Silky', etc.) were identified. Light treatment proved effective not only for regulating flowering timing but also for achieving uniform flowering, shortening the harvest period to a minimum of 4 days. Additionally, pre-cutting cold storage treatment at 2°C before cuttings shortened the harvesting period, with the greatest effect observed in the July cropping pattern. This treatment showed stable results when applied for a 4-week period.

Furthermore, to commercialize unopened bud cut flowers that are discarded during mass harvesting, we investigated techniques to promote the blooming of these bud cut flowers. By keeping harvested bud-stage cut flowers of 'Hitachi Summer Silky', 'Hitachi Summer Light', and 'Hitachi Summer Rouge' for approximately one week indoors at 25°C, 60-70% RH, and 12 hours of light, while absorbing a flowering treatment solution containing sucrose, STS (silver thiosulfate complex), surfactant, and antimicrobial agent, flowering progressed to a level comparable to conventionally harvested flowers. However, differences in the effectiveness of the flowering treatment were observed between varieties.

Keywords : small chrysanthemum, simultaneous harvesting, mass flowering, bud stage, flowering treatment

1 Address : Horticultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center, 3165-1 Ago, Kasama,
Ibaraki 319-0292, Japan

茨城県における青果用カンショ準奨励品種‘べにまさり’の特性

櫻村英一¹⁾・米山一海²⁾
(茨城県農業総合センター農業研究所)

要約

‘べにまさり’は、九州農業試験場畑地利用部甘しょ育種研究室で育種された品種である。本県では、1997年から奨励品種決定調査に供試し、1998年から現地調査を行った。

‘べにまさり’は、‘ベニアズマ’に比べA品率が高く、蒸しいもの肉質がやや粘質である。本県青果用カンショの品質向上と需要拡大及び産地の活性化を図るため、2003年に茨城県準奨励品種として採用された。

キーワード：青果用、カンショ、べにまさり、粘質、準奨励品種

1 はじめに

茨城県のカンショ作付面積は7,730ha(2023年)で、鹿児島県に続く全国第2位の生産県である。特に青果用カンショは、茨城県の園芸作物第1位の産出額を上げており、園芸振興上極めて重要な作物となっている。

本研究に取組んだ当時、品種別では青果用品種‘ベニアズマ’(阿部ら、1987)が約75%、蒸し切り干し用品種‘タマユタカ’が約20%作付けされていた。

‘ベニアズマ’は、収量が高く食味が良好で市場評価が高い一方、A品率が低く、年内出荷では肉質が粉質過ぎることが市場から指摘されていた。さらに‘ベニアズマ’は品種導入後約25年経ち、‘ベニアズマ’とは違った肉質、甘みを持つ品種が市場より要望されていた。

‘べにまさり’は、‘ベニアズマ’に比べA品率が高く、蒸しいもの肉質が年内出荷ものから粘質である特徴を持つことから、‘ベニアズマ’の欠点を補完し、本県青果用カンショの品質向上と需要拡大及び産地の活性化を図る目的で、2003年に茨城県準奨励品種(以下、準奨励品種)として採用された。

以下、‘べにまさり’の特性と採用に至るまでの試験成績の概要について報告する。

2 来歴

図1‘べにまさり’の系譜図を示した。

‘べにまさり’は、九州農業試験場畑地利用部甘しょ育種研究室(現独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター暖地畑作物野菜研究領域カンショ・サトウキビ育種グループ)において皮色、食味に優れた‘九州104号’を母、外観と食味に優れる‘九系87010-21’を父とする交配組合せから選抜された品種である(石黒ら、2004)。本県では1997年に‘九系191’として配付を受け検定予備試験に供試し、同年‘九州130号’の系統名が付き、奨励品種決定調査の中で生産力検定試験及び現地試験を行い、本県における適応性を検討してきた。2003年に準奨励品種に採用され普及に移されることになった。

3 試験方法(奨励品種決定調査試験)

3.1 地上部・地下部特性及び収量性、外観品質

表1に試験場所、土壌型、供試年次及び耕種概要を示した。比較品種に‘高系14号’由来の選抜系統で蒸しいもの特性が“やや粘質～中”である‘出島系4’(泉澤ら、1989)、標準品種に蒸しいもの特性が“やや粉質”である‘ベニアズマ’を用いた。現地試験の栽培は、株間を除き現地農家の慣行に基づいて行った。挿苗は7節7葉苗を基部から3節土中に直立挿した。なお、いずれの品種も非ウイルスフリー苗を用いた。掘り取り調査は、地上部生体重(つる重)が1区2m²を、地下部調査は1区20株を測定した。1区面積・区制は水戸市農業研究所内(以下所内)では16m²の2区制、ひたちなか市現地、行方市現地は約10m²の2区制とし、いずれも乱塊法により配置した。萌芽特性や地上部及び地下部特性の評価は、かんしょ種苗特性分類調査報告書(農林水産技術情報協会、1981)に基づき調査した。規格品質の判定は、茨城県青果物標準出荷規格(茨城県、1999)に基づき行った。

1) 現 茨城県県央農林事務所経営・普及部門

2) 現 茨城県農林水産部農業経営課



図1 ‘ベにまさり’の系譜図

表1 試験場所、土壌型、供試年次及び耕種概要

試験場所 土壌型	供試 年次	栽培条件	栽植密度		挿苗時期 (月. 日)	掘取時期 (月. 日)	施肥量(kg/a)		
			株/a	畝間×株間 (cm)			窒素	リン酸	カリ
農業研究所(水戸市) 表層腐植質黒ボク土	1997		400	100×25	5.16	10.8			
	1998		400	100×25	5.21	10.16			
	1999	黒マルチ栽培	400	100×25	5.20	10.21	0.1	1.2	1.0
	2000	普通掘り	400	100×25	5.22	10.12			
	2001		400	100×25	5.22	10.9			
	2002		400	100×25	5.22	10.8			
ひたちなか市 表層腐植質黒ボク土	1998		444	90×25	5.15	10.8			
	1999	黒マルチ栽培	377	106×25	5.21	10.8	現地農家慣行		
	2000	普通掘り	360	111×25	5.25	10.6			
	2001		374	107×25	5.25	10.15			
2002		367	109×25	5.28	10.15				
行方市 淡色黒ボク土	1999		412	97×25	5.28	10.13			
	2000	黒マルチ栽培	449	89×25	5.30	10.10	現地農家慣行		
	2001	普通掘り	449	89×25	5.30	10.17			
2002		444	90×25	5.27	10.18				

3. 2 蒸しいもの品質及び食味

食味試験はいずれの年次も掘り取り後約1か月常温保存した後に、いずれの品種も同程度の大きさのいもを約30～40分を蒸し、1.5cm程度輪切りにし、パネラー4～5名程度で、かんしょ種苗特性分類調査報告書に則り官能評価した。

4. 試験結果

4. 1 萌芽性

‘ベにまさり’の萌芽特性を表2に示した。

所内育苗ハウスでの萌芽の遅速は“速”、萌芽の揃いは“良”、萌芽の多少は“多”で‘ベニアズマ’と同程度で‘出島系4’より優れる。

表2 萌芽特性^{a)} (所内試験、2000～2002年)

品 種	萌芽の			萌芽性
	遅速	揃い	多少	
べにまさり	速	良	多	良
出島系4	中	やや良	中	中
ベニアズマ	速	良	多	良

a) かんしょ種苗特性分類調査報告書に基づき評価。

4. 2 地上部及び地下部特性

‘べにまさり’の地上部及び地下部特性を表3に示した。

所内圃場での草型は“やや葡萄型”、頂葉色は“淡緑”、葉脈の色は“緑”、葉型は“心臓形”である。茎色は“淡緑”である。いもの形状は“紡錘形”で、いもの皮色は“赤紫”、生いもの肉色は“淡黄”である(写真1)。

条溝・裂開の発生は‘出島系4’‘ベニアズマ’と同等で“微”であるが、外観品質は“やや上”で‘出島系4’‘ベニアズマ’より優れる。掘取りの難易は“易”である。

貯蔵性は“やや易”で、‘出島系4’‘ベニアズマ’より優れる。

表3 地上部及び地下部特性^{a)} (所内試験、2000～2002年)

品 種	草型	頂葉色	葉脈の 色	葉形	茎の 色	いもの	
						形状	皮色
べにまさり	やや葡萄	淡緑	緑	心臓	淡緑	紡錘	赤紫
出島系4	葡萄	淡緑	緑	波・歯状心臓型	淡緑	長紡錘	濃赤紫
ベニアズマ	葡萄	淡緑	淡紫	心臓	紫褐	長紡錘	濃赤紫

品 種	いもの			生いもの 肉色	掘取り の難易	貯蔵の 難易
	条溝	裂開	外観			
べにまさり	微	微	やや上	淡黄	易	やや易
出島系4	微	微	中	黄白	易	中
ベニアズマ	微	微	中	黄	易	難

a) かんしょ種苗特性分類調査報告書に基づき評価。



写真1 いもの外観
(左: ベニアズマ 右: べにまさり)

4. 3 収量性

表4に所内、ひたちなか市現地、行方市現地の生育収量調査結果を示した。

つる重は、所内では‘出島系4’より軽く‘ベニアズマ’と同等、ひたちなか市現地では‘出島系4’‘ベニアズマ’より重く、行方市現地では‘出島系4’と同等で‘ベニアズマ’より重い。

上いも重は、所内では‘出島系4’よりやや重く‘ベニアズマ’と同等、ひたちなか市現地では‘出島系4’よりやや軽く‘ベニアズマ’より軽い。行方市現地では‘出島系4’よりやや軽く‘ベニアズマ’と同等である。

上いも一個重は、所内、ひたちなか市現地では‘出島系4’よりやや軽く‘ベニアズマ’より軽く、行方市現地では‘出島系4’‘ベニアズマ’と同等である。

1株上いも数は、所内では‘出島系4’‘ベニアズマ’より多く、ひたちなか市現地では‘出島系4’と同等、‘ベニアズマ’より多く、行方市現地では‘出島系4’よりやや少なく‘ベニアズマ’と同等である。

すなわち、‘べにまさり’は、‘ベニアズマ’と比べ、いも1個重は同等～軽く、着いも数は同等～多く、収量性は‘ベニアズマ’と同等～やや低い品種である。

4. 4 茨城県青果物標準出荷規格による外観品質

表5に茨城県青果物標準出荷規格による調査結果を示した。

所内、ひたちなか市現地、行方市現地とも、‘出島系4’‘ベニアズマ’よりB品となる変形いも（曲がりいも、くびれいも）の発生が少ない。このことから、A品率は‘ベニアズマ’の2倍程度高い。しかし、‘出島系4’‘ベニアズマ’より丸品の発生率が高い。

4. 5 蒸しいもの品質及び食味

表6に所内、ひたちなか市現地、行方市現地の蒸しいもの食味試験結果を示した。

蒸しいもの肉色は“黄”で‘ベニアズマ’と同等、肉質は“粘質～やや粘質”で‘出島系4’‘ベニアズマ’より粘質である。食味は‘出島系4’と同等～やや優り、‘ベニアズマ’と比べ同等～やや劣る。

5 考察

本県の青果用主力品種である‘ベニアズマ’は、収量が高く食味が良く生産現場や市場からは高く評価されている一方で、いもの形状が長く曲がりやすいためA品率が低下しやすく、食味は年内出荷では肉質が粉質過ぎることから、‘ベニアズマ’とは違った肉質、甘みを持つ品種が要望されていた。

‘べにまさり’は、所内及び現地試験において丸品の発生率が高いものの、変形いも（曲がりいも、くびれいも）の発生が少なく‘ベニアズマ’に比べA品率は2倍程度高く高品質ないもを生産できる品種である。

これまで青果用カンショの肉質は粉質が良いとされてきたが、‘べにまさり’の肉質はやや粘質で、掘り取り直後からしっとりして冷めても肉質が硬くならないため焼き芋に向くという評価が得られており、‘べにまさり’はこれまでの青果用品種とは異なる新しい食感を有するタイプの品種である。

‘べにまさり’の本格的な現地での栽培は2003年からJAなめがた（現JAなめがたしおさい）甘藷部会において始まった。JAなめがた甘藷部会での2009年時点の‘べにまさり’栽培面積は120ha、kg当たり単価150円、販売額4億8千万円と栽培面積・販売額とも急増している（樫村、2011）。JAなめがたでは‘べにまさり’の特性を活かし‘べにはるか’‘べにまさり’‘ベニアズマ’3品種をリレー出荷し、いつ食べても美味しい焼き芋を周年出荷できる出荷体系を確立している。‘べにまさり’の準奨励品種採用により、本県産カンショの需要拡大、産地の活性化に一定の役割を果たしていると考えられる。

6 栽培上の注意

育苗期間中‘ベニアズマ’に比べ節間が伸びにくい特性があるので、育苗温度は‘ベニアズマ’より高めで管理する必要がある。

育成地での特性検定評価では、黒斑病抵抗性は“強”、サツマイモネコブセンチュウ抵抗性は“中～やや強”、ミナミネグサレセンチュウ抵抗性は“中”であるため防除に努める。

また、鱗翅目害虫などによって茎葉の被害が多くなると圃場萌芽しやすいので防除は徹底する。

表4 生育及び収量調査

試験場所	品種名	年次	つる重 (kg/a)	上いも ^{a)} 重 (kg/a)	上いも 対標比 (%)	上いも 1個重 (g)	1株上 いも数 (個)
所内 水戸市	べにまさり	1997	545	349	108	218	4.0
		1998	362	230	88	235	2.5
		1999	255	303	85	288	3.3
		2000	369	367	111	283	3.3
		2001	334	325	94	223	3.7
		2002	292	250	82	190	3.3
		平均	360	304	95	240	3.4
	比較) 出島系4	1997	601	277	86	202	3.4
		1998	440	217	83	229	2.4
		1999	348	325	91	355	2.3
		2000	541	309	93	228	3.6
		2001	321	320	93	236	3.4
		2002	299	276	90	285	2.4
		平均	425	287	89	256	2.9
	標準) ベニアズマ	1997	440	323	100	286	2.8
1998		386	263	100	257	2.6	
1999		237	356	100	290	3.1	
2000		395	331	100	280	3.1	
2001		325	345	100	286	3.0	
2002		300	305	100	290	2.6	
平均		347	321	100	282	2.9	
現地 ひたちなか市	べにまさり	1998	520	229	90	155	3.1
		1999	437	289	90	316	2.4
		2000	652	250	70	231	3.5
		2001	534	315	83	270	3.2
		2002	314	306	100	220	3.8
		平均	491	278	87	238	3.2
	比較) 出島系4	1998	520	229	90	155	3.1
		1999	437	289	90	316	2.4
		2000	652	250	70	231	3.5
		2001	534	315	83	270	3.2
		2002	314	306	100	220	3.8
		平均	416	295	92	252	3.1
	標準) ベニアズマ	1998	453	255	100	228	2.8
		1999	464	321	100	324	2.5
		2000	438	356	100	376	2.9
2001		493	379	100	319	3.2	
2002		230	305	100	320	2.6	
平均		416	323	100	313	2.8	
現地 行方市	べにまさり	1999	191	324	109	230	3.5
		2000	345	251	87	289	2.0
		2001	216	304	90	209	3.3
		2002	211	293	112	197	3.4
		平均	241	293	100	231	3.1
	比較) 出島系4	1999	183	310	104	240	3.2
		2000	325	324	112	190	3.9
		2001	249	321	96	193	3.7
		2002	228	337	129	272	2.8
		平均	246	323	110	224	3.4
	標準) ベニアズマ	1999	126	297	100	245	3.0
		2000	264	289	100	229	2.9
		2001	160	336	100	233	3.3
		2002	207	262	100	232	2.6
		平均	189	296	100	235	3.0

a) 1個重50g以上のいも。

表5 茨城県青果物標準出荷規格（かんしょ）による外観品質調査

試験場所	品種名	年次	A品 ^{a)} 率 (%)	長品 ^{b)} 率 (%)	丸品 ^{c)} 率 (%)	B品 ^{d)} 率 (%)	C品 ^{e)} 率 (%)
所内 水戸市	べにまさり	2000	45.1	0	46.8	5.9	2.2
		2001	58.2	0	24.2	9.4	8.2
		2002	91.6	0	2.9	3.9	1.6
		平均	65.0	0	24.6	6.4	4.0
	比較) 出島系4	2000	37.5	0	9.7	41.7	11.1
		2001	30.3	0.8	20.7	28.1	20.1
		2002	37.1	0	20.6	27.8	14.4
		平均	35.0	0.3	17.0	32.5	15.2
	標準) ベニアズマ	2000	30.1	0	13.1	48.7	8.1
		2001	34.2	2.6	4.3	31.7	27.2
		2002	51.5	0	3.6	35.4	9.5
		平均	38.6	0.9	7.0	38.6	14.9
現地 ひたちなか市	べにまさり	2000	74.5	0	14.7	9.2	1.6
		2001	54.3	0	22.5	18.6	4.6
		2002	87.3	0	5.9	6.1	0.7
		平均	72.0	0	14.4	11.3	2.3
	比較) 出島系4	2000	67.3	0	3.6	23.6	5.5
		2001	39.0	0	1.7	35.6	23.7
		2002	58.3	0	16.9	19.1	5.7
		平均	54.9	0	7.4	26.1	11.6
	標準) ベニアズマ	2000	59.7	0	0.9	34.1	5.3
		2001	8.4	3.7	3.9	48.2	35.8
		2002	27.4	0	0	42.3	30.3
		平均	31.8	1.2	1.6	41.5	23.8
現地 行方市	べにまさり	2000	43.1	0	39.2	13.9	3.8
		2001	65.1	0	1.2	32.5	1.2
		2002	89.6	0	4.3	5.3	0.8
		平均	65.9	0	14.9	17.2	1.9
	比較) 出島系4	2000	59.7	2.6	11.7	24.7	1.3
		2001	24.3	0	1.4	59.5	14.8
		2002	53.4	0	21.4	15.2	9.9
		平均	45.8	0.9	11.5	33.1	8.7
	標準) ベニアズマ	2000	37.0	4.8	1.3	42.1	14.8
		2001	16.2	20.8	0	47.8	15.2
		2002	44.3	0	0	39.1	16.5
		平均	32.5	8.5	0.4	43.0	15.5

- a) 品種固有の形状を有し、色沢、品質良好なもの。
b) AL、AMで28cm以上なもの。
c) A級なもので、最大直径の2.5倍以内、A級以外はC級。
d) 変形（曲がり、くびれ）、色沢否もの。
e) A、B、丸を除くもの。

表6 蒸しいもの品質及び食味

試験場所	品種名	年次	蒸しいもの			
			肉色	肉質 ^{a)}	繊維 ^{b)}	食味 ^{c)}
所内 水戸市	べにまさり	1997	黄	粘質	少	やや上
		1998	黄	中	少	上
		1999	黄	やや粉質～中	少	やや上～上
		2000	黄	やや粘質	少	やや上
		2001	黄	やや粘質	少	やや上～上
		2002	黄	やや粘質	少	やや上～上
		平均	黄	やや粘質	少	やや上
	比較) 出島系4	1997	黄白	中	少	やや上
		1998	黄白	中	少	やや上
		1999	黄白	やや粘質	少	やや上
		2000	黄白	やや粘質	少	やや上
		2001	黄白	やや粘質	少	やや上
		2002	黄白	中	少	やや上
		平均	黄白	中	少	やや上
	標準) ベニアズマ	1997	黄	粉質	少	上
		1998	黄	中	少	上
		1999	黄	やや粉質	少	上
		2000	黄	やや粉質	少	上
		2001	黄	粉質	少	上
		2002	黄	粉質	少	上
		平均	黄	やや粉質	少	上
現地 ひたちなか市	べにまさり	2001	黄	やや粘質	少	やや上～上
		2002	黄	粘質	少	上
		平均	黄	やや粘質	少	上
	比較) 出島系4	2001	黄白	やや粉質	少	やや上
		2002	黄白	粘質	少	やや上
		平均	黄白	中	少	やや上
	標準) ベニアズマ	2001	黄	粉質	少	上
		2002	黄	やや粉質	少	上
		平均	黄	粉質	少	上
現地 行方市	べにまさり	2001	黄	粘質	少	やや上～上
		2002	黄	粘質	少	やや上
		平均	黄	粘質	少	やや上
	比較) 出島系4	2001	黄白	やや粘質	少	やや上
		2002	黄白	粘質	少	やや上
		平均	黄白	やや粘質	少	やや上
	標準) ベニアズマ	2001	黄	やや粘質	少	上
		2002	黄	粘質	少	やや上
		平均	黄	やや粘質	少	上

a) 粘質、やや粘質、中、やや粉質、粉質の5段階評価。

b) 少、中、多の3段階評価。

c) 上、やや上、中、やや下、下の5段階評価。



写真2 蒸しいも
(左：ベニアズマ 右：べにまさり)

謝辞

本試験を進めるにあたり、種々の助言・協力を頂いた関係各位ならびに栽培管理・調査を行った方々に感謝の意を表します。

摘要

‘べにまさり’は九州農業試験場畑地利用部甘しょ育種研究室で育成された青果用品種で、茨城県では 2003 年に準奨励品種に採用し普及に移した。‘ベニアズマ’と比較した‘べにまさり’の特性の概要は以下のとおりである。

1. 萌芽の揃いは“良” 萌芽の多少は“多”で萌芽性は同程度である。
2. つる重は同等～重く、上いも一個重は同等～軽く、上いも収量は同等～やや低い。
3. いもの形状は“紡錘形”でやや丸い。いもの皮色は“赤紫”、生いもの肉色は“淡黄”である。
4. 条溝・裂開の発生は“微”で同等、変形いもの発生が少なく外観品質は優れ、A 品率が高い。
5. 蒸しいもの肉色は“黄”で同等、肉質は“粘質～やや粘質”で、食味は同等～やや劣る。

引用文献

- 石黒浩二・山川 理・熊谷 亨・吉永 優・甲斐由美・日高 操 (2004) “カンショ新品種”べにまさり”の育成
九州沖縄農研報告 43 : 59-84
- 阿部祥治・佐藤 修・岩瀬一行・新妻芳弘 (1987) 甘藷新奨励品種「ベニアズマ」について 茨城農試研報
26 : 53-60
- 泉澤 直・石原正敏・阿部祥治・佐藤 修・岩瀬一行 (1989) 甘しょ新奨励品種「出島系4」について
茨城農試研報 29 : 29-35
- 樫村英一 (2011) 青果用かんしょ品種「べにまさり」の特徴と普及に向けた取り組み 農林水産技術研究ジャーナル Vol.34 No.6 : 9-13
- 農林水産技術情報協会 (1981) かんしょ種苗特性分類調査報告書 3-47
- 茨城県 (1999) 茨城県青果物標準出荷規格 (1999) 33

Characteristics of the Semi Recommended Sweetpotato Cultivar 'Benimasari' in Ibaraki Prefecture

Eiichi KASHIMURA¹ and Kazumi YONEYAMA

'Benimasari' is a variety bred by the Sweet Potato Breeding Group, Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, NARO. In Ibaraki prefecture, we have been conducting a survey to determine the recommended varieties since 1997, and a field survey has been conducted since 1998. 'Benimasari' has a higher A grade than 'Beniazuma', and the quality of the steamed Sweetpotato is slightly more viscous. In order to improve the quality of Sweetpotato in Ibaraki prefecture, expand demand, and revitalize the production area, it was adopted as a semi-recommended variety in 2003.

Keyword : Sweetpotato, Benimasari, Fresh vegetable , non-mealy , Semi-recommended cultivar

¹ Address: Agricultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center, 3402 Kamikuniichou, Mito, Ibaraki 311-4203,,Japan

麦類難防除雑草カラスムギの登熟過程における出芽能力獲得時期と

脱粒性獲得時期の解明

大橋俊子・皆川 博¹⁾・福田弥生²⁾

(茨城県農業総合センター農業研究所)

要約

カラスムギ (*Avena fatua* L.) の出穂後における苞穎、小花、果実の形態観察及び脱粒開始時期を調査するとともに、出穂当日から出穂 6 週後にかけて、着生したカラスムギ種子の出芽能力の有無を調査した。脱粒は出穂 5 週後から見られ始め、出穂 7 週後には 8~9 割の種子が脱粒した。出芽能力は出穂 3 週後から認められた。以上の結果から、当年産カラスムギ種子を翌作に持ち越さないために、手取り除草を行う場合はカラスムギの出穂後 5 週間以内、麦類の収穫を断念してすき込む場合はカラスムギの出穂後 3 週間以内に実施することが、発生密度の低減を図る上で重要と考えられた。

キーワード：カラスムギ、登熟、形態的特徴、出芽能力、脱粒性

1. はじめに

カラスムギ (*Avena fatua* L.) は世界各地の麦作で問題となる一年生冬雑草であり (Beckie *et al.* 2012)、麦類の大幅な減収等の被害をもたらしている (Holm *et al.* 1991, Beckie *et al.* 2012)。近年、関東東海地域においても固定転換圃を中心としてカラスムギによる雑草害が顕在化・常態化している (浅井・與語 2005)。茨城県においても県西地域を中心に県内広域でカラスムギの発生が認められており、麦類の減収やタンパク質含有率の低下 (茨城県農業総合センター農業研究所、2018)、甚発生圃場では収穫放棄も見られ、対策が求められている。

カラスムギ種子の休眠程度は圃場によって異なり、休眠が深い種子が多い圃場は年明け以降も長期にわたり出芽が続く傾向がある (大橋ら、2021)。また、主要畑雑草の多くは最大出芽深度が 5cm 以内である (高林・中山、1979) のに対し、カラスムギは土中 10~20cm のかなり深い位置から出芽可能である (茨城県農業総合センター農業研究所、2021)。雑草の防除対策として最も多く採られる方法は除草剤による防除であるが、畑作用除草剤の多くは、剤によって異なるものの除草効果期間が 1 か月程度までの場合が多く、さらに、雑草に対する処理層は地表面付近の数 mm~数 cm 程度と言われているため、「長期にわたり出芽が続く傾向」と「出芽深度の深さ」を有するカラスムギに対し除草剤の効果を発揮させるのは非常に困難である。

除草剤による除草効果が不十分で、麦類の生育後半にカラスムギが繁茂してしまった場合は手取りによる除草を行う必要がある。手取り除草はカラスムギ個体を物理的に除去できる有効な方法であるものの、多大な労力を要するほか、実施時期によっては抜き取り時の衝撃により脱粒したカラスムギ種子が圃場に残留して翌作の発生源になる危険性もあるため、カラスムギの脱粒が始まる前に実施する必要がある。また、カラスムギが甚発生した圃場では、やむを得ず麦類の収穫を断念してロータリ等によるすき込みを行う場合もあり、その際、多量のカラスムギ種子が土中に混和されることになる。成熟したカラスムギ種子の場合、土中へのすき込み後 1 年経過しても 70%以上が残留しており (茨城県農業総合センター農業研究所、2021)、すき込む時点でカラスムギ種子が出芽能力を獲得していれば翌作の発生源になりうるため、出芽能力を獲得する前にすき込むことが重要となる。

そこで本試験では、手取り除草を行う場合や、やむを得ず収穫を断念してすき込む場合の適切なタイミングを明らかにするため、農業研究所内の水田転換畑圃場において、出穂後の経時的な形態観察から脱粒開始時期を明らかにするとともに、農業研究所内の畑圃場において、出穂当日から出穂 6 週後までのカラスムギ種子を播種して出芽の有無を調査し、出芽能力獲得時期を明らかにした。

1) 現 茨城県農林水産部農業技術課

2) 現 茨城県県南農林事務所つくば地域農業改良普及センター

2. 材料及び方法

試験は2019年5月から2022年4月まで、茨城県農業総合センター農業研究所（茨城県水戸市）で実施した。

2. 1 カラスムギ種子の採集

カラスムギ成熟種子は、2019年5月27日に桜川市富谷の小麦圃場から採集した。採集の際は、2名で圃場内のカラスムギ発生部分を万遍なく歩いて立毛状態のカラスムギの穂を揺さぶり、または穂を手で軽く叩いて脱粒した種子を成熟種子として、1万粒程度採集した。当該圃場のカラスムギ種子の種子休眠性は「中深」であった（大橋ら、2021）。

2. 2 カラスムギの栽培及び採種と形態観察

2. 1で採集したカラスムギ種子を、網室で数日間風乾後、16°Cの低温庫内で保管し、農業研究所内の水田転換畑で栽培した。2019年及び2020年11月上旬、耕起後の圃場に小麦‘さとのそら’を8kg/10a（畦間30cm）播種し、条間にカラスムギ種子100粒/m²を深度0~5cmで播種した。基肥は窒素成分で6kg/10aを‘さとのそら’の播種溝に施肥し、追肥は実施しなかった。2020年4月21日または4月23日及び2021年4月22日または4月23日に出穂したカラスムギ個体について、出穂当日（出穂0週後）から出穂7週後まで、一週間間隔で立毛調査及び5個体抜き取り調査を行い、小穂及び小花の形態と、脱粒の有無を観察した。生育ステージについて、カラスムギでは1個体の中で1穂以上出穂した個体を出穂個体とし、40~50%の個体が出穂した日を出穂期とした。‘さとのそら’については、全茎の40~50%が出穂した日を出穂期、茎葉並びに穂首部分が黄化し、穂軸や粒は緑色が抜け、粒にはツメ跡が僅かにつき、ほぼ蠟くらいの固さに達した粒をつける茎が全穂数の80%以上に達した日を成熟期とした。

2. 3 圃場における出芽調査

2. 2で抜き取りしたカラスムギ個体について、穂軸から全ての小穂を切り離して農業研究所内の畑圃場に播種した。カラスムギ1個体あたり32粒~444粒の種子を供試した。カラスムギ種子の土中層位別分布は、不耕起または浅耕管理の場合で土中深度5cm以内が約82%、耕起管理の場合で土中深度5cm以内が約45%、5~10cmが約40%であるため（皆川 私信）、播種深度は5cmとした。播種の際は、内径16cm、長さ5cmの塩ビ管（片面にPP製（24メッシュ）の網を張り底面とする）を上面が地表面と合うよう埋め込み、少量の土壌と混和したカラスムギ種子（塩ビ管1個につき30~50粒前後）を播種し、地表面と同じ高さまで覆土した。無施肥とし、カラスムギ1個体につき塩ビ管1~8個を使用した。播種後は麦を栽培せずに不耕起条件で管理し、2020年11月から2021年4月まで、及び2021年9月から2022年4月まで、5~59日間隔で出芽個体数を調査した。葉身または葉鞘が土中から1mm以上出た個体を計測し、出芽率を算出した。出芽個体は調査後に非選択性除草剤（グリホサートカリウム塩液剤）を塗布して枯殺し出芽個体からの再生は認められなかった。

3. 結果

3. 1 出穂0~7週後におけるカラスムギ穂の形態と脱粒開始時期

カラスムギの出穂期は2020年産、2021年産ともに4月23日であり、同圃場における小麦‘さとのそら’の出穂期/成熟期は2020年産が4月15日/6月7日、2021年産が4月19日/6月7日であった（図表略）。カラスムギ1個体当たり2~8本の穂が着生した。

カラスムギ出穂後の形態的特徴を表1及び図1に示した。出穂1週後までは個体内で未出穂の穂が残っており、出穂2週後以降は個体内の全ての穂が出穂した。苞穎（図2）は出穂3週後まですべて緑色であったが、出穂4週後以降、穂先から徐々に黄白色~薄黄色になり、出穂7週後には穂全体が薄黄色になった。小花（図2）は出穂1~5週後まで先端が緑色で、他は黄~薄茶色から徐々に茶色になり、出穂6~7週後には先端が白でそれ以外は茶色になった。果実（図2）は出穂2週後から確認でき、出穂7週後までに大きいもので長さ10mmになった。出穂4週後までは潰すと乳状物が出たが、出穂5週後以降は潰しても乳状物が出なくなり、出穂7週後には爪で切れるが中は粉状になった。脱粒は出穂5週後以降、穂先側から見られ始めた。遅れ穂を除き、出穂6週後には4割程度、出穂7週後には8~9割の種子が脱粒した。

表1 出穂後週数ごとのカラスムギの形態的特徴

出穂後週数	形態的特徴
0週	苞穎は全て緑色。小花もすべて緑色。まだ出穂が不完全で、穂の先端数粒が葉鞘から出ているのが見えるのみ。果実はまだ確認できず、小花内には雄ずいと雌ずいが確認できる。
1週	苞穎は全て緑色。小花は先端4分の1ほどが緑色で他は黄～薄茶色。穂は穂首まで完全に抽出している。果実はまだ確認できず、小花内には雄ずいと雌ずいが確認できる。
2週	苞穎は全て緑色。小花はやや褐色。果実は大きいもので6mm。
3週	苞穎は全て緑色。小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色と緑色の混合色。果実は大きいもので10mm、軟らかく、潰すと乳状物が出る。
4週	苞穎は穂先の約3分の1で黄白色。小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色。果実は大きいもので10～11mm、軟らかく、潰すと乳状物が出る。
5週	穂先の数%の種子は既に脱粒。苞穎は穂先側の半分～3分の2程度が薄い黄色。小花は先端が緑色のものが多いが、先端から基部まで茶色のものもある。果実は大きいもので10mm、登熟の進んだ種子は軟らかいが潰しても乳状物はない。
6週	遅れ穂を除き、4割程度の種子は既に脱粒。苞穎は穂先側の8割程度が薄黄色。小花は先端が白、それ以外は茶色。果実は大きいもので10mm、爪で容易に切れ、中は粉状。
7週	遅れ穂を除き、8～9割程度の種子は既に脱粒し、穂の全体が薄い黄色。小花は先端が白、それ以外は茶色。果実は大きいもので10mm。登熟が進んでおり固いが、細いため爪で切れ、中は粉状。

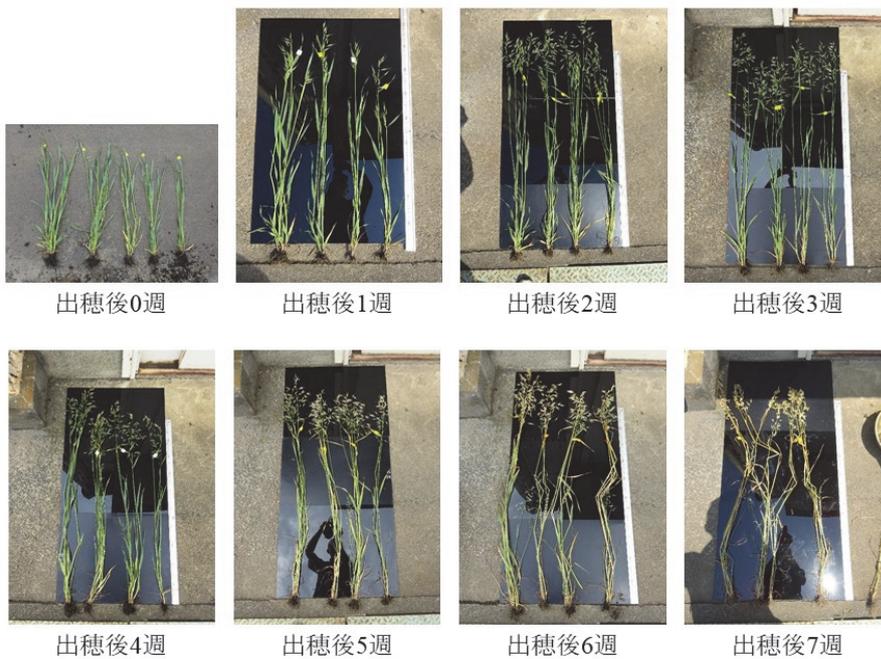


図1 出穂後0～7週のカラスムギ株の様子

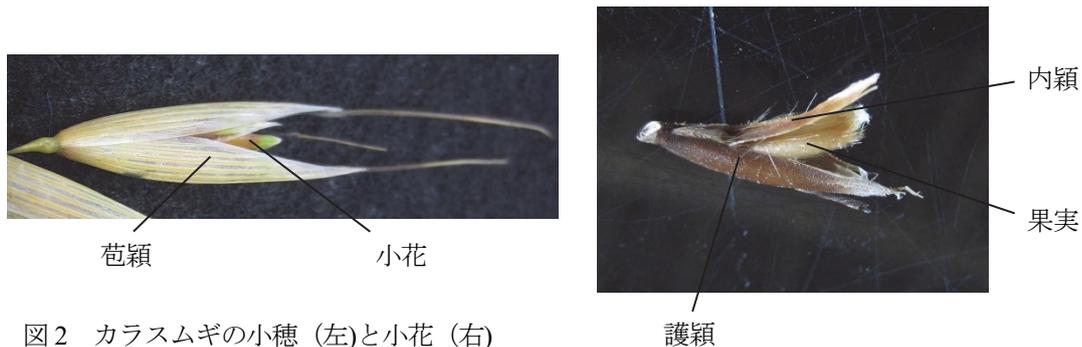


図2 カラスムギの小穂(左)と小花(右)

3. 2 出穂0～6週後のカラスムギ種子の出芽能力

カラスムギ種子は、2020年産、2021年産ともに、出穂2週間までは出芽が認められず、出穂3週間から出芽が認められた(図3)。調査期間である2か年を平均した出芽率は、出穂3週間で4.6%、出穂4週間で11.0%、出穂5週間で31.0%、出穂6週間で48.5%となり、出穂後の週数が進むほど出芽率が高まった。

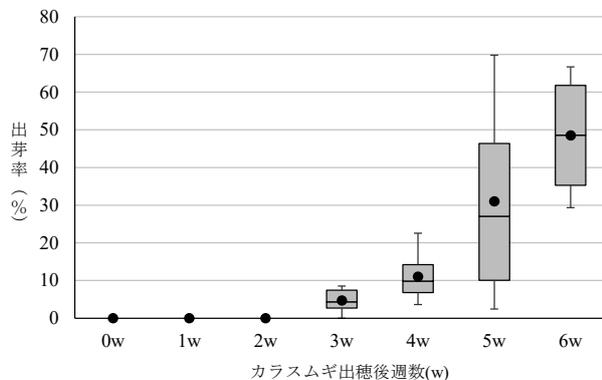


図3 カラスムギの出穂後週数による出芽率

- 1) 出芽率 = 調査期間を通じた累積出芽数 / 播種粒数 × 100。
- 2) n = 10
- 3) グラフ中の黒点は平均値。

4. 考察

本研究では、茨城県内から採集したカラスムギ1集団について、観察及び圃場試験により、出穂後の登熟過程における形態的特徴、脱粒開始時期、出芽能力獲得時期を示した。

高橋・高橋(1974)も述べているとおり、穎花が発芽能力を獲得するには、まず開花・受粉がなければならぬため、種子の発芽能力獲得の時間的推移を明らかにするには、穎花ごとに開花日を始点にして調査する必要があるが、本研究においては、高橋・高橋(1974)と同様、実際の栽培に対する実用上の観点から出穂を始点とした。

カラスムギ種子の8～9割が出穂7週間には脱粒していたことから、出穂7週間頃がカラスムギの成熟期と考えられ、同日・同圃場に播種した小麦‘さとのそら’の登熟期間49～51日と同程度であった。カラスムギの出穂期は‘さとのそら’の出穂期より4～8日遅く、‘さとのそら’の成熟期時点で、カラスムギは出穂6～7週後に相当した。カラスムギの脱粒は出穂5週間から観察され、ケイヌビエの脱粒開始時期である出穂後8～9日(高橋・高橋1974)や雑草イネの脱粒開始時期である出穂後10日～2週間程度(細井ら、2008)より遅いものの、出穂6週後に4割程度、出穂7週間には8～9割程度の種子が脱粒していたことから、11月上旬播種の‘さとのそら’の場合、‘さとのそら’の成熟期にカラスムギ種子の多くは既に脱粒していると考えられる。よって、カラスムギ防除を目的として手取り除草を行う場合は、遅くともカラスムギの出穂後5週間以内に実施する必要があると考えられる。出穂5週後のカラスムギは、形態観察の結果から、穂先の半分から約3分の2で苞穎の色が緑色から薄黄色に変わる頃であるとともに、果実を潰しても乳状物が出なくなる頃であることを判断材料にするとよい。

本研究において形態観察及び脱粒開始時期の解明のために供試したカラスムギ種子は、採集後、風乾したのち播種するまでの約6か月間を温度16℃の低温庫内で保管した。自然条件下のカラスムギ種子は収穫後の耕うんにより土中で夏季を経過するため、供試したカラスムギ種子は自然条件下より乾燥した条件下で保管され、休眠覚醒が進んだ状態であったと推察される(Foley, 1994)。さらに、播種深度も一定であったため、出芽が自然発生条件より斉一であったと考えられる。自然発生条件下では、本研究結果より出芽期間及び出穂開始時期が前後に渡って長期化すると考えられるため、圃場におけるカラスムギの状態をよく観察し、時機を逸さないよう手取り除草を実施することが重要である。

タイヌビエではペトリ皿を用いた室内試験にて発芽能力を評価しており、出穂5日後から発芽能力獲得

種子が認められ、出穂後 19～20 日では 80%前後の発芽率が認められた（高橋・高橋 1974）。また、雑草イネではシャーレを用いた室内試験にて脱粒粒の発芽能力を評価しており、脱粒した時期に関わらず 80%以上の発芽率を示した（細井ら、2008）。先述のとおり雑草イネは出穂後 10 日～2 週間程度で脱粒開始となるため、早ければ出穂 10 日後には発芽能力を獲得していると考えられる。いずれも本研究で示したカラスムギの出芽能力獲得時期である出穂 3 週間より短期間であるが、本研究では畑圃場を使用し、出芽の有無を評価した。「出芽」は、土中で発芽後に覆土を押しつけて地表に出ないと成立しない。土中で発芽しても出芽に至らない種子の存在を考慮し、発芽能力獲得時期として推察すると、出穂 3 週間より早期に発芽能力を獲得している可能性は十分考えられる。また、本研究において出穂 6 週間でも出芽率が平均 48.5%、調査期間を通した最大出芽率でも 69.8%と先述のタイヌビエ及び雑草イネの発芽試験に比べ低い結果となったことについては、種子の休眠状態が影響したと考えられる。先述のタイヌビエ及び雑草イネの発芽試験では休眠覚醒後の種子を供試したが、本研究では出穂当日から出穂 6 週間までに着生したカラスムギ種子を即時土中に埋設した。本研究では土中残存種子の生存率、すなわち休眠種子の割合を算出していないが、休眠状態の種子も含まれる条件であったと考えられ、休眠覚醒後であれば出芽率は高まったと推察される。以上より、カラスムギの甚発生等により収穫を断念しすき込みを行う場合は、発生個体に着生したカラスムギ種子を翌作に持ち越さないため、遅くともカラスムギの出穂後 3 週以内にすき込む必要があると考えられる。出穂 3 週後のカラスムギは、形態観察の結果から、苞穎は全て緑色で小花の先端は緑色、先端以外は薄い茶色と緑色の混合色であることを判断材料にするとよい。

本研究では、大橋ら（2021）が判定した試験結果をもとに、種子休眠性「中深」のカラスムギ種子 1 集団のみを供試したが、雑草イネでは、バイオタイプにより出穂から自然脱粒開始期までの間隔が異なる（細井ら、2008）ことから、カラスムギにおいても、休眠程度が異なる集団や、カラスムギ属の別種では脱粒開始時期や出芽能力獲得時期が異なる可能性がある。茨城県内にも異なる休眠程度を有するカラスムギ集団が存在し（大橋ら、2021）、また、カラスムギ属の別種であるオニカラスムギ（*Avena sterilis* L.）の発生も確認されていることから、これらの種子を供試することにより、さらに詳細な知見が得られると期待される。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、県西農林事務所経営・普及部門の普及指導員の方々にはカラスムギ種子の採集にご協力いただいた。また、調査の際は育休代替職員の斎藤幹夫氏、農業研究所庶務課分室職員の方々にも多大な助力をいただいた。本研究は、特別電源所在県科学技術振興事業「麦類難防除雑草カラスムギの生理・生態的特性を活かした防除技術開発に関する試験研究事業」の研究課題として実施されたものである。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- 浅井元朗・與語靖洋（2005） 関東・東海地域の麦作圃場におけるカラスムギ、ネズミムギの発生実態とその背景. 雑草研究 50 : 73-81. <https://doi.org/10.3719/weed.50.73>
- Beckie, H.J., A. Francis and L.M. Hall(2012) The Biology of Canadian Weeds. 27. *Avena fatua* L. (updated). Can. J. Plant Sci. 92 : 1329-1357. <https://doi.org/10.4141/cjps2012-005>
- Foley, M.E. 1994. Temperature and water status affect afterripening in wild oat (*Avena fatua*). Weed Sci. 42, 200–204. <https://doi.org/10.1017/S0043174500080279>
- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger (1991) *Avena fatua* L. and other members of the “wild oats” group, in : L.G. Holm, et al. (Eds.), The World’s worst weeds, Krieger Pub., Malabar, Florida, pp.105-113.
- 細井 淳・牛木 純・酒井長雄・青木政晴・手塚光明（2008）長野県で発生した雑草イネ（トウコン）における脱粒性の推移と脱粒粒の発芽能力. 日作紀 77 : 321-325. <https://doi.org/10.1626/jcs.77.321>
- 茨城県農業総合センター農業研究所（2018）麦類の難防除雑草カラスムギの発生および被害状況. 茨城県農業総合センター農業研究所平成 30 年度主要成果. <https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/noken/seika/h30pdf/documents/30-15.pdf>（2025 年 8 月 13 日アクセス）

- 茨城県農業総合センター農業研究所 (2021) 麦類難防除雑草カラスムギの出芽可能深度と土中生存年数. 茨城県農業総合センター農業研究所令和3年度主要成果
<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/noken/seika/r3pdf/documents/r3-06.pdf> (2025年8月13日アクセス)
- 大橋俊子・今泉智通・皆川 博・福田弥生 (2021) 茨城県内のカラスムギ (*Avena fatua* L.) における種子休眠性の集団間差異. 雑草研究 66 : 41-47. <https://doi.org/10.3719/weed.66.41>
- 高林 実・中山兼徳 (1979) 主要畑雑草種子の出芽深度について. 雑草研究 24 : 65-69.
<https://doi.org/10.3719/weed.24.281>
- 高橋 均・高橋保夫 (1974) 輪換畑におけるイタリアンライグラスと野ビエの連続栽培に関する研究. 日草誌 20 : 69-72. <https://doi.org/10.14941/grass.20.69>

Studies on Timing of Acquiring Seedling Emergence Ability and Threshability During Ripening of Wild oat (*Avena fatua* L.).

Toshiko OHASHI¹, Hiroshi MINAKAWA and Yayoi FUKUDA

Summary

We observed the morphology of glumes, floret and caryopsis, and investigated the timing of the onset of grain shedding after wild oat (*Avena fatua* L.) heading, as well as the emergence ability of wild oat seeds produced within 6 weeks after heading. Seed shedding was observed from 5 weeks after heading, and 80 to 90% of the seeds were shed by 7 weeks after heading. Emergence ability was observed from 3 weeks after heading. Based on these results, to avoid carrying over the seeds of the current year's wild oat to the next crop, it is considered important to conduct manual weeding within 5 weeks after wild oat heading. In addition, if harvesting is to be abandoned, it is also important to plow within 3 weeks after heading.

Keywords : wild oat (*Avena fatua* L.), ripening, morphological characteristics, emergence ability, threshability

¹ Address: Agricultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center, 3402 Kamikuniichou, Mito, Ibaraki 311-4203, Japan

茨城県大子町において優れた特性を示すリンゴ品種 ‘シナノホッペ’

安藤美咲・檜山佳子¹⁾・鈴木 遼²⁾・唐澤友洋³⁾・祝園真一
(茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所)

要約

茨城県久慈郡大子町は主要リンゴ産地と比較して気温が高いため、主要産地や品種育成地域で果実品質良好な品種であっても大子町には適さない場合があり、当地域において良好な果実品質を示す品種を選択することが重要な地域である。また、近年は温暖化による気温上昇が見られているが、そのような気象条件においても、‘シナノホッペ’は果皮着色が良好であり、硬度・糖度・みつ入りが対照品種と同程度またはそれ以上と、優れた果実品質を示した。‘シナノホッペ’は果実全面が濃い赤色に着色するため地色が不明瞭で収穫適期判断が難しく、果実重が大きくなるほど硬度が低下する傾向が見られたが、果実品質が極端に劣ることはなかった。花粉は当地域の主力品種‘ふじ’の人工受粉用花粉として使用できる発芽率を示した。

キーワード：リンゴ、シナノホッペ、果皮着色、花粉発芽率

1. はじめに

リンゴ栽培に適する地域の年平均気温は6～14℃の冷涼地とされており（農林水産省、2020a）、主要リンゴ産地は、青森県をはじめとした東北地方や長野県などである。また、果皮着色やみつ入りには低温が必要とされている（杉浦、2024）。

県内最大のリンゴ産地は大子町であるが（茨城県のリンゴ栽培面積：56ha、うち大子町の栽培面積：43ha）（農林水産省、2020b）、気象庁観測1991～2020年の年平均気温は、東北地方のリンゴ産地である青森県黒石市10.2℃、岩手県盛岡市10.6℃と比較して、大子町は12.6℃と高く、長野市12.3℃と同程度の気温である（気象庁、2025）。加えて近年は温暖化による気温の上昇が見られ、大子町の年平均気温は、2023年13.8℃、2024年14.3℃と、1991～2020年の年平均気温と比べて高い。そのような気象条件であるため、東北地方のリンゴ産地や品種育成地域で果実品質良好な品種が、大子町には適さない場合も多く、当地域において良好な果実品質を示す品種を選択することが重要である。当所で試験を行った結果、‘シナノホッペ’は大子町において果皮着色良好で硬度・糖度も高く、優れた果実品質を示すことが明らかになった。

また近年、春先の気温が上昇傾向にあり、リンゴの開花が早まっていることから（所内‘ふじ’の開花始めは、2005～2014年の10年間平均が4月24日、2015～2024年の10年間平均が4月17日）、主力品種‘ふじ’の開花期に10℃前後の低温に遭遇する危険性が高くなっている。低温により訪花昆虫の活動が抑制されるため適切な人工受粉を行う必要があることに加えて、近年輸入花粉の供給が不安定となっていることから、人工受粉に用いることが可能な品種であるかは重要な情報となっている。‘シナノホッペ’の花粉の発芽率を調査した結果、‘ふじ’の人工受粉用花粉として使用できる発芽率を示したので報告する。

2. 材料及び方法

2. 1 品種比較試験の供試品種及び栽培概要

‘シナノホッペ’は長野県により2013年3月6日に品種登録された（第22366号）。交雑組み合わせは‘あかね’×‘ふじ’である（長野県、2010）。供試品種の台木及び樹齢は表1のとおり。

試験は、茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所（茨城県久慈郡大子町頃藤、表層腐植質黒ボク土）で行った。栽培管理は茨城県果樹栽培基準（茨城県農業総合センター、2023）に、病虫害防除は各年度の病虫害参考防除例に準じて行った。

1) 現 茨城県鹿行農林事務所企画調整部門
2) 現 茨城県県北農林事務所常陸大宮地域農業改良普及センター
3) 現 茨城県農業総合センター園芸研究所

表1 供試品種の台木及び樹齢

品種	台木	樹齢 (年) ^{a)}	調査樹本数
シナノホッペ	JM7	10	3
陽光 (対照品種)	マルバ	43	1
ふじ (対照品種)	マルバ	54	1

a)2024年時点。

2. 2 生育特性及び果実品質の調査方法

調査は、系統適応性検定試験 ((独) 農研機構果樹研究所、2007) の調査基準に準じて行った。

生育特性として、発芽日、開花期、収穫期を調査した。

果実特性については、収穫を数日にわけて行い、収穫日ごとに中庸な果実を抽出して果実調査を行った。果実調査に供試した果実数は、収穫日あたり5果 (2024年‘シナノホッペ’の一部収穫日のみ19または20果) とした。地色及び表面色は‘ふじ’用地色または表面色カラーチャートを用いて調査した。果実硬度計 (MT型、藤原製作所) を用いて硬度 (lbs) を、糖度計 (DBX-55、(株) アタゴ) を用いて糖度 (°Brix) を、果汁の中和滴定反応からリンゴ酸含量に換算し酸度を調査した。みつ入り程度については、りんご生産指導要項 (公益財団法人青森県りんご協会、2020) に準じてみつ入り程度指数を調査した。みつ入り果率については、調査果中のみつ入り程度指数2以上の果実の割合を算出した。

地色及び果実重と果実品質の関係については、2024年10月21日・11月5日・11月26日に収穫した各19~20果の果実を用いて、地色ごとに硬度・糖度を調査した。また当果実を用いて、果実重と糖度及び硬度を調査し、統計ソフト R ver.4.4.2 を用いた一般線形混合モデルにより、硬度または糖度を応答変数、果実重を説明変数、収穫日を変数効果として、果実重と硬度及び糖度の関係を解析した。

こうあ部裂果については、2024年11月26日に樹上果実を全て収穫し、全収穫果数 (3樹合計217果) 中の、裂果個数を調査した。

収量は、収穫期に収穫した果実重量を合計して算出、調査樹が複数ある場合は樹あたり平均を算出した。対照として、同樹齢のふじ着色系統‘長ふ12’と比較した。

2. 3 人工受粉用としての花粉特性の調査

2024年4月に、開花前のバルーン状の花を50花採取し、ふるいで葯を取り外した後、25°Cの恒温器内で24時間静置し開葯させた。開葯させたものをアセトン中に懸濁し、80メッシュのふるいを通して葯殻等を取り除き、アセトンを完全に揮発させて純花粉を得た。サンプル数は2 (50花×2) とした (王林のみ1 (50花×1))。純花粉を花粉採取翌年2月に発芽検定に用いるまで、シリカゲル入りの茶筒に入れ冷凍庫内 (約-20°C) で保管し、検定前に高湿低温 (湿度約92%、温度約5°C) で1晩馴化した。発芽検定は、寒天培地 (10%スクロース含有) 上に純花粉を薄く撒き、各温度 (10°C、15°C、20°C) に設定した恒温器内で4時間培養とした。その後、光学顕微鏡を用いて1サンプルあたり2視野の発芽率を測定して平均し、各温度の発芽率とした。

対照品種は、花粉が低温発芽性を有し、低温条件下でも‘ふじ’の人工受粉に用いることが可能な品種である‘ぐんま名月’、‘清明’ (山間地帯特産指導所、2022) 及び、開花が早い低温条件下での花粉発芽が劣る‘王林’ (小林ら、2021) とした。供試品種のS遺伝子型、台木及び樹齢は表2のとおり。

表2 供試品種のS遺伝子型、台木及び樹齢

品種	S遺伝子型	台木	樹齢
シナノホッペ	S_7S_7	JM7	10
ぐんま名月 (対照)	S_7S_3	JM7	29
清明 (対照)	S_3S_9	M9	23
王林 (対照)	S_2S_7	マルバ	45
ふじ (受粉対象品種)	S_7S_9	-	-

3. 結果

3. 1 生育特性

‘シナノホッペ’の開花始めは‘陽光’と同時期、‘ふじ’より1日早かった (表3)。満開日は、‘陽光’

より1日、‘ふじ’より3日早かった。

‘シナノホッペ’の収穫始めは10月18日、収穫終わり11月24日であり、‘陽光’の収穫期後半、‘ふじ’の収穫期前半と重なった。収穫期間は36日間であり、‘陽光’の収穫期間20日間、‘ふじ’の収穫期間21日間に比べて長かった。

表3 各品種の開花期及び収穫期（2020～2024年）

品種	発芽日 (月/日)	開花期 (月/日)		収穫期 (月/日)		
		始	満開	始	盛	終
シナノホッペ	3/18	4/12	4/17	10/18	11/1	11/24
陽光 (対照品種)	3/19	4/12	4/18	10/4	10/15	10/25
ふじ (対照品種)	3/19	4/13	4/20	11/9	11/18	11/29

2020年～2024年の平均

3. 2 果実特性

‘シナノホッペ’の果皮色は暗紅色で、果実全面が濃い赤色に着色した。収穫始期となる10月中下旬（満開後180日程度）以降、表面色カラーチャート値（1～6）は最低5.2、5年間平均5.9であり、収穫期を通して着色良好であった（表4）。「陽光」の表面色カラーチャート値は、最低2.2、5年間平均4.5、「ふじ」は最低2.3、5年間平均4.1であり、「シナノホッペ」は対照品種と比較して年次によらず安定して表面色カラーチャート値が高かった（表5、6）。特に2023年及び2024年は、「ふじ」の表面色カラーチャート値は2023年平均3.3、2024年平均2.6と低かったが、「シナノホッペ」は5.9～6.0と着色良好であった（図1）。

みつ入り程度については、2021年は10月中旬、2022年は10月上旬からみつ入り程度は2.0程度、みつ入り果率（みつ入り程度2以上の果実の割合）については、2021年は10月下旬以降100%、2022年は10月上旬以降80～100%と、収穫始期頃からみつ入りが良好で、11月下旬の収穫終期頃はみつ入り程度3.0以上であった。2020年は、2021年及び2022年よりはややみつ入りは劣るが、11月上旬以降はみつ入り程度2.0以上であった。夏季高温年であった2023年及び2024年は、収穫始期から11月上中旬の収穫中期頃まではみつ入り程度が2.0以下と低かったが、収穫終期頃はみつ入り程度が2.0以上、みつ入り果率60～80%であった。「ふじ」と比較すると、2020～2022年及び2024年のみつ入り程度は「ふじ」と同等かそれ以上であったが、2023年は収穫初期のみみつ入り程度が「ふじ」より低かった。

果実硬度は、5年平均15.0lbsと、「陽光」12.0lbs、「ふじ」12.5lbsと比較して高かった。糖度は、5年平均14.8°と、「陽光」13.2°より高く、「ふじ」14.5°と同程度であった。

‘シナノホッペ’において一部の果実にこうあ部裂果が見られ、2024年は217果中11果（5.1%）の果実に発生した（2020年～2023年はこうあ部裂果発生頻度は未調査のため不明）。

3. 3 地色及び果実重と果実品質の関係

‘シナノホッペ’は収穫始期以降、果実下面まで着色し、地色不明瞭のため地色による収穫適期の判断が難しい果実が見られた（図2、表4）。2024年10月21日（収穫始期頃）・11月5日（収穫中期頃）・11月26日（収穫終期頃）に収穫した果実において、地色ごとに硬度・糖度を調査したところ、地色不明瞭な果実は、硬度が11lbs以上と2024年‘ふじ’の平均硬度以上、糖度が13.7°以上と概ね2024年‘ふじ’の平均糖度以上であった（図3）。

上述の収穫果実を用いて、果実重と硬度・糖度の関係を調査した。果実重は果実による差が大きく、最小255g、最大561gであった（図4）。果実重が大きいと硬度が低下する傾向があった（回帰係数の推定値は-0.0081、 $p < 0.001$ ）。果実重と糖度の関係は見られなかった（ $p = 0.756$ ）。

当調査では、収穫始期・中期・終期のいずれの調査日においても、硬度は11lbs以上、糖度13°以上であり、果実品質が極端に劣る果実は見られなかった。

表4 ‘シナノホッペ’ 収穫日ごとの果実品質 (2020~2024年)

年 ^{a)}	収穫日 ^{b)}	満開 後日 数	果実 重 (g)	地色 ^{c)} (1-8)	表面色 ^{c)} (1-6)	硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)	デンプン 指数 ^{d)} (0-5)	みつ入り 程度 ^{e)} (0-4)	みつ入り 果率 ^{f)} (%)
2020年 (18.4℃)	10月19日 (やや未熟)	179	379	6.2	6.0	16.6	14.8	0.37	2.8	1.6	40
	10月26日	186	382	不明瞭	6.0	16.9	15.1	0.35	2.0	1.6	60
	11月2日	193	391	不明瞭	6.0	15.5	15.1	0.35	1.8	1.6	60
	11月6日	197	390	不明瞭	6.0	15.5	15.0	0.34	1.4	2.3	80
	11月11日	202	461	不明瞭	6.0	15.3	14.9	0.32	1.4	2.4	80
	11月19日	210	403	不明瞭	6.0	14.9	15.5	0.29	1.0	2.5	100
	2020年平均		405		6.0	15.6	15.1	0.33	1.5	2.1	76
2021年 (17.7℃)	10月8日 (やや未熟)	177	336	5.3	5.4	17.1	14.0	0.39	3.3	1.4	60
	10月14日	183	372	5.6	5.2	15.8	15.4	0.36	2.3	1.9	60
	10月27日	196	430	6.1	5.9	15.7	14.3	0.36	1.6	2.9	100
	11月8日	208	479	6.8	5.9	14.7	14.1	0.28	0.7	2.8	100
	11月17日	217	388	不明瞭	6.0	16.6	14.8	0.34	0.3	2.8	100
	11月26日	226	430	不明瞭	6.0	15.1	15.0	0.32	-	3.5	100
	2021年平均		420		5.8	15.6	14.7	0.33	1.2	2.8	92
2022年 (18.2℃)	10月12日 (やや未熟)	175	311	5.4	5.3	15.1	14.7	0.40	3.8	2.3	80
	10月24日	187	350	6.3 (不明瞭)	5.7	17.2	15.0	0.39	2.6	2.4	100
	11月2日	196	317	6.0 (不明瞭)	5.3	18.8	15.1	0.40	2.3	2.3	80
	11月22日	216	331	7.8 (不明瞭)	5.5	17.0	15.5	0.36	0.9	3.7	100
	11月28日	222	364	6.8 (不明瞭)	6.0	17.7	15.9	0.33	-	3.4	100
	2022年平均		341		5.6	17.7	15.4	0.37	1.9	3.0	95
2023年 (19.0℃)	9月25日 (やや未熟)	166	340	2.1	3.3	14.8	13.1	0.34	3.6	0	0
	10月11日	182	422	5.0	6.0	12.9	14.3	0.38	2.5	0.4	20
	10月17日	188	349	6.2	5.9	13.2	14.1	0.36	2.1	0	0
	10月23日	194	380	6.2	6.0	13.2	14.7	0.31	2.3	0.4	0
	10月27日	198	365	6.0 (不明瞭)	5.8	13.5	13.1	0.30	2.0	0.2	0
	11月1日	203	399	6.5 (不明瞭)	6.0	13.2	14.9	0.33	1.9	1.5	40
	11月9日	211	406	6.5 (不明瞭)	6.0	12.6	15.1	0.35	1.7	2.4	80
	11月21日	223	390	7.0 (不明瞭)	6.0	12.1	14.7	0.33	0.5	2.4	80
2023年平均		387	5.8	6.0	12.9	14.4	0.34	1.9	1.0	31	
2024年 (19.7℃)	10月18日	182	351	4.2	5.9	14.8	14.1	0.32	2.2	0	0
	10月21日	185	338	4.1 (不明瞭)	5.7	13.9	14.1	0.30	2.1	0.0	0
	10月30日	194	372	5.3 (不明瞭)	5.8	13.3	14.0	0.31	1.4	0.5	20
	11月5日	200	348	6.2 (不明瞭)	5.9	12.8	14.2	0.30	1.0	0.7	20
	11月12日	207	398	6.5 (不明瞭)	6.0	13.0	14.1	0.31	0.7	1.0	20
	11月19日	214	333	7.0 (不明瞭)	6.0	13.5	15.1	0.28	0.8	2.0	60
	11月26日	221	378	不明瞭	6.0	13.1	15.2	0.28	0.3	2.2	80
2024年平均		360	4.2	5.9	13.5	14.4	0.30	1.2	0.9	29	
5年間平均		383		5.9	15.0	14.8	0.33	1.5	2.0	65	

a) 下段 () 内は所内観測による8~11月の平均気温。平年値 (直近10カ年) は17.9℃。

b) 2020~2023年は収穫日あたり5果を調査、2024年は10月21日は19果、11月5日及び11月26日は20果、それ以外の収穫日は5果を調査し、平均値を算出した。収穫始めは、2020年:10月26日、2021年:10月14日、2022年:10月24日、2023年:10月11日、2024年:10月18日。

c) ‘ふじ’用地色または表面色カラーチャートで判定。地色は調査果に地色不明瞭な果実が含まれる場合は「平均値 (不明瞭)」とした。

d) 0 (染色なし) -5 (全面染色)。 e) 0 (無) -2 (小) -3 (中) -4 (大)。

f) 調査果中のみつ入り程度2以上の果実の割合。

表5 ‘陽光’ 収穫日ごとの果実品質 (2020～2024年)

年	収穫日 ^{a)}	満開後日数	果実重 (g)	地色 (1-8)	表面色 (1-6)	硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)	デンプン指数 (0-5)	みつ入り程度 (0-4)
2020	10月12日	167	337	5.0	4.5	13.2	13.6	0.27	0.4	0
	10月19日	174	336	6.0	5.6	12.7	13.8	0.27	0.2	0
	10月26日	181	346	6.8	5.4	12.3	13.7	0.30	0	0.2
	2020年平均		339	5.9	5.2	12.7	13.7	0.28	0.2	0
2021	10月2日	170	364	5.1	4.3	13.7	13.2	0.35	0.6	0
	10月11日	179	341	5.7	5.0	13.0	12.3	0.29	0.5	0
	10月19日	187	344	5.7	5.4	12.7	13.5	0.26	-	0
	10月27日	195	353	5.9	4.8	12.8	12.7	0.26	-	0
2021年平均		351	5.6	4.9	13.0	12.9	0.29	0.6	0	
2022	10月7日	171	318	5.4	5.0	14.8	12.8	0.25	2.4	0.0
	10月18日	182	328	5.9	4.8	11.9	13.0	0.29	0.5	0.0
	10月27日	191	341	5.7	5.0	10.9	13.0	0.32	0.1	0.0
	11月1日	196	328	5.6	4.3	10.6	13.8	0.32	0.1	0.3
2022年平均		329	5.7	4.8	12.0	13.2	0.29	0.8	0	
2023	9月25日	167	433	2.8	2.2	11.5	13.0	0.27	0.5	0.0
	10月4日	176	415	3.5	2.3	10.2	12.7	0.26	0.0	0.0
	10月10日	182	449	4.2	4.6	10.5	13.1	0.25	0.1	0.0
	10月17日	189	446	4.5	3.5	9.6	13.4	0.22	0.0	0.0
2023年平均		436	3.8	3.2	10.5	13.1	0.25	0.2	0	
2024	10月7日	171	318	4.4	3.6	12.3	13.6	0.19	0.1	0.0
	10月15日	179	340	4.5	4.4	11.0	12.7	0.19	0	0
	10月22日	186	313	4.9	5.1	11.6	13.8	0.21	0	0
	2024年平均		324	4.6	4.4	11.6	13.4	0.20	0.0	0
5年間平均		356	5.1	4.5	12.0	13.2	0.26	0.3	0	

a) 収穫日あたり5果を調査し、平均値を算出。その他調査項目は表4と同様。

表6 ‘ふじ’ 収穫日ごとの果実品質 (2020～2024年)

年	収穫日 ^{a)}	満開後日数	果実重 (g)	地色 (1-8)	表面色 (1-6)	硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)	デンプン指数 (0-5)	みつ入り程度 (0-4)	みつ入り果率 (%)
2020年	11月6日	193	296	7.0	4.5	13.7	15.5	0.40	1.6	1.7	60
	11月11日	198	317	7.0	5.0	14.6	15.0	0.29	1.0	1.9	60
	11月19日	206	316	7.0	5.1	13.1	14.9	0.29	0.8	1.9	60
	2020年平均		310	7.0	4.9	13.8	15.1	0.3	1.1	1.8	60
2021年	11月6日	201	315	6.4	5.2	13.6	14.5	0.29	1.2	1.5	20
	11月16日	211	282	6.5	5.4	14.6	14.8	0.29	0.8	1.4	40
	11月24日	219	340	7.0	5.3	13.5	13.8	0.29	-	1.1	20
2021年平均		312	6.6	5.3	13.9	14.4	0.3	1.0	1.3	27	
2022年	11月17日	209	370	6.3	4.5	14.0	13.5	0.29	0.7	1.9	80
	11月29日	221	406	6.3	4.6	11.0	14.0	0.28	0.4	2.2	80
2022年平均		388	6.3	4.6	12.5	13.8	0.3	0.6	2.1	80	
2023年	11月9日	209	367	4.6	3.1	11.3	16.0	0.40	1.9	1.5	40
	11月16日	216	328	6.3	3.3	10.7	15.8	0.37	0.9	1.4	40
	11月21日	221	382	7.0	3.3	11.7	16.3	0.39	0.3	1.2	60
	11月27日	227	401	6.0	3.3	11.6	14.1	0.30	0.5	1.9	60
2023年平均		369	6.0	3.3	11.3	15.6	0.36	0.9	1.5	50	
2024年	11月12日	206	377	6.5	3.1	11.1	14.0	0.24	0.1	0.0	0
	11月19日	213	371	7.0	2.3	11.2	13.5	0.25	0.0	0.2	0
	11月27日	221	380	6.7	2.5	11.6	13.9	0.27	0.2	0.0	0
2024年平均		376	6.7	2.6	11.3	13.8	0.3	0.1	0.1	0	
5年間平均		351	6.5	4.1	12.5	14.5	0.3	0.7	1.4	43	

a) 収穫日あたり5果を調査し、平均値を算出。その他調査項目は表4と同様。



図1 ‘シナノホッペ’（左）及び‘ふじ’（右）の果実外観（2023年）



図2 ‘シナノホッペ’の果実下面（2024年）
地色はがくあ部・赤色のない部分で見る。

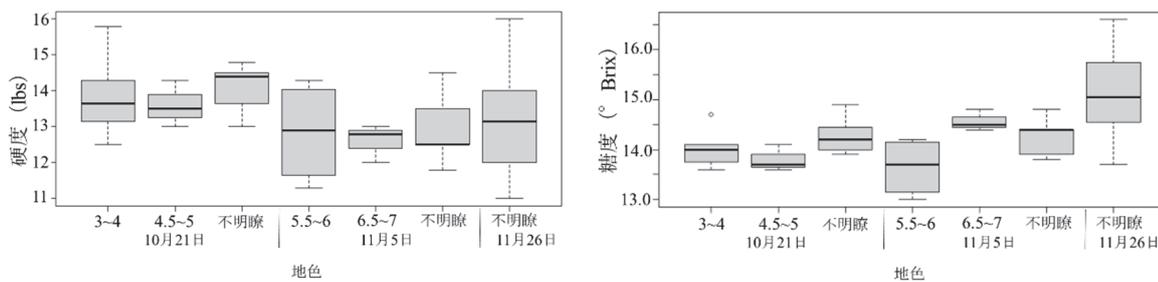


図3 ‘シナノホッペ’における収穫時期ごとの地色と糖度及び硬度の関係（2024年）

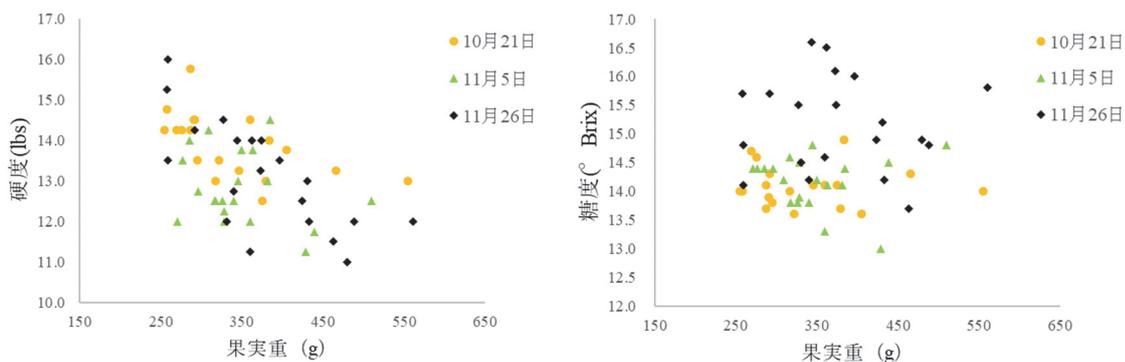


図4 ‘シナノホッペ’における収穫時期ごとの果実重と糖度及び硬度の関係（2024年）

硬度または糖度を応答変数、果実重を説明変数、収穫日を変量効果として、一般線形混合モデルにより、フリー統計ソフト R ver.4.4.2 を用いて解析した。硬度は果実重増加で有意に減少し（回帰係数の推定値は-0.0081、 $p < 0.001$ ）、果実重と糖度の関係は有意差なし（ $p = 0.756$ ）。

3. 4 収量性

‘シナノホッペ’の収量は同樹齢のふじ着色系統‘長ふ12’と比較し、同程度であった（表7）。

表7 ‘シナノホッペ’の収量(2020～2024年)

品種・系統	台木	樹齢 ^{a)} (年)	調査樹 本数	換算収量 ^{b)} (t/10a)				
				2020	2021	2022	2023	2024
シナノホッペ	JM7	10	3	1.1	1.8	2.4	2.9	3.2
長ふ12(対照)	M9EMLA	10	1	1.1	2.0	2.8	2.9	- ^{c)}

a) 2024年時点。

b) 1樹あたり収量と栽植密度から算出 栽植密度：100本/10a(4.0m×2.5m植え)。

c) 鳥獣類による食害のため、収量調査が行えなかった。

3. 5 人工受粉用としての花粉特性

10℃の低温条件下における花粉発芽率は60%と、低温発芽性を有する‘ぐんま名月’‘清明’よりやや劣るが、葯殻付花粉と石松子が1:2で希釈可能な発芽率であった(表8)(茨城県農業総合センター、2023)。純花粉重量は‘清明’より多く、‘ぐんま名月’より少なかった。

表8 10、15、20℃における花粉発芽率及び純花粉重量(2024年)

	花粉発芽率(%)			純花粉重量 /50花(mg)
	10℃	15℃	20℃	
シナノホッペ	60	81	74	78.8
ぐんま名月(対照)	77	86	87	91.3
清明(対照)	71	85	87	66.2
王林(対照)	24	41	34	35.6

4. 考察

‘シナノホッペ’は対照品種の‘陽光’‘ふじ’と比較して果皮着色が良好で、高温年においても安定して着色した。特に2023年及び2024年は高温年であり、‘ふじ’の着色不良が見られたが、そのような気象条件でも‘シナノホッペ’は着色良好であった。

みつ入り程度は、2023年においては収穫始期のみつ入りが‘ふじ’より劣るが、それ以外の年においては‘ふじ’と同様かそれ以上であった。高温年であった2023年及び2024年は、11月上旬まではみつ入り程度が低く、11月中下旬以降にみつ入り程度が上昇したため、みつ入り程度を重視する場合は11月中下旬から収穫を始めるのがよいと考えられる。

硬度は‘陽光’や‘ふじ’より高く、糖度は‘ふじ’と同程度であり、果実品質は良好であった。果実重が大きいと硬度が低下する傾向があり、地色不明瞭で外観から収穫適期の判断が難しい果実もあったが、硬度が低い果実でも同年‘ふじ’の平均値より高く、果実品質が極端に劣る果実は少ないと考えられた。ただし、一部の果実でこうあ部裂果が見られることがある。

収量について、本県のわい化栽培の目標収量は3.0t～4.0t/10aであるが、樹齢9年に2.9t/10aと概ね目標収量となった。同樹齢の品種と比較して劣らず、収量性は中程度であると考えられた。収穫期間は36日間と‘陽光’や‘ふじ’と比較して長く、長期間販売可能な品種であると考えられた。

人工授粉用花粉としては、10℃の低温条件下においても、人工受粉用として必要な発芽率は有していると考えられた。受粉対照品種‘ふじ’より1日早く開花するため、開花日の年次変動によっては、花粉採取年に‘ふじ’の人工受粉に用いることができないが、貯蔵花粉として翌年の人工受粉用に用いるなどすれば、受粉樹としても使用できると考えられる。

これらの結果から、‘シナノホッペ’は果皮着色が良好で、硬度・糖度・みつ入り程度においても対照品種と同程度またはそれ以上の品質であり、大子町において優れた果実品質を示すことが明らかになった。今後、基幹品種としての導入拡大が期待される。

引用文献

茨城県農業総合センター(2023) 果樹栽培基準、pp.105-123.

気象庁(2025) URL: <https://www.data.jma.go.jp/stats/etn/index.php> (2025年8月5日アクセス).

公益財団法人青森県りんご協会(2020) りんご生産指導要項(令和2年度改訂版)、pp.162.

小林 達・澤田 歩・葛西 智・後藤 聡・松本和浩・工藤 智(2021) 低温発芽性を有するリンゴ花粉の探索、園芸学研究 20(3): 287-294.

山間地帯特産指導所 (2022) リンゴ品種「清明」と「ぐんま名月」の花粉は低温発芽性を有している (技術情報) .

<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/santoku/documents/2022ringogijutsujoho.pdf> (2025 年 8 月 5 日アクセス) .

杉浦俊彦 (2024) 食味や外観などリンゴの品質に高温が及ぼす影響. 果実日本第 79 号第 8 号 : pp.66-69 .

長野県 (2010) りんご晩生品種「シナノホッペ」(リンゴ長果 20) の育成.

<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2010-2-g13.pdf> (2025 年 8 月 5 日アクセス) .

(独) 農研機構果樹研究所 (2007) 育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法 2007 年 3 月、pp.183-208.

農林水産省 (2020a) 果樹農業の振興を図るための基本方針 (果樹農業振興基本方針)、pp.23.

農林水産省 (2020b) 農業センサス 確報 第 1 巻 都道府県別統計書 (茨城県)

<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0002072680> (2025 年 8 月 5 日アクセス)

‘Shinanohoppe’ Apple Variety Shows Excellent Characteristics in Daigo, Ibaraki Prefecture

**Misaki ANDO¹, Yoshiko HIYAMA, Ryo SUZUKI, Tomohiro KARASAWA and Shinichi
IWAIZONO**

Summary

Because of the high temperatures in Daigo, Kuji District, Ibaraki Prefecture, compared to other major apple-growing regions, varieties that perform well in major apple-growing regions and apple-breeding regions are sometimes not suitable for this location. Therefore, it is important to select varieties that show excellent fruit quality in this region. In addition, in recent years, temperatures have been rising due to global warming. Even under such weather conditions, ‘Shinanohoppe’ showed excellent fruit quality, with good peel coloration, and equal or superior quality to the control variety in terms of firmness, soluble solids content (SSC, °Bx), and watercore occurrence. The dark red coloration of the entire surface of the fruit and its indistinct ground color made it difficult to determine the best time to harvest, and the fruit firmness tended to decrease as the fruit weight increased, but the fruit quality was not extremely poor in any case. Its pollen showed a high enough germination rate to be used as pollen for artificial pollination of the ‘Fuji’ variety, which is the main variety in this region.

Keywords: apple, shinanohoppe, peel coloration, pollen germination rate

¹ Address: Mountainous Agricultural Research Station, Ibaraki, Agricultural Center, 6690-1 Korofuji, Daigo, Ibaraki 319-3361, Japan

本誌に掲載された記事に関しては「茨城県農業総合センター」ホームページ
https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nosose/cont/public_info.html にて
PDF を掲載しております。

編集委員

副センター長兼企画情報部長（総括）	田場 昭男
園芸研究所所長（編集委員長）	神原 幸雄
生物工学研究所所長（副編集委員長）	石井 亮二
農業研究所所長（副編集委員長）	草野 謙三
山間地帯特産指導所所長	鈴木 清貴
鹿島地帯特産指導所所長	鈴木 一典
研究管理監	小川 孝之
専門技術指導員室長	鈴木 成夫
企画調整課係長	大寺 宇織

各研究所の連絡先

生物工学研究所	笠間市安居 3165-1	0299-45-8330
園芸研究所	笠間市安居 3165-1	0299-45-8340
農業研究所	水戸市上国井町 3402	029-239-7211
山間地帯特産指導所	大子町頃藤 6690-1	0295-74-0821
鹿島地帯特産指導所	神栖市息栖 2815	0299-92-3637

茨城県農業総合センター研究報告 第8号

2026年3月23日発行

発行者 茨城県農業総合センター

〒319-0292 茨城県笠間市安居3165-1

電話 0299-45-8321

FAX 0299-45-8350

印刷者 株式会社佐藤印刷

〒310-0043 茨城県水戸市松が丘2-3-23

電話 029-251-1212

FAX 029-251-1047

本誌に掲載された論文の著作権は、当センターに帰属するものとする

BULLETIN
OF THE
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER
No. 8
March 2026

Contents

Selection for Vase Life in Rose Breeding using Petal Traits as Indicators Fumihiko INAZAKI, Koichi KITA and Hidenori ICHIGE	1
Investigation of Techniques to Improve Flowering Uniformity and Promote Post-Harvest Flowering for Simultaneous Harvesting of Small Chrysanthemums Kota YOSHIYA, Kohei SAKAMOTO, Mariko SHIMAKAWA, Hidenori ICHIGE, Koichi KITA and Nanako MORITA	13
Characteristics of the Semi Recommended Sweetpotato Cultivar 'Benimasari' in Ibaraki Prefecture Eiichi KASHIMURA, Kazumi YONEYAMA	23
Studies on Timing of Acquiring Seedling Emergence Ability and Threshability During Ripening of Wild oat (<i>Avena fatua</i> L.). Toshiko OHASHI, Hiroshi MINAKAWA and Yayoi FUKUDA	32
Apple varieties 'Shinanohoppe' with excellent characteristics in Daigo Ibaraki Prefecture Misaki ANDO, Yoshiko HIYAMA, Ryo SUZUKI, Tomohiro KARASAWA and Shinichi IWAIZONO	39