

# 気温が小ギクの花蕾の成長に及ぼす影響

印田清秀・辻本直樹・原田優生

## Effect of Temperature on the Flower Buds Growth of Small-flowered Chrysanthemum

INDA Kiyohide, TSUJIMOTO Naoki and HARADA Yui

**Key Words:** flowering prediction, growth rate, weather forecast values

キーワード：開花予測，気象予報値，成長速度

キクは我が国において流通量が最も多い切り花で、国内出荷量は約 13 億本と切り花全体の約 40%を占める（農林水産省，2022）。また、奈良県は小ギクの出荷量が約 4,510 万本（農林水産省，2020）と夏秋期全国第 1 位の産地であり、責任産地として市場への安定供給が求められている。

小ギクは仏花としての需要が高く、盆、彼岸および正月に需要が集中し、市場単価は物日直前に上昇する。露地栽培が主である本県小ギク産地では、8 月および 9 月の物日直前の安定出荷が経営上重要となっている。しかし、それらの時期は気象の影響を受けて開花期が変動しやすく（小山・和田，2004；間藤ら，2009）、高需要期に安定した出荷量が確保できないという問題が度々発生している。一方、市場ではセリを介さない先取や予約相対が主たる取引形態となっており、有利販売を図るうえで出荷情報を早期提供する重要性が一層高まっている。

夏秋小ギクの開花期予測に関して、日々の発育量と発育指数から予測する方法（西山・住吉，2001）や、花蕾径と到花日数の相関から予測する方法（島，2020）、花蕾の成長速度と着色時の花蕾径から予測する方法（鈴木ら，2022）が報告されているが、予測日以降の気象の影響は十分に加味されていない。

奈良県農業研究開発センター（以下、センター）では、気象予報値を活用した 8 月盆向け品種の開花予測技術の開発に取り組んでおり、花蕾の成長に影響を及ぼす要因解析を進めている。今報では、そのうち気温の影響を調査した結果について報告する。

### 材料および方法

### 実験 1. 人工気象室における気温と花蕾の成長速度の関係

奈良県での自然開花期が 8 月上旬の‘小鈴’および‘春日 Y2’を供試した。‘春日 Y2’は開花期の年次変動が小さい品種として、‘春日の紅’と同様の選抜手法（仲ら，2018）を用いて奈良県が育成した品種である。両品種の挿し芽苗 2 本/鉢を、2022 年 4 月 6 日に 6 号鉢に鉢上げし、4 月 15 日に摘心、2 本仕立てとした。センター内のガラス温室で、4 月 6 日～5 月 1 日まで最低気温 15°C、5 月 2 日～6 月 10 日まで同 20°Cとなるよう加温し、25°C以上で換気する環境下で育成した。また、発蕾までの高温の影響を回避するとともに、花芽分化を揃えた材料を得るため、遮光 PO フィルムで被覆したシェードにより 5 月 2 日～8 日まで 13 時間日長、5 月 9 日～6 月 26 日まで 12 時間日長で管理した。株全体の発蕾が揃った頃に、3 つの同型の人工気象室に各 5 鉢入庫した。入庫日は、花蕾の大きさが揃わなかった‘小鈴’が 6 月 23 日と 6 月 26 日、‘春日 Y2’が 6 月 14 日とした。試験区は、3 つの人工気象室の設定温度により反復なしの 3 区とし、昼温/夜温を 24°C/20°Cとした低温区、27°C/23°Cとした中温区、30°C/26°Cとした高温区の 3 区とした。昼温の時間帯はメタルハライドランプ（M360CELSP-W/BUD，岩崎電機（株））により 14.5 時間日長、PPFD 約 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、湿度なりゆきで管理した。各鉢から生育中庸なシュート 1 本を選び、花房内の上位 3 本の側枝のうち、最も大きな花蕾径を入庫時から舌状花が円錐状となる収穫適期まで 3 日ごとに測定した。花蕾径の測定には、AR マーカーを利用した計測手法（林田ら，2021）を用いた。すなわち、花蕾と AR マーカーを同時に撮影した画像を、オープンソースで開発・公開されている Node-RED や

OpenCV を利用して作成した Web システム上の専用計測システムに読み込み、画面上で花蕾の外周部 3 点を指定して描いた円の直径と AR マーカーの大きさ比較を画像処理で行い、既知の AR マーカーの実測値を用いて花蕾径を算出する方法である。

### 実験 2. 露地圃場における気温と花蕾の成長速度の関係

調査は 2020 年と 2021 年の 2 回実施し、奈良県平群町の露地季咲き圃場で栽培されている‘小鈴’および‘春日 Y2’を用いた。‘小鈴’は、標高 320 m にある同一圃場で 2 か年とも調査した。‘春日 Y2’は、2020 年と 2021 年で圃場が異なり、2020 年は標高 320 m、2021 年は標高 290 m にある圃場で調査した。

調査対象品種の群落から、生育中庸なシュートを選り、2020 年は 10 本、2021 年は 8 本を選び、花房内で最も大きい花蕾の直径を、AR マーカーを利用した計測手法（林田ら、2021）により、2020 年は 7 月 2 日～29 日まで、2021 年は 6 月 28 日～8 月 4 日まで 2～3 日ごとに調査した。

各調査日から次々回調査日までの 4～6 日単位の花蕾径の成長量を日数で除した平均成長速度と、その 4～6 日間の期間平均気温の相関を求めた。なお、平均気温、日射量および降水量は農研機構が開発・運用するメッシュ農業気象データシステム（小南ら、2019）の過去値を利用し、圃場の位置からメッシュ番号 5135-75-63 と 5135-75-64 の平均値を算出して用いた。

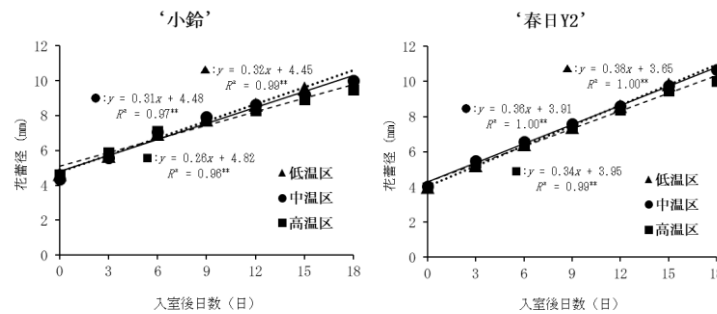
## 結果および考察

### 実験 1. 人工気象室における気温と花蕾の成長速度の関係

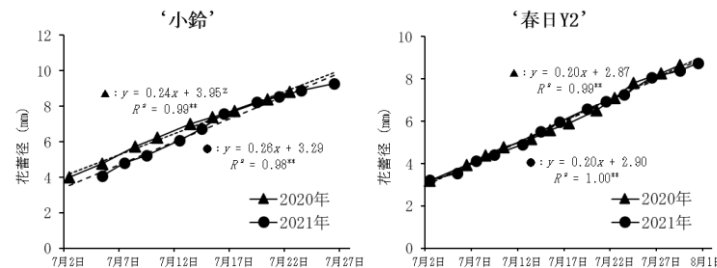
各試験区の平均気温は、低温区が 22.4℃、中温区が 25.4℃、高温区が 28.4℃となった。花蕾径は、両品種とも全ての試験区においてほぼ直線的に増加した（第 1 図）。花蕾径の成長速度および花蕾径 5.0 mm から舌状花が円錐状となる収穫適期までの日数は、‘小鈴’では、低温区が 0.32 mm・day<sup>-1</sup>および 17.8 日、中温区が 0.31 mm・day<sup>-1</sup>および 19.1 日、高温区が 0.26 mm・day<sup>-1</sup>および 22.9 日と、気温が高くなるほど成長速度は低下し、到花日数は長くなった。‘春日 Y2’では、低温区が 0.38 mm・day<sup>-1</sup>および 14.9 日、中温区が 0.36 mm・day<sup>-1</sup>および 17.4 日、高温区が 0.34 mm・day<sup>-1</sup>および 20.6 日と、‘小鈴’と同様に、気温が高くなるほど成長速度は低下し、到花日数は長くなった。また、低温区と高温区の成長速度の差は‘小鈴’が 0.06 mm・day<sup>-1</sup>、‘春日 Y2’が 0.04 mm・day<sup>-1</sup>と、‘春日 Y2’の方が小さかった。

### 実験 2. 露地圃場における気温と花蕾の成長速度の関係

花蕾径は、いずれの品種、年次においてもおおむね直線的に増加したが、調査時期によって花蕾径の成長に緩急が見られた（第 2 図）。調査期間中の平均気温と線形近似式から求めた花蕾の成長速度は、‘小鈴’



第 1 図 人工気象室の気温が‘小鈴’および‘春日 Y2’の花蕾の成長に及ぼす影響  
\*\*は直線回帰が 1%水準で有意に推定されたことを示す



第 2 図 露地圃場における‘小鈴’および‘春日 Y2’の花蕾径の推移  
\*\*は直線回帰が 1%水準で有意に推定されたことを示す  
△ 近似式の推定では 7 月 1 日を起点とする日数を用いた

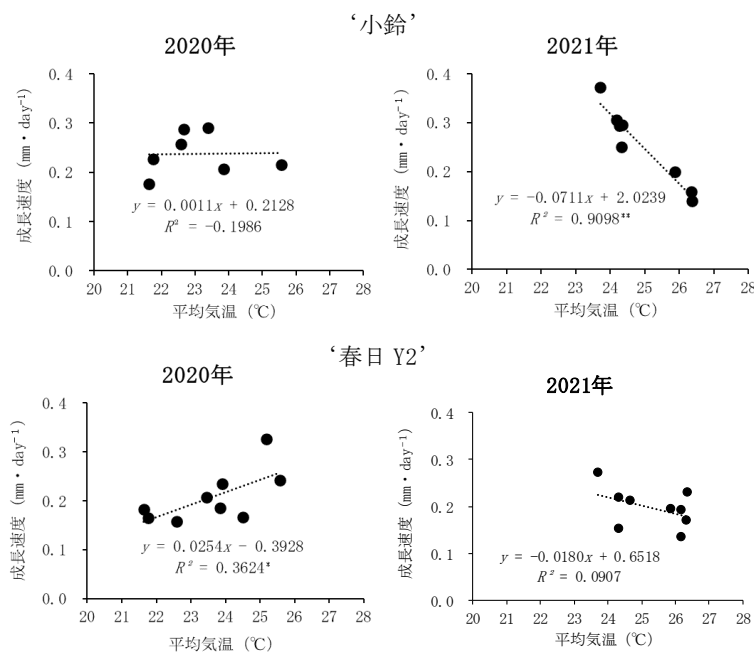
では2020年が23.5°C, 0.24 mm・day<sup>-1</sup>, 2021年が25.2°C, 0.26 mm・day<sup>-1</sup>であり, 平均気温が高い2021年の方が成長速度は速かった. 一方, ‘春日 Y2’では, 2020年が23.8°C, 0.20 mm・day<sup>-1</sup>, 2021年が25.5°C, 0.20 mm・day<sup>-1</sup>と, 平均気温が異なる年でも成長速度はほぼ同じであった. また, 花蕾径が5.0 mmから収穫適期となるまでの期間は, ‘小鈴’では2020年が22日間, 2021年が20日間, ‘春日 Y2’では, 両年とも20日間であった. これらの結果は, 平均気温が高くなると成長速度が低下するという実験1の結果とは異なる結果となった.

4~6日単位での平均気温と成長速度の相関を第3図に示した. 2021年の‘小鈴’では強い負の相関が見られ, 実験1と同様の結果といえるが, 2020年の‘春日 Y2’では正の相関が見られ, 2020年の‘小鈴’および2021年の‘春日 Y2’では明確な相関が見られなかった. これについては, 2020年が記録的な寡日照年(奈良地方気象台, 2021)であったことが影響している可能性が考えられる. 花蕾径5.0 mmから収穫適期までの日平均日射量および積算降水量は, 2020年が‘小鈴’で12.5 MJ・m<sup>-2</sup>・day<sup>-1</sup>および288 mm, ‘春日 Y2’で14.1 MJ・m<sup>-2</sup>・day<sup>-1</sup>および204 mmであったのに対し, 2021年が‘小鈴’で20.6 MJ・m<sup>-2</sup>・day<sup>-1</sup>および135 mm, ‘春日 Y2’で22.4 MJ・m<sup>-2</sup>・day<sup>-1</sup>および82 mmであった.

そこで, 4~6日単位での成長速度と気象要素との相関について, 平均気温と日射量を組み合わせた重

回帰分析を行った(第1表). その結果, 2021年の‘小鈴’および‘春日 Y2’では, 説明変数を気温のみとするよりも, 日射量を加えることで補正R<sup>2</sup>が大きくなり, モデルのあてはまりが良くなった. その際の係数も, 気温は負値を, 日射は正値をとっており, 実験1の結果と整合的であった. 一方, 2020年の‘小鈴’においても, 説明変数に日射量を加えることで, モデルのあてはまりが良くなったものの, 係数の符号条件が反転し, 気温が正値, 日射が負値となった. 2020年および2021年の調査期間の平均気温は, ‘小鈴’が19.6~27.2°Cおよび23.3~26.5°C, ‘春日 Y2’が19.6~27.2°Cおよび23.3~26.8°Cであり, 2020年の調査では実験1で設定した22.4~28.4°Cの範囲より気温が著しく低い場合があり, より低温側での成長速度の低下が影響した可能性が考えられる. また, 2020年の‘春日 Y2’においては, いずれの説明変数としてもモデルのあてはまりには大きな影響がみられず, 2021年の‘春日 Y2’の気温の係数も, 同年の‘小鈴’より小さかったことから, ‘春日 Y2’は‘小鈴’よりも開花期の年次変動が小さい特性を持つことが示唆された.

以上の結果から, ‘小鈴’および‘春日 Y2’の花蕾の成長には気温が影響し, 平均気温が22.4~28.4°Cの範囲では気温が高くなるほど成長速度は抑制されるものと考えられた. また, 花蕾の成長速度には品種間差があり, ‘春日 Y2’は‘小鈴’よりも気温の上昇による成長速度の低下が小さいこと



第3図 露地圃場における4~6日単位の平均気温と花蕾の成長速度の相関  
\*\*, \*は各々の直線回帰が1%, 5%水準で有意に推定されたことを示す

第1表 花蕾の成長速度を従属変数、4~6日平均の気温と日射量を説明変数とした重回帰分析結果

	小鈴				春日Y2			
	2020		2021		2020		2021	
	係数	(t 値)	係数	(t 値)	係数	(t 値)	係数	(t 値)
気温 (°C)	0.048*	(4.524)	-0.088**	(-6.482)	0.028	(1.784)	-0.054	(-2.380)
日射量 (MJ/m <sup>2</sup> )	-0.013**	(-5.209)	0.003	(1.486)	-0.001	(-0.222)	0.010*	(1.847)
補正R <sup>2</sup>	0.808		0.925		0.262		0.324	
気温 (°C)	0.001	(0.075)	-0.071**	(-8.464)	0.025*	(2.355)	-0.018	(-1.341)
補正R <sup>2</sup>	-0.199		0.910**		0.362*		0.091	

\*\*、\*は各々の直線回帰が1%、5%水準で有意に推定されたことを示す

によって、開花期の年次変動が小さい特性を持つものと考えられた。ただし、実験2の2020年の‘小鈴’および‘春日Y2’では、露地栽培で人工気象室とは異なる傾向を示したことから、花蕾の成長には気温以外の要因も関与している可能性がある。そのため、高精度な開花予測モデルを作成するには、日射の影響を加味すべきものと考えられ、この要因を解析するには、それらを複合させた実験系のデータを得る必要がある。

### 謝辞

本研究の実施にご協力いただいた西和花卉部会、奈良県農業協同組合椿井営農経済センター、奈良県産業振興総合センターIoT推進グループ、奈良県北部農業振興事務所の普及指導員およびメッシュ農業気象データシステムの利用許可をいただいた国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センターに厚く御礼申し上げます。

### 引用文献

林田平馬, 印田清秀, 増山史倫. AR マーカーを利用した小ギク蕾径計測と集計方法の効率化についての検討. 情報処理学会全国大会講演論文集. 2021, 83(4), 345-346.

小南靖弘, 佐々木華織, 大野宏之. 技術マニュアル「メッシュ農業気象データ利用マニュアル Ver.4」. 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター. 2019.

小山佳彦, 和田 修. 7月咲き小ギクの暗期中断処理による開花調節—高需要期に合わせた計画生産—. 園芸研. 2004, 3(1), 63-66.

間藤正美, 工藤寛子, 山形敦子, 佐藤孝夫, 柴田 浩. 7月咲き小ギクにおける気温およびエセフオン処理が開花に及ぼす影響. 園芸研. 2009, 8(2), 201-208.

仲 照史, 廣岡健司, 辻本直樹, 角川由加, 虎太有里, 後藤丹十郎. 開花期の年次変動と斉一性に優れる8月咲きの小ギク‘春日の紅’の育成. 園芸研. 2018, 17(1), 105-114.

奈良地方気象台. “奈良県の気象 令和2年(2020年)年報”. 奈良県の気象 2021-02-04. [https://www.date.jma.go.jp/nara/kishou/pdf\\_files/nen2020.pdf](https://www.date.jma.go.jp/nara/kishou/pdf_files/nen2020.pdf), (参照 2022-08-10).

西山 哲, 住吉隆司. 8月咲き小ギクの開花期予測. 農業と科学. 2001, 9-12.

農林水産省大臣官房統計部. “作況調査(花き), 花き生産出荷統計, 令和元年産”. 農林水産省. 2020-10-14. [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kaki/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html), (参照 2022-08-10).

農林水産省大臣官房統計部. “作況調査(花き), 令和3年産花きの作付(収穫)面積及び出荷量”. 農林水産省. 2022-06-30. [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kaki/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html), (参照 2022-08-10).

島 嘉輝. 夏秋小ギクの頂花蕾径測定による開花日予測. 富山県農林水産総合技術センター, とやま農林研究ニュース. 2020, 19, 2.

鈴木詩帆里, 鈴木宏和, 熊谷千敏, 山口浩之, 梅津寿彦, 伊藤愛里菜, 中野善公, 久松 完. “福島県農業総合センター技術マニュアル, 計画的な生産・出荷のための夏秋ギク栽培技術マニュアル, 3 計画生産・出荷管理システムと小ギクの開花予測編”. 福島県. 2022-01-27. <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/490487.pdf>, (参照 2022-05-16).