

8 月咲き小ギクの開花期予測

石川県農業総合研究センター 育種栽培部

花き科長 西 山 哲

石川県農林水産部 農産課 普及研究係

主任技師 吉 住 隆 司

(前 石川県農業総合研究センター 育種栽培部 花き科)

1 新しい産地の経験不足を補うには

藩政時代において江戸、京、大坂に次ぐ大都市であった金沢市は、「加賀は天下の書府」といわれた文化都市の伝統を受け継ぎ、現在でも地方都市の中では花の消費が多いところである。

石川県内には金沢の街を出荷の主たる対象とした花き産地が古くから点在していたが、全県的にみると花きの生産は小さいものであった。このため、県では、身近にある大きい消費市場・金沢を活かして花きの生産を拡大する一環として、栽培が比較的容易な小ギクに注目し、加賀から能登にいたる各地で新しい小ギク産地を育ててきた。

しかし、これら新産地での小ギク栽培は8月の旧盆向けに偏りがちであり、小ギクの単価は旧盆の前と後で単価の変動が大きく、旧盆直前にうまく開花させられるかどうかは経営上の大きな課題である。

一方、県内産のこの時期の小ギクは殆どが露地栽培である。経験の浅い生産者が、毎年変化する気象条件の下で露地栽培の小ギクを希望する期日に開花させることは大変難しい。同じ品種を同じ時期に定植しても開花時期は年により異なってくる。時には品種の早晚性が逆転する事例もみられ

る(表1)。このような状況に対処するため、各産地では定植期をずらしたり、品種選定に工夫をこらすなど、旧盆前に安定して出荷できるよう努力を続けている。

石川県農業総合研究センターでは、このような状況を踏まえ、新しい産地や経験の浅い生産者でも、その年の開花の早晩を簡便に予測して、それに対応した開花調節技術が使えよう、その根底となる開花期予測技術の開発に平成8年度から取り組んできた。

2 開花期予測の方法

開花期を予測する手法としては、主に稲や麦を対象に農林水産省で開発・提案された「ノンパラメトリック法」に注目した。

ノンパラメトリック法は、作物の生育過程は発育速度(DVR)と発育指数(DVI)で表されるという考え方に基づくものである。

小ギクを例にとると、小ギクは定植・摘心から日々発育を重ねて開花・収穫に至る。この日々の発育量を数値で表したものが発育速度(DVR)である。また、ある基準日(例えば摘心日)から目的とする日まで毎日の発育速度を順次積算したものが、目的日の発育指数(DVI)である。すなわち、

$$\text{目的日のDVI} =$$

$$\text{前日のDVI} + \text{目的日のDVR}$$

と表すことができる。

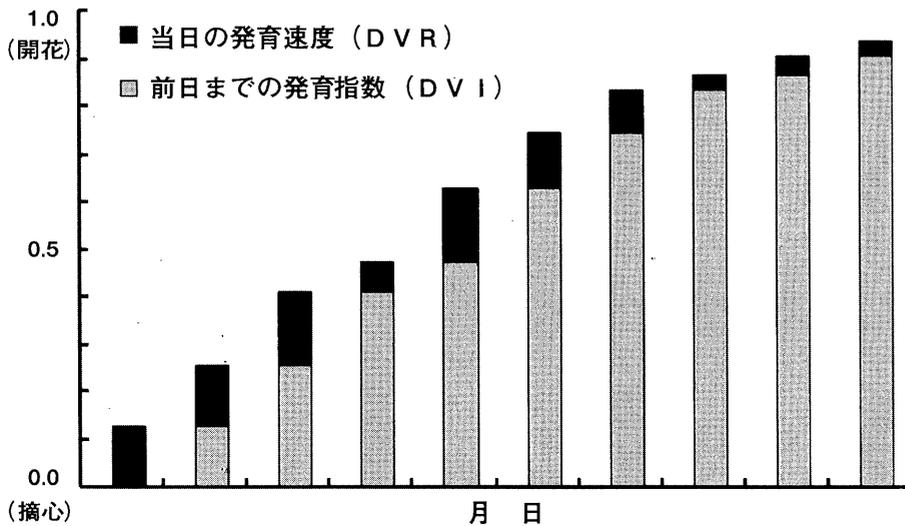
一般に基準日のDVI=0、目的とする日のDVI=1とするので、小ギクの開花期予測については摘心日(基準日)のDVI=0、開花・収穫日(目的日)のDVI=1とすると、図1のように表現できる。

表1. 開花日の年次変動

| 定植日 (年/月/日) | 摘心日 (月/日) | 平均開花日(月/日) | |
|----------------|--------------|------------|-----------|
| | | '花エクボ' | 'あさつゆ' |
| H 4/4/21 | 5/ 6 | 8/ 5 (91) | 8/ 9 (95) |
| H 7/4/18 | 4/26 | 8/15(111) | 8/ 3 (99) |
| H 8/4/23 | 4/30 | 8/13(105) | 8/11(103) |
| H 9/4/22 | 4/28 | 8/15(109) | 8/13(107) |
| H10/4/22 | 4/28 | 7/29 (92) | 8/ 4 (98) |
| H11/4/23 | 4/30 | 8/ 5 (97) | 8/16(108) |

注) 平均開花日の()内は摘心日から開花日までの日数

図1. 開花期の予測モデル



摘心した日がわかっている小ギクについて、 $DVI = 1$ となる日を計算して開花日を予測するには、発育速度DVRを知る必要がある。

小ギクの摘心日から開花日までの日数は、同一品種であっても栽培年により、また摘心時期により異なってくる。これはそれぞれの作期の環境要因の経過が異なるためである。しかし、一日一日の発育量(発育速度)は、同じ条件の日であれば同じ値をとり、条件のわずかな変化では発育速度に大きな差は生じないはずである。仮に発育速度を日平均気温だけで表すことができるとすれば、気温 20°C のDVRはどのような栽培方法でも同じであり、また 20°C と 21°C とでは大差がない、ということになる。

このような仮定のもとで、生育期間とその期間における環境要因、例えば気温の推移のデータを何組か調べ、いずれの組にも概ね当てはまるDVR関数を算出する。

稲や果実の成熟期を推定するためには積算温度法が用いられることが多い。積算温度法とは気温と

生育速度が直線関係にあるとしてDVR関数を算出する方法である。これに対してノンパラメトリック法は、環境要因と生育速度の関係として直線などの特定のもの(パラメーター)をあらかじめ想定せず(ノン)に、前記の仮定のもとにノンパラメトリック平滑化法という手法を用いてDVR関数を作成するものである。実際にDVRを算出するにあたっては、農林水産省農

業研究センターで開発されたプログラムによった。

3 用いる環境要因の特定とDVR関数の作成

はじめに、発育速度DVRを求めるために必要な小ギクの生育データと、DVRがどの環境要因の関数として表されるかを特定するためのデータを揃えることとした。

平成8年から3年間にわたり各3作期の小ギクを栽培し、9作期の摘心日とそれに対応する開花日を記録した。また、環境要因については、キクの花芽分化・発達には一般に気温と日長が関わっているとされることから、栽培期間の気温も計測した。日長については金沢における天文日長を用いた。

これらのデータをもとに、予測に用いる気象要

図2. DVR, DVIおよび予測開花日算出の模式図

| 月/日 | 平均気温 | 平均気温 | DVR | DVR | DVI | 月/日 | |
|------|------|------|----------|----------|----------------------|------|-----|
| 5/1 | 15.2 | 12 | 0.003929 | 0.000000 | 0.000000 | 5/1 | 摘心日 |
| 5/2 | 13.6 | 13 | 0.004288 | 0.004288 | 0.004288 | 5/2 | |
| ⋮ | ⋮ | 14 | 0.004653 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 15 | 0.005091 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 16 | 0.005694 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 17 | 0.006515 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| 6/10 | 20.1 | 18 | 0.007582 | 0.010536 | 0.257131 | 6/10 | |
| 6/11 | 18.2 | 19 | 0.008811 | 0.007582 | 0.264713 | 6/11 | |
| ⋮ | ⋮ | 20 | 0.010094 | ⋮ | (=0.257131+0.007582) | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 21 | 0.011303 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 22 | 0.012260 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 23 | 0.012853 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| ⋮ | ⋮ | 24 | 0.013035 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| 8/11 | 26.2 | 25 | 0.012714 | 0.011930 | 0.993842 | 8/11 | |
| 8/12 | 25.8 | 26 | 0.011930 | 0.012714 | 1.006556 | 8/12 | |

初めて1を超えた日
= 開花日

因を毎日の平均気温のみ、最低気温のみ、平均気温と日長、最低気温と日長の4通りでそれぞれDVR関数を作成した。

このDVR関数が妥当なものかどうかを判断するため、各作期について環境要因の日々の実測値に対応するDVR値を求め、摘心日以降順次積算することで生育指数DVIを算出した。DVIが1を始めて超えた日を予測開花日とした(図2)。この予測開花日を実際の開花日と比較したところ、平均気温のみを要因として用いた場合に両者の差が3~4日と最も小さくなった(表2)。

表2. 気象要因別の予測精度

| 気象要因 | 予測精度(日) | | |
|---------|---------|--------|-------|
| | '花エクボ' | 'あさつゆ' | '星の友' |
| 平均気温 | 2.67 | 3.72 | 4.43 |
| 最低気温 | 3.57 | 6.29 | 5.32 |
| 平均気温・日長 | 6.14 | 32.09 | 9.35 |
| 最低気温・日長 | 6.14 | 22.50 | 40.74 |

DVR関数の作成は'花エクボ' 'あさつゆ' '星の友'の3品種で行ったが、いずれの品種でも同様の結果を示したことから、8月咲き小ギク

図3. 平均気温による发育速度

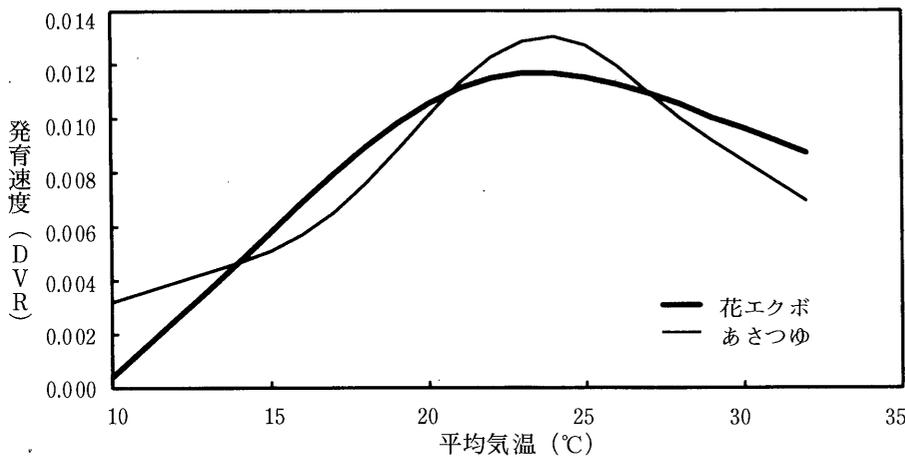


表3. 各栽培地における予測開花日の差(品種:'花エクボ')

| 栽培地 | 開花日(月/日) | 予測開花日(月/日) | |
|-----|----------|-------------|-------------|
| | | 実測気温 | アメダスデータ |
| 農 研 | 8/7 | 8/10 (3.2) | 8/8 (1.9) |
| 加賀市 | 8/10 | 8/9 (-0.9) | 8/11 (1.3) |
| 金沢市 | 8/17 | 8/11 (-5.4) | 8/11 (-5.6) |
| 柳田村 | 8/18 | 8/18 (0.3) | 8/17 (0.9) |

注) 実測気温: 栽培圃場の約1mの地点で測定
予測開花日の()内は実際の開花日と予測開花日の差

については一般的に、日平均気温によるDVRを用いて開花期の予測ができるものと考えられる。なお、品種によりDVR関数の形は異なっていた。'あさつゆ'では24°C前後で发育速度が大きく15°Cから20°Cの間の勾配が大きい尖った形であるのに対し、'花エクボ'では20~25°Cの发育速度は大きいもののその前後での勾配は小さい緩やかな山型となった(図3)。このように、DVR関数については品種ごとに算出する必要がある。

4 県内各地での適用性の検討

県内に散在する小ギク産地では、産地ごとに様々な栽培方法が採用されている。今回のDVR関数は農業総合研究センター(以下「農研」)で栽培されたデータのみを使って作成したものである。このDVR関数は、摘心日と摘心日以降の日平均気温のデータさえあれば、農研だけでなく県内いずれの産地でも、どのような栽培方法をとった場合でも適用できるかどうかについて検討した。

農研のほか加賀市、金沢市、羽咋市及び柳田村の県内4産地の生産者の圃場で摘心日と開花日およびその間の気温の経過を調査した。その結果、いずれの産地においても、実際の開花日と計算した予測開花日との差が0.3~5.4日の範囲にあり、概ね十分な精度が得られた(表3)。この試験ではマルチ使用の有無、施肥方法、育苗方法等は統一せず異なるままとしており、栽培方法、栽培地域によらずこの予測方法が適用できることが示された。

また、現地圃場で計測した気温データに代えて近隣のアメダスデータを用いて計算した場合でも予測誤差が0.9~5.6日となり、実測値を用いた場合と同程度の精度が得られた。従って、必ずしも場所ごとに気温計測しなくとも、アメダスデータを用いることで手軽に予測ができることになる。これまでの結果は、開花期までの実際の気温

データを入力して得たものである。本来の目的である予測に用いる場合には、予測を実施する前日分までは実測値を入力することができるが、それ以後の気温は推測値を用いなければならない。実際には平年値を用意しておき、平年値をそのまま用いるか、高めあるいは低めの気温推移が見込まれる場合は平年値に数度分を加えたり、あるいは差し引いたりした値を用いる等の応用をすればよいことになる。

5 予測方法はどのように活用できるか

開花期予測方法の使い道としては、これまでに、①各地での作型開発の支援、②開花調節処理時期の判断、の二つに取り組んできた。

(1) 各産地での作型開発支援

摘心日を起点に開花日を計算するだけでなく、目標開花時期を設定し、 $DVI = 1$ から日平均気温に基づくDVRを引き算し続けて $DVI = 0$ となる日を逆算して摘心日を算出することができる。

日平均気温の値として各産地毎の平年値を用いれば、目標開花期に対する産地毎の最適摘心日が求められる(表4)。これまで各地で経験的に定められてきた摘心時期に根拠を与えることができるし、有望な品種についてこれを算出しておけば、産地にとって新しい品種を導入する際の試行錯誤の回数を減らすことができるようになる。

表4. 開花日を8月10日と想定した時の最適摘心時期

| 栽培地 | アメダス地点 | 最適摘心期(月/日) | 12年実摘心日(月/日) | 12年実開花日(月/日) |
|-----|--------|------------|--------------|--------------|
| 農 研 | 金沢 | 5/7 | 4/28 | 8/3 |
| 加賀市 | 小松 | 5/3~5/5 | 4/30 | 8/10 |
| 金沢市 | 金沢 | 5/7 | 5/1 | 8/11 |
| 押水町 | 羽咋 | 4/29~5/1 | 5/2 | 8/15 |
| 柳田村 | 輪島 | 3/21~4/17 | 5/3 | 8/13 |

注) 最適摘心期：輪島は8月12日開花を想定した時の値

また、一定期間連続して出荷期を設定する場合には出荷期間に対応して摘心時期をずらして設定することもできる。このようにして作成された作型表に基づいて作業をすすめれば、よりの確な計画出荷が実現できるものと期待される。

(2) 開花調節処理時期の判断

8月咲き小ギクの開花調節技術としては、エスレル散布による開花遅延が用いられている。栽培

指針ではエスレル処理の時期は摘心時とされており、摘心の時点で当年の開花の早晩を判断しなければならない。実際にはエスレル処理の有無や回数を違わせた数種類の圃場を設け、危険分散が図られている。

エスレル処理するか否かの判断は、処理が遅くなることで発生する障害が無い限りは、できるだけ遅くできるほうがよい。そこで、摘心後に間隔をおいてエスレル処理を行い、処理の効果と得られる切り花の品質から、どの時点までエスレル処理を遅らせることができるかを検討した。その結果、限界時期は摘心後の日数ではなく、発育指数DVIを指標とすることが妥当であり、‘あさつゆ’の場合 $DVI = 0.22$ がその時期であると推察された。

DVIが0.22に達する日数はその年の気温経過により摘心後3週間~5週間程度までの幅がある。したがって、摘心3週間後頃から、それまでの日平均気温値を用いてDVI値を順次算出して行き、0.22に近づいた時点でエスレル処理の要否を判断すればよいことになる。

6 今後の課題

今年度は小ギク産地を管内に持つ農林総合事務所と連携し、今後普及を図りたい品種について発育速度を算出するとともに、産地毎の作型表を作成することとしている。

また、研究機関で小ギクの開花予測方法とその活用例を示すことはできたが、普及員や営農指導員がこの方法を使いこなせるようになって始めて研究の目的が達せられるものであり、様々な活用方を具体化することが今後の課題である。これは研究成果の伝達の問題であり、研究員が普及員とともに現地での使い勝手をみながら修正していくことで実現できるものと考えている。