

「キクの種間交雑と開花生態に関する研究—43年を振り返って—」

柴田道夫（東京大学・農学生命科学研究科）

1. はじめに

演者は今から43年前の1979年に農林水産省に入省し、同省野菜試験場育種部花き育種研究室でキクの研究に従事し始めた。以降、農業・食品産業技術総合研究機構、東京大学大学院農学生命科学研究科において一貫してキクに関する研究に携わってきた。そこで、今回のセミナーにおいては、これまで自らが携わった研究のいくつかについて紹介したい。

前述の花き育種研究室では研究室長であった川田穰一氏のもと我が国で最も重要な花きであるキクを対象とした研究が取り組まれていた。同氏は欧米で施設における周年計画生産用に品種改良されたスプレーギクを1974年に我が国へ導入し、我が国における普及を図るとともに、スプレーギクのみならず我が国のキクにおいても、精度の高い開花調節を実現し、生産を安定化させるための研究を展開していた。そのような中、演者は以下の研究に取り組んできた。

2. キクの種間交雑

栽培ギクが含まれるキク属植物は東アジアに分布しており、我が国にも20種類あまりが自生している。栽培ギクはいくつかのキク属野生種による雑種起源と考えられているが、その詳細については明らかになっていない。研究室では我が国に自生するキク属野生種とスプレーギクを含む栽培ギクとの種間交雑によって、キク属野生種がもつ有用形質の栽培ギクへの導入を図っていた。演者が着任した時点で、既に10種近いキク属野生種とのF₁雑種が作出されていたが、残念ながらそのままでは実用化できそうなF₁雑種は見当たらなかった。演者は本州の太平洋沿岸に自生するイソギクとスプレーギクとのF₁雑種が小輪多花性の花房を有していたことに着目し、スプレーギクへの戻し交雑を行った結果、これまでになかった新しいタイプの小輪スプレーギクの育成に成功した（柴田ら、1988）。イソギク雑種はその後の沖縄を中心とした露地小ギク産地の発展に大きく貢献した。

3. キクの開花生態の解明—夏秋ギクの長日開花性と高温開花性による夏季生産の安定化

キクは秋に開花する短日植物として知られているが、我が国にはさまざまな季節に開花する多様な生態型のキクが存在していた。多様なキクの生態的特性の分類については、古くは岡田（1963）によって日長と温度に着目した分類が行われ、その後、川田・船越（1988）によって日長（限界日長と適日長限界）、ロゼット性、幼若性に着目した分類に発展的に変更されてきた。川田ら（1987）は冬至芽由来のキクが開花に至るには、「ロゼット相」、「幼若相」、「感光相」を通過しなければならず、それぞれの通過に低温、高温、短日が必要であるとの考えを示した。この概念は自然のキクの生活環に基づいたものであるが、挿し穂や苗の低温処理、栽培温度、日長処理といったキクの開花調節技術の体系化にも貢献してきた。特に、早生の夏秋ギク（7月咲き）が、ロゼット性および幼若性が弱く春先に早く感光相に至り、しかも限界日長が夏至の自然日長よりもはるかに長いことから、夏季の電照による開

花調節に適することを示した成果は、夏場の需要期における精度の高い開花調節の実現に大きく貢献した。一方、演者は我が国のスプレーギク生産における高温による開花遅延の問題の育種的な解決に取り組み、夏秋ギク並びに夏秋ギクと秋ギクとの交雑系統が高温条件下においても開花遅延しにくいことを明らかにした(柴田, 1997)。夏に開花する夏秋ギクが秋ギクに比べて高温開花性を有することは当然の帰結とも言えるが、この成果により我が国におけるスプレーギクの周年生産化が飛躍的に進捗したことは間違いない。

以上のようなキクの開花生態に関する研究の進捗により、かつては、夏から秋にかけては高冷地、秋から初夏にかけては温暖地という生産分担による周年供給が主体であったキクであるが、現在は秋ギクと夏秋ギクの組合せによる我が国独自の同一地域におけるキクの周年生産が実現している。

4. さらなるキクの開花生態の解明—ロゼット性と幼若性

わが国では親株を冬季に低温を遭遇させる栽培管理が現在でも一般的であるが、欧米では冬季にも低温遭遇させずに苗生産する体系が定着している。しかし、ロゼット性や幼若性を有する夏秋ギクが秋ギクの育種にも利用され始めたこと、そして我が国においても苗生産の分業化が一部導入され、海外産の挿し穂の利用が増加してきていることから、新たにキク品種のロゼット性、特に幼若性関連の特性の解析が必要となってきた。

柴田・久松(2007)および Hisamatsu et al.(2017)は、キクの生態的特性について、キクの花芽分化・発達と節間伸長に及ぼす温度履歴の影響という新たな視点で把握できるのではと提案している。節間伸長についてはほとんどのキク品種で高温遭遇が抑制的に、低温が促進的に働いている。一方、花芽分化・発達については、ほとんどのキク品種で、高温履歴が抑制的に働くものの、その後の低温履歴については促進的に働く場合と、抑制的に働く場合がある。4週間以内の比較的短い低温履歴は花芽分化・発達について促進的に働くことが知られており、品種‘秀芳の力’などでは挿し穂の低温処理がロゼット化防止に役立ち、正常な花芽分化を誘導する。しかし、6～8週間以上のより長い低温履歴を受けると、多くの品種で花芽分化節位が上昇し、開花しにくくなる特性を示すことが新たに判明した。ロゼット性を高温履歴による節間伸長能および花芽分化・発達能の低下に、幼若性を低温履歴による花芽分化・発達能の低下と読み替えることによって、キクの生産現場で起こるさまざまな品種の温度反応の整理ができると考えられる。キク属には寒冷地や高冷地に自生する種があるが、ロゼット性や幼若性の特性解析にはこれらの種が役立っていく可能性がある。なお、これらの特性は休眠に関連した現象と捉えることができる。

5. おわりに

近年、キクの花成に関わる分子実体が明らかになる(Oda et al.,2012, Higuchi et al.,2013)など分子生物学および植物生理学的な研究の進捗が著しいが、今後、キクの休眠関連現象についても同様の進捗が期待できる。本年(2021)にNBRPが中心となって二倍体野生種キクタニギクの高精度全ゲノム塩基配列が決定され、六倍体である栽培ギク品種育成へのゲノム情報の利用も夢ではない状況となってきた(Nakano et al.,2021)。キクの開花生態に関する今後の更なる研究進展と、キクの育種効率の飛躍的な向上に期待したい。

参考文献

- 1) Higuchi Y. et al. 2013. The gated induction system of a systemic floral inhibitor, antiflorigen, determines obligate short-day flowering in chrysanthemums. PNAS 110:17137-17142.
- 2) Hisamatsu T, et al. 2017. Seasonal variability in dormancy and flowering competence in *Chrysanthemum*: chilling impacts on shoot extension growth and flowering capacity. JARQ 51:343-350
- 3) 川田穰一ら. 1987. キクの開花期を支配する要因. 野菜茶試研報. A1 : 182-222.
- 4) 川田穰一・船越桂市. 1988. キクの生態的特性による分類. 農業および園芸. 63:985-990.
- 5) Nakano, M. et al. 2021. A chromosome-level genome sequence of *Chrysanthemum seticospe*, a model species for hexaploid cultivated chrysanthemum. Communications Biology, DOI : 10.1038/s42003-021-02704-y
- 6) Oda A. et al.2012. *CsFTL3*, a chrysanthemum *FLOWERING LOCUS T*-like gene, is a key regulator of photoperiodic flowering in chrysanthemums. J.Exp.Bot. 63:1461-1477.
- 7) 岡田正順. 1963. 菊の花芽分化および開花に関する研究. 東京教大農紀. 9:65-202.
- 8) 柴田道夫. 1997. 夏秋ギク型スプレーギクの温度・日長反応と育種に関する研究. 野菜茶試研報, A12 : 1~71
- 9) 柴田道夫ら. 1988. イソギク (*Chrysanthemum pacificum* Nakai) とスプレーギク (*C. morifolium* Ramat.) との種間交雑による小輪系スプレーギク品種‘ムーンライト’の育成経過とその特性. 野菜茶試研報. A2 : 257-277.
- 10) 柴田道夫・久松 完. 2007. 温度がキクの節間伸長および開花に及ぼす影響について. 園学研. 6 (別2) : 352