

# カーネーションの育種・生産の現状と今後の展開方向

農研機構 野菜花き研究部門  
花き遺伝育種研究領域

山口 博康

## はじめに

カーネーションはキク、バラとならぶ3大花きのひとつである。カーネーションという母の日の花の印象が強いかもしれない。しかし、花色がバリエーションに富んでいるため切り花やポットで広く利用され、切り花は仏花としてスーパー等で売られている花束にも使われるなど、冠婚葬祭から家庭用まで幅広く年間を通して使われている重要な品目である。カーネーション切り花の国内流通量は約6億本で、他の切り花の流通量が全体的に減少傾向にある中、需要が維持されている数少ない花きのひとつとなっている。

カーネーションは、卸売市場の取扱金額上位10品種を合計しても約23%（市村 2013）と日本国内では100品種以上が流通している。しかし、それら品種の育種はほぼ海外で行われている。そのような中、日本においても国内でのカーネーション生産における問題の解決や県のオリジナル品種開発を目的として品種育成が行われている。さらに、カーネーションでは他の花に先駆けて育種技術の開発とその利用にも取り組まれ、病害抵抗性選抜のためのDNAマーカーが開発され、また、花きで初めてゲノム情報の解読に成功した品目である。ちなみに、遺伝子組換え技術による世界初の花も青いカーネーション「ムーンダスト」である。

本特集では、このように重要な切り

花品目であるカーネーションについて、その育種・栽培と技術開発の動向について紹介する。本稿では、カーネーションの日本国内における生産の現状、育種および育種研究と今後の展開方向について紹介する。さらに、切り花生産が国内1位で高冷地の産地である長野県、および国内3位で西南暖地の産地である愛知県におけるカーネーションの切り花生産の現状と研究への取り組みを、それぞれ紹介する。なお、ポットカーネーションについては本誌50巻5号「ポットカーネーションの栽培体系と求められる技術開発」（古屋修氏）に詳しいことから、そちらを参照頂きたい。

## 1. 国内におけるカーネーションの生産の現状

2017年における日本国内でのカーネーション切り花の算出額は111億円で、きく、ばら、ゆり、トルコギキョウに次いで5位であるが、生産本数は約2億4千万本で、きく、ばらに次いで3位となっている（農林水産省統計部 2019a）。国内の主な産地は、長野県、北海道、愛知県、千葉県、兵庫県、長崎県で（農林水産省統計部 2019b）、6月～9月は長野県と北海道の高冷地、寒冷地から、

10月～5月は暖地の産地からリレー出荷され、周年供給されている。

日本におけるカーネーション切り花生産は年々減少している。1990年の約6億9千万本をピークに下降し、2018年には約2億3千万本（農林水産省統計部 2019c）まで減少している。国内生産の減少は、高齢化等による離農や、他の品目との複合経営への転換などによる栽培農家数、作付面積の減少による。2018年における作付面積は234ha（農林水産省統計部 2019c）で、ほんの10年前の2008年（412ha）と比べても、その57%と大きく減少している。

国内生産が減少しているのに対し、海外からの輸入は年々増加している。カーネーションは最も輸入されている切り花である。2000年の国内産シェアが89.3%だったのに対し、2018年における輸入量は約3億7千万本（農林水産省植物防疫所 2019）と、国内流通量約6億本に占める国内産シェアは37%まで低下している（図-1）。

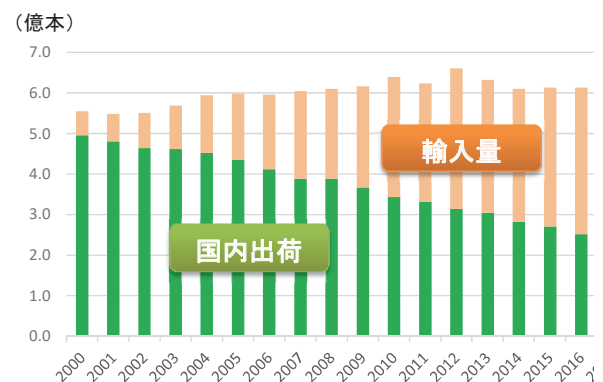


図-1 カーネーション切り花の国内出荷量および輸入量の推移  
農林水産省植物防疫所植物検疫統計および統計部花き生産出荷統計より作成



図-2 萎凋細菌病抵抗性品種  
左から「花恋ルージュ」、「ももかれん」、  
「ひめかれん」

主な輸入先は、コロンビア（2.5 億本）や中国（7.6 千万本）、エクアドル（3.0 千万本）である。海外からの輸入は当初、国内産地からの出荷の端境期に国内からの供給量が少ないことを補うかたちで始まったが、近年はカーネーション栽培に適した気候のもとで栽培される輸入品の品質が向上し、かつ、十分な品質の切り花がまとまった本数揃う点で国内生産品よりも市場で優位に立っている。

## 2. 国内における育種および育種研究の現状

カーネーションの切り花生産のほとんどは種苗会社から苗を購入して行われている。種苗会社における品種開発は、主に海外の育成系統を日本で栽培して適応性を評価する形で行われている。国内の種苗会社でカーネーションの育種を交配から実施しているのは、現在2社のみである。

生産者による育種も行われており、香川県の農事組合法人香花園や茨城県の常陸野カーネーション組合ではオリジナル品種を開発し、自家苗生産して切り花栽培を行っている。

さらに、公的機関の愛知県、長崎県、香川県、静岡県、および農研機構においても品種開発を行っている。愛知県での取り組みについては、本特集の愛知県の記事で別途紹介する。長崎県では「だいすき」などの6つの県オリジナル品種を育成、また、産地で深刻

な問題となっている萎凋細菌病への抵抗性品種の開発に取り組んでいる。香川県では生産者と共同で花の形に特徴のある「ミニティアラシリーズ」を開発、海外の大手種苗会社とも利用許諾契約締結に至っている。

農研機構では国内カーネーション生産の復活に育種の点から貢献するため、育種技術の開発とそれを利用した品種開発に取り組んできた。また、それらの成果を活用して公設試と共同研究を実施し、さらに農業・食品産業科学技術研究推進事業「良日持ち性および萎凋細菌病抵抗性を有するカーネーション品種の開発」(2014～2016年)により品種育成を進めてきた。それらについて以下に紹介する。

### (1) 萎凋細菌病抵抗性品種の開発

萎凋細菌病は、夏季に高温となる日本において発生が問題となる土壌病害である。カーネーション生産では萎凋細菌病やその他の土壌病害の防除のため土壌消毒は必須となっているが、生産圃場によっては完全に防除しきれず病気の発生により切り花生産ができない事態を招いている。

そこで農研機構（当時、農林水産省野菜・茶業試験場）では萎凋細菌病抵抗性品種の開発に取り組み、まず、萎凋細菌病菌の接種検定により抵抗性の育種素材を探索した。その結果、カーネーション (*Dianthus caryophyllus* L.) に近縁の野生種である *D. capitatus* (ダイアンサス・キャピタータス) が

唯一抵抗性を示すことを見出した (Onozaki *et al.* 1999)。そして、カーネーション品種と *D. capitatus* を交配し、萎凋細菌病抵抗性の中間母本「農1号」を育成した。その後、「農1号」とカーネーションを交配して得られた後代にさらにカーネーションを交配することを繰り返して、世界で初の萎凋細菌病抵抗性カーネーション品種「花恋ルージュ」(図-2)の開発に成功した(八木ら 2010)。その育成過程の最後の2世代ではDNAマーカーを用いた選抜も行った。農研機構では現在、「花恋ルージュ」の改良を図り、引き続き萎凋細菌病抵抗性品種の育成を進めている。

また、萎凋細菌病の発生が深刻な問題となっている長崎県では、抵抗性品種に対する生産者からの高い要望から、「花恋ルージュ」を育種素材とした抵抗性品種の開発に農研機構と共同で取り組んでいる。これまでに、長崎県の育成品種「だいすき」との交配からスプレータイプの萎凋細菌病抵抗性品種「ももかれん」(図-2)および「ひめかれん」(図-2)を育成し、現在品種登録出願中である。今後、萎凋細菌病に汚染された圃場でのカーネーション栽培の復活に貢献することが期待される。

### (2) 良日持ち性品種の開発

花を求める消費者からは、長く観賞できる日持ちの良い花が望まれる。カーネーションは花の中では比較的日

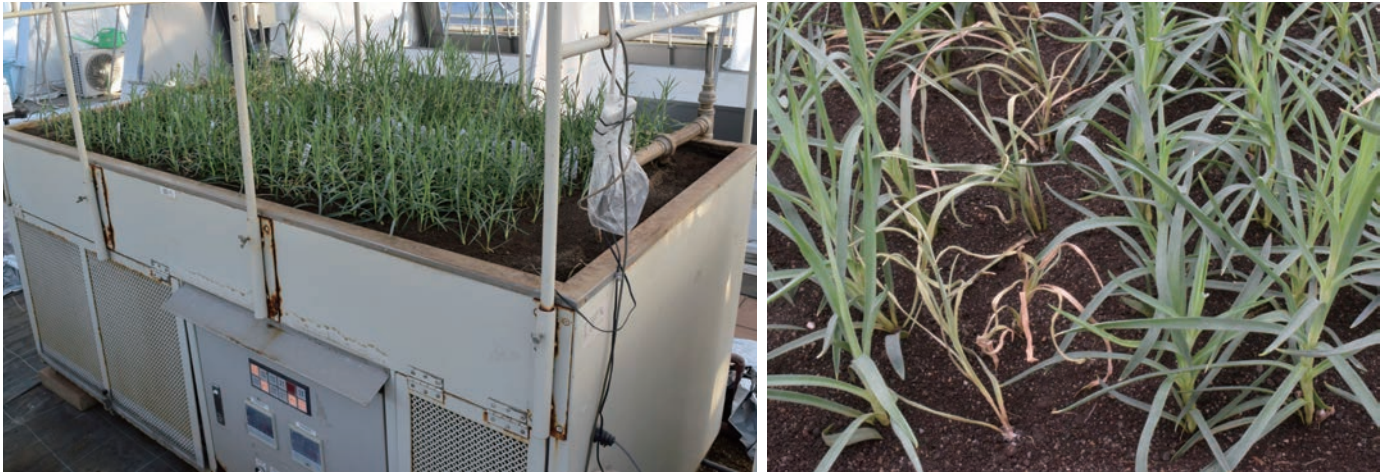


図-3 土壌病害検定装置と萎凋細菌病の接種検定の様子  
 接種後 28 日目。左列から抵抗性品種「花恋ルージュ」、罹病性品種「タイム」、抵抗性品種「ひめかれん」および「ももかれん」。

持ちが良い花である。また、カーネーションはエチレン感受性が高いため、生産者がエチレンの作用阻害剤であるチオ硫酸銀錯体 (STS) を処理して出荷している。それにより、流通しているカーネーション切り花の日持ちはさらに伸びている。しかしながら、切り花そのものが日持ちが良い特性を有することは、切り花の重要な品質である日持ちを保証するために有用である。

小野崎らは、日持ちが良い系統の選抜とそれらを使った交配を繰り返すことで日持ちを少しずつ長くする手法で、「ミラクルルージュ」および「ミラクルシンフォニー」を開発した (小野崎ら 2006)。それら 2 つは STS 処理しなくても 20 日前後の日持ちを示し、通常の品種の約 3 倍まで日持ちが延長された。「ミラクルルージュ」や「ミラクルシンフォニー」の日持ちが良い原因は、花の老化時に発生するエチレンの量が極めて少ないためであることが明らかにされている。

愛知県では、県オリジナル品種の取り組みにおいて日持ちの長い高付加価値の品種を目指し、農研機構育成の良日持ち系統「108-44」を育種素材に農研機構と共同育成に取り組んだ。その結果、小花の日持ちが約 21 日程度と愛知県内で栽培されている主要品種

の約 3 倍の日持ちを示すスプレーカーネーション「カーネアイノウ 1 号」が育成された (堀田ら 2016)。「カーネアイノウ 1 号」の詳細に関しては、本特集の愛知県での取り組みに関する記事を参照して頂きたい。

### (3) DNA マーカーの開発およびゲノム育種基盤の構築

選抜を目的とする形質と密に連鎖する DNA マーカーを目印として、その有無を調べることで目的形質を有する系統を選抜する手法である DNA マーカー選抜は、育種の効率化に非常に有効な方法である。

カーネーションで実際に DNA マーカーを用いた選抜を実施している萎凋細菌病抵抗性を例にあげると、菌を接種して検定する方法では、地下部を発病適温に保てる土壌病害検定装置を使い、接種後最長 90 日まで観察して評価している (図-3)。そのような装置を使っても環境条件の影響を受け、かつ、長期間かかる。また、場所にも制約があるため評価可能な育成系統数が限られる。さらに、検定に供試する挿し芽苗が作れるようになるまでに交配から 2 年近くを要する。DNA マーカーを使うことでこれらの問題が無くなり、実生の段階で、短時間でたくさ

んの育成系統を評価することが可能となった。

カーネーションは挿し芽により栽培するため、1 年目に実生で評価・選抜し、さらに 2 年目に選抜系統について挿し芽苗での栽培による評価を実施する。さらに、その後 3 年程度、徐々に試験栽培の規模を大きくしながら生産性などを評価する。栽培試験では 2 年目にならないと評価できない形質が、DNA マーカーの利用により実生時に選抜できることで、たくさんの交配種子を得て育種をスタートできるようになった。

農研機構では、開花期や花の日持ち性に関連する DNA マーカーの開発にも取り組んでいる。開花の早晩性は切り花の収量に影響し、収量が高くなる早生品種が望まれるが、その評価は 2 年目の挿し芽苗での栽培による。また、日持ちの良い花の育種では、2 年目の栽培による花を水に生けて日持ち日数を評価している。それら 2 つの形質についても DNA マーカーが開発されれば、早期に効率的で安定した評価が可能となる。

選抜のための DNA マーカーの開発には、ゲノム情報を活用するための基盤が必要である。カーネーションの基本染色体数 15 に一致し、RAD マー



図-4 カーネアイノウ1号 (愛知県提供)

カー 2119 個と SSR マーカー 285 個からなる連鎖地図が作成 (Yagi *et al.* 2017) され、詳細な QTL 解析が可能となった。また、栄養繁殖性で遺伝的に雑ばくな花き品目では世界で初めてとなる全ゲノム解読に成功し (Yagi *et al.* 2014 ; 八木 2014), 得られたゲノム配列とどの領域に何の遺伝子があるかを注釈付けされた情報はデータベースにまとめられ公開されている (<http://carnation.kazusa.or.jp/>)。さらに、近年、次世代シーケンサーの発達により高精度なゲノムワイド関連解析 (GWAS) が可能になってきている。このように、カーネーションではゲノム育種基盤の構築が進んでおり、有用な DNA マーカーの開発とそれを利用した効率的育種のさらなる進展が期待される。

### 3. 今後の展開方向

カーネーションは日本国内で約 6 億本の需要がある重要な花である。安価であることや花色がバリエーションに富んでおり用途が広い点で、他の花には置き換えられない品目である。しかしながら、国内生産は減少の一步をたどっている。もともと夏が暑い日本の気候はカーネーション栽培に適さず、品質の点で輸入品に劣る。また、土壌病害やダニ等の防除のために大変

な労力がかかる。さらに近年は、温暖化によりさらに厳しい環境になってきている。高温対策のための冷房装置などもあるが、カーネーションは単価の安さ故にそれらの機器の導入はなかなか難しい。そのため、育種による問題解決に大きく期待されることから、今後は、日本の暑さに適応できる品種の開発に取り組むたいと考えている。

日本の気候にあったカーネーション品種が持つべき特性は多く、かつ、カーネーションは品種の更新サイクルが短い。そのようなカーネーションの育種において DNA マーカーは必須であるが、その開発の基盤となる全ゲノム解読や高密度連鎖地図が整備されている。また、育種素材については、愛知県と農研機構が育成したカーネアイノウ 1 号 (図-4) は、日持ちの良さに加えて、早生で、かつ 10 月から茎が硬い高品質の切り花が生産できるという日本で栽培するカーネーションに望まれる特性を備えている。また、長崎県とも品種育成を進めている萎凋細菌病への抵抗性も、日本で栽培する品種が備えるべき特性である。

これまでに蓄積してきたこれらの素材と技術を活用し、さらに種苗会社と公設試が協力して日本の気候に適した品種の開発に取り組む体制を構築して、国産カーネーションの復活に繋げたい。

### 引用文献

- 堀田真紀子ら 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」の開発とその特徴. 愛知農総試研報 48, 63-71.
- 市村一雄 2013. 花き流通最新の動向. 花き研報 13, 1-15.
- 農林水産省植物防疫所 2019. 平成 30 年 (2018 年) 植物検疫統計.
- 農林水産省統計部 2019a. 平成 29 年産花きの生産状況.
- 農林水産省統計部 2019b. 平成 29 年産切り花類, 球根類, 鉢もの類及び花き苗物の品目別, 都道府県別産出額.
- 農林水産省統計部 2019c. 平成 30 年産花き生産出荷統計.
- Onozaki, T., *et al.* 1999. Evaluation of wild *Dianthus* accessions for resistance to bacterial wilt (*Pseudomonas caryophylli*). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68, 974-978
- 小野崎隆ら 2006. 花持ち性の優れるカーネーション農林 1 号「ミラクルルージュ」および同 2 号「ミラクルシンフォニー」の育成経過とその特性. 花き研報 5, 1-16.
- 八木雅史ら 2010. 萎凋細菌病抵抗性カーネーション「花恋ルージュ」の育成経過とその特性. 花き研報 10, 1-10.
- Yagi, M., *et al.* 2014. Sequence analysis of the genome of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). DNA Res. 21, 231-241.
- 八木雅史 2014. カーネーションの全ゲノム解読がもたらすもの. 植調 48(3), 3-10.
- Yagi, M., *et al.* 2017 Construction of an SSR and RAD marker-based genetic linkage map for carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). Plant Mol. Biol. Rep. 35, 110-117.