

栃木県の品種開発における DNA マーカーの開発とその利用

- 本県では品種開発の効率化を図るため、すべての品種開発の品目（水稻・大麦・にら・なし・アジサイ・いちご）で DNA マーカーが活用されています。DNA マーカーとは「DNA の目印」を意味し、特に耐病性等の有用形質と関連する DNA 配列は、品種開発における選抜の指標として利用されています。
- 本県で開発された DNA マーカーには、いちごの萎黄病耐病性や四季成り性、アジサイの八重咲き性等があり、その多くはゲノム解析技術を持つ大学等の研究機関との共同研究によって開発されました。
- 今後は、気候変動への対応やグリーン農業、スマート農業に適応した育種を迅速に進めるため、スマート育種やデザイン育種技術の開発をさらに進めていきます。

1 DNA マーカーとは

新しい品種を開発するには、多くの組み合わせによる交配作業と、その交雑個体の形質調査を行う必要があり、多大な労力と長い年月を必要とします。そのため、品種開発の効率化技術として、DNA マーカー選抜が行われています。DNA マーカーを選抜に利用することで、ほ場に定植する前の幼苗段階で優良形質個体のみを選抜することが可能となります。

本県では、すべての品種開発を行う品目（水稻・大麦・にら・なし・アジサイ・いちご）で DNA マーカーを活用できる体制が整備されており、新規 DNA マーカーについても大学等の研究機関との共同研究により開発を進めています（図 1）。



図 1 栃木県農業総合研究センターにおける品種開発体制

2 栃木県農業総合研究センターで開発した主要な DNA マーカー

(1) イチゴ萎黄病耐病性識別 DNA マーカー

イチゴ萎黄病は土壌病害であり、感染すると萎凋・枯死に至ることから重要病害の一つです。防除対策としては、土壌消毒の徹底がありますが、最も効果的な方法は耐病性品種の育成が挙げられます。イチゴ萎黄病耐病性は顕性遺伝の形質であるため、イチゴ萎黄病耐病性（ヘテロ）系統と罹病性系統を交配すると、子世代では約半数、イチゴ萎黄病耐病性（ヘテロ）間の交配では約 3/4 の個体が耐病性となります。そのため、耐病性 DNA マーカーを開発することで、マーカーの有無に基づく交配親の選定や交配後代の耐病性個体の選抜を効率化できます。そこで、当センターではイチゴ萎黄病耐病性識別 DNA マーカーを開発し、平成 25（2013）年の実生選抜から実用化しました。

なお、検定数については、迅速判定マーカー（PACE マーカー）の開発により、令和 6（2024）年には検定数が約 1 万実生に達しました（図 2）。

(2) いちごの四季成り性識別 DNA マーカー

いちごの四季成り性は低温短日条件下で花芽分化する一季成り性と異なり、長日条件下である夏季においても花芽分化することから、周年出荷を可能にする品種開発においては重要な形質となります。いちごの四季成り性はイチゴ萎黄病耐病性と同様に顕性遺伝の形質であることから、DNA マーカーの開発と選抜への活用は育種の効率化につながります。四季成り性識別 DNA マーカーは平成 29 (2017) 年に開発・実生選抜に実用化しました。さらに、より多くの品種・系統で活用できるよう汎用性の高い DNA マーカーを宇都宮大学との共同研究により開発し、選抜に活用しています。

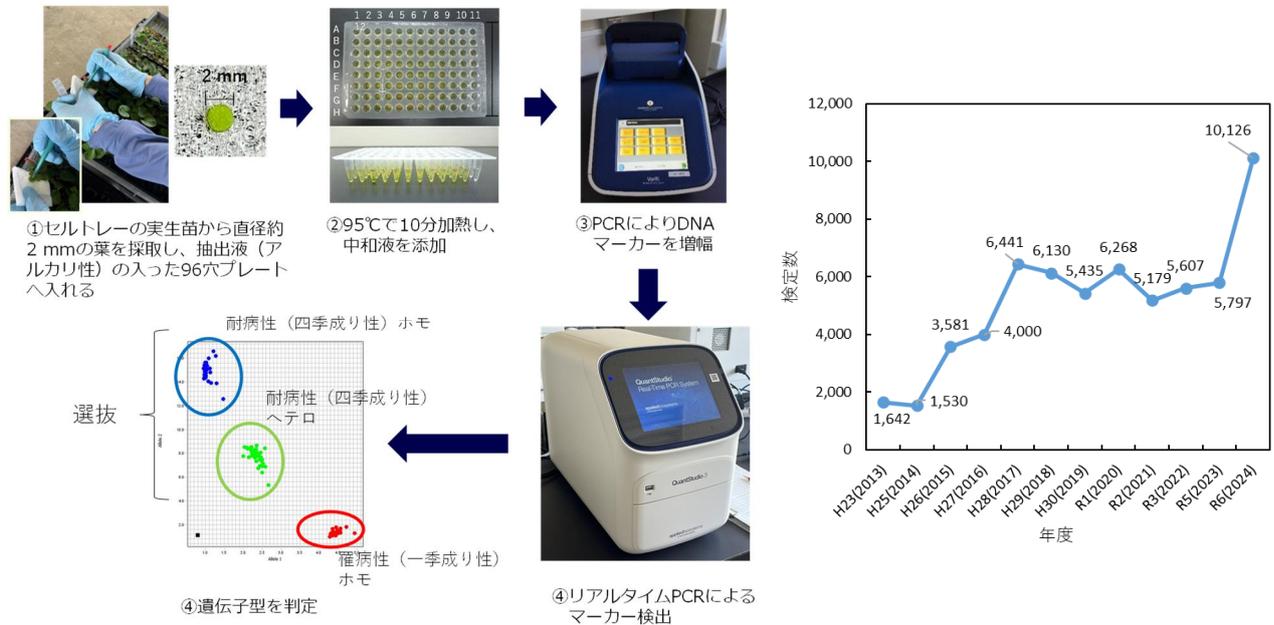


図2 いちご実生からのイチゴ萎黄病耐病性・四季成り性の判定フローと検定数の推移

(3) アジサイの八重咲き性識別 DNA マーカー

アジサイの「八重咲き性」は、希少性から市場評価が高い重要な形質となります。しかし、アジサイの八重咲き性は潜性遺伝であるため、八重咲き性の品種と一重咲き性の品種を交配した後、更にその子の世代（すべて一重咲き性）を交配する必要があります。加えて八重咲き性個体の出現確率は約 1/4 と低く、花が咲くまで 2 年を要するため、八重咲き性品種開発には時間と労力が必要でした。

そこで、八重咲き性品種育成を効率化するため、令和 3 (2021) 年に八重咲き性を識別する DNA マーカーを日本大学、かずさ DNA 研究所、滋賀県立大学、宇都宮大学及び福岡県との共同研究により開発しました。現在では、開発した DNA マーカーを活用し、八重咲き性因子を持つ交配親の選定や実生苗選抜を効率的に行っています (図 3)。

なお、アジサイ「キャンディポップ」、「スターポップ」、「ジュエリーポップ」は八重咲き性識別 DNA マーカーにより選抜された品種となります。

① 交配親の八重咲き性遺伝子型の有無を判定



② 交配実生における八重咲き性の遺伝子型のみ選抜

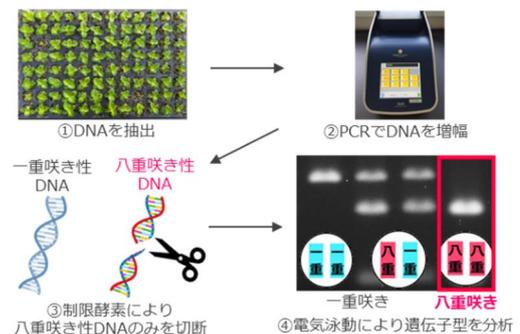


図3 アジサイ実生からの八重咲き性個体の判定フロー

(4) アジサイの手まり咲き性遺伝子の同定

アジサイの手まり咲き性は、八重咲き性と同様に希少性と市場評価が高い形質となります。また、手まり咲き性も潜性遺伝であることから、DNAマーカーによる選抜効果が高い形質となります。

そこで、令和6（2024）年に日本大学、かずさDNA研究所、滋賀県立大学、宇都宮大学及び福岡県との共同研究により、手まり咲き性の原因遺伝子（*Temary*）を同定しました。現在、原因遺伝子に基づき、高精度に手まり咲き性を識別できるDNAマーカーの開発を進めています。

(5) いらの生殖性識別DNAマーカー

いらは条件的単為生殖性を示すため、交雑率は数パーセントと低く、育種の効率化が課題でした。そこで本県では、両性生殖系統を見出し、これと単為生殖性系統を交配した集団を解析材料にして、単為生殖性を識別する二つのDNAマーカー（複相大孢子形成性と単為発生性）を開発しました。これらのマーカーの開発により、本県独自の両性生殖性系統と単為発生系統を活用したいら育種システムを開発しました（図4）。なお、複相大孢子形成を識別するDNAマーカーについては、かずさDNA研究所との共同研究により開発しました。

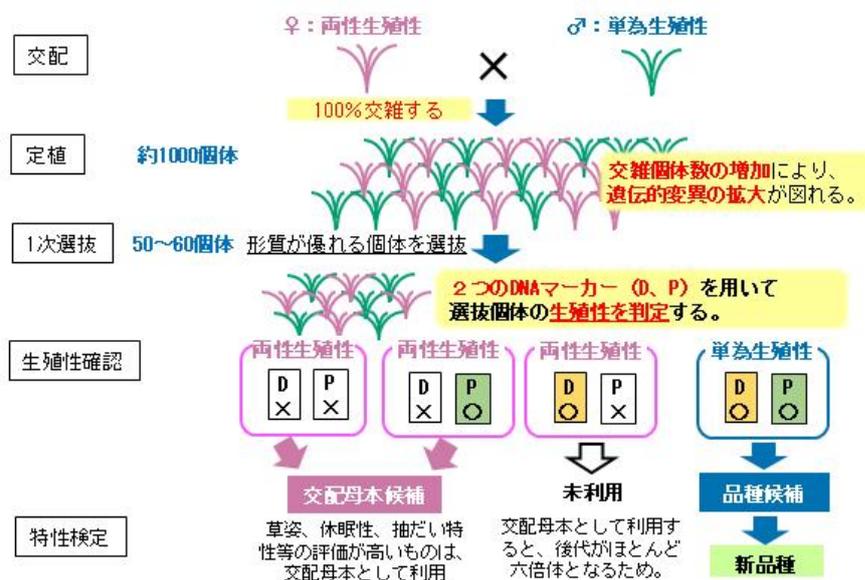


図4 両性生殖性系統と単為生殖性系統を活用したいら育種システム

注）「D×、P○」の遺伝子型は、本来単為生殖性になるはずだが、単為発生した個体は半数化して枯死し、条件的単為生殖性で交雑した個体のみが生き残るため、見かけ上、両性生殖性となる。

3 今後の取り組みについて

気候変動やグリーン農業、スマート農業に適応した育種を迅速に進めていくため、DNAマーカーの活用を更に発展させた新たな育種手法として、品種・系統及び交雑集団の膨大なゲノム情報と形質調査データを活用するスマート育種やデザイン育種技術の開発を進めていきます。

なお、新規マーカーの開発としては、特に近年の夏季高温により発生が増加しているイチゴ炭疽病の耐病性識別DNAマーカーの開発を進めていきます。

（生物工学研究室）