

## やさしい植物バイオ

石川県立大学 生物資源工学研究所 大山 莞爾

はじめに

世界の人口は現在60億人と言われています。今後ますます増加することが予測されています。今後の人口の増加に見合う食糧の増産が不可欠です。有史以来いままでも人々は従来の育種技術を駆使して作物の品種改良をしてきましたが、急激な人口増加を支えるには、新しい育種法の開発が必要です。一方、日本は食糧の自給率が40%を切るという別の問題が生じています。自給率向上が今後の食品の安心安全のため必要となります。

従来の作物育種だけでなく新しい育種法（遺伝子農学、DNA 農学、遺伝子組み換え農学）の開発が必要になります。本講座では、まずそのために必要な遺伝子（作物の形質）の実体、遺伝形質（DNA）・遺伝情報の保存・伝達、遺伝子発現について述べます。続いて、新しい遺伝子の人為的な改変について、従来の育種法から遺伝子組み換え技術の発展の歴史的背景、品種改良の技術、遺伝子組み換え作物の実用化、実際について述べます。

### 第1部 遺伝の仕組み

#### 1. 遺伝子とは

遺伝子は親から子孫に受け継がれ、その形質を発現します。例えば動物の特有の遺伝子は生殖過程を通して子孫に伝えられ、植物では花の形や色など多くの遺伝形質が種子を通して子孫に伝えられます（図1-1）。

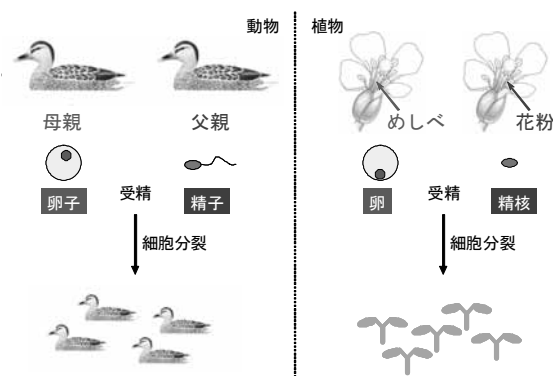


図1-1 子供は卵子と精子を通して親の性質を受け継ぐ

#### 2. 遺伝子に書き込まれた遺伝情報

遺伝情報は4つの文字（アデニン、グアニン、シトシン、チミン）で暗号化してDNAの上にかかれています。例えば、ウイルスはA4版一枚に1ページ30行で3,000字に相当する暗号で、一方、ヒトの遺伝情報は厚さ5cmの本1,000冊分になり20mのビル20階分の高さになります（図1-2）。

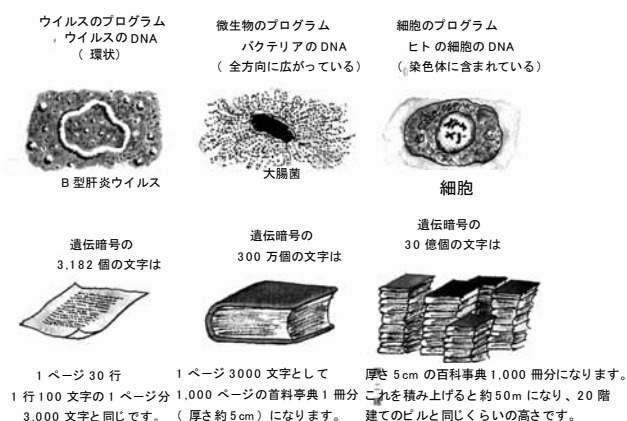


図1-2 ゲノムの容量

#### 3. 遺伝形質の発現

遺伝形質の発現は、植物ではメンデルがエンドウを用いて、動物ではモルガンがショウジョウバ

エを用いて明らかにしました (図1-3)。

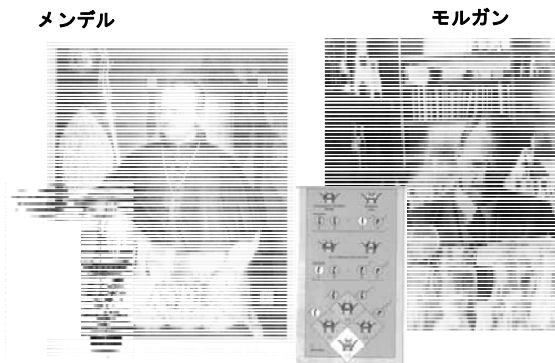


図1-3 遺伝形質の発見

遺伝情報の違いは生物の性質を大きく変えます。例えばチンパンジーとヒトは全 DNA はわずか 1.2% が違っているだけです (図1-4)。植物の花の色や形態もわずかに数個の遺伝子の暗号の違いによることが判っています (図1-5)。



図1-4 遺伝子の違いが生物の性質を変化させる

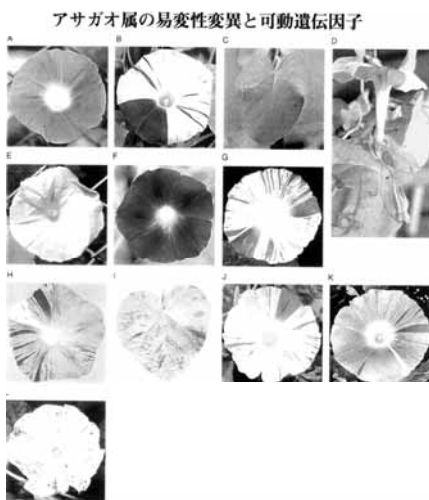


図1-5 花の色を決定している遺伝子の研究

#### 4. 遺伝子の実体、DNA の発見、二重らせんの構造解明

遺伝形質が DNA であることは、ライン川を遡上する鮭の精子から DNA (核酸) が発見されたことがきっかけとなり明らかとなりました。その後、強毒の肺炎菌の DNA を取り出し、弱毒の肺炎菌に取り込ませること (DNA 導入、形質転換と呼んでいます) により、始めて遺伝形質が DNA 物質であることが証明されました (図1-6)。



図1-6 遺伝物質の発見

そしてついに DNA 分子構造が 2 重らせんであることがワトソンとクリックによって解明され、遺伝子の増殖や遺伝する仕組みが明らかにされました (図1-7)。



図1-7 ワトソンとクリックの二重螺旋

### 第2部 遺伝子の不変性と可変性

#### 1. 植物の遺伝子操作の始まり

従来の育種はヒトが地球上に誕生して今まで長

い年月をかけて行われてきました。作物の起源はその多くは南米で、やがて中国、韓国を通り日本に伝来したといわれています（図2-1）。その伝播の途中でも年月をかけて改良がなされ、日本に定着したものはさらに品種改良され、今日の作物が作り出されています。



図2-1 作物の原種と品種改良

## 2. 農作物の栽培の歴史と品種改良

500万年前人類が誕生し、2万年前に現在の栽培種であるイネ、コムギ、オオムギ、トウモロコシ、サツマイモ等その原種が発見され育種されてきました。そしてメンデルの法則が発見され、20世紀初めに人工交配に成功しました（図2-2）。そして、いわゆる近代品種改良が始まり、生産性の向上、品種の向上が目標となり今日に至っています。

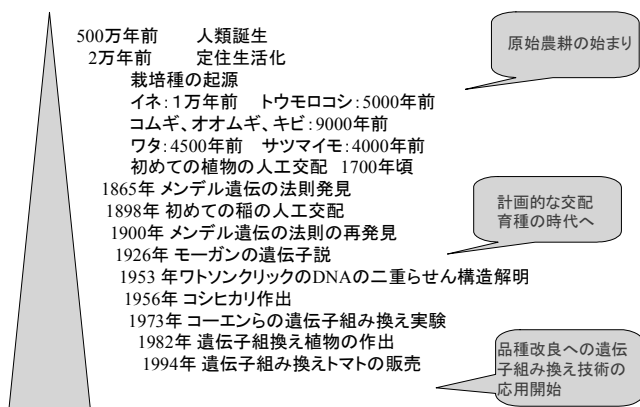


図2-2 農作物の栽培の歴史

## 3. 植物遺伝子操作の技術の発展

前述したように、爆発的な人口増加を支えるこ

とは、もはや従来の育種（品種改良）では不可能に近くなっています。すなわち全く新しい品種改良法の開発が渴望され、農学研究者、農業従事者により研究が実施されています。従来の植物育種法を用いた交配法では、急激な人口増加に見合うだけの食糧増産が短期的に不可能と予測されるにいたりました。そこで新しい考え方、新しい技術方法の開発が必要とされています。まず植物組織培養法の開発により無数の細胞を取扱うことができる組織培養や細胞培養を用いることが可能になり、短期的に品種改良や増殖法の成果が期待されるに至りました（図2-3）。

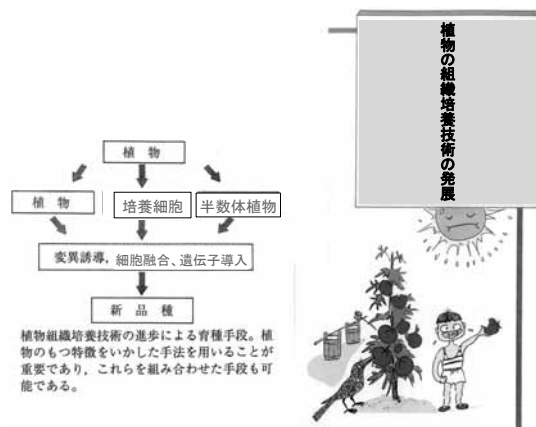


図2-3 新技術の発展と開発

まず異種の植物の細胞融合法によるまったく新しい細胞、植物の創生が行われました。例えば、ポメト（トマトとポテトの雑種）やオレタチ（オレンジとカラタチの雑種）が出現しました。そしてついに1970年代、異種の生物（動物、微生物、異なる植物）由来の遺伝子の導入法の発見と開発により新しい機能（生物学的機能や有用物質生産能、人にとり栄養学的な機能）を付加された植物の創出が可能となりました。

## 4. 遺伝子組み換え作物の実用化

遺伝子組み換え作物（GMO）研究から実用化ステージへの移行時期には、外来の異種 DNA 遺伝子の導入は、消費者の間で人間に有害な植物が作られるのではないかと植物の生態系を攪乱するのではないかと不安が問題となってきました

た。しかし、遺伝子組み換え植物実験の指針が厳しく制定され、安全性試験が実施されています。アメリカでは早くも遺伝子操作によるトウモロコシ、ダイズなどの遺伝子組み換え体が実用化され大規模栽培され、日本にもダイズなどの遺伝子組み換え作物由来の製品が輸入されています。日本では遺伝子組み換え植物の圃場栽培ははまだ許可されていませんが、遺伝子組換えされた青いカーネーションが市場にでていますし、遺伝子組換えにより作られた青いバラも南米コロンビアで栽培され輸入され、近日中に市場に出るでしょう（図2-4）。

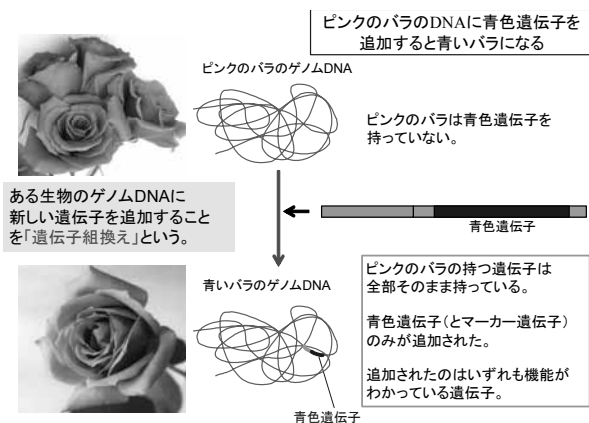


図2-4 バラの花色遺伝子組換え技術

しかし、これまでの開発された遺伝子組み換え作物は1次生産者（除草剤耐性や害虫耐性作物の栽培）にとってメリットのある作物でした。やがては消費者にメリットのある作物の作出が待たれています。実用化されている遺伝子組み換え作物としては、除草剤耐性ダイズ（図2-5）、害虫耐性



図2-5 除草剤抵抗性の効果

トウモロコシ（図2-6）、ビタミンAを産生するライス（ゴールデンライス、図2-7）があります。日本ではアレルギー反応の少ないライスの品種改良、動物のウィルスに対する抗体を生産する植物、花粉のないスギの出現が待たれています。

主にトウモロコシ、ワタにおいて実用化...



図2-6 害虫抵抗性作物



図2-7 ゴールデンライスとβカロテン

おわりに

増大し続ける世界の人口の食糧を賄うため、現在食糧難にあえぐ地域の人々を援助するために、農耕地の拡大という旧来の施策では、環境破壊、地球温暖化を招くだけです。新しい食糧生産方法の出現が必要です。しかしながら急激な食糧生産のためには、従来の品種改良では短期的な成果は期待できません。環境を破壊しない新しい品種改良法の開発が不可欠です。日本のような耕地面積が少なく、輸入に依存しなければならない国はますますその必要性が拡大するでしょう。

#### 参考文献

1. 遺伝子組み換え植物の光と影 山田康之、佐野 浩編者 学会出版センター
2. 遺伝子組み換え植物の光と影 II 佐野 浩監修
3. 生命科学のコンセプト分子生物学 小関治男、永田俊夫、松代愛三、由良 隆 著 化学同人
4. 遺伝子組換え食品 責任編集：大澤勝次、田中宥司 日本農芸化学会編 学会出版センター
5. 遺伝子組換えコンテンツ 日本植物生理学会編

### Comprehensive Biotechnology in Plant Introduction

We will be facing worldwide food shortage in near future by drastically increasing population. In order to decrease this food shortage problem in a short period of time, new plant breeding system must be developed and introduced to overcome these food shortages. In this lecture first we understand what are genetic material, genetic inheritance and genetic expression. Then we introduce the history of old plant breeding system and new biotechnology to create new valuable plants having new function such as herbicide resistance, insect resistance and food with new nutritional function using genetic modified technology. As described above, agriculture plays a very important role to production of food as well as to save our environment for future generations.