

「2019年中日国際小豆学術交流会」 (十勝小豆研究会inハルピン)報告(その1)

中日の小豆研究の学術交流会は盛会に終わる！

佐藤 久泰

1.はじめに

第14回を迎えた十勝小豆研究会は、かねてより唯一の海外会員である黒龍江省農業科学院の何寧さんの熱望により、黒龍江省ハルピンでの開催が出来た。前年秋頃から準備を重ね、全面的に何寧さんにお世話になったが、事務局長の長岡泰良さんにも、日本側の窓口として色々お世話をお掛けしたが、盛会に開催され無事終える事が出来た。

開催日は、8月24日から30日までの5日間、ハルピンの黒龍江省農業科学院を会場に開催された。日本側からは研究発表者4名を含めて11名（沢田壮兵前十勝小豆研究会会長、長岡泰良十勝小豆研究会事務局長、安部史郎幕別農協農産部主任技師、田島繁雄東京大学名誉教授、張馨元横浜国立大学経済学部副教授、東慶一郎読売新聞瀋陽支局長、朴金蘭読売新聞瀋陽支局助理）。中国側からは、程須珍国家食用豆産業技術体系首席科学家。来永才黒龍江省農業科学院副



院長、許為政黒龍江省農業技術普及センター副所長、何寧黒龍江省農業科学院外事処長など40名と合計51名。

北海道からの参加者は、8月26日に新千歳空港発9時30分発の新潟行きで出発、新潟空港に10時半過ぎに到着、新潟空港からのハルピン行きは12時15分発であるので、僕と沢田先生、加藤先生の3人は、すぐチェックインをして、簡単な食事をしようとして3階のレストラン街に行き食事をして保安検査、出国手続きをして搭乗口へと進む。

ハルピン行きには道内組6名を含め、ほぼ満員のお客を乗せて定時に飛び立ち、一路大陸に向かった。日本海上空から大陸に掛けては雲が多かったが、降下のアナウンスがあってハルピン空港近くになると、雲間が切れて下界を見ることが出来た。丁度

さとう ひさやす 佐藤久泰技術士事務所代表
博士、元JICA農業普及専門家、
元北海道総括専門技術員、元
北海道立十勝農業試験場



出迎いの許為政さん、何寧さん、曹良子さんら



ハルビン空港出入り口



迎いのマイクロバスに向かう北海道一行



宿舎のベストウエスタンホテル

窓側の席であったので大陸の畑や松花江周辺を見ることが出来たが、僕は今までに数回ハルピンを訪れているが、見たことのない松花江の支流が大氾濫で、広範囲の面積が洪水被害を受けていた。定刻にハルピン空港に着陸し、入国審査、荷物の受け取りをして出口に出ると、何寧さん、息子の曹良子さん、帯広畜産大学大学院修了の許為政さん（黒龍江省農業改良普及所副所長）たちが出迎えてくれた。

挨拶を済ませて出迎いのマイクロバスに乗った。車内では何寧さんの息子である曹良子さん（黒龍江省農業科学院耕作栽培研究所 助理研究員・帯広畜産大学大学院修了・岩手大学大学院修了）が、今年のハルピンの農作物の生育状況を説明してくれた。春から曇雨天が多いため、各作物とも作柄は不作だという。約1時間で黒龍江省農業科学院の構内にある宿舎のベストウエスタンホテルに着いた。既に他の省からの参加者が我々を迎えてくれ、知り合いの吉林省からの参加で、食用豆産業技術プロジェクト小豆育種分野の代表専門家である尹鳳祥さん（所属は白城市農業科学院）もおられ、久方ぶりの再会に喜び合ったあと、チェックインして部屋に落ち着いた。

夕食は、会場の関係で二つの会場に別れて戴くことになった。一つの会場には、日本から前十勝小豆研究会会長の沢田先生、事務局長の長岡さん、帯広畜産大学の加藤先生、僕など年配者が集い、歓迎パーティのような晩餐会にして戴いた。中国側からは国家食用豆産業技術プロジェクト首席科

学家である程須珍さん（所属は中国農業科学院作物科学研究所）をはじめ、同産業技術プロジェクトの病虫害防除分野代表専門家の陳新さん（所属は江蘇省農業科学院經濟作物研究所所長）、緑豆育種分野の専門家である田静さん（所属は河北省農林科学院糧油作物研究所）、尹鳳祥さんなど年配者が集い、ハルピンの美味しい中華料理を、久しぶりにご馳走になったが、名古屋から吉田先生と東京からの田島先生、張先生は間に合わなかった。

7時過ぎに、北海道からの参加者は疲れているだろうからと、お開きにして戴いて、それぞれ自室に戻った。

2. 話題提供（研究発表）

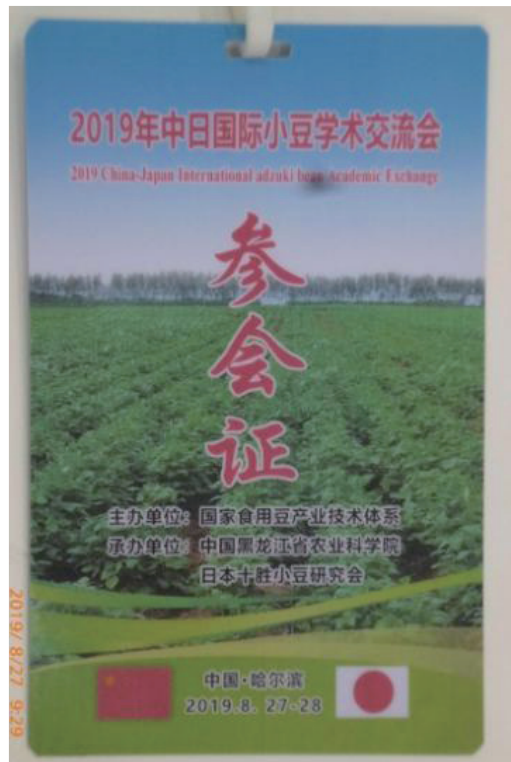
話題提供の会場は、黒龍江省農業科学院本館1階会議室であるが、本館正面には今回の中日国際小豆学術交流会（十勝小豆研究会）開催歓迎の電子掲示板があり、交流会の盛り上がりを感じた。また、参加者には立派な「参会証」が配布した。

はじめに、中日国際小豆学術交流会進行役の何寧さんが、会の開会宣言と挨拶と来賓の紹介があり、中国側から黒龍江省農業科学院来水才副院長、国家食用豆産業技術プロジェクトの程須珍首席科学家、黒龍江省農業技術普及センターの許為政副所長、日本側から前十勝小豆研究会沢田壮兵会長、十勝小豆研究会長岡泰良事務局長が紹介された。

その後、黒龍江省農業科学院来水才副院長の歓迎の言葉と学術交流会の盛会を祈念



晚餐会は中国の会食方式で多種の中華料理を戴いた



農業科学院本館1階ホール正面の電子掲示板と参会証



司会進行役の何寧さんの挨拶と来賓紹介



十勝小豆研究会 長岡泰良事務局長



農業科学院来水才副院長の歓迎等の挨拶



程須珍首席科学家の歓迎の挨拶



十勝小豆研究会の前会長沢田名誉教授の挨拶

する挨拶と、程須珍首席科学家の歓迎の挨拶、そして日本側を代表して前十勝小豆研究会会長の沢田壮兵衛畜産大学名誉教授が、本小豆学術交流会の意義やハルピン開催に尽力いただいた何寧さんをはじめ、中国側のご協力に深謝するなどについて述べた。

話題提供は、8月27日の9時から17時まで行われ、途中休憩も設けられ、茶菓の提供もあった。話題提供は、次の8名から行われた。中国側からは田静氏、陳新氏、尹鳳祥氏、慶楊氏、日本側から吉田久美氏、加藤清明氏、佐藤久泰氏、長岡寛知氏。

次に話題提供の順に従い、その要旨について述べる。中国側の話題提供については、何寧さんの通訳で日本語に訳され、日本語の話題提供については、何寧さんの息子である曹良子さん（黒龍江省農業科学院耕作栽培研究所の助理研究員）の中国語訳で進められた。

(1) 小豆遺伝資源と遺伝子改良研究

河北省農林科学院糧油作物研究所研究員
田静氏

田静氏は、①中国における小豆生産と消

費の基本的な状況、②中国の小豆資源の研究と遺伝子改良の現状及び発展方向の検討、③河北省の小豆資源と遺伝子改良研究という三つの方面の研究内容を詳しく紹介した。①の中国における小豆生産と消費の基本的な状況では、2000年代に入っては、23～25万haに推移し、生産量は25～35万tで近年は25万tである。輸出量は5～7万tであるが、近年は5万t程度に推移している。主要な産地としては、黒龍江省、吉林省、遼寧省、山西省などの北方春小豆、河北中南部、河南省、山東省などの北方夏小豆、広西、雲南などの南方小豆の三つの産地に分けられる。

消費は、直接食用にするもの、これは粥などに利用、また、餡や粉として菓子など

に利用するもの、そして深加工とする飲用利用がある。

②の中国の小豆資源の研究と遺伝子改良の現状及び発展方向の検討については、遺伝資源の研究、それは遺伝資源の探索と鑑定、優良形質の遺伝資源の鑑定と選別（選別形質が早く成熟し、高収量で草丈が低く、蛋白質が高く、粒が大きく、耐ウイルス、耐塩性が高いなどを含む）、小豆の遺伝資源の品質鑑定、小豆の遺伝資源の病害虫に対する抵抗性鑑定と研究及び小豆野生種の遺伝資源研究というなど、5つの方向性を含んでいる。

育種の研究では、近年各省が育成した品種数と品種名の紹介、小豆の育種目標を紹介し、小豆の遺伝子改良の発展と発見を重

中国小豆消費の主要形式

- 直接食用：与大米、小米、高粱米等煮粥做饭；与小麦面、玉米面、大米面、小米面等掺和配成杂面。
- 豆沙馅及糕点：是我国具有民族风味的悠久传统食品，很多加工的食品都会用到，如月饼、炸糕、豆沙饼、豆沙包、粽子等。豆沙产品除袋装销售以外，最主要的还是供给糕点、食品加工企业。目前国内较大的豆沙加工企业集中在北京、山东、天津等地有20余家。如北京京日东大食品有限公司、天津理研维他食品有限公司、青岛美登食品有限公司等。近年来，大粒红小豆还用作小豆罐头。
- 深加工：小豆薏米粉/饮、各种饮品等

小豆消費の主要な形式



小豆の餡や粉として加工したもの

(二) 小豆の育種研究

1985-2017育成品種			
选育单位	品种名称	品种数	
河北省农林科学院作物遗传研究所	冀红2号、冀红4号、冀红5号、冀红10号、冀红16号、冀红216、冀红297、冀红282、冀红17号、冀红28号	10	
吉林省白城农业科学院	白红1号、白红2号、白红3号、白红4号、白红5号、白红10号	10	
保定市农业科学院	冀红1号、冀红3号、冀红6-16、冀红24-17、冀红20-16、冀红09-15、冀红28号、中红2号、中红10号、中红11号	10	
中国农业科学院作物遗传研究所	赤红1号、中红2号、中红3号、中红4号、中红5号、中红6号、中红7号、中红8号、中红9号、中红10号、中红11号	11	
江苏省农业科学院作物遗传研究所	白红10号、白红11号、白红6号、白红7号、白红8号、白红9号	6	
北京市农业局	京农2号、京农3号、京农6号、京农7号、京农8号	5	
山西省农业科学院	晋小豆3号、晋小豆1号、晋小豆2号	3	
黑龙江省农业科学院作物遗传研究所	龙小豆1号、龙小豆2号	2	
黑龙江省农业科学院作物遗传研究所	小丰2号、小丰3号	2	
辽宁省农业科学院作物遗传研究所	辽红小豆2号、辽小豆1号	2	
江苏省农业科学院	苏红1号、苏红2号、苏红2号	3	
重庆市农业科学院	渝红1号、渝红2号	2	
其他单位	绿红小豆、黄小豆1号、黄小豆2号、鄂红小豆1号、德东红、冀红1号、冀红1号	7	
合计		73	

中国各省が育成した品種名

主要研究结果

1. 种间亲缘关系及母本的选择影响远缘杂交结果。
2. 除以豇豆种为亲本的杂交组合外，所有种间正反杂交组合均能够结实，杂交亲和和杂交籽粒的发育程度在各组合间存在差异。

其中，“绿豆×黑吉豆”、“小豆×*Vigna minima*”、“小豆×*Vigna nakashima*”、“小豆×*Vigna trilobata*”杂交结实率较高，幼胚发育阶段存在不同程度的发育障碍，但均可以获得能够正常出苗的杂交籽粒，F1植株结实率降低。

“绿豆×饭豆”正反交均能结实，但绿豆作母本时的结实率较高，且能够收获成熟的杂交果。但F1植株高度不育，即使与绿豆或饭豆回交也均不能获得有活力的后代种子。

“绿豆×小豆”、“饭豆×小豆”2个杂交组合不存在杂交障碍，但存在幼胚发育障碍。通过幼胚拯救可以获得两者的后代植株，但前者F1高度不育。

刘长友等, 豇豆属食用豆类间的远缘杂交, 中国农业科学 2015, 48 (3): 426-435

豇豆属種間的遠縁交雑結果

点的に紹介した。この部分では、国内の遺伝資源の搜索鑑定と発掘において、発展、進化が大きく、優質の遺伝子資源の発掘と利用をもっと強化し、育種活動が輸出向けから国内消費向けに転換し、育種目標を改善し、分子遺伝学の研究を強化することについて、重点的に紹介した。

また、田 静研究員は、主に河北省農林科学院油料研究所における小豆資源の研究と遺伝子改良を紹介し、それぞれ通常の育種（伝統的な育種目標、現代的な育種目標、小豆のマメゾウムシに対する抵抗性育種を含む）、遺伝子資源の研究（資源の搜索評価と利用、野生の小豆材料の種類別分析を含む）、遺伝学研究（豇豆属との遠縁交雑、小豆の高密度遺伝子連鎖地図の構築及び開花制御因子のQTL 特定を含む）、及び加工特徴研究（小豆の頑健度と関連性研究、小豆のこし餡の出率と関連性研究）という方面から関連性研究を紹介し、また、異なる角度で比較分析した結果を報告した。

(2) 様々な有色豆の種皮色素の構造と化学 名古屋大学大学院情報学研究科教授 吉田久美氏

名古屋大学の話題提供者らは、登熟した赤小豆種皮に蓄積している紫色の色素を追って20年以上にわたって研究を続け、ごく最近、色素の構造と性質を明らかにした。これに至る研究を、「様々な有色豆の種皮色素の構造と化学」と題して、次の4つの話題、1) 豆種皮のアントシアニン、2) 小豆種皮のアントシアニンとプロシアニジン、

3) 小豆種皮の紫色色素の単離と構造、4) 餡の紫色発色の仕組み、として順に紹介した。

1) 豆種皮のアントシアニン

豆種皮のアントシアニンについては、これまでに多数の研究報告があり、種皮色の赤色はアントシアニンであるとされてきた。赤系金時類や黒大豆の種皮色には、多量のアントシアニンが含まれ、5kgの種子から100～650mgも取り出すことが出来る。いずれも、アントシアニジン発色団の3位にグルコースが1残基だけ結合した単純な構造が主で、豆により発色団が異なることがわかっている。

2) 小豆種皮のアントシアニンとプロシアニジン

面白いことに、小豆でも未熟な豆、未熟な莢から、黄色からピンク色の種子の時には、種子からアントシアニンが検出される。しかし、登熟するとほぼ無くなってしまう。登熟した小豆種皮に含まれるアントシアニンを単離した結果、ダイズ属やインゲン属と異なり、シアニン（シアニジン3,5-ジグルコシド）であることがわかった。しかし、5kgの種子当たり0.5mg程度しか単離できない。従って、種皮の赤色がアントシアニンによらないことは明白である。他のササゲ属と比較してもアントシアニン含有量は非常に少なく、黒大豆や金時豆のアントシアニン含有量の1万分1以下という極微量であった。一方、赤小豆の種皮には、無色

表1 赤小豆種皮色素の研究の歴史

1934	黒田ら	種皮色素の分析 ¹⁾ 水不溶の色素と褐色のタンニン
1966	笹沼ら	黒小豆よりデルフィニジン3-グルコシド ²⁾
1996	吉田ら	赤小豆よりシアニン (0.003mg/g乾燥種皮) ³⁾
2001	吉田ら	赤小豆種皮に紫色色素を検出
2013	高濱ら	ビグナシアニジンを報告 ⁴⁾
2019	吉田ら	カテキノピラノシアニジンを報告 ⁵⁾

1) Proc.Lmp.Acad.,10,472 (1934).

2) Bot.Mag.Tokyo79,807 (1966)

3) Biosci.,Biotech.,Biochem.,60,589 (1966)

4) Food Chem.,141,282 (2013).

5) Scientific Reports,9,1484 (2019)

のポリフェノール類が多量に含まれ、中でも、プロシアニジン類（カテキンの重合体で縮合型タンニンともいう）が多量に含まれている。これらの各種機能性が大いに期待される化合物の構造も同時に明らかになった。

3) 小豆種皮の紫色色素の単離と構造

小豆種皮色素の研究の歴史はかなり古く、黒田ら（1934）が色素の分析を行い、水不溶の色素と赤褐色のタンニンの存在を明らかにした以降、表1に示した通りの研究が続けられてきたが、色素の単離や化学構造の解明はなかなか進まなかった。話題提供者らも1990年代から研究を継続してきた。HPLC分析において、グラジェント溶出の条件を変えて有機溶媒の割合が通常より高くなるまで溶出させたところ、分析時間の終了間際に2本のピークが現れた。この条件でシアニンは10分頃に溶出することがわかっており、これらのピークはシアニンではないことが明らかである。また、このような逆相カラムを用いた分析では極

性の高い順に溶出することから、この2本のピークはアントシアニンと比較して極めて脂溶性の高い物質であると判明した。しかも、その吸収スペクトルは560nmに吸収極大を持ち、強酸性条件下でも紫色であることを示した。アントシアニンの色は、強酸性で赤色、中性で紫色、塩基性で青色と変化することが特徴であり、この条件では520～530nmに極大を示す。これらの結果を受け、この二つの色素は、アントシアニンとはまったく異なる性質を持つ物質である事がわかった。

新たに見つかった紫色色素を標的に単離実験を開始したが、難題が山積みであった。まず一つ目は大量に含まれるプロシアニジンの除去で、二つ目は標的色素が光に不安定なことであった。紆余曲折をへたものの、これら難題をクリアして、小豆20kgから約20mgの色素を単離できる方法を確認した（図1）。そこで次に、カテキノピラノシアニジンA,Bと命名したこれらの色素の構造解析を進めた。機器分析に加え、分解反応、誘導体化を合わせて、構造を決定す

紫色色素の単離精製法

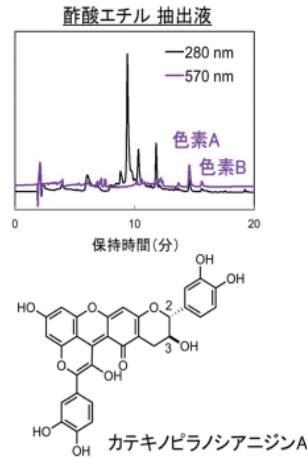
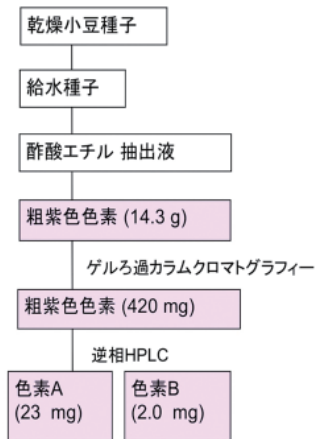


図1 赤小豆種皮からの紫色色素の単離精製と色素の構造

ることができた。カテキンとシアニジンが縮環した新規分子で、酸性から中性域のpHでほぼ色変化が無く紫色を示すこと、ほとんど水に溶けないことなどが明らかになった。

4) 餡の紫色発色の仕組み

餡の紫色発色の仕組みが実に合理的であることも、色素の化学的性質の解明により明らかになった(図2)。即ち、製餡加工工程では通常、小豆を煮熟後洗切りが行われる。この操作により、種皮に多量に含まれる水溶性成分のプロシアニジン類が除去される。プロシアニジン類は酸化されると褐変するため、残存すると餡の色が茶褐色になると考えられる。一方、紫色色素のカテキノピラノシアニジンA,Bは水に溶けないため、洗切りの回数が増すにつれて、餡色はより澄んだ紫色になることがわかる。黒田らは、「色素は沸騰水には溶ける」と記述しており、実際、わずかではあるが煮熟

中に溶けた色素が、熱変性した細胞壁と細胞膜(膜タンパクを含む)で覆われた無色の餡粒子に結合して、餡が紫色になるのであろう。紫色の生餡を抽出すると、カテキノピラノシアニジンA,Bが含まれることがわかり、餡の色はこの色素によることが証明された。

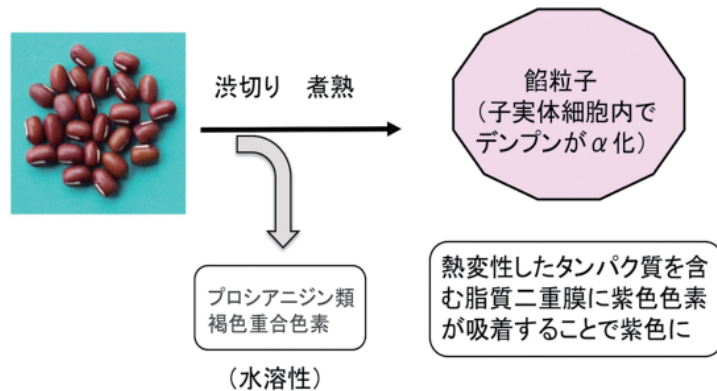
赤小豆種皮の紫色色素の解明は、スタートラインに過ぎず、今後、その生合成経路や品種間差、さらには、製餡加工の科学的に解明への展開が期待される。

(3) 小豆の主な農業形質の関連性分析及び光質が小豆の苗の生長に与える影響

江蘇省農業科学院工芸作物研究所所長 陳新氏

主に小豆の農業形質の関連性分析、小豆の耐塩性形質の分析と小豆の遺伝子転化研究という三分野の研究内容を紹介した。

小豆の農業形質の関連性分析では、実験用に供試している180種の小豆の遺伝子材



製餡加工工程と餡が紫色になる仕組み素の構造

料を、葉の形、幼茎の色、複葉の葉の面積、株の高さ、茎の太さ、主茎（1番太い茎）節数、分枝数、一莢内粒数、莢の長さ、莢の幅、百粒重、粒の長さ、粒の幅などの農業形質を重点的に調査し、データの統計及び主な農業形質と一株の粒重量の間の関連度と密接度のランキング分析、主な農業形質の間の関連度のマトリクス、主な農業形質の間の関連性分析を通じて、下記の結論を得た。

- ①小豆の一株の粒重量は主茎の太さと主茎の節数とが著しい正の相関関係で、一級分枝数は小豆の一株の粒重量とが著しい負の相関関係だった。
- ②生産中、収量を上げるには、主茎が太くて主茎節数が高くて一級分枝数が低い品種を選択して栽培すること。大きい粒の品種を選別して育成するには、育種するとき莢の幅を優先的に考慮すること。

小豆品種の耐塩性形質の分析部分には、53種の小豆の遺伝子資源の耐塩性の表現

を重点的に研究した。塩ストレス条件下での選別を通じて、発芽期で塩ストレス処理をしたら、多くの小豆品種で幼根が出現できたが、幼芽が出現しないことを発見し、一つの小豆の品種だけが発芽の標準に達した。

小豆の苗代期で処理したら、34種の小豆の遺伝子資源の塩害程度が深刻で、二つの小豆の品種だけ塩害程度が軽いことを発見した。

小豆の遺伝子転化研究の部分では、試験が30種の小豆品種の遺伝子転化状況を重点的に研究し、異なる遺伝子型の影響、異なる種類の基本培地が小豆の芽誘導に与える影響、異なる種類のホルモン及び濃度が小豆の芽誘導に与える影響を分析することで、次の結論を得られた。①四つの小豆品種の上胚軸の再生能力が高く、②五つの小豆品種の上胚軸の再生能力が弱く、③6-BA、IBAとKTの組合を使用したら小豆の上胚軸の外植する部分の不定芽誘導の効果がより良好で、基本培地がMSまたはB5

普通アズキ

100粒重 15g



お汁粉やぜんざい、赤飯などでおなじみの豆。主に餡に加工され、和菓子や菓子パンの材料になる。



大納言アズキ

18~22g (5.5mm)以上



大粒で煮崩れしにくいので、粒の形を残して用いる甘納豆や高級和菓子などに使われている。



白アズキ



高級和菓子の原料として珍重される。低温年に出芽不良となる(岡田ら 2001)。



農林水産省

図3 アズキの種類

を使用しても、上胚軸の不定芽誘導の効果に与える影響は低いことを発見した。

(4) 小豆の農業形質に関する遺伝子マッピング

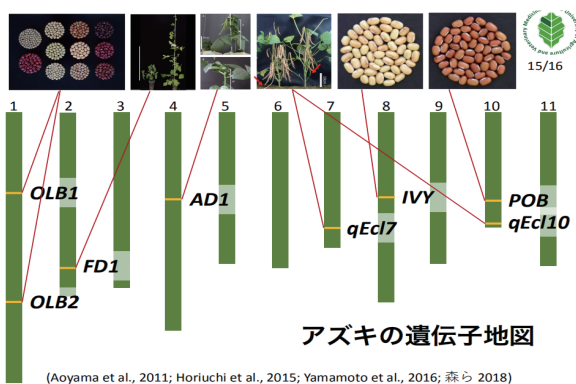
帯広畜産大学教授 加藤清明氏

小豆 (*Vigna angularis* (willd.) Ohwi&Ohashi) は、一般に短日植物で、本州の品種を北海道で栽培しても、開花前の16時間にも達する長日を感じて開花が遅延して子実の収穫に至らない。そのために、長日への感受性(感光性)の消失は、北海道の小豆品種にとって重要な農業形質の一つである。私たちは、感光性の消失に関する遺伝子座を初めて発見した。

まず、小豆品種「しゅまり」と、極晩生で知られる在来種Acc2265(青山と島田2014)の感光性の違いを評価した。両品種系統を、25℃に設定した人工気象器内で栽培した。暗黒下で催芽させて出芽の始まった4日目から明期16h/暗期8hとし、

生育の揃った7日目から明期16h/暗期8h(長日区)、明期8h/暗期16h(短日区)にて栽培した。長日区では、Acc2265は75日でも開花に至らなかったが、「しゅまり」は、30日で開花した。

短日区では、両系統とも36日までに開花した。このことから、両品種系統には、「しゅまり」では感光性が完全に消失しており、Acc2265には、強い感光性があることを示した。次に、両品種系統のこの感光性の程度の違いをコントロールする遺伝子の解析を進めた。そのために、「しゅまり」とAcc2265を両親とするF2から単粒系統法で育成した組換え自殖系統RILs(F6世代)86系統を準備した。RILs(系統あたり3個体以上)と両親(5個体以上)を3ℓプラスチックポットに1個体植えて、2014年と2015年に栽培し、10月以降は最低温度を10℃に設定したガラス温室内で栽培した。全生育期間を通して自然日長条件とした。2カ年とも、「しゅまり」が7月下旬までに開花



アズキの遺伝子地図

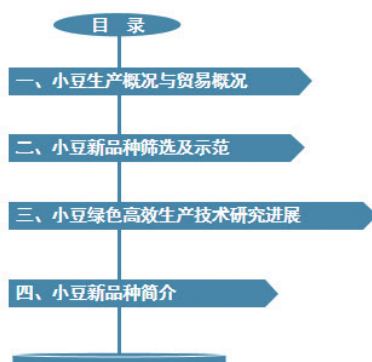


図6 報告内容

したのに対し、Acc2265では10月中旬によく開花した。RILsは、7月までに開花した系統群（38系統）と、8月から10月末までに開花した系統群（48系統）の2群に類別された。

この分離は、単一遺伝子支配と良く一致したことから、当該遺伝子をFlowering date1 (FD1)と命名した。FD1は、DNAマーカーを使った解析によって、小豆の11本の染色体のうち、第2染色体にコードされていることがわかった。本研究は、北海道立総合研究機構農業研究本部十勝農業試験場との共同研究の成果である。また研究の一部は、豆類振興事業助成金（平成28～30年度）によって実施された。ここに深く感謝の意を表す。

(5) 小豆の生産概況とグリーンで高効率生産技術研究の進展

吉林省白城市農業科学院 食用豆研究所所長 尹鳳祥氏

主に、①中国における小豆の生産状況と貿易状況、②小豆の新品種の選択と実例、③小豆のクリーンで高効率生産技術研究の進展、④小豆の新品種の紹介と四つの方面から研究内容を報告した。

具体的には、国内の小豆の生産状況を紹介、それは栽培面積、総生産量などの基本的な状況、及び東北地域の栽培面積と生産量などを含んでいる。小豆の加工・貿易の部分には中国の小豆の貿易状況、特に最近3年の輸出量、輸出金額、輸出国を紹介し、また簡単に中国の小豆の輸入量、金額と輸入の主な国を紹介した。

近年の主な仕事と重点的な任務の紹介では、高収量で複数の病害虫に対して抵抗性が高く、機械化生産に適合する小豆の新品種を選抜し栽培を行うことである。また小豆の新品種の育種目標を紹介し、それは早く成熟し、高収量で、複数の病害虫に対して抵抗性が高く、直立して倒伏しにくく、耐乾燥性と耐寒性が強く、安定性が高いな

どの要請に応えることである。

そのほか実例を挙げて、小豆の耐寒性の選別（生育時期別低温による冷害）、耐乾燥性の強い品種の選別、病害虫に対して抵抗性の確認と、選抜する具体的な試験方法と技術要求を紹介した。また小豆のクリーン（環境に優しい、エコ）で高効率生産技

術の方法を紹介したが、その技術は高く大きい畝を作り、2畦の畦に小豆を栽培する方法で、ビニールトンネルで覆って不耕起栽培する技術で、小豆の機械化収穫方式と高品質管理の方法などを含んでいる。（以下については次号にて紹介）

一、小豆加工貿易概況

小豆貿易情況

近年来，我国小豆年均出口量为5万多吨，主要销往日本、韩国及东南亚各国，小豆出口量仅次于蚕豆和绿豆位居豆类出口量第三位，小豆产品加工相对薄弱，主产区的小豆产品60%以上是自产自销，30-40%销往外地或出口。目前，小豆主产区还是以原料生产为主，原料销售产品附加值极低，生产者收益较低，生产积极性不高。

2016年我国小豆出口量5.3万吨，出口金额为7346.8万美元，2017年我国小豆出口量5.5万吨，出口金额为6107.2万美元；2018年小豆出口量5.3万吨，出口金额为5607.1万美元。出口量和出口金额均较前两年有所下降，出口单价略有下降，为1.056美元/kg。

2017年我国小豆进口量达到1.4万吨，进口总金额均达912.3万美元；2018年小豆进口量达到1.3万吨，进口总金额均达882.1万美元，进口量和进口金额较前一年均有所下降，进口单价略有增加，为0.678美元/kg。主要进口国是朝鲜和泰国。

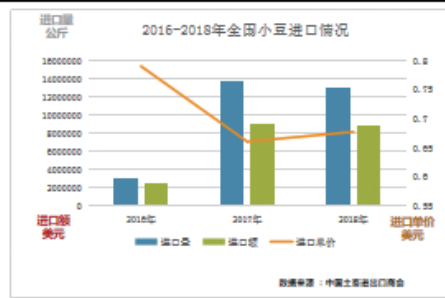
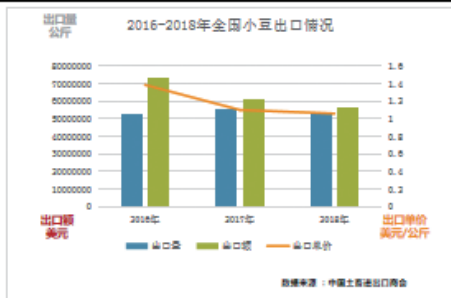


图7 小豆の貿易概況

小豆の低温冷害 → 早熟，90-110天

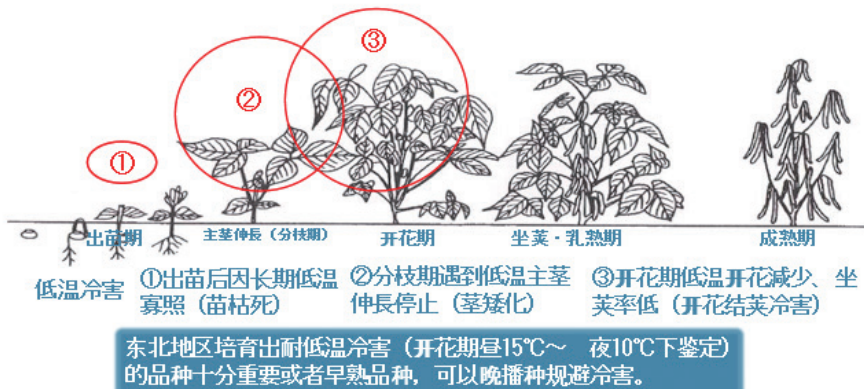


图8 小豆の生育時期別低温による冷害等の発生形態