

雑豆（小豆、菜豆）育種の基本方針と動向

北海道立十勝農業試験場作物研究部

（農林水産省小豆育種指定試験）小豆菜豆科長 島田 尚典

1. 小豆における品種上の課題と育種の方向

2006年度の国内の小豆（国産、輸入計）消費量は87,600 tと、最近のピークであった1992年度の124,800 tに比べて約30%も減っている。最大の要因は、中国から約9万トン（小豆換算で約3万トン）輸入される加糖餡が、国内で加工される餡に置き換わっていることである。そのような状況の中で、実需者、流通業者からは、北海道産小豆の供給・価格の安定化が強く求められている。また、輸入小豆や輸入加糖餡との差別化という観点からは、これらに比べて加工品質、とりわけ風味が優れるとされる北海道産小豆の品質を、少なくとも維持することが求められている。

北海道産小豆の安定供給を脅かす要因としては、①冷害による不作、②薬剤防除が困難な土壤病害である落葉病、茎疫病の被害、③栽培面積の減少、が挙げられる。

北海道における小豆の品種開発を担っている北海道立十勝農業試験場小豆菜豆科では、1976年に落葉病抵抗性品種の育成を、1978年に茎疫病抵抗性品種の育成を、それぞれ開始し、以降、1980年頃から問題になった萎凋病に対する抵抗性も含めた、3つの土壤病害全てに抵抗性を持つ品種の開発を進めてきた。この間、茎疫病多発地帯に位置する道立上川農業試験場での茎疫病現地選抜、道立農業試験場の病虫部門や北海道大学による各病害抵抗性の検定等、関係各機関との緊密な協力体制を築くことができた。その結果、2000年に、初めての3病害抵抗性品種「しゅまり」を育成し、その後、「きたはたる」（2004年）、「きたろまん」（2005年）、「ほまれ大納言」（2008年）という3病害抵抗性品種（このうち前2品種の茎疫病抵抗性はレース1のみ、「しゅまり」と「ほまれ大納言」はレース1と3に抵抗性）を普及に移している。現在では、育成中の材料は原則として3病害抵抗

性（茎疫病はレース1、3）を持つことを必須条件として選抜を進めるに至っている。さらにこの間、道立中央農試遺伝子工学科により落葉病抵抗性のDNAマーカーが開発され、現在では落葉病抵抗性はこのマーカーにより極めて効率的に選抜している。また、茎疫病はレース分化が激しく、すでに「しゅまり」を侵す菌のレースも道内に広く分布することが確認されていることから、従来のレース対応型の真性抵抗性育種から、レースの違いに関係なく発揮される圃場抵抗性育種への移行を図っている。このように、②の土壤病害に対する抵抗性育種はほぼ軌道に乗ったと言える。

そこで、安定供給のための品種開発では、残る①と③に対する対応が、今後の育種における重点目標となる。

冷害による不作は、特に十勝地方を中心とする道東で問題となることが多く、十勝地方ではおよそ10年に一度の頻度で、平均収量が100kg/10aを下回る大冷害年を経験してきた（図1）。1985年以降の多収、安定化に寄与してきた「エリモショウズ」が普及した後でも、1993年並みの冷害年では平年の2～3割に減収し、耐冷性はまだまだ不十分である。大冷害年には小豆の価格が通常の2倍以上に高騰し、しかも品不足、品質不良となる。

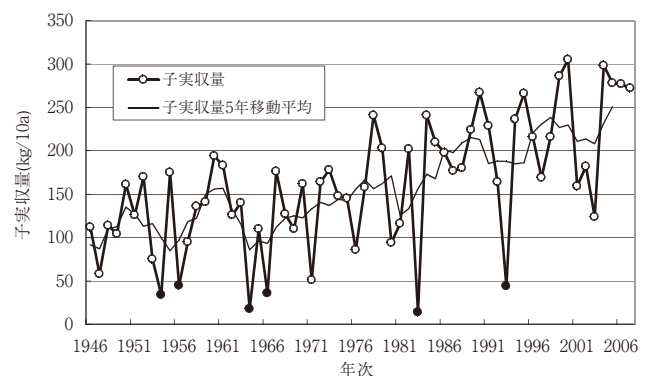


図1 十勝地方における小豆の収量
注) 黒●が大冷害年

このため、北海道産を使用できずに輸入小豆に切り替える実需者が現れ、翌年度の北海道産小豆の生産量、価格が元に回復しても需要は回復せず、結局北海道産小豆の需要低下に結びついてきた。従って、今後とも実需者に北海道産小豆を使い続けて頂くためには、大冷害年でも極端な生産量の低下を招くことのない耐冷性を持つ品種を育成し、生産の安定化を図ることが極めて重要である。

小豆の冷害には、開花前の6～7月前半の低温による生育量の不足や開花期の遅延と、7月後半～8月前半の低温による開花・着莢障害（水稻の障害型冷害に相当）、という2つのパターンがある。大冷害年では、これらが重複して発生することも多く、さらに1983年には、小豆の出芽直後から1ヶ月以上に渡る長期間の低温・日照不足により、出芽した小豆がほとんど生育することなく枯死して行くというパターンも加わった。

十勝農試小豆菜豆科では、これら3つのパターンの低温障害の全てに抵抗性を併せ持つ品種の育成を進めている。特に、低温による開花・着莢障害に対しては、2005～2007年に日本豆類基金協会の援助により実施した課題「小豆の高度耐冷性品種の開発促進」で、従来使用してきた交配母本に比べて圧倒的に強い抵抗性を示す遺伝資源が見つかった。現在、この遺伝資源を交配母本とした品種開発に着手したところである。極晩生で蔓性、極小粒で種皮色も赤ではないなど、さまざまな不良形質を持つ交配母本であるため、実用品種の育成までにはかなりの時間を要すると思われるが、育成できれば北海道産小豆の生産は格段に安定すると期待できる。

次に、栽培面積の減少に対する育種的対処について述べる。2006年以降の大幅な栽培面積の減少は、2004年以降の豊作続きによる価格低迷、在庫増加に対する市場機能的な面が強く、やむを得ないところがある。問題となるのは、ここ30年来の農家戸数減少に伴う農家1戸当り経営面積増大の影響である。30年前と比べると、主産地十勝地方の農家戸数は半分に減り、農家1戸当り経営面積は約2倍になっている。農家1戸当りの農業従事者数は増加していないので、単純に言えば、農業

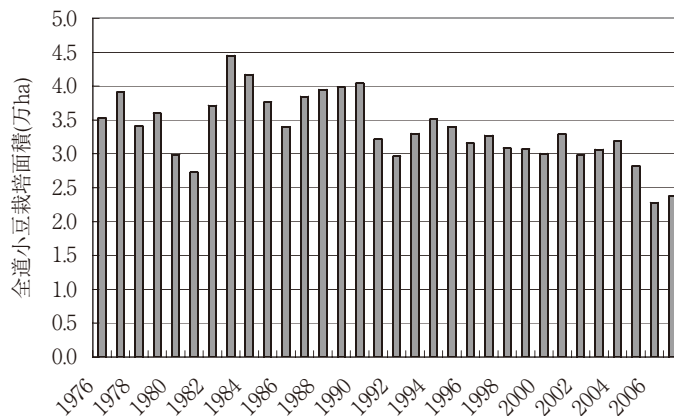


図2 全道の小豆栽培面積の推移

従事者1人当りが受け持つべき農地が2倍になったということになる。そうすると、手間ひまがかかる作物の比率は減らして、省力的に栽培できる作物の比率を増やさざるを得ない状況になってくる。小豆栽培に係る労働時間は約12.4時間/10a (2000～2002年平均) で、秋播き小麦の2.9時間/10aに対して4倍以上である。そのため、経営面積が50haを越えるような大規模経営農家では、小豆を含む豆類の作付け比率が低下し、小麦の作付け比率が大きくなる傾向がみられる。このような傾向は、十勝地方のみならず程度の差はあるが道内いずれの地域でもみられる。

小豆栽培で最も多くの労働時間を割いているのが中耕・除草である。小豆は他の豆類と比較して、出芽時の葉面積が小さい上に初期生育が遅いため、7月後半まで雑草との競合が続く。大豆や菜豆のように、培土によって株元の雑草を埋め込んで除草効果を出すことができるようになるのは、小豆の生育が進んで培土で葉が埋まる心配がなくなる7月中旬以降である。このため、今でも1～2回の手取り除草に入る農家が多く、これが除草に多くの労働時間を要する要因となっている。また、収穫については、十勝地方では、ビーンハーベスターなどで刈り倒した後に、ピックアップ装置付きのスレッシャーで拾い上げながら脱穀する体系が平成以降は主流となり、以前のニオ積み体系から見ると大幅に省力化が図られた。しかし、それでも刈り倒しとピックアップ脱穀の2行程であり、大豆作で主流となっているコンバインによるダイレクト収穫に比べると時間を要している。

このような現状から、小豆栽培における除草と

収穫の両方の省力化を進めることが、将来にわたって栽培面積を確保するために必須である。品種開発の面でも、これに貢献できる取組みとして進めているのが、長胚軸系統の育成である。

胚軸とは、小豆が出芽して最初に開く双葉（初生葉）の下の部分の茎を指す。現在普及している「エリモショウズ」を含む大半の品種では、地表面からの胚軸の長さは4～5 cm程度である。また、その直上の節間長も1～2 cmと短いため、第1、2本葉の出葉位置が地表面から10cm以下と低い。「しゅまり」や「ほくと大納言」は胚軸長がやや長いが、それでも初生葉高は6～7 cmである。そのため、早期に培土をすると下位葉が土に埋もれてしまい、その後の生育が遅れてしまう。

これに対し、現在育成中の長胚軸系統は、胚軸長が7～10cm、その上の節間も長いため（写真1）、第2本葉高は高い系統では15cm以上ある。そのため、初生葉展開直後の早期から、小豆の株元の雑草が大きくならないうちに培土によって雑草を埋め込んで除草効果を得ることが可能となる。長胚軸系統を栽培して、最近精度が向上して普及が進んでいる株間除草機と早期からの培土を組み合わせると、手取り除草なしでも十分な除草効果が得られると期待できる。さらに、下位節が高くなるため、着莢位置も現行品種よりかなり高くなり（写真2）、コンバインによるダイレクト収穫における頭部刈取り損失の低下をもたらしことが期待できる。但し、そのためには倒伏しないことが必要条件であり、現在我々は、耐倒伏性が強



写真1 胚軸長、出葉位置の比較
左 エリモショウズ 右 長胚軸系統



写真2 着莢位置の比較
左 きたのおとめ 右 長胚軸系統

く、収量性に優れた系統の選抜を進めている。目標としては、小麦の収穫に使用されている大型の普通型コンバインで、収穫ロスを5%以下に抑えて収穫できる品種を目指している。

以上述べてきたとおり、薬剤防除が困難な土壌病害抵抗性、数年に一度の冷夏でも大幅な減収はしない耐冷性、そして、現在の半分以下の単位面積あたり労働時間で省力栽培が可能な機械化栽培適性の3つを兼ね備え、且つ、収量性と加工適性は少なくとも現在普及している品種と同等の能力を持つ品種を、育成、普及することにより、生産者と実需者双方の要望に応え、北海道産小豆の地位の維持に結びつくものと考えている。

2. 菜豆における品種上の課題と育種の方向

北海道産菜豆類は、海外から輸入される手亡、金時類や、煮豆などの製品輸入の増加により、この10年間で需要が著しく減少している。今後も菜豆類の需要を確保するためには、供給・価格の安定化とともに、差別化や新規用途の開発が不可欠になってきている。北海道産菜豆の安定供給のためには、病害（金時の黄化病、手亡の炭そ病）抵抗性を持つ良質品種の育成、収量性の一層の向上とともに、機械収穫に適する省力機械化栽培向け

品種の育成が必要である。また、差別化のためには、輸入菜豆にはない特性の付与や、新規用途向け品種の開発が必要である。菜豆類は比較的冷涼な気候に向く作物であるため、耐冷性の向上が安定供給の必要条件とはならない点は小豆と異なる。

菜豆類のうち、蔓の出ないわい性菜豆類の品種開発は、小豆とともに十勝農試小豆菜豆科で行っている。病害抵抗性のうち、手亡類で主に問題となる炭そ病抵抗性については、1992年育成の「雪手亡」、2004年育成の「絹てぼう」が、道内で優占している3つの炭そ病菌レース全てに対する抵抗性を持っており、現在では同様の抵抗性を持つことが手亡類の選抜における必須条件となっている。一方、主として金時類で問題になる黄化病は、アブラムシの1種により媒介されるウイルスが原因となる病害で、現在はこのアブラムシを駆除するために、出芽直後に2回程度の薬剤防除を実施することが多い。この病害に対しては、蔓性の高級菜豆の品種である「大福」が全く罹病しない高度な抵抗性を持っており、この抵抗性を反復戻し交配という育種手法により金時に導入することに成功した。この過程で、中央農試遺伝子工学科と共同で、「大福」の持つ抵抗性遺伝子のDNAマーカーを開発し、戻し交配時にそのマーカーによる選抜を繰り返すことで、非常に効率的且つ短期間で、金時への抵抗性の導入が可能となった。現在は、抵抗性を導入した系統の品種化に向けた最終段階の各種試験を実施しており、2～3年後には、薬剤防除が不要となる高度な黄化病抵抗性を持つ金時品種を、普及に移すことができる予定である。また、手亡や白金時、うずらでも、この抵抗性を持つ品種の育成を順次進める予定であり、病害抵抗性品種の育成については、小豆と同様にほぼ軌道に乗ったと言える。

安定供給のための今後の課題としては、収量性の向上と機械収穫に適する特性の付与が重要である。

収量性は、手亡類では十勝農試の試験では安定して350kg/10aに到達しており、農家レベルでも300kg/10a前後と、かなりの多収に達している。今後は、新たな遺伝資源との遠縁交配による多収

因子の導入など、多収化への新たな取り組みを行うことが必要である。一方、金時類は、秋播き小麦の前作として栽培されることが多く、生育期間が短いことが求められ、さらに、子実の形や種皮の色といった特性の許容範囲が小さいため、それらの特性での選抜が優先され、なかなか収量性を上げるのが困難である。現在、成熟期が遅くても構わないので多収となる系統の育成を進めており、そのような系統の生育パターンや収量構成要素の解析から、新たな多収性育種の方向を探ることを考えている。

一方、機械収穫向け品種の必要性は小豆と同様である。付与すべき特性としては、金時類では耐倒伏性と成熟期における葉落ちの良さ、さらに、茎折れしにくい性質が重要である。決定的に優れた育種母材がないため、各特性に優れた遺伝子の集積を図って改善を進めている。手亡類では、分枝が横に広がって着莢位置が低くて収穫ロスが多くなるため、立ち型の草型の遺伝資源を交配に用いて、小豆のような立ち型の草型で枝が垂れない特性を持つ系統の育成を進めている。北海道産菜豆は、輸入品に対する品質上における優位性が小豆ほど高くはないため、生産コストの低減が小豆以上に強く求められる。その意味で、収穫の省力化を育種的にも推進することが今後ますます重要になると考えられる。

以上のように、わい性菜豆類の中で従来から栽培されてきている金時類や手亡類等について、生産の安定化を育種的に図ることは重要である。しかし、これらの菜豆類の主用途である煮豆や白アンなど甘味をつけた製品の消費は、将来的に増加する可能性は小さく、漸減していくと考えられる。そこで、将来的に菜豆類の一定の栽培面積を維持するためには、新たな需要に対応した菜豆類の品種開発が必要と考えられる。

十勝農試小豆菜豆科では、最近需要を伸ばしているサラダ豆に着目し、その中に使用されているレッドキドニーなどの菜豆類に置き換わり得る、サラダ用品種の開発に2008年度に着手した。まだ、サラダ用として必要な特性を手探りしながらのスタートであり、どの程度の需要が見込めるかも未知数ではある。国産志向の高まりもあり、10

年後の需要増を期待して進めながら、さらには、グラタンや煮込み料理など、より幅広い調理用途向け品種の開発につなげて行ければと考えている。

3. 国際情勢の変化に向けて

昨年来のエネルギー、穀物価格の高騰により、一時的に小豆や加糖餡の輸入が滞る事態が今年になってみられた。現在は回復しているようであるが、主な輸入先である中国では、今後とも食糧需要の増大が予想され、また、大手亡の輸入先である北米でも、価格優位性の点から大手亡よりも大豆やトウモロコシへの農家の志向性が強まってい

るとのことである。これらを考えると、長期的には、雑豆輸入の不安定性が増大し、国産（道産）回帰の傾向が強まる可能性は決して小さくないと考えられる。将来的には、北海道における小豆・菜豆の栽培面積が、大豆とともに増加することも十分あり得る。そうなった場合には、病害虫被害の増大などの栽培上の新たな問題点が生じることが考えられる。また、地球温暖化の影響で産地の気象が変化し、生産の安定性や品質面に問題が出ることも十分考えられる。これらのことを想定しながら、今後の新たな育種目標を設定してゆくことが必要と考えている。

《最近の育成品種概要》

1. 特性等概要一覧

品 種	小豆〈ほまれ大納言〉	小豆〈きたろまん〉	小豆〈きたほたる〉	手亡〈絹てぼう〉
育成年	平成20年	平成17年	平成16年	平成16年
交配組合せ	十系701号／十系697号	十育137号／十育138号	93142(F6)／十系590号	十系A216号／十系A212号
適 地	道北、道央、道南の大納言小豆品種栽培地帯	道東の早生種栽培地帯及び早生・中生種栽培地帯及びこれに準ずる地帯	道東の早生種栽培地帯を除く全道の小豆栽培地帯	道東の特に冷涼な地帯を除く全道のいんげんまめ作付地帯
長 所	1.落葉病、茎疫病(レース1、3)、萎凋病に抵抗性である。 2.加工適性が「アカネダイナゴン」「ほくと大納言」と同等以上である。 3.百粒重が「アカネダイナゴン」より10%以上重く、普及見込み地帯における大納言小豆規格内歩留り(5.5mm篩上)が高い。	1.開花期頃の低温抵抗性が「やや強」である(「エリモショウズ」より強い)。 2.落葉病・茎疫病(レース1)・萎凋病抵抗性が「強」である。 3.倒伏抵抗性が「強」である。	1.餡色が白く明るい色調で、加工適性が優れる。 2.落葉病・茎疫病(レース1)・萎凋病抵抗性が「強」である。	1.未吸水粒の発生が少なく、餡色が白く明るい色調で、粒餡加工適性に優れる。 2.インゲン炭そ病に抵抗性である。
短 所	1.子実重が「アカネダイナゴン」よりやや劣る	1.開花前の低温により短茎化する場合がある。	1.出芽が劣る。 2.低温抵抗性が「弱」である。	1.収量性は「姫手亡」にやや劣る。 2.極端な低温条件下では低収となる。
その他の特記すべき特徴	収穫前の降雨による雨害粒は発生しにくく、製品試作試験において、加工業者から風味が優れると高く評価された。	「エリモショウズ」より早く、「サホロショウズ」より遅い早生である。粒大が「エリモショウズ」より大きく、「サホロショウズ」と同じ「中の大」である。	成熟期が「ホッカイシロショウズ」並みからやや早く、耐倒伏性が優る。	餡色が「姫手亡」より白く明るい色調で、粘りがあり滑らかな食感である。
栽培上の注意事項	1. 落葉病、茎疫病(レース1、3)、萎凋病に抵抗性を持つが、栽培にあたっては適正な輪作体系を守る	1. 落葉病、茎疫病(レース1)、萎凋病に抵抗性を持つが、栽培にあたっては適正な輪作を守る。 2. 茎疫病発生圃場では、優先するレースにより多発する場合がある。 3. 短茎化した場合、機械収穫を行うと収穫損失が大きくなる場合がある。 4. 早生であるが、夏期温暖な条件下では中生品種より成熟期が遅くなる場合がある。	1. 出芽が劣るので、播種前にチウラム水和剤F(40%)を塗抹し、播種量は多めとする。 2. 収穫前の降雨により腐敗粒が多発する場合があるので、刈り遅れを避け適期収穫に努める。 3. 落葉病、茎疫病(レース1)、萎凋病に抵抗性を持つが、レースによっては発病する場合があるため、適正な輪作体系を守る。	1. 極端な低温条件下では減収率が大きいので、特に気象条件の厳しい地帯での栽培は避けるのが望ましい。 2. 極端な多肥栽培では倒伏を助長し、成熟期における葉落ちが不良になることがある。 3. インゲン炭そ病防除の茎葉散布は不要であるが、他病害には従来の品種と同様に罹病するので防除を行う。

(注)特性に係る写真については、カラーグラビアを参照

2. 特性表

・小豆〈ほまれ大納言〉特性表（中央農試・道南農試 2004～2007平均）

	落葉病	茎疫病抵抗性		萎凋病	成熟期	倒伏	主茎長	分枝	莢数	子実重	百粒	大納言小豆規格内	
	抵抗性	レ-S1	レ-S3	抵抗性	(月日)	程度	(cm)	(/株)	(/株)	(kg/10a)	重 (g)	子実重	同上比
												(kg/10a)	(%)
ほまれ大納言	○	○	○	○	9.11	1.7	64	3.2	43	279	18.3	262	106
アカサ付ゴシ	×	×	×	×	9.12	2.1	64	4.6	60	306	16.4	248	100
ほくと大納言	×	×	×	×	9.10	1.5	59	4.6	40	269	19.8	258	104
とよみ大納言	○	×	×	○	9.09	1.3	52	4.5	41	298	22.1	290	117

注1. 倒伏程度 0：無、0.5：微、1：少、2：中、3：多、4：甚
 2. 大納言小豆規格：節目5.5mm以上。
 3. 病害抵抗性 ○：抵抗性、×：罹病性

・小豆〈きたろまん〉特性表(十勝農試 2001～2007平均)

	落葉病	茎疫病抵抗性		萎凋病	成熟期	倒伏	主茎長	主茎	莢数	子実重	百粒重
	抵抗性	レ-S1	レ-S3	抵抗性	(月日)	程度	(cm)	節数 (/株)	(kg/10a)	(g)	(g)
きたろまん	○	○	×	○	9.20	1.4	65	12.6	52	376	16.1
サホロショウズ	×	×	×	×	9.17	2.1	68	12.1	58	338	15.1
エリモショウズ	×	×	×	×	9.24	3.2	75	13.7	55	370	14.8

注1. 倒伏程度 0：無、0.5：微、1：少、2：中、3：多、4：甚
 2. 病害抵抗性 ○：抵抗性、×：罹病性

・小豆〈きたほたる〉特性表(十勝農試 2001～2003、2005～2007平均)

	落葉病	茎疫病抵抗性		萎凋病	成熟期	倒伏	主茎長	子実重	百粒重
	抵抗性	レ-S1	レ-S3	抵抗性	(月日)	程度	(cm)	(kg/10a)	(g)
きたほたる	○	○	×	○	9.28	1.1	66	353	13.4
ホカイショウズ	×	×	×	×	10.1	2.9	80	326	15.4
エリモショウズ	×	×	×	×	9.25	3.1	73	376	14.8

注1. 倒伏程度 0：無、0.5：微、1：少、2：中、3：多、4：甚
 2. 病害抵抗性 ○：抵抗性、×：罹病性

・手亡〈絹てぼう〉特性表(十勝農試)

試験年次品種名 (平成)	成熟期 (月日)	葉落	草丈	主茎	莢数	一莢内	子実重	百粒重
		良否	(cm)	節数	(/株)	粒数	(kg/10a)	(g)
低温年	9/19	2.2	54	9.8	35.2	3.47	362	40.6
(13,14,15)	9/20	1.9	66	10.1	33.3	4.43	402	34.1
姫手亡	9/18	2.0	58	9.6	33.9	4.33	389	32.6
高温年	9/14	3.5	52	9.1	33.4	3.61	353	35.8
(16,17,18)	9/15	3.3	60	9.3	33.8	4.37	362	30.2
姫手亡	9/14	3.7	55	9.0	35.4	4.16	353	29.7

注1. 倒伏程度 0：無、0.5：微、1：少、2：中、3：多、4：甚
 2. 葉落良否 1：良、2：やや良、3：中、4：やや不良、5：不良