

複合抵抗性大豆品種の育成

(1)背景と目的

北海道中央部の転作地帯ではコンバイン収穫時の汚粒軽減のため、また東部の畑作地帯では収穫作業前進のため、早熟品種が必要である。さらに、収量および品質の安定化のためには耐冷性や低温着色抵抗性、ダイズシストセンチュウ抵抗性（以下、大豆の項ではセンチュウ抵抗性とする）等の抵抗性の複合化が不可欠である。「ユキホマレ」育成以前、北海道で栽培されている白目中粒品種には「トヨコマチ」、「カリユタカ」および「トヨホマレ」があるが、いずれの品種も栽培特性上一長一短があり、大豆の省力・高位安定生産のために、早熟で各種抵抗性を備えたコンバイン収穫向き品種の育成に取り組んだ。

(2)成果の内容

【ユキホマレ】の育成（平成13年優良品種）

①育成経過

早生、耐冷安定、センチュウ抵抗性で機械収穫向き難裂莢性品種の育成を目標とし、平成2年に十勝農試において、センチュウ抵抗性で難裂莢性の白目系統である「十系783号」を母、中生の早で耐冷性およびセンチュウ抵抗性の白目系統である「十系780号」を父として人工交配を行った。その後、F3～F8までを早生・耐冷系統の選抜強化を目的に設置した北見農試での現地選抜試験を経て、育成した品種である。

②特性概要

それまで最も早熟な「トヨコマチ」よりさらに早熟であり、耐冷性や低温によるへそ周辺着色抵抗性およびセンチュウ抵抗性など複合障害抵抗性を持ち、難裂莢性などの機械収穫適性が高いなど、当時求められていた数多くの優れた特性を有している（表1、表2）。

表1「ユキホマレ」の主な特性

品種名	育成年	熟期	粒大	耐冷性	線虫	わい化病	低温着色	
				開花期/生育期	抵抗性	抵抗性		裂莢性
ユキホマレ	H13	やや早	中	や強/強	強	弱	難	弱/強
トヨコマチ	S63	やや早	中	や強/や強	強	弱	易	弱/強
トヨホマレ	H6	中生	中	強/強	弱	弱	易	弱/強
カリユタカ	H3	中生	中	(中/中)	弱	弱	難	弱/弱
トヨムスメ	S60	中生	大	中/中	強	弱	易	弱/弱

表2「ユキホマレ」の生育収量

品種名	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	分枝数 (/株)	子実重 (kg/a)	標準比 (%)	百粒重 (g)	品質
ユキホマレ	9.22	64	4.0	35.1	100	36.2	2下
トヨコマチ	9.28	63	4.9	35.0	100	37.2	3上
カリユタカ	9.30	69	5.7	35.4	101	34.1	2中
トヨホマレ	10.2	60	4.2	35.1	100	35.0	2下

(3)現状と今後の方向性

①現状

品種育成後、『道央・上川地方における大豆「ユキホマレ」の栽培法とコンバイン収穫適性』（平成14年中央農試、上川農試）、『大豆「ユキホマレ」を活用した田植え後播種栽培技術』（平成16年北農研）が普及推進事項とされ、品種、栽培技術の両面から普及が進められた。平成18年には作付面積6,175haに達し、「とよまさり」銘柄の基幹品種となった（図1）。

当初、豆腐の破断応力（硬さ）が低く、豆腐加工適性に劣るとされたが、近年、軟らかいが味が濃厚で甘みが強く美味しい豆腐が大ヒット商品となり、その原料として実需の評価がより高まった。

本品種は、その栽培しやすさと多収性から、道産大豆の安定供給および良質化に大きく寄与している。

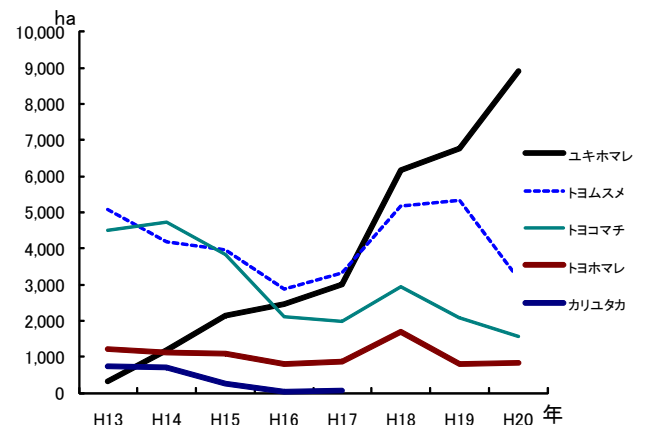


図1 とよまさり銘柄品種の全道作付面積の推移

②今後の複合抵抗性品種の育成

「ユキホマレ」の普及面積が急増する一方で、道央での出芽不良や網走での裂開粒の発生など、新たな問題点が表面化してきている。

また、「とよまさり」銘柄を使用してきた実需（特に大手豆腐メーカー）からは、道産大豆の豆腐加工適性の向上が求められている。今後、わい化病抵抗性の付与、耐冷性の向上、豆腐加工適性に優れた多収品種の育成が目標である。

機械収穫向け大豆品種の育成

(1)背景と目的

大豆収穫はコンバインが主流となり、新たな品種には「耐倒伏性」、「最下着莢位置 高」、「裂莢性 中～難」等の機械収穫に適した形質が必要である。また、安定多収で最下着莢高を高めるには、密植適応性も必要であり、「耐倒伏性」と分枝が少ない「主茎型」の草姿が求められる。白目大粒の中生品種「トヨムスメ」は、煮豆、豆腐等の原料として実需者からの評価が高いが、耐冷性が不十分であり低温着色（へそ及びへそ周辺着色）も発生し易い。また、分枝がやや多く裂莢性が易であるなど、機械収穫適性と密植適性が十分でない。このため、耐冷性と低温着色抵抗性が強く、機械収穫適性の高い品種の育成に取り組んだ。

(2)成果の内容

【トヨハルカ】の育成（平成17年優良品種）

①育成経過

センチウ抵抗性、耐冷安定、低温着色抵抗性で機械収穫向き品種の育成を目標とし、平成5年に十勝農試において、センチウ抵抗性、耐冷性、低温着色抵抗性の「十系793号」を母、センチウ抵抗性の「十交6225F8」を父に人工交配し、その後、選抜と各種試験を実施して育成した品種である。

②特性概要

「トヨハルカ」の主茎長は「トヨムスメ」並であるが、分枝数は少ない。子実は「トヨムスメ」と同じ白目大粒である。熟期は中生で倒伏が少ない（表1）。

表1 「トヨハルカ」及び「トヨムスメ」の主な特性

品種名	成熟期 (月日)	倒伏程度	主茎長 (cm)	分枝数 (本/株)	最下着莢位置 (cm)	子実重 (kg/a)	収量 (%)	百粒重 (g)	品質 (検査等級)
トヨハルカ	10.1	1.0	60	4.0	14	35.7	103	37.2	2下
トヨムスメ	10.2	1.6	58	5.4	11	34.7	100	36.4	3中

注1) 普及見込み地帯（地帯区分Ⅲ、Ⅳ）の延べ21箇所の平均。

注2) 倒伏程度は、無(0)、微(0.5)、少(1)、中(2)、多(3)、甚(4)の評価による。

注3) 最下着莢位置は、8箇所(平成16年)の調査による。

密植栽培においては増収程度及び最下着莢位置の上昇程度が大きい。裂莢の難易は「中」である。よって、密植適性及び機械収穫適性が高い。

低温着色の発生はほとんどなく、外観品質は「トヨムスメ」より優れる（写真1）。加工適性は、主用途の煮豆のほか味噌、納豆は、「トヨムスメ」と同程度～優れる。豆腐は「トヨムスメ」同様に甘みがあり食味

は良好であるが、同品種に比べ柔らかい傾向にある。



写真1 低温着色粒

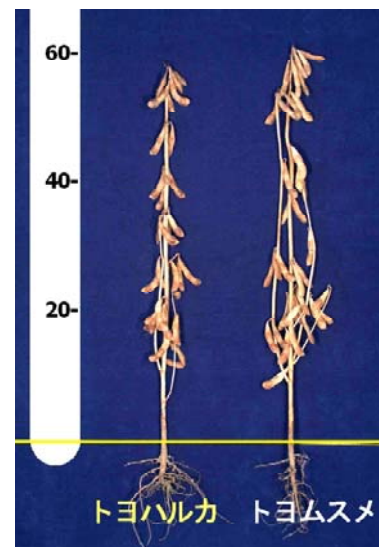


写真2 草姿

(3)現状と今後の方向性

①現状

「トヨハルカ」は耐冷白目大粒のコンバイン収穫向け品種として、中生品種地帯での作付が拡大しており、平成19年の全道作付は608haとなっている。作付の進展に伴い、十勝地域で裂莢の発生が報告され、成熟期に乾燥する地帯は難裂莢付与の必要性が明らかとなった。また、水田転換畑地帯では、耐湿性や土壤病害（茎疫病、黒根腐病など）への抵抗性が不十分であることが指摘されており、普及地帯や栽培法の指導に注意が必要である。

②今後の機械収穫向け品種の育成

栽培体系が、狭畦栽培など、一層の密植を指向した場合、「トヨハルカ」より更に分枝が少ない品種が要望されると思われる。また、「トヨハルカ」並以上の耐倒伏性で、より熟期が早く豆腐加工適性に優れた多収品種の育成が強く要望されている。

【大豆科 研究成果8】

特定用途向け大豆品種の育成

(1)背景と目的

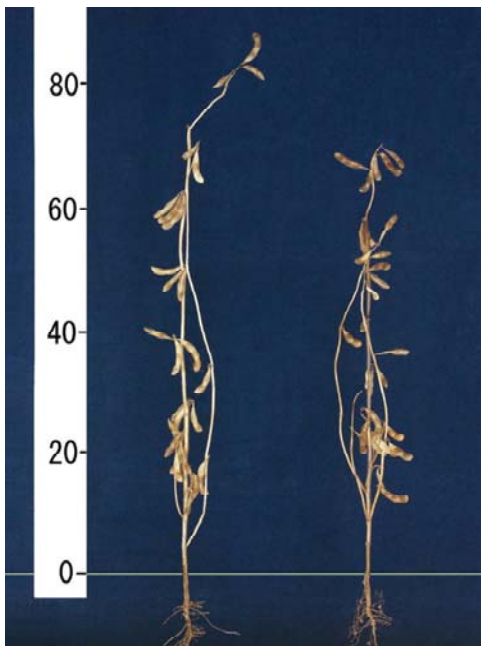
健康志向の高まりのなかで、大豆の機能性成分、とりわけ骨粗鬆症改善、更年期障害緩和、ガン予防などに効果があるとされるイソフラボンは、1990年代後半頃から注目され始めた。一般に道産大豆はその特性としてイソフラボン含量が高い傾向があり、豆乳や味噌の加工業者からは、高イソフラボンを活かした加工品の原料として、注目されている。

(2)成果の内容

【ゆきぴりか】の育成（平成18年優良品種）

①育成経過

ダイズシストセンチュウ抵抗性で高タンパク含量の大豆品種育成を目標として、平成5年にセンチュウ抵抗性で白目中粒多収の「十系793号」を母、センチュウ抵抗性、高タンパク含量で白目中粒の「十系817号」を父に人工交配し、その後、選抜と各種試験を実施して育成した品種である。



ゆきぴりか トヨコマチ

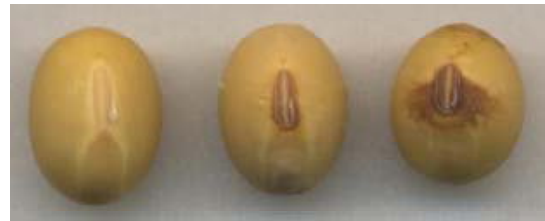
写真1 草姿

②特性概要

「ゆきぴりか」の耐倒伏性は比較的強いが、長茎（写真1）であるため、栽植密度は標準(1,667本/a)を基本とする。粒大は「トヨコマチ」と同じ白目中粒に属するが、百粒重は若干小さい。熟期は「トヨコマチ」並のやや早である。低温抵抗性（耐冷性）は「トヨホマ

レ」並に強い。さらに低温着色抵抗性（へそ及びへそ周辺）は「トヨコマチ」よりも強く、外観品質に優れる（写真2）。

イソフラボン含量は「トヨコマチ」より高く（図1）、既存品種で最も含量が高い「音更大袖」並からやや高い。加工適性は、豆乳、味噌、煮豆、納豆については総じて“適”、豆腐は“可”の評価である。



ゆきぴりか トヨコマチ トヨムスメ

写真2 低温によるへそ及びへそ周辺着色

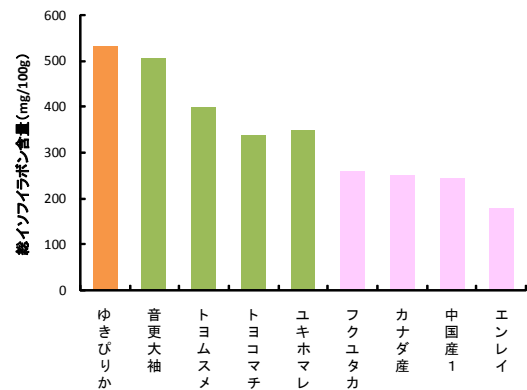


図1 総イソフラボン含量の比較

(3)現状と今後の方向性

①現状

石狩地域等、道央を中心に高イソフラボンの特性を活かした地域特産大豆品種として「ゆきぴりか」の栽培が増えつつある。

②今後の特定用途向け品種の育成

他の特定用途向けとして、大豆特有の青臭みの原因となるリポキシングナーゼを欠失した品種の育成にも取り組んでおり、豆乳や大豆全粒粉を利用した新たな加工品原料としての用途が期待されている。

【大豆科 研究成果9】

大豆の耐冷性育種

(1)背景と目的

北海道の大豆作において、冷害は収量の大きな不安定要因である。冷害の被害型は生育不良型、障害型、遅延型の3タイプに分類されており（表1）、十勝農試では主として生育不良型冷害、障害型冷害に関する試験を行っている。選抜手法としては初中期世代の集団、系統を冷涼な気候である上士幌町の現地選抜圃で選抜し、後期世代の有望系統は低温条件に設定したファイトトロンで開花期耐冷性の検定を行っている。

また、低温着色（へそ及びへそ周辺）について、発生機作や検定条件などを整理して、検定を実施しており、これまでに耐冷性品種として「ユキホマレ」（平成13）、「トヨハルカ」（平成17）、「ゆきびりか」（平成18）などを育成した。

表1 冷害のタイプ

○ 生育不良型冷害	⇒ 生育初期の低温による生育不良
○ 障害型冷害	⇒ 開花期前後の低温による落花、落葉
○ 遅延型冷害	⇒ 生育後期の低温による子実の肥大不良

(2) 成果の内容

1) 開花期耐冷性の機作と検定条件および間接選抜指標
障害型冷害の原因となる開花期耐冷性の検定法として、開花期から4週間の低温処理（昼18℃/夜13℃）と遮光処理を組み合わせた条件を設定した。

開花期耐冷性の弱い品種においては、低温処理によって収量構成要素の中で特に稔実莢数が大きく減少する（表2）。

表2 低温処理による収量構成要素の変化

品種名	稔実莢数	一莢内粒数	百粒重	子実重	開花期耐冷性
トヨムスメ	41	65	59	16	中
キタムスメ	81	91	83	54	強
ハヤヒカリ	82	80	100	65	強

注) 無処理区対比(平成8～10年の平均)

この時、花粉発芽能力の低下、柱頭上の花粉数の減少が確認され、開花期の耐冷性において特に重要なのは低温下での着莢能力であることが明らかとなった。

開花期耐冷性の間接選抜指標として、開花期の早晩性、カナダで育成された耐冷性品種「Labrador」由来の側状花房の発達の有無が有効である。

2) 花粉形成期における低温感受性とその評価法

開花期よりも前の生育ステージである花粉形成期に

低温に遭遇すると、異常花粉が発生する（図1）。

個々の花で見た場合、特に開花10～14日前の低温によって異常花粉が多く発生し、受精莢率が低下する（図2）。開花1週間前に低温処理を行い、低温処理後に開花した花の異常花粉率を計測することによって、花粉形成期耐冷性の検定を行うことが可能である。

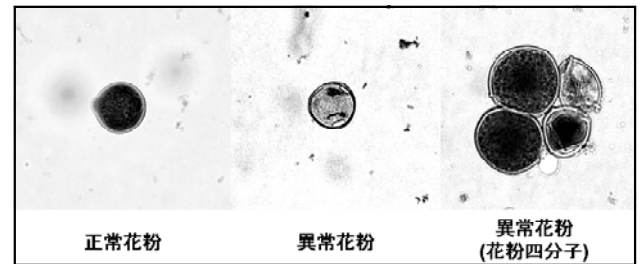


図1 低温処理による異常花粉の発生

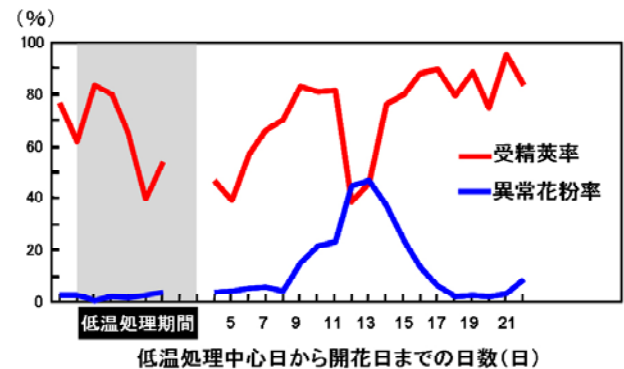


図2 個々の花で見た場合の受精率・異常花粉率

(3) 今後の研究方向

開花期耐冷性の間接選抜において、生育期間の短い北海道においては、開花期の遅い個体を選抜する際に成熟期も遅くすることを避けなくてはならない。

また、早生品種地帯では、低温による裂開粒の発生が問題となっている。今後は従来の耐冷性検定と選抜を継続するとともに、花粉形成期耐冷性や低温による品質低下（へそ周辺着色粒、裂開粒など）に対する抵抗性を付与した品種育成を進める。裂開粒については発生条件の解明と検定法確立が急務である。

DNAマーカー選抜を用いたダイズシストセンチュウ・レース1抵抗性育種

(1) 背景と目的

十勝農試では昭和30年代にセンチュウ抵抗性育種に着手し、最近育成したほぼすべての品種にレース3抵抗性が付与されている。しかし、これらの抵抗性を打破するセンチュウの被害が顕在化しており、早急な対策が求められている。そこで、シストセンチュウ・レース1抵抗性品種の早期育成を目的に、平成11年からDNAマーカー選抜法の開発に取り組んだ。

(2) 成果の内容

1) 抵抗性の遺伝

遺伝解析により、下田不知系のレース3抵抗性は3遺伝子座 (*rhg1*, *rhg2*, *rhg3*)、PI84751由来のレース1抵抗性には4遺伝子座 (*Rhg4*, *rhg1*, *rhg2*, *rhg3*) が関与すると推定される (図1)。また、レース1抵抗性の4遺伝子座のうち、*Rhg4*座を除く3遺伝子座を持つとレース3抵抗性となる。

*Rhg1*座には、レース3抵抗性型 (下田不知型、*rhg1g*) とレース1抵抗性型 (PI84751型、*rhg1p*) の複対立遺伝子が存在し、レース1型はレース3型に対して上位性がある。

*Rhg2*座にも下田不知型 (*rhg2g*) とPI84751型 (*rhg2p*) があるが、これらは対立遺伝子ではなく連鎖しており、このどちらかを持つことによりレース1抵抗性を持つ。

2) DNAマーカー選抜を用いた抵抗性育種

「レース3抵抗性×レース1抵抗性」の交配後代のマーカー選抜を行うためには、*Rhg1*座と *Rhg4*座のマ-

ーカーが必要となる (図2)。

マーカー選抜を用いた効率的な育種手法として、連続戻し交配手法がある。「十育247号」は、本手法を用いて、レース3抵抗性の「ユキホマレ」にレース1抵抗性を導入した戻し交配品種である (図3)。「ユキホマレ」の遺伝子を計算上約95%持ち、農業特性および加工適性は「ユキホマレ」と実質的に同等である。このことから、平成22年に北海道の優良品種に認定された。

3) 複合抵抗性

マーカー選抜をより効率的に利用するには、複数形質・複数遺伝子座の同時選抜があげられる。*Wilis* 由来のわい化病抵抗性については、すでにセンチュウ抵抗性との同時選抜を行っている。また、*Rhg4*座に連鎖している低温着色抵抗性について、解析を進めており、レース1抵抗性かつ低温着色抵抗性極強系統の作出を目指している。

(3) 今後の研究方向

「レース1抵抗性×感受性」の組合せにマーカー選抜を適用するには、さらに *Rhg3*座のマーカー開発が必要となる。

一部の地域において、PI84751由来のレース1抵抗性を侵す新レースの発生が、わずかながらも見られる。そのため、新たな抵抗性母本を用いた抵抗性育種に取り組み始めている。

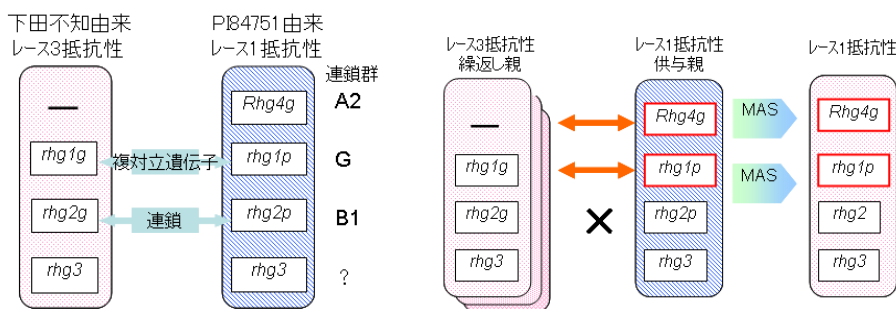


図1 下田不知由来のレース3抵抗性とPI84751由来のレース1抵抗性の関係

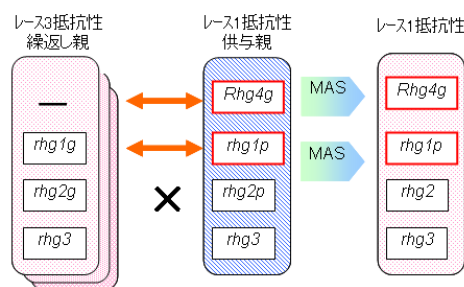


図2 レース1抵抗性のマーカー選抜を用いた戻し交配の手法



図3 「十育247号」の系譜