

V 難裂莢性因子の導入

1. 母本の選定と育種の経緯

わが国のダイズ育種において、遺伝変異幅の拡大、多収、高脂肪または病害虫抵抗性品種の育成を目的として、アメリカ合衆国や中国からの導入材料を交配親に用いた例は多い。現在までに、わが国で外国品種を片親として育成された品種は、「ナガハジロ」、「コガネシロ」、「トカチシロ」、「オシマシロメ」、「ワセコガネ」、「デウムスメ」、「タマホマレ」、「スズヒメ」、「ツルコガネ」等である（畑作物の新品種1963, 1969, 1981）^{67, 68, 71)}。しかし、難裂莢性因子の導入を目的とした品種改良は、十勝農試が1975年に開始する以前には実施されていなかったのが現状である。

材料および方法

十勝農試のダイズ新品種育成試験成績書(1973～1984)¹⁾に基づき、難裂莢性品種育成に関する組合せ数、交配親の特性および育種の経緯等を整理した。

結 果

1) 難裂莢性を目標とした組合せ数と使用した母本の特性

難裂莢性品種育成を目標に交配した組合せ数と使用した交配親を表16と表17に示した。1973年から1984年までの12年間に111組合せを交配してきたが、組合せ数は現在も年々増加の傾向にある。

難裂莢性の遺伝子源として使用した品種およ

Table 16 Number of crosses, and origin of non-shattering varieties

Period	Number of crosses				
	Total	Thailand	U. S. A.	China	Others
1973 - 1976	18	9	8	1	0
1977 - 1980	23	8	8	5	2
1981 - 1984	70	34	31	4	1
Total	111	51	47	10	3

Table 17 Non-shattering varieties used for crossing

Origin	Variety
Thailand	Toiku 208 (Tokei 679) (17)*, Toiku 207 (Tokei 683) (8), Thai 7012-28(7), Thai 7012-56(7), Tokei 613(5), Tokei 687(3), SJ-2(1), Thai 7012-54(1), Tokei 612(1), Tokei 688(1)
U.S.A.	Lee(17), Harosoy Dt2(8), Tokei 685(5), Harosoy(4), Tokei 711(3), Harosoy 63(2), Williams(2), Clark Dt2(2), Toko 5004-16(2), Comet(1), Toko 5006-13(1)
China	Wase-kogane(7), Tsuru-kogane(2), Shika 4(1)
Others	MID 10-100(3)

* Figures in parentheses are times of crosses.

+) 北海道立十勝農業試験場豆類第一科, 大豆新品種育成試験成績書 (1973～1984)

び育成系統は、タイ国、アメリカ合衆国および中国からの導入品種およびその交雑後代に由来する育成系統が主体である。タイ国およびアメリカ合衆国から導入した品種およびその交雑後代に由来する育成系統を利用した組合せ数は、それぞれ51組合せ（全体の46%）および47組合せ（全体の42%）と多い。

タイ国から導入された難裂莢性の遺伝子源はタイ国の優良品種「SJ-2」に由来する。1970年タイ国において、「SJ-2」と北海道品種「カリカチ」との交配が行われ（交配番号タイ7012）⁴¹⁾、その後十勝農試において難裂莢性で熟期の早い「タイ7012-28」, 「タイ7012-54」, 「タイ7012-56」等の系統を選抜した。しかしこれらの育成系統は、子実が小粒で収量性が劣りかつ倒伏し易い等の難点を有するので、再度北海道の基幹品種等との間で交配が行われ、系統選抜が進められている。

アメリカ合衆国からの導入材料の中では、「Lee」および「Harosoy Dt2」の利用が多い。「Lee」との交雑後代は熟期が遅すぎて希望個体の選抜が困難なため、1977年以降北海道品種への戻し交配を実施している。また、「Harosoy Dt2」は膚色が黄で、子実の品質は良いが小粒である。

2) 育種の経緯

タイ国品種「SJ-2」は、有限伸育型でかつ難裂莢性の程度が高かったことから、交配親に利用された。しかし、「SJ-2」は北海道では極晩熟であり、耐倒伏性、粒大および子実の品質等の特性が劣っていたので、これらの特性に対する改良が進められた。第1段階では、「SJ-2」と「カリカチ」との交雑後代から「タイ7012-28」, 「タイ7012-54」および「タイ7012-56」等の系統を育成し、さらに第2段階としてこれらの育成系統と北海道品種との交雑後代から、「十育207号」および「十育208号」等の系統を育成した。この過程における熟期、耐倒伏性、粒大および子実の品質に対する改良は顕著である。

アメリカ合衆国から導入し利用した材料は、比較的熟期の早い「Harosoy」等と晩熟の「Lee」等に大別される。前者は、中国東北部から導入された品種と同様、無限伸育型で小粒の特性を有する。これらの品種と北海道品種との交雑後代では、難裂莢性個体の選抜によって無限伸育型個体の頻度が高まった。後者の「Lee」等アメリカ南部の有限伸育型品種を難裂莢性の交配親として利用した場合は熟期が遅いので、交配作業や初期世代の選抜には短日処理を行いながら進めた。また、北海道品種への戻し交配も実施されている。

1975年以降の難裂莢性を目的とした一連の育種事業の中から、1984年までに17系統に系統番号を付した。これらの中から、さらに有望度の高い3系統に「十育207号」, 「十育208号」および「十育211号」の地方番号を付し、地域適応性や特性検定試験等の評価を続けている。

考 察

難裂莢性の交配親として、タイ国の「SJ-2」, アメリカ合衆国の「Harosoy」, 「Lee」, 「Williams」, 「Clark」および「Comet」, 中国の「紫花4号」および「黄宝珠」等の品種およびそれらに由来する育成系統が利用されている。遺伝子源として極めて限定されているので今後さらに難裂莢性優良母本の探索が必要であろう。また、難裂莢性の育成系統を中間母本として、さらに農業形質の改良を図る必要がある。1978年以降は、難裂莢性とダイズシストセンチュウ抵抗性および耐冷性との複合目標も取り上げて育種を進めている。

タイ国の「SJ-2」から難裂莢性を導入した「十育207号」および「十育208号」は、熟期、耐倒伏性、粒大および子実の品質等の特性で実用的にはほぼ満足し得る水準に達している。アメリカ合衆国の「Harosoy」から難裂莢性を導入した「十育211号」等の育成系統は、粒大がやや小さい難点がある。また、「Lee」の交雑後代は、粒大および子実の品質の面で改良の

余地が残されている。

2. 難裂莢性系統の選抜過程

有望度の高い育成系統「十育 207号」, 「十育 208号」および「十育 211号」の選抜経過を紹介するとともに耐裂莢性の選抜効果について検討する。

材料および方法

「十育 207号」, 「十育 208号」および「十育 211号」に関して, 人工交配から選抜, 固定を図ってきた過程を整理する。耐裂莢性に対する選抜は, ガラス室内乾燥法および熱風乾燥処理法 (60°C, 3時間処理) を併用した。

結 果

「十育 207号」: 1974年, 難裂莢性の多収品種の育成を目標に, 難裂莢性の育成系統「タイ 7012-28 (F7)」を母, 白日, 良質の育成系統「十系 423号」を父として人工交配し, 以降選抜および固定を図ってきた系統である。F₂代は, 2,000個体を栽植し, 熟期, 草型および品質で83個体を選抜した。F₂集団は晩熟で長茎の個体の頻度が高かったため, 選抜率は4.2%と低かった。F₃代は83系統を供試し13系統49個体 (選抜率 15.7%), F₄代は13系統群49系統を供試し14系統70個体 (選抜率 28.6%) を選抜した。F₃およびF₄代における耐裂莢性の検定は, ガラス室内乾燥法によった。

F₅代以降も, 熟期, 耐倒伏性, 粒大および子実の品質等農業形質のほか, 耐裂莢性についても選抜および検定を続けた。F₅代以降の耐裂莢性の検定は, 熱風乾燥処理法によった。各世代の選抜率は10.0~16.7%であった。

1982年 (F₈代) から「十系 683号」の系統番号で生産力検定予備試験に供試し, 1983年 (F₉代) から十育番号を付して生産力検定本試験および奨励品種決定調査等各種試験に供試している。

「十育 208号」: 1974年, 難裂莢性の多収品種の育成を目標に, 北海道の基幹品種「キタムスメ」を母, 難裂莢性の育成系統「タイ 7012-56 (F7)」を父として人工交配し, 以降選抜および固定を図ってきた系統である。F₂代では2,000個体を栽植し, 熟期, 草型および品質で104個体 (選抜率 5.2%) を選抜した。F₃代は104系統を供試して29系統 133個体 (選抜率 27.9%), F₄代は29系統群 133系統を供試して28系統 140個体 (選抜率 21.1%) を選抜した。F₃およびF₄代では, 熟期, 耐倒伏性, 粒大および子実の品質等のほか, 耐裂莢性についても選抜を加えた。F₃およびF₄代の耐裂莢性の検定は, ガラス室内乾燥法によった。

F₅代以降も, 熟期, 耐倒伏性, 粒大および子実の品質等の農業形質について選抜を続けるとともに耐裂莢性の選抜, 検定を行った。F₅代以降の耐裂莢性の検定は熱風乾燥処理法によった。各世代の選抜率は11.1~20.0%であった。

1982年 (F₈代) から「十系 679号」の系統番号で生産力検定予備試験に供試し, 1984年 (F₁₀代) から十育番号を付して生産力検定本試験および奨励品種決定調査等各種試験に供試している。

「十育 211号」: 1977年, 難裂莢性の多収品種の育成を目標に, 白日, 小粒の多収品種「コガネジロ」を母, 難裂莢性の「Harosoy Dt2」を父として人工交配し, 以降選抜および固定を図ってきた系統である。F₁雑種の養成は冬季に温室を利用して行い, 世代促進を図った。F₂代は3,000個体を栽植し, 146個体 (選抜率 4.9%) を選抜した。F₂集団は, 晩熟, 小粒, 強茎の個体の頻度が高かった。F₃代は146系統を供試して35系統 175個体 (選抜率 24.6%), F₄代は35系統群 175系統を供試して12系統60個体 (選抜率 6.9%) を選抜した。耐裂莢性に対する選抜は, F₄代はガラス室内乾燥法, F₅代以降は熱風乾燥処理法によった。F₅代以降各世代の選抜率は, 13.3~15.0%であった。

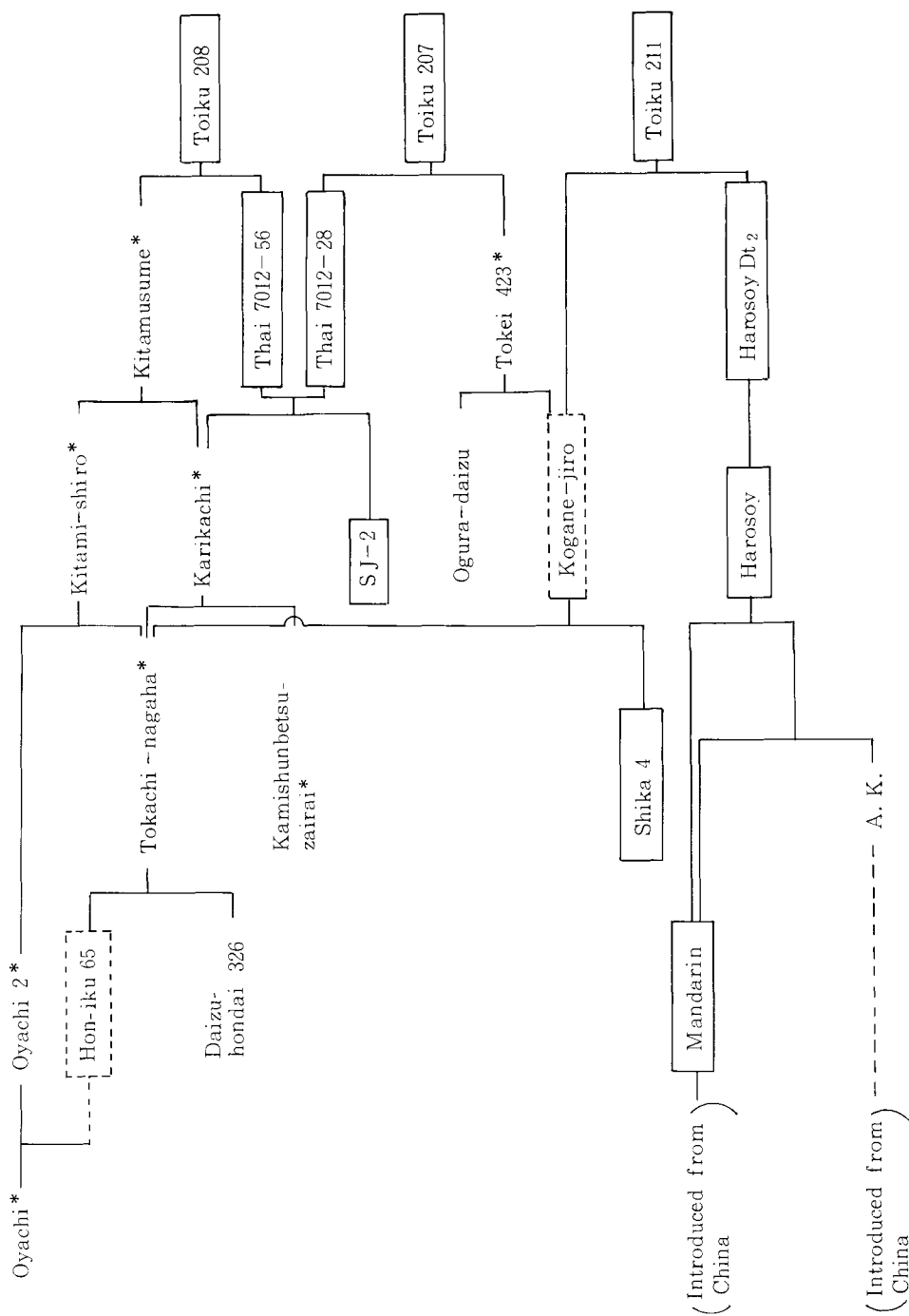


Fig. 12 Pedigree of promising lines "Toiku 207", "Toiku 208" and "Toiku 211".

Degree of shattering : □ ; Resistant, □ ; Medium, □ ; Susceptible

1982年(F₆代)から「十系686号」の系統番号で生産力検定予備試験に供試し、1985年(F₉代)から十育番号を付して生産力検定本試験および奨励品種決定調査等各種試験に供試している。

なお、「十育207号」, 「十育208号」および「十育211号」の系統図を図12に示した。「十育207号」および「十育208号」はタイ国の「S J-2」から、また「十育211号」はアメリカ合衆国の「Harosoy」から難裂莢性の特性を継いでいる。

考 察

難裂莢性系統および個体の選抜に、初期世代ではガラス室内乾燥法、また、中、後期世代では熱風乾燥処理法を利用した。

ガラス室内乾燥法では、圃場で熟期や草型について選抜した個体を収穫後ガラス室内にならべ、30~40日後に裂莢率を調査した。全く裂莢しないか裂莢率の低い個体を選抜し、次代の種子として利用した。一方、熱風乾燥処理法では圃場で熟期や草型等選抜した系統から、選抜個体とは別に5個体を検定用に取り、60℃、3時間の熱風乾燥処理後裂莢率を測定した。

ガラス室内乾燥法は、検定の精度はやや低いが一度に多数の材料を検定できるので、初期世代の選抜に有効である。また、熱風乾燥処理法は、検定に使用した個体の子実が乾燥のため発芽が劣り次代の種子として利用できないが、検定精度が高いので、中、後期世代の選抜に有効である。

本試験では、耐裂莢性の選抜をF₃以降の世代で行ったが、熟期や草型等の形質に関して遺伝変異の少ない集団では、F₂代から耐裂莢性の選抜が可能である。

また、難裂莢性品種と易裂莢性品種との間の交雑後代3組合せについて、F₂個体とF₃系統平均との間の親子相関を求めたところ、相関係数はそれぞれ0.82** (n=72, 「タイ7012-28」×「十育91号」), 0.36** (n=73, 「ウ

セコガネ」×「十育127号」) および0.63** (n=75, 「キタムスメ」×「タイ7012-56」) と高い値を示した。したがって、耐裂莢性に関する選抜の効果は初期世代から期待できる。

3. 育成系統の評価

本節では、有望な育成系統の特性を紹介するとともに、育種の成果および今後に残された問題点等について検討した。

材料および方法

「十育207号」, 「十育208号」および「十育211号」の生態的および形態的特性を各々の両親と比較し、育種の効果を検討した。

また、これらの育成系統を北海道の基幹品種と比較するために、生産力検定試験を行った。試験年次は1982~1984年の3年である。畦幅60cm, 株間20cm, 1株2本立の栽植密度で、1区7.2㎡, 2~4区制の試験を実施した。

結 果

育成系統「十育207号」, 「十育208号」および「十育211号」の特性を、各々両親と対比して表18に、標準および比較品種と対比して表19に示した。

「十育207号」: 熟期が「トヨスズ」並かやや早い、良質の白日中粒種である。収量は「トヨスズ」対比103%, 「ワセコガネ」対比107%と多収である。

「十育208号」: 中生種に属し、臍色は暗褐、粒大は「中粒の大」に属する系統である。交配親である「タイ7012-56」の難裂莢性を取込むとともに、熟期、耐倒伏性および粒大の面で改良が図られた。北海道の基幹品種「キタムスメ」と比較すると、収量は「キタムスメ」対比98%であるが、熟期はやや早く、粒大が「キタムスメ」並かやや大きく、耐倒伏性でやや優る。

「十育211号」: 熟期が「トヨスズ」並の白日小粒種である。収量は「トヨスズ」対比116

Table 18 Agronomic characteristics of promising lines resistant to pod shattering and their parents

	Degree of shattering	Maturity*	Lodging score**	Plant height	Growth habit	Seed size (g/100 seeds)	Hilum color
Toiku 208	Resistant	5	2	Middle	Determinate	27-31	Dark brown
P ₁ Kitamusume	Susceptible	5	2	Middle	Determinate	27-31	Dark brown
P ₂ Thai 7012-56	Resistant	6	3	Middle	Determinate	15-19	Dark brown
Toiku 207	Resistant	5	2	Middle	Determinate	19-23	Yellow
P ₁ Thai 7012-28	Resistant	7	3	Long	Determinate	15-19	Dark brown
P ₂ Tokei 423	Susceptible	6	1	Short	Determinate	31-35	Yellow
Toiku 211	Resistant	6	1	Middle	Semi-indet.	15-19	Yellow
P ₁ Kogane-jiro	Medium	6	1	Long	Semi-indet.	19-23	Yellow
P ₂ Harosoy Dt ₂	Resistant	6	3	Long	Semi-det.	19-23	Yellow

- * Maturity : 5 ; About 130 days in growing period.
 6 ; About 137 days in growing period.
 7 ; About 145 days in growing period.
 ** Lodging score : 0 (erect) - 4 (very lodging)

Table 19 Results of yield test for promising lines resistant to pod shattering (1982-1984)

	Degree of shattering (%)	Date of mature	Plant height (cm)	Lowest pod height (cm)	Lodging score	Seed yield (kg/a)	100 grain weigh (g)
Toiku 208	10	1 Oct.	73.7	17.2	1.3	28.7	28.9
Kitamusume	95	4 Oct.	71.6	17.4	1.9	29.4	27.4
Toiku 207	22	3 Oct.	65.4	15.8	1.2	27.4	23.9
Toyosuzu	81	5 Oct.	48.1	13.8	0.4	26.6	30.5
Wase-kogane	19	3 Oct.	85.4	11.6	2.7	25.6	21.2
Toiku 211	6	7 Oct.	65.6	9.7	0.9	29.0	19.2
Toyosuzu	89	6 Oct.	47.7	13.4	0.6	24.9	30.0
Wase-kogane	15	4 Oct.	85.0	12.3	2.8	25.1	21.7

％と極めて多収であり、かつ耐倒伏性に優れ、草型も良好である。

これらの育成系統は、現在の北海道の基幹品種である「キタムスメ」や「トヨスズ」が易裂莢性であるのに対し、いずれも極めて難裂莢性であった。表19に示したように、熱風乾燥処理法による裂莢率は、「キタムスメ」が95％および「トヨスズ」が81～89％であるのに対し、「ト育207号」は22％、「ト育208号」は10％、「ト

育211号」は6％であった。この値は、「ワセコガネ」の裂莢率と同等かやや低い値であった。

考 察

1975年から1984年に至る育種経緯の中で、難裂莢性因子の導入が図られ、ほぼ実用的な系統を育成することができた。また、後続の育種材料も豊富となり、今後の有望系統の作出も期待できる状況にある。

「十育 208号」は、難裂莢性であるほか熟期、粒大、収量性、耐倒伏性および子実の品質の面でも、北海道の基幹品種並かやや優る特性を有する。アメリカ合衆国や中国等の現存する難裂莢性品種は全てが小粒種であるのに対し、「十育 208号」は北海道の秋田銘柄の品種に匹敵する粒大を有する。

白目の育成系統「十育 207号」および「十育 211号」は、難裂莢性であるほか収量性および耐倒伏性が従来品種より優れているが、粒大が北海道の白目大粒の基幹品種「トヨスズ」に比べて小さいので、さらに大粒化への努力がな

されなければならない。

しかし、大粒になった場合は、収穫時の子実の乾燥および脱穀時における機械損傷等の問題を生じると予測される。北海道品種の良質性を維持しながら、省力化による生産費の軽減を図ることが今後の課題となろう。

なお、北海道におけるダイズ栽培の実情をみると、今後の育種目標は、耐冷安定性で難裂莢性、ダイズシストセンチュウ抵抗性で難裂莢性およびダイズわい化病抵抗性で難裂莢性等優れた特性の複合化であろう。

VI 総合論議および結論

ダイズの祖先型野生種であるツルマメは、個体内で未熟莢のあるうちから成熟莢が裂莢を開始し、種子を遠く飛散する^{25,36,49}。このことは自然界における種の保存上有効な特性であろうが、栽培上は非常に不都合な特性である。そのため、野生種から栽培ダイズへの進化の過程では、ツルマメの耐裂莢性が選抜されてきたと推察される。

栽培ダイズは、野生種に比べて難裂莢性を有するといえるが、栽培ダイズの中でも耐裂莢性に差がみられる。収穫時期に高温や乾燥が続く地帯では耐裂莢性が重視される特性となったのに対し、秋の気象条件が比較的湿潤な地帯では耐裂莢性がそれほど重視されなかったことによると考えられる。南アジア等低緯度の高温地帯や、アメリカ合衆国等秋の気候が乾燥気味に経過する地帯では、早くから耐裂莢性が重要な育種目標であったのに対し、わが国では最近まで耐裂莢性が重要視されていなかった。

さらに、機械で収穫作業を行う場合、裂莢による収穫損失を軽減する意味から難裂莢性品種が強く要望される。コンバイン収穫であれば、立毛の状態で子実水分の減少を待って作業を行うので、難裂莢性は必須の特性となる^{73,81}。わが国においてもダイズの収穫作業の機械化が要望され^{13,27,60}、ビーンハーベスタの開発やコンバインの改良、開発が進められている¹²。十勝農試でも1975年にはビーンカッタを試作し⁷⁹、1969年にはトラクタ直装型2条用のビーンハーベスタ¹⁹、さらに1976年には自走式2条用ビーンハーベスタの開発がなされてきた。1982年現在、トラクタ直装型2条用ビーンハーベスタは約2,000台、自走式2条用ビーンハーベスタは約1,200台が普及している。また、マメ類のコンバイン収穫について、我妻ら^{95,96,97}、斉藤⁷⁹、松井⁴⁶、西入⁶²、青木ら³、神谷ら³⁷等多くの試験が実施されているが、いまだ実用化の域

に達していない。山島・村井²⁰は、ビーンスペシャルコンバインの試作を行い、難裂莢性品種では実用化が十分可能であるとした。

これらの状況を背景に、十勝農試では、難裂莢性因子の導入をめざした育種を開始した。わが国の品種は外国品種に比較して大粒であることから、大粒で難裂莢性の品種を育成すること、また、難裂莢性の無限伸育型品種からわが国の有限伸育型品種に難裂莢性因子を導入することが大きな課題であった。

本研究は、1975年以降に行われた機械化栽培向き品種育成試験の中で、特にわが国の栽培品種へ外国品種の難裂莢性因子を導入する目的で進められた。本研究では、(1)耐裂莢性に関する莢の形態的特性、(2)裂莢の機作と検定法、(3)耐裂莢性の遺伝、(4)難裂莢性因子の導入についてとりまとめた。

1) 耐裂莢性に関する莢の形態的特性

Carlson⁷⁾が要約したところによれば、ダイズの莢は一つの心皮の半分ずつが背側と腹側の縫合線で接続しており、背側縫合線は心皮の主脈にあたるもので1本の維管束からなり、腹側の縫合線は心皮の周辺脈に相当する2本の維管束からなっている。裂莢は乾燥の過程で、まず背側、腹側の縫合線の柔組織に裂け目ができ、厚膜組織のうち横方向のミセルを持つ細胞層よりも繊維が細胞の長軸に平行している厚膜細胞層の方が大きく縮み、それによって生じる張力の差によって起る。これらの組織は莢の長軸に対して斜めに伸展しているため、離れた莢の端がねじれる⁴²⁾。

莢の外部からの観察によれば、裂莢は通常莢の先端に近い子実の位置する附近の背側縫合線から始まり、背側および腹側縫合線の裂開を起す。乾燥により裂開した莢の一片はそれぞれねじれる。このねじれは乾燥が進むと著しいが、

逆に降雨等により莢水分が多くなるとともに戻る。したがって、耐裂莢性は縫合線の結合部分の強度および莢の長軸にそって斜めに進展している繊維の収縮の度合や強さに影響されると推察される。

本研究では、莢の外部形態が耐裂莢性に関連あるか否かを検討する目的で、莢の大きさや形についての調査を行ったが、易裂莢性と難裂莢性の品種群の間に莢厚 / 莢幅の値を除いて有意な差は認められなかった。したがって、外部形態の相違が耐裂莢性に関与する重要な要因とはなっていないといえよう。また、耐裂莢性の異なる「キタムスメ」と「十育208号」の莢の縫合線の結合部を比較して、縫合線結合部の厚さおよび厚膜細胞組織の縫合線に接する部位の厚さや角度が異なる傾向が認められたが、さらに検討が必要である。

2) 裂莢の機作と検定法

莢実水分含量と裂莢率の関係を検討して、莢実水分含量が耐裂莢性に関与する主要な要因であることを明らかにした。易裂莢性品種は莢実水分含量が10～15%で裂莢を開始し、5%近くでは90～100%の高い裂莢率を示したのに対し、難裂莢性品種は莢実水分含量が5%でも10%以下の裂莢率であった。したがって、莢実水分含量を10%以下に低下させれば、品種固有の耐裂莢性を判定できよう。

本研究では、60℃にセットした熱風循環式乾燥機中でダイズの莢を熱風乾燥処理し、裂莢率を測定した。この熱風乾燥処理法により、成熟期前10日程度の未熟の莢でも品種固有の耐裂莢性を示し、晩生品種の耐裂莢性も判定できた。

従来、耐裂莢性の検定は、圃場で裂莢率を測定する方法や、莢の裂莢力を測定する方法等が試みられたが、これらの方法は莢実水分含量を制御できないので誤差が生じやすく、検定法として不十分であった。しかし、本研究で試みた熱風乾燥処理法は、耐裂莢性の検定に有効である。

実際育種における選抜法は、初期世代では収穫後の個体をガラス室内に並べて乾燥させる方法（ガラス室内乾燥法）、中、後期世代では圃場での選抜系統の一部を60℃で3時間熱風乾燥処理する方法（熱風乾燥処理法）を用いた。この選抜法は、育種事業の場面で十分利用できる。

3) 耐裂莢性の遺伝

熱風乾燥処理法によって耐裂莢性の品種間差異が明らかとなり、有限伸育型のがわが国の品種はほとんどが易裂莢性であるのに対し、無限伸育型の導入品種は多くが難裂莢性であった。難裂莢性に分類された品種は、既して主茎長が長く、小粒で、最下着莢位置が低い傾向にあった。難裂莢性の無限伸育型品種を片親にした組合せでは、難裂莢性個体の選抜によって無限伸育型個体の頻度が高まることが推測された。無限伸育型の品種は、概して広域適応性が高いとされるが、初期生育量が劣り、耐冷性が弱く、最下着莢位置が低い等の特性を有する。

易裂莢性と難裂莢性品種との交雑後代の裂莢率から、易裂莢性が難裂莢性に対して不完全優性を示すことが認められた。また、耐裂莢性に関与する遺伝子数は1～2対と推定された。Caviness⁸⁾は、野生種を含む4品種の間の交配から耐裂莢性に関与する遺伝子数を4対と報告したが、栽培種間の組合せでは1～3対と比較的少数であることが認められる。また、裂莢率の遺伝率は高く、初期世代からの選抜が可能と考えられる。

4) 難裂莢性因子の導入

難裂莢性の遺伝子源としては、アメリカ合衆国、中国東北部およびタイ国からの導入品種を利用してきた。これらの品種の間に耐裂莢性に関する遺伝的な差異は観察されていないが、アメリカ合衆国北部および中国東北部の品種は多くが無限伸育型であるため、難裂莢性と伸育型の関連が密であった。アメリカ合衆国南部およびタイ国の品種は、有限伸育型でわが国の品種

と同じ伸育型であるが、熟期の違いが育種上の問題であった。また、難裂莢性の親として利用してきた品種に共通する問題点は、小粒で品質が劣ることであった。

北海道の基幹品種で易裂莢性の「キタムスメ」や「トコスズ」に、アメリカ合衆国、中国およびタイ国品種の難裂莢性因子の導入を図り、1984年までに「十育207号」、「十育208号」および「十育211号」の地方番号を付した有望系統を育成した。「十育208号」は、難裂莢性であるほか片親の「キタムスメ」とはほぼ同様の熟期、粒大、収量性を有し、北海道の基幹品種に難裂莢性因子の導入を図る目的がほぼ達成されたといえよう。また、「十育207号」および「十育211号」は、粒大が北海道の基幹品種に比べて小さいが、白目、良質の難裂莢性多収系統として期待されている。

以上のように、大粒で有限伸育型の難裂莢性品種の育成が現実のものとなりつつあるが、大粒化は機械収穫の上で種子の亀裂、破碎等の障害を高める可能性もある。また、同じ粒大でも品種によってこれらの障害に差のあることが知られている⁷³⁾。Youngは、コンバイン収穫によって生じる亀裂の比率は、小粒種の「Amsoy」や「Hawkeye」が8～16%であるのに対し、大粒種の「Magna」は62%と多かったと報告している⁷³⁾。また、乾燥条件でのコンバイン収穫によって、発芽力や生長力に影響する場合もある¹⁶⁾。しかし、収穫作業の機械化体系は、北海道品種の良質性を保持しながら確立されなければならない。したがって、機械による障害を減少するための努力は、育種と機械の改良の両面から進めることが必要となろう。

また、ダイズのコンバイン収穫に際して、最

下着莢位置が低いと収穫損失は増大するので、最下着莢位置の高低が収穫損失に影響する特性として論議される¹⁰¹⁾。わが国の栽培品種はアメリカ合衆国や中国の無限伸育型品種に比較して最下着莢位置が高い傾向にある⁹³⁾。また、最下着莢位置は密植栽培によっても高め得る^{61,93)}。無限伸育型の品種を難裂莢性の交配親として利用する場合も、最下着莢高と伸育率（無限伸育の程度）および裂莢率との間の相関係数が低いので、難裂莢性で最下着莢位置の高い系統を選抜できる可能性は高い^{45,94)}。したがって、わが国の品種に難裂莢性因子の導入を図る育種の場面において、最下着莢位置の高さは大きな問題とはならないと考えられる。

難裂莢性品種育成の見通しが立ったことから、北海道におけるダイズの収穫は、将来コンバインによる直接収穫の方向へ進むことが予期される。同時に、良質性を指向する大粒品種の栽培地帯や秋の気象条件が特に湿潤に経過する地帯では、現行のビーンハーベスタによる収穫体系を維持しながら、作業時間帯を朝露のある早朝から日中に移行できることによって、労働力の軽減を図ることが可能となろう。また、乾燥した日中に収穫作業を行えば、子実の汚れも軽減され、生産物の良質化も図られることになろう。

ダイズの生産のための投下労働時間は、コンバインの導入により短縮される^{69,70)}。戸田⁹²⁾は、コンバインを導入した目標技術水準では、労働時間をha当り45.7時間とできるので、現行の34%に短縮することが可能であるとした。また、長尾⁵²⁾によれば、ビーンコンバイン体系によるマメ類の労働時間はha当り60.2時間で、慣行体系の35%に短縮できる。

VII 摘 要

わが国のダイズの栽培品種へ難裂莢性の因子を導入して、収穫作業の機械化を図ることが、緊急かつ重要な課題となっている。本研究は、ダイズの耐裂莢性に関与する莢の形態的特性、裂莢の機作と検定法、耐裂莢性の遺伝および難裂莢性因子の導入について検討したものである。結果は次のとおり要約される。

1. 耐裂莢性および生育特性の異なる26品種について、莢の外部形態と耐裂莢性との関係を検討した。莢の長さ、幅、厚さ、湾曲度、莢殻の厚さおよび1莢内粒数など莢の外部形態と耐裂莢性との間では関連が認められなかった。また、耐裂莢性の異なる「キタムスメ」と「十育208号」の観察結果では、莢縫合線結合部の厚さおよび厚膜細胞組織の縫合線に接する部位の厚さや角度が、耐裂莢性に関連する要因の一つと推察された。

2. 生育特性の異なる6品種について、圃場での莢実水分量の推移を調査した。莢実水分含量は、成熟期に近づくにつれ急激に減少し、成熟後はいずれの品種も13~20%となった。なお、成熟後の莢水分は夜間に高まり日中に低下する日変化を繰返すことがわかった。易裂莢性品種は、莢水分の変動、とくに著しい乾燥条件で裂莢を開始する。

3. 圃場での裂莢は、年次によって裂莢開始迄日数やその程度が異なり、かつ晩生品種では裂莢が認められなかった。北海道十勝地方では年次によって成熟期の環境条件が異なるので、品種本来の特性としての耐裂莢性を圃場条件で把えることが難しいと判断される。

4. ダイズの莢を熱風乾燥処理すると、耐裂莢性の品種間差異が明瞭となる。易裂莢性品種は莢実水分含量10~15%で裂莢を開始し、5%では90~100%の裂莢率となるのに対し、難裂莢性品種は莢実水分含量5%でも10%以下の裂莢率であった。

5. 熱風乾燥処理によって、晩生品種でも耐裂莢性の差異を明らかにでき、かつ成熟期前10日程度の未熟莢であっても品種本来の耐裂莢性を判定することができる。熱風乾燥処理法(60℃, 3時間)は、耐裂莢性の検定方法として有効である。

6. 熱風乾燥処理法により生育特性の異なる52品種の耐裂莢性を検討した。有限伸育型の日本品種は易裂莢性であるのに対し、アメリカ合衆国や中国から導入した無限伸育型の品種は多くが難裂莢性であった。また、無限伸育型の中国品種を片親として育成された品種は、耐裂莢性が中と難に分類された。難裂莢性品種は、概して主莖長が長く、主莖節数多く、小粒で、最下着莢位置が低い傾向にあった。

7. 難裂莢性品種と易裂莢性品種の交配による9組合せのF₁およびF₂の裂莢率を調査した。F₁の裂莢率から易裂莢性が難裂莢性に対し不完全優性を示すことが認められた。F₂の裂莢率の分散は大きく、いずれの組合せにおいても難裂莢性個体の分離がみられた。F₂の分散から求めた広義の遺伝率は93%(6組合せ平均)で、子実重の65%より高く、開花期、成熟期および主莖長の値に近かった。耐裂莢性に関する選抜は、初期世代から可能であると考えられる。

8. 難裂莢性品種と易裂莢性品種と交配による6組合せのF₂代について、裂莢率と主要形質間の関係を調査した。無限伸育型を片親にした組合せでは、裂莢率と伸育率(無限伸育程度を示す)との間に有意な負の相関関係が認められ、難裂莢性個体の選抜によって無限伸育型個体の頻度が高まる。また、裂莢率と子実重、裂莢率と粒大の間の相関関係は組合せによって異なり一定でなかったが、多くの場合難裂莢性で多収個体の選抜に厳しい制限はないと推察された。

9. 難裂莢性品種と易裂莢性品種の交配による9組合せについて、最尤法およびモメント法によって耐裂莢性に関与する遺伝子数を推定した。その結果、耐裂莢性に関与する遺伝子数は1~2対と推定された。難裂莢性の遺伝子源として、アメリカ合衆国、中国およびタイ国の品種を利用したが、これらの難裂莢性の因子間に遺伝的な差異はないと考えられる。

10. 1975年以降難裂莢性因子の導入をめざして育種を進めている。難裂莢性の遺伝子源として利用した品種は、概して晩熟、小粒であり、北海道十勝地方に適するものではない。1975年から1984年までの12年間に111組合せの交配を行い、初期世代はガラス室内乾燥法、中、後期世代は熱風乾燥処理法により耐裂莢性について選抜を加えた。1984年現在、「十育207号」、「十育208号」および「十育211号」等の有望系統が選抜されている。

11. 「十育207号」および「十育208号」はタイ国の「SJ-2」から、また「十育211号」はアメリカ合衆国の「Harosoy Dt2」から難裂莢性因子を導入した育成系統である。これらの系統は、難裂莢性の交配親に比較し、熟期、耐倒伏性、粒大、品質および収量性等が著しく改良されており、北海道の栽培品種としても有望

な系統である。

謝 辞

本研究の取りまとめに当たり、終始御懇篤な御指導、御助言を賜り、御校閲を頂いた北海道大学農学部教授後藤寛治博士、木下俊郎博士、津田周彌博士に謹んで感謝申し上げます。

北海道立中央農業試験場場長森義雄氏、北海道立十勝農業試験場場長南松雄博士、元場長齋藤正隆氏、中山利彦博士、北海道立中央農業試験場畑作部長砂田喜与志氏には、本研究の取りまとめの機会を頂くと同時に研究推進上多くの御指導、御援助を頂き、合せて本論文の御校閲を賜った。北海道立十勝農業試験場豆類第一科長佐々木紘一氏および北海道立中央農業試験場稲作部育種科長三分一敬博士には、研究推進上貴重な御意見、御指導を頂くと同時に本論文の御校閲を頂いた。また、北海道立十勝農業試験場豆類第一科研究職員酒井真次氏（現東北農業試験場）、紙谷元一氏および伊藤武氏には、試験遂行上絶大なる御協力を頂くと同時に、試験成績の取りまとめに際し、有益な御論議を頂いた。ここに記して、各位に深甚なる謝意を表す。

引用文献

- 1) 阿部篤郎・我妻幸雄・長田 進・西田初生 (1971) : 菜豆の裂莢性および子実の破碎性に関する試験. 北農試彙報98 : 74-79.
- 2) Anand, S. C. and J. H. Torrie (1963) : Heritability of yield and other traits and interrelationships among traits in the F₃ and F₄ generations of three soybean crosses. *Crop Sci.* 3 : 508-511.
- 3) 青木弘二・沓名吉弘・福永雅一 (1974) : 水田高度利用に関する研究. 第1報ダイズの機械化作業体系. 愛知農試研報A 6 : 103-110.
- 4) 番場宏治・谷村吉光・松川 勲・後木利三・森 義雄・千葉一美 (1985) : だいず新品種「ツルコガネ」の育成について. 北海道立農試集報52 : 53-64.
- 5) Bernard, R. L. (1972) : Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Sci.* 12 : 235-239.
- 6) Brim, C. A. (1973) : Quantitative genetics and breeding. In *Soybeans: Improvement, production and uses* (Ed. Caldwell, B. E.). Amer. soc. agron. Madison, Wisconsin : 155-186.
- 7) Carlson, J. B. (1973) : Morphology. In *Soybeans: Improvement, production and uses* (Ed. Caldwell, B. E.). Amer. soc. agron. Madison, Wisconsin : 17-95.
- 8) Caviness, C. E. (1963) : A physiological and genetic study of shattering in the soybean. University of Missouri, Ph. D. Dissertation : 120p.
- 9) Caviness, C. E. (1965) : Effects of relative humidity on pod dehiscence in soybeans. *Crop Sci.* 5 : 511-513.
- 10) Caviness, C. E. (1969) : Heritability of pod dehiscence and its association with some agronomic characters in soybeans. *Crop Sci.* 9 : 207-209.
- 11) 藤根吉雄・嶋山鉦二 (1937) : 新優良品種大豆「大谷地2号」, 「石狩白1号」および小豆「円葉1号」の特性. 北農4(5) : 2-4.
- 12) 雁野勝宣 (1984) : 豆類のコンバイン収穫に関する国内および外国文献からみた研究動向. 中国農試研究資料12 : 1-61.
- 13) 後藤寛治 (1965) : 大豆の機械化栽培. 農及園40 : 1877-1880.
- 14) 後藤寛治 (1966) : 畑作物の機械化栽培と育種. 育種学最近の進歩7 : 77-83.
- 15) Gotoh, K. (1984) : Historical review of soybean cultivation in Japan. *Tropical Agricultural Research Series* 17 : 135-142.
- 16) Green, D. E., L. E. Cavanaugh, and E. L. Pinnell (1966) : Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Sci.* 6 : 7-10.
- 17) 畑村又好・斎尾幹二郎・堀江正樹・伊藤綾子 (1964) : 水稲, 大豆および蚕における遺伝力の推定値. 第1報 目的, 見解および方法. 育種14(1) : 11-16.
- 18) 堀江正樹・斎尾幹二郎・畑村又好・伊藤綾子 (1965) : 水稲, 大豆および蚕における遺伝力の推定値. 第III報 大豆について. 育種15(1) : 30-41.
- 19) 北海道農務部農業改良課編 (1969) : ビーンハーベスタ. 昭和44年普及奨励ならびに指導参考事項第II編 : 326-329.
- 20) 北海道農務部編 (1983) : ビーンスペシャルコンバインの実用化試験. 昭和58年普及奨励ならびに指導参考事項 : 607-609.
- 21) 北海道農事試験場 (1941) : 大豆「奥原1

- 号」に関する試験成績。昭和14年度北海道農事試験場業務概要後編：62-63.
- 22) 北海道立農業試験場十勝支場 (1959) : 大豆「十育87号」について。農業技術普及資料2(7) : 6-20.
- 23) 北海道立農業試験場十勝支場 (1964) : 大豆「十育97号」に関する試験成績。農業技術普及資料7(6) : 16-21.
- 24) 星野四郎 (1953) : 大豆新品種「かたぎや」新潟県農試彙報3 : 7-13.
- 25) Hymovitz, T. (1970) : On the domestication of the soybean. *Econ. Bot.* 24 : 408-421.
- 26) Hymovitz, T. (1984) : Dorsett-Morse soybean collection trip to East Asia; 50 year retrospective. *Econ. Bot.* 38(4) : 378-388.
- 27) 市川友彦 (1982) : 大豆収穫の機械化。農機誌43(4) : 639-643.
- 28) 市川友彦 (1983) : 大豆の収穫、脱穀、調製作業の機械化。農及園58(1) : 133-139.
- 29) 石毛光雄 (1979) : 最尤法による遺伝子数の推定。農林水産研究計算センター報告A15 : 231-262.
- 30) 石毛光雄 (1981) : ダイズ種子蛋白含有率の遺伝変異とその生物計量学的解析。農技研報D32 : 45-92.
- 31) 石原修二・天野憲典 (1980) : マメ類収穫の機械化に関する研究—マメ類専用コンバインの試作改良を中心として。北農試研報126 : 135-147.
- 32) 石川正示・松本重男・長沢次男・橋本鋼二・小山隆光・国分喜治郎・村上昭一・中村茂樹・宮原萬芳・松本定夫・今野善一郎・飯塚典男・高橋幸吉・抽木利文 (1979) : ダイズ新品種「デウムスメ」の育成。東北農試研報59 : 71-86.
- 33) 井山審也 (1953) : Heritabilityについて (綜説)。育雑2 : 245-246.
- 34) Johnson, H. W., H. F. Robinson, and R. E. Comstock (1955) : Genotypic and Phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. *Agron. J.* 47 : 477-483.
- 35) Johnson, H. W., and R. L. Bernard (1964) : Soybean genetics and breeding. In *The soybean* (Ed. Norman, A. G.), Academic press, New York : 1-73.
- 36) 海妻短彦・喜多村啓介 (1980) : ダイズの起源と分化。育種学最近の進歩21:43-52.
- 37) 神谷清之進・紫田俊美・山本寅雄・山影博晶 (1980) : 普通型コンバインによる大豆の収穫法。秋田農試研報24 : 1-28.
- 38) 唐橋 需 (1981) : 試験研究における大豆作機械化技術の現状と展望。農業技術36(6) : 241-245.
- 39) Kwon, S. H. and J. H. Torrie (1964) : Heritability of and interrelationships among traits of two soybean populations. *Crop Sci.* 4 : 196-198.
- 40) 川島良一・御子柴公人・丸山宣重・荻原英雄 (1967) : 大豆新品種「フジミジロ」の育成とその特性について。長野農試報告32 : 16-26.
- 41) 昆野昭晨・三分一敬・佐々木紘一・斎藤正隆 (1977) : タイ国大豆開発協力事業総合報告書。国際協力事業団 : 115 p.
- 42) 昆野昭晨 (1979) : 生育のステージと生理生態。畑作全書マメ類編。農文協 : 59-106.
- 43) 小山隆光・石川正示・松本重男 (1970) : 大豆の裂莢性に関する試験。第1報 圃場における裂莢性の品種間差異。日本作物学会東北支部会報12 : 59-60.
- 44) 小山隆光・松本重男・石川正示 (1971) : 大豆の裂莢性に関する試験。第2報 高温、湿潤処理による裂莢性の品種間差異。日本作物学会東北支部会報13 : 39-40.
- 45) Martin, R. J. and J. R. Wilcox (1973) : Heritability of lowest pod height in soybeans. *Crop Sci.* 13 : 201-204.

- 46) 松井範義 (1972) : コンバインによる大豆の収穫について. 神戸大農研報10(2) : 215 - 219.
- 47) 松本重男・大庭寅雄 (1973) : 大豆, 総合野菜畑作技術事典, I 畑作物. 農業技術協会 : 100 - 110.
- 48) Metcalfe, D. S., I. J. Johnson, and R. W. Shaw (1957) : The relation between pod dehiscence, relative humidity and moisture equilibrium in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. *Agron. J.* 49 : 130 - 134.
- 49) Morse, W. J., J. L. Carter and L. F. Williams (1949) : Soybeans, culture and varieties. *Farmer bulletin* No 1520 : 38 p.
- 50) Morse, W. J. (1950) : History of soybean production. In *Soybeans and soybean products*. Vol. I (Ed. Markley, K. S.). Interscience publisher, Inc., New York : 3-59.
- 51) 永井威三郎 (1926) : 大豆の遺伝に就て. 農及園1 : 4 - 14, 107 - 118.
- 52) 長尾正克 (1983) 畑作農業の確立に関する経営学的研究. 北海道立農試研報47 : 1 - 93.
- 53) 永田忠雄 (1950) 大豆品種の特性に関する研究. 日本大豆協会 : 115 p.
- 54) Nagata, T. (1960A) : Studies on the differentiation of soybeans in Japan and the world. *Mem. Hyogo Univ. Agric.* 3(2) : 63 - 102.
- 55) Nagata, T. (1960B) : Morphological, Physiological, and genetic aspects of the summer vs. autumn soybean habit, the plant habit and the interrelation between them in soybeans. *Sci. Rept. Hyogo Univ. Agr.* 4(Ser. Agr.) : 71 - 95, 96 - 122.
- 56) Nagata, T. (1961) : Studies on significance of indeterminate growth habit in breeding soybeans. (1) Properties of American soybeans attributable to their indeterminate growth habit. *Japan J. Breed.* 11(1) : 24 - 28.
- 57) 永田忠雄 (1962) : 大豆編. 農学体系作物部門. 養賢堂 : 311 p.
- 58) 永田忠雄 (1966) : わが国で育成された無限伸育性大豆の特徴. 農及園41(7) : 1083 - 1084.
- 59) Nagata, T. (1973) : Studies on the significance of the indeterminate growth habit in breeding soybeans. XI. Varietal difference in the pod dehiscence and moisture content in the stem, pod and seed. *Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Univ.* 11 : 25 - 34.
- 60) 南部 悟・東条 衛 (1974) : 豆類の収穫調製過程の機械化. 豆類経済の分析と予測. 日本豆類基金協会 : 275 - 306.
- 61) 西入恵二 (1976) : 寒冷地における機械化栽培ダイズの生産力解析に関する研究. 東北農試研報54 : 91 - 186.
- 62) 西入恵二・川村五郎・中 精一 (1974) : 機械化栽培大豆の収穫, 調製法に関する試験. 第2報 稲用自脱型コンバインによる収穫について. 農作業研究22 : 1 - 3.
- 63) Norman, A. G. (Ed.) (1963) : *The soybean*. Academic press, New York and London : 239 p.
- 64) 農林水産省北海道統計情報事務所 (1983) : 北海道農林水産統計年報 (農畜産物生産費, 農林物価編) 昭和57年.
- 65) 農林省農蚕園芸局畑作振興課・食品流通局食品油脂課 (1977) : 日本大豆, 地球社 : 348 p.
- 66) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課 (1983) : 大豆に関する資料.
- 67) 農林水産技術会議事務局 (1963) : 畑作物の新品種. 昭和30~38年度 : 1 - 118.
- 68) 農林水産技術会議事務局 (1969) : 畑作物の新品種. 昭和39~44年度 : 1 - 117.

- 69) 農林水産技術会議事務局 (1970) : 大型機を中心とする大豆栽培技術体系—北海道東部畑作地帯における, 地域標準技術体系畑作No.20 : 53p.
- 70) 農林水産技術会議事務局 (1978) : 麦, 大豆結合における機械化栽培技術実用化レポートNo.51 : 19-21.
- 71) 農林水産技術会議事務局 (1981) : 畑作物の新品種. 昭和45~55年度 : 1-113.
- 72) Peacock, H. A. and C. P. Wilsie (1957) : Selection for resistance to seed pod shattering in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. *Agron. J.* 49 : 429-431.
- 73) Pendleton, J. W. and E. E. Hartwig (1973) : Management, In *Soybeans : Improvement, production and uses* (Ed. Caldwell, B. E.). Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin : 211-238.
- 74) Piper, C. V. and W. J. Morse (1923) : *The soybean*. Mc Graw-Hill, New York : 329 p.
- 75) Poehlman, J. M. (1959) : Breeding soybean. *Breeding field crops*. Henry Holt and Company Inc. : 221-239.
- 76) Prine, G. M., S. H. West and K. Hinson (1964) : Shattering moisture content and seed temperature of soybeans as influenced by row direction. *Agron. J.* 56 : 594-595.
- 77) 斎藤正隆・三分一敬・佐々木絃一・酒井真次・土屋武彦 (1969) : 大豆優良品種「キタムスメ」について. *北農*36(7) : 1-13.
- 78) 斎藤正隆・大久保隆弘編 (1980) : 大豆の生態と栽培技術. 農山漁村文化協会, 東京 : 428 p.
- 79) 斎藤 亘 (1966) : 畑作機械化に関する調査研究. *北海道立農試研報*15 : 65-79.
- 80) 三分一敬 (1983) : ダイズの多収性育種. 作物育種の理論と方法. 養賢堂, 東京 : 58-63.
- 81) Scott, W. O. and S. R. Aldrich (1970) : *Modern soybean production*. S and A Publication : 151-164.
- 82) 杉山信太郎 (1985) : 大豆の起源と伝播について. *恵泉女学園短大研究紀要*18 : 123-142.
- 83) 砂田喜与志・野村 琥・沢口正利・赤井純・富岡 暢・森 義雄 (1977) : 大豆. 北海道主要農作物耕種法シリーズ, 豆類, 北海道農会 : 21-66.
- 84) 砂田喜与志 (1977) : ダイズ, 北海道における豆類の品種. *日本豆類基金協会*. 34-128.
- 85) 砂田喜与志 (1980) : これからの大豆育種の方向. 北海道における豆類に関する研究集録. 北海道農業試験場 : 12-23.
- 86) 砂田喜与志・酒井真次・後藤寛治・三分一敬・土屋武彦・紙谷元一 (1981) : だいず新品種「スズヒメ」の育成について. *北海道立農試集報*45 : 89-100.
- 87) 諏訪隆之・福井重郎 (1964) : 大豆の裂莢性の測定方法に関する研究 (予報). *育雑*14(3) : 205.
- 88) 諏訪隆之・川島良一 (1965) : 大豆の裂莢性の測定方法に関する研究. 第2報 測定方法の簡便実用化とそれによる品種の類別. *育雑*15(3) : 217.
- 89) 平 春枝・加藤雄久・岡崎絃一郎・石田茂樹・川崎良博・下川原博史・竹井玲子・菊地祥子・村上俊一郎・大久保総一郎 (1982) : 大豆子実の乾燥処理方法とその品質について. 第6報 低水分含量子実の普通コンバイン収穫, 乾燥処理が子実の加工適性および豆腐, 納豆の工場製造試験に及ぼす影響. *食総研*39 : 23-31.
- 90) Ting, C. L. (1946) : Genetical studies on the wild and cultivated soybeans. *J. Amer. Soc. Agron.* 38 : 381-393.
- 91) 戸田節郎 (1972A) : 北海道における大豆の機械化栽培. *農業技術*27(2) : 62-65.

- 92) 戸田節郎 (1972B) : 畑作生産と機械化. 農作業研究15 : 20-28.
- 93) 土屋武彦・砂田喜与志 (1978) : 大豆品種の最下着莢位置と主要形質との関係. 北海道立農試集報40 : 1-9.
- 94) 土屋武彦・砂田喜与志 (1983) : 大豆の雑種初期世代における最下着莢高の選抜. 北海道立農試集報50 : 69-75.
- 95) 我妻幸雄・鈴木茂己・阿部篤郎・杉本清治・石川和憲・野本俊雄 (1967) : コンバインによる大豆の収穫法に関する試験. 農作業研究4 : 21-25.
- 96) 我妻幸雄 (1977) : まめ類の機械収穫法. 総合野菜畑作事典VI. 農林水産技術会議事務局編 : 156-157.
- 97) 我妻幸雄・浅野伸幸・木野内和夫・松沢義郎・桐原三好・坂本 尙・今園支和 (1978) : コンバイン大豆の収穫機が作業性能, 品質に及ぼす影響. 農作業研究31 : 78-84.
- 98) 渡辺 巖 (1980) : ダイズの品種分化と育種. 育種学最近の進歩21 : 53-58.
- 99) 渡辺篤二・海老根英雄・太田輝夫 (1971) : 大豆食品. 光琳書院, 東京 : 270 p.
- 100) Weber, C. R. and B. R. Moorthy (1952) : Heritability and nonheritability relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F₂ generations of soybean crosses. Agron. J. 44 : 202-209.
- 101) Weber, C. R. and W. R. Fehr (1966) : Seed yield losses from lodging and combine harvesting in soybeans. Agron. J. 58 : 287-289.
- 102) 山本鉄司・浅野伸幸 (1965) : 大豆新品種「コケシジロ」について. 茨城農試研報6 : 79-87.

Studies on Shattering Resistance in Soybean Breeding.

by
Takehiko TSUCHIYA

Summary

A series of experiments was conducted at Tokachi Agricultural Experiment Station during the years, 1970 to 1984, to study pod shattering in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). Investigations involved studies on analysis of shattering mechanisms, improvement of testing method of shattering, a detailed analysis of the inheritance of shattering, and breeding of nonshattering varieties adapted in Hokkaido, Japan.

At present time, it is the most important breeding subject for Japanese soybean varieties to be introduced the resistant genes to shattering of pods in Japan.

The results obtained are briefly summarized as follows:

1. Size and shape of pods were measured in twenty six varieties in order to clarify the relation with the degree of shattering. It was recognized that the degree of shattering did not relate directly with length of pods, width of pods, thickness of pods, thickness of wall of pods, degree of curve of pods and number of seeds per pods.

2. Change of moisture content of pods was measured in six soybean varieties. Moisture content of pods decreased gradually as maturing progresses in the field, reaching 13 to 20 percents after maturity. No difference of moisture content of pods was recognized among all the varieties.

3. The date of incipient shattering in the field and degree of shattering were different between examined two years because of different climatic conditions. All of late maturing varieties did not shatter the pods in field. It is difficult to decide the degree of shattering as the mental characteristics of varieties in the field conditions.

4. A varietal difference of shattering resistance was clearly recognized using the testing pod shattering which is conducted by drying the samples in the drier set at 60°C. The varieties which are susceptible to shattering began to shatter pods at the pod's moisture content of 10 to 15 percents, whereas the varieties with high degree of resistance began to shatter below 10 percents.

At the pod's moisture content of 5 percents, susceptible varieties shatter 90 to 100 percents of all pods, whereas resistant varieties shatter only below 10 percents.

5. Immature pods about 10 days before maturity showed the same degree of shattering as mature pods when treated by drying. Therefore, it suggested the usefulness of the method testing pod shattering mentioned above.

6. Varietal difference of degree of shattering was clarified by the method above-mentioned. Most of determinate varieties originating in Hokkaido, Japan, were susceptible to shattering, but most of indeterminate varieties introduced from U.S.A. and China were resistant to shattering.

A medium to resistance to shattering was shown by the semi-indeterminate type varieties, "Wase-kogane" and other varieties, which have been cross bred between the determinate type varieties of Hokkaido and the indeterminate type varieties of China.

Most of varieties which showed a high degree of resistance to shattering are tall in plant height, many of nodes on main stem, small in seed size, and low in pod-setting position, as compared with most of the varieties of Hokkaido.

7. The degree of pod shattering of nine crosses in F_1 and F_2 generations were measured. The F_1 showed a larger mean value of percentage of shattering than the mid parental value, but a somewhat smaller than the parent which were susceptible to shattering. It is suggested that susceptibility to shattering is incompletely dominant to resistance.

Variance of degree of shattering in F_2 generations showed wide range, and resistant plants to shattering segregated in each F_2 populations.

Heritability estimate of degree of shattering in a broad sense was 93 percents on an average of six crosses, which was higher than that of seed yield and was nearly equal to those of date of bloom, date of maturity and plant height.

8. Correlation coefficients indicated that degree of shattering had significant associations with degree of indeterminate type of growth in most crosses, suggesting that selection of resistance to pod shattering allows the number of indeterminate plants to increase.

Correlation coefficients between degree of shattering and seed yield, 100 grain weight were different among crosses. The lack of highly positive correlations in most crosses suggests the possibility of selection for high resistance to shattering without failing high yield and large seed size.

9. Although estimates of the minimum number of genes controlling shattering resistance varied with the maximum likelihood method (by Ishige) and the moment method (Castle-Wright formula), it was supposed to be one or two genes responsible for this character in eight of nine combinations.

No difference was found among sources of introduction, namely, U.S.A., China and Thailand, in pod shattering resistance genes.

10. The breeding for resistance to pod shattering have been conducted since 1975. The varieties introduced from Thailand, U.S.A. and China were crossed with Japanese varieties in order to improve resistance to shattering. These foreign varieties with resistance to shattering were not adaptable in Tokachi district, Hokkaido, Japan, because of their late maturity, small seed size and susceptibility to lodging.

One hundred and eleven combinations had been made within twelve years of breeding during 1975 to 1984. Individual and pedigree selection for resistance to shattering had been carried out from early generations by the drying method in drier set at 60 °C and in glass house. Three promising lines, "Toiku 207", "Toiku 208" and "Toiku 211" were bred out until 1984.

11. Resistance to pod shattering of "Toiku 207" and "Toiku 208" were introduced from a Thai variety "SJ-2", and that of "Toiku 211" was from an American variety "Harosoy Dt2". These three breeding lines are promising in Hokkaido, as the results of improvement of resistance to shattering, maturity, resistance to lodging, seed size, seed quality and yield.