

I 緒 論

1. 研究の背景

栽培ダイズ (*Glycine max* (L.) Merrill) は *Glycine* 属の *Soja* 亜属に属し、祖先種は同亜属のツルマメ (*G. soja* (L.) Sieb. et Zucc.) とされている³⁶⁾。

Hymovitz²⁵⁾によれば、栽培ダイズの原産地は中国大陸北部の山東省附近であり(その他、中国東北部または中国南部とする説がある)⁸²⁾、紀元前11世紀頃には既に栽培化されていたと推察されている³⁶⁾。また、ダイズは、わが国においても古事記(712年)日本書紀(720年)に記録がみられるように、主要作物のひとつとして古くから栽培されていたと考えられる^{15,57,78)}。

ダイズは、わが国では豆腐、納豆、味噌、醤油など生活に定着した食品として利用されてきたので、全国各地で古くから栽培されてきた⁹⁹⁾。しかし、最近では輸入ダイズとの競合から作付面積を減少し、現在、わが国のダイズの生産量は約24万トン(1984年)と、需要量の約4%を供給しているにすぎない⁶⁶⁾。食糧の安定供給上自給率の向上が最大の課題なので、ダイズ生産の拡大と生産性の向上が強く要望されている。

北海道におけるダイズ栽培の労働時間は、10a当たり14.5時間(1982年)であり、テンサイの26.8時間に比べると少ないが、バレイショ(澱粉原料用)の12.2時間と同程度で、コムギの2.5時間に比べると極めて多い⁶⁴⁾。また、収穫および脱穀作業の全労働時間に占める比率が40%と高い⁶⁴⁾。したがって、ダイズ生産費を低減するためには、収穫作業の機械化による労働時間の縮小が効果的であると考えられる。

ダイズの収穫作業は、古くは手で抜き取るか鎌で手刈し、その後にお積み等で乾燥し脱穀す

る方法であった^{78,83)}。そのため従来の収穫方法では易裂莢性が作業上支障とはならなかった。

しかし、1965年頃から農作業の機械化が進展し、ダイズの場合も機械による収穫が試みられるようになると、易裂莢性品種では収穫時の損失が増大するので、難裂莢性品種への要望が強まった。わが国のダイズの栽培品種のほとんどは易裂莢性なので、収穫作業の機械化を進める上で障害となっているのが現状である。

また、現行のビーンハーベスタ¹⁹⁾(刈取り、集積を行うマメ類専用の収穫機)利用の収穫体系では、裂莢による損失を回避するため収穫作業が莢水分の多い早朝に制約され、かつ乾燥のために手作業によるお積み作業を要する⁹⁶⁾。これらは、ダイズの作付志向を制約する理由のひとつにもなっている。したがって、耐裂莢性の問題が解決できれば、ダイズの機械化一貫作業体系の組立てが可能となるので、それがダイズ栽培の拡大と低コスト化に著しく貢献し得ると期待されている。

ダイズの機械収穫のために必要な特性は、耐裂莢性のほか耐倒伏性、最下着莢位置が高いこと、密植適応性が高いこと、登熟の均一性など多いが¹⁴⁾、わが国の栽培品種の場合はそのうち耐裂莢性の附与が特に重要な課題であろう。

Piper・Morse⁷⁴⁾は著書の中で、アメリカ合衆国が1930年代に導入した品種のほとんどは、成熟後収穫しないで圃場に放置すると裂莢し、とくに気象の変化によって著しくなると述べている。コンバイン収穫を原則とするアメリカ合衆国では、その後耐裂莢性に対する選抜が加えられており、難裂莢性の性質を表す品種名をもつ品種がある(たとえば、CNS (Clemson Non Shatter), Rose Non-Pop, Tennessee Non-Pop)^{14,75)}。アメリカ合衆国における最近

の品種は、古い品種に比べ耐裂莢性で優っている。同国では、収穫時の天候が乾燥条件にあることや作付規模が大きいので大型機械による収穫が不可欠だったので、早くから、選抜が進められてきたことによると考えられる。

一方、わが国においては、耐裂莢性が育種目標として重視されるようになったのは近年である。先に述べたように、わが国でも農作業の機械化は急激な進展をみせ、マメ類の収穫作業機としてビーンハーベスタが開発、普及に移されており¹⁹⁾、またビーンスペシャルコンバインの開発、改良も試みられている²⁰⁾。コンバインによる直接収穫も身近なものと考え得る情勢となってきた^{38,91)}。このような農業機械利用の急速な進展を背景に、難裂莢性のダイズ品種の育成への要望が強められつつある。北海道立十勝農業試験場（以下、十勝農試と略す）では、その要望を受けて、1975年から難裂莢性因子の北海道品種への導入を目標に育種を進めてきた⁸⁵⁾。

本研究は、ダイズの機械化栽培適応性品種の開発、とくに大粒、良質で多収な北海道品種への難裂莢性因子の導入をめざした研究の過程で、裂莢の機作、耐裂莢性の検定方法、耐裂莢性の遺伝および難裂莢性因子導入の成果について解析した結果を取りまとめたものである。実験は全て十勝農試で実施した。

なお、ダイズにおける裂莢とは、成熟後の莢が縫合線に沿って裂開し子実を飛散させる現象であり⁷⁾、ダイズの品種間には裂莢の難易、すなわち耐裂莢性に差異がみられる。本研究では、耐裂莢性が弱く裂莢し易い場合を易裂莢性、耐裂莢性が強く裂莢し難い場合を難裂莢性と称する。また、耐裂莢性の程度を示すために、裂莢した莢数の全莢数に対する比率を計算し裂莢率(%)として示した。

2. 耐裂莢性に関する研究の動向

ダイズの莢が成熟後容易に裂開する性質、すなわち易裂莢性は、収穫作業を機械で行う際に

大きな障害になる。アメリカ合衆国では、19世紀後半から20世紀前半にかけて、日本、韓国、中国など東アジアの国々から多くのダイズ品種を導入したが²⁶⁾、それらの品種の多くは裂莢し易く、とくに気象条件の変化によってその程度が著しくなった⁵⁰⁾。わが国においても従来から収穫が遅れると立毛状態で裂莢することが多くの品種で知られている。北海道十勝地方では、「大谷地2号」¹¹⁾、「奥原1号」²¹⁾、「カリカチ」²²⁾および「キタムスメ」⁷⁷⁾等の品種は立毛状態でも裂莢し易いので、それらの品種の栽培にあたっては収穫時期に留意するように注意が付されている。

しかし、わが国ではダイズ品種の耐裂莢性に関して調査した例は少ない。1965年、農業技術研究所は、九州農業試験場、長野県農業試験場、東北農業試験場および十勝農試と共同でダイズ品種の耐裂莢性に関する連絡試験を行い、成熟後圃場に立毛のまま放置した場合の自然裂莢は、概して外国からの導入品種で少なく、わが国の品種で多いことを明らかにした。また、成熟後圃場に立毛のまま放置した場合の裂莢率は、環境により影響され易い欠点があるとしている。小山ら⁴³⁾の調査結果も、成熟した立毛ダイズが裂莢を開始する時期や程度は年次、場所や品種の早晩性により大きく異なるので、自然裂莢から耐裂莢性を正確に判定することは難しいと考えられる。

これまで、圃場での観察結果によりダイズの品種間に耐裂莢性に差異のあることは知られていたが、裂莢し易い特別な環境条件の解明が十分に進められているわけではない。しかし、乾燥、高温、気温の急激な変化等がダイズの裂莢に影響するものと推察されている。

Caviness⁹⁾は、相対湿度と莢の乾燥、湿潤の繰返しが大ダイズの裂莢におよぼす影響を検討し、野生種は相対湿度60%の条件に莢を置いた場合36時間以内に裂莢したが、「Rokusun」は45%、「Ogden」は30%、「Lee」では15%の条件でないと裂莢しないことを認めた。また、Nagata⁵⁹⁾

は、ダイズの裂莢と莢、さや、子実の水分含量の関係について検討し、裂莢には種子水分の影響が大きいこと、機械化栽培に適する品種として圃場条件で種子水分を15%まで裂莢なしに低下でき、そのまま脱穀、収納できるのが望ましいとした。

Metcalfeら⁴⁸⁾は、マメ科牧草のコモン・バードフット・トレフオイル (*Lotus corniculatus* L.) を用いて裂莢率と莢の相対湿度との関係を検討し、莢の水分均衡との関係が密接であることを明らかにした。Peacock・Wilsie⁷²⁾は、同種牧草の難裂莢性個体選抜のための実験室的なプログラムとして、莢を35.0%の相対湿度条件に72時間放置する方法を提唱している。

したがって、ダイズにおいても莢の水分含量が裂莢に関連することが予測されるので、莢水分との関係を明らかにすることは必要である。

先に述べたように、圃場における立毛条件での耐裂莢性の判定では、検定方法として不十分である。諏訪・福井⁸⁷⁾は、穀粒硬度計を用いてダイズの莢の裂莢力(莢の縫合線に対し直角方向に力を加え、裂莢する時の圧力で示す)を測定し、耐裂莢性の検定に利用しようとした。莢の水分含量と裂莢力の間には密接な関係があり、水分含量の低下につれ裂莢力も低下するが、品種間の裂莢力の大小は明らかに差のあることを認めている。十勝農試¹⁾でも耐裂莢性に差のある4品種の裂莢力を測定(莢水分16~20%)したが、易裂莢性の「トヨスズ」および「スズヒメ」は1,100~1,500gで裂莢し、難裂莢性の「十系613号」および「ワセコガネ」では2,100~3,000gで裂莢することを認めた。なお、莢の水分含量が10%程度の試料では、易裂莢性の品種で370~420g、難裂莢性の品種で500~570gと裂莢力の差は縮小した。また、阿部ら¹⁾は、インゲンの莢を固定壁に衝突させた時の裂莢発生速度(莢の固定壁への衝突速度で示し、裂莢する時点の速度)と莢含水率との関

係を調査し、莢含水率が低下するに従って裂莢発生速度は低下することを指摘している。

以上のことから、裂莢力の測定によって耐裂莢性の検定を進めようとする試みは、莢水分が同水準にある条件で有効であろうと考えられる。

一方、Caviness⁹⁾は、相対湿度と裂莢の程度に関する実験から、32℃、相対湿度15~20%の条件にダイズを置いて耐裂莢性検定を進める方法を提案した。小山ら⁴⁴⁾も高温、湿潤処理による方法で耐裂莢性を検定し、供試した品種の裂莢の難易がアメリカ合衆国で調査された裂莢の難易とはほぼ一致することを報告している。乾燥処理により莢の水分含量を減少させ耐裂莢性を検定する方法は、一度に多数系統の検定を行う育種の場面において有効と考えられる。

ダイズの莢の裂開は、乾燥の過程で、まず莢の背部および腹部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の方が大きく縮み、その差によって起る。これらの繊維は莢の長軸に対して斜めに発達している⁷⁾。Caviness⁸⁾は、開花後6週間目の莢を観察し、外果皮の下の繊維組織の方向が易裂莢性品種は難裂莢性品種に比較してより鋭角的であり、それが莢水分の減少につれて易裂莢性品種でより大きな張力を生じると推察した。

耐裂莢性の遺伝に関する報告は、古くはPiper・Morse⁷⁴⁾に始まる。彼等は、東アジアの国々から導入したダイズ品種の大部分が裂莢する中で、1923年に日本から導入した「F.P.I. No. 22876」が難裂莢性であることを認めた。また、この品種と易裂莢性の「Medium Green」の交雑後代では、耐裂莢性が遺伝形質であること、「F.P.I. No. 22876」の難裂莢性が「Medium Green」の易裂莢性に対し優性として働くことを指摘している。

一方、永井⁵¹⁾は、栽培種と野生種の交雑後代

1) 北海道立十勝農業試験場(1982):ビーンズスペシャルコンパインの実用化試験、農業機械試験成績書:117-123.

において、野生種の「ツルマメ」の易裂莢性が栽培種「黒大豆」の難裂莢性に対し優性であり、 F_2 代における分離比は3対1であると報告した。栽培種と野生種間の遺伝的研究は、Ting⁹⁰⁾によっても報告されており、野生種の易裂莢性は栽培種の難裂莢性に対し優性であるが、 F_2 代における耐裂莢性の分離は複雑であるので、さらに研究が必要であるとしている。

Caviness⁸⁾は、野生種を含む耐裂莢性の異なる4品種の組合せから、耐裂莢性が量的遺伝をし、4個の主働遺伝子が関与しているだろうと報告した。ダイズの耐裂莢性の遺伝様式に関する研究は極めて限られている。

量的形質の遺伝に関する多くの研究は、表現型分散を遺伝的な部分と環境による部分に分離することから方向づけられた^{17,33)}。Lushは、広義と狭義の遺伝率を定義し、かつ各々の意義を論じた³³⁾。その後、多くの研究者によってダイズの諸形質の遺伝率が推定されているが^{2,6,18,35,39,100)}、耐裂莢性についての情報は極めて少ない。Caviness¹⁰⁾は、ダイズの F_2 代における耐裂莢性の遺伝率は開花期、成熟期および登熟日数と同様90%以上の高い値を示し、組合せ間で大きな差がなかったと報告した。

また、ダイズにおける耐裂莢性と他の形質との間の関係についても、情報は極めて少ない。Johnsonら³⁴⁾は、ダイズの2組合せの F_4 集団を用いて24形質間の遺伝相関係数を計算し、多収性と耐裂莢性の間には正の相関があり、高蛋白と耐裂莢性の間には負の相関関係があると報告した。Caviness¹⁰⁾は、野生種を含む4品種からなる組合せの F_2 集団において形質間の相関係数を求め、組合せによってわずかな差があるものの、特に栽培種同志の交雑では耐裂莢性と開花期、成熟期、登熟日数、粒大、蛋白および

脂肪含量との間に育種上の厳しい制限はないものと報告した。ダイズの耐裂莢性に関する遺伝率や他形質との間の遺伝相間については情報は極めて不十分であるので、さらに検討が必要である。

Castle-Wright以来、量的形質の遺伝に関与する遺伝子数を推定する方法が、多くの研究者によって提案されている。Caviness⁸⁾は、ダイズの耐裂莢性に関与する遺伝子数を、Castle-Wright, Burton, Forsterら, PowersらおよびLeonardらの方法を利用して推定し、易裂莢性は難裂莢性に対し優性であり、少なくとも4対の遺伝子が関与していると推定している。

アメリカ合衆国におけるダイズは、導入当初は飼料作物としての利用が図られていたが定着するに至らず、その後ダイズは油脂作物および高蛋白作物としての価値が認められ、現在ではコムギやトウモロコシと並ぶ基幹作物として広く作付されるに至っている。この作付面積と生産量の増加は、栽培地の条件により適応し得る難裂莢性の品種が育成され、普及したことによるといえよう。

わが国において、「かたぎや」²⁴⁾、「タチスズナリ」、「ボンミノリ」、「ワセコガネ」、「フジシロ」および「コケシロ」等が省力機械化向き品種として登録されているが、いずれも耐倒伏性で多肥密植適応性が高い品種である^{67,68)}。「かたぎや」、「フジシロ」⁴⁰⁾および「コケシロ」¹⁰¹⁾は対照品種よりやや難裂莢性で、また「ワセコガネ」²³⁾のように中国品種を片親にした品種も難裂莢性の傾向を示すが、ビーンハーベスタが普及し、コンバインの利用が検討される中で、これらの品種では十分機械化栽培に適応し得るとは考えられない。

II 耐裂莢性に関与する莢の形態的特性

1. 莢の形態と耐裂莢性

ダイズの莢の大きさや形は、品種により異なる。また、莢内の粒数も一般に1粒から4粒までの変異がみられ、莢内粒数が変われば莢の形態も変わってくる。これら莢の外見上の形態と耐裂莢性との関連について検討する。

材料および方法

莢内粒数と裂莢率の関係(実験1)および莢の外見上の形態と裂莢率の関係(実験2)を検討するために次の実験を実施した。

実験1：1970年、60品種(外国からの導入品種35を含む)を供試し、莢内粒数別に裂莢率を調査した。調査莢数は各品種300莢(1粒莢、2粒莢および3粒莢各々100莢)である。裂莢率の測定は、熱風循環式乾燥機中で60℃、3時間乾燥処理した後に行った。

実験2：1984年、26品種および系統(外国からの導入品種4を含む)を供試し、各品種および系統から3粒莢のみ50莢を取り試料とした。莢の形態の測定項目は、図1に示す莢の長さ

(A)、莢の幅(B)、莢の厚さ(C)、莢の基部と先端を結ぶ線から莢腹までの高さ(D)、莢殻の厚さ(E)であり、また測定値から莢幅比(B/A)、莢厚比(C/B)および湾曲度(D/A)を算出した。測定には、主としてダイヤルキャリパーを用いた。なお、測定は莢殻の厚さを除いて熱風乾燥処理前である。裂莢率の調査は、60℃で3時間乾燥処理した後に行った。

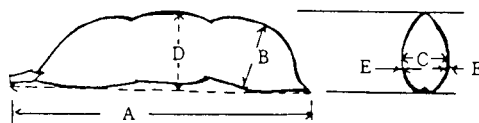


Fig. 1 Illustration of measuring items of pods.

結 果

実験1：莢内粒数別の裂莢率を表1に示した。2粒莢の裂莢率が、1粒莢や3粒莢よりやや高かったが、有意な差ではない。莢内粒数が異なっ

Table 1 Relationship between number of seeds per pod and degree of shattering (Average of 60 varieties)

Number of seeds per pod	Degree of shattering* (%)
1	41.4
2	43.1
3	41.3
Significance	n. s.

* Degree of shattering after drying treatment (60℃, 3 hrs.).

ても裂莢率に差がないといえよう。

実験2：各測定項目の変更幅は、莢の長さが41.9～60.5 mm、莢の幅が8.9～12.8 mm、莢の厚さが6.1～9.1 mmおよび莢殻の厚さが0.117

～0.169 mmであった。また、これらの値から算出したB/A、C/BおよびD/Aでは、変異幅がそれぞれ0.19～0.24、0.65～0.81および0.24～0.34であった(図2)。

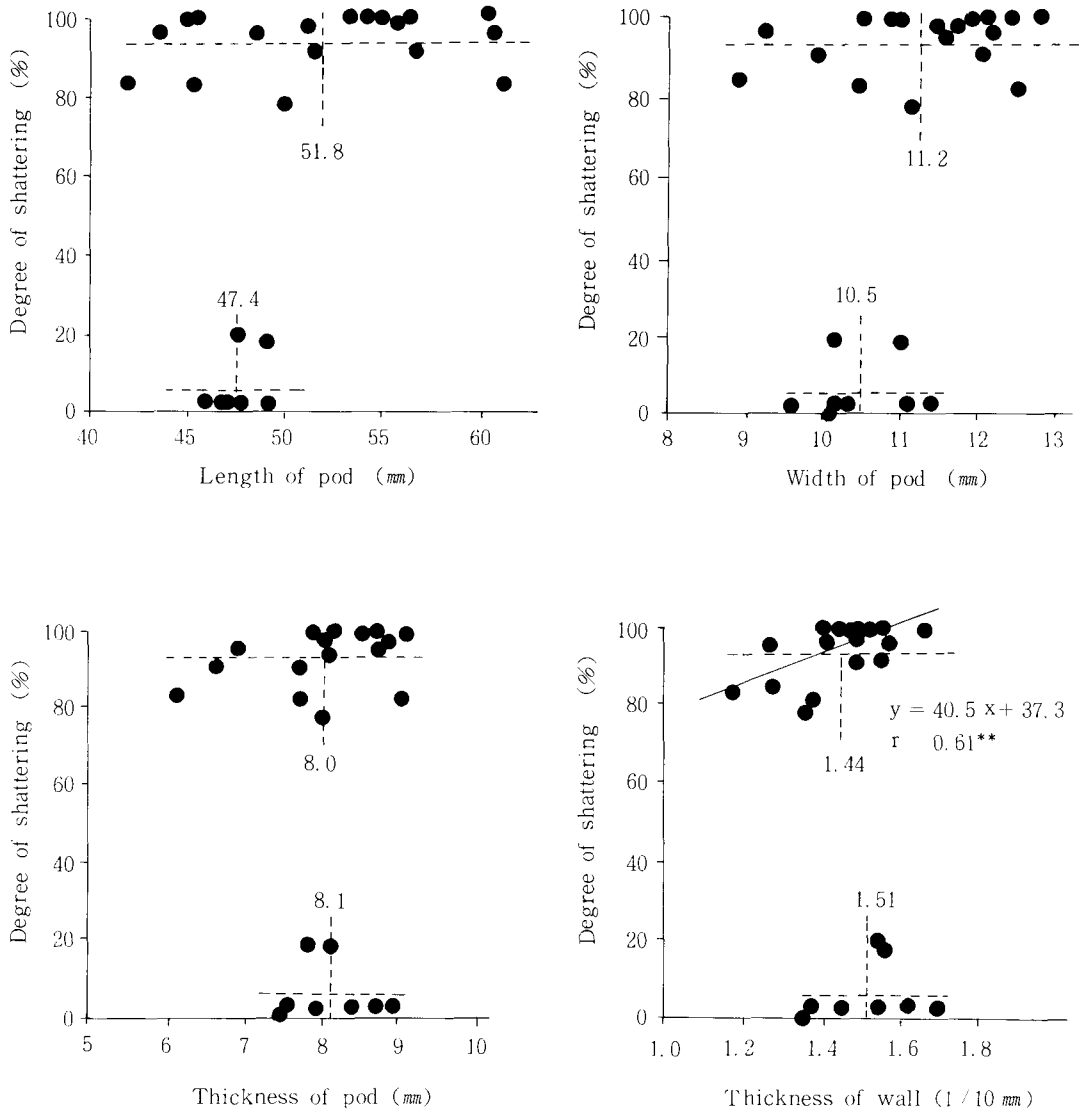


Fig. 2 Relationship between the shape of pod and the degree of shattering.

供試材料を裂莢率によって、78%以上の易裂莢性群（18品種および系統、平均94.1%）と19%以下の難裂莢性群（8品種および系統、平均5.9%）の2群に類別して、群間の比較をした。その結果は表2のとおりである。両群の平

均値の差は、 t 検定の結果、C/Bでは5%水準で有意となり、その他の項目では有意とならなかった。また、各項目の分散を群間で比較したが、莢の長さおよび100粒重以外では有意とならなかった。

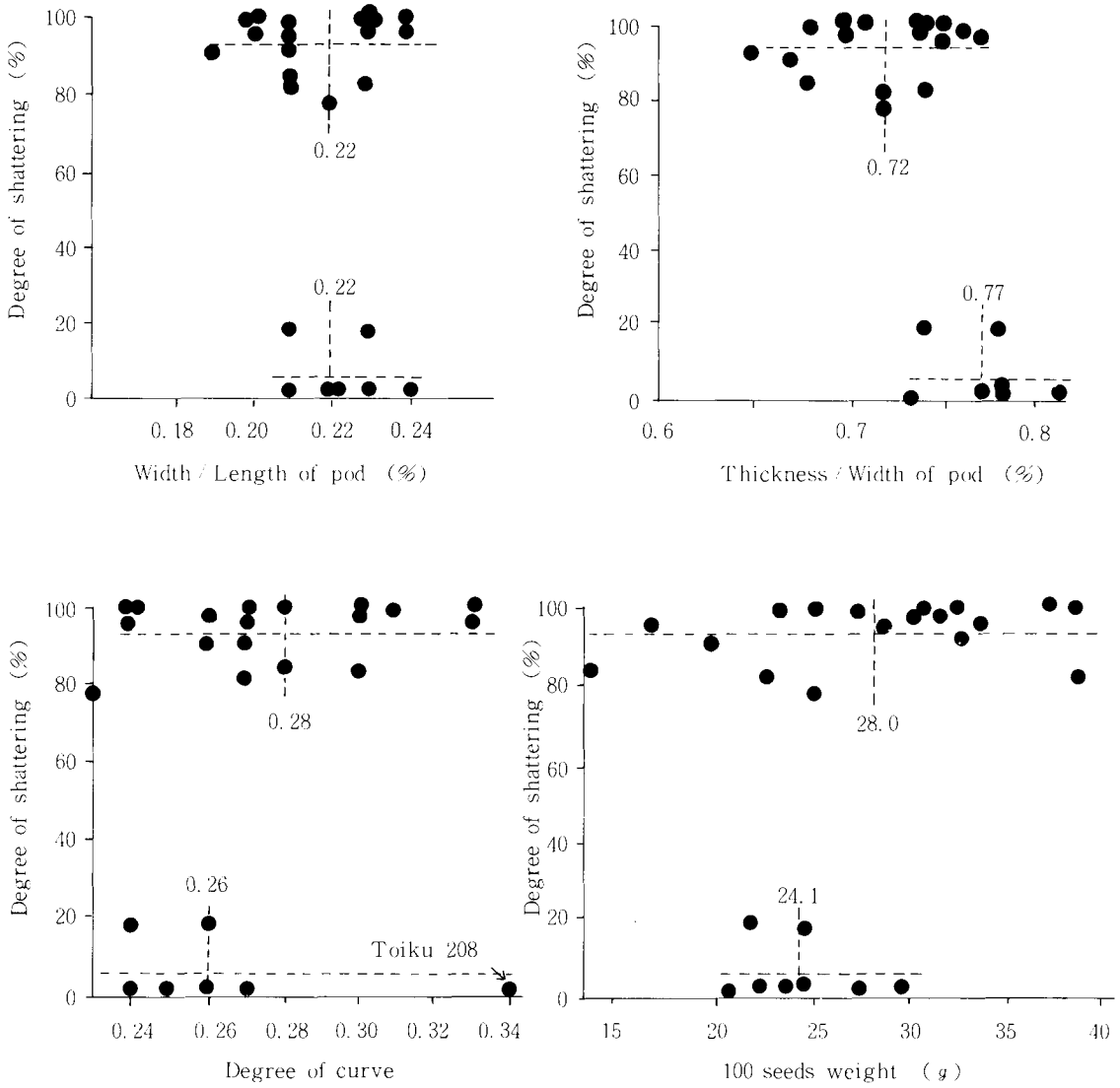


Fig. 2 Relationship between the shape of pod and the degree of shattering (continued).

裂莢率と他の調査項目との関係を図2に示した。概して難裂莢性品種および系統では、莢長が短く、C/Bの値が大きいかつ湾曲度が小さい傾向がみられるが、易裂莢性品種および系統

の中にも難莢性品種等を上回る品種がある。

なお、易裂莢性群内では、莢殻の厚さと裂莢率の間で正の有意な相関係数が得られた ($r = 0.61^{**}$)。

Table 2 Comparison of pod characteristics between the susceptible and the resistant varieties to pod shattering

Pod characteristics		Means of		Significance by t test
		susceptive varieties* (n = 18)	resistant varieties* (n = 8)	
Length of pod (A)	(mm)	51.8	47.1	n. s.
Width of pod (B)	(mm)	11.2	10.5	n. s.
Thickness of pod (C)	(mm)	8.0	8.1	n. s.
Thickness of wall (E) (1/10mm)		1.44	1.51	n. s.
B/A		0.22	0.22	n. s.
C/B		0.72	0.77	5%
Degree of curve (D/A)		0.28	0.26	n. s.
100 seeds weight	(g)	28.0	24.1	n. s.

*Classified by the degree of shattering as follows:
susceptive; above 78%, resistant; below 19%.

考 察

遺伝的背景の異なる60品種(1970年)および26品種(1984年)について、莢の形態と裂莢率の関係を検討した。

莢内粒数の違いによる裂莢率の差は認められないので、耐裂莢性の検定に莢内粒数の違いを考慮する必要はないと考えられる。また、莢の長さ、莢の幅、莢の厚さ、莢殻の厚さおよび莢の湾曲度等と裂莢率の間に特別な関係は認められなかったため、莢の大きさや形が耐裂莢性と直接関連していないことが明らかとなった。

耐裂莢性群では、莢の幅に対する厚さの比(C/B)が大きい傾向がみられたが、同比の変動幅は小さい。耐裂莢性品種の莢幅が全般に小さいことによると考えられる。

莢殻の厚さについては、易裂莢性と耐裂莢性の群間に有意な差は認められなかったが、易裂莢性の群内では有意な正の相関が認められ、莢殻の厚い方が裂莢し易い傾向を示した。莢殻の厚さは耐裂莢性に関与する第1義的な要因ではないが、莢の乾燥過程での収縮バランスに影響して、間接的に耐裂莢性に関係すると推察された。

耐裂莢性品種群の莢は、全般に湾曲度の小さい直線的な形態を示すが、耐裂莢性の「十育208号」の莢の形は、交配親の「キタムスメ」(易裂莢性である)の莢の形に似ており、この形質も耐裂莢性と直接結びつくものではないと推察された。

2. 莢の組織解剖的観察

グイズの裂莢は、莢の縫合線に沿って莢組織が裂開することによって起る。本節では、縫合線の結合部の差異が耐裂莢性に及ぼす影響を検討する。

材料および方法

耐裂莢性の異なる「キタムスメ」および「十育208号」を供試した。「十育208号」は、易裂莢性の「キタムスメ」と耐裂莢性の系統「タイ7012-56」の交雑後代から選抜、育成された耐裂莢性の系統である。両者は、耐裂莢性以外の特性では類似しており、さらに前節の調査結果のとおり莢の形や大きさも極めて類似している。すなわち、「キタムスメ」および「十育208号」の莢の長さは48.4 mmおよび48.9 mm、莢の

幅は11.5 mmおよび11.4 mm, 莢の厚さは8.7 mm および8.9 mm, 湾曲度は0.33 および0.34であった。

1984年, 成熟後の乾燥した莢を常温で24時間水に浸漬した後, 背部縫合線に直角方向の切片を作成した。顕微鏡下, 70倍および140倍で切断面を観察し, 縫合線結合部の厚さおよび厚膜細胞組織の厚さをマイクロメータで測定した。調査莢数は, 「キタムスメ」21莢, 「十育208号」17莢であった。



Plate 1 Cross section of the dorsal suture of a pod of Kiamusume (left) and Toiku 208 (right) showing the area where splitting occurs.

号」に比べ, 莢の縫合線の結合部および厚膜細胞組織の厚さが薄い傾向にあった。また, 「キタムスメ」の厚膜細胞組織の先端は, 「十育208号」のそれに比較しより鋭角的であり, 少ない面積で接しているように観察された。

考 察

ダイズの莢は, 表皮, 下皮および柔細胞組織からなる層の下に, 長い厚膜細胞からなる組織がみられる。この内部厚膜細胞組織が, 実際の裂莢に関与すると考えられている⁷⁾。

本実験によれば, 「キタムスメ」の厚膜細胞

結 果

莢の背部縫合線の切断面を写真1に示した。切断面の形および構造は, 「キタムスメ」と「十育208号」の間で概して類似していた。

「キタムスメ」および「十育208号」の莢の縫合線結合部の厚さは $568 \pm 20 \mu$ および $606 \pm 27 \mu$, 厚膜細胞組織の縫合線に接する部位の厚さは $76 \pm 4 \mu$ および $101 \pm 4 \mu$ であった。易裂莢性の「キタムスメ」は難裂莢性の「十育208

組織は「十育208号」よりも薄く, 縫合線の接点で内側に曲り, より鋭角的である傾向が観察された。また, 両者の莢の外部形態は極めて類似していたが, 縫合線の結合部に差異が観察された。

以上, 莢の縫合線の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ひとつと推察されたが, さらに検討が必要である。

Ⅲ 裂莢の機作と検定法

1. 自然条件下での裂莢

わが国の栽培ダイズの多くは、成熟後圃場に放置すると裂莢を始める。このような圃場における立毛中の裂莢に関与する原因として、乾燥、高温および気温の急激な変化等が考えられる。

また、乾燥にもとづいて類別された裂莢の難易は、年次や地域、熟期の早晚等の環境条件の違いによる差の大きいことが知られている。しかし、裂莢を多発する環境条件については、十分解明されていないのが現状である。

本節では、自然条件下でのダイズの裂莢状況を把握するために、圃場での裂莢開始迄日数および裂莢率の推移を調査し、裂莢率と熟期の早晚および気象条件との関連について検討を加えた。

材料および方法

圃場における裂莢率の推移(実験1)、圃場における裂莢率と成熟期の早晚との関係(実験2)および圃場における裂莢開始迄の日数と裂莢率の関係(実験3)を検討する目的で次の実験を実施した。

実験1：1971および1974年、「キタムスメ」および「トヨスズ」を供試した。播種日は5月

20日(1971年)および5月18日(1974年)、栽植密度は833個体/a(畦幅が60cm、株間が20cmで1株1本立)、その他は十勝農試の耕種基準による。裂莢率の調査は、各品種7個体の全莢について行い、圃場での立毛状態で成熟期以降は隔日に行った。

実験2：1970および1971年、伸育型および生育特性の異なる52品種を供試した。1区1.8㎡、1区制(早晚性の順に配列)で栽植した。播種日は5月22日(1970年)および5月20日(1971年)である。裂莢率の調査は、各品種7個体の全莢について行い、圃場の立毛状態で成熟後30日目(1970年)および40日目(1971年)に実施した。

実験3：1971年、実験2で供試した52品種について裂莢開始日を調査し、成熟期から裂莢開始までの日数を求めた。また、圃場の立毛状態における成熟期後40日目の裂莢率を測定した。

結 果

表3にダイズの収穫期の旬別気象表を示した。1971年の気象は、1970および1974年に比較して、9月から10月初旬にかけて低温、少照に経過したが、特に10月の降水量が多かった。

Table 3 Average air temperature and precipitation for each ten days during harvesting period at Tokachi Agric. Exp. Station

		September		October			November	
		Ⅲ*	I	II	Ⅲ	I	II	
Average air temperature (°C)	1970	13.9	11.9	9.3	7.9	5.7	4.5	
	1971	11.7	10.4	8.6	7.3	6.6	3.4	
	1974	14.2	12.0	8.1	6.1	3.7	0.1	
Precipitation (mm)	1970	43.6	26.1	12.4	35.4	14.2	20.0	
	1971	21.3	58.2	26.7	90.2	0.5	2.0	
	1974	29.8	49.7	12.6	57.1	2.0	29.5	

* The first, second and third ten days of each month are respectively denoted by I, II and III.

1) 圃場における裂莢率の推移 (実験 1)

北海道の基幹品種である「キタムスメ」および「トヨスズ」の1971および1974年の圃場にお

ける裂莢率の推移を図3に示した。両年とも、「キタムスメ」の裂莢率が「トヨスズ」の値よりも高く、圃場条件下では「キタムスメ」の方

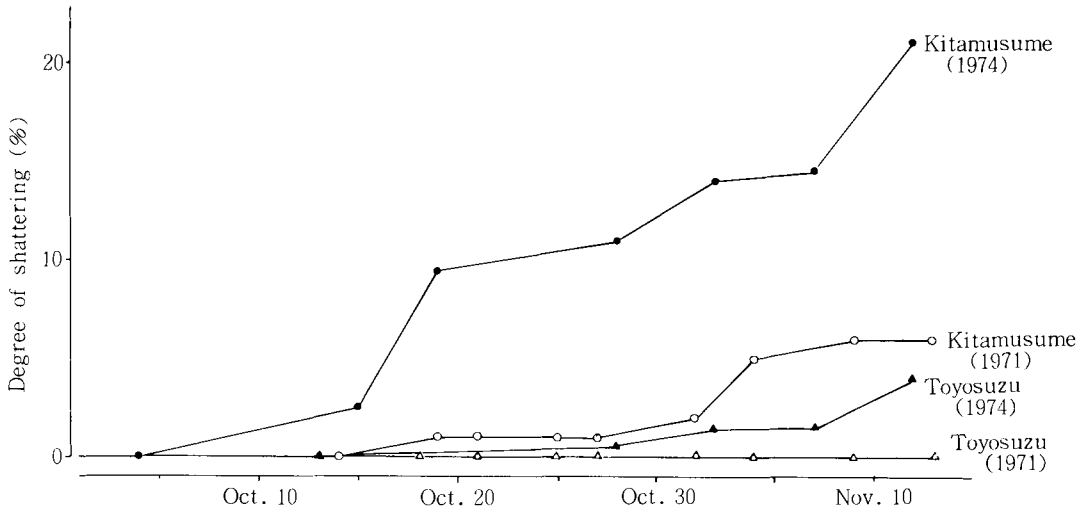


Fig. 3 Degree of shattering of selected two varieties under field condition.

が裂莢し易い。また、両品種の裂莢率は、1971年に比較し1974年が高く、年次間に差異がみられる。両年の秋季の気象条件の差が裂莢率に影響を及ぼしたものと推察されている。すなわち1974年は、1971年に比較し9月下旬から10月上旬にかけて高温に経過し、10月の降水量も少なかったため、莢の乾燥が進み、裂莢率が高まった。

2) 圃場における裂莢率と成熟期の早晚との関係 (実験 2)

供試52品種の1970年および1971年の圃場における裂莢率の調査結果を用いて検討した。1971年は9月から10月初旬にかけて低温、少照に経過したので、1970年に比較して、成熟期は52品種平均で13日遅れ(1970年は10月1日、1971年は10月14日)、圃場での裂莢率も低かった(1970年34.2%、1971年は22.4%)。しかし、供試品種の圃場における裂莢率は両年で傾向が類似しており、裂莢率の年次相関が高かった($r = 0.784^{**}$, $n = 52$)。

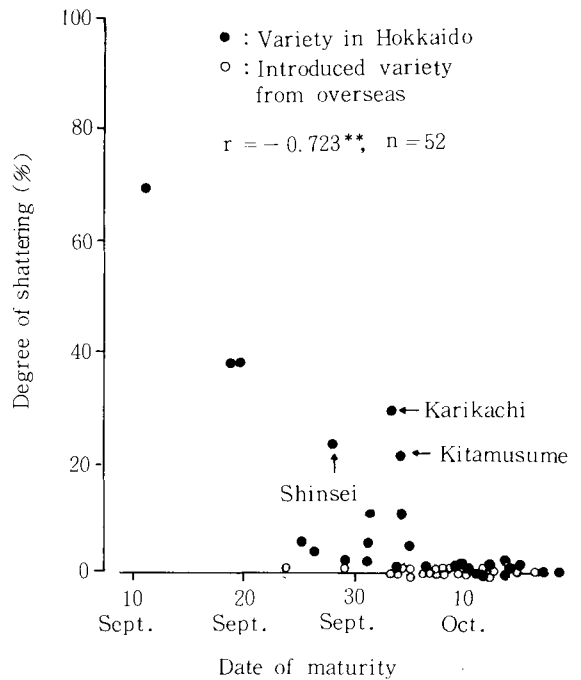


Fig.4 Relation between the date of maturity and the degree of shattering under field condition.

図4には、供試品種の圃場での裂莢率と成熟期の早晚との関係を示した。圃場の裂莢率は成熟期と密接な負の相関関係にあり ($r = 0.723^{**}$, $n = 52$), 早生品種ほど裂莢し易い傾向がある。また、中生の品種群の中では裂莢率に品種間差異がみられ、「カリカチ」, 「シンセイ」および「キタムスメ」が高かった。しかし、晩生品種では、全く裂莢しなかったので品種間の差異を検討することができなかった。

3) 圃場における裂莢開始迄の日数と裂莢率 (実験3)

供試52品種のうち圃場の裂莢率が2%以上となったのは13品種のみであり、他の品種は成熟後40日以上圃場に立毛のまま放置しても裂莢しなかった。これら13品種について、裂莢開始迄日数と裂莢率の関係を図5に示した。

「カリカチ」の裂莢開始日は他の品種に比較して早かったが、多くの品種の裂莢開始迄日数

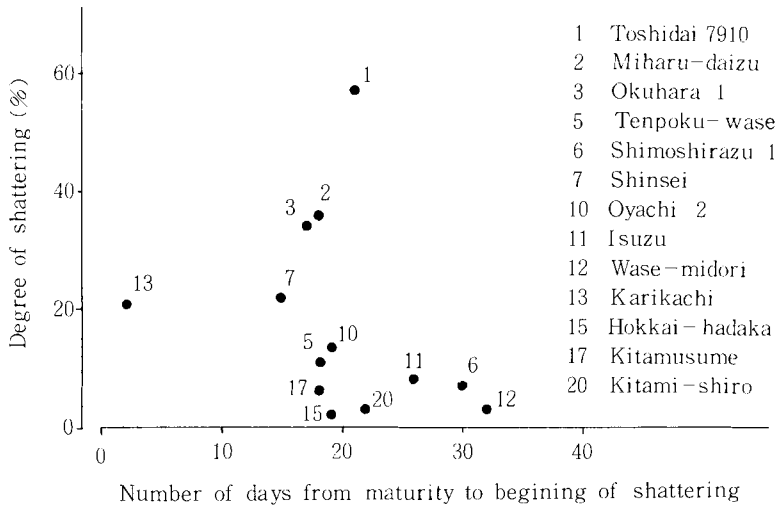


Fig. 5 Relation between the degree of shattering and the number of days from maturity to beginning of shattering under field condition (1971).

は20日前後であった。しかし、裂莢開始迄の日数は気象条件により変動すると考えられる。また、裂莢開始迄日数と裂莢率との間では有意な相関は認められない。

考 察

成熟後ダイズを圃場に放置すると、易裂莢性品種は莢実の水分含量の減少とともに裂莢を始める。秋の気象条件が良い年や、秋の天候が乾燥気味に経過する地方では、成熟後適当な時期に収穫しないと立毛中に裂莢する場合がある。従来から北海道十勝地方でも、早生品種の「奥

原1号」²¹⁾や中生品種の「カリカチ」²²⁾および「キタムスメ」⁷⁷⁾は裂莢し易く、晩生品種は裂莢し難いことが観察されていた。

本実験でも、早生や中生の品種は自然条件で裂莢し、裂莢率に品種間差異がみられた。しかし、晩生品種は圃場では全く裂莢しないため、品種間差異を明確にすることはできなかった。また、圃場での裂莢率を年次間で比較すると、同一品種でも裂莢率に差異がみられた。圃場での裂莢率は、成熟期以降が降水量が少なく高温に経過する年次で多くなる傾向がみられた。これらの結果は、Morse⁵⁰⁾および小山ら⁴³⁾の結

果とも一致しており、秋季の気象条件に年次変動の大きい場所では、自然条件下での裂莢の多少から供試品種の耐裂莢性を正確に判定することは難しいといえよう。

Caviness⁸⁾は、成熟後の裂莢開始迄日数で耐裂莢性を類別しているが、この方法は秋季の気象条件が安定していて晴天が続く場所でないと応用できないであろう。本実験では成熟後の裂莢開始迄日数と裂莢率の間に有意な相関は認められず、かつ晩生品種ではほとんど裂莢しなかったため、本実験のような気象条件の場合では上記の方法を耐裂莢性の検定に用いるのは適当でないと考えられる。

2. 圃場での莢実水分含量の推移

ダイズの莢実水分含量は成熟期が近づくにつ

れ減少し、成熟後は気象条件の変化によって影響を受ける。本節では、圃場で立毛状態のダイズの莢実水分含量の推移を調査し、耐裂莢性との関連を検討した。

材料および方法

1974および1975年、生育特性の異なる6品種を供試した(表4)。試験は、畦幅が60cm、株間が15cmで1株1本立、2区制で実施した。成熟期からはほぼ1週間の間隔(1974年は9月18日、24日、30日、10月7日および15日の5回、1975年は9月22日、28日、10月4日、11日、21日および30日の6回)で、各区から2粒莢および3粒莢で正常な形をした50莢を取り調査に供した。莢実水分含量は、莢実を乾燥後粉砕して、赤外線水分計で測定した。

Table 4 Materials

Variety	Maturity		Growth habit
	1974	1975	
Kitamusume	4 Oct.	1 Oct.	Determinate
Toyosuzu	13 Oct.	15 Oct.	do.
Tokachi-nagaha	16 Oct.	15 Oct.	do.
Wase-kogane	5 Oct.	29 Sept.	Semi-indeterminate
Harosoy	16 Oct.	13 Oct.	Indeterminate
Comet	5 Oct.	27 Sept.	do.

Planting date : 1974 ; 20 May and 1975 ; 21 May.

結 果

両年とも生育後半の天候に恵まれたため登熟期間は平年に比べ長くなったが、供試全品種とも成熟期に達した。なお、圃場での裂莢は、1974年は多かったが、1975年は10月以降降雨日が多かったため比較的少なかった。

圃場での莢実水分含量の推移を図6に示した。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とも安定した。この傾向は、1974年および1975年とも同じであった。両年における立毛中のダイズの成熟後の莢実水分含量は、約13%から20%の範囲に安定

した。

図7には、成熟後の莢および子実の水分含量の日変化を示した。「キタムスメ」、「トヨスズ」、「ワセコガネ」および「Harosoy」の4品種を供試したが、全ての品種とも莢および子実の水分含量が同水準であった。一方、子実の水分含量の変化は少ないが、莢の水分含量は莢表面の霜が溶ける午前8時頃から漸次減少し、午前10時頃には20%以下となり、午後1時頃には子実の水分含量とほぼ等しくなった。測定日の天候は曇であったが、好天で高温の条件下では、莢の水分含量はより急激に減少すると推察

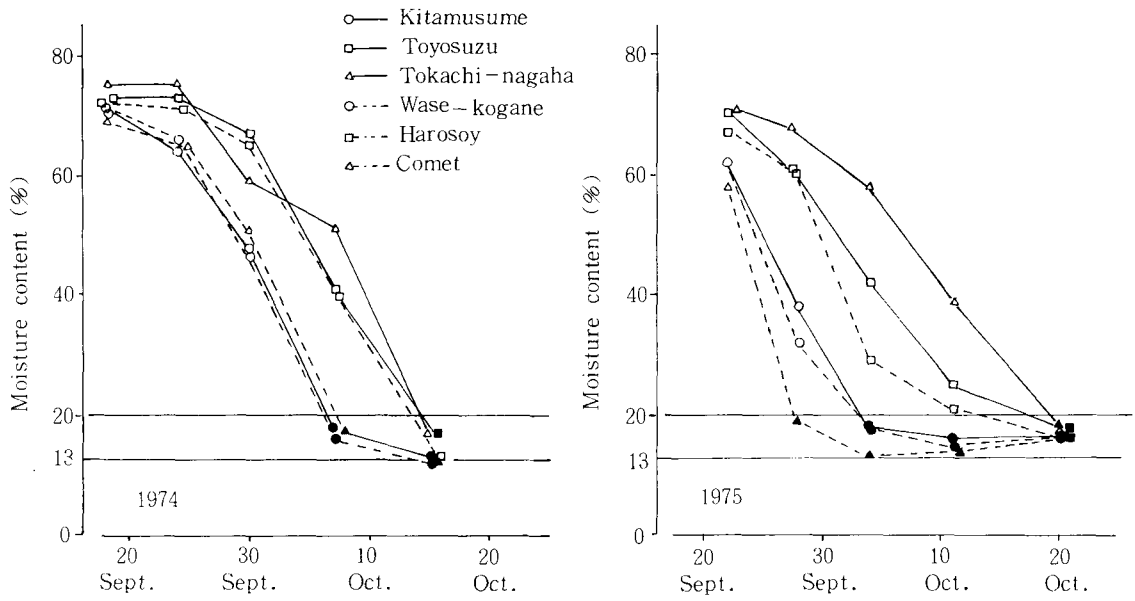


Fig. 6 Moisture content of pods in the field.

(○ : Before maturity, ● : After maturity)

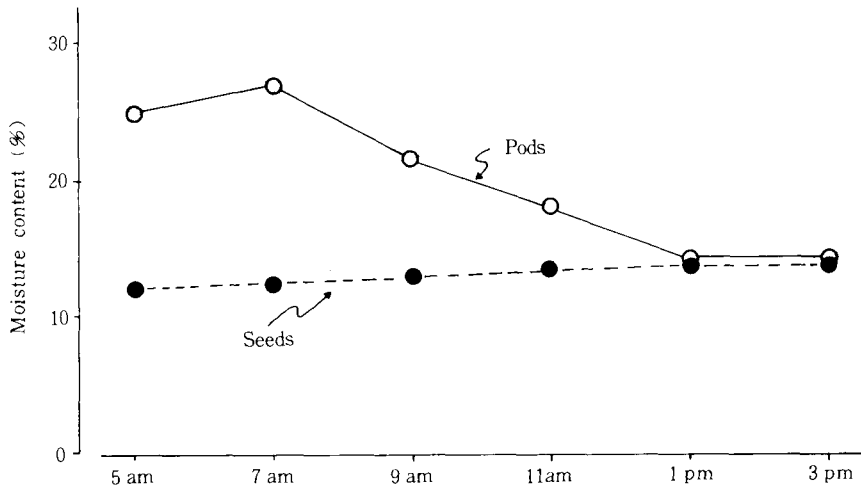


Fig. 7 Change of moisture content of pods and seeds of field grown soybeans by times (Average of four varieties, 18 Oct. 1974).

される。

考 察

Caviness⁹⁾によると、ダイズの裂莢を開始する時の相対湿度は品種によって異なり、野生種

では60%、「Rokusun」では45%、「Ogden」では30%、「Lee」では15%である。また、Nagata⁵⁹⁾は、機械化栽培に適する品種として、圃場で種子水分含量を15%まで裂莢なしに低下でき、そのまま脱穀、収納できることが望まし

いとした。このように、莢実水分含量は裂莢に関与する要因のひとつである。

本実験の結果から明らかなように、ダイズでは自然条件下で成熟期に近づくにつれ莢実の水分含量を急激に減少し、成熟後はいずれの品種もほぼ等しい莢実水分含量に達する。北海道の気象条件下では莢実水分含量が13~20%の値となり、莢実水分含量の日変化はおおむねこの範囲内にあった。

また、Prineら⁷⁶⁾は、アメリカ合衆国におけるダイズ栽培で畦の方向が子実の温度、水分および裂莢率におよぼす影響を検討し、東西畦では南側の莢、南北畦では西側の莢の温度が高く、裂莢率も高かったとしている。十勝農試でも1984年10月11日に、畦幅60cm、株間30cm 2本立により栽植した「キタムスメ」の同一株における南側の個体と北側の個体の裂莢率を比較した。6個体平均の裂莢率は南側個体が41.8%、北側個体が30.4%となり、陽のあたる莢の裂莢率の高いことが認められた。莢実水分含量は気象条件に対応して変化し、裂莢率に影響すると考えられる。

莢および子実水分含量の日変化(図7)を比較して明らかなように、成熟後の水分含量の変動は子実に比べて莢では著しく大きい。莢の水分含量は、露や霜等の影響で夜間から早朝にかけて高くなり、日中には減少する。易裂莢性品種の機械収穫にはこれらの点を考慮して、裂莢による収穫損失を減少するために莢水分の高い早朝での収穫が行われている。

3. 莢実水分含量と耐裂莢性の関係

ダイズでは、成熟後の高温や乾燥によって裂莢が多くなることから、莢実水分含量の多少が耐裂莢性に関与すると推察される。本節では、成熟期前後の莢を60°Cで恒温熱風乾燥処理し、それらの関係を検討した。本節の結果は、熱風乾燥処理による耐裂莢性検定が有効であることを示唆するものである。

材料および方法

供試材料は前節の表4に示した6品種である。1974および1975年、畦幅60cm、株間15cm、1株1本立、2区制で栽植し、各区から2粒莢および3粒莢で正常な形をした50莢を成熟前からほぼ1週間の間隔で取り供試した。

莢は金網の折箱に広げ、150cm×150cm×85cmの熱風循環式乾燥機で60°Cの恒温熱風乾燥処理を行い、2時間ごとに莢実水分含量と裂莢率を調査した。莢実水分含量は莢実を粉碎機で粉碎した後、赤外線水分計で測定した。1974年は収穫後直ちに熱風乾燥処理による裂莢率の調査を行ったが、1975年は室内に保存した試料を翌年8月に熱風乾燥処理して裂莢率の調査を行った。

結 果

1) 莢実水分含量と裂莢率の関係

成熟期に達した莢を乾燥機の中で60°C乾燥しながら、莢実水分含量と裂莢率の関係を調査した。1974年および1975年の結果を図8にまとめた。両年の乾燥に伴う裂莢率の推移は著しく類似していた。すなわち、易裂莢性品種では莢実水分含量が約10~15%で裂莢を開始し(ただし、1975年は室内で陰干したため裂莢開始時の莢実水分含量は低かった)、その後、莢実水分含量が減少すると裂莢率は急激に増加し、莢実水分含量5%近くでは90~100%の裂莢率を示した。一方、難裂莢性品種では裂莢開始時の莢実水分含量が前者より低く、莢実水分含量が5%程度になっても10%以下の裂莢率であった。

両年を通じて、「キタムスメ」、「トヨスズ」および「十勝長葉」は易裂莢性、「ワセコガネ」、「Harosoy」および「Comet」は難裂莢性であった。

2) 莢の登熟程度と裂莢率の関係

成熟期に達する以前からほぼ1週間の間隔で採取した登熟程度の異なる莢を熱風乾燥処理し、莢実水分含量と耐裂莢性の関係を調査した。熟

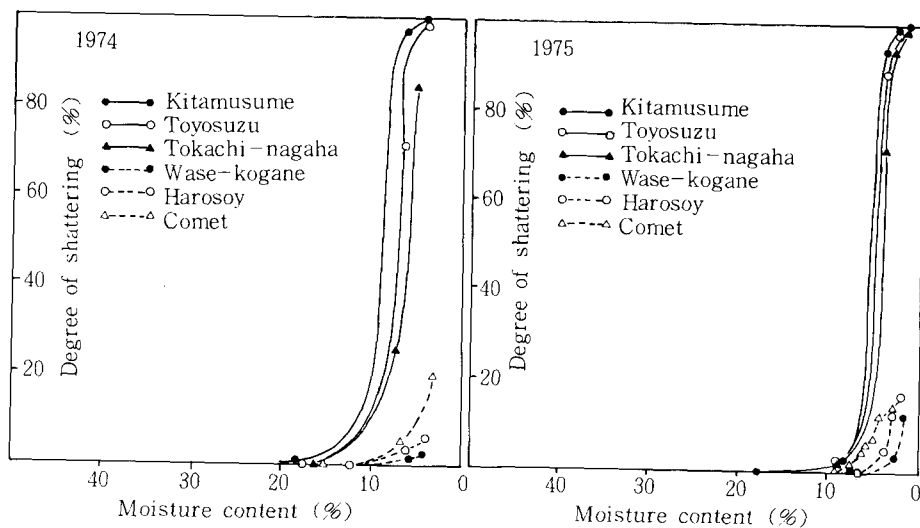


Fig. 8 Varietal difference of degree of shattering by drying treatment (60°C).

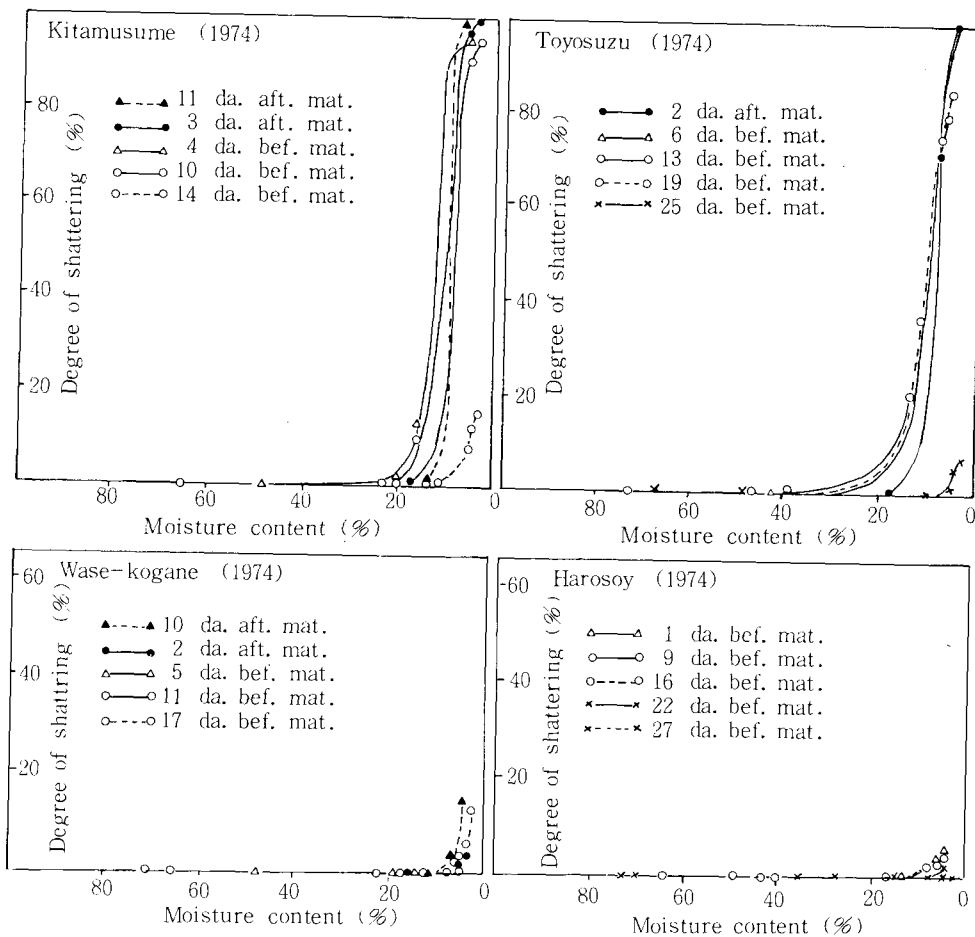


Fig. 9 Relations between degree of shattering and moisture content of pods (abbreviations da., aft., and mat. stand for days, after, before and maturity, respectively).

期および伸育期の異なる4品種(「キタムスメ」, 「トヨスズ」, 「ワセコガネ」および「Harosoy」) についての調査結果を図9に示した。

「キタムスメ」では成熟期前14日の莢はほとんど裂莢しなかったが, 成熟期前10日以降の莢は著しく裂莢した。また, 「トヨスズ」では成熟期前25日の莢はほとんど裂莢しなかったが, 成熟期前19日以降の莢は高い裂莢率を示した。半無限伸育型の「ワセコガネ」および無限伸育型の「Harosoy」の裂莢率は概して低く, 登熟程度の異なる莢の裂莢率の差は明らかでなかった。

成熟後の莢の裂莢率と同程度の裂莢率を示す莢の形成は品種によってその時期に差があるが, 未熟の莢であっても成熟前10日程度ならば, 熱風乾燥処理により, 耐裂莢性の検定を進めることができるかと推察される。

3) 着莢部位と耐裂莢性の関係

1975年, 4品種(「キタムスメ」, 「トヨスズ」, 「ワセコガネ」および「Harosoy」) の主茎上位, 中位および下位の部位別の莢について, 莢実水分含量と裂莢率を調査した(表5)。

Table 5 Relations between degree of shattering and pod-setting position

Variety	Pod-setting position *	Degree of shattering** (%)		
		I	II	III
Kitamusume	Top	0 (19.7)	83 (6.8)	93 (5.3)
	Middle	0 (21.6)	74 (7.3)	97 (4.9)
	Lower	0 (33.4)	78 (6.3)	97 (4.3)
Toyosuzu	Top	0 (30.8)	27 (7.0)	86 (5.0)
	Middle	0 (53.9)	35 (7.6)	90 (5.4)
	Lower	0 (60.0)	29 (6.6)	95 (4.1)
Wase-kogane	Top	0 (21.7)	1 (7.1)	1 (5.3)
	Middle	0 (18.9)	0 (7.0)	3 (5.2)
	Lower	0 (19.1)	2 (6.7)	2 (5.1)
Harosoy	Top	0 (45.7)	3 (6.4)	4 (4.9)
	Middle	0 (33.8)	3 (6.5)	5 (4.4)
	Lower	0 (37.2)	8 (5.9)	16 (3.8)

1) * : Divided into top, middle and lower nodes on the main stem.

2) ** : I : at sampling time (28 Sept. 1975).

II : after two hours of drying at 60°C (17 Aug. 1976).

III : after seven hours of drying at 60°C (17 Aug. 1976).

3) Figures in parentheses are moisture contents (%) of pods at the measured time.

圃場での莢実水分含量は, 有限伸育型の「キタムスメ」および「トヨスズ」では上位節より下位節の方が高い値を示した。半無限伸育型の「ワセコガネ」, 無限伸育型の「Harosoy」では上位節の莢実水分含量がやや高かったが, その差は小さかった。熱風乾燥処理により, 節位別の莢実水分含量の差はなくなり, 節位別の裂莢率は有限および無限伸育型とも上位, 中位,

下位で差がなかった。

考 察

環境条件を一定にした上での耐裂莢性を検討する目的で, 莢実の熱風乾燥処理を行った。熱風乾燥処理の温度条件は60°Cとした。熱風乾燥処理により耐裂莢性の品種間差異が確認され, 易裂莢性品種は10~15%の莢実水分含量で裂莢

を開始し、それ以下の莢実水分含量では高い裂莢率を示した。一方、難裂莢性品種は裂莢開始時の莢実水分含量が前者より低く10%以下であり、莢実水分含量をさらに低下させても裂莢率は低かった。この品種間差異には、年次および熟期による差は認められず、品種固有の耐裂莢性を示したものと考えられた。熱風乾燥処理により、莢実水分含量が減少し、その品種間および個体間差異も小さくなり、環境による誤差が減少した結果と考えられる。

登熟程度の異なる莢を熱風乾燥した場合、未熟莢でも品種本来の裂莢率を示したことから、耐裂莢性の検定にあたり熱風乾燥処理は有効な手段と考えられる。また、成熟前10日程度の莢が品種固有の裂莢率を示したことから、莢の耐裂莢性を支配する形質は成熟期以前に形成されるものと推察される。なお、「キタムスメ」では成熟前の10日頃から、「トヨスズ」では成熟前19日頃から品種固有の裂莢率を示したが、このような品種間差異は登熟過程の相違や莢の形態的な差異によるものと考えられる。

収穫後室内に保存した試料を供試した場合(1975年)、裂莢せずに莢実水分含量を10%程度まで減少できた。室内に保存した試料の裂莢開始時の莢実水分含量が圃場条件に比較して低いのは、水分含量の変動が小さいためと考えられる。しかし、この場合も熱風乾燥処理によって、裂莢率の品種間差異を明らかにすることができた。

以上のように、ダイズの耐裂莢性は品種固有の特性であり、莢実水分含量が裂莢に関与する第1の要因であることが認められた。また、耐裂莢性の検定方法として、熱風乾燥処理が有効であることが示唆された。

4. 熱風乾燥処理法

従来裂莢の難易は、成熟した立毛中のダイズが裂莢を開始する時期の早晚や程度によって表現されていた。しかし、年次や場所や品種の熟

期が異なると裂莢開始の時期や程度も異なり、耐裂莢性の正確な判定が困難であった。

前節で莢実水分含量と耐裂莢性の関係を検討したところ、易裂莢性品種は莢実水分含量が10~15%で裂莢を開始するが難裂莢性品種は裂莢開始時の莢実水分が前者より低いこと、成熟期前7~10日の未熟の莢でも熱風乾燥処理により品種固有の耐裂莢性を示すこと、熱風循環式乾燥機による熱風乾燥処理で耐裂莢性の検定が可能であることが示唆された。

本節では、耐裂莢性の検定方法の確立を目的として、熱風乾燥処理法の有効性を検討した。すなわち、自然裂莢法(成熟後立毛のまま圃場に放置し裂莢率を調査する方法)、ガラス室内乾燥法(成熟後ガラス室内に置いて裂莢率を調査する方法)および熱風乾燥処理法(熱風循環式乾燥機による乾燥処理後裂莢率を調査する方法)によって、生育特性の異なる品種の耐裂莢性を比較した。

材料および方法

伸育型および生育特性の異なる52品種を熟期順配列で栽植し(1×1.8 m)、1970および1971年は自然裂莢法、1974および1975年はガラス室内乾燥法、1971および1975年は熱風乾燥処理法によって裂莢率を調査した。すなわち、1970および1971は各品種7個体を成熟後30日間圃場に放置した後裂莢率を測定し、また1971年は60℃にセットした熱風循環式乾燥機中で裂莢率を調査した。1974および1975年は成熟期に達した品種を各2個体収穫し、ガラス室内に40日間置いた後裂莢率を調査した。また1975年は、その後60℃にセットした熱風循環式乾燥機中で3時間乾燥後裂莢率を調査した。

結 果

1) 熱風乾燥処理法による裂莢率と成熟期の関係

熱風乾燥処理法による裂莢率と成熟期の関係を図10に示した。自然裂莢法では(図4)晩生

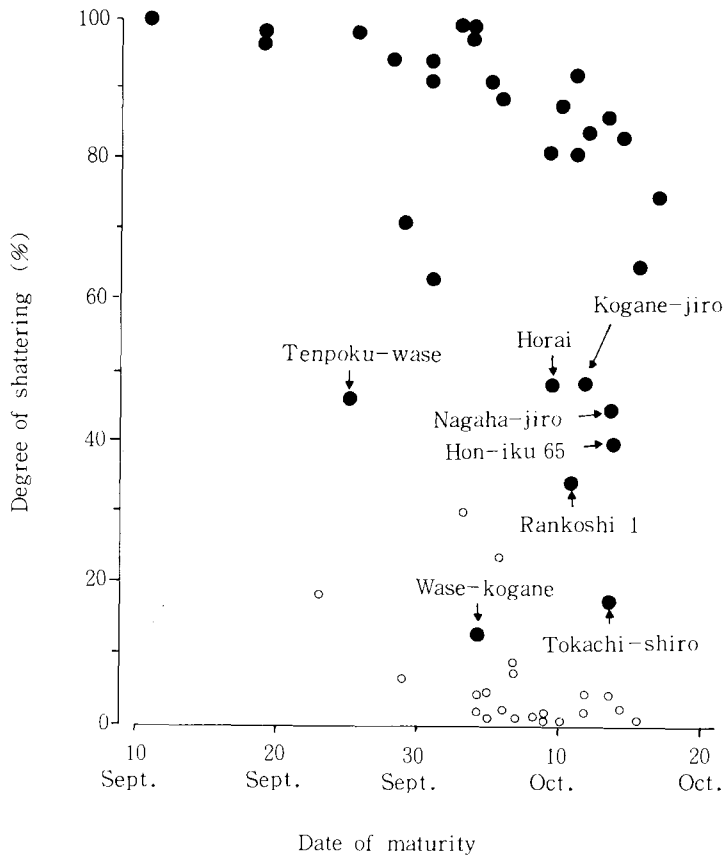


Fig.10 Relation between the date of maturity and the degree of shattering after drying treatment (60°C, 3 hrs.).

- : Variety in Hokkaido
- : Introduced variety from overseas

品種の耐裂莢性を判定できなかったが、熱風乾燥処理法では晩生品種も裂莢がみられ、品種間差異が明らかとなった。

わが国の品種は、アメリカ合衆国や中国から導入した品種に比べ裂莢し易い傾向にあった。わが国の品種の中では、「天北早生」、「ワセコガネ」、「ホウライ」、「蘭越1号」、「コガネジロ」、「ナガハジロ」、「本育65号」および「トカチシロ」の裂莢率が低かった。

2) 検定法の比較

表6に供試品種の裂莢率を示した。自然裂莢

法、ガラス室内乾燥法および熱風乾燥処理法による裂莢率は、52品種平均でそれぞれ5.4%、13.1%および47.3%であった。また、品種間の分散はそれぞれ162、382および1,563であり、熱風乾燥処理により品種間差異が顕著となった。

熱風乾燥処理により、晩生の有限伸育型品種の裂莢率は著しく増加したが、無限伸育型の導入品種の裂莢率はほとんど裂莢しなかった。熱風乾燥処理法は、自然裂莢法およびガラス室内乾燥法に比較してより有効な検定法であると考えられた。

Table 6 Varietal difference of degree of shattering of selected varieties

Variety	Days to mature*	Degree of shattering**			Classification by origin***
		I (%)	II (%)	III (%)	
1. Toshidai 7910	11	68.5	81.0	100.0	A
2. Miharu-daizu	19	38.0	69.5	98.0	A
3. Okuhara 1	19	38.0	43.0	97.5	A
4. Acme	23	1.0	2.0	19.0	B
5. Tenpoku-wase	25	6.5	3.0	47.5	C
6. Shimo-shirazu 1	26	5.0	20.5	98.5	A
7. Shinsei	28	22.5	38.5	94.5	A
8. Suzunari	29	2.5	5.5	71.0	A
9. Kokuso	29	1.0	2.0	7.0	B
10. Oyachi 2	31	11.5	27.0	92.0	A
11. Isuzu	31	6.0	14.0	94.5	A
12. Wase-midori	31	2.5	2.5	63.5	A
13. Karikachi	33	29.5	46.5	99.5	A
14. Comet	33	0	2.0	30.5	B
15. Hokkai-hadaka	34	10.5	43.5	99.5	A
16. Wase-kogane	34	0.5	0	13.5	C
17. Kitamusume	34	22.0	60.0	98.0	A
18. Hardome (Ottawa)	34	0.5	0.5	3.5	B
19. Capital	34	0	1.0	2.5	B
20. Kitami-shiro	35	4.5	16.5	92.5	A
21. Merit	35	0	2.5	5.0	B
22. Grant	35	0	0	1.0	B
23. Asamidori	36	1.0	10.5	89.5	A
24. Shika 4	36	0	1.5	24.5	B
25. Koku-iku 44	36	0	1.0	2.5	B
26. Renville	37	0	0	1.0	B
27. Mandarin (Ottawa)	37	0.5	0	8.0	B
28. Mandarin	37	0	3.5	9.0	B
29. Gen-ho-kin	38	0	0	1.5	B
30. Tokachi-hadaka	39	1.0	10.0	81.5	A
31. Horai	39	1.0	5.0	49.5	C
32. Sho-kin-o 1	39	0	1.0	2.5	B
33. Chippewa	39	0.5	0	2.0	B
34. Hon-kurakake	40	1.0	18.5	88.5	A
35. Man-so-kin	40	0.5	0	0.5	B
36. Rankoshi 1	41	0	3.5	34.5	A
37. Shizunai-daizu	41	0	5.5	93.0	A
38. Yoshioka-dairyu	41	0	5.0	81.5	A
39. Kogane-jiro	42	0.5	4.0	49.0	C
40. Toyosuzu	42	0.5	42.0	83.0	A

Table 6 Varietal difference of degree of shattering of selected varieties (continued)

Variety	Days to mature *	Degree of shattering **			Classification by origin ***
		I (%)	II (%)	III (%)	
41. Harosoy	42	0.5	1.0	3.5	B
42. Bavender special 7	42	0	0.5	2.5	B
43. Tokachi-shiro	43	0	2.5	18.5	C
44. Nagaha-jiro	43	1.0	5.5	45.0	C
45. Tokachi-nagaha	43	2.0	12.5	87.0	A
46. Hon-iku 65	43	0.5	6.5	40.5	A
47. Hawkeye	43	0	0	4.5	B
48. Chusei-hikarikuro	44	1.0	35.0	83.0	A
49. Lincoln	44	0.5	0	2.0	B
50. Shiro-sengoku	46	0	4.0	65.0	A
51. Ohoju	46	0	0	0.5	B
52. Shiro-tsurunoko	47	0.5	19.5	75.0	A

1) * Number of days from September 1 to the date of maturing.

2) ** I : In the field (averaged in 1970 and 1971).

II : In the glass house (averaged in 1974 and 1975).

III : In the drier (averaged in 1971 and 1975).

3) *** A : Determinate type in Hokkaido.

B : Indeterminate type introduced from overseas.

C : Variety obtained by crossing determinate and indeterminate types.

考 察

ダイズの耐裂莢性の検定には、圃場で成熟後の一定期間後に裂莢率を測定する方法⁴³⁾や、成熟後裂莢を開始するまでの日数で測定する方法⁸⁾や、熱風乾燥処理など莢水分含量を制御する方法⁴⁴⁾や、莢の裂莢力を測定する方法⁸⁷⁾等種々の方法が試みられてきた。

本節では、自然裂莢法、ガラス室内乾燥法および熱風乾燥処理法の3つの方法を比較した。自然裂莢法では、気象条件が変化するため熟期の異なる品種の比較には誤差が生じやすく、また北海道のように成熟期に気温が低く比較的湿潤な気候では、晩生種は裂莢せず品種間差異を判定することは不可能であった。したがって、北海道での耐裂莢性の判定や難裂莢性個体の選抜には、裂莢し易い一定の条件を整える必要がある。

ガラス室内乾燥法は、自然条件をやや制御するのに役立つ。ガラス室内の温度が外温より上昇するため、莢実水分含量は相対的に低下し、晩生品種の一部も裂莢を開始した。しかし、日照が不十分な秋の気象条件下やガラス室内の温度上昇が十分でない場合には、晩生品種の耐裂莢性に対する品種間差異は明確でなかった。小山ら⁴⁴⁾も、東北地方において圃場での耐裂莢性の検定は不可能であり、湿潤、乾燥処理が有効であることを示唆したが、本実験の結果とおおむね同様の傾向を示した。

以上のように、熱風乾燥処理によって莢実水分含量を低下させると、耐裂莢性の品種間差異が判定できた。また、晩生品種の耐裂莢性に対する品種間差異も明らかになったことから、熱風乾燥処理法(60℃, 3時間)は耐裂莢性の検定に有効であった。

IV 耐裂莢性の遺伝

1. 耐裂莢性の品種間差異

野生ダイズのツルマメは、個体内で未熟莢のあるうちから成熟莢が裂莢を開始する。また、栽培ダイズの品種の中でも、成熟後高温、乾燥条件が続くと立毛中に裂莢を開始するものがある。本節では、耐裂莢性の品種間差異を明らかにする目的で、熱風乾燥処理法により裂莢率を調査、検討した。

材料および方法

本実験は、1971および1975年に実施した。1971年は伸育型および生育特性の異なる76品種（日本品種62，外国品種44），1975年は同じく115品種（日本品種68，外国品種47）を供試した。各区7個体（1971年）および2個体（1975年）から全稔実莢数を取り試料とした。試料は60°Cにセットした循環式熱風乾燥機内で3時間処理したのち、裂莢率を調査した。また、1971および1975年に共通に供試された52品種について、耐裂莢性と他形質間の関係を検討した。

結 果

供試品種を裂莢の難易により3群に分類した（表7）。有限伸育型のわが国の品種（A群）は耐裂莢性が易と中に分類され、ほとんどの品種が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（B群）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にして育成した品種（C群）は耐裂莢性が難と中に分類された。

B群の中で易裂莢性に分類された「Agate」、
「Hidatsa」、
「Pando」および「Sioux」はわが国の極早生品種と同じ傾向を示したが、これらの品種はいずれもアメリカ合衆国が以前わが国および韓国から導入した品種である^{26, 57, 75)}。

裂莢率の品種間差異は顕著であり、「満倉金」、

「黄宝珠」、
「Harosoy」等はほとんど裂莢しなかったが、「カリカチ」、
「キタムスメ」等は100%近い裂莢率となった（表6）。北海道品種の中では、「ワセコガネ」、
「トカチシロ」、
「蘭越1号」、
「本育65号」、
「ナガハジロ」、
「天北早生」、
「ホウライ」および「コガネジロ」の裂莢率が比較的低かった。

表8は1971および1975年に共通して供試した52品種を来歴によって分類したものであるが、群間に裂莢率の差がみられ、A群の品種はほとんどが高い裂莢率を示したのに対し（25品種平均で裂莢率84.0%）、B群の品種の多くは難裂莢性の傾向を示した（21品種平均で裂莢率6.3%）。また、C群の「ワセコガネ」、
「トカチシロ」、
「ホウライ」、
「ナガハジロ」および「コガネジロ」は中間の裂莢率（平均で37.2%）であった。表8に示したように、難裂莢性の無限伸育型品種（B群）は一般に主莖長が長く、主莖節数が多く、小粒で最下着莢位置が低い傾向であった。

考 察

熱風乾燥処理法を用いて、伸育型や熟期の異なる品種の耐裂莢性を検討した結果、裂莢率の品種間差異は明確で0～100%の幅広い変異を示した。また、各品種の耐裂莢性は、年次が異なっても同様の傾向を示し、成熟期の違いによる差は認められなかった。本実験の結果は、品種固有の耐裂莢性を示したものと考えられる。

「トヨスズ」、
「キタムスメ」および「北見白」など北海道の基幹品種の大部分は易裂莢性の傾向を示したが、アメリカ合衆国や中国から導入した無限伸育型品種の大部分は難裂莢性の傾向を示した。各地帯の収穫時の気象条件の差や育種目標の差が、耐裂莢性に差異を生じたものと考えられる。

また、「天北早生」（紫花1号×奥原1号）、

Table 7 Classification of varieties by the degree of shattering

Classification by shattering	Variety		
	Group A*	Group B*	Group C*
Little (Resistant)		Acme, Adams, Altona, Bavender special 7, Black-hawk, Capital, Chippewa, Earyana, Flambeau, Grant, Har- dome, Harosoy, Hawkeye, Lincoln, Mandarin, Merit Norchief, Renville, Traverse, Kokuso, Gen- hō-kin, Kingen 2. Kokuiku 44, Man-sō-kin, Ō-hō-ju, Sho-kin-ō 1, Akabana-zairai, Koran 1 and others	Wase-kogane, Tenpoku- shirome, Tokachi-shiro
Medium	Suzunari, Rankoshi 1, Hosoba Honiku 65, Wase-midori, Shiro-tsurunoko	Burewell, Comet, Fiskeby -III-20, Pagoda, Shika 4	Kogane-jiro, Nagaha-jiro, Horai, Tenpoku-wase
Much (Susceptible)	Toshidai 7910, Miharu- daizu, Okuhara 1, Ōyachi 2, Isuzu, Shimo- shirazu 1, Karikachi, Kitami-shiro, Shinsei, Hokkai-hadaka, Yuzuru, Tokachi-nagaha, Asa- midori, Hon-kurakake, Chusei-hikarikuro, Toyosuzu, Kitamusume, Akita-kotsubu, Daizu- shin 2, Shirosaya 1, Saikai 20, and others	Agate, Hidatsa, Pando, Sioux, 634-13-46-8, Botanko	

* Group A : Determinate type in Japan.

Group B : Indeterminate and determinate type introduced from oversea.

Group C : Variety obtained by crossing determinate and indeterminate types.

Table 8 Agronomic characteristics of varieties of three groups

	Number of plants	Degree of shattering (%)	Days to mature**	Plant height (cm)	Number of nodes on the main stem
Group A*	25	84.0	35	59.7	12.5
Group B	21	6.3	37	96.7	14.7
Group C	6	37.2	38	81.2	14.2

	Number of branches	Lowest pod height (cm)	Number of pods	100-grain weight (g)	Seed yield (g)
Group A	2.8	14.7	36.5	30.8	17.6
Group B	3.2	11.7	39.2	22.6	17.5
Group C	3.9	14.0	43.5	25.3	18.7

- 1) * Group A : Determinate type in Hokkaido.
 Group B : Indeterminate type introduced from overseas.
 Group C : Variety obtained by crossing determinate and indeterminate types.
- 2) ** Number of days from September 1 to the date of maturing.

「ワセコガネ」〔(紫花4号×|勝長葉)×|勝長葉〕, 「コガネジロ」(紫花4号×|勝長葉), 「トカチシロ」(満倉金×|勝長葉), 「ナガハジロ」(|勝長葉×黄宝珠)など難裂莢性の中国品種を片親にして育成された品種はいずれも中間の裂莢率を示した。「蘭越1号」および「本育65号」はいずれも「大谷地」からの選抜系統または変異種とされているが⁸⁴⁾, 耐裂莢性の面からは中国の無限伸育型品種を片親にして育成された上記の品種と同程度の裂莢率を示した。

供試した品種の中で難裂莢性の品種は、いずれも無限伸育型で粒人が小さい。無限伸育型の品種は、初期生育量が劣り、耐冷性が弱く、菌核病にも罹病し易い傾向を示すので^{50, 87, 91)}, そのままでは北海道の実用品種とはなり得ない。したがって、これらの品種から難裂莢性の因子を実用品種の中に取り入れることが、最も要望されている課題のひとつである。

2. 耐裂莢性の遺伝率と形質間相関

本節では、耐裂莢性の遺伝についての基礎的知見を得ることを目的として、北海道の栽培品種と難裂莢性の導入品種との間のF₁雑種およびF₂代における耐裂莢性の遺伝について検討した。

材料および方法

表9に示すように、1975年は3組合せのF₁, 1976年は2組合せのF₁および3組合せのF₂, 1977年は3組合せのF₁および1組合せのF₂, 1981年は2組合せのF₂, 1984年は1組合せのF₁および3組合せのF₂を供試した。交雑親のうち「タイ7012-56」および「タイ7012-28」は北海道品種の「カリカチ」とタイ国品種の「SJ-2」の交雑後代から選抜された難裂莢性の育成系統であり、「Comet」, 「Lee」および「Harosoy」はアメリカ合衆国から導入した難裂莢性の品種である。また、「ワセコガネ」は中国品種の「紫花4号」と「|勝長葉」のF₁に「|勝長葉」を戻し交雑した後代から選抜された難裂莢

Table 9 Materials

Year	Generation	Cross	Parents		Number of tested plants
			Mother	Father	
1975	F ₁	A	Comet	Toiku 127	20
	F ₁	B	Wase-kogane	Toiku 127	27
	F ₁	C	Kitamusume	Thai 7012-56*	31
1976	F ₁	D	Okuhara 1	Lee	2
	F ₁	E	Lee	Kitakomachi	2
	F ₂	A	Comet	Toiku 127	238
	F ₂	B	Wase-kogane	Toiku 127	224
	F ₂	C	Kitamusume	Thai 7012-56*	295
1977	F ₁	F	Okuhara 1	Harosoy	56
	F ₁	G	Thai 7012-28*	Kitami-shiro	16
	F ₁	H	Thai 7012-28*	Toyosuzu	13
	F ₂	I	Kitamusume	Harosoy	285
1981	F ₂	J	Wase-kogane	Tokei 629	238
	F ₂	K	Wase-kogane	Toiku 191	253
1984	F ₁	L	Tokei 679	Kitahomare	13
	F ₂	L	Tokei 679	Kitahomare	166
	F ₂	M	Kitahomare	Tokei 687	304
	F ₂	N	Tokei 687	Tokei 679	238

* Thai 7012-56=Thai 7012-P₂-P₃-P₄-56 (Karikachi×SJ-2)

** Thai 7012-28=Thai 7012-P₂-P₃-P₄-28 (Karikachi×SJ-2)

性の品種であり、「十系679号」および「十系687号」は前出のタイ国品種の「SJ-2」の難裂莢性因子を導入した育成系統である。一方、「十育127号」、「キタムスメ」、「奥原1号」、「北見白」、「トヨスズ」、「キタコマチ」、「十系629号」、「十育191号」および「キタホマレ」は十勝農試における育成系統および北海道の栽培品種であり、いずれも有限伸育型で易裂莢性である。

各年とも、F₁個体を畦幅60cm、株間40cmで1株1本立とし、F₂個体を畦幅60cm、株間15cmまたは10cmで1株1本立として栽培した。1976年に供試したCross A, Bおよび1981年に供試したCross J, KのF₂集団の中には降霜前に成熟期に達しない個体も含まれていたが、全個体を収穫し耐裂莢性検定に供試した。また、Cross D

およびCross EのF₁の2組合せは、ガラス室内に栽植し、短日処理後稔実莢を収穫した。

F₁個体については、1975および1977年は各個体から10莢、1976年は各個体から20莢、1984年は各個体の全莢を取り耐裂莢性の検定に供した。F₂集団においては、個体ごとに開花始、成熟期、主茎長、主茎節数、稔実莢数、子実重および100粒重の形質を調査すると同時に、個体の全莢を供試して裂莢率を調査した。

耐裂莢性の検定は、熱風乾燥処理法によった。試料を開封したハترون紙の袋または寒冷沙の袋に入れ、60°Cにセットした熱風循環式乾燥機中で3時間処理した後、裂莢率を調査した。

遺伝率は、F₂および両親の分散から算出した広義の遺伝率である。

結 果

1) 供試材料の両親の特性

表10に供試材料の両親の特性を示した。難裂莢性の交配親として使用した「Comet」, 「ワセコガネ」, 「タイ7012-56」, 「Lee」, 「Harosoy」, 「タイ7012-28」, 「十系679号」および「十系687号」の裂莢率は6~35%と低いのに対し, 「十育127号」, 「キタムスメ」, 「奥原1号」, 「キタコマチ」, 「北見白」, 「トヨスズ」, 「十系629号」, 「十育191号」および「キタホマレ」の裂莢率は89~100%と高い値となった。また, 「十系679号」および「十系687号」を除く前者の系統または品種は, 後

者の系統または品種に比較して粒大が小さく, 無限伸育程度が高かった。

2) F₁雑種およびF₂代における裂莢率

14組合せのF₁およびF₂について, 裂莢率の平均値, 分散および平均値の標準誤差を示した(表11)。F₁の裂莢率は, Cross Fでは両親の裂莢率の中央値とほぼ等しい値を示したが, 他の8組合せではいずれも両親の裂莢率の中央値よりも高い値となった。すなわち, 供試した大部分の組合せにおいて, 易裂莢性が不完全優性を示すことが認められた。

F₂の裂莢率は, 分散が大きく大部分の組合せ

Table10 Agronomic characters of parental varieties for breeding resistant to pod shattering

Variety	Date of maturity	Plant height (cm)	Number of nodes on the main stem	Degree of indeterminate type of growth*	Seed yield (g)	100 grain weight (g)	Degree of shattering (%)	Remarks
Comet	5 Oct.	71	15.5	67	17.2	15.6	16	1976, 60cm × 15cm
Toiku 127	8 Oct.	40	11.4	44	16.9	30.6	99	do.
Wase-kogane	6 Oct.	62	15.9	67	17.5	16.5	10	do.
Thai 7012-56	9 Oct.	37	11.1	41	17.8	18.0	8	do.
Kitamusume	6 Oct.	42	11.3	39	19.9	28.9	97	do.
Okuhara 1	-	-	-	-	-	-	99	1976, 60cm × 40cm
Lee	-	-	-	-	-	-	9	do.
Kitakomachi	-	-	-	-	-	-	96	do.
Okuhara 1	23 Sept.	30	10.3	38	22.5	34.3	100	1977, 60cm × 40cm
Harosoy	13 Oct.	62	17.2	55	49.3	22.9	6	do.
Thai 7012-28	13 Oct.	47	13.1	24	35.6	23.5	8	do.
Kitami-shiro	7 Oct.	37	12.9	28	36.9	31.8	90	do.
Toyosuzu	11 Oct.	28	10.4	-	-	35.5	89	do.
Kitakomachi	2 Oct.	31	10.8	31	13.4	29.6	93	1977, 60cm × 15cm
Harosoy	12 Oct.	63	10.6	54	17.8	19.5	12	do.
Wase-kogane	4 Oct.	75	14.2	-	12.6	18.9	19	1981, 60cm × 10cm
Tokei 629	11 Oct.	44	11.0	-	13.7	23.2	94	do.
Toiku 191	7 Oct.	46	9.2	-	11.3	28.9	95	do.
Kitahomare	26 Sept.	69	11.9	-	18.5	27.8	99	1984, 60cm × 10cm
Tokei 679	20 Sept.	76	12.1	-	18.7	28.2	15	do.
Tokei 687	26 Sept.	54	11.0	-	19.6	26.1	35	do.

* Degree of indeterminate type of growth = $\frac{A-B}{A} \times 100$ (%)

A; Number of nodes on the main stem in maturity.

B; Number of nodes on the main stem in flowering time.

Table 11 Means, ranges, variances, and standard errors of means for degree of shattering (%) in F₁ and F₂ generations

Cross	Population	Number of plants	Mean (%)	Range (%)	Variance	Coefficient of variation (%)
A	P ₁ Comet	25	16.2±1.5	7-31	57.0	46.6
	P ₂ Toiku 127	22	99.1±0.4	94-100	3.2	1.8
	Mid-parents	-	57.7	-	-	-
	F ₁	20	69.5±5.3	20-100	552.4	33.8
	F ₂	238	57.1±2.3	0-100	1276.8	62.6
B	P ₁ Wase-kogane	31	9.7±0.9	0-28	27.6	54.2
	P ₂ Toiku 127	22	99.1±0.4	94-100	3.2	1.8
	Mid-parents	-	54.4	-	-	-
	F ₁	27	74.4±3.6	20-100	341.0	24.8
	F ₂	224	41.8±2.1	0-100	1024.3	76.6
C	P ₁ Kitamusume	32	97.1±0.7	88-100	14.8	4.0
	P ₂ Thai 7012-56	31	8.1±1.2	0-26	47.6	85.2
	Mid-parents	-	52.6	-	-	-
	F ₁	31	91.0±3.4	60-100	362.4	20.9
	F ₂	295	33.8±1.8	0-100	989.4	93.1
D	P ₁ Okuhara 1	4	98.8±1.3	95-100	6.3	2.5
	P ₂ Lee	4	8.8±2.4	5-15	22.9	54.4
	Mid-parents	-	53.8	-	-	-
	F ₁	2	80.0±0	80	0	0
E	P ₁ Okuhara 1	4	8.8±2.4	5-15	22.9	54.4
	P ₂ Harosoy	4	96.3±2.4	90-100	22.9	5.0
	Mid-parents	-	52.6	-	-	-
	F ₁	2	80.0±0	80	0	0
F	P ₁ Okuhara 1	7	100.0±0	100	0	0
	P ₂ Harosoy	5	6.0±2.4	0-10	30.0	91.3
	Mid-parents	-	53.0	-	-	-
	F ₁	56	48.6±2.4	10-90	311.4	36.3
G	P ₁ Thai 7012-28	7	10.0±3.1	0-20	66.7	81.6
	P ₂ Kitami-shiro	7	90.0±5.3	60-100	200.0	15.7
	Mid-parents	-	50.0	-	-	-
	F ₁	16	79.4±4.3	30-100	299.6	21.8

Table 11 Means, ranges, variances, and standard errors of means for degree of shattering (%) in F₁ and F₂ generations (continued)

Cross	Population	Number of plants	Mean (%)	Range (%)	Variance	Coefficient of variation (%)
H	P ₁ Thai 7012-28	8	2.5 ± 1.6	0-10	21.4	185.2
	P ₂ Toyosuzu	8	88.8 ± 3.5	70-100	98.2	11.2
	Mid-parents	-	45.7	-	-	-
	F ₁	13	69.5 ± 4.1	45-90	222.1	21.4
I	P ₁ Kitakomachi	33	92.8 ± 1.1	75-100	42.6	7.0
	P ₂ Harosoy	33	12.1 ± 1.2	2-34	50.5	58.7
	F ₂	285	46.3 ± 1.4	0-100	590.5	52.5
J	P ₁ Wase-kogane	15	23.9 ± 2.3	6-39	78.4	37.0
	P ₂ Tokei 629	15	93.7 ± 1.3	84-100	25.5	5.4
	F ₂	238	71.6 ± 1.4	4-100	498.8	31.2
K	P ₁ Wase-kogane	20	14.0 ± 2.5	3-52	128.1	80.8
	P ₂ Toiku 191	20	95.0 ± 1.4	76-100	38.6	6.5
	F ₂	253	72.8 ± 1.5	5-100	555.1	32.4
L	P ₁ Tokei 679	10	14.6 ± 3.0	3-33	89.6	64.8
	P ₂ Kitahomare	10	99.0 ± 0.5	95-100	2.7	1.7
	Mid-parents	-	56.8	-	-	-
	F ₁	13	97.6 ± 0.8	96-100	8.3	3.0
	F ₂	166	87.1 ± 1.8	0-100	544.6	26.8
M	P ₁ Kitahomare	10	99.4 ± 0.4	96-100	167.6	13.0
	P ₂ Tokei 687	10	34.7 ± 4.1	15-55	1.8	3.9
	F ₂	304	88.3 ± 1.2	10-100	410.7	23.0
N	P ₁ Tokei 687	11	51.5 ± 4.2	32-78	190.5	26.8
	P ₂ Tokei 679	10	14.5 ± 2.3	4-23	51.2	49.3
	F ₂	238	37.7 ± 1.2	0-94	360.8	50.4

で裂莢率が0～100%の広い範囲に分布した。いずれの組合せにおいても、難裂莢性個体を選抜し得ることが明らかである。

また、図11にF₂の裂莢率の頻度分布を示したが、分布の型は組合せによりやや異なった。Cross A、Cross BおよびCross Cでは難裂莢性と易裂莢性の両極に分離することを示し、Cross J、Cross K、Cross LおよびCross Mは易裂莢性個体の出現頻度が高く、Cross IおよびCross Nでは正規分布に近い分布を示した。これら分布

の型の差異は、両親の耐裂莢性に対する遺伝特性の違いによると推察される。

3) 耐裂莢性の遺伝率

裂莢率および主要形質について、F₂および両親の分散から算出した広義の遺伝率を表12に示した。推定した遺伝率の値は各組合せとも同様の傾向を示し、開花期、成熟期、主茎長および主茎節数の値は大きく、稔実莢数および子実重の値は小さく推定された。裂莢率の遺伝率は、

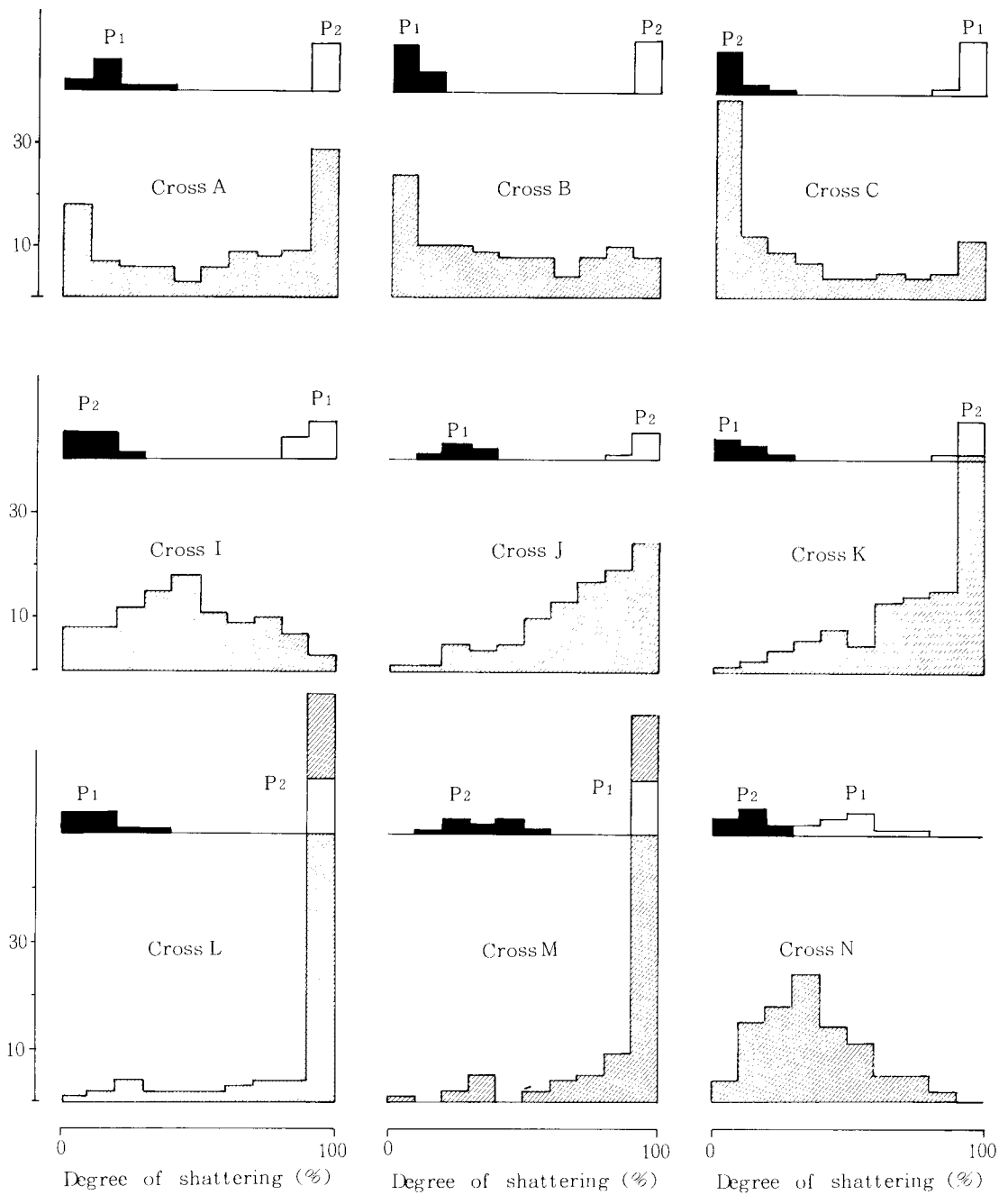


Fig.11 Frequency distributions of parental and F₂ populations for pod shattering.

Table 12 Estimates of heritability* for shattering and other characters

Characters	Crosses						Average
	A	B	C	I	J	K	
Degree of shattering	98	98	96	92	89	85	93
Date of bloom	96	97	78	85	-	-	(89)
Date of maturity	99	99	73	93	-	-	(91)
Plant height	98	98	79	97	96	94	94
Number of nodes on the main stem	96	91	43	92	94	86	84
Degree of indeterminate type of growth	93	94	41	77	-	-	(76)
Number of pods	71	72	58	58	87	77	71
Seed yield	60	60	39	61	89	79	65
100 grain weight	46	15	78	71	80	74	61
Average	84	80	65	81	(89)	(83)	

$$* \text{ Heritability (\%)} = \frac{\sigma^2 F_2 - \sigma^2 E}{\sigma^2 F_2} \times 100$$

where $\sigma^2 F_2$ = total variance in F_2 populations.

$\sigma^2 E$ = environmental variance which was calculated as the average variance of the parents.

6 組合せ平均で93%と高い値を示した。したがって、耐裂莢性の選抜は比較的初期世代から可能であると考えられる。

なお、Cross A および Cross B の 100 粒重の遺伝率の値は、従来推定された値より小さかったが、これらの組合せは未熟個体を含み、かつ粒大の変異が小さかったことによると考えられる。

4) 裂莢率と他形質との関連

6 組合せの F_2 集団について、裂莢率と他の形質との間の相関係数を算出した (表13)。相関係数の値は、組合せにより差異が認められた。

無限伸育型の品種を片親とする組合せ (Cross A, Cross I) では、裂莢率と伸育率の相関係数が -0.28^{**} 、 -0.17^{**} で、無限伸育型に難

Table 13 Correlation coefficients between degree of shattering and other characters in the F_2 population

Characters	Crosses					
	A (n=238)	B (n=224)	C (n=295)	I (n=285)	J (n=238)	K (n=253)
Date of bloom	0.26**	0.36**	-0.14*	0.07	-	-
Date of maturity	0.27**	0.22**	0.19**	-0.10	-	-
Plant height	0.03	0.25**	-0.17**	-0.15*	0.04	0.07
Number of nodes on the main stem	0.00	0.20**	0.04	-0.13*	0.00	0.08
Degree of indeterminate type of growth	-0.28**	-0.17*	0.02	-0.17**	-	-
Number of pods	0.01	0.15*	-0.32**	-0.13*	0.10	0.20**
Seed yield	-0.09	0.03	-0.13*	-0.13*	0.08	0.17*
100 grain weight	0.02	-0.27**	0.50**	0.05	0.01	0.05
Lowest pod height	-	-	-	-0.07	0.11	0.09

*, ** : Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

裂莢性の個体の多いことがわかる。裂莢率と成熟期の関係は、Cross Iを除くCross A, Cross B, Cross Cでは1%水準で有意な正の相関を示し、早生の難裂莢性個体を選抜し得ることが明らかである。裂莢率と子実重の相関は組合せにより異なる傾向を示し、Cross CおよびCross Iでは負の相関が認められたが、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る。

裂莢率と粒大の間の相関係数は組合せによって異なり、Cross Bでは負の、Cross Cでは正の高い相関が認められたが、Cross A, Cross I, Cross J, Cross Kでは相関が認められなかった。

裂莢率と最下着莢高との間の相関は、調査した3組合せのいずれの組合せにおいても低かった。

考 察

ダイズ品種の耐裂莢性は、環境要因と遺伝要因の双方に左右される。環境要因としては莢実水分含量が第1の要因と考えられるので、乾燥処理により耐裂莢性検定のための誤差を減少させることが可能である。しかし、耐裂莢性の遺伝に関する従来報告は、自然状態での裂莢率で表示したものが多く、Caviness⁸⁾も自然条件下での成熟期から裂莢開始日までの日数で耐裂莢性を表示している。本実験では、乾燥処理法により裂莢率を測定し、熟期や気象条件の差異による誤差を減少させた。

難裂莢性品種と易裂莢性品種との交雑によるF₁の裂莢率は、供試した全組合せで両親の裂莢率の間に位置し、ヘテロシスは認められなかった。また、9組合せ中8組合せでF₁の裂莢率は両親の中央値よりも大きく、易裂莢性の親の裂莢率に近い値を示した。したがって、易裂莢性が難裂莢性に対して不完全優性を示すと考えられた。このことは、Caviness⁸⁾の結果とも一致した。

F₂代の裂莢率は、いずれの組合せにおいても易裂莢性から難裂莢性まで連続的に分布し、

難裂莢性個体の分離が確認された。F₂集団における難裂莢性個体の分離は、組合せによりその出現頻度が異なるが比較的多かった。また、F₂代および両親の分散から求めた広義の遺伝率は収量形質の値よりも高く推定された。F₂代の裂莢率の頻度分布、遺伝率が概して高いこと、難裂莢性が劣性に作用することなどから判断して比較的初期世代から耐裂莢性の選抜を進めてもよいと推察された。

裂莢率と他の形質との関連については、Johnsonら³⁴⁾やCaviness¹⁰⁾の報告がある。JohnsonらはダイズF₄代2組合せについて24形質を調査し、難裂莢性が子実重と正、蛋白含量と負の相関があったと報告した。また、CavinessはダイズのF₃代で裂莢開始日数と成熟期は正、粒大とは組合せにより異なると報告した。

本実験では、6組合せのF₂集団において形質間の相関係数を求めた。裂莢率と他の形質との相関係数は、組合せにより異なり必ずしも一定でなかった。裂莢率と成熟期の相関は4組合せ中3組合せで有意な正の相関を示し、早生で難裂莢性個体の選抜が可能であると考えられた。また、裂莢率と子実重の相関から、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ものと思われた。裂莢率と粒大の相関関係も組合せによって異なり、一定の傾向は示さなかった。Cross Cでは大粒ほど裂莢し易い傾向がみられたが、他の組合せでは両者の間に正の相関は認められなかった。しかし、このことはCross C以外の集団が晩熟個体を含むことや、Cross Dでは特に粒大の変異が小さく粒大の遺伝率が低い点も影響しているものと考えられた。

裂莢率と伸育率との間には有意な負の相関関係があり、難裂莢性個体は多くが無限伸育型であった。アメリカ合衆国や中国から導入した無限伸育型品種の多くは難裂莢性であり、これらの品種を交配親として使用した結果によると推察される。無限伸育型品種を片親にした組合せにおける難裂莢性個体の選抜にあたっては、無限伸育型個体の頻度が高まることを考慮しなけ

ればならない。

3. 耐裂莢性に関与する遺伝子数の推定

ダイズの耐裂莢性の遺伝様式を明らかにする目的で、耐裂莢性に関与する遺伝子数を推定する。

材料および方法

供試材料および調査個体数を表14に示した。供試した9組合せは、耐裂莢性の品種育成を目

的に十勝農試で人工交配された材料で、片親には耐裂莢性の品種または育成系統が使用されている。すなわち、「Comet」および「Harosoy」はアメリカ合衆国から導入された無限伸育型の耐裂莢性品種、「タイ7012-56」、「十系679号」および「十系687号」はタイ国の「SJ-2」に由来する有限伸育型の耐裂莢性の育成系統、「ワセコガネ」は中国の「紫花4号」を片親にする半無限伸育型の耐裂莢性の品種である。また、他方の親は北海道の基幹品種または十勝農試の育成系統でいずれも易裂莢性である(表11)。

Table14 Materials for using estimation of number of genes

Cross	Parents		Number of tested plants			
	Mother (P ₁)	Father (P ₂)	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂
A	Comet	Toiku 127	25	22	20	238
B	Wase-kogane	Toiku 127	31	22	27	224
C	Kitamusume	Thai 7012-56	32	31	31	295
I	Kitakomachi	Harosoy	33	33	-	285
J	Wase-kogane	Tokei 629	15	15	-	238
K	Wase-kogane	Toiku 191	20	20	-	253
L	Tokei 679	Kitahomare	10	10	13	166
M	Kitahomare	Tokei 687	10	10	-	304
N	Tokei 687	Tokei 679	11	10	-	238

調査個体数は組合せによって異なるが、両親は10~33個体、F₁雑種は13~31個体、F₂代は166~304個体である。耐裂莢性の検定は熱風乾燥処理法(60°C, 3時間)で行い、裂莢率で表した。

遺伝子数の推定方法は、石毛およびTan-Changの最尤法とCastle-Wrightのモメント法である³⁰⁾。計算は、農林水産研究センターの「農林ライブラリー, 7-25(191)」による²⁹⁾。

結 果

表15は、耐裂莢性に関与する遺伝子数について、最尤法とCastle-Wrightの方法で推定した結果である。推定された遺伝子数は、Cross K

の最尤法による推定値を除いて、全て1~2であった。相加的效果が優性効果に比べ大きい傾向を示したが、Cross K, Cross LおよびCross Mでは両者がほぼ等しい値を示した。

なお、供試した全ての組合せにおいて、両親の平均値の差は有意であり、F₂代における遺伝分散も環境分散に比較して有意に大きかった。環境分散を両親の平均値の差によって基準化した σ^{**} の値は小さく、推定値の精度は比較的高いものと思われた。

考 察

改良すべき形質に関与する遺伝子数を知ることとは、交配育種を進める上で重要である。遺伝

Table 15 Estimation of number of genes resistance to pod shattering

Cross	Number of genes*		Additive effect (D)	Dominance effect (H)	H / D	σ**
	N ₁	N ₂				
A	1	1.2	40.66	18.45	0.45	0.33
B	1	1.5	40.81	11.84	0.29	0.25
C	1	1.0	42.16	25.80	0.61	0.15
I	2	1.5	20.94	-2.78	-0.13	0.17
J	2	1.4	18.09	9.80	0.54	0.21
K	3	1.7	13.94	12.79	0.92	0.23
L	2	1.7	20.08	18.87	0.94	0.13
M	2	1.6	16.78	15.75	0.94	0.28
N	1	0.7	20.64	-6.43	-0.31	0.60

1) * N₁: Number of genes estimated by Maximum likelihood method.

N₂: Number of genes estimated by Castle-Wright method.

$$N_2 = (\bar{P}_1 - \bar{P}_2) / 8 (VF_2 - VF_1) \text{ or } N_2 = (\bar{P}_1 - \bar{P}_2) / 8 (VF_2 - 0.5 VP_1 - 0.5 VP_2)$$

2) σ** = 2σ / |P₁ - P₂|

子数が既知であれば、交配計画、選抜の方法や強度、選抜を開始する世代等が適切となり、育種効率を高めることが可能となろう。

ダイズの耐裂莢性の遺伝に関する研究は、Piper・Morse⁷⁴⁾、永井⁵¹⁾、Ting⁹¹⁾およびCaviness⁸⁾によって行われている。Piper・Morseは「F. P. I. No. 22876」の難裂莢性が「Medium Green」の易裂莢性に対して優性であるとし、永井は野生種「ツルマメ」の易裂莢性が「黒大豆」の難裂莢性に対して優性であり、耐裂莢性が1対の遺伝子に支配されると報告した。一方、Tingは野生種と栽培種の交配においてF₂代の耐裂莢性の分離が複雑であることを認め、Cavinessは野生種を含む4品種の交配から4対の遺伝子が関与することを報告した。Cavinessは供試した品種の遺伝子型を「野生種」(Sh₁ Sh₂ Sh₃ Sh₄)、「Rokusun」(Sh₁ Sh₂ sh₃ sh₄)、「Ogden」(sh₁ sh₂ sh₃ Sh₄)および「Lee」(sh₁ sh₂ sh₃ sh₄)と推定している。

本実験の結果、9組合せ中の4組合せで1対、他の4組合せで2対、残りの1組合せで3対の遺伝子が関与するものと推察された。栽培ダイズの耐裂莢性に関与する遺伝子数は、多くの場合1～2対と比較的少ない数であることが認められる。しかし、自然条件下では英水分等が影響するので、耐裂莢性の表現はさらに複雑になることが予想される。

本実験においては、北海道の基幹品種または十勝農試の育成系統に、アメリカ合衆国、中国およびタイ国から導入した難裂莢性の品種またはそれらに由来する難裂莢性の育成系統を交配した材料について遺伝子数を推定したが、耐裂莢性に関与する遺伝子数はいずれの国からの導入品種の組合せにおいても同様の傾向を示した。すなわち、難裂莢性の遺伝子源として使用したアメリカ合衆国、中国およびタイ国品種の難裂莢性の間に遺伝的な差異は認められない。