

大豆の裂莢性に関する育種学的研究

II. 裂莢性の検定方法と品種間差異*

土屋武彦** 砂田喜与志**

Shattering of Pods in Soybean Breeding

II. Methods of testing and varietal differences of degree of shattering

Takehiko TSUCHIYA and Kiyoshi SUNADA

裂莢性の検定方法を1)成熟後30日間圃場に放置した後裂莢率を調査する自然裂莢法,2)成熟後刈取りガラス室内に40日間放置するガラス室内乾燥法,3)循環式乾燥器による熱風乾燥処理法(60℃)の3法について比較した。その結果,熱風乾燥処理法が最もよく品種固有の裂莢性を示した。つぎに,熱風乾燥処理法によって裂莢率を調査した。「トヨスズ」,「キタムスメ」,「北見白」など北海道の基幹品種の大部分は高い裂莢率を示したが,北アメリカ,中国から導入した「満倉金」,「黄宝珠」,「Harosoy」などは裂莢難の傾向であった。また,外国産品種を片親にして育成された「ワセコガネ」,「ナガハジロ」などは,中間の裂莢率を示した。裂莢率と他の形質との相関では,主茎長,主茎節数とは負の,100粒重とは正のそれぞれ高い相関を示し,裂莢難の品種は,いずれも無限伸育型で粒が小さく,草丈が高く,着莢位置が低かった。

I 結 言

従来裂莢性の難易は,成熟した立毛中の大豆が裂莢を開始する時期の早晩や程度によって表現されていた。しかし,年次や場所や熟期が異なると裂莢開始の時期や程度も異なり,裂莢性の正確な判定が困難である。

著者らは前報⁹⁾で,莢実水分含量と裂莢性の関係を検討し,裂莢易の品種は莢実水分含量が15~10%で裂莢を開始するが裂莢難の品種は裂莢開始時の莢実水分含量が前者より低いこと,成熟前7~10日の未熟の莢でも熱風乾燥処理(60℃)に

より裂莢性は品種の特性を示すこと,熱風循環式乾燥機による熱風乾燥処理(60℃)で裂莢性の検定が可能であることを示唆した。

本報告は,成熟後立毛のまま圃場に放置し裂莢率を調査する方法(I,自然裂莢法),成熟期に収穫後ガラス室内で裂莢率を調査する方法(II,ガラス室内乾燥法),熱風循環式乾燥機による熱風乾燥処理(60℃)で裂莢率を調査する方法(III,熱風乾燥処理法)について,生育特性の異なる品種の裂莢性の反応を検討し,熱風乾燥処理法の有効性を確認すると同時に裂莢性の品種間差異を検討したものである。

本試験遂行にあたり,終始ご指導いただいた前北海道立十勝農業試験場長楠隆氏,前北海道立十勝農業試験場豆類第1科長(現北海道立北見農業試験場長)斉藤正隆氏,本文のご校閲をいただいた北海道立十勝農業試験場長中山利彦博士に衷心より謝意を表する。

1977年6月24日受理

* 本報告の一部は日本育種学会第50回講演会(1976年9月)で発表した。

** 北海道立十勝農業試験場,河西郡芽室町

Table 1 Cultivation methods

Year	Planting date	Preceding crop	Planting space	Fertilizer (kg/10a)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1970	22 May	Suger beet	60cm × 20cm, one plant on a hill	1.5	10.0	5.0
1971	20 May	do.	do.	1.5	10.0	5.0
1974	18 May	do.	60cm × 10cm, one plant on a hill	1.5	10.0	5.0
1975	19 May	do.	do.	1.5	10.0	5.0

II 試験方法

本試験は北海道立十勝農業試験場で行なわれた。試験の材料および方法は次のとおりである。

- 1) 年次: 1970, 1971, 1974, 1975年。
- 2) 供試材料: 伸育型, 生育特性の異なる52品種。
- 3) 試験設計: 1区1.8m², 熟期順配列。
- 4) 耕種梗概: Table 1に示すとおり。
- 5) 裂莢率測定方法: Table 2に示すとおり。

裂莢率の測定は, 1970, 1971年は自然裂莢法, 1974, 1975年はガラス室内乾燥法, 1971, 1975年は熱風乾燥処理法によって行なわれた。すなわち, 1970年は各品種7個体を成熟後30日間圃場に放置した後裂莢率を調査し, 1971は成熟期以降各品種7個体につき, ほぼ隔日に裂莢率を調査した。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, 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日間放

Table 2 Tests applied to measure the degree of shattering

	1970	1971	1974	1975
Test I	○	○		
Test II			○	○
Test III		○		○

Remarks: Test I, II and III were respectively applied at the field, glass house and drier to measure the degree of shattering.

置し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裂莢率を調査した。

なお, 試験年次の9月~11月の気象表を Table 3に示した。1975年および1971年の降水量が多かったのに対し, 1970, 1974年の降水量は比較的少なかった。

Table 3 Average air temperature and precipitation for each ten days during the harvesting period

		September		October		November		
		III	I	II	III	I	II	III
Average air temperature (°C)	1970	13.9	11.9	9.3	7.9	5.7	4.5	0.4
	1971	11.7	10.4	8.6	7.3	6.6	3.4	0.5
	1974	14.2	12.0	8.1	6.1	3.7	0.1	1.7
	1975	15.0	12.6	8.1	6.0	3.6	3.5	1.2
Precipitation (mm)	1970	43.6	26.1	12.4	35.4	14.2	20.0	3.8
	1971	21.3	58.2	26.7	90.2	0.5	2.0	6.0
	1974	29.8	49.7	12.6	57.1	2.0	29.5	4.0
	1975	0.9	72.3	36.9	41.7	103.0	34.5	7.5

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

III 試験結果

1. 成熟期と自然裂莢法による裂莢率の関係

1970, 1971年の2ヵ年自然裂莢法による裂莢率を調査した。1971年は9月から10月初旬にかけて低温、寡照に経過したため、1970年に比較して成熟期は52品種平均で13日遅れ、裂莢率も低かった。しかし、1970年と1971年の自然裂莢法による裂莢率は品種間で類似していた($r=0.784^{**}$, $n=52$)。

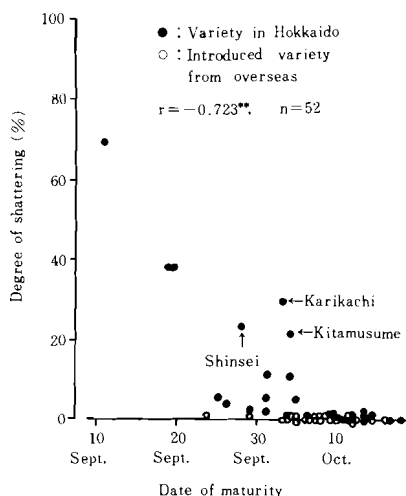


Fig. 1 Relation between the date of maturity and the degree of shattering in the field.

Fig. 1に自然裂莢による裂莢率と成熟期の関係を図示した。裂莢率と成熟期は高い負の相関を示し($r=-0.723^{**}$, $n=52$)、早生品種ほど裂莢し易い傾向がみられた。また、中生の品種群の間に裂莢率の品種間差異がみられ、「カリカチ」、「シンセイ」、「キタムスメ」の裂莢率が高かった。しかし、晩生品種については品種間差異を認めることができなかった。

2. 裂莢開始迄の日数と自然裂莢法による裂莢率

Fig. 2に1971年の自然裂莢における裂莢開始迄の日数と裂莢率の関係を示した。裂莢開始迄の日数は成熟期から裂莢を開始するまでの日数で示した。供試52品種中2%以上の裂莢率を示した品種は13品種であり、他の品種は成熟後40日以上立毛のまま圃場に放置しても裂莢しなかった。「カリカチ」の裂莢開始日は他の品種に比較して早く、裂

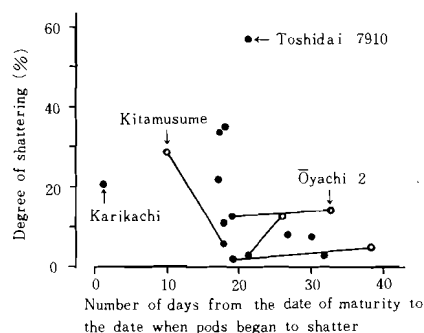


Fig. 2 Relation between the degree of shattering and the number of days from the date of maturity to the date when pods began to shatter in the field (●: 1971; ○: 1974).

莢性が高いことを示した。

1971年の場合、裂莢開始迄の日数は20日前後の品種が多かった。しかし、年次が異なれば気象条件に差異があるので、裂莢開始迄の日数は変動するものと考えられる。また、裂莢開始迄の日数と裂莢率の有意な相関は認められなかった($r=-0.302$, $n=13$)。

3. 成熟期と熱風乾燥処理法による裂莢率の関係

Fig. 3に熱風乾燥処理(60℃)による裂莢率と成熟期の関係を示した。自然裂莢の場合と異なり、晩生品種の間にも裂莢率の品種間差異が明らかで

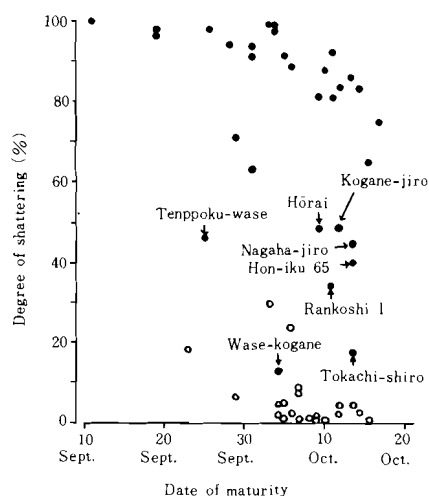


Fig. 3 Relation between the date of maturity and the degree of shattering in the drier (●: variety in Hokkaido; ○: introduced variety from overseas).

あった。また、北海道産の品種はアメリカ合衆国や満州産の品種に比較して、裂莢し易い傾向にあった。北海道産の品種の中では、「天北早生」、「ワセコガネ」、「ハウライ」、「蘭越1号」、「コガネジロ」、「ナガハジロ」、「本育65号」、「トカチシロ」の裂莢率が比較的低かった。

裂莢率と成熟期の相関係数は、自然裂莢法の場合に比較して低い値を示した ($r = -0.313^*$, $n = 52$)。

4. 検定法の比較

Table 4に、供試品種の裂莢率を示した。自然裂莢法 (I) による裂莢率は52品種平均で5.4%で

Table 4 Varietal difference of degree of shattering

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. Kokusō	29	1.0	2.0	7.0	B
10. Ōyachi 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-hō-kin	38	0	0	1.5	B
30. Tokachi-hadaka	39	1.0	10.0	81.5	A

Table 4 Varietal difference of degree of shattering (continued)

Variety	Days to mature*	Degree of shattering**			Classification by origin***
		I (%)	II (%)	III (%)	
31. Hōrai	39	1.0	5.0	49.5	C
32. Sho-kin-ō 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-sō-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
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. Ōhōju	46	0	0	0.5	B
52. Shiro-tsurunoko	47	0.5	19.5	75.0	A

Remarks: 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.

あったが、ガラス室内乾燥法 (II), 熱風乾燥処理法 (III) による裂莢率はそれぞれ13.1%, 47.3%であった。また、品種間の分散はそれぞれ162.62 (I), 382.20 (II), 1,563.36 (III) であり、熱風乾燥処理法により品種間差異が顕著となった。熱風乾燥処理 (60℃) により、晩生の有限伸育型品種の裂莢率増加が著しかったが、無限伸育型の導入品種は熱風乾燥処理 (60℃) によってもほとんど裂莢しなかった。熱風乾燥処理法は、自然裂

莢法、ガラス室内乾燥法に比較してより有効な裂莢性検定法であると考えられる。

5. 裂莢率の品種間差異

Table 4に示すように、裂莢率の品種間差異は顕著であった。熱風乾燥処理法によると、「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%近い裂莢率を示した。有限伸育型の北海道の実用品種をA群、北アメリカや中国より導入された無

Table 5 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

Remarks : 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.

限伸育型の品種をB群、無限伸育型の中国産品種を片親にして育成された品種をC群とすると、群間の裂莢率に差がみられた (Table 5)。すなわち、A群の品種はほとんどが高い裂莢率を示し (25品種平均で裂莢率84.0%), B群の品種の多くは裂莢難の傾向を示した (21品種平均で裂莢率6.3%)。また、C群の「天北早生」、「ワセコガネ」、「ホウライ」、「コガネシロ」、「トカチシロ」、「ナガハジロ」は中間の裂莢率 (平均で37.2%) を示した。

Table 6 には裂莢率と他の形質との相関係数を示したが、主茎長、主茎節数とは負の高い相関を、100粒重とは正の高い相関を示した。供試した品種の中では、主茎長が長く、主茎節数の多い品種

粒大の小さい品種が難裂莢性であることを示した。このことは Table 5 に示したように、難裂莢性の無限伸育型の品種 (B群) は一般に主茎長が長く、主茎節数多く、小粒で最下着莢位置が低いことによるものと推測される。

IV 考 察

我国では、秋の収穫時の天候が比較的湿潤に経過することや、手刈りにより収穫され、にお積み等で莢実乾燥されるため、裂莢性は従来重要な形質と考えられていなかった。しかし、収穫時の気象条件が乾燥状態にある北アメリカや中国東北部または乾季の東南アジア等では、裂莢性は重要な形質であった。また、コンバイン収穫が一般化している北アメリカでは、収穫損失を軽減する上で難裂莢性が優良品種の必須条件と考えられている。我国においても農作業の機械化が進み、豆類の収穫もビーンハーベスタが開発、普及され、コンバインの導入が検討されるに至り、裂莢性を重要な形質としてとらえなければならない情勢である⁶⁾。

従来、大豆の裂莢性の検定には、圃場で成熟後の一定期間後に裂莢率を測定する方法^{3,5,9)}や、成熟後裂莢を開始するまでの日数で測定する方法¹⁾や、熱風乾燥処理など莢水分含量を制御する方法^{2,4,9)}や、莢の裂莢力を測定する方法⁸⁾等種々の方法が試みられてきた。

Table 6 Correlation coefficients between the degree of shattering and specified characters

Character	Correlation coefficient
Days to mature	-0.313*
Plant height	-0.714**
Number of nodes on the main stem	-0.605**
Number of branches	-0.131
Lowest pod height	0.196
Number of pods	-0.152
100-grain weight	0.595**
Seed yield	0.142

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

本報告では、自然裂莢法 (I), ガラス室内乾燥法 (II), 熱風乾燥処理法 (III) の3方法を比較したが、自然裂莢法では、自然条件が変化するため熟期の異なる品種の比較には誤差を生じやすく、また、北海道のように成熟後に気温が低く比較的湿潤な気象条件下では、晩熟の品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、北海道における裂莢性の判定や難裂莢性個体の選抜に当っては、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った。外温よりガラス室内の温度が上昇するため、莢実水分含量は相対的に低下し、晩生の品種の一部も裂莢を開始した。しかし、日照が十分でない秋の条件下や、ガラス室内の温度上昇が十分でないと、晩生品種の裂莢性に対する品種間差異は明確でなかった。

熱風乾燥処理法によって莢実水分含量を低下させると、裂莢性の品種間差異が判定できた。裂莢し易い品種は莢実水分含量が15~10%で裂莢を開始するが、裂莢難の品種は裂莢開始時の莢実水分含量が前者より低かった。また、晩生品種の裂莢性に対する品種間差異が明確となり、この方法は裂莢性の検定に有効と思われた(土屋、砂田¹¹⁾)。また、小山ら⁴⁾は、東北地方においては圃場での検定が不可能であり、湿潤、乾燥処理が有効であることを示唆したが、本報告とおおむね同様の傾向を示すものと考えられる。

熱風乾燥処理 (60℃) による方法で、伸育型や熟期の異なる品種について裂莢性を検討した結果、裂莢性の品種間差異は明確で0~100%の幅広い変異を示した。また、年次による品種間差異の傾向もよく一致していた。成熟期の差による裂莢性の差はみられず、品種固有の裂莢性を示したものと考えられた。「トヨスズ」、「キタムスメ」、「北見白」など北海道の基幹品種の大部分は裂莢し易い傾向を示したが、北アメリカや中国産の無限伸育型品種の大部分は裂莢難の傾向を示した。収穫時の気候条件の差や育種目標の差が、このような産地によって異なる裂莢性の差を示したものと考えられる。

また、「天北早生」(紫花1号×奥原1号)、「ワセコガネ」[(紫花4号×十勝長葉)×十勝長葉]、「コガネジロ」(紫花4号×十勝長葉)、「トカチシ

ロ」(満倉金×十勝長葉)、「ナガハジロ」(十勝長葉×黄宝珠)など難裂莢性の中国産品種を片親にして育成された品種⁷⁾はいずれも中間の裂莢率を示した。

「蘭越1号」、「本育65号」はいずれも「大谷地」からの選抜系統または変異株とされているが⁷⁾、裂莢性の面からは中国産の無限伸育型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裂莢性難を示した品種は、いずれも無限伸育型で粒大が小さい。また、初期生育が劣り、耐冷性も比較的弱く、菌核病に罹病し易い傾向を示すので、北海道の実用品種とはなり得ない。今後、これら裂莢難の因子を北海道の実用品種の中にとり入れることが、収穫作業の機械化を進める上で最も要望されている点のひとつである。

引用文献

- 1) Caviness, C.E. "A physiological and genetic study of shattering in the soybean." Ph.D. Dissertation, University of Missouri. (1963).
- 2) ————. "Effects of relative humidity on pod dehiscence in soybeans. Crop Sci. 5, 511-513 (1965).
- 3) 小山隆光, 石川正示, 松本重男, "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, (1970).
- 4) ————, 松本重男, 石川正示, "——— 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, (1971).
- 5) 九州農業試験場, 農業技術研究所, 長野県農業試験場, 東北農業試験場, 北海道立十勝農業試験場, "大豆の裂莢性に関する試験"(1966).
- 6) 西村正一編, "豆類経済の分析と予測, 財団法人日本豆類基金協会, (1974).
- 7) 砂田喜与志, "ダイズ, 北海道における豆類の品種", 財団法人日本豆類基金協会, 34-128(1977).
- 8) 諏訪隆之, 福井重郎, "大豆の裂莢性の測定方法に関する研究". 育種, 14, 205 (1964).
- 9) 土屋武彦, "大豆の裂莢性に関する研究 第1報 裂莢性の品種間差と形質間相関について", 日本育種学会, 日本作物学会北海道談話会々報, 12, (1972).
- 10) ————, 砂田喜与志, "大豆の裂莢性に関する育種学的研究 1 莢実水分含量と裂莢性の関係", 道農試集報, 37, 17-24 (1977).
- 11) ————, ————, "大豆の裂莢性検定法について", 育種, 26, 別冊2, 41-42 (1976).

Shattering of Pods in Soybean Breeding

II. Methods of testing and varietal differences of degree of shattering

Takehiko TSUCHIYA* and Kiyoshi SUNADA*

Summary

Studies were made to compare three methods of testing pod shattering and to look into varietal differences of degree of shattering, using 52 soybean varieties [*Glycine max* (L.) Merrill] grown at Tokachi Agricultural Experiment Station in 1970, 1971, 1974 and 1975.

Three methods of testing were compared with each other; the first was applied to samples in the field on the 30th day after the pods attained maturity, the second to samples brought in the glass house after maturing, and the third to samples treated in the drier set at 60°C.

The results were summarized as follows:

- (1) The degree of shattering in the field was highly correlated with maturity ($r = -0.723^{**}$). All of late maturing varieties did not shatter the pods in the field.
- (2) A correlation between the degree of shattering and the number of days from the date of maturity to incipient shattering was low. It was found that in the Tokachi district of Hokkaido, Japan, the first method of testing pod shattering is not practical, because this district is marked by humid and changeable climatic conditions.
- (3) A correlation between the degree of shattering and the maturity was lower by the third method of testing than by the other two methods. The variance among varieties was also larger in the third method than the other two. Varietal differences of degree of shattering were clarified by the third method.
- (4) Most of varieties originating in Hokkaido are susceptible to shattering, but most of varieties introduced from U.S.A. and China were lower than the former in the degree of shattering.
- (5) A medium degree in the shattering was shown by the semi-indeterminate type varieties, "Wase-kogane" and five other varieties, which have been cross bred between the determinate type varieties of Hokkaido and the indeterminate type varieties of China.
- (6) Most of varieties which showed a high degree of resistance to shattering are the indeterminate type, small in seed size, tall in plant height and low in pod-setting position, as compared with most of the determinate type varieties of Hokkaido.

* Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro-cho, Kasai-gun, Hokkaido, 082 Japan.