

小豆における下位着莢率の品種間差異 ならびに主要形質との関係*

野村 信史** 佐藤 久泰**

Varietal Differences of Adzuki Beans in Percentage
of Number of Pods at Heights Lower than 10
cm above Ground Surface

Nobufumi NOMURA and Hisayasu SATOH

小豆の機械収穫適品種育成上の母本の選定を目的として、ここでは収穫損失と関連する地上 10 cm 内着莢率の大きさと他形質との関係を知るために、北海道立十勝農業試験場で保存中の在来種、栽培品種のうち、早、中、晩生種から 26 品種を用いて 2 カ年品種間差異について検討した。地上 10 cm 内着莢率と草丈、分枝数との間には高い負の相関係数が得られた。また開花始、成熟期との間にも負の高い相関関係があって、小豆作物体の下部に着莢数が少なく着生する品種、即ちコンバインによる収穫適性をもった品種は草丈が高く、熟期が遅いものであることが明らかとなった。収量との関係では下位の着莢率の低い品種は収量性が高いことが推定された。下位着莢率の低い系統の選抜の難易の目安として、遺伝力を推定したところ、地上 10 cm 内着莢率の遺伝力は子実重より大きく、草丈より若干低い値で、下位着莢率の低い系統の育成はある程度容易であると思われた。

結 言

畑作物の栽培において、機械化栽培の推進は生産コストを引き下げるために重要な課題の一つであって、機械の大型化に伴って、機械の効率的利用も併せて考えなければならない。北海道東部の畑作地帯での主要な作物である豆類については、今まで労力のかからない作物として、比較的大きな面積で栽培されながら、手作業に頼る部分が大きく、労働時間も ha 当り 161 時間を要している⁷⁾。豆類栽培の作業体系で労働時間を多く要している作業をみると耕起・播種で全体の 12%、中耕・除草が 39%、収穫・脱穀に 44% の作業時間を要している⁷⁾。

1975 年 11 月 17 日受理

* 本報の 1 部は第 37 回日本育種学会講演会(1970 年 4 月)で発表した。

** 北海道立十勝農業試験場(現北海道立北見農業試験場常呂郡訓子府町)

これらの一連の作業の中で、中耕・除草についての機械化が進み、省力化が進んでいるのに比べ、収穫の機械化省力の面が遅れている。その原因としては機械収穫向品種の育成の立遅れによるところが大きい。そこで、ここではコンバインの利用を前提として、小豆品種の地上 10 cm 内着莢率と主要農業形質との相関関係を調査するとともに、地上 10 cm 内着莢率の遺伝力を推定して、品種育成の可能性を検討した。

着莢位置が低い小豆では、収穫作業機として一部でビーン・ハーベスタが利用されている^{2,10)}。しかし、収穫・運搬・脱穀の一連の作業を省力化するためにはコンバインの利用が有効である。道東の十勝地方における豆類栽培でコンバイン収穫の可能性を試験した結果では大豆についてその可能性が示された¹⁸⁾。この中でコンバインの刈高はほぼ地上 10 cm 以上が必要とされた。

小豆の優良品種、元優良品種の中では円葉 1 号は最下着莢位置が 13.7 cm で最も高く、一般に広く

栽培されている宝小豆は9.2 cmで最も低かった³⁾。

最下着英位置と農業形質との関係については大豆で Martin and Wilcox⁴⁾が3組合せの F₃ 系統について調査した。大豆の有限型と無限型ではいくらか異なった数値もみられるが、草丈とは両型ともに正の有意な相関がみられた。成熟期について

も両型ともに類似し、最下着英位置が高いものは成熟期が遅かった。

材料および方法

1966 年と 1967 年の 2 カ年にわたって、十勝農試圃場において、優良品種および十勝農試保存品種

Table 1. Means for 8 characters obtained from 26 varieties of Adzuki beans (1967)

Name	Initial flowering date	Maturity date	Plant height cm	No. nodes	No. branches	No. pods	Grain yield kg/10a	1000 grains wt. g
Early maturing variety								
Chagarawase	July 24	Sept. 6	23	8.8	0.2	12.0	157	116
Chagarawase (Memanbetsu)	25	7	24	8.8	0.3	12.4	165	118
Shozu wasekei 1	24	7	21	9.0	0.3	14.6	146	121
Shozu wasekei 2	25	7	22	8.5	0.1	11.5	141	113
Shozu wasekei 3	24	7	23	9.3	0.4	13.0	173	117
Shozu wasekei 4	24	7	21	8.8	0.2	14.1	143	118
Beni M 14	25	7	24	9.2	0.4	13.8	155	118
Intermediate maturing variety								
Takara shozu	July 26	Sept. 12	35	11.2	0.4	15.6	227	118
Hikari shozu	26	12	36	12.0	0.7	18.4	241	118
Wasedairyu No.1	26	13	33	11.3	0.4	15.4	242	165
Hokko No.1	26	13	37	11.9	0.6	12.8	193	139
Hatta shozu	26	11	34	10.7	0.5	14.0	236	115
Nishimoiwa shozu	26	12	38	11.8	0.5	15.3	252	115
Wasedairyu W 14	25	12	31	11.0	0.4	14.8	228	161
Shozu W 21	26	12	33	11.3	0.7	16.4	204	158
Waseshoryu M 4	25	10	60	11.4	1.0	17.6	210	85
Maruba M 66	25	13	33	10.9	0.5	15.0	204	170
Hokuiku No.3-3	26	12	31	10.7	0.3	15.3	201	170
Late maturing variety								
Maruba No.1	July 29	Sept. 19	45	12.2	0.8	16.9	259	129
Naganuma shozu	28	18	44	12.1	0.8	14.6	254	127
Maruba M 27	30	18	45	11.8	0.8	15.8	259	132
Maruba M 38	29	17	44	12.3	0.8	16.7	248	122
Urumi shozu M 48	28	18	48	12.6	0.8	13.8	261	132
Anegokei 2	26	20	46	13.4	0.6	17.2	245	148
Midoriyogorekei 3	28	19	79	13.4	1.8	17.5	201	108

から 26 品種を選んで試験に供用した (Table 1)。栽植密度は標準区 (60×20 cm, 2 本立) と密植区 (60×10 cm, 2 本立) の 2 水準を設け, 主区を栽植密度, 副区を品種として, 試験区の設計は分割区試験法の 2 反復であった。施肥量は十勝農試の標準施肥量を施用し, 10 a 当り N : 2.4 kg, P₂O₅ : 8.0 kg, K₂O : 5.3 kg であった。播種期は 1966 年は 5 月 20 日で, 1967 年は 5 月 23 日であった。

調査形質は開花始, 成熟期, 草丈, 分枝数, 主茎および分枝着莢数, 地上 10 cm 内着莢率 (全着莢数に対する地上 10 cm 内着莢数の百分率) であった。地上 10 cm 内の着莢率の算定に当っては, 莢の一部がこの範囲内に入ったものをすべて算出した。また各形質の分散分析を行ない, 平均平方の期待値から広義の遺伝力 h^2 を

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}^2 g}{\hat{\sigma}^2 g + \hat{\sigma}^2 gt + \hat{\sigma}^2 e}$$

の式により求めた。この式で $\hat{\sigma}^2 g$ = 遺伝子型分散, $\hat{\sigma}^2 e$ = 誤差分散, $\hat{\sigma}^2 gt$ = 品種, 栽植密度交互作用に起因する分散である。

試験結果

ここに供試した 26 品種を, 早, 中, 晩生種別に主要形質の平均値を求めて Table 2 に示した。地上 10 cm 内着莢率は早生種が最も高く, 中生種, 晩生種の順で低かった。この 26 品種を地上 10 cm 内着莢率で分類すれば Table 3 に示したとおりである。地上 10 cm 内着莢率が 10% 内の品種は円葉 M 38, うるみ小豆 M 48 の晩生の 2 品種であった。11% から 20% の中には, 早生種 1, 中生種 4, 晩生種 4 の 9 品種が入り, 優良品種は茶殻早生を除いてこの階級に含まれる。30% 以上はほぼ早生種で, 茶殻早生は 40~50% の階級に入っている。

このように地上 10 cm 内着莢率は品種間差異が大きかったが, 株間を狭くすることによっても地上

Table 2. Means for 8 characters obtained from three groups of varieties with different maturing times (1967)

Discrimination	Initial flowering date	Maturity date	Plant height cm	No. nodes	No. branches	No. pods	Grain yield kg/10a	No. pods in lower 10 cm / total pods %
Early maturing varieties	July 26	Sept. 7	27.1	9.2	0.3	13.6	161	47.8
Intermediate maturing varieties	26*	12*	34.2**	11.3**	0.5	15.3	222**	36.6
Late maturing varieties	28**	18**	50.0**	12.5**	0.9*	16.1	247**	21.7*

* , **, Significant at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

Table 3. Classification of varieties based on percentage of number of pods at heights lower 10 cm above the ground surface against total number of pods in standard cultivation (1966)

Class	Name of variety
0 ~ 10%	Maruba M 38, Urumi M 48.
11 ~ 20	Takara shozu, Hikari shozu, Maruba No. 1, Wasedairyu No. 1, Wase shozu M 4, Naganuma shozu, Maruba M 27, Midoriyogoekei 3, Hokuiku No. 3-3.
21 ~ 30	Hatta shozu, Nishimoiwa shozu, Shozu W 14, Shozu W 33, Maruba M 66, Anegokei 2.
31 ~ 40	Hokko No. 1, Chagarawase (Memanbetsu), Shozu wasekei 3, Shozu W 21,
41 ~ 50	Chagarawase, Shozu wasekei 4, Beni M 14.
51 ~ 60	Shozu wasekei 1, Shozu wasekei 2.

10 cm内着英率が0~11%の階級に含まれる品種数がいくらか多くなることが認められた (Table 4)。

地上 10 cm内着英率と主要形質との相関係数を求めて Table 5 に示した。試験を行なった 1966 年と 1967 年の両年は気象条件が異なっていたため、各形質は年次によって量的な差異が認められたが、相関係数は両年とも近似した値が得られた。地上 10 cm内着英率と熟期の関係は、草丈、分枝数、主茎節数との間の関係と同様に負の関係が認められた。また収量形質としての着英数、子実重とも負の関係が認められ、1,000 粒重とは関係がなかった。

地上 10 cm内着英率と成熟期の関係を図示したものが Fig. 1 である。株間が狭くなれば品種群は左

Table 4. Distribution of number of varieties based on percentage of number of pods at heights lower than 10cm above the ground surface against total number of pods in 10cm spacing and 20cm spacing (1966)

Class	Number of varieties	
	10 cm spacing	20 cm spacing
0 ~ 11 %	7	2
11 ~ 20	6	9
21 ~ 30	6	6
31 ~ 40	2	4
41 ~ 50	3	3
51 ~ 60	2	2
Total	26	26

Table 5. Correlation coefficients for percentage of number of pods at heights lower than 10cm above the ground surface against total number of pods with 12 agronomic characteristics in 10 cm spacing and 20 cm spacing in planting.

Characteristics	Total		20 cm spacing		10 cm spacing	
	1966	1967	1966	1967	1966	1967
1. Initial flowering date	-.671***	-.952***	-.685***	-.525***	-.660***	-.725***
2. Maturity date	-	-.657***	-	-.746*	-	-.708***
3. Plant height	-.841***	-.901***	-.845***	-.901***	-.854***	-.733***
4. Number of nodes	-.612***	-.570***	-.453***	-.759***	-.743***	-.699***
5. Longest branches	-.452***	-.426***	-.612***	-.682***	-.453***	-.326*
6. Number of branches	-.450***	-.497***	-.689***	-.723***	-.413**	-.466***
7. Number of pods on main stem	.111	.068	.114	-.381**	.052	-.326*
8. Number of pods on branches	-.243*	-.358**	-.449***	-.656***	-.285*	-.387**
9. Number of total pods	-.006	-.198*	-.078	-.617***	-.108	-.432**
10. Total weight	-.557***	-.717***	-.503***	-.824***	-.605***	-.583***
11. Grain yield	-.256**	-.624***	-.184	-.760***	-.325**	-.496***
12. 1,000 grains weight	-.012	.056	-.108	-.006	.065	.114

* **, ***, Significant differences at the 0.05, 0.01 and 0.001 levels, respectively.

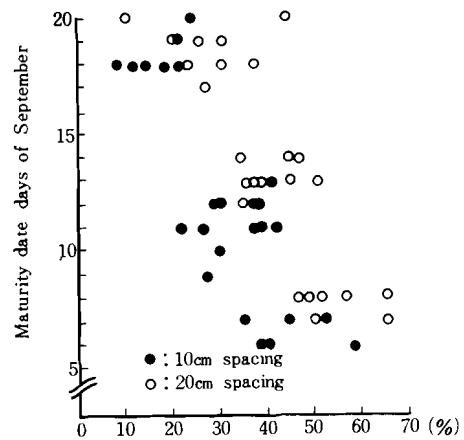
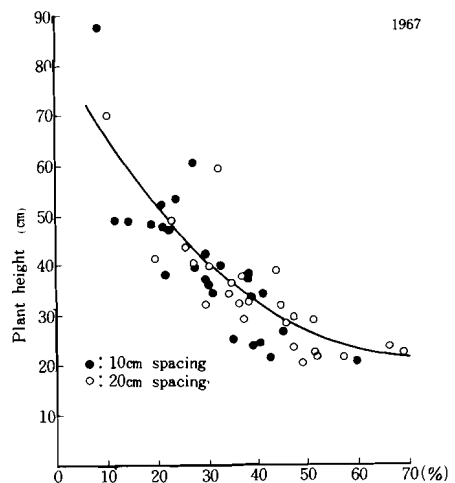
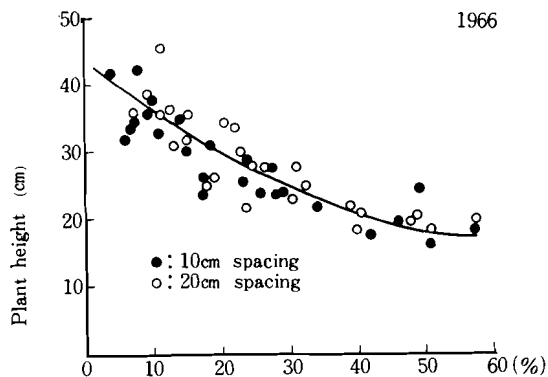
側に移動し、同一熟期でも地上 10 cm内着英率は低下する傾向を示している。また同一熟期の品種でも地上 10 cm内着英率に 10%以上の差異がみられるが、傾向として地上 10 cm内着英率が低い品種は熟期が遅いことが示されている。

地上 10 cm内着英率と草丈の関係を Fig. 2 と Fig.

3 に図示した。この両形質の関係は直線的な関係ではなく、二次式で示される関係があった。年次によって草丈の高さが異なるが 1966 年は草丈が 20 cm 以上、1967 年では草丈が 30 cm 以上でグラフは直線的になるが、草丈が低くなれば、水平方向になる。

Table 6. Heritability estimates of 14 characteristics.

Characteristics	1966	1967
1. Initial flowering date	.972	.780
2. Maturity date		.936
3. Plant height	.826	.885
4. Number of nodes	.416	.865
5. Longest branches	.531	.492
6. Number of branches	.372	.514
7. Number of pods on main stem	.181	.151
8. Number of pods on branches	.465	.433
9. Number of total pods	.241	.274
10. Total weight	.514	.584
11. Grain yield	.554	.508
12. 1,000 grains weight	.962	.952
13. Percentage of number of pods at heights lower than 10cm above the surface ground against total number of pods	.891	.691

**Fig. 1** Relationship between maturity date and percentage of number of pods at heights lower than 10 cm above the ground surface against total number of pods (1967)**Fig. 2** Relationship between plant height and percentage of number of pods at heights lower than 10 cm above the ground surface against total number of pods

遺伝力については Table 6 に示したが、1966 年、1967 年の両年ではほぼ類似した値を示し、形態的、生態的形質では 0.8 から 0.9 と高く、収量形質として着莢数は 0.5 以下、子実重は 0.5 で、1,000 粒重では 0.9 以上と高かった。地上 10 cm 内着莢率は 0.7 と比較的高い値を示した。

考 察

小豆の地上 10 cm 内着莢率と密接に関係する形質は種々みられるが、草丈および主茎節数との関係が強く、これらの形質とは 0.1% 水準で有意な負の値が得られた。草丈と地上 10 cm 内着莢率の関係は二次式で示すことができ、1966 年は $\hat{Y}=0.007180X^2-0.857669X+43.10$ ($\hat{Y}$: 草丈 cm, X : 地上 10 cm 内着莢率%) となり、地上 10 cm 内着莢率が 10% 以内の品種は 35 cm 以上となる。また、1967 年について式を求めると $\hat{Y}=0.015345X^2-1.673552X+58.86$ となり、1966 年同様地上 10 cm 内着莢率が 10% 以内の品種の草丈を計算すると 43 cm 以上の草丈となる。大豆品種では北海道栽培品種で 80 cm 以上、外国品種 Harosoy では 110 cm と小豆の 2 倍以上の草丈があり、刈高を 15 cm として Harosoy で 14% の収穫損失があり、少ない方で Clark は 3% となっている⁹⁾が、小豆では 40 cm 以上をめぐにして、10 cm で刈取りを行ない収穫損失を 10% 以下に抑えることが可能であると思われる。

分枝数と地上 10 cm 内着莢率の関連が強く、多分枝品種は地上 10 cm 内着莢率が小さくなっている。多分枝品種は分枝の長さが長く、分枝上の莢の着生が高く、かつ主茎での莢の最下着生節位が高くなって、地上 10 cm 内着莢率が小さくなる。しかし、開花が遅く、成熟期が遅くなる⁹⁾。

収量と地上 10 cm 内着莢率との関係では、着莢数との関係同様、地上 10 cm 内着莢率が低い品種は収量性が高いことが認められた。

このように地上 10 cm 内着莢率が低い品種の形態的特性は草丈が高く、分枝数が多い品種であって収量性は高い。生態的特性では開花が遅く、熟期が遅かった。これらは Martin and Wilcox⁹⁾ が大豆の系統を用いて得た結果と同一であった。

遺伝力についてみれば、ここに得られた値は、従来小豆の主要形質について推定された遺伝力と類似していた⁵⁾。地上 10 cm 内着莢率について求められた値は他にないが、この形質と関連をもつ最

下着莢高 (lowest pod height) をとりあげて大豆で得られた結果⁹⁾は、3 組合せの F_2 系統を用いて推定した広義の遺伝力はそれぞれ 0.63, 0.74, 0.50 となり、収量の 0.53, 0.68, 0.26 より大きな値であって、Table 6 に示した値と類似していた。

このように地上 10 cm 内着莢率は遺伝力が比較的高く、地上 10 cm 内着莢率の低い系統の選抜は組合せを選ぶことによって可能と思われる。この形質は収量との関係が統計的に有意な負の関係を有するところから、地上 10 cm 内着莢率を下げることで収量の増加が期待出来るが、成熟期との関係が負であるため地上 10 cm 内着莢率の低い系統の選抜に当っては成熟期を宝小豆に目標をおいたうえで行なう必要があろう。

結論および要約

現在までの優良品種の中では円葉 1 号、光小豆などが最下着莢位置が比較的高く、地上 10 cm 内着莢率が低かったが、年次によってはこれらの品種も地上 10 cm 内着莢率が 20% になることもあって、Combine の cutter bar の高さを 10 cm としても収穫損失の多いことは問題である。このため十勝農試に保存されている品種のうちから 26 品種を取りあげ、地上 10 cm 内着莢率とともに他の主要形質を調査して、地上 10 cm 内着莢率と主要形質との関係を明らかにしようとした。地上 10 cm 内着莢率の低い品種は成熟期が遅くなる欠点をもっているので、地上 10 cm 内着莢率が低く、成熟期は宝小豆並の品種を育成する必要がある。地上 10 cm 内着莢率の遺伝力は収量より大きく、草丈よりいくらか小さいが、他の形質に比べると比較的大きい値を示した。地上 10 cm 内着莢率と収量との間には負の関係があり、着莢率の低い、収量性の高い品種の育成の可能性が見出されたが、晩熟性との関係を打破する必要性が認められた。

引用文献

- 1) 我妻幸雄, 鈴木茂己, 阿部篤郎, 杉本清治, 石川利憲, 野本俊雄, “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 (1967).
- 2) 北海道農務部農業改良課編, “ビーンハーベスター”. 昭和 44 年普及奨励ならびに指導参考事項 第 II 編, 1969, P. 326-329.
- 3) 北海道立十勝農業試験場編, “小豆・菜豆・えん豆試験成績書”. 1965.

- 4) Martin,R.J.,Wilcox,J.R."Heritability of lowest pod height in soybeans."Crop Sci.13, 201-204 (1973).
- 5) 野村信史. "小豆の遺伝子型, 表現型相関." 道農試集報. 16, 114-120 (1968).
- 6) ———, 浅沼興一郎. "小豆の低温処理による開花の順位と開花速度に及ぼす影響." 道農試集報. 20, 73-79 (1970).
- 7) 農林省北海道統計情報事務局編. "昭和48年産北海道農畜産物生産費." 1974. P.16-17.
- 8) 農林水産技術会議事務局編. "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. 1970.
- 9) Probst,A.H."Annual report of soybean investigations in Indiana." 1960. P.48-54.
- 10) 斎藤 亘. "畑作機械化に関する調査報告". 1966. P.15. (北海道立農業試験場報告第15号)

Varietal Differences of Adzuki Beans in Percentage of Number of Pods at Heights Lower than 10cm above Ground Surface

Nobufumi NOMURA* and Hisayasu SATOH*

Summary

Studies were made with 26 early, intermediate, and late maturing varieties of adzuki beans of both native and cultivated stocks available at Tokachi Agricultural Experiment Station for a two-year period in 1966 and 1967 to look into possible relationships between the percentage of pods located at heights lower than 10cm above the ground surface against the total number of pods (referred to as percentage hereinafter) and other agronomic characteristics with an aim to breed such varieties that have less pods at these lower heights and fit therefore mechanical harvesting because of a decrease in the cutting loss of pods. High inverse correlation coefficients were obtained between the percentage and the height of stands, as well as, the percentage and the number of branches. High inverse correlations were also found between the percentage and the initial flowering dates, as well as the percentage and the maturity dates. It was revealed that those varieties, which fit harvesting by a combine, were higher in stands and later in maturing dates than other varieties. As for their relation with the yield, it was presumed that those varieties which had smaller percentages had more yields. Heritability was estimated as to a measure to determine the degree of hardness or easiness in the selection of varieties that have the lower percentages; it was then considered that the heritability of the percentage is larger than that of the weight of pods, but is somewhat smaller in the height of stands, and that it is easy to some degree to breed such varieties that have the smaller percentage.

*Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kun-neppu, Hokkaido, 099-14, Japan.