



# 大豆の無限伸育性の育種学的意義（第6報）：有限，無限伸育性品種の倒伏抵抗性の差異と検定方法，とくにその生育時期による変化について

永田， 忠男

---

**(Citation)**

兵庫農科大学・神戸大学農学部研究報告, 8(2):69-74

**(Issue Date)**

1968

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCD0I)**

<https://doi.org/10.24546/00171262>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00171262>



# 大豆の無限伸育性の育種学的意義

第6報 有限、無限伸育性品種の倒伏抵抗性の差異と検定方法、

とくにその生育時期による変化について

永 田 忠 男

Studies on the Significance of the Indeterminate Growth

Habit in Breeding Soybeans

VI. On the structural differences and the method of testing of lodging resistances in the determinate and indeterminate varieties, with special regards to their changes by the growth stage

Tadao NAGATA

前報(永田1968)で、有限伸育性品種と無限伸育性品種との間に、栽植密度を異にした場合、倒伏抵抗性に差異があることを報告した。すなわち、有限伸育性品種は栽植密度による倒伏程度の差が激しいが、無限伸育性品種は、粗植と密植による差異が比較的少い。したがって倒伏抵抗性の高い品種中でも、有限伸育性品種と無限伸育性品種とは構造的に異った型に属することを示唆した。本報告では、これら有限、無限伸育性品種の倒伏抵抗性の差異の機構について、特に生育時期による変化を中心として若干の考察を行ない、併せてそれに基づいて倒伏抵抗性の検定方法についても考察する。

## I 材料および方法

前報に準じ、有限伸育性で倒伏し難い十勝長葉(北海道産)、倒伏し易い白莢1号(九州産)の2品種と、無限伸育性で倒伏し難い Harosoy(合衆国産)の計3品種を用いた。試験区として、兵庫農大農場(篠山)で粗植区と密植区を設け、前者は株間15cmの2本位、後者は同3cmに1個体とし、畦間75cmで1区3うね、長さ2mとし、2回の反覆を行なった。

播種は、1963年4月25日で、肥料は基肥として10アール当り、N 1kg、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 各4kgを硫酸アンモニア、過磷酸石灰、硫酸カリで施した。管理は一般慣行に従ったが、前報同様土寄せは行なわず平面中耕とした。

調査は、密植区、粗植区の各区の中央うねより、各10個体、計20個体を選び、圃場で生育中、7月初旬より1週間おきにたわみ重さ測定し、茎の強さの時期的変化を比較した。さらに密植区より、各品種10個体を同様1週間おきに抜きとり、茎長、重心高(根を除き平均を保つ位

置)、全重(根を除く)、荷重時の重心高(たわみ重測定の時重をかけたまま平均を保つ位置)、たわみ重、荷重時の倒伏した茎の先端までの長さ、同じく荷重時の茎の $\frac{1}{2}$ の長さの点と茎の基部を結ぶ線が垂直線となす角度を測定した。

これらの測定にあたって、たわみ重はいずれも茎のほぼ80%の高さの位置としたが、後者の抜取調査の場合、重心高の位置におけるたわみ重も併せて測定した。

## II 実験結果ならびに考察

### 1. 有限、無限伸育性品種の倒伏抵抗要因の差異、とくにその生育時期による変化について

1963年度は、前年度に比し、生育が不良で、粗植区、密植区ともに著しい倒伏を示さず、明らかな品種間差異を認め難かった。しかし前記各測定項目についての結果はよく倒伏抵抗性の本質的差異を示すものと考えられたので、以下それらについて述べる。

1) たわみ重の変化 粗植区と密植区の生育中のたわみ重の変化の品種間差異は第1図に示すようで、粗植区では7月3日、すなわち開花始後1~2週間(開花始日、Harosoy 6月17日、十勝長葉6月23日、白莢1号6月28日)ではそれほど顕著な品種間差異を認めがたいが、7月18日、すなわち、開花始3~4週間後に著しい品種間差異を示す。すなわち7月18日以降にたわみ重が増加し、後1~2週間ではほぼ最高に達し、8月9日以後成熟が進み、黄葉が始まるとともに減少する。しかし、その増加の程度は十勝長葉がもっとも著しく、白莢1号はほぼこれに等しく、Harosoyはその増加が著しく少ない。密植区では、その生育時期の進むにつれてたわみ重が増

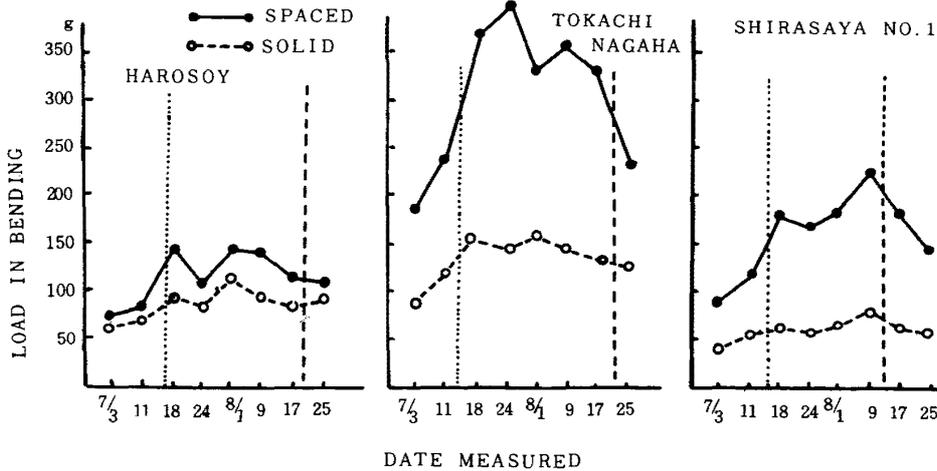


Fig. 1. Varietal difference in the load in bending of the soybeans grown in solid and spaced planting plots.

----- shows the time of fall of leaves.  
 ..... shows the time becoming in the test of lodging resistance

加する傾向が、いずれの品種も比較的少ない。したがって、粗植、密植の差は無限伸育性品種に少く、有限伸育性品種に多い。

すなわち、前報で述べた栽植密度による倒伏抵抗性の品種間差異は、密植により有限伸育性品種のたわみ重の減少が著しいこと、特に開花始後3~4週間後に増大するのが防げられる結果であることを知る。

なお、上の結果から、大豆の倒伏抵抗性を検定する最良の時期は、倒伏抵抗性が高められ、しかもある程度変化し難い状態に入る時期であり、有限伸育性では開花始後3~4週間、無限伸育性品種は開花始が早く、開花期間が長いので、4~5週後と考えられる。

2) 倒伏投影長の比較 GRAFIUS and BROWN (1954) はイネ科作物、とくに燕麦について倒伏の様相を3型に分け、a. 基部で倒伏する根部倒伏 (root lodging), b. 茎全体に一樣に屈曲する型, c. 穂の基部で屈曲する鞭状倒伏 (buggywhip type) を区別している。

第2図の上図について見ると、Harosoyは茎長に比し、倒伏した場合の水平軸に投影する長さか短かく、十勝長葉、白莢1号は長い。そしてこの場合、茎の中央部と縦軸とがなす角度はHarosoyで小で、十勝長葉、白莢1号で大である。GRAFIUS (1954) の3型の区別ではいずれもbの型に属するが、Harosoyはその中では鞭状に近い。とくにこの傾向は測定の初期すなわち開花始後3~4週間では著しい。

第2図の下図に、倒伏投影長と茎長の比をもって上記倒伏の状態をあらわし、その時期的変化を示す。図によれば、7月8日、7月18日の開花後4週間まではHarosoyでこの比がとくに小さく、曲げた場合に水平

軸への段影長が短かく、茎の基部に比し先端の屈曲が著しい。このような品種間差異は7月26日以後はかなり少くなるが、なお有限伸育性の2品種とはかなり差がある。

3) 茎の位置による強さの変化

上記屈曲の機構を明らかにするために、密植区における茎の位置による強さの変化を第3図-1に示した。これは茎の基部より10cm間隔ごとに、両端を固定しない長柱に準じ、支点間隔10cm、支点中央部の屈曲距離2cmに要した荷重を測定し、これを基礎にして曲げ剛さ (EI, Eは曲げ

による弾性係数またはヤング係数, Iは断面2次モーメント) を算出し、その茎の位置による変化を図示したものである。

図によってわかるように、茎の基部の強さは、十勝長葉とHarosoyはほとんど同じであるが、白莢1号は劣る。しかし20~30cmの高さでは、十勝長葉は同様にもつ

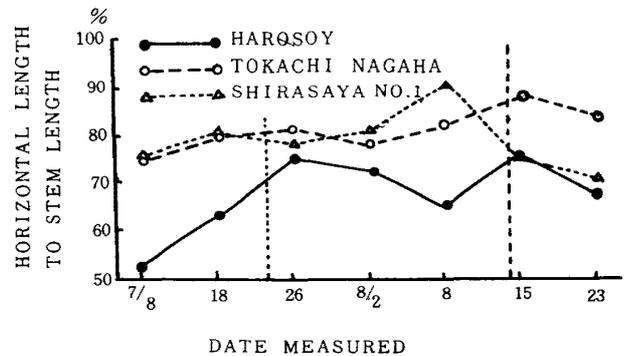
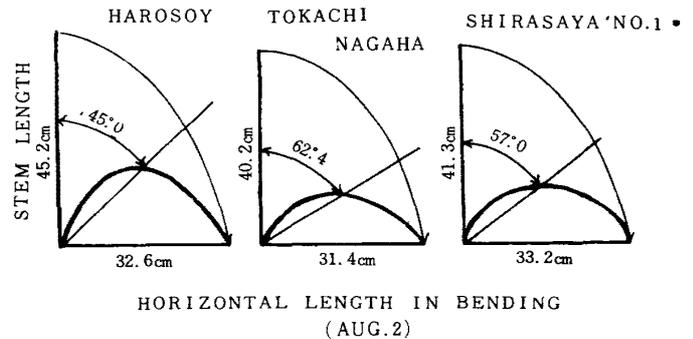


Fig. 2. Varietal difference in the structure of lodging by bending load in solid planting plots.

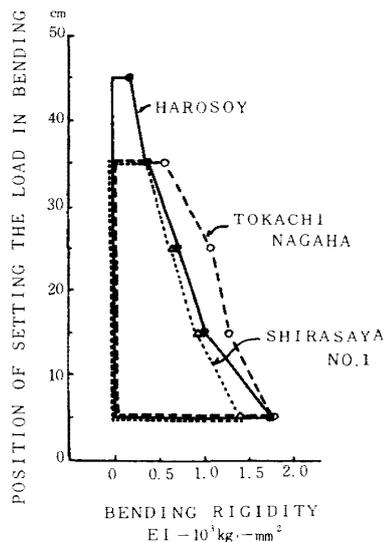


Fig. 3-1. Varietal difference in the change of bending rigidity by the position of stems. -1. July 26, in solid planting plots.

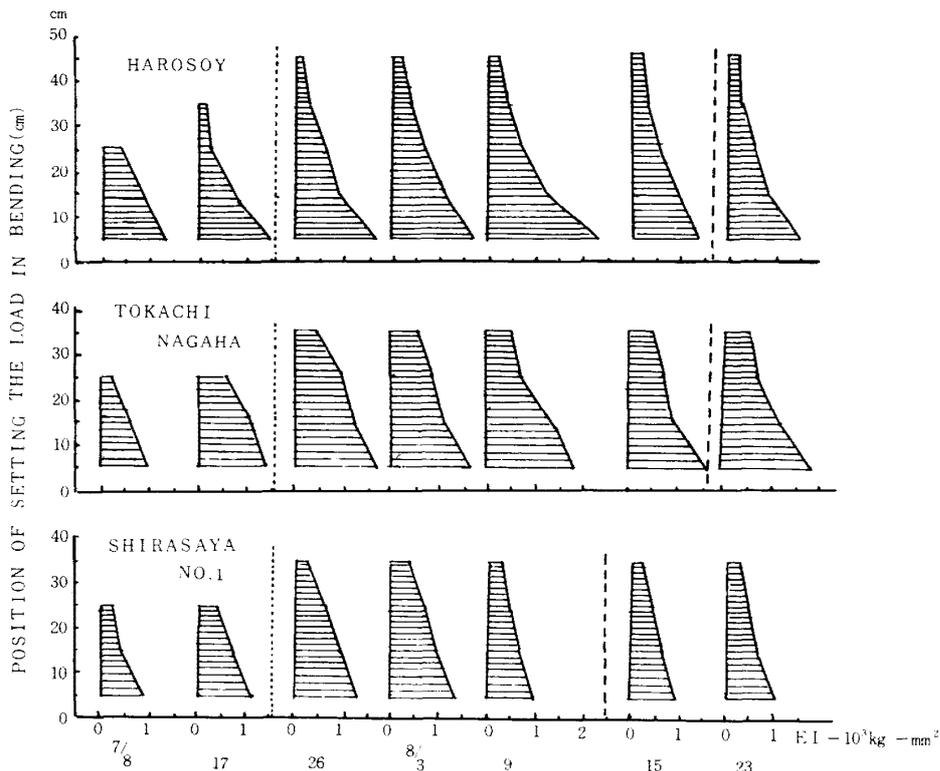


Fig. 3-2. Varietal difference in the change of bending rigidity by the position of stems. -2. By the date of measurement, in solid planting plots. Dotted lines of two types show the times as

とも強く、Harosoy と白莢1号は劣るけれども、両者の間には差がない。先端部ではHarosoy は著しく弱くなる。

すなわち、倒伏抵抗性の強い品種中でも有限伸育性の十勝長葉は、茎の基部、中部、先端ともに倒伏抵抗性の弱い白莢1号よりも強く、明らかな対照を示す。しかし無限伸育性のHarosoy は茎の基部は十勝長葉に必敵するが、中央部では白莢1号に近く、先端部では著しく弱い。これら茎の部位による強さの分布の差異が第2図に示すような屈曲の形に差異の生ずる原因である。

第3図-2によって、前記品種間差異の生育時期による変化を見ると、7月8日ではそのような品種間差異は明瞭でない。ただHarosoyが3品種中もっとも強く、とくに基部が強い。7月17日より、その品種間差異が生じてくるが7月26日より8月初めまでは著しい差がない。8月10日以後に白莢1号の茎は落葉が始まるとともに急激に強さを減少する。従って、Harosoy および十勝長葉ははまだ落葉を開始しない8月10日頃にその強さの差がもっとも著しい。

このことはHarosoy、十勝長葉とくにHarosoy は比較的茎の強い期が長い、白莢1号はこれらより短いことを示すものである。このことと第2図の結果と併せて考えて倒伏抵抗性の品種間差異を検定する時期が、7月26日から8月10日までの時期にあることを再確認す

ることができる。

4) 茎の重心高の変化 次に茎の部位による強さの変化と関連して、茎にかかる荷重、茎葉の重さの部位による変化が考慮されなければならないが、ここではその表現の一方法としての重心高の品種間差異を第4図に示す。重心高は外力および自重により転倒するモーメントに関係し、重心高の低いほど転倒し難い。Harosoyは茎が長いにもかかわらず、重心高は他の2品種と大差がない。重心高の茎長に対する比は、他の2品種より10%小さい。生育時期別に見た場合、黄葉成熟の早い白莢1号が8月上旬よりいく分その値が乱れるが、探して各生育時期を通じて品種間の差異は明瞭である。

このことは、無限伸育性品種Harosoyでは茎が長いことが倒伏抵抗性を減ずる要因とならないことを示す1つの論拠となるであろう。

以上4つの点について検討したが、これらはいずれも倒伏抵抗性の品種間差異、とくに無限伸育性品種Harosoyが、その本質的生育体制に基づいて、有限伸育性品種に比し密植した場合に比較的倒伏し難いことを説明できるものと思われる。

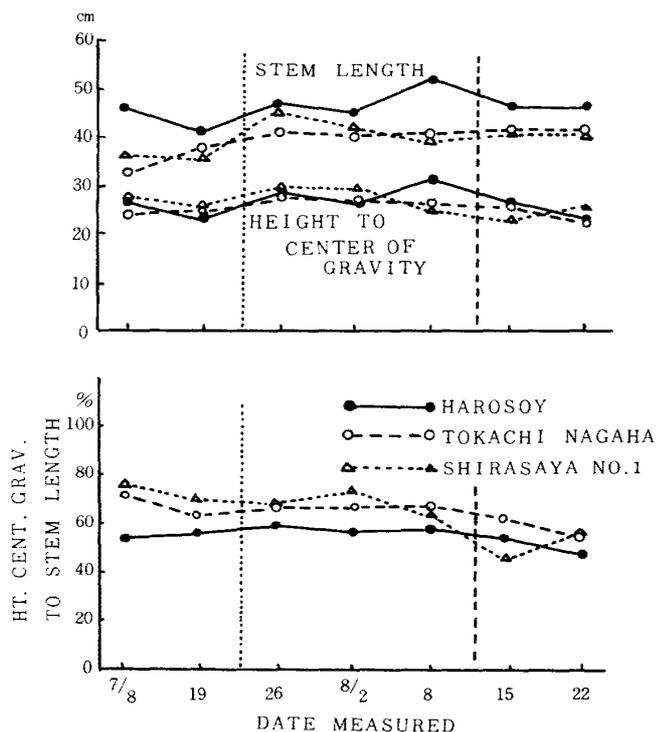


Fig. 4. Varietal difference in the height to the center of gravity in solid planting plots.

## 2. 有限、無限伸育性品種の倒伏性抵抗性検定方法についての考察

以上のように、伸育性を異にする品種は生育体制の差が原因で異った倒伏抵抗性をもつものと考えられる。従って、倒伏抵抗性の検定に当っては格別の考慮を要するであろう。一般には圃場での倒伏の程度が基準とされるが、圃場検定の結果は前報(永田1968)にも見られるように必ずしも正確に倒伏の程度を示すとは言えない。JOHNSON *et al.* (1955), HANSON and WEBER (1962) の推定した遺伝力も必ずしも高くなく、環境の影響が大きいことを知る。

従来イネ科作物を中心として、圃場の倒伏の程度によらず、茎稈の屈曲または挫折抵抗をもとにして倒伏抵抗を表わす方法が多く考察されてきた。これらの内大豆では挫折抵抗は倒伏と直接関係がないので、挫折抵抗を基準とした検定方法はとらず、屈曲抵抗を基準とする2つの方法を検討した。すなわち加藤等(1963)、森谷(1962)によって提唱された安全率と、GRAFIUS and BROWN (1958), GRAFIUS (1958) による  $cL_r$  である。

安全率は、稈の抵抗力=(たわみ重+穂を除いた生体重)×荷重時の重心高、モーメント=穂をつけた生体重×穂をつけた重心高を算出し、抵抗力とモーメントの比によって表わされるもので、イネの場合安全率2以上を抵抗性の基準としている。 $cL_r$  は稈のたわみ重と稈長の比によってあらわされる。この場合、風その他の外力が稈長に

比例するという仮定のもとに成立する。安全率は、外力を一応考慮の外において、稈の強さが自重による曲げモーメントに対して如何に余裕があるかを見て、その余力の多いものほど倒伏抵抗性があるものと判断する。

著者はさきに(永田1964)、この両者を稈の太さの異なる大麦および小麦について試験した結果、茎の細い小麦は  $cL_r$  が安全率より小さいが、茎の太い大麦では安全率が小さく算出されることを報告した。これは安全率はたわみ重と生体重の比に近似し、たわみ重を  $F$ 、稈長を  $b$ 、生体重を  $W$  とした場合、安全率  $\equiv F/W$  は稈の太く生体重の重い大麦に比較的小さく、 $cL_r = F/b$  は、稈の細い小麦に比較的小さくあらわれることによる。従って、茎の太さの異なる品種間での比較では  $F/bW$  を用いるのが妥当であろうと述べた。

本実験の供試3品種につき、時期別に安全率と  $cL_r$  とを算出した結果は第5図-1のようである。ただし、大豆ではイネと生育体制が異なるので加藤等(1963)の方法を若干変更して、抵抗力=(たわみ重+生体重)×荷重時の重心高、モーメント=生体重×重心高として算出した( $F$ =たわみ重、 $W$ =生体重、 $b'$ =重心高、 $b''$ =荷重時の重心高)。

すなわち、安全率は Harosoy にかかなり高く表われ、 $cL_r$  は他の有限伸育性2品種に比較的高く算出された。これは無限伸育性品種が茎長に比し生体重が少いためである。有限伸育性の十勝長葉と白英1号の両者には著しい差がない。

なお、これら2つの倒伏抵抗指数を若干調整した指数について検討した。茎長かわりに重心高を用いた場合  $F/b'$  は第5図-2の上図に見られるように  $cL_r$  に比し、いく分 Harosoy の値が高いが、なお正確に倒伏抵抗性の品種間差異を示すものと思えない。生体重と茎長 ( $F/bW$ ) は第5図-2の下に見られるように、安全率  $cL_r$  との間であるが、 $F/b'$  と大差ない。重心高×生体重を用いた場合 ( $F/b'W$ ) は第5図-3の上図に示すようで、安全率にかなり近い。第5図-3の下には重心高の位置で測定したたわみ重( $F'$ )と重心高  $b'$  との比を示したものであるが、この場合は十勝長葉と白英1号の中間に Harosoy があり、しかも他の方法ではいずれも生育の後期すなわち8月2日以降では Harosoy と白英1号との差が小さくなっているが、この方法では全期を通じて差が明瞭にあらわれている。

さきに述べたように、安全率は結果的には外力が生体重に比例し、 $cL_r$  は外力が稈長に比例するものとする。従ってイネ科作物のように簡単な単柱体と考えて実験できる作物では、稈の太さに著しい系統間差異が

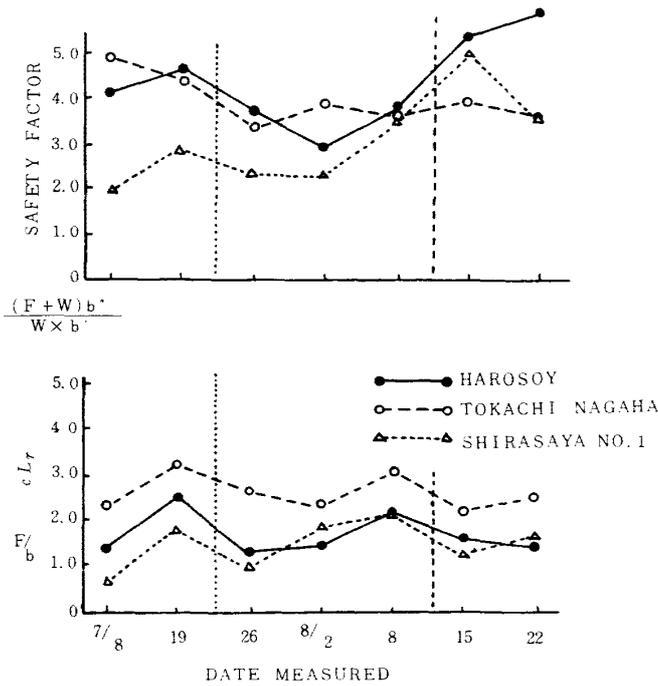


Fig. 5-1. Comparison of the different factors of lodging resistance. -1. Safety factor and  $cL_r$  in solid planting plots.

ないときは両者ともかなり実用的な意義があるように考えられる。しかし、大豆のような草状が品種によって著しく異なる場合、とくに無限伸育性と有限伸育性品種の比較の場合、両者ともに修正を要するものと思われる。大豆の場合、茎長（稈長）よりも生体重の方が葉面積に関係が大で、外力をより近く、表現できるものと考えられ、 $cL_r$  より、安全率の方がいく分真に近い。しかし、同じ生体重、同じ葉面積の場合は無限伸育成品種の方が茎が長いので外力を強く受ける筈である。第5図を通覧してわかるように安全率は無限伸育性品種に実際の倒伏抵抗性以上の値が算出される危険がある。 $b'$ 、 $bW$ 、 $b'W$ を用いた場合は両者の中間の値を示すが、 $b'W$ はいく分安全率に近い。 $b'$ は重心高であるから $b'W$ は $bW$ よりも無限伸育性品種に小さく現われるためであると考えられる。

なお、大豆の場合、外力は重心高を中心として植物体全体に作用すると考えられるので、重心高の位置にかけたたわみ重 $F'$ を用いた $F'/b'$ は比較的正確に倒伏抵抗性を示すものと思われるが、実際の測定、とくに圃場での測定が困難である。

実際的には $F/b'$ または $F/bW$ を用いるか、あるいは有限と無限の系統を分けて別個に測定するのが望ましい。

### III 摘 要

十勝長葉（有限，倒伏抵抗性強），白莢1号（有限，

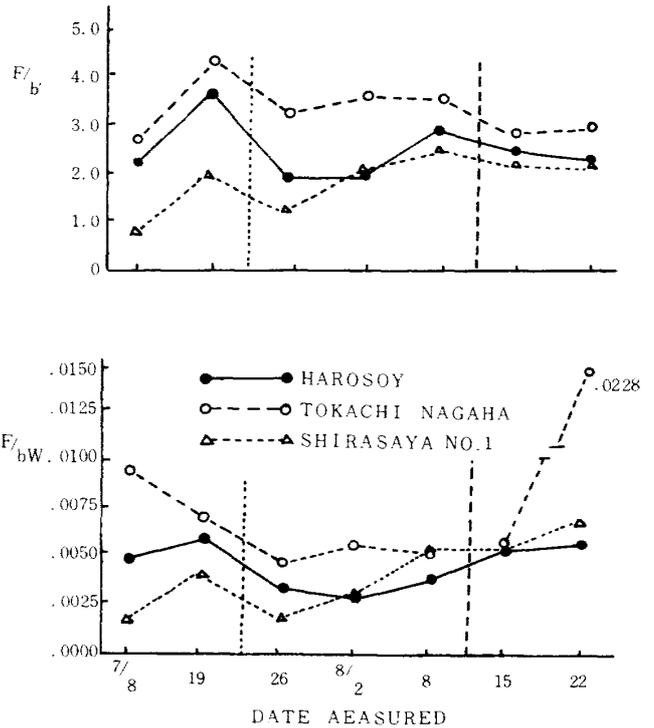


Fig. 5-2. Comparison of the different factors of lodging resistance. -2.  $F/b'$  and  $F/bW$ , in solid planting plots.

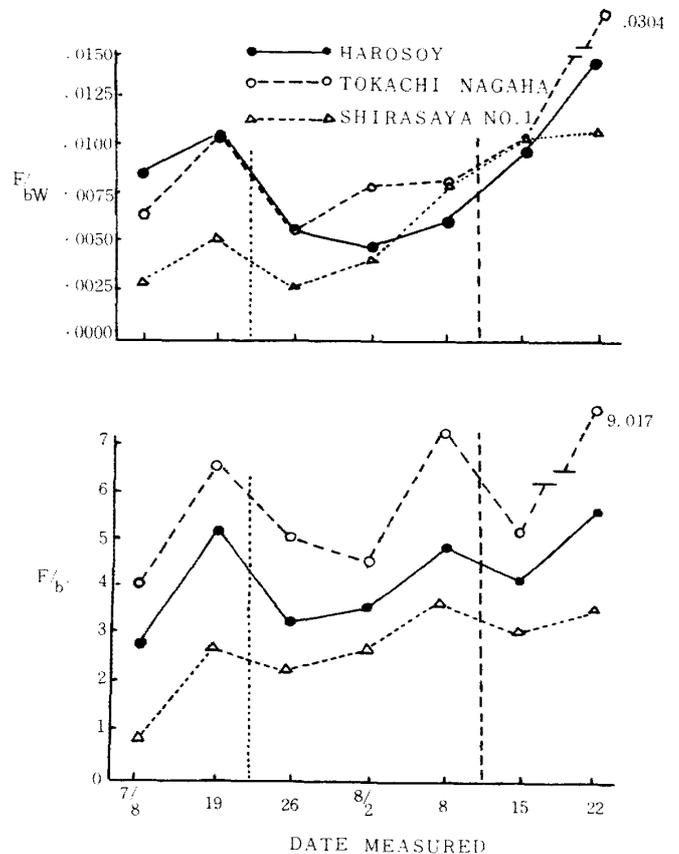


Fig. 5-3. Comparison of the different factors of lodging resistance. -3.  $F/b'W$  and  $F'/b'$ , in solid planting plots.

倒伏抵抗性弱), Harosoy (無限, 倒伏抵抗性強) の 3 品種を用いて倒伏抵抗性と伸育性との関係を検討した。

粗植区および密植区における撓み重の差は有限 2 品種に大で, 無限の Harosoy は粗植区でもたわみ重は小さいが, 密植区でもたわみ重を減ずることは少ない。生育時期には開花始後 3~4 週間後に著しくたわみ重を増大するが, 以後は余り差がない。開花始後 4~5 週間が倒伏抵抗性検定の時期として適当であると考えられる。

密植区における倒伏の形態的構造を見て, Harosoy は倒伏の水平軸の投影長が短かいことが認められたが, これは茎の屈曲抵抗性—曲げ強さが, 無限伸育性品種で, 基部に大きく, 頂部にいたるに従い急に減少することによる。同様に無限伸育性品種は茎長に比し, 重心高が低い。

次に倒伏抵抗性をあらわす指数について考察し, 安全率は無限伸育性品種に大に,  $cL_r$  は有限伸育性品種に高い値を示すことを認めた。さらにこれらの指数を多少変形したたわみ重と重心高, 茎長×生体重, 重心高×生体重のそれぞれの比, および重心高の位置にかけられたたわみ重と重心高の比を検討した。これらはいずれも安全率と  $cL_r$  の中間の品種間差異を示した。形態的な倒伏構造の異なる有限, 無限伸育性品種の倒伏抵抗性を検討する場合, たわみ重と重心高または稈長×生体重の比をもってあらわすか, 有限と無限の系統を分けて測定することが

望ましい。(作物育種学講座, 昭43. 8. 31受理)

### 参 考 文 献

- 1) GRAFIUS, J. E. 1958. Observations on the lodging resistance formula. *Agron. J.* 50: 263-264.
- 2) ———and H. A. BROWN 1954. Lodging resistance in oats. *Agron. J.* 46: 414-416.
- 3) HANSON, W. D., and C. R. WEBER 1962. Analysis of genetic variability from generations of plant progeny lines in soybeans. *Crop Sci.* 2: 63-67.
- 4) JOHNSON, H. W., H. E. ROBINSON and R. E. COMSTOCK 1955. Genetic and environmental variability in soybeans. *Agron. J.* 47: 314-318.
- 5) 加藤一郎, 加藤雄一 1963. 水稲品種の倒伏抵抗性に関する研究. 第3報 倒伏抵抗性検定方法の1試案 日作紀 30: 367.
- 6) 森谷睦夫 1962. 倒伏性の品種生態と検定法. 育種学最近の進歩 第3集: 77~87.
- 7) 永田忠男 1964. 倒伏性検定方法としての安全率と  $cL_r$  の比較. 育種雑 14: 61.
- 8) ——— 1968. 大豆の無限伸育性の育種学的意義. 第5報 倒伏抵抗性の品種間差異. 育種雑 18: 235-240.

### Summary

Relationship between the growth habit and the degrees of lodging resistance was investigated by using three varieties in the previous report. The difference in bending weight between spaced and solid planting plots was larger in the varieties of determinate growth, Tokachi Nagaha and Shirasaya No. 1. The indeterminate type variety, Harosoy appeared to be less in the degrees of decrease of bending weight by solid planting, though the variety was less in the weight consistently than the determinate varieties in the spaced planting plot.

Referring to the growth stage, it was found throughout all varieties used that the bending weight increased till third or fourth week after the beginning of flowering and showed little change thereafter. Then, the period from fourth to fifth week after the beginning of flowering seems to be adaptable time of measuring the lodging resistance of soybeans (Fig. 1).

Structural mechanism of lodging in the solid planting plots was observed as follows: (1) the indeterminate variety had a less uniform curve of bending and a shorter horizontal axis of the curve (Fig. 2): (2) the resistant force to bending of the stem of the indeterminate variety was greater in the base and decreased sharply towards the top (Fig. 3): (3) such facts were also relating to the lower center of gravity of the indeterminate variety than the determinate varieties (Fig. 4).

An adaptable method of testing and index of lodging resistance were considered. The safety factor by KATO was calculated higher in the indeterminate varieties in contrast with the  $cL_r$  by GRAFIUS which was calculated higher in the determinate varieties (Fig. 5-1). Other methods modified by combining both of the methods were also tested. The ratios of the bending weight to the height of center of gravity ( $F/b'$ ) and to the product of the green weight times the stem length ( $F/bW$ ) appeared to be useful factors showing the difference in lodging resistance between the determinate vs. indeterminate type soybeans (Fig. 5-2), but classification of strains into two groups of indeterminate vs. determinate growth seemed to be rather better procedure in testing the lodging resistance.

(Laboratory of Plant Breeding, received Aug. 31, 1968.)