大豆品種の根重に対する茎重の比

中 村 茂 樹・沢 畑 秀*

(農業研究センター・九州農業試験場)

昭和 63 年 1 月 12 日受理

要 旨：多収性大豆品種の特性について、特に乾物分配効率に関して検討している一連の試験の一つである。葉、葉柄および莢を支える茎と、それらを支える根の 2 形質を取り上げ、多数品種の根と茎の乾物重を測定し、根重に対する茎重の比（茎根重比）の品種間差および茎根重比と諸形質の関係について検討した。

その結果、以下のことが明かになった。①茎根重比は茎重や根重より安定した形質である（第 2 表、第 3 表）。②茎根重比はその比の高い品種の値が低い品種の値の 2 倍以上あり、比に品種間差が認められる（第 1 表、第 2 表、第 5 表）。③茎根重比は生育日数および収量と正の相関関係にあるが、収量の場合、熟期の早晩性の影響を除くと、早生種においては相関関係が認められない（第 4 表、第 5 表）。④近年の育成品種の多くは茎重および根重がともに大きくなっているが、根重増加に比べて茎重増加が少なく、相対的に茎根重比は小さくなっている（第 6 表、第 2 図）。

今後の一層の多収化には、特に茎が太く多分枝になる品種の育種技術および栽培技術の検討が重要である。

キーワード：乾物分配効率、茎根重比、茎重、根重、収穫指数、大豆、粒茎比。

Ratio of Stem Weight to Root Weight of Soybean Cultivars: Shigeki NAKAMURA and Hide SAWAHATA*
(National Agriculture Research Center, Kannondai, Tukuba, Ibaraki 305, and *Kyusyu National Agricultural Experiment Station, Nishigoushi, Kumamoto 801-11, Japan)

Abstract: This investigation was conducted to clarify varietal differences of the ratio of stem weight to root weight (RSR) and to explain the relationship between RSR and some other characteristics by measuring dry matter weight of the stem and the root of a number of soybean cultivars.

Due to the environmental factors during the growing season, stem weight and root weight varied greatly; in contrast RSR was rather stable. It was therefore, concluded that RSR is more stable than stem weight and root weight (Table 2, 3). The highest RSR measured was more than twice as large as the lowest RSR and marked varietal differences were recognized in the RSR (Table 1, 2, 5).

A significant positive correlation was recognized between RSR and the length of growing period and also between RSR and seed yield, but except the effect of the length of growing period, no significant positive correlation was found between RSR and seed yield in early cultivars (Table 4, 5).

It was also recognized that the stem weight and root weight of many new cultivars became greater year by year, but the increase of stem weight was less than that of root weight. Thus, RSR is gradually decreasing each year (Fig. 2, Table 6). In order to obtain higher seed yield, it is very important to develop a breeding method or cultivation method by which stem diameter and branching are increased.

Key words: Dry matter partitioning ratio, Harvest index, Root weight, Soybean, Stem to root ratio, Stem weight.

大豆の植物体は、根、茎、葉身、葉柄、莢、子実などの器官からなっている。これら器官のシンクまたはソースとしての役割の程度は、生育に伴い逐次変化しつつ成熟期に至る。成熟期には同化産物の一部が各器官に分配された結果になっており、各器官が部分収量を構成している¹⁾。

一般に穀類の多収性品種が獲得すべき特性として、同化能力の向上はもとより、同化産物の子実への分配効率の向上が重要である。穀類の収穫指数に関して、稲では、武田ら¹⁰⁾および田中¹¹⁾が、古い品種から新しい品種へと向上していることを報告している。小麦では山下¹²⁾が英国およびユーゴスラビアにおける小麦品種において、オオムギでは Riggs ら⁸⁾が同様な傾向が認められることを報告し

ている。同化産物の分配率は穀類の多収性を追求する上で、大変重要である。大豆では、同化産物の子実への分配率を表す形質に、収穫指数⁹⁾、子実重歩合⁴⁾、粒茎比³⁾、粒莢重比⁵⁾などがある。粒茎比は過去の育成品種に比べ最近の育成品種は向上⁴⁾しており、品種間差⁷⁾も認められる。また粒莢重比も品種間差が認められ⁵⁾、育成品種が総じて在来品種よりも高い傾向にある⁹⁾。これらの報告はいずれも分配効率に関する形質に品種間差があり、またそれらが近年の品種において向上していること等を明らかにしている。

しかし、大豆の分配効率を示す前述の特性は、い

注) 大豆調査基準。1974。大豆調査基準検討委員会。

ずれも根を除いた各器官の重さと子実重との比を示しており、根重と地上部重の比について、詳細に検討した報告はみあたらない。多収性大豆品種の乾物分配特性を検討している一連の試験のうち、本試験では、葉身・葉柄・莢実を支える茎と、それらを支える根の2形質を取り上げ、根重に対する茎重の比（以下、茎根重比と言う）の品種間差およびこの比と諸形質の関係について検討した。もとより、根の役割は多様であり、その機能発揮には多くの分枝根および細根を含めた根群の分布範囲（根圏）や根長、根数等が関与するので、単に乾物重で表した根重では、細根の機能を無視したことになり問題点も多い。しかし、とりあえず多収性品種の特性を解明する手がかりを得るため、本試験では乾物分配効率の視点から根を乾物重で評価したものである。なお本試験は九州農試作物第二部で実施された。

材料と方法

試験-I：茎根重比の品種間差を検討する目的で、10品種を供試し、2ブロック制、各プロット1畦8個体を養成した。栽植密度は畦幅60cm、株間15cm、1株1個体で、その他は九州農試大豆試験一般耕種基準により養成した。成熟期に各プロットから生育中庸な3個体を根ごと丁寧に抜きとり、自然乾燥させ、子葉節で切断し、上部を茎と莢実に分け、下部を根として、茎と根の重さ（風乾重）を測定し、根重に対する茎重の比を茎根重比とした。根は成熟期におけるものであるため、細根は脱落して少なく、胚軸および直根とそれにつながる支根が大部分である。

試験-II：品種特性としての茎根重比の品種間差を確認するとともに、茎根重比に関する知見を得る目的で、九州農試の品種保存の中から383品種を選び、3群に分けて供試した。I群は在来品種を中心とした148品種、II群は農林番号品種を中心とした99品種で、いずれも7月18日に播種した。III群は外国品種を中心とした136品種で、I、II群の圃場とは別の圃場に7月25日に播種した。各品種の養成個体数および耕種法ならびに茎根重比の測定および算出方法は試験-Iと同じである。同時に生態関連形質、収量関連形質を測定し、同化産物の各器官への分配率を算出して、茎根重比とそれら形質との関係を検討した。

結 果

1. 茎根重比の品種間差

供試10品種の茎根重比は1.75から3.06まで分布し、平均2.49であった（第1表）。「赤莢」、「新四号」、「千代姫」は高く、「鶴の卵」、「ミヤギシロメ」、「山白玉」は低く、茎根重比に品種間差が認められた（有意水準1%）。

2. 多数品種の茎根重比

茎根重比の分布：I群（在来品種）、II群（奨励品種）、III群（外国品種）の茎根重比の平均値は、それぞれ3.02、2.70、2.98で、いずれの群においても比の最大値は最小値の2倍以上であった（第2表）。分布は中央の山が比の低い方にやや片寄り、比の高い方に裾を引いた歪型であった。平均値およびその分布型は各群とも似ていたので、I群品種の分布を第1図に示した。

表1表 茎根重比の品種間差異。

品 種	茎根重比 (2区平均値)	Duncan の 多重検定結果
赤 莢	3.06	a
新四号	2.87	ab
千代姫	2.83	ab
中鉄砲	2.75	ab
宇陀大豆	2.74	ab
秋田兄	2.74	ab
奥羽13号	2.44	bc
山白玉	1.91	cd
ミヤギシロメ	1.81	d
鶴の卵	1.75	d
平 均	2.49 (F 値=25.93**) ¹⁾	

注) 1)：品種間差の有意差検定結果。

**：有意水準1%。

茎根重比の安定性：茎重と根重の相関関係は、I群が $r=0.87^{**}$ 、II群が $r=0.90^{**}$ 、III群が $r=0.81^{**}$ で、いずれも有意な正の相関関係が認められた（第2表）。茎重と根重は、I群が平均8.8gと2.8g、II群が6.9gと2.5g、III群が2.9gと1.0gであり、茎重、根重ともIII群が極端に少なかった。これは、III群の生育環境条件が不適（晩播および肥沃度脊薄）であったことが原因である。しかしながら、茎根重比の平均値と変動係数はIII群がI群およびII群と略等しかった。また、変動係数は3群とも茎根重比<根重<茎重で、茎根重比が最も小さく、茎重が最も大きかった。第3表は2品種の根重、茎重および茎根重比の生育経時ならびに栽培

第2表 品種の茎根重比、茎重及び根重.

品種群	品種数	茎根重比			茎 重			根 重			茎重と根重との相関係数
		最大	平均	最小	最大 (g)	平均 (g)	最小 (g)	最大 (g)	平均 (g)	最小 (g)	
I	148	5.54	3.02	1.76	27.7	8.8	2.2	6.8	2.8	0.9	0.87**
C.V.	(%)		26.2			56.1			38.5		
II	99	4.70	2.70	1.66	23.3	6.9	1.1	5.6	2.5	0.4	0.90**
C.V.	(%)		22.8			59.6			39.9		
III	136	7.50	2.98	1.47	11.5	2.9	0.8	2.7	1.0	0.2	0.81**
C.V.	(%)		32.6			63.3			52.3		

注) **: 有意水準 1%, C.V.: 変動係数.

年次の品種特性としての変動をみたものである。5 年間で、開花期を中心に前後 2 回 (15 日間隔) 計 5 回のサンプリング調査結果⁴⁾である。茎重、根重および茎根重比の生育経時の変動および栽培年次の変動は、いずれも茎根重比が茎重や根重に比較して低い傾向にある。すなわち、茎根重比は茎重や根重に比べ比較的安定した品種特性であるといえる。

3. 茎根重比と諸形質との関係

茎根重比と諸形質との関係を、品種数の多かった I 群品種について検討した。供試した 148 品種の中で、欠測値のある品種や一部に異常値と推測される測定値のある品種を除き 130 品種を検討の対象にした。

茎根重比と生育日数：茎根重比と生育日数との間には有意な正の相関関係が得られ ($r=0.75^{**}$)、晩生種は茎根重比が高く、早生種は低い傾向が示された (第 4 表)。なお、II 群品種も I 群品種と同様の結果で、その一部を第 4 表に付した。

茎根重比と茎重、根重および収量：茎根重比と茎重および根重との相関関係はそれぞれ、 $r=0.79^{**}$ 、 $r=0.43^{**}$ であり有意な正の相関関係が得られた。根重および茎重は重い方が茎根重比が高い傾向にある。また茎根重比と収量との相関関係は $r=0.34^{**}$ で、係数は低い有意な正の相関関係が認められた。茎根重比が高いと収量も高い傾向がある。

茎根重比と分配形質：茎根重比と各分配形質の相関関係は、子実重歩合、粒茎比、粒莢重比との間で、それぞれ $r=-0.72^{**}$ 、 $r=-0.75^{**}$ 、 $r=-0.01$ となり、茎根重比は子実重歩合および粒茎比と負の相関関係にあった。すなわち、茎根重比の高い品種は子実重歩合および粒茎比が低く、一方、粒莢重比とは密接な関係がなかった。

第1図 茎根重比の頻度分布.

第3表 茎根重比の生育経時の変動及び栽培年次の変動.

品 種	変動係数 (%)			有意差検定 F 値
	茎重	根重	茎根重比	
生育 ¹⁾ エンレイ	73.0	62.1	38.5	36.22**
経時 アキヨシ	67.6	60.6	46.2	17.10**
栽培 ²⁾ エンレイ	27.7	21.7	18.4	3.02
年次 アキヨシ	22.5	21.9	15.8	1.71

注) **: 有意水準 1%

1) : 1 シーズン 5 生育ステージ間の変動係数の 5 年平均.

2) : 各生育ステージの 5 年間の変動係数の 5 生育ステージ平均.

4. 生育日数が等しい品種における茎根重比および収量

茎根重比は生育日数と正の相関関係にあるので、茎根重比の品種間差および収量との関係は、生育日数の効果が影響していると思われる。成熟期の早晩性の影響を除くため、生育日数の等しい品種間および生育日数の効果を排除した偏相関係数で、茎根重比の品種間差および茎根重比と収量との相関関係を検討した (第 5 表)。茎根重比の分散分析 (品種間差) の結果では 7 品種群中 5 品種群の品種間に有意差があり、茎根重比の高低は成熟期の早晩性だけでなく、品種固有の特性であることが認められた。また、茎根重比と収量の関係について、生育日数の等しい品種間で、正の相関関係が認められる場合があり、また偏相関係数は早生品種間 ($r=-0.01$) では有意性が認められなかったが、中晩生品種間

注) だいたいの乾物生産過程と太陽エネルギーの利用効率に関する試験成績書 (九農試. 作二. 作三研).

第4表 形質間相関係数 (I群: 130品種).

形 質	開花迄 日数	生育 日数	茎重	根重	収量	粒莢 重比	粒茎比	子実重 歩合
茎根重比	0.79**	0.75**	0.79**	0.43**	0.34**	-0.01	-0.75**	-0.72**
(茎根重比 ¹⁾)	0.60**	0.35**	0.65**	0.27**	0.38**			
開花迄日数		0.92**	0.84**	0.68**	0.44**	0.04	-0.84**	-0.78**
生育日数			0.88**	0.78**	0.55**	0.15	-0.87**	-0.79**

注) 1): II群品種 (N=97).

**: 有意水準 1%.

($r=0.55^{**}$) では有意な正の相関関係が得られた。この関係は、開花迄日数が等しい品種間についても、同様な傾向が認められた (第5表注)。すなわち、中・晩生品種においては茎根重比は収量と正の相関関係にある。早生品種ではこの関係は明かでない。

5. 茎根重比, 茎重および根重の変遷

茎根重比の時代変遷をみるため、育成年次は品種登録年次を、生態特性は開花迄日数 (茎および根の大部分は開花期後2週間までに生長するので) を用いて茎根重比との相関関係を求めた (第6表)。育成年次と茎根重比の間には負の相関関係 ($r=-0.32^{**}$) が認められ、時代の経過とともに、茎根重比が低くなる傾向が認められた。しかし、茎根重比は開花迄日数と正、育成年次は開花迄日数との間に負の相関関係が認められるので、開花迄日数の効果を除く必要がある。その結果、偏相関係数は $r=-0.15^{NS}$ となり、一定の傾向は認められなかった。一方、根重および茎重の変遷は一定の傾向は認められないが、開花迄日数の効果を除いた偏相関係数はそれぞれ $r=0.44^{**}$, $r=0.31^{**}$ となり根重および茎重は時代と共に重くなる傾向が認められた。

考 察

本試験で供試した III 品種群は特異な品種群では

ないが、環境 (播種期および圃場) 条件の違いで茎重および根重が I・II 品種群と比較して大きく変動したのに対し、茎根重比は変動が少なかった。また、5 年供試した 2 品種の茎重、根重および茎根重比の生育経時の変動および栽培年次の変動は、いずれも茎根重比が低い傾向にあった。根重と茎重の間に有意な正の相関関係があり、この 2 形質が相互に密接に作用し合っているため、即ち、根が生長することにより茎も生長し、茎が生長することによって根も生長する関係にあるから、茎根重比は根重や茎重に比べて変動が少ないと推察される。したがって、茎根重比は茎重や根重に比べて比較的安定した品種特性であると思われる。

穀類の同化産物の子実への分配効率に関して、稲^{10,11)} や麦類^{2,8)} で分配率が時代とともに向上し、大豆においても粒茎比⁴⁾ や粒莢重比⁶⁾ が向上しており、同化産物の分配率は穀類の多収性を追求する上で、極めて重要である。穀類では根の密度、数・長さ・太さ等根の形態に関する報告があり、更に、稲では多収性と根の特性に関する試験も行われているが、茎重と根重の比を検討した報告は見あたらない。

大豆の茎根重比の時代変遷をみると、時代とともにやや低下の傾向 ($r=-0.32^{**}$) にある。一方、育成年次と開花迄日数との間には負の相関関係 ($r=$

第5表 生育日数が等しい品種間の茎根重比及び収量 (I群品種)

	生育 日数	品 種 数	茎根重比		茎根重比の 品種間差の 検定, F 値	茎根重比 と収量の 相関係数	茎根重比と 収量との 偏相関係数 ¹⁾
			平均値	変動係数			
早 生	89	13	2.63	12.8	3.30**	-0.20	$r=-0.01$ ($r=-0.09$)
	91	15	2.46	11.6	2.88**	0.15	
中 ・ 晩 生	92	10	2.46	14.7	3.90**	0.45	$r=0.55^{**}$ ($r=0.47^{**}$)
	95	5	2.56	11.0	2.14 ^{NS}	0.93*	
	98	7	2.56	11.8	1.98 ^{NS}	0.17	
	99	8	2.60	17.7	5.84**	0.62	
	100	3	2.65	19.3	8.67**	1.00**	

注) 1): 生育日数の効果を除いた偏相関係数, ( )内は開花迄日数の効果を除いた偏相関係数。

**, *, NS: 有意水準 1%, 5%, 有意差なし。

第6表 育成品種の特性変遷 (79品種)。

	単相関係数		偏相関係数 ²⁾
	育成年次 ¹⁾	開花迄日数	育成年次
茎根重比	-0.32**	0.63**	-0.15
根重	0.01	0.79**	0.44**
茎重	-0.14	0.89**	0.36**
開花迄日数	-0.33**	—	—

注) 1): 品種登録年次。

2): 開花迄日数を一定にした場合の偏相関係数。

**: 有意水準 1%。

0.63**) が認められるので、開花迄日数の効果を排除した茎根重比と育成年次との関係 (偏相関) を検討した。両者間には一定の傾向が認められない ($r = -0.15^{NS}$) ので、茎根重比が時代とともに低下しているのは、総じて育成品種が時代と共に早生化していることが主因であろう。育成品種の早生化については、大豆育成地5場所のうち、3場所が東北、北海道にあり、最近これら場所の育成品種が多く、加えて本試験実施場所 (九州農試) での栽培では早生にあたるので、早生化の傾向になる。育成年次と開花迄日数および結実日数との相関係数は、北海道 ($N=19$) が $r = -0.33$, $r = 0.38$, 東北 ($N=21$) が $r = -0.60$, $r = 0.37$ で、いずれも係数は低いが、開花迄日数が短縮し、結実日数が逆に増加傾向になっている。従って、育成品種は厳密に言うところ早期開花の傾向にあると言えよう。

一方、農林番号 30 号以前を旧品種、60 号以降を新品種とし、開花迄日数を一定にして新旧品種群間の茎根重比を比較した場合 (比較できた品種は早生がほとんどであったが)、茎根重比は新品種が低い場合が多かった。更に開花迄日数と根重および茎根重比との相関関係をみると、最近育成された品種の多くが茎根重比の場合、回帰直線の下側にあり、根

重の場合は上側にあった (第2図)。最近の育成品種の根重は重くなる傾向にある。茎重および根重が年次とともに増加しているなかで、根重の増加量に比較し茎重の増加量が少ないことで、相対的に茎根重比が低くなる原因であろう。茎根重比が時代とともに低下している原因は早生化にあるが、根重増加に対する茎重増加が抑制されていることも一因と言えるだろう。収量性と茎根重比との関係は、生態特性の効果を除いても、中・晩生品種では正の相関関係が認められるが、早生品種ではその関係が明かでないのも、この辺に原因がありそうである。茎根重比は子実重と直接関係のない乾物分配率であり、収穫指数、粒茎比、粒莢重比等のような子実への分配効率とは別の観点から捉える必要がある。

早生種における茎根重比の低下は、有効な形質変化であるとは思えないが、育種 (選抜) および栽培技術 (環境) の結果が、根の生育量が多くなる方向に、一方では、茎が多収性に必要な耐倒伏性として短茎化の方向⁴⁾に進んだことが原因であろう。収量性は中・晩生品種において、茎根重比と正の相関関係があり、しかも収量と生育量とは密接な正の相関関係⁵⁾があるので、早生においても茎根重比を高くする意義があり、そのためには茎重増加を意識する必要がある。輪作体系上、栽培管理上あるいは単位土地面積の生産効率上、作物の早生化はますます求められるから、その場合、収量性が問題となることは明かである。多収のために耐倒伏性、すなわち短茎化は避けられないとするならば、茎を重くするには、太茎化、多分枝化および多節化する必要がある、そのための育種技術および栽培技術の確立が具体的検討目標となるであろう。

謝辞：本報告を取りまとめるに当たり、農業研究セ

第2図 新・旧品種の根重および茎根重比の比較。

●: 新品種, ○: 旧品種。

ンター作物第一部長橋本鋼二博士に貴重な助言を賜った。ここに厚く感謝の意を表する。

引用文献

1. 北條良夫 1983. ソース・シンク概念と育種. 村上寛一監修, 作物育種の理論と方法. 養賢堂, 東京. 37—44.
2. 紙谷元一・三分一敬 1979. 大豆における収穫指数 (Harvest Index) について. 北海道談話会報 19: 41.
3. 川嶋良一・丸山宣重・杉山信太郎・御子柴公人・松沢宏 1962. 大豆の多収性に関する研究. 第1報 相関関係からみた多収性品種の特性. 長野県農業試験場集報 5: 55—62.
4. 中村茂樹・松本重男・渡辺 巖 1979. 東北地域のダイズ新旧奨励品種の特性比較. 東北農試研報 61: 151—160.
5. ——— 1982. 大豆品種の粒莢重比について. 日作九支報 49: 91—93.
6. ———・中澤芳則・大庭寅雄 1984. 大豆品種の粒莢重比. 粒莢重比と他形質との関係及び育種における意義. 日作九支報 51: 21—24.
7. ———・———・沢畑 秀 1987. 大豆品種の粒莢比. 九州農業研究 49: 58.
8. Riggs, T.J., P.R. Hanson, N.D. Start, D.M. Miles, C.L. Morgan and M.A. Ford 1981. Comparison of spring varley varieties grown in England and Wales between 1880—1980. J. Agric. Sci. 97: 599—610.
9. Singh, I.D. and N.C. Stoskopf 1971. Harvest index in cereals. Agron. J. 63: 224—226.
10. 武田友四郎・岡 三徳・梶 和一 1984. 暖地における水稻品種の物質生産に関する研究. 第2報 明治期以降の新旧品種の子実生産特性. 日作紀 53: 12—21.
11. 田中 明 1970. Source-Sink 関係よりみた多収性の解析—水稻及びトウモロコシについて. 育種学最近の進歩 15: 29—39.
12. 山下 淳 1987. 多収品種の育種とその効果. 中島哲夫・櫛渕欽也監修, 新しい育種. 養賢堂, 東京. 334—345.