

大豆の栽培条件に対する反応の品種間差異

第3報 子実成分含量の変異

赤 城 仰 哉† 佐々木 紘 一†

RESPONSES OF SOYBEAN VARIETIES TO CULTIVATING CONDITIONS

III. Effect of cultivating conditions on protein and oil contents of grains

Takashi SEKIJO & Koichi SASAKI

大豆品種の子実成分が環境条件の相違によってどのように変動するかを把握するため、栽培条件による粗蛋白および粗脂肪含量の変異について検討した。

その結果、同一圃場においては施肥量の多少による成分含量の変異幅は一般に僅少であったが、反応に品種間差がうかがわれた。一方極端な土壌条件の相違および播種期の移動による変異は大きく、品種によって反応が異なった。

土壌および施肥による変異の品種間差は、根瘤菌との共生関係と密接な関係にあるようである。また播種期による変異が有限型道産品種で大きく、無限型品種では概して小さかったことは開花期間の長短によるものと推定される。しかし、有限型品種が晩播で蛋白含量の低下を示したのに反し無限型品種ではむしろ上昇の傾向にあり、一部品種では明らかに増加した。

緒 言

大豆はすぐれた蛋白および油脂源として古くからその価値が認められており、従って両成分含量の品種間差異について従来多くの調査報告がある。本道においても新田⁹⁾(1952)は45品種を供試し、両成分の品種間差と諸形質相互間の相関々係を調べ、同時に特殊環境の両成分におよぼす影響について報告している。

また新田⁹⁾(1953)は両成分の肥料3要素の影響および栽培地を異にした場合の影響について報告している。このほか子実成分の理化学性をはじめ気象、土壌およびこれらを含む地域、年次など環境条件による子実成分の変異に関する研究は過去に数多くなされている。しかし、その多くは極く少数の品種を供試したものであり、大豆品種の特性がはなはだ多岐にわたる点から従来の成績が必ずしも一般に適合するとは考えられず、また育種

材料が広範囲にわたって収集、利用されつつある今日、成分の変異に関する品種間差を明らかにする必要を認め試験を開始することにした。

本報においては、自然環境の下において、どのような要因が子実成分含量に強く影響するかを確かめると同時に、今後試験遂行上の指標をえようという目的で行なった粗蛋白および粗脂肪含量の変異について、窒素施用量による影響、土壌の相違および施肥の有無による影響、播種時期による影響についてのべる。

試験材料および方法

1) 窒素施用量による影響については、1961年豆類第2育種指定試験地で行なった「大豆品種の肥料反応に関する調査」の子実について第1表に示す19品種を供試した。

2) 土壌および施肥条件の影響については、同年同試験地「大豆品種の下層土に対する反応調査」で生産された10品種の子実を供試した。

3) 播種期の移動による変異については、1961年豆類第1育種指定試験地で実施した「大豆品種の播種期に対する反応に関する試験」の14品種を供用した。

4) 粗蛋白は常法により全窒素を定量し、5.71を乗じ粗蛋白とした。粗脂肪は鹼化法(新田改良法)により定量した。

試験結果

1) 窒素施用量による影響

窒素施用量による子実蛋白および脂肪含量の変異は僅少で、両成分含量の品種間差にはおよばなかったが、施肥量に対する反応に品種間差がうかがわれた。

第 1 表 窒素施用量による影響

品 種 名	区 別	絶 乾 物 %		子実重g (20株当り 3区平均)	品 種 名	区 別	絶 乾 物 %		子実重g (20株当り 3区平均)
		粗 蛋 白	粗 脂 肪				粗 蛋 白	粗 脂 肪	
奥 原 1 号	0	43.74	22.60	337	ナガハジロ	0	42.46	23.55	368
	1	43.10	20.57	374		1	43.94	21.74	395
	2	41.28	21.34	439		2	43.14	23.30	462
大谷地2号	0	41.33	18.99	381	十 勝 長 葉	0	44.32	20.25	393
	1	42.18	18.23	421		1	43.22	20.16	451
	2	41.11	17.57	469		2	43.71	22.50	445
イ ス ズ	0	42.89	20.57	378	十育100号	0	43.09	19.06	413
	1	44.01	20.66	426		1	43.92	19.02	518
	2	43.56	20.72	460		2	42.43	18.84	502
シ ン セ イ	0	40.33	19.89	402	中 生 光 黒	0	40.89	19.58	373
	1	43.92	19.64	475		1	42.55	19.19	415
	2	43.41	19.40	446		2	41.65	19.65	512
鈴 成	0	44.64	18.63	403	霜不知1号	0	35.98	21.77	333
	1	44.98	17.98	468		1	36.66	21.99	393
	2	45.04	18.88	477		2	40.01	21.62	421
アサミドリ	0	37.38	22.73	394	石 岡 2 号	0	41.27	19.05	336
	1	37.59	20.83	498		1	42.01	18.80	358
	2	36.93	21.68	495		2	42.07	18.52	469
北 見 白	0	41.58	21.49	357	紫 花 4 号	0	44.72	19.69	377
	1	43.52	21.63	355		1	46.86	19.81	427
	2	42.59	21.00	414		2	45.05	19.16	465
カ リ カ チ	0	41.09	19.58	355	T 2 0 3	0	43.18	18.43	391
	1	41.06	19.36	414		1	42.65	18.53	482
	2	40.39	19.51	454		2	41.76	19.11	469
コガネジロ	0	43.56	19.27	325	T 2 0 1	0	27.14	24.13	39
	1	44.18	18.94	353		1	28.04	24.79	56
	2	42.67	19.27	373		2	28.58	23.96	104
トカチシロ	0	43.93	18.29	399					
	1	43.98	18.29	444					
	2	44.26	19.96	502					

注) 区別: 0, 1, 2はそれぞれ無窒素区, 標準区(硫酸10kg/10a), 倍量区を示す。

第1表に示すとおり、大部分の品種では無窒素区に対し窒素標準量施用区の粗蛋白含量高く、粗脂肪含量は一般に低く窒素施用の効果が認められる。しかし、「十勝長葉」、「カリカチ」では両成分とも差を示さず、「奥原1号」、「T203」はほかの品種と異なり粗蛋白含量が低下した。

一方窒素倍量施用区では、無窒素区とくらべ粗蛋白および粗脂肪含量の上昇または低下を示す品

種が相半ばしており、全般的には粗蛋白やや高く粗脂肪はやや低い傾向にあるが、標準量施用区にくらべ一般に粗蛋白含量低く、粗脂肪含量は高い傾向を示した。しかし、「霜不知1号」、「T201」は窒素の施用量に応じて粗蛋白は増加し、粗脂肪は減少した。また、「石岡2号」、「大谷地2号」も粗脂肪含量の低下が認められた。これらの品種はいずれも子実蛋白低く、熟期も早く、窒素増肥

による子実増収率も高かったことから、大豆品種の子実成分含量の変動は、生育過程に伴う養分吸収状況、特に根瘤菌との共棲関係と深い関係にあると推測される。

なお、「T201」は根瘤否着生系統であり、「T203」は鉄の利用性が低い突然変異系統である。

2) 土壌および施肥条件による影響

第2表 土壌および施肥条件による影響

品 種 名	区 別	絶 乾 物 %		子実重g (20個体) (2区平均)	品 種 名	区 別	絶 乾 物 %		子実重g (20個体) (2区平均)
		粗 蛋 白	粗 脂 肪				粗 蛋 白	粗 脂 肪	
大谷地2号	a	43.68	14.28	65	十勝長葉	a	42.70	20.51	85
	A	42.83	14.64	204		A	44.80	19.95	342
	b	42.76	13.47	266		b	43.68	20.53	205
	B	43.18	14.05	285		B	40.72	19.38	386
カリカチ	a	43.27	16.95	66	霜不知1号	a	43.89	15.80	55
	A	44.47	15.70	260		A	43.60	15.24	149
	b	44.76	15.55	215		b	43.88	15.75	188
	B	46.60	15.91	343		B	43.58	15.15	247
北見白	a	40.37	20.34	62	石岡2号	a	43.10	13.69	47
	A	45.69	20.15	260		A	44.58	12.78	241
	B	43.42	20.07	208		b	45.02	14.64	156
	b	45.91	19.85	336		B	45.96	13.47	308
コガネジロ	a	41.82	14.89	74	ハロソイ	a	41.14	19.31	74
	A	44.87	14.28	304		A	44.35	18.32	323
	b	43.74	15.24	227		b	41.51	17.45	213
	B	43.35	14.86	367		B	42.73	17.31	353
トカチシロ	a	45.24	18.01	65	T203	a	43.17	21.32	84
	A	44.32	18.03	339		A	46.43	16.79	296
	b	44.33	18.47	219		b	41.91	21.17	174
	B	45.88	18.43	334		B	44.66	19.13	329

注) 区別 a: 下層土無肥区 A: 表層土無肥区 b: 下層土施肥区 B: 表層土施肥区
施肥量 (10a当り) 硫酸10kg, 過石40kg, 硫加10kg

第2表に示すとおり、極く瘠薄な、しかも土壌微生物数も極端に少ないと思われる新鮮不良下層土において無肥料栽培により生産された子実は、表層土無肥区にくらべ粗蛋白含量の減少、粗脂肪含量の増加が明らかであり、「T203」は著しく、「ハロソイ」、「コガネジロ」もこの傾向が強い。しかし、「大谷地2号」、「霜不知1号」、「トカチシロ」では下層土区において粗蛋白含量がやや高いが大きな変異は認められない。

施肥による両成分の変動も明らかに認められ、その反応に品種間差が認められた。なお粗蛋白と粗脂肪含量の相関は一定ではなかった。

表層土施肥により粗蛋白含量の増加が認められた「カリカチ」、「トカチシロ」、「石岡2号」は下層土施肥によって表層土無肥区と同程度の値を示した。表層土施肥により粗蛋白含量の低下した「ハロソイ」、「十勝長葉」では下層土施肥に

より増加は認められるが、表層土無肥区より低く粗脂肪も施肥により低下の傾向を示した。また、「T203」は下層土、表層土とも施肥により粗蛋白含量低下し、粗脂肪は表層土無肥区にくらべ、ほかのいずれの区においても高く、施肥の効果が明らかに後期窒素の不足となって表われている。「コガネジロ」もこれに近い変動を示した。

一方「霜不知1号」、「大谷地2号」の粗蛋白含量は各区とも変動が認められず、「大谷地2号」は施肥により粗脂肪が低下の傾向にあった。

なお本試験結果が前記窒素施用量試験の結果に比し、一般に粗蛋白含量やや高く、粗脂肪含量が低い値を示したのは、本試験材料の生産圃場が南西～東北の防風林西側直下に位置し、午前中直射日光を受ける時間が極度に少なく、低温の状態にあったものと思われる。しかし、「北見白」、「十勝長葉」ではこの影響は認められない。

3) 播種期による子実蛋白含量の変異

播種期の移動に伴う子実蛋白の変動には明らかな品種間差が認められた。

第 3 表 播種期の移動による粗蛋白含量の変異
(2 区平均絶乾物%)

品種名	播種期 5月 10日	5月 20日	5月 30日	6月 9日	6月 19日	6月 29日
十支第7910号	40.38	39.66	39.96	40.96	38.87	37.85
奥原 1 号	37.83	37.46	37.87	38.75	38.77	38.46
カリカチ	39.75	40.99	38.54	38.85	39.33	38.56
北 見 白	40.85	41.02	42.32	38.99	38.46	39.09
北 海 裸	41.43	39.38	38.97	39.56	40.29	39.09
中生光黒	43.47	42.11	43.51	43.47	41.79	41.31
ア ク メ	38.11	37.82	38.92	38.29	37.87	38.06
コ メ ッ ト	37.04	37.76	37.30	37.56	38.74	38.52
ク レ ス ト	37.42	36.36	41.20	43.51	44.27	44.02
ハ ロ ソ イ	40.41	40.70	41.00	41.50	40.83	41.43
ハ ー マ ン	43.53	43.01	42.75	42.42	43.99	41.87
克 霜	42.21	41.26	40.64	41.45	41.15	40.62
紫 花 4 号	45.61	45.98	47.42	45.91	46.45	45.99
満 倉 金	39.01	39.20	39.71	40.48	40.88	42.09

第 3 表に示すとおり、有限型道産品種にあっては一般に早播きでやや高い傾向にあるが、6 月 9 日播きまでは大きな変異を示さず、6 月 19 日以降の晩播きにより明らかに低下する。また、開花期間の短いこれらの品種では変異幅も大きい。しかし、個々の品種についてみると変動の様相が異なり「奥原 1 号」では変異幅小さく、各播種期間に有意な差は認められず、6 月 9 日以降に播種したものの方がむしろ高い傾向を示した。

一方無限型品種では極く晩播でやや低下の傾向を示すが、一般に各播種期を通じて大きな変異を示さず、早生種の「アクメ」、「克霜」を除いて

第 4 表 粗蛋白含量と積算温度の相関係数

品種名	生育期間	登熟期間	品種名	生育期間	登熟期間
十支第7910号	+0.473	+0.413	ア ク メ	+0.428	+0.572
奥原 1 号	-0.477	-0.379	ク レ ス ト	-0.663	-0.636
カリカチ	+0.672	+0.733	コ メ ッ ト	-0.776	-0.301
北 見 白	+0.706	+0.672	ハ ロ ソ イ	-0.782	-0.477
北 海 裸	+0.693	+0.709	ハ ー マ ン	+0.449	-0.662
中生光黒	+0.620	+0.668	克 霜	+0.460	-0.023
			紫 花 4 号	-0.259	-0.386
			満 倉 金	-0.967	-0.835

は後期播種の方がやや高い傾向にある。特に「クレスト」では変異幅著しく大で、播種期に伴って粗蛋白含量が明らかに増加し、また、「満倉金」も晩播に従って上昇の傾向を示した。

すなわち、第 4 表に示すとおり、有限型品種は一般に生育中の積算温度、登熟期間の積算温度と粗蛋白含量は正の相関が強く、対照的に無限型品種では負の相関にある。

考 察

CARTTER¹⁾ (1940) は、施肥量を 4 段階にして大豆 8 品種を栽培し、施肥量の子実収量および子実成分におよぼす影響を調査している。その結果、施肥量の相異は子実収量に明らかな影響をおよぼし、品種により各 level に対する反応は異なるが肥料の施用によって肥沃度を大きく変えても子実成分には顕著な影響がないことを明らかにした。特に 11 品種は施肥量の増加に伴ない収量が最も顕著に増加したが、子実成分の変異は、ほかの品種と異なりほとんど認められなかった。

ここに実施した窒素施用量に関する試験および土壌と施肥条件に関する試験の表層土でも処理に対する収量の反応は明らかであったが、成分含量の変異は僅少であった。しかし、その反応の様相に品種間差があり、特異な反応を示す品種が見出された。多くの品種では窒素倍量施用により蛋白含量が低下し、多量施肥が根瘤の着生を抑制し、子実蛋白合成に必要な後期窒素の供給を不十分にしたものと思われる。

更に可溶性磷酸(AcNa-AcOH Buf. Solu.) が 1/8, その他の無機要素、腐植含量もきわめて少なく、微生物数も極端に少ないと思われる新鮮下層土において、表層土で収量の低い「大谷地 2 号」、「霜不知 1 号」がほかの品種と遜色ない収量を示し、下層土施肥により表層土無肥区をしのぐ収量を示した。そしてこれらの品種では蛋白含量が下層土無肥区を除き処理間に全く変異が認められず、ほかの品種と著しく異なる反応を示した。窒素に対しては、その施用量に伴って蛋白含量の上昇を示したこれら 2 品種は根瘤菌による固定窒素に依存するところが少ないものと思われる。

なお、これらの品種が下層土施肥区で蛋白含量がやや高い傾向を示したことは、村上ら⁷⁾ (1957)が行なった磷酸濃度と子実成分含量についての報告と符合するが、ほかの品種では依存すべき根瘤菌による窒素の供給が著しく劣ったため、低磷酸よりも強く影響して蛋白含量が低下したものと考えられる。

一方播種期による子実成分含量の変異に關与する要因としては、生育期間中の気温、日長を主とした気象要因とこれらに附随して起る植物体の生育状況によって変化するものと考えられる。

従来の研究結果から生育期間中の気温が高ければ脂肪含量高く、平均気温と脂肪含量の相関は非常に高いとされている。HOWELL ら⁸⁾ (1953) は北方型品種では成熟前20～30日と30～40日の間の最高気温がほかの期間よりも脂肪含量に大きく影響し、南方型品種では成熟前10日を除き、最高気温が常に有意な相関を示したことを報告している。また彼ら⁹⁾ (1958) は約20°Cの一定温度で育てた大豆の子実にくらべ、1週間29.5°Cの気温を受けたものからは脂肪含量が2～3%高い子実が得られたとのべ、蛋白含量は気温によって目立った影響はなかったが、非蛋白態窒素は高温に伴ってわずかに増加したことを認めている。

新田⁹⁾ (1952) は日長処理による影響を調査し、短日処理によって生育日数が減じ、生育相がすぐれず、根瘤菌への炭素の補給が不十分となり、窒素固定に影響をおよぼして蛋白含量が低下し、相対的に脂肪含量が高まると考察している。

本試験の結果、無限型品種では、早生品種を除き生育期間、登熟期間の積算温度と粗蛋白含量とは負の相関にあり、温度条件と脂肪含量が正の相関にあるという前記の諸結果を肯定するとしても有限型品種では全く相反する反応を示した。有限型、無限型を問わず低温短日に従って生育日数の減少、生育体の低減を示しながら子実蛋白含量では両者の間に対照的な変異を示したことは興味深いことである。

また、有限型品種では変異幅大きく、無限型品種で一般に僅少であったことは、開花期間と深い関係にあると思われる。

三分一¹¹⁾ (1962) の大豆品種の開花および着莢様式について行なった調査結果によると、有限型品種では12～15日間位で大部分の花が咲き終わるのに対し、無限型品種では25～27日間余にわたって開花、着莢する。従って有限型品種では各播種期の間で開花時期ないし登熟期に受ける気象条件の変化が著しいのに反し、無限型品種では開花期間が長期にわたり各播種期の間で重複し、同一気象条件下で開花登熟する度合いが多いためと推測される。

摘 要

大豆品種の子実成分含量が栽培条件の相違によりどのように変動するかを検討するため、粗蛋白および粗脂肪について、窒素施用量による影響、土壌および施肥条件による影響を調査し、播種期の移動による粗蛋白含量の変動について調査した。

その結果、1) 同一圃場においては一定範囲内の施肥量の多少による子実成分含量の変異は僅少で、品種間差には及ばなかった。しかし反応に品種間差がうかがわれた。

2) 極度に瘠薄な土壌において生産された子実は一般に粗蛋白含量低く、粗脂肪含量が高いが、その変動の割合は品種によって異なった。

3) 播種期による影響は、開花期間の短い有限型品種は変異幅大きく、開花期間の長い無限型品種は一般に小さい。

4) 有限型、無限型の間で、温度、日長に対し著しく異なった反応を示し、有限型品種では低温、短日に従って粗蛋白含量が低下したが、無限型品種ではむしろ上昇の傾向を示し、一部の品種では明らかな上昇を示した。

文 献

- 1) CARTTER, J. L., 1940; Effect of environment on composition of soybean seed. Soil. Sci. Soc. Am. Pro. Vol. 15, 125-130.
- 2) 平井義孝, 1961; 大豆の無機栄養に関する調査, 第1報, 生育に伴う吸収移動経過について, 道立農試集報, Vol. 17, 47-57.
- 3) 北海道立農業試験場豆類第2育種指定試験地, 1961; 大豆品種の肥料反応に関する調査, 昭和36年度同試験地成績書.

- 4) ———, 1961; 大豆品種の下層土に対する反応, 同上.
- 5) HOWELL, R. W. and J. L. CARTTER, 1953; Physiological factors affecting composition of soybeans. I Correlation of temperatures during certain proteins of the pod filling stage with oil percentage in mature beans. Agr. Jour. Vol. 45, 526-530.
- 6) ———, ———, 1958; Ibid. II Response of oil and other constituents of soybeans to temperature under controlled conditions. Agr. Jour. Vol. 50, 664-667.
- 7) 村上 登, 川原崎裕司, 吉野 実, 1957; 大豆の磷酸栄養に関する研究, 第 2 報, 磷酸の生産能率について土肥誌, Vol. 28, 247-249.
- 8) 新田一彦, 1952; 大豆子実の脂肪および蛋白含量に関する研究, ———北農試彙報, Vol. 63, 64-69.
- 9) ———, 1953; ———, (続報) 北農試彙報, Vol. 65, 63-68.
- 10) ———, 1956; 大豆子実中油脂の迅速定量法, 北農試彙報, Vol. 71, 109-113.
- 11) 三分一敬, 1962; 大豆の開花および着莢様式についての品種間差異, 北農 31.5.1-5.
- 12) 十勝支場土壌肥料課, 1962; 下層土肥培試験, 昭和37年度, 同成績書.

Summary

This study was attempted to find the effects

of certain environmental factors on protein and oil contents of grains in soybean varieties. Treatments used were (1) three levels of nitrogen fertilizer, (2) combinations of top and sub-soils and fertilizers and (3) 6 planting dates. Results obtained are as follows:

1) Protein and oil contents were little affected by the levels of nitrogen fertilizer, and the differences between varieties were larger than differences due to levels of nitrogen.

2) The soybeans grown under sub-soils produced generally low protein and high oil, compared with the grains produced under normal field conditions. Effects of soils and fertilizers on protein and oil contents were different according to varieties.

3) The effect of planting dates on protein content was larger in the determinate varieties than in the indeterminate ones (which show a longer flowering period than the former type of varieties).

4) Accompanying delayed planting, protein content was decreased in the determinate varieties, but in some indeterminate varieties it was remarkably increased.