

ダイズの脂質含量に影響を及ぼす遺伝的要因について

松尾, 巧
九州大学農学部育種学教室

大村, 武
九州大学農学部育種学教室

<https://doi.org/10.15017/22184>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 40 (1), pp.59-63, 1985-09. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

ダイズの脂質含量に影響を及ぼす遺伝的要因について

松尾 巧・大村 武

九州大学農学部育種学教室

(1985年7月6日受理)

The Influence of Genetic Factors on Lipid Content of Soybean

TAKUMI MATSUO and TAKESHI OMURA

Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-01, Fukuoka 812

緒 言

ダイズの子実にはタンパク質、脂質及び炭水化物を豊富に含んでいるため、食用及び工業用として幅広く利用されている。このようなダイズの特徴をさらに生かす目的で、子実中のそれぞれの成分について、従来から研究が行われている。筆者らは、ダイズの脂質に注目し、量と質の改良を目指して基礎研究を行っているが、ここではダイズの脂質含量を取り上げる。

ダイズの脂質含量は野生種と栽培種を含めて9%から22%の変異がある(平ら, 1978)。また、脂質含量には登熟期の温度、粒重が影響することが知られている(Garner *et al.*, 1914; Viljoen, 1937; Howell and Cartter, 1953, 1958; Taira and Taira, 1971)が、これらは作物生理学的観点からの研究である。本論文では、ダイズの脂質含量の品種間差に、登熟期、粒重の遺伝的要因がどのように関係しているかを明らかにすると同時に、脂質合成に直接関与する遺伝子の効果を推測しようとした。

材料及び方法

農業技術研究所, Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) 及び韓国から、それぞれ20, 64, 13品種、合計97品種を取り寄せ、1981年5月29日に播種し、慣行法に従って栽培した。諸形質は、豆調査基準(大豆調査基準検討委員会, 1974)に従って調査した。早晩性については、開花までの期間が55日までのものを早生、56日から69日のものを中生、70日以上のを晩生とした。脂質含量はソックスレー抽出器によるエチルエーテル抽

出法で測定した。

結果及び考察

脂質含量と成熟期の関係を Fig. 1 に示す。供試品種の脂質含量は11.6%から22.4%、成熟期は9月5日から11月20日までの変異があつた。成熟期を早晩性別に見ると、早生は9月5日から10月29日、中生及び晩生は10月5日から11月20日であつた。成熟期の早い品種群の脂質含量の最低は14.5%で、成熟期の遅い品種群の最低脂質含量は11.6%であつた。

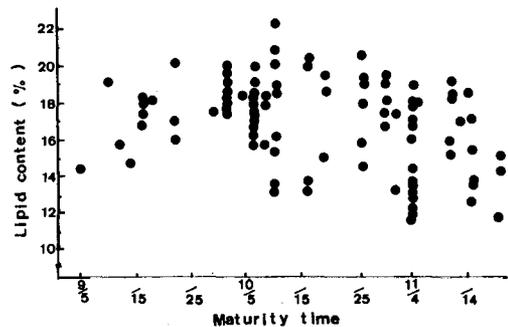


Fig. 1. Relationship between lipid content and maturity time.

成熟期の違いによる脂質含量の差には、成熟期の温度が関与していると考えられている(Garner *et al.*, 1914; Viljoen, 1937)。Howell and Cartter (1953)は、結実時のどの時期の積算温度が脂質含量に有効であるかを知る目的で、5品種を8カ所、3カ年にわたり栽培した。これによると脂質含量は、成熟前30日から20日までの平均最高温度と約0.8(生態型0品種)、約0.7(生態型VIII品種)の相関係数を示し

た。また Howell and Cartter (1958) は、2 品種 (生態型 II 及び III) を供試し、開花後 22 日目から 57 日目まで 1 週間間隔で、1 週間ずつ昼温 29°C、夜温 18°C で処理したところ、開花後 29 日から 35 日 (成熟前約 30 日) の処理区が最も脂質含量の高くなることを見出し、前報 (Howell and Cartter, 1953) の結果を支持している。しかし、本研究においては、Howell and Cartter (1953) の得たような高い相関関係を得ることはできなかった。このことから脂質含量の品種間差異は、成熟期の温度要因だけで説明できないことが知られた。そこで、まず脂質含量の品種間差に温度要因がどのように、またどの程度関与しているかを解析した。

Fig. 2 は、脂質含量と結実期間の積算温度の関係を示す。なお結実期間の積算温度 (以後単に積算温度と記す) は、開花から成熟までの日平均温度の積算で表わした。ここで積算温度を適用したのは、脂質含量と結実日数、成熟前 30 日から 20 日までの平均温度及び積算温度それぞれについて相関分析した結果、脂質含量と積算温度の相関関係が最も高いからである。

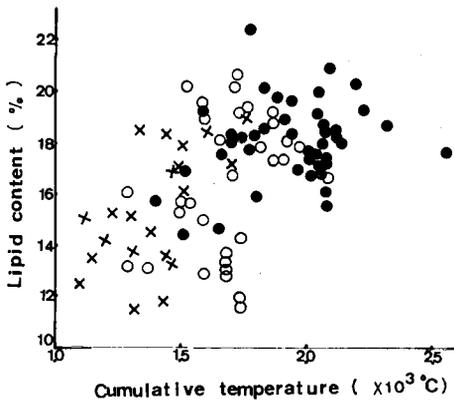


Fig. 2. Relationship between lipid content and cumulative temperature during seed developmental stage. ●, ○, ×; early, intermediate and late varieties, respectively.

Fig. 2 から、全品種の積算温度には、1,100°C から 2,550°C の変異がみられるが、早生品種では 1,400°C から 2,550°C と最も大きく、中生では 1,300°C から 2,100°C、晩生では 1,100°C から 1,750°C と徐々に小さくなっている。晩生では積算温度が増加すると、脂質含量も増加する傾向にあるが、早生、中生ではこのような関係は認められなかった。すなわち、早、中生では晩生種に比べて、脂質合成に有効な積算温度に十分達していると考えられる。ま

た、脂質含量と積算温度の関係を早晩性別に見たところ、早生の中には積算温度が 1,800°C で脂質含量が 16%と 22%のものがあり、中生の中には積算温度が 1,700°C で脂質含量が 12%と 20%のもの、晩生の中には積算温度が 1,300°C で脂質含量が 12%と 18%のものがあった。積算温度と関係していないこれら脂質含量の品種間差異は、積算温度以外の要因による影響のためと考えられる。

一般に大粒種は脂質含量が低く、小粒種では脂質含量が高いと考えられている。そこで脂質含量と 100 粒重の関係を解析した (Fig. 3)。100 粒重の品種間変異は 4 g から 34 g であった。100 粒重が 4 g から 13 g までは、粒重に比例して脂質含量は増加するが、粒重がさらに増加しても、脂質含量はほとんど変化がない。これらのことから、単純に小粒種は脂質含量が高く、大粒種では脂質含量が低いというこれまでの一般的考え方は不適切であると言える。一方、早晩性、100 粒重が同じでも、脂質含量に 5%ないし 6%の差のある品種が認められた。

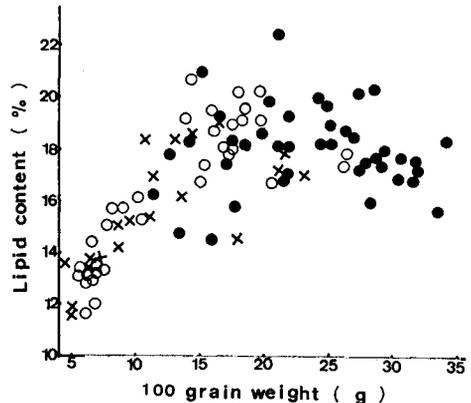


Fig. 3. Relationship between lipid content and 100 grain weight. ●, ○, ×; early, intermediate and late varieties, respectively.

脂質含量と積算温度、100 粒重の関係を明らかにするため、1981 年に播種期を 5 月 29 日、7 月 15 日に分けて栽培した 30 品種から、分散分析法によつて脂質含量、積算温度及び 100 粒重の間の遺伝及び環境相関を求めて Table 1 に示した。脂質含量と積算温度は遺伝相関が約 0.6 で、環境相関は 0.1 であった。脂質含量と 100 粒重は遺伝相関が約 0.8 で、環境相関は -0.4 であった。積算温度と 100 粒重は遺伝相関が約 0.7 で、環境相関がほぼ 0 であることから、積算温度と 100 粒重の関係がかなり密接であると思われる。

Table 1. Phenotypic, genotypic, environmental correlations between lipid content, cumulative temperature and 100 grain weight.

	Lipid content - Cumulative temperature	Lipid content - 100 grain weight	Cumulative temperature - 100 grain weight
Phenotypic correlation	0.5575**	0.6479**	0.5064**
Genotypic correlation	0.5924	0.7504	0.6779
Environmental correlation	0.1104	-0.4062	-0.0722

** Significant at the 1% level.

脂質含量と積算温度、粒重との関連性をさらに明確にするために、Table 1 のそれぞれの遺伝相関係数を用いて、径路分析 (Wright, 1921; Dewey and Lu, 1959) を行った (Fig. 4)。脂質含量に対する積算温度の直接効果は、粒重を介する積算温度の間接効果より小さかった。すなわち、粒重と積算温度の関係が密接であることから、脂質含量と積算温度は本来直接の関係は小さいにもかかわらず、粒重を介して相関を高めていると考えられる。脂質含量に対する粒重の直接効果は、脂質含量に対する積算温度の直接効果よりも大きかった。これは脂質含量に対し粒重が積算温度よりも影響力の大きい要因であることを示している。しかし、残差による効果が大きいことは、脂質含量に影響する要因がその他にも存在することを示唆している。

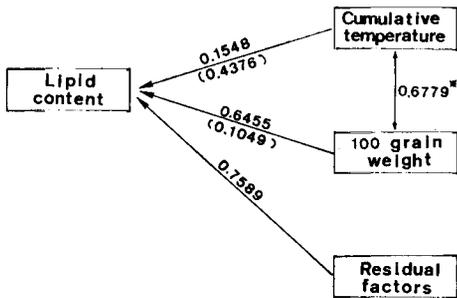


Fig. 4. A path diagram and coefficient of factors influencing lipid content. (), indirect effect ; *, genotypic correlation.

そこで、脂質含量と開花までの日数、結実日数、積算温度及び100粒重の関係について調査し、この中の代表的なものを Fig. 5 に示した。開花までの日数、結実日数、結実期間の積算温度は、L11, L12, H28, H39 共に、ほとんど同じだが、100粒重は L11, L12 が約 6g, H28, H39 は約 15g で、脂質含量にも L と H 品種の間に差が認められた。このような L と H 品種群の脂質含量の差は、粒重の影響だと考えられる。しかし、4 形質がほとんど同じ L11 と L12 は、脂質含量が 14.3% と 11.6% でその差が約 3%, H28

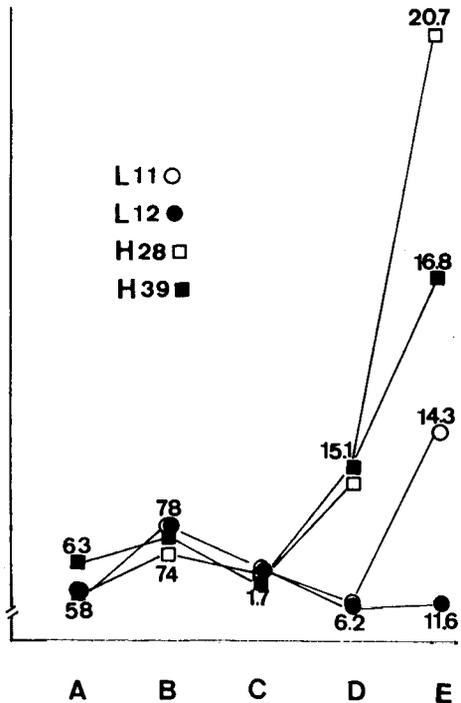


Fig. 5. Relationships between lipid content, maturity time, cumulative temperature and 100 grain weight.

A, flowering time; B, seed setting period; C, cumulative temperature ($\times 10^3$ °C); D, 100 grain weight (g); E, lipid content (%). Numbers show the values of each item.

と H39 は 20.7% と 16.8% で約 4% の差である。これら脂質含量の差は積算温度、粒重以外の要因、とくに、脂質合成に直接関与する遺伝子の効果によるものと考えられる。

本研究では、脂質含量の品種間差に登熟期、粒重の遺伝的要因がどのように関与しているかをかなり明確にできた。さらに、脂質合成に直接関与する遺伝要因の存在を示唆することができた。今後は、脂質含量の遺伝分析に加えて、脂質合成に関与する器官(細胞中のリピッドボディ)、酵素について研究を進める予定

である。

要 約

国内のほか、AVRDC と韓国から取り寄せた 97 品種を供試し、脂質含量と積算温度、100 粒重などの遺伝的要因の関係について研究を行った。

供試品種の脂質含量は 11.6% から 22.4%、成熟期は 9 月 5 日から 11 月 20 日の変異があつた。成熟期の早い品種の脂質含量は最低が 14.5% であつたが、成熟期の遅い品種では 11.6% とかなり低いものまであつた。積算温度は、早生品種が 1,400°C から 2,550°C で最も大きく、中生の 1,300°C から 2,100°C、晩生の 1,100°C から 1,750°C と徐々に小さくなつていく。脂質含量と積算温度の関係を早晩性で区別することなく全体的に見ると、正の相関が認められる。早晩性別には、晩生において相関関係が顕著であつたが、早、中生では、相関は認められなかつた。さらに、積算温度が等しい品種で脂質含量に 12% から 22% と大きな差が認められた。脂質含量と 100 粒重との関係は、100 粒重が 4g から 13g までは粒重に比例して脂質含量が増加するが、粒重がさらに増加しても脂質含量にはほとんど変化が見られない。しかし、早晩性、100 粒重が同じ品種でも脂質含量に 5% から 6% の差がみられた。そこで、脂質含量、積算温度及び 100 粒重の各々の間の遺伝相関を求めたところ、脂質含量と積算温度では約 0.6、脂質含量と 100 粒重では約 0.8、積算温度と 100 粒重では約 0.7 の三者間に高い正の相関が認められた。さらに脂質含量と積算温度及び 100 粒重の関連性を明確にするために、経路分析を適用した。脂質含量に対する積算温度の直接効果は 0.15 で、粒重を介する積算温度の間接効果は 0.43 であつた。脂質含量に対する粒重の直接効果は 0.64 であつた。また、開花までの日数、結実日数、積算温度と 100 粒重がほぼ同じ品種の間にも

脂質含量にはかなりの差がみられた。例えば、L11 (14.3%) と L12 (11.6%) では約 3%、H28 (20.7%) と H39 (16.8%) では約 4% の差があつた。

文 献

- 大豆調査基準検討委員会 農業技術研究所生理遺伝部 生理第 2 科畑作第 2 研究室 1974 豆調査基準: 1-15
- Dewey, D. R. and K. H. Lu 1959 A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.*, 51: 515-518
- Garner, W. W., H. A. Allard and C. L. Foubert 1914 Oil content of seeds as affected by the nutrition of the plant. *J. Agr. Res.*, 3: 227-249
- Howell, R. W. and J. L. Cartter 1953 Physiological factors affecting composition of soybeans. I. Correlation of temperatures during certain portions of the pod filling stage with oil percentage in mature beans. *Agron. J.*, 45: 526-528
- Howell, R. W. and J. L. Cartter 1958 Physiological factors affecting composition of soybeans. II. Response of oil and other constituents of soybean to temperature under controlled conditions. *Agron. J.*, 50: 664-667
- Taira, H. and H. Taira 1971 Influence of location on the chemical composition of soybean seeds. I. Protein, oil, carbohydrate and ash contents. *Proc. Crop Sci. Japan*, 40: 530-544
- 平 春枝・平 宏和・海妻矩彦・福井重郎 1978 ダイズ属植物種子の一般成分および無機成分組成。日作紀, 47: 365-374
- Viljoen, N. J. 1937 An investigation into the composition of the soybean in South Africa. *Union South Africa, Dept. Agr. For. Sci. Bull.*: 169
- Wright, S. 1921 Correlation and causation. *J. Agr. Res.*, 20: 557-585

Summary

In soybean, the genetical analysis on varietal differences in terms of lipid content, maturity time and grain weight has not been carried out. This study was conducted for solving such problems. Twenty varieties from Japan and seventy-seven varieties introduced from AVRDC and Korea were used as materials.

The lipid content analyzed in this experiment varied from 11.6 to 22.4%, and maturity time ranged from 5 September to 20 November. The lowest lipid contents of early and late varieties were 14.5 and 11.6%, respectively. The average cumulative temperature during seed development stage varied from 1,400 to 2,550°C in early varieties, 1,300 to 2,100°C in intermediate varieties and 1,100 to

1,750°C in late varieties. The positive correlation was observed between lipid content and average cumulative temperature, while there was a difference from 12 to 22 % of lipid content in the varieties of the same average cumulative temperature.

There was a positive correlation between grain weight and lipid content up to the level of 4-13 g, while more increasing grain weight could not affect the lipid content. But there were ranges from 5 to 6 % in lipid content within the same maturity group or in the same grain weight. Besides, this paper applied the method of path coefficient in the analysis of correlations in lipid content, average cumulative temperature and grain weight. These results indicated that the lipid content was closely relate with average cumulative temperature and also with grain weight.

However, the differences in the lipid content were found in the varieties with the same flowering time, seed setting period, maturity time, average cumulative temperature and grain weight, e. g. the range of the lipid content difference was about 3 % between in L11 (14.3 %), L12 (11.6 %) and 4 % in H28 (20.7 %), H39 (16.8 %).

Therefore, some varieties which showed varietal difference in lipid content were not affected by average cumulative temperature and grain weight. Such results seem to show that the lipid content of these varieties might be due to other genetic factors.