アズキにおける品質関連形質の変異とその成因

第1報 北海道産にみられる粒大の変異*

由 田 宏 一・佐 藤 久 泰*

(北海道大学農学部・*北海道立中央農業試験場)

平成元年 12 月 25 日受理

要 旨：アズキの品質改良に関する基礎資料を得るために、品質関連形質の変異とその成因を解析する研究の一環として、北海道各地の生産者から収集した材料（品種エリモショウズ、1987 年 240 点および 1988 年 203 点）について、平均粒大および粒大変異（1 点 300 粒における 1 粒重の平均値および変異係数）を調査し、年次間、地域間、生産者間の差異を検討した。

平均粒大には明瞭な地域間差異が認められ、生殖生長期間の長い十勝（平均 64 日）で最も大きく、石狩、空知（同 49, 45 日）では十勝産の約 75% にとどまった。また、同一地域内においても生産者によっては約 2 倍に達する平均粒大の差異がみられた。平均粒大と窒素施肥量との間には、弱いながら正の相関関係 ($r=0.300^{**}$) が得られた。

粒大変異は生産者間で 14% から 37% まで分布し、20~25% を示すものが最も多く、年次間および地域間差異は小さかった。平均粒大が小さいと粒大変異が大きくなる傾向が、全域を通して、また地域内でもみられた。

アズキの品質関連形質のひとつである粒大の変異に関する実態は、普通畑と転換畑の違いを含め、地域により適応した品種の導入・育成が望まれることと、栽培技術の再点検と改善が必要なことを示している。

キーワード：アズキ、品質、粒大、粒大変異。

The Extent and Its Source of Variation for Characteristics Related to Seed Quality of Adzuki Beans I. Seed size variation among growers lots in Hokkaido area: Koichi YOSHIDA and Hisayasu SATO* (*Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan, *Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Station, Iwamizawa 069-03, Japan*)

Abstract : Seed size and its uniformity of adzuki beans are important indices for estimation of seed quality in Japan. To obtain information for improving seed quality, mean seed size, seed size variation (expressed as a coefficient of variation on 300 seeds per sample) and some agronomic traits were investigated for 240 samples in 1987 and 203 samples in 1988 on 'Erimo-shozu', a present leading variety, which were collected from the growers at several districts in Hokkaido. A wide range of mean seed size was observed across the districts, with the largest (approx. 150 mg) at Tokachi to 75% of that at Ishikari and Sorachi. Mean seed size were associated with the duration of reproductive period and seemed to be partly due to differences between a usual upland field and converted one from paddy. Mean seed size varied widely also from grower to grower within the same district (e.g. with the range of 109 to 187 mg at Tokachi in 1988). Nitrogen fertilizer level was positively, but not closely, correlated with mean seed size ($r=0.300^{**}$). Seed size variation (C.V.) was not markedly influenced by years and by districts, though ranging 14 to 37% among growers. A significant negative relationship was found between mean seed size and C.V. Results suggest that it should be recommended to introduce or develop a variety more adaptive to the respective districts and to reinvestigate some agronomic practices at least for seed size.

Key words : Adzuki bean, Seed quality, Seed size, Seed size variation, *Vigna angularis*.

わが国におけるアズキの生産は、作付面積および生産量ともに北海道が主体をなし、近年さらに転換畑への作付が増加する傾向にある。アズキは利用のほとんどが餡原料であるが、いわゆる伝統的食品と言われるだけに、品質の問題が古くから繰り返し論じられてきた。一方、最近の内外の経済情勢を背景に、国内産各種農産物は流通の国際化への対応に迫られ、対策として生産コストの軽減と品質の向上が

強く求められており、アズキもその例外ではない。

しかし、アズキの品質については、調理・加工に直接関連した研究は報告されているものの^{2,3,4,5)}、栽培の実態をふまえつつ品質関連形質を作物学的に研究した例はほとんどない。本研究では、品質改良の方向と可能性を探るための基礎的知見を得る目的で、まず北海道内の生産者単位で広く収集した材料をもとに、品質関連形質の生産者間あるいは地域間の変異を把握し、その成因を解析しようと試みた。

一般に収穫物の品質の内容は利用目的によって異

* 一部は第 186 回講演会（昭和 63 年 10 月）において発表。

なり、また流通の段階によっても変化するが、本研究では種子の品質を外部的なものとの内部的なものとのに分け、前者に関連する形質として粒大と種皮色を、後者については種皮率、タンパク含有率、吸水特性および蒸煮後硬度等を取りあげた。これらのうち本報告では粒大の変異について述べる。

粒の大きさは、通常 100 粒重のように平均粒重で表し、品種分類などに用いられる。食用マメ類ではさらに、粒揃いの良否すなわち粒大の変異が、品質評価の際しばしば問題にされるが、実測値によって検討されることはきわめて少ない¹⁴⁾。

材料と方法

1987 年北海道産アズキを、十勝、網走、胆振、後志、留萌、石狩、上川および空知の 8 支庁 63 市町村から生産者単位で計 369 点を収集した。品種はエリモショウズ (240 点) のほか 6 品種 (アカネダイナゴン、寿小豆、宝小豆、ハヤテショウズ、ハツネショウズおよび音更小豆) である。1988 年産については、エリモショウズのみを、十勝、石狩、上川および空知の 4 支庁 48 市町村から同じく生産者単位で計 203 点収集した。サンプル量は 1 点につき 150~400 g である。収集に際して収穫日、乾燥方法とその期間 (1988 年にはさらに開花期、前作物および窒素施肥量) を調査した。各試料は、夾雑物や病虫害粒を除き、直径 3.5 mm の丸目篩を通して未熟粒を除いた後、測定を開始するまで気温 10~18°C、相対湿度 40~62% の室内に保存した。

粒大 (1 粒重) については、よく混合した各試料から無作為に選んだ 300 粒を、1 粒重自動測定装置¹²⁾を用いて測定した。測定値の下限は 0.03 g、階級幅は 0.01 g である。本報では、測定値の平均を平均粒大、変異係数 (%) を粒大変異と称した。

各試料 100 粒につき 80°C、48 時間の通風乾燥の後、さらに 105°C で 3 時間乾燥して水分含有率を求めた。また、50 粒について容積を求め比重 (乾物ベース) を算出した。

なお、ここではエリモショウズについてのみ結果をまとめた。

結 果

本調査に関し、子実収量を生産者単位で直接知ることはできなかったが、北海道全体の平均単収をみ

Fig. 1. Frequency distribution of mean seed size among adzuki bean samples (cv. Erimo-shozu) collected from growers in Hokkaido.

Fig. 2. Frequency distribution of seed size variation (C.V. of single size on 300 seeds) among adzuki bean samples (cv. Erimo-shozu) collected from growers in Hokkaido.

る限り 1987 年、1988 年でそれぞれ 182 kg、186 kg とほぼ平年並みであった¹⁵⁾。

エリモショウズの平均粒大は、生産者間で、1987 年で 74 mg から 171 mg、1988 年で 83 mg から 187 mg まで分布し、同一品種と思われないほどの著しい差異を示した (第 1 図)。平均粒大の栽培地域による差異も明瞭で、両年次とも十勝で最も大きく、最小の石狩 (1987 年) および空知 (1988 年) では十勝産の約 75% にとどまった (第 1 表)。調査地域数の多い 1987 年産について、分散分析により平均粒大の分散成分を推定したところ、地域間の差異による分散が 62%、地域内生産者間のそれが 38% の比率であった。なお、粒大測定時における粒の水分含有率は 1987 年産および 1988 年産でそれぞれ 12.0~13.5%、11.0~11.5% であった。したがって、前述した平均粒大の差異における水分の影響は小さい。

第 2 図に、試料内における個々の粒大の変異を相対値 (変異係数) で表したときの、すなわちここに

注) 北海道農林水産統計年報 (昭和 61~62 年、昭和 62~63 年)。北海道農林統計協会協議会。

Table 1. Mean seed size, seed size variation, and specific gravity of adzuki beans (cv. Erimo-shozu) produced in Hokkaido in 1987 and 1988.

		District ¹⁾								Average (Total)
		ISH	SOR	KAM	RUM	SHI	IBU	TOK	ABA	
Mean seed size (mg)	1987	115 ^d	119 ^d	124 ^{cd}	117 ^d	131 ^c	135 ^{bc}	150 ^a	141 ^b	134
	1988	114 ^b	108 ^c	115 ^b				146 ^a		126
Seed size ²⁾ variation (%)	1987	25.4 ^a	22.7 ^b	23.4 ^{ab}	22.6 ^b	23.2 ^{ab}	25.4 ^a	24.0 ^{ab}	23.9 ^{ab}	23.6
	1988	22.2 ^a	22.0 ^a	21.2 ^a				20.8 ^a		21.4
Specific ³⁾ gravity	1987	139 ^c	168 ^a	131 ^c	161 ^{ab}	161 ^{ab}	174 ^a	153 ^{ab}	146 ^b	156
	1988	190 ^a	193 ^a	185 ^a				174 ^b		183
No. of samples (growers)	1987	13	55	18	7	38	8	85	16	(240)
	1988	25	58	34				86		(203)

1) ISH, Ishikari; SOR, Sorachi; KAM, Kamikawa; RUM, Rumoi; SHI, Shiribeshi; IBU, Iburi; TOK, Tokachi; and ABA, Abashiri.

2) Coefficient of variation calculated on 300 seeds per sample.

3) Expressed as (an actual value - 1) × 1,000.

Values with the same letter within lines were not significantly different at the 5% level. Seed moisture was 12.0–13.5% in 1987 and 11.0–11.5% in 1988.

言う粒大変異の頻度分布を示した。粒大変異は、10% 台から 40% に近い値まで分布したが、両年次とも 20–25% を示す試料が最も多かった。平均粒大と粒大変異との間には、各地域内（二、三の例を除く）で、および全地域を込みにして有意な負の相関関係が認められた（第2表）。このことは小粒化するほど相対的な変異の大きさが増大する傾向のあることを示している。

粒の充実度を表す指標として比重をとりあげ、その変異をみるとともに平均粒大との関係を調べた。エリモショウズの比重には、1987, 1988 年でそれぞれ 1.096 から 1.217 および 1.108 から 1.226 の変異がみられた。比重には地域間差異が認められたが、年次による差異の方が大であった（第1表）。粒大との関係をみると、1988 年において粒大が小さいと比重が高い傾向がみられたが ($r = -0.301^{**}$), 1987 年には有意な相関がなかった。また、両年とも地域内では粒大と比重との相関はすべて有意でなかった（第2表）。

1988 年に調査した窒素施肥量、開花期、収穫期（1987 年を含む）および生殖生長期間（開花から収穫までの日数）を、これらと粒大との相関係数と併せ、地域別に第3表に示した。窒素施肥量は上川と十勝では約 4.6 kg で石狩と空知よりもやや多く、地域を通してみると平均粒大との間に弱いながらも正の相関関係が認められた。

開花期は、石狩、空知、上川に比べ十勝で1週間から10日遅く、収穫期も十勝が他地域より20日以

Table 2. Relationships between mean seed size and seed size variation and specific gravity of adzuki beans (cv. Erimo-shozu).

District	vs.C.V. of single seed weight		vs.specific gravity	
	1987	1988	1987	1988
Ishikari	-0.790***	-0.404*	0.095	-0.352
Sorachi	-0.399**	-0.460***	0.175	-0.096
Kamikawa	-0.487*	-0.177	0.142	-0.316
Rumoi	-0.248		-0.427	
Shiribeshi	-0.342**		-0.209	
Iburi	-0.317		-0.232	
Tokachi	-0.514***	-0.631***	-0.121	0.165
Abashiri	-0.582*		0.486	
Overall	-0.225*	-0.386***	-0.039	-0.301**

*, **, *** Significant at the 5%, 1%, and 0.1% levels, respectively.

上遅かった。そのため、生殖生長期間は十勝で最も長く、最も短い空知（45日）との差は約20日に及んだ。

平均粒大は、開花期や収穫期が遅いほど、また生殖生長期間が長いほど大きい傾向を示した。しかし地域内でみると、1988年の十勝を除き、そのような関係はほとんどみられなかった。

考 察

一般に収穫物の品質は、まず、大きさ、形、色の3形質とこれらの揃いの程度によって評価されるが、わが国の場合、視覚的な要素を重視する食文化

とも結びついて、流通、加工、消費のいずれの場面においても外観的な品質評価が与える影響は大きい。アズキは、ほとんどが餡の原料として利用されているが、従来から種皮色だけでなく粒大も重視されてきた。

アズキ種子は、流通上、一定の篩目の大きさに残る割合を基準にいわゆる銘柄（大納言小豆と普通小豆）および等級が規定されているが、育種においては100粒重によって品種を小粒（10.0～14.0 g）、中粒（14.1～17.0 g）および大粒（17.1 g 以上）に分類しており⁷⁾、現在北海道の基幹品種をなしているエリモショウズは小粒種に属する⁶⁾。最近、北海道においても100粒重25 g 前後に達する極大粒品種が育成されており⁸⁾、大粒指向は依然として強い。

佐藤⁹⁾によると、アズキの粒大は年次変動が大きく、栽植密度や施肥量の影響は小さい。本実験の場合、1987、1988年とも冷害年でなかったため、各地域とも粒大の年次間差異は小さかったが、地域間では大きな差異が認められた。十勝産の平均粒大は約150 mg で最も大きく、網走、胆振、後志産（1987年のみ）が135 mg 前後であるのに対し、石狩、空知、上川および留萌の4地域はおおよそ115 mg であった（第1表）。このような同じ品種の同じ年次にみられる粒大の差異は、品質評価の上で無視できないものである。これらの差異は、基本的には生育期間、特に生殖生長期間の長さの違いに起因すると思われるが、粒大の小さかった4地域では水

田転換畑への作付が大半を占めていたことが注目される。関口ら¹⁰⁾ および山川¹¹⁾ は、土壌条件の整備や病害対策を中心に、水田転換畑におけるアズキ栽培について報告している。関口ら¹⁰⁾ の実験結果は、転換畑の方が普通畑に比べて生育期間がやや長く粒大も大きいことを示した。しかしながら、一般の転換畑では湿害や病害（主として茎疫病）によって生育期間が短縮しやすいと指摘する声もある。今後、各地域の転換畑における生育の実態を精査する必要がある。

生産者間の平均粒大の差もまた大きい（第1図）。例えば、地域平均の最も大きかった十勝において、生産者間の平均粒大は、1987、1988年でそれぞれ126～171 mg、109～187 mg であったが、他の地域においても同様に広い変異幅がみられた。同一地域内におけるこのような生産者間の差異には、圃場の立地条件のほか、前作物、施肥量、生育管理、収穫時期など多くの要因が関与していると考えられる。しかし、1988年に調査した平均粒大と窒素施肥量、生殖生長期間および収穫期との関係は地域によって異なり、収穫期との関係は年次によっても異なった（第3表）。また、前作物との間にも一定の傾向をみいだせなかった。同一地域内の生産者間にみられる平均粒大の差異については、さらに詳細な調査と実験的な研究が必要である。

粒大に関しては「粒揃い」も品質上しばしば問題になるが、実際に測定によって客観的に評価されることはほとんどない。ここでは、変異係数によって

Table 3. Applied nitrogen, flowering date, reproductive period and harvest date and correlations of those with mean seed size in adzuki bean (cv. Erimo-shozu).

District	Applied Nitrogen (kg・10a ⁻¹) 1988	Flowering date 1988	Reproductive period (days) 1988	Harvest date	
				1988	1987
Ishikari	3.42	July 30	49	Sept. 17	Sept. 16
Sorachi	3.86	July 29	45	Sept. 12	Sept. 12
Kamikawa	4.61	July 27	51	Sept. 16	Sept. 18
Tokachi	4.68	Aug. 7	64	Oct. 10	Oct. 6
Average	4.40	Aug. 2	54	Sept. 25	Sept. 25
Correlations with seed size					
Ishikari	-0.078	0.134	0.225	0.186	-0.404
Sorachi	-0.031	0.037	0.046	0.104	0.227
Kamikawa	0.395	0.256	0.414	0.583*	-0.089
Tokachi	0.243*	0.236*	0.240*	0.386***	0.129
Overall	0.300***	0.532***	0.662***	0.797***	0.704***

*, *** Significant at the 5% and 0.1% levels, respectively.

粒揃いの程度を相対的に評価した。この方法によると、アズキの粒揃いは、品種、栽培方法、年次によって異なり、小粒化する条件で相対的に悪くなる(変異係数が大きくなる)傾向のあることが、すでに知られている¹⁴⁾。本研究の結果も、各地域内および全域を通して、平均粒大と粒大変異とは負の有意な相関関係を示した(第2表)。しかし、年次間および地域間で比較する限り、変異係数の差異は1~2%であり(第1表)、この程度であれば、粒揃いの差として実質上問題にならないものと推察される。

一方、生産者間における粒大変異の差異はかなり大きく、粒揃いの良い例で10%台のものから、30%以上のばらつきを示すものまでみられた(第2図)。アズキの開花期間は約1カ月に及び、粒大は節位によって異なり¹³⁾、また莢内位置によっても異なる⁹⁾。同様のことはダイズにもみられ、粒大変異の主要な成因となっている¹⁴⁾。こうした作物本来の開花・結実習性に由来する粒大変異はある程度避けられないが、同一地域内の生産者間にかんがりの変動がある事実は、粒大変異すなわち粒揃いにも、栽培技術的な要素が関係していることを示唆している。

以上、北海道各地のアズキ生産者から収集した材料をもとに、粒大の変異について検討してきたが、今回は実際栽培にみられる形質の変異の大きさを把握することに主眼をおいたため、その成因を十分に解析するには至らなかった。しかし、現在基幹品種となっているエリモショウズに関して、平均粒大の地域間差異がかなり大きいことは、外部的な品質評価上問題となろう。その点では、各地域における、より適応した品種の導入・育成が望まれるが、同時に、同一地域内生産者間にも平均粒大、粒揃いの程度ともに広い変異が見いだされたことは、栽培技術

の再点検と改善が必要なことをあらためて示している。

謝辞：本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた各地域の農業改良普及員の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

1. 千葉一美・村田吉平・原 正紀・島田尚典・白井滋久 1989. 小豆新品種「カムイダイナゴン」. 農業技術 44: 514.
2. 畑井朝子 1982. 小豆の貯蔵温度が品質に及ぼす影響. 家政学雑誌 33: 579-584.
3. ——— 1983. 小豆の貯蔵湿度が品質・調理特性に及ぼす影響. 北教大紀 IIC 33: 57-65.
4. ——— 1987. 小豆の調理特性とたん白質量の品種間差異. 北教大紀 IIC 38: 1-9.
5. ——— 1987. 小豆の調理特性について. New Food Industry 29 (7): 57-69, (8): 45-54.
6. 成河智明・千葉一美 1982. あずきの新品種「エリモショウズ」. 農業技術 37: 31-33.
7. 日本豆類基金協会編 1977. 北海道における豆類の品種.
8. 佐藤久泰 1974. 小豆品種の栽培環境に対する反応. 北海道立農試集報 29: 61-71.
9. ——— 1979. あずきの開花・登熟について. 北海道立農試集報 41: 10-20.
10. 関口 明・藤原耕治・前田 要 1976. 水田転換畑における豆類の連作栽培について. 第1報 小豆の連作栽培. 北農 43(6): 24-38.
11. 山川 勉 1971. 転換圃場における小豆栽培. 農業技術 26: 260-262.
12. Yoshida, K. and K. Gotoh 1983. An automatic sequential single-seed weighing system: variation in soybean seed weight. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 61: 225-232.
13. 由田宏一・坂東あかね・後藤寛治 1985. 節位別にみたアズキの収量および収量構成要素. 育種・作物北海道談話会報 25: 22.
14. ——— 1987. 豆類の粒大変異に関する作物学的研究. 北大農邦紀 15: 385-434.