

アズキの粒大及び種皮色の量的変異に関する遺伝*

島田 尚典**

アズキの粒大とその変異係数 (C. V.) 及び種皮色の量的変異についての遺伝率及び遺伝子数を、2 組合せの両親及び $F_1 \sim F_3$ 集団または系統を用いて推定した。粒大は、広義の遺伝率が 0.8 前後、狭義の遺伝率も 0.55~0.78 と高く、遺伝子数は $n=2$ と推定された。粒大の C. V. では、広義の遺伝率が 0.5 以下、狭義の遺伝率は 0.08~0.38 と低かった。種皮色の量的変異では、L (明度)、C (彩度)、H (色相)、a (赤みの強さ)、b (黄色みの強さ) の 5 つのパラメーターについて推定を行った。広義の遺伝率は 0.57~0.76 とかなり高かったが、狭義の遺伝率は粒大に比べると低かった。その中では、H が 0.37~0.57 と比較的高かったが、他のパラメーターは、組合せや推定方法による違いが大きかった。以上より、粒大については初期世代からの選抜が有効であるが、粒大の C. V. や種皮色では、初期世代での選抜は粒大ほど有効ではないと判断された。

緒 言

アズキの粒大及び種皮色は、外観品質を左右する重要な形質である。粒大では、普通小豆、大納言とともに通常百粒重で表される平均粒大の大きなものが好まれるとともに、一粒一粒の大きさのばらつきが小さく、いわゆる粒揃いの良いものが求められている。平均粒大については、品種間で大きな変異があり、北海道立十勝農業試験場(以下、十勝農試)で保有する品種の中では、百粒重で 7~30 g 程度の品種間差が認められる。粒大のばらつきについては、従来専ら肉眼による判定に頼っていたが、由田らにより変異係数 (C. V.) をばらつきの指標として用いた研究が行われ、品種間差の存在が明らかにされた^{1,3)}。一方、種皮色については、赤、白、黒、斑といった質的に異なる種皮色の遺伝様式は、高橋・福山によって系統だった試験が行われてかなり明らかにされているが^{1,2)}、赤に属する範ちゅうの中での色合いや濃淡といった量的変異については、それを測定して

数値化するのが困難であったこともあり、遺伝的知見の報告例がない。しかし、最近測色計を用いて種皮色を測定することにより、品種間差や気象条件の種皮色に対する影響を数値的にとらえた研究が報告されてきた^{1,2,14)}。

十勝農試では、一粒重の C. V. を指標として粒大のばらつきに関する選抜を行ったり、目視観察だけではなく測色計で計測されるパラメーターを指標として、種皮色を評価している。しかし、これらの形質についての遺伝的な知見が少ないために、現在行っている選抜が効率的なものかどうか不明である。本報告では、これらの形質についての選抜上有効な情報を得ることを目的として、粒大または種皮色の異なる両親とその交配後代の F_1 、 F_2 及び F_3 を用いて、遺伝率と遺伝子数を推定した。

試 験 方 法

供試材料は、1989年に交配を行った以下の 2 組合せである。交配番号 8909 (以下「8909」) は、小粒で種皮色濃赤に属する育成系統「9123」(F_6) を母、中粒で種皮色淡赤に属する育成系統「十系 491号」(F_7) を父とする組合せである。交配番号 8920 (以下「8920」) は、極大粒で種皮色は赤

1992年11月27日受理

*本報の一部は、1990年度日本育種学会、作物学会北海道談話会講演会で発表した。

**北海道立十勝農業試験場、082 河西郡芽室町

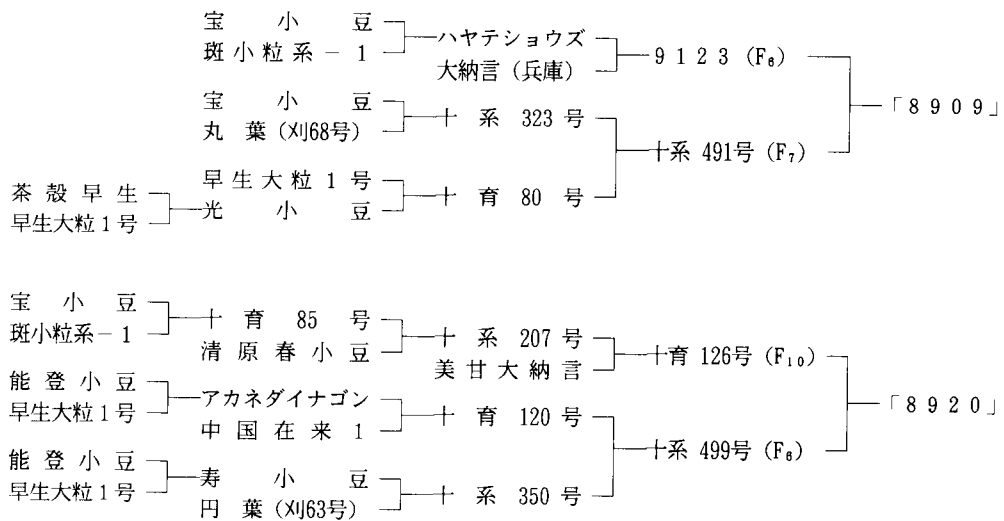


図1 「8909」、「8920」の系譜

に属する育成系統「十系126号」(F₁₀)を母, 中粒で種皮色は「十系126号」と同じ赤に属するがやや暗い色の育成系統「十系499号」(F₆)を父とする組合せである。図1に両組合せの系譜を示す。F₁は両組合せとも1990年冬季に温室で養成し, F₂種子を得た。

これらの組合せの両親, F₁及び後代のF₂, F₃を用いて, 以下のように3種類の遺伝率と各形質に關与する遺伝子数を推定した。

両親・F₁・F₂集団における分散からの広義の遺伝率の推定及び遺伝子数の推定

1990年夏季に, 両組合せの両親, F₁, F₂を圃場で栽培し, 全個体を収穫後, 個体ごとに脱粒し, 粒大と種皮色を測定した。両親, F₁, F₂の分散をそれぞれ VP_1 , VP_2 , VF_1 , VF_2 とすると, 広義の遺伝率 h_1 は,

$$h_1 = \{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1) / 3\} / VF_2$$

により算出した。また, 石毛及び Tan-Chang の最尤法^{5, 6)}により各形質に關与する遺伝子数を推定した。

F₂個体 - F₃系統平均値間の親子回帰による狭義の遺伝率の推定

1990年に供試したF₂集団から, 「8909」は80個体, 「8920」は70個体を無作為に抽出し, 1991年

にF₃系統として供試した。各系統とも, 病気等の障害を受けていない8個体を収穫し, 個体ごとに脱粒後, 粒大と種皮色を調査した。F₃系統の平均値の, その親であるF₂個体の値に対する回帰係数を算出し, 狭義の遺伝率 h_2 とした。

F₂-F₃集団間での選抜実験における選抜差と遺伝的進歩からの狭義の遺伝率の推定

1990年に供試したF₂集団の中から, 各形質について上位及び下位各15個体を選抜し, これら選抜個体から各14粒を無作為に集めてF₃選抜集団を作った。この選抜集団を1991年に栽培し, 個体ごとに粒大と種皮色を測定した。F₂での選抜15個体の平均値とF₂原集団の平均値との差(選抜差 i), 及び遺伝的進歩(ΔG)から狭義の遺伝率(h_3)を, $h_3 = \Delta G / i$ で算出した。通常, 遺伝的進歩は選抜集団F₃の平均値とF₂原集団の平均値の差をとる。しかし, 原集団の平均値自体が年次間で変動するため, このようにして算出した遺伝的進歩には年次間変動の影響が含まれる。それを避けるため, F₂原集団から無作為に抽出したF₃集団を同時に養成することが望ましいとされている⁷⁾。本実験でも, 無作為に抽出されたF₃集団の平均値と, 各選抜集団の平均値との差を遺伝的進歩(ΔG)として遺伝率を算出し, h_3 とした。

以上を通じて、栽培はすべて十勝農試の長期輪作圃場で行った。播種は1990, 1991両年とも5月23日、畦幅60cm, 株間10cmの1本立とした。1991年のF₃系統は各15個体とした。子実の粒大は十勝農試の一粒重連続測定装置（榑早坂理工製、特別注文）を用いて、各個体とも腐敗粒・虫喰粒・割れ粒を除く全粒を1mg単位で測定し、平均値（平均一粒重）と変異係数（一粒重C. V.）を算出した。種皮色は、日本電色社製測色計Z-1001DPを用いて、相馬らの複粒法¹¹⁾で測定し（但し、臍が測定面を向かないよう各個体サンプルを入れて替えて3回測定した平均値）、HunterによるLab表色系⁹⁾のL（明度）、a（赤みの強さ）、b（黄色みの強さ）、C（ $=\sqrt{a^2+b^2}$, 彩度）、H（ $=\tan^{-1}(b/a)$, 色相）の5つのパラメーターを得た。

試験結果

粒大関連形質——平均一粒重、一粒重C. V.

1990年における両親、F₁、F₂の供試個体数と平均値を表1に、分布を図2に示した。平均一粒

重は、両組合せとも両親間に大きな差があり有意差が認められた。F₁は両親の中間よりやや大粒側に偏った分布を示し、F₂はF₁の平均値付近を中心とした単頂分布で、大粒側にのみ超越分離す

表1 粒大関連形質の両親、F₁、F₂の供試個体数と平均値

交配番号	両親名または世代	供試個体数	平均一粒重 (mg)	一粒重C. V. (%)
8909	9123	30	126	18.19
	十系491号	28	151	19.39
	F ₁	22	145	19.54
	F ₂	434	145	18.86
	両親の差 (t検定)		**	ns
8920	十育126号	32	206	20.07
	十系499号	29	147	17.97
	F ₁	23	186	19.57
	F ₂	503	188	18.38
	両親の差 (t検定)		**	*

注) *, **は5, 1%水準で有意差あり, nsは有意差なし。

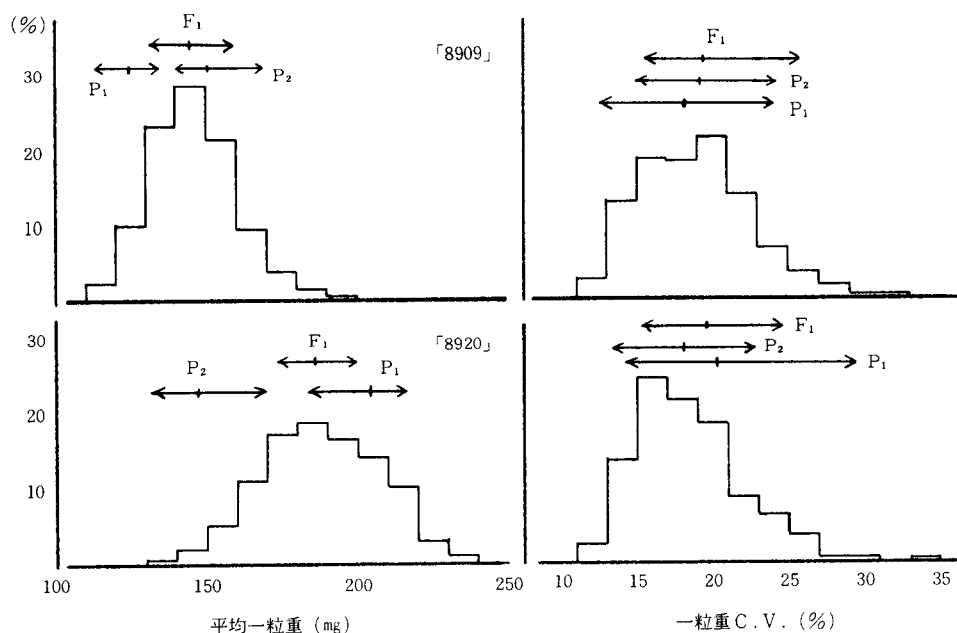


図2 F₂集団における平均一粒重及びその変異係数 (C. V.) の頻度分布

注) 上段: 「8909」, P₁: 9123, P₂: 十系491号
下段: 「8920」, P₁: 十育126号, P₂: 十系499号
↔はP₁, P₂, F₁の範囲と平均値を示す。

表2 粒大関連形質に関する遺伝子数の推定

交配番号	形質名	遺伝子数	相加的効果 (D)	優性効果 (H)	H/D	R*	σ^{**}
8909	平均一粒重	2	7.7	3.5	0.45	0.44	0.51
8920	平均一粒重	2	16.1	4.2	0.26	0.00	0.27
	一粒重 C. V.	1	1.14	-0.79	-0.69	0.37	2.95

注) 計算は農林水産研究計算センターの農林ライブラリーによった。

R*: 尤度比

σ^{**} : 基準化した環境標準偏差 $\sigma^{**} = 2\sigma / |\bar{P}_1 - \bar{P}_2|$ (σ^2 = 環境分散)

る個体が現れた。一方、一粒重 C. V. については、「8909」では両親間に有意差が認められず、「8920」では5%が水準の有意差が認められたがあまり大きな差はなかった。いずれの組合せでも両親がほぼ完全に重なった分布をし、 F_1 は平均値の大きい方の親に近い分布となった。 F_2 は単頂分布で、大小両側に超越分離をした。

これら両親と F_1 、 F_2 のデータを用いて、最尤法によって関与する遺伝子数を推定した(表2)。平均一粒重ではいずれの組合せでも遺伝子数は $n = 2$ と推定された。「8909」では尤度比が大きくあまり確度の高い推定とはいえないが、「8920」では尤度比は0.01未満で、 σ^{**} も0.27と小さいことから、この推定値の精度は高いと思われる。いずれの組合せでも大粒側に優性効果があると推定されたが、相加的効果に比べると小さい。一方、一粒重 C. V. に関する遺伝子数は、この推定方法は両親間に有意差がない場合は使えないため、「8920」でのみ $n = 1$ と推定された。しかし σ^{**}

= 2.95と、環境分散が極めて大きいことから、あまり精度の高い推定とはいえない。

表3には、両親と F_1 、 F_2 の分散から推定した広義の遺伝率(h_1)と、 $F_2 - F_3$ の親子回帰及び選抜実験から推定した狭義の遺伝率(h_2 , h_3)を示した。平均一粒重については、いずれの組合せでも広義の遺伝率は極めて高かった。狭義の遺伝率は、「8909」ではいずれも0.71~0.78と高かった。「8920」では小方向に選抜した h_3 は0.76と高かったが、大方向の選抜では0.55、 h_2 は0.60とやや低い値となった。一粒重 C. V. については、広義の遺伝率が「8909」で0.49、「8920」では0.24と極めて低かった。狭義の遺伝率は、「8909」では h_2 のみの推定で0.40、「8920」では h_2 、 h_3 いずれも0.09~0.16と極めて低かった。

種皮色——L, a, b, C, H

種皮色を表す5つのパラメーターについても、粒大形質と同様の試験を行い、1990年における両親、 F_1 、 F_2 の供試個体数と平均値を表4に、分

表3 粒大関連形質に関する選抜実験結果と遺伝率の推定

交配 番号	形質名	F_2 での 選抜方向	F_2			F_3			遺 伝 率		
			原集団 平均 A	選抜集団 平均 B	選抜差 B - A i	無作為抽出 集団平均 C	選抜集団 平均 D	遺伝的進歩 D - C ΔG	h_1	h_2	h_3 ($\Delta G / i$)
8909	平均一粒重	大小	144.8	177.6 117.6	32.8 -27.2	160.1	183.5 139.7	23.4 -20.4	0.78	0.78	0.71 0.75
	一粒重 C. V.	—	18.86	—	—	21.27	—	—	0.49	0.40	—
8920	平均一粒重	大小	187.6	227.1 146.4	39.5 -41.2	198.3	219.9 167.1	21.6 -31.2	0.83	0.60	0.55 0.76
	一粒重 C. V.	大小	18.38	27.51 12.66	9.13 -5.72	21.53	22.69 20.59	1.16 -0.94	0.24	0.09	0.13 0.16

注) h_1 : 広義の遺伝率 $h_1 = \{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1) / 3\} / VF_2$

h_2 : 無作為抽出集団の F_3 の F_2 に対する親子回帰から推定した狭義の遺伝率

h_3 : 選抜実験によって推定した狭義の遺伝率 $h_3 = \Delta G / i$

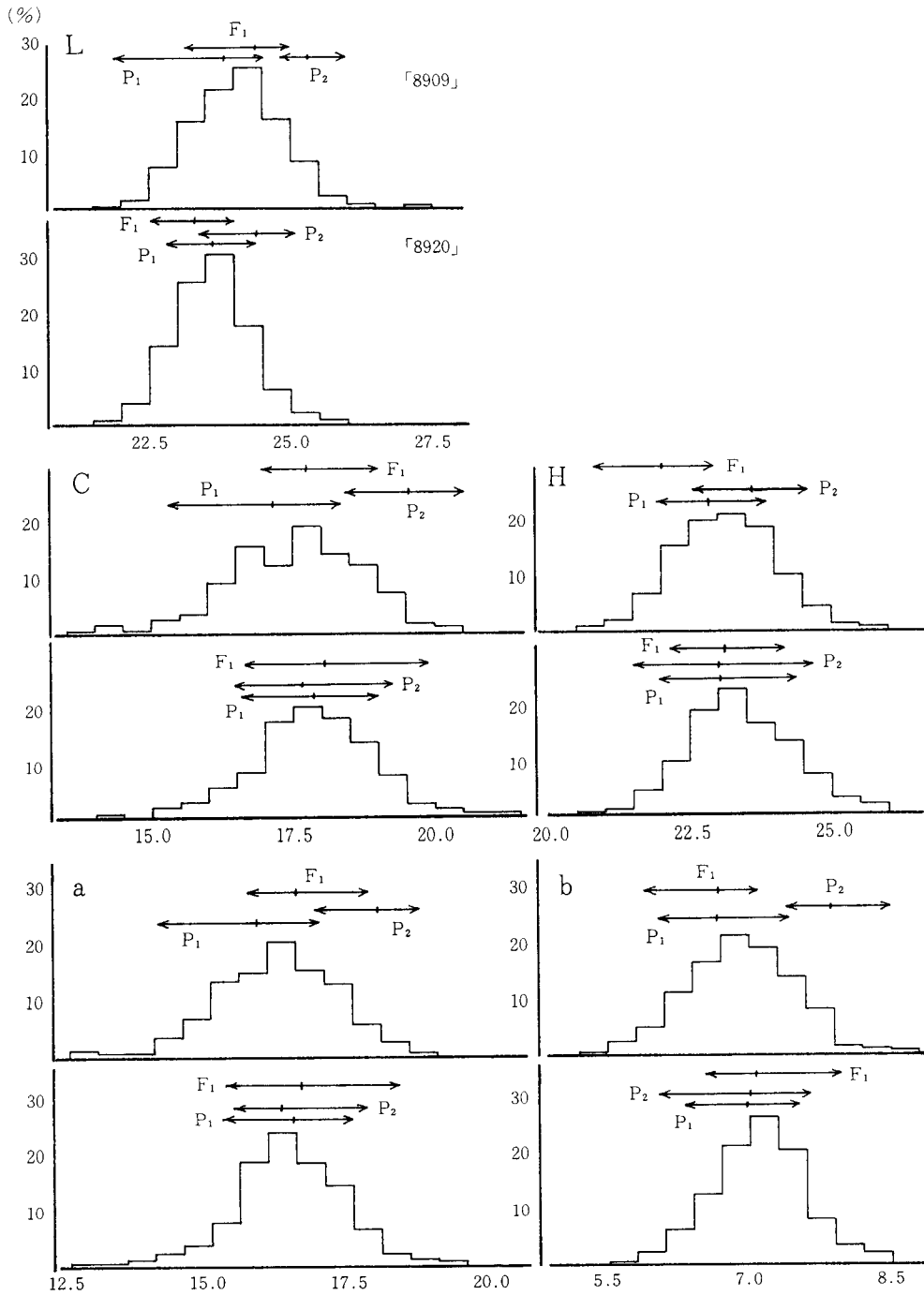


図3 F₂集団における種皮色パラメーターの頻度分布

注) 上段: 「8909」, P₁: 9123, P₂: 十系491号
 下段: 「8920」, P₁: 十育126号, P₂: 十系499号
 ↔はP₁, P₂, F₁の範囲と平均値を示す。

表4 種皮色の両親, F_1 , F_2 の供試個体数と平均値

交配番号	両親名または世代	供試個体数	L (明度)	a	b	C (彩度)	H (色相)
8909	9123	30	23.85	15.81	6.66	17.15	22.84
	十系491号	28	25.31	17.94	7.84	19.58	23.61
	F_1	22	24.36	16.50	6.68	17.80	22.03
	F_2	432	24.05	16.13	6.90	17.55	23.15
	両親の差 (t 検定)		**	**	**	*	**
8920	十育126号	32	23.61	16.44	6.98	17.86	23.01
	十系499号	29	24.40	16.23	6.96	17.66	23.20
	F_1	23	23.33	16.60	7.08	18.05	23.11
	F_2	481	23.61	16.35	7.08	17.82	23.41
	両親の差 (t 検定)		**	ns	ns	ns	ns

注) *, **は5, 1%水準で有意差あり, nsは有意差なし。

布を図3に示した。種皮色の測定に必要な子実のサンプル量が得られない個体があったため、供試個体数は粒大形質のもの(表1)よりも少なくなっている。「8909」は、5つのパラメーターすべて両親間の差が大きく有意差も認められたが、「8920」ではL以外は両親がほぼ完全に重なった分布をして有意差も認められなかった。「8909」のL, aでは、 F_1 は両親の中間よりやや小さい方に偏った分布となり、 F_2 は F_1 の平均値付近を中心とした単頂分布を示し、大小両方向にわずかに超越分離が認められた。Cもほとんど同様であったが、 F_2 で F_1 の平均値付近の他にもう1つピークのある2頂型の分布となった。「8909」のb及び「8920」のLでは、 F_1 が小さい方の親よりもさらに小さい方に偏った分布となり、両側に超越分離する個体が現れた。「8909」のHでは、 F_1 は小さい方の親よりもかなり小さい方に偏った分布を示し、

F_2 は両親の中間付近を中心とした単頂分布となり、大方向のみに超越分離が認められた。

表5にはこれらのデータから最尤法によって推定した遺伝子数を示した。「8909」のaで $n=4$, Cで $n=3$, L, bで $n=2$, Hと「8920」のLで $n=1$ と推定された。しかし、「8909」のL, a, Cでは尤度比 R^* が大きいと、また「8909」のHと「8920」のLでは環境分散 σ^{**} が大きいことから、いずれもあまり精度が高いとはいえず、信頼度が高いのは「8909」のbについての $n=2$ のみと思われる。

表6には広義及び狭義の遺伝率の推定値を示した。「8909」での広義の遺伝率は、Hで0.57とやや低い以外は0.7以上と高かった。しかし、狭義の遺伝率は、 h_3 がLで両方向の選抜とも0.5以上であった他は、0.3~0.5であり、 h_2 はLで0.49, Hで0.57であったが、他のパラメーターでは0.3

表5 種皮色に関する遺伝子数の推定

交配番号	形質	遺伝子数	相加的効果 (D)	優性効果 (H)	H/D	R^*	σ^{**}
8909	L	2	0.41	-0.28	-0.69	0.79	0.53
	a	4	0.28	-0.21	-0.74	0.97	0.53
	b	2	0.30	-0.35	-1.17	0.19	0.46
	C	3	0.41	-0.32	-0.78	0.76	0.50
	H	1	0.38	-0.89	-2.36	0.15	1.46
8920	L	1	0.35	-0.71	-2.05	0.35	0.96

注) 計算は農林水産研究計算センターの農林ライブラリーによった。

R^* : 尤度比

σ^{**} : 基準化した環境標準偏差 $\sigma^{**} = 2\sigma / |\bar{P}_1 - \bar{P}_2|$ (σ^2 =環境分散)

表6 種皮色に関する選抜実験結果と遺伝率の推定

交配 番号	形質名	F ₂ での 選抜方向	F ₂			F ₃			遺 伝 率		
			原集団 平均 A	選抜集団 平均 B	選抜差 B-A i	無作為抽出 集団平均 C	選抜集団 平均 D	遺伝的進歩 D-C ΔG	h ₁	h ₂	h ₃ (ΔG/i)
8909	L	大小	24.05	25.83 22.48	1.78 -1.54	25.64	26.58 24.87	0.94 -0.77	0.75	0.49	0.53 0.50
	a	大小	16.13	18.22 13.59	2.09 -2.54	18.23	19.03 17.37	0.80 -0.86	0.72	0.23	0.38 0.34
	b	大小	6.90	8.07 5.72	1.17 -1.18	8.17	8.75 7.80	0.58 -0.37	0.76	0.28	0.50 0.31
	C	大小	17.55	19.82 14.78	2.27 -2.77	19.98	20.79 19.13	0.81 -0.85	0.74	0.22	0.36 0.31
	H	大小	23.15	24.99 21.41	1.84 -1.74	24.15	25.01 23.51	0.86 -0.64	0.57	0.57	0.47 0.37
8920	L	大小	23.61	25.12 22.20	1.51 -1.41	25.96	26.30 25.54	0.34 -0.42	0.66	0.19	0.23 0.30
	a	大小	16.35	18.56 13.93	2.21 -2.42	17.28	17.73 15.93	0.45 -1.35	0.58	0.55	0.20 0.56
	b	大小	7.08	8.24 5.99	1.16 -1.09	7.85	8.33 7.22	0.48 -0.63	0.64	0.40	0.41 0.58
	C	大小	17.82	20.18 15.20	2.36 -2.62	18.98	19.61 17.55	0.63 -1.43	0.59	0.50	0.27 0.55
	H	大小	23.41	25.56 21.44	2.15 -1.97	24.46	25.29 23.38	0.83 -1.08	0.62	0.55	0.39 0.55

注) h₁: 広義の遺伝率 $h_1 = \{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1) / 3\} / VF_2$

h₂: 無作為抽出集団のF₃のF₂に対する親子回帰から推定した狭義の遺伝率

h₃: 選抜実験によって推定した狭義の遺伝率 $h_3 = \Delta G / i$

以下と推定された。「8920」での広義の遺伝率は0.58~0.66と「8909」に比べて低かった。Lでは両方向に選抜した場合のh₃がともに0.3以下と低く、a、Cでは小方向に選抜したh₃が約0.55とかなり高いのに対し、大方向に選抜した場合は0.3以下と、F₂での選抜方向の違いで2倍以上の差が生じた。Hでは、大方向で0.39、小方向で0.55程度と、両方向とも比較的高い遺伝率となった。h₂は、a、C、Hで0.5以上と比較的高い値となったが、bでは0.40とやや低く、Lでは0.19と極めて低かった。

考 察

平均一粒重については、いずれの組合せでも両親間に大きな差があり、その分布範囲が全く重ならなかったことから、この種の実験を行うのに適した組合せであったと思われる。広義の遺伝率が0.8前後、選抜実験による狭義の遺伝率(h₃)が0.55~0.76、F₂-F₃間の親子回帰による推定(h₂)でも0.78、0.60と、かなり遺伝率は高かった。これは、野村がF₃系統での分散分析によっ

て推定した百粒重の遺伝率0.598¹⁰⁾や、Miuraが6品種の片面ダイアル分析から得た平均一粒重の狭義の遺伝率0.74⁸⁾とほぼ一致する。また、大豆では多くの組合せで、平均粒重の遺伝率が0.44~0.9と推定されており³⁾、これとも一致する。さらに、平均一粒重に関与する遺伝子数は、両組合せともn=2と推定されたことから、育種場面では初期世代からの選抜が有効であると考えられる。

一方、粒大のばらつきの指標として用いた一粒重C.V.については、「8909」では両親間に差がなく、「8920」でも有意差は認められたものの両親の分布は大きく重なっていた。その点では、あまり遺伝実験に適した組合せであったとはいえない。しかし、交配後代を用いた遺伝率の推定の場合、一般には両親が遠縁であるほど遺伝率の推定値は高くなる傾向がある。図1にみられるように、今回用いた2つの組合せは、共に両親の遺伝的背景が大きく異なったものである。にもかかわらず、推定された遺伝率は平均一粒重に比べて著しく低く、また、両親やF₁の個体変異が非常に大きい

ことも合わせて考えると、一粒重C、V. についての初期世代での選抜は平均一粒重ほど効果がないと判断できよう。

種皮色については、品種間の他に収穫時期の早晚や産地・栽培条件によって大きな変異があり^{2, 14)}、浅間らは開花後10日間の日射量が明度(L)に大きな影響を与えることを報告した¹⁾。しかし、量的形質としての赤い種皮色の遺伝的な研究はこれまでに例が無い。本研究では測色計を用いて、種皮色を色の3要素である明度(L)、彩度(C)、色相(H)、及び、彩度と色相を決定する赤みの強さ(a)、黄色みの強さ(b)を測定し、これらについて遺伝率や遺伝子数の推定を行った。2つの組合せでやや傾向を異にしたが、狭義の遺伝率はすべて平均一粒重のものよりかなり低く、初期世代での選抜は粒大ほど有効ではないと思われる。また、組合せや推定方法によってかなり異なった遺伝率が得られた。組合せによる差は、それぞれの両親の遺伝的背景が異なるためと推察される。また、 h_3 の選抜方向による差は、優性効果が作用する方向に選抜した方がヘテロ性が強く残り h_3 が小さくなる、または、遺伝子型と環境との間に交互作用があるために差が生じる、という2つの可能性が考えられる。「8909」では、5つのパラメーターすべてにおいて大方向に選抜した方が h_3 は大きく、さらに表5に示されているように優性効果がすべて負であることから、これらのパラメーターの値が小さい方が優性である可能性が高い。「8920」では、aやCで小方向選抜から得られた h_3 が大方向選抜から得られた h_3 の2倍以上であったが、本研究からはそれが優性効果なのかどうかはわからない。

アズキの赤い種皮中には、サポニン類、タンニン類及びロイコアントシアンが含まれることがわかっている⁴⁾。遺伝子の作用は、これらの色素の種類や量を決定することによって、間接的に種皮色の違いを表現型として発現させていると考えられる。L、C、H、a、bは、種々の色素の生成にかかわる複数の遺伝子の相互作用の結果を測定したものであり、従って、1つの遺伝子は例えばLだけにかかわるのではなく、多面発現的に他のパラメーターにもかかわっているはずである。今後、L、C、H、a、bの間での遺伝相関を調べるなどして、これらのパラメーターが別々の形質

として選抜の対象になり得るのか検討が必要である。

アズキでは、早生や中生の品種間の交配組合せでも、 F_1 や F_2 において熟期で超優性が認められ、圃場での採種ができない個体が大半となることが多い。このような組合せでは、種子に関する形質の遺伝実験は不可能である。今回用いた2つの組合せは、両親間で調査対象となる特性が大きく異なるように組合せを選んだのではなく、育種事業の中で行った23組合せの中で、熟期で超優性が認められなかった組合せの中から、比較的両親の特性に差がある組合せを、実験に供したものである。一般に、交配の後代を用いて推定された遺伝率は、両親として用いた品種により異なった値をとる。より広い範囲で有用な遺伝率を得るためには、上述のような組合せ選択上の困難はあるが、より多くの異なった遺伝背景を持つ両親の組合せでの知見を蓄積していくことが重要であろう。また、種皮色に関しては、色素の種類や量と種皮色との関係についての研究や、色素そのものについての遺伝的な研究が望まれる。

謝辞 本稿の取りまとめに際しご校閲を賜った、北海道立十勝農業試験場藤村稔彦場長、同大榎勝彦研究部長、並びに千葉一美主任研究員兼豆類第二科長に深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 浅間和夫, 北村 亨, 阿部晴記. “小豆の種皮色に及ぼす登熟期における気象条件の影響”. 北農. 51(5), 6-11(1984).
- 2) 浅間和夫, 後木利三, 阿部晴記. “小豆種皮色の地域間並びに品種間差異について”. 北農. 51(6), 1-6(1984).
- 3) Burton, J. W. “Quantitative genetics: results relevant to soybean breeding”. In SOYBEANS: Improvement, Production, and Uses. Wilcok, J. R. ed. Agronomy 16 (2nd ed.). 1987, p. 211-247.
- 4) 畑井朝子. “あんに関する最近の研究動向”. 調理科学. 20, 294-301(1987).
- 5) 石毛光雄. “最尤法による遺伝子数の推定”. 農林水産研究計算センター報告. A15, 231-262(1979).

- 6) 石毛光雄. “ダイズ種子蛋白含有率の遺伝変異とその生物計量学的解析”. 農技研報. D 32, 45-92(1981).
- 7) 井山審也. “量的形質の遺伝”. 生理形質と量的形質. 高橋隆平編. 裳華房. 1976, p.369-413. (植物遺伝学Ⅲ).
- 8) Miura, H. “Genetical control of single-seed size and seed size variation in adzuki bean [*Vigna angularis* (WILLD) OHWI & OHASHI]”. SABRAO Jour. 23, 83-90 (1991).
- 9) 日本規格協会編. “JIS ハンドブック色彩”. 日本規格協会. 1990. p. 9-86.
- 10) 野村信史. “小豆の遺伝子型相関と表現型相関”. 北海道立農試集報. 16, 114-120(1968).
- 11) 相馬 暁, 細谷恵理, 中津智史, 市川信雄. “北海道産豆類の品質向上に関する研究, 第2報 小豆の外観品質構成要素・種皮色について”. 北農. 56(10), 11-27(1989).
- 12) 高橋良直, 福山甚之助. “小豆の特性調査並びに交配試験成績”. 北海道農事試験場. 1917. 181 p. (北海道農事試験場報告. 第7号)
- 13) 由田宏一. “豆類の粒大変異に関する作物学的研究”. 北大農邦文紀要. 15, 385-434(1987).
- 14) 由田宏一, 佐藤久泰, 上嶋 尚, 石井伸郎, 佐藤導謙. “アズキにおける品質関連形質の変異とその成因, 第2報 北海道産にみられる種皮色の変異”. 日作紀. 60, 234-240(1991).

Heridity of Characteristics Related to Seed Size and Quantitive Variation of Seed Coat Color of Adzuki Bean

(*Vigna angularis* (WILLD) OHWI and OHASHI)

Hisanori SHIMADA

Summary

Heritabilities and gene numbers controlling seed size, its variation and quantitive variation of seed coat color were estimated from the parents and off-springs of two combinations in Adzuki beans. Broad sense heritabilities (h_1) were calculated according to the formula $h_1 = \{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1) / 3\} / VF_2$. Narrow sense ones were estimated in two different methods. h_2 were obtained from parent-offspring regression of F_3 on F_2 . h_3 were calculated by (genetic gain) / (selection differential) in $F_2 - F_3$ selection experiments. Gene numbers were estimated by the maximum likelihood method by Ishige.

In seed size broad sense heritabilities were estimated at about 0.8 and those in narrow sense ranged from 0.55 to 0.78. Gene number was estimated at $n=2$. On the other hand, heritabilities of seed size variation (C. V.) were very low, that is, h_1 were lower than 0.5, and h_2 and h_3 ranged from 0.09 to 0.40.

For indicating seed coat color, five parameters, based on Hunter's L a b-Color Space, were measured by a colorimeter, namely, L (lightness), a (degree of red), b (degree of yellow), $C (= \sqrt{a^2 + b^2}$, chroma), $H (= \tan^{-1} (b / a)$, hue). h_1 of them were rather high ranging from 0.57 to 0.76, but h_2 and h_3 were lower than seed size. As h_2 and h_3 varied between crosses or estimating methods, no clear tendency could be found. Gene number controlling b was estimated at $n=2$, but numbers controlling other parameters could not be decided.

These results suggest high efficiency of selection for seed size and less effectiveness for reducing seed size variation or for improving seed coat color in early segregating generations.