

秋田県内のシロアズキ在来品種間における収量特性の比較

寺井 謙次・堀江 岳志

(秋田大学教育学部)

平成元年 12 月 13 日受理

要 旨: アズキ (*Vigna angularis*) のなかでも、極めて在来性の強いシロアズキの収量特性を明らかにする目的で、秋田県内の在来系統 10 系統を栽培し、形態的特性と収量構成形質について比較検討を行った。

1) 収量構成形質は、百粒重と個体当たり粒数で系統間差異が大きく、その粒数百粒重比 (1 株粒数/百粒重) をパラメータにして、粒大型、中間型、粒数型の三つの型に類別された系統群と形態的特性との関連では、個体当たり分枝数は粒数型系統で多く、粒大型系統で少なかった。

2) 生育相の特徴をみると、栄養生長期間については、粒数依存の大きい系統ほど長くなる傾向がみられたが、結実期間については系統間に差がみられなかった。

3) 粒数依存系統群は莢の成熟斉一性が低く、個体内での子実の成熟不揃いが大きいために、子実の脱粒率も高くなる傾向がみられた。

4) 諸形質の系統間差異と栽培地の気象要因との関係をみたところ、個体当たり分枝数と粒数は、栽培地の積算日照時間 (過去 16 年間の生育期間中の月別平均値) との間で高い正の相関が、一方、百粒重は積算温度 (27 年間の同様の平均値) との間で高い負の相関が認められた。

キーワード: アズキ、在来品種、収量特性、生育特性、地域性。

Comparison of Yield Characters among the Native Varieties of White Azuki Bean (*Vigna angularis*) in Akita Prefecture: Kenji TERAJ and Takeshi HORIE (*Faculty of Education, Akita University, Akita 010, Japan*)

Abstract: To clarify the varietal characteristics in an native variety of white azuki bean (*Vigna angularis*), of endemic name "Shiro azuki", ten strains collected from various parts of Akita prefecture were cultivated, and some morphological characteristics and yield components of those strains were investigated. The results are summarized as follows:

Since ten strains showed large differences in the characters of weight of 100 grains per plant, those strains were grouped into three types (Grain-Size type, Medium type and Grain-Number type) on the basis of Grain-Number \cdot 100 Grain Weight ratio proposed by Matsumoto *et al.* in 1987. Grain-Number types exhibited relatively large number of braches compared to the Grain-Size types.

Among the strains, the periods of vegetative growth became longer in strains of Grain-Number types than in those of Grain-Size types, while with regard to the period of reproductive growth there was not such variations.

The frequence of occurrence of delayed pod maturation plants was significantly higher in Grain-Number types than in Grain-Size types. The delay of such ripening in Grain-Number types brought about a great disadvantage in seed-setting.

Phenotypic correlations between sunshine hours (the mean values collected from May to Nov. during the past 16 years in the native place of each strain) and number of branches and grains per plants were highly positive respectively. On the other hand, there was a negative association between accumulated temperature (the mean values collected from May to Nov. during the past 27 years) and weight of 100 grains.

Key words: Growth habit, Native variety, Regional variation, *Vigna angularis*, Yield characters.

栽培アズキ (*Vigna angularis*) の種皮色は赤が最も一般的であり、わが国で普及奨励の対象となっている品種群の大部分をしめている¹⁰⁾。しかし今日でも日本の各地に、黒、緑、白、斑入りなどの様々な種皮色のアズキが残存し、小規模ながら栽培が続けられ、地方の伝統的な食習慣の一部に欠かせないものになっていることについてはあまり知られていない。

これらのアズキは、それぞれの地方において各々の栽培者が自家用生産を繰り返す過程で意識的、無意識的に選抜されてきたものであり、近代的な品種

改良の手が加えられておらず、きわめて在来性が強いものと考えられる。なかでも、種皮色が白いアズキ (在来種名: シロアズキ) は、日本における系譜と伝播など、いずれもが不明のままとはいえ、中・四国から中部、東北地方、そして北海道まで地域的に広く栽培されていた歴史をもっており⁹⁾、種々な在来品種・系統の存在が推測される。一般のアズキ品種については、その地理的分布や感光・感温性の差異などを基礎にした田崎^{13,14)} や Kawahara⁴⁾ の分類の試みによって、品種の区分や評価の仕方がほぼ確立している。しかし品種分化の進んでいない

シロアズキについては、北海道で育成された1品種を除いて、各地域の在来系統の形態的、生理生態的諸特性の詳細な調査や比較栽培調査などはほとんど行われていない。その上、現在では栽培者の数が著しく減少しており、いわゆる遺伝資源の維持・保存をはかるうえでの取組もきわめて立ち後れた状況にあるといえよう。

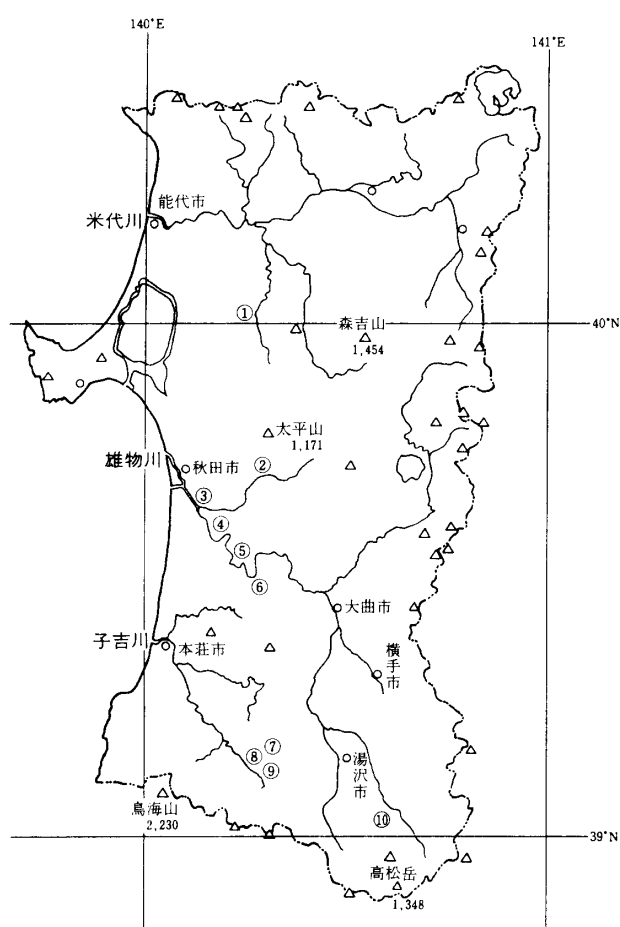
筆者らはこのような見地から、量的に僅少ではあるが現在でも秋田県内に散在的に栽培されているシロアズキについて、その諸形質の変異の実態を把握する目的で検討を行った。一般にアズキでは、日長や温度の差が僅かであっても分枝の様相が大きく変化することが指摘されている¹⁵⁾ ほか、分枝性や粒大性は農業的形質のなかでも特に高い遺伝力を示すことが知られている⁸⁾。このことから、これらの形質には、緯度的に狭い地域内でもかなりの系統間変異が存在しているものと推測される。そこで本研究では、まず形態的特性としての分枝性と収量構成形質である粒数・粒大性の二つの特性に注目して、系統間差異を明らかにするとともに、その生育特性や収量特性の地域性と系統分化の関連についての基礎的な知見を得ようとして実験を行った。

材料と方法

供試材料の収集地は、第1図に示した10ヶ所である。これらの10系統は、収集された系統群のうちから以下の3点が確認されたものを選んだ。すなわち、1) 自家用種子確保のため、代々採種を繰り返していること（今回の聞き取り調査では5年から最長100年以上の範囲の栽培歴で平均35.5年）。2) 栽培歴が浅いものでも種子の由来が同一の郡、または町・村内であること。3) 特定の管理者による慣行的栽培管理がなされていることである。

これらの収集系統を、1988年6月29日に秋田大学実験圃場において畦幅80cm、株間20cmで3粒ずつ点播し、子葉展開後1株2本立てにした。各系統12株（24個体）の試験区は、乱塊法4反復に配置した。各系統の畦端2株は調査から除外した。肥料は要素量として10a 当り窒素4kg、リン酸10kg、カリ8kgを全量基肥として全面全層施用した。

生育調査は各系統とも個体毎に、草丈、葉数、分枝数、開花始、開花揃、成熟始および成熟期につい



第1図 供試10系統の収集地と周辺の略図。

収集地の地名：① 上小阿仁村小田瀬；② 河辺町岩見；③ 秋田市四ツ小屋；④ 雄和町石田；⑤ 雄和町左手子；⑥ 雄和町新波；⑦ 羽後町払体；⑧ 羽後町中仙道；⑨ 羽後町払体；⑩ 湯沢市高松。

て行った。なお、成熟始は成熟莢（茶褐色・乾化した莢）がはじめてみられた日、成熟期は個体の莢数の80%以上が成熟莢となった日を判断基準^{注)}とした。11月1日に地下部も含めて収穫し、実験室内において3週間の風乾後、諸形質について調査を行った。このうち、収量形質の地理的変異については、各系統栽培地の最寄りの観測所における気象観測データ^{11,17)}を用いて、気象要因との関係について検討した。

結果と考察

1. 在来系統の収量特性とその分類

供試10系統の収量構成要素と各要素の系統内、系統間変異を第1表に示した。個体当り節数は、系統間で分布が17.8～28.3節の範囲にあり、大きな変異がみられた。しかし、系統内変異も大きく、栽培環境の影響も受けやすい要素であった。節当り莢

注 農林省農業改良局。1956. 主要畑作物品種の特性。

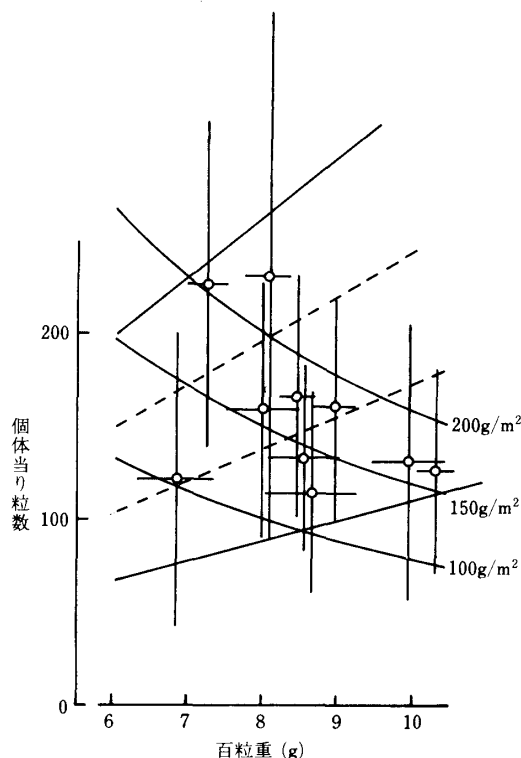
第1表 供試系統の収量構成要素と各系統の系統内および系統間変異係数。

系統番号	収量構成要素			
	個体当り 節数	節当り 莢数	1莢当り 粒数	百粒重 (g)
1	17.82 (5.88)	1.02 (0.52)	6.37 (1.00)	8.65 (0.65)
2	18.32 (4.05)	1.07 (0.78)	6.75 (0.71)	8.55 (0.49)
3	20.10 (4.93)	1.06 (0.37)	5.69 (1.30)	6.84 (0.55)
4	19.18 (1.59)	1.27 (0.36)	6.63 (0.46)	8.94 (0.34)
5	24.96 (5.47)	1.00 (0.42)	6.34 (0.74)	8.02 (0.56)
6	19.90 (7.99)	1.03 (0.53)	6.55 (0.42)	9.94 (0.50)
7	28.28 (5.65)	1.21 (0.67)	6.79 (0.55)	8.06 (0.26)
8	20.07 (4.22)	1.22 (0.46)	6.84 (0.68)	8.48 (0.24)
9	24.27 (3.67)	1.36 (0.51)	6.99 (0.29)	7.24 (0.30)
10	17.79 (5.66)	1.17 (0.79)	6.14 (0.31)	10.28 (0.32)
変異係数 (%)				
系統内 (平均)	23.8	47.9	10.1	5.0
系統間	16.8	10.7	6.0	12.5

() 内は標準誤差を示す。

数は系統内変異が著しく大きく、系統間の差を特徴づける要素ではなかった。1 莢当り粒数は系統内、系統間とも変異係数が小さく、各系統を通じ安定した要素であった。したがって、これら 3 要素の積である個体当り粒数の系統間変異は 116~232 粒/個体と大きかったが、これは主として個体当り節数の系統間変異に起因したものであった。

一方、百粒重は系統間で大きな差異が認められ、変異の幅は 6.8~10.3 g を示した。しかし系統内変異は要素間で最も小さく、この要素が栽培環境の影響を受けにくい要素であるとともに、各在来系統を特徴づける要素の一つとみられた。そこで、この百粒重の系統間差について、1987 年産種子 (各系統の栽培農家産) と 1988 年産種子 (本試験産) とを比較検討したところ、百粒重絶対値の年次による変動は認められたが、両年次間の相関は高く ($r=0.846^{**}$)、系統間の相対的な位置変動の小さいことがわかり、百粒重が系統間の遺伝的差異を示してい



第2図 百粒重と個体当り粒数との関係。

直線と破線の傾きは粒数百粒重比の大きさを表すが、ここでは系統間の比較を容易にするために粒数百粒重比 17 と 24 の破線によって系統群を 3 区分している。また、曲線は等収量線を示し、縦線と横線は標準誤差を示す。

るものと考えられた。

松本ら⁶⁾ はダイズの収量構成要素において、粒数と百粒重の品種間変異が大きいことに注目し、この両形質の比 (1 株粒数/百粒重) により品種の類別を行い、その有効性を立証するとともに、分枝性との関連でも、分枝依存の高い品種群ほど粒数型の性質を示すことを報告した。

本試験のシロアズキ在来系統においても、個体当り粒数と百粒重の両要素は他の要素に比べて系統間変異が大きかったことから、第2図に示したように、松本ら⁶⁾ による粒数百粒重比のパラメータを用いて在来系統の類別を試みた。この比は収量における粒数と粒大の相対的な重みを表し、この値が大きいほど粒数への依存度が高いことを示す。在来系統の粒数百粒重比は 12.4~31.9 の幅に分布し、この比の高い系統 (粒数型) には 9 および 7 が、低い系統 (粒大型) には 10, 1, 6 および 2 が、中位の系統 (中間型) として 8, 5, 4 および 3 があった。また、系統 3 を除くと、この比の大きい粒数型系統ほど高収量域に分布する傾向がみられた。

粒数百粒重比と分枝性との関係を見ると、個体当たり分枝数（一次分枝数）と粒数百粒重比の間には高い正の相関 ($r=0.787^{**}$) がみられ、分枝数の多い系統ほど粒数が多く ($r=0.706^{*}$)、逆に百粒重が小さくなる傾向 ($r=-0.627^{*}$) が認められた。アズキでは⁹⁾、百粒重と個体当たり分枝数との間に負の相関があり、しかも、両形質が高い遺伝力を示すということが知られている。この関係はシロアズキについても同様と考えられ、本試験でみられた粒数・粒大性の違いは、系統間の遺伝的差異を強く反映したものと推測される。

以上の結果から、シロアズキ在来系統においてもダイズと同様、粒数百粒重比が収量性や形態・生態的特性の系統あるいは品種間差を解析するパラメータとして有効であることが指摘された。

2. 粒数・粒大変異と生育相

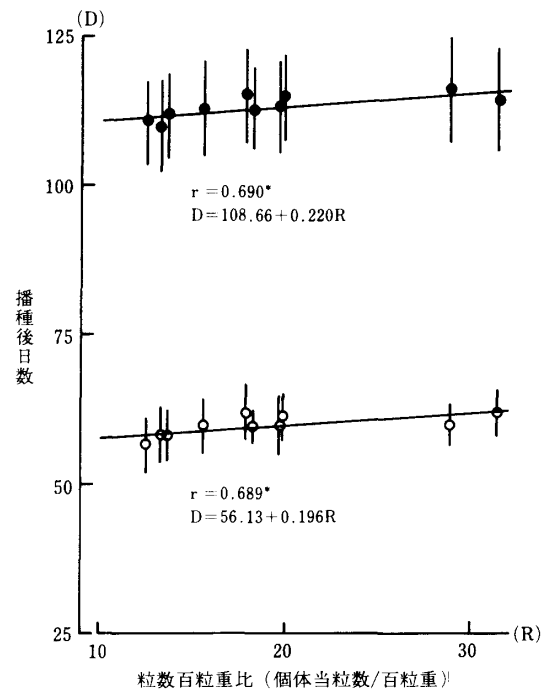
第3図は、供試10系統の開花期と成熟期を粒数百粒重比との対応で示したものである。ここで、開花、成熟期のそれぞれの時期は、播種後の日数として表されている。

開花までの日数は、最短56.8日から最長62.7日までと系統間で約6日間の差があったが、粒数百粒重比との関係では、同比が大きい、つまり粒数依存の高い系統ほど開花までの日数が長くなる傾向がみられた ($r=0.689^{*}$)。この傾向は、成熟までの日数においても同様であった。しかし、第3図からも明らかなように、両回帰係数が近似し、結実日数（開花期から成熟期までの日数）には系統間差が認められなかったことから、結実日数と粒数百粒重比の間には相関関係はなく、生育期間と粒数百粒重比の関係は開花期までの日数の長短に原因し、粒数依存系統ほど全生育期間の中に占める栄養生長期の割合が大きいことがわかった。

このことについてはダイズでも認められており、一般に偏粒大型品種に比べて偏粒数型品種において、生育期間の中に占める栄養生長期の割合が大きいという^{6, 12)}。しかしこれまでにアズキでは、生態型⁵⁾や草型¹³⁾による品種の分類化の過程で、形態の変異と生理的変異との間の幾つかのかかわりが論じられてはきたが、粒数・粒大変異と生育相との関連について直接言及された報告はみられない。

3. 成熟不整合と子実の脱粒性

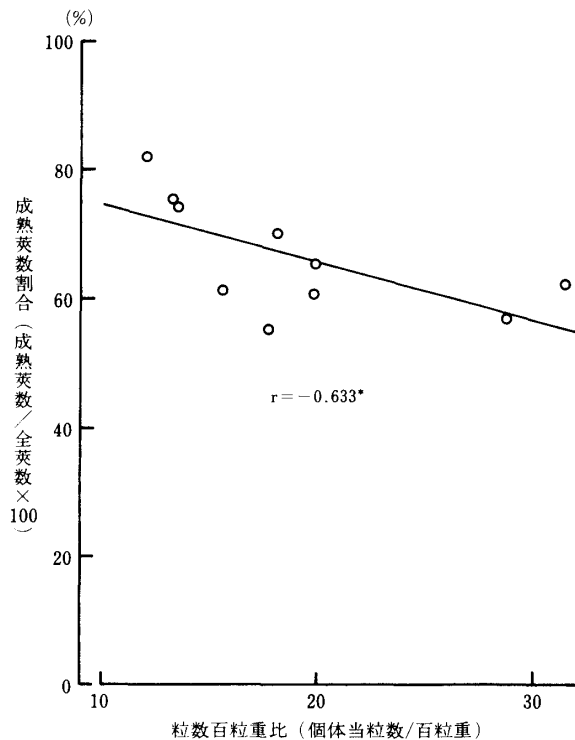
第4図に、各系統の粒数百粒重比と成熟英数割合（成熟英数/全英数 $\times 100$ ）との関係を示した。成熟英数の占める割合は系統間で著しく異なり、その変



第3図 粒数百粒重比と開花、成熟期までの日数との関係。

○：開花期，●：成熟期。縦線で示されている標準誤差は系統内の全個体対象の調査に基づいている。

*：5%水準で有意であることを示す。



第4図 粒数百粒重比と成熟英数割合（(成熟英数/全英数) $\times 100$ ）。

図中の直線は回帰直線である。

*：5%水準で有意であることを示す。

異の幅は 82.2~55.2% であった。この両形質間には高い負の相関関係が認められ、粒数に強く依存する系統ほど成熟莢数割合が低下した。

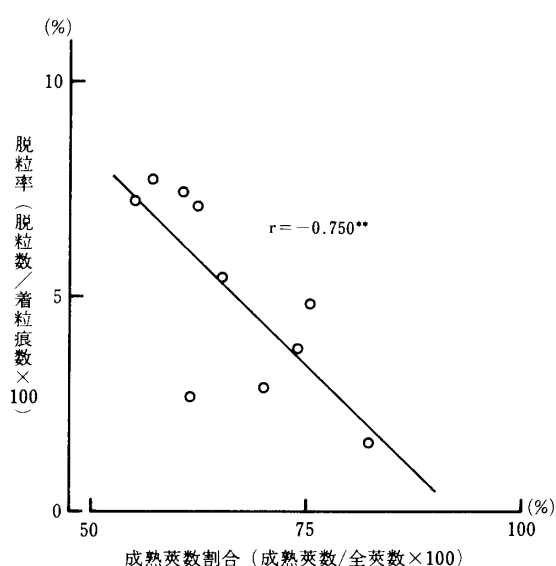
第 5 図は、各系統の成熟莢数割合に対するそれぞれの系統の子実の脱粒率（脱粒数/着粒痕数×100）をプロットしたものである。なお、ここで各個体の脱粒数は、収穫直後に莢内の着粒痕数と着粒実数の差により求めた。成熟莢数割合の高い系統群では、脱粒率が明らかに低くなっており、こうした系統群では収穫時の子実の損失が相対的に小さかった。また、これらの系統は第 4 図からもわかるように、相対的には粒大に依存する傾向の強い系統群であった。

そこで、このような脱粒率と系統群の関係について、子実の成熟の整合性の視点から検討を行った。第 6 図は各系統ごとに無作為に選ばれた 200 粒の子実（黒色または黒褐色を呈し、病虫害被害等による異常や欠陥が認められた粒は不完全粒として除外した）について、重量別の度数分布を表したものである。併せて、そこに含まれる未熟粒（シロアズキ特有の白または黄白色に至らず、緑または黄緑色のままの粒）の度数分布も表示した。各系統の粒重平均値の違いと度数分布の歪みや階級幅の変動との間には一定の傾向がみられず、また、各系統の最軽量階級の値も粒重平均値と必ずしも対応しなかった。しかし、未熟粒の頻度は明らかに粒重平均値の小さい系統群ほど大きくなり、未熟粒が多く含まれることがわかった。このことは、各系統の百粒重の値と粒数百粒重比との間に高い負の相関（ $r = -0.639^*$ ）が認められることから裏付けられ、粒数百粒重比が大きい系統、すなわち百粒重が小さく、粒数に依存した系統ほど未熟粒を含む割合が高いことを示している。

アズキはダイズに比べて、一般に、熟期の斉一性が低いといわれるが³⁾、シロアズキのように品種化されていない栽培植物では一層その傾向が強く現れるものと考えられる。なかでも、粒数依存の強い系統群では、同一個体内での莢の成熟斉一性の低さ（第 4 図）が個体内での子実の成熟不揃いを拡大させ、そのことが先熟莢からの子実の脱落を促し、脱粒率を高めるような結果（第 5 図）をもたらしたものと推測される。

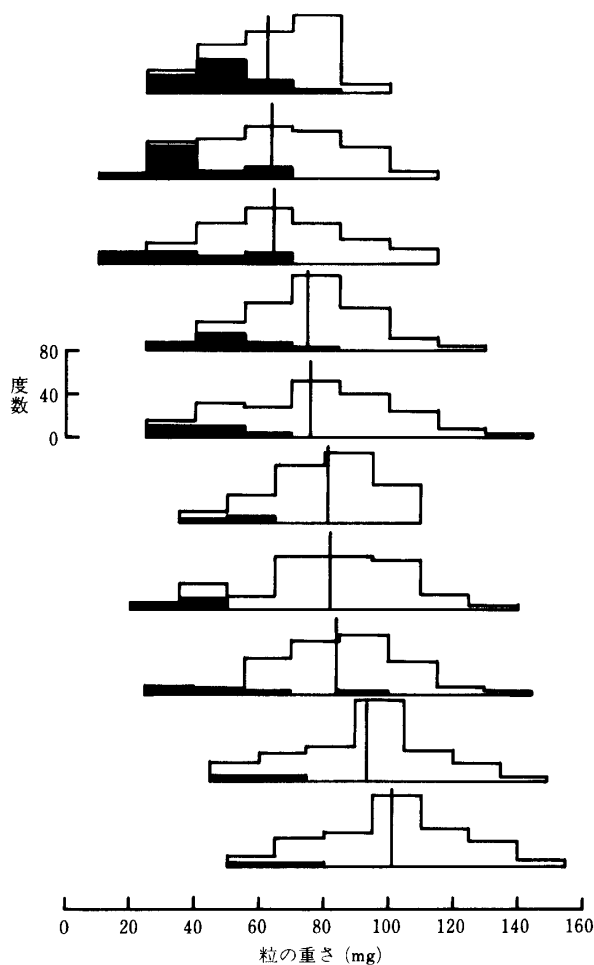
4. 諸形質の系統間差異と気象要因との関連

第 2 表は、供試 10 系統の各栽培地の月別積算温度と分枝数、個体当り粒数、および百粒重との間の



第 5 図 成熟莢数割合と脱粒率との関係。

** : 1% 水準で有意であることを示す。



第 6 図 子実重の度数分布。

黒ヌキで示した度数は未熟粒についてのものである。また、縦線は未熟粒を含む粒重平均値を示す。

第2表 供試系統の栽培地における過去27年間の平均月別積算温度と各形質との相関係数。

	積 算 温 度						
	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	6~11月
分枝数	0.79**	—	—	—	0.65*	—	—
粒数/個体	—	—	—	—	—	—	—
百粒重	-0.71*	-0.64*	—	-0.73*	-0.82**	-0.67*	-0.75**

**, *: 有意水準 1%, 5%。—: 有意な相関なし。

第3表 供試系統の栽培地における過去16年間の平均月別積算日照時間と各形質との相関係数。

	積 算 日 照 時 間						
	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	6～11月
分枝数	0.73*	0.63*	0.64*	0.70*	—	0.82**	0.74*
粒数/個体	0.82**	0.81**	0.71*	0.63*	0.61*	0.72*	0.75**
百粒重	—	—	—	—	—	—	—

**, *: 有意水準 1%, 5%。—: 有意な相関なし。

第4表 豆類奨励品種にみられる生態的特性と百粒重¹⁾との間の相関係数。

地域	品種数	開花迄日数	結実期間	生育期間	結実期間 / 生育期間
<i>Vigna angularis</i>					
北海道	7	0.114	0.572	0.576	0.470
<i>Glycine max</i>					
北海道	9	0.257	0.821**	0.694*	0.612
東北	27	-0.025	0.333	0.175	0.276
関東	14	-0.440	-0.066	-0.412	0.252
北陸・中部	19	-0.335	0.307	-0.023	0.407
東海・近畿	21	-0.628**	0.300	-0.200	0.636**
山陰	8	-0.393	0.142	-0.180	0.310
山陽・四国	17	-0.474*	0.128	-0.433	0.420
九州	33	-0.782***	0.724***	-0.338*	0.818***
<i>Vigna angularis</i> ²⁾					
東北 (秋田)	10	-0.906***	0.102	-0.737*	0.699*

1) 農水省. 豆類奨励品種特性表 (1987) による。

2) 本試験のシロアズキについての数値。

***, **, *: 有意水準 0.1%, 1%, 5%。

相関をみた結果である。シロアズキの生育有効温度についてはこれまでに検討された例がなく、したがって月別の積算温度は、各栽培地最寄りの観測地点の過去27年間の月別平均気温¹⁾に各月の日数を乗じて求めた。また第3表は、同じく月別の積算日照時間¹⁷⁾と上記の3形質との間の相関をみた結果である。

分枝数は積算温度、日照の両条件との間に高い正の相関関係をみせ、とりわけ日照条件との間で顕著

にあらわれた。個体当たり粒数も積算日照時間との間で高い相関がみられた。一方、百粒重は積算温度との間で極めて高い負の相関を示し、生育期間が相対的に低温の地域で大粒化の傾向がうかがわれた。

栽培地の気象条件をみると、6~11月の積算温度の高い地域は積算日照時間も多くなる傾向 ($r=0.593$) がみられた。さらに、積算温度と栽培地の根雪期間の長さ (1941~1970の平均)¹⁾とは負の相関 ($r=-0.832^{**}$) が、また積算日照時間と根雪期

間の長さとの間にも同様の関係 ($r = -0.313$) がみられた。すなわち、相対的に気温が高く日照時間の多い栽培地では、栽培の可能な期間が相対的に長いことを示唆している。つまり、分枝数が多く (第3表)、晩生化して粒数百粒重比の大きい (第3図)、粒数依存型の系統はこうしたところに分布していることになる。アズキの系統・品種間差や生態型分化についてのこれまでの研究^{13, 15, 16)} では、形質の変異は主として大きな緯度勾配を前提にして考えられてきた。したがって、本試験のように狭い緯度勾配のなかでのシロアズキの粒数・粒大の変異と生育相とのかかわり方が、それぞれの地方に、はたしてどの程度共通したものであるのか、さらに、おおきな緯度勾配での地理的変異とはどのように結びついていくのか、ということについての詳細は不明である。

そこで、全国都道府県の昭和61年度現在での奨励品種 (準奨励品種も含む) であるアズキ7品種とダイズ148品種についてその特性表¹⁰⁾ を利用して、各地域別に品種の生態的特性と百粒重との間の相関関係を調査したところ、第4表に示す結果が得られた。同表には参考として本試験のシロアズキについての数値も示した。

アズキのまとまった品種数は北海道でしかみられないが、ここでの特徴は、シロアズキの場合とは違って、結実期間を長くすることによって生育期間に占める結実期間の割合を高め、品種の大粒化がみられる点である。ダイズ品種群をみると、北海道ではアズキと同様の傾向が認められるものの、東北地域より南にいくにしたがい、百粒重と開花までの日数との間では負の相関が高くなる傾向が、また結実期間との間では九州地域を除き相関が低くなる傾向がみられた。しかし、どの地域においても基本的には、生育期間のなかでの結実期間の比重を高めることによって品種の大粒化を実現してきたことが指摘される。こうしたことは、シロアズキのように各地域の環境に適応して生じた在来品種の適応様式にも共通したメカニズムと考えられ、本試験でみられた粒数・粒大変異も、地域内の系統分化を特徴づける重要な指標のひとつとして考えることができるだろう。

シロアズキの現在の栽培地分布は、本試験で用いた系統群の収集地域よりはるかに大きな緯度勾配

と栽培環境の異質性のうえにあることは間違いなく^{2,9,11)}、品種特性にかかわる遺伝変異もこれに対応して在来品種群に保存されているものと考えられる。したがって、作物の在来品種の地理的分布と系統の分化との関連について解析する材料として、シロアズキはきわめて有利な作物であると考えられ、今後さらに詳しく検討していく予定である。

引用文献

1. 秋田県気象百年史委員会 1982. 秋田気象百年史. 秋田地方気象台. 秋田. 139—149.
2. 江川宣伸・長峰 司・中川原捷洋 1987. 植物遺伝資源探索導入調査報告書. 農業生物資源研究所. 昭和61年度: 1—17.
3. 原田景次 1953. 小豆の播種期と開花結実. 日作紀 22: 101—102.
4. Kawahara, E. 1959. Studies on the azuki bean varieties in Japan I. On the ecotypes of varieties. 東北農試研報 15: 53—66.
5. 河原栄治 1962. 小豆. 戸苅義次監修, 作物大系 第4編. 養賢堂, 東京. 12—14.
6. 松本重男・梅崎輝尚 1987. 粒数, 粒大からみたダイズ品種の類別と生育特性. 日作紀 56: 177—183.
7. 中村茂樹・松本重男・渡辺 巖 1979. 東北地域の新旧奨励品種の特性比較. 東北農試研報 60: 151—160.
8. 野村信史 1967. 小豆の遺伝子型相関と表現型間相関. 道立農試集報 16: 114—120.
9. 農事試験場畑作部 1975. 畑作マイナークロップの品種保存資料. 59—82.
10. 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課 1987. 豆類奨励品種特性表. 42—81.
11. 岡 三徳・長峰 司・河瀬真琴・江川宣伸・勝田真澄・中川原捷洋・山下道弘・池主俊昭・佐々木行雄・飯塚清 1988. 植物遺伝資源探索導入調査報告書. 農業生物資源研究所. 昭和62年度: 1—19.
12. 斎藤正隆・橋本鋼二 1980. 大豆栽培の基礎 I 品種の分類・分布と栽培特性. 斎藤正隆他編, 大豆の生態と栽培技術. 農文協, 東京. 37—62.
13. Tasaki, J. 1963. Genecological studies in the azuki bean (*Phaseolus radiatus* L. var. *aurea* Prain), with special reference to the plant types used for the classification of ecotypes. Japan. J. Breed. 13: 32—44.
14. 田崎順郎 1965. 小豆感光性の品種間差異とその分類. 日作紀 34: 14—19.
15. 田崎順郎・本間 久 1965. 小豆の感温性の品種間差異. 日作紀 34: 20—24.
16. 千葉一美 1980. アズキの品種分化と育種. 育種学最近の進歩. 21: 59—64.
17. 東洋経済新報社 1983. 地域気象観測システム. 高橋浩一郎監修, 日本気象総覧 (下巻). 東洋経済新報社, 東京. 208—231.