

北海道産小豆の品質関連形質の変異 および種皮色とアン色の関係^{*1}

加藤 淳^{*2} 細谷 恵理^{*3} 市川 信雄^{*4}

北海道産小豆の品質関連形質について、3年間にわたり調査し、アン色に及ぼす種皮色の影響について検討した。供試5品種の中では、「エリモショウズ」の種皮のL*値（明度）とb*値（黄味度）が高かった。十勝産の「エリモショウズ」は百粒重、タンパク含有率および種皮のL*値とb*値が高く、かつ種皮色の変異が小さかった。百粒重はいずれの品種も年次による変異が大きかったが、タンパク含有率と正の相関が認められ、種皮のa*値（赤味度）と負の相関が認められた。生アンの色は種皮色に比べ、L*値は著しく高く、a*値およびb*値は低かった。加糖した場合には、L*値は著しく低下し、a*値はわずかに高まった。種皮、生アン、加糖アンのL*値およびa*値には、それぞれお互いに有意な正の相関関係が認められ、種皮のL*値およびa*値は加糖アンの色にまで影響していることが明らかとなった。

緒 言

北海道における小豆生産は、国内消費の停滞に加えて輸入品との競合等から、昭和47年の作付面積66,400haを最高に年々減少している。しかし、平成2年の道内における小豆の作付面積は40,400haあり、生産量としては96,100tと全国の81.5%に当たり、依然として重要な位置を占めている。今後、コストの低い輸入小豆に対抗して、北海道産小豆の需要を確保・拡大するためには、生産コストの低減と品質の向上に努めるとともに、加工適性に優れた小豆の生産が望まれる。そのためには、現有品種の栽培技術の改善、機械化体系や貯蔵技術の確立、用途に合った新たな品種の開発などが必要であるが、これらの基礎となる品質特性の解明と、それに基づく品質評価指標の策定が重

要となる。

北海道産小豆の外観品質については、種皮色と品種・地域間差異に関する報告^{2,14,19)}や粒大に関する報告¹⁸⁾などがある。しかし、煮熟特性やタンパク含有率といった内部成分を含めた品質については、全道的な規模での報告例はほとんどない。また、百粒重や種皮色は、従来から小豆の品質を判断する上での指標として利用されているが、製アン特性との係わりについての報告はほとんど見あたらない。アンの嗜好性に係わるアン色については、従来から関西では淡色が好まれ、関東以北では濃色が好まれると言われていたが、最近では全国的に淡色嗜好になりつつある。

本報告では、全道各地から生産者単位で集めたサンプルを用いて、百粒重、種皮色、タンパク含有率、煮熟増加比、アン色について調査・分析し、品種や栽培地域による差異を検討した。また、製アン特性のうちアン色については、小豆種皮色が生アンおよび加糖アンの色にどのように影響しているかについて重点的に検討した。

1992年7月15日受理

^{*1} 北海道産小豆の製アン特性に及ぼす品質関連形質の影響（第1報）

^{*2} 北海道立中央農業試験場、069-13 夕張郡長沼町

^{*3} 同上（現上川支庁、070 旭川市）

^{*4} 同上（現北見農試、099-14 常呂郡訓子府町）

材料および方法

1. 供試試料

1989年(110点)および1990年(255点)に、十勝、網走、上川、留萌、石狩、空知、後志、胆振、渡島の9支庁から、それぞれの地域での栽培基準により生産された、「エリモショウズ」、「ハヤテショウズ」、「寿小豆」、「ハツネショウズ」、「サホロショウズ」、「宝小豆」、「茶殻早生」、「アカネダイナゴン」、「カムイダイナゴン」の9品種、計365点の小豆を生産者単位で収集し、調査・分析に供試した。

また、1988～1990の3年間にわたり、北海道立十勝農業試験場において同一栽培条件で生産された、「エリモショウズ」、「ハヤテショウズ」、「寿小豆」、「サホロショウズ」、「アカネダイナゴン」の5品種、計15点の小豆を調査・分析に供試した。

なお、試料は11～12月に収集してから翌年1～3月の分析時期まで、5℃の恒温室に保存した。

2. 分析・測定方法

百粒重は、100粒の重量を5回測定し、乾物率を乗じた乾物値で表示した。

原粒水分は、105℃で16時間乾燥器内に放置後の減少量により求めた。

原粒種皮色は、布で磨いて種皮表面の汚れを除去した小豆を、臍が測定面を向かないようにガラスセルに詰め(複粒法)、色彩色差計(日本電色ND-1001DP)を用い、明度(L^* :数値が高いと明るい色となる)、赤味度(a^* :数値が高いと赤味が増す)、黄味度(b^* :数値が高いと黄味が増す)を12回測定し、彩度($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$:数値が高いと鮮やかな色となる)および色差($\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$)を算出した。

吸水増加比は、25℃の恒温器内で16時間吸水後の重量増加比を3回測定し、次式により算出した。

$$\text{吸水増加比} = \frac{\text{吸水後重量}}{\text{原粒重量}}$$

煮熟増加比は、300ml容トールビーカーに小豆50gをとり、水150mlを加えてオートクレーブ内で100℃、70分煮熟後の重量増加比を3回測定し、次式により算出した。

$$\text{煮熟増加比} = \frac{\text{煮熟後重量}}{\text{原粒重量}}$$

タンパク含有率は、ケルダール法にて全窒素含有率を求め、これに6.25を乗じることにより算出した。

生アンは、小豆50gに150mlの水を加えて100℃で70分煮熟後、0.5mmのフルイ上でつぶして種皮を分離し、約10倍量の水で自然沈降法による水晒しを3回繰り返す、さらしてしぼって調製した。なお、シブ切りは行っていない。

加糖アンは、生アン100gに上白糖75gの割合で加え、加熱し練ることにより調製した。

生アンおよび加糖アンの色は、それぞれをガラスセルに詰め、原粒種皮色と同様に色彩色差計を用い、5回測定した。

結 果

1. 品質関連形質の品種間差異

同一栽培条件で生産された小豆5品種の品質関連形質について、3年間にわたって調査・分析した結果を表1に示した。

品質関連形質には年次間変異がみられ、品種間の順位が年次により異なる場合もあった。また、調査した品質関連形質の中では百粒重の変異が大きかった。

供試小豆5品種間では、「ハヤテショウズ」および「サホロショウズ」のタンパク含有率は比較的高い傾向にあったが、年次により低い場合もあった。煮熟増加比は「エリモショウズ」が比較的高い傾向にあり、百粒重の大きい「アカネダイナゴン」で明らかに小さかった。種皮色については、各値とも「エリモショウズ」が高い傾向にあったが、「寿小豆」および「サホロショウズ」の a^* 値については「エリモショウズ」よりも高い年次が認められた。「エリモショウズ」と他の小豆との種皮色の色差(3年間の平均)については、「ハツネショウズ」とが2.7、「寿小豆」とが2.8、「サホロショウズ」とが2.8であったが、「アカネダイナゴン」とは5.0あり、「エリモショウズ」と「アカネダイナゴン」の種皮色は著しく異なっていた。

2. 品質関連形質の地域間差異

1990年産「エリモショウズ」(205点)の産地別の品質関連形質を表2に示した。産地による特徴は次のとおりであった。

十勝産は、全地域の中で最も百粒重が大きく、

表1 小豆品質関連形質の品種間差異

品 種	年 次	百粒重 (乾g)	タンパク (%)	煮 熟 増加比	種 皮 色			
					L*値	a*値	b*値	C*値
エリモショウズ	'88年	14.6	22.8	2.49	32.6	24.0	16.7	29.2
	'89年	11.7	23.9	2.64	30.4	25.9	15.5	30.2
	'90年	12.2	24.4	2.55	30.0	28.9	15.8	33.0
	平 均	12.8	23.7	2.56	31.0	26.3	16.0	30.8
ハヤテショウズ	'88年	13.9	24.3	2.54	30.6	23.9	15.5	28.5
	'89年	10.3	23.9	2.56	28.7	25.5	14.8	29.4
	'90年	11.3	25.3	2.47	30.0	23.7	14.3	27.7
	平 均	11.8	24.5	2.53	29.4	24.4	14.9	28.6
寿 小 豆	'88年	13.1	22.0	2.48	28.4	25.4	13.4	28.7
	'89年	12.4	23.9	2.58	29.6	27.5	15.0	31.3
	'90年	12.7	24.5	2.44	28.8	28.0	14.4	31.5
	平 均	12.7	23.5	2.50	28.9	27.0	14.3	30.5
サホロショウズ	'88年	13.1	24.0	2.52	29.3	26.1	14.2	29.7
	'89年	12.0	24.2	2.41	27.1	27.0	13.7	30.3
	'90年	14.5	26.1	2.39	30.3	28.7	15.4	32.6
	平 均	13.2	24.8	2.44	28.9	27.3	14.4	30.9
アカネダイナゴン	'88年	19.4	23.6	2.28	28.5	21.1	13.4	25.0
	'89年	16.1	23.2	2.10	30.0	21.2	13.9	25.4
	'90年	16.0	24.3	2.18	27.9	25.4	13.4	28.8
	平 均	17.1	23.7	2.19	28.8	22.6	13.5	26.4
全 体	'88年	14.8	23.3	2.46	29.9	24.1	14.6	28.2
	'89年	12.5	23.8	2.46	29.2	25.4	14.6	29.3
	'90年	13.3	24.9	2.41	29.4	26.9	14.7	30.7

注) 北海道立十勝農業試験場(淡色黒ボク土、標準栽培)

表2 小豆品質関連形質の産地間差異

産 地 (サンプル数)	百粒重 (乾g)	タンパク (%)	煮熟増 加比	種 皮 色			
				L*値	a*値	b*値	C*値
十勝(29)	13.3	24.9	2.42	28.7	24.2	13.3	27.6
網走(17)	12.9	23.9	2.55	29.1	24.4	13.3	27.8
上川(30)	13.2	24.7	2.41	28.4	24.7	13.4	28.1
空知(57)	12.1	24.2	2.51	28.2	23.3	11.8	26.2
石狩(12)	11.4	23.9	2.53	28.0	25.0	12.6	28.1
胆振(14)	12.5	24.2	2.49	28.2	25.0	13.5	28.5
後志(46)	12.3	24.0	2.45	28.2	24.3	12.5	27.3
全体(205)	12.5	24.3	2.47	28.4	24.2	12.7	27.3

注) 1990年エリモショウズ

タンパク含有率も高い傾向にあったが、煮熟増加比は小さかった。種皮色については、各値とも全道平均よりも高い傾向にあった。

網走産は、全道平均よりも百粒重はやや大きい、タンパク含有率はやや低い傾向にあった。煮熟増加比は全地域の中で最も大きかった。種皮色については、L* 値が全地域の中で最も高い傾向にあり、a* 値、b* 値およびC* 値については十勝産とほぼ等しかった。

上川産は、百粒重、タンパク含有率および種皮色の各値とも、全道平均よりもやや高かったが、煮熟増加比は最も小さかった。

空知産は、全道平均よりも百粒重は小さく、タンパク含有率もやや低い傾向にあったが、煮熟増加比はやや大きかった。種皮色については全般に低い傾向にあった。

石狩産は、全道平均よりも百粒重は小さく、タンパク含有率もやや低い傾向にあったが、煮熟増加比は大きかった。種皮色については、L* 値は全道平均よりもやや低いが、a* 値、C* 値はやや高い傾向にあった。

胆振産は、百粒重、タンパク含有率および煮熟

増加比はほぼ全道の平均的な値であった。種皮色については、a* 値、b* 値およびC* 値が全道平均よりもやや高い傾向にあった。

後志産は、百粒重、タンパク含有率および煮熟増加比は全道平均よりもやや低かったがほぼ平均的な値で、種皮色についても各値ともほぼ全道の平均値にあった。

以上のように、小豆の品質には地域的な差が認められ、百粒重およびタイパク含有率は、十勝産で高い傾向にあった。煮熟増加比は網走産で大きい傾向にあった。種皮色は、十勝および網走産でL* 値が高く、胆振産でC* 値が高い傾向にあった。

さらに、種皮色に係わる各測定値の変異幅(表3)については、十勝産はL* 値、a* 値、b* 値およびC* 値のいずれも比較的小さく、バラツキが小さい傾向にあった。また、胆振産ではL* 値以外は最も小さく、網走および後志産も比較的小さかった。一方、石狩産ではL* 値以外は比較的大きく、上川および空知産も大きい傾向にあった。

3. 品質関連形質の相互関係

1990年産の全道各地から集めた全試料(249点)を用いて解析した結果(図1)、百粒重の大きい

表3 小豆種皮色の各測定値の変異幅

産 地 (サンプル数)	L* 値	a* 値	b* 値	C* 値
	最小値～最大値 (CV %)			
十勝 (29)	26.6～30.9 (3.6)	21.2～26.4 (5.0)	11.0～15.0 (6.3)	24.5～30.0 (4.7)
網走 (17)	27.0～30.7 (3.6)	21.7～27.0 (6.1)	11.9～15.0 (6.1)	24.8～30.1 (5.4)
上川 (30)	26.2～31.8 (5.0)	20.8～28.3 (8.3)	10.7～16.7 (11.2)	23.7～32.8 (8.7)
空知 (57)	25.7～31.9 (4.6)	19.6～26.2 (6.4)	9.4～13.8 (7.6)	21.9～29.5 (6.4)
石狩 (12)	26.3～29.4 (2.9)	22.1～27.2 (6.6)	10.8～13.7 (8.1)	24.9～30.5 (6.5)
胆振 (14)	25.9～30.2 (4.4)	23.0～27.3 (4.5)	12.5～14.4 (4.3)	26.5～30.9 (3.9)
後志 (46)	25.9～30.3 (3.8)	22.1～26.8 (5.1)	10.6～14.4 (7.1)	24.8～29.9 (5.0)
全体 (205)	25.7～31.9 (4.3)	19.6～28.3 (6.5)	9.4～16.7 (9.3)	21.9～32.8 (6.7)

注) 1990年産エリモシヨウズ

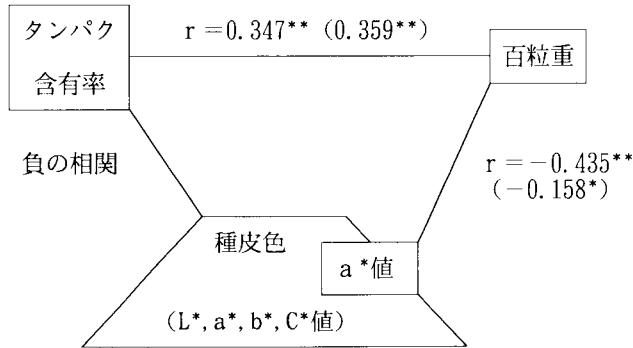


図1 小豆品質関連形質の相互関係 (n=249)
() 内はエリモショウズのみ値 (n=206), *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

ものほどタンパク含有率が高く、かつ種皮の a^* 値が低下する傾向がみられた。また、これらの傾向は「エリモショウズ」(206点)のみでみた場合にも同様であった。

種皮色の各測定値間の相互関係(図2)については、 L^* 値、 a^* 値、 b^* 値、 C^* 値の間には、互いに正の相関関係が認められた。 C^* 値は a^* 値と b^* 値の演算値として求められるが、 a^* 値との間により高い相関があった。さらに、 a^* 値と b^* 値の間にも高い相関が認められた。また、この傾向は「エリモショウズ」(206点)のみでみた場合にも同様であった。

4. 小豆種皮色とアン色の関係

同一栽培条件で生産された小豆を原料とした生アンの色(表4)は、品種別では「エリモショウズ」

表4 生アン色の品種間差異

品 種	生 ア ン 色			
	L^* 値	a^* 値	b^* 値	C^* 値
エリモショウズ	44.3	10.0	7.9	12.7
ハヤテショウズ	43.1	9.7	7.7	12.4
寿 小 豆	43.0	9.5	7.5	12.1
サホロショウズ	44.3	9.4	7.5	12.0
アカネダイナゴン	41.7	7.9	8.8	11.8

注) 1988～1990年の平均値(供試試料は表1と同じ)

ズ」が L^* 値、 a^* 値、 C^* 値とも高く、「アカネダイナゴン」でこれらの値が低い傾向にあり、概ね種皮色を反映していた。

また、1990年産「エリモショウズ」(205点)

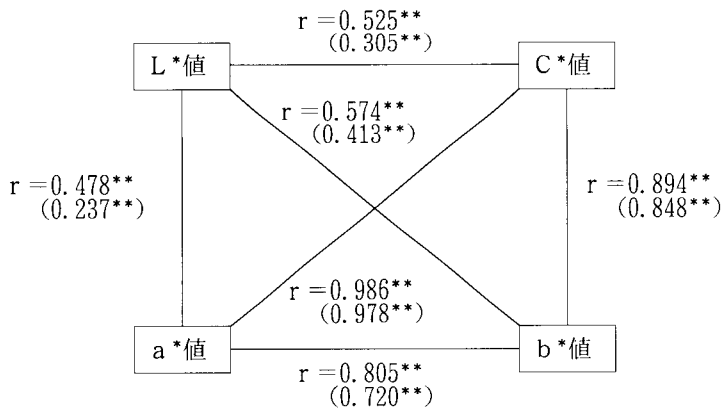


図2 小豆種皮色の各測定値間の相互関係 (n=249)
() 内はエリモショウズのみ値 (n=206), **: $P < 0.01$

の産地別のアン色(表5)は、 L^* 値は十勝および網走で高く、 C^* 値は石狩および胆振で高い傾向にあり、種皮色を反映していた。

表5 生アン色の産地間差異

産 地 (サンプル数)	生 ア ン 色			
	L^* 値	a^* 値	b^* 値	C^* 値
十勝 (29)	41.4	10.3	6.8	12.4
網走 (17)	41.9	10.4	6.9	12.5
上川 (30)	39.9	10.4	6.9	12.4
空知 (57)	39.8	10.1	6.6	12.1
石狩 (12)	38.3	11.2	7.0	13.2
胆振 (14)	41.2	11.0	7.1	13.2
後志 (46)	40.2	10.3	7.1	12.5
平均値 (205)	40.3	10.4	6.9	12.5

注) 1990年産エリモシヨウズ

1990年および1991年産の小豆(365点)で生アンの色と種皮色との関係を見ると、生アンの色は種皮色に比べ、 a^* 値、 b^* 値および C^* 値は低下するが、 L^* 値は著しく高まる傾向にあった(図3)。

生アン色と種皮色の L^* 値、 a^* 値および C^* 値には有意な正の相関関係が認められ(表6)、生アンの色は種皮色に影響されていることが明らかとなった。しかし、両者の b^* 値には相関関係は認められなかった。

次に、加糖した場合の色の変化を見るため、生アンに砂糖を加え加熱し、加糖アンを調製した。この場合、生アンに比べ加糖アンは、 L^* 値が著

表6 種皮色と生アン色との相関関係

項 目	相 関 係 数 (r)
L^* 値	0.391**
a^* 値	0.540**
b^* 値	-0.004
C^* 値	0.354**

注) $n=363$, **: $P<0.01$

表7 種皮・生アン・加糖アンの色

区 分	L^* 値	a^* 値	b^* 値	C^* 値
種 皮 色	28.1	23.1	12.1	26.2
生 ア ン 色	40.2	9.9	7.3	12.4
加糖アン色	20.6	11.1	7.3	13.4

注) $n=96$

しく低下し、 a^* 値および C^* 値はわずかに高まる傾向にあった(表7)。また、 b^* 値には大きな変化は認められなかった。

種皮色、生アン色、加糖アン色の相互関係(表8)についても、 L^* 値および a^* 値は3者間で有意な正の相関関係が認められ、種皮色の L^* 値および a^* 値は加糖アン色にまで影響していた。また、生アンと加糖アンの間には、 L^* 値、 a^* 値、 b^* 値および C^* 値の全てにおいて有意な正の相関関係が認められた。

考 察

小豆の品質は一般に、粒の大きさ、形および色といった外観により評価されており、流通上も整

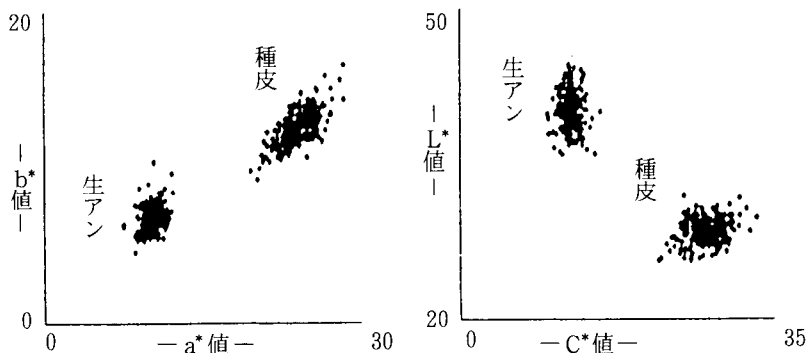


図3 種皮色と生アン色との関係

表8 種皮色、生アン色、加糖アン色の相関関係

項 目	相 関 係 数 (r)		
	種皮色 生アン	生アン -加糖アン	加糖アン -種皮色
L*値	0.645**	0.618**	0.490**
a*値	0.483**	0.599**	0.367**
b*値	0.251	0.462**	-0.146
C*値	0.191	0.410**	0.151

注) n=96, **: P<0.01

粒歩合により等級が規定されている。

小豆の粒大は、栽植密度や施肥量といった栽培面の影響よりも年次による変異が大きい¹⁰⁾と言われており、本研究の結果でも、年次により各品種とも百粒重に大きな変異が認められた(表1)。小豆の粒揃いは、品種、栽培方法、年次によって異なることが知られており¹⁵⁾、英内の位置によっても変異が認められている¹¹⁾。また、地域によっても大きな変異が認められ(表2)、百粒重は品種のみならず、気象や土壌条件等の栽培環境に大きく影響を受けることが示唆された。

タンパク含有率については、品種および年次により大きな変異が認められた(表1)。しかし、他の品質関連形質と比べると、「エリモショウズ」のタンパク含有率の地域間差異は比較的小さかった(表2)。同一圃場内から同時に収穫された小豆の中でも、一粒毎ではタンパク含有率に大きな変異が認められており¹³⁾、生産者単位でみた平均値では変異が比較的小さくとも、開花期間に幅のある小豆は本質的に大きな変異を持った作物と言える。また、生産者間のタンパク含有率の変動要因としては、気象条件以外にも、施肥量および施肥法により窒素集積量が変化するとされており¹²⁾、土壌中の窒素含有率や追肥条件の差異が影響している可能性も考えられる。

種皮色については、開花時期が早いほど濃く、開花から10日間の日射量が明度に強い影響を与え、この間の日射量が多いと明度は低下すると言われている¹⁾。また、同じ地域内であっても「エリモショウズ」の種皮色には生産者間で幅広い変異がみられ、なかでもb*値の変異はL*値とa*値に比べて相対的に大きかったと報告されている¹⁹⁾。このような結果は本報告の「エリモシ

ウズ」でも認められ、地域によっては種皮色の全測定値に生産者間で幅広い変異が認められた(表3)。また、収穫時期については、早刈すると種皮色は赤くなり、遅刈では黄色になるとの報告³⁾もあり、種皮色の変動要因としては、気象や土壌条件以外にも、収穫時期の遅れや収穫後の乾燥調整等の人為的な要因が関与している可能性も考えられた。

次に、品質関連形質の品種による特徴を整理すると、従来から言われている^{2,7,19)}ように、普通小豆の中では「エリモショウズ」の種皮色が明るく、b*値が高い傾向が認められた(表1)が、タンパク含有率では明確な差は認められなかった。また、「アカネダイナゴン」の種皮色は濃く、L*値とb*値が低いと報告されている^{2,19)}が、「エリモショウズ」と比較すると各値とも低く、その色差は3年間の平均で5.0であった。一般に色差が3.0~6.0あると、その2つの色は著しく異なると言われ⁸⁾、「アカネダイナゴン」は「エリモショウズ」よりも明らかに暗い色をしていると言える。

「エリモショウズ」を用いて調査した地域間差異については、タンパク含有率は十勝で高く、上川、空知で低いとの報告¹⁶⁾がある。本結果でも、道内産地の特徴として、十勝では百粒重およびタンパク含有率が高く、種皮色は明るい傾向にあった(表2)が、上川および空知のタンパク含有率は必ずしも低くはなく、年次による影響も考えられた。浅間ら²⁾は、明度は成熟期の早晩に関係し、道央中部が道東に比べ種皮色が濃いとし、由田ら¹⁹⁾も、十勝産の「エリモショウズ」が他地域産に比べてL*値とb*値が高いと報告している。本結果でも十勝産の「エリモショウズ」には同様の傾向がみられたが、種皮色の各測定値の変異が他の地域より小さい(表3)ことも特徴としてあげられる。十勝は道央に比べ小豆の生殖生長期間が長く、その間の日射量も少ないことから、このような気象条件が小豆の種皮色に影響しているものと考えられた。

品質関連形質の相互関係(図1)については、タンパク含有率と百粒重との間に正の相関が認められたが、由田ら¹⁶⁾も「エリモショウズ」を用いて同様の関係を見だしている。また、粒大と窒素施肥量との間には、弱いながらも正の相関が

あるとの報告¹⁸⁾もあり、子葉中への窒素集積が粒肥大につながっているものと推察された。また、百粒重と種皮の a^* 値との間には負の相関が認められたが、熟成率の低い段階で早刈をすると粒大は小さく種皮色は赤いとの報告³⁾もあり、粒の肥大に伴って a^* 値は低下する可能性が考えられた。また、収穫時期の早晚と種皮の L^* 値、 b^* 値との間には高い正の相関が認められたとの報告もある¹⁹⁾。一方、種皮色の各測定値の間でも、お互いに相関があり、 a^* 値と b^* 値との間には高い正の相関が認められた (図2)。このことは、赤味の高い小豆では黄味も高く、鮮やかで明るい色となることを示していた。

種皮色とアン色の関係については、1989年および1990年産の小豆365点の L^* 値および a^* 値に、種皮および生アンの間で有意な相関関係が認められた (表6) が、 b^* 値に全く相関が認められなかったことから、 C^* 値にみられた相関は a^* 値の影響によるものと考えられた。1990年産の小豆96点を用いた製アン試験の結果でも、種皮色、生アン色、加糖アン色の間で、 L^* 値および a^* 値には、それぞれお互いに正の相関関係が認められ (表8)、種皮色の L^* 値および a^* 値は加糖アンの色にまで影響を及ぼしていることが明らかになった。

小豆の外観的な赤色の濃淡には、明度と黄味の程度が強く関係するとも言われ¹⁹⁾、実際に b^* 値の高い小豆は、 L^* 値や a^* 値が同じでも淡い色に感じられる。しかし、種皮の b^* 値にはアン色との関係が認められなかったことから考えると、製アン特性からみた小豆種皮色の判断基準としては、見かけ上の色の濃淡ではなく、 L^* 値や a^* 値を実際に測定する必要があると言える。

小豆の赤味を呈する色素はアントシアン系であると言われており⁹⁾、小豆の種皮、浸漬液、煮汁および生アンにロイコアントシアンが認められている⁴⁾。本試験において、赤味の強さを示す a^* 値には、種皮と生アンの間で正の相関が認められたが、これは小豆種皮のアントシアン系色素が煮熟過程でアン粒子に結合するために、種皮の a^* 値が生アン色に反映したものと考えられた。一方、小豆の熱水抽出液中にはフラバノール型タンニンが存在するとの報告^{5・6)}がある。本試験において、黄味の強さを示す b^* 値には、種皮と生アンの間

で全く相関が認められなかった。これは煮熟過程で黄味を呈するフラボン系色素が溶出し、その後生アンを水にさらすことにより、アン粒子には残存しないためと推察した。製アン過程における小豆種皮色素の動態については、今後さらに研究が必要である。

以上のように、小豆の品質関連形質は、年次によっても大きく変動するが、品種や栽培地域によっても差が認められた。このことから、道産小豆の品質向上のためには、より地域の適応した品種の導入や、追肥を含めた施肥条件の見直し、播種および収穫時期の見直しや乾燥方法を含めた栽培体系の改善が重要であると考えられた。また、小豆の種皮色はアン色に影響を及ぼすことが明らかとなり、種皮の L^* 値および a^* 値はアン色を考慮する上での指標となり得ると判断された。他の品質関連形質と製アン特性の関係については、今後報告する予定である。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、北海道立中央農業試験場佐藤久泰主任専技 (現北海道立北見農業試験場総括専技) をはじめ北海道立十勝農業試験場豆類第二科および関係各農業改良普及所の方々には多大なご協力をいただいた。また、本稿をとりまとめるにあたり、北海道立中央農業試験場企画情報室相馬暁室長、農産化学部古山芳廣部長および畑作部土屋武彦部長には懇切なご指導、ご校閲をいただいた。以上の各位に心から謝意を表する。

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) 藤田正平, 島田尚典, 白井滋久, 千葉一美. “小豆の収穫時期と外観品質との関係”. 育種・作物学会北海道談話会会報. 30, 47 (1990).
- 4) 畑井朝子. “小豆の調理特性について (続)”. New Food Industry. 29 (8), 45-54 (1987).

- 5) 村上知子. “小豆の加熱に関する研究 (第2報)” 北教大紀要 (第II部C), **28**, 31-39 (1978).
- 6) 村上知子, 武井美智子, 中村一十三, 伊藤裕三. “小豆の加熱に関する研究 (第3報)” 北教大紀要 (第II部A), **31**, 55-60 (1980).
- 7) 成河智明, 千葉一美. “あずきの新品種「エリモショウズ」”. 農業技術, **37**, 31-33 (1982).
- 8) 日本色彩学会編. “新編色彩科学ハンドブック”. 東京大学出版会, 東京, 183-297 (1989).
- 9) Sasamura, S.; Takeda, K.; Hayashi, K. “Black red pigment of azuki bean, Studies on anthocyanins LV”. Bot. Mag. Tokyo, **79**, 807-810 (1966).
- 10) 佐藤久泰. “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 (1971).
- 11) 佐藤久泰. “あずきの開花・登熟について”. 北海道立農試集報, **41**, 10-20 (1979).
- 12) 沢口正利. “北海道における小豆の栄養生理的特性と施肥法に関する研究”. 北海道立農試報告, **54**, 1-87 (1986).
- 13) 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1報, 北海道産小豆の品質現況と問題点”. 北農, **56** (9), 1-15 (1989).
- 14) 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).
- 15) 由田宏一. “豆類の粒大変異に関する作物学的研究”. 北大農邦紀, **15**, 385-434 (1987).
- 16) 由田宏一, 佐藤久泰, 石井伸朗, 上嶋 尚. “アズキの品質に関する研究, 第2報, 北海道産小豆にみられるタンパク含有率 (NIR法) の差異”. 日作紀, **57** (別号2), 119-120 (1988).
- 17) 由田宏一, 佐藤導謙, 中世古公男. “アズキの品質に関する研究, 第7報, 収穫時期, 乾燥条件および脱粒方法の影響”. 日作紀, **59** (別号2), 157-158 (1990).
- 18) 由田宏一, 佐藤久泰. “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”. 日作紀, **59**, 450-454 (1990).
- 19) 由田宏一, 佐藤久泰, 上嶋 尚, 石井伸朗, 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).

Variation of Characteristics Related to the Seed Quality of Adzuki Beans Grown in Hokkaido and the Relation Between Seed Coat Colors and Ann (Bean Jam) Colors

Jun KATO*¹, Eri HOSOYA*²
and Nobuo ICHIKAWA*³

Summary

Some characteristics related to the seed quality of adzuki beans (*Vigna angularis*) were investigated on 380 samples produced in Hokkaido from 1988 to 1990.

Seed size was widely varied among years, and was positively correlated with protein content and negatively correlated with the value of a^* (degree of red) for the seed coats.

Erimo-shozu, a present leading cultivar, showed the highest values of L^* (lightness) and b^* (degree of yellow) for the seed coats among five cultivars.

Products in the Tokachi district were bigger in seed size, higher in protein content and the values of L^* and b^* for the seed coats than ones in other district of Hokkaido. Also, the values of seed coat colors in this district indicated small coefficient of variation (C. V.) .

While the value of L^* for un-sugared ann (bean jam) was distinctly higher, the values of a^* and b^* for them were lower than each value of the seed coats. The value of L^* became considerably low and the value of a^* became a little high in sugared ann. The values of L^* and a^* for the seed coats were positively related among un - sugared and sugared ann to each other, respectively. This meant that the values of L^* and a^* for ann was affected by seed coat colors.

Results suggest that seed coat colors for adzuki beans are one of the important factors to consider in the manufacturing of ann.

*¹ Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan.

*² Hokkaido Kamikawa Subprefectural Office, Asahikawa, Hokkaido, 070 Japan.

*³ Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14 Japan.