

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3報 小豆の煮熟増加比とアン収率の関係

加藤 淳* 目黒 孝司* 市川 信雄*

北海道産小豆の煮熟増加比とアン収率の関係について、6年間にわたり485点の試料を用いて調査した。煮熟増加比およびアン収率には品種間で差異が認められたが、年次による変動が大きかった。煮熟増加比とアン収率の間には高い正の相関関係が認められ、煮熟増加比の大きな小豆では、アン収率が高い傾向にあった。煮熟時間の延長に伴い煮熟増加比は大きくなったが、90分以降では変化が小さくなり、アン収率の増加は認められなかった。煮熟時間90分以降では、供試4品種全てでアン収率が60%を越え、品種間の差異を比較するには煮熟時間70分が最適と考えられた。アン収率は煮熟増加比を説明変数とした2次関数で表すことができ、非常に高い精度での推定が可能であった。以上のように、煮熟増加比はアン収率と高い相関関係にあることが明らかとなり、小豆の煮熟特性を判断する上で最も重要な形質の一つであると考えられた。本特性値を説明変数とした回帰式は、アン収率を推定する上での有効な手段となり得るものと判断された。

緒言

国内における北海道産小豆の消費実績は、消費者の嗜好性の多様化および甘味離れ等による小豆消費量全体の伸び悩みと、1993年の冷害による供給量の不足および価格の高騰を契機とした、価格の安い輸入品の使用量の増大により低迷している。しかしながら、北海道産小豆の品質は実需者から高い評価を受け、アンや和菓子等に利用されており、その約7割はアンの形態で使用されている。

一般に、実需者が小豆の品質を評価するに当たっては、粒大や種皮色などの外観形質を初め、水分含有率、煮熟時の煮えむらや煮熟臭等が重視されている。しかし、これら品質の良否は、用途や嗜好性などに応じた実需者個々の基準で判断されるため、その評価が異なる場合も多く認められる。また、製アン過程の機械化に伴って、同一条件で作業が行える均質な小豆が望まれるようになり、そのための品質の評価指標や基準値の設定の必要性が高まっている。

小豆の製アン特性に関する報告としては、調理特性に関わるもの^{2, 3)}や、煮熟過程におけるアン粒子の形成に関わるもの^{4, 12, 15)}など数多くの研究がなされている。また、筆者らも小豆の品質関連形質と製アン特性との関連について、種皮色とアン色の関係⁵⁾や百粒重とアン粒径の関係⁶⁾について報告してきた。しかし、小豆の煮熟特性がアンの収率にどのような影響を及ぼしているかに

ついての報告はほとんど見あたらない。

そこで本報告では、全道各地から農家単位で集めた試料および道立農業試験場において均一条件で栽培された試料を用いて、煮熟増加比とアン収率の関係を中心に検討した。

材料および方法

1. 供試試料

1990年(247点)および1991年(193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」、「音更小豆」、「アカネダイナゴン」、「カムイダイナゴン」の9品種、計440点の小豆を農家単位で収集し、調査・分析に供試した。

また、1991年～1995年の5年間にわたり、北海道立十勝農業試験場(以下、十勝農試と略)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」、「ハツネショウズ」、「きたのおとめ」、「サホロショウズ」、「アカネダイナゴン」の6品種、ならびに北海道立中央農業試験場、北海道立北見農業試験場および北海道立植物遺伝資源センター(以下それぞれ、中央農試、北見農試および遺伝資源センターと略)においてそれぞれ同一栽培条件で生産された「エリモショウズ」、計45点の小豆を調査・分析に供試した。

なお、試料は11月～12月に収集してから翌年春の分析まで、5℃の恒温室に保存した。

1996年9月1日受理

* 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

2. 分析・測定方法

百粒重は、乾物重に換算して表示した。水分および乾物率は、105℃で16時間乾燥後の減少量により求めた。

吸水増加比 (R_s) は、25℃のイオン交換水に18時間浸漬後の重量 (W_s) と乾物重量 (W_d) の比を、(1)式により算出した。

$$R_s = W_s / W_d \quad (1)$$

未吸水率は、上記条件で小豆100粒を浸漬した時の、吸水していない粒数の割合で表した。発芽率は、小豆10粒を25℃で72時間吸水後の、発芽粒数の割合で表した。

煮熟増加比 (R_b) は、小豆50gに3倍量のイオン交換水を加え、オートクレーブを使用して、100℃で70分(煮熟時間一定の場合)煮熟後の重量 (W_b) と乾物重量 (W_d) の比を、(2)式により算出した。なお、煮熟条件を一定にするため、添加する水量およびオートクレーブ内の試料数は毎回同一とした。

$$R_b = W_b / W_d \quad (2)$$

生アンは、上記条件で煮熟後の小豆を、0.5mmのフルイ上でつぶして種皮および未煮熟粒を分離し、約10倍量の水で自然沈降法による水晒しを行い、さらしを用いて回収することにより調製した。なお、渋切りは行っていない。

結 果

1. 煮熟増加比およびアン収率の品種間差異

1991年～1995年に十勝農試で生産された小豆6品種の煮熟増加比およびアン収率を表1に示した。なお、煮熟時間は予備試験の結果から、品種間差異が明確に認められた70分とした。

5年間の平均値で比較した場合、「エリモショウズ」および「ハヤテショウズ」では、煮熟増加比は2.8、ア

ン収率は60%を越え、ともに高い値であった。一方、百粒重の大きい大納言系品種の「アカネダイナゴン」では、これらの値はいずれの年次でもほぼ供試6品種中で最も低く、5年間の平均では煮熟増加比は2.5程度、アン収率は50%程度であった。しかし、本品種には年次により非常に大きな変動が認められた。また、「ハツネショウズ」、「きたのおとめ」および「サホロショウズ」の煮熟増加比およびアン収率とともに、「エリモショウズ」と「アカネダイナゴン」の中間的な値を示していた。

これらの値を年次間で比較すると、煮熟増加比は各品種とも、高温と干ばつにより生育の悪かった1994年で最も小さく、生育が良好であった1991年および1995年では大きい傾向にあった。また、アン収率は低温年の1992年および高温年の1994年で低く、1991年および1995年では高い傾向にあった。

このように、一定の煮熟時間(70分)における煮熟増加比およびアン収率には品種間差異が認められたが、これらの値には大きな年次間変動がみられ、年次によっては品種間の傾向が異なる場合もあった。

2. 煮熟増加比およびアン収率の栽培地間差異

1991年～1995年に生産された「エリモショウズ」の栽培地別の煮熟増加比およびアン収率を表2に示した。

5年間の平均値で比較した場合、十勝農試および中央農試では、煮熟増加比は2.8、アン収率は60%を越え、共に高い値であった。一方、北見農試では1992年を除いたいずれの年次でも、煮熟増加比およびアン収率とも、上記2栽培地よりも低い値であった。また、遺伝資源センターでは、5年間の平均値で比較した場合には、煮熟増加比およびアン収率とも上記2栽培地よりも低い値であったが、年次によっては上回る場合もあり、一定の傾向は認められなかった。

このように、いずれの栽培地でも年次によっては煮熟

表1 煮熟増加比およびアン収率の品種間差異

品種		1991	1992	1993	1994	1995	平均
エリモショウズ	煮熟増加比	2.92	2.83	2.82	2.76	2.93	2.85
	アン収率 (%)	64.2	58.8	60.9	61.0	67.9	62.6
ハヤテショウズ	煮熟増加比	2.87	2.82	2.75	2.74	2.87	2.81
	アン収率 (%)	64.8	56.8	63.3	62.2	67.2	62.9
ハツネショウズ	煮熟増加比	2.82	2.75	2.73	2.68	2.84	2.76
	アン収率 (%)	61.7	55.0	58.1	56.6	65.5	59.4
きたのおとめ	煮熟増加比	2.82	2.67	2.85	2.60	2.89	2.77
	アン収率 (%)	63.2	51.8	60.5	55.3	66.4	59.4
サホロショウズ	煮熟増加比	2.85	2.69	2.76	2.61	2.81	2.74
	アン収率 (%)	59.4	53.2	58.1	52.9	64.2	57.6
アカネダイナゴン	煮熟増加比	2.79	2.41	2.62	2.29	2.70	2.56
	アン収率 (%)	60.8	44.5	58.0	32.4	61.7	51.4

十勝農試栽培

表2 煮熟増加比およびアン収率の栽培地間差異

栽培地		1991	1992	1993	1994	1995	平均
十勝農試	煮熟増加比	2.92	2.83	2.82	2.76	2.93	2.85
	アン収率 (%)	64.2	58.8	60.9	61.0	67.9	62.6
中央農試	煮熟増加比	2.83	2.80	2.79	2.82	2.92	2.83
	アン収率 (%)	59.2	57.6	62.5	63.1	67.6	62.0
北見農試	煮熟増加比	2.71	2.81	2.75	2.67	2.83	2.75
	アン収率 (%)	53.6	58.6	56.9	53.2	67.5	58.0
遺伝資源センター	煮熟増加比	2.96	2.85	2.85	2.61	2.64	2.78
	アン収率 (%)	62.4	56.6	62.1	54.5	56.3	58.4

エリモショウスによる比較

増加比で2.8を、アン収率では60%を越える場合が認められ、必ずしも栽培地に特徴的な傾向と言えるものはなかった。

3. 煮熟増加比とアン収率の関係

1990年産の全道各地から集めた試料(247点)を用いて、アン収率に影響を及ぼすと思われる、吸水および煮熟特性関連形質との関係を検討した結果、アン収率と煮熟増加比の間には $r=0.926^{**}$ の高い正の相関が認められた(図1、表3)。また、この傾向は1991年産小豆

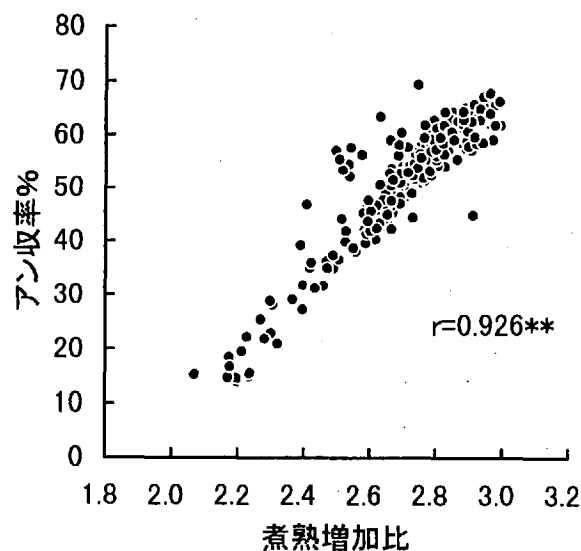


図1 煮熟増加比とアン収率の関係
1990年産小豆, $n=247$

表3 吸水および煮熟特性関連形質間の相関係数

	百粒重	水分	発芽率	未吸水率	吸水増加比	煮熟増加比
水分	0.142					
発芽率	0.064	0.389				
未吸水率	-0.221	0.003	-0.529			
吸水増加比	-0.074	0.224	0.595	-0.691		
煮熟増加比	-0.473	0.445	0.186	0.159	0.245	
アン収率	-0.424	0.425	0.250	0.155	0.234	0.926

1990年産小豆, $n=247$

($r=0.921^{**}$, $n=193$)でも同様であった。

さらに、他の形質とアン収率との関係をみると、百粒重とは負の相関($r=-0.424^{**}$)が認められ、水分とは正の相関($r=0.425^{**}$)が認められた。また、両者と煮熟増加比との関係についても同様の傾向が認められた。このように、煮熟増加比が大きいほどアン収率は高くなるが、一定の煮熟時間(70分)においては、百粒重が大きく、水分が低いほど煮えづらく、アン収率が低くなる傾向にあった。また、発芽率、未吸水率または吸水増加比といった吸水特性に関連する形質とアン収率との間には、百粒重や水分との間で認められた相関係数を上回るものはなかった。

4. 煮熟時間による煮熟増加比およびアン収率の推移

1994年の十勝農試産小豆4品種を用いて、煮熟時間を50分から210分まで変化させた場合の、煮熟増加比およびアン収率の推移について検討を行った。

煮熟増加比は、各品種とも煮熟時間の増加とともに大きくなる傾向にあったが、煮熟時間90分以降では変化の割合が小さかった(図2)。また、品種別にみると、大

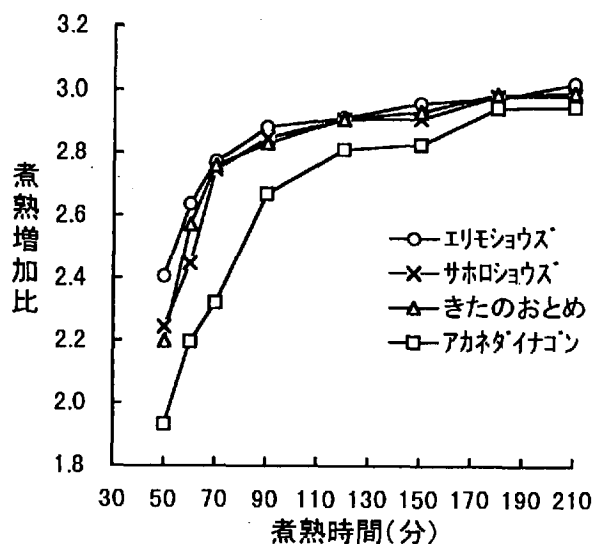


図2 煮熟増加比の推移
1994年十勝農試産小豆

納言系の「アカネダイナゴン」の煮熟増加比は、他の普通小豆3品種に比べ、いずれの煮熟時間でも小さかった。

アン収率は、煮熟時間70分までは品種による差異が認められ、時間の増加とともに高くなる傾向にあったが、90分以降ではほとんど変化が認められず、品種間の煮熟特性の差異も判別できなかった(図3)。すなわち、煮

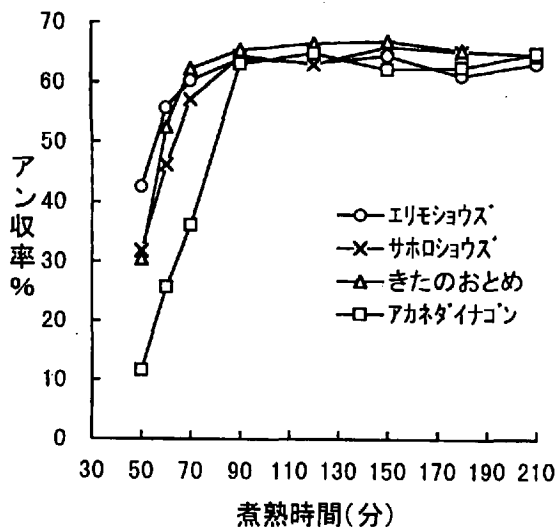


図3 アン収率の推移
1994年十勝農試産小豆

熟時間90分以降ではどの品種もアン収率は60%を越え、120分前後までに最大アン収率(約65%)を示した。煮熟時間70分における比較では、「エリモショウズ」や「きたのおとめ」のアン収率は60%を上回っていたのに対し、「サホロショウズ」では57%、「アカネダイナゴン」では36%と大きな差異が認められた。また、どの品種でも煮熟増加比がほぼ2.9に到達した時点で、アン収率は65%程度と最大値を示していた。

煮熟過程における煮熟増加比とアン収率の推移を比較するため、上記4品種の平均値を図4にまとめた。煮熟

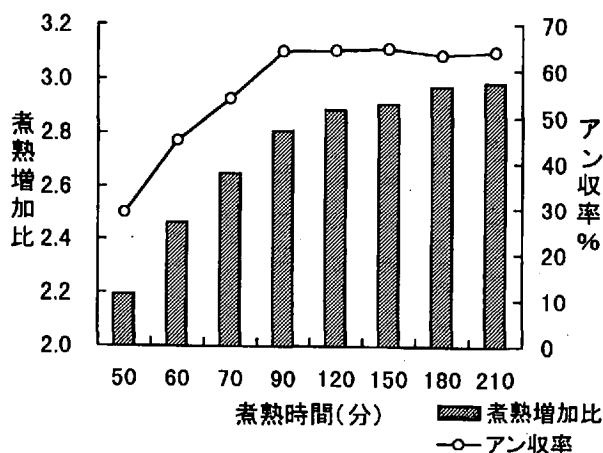


図4 煮熟増加比およびアン収率の推移
1994年十勝農業試験場産小豆4品種平均値

増加比は煮熟時間90分以降で変化の割合が小さくなるものの、210分までわずかながらも増加する傾向にあったが、アン収率は煮熟時間90分以降ほとんど変化が認められなかった。

以上のように、煮熟時間70分までは、いずれの品種でも煮熟増加比およびアン収率が直線的に上昇し、品種による差異も大きかったが、90分以降では品種間差異が認められなくなった。

5. 煮熟増加比によるアン収率の推定

一定の煮熟時間(70分)において、煮熟増加比とアン収率の間には高い正の相関関係が認められたことから、煮熟時間を変化させた場合にもこの関係が成立するかどうかについて、1994年の十勝農試産小豆4品種(図2, 図3に同じ)を用いて検討した。

煮熟時間を50分から210分までの8段階に設定して検討したところ、図5に示すように、煮熟増加比とアン収

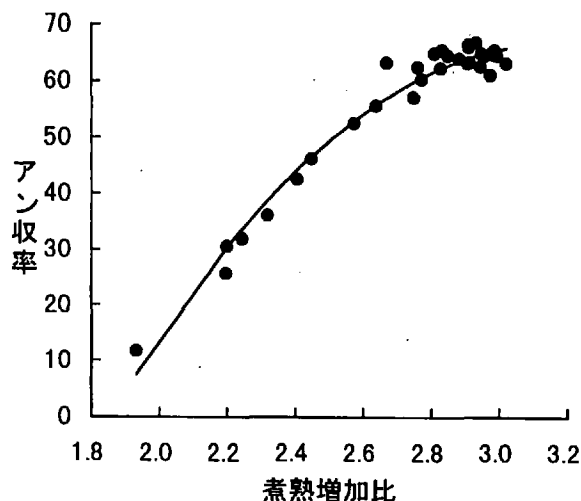


図5 煮熟増加比によるアン収率の推定

1994年十勝農試産小豆, $R=0.986$, 標準誤差2.3, $n=32$

率の関係は直線ではなく、2次関数で表すことができることが判明した。そこで、煮熟増加比(Rb)を説明変数に、アン収率(Ya)を目的変数とした回帰式の作成を試みた。その結果、(3)式により、重相関係数 $R=0.986$ 、決定係数 $R^2=0.973$ 、標準誤差2.3の非常に高い精度での推定が可能であった。

$$Ya = 247.3Rb - 39.1(Rb)^2 - 324.3 \quad (3)$$

次に、本回帰式の生産年次の異なる小豆試料への当てはめを試みた。1993年の十勝農試産小豆4品種を用いて、回帰式の作成時と同様に、煮熟時間を50分から210分まで8段階に変化させ検討したところ、図6に示すように、重相関係数 $R=0.971$ 、推定誤差2.3といった、回帰式作成時と同様の高い精度での推定が可能であった。

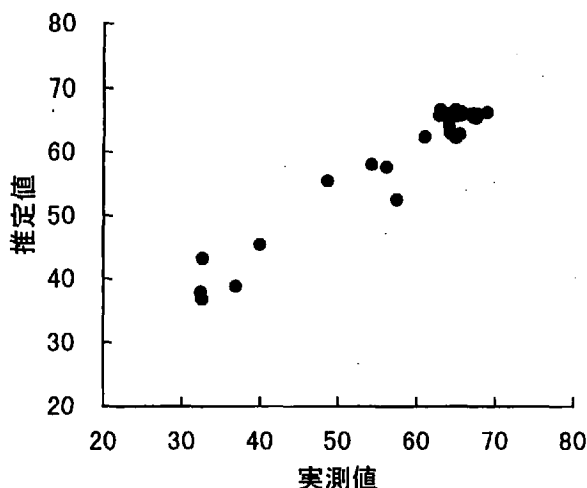


図6 アン収率の実測値と推定値の関係

1993年十勝農試産小豆, $R = 0.971$, 推定誤差2.3, $n = 32$

考 察

小豆の煮熟過程では、細胞内に存在するタンパク質がデンプンの糊化に先がけて熱凝固しデンプン粒を包むことにより、アン粒子の物理的強度が高まるものと考えられており、数個ないし十数個のデンプン粒が堅固な細胞膜に包まれた状態となっている¹⁰⁾。また、タンパク質やデンプンの不溶化が細胞内で起こると同時に、細胞間物質を構成するペクチンが可溶化して細胞相互が分離する¹⁵⁾と言われている。なお、アン粒子の形成は75℃前後から開始される¹²⁾と言われており、90℃以上の温度で90分程度の加熱時間を要するとの報告¹⁵⁾もある。

煮熟過程における経時的变化を検討した結果、煮熟増加比は煮熟時間210分までわずかながらも増加する傾向にあったが、アン収率は煮熟時間90分以降ほとんど変化しなかった(図4)。これは、小豆内部でアン粒子が形成された以降の煮熟では、細胞内で飽和的に膨潤したデンプン粒には水の取り込みが進行しないため、アンの収量には変化がないが、細胞間または種皮と子葉部との間隙における自由水の進入が、煮熟増加比の増大をもたらしているものと考えられた。藤村ら¹¹⁾は、小豆の子葉細胞と単離デンプンのDSC(示差走査熱量計)曲線の解析結果から、細胞内デンプンが糊化する際の細胞内水分は約56%と低水分であると推定しており、細胞の周囲に十分の水が存在しても、糊化したデンプン粒子が細胞壁により膨潤が抑制されることにより生じる膨潤圧のために、細胞壁を通した水の進入ができないものと推察している。

また、過度の煮熟は、アン粒子の崩壊によるデンプン粒の流亡も想定されることから、最大収量の得られる90

分から120分程度が、アン収率の面からは最適な煮熟時間と判断された。なお、この時の煮熟増加比はどの品種でも2.9前後であったことから、煮熟増加比を指標とした場合には2.9程度となる煮熟条件が最適であると考えられた。釘宮⁸⁾は、小豆煮熟時のアン粒子の崩壊および損傷をもたらす要因として、加熱時間や加熱温度の影響を指摘しており、100℃では95分以上加熱すると崩壊および損傷粒子の割合が増加したと報告している。

一方、試料間の煮熟特性の比較を目的とした場合には、試料個々により煮熟時間を変化させることは、実験条件として非常に煩雑であることから、一定の煮熟時間における比較が望ましい。主要品種の「エリモショウズ」のアン収率が60%を越え、かつ、品種間差異が明瞭な煮熟時間70分が、煮熟特性を比較する上では適するものと考えられた。このように、通常の実験条件としては、予備試験で設定した煮熟時間70分が適当であると判断された。

煮熟時間70分における煮熟増加比およびアン収率の品種間比較(表1)では、百粒重の大きい「アカネダイナゴン」でいずれの年次でも低い傾向にあった。また、百粒重と煮熟増加比またはアン収率の間には有意な負の相関関係が認められた(表3)ものの、百粒重の両者に対する寄与率は20%程度で、必ずしも決定的要因とは考えられなかった。

一般に、小豆の種皮色は、道東地方のような登熟期間の冷涼な地帯では明るく鮮やかな色で、比較的気温の高い道央地帯では暗色化しやすい傾向にあると言われている。しかし、煮熟特性については、1991年～1995年の5年間についてみると、十勝農試および中央農試の煮熟増加比およびアン収率が、北見農試をほぼ上回っており、遺伝資源センターでは年次により傾向が異なっていた(表2)。小豆の無機および有機成分や煮熟性の生産地間差異には、土壌の種類も関与しているとの報告³⁾もある。しかし、本試験の結果は、登熟期間の気温が高く、土壌的には沖積土および洪積土に位置する道央地帯の2場所(中央農試および遺伝資源センター)に対し、比較的冷涼で、火山性土壌に位置する道東地帯の2場所(十勝農試および北見農試)での煮熟増加比やアン収率が必ずしも同じ傾向にはなく、小豆の煮熟特性に対する、土壌および気象条件の直接的な影響は認められなかった。

煮熟特性には、原料小豆の性状と調理・加工方法との相乗効果が関与しており、それらの両要因を分けて考える必要性が指摘されている³⁾。原料小豆に関わる要因としては、品種、土壌および気象等の環境条件、栽培条件などがあげられるが、生産物にはこれら相互の複合要因としての結果が反映されるため、厳密な意味での単独要因の影響解析は非常に困難である。本試験結果でも、煮熟特性には明らかな品種間差異が認められたが、年次間

での変動が非常に大きく、生育の良好な年で煮熟増加比やアン収率は高い傾向にあった。小豆の粒大には栽培地間差異が認められる¹³⁾が、年次による影響も大きい⁹⁾と言われており、前報^{5, 6)}では種皮色や百粒重のような外観形質のみならず、タンパク含有率やアン粒径のような内部形質までもが、年次によって大きく変異することを報告した。また、小豆の吸水率には地域間差異がほとんどみられず、硬実(未吸水粒)の発生は年次による差が大きいとの報告¹⁴⁾もある。今後、小豆の煮熟特性に及ぼす気象要因や登熟過程での作物生理的な解析が望まれる。

一方、調理・加工方法による煮熟特性への影響としては、浸漬処理、加熱方法、添加物などがあげられており、浸漬による吸水率と水煮小豆の腹切れ率とは正の相関が、煮熟後の吸水率と水煮小豆の硬さには高い負の相関があることが報告⁹⁾されている。また、平ら¹¹⁾は道内3地域で生産された小豆4品種を用いて、煮熟増加比と生アンの収量の間には高い正の相関を認めているが、これは吸水量の多少によるもので、乾物換算したアン収率とは関係がなかったと報告している。本試験結果では、煮熟増加比とアン収率(乾物)の間に高い正の相関関係が認められており(図1、表3)、この傾向は調査した6年間にわたり同様であった。すなわち、煮熟増加比2.9程度までは、種皮や子葉細胞の軟化およびデンプン粒の膨潤・糊化が進行し、回収されるアンの収率が高くなるものと考えられた。しかし、浸漬時の吸水特性に関連する形質と煮熟増加比やアン収率といった煮熟特性との間には、明確な相関関係は認められなかった。ただし、本試験条件では浸漬を行わず、加水後直ちに煮熟しているため、浸漬を行った場合には吸水特性との関連がみられる可能性も考えられる。

煮熟特性に関連する形質の中では、煮熟増加比とアン収率の間には高い相関が認められたのみならず、両者の関係は2次関数で表されることが明らかとなった(図4)。(3)式の回帰式作成時におけるアン収率の実測値と推定値の標準誤差は2.3%と非常に小さく、これは、1991年～1995年に道立各農業試験場で生産された小豆のアン収率分析時における反復間での誤差平均2.5%を下回るものであった。製アン試験を行うに当たって、アンをこす時点で手作業が入ることが、人為的誤差を大きくする要因となっており、5%を越える誤差を生ずる場合もある。煮熟増加比には、このような誤差要因を含まず、煮熟特性を判断する指標としては有効なものと考えられる。さらに、生産年次の異なる試料へ本回帰式を当てはめた場合にも、同様の精度が確認されたことから、非常に煩雑な製アン試験を行わなくとも、実用上問題とならない程度の誤差で、煮熟増加比からアン収率が推定でき

ることが示唆された。

なお、本回帰式の作成および評価には、1993年および1994年の十勝農試産小豆を使用しているが、今後、他の栽培地の試料を含めた複数年にわたる評価も必要であろう。また、本試験での煮熟方法は、加水後直ちに煮熟し、渋切りを行っていないが、浸漬や渋切りを行った場合、または加圧による煮熟を行った場合などについても、煮熟増加比とアン収率の間に同様な関係が成立するか検討する必要がある。

以上のように、煮熟増加比はアン収率と高い相関関係にあることが明らかとなり、小豆の煮熟特性を判断する上で最も重要な形質の一つであると考えられた。また、本特性値を説明変数とした回帰式は、アン収率を推定する上での有効な手段となり得ることが判明した。今後さらに、近赤外分光法による全粒分析⁷⁾といった非破壊的な分析手法の検討を進めることにより、より迅速かつ簡易な煮熟特性の評価が可能になるものと考えられる。

謝 辞 本研究を遂行するにあたり、北海道立十勝農業試験場豆類第二科はじめ北海道立農業試験場畑作関係各科並びに専門技術員および関係各農業改良普及センター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農産化学部木村清部長および環境化学部沢口正利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) 藤村知子, 釘宮正往. “豆類の子葉細胞内デンプンが糊化する際の細胞内の水分の推定”. 応用糖質科学, **42**, 7-13 (1995).
- 2) 畑井朝子. “小豆の調理特性”. 調理科学, **27**, 238-242 (1994).
- 3) 畑井朝子. “小豆の煮熟性について”. New Food Industry, **38** (7), 17-23 (1996).
- 4) 平田 健, 釘宮正往. “アズキデンプンの糊化に及ぼすアズキタンパク質の影響”. 日本食品工業学会誌, **32**, 35-42 (1985).
- 5) 加藤 淳, 細谷恵理, 市川信雄. “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, 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)”. 北海道立農試集報, **64**, 25-34 (1992).
- 6) 加藤 淳, 徳光恵理, 市川信雄, 目黒孝司. “小豆の百粒重とアン粒径の関係, 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2報)”. 北海道立農試集報, **66**, 15-23 (1994).

- 7) 加藤 淳, 目黒孝司. “近赤外分光分析法による小豆品質関連形質の非破壊測定”. 日本食品工業学会第41回大会講演集. 1994 p.52.
- 8) 釘宮正往. “小豆煮豆中のアン粒子の崩壊, 損傷に及ぼす煮豆調製条件の影響”. 日本食品工業学会誌, 39, 167-172 (1992).
- 9) 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 (1974).
- 10) 鈴木繁男監修. “餡ハンドブック”. 光琳書院, 東京. 1975 p.293-303.
- 11) 平 春枝, 田中弘美, 斉藤昌義, 原正紀, 市川信雄, 細谷恵理. “北海道産小豆の品質と品種・生産地間差異”. 日本食品工業学会誌. 36, 812-826(1989).
- 12) 谷地田武男, 田巻欣二. “餡に関する研究(第1報) 製餡原料の澱粉及餡粒子の性状について”. 新潟県食品研究所報告. 6, 21-29 (1961).
- 13) 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”. 日本作物学会紀事. 59, 450-454 (1990).
- 14) 由田宏一, 佐藤久泰, 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3報 種子の吸水性と硬実性について”. 日本作物学会紀事. 64, 7-13 (1995).
- 15) 渡辺篤二, 高妻洋子, 渡辺圭子. “小豆餡の食品化学的研究(第2報) 小豆の煮熟(加熱)による餡粒子形成について”. 共立女子大学紀要. 25, 41-50 (1982).

The Relationship Between Weight Increase Ratio by Boiling of Adzuki Beans and An Yield

Jun KATO*, Takashi MEGURO* and Nobuo ICHIKAWA*

Summary

The relationship between weight increase ratio by boiling (WIRB) of adzuki beans (*Vigna angularis*) and an (bean jam) yield were investigated on 485 samples produced in Hokkaido from 1990 to 1995.

The WIRB and an yield varied among cultivars, and they varied markedly among years. A significant positive correlation was found between WIRB and an yield. The adzuki beans which had large WIRB were also large in an yield.

The WIRB got larger with the extension of boiling time. But it changed little and no increase was detected in an yield at the boiling time over 90 minutes. Although the an yield of four tested cultivars were larger than 60% at the boiling time over 90 minutes, no difference was found among cultivars. The boiling time of 70 minutes was suitable to clarify the difference of an yield among different cultivars.

An yield could be expressed with two-dimensional function using WIRB. The estimation of an yield by this regressive expression was extremely accurate.

Results suggest that WIRB is one of the most important characteristics considering the boiling properties of adzuki beans. And it was supposed that the regressive expression using WIRB was an effective means to estimate an yield of adzuki beans.