

北海道産菜豆類の百粒重とアン粒径の関係

加藤 淳* 目黒 孝司*

菜豆類 (*Phaseolus vulgaris* L.) の百粒重とアン粒径との関係について、北海道産 (1990年~1993年) の試料105点を用いて調査した。平均アン粒径は、品種間よりも種類間でより大きく変動し、大福類 (1993年の「洞爺大福」で101.6 μ m) で小さく、手亡類 (1993年の「十育A52号」で112.3 μ m) および金時類 (1993年の「大正金時」で106.0 μ m) で大きかった。百粒重の大きな菜豆は、平均アン粒径が大きく、同じ種類の品種では、粒大と平均アン粒径の間に有意な正の相関関係が認められた。官能試験の結果から、平均アン粒径が9 μ m異なる手亡類のアンの間には、嗜好性 (舌ざわり) の評価に大きな差は認められなかった。また、平均粒径が4~5 μ m異なる手亡類のアン (なめらかかざらつくか) の差異を識別することは困難であった。

緒 言

北海道における菜豆類 (インゲンマメ) の作付面積は、水田の減反緩和等により減少傾向にあり、1989年の21,300haに対し、1993年では15,000haとなっている。生産量は、豊作年の1991年が41,300tであったが、冷害年の1993年では作況指数79と「不良」となり、24,300tと減少した。さらに、1994年には9月の長雨の被害により作況指数47の「不良」となり、生産量が16,600tと著しく減少している。こうした生産の不安定性は、供給量の不足と価格の高騰による実需者の輸入豆類への移行を引き起こし、ひいては国産菜豆類の需要を減少させる懸念がある。現在、北海道産の菜豆類は全国の生産量の9割以上を占めており、高品質かつ安全な生産物の安定生産、安定供給が求められている。

しかしながら、菜豆類の品質については、外観形質に基づく検査等級以外では、用途や嗜好性などに応じた実需者個々の判断基準で決められることが多く、評価法も確立されていない。実需者が加工原料を選別する上では、同一条件で作業を行える均質な原料が大量に望まれ、加工適性の評価指標や基準値の設定の必要性が高まっている。

北海道で最も生産量の多い金時類 (1993年消費数量約1.9万t) は、主用途が煮豆であるが、「福白金時」は白

アンの原料として用いられ、また、「大正金時」を初めとする赤系金時類もその一部は製アン原料として用いられている。金時類に次いで生産量の多い手亡類 (1993年消費数量約1.1万t) は大部分が白アンの原料として用いられている。次いで生産量の多い高級菜豆 (大福類、虎豆類および花豆類の総称、1993年消費数量約0.5万t) では、甘納豆や煮豆の原料として用いられる他に、アンやきんとんの原料にもなっている。

豆類のアン粒子に関する報告として小豆では、煮熟過程におけるアン粒子の形成に関わる報告^{9,12)}や、アン粒子の構造に関する報告^{2,3,7)}などがあり、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⁴⁾や百粒重とアン粒径の関係⁵⁾を報告した。しかし、菜豆類の製アン特性に関する報告はほとんど見あたらない。

本報告では、原粒の品質関連形質が製アン特性に及ぼす影響を明らかにするため、北海道立農業試験場および全道各地の農家から集めた菜豆類を用いて、百粒重とアン粒径の関係について検討した。

材料および方法

1. 供試試料

1990~1993年の4年間に、北海道立中央農業試験場および十勝農業試験場 (以下、中央農試および十勝農試と略) において、また、1993年に北海道立上川農業試験場および北見農業試験場並びに植物遺伝資源センターにおいて、同一栽培条件で生産された、手亡類、大福類およ

1995年5月31日受理

*北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

び金時類11品種、計35点を調査・分析に供試した。

また、1993年には、十勝管内（金時類・手亡類）、網走管内（大福類）および胆振管内（大福類）から、それぞれの地域での栽培基準により生産された菜豆類を70戸の農家から、合計6品種、70点を収集し、調査・分析に供試した。

なお、供試品種は、手亡類が「姫手亡」、「銀手亡」、「十育A52号（1992年奨励品種）」、大福類が「大福」、「改良早生大福」、「洞爺大福」、金時類が「大正金時」、「北海金時」、「丹頂金時」、「福白金時」、「十育B62号（1994年奨励品種）」の11品種であった。また、試料は11～12月に収集してから翌年3月以降の分析時期まで、5℃の恒温室に保存した。

2. 分析・測定方法

百粒重は、原粒100粒の重量を3回測定し、乾物率を乗じた乾物値で表示した。

乾物率は、原粒を105℃で16時間乾燥器内に放置後の減少量により求めた。

生アンは、菜豆50gに3～4倍量の水を加えて25℃で16時間吸水後、100℃で40分（1993年産の金時類は30分）煮熟し、0.5mmフルイ上で押しつぶすことにより種皮を分離し、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、さらしを用いて回収することにより調製した。

アン粒径は、上記の条件で得られた生アンを、島津レーザー回折式粒度分布測定装置SALD-1100を用いて測定し、平均粒径（モード径）を求めた。

アン粒子の光学顕微鏡写真は、1993年の中央農試産および十勝農試産菜豆類より得られた凍結後の生アンを水に懸濁し、オリンパス写真顕微鏡VANOX-AHBTを用いて撮影した。

官能試験は、20歳代から50歳代の中央農試の職員をパネルとして、平均粒径が異なる1993年産の手亡「十育A52号」の加糖アン（生アン100gに上白糖60gを加えて加熱調製し、再度粒径を測定）を用いて、2つの試験を行った。調査項目は、「色（好み）」、「舌ざわり（なめらかさ、好み）」、「粘り（強弱、好み）」、「味（好み）」、「香り（好み）」および「総合（好み）」であったが、本報告では特に舌ざわりに関する項目に絞って論議した。評価は、基準のアンの評価値を0とし、-3から3までの7段階評価法で行った。試験1では、加糖後の平均粒径が111μmと118μm（基準）のアンについて、32名（男19名、女13名）のパネルにより嗜好性（舌ざわりの好み）を調査した。試験2では、加糖後の平均粒径が110μm、115μm（基準）および119μmのアンを用い、それぞれの舌ざわり（なめらかさ）について、31名（男18名、女13名）のパネルにより比較を行った。

結 果

1. アン粒径の品種間差異

菜豆類の百粒重および平均アン粒径について、品種間差異を比較すると、手亡類では、「姫手亡」と「十育A52号」の間にはほとんど差が認められなかった（表1）。大福類では、「改良早生大福」の百粒重が小さかったが、平均アン粒径では「洞爺大福」とほとんど差がなかった。金時類では、百粒重の大きい「丹頂金時」、「北海金時」および「十育B62号」では平均アン粒径も大きい傾向にあった。

また、菜豆類の種類間でアン粒径を比較すると、平均アン粒径は大福類で小さく、金時類および手亡類で大きかった。手亡類は百粒重が小さいにも関わらず、「大正

表1 菜豆類の百粒重および平均アン粒径の品種間差異

品 種	百粒重(乾物g)				平均アン粒径(μm)			
	1990	1991	1992	1993	1990	1991	1992	1993
姫 手 亡*	28.4	28.9	28.4	25.3	109.9	109.2	108.7	108.7
十 育 A52 号*	29.0	29.1	27.4	27.7	108.8	109.1	110.4	112.3
大 福**	65.9	68.0	69.3	71.2	104.9	—	105.2	104.6
改良早生大福**	57.1	57.1	59.0	58.9	104.7	—	103.4	102.5
洞 爺 大 福**	65.6	63.9	68.2	65.9	104.0	—	103.9	101.6
大 正 金 時*	53.6	78.4	73.1	56.2	109.4	118.9	112.9	106.0
丹 頂 金 時*	68.9	92.3	91.7	72.1	115.1	124.8	122.0	111.9
北 海 金 時*	71.4	86.8	89.4	74.0	121.7	124.8	122.9	118.0
十 育 B62 号*	—	98.6	86.2	72.9	—	125.5	120.5	111.0
福 白 金 時*	70.6	82.8	77.9	70.9	116.6	114.1	110.8	107.0

*：北海道立十勝農業試験場産（淡色黒ボク土、標準栽培）

**：北海道立中央農業試験場産（褐色低地土、標準栽培）

金時」とほぼ同程度の平均アン粒径であった。そこで、アン粒子の粒度分布パターンを1993年産の菜豆類3品種を用いて比較すると、平均アン粒径112.3 μm の「十育A52号」では大きいアン粒子の割合が多く、平均アン粒径101.6 μm の「洞爺大福」では小さいアン粒子の割合が多くなっていた(図1)。平均アン粒径106.0 μm の「大正金時」は両者の中間に位置したが、分布パターンは「十育A52号」に近かった。

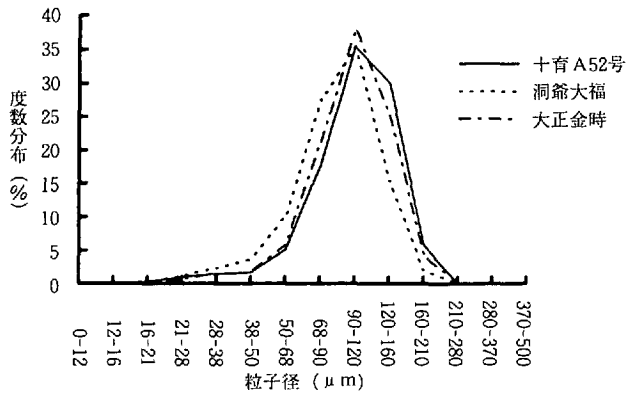


図1 菜豆類アン粒子の粒度分布
平均粒径:十育A52号:112.3 μm
洞爺大福:101.6 μm
大正金時:106.0 μm

2. 百粒重とアン粒径の関係

菜豆類の品質関連形質が製アン特性に及ぼす影響について検討した結果、百粒重と平均アン粒径の間には正の相関が認められた。手亡類では $r=0.606^{**}$ (1993年産, $n=34$) の有意な正の相関関係が認められ、「十育A52号」に限った場合でも同様の傾向 ($r=0.765^{**}$, $n=31$) にあった(図2)。大福類では $r=0.781^{**}$ (1993年産, $n=38$) の高い正の相関関係が認められ、「改良早生大福」のみでみた場合にも同様の傾向 ($r=0.869^{**}$, $n=17$) が認められた(図3)。金時類でも $r=0.735^{**}$ (1993年産, $n=26$) の高い正の相関関係が認められ、この関係は「大正金時」に限った場合でも同様 ($r=0.773^{**}$, $n=16$) であった(図4)。

このように、百粒重の大きな菜豆では、平均アン粒径も大きく、百粒重はアン粒子の平均粒径に影響を及ぼしていることが判明した。ただし、手亡類は他の菜豆類に比べて百粒重は小さくとも平均アン粒径は比較的大きいように、手亡類、大福類、金時類それぞれの種類の中でのみこの関係は成立した。

3. 官能試験によるアンの舌ざわりの評価

アン粒子の大きさが舌ざわりにどのような影響を及ぼすかについて、1993年産の手亡類「十育A52号」のアンを用いた2つの官能試験を行い検討した。

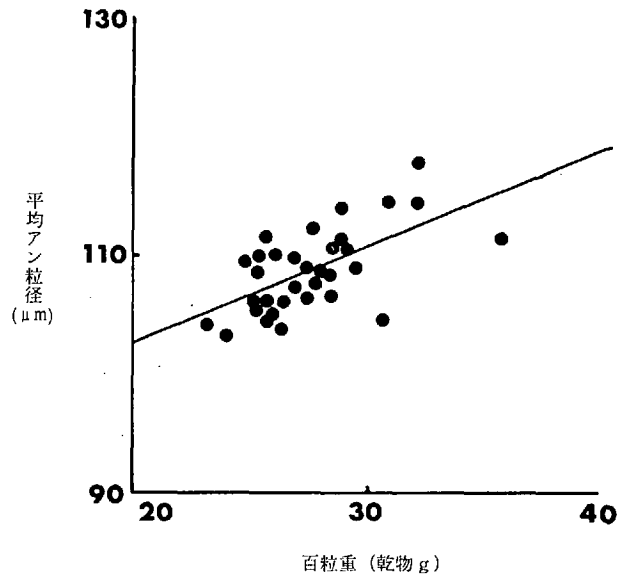


図2 手亡類の百粒重と平均アン粒径の関係
 $r=0.606^{**}$, $n=34$

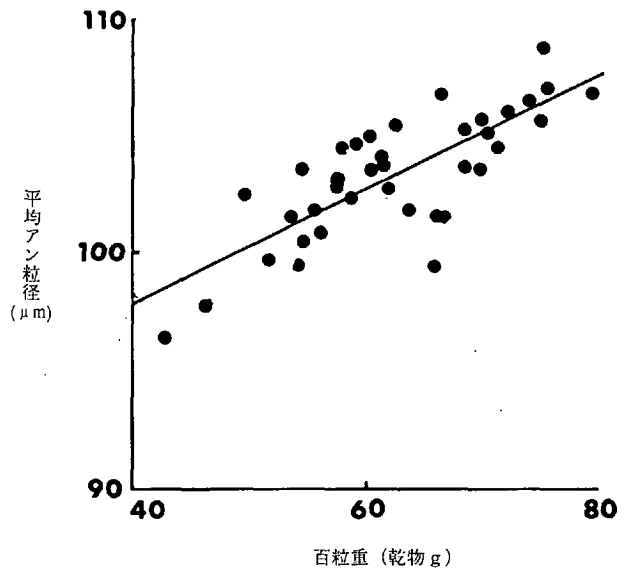


図3 大福類の百粒重と平均アン粒径の関係
 $r=0.781^{**}$, $n=38$

平均アン粒径と嗜好性(舌ざわりの好み)との関係について調査した試験1では、加糖後の平均粒径118 μm のアンに対し、平均粒径111 μm のアンを、「やや好む(1)」~「非常に好む(3)」と評価した人の合計は40.6%で、「やや好まない(-1)」~「非常に好まない(-3)」と評価した人の合計28.1%よりも多かった(図5)。しかし、両者を「同等(0)」と評価した人は31.3%おり、平均評価値は0.13であったことから、平均粒径が9 μm 異なる手亡アンの比較では、舌ざわりの好みの評価に大きな差は認められなかった。

次に、平均アン粒径と舌ざわり(なめらかさ)の関係

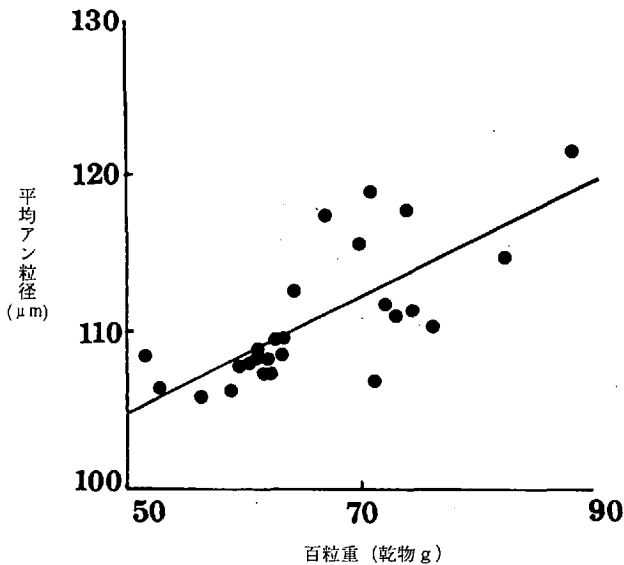


図4 金時類の百粒重と平均アン粒径の関係
 $r=0.735^{**}$, $n=26$

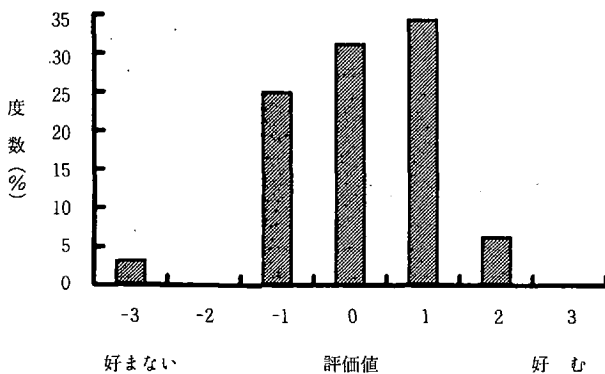


図5 粒径の異なる手亡アンの嗜好性の官能評価
 加糖後の平均粒径118 μm のアンに対する平均粒径111 μm のアンの舌ざわりの好みを調査 (パネル数: 32人)

について調査した試験2では、加糖後の平均粒径115 μm のアンを基準とした場合、平均粒径110 μm のアンの平均評価値は-0.45であり、平均粒径119 μm のアンの平均評価値は-0.42と両者に明確な差は認められず、平均粒径が4~5 μm 異なる手亡アンの舌ざわり (なめらかさ) の差異を識別することは困難であった (図6)。

考 察

菜豆類の種類は非常に多いが、それらは外観上の違いから分類されているもので、流通上では銘柄として区分されている。しかし、手亡類、大福類、金時類といった異なる種類のものであっても、種としては同じインゲンマメ (*Phaseolus vulgaris* L.) に属し、北海道で高級菜豆

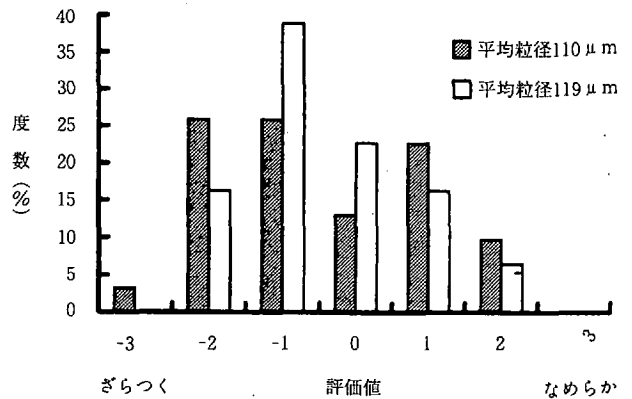


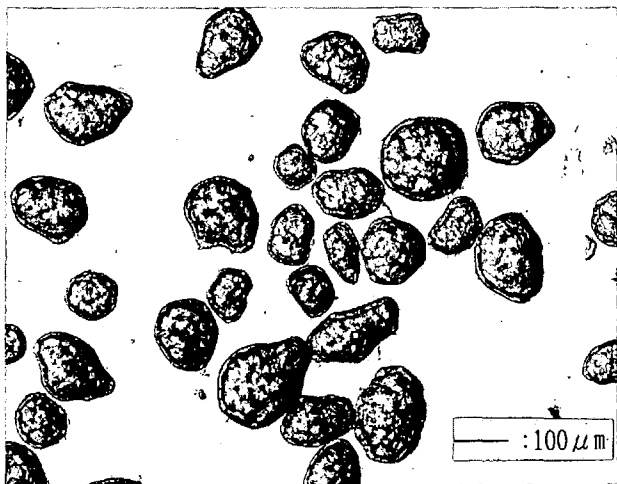
図6 粒径の異なる手亡アンの舌ざわりの官能評価
 加糖後の平均粒径115 μm のアンに対する平均粒径110 μm と119 μm のアンの舌ざわり (なめらかさ) を調査 (パネル数: 31人)

と呼ばれるつる性の菜豆類の内、「大白花」や「紫花豆」のような花豆類のみが、種の異なるベニバナインゲン (*Phaseolus coccineus* L.) に属する。

このように種類により、種皮色、粒大とも変異の大きい菜豆類では、その用途も多岐にわたるが、煮豆や甘納豆のような原粒の形を残した加工形態と、アンやきんとんのようなつぶされた状態で用いる加工形態に大別できる。本報告では、菜豆類をつぶして用いる場合の加工適性を明らかにするため、アン粒子の大きさに及ぼす品質関連形質の影響について解析し、食感との関係についても検討した。

煮熟過程におけるアン粒子の形成については、細胞内に存在するタンパク質がデンプンの糊化開始以前に熱凝固しデンプン粒を包むことにより、アン粒子としての物理的強度が高まるものと考えられており、小豆の場合では、90℃以上の温度で90分程度の加熱時間を要する¹²⁾とされている。アン粒子の構造としては、細胞内に数個の糊化・膨潤したデンプン粒が存在しており、デンプン粒の大きさは小豆の場合、平均40×34 μm 程度であると報告⁷⁾されている。デンプン粒の周りには、熱凝固したタンパク質が存在し、さらにその外側を堅固な細胞膜が覆った状態となっていることが報告²⁾されている。

菜豆類のアン粒子の光学顕微鏡写真 (写真1) では、種類の異なる3品種とも同様に、円から楕円形をした種々の粒径のものが認められ、アン粒子の内部にはデンプン粒が鱗状に観察された。しかし、小豆と比較すると、アン粒子の外側を覆っている細胞膜の厚さが小豆よりも厚く、デンプン粒は小さく数が多い傾向にあった。豆類種子の微細構造に関しては、デンプン粒は短楕円形をしているが、種により大きさや形状が異なり、量的差異も認められることが報告⁶⁾されている。



A



B



C



D

写真1 菜豆類および小豆のアン粒子の光学顕微鏡写真

A：十育A52号（平均粒径112.3 μ m）B：洞爺大福（平均粒径101.6 μ m）C：大正金時（平均粒径106.0 μ m）D：エリモショウス（平均粒径100.7 μ m）

一方、筆者らが行った結果⁵⁾では、小豆の百粒重と平均アン粒径の間には高い正の相関関係が認められた。菜豆類についてもこの関係が成立するかどうか検討した結果、同じ種類の菜豆類の中でのみ、百粒重と平均アン粒径の間には有意な正の相関関係が認められ、菜豆類全体で見た場合には、この関係は成立しなかった。つまり、菜豆類の中でも百粒重の小さい手亡類では平均アン粒径が110 μ m前後であるのに対し、百粒重の比較的大きい大福類では平均アン粒径が105 μ m以下のものがほとんどであり、小豆のように品種を越えて普遍的に言えるものではなかった。

小豆の場合、百粒重の大きな品種では、種子の子葉細胞にも大きなものが多く認められており⁵⁾、このことがアン粒径に影響を及ぼしているものと考えられたが、菜

豆類では子葉細胞の大きさが必ずしも百粒重（粒大）に影響を及ぼしていないことが示唆された。すなわち、手亡類のように百粒重が小さい品種であっても、百粒重が2倍程度ある大福類よりも平均アン粒径が大きいということは、両者間で種子1粒当たりの子葉細胞が大きく異なっているものと考えられた。このように、同じ種に属する菜豆類であっても、品種により種子1粒当たりの子葉細胞数には大きな変異が存在すると推定されるが、同じ種類の品種の中では子葉細胞の大きさが百粒重に影響を及ぼしている（百粒重とアン粒径の間に有意な相関関係が認められる）ものと考えられ、遺伝的な面からも興味もたれる。

菜豆類のアン粒子の粒径組成について、小豆の場合で用いた5段階の粒径区分に当てはめて比較すると、平均

表2 小豆および菜豆類のアン粒径組成

品 種	平均アン 粒径(μm)	粒 径 組 成 割 合 (%)				
		500-150	150-100	100-75	75-60	60以下(μm)
エリモショウズ*	100.7	6.3	39.1	30.6	11.8	12.2
十 育 A52 号*	112.3	11.3	48.7	24.4	7.5	8.1
洞 爺 大 福**	101.6	6.6	39.6	29.7	11.5	12.6
大 正 金 時*	106.0	8.7	46.3	28.3	9.0	7.7

* : 北海道立十勝農業試験場産(1993年)

** : 北海道立中央農業試験場産(1993年)

アン粒径が「エリモショウズ」に近い「洞爺大福」では粒径組成割合も非常に類似していた(表2)。一方、平均アン粒径の大きい「十育A52号」および「大正金時」では、 $100\mu\text{m}$ 以上の大きなアン粒径の組成割合が50%を越えていた。しかし、いずれの品種でも最頻値を示す粒径区分は $150\sim 100\mu\text{m}$ であり、ピークの位置は一致していた。

アン粒径と舌ざわりの関係に関して、小豆アンについては、 $150\mu\text{m}$ (100メッシュ)以上の粗い粒子は舌ざわりのざらついた練りアンを、 $75\mu\text{m}$ (200メッシュ)以下の細かい粒子は粘りの強い練りアンを生ずる傾向にあると言われている¹⁰⁾。また、筆者らが行った官能試験⁵⁾では、平均粒径 $5\sim 10\mu\text{m}$ の差異が識別可能であった。しかし、本報告の結果では、手亡アンでは $5\mu\text{m}$ 前後のアン粒径の違いを識別できず、小豆に比べて平均アン粒径が大きいにも関わらず、舌ざわりは比較的なめらかで、粒径の違いによる嗜好性の差異は明確ではなかった。顕微鏡による観察(写真1)において、菜豆類では小豆に比べて細胞壁よりなるアン粒子表面の細胞膜が厚く、内部のデンプン粒が小さいといった差異が認められ、やや大きな粒径でも舌ざわりになめらかさを感じたことから、菜豆類のアンは舌ざわりには、アン粒径以外の要因も関与している可能性が考えられた。

アンの食味に関与する大きな要因の一つとして物性が上げられる。アンの物性には、アン粒子の大きさ以外に、形状、崩壊の程度および水の存在状態などさまざまな影響が考えられ、さらに、糖の種類、加熱時間、練り方、加水量など製アン過程でも非常に多くの要因が関与している⁸⁾と言われている。練りアンの嗜好性には物性の影響が大きく、官能評価値に対する寄与率は保水力および硬さで高いとの報告¹⁾もある。アン粒子内部のタンパク質およびデンプンの特性もまた、調理特性あるいは食感に寄与する可能性が指摘¹¹⁾されている。このようにアンの物性に関しては、アン粒子の大きさのみならずその構成成分や性状も重要な要因であり、食感および嗜好性に与える影響を考慮する必要性が示唆された。

以上のように、菜豆類の百粒重はアン粒子の大きさに影響を与える重要な形質の一つであると判断されたが、手亡類、大福類、金時類それぞれの種類の中でのみこの関係は成立した。また、菜豆類のアン粒子の大きさが食感に及ぼす影響については明確ではなく、今後、他の要因についても検討する必要がある。

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、関係各農業改良普及センターおよび十勝農業協同組合連合会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(現北海道立上川農業試験場長)、農産化学部古山芳廣部長(現北海道立天北農業試験場長)および木村清部長、畑作部土屋武彦部長(現企画情報室長)および佐々木宏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) 安部章蔵. “餡練り時間が練り餡のテクスチャーに与える影響”. 日本食品工業学会誌. **33**, 693-700 (1986).
- 2) 畑井朝子. “小豆の調理特性について”. *New Food Industry*. **29**(7), 57-69 (1987).
- 3) 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).
- 4) 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).
- 5) 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. **64**, 25-34 (1992).
- 6) Saio, Kyoko; Monma, Michiko.

- "Microstructural approach to legume seeds for food uses". *Food Structure* **12**, 333-341 (1993).
- 7) 鈴木繁男監修. "餡ハンドブック". 光琳書院, 東京, 1975 p. 293-303.
- 8) 塩田芳之, 宮田義昭. "あんに関する研究 (第4報), あんの物性について". *家政学雑誌*. **27**, 180-185 (1976).
- 9) 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).
- 10) 谷地田武男, 中島幸一, 坪谷真理子. "餡に関する研究 (第4報) 餡の粒度構成と練餡の物理性について". *新潟県食品研究所報告*. **12**, 31-38 (1972).
- 11) 渡辺篤二, 高妻洋子. "小豆餡の食品化学的研究 (第1報) 小豆餡中のタンパク質及びデンプンの性状". *共立女子大学紀要*. **25**, 29-39 (1982).
- 12) 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) 小豆の煮熱 (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 Seed Size of Common Beans and An Particles (bean jam particles) Produced in Hokkaido

Jun KATO* and Takashi MEGURO*

Summary

The relationship between seed size of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and an particles (bean jam particles) which were separated from cooked beans, were investigated on 105 samples produced in Hokkaido from 1990 to 1993.

The mean size of an particles varried among cultivars, and it varried markedly among groups of cultivars. It was smaller in the Ofuku group (101.6 μm in 'Touya-ofuku' in 1993) and it was bigger in the Tebou group (112.3 μm in 'Toiku-A52' in 1993) and the Kintoki group (106.0 μm in 'Taisyo-kintoki' in 1993). The common bean which has large seed size is also large in mean size of an particles. A significant positive correlation was found between seed size and mean size of an particles in the same groups of cultivars.

From the results of sensory tests, it was difficult to distinguish the texture (smooth or rough) between an of the Tebou group, of which mean size of an particles differs 4 or 5 μm . No difference was found in the preference of texture between an of the Tebou group, of which mean size of an particles differs 9 μm .

Results suggest that the seed size of common beans is one of the important characteristics affecting the mean size of an particles. But it was not clear what effect the mean size of an particles had on the texture of an manufactured from common beans.

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