

## 平成 22 年度豆類振興事業調査研究(雑豆需要促進研究)成果概要

### 1. 調査研究テーマ

「小豆の加工工程で生じる廃棄資源の有効利用をめざした新規機能性素材の開発」

### 2. 調査研究組織名及び研究者名

#### (1) 調査研究組織名

東京農業大学 応用生物科学部 栄養科学科

#### (2) 研究者名

研究代表者 阿久澤さゆり (東京農業大学 応用生物科学部 栄養科学科 准教授)

共同研究者 牧 道子 (株式会社 遠藤製館)

### 3. 調査研究の目的

小豆は餡の原料として利用されているが、「こし餡」の製造工程において、煮汁や皮が除去され、廃棄されるのが一般的である。近年の健康志向と廃棄による環境への影響の負荷軽減などの視点から、廃棄されている素材の利用にも関心が寄せられている。例えば、煮汁中に溶出するポリフェノール類や除去されている皮（おもに不溶性多糖のセルロース成分と考えられる）を回収し利用して、ゼロカロリー商品等として開発され商品化されはじめている。しかし、利用を試みているのは廃棄されているうちの一部分であり、さらに煮汁中には小豆に含まれる他の成分である「水溶性のタンパク質やペクチン質など」も溶出していると考えられるが、検討されていないのが現状である。

そこで本研究は、原料小豆の有効利用の可能性を探るために、現在の「餡」製造工程において、各工程でどのような成分が溶出して廃棄されているのかを明らかにし、それらの各成分を資源として経済的にも有用な利用法について、実用化を視野に入れて検討することを目的とした。

### 4. 調査研究の方法

1) 生餡の製造工程で分離・除去・廃棄されている物質と溶出量の測定：生餡の製造工程にそった方法で試作を行い、各製造工程（渋きり、煮上げ、篩別、水さらし）を経て生餡（最期に冷却・脱水されたものが該当）が製造されるまでの工程ごとに、廃棄されている水中に含まれる成分測定（ポリフェノール類、セルロース、水溶性成分としての水溶性タンパク質およびペクチン質）を行った。ポリフェノール類は、タンニン酸を標準物質として発色比色法で定量し、セルロースは重量法、水溶性たんぱく質はLowry法、ペクチン質はガラクトuron酸を標準物質としてm-ヒドロキシジフェニール法で定量した。

2) 水溶性たんぱく質とペクチン質の分子量測定：水溶性タンパク質はSDS電気泳動法で各溶出区分の分子量分布を比較し、ペクチン質は共存するフェノール類および澱粉性多糖

を除去してエチルアルコールで精製し、ゲルろ過法により分子量分布を測定した。

以上より、原料小豆から生餡の製造工程を定量的に把握することにより、廃棄資源の有効利用成分に関する基礎データとした。

## 5. 調査研究成果

生餡は図1に示したように、小豆澱粉がタンパク質などに覆われた直径約  $100\mu\text{m}$  の粒子である。この製造工程（実際の製造工程を用いた）を図2に示したが、「渋きり」、「煮上げ」、「篩別」、「水さらし」の各工程で溶液（①～④）を採取した。小豆  $1\text{kg}$  を原料として生餡を製造した場合に換算すると、ポリフェノール類は、「渋きり水」に  $2.95\pm 0.15\text{g/kg}$  が溶出しており、「煮上げ水」  $0.90\pm 0.03\text{g/kg}$ 、「篩別水」  $0.19\pm 0.01\text{g/kg}$ 、「水さらし水」  $0.06\pm 0.01\text{g/kg}$ 、であった。これより、実際の工程でも約  $60\sim 70\%$  余りが「渋きり」工程で廃棄される水に溶出していることが推測され、「渋きり」工程の排水の回収・利用が実用的であることが示された。また、水溶性タンパク質は、排水中では「煮上げ」工程に  $4.90\pm 0.94\text{g/kg}$  であったが、「渋きり水」にも  $3.95\pm 1.63\text{g/kg}$  溶出しており、各溶液区分の分子量分布にも特徴は見られなかったため、水溶性タンパク質の回収・利用性の有用性は低いと考えられた。

ペクチン質は「煮上げ」工程の廃水中に  $52.68\pm 0.15\text{g/kg}$  と最も多く、この回収方法を検討した。その結果、フェノールの除去と酵素による混在タンパク質を分解した後、エタノールによって容易に沈殿回収でき、乾燥粉碎することにより粉末が得られ、その粉末は容易に水に再溶解することが示された。さらに、ペクチン質の分子量は、図3に示したように約  $40$  万であり、ゲル化剤として用いられている柑橘系のペクチン質と近似していることが示された。ペクチン質は約  $1\%$  濃度程度でゲル化することから、「煮上げ」工程のペクチン質の回収は有効であり、さらに、粉末で保存できて水に容易に再溶解することから、食品添加物（ゲル化剤・増粘性多糖類）としての利用が期待できた。セルロースは、生餡に含まれている他は、「篩別」の工程で分画分離されており、混在している糖類とタンパク質は酵素処理により除去できたが、吸着しているフェノール類の除去法は検討中である。また、粗セルロース分離物質を乾燥磨砕し、粉末加工を試みたが粒度が大きく、利用性を検討するための試料調製の方法の継続検討が必要であった。

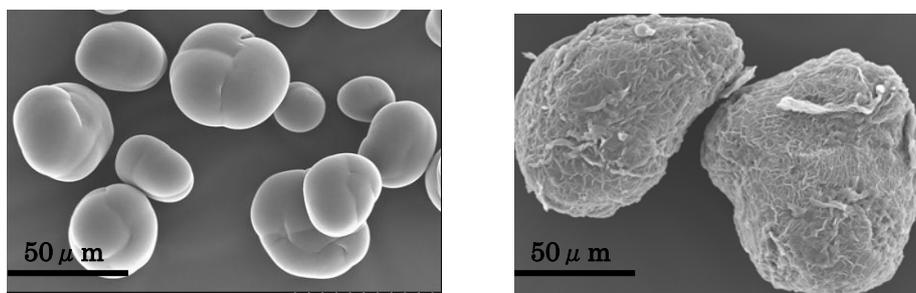


図1 原料小豆の澱粉（左）と最終工程で得られた生餡（右）のSEM写真

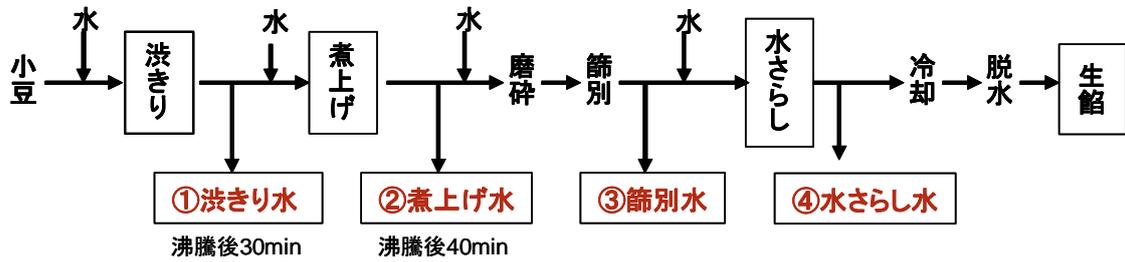


図2 生餡の製造工程と採取試料区分

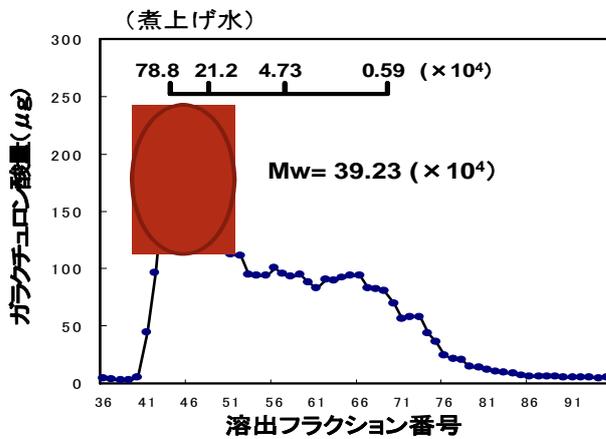


図3 「煮上げ水」に溶出したペクチン質の分子量分布

現在、廃棄されている成分の有効利用としては、各溶出区分の成分および溶出量から、小豆のタンパク質の利用は、生餡製造工程の廃水中の回収利用という観点ではなく、「小豆」の全タンパク質を分離精製して利用を目指すのが現実的で実用性が高いのではないかと考えられた。溶出ペクチン質は、低糖度ゼリーなどで用いられる塩類との作用も見られたことから、小豆ペクチンによるゲル状食品の調製が期待できる。ペクチン質の回収方法には、この製造段階の水の濃縮回収方法か、生餡製造工程の小豆の「煮上げ」を「蒸す」工程への変更により、高濃度のペクチン溶液として回収する工程が有効的であると考えられた。

今後は、生餡製造工程の溶出成分が把握できたため、研究協力者である遠藤製餡（株）の協力を得て工程の回収量および経費効果について検討を進め、さらに、溶出ペクチン質の分子特性および糖の構造解析、ゲル状食品の調製とその食感を解析したい。