

植物種子タンパク質の構造と機能

Structure and function of plant seed proteins

京都大学大学院農学研究科品質設計開発学分野 丸山 伸之

背景と目的

食物アレルギーの症状を示す人の数は増加しているにもかかわらず、アレルギー症状を引き起こす機構については不明な点が多い。植物由来の食品素材に対してアレルギー症状を示すことは多く、種子類（小麦、落花生、大豆など）と果物類が原因食物の上位を占める。果物類に関するアレルギー症状は、花粉による感作後の交差反応による口腔アレルギー症候群として発症するケースが多いが、場合によっては重篤な症状を示す場合がある。報告されている果物類に対するアレルゲンの多くは、防御タンパク質、プロフィリン、非特異的脂質輸送タンパク質である。一方、種子類に関するアレルゲンでは、種子貯蔵タンパク質が多くを占めている。種子貯蔵タンパク質に関連するアレルゲンの多くは、cupinおよびprolaminの2つのsuperfamilyに属している。Cupin superfamily は germin という安定性の高いタンパク質のモチーフをもとに見出されたsuperfamily であり、多様な機能をもつタンパク質が属している。豆類の主要なアレルゲンである7Sおよび11S グロブリンは、ともに cupin superfamily に属し、加工特性を担う重要なタンパク質である。7S グロブリンは分子量が5万から7万のサブユニットからなる3量体構造をもち、分子量は15万~20万であり、11S グロブリンは分子量が5万ほどのサブユニットからなる6量体構造をもち、分子量は約30万である。7S グロブリンと11S グロブリンの立体構造はいずれも1つのサブユニット中にジェリーロール構造と呼ばれる $\beta$ -バレル構造を2個もち、そのサブユニット内に擬似2回軸をもっている。 $\beta$ -バレル構造を中心にもつコア部分の構造の7Sおよび11S グロブリン間の類似性は高く、3個のサブユニットからなる3量体構造についても良く保存されている。一方、prolamin superfamily には2S アルブミン、トリプシンインヒビター、脂質結合タンパク質などが含まれる。2S アルブミンは、ラージサブユニットとスモールサブユニットにより形成される。落花生において2S アルブミンは主要なアレルゲンであり、そのアレルゲン性には安定なタンパク質構造が寄与していると考えられている。一方、ゴマにおいても2S アルブミンはアレルゲンとされているが、その重要性については明確になっていない。

検討内容

ゴマに対するアレルギー患者血清を用いてゴマ種子タンパク質に対する特異的 IgE 値を解析した。脱脂したゴマ種子からタンパク質を抽出し、クロマトグラフィーにより11S グロブリン、7S グロブリン、2S アルブミンを精製した。それらに対して特異的 IgE 値を測定したところ、すべての種子貯蔵タンパク質に対して高い抗体値を示すことが明らかとなった。さらに、2S アルブミンには2つの分子種が存在しているために、それらのアレルゲン性について比較したところ、両者に対する特異的 IgE 値が大きく異なることを見出した。現在、タンパク質解析用ソフトウェア

Discovery Studio を用いて 2S アルブミンには 2 つの分子種の構造安定性について解析を進め、アレルギー性の違いの原因について検討している。

#### 参考論文

- 1) Carrazco-Peña L, Osuna-Castro J, De Leon Rodriguez A, Maruyama N, Toro-Vazquez J, Morales-Rueda J, Barba De La Rosa AP  
Modification of solubility and heat induced gelation of amaranth 11S globulin by protein engineering.  
Journal of Agricultural and Food Chemistry (2013) 61, 3509-3516.
- 2) Shutov AD, Rudakova AS, Rudakov SV, Kakhovskaya IA, Schallau AA, Wilson KA, Maruyama N  
Degradation of  $\beta$ -conglycinin  $\beta$ -homotrimer by papain: independent occurrence of limited and extensive proteolysis  
Biosci. Biotechnol. Biochem. (2013) 77, 2082-2086.
- 3) Prak K, Mikami B, Itoh T, Fukuda T, Maruyama N, Utsumi S  
Purification, crystallization and preliminary crystallographic analysis of the soybean mature glycinin A1bB2  
Acta Crystallo. Sect. F Struct Biol Cryst Commun (2013) 69, 937-41.