

ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	4. 生体・環境関連高分子
中項目	4-1. 天然高分子材料
小項目	4-1-1. タンパク質（シルク含）

<p>概要（200字以内）</p> <p>天然高分子材料であるタンパク質は、遺伝子工学技術の発展のおかげで、均一で、かつ、大量に入手することが可能になってきた。また、最近のタンパク質の立体構造情報の蓄積により、機能性タンパク質の分子デザインも容易になった。現状の問題点としては、組換えタンパク質の発現に際し、タンパク質が適切な機能を示すための高次構造の確実な形成法が確立していないことである。今後、高分子化学的手法を用いるタンパク質の高次構造制御技術の発展が望まれる。</p>	
<p>図 1 タンパク質材料の未来発展予測</p>	
<p>現状と最前線</p> <p>1. 酵素タンパク質</p> <p>酵素は触媒であることから高分子化学の対象として見られることが少ないが、分子量 10 kDa から 100 kDa 以上であるポリペプチドであり、立派な高分子である。タンパク質の構成アミノ酸は 20 種類であるが、最近では組換え大腸菌などを用いることにより非天然のアミノ酸を導入することが容易に成りつつあり、酵素活性の飛躍的な向上が期待できる。タンパク質の機能向上のためのアミノ酸置換は、現在では遺伝子操作技術を用いることにより誰にでも容易に達成できるが、アミノ酸置換効果の予測が困難である。今後は、単なる立体構造情報の蓄積だけではなく、タンパク質の機能に関わる構造情報の合理的な集積及び解析技術の向上が望まれる。また、酵素触媒の質の安定化またはドラックデリバリーシステムのタグの付加等のために、酵素タンパク質の表面上に位置選択的に糖鎖を導入する技術が要求されており、最新の高分子化学技術を用いる画期的な導入法の開発の進展が期待されている。</p> <p>2. 絹・羊毛</p> <p>衣料品に用いられている絹や羊毛は古くから人類によって利用されているタンパク</p>	

質でできている繊維材料である。それらの大量調製技術は十分に達成できているものの、生物個体を利用した生産は天候に左右されたり、新たな疾病や遺伝子病などの影響を受けたりして、純化された個体が突然減少する等の影響を受けないような技術が必要となる。最近では、カイコによる組換えタンパク質の生産、ドリーに代表されるクローン羊のような遺伝子組換え技術を駆使して高品質な製品の安定供給法が確立していくものと期待される。一方、絹・羊毛とも優れた性質を示す繊維高分子であるが、タンパク質であるがゆえに生物個体に何らかの影響を及ぼすことがあり、例えば、着用時のかゆみの発生等の生体反応等がおこる。また、これら繊維タンパク質は洗濯時に縮む等の非常にデリケートな性質を示すため、その弱点を克服するための修飾技術が要求されているが、均質な高分子修飾反応は現時点では困難なため、画期的な手法の開発が望まれている。

### 3. 細胞外マトリックスタンパク質

細胞外には沢山の構造タンパク質が存在するが、コラーゲンが最も工業利用されている細胞外マトリックスであろう。とりわけ、コラーゲンの加水分解物であるゼラチンは、その優れたゲル化能を用いて食品や写真用として非常によく利用されている。また、最近では医用材料としての利用もあり、魚や家畜の非食部位の有効利用法として成果を上げている。しかし最近では、コラーゲンの由来によっては非核酸性の感染症であるプリオン病の感染の潜在的な危険性、さらに、タンパク質由来であるが故のアレルギーの問題もある。そのため、消費者等の理解を得られるような、病原性を限りなくゼロに近づけるための調製技術、及び製品のリスク評価法の確立が求められている。

#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

異種ホスト、とりわけ高等動物個体ホストによる機能性タンパク質の量産技術  
組換えタンパク質を正しくフォールディングさせる技術の確立

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

組換えタンパク質の安全性評価法の確立

位置選択的（糖鎖）修飾法の確立

#### キーワード

組換えタンパク質、位置特異的修飾、酵素触媒、機能性繊維タンパク質、高分子ゲル

（執筆者： 小林 厚志 ）