

繊維強化タンパク質プラスチックの作成

Making biodegradable plastic containing protein and cellulose

Abstract

According to the research conducted by Rhim et al, a resinous product can be obtained by mixing soybean protein and glycerin in sodium hydroxide and drying the solution. However, this resinous product is not strong and lacks water resistance, so it has not been put to practical use. Our group was inspired by fiber-reinforced plastics and succeeded in greatly improving the strength by adding cellulose.

【目的】

Rihmらの研究によると、大豆タンパク質に可塑剤であるグリセリンを加え、水酸化ナトリウム水溶液内で攪拌し、乾燥することによりわずかに黄色みがかかった透明な樹脂を得ることができる。この樹脂は、廃棄しても自然に分解される生分解性の利点がある一方、強度が低く、耐水性に欠けるという主に二つの欠点がある。今回は繊維強化プラスチックの技術に注目し強度の向上を目的に研究に取り組んだ。

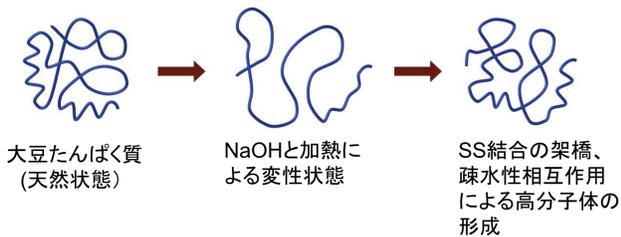
【仮説】

従来のタンパク質プラスチックに、繊維としてセルロースを付与すると強度が増すという仮説を立てた。

【原理】

アルカリ処理と加熱がタンパク質を変性させ、内部に存在した疎水領域が外部に露出することで、分子間に疎水相互作用が働くことや、加熱処理によって一部のアミノ酸が持つ硫黄原子が分子間S-S結合(ジスルフィド結合)の架橋を形成することでフィルムを作成できる。

大豆たんぱく質プラスチック形成メカニズムの略図



【実験方法】

0. 試料制作

1. 分離ダイズタンパク質 (SPI)2.5gと可塑剤であるグリセリン1.25gを蒸留水50mlに加えて500RPMで攪拌しながら加熱する。
2. 液温が70°Cに到達するとNaOHにより溶液のpHを10に合わせる。
3. 液温を70°Cに保ちながら、20分間500RPMで攪拌し続ける。
4. 溶液を8層の寒冷紗(薄地の綿布)でこし、「だま」を取り除く。
5. 型に流し込んで成型し(繊維強化プラスチック作成時は型と同面積、1~0.5gの脱脂綿を加え)、室温下で乾燥させる。

1. 強度測定実験

強度の測定方法としては、試料におもりを吊るす擬似的な引張強度実験を行い、生じる応力 σ [N/m²]と時間[s]を掛け合わせた力積[Pa·s]で比較した。

※応力:「物体に外力が加わる際、その物体内部に生ずる抵抗力」(大辞林)。強度の議論でしばしば用いられる。

応力 σ [N/m²]=加えた外力(N)÷断面積(m²)で算出する。

2. 薬品耐性実験

試料を蒸留水、1mol/Lの塩酸、水酸化ナトリウム水溶液に室温で一時間浸し、様子を目視で観察する。



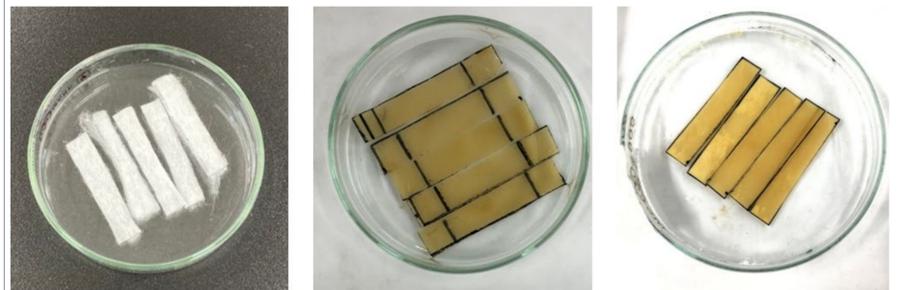
【結論】

セルロース繊維複合樹脂は、従来のたんぱく質樹脂に比べ強度が大幅に向上した。

【結果】

1. 強度測定実験結果

下の写真のように試料を1cm×5cm角に裁断し強度測定装置に吊るした。はさみの重さは約230gで30秒ごとに60g (20g×3)のおもりを吊るしていった。



脱脂綿

たんぱく質プラスチック

繊維強化たんぱく質プラスチック

(一)セルロース(脱脂綿)の強度

	①	②	③	④	⑤	平均
力積 [Pa·s]	8400	4180	2205	7194	9696	6335

(二)タンパク質プラスチックの強度

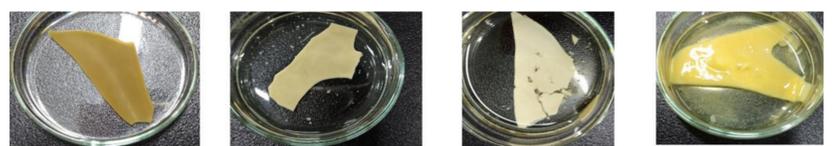
	①	②	③	④	⑤	平均
力積 [Pa·s]	405	780	675	1134	405	679.8

(三)セルロース複合プラスチックの強度

	①	②	③	④	⑤	平均
力積 [Pa·s]	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能

2. 薬品耐性実験結果

水酸化ナトリウム水溶液内では膨潤が見られた。これはタンパク質鎖間の水素結合が分解されたためと考えられる。



通常時

蒸留水

塩酸

水酸化ナトリウム

【考察】

(i) 強度測定実験の考察

セルロース繊維複合プラスチックは、従来のたんぱく質プラスチックに比べ強度が大幅に向上した。セルロースは単鎖状の糖で、セルロース鎖間は水素結合で非常に安定した物質であるため、タンパク質と化学的結合したとは考えにくい。そのため、強度が高まったメカニズムとしては、一般の繊維複合プラスチックと同様に、変性し直鎖状になったタンパク質にセルロース繊維が絡まりあったからだと考えられる。

(ii) 薬品耐性実験の考察

従来の繊維強化プラスチックと異なり、水酸化ナトリウムさえあればリサイクルを容易に行うことができ、繊維強化タンパク質プラスチックにはその点において優位性があるといえる。

【参考文献】

タンパク質性プラスチックの最近の動向 永井宏平,井上國世,京都大学大学院農学研究科

セルロースとキトサンの複合化による生分解性プラスチックの開発 西山昌史

J. W. Rhim, A. Gennadios, A. Handa, C. L. Weller & M. A. Hanna: J. Agric. Food Chem., 48, 4937 (2000). 2) J. H. Briston:“

【今後の課題】

耐水性、透明性