

生分解可能絹タンパク質添加プラスチックの試作・開発

元木 努* 仁平敬治*

1. はじめに

現在の私たちの身の回りには、プラスチック製品があふれ、プラスチック抜き生活など考えられない。しかし、プラスチックの原料である化石資源は枯渇の危機に直面しているのもまた現実である。当所では数年前より、雑草粉末などの植物系高分子を汎用樹脂に配合した省資源で環境に優しい生分解性プラスチックの研究を行ってきた。

2. 目的

生糸を絹糸にする際に、重量にして約25%程度にあたるセリシンと呼ばれるタンパク質が除去される。以前は、セリシンは捨てられてきたが近年では、その機能性に注目され、再利用する研究が各地で行われている。今年度は、生分解性に着目し、絹タンパクを汎用プラスチックに配合して生分解性を付与したプラスチックを作成した。これを所内に埋設し、分解試験を行い、物性評価を行う。

3. 方法

1) セリシンの抽出

セリシンの効率的な回収条件を得るために、抽出温度、または浴比を変化させ、セリシン抽出を行った。抽出後、溶液を冷凍庫で1晩凍結し、室温で解凍して、析出したセリシンを布で濾して30℃で風乾し、セリシン粉末を回収した。

2) セリシン/プラスチックの混練

基材として、低密度ポリエチレン(LDPE)、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、エコフレックスの3種類を用いた。セリシンを種々の比率で配合し、150℃程度で混練機に2回通してペレットとした。また、今年度、当所で導入したロール型成形機を用いて、110℃程度で混練してフィルムを作成した。

3) 試験片作成

150×150×1mmのステンレス製金型に、セリシン配合試料を20g程度入れ、150℃・100atmで3分間プレスし、シートを作成した。シートをダンベル型に打ち抜き埋設試験に用いた。また、ロール成形機で作成したフィルムは、100mm×20mmの短冊形に切り出し、物性試験を行った。

4) 埋設試験

ダンベル型試料片の片側に穴を開け、基材をセリシン配合率を記入したタグを結び、埋設した。埋設試験は当所の北側の土壌中で行った。

5) 物性試験

埋設試料、及び、ロール成形試料の引っ張り強度試験を行った。計測データは、引張応力、伸び率、弾性率である。

4. 結果及び考察

1) セリシン抽出条件の検討

当所では以前、炭酸ナトリウムを用いて、弱アルカリ条件下で、常圧で煮沸してセリシンを抽出していた。¹⁾

しかし、抽出セリシン回収時にアルカリの残留のおそれがあり、次工程に支障が出ることも考えられるため、添加剤を用いない水を溶媒として抽出を行った。また、抽出温度、浴比によっても抽出セリシンの分子量が変化することが報告されているため²⁾³⁾、抽出温度、浴比によるセリシン回収率の検討を行った。図1に、セリシン抽出率に対する抽出温度の影響を示す。

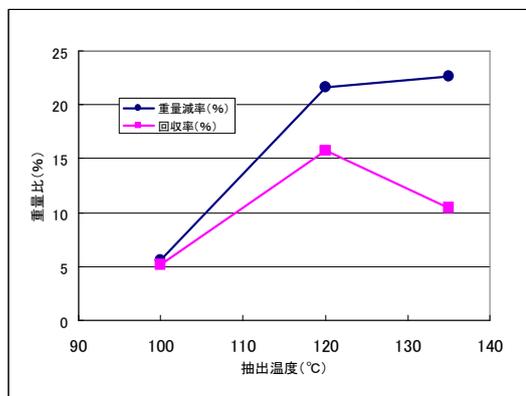


図1 抽出率と回収率に対する抽出温度の影響

抽出効率は、高温ほど高いが、回収率は120℃が最高となった。高温で行うと分子量が小さくなるため、凍結解凍の操作を行っても析出しにくくなるためと考えられる。この結果より、抽出温度は120℃で行うこととする。次に浴比を変化させたときのセリシン抽出効率を調べた。図2にセリシン抽出率に対する浴比の影響を示す。

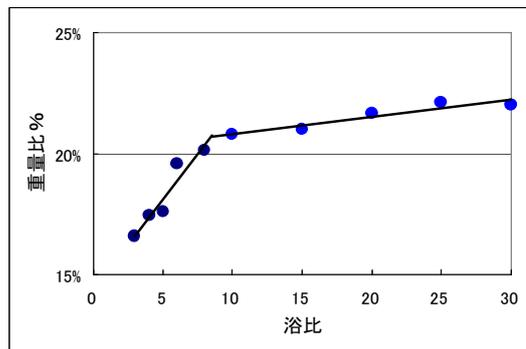


図2 抽出率に対する浴比の影響(120℃)

浴比が大きくなるにつれて、セリシン抽出率が增加することがわかる。また浴比10付近で抽出率が極端に変化し、浴比10以上では浴比を上げて抽出率はあまり変化しないことがわかる。以後の操作を考えると、凍結のスペースや、濾過時間はより少ない方が良いので浴比はできるだけ低く抑えた方がよいが、1回の操作での抽出効率は下げたくないため、以上の結果より、セリシン

*素材開発部門

抽出は120℃、浴比1:10で行う。

2) セリシン配合試料の物性試験

混練機、または、ロール成形機で混練した試料の引張強度試験を行った。成形機による差が特に大きかったLDPEのデータのうち伸び率、及び、弾性率に対するセリシン配合率の影響を図3、図4に示す。

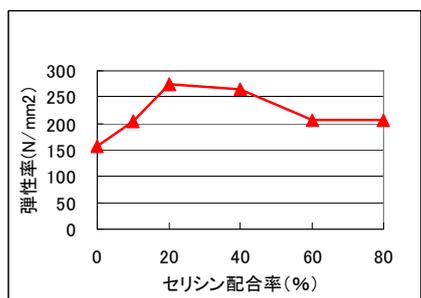
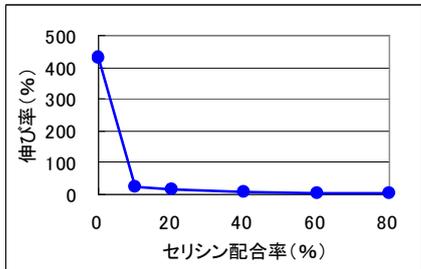


図3 伸び率、弾性率に対するセリシン配合率の影響 (LDPE/混練機)

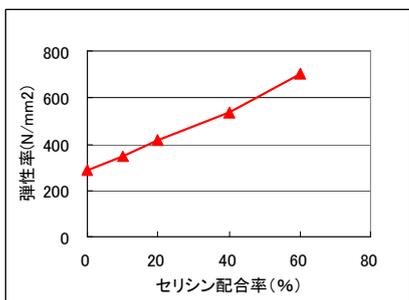
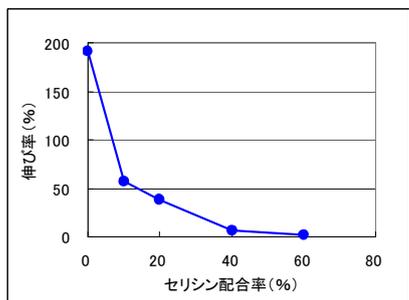


図4 伸び率、弾性率に対するセリシン配合率の影響 (LDPE/ロール成形機)

混練機を用いた場合、セリシンを配合するとほとんど伸びずに切れてしまう。また弾性率は配合率20~40%をピークに、配合率を上げると低下する。一方、ロール成形機を用いた場合、セリシン配合率を上げると伸び率は低下するが、混練機ほど急な変化はとらない。また、セリシン配合率が上がるにつれて、弾性率は上昇する。混練具合による物性値の差が生じたと考え、SEM写真を撮

影した。図5に10%のセリシンを配合したLDPEのSEM写真を示す。

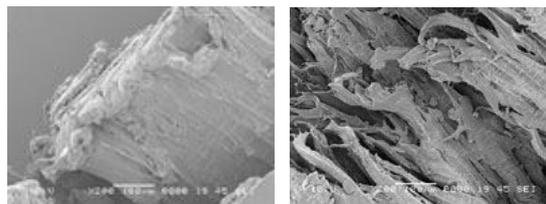


図5 引張強度試験の破断面 (LDPE/10%セリシン配合)

左：混練機使用、 右：ロール成形機使用

右側はセリシンがよく分散しているため破断面が糸状になっているのに対し、左側は分散が悪いので基材が大きな固まりとなって引っ張られ破断するため、棒状になっていると考えられる。

3) 埋設試料の物性測定

所定期間埋設した試料を取り出し後、30℃恒温器で2晩乾燥後、引張強度試験を行った。図6には、基材にLDPEを用いた試料の引張強度の推移を示す。

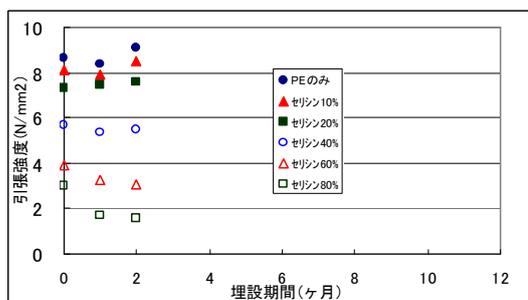


図6 引張強度に対する埋設期間の影響 (LDPE)

試料片作成が遅れ、12月中旬の埋設試験開始となってしまったため、低温下での分解となっている。セリシン配合率60%以上では強度の低下が見られ、冬の低温条件下でも分解は進んでいると考えられるが、40%以下では強度低下は見られないため、強度変化が現れるほどの分解は進んでいないと考えられる。

5. まとめ

生分解性試験は埋設時期が遅れたために、まだ分解が進んでいない。来年度も観察を続けていく予定である。

ロール成形機を用いると、セリシンの分散性が向上し、より均一な試験片を作成することができるので、この装置で作成した試料で埋設試験を行うことも今後検討していく。

- 1) 茨城県工業技術センター研究報告書 第32号 p.31
- 2) 京都府織物指導所研究報告 No.31 p.8
- 3) 京都府織物指導所研究報告 No.32 p.53