

生分解性プラスチックの改良に関する研究

井上英之* 新倉 順*

Study on Improvement of Biodegradable Plastics

INOUE Hideyuki*, NIKURA Jun*

抄録

生分解性プラスチックの中でも今後、市場の拡大が予測されるポリ乳酸と無機物との複合化を行った。無機物として、微細な繊維のチタン酸カリウムを検討した。複合化により、曲げ強度、耐熱性の向上がみられた。

また、新たな利用用途が望まれているおからについて、生分解性プラスチックとの複合化を検討した。複合材は、硬さが大きくなり、熱膨張率は、小さくなった。さらに生分解性プラスチックエマルジョンをバインダーとして用いておからの成形体を作製することができた。

キーワード：生分解性プラスチック，チタン酸カリウム，おから，複合化

1. はじめに

生分解性プラスチックの中でもポリ乳酸は、熱可塑性でPETやポリスチレンと性質が比較的類似している¹⁾。ポリ乳酸は、米国の大手企業で量産を開始しており、その量産効果による低価格に伴い、普及が予測されている²⁾。しかし、ポリ乳酸は耐熱性に問題があるためその使用用途が限られている。そこで、フィラーの添加による耐熱性の向上を検討した。フィラーとして、高強度、高弾性、高アスペクト比といった特徴を有する微細な繊維状のチタン酸カリウムを使用した。

また、豆腐生産の副産物であるおからは国内で年間80万トン発生するが、多くは燃焼処理されており、新たな再利用が望まれている。そこで、生分解性プラスチックを用いておからの成形についても検討した。なお、おからは高温で乾燥したものを利用した。

2. 実験方法

2.1 試料

生分解性プラスチックは、ポリ乳酸(以下「試料A」とする)及び澱粉利用系(以下「試料B」とする)を用いた。

複合化するチタン酸カリウム繊維は、大塚化学株のティスモD(繊維長10~20 μ m)を用いた。おからは、乾燥おからを粉碎後、目の開き500 μ mのふるいを使用し、ふるい分けし用いた。

また、おからを成形体とするのに生分解性プラスチックエマルジョンとして、ポリ乳酸系(以下「試料C」とする)及び澱粉系(以下「試料D」とする)を用いた。

2.2 チタン酸カリウム複合材の成形

試料Aとチタン酸カリウムとの複合化は、前報³⁾と同様に、混練後、材料をアルミの平板に挟んで、圧縮成形機により175 $^{\circ}$ Cで10分間圧縮し、厚さ約1mmの板状複合材を得た。引張試験及び曲げ試験片は、板状複合材をダンベル形(JIS K 630

* 生産技術部

1 2号形)に打ち抜いて作製した。なお、チタン酸カリウムの添加量は10、20、30%とした。

2.3 おから複合材の成形

試料Bとおからとの複合化は、2.2と同様に、混練後、材料をアルミの平板に挟んで、圧縮成形機により120 で10分間圧縮し、厚さ約1mmの板状複合材を得た。引張試験の試験片は、2.2と同様にダンベル形に打ち抜いて作製した。なお、おからの添加量は10、20、30、50%とした。

2.4 エマルジョンによるおから成形体の作製

生分解性プラスチックエマルジョン100重量部とおから100重量部を混ぜ、乾燥したのち、15gを内径80mmのプレス金型に入れて圧縮した。

圧縮条件は、プレス圧10MPa、温度150、10分間とし、厚み約2.5mmの円板を得た。

曲げ試験片はこの円板を帯鋸盤で幅10mmに切断し、作製した。

2.5 強度試験

複合材の引張試験は、万能試験機(オートグラフAG-100kNI:株島津製作所製)を使用した。試験条件は、試験速度10mm/分、掴み治具間距離80mmで行い、引張強度、引張破断伸び(治具間)を求めた。

曲げ試験は、上記万能試験機を使用し、試験速度2mm/分、支点間距離30mmで行い、曲げ強度、曲げ弾性率を求めた。

硬さ試験は、試料Aでは、ロックウェル硬度計(E型:株東洋精機製作所製)を用いた。試料Bでは硬さが小さいためデュロメータ(CL-150 D型:高分子計器(株)製)を用いて、測定圧5kgで行った。硬さ試験の試料は、2.2または2.3で成形した板状複合材を2枚重ねて測定した。

2.6 熱分析

複合材の熱的物性を測定するため熱分析を行った。熱分析のうち熱機械的分析(TMA)を熱分析装置(Thermo Plus 2 TMA8310:株リガク製)を用いて測定した。熱膨張率は、試料(縦5mm、横5mm、長さ10mm)を昇温速度5 /分、荷重98mNで測定した。

ペネトレーション(針入)は試料(径5mm、長さ

1mm)を昇温速度5 /分、針径1mm、荷重98mNと49mNで測定した。

3. 結果と考察

3.1 チタン酸カリウム複合材の物性

図1に試料Aとチタン酸カリウムとの複合材の引張強度と引張破断伸びを示した。

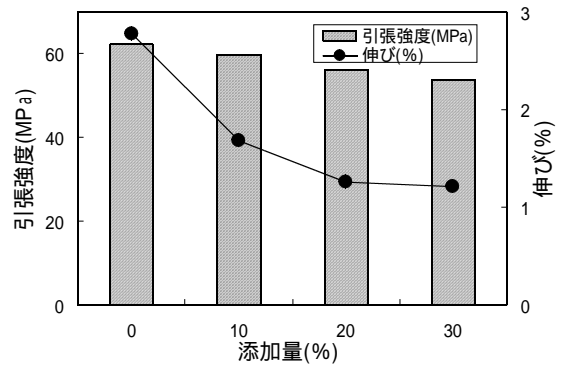


図1 複合材の引張強度と伸び(試料A)

引張強度、引張破断伸びは添加量の増加とともに小さくなった。

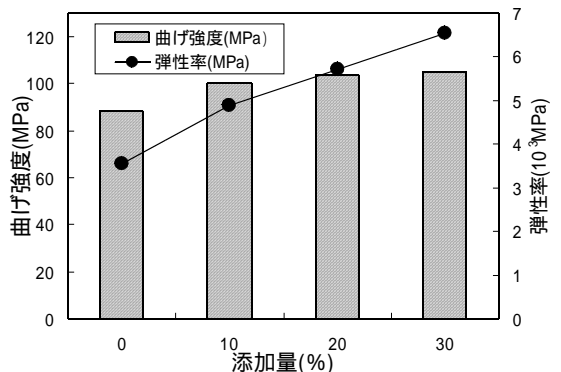


図2 複合材の曲げ強度と弾性率(試料A)

図2に試料Aとチタン酸カリウムの複合材の曲げ強度と曲げ弾性率を示した。曲げ強度と曲げ弾性率は添加量の増加とともに大きくなった。

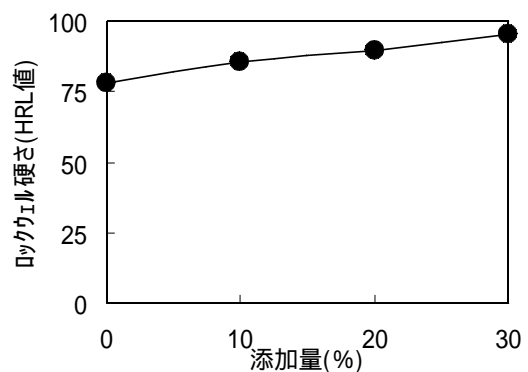


図3 複合材の硬さ(試料A)

チタン酸カリウム30%を複合化したものは、試料Aと比較して、曲げ強度が19%、曲げ弾性率が84%大きくなった。

複合材の硬さは、図3に示すように複合材の添加量とともに大きくなった。

複合材のTMAのうち熱膨張率の測定結果を図4に示す。ポリ乳酸のガラス転移点は60 付近のため試料A(添加量0%)では60 付近から膨張率が減少し、-3%近くまで小さくなる。110 付近からガラス転移による影響がなくなり、また膨張し始め、165 付近で融解による膨張率の急降下となる。これに対してチタン酸カリウム30%添加の場合は膨張率がマイナスになることはなく、ガラス転移の影響もほとんど見られていない。チタン酸カリウム10%添加でも試料Aに比べてガラス転移による低下がなく、複合化により耐熱性が向上したと言える。

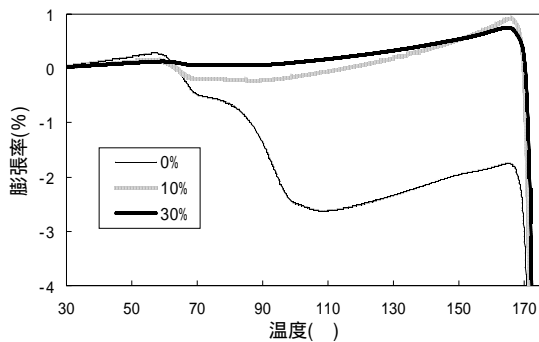


図4 複合材の熱膨張率(試料A)

複合材のTMAのうちペネトレーション(針入)の測定結果を図5に示す。

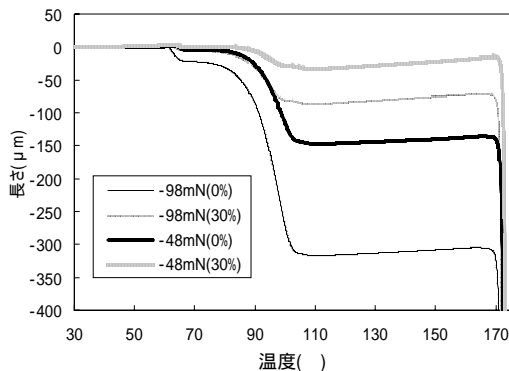


図5 複合材のペネトレーション(試料A)

試料A(添加量0%)とチタン酸カリウム30%添加について荷重98mN と49mN で測定した。複合化

により、どちらの荷重でも針入量が小さくなった。このことから耐熱性が向上したと言える。

3.2 おから複合材の物性

図6に試料Bとおからとの複合材の引張強度と引張破断伸びを示した。引張強度、引張破断伸びは添加量の増加とともに小さくなった。

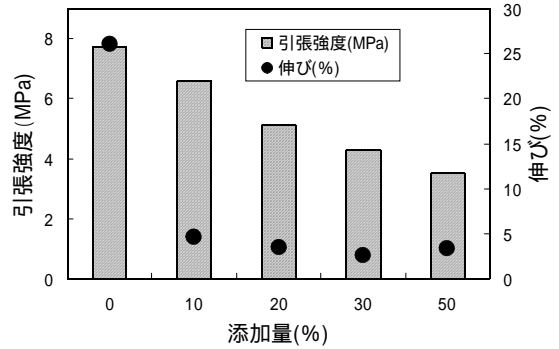


図6 複合材の引張強度と伸び(試料B)

試料Bのデュロメータ硬さは図7に示すように添加量の増加とともに大きくなった。

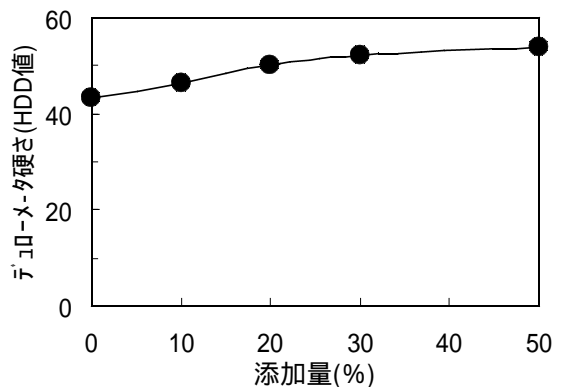


図7 複合材のデュロメータ硬さ(試料B)

試料Bの平均線膨張係数(30~50)は図8に示すように添加量の増加とともに小さくなった。

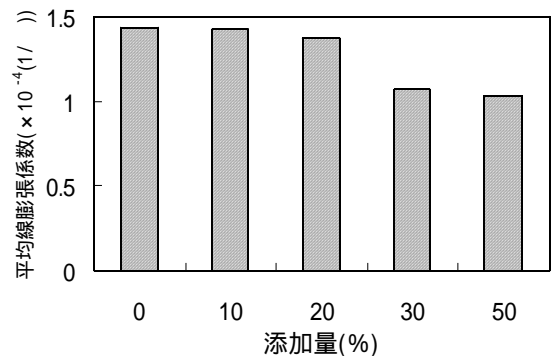


図8 平均線膨張係数(30~50)(試料B)

おから30%を複合化したものは、線膨張係数が試

料Bのその72%になった。

おからを添加することにより、引張強度は低下するが、伸びが小さく、硬さが大きく、熱膨張率が小さい材料となった。

3.3 エマルジョンによるおからの成形

生分解性プラスチックエマルジョンとおからを同重量混合し、乾燥後、熱プレスにより成形体を作製することができた。図9におから成形体の曲げ強度と弾性率を示した。比較としてエマルジョンを使用しないおからのみの成形体も測定した。

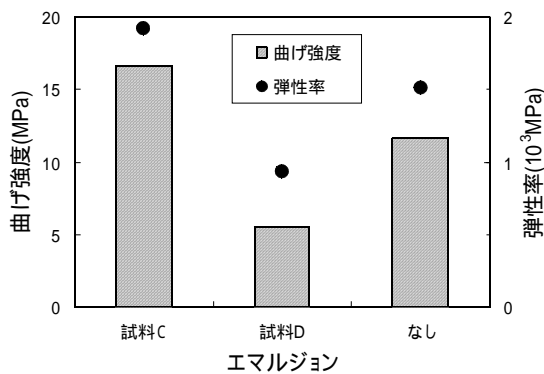


図9 おから成形体の曲げ強度と弾性率

ポリ乳酸系エマルジョンの試料Cが最も曲げ強度、曲げ弾性率が大きく、澱粉系生分解性プラスチックエマルジョンの試料Dが小さかった。エマルジョンを使用しないおからのみの成形体が予想外に曲げ強度及び曲げ弾性率が大きかった。

この理由としては、おから自体に木粉のように自己接着能力があり⁴⁾、熱プレスによりエマルジョンのようなバインダーがなくても成形でき、曲げ強度及び曲げ弾性率が大きくなったと考えられる。

今回、生分解性プラスチックエマルジョンでおからの成形体を作製することができた。特にポリ乳酸系は抗黴、抗菌性⁵⁾があるといわれており、試験した試料の中では、曲げ強度と曲げ弾性率が大きいので、製品化の可能性はあると思われる。

4. まとめ

複合化した生分解性プラスチック及びおから成形体の物性評価から以下のことが分かった。

(1) ポリ乳酸(試料A)において、チタン酸カリウムとの複合化により、曲げ強度が向上した。

また、TMAの測定から複合材に耐熱性の向上がみられた。これにより耐熱性が問題であった試料Aを改善することができた。

(2) 澱粉利用系生分解性プラスチック(試料B)とおからとの複合材は、硬さが大きく熱膨張係数が小さくなった。試料Bについても硬さや耐熱性が求められる用途に対しては改善された。

(3) 生分解性プラスチックエマルジョンをバインダーとしておから成形体を作製することができた。特にポリ乳酸系エマルジョンとおからを混合した場合、曲げ強度及び弾性率が他の試料より大きかった。これによりおから成形体の利用の可能性が見いだせた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、客員研究員として御指導をいただきました工学院大学の佐藤貞雄先生に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 白井義人, 樊渝江, 西田治男: ポリ乳酸のケミカルリサイクルと循環社会システム, 工業材料, 51, 3(2003)27
- 2) 高木康雄: 生分解性プラスチックのポリマーブレンドの研究, 工業材料, 51, 3(2003)23
- 3) 井上英之, 上野大介, 中野欽章, 山田岳大, 大塚忠雄: 機能性プラスチックの改質に関する研究 - 生分解性プラスチックの改良 -, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 1, (2003)232
- 4) 松本繁則, 山崎敏幸, 細野知樹, 野中郁雄: 木質系未利用資源の利用技術開発に関する研究, 埼玉県工業技術センター研究報告, 4, (2002)122
- 5) 檜山圭一郎ほか: 抗菌防黴誌, 29, 7, (2001)13