

リサイクル繊維の成形加工技術

藤田 浩文^{*1} 大津 吉秋^{*2}

Technology of Forming the Recycled Fiber

Hirofumi FUJITA and Yoshiaki OHTSU

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1*2}

ウールの持つ優れた特性を活かし、リサイクルウールと生分解性繊維を複合化した防寒・防霜用の農業資材（べたがけシート）の開発を試みた。生分解性樹脂としてはワタ状のポリ乳酸を用い、加熱圧縮条件を変え最適な成形加工方法を検討した。その結果、成形時の温度180℃、時間5分、圧力10MPaが最適で、目付は20g/m²、ウールのPLAに対する混率は60%程度が最適であることが明らかになった。また、ウールを混ぜることにより、保温性、通気性、吸・放湿性に優れていることが明らかになった。

1. はじめに

主に冬場を使用されている防寒・防霜用農業資材（べたがけシート）は、従来はポリエチレンやポリプロピレンの不織布が利用されていたが、廃棄時に焼却するだけでなく環境に与える負荷が大きい。このため、最近では、廃棄時に土中に埋めることで分解するポリ乳酸の不織布が使用されつつある。また、生分解性を持ち分解後肥料になるリサイクルウールは、これを用いた新用途開発が強く要請されている。

このため、ウールの持つ優れた吸・放湿性、保温性、生分解性などの特性を活かし、リサイクルウールと生分解性繊維を複合化した農業資材を開発するため、その最適な成形加工技術に関する研究を行う。

2. 実験方法

2.1 試料

ウールには、紡績工程で発生する落ちワタなどのリサイクルウールを用い、成形時に溶融させる樹脂としては、環境に与える不可が少ない生分解性を有するバインダーとして、現在べたがけシートに使用されつつあるポリ乳酸繊維（PLA）のワタを用いた。また、比較対象としても、市販のポリ乳酸のべたがけシートを用いた。

2.2 複合形態の検討

加熱圧縮成形することにより薄い不織布のサンプルを作成するため、ウールと生分解性繊維（ポリ乳酸）の混率等をそれぞれ変え、ワタ状の混合物を当センターのサンプルカード機に3回程度掛け混綿し、ウェブ状のシートを作成した。

2.3 成形方法の検討

成形方法としては、㈱東洋精機 ミニテストプレス10を用い、温度、圧力などの各種条件を変え、加熱圧縮成形することによりバインダーのポリ乳酸繊維を融着させ、防寒・防霜用の農業資材のサンプルを成形した。

作成サンプルサイズ 12cm×12cm

2.4 要求性能

特に各性能の基準がないため、従来製品として市販のポリ乳酸のべたがけシートと比較することとし、特に以下の特性が重要である。

透光性；あまり太陽光を遮らず、作物等の生育を妨げない。

保温性；低温期に霜があり、葉などがしおれない。

通気性；昼間高温になりすぎないため、適度な通気性が必要。

吸・放湿性；蒸れたり、乾燥を防止するため適度な調湿が必要。

軽量性；重すぎて農作物を押しつぶさない。

強力；実用的強力が必要

2.5 透光率

JIS L1055に準拠し、照度10,000lxで透光率（％）を測定。

2.6 保温率

カトーテック㈱製KESサーモラボ2型（精密迅速熱物性測定装置）により保温率（％）を測定。

2.7 通気性

カトーテック㈱製KES-F8通気性試験機により、通気抵抗（Pa・s/m²）を測定。

通気抵抗が小さければ通気性が良い。

^{*1} 尾張繊維技術センター 加工技術室 ^{*2} 尾張繊維技術センター 応用技術室

2.8 吸・放湿性

吸湿性については、絶乾状態から20→65%RHに変えたときの各サンプルの重量増加率より評価した。また、放湿性については、20→90%RHから20→65%RHに変えたときの各サンプルの重量減少率より評価した。

2.9 強伸度

万能引張試験機により、幅2cm、つかみ間隔5cmで強伸度を測定した。

2.10 厚み

10g/m²荷重下での厚みを測定した。

2.11 表面観察

電子顕微鏡および光学顕微鏡により作成サンプルの表面を観察した。

3．結果および考察

3.1 最適な成形温度・時間の検討

ウールは130以上の温度で熱分解による黄変が始まる。そこで、ウールの熱分解による劣化・損傷状況を検討するため、ウール添付白布を用い圧力5Mpaで、170、180および190で3分、5分、10分、20分、30分加熱圧縮成型し、測色機（シキボウ(株)製）により、黄変の程度を比較するためイエロインデックス（YI）を測定した。その結果、図1のとおり、170および180では3分や5分加熱した程度では、ほとんど黄変が進まないが、10分以上の長時間になればなるほど、熱分解による黄変が進行する。また、190では、5分以上になると著しく熱分解による黄変が進む。このため、本研究ではポリ乳酸の融点（約170）および黄変を考慮し、温度180で、成形可能な5分程度が最適な成形温度・時間条件であることが明らかになった。

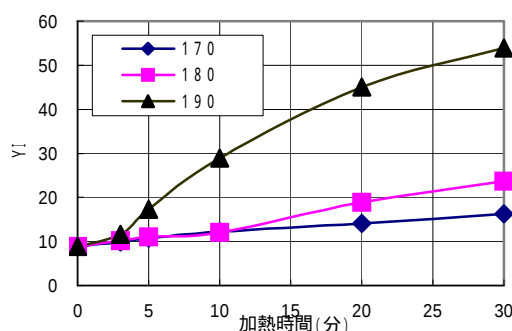


図1 加熱温度・時間とYIとの関係

また、ウールとポリ乳酸の混率を2：1、目付を比較サンプルと同程度で約20g/m²、加熱時間を5分、加圧する圧力を5Mpaの一定の条件で、加熱温度を180、190、200と変えてサンプルを作成し、強力を測定した。その結果、温度を上げててもそれ程強力は増加せず、180が最適な温度であることが明らかになった。

は増加せず、180が最適な温度であることが明らかになった。

3.2 最適な成形圧力の検討

加熱圧縮成形するときの圧力と強力との関係を検討するため、とりあえずウールとポリ乳酸の混率を2：1、目付を比較サンプルと同程度の約20g/m²、加熱温度を180、加熱時間を5分、加圧する圧力を1、5、10、20Mpaと変えてサンプルを作成した。その結果、図2のとおり、圧力を大きくすればするほど経・緯方向とも強力が大きくなるが、10Mpa以上ではほとんど変わらなくなり、最適な圧力は10Mpaであることが明らかになった。また、湿潤強力についても、ほぼ同様な結果となった。しかし、ポリ乳酸100%の比較サンプルを比べると経・緯ともかなり低いため、ウールとポリ乳酸繊維の混率を検討し強力を向上させる必要があると思われる。

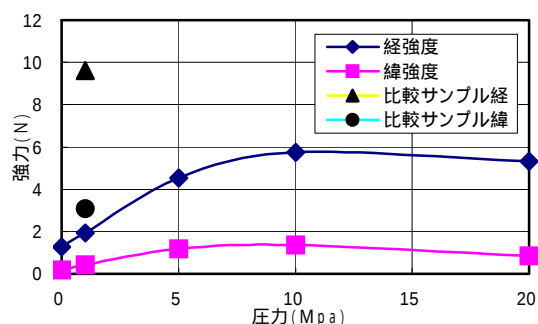


図2 成形時の圧力と強度との関係

3.3 最適な目付の検討

作成サンプルの目付とべたがけシートに要求される各種性能との関係を検討するため、ウールとポリ乳酸との混率を2：1、加熱温度を180、加熱時間を5分、加圧する圧力を5Mpaの一定条件で、目付だけを約20～50g/m²で表1の通り5段階変えサンプルを作成し、防霜用の農業用べたがけシートとして利用できるか検討した。

3.3.1 厚み

表1のとおりサンプルの目付を大きくするほど35g/m²以上までは厚みは増加する。

表1 作成したサンプルの目付と厚み

サンプル NO.	目付 (g / m ²)	厚み (mm)
比較サンプル	20 . 7	0 . 164
1	21 . 5	0 . 196
2	28 . 7	0 . 207
3	34 . 3	0 . 236
4	40 . 6	0 . 244
5	51 . 5	0 . 244

3.3.2 強力

目付と強度との関係については、**図3**のとおり目付が大きくなるにつれほぼ直線的に増加する。しかし、比較サンプルと同様の目付で比較すると、作成サンプルの方が5割程度低く、混率などを再検討し強度を上げる必要があると思われる。

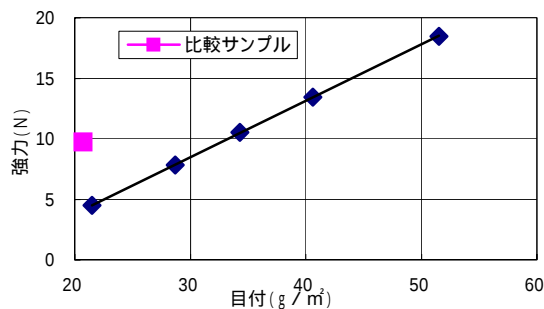


図3 目付と強度との関係

3.3.3 透光性

目付と透光性との関係については、**図4**のとおり繊維素材に関係なく目付と相関があり、目付が大きくなる程隙間が減るため直線的に減少し、比較サンプルと同様の目付であれば透光率はほぼ同じである。

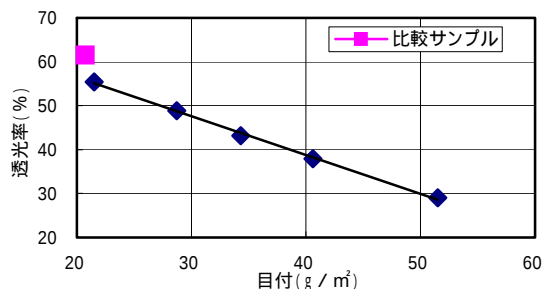


図4 目付と透光率との関係

3.3.4 保温性

目付と保温性との関係については、**図5**のとおり目付が大きくなるほど保温性は増加するが、35 g/m²以上では厚みがほとんど増加しないため保温性は変わらなくなる。

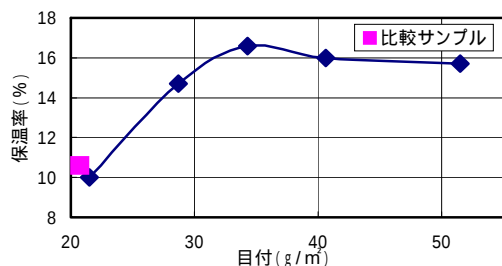


図5 目付と保温率との関係

3.3.5 通気性

目付と通気性との関係については、**図6**のとおり目付

が大きくなるにつれ隙間が減るため、ほぼ直線的に通気抵抗が増加し通気性が悪くなり、比較サンプルと同様の目付であれば通気性が良い。

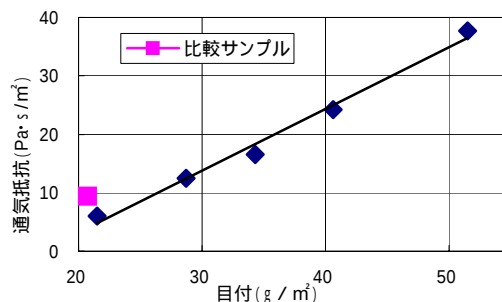


図6 目付と通気抵抗との関係

3.3.6 吸・放湿性

目付と吸・放湿性との関係については、**図7**のとおり比較サンプルのポリ乳酸はほとんど吸湿性がないが、ウールを混ぜることにより、7%程度の吸湿性を付与することができる。また、ここには図を示さないが、放湿性の場合もウールを混ぜることにより、3~4%程度の放湿性を付与することができる。

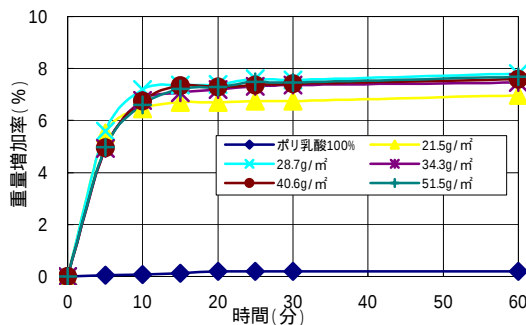


図7 絶乾状態から20~55%RHに変えた時の目付と重量増加率との関係

3.4 最適なウール混率の検討

作成サンプルのウールの混率とべたがけシートに要求される各種性能との関係を検討するため、加熱温度を180℃、加熱時間を5分、圧力を10MPa、目付を約20 g/m²で、ポリ乳酸に対するウールの混率だけを40~70%で4段階変えサンプルを作成し、防霜用の農業用べたがけシートとして利用できるか検討した。その外観写真を**図8**に示す。



ウール: PLA 2:1 比較サンプル(PLA100%)

図8 作成サンプルと比較サンプルの外観写真

3.4.1 強力

ウールの混率と強伸度との関係については、図9のとおりウールの混率が多くなる程60%までは強度が増加し、その後PLAの量が少ないため接合不十分のため減少し、比較サンプルと比べ一番強いものでも3割程度低い。

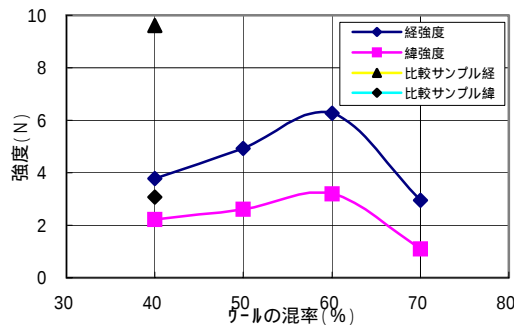


図9 ウールの混率と強度との関係

3.4.2 透光性

ウールの混率と透光性との関係については、図10のとおりウールの混率が多くなる程隙間が減るためほぼ直線的に減少し、比較サンプルと比べ60%程度の混率でほぼ同等の透光率となる。

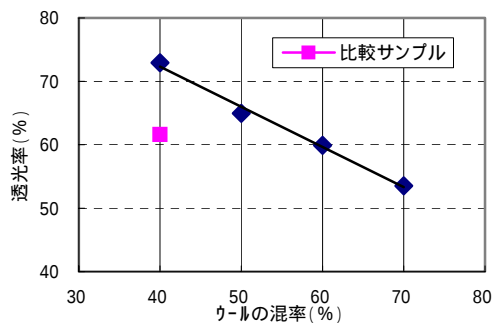


図10 ウールの混率と透光率との関係

3.4.3 保温性

ウールの混率と保温性との関係については、図11のとおりウールの混率が多くなる程増加し、比較サンプルと比べ約50%の混率でほぼ同等の保温性となる。

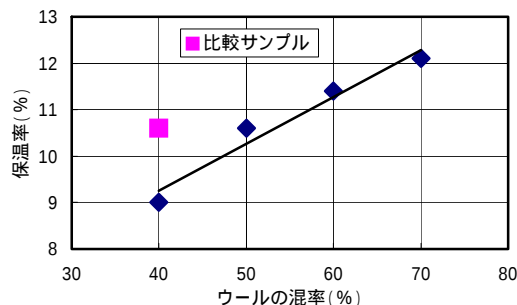


図11 ウールの混率と保温率との関係

3.4.4 通気性

ウールの混率と通気性との関係については、図12

とおりウールの混率が多くなる程、50%までは通気抵抗が大きくなるため通気性が悪くなり、その後はほぼ変わらない。比較サンプルと比べいずれも通気抵抗が小さく通気性が良い。

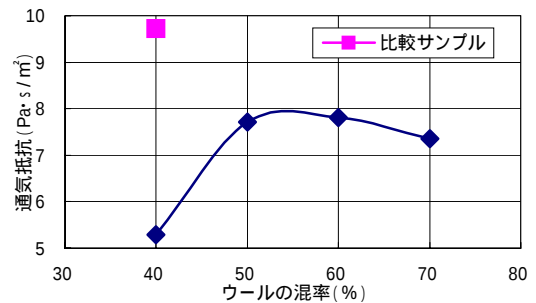


図12 ウールの混率と通気抵抗との関係

3.4.5 吸・放湿性

ウールの混率と吸・放湿性との関係については、図13のとおり比較サンプルのポリ乳酸はほとんど吸湿性がないが、ウールの混率を多くするほど吸湿性が良くなり、4～7%程度の吸湿性を付与することができる。また、ここには図を示さないが放湿性の場合も2～4%程度の放湿性を付与することができる。

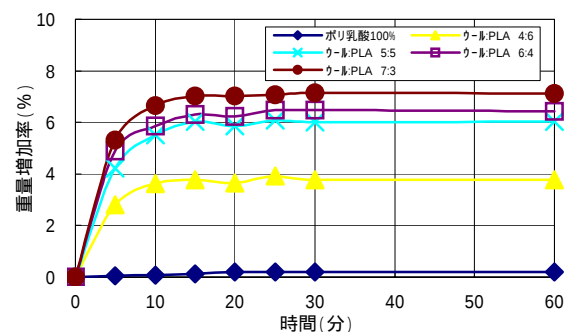


図13 絶乾状態から20～55%RHに変えた時のウールの混率と重量増加率との関係

4. 結び

ウールの優れた特性を活かし、リサイクルウールとポリ乳酸繊維とを複合化した農業資材への利用を検討するため、その最適な成形加工条件について検討した結果、成形時の温度180℃、時間5分、圧力10Mpaが最適であることが明らかになった。また、目付は20g/m²程度が、ウールのPLAに対する混率は60%程度が最適であることが明らかになった。

比較サンプルと比べウールを混ぜることにより、今回対象としているべたがけシートに求められる重要な特性のうち、強度については3割程度低い、軽量性・透光性については同程度で遜色なく、保温性、通気性、吸・放湿性に優れていることが明らかになった。