

ナノファイバー不織布に包含された機能性薬剤の 基布等への移行性に関する研究

生活資材開発課 吉田 巧、寺田堂彦*

1. 緒言

当センターではこれまでに、害虫忌避剤や保湿剤、着色剤など様々な機能性薬剤を繊維中に包含させたナノファイバー(NF)不織布の開発に取り組んできた¹⁾。これらの研究において、包含させた薬剤がNF不織布から製造、保管、移送時などにNFと常に接触しているコレクター離型シートへ移行している可能性があることが分かった。このような離型シートへの移行は、薬剤包含NFの効果持続時間の減少や、製造コストの増加を招くと予想される。さらに、NFは比表面積が大きいという特徴をもつため、一般的なプラスチック製品において生じる可塑剤の移行と比較して、その移行量はより多いと考えられる。また、NFはその機械的強度の低さから基布や基材と貼合せて使用する場合が多いことから、基布、基材に対しても薬剤の移行が懸念される。

そこで本研究では、機能性薬剤の離型シートや基布への移行性を調査し、移行の要因を明らかにすることによりこの問題の解決を目指す。

2. 実験方法

2.1 NF不織布の作製

市販のポリフッ化ビニリデン(PVDF)を有機溶剤に溶解し、その溶液に機能性薬剤として殺虫剤を添加した紡糸用樹脂溶液を調整した。この樹脂溶液を、自作したシングルノズルエレクトロスピン装置を用いて紡糸し、NF不織布(繊維径約250 nm、厚さ20 μm)を得た。

2.2 移行試験

2.2.1 NF中の薬剤残存量の評価

2.1で作製したNF不織布(100×100 mm)と、ポリプロピレン(PP)またはポリエチレンテレフタレート(PET)の樹脂板(アズワン 100×100×2 mm)を、Fig. 1に示す状態で接触させた。この上に、重さが3.14 kgのおもりと、ガラス板を重ねて密着度を高めた。この接触試験は温度20℃、湿度65%RHの環境下で行い、接触試験を開始してから3日後および7日後にNFを回収し、40℃の恒温槽中でCHCl₃(10 mL)を用いて殺虫剤を抽出した。また、コントロールとして、樹脂版と接触させていないNFについても同様の抽出処理を行った。これらの抽出液を10 mLにメスアップした後、GCMS(島津製作所 GCMSQP2010Plus)を用いて絶対検量線法による定量を行った。

2.2.2 移行量の評価

2.2.1と同様の試験条件で、樹脂板の代わりにPPまたはPET樹脂フィルム(PP:アクリサンデー PPクラフトシート 100×100×0.2 mm、PET:東レ ルミラーフィルム T60 100×100×0.188 mm)を用いて、NF不織布とそれらのフィルムをFig. 1に示すように接触させた。接触試験を開始してから3日後および6日後に樹脂フィルムを回収し、約1.5 cm角に裁断後、40℃の恒温槽中でCHCl₃(10 mL)を用いて殺虫剤を抽出した。その後、2.2.1と同様の条件でGCMSを用いた定量を行った。



Fig. 1 移行性試験

3. 実験結果および考察

作製した殺虫剤を包含したPVDFナノファイバー不織布をPPまたはPET樹脂板に接触させ、NF中の殺虫剤残存量を調査した結果、コントロールに比べて、樹脂版と接触していたNF中の殺虫剤残存量はいずれも少なかった。また、PP板と接触していたNFの方が、PET板と接触していたNFに比べて殺虫剤残存量が明らかに少なかった(Fig. 2)。また、接触実験開始から3日後に至るまでよりも、3日後から7日後に至るまでの方がいずれの樹脂版を用いた場合であっても減少のペースが緩やかであることがわかった。

次に、殺虫剤を包含したPVDFナノファイバー不織布をPPまたはPETフィルムに接触させ、そのフィルム中の殺虫剤量を測定することにより移行量を調査した。その結果、接触させた両方のフィルムから殺虫剤が検出され、PP

*1 現 企画調整課

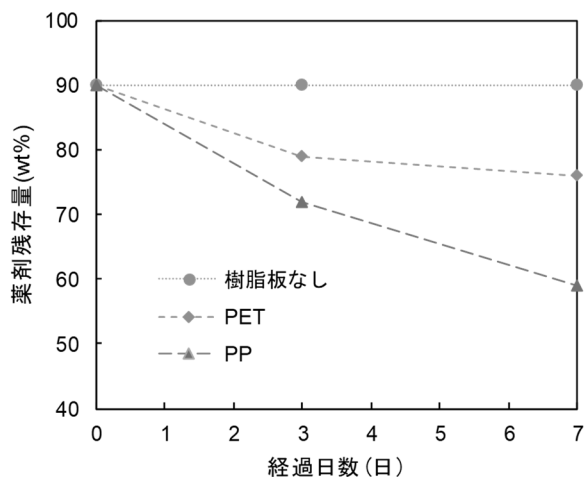


Fig. 2 残存量

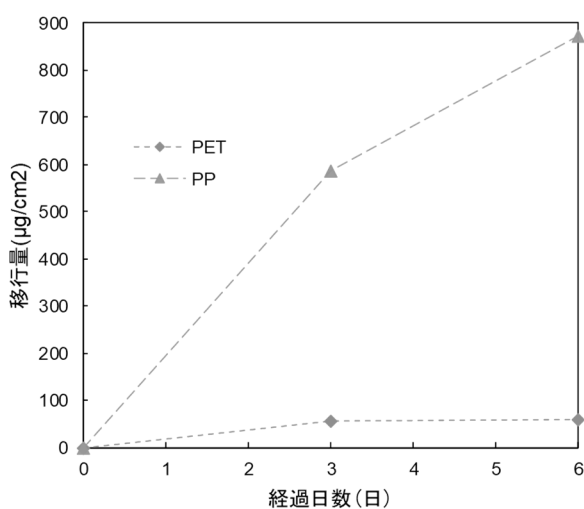


Fig. 3 移行量

フィルムから検出された殺虫剤量の方が明らかに多かった(Fig. 3)。また、移行のペースはNF中の殺虫剤残存量の調査結果と同様に、3日後から7日後に至るまでの方が緩

やかであった。この移行ペースの鈍化は、移行した殺虫剤がフィルム中で飽和濃度に近づき、拡散速度が減少したためであると推量するが、より確度の高い考察を行うためにはさらに詳細な検討が必要である。

これらの結果から、殺虫剤はNFから樹脂へ移行しており、この殺虫剤はPETよりもPPへ移行しやすいことが分かった。PPへの移行性が高かった理由としては、以下が考えられる。PPは完全な炭化水素から成り、その親油性の高さから油吸着材にも使用される樹脂である。そして、今回実験に使用した殺虫剤も水に溶けにくい油性の化学物質である。したがって、PETよりもより親油性の高いPPにより多くの殺虫剤が移行したと推測する。

今後は、PP、PET以外の樹脂に対する移行量を調査することで、親油性等の樹脂物性と移行量の関係を明らかにしていく。

4. 結言

殺虫剤を包含したNF不織布とPPまたはPET樹脂とを数日間接触させたところ、NF不織布中の殺虫剤量は減少し、樹脂からは殺虫剤が検出された。また、このNFからの減少量と樹脂からの検出量は時間経過とともに大きくなった。この結果は、NF不織布中の殺虫剤が樹脂へ移行したことを示している。また、その減少量および検出量はPETに比べてPPの方が多く、PETよりもPPへの移行性がより高いことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 吉田巧ほか:富山県産業技術研究開発センター研究報告, **33** (2019) pp. 59-60
- 2) 吉田巧ほか:富山県産業技術研究開発センター研究報告, **34** (2020) pp. 71

キーワード: ナノファイバー、不織布、殺虫剤、移行性

Study on Transferability of Functional Agents Contained in Nanofiber Non-Woven Fabrics

Life Materials Development Section; Takumi YOSHIDA and Dohiko TERADA*¹

When nanofiber non-woven fabrics containing an insecticide was brought into contact with a PP or PET resin for several days, the amount of the insecticide in the nanofiber non-woven fabric decreased, and the insecticide was detected in their resins. The amount of decrease in the insecticide from the nanofiber and the amount detected from their resins increased with the passage of time. This result indicates that the insecticide in the nanofiber non-woven fabric was transferred to resins. In addition, it was ascertained that the amount of decrease and the amount detected in PP was larger than that in PET, and the transferability to PP was higher than that in PET.