

衛生害虫忌避及び農業害虫防除ナノファイバー不織布の開発

生活資材開発課 吉田 巧 野尻智弘*1 生活工学研究所 金丸亮二

ものづくり研究開発センター 成瀬大輔*2 農林水産総合技術センター 青木由美

1. 緒言

近年の地球温暖化やビジネスの国際化に伴い、蚊が媒介する危険な疾病の流行が懸念されている。これらの疾病には有効なワクチンや治療薬が存在しないものもあり、感染自体を予防することが重要である。一方、施設栽培において圃場への農業害虫の侵入が問題となっている。この農業害虫の侵入経路の一つに作業者の衣服への付着があり、その効果的な防除方法が求められている。本研究ではこのような社会的ニーズに対応するために、より高性能な害虫忌避及び防除製品へ応用可能なナノファイバー(NF)不織布の開発を目指した。

2. 実験方法

2.1 NF 不織布及びバンダナの製造

市販のポリフッ化ビニリデンを有機溶剤に溶解させて樹脂溶液を調整し、その溶液に人に対して安全性が確認されている殺虫剤を樹脂固形分の質量に対して 10 wt% 添加した。その樹脂溶液を有効幅 30 cm、紡糸ノズル 14 本(7 本/列×2)のエレクトロスピン装置を用いて紡糸し、厚さ 12 μm または 25 μm または 45 μm の NF 不織布をそれぞれ製造した。この製造した不織布のうち、12 μm または 25 μm のものを芯材として用いてニット基布と三層構造に貼り合せを行い、さらにバンダナ形状のサンプルを縫製した。また、厚さ 25 μm の NF 不織布を使用したバンダナに対して、JIS L1930 に準拠し、ドラム式洗濯機東芝 TW-2100VE(S)の少量コース(洗濯時間 15 分、すすぎ 4 回)を 1 回として、その洗濯処理を 20 回行った。

2.2 ヒトスジシマカに対するサンプル布の基礎活性試験

2 枚のガラスシャーレ($\phi 8\text{ cm}$) にメッシュ生地を挟み、上下に分けた試験容器を用意し、下部のシャーレに円状のサンプル布($\phi 8\text{ cm}$)を、上部に供試虫を 10 匹配置し、室温 25°C、湿度 60%RH の環境下で供試虫を観察し、KT50 を調査した(Fig. 1)。



Fig. 1 ヒトスジシマカ雌成虫に対する基礎活性試験

*1 現 退職、*2 現 第一編物(株)

2.3 農業微小害虫に対するサンプル布の基礎活性試験

円状($\phi 5\text{ cm}$)のサンプル布をペトリディッシュ(50×9 mm)に敷き、供試虫および餌を入れて蓋をし、25°C 16L8D 条件で静置した(Fig. 2)。試験は各区 3 反復行った。

処理 24 時間後または 48 時間後に各容器内の供試虫を生存虫、苦悶虫および死亡虫の別に計数し、死虫率(苦悶虫を含む)を算出した。

また、補正死虫率は次式(1)により算出した。

$$\text{補正死虫率(\%)} = \frac{\{\text{処理区の死虫率} - \text{対照区の死虫率}\}}{100 - \text{対照区の死虫率}} \times 100 \quad (1)$$



Fig. 2 ネギアザミウマに対する基礎活性試験

3. 実験結果および考察

3.1 ヒトスジシマカに対する実験結果

本研究で製造した NF 不織布を用いて、ヒトスジシマカに対する基礎活性試験を行った。この試験では供試虫の 50% がノックダウン(苦悶)状態となるまでに要する時間(KT50)を調査した。その結果、全ての厚さの NF 不織布において忌避するために十分な効果を示した。特に、厚さ 25 μm 及び 45 μm の NF 不織布は厚さ 12 μm のものより、KT50 が短く、より高い活性を示すことがわかった(Table 1 エントリー 1-3)。これは NF 不織布が包含する殺虫剤量が NF 不織布の質量(厚さ)に依存するためである。

Table 1 ヒトスジシマカに対する試験結果

エントリー	供試材	KT50
1	NF不織布(12 μm)	1分20秒
2	NF不織布(25 μm)	0分44秒
3	NF不織布(45 μm)	0分46秒
4	バンダナ(NF厚 12 μm)	3分30秒
5	バンダナ(NF厚 25 μm)	1分10秒
6	バンダナ(洗濯なし)	2分19秒
7	バンダナ(洗濯20回)	3分51秒

NF 不織布及びバンダナの NF 層は全て同日に製造。
エントリー 6-7 の試験はエントリー 4-5 の試験日から 3 ヶ月後に実施。

続いて、より製品形状に近いサンプルで活性試験を行

うために、NF 不織布を用いてバンダナ形状のサンプルを縫製した。ここで、45 μm の NF 不織布はその厚みから時間の経過によって自己収縮してしまうことがわかったため、縫製には自己収縮しない 12 μm または 25 μm の不織布を用いた。

このバンダナを用いてヒトスジシマカに対する基礎活性試験を実施したところ活性が確認され、NF 不織布単体の結果と同様に、より厚い 25 μm の方がより効果が高かった(Table 1 エントリー 4-5)。

また、これらの試験に使用したバンダナの芯材に用いた NF 不織布は製造から 6 ヶ月以上経過しており、ワンシーズン以上の効果の持続を確認することができた。

次に、より効果の高かった厚さ 25 μm の NF 不織布を使用したバンダナに対して、20 回洗濯処理を行った。そのバンダナを用いてヒトスジシマカに対する基礎活性試験を実施したところ、洗濯前の 60%以上の効果を維持していることがわかった(Table 1 エントリー 6-7)。

3.1 農業微小害虫に対する実験結果

本研究で製造した NF 不織布を用いて、農業微小害虫に対する基礎活性試験を行った。カンザワハダニ雌成虫を供試した結果、殺虫効果を示した。また、処理 24 時間後より 48 時間後の補正死虫率の方が高く、厚さ 12 μm 及び 25 μm の NF 不織布の補正死虫率は 80%以上であった。一方、NF 不織布の厚さがより厚いにもかかわらず、厚さ 45 μm の補正死虫率は 64.1%と低かった(Fig. 3 左)。

モモアカアブラムシ無翅雌成虫及びネギアザミウマ雌成虫を供試した結果、殺虫効果を示し、24 時間後の補正死虫率は、不織布が厚いほど高く、厚さ 45 μm の NF 不織布の補正死虫率は 95%以上となった(Fig.3 中央、右)。

これらの結果から、昆虫ではないカンザワハダニを除き、より NF 不織布の膜厚が厚いほど害虫に対する効果が高いことが明らかとなった。

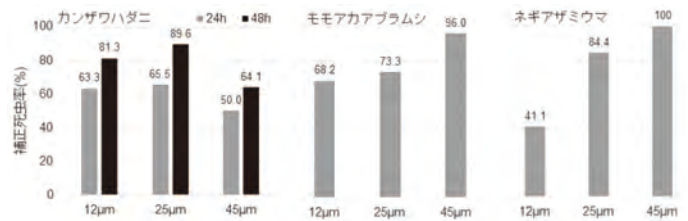


Fig. 3 農業微小害虫に対する殺虫効果

次に、ヒトスジシマカに対する試験と同様に、モモアカアブラムシを供試虫として NF 不織布を材料として使用したバンダナに対して、基礎活性試験と 20 回洗濯処理後の基礎活性試験を行った。その結果、活性が確認され、NF 不織布単体の結果と同様に、より厚い 25 μm の方がより効果が高かった(Table 3 エントリー 1-2)。そして洗濯処理後の試験では、洗濯処理前の試験結果より補正死虫率が 29.5 ポイント低下したが一定の効果は維持していた(Table 3 エントリー 3)。

Table 3 モモアカアブラムシに対する試験結果

エントリー	供試材	補正死虫率(%)
1	バンダナ(NF厚 12 μm)	75.8
2	バンダナ(NF厚 25 μm)	91.4
3	バンダナ(洗濯20回)	61.9

補正死虫率は 48 時間後のもの。
NF 不織布及びバンダナの NF 層は全て同日に製造。
エントリー 2-3 の試験はエントリー 1 の試験から 2 ヶ月後に実施。

4. 結言

殺虫剤が添加された NF 不織布を芯材として用いて、ヒトスジシマカや農業微小害虫に対して忌避及び防除効果を示すバンダナを造ることができた。このバンダナの害虫に対する効果は半年以上持続し、洗濯を 20 回行っても一定以上の性能を維持することがわかった。今後はこの防虫生地を用いて他の繊維製品への応用を検討したい。

キーワード：ナノファイバー、エレクトロスピンニング、防虫加工、微小害虫

Development of Hygiene Pest Repellent and Agricultural Pest Control Nano Fiber Non-woven Fabric

Life Materials Development Section; Takumi YOSHIDA and Toshihiro NOJIRI*¹ Human Life Technology Research Institute; Ryoji KANAMARU Monozukuri Research and Development Center; Daisuke NARUSE*² Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center; Yumi AOKI

Using the nanofiber non-woven fabric to which the insecticide was added as a material, it was possible to produce the bandana exerting a repellent and controlling effect against *Aedes albopictus* and agricultural pests. It was found that the effect of the bandana against insects continues more than half a year and maintains 60% or more of performance even after 20 times washings.