

研究論文

農業資材用防カビ不織布の開発

原田 真*¹、深谷憲男*¹、宮本晃吉*¹

Development of nonwoven fabric for agriculture which blockades mold breeding

Makoto HARADA, Norio FUKAYA and Kokichi MIYAMOTO

Mikawa Textile Research Center*¹

本研究では、栽培から流通までを対象とした、農作物へのカビの発生を防止する農業用防カビ資材として、防カビ性能を有する不織布の開発を行った。具体的には、各種防カビ性能を有する繊維を検討し、それぞれに適した加工条件で不織布を開発した。この防カビ不織布を用いて、JISZ2911を参考としたカビ抵抗性試験および、メロン、カンキツを用いた栽培時および長期貯蔵時の防カビ実験を行った。その結果、銀コートしたポリエステル糸を用いた不織布が、表面の固さに起因する問題点を残したものの、一定の防カビ性能を示した。

1. はじめに

日本の気候は高温多湿でカビが発生しやすい環境にあるため、農業関係者にとって、カビや細菌による病害対策は必須で非常に重要である。この対策のため、栽培段階で農薬が使用される場合が多いが、消費者の安心・安全な食品への要望が高いことから、減農薬栽培が望まれている。そこで、果実やメロンなどの農作物の外観を損なうカビに対して、栽培および流通までの発生を防止するため、農薬の散布を必要としない農業用防カビ資材の開発に取り組む。本研究では栽培時および収穫後に用いてカビの発生を抑える、農作物用の不織布シートの開発を行い、メロン栽培時およびカンキツの収穫後の貯蔵時における防カビ性について評価を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

不織布の原料繊維として、次の3種類の繊維を用いた。

- ①無機・有機複合型抗菌剤混練マルチフィラメント（以下KM）
KMは、抗菌剤濃度6.0wt%の低分子量ポリエチレンマスターバッチを鞘側に、ポリプロピレンを芯側を用いて、マルチフィラメント熔融紡糸機を使用して、芯鞘構造のマルチフィラメントに紡糸したものである。
- ②銀コーティングポリエステルマルチフィラメント
「シルファイバー」三菱マテリアル電子化成㈱製（以下SF）
- ③ポリ乳酸マルチフィラメント捲縮糸（以下PLA）

2.2 防カビ不織布の作製

KM、SF原料綿は、捲縮性を付与するために、丸編地に編立てた後にデニットし、約60mm長にカットして得た。その後、各種繊維綿をカーディング、ニードルパンチ処理を施すことで防カビ不織布を作製した。

得られた不織布について、農業用資材としての性能を調べるため、次の諸物性を測定した。

単位面積当たりの質量 JIS L 1913 一般不織布試験方法
厚さ JIS L 1913 A 法を参考に圧縮弾性試験機を用いて計測

通気性 JIS L 1913 一般不織布試験方法（フラジール形法）

2.3 防カビ試験

2.3.1 カビの同定およびカビ抵抗性試験

メロンの栽培時およびカンキツの貯蔵時に発生したカビについて、スライド培養法によってカビの形態観察を行った。また、これら選択培養したカビおよび、土壌に広く存在し多くの農作物に病原性を示す *Aspergillus* 属を試験するため、同じ属のカビを含み食品用として安全に使用されている味噌用こうじ菌の合計3種のカビを用いた。各不織布およびカクメロ栽培に用いる織物について、JIS Z 2911 カビ抵抗性試験 繊維製品の試験（乾式法）を参考に、以下の条件でカビ抵抗性試験を実施した。

抵抗性の有無はJISの判定方法に加え、顕微鏡下で菌糸の伸びる範囲を計測した。

*1 三河繊維技術センター 産業資材開発室

カビの種類	カクメロ栽培時に果皮に発生した黒色カビ カンキツ貯蔵時に発生した緑色カビ 味噌用こうじ菌
胞子懸濁液	上記カビを 10 ⁶ 個/ml に調整
試料	不織布 KM、SF、PLA 織物 ポリエステル蜂巢織物
培養期間	4 週間

2.3.2 カクメロ栽培時における防カビ実験

カクメロとは、愛知県立渥美農業高等学校が中心となって、東三河メロン産地の活性化、知名度向上を図る活動として、地域のJAと共同で栽培している四角いメロンである。この栽培方法は、**図1**のように、肥大化の段階から果実に鉄製のサイコロ状フレームをセットして、果実の肥大化をフレームの形状に制御することで行う。しかし、このフレームは鉄製で通気性が乏しく、カビが繁殖しやすくなるため、良好なカクメロ収穫率は低い。今回、渥美農業高校におけるカクメロ栽培において、フレーム内部6面に不織布を配置してメロン果皮に直接接触させることで、メロンに発生するカビを抑制する効果を評価した。

実験に用いた不織布・・・KM、SF

実験はSF、KM、未処理、農薬（TPN 水和剤 1000倍）処理それぞれ3個ずつで実験を行った。評価は、栽培後のメロン表面のカビ発生具合および、メロンの形状（四角性）、網目の発現性を目視による5段階評価し、3個の平均値で比較した。



図1 カクメロ栽培方法

2.3.3 カンキツの貯蔵時の防カビ実験

カンキツを用いた防カビ実験は、愛知県農業総合試験

場園芸研究部の試験圃場で栽培した‘はるみ’果実を用いて行った。**図2**に貯蔵状況を示す。コンテナ内側5面に資材を配置し、それぞれ果実を60果入れ、貯蔵庫で8週間貯蔵し、腐敗およびカビ発生に対する抑制効果を、新聞紙を用いた通常貯蔵方法と比較した。実験に用いた果実は、病害が発生しやすくするための前処理として（社）日本植物防疫協会法による付傷試験を行った。コントロールとして、前処理を行わない実験区も1コンテナ分のみ用意した。

用いた果実 はるみ L及びMサイズ

試験方法 愛知県農業総合試験場園芸研究部貯蔵庫にて貯蔵

試験の規模 60果×3コンテナ

農薬処理 収穫20日前にイミノクタジン酢酸塩液剤2000倍希釈液剤を散布

付傷試験 **図3**のとおり、収穫後、コンクリート塗装面を10m転がして果実面に傷をつけた。

用いた資材 通常法 新聞紙
不織布 SF

評価方法 2週間ごとに果実を確認し、カビ、水浸状、褐色変の果実を異常果として除去し、正常果の割合および貯蔵時の果実重量変化を比較した。



図2 貯蔵状況（SF不織布）



図3 付傷試験の状況

表1 各種不織布の物性

	KM	SF	PLA
単位面積当たりの質量 (g/m ²)	50.9	65.5	70.0
厚さ (mm)	1.16	1.87	2.57
通気性 (cm ³ /cm ² ・s)	400以上	398.8	374.6

3. 実験結果及び考察

3.1 防カビ不織布の作製

KMは不織布作成時に、単独で用いると繊維同士の絡み合いがわるく、カーディングができなかった。これは、抗菌剤の紡糸時の熱安定性のために選択した低分子量ポリエチレン樹脂の特性から、繊維の弾性が低くなったと考えられる。そのため、KMはポリエステル綿を25wt%混綿することで不織布を得ることができた。S F、P L Aはそれぞれ100%の綿で不織布を作製した。いずれの不織布も、農業用資材として必要とされる高い通気性を示していた。

3.2 防カビ実験

3.2.1 カビの同定およびカビ抵抗性試験

カクメロ栽培時に果皮に発生した黒色カビを採取して、スライド培養し、生物顕微鏡で写真撮影を行った(図4)。分生子および分生子柄の形状から、メロン果皮に発生したカビは、*Curvularia*属であると推定した。

*Curvularia*属は、非常に広く分布し植物病原性のある不完全菌類で、中温性でよく成育し好湿性である。このため、栽培ハウス内の環境は、このカビにとって生育しやすい環境であると考えられた。このカビの至適生育pHはpH5~6であるため、増殖抑制方法の一つとして、pHコントロールによる方法を考えることができる。



図4 メロン栽培時に発生したカビ

同様の方法で形態観察を行ったところ、カンキツに発生したカビは*Penicillium*属と推定できた。

各種不織布のカビ抵抗性試験は、この分類したカビに対する抵抗性を調べるために、選択培養したこれらのカ

ビを用いることとした。さらに、*Aspergillus*属を含む味噌用こうじ菌についても抵抗性を調べた。

カビ抵抗性試験の結果、いずれの試料においても、目視では明確な増殖は確認できなかった。そこで、生物顕微鏡でカビを接種した部分を中心に観察すると、多くの試料で菌糸の伸長が確認でき、接種した菌種による菌糸の発育の違いが確認できた。表2に、各試験条件における菌糸が発育した範囲の測定結果を示す。

カンキツに発生したカビでは、いずれの試料も菌糸の発育範囲が小さかった。カクメロに発生したカビ、味噌用こうじ菌では、織物で菌糸の発育が大きかったのに対し、KMおよびS Fでは発育範囲が小さかった。

表2 カビ抵抗性試験後の菌糸発育

	カクメロに発生したカビ	カンキツに発生したカビ	味噌用こうじ菌
KM	2~5mm	2mm 未満	2mm 未満
S F	2~5mm	2mm 未満	2mm 未満
P L A	2~5mm	2mm 未満	10mm 以上
織物	10mm 以上	2mm 未満	10mm 以上

3.2.2 カクメロ栽培時における防カビ実験

表3にカクメロ栽培試験の結果を示す。防カビ性に注目すると、S Fが農薬処理に次いで高い防カビ評価を得た。しかし、KMは未処理とあまり変わらない結果であった。カビが発生した果実の数に注目すると、未処理、KMでは3個中3個カビが発生したのに対し、S F不織布は3個中カビが発生したのは1個と、検討した試料の中では最も良かった。しかし、農薬処理ではカビの発生が確認されず、高い防カビ性能が示された。

KM、S Fともにカビ抵抗性試験ではこの栽培時に繁殖したカビに対して一定の抵抗性を示したが、KMでは実験した3個全てでカビの発生が確認されるなど、防カビ性能は発揮できなかった。この理由としては、カクメロ栽培ではカビ抵抗性試験と異なり、果皮からカビの栄養源が供給されカビ抵抗性試験よりカビが発生しやすい環境にあるため、この用途で用いるためにはもっと効果の高いカビ抵抗性もしくは使用方法の検討が必要と思われる。

表3 カクメロ栽培試験結果

試料	防カビ性	果重(kg)	四角性	網目発現性
未処理	3.40	1.67	4.47	4.13
KM	3.63	1.50	4.27	4.27
S F	4.23	1.54	4.20	3.97
農薬処理	4.73	1.56	4.27	4.33

網目発現性に注目すると、SFが最も悪い結果を示した。メロンの網目は、果実の肥大によって果皮表面に割れ目が生じ、それが乾燥することで発現する。剛性の低い繊維で構成されたKMの網目発現性が良かった結果から考えると、SFは剛性の高いポリエステル繊維が原料なので、その固さによってメロン果皮表面の割れが阻害されて網目の発現性が低下したものと考えられる。そのため、この対策として、繊維の太さの検討や他の素材との配合などの改善が必要とわかった。

3.2.3 カンキツの貯蔵時の防カビ実験

図5に、‘はるみ’を用いた貯蔵実験における防カビ実験結果を示す。この実験では、収穫後の果実に傷をつけた状態で貯蔵実験を行っているため、異常果の発生は加速されている。実験初期は、通常貯蔵とSFで差は見られないが、4週間以降はSF不織布を用いた方が異常果の発生が抑えられ、正常果の割合が高い結果が出た。付傷試験を実施していないコントロールに近い結果を示し、SF不織布を用いる優位性が示された。カビの発生状況についても、通常貯蔵方法では新聞紙と接触した箇所でのカビの発生が多く見られたが、SFの場合は不織布に接触した部分でのカビの発生は少なく、蒂の部分でのカビ、褐変が多かった。これは、SFの表面の銀が果皮に接触することで、その表面でのカビの繁殖発生を抑えたものと推測される。

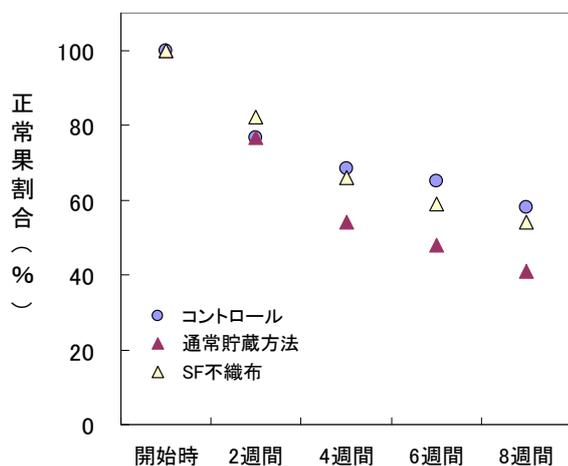


図5 貯蔵実験における正常果割合の推移

長期貯蔵においては、果実の水分調整も重要である。

図6に貯蔵実験での果実の重量減少の変化を示す。2週間ごとの重量変化に注目すると、コントロールでは、最

初の2週間の重量減少が大きく、貯蔵庫の湿度環境に左右された乾燥が進んでいる。通常貯蔵方法とSFは重量減少割合の変動が少なく、良好な貯蔵ができています。このことから、この不織布が新聞紙と同等の湿度調整が可能なが示された。

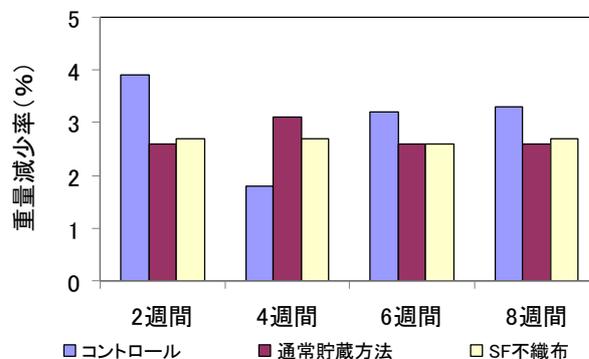


図6 貯蔵実験における重量変化

4. 結び

今回開発した不織布のうち、SF繊維を用いたものがメロンおよびカンキツに対して、一定の防カビ性能を示した。しかし、メロンについては、カビ発生を完全に抑えることができなかったことと、素材の物性に由来する網目の発現性に若干の問題を残した。

今回の結果では、いくつかの課題が残ったが、さらなる防カビ効果の向上および製造コストを考慮した作成条件検討および再現性を得るための実験を積み重ねて行う必要があると思われる。

5. 参考文献

- 1) 小菅旬子ら：かび検査マニュアルカラー図譜
- 2) 高鳥浩介：加工技術，44，414(2009)
- 3) 日本工業規格 JIS Z 2911，日本工業標準調査会編
- 4) 特許第 3908262 号
- 5) (社)日本植物防疫協会 平成 20 年度 新農薬実用化試験計画書 (常緑果樹) 病害防除

謝辞

本研究の実施に当たって、カクメロ栽培実験では愛知県立渥美農業高等学校に、カンキツ貯蔵実験では愛知県農業総合試験場に、カビの分析および防カビ評価では、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センターに協力いただき、ここに感謝の意を表す。