

青森ヒバオイル乳化液を用いた果実袋の開発

Development of Fruit Protection Bag Coated with Aomori Hiba Oil Emulsion

山本智昭*・山口幸雄**

Chishou Yamamoto, Yukio Yamaguchi

*電子・有機素材研究所 有機材料グループ、**日本農業資材株式会社

鳥取県の特産品である二十世紀梨の品質低下の要因として、糸状菌や酵母様菌によるアザや汚れがある。本研究では、抗菌活性や抗真菌活性を有する青森ヒバオイルの乳化液を塗工した果実袋を試作し、圃場試験での黒斑病に対する防除性評価を行った。また、圃場試験期間や保管における紙中のヒノキチオール濃度（青森ヒバオイル濃度から換算した値）の1週間ごとの継時変化について検討を加えた。圃場試験の結果、試作果実袋（固形分濃度 30wt%の乳化液処理品）中のヒノキチオール成分は、開始から約2週間で90%以上が揮発しているにも関わらず、試作果実袋の防除価は約30程度であり、慣行の果実袋と同等の性能であった。一方で、保管性試験では、紙中のヒノキチオール濃度が製造直後から保管1週間後には60~80%まで低下することから、青森ヒバオイル成分の揮発性の制御が製造における課題となることも明らかになった。

Bruises and stains caused by filamentous and yeast-like fungi are the factors that decrease the quality of 'Nijisseiki' pears, a specialty of Tottori Prefecture. In this study, fruit protection bags coated with Aomori hiba oil emulsion, possessing antibacterial and antifungal activities, were prototyped and assessed in field tests for their preventive effects on black spot disease of 'Nijisseiki' pears. Weekly alterations in hinokitiol concentration (converted from Aomori hiba oil concentration) in the paper during field tests and storage were also investigated. The field test results demonstrate that although more than 90% of the hinokitiol component in the prototype fruit protection bags (treated with the emulsion containing a solid content concentration of 30wt%) volatilized within approximately two weeks post initiation, preventive effect value of prototype fruit protection bags was approximately 30, equivalent to the performance of conventional fruit protection bags. Contrastingly, storage tests depict that hinokitiol concentration in the paper reduced by 60%–80% immediately post production to one week after storage, indicating clearly that control of Aomori hiba oil component volatility is a manufacturing challenge.

1. はじめに

鳥取県の特産品である二十世紀梨は、県内で国内の約50%が収穫され、国内をはじめ、香港、台湾およびアメリカへ輸出されている。特に、海外への出荷量の約90%が、中秋節の贈答用として香港や台湾へ輸出されている。一般的に、二十世紀梨は、外観保持や黒斑病の防除のために有袋栽培されている。近年、ゴールド二十世紀などの改良品種への移行により、黒斑病の発生は減少しているが、依然として糸状菌や酵母様菌によるアザや汚れが品質低下の要

因となっている。果実袋には、従来から黒斑病や汚果病（アザ果）対策のために数種類の殺菌剤をパラフィン紙に処理されているが、赤アザ症状の梨汚果病は、果実袋の被袋後に発病するため、被袋後の殺菌剤散布では防除効果は期待できないと言われている¹⁾。

天然精油は、植物からの抽出成分の一種で、主にモノテルペンやセスキテルペンで構成される揮発性化合物の総称である²⁾。精油は、特有の芳香を有することから主に香料として利用されているが、芳香

性以外の特徴として、抗菌活性や抗真菌活性を示すものも多く報告されている³⁾。

当センターでは、果実袋内で天然精油成分を揮発させ、病原菌の増殖を抑制することで、黒斑病や梨汚れ果病の防除が可能であると考え、黒斑病の発病果から分離した *Alternaria sp.* に対する種精油の増殖抑制効果や梨袋への加工方法について検討してきた。その結果、ワサビやカラシに含まれる天然の辛味成分であるアリルイソチオシアネート (AITC) とレモンガラスオイルとの混合オイルを乳化させ、果実袋に加工することで、*Alternaria sp.* に対して一定の増殖抑制効果を示すことがラボレベルで確認できた⁴⁾。しかしながら、精油の乳化液を実際の製造装置で果実袋へ加工する際に、AITC は刺激性物質であり、催涙性が強く、製造従事者に対する作業環境上の問題があった。そのため、梨汚果菌に対する各種精油の増殖抑制効果の再検討を重ねた結果、青森ヒバオイルが、1)増殖抑制効果、2)作業環境性および 3)精油の入手の容易さなどの点から適していると判断された。

そこで、本研究では、スケールアップ化に向けた検討として、果実袋の実製造ラインを用いて、各種組成条件で調製した青森ヒバオイル乳化液を処理した果実袋を試作した。また、*Alternaria sp.* への増殖抑制効果に及ぼす紙中の青森ヒバオイル濃度の影響を評価するとともに、保管時における紙中の青森ヒバオイル濃度の変化、圃場試験での試作袋からの青森ヒバオイルの揮発挙動や黒斑病に対する評価を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 青森ヒバオイル乳化液の調製

梨袋へ加工する乳化液の調製には、天然抗菌剤として青森ヒバオイル ((有) キセイテック製)、紙へのコーティング剤および乳化剤としてオクテニルコハク酸澱粉 (松谷化学 (株) 製 エマルスターA1)、イオン交換水を用いた。また、青森ヒバオイルの使用量低減と乳化液塗工後の果実袋の乾燥工程での揮発抑制を目的として、流動パラフィン (富士フィルム和光純薬製) を用いた。乳化液の組成は、表 1 に示すとおり、溶液中の成分比率を 15 および 30wt% に固定した。流動パラフィンの添加量は、青森ヒバオイル総量に対する代替率が 0、10、20、30 および 50wt% となるようにした。表 1 の組成比で調製した溶液の乳化処理は、ブレンダー (ワーリング社製 エクストリームミル MX1200XTM) を用いて、攪拌速度を約 8,000rpm、処理時間を 3 分間で行った。

2.2 青森ヒバオイル乳化液の果実袋への加工

二十世紀梨の袋掛けに用いられる果実袋は、外袋と内袋から構成される二重構造になっており、二十世紀梨の収穫時期の違いにより、外袋または内袋のどちらかをパラフィン処理袋とした 2 種類のタイプが使い分けされている (図 1)。

本研究では、図 2 に示す方法で、前項で調製した青森ヒバオイル乳化液を塗工した原紙を乾燥後、パラフィンワックス (防虫剤入り) を塗工した (乳化液塗工紙)。次いで、外袋に青森ヒバオイル乳化液が

表 1 青森ヒバオイル乳化液の組成

成分	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7
エマルスターA1 (wt%)	5	5	10	10	10	10	10
青森ヒバオイル (wt%)	10	5	20	18	16	14	10
流動パラフィン (wt%)	0	5	0	2	4	6	10
イオン交換水 (wt%)	85	85	70	70	70	70	70
総量 (wt%)	100	100	100	100	100	100	100
流動パラフィン代替率 (wt%)	0	50	0	10	20	30	50
固形分率 (wt%)	15			30			

処理された試作袋（外袋タイプ）と、内袋に青森ヒバオイル乳化液処理された試作（内袋タイプ）を作製した。なお、今回の試作袋は、6月に袋掛けする大袋として用いた。

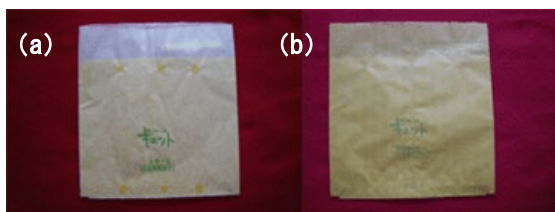


図1 二十世紀梨用の果実袋の一例

(a)パラフィン処理袋が外袋型, (b)パラフィン処理袋が内袋型

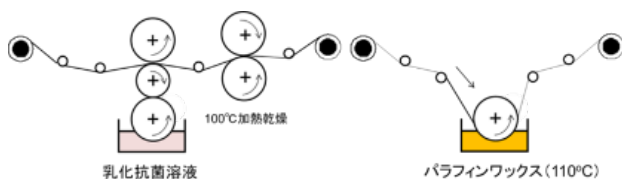


図2 青森ヒバオイル乳化液の果実袋への加工方法

2.3 乳化液塗工紙中の青森ヒバオイル成分の定量

果実袋に加工する前の乳化液塗工紙(10cm角にカット)、イオン交換水 40mL およびクロロホルム 10mL (内部標準としてシクロヘキサノン 10 μ L を添加) を試験管に入れた後、ボルテックスミキサーで1分間攪拌した。次いで、試料を10分間隔で攪拌処理しながら、90 $^{\circ}$ Cのアルミブロック恒温槽で30分間加熱した。青森ヒバオイル成分を加熱抽出した試料を室温まで冷却後、クロロホルム層から1 μ Lを採取し、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)により分析した。分析条件を表2に示す。

表2 GC-MS 分析条件

測定装置	GC:島津製作所製 GC2010 MS:島津製作所製 QP2010Plus
カラム	Agilent J&W DB-WAX (0.25mm I.D x 30m,0.25 μ m)
注入圧	69.4kPa
注入方法	スプリットレス 1 μ L
サンプリング時間	1分間
注入口温度	250 $^{\circ}$ C
カラム温度	40 $^{\circ}$ C(4min) \rightarrow 5 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 250 $^{\circ}$ C(14min)
インターフェース温度	240 $^{\circ}$ C
イオン源温度	230 $^{\circ}$ C

2.4 セドロールおよびヒノキチオールの重量変化率による揮発挙動評価

前項の抽出方法では、酸性油であるヒノキチオール成分は、抽出過程で水層に溶解しており、直接定量することができない。そこで、ヒノキチオールに代わる他成分として中性油セドロールに着目し、室温での重量の継時変化などの揮発挙動を評価し、その妥当性を検証した。セドロール(東京化成工業製)およびヒノキチオール(富士フィルム和光純薬製)を各5gはかり取り、シャーレ(ϕ 90mm)上にそれぞれ均一に敷き詰め、室内およびドラフトチャンバー内(圃場試験などの屋外を想定した環境)に静置し、初期重量に対する重量変化率の継時変化を測定した。参考として、青森ヒバオイルも同様に測定した。

2.5 乳化液塗工紙の抗真菌性評価

二十世紀梨のアザや汚れの要因は、糸状菌や酵母様菌である。本研究では、乳化液塗工紙の抗菌性評価におけるモデル菌株として、鳥取県園芸試験場から分与された *Alternaria* sp.菌株を供試菌として用いた。供試菌は、既報の乾アズ・V-8 ジュース培地⁵⁾を用いて前培養(18 $^{\circ}$ Cで約2週間)を行い、滅菌したコルクボーラー(ϕ 4mm)で培地ごと打ち抜き、以下の抗真菌性評価試験に用いた。

青森ヒバオイル乳化液加工紙の抗真菌性評価は、図3に示す方法で、貫通試験(二十世紀梨への果実袋の接触を想定した評価)および Vapour 試験(果実袋から放散される青森ヒバオイルの揮発成分による評価)により行った。

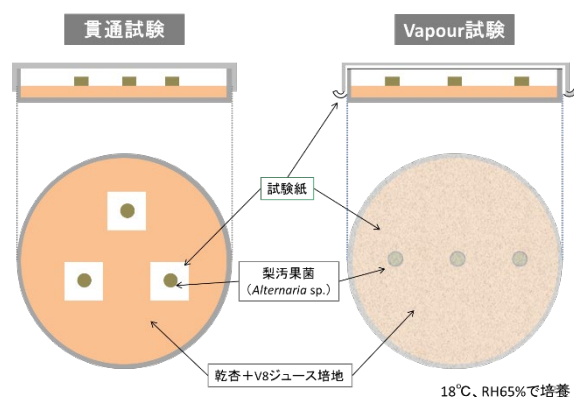


図3 青森ヒバオイル乳化液加工紙の抗真菌性評価の方法

2.6 試作果実袋の圃場試験による性能評価

2.2 項で試作した果実袋の圃場試験による黒斑病に対する防除性能評価は、鳥取県園芸試験場の実験圃場（鳥取県東伯郡北栄町）内で、表 3 に示す条件により実施した。なお、試験に供した試作袋は、製造後から 3 週間経過したものを用いた。比較品には、数種類の殺菌剤が加工された慣行の果実袋を用いた。

試験袋を被袋後の平成 29 年 6 月 16 日および 7 月 18 日に外袋タイプの慣行の果実袋の試験区から 60 果を破袋し、黒斑病の発病の有無を調査した。収穫日までは 3～5 日間隔で落下果実の黒斑病の発病の有無を調査したほか、収穫後の果実における黒斑病の発病の有無を調査した。

表 3 試験区の概要

袋タイプ	薬剤処理	流動パラフィン割合	供試果数
外袋タイプ (乳化液処理袋が外側)	無処理	—	89
	慣行薬剤	—	90
	乳化液M3	0	91
	乳化液M4	10	86
	乳化液M5	20	85
	乳化液M6	30	86
内袋タイプ (乳化液処理袋が内側)	無処理	—	90
	慣行薬剤	—	90
	乳化液M3	0	90
	乳化液M4	10	90
	乳化液M5	20	90
	乳化液M6	30	90

※試験期間：平成 29 年 6 月 13 日～9 月 6 日
 試験場所：鳥取県園芸試験場露地 6 号ほ場
 供試樹：二十世紀 樹齢 45 年
 処理方法：6 月 12、13 日に試験袋を小袋の上に被袋
 薬剤散布：園芸試験場の慣行薬剤を散布

また、試作袋の黒斑病に対する防除価に対する、試作袋中の青森ヒバオイル成分量の継時的な揮発挙動の影響を評価するため、圃場試験開始より 1 週間ごとに試作袋を回収し、紙中の青森ヒバオイル成分量を GC-MS 分析（2.4 項と同様の手順で実施）により定量した。

2.7 乳化液塗工紙の保管性の評価

果実袋を製造し出荷してから袋掛けまでには一定期間が経過することが想定される。保管時における果実袋中の青森ヒバオイル成分量の継時的な変化を評価するため、段ボール内に製造直後の乳化液塗工紙を入れ、1 週間ごとに採取し、紙中の青森ヒバオイル成分量を GC-MS 分析（2.4 項と同様の手順で実施）により定量した。なお、試験紙は、果実袋に加工する前の乳化液塗工紙を用いた。

3. 結果と考察

3.1 青森ヒバオイル成分の重量による揮発性評価

青森ヒバオイルの成分は、表 4 のとおりであり、このうち酸性油成分であるヒノキチオールが特に強い抗菌活性を示すことが知られている⁶⁾

表 4 青森ヒバオイルの主な構成成分⁶⁾

成分	化合物	含有量(%)	備考
中性油	ツヨブセン	50～60	芳香成分
	セドロール	5～10	
酸性油	ヒノキチオール	1～2	抗菌成分
	β-ドラプリン	1～2	
	シトロネル酸	1～2	
パラサイメン、ウイドロール他		24～42	—

本研究では、紙へのコーティング剤および青森ヒバオイルの乳化剤としてオクテニルコハク酸澱粉を用いている。そのため、乳化液塗工紙中のコーティング層からの青森ヒバオイル成分の抽出には、水/クロロホルムの 2 層での抽出を行った。しかしながら、GC-MS 測定の結果、酸性油であるヒノキチオール成分は、抽出過程で水層へ溶解していることが推測され、直接定量することができなかった。

そこで、紙中の青森ヒバオイルの定量用の成分として、ヒノキチオールの代わる他成分として中性油セドロールに着目し、室温での重量の継時変化などの揮発挙動を評価し、その妥当性を検証した。なお、ツヨブセンについては、GC-MS 測定の結果から、紙中への残存量が少なかったため除外した。

セドロール、ヒノキチオールおよび青森ヒバオイルの各試料を室内やドラフトチャンバー内（圃場試験などの屋外を想定した環境）へ静置し、各試料の初期重量に対する重量変化率の継時変化を図4に示す。室内静置下での中性油であるセドロールの重量変化率の継時変化は、抗菌成分であるヒノキチオールのものと近いことが確認された。また、圃場試験などの屋外を想定したドラフト内静置の条件でも、両試料の重量変化率の傾向は近似していた。

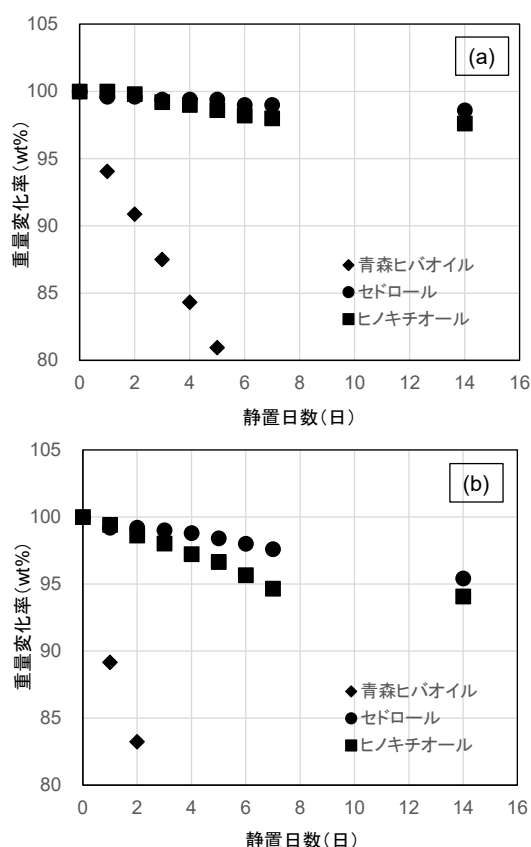


図4 青森ヒバオイル、セドロールおよびヒノキチオールの揮発による重量変化

(a)室内静置, (b)ドラフト内静置

以上のことから、各種濃度のヒバオイル標準液で検量線を作製し、GC-MSのセドロール成分の面積値から紙中のヒバオイル濃度を算出し、表4を参考に設定した青森ヒバオイル中のヒノキチオール含有率1wt%を乗じた値を、紙中のヒノキチオール濃度（換算値）と見なすこととした。

3.2 乳化液塗工紙中の換算ヒノキチオール濃度

各種条件の乳化液を塗工した紙中のヒノキチオー

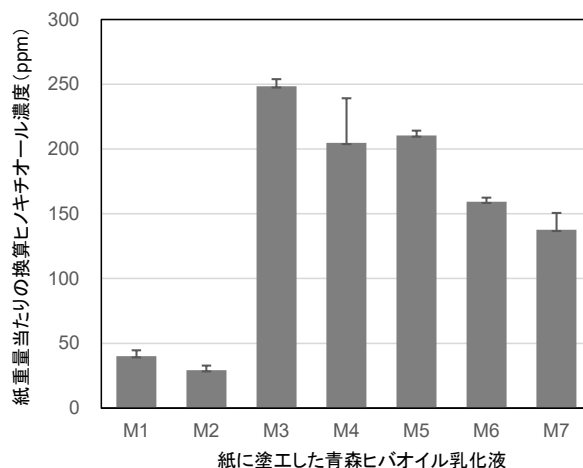


図5 青森ヒバオイル乳化液の塗工紙に含まれる換算ヒノキチオール濃度 (n=3, エラーバーは標準偏差)

ル濃度（換算値）を、図5に示す。

紙重量あたりのヒノキチオール濃度（換算値）は、乳化液の固形分濃度が15wt%の乳化液条件M1（流動パラフィンの添加なし）では50ppm以下であるのに対し、固形分濃度30wt%の乳化液条件M3（流動パラフィンの添加なし）では約5倍の250ppm程度であった。乳化液中の固形分濃度による紙への付着量の違いのほか、青森ヒバオイルの乾燥工程での揮発も影響していると考えられた。

また、乳化液中に流動パラフィンを追加することで、乾燥工程における青森ヒバオイルの揮発抑制が可能であるか評価した結果、乳化液中の青森ヒバオイルに対する流動パラフィンの配合比率に応じて、紙中のヒノキチオール濃度（換算値）も減少していた（図5のM3~M7）。これらの結果から、流動パラフィンの添加は、ヒノキチオール成分の揮発抑制には大きな影響はないと判断された。

3.3 乳化液塗工紙の *Alternaria sp.* に対する増殖抑制効果

Alternaria sp. に対する乳化液加工紙の増殖抑制評価のため、貫通試験（二十世紀梨への果実袋の接触を想定した評価）および Vapour 試験（果実袋から放散される青森ヒバオイルの揮発成分による評価）を実施した。

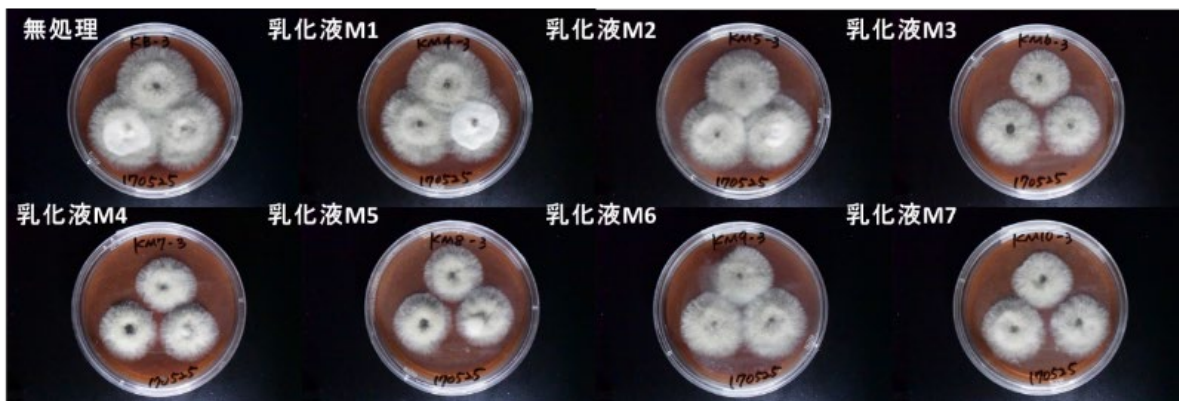


図6 貫通試験での各試験区の7日経過後の写真

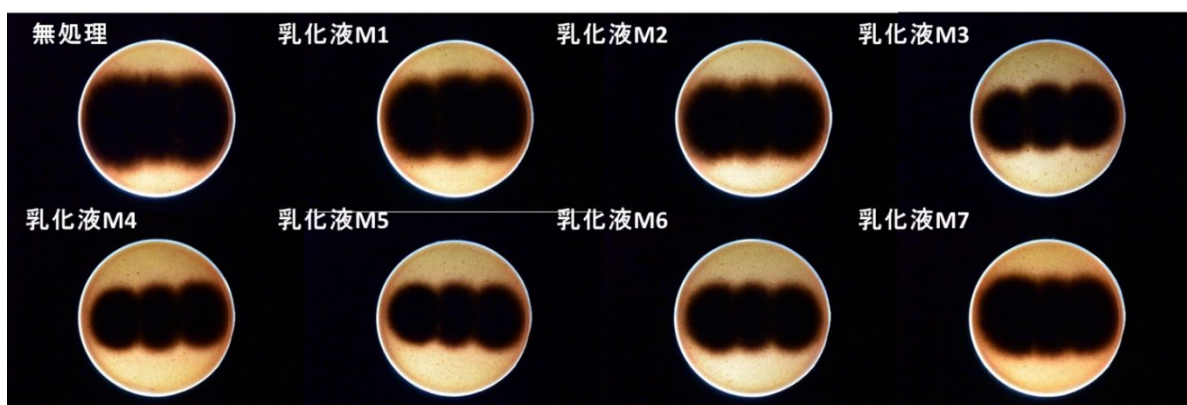


図7 Vapour 試験での各試験区の7日経過後の写真

各試験区の試験7日経過後の写真を図6および7に示す。なお、図7はシャーレの底面より撮影したものである。

固形分濃度30wt%の乳化液(M3~M7)を塗工した紙の試験区では、無処理の紙の試験区に対し、*Alternaria sp.*の増殖が少し抑えられており、青森ヒバオイルに一定の効果があることが確認できた。

二十世紀梨への袋掛けは、果実を生育初期の幼果から収穫期の9月まで、黒斑病菌の感染から物理的に保護し、果実の黒斑病被害を軽減することを目的に、5月の小袋掛けと6月の大袋掛けの計2回行われている⁷⁾。今回の試作袋は、6月の大袋掛け用であるが、袋掛け時の初期は、果実が試作袋への接触することは少ないと想定される。

そのため、本研究では、青森ヒバオイル中のヒノキチオールによる*Alternaria sp.*の増殖抑制効果について、Vapour試験の結果をもとに、詳細に評価することとした。

はじめに*Alternaria sp.*の菌被覆率を図8に示す方法で求めた。次いで、無処理の紙の試験区に対する乳化液塗工紙の試験区の菌被覆率の割合を算出し、乳化液塗工紙中のヒノキチオール濃度(換算値)とプロットした(図9)。

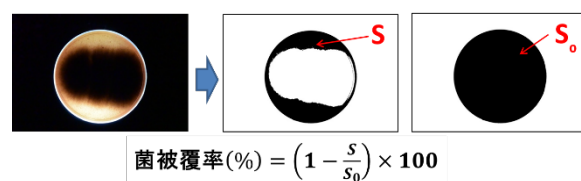


図8 Vapour 試験での菌被覆率の算出方法

紙中のヒノキチオール濃度(換算値)が高くなるにつれ、無処理の紙の試験区に対する乳化液塗工紙の試験区の菌被覆率の割合は低くなる傾向はみられ、濃度が150ppm以上である乳化液M3~M6の塗工紙の試験区は、0.6~0.7程度であった。

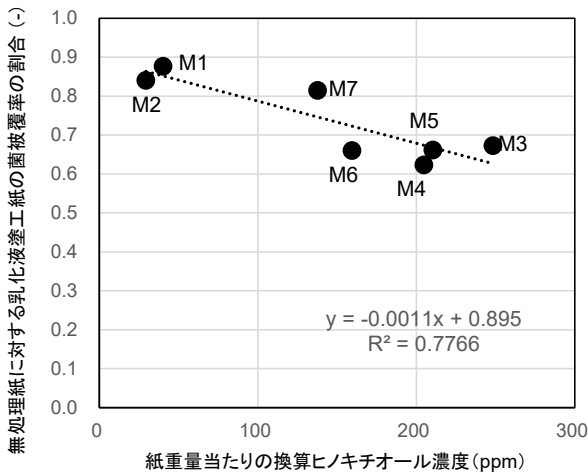


図9 無処理の紙の試験区に対する乳化液塗工紙の試験区の菌被覆率の割合と乳化液塗工紙中の換算ヒノキチオール濃度の関係

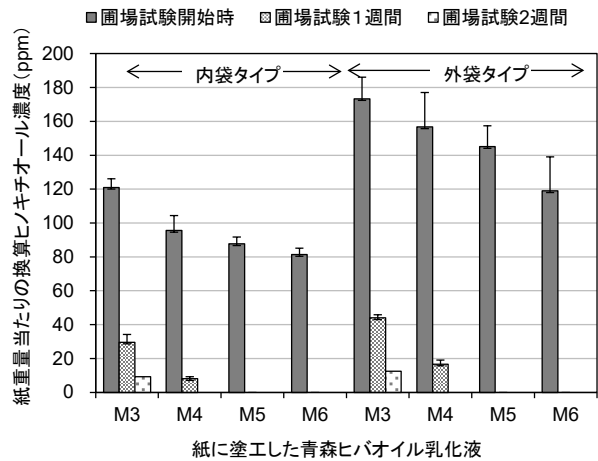


図10 圃場試験での試作果実袋中の換算ヒノキチオール濃度の経時変化 (n=3, エラーバーは標準偏差)

3.4 乳化液を塗工した果実袋の圃場試験結果

圃場試験では、実験室レベルでの *Alternaria sp.* への増殖抑制評価の結果から、乳化液 M3~M6 を処理した試作果実袋（製造から3週間経過品）を用いた。圃場試験期間中の試作袋内の試作果実袋中のヒノキチオールの揮発挙動を評価した結果を図10に示す。

圃場試験の開始から、試作果実袋中のヒノキチオール濃度（換算値）は、内袋タイプおよび外袋タイプのいずれでも、僅か1~2週間で90%以上減少していることが明らかになった。

次に、試作袋の圃場試験での黒斑病に対する防除性能評価の結果を表5に示す。外袋タイプの試作果実袋（乳化液 M3 および M4）の防除価は約30程度であり、慣行の果実袋に及ばないものの同程度の性能が得られた。それに対し、実験室での Vapour 試験結果では、*Alternaria sp.* に対する増殖抑制効果は同程度にも関わらず、外袋タイプの試作果実袋（乳化液 M5 および M6）の防除価は低かった。この要因は、果実袋内のヒノキチオール濃度（換算値）の違いもあるが、紙中のヒノキチオール成分の放散期間も影響していると推測される。

表5 試作果実袋の梨黒斑病に対する防除効果

試験区		被袋果数	生育調査		収穫調査		発病果率 ^b	防除価 ^c
袋の形状	袋の種類		黒斑病 ^a 罹病落下数 (A)	原因不明落下数	黒斑病罹病落下数 (B)	黒斑病罹病落下数合計 (A+B)		
外袋タイプ (外袋に 薬剤処理) 二重袋	無防菌袋	89	37	9	21	58	72.5	—
	慣行袋	90	28	4	12	40	46.5	35.9
	試作袋(乳化液M3)	91	26	19	12	38	52.8	27.2
	試作袋(乳化液M4)	86	24	15	12	36	50.7	30.1
	試作袋(乳化液M5)	85	15	36	15	30	61.2	15.6
	試作袋(乳化液M6)	86	33	15	14	47	66.2	8.7
内袋タイプ (内袋に 薬剤処理) 二重袋	無防菌袋	90	28	9	12	40	49.4	—
	慣行袋	90	18	7	10	28	33.7	31.8
	試作袋(乳化液M3)	90	18	19	12	30	42.3	14.4
	試作袋(乳化液M4)	86	14	16	18	32	45.7	7.5
	試作袋(乳化液M5)	85	20	15	15	35	50.0	—
	試作袋(乳化液M6)	86	21	11	20	41	54.7	—

^a 雌しべ感染により落下したと判断された果実は除外した

^b 発病果率 = 黒斑病罹患病果数合計 × 100 / (被袋果数 - 原因不明落下数)

^c 防除価 = (1 - (処理区の発病果率 / 同型の無防菌袋の発病果率)) × 100

圃場試験から1週間後の試作果実袋(外袋タイプ)中に含まれるヒノキチオール成分は、乳化液 M3 および M4 を処理した条件では残存しているのに対し、乳化液 M5 および M6 を処理した条件では残存していなかった。

以上のことから、果実袋から高濃度の青森ヒバオイル成分を揮発させることで、病原菌の増殖に対し一定の抑制効果があることが明らかになったほか、青森ヒバオイルの揮発期間も防除性能に影響するものと推測される。

一方で、青森ヒバオイル乳化液を用いた果実袋の製造における課題も明らかになった。圃場試験開始時の試作果実袋中(乳化液 M4)のヒノキチオール濃度(換算値)は、外袋タイプで約 170ppm であるのに対し、内袋タイプは約 120ppm であった。内袋タイプおよび外袋タイプの試作袋も、同乳化液を処理した同一のロール原紙を用いているにもかかわらず、ロール内の内側や外側でのヒノキチオール濃度に違いがあることを示している。青森ヒバオイルを果実袋へ応用するには、製造工程での青森ヒバオイル成分の揮発性の制御が課題となることも明らかになった。

3.5 乳化液塗工紙の保管性

保管による塗工紙中のヒノキチオール濃度(換算値)の継時変化を図 11 に示す。乳化液塗工(M3~M7)紙中の青森ヒバオイル濃度は、製造直後と比べて、保管1週間後には60~80%まで低下していた。前項の図 10 で示したとおり、圃場試験で用いた製造直後から3週間経過した試作袋(乳化液 M3・外袋タイプ)中の青森ヒバオイル濃度が約 170ppm 程度であったことから、製品間のヒノキチオール濃度のばらつきを考慮しても、保管試験での結果は妥当であると判断できる。この結果から、青森ヒバオイルを処理した試作袋は、揮発性を有する特徴から長期の保管が難しいことも明らかとなった。一方で、試作袋(乳化液 M3 および M4・外袋タイプ)は、製造後3週間経過品であるが、慣行の果実袋と同等の防除

性能を有していたことから、3週間以内の保管は可能であると推測された。

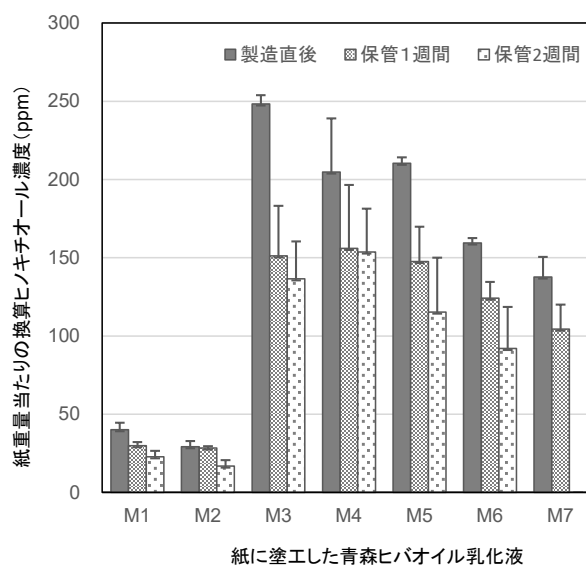


図 11 保管による塗工紙中の換算ヒノキチオール濃度の継時変化 (n=3, エラーバーは標準偏差)

4. おわりに

本研究では、果実袋内で天然精油である青森ヒバオイル成分を揮発させ、病原菌の増殖を抑制することを目的に、青森ヒバオイル乳化液を処理した果実袋の試作および性能評価を行った。

その結果、試作果実袋(固形分濃度 30wt%の乳化液処理品)の圃場試験での黒斑病に対する防除価は約 30 程度で慣行の果実袋と同等の性能が得られた。

一方で、保管中や製造工程での青森ヒバオイル成分の揮発があり、実用面では青森ヒバオイル成分の揮発性の制御が課題となることも明らかになった。

今後、果実袋の製造工程や保管時における青森ヒバオイルの揮発性の制御が可能となれば、黒斑病やその他の糸状菌や酵母様菌に由来する病害に対しても発病抑制効果が期待できると考えている。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、*Alternaria* sp. 菌株の提供および試作果実袋の圃場試験にご協力いただいた鳥取県園芸試験場に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 安田文俊; ニホンナシおよびカキに発生した数種新病害の病原菌に関する研究, 鳥取県農林総合研究所園芸試験場特別報告, 2, 1 -61 (2009).
- 2) 岡村大悟, 鮫島正浩, 谷田貝光克; 樹木の精油成分とその抗菌活性, 木材保存, Vol.28-6, p.224-235 (2002).
- 3) 井上重治; 香りの抗菌作用-アロマセラピーへの応用, 化学と生物, Vol.39 (7), p.475-481 (2001).
- 4) Chisho Yamamoto, Tze Loon Neoh, Eiko Tanaka, Shinichi Kimura, Yukio Yamaguchi, Takeshi Furuta and Hidefumi Yoshii; Antimicrobial Paper with a Coating Containing Emulsified AITC and Lemon-grass Oil for Protecting Japanese Pear against *Alternaria*, Food Science and Technology Research, 21 (1), Vol.32-5, p.31-39 (2015).
- 5) 大森薫, 中島三夫; ナシ黒斑病菌の孢子形成に及ぼす光の影響, 日植病報, Vol.36, p.11-16 (1970).
- 6) 岡部敏弘, 森田泰弘, 稲森善彦, 成田一憲, 山本良一, 久保田進也; 青森ヒバ油の応用と青森ヒバ材リサイクル循環システムについて, 木材保存, Vol.32-5, p.225-231 (2006).
- 7) 渡辺博幸; ナシ黒斑病の耐病性品種 ‘ゴールド二十世紀’ による減農薬栽培, 植物防疫, Vol.52-9, p.34-36 (1998).