

月桃を利用した抗菌、抗カビ及び防虫性を有する機能性紙の開発に関する研究 (第2報)

平良秀春、田尻哲也¹

1 緒言

月桃 (Alpinia speciosa K.Schum.) はショウガ科の一種で日本では南九州以南に自生している多年生草本である¹⁾。草全体に芳香性を有し、県内ではムーチーと呼ばれる餅を包む葉として古くから親しまれてきた。その月桃の精油には抗菌、抗カビ、防虫性等の機能が確認されており^{2,3)}、月桃を用いた機能性商品の開発が注目されている。本研究ではこの月桃の抗菌、抗カビ、殺虫及び防虫性等の機能性を利用し、文書の保存等に用いる取納箱に応用することを目指している。昨年度は月桃の精油をマイクロカプセル化し、そのマイクロカプセルを塗工した塗工紙について検討を行った。その結果、防虫性の付与に関しては適しているが、抗菌及び抗カビ性を付与するためには多量の精油が必要であるためコストが高くなることが知見として得られた。今年度はより製品化に向けた取り組みとしてコストの低減を目的とした副資材について検討を行った。また、塗工における加工条件についても検討を行った。

2 実験方法

2-1 使用副資材

副資材については安全性が高いと言われている銀系抗菌剤とキトサンを用いた。また、持続性の高い害虫忌避剤として銅系忌避剤について検討を行った。表1に使用した抗菌剤及び忌避剤を示す。

表1 使用した抗菌剤及び害虫忌避剤

サンプル名	主な組成	種類	備考
銀系抗菌剤	Ag-TiO ₂	無機系抗菌剤	
キトサンA	キトサン	天然系抗菌剤	分子量大
キトサンB	〃	〃	分子量中
キトサンC	〃	〃	分子量小
キトサンD	〃	〃	分子量小
銅系害虫忌避剤	Cu-TiO ₂	無機系害虫忌避剤	

2-2 塗工方法

塗工はコーティングロッドを使用した。表2に使用したコーティングロッドとその塗工厚を示す。また、塗工

において使用したバインダーを表3に示す。バインダーは一般的に塗工のバインダーとして用いられているものを選択した。

表2 使用したコーティングロッド

ロッドNo.	塗工厚	ロッドNo.	塗工厚
7	0.016mm	50	0.114mm
30	0.069mm	70	0.160mm

表3 使用したバインダー

製品名	主要成分	形状	備考
バインダーA	酸化澱粉	粉体	
バインダーB	PVA	粉体	
バインダーC	PVA	粉体	改良により透気度向上
バインダーD	SBR	エマルジョン	pH5.5

2-3 抗菌試験

抗菌剤自体の抗菌性は比濁法、塗工した試験片については「抗菌加工製品-抗菌性試験方法・抗菌効果JIS Z 2801」におけるフィルム密着法により評価を行った。使用する菌はStaphylococcus aureus (黄色ブドウ球菌、IAM12082) 及びEscherichia coli (大腸菌、IAM 12119) とし、2回継代培養することにより活性を揃えて使用した。通常、比濁法における培養は試験管やL字管により行うが、今回は試験管の代わりに96穴マイクロプレートを使用した。試験方法の概要を図1に示す。培地は普通ブイヨン培地 (Nutrient Broth; 栄研) を使用し、培養温度37℃、培養時間48時間とした。培養前後の吸光度をマイクロプレートリーダー (Bio-TEK INSTRUMENTS, INC Elx800) により測定し、対照の増加分の半分以下になった最小の濃度を最小生育阻止濃度 (MIC) とした。また、MICの算出にあたって培養前の吸光度が高いものについては凝集による混濁が起こっていると見なしデータから除外した。フィルム密着法における抗菌性の判定はJIS Z 2801に従い下記の対数増殖値が2.0以上を抗菌性があるとした。

$$R = [\log(B/A) - \log(C/A)] = [\log(B/C)] \dots \dots \dots (1)$$

¹ 沖縄県ファイリングシステム事業協同組合

ここに、R=抗菌活性値 A=無加工品の培養前の菌数
 B=無加工品の24時間培養後の菌数
 C=抗菌加工試験片の24時間後の菌数

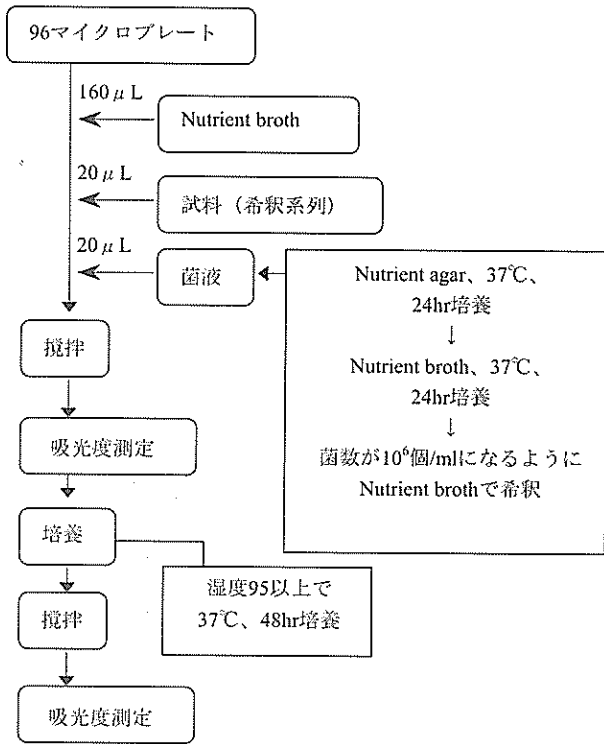


図1 マイクロプレートを用いた抗菌試験（比濁法）の概略

2-3 抗カビ試験

抗カビ試験は日本工業規格の「カビ抵抗性試験JIS Z 2911」を参考に試験を行った。試験の概要を図2に示す。直径9 cmのシャーレにポテトデキストロース培地を入れて固化させ、50mm角の正方形に切り出した試験片を培地中央にのせる。保存菌株よりポテトデキストロース斜面培地に菌を移植し、25℃で10日培養させた菌の胞子

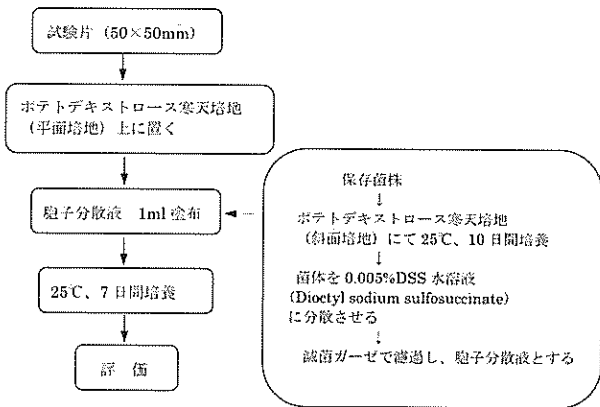


図2 抗カビ試験の概略

を液中に分散させ、カビの胞子分散液を作成した。その胞子分散液を試験片表面に塗布し、25℃で7日間培養した後に試験片表面のカビの発育状況を観察した。その評価基準を表4に示す。また、使用した菌株を表5に示す。

表4 抗カビ試験における評価基準

評価	評価基準
3	試験片に菌糸の発育が見られない
2	試験片における菌糸の発育部分の面積が1/3以内である
1	試験片における菌糸の発育部分の面積が1/3以上である

表5 抗カビ試験に使用した菌株

菌名	保存番号	種類
<i>Aspergillus niger van Tieghem</i>	FERM S-1	第1群
<i>Penicillium citrinum Thom</i>	FERM S-5	第2群
<i>Rhizopus oryzae de Went et Prinsen-Geerligs</i>	FERM S-7	第3群
<i>Cladosporium cladosporioides de Vrieg</i>	FERM S-8	第4群
<i>Chaetomium globosum Kunze ex Fries</i>	FERM S-11	第5群

2-4 イエシロアリ忌避試験⁴⁾

今回使用する副資材は基本的に拡散効果のないものであり、忌避効果として接触性忌避が考えられる。接触性忌避は前年度研究で行った試験片上の存在率では表しにくいので、摂食障害性のデータをもって忌避効果とした。試験の概要を図3に示す。試験片は未加工のろ紙、副資材を添加していない塗工紙、副資材の塗工紙を用意し、試験片を切り抜いたあと60℃で2時間乾燥し秤量した。その後、試験片を十分湿らせてシャーレ内に置いた。その際、対照を未加工ろ紙とし、未加工ろ紙と塗工紙の組み合わせで系を構成した。その後、イエシロアリ33匹（職蟻30匹、兵蟻3匹）を塗工紙側に投入し、蓋をして25℃の暗室に8時間静置した。そして、イエシロアリを

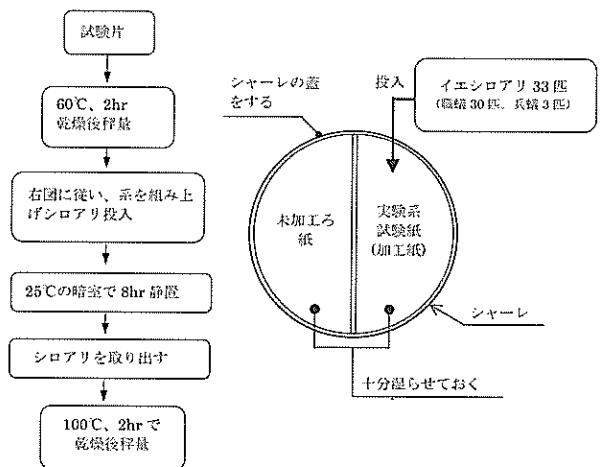


図3 イエシロアリ忌避試験の概略

取り除き、各試験片を100℃で2時間乾燥後、秤量した。試験の繰り返しは3回とした。死虫率及び忌避率の算出は下記の式を用いて行った。

$$\text{死虫率}[\%] = (\text{死虫数} / \text{投入虫数}) \times 100 = (\text{死虫数} / 33) \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{忌避率}[\%] = (\text{無添加塗工紙の平均摂食質量} / \text{副資材塗工紙の平均摂食質量}) \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

2-5 物性試験

粘度の測定はスパイラル粘度計（株式会社マルコム製、PL-1TC）を用いた。測定に際しては恒温槽等にてサンプル温度を25℃に保った。

キトサンの脱アセチル化度はコロイド滴定法⁵⁾により測定した。また、その平均分子量についてはサイズ排除クロマトグラフィーを用いて測定した。下記に分析条件を示す。

- カラム：OHpak SB-803HQ、SB-805H、SB-806HQ
- カラム温度：40℃
- 移動相：0.33M酢酸+0.1M酢酸ナトリウム（pH4.2）
- 流速：1ml/min 標準物質：pullulan
- 検出器：光散乱検出器（DAWN-E ワイアットテクノロジー社）、示差屈折計（RID-10A 島津製作所）

3 結果及び考察

3-1 バインダーの選択

塗工用バインダーの検討を行うためにキトサンを各種バインダーにより塗工した。試験片の作成においてはキトサンの濃度が0.1%になるようにバインダーとキトサン溶液を混合し、コーティングロッドNo.7（厚 0.016mm）により塗工した。抗菌試験における菌株は試験の簡便化のためStaphylococcus aureusに絞って行った。表6に各種バインダー塗工紙の抗菌性を示す。これによるバインダーCが他のバインダーと比較して抗菌性が高いことが解る。これは透気度を向上させるために塗工層が多孔質状の構造がより多くなっているためであると考えられる。この効果はキトサンと同様に接触性の抗菌性を有する銀系抗菌剤や月桃精油マイクロカプセルにも有効に働

表6 各種バインダーにより塗工した試験片の抗菌性

サンプル名	バインダー成分	培養前	24時間培養後
無加工品	—	2.7×10 ⁶ 個	2.3×10 ⁶ 個
バインダーA	酸化澱粉	2.7×10 ⁶ 個	1.9×10 ⁶ 個
バインダーB	PVA	2.7×10 ⁶ 個	2.2×10 ⁶ 個
バインダーC	PVA	2.7×10 ⁶ 個	>1.0×10 ⁴ 個
バインダーD	SBR	2.3×10 ⁶ 個	1.9×10 ⁶ 個

くと思われる。これらの結果より、今後の試験においてバインダーCを選択することにした。また、PVA系及び酸化澱粉とキトサンは良好に混合可能であったが、SBRはキトサンの析出が見られた。

3-2 副資材の選定

3-2-1 抗菌性について

キトサンは脱アセチル化度と平均分子量により抗菌性が異なる。そこで市販のキトサンの物性と抗菌性について調べた。表7に各種キトサンの物性及び抗菌性を示す。表7によるとキトサンCが最も高い抗菌性を示している。キトサンの抗菌性は分子量が低いほど高くなる性質があるが、低すぎても抗菌性が低くなることが知られている。従って、キトサンDは分子量が低すぎるために抗菌性が低下したと思われる。これらの結果より、今後のキトサンの塗工の検討に関してはキトサンCを用いることにする。

表7 各種キトサンの物性及び抗菌性

製品名	キトサンA	キトサンB	キトサンC	キトサンD
脱アセチル化度	85.7%	84.0%	89.1%	91.6%
粘度	470cp	57.5cp	9.8cp	測定不能
平均分子量	670,000	248,000	42,000	2,000
大腸菌に対するMIC	0.04%	0.05%	0.01%	0.1%
黄色ブドウ球菌に対するMIC	0.06%	0.04%	0.01%	0.1%

次にキトサン及び銀系抗菌剤を実際に塗工し抗菌性を調べた。その結果を表8及び表9に示す。塗工はコーティングロッドNo.7（塗工厚 0.016mm）を用いた。表8によるとキトサンにおいて黄色ブドウ球菌（Staphylococcus aureus）及び大腸菌（Escherichia coli）に対して抗菌性（抗菌活性値が2.0以上）が認められるのは塗工量が16μg/cm²以上であることが解る。また、黄色ブドウ球菌において抗菌活性値が2.0以上となる塗工量が3.2μg/cm²であるのに対し、大腸菌では16μg/cm²と非常に大きな値となっている。また、この結果と表6におけるキトサンのMICの値を比較すると異なった結果となっている。これは抗菌試験法の違い等により条件が異なっているためであると思われる。一方、銀系抗菌剤の塗工については表9にあるように、塗工量1.6μg/cm²で黄色ブドウ球菌及び大腸菌に抗菌効果が見られた。この量はキトサンと比較して非常に低い値であることから、キトサンと銀系抗菌剤を比較した場合、銀系抗菌剤が有効であると考えられる。

表8 キトサン塗工紙の抗菌性

キトサン添加量*		黄色ブドウ球菌の 抗菌活性値	大腸菌の 抗菌活性値
0.025%	0.4 μ g/cm ²	0.50	0.33
0.05%	0.8 μ g/cm ²	0.73	0.35
0.1%	1.6 μ g/cm ²	0.54	0.46
0.2%	3.2 μ g/cm ²	2.26	0.43
0.3%	4.8 μ g/cm ²	>2.56	0.69
0.5%	8.0 μ g/cm ²	〃	0.65
1.0%	16 μ g/cm ²	〃	2.39

*キトサン添加量において%値はは塗工液濃度、mg/cm²値は計算上の塗工量

表9 銀系抗菌剤塗工紙の抗菌性

銀系抗菌剤添加量		黄色ブドウ球菌の 抗菌活性値	大腸菌の 抗菌活性値
0.025%	0.4 μ g/cm ²	1.1	1.2
0.05%	0.8 μ g/cm ²	1.8	1.5
0.1%	1.6 μ g/cm ²	2.4	2.2
0.2%	3.2 μ g/cm ²	3.5	3.1
0.3%	4.8 μ g/cm ²	3.8	3.3
0.5%	8.0 μ g/cm ²	4.0	3.5
1.0%	16 μ g/cm ²	4.5	3.8

*銀系抗菌剤添加量において%値はは塗工液濃度、mg/cm²値は計算上の塗工量

3-2-2 抗カビ性について

各種抗菌剤を塗工した試験片の抗カビ試験の結果を表10及び表11に示す。表10のキトサン塗工紙の抗カビ試験においてはキトサン濃度2%以上の塗工液を塗工するのは粘性の関係で困難であり、2.0%が限界であった。この塗工液をコーティングロッドNo.7（塗工厚 0.016mm）により塗工し、抗カビ試験を行ったところ抗カビ性は見られなかった。そこで、塗工量を増やすためにキトサン塗工紙の抗カビ性試験に限ってコーティングロッドNo.50（塗工厚 0.114mm）を用いた。これにより、約7倍量の塗工が可能になる。しかし、塗工厚が変わっている

表10 キトサン塗工紙の抗カビ性

塗工液虫のキトサン濃度 [%]	0.25	0.5	1.0	2.0
塗工量 [μ g/cm ²]*	28.5	57.0	114	228
<i>Aspergillus niger</i>	1	1	1	2
<i>Penicillium citrinum</i>	1	1	1	2
<i>Rhizopus oryzae</i>	1	1	2	3
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	1	2	3
<i>Chaetomium globosum</i>	1	1	2	3

*コーティングロッドNo.50 (0.114mm) を用いた

表11 銀系抗菌剤塗工紙の抗カビ性

銀系抗菌剤添加濃度 [%]	0.5	1.0	2.0	4.0
塗工量 [μ g/cm ²]*	8.0	16.0	32.0	64.0
<i>Aspergillus niger</i>	1	2	2	3
<i>Penicillium citrinum</i>	1	2	3	3
<i>Rhizopus oryzae</i>	2	3	3	3
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	2	3	3
<i>Chaetomium globosum</i>	2	3	3	3

*コーティングロッドNo.7 (0.016mm) を用いた

ため詳細な検討の際には条件が異なることを考慮に入れる必要がある。さて、キトサン塗工紙の抗菌性であるが、塗工量が228 μ g/cm²において5菌株に抗カビ効果が見られた。しかし、*Aspergillus niger* 及び*Penicillium citrinum*においては評価が2と低かった。塗工量228 μ g/cm²は抗菌性における最適塗工量16 μ g/cm²の約14倍であり、抗カビ性に対してキトサンが有効に働かないことが解る。一方、銀系抗菌剤については塗工液中の濃度が高くて粘性はほとんど変化しないことから、コーティングロッドNo.7を用いて塗工を行った。表11によると、塗工量64 μ g/cm²において5菌株ともに評価3となっている。また、キトサンと同等の抗カビ性は塗工量32 μ g/cm²で発現しており、キトサンの添加量の14%で同等の抗カビ性を有することが解る。このことから、副資材として銀系抗菌剤が有効であると示唆される。

3-2-3 抗菌剤と月桃精油マイクロカプセルとの併用

表12に銀系抗菌剤及び月桃精油マイクロカプセルの塗工紙の抗菌性を示す。月桃精油マイクロカプセルは防虫を主たる目的と考え、前年度の研究により得られた最小値 50 μ g/cm²を基に安全率を加味した70 μ g/cm²で固定した。それに、銀系抗菌剤の塗工量を変化させて塗工し、抗菌試験を行った。塗工に用いたコーティングロッドは

表12 銀系抗菌剤及び月桃精油マイクロカプセル塗工紙の抗菌性

銀系抗菌剤添加量		黄色ブドウ球菌の 抗菌活性値	大腸菌の 抗菌活性値
0.025%	0.4 μ g/cm ²	1.3	1.1
0.05%	0.8 μ g/cm ²	1.5	1.7
0.1%	1.6 μ g/cm ²	2.2	2.6
0.2%	3.2 μ g/cm ²	3.1	3.0
0.3%	4.8 μ g/cm ²	3.5	3.4
0.5%	8.0 μ g/cm ²	4.2	3.6
1.0%	16 μ g/cm ²	4.6	3.7

*銀系抗菌剤添加量において%値はは塗工液濃度、mg/cm²値は計算上の塗工量

No.7 (塗工厚 0.016mm) を用いた。表12より、抗菌性は銀系抗菌剤と月桃マイクロカプセルの併用では影響がなかった。前年度の研究においても月桃精油の抗菌性が比較的弱いことが確認されており、少量の月桃精油の存在では抗菌性への影響が小さいと思われる。

表13に銀系抗菌剤及び月桃精油マイクロカプセルの塗工紙の抗カビ性を示す。月桃精油マイクロカプセルの塗工量は抗菌試験と同様の $70 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ とした。試験結果を見ると表11と比較して抗カビ性が高くなっている。月桃精油マイクロカプセルが含まれていない塗工紙 (表11) では最適塗工量が $64 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であったのに対し、含まれている塗工紙 (表13) では最適塗工量が $32 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。これにより、月桃精油マイクロカプセルを $70 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、銀系抗菌剤を $32 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 添加することにより、抗菌、抗カビ及びシロアリ忌避性を有する機能紙の製造が可能であることが解った。

表13 銀系抗菌剤及び月桃精油マイクロカプセル塗工紙の抗カビ性

塗工液のキトサン濃度 [%]	0.5	1.0	2.0	4.0
塗工量 [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$]*	8.0	16.0	32.0	64.0
<i>Aspergillus niger</i>	1	2	3	3
<i>Penicillium citrinum</i>	2	3	3	3
<i>Rhizopus oryzae</i>	2	3	3	3
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	3	3	3
<i>Chaetomium globosum</i>	2	3	3	3

*コーティングロッドNo.7 (0.016mm) を用いた

3-2-4 銅系害虫忌避剤について

防虫性を示唆する指標としてイエシロアリの忌避試験を用い、銅系害虫忌避剤について評価を行った。その結果を表14に示す。表によると銅系の害虫忌避剤に強い忌避効果があり、添加量10%で約97%の忌避率を示している。また、試験の際に死亡するシロアリは見られなかったため、全試験片において死虫率が0%となっている。試験時間が8時間と比較的短いため、実際に長期間の試験で死虫率が0%となるかは不明だが、基本的に毒性が高くないため殺虫性が弱いと思われる。

表14 銅系害虫忌避剤のイエシロアリ忌避性

検体名	塗工液中濃度	塗工量	死虫率	摂食質量	忌避率
未加工ろ紙	—	—	0%	28.0mg	—
無添加塗工紙	—	—	0%	25.3mg	—
忌避剤塗工紙 (銅系忌避剤)	1%	$16 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	0%	14.2mg	43.9%
	10%	$160 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	0%	0.6mg	97.6%

*塗工はコーティングロッドNo.7を用いた

3-2-5 副資材使用による製品の機能性構築とコスト

今回使用した副資材の特徴は効果が接触性ではあるが比較的単価が低く、持続性が長いことが上げられる。これらの副資材と月桃精油を組み合わせることでコスト低減がはかれるだけでなく、機能性を効果的に付加させることができるとと思われる。具体的な製品の機能性の面から見た機能区分の概略図を図4に示す。抗菌性について

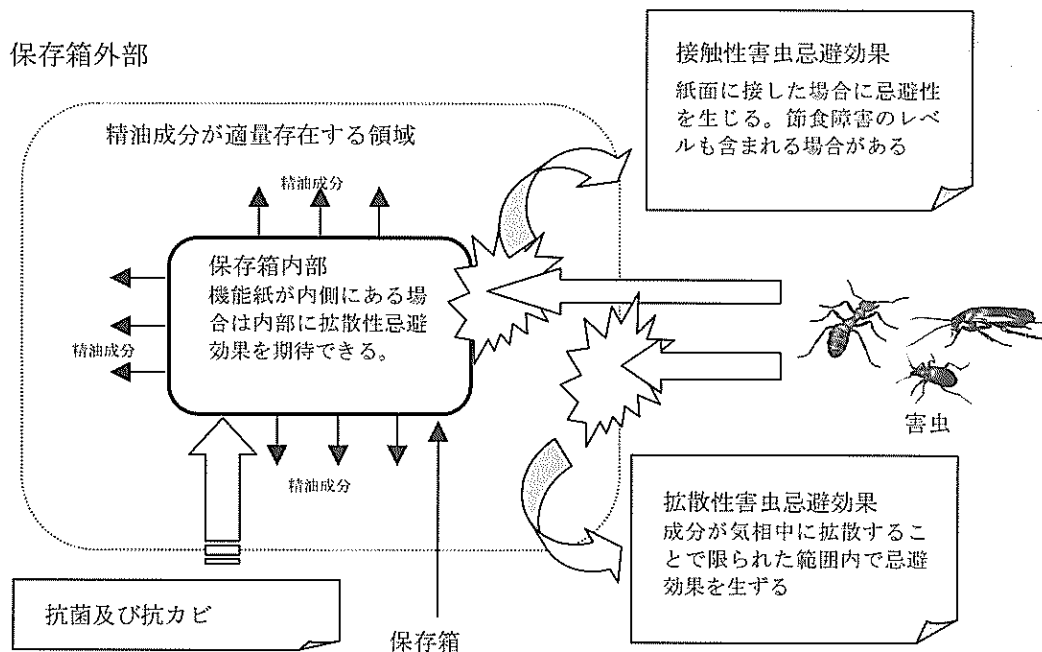


図4 製品機能性の区分の概略図

は銀系抗菌剤、抗カビ性については銀系抗菌剤と月桃精油マイクロカプセル、防虫性については月桃精油マイクロカプセルで機能性を持たせることができる。加えて、銀系抗菌剤及び銅系害虫忌避剤の使用により、機能性の持続性を長くすることが可能であると思われる。また、この機能性を構築するために月桃精油マイクロカプセル及び副資材の材料コストとして1㎡当たり約90円程度が発生する。今回、単価の高い月桃精油を用いて製品を開発するに当たり、目的を絞って必要最小限の効果を求め足りない部分を副資材等により補うことでコスト的に現実的な形を目標としていた。上記の材料コストは昨年度と比較して現実的なコストとなっている。

3-3 塗工厚の影響

表-15に塗工厚と抗菌性の関係を示す。試験は簡便化のために黄色ブドウ球菌に絞って行った。これによると0.1%キトサン塗工液を用いて塗工厚を変えて塗工した場合、添加量が0.16~1.60mg/cm²の範囲内において抗菌活性値は基準値である2.0以下であった。表6においては0.32mg/cm²で抗菌活性値が2.26となっており、塗工厚を厚くすることで添加されたキトサンの抗菌性が有効に働かなくなっている。また、0.1%塗工液をNo.50で塗工した場合の添加量は1.14mg/cm²で抗菌活性が1.12であるのに対し、0.5%塗工液をNo.7で塗工した場合の添加量はそれよりも低い0.8mg/cm²で抗菌活性値が2.26と高かった。さらに、塗工液0.1%と0.5%にそれぞれにおいて抗菌活性値に大きな差が見られていない。これらのことから、キトサンが塗工表面部分でしか有効に働いておらず、効率良く抗菌活性を持たせるには表面濃度を高め、より小さい塗工厚で塗工する必要があることが解る。本来は塗工厚と抗菌性の関連を詳細に調べるにより、どのような塗工厚の塗工機においても塗工量等解るようにするのが望ましいが、非常に労力がかかるため、実際に使用する塗工機が確定し塗工厚が決まった時点で再度試験を行

表15 塗工厚と抗菌性の関係

キトサン濃度 (%)	ロットNo.	塗工厚 (mm)	添加量 (mg/cm ²)	抗菌活性値
0.1	No.7	0.016	0.16	0.54
	No.30	0.069	0.69	1.05
	No.50	0.114	1.14	1.12
	No.70	0.160	1.60	1.29
0.5	No.7	0.016	0.8	2.26
	No.30	0.069	3.5	2.36
	No.50	0.114	5.7	2.55
	No.70	0.160	8.0	2.62

う方が効率的であると思われる。

3-4 バインダーと月桃精油マイクロカプセルの粘度への影響

図5にバインダーと月桃精油マイクロカプセルの濃度が及ぼす粘度への影響を示す。これによるとバインダー濃度の上昇に伴い粘度が上昇しており、その関係が直線上である。このことから、今回用いたバインダーの濃度と粘度の関係が指数関数で表わすことが可能であることが解る。月桃精油マイクロカプセルを含んでいないバインダーのみの系における式を次に示す。

$$Y = 2.693 \times \exp(0.732X) \dots\dots\dots(5)$$

Y: 粘度 [mPa・s] X: バインダー濃度 [%]

また、月桃精油マイクロカプセルの濃度と粘度の関係について見てみると、月桃精油マイクロカプセルの濃度が上がったにも関わらず、粘度の上昇はほとんど見られない。このことから、月桃精油マイクロカプセルの塗工量70μg/cm² (塗工厚0.016mm) の加工条件においてバインダーの粘度は月桃精油マイクロカプセルの影響を受けないことが解った。

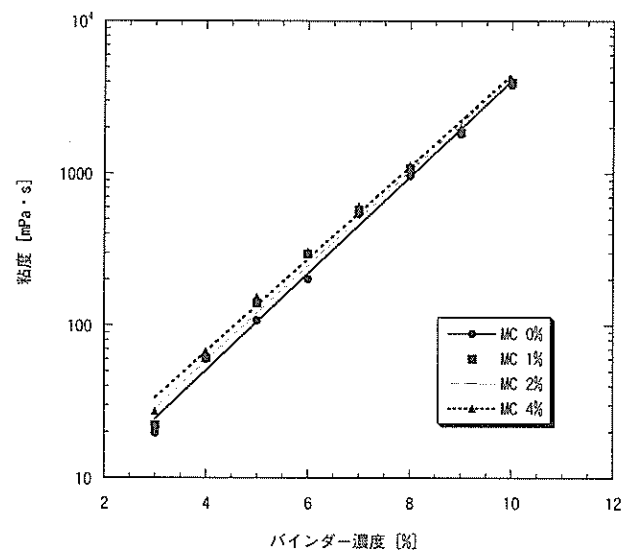


図5 塗工液粘度に対する月桃精油マイクロカプセル添加率の影響

4 まとめ

抗菌、抗カビ及び防虫性を有する機能紙を開発するに当たり、コスト低減の面から副資材の検討を行った。また、塗工における加工条件についての検討も行った。その結果、以下のことが解った。

- (1) 銀系抗菌剤を1.6μg/cm² (塗工厚0.016mm) で塗工することにより、抗菌性の高い製品の製造が可能であった。また、この銀系抗菌剤32μg/cm²と月桃精

油マイクロカプセル $70\mu\text{g}/\text{cm}^2$ を塗工することにより、抗カビ性を持った製品を製造することが可能であった。

- (2) 銅系害虫忌避剤を $160\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 塗工することによりイエシロアリ忌避性を持った製品の製造が可能であった。
- (3) 塗工厚をより小さくすることで機能性資材がより有効に機能することが解った。
- (4) 本研究における機能性資材の添加濃度範囲においてバインダーの粘度に対する影響はほとんどないことが解った。

本研究は沖縄県ファイリングシステム事業協同組合からの受託研究の課題として行いました。研究を行うに当たり、ご協力頂きました皆様に紙面を借りて心より感謝の意を表します。

5 参考文献

- 1) 海洋博覧会記念公園管理(財)編 沖縄の都市緑化植物鑑 1998
- 2) 池間洋一郎、平良直秀、比嘉三利 バイオマス資源からの有用物質の分離・精製技術、沖縄県工業試験場研究報告 20 1-9 1992
- 3) S.Tawata, S.Taira, N.Kobamoto, M.Ishihara, S.Toyama Biosci Biotechnol Biochem 60 1643-1645 1996
- 4) 屋我嗣良、金城 一彦、河内進策、今村祐嗣(共著) 木材科学講座12 保存・耐久性 海青社 1997
- 5) キチン、キトサン研究会編 キチン、キトサン実験マニュアル 技報堂出版 1991

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。