

樹木抽出成分等の利用による機能性木質系内装材料の開発

生物機能開発部 大平 辰朗

1. はじめに

我が国のスギ等の人工針葉樹林は資源的に成熟期を迎え、地域林業の振興を図りつつ、適切な森林の整備を推進するためには、これまでの柱材より付加価値の高い製品の開発等による需要の拡大が急務となっている。そこで本研究では、その一環として抗菌性等の付加価値を高めた木質系内装材料の開発を試みた。

2. 抗菌性内装材料の開発

抗菌性を付加する考え方として、プラズマ処理などの撥水性向上技術ではなく、抗菌性物質等を材料へ添加し抗菌性を発現させる方法を適用した。プラスチック製品や文具等の抗菌処理剤としては既に強力な無機系薬剤が数多く開発されているが、ここでは地球環境や人体への安全性への配慮と、樹木資源の有効利用をあわせて考慮し、樹木等から得られる天然物を利用することにした。

樹木等からはこれまでに様々な抗菌性物質が見出されているが、その中からアレルギー等の疾患を引き起こす原因となっている室内環境汚染菌類に対して、特に強い抗菌性を有する物質を検索することを最初に行った。樹木等に由来する抗菌性成分として120種類を選びだし、大腸菌等のバクテリア類に対して抗菌力のある成分を検索したところ、表1に記した成分が抗菌力の強い成分として選別された。中でもβ-Thujaplicin (HT) は検討された成分の中で最も強い抗菌力を示した。次のアレルギー疾患の原因となる室内環境汚染菌類に対する抗力活性試験を行ったところ、HT, Cinnamic aldehyde, Cinnamic oil, Octyl alcohol, Nonyl alcohol, p-Cresol 等を抗力活性が高い物質として選別した。また、実用的な試験として室内に存在する多種類の空中落下菌類に対する抗菌性を検討したところ、HTのみが強い抗菌性を有しており、抗菌スペクトルの広さを示唆していた。活性の強かったHTは食中毒や院内感染などの原因とされるO-157菌やMRSA菌に対しても強い抗菌力を示すことが知られており、材料へ添加する成分として最適ではあるが、内装材料として使用する環境を考慮すると、光、酸素、温度等の存在下での抗菌力の持続性が問題になる。

最初に光、温度等の条件を変化させた時の抗菌力を検討したところ、光存在下、温度20℃以上で容易に変色がおき、分解され、数時間処理後の抗菌力は処理前の物質の1/4程度になった。処理後の物質の構造を検討したところ、1-isopropyl-4-oxo-2-cyclopentenyl acetic acid が主成分として検出され、HTの残存率は20%未満であった。そのため、HTのロングライフ化を検討した。光、酸素等によるHTの構造変化の推定機構を考慮すると、HTの構造の一部を化学修飾することが最適であると考えられたため、金属塩や金属錯体化、エステル化、エーテル化・配糖体化等の処理法を検討したところ、HTの銅錯体化体 (HT-Cu)、ナトリウム塩体 (HT-Na)、カリウム塩体 (HT-K)、アセチル化体 (HT-Ac)、脂肪酸エステル化体 (HT-FA) 等が抗菌力の持続性が高い成分であることが判明した (図1)。この中で金属イオン類は安全性の点から除外し、各種エステル化物の利用を検討することにした。エステル化物の抗菌性試験の結果、検討したエステル化物はいずれもHTとほとんど変わらない抗菌力を有しており、しかも光や酸素等による分解もほとんどないことがわかった。

(右側上へ)

表1. 植物抽出成分の抗菌活性**

サンプル	試験菌種に対する抗菌活性の抑制率 (%)				
	E.C.	E.Ca	C.M.	P.T.	*
Thymus thymifolius wood oil (北七輪樹)	11	9	10	6	
Cinnamomum polifolium bark oil (Cinnamomum bark oil)	11	11	11	12	
Cinnamomum polifolium leaf oil (Cinnamomum leaf oil)	10	11	10	13	
Cinnamomum cassia bark oil (Cassia oil)	14	13	13	15	
Phenylethanone leaf oil (Ely oil)	10	10	0	0	
Phenylethanone wood oil (Shikara oil)	10	0	0	11	
Rosmarinus officinalis leaf oil (Rosemary oil)	0	0	0	15	
Clay oil	0	10	0	0	
β-Thujaplicin (HT)	37	28	25	24	
Cinnamic aldehyde	15	20	18	18	
Soybean squalene	0	0	0	25	
ac-Fragrant	13	14	0	0	
pc-Cresol	11	17	18	20	
Benzofuran acetate	18	14	0	0	
Diethylacetate	0	12	10	10	
Thymol	10	0	0	0	
Thymol	22	26	21	15	
Non-Resin	12	10	10	10	

(拡大図・約53KB)

Note : * : E.C.; Escherichia coli
: E.Ca; Erwinia carotovora
: C.M.; Corynebacterium michiganense
: P.T.; Pseudomonas tolaasii
** : 試験濃度 : 1000ppm.
数値は平均値を示す (N=5) .

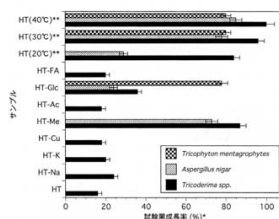


図1. β-Thujaplicin(HT)とHT誘導体の抗力活性
(拡大図・約56KB)

* : (7日後の試験菌種の成長直径/7日後のコントロール菌種の成長直径)X100
誤差線は標準誤差を示す(N=5)。試験濃度は10ppmである。

** ; HT(β-Thujaplicin)は各種温度のもと、蛍光灯下(5000luxes(ON/OFF=12/12hrs))点灯下、21日間処理された。

(左側下へ)

さらに各種エステル化物の中で最も容易に改変でき、かつ反応率の高いHT-Acの利用を考え、それらを内装材料へ添加する方法について検討した。材料への添加技術としては精油類の徐放性を目的として開発された二重エマルジョン化法などがある。しかし、ここで問題になっている抗菌力等の対生物効力を効果的に発現させるためには、材料表面に近い部位に添加する方法が最適であると考えられる。そこで材料への添加方法として、材料表面仕上げ用の塗料への抗菌剤の添加を検討することにした。試験に用いた塗料は市販の木用塗料4種 (含浸タイプ、塗膜形成タイプ各2種) であり、塗料への抗菌剤の添加は、あらかじめ少量のエタノールに抗菌剤の必要量を溶解し、それぞれの塗料へ均一に混合した。試験体はスギ(18mm厚)を使用し、また塗料への抗菌剤の塗布量は0.05、0.1、0.2g/m²であった。作成した抗菌性塗料を塗布した試験体の抗菌性についてはカビ類の試験法であるJIS Z 2911「カビ抵抗性試験法」に準じて行った。その結果、塗料への抗菌剤塗布量0.05g/m²以上でカビ抵抗性3 (試験片へ接種した部分に菌糸の発育が認められない) となり、無添加塗料に比べ抗菌性能の向上が認められた。また塗料への抗菌剤混入の影響 (塗膜の割れ、色等) は、いずれの塗料のタイプでもほとんど現れず、HT-Acを抗菌物質として木用塗料へ添加し、それらを利用した抗菌性内装材料の製造が可能であると考えられた。

問題点として抗菌性物質の抗菌力が永久的ではないことがあげられるが、塗料として利用した場合、効果が低下した時に再塗装することも可能であるため、抗菌力の持続性も期待でき、さらに抗菌性以外の付加価値の付与も同時に可能であるなど多機能な内装材料の開発も不可能ではない。

3. 自然に近い木材の香りを内装材料へ失過程

内装材料の付加価値を高める方法として目的に応じた木材の香りを添加する方法もある、添加する成分は精油類が中心であるが、精油類の香りは自然な木材の香りと若干異なることが経験的に知られている。現在精油類は主として水蒸気蒸留法により採取されているが、その抽出の課程で起こる熱変質等が原因と考えられている。そこで、木材の香りを忠実に再現できる抽出法について検討した。精油類の抽出方法として水蒸気蒸留・溶媒抽出法、液化二酸化炭素抽出法、超臨界二酸化炭素抽出法等を試したところ、伐採後、長時間経過した柱材のような「おちついた」香りを取り出すには超臨界二酸化炭素抽出法が適しており、伐採直後やカンナ等で削った直後の「フレッシュ」な材の香りを取り出すには水蒸気蒸留溶媒抽出法等が適していることが判明した。これらの結果を応用すると、好みの木材の香りや木材本来の自然に近い香りを選択的に取り出すことが可能となり、さらにそれらを材料へ添加する技術の応用により、今まで以上に本物に近い木材の香りを付与した内装材料の開発が可能である。

4. 樹木精油類による室内空気質の改善

内装材料が使用される室内環境では、建築材料や家具等から発生する化学物質が様々な疾患を引き起こし問題になっている。中でもホルムアルデヒド類は最も問題視された物質であり、除去対策も重要な課題である。そこで樹木由来成分によるホルムアルデヒド類の除去機能についても検討した。特に精油類はすでに悪臭成分の消臭能が高いことが認められていたため、抗菌性物質のスクリーニングの過程で使用された各種精油類を中心にホルムアルデヒド類の除去能を調べた。その結果、使用した精油類のいずれにもホルムアルデヒドの除去能が認められ、中でもスギ葉油、モミ葉油の除去能は高く、除去率は80%を超えていた。また、一般に材油よりも葉油の方が除去能が高い傾向にあった (図2)。これらの精油類の利用方法やホルムアルデヒド類の除去機構については、現在検討中であるが、精油類に対しエマルジョン化等の処理を施し、材料へ添加する方法や精油類をシクロデキストリン等で包絡し、換気用フィルター等へ応用する方法などが考えられ、それらの方法を駆使した室内空気質の改善も可能であろう。

5. おわりに

ここで取り上げた内容は樹木由来の天然物を利用した技術である。一般的に天然物の活性は合成品に比べおだやかなものが多く、またコスト高になるため、実用に通わないことが多い。しかし合成品等による化学物質室内空気汚染問題などを考慮すると、天然物の利用は今後ますます重要になると考えられる。

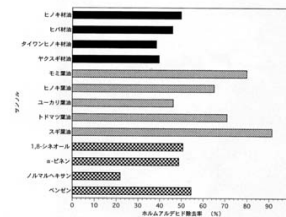


図2. 植物精油成分によるホルムアルデヒドの除去
除去率 (%) = [フランク濃度 (μg/m³) - 精油成分等通過後の濃度 (μg/m³)] / フランク濃度 (μg/m³) × 100
(拡大図・約46KB)