

抗菌性能を持った空気清浄フィルターの開発

田島 尚*¹ 坂本 大輔*²

Development of Air Cleaning Filter with a Antimicrobial Effect

TAJIMA Takashi*¹, SAKAMOTO Daisuke*²

抄録

杉、檜及びアカシヤマンギウムの樹皮からのアセトン抽出物を含浸させた各種セルロース繊維を調製し、その抗菌性能を検証した。杉、檜からのアセトン抽出物で調製したセルロース繊維は撥水性が高かったが、抗菌性能は認められなかった。一方、アカシヤマンギウムからのアセトン抽出物で調製したものは杉・檜抽出物ほどの撥水性は認められなかったものの、優れた抗菌性能が認められた。

キーワード：タンニン，抗菌，アセトン抽出，空気清浄フィルター

1 はじめに

広く植物の樹皮、葉、種皮、根などに含まれるタンニンは滅菌性能、消臭機能あるいは、重金属吸着性能を有するなどの有用な性質を持つ。しかしながら、一部には有意義な工業利用の例も見られるものの、その多くは製材所から排出される樹皮のように「もっとも安価な処分方法」として焼却処分されてきた。しかし、ダイオキシン類対策特別措置法の規定により、平成14年12月1日から廃棄物焼却炉に適用される排出基準が大幅に強化され、焼却処分にかかる費用は高騰している。樹皮等に含まれる繊維質は堆肥として利用が見込まれる一方、用途が未開拓のタンニンについては新たな利用法が模索されている。

本研究では、空気清浄フィルターへの利用を想定し、タンニンを主成分とした樹皮由来のアセトン抽出物をセルロース繊維に含浸させた種々の素材を調製し、その抗菌性能を評価した。

2 実験方法

2.1 樹皮からのタンニンの抽出

植物からのタンニンの抽出は温水によるのが通常であるが、本研究ではバインディング剤としてジイソシアネートを用いることを視野に、アセトンを用いた。

適当な大きさに粉碎した樹皮をフラスコに入れ、ほぼ同容量のアセトンを注ぎ、3時間環流させた後にろ過。これを2回繰り返して行い、ついでロータリーエバポレータによりアセトンを揮発させて、目的のアセトン抽出タンニンを得た(以下、粗タンニンとする)。抽出に用いた樹皮は大河原木材(株)から排出された杉・檜の混合樹皮および、粉碎した後に63 μm以下のふるいに掛けられたアカシヤマンギウムの樹皮(群栄化学工業(株)製)の2種類である。なお、杉・檜の混合樹皮を用いたのは多くの製材所から排出される樹皮がこのような混合物となる現状に鑑みたものである。

2.2 粗タンニン含浸セルロースの調製

2.1で抽出した粗タンニンを再びアセトン溶液

*¹ 環境技術部(現 中央環境管理事務所)

*² 環境技術部

としたものをそのままセルロース繊維に含浸させ、乾燥し、粗タンニン含浸セルロースのサンプルとした。

2.3 抗菌性能の評価

2.2で調製した粗タンニン含浸セルロースについて、その抗菌性能を評価した。既報¹⁾ではフィルム密着法によって評価したが、菌液がサンプルに吸収されてしまう、という問題があったため、本研究ではシェーク・フラスコ法によった。方法の詳細は以下のとおり。

リン酸緩衝生理食塩水70mLを200mL三角フラスコに分注し、滅菌する。そこへ1cm×1cmに切った粗タンニン含浸セルロース25cm²、次いで、菌数を $1.0 \times 10^8 \text{ mL}^{-1}$ 程度に調製した菌液（リン酸緩衝生理食塩水溶液）1mLを接種して35℃ 8時間200rpmで振とうした後に適当濃度に希釈して標準寒天培地による混釈法で35℃、24～48時間培養し、菌数をカウントした。被検菌として、グラム陰性菌の大腸菌*Escherichia coli* JCM1649株及び腐敗細菌であるグラム陽性菌の*Staphyrococcus aureus* JCM13276株を使用した。

3 結果及び考察

3.1 アセトンによる粗タンニンの抽出

用意した樹皮は 杉・檜の樹皮の混合物、アカシアマンガウム（東南アジア一帯に植林されている早生樹）の2種類。これらを2.1の方法で抽出したところ、4.1%、30.0%の収率でタンニン粗抽出物が得られた。大原ら²⁾の研究によれば、杉、檜樹皮中のタンニン含有量は概ね2～3%と低い。これに対してアセトンによる抽出量は若干多いが、これは抽出溶媒がアセトンであるため、タンニンと共に樹脂成分が抽出されてことによるものと考えられる。一方、アカシアマンガウムのタンニン含有量は20%に対して、本研究での収率は30%と高い。これは抽出に供した樹皮が粉碎加工、ふるいによる選別を掛けてタンニン成分が濃縮したことによるものと考えられ、その意味では妥当な数字と思われる。

抽出した粗タンニンは、水に不溶だが、水に溶けるという性状が確認された。これは、アセトン抽出したことにより、樹脂成分も共に抽出され、疎水性が増したものと考えられる。一方のアカシアマンガウムはタンニン成分が多く、相対的に樹脂成分が少ないため、親水性が保たれたものと考えられる。このような性状は、先の収率に関する考察とも符合する。

3.2 粗タンニン含浸セルロースの調製

当初は既報¹⁾の方法に沿って、ジイソシアネートをバインディング剤として紙に結合させる方法を探っていたが、3.1に示したとおり、アセトン抽出粗タンニンにある程度の撥水効果のあることが分かったため、空気清浄フィルターに用いるにはこの程度の疎水性があれば十分と判断し、バインディング剤の使用をやめ、粗タンニンのアセトン溶液にセルロース繊維を10秒程度浸漬させた後に80℃の熱風乾燥によりアセトンを揮発させ、粗タンニン含浸セルロースを調製した。調製したサンプルは顕微赤外吸収スペクトルで粗タンニンでコーティングされていることを確認した。

3.3 抗菌性能の評価

2.3にある方法により、粗タンニン含浸セルロースの抗菌性能を評価した。

3.3.1 杉、檜樹皮混合物抽出粗タンニン含浸セルロースの抗菌性能評価

まず、杉・檜樹皮混合物抽出タンニン含浸セルロースをサンプルとして、抗菌性試験を行った。なお、試験片は抽出タンニン10% (w/v)のアセトン溶液をセルロース繊維に含浸させて調製した。

表1 杉・檜樹皮混合物抽出粗タンニン含浸セルロースの抗菌性能評価結果

| | 菌数 (mL ⁻¹) | |
|--------------|------------------------|-------------------|
| | <i>E.coli</i> | <i>S.aureus</i> |
| 接種直後 | 2.7×10^5 | 8.6×10^5 |
| 粗タンニン含浸セルロース | 4.2×10^5 | 1.7×10^5 |
| 無加工品 | 2.1×10^6 | 9.1×10^6 |

表1に示すとおり、タンニン含浸による抗菌性能向上の効果は多少なりとも認められたが、期待

したほど顕著なものではなかった。これは撥水性向上により、サンプル表面と菌液との接触が効率的に行われなかったことなどが原因と考えられる。

3.3.2 アカシアマンギウム抽出粗タンニン含浸セルロースの抗菌性能評価

3.3.1にあるとおり、タンニン成分の少ない樹皮では樹脂成分が相対的に多くなり、菌液との効率的な接触が損なわれると考えられたため、タンニン成分の多いアカシアマンギウムの樹皮を用いてサンプルを調製、抗菌性能評価を行った。サンプルとして用いたのは以下の3種類。

粗タンニン 10 % (w/v) アセトン溶液をセルロース繊維に含浸させたもの

粗タンニン 3 % (w/v) アセトン溶液をセルロース繊維に含浸させたもの

粗タンニン 1 % (w/v) アセトン溶液をセルロース繊維に含浸させたもの

表2 アカシアマンギウム抽出タンニンセルロースの抗菌性評価結果

| | 菌数 (mL ⁻¹) | | 無加工品との対数比 | |
|------|------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|
| | <i>E.coli</i> | <i>S.aureus</i> | <i>E.coli</i> | <i>S.aureus</i> |
| 接種直後 | 6.3 × 10 ⁵ | 8.1 × 10 ⁵ | - | - |
| サンプル | 7.5 × 10 ² | <10 | 2.97 | >3.6 |
| サンプル | 1.2 × 10 ⁴ | <10 | 1.77 | >3.6 |
| サンプル | 1.7 × 10 ⁵ | 1.3 × 10 ² | 0.61 | 2.5 |
| 無加工品 | 7.0 × 10 ⁵ | 4.1 × 10 ⁴ | - | - |

無加工品との対数比

$$= \log_{10} \left(\frac{\text{無加工サンプルの恒温振とう後の菌数}}{\text{加工サンプルの恒温振とう後の菌数}} \right)$$

表2に示したとおり、粗タンニン含浸による顕著な抗菌性の向上が認められ、特に、*S.aureus* では恒温振とう後の菌数はほとんど0となった。また、*E.coli* においては含浸させた粗タンニンの抗菌性に対する濃度依存性が認められた。なお、本評価法と比べて被検菌にはより過酷な条件といえるフィルム密着法では、無加工サンプルとの対数

比(抗菌活性値)は 2.0 以上であれば抗菌性を有するものとされる。本評価方法と直接の比較はできないが、サンプル 程度の粗タンニン含浸フィルタであれば相応の抗菌性が期待できるものと思われる。なお、粗タンニンが *E.coli* よりも *S.aureus* に対してより強い抗菌性を示した理由は定かではないが、緑茶抽出物においても *E.coli* よりも *S.aureus* の方が鋭敏である、という報告³⁾もあり、その意味では今回の結果もその傾向に合致するものといえる。

4 まとめ

種々の樹皮を原料にそのアセトン抽出物を用いて抗菌性を持ったセルロース繊維をバインディング剤を用いずに調製し、それらの抗菌性能を評価して以下の結果を得た。

- (1) 樹皮に含まれる樹脂成分の量によっては、その撥水性により抗菌性が損なわれる場合のあることが分かった。
- (2) 調製した粗タンニン含浸セルロースの抗菌性は、含浸させるタンニンアセトン溶液の濃度に依存した。
- (3) 抗菌性能試験の結果、アカシアマンギウム 3 % (w/v) アセトン溶液により調製したタンニン担持セルロースであれば、相応の抗菌性能が期待できるものと思われた。

参考文献

- 1) 田島 尚, 坂本大輔: 脱臭・抗菌性能を持った機能性繊維素材の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 2, (2004) 20
- 2) 平成13年度研究成果発表会要旨集, <http://ss.ffpri.affrc.go.jp/labs/kouho/FFPRI-sympo/2001/5.html>, 2004.8.27
- 3) (Kokusai junior-sr920070k), <http://www.kgef.ac.jp/ksjc/kiyo/920070k.htm>, 2004.2.9