

—受託研究—

抗菌剤の製造とその応用製品開発に関する研究

—抗菌剤の改良と製造プロセスに関する研究—

応用技術科 阿部久雄・木須一正

要 約

銀錯体—Al水酸化物カチオン—粘土系抗菌剤の実用化に際して求められる抗菌剤の改良と、抗菌剤をベースとした新たな材料開発を行った。モンモリロナイトにチアベンダゾール銀錯体を導入して得られる抗菌剤は疎水性で、抗菌力に間接的に影響していたが、Al水酸化物カチオンを銀錯体の前に添加することで、親水性に改善できることが分かった。水中での分散性は、本研究で定義した疎水性値が50%を上回らないようにAl水酸化物カチオンを添加する必要がある。モンモリロナイトに代表的なポリフェノールであるカテキン（エピガロカテキンガレート粗抽出物）と硫酸第1鉄の塩酸性水溶液を加え接触させて得た試料は、炭素を6mass%以上、 Fe_2O_3 を3.7mass%以上含有しており、カテキンはモンモリロナイト層間（もしくは層面）へ導入されたものと考えられた。また、ハイドロタルサイトに植物生長調節剤のナフチル酢酸(NAA)及びインドール酪酸(IBA)水溶液を接触させ、得られた試料のX線回折分析から、ハイドロタルサイトの再水和以外に依る回折ピークを確認した。HT-植物生長調節剤複合材料開発の可能性を示すものとして位置づけられる。

キーワード モンモリロナイト、カテキン、親水性、ハイドロタルサイト、植物生長調節剤

1. はじめに

わが国における抗菌製品市場は、現在、8000億円超の規模に達しており、繊維、建材、雑貨製品等を中心に幅広く国民生活に受け入れられている。抗菌剤自身も抗菌製品の一部を成しており、その中で無機系抗菌剤は有機系の抗菌剤に比べて後発ではあるが、現在も生産は伸び続けている¹⁾。無機系抗菌剤はガラス、ゼオライト、リン酸塩などの耐熱性の担体に、銀イオンなど金属イオンを分散させたものが主流である。筆者らは粘土鉱物であるモンモリロナイトの層間に銀錯体を導入（インターカレーション）して作られる抗菌剤に、AlやZrの水酸化物カチオンを同時に導入することで耐熱性を高めた抗菌剤を開発した^{2)~5)}。既に高耐熱性の抗菌剤として、ごく少量の添加で陶磁器製品の表面に抗菌力を発現することを確認している²⁾。

本研究の抗菌剤が上記のように優れた性質を持ち、製造法の原理も確立されているにも拘わらず、未だ実用化に至っていない原因として、製造プロセ

スとしての練度が充分でないこと、親水性など抗菌剤の改良が必要であること、素材の評価技術が整備される必要のあること、また抗菌剤の応用について取組が不十分であることなどがある。

本研究はこのような諸課題を解決し製品化を実現するために、窯業技術センター、衛生公害研究所、県立長崎シーボルト大学、産業技術総合研究所中部センター及び株式会社微研テクノスが、(財)長崎県産業振興財団からの受託事業として、平成14年度と15年度の2年間に亘り取り組んだものである。本稿では窯業技術センターが主に担当した抗菌剤の改良に関する部分のみを示し、共同研究全体については概要を末尾に紹介する。

2. 実験方法

2.1 銀錯体及びアルミニウム水酸化物カチオンの導入順序と親水性の検討

モンモリロナイトへのアルミニウムやジルコニウムなどの金属水酸化物カチオンの導入は、抗菌剤に

耐熱性を付与し、抗菌力を高める上で効果があったが、同時に素材の親水性を改善することも分かっている。ここでは、アルミニウム水酸化物カチオン（以下Al水酸化物カチオン）と銀錯体の導入順序を変え、試料の親水性に与える影響について検討した。

還流冷却管を付した500mlの三角フラスコに純水200mlをとり、これにモンモリロナイト（クニミネ工業製クニピアF、以下粘土とのみ記載）4gを加え、80℃で17h分散させた。上記粘土試料の陽イオン交換容量（115meq/100g、以下CEC）に対して、12.5、25及び50%のAl水酸化物カチオンを、100倍量の純水に溶かし室温で16h養生した後に、上記懸濁液に加え80℃で攪拌しつつ17h接触させた。媒液中の塩素イオンを陰イオン交換樹脂により除いた後、粘土のCECに対して87.5、75及び50%のチアベンダゾール銀錯体（以下TBZ銀錯体）を加え、80℃で17h攪拌して懸濁粒子と接触させた。Al水酸化物カチオン添加17h後と、TBZ銀添加17h後の試料懸濁液をいずれもスライドグラス上に採取し、風乾後、薄膜X線回折法（以下XRD法）により粘土試料の底面間隔の変化を調べた。また、試験管に純水5mlをとり、これに上記により作製した試料2mgを添加し試験管ミキサーにより1分間混合したとき、また同じ試料を超音波浴中に10分間置いた直後、さらにそれを1h静置した後の試料懸濁液の状態を目視観察し、試料の分散性（親水性）を比較した。

2.2 モンモリロナイトとカテキン化合物の複合化

近年、ポリフェノールの抗酸化作用や抗菌作用が注目されているが、カテキン類もその一種として天然物からの抽出法や機能評価など研究が盛んである。そこで、本研究では、天然物から抽出したカテキン化合物の粘土層間への導入について検討した。カテキン類の粘土層間への導入に当たっては、カテキン類の錯形成剤として粗製エピガロカテキンガレート（ $C_{22}H_{18}O_{11}$ 、 $M_w:458$ 、以下EGCg）を、また交換性陽イオンには Fe^{2+} を、硫酸第1鉄6水塩（ $FeSO_4 \cdot 6H_2O$ ）として加え、次のいくつかの方法により粘土と接触させた。すなわち、粘土の2mass%懸濁液を、冷却管を付した500mlの三角フラスコにとり、その中に、①粘土陽イオン交換容量（CEC）に対し100%のEGCg水溶液を加える方法、②同じくCEC100%の鉄塩-EGCg水溶液を一度に

加える方法、③はじめにCEC100%の硫酸第1鉄水溶液を加えその後にEGCg水溶液を加える方法、さらに、④はじめにCEC50%のAl多核水酸化物カチオン水溶液を加え、次いで硫酸第1鉄水溶液を加えた後、EGCg水溶液を加える4方法を検討した。それぞれの実験において、硫酸第1鉄水溶液及び鉄塩-EGCg水溶液はpH3の塩酸性水溶液を用い、反応時間は一部を除き17hとした。試料懸濁液をピペットで採取し、これをスライドグラス上に滴下し展開した後に80℃で乾燥し、XRD法により粘土試料の底面間隔の変化を測定した。また、各試料を105℃で乾燥した後に、その化学組成を波長分散型蛍光X線分析装置（フィリップス社製、MagixPRO、以下XRF）によりファンダメンタルパラメーター法（以下FP法）で求め、さらに試料中の炭素、窒素を元素分析計（カルロエルバ社製、エレメンタルアナライザ1208型）により測定し、前記XRFによる分析値の軽元素補正を行った。

2.3 ハイドロタルサイトとオーキシン系植物生長調節剤の複合化

ハイドロタルサイト（以下HT）は $Mg_{(8-x)}Al_x(OH)_6(CO_3^2) \cdot 4H_2O$ の化学式で表され、陰イオン交換能をもった無機層状化合物である。陰イオン交換はこの化合物の層間にある CO_3^{2-} イオンによってもたらされ、この化合物を一度400~500℃で熱処理し、層間を脱炭酸した後に陰イオンを含む水溶液中に投入すると、再水和と同時に陰イオンや糖、アミノ酸等の有機物がこの化合物の層間に入ることが知られている⁹⁾。一方、本研究のグループではモンモリロナイト層間に植物生長ホルモンの6-ベンジルアミノプリン(BAP)-銀錯体が導入されることを確認している。同じ植物生長ホルモンのオーキシン系有機酸は金属錯体を作りにくいことから、ここではHT層間へのオーキシン系植物生長調節剤2種の導入を試みた。操作は次のように行った。1-ナフチル酢酸（ $C_{10}H_7CH_2COOH$ 、 $M_w:186$ 、以下NAA）100mM水溶液100ml及びインドール酪酸（ $C_{12}H_{13}NO_2$ 、 $M_w:203$ 、以下IBA）の50mM水溶液100mlをそれぞれ還流冷却管を付した500ml三角フラスコにとり、これに前出の熱処理HT（協和化学製、500℃処理）0.4gを加え、室温（25℃）及び50℃で攪拌・還流した。所定時間経過後に試料懸濁

液を採取し、スライドガラス上に展開し風乾した後、XRD法によりその底面間隔の変化を調べた。

3. 結果及び考察

3.1 銀錯体とAl水酸化物カチオンの導入順序の影響

粘土層間に80℃でAl水酸化物カチオンのみを導入すると、その底面間隔はAl水酸化物カチオン12.5%添加したとき12.8Åであったが、25%添加すると回折ピークはブロードで15.0Åに、また、50%添加すると底面間隔は16.1Åへと増加した。これらの値はAl水酸化物カチオンを100%添加したときの19Åに比べて小さく、Al水酸化物カチオンの添加量によって粘土層間への進入状態が異なるためであろうと考えられる。以上のAl水酸化物カチオン導入試料に、TBZ銀錯体をいずれも50%加えると、底面間隔は21.2Å (Al12.5%)、20.0Å (Al25%)及び20.5Å (Al50%)といずれも増加した。因みにTBZ銀錯体、Al水酸化物カチオンの順序で添加した粘土試料の底面間隔は17.5Å (Al:75%)、20.6Å (Al:50%)及び21.6Å (Al:25%)であった。Al水酸化物カチオン50%の試料では添加順序が変わっても底面間隔はほぼ同じ値になっており、底面間隔はTBZ銀錯体の導入量に依存していることが分かる。因みに、Al水酸化物カチオンを先に加え、次いでTBA銀錯体を加えて作製した試料は親水性で、純水中で容易に高分散の状態となった。

Al水酸化物カチオンを前添加した銀-粘土系抗菌剤の懸濁液の様子を図1に示す。これによると、疎水性の銀TBZを粘土のCECに対して87.5%添加し

たAl12.5AGTBZ87.5以外の試料は、手による振とうで速やかに水中に分散した(試料名におけるAlはAl水酸化物を、AGTBZは銀錯体を表し、その順序と数値はそれぞれの添加順序と粘土のCECに対する添加量%を示す)。この結果は超音波浴中で試料を分散させても変わらなかったが、そのまま放置すると、Al水酸化物カチオンの添加量が多く、Ag(TBZ)錯体添加量が少ないAl50AGTBZ50、Al25AGTBZ50を除いて、他の試料では粒子の沈降が起きた。

以上の結果を考察するために、疎水性のTBZ銀錯体の添加量%から親水性のAl水酸化物カチオン添加量%を差し引いた値を、仮の疎水性値として定義すると、図1中の試験管試料は左から右に疎水性値0、25、50、37.5、62.5、70となる。この数値の序列は超音波浴処理1h経過後の試験管内の分散状態(図1右)とよく対応している。すなわち、上記により定義した疎水性値が小さいものほど白濁状態が維持され親水性であることから、層間化合物による親水性には加成性があると見て良い。一方、TBZ銀錯体を先に加え、Al水酸化物カチオンを後から添加した試料では、上記の疎水性値が0の場合でも水への分散が困難であることがこれまでに分かっており、この加成性はAl水酸化物カチオンを前添加したときに限られるようである。

Al水酸化物カチオン、TBZ銀錯体ともに+荷電を有するが、Al水酸化物カチオンは親水性であることから、粘土の層面(-荷電をもつ)にまず吸着し、それから粘土の層間に移動したことが考えられる。

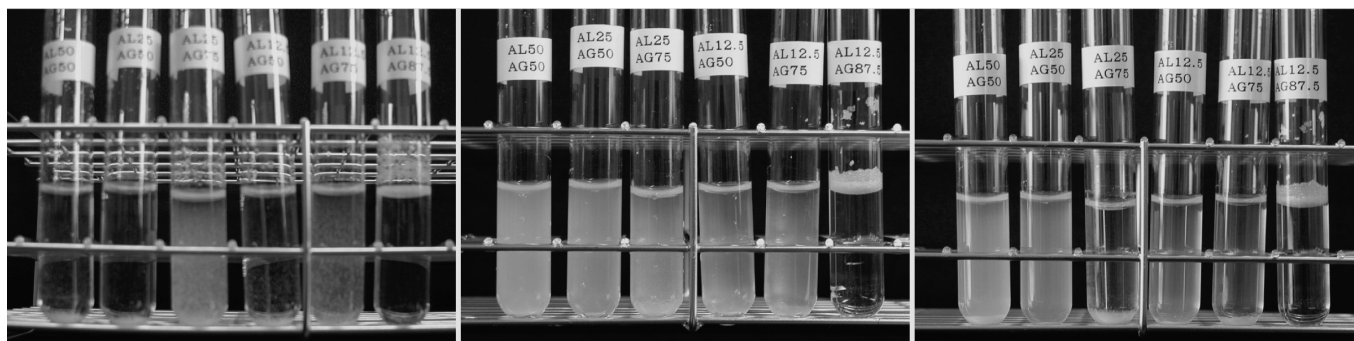


図1 Al水酸化物カチオンを銀錯体の前に添加した抗菌剤の分散性(左:試験管ミキサーによる振とう10分後、中央:超音波浴による振とう10分後、右:超音波浴10分後、1時間放置したもの。各図の試験管はいずれも左からAl50AGTBZ50、Al25AGTBZ50、Al25AGTBZ75、Al12.5AGTBZ50、Al12.5AGTBZ75、Al12.5AGTBZ87.5の各懸濁液である。)

表1 Al水酸化物カチオンとTBZ銀の添加順序のMIC値への影響

| 層間化合物の割合 | | Al水酸化物カチオンを後添加 | Al水酸化物カチオンを前添加 |
|----------|------------|----------------|----------------|
| TBZ銀 | Al水酸化物カチオン | | |
| 100 | 0 | 100 | — |
| 75 | 25 | 400 | 200 |
| 75 | 12.5 | — | 400 |
| 50 | 12.5 | — | 800 |
| 50 | 25 | 400~800 | 400 |
| 50 (%) | 50 (%) | 800~1600(mg/l) | 400(mg/l) |

一方、TBZ銀錯体は疎水性であるために、層面への吸着は安定ではなく（絶えず水分子に接するため）、結果として粘土層間への移動が起こり易かったものと考えられる。例えば粘土にその層間CECの100%のAl水酸化物カチオンを添加した実験において、層間距離が安定化するのに16h以上を要したのに対し⁷⁾、同様にTBZ銀錯体を加えた場合、層間距離ははじめから20~21 Åが観測されている。従って、Al水酸化物カチオンを前添加したときの親水性は、粘土の層面に吸着し残存するAl水酸化物カチオン自身に依る可能性が高い。蛍光X線分析による銀、炭素の分析値ではAl水酸化物カチオン及びTBZ銀錯体の添加順序の影響はなかった。

試料の抗菌力を大腸菌の最小発育阻止濃度（MIC）と比較すると表1のようになる。Al水酸化物カチオンを後添加したときよりも前添加したときの方がいずれもMIC値は小さく、抗菌力が改善されていることが分かる。

3.2 カテキンの粘土層間への導入

(1) EGCg水溶液の添加による変化

粘土懸濁液にEGCg水溶液を加え80℃で接触させたとき、底面間隔は約13 Åであった。この値はEGCg添加前と変化はなく、粘土層間へのEGCgが導入されたか否かは不明である。

(2) 鉄塩-カテキン水溶液の添加による変化

鉄塩-カテキン水溶液は硫酸第1鉄6水塩（FeSO₄・6H₂O）の塩酸酸性水溶液（pH3）にEGCg水溶液を加えて調製した。水溶液は透明であり沈殿物は存在しなかった。この水溶液を粘土試料のCECに対して100%加え室温で接触させたとき、粘土試料の底面間隔は14.6 Åであったが、水温を40℃にす

ると14.1 Åに、また80℃にすると14.0 Åに減少した。なお、試料懸濁液のpHを1N-NaOHにより7に調節すると底面間隔は12.8 Åに減少した。

表2にNaOHによる中和前の試料のXRF分析結果（及びCHNコーダーによる結果）を示す。この試料の炭素含有量は6.3mass%、Fe₂O₃は3.7mass%であり、鉄塩-EGCg水溶液を添加する前の炭素、Fe₂O₃（約1.5mass%）よりも明らかに増加している。以上のことから、鉄-EGCg錯体は粘土試料の層間（もしくは層面）に何らかの状態が存在したのと考えられる。

(3) 硫酸第1鉄水溶液を添加後にEGCg水溶液を加えたときの变化

粘土懸濁液にはじめに硫酸第1鉄水溶液を添加・接触させた後に、EGCg水溶液を加えたときの粘土のX線回折図形の変化を図2に示す。これによると、鉄塩水溶液を加え室温で攪拌した後の底面間隔は14.9 Å（及び12.8 Å）であった。この底面間隔値は

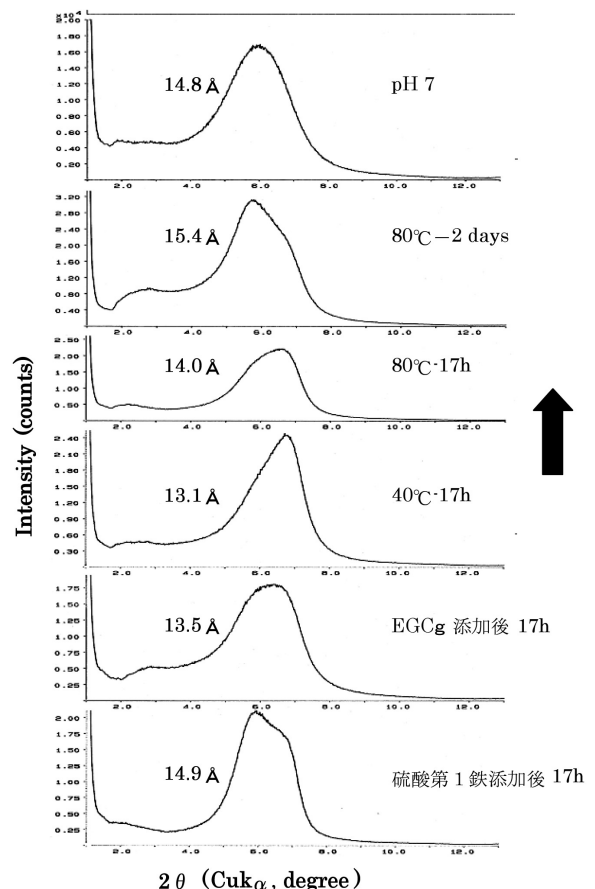


図2 硫酸第1鉄及びEGCg添加並びに中和によるモンモリロナイトのX線回折図形の変化

鉄(II)イオンの粘土層間への進入によるものと考えられる。次にEGCg水溶液を加えるとピークはブロードになり回折ピークの極大位置は13.5 Åとなったが、これは一旦粘土層間に入った鉄イオンが再び水溶液中に溶出し、EGCgと錯塩を形成したためであるかも知れない。水温を40°Cに上げると底面間隔はさらに減少し13.1 Åになったが、水温を80°Cにするとピークは底角側にブロードになり底面間隔は14.0 Åになった。さらに80°Cで継続的に攪拌を続けると回折ピークは15.4 Åになった。このように、EGCgの添加によって一旦、層間から溶出したと考えられる鉄イオンは、水温を上げることにより、再び層間に移動したのと考えられる。1N-NaOHで中和すると粘土試料の底面間隔は14.8 Åと、幾分減少した。

表2に上記の方法で得られた試料のXRF分析値(並びにCHNコーダー分析値)を示す。これによれば試料のFe₂O₃は5.6mass%、炭素は13.0mass%と、硫酸第一鉄-EGCg水溶液を加えたときに比べ、特に炭素含有量が大幅に増加している。以上のことから、鉄塩-EGCgは錯体として粘土層間に導入されている可能性が高いと考えられる。

(4) Al水酸化物カチオン、硫酸第1鉄水溶液、EGCg水溶液の順に加えたときの变化

粘土懸濁液にAl水酸化物カチオン水溶液、硫酸第1鉄塩酸性水溶液、EGCg水溶液の順に加えたときのX線回折図形の変化を図3に、また、化学分析値を表2にそれぞれ示す。この実験は粘土層間をAl水酸化物カチオンによって予め拡げておくことを目的として行った。粘土試料に加えたAl水酸化物カチオンは粘土CECの50%である。室温における接触では、X線回折ピークはブロードで底面間隔は13.2 Åであったが、80°Cでは15.8 Åとなった。

粘土にAl水酸化物カチオン及びTBZ銀錯体を加え

たときの底面反射の変化(最下段)を図3に示すが、前記80°Cの底面間隔の値はほぼ同じものであった。鉄塩水溶液及びEGCg水溶液を加えたときの底面間隔はそれぞれ16.3 Å、16.6 Åであり、Al水酸化物カチオンの導入による底面間隔と大差はないことから、EGCgが粘土の層間にあったとしても、Al水酸化物カチオンによるピラーを障害しないような、層

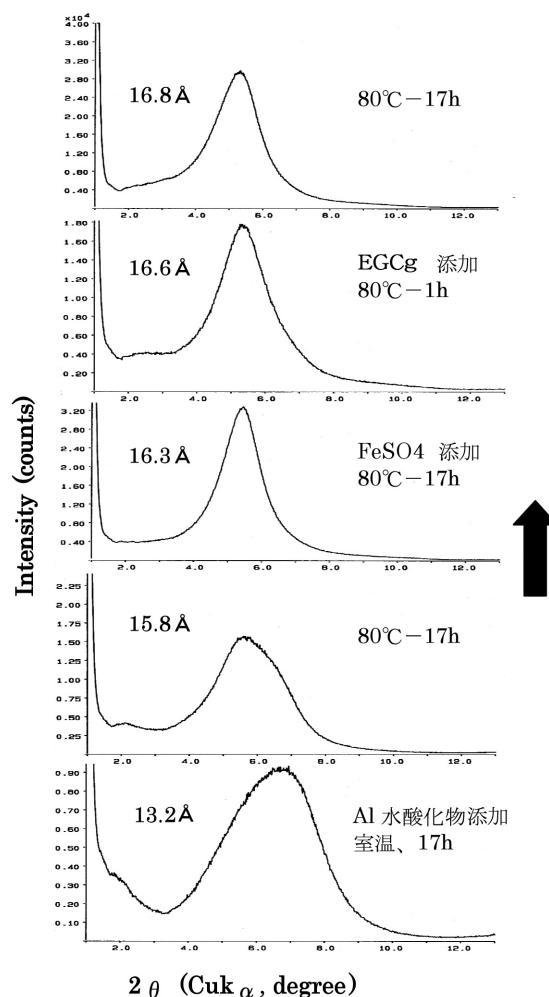


図3 Al水酸化物カチオン、硫酸第1鉄及びEGCE添加物によるモンモリロナイトのX線回折図形の変化

表2 鉄塩及びカテキン添加後のモンモリロナイト試料の分析値 (mass%)

| 試料名 | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | C | N |
|----------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|------|-----|
| ②鉄塩-カテキン水溶液添加 | 64.4 | 0.1 | 20.8 | 3.7 | 0.3 | 2.9 | 6.3 | 0.4 |
| ③鉄塩添加→カテキンの順に添加 | 58.0 | 0.1 | 18.6 | 5.6 | 0.3 | 2.6 | 13.0 | 0.6 |
| ④Al水酸化物→鉄塩→カテキンの順に添加 | 60.5 | 0.1 | 24.9 | 4.0 | 0.2 | 2.7 | 6.0 | 0.1 |

面に平行な状態で進入したものと考えられる。表1にXRF分析結果を示すが、 Fe_2O_3 及び炭素はそれぞれ4.0mass%、6.0mass%であった。この値は鉄塩-EGCg水溶液を加えたときの値にほぼ近いものであるが、この実験では添加した鉄塩、EGCgがともに試料の層間CECの50%であったことから、鉄塩-EGCgがより効果的に粘土層間に導入されたと考えられることが出来る。

3.3 HT層間へのオーキシン系植物生長調節剤の導入

熱処理HTにNAAを加え接触させたときのX線回折図形の変化を図4に、また、同様にIBAを還流処理したときのX線回折図形の変化を図5に示す。

まずNAAを加えたときの熱処理HTの変化を見ると、室温-24hで既に多くのピークが現れており、再水和時の7.6 Å付近のピーク以外に、18.8 Å、16.2 Å、13.0 Åなどのピークが認められる。還流温度を50°Cに上げてさらに24h処理を行うと、これらのうち18.8 Å、16.2 Åのピーク高さは低下したが、13.0 Åのピークはより大きくなっている。さらに還流処理を24h継続したときの変化はあまりないことから、13Åの回折ピークはNAAの導入によってもたらされたものと考えられる。面間隔を13 Åとして、HTの8面体層の厚みである4.8 Åを差し引くと、NAAの導入による層間距離の広がりには概ね8 Åになる。以上、未だ不明の点は少なくないが、NAAの導入は50°C以下の温度でも進行したことが示唆される。

次に熱処理HTにIBAを還流処理した試料のX線回折図形の変化について述べる。HTにIBAを室温-24hの条件で接触させたとき、5.7 Åのピークが最も大きかった。この結果は処理温度を50°Cに上げた場合も同様で、回折ピークはより強いものとなった。5.7 Åの回折ピーク以外では、6.4 Åのピークが接触時間の経過とともに大きくなっており、再水和による7.6 Åのピークは、処理時間が長くなると消失する傾向にある。また、50°C処理を行った試料では24.7 Åの回折ピークも現れており、長周期の構造ができていている可能性もある。いずれもIBA導入によってもたらされた結果と考えられるが、ここでは、NAAの場合と同様、HTへの植物生長調節剤導入の可能性についての記載としてとどめておきたい。

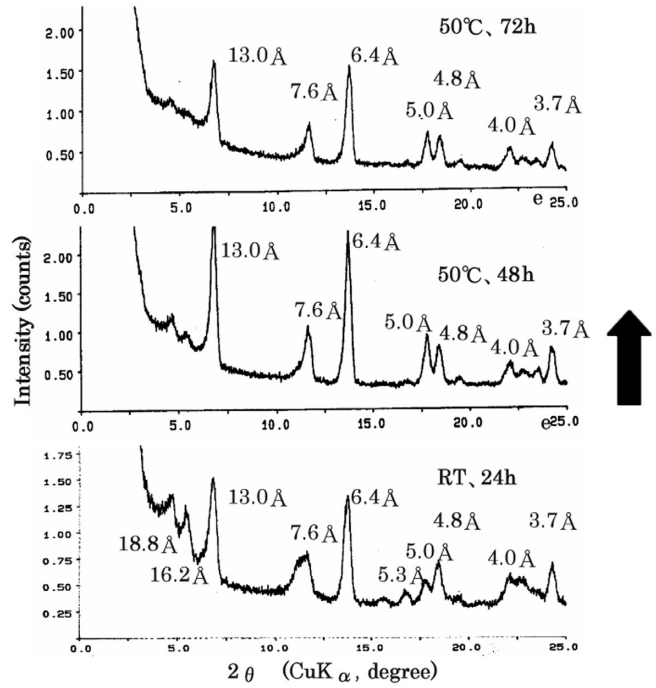


図4 50°C熱処理HTへのナフチル酢酸 (NAA)の導入

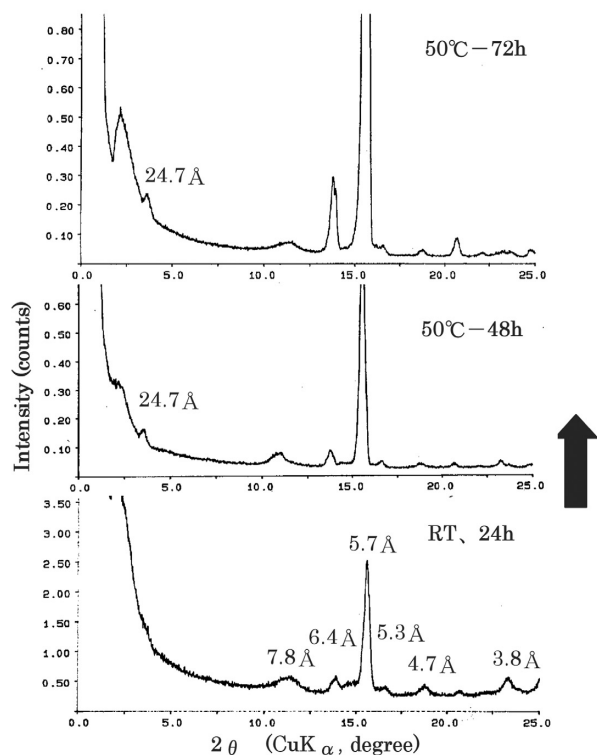


図5 50°C熱処理HTへのインドール酢酸 (IBA)の導入

4. まとめ

以上、銀-Al水酸化物カチオン-粘土系抗菌剤の実用化に際し求められる抗菌剤の改良と、一部の材料開発を実施した。得られた知見をまとめると次のとおりである。

(1) 粘土にチアベンダゾール銀錯体を導入すると得られる抗菌剤が疎水性となり、抗菌力に間接的に影響していたが、Al水酸化物カチオンの前添加（銀錯体の前に添加すること）で大幅に改善できることが分かった。水中での分散性は、本稿で定義した疎水性値が50%を上回らないようにAl水酸化物カチオンを添加する必要がある。

(2) 粘土にポリフェノールの一種であるカテキン（エピガロカテキンガレート粗抽出物）と硫酸第1鉄の塩酸酸性水溶液を加え、粘土層間への導入を試みた。蛍光X線-CHNコーダーによる分析から、炭素を6mass%以上、 Fe_2O_3 を3.7mass%以上含有しており、カテキンは粘土層間（層面）へ進入したものと考えられる。

(3) HTに植物生長調節剤のナフチル酢酸(NAA)及びインドール酪酸(IBA)水溶液を接触させ、得られた試料のX線回折分析から、HTの再水和以外による回折ピークを確認した。未だ不明な点もあるが、HT-植物生長調節剤複合材料開発の可能性を示す結果と位置づけられる。

5. 共同研究全体の概要

5.1 研究の成果

本研究は参加5機関が素材開発と評価技術研究のグループに大きく分かれ、素材開発グループでは主に製造技術、抗菌剤の改良を、また、評価技術研究グループでは抗菌力や防カビ能などの既存の評価技術の整備に取り組んだ他、迅速評価技術の開発を行った。さらに新たな生理活性機能をもつ素材の開発には参加全機関で取り組んだ。以下に具体的に得られた研究成果を記す。

(1) 粘土層間への銀錯体やAl水酸化物カチオンの導入について、その際の適正な温度と時間を明らかにした。

(2) 粘土に疎水性の銀錯体を導入すると、得られる抗菌剤が疎水性となり、抗菌力に間接的に影響していたが、Al水酸化物カチオンを銀錯体の前に添加

することで大幅に改善できた。チアベンダゾール銀錯体の場合は、その約50mol%のAl水酸化物カチオンを添加する必要がある。

(3) 低廉な粗製ベントナイトに、チアベンダゾール銀錯体を添加して作製した抗菌剤はMIC値が200ppm（大腸菌）と十分な抗菌力をもつもので、製造コスト低減の観点から活用が期待される。

(4) 粘土と植物生長調節剤やポリフェノールの一種であるカテキンや没食子酸を金属錯体カチオン化して複合化を行った。新たな材料であり今後の応用製品開発が期待される（特許出願）。

(5) 陰イオン交換能をもつハイドロタルサイト(HT)に、植物生長調節剤のナフチル酢酸(NAA)やインドール酪酸(IBA)水溶液を接触させ、上記と同様に複合化した。陽イオン交換型の粘土と相補の関係にある（特許出願）。

(6) 抗菌力評価試験法のマニュアル（液体培地希釈法、寒天平板培地法、微量液体希釈法、ATP法による迅速抗菌力試験法等）を作成し、県内事業所へ普及した。

(7) 無機材料との複合化に用いる生理活性物質として、天然素材から抽出したカテキン等のポリフェノールについて検討し、その中に特に高い生理活性を示す素材を見出した。

(8) 未だ確立されていない抗菌剤の防カビ試験法として、凍結乾燥したカビ胞子を用い、マイクロプレートにより効率よく試験結果を得る方法を開発した。この方法により大幅な時間短縮と試験操作の簡素化が図られることが明らかとなった。

(9) 本研究による抗菌剤を配合した粒剤により、生花の延命が可能になったことが明らかになった。さらに再現性について確認し、抗菌剤の応用製品として実用化を図る計画である。

5.2 研究の実施体制

(1) 研究組織・管理体制

- ①事務局 長崎県窯業技術センター
- ②研究機関
 - 素材開発研究グループ
 - 産業技術総合研究所中部センター
 - (株)微研テクノス
 - 長崎県窯業技術センター
 - 評価技術研究グループ

- 県立長崎シーボルト大学
- 長崎県衛生公害研究所
- (株)微研テクノス

(2) 研究者氏名

●(株)微研テクノス

田道 雅治、浦川 隆治、森田 茂
松本 弘幸、太田美奈子、谷村 雄大
弘川 抄子、川内 康弘、弦巻 綾香

●県立長崎シーボルト大学

上田 成一、野口 美和

●産業技術総合研究所中部センター

大橋 文彦

●長崎県衛生公害研究所

田栗 利紹

●長崎県窯業技術センター

阿部 久雄（オーガナイザー）、木須 一正

「陶磁器製品の抗菌処理に関する研究」、
平成11年度長崎県窯業技術センター研究報告、pp.68-83、2000

- 4) 阿部久雄、福永昭夫、田栗利紹、「粘土-銀錯体複合材料の陶磁器製品における抗菌力」、日本セラミックス協会第13回秋季シンポジウム講演予稿集、p.52、2000
- 5) 田栗利紹、阿部久雄、右田雄二、上田成一、「銀系抗菌加工陶磁器製品のATP法による迅速抗菌力試験」、防菌防黴誌、29(8)489-495、2001
- 6) 成田榮一、粘土科学、40(3)、173-178(2001)
- 7) 阿部久雄、木須一正、田栗利紹、平成14年度長崎県窯業技術センター研究報告(50)、pp.1-5、2004
- 8) 白水春雄、粘土鉱物学、朝倉書店、1988、p.47
- 9) 鈴木憲司、堀尾正和、増田浩之、森聡明、日本化学会誌、11、1310-1319、1992

文 献

- 1) 例えば、繊維製品新機能評価協議会、「抗菌加工製品の概要」、JAFET通信創刊号
- 2) 大橋文彦、阿部久雄、田栗利紹、「陶磁器製品用抗菌剤の製造方法」、特開2002-20158、平成14年1月23日公開
- 3) 阿部久雄、福永昭夫、田栗利紹、上田成一、

謝辞 研究報告本文中の抗菌力(MIC値)は(株)微研テクノスにお願いして得られた結果である。この場を借りて、厚く御礼申し上げる。