

無機系抗菌剤の開発

Development of Inorganic Antibacterial Agents

綱島麻由子¹⁾

指導教員 北折典之¹⁾

1) 東京工業高等専門学校 物質工学科 無機機能性材料研究室

本研究では酸化アルミニウムを担持体とした無機系抗菌剤を開発することを目的としている。直径5 mmの球状酸化アルミニウムを金属塩の水溶液に浸漬後、乾燥および空気中で焼成し、銀、白金、鉄、ニッケル、コバルトが付着したサンプルを作製した。これらのサンプルの抗菌性能を、大腸菌 *E.coli* を用いて評価した。評価はサンプルを培地に接触させる場合と、菌懸濁液に浸漬させる場合の二通りを行った。その結果銀-白金サンプルが強い抗菌性能を持つことが分かった。

キーワード：無機系抗菌剤, 大腸菌, 抗菌性能, 銀, 鉄族

1. 緒言

無機系抗菌剤は、様々な微生物に抗菌作用を示すこと、優れた安全性や耐久性を持つことから期待されている抗菌剤である。無機系抗菌剤は担持体に銀や銅などの金属を担持させたものがあり、担持体は一般にゼオライト、リン酸カルシウム、リン酸ジルコニウム、溶解性ガラスなどを使用する。本研究では、担持体として比表面積が非常に大きい酸化アルミニウムを担持体に用いることで菌と金属の接触効率を高めて、より効果のある球状無機系抗菌剤を開発することを目的としている。本発表では無機系抗菌剤のサンプル作製および大腸菌を用いた抗菌性能について報告する。

2. 方法

2-1. 各金属および複合サンプルの作製

直径5 mmの球状酸化アルミニウムをそれぞれジニトロジアミン白金硝酸塩、硝酸銀、硫酸鉄七水和物、硫酸コバルト七水和物、硫酸ニッケル六水和物の水溶液に浸漬させ、乾燥、空気中にて焼成を行い、無機系抗菌剤のサンプルとした。また、銀のサンプルは作製後に希薄なジニトロジアミン白金硝酸溶液に浸漬し、乾燥を行い、銀-白金の複合サンプルの作製を行った。

2-2. サンプルの抗菌性能の評価

供試細菌として大腸菌(*Escherichia coli*, *E.coli*)を

用いて、球状酸化アルミニウムに無機系材料がコーティングされたサンプルの抗菌性能の評価を行った。*E.coli*はTGY寒天培地で培養した。培養した*E.coli*に対して滅菌水3 mLを加え、菌懸濁液を作製した。懸濁液は 1.0×10^7 cfu/mLとなるように調製した。抗菌性能の評価は、菌が塗布されている培地にサンプルを接触させる場合と、菌懸濁液に直接浸漬させる場合の二通りの方法で行った。調製した懸濁液100 μ LをTGY寒天培地に加え、白金耳を用いて均一に塗布し、それぞれ培地の上に各サンプルを3、4つ置いた。培地にサンプルを接触させた状態で、インキュベーター内にて $36 \pm 1^\circ\text{C}$ で24時間培養し、発育した菌のコロニー数を測定することにより、サンプルの抗菌性能を評価した。また、菌懸濁液2 mL中に各サンプル15粒を浸漬させ、菌と接触させた。接触開始から10分後および30分後の懸濁液100 μ LをそれぞれTGY寒天培地に加え、白金耳を用いて均一に塗布し、インキュベーター内にて $36 \pm 1^\circ\text{C}$ で24時間培養し、菌のコロニー数を測定することによってサンプルの抗菌性能を評価した。

2-3. 溶出イオン濃度の確認

菌懸濁液にサンプルを浸漬したときの金属イオン溶出量を確認するために、イオン交換水にサンプルを浸漬させ、浸漬させてから10分後および30分後のイオン濃度をICPにて測定した。

2-4. サンプル表面の組成および酸化状態の定量

作製したサンプルの表面の金属担持量は蛍光 X 線装置を用いて定量した。また、銀および銀-白金のサンプルについては、銀の酸化状態を X 線光電子分光装置 (XPS) にて測定した。

3. 結果および考察

培地に各サンプルを接触させた状態で *E.coli* を $36 \pm 1^\circ\text{C}$ で 24 時間培養した結果を図 1 に示す。鉄、コバルト、ニッケル、銀-白金のサンプルを接触させた培地においては、サンプルを避けるようにしてコロニーが形成した。白金および銀のサンプルについては、コロニーの数がコントロールと同じであった。これより、鉄、コバルト、ニッケルのサンプルは抗菌作用を持つことが分かった。銀、白金のみのサンプルは培地に接触させた場合、抗菌作用を観察できなかつた。一方、銀-白金のサンプルが抗菌作用を示したのは、銀が白金と共存することで銀がイオン化しやすくなったからだと考えられる。銀イオンは殺菌力を有することが知られており、銀イオンが培地に溶解したことによって菌の繁殖を抑制することができたと考えられる。

懸濁液中にサンプルを浸漬させて接触させた場合、10 分後および 30 分後どちらも銀、銀-白金のサンプルを浸漬させた場合については菌が検出さ

れなかつた。鉄、コバルト、ニッケルのみのサンプルに接触させたものについては、10 分後と 30 分後を比較すると、接触時間の長い 30 分の方がコロニーの数が少なかった。白金のサンプルについては 10 分後、30 分後ともにコロニー数に変化はなかつた。結果をまとめたものを図 2 に示す。懸濁液中にサンプルを浸漬させて接触させた場合、銀、銀-白金のサンプルは強い抗菌作用を有することが分かった。液体に浸漬することにより銀イオンが溶出し、殺菌力を示したと考えられる。鉄族のサンプルは抗菌作用を有すること、また白金のみでは抗菌作用を示さないことが分かった。

抗菌作用の評価を培地に接触させる場合と菌懸濁液に直接浸漬させる場合の二通りの方法で行ったところ、銀-白金サンプルはどちらも強い抗菌性を示し、銀サンプルは菌懸濁液中に浸漬した場合にのみ抗菌性能を示した。特に銀および銀-白金サンプルを菌懸濁液に浸漬させた場合については、大腸菌に対して殺菌力を示すことが分かった。また、鉄、コバルト、ニッケルのサンプルはどちらの方法でも抗菌作用を示した。白金は抗菌性能を持たないことが分かった。以上の結果より、本研究で作製した中で銀-白金サンプルが無機系抗菌剤として有望である。他の結果は発表にて報告する。

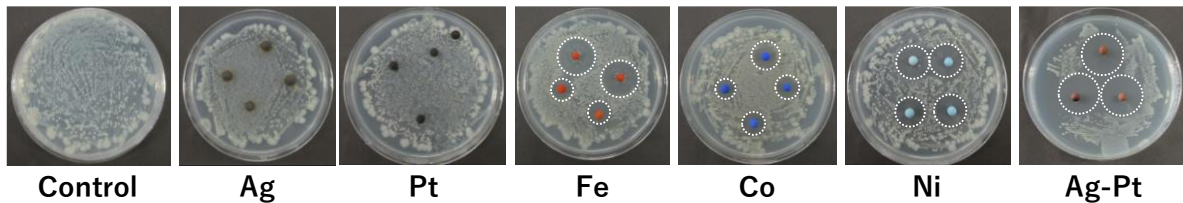


図 1 抗菌剤サンプルを培地に接触させた場合の大腸菌コロニーの様子

	Control	Ag	Pt	Fe	Co	Ni	Ag-Pt
10 分後							
	($\geq 10^7\text{cfu}$)	(-)	($\geq 10^7\text{cfu}$)	($\geq 10^7\text{cfu}$)	($\geq 10^7\text{cfu}$)	($\geq 10^7\text{cfu}$)	(-)
30 分後							
	($\geq 10^7\text{cfu}$)	(-)	($\geq 10^7\text{cfu}$)	($\geq 10^6\text{cfu}$)	($\geq 10^3\text{cfu}$)	($\geq 10^4\text{cfu}$)	(-)

図 2 抗菌剤サンプルを菌懸濁液に浸漬させた場合の懸濁液中の大腸菌数の変化