

第1章 抗菌・抗ウイルス・防カビ技術の基礎

渡部一仁*

はじめに、本章に関連する最近の総説¹⁻⁸⁾の概略をまとめて表1に示す。また、本章は以下の文献⁹⁻¹¹⁾を参照にしてまとめた。

表1 最新の総説文献概略

タイトル	概略	文献
Mode of bactericidal action of silver zeolite and its comparison with that of silver nitrate	銀ゼオライトは細菌細胞と接触し、銀イオンが細胞内に移行して細胞内で活性酸素種が生成して殺菌活性を示すことを示唆	1
History of the medical use of silver	抗菌剤としての銀の歴史を解説	2
抗菌・抗ウイルス・抗バイオフィームとその表面処理動向	無機金属を利用した抗菌・抗ウイルス・抗バイオフィーム技術の最新動向と表面処理技術に関する国内の研究成果を解説	3
Using Inorganic Nanoparticles to Fight Fungal Infections in the Antimicrobial Resistant Era	無機ナノ粒子（銀、銅、酸化鉄、酸化亜鉛など）の抗カビ効果、作用機序、毒性評価、今後の研究課題を解説	4
Advancements in Nanoparticle Deposition Techniques for Diverse Substrates: A Review	ナノ粒子の堆積技術の進展をまとめ、スピンコーティング、エレクトロスプレー、レーザー堆積などへの応用を解説	5
Metal-Based Nanoparticles in Food Packaging and Coating Technologies: A Review	食品包装およびコーティング技術における金属系ナノ粒子の利用に関する最新の研究のレビューと、銀、銅、酸化亜鉛などの金属ナノ粒子の抗菌性、食品保存性の向上、包装材料への応用例を詳述	6
Advances in Metal and Metal Oxide Nanomaterials for Topical Antimicrobial Applications: Insights and Future Perspectives	銀 (Ag)、金 (Au)、銅 (Cu)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化チタン (TiO ₂) などの金属・金属酸化物ナノ粒子の抗菌・抗カビ特性、作用機序と応用を解説	7
Recent Advances in Surface Decoration of Nanoparticles in Drug Delivery	ドラッグデリバリーにおけるナノ粒子の表面修飾技術の最新の動向と、ナノ粒子の生体内挙動の影響などを解説	8

* Kazuhito WATABE 摂南大学 名誉教授

1 抗菌・抗ウイルス・防カビ剤の対象とする微生物

微生物制御の分野において、「抗菌」は細菌の繁殖を防ぐことを意味し、「殺菌」はすべての微生物（細菌・ウイルスなどを含む）を完全に取り除くこと指す。一方、「静菌」は細菌の増殖や活動を一時的に抑えることを意味し、殺菌とは異なる。「除菌」は、細菌の数を減らすことを指す。

抗菌・防カビの分野で制御対象とする微生物は主に細菌（バクテリア）と真菌（カビ）であり、近年はウイルスも対象とされている。これらの分類上の位置付けを抜粋して表2に示す。

表2 抗菌・抗ウイルス・防カビ剤の対象とする微生物の分類

生 物	分 類						対象微生物例
	細胞性生物	原生生物界	原核原生生物	細菌類	通性嫌気性桿菌		大腸菌, サルモネラ 黄色ブドウ球菌
			真核原生生物	菌類	好気性桿菌		レジオネラ
ウイルス				真菌類	藻状菌	クモノスカビ, ケカビ コロナウイルス インフルエンザウイルス	

細胞性生物の基本構造は、最外層の細胞壁とその内側の細胞膜、内部に細胞質（原形質）と遺伝子（DNA）およびその他の細胞成分から成る。細菌は原核細胞に属し、遺伝子は細胞質に浮遊またはその一部が細胞膜に接して存在している。カビは真核細胞であり、遺伝子は細胞内の核の中に収められている。

ウイルスは細胞性生物とは異なる形態を示し、サイズは平均0.1マイクロメートル（100 nm）程の極めて小さな構造体である。タンパク質の殻（カプシド）と、その内部に遺伝情報となる核酸を持つだけで細胞膜を持たず、細胞内に小器官がないため代謝を行わず、自己修復や自己増殖は出来ない。

抗菌・抗ウイルス・防カビ剤は、これらの特定の細胞構造を破壊、変性あるいは機能阻害をきたして増殖阻害や抗菌効果を発揮するように分子設計されている。

2 抗菌・抗ウイルス・防カビ剤の分類とその特徴

抗菌・抗ウイルス・防カビ剤は、その化学的性質や起源に基づき表3に示すように無機系、有機系、天然物由来系に大別される。以下にその概略を示す。

第1章 抗菌・抗ウイルス・防カビ技術の基礎

表3 抗菌・防カビ剤の分類と化合物例

無機系	金属系（銀，銅，亜鉛など）	リン酸塩系単体	リン酸ジルコニウム，リン酸アルミニウム リン酸カルシウム，ヒドロキシアパタイト	
		ケイ酸塩系単体	ゼオライト，粘土鉱物，シリカゲル シリカ/アルミナ，ガラス	
		その他	溶解性ガラス，錯塩，活性炭，金属単体，金属合金	
	無機/有機複合系	層状リン酸塩-四級アンモニウム		
	酸化物光触媒系	酸化チタン		
	その他	次亜塩素酸ソーダ，オゾンガス		
有機系	陽イオン界面活性剤系	塩化ベンザルコニウム，塩化ベンゼトニウム		
	両性界面活性剤系	塩酸アルキルジ（アミノエチル）グリシン		
	非イオン系界面活性剤系	脂肪酸モノグリセリド		
	ビグアナイド系	グルコン酸クロルヘキシジン（ヒビテン）		
	アルコール系	エタノール，プロパノール		
	フェノール系	ピオゾール，チモール，石炭酸		
	カルボン酸系	プロピオン酸		
	エステル系	<i>p</i> -ヒドロキシ安息香酸エステル，脂肪酸モノグリセリド シヨ糖脂肪酸エステル		
	アニリド系	トリクロロカルバニリド		
	ヨウ素系	3-ヨード-2-プロパギルブチルカルバメート（IPBC）		
	イミダゾール系（チアゾール系）	チアペンタゾール		
	イソチアゾロン系	2- <i>n</i> -オクチル-4-イソチアゾリン-3-オン		
	トリアジン系	ヘキサヒドロ-1,3,5-トリス（2-ヒドロキシシロエチル）-S-トリアジン		
	ニトリル系	テトラクロロイソフタロニトリル		
	フッ素系	ジクロフルアニリド		
	有機金属系	ソディウムオーマジン，シンクオーマジン，オキシ銅		
抗生物質系	アミノグリコシド ST-7			
天然物由来系	植物由来	ヒノキチオール，ティーツリー油，ユーカリ油，緑茶カテキン， 柿渋（タンニン），ワインポリフェノール，アリルイソチオシアネート （ワサビ），ニンニク（アリシン），シナモン（シンナミックアルデヒド）， クローブ（オイゲノール）		
		動物由来	プロポリス（ミツバチ由来），キトサン（カニ・エビの殻由来）	
		微生物由来	ナイシン（乳酸菌産生）	

(1) 無機系薬剤の特徴

表3に示すように，無機系薬剤は種々開発されている。古くから銀や銅が抗菌活性を示すことは経験的に知られている。その作用は，溶出した金属イオンが細菌やカビの細胞内部に入り込み，システインやグルタチオンなどのアミノ酸や酵素のSH基と反応して殺菌作用を発揮する。金属イオンをゼオライト，シリカゲルなどのケイ酸塩あるいはアパタイトなどのリン酸塩の無機化合物に担持させた形態でしばしば使用される。

酸化チタンは，紫外線のように強いエネルギーの光を当てると水や酸素と反応して活性酸素を生成し，その強力な酸化力により細菌やカビの細胞膜や細胞内酵素を破壊して増殖を阻害する。光触媒は本来紫外線を必要とするが，最近では蛍光灯下でも高い光触媒活性を示す新素材も開発さ