



Title	殺菌消毒剤について : 最近の話題を含めて
Author(s)	坂上, 吉一
Citation	makoto. 2014, 168, p. 2-7
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/85669
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

殺菌消毒剤について—最近の話題を含めて—

近畿大学農学部 環境管理学科 教授 坂上 吉一

はじめに

殺菌消毒剤（消毒剤）は、病院等の医療施設における感染症の発生予防、医薬品製造工場および食品製造工場等での衛生管理、食品衛生分野での食中毒原因菌の発生予防ならびに一般家庭等における衛生意識の向上に少なからず貢献している。殺菌消毒剤がターゲットとする微生物は、条件（温度および栄養源等）が良ければ爆発的に増殖する。また、増殖した対象微生物の感染性が強い場合は、感染が成立するリスクが非常に高くなる。従って、種々の施設における感染症の発生予防面で、殺菌消毒剤は衛生学的意義が高い薬剤であると考えられる。

今回、「殺菌消毒剤について—最近の話題を含めて—」と題して、殺菌消毒剤の種類、用途、使用上の注意、適応菌種、副作用等について述べるとともに、最近の殺菌消毒剤の話題などについても合わせ解説する。

1. 殺菌消毒剤（消毒剤）とそれらの特徴¹⁾

主として医療分野で使用される主要な殺菌消毒剤とそれらの特徴を表1に示す。

アルコール系では、消毒用エタノール、50%および70%イソプロピルアルコールがあげられる。アルコールは速効性であるが、効果の持続性の点で若干難点がある。

アルコール配合剤は、消毒用エタノールにベンザルコニウム塩化物あるいはクロルヘキシジングルコン酸塩を0.2%配合した製剤が主流である。アルコールの速効性に加えて他の配合剤が残留し、持続性を兼ね備えている。一処置一手洗いが原則であり、水道設備のない所で使用できる擦式消毒剤である。

アルデヒド系は、内視鏡の消毒剤に使用されるグルタルアルデヒドおよびオルトフタルアルデヒドとホルマリンがあげられる。

ハロゲン化合物では、次亜塩素酸ナトリ

表1：主として医療分野で使用される主要な殺菌消毒剤とそれらの特徴

分類	消毒剤名	使用濃度*	特徴等
アルコール系	消毒用エタノール	原液	速効性であるが、効果の持続性の点で若干難点がある
	50%イソプロピルアルコール	原液	
	70%イソプロピルアルコール	原液	
アルコール配合剤	ベンザルコニウム塩化物＋エタノール**	原液	一処置一手洗い。水道設備のない所で使用できる。(擦式消毒剤)
	クロルヘキシジングルコン酸塩＋エタノール***	原液	
アルデヒド系	グルタルアルデヒド	0.5～3%	器具(内視鏡など)消毒に汎用される。(人体には使用出来ない。) 内視鏡の消毒に適用
	ホルマリン	2%	
	オルトフタルアルデヒド	0.55%	
ハロゲン化合物	次亜塩素酸ナトリウム	0.02～0.05%	器具消毒 手術時の皮膚消毒、うがい等
	ポビドンヨード	原液(10%)	
界面活性剤系	ベンザルコニウム塩化物	0.1%～0.2%	器具消毒のみでなく、皮膚消毒及び手指消毒にも使用する。
	ベンゼトニウム塩化物	0.1%～0.2%	
	アルキルジメチルグリシン塩酸塩	0.05～0.5%	
ビグアナイド系	クロルヘキシジングルコン酸塩	0.1～0.5%	器具消毒のみでなく、皮膚消毒及び手指消毒にも使用する。
フェノール類	フェノール	0.5～1%	効果は確実であるが、最近の使用頻度が減少している。
	クレゾール石鹼液	0.5～1%	
過酸化剤	過酢酸	0.2～0.3%	内視鏡の消毒に適用
	過酸化水素	3%	傷口の消毒等に適用

*使用濃度については「殺菌・消毒マニュアル」(医歯薬出版株式会社、1998年)などを参考に記載した。

** 0.2%ベンザルコニウム塩化物エタノール溶液、*** 0.2%または0.5%クロルヘキシジングルコン酸塩エタノール溶液

ウム（器具消毒）およびポビドンヨード（手術時の皮膚消毒、うがい等）があげられる。

界面活性剤系は、ベンザルコニウム塩化物、ベンゼトニウム塩化物およびアルキルジアミノグリシン塩酸塩があげられる。器具消毒のみでなく、皮膚消毒および手指消毒に使用される。

ビグアナイド系は、クロルヘキシジングルコン酸塩があげられるが、上記と同様に、器具消毒のみでなく、皮膚消毒および手指消毒に使用される。

フェノール類は、フェノールおよびクレゾール石鹼液があげられる。効果は確実であるが、最近の使用頻度が減少している。

過酸化物は、過酢酸および過酸化水素であるが、過酢酸は、内視鏡の消毒分野で汎用されている。過酸化水素は傷口の消毒等に適用される。

2. 殺菌消毒剤の適用範囲²⁾

殺菌消毒剤は消毒対象微生物に対する効果の点で、高水準（広域）、中水準（中域）および低水準（狭域）に分類される。高水準に属する殺菌消毒剤はグルタラル（グルタルアルデヒド）、過酢酸などが該当する。中水準に属する殺菌消毒剤は、消毒用エタノール、次亜塩素酸ナトリウム、ポビドンヨード、クレゾール石けんなどがあげられる。なお、クレゾール石けんはフェノール性化合物（クレゾール）を含有するので、使用後の排水基準の点で規制されるため、最近はその使用が激減している。一方、低水準に属する殺菌消毒剤は医療施設等で汎用される陽イオン界面活性剤系（第四アンモニウム塩化合物：ベンザルコニウム塩化物およびベンゼトニウム塩化物）、両性界面活性剤系（アルキルジアミノグリシン塩酸塩）およびビグアナイド系（クロルヘキシジングルコン酸塩）が該当する。

3. 主要な殺菌消毒剤の殺菌メカニズム³⁾

アルコール系殺菌消毒剤は、細胞膜の脂質の溶解で浸透性が高まり、タンパク質や核酸を変性させ、微生物を死滅させるのが

殺菌メカニズムである。

塩素系殺菌消毒剤は、塩素の酸化作用が、微生物の細胞壁に直接作用して、破壊・分解し、微生物を死滅させる。

過酸化物系である過酢酸は、過酢酸が有する酸化力で、菌体を形作る細胞タンパクや代謝に寄与している酵素の構造を破壊することによる変性、代謝の過程で生じる代謝産物と反応することで代謝物質の細胞輸送の阻害により、微生物を死滅させる。また、過酸化水素は、酸素が放出されることにより生成するヒドロキシラジカルが有する非常に強い酸化作用により、微生物の構成成分を酸化・変質させ、微生物を死滅させる。

界面活性剤系では、ベンザルコニウム塩化物およびベンゼトニウム塩化物は、正電荷を有する原子団が負電荷を帯びた微生物菌体表面に吸着し、細胞内に浸透して、最終的に菌体のタンパク質に影響を与え、微生物を死滅させる。一方、アルキルジアミノグリシン塩酸塩は、微生物の表層に作用し、微生物を死滅させる。なお、殺菌力は等電点（pH8～9）付近が最大である。

クロルヘキシジングルコン酸塩は、クロルヘキシジンが微生物の細胞膜に吸着し、細胞膜障害と細胞質の漏出を生じさせ、微生物を死滅させる。

4. 殺菌消毒剤の使用上の注意¹⁾

殺菌消毒剤の使用上の注意点は以下の通りである。まず殺菌消毒剤は、「正しい量で適正に使用する」必要がある。使用量が適正量より多い時は殺菌消毒剤の使用後の環境生態系への悪影響や抵抗性菌（耐性菌）を生じる懸念がある。また、使用量が少ない時は殺菌効果が不確実になり、適正使用ではない。次に、作用温度は「低温よりも25℃程度が適切である」。冬場等で水温が低い時は殺菌消毒剤を希釈する水の温度も低いので殺菌効果が悪くなることを考慮すべきである。また、「作用時間をきっちり守る」ことも重要である。十分な殺菌効果を得るために、各殺菌消毒剤の規定された作用

時間を適用することが消毒剤の適正使用上必要である。

5. 主要な殺菌消毒剤の用途⁴⁾

主要な殺菌消毒剤の用途（消毒対象と有効微生物）を表2に示す。

細菌類に対して、過酸化水素は菌種により効果が不確実な場合があるが、他の製剤では有効とされている。芽胞に対して有効な製剤は、アルデヒド類（グルタルアルデヒド、オルトフタルアルデヒド）および過酸化物の過酢酸である。結核菌に対しては、アルコール類（エタノール、イソプロパノール）、アルデヒド類、塩素系化合物（次亜塩素酸ナトリウム）、ヨウ素系化合物（ポビドンヨード、ポロクサマーヨード）および過酢酸が有効とされている。真菌類（酵母、かび）に対しては、アルコール類、アルデヒド類、塩素化合物、ヨウ素化合物および過酢酸が有効とされている。なお、過酸化水素、ビグアナイド系および界面活性剤系は真菌

類に対しては効果が不確実とされている。

エンベロープのあるインフルエンザウイルスなど（DNAウイルスの代表）に対しては、アルコール類、アルデヒド類、塩素化合物、ヨウ素化合物および過酢酸が有効とされている。過酸化水素および陽イオン界面活性剤系は効果が不確実とされ、また、同様にビグアナイド系および両性界面活性剤系は無効とされている。

ノロウイルスに代表されるRNAウイルスに有効な消毒剤はアルデヒド類のグルタルアルデヒドおよびオルトフタルアルデヒド、塩素化合物の次亜塩素酸ナトリウム、ヨウ素系化合物（ポビドンヨードおよびポロクサマーヨード）ならびに過酸化物である過酢酸である。アルコール類のエタノールおよびイソプロパノールなどは効果が不確実とされる。一般的にアルコール類はエンベロープを有しないウイルスには効果があまり期待されないとする文献が多いが、最近改良された製剤が登場し、ある程度の効果

表2：主要な殺菌消毒剤の用途（消毒対象と有効微生物）について（例）

消毒剤の種類	適用（対象）*1						微生物（種類）*2						使用上における 注意点	
	金 属	非 金属	皮 膚	創 傷 部	粘 膜	環 境	細 菌	芽 胞	結 核 菌	真 菌		DNA ウ イ ル ス *3		RNA ウ イ ル ス *4
										酵 母	か び			
アルコール類 エタノール、イソプロパノール	○	○	○	x	x	○	○	x	○	○	○	○	△	可燃物、揮発性
アルデヒド類 グルタルアルデヒド、オルトフタルアルデヒド	○	○	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	刺激臭、不快感
塩素化合物 次亜塩素酸ナトリウム	x	○	x	x	x	○	○	△	○	○	○	○	○	腐食性、刺激臭、脱色、 不快感
ヨウ素化合物 ポビドンヨード、ポロクサマーヨード	x	x	○	○	○	x	○	x	○	○	○	○	○	刺激臭、腐食性、着色
過酸化物 過酢酸 過酸化水素	○ △	○ △	x ○	x △	x x	○ ○	○ △	○ x	○ △	○ △	○ △	○ △	○ △	刺激臭 異臭、腐食臭
ビグアナイド剤 クロルヘキシジングルコン酸塩	○	○	○	○	x	○	○	x	x	△	△	x	x	吸着性、薬剤抵抗性菌の出 現の可能性
陽イオン界面活性剤 ベンザルコニウム塩化物 ベンゼトニウム塩化物	○	○	○	○	○	○	○	x	x	△	△	△	△	吸着性、薬剤抵抗性菌の出 現の可能性
両性界面活性剤 アルキルポリアミノエチルグリシン塩酸塩	○	○	○	○	○	○	○	x	x	△	△	x	x	吸着性、薬剤抵抗性菌の出 現の可能性

*1 消毒対象に対して、○：使用可、△：品質劣化が心配しやすい物品・用具には使用不可、x：使用不可である。

*2 細菌はグラム陽性菌及び陰性菌を、芽胞は細菌芽胞を示す。消毒効果としては、○：有効、△：効果が不確実。x：無効を示している。

*3 DNAウイルス：エンベロープのあるインフルエンザウイルスなど

*4 RNAウイルス：エンベロープのないノロウイルスなど

坂上吉一 監修：第16改正図説日本薬局方微生物試験法の手引き（文教出版）より引用

を得ているとされている。

6. 殺菌消毒剤の副作用⁵⁾

殺菌消毒剤は微生物を殺菌するが、一部の例外を除いて、人体に対して悪影響を及ぼす（毒性を示す）。一般に、抗生物質は選択毒性（微生物に毒性を示すが、生体にはほとんど毒性を示さない性質）を有するが、殺菌消毒剤は選択毒性を有さない。従って、含嗽剤（うがい用）として適用される製剤（ポビドンヨード）を除いて、すべて外用剤である。主な殺菌消毒剤の副作用を表3に示す。

フェノールの副作用は、高濃度での皮膚付着で化学熱傷を起こすことである。グルタラール（グルタルアルデヒド）は、その蒸気が目や呼吸器系に対して粘膜刺激を起こし、皮膚付着では化学熱傷を起こす。ホルムアルデヒドは、皮膚・粘膜への刺激作用がある。蒸気の吸入は呼吸器刺激・呼吸困難を起こす。次亜塩素酸ナトリウムは、

塩素ガスによる眼、呼吸器系および粘膜への刺激が副作用である。ポビドンヨードは、新生児・未熟児への広範囲・頻回使用で甲状腺機能異常が見られることがある。アルコールは、損傷皮膚・粘膜への使用は禁忌である。血液・膿汁などの蛋白を凝固させ、深部まで浸透しないので注意が必要である。また、合成ゴム、合成樹脂および光学機器では変質することがあるため長時間浸漬しない等の注意が必要である。クロルヘキシジン（クロルヘキシジングルコン酸塩）は、口腔、膣および膀胱などの粘膜に使用したとき、ショック症状を呈することがある（その多くが高濃度の使用：0.2%～1%）。ベンザルコニウム塩化物は、高濃度で眼や粘膜に毒性を示す。0.1%以上で眼に、1%以上で粘膜に、また、5%以上では正常皮膚に腐食性を示す。ベンゼトニウム塩化物の場合、高濃度では眼や粘膜の腐食性が強い。アルキルジアミノエチルグリシン塩酸塩は、脱脂作用が強いので、手指・皮膚の消毒には適

表3：主要な殺菌消毒剤の副作用

殺菌消毒剤(消毒薬)	副作用
フェノール	高濃度での皮膚付着で化学熱傷を起こす
グルタラール(グルタルアルデヒド)	蒸気は目や呼吸器系に対して粘膜刺激、皮膚付着で化学熱傷
ホルムアルデヒド	皮膚・粘膜刺激作用、蒸気の吸入は呼吸器刺激・呼吸困難
次亜塩素酸ナトリウム	塩素ガスによる眼、呼吸器系、粘膜への刺激
ポビドンヨード	新生児・未熟児への広範囲・頻回使用で甲状腺機能異常が見られることがある
アルコール	損傷皮膚・粘膜への使用は禁忌。血液・膿汁などの蛋白を凝固させ、深部まで浸透しないので注意。合成ゴム、合成樹脂、光学機器では変質することがあるため長時間浸漬しない
クロルヘキシジン (クロルヘキシジングルコン酸塩)	口腔、膣、膀胱などの粘膜に使用しショック症状を呈することがある(その多くが高濃度の使用:0.2%～1%)
塩化ベンザルコニウム (ベンザルコニウム塩化物)	高濃度で眼や粘膜に毒性を示す。0.1%以上で眼に、1%以上で、粘膜に、5%以上で正常皮膚に腐食性を示す。
塩化ベンゼトニウム (ベンゼトニウム塩化物)	高濃度で眼や粘膜の腐食性強い。
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン (アルキルジアミノエチルグリシン塩酸塩)	脱脂作用強い。手指・皮膚の消毒には適さない。

辻 明良:消毒薬の進歩と変遷, Circles, 8(3), 2-8 (2006)

さない。

以上述べた各殺菌消毒剤の副作用を踏まえて、適切な使用法が望まれる。

7. 殺菌消毒剤—最近の開発状況を中心に—

7. 1. 内視鏡の消毒分野

内視鏡の消毒分野では従来からのグルタルアルデヒドに加えて、過酢酸およびオルトフタルアルデヒドが登場している。内視鏡は内部構造が複雑であり、また、その消毒に際しては、室内の換気等にも注意が必要である。

*In vitro*における過酢酸とグルタルアルデヒドの各種微生物に対する殺菌時間については、0.2%過酢酸および2%グルタルアルデヒドの14種類の細菌類（いずれも主要な栄養型細菌）に対する殺菌時間はいずれも15秒であった。*Bacillus subtilis*（枯草菌）芽胞に対する殺菌時間は0.2%過酢酸で1分、2%グルタルアルデヒドでは2.5分であった。結核菌および非定型抗酸菌に対する殺菌時間は、0.2%過酢酸で15秒～1分、2%グルタルアルデヒドでは1分～10分であった。真菌類（アスペルギルス・ニガー、カンジダ・アルビカンス、他）に対する殺菌時間は、0.2%過酢酸および2%グルタルアルデヒドのいずれの場合も5分であった。また、ウイルス（アデノウイルス5型、単純ヘルペスウイルス1型およびポリオウイルス3型）に対する不活化時間は、0.2%過酢酸で2.5分～5分、2%グルタルアルデヒドでは2.5分～10分であった⁶⁾。

7. 2. 改良型殺菌消毒剤

0.5%クロルヘキシジングルコン酸塩製剤について若干解説する。擦式消毒剤（摺り込み式消毒剤）は0.2%ベンザルコニウム塩化物・エタノール製剤、0.2%クロルヘキシジングルコン酸塩・エタノール製剤およびポビドンヨード・エタノール製剤等が開発されてきた。これらの消毒剤（製剤）は消毒剤耐性菌（抵抗性菌）の検出率を低下させることを目的とし、登場してきた。一方、

2007年3月に0.5%クロルヘキシジングルコン酸塩・エタノール製剤が市場に登場した^{7,8)}。本製剤は従来からの0.2%クロルヘキシジングルコン酸塩・エタノール製剤に比べて、手指などに適用したとき、殺菌効果の持続性があることが評価される。本製剤は主として医療分野で適用される製剤ではあるが、医薬品、医薬部外品、医療機器、化粧品並びに食品等の製造現場の衛生管理面でも十分に威力を発揮することが期待される。

次に、手指消毒分野について述べる。手術関係の手指消毒は、以前は手指の洗浄・消毒後、ブラシ等を使用して完璧をはかっていたが、最近では、ウォータースレスの殺菌消毒剤の使用が主流である。擦式消毒剤（液状、ゲル状）だけでなく、泡状速乾性手指消毒剤も登場して来ている。また、脂質を含まない小型サイズのウイルス（ノロウイルス、エンテロウイルス等）に対応する消毒剤も登場している。これらのウイルスに対する効果について、以下に述べる。

7. 3. ウイルスに対する殺菌消毒剤の効果

速乾性擦式手指消毒薬ウエルセプト®は、ネコカリシウイルスF-9、マウスノロウイルスに対する不活化時間が、いずれも15秒未満であることが報告されている。また、サラサイド（ベンザルコニウム塩化物 0.1w/v%、その他成分としてエタノール、炭酸ナトリウム、エデト酸四ナトリウム四水塩、クエン酸を配合）もマウスノロウイルスおよびネコカリシウイルスに有効であり、4Log以上減少（99.99%以上）を示すとされている⁸⁾。

ウィル・ステラVについても、タンパク質負荷のあるなしに関わらず、主要なウイルスの感染価を4Log以上（99.99%以上）減少させることが報告され、多くのウイルスに対する不活化効果が期待される⁹⁾。

また、山崎¹⁰⁾は、高～中水準消毒剤のグルタルアルデヒド、過酢酸および次亜塩素酸ナトリウムなどは、ウイルスを「破壊」することから、ノロウイルスを用いて不活

化効果を実証することが可能である。一方、中～低水準のエタノール、イロプロパノール、ポビドンヨードおよびベンザルコニウム塩化物などは「無力化」によって不活化することから、ノロウイルスを用いて確かめることはできない。しかし、カリシウイルス科の培養できるマウスノロウイルス、ネコカリシウイルスを用いて多くの実験データが蓄積されてきた。その結果、マウスノロウイルスとネコカリシウイルスは個々のケースで殺菌消毒剤への感受性が異なっていたことから、ノロウイルスに対する評価には感染リスクを優先して、ハードルの高い方を選択することが妥当であろうと述べている。

8. 殺菌消毒剤の有効性評価¹¹⁻¹³⁾

2011年3月、日本環境感染学会から、「生体消毒薬の有効性評価指針：手指衛生 2011 (案)」が出された。今後の日本における生体消毒薬評価方法の標準化を目的として検討された提案である。手指衛生に用いる生体消毒薬に限定された形であるが、今後更に範囲を広げ、生体消毒薬全体の評価方法の標準化を目指すものとされていた。

また、2013年には、同学会から、「生体消毒薬の有効性評価指針：手術野消毒 2013」が出された。

書面の関係で、各評価法については割愛するが、それらの詳細については環境感染学会のホームページなどを参照していただきたい。

まとめ

殺菌消毒剤は、感染症の発生予防分野ならびに食品衛生分野などで汎用され、その衛生学的意義は高い。現在、種々の殺菌消毒剤が市場に登場している。また、市販品を改良したタイプの製剤も登場している。今回、殺菌消毒剤の種類、用途、使用上の注意、適応菌種、副作用等について述べるとともに、最近の殺菌消毒剤の話題などについても合わせ解説した。

感染症の発生予防に貢献する殺菌消毒剤ではあるが、感染症の治療をターゲットとする抗生物質に比べて、その開発スピードは遅い。殺菌消毒剤と抗生物質の市場規模を比較したとき、やむを得ないことではあるが、新規殺菌消毒剤の登場を切望する次第である。

文献

- 1) 坂上吉一 (未発表)
- 2) 小林寛伊 編：消毒の滅菌のガイドライン (へるす出版, 1999年)
- 3) 都築正和 監修：殺菌・消毒マニュアル (医歯薬出版株式会社, 1998年)
- 4) 坂上吉一、監修：図説第16改正日本薬局方微生物試験法の手引き (文教出版, 2011年)
- 5) 辻 明良：消毒薬の進歩と変遷. Circles, 8, 2-8 (2006) .
- 6) 坂上吉一、他：過酢酸製剤の各種微生物に対する殺菌効果の検討. 防菌防黴, 26, 605-610 (1998)
- 7) 健栄製薬株式会社社内資料 (2007年)
- 8) 丸石製薬株式会社社内資料 (2007年)
- 9) サラヤ株式会社社内資料 (2010年)
- 10) 山崎謙治：ノロウイルスの不活化をどのように考えるか—代替ウイルスを用いた消毒法の性能評価から—, HosCom, 8 (3) , 1-6 (2011)
- 11) 日本環境感染学会 消毒薬評価委員会, 生体消毒薬の有効性評価指針：手指衛生 2011 (案), 環境感染, 26 (Supp.) II (2011)
- 12) 日本環境感染学会 消毒薬評価委員会, 生体消毒薬の有効性評価指針：手術野消毒 2013 http://www.kankyokansen.org/modules/news/index.php?content_id=81
- 13) 和田祐爾：殺菌・消毒薬の基礎知識シリーズ7 殺菌消毒薬の有効性評価—手指消毒薬を例に—, 環境管理技術, 32 (4) , 186-194 (2014)