

V. 消毒薬による消毒

1. 消毒薬とは

病原微生物を死滅させ、感染症を防止する作用を有する薬剤である（小林）。

通常の消毒薬使用は、細菌の栄養型細胞の死滅が目標であり、細胞の芽胞（孢子）及びウィルスには消毒薬に対し強い抵抗性を示すものがあるため、これを死滅させることは含まれていない（古橋、宮前）といわれている。

しかし、市販されている家畜防疫用消毒薬は、それぞれに長所、短所があり、一つの消毒薬で満足な消毒が出来るものは少ない。

それぞれの消毒薬の特性を良く理解し、適正な使い方をするとウィルスはもちろん、特定の消毒薬によっては細菌の芽胞にも有効なものもある。

言葉の説明

- 「消毒薬」 水で希釈する前の原液
- 「消毒液」 水で希釈してすぐ使えるもの
- 「栄養型」 細菌が活発に増殖、分裂を行っている状態

2. 病原微生物と消毒薬

消毒薬は、病原微生物を死滅させるために使う薬であるが、消毒薬の話をする前に、消毒薬で殺す相手である「病原微生物」を知ることによって効果を得られることになる。よってここでは病原微生物のことについて少し話をしたい。

病原微生物は、その生きていく環境に強いもの、すぐ死ぬ弱いもの、消毒薬に対しても強く抵抗するもの、すぐ死ぬ弱いもの等多様である。

これを抵抗力別に区分すると図1のようになる。

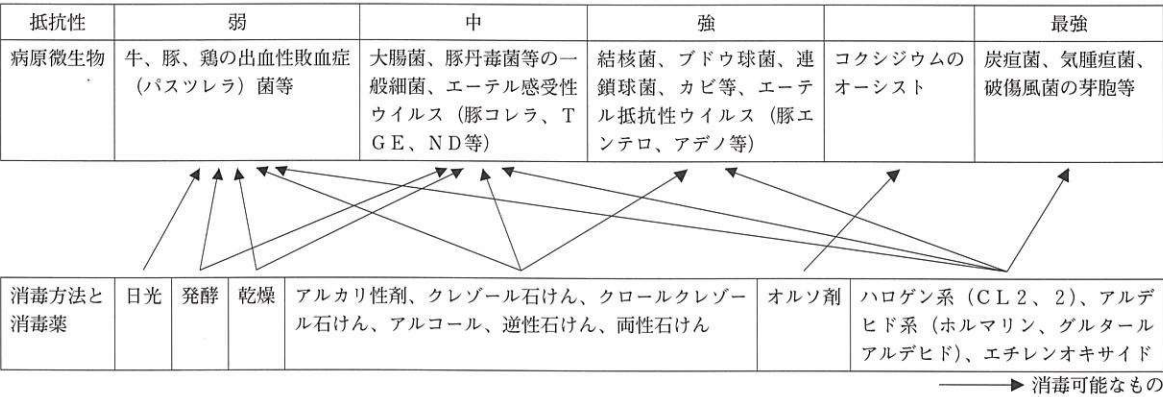


図1 病原微生物と消毒液の関係（米村：1967、飯塚：1974、1984）

V. 消毒薬による消毒

最も強いのは炭疽菌や破傷風菌の芽胞である。

次に結核菌、ヨーネ菌等の抗酸菌、ブドウ球菌等である。ウィルスでは、エーテル抵抗性ウィルス等があります。

コクゾウムシオーストに有効な消毒薬は、現在オルソ剤のみである。

これらの環境に抵抗性の強い微生物は、消毒薬に対しても抵抗性が強く、逆に抵抗性の強い微生物に有効な消毒薬は、他の微生物に対しても有効である。

1) 細菌の構造

細菌の菌体は外側に細胞膜、内側に細胞質（原形質）があり、内部に核をもっているのが基本構造である（図2）。

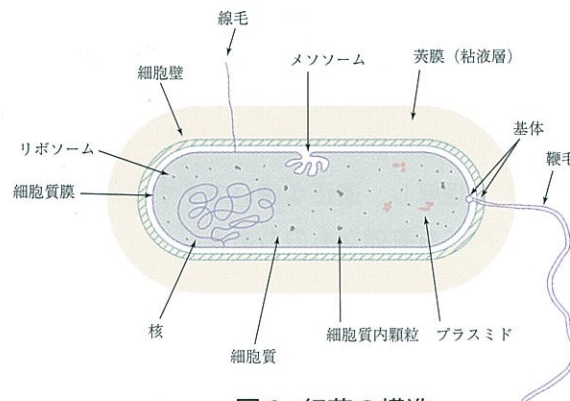


図2.細菌の構造

細菌の種類によっては、細胞膜の外に荚膜や鞭毛などを持っているもの、また、桿菌のあるものは内部に芽胞（孢子）をつくるものなど様々な構造のものがある。

2) 芽胞（孢子）

図1の抵抗性の最も強い炭疽菌などは、一般に発育に不適当な環境あるいは動物体外におかれると、その生活環（ライフサイクル）のなかで菌体内に厚い被膜をもった球状体をつくる。これが芽胞（孢子）である。

芽胞を形成する細菌は、桿菌に限られ、通常1菌体に1個の芽胞を形成する。ただし、生体内では芽胞は形成されない。

芽胞は、細菌の耐久形あるいは休止形で、最低の物質代謝を行って生存だけ続ける状態である。

芽胞は、細胞壁が厚く、硬い。更に水分が少ないため、消毒薬の接触や外界の影響、熱、乾燥に対して強力な抵抗力を持ち、そのままの状態で数年ないし数十年と生存し続けるものもある。

環境条件が整えば、再び発芽してもとの細胞になって分裂増殖する。

3) 抗酸菌

結核、ヨーネ病及び豚のミコバクテリウム症等の原因菌を総称して抗酸（性）菌という。

この菌は、グラム陽性桿菌で菌膜と細胞膜を持ち、荚膜や芽胞は形成せず、運動性もない。

抗酸菌は芽胞を持たない他の細菌に比べ、抵抗性が強い。この抵抗性の強さは、菌体の脂質成分が多いことによると考えられている。抗酸菌の脂質は他細菌に比べ、著しく多い。この脂質成分が抗酸菌の特性（抗酸性、結核結節の形成、アレルギーの発現等）を発揮するものである。

抗酸菌の抵抗性は、菌の存在する状態によっても異なるが、一般に培養菌の水浮遊液は、排泄物及び病巣中における菌よりも抵抗性は弱く死滅しやすい。

以上のように、抗酸菌は外界の環境に対し、比較的強い抵抗性を有すると共に、生体内における抵抗性も強いため、自然界からは消滅しにくいのである。

4) 細菌と消毒薬の作用力

各種の消毒薬で最も顕著にそれらの作用に変動が見られるのは、細菌の栄養型と芽胞、グラム陽性細菌とグラム陰性細菌、一般細菌と抗酸菌、カビ（胞子も含めて）と酵母の間である。

一般に消毒薬は抗菌範囲が広いのが特徴であるが、栄養型細菌、胞子、カビ、酵母、及びウイルス等広い範囲の微生物に有効なものは少なく、特に細菌芽胞を短時間に死滅させるものは極めて少ない。

表4は、スポルテイングが病院関係で使用している消毒薬の作用力を比較して作ったものである。

この表はすべての消毒薬を網羅しているわけではないが、一応代表的なもので、常用されている濃度域における殺菌作用力の比較表と見てよい。

表4 薬剤の殺菌作用力の比較

殺 菌 剤	常用濃度	細 菌			ウイルス	作用力の順位
		栄養細胞	結核菌	胞子		
水銀剤	1:500—1,000	+	—	—	++	3
第4級アンモニウム塩	1:750	++	—	—	+	3
フェノール化合物	0.5—3%	++	++	+	+	2—3
塩素系化合物	4—5%	++	++	++	++	2
ヨードホルム	75—100ppm	++	++	+	++	2
アルコール	70—95%	++	+++	—	+	1—2
ホルムアルデヒド	3—8%	++	+++	++	++	1—2
グルタルアルデヒド	2%	+++	++	+++	++	1
ホルムアルデヒド—アルコール	8—70%	+++	+++	+++	++	1
ヨード—アルコール	0.5—70%	++	+++	—	++	2
エチレンオキサイド	450—800mg	+++	+++	+++	++	1

ここにあげた消毒薬は、細菌の栄養型に対してはすべて有効ではあるが、菌種によって作用力に変動がある。

例えば、第四級アンモニウム塩（逆性石けん）は、グラム陽性菌に比較してグラム陰性菌に対する殺菌作用力が劣り、フェノール系の消毒薬も同様の傾向にある。

また結核菌に対し、水銀剤や逆性石けんは殆ど殺菌作用は認められていない。

フェノール系及びハロゲン系の消毒薬も殺菌作用力は弱い方である。

芽胞に対しては、発育阻害作用はあっても、アルコール類、逆性石けん、水銀剤の殺菌作用力は期待できない。

カビ、酵母類は薬剤耐性は少ない方であり、ハロゲン系やアルキル化薬が比較的強力な殺菌作用をもっている。（芝崎 勲）

5) グラム陽性菌とグラム陰性菌

消毒薬によっては、グラム陽性菌とグラム陰性菌の別で、殺菌力に違いのある場合がある。一般

V. 消毒薬による消毒

に、グラム陽性菌はグラム陰性菌より抵抗性が大きいといわれている。

グラム陽性・陰性とは：1884年オランダのグラムという人が考案した細菌類の染色方法で、グラム陽性菌は菌体の表層に特殊なリポ核酸蛋白を有し、クリスタイル紫とヨードがこれに結合して、エタノール不溶の複合体をつくり、純アルコールに脱色されなくなる。一方、グラム陰性菌はこのような特殊成分がないため、染色された色素とヨードがエタノールによって溶出される。これがグラム染色の機序である。この染色法は、細菌を検査する上で最も重要な手技で、分類、同定に不可欠な染色方法である。

グラム陽性菌とグラム陰性菌とでは、グラム染色性の違いに関連して、菌体の化学的組成や栄養要求性に差があるのみならず、消毒薬や抗生物質感受性にも差がある（表5）。

表6にグラム陽性菌とグラム陰性菌を菌種別に示す。

表5 グラム陽性菌と陰性菌の差異（橋本、1972）

性 状	グラム陽性菌	グラム陰性菌
唾液の殺菌作用	抵抗性	感受性
胃液及び脾液による消化性	抵抗性	感受性
トリプリン、ペプシンによる死菌の消化性	抵抗性	感受性
サルファ剤による発育阻害	通常感受性	通常抵抗性
ペニシリンによる発育阻害	通常感受性	通常抵抗性
ストレプトマイシンによる発育阻害	通常感受性	通常感受性
塩基性色素による発育阻害	非常に感受性	極度に抵抗性
自己融解	まれにおこる	しばしばおこる
アルカリ（1% KOH）に対する抵抗性	溶解しない	溶解する
等電点	PH2-3	PH4-5

表6 グラム陽性菌とグラム陰性菌

菌 種	グラム陽性菌	グラム陰性菌
球菌	ブドウ球菌、連鎖球菌、肺炎球菌、四連鎖球菌等	ナイセリア属（りん菌、髄膜炎菌、カタル球菌等）
胞子を形成しない杆菌	ジフテリア菌、結核菌、乳酸杆菌	腸内細菌、百日ぜき菌、インフルエンザ菌、ペスト菌、野兔病菌、ブルセラ、バクテロイド等
胞子を形成する杆菌	枯草菌、炭疽菌、破傷風菌、ガスえそ病、ウェルシュ菌	
その他の微生物	真菌類	スピロヘータ類

白血球、赤血球、上皮細胞等の組織細胞はグラム陽性（橋本正一：臨床検査講座・微生物学、1972）

6) ウイルスの構造

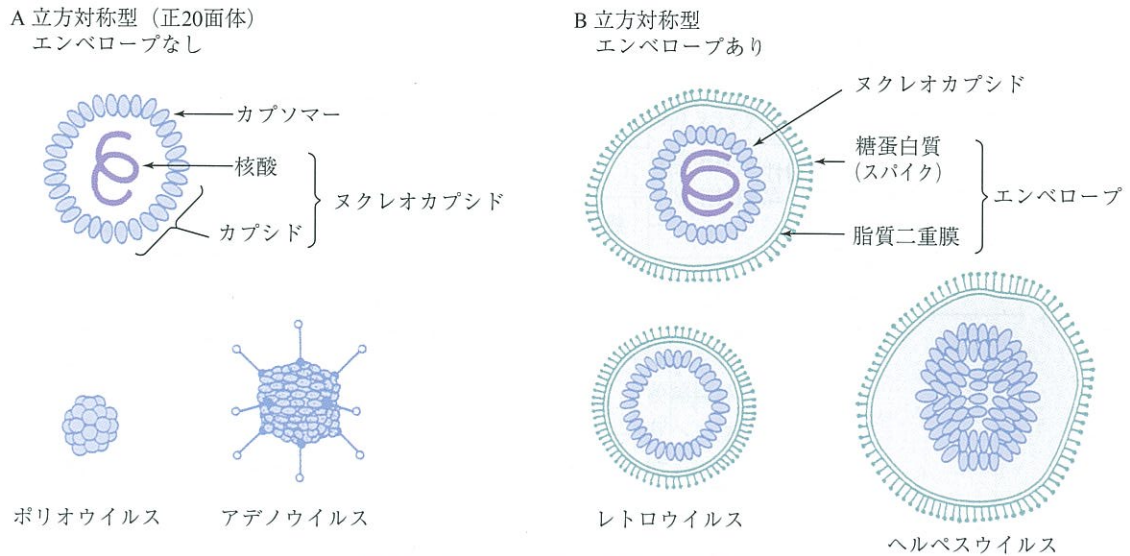


図3 ウイルス粒子の基本的構造

ウイルスの粒子の基本構造は核酸（DNA、RNA）とそれを包む蛋白質とからなっている。

多くのウイルスでは、蛋白粒子が規則正しくなれば、正20面体をなして中に核酸を入れている。また、らせん状の核酸に多数の蛋白粒子が規則正しく並び、全体として棒状ないし、ひも状になっているものもある。（図3）

ウイルスによっては、さらにこれを包む膜（エンベロープ）を持つものもあり、エンベロープは蛋白質、脂質、糖類等から成る複雑な組成の膜構造を持つ。

7) ウイルスの抵抗性

多くのウイルスは、60℃30分間で不活化される。しかし、ポリオウイルスは75℃30分を要し、また肝炎ウイルスは抵抗性が強く、数時間の加熱に耐えるといわれている。

消毒薬に対するウイルスの感受性は、その基本構造にも関与するといわれるが、まだ明らかになっていないことも多い。

エーテルなどの資質溶媒に対する抵抗性は、ウイルスの種類によって異なり、資質溶媒に対する抵抗性は、ウイルス鑑別上重要な性質である。

エーテルで不活性化されるウイルスでは、ウイルス粒子の外被成分として、高率に脂質（リピド）を含んでいる。脂質は外皮を有するウイルスのみに見出され、エーテルやクロロホルムのような有機溶媒は、外被を持ったウイルスを容易に不活性化する。

リピドを多く含むものをリピドウイルスと呼ぶこともあり、リピドを含まないウイルスをリピドフリーウイルスとも呼ぶ。リピドフリーウイルスは、通常の消毒薬に対して抵抗性が強いといわれている。

V. 消毒薬による消毒

表7 諸性状によるウイルスの群別 (ウイルス実験学総論)

核酸型	エーテル感受性	酸(PH3.0)感受性	ウイルス群	大きさ (m μ)
DNA	耐性	耐性	アデノウイルス	70—80
		耐性	パポーパウイルス	40—55
		耐性	パルボウイルス	18—24
	感性	耐性		
		感性	ボックスウイルス	230×300
		感性	ヘルペスウイルス	180—250
RNA	耐性	耐性	レオウイルス	54—75
			(ディプロルナウイルス)	
		耐性	エンテロウイルス亜群	18—30
	感性	感性	ライノウイルス亜群	18—30
	感性	耐性		
		感性	ミクソウイルス	80—120
			パラミクソウイルス	100—300
			ラブドウイルス	60×225
			オンコルナウイルス	約100
			コロナウイルス	60—120
			トガウイルス	35—60
			アレナウイルス	110—130

表 8 主要感染病原菌のグラム染色及び原因ウィルスのエーテル感受性の区分

区分		主要感染病		備考
		牛	豚	
細菌	グラム陽性	炭疽 牛クラミジア病 気腫疽 破傷風 悪性水腫	結核 リステリア病 ヨーネ病 腎盂腎炎	豚丹毒 コリネバクテリウム症 放線菌症 非定型抗酸菌
	グラム陰性	ブルセラ病 牛出血性敗血症 サルモネラ症 大腸菌症 伝染性角結膜炎 乳房炎(腸内細菌) 牛肺炎(マイコ)	レプトスピラ病 アナプラズマ病 Q熱 スピロヘーター 牛マイコプラズマ感染症 ビブリオ病	豚大腸菌症 豚パスツレラ症 豚サルモネラ症 萎縮性鼻炎(A R) 豚ヘルペスウイルス感染症 豚赤痢 豚流行性肺炎(SEP) リケッチャ
ウィルス	エーテル感受性	牛痘 流行熱 RSウイルス感染症 丘疹性口炎 牛痘	牛伝染性鼻気管炎 アカバネ病 牛ウイルス性下痢症 牛パラインフルエンザ 牛コロナウイルス感染症	豚コレラ 豚パラインフルエンザ 日本脳炎 水胞性口炎 伝染性胃腸炎 オーエスキー病 豚インフルエンザ アフリカ豚コレラ 血球凝集性脳脊髄ウイルス感染症
	エーテル抵抗性	口蹄疫 イバラキ病 牛アデノウイルス感染症 牛ロタウイルス感染症	牛パルボウイルス感染症 牛エンテロウイルス感染症 牛ライノウイルス感染症 ブルータング	豚水胞病 豚パルボウイルス感染症 豚エンテロウイルス感染症 豚レオウイルス感染症 豚アデノウイルス感染症 豚ロタウイルス感染症 豚水疱疹 豚痘
				真菌類 緑膿菌(プソイドモナス) N D. 粘膜腫病 アフリカ馬痘、膿疱性皮膚炎

3. 消毒薬は化学薬品である

消毒薬は化学薬品である。使用する時や保管する場合には、十分注意しないと、まわりの様々な要因の影響を受けて化学反応を起こし、消毒効力が減弱したり、また他の物質に化学変化をすることもある。

消毒薬を使用する際や保管する場合に影響を与える要因としては温度、濃度、酸アルカリ(PH)、有機物(糞、尿、牛乳等)、水質、紫外線(日光)、雨、湿度などが主なものである。

消毒薬を使って消毒をする際、これらの要因がどのような作用を消毒薬に与えるかを知ることが大切である。

これらのことを理解して消毒薬を使用しないと、消毒薬の効果は得られない。

V. 消毒薬による消毒

1) 温 度

一般に、消毒液の温度を高めると、消毒力が強くなる。消毒液の温度が10℃上がると消毒力は2倍になるといわれている。

気温の低い冬期には、消毒薬を50～60℃の温度の湯で希釈すると消毒効果が上がる。ただし、ハロゲン系（塩素剤やヨード剤等）は、揮発性があるため温度を加えてはいけない。

2) 濃 度

消毒薬の容器には、必ず使う場合の希釈倍数が書いてある。この希釈倍数は、その消毒薬の標準的な消毒効力を表しているが、一般的には、この希釈倍数よりも2～3倍濃い濃度で使用すると、消毒効力も比例して高くなるといわれている。それ以上は、毒性、経済性等からも効果的ではない場合が多い様である。

消毒効果を高めるためには、必要以上に濃度を高めるよりは、消毒液の温度を上げる方が効果的である。

消毒薬には、消毒力の強いものと、弱いものがある。消毒力の強い消毒薬は、低い濃度で短時間に多くの菌を殺すことができ、弱い消毒薬は、高い濃度で長い時間をかけなければ菌を殺すことができない。

3) PH（酸性、中性、アルカリ性）

PH（ペーハー）は、酸性、中性、アルカリ性を表す指数である。PH・7が中性、PH・7以下が酸性、PH・7以上がアルカリ性を意味する。

消毒薬とPHの関係には、いくつかの側面がある。

（1）消毒薬のPHはどうなっているか

各種消毒薬を蒸留水で100倍に希釈し、ペーハーメーターで調べると、表9のように強酸性のもの中性に近いもの、強アルカリ性のものに大別される。

表9 各種消毒薬希釈液のPH

PH区分	消毒薬	PH指数
強酸性	ヨードホルの1種	2.1
中性	オルソ剤の1種	7.0
	逆性石けん型（パコマ）	7.5
	塩化ベンサルコニウムの1種	7.6
	両性石けんの1種	7.7
強アルカリ性	次亜塩素酸ソーダの1種	9.6
	合成フェノール剤	10.1

注：各100倍液、精製水希釈

（横内：養豚と消毒より）

消毒薬は、なぜ強酸性や強アルカリ性にしてあるのか。消毒力を強めるため、あるいは、製造過程の安定性をよくし、効力の低下を防ぐためである。

表9で同じハロゲン系のヨードが強酸性で、塩素剤がPH9.6の強アルカリ性になっているのは、本来塩素は、ヨードと同様に酸性側で効力を発揮するが、酸性におくとたちまち空中

に蒸散してしまうためそのままでは商品にすることができない。そのため、塩素はやむを得ずアルカリ性にして活性を抑制してある。

(2) 消毒液の効力はPHによってどのような影響を受けるのか

消毒液は、PHの変化により著しく影響を受ける。酸性の消毒液をアルカリ性の床に散布した場合、消毒効果は著しく低下する。

- 酸性側で効力が増強し、アルカリ側で効力が減弱する消毒薬
昇汞、石炭酸、サラシ粉、ヨード剤など
- 中性で効力を発揮し、酸性側で減弱するもの
クレゾール石けん、オルソ剤、両性石けん
- アルカリ側で効力が増強し、酸性側で減弱するもの
逆性石けん、ある種の両性石けん

(3) 畜舎など消毒現場のPHはどうなっているのか

動物の糞尿のPHは、飼料の種類によっても異なるが、牛の場合糞はPH 7、尿はPH 8.3、豚の糞はPH 7.2、尿はPH 8である。排糞排尿後、時間が経過するとアンモニアの発生により更にアルカリ性が強くなる。

畜舎内などはアルカリ性が強いので、使用する消毒薬の選択には注意し、清掃、洗浄を十分にしてから消毒液を散布することで効果を上げることができる。

4) 有機物

消毒薬がウィルス等の微生物を殺すのは、消毒薬の粒子が細菌やウイルスと接触して微生物に科学的变化を起こさせるからである。

ところが、実際には、これを阻害する有機物が存在する。有機物とは糞尿、血液、乳汁、敷料、あらゆる生物の体、死骸等である。

(1) 微生物のかくれみの

例えば、マッチの頭ほどの糞の塊は、見た目には小さな物であるが、この糞の中には細菌が何十万個も隠れることができる。そして、その糞塊の中には消毒薬の粒子も入り込むことが出来ない。

(2) 消毒薬の粒子の吸着

有機物の塊は、スポンジの様に消毒液の粒子をどんどん吸着してしまうため、消毒液中に自由に飛び回れる消毒薬の粒子の数が減り（濃度が低くなり）、結果として消毒力が低下してしまう。

(3) PH等による消毒薬の不活性化

PHが8もあるような糞尿のあるところでは、PH 2～3といった酸性側でしか効力を持たない消毒液は、糞尿のアルカリによって効力が低下する。しかし、このような作用は、有機物の種類や消毒薬の種類によって一様ではなく大きな差がある。

有機物のある場所を消毒する場合は、適当な方法で可能な限りそれらを除去した後に消毒を行うことが必要である。

V. 消毒薬による消毒

5) 塩 類

塩類濃度の高い水を使って消毒液を希釈したり、踏込消毒槽や車両消毒槽に、土のついたままのクツやタイヤで入ると、土の中にある塩類によって消毒効力が失われる（表10）。

表10 踏込消毒槽の効力持続日数と大腸菌発生状況（宮原ら 1972）

日数	豚舎周囲の道路舗装				豚舎周囲の道路未舗装				備 考
	豚舎 1		豚舎 2		豚舎 3		豚舎 4		
	効力	大腸菌	効力	大腸菌	効力	大腸菌	効力	大腸菌	
1	+		+		+		+		効力 ┌＋：効力あり └－：効力なし 大腸菌（コロニー数） ┌－：0 個 └＋：1～49個 #：50～199個 #：200～499個 ～：500個以上
2	+		+		+		+		
3	+		+		+		+		
4	+		+		－	+	+		
5	+		+		－	+	±		
6	±		+		－	+	－	+	
7	－		±		－	#	－	+	
8	－	+	－		－	##	－	#	
9	－	+	－	+	－	##	－	##	
10	－	+	－	+	－	～	－	##	

特にクレゾール石けん液やオルソ剤などは、塩類によって遊離するため、クレゾール石けん液は不溶となり、液の表面に浮いて消毒力が失われる。

土壌中には、有機物や様々な無機成分が多数含まれており、土が消毒液に入ると、消毒力は著しく低下する。

6) 水 質

雨水、井戸水、水道水及び川水等は、その中に含まれる成分が地方によってかなり異なる。

カルシウム及びマグネシウム塩類を多量に含んでいる水を硬水といい、少量含んでいる水を軟水という（我国では、水100ml中にカルシウムとマグネシウムを酸化カルシウムに換算して、20mg以上含むものを硬水、10mg以下含むものを軟水という）。

硬水の中に含まれる金属イオンの種類によっても異なるが、硬水で 消毒薬を希釈すると消毒効果が減少する。海岸近くで海水混入のある水の場合などは、一度煮沸すると軟水になる。

なお、水道水の場合は、水の殺菌のために、塩素剤を使用しているので、希釈する消毒液との拮抗作用に十分注意する必要がある。

7) 湿 度

湿度は、粉剤を保管する上で問題となる。生石灰は吸湿性があり、開封すると空気中の水分を吸収して消石灰となる。消石灰は、さらに空気中の炭酸ガスと結合して、消毒力のない炭酸石灰（カルシウム）に変化する。

サラシ粉は、日光、湿度等により遊離塩素が減少し、効力が減弱する。

この様に薬品は、保管する場所や条件が適切でないと、その効力を保つことが出来ない。

8) 消毒薬を2種類以上混合しない

消毒薬を2種類以上混合して使用することはないと思われるが、異なる系統の消毒薬では、PHの違い、その他の化学的変化で、消毒の効果は低下する場合が多い。

例えば、逆性石けん及び両性石けんは、クレゾール石けん、オルソ剤、サラシ粉、ヨード剤と混合すると消毒料が減弱する。

消毒液を2種類混合して、明らかに効果が高まる例としては、苛性ソーダ液（2%）に消石灰を3%の割合に混合させた乳剤を使用すると、苛性ソーダ液が空気中の炭酸ガスと化合して、消毒力のない炭酸ソーダに変化するのを防止し、殺菌効力を持続させることが出来る。