

【解説】

空中のウイルス・微生物不活性化と CT 値

関 秀行

株式会社ピュアソン 〒171-0014 東京都豊島区池袋 2-63-4

The Inactivation of Virus and Microbe in the Air & CT Value

Hideyuki SEKI

Pureson Co. Ltd., 2-63-4, Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-0014, Japan

Key words: CT 値 (CT value), モノクロラミン (monochloramine), 細菌 (bacteria), ウイルス (virus), アメーバ (amebae)

はじめに

生活環境における空気中には、さまざまな種類の微粒子がエアロゾルとして浮遊している。また、この微粒子も無生物である無機・有機物（微生物の死骸断片 endotoxin を含む）ばかりでなく、生物の細胞内に取り込まれて（感染して）はじめて増殖するウイルス virus のような半生物もあれば、マイコプラズマ mycoplasma, 芽胞菌を含む細菌 bacteria, 酵母 yeast・カビ mold・キノコ mushroom or toadstool など真菌 fungus, アメーバ ameba および同シスト（囊胞）cyst もある。孢子・シストは飛びやすい。

したがって、感染増殖するウイルスや自己増殖する微生物は、病原体になるものを簡単に選別することができないので、一括して不活性化あるいは殺す必要性を生じる。

そうはいても、これらを完全に破壊または溶菌することは難しいので、実務者は予備実験を行って「使用する薬剤や電磁波などの必要濃度または強度」および「接触または照射時間」を把握しておき、不活性化の対象ごとに薬剤処理などの措置をする。

薬剤を使用する場合、上述濃度または時間のいずれかを条件の定数とし、ウイルス・細菌種ごとに接触させるべき時間または濃度を示すのは断片的で、かえって煩雑になる。

そこで、最近は濃度時間積：CT 値（濃度：mg/L と時間 min. の乗数）で示すことが一般的になった。

ただし、薬剤の形態（化学構造）や反応機構が水素イオン H^+ の濃度（ $pH = -\log[H^+]$ ）により変化することは避けられない。よって、水中の微生物などの不活性化作用は CT 値のみでは決まらず、pH の影響を受け大きく変化することがある。

具体例を示せば、水中次亜塩素酸は、低 pH（酸性）から高 pH（塩基性）に向かって、二原子分子ではない塩素水和物（ $Cl_2 \cdot 8H_2O$ ）・次亜塩素酸（HOCl）・次亜塩素酸イオン（ OCl^- ）と構造変化（解離平衡）し、これに伴い CT 値も大きく異なってくる。

オゾン O_3 や二酸化塩素（ラジカル）・ ClO_2 の場合は、溶存状態での解離平衡より、分子構造の維持時間すなわち寿命が不活性化を大きく左右し、pH の影響は小さい。

こうした理由で、CT 値はかならずしも一定にならず、菌種と pH の条件および目標不活性化率により、「最小値の 20 倍程度」の幅を持っている。また、CT 値を示す際に、目標不活性化率を $2\log=99\%$, $3\log=99.9\%$, $4\log=99.99\%$ と付記するのが慣例になっている。生活環境とくに空気に関しては、滅菌： $3\log=99.9\%$ を目標とする意義は薄く、除菌： $2\log=99\%$ を目標に示された CT 値を参考にするのが合理的といえる。

1. 不活性化剤各種

1-1. ハロゲン系殺菌剤と用水消毒に用いる線図

いわゆる“空気感染”による疾病がいまほど騒がれなかったのも、消毒の実務者の多くは「養殖や食

品加工を含めた用水絡みの業界」に所属していた。よって1970～1990年代、微生物不活性化剤（消毒剤・殺菌剤・殺藻剤）の効果は、そのほとんどが「水溶液中の濃度」で調査されてきた。

上水におけるオゾン処理に関して、当時の厚生省が水道担当係長会議を開催したのは昭和51年（1976年）であり、それまでは塩素消毒一辺倒であった。そして実務者に対し示されたのは、当業での指標菌：大腸菌 *E.Coli* を対象に、図1（J.L. Tuepker; Practices and Experience of Potable Water, AWWA Disinfection Seminar, Anaheim Convention Center, pp. 7, 1977）などの読み取りやすい線図であった。

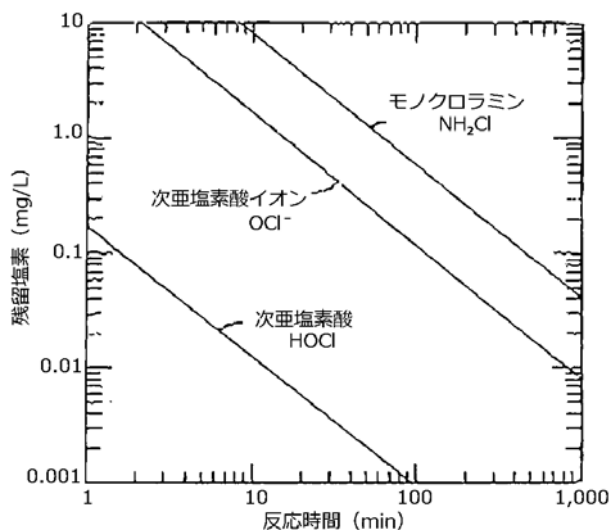


図1 HOCl, OCl⁻ & NH₂Cl の殺菌線図¹⁾

もちろん、国内発刊の殺菌工学専門書（たとえば芝崎勲：『新・食品殺菌工学』，光琳，1983²⁾）では、次亜塩素酸塩に関する細菌種ごとの殺菌作用が文献整理されていた。しかし、この種のデータは、pH、液温、有効塩素濃度、作用（接触）時間など多項目の条件を示したうえで死滅率を%表示していたから、図1のような利便性がなかった。

pHは、次亜塩素酸およびクロラミンに関して、非解離とイオンの構造比率（解離平衡反応）、あるいは、モノクロラミン NH₂Cl／ジクロラミン NHCl₂／三塩化窒素（トリクロラミン）NCl₃の混在比率を決定する最大の要因である。

よって、pH、薬剤濃度および接触時間を軸にした三次元図で殺菌作用の強度を表すこともできないわけではないが、読み取りが難しく実用的でない。

また液温は、上述の平衡反応に影響する。ただし、*Bacillus metiens* に関する記載データ²⁾で明らかな

ように、20℃と30℃では同pH・有効塩素同濃度で殺菌所要時間が半分になる程度である。つまり、殺菌作用への影響はそれほど大きいものではない。

よって、四次元の図表もまた実用的とはいえない。用水処理であれば、実際の用水温度に適用できる「わかりやすい指標値」がほしいのである。

1-2. ハロゲン系殺菌剤とオゾン水・二酸化塩素のCT値

図1の線図は、2～6℃、2log（99%）殺菌の条件設定である。また、1980年代になって「薬剤濃度 Concentration と接触時間 Time の乗数」を一つの指標値としたCT値が、表などで示されるようになった。CT値は、HOCl：0.1～0.2，OCl⁻：8～20，NH₂Cl：40～100である。別の殺菌剤も含めたCT値を表1に示す。表1には、pHと水温（液温）の条件提示もしてあるが、「c⁺b⁺」として記載されたCT値が最重要で、接触時間＝1min（分）のときの大腸菌・ポリオウイルス・アメーバ（シスト⁴⁾）に対する殺菌所要濃度がわかるようになっている。CT値の単位は、前述の定義から[mg/L][min]=[min・mg・L⁻¹]である。しかも、8種の薬剤成分についてCT値を載せているので、塩素・他のハロゲン・オゾン系消毒剤でこの表1を使うことができる。

具体的な説明をしよう。pH=4～6の次亜塩素酸水（略して塩素水）は、その解離平衡からほとんどが非解離分子の次亜塩素酸（HOCl）形態になっている。したがって、大腸菌 *E.Coli* は0.04 mg/Lの有効塩素濃度でも1分間浸（接触）されていればその99%が死ぬ。CT値定義から、一桁濃い0.4 mg/Lでは0.1 min.=6 sec.(秒)で死ぬ計算になる。

同じ0.4 mg/Lの濃度で水温の影響を推定すれば、高温ほど殺菌力大だから、表1より高い20℃では6×0.7≒4 sec.(秒)，30℃では6×0.4≒3 sec.(秒)で死ぬことになる。

同じ塩素水を pH=10 に調整すると、解離平衡は変化、ほとんどが解離した次亜塩素酸イオン（OCl⁻）になる。すると、表1によればCT値は0.92になり、有効塩素濃度0.5 mg/L・水温5℃で0.92/0.5=1.84 min.≒2分の接触時間を要することになる。

このほぼ中間になる pH=7.5 で HOCl と OCl⁻ とは各50%の等分になるから、CT値はOCl⁻分を省いて0.08とみなして差し支えない。また実務上は、

表 1 ウイルス・微生物各種の 99%不活性化 CT 値³⁾

Disinfection Agent	<i>E.coli</i>			Poliovirus 1			<i>Entamoeba histolytica</i> cysts		
	pH ^a	Temperature (°C) ^a	c+ ^b	pH ^a	Temperature (°C) ^a	c+ ^b	pH ^a	Temperature (°C) ^a	c+ ^b
Hypochlorous acid HOCl	6.0	5	0.04	6.0	0	1.0	7	30	20
				6.0	5	2.0			
				7.0	0	1.0			
	(中性)		(0.2)			(5)			(100)
Hypochlorite ion OCl ⁻	10.0	5	0.92	10.5	5	10.5		NDR ^c	
			(20)			(>200)			(1000)
Ozone O ₃	6.0	11	0.031	7.0	20	0.005	7.5-8.0	19	1.5 ^d
	7.0	12	0.002	7.0	25	0.42			
			(0.01)			(1)			(10)
Chlorine dioxide • ClO ₂	6.5	20	0.18	7.0	15	1.32			
	6.5	15	0.38	7.0	25	1.90		NDR ^c	
	7.0	25	0.28						
Iodine I ₂	6.5	20-25	0.38	7.0	26	30	7.0	30	80
	7.5	50-25	0.40						
Bromine Br ₂		NDR ^c		7.0	20	0.06	7.0	30	18
Chloramines Monochloramine NH ₂ Cl	9.0	15	64	9.0	15	900		NDR ^c	
	9.0	25	40	9.0	25	320			
			(50)			(1000)			(200)
Dichloramine NHCl ₂	4.5	15	5.5	4.5	15	5000		NDR ^c	

a: 出典元の内容を精査し, pH7.0, 20°Cで培地密閉条件を一般的条件とした. 引用文献によっては別条件のものや薬剤の構造形態により条件が制約される場合 (HOCl の温度や OCl⁻ の pH など) は, 表に記載した通りである.

b: 不活性化所要濃度 (mg/L) × 接触時間 (min) = 1 分接触時の所要濃度: CT 値 (mg/L・min)

c: 報告データがないが, 有用データが少なく類似実験データとの整合性が疑われる項は記載しなかった (NDR).

d: 数値は浄水を使った実験から得た生データである. しかしながら, 蒸留水による類似実験結果でも不活性化時間に致命的な差異はない.

出典: William *et al*, Water chlorination: chemistry, environmental impact and health effects, vol.5, Lewis Publishers, Inc. (1986)

※括弧内の数字は, 関秀行, アメーバ & 寄生菌とどう向き合うか『水槽浴槽のレジオネラ症対策』, メルス技研 R&D センター (2007) より引用

水温の校正もしなくて差し支えない. 消毒作業失敗のリスクを回避するため, CT 値には余裕を持ちたい.

筆者がレジオネラ症対策として提唱している Flip-Flap 消毒は, 表 1 における HOCl 消毒と NH₂Cl 消毒を交互に繰り返すものであるから, 大腸菌に対する CT 値≒40~64 ではなく, レジオネラ属菌の宿主となるアメーバ (シスト) に対する CT 値≒200 を目安として採用, NH₂Cl 濃度: 0.4~0.5 mg/L で 6.7~8.3 時間接触を見込んでいる⁴⁾.

また, 古くから使われてきたヨードチンキ (ヨウ素殺菌剤) を使用するとき, 表 1 から pH=6.5~7.5 で CT 値≒約 0.4 となる. つまり, 0.4 mg/L の濃度であれば大腸菌の 99%を殺すのに接触時間 1 分間を要すが, 現実としてこれで問題は生

じない.

2. 空気感染と空間殺菌

2-1. 空気感染

かつて「空気感染」の代表格は結核菌であった. 結核菌は, 肺門部のマクロファージ (大食細胞) などに寄生, 免疫システムによる監視下において根絶は容易でない. したがって, 多剤耐性を獲得した結核菌が免疫力低下で覚醒, 発症することがいまでもある.

ただし, 近代社会の関心事は細菌からウイルス感染症やアレルギー症に移行し, 「うがい・手洗い・マスク」が対処法の「三種の神器」のごとく喧伝されている. インフルエンザをはじめ, 国立感染症研究所が感染患者数の情報を発信するようになった.

また、PM2.5 (2.5 μm のフィルターで捕集できる微小粒子)⁵⁾ も問題とされるようになって、空気環境に「四日市ぜんそく」・ダイオキシン以来の関心の高まりがみられる。

ウイルスやアレルゲン (タンパク質) の体内侵入は、細菌の空気感染や食物の消化吸收 (糖質とアミノ酸) の仕組であるファゴサイトーシス (食作用) とは異なり、「受容体依存性エンドサイトーシス」と呼ばれる取込みで起きる。

人体の粘膜上皮細胞にある受容体 receptor とピタリ嵌合する抗原決定基 (表面露出タンパク質) を有する物質だけが取り込まれ、ウイルスであればガンマグロブリン (イムノグロブリン IgG)、花粉などアレルゲンであればイプシロングロブリン (IgE) を抗体産生細胞が体内産生して対抗する。過剰応答でアレルギー症になることもある。

そこで医療関係者は、まず感染を防ぐために上述の“三種の神器”対策を考え広報しているが、とくにウイルスに対して実際の成果は少ない。その理由は何か。

ウイルスは輸送体 transporter と称される貫通孔構造を持たないので、不活性化剤の成分が内部まで浸透しない。浸透しなければ、コア core 内部にある RNA なり DNA も変異しない。よって、「抗原決定基の損傷による受容体との嵌合阻止」に狙いを定めるべきであるのに、実際は一挙に「完全破壊」を目標とし失敗しているからである。アレルゲンのタンパク変性についても、同じ誤りを犯している。

また、腸内だけでなく、口腔から肛門までの消化器官はもとより、気道や体表にも常在の共生菌がいる。これら共生菌はそれぞれ縄張りを持っていて、非自己異物が体内すなわち粘膜上皮細胞内に侵入するのを阻止している。共生菌の数だけでいえば、60兆個といわれるヒト細胞数の2倍以上になる。

手指・足・顔・首など露出している皮膚表面に付着した非自己異物を「石けんなどを使って洗い流そう」と考えることに、そもそも無理がある。塵埃や光学顕微鏡でようやく見ることができる細菌を水に乳化させて落すことができても、電子顕微鏡でしかみることができないほど小さなウイルスは、いかなる界面活性剤 (石けん) を用いてもミセル化 (乳化) はできず、落とせない。これも理由の一つである。

さらに、ウイルスをマスクで気道侵入阻止するのは原理的に不可能といってよい。呼吸が円滑に行えるメッシュ mesh では、0.3 μm 以下のウイルスを

阻止、「ろ別」は不可能に近い。前掲の PM2.5 さえ粒子径は最小 2.5 μm で、吸入阻止は難しいのである。

それでもなお各種のマスク着用が流行るのは、感染者の咳やくしゃみに伴う唾液・鼻水の飛沫が未感染者まで飛ばないようにする効果を期待できるからである。

もちろん、インフルエンザウイルスなどウイルス種によっては、呼気中の水分をマスクの内側に止め、吸気中の湿度を高く維持して上述の抗原決定基変性も狙える。

蛇足になるが、治療薬として知られるようになった“タミフルや“リレンザ”では感染の予防はできない。なぜなら、これら医薬は、細胞内で増殖したウイルスが細胞外に出て宿主細胞から離脱、別の非感染細胞へと受容体依存性エンドサイトーシスにより再度感染、または呼気中に拡散する際の「宿主細胞からの離脱阻止」に有効だからである。インフルエンザウイルスでこの離脱を果すのが、ノイラミニダーゼ NA と呼ばれる表面露出酵素で、上掲薬は受容体と NA の間に挟まり切断を阻害する。

また、このような機構 mechanism を、薬理学・医学では「機序」といっている。

2-2. 口腔内除菌 (“うがい” の効用)

原点に立ち戻って「抜本的な感染阻止」を考えるなら、三種の神器で言及しなかった“うがい”の意義を再検討することが必要になろう。ただし、“うがい”は口腔に入った細菌類に限定して除菌・排出するものであるから、鼻腔洗浄はしない。

そしてこれまで、「うがい」として広く知られるのは「水道水」や「食塩水」によるものであるが、「うがい薬」となれば多くの人が“イソジン”を挙げよう。

日本国内にかぎり、『水道法施行規則』で残留塩素濃度の規定があることから、水道水が滞留し残留塩素が消滅していなければ、立派に殺菌力を有している。

表1と管末給水栓の下限值 0.1 mg/L に基づいても、口腔内で $0.04/0.1=0.4 \text{ min.}=24 \text{ sec.}$ すなわち 24 秒間、ガラガラ“うがい”を行えば、大腸菌類はほとんど死ぬ計算になる。

実際の口腔内には、共生菌の他、ムチンなどタンパク質を含む唾液、食べ物の滓や歯垢成分などがあるから、遊離塩素 0.1 mg/L では1秒も経たず反

応し、クロラミンを生成あるいは自己分解するから遊離塩素は消滅する。

よって、**口腔内のウイルスや細菌を不活性化するには、消毒剤の増強を必要とする。**

“イソジン”の有効成分は、ポリビニルピロリドン-ヨウ素錯体であり、「ポピドンヨード」の略称がある。次亜塩素酸の約 10 倍になる CT 値のヨウ素 (I_2 または I_3^-) は、錯体になっているため緩慢に遊離してくる。反面、反応速度は遊離塩素より遅く、その分だけ消滅も遅いので、接触時間を稼ぐことができ確実に殺菌する長所を持つ。

こうして、遊離ヨウ素が細菌表面の酵素・受容体・アクアグリセロポリリンなど輸送体に何らかの作用をした結果、菌類は不活性化される。

一方、対ウイルスの場合、細胞内に入り（感染）、脱殻してウイルスが増殖を始める際の pH が 5.5 以下であることがわかった。この観点から考えれば、梅酢や食酢を垂らし pH<5.5 にした水道水でも、受容体依存性エンドサイトーシスにおける被覆小胞形成とこれに続くクラスリン被覆を阻害すると予想され、感染予防を期待できる。

要は、**ウイルスの構造破壊や溶菌を狙わなくても、感染後の治療に用いる医薬より有効な感染予防手段はありうる**のである。

2-3. 空間殺菌

空間に浮遊している状態で、気道・口腔・消化器の細胞内部への取り込みをできなくさせるには、前述したウイルス表面上の抗原決定基（インフルエンザウイルスであればヘマグルチニン HA）を変性させればよい。これには、表 1 掲載の薬剤噴霧による空間殺菌（ウイルス不活性化を含む）が有力な手段となろう。

ただし、空間殺菌はまだ始まったばかりの分野であり、裏付けとなるデータが極端に少ない。実験を行なうにしても、サンプリングからしてきわめてむずかしい。

たとえば、薬剤を噴霧した後にエアサンプラーで浮遊菌を捕集したとしても、薬剤がフィルター部に結露し菌類に作用する可能性を否定できないから、浮遊段階における菌類の生死は実のところわからない。レーザーを用いた粒子（コロニー）カウンターで映像解析しても、レーザー光の直撃で死ぬことも考えられ、実態はつかめない。

つまり、空間殺菌・浮遊ウイルス不活性化の実態

は、各界で手探り状態といってよい。そこで、これまでにわかりかけてきた状況のいくつかをここに示そう。

イチゴのハウス栽培において、薬剤を用いなくて採算が取れる程度の数の青色 LED で可視光照射をすると、子囊菌によるウドン粉病などの予防や害虫侵入防止ができそうとわかった。波長がより短い近紫外線の照射でも同じ効果が得られるにちがいない。地中に潜む夜盗虫など夜行性害虫も、短波長の可視光線や近紫外線を嫌うはずである。

最近になって、ヒトの網膜に強い傷害を与えるのが、緑～赤色より青色光など短波長光線であることも判明した。「殺菌線」と呼ばれる紫外線や空气中でオゾンを生じる遠紫外線だけが、微生物不活性化に有効」とする考え方は視野が狭いことになる。

ここでは、電磁波照射は割愛、薬剤に限定して検討してみたい。

空間に浮遊するさまざまな物性の粒子と、気化または噴霧した薬剤が、なんらかの反応を起こさなければウイルスを含む微生物の不活性化も起きない、ことを基本とする。そこで、気化した化学物質（薬剤成分）の分子構造において、水和物（古くは水化物と称した）構造を想定し、反応機構を解明することが不可欠になってくる。

空気の組成と湿度の意味から検討を始めよう。

空気は、基本的に 21%の酸素、78%の窒素、1%未満のアルゴンの混合気体であり、これに地球の自然代謝で生じる水、二酸化炭素、メタン、窒素酸化物やイオウ酸化物の微量を含む。このうち、もっとも重要なのが「水」で、相対湿度 RH は空間殺菌を考えるうえで外すことができない因子となる。

水に機械的振動を与えながら電気分解すると、水素 1 モル・酸素 0.5 モル（つまり H_2O ）の混合気体に 1～27（中央値は 14）モルの水が水和した形で気化してくることがわかった。乾燥したこの混合気体は“ブラウンガス”あるいは“爆鳴気”と呼ばれ、爆発の危険性が高い。ただし、着火すれば燃えるが、水和していれば爆発はしない⁶⁾。

このように、水素、酸素でさえ水和し気体となるのであるから、エアロゾルと呼ばれる粒子と塩素・オゾン・二酸化塩素ラジカルとが二原子分子または三原子分子のまま反応すると考えるのは早計であり、水（湿気）の介在を考慮しなければならない。

乾燥したガスを吸入して気管支炎などの傷害をもたらす毒性についても同じである。

生物の気道・口腔内粘膜の上皮には、かならず水が存在する。それが分泌液と称されるものであって、主成分は水であり、これに電解質や細胞質が溶存・懸濁している。

すると、比較的水和しやすい塩素は、pH が低い状態では $\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ （結晶形、結晶水数は既知）、弱酸性では $\text{HOCl} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ の状態で気化し、また、結露中では再溶解しているにちがいない。したがって、短寿命のオゾンや二酸化塩素についても、空間殺菌においては乾燥したガス分子ではなく、水和物でその機構を考えたい。

つまり、液相と気相とで、微生物不活性化の機構に大きな相異がなければ、そのまま適用できないとしても「1-1 の線図や 1-2 の CT 値は活用できそう」ということになる。

手動噴霧 handspray による消毒と超音波加湿器などによる煙霧 mist 消毒とで、固体表面に付着した液滴や結露水の組成および不活性化機構に大差はないとする実験結果もある（筆者らが報告済み）。ますます、線図や CT 値が活用できそうだ。

よって、今後の空間殺菌実験は、薬剤濃度の他に湿度因子を考慮して行いたい。

逆に、ここには掲載しないが、作業環境基準として「乾燥した気体」について示された勧告値は、空間殺菌に関してはまったく役に立たないことになる。

3. 生活空間における殺虫

筆者の専門である殺菌・消毒から多少外れるが、当学会で論議の対象としてきたものの多くは、微生物よりはるかに大きい昆虫類であろう。ダニ、チャタテムシ、蚊、ノミ、シラミから蛾・ゴキブリにいたるまで、いずれもヒトと同じ多細胞動物である。肺呼吸でなくても呼吸器官を有し、血管や神経細胞も持つ。

これを排除するとなると、殺虫剤が広く使われる。殺虫成分もさまざまであるが、所詮は呼吸・血液・神経に対して毒性を発揮し、有害生物を殺す。この特徴が大事である。

つまり、殺虫剤は化学物質の反応性というより「毒性」を利用したものであるから、生体内における酸素 - 二酸化炭素交換の機構、血球の働き、神経伝達の仕組みを理解していなければヒトに対する毒性の評価はできない。殺菌剤・除草剤・殺虫剤と大別される農薬の分類で、空気殺菌剤と同様に殺虫剤を扱うと「想定外」の問題が多発する。

まして、一般家庭では雑貨として扱われることが多い殺菌剤と同様に、「自らが呼吸している空間に、農薬である殺虫剤を減多やたらと噴霧してかまわない」ということにはけっしてならない。

かつて一般家庭でも使われ、農薬として使用禁止や使われなくなった殺虫剤に、DDT, BHC, アルドリン, ディルドリン, エンドリン, 二臭化エチレン EDB やクロルデンがある⁷⁾。ほとんどが有機塩素（ハロゲン）系化学物質で、残留性が高い特徴を持つ。

これに対し、表 1 に記載の化学物質は残留性が低く、固体表面に霧・液滴で付着しても表層で反応しすぐに分解して失効する。だから、空間殺菌に使える。

一方、いまでも使われている類似化学物質に、燻蒸殺虫剤として臭化メチル、液殺虫剤としてアセフェート・クロルベンジレート・アミトラズ・D-D・ケルセンなどがある。

ただし、一般家庭でも使われる殺虫剤のほとんどは「ピレスロイド系」と呼ばれるもので、除虫菊に含まれる成分であるピレトリンおよびこの誘導体である。ピレトリンは天然成分で、蚊取り線香など長い使用の歴史があり、急性毒性も弱いので神経質に警戒しなくてよい。慢性毒性や発ガン性も確認されていない。

問題は、米国 UCC が工業生産した合成ピレトリン（アレスリン Allethrin）以降に同族誘導体として登場してきたペルメトリンとシペルメトリン⁷⁾である。

ペルメトリンは、家庭用殺虫剤の主成分として“アースレッド”，“コックローチ S”，“大正ゴキブリゾル”，“バルサン P ジェット”に含まれ、家庭園芸用“キンチョール E”や“カダン AP”の主成分でもある⁷⁾。本業向け農薬として“アディオオン”がある。

シペルメトリンは、農家向けに商品名“アグロスリン”として出回っているが、普通のペルメトリンに対し、これの急性毒性は強く、劇物指定になっている。

しかも、ペルメトリン、シペルメトリンともに米国 EPA が「発ガン物質」指定している⁷⁾点を重視したい。そもそも、発ガン性は慢性毒性のなかで最も恐れられているものであり、一般家庭で広く散布・噴霧されていることこそ注目し議論されて当然である。

水道水中のトリハロメタン THM は、いまだ国際ガン研究機関 IARC のランクでは被疑段階「2B」のままである⁸⁾のに、ペルメトリンとシペルメトリンが野放しのままでは、「だれがみてもおかしい」と考えるであろう。現実社会にはこうした矛盾が多々ある。

そうはいって、アレルギー症の原因として、カビなど真菌やダニなど害虫から出るエンドトキシン（糞や死骸のタンパク質性毒素）が挙げられるようになり、家屋内でこれらの虫が見つかるようになれば、退治したくなるのも人間の本能であろう。

そこで筆者らは、「もっとも穏やかで効果的な殺虫法」として「兵糧作戦」を採っている。ダニやチャタテムシなどがカビを栄養源にしているなら、カビの孢子形成を阻害する薬剤で生えなくする（増殖・繁殖を阻止する）方法である。

3.で挙げた害虫に共通する環境条件は「多湿を好む」ことにあり、除湿も有力な対処法の一つである。また「塩素系殺菌剤と反応してクロラミンなどに変性したタンパク質は、害虫の餌として好まれない」ことに注目している。反応後は速やかに失効する薬剤なら、慢性毒性の心配も無用になる。「憎き相手は即刻殺してしまおう」という物騒な考え方をしていないことに注目され、この研究思想に賛同を得たい。

なお、大腸菌 *E.Coli* と A 型インフルエンザウイルス (H1N1) を対象に、超音波霧化法による空間・遠距離殺菌あるいは不活性化が実験的に有効確認され、報文がでてくるようになった。つぎは、真菌お

よび都市有害生物が研究対象になろう。期待したい。

参考文献

- 1) Tuepker, J. L. (1977) *Practices and Experience of Potable Water*. p.7. AWWA Disinfection Seminar. Anaheim Convention Center.
- 2) 芝崎勲 (1983) 新・食品殺菌工学. p. 249. 光琳, 東京.
- 3) William P. Davis and Morris H. Roberts, Jr. (1986) *Water Chlorination: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*, vol.5, (R.L. Jolley, Richard J. Bull, William P. Davis, Sidney Katz, Morris H. Roberts, Jr., and Vivian A. Jacobs, Eds.). p.10. Lewis Publishers Inc.
- 4) 関秀行 (2007) アメーバ & 寄生菌とどう向き合うか『水槽浴槽のレジオネラ症対策』. pp. 1-72. メルス技研 R&D センター, 東京.
- 5) 関秀行 (2013) 環境衛生学の最先端. pp. 付 9-付 10. メルス技研 R&D センター, 東京.
- 6) 「笑ってコラえて!」日本テレビ放送網, 2013 年 4 月 17 日放送, 液体イオン化質量分析計チャート画像
- 7) 渡辺雄二 (1999) 食卓の化学毒物事典. pp. 230-231. 三一書房
- 8) 関秀行 (2003) 環境衛生自治事務とリスク算定『水道 & プールと健康』. pp. 163-164. メルス技研 R&D センター, 東京.