

(一社)日本スイミングクラブ協会 JSCA 広報 2020年 3月 2日

文責：(公社)日本水道協会特別会員・スイミングプール水質管理懇話会代表世話人

関 秀行

前略 COVID-19騒ぎがSC協会各位の施設にも及んでいると拝察します。
そこでここに、世界唯一の現役・塩素化学者として、活用できる関連情報を提供しますので、会員各位が検索できるようにして広めてください。 草々

記

COVID-19はRNAウイルスでエンベロープ(+)であるが、いわゆる“鼻かぜ”の主因とされるライノウイルスもピコルナウイルス科のRNAウイルスでエンベロープ(-)、オルソミクス科に属するインフルエンザウイルスやコロナウイルス科のヒトコロナウイルスはともにRNAウイルスでエンベロープ(+)である。いずれの症状も発熱・“かぜ”であり、重症化して肺炎を起こす。

ピコルナウイルス科のポリオウイルス Poliovirus やコクサッキーウイルス Cocksackievirus もRNAウイルスである。水道界では1970年代に、遊離塩素によって不活性化率99~99.9%(2logs~3logs)のCT値が得られていた¹⁾。このウイルス種について0.2~1.8 mgL⁻¹・minと0.2~2.4 mgL⁻¹・minの両ウイルスCT値を活用しないで予防策を検討するのは、愚かなことというしかない。

アルコール消毒におけるCT値は、黄色ブドウ球菌で3×10⁶ mgL⁻¹・min、溶血連鎖球菌で1×10⁵ mgL⁻¹・min、結核菌で2.4×10⁵ mgL⁻¹・minと塩素消毒に比し途方もなく大きい。現状は対ウイルスのCT値提示がなく「有効」とする。

作用機序が異なりプールが関係する遊離塩素でも、対ウイルスのCT値は対大腸菌CT値の約25倍、同イオン[OCl⁻]のCT値は次亜塩素酸[HOCl]の約5倍である。よって、アルコールを噴霧してもすぐ揮発、ウイルスを瞬時に不活化できるはずがない。筆者の主張に医療界が反論するなら、アルコール消毒殺菌と同様の条件設定のもとで対ウイルスのCT値を算定した結果を示すべきである。

遊泳用プールにおいて、1990年代に、アデノウイルス対策主体の塩素消毒方法と、当時の関心が高かったエイズウイルスHIVの不活性化(不活化)および治療法とが検討された。水系感染するはずもないHIVに対する漠然とした不安が遊泳用プールにまで及んでいた。それほどウイルス不活化についての情報は少なかった。プール施設においてウイルス感染症は発生しているが、ほとんどは経口でなく接触感染、プール外での用具共用やロッカーなどの経路で起きた。

つまり、遊離残留塩素0.9~2.2mg/Lのプール水から検出されたウイルスはコクサッキーB4とエコー7型(米国・1981年)だけで、より低濃度またはゼロの塩素消毒プールで検出されたアデノ3・同4・同7、ポリオ1、コクサッキーB・

同 B4、エコー3・同 11 およびパラインフル 1 は、遊離残留塩素 0.9~2.2mg/L のプールでは検出されなかった²⁾。もちろん、近年になって散見されるようになった食中毒原因のノロウイルス、前出のライノウイルスやコロナウイルスがプール水から検出された報告もいまだ皆無である。よって、プール水における通常の塩素消毒で、ほとんどのウイルスは確実に不活化されていることになる。

プールで注目されていた DNA ウィルスでエンベロープ (－) のアデノウィルスを不活化するのにアルコール消毒は無効で論外とされていた。そこでプールでは、細菌類を含めて塩素消毒が唯一実施されてきた。ただし、水着を着用するものの顔・手足の皮膚が水と直接触れることになるので、遊離塩素および結合塩素 (クロラミン) が皮膚・粘膜にもたらす障害を危惧する向きはあった。

一方、『学校保健法』の適用を受ける学校プールや条例または自治体の要領・要綱に拘束される民営・公営プールにおいて、かつて、足腰洗槽の設置が半ば義務化されていた。このときの遊離残留塩素濃度の目標値は、ふん便大腸菌類の殺菌を主眼とし、50~100mg/L (東京都のみ 5~10mg/L) であった。

民営プールの足腰洗槽に浸かった入泳者は、条例や厚生省通知から該水槽設置が削除されるまで一千万人以上いたことになり、動物実験を実施するまでもなく、「上述濃度での実績・実態から経皮毒性の問題はない」ことになる。

また、筆者が紫外線処理を導入した民営プール施設での事例³⁾⁴⁾になるが、薬液注入装置の誤操作で計算上の遊離残留塩素濃度が約 30mg/L にもなってしまったことに気付かないまま水泳指導カリキュラムが実行され、それでもなんらの支障も生じなかった。もちろん、プール特有の“塩素類臭気 (三塩化窒素 trychloramine: NCl_3 臭)”を感じた人はだれ一人いなかった。

つまり、遊離残留塩素 100mg/L の水に数分、同 30mg/L の水に 1 時間浸かっているだけでも、健常者の皮膚にはなんらの障害ももたらさない。⁵⁾

したがって、プール水を噴霧器に入れ、手指消毒や手指が頻繁に触れる個所に噴霧、5 分間放置した後に乾拭きすれば COVID-19 の完全不活性化ができ、プール施設内でマスク着用はまったく不要になる。着替室・ロッカー内の清拭もプール水で可、水着類の消毒も折角多量あるプール水に 10 分以上浸漬した後に脱水・乾燥すれば完璧にできる。トレーニング設備の清拭にも使える。以上
<参考文献>

1) Proceedings AWWA seminar: M.W.Selna, R.P.Miele, and R.B.Baird;

Disinfection for water reuse, pp12 (May 8, 1977)

2) 『水泳プール管理マニュアル』, ビル管理教育センター (1992)

3) 小島貞男: 『水道の水はこう飲めば安心だ』, 青春出版社 (1993)

4) 関 秀行: 『活性酸素・塩素とその反応性』, メルス技研 R&D センター, p114 (2015)

5) 関 秀行: “塩素トラウマ” を払拭する, 用水と廃水, 61 (11), 16~23 (2019)

提言 ウイルス対策に関する認識の標準化

(株)メルス技研・(公・社)日本水道協会特別会員 関 秀行 2020/02/20

1. はじめに

さまざまな産業や医療で消毒が行なわれている。これに用いられる薬剤は一般的に「消毒薬」と呼ばれるが、用途のちがいで「殺菌剤・抗菌剤・抗真菌剤・除菌剤・静菌剤・制菌剤・抗ウイルス薬」などとも呼ばれる。また、表現が不適切な「滅菌薬」と呼ばれた例もある。なお、これらは主に水溶液として使用されるが、なかには有機溶媒・油剤に溶解または懸濁されたものもある。

上述のように、消毒作業は医療に限ったものではなく、上下水道・廃排水・食品加工・農業・畜産業・建築物における衛生的環境の確保・生活用品など、ありとあらゆる場所・分野で実施されている。その作業には、高温・高圧滅菌、紫外線・放射線照射消毒などもあり、もちろんガスを含む薬剤消毒もある。

学術誌・学会誌に消毒に関する論文・報文が掲載されても、物質名や単位表記が各誌バラバラでは読者が理解するのに余計な負担を強いることになる。よって、いわゆる身内だけに通用する俗称や単位の表記は避けたいところである。

わが国は、国際度量衡において CGS 単位の使用を批准したが、米国は州法優位のため批准をしないでヤード・ポンド法のままでいる。ただし、水道界における「ポンド／ガロン[lb./gal.]」表記は国際標準化ができず、米国でも「mg/L」と単位表記する論文・報文が圧倒的に多い。オンス[ounce]なども同様である。

水道配管に用いる継手類や直管は、歴史的経緯から長さやネジのピッチがインチ inch を単位としてきた。そのため、これをミリメートル mm に換算、国際単位系 SI に沿った表記も併用する対応になっている。たとえば、従来の「1/2inch」は $\frac{1}{2}$ 表示で「1/2B」、ミリ換算が 12.7mm となるので $\frac{1}{8}$ 表示で「13A」となった。圧力も、[kg/cm²]から[MPa]や[kPa]の国際単位系 SI になった。これら国際的ルールは、他業界を含め日本工業規格 JIS も参照し、理解されたい。

2. 単位表記の統一

液剤としての消毒剤は、含有濃度が消毒力（殺菌力・不活性化力）を大きく左右するので、製品には濃度表示が不可欠になる。

成分濃度を示す単位としては「%」表記が一般的であり、液剤であれば「重量／容量(wt./vol.)%」の表記をする。ところが、1%以下の濃度になると表記桁数が多くなるので「百万分率 ppm(parts per million)」・「十億分率 ppb(parts per billion)」や unit（抗生物質など）による表記が、とくに医療・衛生絡みの分野に多い。ただし、このような単位表記は、国際単位系 SI に沿ったものではない。

かつては「千分率(パーミル)‰」の表記例をまれに見かけたが、近年はほとんど姿を消し、市場流通品の表示にも見かけなくなり、知る人も激減した。

一方、国内法である『水道法・水道法施行令・水道法施行規則』を例に挙げると、従前の「ppm」が昭和 53 年（1978 年）の改正でも用いられていたが、学術用語が満載になる「上水試験方法」においては「mg/l」、「水道協会雑誌」においては「l」や「l」の誤解を避け、「mg/L」とすることに改められた。

この点、『水道法施行規則』第 1 章 第 17 条 三”¹⁾の条文を確認されたい。

法制度にはつねに時代背景があり、規制内容も罰則を伴う法令に基づいた基準・規格 standard、国から自治体への強い技術的助言になる指針 guideline、暫定的なものが多い目標 goal、そして目安として参考にしたい判断条件 criteria と格付けされ、すべてに確固とした根拠があるとはかぎらない。

現に、省庁・自治体や関連団体が発する指針・要領（マニュアル）・要綱には、法律より格下になることもあって、いぜんとして「ppm」表記が罷り通り、日本政府からして SI 軽視がみられる。政令を発する内閣でありながら、**内閣府・食品安全委員会**のノロウイルス対策資料²⁾における表記の具体例は以下の通り。

調理器具等の消毒例として「塩素濃度 200ppm」、ドアノブ・カーテン・リネン類・日用品の消毒例として「塩素濃度 200～500ppm」、トイレ・浴槽の消毒例として「塩素濃度 300ppm 以上」、おう吐物・ふん便による汚染場所の消毒例として「塩素濃度 1000ppm」・汚染床を覆うのに「塩素濃度 200ppm」、患者使用のリネン及び下着類の消毒例として「塩素濃度 200ppm」・廃液には「塩素濃度 1000ppm 以上」の表記がある。

一見すると学術根拠を持つように見える。しかし、野菜・果物にはカタラーゼなど還元酵素やアスコルビン酸（V_c）など還元性成分が含まれ、汚染物中の被酸化物濃度も一律には決められない。よって、消毒作業時の残留塩素濃度を事前に一律算定することはできず、上掲値の根拠は薄弱で「ない」に等しい。

また、手許にある学術誌・業界誌でも、「日本防菌防黴学会誌」³⁾は SI の「mg/L」に沿った表記に統一しているが、同じ執筆者が載る財団発刊資料⁴⁾では「ppm」になっており、統一されていない。獣医学雑誌「畜産コンサルタント」⁵⁾や（一社）日本温泉科学会の機関誌「温泉科学」⁶⁾でも液中成分濃度の単位表記は「ppm」のままである。こうした不揃いは、それぞれの学会を主導する学研が所属する“ムラ社会”にドブプリと浸かり、天上人のつもりでいるためであろう。

医学会・感染症学会・獣医学会・薬学会など医療界の学研が公衆衛生や環境衛生の名のもとに行政（国家官僚および地方官僚）に知恵をつけて先導すると、旧態然とした学術上のルールさえ無視され、実質課題も解消・改善されない。

つまり、日本の学研は世界の潮流から外れ、庶民としての自覚もない。自らの研究費獲得のために汲々としており、異分野で得られている貴重な情報の収集や表記の単位・物質名の統一（標準化）に努めるどころではない状況に陥っている。この惨状は、失敗といえる COVID-19 感染予防策でも露呈した。

3. 物質名表記

手許に「消毒薬テキスト第5版（2016年）」⁷があり、指導者名・監修者名とともに執筆者として「吉田製薬文献調査チーム」が記載されている。これは医療界の資料で、異分野の筆者らが口出しすべきものでないかもしれない。

しかし、これら資料が食品・環境衛生の分野でも参考にされ、論文・報文や省庁通知など公文書にあたるものにも上述のような用語・用法の引用がなされると、各界の表記がバラバラになってしまう。それでよいのだろうか。

具体例をいくつか挙げよう。

上掲書をみると、WHO による「HIV に有効な処理方法」が表掲載されており、「医療器具の高水準消毒」の処理方法として「グルタラル：2w/v%, 30 分間」、「生体消毒」として「エタノール：70vol%, (以下、接触時間不記載)」・「イソプロパノール：70vol%」「ポビドンヨード：2.5～10w/v%」とある。

こうした通称使用が異分野との情報共有をするうえで溝をつくる。

世界保健機関 WHO は国連の下部機関であり、国際単位系 SI に沿わない加盟国もあることから慣用名を用いることが多い。そもそも、わが国の医学・薬学など医療の分野では、戦前はドイツ語、戦後は英語の専門用語が一般的であったため、慣用の薬剤名が残ったまま、いまでも幅を利かせている。

しかし、日本政府も国際度量衡や万国命名法を批准しているはずで、国家資格である医師・薬剤師でも特権階級然とした勝手な通俗的表記は許されない。

グルタラルの「作用機序」として「微生物中の SH 基、OH 基、COOH 基、NH 基をアルキル化し、DNA、RNA、蛋白質合成に影響を与える」と解説するからには、アルキル化は純然たる化学反応名であり、IUPAC 命名法になる「1,5-ペンタンジアル（1,5-Pentanedial）」でなくとも、「グルタルアルデヒド（Glutaraldehyde）[示性式：OHC(CH₂)₃CHO]」と表記願いたいもの。

同様にフタルは、「o-フタルアルデヒド o-Phthalaldehyde）[示性式：OHC·C₆H₄·CHO]」と表記するのが、合成が専門の化学者・化学技術者に対する礼儀というものであろう。病原体の不活性化は、医学・薬学者が独占して担うべき研究・開発分野ではなく、慣用名・商標も専門用語としては認められない。

ちなみに筆者は、カルバミド基[-CO-NH₂]を持つ尿素[H₂N-CO-NH₂]とグリオキサル[OHC·CHO]とからグリコールウルルを合成した経験を持ち、この脱水縮合反応が塩酸酸性下・液温：約 80℃で一挙に進行することを承知している。

上掲書の作用機序解説に、条件・処理方法・検査法の設定はない。タンパク質枝基のアミノ基[-NH₂]を塩素化し有機クロラミン[R-NHCl] {R は任意の有機鎖}にする次亜塩素酸イオン[OCl⁻]の作用機序との比較もないのが真相である。

また、化学物質扱いであれば、アルコールも「エチルアルコール[CH₃CH₂OH]」、「イソプロピルアルコール[(CH₃)₂CHOH]」のように表記するのが好ましい。

医療界が予防から治療まで独占しようとするから、すべてが大事に発展する。

ポビドンヨードも「ポリビニルピロリドン-ヨウ素錯体」と表記、ヨウ素含有量として約10%と注釈を付記していれば取扱者に対し親切になろう。

発ガン性試験の陽性・陰性判定に用い、また、食品添加物指定になっている塩素剤の化学物質名は、「次亜塩素酸ナトリウム[示性式:NaOCl または NaClO]

の表記である。ところが、流通品は結晶や無定形の固体ではなく、残留アルカリ（主体は水酸化ナトリウム NaOH）を含む高 pH・15%以下の水溶液である。水溶液中では pH 依存の解離平衡も存在する。ゆえに、通常の流通時では水和塩素ガス[Cl₂・7.7H₂O]や非解離・分子状の次亜塩素酸[HOCl または HClO]の形態で存在することはなく、全量が「次亜塩素酸イオン[OCl⁻ または ClO⁻]

の形態をとる。医療・食品衛生分野で「次亜塩素酸ソーダ」の俗称を用いないのは適切な判断といえるが、非解離の「次亜塩素酸ナトリウム」に固定した物質名表記をすることで、法を運用する行政側内部に誤解・曲解を生んでいる。

だからこそ、言葉遊びが過ぎるいま、物質名の統一表記を、と訴える。昨今は中国・武漢市に端を発した新型コロナウイルス COVID-19 騒ぎが起き、日本薬局方・消毒用エタノールの品不足を招いた。国が勧めたからである。

表1は日本薬局方のエチルアルコール含有率：76.9～81.4w/w%の根拠となるデータ⁸⁾であるが、あくまで細菌 **bacteria** を対象とし、ウイルス **virus** が対象ではない。

しかも、同表 c)のようにウイルスの浮遊媒体が喀痰の乾燥膜である場合や乾燥して水中から生じたウイルス膜に分けられて不活性化率を測定したデータも見ない。

「COVID-19 に対しアルコールは○（有効）」として消毒剤として勧める医療界の図太い神経には呆れ、「データのもとに講釈しなさい」である。

表 1 エタノールの殺菌作用に対する水分の影響

溶血連鎖球菌

a) *Staph. aureus* 黄色ブドウ球菌

b) *Strept. pyogenes*

エタノール濃度 (%)	殺菌時間	
	湿潤系	乾燥系
15	24時間以上	24時間以上
20	24時間以内	24時間以上
25	7時間	24時間以内
30	2 "	7 "
40	5分以内	15分
50	"	10分
60	"	5分
70	"	"
75	"	"
80	"	10分
85	"	15分
90	"	30分
94	"	24時間以内
99	"	24時間以上

エタノール濃度 (%)	殺菌時間 (分)
20	60
25	60
30	45
40	4
50	30秒
60	10秒以下
70	"
80	"
90	"
95	"
100	1.5分

CT 値 $> 1 \times 10^5 \text{ mgL}^{-1} \cdot \text{min}$

CT 値 $> 3 \times 10^6 \text{ mgL}^{-1} \cdot \text{min}$

c) *Mycobact. tuberculosis* 結核菌 CT 値 $> 2.4 \times 10^5 \text{ mgL}^{-1} \cdot \text{min}$

菌の浮遊媒体	アルコール濃度 (容量%)	殺菌に要する時間(分)	菌の浮遊媒体	アルコール濃度 (容量%)	殺菌に要する時間(分)
喀痰浮遊液	99 (無水)	0.5	喀痰よりの乾燥フィルム	99	> 60
	95	0.25		95	$30 \sim > 60$
	70	0.5		70	> 5
	50	1		70(重量%)	1
	30	> 60		50	$1 \sim 5$
水浮遊液	99	0.5	水よりの乾燥フィルム	99	> 30
	95	0.25		95	> 30
	70	1		70(重量%)	2
	50	> 5		50	$0.25 \sim 1$
	30	> 60			

4. 感染症対策のための各界認識統一

経口感染症予防で疫学的立証がなされている唯一といってよい事例は、戦後の普及が急速であった日本の水道であり、『水道法施行規則』第1章 第17条 三が道標になった。ただし、この規則で対象とした病原体も、流行が収まらず法制定当時の課題になっていたチフス菌・赤痢菌など細菌 **bacteria** であった。

この省令対象をウイルス **Virus** まで広げようとする、該規則では残留塩素濃度の上限を定めていないので改正は不要、緊急時には厚労省が発する通知などによって「通常濃度より高める」法運用をして妥当となろう。

ウイルス不活性化剤の選定にあたっては、各剤の不活性化能が数値化されていることが必要不可欠になる。当然のことながら、数値化するには病原体の定量および単位の統一が前提条件になり、細菌では単位容積あたりの集落数である CFU (**Colony Formula Unit**)、ウイルスでは単位容積あたりの溶菌斑数である PFU (**Plaque Formula Unit**) で表記されるようになった。

細菌では、増殖・培養するため無生物である栄養成分からなる培地が用いられ、培養後の集落 **colony** 数を計測してこれを標準とする。ウイルスでは、無生物の化学物質培地による増殖・培養ができないので、動物の組織細胞を高栄養の培養液で増殖させ、ウイルス感染したバクテリオファージを定量標準とする。

病原体の薬剤耐性は、細菌でもウイルスでも薬剤濃度 **Concentration[mg/L]** と不活性化所要時間 **Time[min]** とが $C_n \cdot T$ の関係にあり、通常は $n=1$ とした CT 値で評価するのが扱いやすい。ところが現況は、肝心要の現場において、解決の課題となったウイルス種について、CT 値が明らかになっているものはごく少ない。至近のウイルス種について述べよう。

近年、国内ではインフルエンザウイルス、ノロウイルスそして COVID-19 とウイルス感染症が流行、とくに COVID-19 では飛沫感染や“濃厚接触感染”への警戒が喚起された。同じウイルス感染でも、上掲ノロウイルスは経口による食中毒症、他の 2 種は経気道による呼吸器感染疾患であり、消毒作業の内容によって参考になる「薬剤効能に関する知見データ」の適否は異なってくる。

より具体的な指摘をすれば、水道界で得られているデータは水道水中に浮遊する経口感染ウイルスについてのもので、エアロゾルとしての空中浮遊の経気道感染ウイルスに適用するのは不適切といってよい。

また、ウイルスには DNA ウィルスと RNA ウィルス、被膜 (エンベロープ) を有するものと有しないものの種別がある。一般人への啓蒙資料としてウイルス学分野からわれわれに提供されたウイルスの種別と性状に関する情報を表 2 として引用したので参照されたい。しかし、騒ぎの最中では、こうした情報を共有した土俵で論議されることはない。COVID-19 で報じられるアルコール消毒がどれほど有効かも、実施してみなければわからないのが真相である。

表 2 ヒトに感染する主なウイルス

核酸の種類	ウイルス科	外形	エンベロープ ¹⁾	大きさ (nm)	主なヒトウイルス種	代表的なウイルス感染症
DNAウイルス	パルボウイルス	球状	－	18～26		伝染性紅斑 (リンゴ病)
	ヘパドナウイルス	球状	＋	40～48	B型肝炎ウイルス	B型肝炎
	パポウイルス	球状	－	40～55	パピローマウイルス ポリオマウイルス	子宮頸がん・尋常性疣贅・尖圭コンジローム 進行性多巣性白質脳症
	アデノウイルス	球状	－	70～90	アデノウイルス	咽頭結膜炎 (プール熱)・流行性角膜炎 急性呼吸器疾患
	ヘルペスウイルス	球状	＋	150～200	ヒトヘルペスウイルス (HHV) HHV-1 HHV-2 HHV-3 HHV-4 HHV-5 (サイトメガロウイルス) HHV-6 ²⁾ HHV-7 ²⁾ HHV-8	口唇ヘルペス 性器ヘルペス 水痘 (初感染) 帯状疱疹 (再発) 伝染性単核球症・バーキットリンパ腫 肺炎・網膜炎・先天性巨細胞封入体 突発性発疹 (熱性痲疹) 突発性痲疹 カポジ肉腫
	ボックスウイルス	レンガ状	＋	200x300	痘毒ウイルス ワクチニアウイルス 伝染性軟属腫ウイルス	痘瘡 (天然痘) 種痘ワクチンに使用 伝染性軟属腫
RNAウイルス	ピコルナウイルス	球状	－	20～30	ポリオウイルス コクサッキーウイルス エンテロウイルス 70 A型肝炎ウイルス ライノウイルス	急性灰白髄炎 手足口病 急性出血性結膜炎 A型肝炎 かぜ症候群
	アストロウイルス	球状	－	28～30		ウイルス性下痢症
	カリシウイルス	球状	－	30～38	ノロウイルス	急性胃腸炎
	レオウイルス	球状	－	50～80	ロタウイルス	ウイルス性下痢症
	フラビウイルス	球状	＋	40～50		デング熱・黄熱・C型肝炎・ジカウイルス感染症
	トガウイルス	球状	＋	60～70		風疹
	アレナウイルス	球状	＋	50～300		ラッサ熱
	レトロウイルス	球状	＋	80～120		後天性免疫不全症候群 (エイズ)
	コロナウイルス ³⁾	球状	＋	80～120		SARS・MERS・COVID-19
	ブニヤウイルス	球状	＋	90～120		腎症候性出血熱・クリミア・コンゴ出血熱・SFIS
	オルソミクソウイルス	球状	＋	80～120		インフルエンザ
	パラミクソウイルス	球状	＋	100～120		麻疹・おたふく風疹・RSウイルス感染症 ⁴⁾
	ラブドウイルス	弾丸状	＋	70x100～430		狂犬病
	フィロウイルス	ひも状	＋	80x500～1400		エボラ出血熱

1)エンベロープを持つウイルスはエンベロープが無くなると感染性を失うので、石鹸などの脂質溶剤を用いれば、脂質でできたエンベロープを壊すことができ、これで消毒ができる。エンベロープを持たないウイルスに比べてアルコール消毒も有効である。

2)好発年齢は4ヶ月～1歳で、HHV-6がHHV-7よりも初感染は早い傾向にある。ワクチンなどの予防法は確立していない。HHV-6やHHV-7の再活性化したウイルスが唾液中に放出される動態を検討することにより、疲労と関連や疲労の原因物質の研究が行われている。

3)コロナウイルス：これまで知られていたヒトの感染するコロナウイルスは風邪のような症状を引き起こすが、一般的に重症化しない。しかし、重症急性呼吸器症候群 (SARS) や中東呼吸器症候群 (MERS) はときに重症化し、最終的に死に至ることもある。

4)RSウイルス感染症：RSウイルス (respiratory syncytial virus) による急性呼吸器感染症で、発熱やせきなど、かぜのような症状が表れる。乳幼児や高齢者を中心に気管支炎や肺炎を起こしやすい。一般的に秋から冬に患者が増える。

ウイルスは、それ自身単独では増殖できず、他の生物の細胞内に感染して初めて増殖可能となる。このような性質を偏性細胞内寄生性と呼ぶ。また、他の生物の細胞が2分裂によって対数的に数を増やす (対数増殖：指数速度での増殖) のに対し、ウイルスは1つの粒子が、感染した宿主細胞内で一気に数を増やして放出 (一段階増殖) する。また感染したウイルスは細胞内で一度分解されるため、見かけ上ウイルス粒子の存在しない期間 (暗黒期) がある。

ウイルス不活性化処理の実施にあたっては、ウイルス種ごとのCT値データがないことには、薬剤濃度・接触時間ともに定められない。ところが、COVID-19騒ぎではWHOでさえこのCT値を示さないまま、アルコール消毒を黙認している。各国政府の専門家会議や対策チームの実態も、広い関連分野からのCT値データを必死に探す努力を怠り、傍観者のままでいる。

COVID-19はRNAウイルスでエンベロープ(+)であるが、いわゆる“鼻かぜ”の主因とされるライノウイルスもピコルナウイルス科のRNAウイルスでエンベロープ(-)、オルソミクソ科に属するインフルエンザウイルスやコロナウイルス科のヒトコロナウイルスはともにRNAウイルスでエンベロープ(+)である。いずれの症状も発熱・“かぜ”であり、重症化して肺炎を起こす。

ピコルナウイルス科のポリオウイルス Poliovirus やコクサッキーウイルス Cocksackievirus もRNAウイルスである。水道界では1970年代に、遊離塩素によって不活性化率99~99.9%(2logs~3logs)のCT値が次の通り得られていた⁹⁾。このウイルス種についての0.2~1.8 mgL⁻¹・min と0.2~2.4 mgL⁻¹・min のCT値を活用しないで予防策を検討するのは、愚かなことというしかない。

前掲表1のアルコール消毒におけるCT値は、黄色ブドウ球菌で3×10⁶ mgL⁻¹・min、溶血連鎖球菌で1×10⁵ mgL⁻¹・min、結核菌で2.4×10⁵ mgL⁻¹・minと塩素消毒に比し途方もなく大きい。ウイルスに対するCT値の提示はない。

作用機序が異なる遊離塩素でも、ウイルスに対するCT値は大腸菌に対するその約25倍、次亜塩素酸イオン[OCI⁻]のCT値は次亜塩素酸[HOCl]の約5倍であり、アルコールを噴霧してもすぐに揮発しウイルスを瞬時に不活性化できるはずがない。筆者の主張に医療界が反論するなら、表1と同様の条件設定をしたウイルスに対するCT値算定の結果を示したらよからう。

筆者が永らく関わってきた遊泳用プールにおいて、1990年代に、アデノウイルス対策主体の塩素消毒方法と、当時は関心が高かったエイズウイルスHIVの不活性化(不活化)および治療法とが検討された。水系感染するはずもないHIVに対する漠然とした不安が、遊泳用プールにまで及んでいた。それほどウイルス不活化についての情報は少なかった。

それでも、遊離残留塩素0.9~2.2mg/Lのプール水から検出されたウイルスはコクサッキーB4とエコー7型(米国・1981年)¹⁰⁾だけで、より低濃度またはゼロの塩素消毒プールで検出されたアデノ3・同4・同7、ポリオ1、コクサッキーB・同B4、エコー3・同11およびパラインフル1は遊離残留塩素0.9~2.2mg/Lのプールでは検出されなかった。もちろん、近年になって散見されるようになった食中毒原因のノロウイルス、前出のライノウイルスやコロナウイルスがプール水から検出された報告もいまだ皆無である。よって、通常の塩素消毒でほとんどのウイルスは確実に不活化されていることになる。

表2でもわかるように、DNAウイルスでエンベロープ(-)のアデノウイルスを不活性化するのにアルコール消毒は無効で論外とされていた。そこでプールでは、細菌類を含めて塩素消毒が実施されてきた。ただし、水着を着用するものの顔・手足の皮膚が水と直接触れることになるので、遊離塩素および結合塩素(クロラミン)が皮膚・粘膜にもたらす障害を危惧する向きがあった。

一方、『学校保健法』の適用を受ける学校プールや条例または自治体の要領・要綱に拘束される民営・公営プールにおいて、かつて、足腰洗槽の設置が半ば義務化されていた。このときの遊離残留塩素濃度の目標値は、ふん便大腸菌類の殺菌を主眼とし、50～100mg/L であった。

民営プールの足腰洗槽に浸かった入泳者は、条例や厚生省通知から該水槽設置が削除されるまで一千万人以上いたことになり、動物実験を実施するまでもなく、「上述濃度での実績から経皮毒性の問題はない」ことになる。

また、筆者が紫外線処理を導入した民営プール施設での事例¹¹⁾になるが、薬液注入装置の誤操作で計算上の遊離残留塩素濃度が約 30mg/L にもなってしまったことに気付かないまま水泳指導カリキュラムが実行され、それでもなんらの支障も生じなかった。もちろん、プール特有の“塩素類臭気（三塩化窒素 trychloramine: NCl_3 臭）”を感じた人はだれ一人いなかった。

つまり、遊離残留塩素 100mg/L の水に数分、同 30mg/L の水に 1 時間浸かっているだけでも、健常者の皮膚にはなんらの障害ももたらさない。

現実に起こりうる「次亜塩素酸水溶液と人体部位との直接接触」、より具体的には「粘膜上皮細胞に触れた場合の作用」について、塩素水が goblet 細胞に及ぼす影響を調べた北野周作（日大）の研究¹²⁾もある。

次亜塩素酸 0.02%=200mg/L の点眼で、10 分後に破裂した細胞膜からのムチン漏出、40 分後に内容放出後の goblet 細胞跡が円形の凹みとして残ったとあるのが、その概要である。ただし、結膜内部の角膜損傷で、1 時間後に修復が始まり、3～24 時間で損傷部への細胞の遊走が起きる。その後 1～2 日で細胞分裂開始、線状創で 2 日、6mm²の擦過創で 5 日、3mm²のアルカリ腐蝕創で 14 日程度を要し再生、「次亜塩素酸による傷害は、最短の 2 日で治癒する」ことになる。なお、実験用次亜塩素酸水の調製は故・澤村良二博士によるものと聞いた。

COVID-19 が騒がれ始めたとき、厚労省検疫官・感染症対策専門医・国立感染症研究所研究員のだれ一人、塩素消毒を勧める者はいなかった。つまり、前掲情報を持つことなく、間に合わないワクチン予防や治療薬を指向していた。

本報指摘の知見を参考にすると、ウイルス起因の感染症が発生した緊急時には、水道水などの用水中の残留塩素を 100mg/L を上限にして高め、これで手足を消毒するのが最善の方法になる。もちろん、洗眼・洗顔をしたいときは粘膜への刺激を考慮、30mg/L を上限に、通常は 10mg/L 程度ですることになろう。

世界で唯一「水道水に消毒力を持たせる遊離残留塩素濃度を法制定している」わが国で、手洗消毒・洗顔・水拭き消毒に水道水の有効性を積極的に評価しないのはなぜか、全国民はもう一度しっかり考えてみるべきである。各自の立ち位置がどうであれ、水道の普及率が 98%にもなろうとしているのに PET ボトル入りの水を飲んで COVID-19 を騒いでいる日本社会はどうみてもおかしい。

さらに、次亜塩素酸水溶液の散布によるインフルエンザウイルス不活性化に関しては福崎らの報告³⁾があり、エアロゾルの不活性化に有効としている。

したがって、COVID-19 の日本上陸で、まずマスク着用が叫ばれ、感染が拡大すると石けん（界面活性剤）による綿密な手洗いとアルコール消毒の励行を頼みとし、メディアと政府関係者が喧伝するのでは論理のツジツマが合わない。

これまで実績のある「塩素消毒によるウイルス不活性化」をないがしろにした医療界主導の感染予防策は結果的に完全に失敗、船内隔離は国際的な批判的になった。筆者は、(一社)日本環境感染学会が 2020 年 2 月 13 日付で発した「医療機関における新型コロナウイルス感染症への対応（第 1 版）¹³⁾」を入手した。しかし、9 頁になるその内容は、間に合うはずのない予防策のワクチンについて述べ、標準予防策として「擦式アルコール手指消毒薬」の使用、感染経路別予防策として「ゴーグル、ガウン、手袋に加えて N95 マスクの装着」という的はずれの消極策になっている。うろたえ、抜本策を提示できないのである。

専門家面してマスコミで講釈する者の肩書を見ると、元・国立感染研究所研究員、大学教授、元・厚労省検疫官、SARS コロナウイルス（重症急性呼吸器症候群）対策専門官などで、公衆衛生学・感染症学などが専門とあるが、かれらに塩素化学の知識はまったくないといってはばからない。上述の水道およびプール水におけるウイルス感染症の情報および知見もほとんど持っていない。

かれらの講釈はまことに粗末で、かれらからすると異分野になる水道界やプール業界で蓄積された知見の活用のカケラも医療界にはみられない。日頃から、関心を持っていないのである。よって、かれらの講釈は片腹痛い。

COVID-19 が指定感染症の 2 類感染症に指定されようとされまいと、その直接的な不活性化 Inactivation は、ウイルスが持つリガンド Ligand（抗原提示基）を壊すか変形して受容体との嵌合 fitting を阻害し、生体細胞への取り込み・感染を予防するしかない。医療界は、このようなしごく当然の論理を理解できず、現場適用もできないほどに、質が凋落しているのであろうか。

5. まとめ

同じ肺炎でも、レジオネラ肺炎はレジオネラ属菌すなわち細菌によるもので、自然宿主はアメーバである。よってヒトへの感染機序も「ファゴサイトーシス（食作用）による細胞内取込み→好中球のオプソニン化→マクロファージ（大食細胞）への寄生→非消化・増殖→再感染→肺炎」となる。

そこで筆者は、「アメーバの休眠体（シスト）化促進による感染の遮断」を狙った消毒（Flip-Flap 消毒）法を開発・実用化して、国内各地の浴槽・温泉で実績を積み重ねている。水道・プール界の者だからこそできた手法といえよう。

今回の COVID-19 感染でも、国内で突出しているのはクルーズ船内における発症といってよいだろう。筆者は 5 年も前に、別の大型クルーズ船で付着細菌・

真菌および浮遊細菌の実態調査¹⁴⁾を行い、提案を実施していただき、ノロウイルス食中毒、インフルエンザ・ライノおよびコロナのウイルス感染を予防できたと思っている。発症時の場当たりの措置とは、考え方¹⁵⁾そのものが異なる。

[HOCl]の安定化を図った pH 緩衝剤入りの弱酸性・次亜塩素酸水で手指消毒を行い、またこの薬液を添加した水道水を超音波加湿器で噴霧して相対湿度を高めるとともに室内に浮遊するエアロゾル（気中コロイド粒子）の不活化を図るのが細菌・真菌だけでなくウイルス感染症対策の骨子である。

単独浮遊していて無生物であるウイルスを微生物扱い、殺菌同様の消毒を検討しているようでは、経気道の飛沫・接触・エアロゾル感染症は予防できない。病原体は目に見えないし、光学顕微鏡観察もできないからである。

水道、遊泳用プール施設を含む環境衛生および食品衛生の所管省は厚生労働省である。分野それぞれの学術情報を同じ省内で共有することなく、部署ごと独自の取り組みをしている現状はまことに遺憾で、事態の終息を遅らせる原因にもなっている。

参考文献

- 1) 『水道法施行規則』第1章 第17条 三
- 2) <https://www.fsc.go.jp>
- 3) 福崎智司, 中山幹男, 浦野博水: pH 調整次亜塩素酸ナトリウム水溶液の超音波霧化による固体表面上の A 型インフルエンザウイルスの不活性化, 防菌防黴, 41(1), 11~17(2013)
- 4) (一財)食品分析開発センターSUNATEC: メールマガジン, vol.124(7), 1~5(2016)
- 5) 帆保誠二: 微酸性次亜塩素酸水の空間噴霧による動物飼育施設内環境の改善, 畜産コンサルタント, Vol.52(615), 28~33(2016)
- 6) 森 康則, 永井佑樹, 赤地重宏, 杉山寛治, 田中慶郎, 茶山忠久, 西 智広, 濱口真帆, 吉村美基, 泉山信司: 次亜塩素酸ナトリウム消毒を阻害する高アルカリ温泉に対するモノクロラミン消毒の実地検証, 温泉科学, 69, 90~102(2019)
- 7) <http://www.yoshida-pharm.com>
吉田製薬文献調査チーム: 消毒薬テキスト第5版(2016年)
- 8) 芝崎勲著『新・食品殺菌工学』・髙光琳(1983)
- 9) Proceedings AWWA seminar: M.W.Selna, R.P.Miele, and R.B.Baird: Disinfection for water reuse, pp12(May 8, 1977)
- 10) 『水泳プール管理マニュアル』, ビル管理教育センター(1992)
- 11) 小島貞男: 『水道の水はこう飲めば安心だ』, 青春出版社(1993)
- 12) 北野周作: Ocular Surface, 日本眼科学会雑誌, 91(1), 1~26(1987)

- 13) 医療機関における新型コロナウイルス感染症への対応（第 1 版）,日本環境感染学会(2020)
- 14) 関 秀行：『活性酸素・塩素とその反応性』, メルス技研 R&D センター, p114(2015)
- 15) 関 秀行：“塩素トラウマ”を払拭する, 用水と廃水, 61(11), 16～23(2019)

Standardize recognition on Measures for virus

- * Hideyuki SEKI, ㈱メルス技研代表取締役 〒167-0031 東京都杉並区
本天沼 1-25-12-104,MELSTEC Co. Ltd.,1-25-12-104,Hon-amanuma,
Suginami-ku,Tokyo 167-0031 Japan