

低濃度二酸化塩素による空間衛生管理システム

大幸薬品 株式会社 津村 明

1. はじめに

2012年5月11日「新型インフルエンザ等対策特別措置法」が公示されました。2009年の豚に由来した新型インフルエンザの流行は記憶に新しい出来事ですが、この時は幸いにも弱毒性であり、一部の方を除き健康被害は軽微なものでした。今回公示された特別措置法は、非常に強い毒性と感染力を持つH5N1型新型インフルエンザの流行を想定したものです。本稿では、「新型インフルエンザ等対策特別措置法」の観点から、当社が考えている対策としての三層防衛を紹介すると共に、その中心となる低濃度二酸化塩素の空間防衛システムにつきまして紹介いたします。

2. 新型インフルエンザ等対策特別措置法について

現在、強毒性の新型インフルエンザは発生しておりません。しかし、その元と想定されているH5N1型インフルエンザウイルスによる高病原性鳥インフルエンザはアジアを中心に流行しており、近い将来、よりヒトに感染しやすい「ヒト型」に変異する可能性が高いとされています。新型インフルエンザは、今までに流行したことがなく、ほとんどのヒトが免疫を持たないため、流行が拡大しやすいと言われています。現在、高病原性鳥インフルエンザに人が感染した場合の致死率は60%を超えています。ヒト型に変異することによって致死率は低下すると予想されていますが、日本のように医療水準の高い先進国においても、6～10%程度の致死率が推計されています。そこで、新型インフルエンザに対する対策を強化し、国民の生命及び健康を保護し、生活や経済に及ぼす影響が最小となるようにすることを目的として、「新型インフルエンザ等対策特別措置法」が公示されました。

3. 新型インフルエンザへの対策方針

新型インフルエンザは発生後、短期間で大規模に広がるため、発生前に予め対策を調べておくことが重要となります。今回の法案では、一部の事業所には業務の継続が求められているため、発生時にも業

務を遂行するためのBCP(事業継続計画)を予め策定しておくことが重要となります。また、BCPを策定する際には、事業の継続によって感染のリスクを増加させないための取り組みも非常に重要です。

新型インフルエンザをはじめとする感染症の最大のリスクは、感染者や感染源への接触です。感染者が多く集まる医療機関においては、ヒト-ヒト感染により、院内での感染が急拡大する可能性があります。また、介護福祉関連の施設においても、複数のヒトが同一空間内で生活することから、感染のリスクが懸念されます。これらの施設は、免疫力が衰えた方が多いため、感染が拡大しやすい環境と言えます。保育園、幼稚園、小中高等学校においても免疫力の低い人たちが集団で生活する場所として、同様の感染リスクがあると考えられます。これらの施設に加え、不特定多数が集まる公共施設や商業施設、事業所なども、感染リスクを低減するための対策が必要な場所です。

4. 三層防衛

当社では、マニュアルを作成し、感染症に対する正しい基礎的知識を全社員が共有した上で、それに沿った予防行動を実践できる体制を整備しています。このように社員全体の知識と意識を高めることで、新型インフルエンザの感染拡大を防いで被害を最小限に止めることができるのではと考えています。そこで対策のコンセプトをわかりやすく伝えるため、「三層防衛」という用語を提唱しています。これはウイルスへの防衛ラインを、ウイルスが体や物体に付着することを想定した「物体防衛」、空間に浮遊するウイルスに着目した「空間防衛」、体内へ侵入したウイルスへの対策の「体内防衛」の3つに分け、それぞれの行動を徹底することにより、対策を行うものです。それぞれの防衛の具体的な行動を以下に示します。

① 物体防衛

主に個人で行える対策です。具体的な行動としては、手洗いの励行、感染リスクを低減させるための

出社の制限、ヒトと一定以上の距離をとること、咳エチケット、正しい排泄物処理、マスクや防護衣による感染源の遮断、ドアノブ・手すり・トイレ・洗面台の除菌等が挙げられます。

② 空間防衛

家庭や事業所などの集団単位で行う対策です。具体的な行動としては、十分な換気をして室内に浮遊するウイルスを希釈する、部屋の温/湿度を調整することでウイルスが活動しにくい環境を作る、低濃度二酸化塩素を利用することにより空間内の除菌を行う等が挙げられます。

③ 体内防衛

ウイルスの体内への侵入とその増殖を抑えるための対策です。うがい、ワクチン接種、抗ウイルス薬や同様の作用を持つ麻黄湯の服用等。個人のできる対策ですが、抗ウイルス薬の取扱い等、一部の対策は国などの許可が必要な場合がありますので実施には注意が必要です。

5. 二酸化塩素について

二酸化塩素(分子式: ClO₂)は、常温では黄色い気体(ガス)として存在する安定なラジカルです¹⁾。二酸化塩素は、国内では水道水の消毒、小麦粉の漂白等に用いられていますが、これらはいずれも高濃度のガスを利用する形式となっています。低濃度のガスの利用については国内で基準値は定められていませんが、米国で定められた暴露基準値の0.1ppm(8時間加重平均値、TWA、米国労働衛生専門家会議で制定された濃度)が参考値として用いられています。なお、0.1ppm未満の濃度でもウイルスに対する働きを有しているのが大きな特徴です(図1)。

二酸化塩素の除菌のメカニズムは酸化です。当社

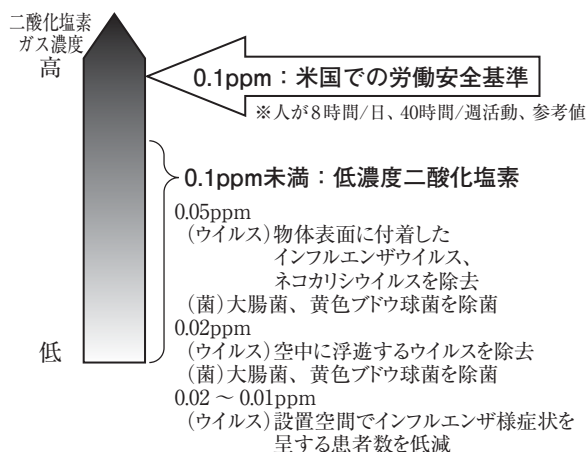


図1 低濃度二酸化塩素ガスのターゲット濃度

では、二酸化塩素の働きを詳しく解明し、二酸化塩素がタンパク質を構成する20種のアミノ酸のうち、トリプトファンとチロシンの2種のアミノ酸を酸化することを確認しました²⁾。さらにインフルエンザウイルスが細胞に感染するために用いる表面たんぱく質であるヘマグルチニン(HA)の機能も低下させることを確認しています³⁾。このように、特定のアミノ酸の変化に起因するタンパク質の構造変化により、機能不全が引き起こされているのではないかと考え、ウイルスや細菌を用いて、多くの実験を行い発表しています。試験管レベルの実験に加え、実際の動物を用いた実験も実施しています³⁾。マウス15匹を2つのケージでそれぞれ飼育し、飼育中にインフルエンザウイルスを含む溶液を噴霧して15分間暴露させる実験を行ないました。その際に、片方のケージには空気のみを導入し、もう一方にはウイルス溶液の噴霧と同時にケージ内に低濃度の二酸化塩素ガス(0.03ppm)を導入しました。それぞれのケージでのマウスの生存数(10匹使用)と肺中のインフルエンザウイルスの感染価(5匹使用)を比較したところ、空気を導入したケージでは10匹中7匹のマウスが死亡しましたが、低濃度二酸化塩素を導入したケージではマウスは1匹も死亡しませんでした³⁾(図2)。マウスの肺中のウイルスの感染価を比較したところ、低濃度二酸化塩素のケージで飼育したマウスは、空気だけのケージで飼育したマウスと比較して1万分の1に低減されていることが確認されました³⁾。

実際の住環境で行なった検証事例も報告されています⁴⁾。冬季(1~3月)に隣接した2つのオフィス棟の片方の全ての部屋には当社クレベリンゲル150gを設置し、もう片方には何も設置しない条件で、そ

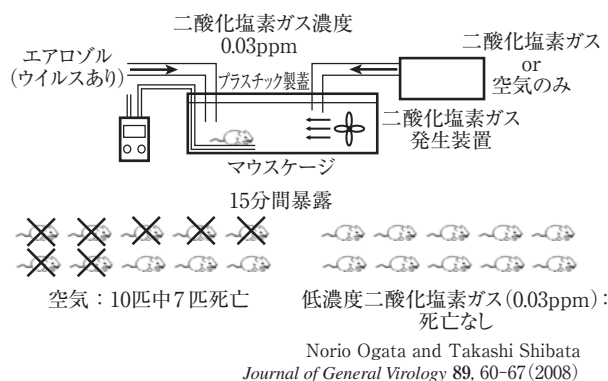


図2 マウスのインフルエンザ感染死亡に対する低濃度二酸化塩素ガスの影響

Norio Ogata and Takashi Shibata
Journal of General Virology 89, 60-67(2008)

表1 二酸化塩素放出剤の介入とインフルエンザ様症状患者数

	介入群 (ガス濃度平均:0.01~0.02ppm)	非介入群
症状あり	8名 (迅速キット陽性2名)**	32名 (迅速キット陽性12名)
症状なし	337名	410名
計	345名	442名

二酸化塩素放出剤のインフルエンザ様症状に対する相対危険度(relative risk)は

$$\text{relative risk} = (8/345) / (32/442) = 0.32$$

**P<0.05 非介入群に対して有意差あり

三村ら 環境感染誌 25(5), 277-280(2010)

それぞれのオフィスでインフルエンザ様症状を呈する勤務者の発生頻度を測定しました。その結果、クレベリンゲルを設置した建物では、インフルエンザ様症状を示す人の数が、何も置いていない建物と比較して有意に低下しており、インフルエンザの発生を低減させる可能性が示唆されました⁴⁾(表1)。

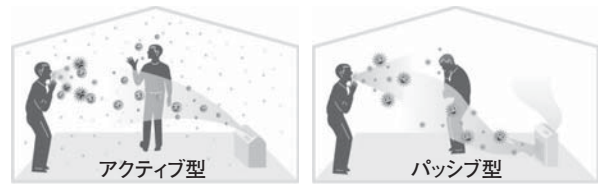
ウイルスに対する働きのほか、二酸化塩素ガスは消臭の働きも有しており、4大悪臭(アンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素、トリメチルアミン)と加齢臭(ノネナール)の消臭試験では、4大悪臭が3~6時間で検出限界以下、加齢臭が6時間で90%の消臭を達成することが確認されました⁵⁾。実際に導入されたお客様においても消臭効果があることを実感していただいております⁶⁾。

6. 低濃度二酸化塩素による空間防衛システム

二酸化塩素の利用は、現場で必要時に高濃度のガスを発生させて使用する方式が主流であり、低濃度のガスが長時間、安定的に使われる場面はほとんどありませんでした。そこで弊社では、独自に0.1ppm未満の低濃度の二酸化塩素を継続的に安定して発生させる技術を開発し、低濃度二酸化塩素による「空間防衛」を達成しています。空間に活性を持つものを放出するアクティブ型の除菌方式(図3)では、空中に漂う粒子の数が活性の性能に関連することが想定されますが、二酸化塩素は0.01ppmのガス濃度でも2500億個/立法センチメートルと電気によるアクティブ型のものに比べて1000万倍多くの粒子を発生させることができます(図4)。現在、弊社で展開している低濃度二酸化塩素製品のラインナップとして以下のようなものがあります(図5)。

(1) クレベリンGシリーズ(表2①、②)

クレベリンG(表2①)は、低濃度の二酸化塩素を



方式：空間中に菌・ウイルス等と反応する成分を放出し、対象を除去
放出成分：〈近代医療黎明期〉
消毒剤
〈現在〉
二酸化塩素
ヒドロキシルラジカル

方式：空間中の菌・ウイルスを捕集

図3 「空気」に対する除菌方式の比較
アクティブ型とパッシブ型

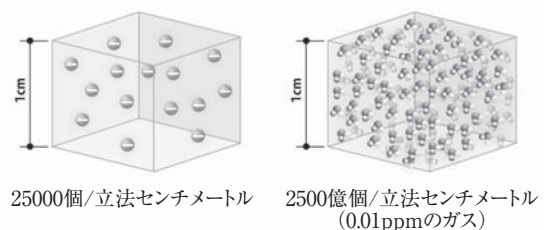
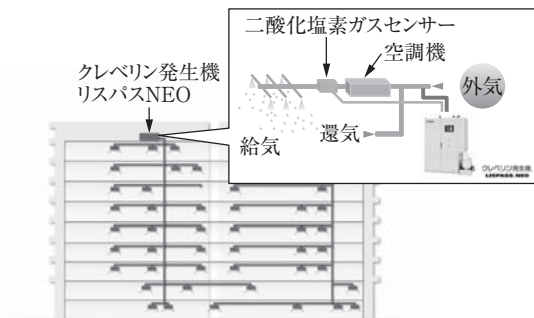


図4 アクティブ型の粒子数比較






既存の空調システムに接続することで
建物全体に低濃度二酸化塩素を供給可能

図5 クレベリン発生機リスパスNEOのしくみ

発生させるゲルタイプの製品です。置く場所の広さに応じて60gと150gの2種のサイズがあり、それぞれ1個あたり8畳(約13平方メートル)、12畳(約20平方メートル)の空間を1~2ヶ月間、除菌することができます。一般市場においてもクレベリンゲルの名称で販売されており、多くのご家庭で使用していただいております。

クレベリンGスティックタイプ(表2②)は、クレベリンGをスティック状にした製品です。スティックを曲げることで二酸化塩素を発生させることができます。スティック1本あたり1畳・1ヶ月の空間除菌が可能で、6本まで入る専用の壁掛け容器にセットする本数を変えることで、1畳から6畳まで

表2 クレベリン シリーズ ラインナップ

二酸化塩素	ガ ス			
製品形態	ゲ ル		発生機	
製品名	①  クレベリンG	②  クレベリンG スティックタイプ	③  クレベリン発生機 リスパS	④  クレベリン発生機 リスパNEO
容量	60g、150g	11g×6本 ※18本入りの「つめかえ用」もあります	—	—
対応面積	～8畳(60g) ～12畳(150g)	～6畳 (1本あたり1畳)	200m ²	16,000m ²

の広さに対応しています。

これらの製品は現在、医療・介護関連施設、外食産業、教育施設、宿泊施設、一般オフィス等に導入されています。

(2) クレベリン発生機 リスパS (表2③)

クレベリン発生機リスパSは、クレベリンGシリーズに比べ、より広い空間を除菌するための発生機です。1台で200平方メートルの空間を除菌することができるため、介護施設の共同生活部分や居間、食堂、玄関、エントランスホール、待合室等に適しています。現在、医療介護施設、児童福祉施設・一般オフィス等で使用されています。

(3) クレベリン発生機 リスパNEO (表2④)

クレベリン発生機リスパNEOは、空調組み込みタイプの二酸化塩素ガス発生機で、空調機と連動して建物内部全てに二酸化塩素ガスを供給することができます(図5)。「快適空間モード」(吹出口濃度：0.02ppm)、「衛生管理モード」(吹出口濃度：0.03ppm)、「リンスモード」(吹出口濃度：0.1ppm、無人環境向け)の切り替えにより、使用目的に合わせて使用できます。

現在は、介護施設を皮切りに導入が進められており、医療・介護福祉関連施設に加え、多くの人を利用する大型施設からも大きな注目を浴びています。

7. おわりに

H5N1型の新型インフルエンザは近い将来発生する可能性が高く、「新型インフルエンザ等対策特別措置法」により、国や都道府県において対策が推し

進められています。当社でも、付着したウイルスに対する「物体防衛」、浮遊ウイルス等に対する「空間防衛」、体内への感染ウイルスに対する「体内防衛」からなる「三層防衛」に取り組んでいます。その中でも「空間防衛」を担う低濃度二酸化塩素は、試験管内はもとより実空間においてもインフルエンザ感染に対する検証データを積み重ねており、高いエビデンス力を有しております。この低濃度二酸化塩素を利用した空間防衛システムは、個人や家庭レベルの小空間から不特定多数のヒトが集まる大空間まで対応できる汎用性が高いたいへん強力な対策ツールとなりうると考えております。本稿でご紹介させていただいた内容が皆さまの新型インフルエンザ対策における一助となりましたら幸甚です。

〈参考文献〉

- 1) Gates, D. : *The Chlorine Dioxide Hand Book*. Denver: Amer Water Works Assn 1998.
- 2) Ogata N. : Denaturation of protein by chlorine dioxide: oxidative modification of tryptophan and tyrosine residues. *Biochemistry* 2007; 46, 4898-911.
- 3) Ogata N, Shibata T. : Protective effect of low-concentration chlorine dioxide gas against influenza A virus infection. *J Gen Virol* 2008 ; 89 : 60-7.
- 4) 三村敬司、藤岡高弘、三丸敦洋：二酸化塩素放出薬のインフルエンザ様疾患に対する予防効果. 日本環境感染学会誌、2010；25：277-80.
- 5) 大幸薬品Webサイト：二酸化塩素分子の5つの力、二酸化塩素ガス、消臭 <http://www.seirogan.co.jp/clo2/mechanism/power.html>
- 6) 大幸薬品Webサイト：導入事例：社会福祉法人善光会サンタフェガーデンヒルズ http://www.seirogan.co.jp/products/lispass/jirei/santafe_garden_hills.html