

医療機関における除染と個人防護装備

以下には、現在、世界的にほぼ一般的に認められている、理論的に望ましい集団除染方法を示すが、未解決問題も多数存在することも無視できない。軍隊における集団除染方法も従来の化学災害における集団除染法も、そのままケミカル・バイオテロにおいて医療機関に直接適用できるかは疑問であると言われている。そのため、未解決問題をひとつひとつ解決していった、医療機関向けの集団除染体制の確立につなげようという動きが国際的に起こっている。

1. 集団除染の概念

化学災害では、ゾーニングの概念が重要視される。化学災害対策の基本的な概念は、まず被災者や病院を危険な物質から遠ざけることにあり、そのため、事故現場の周りにホットゾーン(最危険地帯)を設定し、自由な人の出入りを禁じる。さらに、その周りにウオームゾーン(準危険地帯)を設定し、基本的な救命救急処置を優先しながらも、風上に設置した除染ゾーンで除染を行ない、除染後の被災者は、コールドゾーンに移り、さらに医療機関へ搬送され、治療を受けることになる(図1)。

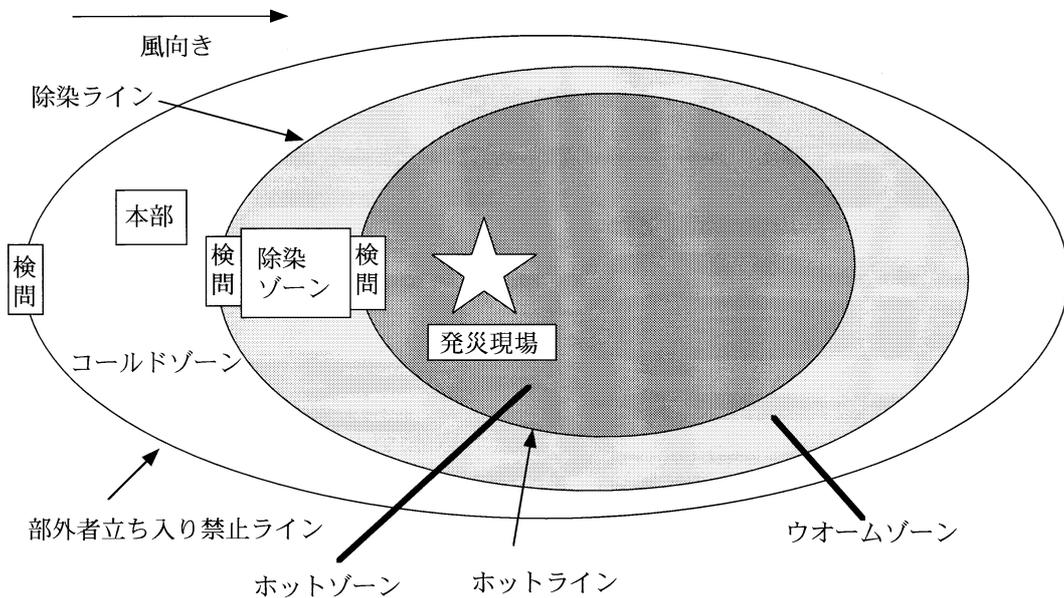


図1： 化学災害におけるゾーニング
トリアージは各ゾーンにて繰り返し行う

症状の有無、被害者・救助者の別を問わず、何人たりとも、除染を受けずに汚染区域から非汚染区域へ移動してはならない¹⁾。しかし、多数の被災者が発生した場合、歩行可能な被災者や善意の車両で運ばれた被災者が直接病院に殺到する可能性は十二分にあり得る。これが、医療機関における除染が必要な理由である。

II. 除染に必要な要素

除染体制に必要な、あるいは必要となる可能性のある要素は、以下の 10 項目にわたる。

- A. 個人防護装備 (personal protective equipment: PPE)
- B. 除染システム
- C. 検知システム
- E. 廃液処理
- D. 通信システム
- E. 治療薬剤
- F. 夜間照明システム
- G. 除染時、除染後ふき取り用タオル、着替え服
- H. 暖房機器 (特に寒冷環境において)
- I. その他の物品

III. 個人防護装備 (personal protective equipment: PPE)

化学物質に対する防護装備は、防護スーツと呼吸システムに分けられる。防護装備は、米国環境保護庁 Environmental Protection Agency (EPA) の防護分類に従って、レベル A から D まで分けられる(図2)

レベル A は最も厳格な防護服で、呼吸は自給式呼吸装置を用い、防護服は自給式呼吸装置をまるごと包む。レベル B は呼吸に関してはレベル A と同じだが、化学防護服の外に呼吸器を背負う形となる。呼吸ホースを延長して安全な場所から引っ張ってきてマスクにつなげるタイプもある。レベル C は主に、既に原因物質や濃度が判明している場合に用いられ、呼吸は、カートリッジ式の呼吸器を用いる。カートリッジは原因物質にあわせた種類のものを選択するのが原則となる。レベル D は、通常の作業着となる²⁾³⁾。少なくとも医療機関での除染レベルでは、レベル C の防護装備が一般的で⁴⁾、それでほぼコンセンサスが得られている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。毒劇物が特定できない状況では、C レベル PPE に有機溶剤蒸気 / HEPA カートリッジマスク(例えば、A2B2E2K2P3 吸収缶など)を加

ど)を加えたものが推奨される⁸⁾。ただし、吸収缶は酸素濃度が低い環境では使えない。一部の報告では、より高度なレベルBの装備を推奨するものがあるが⁹⁾、これらの報告書では、安全性をレベルを上げることによって本当に確保できるのか述べておらず、また、増加費用、重量、訓練要求等といった予想される不利な点についても論議されていない。レベルCの防護服には従来のブチルゴム製防護服や活性炭を折り込んだ、通気性のある防護服、軽量で安価な化学防護服まで様々な防護服が市販されている。いずれにしても、明確な防護服レベルの選択ガイドラインは現時点では存在しない。

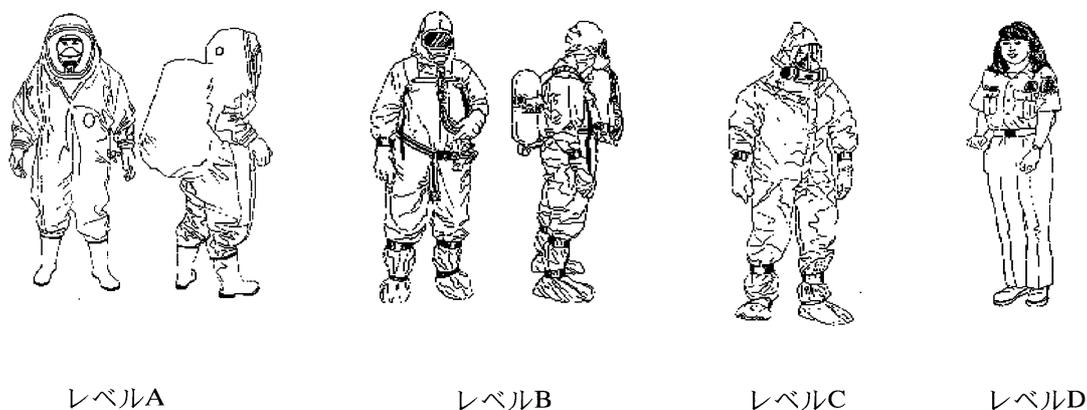


図2：米国環境保護局(EPA)の化学防護分類

CDCの予防ガイドラインより引用

IV. 除染システム

除染に使用する液は、大量の微温湯で良い。ただし、純金属並びに強腐食性物質では、水が用いられる前に、乾的に除染(フーラーズアースを使った液体の吸着)を行う必要がある。余裕があるなら、0.5%の次亜塩素酸ナトリウム液を使うが、アレルギー反応で皮膚炎を起す者もあり、要注意である。しかも、催涙ガスでは禁忌となる。器具の除染には、5%の同液を使用する¹⁰⁾。除染中には、個人のプライバシー保護(男女は分けて除染するのが原則)にも留意する。既に米国では、適切なプライバシー保護を確保することなく2人の女性の除染を行った職員が所属する消防署に対して訴訟が起こされた¹¹⁾。また、マスクを着けていると声が通りにくいので、伝声板を装着したり拡声器を使用しなければならなくなることもある。

除染の基本手順は以下によるが、除染効率のアップのために、軽症者は自分で洗わ

わせても良い⁸⁾。また、一部には、脱衣のみで、75-90%の危険化学物質が除去されると主張をしている研究者¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾もあり、その意味で、特に多数の被災者が出た場合には dry decontamination (水を用いない除染、単なる更衣のみ) の適応を考えるといる者もいる。さらには、除染のために必要な洗浄時間も確立したものがなく、未解決問題となっている⁸⁾。

理想的な病院前除染のあり方を図3に示す。まず、汚染者(現場除染を受けていない者)と非汚染者(現場除染を受けたもの)を保安要員(Sで示す。レベルCの防護衣を着用。)が区別する。現場除染後の非汚染者には、特定の病衣を着用させ、現場除染エリアからまとめて搬送されれば、それだけ、汚染者と非汚染者のまじわりを防ぎやすくなる。汚染者、非汚染者は、各々、評価ゾーンで汚染の評価を受ける。化学兵器テロの場合には、自衛隊などの協力を得て、検知器を使用することになるが、一般的な化学災害で、汚染の評価を行なうのは困難であるものと思われる。評価ゾーンで汚染が明らかになれば、除染を繰り返す事になる。再除染者の動線は、破線で示した。

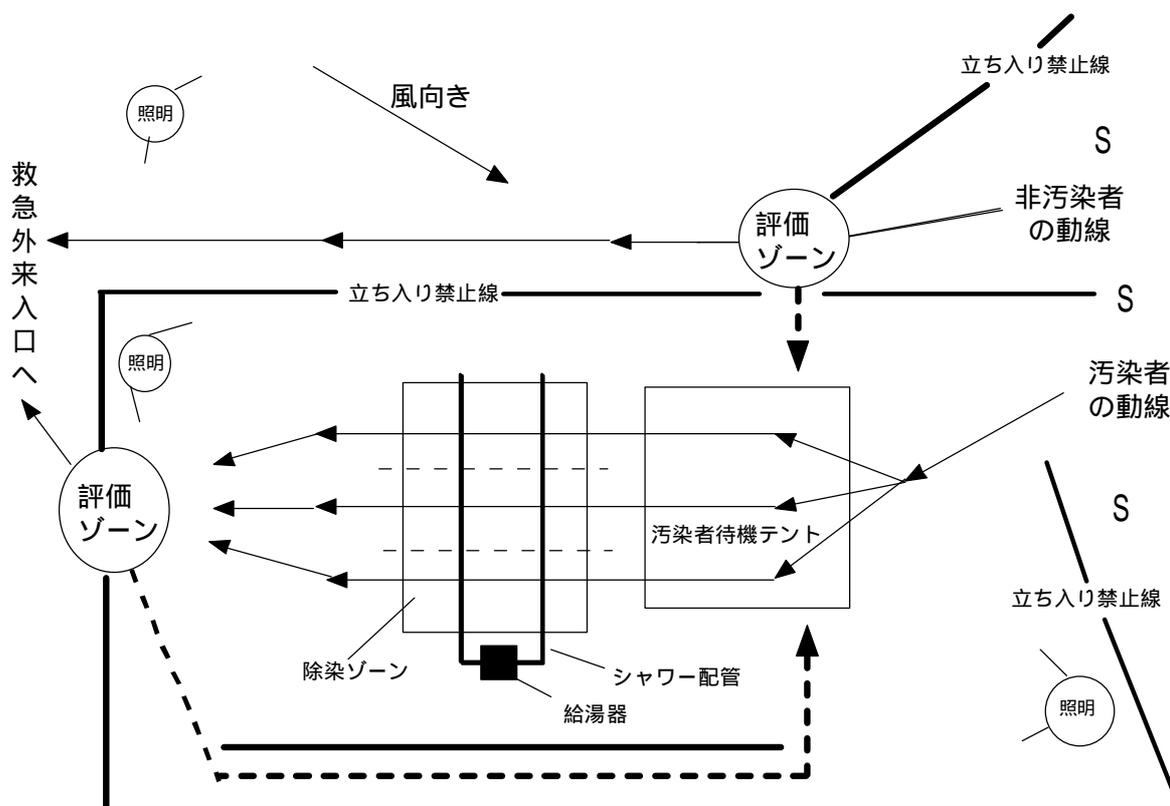


図3：病院における除染システムの展開

V. 除染の手順¹⁰⁾

- 1) 除染中にも常にバイタルサインの変化に注意しておく。
- 2) 除染よりも、ABCの緊急救命治療は優先される。
- 3) まず、最初に明らかな液体の汚染をぬぐい取る。
この際、フーラーズアースがあれば、液体の吸着を効果的に行える。
無くても、小麦粉やメリケン粉で代用できる¹⁵⁾
- 4) 注意深く服を脱がせる。この間、男女、個人のプライバシー保護にも留意。
- 5) 除去した衣服、物品はビニール袋に入れ、口を堅く閉じる。
- 6) 頭をくぐらせなければいけない衣服はハサミで切る。
- 7) 次にここでいったん、除染を行う者は改めて、手を洗う。
- 8) 身体に付いている器具(眼鏡、補聴器、かつら、義肢)を全て取る。
- 9) 眼鏡、コンタクトレンズを外し、洗眼する。
- 10) コンタクトレンズを外す救助者は、被害者の眼を汚染させないように留意。
- 11) 開放創がある場合には、その部分から除染を開始する。
- 12) 顔、髪を微温湯で洗い、濯ぐ。
- 13) 首から下をスポンジで優しく洗う。強く擦ってはいけない。
- 14) 洗浄後の廃液は、きちんと保管しておいて、毒物の濃度確認後、処理の後、下水に流すのが理想的である。
- 15) 低体温を来さない様に水分を丁寧に拭取り、新しい着衣、毛布をかけ、保温に努める。
- 16) 最終的に、汚染が除去されたかを検知器で確認するのが理想的である。

VI. 検知に関する問題

医療機関において、除染に検知器をどう利用するかは論争のあるところである。理想的、もしくは理論的には、除染の前後で原因となる毒劇物を検知することが望ましいが、除染手順を複雑にし、かつ時間を浪費する危険性がある。化学ないし生物学的兵器に対する多くの検知、監視機器は、高価で高度の訓練を必要とする。さらに、いくつかの検知器は、香水、ディーゼル蒸気などで偽陽性を示してしまう。また、冷たい空気、非軍事物資や、その他の要因が、偽陰性を示すことも知られている⁸⁾。そのため、各国で、より高性能かつ安価で、操作の簡便な検知システムが開発中である。ジョージワシントン大学の Joseph A. Barbera 氏は、現段階では、医療機関自体で検知を考えるよりも、

よりも、適宜、警察や軍隊に協力を求めるべきであろうとコメントしている。

VII. 廃液処理に関する問題

下水処理系に除染廃液を流した場合の環境に及ぼす影響の可能性についても、論争のあるところである。今日まで、米国環境保護庁(EPA)は公式見解を明らかにしていない。しかし、大量の水で希釈されていれば、殆ど問題になることはないであろうとする見解⁸⁾¹⁶⁾もある。その根拠として大容量の廃液保管システムは、実施するには殆ど不可能なほど高価で、仮に若しも設置したとしても、有害物質を含有する廃水の最終処理は、破局的な財務負担となる可能性も指摘している。しかし、環境に対する道義的責任上は、廃液を貯めておく必要はあろう。

・ その他の除染に係る問題

さらには、米国では、decon-form といって、人体、機材両方に使用できる生物・化学兵器の除染剤が開発されつつある。このように除染の考え方自体が、日々進歩している現況にあり、常に最新の除染の情報に敏感になる必要があるものと思われる。

文献

- 1) FR Sidell: Management of chemical warfare agent casualties A Handbook for Emergency Medical Services , HB Publishing, Bel Air, MD, 1995.
- 2) Managing Hazardous Materials Incidents Volume I (<http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000018/entire.htm>)
- 3) Managing Hazardous Materials Incidents Volume II (<http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000019/entire.htm>)
- 4) White SR , Eitzen EM : Hazardous Materials Exposure In: Emergency Medicine -comprehensive study guide- 5th edition American College of Emergency Physicians (ed) McGraw Hill, 1999, p1201-15.
- 5) Centers for Disease Control and Prevention.
CDC recommendations for civilian communities near chemical weapons depots.
60 Federal Register. 33307-33318 (1995)

- 6) Sullivan J, Krieger G. Hazardous Materials Toxicology. Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1992.
- 7) Shapira Y, Bar Y, Berkenstadt H, Atsmon J, Danon Y. Outline of hospital organization for a chemical warfare attack. *Isr J Med Sci.* 1991;27:616-622.
- 8) Macintyre AG, Christopher GW, Eitzen E, et al: Weapons of Mass Destruction Events With Contaminated Casualties Effective Planning for Health Care Facilities *JAMA* 283(2)242—249, 2000.
- 9) Levitin H, Siegelson H. Hazardous materials. *Emerg Med Clin.* 1996;14:327-348.
- 10) First Responder Chem-bio Handbook Tempest Publishing, Alexandria, VA, 1998.
- 11) Gong E, Dauber W. Policewomen win settlement. *Seattle Times.* July 11, 1996:B1.
- 12) Levitin H, Siegelson H. Hazardous materials. *Emerg Med Clin.* 1996;14:327-348.
- 13) Cox R. Decontamination and management of hazardous materials exposure victims in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 1994;23:761-770.
- 14) Sullivan F, Wang R, Jenouri I. Principles and protocols for prevention, evaluation, and management of exposure to hazardous materials. *Emerg Med Rep.* 1998;19:21-32.
- 15) Sidell FR, Patric WC, and Dashiell TR: *Jane's Chem-Bio Handbook*, Jane's Information Group, 1998.
- 16) Pons P, Dart RC: Chemical Incidents in the Emergency Department: If and When. *Ann Emerg Med* 1999, 34: 223-5.