

mSv, 皮膚については等価線量で1 Svをあわせて上限として用いる。

2) 社会的資源

以上に述べてきたように、放射線被ばくの特異性を考慮すると、核・放射線テロ発生時に不可欠なことは、被ばく形態の把握、二次被ばく・汚染の防止、線量評価であり、そのためには体表面および体内汚染の状態を迅速に検出・測定するための放射線測定機器、例えば、表面汚染計、ホールボディカウンタなどの設備と、計測・線量評価・放射線防護・保健物理の専門家が必要である。⁹⁾現在のところ、原子力発電所や再処理施設以外の公的施設でこれらに対応できるのは放射線医学総合研究所、日本原子力研究所および核燃料サイクル開発機構などである。原子力施設を持つ地方自治体では独自に環境モニタリングシステムや汚染検査機器を備えているが、核・放射線テロ発生時には、これらの専門機関からの応援は不可欠である。

以上のように、現状ではとくに核・放射線テロ発生時の医療対策が施されているわけではないが、万が一テロが発生したときには、現行の原子力災害時の医療（緊急時被ばく医療）を応用した対策が現実的である。独立行政法人放射線医学総合研究所では、緊急時に備えて「緊急被ばく医療ダイヤル」を設定し、放射線事故等に対する医療対応を行っている。

緊急被ばく医療ダイヤル

月曜日から金曜日 9:30~17:30

043-206-3189

日曜・祭日および上記以外

090-8891-5844 または 090-8891-5845

8. 実際の被ばく事故の対応例:ゴイアニア(ブラジル)で発生した事故¹⁰⁾

1) 事故の概要

1985年(昭和60年)の終わり頃、南米ブラジルの中央に位置するゴイア州の首都ゴイアニア(リオデジャネイロまで1,348km,サンパウロまで919km)に放射線治療をする病院があった。この病院には、治療用線源としてコバルト60とセシウム137があったが、ずさんなことに、移転の際にセシウム線源を残していつてしまった。しかも、それが放射性物質であることを知らせる注意書きもなく、監督官庁にも届けていなかった。1987年(昭和62年)9月13日、男2人が病院跡に入り、それが何であるかも知らずに治療装置をこじ開け、ステンレス性の線源を何か価値のあるものかもしれないと思い、0.5km離れたところまで運んでしまった。そのとき、セシウムはカプセルから出てはいなかったため汚染はなかったが、その線源からのγ線で2人は体外被ばくを受け、急性放射線症を起こしていた。2人は嘔吐したが、食中毒によるものと思っていた。次の日、1人は下痢を起こし、片方の手首に腫脹が出現したが、診察した医師も食中毒だろうということで安静を命じた。

数日後、彼はそのカプセルにドライバーで穴を開けた。中から出てきたのは塩化セシウム(CsCl_2)で、これは溶けやすく飛び散りやすい粉で、初めピストルの火薬だと思い火をつけようとしていたりしていた。その後、セシウムの入った容器は、スクラップ屋に売られてしまった。スクラップ屋はこの物質が青く光ることに気づき、この現象を見ようと何人もの友人や親戚が彼を訪ね、多くの人に急性放射線症の症状が発症した。さらに悪いことに、中には顔やからだに塗ったりする人もいて、その結果、多くの人々が被ばくや体内汚染を起こし、広い地域に汚染が広がった。これがセシウムという放射性物質が原因で起こったと分かったのは、9月28日のことで、偶然患者の1人が

残ったセシウムの一部を市の公衆衛生部に持って行ったために判明したのであった。

この事故では、延べ11万2,000人をサーベイし、249人に体内外の汚染が判明したが、対象者が非常に多いということで、対象者をオリンピックスタジアムに集めて放射線のサーベイを行った。また、汚染を調べたゴリアニアの道路網は2,000km、汚染した土壌や除染に使用したゴミは200ℓのドラム缶1万4,500個、5tの箱1,470個にも及んだ。入院した20人の患者のうち19人に、局所の被ばくによる腫脹・発赤などの皮膚障害が生じた。セシウムにより体内汚染を起こした人に対し、プルシアンブルーという色素を飲ませたり、病院でさまざまな治療が行われたが、骨髄障害による出血や感染症で4人が1カ月以内に死亡した。

2) 事故の特徴と問題点

この事故の特徴は、テロではないが多くの人が被ばくし、汚染されたこと、非常に広い範囲に汚染が広がったこと、汚染源として半減期が30年くらいあるセシウム137であったこと、また、放射性核種によるということに気づくのに非常に時間がかかってしまったことが問題点として挙げられる。これらのことからテロ対応との類似点がある。また、あまりに多数の人を調べなければならなかったために、対象者を大きなスタジアムに集めたこと、セシウムを除染するのにプルシアンブルーが有効であるということが分かっていたものの、在庫が足りずに事故が起こってからドイツに発注をしたことなどの対応のしかたに問題があった。さらに、一般の医療機関はあまり協力的ではなく、汚染された人を連れて来てもらっては困ると

いう病院があったこと、医療スタッフがやはり非常に不安になっていたことから、簡単な再教育をせざるを得なかった。

おわりに

実際に放射線によるテロが起これば、通常の爆発物によるものと異なり、救助者の防護や被災者の除染が必要になってくる。これは、方法に多少の差異はあるものの、生物兵器や化学兵器への対応と類似している。しかし、放射線による汚染は、サーベイメーターで検出することができるので、適切な防護・除染を行うことができる。

今回は、放射線の性質、想定される放射線によるテロ、その医療対応について述べてきた。しかし、実際のNBCテロにおいて最も対応に苦慮するのは、原因物質の特定であろう。放射線テロが起きた場合、五官で感じられないこと、症状の発現が遅れることなどの放射線の特徴は、原因物質の特定を遅らせる一因となるであろう。放射性物質の汚染は、どういう放射線を出すかにより使用するサーベイメーターも異なるが、まず放射性核種によることに気づくのに時間を要する。このように、放射線の防護、サーベイは、放射性核種・核物質によるテロへの対応では非常に重要である。しかし、それを実施するうえでは、放射線防護・管理の専門家の協力が不可欠である。前述したが、日本の緊急被ばく医療体制は、主に、原子力発電所における事故を想定しているため、原子力施設立地道府県以外では充実していない。したがって、テロ対策には、これらの資源を生かした、連携・協力が必須となる。以上のような体制の整備が、今後の課題と言えるだろう。

参考文献

- 1) 明石真言：ナースのための放射線医療（放射線医学総合研究所監修）6 急性放射線障害. 朝倉書店, 2000.2
- 2) Safety reports series No.2 : Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, IAEA. Vienna : 1998
- 3) Berger ME, Hurtado R, Dunlap J, Mutchinick O, Velasco MG, Tostado RA, Valenzuela J, Ricks RC : Accidental radiation injury to the hand : anatomical and physiological considerations. Health Phys 72 : 343-348, 1997
- 4) 放射線被爆者医療国際協力推進協議会編：原爆放射線の人体影響1992. 文光堂, 1992.3
- 5) 明石真言：放射線事故における患者処置の基本〈1〉. 放射線科学39 : 136-144, 1996
- 6) 明石真言：放射線事故における患者処置の基本〈2〉. 放射線科学39 : 223-227, 1996
- 7) 明石真言, 下村 智, 蜂谷みさを：放射線核種の除染(第一部). 保健物理33 : 41-56, 1998
- 8) 明石真言, 下村 智, 蜂谷みさを：放射線核種の除染(第二部). 保健物理33 : 171-188, 1998
- 9) 近藤久禎：放射線事故（東海村臨界事故）. Emergency nursing, vol.14 : 502-506, 2001
- 10) The Radiological Accident in Goiania, IAEA. Vienna, 1998

生物製剤・病原体

大阪大学大学院医学系研究科生体機能調節医学，高度救命救急センター助教授 嶋津 岳士

種々の災害やテロのなかでも，とくに生物テロにおいては，個の観点と社会の観点から対応を考えることが重要である。生物テロを含むすべての災害に対しては，十分な準備をしておくこと（preparedness）が不可欠である。準備は個人レベル，組織レベル，地域レベル，国家レベルのそれぞれにおいて行うことが必要である。保健所は地域の準備の中心となるべき存在であり，近隣の関係諸機関（医療機関，消防，救急，警察，公衆衛生研究所，医師会など）との連携を協議しておく必要がある。もしテロが現実のものとなった場合には，策定した計画どおりに対応を行うためには，各組織の計画をその全構成員に周知するための教育と訓練が必須であり，それらの指導においても保健所に求められる役割は大きい。

1. 総論

1) 生物テロ・生物兵器の特色

テロ活動は「明らかな攻撃（overt attack）」と「隠された攻撃（covert attack）」に分類される。大量破壊兵器（WMD）による攻撃という特性から考えても，生物テロは「隠された攻撃」として実行した場合のほうが破壊力（病原体による罹患・死亡）が強い。

2001年（平成13年）に米国で起こった郵便を介した炭疽菌テロ事件以来，わが国においては封筒に白い粉を入れて送りつけるといった事例に注目

が集まっているが，これは生物テロとしてはむしろ例外的な方法であることを認識しておく必要がある。

テロリストにとっての生物兵器（生物剤）の利点としては，①多くの生物剤は入手が容易である，②製造が比較的容易である，③費用が少ない（安価），④さまざまな運搬・散布手段（弾頭，エアロゾル，水源汚染，食品汚染，郵便など）が利用可能，⑤感知されることなく広範囲にばらまくことが可能である，⑥多数の傷病者，犠牲者を生じさせることが可能である，⑦二次感染，三次感染により，感染が拡大する（場合がある），⑧自然の流行か人為的な集団感染かの鑑別が困難である，⑨通常は数日程度の潜伏期があるため，生物剤の効果が出現する前にテロリストは逃亡することができる，などが挙げられる。

生物剤による感染経路としては，経気道（呼吸器），経口（消化器），経皮（皮膚）の3つの経路がある。一般に無傷の皮膚からは感染しないが，T2マイコトキシンなどの例外もある。生物剤の使用に当たっては，病原体を1～5 μmのエアロゾルとして散布すると，人の五官で感知されることがなく，また下部呼吸器系に定着しやすいため，最も効果的であると考えられている。弾頭に生物剤を入れた場合は，熱や爆発により生物剤は不活化される可能性が高い。そのため，生物テロのシナリオとしては，エアロゾル化した生物剤を都市上空から小型機やヘリコプターを用いて散布

表1 生物兵器となり得る微生物・毒素

<ul style="list-style-type: none"> ・細菌 —炭疽 —ブルセラ —コレラ —メリオイドーシス(類鼻疽) —ペスト —Q熱 —野兔病 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウイルス —コンゴ・クリミア出血熱 —リフト峡谷熱 —天然痘 —ベネズエラ馬脳炎 ・毒素 —ボツリヌス毒素 —クロストリジウム(ウェルシュ菌)毒素 —リシン —サキシトキシン —ブドウ球菌エンテロトキシンB
--	--

表2 生物剤の危険度別分類 (CDC)

<ul style="list-style-type: none"> ● カテゴリー A：最も危険度が高いため優先的に準備 炭疽、ボツリヌス毒素、ペスト、天然痘、野兔病、ウイルス性出血熱 ● カテゴリー B：二番目に危険度が高い ブルセラ症、クロストリジウム毒素(イブシロン毒素)、馬鼻疽、Q熱、リシン、ブドウ球菌エンテロトキシン B、サルモネラ、赤痢、大腸菌 O157、コレラ、クリプトスポリジウム、そのほか食物や水を介して伝播するもの ● カテゴリー C：人工的な操作の加えられる可能性がある ニパウイルス、ハンタウイルス、ダニが媒介する出血熱ウイルス、ダニが媒介する脳炎ウイルス、黄熱、多剤耐性結核菌

する、あるいは人の集まる建物や地下街の空調へ混入するなどの「隠された攻撃」を想定しておく必要がある。

医療機関や医療従事者、公衆衛生の立場から見ると、生物テロには幾つかの大きな特色がある。まず第一に、救急隊員や医療従事者などは感染患者に対する最初の対応者 (first responder) となる可能性が高く、感染を受ける危険性が高い。次に、大量の被害者 (最悪の場合は数十万人単位) が発生する可能性が挙げられる。例えば、米国ワシントン DC 上空より100kg の炭疽菌芽胞を散布した場合、最悪の条件下 (晴れた風のない夜) では、最大300万人の犠牲者が発生するとの推定がある。その結果、医療機関の能力や医療資源の限界を超える数の患者が急に病院へ押しかける可能性がある。そうなる健康な人も不安から医療機関を受診するため、混乱は増幅される。また、実

際に生物剤が使用されなくても、社会不安や恐怖、パニックを来すため、正常な社会活動に重大な支障が生じる。感染症が発生した場合、自然な流行と人為的な流行との鑑別は容易ではない。とくに、多くの生物剤による初期の症状が非特異的であるため、確定診断までに時間を要する。さらに、病原体によっては、二次感染、三次感染により感染が拡大することが大きな問題となる。また、医療従事者は感染を受ける危険性が高いことから、感染により医療機関での人員が不足して、医療機関の対応能力が低下することも大きな問題である。そのため、米国では first responder に優先的にワクチンや抗生物質を投与することが検討されている。医療機関においては、院内での感染の管理、感染性廃棄物の処理、死亡者の遺体の管理なども重大な問題となる。これらの問題に対処するためには、平素より地域の公衆衛生機関との連携を確立しておくことが重要である。

2) 生物テロで用いられる可能性のある病原体

生物テロで用いられる可能性のある病原体や毒素 (以下「生物剤」) は、非常に多岐にわたっている。これまでに開発された生物剤としては表1に示すような細菌、ウイルスおよび毒素などが知られている。また、米国疾病管理予防センター (CDC) は生物剤が実際に使用される危険性やその影響力の程度によって3つの区分 (カテゴリー A, B, C) に分類を行っている (表2)。

カテゴリー A の生物剤は国家の安全に対する障害となり得るもので、①人から人への伝播を容易に起こし、②死亡率が高いため公衆衛生に対する重大な影響を及ぼす可能性があり、③一般市民にパニックを引き起こし、社会生活を途絶させる危険性があるため、④公衆衛生面での特別な対応準備をしておく必要のあるものを指す。これには天然痘、炭疽、ペスト、ボツリヌス毒素、野兔病、ウイルス性出血熱 (エボラ、マールブルグ、ラッ

サ、ジュニン出血熱など）が含まれる。カテゴリー B の生物剤は、播種や伝播が比較的容易であり、死亡率は低くとも中等度の障害性を有し、CDC にとって診断能力やサーベイランス（監視機構）を強化しておく必要があるもので、カテゴリー A に次いで優先的に対策を講じる必要がある。ブルセラ症、クロストリジウム毒素 (epsilon toxin), Q 熱, 馬鼻疽 (glanders), リシン, ブドウ球菌エンテロトキシン B などが含まれる。またカテゴリー B の中には食物や水を介して伝播する病原体も該当し、サルモネラ, 赤痢, 大腸菌 O157, コレラ, クリプトスポリジウムなどが含まれる。カテゴリー C は、伝染性を高めるための人工的な操作が将来において行われる可能性のある新興病原体であり、三番目の優先順位となる。これにはニパウイルス, ハンタウイルス, ダニが媒介する出血熱ウイルス, ダニが媒介する脳炎ウイルス, 黄熱, 多剤耐性結核菌などが相当し、今後の研究の課題である。

3) 生物テロに対する初期対応

生物テロを疑うべき現場の状況としては、①動物の死体や死にかけている動物が異様に多い場合（鳥, 魚などを含む）、②通常見慣れないような傷病者, あるいは年齢や性別, 職業などから判断して不自然な感染症が異常に多い場合、③見慣れない液体, スプレー, 粉末あるいは蒸気を認める場合や噴霧装置がある場合などである。ただし、化学兵器と異なり、生物剤では数時間から数日程度の潜伏期間があるため、曝露後早期には症状を呈さないことに留意しておく必要がある。そのため、「明らかな攻撃」の場合を除いて、生物剤に対して現場で除染を行う機会は少ないと考えられる。

生物テロの現場に偶然遭遇した場合や警察からの要請によって現場へ出動する場合には、十分な防護装備がなければ危険が感じられる場所へは近づかない。また、危険から逃げる場合には、風上

へ、高所へ逃げるのが原則である。

生物テロの現場での行動目標ならびに注意事項としては、まず市民を付近より避難させ、付近の状況を可能な限り評価する。また、仕掛けや危険物は1つだけとは限らないので、複数の仕掛けや装置がある可能性に留意しておくことが重要である。次いで、周辺の立ち入りを制限して作業区域を設定し、危険区域（ホットゾーン）などの設定を行う。これには保健所と警察、消防の協力が必要である。関与している物質（生物剤）を確保して同定するための準備を行う。被害者の救助としては、除染の必要性を考慮し、重症度による識別（トリアージ）を行い、必要な初期治療を行って患者を医療機関へ搬送する。汚染の拡大や二次汚染を防ぐことが重要である。

4) 個人防護と感染制御の原則

個人防護装備は感染経路（呼吸器, 消化器, 皮膚・粘膜）を防護することを目的として着用する。レベル A 防護装備は、呼吸に自給式呼吸装置（ボンベ）を用い、防護服は自給式呼吸装置をまるごと包むもので、最も厳重な装備である。レベル B 防護装備は、呼吸に自給式呼吸装置を用い、防護服の外に呼吸装置を背負う。レベル C 防護装備は、呼吸にカートリッジ式の呼吸器（ガスマスク）を用い、防護服を着用するものを指す（p.73, 図2参照）。レベル A, B の装備は密閉されているため暑く、ボンベ内の空気量からも活動時間は30分程度に制約される。また、気温の低い場合にはマスクが曇りやすく、眼鏡を着用した場合には利用できないタイプもあるので注意が必要である。生物化学テロの現場に対応するには、レベル B 以上の装備が必要であるとされている。

汚染された（可能性のある）患者は、不用意に施設内に収容しないことが重要であり、汚染区域内に居た患者は現場で除染した後に医療機関などの非汚染区域へ移動するのが原則である。しか

し、多数の被害者が発生した場合には、歩行可能な被害者や種々の車両で運ばれた被害者が直接病院に殺到する可能性が十分にある。そのため、医療機関においても除染を行う必要のある場合もあり得るが、化学兵器の場合と異なり、「明らかな攻撃」でない場合には、生物剤の除染の必要性を認識できない可能性が高い。

除染に際しては、個人防護装備、除染システム（テント）、検知システム、廃液処理、治療薬剤、夜間照明システム、リネン類（タオルや着替え用の服など）、暖房器具などが必要となる。

生物剤で汚染された被害者に対しては、感染の標準予防策（スタンダードプレコーション）と感染経路に応じた予防法を行うことが原則である。感染者に対しては専用の治療区域を設定することが必要である。空気感染予防策（例：天然痘）としては、N95マスクを着用し、患者にはサージカルマスクを着用させる。飛沫感染予防策（例：肺ペスト）としては、サージカルマスクを着用し、濃厚接触者には予防的内服を行い、患者にはサージカルマスクを着用させる。接触感染予防策（例：ウイルス性出血熱）としては、手袋を着用するとともに、血液や体液が飛散する場合には、ゴーグル、フェイスシールド、ガウン、プラスチックエプロン、オーバーシューズ、ゴム長靴などを着用する¹⁾。

5) 生物テロに対する対抗策と感染症監視（サーベイランス）

生物テロ対策の目標は、生物兵器による影響を最小限にとどめることである。そのためには、環境中での検出、防護装備、除染、免疫（ワクチンの投与）、抗生剤の予防投与、早期診断、早期治療、感染の伝播のコントロール、疫学的評価を着実に実施することが必要となる。とくに、生物剤が使用された後では、できるだけ早くそれを認識することが重要であるが、環境中でリアルタイムに生物剤を検出するためのモニター装置は実用化

されていない。そのため、鋭敏な感染症サーベイランス体制の整備が不可欠である。

生物剤の使用を早期に認識するために、医師個人としては非特異的な感冒様症状を呈する患者が通常より多くないか、また特異な症状を示す患者がいないかなどに注意を払うことがすべての基本となる。さらに細菌検査部門での検査結果や薬剤部門での薬剤（感冒薬や抗生物質など）の使用量も有用な情報である。しかし、より精度の高い監視を行うためには一医療機関だけの観察だけではなく、地域の全医療機関、薬局、検査センターなどを含めた総合的なデータ収集と分析が必要となる。このような地域の監視システムが合わさって、初めて全国的なサーベイランスが可能となるが、その構築には課題が多い。

2. 各論

わが国においても、CDCのカテゴリーAに該当する生物剤に関しては十分な基礎知識を持ち、具体的な対応策を準備して、現実的な教育・訓練を行っておく必要がある。

1) 炭疽

生物剤として用いる場合には、エアロゾル化された芽胞として散布されるが、炭疽菌はグラム陽性桿菌である。炭疽には次の3つの病型がある。①肺炭疽は死亡率80%以上で、潜伏期は通常1～7日であるが、最大60日にも及ぶ。②腸炭疽は死亡率25～60%で、潜伏期は1～7日である。③皮膚炭疽の死亡率は1%程度と低く、潜伏期は1～12日である。

流行時の疫学的な特徴は、重篤な感冒様症状を呈する複数の患者が突然発生し、それらが電撃的な経過をとり、予後が非常に悪い点である。ただし、人から人への感染は生じないため、標準予防策で対応可能である。

人に対する除染は石鹼と水で行うのが原則であ

る。環境や器具に対しては0.5%次亜塩素酸（さらし粉）を用いる。

確定診断は病変部位²³⁾⁴⁾からの炭疽菌の検出が基本であるが、①PCR法による炭疽菌DNAの確認、②免疫組織化学染色による炭疽菌の証明、③炭疽菌毒素の一つである防御抗原（PA）に対する血清抗体価（Ig-G）の4倍以上の上昇などの補助診断がある。血液培養で容易に検出されるので、抗生物質の投与前に検体を採取することが重要である。

治療薬の選択に関してはCDCの推奨があり、予防的投与としてはシプロフロキサシンまたはドシキサイクリンを経口で60日間服用する。治療的投与ではシプロフロキサシンまたはドシキサイクリンを経静脈的に投与するが、多剤の併用が原則である。状態が安定すれば経口に切りかえて60日間投与する。

2) 天然痘

天然痘は *variola major* (重症のタイプ) と *variola minor* (症状が軽いタイプ) の2種のウイルスで起こる。天然痘は1977年（昭和52年）にWHOにより撲滅宣言が出され、1980年（昭和55年）にはすべての国でワクチン摂取が終了した。最後の天然痘患者は米国では1949年（昭和24年）に発生しているが、世界で最後の症例は1978年（昭和53年）に英国の大学研究室で発生した感染事故である。

歴史的に疫病として知られ、空気感染により広がり、伝染性が非常に強い。少なく見積もっても1人の患者から10人に感染する。また、致死率が30%と高い。冷戦中にソ連が天然痘を武器化していることが知られているが、イラクなどのほかの国も保有している可能性がある。

天然痘は咽頭あるいは気道粘膜から少量のウイルスが侵入することによって感染する。12~14日（7~17日の範囲）の潜伏期の後、典型的な高熱、倦怠感、疲労感、頭痛、背部痛が見られる。ときに激しい腹痛や精神錯乱がある。続いて、発疹（斑

点状丘疹）が口腔咽頭粘膜、顔面、前腕に出現し、体幹や下肢に広がる⁵⁾。1~2日で発疹は水疱様になり、その後膿胞状になる。膿胞は丸く、硬く、皮膚に強く固定されているのが特徴的である。診断のカギは「発疹のタイプの変化が1~2日間隔で揃って進行する」ことである⁶⁾。また、鑑別診断の対象としては水痘が挙げられるが、天然痘は全身症状を伴うこと、顔・頸部・上肢に初発し体幹へ広がること（求心性）、皮疹の変化が同期して生じるため異なる病期の皮疹が混在しない点などにより鑑別される。

天然痘感染者に対する治療は、現在のところ、隔離（陰圧、フィルター）と、適切な支持療法と二次細菌感染に対する抗生剤投与である。天然痘に関する有効な抗ウイルス薬はない。ワクチンが有効であるが、ワクチン接種は米国では1972年（昭和47年）に中止しており、わが国でも昭和51年までである。ワクチン接種後10年以上経過すると効力はなくなると考えられており、現在の人口は天然痘に対する免疫はない。ウイルスに曝露後、ワクチン接種が有効なのは、症状が出現する以前のみなので、十分量のワクチンの生産と備蓄が重要な課題となっている。一方、天然痘ワクチンの副作用は比較的頻度が高く、重篤なものが少なくないので、接種に際しては考慮が必要である。

3) ペスト

ペストは1類感染症でわが国では発生していないが、米国では1年当たり平均13例のペスト患者が発生している（1998年は10例、2000年は6例）。死亡率は15%程度である。ペストには3つの感染経路があり、①菌を保有するノミ刺咬、②傷口からの侵入、③エアロゾル吸入である。病型としては、腺ペスト（リンパ節の感染）、敗血症ペスト（血行性の感染）および肺ペスト（エアロゾルによる感染、致死率が高い）の3つがある⁷⁾。生物テロではエアロゾルの吸入による肺ペストが最も懸念される。治療には抗生物質のストレプトマイ

シンやテトラサイクリンなどが用いられる。

4) ボツリヌス毒素

ボツリヌス毒素は、神経毒で幾つかのタイプがあるが、知られている限り最も毒性が強い。重量当たりの毒性はサリンやVXよりも強く、1gで1万人以上を殺傷できる。毒素は粘膜(腸管や肺)や傷を介して侵入するが、正常の皮膚は通過しない。ボツリヌス中毒の病型には①食中毒、②創傷、③腸型の3つがある。生物テロではエアロゾルによる肺からの吸入が考えられる。いずれのタイプの場合も、中毒の主症状は神経学的異常であるが、食中毒や腸型では腹痛、嘔吐、下痢などが先行する。

潜伏期間は1～5日であるが、経口摂取の場合は24～36時間、吸入の場合はさらに長い。初期症状としては、倦怠感、筋力低下、めまい、複視・眼瞼下垂・羞明、口腔乾燥、発音障害、構語障害、嚥下障害などがあり、発熱は見られないことが特徴である。ボツリヌス毒素中毒の典型的徴候は下行性対称性麻痺であるが、知覚は正常で意識も清明である。また、発熱はやはり見られない。進行した段階では、瞳孔散大、咽頭痛、呼吸不全、チアノーゼ、起立性低血圧、腱反射低下などが出現する⁸⁾。

診断には咽頭・鼻腔拭い検体や糞便、血清からの菌の同定を行う。治療には抗毒素(乾燥ボツリヌスウマ抗毒素、千葉血清)を用いる。ABEF型とE型の抗毒素があり、早期に20～40ml、E型では1～2万単位を筋注または点滴静注する。軽減しない場合は3～4時間ごとに20mlあるいは1万単位を追加する。さらに、各種の補助療法を行い、栄養投与、呼吸管理などの集中治療、二次感染の予防と治療などを行う。また、ボツリヌス

毒素に直接効果のある抗生剤はない。むしろ、アミノグリコシド系やクリンダマイシンなどは毒素によるNMJの阻害を増強するので禁忌である。

5) 野兔病

起因菌である *Francisella tularensis* は高い感染性と病原性を持つが、人から人への伝播は確認されていない。死亡率は5～15%であるが、肺炎型や重症例で治療を行わない場合には30～60%まで高くなる。

潜伏期間は1～14日(多くは3～5日)であり、急性の発熱(38～40℃)で突然発症する。ほかの臨床的所見としては、咽頭炎、気管支炎、肺炎、胸膜炎、肺門部リンパ節炎などに進行する⁹⁾。未治療の場合は敗血症へと進展する。

野兔病が生物兵器として用いられた場合の疫学的特徴は、アウトブレイクのパターンが田舎や農業地域ではないこと、生来健康な人に説明困難な重症呼吸器障害が発生すること、リスクファクター、曝露の程度、性差、年齢差などは見られないことなどである。

治療にはストレプトマイシンやテトラサイクリンなどの抗生物質を投与し、必要であればリンパ節の外科的処置を行う。

参考文献

- 1) Keim M, et al. Ann Emerg Med 34 : 177-182, 1999
- 2) JAMA 281 : 1735, 1999
- 3) Department of Justice, Hospital Provider Course. Aug. 2001
- 4) JAMA 286 : 2549-2553, 2001
- 5) Center For Civilian Biodefense 他
- 6) JAMA 281 : 2172-2137, 1999
- 7) Electronic Textbook of Dermatology (<http://www.telemedicine.org/stamford.htm>)
- 8) JAMA 285 : 1059-1070, 2001
- 9) JAMA 285 : 2763-2773, 2001

化学物質・薬品

大阪府立病院救命救急センター医長 西野 正人

化学兵器、生物兵器などの特殊兵器による集団災害に対しては、個々の危険物質に対する知識の集積もさることながら、地域社会での組織的対応策の確立がより重要である。化学兵器は生物兵器とは異なり即時的な殺傷能力が高く、より迅速な対応が要求される。地域における保健所は、化学生物テロ事件に際して医療側の first responder としての役割を担っているため、その機動性の向上が急務である。また、保健所には各種危機対応組織（警察、消防、救急、自衛隊、医師会）に対して、医学的な指導責任が付与されているので、組織間の連携を密にするための体制づくりが急務であり、日常から対テロ対策教育・訓練の指導的役割を果たすことが望まれる。

1. 総論

1) 化学テロの特色と対策

化学兵器は一般に安価であり、その威力に対する対コスト比は核兵器に比較して極めて低い。生物兵器とともに“貧者の核兵器”と言われるゆえんである。液体物質は一般にエアロゾル化して毒ガスとして用いられる。化学兵器は攻撃（テロリスト）側から見た場合、①製造が容易である、②安価である、③大量殺傷能力がある、などの点が有利に働く。一方、攻撃される側から見た場合、①生物兵器と異なり効果に即時性があり、使用されたことが早期に判明する、②化学兵器の種類に

よって特徴的な症状が出現する、③検知器により検出可能である、④防御、除染することが可能である、⑤化学兵器の種類によっては解毒剤がある、などの特徴がある。したがって、生物兵器のように人知れず事態が進行し発覚が遅れるということはなく、迅速に探知し、的確に対応すれば事態の收拾は比較的容易である。公衆衛生の立場から見ると、化学テロ攻撃に対して十分に準備しておくことが肝要である。専門知識を持った人員の教育、現場への緊急展開手段、分析システムの整備、解毒剤の備蓄などが不可欠がある。そして、ひとたび事象が発生した場合には、傷病者の避難、現場隔離、化学兵器の分析同定、医療機関への情報提供、除染作業などが迅速に進められるように関係組織間で十分にシミュレーション訓練しておく必要がある。

2) 化学兵器の種類と特徴

化学テロ脅威物質は非常に種類が多いが、作用機序から分類すれば理解しやすい。米国疾病管理予防センター（CDC）は、びらん剤（Blister/Vesicants）、血液剤（Blood）、窒息剤（Choking/Lung/Pulmonary Damaging）、無能力化剤（Incapacitating）、神経剤（Nerve）、催涙剤（Riot Control/Tear）、催吐剤（Vomiting）に分類し、テロに使用される可能性のある化学物質を公表している（表1）。これらを臓器傷害の有無で分類すれば、無能力剤、催涙剤、催吐剤は無傷害化学

剤であるが、びらん剤、血液剤、窒息剤、神経剤は有毒化学剤である。特に神経剤のサリン(GB)、ソマン(GD)、タブン(GA)、VXは強いコリンエステラーゼ阻害作用を有し、極度に致死性(VX>ソマン>サリン>タブン)が高い。経気道のみならず皮膚からも吸収される。なかでもVXは、化学兵器中最強の毒ガス兵器とされている。サリンは揮発性が高く野外では1~2日(-10℃、晴天無風の場合)で無毒化するが、VXは揮発性が低く、いったん散布されると長時間にわたって一帯を汚染する。皮膚からの浸透性が極めて高いが皮膚症状はなく、曝露しても気づかない。一連のオウム事件で使用された化学兵器もサリンとVXであった。血液剤は揮発性の高い液体であり、常温では気体である。そのため野外の曝露地点を汚染しない。経気道吸入されて血液の酸素運搬能力に障害をもたらし、細胞の内呼吸を妨げる。シアン化水素(AC)、塩化シアン(CK)などの青酸中毒物質がある。窒息剤にはホスゲン(CG)、ジホスゲン(DP)、塩素(CL)などがあるが、毒性はホスゲンが最も強い。粘膜からは吸収されるが、皮膚からは吸収されることはない。粘膜刺激症状はあるが皮膚症状はない。吸入曝露により化学性肺炎から肺水腫を引き起こし死に至る。窒息剤は気体であり、野外の曝露地点を汚染しない。びらん剤はマスタードガス(H)(イペリットとも呼ばれる)やルイサイト(L)がよく知られている。びらん剤は常温で液体であり、曝露地点を汚染する。マスタードはイラン・イラク戦争で大量に使用された。マスタードはからし臭(にんにく臭)、ルイサイトはゼラニウム臭(果実臭)がするのがよく知られている。粘膜刺激症状とともに皮膚に付着すると重篤な水疱、びらんを形成するのが特徴である(図1)。死をもたらすのは吸入による化学性肺炎、気道損傷、骨髄抑制である。

3) 化学テロに対する初期対応の原則

原因不明の突発的な大量傷病者発生を見たとき

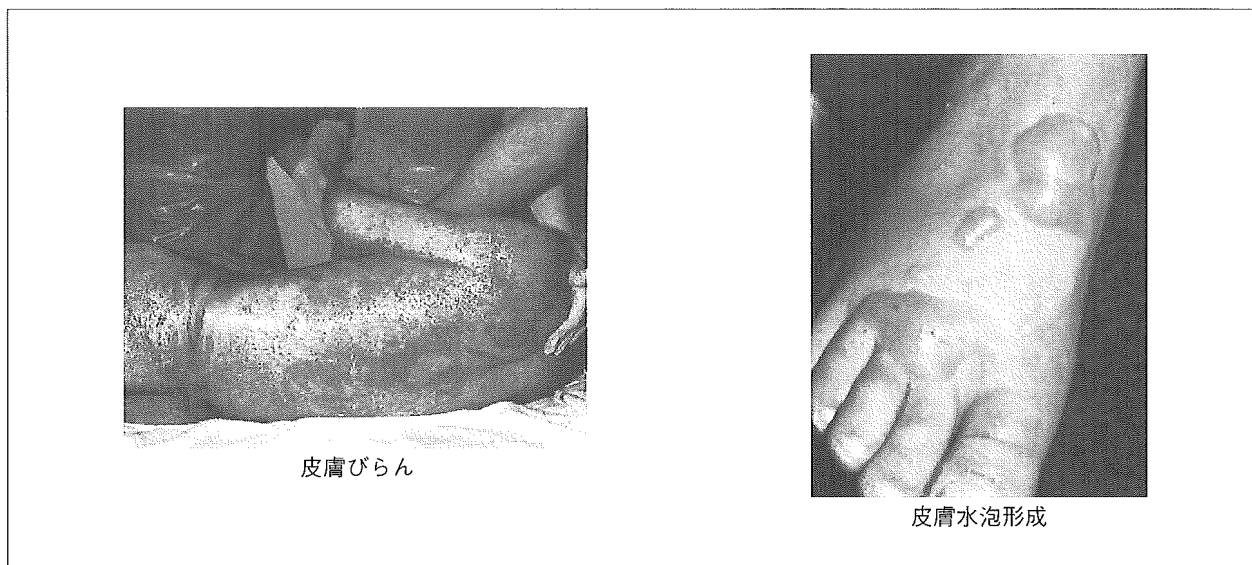
表1 化学脅威物質の種類 (<http://www.bt.cdc.gov/Agent/AgentlistChem.asp>)
Chemical Agents Listing and Information

Blister / Vesicants	
Distilled Mustard (HD)	Lewisite 1 (L-3)
Lewisite (L)	Methyldichloroarsine (MD)
Mustard Gus (H)	Mustard/T
Nitrogen Mustard (HN-2)	Nitrogen Mustard (HN-1)
Phosgene Oxime (CX)	Nitrogen Mustard (HN-3)
Ethylidichloroarsine (ED)	Phenodichloroarsine (PD)
Lewisite 1 (L-1)	Sesqui Mustard
Lewisite 1 (L-2)	
Chocking / Lung / Pulmonary Damaging	
Chloride (CL)	Phosgene (CG)
Diphosgene (DP)	Red Phosphorous (RP)
Cyanide	Sulfur Trioxide-Chlorosulfonic Acid(FS)
Nitrogen Oxide (NO)	Teflon and Perfluroisobutylene(PHIB)
Perfluroisobutylene(PHIB)	Titanium Tetrachloride (FM)
	Zinc Oxide (HC)
Nerve	
Cyclohexyl Sarin (GF)	VE
GE	VG
Sarin (GB)	V-Gas
Soman (GD)	VM
Tabun (GA)	VX
Blood	
Arsine (SA)	
Cyanogen Chloride (CK)	
Hydrogen Chloride	
Hydrogen Cyanide (AC)	
Riot Control / Tear	
Bromobenzylcyanide (CA)	
Chloroacetophenone (CN)	
Chloropicrin (PS)	
CNB-(CN in Benzene and Carbon Tetrachloride)	
CNC-(CN in Chloroform)	
CNS-(CN and Chloropicrin in Chloroform)	
CR	
CS	
Vomiting	
Admsite (DM)	
Diphenylchloroarsine (DA)	
Diphenylcyanoarsine (DC)	
Incapacitating	
Agent 15	
BZ	
Canniboids	
Fentanyl	
LSD	
Phenothiazines	

には、化学剤・生物剤などが使われた可能性を、まず疑うことがすべての第一歩である。

「神経化学剤の影響は予測・予知していない者に対しては致死的である。しかし、予測・予知し

図1 マスタード曝露による皮膚所見



ている者に対しては致死的でない」

上記は第一次世界大戦後、米国のパーシング将軍が発した神経化学剤に対する警告であるが、その警告は今なお生きている。以下の現場状況が認められた場合は、積極的に化学剤が使われたことを考慮すべきである。

- ①不自然な動物の死体や、死にかけている動物（鳥、水生動物を含めて）が異様に多い。ハエなどの昆虫が死体に集まっていない。
- ②重篤感のある患者が大勢存在する。嘔気、呼吸困難を訴え、痙攣を起こしている患者の存在。状態の明らかに似通った死傷者。
- ③不審な液体、スプレー、蒸気、異臭などを認めた場合や、噴霧装置が放置されている場合。天候とは無関係な低く垂れ込めた雲や霧の存在。警察などからの要請で現場調査に赴く場合には、嚴重な注意を要する。米国の現場指揮官マニュアルでは first responder の安全をとくに強調している。

(AWARE：自覚せよ！)

Approach：風上・高所から現場に接近する。

Wear：防護マスクを直ちに装着する。

Alert：ほかの現場の人員に危険性を警告する。

Restrict：現場への立ち入りを制限する。

Evaluation：犠牲者の徴候・症状を評価し、人々に注意を喚起する。

化学テロの現場での一般行動目標は、

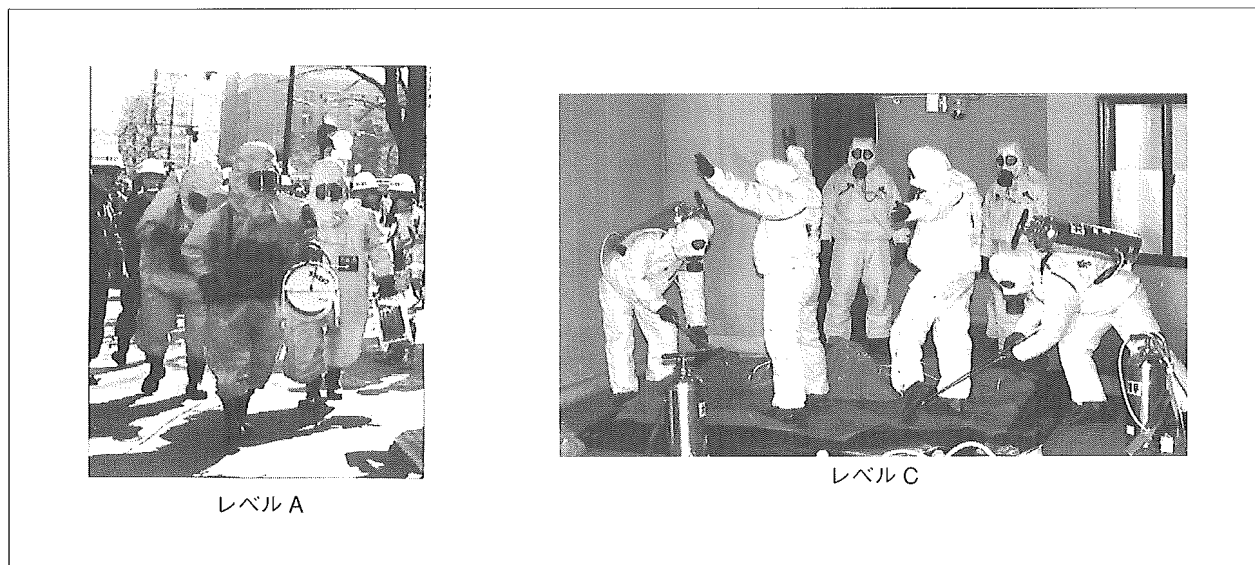
- ①汚染地域から人々を迅速に避難させること
- ②全体の状況を評価すること
- ③危険管理区域（Hot zone, Warm zone, Cold zone）の設定を行うこと
- ④化学兵器の種類を特定すること
- ⑤犠牲者の救助、汚染除去、トリアージ、現場初期治療、患者搬送
- ⑥汚染の拡大を回避すること

と多岐に及ぶ。これらは迅速に行われなければならない、公衆衛生機関は医療機関、警察、消防などの関係機関とあらかじめ手順の取り決めを行っておかなければ、円滑な行動は困難である。

4) 個人防護の原則

汚染区域では個人防護装備の装着は必須であ

図2 個人防護装備



る。個人防護装備には、その防護レベルによっていくつかの種類がある（図2）。レベルA防護装備は、呼吸のための自給式呼吸装置（空気ボンベ）自体も防護服の内部にあり最も気密性が高い。呼吸器、皮膚、粘膜を完全に防護する。レベルB防護装備の自給式呼吸装置は防護服の外に背負う。防護服の気密性がレベルAよりも低いため、呼吸器の防護に比較して皮膚、粘膜の防護に劣る。レベルC防護装備は防護服を着用し防毒マスクを着用する。外気を防毒マスクのカートリッジ式吸収缶で濾過して呼吸する。防護服の気密性はレベルBと同等であるが、呼吸器の防護に劣る。吸収缶は特定の化学物質の特定濃度までを吸収するよう設定されているため、毒ガスの成分、濃度が判明している場合に用いる。したがって、毒ガス成分、濃度が同定されていない時点では、最高レベルの防護装備を装着するよう米国では勧告されている。ただし、レベルA、B防護装備の活動可能時間は空気ボンベの容量の都合から約30分間と制約されているのが欠点である。どのレベルの防護服も快適性は極めて悪い。眼鏡を着用したままでは装備できないタイプもあるので、装備の選定段階で考慮する必要がある。

表2 化学兵器物質の揮発性と汚染持続時間

化学兵器	揮発性(mg/m ³)	汚染持続時間(晴天15℃)
神経剤		
VX	1.6	3日～3週間
ソマン	2.06	2.5日～5日
タブン	560	1日～4日
サリン	12,000	15分～4時間
びらん剤		
マスタードガス	625	2日～7日
ルイサイト	4.5	3日～6日
窒息剤		
ホスゲン	6.37×10 ⁶	数分
血液剤		
塩化シアン	2.6×10 ⁶	数分
シアン化水素	0.89×10 ⁶	数分

5) 除染の原則

軍事的に化学物質を兵器として用いる場合、散布後、建物・施設を含め、ある地域を長時間汚染しその毒性が残存する方が兵器として有用である。散布後長時間その地域を汚染するものは持続性化学剤（Persistent）と呼ばれ、神経剤、びらん剤が挙げられる。これらは常温で液体であり揮発性が汚染持続時間に大きく関与する。一般に二次汚染をもたらすため、傷病者を含めて除染が必要となる。表2に主な物質の揮発性と野外での毒

図3 除染作業

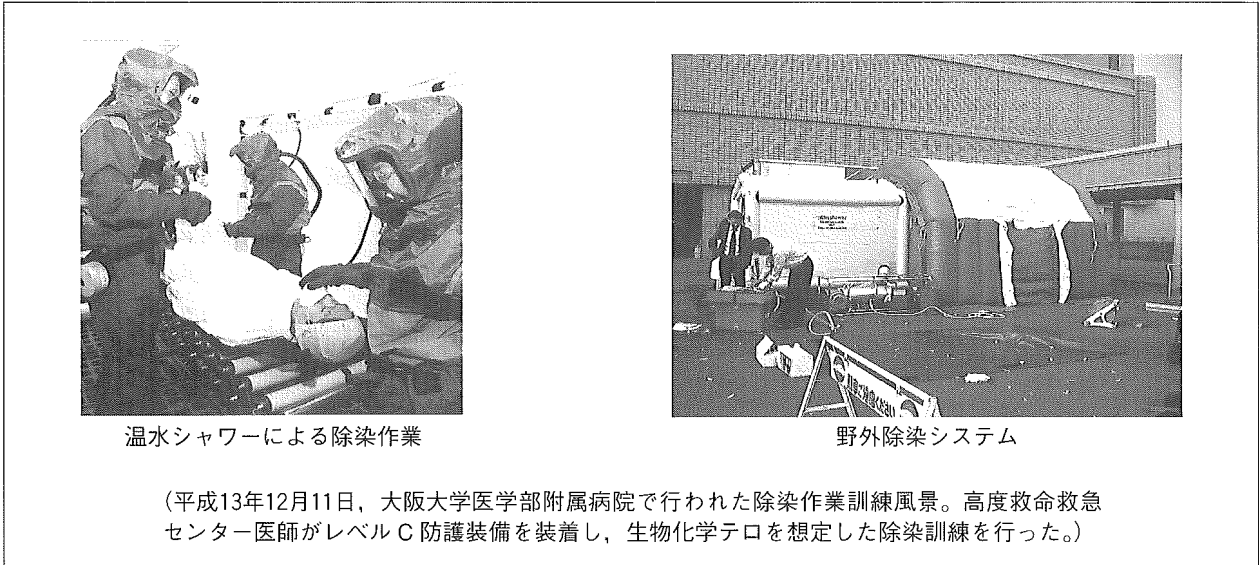
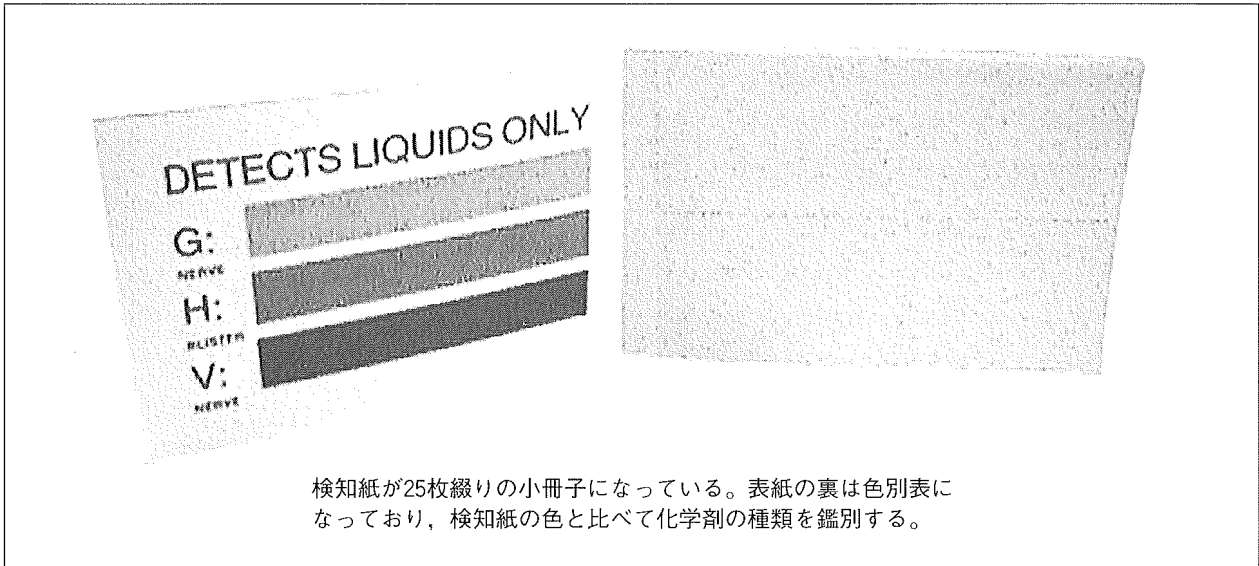


図4 M8 検知紙



性の持続時間を示したが、無風時や屋内では延長するので注意が必要である。一方、血液剤、窒息剤は常温では気体である。これらは非持続性化学剤 (Non-persistent) と呼ばれ、散布後長時間その地域を汚染することはない。したがって、時間がたっていれば野外では基本的には除染の必要はないとされる。

傷病者の一次除染は現場の warm zone (除染区域) で行われなければならない。最も基本的な除染は脱衣である。曝露形体 (蒸気・液体) に関

わらず着衣や靴は直ちに脱がせ、VX、マスタードの場合は処分する (サリンの場合は処分の必要はない)。皮膚の汚染は野外除染システムを用いて温水で10分間シャワー洗浄するのが原則である (図3)。大量患者発生時には処理能力に限界があり、その対策が今後の課題である。また、リネン (タオルや着替え用の着衣) の準備や廃液処理の問題も考慮する必要がある。さらに、一次除染が不完全な場合や未除染のまま患者が搬入された場合を想定して、病院前での二次除染システムの準

備が必要である。未除染患者は決して医療施設内に収容すべきではない。必ず除染が完了してから建物の中に収容することが重要である。地下鉄サリン事件の際、大勢の未除染傷病者が1カ所の病院に集中して収容され、医療従事者の中に二次汚染者が発生したことは銘記されなければならない。

神経剤、びらん剤はアルカリにより無毒化できる。物品、施設、車両、土壌の除染には5%次亜塩素酸ナトリウム溶液を除染液に用いる。

6) 化学剤の緊急分析

本邦では現在、M8 検知紙法と検知管法（CR 警報器）などが検知同定システムとして現場で用いられる。M8 検知紙（図4）は液体の分析に用いられ、神経剤、びらん剤の簡易識別が可能であるが、物質同定は不可能である。CR 警報器はエアゾルの分析に用いられ、環境因子に左右され感度に問題がある。確定分析はやはり実験室での精密分析が必要となる。ガスクロマトグラフィ、NMR (nuclear magnetic resonance)、マススペクトロスコーピーなどで分析する。

化学テロ攻撃に対して迅速に化学物質を同定することは、事件発生後の対応策を左右する要となる作業である。個人防護のレベル設定、除染の必要性の判断にも不可欠である。また、毒ガス分析情報は迅速な救急治療を行ううえで、患者の命を左右する最も重要な情報である。この認識は各関係機関に徹底すべきものであり、医療機関に迅速に情報提供ができるように、最優先の情報伝達システムを確立しておく必要がある。

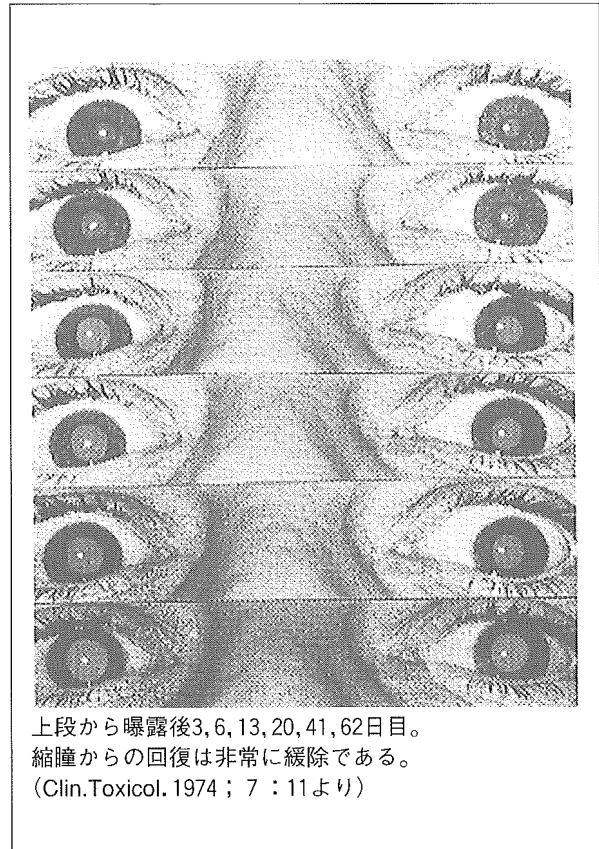
2. 各論：診断と治療

1) 神経剤：Nerve Agent

(サリン、ソマン、タブン、VX など)

神経剤はコリンエステラーゼに結合し、アセチルコリン分解を阻害するため、神経筋接合部、自

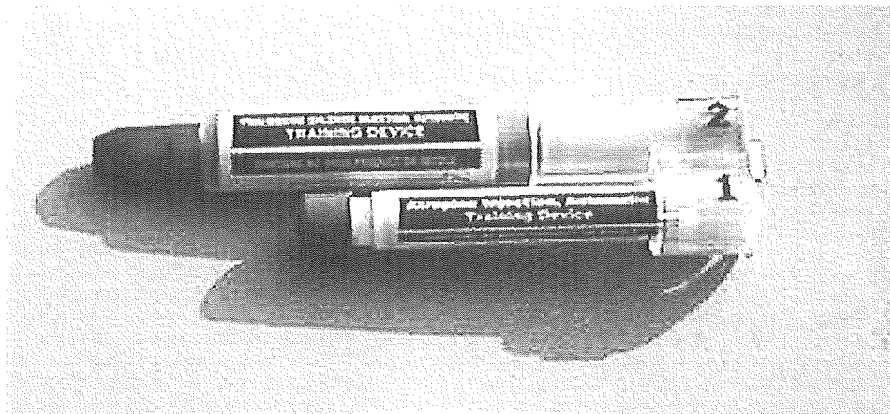
図5 神経剤（サリン、ソマン）に曝露した患者の瞳孔



律神経節での神経伝達に障害を及ぼす。重症度は曝露様式（経皮、経気道）と曝露量に依存する。曝露が軽度であれば縮瞳（図5）、流涙、鼻汁、発汗などが出現する。患者は最初「突然、周囲が暗くなった、視野が狭くなった」と自覚することが多い。頭痛を伴うことも多く、嘔気、嘔吐、四肢のしびれ感も出現する。重症になるにつれて筋力低下、筋線維束性収縮、気管支攣縮、気道分泌亢進と進行する。大量曝露の場合は、高度の意識障害、痙攣、呼吸障害が出現し、呼吸筋麻痺から呼吸停止、心停止に陥る。神経剤の中で最も致死性の高いVXの初発症状は、痙攣、昏睡である。重症例では曝露後瞬時にして心肺停止に陥ることもある（付記参照）。

診断のポイントは縮瞳である。血清コリンエステラーゼ濃度が低下していれば推定根拠となるが、低下するのは曝露後数時間経過してからである。神経剤の場合、体内から代謝産物を検出する

図6 MARK-I kit



MARK-I kitは2本のpre-filled注射器で構成される。注射器1にアトロピン2mg（米国規格）、注射器2にPAM600mg（米国規格）が注入されている。

ことができるため、血液検体を保存しておく。

神経剤の解毒剤はPAMであるが、曝露後できるだけ早期に投与する必要がある。なぜならば、神経剤は時間の経過とともにコリンエステラーゼとの結合が不可逆的になり、PAMは無効となる（agingと呼ぶ）からである。とくにソマン（GD）は数分でagingが起こる。サリン（GB）の場合には5時間以内に投与しなければならない。硫酸アトロピンは神経剤のムスカリン作用を拮抗するために投与される。PAMも硫酸アトロピンも曝露後早期に投与することが重要であり、現場要員のために自己自動注射器（MARK-I kit）が準備されることが望ましい（図6）。医療従事者は重症患者の治療の際には、二次汚染に十分注意しなければならない。完全な除染が不可欠であるが、簡易の防護マスク、防護服なども病院に準備しておく必要がある。

【付記】

筆者は平成6年12月12日、VXによる暗殺テロの被害者を救急治療した。患者は28歳の男性で、地下鉄の駅で突然、意識を失った。5分後に救急隊が到着したとき、患者は心肺停止状態であり、瞳孔はすでに散大していた。しかし、救急隊員が

心肺蘇生術を施すうちに瞳孔は縮瞳に転じた。当時、筆者が勤務していた大阪大学医学部附属病院特殊救急部（現高度救命救急センター）に患者が搬入されたとき、心肺呼吸停止状態は続いており、瞳孔は両側 pin-point に縮瞳していた。蘇生治療の結果、患者の心拍は再開した。心拍再開後、瞳孔は pin-point のままであり、徐脈、大量の発汗、筋線維束攣縮、下痢、低体温が認められた。血清コリンエステラーゼ濃度は著しく低下していた。有機リン農薬中毒を疑ったが、口腔、体表のおいをかいても（この行為はかなり危険であった）農薬特有の刺激臭はせず、状況から考えても農薬中毒の可能性は皆無であった。もちろん、原因が VX による中毒とは予想さえしなかった。患者は4日後、心肺呼吸停止による低酸素脳症から脳死に陥った。瞳孔は散大に転じ、来院後初めて縮瞳が消失した。死因が不明の外因死と判断し、血液検体を保存するとともに、司法当局に司法解剖を進言した。司法解剖では死因は特定できなかった。事実が判明したのは患者死亡から11カ月後、オウム事件が公判に上り、司法当局に提出した保存血液検体から VX の代謝産物が検出されてからであった。患者は VX をディスポーザブルの注射器で首筋にかけられた後、瞬時に心肺停止に

陥ったものと推察される。

2) びらん剤：Blister Agent

(マスタード、ルイサイトなど)

びらん剤のうち、使用される危険性が高いものはマスタード (H) とルイサイト (L) である。マスタードの毒作用はアルキル化剤、ルイサイトは砒素による。両者とも粘膜損傷や皮膚損傷が特徴的である。結膜炎はほぼ必発であり、呼吸器系では上気道炎、化学性肺炎、肺水腫が起こる。呼吸不全が死因となる。ルイサイトは曝露後直ちに粘膜・皮膚に疼痛を自覚し、数分で表皮のびらん、水疱が出現する。一方、マスタードは自覚・他覚症状発現までに数時間の潜伏期が存在するのが特徴で注意を要する。

皮膚所見は図1に示したとおり、基本的には化学熱傷であり、重症であれば極度の循環血液量減少を来しショックに陥る。また、マスタードは骨髓障害作用を有し、大量曝露によって数日後に汎血球減少を来すことが知られている。肺障害の本態は化学性の気道熱傷であり、重症例では重篤な呼吸不全を来し死亡の原因となる。

マスタードには特異的解毒がなく、迅速な除染だけが重症化を軽減できる。一方、ルイサイトに対しては拮抗薬 BAL (British Anti-Lewisite) が存在する。したがって、マスタードとルイサイトの鑑別は臨床的に重要である。尿中チオジグリコール (マスタードの代謝産物) の検出が診断に有用である。

3) 窒息剤：Choking Agent

(ホスゲンなど)

窒息剤は粘膜傷害、肺障害を引き起こすが、皮膚傷害は起こさない。ホスゲン (CG)、ジホスゲン (DP) が代表的な窒息剤である。ホスゲンはトウモロコシ臭のする無色の気体である。空気よ

り重く、低所では大量曝露の危険が増す。肺水腫が死をもたらす。注意すべきことは肺水腫が、結膜炎や咽喉頭炎といった粘膜傷害の出現から潜伏期を経て出現することである。潜伏期は曝露量に依存するが、低曝露では24時間以上のこともあり、曝露が明らかであれば症状がなくとも患者は経過観察入院させるべきである。大量曝露の場合、肺水腫は4時間以内に出現するが、肺水腫出現前に喉頭痙攣によって急死することがあり、直ちに気管内挿管をする必要がある。解毒剤は存在しない。

ホスゲンは気体であり、曝露地点に残存することはなく、検知は困難である。体内からも検知することはできないため、肺水腫の鑑別が唯一の診断法である。

4) 血液剤：Blood Agent

(シアン化水素、塩化シアンなど)

シアン化合物ガスは空気より軽く、野外では容易に拡散してしまうため、屋内で使用される可能性がある。猛毒であり、270ppm で即死する。意識障害、痙攣、心呼吸停止を来すため、神経剤との鑑別が問題となるが、瞳孔所見は正常か散大しており、鑑別診断に有用である。細胞内ミトコンドリアのチトクロームオキシダーゼと結合し、酸素代謝を阻害する。粘膜、皮膚は傷害しない。診断のポイントは、チアノーゼのない呼吸困難、皮膚の鮮紅色、呼気のアーモンド臭である。動脈血ガス分析では、動脈血酸素分圧が正常で静脈血酸素分圧が高値を示し、著明な代謝性アシドーシスを呈するのが特徴である。

亜硝酸アミル、亜硝酸ナトリウム、チオ硫酸ナトリウムが特効薬であり、迅速に治療すれば劇的な治療効果が得られる。これらの薬剤は、セットにして病院に備蓄しておくことが必要である。

6

わが国における健康危機事例と保健所活動

東海村ウラン加工施設臨界事故

茨城県ひたちなか保健所長 佐藤 正

1. 事故の概要

平成11年9月30日（木）午前10時35分頃、茨城県東海村のウラン加工施設JCOにおいて、わが国初の臨界事故が発生した。事故現場付近のγ線量計測データが高いことなどにより、午後3時に事故現場から半径350m 圏内住民（47世帯、約150人）への避難要請が行われ、さらに、希ガスやヨウ素の一部が大気中に放出され、また、臨界事故終息の見通しが立たなかったことなどから、安全のために午後10時30分には半径10km 圏内住民への屋内待避要請が行われた。

10月1日（金）午前6時15分、沈殿槽水抜き作業などにより臨界状態は停止し、午前9時20分に臨界状態は終息と判断された。午後4時30分、屋内待避要請が解除された。

10月2日（土）午後6時30分、半径350m 圏内住民への避難要請が解除された。

この事故で3人の従業員が重篤な被ばくを受け、そのうちの2人が死亡したほか、この従業員を搬送した消防署員および事業所周辺の住民などが被ばくした。また、臨界停止のための作業に従事したJCO社員が計画被ばくした（被ばく線量に上限を設定して、その限度において被ばくしつつ作業に従事した）。

原子力施設の事故規模を示す国際評価尺度（INES）は、レベル4（施設外への大きな危険を伴わない事故）であった。

2. 保健所活動開始前の状況

3人の従業員が被ばくする事故が発生し、臨界事故の可能性が高いと事業所から県へ報告があったが、原子力災害対策本部を設置するまでには至らなかった。

平成11年9月30日（木）

- 10：35 JCOの事業所エリアモニタ吹鳴（臨界事故発生、作業員3人が重篤な被ばく）
- 10：38 県の空間γ線固定観測局の舟石川局（施設から1.4km）で瞬間的に0.4μグレイ/h（2分値、通常の約10倍）を観測（すぐ平常値に戻ったため、事故との判断できず）
- 10：43 東海村消防本部に救急車の出動要請（通報は、「てんかんのようだ」）
- 10：46 JCO正門に救急車到着（この時点では、救急隊員に、患者は放射線による被ばくであるとの連絡はなし）
- 11：02 救急隊員が説明を求めたところ、JCOから救急隊員に、「患者は放射線被ばく」と説明
- 11：22 県はJCOからの事故の第1報を受信（臨界事故の可能性）
- 11：27 JCO職員が救急車内で患者に対するサーベイを行い、救急隊員に「異常な

- し」の報告
- 11:30 県では、公害技術センターへ緊急モニタリング実施を要請
- 11:33 県はJCOからの第1報FAX受信（臨界事故の可能性）
- 11:37 東海村消防本部から国立水戸病院へ、放射線被ばく患者の収容依頼
- 11:45 県原子力安全対策課職員2人がJCOに到着
- 11:49 国立水戸病院へ救急車出発（12:07 国立水戸病院到着）
- 12:10 県警はJCO周辺の道路の交通規制を実施（長時間被ばくの危険から、交代勤務体制をとる）
- 12:11 県はJCOからの第2報のFAX受信（敷地境界サーベイ測定結果：最大値はγ線0.84mシーベルト/h）
（この時点では、屋内退避〈県地域防災計画の指標：10mシーベルト〉および避難〈指標50mシーベルト〉は必要ないと判断。なお、中性子線については、考慮されず）
- 12:15 東海村が原子力災害対策本部を設置
- 12:30 県は報道機関へ、JCOでの事故発生の情報提供（臨界事故の可能性が高い）
- 12:30 県は、県原子力緊急対策班を召集
（この段階では、ウラン加工施設では臨界事故は起こらないとされており、また、県のモニタリングステーションのγ線の値も事故後に瞬間的に上昇したが、短時間で通常値に下がっていたことなどから、臨界事故が発生したとしても、すでに終息しつつあると判断した）
- 12:30 保健予防課、原子力緊急対策班会議に出席
（原子力災害対策本部の設置およびそれにとまなう緊急医療活動の要否につ

いては明らかにされなかった）

- 12:30 東海村は防災無線で「午前10時35分頃、JCOで事故発生、放射性物質が漏れた模様。周辺住民は外出せずに屋内退避」と放送
- 12:30～県原子力安全対策課に、マスコミの取材・問い合わせおよび住民などからの問い合わせが集中

3. 現実になされた保健所活動

保健所長の判断で行った初動時の活動（事故情報を探知した午後1時から午後4時までの間）と、茨城県原子力災害対策本部が設置されてから保健福祉部長の指揮の下で行った活動（午後4時以降）について、以下に述べる。

1) 茨城県原子力災害対策本部が設置されるまでの保健所の活動

派遣した保健所職員による現地での情報収集と連絡調整、現地状況の保健福祉部への報告、保健所内での既存資料からの情報の抽出とその情報に基づく電話による安否の確認などと、急増する住民からの電話相談への対応がこの間の主な活動である。

ひたちなか保健所長は、テレビ報道および東海村原子力災害対策本部からの職員派遣要請により、保健所の平常業務を中止して危機管理体制に切り替え、以下の保健所内の役割分担を行った。

・総務課および地域保健推進室の役割

現地での情報収集と連絡調整
記録

・衛生課の役割

食品・環境営業施設など情報の抽出およびその情報に基づく安否確認など

・健康指導課の役割

現地での情報収集と連絡調整
健康相談など

保健所長の活動は、危機管理体制への切り替えを行った後は、現地へ派遣した職員からの情報を保健福祉部へ伝えることと所内の調整であった。

総務課および地域保健推進室の活動は、現地へ派遣した職員による村対策本部と避難所での情報収集および避難所運営の支援、在庁職員による保健所全体の記録業務であった。

衛生課の活動は、現場から半径1km以内の食品営業施設および環境営業施設などの情報を抽出し、電話による宿泊者の安否確認などとヨウ素剤に関する調整であった。

健康指導課の活動は、現地へ派遣した保健師と村の保健師との避難所における共同活動と保健所内での健康相談などへの対応であった。避難所での活動は、避難住民の身元確認、健康状態の把握、住民の不安への対応、寝具類、食料、水の配布などであった。

2) 茨城県原子力災害対策本部が設置された後の保健所の活動

事故当日の午後4時に茨城県原子力災害対策本部が設置されてからは、保健福祉部長の指揮の下、救護所の設置、健康影響調査、心のケア事業、食品関係施設の環境調査（放射線）などの実施と協力を行った。また、避難所を拠点とした情報収集や連絡調整については、10月2日の避難所の閉鎖まで24時間体制で行い、その後は、機動的に市村の健康相談・身体汚染検査状況などの情報を収集して、市村健康相談所への支援要員の派遣調整などを行った。

屋内退避要請の解除後に設置された市村の健康相談所では、健康相談・身体表面汚染検査が行われた。身体表面汚染検査の測定は原子力事業所の技術者の支援により実施され、健康相談は保健師・看護師らにより実施された。保健師などについては県からの応援が必要であったので、動員された県の行政保健師など支援要員の市村健康相談所への派遣調整を行った。また、市村の健康相談

所の閉鎖と相前後して保健所に救護所を設置し、健康相談・身体汚染検査を行った。

衛生関係の相談対応については、10月1日から10月15日までの間に計299件行った。うちわけは、食品関係106件、飲料水156件、環境衛生20件、その他17件であった。相談対応マニュアルは、10月2日午後6時以前と以後、つまり、「県内の食品・飲料水等の安全性」についての安全宣言がなされる前と後で作成し、風評被害に関する対応については、早い段階から関係団体などを通じて情報を収集し、風評被害を考慮した相談対応に心がけた。また、半径10km圏内の食品関係大型製造施設については、GMサーベイメータによる環境調査（放射線）を実施し、確認書を交付した。

事故後6日目に、東海村村長と保健所長の協議により、避難地区住民全戸の家庭訪問を実施した。村と保健所の保健師のペアで訪問し、避難解除後の健康状態と生活状態の確認、相談窓口の案内、今後の検査の予定などの情報提供を行った。

保健福祉部障害福祉課は心のケア相談事業を企画し、その一部を保健所が実施し、現在に至っている。活動のあらまは以下のとおりである。

- 4日目 メンタルヘルス支援体制会議
 - 13日目 幼児・児童の心のケアに関する研修会（～15日目）
 - 15日目 心のケア相談所開設に関する打ち合わせ会議
 - 18日目 心のケア相談所（～31日目）
 - 32日目 心のケア電話相談（～現在）
 - 50日目 保健師による家庭訪問・科学技術庁行動調査（～51日目）
 - 126日目 心のケア検討委員会（平成13年3月15日までに延べ7回）
 - 147日目 幼児・児童の心のケアに関する研修会
 - 560日目 保健師による家庭訪問
- メンタルヘルス支援体制会議

県として、事故後の住民の心のケア対策をどのように展開すればよいかを協議するために開催。