

生物剤テロ災害対処

初動対応者のための基礎知識

本資料は、原子力規制庁令和2年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）放射線安全規制研究推進事業（包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究）において作成されました。

内 容

- ❖ 生物テロを考える状況
- ❖ 生物剤はウイルス、バクテリア（細菌）、毒素に分類
- ❖ 生物剤として使用される剤種の条件と過去の使用例
- ❖ 生物剤の散布要領（明示的攻撃・秘匿的攻撃）とその特徴
- ❖ 生物剤テロの徴候と症状区分
- ❖ 生物剤に対する防護
- ❖ 生物剤の検知
- ❖ 生物剤の除染
- ❖ 医療機関等におけるゾーニング
- ❖ 生物剤による遺体の対応

危害を加えるために用いられる微生物や毒素を生物剤と呼び、また、それを意図的に用いることを生物剤テロと呼ぶ。パニックによる社会混乱、権力構造の破壊等により主義主張を強要を図る等の目的で生物剤は使用される。本資料は、これら生物剤が意図的に使用された場合の初動対応者の基礎的な知識についてまとめた。

また、最近の新型コロナウイルス感染症（COVID19）のような患者対応においても適用ができるものと考ええる。

生物剤テロの徴候

生物剤テロの現場では被害者は発生しないが、潜伏期間後に下記の様相を呈する

- ❖ 健康な人々の間に急速に特定の疾患、共通の症状の患者が広がる
- ❖ 発熱、呼吸器症状、消化器症状で受診する人が急増する
- ❖ 患者数が短期間の内に増加し減少する
- ❖ 感染症は始まる時期、パターンにと特徴的なものがない
- ❖ 通常の流行期でない時期の感染症が多発している
- ❖ 患者が一か所から多く発生
- ❖ 急速に重篤化し、生命の危険がある患者の発生
- ❖ 余り見られない病気の発生（肺炭疽、野兔病、ペスト）

3

生物剤テロの特徴は、一部の毒素を除き、一般に潜伏期が1日～数日あり、この間は生物テロに遭遇したことを覚知、認知することは通常困難である。

また、潜伏期間後に症状が出現した場合であっても、自然発生の疾病との違いを当初の段階から見極めるのは容易ではない。さらに潜伏期間に感染性をもつ病原体であれば、より一層感染が拡大し、覚知は困難となる。特定の疾患あるいは共通の症状（発熱、呼吸器症状、消化器症状など）の患者が増加する、流行期でない時期の感染症の多発、患者が1カ所（地域）から多く発生、といった項目は保健所等でのサーベイランスを有効に活用すべきである。

人為的に発生したテロによるものと判定するには、列举の8項目の特性によく注目する必要がある。

当初より判定容易な特異な例として、犯行声明があり、明確に散布の状況が確認できる場合（明示的攻撃）、また可視可能な不審な粉末の散布または郵送等初期段階で認知できる場合がある。

生物剤の種類

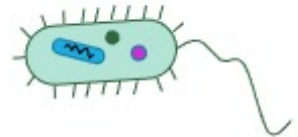
❖ ウイルス

- * タンパク質の外殻と遺伝子である核酸（DNA、RNA）から構成
- * 自己増殖ができない



❖ 細菌

- * 細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物
- * 自己増殖できる



❖ 毒素

- * 動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資
- * 化学兵器に似た効果
- * 一般に症状の発症まで半日～数日
- * 二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する



生物剤の種類としては、ウイルス、細菌などの病原体、毒素がある。

ウイルスとは、タンパク質の外殻と遺伝子である核酸（DNA、RNA）から構成される、極微小な感染性の構造体である。自己増殖ができず、他の生物の細胞を利用して自己を複製し、増殖する。ウイルスが感染することで宿主（感染した生物）の恒常性、活動に影響を及ぼし、病原体としてふるまうことがある。

細菌とは、細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物で、一つの細胞しかない単細胞生物である。糖などの栄養と水があり、適切な環境下では自己増殖できる。人の体には多くの種類の細菌があり、皮膚の表面や腸内の環境を保っていたり、発酵などにより人の生活に有用な細菌も存在するが、人体に進入して感染症を起こす有害な細菌もある。

毒素とは、動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資で、化学兵器に似た効果を有するが、一般に症状の発症まで半日～数日を要する。また、散布後は増殖せず、二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する。

使用される生物剤の条件

区 分	条 件	代表例
被害が大きい	・感染力が強い（接触、飛沫、空気） ・重症度、致死率が高い ・ヒト-ヒト感染（パンデミック）	天然痘 ペスト
対処が困難	・症状が非特異的 ・特殊診断が必要又は診断が困難 ・自然流行との区別が困難 ・潜伏期の伝染	炭疽
取り扱いが容易	・エアロゾル化、粉末化が容易 ・保存性、効果の持続性 ・大量生産が安価で容易 ・ワクチン、予防内服薬（攻撃側）	炭疽
過去の使用例	・模倣	炭疽、リシン

ウイルス及び細菌は何万種類も存在するが、生物テロに使用される可能性が高い物は、限定される。生物テロに使用される条件は、以下が考えられる。

散布により感染力が強く、罹患した場合の重症度、致死率が高く、また人から人への感染によりパンデミックを引き起こす可能性が高い、いわゆる非常に大きな恐怖心を与えること。

初期の段階において自然流行の他の疾患との見分けがつきにくく、また潜伏期の無症状において伝染する等、適切な医療対応が困難であること。

使用する側にとって、散布が容易であり、大量生産・保存が容易、ワクチンや予防薬により使用側の人には感染を免れること。

過去に使用されており、その効果が既知であることも使用される蓋然性が高くなることが考えられる。

生物剤の散布手段

		明示的攻撃 Overt Attack	秘匿的攻撃 Covert Attack
1	航空機からの爆弾投下・噴霧	○	○
2	生物剤搭載の砲弾・ミサイル	○	○
3	無人航空機（ドローン）気球による散布	○	○
4	車両等からの散布・噴霧		○
5	水源、飲食物の汚染		○
6	郵便物等による送付	○	
7	感染した昆虫・動物（ベクター）の放出		○
8	感染した人からの拡散		○

6

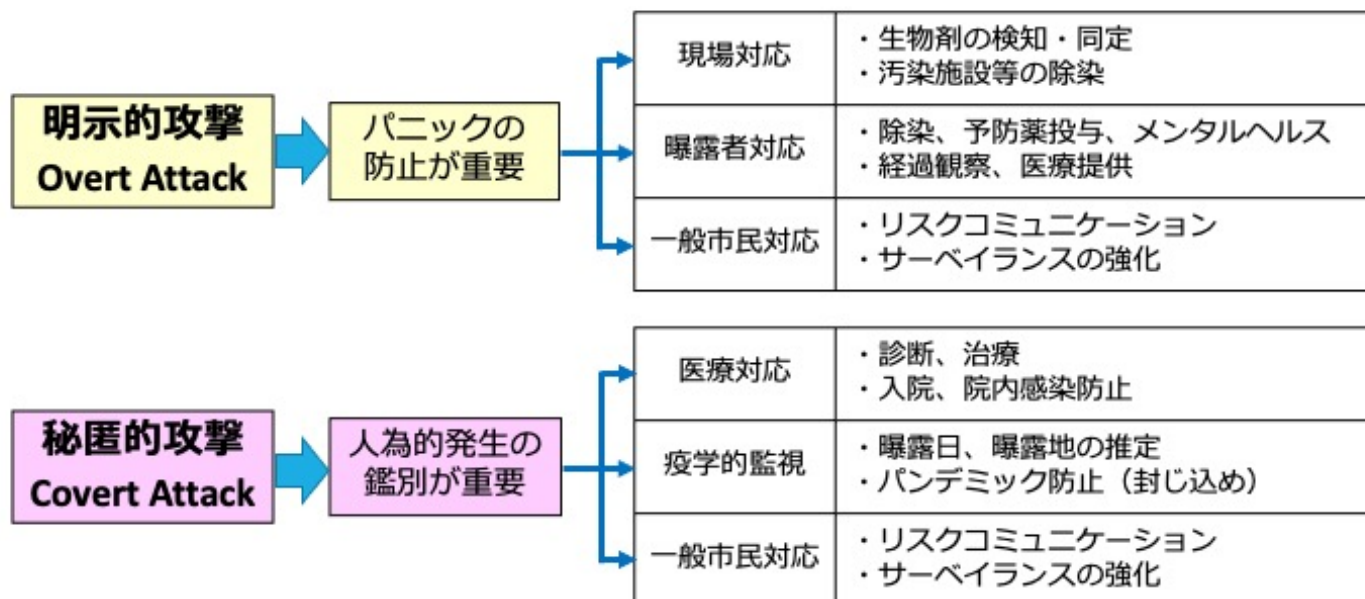
生物剤の散布手段としては、戦場における航空機からの爆弾投下や噴霧、砲弾、ミサイル攻撃から、平時の無人機（ドローン）や車両による散布、水源や飲食物の汚染、郵便物による送付は実際に米国で行われて死者も発生してる。

感染した昆虫・動物の使用は、旧日本軍731部隊が研究し実用レベルにあったと言われている。

感染した人からの拡散は、自爆テロの場合と、本人が意図しない場合、また自暴自棄に陥った感染者による拡散の場合がある。

これらは、発生を明らかにし、脅迫またはパニックを引き起こす明示的攻撃と、当初の発生の覚知が困難で、患者の発生拡散とともに覚知しパンデミックを引き起こす秘匿的攻撃に区分できる。

明示的攻撃と秘匿的攻撃における対応



明示的攻撃と秘匿的攻撃では、その対応は全く違ったものとなる。

明示的攻撃では、まずパニックを防止し冷静に対応することから始まり、生物剤の同定、被害拡散防止のために除染、曝露者へのγ保防薬投与等医療提供、メンタルヘルス、一般市民に対する情報提供による被害拡散・パニック・風評被害の防止、サーベイランスの強化による再発防止や救助漏れの防止が重要となる。

秘匿的攻撃では、まず患者の発生を自然発生かテロによるものの鑑別が重要となる。診断治療情報の共有、患者の隔離、曝露地点の推定と封じ込めによるパンデミックの防止、

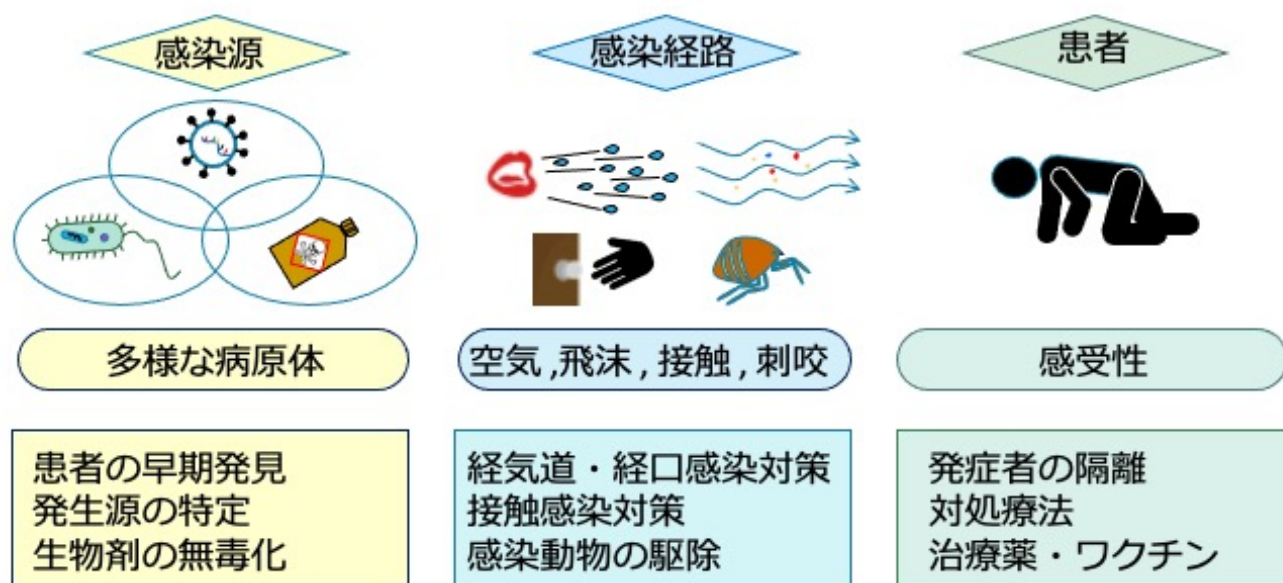
一般市民に対する正確な情報提供による被害拡大とパニックの防止、サーベイランスの強化による感染広がり収束、再発防止が重要となる。

生物剤による症状の区分

症候群	各群の特徴	病原体例
急性皮膚 粘膜・出血症候群	皮膚、粘膜症状（発疹、潰瘍など）又は出血症状（紫斑、鼻出血、消化管出血など）	皮膚炭疽、ペスト、ウイルス性出血熱、天然痘、腎症候性出血熱、T-2マイコトキシン
急性呼吸器症候群	咳、痰、咽頭痛、呼吸困難など呼吸器症状	肺炭疽、肺ペスト、野兔病、Q熱、オウム症、コクジジオイデス症、リシン中毒、ウエルシュ毒素中毒
急性胃腸症候群	下痢、嘔吐、腹痛など消化器症状	赤痢、サルモネラ食中毒、コレラ、腸管出血性大腸菌0157感染症、クリプトスポリジウム症
急性神経症候群	意識障害、麻痺、けいれん、髄膜刺激症状など	ボツリヌス症、ベネズエラ馬脳炎、ニパウイルス、サキシトキシン
急性非特異症候群	発熱、頭痛、筋肉痛、全身倦怠感、肝脾腫、リンパ節腫大、肝機能障害、黄疸など	ウイルス性出血熱や天然痘の初期、腺ペスト、腸チフス、ブルセラ症

生物剤により発症する症状の区分として、皮膚疾患、呼吸器疾患、胃腸疾患、神経疾患、その他の特異症候群がある。各症候群の特徴からどのような病原体の可能性があるかを推察し、病原体に応じた治療方針の決定に資することができるが、症状が生物剤テロによるものか否かは、疾病の特殊性、罹患者の発症場所、発症時期の偏りや傾向の分析が必要となる。

生物剤テロ対応における考慮すべき3要素



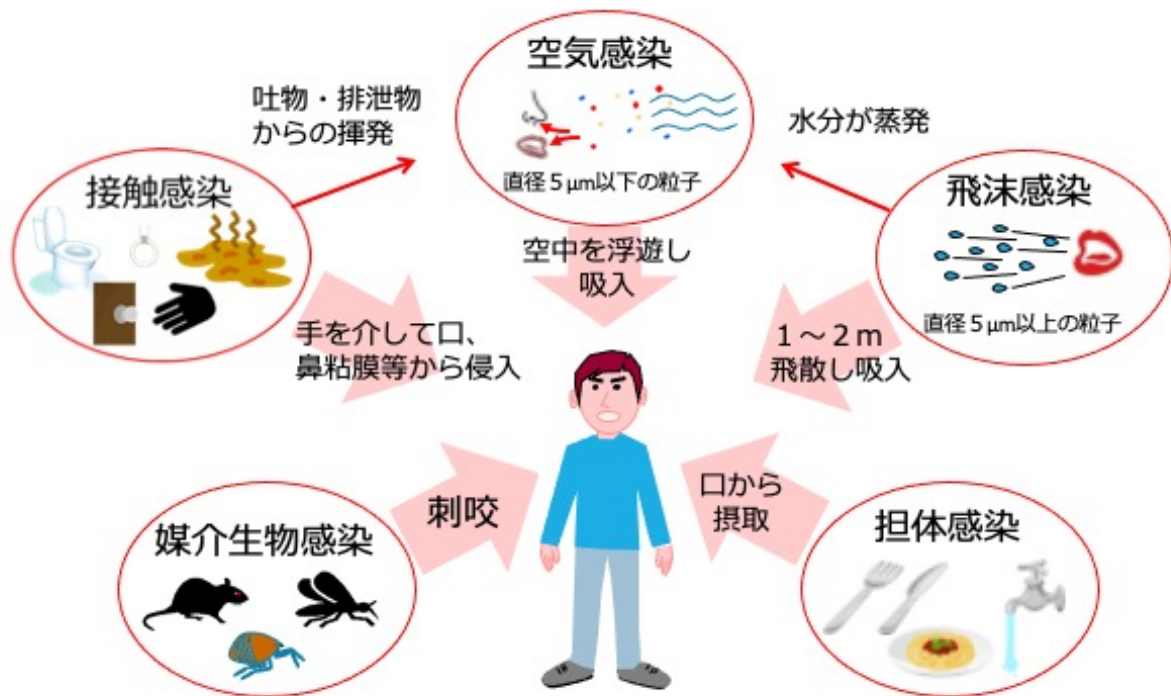
生物剤テロ対応における考慮すべき3要素は、感染源、感染経路、罹患した患者への対応である。

感染源への対応は、ウイルス、細菌、毒素のそれぞれの特性に応じた対応が必要となる。初動対応として、被害の拡大防止には、生物剤テロにより罹患した患者のテロ被害であることの覚知、散布された場所や発生源あるいは散布手段の特定、散布現場の無害化等をいかに早くするかが重要となる。

感染経路への対応は、空気感染、飛沫感染、接触感染のそれぞれの対策による感染予防策が必要である。空気感染では、N95規格以上のマスクの装着、飛沫・接触感染では、手洗いの励行、人が触れる箇所の消毒の徹底である。さらに飛沫感染の感染拡大防止にはマスク着用が有効である。媒介動物が存在する場合は駆除または刺咬防止が必要となる。

罹患した患者への対応として、さらなる感染拡大を防止するための隔離、治療薬の投与、治療薬がない場合は対処療法により早期の治癒に努める。また、ワクチンがある場合は接種の基準、ない場合のワクチン開発も重要となる。

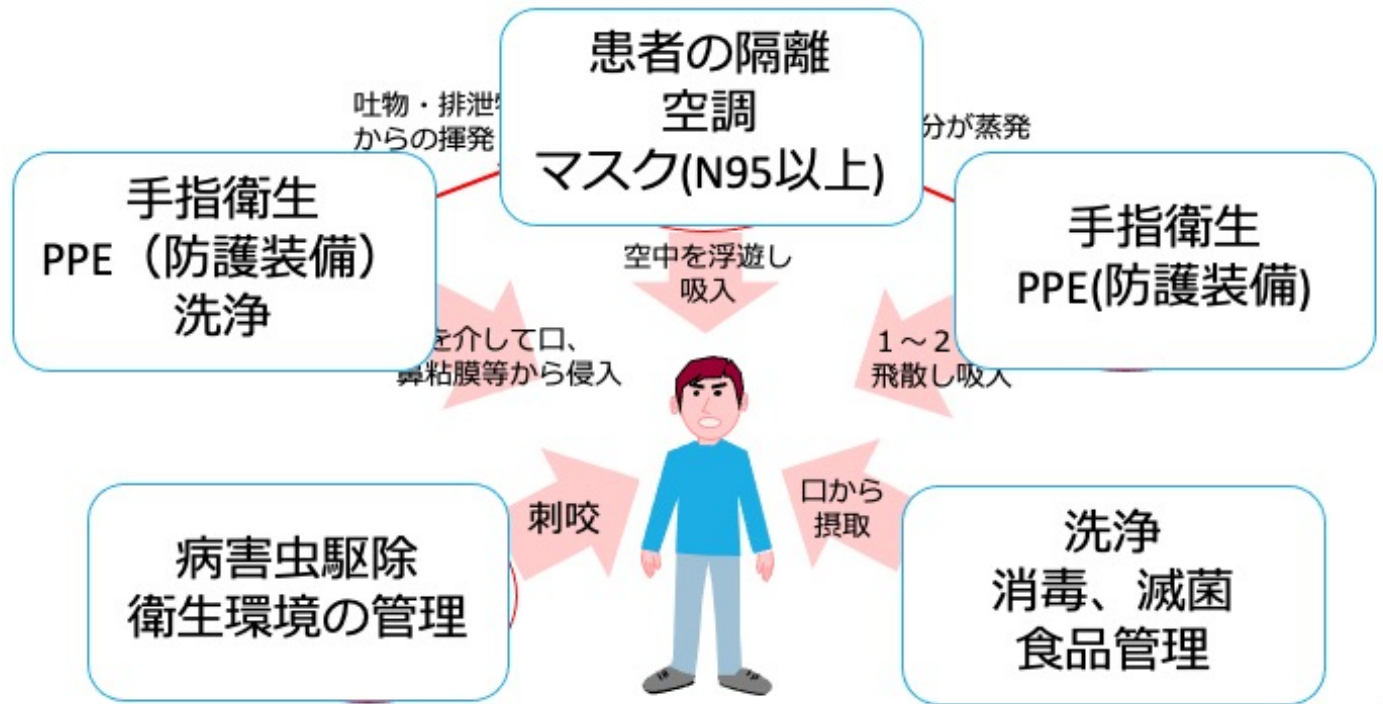
生物剤の感染経路



10

生物剤の感染経路は、呼吸による感染、粘膜からの感染、飲食物からの感染、媒介生物からの感染、および接触による手指を介し口、鼻、目等粘膜からの感染がある。

生物剤の感染経路



生物剤からの防護方法として、これら感染経路の存在を認識し、手洗いの重要性と呼吸器保護による空気感染、飛沫感染の防止、媒介生物の駆除あるいは刺咬対策、感染性のある飲食物への留意を徹底することにより防護が可能となる。

明示攻撃時の現場対応時の着意事項

- ① 現地調整所における関係者との情報共有
- ② 防護装備の装着
- ③ 空調の停止、窓、出入り口を閉鎖等、汚染拡散を防止
- ④ 汚染の可能性がある被災者の行動制限
- ⑤ 脱衣及び清拭による除染
- ⑥ 救急車の養生または搬送者をシート等で包み汚染拡大を防止
- ⑦ 汚染された器材、防護衣等はビニールに密閉
- ⑧ 手指の洗浄が完全に終了するまで、顔（目、鼻、口）を手で触れない
- ⑨ 施設、器材、廃棄物等を除染
- ⑩ 対応要員、曝露の可能性がある人員等の経過観察

12

明示的攻撃の場合の現場での初動対応の着意事項について下記に示す。

- ① 現地調整所を安全が確保できる位置に設置し、関係者と情報を共有する。
- ② 呼吸保護具、手袋、防護衣で全身を覆い接合部をテープで目張りする。
- ③ 室内であれば、空調を停止し、窓、出入り口を閉鎖し汚染拡散を防止する。
- ④ 発災現場では発症しないので、曝露の可能性がある人員の行動を制限する必要がある。
- ⑤ 除染は、脱衣を基本とし汚染水を発生させず、露出部位は清拭し、汚染物はビニール袋に封入する。
- ⑥ 病院搬送時は、救急車を養生し、車内及び車載器材等の汚染を防止する。救急車の養生をする余裕がない場合、搬送者を養生シート等で包む。
- ⑦ 汚染された器材、防護衣等はビニールに密閉し、現場に一時集積保管する。

- ⑧手で触れるあらゆる場所が汚染されていると認識し、手指の洗浄が完全に終了するまで、顔（目、鼻、口）を手で触れない。
- ⑨施設、器材、廃棄物等を除染剤（アルコール、過酢酸、次亜塩素酸水、オゾンガス等）用いて除染する。
- ⑩対応要員、曝露の可能性がある人員等の経過観察を確実に実施する。

防護装備の装脱着時の注意事項

装着	
フェイスシールド	結膜の保護にはゴーグルが適している
マスク	N95以上の高性能マスク
防護服	フードがない時は、帽子で頭髮の汚染を防止
手袋（二重）	内側はテープで袖と目張り 外側は目張りせず適宜交換
シューカバー	床面は汚染されているので必要 シューカバーと防護衣をテープで目張りする 着用しない場合は靴底の除染を確実に実施



脱衣	
①	二重手袋の外側を外す
②	内側の手袋を消毒する
③	顔に触れないよう注意しフェイスシールドを外す
④	テープの目張りを外し、防護衣の外側を巻き込むように脱ぐ
⑤	シューカバーを脱ぎ、清浄な側の床面に足を置く
⑥	マスクの外側に触れないようにゴムひもを持って外す
⑦	内側の手袋を外し手指を消毒する

13

防護装備の着衣時の順番はあまり考慮する必要はないが、着衣前に必ず手洗い、手指消毒をしてから着衣する。

結膜の保護にはゴーグルの方が適しているが、顔の露出部分はフェイスシールドの方が少なくなる。マスクはN95以上の高性能マスクを着用し、マスクと顔の間隙をなくすように密着させて装着する。防護服は、全身を覆うタイプの防護衣、ガウンタイプの防護衣などがあり、基本的に長袖、足元まで被覆するものがよい。また、フードあるいは帽子で頭髮も覆う。手袋は二重に装着することを基本として、内側の手袋はテープで袖に目張りする。外側の手袋は、一つの処置後、汚染が付着したと考えられる場合には、適宜交換する。床面は基本的に飛沫等で汚染されていると想定し、シューカバーを必要である。シューカバーを着用しない場合は、靴底の除染を確実に実施する。

防護装備の脱衣時が最も汚染拡大のリスクがあり、手順が重要である。

①まず、外側の手袋を外す。

②内側の手袋のまま手指消毒し、脱衣時に汚染拡大のリスクを

低減させる。

③内側の手袋を装着したまま、顔とフェイスシールドの外側の面に触れないようにフェイスシールドを外す。

④内側の手袋とシューカバーのテープの目張りを外し、防護衣が裏返るように、汚染が付着した外側を巻き込みながら脱ぐ。この時、シューカバーも同時に脱衣しても良い。

⑤シューカバーを脱ぐときは、片足ずつ脱ぎ、清浄な床面に足を置くようにする。椅子を用意して脱衣すると転倒防止になる。

⑥マスクの外側に触れないようにゴム紐を持ってマスクを外す。

⑦内側の手袋を外し、手指を消毒する。

洗浄・消毒・滅菌

	洗浄	消毒	滅菌
定義	対象物からあらゆる異物を除去すること 十分な洗浄は消毒レベルに匹敵	病原微生物の感染性をなくすか、病原微生物を減少させること	すべての微生物を死滅させるか、完全に除去すること (原則 10^{-6} 以下の無菌性保証水準※を達成)
方法	•水 •熱水 •洗剤	•物理的消毒法 (加熱、紫外線、放射線) •化学的消毒法 (消毒薬)	•高圧蒸気滅菌 (オートクレーブ) •ガス滅菌 (酸化エチレンガス、低温蒸気ホルムアルデヒド) •放射線滅菌
適応	生体 器材 汚染区域の土壌 建造物 等	生体(消毒薬のみ) 器材 汚染区域の土壌 建造物 等	器材

※無菌性保証水準(SAL: Sterility Assurance Level)とは、滅菌後に、生育可能な1個の微生物が製品上に存在する確率

14

現場や資器材、人体に付着した生物剤を除去する、あるいは病原性をなくす除染方法としては、洗浄、消毒、滅菌の3つの操作がある。

洗浄とは、対象物から有機物や血液、体液などの目視できる汚染である異物を除去することである。水や熱水、洗剤を使用し、拭き取りや洗い流す。十分な洗浄は消毒レベルに匹敵し、人体、器材、汚染区域の土壌や建造物等に適応できる。

消毒とは、物理的あるいは化学的手段によって、病原微生物の感染性をなくすか、減少させることである。物理的消毒法には、加熱、紫外線照射、放射線照射がある。日本で市販されている消毒薬はハロゲン系薬剤、酸化剤、アルコール類、アルデヒド類、フェノール類、四級アンモニウム塩、両界面活性剤、クロルヘキシジンの8種類で、使用に際しては対象とする微生物、医療器具、使用部位、毒性を考慮しなければならない。

滅菌とは、芽胞を含むすべての微生物を死滅させ、完全に除去することである。滅菌保証レベルは、個々の製品に付着している1個の微生物が滅菌後に生き残る確率が100万分の1（ 10^{-6} ）以下と

されている。滅菌方法としては、高圧蒸気滅菌（オートクレーブ）が広く普及している。非耐熱性器具の場合は、酸化エチレンガス滅菌（EOG滅菌）が行われてきたが、毒性、環境汚染が問題となっており、低温蒸気ホルムアルデヒド滅菌（LTSF滅菌）が一般的となっている。放射線照射は、常温、包装の状態で滅菌が可能である。

殺菌とは、病原性細菌などの微生物を死滅させる事。程度は定義されていない。

除菌とは、洗浄や濾過などによって対象物から菌を除いて減らす事、対象、程度を含まない概念である。

抗菌とは、菌の増殖を阻止する事、その程度や対象を含まない概念、経産省の定義では対象を細菌のみとしている。

NBCテロにおけるゾーニングの相違

	生物剤テロ		化学剤テロ	放射線テロ
	ヒトヒト感染症	炭疽菌等		
統制線の設定	感染者を隔離した地域の境界	目視または検知器で確認できた境界	検知、被災者の状況 発災現場から120m	BGLレベル以上、汚染拡大の可能性のある地域の境界
ホットゾーン (危険区域)	発症者の隔離地域 病原体の付着等が 想定される地域	病原体の飛散の可能性がある地域	汚染される可能性がある地域	100 μ Sv/h以上または汚染の地域
風下危険地域	設定不要	風下への流動の脅威は比較的少ない	危険なガス雲が風下方向に広く流動	設定不要
ウォームゾーン (準危険区域)	ホットゾーンに隣接しており、かつ汚染の可能性がない地域 PPEの脱衣、除染区域を設定			
汚染拡大防止	ホットゾーンの中は基本的の汚染していると想定し対応		検知紙、検知器での検査	表面汚染検査
	汚染者と非汚染者の動線を交差させない 防護装備着用と除染			

15

炭疽菌以外の生物剤は、目視や検知器を使用して現場をゾーニングするのは困難である。初動対応では、生物剤が付着している可能性のある区域、物質、人を区別して隔離し、感染拡大防止する必要がある。この時の区域は、基本的に汚染区域と非汚染区域に分け、動線が交差しないようにする。

炭疽菌芽胞が散布（封書の開封等）された場合、散布現場では目視可能である場合があるが、飛散し被服、皮膚等に付着した炭疽菌芽胞は目視及び検知は困難であり、現場付近にいた関係者は全て汚染されていることを疑い、また、室内であれば建物ごと汚染区域とみなして封鎖する必要がある。

毒素により発生した被災者の救出に当たっては、毒物の特定と拡散防止に処置は必要であるが、感染者との接触による二次汚染の恐れはなく、ゾーニングと被災者の隔離は必要ない。

患者あるいは遺体に付着している吐物や血液などの体液は、感染性がある可能性があるため、原因が不明で、感染症が疑われる場合は、汚染物に触らない、汚染拡大しない措置が求められる。汚染物周辺のゾーニング、被覆、消毒をする。

生物剤テロ、化学剤テロ、放射線テロでの初動対応におけるゾーニングの相違を表に示す。この他、屋内であれば空調も考慮する必要がある。

参考資料：

事態対処研究会「実戦CBRNeテロ・災害対処」東京法令出版, 2018

箱崎幸也「CBRNEテロ・災害対処ポケットブック」診断と治療社, 2020

CBRNEテロ対処研究会「必携NBCテロ対処ハンドブック」診断と治療社, 2008

生物剤による遺体の対応

❖ 遺体の処理

- * 遺体の全体を非透過性納体袋に収容・密封することが望ましい

❖ 法令上の対応

- * 死亡後24時間以内の火葬が可能
 - ❖ 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律第30条第3項
 - ❖ 新型コロナウイルス感染症を指定感染症として定める等の政令第3条
 - ❖ 通常、24時間以内の火葬は禁止（墓地、埋葬等に関する法律第3条）

感染症により死亡した遺体には細菌やウイルスなどの病原性のあるものが付着しているため、体液等が漏洩しないように、非透過性納体袋に収容、密封することが望ましい。

また、通常は死亡後24時間以内の火葬は禁止（墓地、埋葬等に関する法律第3条）されているが、感染症法で死亡後24時間以内の火葬が可能とされている（感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律第30条第3項）。

まとめ

- ❖ 生物剤テロ対応は、まずテロ発生の覚知が必要
- ❖ 生物剤にはウイルス、バクテリア、毒素があり対応要領が異なる
- ❖ 生物剤は過去に殺傷、擾乱目的で実際に使用されている
- ❖ テロの要領には明示攻撃と秘匿攻撃がある
- ❖ 生物剤テロ対応は、まずは感染防止を徹底する
- ❖ 生物剤を検知する器材は各種あるが、現場での検知は限定される
- ❖ 生物剤の除染は、洗浄、消毒、滅菌がある
- ❖ 被害拡大防止のためのゾーニングが必要である。

参考資料

ウイルス

- ❖ タンパク質の外殻と内部の核酸（DNA、RNA）だけの単純な構造で、非常に小さく（数10nm）、自己増殖ができず、他生物の細胞内で自己を複製して増殖する。

区分	病 名	症 状	潜伏期間	感染経路	致死率
天然痘ウイルス	天然痘	紅斑→丘疹→水疱→膿疱→結痂→落屑と規則正しく移行する皮膚症状 発疹は、顔面、頭部に多い	7～16日 平均12日	飛沫感染 衣類などによる接触感染 や、まれに空気感染	20～ 50%
ウイルス性出血熱	エボラ出血熱	発症は突発的 粘膜（消化管）出血、結膜炎(red eyes)	2～21日	感染動物の血液などの体液との接触感染	50～ 90%
	マールブルグ病	粘膜（消化管）出血、体幹有意の斑状皮疹	2～10日	接触感染	24～ 88%
	クリミア・コンゴ出血熱	粘膜（消化管）出血、羞明、めまい	1～13日	接触感染	10～ 40%
	ラッサ熱	比較的緩徐な発症 粘膜（消化管）出血、難聴	2～21日	接触感染	約1%
コロナウイルス	SARS 重症急性呼吸器症候群	咳嗽、進行性の呼吸困難、下痢	2～10日 平均5日	飛沫および 接触感染	14～ 15%
	COVID-19 新型コロナウイルス感染症	発熱や呼吸器症状、全身倦怠感 一部は呼吸困難等の症状が重症化	1～14日	飛沫および 接触感染	-

19

ウイルスとは、タンパク質の外殻と遺伝子である核酸（DNA、RNA）から構成される、極微小な感染性の構造体である。自己増殖ができず、他の生物の細胞を利用して自己を複製し、増殖する。ウイルスが感染することで宿主（感染した生物）の恒常性、活動に影響を及ぼし、病原体としてふるまうことがある。

天然痘ウイルスは、200～300nmのエンベロープを有するDNAウイルスで、アルコール、ホルマリン、紫外線で容易に不活化される。

ウイルス性出血熱とは、エボラ出血熱、マールブルグ病、ラッサ熱、クリミア・コンゴ出血熱の4種類を指す。臨床症状は、発熱や頭痛、咽頭痛などのインフルエンザ様症状で突発的に発症し、下痢や腹痛などの消化器症状も認められる。これらの出血熱ウイルスはすべてエンベロープを持ち、消毒抵抗性は高くない。0.05%(500ppm)次亜塩素酸ナトリウムなどで速やかに失活される。特異的な治療法はなく、対症療法である。

エボラウイルスは、短径が80～100nm、長径が700～1,500nmで、U字状、ひも状、ぜんまい状等多形性を示す。発症

前の感染者は感染源になることはほとんどない。感染予防は、感染者や感染動物の血液、排泄物などの体液や、感染者が触れた可能性のある物品に触れないようにする。エボラ出血熱では、発症3日目ごろから皮下の天井出血、軀幹部出血、粘膜・消化管出血が出現する。

マールブルグウイルスは、エボラウイルスと酷似している。マールブルグ病では、発症2～7日目ごろから軀幹優位の掻痒を伴わない斑点状丘疹が出現する。重症例では発症5-7日目に多部位の出血が現れる。

クリミア・コンゴ出血熱ウイルスは、粒子径90～110nmの球状を呈する1本鎖RNAウイルスである。2～3日ごより粘膜および皮膚の点状出血が見られる。

ラッサウイルスは、粒子径110～130nmの球状を呈する1本鎖RNAウイルスである。比較的緩徐に進行する。

SARSコロナウイルスは、径約100nmのスパイクのあるエンベロープを有する、1本鎖RNAウイルスである。ヒト-ヒト感染は、飛沫や濃厚な接触感染が主体で、空気感染も起こりうる。悪寒、発熱、頭痛、筋肉痛などのインフルエンザ様症状で発症し、3～7日後に乾性咳嗽が出現する。約20%は呼吸不全が増悪し、その半数以上が人工呼吸器管理を要し、さらにその半数が死亡する。SARSの致死率は、年齢群によって0～50%と幅があり、全体では14～15%と推定されている。WHOによると24歳以下では1%未満、25歳～44歳では6%、45歳～64歳では15%、65歳以上では50%以上と推定された。

COVID-19（新型コロナウイルス感染症）は、2019年12月に中華人民共和国湖北省武漢市において確認された、スパイクのあるエンベロープを有する直径約100～200nmの1本鎖RNAウイルスである。頭痛、高熱、倦怠感、咳などのインフルエンザ様症状から、重症例では呼吸困難を主訴とする肺炎に進行する。アルコールなどで失活

する。

感染症法では、天然痘、ウイルス性出血熱は一類感染症、SARSは二類感染症、新型コロナウイルス感染症は指定感染症である。

参考資料：厚生労働省検疫所FORTH（フォース）ホームページ、国立感染症研究所ホームページ、バイオテロ対応ホームページ

細菌

- ❖ 細胞を持ち自己複製能力を持った微生物で、数 μm の単細胞からなる生物で、単糖などの栄養と水があり、適切な環境の下で自分自身で増殖し、人の細胞に侵入するか、毒素を出して細胞を傷害することにより発症する。

病名	症 状	潜伏期間	感染経路	致死率	対処要領
炭疽 (肺炭疽)	感冒様症状で初発 頭痛、筋肉痛、悪寒、発熱、胸痛、呼吸困難、チアノーゼ、失見当識、虚妄、意識障害	感染後 2～60日	芽胞による空気感染	無治療：90% 治療：50%	10%ホルムアルデヒド（30%ホルマリン）：1～1.5 L/m²、2時間、10℃以上 4%グルタルアルデヒド（pH8.0～8.5）：1～1.5 L/m²、2時間、10℃以上 3%過酸化水素水：0.5 L/m²、2時間 1%過酢酸：0.5 L/m²、2時間 - 焼却 - オートクレーブ処理：121℃、20～30分
ペスト	腺ペスト：リンパ節腫脹、高熱、筋肉痛、敗血症 肺ペスト：腺ペストの末期や敗血症の経過 高度な頭痛、嘔吐、高熱、呼吸困難、血痰、重篤な肺炎	腺ペスト：3～7日 肺ペスト：2～3日	- ノミの刺し傷、傷口 - 飛沫感染 - 菌のエアロゾルの吸入	腺ペスト：30～60% 肺ペスト：腺ペストより高い	- オートクレーブ処理 - 高温焼却 - すべての消毒薬が有効 80℃・10分間の熱水も有効
野兎病	悪寒、戦慄、頭痛、筋肉痛、関節痛、リンパ節腫脹、蕁麻疹用皮疹、多形滲出性紅斑、肺炎、胸膜炎	3日をピークとした1週間以内	- 接触感染節足動物媒介 - 水系（汚染河川等） - 呼吸器感染	抗菌薬を使用しない場合5～15% 抗菌薬使用で2%	- 焼却 - オートクレーブ処理 - 煮沸消毒 - 環境などは0.5%次亜塩素酸ナトリウムや70%アルコールなどで消毒 - 塩素で殺菌される

20

細菌とは、細胞を持ち、自己複製能力を持った微生物で、一つの細胞しかない単細胞生物である。糖などの栄養と水があり、適切な環境下では自己増殖できる。人の体には多くの種類の細菌があり、皮膚の表面や腸内の環境を保っていたり、発酵などにより人の生活に有用な細菌も存在するが、人体に進入して感染症を起こす有害な細菌もある。

炭疽の病原体は、炭疽菌（*Bacillus anthracis*）であり、炭疽菌は好気性のグラム陽性桿菌で、芽胞を形成する。長さ1～8 μm 、幅1～1.5 μm の大型の細菌であり、芽胞も1 μm 程度である。炭疽菌は待機中で数時間内に芽胞を形成し、熱、化学物質、pH、紫外線などに抵抗性を示す。感染経路によって皮膚炭疽、吸入炭疽（肺炭疽）、腸炭疽の3種類に分類される。炭疽は家畜に起こる疾患で、人畜共通感染症である。炭疽菌は生体内に侵入し、芽胞が発芽して増殖を始めると種々の毒素を産生し、それによって出血、浮腫、および壊死などを惹起し、病態は急速に進展する。汚染された可能性のある衣服は速やかに脱衣して、バッグ等に入れて消毒やオートクレーブ処理を行う。芽胞を効果的に消毒するのは極めて

困難であり、消毒作業の効果を確認するのはスワブを採取して培養によって確かめる。

ペストは、ペスト菌(*Yersinia pestis*)に感染して起こる疾患である。ペスト菌は腸内細菌科のエルシニア属に分類されるグラム陰性の多形形態を示す桿菌である。主にマウス、ラットなどの齧歯類が保菌し、ノミを介してヒトに感染する。ノミの刺し口よりペスト菌が感染するとリンパ節に移行し腺ペストを発症し、飛沫感染を起こすと肺ペストを発症する。ペスト菌の薬剤感受性は良好であり、主にアミノグリコシド系、ニューキノロン系、およびテトラサイクリン系の抗菌薬が用いられる。ペスト菌にはすべての消毒薬が有効で、アルコール、両性界面活性剤、第四級アンモニウム塩などを用いる。また、80℃・10分間の熱水も有効である。汚染物は、高圧蒸気滅菌用耐熱性袋に入れ、速やかにオートクレーブで滅菌するか、高温焼却する。

野兔病は野兔病菌 *Francisella tularensis* による感染症であり、グラム陰性の多形性を示す桿菌で通性細胞内寄生菌である。本菌は大きさ0.2μm × 0.2~0.7μmと小形の桿菌である。野兔病菌は、エアロゾルでの感染が10~50個の少量で成立し、罹患率と致死率が高い。3日間をピークとする1週間以内の期間を潜伏期として、悪寒、戦慄、頭痛、筋肉痛、関節痛などの非特異的な感冒様症状を主体として発症する。39~40℃の発熱に前後して病原菌の侵入部位に関連した局所のリンパ節腫脹が出現する。3週目ころに一過性に蕁麻疹様、多形浸出性紅斑などの多彩な皮疹（野兔病疹）が現れる。ヒト-ヒト感染はない。汚染材料は焼却あるいはオートクレーブ滅菌、煮沸消毒する。環境などは0.5%次亜塩素酸ナトリウムをや70%アルコールなどの清拭で消毒を行う。また、野兔病菌は塩素で殺菌されるので、河川や貯水池が汚染されても塩素消毒が施されている水道水が汚染される可能性は低い。

参考資料：厚生労働省検疫所FORTH（フォース）ホームページ、国立感染症研究所ホームページ、バイオテロ対応ホームページ

毒 素

- ❖ 毒素とは、動植物、菌類及び貝類が生産する有毒化学物資で、化学兵器に似た効果を有するが、一般に症状の発症まで半日～数日を要する。また、散布後は増殖せず、二次感染はないが、微量でも死に至る極めて強い毒性を有する。

病 名	症 状	潜伏期間	致死量	対処要領
ボツリヌス症	全身の筋力低下、複視、散瞳、呼吸困難	数時間～2週間程度 大半は12～36時間	1～2ng/kg	・空気中で12時間以内で失活 ・日光下1～3時間で失活 ・80℃・30分で失活 ・塩素濃度：3ppm・20分で失活、0.4ppm・20分で8割失活
リシン	筋力低下、肺水腫、低血圧、呼吸困難	吸入後4～8時間	吸入3～5μg/kg	熱、次亜塩素酸塩
ブドウ球菌 エンテロトキシンB	発熱、体幹痛、咳、嘔吐、下痢	吸入後3～12時間 経口摂取2～3時間		次亜塩素酸塩
トリコセシンマイ コトキシ	紅斑、鼻汁、めまい、嘔吐、下痢、ショック	数分～数時間		次亜塩素酸塩
サキシトキシ	口唇の知覚麻痺、四肢の弛緩性麻痺、呼吸麻痺	食後30～1時間	静注10μg/kg 吸入5mg min/m ³	アルカリ性では不安定

21

細菌、カビ、動物、植物などの毒素は、体内では増殖しないが、微量でも毒性が強く、死に至る。

ボツリヌス症は、ボツリヌス菌が産生する毒素により発症する運動神経・筋の麻痺性疾患である。ボツリヌス菌は、偏性嫌気性グラム陽性桿菌で、芽胞を形成する。世界各地の河川の泥、土壤中に存在する。ボツリヌス菌の毒素は、神経伝達部位におけるアセチルコリン放出を抑制し、全身の横紋筋、平滑筋の筋力低下に伴う様々な症状が出現する。潜伏期間は毒素量あるいは芽胞の量、感染経路に左右され、数時間～2週間程度とされる。大半は12～36時間の間に発症。ボツリヌス毒素は消化管あるいは呼吸器系の上皮から吸収可能であるが、健常皮膚からは侵入しない。安定性は低く、空気中では12時間以内、日光下では1～3時間で失活する。また、80℃・30分で失活し、水中では塩素濃度3mg/L(3ppm)、20分で失活し、0.4mg/L(0.4ppm)では20分で8割失活する。治療はボツリヌス毒素に対する抗血清の早期投与が第一選択である。

リシンは、トウゴマから抽出され、比較的容易に大量の毒素を

得られる。リシンのエアロゾルの吸入では、8時間の潜伏期後に息切れ、胸部圧迫感、咳嗽、発熱、悪寒、筋肉痛を起こす。36～72時間で肺水腫による呼吸不全で死亡する。リシンの経口摂取では、嘔吐、下痢、腹痛、ショックを起こす。致死率は常に高い。熱や次亜塩素酸で失活する。

ブドウ球菌エンテロトキシンB (staphylococcal enterotoxin B; SEB) は黄色ブドウ球菌により産生され、食物中に産生された毒素により毒素型食中毒を起こす。熱に対して抵抗性が強く、100℃、30分程度の加熱では消失しない。次亜塩素酸塩は毒素を無効にする効果がある。

トリコセシンマイコトキシン (trichothecens mycotoxins; T2) は、カビのfusarium, trichoderma, myrotecium, stachybotrysなどが産生する毒素である。この毒素はタンパクと核酸の同化を阻害し、細胞成長を直接障害する。吸入、接触、経口で暴露され、数分～数時間で症状が出現する。皮膚では、灼熱感、発赤、疼痛、びらん出血が出現し、上気道症状では鼻や咽頭の痛み、鼻汁、鼻出血が出現する。下気道症状では呼吸困難、喘鳴、血痰が出現し、他に流涙、眼のかすみがあり、高濃度暴露では、めまい、協調障害、低血圧などのショックを引き起こし、死亡する。抗毒素などの治療薬はなく、次亜塩素酸塩で除染する。

サキシトキシン (麻痺性貝毒) は、赤潮の原因である渦鞭毛藻が産生する毒素で、マガキ、ホタテガイ、ムラサキガイ、アサリなど、主に二枚貝がこれを接触して体内に蓄積し、毒化する。フグ毒のテトロドトキシンに構造が似ており、毒性発現機序は同じである。毒素が細胞膜のNaチャンネルに付着し、Naの細胞内への流入を妨げ、興奮の伝達を妨げることで中毒症状を呈する。死因は、呼吸麻痺で経過が早いですが、迅速で適切な呼吸管理がお紺割れれば、24時間後に呼吸は回復し、四肢麻痺も5日目には消失する。

調理加熱では毒素は失活しない。中性あるいは弱酸性溶液中では加熱に対して安定だが、アルカリ性では不安定である。

参考資料：

CBRNEテロ対処研究会「必携NBCテロ対処ハンドブック」(診断と治療社、2008)

Ramesh C. Gupta; Handbook of Toxicology of chemical warfare agents (Elsevier, 2015)

致死量

化学物質・毒素	マウスの静注での LD ₅₀ (mg/kg)	化学物質・毒素	マウスの静注での LD ₅₀ (mg/kg)
ボツリヌス毒素	0.00001	カプサイシン	0.40
リシン	0.005	ストリキニーネ	0.41
テトロドトキシン	0.01	シアン化カリウム	2.60
サキトキシン	0.01	マスタード	3.30
VX	0.012	アフラトキシン	9.5
ソマン(GD)	0.066	ヘロイン	21.8
サリン(GB)	0.10	マリファナ	42
タブン(GA)	0.15	クロロアセトフェノン	81

クロロアセトフェノン (CN, chloroacetophenone) は
催涙剤の一種

化学物質と毒素のマウスに静注した場合のLD₅₀（半数致死量、50%のマウスが死亡する用量）を示す。この表から、生物が産生する毒素は、非常に毒性が強いことが分かる。

参考資料：Ramesh C. Gupta; Handbook of Toxicology of chemical warfare agents (Elsevier, 2015)

過去の使用例

WWⅡ	ペスト保菌の蚤の散布 ペスト菌、コレラ菌、炭疽菌 チフス菌の食物、井戸混入、保菌鼠の放出	
1943年	ウイルス：ペネズエラ馬脳炎 細菌：炭疽菌、野兔病、ブルセラ菌、Q熱リケッチア 毒素：ボツリヌス毒素 黄色ブドウ球菌毒素	
1970年	T2マイコトキシン	ベトナム、ラオス
1978年	ロンドン、リシン	共産党政府による暗殺
1979年	兵器工場から炭疽菌漏出、66名死亡	ロシア
1984年	サルモネラ菌(674名感染) 赤痢、腸チフス	カルト教団
1991年	炭疽菌(8500L) ボツリヌス毒素(19000L) アフラトキシン(2200L)	イラクが保有

この過去の使用例であるが、古くは紀元前から蛇毒による殺害を始め、感染者が使用していた毛布や病死した遺体を感染させる目的で使用する等、古くから攻撃手段として使用されている。第二次世界大戦以降では、戦争で用いる兵器として開発されており、戦後も毒素や菌を使用したテロが発生、及び兵器目的で貯蔵中の炭疽菌の漏洩事故が発生している。

オウム真理教によるバイオテロの計画

時期	剤種	目 標	散布法	結 果
1990年 4月	ボツリヌス毒素	・ 霞ヶ関の官公庁 ・ 他の宗教団体本部 ・ 横須賀の米海軍基地	車両に装着した散布機から	・ ボツリヌス菌の培養に問題があり失敗
1992年	エボラウイルス	・ 不明	未遂	・ ザイールでのウイルス取得を計画するが失敗
1993年 6～7月	炭疽菌	・ 亀戸オウム道場周辺	道場ビル屋上に設置した散布機から	・ 散布機の故障？ ・ ワクチン株を使用 ・ 周辺住民が異臭
		・ 国会議事堂 ・ 皇居 ・ 東京タワー	車両に装着した散布機から	・ ノズルの目詰まりにより失敗
1995年 3月	ボツリヌス毒素	・ 地下鉄霞ヶ関駅	アタッシュケースから	・ 被害の発生無し

24

我が国では、オウム真理教がバイオテロを計画し、具体的にその準備を行っており、一部使用もされている。

幸いにも、培養や菌株の差異、散布要領の不備等により被害者は出ていないが、松本サリン事件（1994年）、地下鉄サリン事件（1995年）による検挙がなければ、その後研究を継続しサリン事件以上の被害者が発生してたであろう。

過去のパンデミック

感染症	時 代	被 害
ペスト	14世紀：ヨーロッパで「黒死病」と呼ばれるペスト大流行	ヨーロッパだけで全人口の4分の1～3分の1にあたる2500万人の死亡といわれる
インフルエンザ	1918年：スペインかぜが大流行	4000万人以上が死亡(当時の世界人口18億人)
	1957年：アジアかぜの大流行	世界で200万人以上の死亡と推定
	1968年：香港かぜの大流行	世界で100万人以上の死亡と推定
	2009年：新型インフルエンザの大流行	世界の214カ国・地域で感染を確認 1万8449人の死亡者（WHO、2010年8月1日）
新興感染症	1981年：エイズ（HIV）	過去20年間で6500万人が感染 2500万人が死亡
	2002年：SARS（重症急性呼吸器症候群）	9ヶ月で患者数8093人、774人が死亡
再興感染症	1935～：結核が日本での死亡原因の首位 1950年：抗生物質により発生減少 現 在：抗生物質抵抗性結核菌出現	世界で20億人が感染、毎年400万人が死亡
	1950～：殺虫剤DDT等による蚊根絶計画 現 在：DDT抵抗性のハマダラ蚊が出現	世界で年間3～5億人感染、100～200万人死亡

25

過去の自然発生によるパンデミックでは、人口の3分の1にも及ぶ極めて多くの人々が死亡している。

現在も世間を騒がせている新型コロナウイルス感染症（COVID19）も自然発生が人為的かは定かでないが、まさにこの生物剤によるパンデミックである。

これらの病原体がテロにより作為的に使用された場合、同様の規模の被害が発生する可能性がある。

感染経路の種類

感染の種類	特 性	様 相	病 例
飛沫感染	飛沫粒子（5 μm以上） 飛距離は数mで床に落ちる	咳、くしゃみ等で放出した飛沫が、鼻粘膜、口腔粘膜、結膜に付着	インフルエンザ、風疹、髄膜炎、肺炎、百日咳、MARS、SARS、COVID19
空気感染	飛沫核（5 μm以下） 空気中に浮遊し空気の流れにより拡散	飛沫粒子が蒸発した核または吐物、排泄物からの揮発	天然痘、結核、麻疹
接触感染	発症者への直接接触、 発症者が触れた物を介した伝搬	手に付着した後、目・鼻・口粘膜、または口腔より体内	黄色ブドウ球菌感染症、ロタウイルス、ノロウイルス、流行性角結膜炎
担体感染	汚染された食品、水等	飲食により感染	食中毒、ボツリヌス毒素
媒介生物感染	蚊、ダニ、鼠等保菌生物により伝搬	保菌生物が刺咬することにより皮膚から体内	マラリア、黄熱病、日本脳炎、発疹チフス、ジカウイルス

26

それぞれの感染経路の特性と対応を詳しく解説する。

飛沫感染は咳や声を発する際、咽喉より発する飛沫で、粒径は5 μm以上で、飛距離数mで沈降する。新型コロナウイルス感染症やインフルエンザ、風疹などがある。

空気感染は、粒径5 μm以下の微細な粒子で空気中に長時間浮遊し呼吸により感染する。天然痘や結核、麻疹などがある。

接触感染は飛沫や体液等により汚染された部位に触れ、汚染された手指から目、鼻、口粘膜、または口腔より体内へと侵入するもので、感染経路としては最も多い。新型コロナウイルス感染症の主要な感染経路でもあり、冬季の嘔吐下痢症の原因であるノロウイルスや黄色ブドウ球菌、流行性角結膜炎などがある。

担体感染は、毒素や病原体を含んだ飲食物を食することによって体内に侵入するものである。毒素や食中毒がこれにあたる。

媒介生物感染は、保菌生物に刺咬されることにより罹患する。マラリア、ジカウイルス、黄熱病、日本脳炎などがある。

感染経路に応じた対策

感染の種類	対 策
飛沫感染	入念な手洗い、マスク、手袋、ゴーグル、ガウン、フェイスシールド、キャップの装着 感染者との離隔（2 m以上）
空気感染	患者の隔離、病室の空気管理（陰圧、浄化フィルタ）、マスク（N95以上）
接触感染	入念な手洗い、手袋、マスク、ガウン 患者に接触する器材・寝具等を専用使用、血液・体液・汚物の厳正な管理
担体感染	担体の洗浄、消毒、滅菌、食品管理
媒介生物感染	病害虫駆除、衛生環境の管理

それぞれの感染経路に応じた対策を示す。

飛沫感染では、数m離隔した場合感染することはない。そのため飛沫が飛ぶ距離以上離れることで感染防止となり、概ね2m程度の離隔を推奨している。新型コロナウイルスの感染拡大防止の一つである「ソーシャルディスタンス」という概念である。

空気感染では、完全に密閉された部屋での隔離、またはN99規格等高性能のマスクによる呼吸器保護が必要となる。

接触感染は、手指衛生により防護できるため、こまめな手指洗浄、手指消毒が極めて有効である。

担体感染は、安全が確保された飲食物以外は食しないことで防護できる。

媒介生物感染は、媒介生物の駆除、長袖等の着用による皮膚の露出を避けることである程度の防護可能であるが、媒介生物が衣服の中に侵入することもあり、完全に防護することは困難である。蚊などは虫除けスプレーなどで防護することも可能である。

検 査

検査方法	概 要	特 性
PCR検査	前処理により遺伝子を抽出し、試薬で特定遺伝子部位を切断し増幅させる	検体が微量であっても正確な検出が可能であるが、前処理等に専門性が必要であり、時間を要する
免疫学的検査 (抗原検査)	対象病原体（抗原）に特異的に反応する抗体に結合させ検出する	現場で迅速な判定が可能であるが、感度は高くない（偽陰性）
抗体検査	対象病原体に対して体内で生産された抗体を検出する	検体採取時の感染の有無、過去の感染の有無が判断可能
質量分析	レーザー照射し、遊離、浮遊した物質の浮遊時間と重さから生物剤を識別する	大型の測定器材となり、ライブラリの整備が必要
検鏡、培養	採取した試料中の病原体を培養して増殖させ、顕微鏡で判定する 細菌の場合は、試料を染色し、培養せずに検鏡することも可能	検鏡は比較的容易であるが、培養には専門技術と時間を要する。 検鏡は、ウイルスには対応困難

28

生物テロの場合、病原体の特定と感染症の診断の方法として、上記表の検査があげられ、いずれも試料の採取が必要である。

PCR検査は、試料から病原体の遺伝子を抽出し、病原体特有の遺伝子配列を増幅して検出する。感度、特異度により診断の精度が左右される。感度は感染者のうち、検査結果で陽性となる割合で、検体採取によって病原体の採取量が非常に少ない場合は感度が低下する。特異度は感染していない者のうち、検査結果で陰性となる割合で、試料の処理等で変わることがある。

抗原検査は、対象となる病原体に特異的に反応する抗体を使用して検出する。多くの場合、感度は高くなく、未知の病原体に対しては特異的な抗体の生産に時間を要する。

抗体検査は、感染者の体内で生産された抗体を検出する。抗体の種類により検体採取時の感染の有無、過去の感染の有無（既往歴）を診断できるが、未知の病原体については、抗体を同定するまでに時間を要する。

質量分析は、採取した試料にレーザー照射し、遊離、浮遊した物質の浮遊時間と重さから生物剤を識別する。測定器材は大型であ

り、ライブラリの整備が必要となり、検知感度が低く、実用化に至っていない。

採取した試料をプレパラートに固定、染色し、顕微鏡で観察することで細菌を判定することは比較的容易である。ウイルスや毒素は検鏡できない。病原体を培養することで、増殖する培養液や培地の違いにより特定することも可能である。培養により増殖した病原体を検鏡することでウイルスの種類を特定することもできる。