

化学物質・化学テロのリスクアセスメント手法の分析・検証

研究分担者 大西 光雄（国立病院機構大阪医療センター 救命救急センター長）

研究要旨：

令和4年度は、これまで収集した情報を参考に、実際にリスクアセスメントを行う方法に関して検討した。特に、ウクライナで化学兵器が使われる可能性があったことから、世界健康安全保障イニシアティブに設置されている化学イベントワーキンググループ(CEWG)によって化学物質・化学テロのリスクアセスメントが机上演習の形で行われた。アセスメント項目はオールハザードを勘案したチェックリストを用いたものであった。また、米国やWHOの化学イベントや化学テロに関するWEBセミナーから、化学イベントの発生を検知するための教育・過去事案の共有が重要であることが示された。日本でのNBC(CBRNE)災害・テロ対策の取り組みと相違点がある可能性が示唆された。化学イベントの検知に関しては、人材育成が必要であると考えられた。

一方で、爆発物に伴う健康障害に関する知見の収集にも努めた。爆発に伴う衝撃波は急激な圧力の変化を生む。これによりうつや記憶障害といったPTSDに似た脳障害が生じることが知られている。また、WHOのセミナーでは2020年にベイルートで発生した港湾爆発事故に関して損壊した建築物由来のアスベストによる健康被害調査を行う必要があることなどが強調された。爆発物による人体への長期的影響に関する知見を収集しておく必要があると考えられた。

A. 研究目的

令和3年度は化学物質・化学テロのリスクアセスメントに関連する資料、過去の事案や対策の報告を収集し、日本で利活用可能な資料を確認した。化学イベント発生が認識されてから先の対応は日本において枠組みが存在するものの、化学イベント発生の検知とアセスメント手法は十分とは言えないと考えられた。

2022年3月ごろよりウクライナで化学兵器が使用される懸念が高まったことから世界健康安全保障イニシアティブ(GHSI)にセツイされている化学イベントワーキンググループ(CEWG)では、この危機に関するアセスメントの机上演習をオールハザードに対して準備されたチェックリストを用いて行われた。

また、American College of Medical Toxicology (ACMT)とRadiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS)が共催して開催した医療関係者に対する“Chemical and Radiological Agents of Opportunity for Terrorism”のwebinarおよび、WHOによる”WHO webinar on investigating outbreaks of ill health that may be of chemical origin”のwebinarは共に、化学物質が原因である可能性があるイベントへの対応を示していた。

一方で、爆発事案に伴う健康障害の公衆衛生学的視点からの知見の収集にも努めた。衝撃波を伴うような爆発(爆轟と呼ばれる)では、直後から明らかとなる人体への影響(衝撃波による第一次爆傷、飛散物による穿通生外傷

である第二次爆傷、鈍的損傷である第三次爆傷、熱傷を伴う第四次爆傷など）が注目されてきたが、現在は衝撃波による長期的な脳機能障害の研究が盛んとなっている。また、爆発事案により破壊された環境より排出される化学物質による健康障害（例：アスベスト）が注目されてきている。

以上の情報から、オールハザードアプローチに際して、化学イベントが持つ特性、爆発物事案によって生じる健康障害を考察することを研究目的とする。

B. 研究方法

1. ウクライナでの化学兵器使用を想定した各国の対応に関する机上演習

化学イベントワーキンググループ（CEWG）の参加国に対して、GHSI の“Event management response framework” の付属文書“GHSI toolkit”内に示されている“Event Management Agenda Checklist”を用いて机上演習が行われた。参加国はオールハザードに対して準備されたチェックリストを用いた演習を通してアセスメントの共有手法を確認する。

2. ACMT および WHO の化学イベントに関する webinar と日本の化学イベントに関する講習会の違い

これらの webinar を通じて強調されていることと、日本での NBC（CBRNE）災害で強調されていることの相違点を明らかにする。

3. 爆発物事案による脳損傷に関する知見の収集

第 6 回国際爆傷フォーラム（The 6th International Forum on Blast Injury Countermeasures: IFBIC2022）に参加し、爆発物事案に伴う脳への長期的影響に関する知見、特にうつや記憶障害といった PTSD に類似する障害に関する研究・調査に関する情報を収集し、日本での事案発生時の活用法を考察する。

4. 爆発物により破壊された環境に起因する健康障害に関する知見の収集

2020 年にベイルートの港湾で発生した爆発事故後に倒壊建造物等からアスベストが飛散した可能性があり、健康への影響を調査する必要性が出てきている。

C. 研究結果

1. ウクライナでの化学兵器使用を想定した各国の対応に関する机上演習

2022 年 4 月 5 日に web meeting の形式で行われた。参加国はカナダ、イタリア、ドイツ、フランス、日本、メキシコ、英国、米国および、European Commission、WHO であった（英語表記の際のアルファベット順）。

“Event Management Agenda Checklist”は化学イベントを論ずるための改変・追記がなされていた。末尾資料 1 にオリジナルを、資料 2 に化学イベント用のチェックリストを示す。多国間で共有可能な各国の情報を CEWG 各メンバーに問うチェックリストであるため、一か国でのハザードへの対応とは異なるが、アセスメントの要素に関しては参考になると考えられた。

CEWG 開催日時（全て web meeting）

2022 年 4 月 5 日

2022 年 4 月 22 日（ウクライナに関する緊急ミーティング）

2022 年 5 月 6 日（ウクライナに関する緊急ミーティング）

2022 年 6 月 9 日

2022 年 9 月 15 日

2022 年 12 月 1 日

2022 年 2 月 2 日

2. ACMT および WHO の化学イベントに関する webinar と日本の化学イベントに関する講習会の違い

ACMT の webinar は 2022 年 7 月 8 日に開催された。対象はファーストレスポnder、

Emergency Medical Technician、パラメディック、救急の看護師、救急医、薬剤師、Emergency Response Coordinator、公衆衛生当局、公衆衛生専門家、産業衛生管理者等であった。化学イベントに関連する可能性のある人材に広く講習が行われた。講習は午前8時50分から17時20分まで行われた。5つの目標が下記のように示されていた。

- 化学物質の暴露によって引き起こされる一般的な健康への影響（トキシドローム）を認識する
- 化学物質暴露に対する安全で効果的な管理方法について
- 化学物質による公衆衛生上の緊急事態の初期認識と管理に役立つリソースに関して
- 化学イベントにおける、病院前および病院内での対応者、公衆衛生関係者、薬剤師の役割について
- 薬局業務や地域社会の臨床的特徴を把握し、医療関係者や地域社会に波及する疾患について学習し、活動を調整する。

また、講義の各セクションタイトルを下記に示す。

- Toxic Disasters: Beyond Conventional Chemical Weapons（毒物による災害：従来の化学兵器を超えて）
- Chemical Explosions（化学爆発）*
- Toxic Gases as Threats（脅威としての有毒ガス）
- Why are Cyanide & Fumigants So Worrisome（シアンガスと燻蒸剤はなぜ危険なのか）
- Food, Water & Medication as Vehicles for Toxic Threats（有害物質の伝搬手段としての食品、水、医薬品）*
- Clinical Neurotoxicology of Chemical Threats（化学物質の臨床神経毒性学）
- Delayed Toxic Syndromes（遅発性中毒症候群）*

- The Psychological Impact of Mass Exposures（集団暴露の心理的影響）*
- After Events Population Monitoring: Pros & Cons（事案後の集団のモニタリング：その長所と短所）*
- Scenario-Based Discussion（シナリオに基づいたディスカッション）

このうち*を付記した項目に関しては、日本の講習では馴染みの薄いものであると考えられた。遅発性の影響や心理学的影響、イベント後のモニタリングに関する項目まで触れている特徴があった。シナリオをもとにした最後のセクションでは“地下鉄サリン事件”も取り上げられていた。

WHOのwebinarは2022年6月16日に開催された。講義時間は90分間であり、対象者はWHO化学物質リスク評価ネットワークに所属する機関、その他WHOネットワーク、公衆衛生専門家、化学物質事故の調査や対応に関わるものとされていた。講習の目的として、集団発生する病態は必ずしも感染症が原因であるとは限らず、環境汚染物質、毒物など汚染物質への曝露が原因となることがあること、その際、環境、疫学、同棲、臨床などの調査を行って懸念される化学物質や曝露経路を特定する必要があること、そのためのWHOの新しいマニュアル“Manual for investigating suspected outbreaks of illnesses of possible chemical etiology”の活用方法を学ぶことが示されていた。

3. 爆発物事案による脳損傷に関する知見の収集

第6回国際爆傷フォーラム（The 6th International Forum on Blast Injury Countermeasures: IFBIC2022）が2022年5月9日から11日にかけてMITRE（米国バージニア州マククリーン）で開催された。爆発に関する多様な研究・知見が紹介されたが、特に注目されるのは爆発に暴露された脳への長期的影響であった。湾岸戦争など過去の戦争に

従事した兵士に心的外傷後ストレス障害

(PTSD) と考えられる症状が見られることは知られていた。当初は PTSD や使用された化学兵器の影響などが示唆されていたが、戦場に赴いていない訓練兵にもこのような症状が認められることがわかってきた。このことから爆発によって何らかの脳障害が引き起こされている可能性が示唆され、現在では爆発に伴う衝撃波等の影響により CT など現在の画像検査では明らかとならないような微細な脳損傷が発生するものと考えられてきていることがわかった。

衝撃波を伴うような爆轟が発生した場合、脳損傷の可能性を含め長期的な影響の有無に関するアセスメントも考慮しておく必要がある。アセスメント法に関しては、兵士への長期的な影響の検討が米国、あるいは NATO で行われているので、どのような爆発への暴露に対して PTSD の症状に似た脳損傷が発生するのか明らかとなることが期待される。

4. 爆発物により破壊された環境に起因する健康障害に関する知見の収集

国連環境計画 (United Nations Environment Programme: UNEP) では瓦礫の除去などの従事者に対してアスベストの健康への影響、従事者に必要とされる个人防护具 (PPE)、アスベストの廃棄等における扱い方、移送方法に関する資料が発出されていた。被災地の空間における粒子状物質の増加は確認されたとする報告がある一方で、現場で活動した数千人のボランティアなどの PPE は不十分であったとされていた。長期的影響を評価するための疫学調査が提案されている。

D. 考察

ACMT や WHO の webinar が日本の NBC (CBRNE) 災害やテロにおける講習といくつかの点で異なっていた。NBC 災害・テロ対策研修をはじめ、さまざまなコースが日本には存在するが、基本的に発災、すなわちオンセットがはつき

りしている (認識できる) 前提で、災害対応を行う部門の人員に対して開催されることが多いと考えられる。このような対象者に対しては、个人防护や除染方法など第一線での初期対応に重点を置くことができる。一方で、ACMT の講習では、非常に広い範囲の医療従事者 (プレホスピタル、インホスピタル) ・公衆衛生関係者・産業衛生管理者等に対して企画され、个人防护や除染といった初期対応に必要な知識はあまり強調されず、いかにして覚知するか、また負傷者だけでなく住民の心理的な影響、事態が収束する際に考えなければならないことも示されている。特に、覚知するための知識に関しても重点が置かれていることが興味深い。飲料水や食品が汚染されるような事件は、必ずしも容易に覚知できるわけではなく、日本でも茨城県神栖市において井戸水が有機ヒ素化合物であるジフェニールアルシン酸で汚染されていた事件 (2008 年) や、中国産冷凍餃子薬物中毒事件 (2007 年末～2008 年) のようにオンセットがはっきりと認識されないうちに被害が拡大する化学イベントが存在した。

WHO の webinar も同様であり、化学イベントを覚知するまでは感染症だと誤認する可能性があることに重点をおいたセミナーであった。2019 年からの SARS-CoV-2 による、いわゆる “コロナ禍” の時代、集団が健康を失う場合、感染症を考えがちであるが、化学物質が原因となる場合も集団が健康を失うことから始まる。覚知できないと対策も後手にまわり、被害者が増加することとなる。このような点からも、ACMT が行なったような、化学イベントを覚知するために必要な知識や過去の事例を医療従事者や公衆衛生従事者等、広く対象者を設定した講習会を行うことが求められると考える。

また、ACMT や WHO の講習では化学イベントを覚知するためのシステムとして “知識を有する人” を多部門・多職種に広げることを目的としていたが、情報システムなどを用いた

覚知ができないか、と考えるに至った。これはソーシャルネットワークサービス (SNS) を利用した方法であり、現在、SNS を利用し事故や火災、風水害等のアラートを覚知するためのシステムを有する企業と研究を開始した。具体的には、化学物質による特徴的な症状に関連した SNS 上の文言を収集し、その文言の組み合わせが特定の地域・特定の時期において増加した場合、その文言内容を有識者がチェックすることにより化学イベントの可能性を判断する方法である。実現可能性を含めて検討していく予定である。

爆発物事案において、CT などでは明らかとまらないものの、うつや記憶障害といった PTSD に類似する症状が慢性期の症状として認められることはあまり知られておらず、現在も研究・調査がなされているところである。紛争地での複数回の暴露と、一般的な事故災害における単回の暴露では異なる可能性がある。爆発ではない交通事故などでの受傷機転による頭部外傷でも、高次脳機能障害は“目に見えない障害”として周囲の理解が得にくいために生活に困難を伴うことが散見されている。知見の収集を継続すべきであろう。

環境から化学物質が漏出するような事案に関して爆発事案においてはアスベストの飛散が問題となる可能性が示唆された。我が国では2006年9月以降は建築物にアスベストが使用できなくなったが、爆発事案においてはアスベスト飛散の可能性は存在するといえる。風水害など他の災害でも同様であるが、“化学物質漏出が想定される”可能性をできるだけ早期に認識し、短期的・長期的な健康への影響を調査する必要性に関し、各国の過去の化学物質漏出・飛散事案を参考とした標準的手法（地域住民の不安を増大させないためのリスクコミュニケーションを含む）を確立しておく必要があると考えられた。

E. 結論

化学物質を原因とする健康被害は NBC (CBRNE) 災害・テロに関する講習会では、発災（オンセット）が覚知可能であると考えられているが、米国や WHO の講習会では“覚知”そのものに重点が置かれた講習会が開催されていた。自然災害や爆発、化学物質の散布といったオンセットを認識しやすいイベントだけではないため、発災を知るシステム・教育に関する研究が求められる。

一方、ロシアのウクライナへの軍事侵攻における化学兵器使用の懸念から、多国間での情報収集・共有のため、チェックリストを用いたアセスメントが行われたが、オールハザードで作成されたチェックリストに若干の改変を加えることにより事態発生前のアセスメントは可能であることが確認された。化学物質漏出・飛散を伴うような事案において、早期認知と長期的影響調査を考慮したシステムが求められると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 大西光雄 ICT を利用したトキシドロームの活用 救急医学 47:465-471,2023

2. 学会発表

特になし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

資料 1 “Event Management Agenda Checklist”

CASE COUNT	
TRAVEL ADVISORIES/ BORDER MEASURES	
RISK COMMUNICATIONS	
DOMESTIC PREPAREDNESS AND SURVEILLANCE	
CLINICAL MANAGEMENT	
COMMUNITY PUBLIC HEALTH MEASURES	
DECONTAMINATION MEASURES	
LABORATORY TESTING CAPACITY	
SAMPLE SHARING	
MEDEVAC AND REPATRIATION	
MOBILIZATIONS	
MEDICAL COUNTERMEASURES	
BIOMEDICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT	
INTERNATIONAL FUNDING AND COORDINATION	

資料 2 “Event Management Agenda Checklist - Chemical Incident Specific Modifications”

Element	Useful for Chemical Incident?	Response (if applicable)
CASE COUNT		
TRAVEL ADVISORIES/ BORDER MEASURES		
RISK COMMUNICATIONS		
DOMESTIC PREPAREDNESS AND SURVEILLANCE		
CLINICAL MANAGEMENT and related guidance		
COMMUNITY PUBLIC HEALTH MEASURES		
DECONTAMINATION MEASURES (specify people or environment)		
LABORATORY TESTING CAPACITY		
SAMPLE SHARING		
MEDEVAC AND REPATRIATION		
MOBILIZATIONS		
MEDICAL COUNTERMEASURES		
BIOMEDICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT		
INTERNATIONAL FUNDING AND COORDINATION		
Additional Elements?		
RISK AND/OR THREAT		

ASSESSMENT		
ASSISTANCE REQUESTED FROM OUTSIDE OF COUNTRY and ANY RESPONSE		
ASSISTANCE PROVIDED FROM OUTSIDE OF COUNTRY		

青色部分は化学イベントのために改変・追記された事項