

## 【資料】

# 危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準

## (その2)

### 実務レベルの応急対応者(First Responder at the Operational Level)

梅津隆弘

#### 3-1 一般

##### 3-1.1 紹介

実務レベルの応急対応者は、認知レベルの応急対応者の全ての能力及びこの章の能力に適合するように訓練されなければならない。また、実務レベルの応急対応者は、適用される米国運輸省(DOT)、米国環境保護庁(EPA)、米国労働省職業安全衛生管理局(OSHA)及びその他の州、地域又は地方の適切な労働安全衛生規則(米国の労働安全衛生規則には、危険廃棄物作業者及び危険物事故対応者に関する安全基準等が定められているが、日本にはこのような定めはない。)の義務に適合するようあらゆる付随的な訓練を受けなければならない。

##### 3-1.2 定義

実務レベルの応急対応者とは、危険物の放出の効果から、近傍の人々、環境又は財産を保護する目的のため、事故への初期対応の一部として危険物の放出又は潜在的な放出に対応する者をいう。実務レベルの応急対応者は安全な距離から放出をコントロールすること及び拡散を防止することによる防御的な方法で対応することが求められる。

注.本章の定義から、実務レベルの応急対応者は、海上保安庁においては、特殊救難隊及び機動防除隊と通常の海上保安官との中間に相当すると思われる、消防船艇、防災指定船及び救難強化型巡視船の業務班が該当するものと思われる(これらの巡視船では、防毒衣、ライフゼムを装着し、ガス検知、放水作業を行っている)とされる。)。認知レベルの応急対応者との違いは、安全な距離から放

出をコントロールすること及び拡散を防止するために防御的方法で対応することが求められることである。

### 3-1.3 目標

実務レベルの能力の目標は次に掲げる任務を安全に実行するための知識及び技能を応急対応者に提供するものでなければならない。そのため、認知レベルの能力に加え、実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

- (a) 次に掲げる任務を遂行することにより、影響が生じている期間における問題の程度を判断するために危険物事故を分析すること。
  1. 関与する容器及び物質を特定し、危険物が放出しているかを判断し及び取り巻く状況を評価するために危険物事故を調査すること。
  2. MSDS、CHEMTREC／CANUTEC／SETIQ 及び積み付け者／製造者との連絡により危険及び対応情報を収集すること。
  3. 容器及び物質の挙動がどのようになりやすいかを予測すること
  4. 危険物事故時の潜在的な害を推定すること。

注.危険物が収納される容器と物質との間には、ある程度の関係が存在する。たとえば、シリンダーには、気体又は液化気体が収納されていることは予測でき、固体又は液体が収納されていることはほとんど期待されない。危険物が放出しているかの判断は、気体の色、霧状のものの存在、シリンダー等の圧力解放装置の作動、亀裂の存在などから行うことができる。取巻く状況については、海上においては、船倉内などの温度・換気通風の状態、気象・海象の現在の状況並びに今後予想される状況、海潮流、陸域との位置関係、付近陸域の人口密度並びに重要施設の存在、船舶交通の輻湊度及び漁船の出漁状況などが含まれる。

MSDS( Material Safety Data Sheet)については、日本では「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（平成十一年七月十三日法律第八十六号）」(通称 PRTR 法)により、特定の事業者が「第一種指定化学物質」(354 物質)について、通常は、都道府県経由で事業所管大臣に届けことが義務付けられており、当該事業者が対象化学物質の譲渡等を行う場合には、

相手方に対して当該化学物質の性状及び取り扱いに関する情報(MSDS)を提供することが義務付けられている。但し、船舶運送業は、この特定の事業者に該当していない(同法施行令第 3 条)。また、「危険物船舶運送及び貯蔵規則(昭和三十三年八月二十日運輸省令第三十号)」(以下、危規則という)の(危険物積荷一覧書の記載)第五条の六において、荷送人の氏名又は名称及び住所(第五項)、荷受人の氏名又は名称及び住所(火薬類、高圧ガス、毒物、放射性物質等、引火性液体類(高引火点引火性液体を除く。))又は有機過酸化物を運送する場合に限る。)(第六項)、危険物の分類、項目、品名、副次危険性(品名に当該危険物の副次危険性を示す語がない場合に限る。)、国連番号及び容器等級又は隔離区分(ばら積み液体危険物を運送する場合にあつては、当該ばら積み液体危険物の品名)(第七項)、個数及び質量又は容積(ばら積み液体危険物を運送する場合にあつては、容量)(第八項)及び積載の場所及び状態(第九項)などの情報が記載されているだけで、MSDS の所持義務が存在しない。したがって、自主的に MSDS を所持している場合を除き、船舶から直接 MSDS の情報を入手できず、荷送人の氏名及び住所からこれを入手する必要がある。また、IMDG コードに該当するものは、火薬類を除くと約 3000 種があるが、第一種指定化学物質はこれら全てを網羅していないため、他の手段で情報を入手しなければならない可能性がある。また、これらにより得られた情報について、その意味を理解する必要がある。

CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ に相当する組織は、日本には存在しない。

容器及び物質の挙動予測は、危険物事故対応にとり非常に大切なことであり、この予測を誤ったために過去に多くの対応者及び公衆の死傷者が発生している。例えば、1947 年テキサス州テキサス市における汽船 Grandcamp の爆発が挙げられる。この船の積荷は硝酸アンモニアであった。消防の到着以前に、ハッチは固縛され、ターポーリンで覆われ、ベンチレーターは覆いがされ、船倉内は船舶の蒸気消火システムからの蒸気により充填された。その後現場に消防が到着し、消防ホース展張作業時に、船舶が爆発し、消火作業準備中のボランティアの消防士 27 名を含め、甲板にいた人員は全て死亡した<sup>1)</sup>。この事例は、酸化性物質である硝酸アンモニウム火災に密閉消火を試みたため生じたものである。この容器及び物質の挙動予測については、他の参考文献等<sup>2)</sup>から入手

しておくことが必要であると思われる。

潜在的な害を推定することは、例えば、複数の危険物の混合危険、人体に対する健康危険、爆発危険、火災危険、反応危険などを推定することを指すものであり、他の参考文献等<sup>2)</sup>から情報を入手し、実際の事故対応により経験を積み又は過去の事故の事例研究を行うことにより獲得できる能力である。

- (b) 次に掲げる任務を実行するために利用できる人員、個人用保護具及びコントロール用具の能力の範囲内で初期対応を計画立案すること。
1. 危険物事故の対応目標を説明すること。
  2. 与えられた対応目標のため利用できる防御的方法を説明すること。
  3. 各々の防御的方法を実施するために個人用保護具が適切であるかを判断すること。
  4. 緊急除染手続きを特定すること。

注.危険物事故の対応目標とは、所謂、危険物事故対応の戦略目標のことであり、諸説存在するが隔離(isolation)、通報(notification)、識別(identification)、保護(protection)、漏洩(spill)、漏出(leak)、火災コントロール(fire control)及び復旧並びに完了(recovery and termination)の8つに分類しているもの<sup>3)</sup>があり、それぞれは、以下に掲げるとおりである。

隔離とは、事故現場の物理的コントロールの保全及び管理を指し、防御的なものであるとされる。

通報は、委任又は必要とされるリソースに警報し又はこれらと通信することを指し、防御的なものであるとされる。

識別は、事故に含まれている製品に関する情報を識別し、照会し及び獲得することを指し、防御的なもの(目視による認識並びに識別、インタビュー、偵察及び監視など)及び攻撃的なもの(試料採取、偵察、監視など)両者があるとされる。

保護は、公衆及び対応人員の安全を確実なものとするを指し、防御的なもの及び攻撃的なもの両者があるとされる。

漏洩コントロールは、環境への製品の拡散を停止し、限定し又はコントロー

ルすることを指し、防御的なもの及び攻撃的なもの両者があるとされる。

漏出コントロールは、容器の開裂又は開口を通じての製品の放出を緩慢化又は予防する過程であり、ほとんどの場合攻撃的なものであるが、場合によっては防御的なものも存在するとされる。

火災コントロールは、化学物質を含む火災又は化学物質を含む脅威を有する火災の総合的影響を最小限化することを指し、防御的なもの及び攻撃的なもの両者があるとされる。

復旧及び完了は、作戦的及び行政的両面の事故の締めくくりを指し、防御的なものであるが、場合によっては事故の鎮圧状態が破綻することに伴い、再度沈静化する必要があることがある。

それぞれに利用できる防御の方法は、それぞれの戦略目標毎に存在しているが、紙面の関係上、ここに全てを掲げることは適当ではないと思われる。一例として、隔離の戦略目標に対する防御的方法是、周辺確立(perimeter establishment)、ゾーン形成(zoning)、初期公衆保護(initial public protection)、立入制限(denial of entry)及び撤退(withdrawal)があるとされている<sup>3)</sup>。

各々の防御的方法を実施するために必要とされる個人用保護具は、基本的には危険が存在しない場所で行われる限りにおいては、SCBA 装備の通常の消防服ですら不要であるが、これは、事故現場の状況に応じて考慮されるべき問題である。

緊急除染とは、除染のために設置された場所(除染回廊: decontamination corridor)において除染するのでは、時間的・距離的に、健康及び生命を保護することができないよう汚染された場合に、緊急的に行われる除染であり、化学工場、研究施設などに設けられたシャワーによる除染に代表される。例えば、誤って薬品を被ったような場合、このシャワーにより、薬品を水で洗い流すような手続きである。環境及び財産への汚染の拡大が生じる可能性があるが、これらより優先されるものが生命・健康であるため、認められる行為である。海上における緊急除染の最も可能性のある方法としては、汚染されていない海中への飛び込みが考えられる。但し、着衣のまま泳げるか否かは別問題であるため、海上において危険物事故対応に当たる可能性のある者は、補助者をつけたプールなどで実地に試行し、泳ぐことが可能である場合には、水泳訓練をしておく

ことが必要であると考えられる。

- (c) 次に掲げる任務を実行するために地方緊急対応計画及び組織の標準作業手続きにある結果を有利に変更させるよう計画された対応を実施すること。
1. コントロール・ゾーン、緊急除染及び通信を含む現場コントロール手続きを確立し、実行すること。
  2. 危険物事故のために事故管理システム (incident management system : IMS)を開始すること。
  3. 所管機関の承認を受けた個人用保護衣を装着し、装着状態で作業し、脱着すること。
  4. 行動計画において規定された防御的コントロール機能を実施すること。

注.これらについては、現在、当庁では、機動防除隊が作成している。今後の必要となることが考えられるこれらの手続きの改正作業に関する指針となるものとして参考文献3(組織用)、4及び5(自治体用)が挙げられる。

- (d) 次に掲げる任務を実行することにより、対応目標が安全であり、効果的であり及び効率的であることを確実にするために執られた行動の進捗状況を評価すること。
1. 対応目標を完遂する上で執られている防御的行動の状態を評価すること。
  2. 計画された対応の状態を通報すること。

注.防御的方法で対応した後、その対応策の効果を再評価し、必要ならば更に対応を行うことは、対応者の基本である。更なる対応が、その時点で必要ない場合であっても、事故が終了するまで、継続して状況を観察することも対応者の基本である。

また、他の関係組織などに、計画された対応の状態を情報として頒布するこ

とも対応者の基本である。この場合、各組織・機関が異なる用語を使用し又は同じ用語に異なる意味を持たせていると、誤解又は混乱を招きかねないため、用語の統一を図っておくことが必要であると思われる。

### 3-2 能力—事故の分析

3-2.1 危険物事故の調査。危険物を含む施設及び輸送想定の場合が与えられたとき、実務レベルの応急対応者は、含まれている容器及び物質を特定し、危険物が放出しているかを判断し並びに周囲の状況を評価するために事故を調査しなければならない。

注.危険物事故だけに限定されるものではないが、対応するためには、ある種の情報が必要である。例えば、何かが船から漏れている、という情報だけでは、対応のしようがない。

3-2.1.1 液体、気体及び固体の危険物の各々の 3 つの例が与えられたとき、これらの危険物が一般的に収められている容器の一般的形状を特定すること。

3-2.1.1.1 次に掲げるタンク車の例が与えられたとき、その種類によって各タンク車を特定すること。

- (a) 拡張ドームを有し又は拡張ドームを有さない非圧力タンク車
- (b) 圧力タンク車
- (c) 低温液化ガス・タンク車

注.タンク車も、フェリー、RO-RO 船等により輸送されることがあるため、海上保安官といえども、これらの車両を特定する必要がある。簡単に言えば、非圧力タンク車は、重油、軽油、灯油及びガソリンなどの液体の運送に使用されているタンク車を指す。圧力タンク車は、圧縮された気体を輸送するタンク車をさす(バルブに PG の刻印がある)。低温液化ガス・タンク車は、液体酸素などを運搬するタンク車で、JIS B8270 に定められているように、鏡板が全半球形、皿形、正半だ円形又は円錐形のものである(バルブに LG の刻印がある)。参考

文献<sup>3,6)</sup>によれば、他のタンク車には付属していない、熱交換器及びバルブ・キャビネットを備えたタンク車も存在する。

3-2.1.1.2 次に掲げる複数形態輸送タンク容器(インターモーダル・タンク容器)の例が与えられたとき、種類により各複数形態輸送タンク容器を特定すること。

- (a) 非圧力複数形態輸送タンク容器
- (b) 圧力複数形態輸送タンク容器

注.コンテナ船に積載されるコンテナと圧力容器が入っているコンテナを指す。危険物用のコンテナには、国名コードの後に4桁の数字が記載されており(例えば、日本の20フィートの非圧力コンテナには、JP(又はJXX)2074)、下2桁が74のものは試験圧が1.47bar未満であることを示し、75～78のものは1.47bar以上の試験圧であることを示し、圧力容器である可能性がある。詳しくは、参考文献3などに記載されている。

3-2.1.1.3 次に掲げる貨物タンクの例が与えられたとき、種類により各貨物タンクを特定すること。

- (a) MC-306/DOT-406 貨物タンク
- (b) MC-307/DOT-407 貨物タンク
- (c) MC-312/DOT-412 貨物タンク
- (d) MC-331 貨物タンク
- (e) MC-338 貨物タンク
- (f) 乾燥バラ荷貨物タンク

注.米国DOTのタンク車両の規格であり、日本のものとは異なる。日本においては、危険物ローリー、非危険物ローリー及び高圧ガスローリーに分類され、それぞれ所轄官庁及び関係法規が異なっている<sup>7)</sup>。とくに、規格として定められたものはなく、関係法規の技術条項に従って作成されている。



3-2.1.1.4 次に掲げる施設タンクの例が与えられたとき、種類により各固定施設タンクを特定すること。

- (a) 非圧力施設タンク
- (b) 圧力施設タンク
- (c) 低温液化ガス・タンク

注.施設にあるタンクについて、その外見などから、圧力が作用しているのかそうでないかを判断することができる。非圧力施設タンクは、例えば、石油備蓄基地などで見受けられるオープン・フローティング・ルーフ・タンク(open floating roof tank)、クローズド・フローティング・ルーフ・タンク(closed floating roof tank)、コーン・ルーフ・タンク(cone roof tank)などが挙げられる。圧力施設タンクとしては、ガス会社の球形タンク(spherical tank)などが挙げられる。低温液化ガス・タンクは、外層及び内層に断熱材を充填し、この空間を真空状態として、断熱状態とするよう製作された、タンクであり、液化酸素、液化窒素、液化アルゴン、液化天然ガス、液化炭酸ガスなどを液体で貯蔵するものである(2,8)。

3-2.1.1.5 次に掲げる非バラ荷包装の例が与えられたとき、種類により各包装を特定すること。

- (a) 袋
- (b) カーボーイ
- (c) シリンダー
- (d) ドラム

注.袋とは、セメント袋、肥料袋、小麦粉袋などの包装を指す。カーボーイ(carboy)とは、外部包装内に収納されていることがある、ガラス又はプラスチック製の瓶を指す。シリンダー(cylinder)とは、日本ではボンベと呼称されることが多い圧力容器を指す。ドラム(drum)とは、日本ではドラム缶と呼称されることが多い、200 ㍓入りの金属容器が一般的だが、あのような円筒形状の容器を指し、材質は鉄に限らない。

## 153－危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その2）

3-2.1.2 施設用及び輸送用容器の例が与えられたとき、ある容器と他の容器とを区別する標識を特定すること。

3-2.1.2.1 次に掲げる標識が付けられた輸送車両及びそれに関連する積み付け表の例が与えられたとき、その車両又はタンクの特定標識を特定すること。

- (a) タンク車を含む鉄道輸送車両
- (b) タンク容器を含む複数輸送形態装備
- (c) 貨物タンクを含む道路運送車両

注. (a)については、タンク車、有蓋車、無蓋車、コンテナ車などがあり、車票とよばれる積み付け表が貨物車両の側面の車票サシに入れられている。(b)については、インターモダル・コンテナが相当し、作成国を表す2文字又は3文字の国コードの次にある4桁の下2桁が70から78までがタンク容器を意味する。詳細についてはJIS Z1615を参照のこと。(c)については、タンクローリーが相当する。例えば、消防法の黒地に黄色の「危」の標識が車両の前後にあり、タンクの後ろに小さい字で何を積んでいるのかの標識がある。

3-2.1.2.2 施設用容器の例が与えられたとき、容器の大きさ、収納されている製品又は設置場所特定番号を示す標識を特定すること。

注. 臨海工業施設及び貯蔵施設についても対応する必要があると思われるので、消防法、高压ガス保安法、毒物劇物取締法、火薬類取締法などの法令に定められている標識について知っておく必要があると思われる。

3-2.1.3 危険物を含む施設及び輸送形態の想定例が与えられたとき、各想定における危険物の名称を特定すること。

注. 特に、船舶により運ばれる危険物の名称は、同義語又は略語(例えば二塩化エチレンをEDC(ethylene dichloride)と称した事例が過去にある)で表現されることがあるので注意を要する。

3-2.1.3.1 パイプ・ライン標識の次に掲げる情報を特定すること。

- (a) 製品
- (b) 所有者
- (c) 緊急電話番号

注.このような情報を掲示した標識は、米国には存在するが、日本で使用されているか疑問であるが(ガス会社の配管もパイプ・ラインの管であるが、詳しい製品名が表示されていない)、海底パイプ・ライン及びバースでのパイプ・ラインが存在する。

3-2.1.3.2 殺虫剤ラベルが与えられたとき、次に掲げる情報のそれぞれを特定し、危険物事故の調査時にそれが示す情報を合致させること。

- (a) 殺虫剤の名称
- (b) 警告書き
- (c) 殺虫剤番号(カナダにおいてのみ)
- (d) 注意書き
- (e) 危険性の記載
- (f) 有効成分

注.たまたま、身近にあった某会社の殺虫剤を見たが、日本では(b)、(c)及び(e)の記載はないようである。製造物責任法（平成六年七月一日法律第八十五号）(PL 法)施工後、表示されているという指摘もあるが、PL 法には具体的記載内容が明示されてない。

3-2.1.4 危険物事故を調査する際応急対応者が注意しなければならない周囲の状況を特定し表とすること。

注.どのような表になるかは参考文献 3 などが参考になると思われる。所謂、チェック・リストであるが、このようなものを予め作成しておけば、必要な情報及び未だ入手できていない情報が判定でき、後に、事後調査を行う場合の基礎

資料となる。飛行機などの日常的なフライトでさえ使用しているのであるから、突発的な(慣れていない)危険物事故時にはなおさら必要であると思われる。

なお、機動防除隊が制定した HNS 防除活動マニュアルには、チェック・リスト作成指針が掲載されている。

### 3-2.1.5 危険物事故の調査により得られた情報を照会する方法の例を示すこと。

注.米国で用いられている経験則<sup>9)</sup>は、情報は最低3つのリソースから入手することである。異なる参考文献、助言者、データベースなどから入手することにより、誤植による間違いなどが発見されることがあり、互いに照会しあうことで、情報に対する信頼性が向上する。

**3-2.2 危険及び対応情報の収集。**既知の危険物が与えられたとき、実務レベルの応急対応者は、MSDS、CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ 及び積み付け者／製造者との連絡を用いて危険及び対応情報を収集しなければならない。実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

**3-2.2.1** 低温液化ガスを含め、危険物のクラス又はディビジョンに関連した定義に一致させること。

注.危険物がどのような危険性を有するのかを判断するために、IMDG コードで使用されているクラス及びディビジョンのどれに相当するのかを知ることはかなり有効であると思われる。

**3-2.2.2** 緊急時に MSDS を得るための2つの方法を特定すること。

注.荷送人が用意していることがある MSDS の他に、参考文献 10,11)を使用することにより MSDS を入手することが可能である。

**3-2.2.3** 特定の物質に関する MSDS を使用することによって、次に掲げる危

険及び対応情報を特定すること。

- (a) 物理的及び化学的性状
- (b) 物質の物理的危険
- (c) 物質の健康危険
- (d) 曝露の兆候及び症状
- (e) 侵入経路
- (f) 許容曝露限界
- (g) 責任者との連絡
- (h) 安全な取扱いに関する注意事項(衛生上の措置、保護手段、漏洩又は漏出の清掃のための手続きを含む)
- (i) 個人用保護具を含めた適切なコントロール方法
- (j) 緊急及び応急医療手続き

注.これについては、前回述べているので省略する。

#### 3-2.2.4 次に掲げるものの特定

- (a) CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ より提供される支援の種類
- (b) CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ と連絡する手続き
- (c) CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ に提供すべき情報

注.このような組織は日本に存在しない。

#### 3-2.2.5 危険及び対応情報を得るために製造者又は積み付け者と連絡をとるための2つの方法を特定すること。

注.危険物を輸送している船舶にある筈の、危規則第十条の危険物明細書など及び船会社から情報が入手できるはずである。

#### 3-2.3 物質及びその容器の挙動の予測。単一の危険物を含む事故が与えられたとき、実務レベルの応急対応者は物質及びその容器の起こりや

149－危険物事故の対応にあたる者に必要とされる能力の基準（その2）

すい挙動を予測しなければならない。実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

3-2.3.1 既知の危険物を含む想定が 2 つ与えられたとき、実務レベルの応急対応者は、現行の版の NAERG、MSDS、CHEMTREC/CANUTEC/SETIQ 及び積み付け者／製造者との連絡により得られた危険及び対応情報を解釈すること。

3-2.3.1.1 容器及びその内容物の挙動に関する次に掲げる化学的及び物理的性状を一致させること。

- (a) 沸点
- (b) 化学的反応性
- (c) 腐食性(pH)
- (d) 燃焼範囲(爆発範囲)(LEL&UEL)
- (e) 引火点
- (f) 発火温度
- (g) 物理状態(固体、液体、気体)
- (h) 比重
- (i) 燃焼の毒性生成物
- (j) 蒸気密度
- (k) 蒸気圧
- (l) 水に対する溶解度

注.それぞれ、ここで簡単に説明する。

- (a) 沸点は、1 気圧において物質が沸騰するときの温度である。海上保安官にとり、事故は海上で発生し又は海上に及んだものに限られるため、通常は、1 気圧における沸点以外のものは必要ではないと思われる。基本的に、物質の状態(液体か気体か)及び蒸気圧の大小を判断するための情報である。
- (b) 化学的反応性は、重合反応などの可能性の大小、使用できる保護具、除染溶液、使用できる消火剤／蒸気抑制泡、吸着材／オイル・フェンスの材質の適否などを判断するための情報である。
- (c) 腐食性(pH)は、検知器のセンサー一部を腐食させる可能性があるため、予め

調べておかなければならない。例えば、接触燃焼式の LEL メーターのフィラメントは腐食性雰囲気では急速に劣化することが予測され又は基本的に電池である酸素濃度計のセンサーもかなり影響を受けることが予測される。また、人体に対しても有害であり、コントロール法、除染法にも影響する。

- (d) 爆発範囲は、着火危険性を知る上でなくてはならない情報である。解放空間においては、特に LEL が問題となる。また、LEL メーターの示度から濃度を推定する上で不可欠なものでもある。
- (e) 引火点は、可燃性液体(時には、可燃性固体も)について、知る必要がある情報であり、この情報と環境情報を組み合わせることにより、着火の危険性のある程度判断することができる。
- (f) 発火温度は、可燃物が着火源なしに発火するときの温度であり、この値が小さいものは自然発火する危険性が高いため、火災危険の大小を判断する上で必要である。
- (g) 物理状態は、危険物の取扱いをどのようにするかを判断する上で重要な情報である。一般には、固体、液体、気体の順に取扱いが困難となるとされる。
- (h) 比重は、物質が水上を浮遊する傾向を有するか(比重が 1 より小さい場合)又は水中に沈降する傾向を有するか(比重が 1 より大きい場合)を判断する上で重要であるとされるが、海上保安官にとっては、海水の比重と比較する必要がある。温度、圧力及び濃度の関数である。
- (i) 燃焼時の毒性生成物は、火災時に、消火すべきか又は燃焼を継続させるべきかを判断する際に必要となる情報である。有害な化学物質が、燃焼により、より毒性が低い物質を生成しており、他に問題がない場合に、これを消火する必要がないことがある。
- (j) 蒸気密度は、気体が空気中を上昇する傾向を有するか(蒸気密度が 1 より小さい場合)又は空気中で沈降し、低所に留まる傾向を有するか(蒸気密度が 1 より大きい場合)を判断する上で重要な情報である。空気の相対湿度により影響を受け、また、温度及び圧力の関数である。
- (k) 蒸気圧は、開放空間においては物質の表面極近傍でどの程度の蒸気濃度が

予測されるか及び閉鎖空間においてはその空間中でどの程度の蒸気濃度が予測されるかを判断する上で重要である。実用上、蒸気圧は物質の温度の関数である。

- (1) 水に対する溶解度は、噴霧による蒸気ノック・ダウン法の適用の可否、除染法の選択、希釈による液体火災の消火、流出時の対応などを判断する上で重要である。海上流出時において、水に対する溶解度の高い物質は、海により無限希釈されるため、油などの水溶性が低く、比重が小さい液体のような問題を発生させないものと考えられる。

その他、ここに掲げられてはいないが、スチレン・モノマー流出事故の災害事例分析<sup>12)</sup>を行ったところ、海水密度(但し、これは環境情報である)及び粘性が海上流出時に必要になる。

### 3-2.3.1.2 次に掲げる用語間の相違を特定すること。

- (a) 曝露及び危険
- (b) 曝露及び汚染
- (c) 汚染及び二次汚染

注 曝露及び危険の相違は、曝露が、直接、危険と結び付かないことである。例えば、二酸化炭素は、単純窒息作用を有する危険物であるが、通常、空気中に0.034%(340ppm)存在するとされている<sup>13)</sup>が、この状態では地球上に生息している生物に対して危険をもたらすものではない。放射線についても同様で、地球上に生息している生物に対する年間の自然放射線の実効線量当量の外部被曝量は0.8mSv/yearであり、内部被曝量は1.6mSv/yearであるが、この状態は危険であるとは考えられない。

曝露及び汚染の相違は、曝露が、直接、汚染と結び付かないことである。例えば、米国でいうところのレベル・A 保護具(日本では、気密形化学防護服 JIS T8115 に相当する)を装着している対応者は、曝露しているが、保護具が完全に機能している限り、汚染されていない(但し、裂けなどの開裂が生じ、化学物質が保護具を浸透・突破し又は接合部などを貫通した場合には、この作業者は汚染される)。



汚染及び二次汚染との相違は、汚染源にある。通常、汚染とは、本来の汚染源からの汚染物により汚染されることを指し、二次汚染とは、汚染されたものから、二次的に汚染されることを指す。例えば、1995年3月20日東京で発生した地下鉄サリン事件(米国では、これを Tokyo sarin attack と呼称しており、テロリスト攻撃と判断している<sup>15)</sup>)において、地下鉄車両内等で汚染された人々は、汚染されたのであり、彼らが搬送された病院の職員は二次汚染されたのである。

### 3-2.3.2 容器の内容物を放出するように容器系統に掛かる応力の3つの種類を特定すること。

注.容器に作用する応力は、機械的応力、熱的応力及び化学的応力の3つであるとされる。

機械的応力は、容器に作用している物理的な力であり、鈍力(打撃及び落下など)、伸び、捩れ、圧縮及び圧力などが該当する。

化学的応力は、化学物質と容器材質の適合性の欠如により生じる応力であり、酸化その他の反応及び発生した生成物によるものが該当する。

熱的応力は、容器及び内部の化学物質に作用する熱又は寒冷などを指す。これらの3つは、単独で作用することもあれば、組合せで作用することもある。更なる情報については、参考文献3などを参照されたい。

### 3-2.3.3 容器が開裂することとなる5つの過程を特定すること。

注.容器が応力に順応できる場合には、事故はある点において安定化する。しかし、容器にその回復(設計強度又は内容物を保持する能力)の限界を超えた応力が作用する場合には、容器は「開裂(breach)」する。異なる容器は異なる挙動で開裂する。例えば、ガラス瓶は砕け、袋は裂け、圧力シリンダーは分離し、ドラムは裂けることになる。このような開裂挙動の5つの基本的種類がある<sup>9)</sup>。

崩壊(disintegration)－容器強度の全体的喪失。通常、爆発物に関連するものだが、ガラス瓶の粉碎などもこれに相当する。

亀裂(runaway cracking)－液体ドラム又は圧力容器などの密閉容器に生じるもの。密閉容器上の小さい亀裂は、容器上を急速に一周する亀裂に突然成長することがある。その結果、開裂は一般的に容器を激しく2つ以上に分離することがある。

容器付属物の損壊(failure of container attachments)－圧力開放バルブ、破裂板、溶融栓、放出バルブ又は他の容器付属物の開放又は吹き飛び。

容器の穿孔(container punctures)－通常、機械的応力に関係しており、容器の開裂という結果につながる。例としては、フォークリフトの爪により穿孔が生じたドラム及び鉄道タンク車の連結器による穿孔がある。

容器の裂け(container splits or tears)－例としては、ある種の酸化性物質及び農業用化学物質に使用される繊維製袋又はプラスチック製袋の裂け、55 ガロン・ドラムの裂け及び結合部又は溶接部の裂けがある。

容器は異なる様相で開裂することになる。どのような開裂になるかは、(1)容器の種類及び(2)容器に作用する応力の種類に依存する。容器の開裂がどのようなものになりやすいかが不確実である場合には、技術的支援を得るべきである。

### 3-2.3.4 容器がその内容物を放出することとなる4つの過程を特定すること。

注.一旦、容器が開裂すれば、危険物はエネルギー、物質又は両者の結合という形で自由に逃げ出す。この放出の速度は、これをコントロールするために要する能力を直接的に決定するため、とても重要なものとなる。一般的に、放出速度が大きいほど、被害は大きくなる。

放出には次の4つの種類がある<sup>9)</sup>。

デトネーション(爆轟)(detonation)－1/100 秒より短い放出速度を伴う爆発的化学反应。これには対応者が対応するための時間は存在しない。これを生じるものとしては、軍用弾薬、鉱山用爆薬及び有機過酸化物がある。

激しい破裂(violent rupture)－1秒以下の放出速度を有する化学反应(デフラグレーション〔爆燃〕等)に関係するもの。これも、対応の時間は存在しない。こ

の挙動は、一般的に、密閉容器の亀裂及び過圧に関係する。

急速な放出(rapid relief)－開口の大きさ、容器の種類及びその内容物の性質に依存して、数秒から数分間引き続く放出。安全な位置に到達するため又は戦術的な対抗策を定めるための時間が、対応者に与えられることがある。この挙動は圧力が作用している容器、開放バルブの作動、バルブの破壊若しくは損傷、穿孔、裂け又は破壊された配管からの放出に関係する。

漏洩又は漏出(spills or leaks)－数分から数日間の範囲の放出。これらは、一般的に、破壊又は損傷したバルブ及び付属物、裂け又は穿孔から生じる低圧、低速流である。この遅い放出速度のため、対抗策を時間をかけて定めるための十分な時間が対応者に与えられることがある。

危険物及びエネルギーは、容器が開裂した時に放出される。対応者はどのような放出となるかだけでなく、どのように急速に生じるかについても予想しなければならない。このことは必要とされる戦略及び戦術の立案に不可欠なものである。放出の速度は、圧力等の蓄積されたエネルギーの他、危険物の性質にも依存する。蓄積エネルギーが大きいほど、放出速度は大きくなる傾向にある。

### 3-2.3.5 危険物の放出に伴って発生することがある少なくとも4つの拡散様相を特定すること。

注.一旦、危険物及びエネルギーが放出すれば、これらは自由に移動又は拡散し、地域を巻き込むことになる。内容物が、その源から外方に移動する速度が大きいほど、事故の程度はより大きなものとなる。これらがいかに早く移動するか及びいかに大きく地域を巻き込むかは、前述の放出の種類、危険物の性質、化学的及び物理的法則並びに環境に依存する。

危険物又はエネルギーが巻き込む可能性のある地域を推定するため、次に掲げる間に対する答えを考える必要がある<sup>9)</sup>。

- 1) 放出されるものは何か？エネルギーか、物質か？
- 2) どのような形態をとるか？圧力波か、液体か、生物か？など
- 3) それを駆動するものは何か？風か、圧力か、汚染された者か？など

4) それが移動する経路はどのようなものか？直線か、不規則か？など

5) その拡散様相はどのようなものか？雲状か、立ち上る煙状か？など

これらの問いに対する答えは、危険物又はその容器が放出時にどこへどのように移動するかを推定する助けとなる。これにより、対応者は主要な危険地域及びその曝露物を判断することが可能となる。

この様相の形状と大きさは、その容器からどのようにその物質が放出されるかにも依存する、すなわちその放出が瞬間的なものなのか連続したものなのか散発する波動なのか等である。危険物の分散の概要は、ときにはその痕跡(footprint)と呼ばれるが、幾つかの方法で記述できる<sup>16)</sup>。

半球状(hemispheric)－まだ部分的に地面又は水面に接触している風に運ばれた危険物の半球状又はドーム形状の形状。

雲状(cloud)－地面又は水面の上に一塊の状態で立ち上る、風に運ばれた危険物のボール状の形状。

煙状(plume)－放出位置から、風及び／又は地勢の影響を受けて地面に沿って流れる風に運ばれた危険物の不規則な形状。

円錐状(cone)－開裂のある源の位置から、流れの方向に沿って広がる物質の三角状の形態。

流れ状(stream)－重力及び地勢に影響を受けた液状の危険物の地表に沿う形態。

プール状(pool)－地面又は水面上の危険物の平らな円形(無風、傾きがない場合)の形態。

不規則(irregular)－(汚染された応急対応者により周りに運ばれた)危険物の不規則な又は乱雑な堆積。

3-2.3.6 危険となった地域で危険物と接触することとなる曝露の時間を予測するための3つの一般的な時間枠を特定すること。

注.危険物による周囲の曝露物との接触は時間に関係する。容器が開裂している場合、容器はその内容物を放出し、人、環境及び財産に打撃を与えることになる。この接触は曝露した全てのものに対し有害であることもあれば無害であることもある。接触(打撃)は4つの時間枠に関係する<sup>16)</sup>。

瞬間(immediate)－ミリ秒、秒。例としては爆燃(deflagration)、爆発(explosion)

又は爆轟(detonation)がある。

短期間(short term)一分／時間。例としてはガス又は蒸気雲がある。

中期間(medium term)一日／週／月。例としては残留殺虫剤がある。

長期間(long term)一年／世代。例としては永久的な放射線源がある。

### 3-2.3.7 害を引き起こす健康及び身体的危険を特定すること。

注.害とは危険物の曝露による障害又は損傷をいう。曝露の害を決定する3つの要因がある<sup>14)</sup>。

放出時間(timing of release)－物質が放出する速さ。人、環境又は財産への曝露の長さ。

規模(size)－放出により覆われる地域の大きさ。

毒性(toxicity)－害の相対的水準。

### 3-2.3.8 次に掲げる用語に関連する健康危険を特定すること。

- (a) 窒息剤
- (b) 慢性健康危険
- (c) 痙攣誘発剤
- (d) 刺激剤／腐食性
- (e) 敏感剤／アレルゲン

注.これらの用語は次に掲げるような健康危険を表すものである。

(a) 窒息剤(asphyxiant)は、身体の代謝における酸化作用(oxygenation)に影響を与え、一般的に窒息(死)をもたらす。窒息剤は単純窒息剤と化学的窒息剤の2つに分類できる。

単純窒息剤は、一般的に呼吸にとって必要な酸素を取り除いた不活性気体である。これらの不活性気体は、生体が必要とする水準未満に酸素濃度を薄める。これらの気体は、通常、空気中に存在している酸素を排除することもある。たとえば、空気より重い気体は低所に堆積し、そこに存在する酸素を排除する。単純窒息剤の例としてはアセチレン、二酸化炭素、ヘリウム、水素、窒素、メタン及びエタン等がある。

血液毒とも呼ばれる、化学的窒息剤とは、身体中での酸素の使用を阻害するものである。この作用は次の3つの種類がある。

一酸化炭素などの化合物は、酸素より血液と反応しやすい。この反応により、赤血球のヘモグロビンは酸素の代わりに一酸化炭素と結合し、この赤血球は細胞に運ばれても細胞に酸素を供給することがないため、その細胞は酸素の欠乏で死ぬことになる。

ヒドラジン (hydrazine:  $\text{HNNH}$ )などの化合物は赤血球中のヘモグロビンを遊離させ、酸素運搬能力を減少させる。

ベンゼンやトルエンなどの化合物は赤血球細胞の酸素運搬能力を阻害する。

これら3つの様式により身体中の細胞は、空気中には利用できる酸素が有りながら酸素不足になる。化学的窒息剤の他の例としては、青酸（シアン化水素: hydrogen cyanide）、アニリン( $\text{HN}_2(\text{C}_6\text{H}_5)$ )、アセトニトリル( $\text{CH}_3\text{CN}$ )、硫化水素(hydrogen sulfide:  $\text{H}_2\text{S}$ )等がある。

- (b) 慢性健康危険(chronic health hazard)は、やや説明が難しいため、順を追って説明する<sup>17)</sup>。

毒性物質とは人々を疾病させる能力を有するものである。これは、皮膚の化学火傷、咽喉及び肺の刺激、胃壁の損傷、脳、肝臓若しくは卵巣組織の細胞損傷又はその他の多様な影響を与える。ある種の毒物はバクテリア及び蛇又は虫等の生物によって作られ、ある種の毒はウィルスの活動又は放射線により影響を与える。緊急対応者が最も多く遭遇することになる可能性がある毒性物質は化学物質である。

化学物質が人体に不利な効果をもたらすためには、それが身体上又は身体内に存在しなければならない。その効果は身体に投与された割合により定まる。餌に混合され又は注射によって実験的に管理された投与は、試験動物の体重に対する  $\text{mg/kg}$  を用いて一般的に測定される。投与が空気による吸入による研究、飲料水に存在しているものの研究等においては、環境濃度は、空気又は水の百万単位中の化学物質の単位を表す ppm で表されるか又は空気  $1\text{m}^3$  中の化学物質の  $\text{mg}$  数である  $\text{mg/m}^3$  で表される。

曝露した化学物質の量と身体の生物学的反応との間の関係は「投与-反応関係(dose-response relationship)」と呼ばれる。大部分の場合、投与に相当

する曝露が増大すれば、反応も増大する。従って、曝露を減少されるか又は無くしてしまえば、化学物質に対する反応である身体の影響を減少させ又は無くしてしまえることになる。行なわれた研究の詳細を人々に情報として供給することにより、毒性化学物質への曝露を減じ又は無くするために使用できるようになる。

実験室での研究に使用される動物はマウス、ラット、ウサギ、ギニア豚、犬、猿又は他のものであるが、マウス及びラットが、通常、実験動物として選択される。げっ歯類は小型で、飼育が容易で、餌が比較的安価で、3年の寿命を有する。最後の寿命の特徴は、寿命期間中の曝露効果を合理的に短い時間で観察させることを研究者が行えるようにする。また、研究者が疾病の変化を化学物質を投与したものとししないものとの世代の相違を判断するために、同じ世代のげっ歯類を追跡調査できる。

未試験の化学物質の実験はどの程度の投与が動物に致死性であるかを決定するための研究から、通常、開始される。試験動物はグループ分けされ、各グループは各動物の体重に基づいて投与量が測定され、この化学物質への1つの曝露量が与えられる。この動物は各投与グループで生じた死亡数が書きとめられながら、通常の方法で14日間観察される。この研究の目的は14日間で曝露を受けた動物の半数が死亡する投与量を決定することにある。

14日間で動物の半数を死亡させる投与量はこの動物の50%に致死性の投与量であることを示すLD<sub>50</sub>と呼ばれる。

以上が、大まかな急性健康危険(acute health hazard)に関連したものである。

慢性健康効果試験は、急性健康効果の研究に引き続いて実施される。実験動物に与えられる投与量は急性効果をもたらす量より少なく、慢性効果の観察はより長い時間にわたり行なわれる。ある場合には、慢性効果はこの動物の寿命期間を通して観察されることがある。

人間の安全な曝露限界を決定するため動物実験から得られた情報を使用しようとするとき問題が生じる。明らかに、人間は研究室のラットではない。人間はラットと体系などが異なるため、人は一般的にラットとは違う

と直ぐ思い込みがちである。人間の遺伝子は、人間の身体の毒性化学物質に耐える能力を決定するため、人間はラットとは異なる方法でそれらの幾つかに耐えることができるかもしれない。

実験動物が試験される条件は、人間の生活条件とは異なる方法で注意深くコントロールされている。ラットは喫煙もせず、飲酒もせず、殺虫剤で汚染された魚も食さず、汚染された作業場所に赴くこともない。ラットは、毒に対する反応に影響する可能性がある外部の病原菌及びその他の因子から保護されている。

これらの研究の殆ど全てが一回に1つの化学物質にのみ曝露させることで実施される。一回に複数の化学物質への曝露の効果を試験するための研究を考案することは非常に困難である。現実世界では、緊急対応者は単一事故又は短い時間間隔で発生した異なる事故において、複数の化学物質に曝露する可能性がある。複合曝露は、相乗効果と呼ばれる予期せぬ結果をもたらすことがある。

したがって、慢性的な健康危険については、現在、不明瞭な点が多く、事例研究もままならないというのが現状である。

一般的には、発ガン性物質(carcinogens)、突然変異性物質(mutagens)、催奇形性物質(teratogens)のような慢性健康傷害(chronic health hazard)は、永久的且つ不可逆の状態であるとされる。詳細については、参考文献17などを参照されたい。

- (c) 痙攣誘発剤(convulsant)とは、曝露した者に突発的な発作を生じさせる原因となる毒である。窒息(suffocation)、呼吸困難(dyspnea)及び筋肉の硬直などの感じが次第に発達する。人に非常な痛みを与えることがある痙攣(spasms)である。筋肉痙攣は曝露直後に始まることもあり又は3-30分の間隔をおいてから生じることもある。窒息(asphyxiation)又は消耗(exhaustion)の結果、死に至ることもある。痙攣誘発剤と考えられる幾つかの物資は、ストロキニーネ(strychnine,  $C_{21}H_{22}N_2O_2$ ; 主にマチンの種子から抽出される無色・猛毒の結晶; 微量を中枢神経興奮物質として薬理研究に使用する)、有機リン酸塩(organophosphate、当初、神経性毒ガスとして開発され、現在は殺虫剤、難燃剤用。sarin もこれに該当する)、



carbamates(カルバミン酸  $\text{NH}_2\text{COOH}$  をベースとした化合物で、その塩及び派生物(derivatives)にのみ使用される用語)であり、また、まれにピクロトキシン(picotoxin: UN No.1584)のように薬にも使用される。

- (d) 刺激性物質(irritant)は、主に呼吸器系に作用する。これらは一時的な毒物であるが、時には目、皮膚又は呼吸器系等に対し重い炎症を生じさせることがある。刺激性物質は目の表面、鼻、口、のど及び肺といった身体の粘膜部に作用する蒸気を発生する。呼吸器官の刺激には、上部、下部及び深部の呼吸器官という3つの種類がある。
- (e) 敏感剤／アレルゲン(sensitizer/allergen)とは、繰り返しの曝露後にアレルギー反応を起こす物質である。この物質に曝露した何人かは最初何も異常を感じないが、再度曝露した場合その物資による充分且つ危険な効果を経験することになる。例としては(アレルギー体質の)人の蜂の刺し傷に対する重大な反応又はペニシリン・ショックがある。

3-2.4 潜在的害を推定すること。実務レベルの応急対応者は危険物事故時に危険になった地域内での潜在的害を推定しなければならない。実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

3-2.4.1 危険物事故時に危険となる地域の大きさを判断するためのリソースを特定すること。

注.例えば、参考文献12の参考文献に掲げてある、コンピューター・ソフトウェア、種々の文献などが挙げられる。また、外部研究組織の有識者などもリソースの一つに数えられる。

3-2.4.2 危険物事故時の危険となった地域の大きさ及び周囲の状況が与えられたとき、その危険となった地域内の曝露者の人数と種類を推定すること。

注.陸域の人々に関する懸念については、避難などの命令権者は市町村長であるため、これらに現在得られている情報及び懸念事項を提供して、判断はこれら

の者に委ねるというのを海上保安庁の基本方針とすべきであるとする。

3-2.4.3 危険となった地域内に放出された危険物の濃度を判断するために利用できるリソースを特定すること。

注.これについても、参考文献 12 の参考文献に掲げてある、コンピューター・ソフトウェア、種々の文献などが挙げられる。また、外部研究組織の有識者などもリソースの一つに数えられる。

3-2.4.4 放出された物質の濃度が与えられたとき、危険物事故の危険となった地域内の物理的、健康的及び安全性の危険の範囲を判断するための要因を特定すること。

注.米国運輸省緊急対応指針(現行の版は 2000 ERG)は、消防士、警察及び緊急医療サービス等の応急対応者が使用するために、米国運輸省によって開発された<sup>18)</sup>。2000 ERG は、危険物が関与する事故に対応するときの、応急対応者が自身及び公共を守るため最初に執るべき行動の基本的な指針である。2000 ERG は、米国の各公共の保安関係車両に携帯されることになっている。これはまた、ターミナル及び倉庫等の他の輸送形態及び輸送関係施設の事故の対応についても有用である。

2000 ERG は地方又は州の緊急事態管理事務所を通して利用できる(注、インターネット上の書籍店で購入可能。 )。

2000 ERG の主な使用法は、応急対応者が危険物事故現場に到着したときに可能な限り迅速に検索できるように、適切な索引頁を使用することである。そこに記載された内容(document)は、事故に関係する物質を識別することにより定まることになる幾つかの異なる処置を応急隊に与えることを目的として作られている。与えられた方法で物質を識別できないときは、2000 ERG は物質が識別されるまでの間、あらゆる物質に対応できる初期の安全な処置の指針を与える。

物質を識別し、その後の適切な指針の頁にたどり着くまでの一連の手順は、

2000 ERG の最初の頁の“How to Use this Guidebook During an Incident Involving Hazardous Materials”と題された部分で述べられている。この“how to”の説明は、幾つかのクロス・リファリング・インデックス(相互参照索引)を使用した物質の特定のための実際的な指導内容となっている。

### 3-3 能力一対応の計画立案

3-3.1 危険物事故の対応目標を説明すること。危険物事故(1つは施設、1つは輸送時)を含む最低2つの想定が与えられたとき、実務レベルの応急対応者は各々の問題に対して応急対応者の対応目標を説明しなければならない。実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

3-3.1.1 危険物問題及び曝露者が既に死亡しているとの分析が与えられたとき、所管機関から提供されたリソース及び防御的作戦により応急対応者が救助することができる人数を判断するための段階を特定すること。

注.救助はあらゆる事故において考慮しなければならない第一の戦術的優先事項である。人間の生命が火災又は化学物質の汚染により即時の脅威に晒されている事故は、応急対応者にとって最も困難な決定を提供する。最初に、応急対応者は救助の試みるために実際に必要なものを確立しなければならない。この救助が緊急対応者にとって時間のかかり過ぎるものであったり、危険過ぎるものである場合には、適切な決定はその場で被害者を保護することであるようなこともある。他の可能な手段としては、完全に安全な地域へ被害者を移動する前に、危険の小さい地域へ被害者を移動させることであろう(事故現場における救助)。如何なる場合においても、緊急対応者の安全は、事故対応指揮官の救助を試みる前における、第一の考慮事項でなければならない。

2番目に考慮すべき戦術的優先事項である曝露保護は、次に掲げる戦術を含む。

- ・ 人々の保護
- ・ 環境の保護
- ・ 直接に含まれているもののみならず事故の拡大によって脅威に晒される財産の保護

人々の保護 (protecting the people)－最も重要な曝露の考慮事項は生命の危険である。生命の安全は、事故の初期段階だけでなく事故の全般にわたって保護されなければならない。理想的には、危険物に晒される可能性がある生命を保護する最良の方法は、安全な場所へ人々を避難させることである(事故の影響が及ぶえる場所からの移動)。しかし、避難は常に可能という訳ではない。ある場合には、事故の近接位置から人々を実際に移動させないで保護する必要がある場合がある。

環境の保護 (protecting the environment)－環境的損害が、次ぎに重要な考慮事項である。事故周辺の空気、地表水(surface water)、野生生物(wildlife)、地下水脈(water table)及び土地は、放出された物質によって重大な影響を受ける。多くの物質の非細菌分解性という性質は、完全な影響又は回復するために、莫大な金額が必要となる汚染の結果が数年後に現れることとなる長期の汚染を意味する。全ての放出した物質は、環境に対するそれら物質の影響が決定されるまで、囲い込み、保持されなければならない。

財産の保護 (protecting property)－財産の危険は、脅威を与える物質が既に明らかになっていないという点を除いて、火災によりもたらされるものと類似している。ガス、ミスト及び蒸気は目にみえる兆候を残さず曝露したものを汚染する。漏出している物質を希釈又は分離するよりもそれを封じ込める方がより効果的である。物質、その性状及び保護すべき媒体に提供される全ての反応に対して、行動を実施しなければならない。事故対応指揮官は、作戦が潜在的に危険である場合には、その財産を適切に「見捨てる」(written off)こと。生命又は環境は、財産を救うために不当に妥協されてはならない。

海上保安庁法においては、「第二条 海上保安庁は、法令の海上における励行、海難救助、海洋の汚染の防止、海上における犯罪の予防及び鎮圧、海上における犯人の捜査及び逮捕、海上における船舶交通に関する規制、水路、航路標識に関する事務その他海上の安全の確保に関する事務並びにこれらに附帯する事項に関する事務を行うことにより、海上の安全及び治安の確保を図ることを任務とする。(下線は筆者による)」とあり、上に掲げた戦術を行うことが海上保安官の使命である。

### 3-3.1.2 危険物事故の分析が与えられたとき、防御的対応目標を判断するた

めの段階を説明すること。

注.物質の特定及び容器の保全性の評価を終えた後、事故対応指揮官は事故戦術を遂行するため、最も適切な戦術を選択し、実行しなければならない。応急対応者は、次に掲げるシナリオを考慮しなければならない。

ガソリンを運搬しているタンク・トラックの運転手に運転手が閉じ込められた。この物質の性状は良く解っており、容器は完全な状態であり、火災の発生も無い。生命、環境及び財産に対する即時の脅威は、閉じ込められた運転手に関するものだけである。適切な戦略は救助である(第一に考える優先事項)。この対象を成し遂げるための戦術は、車両の安定化、被害者の怪我の評価及び看護並びに容器に損傷を与えることなく、この運転手を救出するための道具及び技術を使用することである。事故対応指揮官は、周囲の状況が変化した場合、必要な支援のための応急対応者を手配することとなる。火災が存在している場合、戦略はそれでも救助であるが、その戦術は救助に効果的な方法での火災の抑制に力点が置かれることになる。

上の例は、陸上におけるものであるが、事例研究を進めることにより、海上保安官にとっての、最適な例を掲げることができることになるとと思われる。今後の課題としたい。

3-3.2 防御的方法の特定。擬似的な施設及び輸送時の危険物問題が与えられたとき、実務レベルの応急対応者は、各々の対応目標に関する防御的方法を特定しなければならない。実務レベルの応急対応者は次に掲げることができなければならない。

3-3.2.1 与えられた対応目標を完遂するための防御的方法を特定すること。

注.防御的コントロール手法は、物質の封じ込め又は囲い込みに使用される手法である。防御的コントロール手法は、適切な訓練を受け、適切な個人用保護具を整え及びこれらの手法を実施するための装備を有する応急対応者によって実施されるであろう。

注意：これらの行動は応急対応者がその物質と接触又は晒されることがない

ことが合理的に確実である場合に限り実施される。

3-3.2.2 次に掲げるコントロール技術のそれぞれにおける、目的、手続き、  
装備及び安全のための注意事項を特定すること。

- (a) 吸収
- (b) 築堤、築堰、分流、保持
- (c) 希釈
- (d) 遠隔操作バルブ遮断
- (e) 蒸気分散
- (f) 蒸気抑制

注.それぞれに関する事項を以下に掲げる。

(a) 吸収(absorption)－吸収は、互いに引き合う物質同士が接触したときに生じる物理的又は化学的現象である。この現象によって、ある物質は他の物質内に保持されることになる。吸収されている物質の大部分は、吸収材の細胞構造(cell structure)の中に入っている。吸収の一例としては、柄を膨らますために斧の頭を水に浸けることがある。珪藻土、鋸屑及び土の丸い塊(grand corn cob)が陸上における通常の吸収材である(海上においては、吸収・吸着用のマットなどが使用される)。吸収剤は、危険物の上に直接広げられるか又は物質が流れてくると考えられる場所に置かれる。吸収されたものは、通常、本来の性質を変化させてはおらず、場合によっては吸収材から放出されるため、危険物として取り扱われなければならない、また、必ず回収しなければならない。

(b) 築堤、築堰、分流、保持(dike, dam, diversion, retention)－陸上におけるものであるが、危険物が望まぬ場所に移動しないように、堤防を築き、堰を築き、流れの方向を変え、溜池を作ってそこに保持することを指す。

海上においては、これらをフェンス(boom)により実施することになるが、種々の条件が満たされることが必須であり、尚且つ、様々な技術が必要とする<sup>19)</sup>。また、フェンスと化学物質の適合性を確かめておく必要がある(油用のフェンスと相性が悪い化学物質が海上に浮遊する可能性もな

いとはいえない)。

- (c) 希釈(dilution)－希釈は、危険を減少するため水溶性の物質への水の適用である。しかし、液体物質の希釈は、米国の危険物事故時において僅かな適用例しかない。効果的な希釈を実施するために必要な大量の水は、全体の体積を増加させると共に流出問題を作り出す。これは特に水に対する溶解度が僅かな液体に言えることである。

陸上においては、そうかも知れないが、幸いなことに海上に流出した場合、流出した部分については、自動的に無限希釈される。言い換えれば、海上に流出した水溶性の危険物を希釈されないようにすることは現在のところ技術的に不可能である。危険物が船内に存在する場合には、おそらく上で述べた問題のうち、体積増加に伴う流出が問題になると思われる。

- (d) 遠隔操作バルブ遮断(remote valve shutoff)－陸上のタンク施設及びタンク車両に備えられている装置であり、ある種の船舶にも備えられていると思われる。但し、この操作は基本的に装置の扱いに慣れた船舶乗組員又は陸上施設作業員により行われるべきである(誤操作又はサージ・プレッシャー発生を避けるため)。
- (e) 蒸気分散(vapor dispersion)－蒸気分散は、空気により運ばれる危険物の進路の向きを変え又はそれに影響を及ぼすために執られる行動である。消火ホースからの水流又は無人筒先からの水流が蒸気の分散を助けるため使用される。これらの流れは、空気との混合速度を増加させ及び危険物の濃度を減少させることになる、乱れを作るために使用される。蒸気分散のため消火ホースを使用した後、応急対応者にとって、汚染された流出物を囲い込み、分析することが必要となる(海上においては、これを行うことは事実上不可能であると思われる)。
- (f) 蒸気抑制(vapor suppression)－蒸気抑制は、危険物漏洩からの蒸気の発生を減じるために執る行動である。消火泡がその物質に適応している場合、可燃性液体の漏洩の上の消火泡は効果的である。アルコール、エステル及びケトンのような水と混和する物質には、通常の消火泡は破壊されるため、耐アルコール泡が必要となる。一般的に、発火していない液体漏洩

に対し要求される泡の供給速度は、消火のために必要とされるものより小さくなる。

（続く）

参考文献

- 1) Eugene Mahoney, Gene Mahoney、Fire Suppression Practices and Procedures、Prentice Hall(1991)
- 2) 例えば、David M. Leask、Hazardous Materials : strategies and tactics、Brady、NJ(1999)
- 3) David M. Leask、Hazardous Materials : strategies and tactics、Brady、NJ(1999)
- 4) NRT-1、  
<http://www.nrt.org/production/nrt/home.nsf/c94e9340e856ef318525646e005d5f45/14c32578a6da7c6d85256b05006420d5?OpenDocument> から入手可能
- 5) Technical Guidance for Hazards Analysis、  
<http://www.nrt.org/production/nrt/home.nsf/c94e9340e856ef318525646e005d5f45/14c32578a6da7c6d85256b05006420d5?OpenDocument> から入手可能
- 6) Barry Leonard 著、2000 Emergency Response Guidebook: A Guidebook for First Responders During the Initial Phase of a Dangerous Goods/Hazardous Materials Incident、Diane Pub Co(2000)
- 7) 三菱自動車 Web ページ、  
[http://www.mitubishi-fuso.com/jp/knowledge\\_specialty/special equip/type/tank\\_lorry/](http://www.mitubishi-fuso.com/jp/knowledge_specialty/special equip/type/tank_lorry/)
- 8) 例えば、日本化学機械製造株式会社、  
<http://www.nikkaki.co.jp/seihin/teion1.html>
- 9) 例えば、Gregory G. Noll, Michael S. Hildebrand, James G. Yvorra 著、Hazardous materials managing the incident 2<sup>nd</sup> Ed.、FIRE PROTECTION PUBLICATIONS、OKLAHOMA(1994)
- 10) 例えば、化学物質安全情報研究会編、化学物質安全性データブック(改訂増補版)、オーム社、東京(1997)
- 11) 例えば、<http://www.j-shiyaku.or.jp/home/msds/> など



- 12) 梅津隆弘、ケミカル・タンカーSAKURA スチレン・モノマー流出の事例研究、安全工学に投稿中
- 13) 例えば、<http://www.watanabe-sanso.co.jp/air/>
- 14) 辻本忠他、放射線防護の基礎 第2版、日刊工業新聞社、東京(1992)
- 15) Armando Bevelacqua, Richard Stilp、Terrorism handbook for Operational Responders、Delmer、CANADA(2002)
- 16) 例えば、Ifsta Committee 著、Hazardous Materials for First Responders/35700、Intl Fire Service Training Assn(1994)
- 17) Lori P. Andrews、Emergency Responder Training Manual for the Hazardous Materials Technician、John Wiley & Sons(1992)
- 18) Barry Leonard、2000 Emergency Response Guidebook: A Guidebook for First Responders During the Initial Phase of a Dangerous Goods/Hazardous Materials Incident、Diane Pub Co(2000)
- 19) 例えば、A. Szluha et al、Response Manual for Combating Spills of Floating Hazardous chemicals、NOYES DATA Co.、NJ(1992)