

厚生労働科学研究費補助金  
厚生労働科学特別研究事業

核・放射線テロ発生時のマスマネジメントに関する研究

平成16年度 研究報告書

研究代表者 山口 芳裕

平成17年(2005)4月

厚生労働科学研究費補助金

厚生労働科学特別研究事業

核・放射線テロ発生時のマスマネジメントに関する研究

平成16年度 研究報告書

主任研究者 山口 芳裕

平成17年(2005)4月

# 目 次

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. 研究総括                              | 1  |
| 2. 研究者一覧                             | 3  |
| 3. 放射性物質を利用するテロリズムの概要と具体例検討のための課題    | 4  |
| 4. 放射性物質と関連したテロ攻撃のアラームサインと超早期対応      | 13 |
| 5. 放射線災害多数傷者病院受け入れ訓練                 | 20 |
| 6. 美浜原子力発電所の事故調査報告                   | 24 |
| 7. パリ <b>SAMU94</b> による除染訓練の視察に関する報告 | 37 |

## 1. 研究総括

平成16年度 厚生労働科学研究費補助金(厚生労働科学特別研究事業)

研究課題 : 核・放射線テロ発生時のマスマネジメントに関する研究

課題番号 : H16-特別-006

### A. 研究目的

放射性物質を用いたテロが公衆に対し行われた際の対応体制のあり方を検討する上での根拠となりうる基本資料を作成する。

### B. 研究方法

- (1) 放射性物質を用いたテロが行われた際の現場における対応のうち特にゾーニングと除染についてその方法論と根拠を提示する。
- (2) 美浜原発事故に対する医療対応に関する現地調査を実施し、現行の緊急被曝医療体制の問題点を検討する。
- (3) 代表的な原子力発電所の立地国であるフランスにおける核/放射線テロの体制を調査し、わが国における対応を考える際の参考資料とする。

### C. 結果と考察

- (1)-1 放射性物質を利用するテロリズムの概要と具体例検討:『飛散』型に関しては、想定される線源の強度は、病院で治療用に利用されている $\gamma$ 線源の強度を上回るようなことはないと考えられ、20 m程度の距離を取ればNCRPのturn-around levelを超えない。一方『爆弾』型の場合には、人工密集地域を狙われれば0.01KTの低火力核爆弾でも数万人の死者を出す可能性があり、死者を出す可能性がある範囲は半径200m以上にも及ぶ。

- (1)-2 放射性物質と関連したテロ攻撃のアラームサインと超早期対応:発災現場での判断に焦点を当てて、放射性物質に関連したテロ攻撃の際のゾーニング、トリアージ、除染についての考え方を整理した。①爆発を伴うあらゆる事象においてNBCのいずれか、あるいはその組み合わせのハザードが存在する可能性を前提として対応すべきである。②化学物質に対する対応を準備することにより、ハザードが放射性物質を含んでいた時にも実効的な安全をほぼ確保できる。③放射線に関わる既存の種々の規制は、この「実効的な安全」を判断する上で必ずしも適当ではない。
- (2) 緊急被曝医療も、従来の救急医療体制の枠組みの中でシステムを構築するのが最も実効性が高い。また、救命救急センターの積極的な関与が有効であり、かつその要望が強いことから、その機能の専門強化の必要性を指摘した。
- (3) 災害医療を展開する上で医療者や病院を保護する法的整備の必要性を指摘した。

#### D. 結論

本研究では、現実に応じた分析を通じて実効性のあるテロ対応体制の構築を目指すという観点から、ゾーニングや除染の判断基準についてかなり思い切ったラインを提示した。今後はこれを、核種ごとにテロに使用される量と可能性の分析から、リアルタイムに確立論的な数値を関係各機関に警告できるシステムに発展させる必要がある。また、実際の訓練や演習を通じてその妥当性について検証を重ねることも重要である。

## 2. 研究者一覧

|            |   |
|------------|---|
| 主任研究者 山口芳裕 | 杏林大学救急医学                                |
| 分担研究者 平間敏靖 | 独立行政法人放射線医学総合研究所緊急被ばく<br>医療研究センター被ばく医療部 |
| 越智文雄       | 自衛隊中央病院リハビリテーション科                       |
| 大竹晃行       | 東京消防庁警防部特殊災害課                           |
| 百瀬琢磨       | 核燃料サイクル開発機構東海事業所放射線安全<br>部線量計測課         |

### 3. 放射性物質を利用するテロリズムの概要と具体例検討のための課題

百瀬琢磨 核燃料サイクル開発機構東海事業所放射線安全  
部線量計測課

対策を計画する上で、テロリストが放射性物質を利用して引き起こす事件の概要を整理しておくことは重要である。ここでは、2001年10月24日に発行されたNCRPレポートNo.138 Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material の記載等に基づいてこのような事件の特徴と結果を整理し、わが国での具体例を検討するための課題について考察する。

#### 1. テロリストが起こす放射性物質を利用する事件の特徴と結果

2つの方法に大別される。

##### (1) 放射性物質の露出または飛散

通常の爆発物または装置を使用して放射性物質を露出させたり、ばら撒く方法。

(RDD: radiological dispersal device)この中には、以下の方法も含まれる。

(a) 固定された核施設への攻撃によって意図的に放射性物質をばら撒く方法

(b) 輸送中の放射性物質への攻撃によって放射性物質をばら撒く方法

(c) 核爆弾を誤動作させて、発熱を発生させない程度に爆発させること

##### (2) 核爆弾の使用

軍事施設から核爆弾を盗み、爆発させる。(核分裂時の放射線と核分裂生成物による汚染)

## 1.1 放射性物質の飛散

2つのカテゴリーに分類される。

(a)小さく局所化された線源(localized sources)

(b)大量の放射性物質の広い領域へのばら撒き(widely dispested sources)

| 線源       | localized sources  | widely dispested sources   |
|----------|--------------------|--|
| 方法       | 少量の線源(固体、液体)のばらまき。 | 爆弾と組み合わせた放射性物質の大量、広域散布<br>テロリストが取り扱う(装置組立て、輸送)のに放射線被ばくが有意にならない程度の固体線源を使用し、装置として扱うのに適切な遮蔽材の使用と装置設計が必要となる。<br>線源は必ずしも固体ではなく、溶液や気体のこともありうる。 |
| 影響の規模    | 都市の数区画規模           | 都市の数区画が汚染規模から数マイルまで汚染  |
| 目的       | 公衆のおそれ<br>社会秩序の混乱  | 公衆のおそれ<br>社会秩序の混乱<br>多くの人数が対象となる。  |
| 放射線による被害 | ・ 心理的なもの           | ・ 心理的なもの   |



|          |   |   |
|----------|---|---|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 確定的影響は無し</li> <li>・ 一部に確率的影響のわずかな増加の可能性</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 確定的影響あり</li> <li>・ 確率的影響の増加</li> </ul>   |
| 対策       | <p>防護服(汚染防止)</p> <p>放射線測定器</p> <p>防護のための装置(線源の制御)</p>                                       |   |
| 具体的なシナリオ | <p>アンプル、靴箱、スーツケースなどの収納箱に入れた小線源</p> <p>・液体なら水に混ぜて、自転車、車、飛行機からばらまく。</p>                       | <p>原子力発電所、使用済み燃料貯蔵施設、輸送車、高レベル廃棄物施設への攻撃</p> <p>燃料交換時の原子炉攻撃がとくに問題が大きい。チェルノブイリ事故の小型版のようなもの。原子力発電所攻撃の場合、線源から数マイルまで放射性物質が拡散する可能性あり。研究炉では、原子力発電所よりも規模がもっと小さくなる。</p> |

## 1.2 核爆弾

NCRP レポートによれば、高爆発力の核爆弾よりも低爆発力の核爆弾の方が、使用される可能性が高いとされている。また、核爆弾製造の困難性から考えると、国家に準ずる組織では 10KT(キロトン:TNT 火薬の火力等価)以下であり、テロリストが計画可能な規模は 0.01~10KT までの核爆

弾を用いたテロであろうとされている。言うまでもなく、軍事施設から小型高性能核爆弾を盗んで使用すれば被害はさらに大きくなる。

都市に核兵器を置いて爆発させるためには、秘密裏の輸送と爆発まで検知されない装置を用いることが必要となる。重量、サイズ、放射線の量が多くなるほど、検知される可能性は高まる。自家製の核爆弾は、軍の核爆弾に比べ物理的サイズが大きいであろう。しかし、盗んだ軍の核爆弾は安全装置などにより防護されているため、規格の性能は出ない可能性がある。不発核爆弾 (fizzle) の最小火力は 0.01KT と予想される。一方、まったく火力を発生しない核爆弾 (dud) がある。また、0.01KT より低い火力の核爆弾は製造されることは無いとされている。その理由は、その程度の火力ならもっと別の爆弾でできるからである。

核爆発による影響としては、放射線による影響以外の影響として爆風、熱放射、クレータ形成及び地面衝撃があり、放射線による影響として初期放射線、残留放射線による影響がある。NCRP の評価によれば、放射線による影響以外の影響の見積もりとして、核爆弾の火力と衝撃波の結果飛散したガラスによる 50% 死亡率の距離は 0.01KT の核爆弾で約 60m、10KT の核爆弾で約 590 メートルとされている。熱放射による影響として、火傷等熱衝撃による 50% 死亡率の距離は 0.01KT の核爆弾で約 60m、10KT の核爆弾で約 1800 メートルとされている。クレータの形成状況として乾燥した軟らかい岩の表面で核爆発を起こさせた場合のクレータの半径は 0.01KT の核爆弾で約 5m、10KT の核爆弾で約 40 メートルとされている。地面衝撃と爆風は地上の構造物を破壊するか損傷を与え、その復旧には数週間から数ヶ月を要するとされている。

また放射線による影響の見積もりは次の通りである。

#### (1) 初期放射線 (initial nuclear radiation)

核爆発により、初期に中性子とガンマ線が放射される。体表面が 4Gy の被ばくを受けると、治療を受けなければ放射線による急性効果で 50% は死亡する。人体の中心線での被ばくは 3Gy となる。体表面が 4Gy の線量を受ける領域の半径を表 1 に示す。

表 1 核爆弾の火力と初期放射線による 50%死亡率の距離

(NCRP ReportNo138 から引用)

| 火力<br>(KT) | 初期放射線による 50%死亡率の距離<br>(m) |
|------------|---------------------------|
| 0.01       | 250                       |
| 0.1        | 460                       |
| 1          | 790                       |
| 10         | 1200                      |

地上 0m で爆発させれば、爆発点からの距離が近くなるほど吸収線量は急激に高まる。体表面が 4Gy の被ばく地点の 75%の距離で 20Gy となる。建物は遮蔽となるが、放射線は空気や地面との相互作用もあるため、単純な逆二乗則には従わない。

(2) 残留核放射線(residual nuclear radiation)

核爆発に発する放射線以外の放射線を残留核放射線とよぶ。これには核兵器の破片および、土壌や建物などの構成物の放射化物により発生する放射線である。地上での核爆発は多量の放射性物質を大気に撒き散らす。そしてそれらが大量のフォールアウトとなって離れた場所に降り注ぐ。フォールアウトのパターンは核爆発の火力、爆発の高さ、気象条件によって異なる。NCRP の評価によれば、典型的な気象条件のとき、爆発後の 1 時間でフォールアウトなどの残留放射性物質により受ける吸収線量は表2の通りである。また、核爆弾の火力と爆発後 1 時間でのフォールアウトによる 4Gy の被ばくをこうむる距離は、0.01KT の核爆弾で約 1270m、10KT の核爆弾で約 9500メートルとされている。このことから、爆発直後の地上に行くことは危険が大きい。また、放射性物質は最初は離れた地点にはないが、しばらくしてから風下にやってくる。例えば 10KT の爆発では風下 9600mの地点にフォールアウトの雲が到達するまで約 36 分かかる。従って、爆発直後から 24

分間はフォールアウトの影響は及ばないため、この時間内において公衆の防護のための対策を取れるかもしれないとされている。

表2 核爆弾の火力と爆発後 1 時間でのフォールアウトによる吸収線量(Gy)

(NCRP ReportNo138 から引用)

| 火力<br>KT | 1000m | 2000m | 10,000m |
|----------|-------|-------|---------|
| 0.01     | 6.7   | 1.5   | 0.02    |
| 0.1      | 38    | 8.3   | 0.1     |
| 1        | 210   | 47    | 0.6     |
| 10       | 1200  | 260   | 3.5     |

核爆発による影響のまとめとして、複雑なフォールアウトのパターンを除外すれば、初期の最も大きな影響は初期放射線の被ばくと火傷である。小さな核爆発でも直接線に曝される人は、致命的な火傷を負わないが、致命的な放射線被ばくは受ける。また付近を通過した航空機の乗客や搭乗員の被ばくにも留意する必要がある。人的な被害の見積もりの問題として、数キロメートルで平均した人口密度を用いると、人工密集地域(勤務時間中のオフィスビルまたはスポーツ施設)を狙った低火力爆弾による犠牲者の数を低く評価する恐れが指摘されている。最悪のケースでは、0.01KTの核爆弾でも数万人の死者を出す可能性があり、死者を出す可能性がある範囲は半径200m以上にも及ぶ。

### 1.3 影響のまとめと事象の認識方法

表3に NCRP Report に掲載されているテロの特性と緊急対応者による事象の認識方法を示す。

## 2. わが国での具体例を検討するための課題

### 2.1 放射性物質の飛散

#### (a) 小さく局所化された線源

##### <具体例>

- ・ 人の多数集まる場所(駅、空港、競技場、繁華街等)への放射性物質の持込と露出、飛散

##### <対応の方針または検討課題>

テロリスト自身の取扱い上の安全や搬送中の発覚等を考慮すると、外部被ばくをもたらす線源は、相当の重量のある容器に封入されていると考えられる。この制約から、少数の人間による取扱いが現実的な線源の強度は、病院等において治療用として利用されている $\gamma$ 線源の強度を上回るようなことはないと考えられる。対応計画立案のために、現実的な線源強度に関してある程度根拠のある数字を提案する必要がある。

外部被ばくについては、代表的な核種とその量を例に挙げると、

| 核種     | 量       | 5 m (mSv/h) | 10 m (mSv/h) | 15 m (mSv/h) |
|--------|---------|-------------|--------------|--------------|
| Co-60  | 37 TBq  | 520         | 130          | 58           |
| Mo-99  | 24 TBq  | 42          | 11           |              |
| Cs-137 | 50 TBq  | 185         | 46           |              |
| Ir-192 | 160 GBq | 0.86        |              |              |

(平間先生の資料から)

- ・ 医療用の線源が用いられている場合、例え新品でも 20 m 程度の距離を取れば NCRP の turn-around level を超えることはなさそうである。
- ・ 中性子線の放散であっても二次 $\gamma$ 線が発生する。プルトニウムであってもほとんどの場合子孫核種のアメリシウム241が随伴するため、それから $\gamma$ 線が放出される。トリチウムや炭素14など

毒性の低い核種を除いてほとんどの放射性物質は $\gamma$ 線を放出する。このように放射性物質によるテロリズムが発生した場合には、多くの場合に $\gamma$ 線の放出を伴う。救出の対応現場では、できるだけ初期の段階で放射線の測定を行うことが必要であるが、多くの場合簡易的な $\gamma$ 線測定器によって大まかな災害の状況を把握することが可能である。

- $\gamma$ 線や中性子線のような透過力の強い放射線を放出しない放射性物質、例えばプルトニウム等の放射性物質を飛散させた場合には、外部被ばくは問題にならないが、衣服や皮膚に付着して汚染し、呼吸や経口摂取によって内部被ばくを引き起こす可能性がある。現場への接近には、内部被ばくを防護する対策が必要であり、対策が必要な区域の範囲は、放射性物質が撒かれた範囲内に留まると考えられる。撒かれた放射性物質が液体や固体である場合には、目視によって確認できる場合もあるが、粉体や噴霧状のものであれば、確認が困難になるケースもある。風向きや空調設備の状況など空気中への飛散と拡大にも留意する必要がある。

(b) 大量の放射性物質の広い領域へのばら撒き(widely dispested sources)

原子力発電所、使用済み燃料貯蔵施設、放射性物質の輸送車または貨物、高レベル廃棄物施設への攻撃等によって、施設、設備が破壊され、施設内の放射性物質が環境中に飛散するケースが該当する。従来の原子力防災対策上で検討されている事故とは異なる状況も有り得るため、総合的な検討が必要となる。

## 2.2 核爆弾

今回の検討の範囲外とする。

表3 テロの事象規模、放射線影響、および事象の認識方法

(NCRP ReportNo138 から引用)

| 線源/物質の種類   | 線源のサイズ   | 危険の原因                        | 事象の認識方法                                      |
|--|--|------------------------------|--|
| 小線源(核医学、治療用、工業ゲージ、較正用)                                 | 数 mm <sup>3</sup> 以下～100cm <sup>3</sup> 以上                         | 外部被ばく                        | 放射能マーク<br>鉛遮蔽                                |
| 大強度線源(ラジオグラフィ用 <sup>192</sup> Ir、治療用 <sup>60</sup> Co) | 1cm <sup>3</sup> 以下～数 m <sup>3</sup> 以上<br>(遮蔽材の有無と形状に依存)          | 外部被ばく                        | 放射能マーク<br>鉛遮蔽                                |
| 大強度線源の付いた RDD  | 500cm <sup>3</sup> 以下～1m <sup>3</sup> 以上<br>(遮蔽材の有無と形状および拡散の機構に依存) | 爆風(爆発物の場合)<br>外部被ばく<br>内部被ばく | 通常に無い破片(金属破片、鉛破片など)<br>蛍光の発生<br>原因不明の熱発生     |
| 使用済み燃料の付いた RDD   | 1m <sup>3</sup> 以上<br>(遮蔽材の有無と形状および拡散の機構に依存)                       | 爆風<br>外部被ばく<br>内部被ばく         | 通常に無い破片(燃料棒、ペレット、遮蔽材など)<br>蛍光の発生<br>原因不明の熱発生 |
| 商業炉に対する攻撃または事故   | 燃料集合体(5m 程度)   | 外部被ばく<br>内部被ばく               | 自明   |
| 研究炉に対する攻撃または事故   | 商業炉より小さい燃料集合体/核分裂による生成物  | 外部被ばく<br>内部被ばく               | 自明   |
| 放射性物質輸送事故  | ダンボール箱、35～55ガロンのドラム缶、低比放射能容器、遮蔽ブロック                                | 外部被ばく<br>内部被ばく(梱包が壊れた場合)     | 放射能マーク<br>放射線ブラカード                           |
| Dud 核兵器  | リュックサック(より大きな格納容器)   | 爆風<br>内部被ばく                  | 通常に無い破片<br>高レベルα線<br>原因不明の熱発生                |
| 核兵器  | リュックサック(より大きな格納容器)   | 爆風<br>熱<br>外部被ばく<br>内部被ばく    | 閃光、熱、爆風<br>小石、砂を含むフォー<br>ルアウト                |

## 4. 放射性物質と関連したテロ攻撃のアラームサインと超早期対応

平間敏靖 独立行政法人放射線医学総合研究所緊急被ばく  
医療研究センター被ばく医療部

### 内容

1. 放射線の人体への影響
2. 症状による整理
3. ゾーニング
4. トリアージと除染
5. まとめ

#### 1. 放射線の人体への影響

次項で放射性物質と関連したテロ攻撃による症状について述べるにあたり、放射線による人体への影響について概説する。

放射線による人体への影響は、そのメカニズムから大別して、臓器を構成する細胞が被ばく後早期に大量に失われる、または機能しなくなることによる、骨髄や消化管等の臓器障害（急性障害）と、被ばくによって起こった遺伝子の異常が完全な形で修復されずに残ったことと関連したがんや白血病に分けて考えることができる。急性障害は、ある程度（しきい値）以上の線量の被ばくによってのみ生ずる。しかしながら、被ばく後数時間以内に現れる症状は、身体の大部分に被ばくが及んだ場合の悪心や嘔吐等の非特異的なものに限られる。一方、がんや白血病は比較的低い線量の被ばくによっても、また高い線量によっても起こるが、その発症は少なくとも数年以上後であり、またその発症を予測するような急性期の症状はない。ICRP Publication 40<sup>1</sup>では、大規模な放射線事故における介入は、個人の被ばく線量をしきい値より低く抑えるような措置を講じることにより重篤な確定的障害（急性障害）を回避し、住民にネット・ベネフィットをもたらすような措置を講じて確率的影響（がんや白血病）の可能性を低減化するように計画されるべきであるとしている。放射性物質に関連したテロ攻撃という事態においても同様に考えることができよう。

---

<sup>1</sup> ICRP. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning. Statement from the 1984 Stockholm Meeting of the ICRP. Annals of the ICRP 14(2), 1984



## 2. 人的アラームサインによる整理

上に述べた放射線障害の症状の特徴を考慮すると、放射性物質と関連したテロ攻撃があった場合、被災者そのものの症状ないしは状態（人的アラームサイン）には特徴的なものはない。以下、発災現場で観察しうる人的アラームサインごとに想定しうる事象を整理する。

### 2. 1 発災ポイントでの症状がある場合

#### 2. 1. 1 被災者が倒れている

きわめて高線量の放射線を一度に被ばくすると、一時的に虚脱状態に陥ることがある。しかしながら、臨界事故以外でそれ程の線量を一度に被ばくすることはまずあり得ず、また、爆発を伴わない臨界状態を攻撃に用いることは現実的でないことから、爆発等の兆候なしに被災者が倒れている場合、放射線以外の原因によると考えられる。一方、RDDの炸裂の場合、爆発の兆候を伴うが、臨界を伴わず、また爆発により放射性物質はある程度拡散するため、時間あたりの被ばく線量が虚脱を起こすほどになることは極めて考えにくい。したがって、被災者が倒れているのは放射線以外の原因（爆風等）によるものと考えられる。臨界を伴う爆発、すなわち核爆発が起こった場合には、例えそれが小規模のものであっても極めて大きな破壊力を持ち、発災現場の様相は全く異なったものになる。以上より、発災現場が同定されていて、そこで被災者が虚脱状態にあることが観察される場合、放射線以外の原因を考えるのが妥当である。

#### 2. 1. 2 被災者が悪心嘔吐、等の症状を訴える

核爆発以外で最も大きな放射線源を用いた事象がこれに相当すると考えられる。RDDの場合、強い線源を、人の流れが少ない場所、例えば待合スペースやトイレ等に隠して放置するといったタイプの事象が考えられる。被災者がGy/分オーダーの線量率で被ばくした場合、症状が出るのには暴露開始後数分程度以上かかり、また、線源からの距離の因子を考慮すると一度に被ばくする人数は多くても数人程度である可能性が高い。したがって、炸裂を伴わない場合、発災場所の特定は困難である可能性が高い。炸裂により放射線源が拡散すると線量率はむしろ低くなるため、炸裂の兆候が現場にある場合には悪心、嘔吐等の症状は遅れて発現するか、発現しない可能性がある。いずれにしても、被災者が意識を失う可能性は極めて低い。また、放射線源の持ち込み時の遮蔽の状態によっては、線源を保持していたテロリストに悪心嘔吐や皮膚障害の症状が現れることがあり得る。

#### 2. 1. 3 被災者が皮膚刺激症状等を訴える

液状の放射線源の場合、酸・アルカリ・腐食性等の化学的性質を有していれば、散布されて皮膚等に付着すると、その化学的性質に応じた急性の皮膚症状が生じうる。この場合、被災者

が暴露に気付かないことは少ないと考えられる。大部分の放射線源は、放射線被ばくそのもので皮膚に刺激症状を起こすほど強くないため、これらの症状の程度は基本的に化学的なハザードによって決まり、放射線源の強さと無関係であるが、例外的に強い線源の場合、放射線そのものによる皮膚の刺激症状が起こることも想定できる。

## 2. 2 発災ポイントで症状が明らかでない場合

### 2. 2. 1 発災現場以外で急性障害の症状が発生する

被災者が Gy/時オーダーの線量率で被ばくした場合、概ね数十分以上の被ばくで悪心嘔吐等の症状が起こり得る。症状は数時間を経たからのこともあり、またそのような初期の症状を伴わず、2週間程してからの骨髄抑制や皮膚障害の症状をもって発症することもある。このような場合、被災者の発生は時間的にも場所的にもばらつき、発災ポイントを特定するのは困難である。このような状況を起こす可能性があるケースとして、2. 1. 2 より弱い線源が放置された線源や、被災者の荷物に線源を紛れ込ませたような場合が想定される。

### 2. 2. 2 症状がない

被災者の被ばく線量率がさらに低い場合、悪心嘔吐等の症状が発生する可能性は極めて低い。また、数週間後の臓器障害も起こらない可能性が高い。この場合、被ばくの程度によっては将来の発がんの可能性が高まる可能性がある。したがって、攻撃の主眼は一般市民に不安を引き起こすことであり、放射性物質の散布等がこれに相当する。

## 3. ゾーニング

### 3. 1. 1 放射性物質が関連している場合のゾーニングの特殊性

生物兵器、化学兵器と異なり、放射性物質は検出器があれば容易に検出できる。また、放射性物質は社会で広く利用されているため、その取り扱いや被ばく・汚染の管理に関する種々の法律や規則が存在する。しかしながら、そのような法律や規則は、放射性物質を用いる労働環境と、その周辺の住環境の長期的な安全を担保することに主眼を置いているため、一般にそこで求められる規制レベルは、短時間に人体に障害を起こし得る放射線レベルと比較してはるかに低い。緊急作業時における線量限度としては、電離放射線障害防止規則に、実効線量については 100 mSv、眼の水晶体に受ける等価線量については 300 mSv、皮膚に受ける等価線量については 1 Sv を超えないようにしなければならない、とされている。ここでは、放射性物質が

関連しているテロ攻撃直後にゾーニングを行うにあたって考慮されるべきなのは初動の数時間の安全確保であることを考慮しながらゾーニングについて述べる。

### 3. 1. 2 ゾーニングの判断の例

NCRP138<sup>2</sup>では、Protection of first responders の項で、空間線量率 0.1 mSv/時を initial alarm level とし、初期のコントロールポイントを設定する上でも適当なレベルとして推奨している。また、空間線量率 0.1 Sv/時 または外部被ばくによる実効線量 0.1 Sv を turn-around level として推奨し、緊急でクリティカルな作業を行うためにのみ進入が許されるとしている。ただし同時に、保健物理の専門家がいて、より高度な装備もある場合、現場の状況を総合的に判断して、これより高いレベルを選ぶことがより適当であるともしている。一方、日本では、放射線施設の火災・地震マニュアル<sup>3</sup>中に、放射線危険区域について、その設定基準は、放射線取扱主任者等の判断に任されるが、消防機関では 0.5 mSv/h を超えるおそれのあるところを目安としているとある。

### 3. 1. 3 ゾーニングについての検討

前項の空間線量率に基づくゾーニングについては、その判断レベル、あるいは実作業上の位置付けなどについて更なる検討が必要であると考えられるが、いずれにしても空間線量率の測定後にもみ可能である。一方、超早期のゾーニングは、要員と公衆の安全を確保することが目的であると同時に現場で判断できる必要があるが、このタイミングでは放射性物質が関連していることは不明である可能性が高い。したがって、想定される代表的なハザードについての安全を担保した上で、放射線測定機器に依存せずに判断するための指標が必要である。このようなゾーニングを超早期に用いて最低限の安全を確保し、放射線測定機器が使用できるようになった時点で空間線量率に基づくゾーニングに変更することが有効であると考えられる。

ここでは、危険区域、準危険区域、警戒区域を設定することを提案する。核爆発の場合、早期に生存者の救出を目的としたゾーニングを行うことは不可能であると考えられるため、その他の事象について考察する。なお、発災後超早期には NBC の危険物質の存在そのものが不明の状況で対応が開始されることがむしろ普通であろうが、以下に述べる考え方は、化学兵器による攻撃の場合にも基本的に応用可能であると考えられる。

#### 3. 1. 3. 1 危険区域

その場にいること自体が危険であり、適切な検知・防護装備を備えた要員以外は進入することを許されない区域である。

<sup>22</sup> NCRP. Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material. NCRP Publication 138, 2001

<sup>3</sup> 日本アイソトープ協会 放射線施設の火災・地震マニュアル 1998

爆発を伴う RDD の場合、放射線測定機器が到着するまでは放射性物質が現場にあるか否か不明であり、現場のアラームサインは、倒れている人、爆発物の破片、散布された液体、異臭等に限られる。爆発を伴わない RDD の場合、人が倒れることはないため、アラームサインは、悪心嘔吐を訴える人と目に見えたり異臭を有する線源となる。このような状況でできることは、症状のある被災者を含め「目に見える異常」から遠ざかることのみであると考えられる。したがって、「人が倒れている、あるいは危険物質が直視できる領域を含む区画」を危険区域とするのが実効的であると考えられる。ここで言う「区画」は、防火区画等、予め共通認識となっている区画のことである。現場のハザードが正確に把握できない状況においては、そのような区画を用いることにより、放射線被ばくに関連したハザードを完全には回避できない可能性があっても、初動を速やかに行う上で極めて有効であるという十分に大きなメリットがある。その場合、外部被ばくについては、別項のように、RDD に用いられることが想定される放射線源のなかで一般に特に強い医療用の線源を考えても、20 m 程度の距離を取れば NCRP の turn-around level を超えることはなさそうであることを考慮する。

### 3. 1. 3. 2 準危険区域

危険区域を囲む区域で、その場にいること自体は危険ではないが、汚染がある状態では原則として退去できない区画である。この区域内では汚染被災者の移動などに伴って汚染が拡大する可能性がある。また、除染施設もこの区域に設置されるため、その設置場所、避難経路如何によっては、境界線が順次拡大される可能性がある。危険区域から十分に広い区画を設ける。この区域は消防機関によって維持されることが考えられる。

### 3. 1. 3. 3 警戒区域

潤滑な災害対応のために設けられる、一般人立ち入り禁止区域であり、警察によって維持される。

状況によってこれらの指標では十分に安全を確保できないことがありえる。そのような場合でも、放射線測定機器が速やかに到着し、ゾーニングが速やかに最適化されることで安全を確保することができると考えられる。現場にアラームサインがないにも関わらずテロ攻撃が起きている蓋然性が極めて高い場合などには、より広域の区画が設定される可能性がある。

## 4. 危険区域、準危険区域内の被災者のトリアージ、除染について

超早期における放射線被ばくと関連した症状には上記のように激烈なものはないことから、必然的に、症状を有する被災者のトリアージは放射線被ばく以外の要因について行われること