

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

被ばく予防・低被ばく者の予後に関する検討

研究分担者 木下 学 防衛医科大学校 免疫微生物学講座 准教授
徳野慎一 陸上自衛隊衛生学校 主任教官

研究要旨

今回の福島原発事故の発生により、原発施設等に対するテロ対策の強化の必要性が考えられた。そこで N テロ、R テロに対する初動対処要員への被曝対策、または被曝予防対策として、福島原発事故の際に災害派遣活動に従事した自衛官の被曝による放射線傷害への影響を検討した。原発周辺区域で初期対応に従事した自衛官で、正確に外部被曝線量を測定し得た者から採血を行い、末梢血の白血球から染色体を分離した。対象者はいずれも 100 mSv 以下と直ちに健康に異常を及ぼす程度の被曝量ではなく、これと一致して染色体異常があると考えられる基準値(1,000 染色体中異常染色体が 10 個以上)を超える者は調べ得た範囲内では認められなかった。対象者を今後も経時的に観察し、染色体状態の推移を確認して行く必要があると思われる。

A. 研究目的

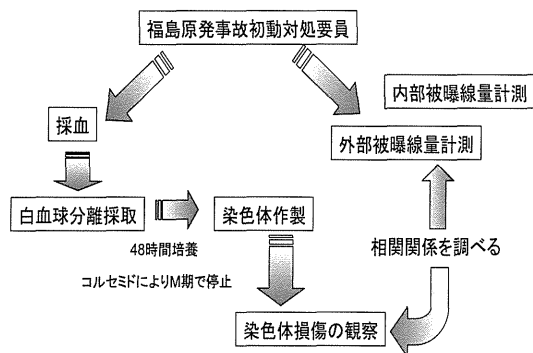
福島第一原発事故の経験から、原子力発電所等の破壊テロ活動に対する脆弱性が明らかとなった。すなわち、非常用の電源や冷却水の確保などバックアップ設備・機能が断たれるような事態に陥れば、物理的な破壊活動を起こさなくても比較的短時間に容易に原子炉が破壊され、高線量の放射線が周囲に拡散してしまうことが分かった。このような事態を鑑みると、N テロ、R テロは決して非現実的なシナリオではなく、むしろ実際に起こり得る事象として捉えなければならず、これに対する初動対処要員の被曝対策や被曝予防対策の確立は急務であると考えられる。放射線に被曝した場合、生体では体内へ貫通してくる放射線により細胞内の DNA が切断されるなどの損傷を受けることが知られている。また、放射線は細胞内であらゆる部位に存在する水分子に衝突し活性酸素を大量に発生させ、これによっても DNA は 2 次的に切断等の損傷を被ると言われている。通常自然界に存在する量の放射線を浴びても、損傷を受け

た DNA のほとんどは DNA 修復酵素により修復されるが、シビアな放射線傷害のように DNA 損傷が一度に大量に発生した場合にはこれが修復されずに残ってしまうことがあり、細胞分裂する際の染色体異常となって現れると言われている。換言すれば、初動対処要員の細胞を採取し染色体損傷の程度を調べることで、内部被曝を含めた総合的な放射線被曝量、そしてこれが生体に及ぼすダメージの程度が推察出来るのではないかと考えられる。今回の福島原発事故の際に原発周辺区域で初期対応に従事した自衛官から採血し、末梢血白血球の染色体を作製、まず染色体損傷の有無を調べ、損傷を認めるならこれが線量計にて測定した被曝線量と相関があるのか、また別途検査した内部被曝線量と如何なる関係があるのかを検討し、N テロ、R テロに対する初動対処要員の被曝線量評価に染色体損傷検査が有用かを調べることを目的とした。

B. 研究方法

福島原発事故の際に原発周辺区域で初

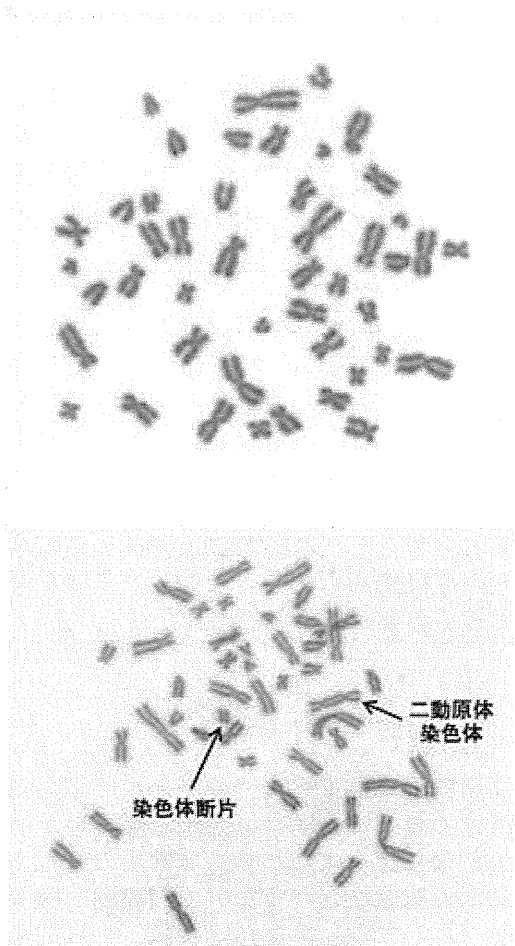
期対応に従事した自衛官から約 1000 名の採血を行い、白血球を VACUTAINER CPT tubes (Beckton Dickinson CO., Franklin Lakes, NJ)を用いて比重遠心にて分離採取した。PB-MAX (Invitrogen)で 48 時間刺激培養しながら、コルセミドで細胞周期を M 期で停止させ、染色体を作製した。これを用いて染色体の損傷の有無、及びその程度を観察し、携帯していた線量計による被曝線量との相関を調べた。



C. 研究結果

対象は福島第一原発およびその周辺に災害派遣要請により展開した自衛官で、原発事故前後に出動した約 1000 名である。対象者は全員厳密な被曝線量管理がなされていた。外部被曝線量が 10 ~ 100 mSv であった者が 11 名、1 ~ 10 mSv が 374 名で、それ以外の 600 名強が 1 mSv 以下の被曝線量であった。採血は一連の災害派遣対処活動がほぼ完了した時点をもって行われたため、原発事故からおおよそ 4~5 カ月後の 7 月下旬となってしまった。採血後、検体は直ちに刺激培養とコルセミド処置がなされた。一部検体をスライドグラスに展開したところ、図のような染色体が観察された（正常例）。このうち被曝線量がやや高かった被験者で、内部被曝量も測定し得た者 20 名をまず抽出し、染色体を調べた。染色体 1000 個当たり 10 個以上の割合で異常を認めた場合をもって、染色体損傷もしくは異常が疑われる基準としたが、この基準を上回る染色体異常はいずれの被験者の場合でも認められなかった。しかし、染色体異常は僅かながら認められ（右図）、これらが病的なものか正常範囲での変異であるのか、放

射線被曝と関係があるかはなど今後検討する方針である。



D. 考察

放射線被曝により、生体の細胞は直接もしくは間接的に染色体の損傷を受け、これにより種々の傷害が生じるとされる。これまで、広島、長崎の原爆被爆者の被曝状況調査やチェルノブイリ原発事故後の周辺住民の健康調査に於いて、放射線が生体に及ぼす影響についての検討がなされてきた。しかしながら、これらの調査は全て調査対象者の被曝線量の計測が不正確で、殆どの場合が推定値を用いた検討に終わっている。したがって、今もって被曝線量と健康被害の程度の正確な実態は全くつかめていない。今回、福島原発災害派遣活動において、原

発周辺で活動した自衛官の被曝線量と染色体損傷の有無及びその程度との関連を検査することで、放射線による生体への影響を詳細に検討することができるのではないかと考えられた。そこで福島原発災害派遣に従事した自衛官のうち、フィルムバッジの計測結果から比較的高線量の被曝が疑われる者を選出し、このうち内部被曝検査を実施し且つ染色体検査の書面同意が得られた者を対象としてまず検討を行った。本研究の対象自衛官が従事した福島原発災害派遣活動は、原発事故が発生した3月12日から約1週間の期間である。これらの対象者に対して、7月下旬から8月上旬にかけて（災害派遣終了4～5ヶ月後）末梢血リンパ球を採取した。末梢血から白血球を分離し、分裂刺激剤を加えて培養後、スライドグラスに塗抹し、ギムザ染色による染色体標本作製した。作製標本を顕微鏡下に観察し、染色体損傷（染色体の切断、癒合、断片化、リング状化など）の程度を計測したが、Metaphase Chromosome Analysis（分裂中期染色体解析）の結果から以下のようなことが考えられた。まず、対象者の被曝線量はいずれも100 mSv未満であり、かつ損傷染色体を有する細胞数の割合は1000個あたり10個以下であった。過去の実験的報告と照らし合わせて考えると、この程度の染色体変化は直ちに健康に影響するものではないと思われた。

今後の課題としては次のようなことが重要であると考えられた。まず、対象者を経時的に観察し、今後の染色体の状態の推移を確認して行く必要があるものと思われた。低線量被曝の健康への長期的な影響（閾値のない影響：例えば、発癌や生殖への影響）については、現代の医学では明確な答えは得られていないのが実情である。対象者の健康に関する長期追跡調査を行うことにより、このような疑問点への医学的な回答が得られる可能性があると考えられた。

今後は、染色体損傷の読影検査を現時点で未だ完了していない放射線被曝量10 mSv以下の（ほとんどが2, 3 mSv以下）低線量被曝者についても順次読影検査を行い、このような低線量被曝では染色体損傷の程度に影響を及ぼすか否かを研究する必

要があると考えている。

E. 結論

福島原発事故の際に原発周辺区域で初期対応に従事した自衛官で、正確に外部被曝線量を測定し得た者から採血を行い、末梢血の白血球から染色体を分離した。対象者はいずれも100 mSvと直ちに健康に異常を及ぼす程度の被曝量ではなかったが、これと一致して染色体異常の基準値を超える者はいなかった。対象者を経時的に観察し、今後の染色体の状態の推移を確認して行く必要があると思われた。今後は、染色体損傷の読影検査を現時点で未だ完了していない放射線被曝量10 mSv以下の（ほとんどが2, 3 mSv以下）低線量被曝者についても順次読影検査を行い、このような低線量被曝では染色体損傷の程度に影響を及ぼすか否かを研究する必要があると考えている。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

CBRNE テロ災害における公衆衛生対応に関する検討

研究分担者 金谷泰宏 国立保健医療科学院 政策科学部 部長

研究要旨

公衆衛生行政の視点からの課題、すなわち、被災範囲が県境を越え複数の自治体に関与、数十万人規模にも及ぶ避難住民への適切な情報伝達（とりわけ安定ヨウ素剤の内服指示）について今般の対応を整理し、保健分野の関わりの可能性について検討した。

福島第一原子力発電所における事故発生からの安定ヨウ素剤の投与を含めた住民防護対策の推移について時系列で整理した。

安定ヨウ素剤の投与は、あくまでも I131 を想定したものであり、他の核種に対応するものではない。このため、今般の事故においても指摘されたが、いかに早期に被災範囲を割り出すかが最大の課題である。このためには、SPEEDI 等の被害予測と介入手法を組み合わせるかが焦点となる。

A. 研究目的

平成 23 年の原子力災害を顧みした場合、正確な放射性物質の飛散状況を把握できなかったことが、避難区域の設定、安定ヨウ素剤の内服、災害時要支援者の搬送にあたる職員の装備等に大きく影響しているものと考えられた。本研究においては、公衆衛生行政の視点からの課題、すなわち、被災範囲が県境を越え複数の自治体に関与、数十万人規模にも及ぶ避難住民への適切な情報伝達（とりわけ安定ヨウ素剤の内服指示）について今般の対応を整理し、保健分野の関わりの可能性について検討する。

B. 研究方法

福島第一原子力発電所における事故発生からの安定ヨウ素剤の投与を含めた住民防護対策の推移について時系列で整理した。放射性物質による汚染地図の作成に際しては、ArcInfo (ESRI) と Geostatistical Analyst (ESRI) を使用し、空間分布推定を行うことで、空間線量率を等高線として表現した。また、公表されたスポットデー

タを用いて逆距離加重法 (IDW: Inverse Distance Weighted) により空間分布推定を行った。

《倫理面での配慮》

今年度においては、情報基盤の構築のため倫理面については該当なし。

C. 研究結果

原発事故後の住民への防護対策について、「避難指示及び情報伝達」、「放射能除染」、「安定ヨウ素剤の内服」、「災害時要援護者等の支援」の 4 項目に沿って整理を行った。原子炉事故に伴う防護対策の流れを Agent Based Modeling (ABM) を用いてモデル化を行い、国の示す対策の方向性を踏まえたシナリオを作成した。

D. 考察

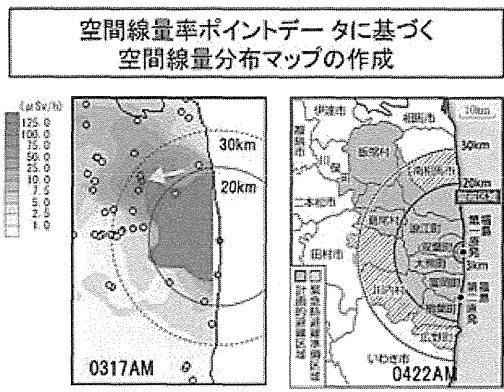
福島第一原子力発電所事故に際しては、大きく、配布方法、介入レベル、内服方法において、情報の途絶にともなうヨウ素剤の内服指示の連絡不徹底、SPEEDI による予測線量の活用、情報共有、公開の不徹底、

原子力緊急事態発生後の対応の推移				
日 時	避難指示・情報伝達	放射能降塵	ヨウ素剤の投与	医療救済の支援
3月11日 14時02分	原子力緊急事態宣言			
3月11日 14時23分	第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人) 第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人)	原子力緊急事態 20km圏内247万人 30km圏内247万人		
3月12日 0時44分	第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人) 第2号10km圏内 避難(対象者12.5万人)			
3月12日 7時45分	第2号10km圏内 避難 第2号10km圏内 避難			
3月12日 12時44分	第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人) 第2号10km圏内 避難(対象者12.5万人)			
3月13日 9時30分	第2号10km圏内 避難 第2号10km圏内 避難	放射能降塵250-1000 の測定を開始		
3月13日 11時26分	第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人) 第2号10km圏内 避難(対象者12.5万人)	福島県内20km圏内 から避難指示が発表		
3月14日 10時31分	第1号10km圏内 避難(対象者12.5万人) 第2号10km圏内 避難(対象者12.5万人)			
3月18日	避難指示の解除 (20km圏内)			
3月22日	避難指示の解除 (20km圏内)			
3月22日	避難指示の解除 (20km圏内)			

※ 第1:福島第一原子力発電所 第2:福島第二原子力発電所 SPZ:緊急時計画区域(Emergency Planning Zone)

「避難住民」に対する安定ヨウ素剤の有効な投与タイミング及び「第一対応者」における内服中止の時期が課題として示された。この課題に対して、原子力安全委員会原子力施設等防災専門部会被ばく医療分科会において、「安定ヨウ素剤の予防的服用に関する提言骨子(案)」が示され、この中で、①「原子力発電所に係る防災対策を重点的に充実すべき地域に関する考え方」に沿った安定ヨウ素剤の予防的服用の方針を定めるべきある。②安定ヨウ素剤の各戸事前配布を検討するべきである。③安定ヨウ素剤の服用指示の実施手続き、判断基準等を明確にするべきである。④安定ヨウ素剤の予防服用の抜本的見直しと併せて、関連法制度についても検討を進めるべきである。という4項目の提言が示された。既に、国においては、これらの提言を踏まえた対応が検討されているところである。しかしながら、現場における住民への対応について被ばく医療という枠組みの中で捉えられている点では、これまでの体制と何ら大きく変わるところはない。今般の事故においては、公衆衛生行政の視点からの課題、すなわち、被災範囲が県境を越え複数の自治体が関与する場合、数十万人規模にも及ぶ被災者への適切な情報伝達、さらには長期に避難が及ぶ場合の健康管理のあり方等についての検討が必要と考え、本研究においては、オペレーションズリサーチの手法を用いて公衆衛生対策のあり方について検証を行うとともに、保健所の活用の可能性について検討を試みた。

E. 結論



安定ヨウ素剤の投与は、あくまでも I131 を想定したものであり、他の核種に対応するものではない。このため、今般の事故においても指摘されたが、いかに早期に被災範囲を割り出すかが最大の課題である。このためには、SPEEDI 等の被害予測と介入手法を組み合わせるかが焦点となる。

F. 研究発表

- 論文発表
 - 石原雅之, 藤田真敬, 森康貴, 岸本聡子, 服部秀美, 山本頼綱, 立花正一, 金谷泰宏. 生物・化学剤の除染技術の動向(総説). 防衛医大雑誌. 2012; 37: 8-17.
 - 金谷泰宏. 日本シミュレーション学会, 編. 感染症シミュレーション. シミュレーション辞典. 東京: コロナ社; 2012. p.283.
 - 金谷泰宏, 高橋邦彦, 眞屋朋和, 市川学. 健康危機情報の可視化と危機対応. 保健医療科学. 2012; 61 (4): 331-337.
 - 金谷泰宏, 緊急時住民対策の概要. 放射線事故医療研究会, 編. MOOK 医療科学 No.5 放射線災害と医療 福島原発事故では何ができて何ができなかったのか. 東京: 医療科学社; 2012. p.17-22.
 - 谷畑健生, 奥村貴史, 水島洋, 金谷泰宏. 健康危機発生時に向けた保健医療情報基盤の構築と活用. 保健医療科学. 2012; 61 (4): 344-347.
 - 金谷泰宏. 災害時の医療連携. 高久史麿, 監修. 田城孝雄, 編. 日本再生

のための医療連携. 愛知:スズケン;
2012. p.204-208. 徳野慎一. 災害時
における自衛隊との連携. インフェ
クションコントロール 21(7):
708-711, 2012.

2. 学会発表

1. 金谷泰宏. 今後の保健所危機管理研修
と H-crisis の方向性について. 平成
23 年度全国保健所長会研修会;
2012.1.30-31;宮城. 同資料集. 2012.
p.95-110.
2. 金谷泰宏. 大災害時における保健所
の活動. 第 71 回日本公衆衛生学会総
会; 2012 年 10 月; 山口. 日本公衆
衛生雑誌. 2012; 59(10 特別附録): 75.
3. 市川学, 金谷泰宏, 出口弘. 二次医療
圏における夜間救急医療モデルの構
築と医療サービスの評価分析. 第 71
回日本公衆衛生学会総会; 2012 年 10
月; 山口. 日本公衆衛生雑誌. 2012;
59(10 特別附録): 494.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

「食品・水の放射能汚染対策に関する検討」

分担研究者 山口 一郎 国立保健医療科学院生活環境部 上席主任研究官

研究要旨
【目的】 環境汚染を伴う災害時の食品・水の安全確保対策の課題と解決策を示す。
【方法】 わが国における事前の準備がどの程度機能したかを検証するとともに英国健康保護庁の試みを取り上げ、その備えが東京電力福島第一原発事故に対してどの程度機能し得たかの検証を試みる。
【結果および考察】 緊急時の食品放射能測定マニュアル、緊急時の食品の暫定規制値の指針が役立ち、地衛研での日頃の測定経験や関係者のネットワークも有効に機能したと考えられた。その一方で、事故のスケールが想定を超えたことが対応を困難にしていた。英国での事前の取り組みも、スケールの違いでは限界があると考えられたが、消費者の視点を考慮した利害関係者の議論は、日本での実情とも合致していたと考えられた。
【結論】 英国での利害関係者を巻き込んだ取り組みの考え方は、社会での合意形成の促進に有益であることが示唆された。

A. 目的

東京電力福島第一原発事故は、環境に放射能汚染をもたらし、食品・水の放射能汚染に対する対応を余儀なくされた。この対応は現在も継続して進められている。放射線に限らずリスクをどう受け止めるかは主観性が高いと考えられる。リスクをどう捉えるかは、それぞれの個々の方の置かれた状況によっても異なるだけでなく、一般に親しみのないリスク要因は、それを避けたいという気持ちが強くなる。同じリスクの大きさでも、放射線によるリスクは一般の方にとって避けたい気持ちが強いものであると考えられる。また、同じ放射線リス

クでも自然の放射性物質による線量と人工の放射性物質による線量では受け止め方が異なって当然であると考えられる。このように人工の放射性核種による放射線リスクはより受け入れがたいと考えられる。さらに、同じ人工の放射性物質でも原発事故由来かそうでないかで受け止め方が違って当然であると考えられる。また、同じ、原発事故由来核種でも、原発事故の種類によって避けたい気持ちが異なることが当然ありえると考えられる。このことは、放射性物質の環境放出量や線量の大きさだけが、リスク認知を決定するものではないことを意味する。甚大な自然災害が引き金になったとは言え、優れた技術を有すると信頼され

ていたわが国において複数の原子炉で相次いで水素爆発が生じ、次々と放射性物質が放出され、未だに、多くの放射性物質が完全な管理下に置かれていないことは当然リスク認知に影響を与えると考えられる。

このような状況において、ある放射線防護対策が受け入れられるかどうかは、リスクが小さいかどうかだけでは決定されない。そもそも、信頼関係が構築されないと本音での対話すら成り立たないと考えられる。このため、首都圏でも廃棄物の処分場所が決定できないなど、様々な放射線防護対策が進まない状況に陥っており、公衆衛生的な課題にもなっている。

このことを有害物質による環境汚染を伴う災害への対応という観点から見ると、東京電力福島第一原発事故が故の特殊性はあるものの、現実を受け止めて対応せざるを得ないという点で、NBC災害での対応一般と共通するものもあると考えられる。そこで、厚生労働行政に資するために、広域な環境汚染を伴う災害時の食品・水の安全確保における健康危機管理対策の課題とその解決策の方向性を示すことを目的とし研究を実施する。

B. 方法

原子力災害時の食品・水の放射能汚染に対する対応として、わが国における事前の準備がどの程度機能したかを検証する。また、東京電力福島第一原発事故に対しては今後も継続した対応が求められ、その対応では社会的な合意形成も求められることから、原子力災害時の食品・水の放射能汚染に対する事前の備えとして、社会的な取り組みを意識していると考えられる英国健康

保護庁（HPA）放射線・化学物質・環境センター（Center for Radiation, Chemical and Environmental Hazards）の放射線防護部門の試みを取り上げ、その備えが東京電力福島第一原発事故に対してどの程度機能し得たかの検証を試みる。

C&D. 結果および考察

C&D. 1 わが国における事前の準備

原子力災害時の食品・水の放射能汚染に対する事前の準備として、(1)モニタリングに関するものと(2)摂取制限基準に関するものを取り上げ検証した。

C&D. 1. 1 モニタリングと現地支援

原子力災害時に飲食物摂取制限が必要となる事態を想定し、平成 12 年度厚生科学研究費補助金特別研究事業(H12-特別-047)「原子力施設の事故等緊急時における食品中の放射能の測定と安全性評価に関する研究」(主任研究者:出雲義郎)報告書に基づいた「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」(平成 14 年 3 月)が厚生労働省より示されていた。この厚生労働科学研究は平成 11 年に起きた東海村 JCO 臨界事故を受けて立ち上げられたものであるが、臨界事故だけではなく、原子力災害に対して広く適用できることを目指して、食品のモニタリングやモニタリング結果による線量評価が示されている。地方衛生研究所は、以前より、文部科学省の事業である環境放射能水準調査で環境放射能測定を継続して行っており、環境放射能調査研究成果発表会や地方衛生研究所全国協議会研究会を通じて、本院や周辺自治体の地方衛生研究所と日頃から関係を築いていたことが、緊急時の対応に役だったと考えられる。東京電力

福島第一原子力発電所事故後の対応では、この準備が機能し、食品のモニタリングが実施され、緊急事態を脱した後には、地方衛生研究所職員向けに、国立医薬品食品衛生研究所と本院の主催で平成 24 年 2 月 27～28 日に地方衛生研究所衛生化学研修会が開催されており、地域での食品放射能測定に関して主導的な役割を発揮している。

このように事前の対応が機能した面があるが、対応に困惑した事態も発生した。このうち食品関係では、(1)測定体制に関して、複合災害により測定システムが使用不可となったこと、大量の試料を扱う必要があったことと、環境汚染により被災地では低バックグラウンドでの測定がとりわけ事故当初は困難であったことがあげられる。これらは、他の自治体などのバックアップでカバーが試みられた。その他には、(2)放射性物質を扱うことに伴う廃棄物問題があった。この課題は除染作業で発生した水の処理とも似た構造になるが、特措法でのルール化だけでは解決が付かず、高い濃度の試料を被災地外で計測することの妨げとなった。測定を行う期間は、平時から近隣住民と信頼関係を構築し、緊急時には、有害物質を含む環境試料を計測することの理解を得るために、その安全確保策を明らかにしておくのがよいと考えられる。また、(3)当初は、検出限界値が示されずに、検出されなかったことのみが発表され、住民の不信を生むという構図が見られた。これに対しては、厚生労働省が率先して情報公開の姿勢を示し、自治体に対して技術的な助言を行い¹改

善された。

水道関係では、事業者側の準備が不足し、測定できる体制になかったために、日本放射線安全管理学会に対して協力要請がなされた。日本放射線安全管理学会の主要な構成メンバーである大学の放射線管理部門は放射線計測には慣れているものの行政検査には不慣れな面もあったことから、本院が日本放射線安全管理学会と協力して品質管理の確保に努めた。水道関係では、地震による被害に加えて水道水の汚染のために給水活動による支援が必要となった。復旧にあたる水道関係者の士気は高いものの、ここまでの原発事故は想定されておらず、地域によっては放射線を恐れて職員が支援に入りづらい雰囲気にもなった。このため、本院では、日本水道協会などでの放射線に関する説明や関係職員の放射線モニタリング対応を支援した。広範囲な環境汚染でインフラをつかさどるスタッフの派遣が必要となる場合には、派遣されるスタッフに対するケアも重要となるであろう。

C&D. 1.2 摂取等制限

原子力災害時の飲食物の摂取制限の指標としては原子力安全委員会により「原子力災害時における飲食物摂取制限に関する指標」（平成 10 年 3 月 6 日）が提示されていた。東京電力福島第一原子力発電所事故後の対応では、この準備が機能し、飲食物摂取制限の暫定規制値が設定され、緊急時の水道水や食品のモニタリングが実施され、その結果に基づいて出荷制限等が実施された。「原子力災害時における飲食物摂取制限に関する指標」は、チェルノブイリ事故のような原子力施設からの放射性物質の大気

¹厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課による事務連絡。食品中の放射性物質の検査結果について（平成 23 年 9 月 29 日）

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001>

[q51k-att/2r9852000001qjsv.pdf](http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001qjsv.pdf)

放出が想定されており、野菜や牛乳などの出荷制限は、その指標がそのまま取り入れられた。東京電力福島第一原子力発電所事故では、海洋に大量の放射性物質が放出されると共に放射性物質を取り込みやすい淡水魚での汚染も次第に明らかになっていったが、原子力安全委員会による指標は余裕を持った想定で設定されており、海洋汚染時の対応に関しても留意事項が明記されており、魚介類の汚染が明らかになった後は、それに従った対応がなされた。

規制値設定に関する課題としては、その意味合いの理解に帰着するように思われる。「安全」が客観的あるいは科学的に定義できると幻想すると平時の放射線安全規制での指標と緊急時や現存被ばく状況での指標の乖離は、受け入れがたいものになるだろう。しかし、現実を受け止めると、状況に応じた最適な規制を求めざるを得ない。安全とは、リスクが受け入れられる程度と考えざるを得ない。ここで、受け入れられるリスクの大きさはどう考えるのがよいだろうか？この答えは、他人から押し付けられるものではないようにも思われる。この観点から、次節で英国健康保護庁の取り組みを紹介しつつ、その有効性を検証したい。

C&D. 2 英国健康保護庁における事前の準備

原子力災害時の食品・水の放射能汚染に対する事前の備えとして、英国健康保護庁（HPA）放射線・化学物質・環境センター（Center for Radiation, Chemical and Environmental Hazards）の放射線防護部門では、1997-2000 年に UK Agriculture and Food Countermeasures Working Group が行った検討結果を 2001 年に NRPB- R331 - Development of Strategies

for Responding to Environmental Contamination Incidents Involving Radioactivity として発行すると共に、2009 年には UK Nuclear Recovery Planning Group の活動の一環として、多機関による communications workshop を実施している^{2,3,4,5,6}。以下、報告書の内容を紹介しつつ、検証したい。

C&D. 2. 1 準備の必要性

放射線緊急時はメディアが注目するトピックスとなり、対応する機関の取り組みは重要である。このために、正しくメッセージを世の中に伝える必要がある。このことは準備が出来ていないと覚束ず、社会やその組織にリスクを与えることになる。放射線緊急時に起こる問題は複雑であり、相互に関係し合うことから、それぞれの機関が単独で準備すればよいというものではない。

2

http://www.decc.gov.uk/assets/decc/what%20we%20do/uk%20energy%20supply/energy%20mix/nuclear/issues/emergency_plan/neplg/1_20100118160203_e_@@_neplgrecoverysgmeetingnov09.pdf

³ Nisbet A, Howard B, Beresford N, Voigt G. Workshop to extend the involvement of stakeholders in decisions on restoration management. *J Environ Radioact.* 2005;83(3):259-61.

⁴ Nisbet AF, Mercer JA, Rantavaara A, Hanninen R, Vandecasteele C, Carlé B, Hardeman F, Ioannides KG, Papachristodoulou C, Tziella C, Ollagnon H, Jullien T, Pupin V. Achievements, difficulties and future challenges for the FARMING network. *J Environ Radioact.* 2005;83(3):263-74.

⁵ Nisbet AF, Mercer JA, Rantavaara A, Hanninen R, Vandecasteele C, Hardeman F, Ioannides KG, Tziella C, Ollagnon H, Pupin V, Jullien T. Variation in stakeholder opinion on countermeasures across Europe. *J Environ Radioact.* 2005;83(3):371-81.

⁶ Alexander C, Burt R, Nisbet AF. Stakeholder involvement facilitates decision making for UK nuclear accident recovery. *J Environ Radioact.* 2005;83(3):297-303.

このために、関係者が一同に関して議論し、協同作業をどうするかが課題となる。以上から、このワークショップの基本的な目的は、以下のものに設定された。

- ・ 放射線緊急時に、対応すべき部署が協同で地域やメディアに知らせたり、助言したり、コミュニケーションするにはどうすればよいかを模索する。
- ・ 使える手立てを吟味し、リスク、ピットフォール、ベスト・プラクティスへの認識を高める。
- ・ 緊急事態の対応計画策定者やコミュニケーションのプロフェッショナルが一堂に会して作業する機会を提供する。

C&D. 2.2 プロジェクトの背景

核災害後の農地と農作物の管理戦略を開発するために利害関係者を巻き込んだ作業グループが 1997 年に英国で発足した。この活動は欧州委員会からの資金的な支援を受け活動し、欧州での利害関係者グループネットワークの基礎となった。欧州での FARMING プロジェクトの発足にあたり、1997～2000 年のこのプロジェクトの活動をレビューすることは意味のあることだろうとされた。

このプロジェクトはチェルノブイリ事故を意識して立ち上げられたものであり、農地土壌を汚染するような放射性物質の環境放出を想定しているが、以下のような経緯を持っている。災害後にどのような対策を取り内部被ばくや外部被ばくを低減するかが関心の中心である。被ばく低減策はいくつも考えられるが、対応能力、費用、放射線学的あるいは環境面でのインパクト、対処法実施の受け入れやすさを考慮して、実際にどれを選択するかを検討する必要がある。

しかし、これらの要素は実験で得られないので、幅広い分野の専門家の意見を集約する必要があると考えられた。それを実行して得られた結論は、専門家の意見や集約できないということであった。このため、統一した指針を英国政府は示すことが出来なかった。この経験の教訓から、事故前の準備として英国農水省に対して、郊外での原子力災害時の戦略を練るために利用可能な全ての利害関係者を集めた作業グループを作ることが勧告された。

わが国では、原子力安全委員会が緊急技術助言組織を持ち⁷、緊急時対応にあたることとし、平時から緊急時に備えた会合が持たれていたが、原子力や放射線の専門家に範囲がとどまっていた。政府機関での対応のみの限界を知り、事故前から利害関係者を巻き込んだプラングを行うことは先見の明があると思われる。

この勧告を受けて、英国農水省は当時の英国放射線防護局（NRPB）と協同で作業グループを立ち上げた。

C&D. 2.3 検 討 事 項 （ Terms of Reference : TOR）

この作業グループの検討事項を表 1 で示す。

表 1. 放射能汚染を引き起こした環境汚染への対応戦略開発のための英国での農業と食品対策作業グループでの検討事項

(a) 核災害時に中長期的な農業システムへの介入の必要性に関する決定やその実
--

⁷
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/kinkyu.htm>

施に関与するために、各機関間のコミュニケーションのラインを確立すること。

(b) 農業での対策に役立つ情報を世に広めるフォーラムを開催すること。

(c) 事前の計画策定として様々な対策オプションに関して、利害関係者間で議論し判断すること。また、政府機関や農業、食品分野の関係を整理し、どこでの取り組みを強化すべきかを明らかにすること。

(d) 作業グループのコアを作り、農業に影響を与えるような事故時における対抗対策の決定に関してインプットを与えられるようにすること。

C&D. 2.4 参加者

食糧供給チェーン（農場から食卓へ）に責任を持つ機関と出荷不可作物の廃棄処理に責任を持つ機関が鍵となる機関とされた。参加者は、幅広い専門性と信頼性、それぞれのグループからの独立性を確保するために政府機関、非政府機関から確保された。21 の代表者の内 9 人は非政府機関からであり、それぞれ知見を有する責任ある立場の人間が参加した。規制当局、水道事業体乳業、農業、小売業、消費者団体などからの代表者がそのメンバーである。メンバーは英国全域から構成され、費用は参加した団体がそれぞれ負担した。

C&D. 2.5 議論されたトピックスの範囲

- (a) 原子力災害時対応に関する基礎情報、環境中での放射性核種の食物連載に関する挙動とその対応策
- (b) 起こりえる事故のシナリオ(排気ダクトの損傷が想定) と利害関係者の応答
- (c) 補足する研究の知見

(d) 国際的な連携

C&D. 2.6 事故のシナリオ

もっとも懸念される食品としては牛乳であることが一致した。それはいくつかの放射性核種で牧草から牛乳への移行が早いと考えられるからである。このため、ヒトでの経口摂取量が多くなることが危惧された。牛乳の廃棄法に関しては、現実的で法令に適用したものは見いだせていなかった。このため、検討に値する事故シナリオに基づき、どうするかが討議された。課題となったのは、

- (a) 1t を超えるような大量の牛乳を運搬し廃棄するにはどうすればよいか？
- (b) 汚染した牛乳を原料にして加工品の濃度を小さくするにはどうすればよいか？また、汚染していない牛乳を作るにはどうすればよいか？
- (c) 何か特別なオプションに関して、それぞれの団体で懸念されることがあればそれを表明するように促すこと。
- (d) それぞれのオプションで何が不確かさの原因となるかを明らかにし、どれが事前に解決でき、どれがその場で何とかするしかないかを明らかにすること。

これらの議論で、汚染した牛乳の保管のオプションの実現可能性が議論され、タンカーが利用可能かどうか、また、廃棄物処分場にタンカーが近づけるかが検討された。法的な側面からは、汚染牛乳の廃棄ルートが利用可能かどうかは明確ではなく、汚染牛乳の海洋投棄や牛乳の生物学的処理による汚泥と上澄みへの放射性核種の分配に現実性が乏しいことが明らかになっ

た。

汚染牛乳の海洋投棄は、緊急時に十分な配慮を持ってすれば、北東大西洋海洋環境保護条約(オスパール条約)には違反しないと考えられるものの、それ以外の方法が推奨されるという議論になったが、海洋投棄が海洋に与えるインパクトを調べるために実験的な研究も行われた。

汚染牛乳の有効活用に関しては、科学的な根拠を有していても、消費者の信頼を損ない兼ねないものは受け入れがたいであろうとされた。食品産業や小売業界からは、欧州委員会や英国の基準を下回っているともしても事故の影響を受けた地域からではなく、クリーンな地域の原料を求めたいという意見があったので、廃棄の問題の重要性が再認識された。

これらの検討を東京電力福島第一原子力発電所事故にあてはめて考えてみたい。福島の牛乳での I-131 濃度は 2011 年 3 月 20 日に採取されたものが 5.3kBq/l で最高であった。2011 年 3 月 16 日に採取されたもので 1.2kBq/l、翌日の 2011 年 3 月 17 日に採取されたもので 1.5kBq/l のものがあった。なお、これらの牛乳への I-131 の移行が牧草を介してのものかどうかは判然とはしていないようである。このため、牧草からの移行を主とする想定は、事故直後には安全側ではないかもしれない。

また、出荷不可の廃棄物に関して、日本では、原子力安全委員会緊急助言組織からの 2011 年 3 月 23 日午前 10 時の助言に基づき⁸、自己所有地に集中的に埋設する方策

⁹が採られた。牛乳の廃棄量は農場あたり日々 2t の例もあり、福島県では日々 200t 程度と考えられ、日本全体では原発事故後の 2 週間で 2 万 600t と推計されている。事前に考えておくことに有益性はあると考えられるが、スケールが想定と異なると、適用することは困難になる。一方、利害関係者間で社会的な難問であると認識が共有され、検討のための材料を得ることの議論が展開できると、解決への道筋も付けられると考えられる。英国での取り組みは、この点でも学ぶべきものがあり、社会での建設的な議論を高めることが、今後の問題解決に必須だと思われる。

牛乳に比べて農作物対策の緊急性は低いと考えられたが、農作物の収穫期に事故が起これば、廃棄物量が大きくなることが懸念された。対策のオプションの内、汚染した穀類を家畜に食べさせることは、科学的に適切であっても、畜産業、食品業界、小売業界からは消費者の立場では正当であると感じられず受け入れられないとの指摘があった。同様に、汚染していないものと混ぜて希釈することも一般的には受け入れがたいとされた。参加者から最も支持されたのは鋤込みであった。この方法は、安価で、うまく行えば環境へのインパクトを最小に出来ると考えられた。鋤込みが相応しくない場合に、次に選択されたのは、堆肥化であった。

東京電力福島第一原子力発電所事故では、農水省からの求めに対して、原子力安全委

⁸
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110323_2r.pdf

⁹
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/seisan_haiki.html

員会緊急助言組織が回答したのは2011年3月23日午前10時であり、鋤込みは避けるべきとしている。刈り取ったものは一箇所に集めて保管し、刈り取っていないものも、そのままとするという助言になっている。その後、濃度別に処理方法が示されているが、廃棄物業者は周辺住民の理解が得られないと廃棄物を扱えないために、事態は進展していない。例えば、福島県伊達市での柿（生では基準値に達していないが加工すると基準値を超える可能性がある）は2012年度で8千トン程度と見積もられているが、そのまま放置されているのが現状である。図に2012年12月20日までに厚生労働省が公表したデータに基づき、推計した食品由来のCs-137による線量のうち、コメの摂取による寄与の割合を示す。線量は、国民健康栄養調査の小分類毎に濃度と摂取量が無作為に割り当てて、求めた。食品濃度は2011年5月31日までは4日毎にサンプリングしそれを4日間食べると仮定し、以降は一月毎にサンプリングし、それを一月間食べると仮定した。摂取量は、平成21年度の国民健康栄養調査を利用の許諾を得て使用しており、図で示したのは、18歳以上の男性の摂取量を用いた場合である。出荷制限を超える食品のデータは集計から除き、食品濃度で検出限界未満であったものは、検出限界の値を用いた。検出限界が明示されていないものは10Bq/kgを用いている。食品濃度のデータの多数（2012年12月20日公表分まででは88%）は、検出限界を超えていない。このため、この推計は、必ずしも実態を反映したものとはなっておらず、食品の種類毎の設定された検出限界の違いを反映している面もあると考えられる。

この推計からは、コメからの線量の寄与が比較的大きいと考えられる。食品からの線量の寄与は、現存被ばく状況での介入線量レベルである1mSvに比べると、小さいと想定されるものの、食品分類ごとの濃度の差が小さいと摂取量が多い食品からの寄与が大きくなる。このことを長期的な食品安全確保策にどう反映させるかも課題となり得るかもしれない。

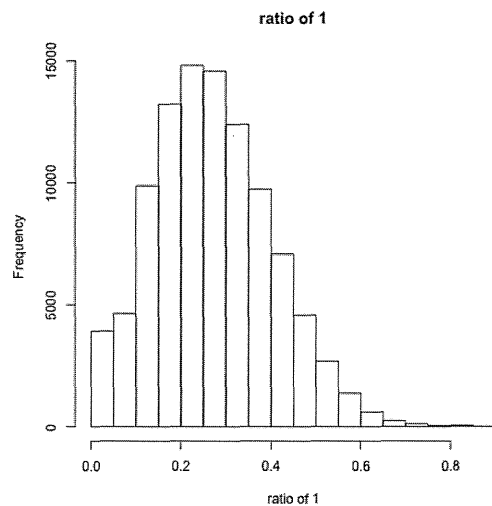


図1. 18歳以上の男性における東京電力福島第一原子力発電所事故後2012年12月20日までの食品の摂取に由来したCs-137による線量のうち、コメからの線量が占める割合

C&D.3 原子力災害後の社会

原子力災害後の社会では、リスクとどう付き合うかが付きまとう。この問いは、難問である。NBC災害一般と比較すると東京電力福島第一原発事故としての特殊性はあるものの、有害物質による環境汚染を伴う災害への対応という観点では、リスクとの付き合いでも、共通するものもあると考

えられる。被災者への支援では、それぞれの方の納得が得られるようなサポートが求められよう。

到底受け入れがたい不条理の中で、それぞれの納得が得られる合意形成を図るには、どうすればよいだろう。食品の放射線安全確保としては、国際的な流通制限の基準の整備の観点で、Codex での見直しの議論も現在進行中であるが、そもそも、国際的な取り決めは原子力災害後の二国間の貿易では、必ずしも尊重される状況ではない。

平時の放射線安全規制での指標と緊急時や現存被ばく状況での指標の乖離を必要なものとして、受け入れられるようになるための手立てとして英国での取り組みから学ぶことは2つあるように思われる。1つ目は、事前に緊急時の対応のあり方をオープンに議論しておくことである。緊急時に、あらかじめ考えておいた通りに指標を設定することが、理解しやすいように準備しておくことの重要性は緊急時の混乱を回避するという観点からも無視できないように思われる。2つ目は、その指標策定への利害関係者巻き込みである。社会的な課題は、誰かの超人的な努力のみで解決できるものではなく、社会を構成する個人がそれぞれ役割を發揮し貢献する必要がある。今後、わが国での現存被ばく状況下での社会的なルール策定では、英国で取り組まれたような手法を採ることが不可欠となるであろう。

最後に、ここまでの検討を踏まえて安全について考えてみたい。安全を確保したいのは人々の願いであるが、安全とは何かの共通認識化が社会での課題解決に向けて必要であるように思われる。安全とは、リスクが受け入れられる程度と考えざるを得な

いのであるが、それを、客観的あるいは科学的に定義することはできない。なぜなら、受け入れられるリスクの大きさは、主観に基づくものであり、客観的に決めることが出来ないからである。つまり、安全のための指標とは、岸本が述べるように社会的合意に基づく約束事に他ならない。社会的な合意は、おかれている状況にも依存するので、その場での暫定的な合意とならざるをえないこともあるだろう。この観点からも、基準策定において関係者巻き込みが重要であり、現状を踏まえて、決定の質を上げるには、質のよい判断材料の用意が求められるよう。

原子力災害後の社会での中長期的な課題として、現存被ばく状況を私たちがどう生きるかが問われている。現存被ばく状況では、様々な社会的な対立が表面化しやすく、ルールの整備やその運用が困難になる。容易に解決が得られない問題の解決のためには、地域に根ざした放射線防護文化づくりが必要であるように思われる。このことは環境に影響を与えるような NBC 災害とも共通するであろう。被災地への支援としては、地域を支える基本インフラである被災自治体への持続的な支援が求められるが、問題が多岐にわたることから、様々な社会資源を活用することが必要となっている。その観点からも、利害関係者を巻き込み、人々の懸念を丁寧に取り出し、様々な角度からデータに基づきその懸念をみんなで考えるという文化を根付かせることが必要ではないだろうか。

E. 結論

緊急時の食品放射能測定マニュアル、緊

急時の食品の暫定規制値の指針が役立ち、地衛研での日頃の測定経験や関係者のネットワークも有効に機能したと考えられた。その一方で、事故のスケールが想定を超えたことが対応を困難にしていた。英国での事前の取り組みも、スケールの違いでは限界があると考えられたが、消費者の視点を考慮した利害関係者の議論は、日本での実情とも合致していた。このことから、英国での利害関係者を巻き込んだ取り組みは、環境汚染を伴うような災害に見舞われた社会での合意形成の促進に有益であることが示唆された。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

山口一郎. 現存被ばく状況での公衆衛生の課題. 第 39 回日本毒性学会学術年会 プログラム要旨集、2012 年 7 月 17 日～19 日、仙台、 S96, vol 37 supplement 1

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

水・食品の汚染

事態収拾に向けた
国民の健康被害に対する対策

初期の対応の課題

水道

- 事業者側の準備が不足
 - － 測定できる体勢になかった
 - － 放射線防護コミュニティに協力要請
 - ・ 厚労省水道課長名で協力要請文書発出
- 関係者の準備不足
 - － 復旧にあたる水道関係者の士気は高いが...
 - ・ 原発近くでは放射線を恐れて職員が入りづらい雰囲気
 - － 水道協会などに放射線に関する説明
 - － 関係職員の放射線モニタリング対応

食品

- 測定体制
 - － 複合災害により測定システムが使用不可
 - － 大量の試料が発生
 - － 他の自治体などのバックアップ
 - ・ 放射性物質を扱うことに伴う廃棄物問題
- 自治体での介入への躊躇
 - － 流通を制限したくない
 - ・ 原子力災害に直面している自治体に配慮し、対策の必要性などを説明
 - － 測定値を公開したくない
 - ・ 厚労省が率先して情報公開の姿勢を示す

中長期の課題

現存被ばく状況をどう生きるか？

現存被ばく状況での課題

- 様々な社会的な対立
 - － 制度の整備
 - － 地域に根ざした放射線防護文化づくり
- 被災自治体への持続的な支援
 - － 様々な社会資源を活用

機能したこと

事前の準備

- 緊急時の食品放射能測定マニュアル
- 緊急時の食品の暫定基準値の指針
- 地衛研での日頃の測定経験
- 関係者のネットワーク

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

人為災害への体系的対応のためのトレーニングに関する研究

研究分担者 森村尚登 横浜市立大学大学院医学研究科 救急医学 教授

研究要旨

人為災害への体系的な対応を修練するための効率的なトレーニング方法に資する見識を得ることを目的に、3rd International Chemical, Biological, Radiological and Explosives operations Conference (3rd ICOC) 2012 および 7th Singapore International Symposium on Protection against Toxic Substances(7th SISPAT)に参加し、多機関合同シミュレーショントレーニングのデモンストレーションの見学、トレーニングの方法論に関する諸外国の報告の検討、ならびに専門家との意見交換を行った。放射線災害対応のトレーニングにおいて、予防、検知、実際の対応の 3 つに分けて実践していくことの有用性などが報告された。本邦におけるハザード対応の多機関連携訓練が必要であることが再認識された。例えば身近なリスクとして危険物質搬送中車両の事故、化学工場被災などを想定し、対応するすべての部署と密に連携しながら机上訓練、野外訓練を計画し、実践していくことが重要である。

研究協力者

祐森章幸 横浜市立大学救急医学 助教

A. 研究目的

人為災害への体系的な対応を修練するための効率的なトレーニング方法に資する見識を得ること。

B. 研究方法

2012 年 12 月シンガポールにて 3rd International Chemical, Biological, Radiological and Explosives operations Conference (3rd ICOC) 2012 および 7th Singapore International Symposium on Protection against Toxic Substances(7th SISPAT) (図 1) に参加し、多機関合同シミュレーショントレーニングのデモンストレーションの見学、トレーニングの方法論に関する諸外国の報告の検討、ならびに専門家との意見交換を行った。

C. 研究結果

カンファレンスにおいて、近年のテロの

脅威が改めて強調されたうえで、以下のような新しい特徴を有した「New Terrorist」という概念が報告された。すなわち、①破壊性の増大 (Increased destructiveness)、②ネットワーク構造 (Networked structure)、③宗教的次元 (Religious dimension)、④弾力的リーダーシップスタイル (Flexible leadership style : Top-down centralized approach と Bottom-up self-organizing approach の双方) である。

どのタイプの特殊災害においても「原因」の迅速な特定体制の確立の重要性が強調された。化学災害に伴う原因物質特定のための科学的アプローチのみならず、テロリスト特定やそれに関連するテロ手段の情報なども含めた「原因」の特定のためのシステムやアプローチを意味している (Video analytics、Robust CCTV network and Real time analytics、C4I capabilities with strong capability for countering toxic substances、Indoor personnel tracking capabilities (GPS) など)。

また、The Magic Triangle in Nuclear Forensics (Dr. Maria Wallenius、

Research Scientist, Institute of Transuranium Elements, European Commission) と題して、欧州の当該領域のトレーニングに係る団体である EUSECTRA が、放射線事故対応のトレーニングに関して、Triangle of “Training”、すなわち①予防 Prevention, ②検知 Detection, ③対応 Response を挙げた。それぞれについてトレーニングを屋内外で実施することの重要性を報告した (図 2)。

野外シミュレーションとしては、米国とシンガポールの軍隊による合同訓練が実施され、発災から危険物質検知、除染、蘇生、搬送といった一連の手順の訓練方法が提示された (図 3、4)。



図 1 3rd International Chemical, Biological, Radiological and Explosives operations Conference (3rd ICOC) 2012 および 7th Singapore International Symposium on Protection against Toxic Substances(7th SISPAT)

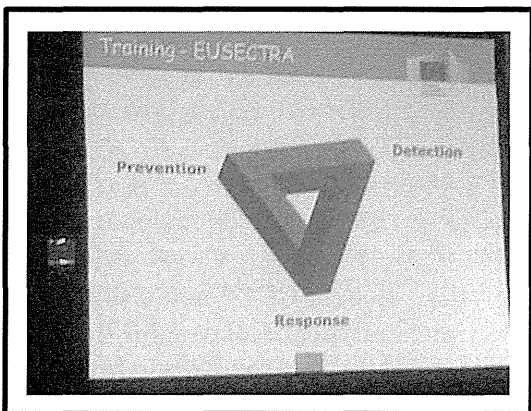


図 2 Triangle of “Training”

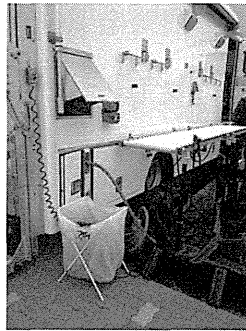


図 3 除染車両側面



図 4 シミュレーショントレーニング (米軍、シンガポール軍合同訓練)

D. 考察

人為災害、特に化学、生物兵器、放射線、核、爆発物による災害への対応について、医療のみならず、軍陣医学の視点からのアプローチについて、各国 (ドイツ、オランダ、フランス、イギリス、シンガポール、韓国ほか) の有識者ならびに専門家と意見交換ならびに情報交換を行い、早期検知、原因物質特定、多機関の円滑な連携による初動のシステム作りのノウハウを学んだ。また「非日常」を日常においてトレーニングする必要性と効果的なトレーニング方法についての知見を得た。特に放射線災害対応のトレーニングは、予防、検知、実際の対応の 3 つに分けてカリキュラムを策定することが有用と思われた。

E. 結論

本邦におけるハザード対応の多機関連携訓練が必要であることが再認識された。例えば身近なリスクとして危険物質搬送中車両の事故、化学工場被災などを想定し、対応するすべての部署と密に連携しながら机