

原子力災害に対応する

医療従事者の基礎的教育と今後の課題

Response to Nuclear Disasters Basic Education for Health Care Workers and Future Challenges

三枝裕美* 村田宮彦**

SAIGUSA Yumi, MURATA Miyahiko

1. 緒言

2011年3月11日、三陸沖を震源とする地震に引き続き岩手県、宮城県、福島県を中心とした沿岸部は巨大津波に襲われ、東京電力福島第一原子力発電所では放射性物質が大気中に放出される事故が生じた。事故後新たに発生した原子力規制委員会は弘前大学・福島県立医科大学・広島大学・長崎大学を高度被ばく医療支援センターに、量子科学技術研究開発機構(量研)を基幹高度被ばく医療支援センターに指定し、福島原発事故の教訓を踏まえた事故への備えが図られている。量研は高度被ばく医療を推進するための中核拠点として、他の高度被ばく医療支援センターと協力・連携し原子力災害への備えと対応を充実させる役割を求められており¹、体制整備に加え、緊急被ばく医療への教育訓練、研修指導や人材育成の強化が大きな課題である。本稿では基礎的研修の内容と今後の課題について概説する。

2. 基礎的な知識を学ぶための研修

原子力災害時の放射線被ばくを伴う傷病者対応である緊急被ばく医療を学ぶ上で基礎となる情報として、原子力防災体制、放射線の物理的特徴、健康影響、放射線からの防護、放射線や放射性物質の検査と除染、安定ヨウ素剤、避難と屋内退避の際に求められる支援に関する講義を提供しており²、その概略の一部を紹介する。

2-1 原子力防災体制

災害発生時には、住民の健康、生活基盤及び環境への影響を最小限に抑えるとともに可及的速やかに地域が通常の社会的・経済的活動に復帰できるよう対応しなければならない。安定ヨウ素剤事前配布等の有事に備えた対策や、有事の際に滞りなく防護措置を展開しうるための区域設定等についての理解も必要である。国や地方公共団体は「災害対策基本法」に基づき防災基本計画を策定し、緊急時の対応と平時の備えを取り決めている。

* 2017年度 医療福祉工学科修了

** 医療福祉工学科 教授

原子力施設においては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」や「原子力災害対策特別措置法」等に基づいた様々な対策が講じられている。図1は講義スライドの一部である。

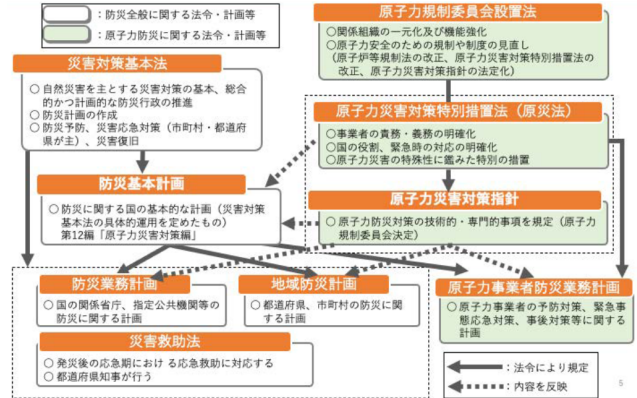


図1 原子力災害に関する主な法令及び計画

2-2 放射線の影響

被ばくした放射線のエネルギーを示す吸収線量 (Gy) だけでなく、人体の各組織や臓器への影響は等価線量 (Sv)、全身への影響は実効線量 (Sv) で表される。放射線がDNAを損傷した場合、遺伝子修復機構が機能するが、修復し得ないこともある。大量の放射線を被ばくした細胞が陥る細胞死が組織・臓器の多くを占めれば組織反応(確定的影響)による急性影響をきたす。遺伝子修復のエラーは突然変異を生じ、発がん等の確率的影響の起源となる。組織反応には閾値があり、被ばく線量に応じて重篤度が増す一方、確率的影響には閾値がなく、被ばく線量に応じて頻度が左右される。短時間に大量の放射線を被ばくすると命にかかわる急性放射線症候群を呈し、局所被ばくでも難治性の障害を生じ得る。このような放射線健康影響の理解は、被ばくした人のリスク評価や治療方針立案のためにも欠かせない。図2は講義スライドの一部である。

症状と治療方法	軽度 (1-2Gy)	中等度 (2-4Gy)	重度 (4-6Gy)	非常に重度 (6-8Gy)	致死的 (>8Gy)
嘔吐	発現時期 発現頻度	2時間以降 10-50%	1-2時間以降 70-90%	1時間以内 100%	30分以内 100%
下痢	発現時期 発現頻度	なし -	なし -	軽度 3-8時間 <10%	重度 1-3時間 >10%
頭痛	発現時期 発現頻度	軽微 -	軽微 -	中等度 4-24時間 50%	重度 3-4時間 80-90%
意識	発現時期 発現頻度	障害なし -	障害なし -	障害なし -	障害の可能性 -
体温	発現時期 発現頻度	正常 -	微熱 1-3時間 10-80%	発熱 1-2時間 80-100%	高熱 <1時間 100%

(IAEA/WHO Safety Reports Series No.2 "Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries".1998.Viennaに基づき原子力施設等防災専門部会が作成)

図2 急性放射線症の前駆症状

2-3 放射線防護

国際放射線防護委員会 (ICRP) は、「正当化」、「防護の最適化」、「線量限度」の3つの概念を防護の柱としている。リスクの容認は合理的に可能な限り低くというALARA (As Low As Reasonably Achievable) の法則、そして線量限度の基準が適用されている。場の安全性評価の指標である空間線量率 (Sv/h)、表面汚染評価のための計数率 (cpm)、個人被ばく線量 (Sv) 等、目的に応じた測定と評価が必要である。個人被ばく線量計は、検出面を外側に、男性は胸部、女性は腹部に装着し、携帯電話等の電磁波を発生する機器に近接させない。外部被ばくの防護三原則は「時間」、「距離」、「遮蔽」である。例えばCo-60のγ線に対する半価層は鉛で1.2cm、Cs-137のγ線に対しては0.7cmであり、X線検査時に用いる鉛エプロン(鉛当量0.5mmPb等)では遮蔽効果は期待できない。内部被ばく防止のためには、的確な汚染把握と拡大防止、開口部、創傷部からの侵入防止、状況に応じたサージカルマスクや、防塵マスク、吸収缶付き半面・全面マスク等により吸入防止を行う。汚染の付着・拡散防止のためには防護衣、マスク、ゴーグル、二重のゴム手袋、靴カバー等の適切な装着と脱装が必要である。患者対応のためのゾーン設定と、出入管理により汚染を封じ込める。大規模原発事故では、屋内退避や避難による住民の放射線防護を要することもあるが、過去には避難による介護・医療途絶のために死亡した例もあり、総合的なリスク管理を忘れてはならない。このように、有事の対応のためには、患者対応の際の防護はもちろん、事故の際の住民防護についても理解することが必要である。図3は講義スライドの一部である。

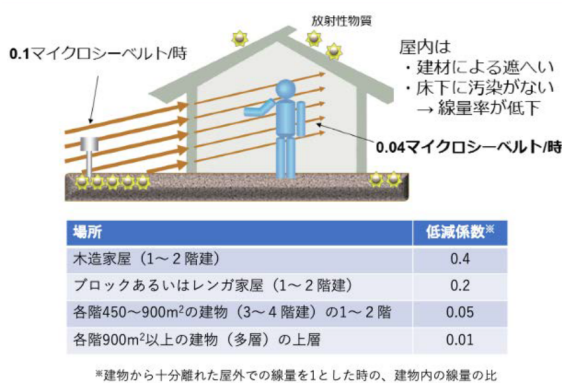


図3 屋内退避と遮蔽

3. 課題・展望

原子力防災体制や、物理学・医学的な放射線の理解、防護の方法論は、物理学の素養がある場合には理解を得やすいが医療従事者対象の研修では適切な比喻やわかりやすい説明も要する。基礎知識を有する場合でも、放射線事故対応は稀であるため復習が不可欠である。要点を漏らさず理解するためにも、理解しにくく誤解しやすい箇所を把握する必要がある。そのためにはテストによる客観的評価のみならず主観的理解を確認するためのアンケートも効果的であり放射線の理解度評価をリスクコミュニケーションに利用した研究も数多い³。原発事故直後はメディアの報道によって世間の関心は高かったが、時間経過とともに低下した。福島原発事故後には放射線医学研究所(当時の放射線医学総合研究所)が放射線健康不安対応窓口を開設し多くの相談が寄せられたが⁴、現在は相談件数が減少しメール問い合わせ窓口のみとなっている。放射線の専門家の対応は不可欠ながら、原子力災害では身近な医療従事者が住民の信頼する情報源となる可能性が高い⁵。原子力災害に対応できる人材育成のみならず、有事に頼られる医療従事者が適切な情報源となりえるために基礎教育のあり方を問い続けることが重要である。

4. 謝辞

本投稿は「令和3年度原子力災害医療費補助金(原子力災害等医療実効性確保事業)」により実施した原子力災害医療基礎研修に基づいております。

5. 引用文献

- 1) 原子力規制委員会. 原子力人材育成等推進事業費補助金(原子力規制人材育成事業)
(検索日 2021. 10. 25)
<https://www.nsr.go.jp/nra/chotatsu/hojyokin/20210715.html>
- 2) 平成30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
- 3) 三枝裕美. 伊方原子力発電所周辺住民における放射線リスク認知調査. 日本衛生学雑誌(0021-5082)73巻 Suppl. Page S236(2018. 03)
- 4) 放射線医学研究所. 放射線被ばくの健康相談窓口
(検索日 2021. 10. 25)
<https://www.qst.go.jp/site/qms/40581.html>
- 5) Kohzaki M, et al. J Radiol Prot. 2015 Mar;35(1):N1-17.