

**過去の急性放射線障害の事例及び検査に関する医学的指針
(前川委員提出資料)**

1. JCO 臨界事故での急性障害の概要

1) JCO 東海事業所の転換試験棟では、高速増殖炉「常陽」の燃料として濃縮度 18.8%、ウラン濃度 380U/L 以下の硝酸ウラニル溶液を製造することになっていた。2 人の作業員が質量・形状を制限し製造するべき作業工程から逸脱して、異なった容器内でウラン溶液を溶解し、かつ制限量以上の硝酸ウラニル溶液を注入したために 1999 年 9 月 30 日 10:35a.m.頃、溶液は臨界点に達した。壁を隔てて廊下にいた作業員を含め 3 名が高線量の被ばくを受けた。現場から国立水戸病院（当時）に搬送され、さらに放医研に転送された。

2) 線量評価

・放医研での線量評価（臨床症状、特に前駆症状の発現時期、末梢血リンパ球数の推移、吐物・血液中の ^{24}Na の濃度、末梢血 T リンパ球における染色体異常分析）では、

放医研での線量評価（単位：GyEq）

	A 氏	B 氏	C 氏
血液中の ^{24}Na の測定	18.4	10.4	2.53
末梢血のリンパ球数の減少	> 10	8 前後	3~6
染色体分析（放医研法）	24.5	8.3	3.0

3) 臨床症状

3 名の作業者は急性放射線症候群(Acute Radiation Syndrome:以下 ARS)を発症した。

前駆症状：

A 氏：被ばく直後に一過性の意識喪失、被ばく 10 分後に嘔吐、被ばく 70 分後に下痢、

B 氏：被ばく 30 分後に嘔吐

A 氏における急性臓器障害

- ・唾液腺障害：被ばく当日、耳下腺の腫脹、圧痛あり。
- ・血管透過性の亢進：被ばく後第一週には全身の浮腫、胸水・腹水の貯留、肺水腫となり人工呼吸管理を開始。
- ・骨髄障害：骨髄不全を早期に発症、被ばく後 6、7 日目に実妹をドナーとする末梢血幹細胞移植を行い、被ばく後 16 日に移植細胞の生着を確認するも、その後は大量出血、大量輸血、血球貪食症候群などにより再び骨髄不全に陥る。
- ・皮膚障害：ほぼ全身に広がる皮膚障害、被ばく直後から皮膚の紅斑と腫脹あ

り、身体の異なった部位で局所皮膚の吸収線量依存性に、紅斑・腫脹 落屑、水疱形成 表皮剥離 最も線量の高い部位では乾性壊死と経時的に変化した。同種培養皮膚移植を行うも生着せず。

・消化管障害：被ばく後 26 日目頃より大量の水溶性下痢が始まり、被ばく後 7 週に大量の消化管出血が始まり、止血不可能であった。

B 氏における主な急性障害

・骨髄障害：骨髄不全を早期に発症、被ばく後 9 日目に臍帯血移植を行った。骨髄機能の回復は早く、臍帯血移植後 15 日目には白血球数は $500/\text{mm}^3$ となり、患者自身の血球と移植した血球の混在が持続したが、最終的には自己造血能が回復した。

・皮膚障害：体表面積の約 40% で深達性 II 度熱傷、被ばく後 81 日目に両上肢に同種屍体皮膚移植を、89 日目に下肢に、123 日目に顔面に培養皮膚の移植が行われた。

C 氏：

骨髄障害：好中球が被ばく後 21 日目に最低値になったが、G-CSF の投与で自己造血能は回復した。急性障害ではないが確定的影響の白内障については、2002 年 2 月頃から視力障害を訴え始め、被ばく後約 3 年の同年 8 月に両側白内障の手術を受けた。

転帰

A 氏は被ばく後 82 日目に、B 氏は 210 日に死亡。C 氏は存命中。

持続していた臨界状態を終息させるための緊急作業に従事した作業者の被ばく線量は、水抜きに携わった作業者では $3.8\sim 48\text{mSv}$ 、ホウ酸水注入に携わった作業者では $0.7\sim 3.5\text{mSv}$ で急性障害の発症はない。

2. チェルノブイリ事故での急性障害の概要

1) 事故の概要（略）

2) 緊急作業者の急性障害

・事故後最初の数日間に現場（On-site）で緊急作業に従事した者：約 1000 人といわれる。

・事故直後には 237 名で症状から ARS が疑われ、キエフ及びモスクワの病院に収容された。最終的には 134 例が ARS と診断された。この内、28 例が事故後 4 ヶ月以内に死亡（他に 2 例が被ばくとは関係なく外傷により事故直後に死亡）した。

・これらの患者での主な被ばく形式は、高線量率での全身の外部被ばく ($0.8\sim 16\text{Gy}$) と 線熱傷であった。内部被ばくは比較的軽度であり、また中性子

線による被ばくは無視できる程度であった。

- ・ 骨髄障害は ARS 患者全例に認められた。
- ・ 同種骨髄移植が 13 例で、胎児肝細胞移植が 6 例で行われた。
- ・ 消化管症候群は 15 例に、放射線肺臓炎は 8 例に認められた。
- ・ 重篤で広範な 熱傷は 19 例に認められた。これらの患者の皮膚吸収線量は 400~500Gy と推計された。多くの患者では 熱傷が死因であり、ARS の重症度と関連した。

・ 被ばく後 14~23 日の間での死亡では、15 例が皮膚ないしは消化管障害により、2 例が肺臓炎で死亡。被ばく後 24~48 日の間では、6 例が皮膚または肺障害で死亡、2 例が骨髄移植後の感染性合併症で死亡（1 例はおそらくサイトメガロウィルス感染による広範な間質性肺炎により死亡）。被ばく後 86~96 日の間では、2 例が皮膚障害の感染性合併症と腎障害で死亡、被ばく後 112 日目に 1 例が脳出血で死亡した。

3) 原子力発電所及び周辺地域で除染処理作業を含む復旧作業に従事した者及び一般公衆における急性障害の報告はない。

3. 急性放射線障害に関する検査に関する医学的指針

医学的指針と言うほどのものはないが、以下の諸検査は急性放射線障害の診断のためのコモンセンスである。

1) 検査の目的： 被ばく線量の推定、 合併損傷の診断、 トリアージの根拠

2) 血液検査

血球検査 (CBC)

- ・ 被ばく後最初の 24 時間、4~8 時間毎
- ・ その後は 12~24 時間毎

白血球分画 (特にリンパ球数、好中球数の推移)

血小板数、赤血球数 + 網状赤血球数

血液生化学検査

- ・ 合併損傷・疾患の診断、
- ・ 被ばくの有無 (血清アミラーゼ値)

血液型

組織適合性試験 (HLA 試験)

染色体異常分析

その他、放射線による臓器障害のマーカー

- ・ Flit-ligand 濃度：残存する造血機能の指標
- ・ 血漿シトルリン値：減少は小腸粘膜の障害の指標

- ・ IL-6, CRP : 被ばく線量と相関

2) 尿、便検査

- ・ 尿一般定性、沈渣
- ・ 内部被ばくを疑われる時は蓄尿、蓄便(bioassay)

4) 臨床症状の聴取

- ・ 前駆症状の有無と発現時期
前駆症状：嘔気、嘔吐、下痢、頭痛、発熱、唾液腺の腫脹・圧痛、一過性の意識障害
- ・ 特に、嘔吐の発現時期から被ばく線量を推計することが勧められている。
- ・ 合併疾患、損傷による症状

5) 全身理学検査

- ・ 合併損傷・疾病の診断
- ・ 皮膚紅斑、腫脹の有無、広がり（放射線による皮膚障害の最初の徴候）

6) 補助診断法

- ・ 単純 X 線検査
- ・ 超音波検査（腹部、心臓）
- ・ CT, MRI
- ・ サーモグラフィー

4. 参考資料

- 1 . A Review of Criticality Accidents 2000 Revision. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, 2000.
2. Waselenko JK, et al.: Medical management of the acute radiation syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. Ann Intern Med.2004;140(12):1037-1051.
3. Goans RE, et.al: Early dose assessment following severe radiation accident. Health Phys 1997;72:513-8.
3. Fliedner TM, et al. British Institute of Radiology (eds) Medical management of radiation accident-manual on the acute radiation syndrome(METREPOL European Commission concerted action). Oxford, 2001.
4. Palma C, et al. (eds): TMT Handbook-Triage, monitoring and treatment of people exposed to ionizing radiation following a malevolent act. Lobo Media AS, Norway, 2009.
- 5.The medical aspect of radiation incidents .REACTS/TS.
www.ornl.gov/reacts
6. Proceedings of International Symposium on the criticality accident in

Tokaimura- medical aspects of radiation emergency. National Institute of Radiological Sciences, Chiba, Japan, 2000.

7. Radiation Emergency Medical Management(REMM): www.ewmm.nlm.gov

8. Gusev IA, et.al (eds): Medical management of radiation accident 2nd edition. CRC Press LLC, Boca Raton, 2001.

9. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts And Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine The Chernobyl Forum: 2003–2005 Second revised version, IAEA, 2006.

10. UNSCEAR, Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2008 Report to the General Assembly, Vol. II with Scientific Annexes. United Nations, New York.