解	説
---	---

緊急事故時の皮膚除染の問題点

原 勢 千恵子*1

(1988 年 7 月 5 日受理)

Decontamination of Skin in Emergency Situation

Chieko HARASE*1

KEY WORDS : decontamination, skin, emergency, Chernobyl accident

1. はじめに

1987 年度の放医研シンポジウムは、前年に起きたチェルノブイリ原子力発電所事故時に、日本国内で行われた種々の作業の総括と反省を、事故の記憶の鮮明なうちに関係者全員で改めて考えてみよう、という趣旨から「緊急時の被曝評価と医療」というテーマになった。

シンポジウム開催時はすでに郷里で隠居の身である私に、皮膚除染について話すように中尾 恵実行委員長より指示があり、果してこのテーマに沿い、意とするところを伝えられるかどうか不安であったが、一応分担を承諾して退職した。シンポジウム開催までの時間のたつ早さは在職中以上で、この多忙さも若い人たちが老人を励ましてくださるご好意と感謝し、関連する事項を纏めてシンポジウムで報告した。

シンポジウムでは、(1)除染スタッフ、(2)除染場所、(3)体表部位と除染剤・器具、(4)汚染の形状と経過時間、に分け(3)を中心に口演した。どこの事業所でも以前の私と同様の職種の人は通常はすでに作成されてあるマニュアルに従って行動することが基本として身についておられ

ることと考えるが、緊急時の場合に必要なのは現場作業者の経験に裏付けされた判断と行動であって、マニュアルもそれなしでは生かされないことを今回、痛感させられたので、僭越を承知で(1)と(2)を現場からの希望を込めて述べ、次いで一般の身体表面汚染除去法の一例としてチェルノブイリ事故当時にキエフ（チェルノブイリ南方 150 キロ）周辺を団体旅行し、帰国時に放射能汚染が発見された集団に対しての除染経験について述べる。

ここでは悪しき先人の轍を踏まないでいただくために敢えて裏側でのもたつきや反省（後悔）などの部分を正直に申し上げるので、その辺をお心得くださって読み流していただければ私には有難いことである。なお、近々報文集が刊行されるので、ぜひこれとあわせて御一読いただきたい。損傷皮膚の除染に関しては「放射線事故の緊急医療—RI 使用施設から原発サイト」¹⁾を参照いただければ幸いである。

2. 除染スタッフ構成上の問題点

悲観論を最初から出すのは本意ではないが、現実にはまず人材不足がある。医師、ヘルスフィジストともに恐らくどの事業所でも皮膚除染の専従者はおられないのではないと思う。チェルノブイリ事故は論外の沙汰としても、古くはウィンズケール、近くは TMI のような事故経験のないことの裏返しで、緊急時対策はマニュアル作成と事故想定訓練に留まっているからである。その上、これに係わる人は医療に放射線管理にと日常業務に忙殺されており、こと人々を一堂に集めての総合訓練

*1 放射線医学総合研究所放射線安全課；千葉市穴川 4-9-1 (〒260)

現住所：桐生市境野町 7-226-1 (〒376)

Section of Health Physics, National Institute of Radiological Sciences; Anagawa 4-9-1, Chiba 260, Japan.

Present Address : 22-6, Sakaino-cho 7-chome, Kiryu 376, Japan.

は一事業所内でも限界があり、地方や都市単位での連携訓練など、現状では実現性は少ない。それにもまして緊急救急作業の難渋性を諸氏は知りぬいておられるし、自ら手を挙げてチーフになってくださる奇跡な方は希有である。と述べてくるとまったく絶望的と落胆される方も多いかも知れないが、将来は大きく変化するのではないかと希望を私は持っている。今回のシンポジウムでの最大の収穫は三菱神戸病院の衣笠達也先生が米国で緊急医療を本格的に受講され、帰国後放医研その他で関係者の指導をすでに開始されていることが紹介されたことだと考える。

緊急時の皮膚除染は医療と切り放せないで、総括リーダー、チームリーダーとも医師が最適であることは誰もが承知ながらその適任者を得ることが困難であった。こういった現状で衣笠先生のような存在は大きく、心強い限りである。無論先生も超多忙の毎日と推察するが、主として発電所放射線安全管理担当者を対象とする放医研のコース以外にも医師向け、医療技師向けなどの講習課程が所を得て行われれば、と期待している。また、汚染の検出に欠かせないサーベイメータの扱い、その測定値による状況判断と処置方法の決定などを短時間内に作業し得る人は非密封放射性物質を取り扱う現場には結構おられるはずである。たとえば私の身近では小泉勝三氏もその一人で、キエフ周辺旅行帰国者に対する種類の作業も精力的に実施され、長年の蓄積による底力を見せられた。私たちも彼に啓発されるところが大であった。これら現場のエキスパートと緊急医療をマスターされた先生方がチームを組まれたらとの願いが実現できれば今回のシンポジウムを開催した意義は大きいし、参加された多くの関係者各位にも一歩前進の希望が生まれる

のではないかと期待している。参考のために第1表に現状として理想と思われる除染チームの編成例を示した。

3. 除染場所の選択について

除染対象者は玄人、つまり何らかの形で放射線作業に係わっている人と一般人に区分されることはすでに周知のことであり、いわゆる職業人の除染は各事業所のマニュアルが最大の手引となるのでここでは除外する。問題は一般人の除染である。除染場所の選択と確保、除染チームの編成と手段の統一などの実施方法確定前に、事故への不安とある種の被害意識で平静さを失っているであろう一般人に、安全性、身体表面除染の必要性の説明などとともに、その除染場所での移動や脱衣、着衣の指導などいかに行き届いた説明・説得ができるか、これは模擬訓練だけでは困難である。キエフ周辺旅行帰国者の除染に際し、私とサポートしてくれた男性技術者が最初に申し合わせたことは「できるだけ不安心を除く」、「最低限の時間で効率良く除染し、心身の負担を大きくしない」であった。結果的には除染チームはわれわれだけ、甲状腺測定も簡易型機器一台だけで、しかも第三便（旅行団は3便に分かれて成田空港に到着した）の方々の到着が遅れたこともロスタイムを大きくし、後の方々には気の毒であった。除染対象者は無事帰国できた安堵感で落ち着いておられ、中には「われわれは遊びに行って事故にあったので仕方がないことだが、皆さんの連休を潰すことになって申し訳ない」といわれる方もいて、この一言で前半5時間、後半8時間立ち通しの作業も十分に報われる思いがした。キエフ周辺旅行帰国者の除染は確かに一般人の除染ではあるが、背後の心情は国内事業所の事故時とはまったく異質で参考にならない、と理解されたい。この経験から判明したことは、

第1表 除染スタッフの構成

除染対象グループⅠ（事故現場関係者）

除染対象グループⅡ（付近居住一般人の集団）

このような小編成チームを被除染集団の規模に応じて確保する。

(1) 最初に身体内外に障害を受けている人を、汚染のみで身体は健康な人達から分離し、医療を主体とした救急チームに委ねる。

(2) 除染対象者の人数により、除染チームは小編成、場所はかなり拡大して流動的に活用しても作業はできる。

(3) ただし(2)の場合、除染に使用した器物は終了後、迅速に事業所内または関連場所に回収する。

(4) 除染水は希釈放流が可能であればおそらく問題はないはずである。

しかし、これもその時点での世論のあり方次第で後の論争事項にならなければ、の話である。場所の選択も作業の機能性より一般人の心情への配慮から決定せざるを得ないであろうし、これについては平常時に多重候補を選択しておられる筈と思うが…。

キエフ周辺旅行帰国者の除染に救急医療棟を選択したのは甲状腺測定には好都合であったが、皮膚除染にはRI実験棟入口の除染場所の方が適していた。ここでは流しが足、手用に分かれており、スペースもゆとりがあって奥にはシャワーも設置されているため、足の除染だけでも一人応援が求められたからである。ちなみに過去に緊急救急訓練を受けたナースが介助に参加したが旅行者は健康人のため、残念ながら彼女の出番はなかった。彼女の目には除染対象者が「患者」と映るらしく、除染場所以外にあって旅行者に問診した医師が作業班のチーフであるとの認識が先行して、除染場所内でのチーフである私の指示や作業の位置づけが理解できないようであった。このため、除染作業は終始私と前述の男性技術者だけで行うことになったが、除染場所外では緊急作業班

には属していないが本部作業員として臨時に召集された技術部の男性たち、核医学診断部門の婦長、中央材料室のナースの方など除染機材の補充、旅行者の誘導などにまさに縁の下の力持ち的作業を黙々として行い、私達を支えてくれたことを明記しておく。

また、非常時には誰が有能かがよくわかり、それが日常作業時能力、積算量ともよく対応することに感銘を受けた。余分なことを、とのご批判を承知で書いているのはいかにすぐれたリーダーがおられても、その場所の条件(施設能力、付帯設備、機器の配置など)を熟知していて簡単な指示でもリーダーの手足同様に動けるスタッフを多数養成していないと実働は苦しくなることを強調したいためである。私は現在の各事業所の安全対策を信頼しているが、十年後には生ずるであろう事業所の施設の老朽化、これらの保守管理に携わる人の問題、あるいは事故収拾に必要なエリアの確保などがどの様に推移するかについては一抹の不安を抱いているのも事実で、これこそ本当の老婆心に終るように、と切望している。

技術面のみで結論すれば一般人の除染場所は待機場所、脱衣とサーベイ場所、温水シャワーが使用できる洗い場、着衣とサイロイドの測定場所等が途中で交錯することなく連続して流れるように行えれば、公共あるいは学校の体育館やスイミングスクール施設等まで拡大利用できる、と考えている。第2表に一般的に必要なと考えられる除染場所と設備を一覧したのでこれも参考にしたい。

4. キエフ周辺旅行帰国者の皮膚除染作業について

緊急時作業者が召集され、前日まで繰り返し行われた打ち合せで上層部が一番苦労されたのは、もたらされる

第2表 除染場所と設備

除染対象グループⅠ(事故現場関係者)に必要な場所と設備

非密封 RI 取り扱い施設と医療施設が直結している機関が望ましい。

(大部分の国公立病院、医科大学、総合大学、一部研究所等が該当)

A) 汚染者に必要な設備

汚染流し(頭髮、手足の部分洗いが可能な構造が理想的)

更衣場所、体表測定場所、体内測定室、診療・入院設備、汚染衣類、荷物等の保管場所、試料調整・測定室、排気・排水浄化設備・モニタリング設備等。

B) 除染担当者に必要な設備

更衣室、体表測定室、流し、シャワー、観察室、記録室、機器材料室。

除染対象グループⅡ(付近居住一般人)に必要な場所と設備

グループⅠに同じ。

その他、汚染者数が多く、汚染濃度が低い場合であれば除染で排出された洗浄液、器材を一時別途保管の後処理が可能であれば一般公共施設でも応急除染はできる。

情報量の少なさであったと思う。科学技術庁、外務省の担当者のご苦労は察するに余りあるが、これを受けた放医研側の困惑も大きかった。結果として緊急時作業関係者のほとんどが成田に出向き、本部である放医研には私たち2名と病院勤務中の数人が、体表汚染者が輸送された場合に備えて待機した。あの時点での情報量から見てこの判断が間違いとはいえないが、計3便の航空機の乗員がもう一桁上の体表汚染を持って帰国したならば当然成田の現場も大混乱するだろうし官用車での輸送も間に合わず、加えて除染場所の不適合もあって、果して除染作業ができたかどうか疑問である。

作業は深夜まで及んだが、幸いに第一便、第三便合計で15名の除染で済んだこと、第一便のように予想以上の高除染結果が得られたこと等で目的とする除染作業は遂行できた。第一便の方を迎えて私達はその人の持参した成田でのサーベイ結果を見ながら成田と同一方法でもう一度サーベイし、除染を開始した。以下にその順序を述べる。

(1) サーベイ後、除染場所（シャワー流し場、カーテンで仕切りしてある）の前に応急的に用意した衝立で囲んだ脱衣所内で自分で脱衣させ、流し場に入ってもらう。

(2) 流し場に置いた発泡スチロール製の代用腰掛けに掛けさせ、両手を前に出す姿勢にする。腰掛けは後で解体廃棄。

(3) 温水、洗剤（一般的な洗剤）ブラシで両手を手首から15cm程度上まで万遍なく洗い、タオルで水分をよく拭き取る。（重金属汚染に際してはオレンジオイル溶剤が皮膚除染剤として優れた効果を示す²⁾）。

(4) その手で両耳をしっかり封じ、腰掛けたままできるだけ上半身を前に突き出す姿勢にし、顔は下向き、眼は閉じてもらう（身体に頭部の除染水をなるべく流し下げないため）

(5) 液体洗剤（一般人なので男性用のハードタイプシャンプーを使用）、コーム、ブラシ、温水で洗髪し（第三便の人は2回繰り返した）、タオルで十分水分を取ってからディスポ用ヘアキャップで一時カバー。

(6) 温水で湿らせたガーゼで顔面を額から順次下方へ清拭。ガーゼは逐次交換。毛穴に逆らわず洗剤は微量使用、外耳も同時に拭き取る。眼の周囲は特に注意して作業し、成田からの連絡書で頭部の汚染濃度の高い人は綿棒で耳の内部（耳垢の溜るあたりまで）と鼻孔も温水併用で清拭。

(7) 首筋、肩、背中を洗い、両ひざから下も洗った後、胸、腹部、股間、大腿部などは私の指示で当人が洗い、

最後に頭部を除いて全身を温水で洗い流してバスタオルで身体を包み、洗い場から着衣場所（臨時に設置したロールペーパーを敷いた囲いの中）に出て全身をタオルで拭く。

(8) 救急医療棟にある作業用ディスポ用下着、上着を着用させ、丸椅子に腰掛けさせてドライヤーで頭髪を乾燥させた後、除染後の頭部、甲状腺周辺のサーベイを行い、風邪防止用に希望者にはヒューマンカウンタ室から借り受けたバスローブを着用させ、隣室の簡易型ホールボディ測定室へ誘導。

以上が当日の除染作業行程で、一人当りの除染時間は15分であった。緊急時医療体制の総活責任者である中尾障害臨床研究部長との事前の打ち合わせで、時間経過から見て完全除染は無理かもしれないが、可能な限り表面汚染は除去する。ことに、甲状腺測定を控えているので除染後はできるだけクリーンな状態に保つ、等の意見を交換しての作業であった。除染結果を第3表に示したが、この作業についても簡条書に多少補足すると、

(a) 救急医療棟の除染室には大きな流しが一台あったが、重傷者用に水栓に種々の装置を取り付け工事中で、給排水とも不良で使用できなかった。やむを得ずシャワーだけで作業したが、旅行者の大部分は女性で、私が終始作業をすることになったため、上記流しは使用せず、最初に思ったほど作業に影響しなかった。

(b) シャワーからは十分な温水が得られ、除染廃液は付帯の貯溜槽に入るので問題はなかった。私は最初、旅行者に不安を与えまいとして白木綿の袖付きエプロン、足はビニールスリッパ、頭部も白木綿の三角布を着用しただけで作業したが、第一便の方の除染作業終了時点で全身に浴びた飛沫で、部分的には下着まで濡れたため、後半の作業には医療用防水エプロン、長靴、マスク（一般用、口内に飛沫が入るのを防止するだけ）等を使用せざるを得なかった。成田から届いたデータで自分自身の二次汚染の警戒は不必要と認識していたが、それには関係なく狭い洗い場の作業には閉口した。

(c) 2人だけのスタッフで15分/1名の作業ができたのは1人でコールド、セミホット、サーベイ係の3役をこなしてくれた石澤義久君の頑張りのおかげである。彼とは養成訓練部実習指導、非密封RI安全管理作業等で長年コンビを組んでいたため、私の仕事の組立て方が素早く理解でき、除染も2人目の方からは指示をする前に器材が順序よく洗い場に差し入れられる、という見事な対応ぶりであった。また、タオル、バスタオル、バスローブ、吸収紙、除染後の処理用品等の器材を外にいる技術部の仲間に依頼したり、自分で調達してきたり、除染

第3表 チェルノブイリ事故当時キエフ周辺旅行帰国者の¹³¹I 等による頭髮汚染除去データ

区 分	個人記号	性別	年齢	頭髮測定値 (空港, 除染前) net cpm	頭髮測定値 (放医研, 除染後) net cpm	除去率 (%)
第一便	A	W	65	420	0	100
	B	W	61	420	0	100
	C	W	49	520	0	100
	D	M	73	1,620	0	100
	E	W	54	100	0	100
	F	W	50	920	220	76
	G	W	72	70	20	71
第三便	H	W	66	920	920	0
	I	W	66	1,720	470	73
	J	W	66	920	420	54
	K	W	31	620	220	65
	L	W	45	520	420	19
	M	M	72	620	420	32
	N	M	72	0	170	0
	O	M	50	420	320	24

測定器：GM 型表面汚染計（BKG；80 cpm）．ティッシュペーパーを頭髮に当てた上から概ね密着状態で計測

室外に出られない私に不足のないように供給してくれたのには大いに助かった。他方では病院でもガーゼその他の器材供給に努力された方がおられたことを後に聞いたが、私たちは特には要請はしておらず、どの命令系統からでたのか不可解なことであった。損傷皮膚の除染ではないため、滅菌リネン類は必要とせず、こんな些細なことでも緊急時には笑えない手違いとして起こるものである。

(d) 除染後、ディスボ用下着を着用させたのは甲状腺測定のため各自の汚染の疑いのある衣服の再着用を避ける必要があったからであったが、中にはその下着の上に衣服を着用して帰郷を希望された方もおられた。また、頭髮洗淨後の自然乾燥を待つ時間がなく、髪が濡れているのは測定に支障を来すこともあって不本意ながらドライヤーを使用した。今回の経験で、突然の避難に続く除染やサーベイを実施するには除染対象者の人数にもよるが、膨大なリネン類の必要性を実感した。

(e) 除染後、隣室の測定担当者へは本人のどの部分に残留汚染がどれだけあるのかの報告は必ず行ったが、本人には無用の不安を与えないために積極的の通知は行わなかった。同様の配慮からサーベイメータのアラームも最初から off にして使用した。われわれ職業人には当然のことでも一般の方には思いがけない刺激や不安を与えるものである。

(f) 汚染者の両手を最初に洗ったのはシャワー室が狭く、担当者が複数で入る余裕がなく、加えて2人だけのチームでは本人の協力なしでは作業が進行し得なかったからである。また、流し場以外に深い層のシャワーノズルが使用できる流し場があれば、もう一名外部から応援を求めて洗髪を最初に行えた（脱衣の前なので男性の作業も可能）。

いずれにせよ施設が重傷者向けに設計されているため健康人用にはかえって不便だったことも経験としては貴重であった。

(g) 除染後の汚染濃度については、前述の小泉氏の応援を得てサーベイメータの検出効率、汚染面積の限定、対象核種の絞り込み、その他の補正を試みて安全側の評価を所内の報告書には記載した。しかし除染までの経過時間を考慮すると残留放射能の50%程度は体内へ移行したものと考えられ、体内移行の早いヨードをおもな汚染核種とすると表面汚染としてこだわる意味はあまりないと判断したため、シンポジウムの口演では省いた。

以上、長々と私見を述べさせていただいたが、諸氏は文献とデータの山の中に埋もれる機会は豊富と推察するので、時にはこのように床を這い回ってゴミを片付けるような話にも興味を示されるのではないかと勝手に期待した次第である。今回の作業を振り返り、59歳の老婆が長時間にわたり、一滴の水も飲まず、トイレにも行かず

(行けず)、半ば中腰の姿勢のまま作業を続け得たことはやはり異常な事態であったからこそ話、と思わざるを得ない。しかし、この拙文を読まれる各位は働き盛りで、高度な安全技術を実践中のエキスパートなので、いざという時には私のような健康、体力上の不安もなく的確に対処されるものと確信している。貴重な紙面を冗長な雑記のみで埋めてしまい、読者諸氏、編集委員諸氏にも深くおわびする。

最後に申し上げる。すべての緊急作業用手引書が新しいま、ほこりを被って書棚に静かに眠る日々の続くこ

とを悪夢のような一日を過去に体験した隠居が北関東の田舎で心から祈念していることをお忘れなく。

参 考 文 献

- 1) 放射線医学総合研究所監修・中尾 恵編；放射線事故の緊急医療—RI 使用施設から原発サイト，ソフトサイエンス社，東京（1986）.
- 2) 鈴木研一，村上周治，藤田義夫，伊藤 誠；日本保健物理学会第31回研究発表会講演要旨集(1986)．