皮膚除染実習とその結果

安中 秀雄*, 和達 嘉樹**

(1976年 4月17日 受理)

Training of Skin Decontamination and Its Results

By Hideo YASUNAKA and Yoshiki WADACHI

In the nuclear power and radioisotope handling facilities, one of the most important problems is a radioactive contamination on skin. Hand skin contamination occurs very often in the operation area and such surface contamination must be removed as soon as possible to prevent an internal contamination.

From 1967 to 1975, training courses for skin decontamination had been held with total 536 of trainee based on the radiation protection manual at the Ōarai Research Establishment of JAERI. In the training courses, fresh pig skin samples used instead of human skin were contaminated with ^{137}Cs , ^{131}I , ^{85}Sr , ^{60}Co , ^{144}Ce , ^{89}Y , ^{239}Pu , fission products and activated metal corrosion particles, respectively. These samples were washed practically by each trainee with the skin decontamination method recommended in the manual.

Results obtained in the training showed that such training itself is a significant work and this skin decontamination method is an excellent first aid.

KEYWORDS: skin decontamination, radiation protection manual, education, human skin, pig skin, radioactive contamination, first aid, decontamination method

第1表 皮膚除染法†

除 染 法	方 法
中性洗剤法	中性洗剤を汚染個所にふりかけ、水でぬらした、ハンドブラシで1min 間以上よくこすりながら大量の流水(できれば温水)で充分洗い流す。
酸化チタン・ペースト法	酸化チタン・ペーストを汚染個所に塗りつけ、ハンドブラシでよくこすり、中性洗剤をふりかけ流水中で充分に洗い流す。

† 日本原子力研究所大洗研究所: "放射線安全取扱手引", (1967).

I. はじめに

原子力施設および RI 取扱施設における安全管理の中でも身体除染はとくに重要な問題の1つであり、充分な対策が望まれている。しかし、一般に施設内に身体除染の専門家(医者)がおらず、汚染事故が生じた場合、汚染当事者自らが応急処置、すなわち除染を行わなければならないのが現状である。そのため、原子力施設や RI 取扱施設で働く者は、応急処置としての身体除染法を習得しておく必要がある。このような観点から、日本原子力研究所大洗研究所では、身体除染として皮膚除染を安全管理訓練に組み込み、職員に対して皮膚除染実習を行なっている。

本報は、9年間に延べ536人に及ぶ職員参加の皮膚除染実習により得られた結果を紹介し、皮膚除染技術の向上に資するものである**。

II. 皮膚除染実習方法

現在日本原子力研究所で採用している皮膚除染法を第1表に示す。この皮膚除染法は、複雑な段階的除染法を排し緊急性を重視したもので、中性洗剤法**と酸

化チタンペースト法***の2方法からなっている。皮膚除染実習は、上記の除染法を習得する目的で行われ

* 日本原子力研究所 大洗研究所 (Ōarai Res. Establishment, Japan At. Energy Res. Inst.)

** 日本原子力研究所 東海研究所 (Tokai Res. Establishment, Japan At. Energy Res. Inst.)

*** 結果のうち一部は、すでに公開¹⁾している。

† 中性洗剤はドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを主成分とする市販の配合洗剤。

*** 酸化チタンペーストはアナターゼ型酸化チタン粉末を0.1N塩酸水溶液で練ってペーストにしたもの。

るものであり、そのため、実際の皮膚除染の場合に近い状態で除染実習を行うように配慮している。すなわち、人間皮膚モデルとして生豚皮を用い、ラジオアイソトープ(RI)水溶液で汚染させ、実習者はそれをゴム手袋をはめた手のひらにのせ、自分の手が汚染したつもりで第1表の除染法に従って除染を行う方法である。

皮膚除染実習の手順を次の(1)~(5)に示す。

- (1) 新鮮な生豚皮の毛をバリカンで刈り中性洗剤で洗淨した。人間皮膚モデル試料(6cm×6cm)の中央に RI 水溶液を0.2 ml($\approx 10^5$ cpm)滴下して汚染する。
- (2) 所定の時間経過後、濾紙にて汚染を吸い取り、直ちに試料の汚染放射能を GM カウンタ、あるいはシンチレーションカウンタで計数することにより、汚染量(cpm/試料)を求める。
- (3) つづいて除染を行うが、除染法は1つの試料につき、次のどれか1方法を適用する。
 - (i) 水洗： 1min間流水中でハンドブラシでこすり洗ひする。
 - (ii) 中性洗剤法： 中性洗剤を汚染個所にふりかけ、水でぬらしたハンドブラシで30 sec 間こすり、つづいて流水中で30 sec 間水洗する。
 - (iii) 酸化チタンペースト法： 酸化チタンペーストを汚染個所に塗りつけ、ハンドブラシで30 sec 間こすり、つづいて中性洗剤をふりかけ、30sec 間流水中で水洗する。
- (4) 除染後、試料の残存汚染放射能を前と同様の方法で計数し、残存汚染量(cpm/試料)を求める。
- (5) 残存汚染率を次式によって算出する。

$$\text{残存汚染率(\%)} = \frac{\text{残存汚染量(cpm/試料)}}{\text{汚染量(cpm/試料)}} \times 100$$

III. 皮膚除染実習結果

1. イオン性 RI の除染結果

広い pH 範囲でイオンとして溶存する1価イオンの $^{137}\text{Cs}^+$ および $^{131}\text{I}^-$ の除染結果を、それぞれFig. 1(a)~(c) および Fig. 2(a)~(c) に示す(図中の実線は、残存汚染率の上限を表わす。以下同様)。

^{137}Cs は水洗(Fig. 1(a))により除去される場合もあるが、除去傾向としては汚染時間の経過とともに除去されにくくなり、残存汚染率が增加する。陽イオン RI に対する陰イオン性合成洗剤のミセルによる除去効果が期待される中性洗剤法(Fig. 1(b))では、全般に水洗よりよく除去され、とくに早期除染の有効性が認め

られる。一方、酸性(pH 1)であり研磨作用もある酸化チタンペースト法(Fig. 1(c))は、生きている兎の皮膚による実験で認められているように⁽³⁾、汚染時間にかかわらず、ほぼ一定の除去効果を示す。それゆえ、この除染法は、長時間経過汚染の除去に適するものと考えられる。

^{131}I は除染法によらず様に汚染時間の経過により除去が困難となる。すなわち、中性洗剤法(Fig. 2(b))ならびに酸化チタンペースト法(Fig. 2(c))による除染結果は、水洗(Fig. 2(a))の場合とほとんど同じで、特別な除去効果は認められない。したがって、除染法よりも早期除染が重要となる。

$^{137}\text{Cs}^+$ と同様広い pH 範囲で陽イオンとして存在する $^{89}\text{Sr}^{2+}$ の除染結果を Fig. 3(a)~(c) に示す。 ^{89}Sr の除去傾向は ^{137}Cs と似ているが、全般的により一層除去される結果となっている。

2. 水酸化物形成 RI の除染結果

(1) 中性からアルカリ性にて難溶性水酸化物を形成する多価イオンの $^{60}\text{Co}^{2+}$, $^{144}\text{Ce}^{3+}$ および $^{88}\text{Y}^{3+}$ の除染結果を、それぞれFig. 4(a)~(c), Fig. 5(a)~(c) および Fig. 6(a)~(c) に掲げる。

^{60}Co は水洗(Fig. 4(a))では、短時間経過汚染でも除去されずに高い残存汚染率を示す場合がある。しかし、中性洗剤法(Fig. 4(b))および酸化チタンペースト法(Fig. 4(c))により、よく除去される。

^{144}Ce の除去傾向も ^{60}Co の場合と同様であって、水洗(Fig. 5(a))では短時間経過汚染でも除去されない場合があるが、中性洗剤法(Fig. 5(b))および酸化チタンペースト法(Fig. 5(c))によりよく除去される。

^{88}Y の場合も前2者と同様な除去傾向を示す。とくに長時間経過汚染に対する酸化チタンペースト法(Fig. 6(c))の除去効果が認められる。

(2) 弱酸性から加水分解をうける $^{239}\text{Pu}^{4+}$ の除染結果はFig. 7(a)~(c) のとおりである。除去傾向は(1)の多価イオンの場合と同様であり、中性洗剤法(Fig. 7(b))および酸化チタンペースト法(Fig. 7(c))により、効果的に除去される。

3. F.P. の除染結果

F.P. は種々の RI から成り立っている。冷却期間150日のものでは、放射能への寄与は $^{95}\text{Nb} > ^{95}\text{Zr} > ^{91}\text{Y} > ^{144}\text{Ce} \approx ^{89}\text{Sr}$ ……である⁽⁴⁾。したがって、上記冷却期間の F.P. の除染結果は、Fig. 8(a)~(c) に示すように、(1)の水酸化物形成 RI の除去傾向に類似している*。

* ^{95}Nb および ^{95}Zr イオンは、酸性から加水分解を受ける⁽⁵⁾。

Fresh pig skin samples were soiled with $^{137}\text{CsCl}$ HCl aq. (pH 2).

Fig. 1 Decontamination effects

Fresh pig skin samples were soiled with Na^{131}I NaOH aq. (pH 11).

Fig. 2 Decontamination effects

Fresh pig skin samples were soiled with $^{85}\text{SrCl}_2$ HCl aq. (pH 1.6).

Fig. 3 Decontamination effects

Fresh pig skin samples were soiled with $^{60}\text{CoCl}_2$ HCl aq. (pH 2).

Fig. 4 Decontamination effects

Fresh pig skin samples were soiled with $^{144}\text{CeCl}_3$ HCl aq. (pH 2).

Fig. 5 Decontamination effects

Fresh pig skin samples were soiled with $^{88}\text{YCl}_3$ aq. (pH 1.6).

Fig. 6 Decontamination effects

Fig. 7 Decontamination effects

Fig. 8 Decontamination effects

Fig. 9 Decontamination effects

このように F.P. の除去傾向は主成分 RI により支配されるので、F.P. の除去に際してはその冷却期間を知ることが除去を有利にする。

4. 粒子状汚染の除染結果

原子炉水ループ(OWL-1 ループ)の1次循環系内のクラッド(高温水ループ系内に蓄積する放射化金属腐食粒子)汚染(粒子サイズ約 0.5μ 、放射能は冷却期間を充分とったため ^{60}Co である。試料への汚染はクラッドを水に懸濁させて行なった)の除染結果をFig. 9(a)~(c)に示す。粒子状汚染のためその除去には、汚染時間にかかわらず界面活性作用を伴う中性洗剤法(Fig. 9(b))が有効となる。そのほか、酸化チタンペースト法(Fig. 9(c))も良好な結果を与えた。

以上の皮膚除染実習結果は、早期除染の重要性とともに現行の除染法、すなわち中性洗剤法と酸化チタンペースト法が、各種タイプの RI 汚染の除去に有効であり、さらに除染操作の簡易さからも現場での応急的皮膚除染法としてその実用性の高さを示している。

Ⅳ. ま と め

- (1) 陽イオン RI($^{137}\text{Cs}^+$, $^{90}\text{Sr}^{2+}$)の除去には、中性洗剤法による早期除染が有効である。さらに、それらの長時間経過汚染には酸化チタンペースト法が有効となる。

一方、陰イオン RI($^{131}\text{I}^-$)の除去には、除染法よりも早期除染の重要性が強調される。

- (2) 水酸化物形成 RI($^{60}\text{Co}^{2+}$, $^{144}\text{Ce}^{3+}$, $^{85}\text{Y}^{3+}$, $^{239}\text{Pu}^{4+}$)の除去は、早期除染であっても水洗では除去でき

ない場合があり注意を要する。しかし、中性洗剤法および酸化チタンペースト法は、ともに有効な除染法である。

- (3) F.P. の除去に際しては、その冷却期間を知ることが除去を有利にする。例えば、冷却期間150日のF.P.は水酸化物形成 RI が主体のため、上記(2)と同様な除染法でよい。
- (4) 粒子状汚染の除去には界面活性作用を伴う中性洗剤法が有効である。そのほか、酸化チタンペースト法も良好な結果を与える。
- (5) 中性洗剤法と酸化チタンペースト法は、各種タイプの RI 汚染の除去に有効であり、さらに除染操作の簡易さからも、原子力施設および RI 取扱施設における応急的皮膚除染法として適するものである。

終りに、本報をまとめるにあたり、たびたびの皮膚除染実習訓練の実施に際し協力していただいた日本原子力研究所大洗研究所の三嶋一幸氏に感謝の意を表わす。

— 参考文献 —

- (1) 安中秀雄, 和達嘉樹: 保健物理, 8, 25 (1973).
- (2) WADACHI, Y., et al.: J. Nucl. Sci. Technol., 2[3], 104 (1965).
- (3) 井上義教, 和達嘉樹, 山岡義人: JAERI-1059, (1964).
- (4) HUNTER, H.F., BALLOU, M.B.: Nucleonics, 9[11], C-2 (1951).
- (5) シャルロー, G. (曾根, 田中訳): “定性分析化学”, 改訂版, (1974), 共立出版.

☆昭和51年度会費をお払込み願います☆

(請求書が必要な場合にはご一報願います。)

本会の会計年度は4月1日~翌年3月31日です。会費は定款で全額前納となっておりますので、すでに前納下された以外の方は振替用紙にて51年度会費をお払込み願います。「一括扱い」は全額を前納もしくは上半期中に一括納入(分納制は廃止)の場合5%を謝礼します。

なお、「欧文誌」代(2,000円)、炉物理・海外原子力調査研究・核融合炉研究の各連絡会々費(各1,000円)も一緒に。

正会員 5,000円 学生会員 2,500円 賛助会員 1口25,000円(2口以上)

「欧文誌」会員誌代 2,000円

会費未納の間は、年会・分科会の口頭発表申込みや「会誌」投稿は受け付けませんので、お含み願います。会費を上半期(4~9月)半年間滞納すると10月号から「会誌」発送が保留となり(「欧文誌」代滞納も同様)、来年3月までの1年間滞納すると「除名」になりますので、ご留意願います。(除名の場合は、半年間既送分6冊の会誌代(4,200円)に送料・手数料(400円)を加算してお支払い頂きます)