

## 放射性セシウム知見とりまとめ（案）

## (1) 物理化学的性状（「放射性物質に関する緊急とりまとめ」より抜粋）

## ①概要

セシウムは自然界ではセシウム 133 として存在する。セシウムはアルカリ金属のひとつであり、カリウムに類似した代謝を示し、特定の臓器に親和性を示さない。

## ②元素名、原子記号等（The Merck Index 2006）

IUPAC : cesium

CAS No. : 7440-46-2

原子記号 : Cs

原子量 : 132.9

自然界の存在比 : セシウム 133 100%

## ③物理化学的性状（The Merck Index 2006）

融点 (°C) : 28.5

沸点 (°C) : 705

密度 (g/cm<sup>3</sup>) : 1.90 (20 °C)

## ④放射性崩壊及び生物学的半減期（Argonne National Laboratory 2005b、The Merck Index 2006）

セシウム 137 はセシウムの人工放射性核種のひとつである。物理学的半減期 30 年の β-放射体で、物理学的半減期 2.55 分のバリウム 137m (m は準安定の励起状態を意味する) に崩壊する。バリウム 137m は 0.662 MeV の γ 線を放出して安定なバリウム 137 となる。

人体に取り込まれたセシウム 137 の排泄による半減期は 1 歳までは 9 日、9 歳までは 38 日、30 歳までは 70 日、50 歳までは 90 日である。セシウム 134 は半減期 2.1 年の β-放射体である。

## (2) 起源・用途（「放射性物質に関する緊急とりまとめ」より抜粋）

セシウムの主な放射性同位体は 11 種類知られている。セシウム 134 の同位体質量は 133.9、セシウム 137 のそれは 136.9 である。セシウム 134 とセシウム 137 は半減期が長い（Argonne National Laboratory 2005b）。セシウム 137 は核分裂生成物の主成分のひとつで、安価にかつ大量に得られるので、γ 線源として工業、医療に広く用いられている（岩波理化学辞典 1998）。

## (3) 自然界での分布・移動

#### 1 (4) ヒトへの曝露経路と曝露量

#### 2 3 (5) 体内動態

##### 4 ①吸収

5 可溶性化合物として経口摂取されたセシウムはヒト及び動物の消化管でよく吸収され  
6 ることが一般的に受け入れられている。溶解性のセシウムがヒトで経口摂取後によく吸  
7 収されることを示す知見としては (1) 糞便排泄率が低い、(2) 尿中排泄率は糞便より4  
8 ～10倍高い、(3) 消失半減期は45～147日 (Henrichs et al. 1989; Iinuma et al. 1965; Richmond  
9 et al. 1962; Rosoff et al. 1963) 等がある。Henrichs et al. (1989) は、高濃度の<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Cs  
10 が混入された鹿肉を経口摂取した成人ボランティア10人 (男性5人、女性5人) で、セシ  
11 ウムの平均吸収率を78%と推定した。ヒト被験者におけるその他の試験成績では、可溶  
12 性の形態で経口摂取したセシウムの90%以上が吸収されることを示している (Rosoff et al.  
13 1963; Rundo 1964; Yamataga et al. 1966)。

14 放射性フォールアウト粒子の経口摂取による<sup>137</sup>Csの吸収はわずか3%までの範囲であ  
15 り、これは、その粒子が体液中では比較的不溶性であることを示している (LeRoy et al.  
16 1966)。チェルノブイリ事故の放射性フォールアウトで汚染された地域に住む女性の母  
17 乳で、検出可能な量の<sup>137</sup>Csが認められた (Johansson et al. 1998)。母親と乳幼児の全身の  
18 放射能測定と母乳サンプルで測定された放射能に基づき、汚染された食品に由来する母  
19 親の1日当あたりの<sup>137</sup>Cs摂取量の15%が乳幼児に移行すると推定された。

20 溶解性の<sup>137</sup>Cs (塩化セシウムとして) を単回経口投与されたモルモットで、セシウム  
21 の速やかな吸収と広汎な分布が報告された。 (Stara 1965)。<sup>137</sup>Cs及び他の放射性元素を  
22 含む極めて不溶性の使用済燃料粒子 (平均直径0.93 μm) を単回経口投与されたラットで  
23 は、<sup>137</sup>Csの吸収は10%未満であった (Talbot et al. 1993)。

##### 24 25 ②分布

26 可溶性のセシウム化合物を経口曝露したヒトで、セシウムの広範な体内分布が観察さ  
27 れた。<sup>137</sup>CsClを経口投与された被験者2人で、投与後1時間以内の<sup>137</sup>Csの全血中レベルは  
28 投与量の約2～3%に達し、このことは<sup>137</sup>Csが速やかに吸収され、血液循環を介して運ば  
29 れたことを示していた (Rosoff et al. 1963)。動物試験も、溶解性セシウム化合物の経口  
30 曝露後、比較的均一に分布することを示していた。モルモットでは<sup>137</sup>Cs (塩化セシウム  
31 として) の単回経口投与後、多くの体組織に<sup>137</sup>Csが分布し、骨格筋が最高濃度であった  
32 (Stara 1965)。<sup>137</sup>Cs (塩化セシウムとして) を吸入、経口投与、又は腹腔内投与によっ  
33 て曝露されたモルモットの投与群では、投与後1日の<sup>137</sup>Csの分布パターンには有意な違い  
34 が観察されなかった (Stara 1965)。イヌとマウスでは<sup>137</sup>Cs (塩化セシウムとして) の慢  
35 性的な経口投与後、セシウムが比較的均一に全身に分布した (Furchner et al. 1964)。セ  
36 シウムは動物の胎盤も通過する。また、乳汁でも認められる。放射性標識した塩化セシ  
37 ウムを妊娠動物へ経口投与後、ヒツジの新生児では母動物より組織中<sup>134</sup>Csレベルが低い  
38 ことを示した (Vandecasteele et al. 1989)。哺乳中の児動物の<sup>134</sup>Cs濃度は最終的に母動物  
39 を超えた。

1 実験動物における<sup>137</sup>CsClの非経口投与は、吸入又は経口曝露の結果と同様な<sup>137</sup>Csの体  
2 内分布パターン及び組織濃度となる (Boecker et al. 1969a; Stara 1965)。これらの理由に  
3 より、<sup>137</sup>CsClのような可溶性で吸収されやすい化合物に関して、健康への有害影響は三  
4 つの曝露経路で類似しているだろうと言われている (Melo et al. 1996, 1997; Nikula et al.  
5 1995, 1996)。したがって、<sup>137</sup>CsClを静脈内投与されたイヌで観察されている影響 (血液  
6 因子の抑制、重篤な骨髄抑制、胚の細胞損傷、早期死亡、種々の組織や器官の良性及び  
7 悪性腫瘍の頻度上昇 (Nikula et al. 1995, 1996; Redman et al. 1972)) が、この試験の血中  
8 <sup>137</sup>Cs濃度に相当する量の<sup>137</sup>CsClが経口投与されたときに生じるだろうと考えられている。  
9

### 10 ③代謝

11 吸収されたセシウムはカリウムと同様な挙動をする (Rundo 1964; Rundo et al. 1963)。  
12 カリウム及びセシウムは、陽イオンとして全身にくまなく分布するアルカリ金属であり、  
13 能動輸送機構によって細胞内液に取り込まれる。セシウムはカリウムチャネルを介した  
14 輸送でカリウムと競合することが示されており、ナトリウムポンプの活性化及びそれに  
15 続く細胞内輸送においてカリウムにとって代わることもできる (Cecchi et al. 1987;  
16 Edwards 1982; Hodgkin 1947; Latorre and Miller 1983; Sjodin and Beauge 1967)。両タイプの  
17 輸送において、セシウムの移動はカリウムと比べて緩慢である (Blatz and Magleby 1984;  
18 Coronado et al. 1980; Cukierman et al. 1985; Edwards 1982; Gay and Stanfield 1978; Gorman et  
19 al. 1982; Hille 1973; Reuter and Stevens 1980)。カリウムとセシウムの識別は、一般的に細  
20 胞内への能動輸送 (Cs、Kの選択比率は約0.25) よりも細胞外への受動輸送 (種々の組織  
21 におけるCs、Kの選択比率は<0.02~約0.2)の方がカリウム選択性が高い (Leggett et al.  
22 2003)。平衡状態では体内のカリウム又はセシウムのほとんどが骨格筋に存在するため、  
23 この結果としてカリウムよりセシウムの滞留時間が筋肉細胞で長くなり、したがって、  
24 全身の滞留時間も長くなる。しかしながら、赤血球の細胞外への輸送、あるいは上皮細  
25 胞を横断した輸送又は上皮細胞の間の輸送では、セシウムはいくらか有利にカリウムと  
26 競合するように見える (Cereijido et al. 1981; Greger 1981; Wright 1972)。  
27

### 28 ④排泄

29 ヒトでは尿中排泄がセシウムの主要な排出経路である。<sup>137</sup>CsClを単回経口投与された  
30 がん又は肺疾患の患者7人では、<sup>137</sup>Csの7日間累積排泄は投与された放射活性の7.0~  
31 17.3%であった。尿：糞便の排泄比率は2.5:1~10:1であった (Rosoff et al. 1963)。<sup>137</sup>CsCl  
32 を単回経口投与された日本人ボランティア4人では、投与後4日に採取された排泄データ  
33 から尿：糞便の排泄比率が4.57:1~8.75:1と算出された。投与後最初の4日間では、排泄率  
34 が一貫して高く、尿：糞便の排泄比もいくらか高かった (Iinuma et al. 1965)。ヒト被験  
35 者におけるCsの尿及び糞便排泄に関する多くの報告結果に基づき、Leggett et al. (2003)  
36 は平均尿中割合 (例：尿及び糞便を合わせた累積Csに対する尿中の累積Csの割合) を0.86  
37 と報告した。<sup>137</sup>Csの排泄比率に関する他の知見は、大気中核実験及びチェルノブイリ原  
38 子力発電所の事故のフォールアウトを介して曝露した集団に関する多くの研究を含んで  
39 いる。

1 モルモットは、投与後2.5日以内に初期の<sup>137</sup>Cs体内負荷量の約50%を尿及び糞便に排泄  
2 した (Stara 1965)。曝露後60日間の測定を通して尿：糞便の比は2～3:1の範囲内であり、  
3 この時期 (60日) までに実質的に初期の<sup>137</sup>Cs体内負荷量の全てが排泄された。

4 全身におけるセシウムの消失半減期は、何人かの研究者によって報告されている  
5 (Henrichs et al. 1989; Iinuma et al. 1967; Lloyd et al. 1973; Melo et al. 1997; Richmond et al.  
6 1962; Rundo 1964)。例えば、<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csで汚染された食品を摂取したボランティア10  
7 人では、初期の体内負荷量の約6%が速やかに排泄 (平均消失半減期0.3日) され、残りの  
8 94%は非常にゆっくりと排泄された (平均消失半減期90日) (Henrichs et al. 1989)。成  
9 人男性4人によるもう一つの経口試験では、<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csの消失半減期は平均135日であ  
10 った (Richmond et al. 1962)。

11 <sup>137</sup>Csの排出速度は年齢と性別に依存する。排出速度は、年齢とともに低下する成人女  
12 性に比べて、成人男性の方が低い。核実験のフォールアウトに由来する<sup>137</sup>Csを含んだ食  
13 品を摂取した集団での試験結果は、乳幼児の15±5日から成人の100±50日までばらつき  
14 ある消失半減期を示していた (McCraw 1965)。チェルノブイリ原子力発電所の事故後  
15 の同様な試験は同程度の消失半減期を示し、1歳児の約8日から成人の約110日の範囲であ  
16 った (IAEA 1991)。不特定集団内の横断面を構成する110人の4年間の研究では、5～14  
17 歳の子どもで最も短い消失半減期20日が認められた。男女で有意差はなかった (Boni  
18 1969b)。年齢の高い集団における消失半減期は著しく長かった (青年期及び成人の女性  
19 で47日、15歳男性で67日、30～50歳男性で93日)。Melo et al. (1994) も、ブラジルのゴ  
20 イアニアで<sup>137</sup>CsClに内部汚染された個人間に、消失速度に年齢と性別に関連した違いが  
21 あることを報告した。1～4歳の女児の消失半減期は平均24日であった。7～10歳の女児及  
22 び男児では、消失半減期は平均37日であった。青年及び成人男性の消失半減期はそれぞ  
23 れ58日及び83日と推定された。これに対して青年期及び成人の女性では46日及び66日  
24 であった。Melo et al. (1994) の研究では、成人女性を除くすべての年齢集団及び性別で<sup>137</sup>Cs  
25 の生物学的半減期と体重の間に高い相関性が見つかった。

26 セシウムの消失速度はカリウム摂取によって変化する可能性がある。<sup>137</sup>Csを腹腔内投  
27 与したラットで、カリウム未添加の標準飼料 (カリウム1%含有) を与えたラットではセ  
28 シウムのクリアランスが120日であったのに対し、カリウムを8～11%添加した標準飼料  
29 では60日となった (Richmond and Furchner 1961)。食事制限をして20日後、カリウム添  
30 加飼料を与えられたラットにおける<sup>137</sup>Csの体内負荷量は未添加飼料を与えられたラット  
31 の2分の1であった。

32 セシウムは母体から胎盤を通過し胎児へ移行する。ヒトの胎盤と胎児組織で測定可能  
33 な量の<sup>137</sup>Csが検出されている (Toader et al. 1996; Yoshioka et al. 1976)。セシウム濃度は  
34 未熟な胎児より成長した胎児の方が高い (Toader et al. 1996)。妊娠前後の測定又は妊娠  
35 していないコントロールと比べて妊娠中の消失半減期が短いことが示されており、妊娠  
36 は母体からのセシウムの除去を増加させるかもしれない (Bengtsson et al. 1964; Rundo and  
37 Turner 1966; Thornberg and Mattsson 2000; Zundel et al. 1969)。ヒト母乳でもセシウムが検  
38 出されている (Thornberg and Mattsson 2000)。

## 1 (6) 動物への影響

### 2 ① 急性影響

3 放射性セシウムに急性の経口曝露をした動物における神経系への影響及び発生への  
4 影響に関する報告は見つからなかった。

#### 5 6 a. 死亡

7 放射性セシウムに急性経口曝露した動物の死亡に関する研究は見つからなかったが、  
8 64~147 MBq/kg (1.7~4.0 mCi/kg) の有害な初期体内負荷量となる量の<sup>137</sup>CsClを単回  
9 静脈内投与された若い成体ビーグル犬で、生存率の低下が観察された (Nikula et al.  
10 1995, 1996)。

#### 11 12 b. 全身への影響

13 放射性セシウムに急性経口曝露した動物における呼吸器、消化器、心血管系、筋骨  
14 格系、肝臓、腎臓、皮膚、血液、内分泌、体重、又は代謝への影響に関するデータは  
15 見つからなかった。

#### 16 17 c. 免疫及びリンパへの影響

18 放射性セシウムに急性の経口曝露した動物の免疫系又はリンパ細網への影響に関す  
19 る報告は見つからなかったが、総骨髄線量が7~24 Gy (700~2,400 rad) と推定される  
20 放射活性レベルの<sup>137</sup>CsClを静脈内投与されたイヌで、重篤な骨髄抑制が観察された  
21 (Nikula et al. 1995)。

#### 22 23 d. 生殖への影響

24 精巣への総線量が約3 Gy (300 rad) となる放射活性レベルの<sup>137</sup>Cs (硝酸セシウムと  
25 して) を単回経口投与された雄マウスでは、受胎能の著しい低下 (妊娠に至った交配  
26 のパーセンテージ) が認められた (Ramaiya et al. 1994)。投与後6週間における一時的  
27 ではあるが完全な不妊が明白であった。17週までは、投与群と対照群との間に有意な  
28 受胎能の違いは認められなかった。精巣への累積線量が0.1~1 Gy (10~100 rad) とな  
29 る活性レベルでは、雄の受胎能に有意な低下は観察されなかった。2週間<sup>137</sup>Cs (硝酸セ  
30 シウムとして) を毎日経口投与され、精巣の総線量が約3.85 Gy (385 rad) となった。  
31 投与後5週雄マウスでも、受胎能の著しい低下が明白であった (Ramaiya et al. 1994)。  
32

#### 33 g. 発がん性

34 動物におけるがんが急性経口曝露と関連付けられると考えられる報告は見つからな  
35 かったが、<sup>137</sup>CsCl単回静脈投与され、初期の体内負荷量が37~147 MBq/kg (1.0~4.0  
36 mCi/kg) となったイヌでは、種々の組織及び臓器で良性及び悪性腫瘍が見つかった  
37 (Nikula et al. 1995, 1996)。

### 38 39 ② 中期影響

1 放射性セシウムに対する亜急性又は亜慢性の経口曝露した動物の死亡、免疫及びリンパへの影響、神経系への影響、生殖への影響、発生への影響、発がん性に関する研究は見つからなかった。

#### 5 a. 全身への影響

6 放射性セシウムに中期の経口曝露した動物における呼吸器、消化器、心血管系、筋骨格系、肝臓、腎臓、皮膚、内分泌、体重、又は代謝への影響に関するデータは見つからなかった。

9 放射性セシウムに~~の~~亜急性・亜慢性~~の~~経口曝露した動物の血液への影響に関する動物の報告は見つからなかったが、<sup>137</sup>CsClを単回静脈内投与され、初期の体内負荷量が平均36.4～141.0 MBq/kg (1.0～3.8 mCi)であったイヌでは、血球数及び血小板レベルの抑制、ヘマトクリット(血球血中容積)の減少、骨髓形成不全が観察された(Nikula et al. 1995; Redman et al. 1972)。初期の体内負荷量が122～164 MBq/kg (3.3～4.4 mCi/kg)となるレベルの<sup>137</sup>CsClを単回静脈内投与された後20～52日に死亡したイヌ23匹(Nikula et al. 1996)と、初期の体内負荷量が72～141 MBq/kg (1.9～3.8 mCi/kg)となるレベルの<sup>137</sup>CsClを静脈内投与された後19日から81日に死亡したその他のイヌ11匹(Nikula et al. 1995)では、重篤な血球数の抑制が観察された。

### 19 ③ 慢性影響

20 放射性セシウムに対する慢性の経口曝露をした動物の死亡、全身への影響、免疫及びリンパへの影響、神経系への影響、発生への影響、発がん性に関する研究は見つからなかった。

23 放射性セシウムに慢性経口曝露した動物の生殖影響に関する報告は見つからなかったが、長期の全身総線量が7.42～16.40 Gy (742～1,640 rad)となる活性レベルの<sup>137</sup>Cs(塩化セシウムとして)を静脈内投与されたイヌで、精上皮の損傷と無精子症が報告された(Nikula et al. 1995, 1996)。

## 29 (7) ヒトへの影響

### 30 ① 急性影響

31 放射性セシウムへの急性の経口曝露に関連すると考えられるヒトでの神経系への影響、発生への影響、発がん性に関する報告は見つからなかった。

#### 34 a. 死亡

35 放射性セシウムへの急性の経口曝露のみに関連すると考えられるヒトでの死亡に関する報告は見つからなかった。放出された<sup>137</sup>CsClに対して大人及び子どもが外部、経皮、及び経口で複合的に曝露した事故では、患者50人が短期的に顕著な病的状態となり、4.5～6 Gy (450～600 rad)の被曝があったと推定された人のうち4人が数週間以内に死亡したと報告された(Brandão-Mello et al. 1991)。

1  
2 **b. 全身への影響**

3 ブラジルのゴイアニアで放出された50.9 TBq (1,375 Ci) の<sup>137</sup>CsClに外部、経皮、経  
4 口で複合的に曝露した多数の人々では、吐き気、嘔吐、下痢に特徴づけられる急性放  
5 射線症候群が報告された。その他の有害影響は、皮膚病変、眼性病変、重篤な骨髄抑  
6 制、及びいくつかの肝臓酵素活性の軽度な上昇であった (Brandão-Mello et al. 1991;  
7 Gomes et al. 1990; Rosenthal et al. 1991) 。

8  
9 **(a) 消化器系への影響**

10 放出された<sup>137</sup>CsClへの急性被ばくで治療された患者8人では、嘔吐、下痢、及び  
11 吐き気が見られた (Brandão-Mello et al. 1991) 。これら及び他の症状は急性放射線症  
12 候群の古典的な症状であった。

13  
14 **(b) 血液への影響**

15 ブラジルのゴイアニアで持ち去られた50.9 TBq (1,375 Ci) の <sup>137</sup>CsClを含む医療  
16 用放射線源に過剰曝露した1987年の事例では、約250人が外部汚染され、そのうちの  
17 多くは内部汚染もされた。20人は急性放射線症候群を発症し、そのうち14人は1~7.0  
18 Gy (100~700 rad) の全身照射を受けて骨髄機能不全に陥った。被ばく量の多かつ  
19 たこの14人のうち4人が死亡した。これらの影響は骨髄の造血細胞が死滅する造血症  
20 候群 (hemopoietic (blood forming) syndrome) の典型的な徴候と症状である。全て  
21 の血球が激減し、結果として免疫システムの機能不全に陥り、貧血が生じる  
22 (Brandão-Mello et al. 1991; Gomes et al. 1990) 。

23  
24 **(c) 肝臓への影響**

25 放射性セシウム急性経口曝露と肝臓への影響とを関連づける報告は見つからなか  
26 った。放出された<sup>137</sup>CsCl放射線源に被曝して入院した患者数人で、アミノトランス  
27 フェラーゼ (ALT/AST) の軽度な上昇がみられた (Brandão-Mello et al. 1991) 。曝露  
28 は外部及び内部の両方であった。

29  
30 **(d) 皮膚への影響**

31 皮膚への影響の報告は、開放された<sup>137</sup>CsCl放射線源への多くの人の偶発的な外部、  
32 経皮、及び経口の複合的曝露に限定され、1~7 Gy (100 ~700 rad) と推定される放  
33 射線量を急性曝露した患者21人で、口腔内出血、随伴性の口腔内発疹・口腔内潰瘍・  
34 急性口腔内カンジダ症、放射線皮膚炎、及び色素脱失を含む口腔顔面の病変が観察  
35 された (Gomes et al. 1990) 。同じ事例で曝露した何人かは、典型的な放射線による  
36 皮膚病変を示していた。重篤な放射線損傷を受けた1人は前腕を切断することとなっ  
37 た (Brandão-Mello et al. 1991; Gomes et al. 1990) 。

38  
39 **(e) 眼球への影響**

1 開放された<sup>137</sup>CsCl放射線源に外部、経皮、及び経口で複合的に曝露した入院患者  
2 20人のうち、少数の患者が流涙、充血、結膜の浮腫、及び眼の痛みを訴えた  
3 (Brandão-Mello et al. 1991)。少数例の遅発性の視力低下も報告され、中には網膜損  
4 傷も認められた。これらの症例では、水晶体の透明度には変化がなかった。これら  
5 の影響は放射線によるもので、セシウム自体によるものではなかった。

#### 6 7 c. 免疫及びリンパへの影響

8 開放された<sup>137</sup>CsCl放射線源に外部、経皮、及び経口で複合的に曝露し、吸収された  
9 線量が1~7 Gy (100~700 rad) と推定される入院患者14人で、白血球数減少及びその  
10 結果生じる免疫不全に特徴づけられる重篤な骨髄抑制を発症した (Brandão-Mello et al.  
11 1991)。

#### 12 13 d. 生殖への影響

14 開放された<sup>137</sup>CsCl放射線源から数百radのオーダーの急性被ばくと推定され、約1か  
15 月間、検査された男性9人の精液では、精子が減少又は消失していた (Brandão-Mello et  
16 al. 1991)。この人たちは外部、経皮、及び経口の複合的な曝露を経験したかもしれな  
17 い。

### 18 19 ② 中期影響

20 放射性セシウムへの中期（亜急性・亜慢性）の経口曝露のみに関連すると考えられ  
21 るヒトでの死亡、全身への影響、免疫及びリンパへの影響、神経系への影響、生殖へ  
22 の影響、発生への影響、発がん性に関する報告は見つからなかった。

### 23 24 ③ 慢性影響

25 放射性セシウムへの慢性の経口曝露のみに関連すると考えられるヒトでの死亡、免  
26 疫及びリンパへの影響、神経系への影響、生殖への影響、発生への影響、発がん性  
27 に関する報告は見つからなかった。

#### 28 29 a. 全身への影響

30 放射性セシウムに慢性経口曝露したヒトにおける呼吸器系、消化器系、心血管系、  
31 筋骨格系、腎臓、内分泌、体重、又は代謝への影響に関するデータは見つからなかつ  
32 た。

33 持ち去られた50.9 TBq (1,375 Ci) の<sup>137</sup>CsClを含む医療用放射線源に過剰曝露した  
34 1987年の事例では、約250人が外部汚染され、そのうちの多くは内部汚染もされた。20  
35 人は急性放射線症候群を発症し、そのうち14人は1~7.0 Gy (100~700 rad) の全身照  
36 射を受けて骨髄機能不全に陥った。被ばく量の多かったこの14人のうち4人が死亡した。  
37 これらの影響は骨髄の造血細胞が死滅する造血症候群 (hemopoietic (blood forming)  
38 syndrome) の典型的な徴候と症状である。全ての血球が激減し、結果として免疫シス  
39 テムの機能不全に陥り、貧血が生じる (Brandão-Mello et al. 1991; Gomes et al. 1990)。



1

2 (8) 国際機関等の評価