

## ORNL-TM-4017 が問いかける残留放射線の人体影響

本田 孝也\*

Human Body Influence of the Residual Radiation  
which ORNL-TM-4017 Asks

Kouya Honda\*

ORNL-TM-4017 は 1972 年にオークリッジ国立研究所で作成されたテクニカルレポートである。黒い雨を浴びた被爆者について、急性症状を分析し、対照群と比較した。黒い雨を浴びた群では発熱、下痢、脱毛などの急性症状が高率に認められた、と報告している。2011 年 3 月 11 日、福島第一原発事故が発生。放射能汚染の恐怖が日本中を覆う中、ORNL-TM-4017 は偶然インターネット上から発見される。放射線影響研究所（放影研）はオリジナルデータから再現を試み、集計上の誤りを指摘した。しかし、同時に、放影研が 13,000 件を超える被爆者の黒い雨データを保有している事実が明らかとなった。

ORNL-TM-4017 was coauthored in 1972 at Oak Ridge National Laboratory. This paper analyzed acute symptoms with respect to A-bomb survivors. It reported high incidence of such acute symptoms as fever, diarrhea, and epilation among the group that experienced black rain. The Radiation Effects Research Foundation (RERF) attempted to reproduce the results based on the original data, and discovered that calculations were in error. Simultaneously, however, it was revealed that RERF is holding black-rain data on over 13,000 survivors of exposure.

キーワード: 原爆, 黒い雨, 残留放射線, 脱毛, 寿命調査

## 1. はじめに

2011 年 3 月に発生した福島第一原発事故を契機として、低線量被曝の人体影響に対する関心が急速に高まっている。政府が ICRP の勧告 (2007) をもとに、年間許容線量の目安として 20 mSv という数値を公表したとき、日本中で議論が沸騰した。どこまでが安全で、どこからが危険なのか。100 mSv 以下では有意な発癌リスクは確認されない、という疫学的根拠となっているのは、広島、長崎の被爆者 12 万人を対象とした寿命調査 (LSS: Life Span Study) である。LSS 第 14 報: (Ozasa *et al.* (2012)) によれば、1950 年から 2003 年の間に、既に対象者の 58% にあたる 86,611 人が死亡している。LSS は対象者数、期間ともに世界最大のコホート研究であるが、対象者の被曝線量が直接被曝線量のみで計算され、

---

\* 本田内科医院: 〒 851-0103 長崎県長崎市中里町 20 番地。

残留放射線の影響を考慮していない点について、以前から疑問の声があった。黒い雨を浴びた住民や入市被爆者に脱毛や下痢、出血傾向などの急性症状が認められ、原爆ぶらぶら病のような慢性疾患や癌が多発したという体験談は多数ある。しかし、残留放射線との因果関係は科学的に証明されていない。

そのような状況の中、原爆投下直後に黒い雨を浴びた被爆者の急性症状を分析したオークリッジ国立研究所 (ORNL) のテクニカルレポート ORNL-TM-4017 (1972 年) がインターネット上から偶然発見された。そして、これを契機に、放射線影響研究所 (放影研) が 13,000 件を超える被爆者の黒い雨データを保有している事実が明らかとなる。

## 2. 間の瀬の黒い雨

長崎では原爆投下後、ゆるやかな南西の風によって大量の粉塵が東方に流れた。当院は爆心地から約 10 Km の地点にある。現在でも患者の半数は被爆者である。「空が真っ黒になり、太陽が赤黒く中空に浮いていた。空から灰や塵、ゴミが沢山降ってきた」と当時を知る患者たちは口をそろえる。

広島では原爆投下後、広範囲に黒い雨が降ったことが知られているが、長崎では西山地区を除けば、まとまった雨は降らなかったとされてきた。ただ、間の瀬地区から通院する患者より、原爆投下後に黒い雨が降ったこと、雨のあとに髪の毛がぬけたことは以前から聞き知っていた。そこで、長崎県保険医協会での間の瀬地区の黒い雨と脱毛に関する調査を企画した。

## 3. 聞き取り調査

間の瀬地区は爆心地から北東約 7.5 Km にある山間の小集落である (図 1)。原爆投下時の住民数約 320 名。ほとんどが農業を営み、黒い雨を浴びた米や野菜を食べて生活した。井戸がなく、生活用水は小川の水か湧水を利用していた。

聞き取り調査は 2011 年 3 月 8 日より開始した。長崎東部で被爆した当院の外来患者に対し、原爆投下後に雨が降ったか、その後脱毛があったかを診察時に問診した。聞き取りを始めて 3 日後の 3 月 11 日、東関東大震災、福島第一原発事故が発生した。患者以外の間の瀬地区住民に対しては、4 月 6 日、間の瀬老人会の集会でアンケート用紙を配布した。黒い雨を記憶していた住民には、その後個別に聞き取りを行った。集計結果が表 1 である。

本人に脱毛があったのは 14 名中 6 名 (43%)、家族まで含めると脱毛の率は 59 名中 15 名 (25%) であった。これに対して、隣接する矢上、古賀、戸石地区では「脱毛あり」は 99 名中 3 名 (3%) であった。他の急性期症状として、下痢は 14 名中 3 名 (21%)、嘔気は 14 名中 2 名 (14%) で、いずれも程度は軽かった。

間の瀬地区の住民の体験談を総合すると、雨の降り始めは午前 11 時 20 分頃。雨の持続

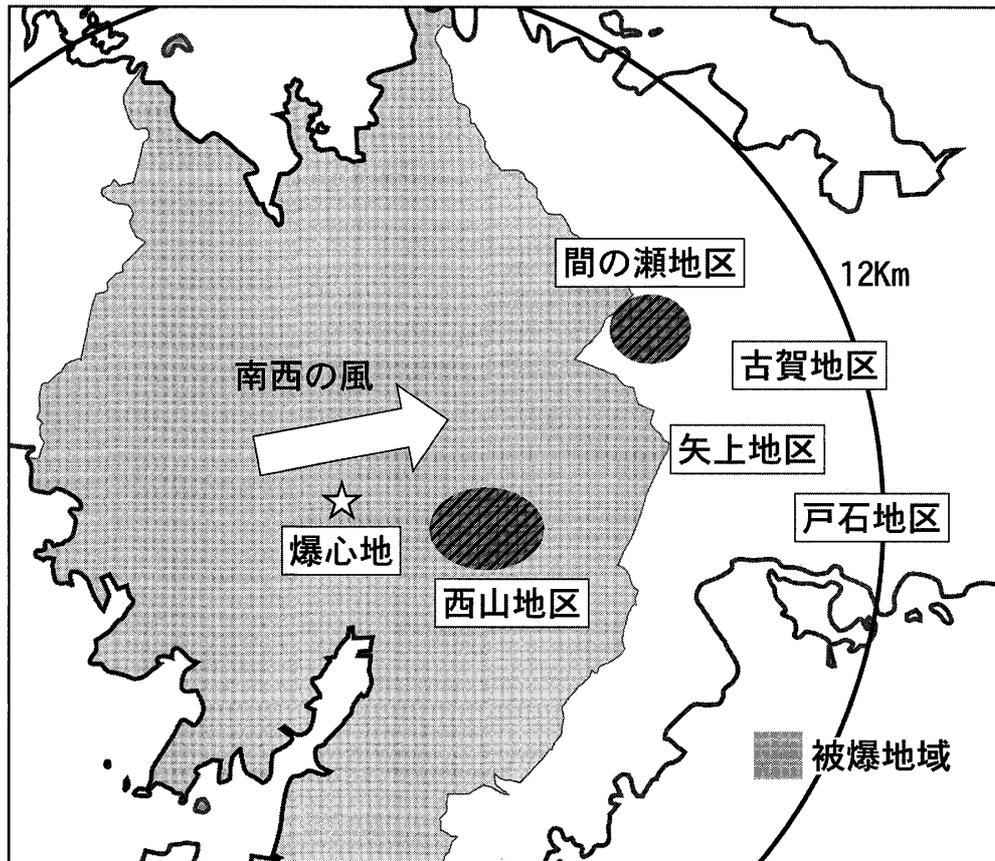


図1 黒い雨の降った西山地区，間の瀬地区の位置。

は20~30分。雨の色は黒く、雨の程度は“通り雨”“にわか雨”“小雨”という表現から“夕立のような”“全身がびっしょり濡れる程度”“ザーザー”まで、雨を浴びた地点で異なる。この結果をうけ、7月9日広島大学原爆放射線医科学研究所の星正治らにより間の瀬及び近隣地区の土壌調査が実施された。

#### 4. 黒い雨と脱毛

間の瀬地区の黒い雨は西山地区の黒い雨とほぼ同時刻に降った。西山地区については1945年10月の日米合同調査団の調査により高い放射線量が計測されている (Pace *et al.* (1959))。原爆線量再評価 DS86 (1987) によれば、黒い雨による積算線量は、広島己斐、高須地区の10~30 mGy に対し、西山地区では100~200 mGy と約10倍も高い。西山地区の住民の体内からはホールボディーカウンターにより原爆由来の放射性セシウムが確認され (岡島他 (1970))、長崎原爆残留放射能プルトニウム調査では、西山地区に他の地区と比べて高い濃度のプルトニウムが検出されている (岡島他 (1992))。西山地区住民の染色体異常 (本田他 (1990)) や甲状腺結節の増加 (Nagataki *et al.* (1989)) の報告もある。しかし、原爆投下直後の急性症状に関する調査報告はみあたらない。

長崎の黒い雨についての学術的記録は少なく、わずかに、残留放射能で知られる西山四

表1 間の瀬地区住民からの聞き取り調査結果.

No	被爆時年齢	性別	黒い雨	下痢	吐き気	歯肉出血	脱毛			
							本人	家族	時期	程度
1	8	m	Yes	nm	nm	nm	No	Yes	2 w	Slight
2	9	m	Yes	No	No	No	No	No		
3	11	m	Yes	No	No	No	Yes	Yes	1 y	Slight
4	10	f	Yes	uk	uk	uk	No	No		
5	14	m	Yes	uk	uk	uk	Yes	Yes	2 w	Slight
6	8	m	Yes	uk	uk	No	Yes	Yes	2 w	Slight
7	16	m	Yes	No	No	No	No	No		
8	11	m	Yes	Yes	uk	uk	Yes	Yes	1 w	Slight
9	9	m	Yes	Yes	Yes	nm	Yes	Yes	1 w	Slight
10	17	m	Yes	No	nm	nm	Yes	Yes	1 w	Slight
11	9	m	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	2 w	Slight
12	3	m	Yes	nm	nm	nm	nm	Yes	uk	Moderate
13	5	m	Yes	No	No	No	No	No		
14	5	f	Yes	nm	nm	nm	nm	Yes	uk	Slight
15	6	f	No	nm	nm	nm	No	uk		
16	7	f	nm	nm	No	No	No	uk		
17	6	m	nm	nm	nm	nm	No	uk		
18	6	m	nm	nm	nm	nm	No	No		
19	1	f	nm	nm	nm	nm	nm	uk		
20	5	m	nm	nm	nm	nm	nm	nm		

nm: 記憶なし uk: 不明

丁目の雨がある。このほか、仁科博士の『仁科ノート』に、「長崎 東ノ方ニ雨フル 少シパラパラ何レニシテモ bomb-effect」と見える程度である(長崎原爆戦災史(1977))。西山四丁目については、日本学術研究会特別委員会学術調査団によって調査が行われ、「爆発の20分ばかり後に雨が降ったので、その時、放射性物質が長崎市から巻き上げられたほこりとともに、落下したものと思われる」との報告がある(長崎原爆戦災史(1977))。

広島では、広島管区气象台宇田技官の「雨水の泥塵が強烈な放射能を呈し人体に脱毛、下痢等の毒性生理作用を示し、魚類の斃死浮上を現し、2,3カ月も広島西部地区の土地に高放射能性を留める重要原因となった」という記録が有名である。系統的調査としては、広島市と広島県が2008年に、黒い雨を体験した1,844人のデータを分析したものがある(広島市 原爆体験者等健康意識調査(2010))。「下痢や脱毛などがあった」と回答した人は、指定地域群(大雨地域)で16%、未指定地域群(大雨地域外)で10%と、比較対照群(被爆者健康手帳非所持者で黒い雨体験が無い者)の3%を上回った。

## 5. ORNL-TM-4017

黒い雨と脱毛に関して集めた資料を読み返していると、松浦他 (2002) の論文の中の引用に目が止まった。「オークリッジ国立研究所 (ORNL) の山田とジョーンズは…中略…彼らはフォールアウトにさらされたグループに対して最も高い発現率 68.48%の脱毛を見出した」他にない高い脱毛率である。いったい、どのような論文だろう、と参考文献をたよりに、タイトルをインターネットで検索すると、あっさりヒットして全文をダウンロードすることができた。“An examination of A-bomb survivors exposed to fallout rain and a comparison to a similar control population”

掲載されていたのは米国の民間のサバイバル系サイトだった。原文は米国エネルギー省のライブラリーの中に、Report Number(s): ORNL-TM-4017, Resource Type: Technical Report として保管されている (Yamada and Jones (1972)). 学術論文ではなく、ORNL のテクニカルレポートである。ORNL に保存されていた ABCC の遮蔽調査のマイクロフィルムと ABCC magnetic tape records (コンピュータリスト) をもとに、黒い雨を浴びた被爆者の急性症状を対照群と比較している。広島爆心地から 1,600 m より遠方で被爆し、少しでも黒い雨を浴びた 287 人 (マイクロフィルム 222 人, コンピュータリスト 65 人) のうち、被曝線量が 20 rad 未満の 236 人が黒い雨のコホート群とされた。対照群として、爆心地から 1,600 m より遠方での、広島南東部地区で被爆した 16,045 名が選ばれた。長崎については、ABCC コンピュータリストの検索により黒い雨を浴びた 82 人が得られたのみで、遮蔽調査のマイクロフィルムから選択されたケースはなかったため、分析は広島被爆者についてのみ行われた。なお、被曝線量は当時用いられていた暫定線量 T65D により計算されている。

## 6. 黒い雨群の急性症状

急性症状は、発熱、下痢、血便などの小症状と、歯肉出血、紫斑、脱毛などの大症状について分析され、さらに、発症期間による分類、脱毛については軽度 (1/4 未満)、中等度 (1/4~3/4)、重度 (3/4 超) と程度による分類も試みられている。表 2 は ORNL-TM-4017 の Table 2. Specific Radiation Symptoms versus Initial Exposure for “Black” Rain Survivors. と Table 7. Specific Radiation Symptoms versus Initial Exposure for the Control Population より作成したものである。発症期間 21 日以内に限ってみても、小症状の発熱 (13.56%)、下痢 (16.53%)、血便 (5.51%) は高率である。大症状の中では、脱毛の軽度 (60.17%) が突出して高い。脱毛全体では 68.48%となる。これに対して対照群では軽度脱毛が 4.03%、脱毛全体で 4.51%、それ以外の大症状、小症状はいずれも 2%未満となっている。また、1rad 未満、1-10 rads、10-20 rads と線量別にも比較を行っているが、区分による急性症状の発現率に大きな差異は認められていない。Hiroaki Yamada も、「個々

表2 ORNL-TM-4017 より急性症状の抜粋.

Minor Symptoms	black rain	control
Fever		
Occurred within 21 days	32 (13.56%)	212 (1.32%)
Occurred within 22-60 days	15 (6.35%)	65 (0.40%)
Other	189* <sup>1</sup>	15,769* <sup>2</sup>
Diarrhea (nonbloody)		
Occurred within 21 days	39 (16.53%)	122 (0.76%)
Occurred within 22-60 days	12 (5.08%)	53 (0.33%)
Other	185* <sup>1</sup>	15,870* <sup>2</sup>
Diarrhea (bloody)		
Occurred within 21 days	13 (5.51%)	37 (0.23%)
Occurred within 22-60 days	7 (2.97%)	18 (0.11%)
Other	216* <sup>1</sup>	15,990* <sup>2</sup>
Major Symptoms	black rain	control
Epilation		
Slight (less than 1/4)	142 (60.17%)	646 (4.03%)
Moderate (1/4 to 3/4)	13 (5.51%)	47 (0.29%)
Severe (more than 3/4)	2 (0.85%)	20 (0.12%)
Present, but degree, date of onset unknown	5 (2.11%)	12 (0.07%)
Other	74* <sup>3</sup>	15,320* <sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>includes non-occurrence of symptom.

\*<sup>2</sup>includes non-occurrence of symptom and/or questionable.

\*<sup>3</sup>includes non-occurrence of epilation and/or questionable.

の比のいくつかは信頼性が高くない可能性があるものの、傾向は明確に示された。また、発熱 (13.56%)、下痢 (22.04%)、脱毛 (68.64%) は、かなり正確であると考えられる」と考察している。

これらの結果は、間の瀬地区の聞き取り調査結果と比較しても違和感はない。むしろ、何故、今までこのレポートが専門家の間で議論されてこなかったのかが不思議だった。残留放射線の人体影響が争点となった一連の原爆症認定訴訟の証拠としても提出されていない。放影研に問い合わせると、すぐにはわからないので調査する、との返事であった。

## 7. 遮蔽調査

1ヶ月後、放影研より「オリジナルデータより再現を試み、対照群 16,045 人について、うまく再現することができた。その結果、脱毛の発生率、対照群に集計上の誤りがあることがわかった」との連絡があり、10月20日、長崎放影研で詳しい説明を受けた。著者の Hiroaki Yamada すなわち山田広明は ABCC の調査員で、1972年に ORNL に出向してい

る時に T. D. Jones と共著でまとめたのが ORNL-TM-4017 である。

黒い雨の情報源として用いられた遮蔽調査とは、被爆時の原爆からの遮蔽状況に関する詳細な面接調査で、1954~65年に広島 20,356人、長崎で 8,373人に行われた。広島・長崎ともにおおむね被爆地点が 2000 m 以内を目途として行われたが、広島では 1600 m~2000 m では一部の対象者にとどまり、一方で両市とも、2000 m 以遠の一部の被爆者についても行われた（2000~2500 m 未満が 981人、2500 m 以遠が 168人）。このうち、1958年頃まで使用されていた調査票には「雨」に関する質問項目「RAIN: (When, Where, What kind, How long, etc) (自由記載 3行)」があるが、1958年9月に変更された様式では削除されている（放射線影響研究所 (2011)）。1972年当時、ORNLには、遮蔽調査のマイクロフィルムのコピー（広島 11,915件、長崎 2,046件）があり、山田は、この中から黒い雨を浴びた 222人を選び出した。

## 8. 基本調査票 (MSQ)

遮蔽調査は急性症状を聞いていないため、急性症状を知るためには、どうしても、基本調査票 (Master Sample Questionnaire: MSQ) の情報が必要となる。MSQは、1950年の国勢調査附帯調査において広島長崎で被爆したと回答した全国約 28万人のうち、1950年当時に広島・長崎のいずれかに居住していた約 20万人を対象に 1956~61年に実施され、その後の調査の基本情報として用いられているものである。寿命調査 (LSS) 集団は上記 20万人から約 93,000人、原爆時市内不在者 (NIC) から約 27,000人の計 12万人からなり、MSQ調査は後者についても実施された。このほか個人線量の計算が行われた胎内被爆者の親や被爆二世調査対象者の親、過去に行われたさまざまな遺伝学的調査の対象者などについても相当数の MSQ が作成された。これらすべての経緯で作成された MSQ の総数は広島約 138,000人、長崎約 23,000人の計約 161,000人とされている（放射線影響研究所 (2011)）。

MSQ の情報と遮蔽情報をデータベース化されたものが T65D マスターテープと呼ばれ、ORNL-TM-4017 に出てくる ABCC magnetic tape records（広島 75,100人、長崎 24,900人）がこれに相当する。山田は、この中から新たに黒い雨を浴びた 65人と対照群 16,045人を選び出すとともに、個々の被曝線量、急性症状の情報を得た。

## 9. 対照群データ再現

放影研は現存する MSQ のデータより、爆心地からの距離と、米軍が使用したアーミイマップの座標記録をもとに、対照群 16,045人の再現に成功した。表 3 はその中の脱毛に関する部分である。全体の数字だけでなく、slight, moderate, severe, other 各脱毛程度の数値（表 2）ともぴったり一致する。

表3 ORNL-TM-4017 対照群の再現 (放影研作成).

Dist&gt;1600m\_TD1003\_epilation内訳

Total	0-5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-100%	degree unknown	onset unknown	No-info	No-info (#411)
16,045	590	56	45	2	20	0	12	205	15,115
Total	Slight		Moderate		Severe	Unknown		Other	
16,045	646		47		20	12		15,320	

No-Info (#411)\_epilation2内訳

Total	Epilation								
	0	1	2	3	4	5	6	7	9
15115	11591	67	54	26	3	46	4	560	2764

- |   |   |   |                           |
|---|---|---|---------------------------|
| 0 | No epilation  | 6 | Occurrence questionable   |
| 1 | Slight epilation (less than 1/4)                                  | 7 | No information on TD#1006 |
| 2 | Moderate epilation (more than 1/4 but less than 2/3)              | 8 | Essentially non-exposed   |
| 3 | Sever epilation (2/3 and over)                                    | 9 | No TD#1006                |
| 4 | Present, but degree of epilation unknown                          |   |                           |
| 5 | present in some degree, but date of onset is unknown questionable |   |                           |

T65D マスターテープの脱毛データには、0-5%、6-25%、26-50%、51-75%、76-100%と5段階に分かれた脱毛分類1 (epilation) と、脱毛なし、1/4未満、1/4~2/3、2/3以上と4段階に分かれた脱毛分類2 (epilation2) の2種類の分類がある。放影研による脱毛に関する論文の多くは脱毛分類2が用いられているが (Stram *et al.* (1989), Preston *et al.* (1998)), 放影研が提供する、寿命調査第11報: 死亡率および急性影響データセットには、重度脱毛 (頭髮の75%以上脱毛) との記載があり、用いられているのは脱毛分類1であるらしい。

山田が用いたのは脱毛分類1だった。ところが、脱毛分類1には0 (脱毛なし) という区分がない。0-5%の中に0 (脱毛なし) が含まれるにもかかわらず、Slight (less than 1/4) のカテゴリーの中に、表3の0-5%を加えてしまった結果、実際以上に脱毛率が高くてしまった。念のために、放影研で0-5%の中からMSQの原本50件をランダムに確認したところ、すべて0 (脱毛なし) だった、との説明であった。黒い雨群の脱毛率が68.64%と異常に高いのも、同様の理由と考えられる。さらに、表3に示すように、山田が用いたABCC magnetic tape recordsのOtherのカテゴリー中のほとんどは、No-info (#411) すなわち、遮蔽調査なし、の人で構成されていることが再現データより明らかになった。No-info (#411) のカテゴリーに含まれる11,591人を脱毛分類2 (epilation2) で分類すると、脱毛ありの人 (区分1~5) 196人が含まれていることがわかる。これは、脱毛症状だけではなく、全てのコントロールテーブルの急性症状の分類も同一で、Otherのほとんどが、実際には症状のあった人を含むNo-info (#411) であったため、対照群の急性症状の発現率が極端に低くてしまった。

表4 LSS 対象者\_遮蔽調査あり\_ &gt; 1600 m\_epilation 内訳 (放影研作成).

1. LSS 対象者\_SH あり\_Dist &gt; 1600 m\_黒い雨 × TD 1003\_epilation 内訳 (TD1003 T65D マスターテープ)

都市	黒い雨	Total	0-5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-100%	Unknown	Onset unknown	No-info	No-info (#411)
広島	No-info	2,334	1,290	99	80	4	34		14	813	
	No	2,128	1,281	79	51	6	25		7	679	
	Yes	1,189	729	34	24		12		7	382	1
	Unknown	125	75	6	7	1	1			35	
長崎	No-info	454	223	8	18	1	2	1	16	185	
	No	2,271	1,136	59	50	8	8	3	36	970	1
	Yes	89	49	3		1	1		1	34	
	Unknown	68	24	3	4				6	31	
Total		8,658	4,807	291	234	21	83	4	87	3,129	2

表5 LSS 対象者\_遮蔽調査あり\_ &gt; 1600 m\_epilation2 内訳 (放影研作成).

2.LSS対象者\_SHあり\_Dist&gt;1600m\_黒い雨×TD1003\_epilation2内訳(TD1003 T65Dマスターテープ)

都市	黒い雨	Total	Epilation								
			0	1	2	3	4	5	6	7	9
広島	No-info	2,334	2,044	94	72	34	2	21	3	64	
	No	2,128	1,931	76	58	28	1	23	2	9	
	Yes	1,189	1,106	28	28	12		10	2	3	
	Unknown	125	110	4	5	2		2	1	1	
長崎	No-info	454	400	9	18	3	1	6	4	12	1
	No	2,271	2,105	67	50	13		17	17		2
	Yes	89	83	3		2		1			
	Unknown	68	57	2	4			1	2	1	1
Total		8,658	7,836	283	235	94	4	81	31	90	4

- |   |   |   |                           |
|---|---|---|---------------------------|
| 0 | No epilation  | 6 | Occurrence questionable   |
| 1 | Slight epilation (less than 1/4)                                  | 7 | No information on TD#1006 |
| 2 | Moderate epilation (more than 1/4 but less than 2/3)              | 8 | Essentially non-exposed   |
| 3 | Sever epilation (2/3 and over)                                    | 9 | No TD#1006                |
| 4 | Present, but degree of epilation unknown                          |   |                           |
| 5 | present in some degree, but date of onset is unknown questionable |   |                           |

## 10. 黒い雨群の再現

山田が使用した ABCC magnetic tape records は現存しておらず、黒い雨群 236 人の再現は出来なかった。そこで、T65D マスターテープから、LSS 対象者のうち、遮蔽調査があり、1600m より遠距離で被爆した人について、黒い雨の有無から脱毛の発現率を分析したものが表4及び表5である。表4は脱毛分類1(epilation)を、表5は脱毛分類2(epilation2)を用いている。

遮蔽調査はおおむね被爆地点が 2000 m 以内を目途として行われているので、広島の場合

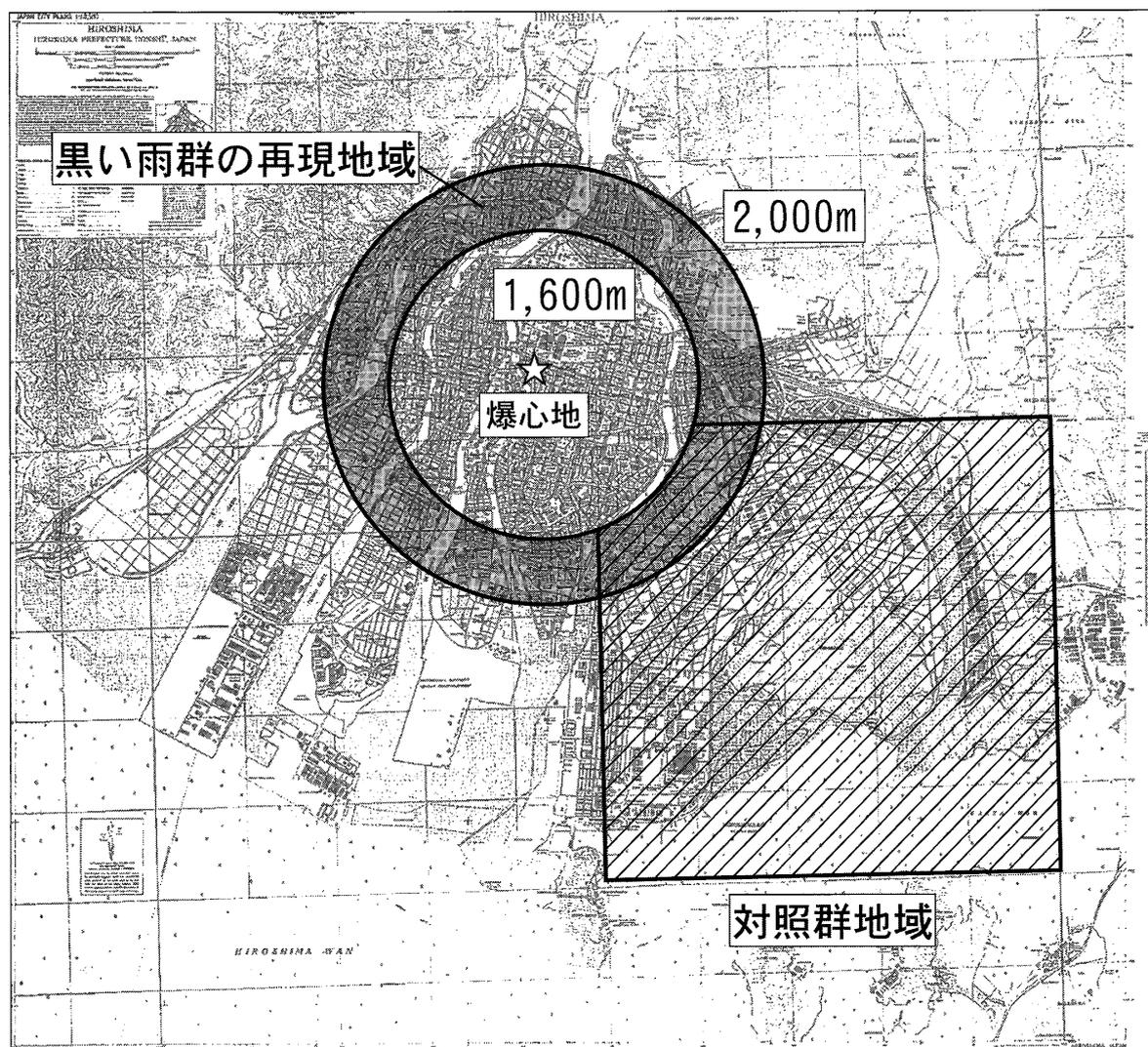


図2 ORNL-TM-4017の黒い雨群と対照群の地域.

合、表4、表5は図2のように爆心地から1600~2000 mのドーナツ状の地帯で被爆した5,776人が対象となる。表5をもとに脱毛率を計算すると、黒い雨 Yes の1,189人中、脱毛あり(区分1~5)は78人(6.56%)、黒い雨 No の2,128人中、脱毛ありは186人(8.74%)と有意差は認められなかった。黒い雨 Yes の1,189人中、Slight 軽度脱毛(1/4未満)は表5では28人であるが、表4では、0-5%は729人、6-25%が34人となっている。このことから、脱毛分類1(epilation)の0-5%のほとんどが、0(脱毛なし)で占められることが裏付けられる。

表4の脱毛分類1(epilation)のSlightを6-25%、Moderateを26-75%、Severを76-100%として、表5の脱毛分類2(epilation2)と比較すると、各々の区分で数値は近似するものの、微妙に異なっている。脱毛分類1が何に対する%なのか(抜けた髪の毛の量か、面積か)、脱毛分類2とどのように違うのか放影研に尋ねたが、今となっては分からないとのことであった。

## 11. 間違いは何故おこったか

山田は ORNL-TM-4017 を作成した 1972 年当時、ABCC の遮蔽調査部に所属していた。渡米前は広島黒い雨について熱心に調べていたという。1974 年、ABCC 調査課長として在米被爆者の実態調査のため再度渡米。1976 年の広島、長崎の残留放射能調査（厚生省調査研究委託費による）には班員として参加し、DS86 作成の日本国厚生省原爆放射線量研究チームのメンバーでもある。1986 年没。

脱毛率が過大に計算されたのは、使用した ABCC magnetic tape records の中に、脱毛分類 1 (epilation) しか含まれていなかったため、それを使用せざるを得なかったためと推定される。それでも黒い雨群の 68.48% という脱毛率に疑問を感じなかったのは、遮蔽調査のかたわら住民から聞き取った体験談の記憶と矛盾がなかったためではなかろうか。

当時のコンピュータにはキーボードはなく、パンチカードで入力し、磁気テープに記録する方式で、処理能力、記憶容量とも現在のコンピュータとは比較にならない位、劣っていた。急性症状が遮蔽調査の対象者に限って入力され（おそらく優先的に）、対照群 16,045 人の Other のほとんどが、No-info (#411) すなわち、遮蔽調査なし、の人で構成されているという情報は ORNL にいた山田は知り得なかったのであろう。

## 12. 復元データの検証

放影研の再現データ（表 3）より ORNL-TM-4017 の対照群の脱毛率を計算する。Dist>1600 m\_TD1003.epilation 内訳の 6-25% から 76-100% と、onset unknown の人数に No-info (#411) .epilation2 内訳の区分 1 から 5 までの人数を合計すると 331 人、全体 16,045 人に対して 2.06% となる。これは、長崎の被爆地域指定外地区で行われたアンケート調査（原子爆弾被爆未指定地域証言調査報告書（2000））の脱毛率 2.4% に近い。

次に表 2、表 5 より ORNL-TM-4017 の黒い雨群の大まかな脱毛率を計算する。表 2 の Epilation, Slight 142 件中の、(0-5%) の脱毛者は 0 件と仮定する。(6-25% の人数) を (26-75% の人数) から推定する。表 4 の広島、黒い雨 Yes の (6-25% の人数) / (26-75% の人数) は  $34/24 = 1.4$ 。ORNL-TM-4017 の黒い雨群の (26-75%) は 13 人なので、(6-25% の人数) =  $13 \times 1.4 = 18$  人。脱毛者数 = Slight (18) + Moderate (13) + Severe (2) + present, but degree, date of onset unknown (5) = 38 人、全体が 236 件なので、脱毛率は 16% となる。

黒い雨群は遮蔽調査のマикроフィルムから作成されており、Other に No-info (#411) は含まれていないため、脱毛を除く急性症状の発現率は、そのまま評価できる。発熱 13.56%、下痢 16.53%、血便 5.51% は、対照群がなくても十分高い率といえる。これらの数字は、2008 年に広島で行われた黒い雨に関する聞き取り調査での「大雨地域での、下痢、脱毛などの急性期症状の発現率 16%」と奇しくも一致する。しかし、抽出された黒い雨群は 236 人と

Atomic Bomb Casualty Commission

**MASTER SAMPLE QUESTIONNAIRE**

Project	Family Name (姓)		Given Name (名)		(Kanji)	Master File Number
Previous Contacts						
Project	Remarks		Date of Birth (生年月日)	Sex (性別)	Mar. Stat. (婚姻状態)	Family Name at Birth (出生時ノ姓) (Kanji)
Present Address (現住所)			Present Occupation (現在の職業)			
			Industry (事業)		Position (役)	
Household Head (世帯主)		(Kanji)	Relation (本人トノ続柄)			
Permanent Address (本籍地)			Occupation A.T.B. (原爆時ノ職業)			
(1) PRESENT STATUS (現状)						
Living within City (市内居住) <input type="checkbox"/>	Survival (生死ノ別)		Date of Death (死亡年月日)	Locality of Death (死亡場所)	Cause of Death (死亡ノ原因)	
Moved out of City (市外転居) <input type="checkbox"/>						
Unable to Locate (不明) <input type="checkbox"/>	Remarks (其ノ他ノ記明)					
Deceased (死亡) <input type="checkbox"/>						
(2) EXPOSURE DATE (被爆状況)						
Under 2500m (以内) <input type="checkbox"/>	Over 2500m (以上) <input type="checkbox"/>	Res.Rad. (残存放射) <input type="checkbox"/>	Not Exp. (非被爆) <input type="checkbox"/>	Unt. (不明) <input type="checkbox"/>	Coordinates (座標)	Distance from Hypocenter (爆心地ヨリノ距離)
Exact Location at time of Bomb (原爆時ノ正確ナ位置)						
Summary of Shielding (遮蔽ノ状態)						
Reason of Location A.T.B. (原爆時ノ土地ニ居タ理由)				Was person caught in Fallout Rain? (原爆直後雨ニ逢イマシタカ?) Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Unk. <input type="checkbox"/>	Where? (場所)	
Data of entry to City and approx. time within City within one month of A-B (入市年月日及原爆後一ヶ月間ニ於ケル市内滞在日数)	Date of Entry (入市年月日)	Period (期間)	Area (地域)			

図3 Master Sample Questionnaire : MSQ の 1 ページより.

少なく、急性症状との因果関係を立証するには不十分である。ORNL-TM-4017 は、黒い雨による残留放射線が急性症状の原因となった可能性を示唆するものであり、黒い雨が人体に及ぼす影響は極めて少ないという従来の考え方を覆す可能性を示したレポートとして意義が大きい。

山田が、急性症状の発生機序としてβ線被曝をあげているのも興味深い。長崎では原爆投下の8月9日より9月2日までは晴天が続き、一滴の雨も降らなかった。間の瀬地区の脱毛の多くが1~2週間後に発生し、程度が軽度であり、農作業の従事する小学生以上に起こっている。農耕機もない当時、夏場の水田では腰をかがめて雑草をとる。髪には黒い雨が降った水田の泥や水が付着、乾燥し、髪を洗う水もまた、黒い雨を浴びた小川の水あるいは湧水であった。付着した放射性物質から発するβ線が毛根を障害し脱毛を起こした、という仮説も成り立つように思われる。その場合、頭皮の皮膚被曝線量はそれほど高いものではなく、数10 mSv レベルの範囲だったと推定される。

### 13. MSQ の黒い雨情報

MSQ には、「雨」に関する質問項目として、「Was person caught in Fallout Rain? (原爆直後雨ニ逢イマシタカ?): Yes, No, Unknown」と「Where (場所): (自由記載1マス)がある(図3)。放影研によれば、この黒い雨情報については2007年頃より入力を開始し、

(9) SYMPTOMS (症状)							
Type of Symptom (症状ノ種類)	Date of Onset (起始日)	Mild (軽度)	Moderate (中等度)	Severe (強度)	Unk. (不明)	None (無シ)	Duration or Comment (持続期間及ビ備考)
Fever (発熱)							
Malaise (全身倦怠)							
Vomiting (嘔吐)							
Nausea (悪心)							
Anorexia (食欲不振)							
Diarrhea (non-bloody) (下痢・非血性)							
Diarrhea (bloody) (下痢・血性)							
Sore Throat (咽喉痛)							
Sore Mouth (口内痛)							
Sore Gums (歯肉痛)							
Bleeding Gums (歯肉出血)							
Purpura (斑点出血)							
Other Bleeding (其ノ他ノ出血)							
Epilation (脱毛)							
(10) MENSES (月経)							
Did Patient have Amenorrhea (無月経ノ有無) Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Unk. <input type="checkbox"/>		Length of Time Experienced (持続期間)			Cause of Amenorrhea (if known) e. g. pregnant, Lactating, etc. (分レバ無月経の原因・妊娠・授乳等)		

図4 Master Sample Questionnaire : MSQ の2 ページより.

LSS 対象者 12 万人のうち、13,122 人が「雨」に逢った (広島 12,269, 長崎 853), 57,183 人が逢っていない, 2,085 人が不明と回答し, 47,931 人は無回答だった。また, LSS 対象者のうちの原爆時市内不在者 (NIC) のほとんどは無回答だった。LSS 以外の各種調査対象者では, 現在データ更新が済んでいる広島の 22,561 人のうち 2,364 人, 長崎の 4,653 人のうち 51 人が「雨」に逢ったと回答した (放射線影響研究所 (2011))。さらに, MSQ では急性症状についてもたずねている。症状は, 発熱, 全身倦怠, 嘔吐, 悪心, 食欲不振, 下痢, 血便, 咽喉痛, 口内痛, 歯肉痛, 歯肉出血, 斑点出血, その他の出血, 脱毛, と多岐にわたり, 症状が始まった日, 期間, 程度と, 内容も詳細である (図 4)。

2011 年 12 月 20 日, 黒い雨の地点図が公開された。爆心地に近い被爆者が対象として多いため, 爆心地に偏っているが, 既に知られている宇田雨域 (宇田 (1953)) より広範であり, 増田雨域 (増田 (1989)), 大瀧雨域 (Ohtaki (2011)) に近い (図 5)。MSQ の黒い雨情報はようやく入力完了したばかりで, 詳細な解析は行われていない。

#### 14. promote の選択

未解析情報は MSQ の黒い雨情報だけではない。遮蔽調査に記録された黒い雨に関する詳細データは未だデータベース化されていない。Perterson (1983) は広島爆心地の西方で癌死亡率が著しく高かったことを報告し, Tonda *et al.* (2011) は広島爆心地の被爆者死亡危険

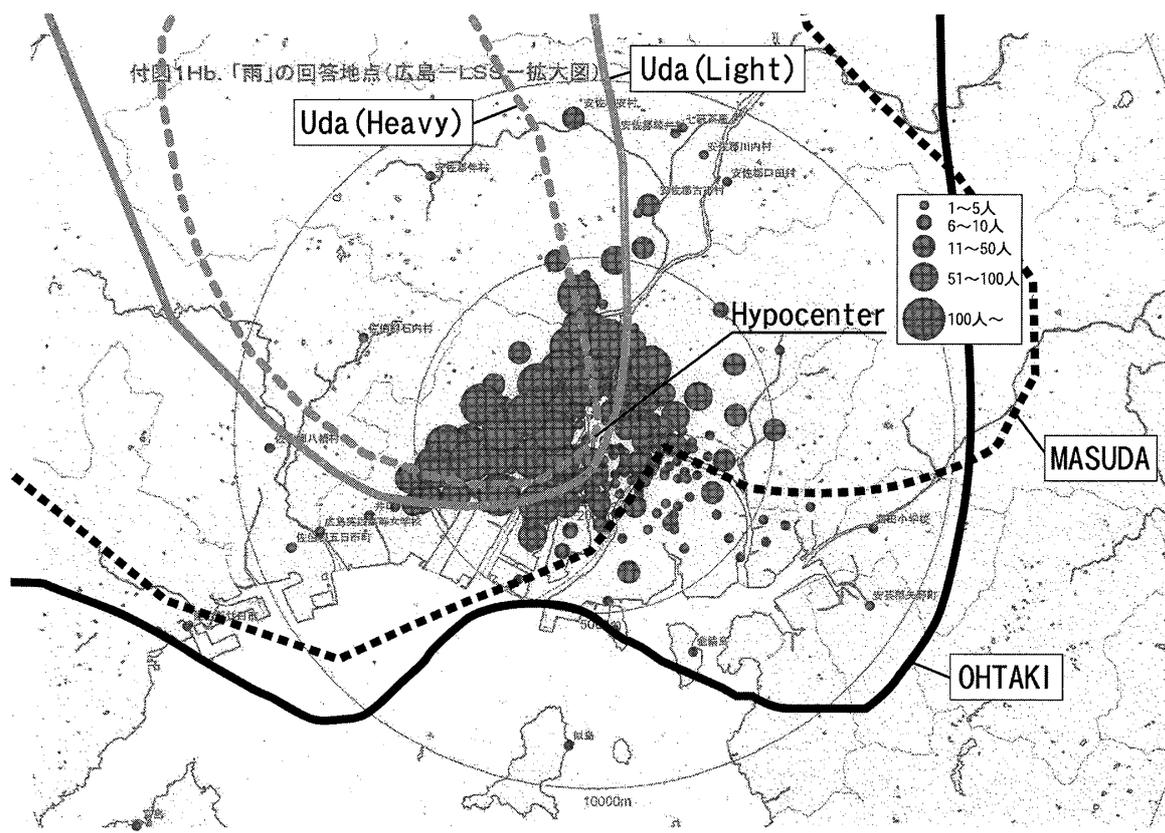


図5 黒い雨の回答地点—LSSと宇田，増田，大瀧雨域。

度は北西側が高いことを示した。いずれも黒い雨の雨域の方角である。黒い雨のみならず、入市被爆についても不明の点が多い。Imanaka *et al.* (2011)) は、早期入市者4人の行動履歴から被曝線量と急性症状との関連の解析を試み、急性症状の発現閾値が縮小される可能性を示している。

LSSの対象12万人の中には広島、長崎あわせて、4,919人の早期入市者、21,961人の後期入市者が含まれる(放射線影響研究所(2008))。MSQには、Date of Entry(入市何月日)、Period(期間)、Area(地域)など、入市に関する情報も記録されている。さらに、被曝状況について、Res. Rad(残存放射)、Not Exp(非被曝)、Unk(不明)という項目もある(図3)。これは、MSQの調査票を設計した時点で、ABCCはRes.Rad、すなわちResidual radiation(残留放射線)に注目していたことを示しているのではなかろうか。

ORNL-TM-4017のAbstractは、“represents an attempt to establish conclusions which would either promote or discourage more detailed analyses”と結ばれている。あえて邦訳すれば、「それを詳しく分析することが推奨されるのか、されないのか、本文書は、その結論を確立しようとした試みでもある」。discourageには「思いとどまる」という意味もある。1972年、ABCCの選択はdiscourage。ORNL-TM-4017は再検証されることなく、山田自身がDS86の作成メンバーでありながら、DS86にも反映されていない。そして、DS86に代わる新しい線量推定方式として誕生したDS02には、残留放射線の章自体が存在しない。

LSSには、対象者の癌の発生率や死因を含めた、60年間の膨大な情報の蓄積が存在する。MSQ、遮蔽調査の未解析データとLSSが最新のコンピュータシミュレーションにより統合的に統計処理されるとき、残留放射線の人体影響について、まだ見ぬ世界が開けるかもしれない。2012年、40年の時を経て、promoteの選択がなされることに期待したい。

### 参 考 文 献

- 放射線影響研究所 (1987). 原爆線量再評価, 広島および長崎における原子爆弾放射線の日米共同再評価, DS86, 209-230.
- 放射線影響研究所 (2008). 要覧, 6-8.
- 放射線影響研究所 (2011). 基本調査票 (MSQ) 等の「雨」情報について, 記者会見配布資料.
- 広島市 (2010). 広島市原子爆弾被爆実態調査研究, 原爆体験者等健康意識調査報告書.
- 本田 武夫, 伊藤 正博, 岡島 俊三 (1990). 「長崎西山地区住民の染色体調査」『広島医学』**43**(3), 391-393.
- Imanaka, T., Endo, S., Kawano, N. and Tanaka, K. (2011). Radiation exposure and disease questionnaires of early entrants after the Hiroshima bombing, *Radiation Protection Dosimetry*, 1-6.
- 増田 善信 (1989). 「広島原爆後の“黒い雨”はどこまで降ったか」『天気』**36**(2), 69-79.
- 松浦 辰男, 菅原 努 (2002). 「原爆生存者の疫学的データから導いた線量—反応関係のしきい値の存在について」『放射線教育フォーラム』11月, 17-26.
- Nagataki, S., Hirayu, H., Izumi, M., Inoue, S., Okajima, S. and Shimaoka, K. (1989). High Prevalence of Thyroid Nodule in Area of Radioactive Fallout, *Lancet*, 385-386.
- 長崎市原爆被爆対策部 (2000). 聞いて下さい！私たちの心のいたで, 原子爆弾被爆未指定地域証言調査報告書.
- Ohtaki, M. (2011). Re-construction of spatial-time distribution of black rain in Hiroshima based on statistical analysis of witness of survivors from atomic bomb, Revisit The Hiroshima A-bomb with a Database—Latest Scientific View on Local Fallout and Black Rain—, Hiroshima City, 131-144.
- Ozasa, K., Shimizu, Y., Suyama, A., Kasagi, F., Soda, M., Grant, E. J., Sakata, R., Sugiyama, H. and Kodama, K. (2012). Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report14, 1950-2003: An Overview of Cancer and Noncancer Disease, *Radiat. Res.*, **177**, 229-243.
- Pace, N. and Smith, R. E. (1959). “Measurement of the Residual Radiation Intensity at the Hiroshima and Nagasaki Bomb Sites” Hiroshima, ABCC TR26-59.
- Perterson, J. A., Prentice, R. L., Ishimaru, T. *et al.* (1983). Investigation of circular asymmetry in cancer mortality of Hiroshima and Nagasaki a-bomb survivors, *Radiat. Res.*, **93**, 184-199.
- Preston, D. L., 馬淵 清彦, 兎玉 和紀, 藤田 正一郎 (1998). 「原爆被爆者における脱毛と爆心地からの距離の関係」『長崎医学会雑誌』**73**, 251-253.
- Stram, D. O. and Mizuno, S. (1989). Analysis of the DS86 Atomic Bomb Radiation Dosimetry Methods Using Data on Severe Epilation, *Radiat. Res.*, **117**, 93-113.
- Tonda, T., Satoh, K., Otani, K., Sato, Y., Maruyama, H., Kawakami, H., Tashiro, S., Hoshi, M. and Ohtaki, M. (2011). Investigation on circular asymmetry of geographical distribution in cancer mortality of Hiroshima atomic bomb survivors based on risk maps: analysis of spatial survival data, *Radiat. Environ. Biophys.*, DOI 10.1007/s00411-012-0402-4.
- 宇田 道隆, 菅原 芳生, 北 勲 (1953). [「気象関係の広島原子爆弾被害調査報告」日本学術会議原子爆弾災害調査報告書刊行委員会編『原子爆弾災害報告集』第1分冊, 98-135.
- Yamada, H. and Jones, T. D. (1972). An examination of A-bomb survivors exposed to fallout rain and a comparison to a similar control population. ORNL-TM-4017.