

IV. 最近の話題

2. チェルノブイリ事故と甲状腺癌

長瀧 重信 芦澤 潔人

要 旨

情報が錯綜しているチェルノブイリ原子力発電所事故の健康に対する影響について1990年から現地にて医療調査に従事して来た経験をもとに紹介する。10年目に明らかに臨床的に確認された健康傷害は134名の急性放射線症（28名が3カ月以内に死亡）と800名の小児甲状腺癌（3名が死亡）だけである。被曝線量に不確切的要素が多いために放射線傷害の調査は続行中であるが、4～5年で癌の発症が100倍以上になったことは前代未聞であり、現地の癌の発生を予防するためにも一般的な癌発生の機序の研究にも国際的な協力体制が望まれる。

〔日内会誌 86：1215～1221, 1997〕

Key words：チェルノブイリ事故，甲状腺癌，国際協力

はじめに

チェルノブイリ原子力発電所の事故に関連して数限りない話題が提供されてきた。文明とエネルギー，原子力発電の必要性など地球レベルの問題に始まり，原子力発電所の安全性，効率性，発電所の事故に対する対応，事故による環境破壊そして事故による健康傷害としても事故による放射線障害，社会心理的な健康障害，さらに政治的，経済的な変動のもたらす健康障害などが挙げられる。

一つの話題についても，正確な情報と不正確な情報，政治的，経済的，心理的な立場が入り乱れ，一般の内科学会の会員のチェルノブイリ事故に関する認識には大きな差があるものと思われる。

本稿では，旧ソ連邦が外国に情報を提供し始めた1990年から現在まで，チェルノブイリ事故による健康障害の調査（health effect）に従事して来た内科医として，日本の内科医が理解出来たことをまとめて述べることにする。

1. チェルノブイリ事故10年目に開催された国際シンポジウムの報告

1986年4月のチェルノブイリ原発事故から10年目にあたり，1995年11月には世界保健機関（WHO），1996年3月にヨーロッパ連合（EU），そして4月に国際原子力機関（IAEA）の国際シンポジウムが相次いで開催された。筆者はいずれのシンポジウムにも出席し，我々自身の経験を発表することが出来たが，特にIAEAのシンポジウムでは10年目のまとめとして，正確な報告書¹⁾を作製したので，その中の臨床的に観察された影響を最初に紹介する。

急性放射線障害：事故当時，原発内外で働いていた人達の中で，237名が急性の放射線被曝による症状を示したと考えられて病院に収容されたが，その中の134名が急性放射線症（acute radiation syndrome, ARS）と診断され，この中の28名が3カ月以内に死亡した。その後10年間にこの中の14名が死亡しているが，これらは被曝と直接関連したものではない。

甲状腺への影響：放射性降下物の影響を受けた地域，いわゆる汚染地域で1986年に子供であった

ながたき しげのぶ，あしぎわ きよと：長崎大学
第一内科

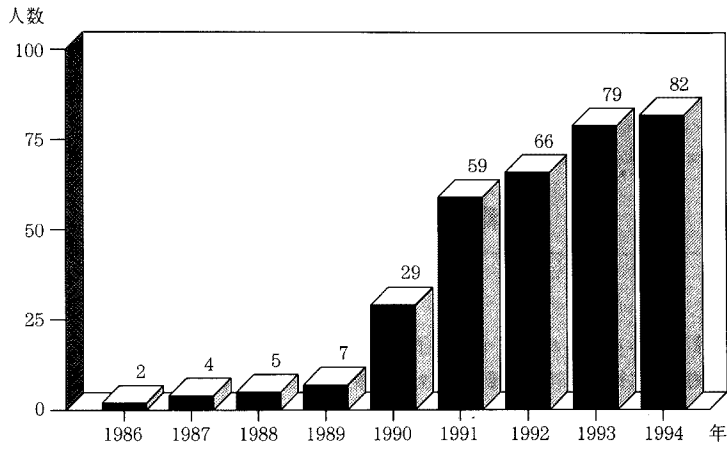


図 1-1. 小児甲状腺がん患者数 (ウクライナ)

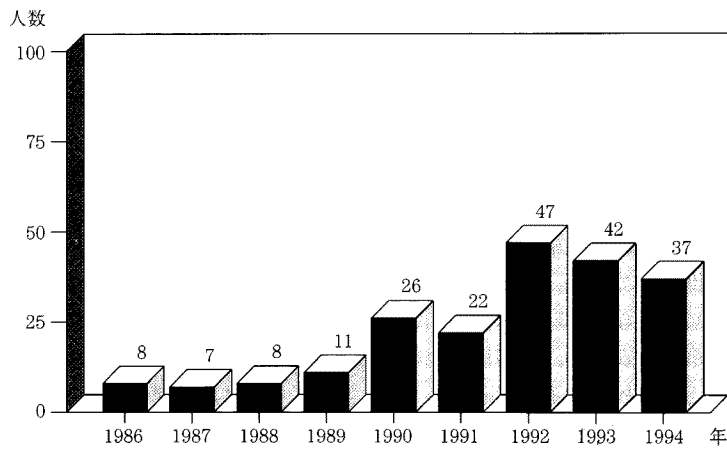


図 1-2. 小児甲状腺がん患者数 (ベラルーシ)

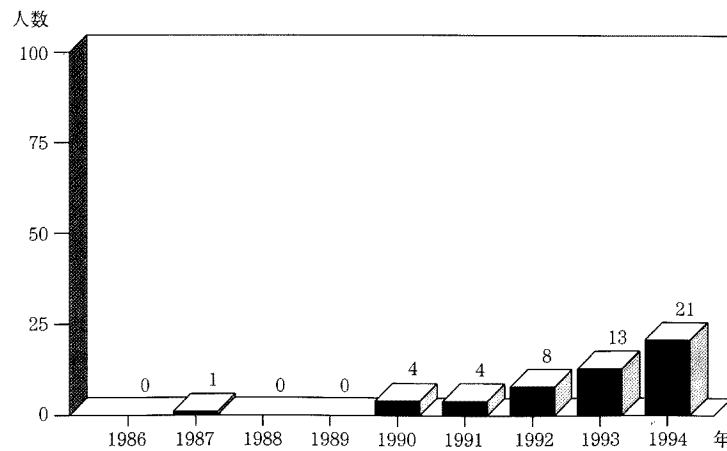


図 1-3. 小児甲状腺がん患者数 (ロシア共和国)

者の甲状腺癌が極めて有意に増加しているが、これは今までのところチェルノブイリ事故の結果として公衆の健康に与えた影響の唯一のものである。小児甲状腺癌の増加はベラルーシにおいて最初に認められ、次いでウクライナ、そしてロシア共和国でも確認された(図1)。1995年末までに報告された患者数(手術を受け組織学的に確認されている)は、事故当時15歳未満の小児で800名である。病理学的にはほとんど全て乳頭癌であるが、発現時に甲状腺外の組織への浸潤、リンパ筋転移、さらに遠隔部位への転位を示している例が多い。

長期的な健康影響: 特定の悪性腫瘍、白血病などが増加したとの報告もあるが、これらについては更なる調査が必要である。

心理学的な結果: チェルノブイリ事故で影響を受けた人々のあいだで重大な心理的な健康障害と徴候、例えば不安、抑うつ、および精神的脅迫感に起因する様々な心身症が存在する。しかし、このような影響を放射線による影響と、経済的困窮

やソ連邦の解体による影響と区別するのは極めて困難である。

以上IAEAの報告によると10年目までに明らかに認められた健康障害は、134名の急性放射線症(うち28名が死亡)と800名の小児甲状腺癌(うち3名が死亡)ということになる。しかも、甲状腺癌の増加は正確な疫学的調査によるものではなく、毎年手術される小児甲状腺癌の患者数が図1のように1990年頃から急速に増加しているという時間的な因子と、患者数の増加が汚染地域を持つ3つの共和国に限られるという地理的な因子の状況証拠(chronological, geographicalなstrong circumstantial evidence)によるものである。

2. Sasakawa Chernobyl Project

1990年ゴルバチョフ大統領時代に、ソ連政府の依頼に応じて笹川記念保健協力財団の資金により設立されたプロジェクトで、5年間50億円の予算

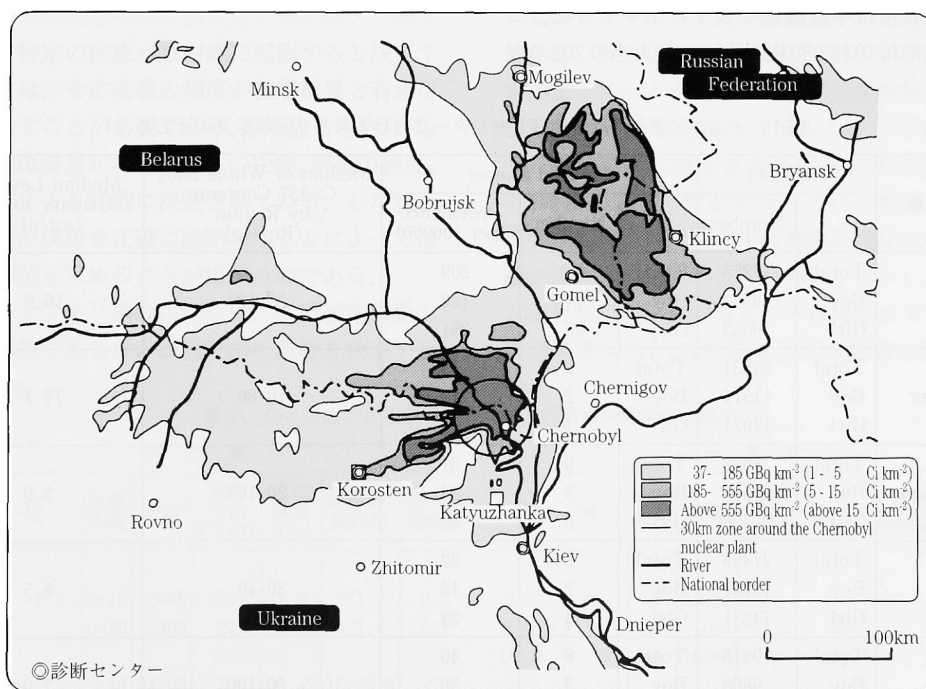


図2. チェルノブイリ周辺地域の地図

で開始された。このプロジェクトには筆者も当初から参加し、長崎の経験²⁾から正確な臨床診断、正確な被曝線量、そして正確な疫学統計を目指して調査を開始した。

方法と対象：事故当時10歳以下の小児を対象として三共和国（ロシア、白ロシア、ウクライナ）の5カ所に診断センターを設置し、各センターを中心として周辺の小児の合計10万人を調査することを目的とした(図2)。方法は1) アンケート(居住地の変更を含む)、2) 全身カウンターによる放射能の測定、3) 土壌中のCs-137濃度測定、4) 血算一式、5) 甲状腺超音波断層撮影、6) 甲状腺ホルモン (fT₄)、甲状腺刺激ホルモン; thyroid-stimulating hormone (TSH) および甲状腺自己抗体の測定、7) 尿中ヨード測定、8) 甲状腺の吸引生検などであり、測定結果は5つのセンターとも同一のシステムで登録された。

結果：現在までの5年間で予定以上の15万人の調査が行われ、その中の12万人の分析が完了した³⁾。血液疾患として4名の悪性症状が発見され、eosinophiliaが多く見られた。

著明な異常は甲状腺癌で表1に示すように、ゴメリ地区では19237名中29名、10万人当り202名と

なり、日本、英国、米国での頻度(100万人の子供の中から1年間に1名)に比べると、少なくとも100倍に増加していることが明らかになった。その他の地域も明らかに頻度が高い。この結果は、10万人以上におよぶ子供の同一の企画によるスクリーニングとしては他に類を見ないのみならず、チェルノブイリ事故の調査では唯一のスクリーニングの結果である。

被曝線量として、それぞれの子供の体内のCs-137量、検査時の地域、事故当時の地域の土壌中のCs-137を使用したところ、線量相関は全く認められなかった。このことは従来多くの報告が高度の汚染地域で多数の癌が発生しているということ、そして汚染は土壌中のCs-137で表現されていることを考えれば重大な調査結果である。一方、ヨード不足が発癌の誘因の一つあるという説が一般的であるが、最も頻度の高いゴメリ地区が必ずしもヨード不足ではないこと、表には示していないが、び慢性甲状腺腫は明らかにヨード不足と関連することは同じく重要な調査結果である。被曝線量と甲状腺癌の関係については後述する。

表1. チェルノブイリ周辺地区5センターにおけるスクリーニングのまとめ

Center	Subjects		Thyroid Cancer			Median of Whole body Cs-137 Contents by Region (Bq/Kg)	Median Level of Urinary Iodine ($\mu\text{g/dL}$)
		Number		Number	Prevalence (per 100000)		
Gomel	Total	19273	Total	39	209	30-140	16.9
	Boy	9320	Boy	14	150		
	Girl	9953	Girl	25	251		
Mogilev	Total	23531	Total	3	13	10-80	17.7
	Boy	11514	Boy	2	17		
	Girl	12071	Girl	1	8		
Korosten	Total	28958	Total	9	31	20-100	3.9
	Boy	13668	Boy	3	22		
	Girl	15,290	Girl	6	39		
Kiev	Total	27498	Total	6	22	30-40	8.5
	Boy	13167	Boy	2	15		
	Girl	14331	Girl	4	28		
Klincy	Total	19918	Total	8	40	50-100	7.0
	Boy	9860	Boy	3	30		
	Girl	10058	Girl	5	50		

3. 甲状腺癌の特徴

ベラルーシの手術によって確認された小児の甲状腺癌についての統計によると、事故当時の年齢分布は、0～4歳が65%、5～8歳が32.4%、10～14歳が2.6%と圧倒的に被曝時の年齢が低いことがわかる。

病理学的には、ほとんどが乳頭癌であるが、遠隔転移はベラルーシで4.5%、ウクライナでは23.7%と非常に多いが、これは英国、日本での小児の甲状腺癌と比較すると有意差はない。しかし、病理学的には充実性 (Solid) なパターンを示す部分が有意に多いとされている。

チェルノブイリ事故による甲状腺癌の遺伝子解析は各国で競って行われている。ret/PTC腫瘍遺伝子が多く発現しているとか、転移例に特に多いとする報告があるが、世界的に確認されるには至っていない。今後の大きな課題である。

4. 甲状腺癌の原因

一般に特定の疾患が放射線に起因すると決定するためには、その疾患の頻度が被曝線量と有意な相関を示すことが必要である。原爆症の場合には、各人の被曝線量が爆心地からの距離、遮蔽の程度、体位などにより詳細に決定されている。したがって、特定の疾患を正確に診断することによって被曝との相関を求めることが出来るのである。

チェルノブイリ事故の場合は、この被曝線量の測定が困難であることが放射線の影響を決定する

ための最大の障害である。換言すれば、放射線に起因する疾患が存在しても証明することが出来ないということも有り得るのである。情報が外国に公開された時、短半減期の放射性物質はすべて測定不可能であり、汚染は半減期の長いCs-137で表現された。図1の汚染地図もCs-137によるものである。現在直接に測定した被曝線量として入手可能なものは1986年の事故後数カ月間に測定された甲状腺I-131量だけであり、各国の調査団がこの集団を利用して被曝との相関を求めようとしているが、甲状腺I-131の情報は必ずしも入手できるものではなく、正確な結果は報告されていない。

被曝線量の再構築 (reconstruction) も地域の汚染度、食事の習慣、牛乳など食品の制限などの記録から計算されているが、大きな誤差のあることは当然である。

以上のことを前提として甲状腺癌の原因を考えると、疾患の診断は正確であるとしても被曝線量との相関を得ることは非常に困難である。先ず、Cs-137については全例のCs-137を測定出来たが、有意の相関は認められなかった。

しかし、チェルノブイリ原発から遠く離れた地域でも、他の癌の増加は確認されず甲状腺癌だけが增加しているのであるから、当然甲状腺のみに摂取される放射性ヨードが犯人として候補になり、事故直後に測定されたI-131による汚染地図 (当時軍によって測定されたという地図が1994年頃突然発表された) と甲状腺癌の発生に有意な時期が認められたとの報告もある。しかし、I-131犯人説も重大な弱点がある。それは今までに医学的な必要性からI-131を投与された患者は世界で数

表2. ヒトにおける放射性ヨードからの甲状腺癌発症危険率

研 究	診 断 量					過 剰 危険率	研 究	治 療 量					
	被曝年齢	人数	観察年数 (平均)	平均線量 (Gy)	観察値/期待値			被曝年齢	人数	観察年数 (平均)	平均線量 (Gy)	観察値/期待値	
若年被曝													
スウェーデン	0-19	2000	20	1.6	2/1.2	0.5	スウェーデン	57	10207	15	113	18/13.3	0.0
FDA	0-20	3503	27	0.6	4/1.4	3.1	ミネソタ	57	1005	15	88	3/0.8	0.0
成人被曝							USA	48	19186	8	88	5/2.4	0.0
スウェーデン	>19	24200	20	0.42	16/25.8	<0	若年者研究	0-19	602	10	88	2/0.1	0.3
ドイツ	成人	13896	17	1.0	80/63.6	0.3							

表3. 医学的放射線照射による甲状腺癌の発症

研 究	被曝年齢 (歳)	人数	観察 年数	平均線量 (Gy)	観察数/ 期待数
胸腺肥大 (Shore)	0~1	2650	36	1.4	37/1.52
頭部白癬 (Ron)	0~15	10834	30	0.1	43/10.7
頭部白癬 (Shore)	0~18	2227	35	0.06	2/1.3
皮膚血管腫 (Furst)	0~1	14000	34	0.08	13/7.0
皮膚血管腫 (Lundell)	0~1	14351	39	0.26	17/2.28
癌治療 (Tucker)	0~18	9110	8	12.5	23/0.43

十万人になると言われているのに、I-131による発癌は全く報告されていないからである。表2に示すように、診断として比較的少量を授与された場合も、治療として大量を使用した場合も癌の発生は増加していない。勿論、チェルノブイリの小児甲状腺癌の大部分が4歳以下の被曝であること、低ヨード食地方であることなどからI-131原因説を否定するものではないが、現状でI-131と決定するには証拠が少ないと言わざるを得ない。

一方、外部照射による発癌の可能性は原爆でも証明されており、医学的にも多くの学者が発癌の増加を報告している(表3)。全体として被曝線量は非常に少なく0.1Gy (10rad) 以下でも小児の場合著明に甲状腺癌の増加が認められる。放射性降下物による外部被曝の影響も無視できない。

もう一つの犯人は短半減期の放射性ヨードであり、こちらの方は外部照射と同じく発癌に影響が強い可能性が多い。短半減期の放射性ヨードの可能性は甲状腺癌が原発から何百キロも離れた場所で発見されることから、否定的な立場を取る学者が多かった。しかしながら、前述のIAEAの発表でI-131が 1.8×10^{18} Bq放出されたのに対し、同じ量(1.2×10^{18} Bq)のTe-132が放出されたことが明らかになった。Te-132の半減期は78時間であり原発から離れたところまで降下する可能性があり、そのTe-132からは常に短半減期のI-132が生成されるのである。事実、ベラルーシのモギリョフ(チェルノブイリから300km離れた都市)から5月1日に帰国した日本人旅行者の衣服から、I-131と同じ

位の量のTe-132が測定されたとの報告⁴⁾があり、甲状腺の被曝線量はI-131とI-132が同程度であったことが示されている。現在、短半減期の放射性物質の報告が皆無の中で、この報告は大変に貴重であり、短半減期の放射性ヨードが犯人である可能性も強く示唆するものである。しかしながら、短半減期放射性物質の汚染の記録がない状態では犯人と確定することは出来ない。

5. 今後の焦点：発癌の機序

甲状腺癌の原因について詳述したのは次の理由による。すなわち、4~5年間にある地域で癌が100倍も増加したということは前代未聞のことである。そして、癌になった小児、癌になる可能性のある小児がその地域には多数存在しているのである。このような癌の存在は発癌の機序、癌の促進因子の解明には未だかつて経験したことのない機会であることは間違いない。

したがって、甲状腺癌の増加が確認された頃から、欧州各国、また最近米国も数大学がチームを組んで膨大な予算を持って甲状腺癌の調査に乗

表4-1. 今後の課題(1)

1. 原因の追求
 - A: 線量
 - 線量再構築
 - 生物学的線量測定
 - 短半減期 ヨード-131, ヨード132, テルル-132, 外部照射
 - B: 疫学的手法
 - ヨード-131, その他短半減期放射性同位元素の可能性
 - スクリーニング
 - 発癌を促進する因子
 - Cohort, Case-control studies, 事故後に生まれた小児
 - C: 甲状腺癌患者の情報登録
 - a. 放射線被曝歴
 - b. 臨床像
 - c. 病理診断
 - d. 血液, 組織標本の保存
 - D: 分子生物学的方法

表4-2. 今後の課題 (2)

2. 小児甲状腺癌の治療
-手術, ヨード-131治療
-補充療法 -T4, Vit D, Ca
3. 甲状腺癌発症の予防
A: ヨードの補充
B: ハイリスク集団(事故当時3歳以下の小児のスクリーニング)

表4-3. 国際協力 (情報公開と協力)

1: 重複プロトコールを避ける
2: 質の向上
CIS諸国(ベラルーシ, ウクライナ, ロシア)
WHO, EC
USA, FRANCE, GERMANY, ITALY, U.K.
日本
その他

り出して来た。内科学会の各位がこの重大な機会に対して十分な認識を持ち、日本としても調査研究を強力に進められるようご協力を心から願います次第である。

6. 今後の課題

WHOその他の会議で筆者が使用した今後の課題を表4にまとめた。この中で現在の大きな問題は世界各国が独自に強力に調査研究を行っていることである。極端な言い方をすれば、一人の小児

甲状腺癌の組織を細かく分けてその一片宛をフランス, ドイツ, イタリア, アメリカなどが入手し, 患者の病歴, 臨床像, 病理像が不明なままチェルノブイリの甲状腺癌として遺伝子解析を行っていることである。同じ患者からの組織をお互いに知らずに分析し, 結果を発表するようなこともあるようである。

今後は世界共通の重要な課題として, ロシア, ベラルーシ, ウクライナ3共和国とともに国際的な共同研究の体制を組むことが必要であり, その中で日本が唯一の被爆国としての経験を生かし, 指導的な立場を取れることを切に望むものである。

文 献

- 1) Williams ED, et al: Effects on the thyroid in populations exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident. Proceedings of the One Decade After Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident. Delves D and Demir M, ed, Vienna, IAEA, 1997, p207.
- 2) Nagataki S, et al: Thyroid diseases among atomic bomb survivors in Nagasaki. JAMA 272: 364, 1994.
- 3) Chernobyl Sasakawa Project (出版予定).
- 4) Kai M, et al: Estimation of internal exposure of four Japanese travellers to fission products released from the reactor accident at Chernobyl. Radiation Protection Dosimetry 18: 175, 1987.