

昭和49年8月13日第三種郵便物認可
1989年4月10日発行(毎月1回10日発行)
第18巻 第4号第188号(臨時増刊)
通巻203号)

技術と人間

1989
A P R

特集

地球の危機を
どう見るか

野間宏

ソ連が公表した
惨事の傷跡

青山明弘

原発労働者の
染色体異常

双葉社治

いま人形峠が危ない

石尾禎佑

ウラン鉱山周辺の
放射能汚染

石井克一

ウラン残土が
問いかけるもの

石田正義

ラドンの危険性と
ウラン鉱山労働者

小出裕章

①チエルノブイリから3年
②人形峠でいま何が起きて
いるか

4

に現
挑代
むが
総問
合う
雑も
誌の

■特集／人形峠ではいま何が起きているか

ラドンの危険性とウラン鉱山労働者

小出裕章

I ウラン鉱山における肺ガン死

ウランという元素は地球上に広く分布しており、何かの金属を求めて鉱石を採掘する場合でも、その鉱石の中にはなにかがしかのウランが含まれている。チェコスロバキアと東ドイツの間にはエルツ山脈という山脈があり、そこにある鉱山では、すでに一六世紀の半ばから鉱山労働者の間に異常な高頻度で致死的な肺の病気が発生することが知られていた。一九世紀も終わりになって、その肺の病気が実は肺ガンであることが明らかになるが、その後のチェコスロバキアにおける調査によると、ウラン鉱山労働者の約半数は肺ガンで死んでい

た。

一九三〇年代になって、この肺ガンの原因が実は鉱山の空气中に浮遊している放射性物質、特にラドンとその娘核種にあることがようやく明らかになるが、第二次世界戦争をかかえた状況の中で鉱山の労働環境は改善されず、鉱山労働者の間には悲惨な肺ガンが大流行した。

II ラドンの正体

普通「放射能」と呼ばれているものは、「放射性物質」をさす。「放射性物質」とは、「放射性核種」を含んでいるものである。「放射性核種」は、そのままでは不安定なため、

図1 カリウム-40の崩壊様式

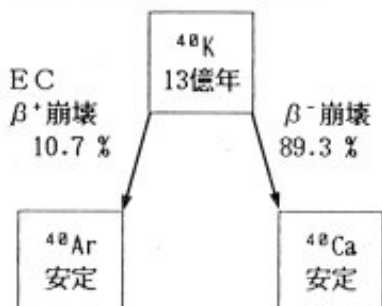


表1 地球誕生時に作られ、現在なお残っている代表的な天然放射性核種とその半減期

放射性核種名	半減期
ウラン - 238	45億年
トリウム - 232	140億年
ウラン - 235	7億年
カリウム - 40	13億年

「放射線」を出しながら別の核種に変わって行く。放射線を出して別の核種に変わって行くこの過程を「崩

図2 ウラン-238から始まる崩壊系列（ウラン系列）



種があったはずであり、そのうちの多くは、短い半減期のためにごく短時間に他の安定な核種に変わってしまったはずである。そして、地球誕生の時に作られて、いま現在なお残っている天然の放射性核種の代表的な核種を表1に示す。

「壊」と呼ぶ。別の核種に変わって行くこの早さは、各々の核種で異なっており、元の量の半分に減るまでの時間を「半減期」という。半減期が一〇〇万分の一秒より短い放射性核種もあるが、そうした核種がかりに今あったとしても、実質的にはすぐに消えてなくなってしまう。また逆に、数十億年以上の半減期をもつ核種もある。地球は、約五〇億年ほど前に誕生したといわれているが、その時には何千種類もの放射性核

表2 ラドン-222についての環境中の濃度や作業環境の各種規制値

	空気中のラドン濃度		
	[Bq/m ³]	[pCi/l]	[WL (100pCi/l)]
屋外での平均的な濃度	3 - 7	0.08 - 0.19	0.0008 - 0.0019
屋内での平均的な濃度	7 - 30	0.19 - 0.81	0.0019 - 0.0081
旧法令、許容濃度 (管理区域内)	(278) ¹⁾	7.5	(0.075)
許容濃度 (管理区域外)	(37)	1	(0.01)
新法令、濃度限度 (管理区域内)	300	(8.1)	(0.081)
濃度限度 (管理区域外)	9	(0.24)	(0.0024)
対策レベル(ICRP-39) ²⁾	200	(5.4)	(0.054)
天井値 (ICRP-39)	100	(2.7)	(0.027)

1) ()内の値は勧告値から換算したもの。

2) ICRP-39 の値は公衆の家屋における室内ラドン濃度を制限するためのもの。

このうち、カリウム40は、図1に示す通り、放射線を出すオカルシウム40と呼ばれる核種になるが、それらは安定な核種のため、それ以上放射線を出して別の核種になっていくことはない。ところが、ウラン²³⁸、トリウム²³²、ウラン²³⁵などの場合には、放射線を出して生み出された核種が、また不安定で放射性である。こうして生み出される放射線の核種を「娘核種」と呼び、それらは次々

に放射性の「娘核種」を生む。そのため、安定な核種に達するまでには、例えば、ウラン²³⁸から始まる崩壊について図2に示すように、一〇回以上の崩壊系列をしなければならぬ。問題は、この崩壊の途上で生じるラドン (Rn) である。ウランから始まってラドンの直前の核種 (ラジウム) までは、環境中では普通固体であり、鉱石や土壌その他の中に閉じこめられていることが多い。ところがラドンは化学的には不活性気体 (希ガス) と呼ばれ、それが生じた途端に鉱石や土壌から空気中に逃げだそうとする。鉱石などが地中深くに存在している場合には、ラドンが逃げようとしても逃げるのができず、そのうちに崩壊してポロニウムと呼ばれる放射性核種に変わってしまう。(ラドンの半減期は一番長いラドン²²²で三・八日、ラドン²²⁰で五六秒、ラドン²¹⁹ではわずか四秒である。)ポロニウム以下の放射性核種も環境中では普通固体であるため、結局鉱石や土壌の中に閉じこめられることになり、人間の生活環境に大きな影響をおよぼさずにすむことになる。

ところが、ひとたびウランを採掘するなどして地表面に出してしまえば、ラドンは空気中に逃げだしてくることになり、人間の生活環境に漂うことになる。人間はラドンを含んだ空気を呼吸することになるが、空気中に漂っているラドンは、漂いながらも崩壊してポロニウム以下の娘核種を生じており、それらの娘核種もある程度の時間は空気中に漂い、人

表3 ラドン-222に関する空气中許容濃度の変遷

年月日	関係法令名称	職業人			年間許容被曝量 [WLM]	管理区域 境界 [WL]	一般 公衆 [WL]
		[WL]					
		設定された1週間の作業時間 40時間	48時間	168時間			
1954/12/1	ICRP 勧告	3.0	-	1.0	35	-	0.1
1958/11/19	連産省鉱山保安局長通達	-	2.5	-	35	-	-
1959/7	ICRP Publication 2	0.3	-	0.1	3.5	0.09	0.01
1960/9/30	放射線障害防止法 ¹⁾	-	0.25	-	3.5	0.075	0.01
9/30	原子炉等規制法 ²⁾	-	-	0.1	3.5	0.075	0.01
9/30	核燃料物質規制規則 ³⁾	-	-	-	-	0.075	(0.01)
1963/2/8	鉱山保安法告示 ⁴⁾	-	-	0.1	3.5	0.075	-
	同告示の別表特例(坑内作業)	-	-	1.8)	35	-	-
5/21	鉱山保安局長通知(坑内作業)	-	2.5	-	35	-	-
1972/9/30	労働安全衛生法 ⁵⁾	-	0.25	-	3.5	0.075	-
1978/12/28	原子炉等規制法 ⁶⁾	-	-	0.1	3.5	0.075	0.01
1981/3	ICRP Publication 32	0.40	-	-	4.8	-	-
1988/5/18	放射線障害防止法改定後 ⁷⁾	-	0.27	-	3.8	0.081	0.0024

1) 「放射線を放出する同位元素の数量を定める件」(科学技術庁告示第22号)

2) 「原子炉の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、許容被曝線量等を定める件」(科学技術庁告示第21号)

3) 「核燃料物質又は核燃料物質の精練の事業に関する規則第1条の規定に基づき、管理区域に係る放射線量等を定める件」(科学技術庁、通商産業省告示第1号)

4) 「金属鉱山等保安規則に基づく告示」(通産省告示第29号)

5) 告示別表では $10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ (0.1 WL に相当)なる数値になっているが、それに「ラドン-222に係る空气中の放射性物質の濃度は、坑内に関する第七条第一項の適用については、 $10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ (1 WL に相当)とする」なる註し書がつけられていて、坑内労働者だけが概然十倍以上危険なラドン濃度を許されている。

6) 「電離放射線障害防止規則」

7) 「実用発電用原子炉の設置、運転に関する規則の規定に基づく許容被曝線量等を定める件」(通産省告示第665号)

8) 「放射線を放出する同位元素の数量を定める件」(科学技術庁告示第15号) など

間はそのれらをも呼吸で体内に取り込むことになる。そして、ラドン自体は完全な気体であるために一度吸入されても、またすぐに呼吸で排出されてしまうが、ラドン娘核種は非常に微細な固体になって吸入されるため、肺の組織にくっついてしまい、長期間体内に残留し人体を攻撃することになる。ウラン鉱山労働者に見られた肺ガンは、実は、坑道内に見だしたラドンが娘核種を生み、労働者がそれらを吸入したことによって生じたのである。

Ⅲ 空气中のラドン濃度と規制値

空气中のラドンの濃度は非常に大きく変動している。たとえば、屋外と屋内とは異なるし、その場所の土壌の性質(土壌がウランやトリウムを多く含んでいるかどうか)でも異なる。また、屋内の場合には建築材料(木であるか、コンクリートであるか、石膏ボードを使っているか)で異なるし、換気の度合によっても異なる。

以下では、ラドンのうちでも半減期が最も長く、人間への影響が最も大きいラドン222のみを問題にする。まず、ごく平均的な屋内、屋外におけるラドン222濃度を、作業環境などについてのラドン222の許容濃度などとともに表2に示す。

また、表3には、ラドンの空气中許容濃度についての歴史的な変遷を示した。今日、世界の原子力推進国は、原則とし

表4 動燃各鉱山における動きと坑内ラドン濃度など

年度	主な出来事	ラドン濃度に関する事項		
		ラドン濃度 [WL (100pCi/l)]		
1957	人形峠・倉吉・三吉各鉱山で 通気対策に努める。	探鉱坑道掘 削途上にお ける値 ④)	坑道掘削完了 後の自然通気 時における値	
		人形峠鉱山 峠 地区	14 - 120	0.3 - 10
		夜次地区	3 - 1000	2 - 16
		倉吉鉱山 円谷地区	12 - 25	1 - 12
		歩谷地区	3 - 40	1 - 13
		よろこ谷地区	~ 10	
	三吉鉱山 1号、2号坑	2 - 3		
		④)機械通気を行わないときのさく岩箇所における値		
1958	原子燃料公社が人形峠・倉吉 の両鉱山の代表鉱業権者になる。 また、鉱業法の他鉱山保安法 も適用を受ける。 黒川鉱山探鉱開始 12/19 人形峠・倉吉の両鉱山、 核原料物質鉱山の指定を受け る。	扇風機などの導入で機械通気に努める。 (局所的な排风量:30~40m ³ /min.) ラドン濃度は許容限以下になる(?) ¹⁾ 人形峠鉱山に於ける1958/11 から1959/2における測定値 峠地区 2.43±2.57 WL、夜次地区 3.29±2.49 WL	防塵マスクを試用する。	
		黒川鉱山 4月に打切り 倉吉鉱山 8月に打切り 東郷鉱山探鉱開始 12月には、核原料物質鉱山の 指定を受ける。	通気の強化に努める。 局所扇風機により、ほぼ1WL以下	
1959	人形峠・東郷両鉱山で坑道が 進展する。特に、人形峠では 探鉱試験が本格化する。	初めて人形峠・中津河に専用の強制通気立坑が出来る。 ICRPのPublication 2に対処(?) ¹⁾		
1961		中津河に600m ³ /min.の大型扇風機が設置 通気によって1~0.1WL台に低下。 この頃の濃度、 人形峠 1.61~6.1WL、東郷 0.97~5.7WL		
1962		中津河大切坑・東郷鉱山神の倉坑の通気改善		
1963		IAEA,WHO,IL0のシンポジウムに坑内ラドン濃度など報告 人形峠鉱山峠地区にも460m ³ /min.の主要扇風機を設置し 1~0.1WL台に低下させる。		
1964	人形峠で試験製錬開始			

1) 動燃資料に記載があるものの、筆者にとって疑問であったもの。

に、一九五九年に、ICRPが国際放射線防護委員会(ICRP)が示した基準を準用している。ICRPが一番初めに放射性物質についての許容濃度を示したのは、一九五四年のことである。日本においては、一九五八年の鉱山保安局長通達(それが則ってラドンの許容濃度を決めた)の後、

無防備の坑内労働者

ウラノ山
人形峠
ラナ



ウラノ山の人形峠に勤務する労働者たち（1988年10月25日撮影）



原子燃料公社の事務局長（1988年10月25日撮影）

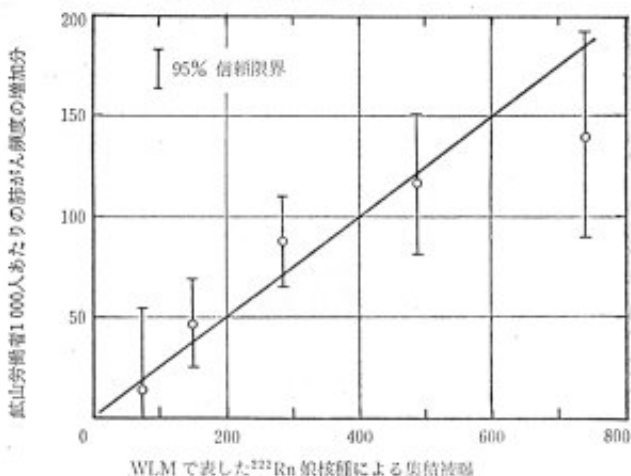
マスク、バツジもなく 危険性何も知らされず

写真1 坑内労働の実態を示す写真（日本海新聞88年10月25日）

は許容濃度の値を改訂し、ラドンの許容濃度については一〇分の一に厳しくした。日本においても、原子炉等規制法や放射線障害防止法が一九六〇年に制定されたが、それらの各法令はこの一九五九年のICRP-^(注1)二にもとづいてラドンの許容濃度を定めた。ICRPは一九七七年のICRP-^(注2)二六や一九八一年のICRP-^(注3)三二によって再度許容濃度の勧告値を改訂したが、日本の国もそれらを受けて、昨年五月に新しい許容濃度を示し、それによって改訂された法令がこの四月から実施されることになった。

日本においては、原子燃料公社（現在の動力炉核燃料開発事業団、通称「動燃」）が、よく知られた人形峠においてウランを試掘した。その人形峠などのウラン鉱山においては、原子燃料公社は一九五八年の鉱山保安局長通達や一九六三年の同通知を坑内ラドン濃度の規制の目安にし、また、被曝評価に利用してきた。表3から明らかのように、これらの通達や通知に示されている坑内労働者に対するラドンの許容濃度はICRPの勧告や、それにもとづいた日本の国内法の許容濃度に比べて一〇倍も高いものになっている。この点のからくりは表3の脚注にも示した。すなわち、一九六〇年以降に制定された日本の国内法のすべてがICRP-^(注4)二にもとづいてラドンの許容濃度を決めているにもかかわらず、鉱山の坑内作業については特例を設け、ICRPの最初の勧告の値を改訂せずに、他の作業の一〇倍のラドン濃度を許し続けてき

図3 短寿命²²²Rn娘核種によるポテンシャルαエネルギー被曝の間数で表したチェコスロバキアのウラン鉱山労働者に観察された(1948~1975)肺がん頻度の増加



たのである。坑内作業に従事する労働者の場合だけに、ラドンの危険性が低下する理由は勿論ないし、この特例をもちいて被曝評価することは全く科学的な根拠がない。このような高い許容濃度が鉱山で許されてきた唯一の理由は、こうした濃度を許さないかぎり、鉱山そのものが存在しえないからで

ある。

また、鉱山労働者は、もともと高い危険度を負うのが当然だから、放射線に対する被曝の危険も高くてよいのであれば、言語道断というべきだし、むしろ、被曝以外の職業上の危険が高いからこそ、せめて放射線に対しては防護する、あるいは他の労働者と同様な法的保護を与えるべきなのであって、鉱山労働者のみに高い危険度を許すなどということとは到底容認されるべきでない。

IV 吸入ラドンの危険性

空気中のラドンを吸入したときの被曝量を線量当量(例えばレム)単位で見積ることはきわめて難しい。そこで、ラドンの被曝を問題にする場合には、被曝を測る尺度としてWLM(Working Level、作業レベル)を用いる場合が多い。ラドンの場合、ラドンとその娘核種が、空气中に一リッター当たり一〇〇ピコキュリー存在している状態が一WLMに相当する。そして、一WLMの労働環境で、一月(一月一七〇時間、一年で二〇〇〇時間の労働時間を仮定されている)労働した場合の積算の被曝量(専門用語ではポテンシャルαエネルギー被曝と呼ぶ)を一WLMと呼ぶ。ICRP-5(注5)によれば、一WLM当たりの気管支基底細胞の被曝量は〇・一二シリベルト(一二レム)と与えられている。

後に示すように人形峠鉱山の峠地区においては、自然通気が行なわれた場合であっても、坑道内のラドン濃度は一〇W Lを超える場合もある。仮に一〇W Lとし、そこで一〇カ月間働けば、積算の被曝量は一〇〇W L Mとなり、それによる気管支基底細胞の被曝量は一二〇〇レムにも達する。

図3にチェコスロバキアのウラン鉱山労働者における肺ガンの過剰な死亡率のデータを示す。^(註4)あらゆる放射線は生命にとって有害であり、自然放射能であるから安全であるなどということはありえない。放射線防護上の仮定としてではなく事実として、鉱山労働者は実際に確認できる最低限の被曝量まで、その被曝量に比例して肺ガンの犠牲を負わされてきたのである。ICRP—5〇によれば、肺ガンの相対リスク増加分は一W L M当たり、〇・〇一とされている。このことは、一W L M被曝すると、肺ガンでの死亡率が被曝しない場合に比べて一〇%増加することを示し、例えば一〇〇W L M被曝したとすれば、被曝しない場合に比べて肺ガンの死亡率が一〇〇%増加する、すなわち肺ガンでの死亡率が被曝しなかった場合の倍になることを示すのである。男性の場合、肺ガン死の自然発生率(被曝を全くしなかった場合)は毎年一〇〇万人当たり六〇〇人とされており、平均的な寿命を八〇年とすれば一〇〇万人のうち約五万人、すなわち二〇人に一人は肺ガンで死んでいることになる。今、三〇歳で一〇〇W L M被曝した人を考え、その人の余命を五〇年とする。余命の五

〇年の間に被曝をしていなかったとしても、一〇〇万人当たり三万人は肺ガンで死ぬことになるが、その人は被曝したことによって一〇〇万人当たり三万人、つまり三三本に一本の肺ガン当たりくじを余分に負わされることになる。したがって、一〇〇W L M被曝した人を三三人集めれば、そのうち誰かはラドンに被曝したために肺ガンになって死ぬことになる。

一〇〇W L M被曝した人が三三人で一人の肺ガンが生じるのであるから、このことを別の表現にすると、三〇歳で被曝した人の場合、合計で三三〇〇W L M被曝する毎に一人の肺ガン死が生じることになる。例えば、一人の人が一〇W Lの坑内で三三〇カ月働いたとすれば、その人は確実に肺ガンで死ぬことになる。また、これも後に示すように、人形峠鉱山の夜次地区においては一〇〇〇W Lにも達する労働現場があったことを動燃の資料自身が示しており、そうした労働現場で三カ月も働くというようなことがあれば、それだけで肺ガンの犠牲になることになる。

ところが、このICRPの被曝評価も実は過小評価となっている。なぜなら、ICRPが基礎にしている鉱山労働者の追跡調査データは、いまだに二十数年間の調査しかできておらず、肺ガン死の発生がいまだに低い状態での調査をもとにしているからである。米国のゴフマン博士は、追跡調査期間のこのような不十分さを補正する巧妙なモデルをたて、ラドン被曝の危険性を詳細に検討している。^(註5)その結果によれば、

表5 1件の肺ガンを誘発するために必要な被曝量

ICRP (30歳男性)	約3300
ゴフマン (25歳男性)	388
(34歳男性)	593

単位：作業レベル・月 (WLM)

表5に示すように、一件の肺ガン死を引き起こすために必要な被曝量は、二五歳の男性で三八八WLM、三四歳の男性で五九三WLMと与えられている。すなわち、鉱山で働いた時に二五歳であった人の場合、ICRPが示しているように三三〇〇WLMで一人の肺ガン死ではなく、三八八WLMで一人の犠牲が出ることになるのである。

一〇WLMの坑内であれば、わずか三九カ月、約三年働いただけで肺ガンの犠牲にならなければならないことになる。

V 人形峠におけるラドン濃度

実際の人形峠や東郷鉱山などで坑内のラドン濃度がどの程度であったかを示すデータは必ずしも多くない。表4には、「原子燃料公社年報」^(注7)や、日本鉱業誌に示された人形峠鉱山などの坑内ラドン濃度^(注8)とその低減化についての動きなどをまとめて示した。

一九五七年当時の値を見れば、坑道内のラドンの濃度が驚くべき値であったことが分かる。この点について、動燃は

「夜次地区等における「探鉱坑道掘さく場における測定値」は切羽における発破直後の結果であり、高い値を示していますが、これは作業環境の値ではありません。通常はそれから約一時間後に自然通気された状態になり、さらに機械通気等をしてから立ち入ります」と主張している^(注9)。しかし、データの出所である「原子燃料公社年報」には、これらの濃度が発破直後の値であるという記載は全くないし、むしろ表4にも示したように「機械通気を行なわないときのさく岩箇所における値」と明記されていて、発破とは関係なく、さく岩作業箇所における値とされている。また、この年報には、これらの値について「機械通気を合理的に行なえば、安全な限度までラドン濃度を低減することは容易なことのようと思われる」と記載されており、当時はまだ機械通気が可能でなかったことも示されている。そして、やはり表4に示したように本格的な機械通気が可能になったのは一九六〇年の人形峠中津河坑が最初であり、それ以前はごく小型の扇風機による局所的な通気しか可能でなかったことは、動燃自身によって示されているのである。先の動燃の主張は全く受け入れるべき余地がない。

人形峠鉱山などの探鉱が開始された当時は写真1にも示すように坑内労働者は、マスクなども与えられず、自然放射能は無害であるとの説明の下で作業に従事していた。すでに表4に示したように、坑道の掘削が一応終了し自然通気が可能

になった状態でも、坑内のラドン濃度が1〜10WLにあつたことは原子燃料公社自身が示している。また、本格的な機械通気が可能になった一九六一年以降も、坑内ラドン濃度の測定値はその多くが1WLを超えている。仮に1WLになっていたとしても、10人の労働者（みな25歳とする）が約三年そこで働いただけで、そのうち誰かしらが肺ガンで死ぬことになるのである。

VI 動燃による危険度評価の虚偽

また、動燃は昨年十月二十六日付けで一九五八年度の峠坑、夜次坑における作業箇所ラドン濃度を公表し、そのデータはすでに本報告の表4にも引用してある。その時に動燃はあわせて坑内労働者の被曝量推定の結果も示している。その結果の一部を含めて、本来の被曝評価をいかに行なうべきかを表6に示した。動燃は、彼らの評価によれば、坑内労働

者の被曝量はICRPや法の規制値より低いと述べている。ところが、すでに述べたように、実は動燃の被曝評価は表3に示した一九六三年の鉱山保安局長通知にもとづいてなされており、ICRPや本来の法の定めによる被曝評価に比べれば10分の1の過小評価になっているのである。規制値と比較するためには、規制値を決めるにあたってもちいた方法と同じ被曝評価法を用いなければならないことは当然であるが、動燃はもともと10分の1にしか計算値がでない方法で計算しているのである。正しく評価し直せば、表6に示したように、動燃によって示された一四人の坑内労働者のうち九人までが法の定め以上に被曝させられており、特に被曝の多かったBさんの場合には、法の許容量の七倍もの被曝をさせられていたことになる。

さらに動燃は、十一月二十二日になって「人形峠事業所周辺の捨石堆積場について」なる文書を公表し、その中で坑内

硬派書評紙である。

ポリポリ・レビュー

思想の本陣・図書新聞では創業以来一貫して知のトレントを機り続け、アヴァンギャルド・シーンの生きた批評を完全バック、産地運送させて頂いて感ります。嫌ひない。温かい。甘くない。そのラジカズムに徹した幸口の本格書評は、知識の修羅場を生き抜く指南の書。その下、ハンガリの極みを熱帯気味の上、益々の御愛顧の程宜しくお願ひ申し上げます。なお、「本誌のみ」とお集書頂ければ、早急に見本紙送付致します。

毎週土曜日全国の書店で
発売 1部200円。

■定期購読

1年48週 11,040円

半年24週 5,520円

図書新聞

〒101 東京都千代田区神田
神保町2-18

電話 03-234-3471 (代)

振替 東京 6-75883

表6 ラドンによる内部被曝線量の評価の比較

氏名	作業場所	作業時間 ¹⁾ (hr./半年)	年間の 被曝量 ²⁾ (WLM)	動燃の評価		旧法令	新法令
				被曝量 (rem)	許容量 ³⁾ への比	許容量 ⁴⁾ への比	許容量 ⁵⁾ への比
A	峠 夜次	670	19.15	2.71	0.54	5.43	5.03
B	峠 夜次	540	25.11	3.56	0.71	7.12	6.59
C	峠 夜次	250	10.84	1.54	0.31	3.07	2.84
D	峠 夜次	280	12.33	1.75	0.35	3.49	3.24
E	峠 夜次	330	12.77	1.81	0.36	3.62	3.35
F	峠 夜次	40	1.55	0.22	0.04	0.44	0.41
G	峠 夜次	40	1.55	0.22	0.04	0.44	0.41
H	峠 夜次	40	1.55	0.22	0.04	0.44	0.41
I	峠 夜次	28	2.89	0.41	0.08	0.82	0.76
J	峠 夜次	145.5	5.61	0.79	0.16	1.59	1.47
K	峠 夜次	133.5	4.67	0.66	0.13	1.32	1.22
L	峠 夜次	40	1.55	0.22	0.04	0.44	0.41
M	峠 夜次	695	19.87	2.81	0.56	5.63	5.21
N	峠 夜次	130	6.43	0.91	0.18	1.82	1.69

- 1) フィルムバッチ着用期間(半年間)のデータから求めたとされている。
 2) 峠地区においては1958年11月から59年2月まで、夜次地区については1958年10月から12月までの測定データに基づいて、それぞれ平均のラドン濃度を2.43, 3.29 WLとしている。それ以前の坑道内ラドン濃度のデータは無いとされている。
 3) 全身で5レム/年(?) 4) 肺で15レム/年 5) 全身換算で5レム/年

作業者の内部被曝線量について新たなデータを示した。それによれば、「内部被曝線量は、概ね年間一・八レム以下であり、最大でも年間四・六五レム(円谷、昭和三十三年)でした」とされている。しかし、この評価は、またまた「坑内でのラドンによる被曝は、 2.5×10^{-4} $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ (= $250 \text{ pCi}/\text{l}$)

表7 動燃各鉱山における鉱山労働者人数

鉱山名\年度	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	計	
人形峠	坑内	41	51	54	89	72	59	45	37	25	25	498
	坑外	61	68	113	122	119	144	134	124	145	113	1,143
	計	102	119	167	211	191	203	179	161	170	138	1,641
倉吉	坑内	40	51	29								120
	坑外	59	54	55								168
	計	99	105	84								288
三吉	坑内	8										8
	坑外	4										4
	計	12										12
東郷	坑内			28	42	54	61	46	31	46	33	341
	坑外			60	108	101	110	102	64	97	74	716
	計			88	150	155	171	148	95	143	107	1,057
黒川 (岐阜)	坑内			2								2
	坑外			10								10
	計			12								12
鉱山計	坑内	89	102	113	131	126	120	91	68	71	58	969
	坑外	124	122	238	230	220	254	236	188	243	186	2,041
	計	213	224	351	361	346	374	327	256	314	244	3,010

2(SWL)の所で一週間四八時間作業した場合に〇・一レムの被曝を受けたと換算して評価「()」内は筆者による注)されたものであり、繰り返し指摘したように、元々のICRPの定め、あるいは日本国内の各種の法令に比べても一〇倍もの過小評価になっているのである。したがって、かりに正しく評価し直せば、ほとんどの坑内労働者は法の定め以上に被曝させられていたことになってしまし、円谷で働いていたとされる労働者の場合には何と四六・五レムもの被曝をしていたことになってしまうのである。

そのうえ、動燃が示したデータは以下の二点で極めて不十分なものであるし、そのいずれもが被曝の過小評価につながっている。第一に、動燃は、「昭和三十三年上期までについては、原子燃料公社が、外部に被曝測定の依頼をしていました。そのデータは保存されていませんが、昭和三十三年度後期以降のデータや通気等が実施されていたという当時の保安係員からの証言等から当時の坑内作業環境状況を判断して同程度の被曝と考えられます」と主張している。つまり、一九五八年の十月以前については作業箇所におけるラドン濃度のデータがないため、被曝の評価は五八年十一月以降のデータにもとづいて行なったというのである。被曝測定を依頼された外部の機関が何処であるのか明かでないが、被曝データが保存されていないこと自体まず問題である。そして、表4にも示したように、坑内の通気状態は徐々に改善されてきた

表 8 動燃各鉱山における稼働延べ時間

鉱山名	1957		1958		1959		1960		1961		1962		1963		1964		1965		1966		計
	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	坑内	坑外	
人形峠	90,695	139,311	40,424	47,159	126,056	316,722	202,824	298,540	182,033	305,052	135,468	343,619	94,849	312,397	61,339	340,697	50,151	345,744	51,940	252,915	1,035,779
	230,006	87,583	442,778	501,364	487,085	479,087	407,246	402,036	395,895	218,889	286,924	505,813									3,737,935
倉吉	87,576	125,941	117,156	121,991	14,157	38,992															218,889
	213,517	239,147	53,149																		286,924
三吉	14,330	5,642																			14,330
	19,972																				5,642
東郷																					19,972
																					746,156
																					1,759,209
																					2,505,365
黒川 (岐阜)																					1,661
																					18,861
																					20,522
鉱山計	192,601	270,894	157,580	169,150	219,376	499,974	299,889	547,832	303,251	575,287	251,089	567,992	185,390	574,949	143,980	590,035	142,937	577,292	120,722	399,387	2,016,815
	463,495	326,730	719,350	847,721	878,538	819,081	780,339	734,015	720,229	520,109											6,789,607

のであって、掘削当初の一九五七年や五八年上期においては
 通気がほとんどできていなかったと思われるし、動燃が示し
 ている坑内ラドン濃度のデータ自身がそれを裏付けている。
 データの存在していない期間をそれ以降と同様に考えるなど

という主張は、「誤りということを通り過ぎて、虚偽と名を呼
 ぶべきである。」

次に、動燃が被曝作業を行なった坑内作業員とは「代表者」
 としてフィルムバッジを着用していた作業員、延べ四六九人

表9 動燃が公表した坑内ラドン濃度の値

鉱山名	年度	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
人形峠	峠	2.43	0.92	1.80	-	-	-	-	-	-	-
	夜次	3.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中津河	-	0.74	1.40	1.54	1.00	1.82	1.47	-	-	-
	赤和瀬	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	長者	-	-	-	-	1.22	-	-	-	-	-
	平均	2.18	0.83	1.60	1.54	1.11	1.82	1.47	-	-	-
倉吉	歩谷	2.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	円谷	3.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	平均	2.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東郷	方面	-	0.54	0.85	1.06	-	-	-	-	-	-
	麻畑	-	0.80	1.06	1.01	1.09	-	-	-	-	-
	神倉	-	-	0.64	1.01	0.82	0.76	0.46	0.81	1.19	0.90
	平均	-	0.67	0.85	1.03	0.96	0.76	0.46	0.81	1.19	0.90

注] - 印は該当年度に坑内作業がなかったものとされている。

また、1958年以前のデータは存在していないとされている。

である。表7に示すように一九五九年から六六年までにかぎっても延べ九六九人の労働者が坑内作業に従事しており、動燃が被曝評価しえたのは全坑内労働者の半数にもみたくない。そして、ごく一般的にいえば、「代表者」よりは、それ以外の労働者の方が過酷な作業をしていたであらうと思われ、この点でも動燃の主張は過小評価になってしまう。

Ⅶ 坑内労働者の肺ガン死の試算

以下では、公表されたデータから、個々の労働者ではなく鉱山労働者全体の被曝量がどの程度であり、全体としてどの程度の犠牲を覚悟しなければならぬかについて、一つの試算を示してみる。まず、先に示した「原子燃料公社年報」などから各鉱山における労働者の人数と稼働延べ時間を、データのえられた一九五七年度から一九六六年度の一〇年間について、年度毎にまとめて示すと表7、表8となる。

ラドン被曝による犠牲の数を評価するためには、これらのデータに加えて坑道内のラドン濃度が分からなければならぬ。坑内ラドン濃度については、公表されているものの一部を表4に示した。また、やはり十一月二十二日付けで示された坑内ラドン濃度の値を表9に示す。しかし、この表9の値は単に数カ所での測定値を単純に平均したただけのもので、各年度において、掘削中で自然通気すらができない状態の坑道

表10 動燃各鉱山における坑内ラドン濃度の仮定と被曝総量(WLM)

鉱山名\年度	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	計
仮定したW.L.	10.00	5.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
人形峠	5,335	1,189	2,225	1,193	1,071	797	558	361	285	306	13,328
倉吉	5,152	3,446	250	-	-	-	-	-	-	-	8,847
三吉	843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	843
仮定したW.L.			10.00	5.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
東郷	-	-	4,559	2,855	2,139	680	533	486	546	405	12,202
黒川(岐阜)	-	-	98	-	-	-	-	-	-	-	29
鉱山計	11,329	4,635	7,142	4,053	3,212	1,478	1,092	848	842	711	35,342

*) **印は未だ採鉱が開始されていないか、あるいは閉山されたことを示す。

での測定値が含まれていたとは思えないし、そうした場所ですら実際に働いていた労働者の稼働割合も明かでない。そのうえ、すでに述べたように一九五八年度の値については十一月以降のもので、それ以前については「データが保存されていない」とされている。そこで、本報告では、信用に値するデータがえられるまで、表4や表9を参考にして、とりあえず表10に示すような坑内ラドン濃度を仮定してみることにする。

例えば、人形峠鉱山、倉吉鉱山の場合、一九五七年の坑内ラドン濃度は表4に自然通気時として示された値を参考にして一〇W.L.と仮定した。しかし、坑道が完成する以前の通気なしの状態における坑内ラドン濃度は著しく高く、そうした状態での延べ稼働時間がかかり短いものであったとしても、被曝の危険度には大きく影

響することを考えれば、この仮定はかなりの過小評価である可能性がある。また、一九五八年度の値については、さき述べた理由で動燃の値を単純には信用できなかったため、とりあえず表9に示した人形峠、倉吉の両鉱山の値より若干高い値として五W.L.とした。一九五九年についても、動燃が示した値はそれ以降の値に比べて低くなっていて合理的と思えないので、とりあえず三W.L.とした。一九六〇年以降は機械通気が徐々に導入されたことが知られているし、表9に示された値を一応信用するものとする。

また、東郷鉱山では、一九五九年から掘削が開始されており、掘削当初の坑内ラドン濃度が人形峠鉱山などの場合と比べて著しく改善されたという証拠は全くない。したがって、表9の値をにわかには信用できない。そこで一九五九年、六〇年については、それぞれ人形峠、倉吉両鉱山の値と同程度であったとし、六一年以降は動燃が示した表9の値を信用することにする。

信用できるデータがない状態で、坑内ラドン濃度を無理やり仮定したが、こうした仮定には非常に大きな不確かさがつきまとう。本来ならば、坑道外で働く労働者についても危険度の評価をすべきところであるが、坑道外におけるラドン濃度を仮定するには余りにもデータがなさ過ぎる。しかし、表7、表8に示したように、坑内、坑外の労働者の数や、稼働延べ時間にはそれほどの差がないこと、そして一

表11 動燃各鉱山における肺ガン死の予想発生数

鉱山名\年度	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	計
人形峠	11 (2)	2 (0)	4 (1)	2 (0)	2 (0)	2 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	27 (4)
倉吉	10 (2)	7 (1)	0 (0)	-	-	-	-	-	-	-	18 (3)
三吉	2 (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (0)
東郷	-	-	9 (1)	6 (1)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (4)
黒川(岐阜)	-	-	0 (0)	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
鉱山計	23 (3)	9 (1)	14 (2)	8 (1)	6 (1)	3 (0)	2 (0)	2 (0)	2 (0)	1 (0)	70 (11)

()内の値はICRPの危険度を採用した場合のもの。ゴフマンの危険度としては500WLMの被曝により1件の肺ガン死が発生すると仮定した。本文参照。

また、各行各欄における合計があわないのは小数点以下の誤差による。

なお、表10の脚注も参照のこと。

方、坑外のラドンの濃度は坑内のそれに比べおそらく問題にならないであろう。

表10に示した総被曝量から、いったいどれだけの肺ガン死が生じるかを評価するためには、一件の肺ガンを生むために必要な被曝量を仮定しなければならない。その値の代表的なもの、すでに表5に示してある。ゴフマンの値を適用するためには、実際に働いた労働者の年齢構成を知らなければならぬ。いまここでは、そのデータも利用できないので暫定的に鉱山労働者の平均的な被曝時年齢を約三〇歳とし、約五〇〇WLMで一件の肺ガン死が生じると仮定する。結局、ラドン被曝によって、各鉱山において表11に示すような肺ガン死が生じると評価される。ICRPが示している値は過小評価であることはすでに指摘したが、いちおう表11の中に括弧で囲んで評価値を示してある。

表11から明らかなように、被害の発生は坑内ラドン濃度が非常に高かった掘削当初に集中している。一九五七年度に人形峠鉱山、倉吉鉱山で働いていた坑内労働者の場合、約四人に一人、そして一九五九年度に東郷鉱山で働いていた坑内労働者の場合には約六人に一人が肺ガンの犠牲にならなければならないことになる。

念のため再度断わっておくが、本報告での肺ガン死の評価は、あくまでも暫定的なものであり、動燃によって各年度、各鉱山における信頼に足るラドン濃度の値が公表されるのであれば、もちろん改訂されるべきものである。私自身ここで評価値にまったくこだわらないうつもりがなく、動燃がデータ

を公表して正確な評価を可能にしてくれることを何よりも望んでいる。

VIII おわりに

人形峠で産出するウラン埋蔵量は、 U_3O_8 の品位で0・一％以上のものが八〇八トン、0・〇五三％以上のもので二一四五トンといわれている。^(注1)世界でウラン鉱石として利用されているものは、少なくとも0・二％以上の品位のものであることを考えれば、人形峠で産出するウランなど到底ウラン鉱石と呼べるものでない。鉱石としてのウラン含有量の低さというまでもないが、一〇〇万キロワットの原発一基を一年間動かそうとすれば、約一八〇トンの U_3O_8 が必要になり、右に示した人形峠のウランなど、採算を度外視してどんなに頑張ったところで、現在の日本の無謀な原発開発の半年分もまかなえない。日本では、あたかも人形峠でウランが産出するかのように宣伝されてきたが、人形峠のウランなど実際には何の役にも立たないのである。

しかし、そんなウラン鉱山にもかかわらず、坑内のラドン濃度は相当なものであるし、鉱山労働者の肺ガンの発生が危惧される。また、鉱石・捨石をめぐっての最近の動燃の主張では、「捨石たい積場の敷地境界における空間線量率の値(自然放射線の寄与を除く)が、ICRPの勧告に基づき来

年度に改正が予定される一般公衆に対する許容限度(年間一〇〇ミリレム)以下となるように(中略)措置および管理を行なう」とされているが、一般の原子力発電所における敷地境界の線量目標値は年間五ミリレムとされていることと比べれば、これらの捨石堆積場がいかに危険が大きく、そしてどうにも始末におえないものであることが理解できる。

こうして、原子力を推進しようとする者にとっても誠にバカバカしい行為の代償が、過去における坑内労働者の被曝と、そしていま現在続いている鉱石、捨石による周辺住民の被曝として支払われるのである。そして、人形峠のウラン鉱山ですらこれだけの危険があるということを思えば、諸外国における他のウラン鉱山で働く労働者の過酷な労働環境を思わないではいられない。

【注】

- (1) Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, Brit. J. Radiol., Suppl. 6, (1955)
- (2) ICRP Publication-2, "Recommendation of the International commission on radiological Protection, report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation", Pergamon Press (1959)
- (3) ICRP Publication-26, "Recommendation of the International commission on radiological Protection", Pergamon Press (1977)
- (4) ICRP Publication-32, "Limits for Inhalation of Radon

- Daughters by Workers, Pergamon Press (1981)
- (5) ICRP Publication-50, "Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughters, Annals of the ICRP Vol. 17, No. 1, Pergamon Press (1987)
- (6) J. W. Gofman, "Radiation and Human Health", Sierra Club Books (1981)
- (7) 原子燃料公社調査室、「原子燃料公社年報、原子燃料公社関係資料集(一三)」(1976) ほか
- (8) 三沢英勝、阿部道近、中島賢治、核原料物質鉱山における放射線保安、日本鉱業会誌、一九六三年八月号 pp. 585-589
- (9) 動力炉・核燃料開発事業団人形峠事業所、「ラドン濃度の測定データについて」、一九八八年一〇月二六日付け
- (10) 日本海新聞、一九八八年一〇月二五日
- (11) 動力炉・核燃料開発事業団、「人形峠事業所周辺の捨石堆積場について」、一九八八年十一月二日付け
- (12) 通産省資源エネルギー庁、「原子力発電便覧 一九八七年版」、電力新報社 (1987)
- (本稿で使用した人形峠周辺鉱山についての数多くのデータは、主として鳥取県の市民グループによって集められたものであることを、特に記し、感謝します。)

(こいで) ひろあき、京都大学原子炉実験所)

パソコン市民ネットワーク ALTERNATIVE NETWORK

岡部一明

コンピュータ文明下の今日、そのコンピュータをわれわれ市民の道具にかえ、対抗的な文化を築くことはできないか。このようなテーマのもとアメリカでのパソコン通信の現状をきめ細かく取材し、その特徴を中心に担っている人物を通して描き、そして日本における可能性を呼びかける。

四六判上製240頁 定価1800円

〒162 新宿区神楽坂3-6-12 ☎03-260-9321

技術と人間