

放射能が人体に及ぼす影響の 不確実性

著者お名前

1 はじめに

一時に 1000 mSv を超えるような高い放射線に被曝すると、それにより細胞が直接破壊されることとなり、その数が多いと様々な症状が現れ、3000～5000 mSv 程度を超えると死に至ることもあるといわれている。これに対して、100 mSv 以下の被曝の場合、主に細胞内の DNA が放射線により傷つけられることにより数年から数十年といった長期間経過後にがんなどを引き起こす可能性があるといわれている。急性症状は、一定以上被曝した場合、ほぼ確実に発症することから確定的影響ということもある。これに対して低線量による発がんなどは、一定割合で出現するといわれており、確率的影响といわれることもある。放射能による影響がわかりにくい理由の第 1 は、この 2 つの影響が生じるレベルに大きな差があるということである。

さらにわかりにくいのは、低線量の被曝による確率的影响のうち、100 mSv を超える場合には、そのような影響の出ることはほぼ確実であるとされているのに対して、100 mSv 以下の極低線量の場合に、どのような影響があるのかが、未だ科学的な共通認識が形成される状況にはない点が問題視されているということである（しきい値として後述する）。

年間 1 mSv 程度あるいはそれ以下での長期的影響が出るのか否かが論議されているが、これは急性症状の出るとされるレベルの 1000 分の 1 以下である。現実的に、今回の事故でも、事故復旧にあたる作業員はさておき、一般市民が急性症状を心配するレベルの被曝は生じなかったと思われる。したがって、現実的に心配になるのは長期的な影響をどの程度見込むかにかかってくる。長期的影響をどこまで考慮するかで今後の避難や除染、復旧において、対応すべき地域が極端に変わってしまうのである。

なお、急性症状は 1000 mSv 程度を超えると生じるとされているが、被曝量が同じ 1000 mSv の被曝といっても、1 時間 1000 mSv の放射線を浴びた場合と、100 日間、10 mSv ずつ浴

写真 1 宮城県岩沼市 瓦礫の中から見つかった写真を貼った
掲示板



(筆者撮影)

びた場合では、被曝量はいずれも 1000 mSv と同じであるが、その場合の影響も同じとはいえないと考えるべきである。一般的には一時に受ける線量が高いほうが細胞がまとまって破壊されることから影響が大きく、長期に影響を受ける場合にはある程度生体の修復機能が働くから影響が軽減されるともいわれているが、定量的に明らかにされているわけではない。

この問題は長期被曝における被曝

量でも同様の問題が考えられ、一定量の被曝でも、最初に被曝して1ヵ月後に遠方に避難した人の30日間での1 mSv の被曝と、数年間にわたり被曝した人の1000日間での1 mSv の被曝では、被曝量は同じであるが、影響がどの程度異なるのかははっきりしない。

したがって、単に被曝量が同じ数字であっても、その受け方（被曝状況）によって影響は異なる可能性があるし、後述のように放射線の違いや核種の違い、内部被曝か、外部被曝かでも状況が変わりうる。様々な報道を見ても、いちいちここまで細かく被曝状況が報じられるわけではないし、おそらく各現場でもそこまで細かい把握は困難であろう。

しかし、過去の原爆症認定をめぐる訴訟などでは、個人々ごとに、細かく被曝状況を主張立証し、これを裁判所が判断しているのも現実であり、被曝した人は、損害賠償請求や健康管理に備えてなるべく被曝の状況を詳細に記録しておく必要がある¹。

② 非特異疾患と因果関係

放射線による長期的な影響といわれる症状の多くは、がんなどの非特異疾患といわれる症状である。ある症状が特定の原因でしか生じない場合には、原因と被害の因果関係は明確にしやすい。たとえばアスベスト被害の場合、これにより生じる中皮腫という特殊ながんは他の原因

1 福島弁護士会で発行した福島県原子力災害被災者・記録ノート (http://business3.plala.or.jp/fba/sinsai_soudan/hisaiya_note.html) には、事故時からの毎日の行動記録を付ける欄があり、記憶のあるうちになるべくこういったツールを活用して後から被曝状況を推測できる資料を残しておくべきである。とはいえ、混乱した避難行動の詳細を何ヵ月もたってから思い出すこと自体、かなり困難な話である。

ではほとんどできないが、こういう場合を特異疾患という。アスベスト被害者の場合には中皮腫を発症した場合には、アスベストに曝露したとさえ証明できれば曝露と発症の因果関係は容易に証明できることになる。チェルノブイリの場合、放射性ヨウ素による甲状腺がんが特に子どもに多発したことから、甲状腺がんだけは放射線被曝との因果関係が統計的にも明確に報告されている。一方で普通の状態では甲状腺がんはそれほど発生しない。

これに対し、それ以外のがんや心臓病などは放射線を浴びない人にも一般的に生じる症状であるので、これらの症状が出ても個々の事案が放射線の影響によるものか否かの判断は困難である。このような場合、疫学的な調査により因果関係を明らかにすることが期待されるが、がんの場合には、そもそも日本人の3割程度はがんにより死亡するといわれて

おり、しかも喫煙や化学物質、食事習慣など様々な発がんに関係するといわれる要因が存在するとされていることから、相当発がん率が上昇しない限り、放射線による影響だけを抜き出して明確にすることは困難である。さらに考えると、非特異疾患の場合、仮に一定の放射線を被曝したグループの中である程度発がん数が増加したとしても、個々の発がんした人が、もともと放射線被曝がなくても発がんしたのか、放射線被曝により発がんしたのかを区別することは不可能である。この問題は、将来何らかの健康影響が出たときの損害賠償という問題になると、因果関係の立証という困難な問題を引き起こすことになる。

なお、過去に放射能による人体影響をめぐって係争された紛争のうち、原爆症認定訴訟や原発労働者の労災認定においては、一定条件下での発がんや白血病について当事者の請求が認められている事例があるが、これらの制度は本来、被害者救済という目的をもって制定された制

写真2 宮城県女川町にて



写真3 宮城県南三陸町役場防災対策庁舎



(写真2、3とも筆者撮影)

度であり、十分に機能しているかは別として、一定の要件を満たせば救済対象にするという制度として機能していることから、通常の民事訴訟などにおける因果関係の立証よりは救済を受けやすくなっていることに注意が必要である。

過去に通常の民事訴訟による原子力賠償請求事件として、放射能（放射線）による影響が係争された事案としては、若干の裁判例があるが、放射能と被害の因果関係を認めた判例は1件もない。

低線量の放射線被曝による発がん増加が確率的であれば、前述したように発症した場合に放射線の影響による発症と、そうでない発症を区別することはほとんど不可能であることを考えると、この問題は行政的な救済制度の創設が不可欠になってくるだろう。もちろん公害健康被害補償法による救済制度などと同様、その救済に要する費用のうち、放射線の影響により増加したと考えられる範囲を含む一定割合は当然、原因企業が負担すべきである。

3 しきい値の存否と低線量の影響

低線量被曝による発がんなどは確率的に発生するといわれているが、その割合は、放射線量

- 2 原爆症認定に関する千葉地裁平成22年5月22日判決では、被爆と発症との因果関係について次のように判断して非特異疾患に関して概括的な因果関係の認定は否定している。

- ① 原爆による放射線被曝が存在したと考えられる場所で被爆したこと、
- ② 当該疾患一般について原爆による放射線被曝がその発症又は増悪に有意に寄与すると認められていること、

という基準を満たすときは、放射線起因性が事実上推定されたとする原告らの主張もまた採用できない（この2要件が相対的に重視されるべきであるということとはできるが、これが揃う場合であっても、放射線による後障害は、放射線に特異な症状を有するものではなく、たとえ、当該障害について放射線被曝がその発症又は増悪に有意に寄与することが認められるとしても、その程度には自ずから差異が存する等の点をも併せ考慮すれば、原爆放射線以外の原因により原爆放射線との関連性が認められる疾病が発症することは十分に考えられるのであるから、上記①及び②の事実があれば、放射線起因性が認められるという経験則があるとは認めがたく、放射線起因性の存在を事実上推定させると解するのは相当ではない）。

- 3 早稲田大学の太田正之教授のまとめによると、過去に原子力賠償を係争した民事訴訟としては、

- ① 名古屋高裁金沢支部平成元年5月17日判決（判時1322・99判タ705・108）井上
- ② 水戸地裁平成15年6月24日判決（判時1830・103）松本
- ③ 東京地裁平成16年9月27日判決（判時）福田
- ④ 東京高裁平成17年9月21日判決（判時）雛形
- ⑤ 東京地裁平成18年4月19日判決（判時1960・64）土肥
- ⑥ 水戸地裁平成20年2月27日判決（判時2003・67）志田
- ⑦ 東京高裁平成21年5月14日判決（判時2066・54）大橋

が指摘されているが、いずれも放射線被曝と被害の因果関係を認めておらず、これを認めた判例は見当たらない。

に比例しているとされており、ICRP（国際放射線防護委員会。放射線防護に関する勧告を行っている専門家による国際組織）などでは1Svあたり5%と考えている。100 mSvでは0.5%となるが、それ以下の低線量域の被曝の場合においても、この発がん確率が線量に比例しているのか、それとも一定のレベル以下ではリスクがなくなるのかという問題がある。一定レベル以下ではリスクがなくなるという考え方をしきい値（閾値ともいう）があるという。一般的な毒物などにはしきい値があり、一定以下の量になると影響がなくなるといわれているが、環境ホルモンなどに関してはしきい値がないという考え方もある。

低線量の放射線影響にしきい値がないと考えると、100万人が1 mSvに被曝した場合、がんによる死亡者が50名増加し（ $100 \text{万人} \times 0.5\% \div 100 = 50 \text{人}$ ）、1000万人が0.1 mSv被曝した場合も50人増加すると考えられるが、しきい値がありそれが1 mSv以上だとすると、後者のようなケースではがんによる死者は増加しないということになる。放射能による低線量被曝の場合にしきい値があるか否かについては、意見が分かれているが、現在の国際基準や国内基準は、しきい値はないという考え方で作られている。

これとも関連するが、低線量の放射線の影響についても、いろいろな学説が存在しており、判断は困難である。

しきい値が存在するという考え方は低線量では影響がないという考え方だが、低線量の放射線はむしろ体によいとする説もある。ホルミシス効果といわれているが、ラドン温泉等の放射性の温泉を利用した温泉療法の効果報告などもあり、全く根拠のないでたらめとまではいいきれない。思うに、温泉療法的な一定の効果が短期的には表れるということと、長期的に発がん等の影響が出ることは必ずしも二律背反ではなく、両方の影響があることもあり得よう。現実的に海外では、天然のラドンの影響による発がん増加により死者が増加しているという報告もある。

他方で、むしろ低線量では高線量時よりも割合的には影響が大きくなるという説も提唱されている。こちらはペトカウ効果といわれている。今これらの様々な考え方のどれが正しいという真偽の判断をするだけの知識は筆者にはなく、国際的にもしきい値なしの直線的な影響モデルが政策判断の基準とされているというほかない。しかしこれだけ極端に異なる説が専門家から提唱されており、それがいずれも簡単には否定しきれないところに、低線量の放射能の影響を理解する困難さがあるということだけは明らかである。

表 1 福島県双葉郡における原発立地の経緯（1958～1991 年）

1961 年 8 月	東京電力、福島第一原発の用地取得に関する具体方針を決定
9 月 19 日	大熊町、東京電力福島原子力発電所誘致決議
9 月 30 日	大熊町原子力発電所建設促進特別委員会が発足
10 月 22 日	双葉町、東京電力福島原子力発電所誘致決議
1963 年 10 月	東京電力、双葉郡の土地を原子力発電所立地に内定
1964 年 5 月 27 日	原子力委員会、「原子炉立地審査指針及びその運用に関する判断のめやすについて」を決定
7 月	東京電力、県開発公社と「用地取得等の委託に関する契約」締結
1965 年 9 月	東京電力、福島第一原発の南方約 12 km の地点に福島第二原発を建設する方針を決定
1966 年 6 月 1 日	東京電力、福島第一原発 1 号機の設置に関する申請
12 月 1 日	福島第一原発 1 号機の設置許可を取得
12 月 23 日	当該海域の漁業権消滅と漁業補償の成立
1967 年 5 月	浪江町議会、原子力発電所誘致を決議、福島県・東北電力に陳情
9 月	福島第一原発 1 号機の建設工事が開始
11 月	富岡・楡葉・広野・川内の 4 町村長らが「南双方部総合開発期成会」を結成、企業誘致を県知事に陳情
12 月	富岡町、原子力発電所誘致を発表
1968 年 1 月	福島県知事、福島第二原子力発電所、浪江・小高原子力発電所の誘致計画を発表
1 月	浪江町原発誘致反対同盟が発足
1 月 10 日	富岡町毛萱地区、部落総会は原発設置反対を決定
1 月 21 日	浪江町棚塩地区、小高町浦尻地区の住民により、「浪江原子力発電所建設誘致反対決議」
6 月	東京電力、第二原発立地地点の用地買収の斡旋を県に依頼
1969 年 7 月	東京電力、県開発公社と「東京電力福島第二原子力発電所の用地取得等の契約」締結
1970 年 9 月	福島第二原発の用地交渉に関する基本的合意が成立
1971 年 3 月	福島第一原発 1 号機の完成、営業運転が開始
4 月	小高町浦尻地区に「原発対策委員会」が発足
1972 年 2 月	楡葉町において、「公害から楡葉町を守る町民の会」が発足
4 月	小高町福浦農協総会で原発誘致反対決議
1973 年 6 月	当該海域の漁業権消滅と漁業補償の成立
1974 年 4 月	福島第二原発 1 号機の設置許可を取得
6 月	電源三法の制定
1975 年 11 月	福島第二原発 1 号機の建設工事が開始
1982 年 4 月	福島第二原発 1 号機の完成、営業運転を開始
1991 年 9 月	双葉町、原発増設要望を決議
	
2011 年 3 月 11 日	東日本大震災
(出所) 各種資料により筆者作成。	

4 自然放射能の存在

1 自然放射能の存在と地域差

(1) 自然界に存在する放射能

人間が核技術を開発する以前から、そもそも自然界には様々な放射性物質や放射線が存在していた。地球ができたときからウランやラジウムのような天然の放射性物質が存在しており、これらはたとえば花崗岩やモナザイトといった天然の岩石や鉱物に含まれ、それが自然の放射線を放出する。地殻から出てくる放射性のラドンの課題も指摘されており、特に濃度の高い地域の地下室などではラドンによる放射能が深刻な課題とされている。これ以外にも、宇宙から降り注ぐ宇宙線などの放射線が存在しており、これは高空を飛行する航空機搭乗の際などにはその影響を強く受けるが、地上でも影響を受ける。特に高度の高い土地では平地より大きくなる。

地球が形成された数十億年前には、自然放射線の値は今よりずっと高かったと考えられ、その後生物は常に自然放射線にさらされつつ進化を遂げてきた。したがって、すべての生物は長年にわたり自然放射線の中で生存してきたことになる。だからといって自然放射線は無害とはいえないが、放射線が原発事故後だけに存在するものではないことも明白である。

(2) 様々な要因による地域差

自然放射線の強さは、放射性物質を含む鉱物が多い地域や、標高が高く宇宙線の影響を受けやすいかどうかなど、様々な要因により地域的な差が存在する。

図2を見てもわかるように、日本国内だけでも事故前の放射線レベル（ほぼ自然放射線の値）は $0.1 \mu\text{Sv/h}$ を超えるところから、 $0.005 \mu\text{Sv/h}$ 以下というほとんど自然放射線が検出されない地域まで20倍程度の開きが出ている。

国内だけで見ても平常時の空間線量は高いところでは年間では 1.26 mSv といわれているが、世界的には中国の陽江やインドのケララなど、特に自然放射線量が高い地域が報告されている。最も自然放射線が高いといわれているイランのラムサルでは、年間の自然放射線量が平均 10.2 mSv 、最大値で 260 mSv もあるといわれている。

2 自然放射線による人体への影響

それでは、そのような場所で何らかの長期的影響が出ているかという点、特段、特定の疾病の増加を認めるような報告も存在しないようである。

また、人間の体内には構成物質としてカリウムが存在しているが、その一部は放射性同位体

もある。

しかしながら、空間線量における自然放射線と人工放射線の内訳を明確に区分することは困難であることや、仮に放射能汚染を除去することを考えた場合、事故以前の自然放射線値以下にすることは本質的に困難であることなども考えると、放射線によるリスクを考える際に、自然放射線の存在を無視することもできない。この問題をどう考えるかは、たとえば首都圏の自治体などが地域の除染基準を定める際に、自然放射線値を考慮する自治体があったり、無視する自治体があるといった問題として現れている。

5 放射線の違いと核種の違い

放射性物質には様々な元素があり、それぞれ出す放射線（ γ 線、 α 線、 β 線）の種類が異なるし、そのエネルギー値も異なる。特に内部被曝の場合、体内に取り込まれた放射性物質は均質に存在するのではなく、ヨウ素は甲状腺に、ストロンチウムは骨にといったように元素により特定の臓器に集中する場合がある。単に放射線量や放射性物質量が同じであっても、それがどのような核種によるものかによっても人体に対する影響は異なってくるのである。

ところが、まず簡単な計測器で測定しやすい空間線量は、たいてい γ 線の強度を測っている。 β 線や α 線を測定するのは γ 線より手間がかかる。このため、 β 線や α 線を出す核種の調査はかなり手間がかかる場合がある。また放射線が測定されたとしても、それがどのような核種の出すものかは簡易計測では判定できず、たとえば γ 線のスペクトル分析ができる機種など精密な測定器で測定して核種を特定する必要がある、専門家に依存せざるを得ない。

ということで、広く測定されているのは、いわゆるガイガーカウンターなどの簡易測定による γ 線の空間強度や、食品等の物質レベルで測定が容易なヨウ素やセシウムであり、それ以外の核種の存否や濃度は部分的にしか測定されていないのが現実である。

また、様々な核種による人体影響については、カリウムなど天然に存在する核種に対して、生物は長年の間にこれを適宜排出したりする機能を獲得しているといわれている。これに対して生物が日頃取り込むことのない人工核種などは体内に入った場合、十分な排出機能がなかったり、場合によってはヨウ素のように非放射性的のヨウ素を集中して取り込む機能があるところに放射性ヨウ素が入ってくると、これが集中して取り込まれて被害が拡大するといった問題が生じるともいわれている。

単に放射能という言葉で十把一絡げにできるのではなく、どのような核種がどれだけ存在するかにより、放射能の量（ベクレル）は同一であっても影響が全く変わってくる可能性があるのである。したがって放射能の影響を厳密に検討するには、放射線の強度や放射線量だけでなく、原因となる核種の分析まで必要になってくるが、現実にはほとんどそこまでの分析はされ

ていないということを認識する必要がある。

6 外部被曝と内部被曝

放射線を被曝する場合、体外の放射性物質からの放射線を被曝する場合を外部被曝、呼吸や飲食などで体内に取り込んだ放射性物質からの放射線を被曝する場合を内部被曝という。レントゲン撮影による被曝や、放射性物質が漏れることがなかった JCO 事故の場合などは外部被曝だけによる影響であるが、原発事故のように広範な核汚染が生じた場合には、空間線量による外部被曝とともに、拡散した放射性物質を水や食料、呼気などから体内に取り込むことによる内部被曝も加わることになる。外部被曝の場合、貫通力の大きな γ 線による影響が大きいと考えられるが、内部被曝の場合には、貫通力の弱い α 線や β 線は、むしろ近くの細胞に放射線のエネルギーが集中する結果となるので、狭い範囲に大きな影響を与えるのではないかとされている。外部被曝は線量の高いところから離れば回避可能であるが、体内に取り込まれた内部被曝の場合、一度被曝すると、体外に排出されるには長期を要し影響が継続する。またヨウ素が甲状腺に集中したように、放射性物質の核種ごとに体内での挙動が異なってくる。ストロンチウムなどはカルシウムに性質が似ているので骨に集中しやすいといわれている。このような特定臓器への集中や近傍細胞への影響などを考えると、内部被曝による影響は外部被曝よりはるかに大きいとも考えられるが、未だ十分には解明されていない。

いったん内部被曝が生じてしまった場合、放射性物質を消滅させることはできないから、化学毒物のような解毒剤が存在するわけではない。内部被曝を軽減するためには、体内に取り込まれた放射性物質を体外に排出するほかに、そのためには生物の自然に備えた排泄能力に依存するとともに、これを促進するような治療法を行うほかない。

原爆症認定訴訟の中でも、内部被曝については政府が根拠とした報告書等では過小評価されているという判断がなされている（千葉地裁平成 22 年 5 月 25 日判決など）。

逆にいうと、原爆の事例でもチェルノブイリの事例でも外部被曝、内部被曝の両方が生じているのであるから、本来、外部被曝量と内部被曝量の詳しいデータがないとその影響に対する正しい判断はできないことになるが、後述するように、その視点からの十分なデータがあるわけではない。

しかしながら、たとえば食品の安全基準の前提として、今の暫定基準では被曝量が年間 5 mSv 以下を基準としてそこから逆算して基準が設定されているが、（5 mSv がよいかどうかはさておき）内部被曝を外部被曝と同じ基準で考えてよいのかどうかも考え方が統一されていない点が大きな問題である。

参考文献

- Arrow, K. J. (1963), *Social Choice and Individual Values*, 2nd ed., New York: John Wiley & Sons. (長名寛明訳 [1977]『社会的選択と個人的評価』日本経済新聞社。)
- 伊藤隆敏・伊藤元重＋経済学者有志の提言 (2011)「震災復興にむけての三原則」『復興と希望の経済学』経済セミナー臨時増刊, 日本評論社。
- 奥野正寛・鈴木興太郎 (1988)『ミクロ経済学』第Ⅱ巻, 岩波書店。
- Rawls, J. (1999), *A Theory of Justice*, 2nd ed., Harvard University Press. (矢島鈞次監訳, 川本隆史・福岡聡・神島裕子訳 [2010]『正義論』改訂版, 紀伊國屋書店。)
- Sen, A. K. (1970), *Collective Choice and Social Welfare*, Holden-Day. (志田基与師監訳 [2000]『集合的選択と社会的厚生』勁草書房。)
- Sen, A. K. (1985), *Commodities and Capabilities*, North-Holland. (鈴木興太郎訳 [1988]『福祉の経済学——財と潜在能力』岩波書店。)
- Sen, A. K. (1992), *Inequality Reexamined*, Oxford University Press. (池本幸生・野上裕生・佐藤仁訳 [1999]『不平等の再検討——潜在能力と自由』岩波書店。)
- Sen, A. K. (1999), *Development as Freedom*, Oxford University Press. (石塚雅彦訳 [2000]『自由と経済開発』日本経済新聞社。)
- 塩野谷裕一 (1984)『価値理念の構造』東洋経済新報社。
- 須賀晃一 (2011)「社会的選択理論と政策決定」『経済セミナー』2011年8・9月号, 日本評論社。
- 鈴木興太郎 (2000)「厚生経済学的情報的基礎」岡田章他編『現代経済学の潮流 2000』東洋経済新報社。
- 鈴木興太郎 (2009)『厚生経済学の基礎』岩波書店。
- 鈴木興太郎・後藤玲子 (2002)『アマルティア・セン——経済学と倫理学』改装新版, 実教出版。
- 蓼沼宏一 (2011)『幸福のための経済学』岩波ジュニア新書〈知の航海〉シリーズ, 岩波書店。
- 辰濃哲郎&医薬経済編集部 (2011)『ドキュメント・東日本大震災「脇役」たちがつないだ震災医療』医薬経済社。

※以上の組見本は、日置雅晴『拡大する放射能汚染と法規制——穴だらけの制度の現状』, 水島朝穂『東日本大震災と憲法——この国への直言』, 松岡俊二・いわきおてんと SUN 企業組合編『フクシマから日本の未来を創る——復興のための新しい発想』, 辻内琢也『ガジュマル的支援のすすめ——一人ひとりのここに寄り添う』, 鈴木興太郎・須賀晃一・河野勝・金慧『復興政策をめぐる《正》と《善》——震災復興の政治経済学を求めて①』(いずれも早稲田大学ブックレット, 早稲田大学出版部刊)を改変, 組合せの上, 作成しました。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。