

放射線と放射性物質⑥ 現代文明と放射線

2012/09/15

解説

原子力利用について

二瓶 啓

日本製紙連合会 顧問



(前回の解説は、「[放射線と放射性物質⑤ 放射線の利用と被ばくの管理](#)」をご覧ください)

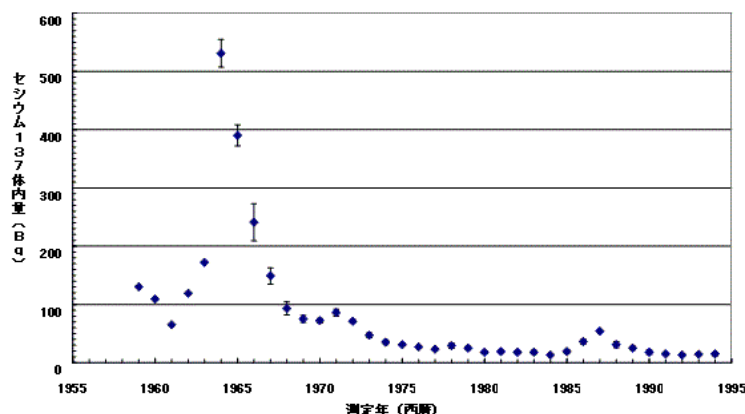
1.2. 放射線との私的関わり

成長期に1950～65年(昭和25年～40年)を過ごした、年令で45歳以上の世代は、福島県内で汚染の厳しい浜通りおよび中通りの立ち入りが制限されている地域を除く、会津地方や国内の他の全ての地域の今の放射線被ばく量よりも、以下に述べるように桁違いに大きい被ばくをしており、私もその世代である。

1) 大気圏内核実験と食事からの内部被ばく

ビキニ環礁での第五福竜丸の被ばく事件が記憶に生々しい小学生のころ、雨に濡れると髪が抜けるからちゃんと傘をさしなさいと言われた記憶がある。しかしながら、いわゆる“原爆マグロ”の問題は別にして、当時はコメや魚、水などの飲食物の汚染が話題になることはなかった。そもそも当時はマグロなど庶民が口にできる時代ではなかった。

ある意味で鷹揚な時代ではあったが、それで健康に悪影響があったとも思えない。図はホールボディカウンターによる59～94年の日本人成年男子の体内の ^{137}Cs の量の測定値の推移を示している。最近では20～30Bqで推移しているようであるが、東京オリンピックがあった64年には500Bqを超えている。70～73年、86～87年の小さな山は、それぞれ中国の大気圏内核実験、チェルノブイリの事故の影響である。



(1959-1994)
日本人成人男子群のセシウム137体内量の推移
[出典]Health Physics 71, 322 (1996)

事のよし悪しの議論は他に譲るとして、昨今は大豆や小麦、トウモロコシなどの輸入依存率が高い。60 年当時の食糧自給率は穀物で 82%、カロリーベースでは 79%であった。三度の食事もお飯とみそ汁と漬物、おかずは魚が主でたまに細切れ豚肉の入った手作りのカレーと卵焼き。秋には稲刈りの終わった田圃に行きイナゴをたくさん取って佃煮にして食べたこともあり、パンも玄米で作ったものが売られていた時代である。小麦を使ったパンや麺類は学校給食か御馳走に近い扱いで、兄弟が多く貧しかった我が家では普段はほとんど食べなかった。

今は食生活が豊かになり多種類の肉や乳製品、パンや麺類など様々な料理が食べられるようになって輸入も多くなった。ファストフードなど一部を除きほとんどが輸入食材である。生鮮野菜ですら中国などから輸入され、魚介類も輸入品が 50%を超える。農林水産省の発表によると、昨年の食糧自給率は暫定値であるが穀物が 28%、カロリーベースで 39%となっており 60 年当時の半分以上である。

このような時代であるから国産の食料品に汚染があったとしても、放射性物質の体内への取り込みは当時よりはるかに少ないはずである。食材の放射能汚染に関しては[その 2](#)で触れたように、今年 4 月から基準を超える放射性物質に汚染された食品を流通させない厳しい検査体制が敷かれている。

先日も八戸港に水揚げされたマダラから、4 月からの新基準 100Bq/kg を超える 116~133Bq/kg の ^{137}Cs が検出され出荷停止となった。昨年の暫定基準 500Bq/kg であれば出荷制限ではなかった。この魚を晩ごはんのおかずで 100g ほど食べたとして 12~13Bq 程度の ^{137}Cs を摂取することになるが、毎晩食べるわけではないし健康に悪影響が及ぶことは考えられない。それでも出荷停止措置が取られる。このように、食の放射能汚染管理は冷戦当時と較べて格段に高いレベルにある。

2) 恐怖のノヴァヤゼムリヤ

話変わって高校生時代、クラブ活動は地学部で毎日 9 時 30 分の気象観測が日課になっており、百葉箱で観測の後、地学教官室にあるフォルタン型水銀気圧計で気圧を測り、自記アネロイド気圧計の記録紙を土日含めて毎日更新する担当だった。秋のある日の記録紙の深夜 2 時のところに、1 ミリバール（ヘクトパスカル）程度の微細な一瞬の気圧変動を見つけた。なんだ？これは・・・。

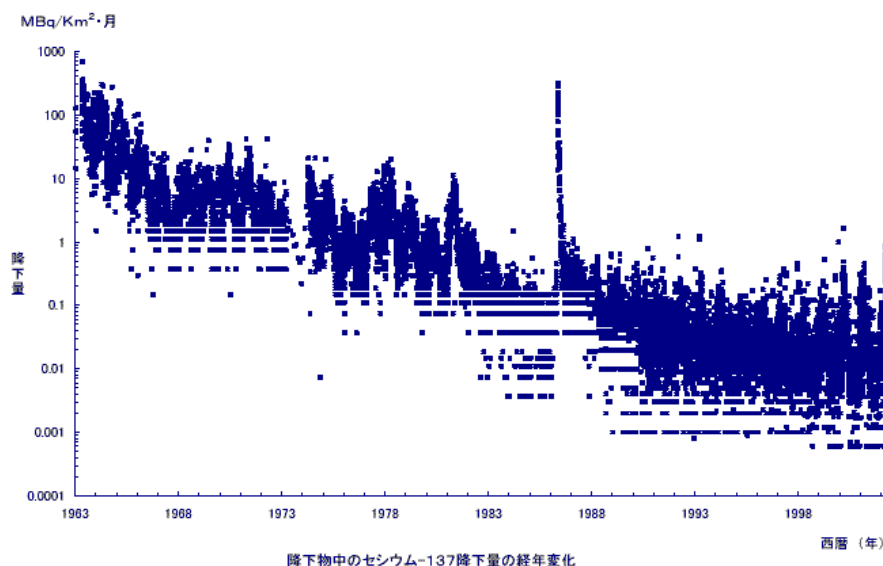
金目のものはないが水銀気圧計があることから鍵を掛けている、深夜の高等学校の地学教官室である。鍵は教諭から部員が借りて開け閉めしている。泥棒が入って気圧計室の扉を乱暴に開け、記録計のペン先に衝撃を与えたかとも考えたが、事件だったら鍵が借りられなくなり部活に支障が出る。気象観測は毎日定時にやってこそ価値がある。

泥棒は人知れず忍び込むもので、そんな乱暴な行動に出るとは思えない。その振動は、朝のニュースで聞いたソ連の 50 メガトン水素爆弾の実験の影響ではないかと思った。先輩部員と議論になったが、当時ソ連が核実験を繰り返していた北極海にあるノヴァヤゼムリヤ島と経度の近いモスクワとの時差、および距離と音速から推定した到達時間を加味すると核実験の時刻からの経過時間とほぼ一致、明らかにそれによる振動と思われた。

大気圏内核実験は微気圧振動計を用いて検知するが、爆心地から何千キロも離れた場所にある通常の気圧計のペンを動かすほどの凄まじい爆発であり、底知れぬ恐怖を覚えたものである。なお、この微気圧変動は地球を 3

周したそうである。

当時は数多くの大気圏内核実験が行われており、今より桁違いの放射能汚染の記録が残っている。財団法人日本分析センターのホームページに放射性降下物の経年変化を示す図があった。63 年以降の全国の ^{137}Cs の月平均降下量のグラフで縦軸は対数目盛（片対数グラフ）である。



このグラフを普通座標（線形グラフ）の目盛にすると上下に伸びてページをはみ出る。また、60 年代の数億 Bq/km^2 から最近の数百 Bq/km^2 までの百万分の一への変化を線形グラフにすると左端からすぐの所で直線的に低下しあとは水平の直線になってしまう。初期の数年分のデータも数百倍の範囲で分布しているので分かりにくくなる。

左端の値は 5 千万～6 億 Bq/km^2 ($50\sim600\text{Bq}/\text{m}^2$) に分布している。大気圏内核実験のピークが 61～62 年であるから、そのころはもっと多かったはずである。私の幼児期から青年期までの被ばくが、今の比ではなかったことは確実である。それが健康状態にどのように影響しているかは全く分からないが、今のところ支障なく生活できている。

グラフからは 90 年代以降の放射性物質の降下量は相当減少していることが読み取れるが、左寄りに小さな山と、中央やや右寄りのところに突出がある。前者は中国の核実験で 3 千万 Bq/km^2 ($30\text{Bq}/\text{m}^2$) 程度、突出はチェルノブイリの事故時の降下量であり最大で 2 億 Bq/km^2 ($200\text{Bq}/\text{m}^2$) を示している。事故当時のソ連西部や欧州ではこれより桁違いに多い放射性物質が降っている。放射性降下物の量には季節変動があり春先に増える。黄砂などによる大陸からの移流である。2011 年はこのグラフにチェルノブイリの時と同様の、場所によっては数百倍の、福島事故によるスパイク状の傷が東日本を中心に突出することになる。

13. 汚染地域の厳しい現実

ここで気をつけてほしいのは、このグラフはあくまで日本全体の平均的な低線量被ばくが、冷戦時は今よりも桁違いに多かった、という事実を示しているに過ぎない。私は、被災地以外の人達が過剰に放射線を心配する必

要はないということを行うために引用したのである。

後述するチェルノブイリの事故の立入制限区域と同様に、今回の事故で飛散した放射性物質が大量に降下して警戒区域や計画的避難区域に指定されている、浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、楡葉町、飯館村、葛尾村、川内村などの汚染レベルはこれよりも桁違いに大きく、体内に取り込まれると排出されにくい ^{90}Sr (ストロンチウム) による汚染の心配があることも忘れてはいけない。

立ち入りが制限されていない地域でも広範囲に汚染が見られる。例えば、最も面積の多い森林の汚染であるが、独立行政法人森林総合研究所が昨年夏に国有林で調査を実施している¹⁾。それによると、 ^{137}Cs 蓄積量で川内村が 138 万 Bq/m^2 、大玉村で 8~12 万 Bq/m^2 、福島原発から 100km 以上離れた只見町でも 2 万 Bq/m^2 となっており、特に落葉層に大量に蓄積しているとのことである。

1) http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/pdf/111227_2-01.pdf

日本分析センターの資料から引用した月間降下量の図と対比してみると、今回の事故で降った放射性降下物は、只見町で冷戦当時の月間降下量の 5 年分、大玉村で 20~30 年分、川内村に至っては 400~500 年分が堆積してしまったことが分かる。これが福島県内での空間線量率が高い原因である。

森林の除染は主として落葉の除去などの対策が取られていくと思われるが、道路や宅地、農地の除染が優先されるので、広大な森林面積を考えると残念ながら短期間でこの汚染問題は解消できない。また、落ち葉をすべて取り除いてしまうような、栄養塩類の収奪を伴う森林の除染は軽々に行うべきではない。川内村は除染が必要であるが、森林保全を考えると只見町はもとより、大玉村もやや高いものの除染は不必要と思う。

チェルノブイリ事故の立入制限地域 (Exclusive zone) をロシア政府は ^{137}Cs で 55.5 万 Bq/m^2 ($15\mu\text{Ci}/\text{m}^2$) 以上の地域、3.7 万 Bq/m^2 ($1\mu\text{Ci}/\text{m}^2$) 以上の地域を汚染地域に指定しているが、結果的に自然放射線レベルより低い地域まで汚染地域にしてしまったと言われる。

いずれにせよ、このような厄介な問題を引き起こす原発事故はもう二度と起こしてはならない。

1 4. 現代文明と放射能

学生時代に経験した、他の一般の人達とはちょっと違う放射線に関わる話をする。大学は生物化学系の学科で、卒業実験で選んだテーマは微生物の進化の研究に関係する、各種微生物によるある種の無機高分子物質の生産と代謝を調べる研究であった。半年間放射性物質を非密封状態で扱うことになったが、指導教官は「β線なので保護メガネとゴム手袋を使えば心配ない」と言う。

今もそうだと思うが、その研究室では放射性物質は鉛製の容器に入れて氷点下 30℃の冷凍室で保管していた。重さが 10kg ほどある鉛容器を実験室に運び、その容器から ^{32}P (放射性リン酸) の水溶液が入った試薬瓶を取り出し、その小瓶のキャップのゴムの部分に注射針を刺して、一度に 0.1mCi (0.1ml くらいの量) の液を取り出しガラス製のフラスコに注入する。0.1mCi といえば 370 万 Bq である。

紫外線照射により変異させて作ったある種の微生物を用いて目的の直鎖状ポリリン酸を作り、それを他種の微生物に投与して培養する。培養菌体を超遠心で濃縮して加水分解し、反応液を透析してペーパー・クロマトグラフィで展開、代謝生産物によって異なるスポットの位置を、印画紙を重ねて放射線による感光発色で確認する。発色が悪い場合には 0.3mCi (1 千万 Bq 超) を用いて実験したこともある。¹⁴C など他の放射性同位元素も実験に用いたし、実験は何度も繰り返した。

それこそ至近距離で毎日小一時間、放射性物質とのご対面である。相手は厚さ 1cm こそないものの、ガラス製フラスコの中であり確かにβ線被ばくの心配は少ないが、ガイガーカウンターをフラスコに近づけていくと、始めガリガリ音がして針が動いているが、そのうちザーツという雨音のように変わり、遂にピーという警報音に変化して針が振り切れる。

ゴム手袋で被ばくの問題がないのではなくガラス容器の中にあるから被ばくが少ないのであって、ハンフォードの事故ではないが、飛び散った液に知らずに直接触るかも知れない。そういうことのないように、ゴム手袋をして実験台の周囲をガイガーカウンターでチェックしながら実験する。

今思うと制動X線にはしっかり被ばくしているはずである。作業量が私より多い指導教官はポケット線量計を身に着けていた。彼がどのくらい被ばくしていたかは不明である。既に 70 代半ばで震災前まで東北地方の学校で元気に研究を続けておられたが今も健康である。

心配しては実験にならないし手元が狂ってかえって危ない。高線量の放射性物質を含む廃水や濾紙などは別の容器に入れて保管し専門業者に処理を委託した。しかし、フラスコやビーカーにわずかに残る汚れを洗った水は回収の対象ではなかった。存在が明らかできちっと管理が出来てさえいれば、たとえ百万 Bq 以上の放射性物質であってもまったく恐れる必要はない。全国各地の研究所や一部の病院などでこのようなことが行われ、医学や科学の発展に貢献しているのである。

社会人 2 年目の秋に、仕事の関係で上司の指示で受けた放射線取扱主任者の試験にその時の経験が役に立ち、今回の解説にも役立っている。そういえば翌年夏に、大阪万博が開催されていた大阪で合格者の資格講習を受けた。受講もソコソコにソ連館のスプートニクや、大混雑のアメリカ館に展示されていたアポロ宇宙船が持ち帰った月の石を見に行ったことを思い出した。これらの成果がもたらされる過程で、米国でもソ連でも多くの人命が失われている。

何ごととも科学技術の発展と成果は、その技術がもたらすあらゆる危険を想定し制御してこそ初めて成り立つのである。技術開発に「想定外」という言葉で逃げるような想像力の欠如や慢心があってはならない。そもそも技術開発とは未知の領域に踏み込む行動であって、想定外という言葉を使う人間に科学技術を扱う資格はない。

改めて放射線被ばくについて整理し解説のまとめとしたい。

将来の自らの健康や子孫のために、放射性物質をなるべく体内に取り込まないようにすることはもちろん大切

である。しかしながら、常に宇宙線や 40K など自然由来の放射能や健康診断の X 線に曝されていることを考えると、私たちのからだには放射線被ばくを含む様々なストレスに対する修復機能が働いているはずであり、放射線に対してだけ過敏になることなく冷静に行動するべきである。放射性物質そのものよりも、過剰な心配によるストレスがかえって健康に問題を起こすかもしれない。

いずれにしても、政府が立ち入りを制限している地域以外では、放射性物質にあまり神経質にならずに、もうすこし大らかな気持ちで行動してよいと思う。この解説がこれからの読者諸氏の行動に参考になれば幸いである（完）。

引用文献)

連載を通して引用した図表は、放射性核種の一覧表および放射線・放射性物質の利用の表、放射線被ばく防止三原則の図を除き、主として下記ホームページの資料を引用させていただいた。過去の事故についての記述は原子力安全協会の資料を要約している。また、半減期や壊変形式など放射性物質の基礎データは、国立天文台編集、丸善株式会社発行の理科年表に掲載されている値を用いた。

表 [\(財\) 原子力安全協会：被ばく医療ポケットブック](#)

図 [\(財\) 高度情報科学技術研究機構：原子力百科事典 ATOMICA](#)