

放射線教育フォーラム ニュースレター

No.55 2013. 3.

原発事故後の放射線教育

京都医療科学大学教授 大野 和子



東日本大震災に伴う福島第一原発事故は、放射線関係者の想像を超えた社会的混乱を引き起こした。

被災して避難を余儀なくされた方々の、ご苦労や受けた心の傷は測り知れないものがある。しかし、首都圏や中部地区の人々も、放射線被ばくを恐れ不安に陥った。親たちは子供の安全を求め、学校では保護者からの問い合わせに教師が忙殺された。このような中で、文部科学省は放射線副読本を発表した。作成の主な目的と意図は、1. 過去30年以上にわたり、教育現場で触れていなかった放射線や放射性物質について、文系の教育学部出身の教員が理解し活用できること、2. 保護者にとっても適切な情報源となること、3. 単元ごとに完結する内容とし、さまざまな教育の時間で利用できること、と記憶している。

発表当初は、放射線の危険性や悪影響にほとんど触れていない等の理由をつけて、活用を見合わせた自治体もあった。また、放射線の危険性を教える云々のタイトルで副読本様の冊子を発表するグループも出現した。しかし半年を経た今、全国の多くの教師たちが副読本を活用しようとし、放射線を知ることから始めようと動き出している。活用に向けて、当教育フォーラムをはじめとする多くの関係者が各地で模擬講義や出前講義を展開した。そのなかで、副読本の内容が徐々に教師に理解され、利用の機運が広まった。この勝因の最大の理由は、現場の教師が図表の一枚一枚にまで関わったこと、現在の教育手法である、子供たち一人ひとりに興味を持たせ考えさせながら進めていく、詰め込み主義でない授業の方針を、副読本作成委員の放射線の専門家が理解できるまで粘り強く説明し、彼らの知識や情報を上手く活用したことにあると考える。

放射線の専門家は放射性物質や放射線の生体作用に魅了された者が多い。知識の全てを惜しみなく相手に伝えようとする。2011年以前の当フォーラムの発表会等でも、放射線に興味を持った理学部や工学部出身の教師は、子供たちにあらゆる手を尽くして放射線の魅力を伝えていた。おそらく、その授業を受けた学生の中から、将来放射線物理や放射線生物を志す者が生まれると思う。科学の将来を見据えたこれらの活動は今後も継続しなければならないが、今の日本の教育の現場は、原発保有国、原発事故経験国の今後を担う子供たちに、正しい判断能力をつけることを目的として、放射線に関する基本知識を与えるために動き出している。我々放射線に関わる者は、この国を挙げた大きな目的遂行のために、どのようなサポートが希望されているかを常に確認し、また、学校の幅広い教育の中では放射線はほんの一部にすぎないことを自覚しながら、活動を継続しなければならない。この謙虚な態度と活動の継続こそが、日本を既に2年にわたって覆い続けている放射線不安の濃霧を晴らす切り札となると信じている。

{会員の声} 原発再稼働問題について考える

放射線教育フォーラム 山寺秀雄（名古屋大学名誉教授、大同大学名誉教授）

東京電力福島第一原発の事故以来、世論は脱原発に傾き、一部の人々は原発即時ゼロを唱えて原発再稼働にも反対している。ここでは、特に再稼働の問題について、いくつかの観点から考えたい。

1. 原発事故の原因は地震か

一般国民の間に行われている原発再稼働反対の議論は、地震が起これば福島のような事故が起こるといった想定に基づいているように思われる。しかし原発は地震に対してそれほど脆弱なものだろうか。新潟県中越沖地震の際の柏崎刈羽原発においても、昨年の東北地方太平洋沖地震の際の福島第一を含む各原発においても、地震発生とともに制御棒が自動的に挿入されて原子炉は緊急停止している。すなわち「止める」に関しては、100%成功している。

柏崎刈羽原発では耐震設計時の基準加速度を上回ったにもかかわらず原子炉には被害がなかった。使用済み核燃料プールの放射性物質を含む水が少量漏れ出すなどの小さい事故はあったが外部へ漏れることはなかった。また変圧器の火災もあったが、地元消防により消し止められた。すなわち「冷やす」については全く問題なく、「閉じ込める」についても外部に漏らさないという点では問題はなかった（NHK スペシャル2007.9.1）。事故後原発の視察を終えたIAEA調査団は、漏えいした放射性物質の量について「住民の健康や環境に影響を及ぼす基準をかなり下回るごく少量だった」と報告した（AFP 2007.8.15）。

昨年の地震の際、女川原発では自動停止、自動冷却が行われた。使用済み燃料貯蔵プールの水が揺れによって少量溢れたが、管理区域外に流出することはなかった。緊急炉心冷却システムの一部が津波で使えなくなったが、電源が無事であったので、被災翌

日には安定状態に復帰した。高所にあった原発の敷地は周辺住民の避難場所にもなった（朝日新聞 WEB 新書「明暗を分けた4原発 福島第二、女川、東海第二も事態は深刻だった」）。女川原発を現地調査したIAEA調査団は、「安全システムが健全に機能し（主要設備に）目立った損傷はなかった」という報告をまとめた。また調査団長のサマダー IAEA 国際耐震安全センター長は「小さなダメージはあったが、構造物は驚くほど影響を受けていない。（設備の）設計時に十分な余裕度があったことを示している」と評価した（河北新報 2012.8.11）。

福島第二では、第一と同じく津波によって自動冷却系が故障し、一時炉の温度が上がったが、電源の一部が生き残っていたので、適切な処置により回復し、14日から15日にかけて全機冷温停止状態になった（朝日 WEB 新書「明暗を分けた4原発・・・」）。

以上をまとめると、どの原子炉も地震によって重大な被害を受けることはなく、津波によって冷却系が故障した場合にも、電源の少なくとも一部が無事であったところでは復旧し、重大事故には至らなかった。

このような経験から、電源の安全に十分配慮した上、その予備を準備し、かつ原発の機構に精通した職員がいて異常事態に備える態勢が万全であれば、地震によって重大な事故が起こる確率は極めて低いと考えられる。（ただし直下型地震の場合には、振動の状況が普通の地震と違うであろうから、上記の経験は適用できない。別の検証が必要であろう。）

2. イタリアの地震をめぐる裁判に関連して原発の問題を考える

イタリアにおいて、地震予告をめぐり、科学者に対して有罪の判決が下された（朝日 WEBRONZA 2012.10.31）ことは遺憾で

ある。裁判官が間違っているか、科学者が政治家に利用されたかのどちらかであろう。このようなことが起これば、科学者は発言に過度に慎重になるであろう。同じようなことが、原発事故後の日本でも起こっているのではなからうか。

福島第一原発事故の原因は、地震ではなく津波であり、人災が事故を大きくした。国会事故調がいうように、原子炉に地震による何らかの破損があったとすれば、1号機の原子炉（ドライウェル）圧力が840 kPaという高圧になることはあり得ない。大前研一氏も「プレスリリース『福島第一原子力発電所事故から何を学ぶか』プロジェクトについて」（2011.10.28）の中で「地震による大規模な配管破断が起きた為に、同1号機の事象進展を著しく早めた」を裏付ける事実は見当たらなかったと述べている。福島第二や女川においては、地震による電源などの故障はあったが、適切な対応により、事故には至っていない。

それにもかかわらず、事故後、人々は地震に対してたいへん神経質になり、地震学者もこれまで問題にしていなかったような小さい確率の地震発生の可能性にも言及するようになった。これが極端になると、地震と火山の国、日本には安全な場所はなく、すべての原発は廃炉にすべきだということとどまらず、日本人は大陸の安全な場所に移住しなければならなくなる。

北海道の有珠山は30年に一度くらいの周期で噴火する活火山である。しかしその周辺には多くの住民が住んでいる。住民には「温泉などの、有珠山の火山活動による恩恵を受けて暮らしているのだから、30年に一度の噴火は当然受け入れなければいけないこと」（洞爺湖町ホームページ「自然と火山」）という意識が高い。防災意識も高く、平素から児童への教育などがなされており、危険地域を避けた適切な避難誘導も行っている。2000年の噴火の際には、周辺危険地帯の住民1万人余は、気象庁の緊急噴火情報を受けて、噴火が起こる前に避難した。

（この有珠山の麓では、2008年「G8北海道洞爺湖サミット」が開催され、この“危険な”場所に世界の首脳が集まった。）

人間が開発した技術に100%安全なものはないであろう。100%の安全を求めるならば、暴走するかもしれない自動車が走る道路は歩けない。ある程度リスクなしには文明の世は成り立たない。受ける恩恵に比べて、極めて小さいリスクであれば、想定外の災害を許容し、それに対して備えることにより、想定外の事故が起こった際にその被害を最小限にする努力をすることが大切である。

30年の歳月と1200億円以上の膨大な費用をかけた釜石港湾口防波堤（世界一と言われた防波堤）は津波の前に木端微塵となった（blog.livedoor.jp 2011.3.26, ほか）。津波による死者・行方不明者が1000人を超す釜石市で、小中学生は2921人が津波から逃れた。学校にいなかった5人が犠牲となったが、99.8%の生存率は「釜石の奇跡」と言われる。学校の管理下にあった児童生徒に限らず、下校していた子どもも、多くが自分で判断して高台に避難した。命を救ったのは、ここ数年の防災教育だった（河北新報 2011.11.26）。「万里の長城」と呼ばれる、高さ10メートル（海拔）、総延長2433メートルの岩手県田老町の防波堤は津波に乗り越えられて、187人の犠牲者を出した（中日新聞 2011.8.22）。一方、防波堤のない岩手県洋野町では、沿岸自治体で唯一、死者・行方不明者がゼロだった。南北に長い人口1万9000人の町。「とにかく逃げろ」。過去の津波被害の教訓から、その意識の高い町民が多かった（河北新報 2011.11.24）。「世界一」の防波堤、「万里の長城」と呼ばれる防波堤があっても、想定外の津波が来ると、多数の人命が失われる。しかし津波が来ることを想定した平素の準備は人命を救う。

わずかな確率の地震を恐れ、備えがあれば防止することができる事故を恐れて、原発を停止して安心するよりも、地震に対す

る万全の準備した上で原発を稼働させる方が、想定外の事故の災害を小さくするのはなかろうか。(原発が稼働していなくても、そこに核燃料がある。核燃料プールの水が失われれば、燃料が高温になり、放射性物質を出すおそれがある。)

3. 原発事故防止について考える — 化学プラントの事故多発に関連して

原発事故の後、原発再稼働に対する反対の声が高い。原発の事故防止という観点から見て、再稼働をしないことが正しい選択だろうか。化学プラントの場合と比較して考えてみたい。

先般(2012.9.19)、日本触媒姫路製造所で爆発事故があった。消防庁の統計によると、危険物施設における火災、流出事故は2011年には585件で、1994年の287件の約2倍であり、近年化学プラントの事故が増えている。

NKSJ リスクマネジメントの鈴木拓人主任コンサルタントは、事故増加の原因として以下の4点を指摘している(張 勇祥, 日経ビジネスオンライン, 2012.10.15)。

1. 熟練技術者の大量退職による技術伝承の不足
2. 設備管理、保全業務のアウトソーシング化
3. 生産ラインの省力化やシステム化の進展
4. 設備の経年劣化による老朽化、メンテナンスコストの削減

これらのうち、1, 2, 4は原発の再稼働をやめた場合にも起こる可能性が高い。原発が動かなければ、退職する熟練技術者の後継者が育たず、やる気をなくした技術者が転職することも考えられる。また利益を生まざ、技術改善の必要がない施設に対しては、電力会社は業務をアウトソーシング化し(あるいは子会社に任せ)、メンテナンスコストを削減しようとする可能性も高い。

このように考えると、原発の稼働をやめることが事故防止になるかどうか疑わしい。稼働していなくても原発は存在し、そこに

は核燃料がある。熟練技術者の不在は、地震・津波のみならず、停電などもっと単純なトラブルを重大事故の引き金にするおそれもある。停止した原発を国の管理下において、2と4のリスクを減らすことも考えられるが、1を防止することはできないであろう。周到な注意の下での原発再稼働は重大事故のリスクを減らすのではなかろうか。

4. 原発の稼働停止と廃炉

原発は稼働を停止しても事故の危険はなくなる。福島第一事故の際、米国の最大の心配は、停止中ではあったが多量の核燃料を燃料プールに納めている4号機であった。3月14日に米国から「米軍は4号機が危険と考えている。自衛隊などを使って、あらゆる手段で冷却するべきだ」と伝えられたということである(朝日新聞「プロメテウスの罠」, 2013.1.3)。原発の危険を完全に除去するには廃炉の処理が必要である。

「ドイツ原発、廃炉への険しい道のり」(朝日新聞 WEBRONZA, 2011.11.2)によると、廃炉には30年ほどかかるということである。原発を止めれば即安心という安易な考え方はたいへん危険である。

原発ゼロを目指すことは正しいとしても、そのために化石燃料の消費が増えることは、問題である。ドイツが目指しているように、エネルギー消費の節減及び自然エネルギーの開発に合わせて漸進的に原発を廃止することは、想定外の事故防止のためにも、地球温暖化の防止のためにも望ましいと思う。

原発ゼロを目指すにしても、停止原発の安全管理及び廃炉のために原発の技術を保持する必要がある。技術者を確保するためには、例えば、安全性の高い原発の開発、使用済み核燃料・放射性廃棄物の有効利用というような夢が必要である。これは同時に、エネルギー自給が十分に進まないうちに、地政学的な事情により化石燃料の輸入ができなくなるというリスクに対する安全弁の役割も果たすであろう。

{報 告} 生徒が主体・愛情を注いで放射線授業

郡山市立明健中学校・佐々木清先生の授業から学ぶ

日本原燃株 安全技術室放射線管理部長 宮川 俊晴

○ 震災8ヵ月後の放射線の公開授業

2011年11月18日、私はかねてからお会いしたいと思っていた福島県郡山市立明健中学校の佐々木清先生の学校を訪問した。その日は、佐々木先生の放射線授業の公開の日であった。会場の理科室には、既に30名を越える参観者がおり、そこへ「こんにちは！」と元気な声で25名の1年生が入ってきた。早速、佐々木先生の授業が始まる。

「忘れてはいけないんだよ。今から、8ヶ月前、何があったか?」「3月11日、午後2時46分。東北地方一帯に大きな地震があったね。学校の教室の中も物が散乱し、校庭も地割れ・液状化が起こり、生徒の皆さんは校庭に避難したね。」

「大きな津波が来て、そして、福島第一原子力発電所では、・・・1号機でも、3号機でも水素爆発が起こり・・・」とPPTを駆使した映像を次々示し、当時の生徒達の行動や思いを振り返った。そして校庭全体の写真に3次元の棒グラフの放射線量率記録を示し、「校庭の放射線を測ったけれども、高いところ低いところバラツキがあったね。どうして、ばらつきがあるのでしょうか?では、ワークシートに理由を記入して」、しばし間をおいて、「では、隣の人と相談してみてください。」生徒同士の相談とその結論の記入の作業の間、先生は生徒の合間を巡り、「そうだね、なるほど」など、語りかけともつぶやきとも思える言葉を発している。そんな滑り出しの授業であった。

○ ワンセルフ・ペアー・グループ・チーム

二人の相談した結果を更に隣の二人組みと突合わせて、4名の一致した考えをまとめさせた。授業におけるこのユニークなステップを、佐々木先生はコミュニケーション力を高める手段として用いていると後ほど解説してくれた。自分の考えをまとめさせる(ワンセルフ)。人と相談する(ペアー)。多くの人と相談する(グループ・チーム)。「人と相談・議論することは、従来から取り組んできた方法であるが、今回の

震災を経験して、その重要性を改めて認識した。」と言う。住民への情報提供が本当に遅かった。不安な状況が続いた。将来、もし生徒達が、また災害に会い、外部からの支援がないときに、自分達で意思決定し、行動しなければならない。自分はどう現状を認識し、自分の考えは何か、皆はどう思っているか、悩んだとき・困ったときに直ぐ近くの人に相談出来るか、力を合わせてピンチを打開できるか、これらのこと全てに力を付けていく、つまり生きるための力を付ける教育が重要。」と言う。

○ 1年生の声から放射線授業へ

佐々木先生によると震災後、初めての夏休み前、担任の中学1年生の3分の2の生徒が放射線を勉強したいと希望し、夏休み恒例の環境レポートには、62%の生徒が放射線について調べてきた。そして、2学期の始めには全員が「放射線を勉強したい!!」と身を乗り出してきた。そこから放射線授業づくりが始まったという。

佐々木先生の授業の方針は、

- ・放射線教育で目指す生徒の姿を、
 - 1) 自ら放射線量率を測定できる生徒
 - 2) 自らデータを分析・判断できる生徒
 - 3) お互いに助け合って行動する生徒
- ・そして、放射線教育で身に付けたい力を
 - 1) 空間線量率を正確に測定する力⇒環境モニタリング力
 - 2) 放射線量の変化に気づく力⇒科学的なデータ分析力
 - 3) 科学的根拠に基づく情報を選択し、判断する力⇒科学的な判断力
 - 4) お互いに放射線被ばく量を少なくする態度⇒リスクコミュニケーションと定め、教材作成に各地を奔走した。

○ 生徒の環境レポート発表

50分間の公開授業の中では、3名の生徒が夏休みの環境レポートを発表し、皆に問いかけを

する場面もあった。3名の発表の概要を紹介すると、

・生徒Aさんは、魚の食品検査の新聞記事から、「放射能・放射性物質・放射線」3つの言葉の定義を、電磁波、粒子線などと説明し、遺伝子を傷つけるから、登下校時にマスクをつけて少しでも傷つけないようにしたい」と説明した。

・生徒Bさんは、「1ヶ月ごとのいわき市、南相馬市、二本松市、郡山市の空間線量率の測定値の推移をまとめ、時間が経つと下がり難い傾向を指摘し、どうしたら減るのか調べたい、放射線の問題としっかり向き合いたい」と発表した。また、「このままでは、私たちは長い間、放射線と向き合わなければならなくなります。福島県から離れることを考えている人もいます。でも、福島県を復興させるのは私たちです。たとえ福島県を離れることになったとしても、福島の復興を願い、自然と笑顔のあふれる私たちのふるさとを忘れないでほしいのです。」と発表した。思わず胸が詰まった瞬間であった。

・生徒Cさん「郡山市内の11河川の放射線量率の変化」を示し、川底の線量率はあまり大きくなく安心と発表した。

3名とも発表資料は丁寧に仕上げられ、中学1年生とは思えない、しっかりしたレポート発表であり、教室の生徒からもしっかり質問、回答があった。正に生徒が主体的に進める授業であり、生徒の要望に答えた授業であった。

これが佐々木先生の授業の狙いでもあった。

最後に霧箱の観察を行い、公開授業は終了した。盛り沢山のメニューであったが、その後の先生方の授業研究会でも、沢山の意見が出され多くの先生に刺激を与えた授業であった。

○ 2度目の公開授業

2012年9月14日、2年生になった生徒に2度目の放射線授業が公開された。あのしっかりしていた1年生がどの位、成長したか楽しみの授業参観であった。

2回目の授業のテーマは、「除染活動による空間線量率を予測し、放射線から自分の体を守る方法を考えよう」であった。線量の下がらない現状への打開策の検討、皆が一番気になる健康影響という生徒の気持ちを汲み取った授業へのチャレンジであった。

○ 福島県の線量率はどうなるか？

佐々木先生は、事故の経緯を振り返りながら、文部科学省のホームページを引用した福島県の空間放射線量率の分布図を使い、2012年3月の値と2年後の2014年3月の予測値を示し、中間の2013年3月はどうなるか？と生徒に問いかけた。ワンセルフ・ペアー・グループの進め方は1年前と同じで、生徒が議論する間を縫っては、「そう、これは、面白い、・・・」など、語りながらの生徒の考察振りを見て回る。生徒も一生懸命考え相談している。決して先生からの一方通行の授業にならない。これがこのクラスのカルチャーと感じた。

そして生徒の環境レポートの説明があり、二本松市の空間線量率の変化から除染の効果について質疑があった。生徒は「今、たくさんのお金をつぎ込んで除染活動をしています。みなさんは、除染にここまでお金をかける必要があると思いますか？私はあると思います。セシウム137は、そのままにしておくとも30年という長い時間が必要です。しかし、除染すればすぐに放射線量率を低くすることができます。安心して生活するために除染活動は必要だと思います。」と思いを語る。生徒に将来の線量率を予測させ、データの見方を習得させ、更に半減期の理解も図られ、ここまでの内容でも十分な授業と私は思っていたが、これも導入であった。

○ 除染の実験

ここから、除染の実験が始まった。正確には遮蔽実験であったが、今、福島県では、線量率を下げる行為全てを除染と言ってもいい状況なのかもしれない。

実験装置は手のひら程度の大きさのビニールの土袋が4個、校庭の放射性物質が混ざった線源となる土袋が1個、測定器が1台四人毎に用意され、線源の袋の位置を、一番下から、一番上まで変えて線量率を測定する。深さによる線量率の低減効果を確認する実験であった。佐々木先生は、7cmの土の覆いで線量は4分の1になったことを確認した生徒の報告を聞いて、「校庭は50cmも深くセシウムの表土を埋めたから大丈夫なんだね。」と生徒に解説した。

○ ホールボディカウンター（以下 WBC）のデータ利用

次の生徒の環境レポートは、なんと南相馬市の住民のWBCの測定データを取り上げたものだった。大人と子どものデータを紹介し、3、4ヶ月で半分以下に単調に下がっていることを示した。しかし下がらない2名の大人がいることを生徒に考えさせた。生徒は、「家庭菜園で自家製の農作物を食べたことで、下がらなかった」とまとめ、全体では下がる傾向があるとWBCでの測定の有効性を発表した。2名の大人の例外的なデータにも目を向けさせるデータを分析する力の教育の場面であった。私は、中学2年生もここまで理解できることに驚きを禁じえなかった。しかし、そこで授業は終わりではなかった。

○ 養護の先生と一緒に健康影響

佐々木先生は「放射線を沢山浴びると体はどうなっちゃうのか？」と放射線が細胞の中のDNAを損傷することを解かりやすく解説した。そして、町田峰子先生にバトンタッチされた。町田先生は、養護の担任で、生徒の健康指導もされている。60兆個の体の細胞が繰り返し生まれ変わることを解説し、風邪が治ると同様に体の免疫力の重要性を説いた。そこから、免疫力をアップするため、3食きちんとバランスのよい食事、成長ホルモンの分泌のための十分な睡眠、最後に筋肉や心肺機能を鍛える適度な運動の重要性を解かりやすく示し、これらの規則正しい生活習慣は内部被ばくからガンを防ぐ対策にもつながると説いた。

授業が終わった後の生徒の意見の中には、「夜更かし、しないようにしよう」とあったと後から伺った。放射線の教育から日常生活の有りかたに生徒の気持ちを向けさせる佐々木先生の愛情溢れる授業の結果である。

○ 感謝の和を広げて

佐々木先生は、多くの方から支援を頂いて授業を進めることが出来たと、あちらこちらに向き、自分の授業内容をお話し感謝の気持ちを伝える交流を図っている。それがまた新たな授業へのヒントとなり、次の教材へと発展している。佐々木先生は、この2年間を振り返り、「私は、放射線授業において、昨年、校庭の空間線量率を使い、今年は、除染活動の効果と放射線による人体への影響を取り扱いました。それは、

福島県の課題だからです。」と述べている。

先生の授業の中での情報量の多さ、スピード感、生徒の主体性、どれも驚くほどの授業であった。先生の授業の準備に掛けるエネルギーは並大抵のものではない。それは、生徒の思いに真剣に答えたいという愛情の現われであると私は受け止めている。先生の教材の一部を、早速青森県内で活用させて頂いているが、私どもも今後とも可能な限り支援したいと考えている。

これからも、健康にご留意頂き、大いに活躍頂きたいと願う佐々木清先生です。

謝辞：郡山市立明健中学の佐々木清先生の授業に関して多くの資料をご本人から提供頂きました。また、多くの意見交換をさせて頂いた郡山市中学教育研究会理科部会の先生方に深く感謝するとともに、発表の機会を頂きました放射線教育フォーラムの関係者にお礼申し上げます。

【ご参考】

佐々木清先生の授業計画（下線部公開授業）

- 2011年度：1年次（総時間 7時間）
 - ・地震の揺れはどのようにして伝わるか 3時間
 - ・地震はなぜ起こるか 4時間
 - ・地震による災害・大地の変化
 - ・地震災害による放射能汚染と放射線
 - ・放射能による外部被ばくと内部被ばく
 - ・プレートの動きと発生メカニズム
 - 2012年度：2年次（総時間 12時間）
 - ・刺激と反応 3時間
 - ・消化と吸収 4時間
 - ・だ液によるデンプン溶液の変化
 - ・消化のしくみ
 - ・吸収のしくみ
 - ・放射能の半減期と人体への影響と防護
 - ・呼吸の働き 2時間
 - ・血液の循環 2時間
 - ・排出のしくみ 1時間
- 以上

神戸薬科大学 安岡由美
 東北大学大学院 長濱裕幸

(1)はじめに

自然界に存在している放射性同位元素のラドンは、副読本の「知ることから始めよう放射線のいろいろ」(文部科学省が生徒と教師向けをホームページ公開)に取り上げられ、今後、誰でもが知っている放射性同位元素の一つとなると思います[1]。一般に、ウラン(^{238}U)壊変系列に存在している ^{222}Rn (半減期3.842日)をラドンと呼んでいます。副読本には、「ラドンは岩石から微量に放出される希ガスであり、 α 線を放出すること。ラドンは世界中の大地から出ており、コンクリートの壁からも出ていること。」等が紹介されています。

今までに、地下水中や土壌中のラドンは、地震の先行現象を捕える目的で、観測されてきました[2]。本報では、地震前に神戸薬科大学で得られた大気中ラドン濃度変動について紹介します。

(2)ラドン濃度について

大気に含まれるラドンは、陸上が高く、海上は低くなる傾向にあります。土壌に含まれるラドンの量は、場所によって大きく異なり、花崗岩には多く含まれると言われています。神戸薬科大学は主に花崗岩からなる六甲山のみもとにあります。そのため、本報で示す大気中のラドン濃度は、日本の値[3]としては少し高めです。

大気中ラドン濃度の変動を検討するには長期間の観測データが必要です。一定の条件を満たしたアイソトープ実験施設の排気モニターの変動が、大気中のラドンの変動と、とてもよく一致していることも報告されています[4]。排気モニターには高感度の通気式電離箱が用いられ、データは継続的に測定されており、長期間のデータが保管されている場合があります。神戸薬科大学のアイソトープ実験施設においても、同様に高感度の通気式電離箱を用いて排気モニターが行われています。大気中ラドン濃度は日変動や季節変動を示します。図1に神戸薬科大学のアイソトープ実験施設の排気モニターで測定されたラドン濃度の日変動の平均値(測定期間:1984年から1993年(1989年欠測))を示します。

大気の拡散の小さい日の出前にはラドン濃度は上昇し、大気の拡散の大きい日中には低くなります。日最大値は、地理的条件や気象条件の影

響が大きく、日最低値は、それらの影響をあまり受けません。地震前に地面から発生するラドン量の変動を捕えるために、他の条件による影響の少ない日最低値の変動を解析しました。

季節変動の要因はいくつかありますが、夏は地表面の温度が上がり、大気の拡散が大きくなり、大気中のラドンは薄まりやすく、冬には地表面の温度が下がり、大気の拡散が小さくなり、大気中のラドンは薄まりにくいとの一因と言われています。図2に神戸薬科大学で得られた日最低値の平年期間から求めた季節変動を示しています。

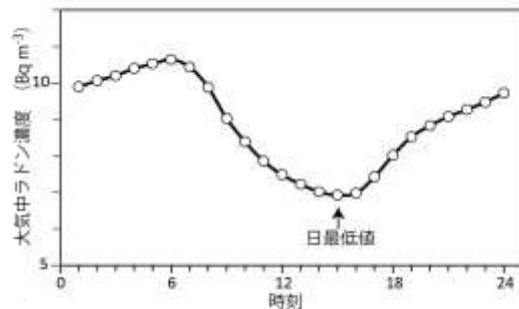


図1. 神戸薬科大学のアイソトープ実験施設の排気モニターで測定されたラドン濃度の日変動の平均値 (1984年~1993年 (1989年欠測)の平均)

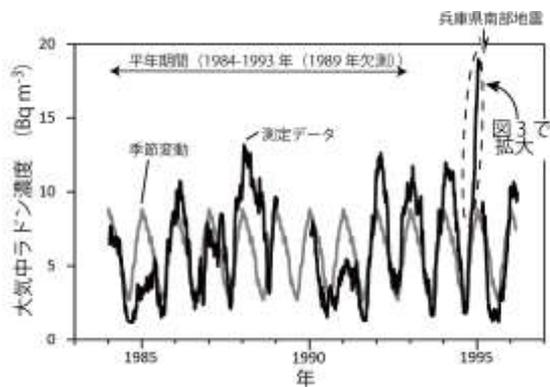


図2. 神戸薬科大学のアイソトープ実験施設の排気モニターで測定されたラドン濃度の日最低値の季節変動

(3)ラドン濃度変動と地震

図2と図3aに示すように、神戸薬科大学のアイソトープ実験施設の排気モニターが、兵庫県南部地震前(1995/1/17発生、マグニチュード7.3)の

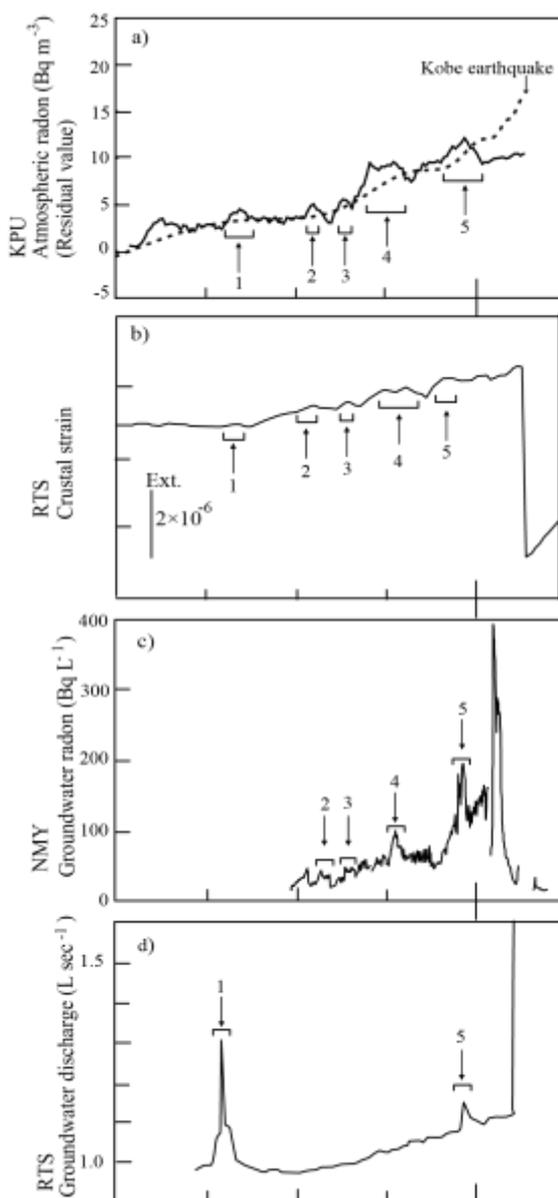


図 3. 兵庫県南部地震前の大気中ラドン濃度と六甲断層帯付近で得られたその他の変動(1994年9月から1995年1月)(Elsevierの掲載許可を得て転載)

a) 大気中ラドン濃度変動(震源からの距離約25km) b) 六甲高雄観測所(震源からの距離約20km)における地殻歪の変動(N81°W方向の歪成分) c) 地下水中のラドン濃度変動(震源からの距離約30km) d) 六甲高雄観測所(震源からの距離約20km)における湧水量の変動 図3aには5つの1-5のピークがあり, 図3b-dの1-5のピークと呼応している。(出典“Physics and Chemistry of the Earth, 34, Yasuoka, Y., et al., 431-434, 2009, with permission from Elsevier.”)

1994年10月ごろより, 上昇をはじめ1994年12

月には高い異常値を示していました。同時期に, 地殻歪(図3b)や地下水中ラドン濃度(図3c)や湧水量変化(図3d)等, 他に類を見ない顕著な変動が, 地震断層(六甲山)付近で観測されました[5]。

また, 福島県立医科大学(福島市)の排気モニターは, 東北地方太平洋沖地震(2011/3/11発生, マグニチュード9.0)前の2008年から異常なピークを捕えていました[6]。さらに福島県沿岸で測定された地殻歪に顕著な変動が見られ始めたのも, 2008年からと小沢らは報告しています[7]。

(4)まとめ

これまでの地震前のラドン観測値は, 局所的な地殻歪を反映している場合が多く, 局所的な不均質地下構造が一因となって先行現象の変動をパターン化することが困難と言われてきました。しかし, 大気中ラドンは比較的広範囲に生じている平均的な地殻歪を反映していると考えられ, 大きな可能性を秘めています。この兵庫県南部地震前の大気中ラドン濃度変動については論文集を発売しています[8]。現在, 東北地方太平洋沖地震前の大気中ラドン濃度測定値を, 全国のアイトープ実験施設の協力により収集し, 解析をしています。

参考文献

- [1] 文部科学省, 2011. 放射線等に関する副読本 http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/detail/1311072.htm
- [2] Yasuoka, Y., et al. 2012., In: Li, Z. & Feng, C. (eds.), Handbook of Radon: Properties, Applications and Health, pp.419-434, NOVA Sci. Pub., Hauppauge, USA.
- [3] Oikawa, S. et al., 2003. J. Environ. Radioactivity, 65, 203-213.
- [4] Tajika, Y., et al., 2013. J. Radioanal. Nucl. Chem. (in press).
- [5] Yasuoka, Y., et al., 2009. Phys. Chem. Earth 34, 6-7, 431-434.
- [6] 中谷正生, 2012. 「地震発生先行過程」, 資料1-3 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成23年度年次報告参考資料(案)
- [7] Ozawa, S., et al., 2012. J. Geophys. Res., 117, B07404.
- [8] Yasuoka, Y., et al., 2011. Anomalous Radon Concentration Prior to an Earthquake: A Case Study on the 1995 Kobe Earthquake, Japan, LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 138p.

2012年度放射線教育フォーラム第3回勉強会

主催： NPO法人放射線教育フォーラム、 協催： 東京慈恵会医科大学
日時： 2013年3月2日(土) 13:00 ~ 17:00 (懇親会 17:30 - 19:00)
場所： 東京慈恵会医科大学 大学1号館6階講堂 東京都港区西新橋 3-25-8
参加費：1000円(会員) 2000円(非会員)

勉強会プログラム

- 13:10 挨拶1 放射線教育フォーラム理事長 松浦辰男 5分
13:15 挨拶2 東京慈恵会医科大学教授 福田国彦 5分
13:20 講演1 原子力災害を踏まえた高校での放射線教育の現状と課題
筑波大学附属高等学校 鈴木亨 50分
14:10 講演2 除染して帰還か、移住か—福島第一原発事故による被災地域住民の選択—
名古屋大学名誉教授 山寺秀雄 50分
(休憩 10分)
15:10 講演3 “放射線”を伝える - 出前授業と社会コミュニケーションの経験 -
東北大学名誉教授 工藤博司 50分
16:00 講演4 放射線コミュニケーション—食品の放射能汚染を中心に—
日本原子力研究開発機構 小林泰彦 50分
16:50 討論 司会 田中隆一 20分
17:10 終了
17:30~19:00 懇親会 於：東京慈恵会医科大学 高木2号館 地下一階
カフェテリア「リーベ」 (03) 3433-1111 (内) 5470, 懇親会：2000円(会員・非会員共)

講演要旨

講演1 原子力災害を踏まえた高校での放射線教育の現状と課題 鈴木 亨

科学教育一般において肝要なことの一つは、素朴概念などと呼ばれる、学習者がもつ必ずしも科学的でない既存概念を踏まえることである。放射線教育においても例外でなく、特に生徒や一般市民は、漠然とした自然信仰をもっていることに留意しなければならない。

また、指導者の側の課題としては、どこに到達目標を設定するかが、明確でないことがある。それらの問題は福島第一原発の災害以来、一層、複雑化していると思われ、そうした実態について事例と経験に基づいて報告する。

講演2 除染して帰還か、移住か—福島第一原発事故による被災地域住民の選択—山寺秀雄

東電福島第一原発事故の被災地の方々は、早く故郷に帰りたいという気持ちは強いが、除染が進まない状態では、帰れない、帰らないという人も多い。50歳以上の高齢者には帰るとい

う人が多いのに対し、50歳以下、特に子供をもつ世代では帰りたくない人が多く、2カ所以上に別れて暮らす家族も多い。事故から2年になろうとする今、帰還するか、移住するかを判断すべきではなかろうか。除染の実態と除染に関する私見を述べるとともに、住民の帰還の状況の一端を述べ、住民の帰還か移住かの選択について提言をしたい。

講演3 “放射線”を伝える ―出前授業と社会コミュニケーションの経験― 工藤博司

東北放射線科学センターに所属して以来、過去8年にわたり小・中・高校で出前授業（放射線理科教室）に携わってきた。また、2年前の福島第一原子力発電所の事故の後は、一般市民を対象とする様々の講演会（放射線基礎講座）の講師として、「科学を知って判断力を養う」を念頭に「放射線の正体とその作用」について話をして来た。出前授業で用いる児童・生徒向けの教材や実験機材を紹介するとともに、社会人の“放射線の正しい理解”を助けるための留意点や専門用語の使い方についての経験を述べる。

講演4 放射線コミュニケーション ―食品の放射能汚染を中心に― 小林泰彦

我が国で食品照射の実用化が進まないのは消費者の理解不足のため、という意見がある。人は、知りたいことしか知ろうとしないものであり、「知ってほしいこと」を一方向的に伝える働きかけには限界があった。そこで、「いま知りたいこと」に丁寧に答えるところから始めようと、消費者グループの素朴な好奇心に応える体験実験を進めていた矢先に突然の原発事故。放射線・放射能による健康影響の不安がまさに「一番知りたいこと」になってしまった。事故以来、放射線利用や食品照射にはさぞ逆風が強いでしょう？と聞かれることが多いが、案外そうでもない。現在進行形の現場の様子を報告したい。

<<会務報告>>

年度	日時	名称	開催場所	参加数
2012年度	6月16日(土)	第1回勉強会	科学技術館	25名
2012年度	7月10日(火)	第1回教育課程検討委員会	フォーラム事務所内	5名
2012年度	7月23日(月)	第2回理事会	フォーラム事務所内	11名
2012年度	11月17日(土)	第2回勉強会	科学技術館	33名
2012年度	12月18日(火)	第3回編集委員会	フォーラム事務所内	7名

《ニューズレター原稿募集のご案内》

編集委員会では、会員の皆様からのご寄稿を切にお待ちしています。「会員の声」は、学校教育の場での体験談、新聞・雑誌の記事に対する感想、研修会等への参加など、多少とも放射線・原子力・エネルギーの関係するもので、1000字以内です。

「放射線・放射能ものしり手帳」は難しい話題を面白く親しみやすい読み物で解説するもので2000字以内。「書評」は最近刊行された本の紹介で2000字以内。投稿はできるだけ電子メールでお願いします。発行は、3月、6月、11月の年3回です。56号（6月発行予定）の〆切は2013年5月20日(月)です。

ニューズレターへの広い立場でのご意見やご提案をお待ちいたしております。また、特集記事などのご提案も歓迎いたします。

《「放射線教育」誌原稿募集のご案内》

NPO 法人放射線教育フォーラム発行の論文集「放射線教育」では、広く放射線教育に有益と考えられる内容の原稿の投稿をお待ちしております。編集委員会で審査の上、採用の可否を決め、一部改正をお願いすることもあります。来年3月発行予定の論文集に投稿を希望される方は2013年11月30日(土)までに著者の名前及び連絡先、表題、投稿の分類、予定枚数、投稿予定日(2014年1月31日(金)まで)を編集委員長宛(e-mail:hashimoto-t@ginzado.ne.jp)に提出して下さい。投稿論文に含まれる図表は原則として白黒とし、編集委員会が認めたときに限りカラーの使用を認めます。カラーページの印刷費は、原則として全額を投稿者に負担していただきます。出来上がった投稿論文は編集委員長にメールで、またはCD、DVDに入れてお送り下さい。論文が受理され「放射線教育」に掲載された場合、著者には表紙付きの別刷り30部を無料で提供します。投稿規程の他の部分はお手元の最近の「放射線教育」の巻末に掲載されているとおりです。



《編集後記》

「原発再稼働問題について考える」の中で、山寺氏は再稼働の問題をさまざまな角度から考察し「原発を止めれば即安心という安易な考え方はたいへん危険である」と述べている。多角的なものの方が大切と説く論考である。安岡氏らは「大気中ラドン濃度の変動について:…」の中で、神戸における多年にわたる測定結果を基に、ラドン濃度の変動を地震先行現象として捉えることの可能性を論じた。地殻の歪等、他の自然現象の観測結果との総合的評価が大地震の予知に役立つようになることを期待したい。宮川氏の「生徒が主体・愛情を注いで放射線授業」では、佐々木清先生による素晴らしい授業が紹介されている。先生は、震災を経験して、自分達で意思決定し、行動する力、すなわち「生きるための力」を付けさせる教育の重要性を再認識されたとのことである。中学校理科の学習指導要領に放射線が復活して、それぞれの教室で新しい試みが始まっていることであろう。すでにフォーラムの勉強会では、放射線教育に熱心に取り組まれている先生方からいくつかの実践経験が披露されている。多くの先生方がそれぞれ教室での試みを気軽に持ち寄り、より良い放射線教育を目指して共に考える広場ができればと思う。2001年から約10年間続いたセミナーのように、先生方が顔を会わせて放射線を含む教育について幅広く討論する場が全国各地で持たれるようになればなお良い。放射線教育の学校教育の中での充実が、やがて社会教育の中での充実につながってゆけばと期待している。(鶴田隆雄)

放射線教育フォーラム編集委員会

橋本哲夫(委員長)、細渕安弘(副委員長)、堀内公子(副委員長)、岩崎民子、大野新一、緒方良至、菊池文誠、小高正敬、鶴田隆雄、畠山正恒、松沢孝男、村石幸正

事務局：〒105-0003 東京都港区西新橋3-23-6
第一白川ビル 5F

Tel: 03-3433-0308 FAX: 03-3433-4308,

E-mail: mto1-ref@kt.rim.or.jp,

HP: <http://www.ref.or.jp>

NPO 法人 放射線教育フォーラム、ニューズレター No.55, 2013年3月2日発行