

## 福島原発放射能拡散状況調査

### The Spread of Radioactive Materials by the Fukushima Atomic Power Accident

大原 荘司、藤原 昇

OHARA Soji, FUJIWARA Noboru

平成23年3月、我が国は敗戦後66年目にして三たびの原爆投下ともいえる大惨事に見舞われた。この表現が決して大げさでないことは、広島に投下された原爆搭載のウラン235の重量約60kgに対して、福島原発1号機のウラン235約20t<sup>1)</sup>という数値と、3月12日と14日の二度にわたる水素爆発でのセシウム137の放出量、3.1kg<sup>2)</sup>すなわち $1.0 \times 10^{16}$ Bq (広島原爆の168個分といわれる)の推定値が如実に表している。放射能拡散の理論的フォローについては、西村、神足の報告に詳しい<sup>3)</sup>。今回の事故後、さまざまなメディアや専門誌を通して議論されてきたことを元にして、根本に帰って真剣に検討すべきことをまとめると次の二点になるかと思われる。

1) 沸騰水型原子炉 Mark1 は、格納容器の容積などに問題があることは、設計者のブライデンボー氏が訴えていたことであるが、なぜそれが聞き入れられず、同じ条件で1号機から4号機まで並べて設置するというような過ちが重ねられたのか。

2) 核力の世界を電磁力で制御すること<sup>4)</sup>が、妥協を本質とする技術設計によって可能と判断できるのかどうか。この検討に際しては、リスクの確率<sup>5)</sup>をどこまで高い精度で算出できるかという問題が付随している。

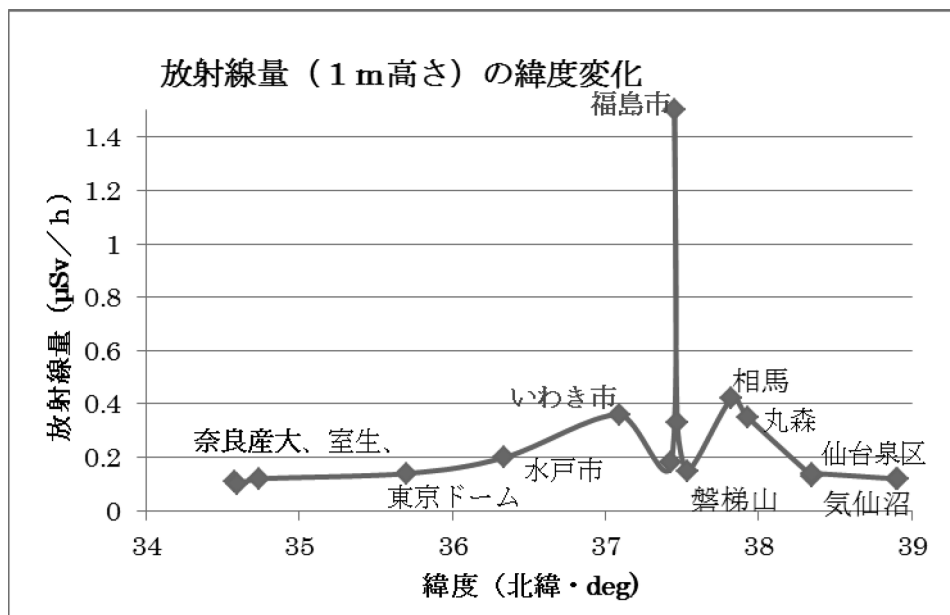
1) の問題は、なぜ必敗と分かっている戦争を始めてしまったのか、なぜOリングに致命的欠陥があると知らされていながら、チャレンジャー号を発射させてしまったのか。などの、人間の集団的意思決定における悪魔的要因が関連しており社会学の大きな課題である。また、2) の問題は、さまざまな環境条件を想定し、一定の基準のもとに妥協するという本質的性格を持った設計という営みに、原子力を対象にするということが許容されるかどうかという工学の大きな課題に関係している。

さて、本論でわれわれが問題にするのは、今回の原発事故の一連の事象の中でもっとも直接的で影響の継続が懸念される放射能拡散状況である。特に水素爆発による大気中への放射能飛散がどのようなメカニズムで発生したのかなど十分な解明がなされていない状況であるが、前述の放出量は産業医大がウェブサイトで提示している想定値である。セシウム137の放出量(ガンマ線662KeV)と放射性物質の量をあらわすベクレルとの関係は、 $Bq = N \times \log 2/T$ であらわされる。この式で、Nは原子数、Tは半減期(秒)を意味している。セシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) 3.1Kgの場合、質量数が137であるから、 $N = 6.02 \times 10^{23} \times 3.1 \times 10^3 / 137$ でセシウムのように半減期が30.1年( $9.48 \times 10^8$ 秒)を用いると $1.0 \times 10^{16}$ ベクレルとなる。逆に100ベクレルでもセシウム原子核数は $1.37 \times 10^{11}$ ケとなる。

水素爆発後半年以上を経た今日でも、福島市内産のコメから1Kgあたり500ベクレル以上の放射能が検出され衝撃をあたえている。また名古屋大学の推計では中国、四国地方の山間部などで、放射性セシウム137が1キロ・グラム当たり500ベクレル以下の低濃度で沈着したとみられる地域がありそうである。局地的なホットスポットの存在も懸念され、全国的な土壌放射能調査の必要性が叫ばれている。

奈良産業大では、震災後、空間線量計（ガイガーカウンターTERRA・P+、ウクライナ Sparing-Vist Center 社製）を入手し、近隣地域を始め出張やボランティア活動の機会を利用して、国内各地の放射線量の測定を実施してきた。また、共通教育科目である「実験で学ぶ科学」<sup>6)</sup>の課題の一つにもしている。その測定に際しては、電源投入後 2 分以上を経て測定すること、特定位置は地上 1 m とすることを標準とした。

下図は、放射線量の緯度変化を示している。図中の測定値の一部は、市町村のウェブサイトを参考にしている（いわき市、福島市）。



福島市周辺の急激な変動は、風によって飛散した放射能の局所的沈着状況をあらわしているものと考えられる。

奈良産業大学の周辺、三郷町、王寺町、河合町の 1 2 か所の測定では、 $0.09 \mu\text{Sv/h} \sim 0.10 \mu\text{Sv/h}$  におさまっている。柏原市、八尾市、東大阪市、大阪市、堺市の 12 か所の測定では、 $0.08 \mu\text{Sv/h} \sim 0.10 \mu\text{Sv/h}$  の範囲である。宝塚市の一角では、 $0.12 \mu\text{Sv/h}$  が観測されたが、兵庫県南部は、花崗岩を含む地層が多く、花崗岩が含む K-40 の放射能の影響も考えられる。紀伊半島では、田辺で  $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 、白浜で  $0.10 \mu\text{Sv/h}$ 、串本で  $0.08 \mu\text{Sv/h}$ 、太地で  $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 、勝浦で  $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 、新宮で  $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 、尾鷲で  $0.19 \mu\text{Sv/h}$ 、多気で  $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 、松阪で  $0.08 \mu\text{Sv/h}$ 、名張で  $0.10 \mu\text{Sv/h}$  が観測された（2011年9月測定）。大津市内では、 $0.12 \mu\text{Sv/h}$ 、高知市内の高知城付近で  $0.10 \mu\text{Sv/h}$  前後であった（2011年12月測定）。

岡山駅、高松駅内は、 $0.12 \mu\text{Sv/h}$  であった。高松市内は、 $0.10 \sim 0.14 \mu\text{Sv/h}$  であり、特に 13 階建の高松市庁舎の周辺の一部で  $0.14 \mu\text{Sv/h}$  が観測され、風が高い建物にぶつかって生じる渦等による放射性物質の停滞沈着が推定される（2011年11月測定）。前述の、和歌山の太地や三重の尾鷲でも入江の地形による同様の風の吹きだまりによる沈着が推定されるが花崗岩などの地質の影響も考えられる。

広島駅南口付近で  $0.13 \mu\text{Sv/h}$ 、呉駅前で  $0.12 \mu\text{Sv/h}$  が観測された。呉市内の山肌の一角には、 $0.14 \mu\text{Sv/h}$  の場所もあったが、花崗岩の影響も考えられる。奈良市内の寺院で、通路を花崗岩で敷き詰めた場所で測定すると  $0.18 \mu\text{Sv/h}$  を計測した。花崗岩からは、K-40

からのガンマ線（Cs137 のガンマ線の約2倍のエネルギー 1 4 6 1 KeV）が主に放出されている。呉駅前には、表面で  $0.16 \mu\text{Sv/h}$  を示す大理石構造物もあったが、総じてセシウム放射能と花崗岩など自然放射能との分離は、空間線量計では不可能で、エネルギー分解能の高い放射能検出器が必要となる。奈良産業大周辺の  $0.10 \mu\text{Sv/h}$  を標準とした場合、上記の各地の測定結果で  $0.12 \mu\text{Sv}$  以上の地点が何箇所か見出されたが、その差の  $0.02 \mu\text{Sv/h}$  が Cs 1 3 7 の放射能によるものと仮定すると、それは地表の土壌 1 Kg あたりに約 1 0 0 ベクレルの放射能を含むことに相当する<sup>7)</sup>。またそれは Cs 原子核数でいうと約  $1 0^{11}$  ケに相当するのである。 $0.02 \mu\text{Sv/h}$  の差が自然放射能によるのか、Cs によるのかは、上記のような空間線量計では分からず、エネルギー分解能の高い測定器が必要である。

原発事故の教訓の一つは、市民が必要とする情報は市民がその入手手段を持っていないなければならないということである<sup>8)</sup>。市民が情報的自立を図るためには、エネルギー分解能の高い測定器を用いて、土壌や農水産物などの環境試料の放射能をリアルタイムで測定できることが必要である。大学などの公的機関は、技術的に可能であれば、このような測定設備を準備し周辺の住民にその結果を情報公開する機能を持つ必要がある。

この目的に叶う放射能測定装置としては、Ge 半導体検出器を用いたシステムと CdZnTe 結晶を検出器として用いるシステムがある<sup>9)</sup>。表 1 に各種放射能検出器のエネルギー分解能と液体窒素による冷却の可否を示す。

検出器	NaI(Tl)	LaBr3(Ce)	CdZnTe	PureGe
分解能	7. 0%	3. 5%	2. 0%	0. 0 0 2%
冷却	不要	不要	不要	必要

表 1 各種放射能検出器の比較

分解能 2% は、Cs 1 3 4 (7 9 6 KeV) と Cs 1 3 7 (6 6 2 KeV) のガンマ線ピークを分離するには十分な分解能 (6 6 2 KeV の 2% は、1 3 KeV) で、花崗岩などに含まれる K-40 からのガンマ線 1 4 6 1 KeV (半減期 1 2. 8 億年) との分離も十分で、原子炉事故由来の放射線か自然放射線かの判断は即座に下せる。この検出器の導入に関与した放射線医学総合研究所の鈴木敏和氏の保険物理学会での発表では、検出限界が  $2 0 \text{ Bq/Kg}$  で 1 8 0 0 秒測定ということである。前述のように  $0. 0 2 \mu\text{Sv/h}$  が Cs 137 で約  $1 0 0 \text{ Bq/Kg}$  に相当するので、1 0 0 0 秒程度で必要な測定は可能ということになる。マルチチャンネルアナライザーと一体化したものが開発販売されており、USB でパソコンとつながり容易に放射能のエネルギースペクトルが得られる。このような高分解能放射能観測システムを活用して、市民レベル及び公的機関レベルで迅速に放射能の特定ができる仕組みの構築が急がれる。

#### 謝 辞

国内各地の放射線量測定に関しては、奈良産業大学の渡辺邦博教授、山田 尚教授の協力を得ました。感謝します。

#### 参考文献

- 1) 児玉龍彦「内部被曝の真実」2011年9月、幻冬舎新書
- 2) 産業医科大学医学部「放射線学入門 福島第一原発事故を受けて」  
<http://www.uoeh-u.ac.jp/kouza/hosyaeis/hibakuguide.pdf>
- 3) 西村 肇、神足史人「理論物理計算が示す原発事故の真相」、現代化学、2011年5月号
- 4) 伊藤仁之「地震と原子力発電」、私達の教育改革通信、Vol.157、2011年9月
- 5) 大田泰彦「リスク確率論軽視の代償」日本経済新聞、けいざい解説、2011年7月31日

- 6) 本年度からの新規開講科目で向井教授と大原で担当。
- 7) 斎藤則生「線量と土壤汚染」2011年7月23日、産総研つくばセンター特別講演
- 8) 戸上昭司「市民による、市民のための放射線測定所」、科学、Sep.2011 Vol.81 No.9
- 9) 鈴木敏和「高線量率下出核種分析が行える測定器を開発」放射線医学総合研究所 HP