

能登半島環境放射能調査

石川県立富来高等学校教諭 高木 義雄

はじめに

3つのテーマで環境放射能の研究を行っている。

(1) 大気中のラドン濃度の変動

大地の中には、地球誕生の頃より ^{238}U (ウラン 238) が希薄に含まれており、その娘核種の気体である ^{222}Rn (ラドン 222) が、常に大気中へ出ている。大気中のラドンは α 崩壊したときに瞬間的に陽イオンになるが、その陽イオンを以下に述べる静電気法で捕集した。市販の約 30 cm 四方の 2 枚の銅板にアルミホイルを 1 巻きし、1.5 cm の間隔をプラスチック角棒であけておく。上側の銅板を負極にして直流高電圧発生装置で約 2,000V の電圧を約 1.5 時間通電させ、上側の負極のアルミホイルにラドンが陽イオンになった瞬間を吸着させた。負極のアルミホイルをはずしてタッパーの底につめて、本校にある NaI - シンチレーションカウンターで 10 分ごとに総カウント数を 90 分間自動計測した。データーを片対数グラフ用紙に記録しグラフを延長し 0 分時のカウント数を求めその値を 10 で割って、1 分間のカウント数 (cpm) を求めラドン濃度相対値とした。この実験は 3 階の物理実験室で窓を開けて空気の出入り

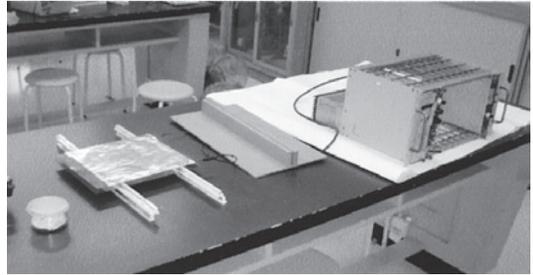


図1 大気中のラドンの静電気捕集装置

が生じるようにして行った。(図1)

地震の際に地割れにより大気中のラドンが上昇するといわれているが平成 19 年 3 月 25 日午前 9 時 42 分頃に震度 6 強 (マグニチュード 6.9) の能

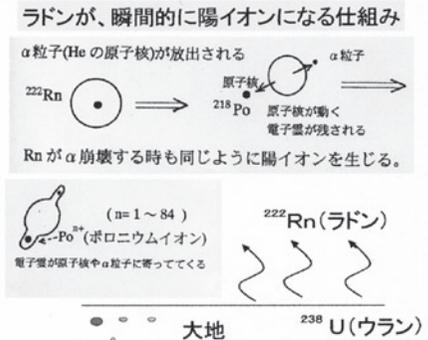


図2 ラドンが陽イオンになる仕組み

大気中のラドン濃度の変動(3月25日能登半島地震発生)

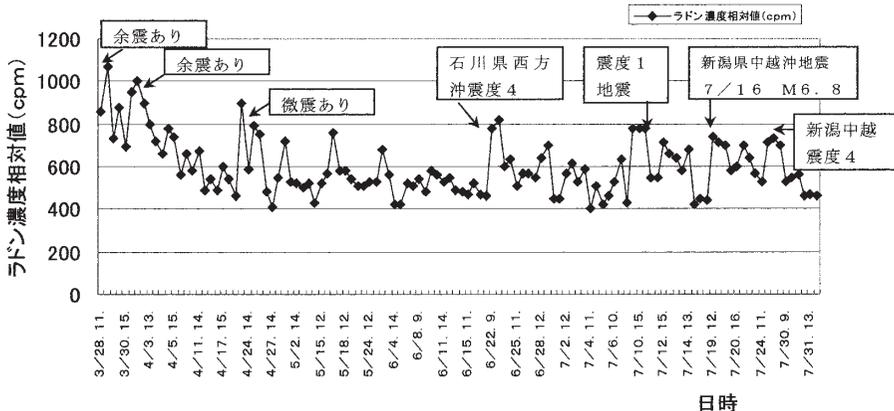


図3 能登半島地震後の大気中のラドン濃度の変動

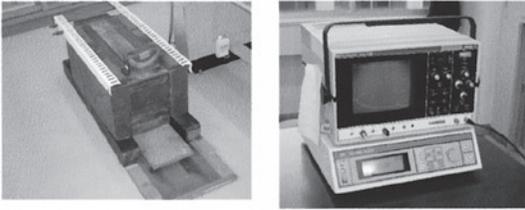


図4 NaIシンチレーションカウンター

能登半島地震が発生し、本校は震源地に近く、大規模な被害を生じた。地震発生後の大気中のラドン濃度の変動を今回は報告する。

本校も地震被害で実験器具の破損もあり、3月28日頃からラドン濃度の測定を開始した。本震のあと余震が何回も発生したが、大気中のラドン濃度も地震発生後の数日と、余震発生時に高くなるのが(図3)より判明した。放射性的の気体ラドンは重い気体であるため、震源地に近い本校の大気中ラドンが多いものと推測できる。

大気中のラドン濃度は、降雨時も高くなる。これは、降雨時に塵にくっついてラドンの娘核種が雨とともに地上に降りてくるためである。本校には大気中の放射能測定用のモニタリングポストが設置されており、空間線量率も常時測定して比較している。また、大気中のラドン濃度は、季節変動もしていることが、過去4年間の測定でわかってきた。冬季が一番高く、夏季に最小となり、春と秋はその中間であった。この原因は、冬は、日本海側の北西の季節風が強く、中国大陸からラドンが運ばれてくるためと考えられる。逆に夏は、風が弱く運ばれてこないといえる(図5)。

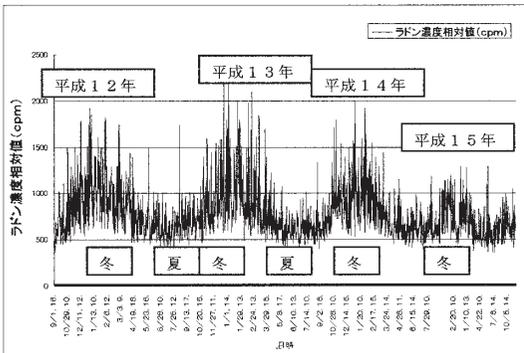
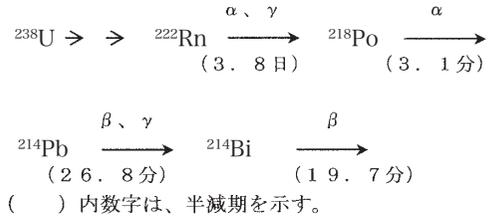


図5 大気中のラドン濃度の季節変動



次に、能登半島地震の被害状況を写真で紹介する。

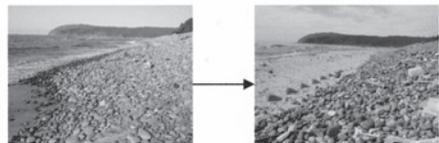


輪島市門前町黒島の被害



関の鼻の崖崩れ

志賀町笹波の神社



地震前の千代泣き砂浜

地震後の千代泣き砂浜

地震によりこの付近は約40cm海岸が隆起し、海流による砂の流出で岩石海岸になっていた千代泣き砂の浜に砂浜がもどってきた。

(2) 能登半島海岸砂中の砂鉄の放射能測定

能登半島海岸砂の放射能測定をしたところ、輪島市門前町の琴ヶ浜の砂鉄とさらに北側にある千代泣き砂の浜の砂鉄の放射能が、能登半島で最も高いことがわかった(図9)。特に琴ヶ浜は砂鉄が多い砂浜であった。しかし、能登半島の輪島市名舟の洪田浜も砂鉄の多い砂浜であるが、この砂鉄の放射能は少なく、すべての砂鉄に放射能が多いと言えないこともわかってきた。琴ヶ浜は有名な泣き砂の浜で、砂浜を歩くとキュッキュと音がする。琴ヶ浜の砂浜の背後には大きな安山岩の柱状節理の崖があり、もともとあった石灰質砂

岩の地層に上昇してきた溶岩が急冷されてできた接触面も見られる。

琴ヶ浜の砂鉄は安山岩中に含まれていて溶岩の急冷により放射性の多い物質を取り込んだと考えられる。それが長い年月の安山岩の風化とともに砂鉄が砂浜に流れ出していると考えられる。また、砂鉄を含む砂をふるい分けしてそれぞれの砂の放射能を調べてみると細かい砂鉄に放射能が多いこともわかってきた(表3)。このことは、細かい砂鉄の方が急冷されてできるので、放射能を出す不純物も多く含むためと考えられる。逆にゆっくり鉄が冷えて固まるほど鉄に含まれる不純物も減るといえる。輪島市洪田浜の砂鉄に放射能が少ないのは砂鉄の起源が違うか、あるいは、溶けた鉄がゆっくり冷えてできた砂鉄であるかもしれない。「はかるくん」で測定した琴ヶ浜の放射線量の結果を(表1)に示す。

表1 「はかるくん」の測定結果

場所	放射線量 ($\mu\text{Sv/h}$)	測定地点の説明
①	0.039	普通の砂
②	0.062	砂鉄混じりの砂
③	0.073	砂鉄の層(柱状節理側)
④	0.087	柱状節理の接触面 (溶岩が急冷された面)
⑤	0.073	安山岩柱状節理(崖)
⑥	0.047	肌色の石灰質砂山(崖)
⑦	0.056	灰色の石灰質砂山(崖)

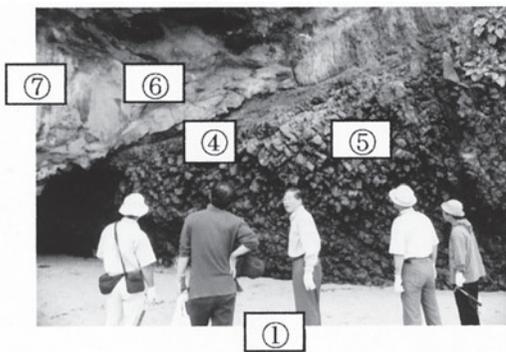


図6 琴ヶ浜の溶岩と石灰質砂岩の接触面

「はかるくん」の値を見ると、安山岩柱状節理の急冷部分の④の値が特に高く、砂浜の砂鉄でも、安山岩の柱状節理側の砂鉄の層の③が高くなっていた。また、(表2)のデータを見ると琴ヶ浜と千代泣き砂の浜の砂鉄の放射能の成因の起源は異

なると推定できる。なぜなら、千代泣き砂の浜の砂鉄には、琴ヶ浜の砂鉄にない ^{226}Ra が多く含まれているからである。千代泣き砂の砂鉄は、琴ヶ浜の砂鉄が海流で流されてきたのではなく、近辺の地質から河川で運ばれてきたと推定できる。

表2 Ge半導体検出器の測定結果

(金沢大学理学部放射化学研究室測定)

採集地点	^{212}Bi (Bq/g)	^{214}Bi (Bq/g)	^{212}Pb (Bq/g)	^{214}Pb (Bq/g)	^{226}Ra (Bq/g)
琴ヶ浜砂鉄 0.25mm	0.194	0.174	0.146		
琴ヶ浜砂鉄 0.18mm以下	0.385	0.202	0.37	0.275	
千代泣き砂 の砂鉄	0.24	0.13	1.68	0.81	2.6
洪田浜の砂鉄		0.033	0.0197	0.037	
洪田浜砂鉄 0.25mm	0.0099	0.0369	0.0114		0.063

表3 NaI-シンチレーション測定結果

採集地点	正味のカウンタ数/100g・h
琴ヶ浜柱状節理側の砂鉄	34300
琴ヶ浜柱状節理側の砂鉄 0.25mmのふるいの上	29738
琴ヶ浜柱状節理側の砂鉄 0.18mm以下のふるいの上	46810
琴ヶ浜普通の砂	3532
千代泣き砂の浜の砂鉄	18478
千代泣き砂普通の砂	2739
輪島市洪田浜の砂鉄	2778

(3) 石川県の海岸線の海岸砂の粒度分布と放射能測定

石川県南部の加賀市から能登半島全域の海岸砂のNaI-シンチレーションカウンターを用いたガンマー線測定を行った。100g乾燥砂当たり、1時間のカウンタ数を求め、ブランク値を差し引いて正味の総カウンタ数を求めた。(図9)より、志賀町の赤崎海岸から鹿頭海岸にかけては、比較的放射能の多い海岸砂(石)であることがわかった。このことは、この海岸は能登半島で唯一、日本列島の土台石である片麻岩が海岸にでている地形であり、片麻岩には地球誕生のころにできたウラン系列の放射性元素が多く含まれているためであると考えられる。海岸砂をふるい分けして、それぞれ粒度ごとに粒度分布を調べた結果を(図8)に示す。NaIの値と比較することにより細かい砂よりも小石か大きめの砂の方が放射能を多く出す

ことがわかった。これは、細かい砂は石の中の放射性物質が流れていってしまったからであると考えられる。

砂の粒度分布は私が、考えた方法であるが、以下のようにした。約 200g の乾燥した砂を正確にはかり、一番上のふるいに砂をのせて、手で上と下を押さえてふるい全体をゆすった。10 個の目の大きさの異なるふるいの上ののった砂の重さを粒径ごとに直視天秤で量った。目の分類は、4 mm (礫)、2 mm ~ 0.5 mm (粗粒)、0.25 mm ~ 0.15 mm (細粒)、0.125 mm (微粒)、0.063 mm 以下 (泥) にした。砂の荷重平均を次のようにして求めた。ふるい分けした砂の重さの全体に対する % を小数点に直し、下記の数字にかけて合計した。

礫 5, 粗粒 4, 細粒 3, 微粒 2, 泥 1
として求めた。

例えば、赤崎海岸は

$(5 \times 6.62 + 4 \times 93.23 + 3 \times 0.16) \div 100 = 4.06$
となった。

(図 8) より、砂の荷重平均が 3.0 は砂浜海岸、4.0 以上は石ころの海岸であることがわかる。

能登半島の海岸砂の大部分は、白山から手取川へと流れた石や砂が日本海に入り、対馬海流により北へと運ばれて形成されている。地形で湾のようになっているところには、砂浜海岸がひろがっていて、突き出た所には砂が流されるために、岩石海岸が多いことがわかる。能登半島の左側は砂浜海岸が多く、右側には数カ所しか砂浜海岸がない。

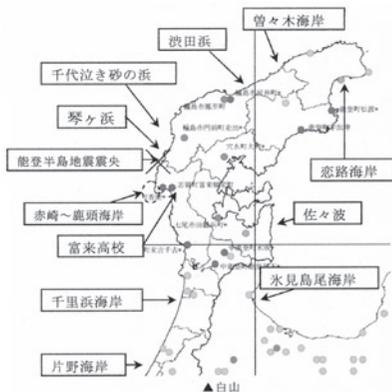


図 7 能登半島海岸砂調査地点 (一部)

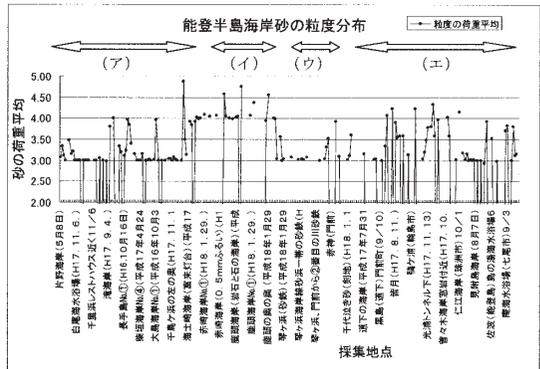


図 8 能登半島海岸砂の粒度分布測定結果

(図 9) より (ウ) の琴ヶ浜～千代泣き砂の浜の砂鉄の放射能が最も高かった。

次に、放射能が高かったのは (イ) の赤崎海岸～鹿頭海岸にかけての岩石海岸であった。他の地域の (ア), (エ) は、ほぼ同じくらいで差異がみられなかった。

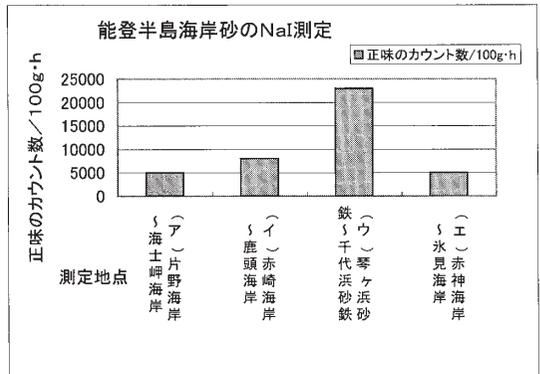


図 9 NaI シンチレーションを用いた海岸砂の放射能測定結果の概数

参考文献

- 1) 高木義雄 平成 17 年度科学研究費補助金 (奨励研究) 研究報告書「能登半島の海岸砂の放射能測定及び大気中のラドン濃度の研究」
- 2) 高木義雄 平成 19 年度全国理科教育大会長野大会研究発表論文 (資料) 集「体験型環境教育の実践及び能登半島環境放射能調査」
- 3) 高木義雄 第 3 回放射線教育に関する国際シンポジウム報告書 (日本原子力研究所) 「環境教育の授業実践」