

沖縄県における自然放射線を利用した学習教材の開発

松田 翔^A, ○濱田 栄作^B, 岩切 宏友^B

Matsuda Sho^A, ○Hamada Eisaku^B, Iwakiri Hirotomo^B

那覇市立石田中学校^A, 琉球大学教育学部^B

【キーワード】 自然放射線, 野外活動

1. はじめに

政府は「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故により、(中略)このような特別の状況に国民一人一人が適切に対処していくためには、まず、放射線等の基礎的な性質について理解を深めることが重要である」(文部科学大臣, 2011年11月)と述べ、学校教育現場はもちろん、社会一般においても放射線に関する科学リテラシーの向上を強く求めた。くしくも現行の中学校学習指導要領の理科(第一分野)に「放射線」が約30年ぶりに復活したが、「放射線」について教育経験がある教師はおろか、教育を受けた経験がある教師ですら少ないのが現状で、放射線教育を進める上での教師支援策が必要不可欠である。

原子力発電所が立地しない沖縄県では、放射線に対する関心は必ずしも高くはない。しかし、1970年代に開始された不妊虫放飼によるウリミバエ等の害虫の根絶では、放射線が沖縄県に多大な恩恵をもたらした²⁾。翻って、隣接する台湾と中国には、多くの原子力発電所が今なお稼働中であり、中国では今後も増設が計画されている。これらの施設で重大な事故が発生すれば、その影響を無視することは出来ない。また、沖縄本島の米軍施設「ホワイト・ビーチ地区」(うるま市)には、原子力潜水艦が頻繁に寄港し、平成25年には26回の寄港が確認されている³⁾。さらに、平成7,8年には、那覇から僅か100kmに位置する鳥島射撃場で1,520発もの劣化ウラン含有弾が誤って使用された⁴⁾。近年でも、

放射性同位元素を積載していたとされる米軍ヘリ墜落事故(平成16年宜野湾市⁵⁾,平成25年宜野座村⁶⁾)など、沖縄には放射線に関するリスクが潜在している。

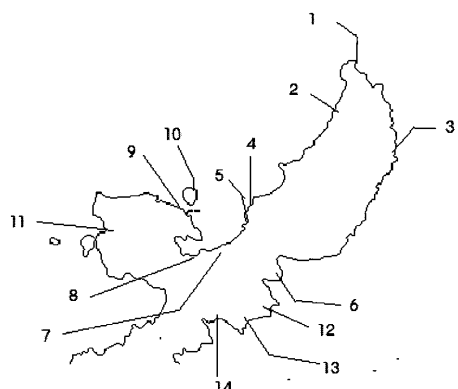
一方で、自然放射線についても興味深い結果と関心が得られている。沖縄県は、琉球石灰岩が広く分布し、全国的に見ても大地からの放射線量は少ない。しかし、沖縄本島の南西に位置する宮古島では、九州・沖縄地方で最も高い線量率が報告され、アジア大陸起源の広域風成塵を母材とする土壌の影響が指摘されている⁷⁾。

本研究では、放射線の学習に自然豊かな沖縄の地の利をいかした野外活動(フィールドワーク)を組み込み、さらなる放射線教育の充実を図ることを目的とする。その一環として、沖縄県における放射線量率データの整備およびその活用について検討する。

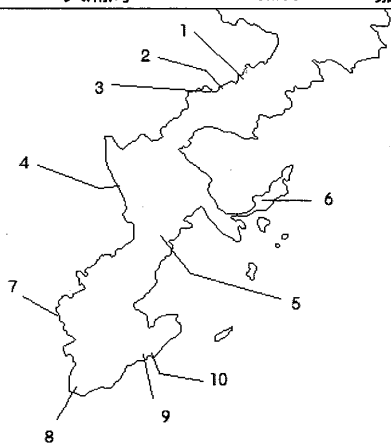
2. 研究の内容, および方法

沖縄県の地学解説書^{8,9)}を参考に、沖縄島(沖縄本島)全域と石垣島の地質学的に特徴のある露頭(岩石)を主な測定対象として調査を行った。沖縄島で多くみられる石灰岩特有のカルストやノッチは、地学教育を行う上で生徒の関心を惹きやすい対象である。しかしながら、石灰岩から放出される放射線量は僅かであるので、石灰岩以外の岩石からなる露頭(沖縄島北部)を重点的に調査した。また、比較的高線量の測定が可能な花崗岩が沖縄島では見られないため、その測定値を参考とすることを目的として、花

崗岩が分布する石垣島でも測定を行った。



測定場所	測定値 ($\mu\text{Sv/h}$)	特徴
1 辺戸岬	0.010	石灰岩
2 宇嘉	0.088	名護層
3 伊江橋	0.102	嘉陽層
4 大宜味の枕状溶岩	0.024	枕状溶岩
5 塩屋橋	0.100	名護層
6 東村平良の海岸	0.109	嘉陽層
7 源河	0.080	石英班岩
8 羽地の化石層	0.062	砂岩層
9 運天の貝化石層	0.048	砂岩層
10 古宇利島渡海浜	0.015	石灰岩
11 本部のカルスト	0.036	石灰岩
12 天仁屋バン崎	0.105	嘉陽層
13 嘉陽小学校前の海岸	0.140	嘉陽層
14 大浦湾	0.106	嘉陽層



1 県民の森	0.101	石英班岩
2 みゆきビーチ	0.106	名護層
3 ダイヤモンドビーチ	0.086	名護層
4 渡久地ビーチの海食洞	0.016	石灰岩
5 渡口みどり公園	0.084	砂岩層
6 平安座島	0.054	砂岩
7 瀬長島	0.046	豊見城層
8 喜屋武岬	0.033	石灰岩
9 具志頭浜のノッチ	0.016	石灰岩
10 港川フィッシャー遺跡	0.025	石灰岩

図1 測定地点および測定結果

本研究では、文部科学省が無償で貸出す「はかるくんDX-300」と「Radi PA-1100」（堀場製作所）をガンマ線線量率の測定に使用した。「はかるくん」の貸出しには期限（最長20日間程度）があるため、本研究では8月と10月の二度「はかるくんDX-300」を借用し、これらの期間で測定できなかった地点については、DX-300と仕様がほぼ等しいRadi PA-1100で補った。なお、同じ条件下で両測定器の計測値を比較したところ、指示誤差は $\pm 10\%$ 以内であった。

測定値として得られる放射線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) は、線源である岩石に密着させた状態から1分以上経過した後の測定値（3回）の算術平均とした。さらに、降雨による放射性降下物（ラドン等）の影響を避けるため、測定を行うときの天候は晴れまたは曇りで、測定の数時間以内に降雨がないことを条件とした。

これらの測定で得られたデータについては、地図情報（GIS: Geographic Information System）としてGoogle map上にまとめ¹⁰⁾、Webを活用した学習支援サイトを作成した。

3. 結果

沖縄島における測定で得られた放射線量率データを図1に示す。なお、B.G値（線源となる岩石から遠ざけた状態での測定値）は、 $0.03 \mu\text{Sv/h}$ 前後であった。これは、沖縄の屋外におけるはかるくん測定平均値 $0.025 \mu\text{Sv/h}$ （文部科学省資料「はかるくんを活用するために」より）とほぼ一致している。ただし、周囲に放射線源となる対象物が少ない砂浜では約 $0.01 \mu\text{Sv/h}$ 、木や岩に囲まれた森林内では約 $0.04 \mu\text{Sv/h}$ と、周囲の環境によっても多少異なっていた。

最大測定値は名護市嘉陽小学校前にある海岸の露頭で $0.14 \mu\text{Sv/h}$ を記録した。この嘉陽小前をはじめとして天仁屋バン崎や大浦湾など、名護市辺野古地区に分布する嘉陽層では、 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 以上が測定できた。これは、B.G値の倍以上の線量率であり、岩石からの放射線の

存在を十分に認識できる値である。嘉陽層は砂岩と頁岩の互層であるが、一般に、砂岩に比べ頁岩の方が、含まれる天然放射性核種（ウランやトリウム）が多く、本測定値は頁岩に含まれる放射性物質の影響が大きいと考えられる。また、今帰仁村運天や名護市羽地でみられる砂岩層でも、 $0.05 \mu\text{Sv/h}$ 前後の値が得られ、B.G 値との差異を僅かであるが示す事ができた。さらに、北中城村の渡口みどり公園では $0.08 \mu\text{Sv/h}$ と他の砂岩層の値に比べ高い線量率が得られ、同じ砂岩でも含まれる鉱物の組成によって測定値が変化した。名護層の黒色片岩や黒色千枚岩がみられる恩納村のみゆきビーチやダイヤモンドビーチでは、約 $0.08 \mu\text{Sv/h}$ の線量率であった。一方で、炭酸カルシウムを50%以上含む堆積岩である石灰岩では、約 $0.02 \mu\text{Sv/h}$ 前後の線量率となり、B.G 値との差を認識できなかった。このように、「嘉陽層」「名護層」「石灰岩」「砂岩の層」と、岩石種ごとの線量率の違いは明らかであった。

花崗岩の測定は、石垣島の荒川の滝と川平地区で行った。荒川の滝では最大で $0.18 \mu\text{Sv/h}$ （平均 $0.16 \mu\text{Sv/h}$ 前後）が得られた。また、川平貝塚近くにある露頭でも $0.16 \mu\text{Sv/h}$ 前後の値が計測され、石垣島に分布する花崗岩は高い線量率を示すことが確認された。

比較的高い線量率（ $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 以上）を計測した岩石の破片を持ち帰って、実験室内で改めて計測したが、その破片の線量率は $0.03 \mu\text{Sv/h}$ 程度の値しか示さず、B.G 値との差は明らかにならなかった。つまり、B.G 値に比べて明らかに高い値は、大きな塊となって存在する露頭だからこそ得られた値であり、十数センチ程度の破片のみでは、B.G 値との差を示せないことになる。言い換えれば、野外で測定を行ったからこそ計測できた線量率とも言える。

これまでに収集した放射線量率データ、およびそれに基づいて検討した教育活動案を Web 上の放射線学習支援サイト「放射線フィールドワーク in OKINAWA」にまとめた。作成したホー

ムページの主な構成は以下の通りである。①[放射線の基礎と測定値の目安] 放射線教育を行う上で基礎となる知識の解説や測定値の目安を記載。②[沖縄自然放射線マップ] 放射線量率の測定方法、および測定結果を簡潔に説明し、沖縄島と石垣島の測定結果を記載。また、野外活動地として推奨できる7箇所を選定し紹介(図2)。③[フィールドワーク例] みゆきビーチでの測定を例に、放射線学習とフィールドワークのイメージ化を図る授業例を提示。④[参照 HP] 放射線関連のホームページへのリンクを記載。
(<http://pineappleryukyu.at-ninja.jp/>)

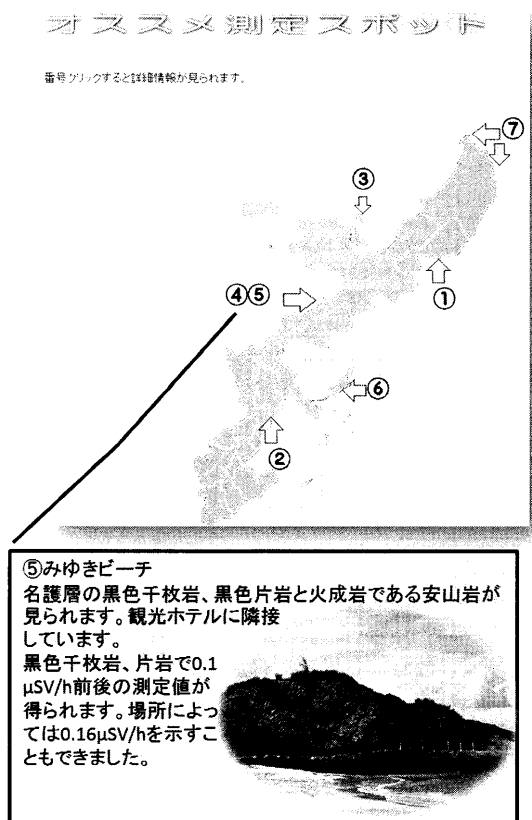


図2 Web サイトの一部 (オスス測定スポット)

4. おわりに

本研究では、沖縄県内で放射線教育を行うために有効なフィールドの選定を行い、フィールドワークを活用した放射線学習を充実させるための学習支援サイトを作成した。

現行の学習指導要領「理科」¹⁾において、放

射線に関する学習は、「エネルギー」「粒子」の横断的分野での扱いとなり、対象学年は中学校第三学年である。一方、本実践のフィールドワークは地学分野の内容にも関連するもので、中学校第一学年で学習する項目「大地の成り立ちと変化」と関連付けた学習も可能である。フィールドワークは、野外に出ることで非日常的体験として生徒の興味・関心を高め、記憶にも残りやすい。講義や放射線測定実習で感じた放射線のイメージを、より現実的なものとするためにも、実際に野外に出かけ測定することは、有効と考える。現在も県内各地での測定を継続しており、更なる情報の整備に取り組んでいるところである。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26350239 の助成を受けたものです。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省、「中学校学習指導要領解説理科編」, 大日本図書 (2008)
- 2) 伊藤嘉昭, 「虫を放して虫を滅ぼす—沖縄・ウリミバエ根絶作戦私記」, 中公新書 (1980)
- 3) うるま市「原子力軍艦の寄港」, <http://www.city.uruma.lg.jp/4/3056.html> (2014/4/30 アクセス)
- 4) 鳥島射爆撃場における劣化ウラン含有弾誤使用問題に係るデータ評価検討会, 劣化ウラン含有弾の誤使用問題に関する環境調査の結果について, 文部科学省 (2002)
- 5) 沖縄国際大学ホームページ「米軍ヘリ墜落事件」, http://www.okiu.ac.jp/gaiyou/fall_incident/ (2014/4/30 アクセス)
- 6) 「琉球新報」2013年8月5日号外
- 7) 古川雅英, 床次眞司, 沖縄県宮古島における空間 γ 線線量率の分布, 保健物理, 36, 195-206 (2001)
- 8) 沖縄地学会, 「沖縄の島じまをめぐって」,

築地書館 (1997)

- 9) 沖縄県高等学校地学教育研究会, 「おきなわの石ころと化石—島じまの地層めぐり—」, 東洋企画 (2001)
- 10) 濱田栄作, 松田翔, WebGIS を利用した放射線教育実践, 放射線教育, 17, 3-8 (2013)