

高等学校地学における自然放射能に関する授業実践

荻原 彰*

I. はじめに

他の先進諸国に比べ、日本の児童・生徒の放射線や放射能に対する認識はやや劣っていることが原子力文化振興財団の報告書である『日本とヨーロッパ「エネルギーと環境」に関する生徒の意識調査報告書』に指摘されている。

一方地球科学においては物理探査の一種として放射能探査が盛んに行われており、断層や鉱物資源を探る際の重要な手段となっている。しかし高等学校ⅠA、ⅠBおよびⅡの地学(ⅠAは第一学習社、ⅠBは東京書籍、実教出版、啓林館から出ている)の教科書では熱源としての放射性物質、年代測定への放射性同位体の利用は扱われているが、地表での自然放射能をとりあげているものは見当たらず、自然放射能を教材として取り上げようという試みも金柿(1994)などに見られるが、その数は少ない。そこで本研究では上述のような状況の改善に資するため、自然放射能に関する地学教材の開発を行ってみた。

対象は長野県須坂高等学校の選択地学受講者39名、実践を行った時間は平成6年7月上旬、授業時間は4時間である。

II. 自然放射能の調査

ここで自然放射能と呼ぶのは、環境中の放射能の中で人工放射能を除いた部分、すなわち地球内部に存在する放射性物質の放射能と地球の外からやってくる宇宙線などの放射能を意味する。ただし、この授業ではもっぱら地球内部からの放射能を取り上げている。

目に見えない自然放射能の存在を実感するためには、自然放射能を実際に調査することが必要と思われるが、限られた授業時間では十分な調査は難しい。そこで授業では学校内や学校近くの公園の自然放射能を調べ、「はかるくん」による広範囲の調査は本校地学クラブ地質班の活動で得られたデータを利用した。

1. 放射線計測器「はかるくん」による調査

放射線計測には放射線計測協会(財団法人)で貸し出している放射線計測器「はかるくん」を使用した。

「はかるくん」は主に大地からのr線を測る測定器でCsIシンチレーターを用いて測定している。

授業では学校の玄関壁面(花崗岩)と図書館の壁面(安山岩)、学校近くの公園の銅像の基台(花崗岩)、公園入り口の露頭のヒン岩、公園横の寺院の石碑(ハンレイ岩)をそれぞれ測定した。また地学クラブでは通学区内の須坂市、高山村、長野市の各地域をさまざまな岩種(コンクリートも含む)にわたって調査した。それらをまとめた結果を表(表1 単位はnSV/h)に示す。

はかるくんによる測定は岩石表面とはかるくん先端部(検出機側)をできるだけ近づけ(1cm程度)で測定し、3回測定した値の平均をその岩石の放射能値とした。

また平成3年10月に行った本校の修学旅行で、広島市の原爆公園(花崗岩の敷石)と姫路市の姫路城(おそらく流紋岩質凝灰岩の石垣)において筆者が測定した結果と高山村で測定した結果(このデータは表1には記されていない)を比較した調査も授業で使用したのでその結果を図1に示す。測定はそれぞれの場所の歩道に沿って行い、側点は20m程度の間隔である。図1の横軸の測定地はこの側点のことである。これらの調査から次のことが言える。

- (a) 酸性岩は放射能値が高く、塩基性岩はそれが低い。中性岩はその中間である。すなわち岩石が酸性岩になるにつれて放射能値も高くなる傾向がある。
- (b) コンクリートの放射能の値はやや高い
- (c) 雪が岩石の上を覆うと放射能値が低くなる。
- (d) 七味温泉の安山岩は他の安山岩に比べかなり放射能値が高い。

これらの調査結果は次のように説明できる。

- (a) や(c)は「はかるくん」を貸し出している放射線計測協会の手引きにも指摘されていることである。
- (c)については、雪による放射線の遮蔽によるものであるが、雪のために岩石と「はかるくん」の距離が離れたことも関係しているであろう。

コンクリートは放射能値が比較的高いこともよく知ら

*長野県須坂高等学校

1995年4月24日受付 9月29日受理

表1：いろいろな場所での放射能

	花崗岩	石英閃緑岩	安山岩	ヒン岩	ハンレイ岩	玄武岩	凝灰岩	泥岩	コンクリート	不明
1 学校玄関壁面	83									
2 図書館壁面			47							
3 臥竜公園入口の露頭				43						
4 公園内の像の台座	90				32					
5 昌福寺石碑							46			
6 遊歩道石垣										
7 石碑1	111									
8 石碑2	116							67		
9 臥竜山露頭										
10 山田牧場露頭			30							
11 七味温泉露頭			70						39	
12 雷滝露頭			35						37	
13 小河源石垣									40	
14 北相之島石垣									41	
15 別府町石垣										
16 八町石垣										
17 井上露頭1						14				
18 塩野石垣										26
19 塩野石垣で雪におおわれた部分										20
20 米子							45			
21 明彦露頭			43							
22 明彦露頭で雪におおわれた部分			35							
23 仁礼露頭1			49							
24 仁礼露頭2			41							
25 井上露頭2										26
26 境内露頭1										22
27 境内露頭2										18
28 保科露頭1										18
29 保科露頭2										29

1 から 5 までは授業時、10 から 29 はクラブによる測定

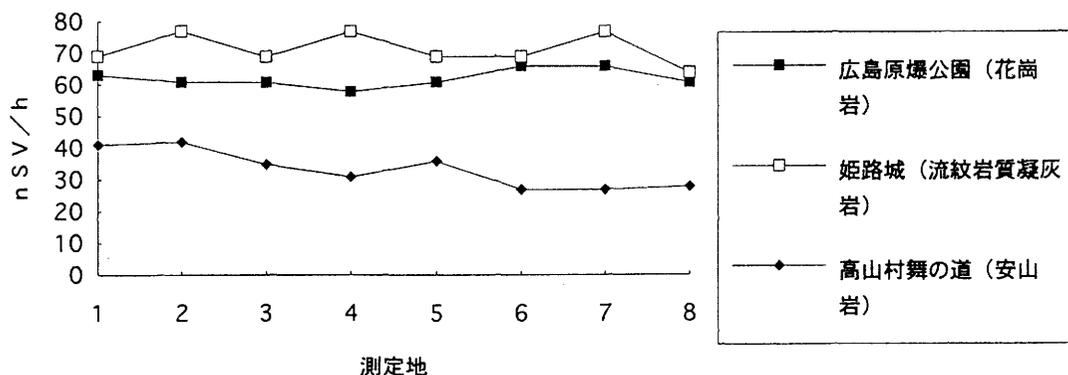


図1：修学旅行での放射能調査

れている。(d)については原因ははっきりわからないが、岩石が著しく変質しており、また測定点が七味温泉の直近であることから、測定点付近に断層破砕帯があり、そこを通過して放射性元素を含む熱水が上昇しているのかもしれない。

Ⅲ. 教材の構成

本教材は4時間をかけて実践されたものであり、討論や放射能値の測定は3～4人の班単位でおこなった。

教材は大まかに言って次のような全体構成となっている。

第1次—自然放射能への導入

自然放射能についての基礎知識を学び、修学旅行で訪れた広島や姫路と高山村での放射能値の違いの理由について考える。この授業のねらいは自然界にも放射能が存在することを確認し、地質の違いが放射能値の違いをもたらしていることを学ぶことである。

第2次—放射能調査

自然放射能が岩種によってどう違うのかを知るため、学校近辺で「はかるくん」により放射能調査を行う。この授業のねらいは自然放射能を実際に測定することで自然放射能の存在を実感し、また岩種が違っていると放射能値が違ってくることを測定を通して学ぶことである。

第3次—自然放射能と岩種

地学部で集めた自然放射能(「はかるくん」による)のデータと第2次で集めた自然放射能のデータから岩種と自然放射能の関係性を推定する。この授業のねらいは岩種と自然放射能の値には一定の規則的な関係があることをグラフの作成などを通して学ぶことである。

第4次—自然放射能と断層

α トラックのデータと測定点の露頭の写真をもって自

然放射能と断層のような地質構造の関係を推定する。

この第4次は生徒に提示した資料と生徒に求めた考察の間に飛躍があり、また α トラック法の結果から明白に断層を識別できなかったため、この報告からは省略する。

以下、教材の内容を詳しく述べる。

1. 自然放射能への導入

ここでの学習は表2の通りである。この授業では次の事に配慮した。

(a) 放射能についての基礎知識は高校2年の化学と3年の地学で既に学習しているので、簡単な復習にとどめ、放射能は教室や家の中などどこにでも存在しているということを強調する。

(b) 地質(岩種)により、放射能値が違うということは「関係があるらしい」と指摘する程度にとどめ、その他の原因(人工放射能、標高の違い)により、広島、姫路、高山村の放射能値の違いが生じるのではないということを明確にする。このような間接的な方法をとるのは、地質(岩種)による違いを調べる次時の活動につなげるためである。具体的な方法としては、あらかじめ生徒が放射能値の違いの原因として挙げるであろうものを予想し、それを否定する資料を配布し、説明するという方法をとった。用意した資料は市川(1985)より ^{90}Sr の土壌含有量のグラフと樋口(1991)より飛行機が離陸してから着陸するまで、「はかるくん」で測定した放射能のグラフである。 ^{90}Sr の土壌含有量のグラフは、広島という地名から連想されるであろう原爆の放射能が残っているのではないかという考え方を否定するために用いた。 ^{90}Sr は核爆発由来の人工放射性核種であり、 ^{90}Sr の土壌含有量は人工放射能の指標となる。広島での放射能の量よりも長野や札幌のそれの方が多く、広島での放射能値の高さが原爆に由来するものでないことがわかる。

飛行機が離陸してから着陸するまでの放射能のグラフは標高が高くなると放射能値は高くなることを示すために用いた。高度が高くなると宇宙線の量が多くなり、「はかるくん」の示す放射能値も高くなる。一方、修学旅行での「はかるくん」による測定値を見ると、高山村は広島や姫路よりも標高が高いにもかかわらず放射能値が低く、広島・姫路と高山の放射能値の差が標高の違いによるものではないことがわかる。

各班の考えを公表させたところ、地質の違いが原因であるとする班が4班、標高の違いが6班で人工放射能によると考えた班はなかった。標高の違いによると考えた班はいずれも宇宙からの影響は考えておらず、標高が高いとそれだけ地球内部から遠いため、その影響が届きにくくなって、放射能値が減ると考えていた。

表2 第1次の学習

学習内容	学習指導の展開
導入	自然放射能についての講義と資料より次のことについて学ぶ (a)不安定な元素(放射性元素)の原子核が崩壊し、放射線が放出される (b) α 線、 β 線、 γ 線の各放射線とその透過能力 (c)放射線は自然界のあらゆるところに存在し、したがって放射能は原爆のような人工的なものばかりでなく、自然放射能という形でどこにでも存在する
考察	修学旅行で訪れた広島、姫路、通学区内で生徒に身近な高山村のそれぞれにおいて「はかるくん」で測定した放射能値のグラフから地域によってその値が違うことを学び、何故そのような違いが生じるか、その原因について考える
まとめ	各地の放射能値の違いが地質に起因することを、それ以外の原因を否定してゆくことにより、間接的に学ぶ

2. 放射能調査

ここでの学習は表3の通りである。

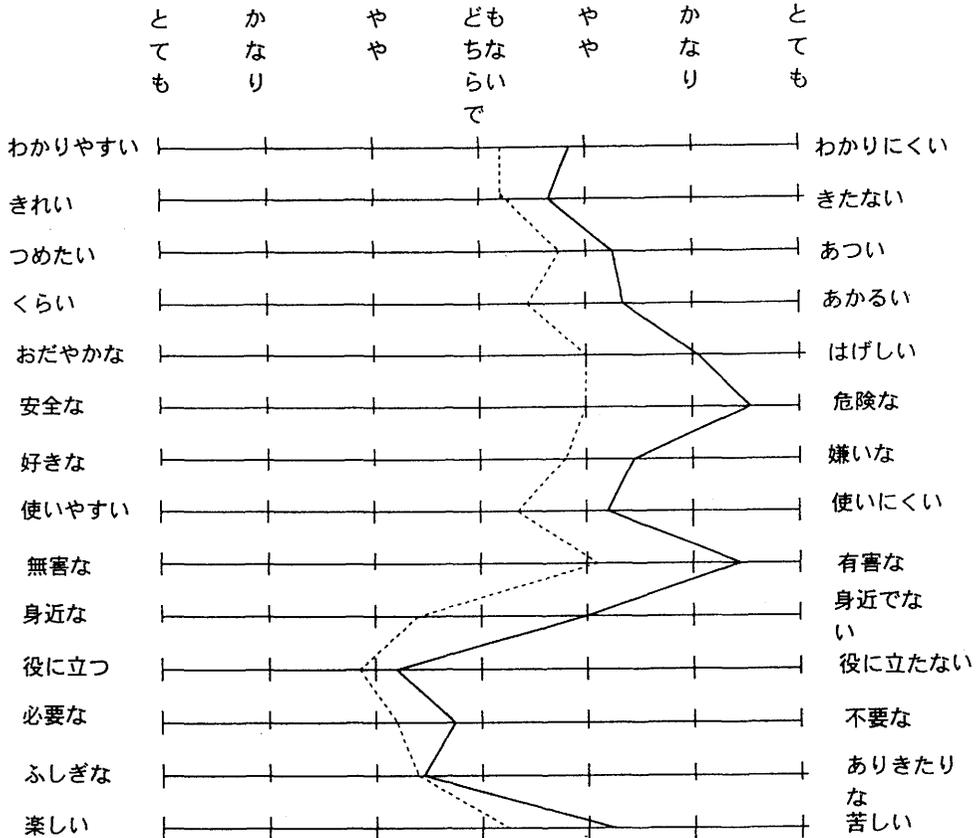
表3 第2次の学習

学習内容	学習指導の展開
導入	放射能測定器「はかるくん」の使い方と放射能値の記録の取り方を教師の説明により知る
測定	図1に示す各測定点の放射能値測定を各班ごとに行う
まとめ	各測定点の放射能値を平均し、記録を提出する。

表4 第3次の学習

学習内容	学習指導の展開
導入	前時に行った自然放射能の調査結果(各班の調査結果を地点別に平均したもの)と地学クラブの調査結果をまとめた表(表1)から各班ごとにグラフを作る
考察	グラフからどのような事が言えるのか、火成岩の分類表も参考にし、各班ごとに考察し、発表する。発表から次のことを知る。 ①火成岩については酸性岩になるにつれ放射能値が大きくなる。 ②雪があると放射能値が低くなる
まとめ	資料と教師によるまとめから次のことを知る。 ①火成岩では酸性岩になるにつれ放射性元素の含有量が増し、放射能値が高くなる ②従って花崗岩などの酸性岩の多い西日本では放射能値が高くなる。広島や姫路で放射能値が高かったのはこのためである。 ③コンクリートは放射性元素が多く含まれているため放射能値が高い。 ④雪上や水上では雪や水が放射線をさえぎるため放射能値が低い。

図2 放射能についてのイメージ (実線は授業前転戦は授業後)



3. 自然放射能と岩種

ここでの学習は表4の通りである。

この授業での各班の考察を見ると、七味温泉の安山岩のような例外があるため、岩種と放射能値の関係の一般的傾向を導き出すことはやや難しかったらしく、10個の班のうち、酸性度が高いと放射能値も高くなるという関係を見いだしたのは7つの班、また雪があると同じ場所で測定しても放射能値が低くなると指摘したのは1つの班にとどまった。またこのデータではコンクリートの放射能値が目を引くほど高くなかったため、コンクリートの放射能値の高いことを指摘する班はなかった。そのためコンクリートについては教師のまとめで補足した。

IV. 評価

評価は「放射能」という言葉に対する形容詞一対比較法で行った。評価に使った形容詞は、予備調査で生徒から出された形容詞の中から適切な反対語が存在するものを使用した。同一の形容詞対を授業前・授業後にそれぞ

れ示し、5段階の尺度で評定してもらった。各形容詞対と授業前、授業後の評定尺度平均を図7に示す。

それぞれの形容詞対の評定尺度平均について授業前と授業後に有意な差がみられるかどうかt検定(5%水準)を行ったところ、わかりやすい—わかりにくい、あかるい—くらい、はげしい—おだやかな、安全な—危険な、好きな—嫌いな、使いやすい—使いにくい、無害な—有害な、身近な—身近でない、楽しい—苦しいの9つの形容詞対について有意な差があった。つまり本教材を使用することによって、生徒の放射能に対するイメージは、よりわかりやすく、くらく、おだやかで、安全で、好きで、使いやすく、無害で、身近で、楽しいと感じる方向へ変化した。

総じて言うと、授業前には放射能に対して悪いもの、いやなものというイメージが著しく強かったのが、授業後にはその嫌悪感が減少したと見ることができる。このような変化は自然放射能を実際に測定するなどの活動を経た結果もたらされたものであり、生徒の放射能への認

識の深まりを反映したものと思われる。

VII. 謝辞

本論文を作成するにあたり、信州大学教育学部の飯利雄一教授にご助言いただいた。また村松久和助教授、飯島南海夫名誉教授、学生の田中英二氏にαトラック法の指導をいただいた。放射線計測協会には「はかるくん」をクラブ活動や授業に長期間貸していただいた。これらの方々に御礼申し上げる。

なおこの研究は文部省の科学研究費補助金(奨励研究(B))を受けている。

参考文献

- 1) 飯島南海夫, 堀内公子, 村山悠紀雄「松代温泉地域のラドンと断層について」, 『温泉科学』, 1981, 32巻, 2号, pp. 42-51
- 2) 市川龍資『暮らしの放射線学』, 1985, 電力新報社, p. 135
- 3) 海野和二郎 他『地学 I B』, 1994, 東京書籍, p. 312
- 4) 海野和二郎 他『地学 II』, 1994, 東京書籍, p. 192
- 5) 大森昌衛 他『地学 I B』, 1994, 実教出版, p. 207
- 6) 金柿主税, 木下紀正, 三仲啓「環境放射線観測と教育」, 『鹿児島大学教育学部研究紀要特別号』, 1994, pp. 47-55
- 7) 小島丈兒 他『地学 I B』, 1994, 第一学習社, p. 320
- 8) 小島丈兒 他「図解地学 I A」, 1995, 第一学習社, p. 159
- 9) 財団法人放射線計測協会『はかるくんの手引き』, 1993, p. 23
- 10) 友田好文 他『地学 I B』, 1993, 新興出版社啓林館, p. 311
- 11) 友田好文 他『地学 II』, 1993, 新興出版社啓林館, p. 175
- 12) 日本原子力文化振興財団『日本とヨーロッパ「エネルギーと環境」に関する生徒の意識調査報告書』, 1993, p. 252
- 14) 樋之口仁「身のまわりの環境放射線について—高校理科における原子力分派の教材化に関する基礎研究の中間報告—」, 『鹿児島県高校理化学会誌』, 1991, 33巻, 38号, pp. 38-47
- 12) 力武常次 他『地学 I B』, 1993, 数研出版, p. 319

荻原 彰：高等学校地学における自然放射能に関する授業実践, 地学教育 48巻, 6号, 231~236, 1995年11月

〔キーワード〕 自然放射能, 放射線, 高等学校地学, 形容詞一対比較法

〔要旨〕 長野県須坂市, 高山村, 長野市においてr線計測を行い, その調査結果を利用し, また授業でのγ線計測も取り入れた教材開発を行った。

形容詞一対比較法で評価し, 授業前後で有意な変化が見られた。

Akira OGIWARA: Teaching of Natural Radioactivity in High School Geology. *Educational Earth Sci.*, 48(6), 231~236, 1995