

鍾乳洞内における放射線量の測定

古 川 邦 之

キーワード：放射線、ガイガーカウンター、石灰岩、鍾乳洞

要 約：岩石は主な自然放射線源なので、周囲を岩石に囲まれたトンネルの内部では高い放射線量を示すことが知られている。岩石の放射線は、カリウム、トリウム、ウランの放射性元素に由来するが、その含有量は岩石種により異なる。本研究では、一般的に非常に低い放射線量を示す石灰岩で囲まれた鍾乳洞において、ガイガーカウンターにより放射線量の測定を行った。その結果、鍾乳洞内は地上部よりも低い放射線量を示した。

1. はじめに

私たちは普段の生活の中で絶えず放射線を受けている。その放射線は、自然放射線と人工放射線に分けることができる。人工放射線は主に、CTスキャンやX線検査など医療に関わるものである。一方で、自然放射線は空や大地から受けるものである。環境省(2018)によると、私たちが1年間に受ける自然放射線量は平均2.1mSvで、その内訳は、宇宙から0.3mSv、空気中のラドンから0.48mSv、大地から0.33mSv、食物から0.99mSvである。Sv(シーベルト)とは、人体が受ける放射線の影響の程度を示す単位である。

私たちは大地から年間0.33mSvを受けているが、その放射線源は土壌や岩石である。岩石から出る放射線量は、放射性元素であるカリウム、トリウム、ウランの含有量を反映しており、含有量が高いほど放射線量は高くなる。つまり、岩石から出る放射線量は一様ではなくその種類によって異なる。カリウム、トリウム、ウランは液相濃集元素であるため、マグマ中においては結晶に入らずメルトに濃集する性質がある。つまり火成岩については、結晶分化が進んだ花崗岩や流紋岩に放射性元素が含まれやすいため(表1)、それらの岩石が地下を構成する地域では、放射線量が高くなる傾向がある。堆積岩については後背地

	火成岩					堆積岩			
	JA-1 (安山岩)	JB-1 (玄武岩)	JG-1 (花崗閃緑岩)	JG-2 (花崗岩)	JR-1 (流紋岩)	JLs-1 (石灰岩)	JCh-1 (チャート)	JSd-1 (河川堆積物)	JLk-1 (湖底堆積物)
K ₂ O(wt. %)	0.770	1.430	3.980	4.710	4.410	0.003	0.221	2.183	2.805
Th(μg/g)	0.820	9.300	13.200	31.600	26.700	0.029	0.735	4.440	19.500
U(μg/g)	0.340	1.670	3.470	11.300	8.880	1.750	0.736	1.000	3.830

産業技術総合研究所 岩石標準資料分析値より編集

表1 代表的な岩石の放射性元素含有量

に左右されるが、生物起源の炭酸カルシウムである石灰岩については、一般的に放射性元素の含有量は非常に少ない（表1）。

岩石は主な放射線源なので、周囲を岩石に囲まれたトンネルの内部では図1のように高い放射線量を示すことが知られている（例えば東嶋, 2006）。では、放射性元素をほとんど含まない石灰岩に囲まれた場所、すなわち鍾乳洞ではどのような放射線量を示すのだろうか。そのような問題意識から本研究では、岐阜県高山市および関市洞戸にある2つの鍾乳洞において放射線量の測定を行った。これらの鍾乳洞は、ジュラ紀の石灰岩から構成されている。

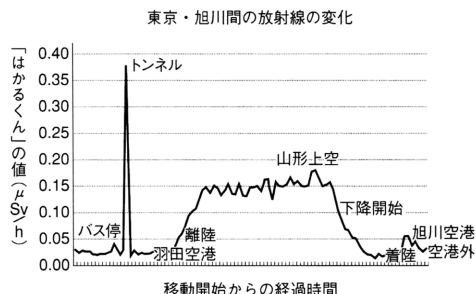


図1 トンネル内で高まる放射線量 東嶋 (2006) より

2. 放射線量測定

放射線の測定には、ドイツ製のガイガーカウンターであるGAMMA-SCOUTを使用した。本体上部には測定器の窓があり、その窓のフィルタをレバーにより調節することで、 α 線、 β 線、 γ 線の測定を切り替えることができる。今回は γ 線のための測定を行った。この測定器では、単位時間あたりに計数管がカウントしたパルス数を、「人体に及ぼす影響」の単位であるシーベルト (Sv) に換算している。本稿で扱う放射線量の単位は、それを1時間あたりの量に換算した $\mu\text{Sv/h}$ である。

2つの地点において、約4時間半にわたって測定した。そのうちの約90分程度が鍾乳洞内

であり、それ以外は地上である。その間、測定器はリュックサックに入れており、放射線量は自動で記録されている。測定器にゴミなどが付着すると正しい値が得られないためビニル袋で覆った。測定は5分間測定した値を1時間当たりの値に換算している。つまり5分で1点のデータが得られる。本来、この測定器は物体の表面の放射線量を測定することに適しており、空間線量の測定には不向きである。また、他の測定器の示す値と比較することで、測定値の信頼性を評価することが望ましいが、そのような作業は行っていない。そのため本研究では、放射線量の絶対値による議論をせず、相対的な違いを確認することを目的とした。つまり、他の測定器で求められた値や同地域のモニタリングポストの測定値との比較は行わない。

3. 測定結果

2つの鍾乳洞における測定結果を図2に示す。両方共に、図中に示した約90分が鍾乳洞内で、それ以外は地上である。全体の測定値は、 $0.05 \mu\text{Sv/h}$ から $0.23 \mu\text{Sv/h}$ の範囲に入る。2地域の放射線量の特徴は似ており、鍾乳洞内は地上に比べると、 $0.05\text{--}0.10 \mu\text{Sv/h}$ 低い

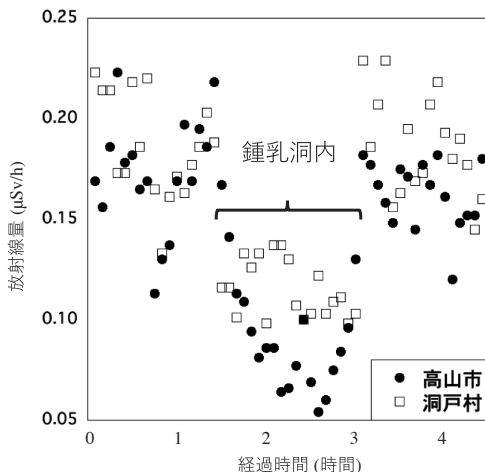


図2 2地域の鍾乳洞における放射線量

値を示す。地上の放射線量は概ね $0.15\text{--}0.20\mu\text{Sv/h}$ であるのに対し、鍾乳洞内は $0.07\text{--}0.12\mu\text{Sv/h}$ であった。

4. 考察

岩石で囲まれたトンネル内部では放射線量は高くなることが知られていた。しかし、今回の測定のように、放射性元素の含有量が低い石灰岩の鍾乳洞に関しては、逆に放射線量は低くなることが示された。

しかし、鍾乳洞周辺の地上部も、ある程度の範囲は同じ石灰岩で構成されているはずである。それならば、放射線量の低い石灰岩だとしても、周りを囲まれれば地上部よりは放射線量が高くなるようにも考えられる。しかし実際はそうになっていない。その理由として、放射線量の高い土壌の被覆が考えられる。地上部の地質は石灰岩や付加体の堆積岩であるが、どちらの鍾乳洞も周囲数km以内に流紋岩や花崗岩などの放射線量の高い岩石が分布している。それらの碎屑粒子が河川や風により運ばれ、表面の土壌を構成している可能性がある。

5. まとめ

- ・放射線量の低い石灰岩で構成される、鍾乳洞内部の放射線量をガイガーカウンターにより測定した。
- ・その結果、地上部に比べ $0.05\text{--}0.10\mu\text{Sv/h}$ 低い値を示した。

引用文献

- 環境省, 2018, 『放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）』, 環境省大臣官房環境保健部, pp160.
- 東嶋和子, 2006, 『放射線利用の基礎知識』, 講談社, pp259.

