
兵庫県北部のアルカリ玄武岩の γ 線量率
—玄武洞溶岩, 赤石溶岩, 小倉溶岩—

池田 正 ・ 上島昌晃

(宇陀ジオサークル) (大阪府太子町立磯長小学校)



1 はじめに

西南日本弧の日本海側には単成火山が特徴的に分布する。これらの単成火山群における玄武岩類の γ 線量率データを蓄積するために、兵庫県北部玄武洞地域の玄武洞溶岩・赤石溶岩，田倉山火山の小倉溶岩の地表 γ 線測定をおこなった。本文において，線量率を報告するとともに線量率と化学組成の関係を考察する。

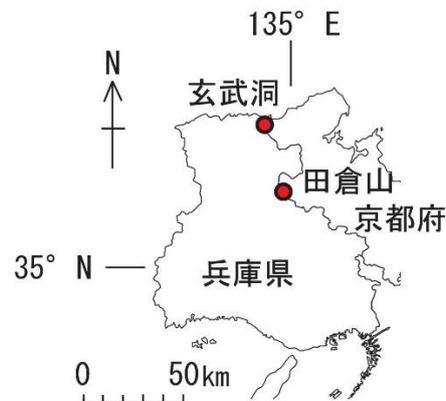


図1 玄武洞と田倉山の位置

2 地表 γ 線の測定方法

γ 線の測定には，2機種のCsI(Tl)シンチレーションサーベイメータ（日立アロカメディカル社PDR-111，以下「PDR-111」と略記，堀場製作所PA-1100，以下「PA-1100」と略記）を用いた。

PDR-111は検出部が $20 \times 25 \times 15$ mmで，計数率を1cm線量当量率に変換してあり， μ Sv/hで表示される。図2に示すように μ Sv/hに変換係数（ $\times 756$ ）を掛けることによりnGy/hに変換できる¹⁾。

PA-1100についても μ Sv/hで表示される。PA-1100の測定においては電源を入れて60秒後から10秒ごとに表示される数値を6回読み取り，それらの平均値をその地点での測定値としている。PA-1100についても図3に示した変換係数（ $\times 749$ ）により μ Sv/hからnGy/hに変換することができる²⁾。

地表 γ 線測定においてPDR-111，PA-1100は岩体に接地して測定した。測定対象上に接して測定した場合，半径30cmの範囲からの γ 線を測定するが，1mの高さで測定した場合には全 γ 線量率の約9割以上が半径10mの範囲からの寄与と言われている³⁾。溶岩体の周辺土壌などからの γ 線の影響を除くために，岩体に接地して岩体から出る γ 線量率を測るようにした。また，崖などの地形的な影響の少ない測定条件のもとで測るよう努めた。

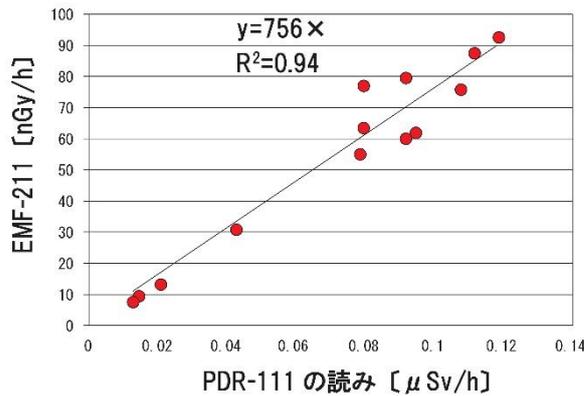


図2 PDR-111の $\mu\text{Sv/h}$ から nGy/h への変換係数

縦軸：EMF-211により測定した空気吸収線量率 [nGy/h]

横軸：PDR-111の読み [$\mu\text{Sv/h}$]

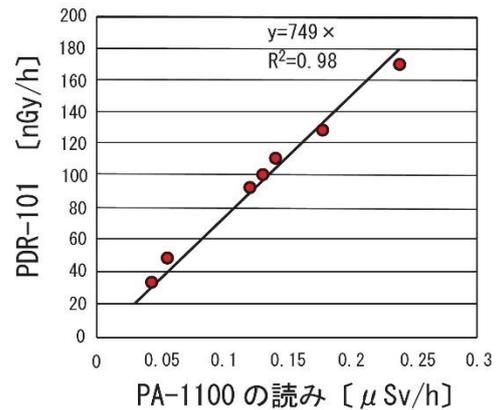


図3 PA-1100の $\mu\text{Sv/h}$ から nGy/h への変換係数

縦軸：PDR-101から求めた空気吸収線量率 [nGy/h]

横軸：PA-1100の読み [$\mu\text{Sv/h}$]

3 玄武洞溶岩，赤石溶岩，小倉溶岩と地表 γ 線測定地点

玄武洞溶岩・赤石溶岩

兵庫県豊岡市円山川の両岸には第四紀火山岩として下位の玄武洞溶岩，上位の赤石溶岩が分布する^{4, 5)}。玄武洞溶岩は粗粒部と細粒部に分けられるが，両者の関係は漸移的であり，鉱物組成，化学組成の差異がなく，同一溶岩内部の岩相の違いと考えられる⁴⁾。玄武洞溶岩と赤石溶岩は化学組成からアルカリ玄武岩に属し^{5, 6, 7)}，鉱物組成，化学組成，同位体組成から異なる起源物質由来と考えられる^{5, 8)}。

玄武洞溶岩におけるK-Ar年代値として $1.61 \pm 0.08\text{Ma}^9)$ ， $1.65 \pm 0.05\text{Ma}^{10)}$ ， 1.53 ± 0.06 および $1.75 \pm 0.14\text{Ma}^{11)}$ の報告があり，玄武洞溶岩の自然残留磁気は逆帯磁している¹¹⁾。

¹²⁾。赤石溶岩の自然残留磁気も玄武洞溶岩と同様に逆帯磁しており，下位の玄武洞溶岩のK-Ar年代値から松山逆磁極期の火成活動と考えられる⁵⁾。

玄武洞地域の地質図と地表 γ 線の測定点を図4に示す。玄武洞溶岩の粗粒部と細粒部は同一溶岩内部の岩相の違いと考えられているが⁵⁾，両者に線量率の違いがあるか否かを明らかにするために両者を区分して測定をおこなった。PDR-111は玄武洞溶岩粗粒部において12点，PA-1100については粗粒部で13点，細粒部で10点の測定をおこなった。従って玄武洞溶岩全体の測定数は35である。また，赤石溶岩についてはPA-1100により6点の測定をおこなった。

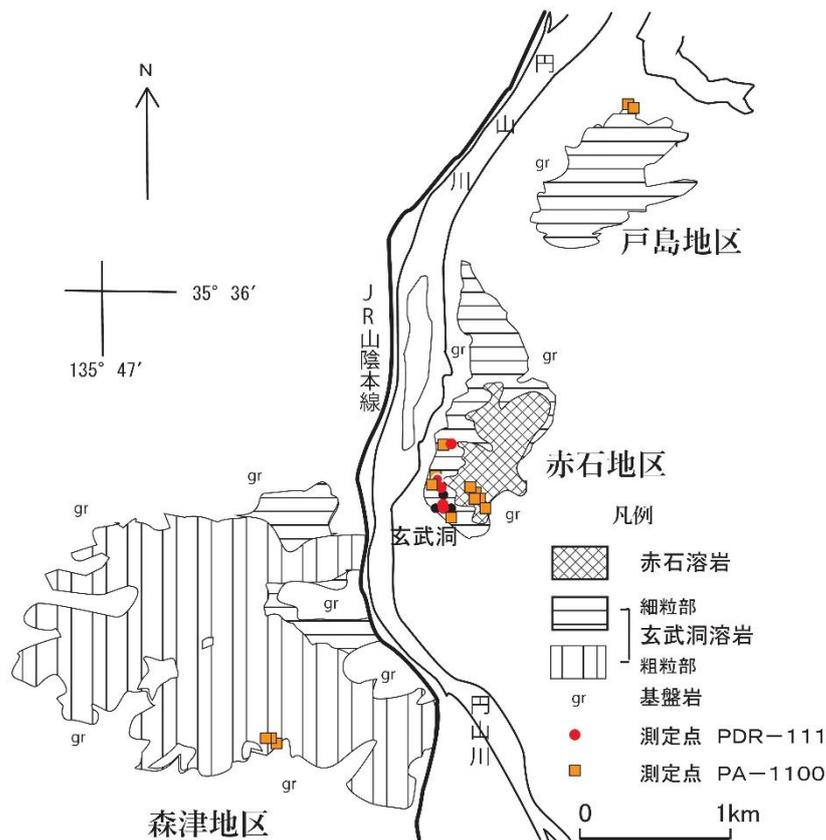


図4 玄武洞地域の地質図と地表 γ 線測定地点
地質図は玄武洞団体研究グループ⁵⁾を一部改変

小倉溶岩

田倉山火山には3層準の玄武岩質溶岩がある。下位から小倉・衣摺・田倉山溶岩で¹²⁾、これらの溶岩は化学組成からアルカリ玄武岩に分類される^{6, 7, 13)}。

小倉溶岩のK-Ar年代値として $0.37 \pm 0.02 \text{Ma}^{10)}$ 、 $0.30 \pm 0.05 \text{Ma}^{11)}$ の報告があり、小倉・衣摺溶岩を流出した火山活動後、0.06Maの休止期を経て田倉山スコリア丘形成・田倉山溶岩流出の少なくとも2つの単成火山活動があったことが指摘されている¹⁰⁾。小倉溶岩の自然残留磁気は正帯磁しており、小倉溶岩はブリンヌ正磁極期のものである¹³⁾。

田倉山地域の地質図と地表 γ 線測定点を図5に示す。地表 γ 線の測定は小倉溶岩の模式地である夜久野町小倉の南東約700mの採石場、また採石場の南西200mの上夜久野玄武岩公園でおこなった。小倉溶岩においては11点で測定をおこない、PDR-111による測定である。

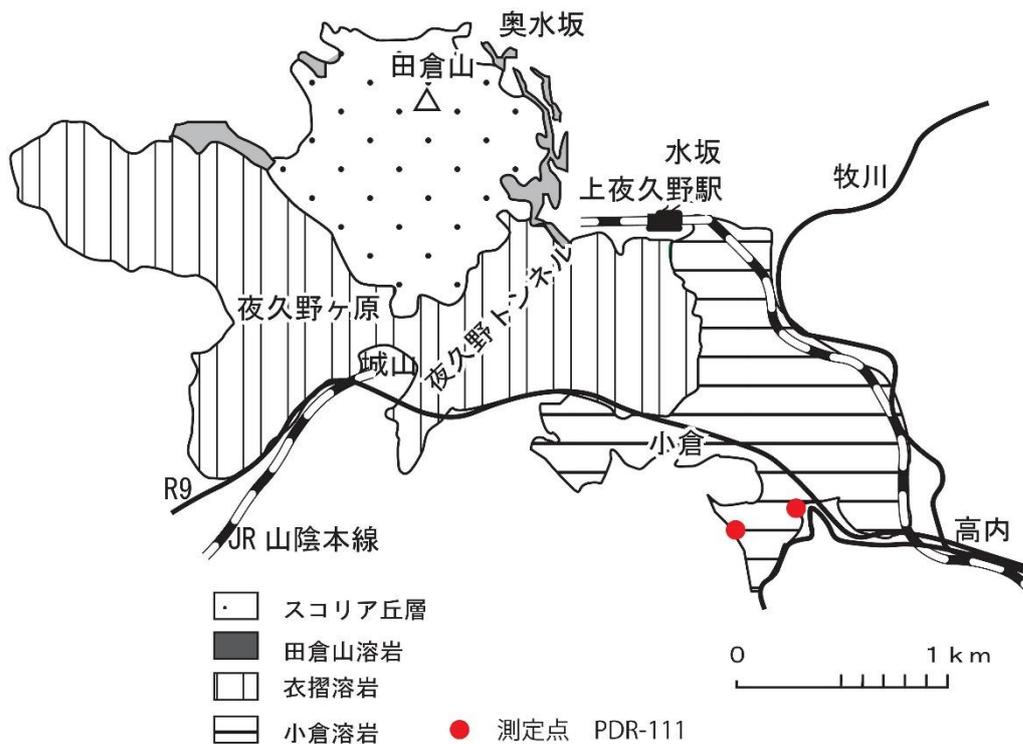


図5 田倉山地域の地質とγ線測定地点
 地質図は田倉山団体研究グループ^{1,3)}を改変

4 測定結果

測定結果を表1に示す。玄武洞溶岩は平均 40 ± 4.4 nGy/h であり、粗粒部と細粒部の線量率には差異が認められない。赤石溶岩は 43 ± 2.1 nGy/h であり、玄武洞溶岩と比べても差異は認められない。玄武洞溶岩、赤石溶岩に比べて田倉山火山・小倉溶岩は明らかに線量率が低い。

表1 兵庫県北部におけるアルカリ玄武岩の線量率

アルカリ玄武岩		平均線量率 [nGy/h]	測定数
玄武洞火山	玄武洞溶岩	40 ± 4.4	35
	粗粒部	39 ± 4.8	25
	細粒部	41 ± 2.1	10
	赤石溶岩	43 ± 2.1	6
田倉山火山	小倉溶岩	26 ± 3.5	11

4 考察

今回、測定をおこなったアルカリ玄武岩の線量率と SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 含有量の間係を 図 6 に示す。玄武洞溶岩、赤石溶岩は平均線量率 40~43nGy/h で差異がほとんどないが、赤石溶岩は玄武洞溶岩に比べて SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O が少なく、図 6 において両者は異なる位置にプロットされる。このことから異なるマグマ成分であることが考えられる。玄武岩溶岩のうち、粗粒部と細粒部については線量率、化学組成からも違いがなく、粗粒部と細粒部は岩相の違いとされることと矛盾しない。

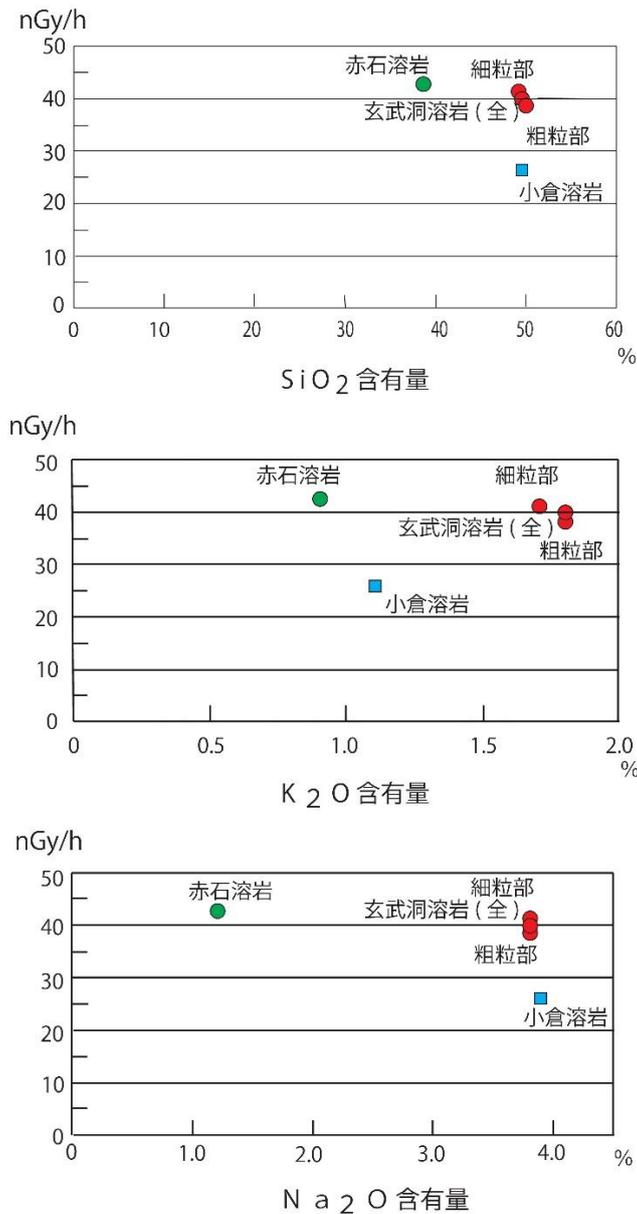


図 6 平均線量率と化学組成

化学組成は玄武洞団体研究グループ⁵⁾、田倉山団体研究グループ¹³⁾による

玄武洞地域の二つの溶岩の平均線量率 40~43nGy/h に対して、田倉山火山・小倉溶岩の平均線量率は 26nGy/h と低い。玄武洞溶岩、小倉溶岩は SiO₂ および Na₂O においてはほぼ同じであるが、線量率は大きく異なる。また、K₂O 含有量において小倉溶岩は玄武洞溶岩に比べて明らかに低く、線量率も低い。線量率と化学組成から玄武洞地域の玄武洞溶岩と赤石溶岩は異なるマグマの可能性はある。玄武洞火山から南東に約 30 km 離れた田倉山火山・小倉溶岩は、線量率、化学組成からみて玄武洞溶岩、赤石溶岩とも異なるマグマ由来のものである可能性が高い。

線量率-K₂O 含有量の関係において、玄武洞溶岩、赤石溶岩、小倉溶岩の三つの溶岩体が玄武岩のなかでいかなる位置であるのか。線量率-K₂O 含有量には相関関係がみられ、玄武岩のうち、背弧海盆玄武岩が線量率、K₂O がともに高い。これらの背弧海盆玄武岩は日本海が拡大する過程で噴出した単成火山群を構成するアルカリ玄武岩である。今回、線量率の測定をおこなった玄武洞溶岩、赤石溶岩、田倉山小倉溶岩も背弧海盆玄武岩に属する。赤石溶岩は背弧海盆玄武岩のうち、線量率が高いにもかかわらず、K₂O が低く、他の玄武岩体と異なる位置にプロットされる。

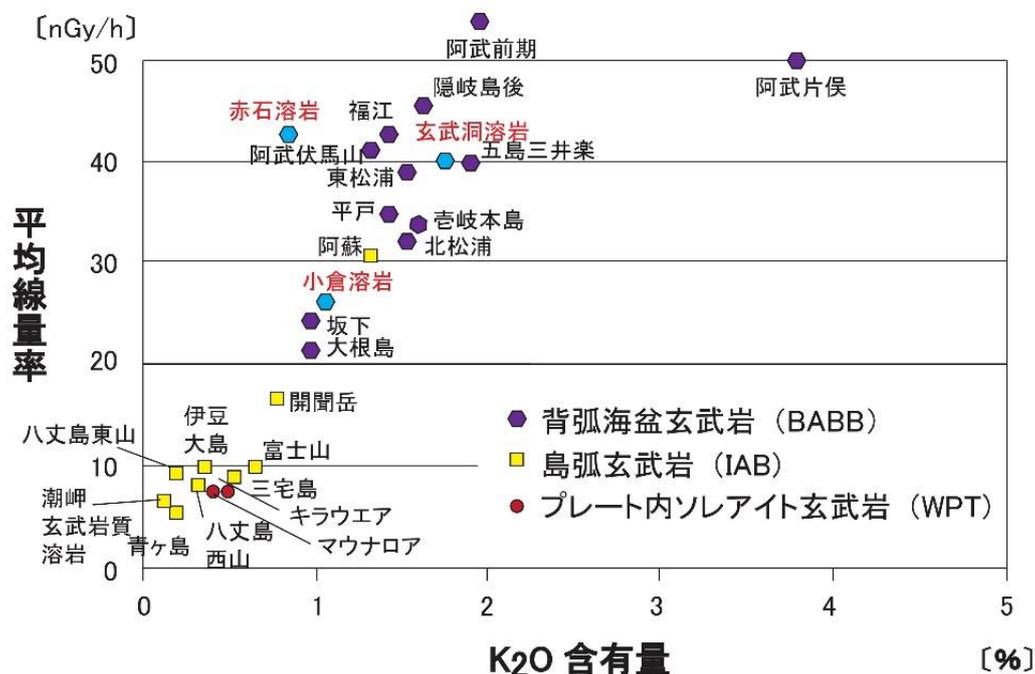


図6 玄武岩の線量率と K₂O 含有量
玄武岩の分類は周藤・牛来^{1 4)}による

5 まとめ

- 1) 玄武洞溶岩は 40±4.4nGy/h であり、粗粒部と細粒部の間に線量率に差はない。赤石溶岩は 43±2.1nGy/h であり、玄武洞溶岩と同レベルの線量率である。

- 2) 田倉山火山・小倉溶岩は $26 \pm 3.5 \text{ nGy/h}$ であり，玄武洞溶岩，赤石溶岩に比べて線量率は低い。
- 3) 玄武洞溶岩，赤石溶岩の線量率はほぼ同じであるが，赤石溶岩は玄武洞溶岩よりも SiO_2 ， K_2O ， Na_2O 含有量が低い。
- 4) 田倉山火山・小倉溶岩は背弧海盆玄武岩のうちで高い線量率であるが，低い K_2O 含有量である。

6 謝辞

放射線地学研究所・湊 進博士には玄武岩の線量率と K_2O 含有量に関するデータを提供していただいた。また，原稿についてのご助言をいただいた。記して感謝します。

7 引用文献

- 1) 池田 正；ハワイ島における溶岩の γ 線量率 — キラウエア，マウナロア，フアラライ火山—放地研特別寄稿 SCS-0102，
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/pap1.pdf> 閲覧 2016 年 8 月 1 日)
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/jiraiya.html> より，別刷り 請求可能]
- 2) 池田 正，柴山元彦，平岡由次； γ 線測定器の大阪城校正ポイントの紹介 — 測定器「ガンマくん」，「はかるくん」を 空気吸収線量率 nGy/h に変換するために—放地研特別寄稿 SCS-0046，
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/pap1.pdf>] 閲覧 2008 年 8 月 23 日)
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/jiraiya.html> より，別刷り 請求可能]
- 3) 湊 進；放射線地学ノート 放射線地学関連データ「土壌一様線源による角度分布 2」，
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/fud2.pdf> 閲覧 2019 年 2 月 8 日)
- 4) Genbudo Research Group；High-P and Low-Si and -K Quaternary lava from Genbu-do, northern Kinki district, Japan, *Earth Science*, **43**, 231-236. (1989)
- 5) 玄武洞団体研究グループ；兵庫県北部玄武洞地域の第四紀火山岩の地質と岩石—玄武洞溶岩と赤石溶岩—，*地球科学* **45**, no. 2, 131-144. (1991)
- 6) 応地恭子・応地善雄；東山陰地域のアルカリ玄武岩類の岩石学的研究（Ⅱ）—兵庫県の玄武岩類—，*岩石鉱物鉱床学会誌* **52**, no. 6, 198-204. (1964)
- 7) 鷹村 権；中国地方新生代玄武岩類の岩石学的並びに岩石化学的研究．*広島大学地学研究報告*, no. 18, 1-167. (1973)
- 8) 加々美寛 雄・玄武洞団体研究グループ；玄武洞地域に分布する火山岩類の Sr・Nd 同位体比．*地質雑*, 96, 471-474. (1990)
- 9) 川合直人・広岡公夫；西南日本新生代火成岩類若干についての年代測定結果．*地質雑*, **73**, 68. (1996)

- 10) 古山勝彦・長尾敬介・笠谷一弘・三井誠一郎；山陰東部，神鍋火山群及び近傍の玄武岩質単成火山の K-Ar 年代. 地球科学 **47**, no. 5, 377-390. (1993)
- 11) 先山 徹・松田高明・森永速男・後藤 篤・加藤茂弘；兵庫県北部の鮮新世～更新世火山岩類－K-Ar 年代・古地磁気・主化学組成－. 人と自然 no. 6, 149-170. (1995)
- 12) Matuyama, M. ; On the direction of magnetization of basalt in Japan, Tyosen and Manchuria. *Proc. Imp. Acad. Japan.*, **5**, 203-205. (1929)
- 13) 田倉山団体研究グループ；近畿地方北部，田倉山火山の地質と岩石, 地球科学 **38**, no. 3, 143-160. (1984)
- 14) 周藤賢治・牛来正夫；地殻・マントル構成物質, 共立出版, 1-350 (1997)