

9. 雲仙火山地域における放射能探査について

Natural radioactivity of volcanic rocks in Unzen district, (Nagasaki prefecture)

広島大学理学部 ○岡田 昌満

広島大学理学部 北川 隆司

国際航業株式会社 三戸 嘉之

1. はじめに

本研究では、ラドンエマノメトリ法の基本概念である ^{40}K からの γ 線量と $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量の相関性の有無を確認し、それを基にして、雲仙地域において(図-1)噴出年代の異なる溶岩の γ 線特性を調査し、 γ 線量との関係を明らかにすることを目的とした。

その結果、① ^{40}K からの γ 線量とラドンエマネーション量の間には強い相関性(相関係数 0.9 以上)が確認された。②また、各溶岩体において2成分からの γ 線量を比較グラフ化すると、各岩体内での相対的な新旧が確認された。本稿では、これらの調査内容について報告する。

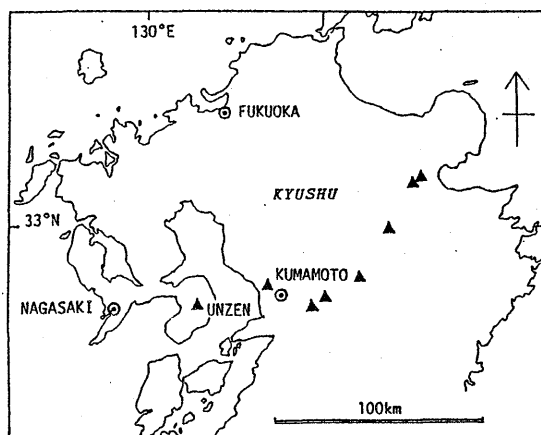


図-1. 雲仙火山の位置

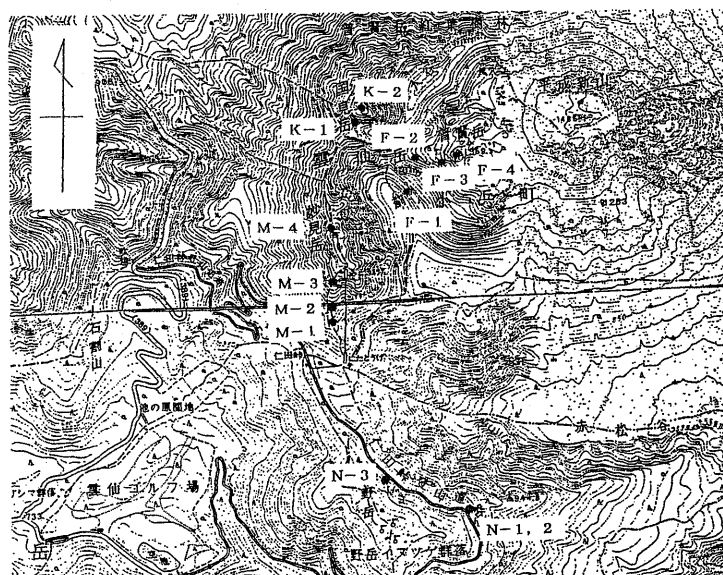


図-2. 雲仙地区における各調査地点

2. 調査概要

γ 線量測定条件と調査地域の詳細について以下に示す。

観測機器：ラドンエマノメーターRE-100 (国際航業所有)

観測方法：各調査地点においてラドンエマノメーターを設置し、30秒×10個のデータを測定する。

測定項目： ^{40}K からの γ 線量

$^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量

ラドンエマネーション量 (^{40}K , $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量より算出)

測定時の天候：快晴で天候の変化なし。日中の平均気温は 20°C。

測定時間：午前 10 時～午後 4 時（6 時間）

測定場所：長崎県小浜町雲仙地区

仁多峠登山道路（N 1～3）及び普賢岳登山道（M 1～4，K 1～2，F 1～4）の 13 地点。（図-2）

対象溶岩：雲仙火山は、約 400 万年前から南北引張場で生じた島原地溝内に起こった火山活動で、高岳期（30 万年前）、九千部岳期（20 万年前）、普賢岳期（10 万年前～現在。本研究対象地区）に区分されている。（図-3）主にデイサイトを主体とする火山活動となっている。これら普賢岳期における各溶岩の化学組成を表 1 に示す。

対象とした溶岩は 4 種類で、地質調査所図幅「雲仙火山地質図」によると次のように区分されている。噴出年代は①～④（②と③は、ほぼ同時期）の順で新しい。

- ①野岳溶岩（安山岩溶岩，更新世後期）
- ②妙見岳溶岩（安山岩，更新世後期）
- ③国見岳溶岩（安山岩，更新世後期）
- ④普賢岳溶岩（デイサイト溶岩，完新世）

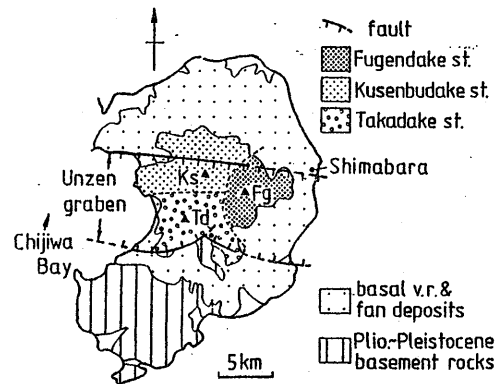


図-3. 島原半島における一般的な地質図（田中・中田，1988）

岩石	①野岳溶岩	②, ③妙見岳溶岩	④普賢岳溶岩
SiO ₂	62.73	63.31	62.95
TiO ₂	0.79	0.75	0.85
Al ₂ O ₃	16.07	16.00	15.83
Fe ₂ O ₃	5.86	5.52	5.80
MnO	0.11	0.11	0.10
MgO	3.42	2.90	2.57
CaO	5.30	5.52	5.61
Na ₂ O	3.30	3.51	3.64
K ₂ O	2.27	2.20	2.41
P ₂ O ₅	0.15	0.18	0.22
Total	100.00	100.00	100.00

表-1. 各岩石の化学組成（雲仙火山地質図 1995 参照）

3. 調査結果

3-1. γ 線量測定結果

測定結果について、横軸[K (i)] ^{40}K からの γ 線量、縦軸[Bi (i)] $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量を表している（単位はcps）。各溶岩ごとについて図-4に示す。

それによると、 ^{40}K からの γ 線量と $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量には正の相関が確認できる。また各溶岩において、山頂に近づくにつれ ^{40}K からの γ 線量及び $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量がともに増加する傾向がある。これは山頂付近では、相対的に新鮮な岩石が分布しているため、風化などで逸脱されやすい ^{40}K や、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ 成分が多く残存しているものと考えられる。

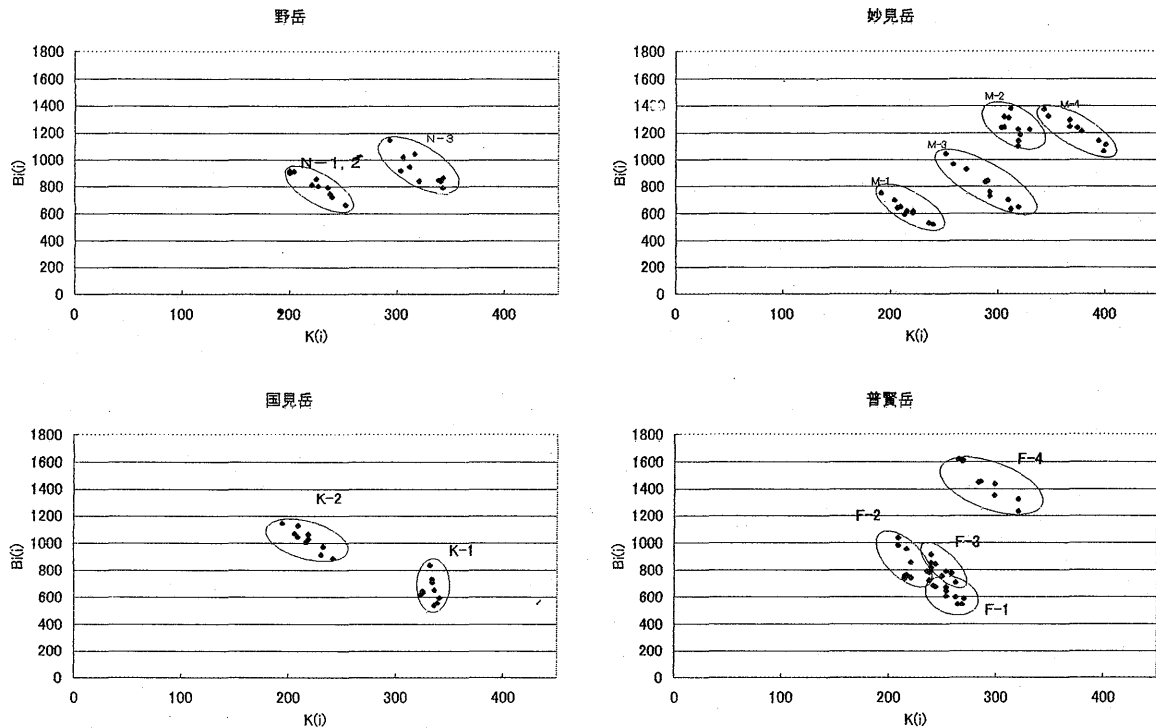


図-4. 各地点における ^{40}K 、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ 成分からの γ 線量

3-2. ラドンエマネーション量

各地点で測定された γ 線量を、ラドンエマネーション量に変換する。ラドンエマネーション量とは荒木(1997)によって提唱される移動態ラドンの概念である。ラドンエマネーション量($\Delta\gamma'$)は、観測された ^{40}K からの γ 線量(K)と $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量(γ')より(1)式の概念を用いて、(2)式によりKと γ' の一次関数で算出できる。

$$\gamma' = (a \cdot K + b) - \Delta\gamma' \dots (1) \text{式}$$

$$\Delta\gamma' = (a \cdot K + b) - \gamma' \dots (2) \text{式}$$

ここで $(a \cdot K + b)$ の項はKから推定される放射平衡時の $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量。

a 及び b は定数で、K と γ の相関性の最も高い富良野地域（第四期火山）の値（ $a = 2.849$, $b = 310$ ）を用い、富良野との対比をみる。

これより普賢岳地域でのラドンエマネーション量（縦軸 [REF (i)]）を算出、 ^{40}K からの γ 線量（横軸 [K (i)]）と比較、各溶岩ごとにグラフ化し、その結果を図-5に示す（単位は cps）。ラドンエマネーション量は逸脱したラドンからの γ 線量であるという概念に基づき、(-1) を乗じて負の値としている。

その結果、ほとんどの地点においてラドンエマネーション量と ^{40}K からの γ 線量との間に、相関係数 0.9 以上の強い一次相関が認められた。（表-2）

また F-4 の地点（図-2）においては、唯一ラドンエマネーション量が正の値を示している。これは噴火後の普賢岳火口において、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ 成分が地下深部より岩石亀裂を伝って、付加されたためと考えられる。

K-1（図-2）では最も低い相関性（0.43）を示すが、この地点は地質調査所図幅によるとリニアメント上である。そのため、その影響を示している可能性がある。あるいはこの場所では、地形的に空気の流れが頻繁に起こる地形なので、他からの空気混入により多少放射平衡が乱れている可能性も考えられる。

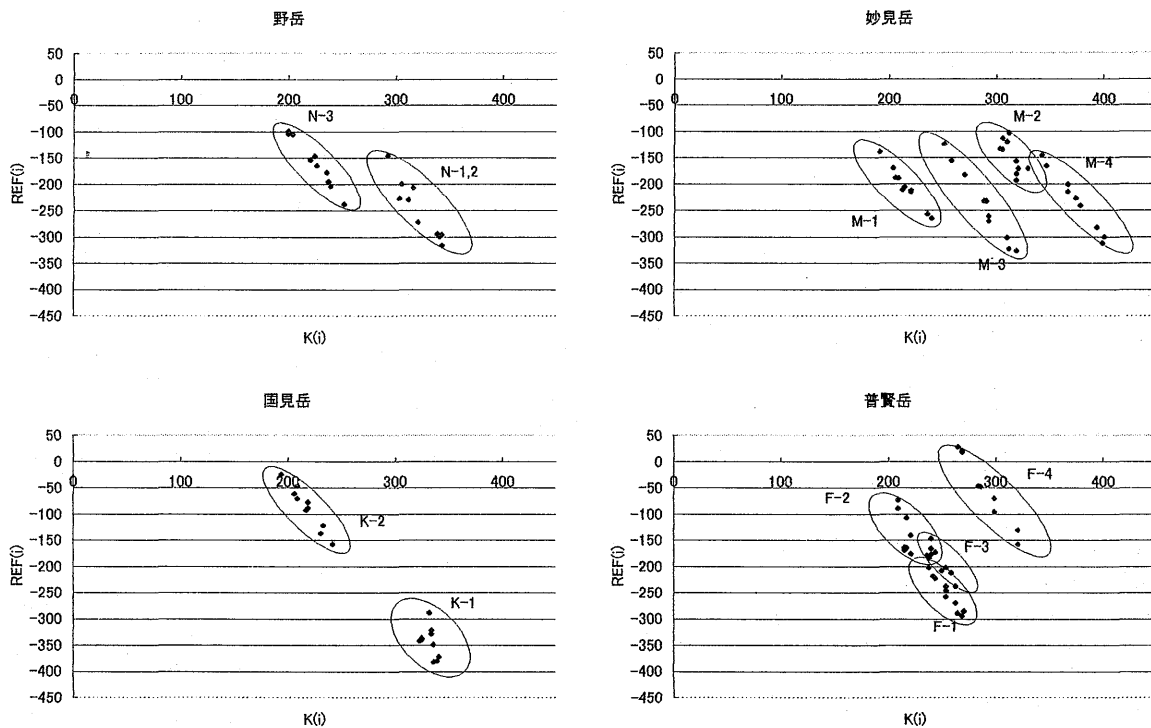


図-5. 各溶岩における ^{40}K からの γ 線量とラドンエマネーション量

溶岩名	地点名	相関	相関式
野岳溶岩	N-1, 2	0.99	$Y = -2.5509X + 413.26$
“	N-3	0.94	$Y = -2.8035X + 653.84$
妙見岳溶岩	M-1	0.99	$Y = -2.5436X + 343.25$
“	M-2	0.78	$Y = -2.7255X + 709.74$
“	M-3	0.99	$Y = -3.0729X + 646.95$
“	M-4	0.99	$Y = -2.7074X + 781.74$
国見岳溶岩	K-1	0.43	$Y = -2.0058X + 322.92$
“	K-2	0.97	$Y = -2.8048X + 523.56$
普賢岳溶岩	F-1	0.97	$Y = -2.7085X + 439.34$
“	F-2	0.69	$Y = -2.8257X + 476.39$
“	F-3	0.93	$Y = -2.8926X + 530.11$
“	F-4	0.93	$Y = -3.1129X + 850.10$

表一2. 各地点における相関係数及び相関式

4. 結果と考察

普賢岳地区における ^{40}K 、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量、ラドンエマネーション量について調査、考察した結果を以下に示す。

1. 山頂（火道）付近では、 ^{40}K からの γ 線量、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量が大きくなる傾向がある。これは山頂付近の岩石が、相対的に新しいためと考えられる。
2. 更新世後期以降の火山地帯である本地域において、 ^{40}K からの γ 線量とラドンエマネーション量との間には、強い一次相関の関係がある。
3. 普賢岳山頂（F-4）において、正の値のラドンエマネーション量が確認された。これは噴火後に地下深部から上昇してきた $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ 成分が影響していると考えられる。

このようにラドンエマノメトリ法概念に基づき、 ^{40}K 、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ からの γ 線量、ラドンエマネーション量を測定することによって、火山地域において過去の噴火口位置の推定、溶岩の相対的な新旧などに利用できる可能性がある。

ここで注意しておく必要があるのは、今回得たデータはあくまで相対的なもので、絶対的な評価はできないことである。これは、各成分（ ^{40}K 、 $^{214}\text{Bi} + ^{208}\text{Tl}$ ）が様々な条件の変化により変動しやすいためである。今回基礎としているラドンエマノメトリ法概念についても、まだ新しい考え方であり、様々な地域において調査、議論していく必要がある。

今後は、上述の点について注意し、各種溶岩の綿密な放射能探査や、化学的、鉱物学的な検証も行いたい。また、その他の溶岩（普賢岳期以外の溶岩）についても γ 線量を測定し、火山地域における地質的な検証を行う予定である。

5. おわりに

本調査にあたり、ラドンエマノメーターRE - 100 をお貸ししていただいた国際航業株式会社に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 荒木春視 (1997), 自動車からのラドン移動観測法と観測事例. 日本写真測量学会 年次学術講演会 千葉大学 予稿集, 235 - 240
- 中田節也・田中雅人 (1991), 雲仙火山のマグマプロセス. 火山, 36, 113 - 121
- 中田節也・田中雅人 (1988), 雲仙火山東域の地質. 九州大学理学部島原地震火山観測所研究報告, 14, 1 - 11
- 松本達郎 (1962), 日本地方地質誌 九州地方, 185 - 188
- 三戸嘉之・松本俊幸・西村智博・山田大介 (1997), 放射平衡の不連続に着目した放射能探査事例. 日本応用地質学会 平成9年度研究発表講演論文集, 181 - 184
- 渡辺一徳・星住英夫 (1995), 雲仙火山地質図. 地質調査所発行