

地上ガンマ線測定による地殻活動モニタリング（その 3） - 列車や自動車の走行による繰り返しサーベイ -

Monitoring of crustal activity by gamma ray measurements on the ground(Part 3)-Repeated travelling survey by train and automobile-

佃 為成[1]

Tameshige Tsukuda[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

大地震の準備過程のように、地殻の変形や応力変化によって地殻活動が活発になると、ある場所では間隙流体圧が高まる（流体信号の発信源）。同時に、微小クラック群の生成、既成クラックの拡大変形も起きる（流体流動の経路）。ゆえに、地表へ向かう上昇流体の発生が予想される。ラドンガスは、1) ラジウムの元素崩壊により生成され常に豊富に存在し、2) 放射能をもつため検出が容易で、3) 存在寿命（半減期 3.8 日）をもつので古い情報は消去され地下の最新状態を伝える流体である。ラドンは通常、岩石鉱物の結晶中や間隙に閉じこめられていて、その生成率と崩壊率が釣り合った放射平衡状態にあり、地表への放出も定常的である。ところが、地殻活動が活発になると、クラック群が生成され、これがラドンガスの通路となり、その地上への供給が増加する（ランダムプロセスなのでバースト的）。各地域の通常のラドン放出量を把握しながら、そのようなバースト的変動を測定すれば地殻活動をモニターできる。

そのためには、各地に浅井戸を掘り、検出器を設置した観測点を高密度に展開すればよい。上記の計画を実行する前に、通常、どの程度のラドン放出が起きているかを空間分布、時間変化をサーベイして把握しておくのがよい。実際には、ある路線に沿った繰り返し測定を行う。多くの回数の測定を繰り返すことによって、平均的なラドンの放出量（相対的値）を把握するとともに、異常放出発生検知のチャンスを増やすことができる。一般的な実験での抜き取りサンプリングの方法に相当する。とくに、高速自動車道や鉄道での高速走行では、各地の測定値が時間的に大きく変動する前に移動することによって、近い距離ならば定時の測定に近い空間分布を得ることができる。

用いる装置は NaI シンチレータと光電子増倍管を用いて、ガンマ線放射をエネルギー強度別にカウントする可搬型装置 [応用光研 (株) 製ラドンエマノメータ RE-100] である。ガンマ線エネルギースペクトルの 2 つのバンド (チャンネル) について連続測定できる。チャンネルの一つは 40K、もう一つは ラドン起源の ^{214}Bi が放射するガンマ線領域に設定する。それぞれ、1300-1599keV、494-806keV にウインドウを設定した。 ^{214}Bi スペクトル付近のバックグラウンドを見積もるため、40K のガンマ線放射強度を参照する。この強度が大きいほどバックグラウンドが大きい。40K のカウント数 K と、 ^{214}Bi のカウント数 B は平均的に以下のような回帰関係がある (佃, 2003)。

$$B = 2.740 K + 186.03 \quad (\text{自動車走行})$$

$$B = 3.135 K + 109.42 \quad (\text{新幹線走行})$$

自動車走行の場合と新幹線走行の場合の一次式の傾きの値はだいたい 3 であって、同じ様な値であるが、切片の値は、地面からの高さやその他の測定環境によって値が上下する。B の各測定値から K の値を上式に代入して得られる平均的な B の値を差し引き、平均値からのずれを求め、 ^{214}Bi すなわちラドンの存在量の多さ少なさを判定する。

路線に沿う繰り返しサーベイの基本的な考え方：

1) 鉄道や自動車の車内での測定なので、理想的な空中のラドン検出は難しく、制約があり、その制約条件の中で測定した相対的な量を比較する立場をとる。

2) したがって、できるだけ同じ条件で測定する。例えば車内での装置の設置法：新幹線では、下りの場合は先頭から 2 両目の車両、左手の網棚。上りでは、後尾から 2 両目、右側の網棚。自動車では左助手席。

3) 回数を増やすことにより、空間分布データの安定性を確認する。

4) 時間を追うことにより、時間変化を検出する。

5) 異常検出の回数により、どの地点が " 異常 " かどうかを判定する。ここで、異常とは、ラドンの濃度が設定した基準より高い、あるいは低いこと。東京・京都間の新幹線では、5 年間で京都付近に 21% (5 回 / 24 回) の頻度で高い異常が検出されている。関越自動車道の測定では、越後川口付近において、高い異常の頻度が 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震の 1 年ぐらい前から高くなった。

参考：佃 為成、地上ガンマ線測定による地殻活動モニタリング（その 2）2003 年合同大会。