

D1-1

都市部と比較的郊外の地域における環境放射能のスペクトルの計測

Environmental Radioactivity Spectrum Surveys in Metropolitan and Suburban Area

○遠藤岬¹, 山中雅則²*Misaki Endo¹, Masanori Yamanaka²

Abstract: We study the environmental radioactivity surveys in the metropolitan and between metropolitan and suburban areas. We use the scintillation counter and the portable spectrum meter to characterize the environmental radioactivity surveys. We report the environmental difference between these areas in the viewpoint of the gamma-ray spectrum in several backgrounds such as the asphalt, concrete, lawn, and soil. We make a radiation rate distribution map and its spectrum distribution.

1. 環境放射能

自然界には宇宙線, 地質, 建物, 食品などに由来する放射線があり, これらを環境放射能と総称している. 周囲の放射線量が異常であるかどうかは自然状態の放射線量と比較することが必要である. しかし, この自然放射線量は場所によって大きく異なっていることが知られている. また, 人間は放射線を直接的に感じ取る器官を持ち合わせていないため放射線を実体として認識する事は出来ない. 加えて, 放射線は原子核自体の変化や原子の電子状態の変化に起因する現象であり, 本質的に確率・統計的な現象である. したがって, 微量な放射線の計測, あるいは放射線量の軽微な変化を知ることは困難である.

自然放射線量は実際に現地において放射線量を計測することが必要である. 一方で, 実際に計測された放射線量とは別に, 計算によって算出することもある程度は可能である. 実際に, 日本地質学会によって, 地質に含まれるウラン, トリウム, カリウムの濃度からの計算結果が公開されている.^[1] 一方で, 近年では東日本大震災に引き続く原子力発電所の事故により, 広範囲にわたる放射能汚染の報告もある.

ある地点における環境放射能は, その地点から見込まれる全立体角からの放射線の足し合わせである. 従って, 空からの成分, さまざまな原材料から構成される建造物からの成分, 地面からの成分などが影響している. さらに個々の比率, つまり計測地点における空, 建造物, 地面等の立体角の比率は場所によって異なっている. 建造物や土壌の種類も場所に依存しており, コンクリートやアスファルト等の組成や, 建材に使われる大理石からの寄与などの違いが, どのように環境放射能に寄与するかという点は興味深い問題であると考えられる. 特に都市部においては建造物の種類や材質等の比率の違いは非常に顕著であると推定することができる.

これらの観点から以前, 都市部において環境放射能計測を行った. そのスペクトル計測の結果, セシウム 134, セシウム 137, カリウム 40 等を起源とする放射線が計測したほとんどの地点に含まれていることが示唆された. 全体として, 空間線量率と放射線のエネルギースペクトルは計測点に依存し, きわめて近接する地点であっても大きく異なることがあることが分かった. これらの結果をより詳細に解析するために, エネルギースペクトルの強度のうち, セシウム 134 とセシウム 137 に起因することが推定されるエネルギースペクトルのカウント数の概算の分離を行った. たとえば, 駿河台校舎と船橋校舎を比較すると, 空間線量率もエネルギースペクトルに含まれるセシウムの成分も船橋校舎のほうが有意に多いことが分かった. 一方では, 一部の地域において, セシウムに起因すると考えられるスペクトル強度が他の計測点よりも弱い地点が存在した. 都心の各地点においても, 比較的西・南西・南の計測地点で低い値を示した. これは都心から東の方角に比較的多く福島原発事故起源の放射性核種が飛散していることが示唆される. しかし, 計測地点が少ない為に確定的な結論には至っていない.

以前の計測では, 比較的郊外に位置する地点は船橋校舎の 1 地点であり, 典型的都市部に位置する地点においても計測地点の数が不十分なために完全なスペクトル分布地図, 放射線量率の分布地図の作成に至っていない. 従って, 本研究では, 典型的都市部に位置する各地点, 比較的郊外に位置する各地点においての計測地点を増やし, より確証のあるスペクトル分布地図, 放射線量率の分布地図の作成を行った.

1 : 日大理工・院 (前)・物理 2 : 日大理工・教員・物理

2. 放射線計測器及び計測方法

掘場製作所の環境放射線モニタ Rad i (PA-1000 と PA-1100), とテクノエーピー社の TN-100 を計測に用いた。いずれもシンチレータ式の放射線計測器であり, ガンマ線を検出する。PA-1100 の感度は 1 マイクロシーベルト/時に対して毎分 1000 カウント以上, 検出可能なエネルギーの範囲は 1150 keV ~ 1250 keV, エネルギー特性は 0.5 ~ 3.0。有効測定範囲は 0.001 マイクロシーベルト/時 ~ 19.99 マイクロシーベルト/時, サンプリング時間は 60 秒, 表示間隔は 60 秒の積算値を 10 秒毎に表示する。通信機能が付属しており, 携帯電話と連動することにより GPS データ (位置と時間) と放射線量を自動的に記録する事が可能である。TN-100 は, スペクトロメータであり, 核種同定が可能でセシウム 134 とセシウム 137 の分別が可能である。線量率の範囲は 0.01 マイクロシーベルト/時 ~ 300 マイクロシーベルト/時にわたる。感度は 1 マイクロシーベルト/時に対して毎分 18000 カウント以上, 検出可能なエネルギー範囲は 30 keV ~ 3 MeV, エネルギーレスポンスは ±15%, エネルギー分解能は 7% である。

放射線量率は, 地上 1 m における計測と地表面における計測を行った。1 地点において 10 分ずつ計測を行った。スペクトルの計測は, 地上 1 m に固定できるようカメラの三脚にペットボトルを加工したものを固定させ筒状の検出部を差し込み固定することで行った。スペクトルの計測は放射線量率の計測よりもはるかに多くの計測時間が必要である。1 地点において 1 時間の計測を行った。

都市部, 郊外の特徴を捉えるために, 計測地点において超広角レンズを用いて全天球撮影を行った。それを元に計測地点から見込まれる立体角における空の比率, 建造物の比率, 地表の材質比率等を定量的に見積もった。ほぼ同じ時点において空・建造物・地表の材質の比率が異なる地点を探して計測点として設定し, それぞれの成分の依存性を検出することを試みた。たとえば同一の道路において高い建物によって両側を挟まれた地点と, そうではない地点の比較等がこれに対応する。

3. 計測結果と議論

本研究では, 以前の計測の 5 倍程度地点を増やして計測を行った。地上 1 m の計測を行った各地点において, 地質学的な計算から得られている自然放射能の値と同等か, あるいは若干高い放射線量率が計測された。しかし, 計測結果と計算結果の双方には誤差も含まれることから判断は微妙である。地表面における計測では, 局所的により高い値の放射線量率の計測結果が得られた。放射線のスペクトルの計測を行った結果, 前回の計測と同様に, セシウム 134, セシウム 137, カリウム 40 等を起源とする放射線が計測したほとんどの地点に含まれていることが示唆された。セシウム 134, セシウム 137 のカウント数の概算の分離をしたところ, 大域的には比較的西・南西・南の計測地点で低い値を示した。また, 東側の地点では北東の地点において高い値を示した。従って, 都心と都心から北東方向とを比較すると, 北東方向に福島原発事故起源の放射性核種がより多く飛散していることが示唆される。しかし, 局所的には北東の地点より高い値を示している地点も存在する。これは, その地点に見込まれる成分 (建造物, 空, 地表等) の比率の観点や放射性核種の溜まりやすい周辺状況などが原因と考えられる。本研究の結果として, 計測地点を増やすことにより, 以前に比べてより確証のあるスペクトル分布地図, 放射線量率の分布地図の作成をすることが出来た。環境放射能という観点からは, 今回用いた TN-100 ではスペクトルの分解能が不十分であるために, 核種の分析については確定的な結論を下すことができないと考えられる。セシウム 134 と 137 と放射性ビスマスは近接するエネルギーにスペクトルのピークを持ちそれらの明確な分解は TN-100 では不可能である。確定的な結論を下すには, 例えばゲルマニウム半導体検出器等の高分解能のスペクトロメータによる分析が必要であると考えられる。これら高分解能のスペクトロメータは食品等の少量の試料の測定に威力を発揮している。しかし, このような高分解能のスペクトロメータはサイズや装備が大ききものとなり, 屋外における全立体角からの環境放射能の分析という観点からは, 計測を行うことは現実的には不可能であると考えられる。

本研究においても, まだ計測地点の数が不十分であり, 完全なスペクトル分布地図, 放射線量率の分布地図の作成には至っていないため, 今後も更に多くの地点を計測する必要がある。

4. 参考文献

[1] 日本地質学会, 日本の自然放射線量: <<http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html>>