

# 歩道放射線の多様性とその天然放射線通路標識 (Radio Guide Way) としての利用

田中 剛<sup>1)</sup>・片岡 良輔<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

自然界には、微弱ではあるが様々な放射線が存在する。その主な源は、宇宙線や土壌、岩石中に存在するカリウム-40とウランやトリウムの壊変系列核種にある。従って、人の受ける放射線は、身の回りの物質や置かれた環境に左右されている。この詳細については、金井(1987)をはじめとするたくさんの解説が出版されている。

筆者らは、大学院授業「テクノケミストリー」や全学教育科目「基礎セミナー」において、学生自身による学内の放射線測定を導入として、放射線の地球化学全体を理解するコースを組んでいる(片岡ほか, 2009)。学生達の調査で線量の変化が大きかった場所を精査した結果、それは歩道に敷かれているコンクリートブロックの違い(根源的には、ブロックの作成に使われた骨材の違い)によることがわかった。その

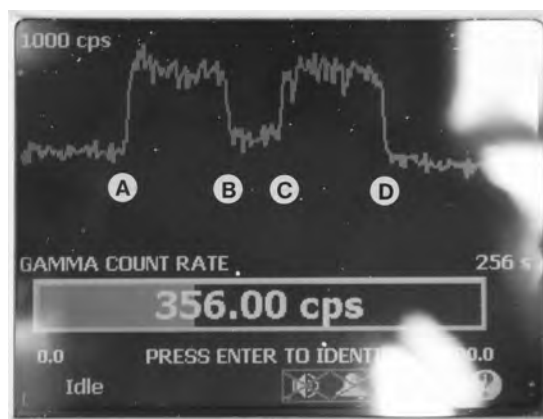
違いは、測定器により瞬時に認知/判定できるものであり、放射線通路標識(Radio Guide Way)として利用できる着想を得たので、紹介する。

## 2. 装置と実験

米国キャンベラ社製のInSpector 1000ポータブルスペクトロメーターに3×3インチのNaI検出器を装着した測定器を用いた(第1図)。空間線量の測定は、検出器を地面に向け、地上1mの位置で行うのが通例(文部科学省, 1990)であるが、本研究は、歩行状態での使用を将来の目的としているため、検出器は下方に向け、手提げ袋に入れて地上から30~50cmの所に保持し、ゆっくり歩きながら測定した。この場合、検出器には、検出器の向いている地面からの放射線に加えて、建物など検出器側面からの放射線もあわせて計測されるが、この実験場所では、側面の建物



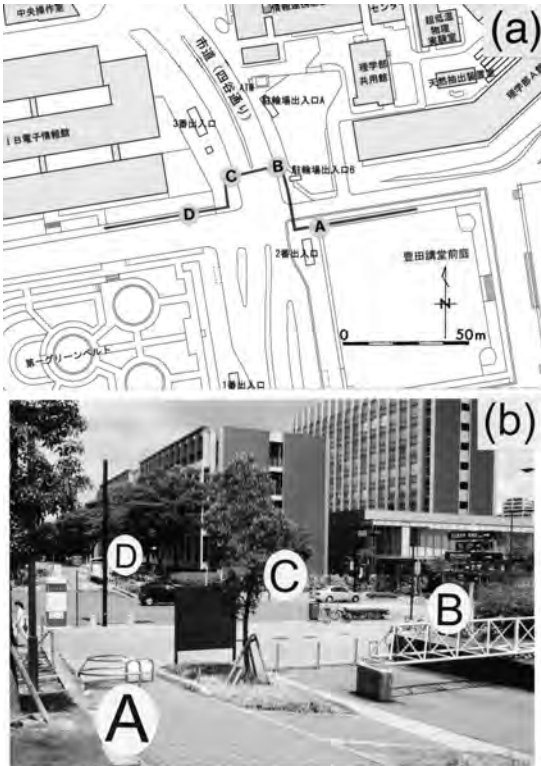
第1図 歩道上放射線測定に用いた米国キャンベラ社製 InSpector1000測定器(右)と、3×3インチNaI放射線検出器(左の筒状器具)。



第2図 名古屋大学キャンパスを200m歩行する間の放射線プロファイル(cps)。歩行経路は第3図参照。白くなっている部分は、写真撮影時のハレーション。

1) 名古屋大学 元地質調査所  
2) 名古屋大学 環境学研究所 TA

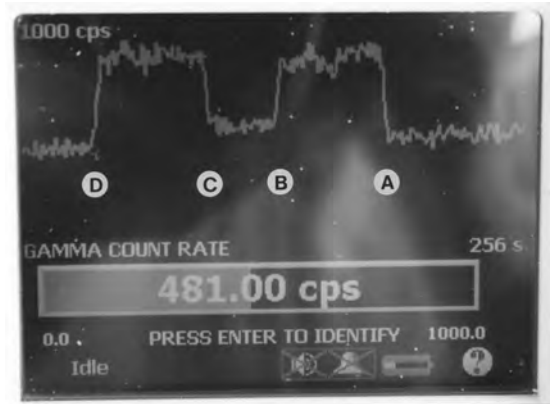
キーワード: 天然放射線, 通路標識, 舗道の素材, 放射性元素



第3図 歩道上放射線測定を行った経路(a)とその風景(b)。①は豊田講堂前芝生脇のレンガ様歩道と市道(四谷通り)の正方形ブロック歩道の境界、②は、市道の歩道から、横断歩道(車道)への境界、③は、横断歩道(車道)から市道の歩道への境界、④は、市道(四谷通り)の歩道から工学部前のレンガ様歩道への境界。

環境に大きな変化はないので、測定値の変化の大半は、地面からの放射線量の変化によると考えられる。

ポータブルスペクトロメーターをLocatorモードにし、ゆっくりと歩行移動すると、その歩行経路に沿った放射線計測数(cps)のプロファイルが記録される(第2図)。グラフの縦軸は放射線強度で、フルスケール1,000cpsを表し、グラフの横軸は時間経過で、この場合過去256秒間の放射線強度(cps)が示されている。グラフの左ほど過去の情報が示され、右端が(写真がハレーションを起こし、白飛びしているが)現在の値で、356cpsと示されている。

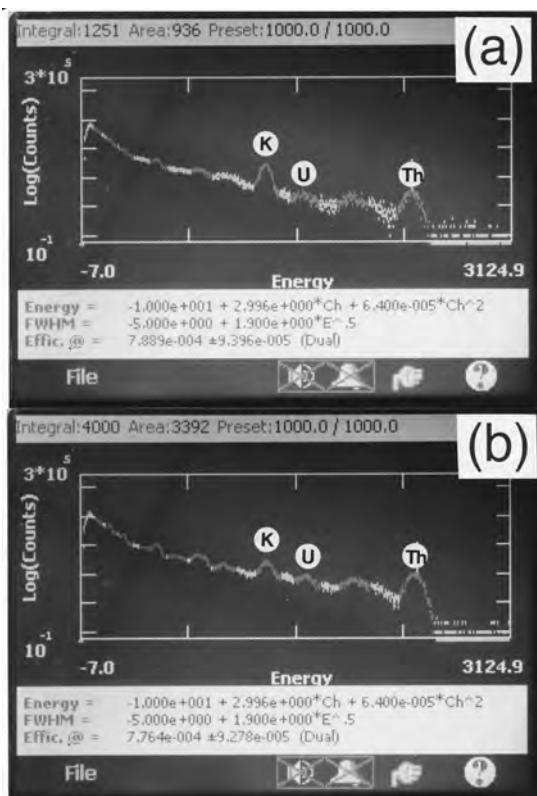


第4図 第2図の逆コースを歩いた時の放射線プロファイル。第2図の左右がきれいに反転しており、再現性が良いことがわかる。

### 3. 歩行経路と放射線プロファイル

ここで調べた歩行経路を第3図に示す。名古屋大学東山キャンパスの豊田講堂側(第3図(a)の右側)から、市道(四谷通り)に向かい、市道を信号に従いキャンパス西側(左側)へと横断した。その間に様々な舗道上を歩く。その放射線プロファイルが第2図に示したグラフである。

まず、豊田講堂前庭の芝生に沿った歩道を西(左)向きに歩いている時、測定器は第2図の①より左に記録されている約480cpsを示していた。①は、学内のレンガ様ブロックと、市道の正方形ブロックの境界を示す。①点で路上放射線は明確に上昇し、約850cpsとなった。①点から横断歩道(信号機)のある②点までは、ほぼ一定の850cpsである。②点から③点までは、アスファルト舗装された車道の横断歩道上を歩く。車道に降りると、カウント数は明瞭に変化し、550cps前後となり、③点で歩道に上がるとすぐ元の850cpsになる。市道の歩道をさらに西(左)に歩き、④点から大学の歩道に入ると、360cps程に急減する。いずれの境界も、極めて明瞭である。④→③→②→①と、逆コースを歩いたプロファイルが第4図である。第2図のプロファイルが反転しており、再現性も良いことがわかる。



第5図 一般的な放射線量を示す大学内の歩道上での $\gamma$ 線スペクトル(a)と放射線量の高い市道上での $\gamma$ 線スペクトル(b)。K, Th, Uと示したピークがそれぞれ、 $^{40}\text{K}$ からの1,461keVの $\gamma$ 線ピーク、 $^{232}\text{Th}$ が $^{208}\text{Pb}$ に壊変する途中に生じる $^{208}\text{Tl}$ からの2,614keVの $\gamma$ 線ピーク、および、 $^{238}\text{U}$ が $^{206}\text{Pb}$ に壊変する途中に生じる $^{214}\text{Bi}$ からの1,764keVの $\gamma$ 線ピークである。

#### 4. 放射線量が異なる原因

これまでの測定では、最も反応の良いガンマ線の計数(cps)で示した。放射線防護などで用いられる線量率に換算すると(測定装置の中で換算されるので、別の表示ボタンを押すだけだが)、A点より東では $0.05\mu$ シーベルト/時、市道の歩道上では $0.12\mu$ シーベルト/時であった。この違いが何に由来するのか、それぞれの地点で放射線のエネルギー分析を行った。それぞれ1,000秒間測定した結果が第5図(a)と(b)である。図の横軸は放射線のエネルギー、縦軸は放射線の強さが対数で表されている。スペクトル図の

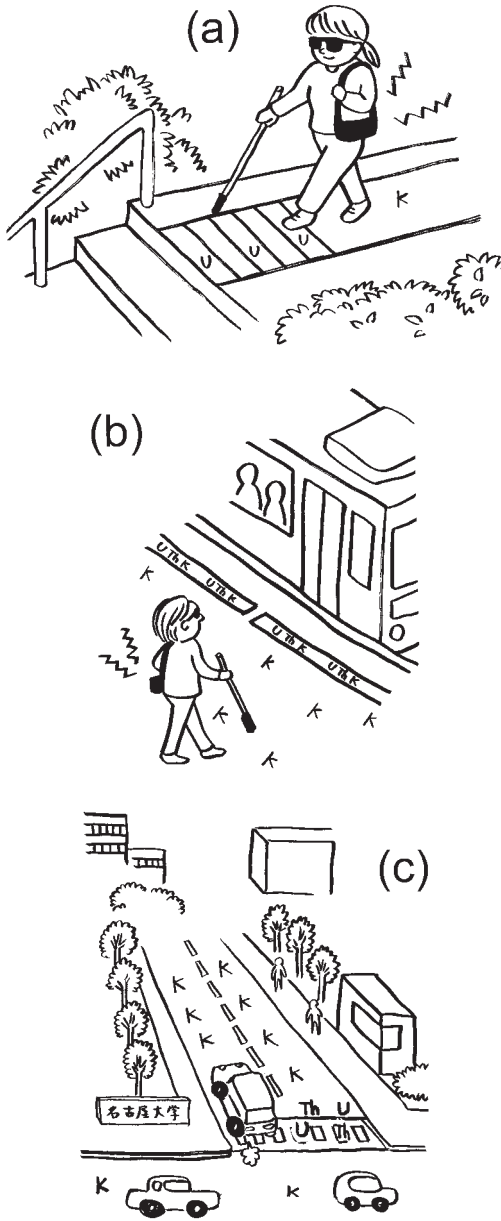
中央にあるのが $^{40}\text{K}$ からの1,461keVの $\gamma$ 線ピークで右端にあり、棒(カーソル)が付いているのが、 $^{232}\text{Th}$ が $^{208}\text{Pb}$ に壊変する途中に生じる $^{208}\text{Tl}$ からの2,614keVの $\gamma$ 線、それらにあるのが、 $^{238}\text{U}$ が $^{206}\text{Pb}$ に壊変する途中に生じる $^{214}\text{Bi}$ からの1,764keVの $\gamma$ 線である。従って、これらの放射線の強さは、放射壊変の大元になった元素、すなわち、カリウム、トリウムおよびウランの量に対応している。大学内の歩道でピーク面積は、この元素順に、5,847, 936, 234、で、市道の歩道上では、4,327, 3,392, 893である。これらのピーク面積を比較すると、市道の歩道は、大学内の歩道と比べて、カリウムはさほど変わらないものの、ウランとトリウムが3倍程多く、第2図に示した放射線計測数(cps)の変化は、ウランとトリウムの多少に因ることがわかった。

#### 5. 天然放射線通路標識 (Radio Guide Way)

ゆっくり歩いていると、放射線量の違いが瞬時に検出される程の歩道の境がある(差がない歩道境界もある)ことがわかった。この線量の多様性を点字ブロックや階段の音楽のように、通路標識(Radio Guide Way)として利用できないだろうか? その一案を第6図に示す。点字ブロックや音楽信号は、摩耗や故障することがあるかもしれないが、カリウムやウランからの放射線は数億年経っても変わらない。岩石を骨材とするブロックは、不要になれば自然に帰すこともできる。骨材を選ぶだけで余分な工事費はかからない。問題は検出器である。2キログラムの器具は重い。軽いアロカのポケットサーベイメーターPDR-101では1~2秒の遅れが出る。また、検出器は、全周囲からの放射線に反応する。この実験はオープンな野外空間で行ったので、線源の変化は主に地面であったが、建物内部や地下鉄の駅では、壁面や天井からの放射線もバックグラウンドとして加わろう。その軽減も必要である。応答性と軽量性とそして指向性にすぐれた専用検出器の開発が望まれる。

#### 6. 放射線量と骨材

放射線量がウランとトリウムの多少に因るとすれば、そのブロックの作成に用いられた骨材の産地はどこか? 日本では、地質に応じた様々な $\gamma$ 線の線量分布が見られる(湊, 2006)。本稿で企図する天然放射線



第6図 天然放射線通路標識の例.

- (a) 障害物の無い歩道ではカリウム(K)が中心だが、段差などが近づくとウラン(U)が増す。
- (b) プラットホームの縁に近づくと、ウラン(U)トリウム(Th)カリウム(K)の3核種が増え、危険を表す。
- (c) 静穏が必要な施設に入り、ウラン(U)トリウム(Th)バリアーを超えると、制限速度は30 km/hになる。

通路標識を普及させるためには、それぞれに適した骨材の産地と品質評価が重要になってくる。名古屋市千種土木事務所によれば、大学内の市道(四谷通り)は、都計3・3・65・茶屋ヶ坂牛巻線街路整備工事として平成12年度に施行されたもので、歩道には「透水セラミックブロック」が用いられているとのことである。メーカーによれば、このブロックは、砂礫を直接固めたものではなく、瀬戸などからの陶磁器破片を最大97%用いた焼結ブロック(エコブロック)とのことである。陶磁器顔料にはウランやトリウムを様々に含むものが用いられることもある(中部原子力懇談会, 2009)。これらをRadio Guide Wayとして舗道の素材に活用するためには、放射線も含めた品質管理が求められるよう。

#### 文 献

- 中部原子力懇談会(2009):目で見える自然放射線, pp10.
- 金井 豊(1987):原子が奏でる不思議なメロディーーぶんせきと放射線-。地質ニュース, 396号(1987年8月号), 14-25.
- 片岡良輔・沼田直樹・白川知恵・神田ゆか・小沢 萌・中村明博・小畑怜子・三浦 悟・竹内 誠・南 雅代・柴田理尋・田中剛(2009):放射線を指標とする環境評価教育の開拓。名古屋大学博物館報告, 21号, 15-24.
- 湊 進(2006):日本における地表 $\gamma$ 線の線量率分布。地学雑誌115巻, 1号, 87-95.
- 文部科学省(1990):空間 $\gamma$ 線スペクトル測定法, 放射能測定法シリーズ20, pp114.

TANAKA Tsuyoshi and KATAOKA Ryouosuke (2010): Variety of natural radio activity on sidewalks and its possible application for a road signal.

<受付:2010年7月27日>