

## 資 料



## 岐阜県東濃地域における環境放射線調査

細田正洋<sup>†</sup>, 赤田尚史<sup>\*,\*\*</sup>, 下 道國<sup>\*\*\*</sup>, 古川雅英<sup>\*\*\*\*</sup>, 岩岡和輝<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 床次眞司<sup>\*\*\*\*\*</sup>

弘前大学大学院保健学研究科放射線生命科学分野

036-8564 青森県弘前市本町 66-1

\*自然科学研究機構核融合科学研究所ヘリカル研究部

509-5292 岐阜県土岐市下石町 322-6

\*\*総合研究大学院大学物理科学研究科核融合科学専攻

509-5292 岐阜県土岐市下石町 322-6

\*\*\*藤田保健衛生大学大学院客員教授

470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98

\*\*\*\*琉球大学理学部物質地球科学科地学系

903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地

\*\*\*\*\*弘前大学被ばく医療総合研究所放射線物理学部門

036-8564 青森県弘前市本町 66-1

<sup>†</sup>m\_hosoda@hirosaki-u.ac.jp

岐阜県東濃地域において  $3''\phi \times 3''\text{NaI(Tl)}$  シンチレーションスペクトロメータを用いた走行サーベイによって空気吸収線量率の測定を行った。逆距離荷重補間法によって東濃地域の空気吸収線量率の等値線図を作成した。土岐花崗岩及び苗木花崗岩地域の空気吸収線量率は領家帯花崗岩地域と比べて相対的に高い傾向を示した。東濃地域の 6 地点では、 $3''\phi \times 3''\text{NaI(Tl)}$  シンチレーションスペクトロメータを用いて地表面から 1 m の高さにおける  $\gamma$  線波高分布を取得した。得られた  $\gamma$  線波高分布の全てに  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  のフォトピークは観測されなかった。土岐市内の神社境内において最大で 552 nGy/h の空気吸収線量率, 914 Bq/kg の  $^{238}\text{U}$  系列濃度が観測された。

Key Words : absorbed dose rate in air, Tono area, Gifu Prefecture, car-borne survey, NaI(Tl) scintillation spectrometer, contour map, gamma-ray pulse height distribution

## 1. はじめに

地球誕生以来,  $^{238}\text{U}$  系列,  $^{232}\text{Th}$  系列及び  $^{40}\text{K}$  に代表される天然放射性核種は環境中の全ての物質に様々な濃度で含まれている。特に, 岩石や土壌中にはこれらの核種が存在しており, その濃度は基盤地質に依存することがよく知られている<sup>1),2)</sup>。岩石や土壌中の核種が壊変することで  $\gamma$  線 (大地  $\gamma$  線) が生じる。我が国における, 大地  $\gamma$  線の分布に関する初めての調査は, Yamagata 及び Iwashima によって行われた<sup>3)</sup>。この調査では, 主要道路沿いの土壌を採取し, その  $^{238}\text{U}$  系列,  $^{232}\text{Th}$  系列及び  $^{40}\text{K}$  から線

量率が算出された。その後, 放射線医学総合研究所 (放医研) によって国民全体の自然放射線からの外部被ばく線量を評価するための全国調査が 10 年間をかけて実施された<sup>4),5)</sup>。古川らは, 放医研の調査で得られた全国データを用いて日本列島の空気吸収線量率の分布図を作成し, 地質分布及び土壌分布との比較により, 空気吸収線量率の地域差について考察した<sup>6),7)</sup>。放医研による調査は主として学校の校庭で実施されたため, 空気吸収線量率に対する客土の影響が示唆された<sup>8)</sup>。そこで湊は, 既に大学や地方自治体の研究機関が調査を実施した 23 道府県以外の都府県 (沖縄県を除く) を対象地域として,

2002年から2005年までの期間で大地 $\gamma$ 線による空気吸収線量率を測定し、空気吸収線量率の分布図を作成した<sup>8)</sup>。この調査では、調査地点として客土などの影響が少ないと考えられた神社の境内や空き地の裸地上が選ばれた。さらに、放医研による調査結果とも比較され、その結果は比較的良好に一致したことが報告された。

このように、全国的な調査は多くはないものの1960年代以降実施されてきた。これらの調査によって、基盤地質として天然放射性核種が多く含まれている花崗岩類が広く分布する岐阜県東濃地域の空気吸収線量率が比較的高いことがわかった。一方、放医研による全国調査では、全ての市町村単位で空気吸収線量率の報告はされていない。そこで下らは、空気吸収線量率の平均値が最も高かった岐阜県において走行サーベイによって県内全市町村の大地 $\gamma$ 線による空気吸収線量率を測定し、市町村単位の線量率分布図の作成を行った<sup>9),10)</sup>。一般に、岐阜県は岐阜地域、西濃地域、中濃地域、東濃地域、飛騨地域に区分されるが、この調査でも東濃地域(現在の中津川市や恵那市周辺)の空気吸収線量率が最も高かった。

東京電力福島第一原子力発電所(福島原発)の事故以降、多くの国民が放射線被ばくに関心を持っている。事故後、山内らによって岐阜県内の東海環状自動車道及び中央自動車道において走行サーベイが実施され、走行ルート上の空気吸収線量率が評価されたが、この調査では既報で空気吸収線量率が高かった東濃地域の詳細な測定は実施されなかった<sup>11)</sup>。放医研の調査では全国の大地 $\gamma$ 線による水平分布を取得することを目的としていたため、岐阜県の詳細な分布は得られていない<sup>8)</sup>。また、下らは市町村ごとの外部被ばく線量を把握することが目的であったことから、東濃地域周辺の詳細な空気吸収線量率の分布は示されていない。

一方、平成39年に品川駅・名古屋駅間での開業を目指したりニア中央新幹線の建設計画がある<sup>12)</sup>。東海旅客鉄道(JR東海)の工事実施

計画によれば、品川駅と名古屋駅の間には、神奈川県、山梨県、長野県及び岐阜県内にそれぞれ駅が建設される予定である<sup>13)</sup>。特に、岐阜県内では中津川市内に駅や車両整備工場が建設される予定であり、東濃地域の土地利用は今後増えていくことが予想される。本研究では、中津川市を含む東濃地域の空気吸収線量率を取得し、その詳細な分布図を作成することを目的として走行サーベイを実施した。

## 2. 調査概要

### 2.1 走行サーベイによる空気吸収線量率の評価手法

調査は2014年9月3日10時10分から4日17時48分にかけて実施した。4日の13時33分頃から10分間程度に渡り小雨が降ったが、それ以外では降雨はなかった。3"φ×3"NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ(EMF-211, EMF-Japan Co.)を車に搭載し、走行しながら30秒間の計数値を連続的に測定した。測定地点の位置は付属のGPSを用いて計数値と同時に緯度経度の取得を行った。走行速度は平地では40~60 km/hとしたが、一部の山間部では20~40 km/hであった。走行ルートをFig. 1 bに示す。東濃地域は、多治見市、土岐市、瑞浪市、恵那市及び中津川市で構成されるが、主要道路を中心として全市を通過するように走行ルートを設定した。2日間で全1058データを取得した。

本調査に用いたNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータでは、走行中に応答行列法によって空気吸収線量率を得ることができる。しかし、30秒間の測定で得られる $\gamma$ 線波高分布では十分なフォトピークを得ることができず、応答行列法によってアンフォールディングをしても得られる空気吸収線量率の精度は悪い。そこで本調査では、30秒間に得られた $\gamma$ 線波高分布の全チャンネルの計数値を用いることとした。したがって、得られた計数率(cpm)から空気吸収線量率への換算が必要となるが、この換算

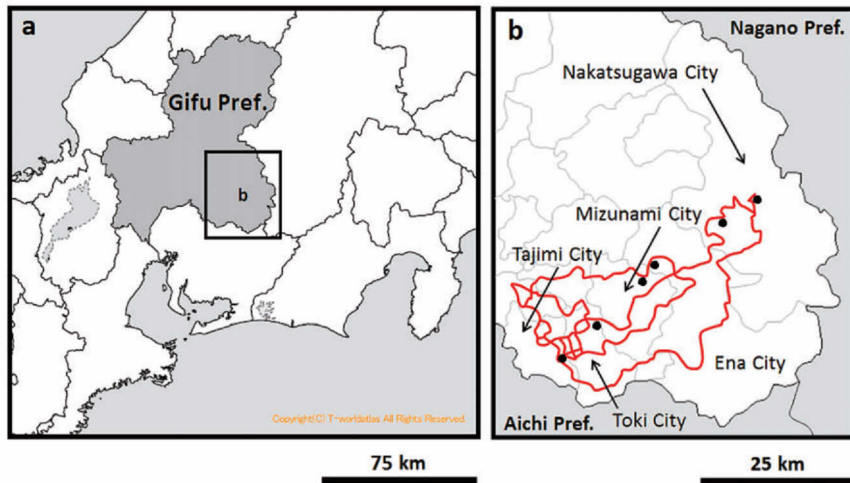


Fig. 1 a) Location of Tono area in Gifu Prefecture, b) Survey-route for estimating absorbed dose rates in air within Tono area, and measurement points (Black dot) for gamma-ray pulse height distribution.

係数は NaI(Tl) シンチレーション検出器や光電子増倍管, 電子回路等の測定システムに依存する。したがって, 本研究では調査期間が2日間と短く換算係数を取得するために十分なデータ数を取得することができなかつたため, 別の調査で得られた値 (0.0019 nGy/h/cpm) を用いた<sup>14)</sup>。なお, この換算係数を用いて空気吸収線量率を評価しても問題がないことはこの後に述べる。

換算係数は, 青森県内の35地点において, 地表面から1mの高さで15分間の測定によって得られた $\gamma$ 線波高分布を22行 $\times$ 22行の応答行列法<sup>15)</sup>でアンフォルディングして求められた空気吸収線量率と $\gamma$ 線波高分布の全チャンネルの計数率から求めた。なお, この換算係数は測定地点の<sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th及び<sup>40</sup>Kの存在比によってある程度のバラツキを持つが, その不確かさは8%であり, 測定地点に大きく依存しなかつた<sup>14)</sup>。Fig.1 b)の黒丸で示す6地点は, 本調査において15分間の定点測定を実施した測定地点を示す。データ数は少ないものの, この結果を用いて線量率換算係数を評価したところ $0.0020 \pm 0.0003$  nGy/h/cpmであり, 異なる測

定地域(青森県)で得られた前述の値とよく一致した。

自動車による走行サーベイでは, 検出器を車内に搭載するため, 車体によって $\gamma$ 線の一部分が遮蔽される。したがって, その影響を補正する必要があるが, 本調査では短期間にできる限り多くのデータを得たかつたため, 別の調査によって既に補正係数が与えられている車種(トヨタ・カローラフィールダー)を調査に用いた。その補正係数は1.50であり, これは青森県内の73地点において車内及び車外の計数値をそれぞれ30秒間隔で2分間ずつの測定によって得られたものである<sup>14)</sup>。なお, この補正係数の不確かさは10%以下であった<sup>14)</sup>。

今回は測定地点のあるがままの状態での空気吸収線量率を評価することを目的としたため, 崖や建物による影響や舗装の影響の補正は行わなかつた。したがって, 30秒間の測定によって得られた計数値 $N$ (count)から地表面から1mの高さにおける空気吸収線量率 $D$ (nGy/h)への換算は(1)式を用いた。

$$D = 2N \times 1.50 \times 0.0019 \quad (1)$$

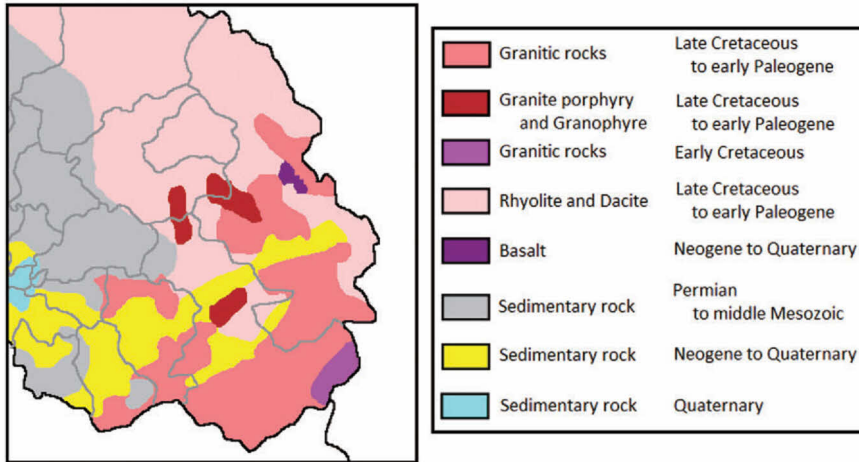


Fig. 2 Geological map of Tono area in Gifu prefecture.

なお、瑞浪市内の一部の測定地点において調査中に小雨が認められたため、解析にはそれらのデータを除外した1036データを用いた。

## 2.2 定点測定における天然放射性核種の分析

$3''\phi \times 3''\text{NaI(Tl)}$ シンチレーションスペクトロメータをFig.1に示した6地点の地表面から1mの高さに設置し、15分間の測定によって $\gamma$ 線波高分布を得た。得られた $\gamma$ 線波高分布は22行 $\times$ 22行の応答行列法<sup>15)</sup>でアンフォールディングして $^{238}\text{U}$ 系列濃度、 $^{232}\text{Th}$ 系列濃度及び $^{40}\text{K}$ 濃度、空気吸収線量率に対するそれら核種の寄与率をそれぞれ評価した。このアンフォールディングの手法は、無限平面を持つ大地及び空気を対象としており、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 及び $^{40}\text{K}$ は地中で一様分布であり、 $^{238}\text{U}$ 系列及び $^{232}\text{Th}$ 系列は地中で放射平衡にあると仮定されている<sup>16)</sup>。また、測定した全6地点のうち2地点は何も舗装がされていない土壌上であったが、他の4地点の地表面はアスファルトで舗装されていた。つまり、舗装された4地点での天然放射性核種濃度及び空気吸収線量率に対するそれらの寄与率には、測定地点の土壌のみでなく舗装材中の天然放射性核種も含まれる。

## 2.3 調査地域周辺の基盤地質と東濃ウラン鉱床の概要

岐阜県東濃地域周辺の基盤地質図をFig.2に示す。東濃地域の基盤岩の大部分は酸性岩類が占めている<sup>17)</sup>。南東部(土岐市、恵那市、中津川市)には、それぞれ白亜紀後期に貫入した土岐花崗岩、領家帯花崗岩及び苗木花崗岩が分布しており、古第三紀前期の花崗岩類の分布も認められている。また、恵那市と長野県境には一部、白亜紀前期の花崗岩類も分布している。岐阜県の地質の中で最大の分布を示すのは、飛騨地方西部から東濃地方にかけて北西から南東に長く伸びた濃飛流紋岩であり、その分布面積は岐阜県全体の約30%に相当する<sup>1)</sup>。また、中津川市の苗木花崗岩及びその周辺の濃飛流紋岩分布域では、これらを貫く花崗斑岩や文象斑岩が分布している。この他、中津川市坂下(旧坂下町)には、岐阜県内では最も分布面積が小さい玄武岩(坂下玄武岩)の分布が認められている。一方、東濃地域には新第三紀に堆積した瀬戸層群の土岐砂礫層や砂岩、泥岩及び凝灰岩からなる瑞浪層群が東濃地域を横断するように分布している。

東濃地域のウラン鉱床は、1962年12月に当時の地質調査所の走行サーベイによって岐阜県

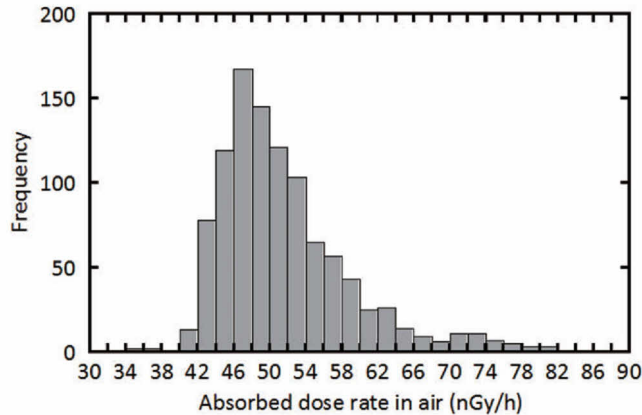


Fig. 3 Histogram of absorbed dose rate in air at Tono area in Gifu Prefecture.

土岐市北部の新第三紀層中に発見された<sup>18), 19)</sup>。それ以降の探索活動の進展にともない多くのウラン鉱床が東濃地域で発見され、東は恵那郡岩村町（現在の恵那市）、北は瑞浪市、西は可見郡御高町、南は愛知県瀬戸市の範囲で分布していることがわかった<sup>20)</sup>。東濃ウラン鉱床には、最も規模の大きい月吉鉱床、美佐野鉱床、帝林寺鉱床及び謡坂鉱床の四つがある<sup>21)</sup>。我が国の総ウラン埋蔵量は  $U_3O_8$  にして約 7700 t とされており、その 60% 程度が東濃地方にあり、さらにその内の約 40% が月吉鉱床に埋蔵しているとされている<sup>22)</sup>。

### 3. 結果及び考察

#### 3・1 走行サーベイによる空気吸収線量率の分布

本調査によって得られた 1036 データを用いた空気吸収線量率のヒストグラムを Fig. 3 に示す。最小値及び最大値はそれぞれ 34 nGy/h（土岐市下石町周辺）及び 81 nGy/h（中津川市高山周辺）であった。また、算術平均値及びその標準偏差はそれぞれ 52 nGy/h 及び 7 nGy/h であり、我が国の算術平均値（50 nGy/h）<sup>6), 7)</sup> と同レベルであった。

逆距離荷重補間法<sup>23)</sup>によって作成した東濃地域の空気吸収線量率の分布を Fig. 4 に示す。

この Fig. 4 では、算術平均値を目安として空気吸収線量率を 40 nGy/h 以下から 60 nGy/h 以上までを 5 nGy/h 間隔で 6 区分した。Fig. 4 の空気吸収線量率の区分内には最大値と最小値も示した。主として土岐市南西部（旧笠原町と土岐市境界）、瑞浪市から恵那市にかけた範囲、中津川市中部（旧中津川市北西部、旧福岡町、旧蛭川村）の花崗岩類が分布している地域において、60 nGy/h 以上の比較的高い空気吸収線量率が観測された。恵那市周辺には領家帯花崗岩が分布しているが、この地域周辺の空気吸収線量率は苗木花崗岩（中津川市）周辺の値と比べても低い傾向を示した。この結果は、旧地質調査所によるウラン鉱床探索のための走行サーベイによる結果<sup>19)</sup>とよく合っている。一方、瀬戸層群及び瑞浪層群が分布している地域の空気吸収線量率は概ね 50 nGy/h 以下であり、東濃地域の中では低い傾向を示した。瑞浪市から土岐市・多治見市周辺に発達する瀬戸層群における  $\gamma$  線計数率は瑞浪層群と比べてやや低いことが報告されているが<sup>19)</sup>、本調査結果では顕著な差異は認められなかった。

本調査によって得られた東濃地域の各市町村の空気吸収線量率の平均値及び標準偏差と放医研<sup>4), 5)</sup>及び下ら<sup>9)</sup>による調査結果の平均値を Table 1 に示す。放医研の調査結果は  $\mu R/h$  で与え

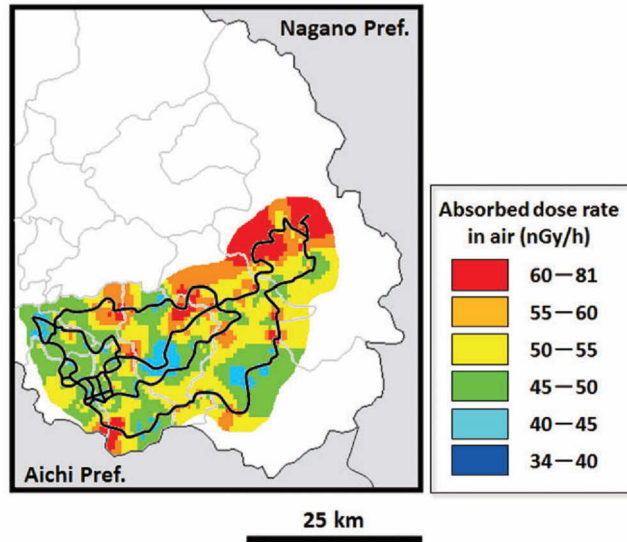


Fig. 4 Distribution map of the absorbed dose rates in air within Tono area in Gifu Prefecture. The absorbed dose rates in air were classified into six groups from 34 nGy/h to 81 nGy/h at intervals of 5 nGy/h.

Table 1 Comparisons between absorbed dose rate in air (nGy/h) obtained by this study and the previous studies

City	This study	Abe <i>et al.</i> (1981) <sup>4)</sup>	Shimo <i>et al.</i> (1993) <sup>9)</sup>
Tajimi	48 ± 5	71	53
Toki	50 ± 7	72	56
Mizunami	53 ± 7	99	58
Ena	53 ± 6	89	58
Nakatsugawa	58 ± 10	112	66

られているため、宇宙線による寄与 ( $3.4 \mu\text{R/h}$ )<sup>5)</sup> を差し引き、 $1 \mu\text{R/h} = 8.7 \text{ nGy/h}$  として換算した。放医研による調査結果と比べると、本調査結果はその 52 ~ 70% 程度であった。放医研による調査地点のほとんどが校庭であったことや、測定器として電離箱サーベイメータで校正された NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータを用いる等、本調査とは手法が大きく異なることによると考えられる。両者の調査によって得られた空吸収線量率は異なったものの、両者の値には強い正相関が認められた ( $R^2 = 0.84$ )。

一方、下らによる調査結果と比べると、本調査結果はその 88 ~ 92% 程度であった。下らによる走行サーベイの結果には、車体による  $\gamma$  線の遮蔽効果のみでなく道路の舗装材料及び崖の影響についても検討がされ、岐阜県においては舗装材の影響は無視できることが報告された<sup>9), 10)</sup>。本調査によって得られた空気吸収線量率は、その場のあるがままの状態での値を得ることを目的としたため崖の影響が加味されていない。したがって、両者のデータを単純に比較することはできないがそれぞれの値には強い正

相関が認められ ( $R^2=0.98$ ), その分布の傾向は比較的よく一致した。

3・2 天然放射性核種濃度と空気吸収線量率への寄与

東濃地域の6地点において得られた $\gamma$ 線波高分布から評価した $^{238}\text{U}$ 系列,  $^{232}\text{Th}$ 系列及び $^{40}\text{K}$ の放射能濃度と空気吸収線量率に対するこれら天然放射性核種の寄与率をTable 2に示す。中津川市(N1及びN2), 土岐市(T1)及び恵那市(E1)では地表面がアスファルトで覆われている公共施設の駐車場で測定を実施した。また, 土岐市(T2)は神社, 瑞浪市(M1)は公共施設の土壌上で測定を実施した。さらに, 土岐市(T2)の神社内での測定は, ポケットサーベイメータ(PDR-111, 日立アロカメディカル)によって境内全体の1cm線量当量率をスクリーニングし, 一番高い値を示した場所(T2a)とそこから7m程度離れた場所(T2b)の2か所で $\gamma$ 線波高分布を得た。得られた $\gamma$ 線波高分布の全てに $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ のフォトピークは観測されなかった。山内ら<sup>11)</sup>も2011年8月に実施した岐阜県内の高速道路上の走行サーベイによって得られた $\gamma$ 線波高分布を解析した結果, 福島原発事故の影響が認められなかったことを報告している。したがって, 本調査で得られたデータは全て天然放射性核種によるものであるとし, 福島原発の影響は無視できるとした。

土岐市の神社内における結果は他の5地点とは特徴が異なるため, T2を除いた5地点の結果についてまず述べる。この5地点の空気吸収線量率は60~78 nGy/hであり,  $^{238}\text{U}$ 系列,  $^{232}\text{Th}$ 系列,  $^{40}\text{K}$ の放射能濃度はそれぞれ34~46 Bq/kg, 31~49 Bq/kg及び543~677 Bq/kgであった。原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)による2008年の報告書によれば, 土壌中の $^{238}\text{U}$ 系列,  $^{232}\text{Th}$ 系列,  $^{40}\text{K}$ の放射能濃度の世界平均値はそれぞれ33 Bq/kg, 45 Bq/kg及び420 Bq/kgと報告されている<sup>24)</sup>。

Table 2 Absorbed dose rates in air, natural nuclide activity concentrations, and the contribution rates of each natural nuclide to absorbed dose rates in air which were obtained by *in-situ* measurements of gamma-ray pulse height distributions

Measured date	ID	Measurement City	Surface condition	Absorbed dose rate in air (nGy/h)	$^{238}\text{U}$ activity		$^{232}\text{Th}$ activity		$^{40}\text{K}$ activity		Contribution rate ( $^{238}\text{U}$ )		Contribution rate ( $^{232}\text{Th}$ )		Contribution rate ( $^{40}\text{K}$ )	
					concentration (Bq/kg)	concentration (Bq/kg)	concentration (Bq/kg)	concentration (Bq/kg)	rate (%)	rate (%)	rate (%)	rate (%)	rate (%)	rate (%)		
2014/9/3	N1	Nakatsugawa	Asphalt	78	46	49	660	25	40	35	25	40	35			
2014/9/3	N2	Nakatsugawa	Asphalt	65	34	38	583	23	39	38	23	39	38			
2014/9/3	T1	Toki	Asphalt	71	38	48	677	22	41	37	22	41	37			
2014/9/3	T2a	Toki	Soil	552	914	83	1014	81	11	8	81	11	8			
2014/9/3	T2b	Toki	Soil	170	174	95	999	23	42	35	23	42	35			
2014/9/4	M1	Mizunami	Soil	69	39	39	543	26	39	35	26	39	35			
2014/9/4	E1	Ena	Asphalt	60	34	31	630	24	33	43	24	33	43			

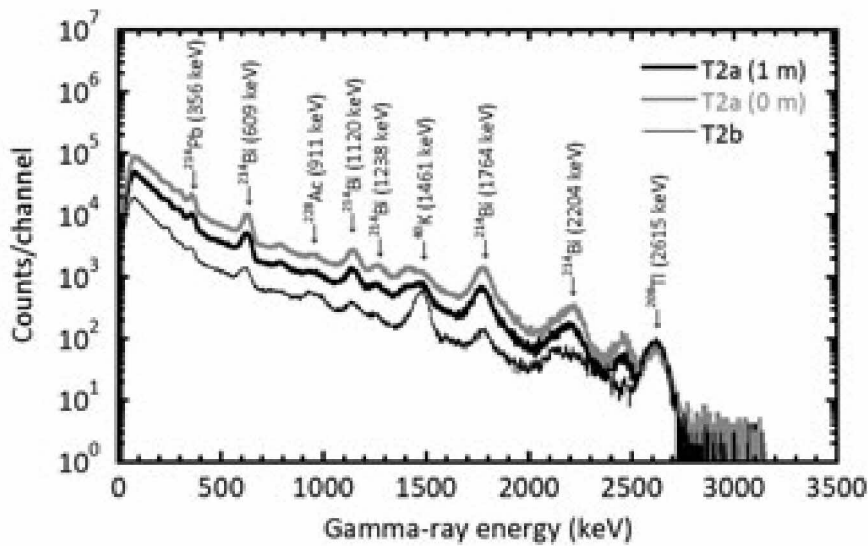


Fig. 5 Gamma-ray pulse height distributions at a shrine-yard in Toki City, Gifu Prefecture. Bold line by black color is shown the gamma-ray pulse height distribution of 1 m above the ground surface at T2a which observed the highest absorbed dose rate in air ; Bold line by grey color is shown the gamma-ray pulse height distribution of the soil surface at T2a; Narrow line by black color is shown the gamma-ray pulse height distribution of 7 m away from T2a.

この5地点の $^{238}\text{U}$ 系列及び $^{232}\text{Th}$ 系列の放射能濃度は世界平均値と同レベルであったが、 $^{40}\text{K}$ の放射能濃度は若干高い傾向を示した。また、空気吸収線量率に対する $^{238}\text{U}$ 系列、 $^{232}\text{Th}$ 系列、 $^{40}\text{K}$ の寄与率はそれぞれ、22～26%、33～41%、35～43%であり、 $^{232}\text{Th}$ 系列、 $^{40}\text{K}$ による寄与が $^{238}\text{U}$ 系列による寄与と比べて大きかった。

一方、土岐市の神社内での $\gamma$ 線波高分布にはFig.5に示すように $^{238}\text{U}$ の子孫核種である $^{214}\text{Bi}$ や $^{214}\text{Pb}$ によるフォトピークが顕著に観測された。ポケットサーベイメータによる境内全域のスクリーニングの結果、最も高かった地点の $\gamma$ 線波高分布 (Fig.5の黒の太線)を解析した結果、空気吸収線量率は552 nGy/hであり、 $^{238}\text{U}$ 系列、 $^{232}\text{Th}$ 系列、 $^{40}\text{K}$ の放射能濃度はそれぞれ914 Bq/kg、83 Bq/kg及び1014 Bq/kgであった。これはUNSCEAR<sup>24)</sup>でまとめられている世界の高自然放射線地域での値に匹敵する。

この測定地点における $^{238}\text{U}$ 系列の空気吸収線量率に対する寄与率は81%であり、他の5地点とは大きく異なった。またT2aでは、参考としてNaI(Tl)シンチレーション検出器を地表面に設置して $\gamma$ 線波高分布を得た。このときの結果をFig.5のグレーの太線で示したが、地表面から1mの高さにおける $\gamma$ 線波高分布の計数值よりも有意に高かった。さらに、ここから7m程離れた地点においても地表面から1mの高さにおいて得た $\gamma$ 線波高分布 (Fig.5の黒の細線)を解析した結果、空気吸収線量率は170 nGy/hであり、 $^{238}\text{U}$ 系列、 $^{232}\text{Th}$ 系列、 $^{40}\text{K}$ の放射能濃度はそれぞれ174 Bq/kg、95 Bq/kg及び999 Bq/kgであった。これらの値はいずれも他の測定地点と比べて高かった。さらに、 $^{238}\text{U}$ 系列の空気吸収線量率に対する寄与率は23%であり、神社内において $^{238}\text{U}$ 系列の放射能濃度は非常に不均一な分布を示していると考えられた。これ以上の議論はより詳細な調査



を必要とするが, この測定地点はウラン鉱床の鉱脈上である可能性が示唆された。

#### 4. ま と め

本研究では, リニア中央新幹線の駅の建設予定地である岐阜県中津川市を含む東濃地域において空気吸収線量率の走行サーベイを実施しその水平分布を得た。また, NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて6地点の $\gamma$ 線波高分布を得た。これらの結果から得た知見は以下の通りである。

- ① 空気吸収線量率の水平分布は既報と同様な傾向を示し, 特に中津川市中央部においては比較的高い値を示した。また, その分布は概ね基盤地質と一致した。
- ② 東濃地域において $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ によるフォトピークは観測されなかった。
- ③  $^{238}\text{U}$ 系列及び $^{232}\text{Th}$ 系列の放射能濃度はUNSCEARによって報告された世界平均値と同レベルであったが,  $^{40}\text{K}$ の放射能濃度は若干高かった。
- ④ 土岐市の神社境内において, 552 nGy/hの空気吸収線量率, 914 Bq/kgの $^{238}\text{U}$ 系列の放射能濃度が観測されたが, その要因を明らかにするためには, 今後より詳細な調査が必要である。

#### 謝 辞

本調査は, 核融合科学研究所の平成26年度共同研究プログラム(NIFS 14 KLEA 017)の助成によって実施された。

#### 文 献

- 1) 湊 進, 下 道國, 杉野雅人, 森内和之, 岐阜県の地質と地表ガンマ線量率—天然放射性核種をトレーサとする土壌収支研究への中間報告一, 岐阜医療技術短期大学紀要, **10**, 1-18(1994)
- 2) 杉野雅人, 湊 進, 下 道國, カーボン・サーベイによる天然放射性核種濃度の分布調査, 日本原子力学会誌, **42**(10), 1084-1092(2000)
- 3) Yamagata, N. and Iwashima K., Terrestrial background radiation in Japan, *Health Phys.*, **13**, 1145-1148(1967)
- 4) Abe, S., Fujimoto, K., Abe, M. and Fujitaka, K., Extensive field survey of natural radiation in Japan, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **18**, 21-45(1981)
- 5) 阿部史朗, わが国における自然の空間放射線分布の測定, 保健物理, **17**, 169-193(1982)
- 6) 古川雅英, 日本列島の自然放射線レベル, 地学雑誌, **102**, 868-877(1993)
- 7) Furukawa, M. and Shingaki, R., Terrestrial gamma radiation dose rate in Japan estimated before the 2011 Great East Japan Earthquake, *Radiat. Emer. Med.*, **1**(1-2), 11-16(2012)
- 8) 湊 進, 日本における地表 $\gamma$ 線の線量率分布, 地学雑誌, **115**, 87-95(2006)
- 9) 下 道國, 杉野雅人, 森内和之, 湊 進, ケラン・オブライエン, 岐阜県下の環境放射線の調査, 岐阜医療技術短期大学紀要, **9**, 61-86(1993)
- 10) 下 道國, 湊 進, 杉野雅人, 東海3県の環境放射線のレベル調査, 日本原子力学会誌, **41**(9), 954-964(1999)
- 11) 山内浩司, 後藤成人, 三輪ゆい子, 安田成臣, 走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定, 岐阜医療科学大学紀要, **6**, 133-136(2012)
- 12) 岐阜県公式ホームページ, リニア中央新幹線開業までの流れ,  
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kurashi/kurashi-chiikidukuri/kokyo-kotsu/linear/kendoumeikai/liner-top.data/kaigyomadadenonagare-H2610.pdf> (2014年12月23日閲覧可)
- 13) 東海旅客株式会社ホームページ, 中央新幹線品川・名古屋間の工事実施計画(その1)の許可申請について,  
[http://jr-central.co.jp/news/release/\\_pdf/000023687.pdf](http://jr-central.co.jp/news/release/_pdf/000023687.pdf)(2014年12月23日閲覧可)
- 14) 細田正洋, 井上一雅, 岡 光昭, 大森康孝, 谷地優紀, 岩岡和輝, 床次眞司, 青森県の空間放射線量分布, 日本放射線影響学会第57回大会講演要旨集, p.125(2014)
- 15) 湊 進, 特集空間放射線量測定法応答行列法による環境ガンマ線波高分布の解析, *JCAC*, **32**, 2-13(1998)
- 16) 湊 進, 環境 $\gamma$ 線解析用 $3''\phi \times 3''\text{NaI(Tl)}$ シンチレータのレスポンス行列, 名古屋工業技術

- 試験所報告, 27(12), 384-397(1978)
- 17) 通商産業省工業技術院地質調査所, 100 万分の 1 日本地質図: 日本地質アトラス第 2 刷 (複製) (1987)
  - 18) 林昇一郎, 小尾五明, 岐阜県土岐市に発見されたウラン鉱床, 地質ニュース, 112, 8-10(1963)
  - 19) 堀川義夫, 小尾中丸, 自動車放射能探索による愛知県東部地域の放射能強度分布, 地質調査所月報, 16(3), 148-160(1965)
  - 20) 林昇一郎, 東濃地域のウラン鉱床の概要, 地質ニュース, 150, 3-6(1967)
  - 21) 土橋竜太, 鹿園直建, 東濃ウラン鉱床周辺堆積岩中炭酸塩鉱物の希土類元素に関する地球化学的研究 - 高レベル放射性廃棄物地層処分に関するナチュラルアナログ研究の例 -, 地球化学, 42, 79-98(2008)
  - 22) 日本原子力研究開発機構東濃地科学センターホームページ,  
[http://www.jaea.go.jp/04/tono/tm\\_uran/tm\\_u.html](http://www.jaea.go.jp/04/tono/tm_uran/tm_u.html) (2014 年 12 月 23 日閲覧可)
  - 23) Lai, K. and Minato, S., The optimum exponent in inverse distance weighted method of contour generation - Case of environmental gamma ray dose rate distribution, *RESL Report*, SCS-0001, 1-17(2004)
  - 24) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B, United Nations, Vienna(2010)

## Abstract

### Investigation of Environmental Radiation at Tono Area in Gifu Prefecture, Japan

Masahiro HOSODA, Naofumi AKATA<sup>\*\*\*</sup>, Michikuni SHIMO<sup>\*\*\*</sup>, Masahide FURUKAWA<sup>\*\*\*\*</sup>, Kazuki

IWAOKA<sup>\*\*\*\*\*</sup> and Shinji TOKONAMI<sup>\*\*\*\*\*</sup>: Hirosaki University Graduate School of Health Sciences, Department of Radiological Life Sciences, 66-1 Hon-cho, Hirosaki-shi, Aomori Pref. 036-8564, Japan, \*National Institute for Fusion Science, Department of Helical Plasma Research, 322-6 Oroschi-cho, Toki-shi, Gifu Pref. 509-5292, Japan, \*\*The Graduate University for Advanced Studies(SOKENDAI), School of Physical Sciences, Department of Fusion Science, 322-6 Oroschi-cho, Toki-shi, Gifu Pref. 509-5292, Japan, \*\*\*Visiting Professor, Fujita Health University, 1-98 Dengakugakubo, Kutsukake-cho, Toyoake-shi, Aichi Pref. 470-1192, Japan, \*\*\*\*University of the Ryukyus, Faculty of Science, Department of Physics and Earth Sciences, 1 Senbaru, Nishihara-cho, Nakagami-gun, Okinawa Pref. 903-0213, Japan, \*\*\*\*\*Hirosaki University, Institute of Radiation Emergency Medicine, Department of Radiation Physics, 66-1 Hon-cho, Hirosaki-shi, Aomori Pref. 036-8564, Japan

*Measurement of absorbed dose rate in air at Tono area in Gifu Prefecture, Japan, was carried out by car-borne survey with a 3"  $\phi$   $\times$  3" NaI (TI) scintillation spectrometer. Contour map of absorbed dose rate in air around Tono area was drawn by inverse distance weighted method. Absorbed dose rates in air in the Toki and the Naegi granites area were relatively higher than that in the Ryoke granites area. Gamma-ray pulse height distributions 1 m above the ground surface were obtained at six points using a 3"  $\phi$   $\times$  3" NaI (TI) scintillation spectrometer. The photon peaks generated by radiocaesium, which are <sup>134</sup>Cs and <sup>137</sup>Cs, were not observed in the in-situ gamma spectra. However, the absorbed dose rate in air of 552 nGy/h and <sup>238</sup>U series activity concentration of 914 Bq/kg was observed at a shrine-yard in Toki City, Gifu Prefecture.*