

東日本大震災で発生した災害廃棄物等の処理について（X） ～各地の空間放射線を測定してみました！（2）～

技術士（衛生工学・建設・環境）・環境カウンセラー

第一種放射線取扱主任者、甲種危険物取扱者など

環境計画センター 専任理事 ^{かぎや}鍵谷 ^{つかさ}司

前回寄稿した「環境施設」No.129号、pp.73—83（2012.9）では、「東日本大震災で発生した災害廃棄物等の処理について（IX）～各地の空間放射線を測定してみました！（1）」と題して次の内容について紹介した。

（1）空間放射線の測定方法について；今回現場で測定した20～30秒間に計測した放射線量の範囲（最小値～最大値）を読みとる独自に採用した方法（範囲表示法）について

（2）一般環境の空間放射線量の測定方法について；「廃棄物等の放射能調査・測定法暫定マニュアル」（国立環境研究所）で定める測定方法（30秒ごとに5回測定した平均）と独自の範囲表示法（30秒間の最小値と最大値の平均値）を比較した結果、大きな差異がないことを明らかにした。

（3）空間放射線の測定事例—1～京都市内における測定結果～；京都市内並びに花崗岩石材を用いた構造物近傍で空間放射線を測定した結果、公的機関（京都府保健環境研究所；伏見区）による放射線モニタリング結果よりも2倍程度大きな測定結果であった。地表における空間放射線の強さは、基盤岩の分布、堆積層の厚さや地下水状況に影響されていると推測した。

（4）空間放射線の測定事例—2～住居内（京都市岩倉地区）における測定結果～；比叡山の麓の岩倉地区に位置する自宅周辺、地下室、1階、2階の放射線を測定し、建材（コンクリート）からの放射線の他にウランなどの壊変に伴って生成する放射性のラドンガスが影

響するものと推測した。

これらの空間放射線（ γ 線）を測定した結果より、測定値は地域により大きな差があること、同じNaIシンチレーション測定器を用いても機器により測定値に大きな違いがあること、自家用車、バス、鉄道車両など車内の遮蔽効果あるいは放射性ラドンガスの影響がありそうなことなど多くの知見が得られた。大地から放出される放射線の源は、岩石等に含まれている放射性物質であるウラン238やトリウム232の壊変に伴って生成した放射性物質あるいは放射性カリウム40が主であり、上空では宇宙線が源である。放射性物質の各地区における存在量については調べていないので、あくまでも γ 線測定値からの推測である。測定器により測定値に大きな差異があることは信頼性を著しく損なうが、少なくともJIS Z 4511（照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法）に基づいて校正された測定機器であり、同じ測定器を用いて測定した γ 線量を比較検討することは意味のあることと考えられる。

今回は、これまでに実測した各地の空間放射線を比較してまとめた。とくに、福島原発から100km程度の位置にある宮城県、原爆投下された広島原爆ドーム周辺あるいは長崎原爆落下地点など、多くの読者の関心が高いと思われるので、同じ測定器を用いて実測したので紹介します。また、京都府下で放射線モニタリングが行われている京都府保健環境研

研究所（京都市伏見区）のモニタリングポスト横で測定した。測定データの違いについても紹介します。

（１）空間放射線（ γ 線）測定器について；

被ばく基準が広く理解されるようになったこともあり、空間線量率に関心が集中する。しかしながら、判断の基本となる放射線測定器の精度そのものに問題があることを正しく認識していることが非常に重要なことである。

①空間放射線測定器の基本的な知識；

放射線を測定する機器は、放射線の物質に対する化学作用、電離作用、感光作用や発光（蛍光）作用などを利用し、この相互作用の強さを計測して放射線のエネルギーや強度を求めている。つまり、放射線そのものを測定しているのではなく、相互作用で生じた電子（電流）や蛍光（光量）を測定して入射した放射線の強さに換算している。

放射線を測定する目的は、空間線量率測定、表面汚染検査、個人被ばく線量などがある。とくに、空間放射線は、対象となる放射線の種類は γ 線であり、短時間でかなり低い線量率（ $0.001 \sim \mu\text{Sv/h}$ ）で変動するので、簡易な持ち運びタイプ（サーベイメータ）が実用的である。これに最も適合した測定器が放射線を低線量から検知できる蛍光作用を利用したシンチレーションサーベイメータである。この方式で測定できる放射線は γ 線とX線であり、 β 線や α 線は検出することはできない。また、 γ 線のエネルギーにより人への影響を評価する実効線量（ μSv ）が異なるので、蛍光量を適切に換算する（校正）する必要がある。ちょうど光にも波長（エネルギー）の異なる紫外線、可視光線や赤外線があり、それぞれの波長（エネルギー）により人に対する作用が違うようなものである。

測定している空間放射線は γ 線が対象ですが、 γ 線を放出する放射性物質の種類あるいは γ 線が空気や壁にぶつかり散乱すると、エネルギーや強さが変化します。検知した γ 線

のエネルギーにより蛍光量が変動するので、それに対応した実効線量（Sv）に換算する必要がある。つまり、換算係数は一定でないので、一般的には放射性セシウム137を標準線源として散乱線が生じない場で設定（校正）される。入射するエネルギーがCs137よりも低かったり、散乱線が多くなると同じ蛍光量を検出しても校正係数が異なるので、誤差を生じる大きな要因になる。

一方、補償機能を有するNaIシンチレーション方式では、入射するエネルギーを測定できるので、エネルギーと実効線量の校正パターンを設定することにより連続的に校正することができる。入射する γ 線のエネルギーが変化しても大きな誤差は生じないように工夫されている。次回、図等を引用して解説します。

感度補正できないエネルギー補償機能なしと補償機能ありの測定器では、測定値に2倍程度の差が生じます。公的機関の空間放射線測定モニタリングでは後者が設置されていますので、通常、サーベイメータによる測定値よりもかなり低い数値が公表されています。なお、原発事故由来の放射線（ γ 線）に限れば、サーベイメータの測定対象が放射性セシウムであり、これで校正しているので、エネルギー補償機能の有無にかかわらず、ほぼ正確に測定することができる。

②測定に用いた測定器（NaIシンチレーションサーベイメータ）

NaIは、ヨウ化ナトリウムの結晶で、これに γ 線等が当たると発光（シンチレーション）するので、その光の強さを測定する。

このシンチレーションサーベイメータは、入射した γ 線がヨウ化ナトリウム（NaI）の結晶にあたると励起状態（活性化状態）になり、基底状態（安定状態）に戻るときに光（蛍光；シンチレーション）を発するので、これを増幅して検出し、入射した γ 線の強さに換算します。光を計測するので、検出部（プローブ）は周囲からの光を遮るためにアルミニウ

ムなどの薄い筒で囲っています。透過力が大きい γ 線やX線は測定できますが、透過力の弱い α 線や β 線は遮へいされるので検出できません。

また、写真に示したに測定器には測定用筒（プローブ）があり、あたかも筒の先から放射線が入射するかのように思いがちですが、 γ 線は四方八方から入射し、アルミの筒を透過するので、筒の方向はあまり関係ありません。ただし、後ろ方向からの γ 線は弱くなるなどの方向特性はありますが！

ところで、放射性物質から放出される γ 線はランダムであり、連続して入射した場合にはすべてを数えることができません。また、 γ 線の透過力が高いので、一部は検出器を通過してしまうなど、全ての γ 線を検知することができないので、正しい測定値を求めるためには、校正する必要がある。つまり、測定器で表示される数値は、実際の測定値に校正係数を乗じたものです（真の値＝指示値×校正定数）。通常、校正はセシウム137を正しく測定できるように設定されているので、様々なエネルギーを持つ自然界の γ 線が主である空間放射線を測定すると誤差が大きくなる。同じ測定器を用いた測定データを比較することには問題はないが、異なる測定器で測定したデータを比較検討する場合は注意が必要である。データを比較するのであれば、同じ場所で同時に測定して違いの大きさを確認するなどの検証が望ましい。

空間放射線測定に用いたNaIシンチレーションサーベイメータを写真に示します。写真の下段はエネルギー補償機能のないHPI-5000型で、上段はエネルギー補償機能付きサーベイメータ（アロカ TCS-171B）です。それぞれの特性を表-1に掲載します。

③公的機関の空間放射線モニタリング設置場所における測定結果について

この2種類のサーベイメータによる測定値は、入射する γ 線のエネルギーにより異なる



上段；アロカTCS-171B、下段；HPI-5000型

ので、場所ごとに異なることになる。どの程度の違いが生じるかについて、数個所においてエネルギー補償機能なし（HPI-5000型）と補償機能付き（TCS-171B型）のサーベイメータを並べて同じ場所、同じ時間帯で測定した結果は次の通りであった。次回に測定データを含めて詳細に紹介したい。

エネルギー補償機能なし（HPI-5000型）／
エネルギー補償機能付き（TCS-171B型）
＝1.5～1.9（平均；1.65）

つまり、これまでHPI-5000型で測定したデータは、1.6から1.9倍の大きな測定結果が表示されていたことになる。

平成24年10月3日に京都市内で空間放射線のモニタリングを行っている京都府立保健環境研究所（伏見区村上町）を訪ねて、放射線モニター機器の近傍で測定した。ここに設置されているモニタリング用の測定機器は、エネルギー補償機能付きシンチレーション方式である。

○研究所駐車場（砂利）；表面

- エネルギー補償機能なし（HPI-5000型）；
0.125～0.139（平均；0.132） $\mu\text{Sv/h}$
- エネルギー補償機能付き（TCS-171B型）；
0.07 $\mu\text{Sv/h}$
(HPI-5000型) / (TCS-171B型) = 1.9

○モニタリングポスト近傍（写真）；地表から高さ約1m

- エネルギー補償機能なし（HPI-5000型）；

表－１ Nalシンチレーションサーバイメータの特性

種 類	HPI-5000型 (エネルギー補償機能なし)	アロカ TCS-171B (エネルギー補償機能あり)
測定線種	γ 線	γ 線
検出部	NaI (TI) 直径1インチ×長さ1インチ	NaI (TI) シンチレーション検出器
測定範囲	線量率：0.001～99.9 μ Sv/h	1cm線量等量：0.001～30 μ Sv/h
エネルギー範囲	30keV以上の γ 線またはX線	線量率：50keV～3Mev（3Mev以上のエネルギーは全て3Mev）
精 度	±15%（Cs-137；662keV）	±15%（Cs-137；662keV）（未確認）
時定数	SHORT、MID、Longの3変換（入力カウントレートから自動設定。）	3、10、30秒
電 源	単3アルカリ乾電池×6個もしくはAC100V	○一次電池；単2型アルカリ乾電池4本 ○二次電池やACアダプタ
寸法・重量	本体：190×107×113mm、1kg プローブ：直径35mm×210mm、240g	幅：11cm、高さ：16cm、長さ：22cm 約1.5kg（検出器、二次電池含む）

※サーバイメータ等の計数率を測定する機器において、時間の経過に対して反応する速さの目安となる量。時定数が短いと変化に対して敏感だが揺らぎが大きく、時定数が長いと変化は鈍感だが、揺らぎが平均化されて値が読みやすくなる。従って、測定に要する時間は時定数の3倍程度が信頼される。（緊急被ばく医療研修のHPより）

※検出部の表示はインチであるが、1インチ＝25.4mmとして換算して示した。

0.110～0.129（平均；0.120） μ Sv/h

- エネルギー補償機能付き（TCS-171B型）：
0.08 μ Sv/h

（HPI-5000型）／（TCS-171B型）＝1.5

測定場所により様々なエネルギーを持つ γ 線が存在しており、エネルギー補償の有無により測定値（校正係数を乗じた換算値）に1.5～1.9倍の差があった。とくに、低エネルギーの γ 線が多いと校正係数が大きいので、高く表示される。なお、当日のモニタリング結果を調べると高精度の測定機器による平均的な数値は0.04 μ Sv/h程度で、エネルギー補償機能なし（HPI-5000型）測定値の約1/3程度であった。

このように同じ場所において測定しても測定機器によりかなり大きな差異が生じることに留意すべきである。測定器の特性を把握せずに、測定数値に一喜一憂することはあまり意味のないことである。



京都府空間放射線モニタリングポスト

（２）【測定事例－１】；全国各地で測定した空間放射線の比較

平成24年3月20日から10月10日までの間にHPI-5000型シンチレーションサーバイメータを持参して各地で空間放射線を測定した結果を図－1に示す。全国各地での測定であり、同時には測定できないこと、気象条件や測定周辺状況などにより変動するが、これらの結

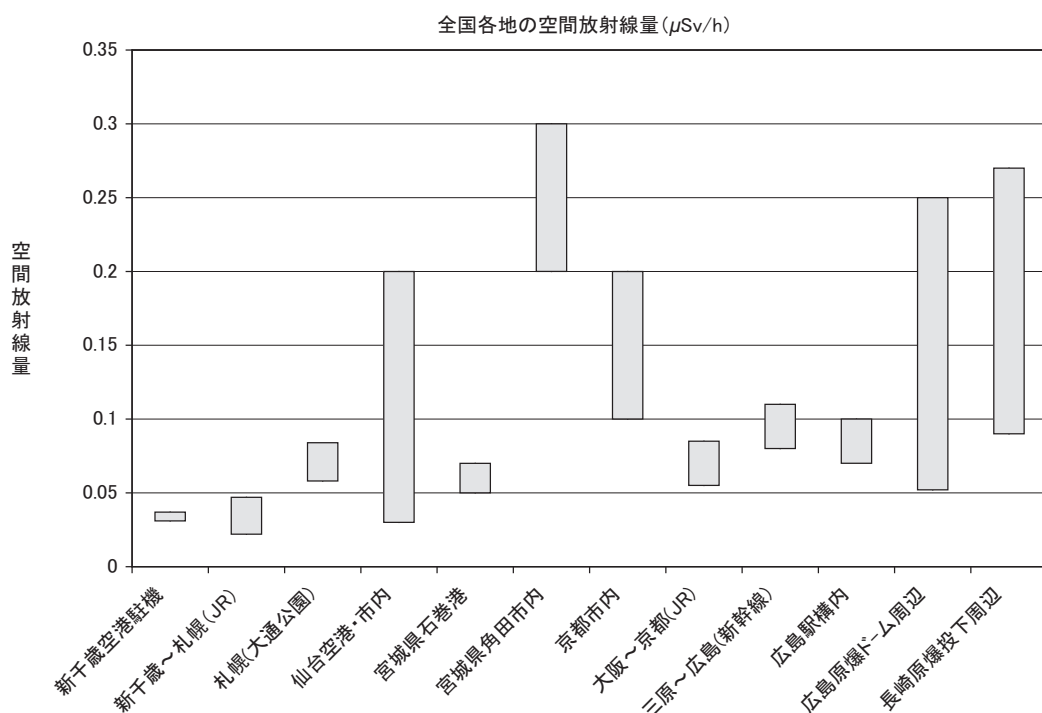
果から次のような傾向が伺える。

- ①北海道（千歳、札幌）は、 $0.1\mu\text{Sv/h}$ 以下で、全国的に低い傾向が認められる。
- ②宮城県内（仙台、石巻、角田）は、比較的低いが、場所により高い地点があった。特に、福島原発から北北西方向に70km程度に位置する角田市は明らかに高かった。なお、角田市内では $0.9\mu\text{Sv/h}$ に達するホットスポットも確認でき、原発事故の影響を示唆する。
- ③京都市内は、高い傾向がある。花崗岩質の比叡山に近いほど高く、山から離れた沖積平野である伏見区あるいはその下流の大阪層群の分布する沖積平野は低い傾向にある。
- ④大阪から広島までの区間を山陽新幹線内での測定結果は低い傾向があった。車内での測定であることが要因であると考えられる。
- ⑤広島や長崎の原発投下地点周辺は若干高い傾向にあったが、 $0.2\mu\text{Sv/h}$ を超える範囲は比較的狭い範囲であり、最高値も $0.25\mu\text{Sv/h}$ 程度で、問題はなさそうである。

（3）【測定事例—2 宮城県下の空間放射線の測定】；仙台市、石巻市、角田市

平成24年3月20日、21日と震災1年後の宮城県を訪ねた。NaIシンチレーションサーベイメータ（IHP-5000型）を持参し、宮城県仙台市、石巻市、松島町など訪れた先々で空間放射線量（ γ 線）を測定した。測定方法は、1秒ごとに測定表示が変わることや移動しながら測定するので、腰の高さで20～30秒間に示された実効線量率を読み取り、その範囲を記録した。なお、建屋内は屋外よりも高いこと、乗り物内での測定値は約3割程度低いことに留意する必要がある。

- ①宮城県下は、関西（京都、大阪）よりも放射線量は低く、屋外では、 $0.1\mu\text{Sv/h}$ 以下であった。大きなコンクリートビル内ではやや高い結果であった。
- ②空間放射線の強さは福島原発事故の影響があるとすると、その方向と距離が大きな要因になる。距離が近ければ、ホットスポット的に高い測定値がありうる。仙台市郊外

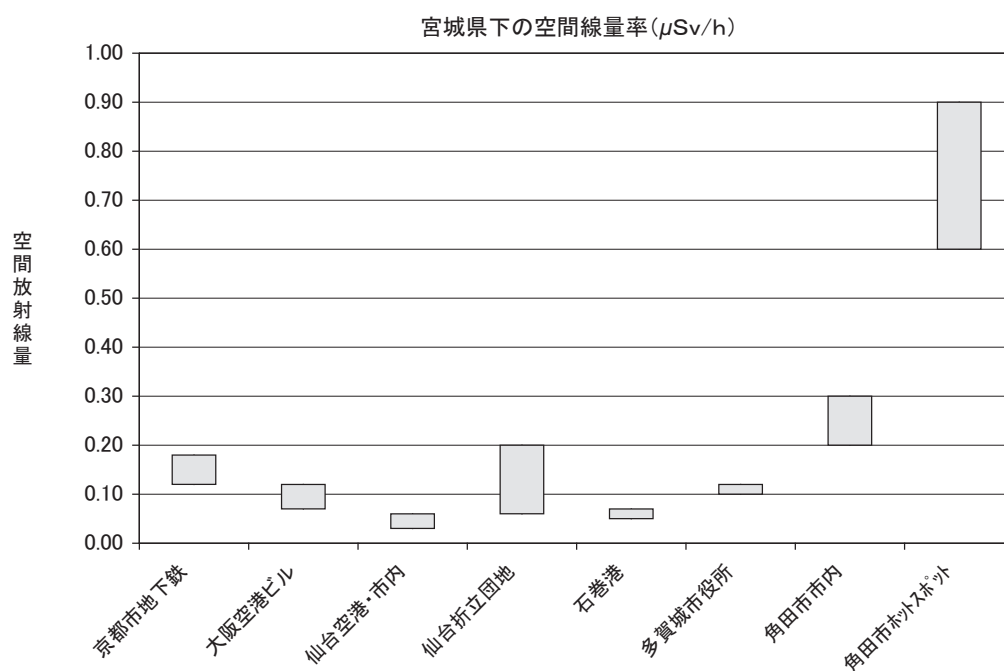


図－1 全国各地の空間放射線の測定結果（平成24年3月～10月）

の折立団地（写真）にもやや高い地点があったが、角田市内も問題となるような数値ではないが、他の地点よりも高い傾向にあった。また、小山の裾野や近く広場の一部で極端に高い地点（ホットスポット： $0.9\mu\text{Sv/h}$ ）も確認した。

- 角田市；北北西約65.6km
- 仙台市&折立団地；北約95.2km
- 石巻市、松島町、多賀城市；北約95～107km

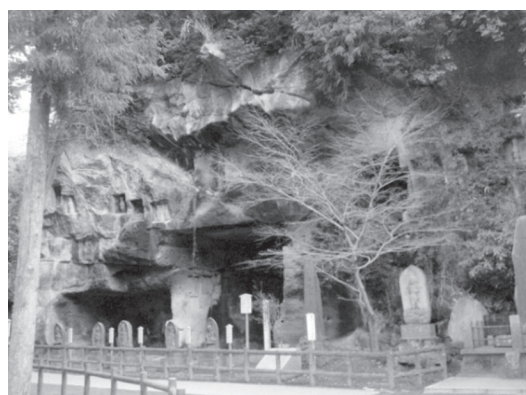
ところで、宮城県下の地質図によると、沿岸部は火山岩類や堆積岩が分布し、南部の一部に深成岩、東部の男鹿半島付近に変成岩が分布する。（100万分の1日本地質図；産業総合研究所2003）。これらの地質に含まれる放射性物質濃度は、花崗岩に比べて低いことが知られており、空間放射線が低いものと推測できる。実際、松島町には有名な瑞巖寺があるが、その周辺の丘陵は柔らかい砂岩や粘板岩であり、多くの洞窟があった（写真）。



図－2 宮城県下の空間放射線の測定結果



仙台市折立団地の被害状況

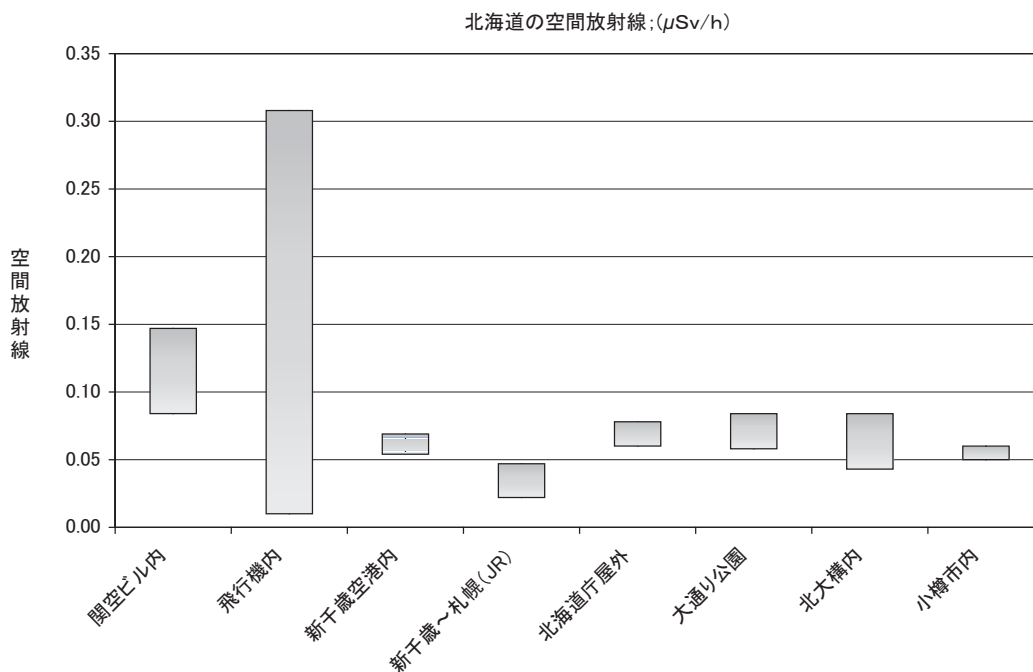


松島瑞巖寺の石窟

(4) 空間放射線の測定事例—3～飛行機内、千歳、札幌市周辺における測定

平成24年5月4～7日にサーベイメータ（IHP-5000型）を持参して札幌市内等で空間放射線を測定した。図－3に示したように、

北海道での測定地点は、京都市内に比べると半分以上で低かった。また、飛行機内においても時々測定した（なお、サーベイメータは電波を発する機器ではない。）離陸や着陸時に海上上空では $0.03\mu\text{Sv/h}$ 以下で非常に低い測



図－3 北海道の空間放射線の測定結果



札幌大通り公園（平成24年5月）



北海道庁前の芝生上で測定（平成24年5月）

定値であったが、高度が上昇するにしたがって測定値も高くなり、秋田上空（40,000フィート；約12,000m）では $0.3\mu\text{Sv/h}$ に達した。その後、苫小牧上空（数百m）から急激に低くなり、千歳着陸時には $0.01\mu\text{Sv/h}$ 程度であった。その後、JR移動、道庁、北大など散策しながら測定したが、 $0.05\sim 0.06\mu\text{Sv/h}$ 程度であった。

飛行機内で観測した放射線は、宇宙線が考えられるので、高度が上昇するにつて放射線量も高くなるが、一般に言われておりよりもかなり低かった。地表面では宇宙線の影響は小さくなり、逆に基盤岩等から生じた γ 線が対象となると考えられる。海上あるいは沖積平野部は基盤岩から放射された γ 線が水や土砂で遮へいされるので、基盤岩の露出する山体付近よりもかなり低くなると考えられる。

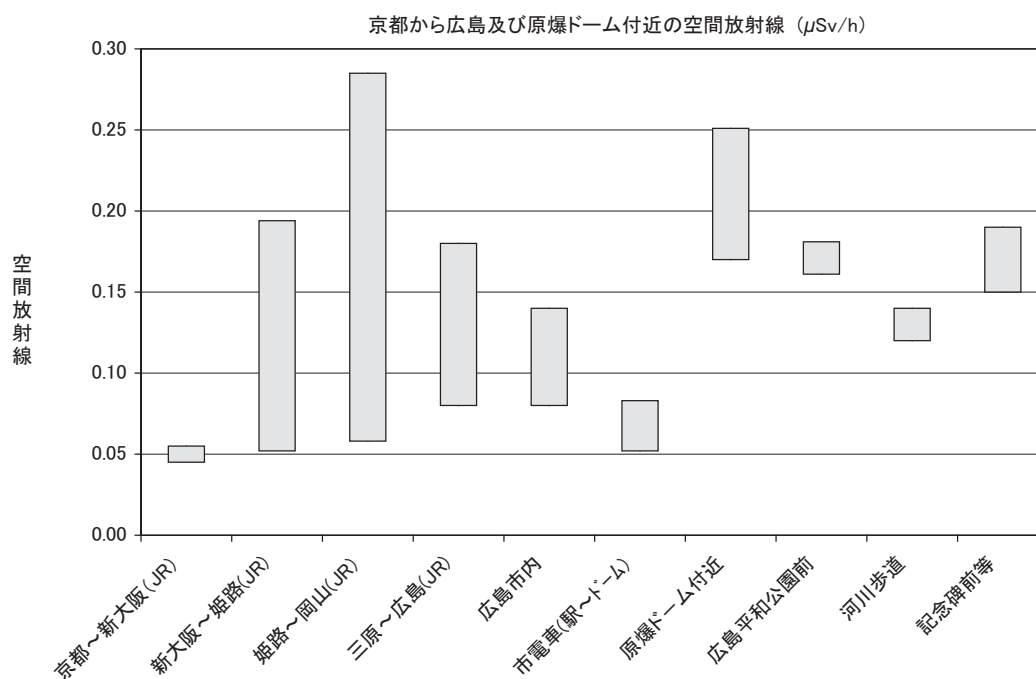
京都や神戸など関西の基盤岩は放射性物質を多く含む花崗岩が主体であるのに対し、東北や北海道では変成岩や堆積岩で構成され、放射性物質濃度が低いと言われている。とく

に、今回測定した千歳～北広島～札幌は、石狩平野の中央部であり、石狩低地帯に区分され、基盤岩が深く、堆積岩が厚く分布する。放射性物質が少ないうえ、堆積層による距離減衰や遮へいにより多地点と比べるとかなり低いことが伺える。

（５）空間放射線の測定事例—４～広島原爆ドーム周辺における測定

平成24年5月29日にサーベイメータ（IHP-5000型）を持参して広島市で空間放射線を測定した結果を図－４に示した。次のような特徴があった。

- ①京都から広島までは山陽新幹線内で測定した。平野部では $0.12\mu\text{Sv/h}$ 以下程度であったが、トンネル内では時々 $0.2\mu\text{Sv/h}$ を超える高い数値が計測された。平野部であっても新大阪～広島間は山合いを通過するので、京都から大阪の平野部よりもかなり高い傾向が確認された。
- ②広島駅構内はコンクリート構造物であるが



図－４ 京都から広島、広島原爆ドーム付近の空間放射線の測定結果



原爆ドーム



原爆ドーム横の元安川（対岸に平和公園）

0.12 μ Sv/h以下で低く、また、市電で駅から原爆ドーム前まで測定値も低かった。市電内では、車体による遮へいがあるので、低い傾向にあった。

- ③原爆ドーム周辺の測定値は、0.12～0.25 μ Sv/h程度であり、0.2 μ Sv/hを超える地点も存在するがその範囲は狭く、問題のない程度であった。他の測定地点と比べると最小値が高い傾向が伺える。

原爆ドーム付近にも空間放射線の低い箇所もあったが、工事などで土砂が入れ替えられたと考えられる。高い地点としては、すぐ横を流れる元安川の河川敷や被ばくしたと思われる岩や石で造られた石碑前などであった。また、元安川の堤防には歩道が整備されているが、砂利道は低く、土を固めた歩道は高い傾向にあった。

ところで、広島県市の地形は、海岸附近と河川に沿って僅か平地が存在するのみで、大部分は高原状の山岳地帯をなしている。その周辺は、500～800m程度の山岳が連続して起伏している。山岳地帯の地質は、火成岩である花崗岩類・石英斑岩・閃緑岩等であり、放射性物質が多く含むと推測される。当然、福山市や三原市にも同様に分布するので、JR車内でもかなり高い線量が測定された要因であると考えられる。なお、広島県下は放射性銂物の産地でもあるとの報告がある。

以上のことから、元安川の河川砂利や下流

の土を固めた歩道などで空間放射線が高いのは上流から放射性物質を含む土砂が流出した可能性がある。あるいは、被ばくしたと思われる岩や石の前で高い放射線が測定されたことは、原爆により放射化した放射性物質が残存していることもありうる。（広島県南部および愛媛県高縄半島空中放射能探査報告 杉山友紀*駒井二郎*文献名未記載）

（6）空間放射線の測定事例—5～長崎原爆投下地点周辺における測定

平成24年10月6～9日にサーベイメータ（IHP-5000型）を持参して長崎県内で空間放射線を測定した結果を図-5に示した。とくに、雲仙普賢岳の火砕流で知られる島原市と67年前にプルトニウム型原爆が投下された長崎市松山町を訪れて測定した。その結果、次の特徴があった。

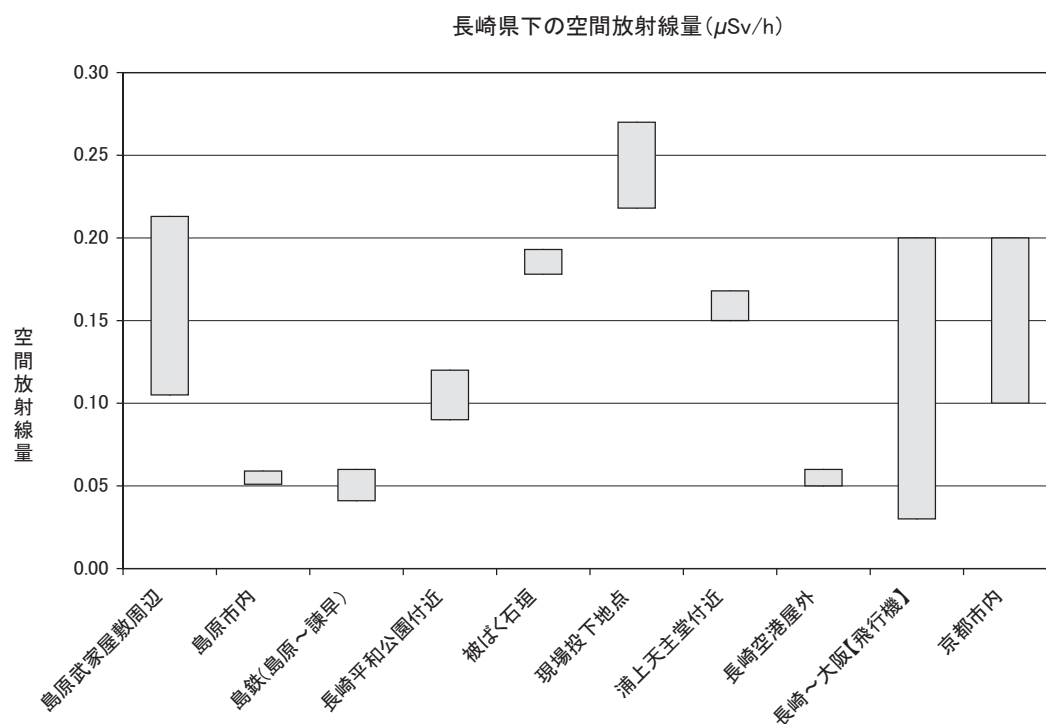
- ①島原市は、雲仙普賢岳の麓に位置し、湧水が多く、海が近い地形である。また、島原鉄道は海岸部を走る。市内及び鉄道内は0.06 μ Sv/h以下で低かったが、普賢岳の山麓に近い地点や武家屋敷（写真）などはやや高く、とくに武家屋敷を取り巻く石垣近傍がやや高かった。島原市は普賢岳の裾野に位置し、海岸に近く放射線量は低い。
- ②長崎平和公園は原爆が投下された地点から400mほど離れた小高い丘陵地にあるが、空間放射線量は0.12 μ Sv/h以下で低かった。

被ばくした石垣や浦上天主堂も $0.2\mu\text{Sv/h}$ 以下であった。

- ③原爆落下地点の公園内では $0.2\mu\text{Sv/h}$ を超えており、明らかに高かった。前述した広島原爆ドーム付近と同じ程度の放射線量であることが分かった。

- ④長崎と大阪伊丹空港間の飛行機内の空間放射線量は、最大値は高度9,500mを飛行中の

松山上空であり、長崎空港離陸時と大阪淀川上空から着陸時の $0.015\mu\text{Sv/h}$ 程度であった。低空飛行時には地表からの放射線の距離減衰及び飛行機材質による遮へいであり、上空では宇宙線による放射線が考えられる。長崎県内の地質は、一部に花崗岩が分布するものの、原爆落下地点の松山町付近では、放射性物質が少ないと言われる火山岩、玄武



図－５ 京都から長崎及び原爆投下地点の空間放射線の測定結果



武家屋敷の中央水路（平成 24 年 10 月）



雲仙普賢岳（島原市より 平成 24 年 10 月）



原爆落下地点（1945年8月9日11:02）

岩、流紋岩などである。原爆投下地点周辺だけが明らかに放射線量が高いことは、原爆により放射化した岩石・砂等の無機物が残存していることを示唆する。

【おわりにあたって】

様々な地域において同じ測定器を持参して空間放射線を測定したデータを紹介したが、空間放射線はそれぞれの地域の地質構成によって大きな違いがあることを示唆していた。ところが、同じ原理（シンチレーション型）で測定していても検出器に入射するすべての放射線を検知できないことや検知した γ 線のエネルギーにより吸収線量（1 cm 等価線量）が異なるので、測定した値に校正係数を乗じた数値が表示されるが、測定器により数値に大きな違いがある。

ところで、測定している空間放射線は自然由来の γ 線であり、被ばく線量としてはカウントされない。規制値である年間1 mSv 被ばく線量は、原発事故由来の線量であり、測定値には適用されない。なお、自然由来であっても事故由来であっても放射線の人に対する影響は同じであることに留意する必要がある。

空間放射線を現場で測定した結果を考察すると、測定データ自体に大きな誤差を含んでいる可能性があり、とくにエネルギー補償機能なしとありの2種類の測定器による違いが大きかった。その理由がわからなければ測定

数値に振り回されることになるので、次回にはもう少し詳しく調べてみます。さらに、車内での測定結果やマンションでの測定結果など、一般の方々が疑問に思っていそうな質問をネットで検索し、実測に基づいたデータから解説したいと思います。

なお、当該内容は、私の現時点における知見であることをご理解いただければと思います。

【追記】

自然由来の空間放射線（ γ 線）に関する留意事項をまとめておきます。

- ①測定原理は同じシンチレーション方式であってもエネルギー補償機能の有無により測定値に1.5～1.9倍の差があった。なお、放射性セシウムで校正した測定器では、空間放射線の測定値にバラツキが認められるが、事故由来の放射性セシウムの γ 線を高い精度で測定できる。
- ②シンチレーション方式は、 γ 線を検知し、 β 線や α 線は測定されない。空間放射線は γ 線を測定しているのであり、 γ 線の化学、電離、蛍光作用等を利用して計測する。 γ 線は透過力が大きいので通過したり、全てを光に変換できないあるいは γ 線のエネルギーにより実効線量が違うので、測定値に校正係数を乗じて表示される。
- ③空間放射線は、北海道や東北で低く、関西や中国地方では高い傾向になった。基盤岩を構成する火成岩の種類、基盤岩の分布深度、堆積層の厚さや地下水などにより変わる。
- ④原爆が投下された広島や長崎では若干高いものの、その範囲は狭く、問題はなかった。
- ⑤被ばく線量に関する各種基準は、全て原発事故由来に伴って追加的に被ばくした量であり、自然由来の放射線は含まれない。しかし、自然由来も事故由来も人に対する影響は同じである。