RI コーンプローブを利用した自然放射線測定技術の活用

ソイルアンドロックエンジニアリング㈱ 正会員 ○後藤政昭
同上　小山博司　石井正紀　重富正幸　松浦良信　長澤遼

１．はじめに

RI コーンで地盤内の湿潤密度を測定する際は，装着した線源に由来するガンマ線を実効測定値とするため，線源を装着しない状態での自然ガンマ線強度（バックグラウンド：BG と称する）測定を行い，線源を装着した状態での測定値（線源由来のガンマ線強度＋BG 測定値）との差から，線源由来のガンマ線強度のみを求めて湿潤密度を計測している [1)]．そこで，まず RI コーンプローブを用いた BG 測定でのカウント（計数率）N（cps）と 1cm 線量当量率 E（μSv/h）の相関性について検証した．次に，自然の放射能であるカリウム 40（^{40}K）の含有量が異なる山砂，まさ土で測定した BG とそれぞれの放射能濃度（Bq/kg）との相関について検証した [2)]．

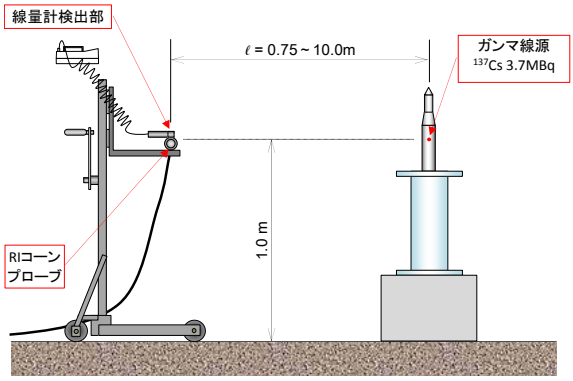
これらの結果に基づき，RI コーンプローブを用いて全国で測定した BG 測定結果 [2), 3)] の中で，東日本大震災以降に測定した東北～関西地区での BG 測定結果を報告する．

２．BG 測定結果と 1cm 線量当量率の相関について

RI コーンでの湿潤密度測定に使用する 3.7MBq のセシウム 137（^{137}Cs）線源を用いて，RI コーンプローブのガンマ線計数率 N（cps）と検定済の線量計の 1cm 線量当量率 E（μSv/h）との相関を 6 階建の当社ビル（大阪府豊中市）の屋上で実測した．測定に当たっては屋上の床面から 1m の高さに RI コーンプローブと線量計をセットし，線源からの距離を変えて実測した（図－1 参照）．RI コーンプローブと 1cm 線量当量率測定に用いた線量計は，どちらもガンマ線の検出に NaI（Tl）シンチレーション検出器を用いている．その仕様を表－1 に示す．

表－2 に示す測定結果より，明らかに RI コーンプローブでは線源距離 5m より 7m の値が小さいが，線量計では値が変わらない．これは線量計の表示有効桁数が小数点以下 2 桁であるため差が出なかったと考えられ，線量計の表示限界以下の差であることを意味する．測定結果に基づき，縦軸に線量計の 1cm 線量当量率 E，横軸に RI コーンプローブの計数率 N を取り，普通目盛で対比したものを図－2 に示した．同図より両者の相関は良く，決定係数（R^2）は 0.99 以上の値を示しており，E＝0.0005933N（式①）なる関係式が求まる．

３．BG 測定の計数率 N(cps) と放射能濃度（Bq/kg）の相関について



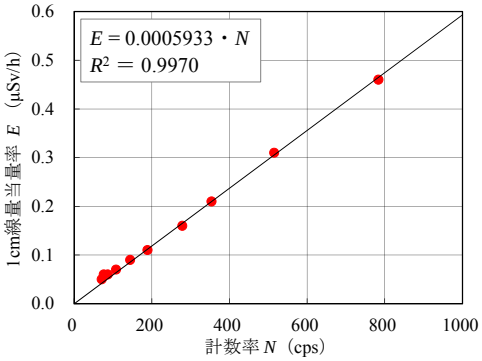
図－1　RI コーンプローブによるガンマ線計数率 N（cps）と線量計の 1cm 線量当量率 E（μSv/h）との相関測定図

表－1　RI コーンプローブと線量計の仕様

測定器	RIコーンプローブ SRDt-1DP-TP5	線量計 TCS-172
検出部容積	φ27mm×ℓ127mm =72.68cm^3	φ25.4mm×ℓ25.4mm =12.86cm^3
測定範囲	---	0～30μSv/h

表－2　線源からの距離と計数率及び 1cm 線量当量率の関係

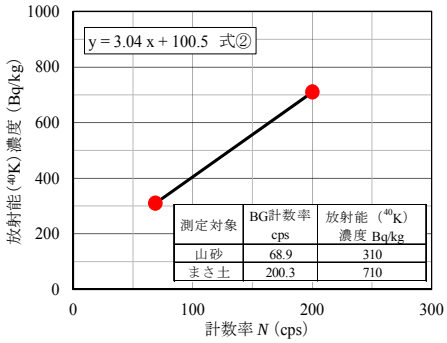
測定器	RIｺｰﾝﾌﾟﾛｰﾌﾞ	線量計
線源からの距離 ℓ (m)	計数率 N (cps)	1cm線量当量率 E (μSv/h)
0.75	783.8	0.46
1.00	515.3	0.31
1.25	354.1	0.21
1.50	278.8	0.16
2.00	188.9	0.11
2.50	144.3	0.09
3.50	108.2	0.07
5.00	86.9	0.06
7.00	76.3	0.06
10.00	70.9	0.05



図－2　RI コーンプローブの計数率と 1cm 線量当量率の関係

キーワード　自然ガンマ線，RI コーン貫入試験，原発事故，線量当量率，放射能濃度
連絡先　〒561-0834　大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1　ｿｲﾙｱﾝﾄﾞﾛｯｸｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱　TEL 06-6331-6031

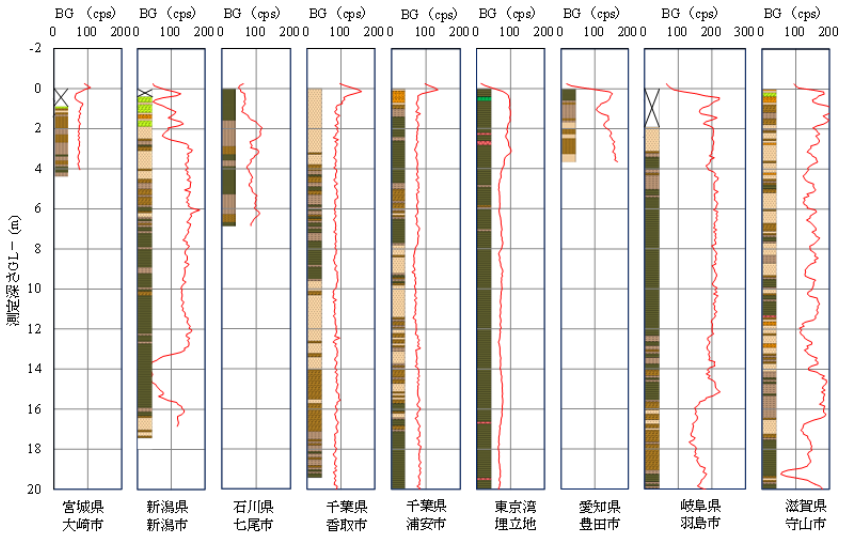
^{40}K の含有量が異なる山砂，まさ土で測定した BG とそれぞれの放射能濃度（Bq/kg）との相関について検証した．当社敷地にて直径 70cm，高さ 100cm のドラム缶に 90cm の高さまで山砂，まさ土を充填し，RI コーンプローブで計数率 N（cps）を測定した．測定後，それぞれの放射能濃度を公定法で求めた（現時点では，2 試料のみの検証となっているので今後追加検証する予定である）．測定結果に基づき，縦軸に放射能濃度（Bq/kg），横軸に RI コーンプローブの計数率 N（cps）を取り，普通目盛で対比したものを図－3 に示した．山砂では計数率 N は 70cps 弱で放射能濃度は 310Bq/kg，まさ土では N=200cps で 710Bq/kg となっている．



図－3　RI コーンの計数率と放射能（^{40}K）濃度の関係

４．東北～関西での東日本大震災以降の RI コーン測定結果の BG 深度分布について

東日本大震災以降に東北～関西の 9 地点で測定した地表付近～地中の BG 結果をまとめて図－4 に示す．同図中には RI コーンで推定した土質柱状図も併記して示している．これらの 9 地点のうち，宮城県，千葉県香取市，千葉県浦安市の地表付近，東京湾埋立地の GL-3m 以浅の BG はそれ以深より大きくなっており，この BG は福島第一原発事故で大気中に放出されたのち，地表に降下した放射能に由来すると考えられる．



図－4　日本全国での地表面付近～地中BG測定結果（東北～関西までの9地点）

一方，同じく東日本大震災以降に測定された新潟県，石川県，愛知県，岐阜県，滋賀県では地表付近の値が大きい傾向は認められず，放射能の影響は受けていないことが地表付近の BG からも確認できる．なお，図－4 の岐阜県羽島市で BG が 200cps と大きくなっているのは，花崗岩地帯を流れている木曽川の下流部であるため，まさ土が堆積している影響と考えられる [4]．

５．測定地点での地表付近の 1cm 線量当量率と地中の放射能濃度について（まとめに代えて）

図－4 より，地表付近の BG は 50～200cps 程度であるので式①より，1cm 線量当量率は ^{137}Cs に換算して 0.03～0.12μSv/h 程度と求まる．また，地中の BG も一部を除き 50～200cps 程度であるので，図－3 に示す式②より，放射能濃度は ^{40}K 換算で 250～700Bq/kg 程度と求まる．これらの値は 1cm 線量当量率，地中の放射能濃度ともに基準を大きく下回り，環境に影響の無い値である．

以上より，この手法を用いると，地表 1m 付近の 1cm 線量当量率 E（μSv/h）はもとより，底質土や地中の放射能濃度（Bq/kg）が検出可能であり，海や川に降下した福島第一原発事故由来の放射能の影響を，原位置で迅速に評価することが可能である．

参考文献

1）後藤政昭他，RI コーンを用いた地表付近の自然放射線（BG）測定結果に対する考察，第 10 回地盤工学会関東支部発表会，A0038，2013.10

2）後藤政昭，重富正幸他，RI コーンプローブを利用した自然放射線測定（その２）　第 4 回環境放射能除染研究発表会要旨集，pp48，2015.7

3）鈴木聡彦，吉村貢，渡邊保貴，小峯秀雄，自然放射線のガンマ線と地盤に含まれる自然放射線核種の分布，土木学会第 71 回年次学術講演会　投稿中

4）日本地質学会 HP＞地質災害調査＞2011＞東日本大震災＞日本の自然放射線量