

岡山県下における土壌中の環境放射能濃度

—低バックグラウンド型Ge半導体検出器を用いた土壌中のU-238, Ra-226同時迅速分析法（第3報）—

Radioactivity of the Soil in Okayama Prefecture

(Rapid Determination of U-238 and Ra-226 in Soil by Low Background Ge Detector (III))

道広憲秀, 清水光郎, 信森達也, 森上嘉亮, 宮崎 清 (放射能科)

Kenshu Michihiro, Mitsuo Shimizu, Tatsuya Nobumori, Yoshiaki Morikami, Kiyoshi Miyazaki

採土器を用いて、1地点につき3箇所の土壌を採取した。メッシュ分けは、経度は15'、緯度は10'間隔（日本測地系）とした。メッシュの大きさは、東西方向で約23km、南北方向で約18kmであった。（図1）

採取地点への到達のためには、SONY製のGPS（全地球測位システム）を使用した。採取試料は、実験室に持ち帰り105℃で熱風乾燥後に、2mm篩下を測定試料とした。

供試料重量は、53.7～79.3gとし、測定時間は100,000秒～300,000秒とした。

2-2 ピーク解析

著者らが1990年代に県下全域で採取保存してあった上記36試料を、CANBERRA社製ゲルマニウム半導体検出器ULB-GR3019を用いてγ線スペクトロメトリで分析した。

対象核種とそのピークは、それぞれU-238（63keV）、Ra-226（352keV）、Pb-210（46.5keV）、Ac-228（911keV）、Ra-224（241keV）、Tl-208（583keV）、U-235（144keV）、K-40（1462keV）、Cs-137（662keV）である。なおRa-226濃度については、186keVは計数誤差が大きいため、今回は迅速性でなく測定精度を優先して、Pb-214（352keV）を測定対象ピークにすることにより結果を得た。そのためにU-8容器に土壌を詰めて、アクリル円板とアクリル系接着剤を用いて密封して、約1ヶ月後に測定した。

Pb-210とCs-137濃度は、減衰補正計算を行って試料採取時の濃度とした。また試料採取後測定までの経過時間が長いので、半減期の観点から、Ac-228に対してRa-224、Tl-208は必ずしも正確でないことが予測されるのでその結果は参考値となる。

3 結果及び考察

地図上の位置が田畑や住宅に当たった場合には、近接のあぜ道や公園等で採取した。道路から外れた山間部の森林に該当して容易に目標地点へ到着できない場合には、最大で100m以内まで接近して採取した。採取地点の地質判定には、岡山県地質図³⁾を利用した。

測定結果は表1の通りである。表2には核種毎の濃度範囲と平均値、標本標準偏差を示した。

土壌中の天然放射能濃度は地質で左右されるが、U-238、Th-232濃度は、一般的に花崗岩等酸性岩では

高く、中性岩、塩基性岩、超塩基性岩の順番で低くなっている。また岩石が風化によって土壌になる過程で、含有濃度は、低くなったり高くなったりする⁴⁾とされている。なおTh-232は、Ac-228の親核種であり、両核種は土壌中では放射平衡と考えられる。

今回の調査結果についても地質と濃度は、良く対応していたし、国連科学委員会報告⁵⁾にある普通の岩石に含まれるU-238、Th-232及びK-40濃度の範囲にあった。またU-238濃度については、広島県等⁶⁾における土壌調査結果とも同レベルであった。

一方、田上⁷⁾らによると、日本全国の農耕地土壌について、U-238濃度は水田土では0.020～0.058Bq/g乾、畑土では0.013～0.052Bq/g乾にあり、今回の調査におけるU-238濃度は、全国の農耕地土壌のレベルとも同等であった。また人形峠周辺の監視結果⁸⁾における土壌中U-238濃度とも同等であった。

Cs-137についても、全国の土壌中の放射能濃度⁹⁾と比較してそれらの範囲内であった。

3-1 上層と下層の濃度関係

表2に示すように天然放射性核種については、Pb-210を除くと、上層より下層がやや高い傾向があるものの、下層/上層比（以下「比」とする）はほぼ1であった。土壌は風化の作用を受けてはいても、天然放射性核種は、上層下層に関わらず母岩に依存することが確認された。

Cs-137とPb-210については、「比」の平均値がそれぞれ0.71、0.74であり、上層より下層が低い濃度となっていた。その理由は、両核種が空から地表に降下することで、土壌中に存在するからである。

Cs-137の「比」が1若しくは1を少し超える地点（B1、B3、C3、D1、D3、E4）は、農耕地であった。この結果は次のように説明できる。元来天然土壌には含まれないCs-137は、空からのフォールアウト起源の人口放射性核種であり、降下後には垂直移動速度が遅く、土壌表層部に多く偏在する¹⁰⁾ことが知られている。しかし畑や水田等では、耕作により土壌が攪乱されるために、「比」は1になるものと考えられる。

Pb-210については、本来土壌には一定量含有されるが、それに加えて、大地から大気中へ拡散したRn-222の壊変由来で生成したPb-210が、エアロゾルに付着して、主に降雨に伴い地上に降下している。この現象を

表1 地点毎の土壤中放射能濃度

| 地点 | 地質 | 採取地点 | | ウラン系 | | | | トリウム系 | | | | アクチニウム系 | | K-40(1462keV) (Bq/g乾) | Cs-137(662keV) (Bq/g乾) |
|-----|-------|-----------------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| | | 東経 | 北緯 | U-238(63.3keV) (Bq/g乾) | Ra-226(352keV) (Bq/g乾) | Pb-210(46.5keV) (Bq/g乾) | Ac-228(911keV) (Bq/g乾) | Ra-224(241keV) (Bq/g乾) | Tl-208 583keV (Bq/g乾) | U-235(144keV) (Bq/g乾) | | | | | |
| A-1 | 花崗岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 34° 30' | 0.052 ± 0.002 | 0.0397 ± 0.0005 | 0.046 ± 0.002 | 0.074 ± 0.001 | 0.073 ± 0.004 | 0.0233 ± 0.0003 | 0.0027 ± 0.0005 | 1.143 ± 0.008 | 0.0019 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.053 ± 0.002 | 0.0443 ± 0.0006 | 0.037 ± 0.002 | 0.080 ± 0.001 | 0.095 ± 0.004 | 0.0250 ± 0.0003 | 0.0028 ± 0.0006 | 1.126 ± 0.009 | 0.0007 ± 0.0001 | | |
| A-2 | 礫・砂・泥 | 0~5cm | 133° 45' 00 | 34° 30' | 0.021 ± 0.002 | 0.0190 ± 0.0004 | 0.024 ± 0.001 | 0.041 ± 0.001 | 0.047 ± 0.003 | 0.0138 ± 0.0003 | 0.0014 ± 0.0003 | 0.742 ± 0.007 | 0.0006 ± 0.0001 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.027 ± 0.002 | 0.0259 ± 0.0005 | 0.022 ± 0.001 | 0.041 ± 0.001 | 0.053 ± 0.005 | 0.0140 ± 0.0003 | 0.0023 ± 0.0007 | 0.763 ± 0.007 | 0.0004 ± 0.0001 | | |
| B-1 | 蛇紋岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 34° 40' | 0.028 ± 0.002 | 0.0246 ± 0.0005 | 0.040 ± 0.001 | 0.034 ± 0.001 | 0.035 ± 0.003 | 0.0108 ± 0.0003 | 0.0035 ± 0.0005 | 1.03 ± 0.01 | 0.0096 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.033 ± 0.002 | 0.026 ± 0.0005 | 0.033 ± 0.002 | 0.037 ± 0.001 | 0.044 ± 0.003 | 0.0116 ± 0.0003 | 0.0029 ± 0.0005 | 0.267 ± 0.005 | 0.0096 ± 0.0003 | | |
| B-2 | 礫・砂 | 0~5cm | 133° 45' 00 | 34° 40' | 0.046 ± 0.002 | 0.0364 ± 0.001 | 0.048 ± 0.002 | 0.036 ± 0.001 | 0.050 ± 0.004 | 0.0128 ± 0.0003 | 0.0033 ± 0.0005 | 0.640 ± 0.007 | 0.0105 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.049 ± 0.002 | 0.0349 ± 0.0006 | 0.043 ± 0.002 | 0.039 ± 0.001 | 0.041 ± 0.004 | 0.0129 ± 0.0003 | 0.0033 ± 0.0005 | 0.610 ± 0.008 | 0.0083 ± 0.0002 | | |
| B-3 | 礫・砂 | 0~5cm | 134° 00' 00 | 34° 40' | 0.031 ± 0.002 | 0.0261 ± 0.0004 | 0.028 ± 0.001 | 0.038 ± 0.001 | 0.039 ± 0.003 | 0.0126 ± 0.0002 | 0.0017 ± 0.0005 | 0.719 ± 0.007 | 0.0042 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.035 ± 0.002 | 0.0275 ± 0.0004 | 0.037 ± 0.002 | 0.038 ± 0.001 | 0.039 ± 0.003 | 0.0121 ± 0.0002 | 0.0024 ± 0.0005 | 0.688 ± 0.007 | 0.0053 ± 0.0002 | | |
| C-1 | 流紋岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 34° 50' | 0.031 ± 0.002 | 0.0292 ± 0.0005 | 0.022 ± 0.001 | 0.032 ± 0.001 | 0.036 ± 0.003 | 0.0104 ± 0.0002 | 0.0017 ± 0.0004 | 0.542 ± 0.006 | 0.0006 ± 0.0001 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.028 ± 0.001 | 0.0277 ± 0.0004 | 0.019 ± 0.001 | 0.030 ± 0.001 | 0.035 ± 0.003 | 0.0103 ± 0.0002 | 0.0012 ± 0.0003 | 0.521 ± 0.007 | 0.0002 ± 0.0001 | | |
| C-2 | 花崗岩 | 0~5cm | 133° 45' 00 | 34° 50' | 0.053 ± 0.002 | 0.0493 ± 0.0006 | 0.055 ± 0.002 | 0.050 ± 0.001 | 0.051 ± 0.004 | 0.0168 ± 0.0003 | 0.0046 ± 0.0005 | 0.449 ± 0.006 | 0.0030 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.063 ± 0.002 | 0.056 ± 0.0006 | 0.041 ± 0.001 | 0.059 ± 0.001 | 0.080 ± 0.004 | 0.0197 ± 0.0003 | 0.0042 ± 0.0005 | 0.564 ± 0.006 | 0.0007 ± 0.0001 | | |
| C-3 | 花崗岩 | 0~5cm | 134° 00' 00 | 34° 50' | 0.023 ± 0.002 | 0.0242 ± 0.0004 | 0.025 ± 0.001 | 0.024 ± 0.001 | 0.024 ± 0.001 | 0.0090 ± 0.0002 | 0.0013 ± 0.0004 | 0.985 ± 0.006 | 0.0062 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.032 ± 0.002 | 0.0270 ± 0.0005 | 0.040 ± 0.002 | 0.033 ± 0.001 | 0.038 ± 0.003 | 0.0122 ± 0.0003 | 0.0036 ± 0.0005 | 0.294 ± 0.005 | 0.0095 ± 0.0003 | | |
| C-4 | 流紋岩 | 0~5cm | 134° 15' 00 | 34° 50' | 0.033 ± 0.002 | 0.0293 ± 0.0005 | 0.031 ± 0.001 | 0.039 ± 0.001 | 0.046 ± 0.003 | 0.0127 ± 0.0002 | 0.0027 ± 0.0006 | 0.312 ± 0.005 | 0.0044 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.039 ± 0.002 | 0.0332 ± 0.0005 | 0.05 ± 0.002 | 0.043 ± 0.001 | 0.06 ± 0.004 | 0.0145 ± 0.0003 | 0.0033 ± 0.0006 | 0.270 ± 0.004 | 0.0159 ± 0.0003 | | |
| D-1 | 流紋岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 35° 00' | 0.022 ± 0.001 | 0.0185 ± 0.0004 | 0.069 ± 0.001 | 0.027 ± 0.001 | 0.028 ± 0.003 | 0.0075 ± 0.0002 | 0.0015 ± 0.0004 | 0.457 ± 0.006 | 0.0400 ± 0.0005 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.024 ± 0.001 | 0.0260 ± 0.0004 | 0.069 ± 0.001 | 0.036 ± 0.001 | 0.039 ± 0.003 | 0.0120 ± 0.0002 | 0.0033 ± 0.0008 | 0.684 ± 0.007 | 0.0398 ± 0.0005 | | |
| D-2 | 泥岩 | 0~5cm | 133° 45' 00 | 35° 00' | 0.040 ± 0.002 | 0.0348 ± 0.0005 | 0.071 ± 0.002 | 0.053 ± 0.001 | 0.058 ± 0.004 | 0.0170 ± 0.0003 | 0.0022 ± 0.0007 | 0.736 ± 0.007 | 0.0174 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.040 ± 0.002 | 0.0394 ± 0.0005 | 0.033 ± 0.001 | 0.060 ± 0.001 | 0.062 ± 0.004 | 0.0191 ± 0.0003 | 0.0036 ± 0.0005 | 0.793 ± 0.007 | 0.0096 ± 0.0003 | | |
| D-3 | 流紋岩 | 0~5cm | 134° 00' 00 | 35° 00' | 0.036 ± 0.002 | 0.0308 ± 0.0005 | 0.064 ± 0.002 | 0.041 ± 0.001 | 0.050 ± 0.003 | 0.0132 ± 0.0003 | 0.0028 ± 0.0005 | 0.281 ± 0.005 | 0.0149 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.041 ± 0.002 | 0.0332 ± 0.0005 | 0.05 ± 0.002 | 0.043 ± 0.001 | 0.06 ± 0.004 | 0.0145 ± 0.0003 | 0.0033 ± 0.0006 | 0.270 ± 0.004 | 0.0159 ± 0.0003 | | |
| D-4 | 礫・砂 | 0~5cm | 134° 15' 00 | 35° 00' | 0.021 ± 0.001 | 0.0160 ± 0.0003 | 0.029 ± 0.001 | 0.021 ± 0.001 | 0.023 ± 0.002 | 0.0070 ± 0.0002 | 0.0014 ± 0.0002 | 0.304 ± 0.005 | 0.0098 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.027 ± 0.001 | 0.0175 ± 0.0004 | 0.016 ± 0.001 | 0.024 ± 0.001 | 0.027 ± 0.003 | 0.0076 ± 0.0002 | 0.0016 ± 0.0003 | 0.281 ± 0.005 | 0.0045 ± 0.0002 | | |
| E-1 | 安山岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 35° 10' | 0.027 ± 0.001 | 0.0270 ± 0.0004 | 0.223 ± 0.003 | 0.030 ± 0.001 | 0.035 ± 0.003 | 0.0099 ± 0.0002 | 0.0020 ± 0.0004 | 0.397 ± 0.005 | 0.0460 ± 0.0005 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.027 ± 0.001 | 0.0245 ± 0.0004 | 0.056 ± 0.002 | 0.030 ± 0.001 | 0.034 ± 0.003 | 0.0101 ± 0.0002 | 0.0018 ± 0.0003 | 0.409 ± 0.005 | 0.0126 ± 0.0003 | | |
| E-2 | 花崗岩 | 0~5cm | 133° 45' 00 | 35° 10' | 0.030 ± 0.002 | 0.0287 ± 0.0005 | 0.056 ± 0.002 | 0.038 ± 0.001 | 0.047 ± 0.003 | 0.0124 ± 0.0003 | 0.0022 ± 0.0004 | 0.647 ± 0.007 | 0.0123 ± 0.001 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.035 ± 0.002 | 0.0304 ± 0.0005 | 0.027 ± 0.001 | 0.048 ± 0.002 | 0.040 ± 0.003 | 0.0148 ± 0.0002 | 0.0025 ± 0.0005 | 0.601 ± 0.006 | 0.0043 ± 0.0002 | | |
| E-3 | 泥岩 | 0~5cm | 134° 00' 00 | 35° 10' | 0.029 ± 0.002 | 0.0218 ± 0.0005 | 0.117 ± 0.002 | 0.031 ± 0.001 | 0.028 ± 0.003 | 0.0104 ± 0.0003 | 0.0019 ± 0.0005 | 0.464 ± 0.006 | 0.0470 ± 0.0006 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.029 ± 0.002 | 0.0269 ± 0.0005 | 0.069 ± 0.002 | 0.034 ± 0.001 | 0.039 ± 0.003 | 0.0113 ± 0.0002 | 0.0019 ± 0.0004 | 0.480 ± 0.006 | 0.0332 ± 0.0005 | | |
| E-4 | 安山岩 | 0~5cm | 134° 15' 00 | 35° 10' | 0.024 ± 0.002 | 0.0215 ± 0.0004 | 0.076 ± 0.002 | 0.036 ± 0.001 | 0.032 ± 0.003 | 0.0107 ± 0.0003 | 0.0018 ± 0.0004 | 0.515 ± 0.006 | 0.0095 ± 0.0003 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.030 ± 0.002 | 0.0232 ± 0.0004 | 0.058 ± 0.002 | 0.036 ± 0.001 | 0.040 ± 0.003 | 0.0123 ± 0.0002 | 0.0028 ± 0.0005 | 0.593 ± 0.006 | 0.0118 ± 0.0003 | | |
| F-3 | 安山岩 | 0~5cm | 133° 30' 00 | 35° 20' | 0.028 ± 0.003 | 0.0247 ± 0.0005 | 0.039 ± 0.002 | 0.052 ± 0.001 | 0.056 ± 0.004 | 0.0160 ± 0.0003 | 0.0025 ± 0.0006 | 1.007 ± 0.009 | 0.0022 ± 0.0002 | | |
| | | 5~20cm 下層/上層 | | | 0.031 ± 0.002 | 0.0276 ± 0.0005 | 0.025 ± 0.002 | 0.082 ± 0.001 | 0.087 ± 0.004 | 0.0267 ± 0.0003 | 0.0024 ± 0.0005 | 0.951 ± 0.008 | 0.0018 ± 0.0002 | | |
| | | | | | 1.11 ± 0.14 | 1.12 ± 0.03 | 0.64 ± 0.06 | 1.58 ± 0.04 | 1.55 ± 0.11 | 1.67 ± 0.04 | 0.96 ± 0.31 | 0.94 ± 0.01 | 0.82 ± 0.12 | | |

表2 県下土壤中放射能濃度の範囲と平均値及び上層・下層の比較

| 核種 | 深度 | 最小 | 最大 | 平均 | 標準偏差 | 比：下層／上層 | | | | |
|--------------------|--------------------|--------|-------|-------|-------|---------|------|------|------|------|
| | | | | | | 最小 | 最大 | 平均 | 標準偏差 | |
| U系 | U-238 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.021 | 0.053 | 0.032 | 0.010 | 0.90 | 1.29 | 1.10 | 0.11 |
| | | 5~20cm | 0.021 | 0.063 | 0.035 | 0.011 | | | | |
| | Ra-226 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.016 | 0.049 | 0.028 | 0.008 | 0.91 | 1.41 | 1.10 | 0.13 |
| | | 5~20cm | 0.018 | 0.056 | 0.030 | 0.009 | | | | |
| | Pb-210 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.022 | 0.223 | 0.060 | 0.047 | 0.25 | 1.32 | 0.74 | 0.24 |
| | | 5~20cm | 0.016 | 0.069 | 0.038 | 0.016 | | | | |
| Th系 | Ac-228 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.021 | 0.074 | 0.038 | 0.013 | 0.94 | 1.61 | 1.14 | 0.18 |
| | | 5~20cm | 0.025 | 0.082 | 0.043 | 0.016 | | | | |
| | Ra-224 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.023 | 0.073 | 0.042 | 0.013 | 0.82 | 1.57 | 1.16 | 0.22 |
| | | 5~20cm | 0.027 | 0.095 | 0.049 | 0.020 | | | | |
| | Tl-208 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.007 | 0.023 | 0.013 | 0.004 | 0.96 | 1.67 | 1.14 | 0.19 |
| | | 5~20cm | 0.008 | 0.027 | 0.014 | 0.005 | | | | |
| Ac系 | U-235 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.001 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.71 | 2.20 | 1.18 | 0.39 |
| | | 5~20cm | 0.001 | 0.004 | 0.003 | 0.001 | | | | |
| K-40 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.256 | 1.143 | 0.587 | 0.260 | 0.92 | 1.50 | 1.04 | 0.14 | |
| | 5~20cm | 0.267 | 1.126 | 0.605 | 0.254 | | | | | |
| Cs-137 (Bq/g 乾) | 0~5cm | 0.001 | 0.047 | 0.014 | 0.015 | 0.23 | 1.26 | 0.71 | 0.35 | |
| | 5~20cm | 0.000 | 0.040 | 0.010 | 0.011 | | | | | |

標本数：上層=18,下層=18

利用して、Pb-210を利用した地層の年代測定¹¹⁾はよく知られている。

なお地点によっては、Cs-137とPb-210の両核種について、「比」が整合してない(表1：A1, C1, C2, C3, C4, E4)。このことは次の理由によりと考えられる。

①1960年代をピークにして地球規模で地表に降下したCs-137に対して、Pb-210は現在も毎年一定量蓄積している。②降雨とともに地表に降下してきたPb-210量が場所によらず同等としても、本来土壤中に存在する濃度は場所毎に異なる。

3-2 核種濃度の上下土壌間の相関

各核種について上層下層間相関を図2に示した。Pb-210以外は、いずれの核種も相関は高かった。濃縮されて核燃料となるアクチニウム系のU-235の相関が低いのは、存在量がU-238の0.7%と少ないため計数誤差が大きいことによる。

3-3 核種濃度間の相関

核種間の相関を図3に示した。なお図中には、相関

係数 r と共に回帰直線を記入した。

天然放射能の系列内の核種間では強い相関を持ち親核種とほぼ放射平衡であることが明らかになった。特にウラン系では、U-238とRa-226の間には半減期の長いU-234(25万年)とTh-230(7.5万年)が存在しているが、Ra-226/U-238比は、ほぼ1であった。またウラン系、トリウム系、アクチニウム系及びK-40について、上層下層で濃度がそれほど変わらなかった(表2)。以上のことは、風化作用の状況を示すものである。すなわち、風化されていてもU-238, Ra-226, Ac-228, Ra-224及びK-40は、巨視的には、土壌粒子の結晶に組み込まれたまま不動態で存在しているため、ほとんど溶け出さないと考えられた。

一方フォールアウトの代表核種の一つであるCs-137は、1960年代を主とした原水爆実験により、空から降下したものであり、地表面土壌に吸着した形で存在する。Cs-137と相関が高かったのは、天然放射能であるPb-210のみであった。その理由は、両者の降下量は、

共に年間の降雨量に依存するためと考えられる。

Pb-210濃度について、耕土における攪乱の影響がCs-137ほど顕著でない(表1: B1, C3, D3)のは、Cs-137の降下が1986年のチェルノブイリ事故以来止まったのに対して、Pb-210は毎年変わらず一定量が降下していることによると考えられる。またCs-137と同じアルカリ金属であるK-40とは、図3-⑧に示すように予測通り、無相関であった。

また火成岩では、天然放射性核種であるウラン系核種、トリウム系核種及びK-40は珪酸塩の量に依存²⁾するとされているが、K-40とウラン系及びトリウム系の核種濃度とは、いずれも相関はなかった。

図3(3)系外-①から、県下全体として、トリウム系の放射能濃度は、ウラン系とほぼ同等であることがわかる。なおU-238とU-235の相関係数が0.74と小さいのは、U-235の計数誤差が大きいことによる。

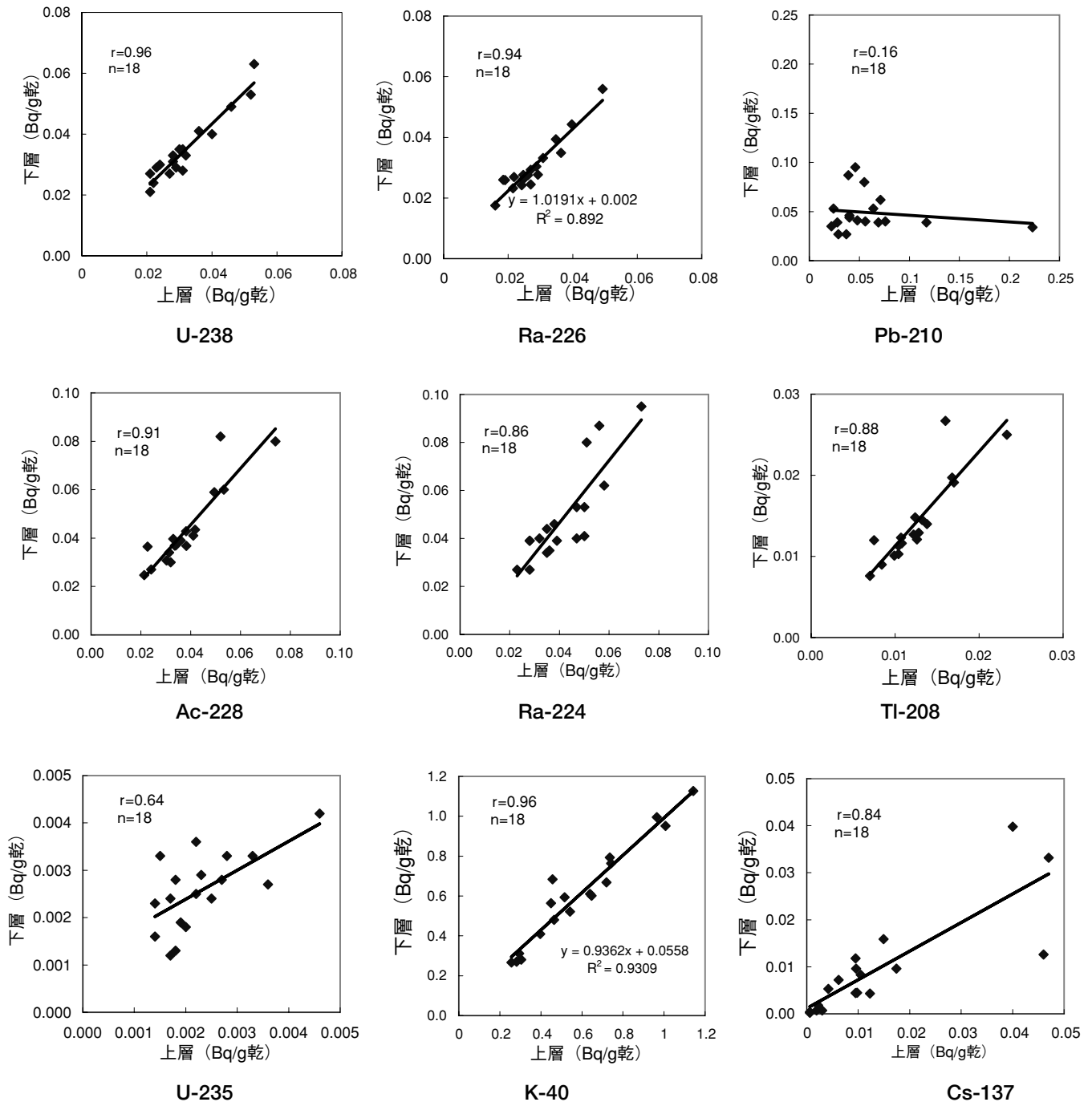


図2 土壤中放射能濃度の上層と下層の相関

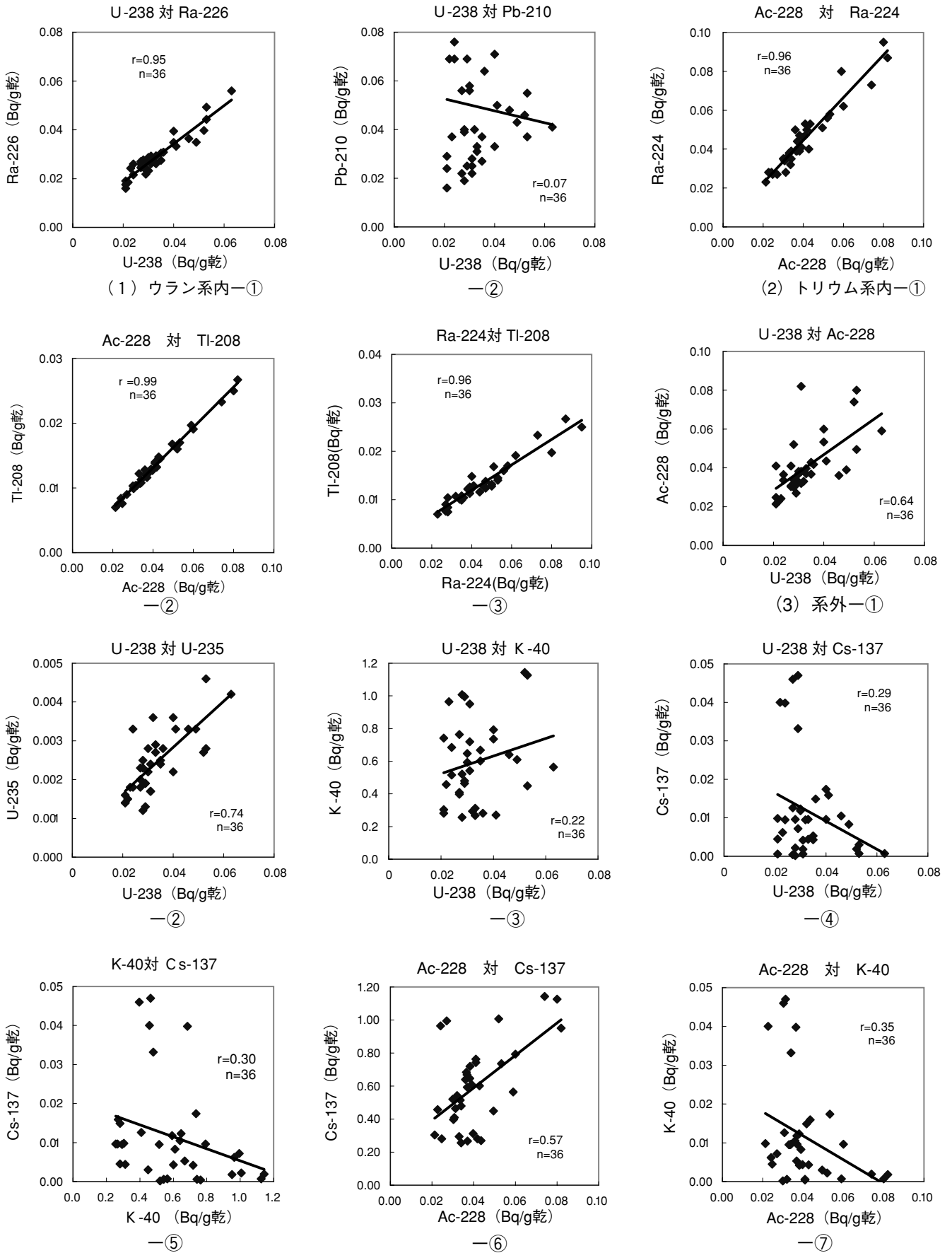


図3 土壤中放射能濃度の核種間の相関

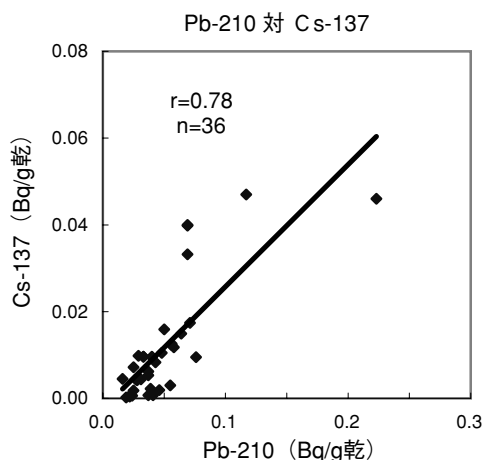


図 3(3)一⑧ 土壤中における Pb-210濃度とCs-137濃度の相関

4 まとめ

- (1) それぞれの核種濃度は、他県で行われた土壤調査の結果の範囲内にあった。またトリウム系の放射能濃度は、ウラン系とほぼ同等であった。
- (2) ウラン系、トリウム系及びK-40について、下層は上層とほぼ同等かやや高目の濃度であった。Pb-210とCs-137については過半数の地点で、下層が上層より低濃度であった。Cs-137濃度の下層／上層比が1になるのは、畑土等で耕作によって土壤の上下混合が行われることによるものと考えられた。
- (3) ウラン系、トリウム系の系列内核種では、それぞれ相互間の相関係数が高かった。U-238とPb-210の間には相関は無かった。系列外の核種濃度相互では、U-238とAc-228の核種間にも一定の相関があったが、U-238に対してK-40及びCs-137とはいずれも相関は無かった。
- (4) 天然放射能であるウラン系、トリウム系の核種及びK-40は、土壤粒子の結晶に組み込まれていて、ほとんど溶け出さないと考えられた。
- (5) 天然のフォールアウト核種であるPb-210とCs-137について一定の相関関係があった。
- (6) 天然放射能の上層と下層の比較をする際には、Cs-137濃度の上下層の比が土壤攪乱の有無の指標になる。
- (7) 核燃料施設のウランの遠心分離機から、万一大気

中へウランの放出があった場合、上層のウラン濃度が上昇する。事故時の影響把握には上下層の土壤採取が有効である。

文 献

- 1) 道広憲秀, 宮崎清, 清水光郎, 信森達也: 低バックグラウンド型Ge半導体検出器を用いた土壤中のU-238, Ra-226同時迅速分析法, 岡山県環境保健センター年報, 30, 67-71, 2006
- 2) 道広憲秀, 宮崎清, 清水光郎, 信森達也: 低バックグラウンド型Ge半導体検出器を用いた土壤中のU-238, Ra-226同時迅速分析法, 岡山県環境保健センター年報, 31, 87-90, 2007
- 3) 国土庁土地局国土調査課監修: 土地分類図33 (岡山県), 財団法人日本地図センター, 東京, 1974
- 4) 松田秀晴, 湊 進: 日本の主な岩石中の放射能(線量), RADIOISOTOPES, 44, 789-793, 1995
- 5) 放射線医学総合研究所監訳: 放射線の線源と影響 (1977年国連科学委員会報告書), 上巻, 120-123, アイ・エス・ユー, 東京, 1973
- 6) 文部科学省監修, 環境放射線データベース, (財)日本分析センター
- 7) 田上恵子, 内田滋夫: U/T h比を用いたリン鉱石原料中のリン酸肥料施用による農耕地土壤中ウラン増加割合の推定, RADIOISOTOPES, 55, 71-78, 2006
- 8) 岡山県環境保健センター編, 平成19年度人形峠周辺の環境放射線等測定報告書, 30, 52-53, 2008
- 9) 日本分析センター編: 自然放射性核種水準調査, 日本分析センター年報, 平成16年度, 7-8, 2005
- 10) A.Dyer, J.K.K. Chow and I.M. Umar; The uptake of radioisotopes onto clays and other natural materials. I. Cesium, strontium and ruthenium onto clay, J.Radioanal. Nucl. Chem., 242, 313-320 (1999)
- 11) 鉛-210堆積年代測定法とその問題点 : 金井豊, 地球化学 34, 23-39 (2000)