

山梨県における自然放射線の分布

小林規矩夫

Distribution of Natural Radiation Level in Yamanashi Prefecture

Kikuo KOBAYASHI

環境中の放射線は天然放射性核種と宇宙線に由来する自然放射線と核爆発実験, 原子力施設等に由来する人工放射線に区分され, 一般環境では自然放射線が大部分を占めている。

この自然放射線については全国的な分布調査^{1, 2)}が実施され, また多くの自治体でも調査³⁻⁶⁾されている。県内の自然放射線については1970年代に行われた全国調査¹⁾の一環として数地点で空間線量率(ガンマ線による単位時間当たりの空気の吸収線量で, 測定単位はGy/h)を測定した事例がある。また甲府市内の1地点では1987年より科学技術庁の委託で毎月1回の調査が行われているが, 県内の全域にわたる調査はされていない。

今回, 県下の全市町村を網羅した132地点で自然放射線のバックグラウンド値と, 地域特性を明らかにする目的で調査を行った。また空間線量率と土壌中の放射性核種の関係について検討するため, 26地点では土壌を採取し, 含まれる主要な放射性核種濃度と全β放射能濃度を測定した。

調査方法

1 調査方法

1 調査時期

1991年4月から1997年5月にかけて空間線量率の変動の少ない晴天または曇天の日中に調査した。

2 調査地点

県下の64市町村全てで計132地点の空間線量率を測定した。このうち26地点では表層から深さ20cmまでの土壌を採取した。調査地点は裸地または草地で客土してなく, 近くに大きな建物, 立木等の無い場所(原野, 神社, 公園等)を選定した。また地質が単純な性状である八ヶ岳山麓(標高約1,500m), 富士山5合目(標高約2,300m), 7合目(標高約2,700m)の標高の高い山地でも調査した。

3 測定方法

1) 空間線量率の測定

測定は以下のように行い, 各項で得られた値を用いて空間線量率を算出した。なお測定器はNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ(アロカ TCS-131型)を使用した。

a) 検出器を地上約1mの高さで水平に固定し, 10秒間に1回, 計10回の指示値を読みとる。

b) 検出器に遮蔽体(鉛1mm)をかぶせa)と同様に指示値を読みとる。

c) 検出部を別にもうけた厚さ5cmの鉛の遮蔽体内でa)と同様に指示値を読みとる。

d) b)の状態では標準線源(¹³⁷Cs約400kbq)より30cmの距離でa)と同様に指示値を読みとる。

各項の平均値(a, b, c, s)を求め, 次式に代入して線量率を求める。

なお, この測定法では宇宙線の線量率が測定されないため, 実際の空間線量率は宇宙線の分(3.2μR/h)を加算する。

$$D' = \left(K \frac{a-b}{s-b} + \frac{b-c}{s-b} \right) \times 11 \times I \times 0.35 (\mu R/h) + C (\mu R/h)$$

K = 0.05 I : 標準線源のμCi

C : 宇宙線の線量率 (3.2μR/h)

なお次式で空間線量率の単位をnGy/hに変換した。

$$D (\text{nGy/h}) = 8.7 \times D' (\mu R/h)$$

2) 土壌の前処理及び測定

採取した土壌は小石, 植物の根等の異物を除いた後風乾し, 2mm目のふるいを通し測定試料とした。

土壌中の放射性核種の測定は試料をU-8容器に詰めGe半導体検出器(SEIKO EG&G製)で行った。測定核種は空間線量率への寄与率の大きなウラン系列の²¹⁴Bi, トリウム系列の²⁰⁸Tl, ⁴⁰Kとした。

また, 土壌中の全ベータ放射能は科学技術庁の方

法¹⁾に準拠し、試料 5 g を試料皿に取り、GM 計数装置 (アロカ TDC-501 型) を用いて測定した。

調査結果及び考察

1 空間線量率の測定結果

図 1 に空間線量率の調査地点と測定結果を、図 2 に空間線量率の度数分布を示した。

空間線量率の分布範囲は 32~166 (nGy/h) で、平均値 56 (nGy/h)、中央値 54 (nGy/h) であった。図 2 の度数も 50 台を中心に分布していた。今回の平均値 56 (nGy/h) は全国調査¹⁾の平均値 78 (nGy/h)、また同調査の山梨県における平均値 63 (nGy/h) に比べ低い値になっていた。また科学技術庁で行っている環境放射能調査²⁾の山梨県の空間線量率は 54~71 (nGy/h) (1991~1995 年、測定地点甲府市内の 1 地点)、山梨県に隣接している都県の同期間の空間線量率は 46~100 (nGy/h) となっており、今回の平均値はこれらの測定値の低値側に属していた。

2 空間線量率の地域特性と地質

図 1 に示したように明らかな地域特性がみられ、県の北部から北東部の数地点で 90 (nGy/h) 以上と県内で最も高い値を示し、逆に富士北麓から南東部では 30~40 (nGy/h) と低い値を示した。中央部の甲府盆地とその周辺および南西部は 50~60 (nGy/h) と平均値に近い値を示した。

空間線量率は地質的な特徴が反映するといわれ、宇宙線を除く空間線量率の大部分は表面から約 30 cm の深さまでの土壤に含まれる自然放射性核種から放出される γ 線によると考えられている³⁾。土壤中の自然放射性核種の濃度は母岩の放射能濃度と土壤を形成した過程によって決定づけられ、一般的には花崗岩地帯は高い空間線量率を示し、火山性の玄武岩地帯は低い空間線量率となっている。また堆積岩である砂岩、石灰岩の放射性核種は低濃度とされている⁴⁾。

このことから空間線量率分布の地域特性と地質との関連について検討した。

図 3 に山梨県の地質図¹⁰⁾を示した。この地質図で花崗岩が分布する県の北部から北東部にかけての数地点では高い空間線量率を示した。

一方線量率の低い富士北麓は火山灰土壤で覆われており、この地帯では土壤の放射性核種濃度が低い上に、この地層が下層からの放射線をさらに遮蔽していると考えられた。また八ヶ岳山麓、富士山 5 合目、7 合目の標高が高く、表層の地質がほぼ火山性堆積物のみからなっている地点では約 40 (nGy/h) と低い値を示した。これらの地域の空間線量率は宇宙線を除くと約 12 (nGy/h)

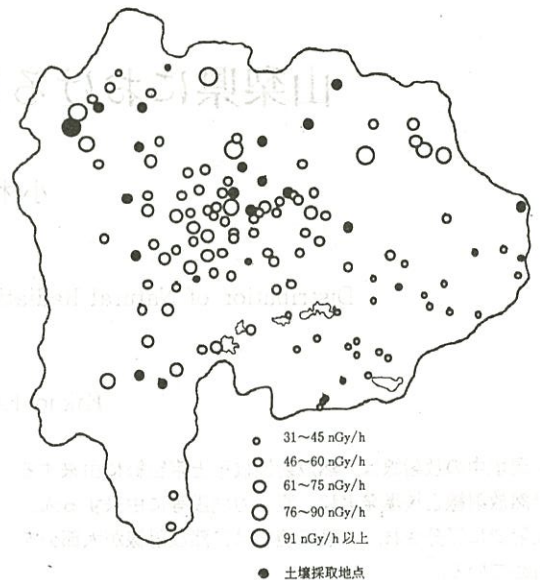


図 1 調査地点及び空間線量率測定結果

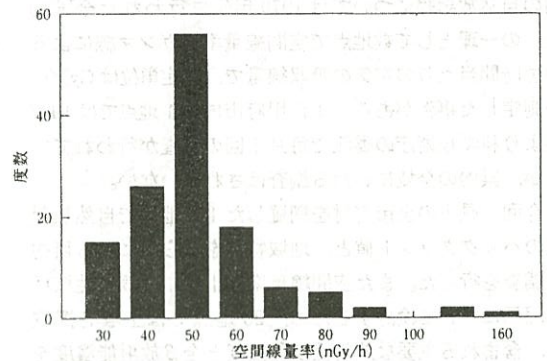


図 2 空間線量率の度数分布

と低い値となっていた。

また県の中央部の甲府盆地とその周辺から南西部にかけては大部分が扇状地砂礫層であり、この層は長期間にわたる複雑な過程を経て形成されたものであり、空間線量率は県内の平均的な値を示していた。

3 土壤中の放射能核種と空間線量率

26 地点の土壤について放射性核種と全 β 放射能を測定し、その結果を表 1 に示した。全 β 放射能濃度は平均 390 Bq/kg で濃度範囲は 130~920 (Bq/kg) であった。

放射性核種が土壤中に均一に分布していると仮定して地上 1 m における空間線量率を算定し、この値も示した。算定方法は、空間線量率に密接な関係のあるウラン系列の ^{214}Bi 、トリウム系列の ^{208}Tl 、 ^{40}K の 3 核種を用い、それぞれの核種の濃度に表中の換算係数¹¹⁾ を乗じて得た

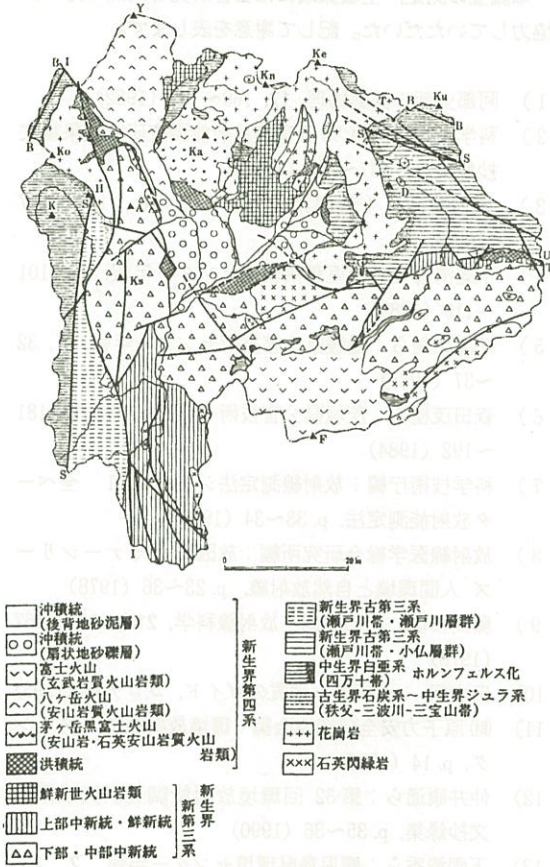


図3 山梨県地質図

表1 土壤中の放射性核種濃度と算定線量率

放射性核種	土壤中の濃度 平均値 (分布幅) (Bq/kg)	換算係数 (nGy/h per Bq/kg)	地上1 mにお ける算定線量率 (nGy/h)
²¹⁴ B i	16 (3~31)	0.427	7 (1~13)
²⁰⁸ T l	22 (3~45)	0.662	15 (2~34)
⁴⁰ K	290 (70~620)	0.043	13 (3~27)

値を合計し、さらに実測線量率と比較するためにこの値に宇宙線からの 27.8 (nGy/h) を加えて算定線量率とした。26 地点の算定線量率は平均 62 (nGy/h)、41~92 (nGy/h) の範囲にあり、実測線量率よりやや高い値となった。

算定線量率と実測線量率の関係を図4に示した。相関係数は0.711で、実測線量率 (nGy/h) = 0.756 × 算定線量率 (nGy/h) + 6.21 の関係式が得られた。また各核種の空間線量率への寄与率は ²¹⁴B i が平均 21% (12~41%)、²⁰⁸T l が平均 40% (15~60%)、⁴⁰K が平均 39% (17~52%) で ²⁰⁸T l ≥ ⁴⁰K > ²¹⁴B i の順であった。

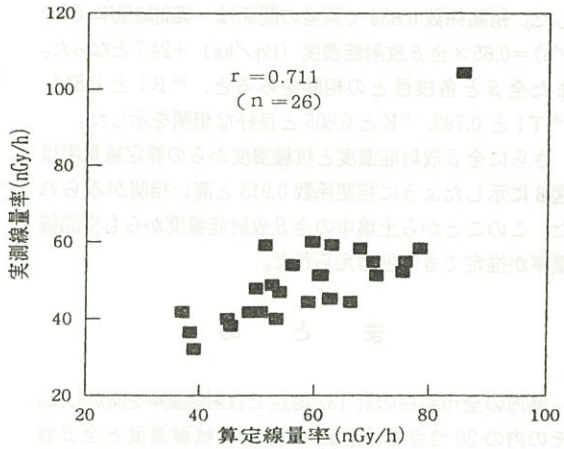


図4 実測線量率と算定線量率の相関

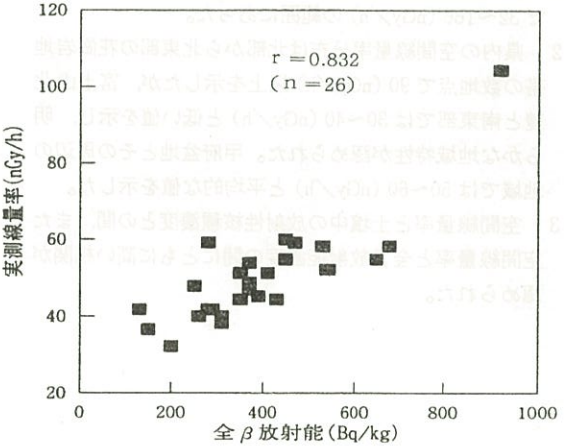


図5 実測線量率と全β放射能の相関

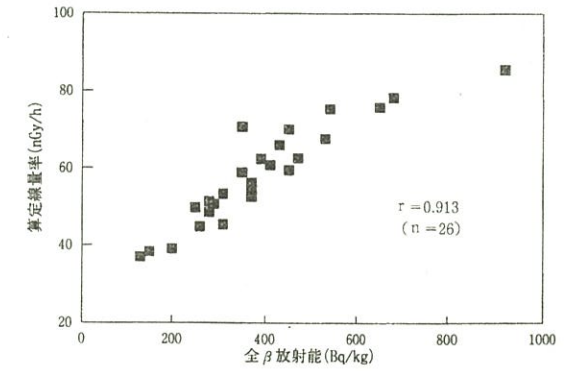


図6 算定線量率と全β放射能の相関

空間線量率と土壤中のウラン系列、トリウム系列、⁴⁰Kの濃度との関係を検討した調査^{12,13)}では、両者の間には高い相関がみられ、各核種の空間線量率への寄与率も今回の結果とほぼ同様の傾向を示したとしている。

また全β放射能濃度と実測線量率との関係を図5に示した。相関係数0.832で両者の関係は 実測線量率 (nGy/h) = 0.65 × 全β放射能濃度 (Bq/kg) + 24.7 となった。また全βと各核種との相関をみると、²¹⁴Bi と 0.816、²³⁸Tl と 0.793、⁴⁰K と 0.805 と良好な相関を示した。

さらに全β放射能濃度と核種濃度からの算定線量率は図6に示したように相関係数0.913と高い相関がみられた。このことから土壤中の全β放射能濃度からも空間線量率が推定できると考えられた。

ま と め

県内の全市町村の計132地点で放射線量率を測定した。その内の26地点では土壤中の放射性核種濃度と全β放射能濃度を測定し次の知見を得た。

- 1 県内132地点の空間線量率は平均値が56 (nGy/h) で32~166 (nGy/h) の範囲にあった。
- 2 県内の空間線量率分布は北部から北東部の花崗岩地帯の数地点で90 (nGy/h) 以上を示したが、富士山北麓と南東部では30~40 (nGy/h) と低い値を示し、明らかな地域特性が認められた。甲府盆地とその周辺の地域では50~60 (nGy/h) と平均的な値を示した。
- 3 空間線量率と土壤中の放射性核種濃度との間、また空間線量率と全β放射能濃度の間にも高い相関が認められた。

本調査の測定、土壌採取には公害研究専門部の方々に協力していただいた。記して謝意を表します。

- 1) 阿部史朗：保健物理, 17, 169~193 (1982)
- 2) 科学技術庁：第38回環境放射能調査研究成果論文抄録集 p.137~316 (1998)
- 3) 殿内重政ら：新潟県公害研年報, 6, 141~147 (1990)
- 4) 下園清香ら：鹿児島県環境センター年報, 5, 101~110 (1989)
- 5) 松浦榮美ら：愛媛県公害技術センター年報, 7, 32~37 (1985)
- 6) 森田茂樹ら：茨城県公害技術センター年報, 17, 181~192 (1984)
- 7) 科学技術庁編：放射線測定法シリーズ 1 全ベータ放射能測定法, p.33~34 (1976)
- 8) 放射線医学総合研究所編：放医研セミナーシリーズ 人間環境と自然放射線, p.23~36 (1978)
- 9) 藤高和信, 阿部史朗：放射線科学, 21(9), 161~167 (1978)
- 10) 田中収：山梨県 地質のガイド, コロナ社 (1995)
- 11) 財団法人原子力安全研究協会編：環境放射線モニタリング, p.14 (1987)
- 12) 仲井康通ら：第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, p.35~36 (1990)
- 13) 下園清香ら：鹿児島県環境センター年報, 2, 236~243 (1986)