
名古屋市の地質と地表 γ 線量率

湊 進

放射線地学研究所

名古屋市の地質と地表 γ 線量率

放射線地学研究所 湊 進

はじめに

土壌は岩石の風化物である。岩石の自然放射能レベルは結晶分化作用や部分溶融の理論である程度説明できる¹⁾。しかし土壌の自然放射能はそう簡単にはいかない。対象とする地点の母岩の放射能の影響が大きく、風化過程での溶脱・洗脱の程度にも左右される。また、水分や有機物の混入の量も関係してくる。標高差による土壌の移動、あるいは河川の氾濫や風送も影響する。さらに、土壌の放射能は土壌粒子の粒径の関数でもある。このように土壌の放射能に関しては自由度が大すぎるため地質との関連付けは一筋縄ではいかない。名古屋市の場合、土壌直下に母岩としての基盤岩石がなく、河川の営力のみで成り立った土地なので影響因子との定量的な関係づけは極めて困難である。

ここでは名古屋市の全種類の地質区分に対する地表 γ 線量率の統計値を整備することのみに的を絞る。これを将来、地質・線量率関係に関与するメカニズムを定量的に解明するための基礎資料としたい。

以前、市内の 268 ヶ所の土壌上で地表 γ 線量率を測定した²⁾。そのとき未測定であった鳥居松礫層、矢田川層日進部層および唐山層、あわせて 38 箇所を今回追加測定した。

守山区の北東端にある東谷山周辺には名古屋市内の他の地域にはない地質区分がある。矢田川層藤岡部層、瀬戸陶土層、中古生層および花崗岩地帯である。そのため今回新たに東谷山周辺 96 箇所を測定した。以上の全測定は露頭で測定されたものではなく、地質図上の区分内の土壌上で測定したものである。

測定器と測定地点

以前の測定では浜松ホトニクス社製 1" ϕ x 2" NaI(Tl), 通称 SS- γ , を用いた²⁾。この測定器は故障により継続使用ができなくなった。そのため今回は Health Physics Instruments 社製の 5000 型サーベイメータである 1" ϕ x 1" NaI(Tl), 通称 HP5000, を利用した。SS- γ で校正した結果を図 1 に示す。

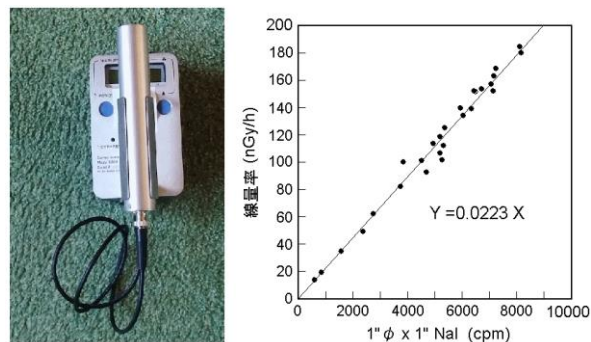


図1 HP5000の写真と校正図

図2に測定地点を示す。黒丸は旧データ²⁾、白丸は今回新たに測定した地点である。

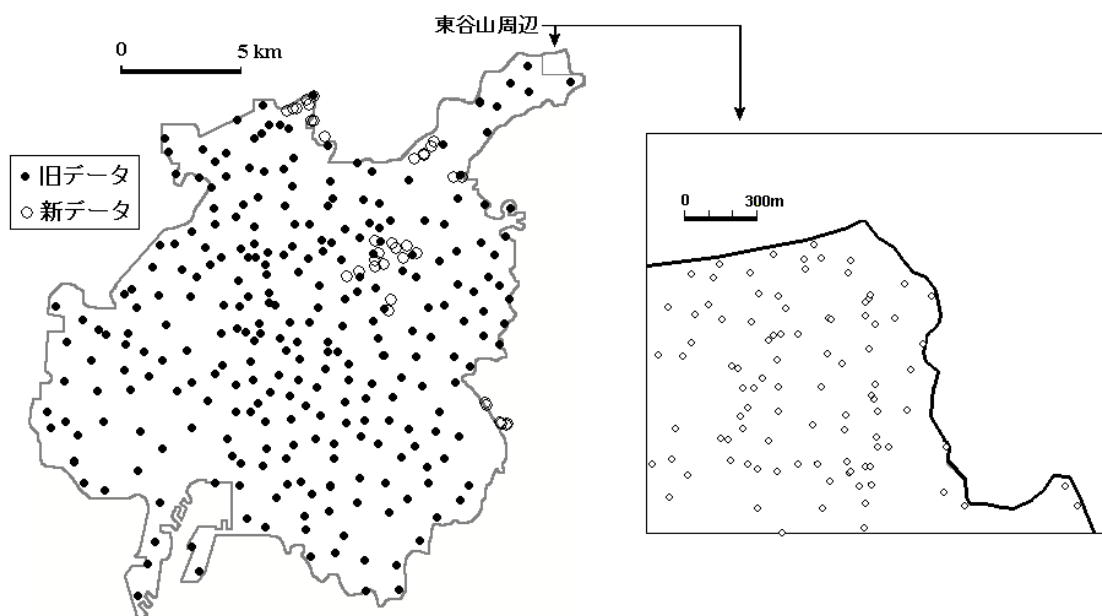


図2 測定地点

測定結果

図3は名古屋市内の地表 γ 線量率の頻度分布である。ここでは東谷山周辺のデータは含めていない。東谷山周辺の統計値は 51.0 ± 10.8 nGy/h (標本数 96) と、市内他所に比べて高めの線量率であった。

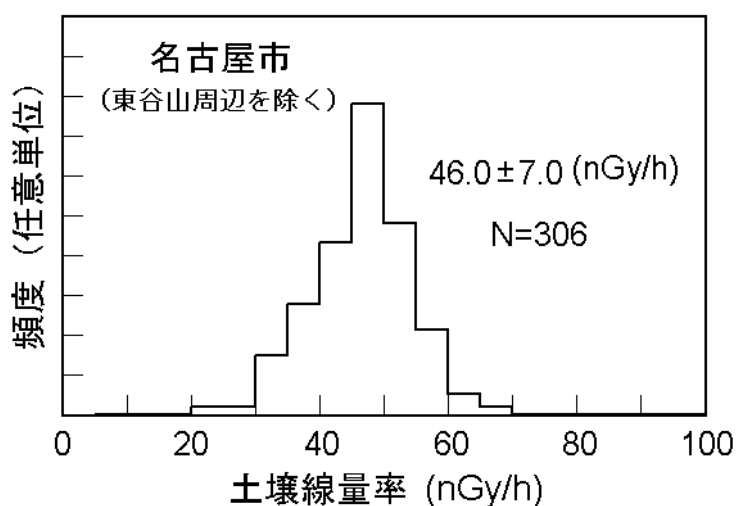


図3 線量率の頻度分布

測定値を逆距離法²⁾により等高線にしたものが図4である。図4の右図は北東部の丘陵地であり、名古屋市内で最も標高の高い東谷山を含む(同図△印)。前述したように東谷山周辺の線量率は市内他地区と比べて平均線量率が幾分高いが、図4では全域での比較の

ために同一線量率区分にしてある。市全体としては東部を貫く低線量率帯と北西部の高線量率部分が目立つ。また東谷山周辺図では高線量率部分がかなりの部分を占める。次節でこれが地質とどのように関わっているのかを概観してみよう。

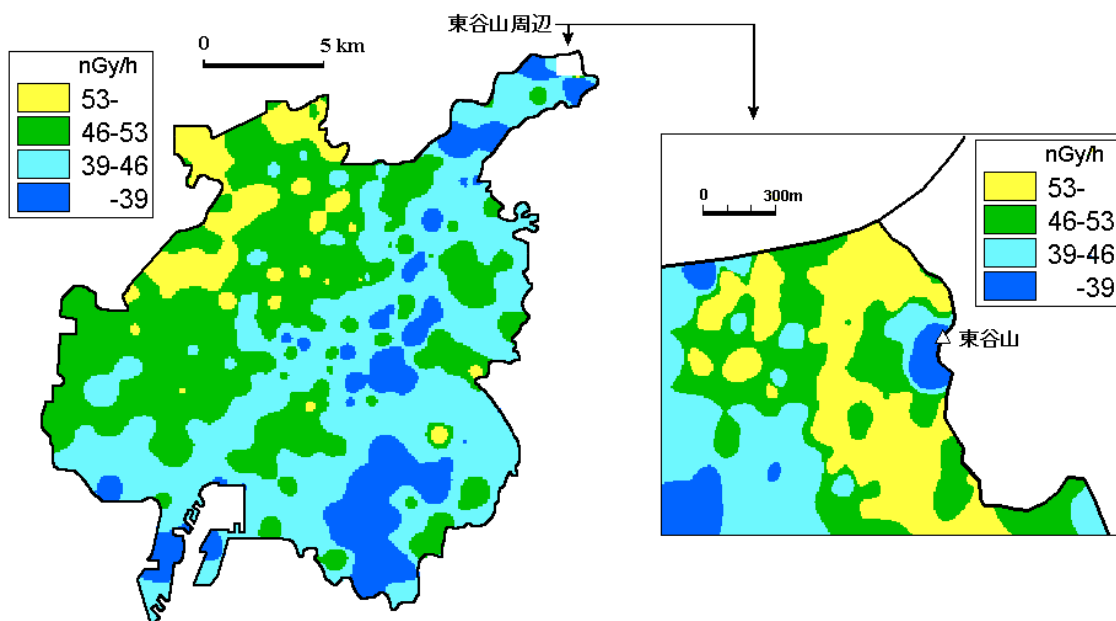


図4 地表 γ 線量率分布

地勢と地質

名古屋市は緩やかな東高西低の地形である。すなわち東部の丘陵地、中央部の台地、北・西・南部の沖積地に大別される。図5は名古屋市の地質図³⁾である。図中の沖積層の(西部)・(中部)・(東部)の区分は文献⁴⁾に従った。図5を基に地勢と地質を説明する。

市内東部(守山・千種・名東・天白・緑区:区的位置は図5参照)は守山区の東北端にある東谷山(198.4m)を最高所として標高50~100mのなだらかな丘陵が続く。これが三河の山地につながる。地質時代については、東谷山は中・古生代、矢田川層は新生代新第三紀、八事・唐山層は新生代第四紀の更新世・前~中期の安定した地盤である。

市の中央部(中・東・昭和・瑞穂区と熱田区の一部)は、北から南にかけてなだらかに傾斜する標高10~15mの平坦な台地である。熱田層と大曾根層が主で、新生代第四紀更新世後期の安定した地盤である。

市の北・西・南部(北・西・中村・中川・港区と熱田・南区の一部)は河川の堆積作用により形成された沖積地で、海拔0m以下も散在する。このうち北・中部は庄内川の自然堤防および砂州堆積物である。また、中川区の一部および港区のほぼ全域が江戸時代以来の干拓地であり、南端は第二次大戦後に名古屋港近傍海底の浚渫土を埋め立ててできたものである⁵⁾。

図5のうちの八事・唐山層は八事層と唐山層を合わせて表現したもので、詳しくは図6のような構造になっている。昭和区より南は八事層のみである。

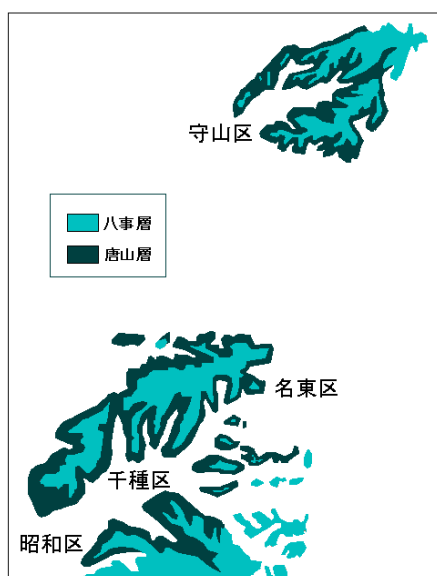
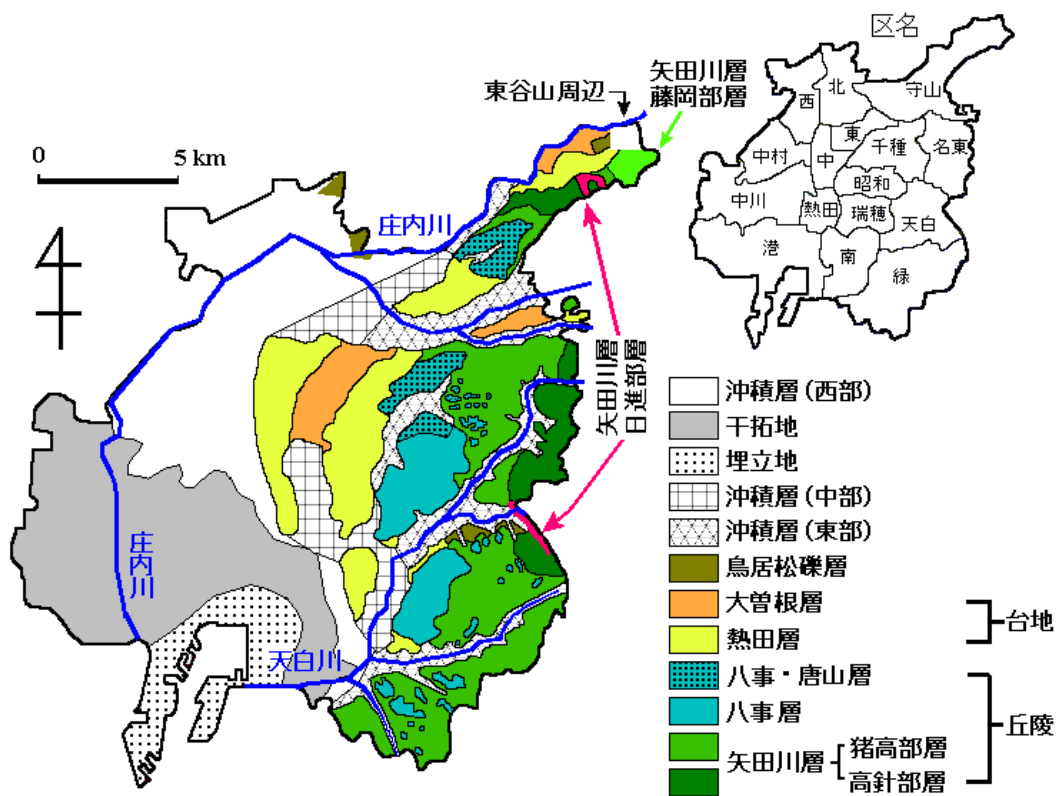


図7は村松⁶⁾による東谷山周辺の地質図である(ただし色分けは変えてある)。ここには図5に無い地質区分が幾つかある。このうち低位段丘は大曾根層相当層、中位段丘は熱田層相当層、高位段丘は八事・唐山層相当層である⁷⁾。

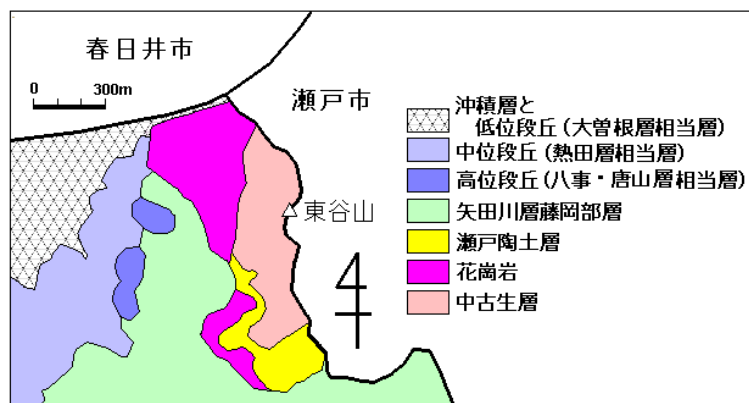


図7 東谷山周辺の地質図

標高と地質をまとめた概略図を図8に示す。東部が丘陵地、中央部が台地、その他が沖積層であることがよく分かる。図9は東谷山周辺の地形と地質である。

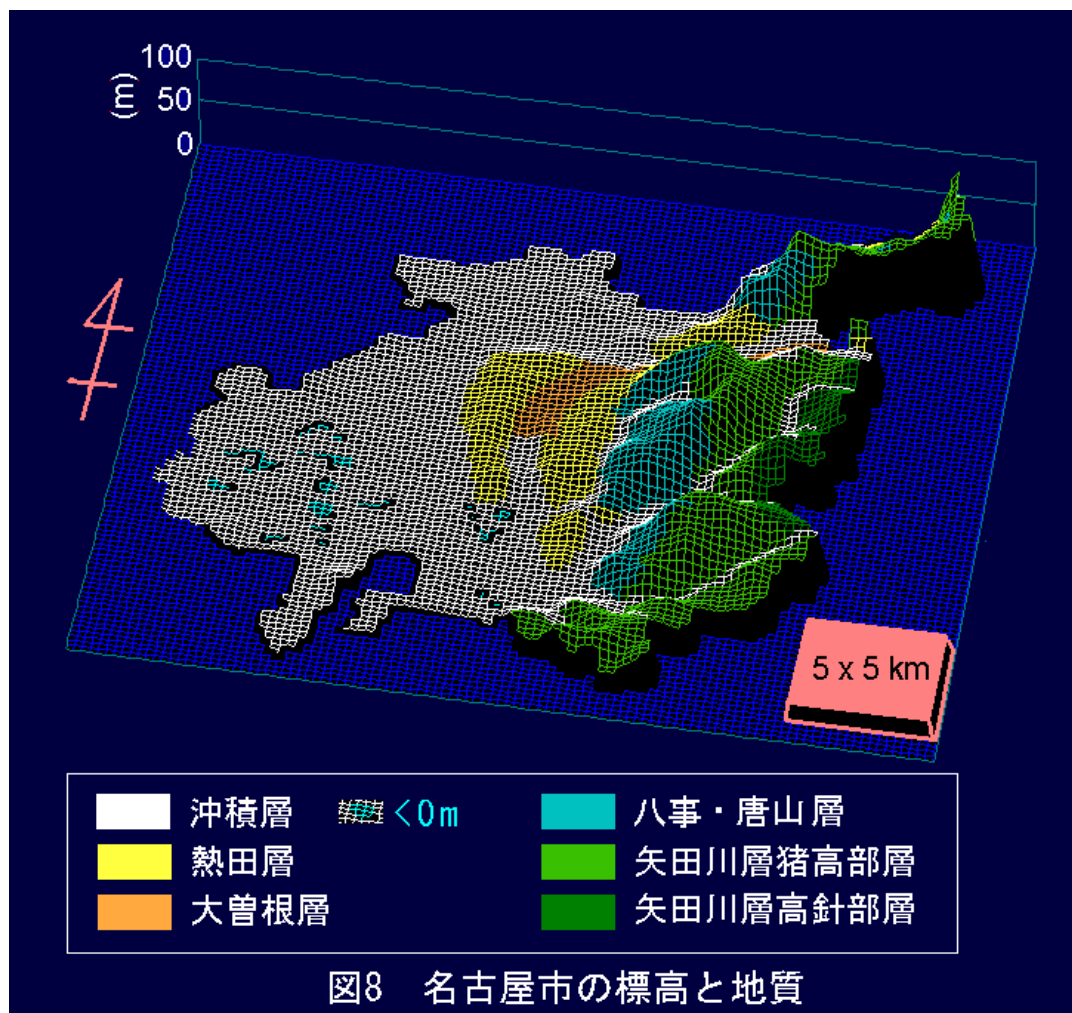
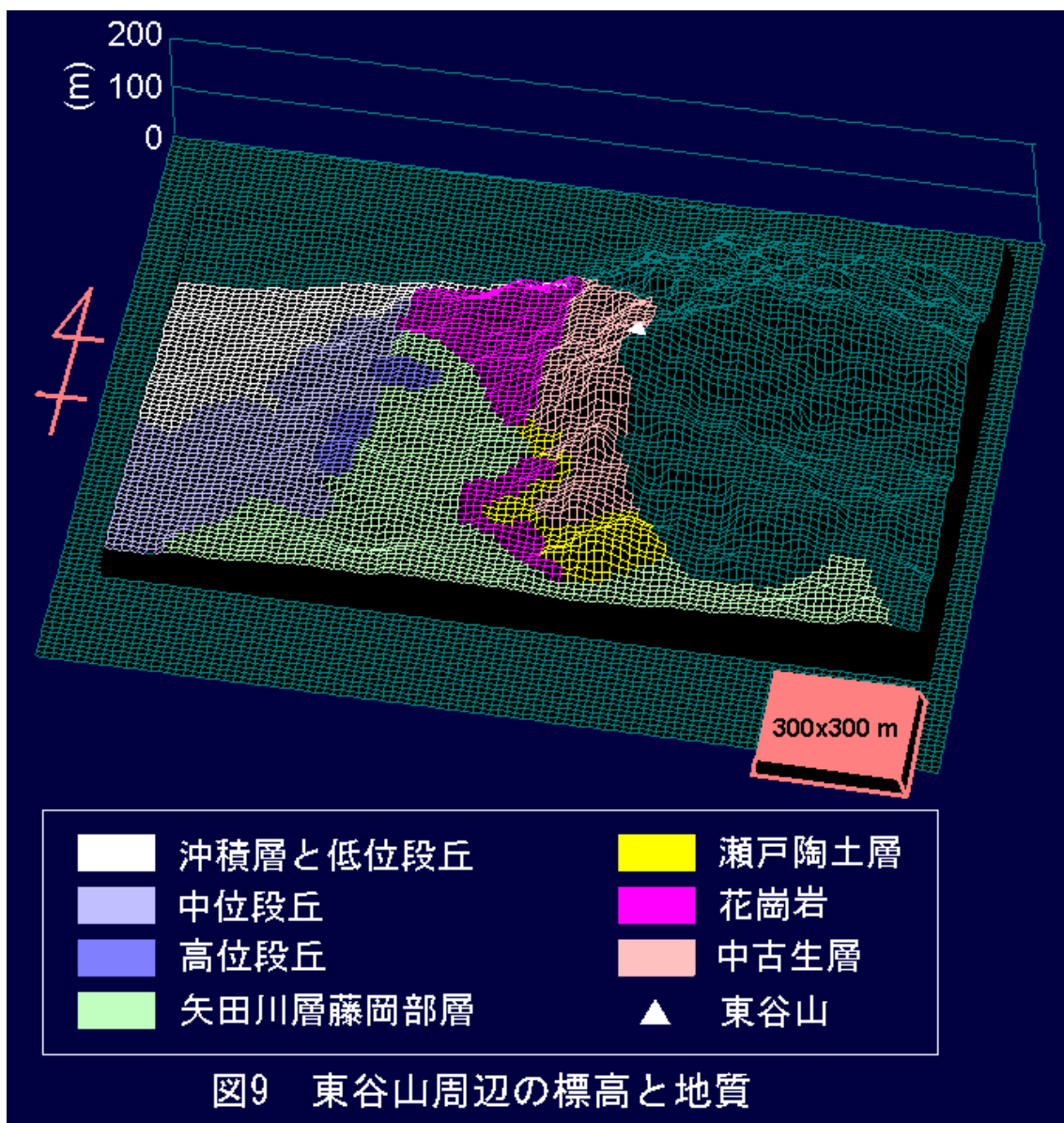


図8 名古屋市の標高と地質



表層地質区分と線量率

表1は図2に示されている測定地点と図5の地質を対照させて得た γ 線量率の統計値である。

表1 名古屋市内の土壌線量率

地質区分	平均±標準偏差 (nGy/h)	(標本数)
沖積層 (西部)	52.9± 4.6	(60)
干拓地	46.2± 3.7	(43)
埋立地	38.0± 3.9	(8)

沖積層（中部）	45.4± 5.2	(27)
沖積層（東部）	41.9± 6.1	(24)
大曾根層	50.8± 4.1	(11)
熱田層	45.8± 4.5	(29)
八事層	36.8± 6.1	(19)
唐山層	45.3± 5.4	(20)
鳥居松礫層	53.0± 7.0	(11)
矢田川層猪高部層	41.5± 7.1	(39)
矢田川層高針部層	46.7± 4.4	(8)
矢田川層日進部層	42.8± 3.4	(7)
矢田川層藤岡部層*	47.5± 6.2	(20)
瀬戸陶土層*	66.0±16.8	(7)
中古生層*	43.8± 8.8	(8)
花崗岩*	58.7±10.3	(20)

*東谷山周辺（段丘データは含めていない）

線量率を高い順に並べたものを図10に示す。

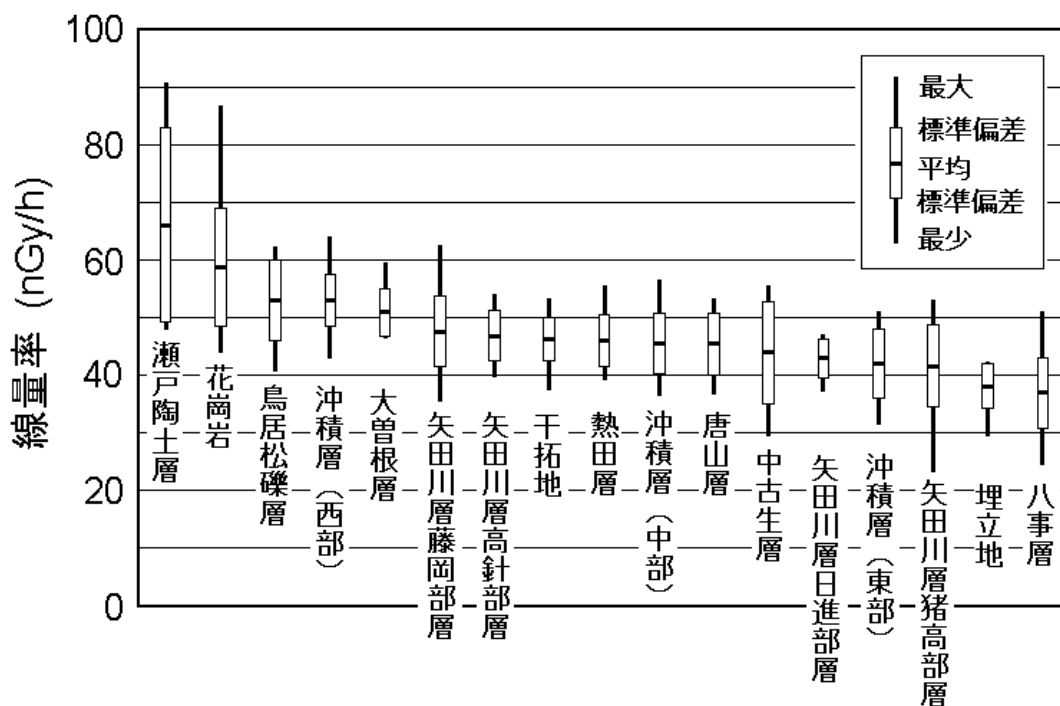


図10 線量率の順位

各線量率の平均値が全平均の 1σ 以上は瀬戸陶土層と花崗岩地帯のみである。また、 1σ 以下は埋立地と八事層のみである。

考察

先に述べたように、土壌の場合は線量率レベルを決定づける因子が多すぎて明快な解析が非常に難しい。そのためここでは考察というよりも思い付き程度の内容を述べる。

以下の議論の参考のために図 4 に示した線量率分布図に図 5 の地質境界線を重ねたものを図 11 に示す。

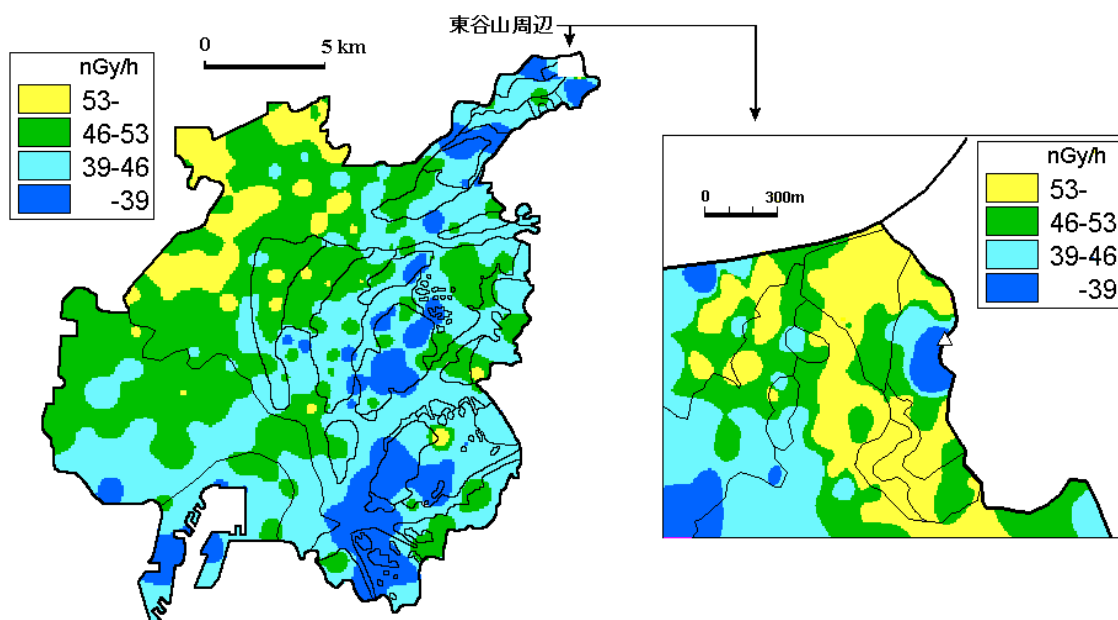


図11 地表 γ 線量率分布と表層地質境界線

図 10 から分かるように、市内で高線量率を示すのは瀬戸陶土層と花崗岩類地帯である (図 7, 9, 11 参照)。表 1 によれば花崗岩地帯の平均値は 58.7nGy/h である。また、図 11 の花崗岩地帯も全体的に線量率が高い。

日本全国の花崗岩地帯の土壌線量率は $79.4\pm 24.8\text{nGy/h}$ と報告されている⁸⁾。これに比べると東谷山近傍の花崗岩の線量率はかなり低い。村松⁹⁾によれば、この区域は伊奈川型花崗閃緑岩である可能性が高い。全国の花崗閃緑岩地帯の土壌線量率は $58.3\pm 15.1\text{nGy/h}$ であり⁸⁾、今回の測定値に極めて近い。ただし、東谷山近傍の花崗岩地帯は、本来はより高い線量率レベルであるが、花崗岩地帯の上位にある中古生層の土砂が移動することにより低められた、という可能性も考えられる (図 9 参照)。

瀬戸陶土層は花崗岩地帯の線量率よりも更に高いレベルである。土壌は粒径が小さいほど自然放射能が高いことが知られている⁹⁾。東谷山近傍の瀬戸陶土層は花崗岩地帯に隣接する粘土質の土壌であることが放射能レベルを高めている理由と考えられる。ちなみに、このごく近傍に花崗岩の採掘丁場あとがある¹⁰⁾。

東谷山周辺を除くと鳥居松礫層や沖積層（西部）、大曾根層の線量率レベルが比較的高い。将来、名古屋市に隣接する春日井市も含めて庄内川に沿った地域を精査する必要がある。

図 10 で低線量率の区分は埋立地と八事層である。埋立地については名古屋港の海底土を採取して自然放射能を測定してみたいものである。

八事層はほとんどがチャートの礫からなっている¹¹⁻¹³⁾。チャートは生物起源であるため、石灰岩を除く他の種類の堆積岩よりも放射能が少ない。文献 14-20) から集めた堆積岩のデータを表 2 に示す。岩石であっても土壌粒子の小さいものが岩石化したものの方が線量率が高い。

表 2 堆積岩の線量率

岩石	線量率±標準偏差 (nGy/h)	(標本数)
泥岩・頁岩・粘板岩	89.2±25.2	(55)
砂岩	51.9±15.0	(77)
礫岩	41.4±22.1	(12)
チャート	12.4± 8.9	(26)

チャートは八事層のほかに大曾根層、鳥居松礫層にも含まれており、矢田川層もこれを含む¹¹⁻¹³⁾。八事層が上記地層よりも低線量率なのはチャート礫が占める割合が極めて大きいからではないかと考えている。

図 11 をみると熱田層は大曾根層を挟んで西側部分と東側部分がある。このうち東側の八事・唐山層に隣接する部分は低線量率であることが注目される。つまり丘陵地からの土砂の移動の可能性も調べる必要がある。先に述べた大曾根層は熱田層の西側部分と同程度のレベルである（図 11 参照）。

名古屋市内のような都会地では、測定地点に持ち込まれた可能性のある客土をどのように取り扱うべきかの問題も残る。整地用の客土としては真砂土（花崗岩の風化物）が用いられる例が多い。沖積層（西部）がかなり高めに出ているが、これは必ずしも客土の影響のみとは言えない。沖積層（西部）よりも住宅密集区において、より低線量率の地域があるからである。

おわりに

現在、岩石と線量率の関係はかなり定量的に理解ができている^{21,22)}。一方、土壌に関する地質の表現としてはシルトや砂あるいはチャート、礫などの記述が主であり、定量的に線量率と関係付ける基本資料とはなりにくい。

また、対象区域が離れていると同じ地質名で記されているところでも線量率がかなり異なる場合が散見される。

さらに、図 10 の順位図では大曾根層から矢田川層猪高部層までを含む多くの地層での線量率の平均値が全分布に対する平均値の $\pm 1\sigma$ 以内に含まれている。

これらを説明できるような地質表現とはどのようなものか？という方向でも研究を進めていく必要であろう。

謝辞

村松憲一氏より矢田川層日進部層の位置を記入した地図を頂いた。また、八事層と唐山層の境界の詳細および東谷山周辺の段丘の地質についてご教示くださった。更に、名古屋市の地質地図に関する情報も頂いた。心より感謝いたします。

文献

- 1) 湊 進 (2015) 日本列島における地表 γ 線量率分布の地学的背景, *Radioisotopes*, **64**, 535-548.
- 2) 湊 進 (2000) 名古屋市における地表 γ 線線量率分布, *Radioisotopes*, **49**, 217-222.
- 3) 土質工学会中部支部編 (1988) 最新名古屋地域地質図, 名古屋地盤図出版会.
- 4) 歴史災害から見る名古屋, <https://www.city.nagoya.jp/bosaikikikanri/cmsfiles/contents/0000076/76734/04.pdf>
- 5) 林 上 (2019) 都市港湾における埠頭の建設と利用の歴史的推移に関する考察-名古屋港を事例として-, *日本都市学会年報*, **52**, 55-64.
- 6) 村松憲一 (2018) 名古屋市守山区・尾張旭市の地質, *名古屋地学*, no.80, 1-9.
- 7) 村松憲一 (2021) 私信.
- 8) 湊 進 (2006) 日本における地表 γ 線の線量率分布, *地学雑誌*, **115**, 87-95.
- 9) 恵 和子・范 盛慧・木村捷二郎・辻本 忠・岡 喬・桂山幸典 (1986) 土壤粒度による天然放射性核種濃度と鉍物組成, *保健物理*, **21**, 155-16.
- 10) 田口一男・佐藤好司 (2015) 名古屋城石垣採石丁場の新知見, *名古屋地学*, no.77, 1-8.
- 11) 坂本 亨・桑原 徹・糸魚川淳二・高田康秀・脇田浩二・尾上 亨 (1984) 名古屋市北部地域の地質, 地質調査所.
- 12) 坂本 亨・高田康秀・桑原 徹・糸魚川淳二 (1986) 名古屋市南部地域の地質, 地質調査所.
- 13) 村松憲一 (2019) 愛知県の地質とジオサイト, 浜島書店
- 14) 石原舜三、坂巻幸雄、望月常一、寺島 滋、遠藤裕二 (1981) 四国西部における砂岩、頁岩の K,Na,Th,U の広域的变化, *地質調査研究報告*, **32**, 329-342.
- 15) 片田正人、金谷 弘、佐藤長治 (1984) 北上山地の古・中生層のトリウムとウラン (予報), *岩手大学教育学部研究年報*, **44**, 13-20.

- 16) 松田秀晴、湊 進 (1999) 日本における主な岩石中の放射能, *Radioisotopes*, **48**, 760-769.
- 17) Kato, Y., Nakao, K., Isozaki, Y. (2002) Geochemistry of Late Permian to Early Triassic pelagic cherts from southwest Japan: implication for an oceanic redox change, *Chem. Geo.*, **182**, 15-34.
- 18) 湊 進、柴山元彦、平岡由次 (2002) 岩石放射線の現場測定－中央構造線博物館の岩石園にて－, *Isotope News*, No.583, 28-30.
- 19) Minato, S. (2005) Gamma ray dose rates due to rocks in Japan, *Radioisotopes*, **54**, 79-84.
- 20) 産総研地質調査総合センター, 地球化学標準物質データベース,
<https://gbank.gsj.jp/geostandards/>
- 21) 湊 進 (2012) 日本列島の火成岩地帯における地表 γ 線量率, *Radioisotopes*, **61**, 481-487.
- 22) 湊 進 (2009) 新生代堆積岩地帯における地表 γ 線量率, *Radioisotopes*, **58**, 57-60.