

新潟県内における自然放射線分布状況調査(4)

—佐渡地域の空間放射線レベル—

米田 和広・殿内 重政・梅津 了

Investigation of natural radiation level in Niigata Prefecture(4)

—Radiation level in Sado area—

Kazuhiro Yoneda, Shigemasa Tonouchi,
Ryo Umezu

Making the level of natural radiation in Niigata Prefecture clear, this time in Sado area, spatial dose rate was measured by the method using survey meters, the method of calculating the dose rate at the point 1m above ground by the gamma ray spectrometry of sampled soil or in-situ method. The range and the mean value of the dose rate were 32.6~75.8nGy/h and 53.7nGy/h.

The dose rates at respective points were dependent on the radioactivity concentration in soil.

The proportion of the dose contribution classified by the components of U-series, Th-series and ^{40}K was about 16%, 36% and 48%, respectively, and the large difference according to the measuring points was not observed.

As to ^{137}Cs , many points where the radioactivity concentration was high as compared with the districts surveyed so far were observed, but its dose contribution was 0.3% on average and very slight.

1 はじめに

著者らは、新潟県内における自然放射線の分布状況を明らかにする目的で、県内全域について放射線レベルの調査を実施している。これまで、上越地域、中越地域の一部及び下越地域について *in-situ* 測定等による空間放射線の測定を実施し、その分布状況を明らかにするとともに、地面からの放射線は、U系列、Th系列及び ^{40}K による自然放射線の影響が大きいこと、測定地点により線量率に7倍程度の差が見られ、その違いは土壌中の放射能濃度と対応していることなどを報告した^{1)~3)}。

本報では、引き続き、佐渡地域について分布状況等の調査を実施したので、その結果について報告する。

2 調査方法

2.1 測定地点

測定地点をFig.1に示す。地点の選定にあたっては、これまでの調査と同様に、佐渡島内で原則として測定に必要な半径10m以上の広さを有している神社、校庭及び公園等の未耕地で平坦な場所の中から客土されていないところとし、できるだけ地域の代表的な地質を反映していると考えられる20地点を選定した。

2.2 測定方法

測定方法は、サーベイメータによる方法並びに *in-situ* 測定及び土壌を採取してガンマ線スペクトロメトリー(土壌採取法)により求めた放射性核種濃度を、Beckらの方法⁴⁾により地上1mにおける線量率に換算する方法で行った。サーベイメータによる方法では、今回は、エネ

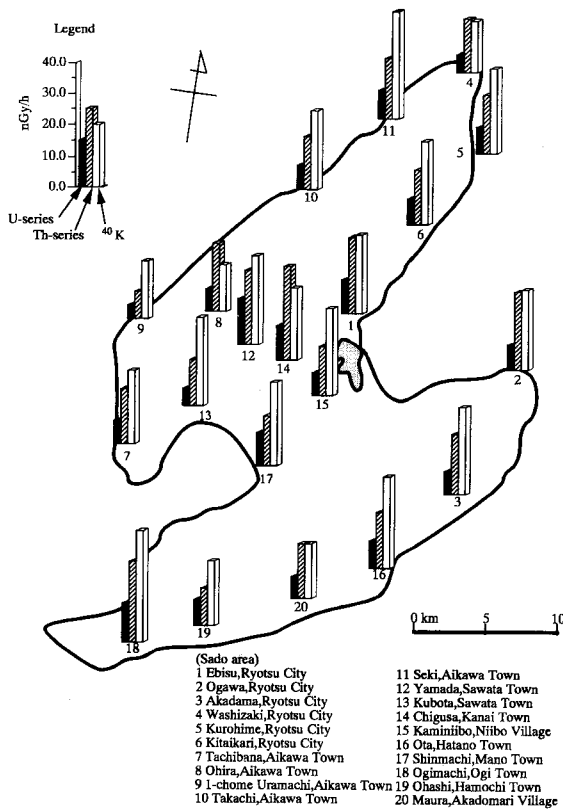


Fig.1 Measuring points and γ -ray dose rates due to the U-and Th-series nuclides and ^{40}K

ルギー特性を平坦にする特殊回路を内蔵した TCS-166 及び従前の TCS-121C の 2 種類を使用し、両者の値について比較検討した。in-situ 測定法は、測定器を現場に運び測定する方法であり、土壌採取法に比べて、試料量が無限に大きい状態での測定が可能であるため、高い統計的精度が容易に得られる点で優れている⁴⁾。しかし、in-situ 測定は測定に時間がかかるため、佐和田町山田 (St.12) 及び羽茂町大橋 (St.19) の 2 地点に絞って測定した。土壌採取法は各測定地点の 4 か所において、採土器 (直径 7.5 cm) を用いて深さ 5 cm まで採取した。採取した土壌は 110℃ で 48 時間乾燥後 U-8 容器に詰め、ゲルマニウムガンマ線スペクトロメーターの測定試料とした。in-situ 測定法及び土壌採取法による放射性核種の線量換算において、自然放射性核種は均一分布を、 ^{137}Cs については指数分布を仮定した⁵⁾。なお、とりまとめでは、土壌採取法と in-situ 測定の結果とを比較したところ、本地域においては測定法の違いによると考えられる大きな差異は認められなかったため、両測定法の結果を併せて統計処理を行った。

3 調査結果及び考察

3.1 各地点の空間線量率

サーベイメータによる線量率及び in-situ 測定または土壌採取法による線量率の結果を Table 1 に、また、各地点での成分別線量率の合計値を Fig.2 に示す。

in-situ 測定または土壌中放射性核種濃度から換算した全線量率の範囲は 32.6 ~ 75.8 nGy/h、平均 53.7 nGy/h であった。これまでの調査結果と比較すると、平均値で下越地域及び魚沼地域に対して 0.8 倍、上越地域に対して 1.3 倍並びに柏崎刈羽地域に対して 1.8 倍であり、佐渡地域の平均値は下越及び魚沼地域と上越地域間の値であった。

佐渡地域の地層は、相川層、真更川層、金北山層及び金丸層に大別される。相川層、真更川層及び金北山層は、新第三系下部中新統の火山岩類を主とし、金丸層は、これらの三層を構成している岩石が風化・堆積したと考えられる第四系完新統の礫、砂、シルト及び粘土からなる沖積層である。また、各層の主成分は相川層が変質安山岩溶岩・火砕岩、真更川層は石英安山岩質火砕岩、金北山層は酸性安山岩及び石英安山岩溶岩である⁶⁾。

安山岩は中性から塩基性の火成岩であり、中性及び塩基性火成岩の地上 1 m における線量率を UNSCEAR 報告書⁷⁾ に記載されている ^{238}U 、 ^{232}Th 及び ^{40}K の典型的な放射能濃度から換算すると、中性火成岩はそれぞれ 9.8、60.7、29.7 nGy/h、塩基性火成岩はそれぞれ 4.7、20.2、10.1 nGy/h となる。なお、岩石中の放射性核種濃度は、火成岩では珪酸塩 (シリケート) の量に依存し、酸性岩 (花崗岩等) で最も高く、超塩基性岩で最も低いとされている⁷⁾。

これらの値と今回の調査結果とを比較すると、佐渡地域の成分別線量率の平均値は U 系列、Th 系列、 ^{40}K それぞれ 8.7、19.3、25.6 nGy/h であり、U 系列及び ^{40}K については、中性火成岩の典型的な値と同程度であった。また、Th 系列については、塩基性火成岩のそれと同程度であった。

in-situ 測定法及び土壌採取法による値が特徴的な値を示した地点について検討してみると、両津市鷺崎 (St. 4)、赤泊村真浦 (St.20) 及び相川町大平 (St.8) では ^{40}K が平均値の 61 ~ 70% と低い値であった。このことは、両津市鷺崎を含む大佐渡北端部は堆積岩類と変塩基性岩類からなる新生界の基盤岩類、赤泊村真浦は硬質頁岩を多く含む七谷層であることから⁶⁾、佐渡の大部分を占める安山岩を主とした地質と異なる地点であるためと考えられる。また、相川町大平は、草地で土壌を採取しており、土壌中の K は植物の成長に伴い急速に消費されるとされていることから⁸⁾、 ^{40}K が植物に吸収された土壌であったためと考えられる。相川町壱町目裏町 (St.9) で

Table 1 γ -ray dose rates by *in-situ* or Ge γ -spectrometry of soil samples, and survey meter

St.No	Measuring points	Measuring* method	γ -ray dose rates (nGy/h)					Survey meter (TCS-166)	Survey meter (TCS-121C)	Geology
			U-series	Th-series	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	Total dose rate			
(Sado area)										
1	Ebisu, Ryotsu City	B	11.4	25.0	25.9	0.02	62.3	68.9	48.9	Alluvial deposits
2	Ogawa, Ryotsu City	B	8.1	25.2	26.0	0.00	59.3	53.7	40.6	Rhyolite
3	Akadama, Ryotsu City	B	7.6	19.5	27.8	0.06	54.9	46.8	38.1	Andesite
4	Washizaki, Ryotsu City	B	5.9	17.4	17.0	0.02	40.3	40.5	28.2	Slate and sandstone
5	Kurohime, Ryotsu City	B	8.4	18.6	27.2	0.01	54.2	79.8	57.4	Dacite
6	Kitaikari, Ryotsu City	B	8.6	18.1	27.0	0.00	53.7	57.5	42.4	Alluvial deposits
7	Tachibana, Aikawa Town	B	7.4	17.7	23.6	0.05	48.7	59.8	46.5	Lower terrace deposits
8	Ohira, Aikawa Town	B	7.5	22.4	15.5	0.21	45.5	45.3	36.4	Dacite
9	1-chome Uramachi, Aikawa Town	B	4.5	9.0	19.2	0.03	32.6	46.4	38.6	Aikawa Formation
10	Takachi, Aikawa Town	B	7.8	16.8	24.9	0.07	49.6	54.6	42.0	Masaragawa Formation
11	Seki, Aikawa Town	B	9.3	19.9	35.0	0.12	64.2	72.8	57.2	Masaragawa Formation
12	Yamada, Sawata Town	A	14.9	24.3	29.1	0.01	68.3	71.7	52.5	Middle terrace deposits
13	Kubota, Sawata Town	B	5.8	14.9	28.6	0.18	49.3	57.4	42.8	Sand dune deposits
14	Chigusa, Kanai Town	B	11.2	30.7	23.5	0.06	65.4	62.7	48.6	Alluvial deposits
15	Kaminiibo, Niibo Village	B	7.6	16.0	28.5	0.07	52.1	54.4	43.5	Alluvial deposits
16	Ota, Hatano Town	B	9.0	18.1	30.0	0.03	57.2	64.1	47.2	Slate and sandstone
17	Shinmachi, Mano Town	B	10.8	16.1	26.8	0.05	53.7	64.0	48.6	Lower terrace deposits
18	Ogimachi, Ogi Town	B	12.7	26.5	36.6	0.11	75.8	57.4	48.5	Teradomari Formation
19	Ohashi, Hamochi Town	A	8.5	12.2	21.3	1.64	43.6	55.6	42.2	Alluvial deposits
20	Maura, Akadomari Village	B	7.2	17.8	17.8	0.00	42.8	68.3	55.2	Nanatan Formation
		Mean	8.7	19.3	25.6	0.14	53.7	59.1	45.3	
		Max.	14.9	30.7	36.6	1.64	75.8	79.8	57.4	
		Min.	4.5	9.0	15.5	0.00	32.6	40.5	28.2	
(Kashiwazaki-Kariwa area)										
		Mean	6.9	10.1	13.0	-	30.5	-	36.8	
		Max.	14.6	14.3	17.3	-	40.4	-	45.3	
		Min.	4.3	8.2	7.8	-	21.5	-	27.1	
(Kaetsu area)										
		Mean	10.0	25.7	28.7	0.13	64.5	-	55.1	
		Max.	18.3	101.9	81.3	0.81	151.0	-	91.9	
		Min.	4.8	6.0	12.2	0.00	23.4	-	27.7	
(Uonuma area)										
		Mean	11.3	26.5	30.1	0.01	67.9	-	49.8	
		Max.	17.0	53.6	44.6	0.05	105.6	-	65.7	
		Min.	6.0	12.7	16.6	0.00	39.5	-	30.2	
(Joetsu area)										
		Mean	7.1	15.3	19.6	0.04	42.1	-	35.3	
		Max.	13.4	25.9	27.2	0.27	65.4	-	42.5	
		Min.	4.3	9.6	13.6	0.00	31.7	-	28.8	

* A: by *in-situ* method B: by sampling soil

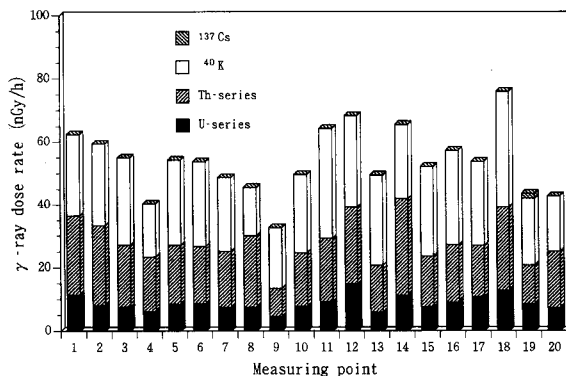


Fig.2 γ -ray dose rates by *in-situ* or Ge γ -spectrometry of soil samples

は、U系列及びTh系列が平均値の50%程度であった。これは、同地点ではサーベイメータ法による測定値も他地点に比べてやや低い値であり、測定地点周辺土壌の特性とも考えられるが、理由ははっきりしなかった。

サーベイメータ (TCS-166) と *in-situ* 測定法または土壌採取法により求めた全線量率を比較したところ、土壌採取地点が河川の近傍であった両津市黒姫 (St.5) 及び高等学校グラウンドの近傍であった赤泊村真浦等一部の地点を除いて両者の値は同程度であった。このことから、全線量率に対する土壌中放射性核種からの線量寄与は、宇宙線等ほかの寄与と比べて非常に大きく、全線量率の地点差は土壌中放射能濃度に依存していることがわかる。一方、両津市黒姫及び赤泊村真浦等における測定法による線量率の違いについては、その理由ははっきり

りしないが、測定地点周辺の土壌の不均一性による差異等が考えられる。

今回から使用したサーベイメータTCS-166と従前のTCS-121Cにより測定した線量率を比較したところ、TCS-166の方が3割程高い値であり、極めて高い相関性 ($r = 0.954$, $n = 20$, $P < 0.01$) が認められた。このことは、TCS-166に比べ、TCS-121Cは、検出効率が高エネルギーのガンマ線程低いと思われる。また、TCS-166による測定値は、TCS-121Cに比べて *in-situ* 測定及び土壌採取法による値との差異が小さかった。

各核種の線量率の割合をFig.3に示す。各測定地点における線量率の各成分比率は、相川町大平など一部の地点で ^{40}K に比べてTh系列が高い値を示したのを除いて、それぞれ同程度であり、 $^{40}\text{K} > \text{Th}$ 系列 $> \text{U}$ 系列の順であった。全測定地点の成分比率の平均値はU系列, Th系列, ^{40}K それぞれ、16%, 36%, 48%であったが、 ^{137}Cs は0.3%であり、線量寄与はごくわずかであった。したがって、佐渡地域における土壌からの放射線は、自然放射線によるものが殆どであり、これによる年間線量当量を線量率の平均値53.6 (53.7 - 0.14) nGy/hから換算すると約0.47 mSvであり、日本の平均的な年間線量当量の0.36 mSv⁹⁾に比べてやや高い値であった。

3.2 人工放射性核種の分布状況

人工放射性核種については、 ^{137}Cs が20地点の内18地点で検出され、全測定地点の90%で寄与を評価することができた(これまでの調査地域では57%)。各地点の ^{137}Cs 濃度をTable2に示す。 ^{137}Cs 濃度は、相川町大平で80.5 Bq/kg、佐和田町窪田(St.13)で69.3 Bq/kgと高い値であり、また、10 Bq/kg以上の地点も12か所となっており、他地域に比べ高い値の地点が多く見られた。

^{137}Cs は、1986年旧ソ連チェルノブイル原子力発電所事故及び過去の核実験フォールアウトにより降下したも

のと考えられ¹⁰⁾、各地点における ^{137}Cs 濃度は、降下した ^{137}Cs が土壌表面に存在する量に依存しており、土壌表面における吸着性に影響を受けるものと推察される。このことから、土壌の強熱減量を測定し、 ^{137}Cs の吸着を高めている土壌中有機物の影響を検討した。その結果をTable2に併せて示す。 ^{137}Cs 濃度が最も高かった相川町大平は強熱減量も最大であり、全体的に強熱減量が大きい地点は ^{137}Cs 濃度も高い傾向が見られたが、両者に有意な相関は認められなかった。

4 ま と め

新潟県内佐渡地域における自然放射線のレベルを明らかにする目的で、サーベイメータによる方法及び *in-situ* 測定法または採取した土壌のガンマ線スペクトロメトリ

Table2 ^{137}Cs concentrations and ignition losses in soil samples

Measuring points	^{137}Cs (Bq/kg)	Ignition
		loss (%)
(Sado area)		
1 Ebisu, Ryotsu City	8.37	6.92
2 Ogawa, Ryotsu City	N. D	6.91
3 Akadama, Ryotsu City	22.5	11.4
4 Washizaki, Ryotsu City	8.99	9.71
5 Kurohime, Ryotsu City	3.91	9.09
6 Kitaikari, Ryotsu City	1.01	9.56
7 Tachibana, Aikawa Town	18.3	9.67
8 Ohira, Aikawa Town	80.5	22.2
9 1-chome Uramachi, Aikawa Town	10.9	7.41
10 Takachi, Aikawa Town	25.5	3.23
11 Seki, Aikawa Town	46.3	8.32
12 Yamada, Sawata Town	4.38	4.45
13 Kubota, Sawata Town	69.3	4.92
14 Chigusa, Kanai Town	24.7	17.6
15 Kaminiibo, Niibo Village	25.9	6.25
16 Ota, Hatano Town	9.76	6.87
17 Shinmachi, Mano Town	19.5	12.5
18 Ogimachi, Ogi Town	42.2	12.4
19 Ohashi, Hamochi Town	49.5	7.39
20 Maura, Akadomari Village	N. D	5.75
Mean	26.2	9.13
Max.	80.5	22.2
(Kaetsu area)		
Mean	22.4	
Max.	78.3	
Detection rate	53.3	
(Uonuma area)		
Mean	7.58	
Max.	18.8	
Detection rate	70.0	
(Joetsu area)		
Mean	3.40	
Max.	10.4	
Detection rate	50.0	

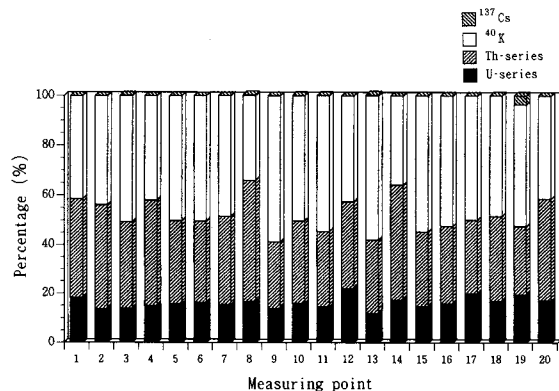


Fig.3 Percentage contributions of γ -ray dose rates due to the U-and Th-series nuclides, ^{40}K and ^{137}Cs

ーから地上1メートルのところの線量率を計算する方法により、空間線量率を測定した。線量率の範囲及び平均値は、32.6～75.8nGy/h、平均値53.7nGy/hであり、それぞれの地点の線量率は土壤中放射能濃度に依存していた。

U系列、Th系列、⁴⁰Kの成分別線量寄与の比率は、おおよそ16%、36%、48%であり、測定地点間には大きな差異は見られなかった。

¹³⁷Csは、これまでの調査地域に比べて高い放射能濃度の地点が多く見られたが、線量寄与は平均値で0.3%であり、ごくわずかな線量寄与であった。

謝 辞

本調査を行うにあたり、指導、助言並びに*in-situ*測定用の各種のプログラムを提供いただきました金沢大学理学部低レベル放射能実験施設の小村和久先生に感謝の意を表します。

文 献

1) 殿内重政, 霜鳥達雄, 米田和広, 田邊廣和: 新潟県

衛生公害研究所年報, 6, 141 (1990).

2) 殿内重政, 米田和広, 原 武彦: 新潟県衛生公害研究所年報, 7, 147 (1991).

3) 米田和広, 殿内重政, 葉暮久尚, 鈴木 育: 新潟県衛生公害研究所年報, 8, 160 (1992).

4) Beck H.L., Campo J.De, Gogolak C.: HASL-258 (1972).

5) 殿内重政, 米田和広: 新潟県衛生公害研究所年報, 7, 156 (1991).

6) 新潟県: 新潟県地質図 (改訂版), (1989).

7) UNSCEAR (国連科学委員会) 報告書, 1977年版, 邦訳「放射線の線源と影響」放射線医学総合研究所監訳, アイ・エス・ユー株式会社.

8) 高井康雄編: 植物栄養土壌肥料大事典, (1980), (養賢堂発行).

9) 山縣 登監修: 環境放射線ハンドブック, (1985), (情報センター出版会)

10) 安達 恵, 諏訪成雄, 齊藤真一, 田邊廣和: 新潟県衛生公害研究所年報, 4, 124 (1988).