

平成9年12月

日本温泉科学会第50回大会

特別講演

玉川温泉と放射能

社会保険いわて健康管理センター

柳澤融

Tamagawa Hot Spring & Radioactivity

Toru YANAGISAWA

Social Insurance Iwate Health Clinic Center

Abstract

Dose rates of environmental radiation were determined at Tamagawa Hot Spring Areas, using a NaI scintillation survey meter. And, nucleides and its radioactivity in the spring waters, rockies, mudies, sinters and Hokutolite were also determined by using a low background 2π gasflow counter and liquid scintillation counter.

Radiation dose rates were measured in the two outdoor area: the dose rate near the source was ranged from 0.94 to 1.35 $\mu\text{Sv/hr}$, and that from 30 to 100 m downstream from the source was from 0.15 to 0.33 $\mu\text{Sv/hr}$. Highest dose rate of radiation was 6 $\mu\text{Sv/hr}$ at the surface of the sinter collecting pipe. In contrast, dose rate of radiation in the three tents (rock surface) were only 0.05~0.07 $\mu\text{Sv/hr}$. These radiation dose rates were the same levels as previous reports.

Dose rates in the bath room were ranging from 0.04 to 0.27 $\mu\text{Sv/hr}$, and highest is in the steambath box and lowest is in public bathtub (plunge bath).

There were various nucleides of three (U-, Th- and Ac-) series in the spring waters, rockies, mudies and sinters.

It was considered that radiation dose in Tamagawa Hot Spring Areas does not influence the health of the hot spring workers or visitors at the spring.

Key words : Tamagawa hot spring, Environmental radiation, Hokutolite

キーワード : 玉川温泉, 環境放射能, 北投石

1. はじめに

温泉の医学的利用は古くからの経験的, 民間療法的色彩が濃い一面があるが, 近年は療養ばかりではなく, 保養, 休養あるいはリハビリテーションとしての利用も取り上げられるようになって

てきた。

秋田県玉川温泉はpH1.2の酸性アルミニウム・鉄(II)-硫酸塩泉で、この他にフッ素や放射能を含んでいる。本稿では、特に玉川温泉の放射能について最近の計測値を先人の業績と対比して概説し、温泉利用の際の保健物理的見地からの線量限度あるいは近年話題の放射線ホルミシスとの関連について触れることとする。

2. 温泉医学と放射線医学

温泉療法の効果は一般に泉質、温度、静水圧などが関与しており、泉浴開始当初は人体に対してストレスとして働いて変調をもたらすが、泉浴を続けるうちに次第に慣れが生じて人体諸機能が亢進し病状が好転するようになるといわれている。一方、放射線療法では放射線の殺細胞効果を利用して癌治療を行っている。放射線が細胞障害的に働き、温泉が細胞賦活的に働く点で両者は対称的である。そして、放射能泉の場合には少量の放射線がどのように働くのか興味があるところである。

3. 玉川温泉地の環境放射能

玉川温泉地区の環境放射線については古くから多くの報告がある^{1~4)}。

今回は1997年8月2日(快晴)にAloka製TCS161 γ 線サーベイメータを用いて玉川温泉地区の環境放射線を測定した。

計測点は図1、表1の10カ所16地点で、各地点とも地表と地上1.5mの2点で空間線量率を測定した。

計測点Aは源泉(大噴)で、源泉に接した地点(A-1)では、地表で $0.94\mu\text{Sv/hr}$ 、地上1.5mで $1.35\mu\text{Sv/hr}$ 、源泉から3m離れた柵内の地点(A-2)でそれぞれ 0.35 、 $0.56\mu\text{Sv/hr}$ 、5m離れた遊歩道上(A-3)でそれぞれ 0.11 、 $0.35\mu\text{Sv/hr}$ であった。A点より20m下流の遊歩道上のB地点ではそれぞれ 0.18 、 $0.35\mu\text{Sv/hr}$ 、さらに30m下流の遊歩道上のC地点でそれぞれ 0.15 、 $0.24\mu\text{Sv/hr}$ であった。これより50m下流の湯花採取小屋(D地点)でそれぞれ $0.77\sim 0.85$ 、 $0.80\sim 0.76\mu\text{Sv/hr}$ 、さらにそれより50m下流の湯花採取樋末端部(E地点)でそれぞれ $6.00\sim 3.15$ 、 $2.14\sim 1.41\mu\text{Sv/hr}$ であった。また、温泉神社の鳥居付近(F地点)ではそれぞれ $0.60\sim 0.73$ 、 $0.29\sim 0.40\mu\text{Sv/hr}$ 、務沢付近(G

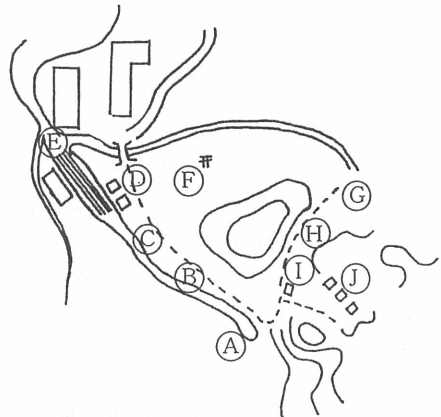


図1 玉川温泉地 環境放射線測定点 (A~Jは表1に対応)

表1 玉川温泉地区の環境放射能単位 ($\mu\text{Sv/hr}$)

		計測場所	地表	地上1.5m
A	1	大噴(源泉)	0.94	1.35
	2	〃(横3m)	0.35	0.56
	3	〃(遊歩道上)	0.11	0.35
B		源泉より20mの遊歩道上	0.18	0.33
C		〃 50m 〃	0.15	0.24
D		湯花小屋の壁面	0.77(0.85)	0.80(0.76)
E		湯花採取樋 末端部	6.00(3.15)	2.14(1.41)
F		温泉神社 鳥居付近	0.60~0.73	0.29~0.40
G		務沢付近の遊歩道上	0.05	0.05
H		硫黄噴気付近遊歩道上	0.04	0.04
I		露天風呂	0.07	0.06
J	1	岩盤(地熱テント内)(左)	0.04	0.04
	2	〃 (中)	0.06	0.06
	3	〃 (右)	0.07	0.07

地点)でそれぞれ0.05, 0.05 μ Sv/hr, 硫黄噴気部(H地点)でそれぞれ0.04~0.04 μ Sv/hr, 露天風呂(I地点)でそれぞれ0.07, 0.06 μ Sv/hrであった. さらに, 3基の地熱テント-岩盤(J地点)のうち左方の(J-1)でそれぞれ0.04, 0.04 μ Sv/hr, 中央の(J-2)でそれぞれ0.06, 0.06 μ Sv/hr, 右方の(J-3)でそれぞれ0.07, 0.07 μ Sv/hrであった.

以上, 玉川温泉地でもっとも放射線量率の高い地点は湯花採取用樋の末端部で, 次いで源泉, 湯花小屋, 鳥居近傍の順であり, 源泉より上流域のG~J地点はほぼ自然放射線レベルであった. また, 地表と地上1.5mの空中とで放射線量率を比較すると, 大噴から下流にかけては地表より地上1.5m空中の方が高値を示し, EとF地点では地表の方が高く, G~J地点では両者に差はなかった.

一方, 秋田八幡平から盛岡市にかけての広い領域の空間放射線量率を同日に測定したが, 図2に示す如く, 盛岡, 小岩井, 雫石, 田沢湖および後生掛温泉, ふけの湯温泉ならびに八幡平頂上では0.02~0.04 μ Sv/hrと低く, 玉川温泉に近い新鳩の湯, 渋黒橋付近ではそれぞれ0.06 μ Sv/hrであった.

4. 玉川温泉水の放射能

1981年7月に源泉水, 浴槽湯, 湯花, 北投石(玉川温泉事務所のご好意により借用)および湯川流域の岩石, 泥について, 水成分は液体シンチレーションカウンタ, 岩石と泥は低バックグラウンド2-フローカウンタで放射能を測定した.

結果は源泉は14pCi/ml, 浴槽10pCi/ml, 鹿湯川(玉川温泉より下流域)5 pCi/ml, 湯花(赤)293pCi/g, 湯花(白)560pCi/g, 北投石292pCi/g, 源泉付近の岩石714pCi/g, 下流の岩石132pCi/g, 下流の泥1,130pCi/gであった. すなわち, 湯花と北投石および岩石, 泥には若干の放射能が認められたが, 温泉水および下流の沢の水の放射能は微量であった.

また, 昨年改築された大浴場の洗場, 各浴槽毎に空間線量率を1997年8月2日に測定した.

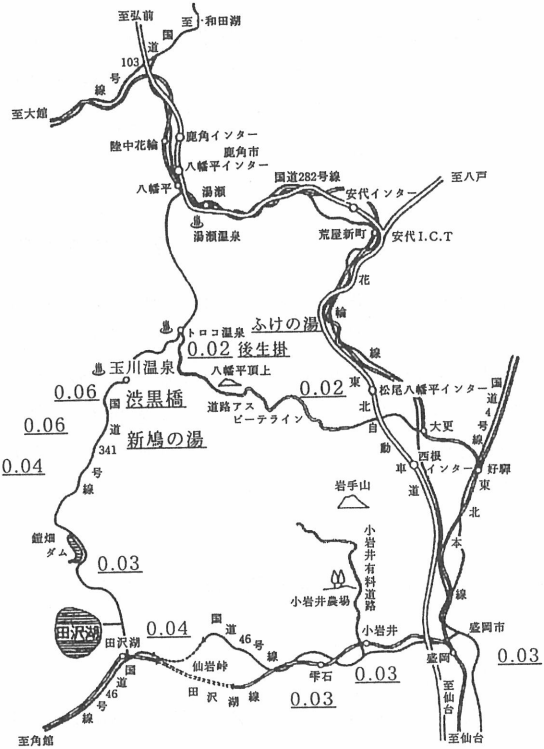


図2 八幡平~小岩井~盛岡地区の環境放射線 (単位 μ Sv/hr)

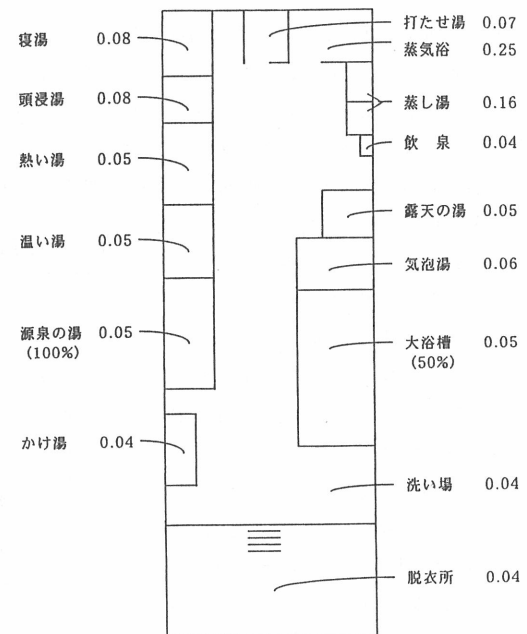


図3 玉川温泉大浴場(男性)各浴槽の空間放射線量率 (単位 μ Sv/hr)

計器は前出の γ 線サーベイメータである。その結果は図3に示すごとく、大浴場や洗い場では $0.04 \sim 0.05 \mu\text{Sv/hr}$ 、浴槽のうち浅い打たせ湯、寝湯、頭浸湯では $0.07 \sim 0.08 \mu\text{Sv/hr}$ 、蒸し湯で $0.16 \mu\text{Sv/hr}$ 、蒸気浴で $0.25 \mu\text{Sv/hr}$ であった。

5. 玉川温泉沈澱物中の放射性核種

源泉から湯花採取樋付近までの地点で採取した岩石と泥について、それに含有されている核種を低バックグラウンド 2π ガスフローカウンタで測定した。表2に同定しえた核種とその含有率を示した。

大噴付近の泥には ^{222}Ra が多く認められ、岩石中には ^{208}Tl 、 ^{234}Th が比較的多く、20m下流の泥には ^{219}Ra が、岩石中には ^{211}Bi が比較的多く、50m下流の泥中には ^{237}Ac が多く、100m下流の泥には ^{219}Ra が比較的多く存在していた。すなわち、玉川温泉の源泉から流れている湯川の流域にはRa, Th, Acの3系列の元素、同位体が分布散在していることが認められた。

表2 玉川温泉沈澱物中の核種含有率 (%)

核種	①		②		③	④
	泥	岩石	泥	岩石	泥	泥
^{234}Th	2.7	21.3	3.3	8.9	0.8	4.1
^{227}Th	0.4	1.3	0.3	0.9		
^{227}Ac					95.2	
^{224}Ra	0.6	5.8	1.0	2.0		
^{223}Ra		6.7	0.9	2.7	0.2	0.1
^{222}Rn	88.3					
^{219}Ra			84.7			69.2
^{214}Bi	0.2	3.6	0.7	2.1	0.2	
^{212}Bi	1.5	16.4	1.7	11.1	0.4	1.7
^{211}Bi			0.5	47.2	2.0	9.6
^{214}Pb	1.2		0.3	1.8	0.1	0.4
^{212}Pb	1.6	7.5	1.1	3.9	0.2	9.8
^{208}Tl	3.5	37.2	5.5	19.2	0.9	4.2

①源泉 ②20m下流 ③50m下流 ④100m下流

6. 総括と考察

わが国の放射能泉は全温、鉱泉中の7.73%に当り、西日本に多く分布し、東日本では増富温泉と玉川温泉が有名で、玉川温泉沈澱物にはRaが多く含まれているといわれている⁵⁾。

1) 環境放射能について

玉川温泉地区の放射能分布については従来から多くの報告がある^{6,7)}。

今回の玉川温泉地域ならびに浴室内の放射能の測定値は概ね先人のそれと大差はなかった。そして、これらの自然放射能は主として北投石によるものと温泉水起源のRa, Thによるものと考えられる^{7,8)}。神社の鳥居付近で若干高値を示していたが、これは以前の源泉からの流れがこの付近にあったとのいい伝えや北投石が特別天然記念物に指定後盗掘を予防する為に岩石等を敷きつめたといわれていることによると思われる。

1994年にGe(Li)半導体検出器を用い、源泉水、露天風呂水、下流の岩石、湯花、噴気孔硫黄中の核種を検索した⁹⁾。その結果は表3に示すごとく、Th系列の ^{212}Pb が湯花に、Li系列の ^{214}Bi が泉水中に認められ、また、 ^{227}Ac 、 ^{222}Rn 、 ^{219}Ra 、 ^{211}Bi 、 ^{208}Tl などが岩石や泥中に含まれていた(測定は日本アイソトープ協会滝沢研究所のご好意による)。これからも上記のことが裏付けられるものと考えている。

表3 源泉, 岩石, 湯花等の放射能

単位(Bg/g)

核種	源泉	露天風呂	岩石	湯花(白)	湯花(黄)	噴気孔硫黄
Pb-212				17.5	3.95	
Bi-214	69.5	81.7	3.74	13.6	3.19	
K-40	0.767	1.53	0.254	6.37	3.65	0.108

2) 線量限度について

玉川温泉湯治の際に湯治者が受けるこれら自然放射線被曝が法令で定められている線量限度を越えているか否かを計算してみた。放射線業務に携わらない一般人の線量限度は $250\mu\text{Sv}/3$ ヶ月と定められている。

いま, その湯治方法を1日につき

- ①入浴15分2回 ②むし湯, 蒸気浴10分2回
③岩盤浴40分2回 ④散歩(遊歩道)20分2回

とすると, 1日の被曝量は多く見積って

- ①入浴 $0.04\mu\text{Sv}/\text{d}$ ②むし湯, 蒸気浴 $0.083\mu\text{Sv}/\text{d}$
③岩盤浴 0.093 " ④散歩 0.45 "

で, 計 $0.666\mu\text{Sv}/\text{d}$ となる。3週間の湯治で $13,986\mu\text{Sv}$, かりに3ヶ月滞在湯治を続けたとして $59.94\mu\text{Sv}/3\text{M}$. に止まり, 線量限度より遙かに低く, 放射線防護の面では問題とならない。秋田大学滝澤教授は数年前, 日本放射線影響学会で, 玉川温泉従業員10名の業務上での被曝の程度をフィルムバッジで測定し, 検出限度以下であったとしている。

3) 放射線ホルミシスについて

近年, 放射線ホルミシスのことが論じられるようになった¹⁰⁾. 山田ら¹¹⁾は鳥取県三朝温泉について, 同温泉地区住民と非温泉地区住民とで, 全癌, 胃癌, 肺癌, 大腸癌死亡率を比較したところ, 何れも三朝地区住民の方が明らかに低かったと述べ, これはラドン温泉である三朝温泉地区住民の方が対照地区よりも僅かに被曝線量が高いことと関連があるものとしている。

玉川温泉に関しては, 三朝温泉と異なり, 一年中住む住民がいないので, この種の研究はできないが, 今後は通年営業となるので, 何らかのアプローチも可能になるであろう。

4) 医学利用と放射能について

玉川温泉の医学的効用については, 多くの研究報告や療養の手引書があり^{12~14)}, これに基づいた療養が行われることが望ましいが, いわゆる「岩盤浴」が諸病に奏効するとして競って利用されており, その奏効理由は温熱と放射能と思い込んでいるようである。しかし, 岩盤浴中の深部体温(直腸温)は $38\sim 39^\circ\text{C}$ 迄しか上昇せず¹⁵⁾, 放射線量率も最大 $0.07\mu\text{Sv}/\text{hr}$ に過ぎず, 放射線療法と温熱療法の併用療法のカテゴリーに当てはまらない。おそらく, 非特異的な温熱効果によるものと考えられる。

癌の温熱療法におけるcritical temperatureは 43°C とされているが, 酸性の場合にはそれ以下でも奏効するので, 玉川温泉のpH 1.2に注目して, 温熱効果も期待でき, これと微量放射線によるホルミシス効果が相加的に動くことも考えられるとする人もいる¹⁶⁾. ただ, 私はこれらのことは多くの実証の後に行うべきであると考えている。

7. 結 語

玉川温泉と周辺地区の環境放射線ならびに温泉水、北投石などの放射能を測定し、次の結果をえた。

- 1) 源泉ならびに下流の湯花採取口付近で自然放射線より高値を示した。
- 2) 浴槽ではむしろ湯内の方が普通の浴槽より高値を示した。

これらの数値は従来の他の報告とはほぼ同じレベルであった。従業員、湯治者に対する健康上のリスクはないと考えた。

玉川温泉浴の浴効果の原因について考察を試みた。

文 献

- 1) 岩崎岩次, 桂 敬, 下島 光, 鎌田政明: 玉川温泉の放射性ガス成分, 玉川温泉研究会十周年誌, p 141-143, 玉川温泉研究会, 秋田, 1954.
- 2) 横山裕之: 玉川温泉水中のラジウム同位元素について, 玉川温泉研究会十周年誌, p 147-152, 玉川温泉研究会, 秋田, 1954.
- 3) 綿抜邦彦: JCAC, **31**, 46-52, 1997.
- 4) 柳澤 融, 及川昭弘: 日温気物医誌, **46**, 49, 1982.
- 5) 堀内公子: JCAC, **31**, 37-45, 1997.
- 6) 堀内公子: 温泉科学, **31**, 69-78, 1981.
- 7) 橋本哲夫, 久保田知明: Radioisotopes, **38**, 415-420, 1989.
- 8) 橋本哲夫, 増村修司, 高橋邦明, 外村 武: Radioisotopes, **31**, 331-337, 1982.
- 9) 柳澤 融, 世良耕一郎, 箕野健太郎, ニッ川章二, 吉田 亨: 日温気物医誌, **59**, 53-54, 1995.
- 10) 森永 寛: Isotope News, No.414, 24-27, 1989.
- 11) 大山ハルミ, 山田 武: Radioisotopes, **46**, 360-370, 1997.
- 12) 足澤三之介: 玉川温泉(酸性泉)入浴の生体に及ぼす影響の血清学的研究, 玉川温泉研究会十周年誌, 87-105, 玉川温泉研究会, 秋田, 1954.
- 13) 杉江忠之助: 玉川温泉の湯治について, 温泉医学, p 383-394, 日本温泉気候物理医学会, 東京, 1990.
- 14) 杉江忠之助: 秋田八幡平玉川温泉湯治の手引, 玉川温泉研究会, 秋田, 1986.
- 15) 足澤輝夫, 藤原良子, 藤原くみ子, 小笠原恵美, 杉江忠之助, 柳澤 融: 日温気物医誌, **59**, 53-54, 1995.
- 16) 石田健二: 玉川温泉岩盤浴と疾病治療について-特に放射線ホルミシスに関連して-私信, 1997.