

# 温泉の Ra 含量と Rn 含量との関係について

山梨大学教育学部 杉原 健

(昭和 43 年 10 月 5 日受理)

## On the Relation between Radon and Radium Contents in Mineral Spring Waters of Japan

Takeshi SUGIHARA

Department of Chemistry, Faculty of Education, Yamanashi University

The relation between the contents of radon and radium was investigated on 61 mineral spring groups which were described in the book, "Nihon Kōsen-shi." The contents of radon and radium were expressed in logarithm of the mean value of each mineral spring group. The results are as follows:

The correlation coefficient between radon and radium is 0.421 and highly significant. Namely, there is a positive correlation. Therefore, it is concluded that the mineral spring groups in which radon content is high, tend to show high value of radium content. Furthermore, it is pointed out that the prospecting of uranium in the areas of Ikeda, Yugakai and Tamatsukuri mineral spring groups is hopeful. The frequency distributions of radium and radon contents are logarithmic normal.

### 1. 緒 言

本邦温泉の Ra 含量と Rn 含量との関係を個々の源泉について見ると、明らかでない場合が多い。ある場合には、山梨県増富鉱泉<sup>1)</sup>のように、Rn と Ra とが負の相関を示すこともある。

これは、個々の源泉の湧出機構や成因が、それぞれ異なるためであり、これらの関係をそのままの状態で論ずることに無理があると思われる。そこで、各温泉群、あるいは地域毎に、Ra ならびに Rn 含量の平均をとれば、そのなかにはいろいろの要因が含まれることになる。したがって、平均値をとると、各要因が温泉群或は地域毎に平均化され、その結果として温泉群あるいは地域毎の特性が強く現われるようになると考えられる。このような見地から、温泉群あるいは地域毎に、Ra ならびに Rn 含量の平均をとり、両者の関係を考察することにする。

### 2. 結果ならびに考察

日本鉱泉誌<sup>2)</sup>に記載された温泉のうちから、61 の温泉群について、Ra ならびに Rn 含量の平均値が得られたので、これを表 1 に示した。

また、Ra ならびに Rn 含量の平均値の対数値をそれぞれとり、両者の関係を示したのが図 1 である。恵那鉱泉群 (岐阜) (図 1 の 8 の番号をつけたもの) を除いた 60 の温泉群の Ra 含量と Rn 含量の間の相関係数を求めると、 $r_{60}=0.644^{**}$  となり、1% 以下の危険率で有

第 1 表 本邦の温泉群の Ra と Rn 含量

No.	温泉群名	Ra 10 <sup>-12</sup> g/l	Rn Mache	No.	温泉群名	Ra 10 <sup>-12</sup> g/l	Rn Mache
1	増富 (山梨)	13.87	155	32	母畑 (福島)	0.10	2.8
2	池田 (島根)	27.94	81	33	三朝 (鳥取)	4.22	38.5
3	村杉 (新潟)	0.20	43	34	関金 (鳥取)	0.15	2.5
4	松崎 (鳥取)	0.57	5.2	35	勝見 (鳥取)	1.3	6.6
5	磯部 (群馬)	13.56	2.0	36	和倉 (石川)	5.59	1.9
6	草津 (群馬)	0.07	0.2	37	小屋原 (島根)	6.15	2.6
7	湯河原 (神奈川)	0.11	0.2	38	芦原 (福井)	0.56	1.7
8	日奈久 (熊本)	0.08	1.7	39	那須 (栃木)	0.26	2.1
9	温泉 (山形)	0.73	1.1	40	湯檜曾 (群馬)	0.15	1.6
10	松之山 (新潟)	6.21	0.6	41	浜村 (鳥取)	1.39	3.7
11	川湯 (和歌山)	2.53	1.5	42	玉造 (島根)	50.15	3.6
12	勝浦 (和歌山)	0.13	1.7	43	湯ヶ島 (静岡)	0.20	1.0
13	有馬 (兵庫)	31.4	6.4	44	東郷 (鳥取)	0.83	3.6
14	宝塚 (兵庫)	26.46	2.1	45	湯村 (兵庫)	0.79	2.0
15	湯抱 (島根)	36.36	20.8	46	吉岡 (鳥取)	0.61	3.5
16	俵山 (山口)	0.16	0.8	47	岩井 (鳥取)	0.65	2.6
17	道後 (愛媛)	0.10	3.7	48	粟津 (石川)	0.16	1.8
18	別府 (大分)	0.34	0.3	49	渋 (長野)	0.07	1.1
19	鉄輪 (大分)	0.18	0.4	50	湯原 (群馬)	0.09	1.1
20	明礬 (大分)	0.18	0.6	51	浅間 (長野)	0.19	0.9
21	観海寺 (大分)	0.11	0.3	52	志学 (島根)	0.90	4.7
22	小野川 (山形)	8.4	2.8	53	燕 (新潟)	0.03	0.3
23	赤湯 (山形)	0.09	1.2	54	湯郷 (岡山)	0.56	0.9
24	上の山 (山形)	1.00	1.9	55	伊香保 (群馬)	0.03	0.5
25	赤倉 (山形)	0.14	3.5	56	山代 (石川)	0.13	0.4
26	鎌光 (宮城)	2.00	1.2	57	亀川 (大分)	0.07	0.3
27	青根 (宮城)	0.91	2.1	58	伊東 (静岡)	0.20	0.3
28	作並 (宮城)	0.21	2.7	59	吉奈 (静岡)	0.06	0.3
29	川渡 (宮城)	0.10	0.6	60	海潮 (島根)	0.18	0.3
30	鳴子 (宮城)	0.15	0.4	61	恵那 (岐阜)	0.00	65.6
31	甲子 (福島)	0.74	3.6	幾何平均		0.48	1.90

厚生省大臣官房国立公園部：“日本鉱泉誌”(1954), 青山書院, による。

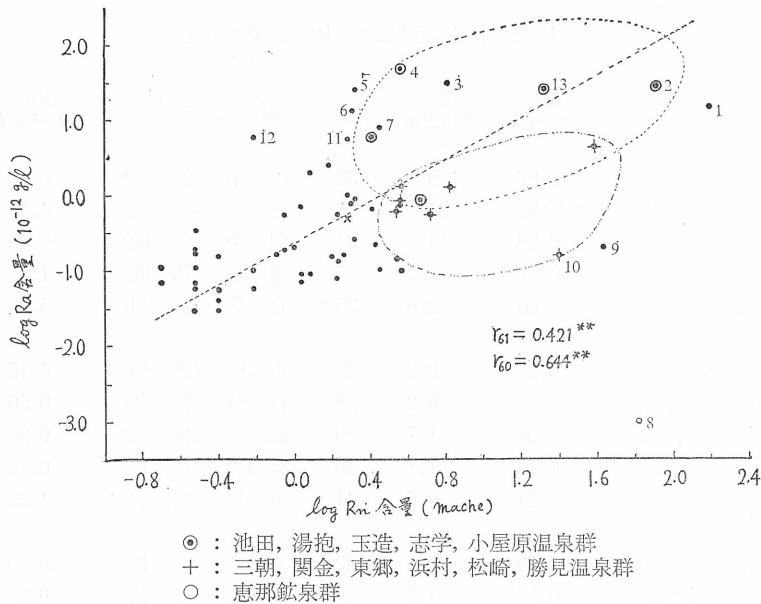


図 1. 本邦の温泉群の Ra 含量と Rn 含量との関係

意となる。また、他の温泉群ととびはなれている恵那鉱泉も含めて、全部で 61 の温泉群について、同様に相関係数を求めると、 $r_{61}=0.421^{**}$  となって、同様に 1% 以下の危険率で有意となり、Ra 含量と Rn 含量との間には正の相関関係があることが認められる。したがって、Ra 含量の多い温泉群には Rn 含量も多いということが結論される。

しかし、Ra ならびに Rn 含量との間の量的関係は、Rn がほとんどすべての温泉群において、Ra との平衡量よりはるかに多く、Ra と Rn とが平衡状態にないことが知られる。このような状態にあっても、Ra と Rn との間には正の相関があることは、特に興味ある現象である。この原因は、Rn が気体で拡散しやすく、温泉水に溶解しやすいが、Ra は固体で、拡散現象はほとんどなく、かつ、温泉水と接しても溶解される割合が Rn に比して遙かに小さい結果であろうと考えられる。

つぎに、中村<sup>3)</sup>による温泉の等放射線図を図 2 に示した。比較的放射能の高い地域として、山陰地方ならびに青森県西部地区が見られる。

温泉群の平均 Ra 含量の分布を図 3 に示した。

Ra 含量の多い温泉群が数地区見出される。

花崗岩と温泉の放射能とは深い関係があるものと考えられ、放射能の高い温泉は、ほとんどすべて花崗岩地帯にあることから理解されるであろう。

本邦中部ならびに西部地方の花崗岩の Ra 含量は早瀬<sup>4)</sup>によると、図 4 に示した通りである。

図 2 の温泉の等放射線図と大体似た傾向を示す地域があり、特に中国、四国地方にその傾向がよく認められる。

また、早瀬<sup>4)</sup>による火山岩の Ra 含量を図 5 に示したが、花崗岩に比して一般に Ra 含量が少ない。

図 1 中の + 印をした鳥取県三朝ならびに東郷温泉群の地域は、現在までに U の探査が行な

図 2. 温泉等放射能泉図  
(中村(左)博士による)

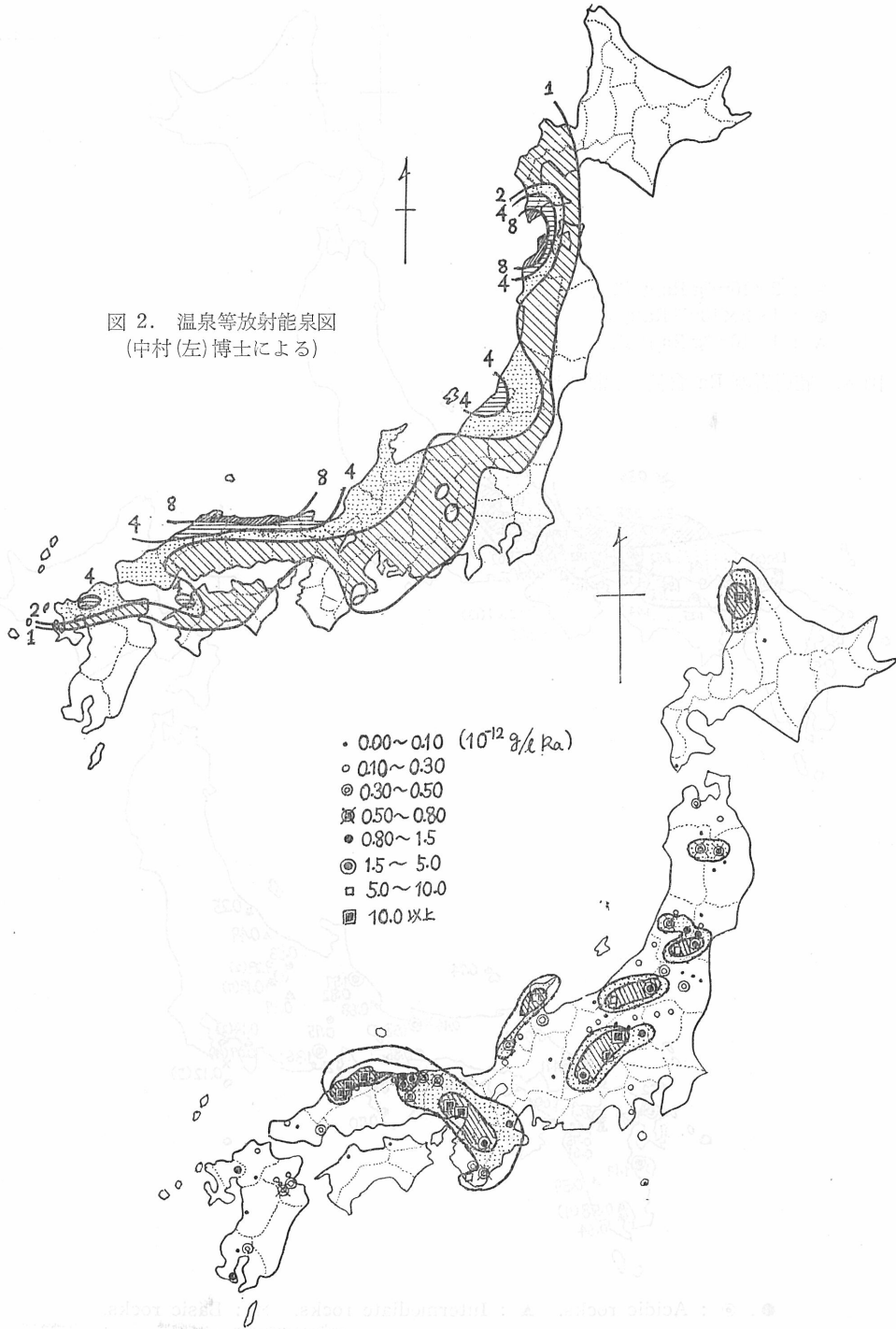
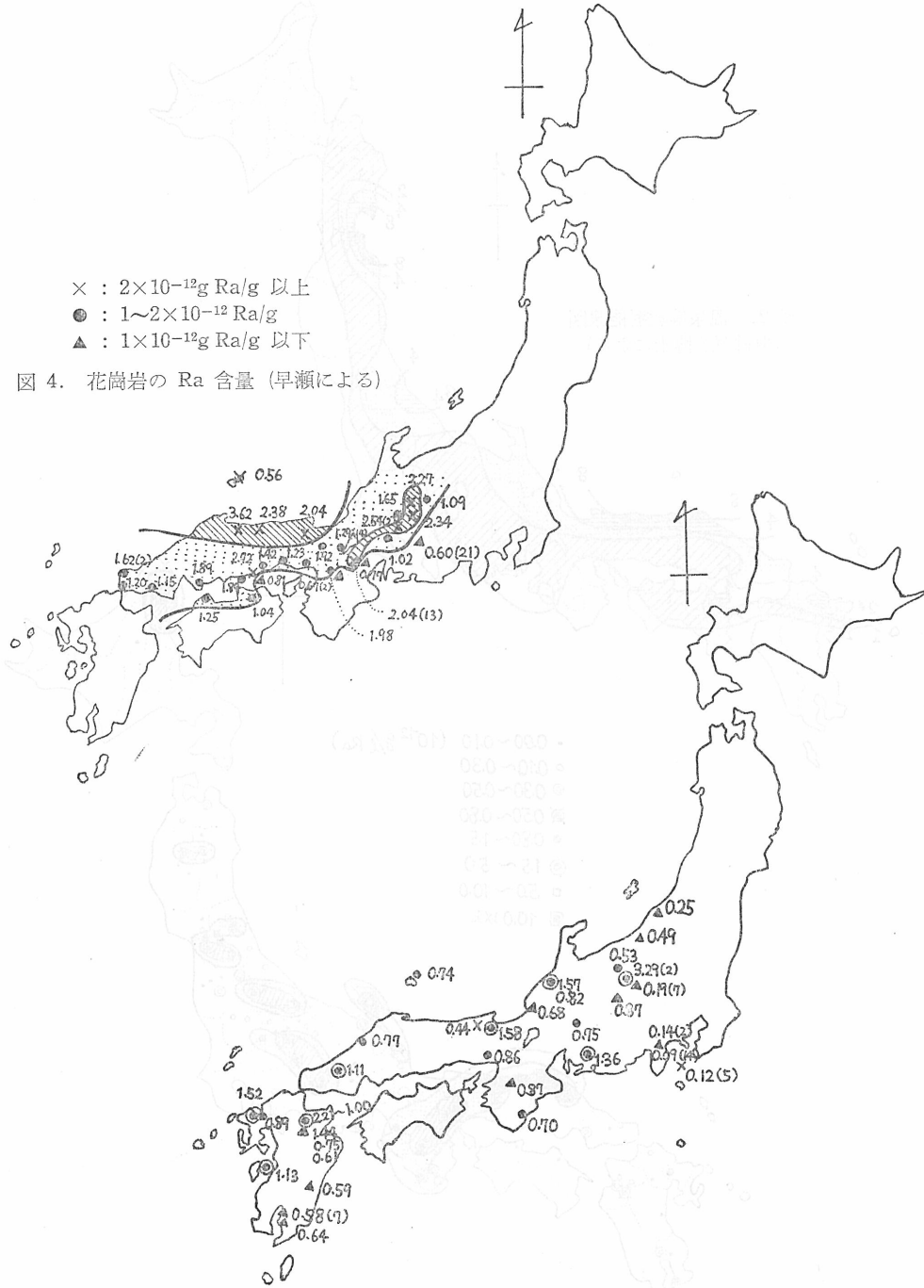


図 3. 温泉群の平均 Ra 含量の分布

- × :  $2 \times 10^{-12}$  Ra/g 以上
- :  $1 \sim 2 \times 10^{-12}$  Ra/g
- ▲ :  $1 \times 10^{-12}$  Ra/g 以下

図 4. 花崗岩の Ra 含量 (早瀬による)



- , ○ : Acidic rocks. ▲ : Intermediate rocks. × : Basic rocks.

図 5. 火山岩の Ra 含有量 (早瀬による)

われて、U 鉱床が発見されており、高品位のものは数%のUを含有するものがあり、わが国で唯一のU 鉱床の存在する地域として知られている人形峠は三朝温泉の近くにある。

そこで、図1において、点線でかこまれた島根県池田、湯抱ならびに玉造温泉群の地域にも(◎印で示したもの)、U 探査に希望がもたれることを指摘する。ただし、玉造ならびに小屋原温泉群は、Ra の割合に比して Rn 含量が比較的少ないことから、三朝ならびに東郷温泉群にくらべて、その源が深いであろうと推定される。

一般に、花崗岩では、U 含量と Ra 含量とが比例関係にあることと考え合せて、全般的に Ra ならびに Rn 含量の多い池田、湯抱ならびに玉造温泉群地域が、U 探査に対して十分な期待がもたれるであろう。

二酸化炭素を多量に含む増富(山梨県)や池田鉱泉(図1の1,2の番号をつけたもの)では、Ra 含量に比して Rn 含量が多い傾向が見られる。また、溶存塩類の多い有馬(兵庫県)、玉造、宝塚(兵庫県)、磯部(群馬県)、小野川(山形県)、和倉(石川県)ならびに松之山(新潟県)温泉では、(図1の3,4,5,6,7,11ならびに12の番号のついたもの)Ra の割合が Rn に比して多い傾向が見られる。これに反して、恵那、村杉(新潟県)鉱泉ならびに関金温泉(鳥取県)では、(図1の8,9ならびに10の番号をつけたもの)溶存塩類が一般に少なく、また、源が浅いためか、Ra の割合にくらべて Rn が比較的多い傾向を示す。

Rn ならびに Ra のひん度分布は、 $\chi^2$  検定の結果、対数正規分布をなしていることが、それぞれ明らかとなった。

つぎに、ルーマニヤの温泉<sup>5)</sup>の Ra ならびに Rn 含量を測定されているものについて、それぞれ対数値をとり、両者の間の関係を示すと、図6のようになる。

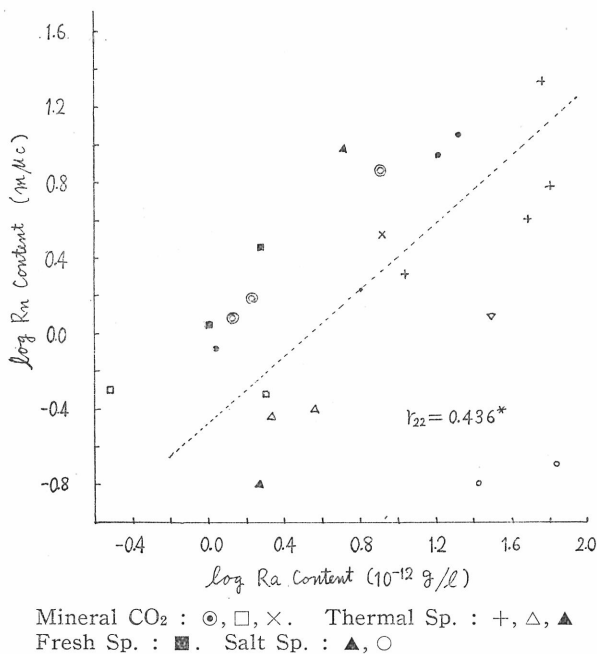


図6. ルーマニヤの温泉の Ra と Rn 含量

すなわち、22 の温泉群に対して、相関係数は、 $r_{22}=0.436^*$  となって、5% の危険率で正の相関があることが認められ、洋の東西を問わず、Ra 含量と Rn 含量との間には正の相関関係が存在するということが結論される。

### 3. 総 括

以上の結果から、本邦の 61 の温泉群の Ra 含量と Rn 含量の平均値の、それぞれ対数値をとると、それらの間には正の相関関係があると結論される。また、Ra 含量ならびに Rn 含量のひん度分布は、いずれも対数正規分布をすることが見出された。

さらに、島根県池田、湯抱ならびに玉造温泉群地域が、U 探査に希望がもたれることを指摘する。

また、ルーマニアの温泉群についても、Ra 含量の対数値と、Rn 含量の対数値との間に正の相関が認められた。

(この研究は日本温泉科学会 13 回大会にて、昭和 35 年 7 月に発表した。)

### 文 献

- 1) 黒田和夫・横山祐次：化学の研究，3，38 (1948)。
- 2) 厚生省大臣官房国立公園部：日本鉱泉誌，pp. 633~680 (1954)，青山書院。
- 3) 中村左衛門太郎：斎藤報恩会学術研究報告，1，26 (1925)；福富孝治：温泉の物理，pp. 82 (1942)，岩波書店。
- 4) 早瀬一：地学雑誌，66，705 (1957)。
- 5) Á. Szabó：Acta Chim. Hung.，18，129 (1959)。