

芦原温泉における温泉水に伴う ガス中のラドンの濃度分布

京都大学理学部地質学鉱物学教室 桂 京 造
初 田 甚 一 郎

(昭和43年11月7日受理)

Distribution of Radon Content of Gas Associated with Spring Waters at Awara Hot Springs.

Kyozo KATSURA and Zin-itiirô HATUDA

(Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University)

Rn-222 content of gas associated with spring water at Awara Hot Spring in Fukui Prefecture was measured as an aid to determine the position of planned deep test drilling. The obtained iso-rad contours revealed a pattern roughly resembling that of isothermals of spring water. The striking feature of the radon distribution is that the iso-rads show an oval with a major elongation in NE-SW direction and a minor one in NW-SE direction. These two directions may suggest the tectonic lines existing in the basement.

ま え が き

芦原温泉については昭29年, 34年, 39年に東京大学坂本峻雄教授, 福井大学塚野善蔵教授, 地質調査所中村久由技官らにより泉源保護ならびに開発のため種々の基礎調査¹⁾がなされているが重力および放射能的調査は行なわれていない。昭和42年8月深掘りの試錐位置を決定するための基礎調査に新たにこれらの方法を加えることになり, 京都大学・福井大学の合同調査が実施され, その一環として筆者らが温泉ガスの Rn 量 (Rn-222) の測定を行ないその分布を求めたものである。重力調査については別に発表されるはずである。

温泉に伴うガスのラドン含有量

元来 Rn は水の温度が高くなるに従って含まれにくくなり, 100°C のときの溶解度は 20°C のときの値の 1/4 である。また水中の塩分が大になると溶解度は低下する。このような理由で当温泉のような高温の, しかも強い食塩泉に Rn の含まれている可能性は少ないと考えられたためか, あるいは単に機会に恵まれなかったためかわからないが, 今までに Rn 含有量の測定された例は少なく, それでも温泉水については 10 例程あるが²⁾ 温泉ガスについてはわずかに日本鉱泉誌³⁾ に下記の数例*をみるのみで, それもほとんどは不完全な測定機器 (コーラウシユ・

* 芦原温泉ガス中の Rn

舟津 38 号 (べにや)	76°	39.4	マツへ (143 エマン)	測定大正 2 年~4 年
舟津 10 号	76°	37.2	" (135 ")	"
舟津 9 号	70°	24.9	" (91 ")	"

温泉に伴うガスのランド量 (昭和 43 年 8 月)

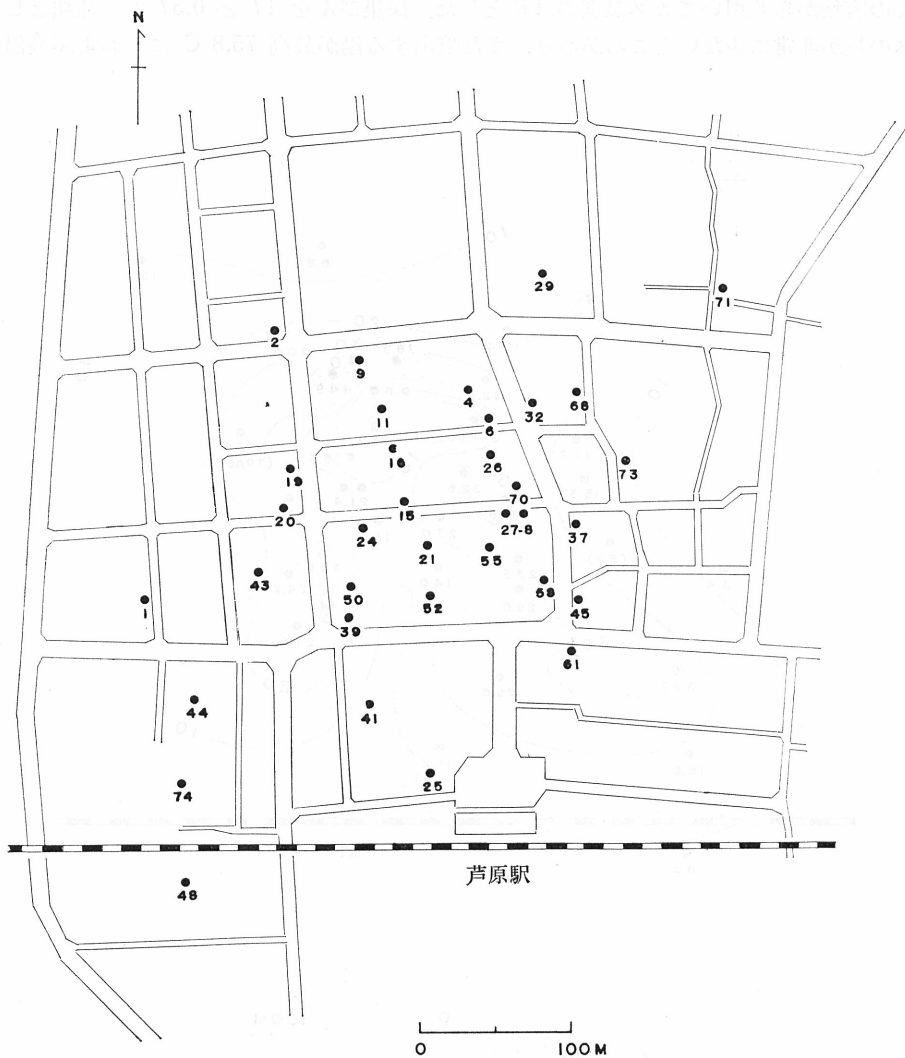
No.	名 前	試料採用に 要した時間	温度 (°C)	Rn量 (エマン)	備 考
1	みのや	2~3 分	44.9	3.4	回転ポンプ、浴槽で採取。
2	水 仙 荘	2~3 分	42.8	21.1	
4	開 花 亭	5 分	56.8	38.3	
6	"	17 分	66.2	9.6	{ 泉源とマチが 30 m 位離れポンプにある空気抜きか らガスの大部分が逃げる模様。
9	舟津惣湯	5 分	54.2	18.4	
11	八 木	20 分	65.2	32.2	
15	べ に や	3 分	66.8	32.6	
16	"	2 分	68.0	8.1	
19	九頭竜荘	2 分	48.5	17.7	
20	福 寿 荘	3 分	50.5	15.3	
21	つ る や	2 分	75.8	23.0	
24	"	11 分	65.1	31.8	
25	有 楽 荘	1 分位	41.5	11.2	
25'	"	—	41.5	(11.9)	湯のラドン量を測定。
26	久 保 田	1 分	66.9	4.2	ポンプより air を多く吸う模様。
27~28	芦ノ湯	12 分位	64.7	21.4	
29	三 谷	7 分	31.3	6.8	{ 空気らしい大きい泡を避け小さい泡を採取、ポンプ と浴槽直結。
32	昭 和 館	2.5 分	47.0	44.5	
37	島 嘉	19 分	41.3	23.4	
39	い ろ は	3 分	47.8	25.0	
41	長 谷 川	2 分位	47.8	26.6	
43	ま つ や	—	49.2	(3.9)	湯のラドン量を測定、ガスが少ない。
44	まつや別館	8 分	48.3	39.5	
45	み ゆ き	5 分	51.1	24.2	
48	若 竹 荘	4 分	46.0	8.8	
50	い ろ は	8 分	53.5	23.3	
52	国鉄宿泊所	7 分位	67.0	14.0	
55	角 惣	2 分位	65.0	11.6	
58	西 村 屋	9 分	59.7	34.6	
61	な か に	2 分	41.1	27.1	{ 回転ポンプ、浴槽で採取、マチが鉄の closed box で、そこから air 混入する可能性あり。間歇的に多 量に出る。
68	は い や	10 分	42.2	30.6	
70	松 竹 荘	—	49.0	(6.5)	{ 湯のラドン量を測定、泉源のすぐ横にマチがあり、 採湯は二番目のマチで行う。泉源ではガスが非常に 多いとのこと。
71	ふ じ や	5 分	35.1	10.2	
73	京 福 寮	5 分	37.9	32.0	
73'	"	—	37.9	(痕跡)	湯のラドン量を測定。
74	芦 泉 荘	5 分	47.2	18.8	

ジーベキング泉効計など) によったものであって、それらの値は余り信頼できない。もちろん基盤 (新第三紀堆積岩, 安山岩) の岩質からも大きな値は期待できないが現在の精密な測定機器によって Rn 量の分布に何か規則的な変化がみいだされるなら、湧泉機構などについてヒントとなる資料を得ることができると考えて今回の測定を行なった。

当温泉は多量のガスが温泉水と共に湧出するので、温泉水そのものの Rn 量の測定は意味が薄く、よって温泉ガスを主として測定の対象にした。調査期間 (42.8.18~23) その他の条件に制約されて温泉ガスの Rn 量は 32 源泉、温泉水の Rn 量は 4 源泉 (それらの位置を第 1 図に示す) についてのみより測定できず完全なものではないが、これだけまとめて温泉ガスの Rn 測定が行なわれた例は今までになく、また後に示すように Rn 分布に顕著な傾向の存在することを確認できたことは一応所期の成果をおさめたものといえよう。

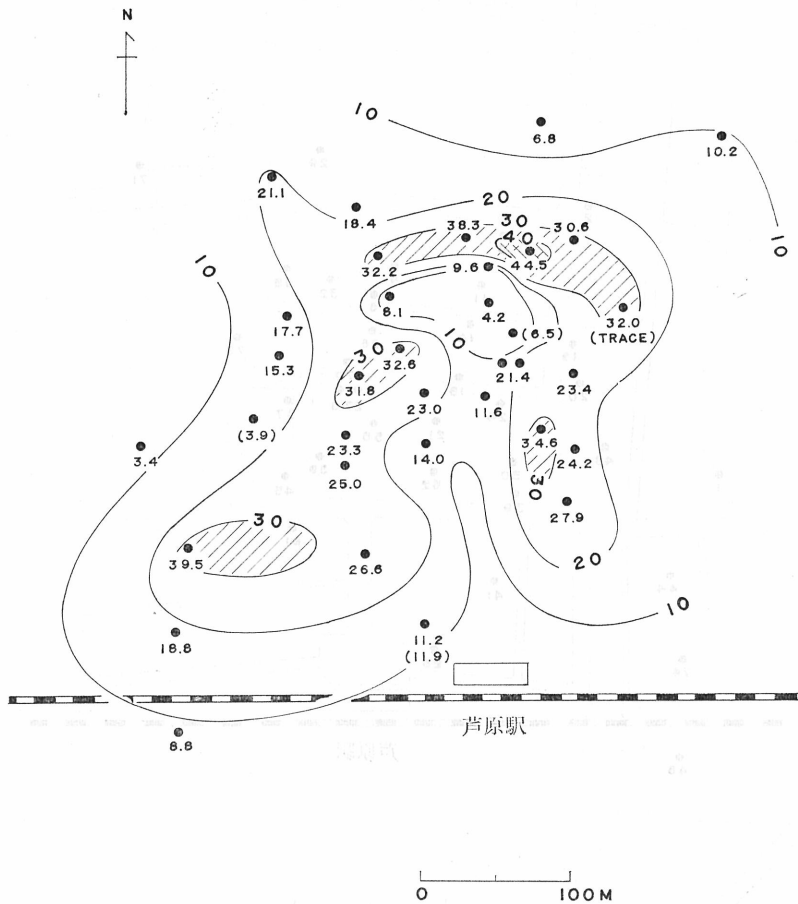
ガス試料の採集および測定方法

芦原温泉の大部分は 1/2 馬力のピストンポンプによって揚湯し、それを一旦通称マチと呼ば



第 1 図 ラドン量測定源泉位置図 (数字は源泉番号)

れる木製もしくはコンクリート製の湯槽（大きさは不定）へ送り、そこからの自然流下で浴槽に導き、湯量はマチからの流出口になるパイプの口径を変えることで調節する独特の方法をとっている。全源泉井 74 本のうち休止中のものや採集不能あるいは不適のものを除き適当と思われるものについて測定したのであるが、試料の採集は特に後記の表に記載したものの他はこのマチを利用し次のようにして行なった。ポンプよりの送湯管の端がマチの湯面以下にあるものはそのまま、そうでないものは流出口のパイプにビニールパイプを継ぎ足して湯面を流入口より高く上げておいて温泉水を満したガラス製の広口採集びん（約 1l と 0.5l の二種類）を倒立させ置換法により適量のガスを採集し湯の中で密閉した。測定器は HS—泉効計および Schmidt 泉効計各一台で、採集びんのフタをガラス管を通したゴム栓に代え、スプレーを用いて泉効計の電離槽にガスを循環封入し、測定後に採集びん内に残った温泉水の体積を測り採集びんの容積から差引いてガス試料の体積とした。採集びんを 1l と 0.5l の二種類としたのはガスの量が非常に少ないところがあり、また噴出する湯が最高 75.8°C にもおよぶ高温のも



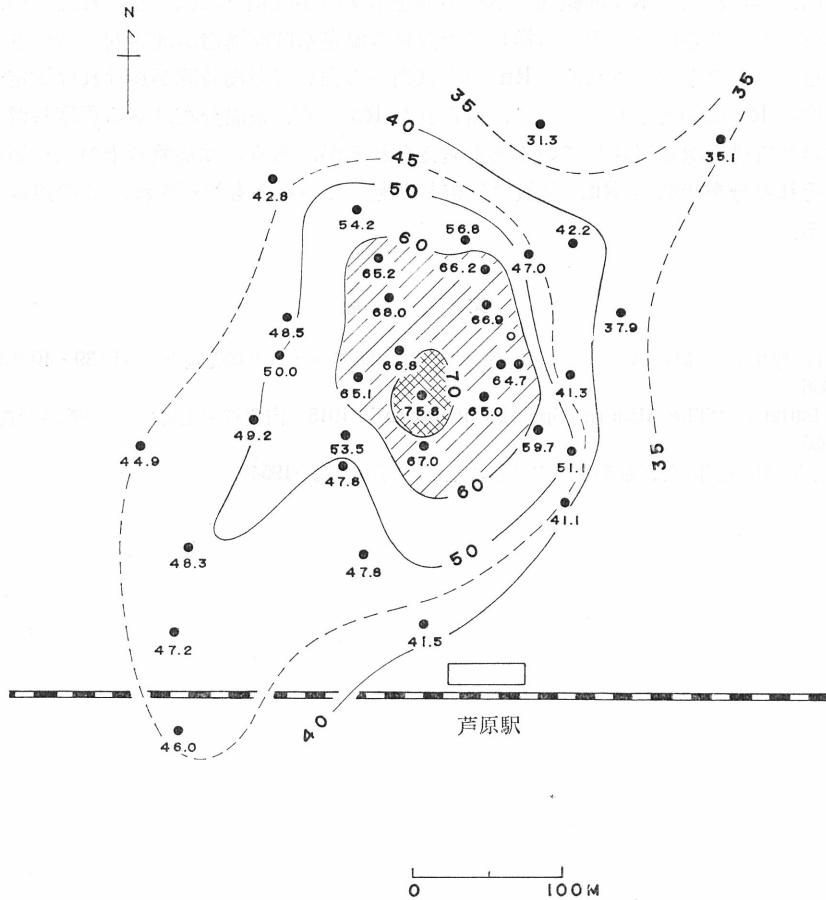
第 2 図 芦原温泉ガス中のラドン分布図
 単位： 10^{-10} キュアリー/リットル、() は温泉水のラドンを示す

が多かったのでゴム製の手袋を二重にはめて防熱したにもかかわらず長時間の採集に耐えることができなかったのとマチの構造上小さい採集びんしか使えないところがあったためである。

結果とその考察

測定した値を表に、また Rn 濃度曲線を第 2 図に示す。第 3 図は採集場所における温泉水の泉温分布図である。全源泉 74 本のうちの 34 点についてより測定がなく、又採集場所が源泉より相当遠く離れているものがあったので正確な源泉温度分布とは多少異なるところがあるかも知れないが、昭 39 年塚野教授によって行なわれた調査の泉温分布図と大略の傾向は一致している。

まず温泉ガスの Rn 分布をみると第 2 図のごとく概して温泉街の中心部が高く周辺部が低くなり高 Rn 帯が北東より南西にわたって伸びている。つぎにこれ程著しくはないが、北西—南



第 3 図 ガス採取時の泉温分布図 (単位: °C)

東方向にも等 Rn 濃度曲線が張り出していることも注目すべきである。この北東—南西、北西—南東の伸びは第 3 図の泉温分布図にも同じ傾向が明らかである。No. 26 を中心とする低ラドン域が存在するかのようなのであるが、これは表にも記載したごとく、色々な原因で試料中に大気が混入した結果と解釈するのが妥当であろう。調査に当っては前もって全源泉を視察し、採集条件が良いと考えられた源泉について測定を行なったのであるが、なお結果的には不適当な箇所を避けることができなかつた。それは、当温泉は約 400 m 四方の地域に 74 本もの源泉が密集し、また交換掘りがよく行なわれるため配管が複雑を極めていたので事前に泉源の実体がよくつかめなかつたためである。脚註に示した大正 2~4 年の測定値には 90~143 エマンとなっているが用いられた測定器も不完全でその値の精度は低いが高値であったことは間違いないと思われる。今回の測定でも 44.5 エマンに及ぶものがあるが基盤の岩質から予想されるよりも異常に高い値と考えてよい。

今後の課題としてまず各源泉の実状を把握し、より完全な状態において全源泉についてガスと温泉水両者の Rn 量を測定し、さらに周辺地域の地下水（井戸水）および地中空気の Rn 量も求めることができるならば Rn 源の問題についての解釈が可能となるであろう。

要するに、得られた等 Rn 曲線図の様子が何を示すのかは軽々には論じられないが、地質構造や源泉分布および泉温分布等から推して当温泉の温泉水貯溜構造が地層間に被圧された面積的広がりを持つものと解釈される。Rn の半減期から推して滞湯時間が長ければ測定されたごとき高濃度の Rn は期待されないので、得られた Rn 分布、泉温分布はある程度基盤である新第三系内の地質構造線を反映しているとも考えられるが、あるいは基盤の上の洪積層が比較的透水性でその分布状態が Rn、泉温の分布を支配しているとも解釈され、この点はさらに検討を要する。

文 献

- 1) 福井県厚生部：福井県芦原温泉源泉保護ならびに開発のための基礎調査（昭和 39・40 年度調査）（1966）。
- 2) R. ISHIZU: "The Mineral Springs of Japan" (1915) 内務省衛生局：全国鉱泉調査 p. 184 (1935)。
- 3) 厚生省大臣官房国立公園部編：“日本鉱泉誌” 青山書院（1954）。