

原 著

兵庫県一ラジウム泉浴室内に於けるラドンの分布について

上 治 寅 次 郎

(財団法人地下資源研究所)

(昭和33年2月8日受理)

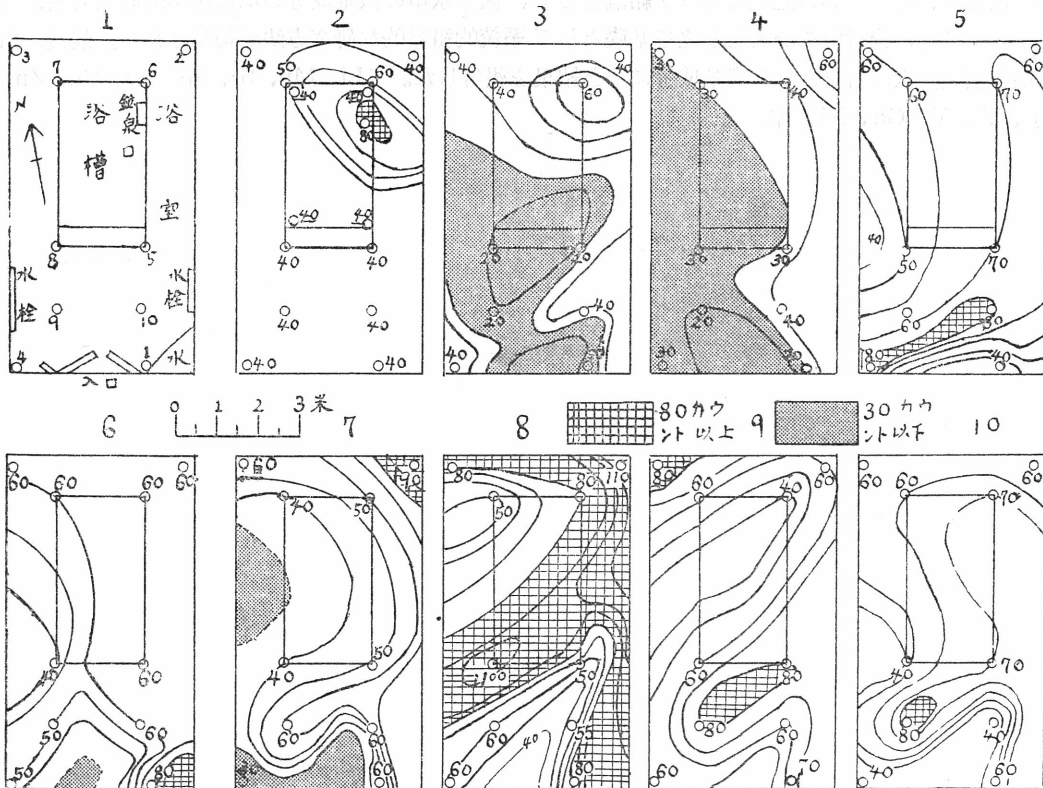
I、浴室の構造

I、1.浴室 浴場の位置は山麓に近く、北は山地、南は低地である。南方には町家が多い。浴場は木造一戸建半ば洋式で南に入口がある。浴室は2室同形で相並び、1室はN20Eに延びたる長方形でE-W4.5m、N-S 8.0m、室高約4.0m、西浴室は男湯、東浴室は女湯で、共に同一の構造で東西に並ぶ、男女浴室は高さ約2.0mの隔壁で区割し、上半は開放され隔壁はない。下半の隔壁の南端下底隅部に高さ1.0m、巾2.0m、三角形の上り水場があつて女湯に通じ水道の水を溜めてある。測定は男浴室で行つた。

浴室の入り口は南方中央にあり、巾・高共に1.8m、腰高硝子戸で2枚引き分けとなつている。其の入り口の西に巾0.6mの硝子戸があつてスチーム浴場(約1坪)に通じ、蒸気浴の設備が整えられている。

ラジウム泉浴室内ラドン量水平、垂直分布図

1浴室、2-4休業日、5-7入浴開始前、8-10入浴中、2, 5, 8床上3, 6, 9床上1米4, 7, 10床上2米



浴室の東南隅床上に上り水溜が前記の通り男女共同に使用する如く作つてあり、その北1.0mの

間に水栓が4個あて2個は鉱泉、2個は水道栓、西南隅にも西南壁床より高さ1.0m位、長さ1.5m位の間に10個の水栓があり、5個は鉱泉、他の5個は水道栓である。鉱泉は浴槽の東北隅より0.7m南に槽の底に開口し、径2吋位の鉄管により46°C以上に加熱された鉱泉を浴槽に供給するようになっている。(図面、1)

Ⅰ、2.浴槽 浴室の北壁より1.0m距て2.0m×4.0mの長方形南端は、0.6mを区劃して子供湯に使用し、大人湯は深さ1.0m、東西側深さ0.5mの処に小段を作る子供湯は深さ0.8mである。浴槽内の湯量は約70立方米と概算される。浴槽は巾0.15m位のセメント縁で丈夫に作られている。

Ⅰ、源 泉

Ⅰ、1.引湯 ラジウム鉱泉は湧出地から約0.3キロ米を鉄管で引湯する。源泉温度30°C、この鉄管は地中に埋没され着湯温度29°Cである。これをボイラーで加熱して浴槽に供給する。

Ⅰ、2.泉質 兵庫県衛生研究所の試験では泉質は下記の通りで、ラドン含有量鉱泉1立中7.24 マツへ、含土類重曹泉に属する。(昭和29年6月3日)

泉質分析表 泉温30°C(大気16.5°C)、pH6.2、比重1.00068、ラドン量7.24

(鉱泉水1立中)

性状 無色無臭、微かに清涼性を有する。

蒸発残渣1.079PPm、(以下PPm省略)

カチオン	K	5.318	Na	223.3
	Ca	100.48	Mg	14.57
	Fe	1.00	Mn	4.56
	Al	11.4		
アニオン	Cl	163.80	SO ₄	26.75
	H(CO ₃) ₂	785.6	HS	0.18
	SiO ₂	151.6	CO ₂	500.60

尙、島津ペーハーメータにて測定するに水道水5.8、鉱泉水6.2.浴槽湯6.3である(湯槽温45°C)

Ⅲ、測定方法

Ⅲ、1.測定日時 この測定は昭和33年1月9、10日の両日に亘つて行つたもので、不十分であるが予備的に概測の結果を報告する。1月9日は静穏、午後は曇天、10日は静穏、快晴、気温9日午後3時14°C、10日朝11.5°Cであつた。測定は9日午後2-3時、10日午前4.5-5.5時、午前9.5-10.5時の3回行つた。

Ⅲ、2.測定器 島津製シンチレーション・カウンターである。浴室内10ヶ所を選び(図面、1.)1-10の番号を附し、床面、床面より高さ1m、全2mに於て測定した。9日は浴場は休業日であり10日は午前4.5時より入浴開始、午前10時には入浴者も多く、25名位に達した。

この測定は迅速概査を目的とした。又使用器の性質上カウントで示したが、この測定に於ける比較であつて、他の測定器による値と同一か否かは確めておらない。従つて本測定は環境によるラドンの変化につき単に傾向を示すに過ぎぬものであると解している。

Ⅲ、3.測定表示 1月9日及10日浴場より0.5キロ以上を距てた旅館内でのラドン測定は20-30カウントであつた。浴場内各測点では1分間に於ける最大量を図面2-10図に示した。この数字には自然数も含まれている。測定数を試みに曲線で表示したが、測点数が不足のため推定によつた部分もある。(図参照)カウント数値はcpm数値である。

Ⅳ、第1回測定

Ⅳ、1.測定 1月9日は、休業日で浴室内は清掃され、浴槽にも水は充してはない。鉱泉供給口

には僅かに鉱泉水が滲潤してゐた。室温15°C。

Ⅳ、2. 床面上の測定 図2に示す如く、給泉口附近に80カウント（以下数字のみ示す）、その北1.0m以内の測点6で60、西に2mを距てた測点7で50、其の他の浴場床面は全部40である。

浴槽は空で水は乾いておるが、給泉口以外は全部40で深さ1.0米であるが床面と同様である。

Ⅳ、3. 床上1m高の測定 80の部は消滅し、60の部も面積を減ずる。30以下の部が中央部と入り口の部に拡大する。西南隅（測点4）は40である水栓ある為めかと思う。

Ⅳ、4. 床上2m高の測定 60の部は東北隅（測点2）に僅かに残るが床面及1m高に於ける60の位置とは移動している。40の部も浴室の東部移動し、広さ浴室の約4分の1に減じ室内の約2分の1以上は30以下となる。

Ⅳ、5. 通観 浴場休業日に於ては、給泉口の近くを除き床面40.1m高では30の部3分の1以上、2m高では約2分の1近くに増大し、床面の50以上の部分は1.0m高の部では縮少し2.0mの部では更に縮少60の部が東北隅（測点2）に僅かに存在するのみで80の部は1.0m高で已に消滅する。その高くなつて減少する形状は底の尖つた盃を伏せた形だが上部が狭く曲つて竜巻を逆にして見るが如く、上部の尾部は曲つて移動し、小さくなつて消滅する。

以上の如く、休業日であるため、ラドン量は殆んど自然量と大差はないが、全体として東方に近く多少高き傾向を示す。これは給泉口が東寄りにあるによるか又は隣浴室が東にあるためかの何れかによるものかと思はれる。

Ⅴ、第2回測定

Ⅴ、1. 測定 1月10日は早朝より浴場が開かれる。午前4.5時、室外気温11.5°C、浴室内21.5°C浴槽内給泉口附近湯温46°C、他の部45°C測定開始のとき3人已に入浴していたが浴槽内は攪拌されず、入浴開始前と見て大差なしと認めて測定を開始した。

Ⅴ、2. 床面上の測定 図面5は測定結果であつて浴室入り口に近く40の部を認める以外、全部50以上で50—70を大部分に亘つて測定した、西南隅から東北に延びる狭少区域に80の区域が出てゐる。入り口附近の低きは吹き込む大気の影響かと思われ、何れの測定でもこの傾向がある。西南隅（測点4）に於てラドン量の高きは給水栓の影響とも考えられる。

Ⅴ、3. 床上1m高の測定 全体として50—60で入り口と西測壁に近く40以下の部分がある。東南隅（測点1）には水溜と給泉水栓があり、80の小区域を生ずる。

Ⅴ、4. 床上2m高の測定 東測の40の部は拡大し、約全浴室の3分の1を占める。入り口に30以下の部を生じ、その北に60の区域が出来ている。この状態は図面5に近以するが、測定値は床上2m高の方が低くい。東北隅の一部（測点2）に90の部を局部的に生ずる。測点2全、6附近は一般にラドンに富む区域であるから局部的蓄積によるものと解する。

Ⅴ、5. 通観 入浴開始前の浴室内ラドンの分布は休業日の分布に比し、30—40高く、全浴室に亘つて増大するが、入り口附近は低くい。浴室の西測の低くいこと及び東側の高いことは休業日と同様である。

Ⅵ、第3回測定

Ⅵ、1. 測定 10日午前9.5時開始、25名位入浴中で浴槽は相当に攪拌され、室内は蒸気濛々としていた。浴槽内の湯温44.2—45.0°C、槽室内26.5°C、室外更衣室14°Cである。浴槽湯のpH6.3で源泉より0.1高い。

浴槽の静止せる湯面に接近して測定するに最高40、攪拌せる状態の湯面にて測定せば最高60であつた。本鉱泉の湧泉地につき2ヶ所28—29°Cの至然のままの湧泉状態の表面につき数回測定して平均30を最高と認めた。休業日給泉口に於ける測定（Ⅵ、2.）も80である。

Ⅵ、2.床面上の測定 測点2と測点8とは100以上を測定し、殊に測点2は、110であつて今回の最高測定値である。80以上の区域は浴室中央部を巾2.0mを以て東北より西南に斜断し、東側壁に接近した部分と北側壁に接近して高い。これに反して入口附近と測点7及び西側の壁下附近は稍低い。

Ⅵ、3.床上1m高の測定 測点5、測点9の部に80の部があり、西北隅(測点3)の部に局部的に80の部がある。入り口の部より西側壁に沿ひ浴槽の北半を斜断して低い部を作り、浴室の東測は70以上で高い。

Ⅵ、4.床上2m高の測定 測点9の小区域に80の部があり、60—70の部が全室の大半を占め、40以下の部は入り口と西側壁下の小区域に限る。一般に60—70で平均化している。西側と入り口に比して東側と北側とに高い傾向は他の場合と同様に窺はれる。

Ⅵ、5.通観 床面には80以上の範囲が広く分布し、最高110である。床面より高くなると60—70となつて均一化する傾向が認められる。浴室の入り口と西側に低い傾向は認めることが出来る。休業日、入浴開始前に比して入浴中の浴室内にはカウント数が高い。浴槽の鉱水が攪拌されること、高温の鉱水よりの放射が増加すること、その他の原因によるものと思う。

Ⅶ、測定の結果

Ⅶ、1.測定表 以上浴室休業日、入浴開始前及び入浴開始後の3回に亘り、浴室内に測点各10点を設定し、各点に於て床面、床上1m高、床上2m高につきカウント数を測定した。その結果は次表の通りである。

浴室内カウント(cpm)数値測定表

測定年月日	時	浴室の状況	種類	測定位置別カウント数			総計	平均
				床上セメント面	床上1m高	床上2m高		
33年1月9日	14—15	休業日	最高値	60	60	60	180	60.0
			最低値	40	20	20	80	26.7
			測定値計	430	350	340	1120	37.3
			平均値	43	35	34	112	37.3
同1月10日	4.5—5.5	入浴開始前	最高値	80	80	90	250	83.3
			最低値	50	40	30	120	40.0
			測定値計	650	580	550	1760	58.7
			平均値	63	58	55	176	58.7
同1月10日	9.5—10.5	入浴開始中	最高値	110	80	80	270	80.0
			最低値	50	40	40	130	43.8
			測定値計	725	650	580	1955	65.2
			平均値	72.5	65	58	165.5	65.2

Ⅶ、2.測定結果 休業日の浴室内平均量は37.3であつて、自然値30に比して大差はない。入浴日は入浴開始前58.7、入浴開始後65.2で休業日に比し1.57—1.75倍に増加した。

浴室内の垂直変化は休業日床面平均43、1m高35、2m高34で高さを増せば減少の傾向があり、入浴開始前は63、58、55、入浴開始後は72.5、65、58であつて高くなれば漸次に減少する。床面では高低の差が明瞭であるが、高さを増せば平均する傾向がある。

浴室の位置によるラドン量の差異は床上で顕著、高くなれば均一化する傾向がある。其の他各測点に於ける変化は分布図によつて会得される。

Ⅶ、3.温度とラドン量 供試ラジウム泉に於けるラドン量はⅡ、2.により7.24マツヘであり、今回測定したカウント数は源泉の湧泉地で平均80である。(Ⅳ、2.VI、1.) 浴室内測定値の最高は110であるから約10マツヘとなると仮想される。

更に浴槽内湯温45°Cのラジウム泉は静止状態で40、攪拌状態で60を測定し、(Ⅵ、1) 源泉に比して低い、仮想約3—5マツヘとなり約2—4マツヘは空中に放射して逃れたことになる。然るに浴室内の最高は10マツヘと推定されるから(Ⅶ、3) 浴槽内から放射したラドンが浴室の空中に蓄積される傾向が認められる。

有馬温泉で森下鉱泉16°C、7.29マツヘ、天神湯97°C、0.14マツヘ(昭和30年2月上治測定)¹⁾であつて、有馬では冷泉中にラドン含量高く、熱泉中に低い。この現象は全国のラジウム鉱泉についても周知である。一般に水がラドンを保有する力は温度が高い程少いと言はれている。この点より考へればラジウム泉の浴槽内の湯温を高くするか低くするか又は湯温を高くして蒸気中にラドン量を増加せしめるか、早朝入浴するか、遅く入浴するか、浴室の構造など幾多の考究すべき事柄が暗示される様である。

Ⅷ、結 論

(1) 本文に於てはラジウム鉱泉浴室内に於けるラドン分布の概査結果を述べた。

(2) 源泉30°C、ラドン平均80カウントの鉱泉は、加熱されたる後45°Cの湯温を保つ浴槽に入り40—60カウントに減じ、浴室内の空気を80—100、最高110カウントに増大せしめた。源泉は概数に於てラドン7マツヘ検出されており、浴槽内では推定3—5マツヘに減ずる。これに反して浴室内の空気は7—9マツヘ、最高10マツヘに高められている如くである。

(3) 浴室空中のラドンは給泉口、給泉栓附近に高く、又隣浴室に接近する部分及び奥の部分に高い。浴室入口、隣浴室と反対側に低い。その最高最低の差は同一室で約5マツヘに達する。

(4) 浴室内にては床面に近くラドン量高く分布し、床上高さを増すに従つて減ずる傾向がある。床上2m迄の概測では床面に於てラドン量高き直上部は心ずしも高くなくて、却つて低く、広い範囲に平均に拡大する。又高き部の広さを著しく減少し、恰も竜巻を逆に見る如き形をなし、その尾の如く狭小となり、床面に於ける高き部と斜高の処に移動して、高き部は遂に消滅し、周囲の低き部と均衡を保つて平均化する。

(5) この測定は予備的概測であるが、地表の中心より空中に分布するに至るラドンの分布状態、浴室内に於けるラドン分布、浴場の設計、ラジウム鉱泉利用者又は入浴者などの参考ともならば幸である。

(6) この測定につき浴場主夫妻から与えられた多大の便宜、地下資源研究所神戸分室長高光祥年氏の協力、全所員小松原隆氏の測定上の労苦を深謝する。浴室内の作業につき、浴客に迷惑を掛けぬ注意、湿気のために器械損障軽減上の留意などで、十分満足の結果を収め得なかつたかを懼れている。

- | | | | | |
|---------------|-----------|-------------|------|-----------|
| (1) 上 治 寅 次 郎 | 六 甲 山 地 質 | 神 戸 市 刊 | 1955 | P.27 |
| (2) 厚 生 省 | 日 本 鉱 泉 誌 | 国 立 公 園 部 刊 | 1954 | P.640—680 |
| (3) 福 富 孝 治 | 温 泉 の 物 理 | 岩 波 書 店 | 1936 | P.81 |

Some Results Obtained by the Measurements of Radioactivity in a Certain Bath-Room of Radio- active Spring in Hyogo Prefecture, Japan.

Torajiro UEJI

The radioactivity in a bath-room was preliminarily measured by the author and the following conclusions were obtained. The measurements were made with a scintillation counter.

place for measurement	Temperature °C	Radon measured (Count)
Original mineral water at the spring-source	30.0	80
Mineral water in the bath-tub	44.2—46.0	40—60
Air in the bath-room	26.5	80—110

The above results of the measurements suggest the following phenomena.

- 1) The higher the temperature of the mineral water in the bath-tub, the more the radon will be radiated from the water.
- 2) The reading of the counts in the air of the bathroom proved irregular, but generally higher on the floor and lower at the upper parts of the room.

