

六甲山塊周邊の鑛泉の放射能

(昭和18年12月24日受領)

初 田 甚 一 郎

1 緒 言

六甲山塊の周邊には有馬温泉群を初め寶塚、甲陽園、苦樂園、神戸市内等に數多の鑛泉が存在してゐる。之等の殆んど總ては地構線上に排列されてゐる事は古來屢々注意された所である。巨智部博士¹⁾は神戸市北方の一連の炭酸泉が斷層裂罅より湧出する事を指摘せられ、比企博士²⁾は近畿地構線と鑛泉脈に關して述べられた際に此地域の鑛泉を例に擧げられ、小川、松原兩博士³⁾も西宮地下水の研究に關聯して斷層若くは裂罅線と鑛泉の排列に就て注意せられてゐる。六甲山塊の地質と構造⁴⁾に於て上治博士⁴⁾も隨所に於て此點に關し言及されてゐる。之等の鑛泉の中主なるものは嘗て石津博士⁵⁾等の手により泉質、溫度、放射能等の調査が行はれたが小規模の鑛泉は之に洩れて居り、又鑛泉の常として消長多く殊に昭和13年の風水害の爲土砂の崩壞により埋没せるものも尠くない。依て消長を明かにし又缺を補ふ意味に於て今回の調査を企てた。調査は泉温並びにラドン含有量を主とし昭和18年8月13日開始、22日に一應打切つた。調査範圍内に現存する鑛泉の殆んどを網羅した心算であるが尙諸種の事情の爲若干の遺漏を免れないが又の機會を待つ事とし一先づ報告する次第である。

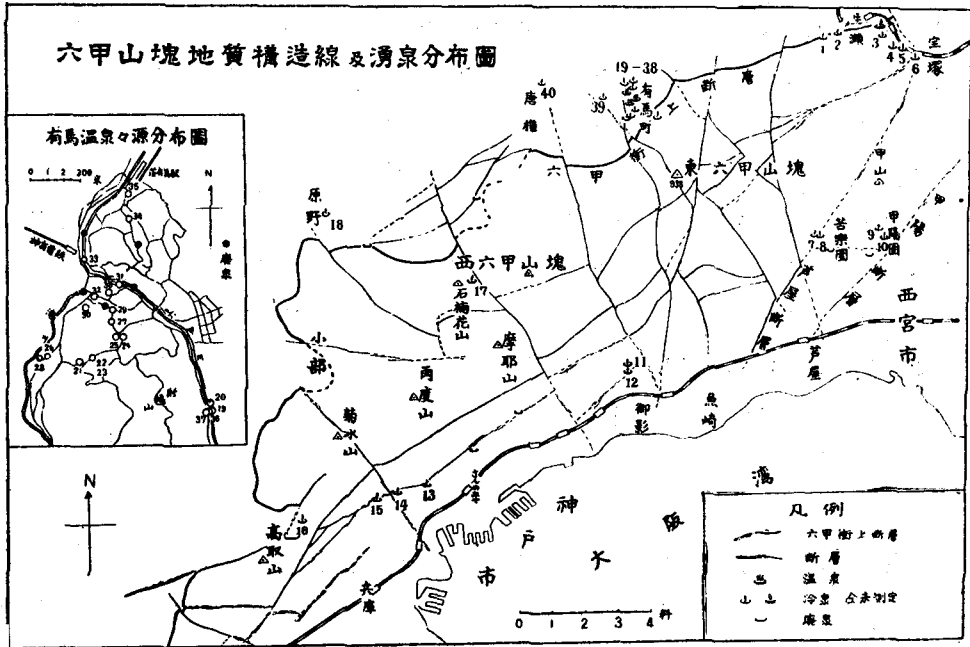
2 測 定 器 械

鑛泉のラドン含有量測定に用ひた器械はシュミット型泉效計3臺、IM泉效計1臺、自製電離槽に理研製小型ラヂオスコープの頭部を取付けたもの1臺とである。いづれも嘗て理研飯盛研究室より分譲を乞うたラヂウム標準溶液を基にして檢定を行ひ其結果は次の如くである。

器 械	泉效計恒數
シュミット型泉效計 No. 401	3.07×10^{-10} キュリー
” No. 403	$3.29 \times$ ” ”
” No. 404	$3.37 \times$ ” ”
IM 泉 效 計	$2.14 \times$ ” ”
特製泉效計	$2.93 \times$ ” ”

3 試料の採取

試料の採取にはシュミット型泉効計附屬の試料採取壺(容量約1700cc.)を用ひ成る可く湧出口近くの部分を採取する様に努めたが泉源槽の埋没せるもの、密閉されたものに於ては止むなく導管の途中の洩れ口より採取した場合もあり之等特別の場合は後に記載する。試料は採取壺一杯に空隙を残さない様に採取し堅く口栓を施し測定場所に持ち歸つて後上下の栓を開けて不要の部分棄て残餘(約500cc.)を測定に供した。採取より測定迄に要した時間は測定數40の内33迄は2時間以内であるが前日の採取に依つたものが1個ある。この間(θ)に於けるラドンの減衰を考慮し $N_{\theta} = N_0 e^{-\lambda \theta}$ なる關係式により採取時の放射能 N_0 を求めた。



4 測定操作

測定操作は既に屢々記載されて居り、殊に IM 泉効計では詳細な使用法がその設計者⁶⁾に依り報告されてゐるのでシュミット型泉効計の使用法のみにつき概要を述べると次の通りである。

先づ最初検電器の自然放電度の測定を爲すのであるが之には器械附屬の説明書に在る様に蒸餾水を用ひて行ふ振盪循環の操作を全く省略した。之は蒸餾水の存在の爲に電離

槽内の空間の容積及温度に變化が有る IM 泉效計の場合はいざ知らずシュミット型泉效計の場合には無意味と考へたからであり、同時に多量の蒸餾水を野外に持ち運ぶ事の煩を避けたかつたからである。自然放電度の測定は常に讀取顯微鏡の視野の中心、目盛の60~40の間に於て1時間以上に亙り5分毎に測定した。これは驗電器の特性として與電直後は見掛けの放電度が大であり時間と共に減少し1時間以上も経てば概ね一定となる故である。此現象を筆者は金箔装置を支ふる絶縁體の電媒餘效と解釋してゐる。尙驗電器の温度勾配が見掛けの放電度に影響を與へる事は想像以上で自然放電度や微弱な放射能測定の場合には特に注意を要する。此原因は驗電器内の空氣の對流作用に依るものか或は金箔の付け根の部分に於ける表裏の温度差に基く膨脹收縮の不等の結果かと想像されるのであるが、兎に角温度の上昇する時は箔の降下速度が大になり冷却の際は小になり甚しき場合には逆行する事すらある。この影響を成る可く避ける爲に驗電器に厚さ10耗のコルク板を以て覆を作つた。尙此現象はシュミット型泉效計に限らず IM 泉效計、理研製大型及小型ラヂオスコープの何れに於ても認められるものであり之等器械の使用に際して特に注意が必要である。電離槽の温度勾配は之に反して殆んど影響を認めない様である。

次に試料の放射能を測定するのであるが之には試料採取壘を1分間激しく振盪して其中に於ける空氣と水との間に其の温度に於けるラドンの溶解度に應じて平衡的なラドンの配分状態を實現せしめ、2~3分靜置して霧滴の過半が落下後循環操作に移る。循環操作は試料壘—乾燥管—電離槽—手動糲—試料壘の順に環狀に連結しラドンを含んだ空氣を1分間循環せしめ一様のラドン濃度を得る様にする。斯くて電離槽に入つたラドンに依る電離電流を驗電器の箔の降下速度により測定するのであるがラドン及壞變生成物の呈する電離度曲線は最初の10數分間は急激に増加してゐる故に此の間は測定を避けた方がよい。今回の測定に於ては最初から20~30分後測定を始め約10分置きに10回の測定を行ひ復元係數により電離槽に入つた瞬時に呈すべき放射能 (I_0') に換算し其の平均值 (\bar{I}_0') を求めた。この値から泉效計恒數を用ひて電離槽に入つたラドン量が求められ更に電離槽の容積の循環操作に與つた全空氣量に對する割合から空氣中の全ラドン量が計算出来る譯である。此計算に必要な試料採取壘、電離槽、手動糲、連結用ゴム管等の容積は前以て水で置換して測定して置く。但し乾燥管の容積はベンジンを以て1回測定して置き爾後は大體同じ分量の鹽化カルシウムを入れる様に注意した。又循環操作直後に温度計を試料採取壘中に挿入して水温を計り之からラドンの分配係數 a_1 を表より求め

た。之量の諸量を用ひて振盪直前に水中に存在してゐた全ラドン量を算出し更に採取時よりの経過時間に應じてラドンの減衰率を考慮し鑛泉1立中のラドン含有量 I_0 を次の式により計算した。

$$I_0 = I_0' e^{\lambda \theta} = \bar{I}_0' \times K \times \frac{(a-w)+b+c}{b} \left(1 + \frac{w}{a-w} a_t\right) \cdot \frac{1000}{w} \cdot e^{\lambda \theta}$$

茲に \bar{I}_0' 個々の測定値 I_0' より復元係数 f_0 を用ひて計算せる I_0' の平均値 (目盛/分)

K 泉效計恒数即ち $1 - \frac{\text{目盛}}{\text{分}}$ (I_0') に相當するラドン量

a 試料採取壺の全容量 cc.

b 電離槽の容量 cc.

c 乾燥管, 連結管, 手動罐の容量 cc.

w 試料の體積 cc.

a_t $t^\circ\text{C}$ に對するラドンの分配係數

λ ラドンの壞變係數 $7,549 \cdot 10^{-3}$ 時⁻¹

θ 採取より測定迄の経過時間(時)

5 測定結果

六甲山附近に於ける鑛泉の湧出箇所は四つに大別される。生瀬一寶塚附近, 苦樂園一甲陽園, 神戸市内及有馬町附近である。有馬の一部を除いては總て冷泉で概ね炭酸分を含んでゐる。之等に就て調査せる結果を第1表に掲げる。今この表を概管するに泉温に

第 1 表

番號	湧 泉	泉温 °C	氣温 °C	放射能 \bar{I}_0' 目/分	ラ ド ン 濃 度		採集時 測定時	経過時間 残存率%	使用器械	備 考
					エマ ン	マツ ヘ				
1	生 瀬 No. 1	19.2	33.7	1.23 ± 0.010	15.3	4.19	日 時 分 13-11-30 13-52	時 分 2-22	S-404	太多川々床にあり, 人工的設備なし, 無色無味.
2	生 瀬 No. 2	18.6	30.0	0.68 ± 0.014	9.70	2.65	13-11-09 12-20	1-11 99.1	S-401	淡褐色弱鹹味あり.
3	生 瀬 No. 3 西村万次郎所有	17.8	29.8	3.33 ± 0.028	35.7	15.3	14-10-43 11-11	28 99.7	S-403	淡褐色無味. 褐色沈澱多し.
4	寶 塚 No. 1 千歳橋々畔	20.2	30.5	1.89 ± 0.012	25.4	6.97	13-12-00 12-34	34 99.6	S-403	殆ど無色. 鹹味.
5	寶 塚 No. 2 千歳橋下流 400米	24.6	30.0	0.57 ± 0.010	10.4	2.85	14-11-15 11-36	21 99.8	S-404	武庫川々床にあり. 赤褐色沈澱あり.
6	寶 塚 No. 3 舊温泉前炭酸 泉	17.8	29.0	0.63 ± 0.015	9.51	2.61	14-09-43 10-54	1-11 99.1	S-401	無色透明 CO ₂ ガス多し.

7	苦樂園 No. 1 六甲校外學園 プール水源	23.3	22.8	0.16±0.004	2.20	0.61	15-10-30 11-42	1-12 99.1	S-403	無味無色透明。 打込鐵管より湧出
8	苦樂園 No. 2	18.8	23.3	0.44±0.031	2.67	0.73	15-10-50 14-35	3-45 97.2	特製	無色透明，無味泉源 槽埋没，導管の途中 より採取。
9	甲陽園 No. 1 健康研究所裏 庭	21.2	23.0	0.92±0.014	13.0	3.54	15-09-45 12-10	2-25 98.1	S-401	無色透明。無味。
10	甲陽園 No. 2 字神出1.三村 氏宅	17.2	33.9	0.49±0.008	8.33	2.29	16-09-55 12-25	2-30 98.1	S-404	黄褐色。
11	御影 No. 1 甲南病院西方	17.0	28.7	0.40±0.007	6.12	1.68	16-11-33 12-32	59 99.3	S-401	鐵管より湧出，赤褐 色沈澱あり。
12	御影 No. 2 甲南病院西方	23.5	28.7	0.30±0.001	4.99	1.36	16-11-40 12-42	1-02 99.2	S-403	川中より自然に湧出 赤褐色沈澱あり。
13	神戸 No. 1 諏訪山鐵泉	20.7	30.0	0.55±0.023	7.76	2.12	17-11-05 11-58	53 99.3	S-401	無色透明，炭酸を含 む。
14	神戸 No. 2 奥平野浄水池 西	17.8	30.3	1.42±0.017	23.8	6.55	17-11-33 12-33	1-00 99.3	S-404	無色透明。
15	神戸 No. 3 天王鐵泉	30.4	28.7	1.36±0.021	18.3	4.98	17-11-45 12-39	54 99.3	S-403	無色稍々濁濁，炭酸 を含む。湧出量多し
16	神戸 No. 4 大日温泉	20.5	28.3	0.46±0.006	6.86	1.87	18-10-40 12-07	1-27 98.9	S-403	無色透明，泉源埋没 鐵管の洩口にて採集
17	石楠花山鐵泉	11.4	28.0	0.53±0.01	10.8	2.96	17-13-10 18-10-45	21-35 85.0	S-401	淡黄色，赤褐色沈澱 を伴ふ。
18	原野鐵泉 山田村原野	16.2	32.6	0.78±0.006	12.7	3.66	18-09-30 11-53	2-23 98.2	S-404	無色透明，炭酸泉。
19	有馬 No. 1 瑞寶寺鐵泉	28.8	28.8	9.63±0.092	199.4	54.8	21-15-25 16-45	1-20 99.0	IM	無色透明，泉源より 約10米先の導管の途 中より採集。
20	有馬 No. 2 ラヂウム鐵泉	16.4	29.8	6.50±0.024	492.	135.	21-14-30 17-28	2-58 97.8	S-403	無色透無明味，泉源 槽の底の方を採集
21	有馬 No. 3 地獄谷炭酸泉	17.8	28.0	0.32±0.004	5.05	1.38	19-16-03 17-03	1-00 99.3	S-403	無色透明，微かに H ₂ S臭あり。
22	有馬 No.4(1) 榮鐵泉	16.5	27.1	1.33±0.008	17.3	4.76	19-16-22 17-12	50 99.4	S-401	通稱(ラヂウム)無色 透明，炭酸分多し。
23	有馬 No.4(2) 榮鐵泉	20.1	27.6	1.93±0.005	7.56	2.08	20-15-59 16-38	39 99.5	IM	通稱(炭酸)無色透明 炭酸分多し。
24	有馬 No. 5 町有炭酸泉	16.0	26.7	1.33±0.022	21.5	5.86	20-15-49 16-40	51 99.4	S-404	無色透明，炭酸分多 し，微H ₂ S臭。
25	有馬 No. 6 上野炭酸泉	17.5	26.6	0.60±0.004	9.24	2.53	20-15-43 17-03	1-20 99.0	S-403	道路傍に湧出，無色 透明，炭酸分多し。
26	有馬 No. 7 森下邸前道路 傍鐵泉	17.9	28.9	2.55±0.014	37.4	10.5	19-15-46 16-48	1-02 99.2	S-404	無色透明
27	有馬 No. 8 森本炭酸泉	10.9	29.5	1.72±0.010	24.0	6.60	20-15-36 16-38	1-02 99.2	S-401	無色透明

28	有馬 No.9 柴本炭酸泉	17.5	24.3	1.87±0.012	20.2	5.53	21-09-56 10-26	30 99.7	S-403	湧出微弱なりしを泉源槽内をかへ出して汲取る、褐色沈澱あり。
29	有馬 No.11 妒湯 (ウハナリユ)	24.8	30.7	0.18±0.001	2.85	0.78	21-11-27 12-00	33 99.6	S-401	帯褐色湧出停止せるを汲出して新しく湧出せるものを採取
30	有馬 No.13 花の坊温泉	27.4	26.7	0.211±0.004	2.90	0.79	21-10-45 11-02	12 99.9	S-404	同上
31	有馬 No.14 大野屋泉源	21.6	25.5	0.34±0.004	4.77	1.31	20-11-29 11-58	29 99.7	S-401	無色透明、池中に湧出。湧出附近を採取
32	有馬 No.15 本温泉	45.5	27.2	0.144±0.009	2.37	0.66	22-09-55 11-15	74 99.1	S-404	帯褐色鹽分強し、有明泉より供給を停止しポンプにて泉源槽をかへ出し湧出管口にて採取。
33	有馬 No.18 新有馬温泉々源	51.0	28.1	痕 跡	痕跡	痕跡	20-11-12 12-04	52 99.4	I M	エヤ、リフト、ポンプにて汲上げタンクに溜湯す、最高65°Cと稱す、汲上げの時ランドの大部分逸失するならん。
34	有馬 No.19 丸山 鑛泉	18.9	25.5	4.36±0.024	73.7	20.3	20-10-29 11-45	1-16 99.0	S-403	川中に湧出す、褐色沈澱あり。
35	有馬 No.21 有馬驛炭酸泉	18.2	26.8	2.93±0.040	37.2	10.2	20-10-45 11-38	53 99.4	S-404	無色透明。
36	有馬瑞寶寺谷 羊齒ヶ尾麓新泉源	24.2	28.8	1.25±0.004	36.0	9.90	21-15-15 17-05	1-50 98.6	S-401	無色透明、泉源槽の蓋閉かず、槽の浅れ水を採集す。
37	有馬瑞寶寺谷 射場山麓泉源	18.6	26.7	1.785±0.005	15.9	4.37	21-14-56 16-37	1-41 98.7	S-404	無色透明、河水混入装置を停め泉源槽より10米下手の導管の接手にて採取。
38	有馬有明温泉 東門口新泉源	66.3	30.2	5.79±0.025	22.5	6.18	21-11-43 12-09	26 99.7	I M	透明なれど直ちに酸化し褐色沈澱を生ず
39	有馬 カタ越峠鑛泉	20.5	31.5	0.46±0.017	6.54	1.80	22-09-53 10-56	1-03 99.2	S-401	炭酸ガス多く褐色沈澱あり。
40	唐 百間樋鑛泉	20.3	30.5	0.48±0.005	7.62	2.09	22-09-20 11-10	1-50 98.6	S-403	河床にあり、無色透明、CO ₂ 多くラドン逸失多からんH ₂ S臭あり鹽分をも含む。

於ては 35°C を超ゆるもの僅かに3、此地方の年平均気温より4~5°C 高い程度のものが大部分である。即ち

温度範囲 °C	<10—15—20—25—30—35<	45.5, 51, 66.3
泉 数	0 2 19 13 2 1	3
	冷 泉	温 泉

之を地域的に見れば有馬を除けば他は殆んど著しき差異を認めず唯僅かに神戸市に於ける天王鑛泉の 30.4°C が群を抜いてゐる。有馬町に於ける湧泉に於ては新に穿鑿せる有明温泉及新有馬温泉が温度高く、本温泉之に次ぎ、遙か下つて花の坊温泉、妒湯が多

少温度が高い。之等は何れも鹽分を多く含み褐色沈澱を伴ひ、之に反して固形分少き炭酸泉は一般に低温である事が注目される。有馬町營の本温泉々源は構造複雑にして泉源槽は二つに分れ兩者各々湧出管を有してゐる⁷⁾。今回は南側の元普通温泉(一の湯)泉源槽中の径の大なる方の湧出管口で測温及採湯した。有明温泉の温度は 66.3°C となつてゐるが之は泉源の構造により冷水の加はる爲温度が低下するものらしく泉源改造前の昭和17年3月見學當時は95°を示し試錐(昭16.8.29—10.24)の際の記録によれば深度586尺にて自噴、孔底温度106°C、最深623尺孔底温度130°Cとなつてゐる。

次に放射能に於ては瑞寶寺谷のラヂウム鑛泉の476 エマンを最高として附近の瑞寶寺鑛泉(199)、射場山麓鑛泉(15.9)、羊齒ケ尾麓の鑛泉(33)は一群を爲してラドン濃度大にして其他丸山鑛泉(74)、元省線有馬驛構内炭酸泉(37)、森下前道路傍鑛泉(37)等が著しく、温度の高い有明温泉、新有馬温泉等はラドン濃度が小である。有馬町以外で著しいラドン量を示すものは生瀬 No. 3(56)で赤褐色沈澱の多いのが附近の炭酸泉と異なる點である。

6 従來の測定との比較

今回調査せる鑛泉の中主なるものは泉温、放射能等に就て前記石津博士⁵⁾等の調査報告文があり、又有馬町の湧泉に就ては嘗て吾々の手で測定した事がある⁸⁾。今之等を列擧して比較して見やう。

第 2 表

有馬本温泉(一の湯)						
測定年月	明治44年 1月	大正2年 5月	大正14年 8月	昭和2年 8月	昭和12年 11月	昭和18年 8月
測定者	石谷 ⁹⁾	木部崎 ¹⁰⁾	白鳥 ¹¹⁾	濱田 ¹²⁾	浅山 ⁸⁾	初田
泉温(°C)	53.4	51.5	47.5	46.0	44.7	45.5
ラドン濃度(マツヘ)	0.22	0.25	0.55	0.75	0.48	0.66
丸山鑛泉						
泉温(°C)	19.0	19.0	17.0	18.5	—	18.8
ラドン濃度(マツヘ)	8.64	8.27	2.27	1.67	—	20.3
有馬炭酸泉(一名鐵砲水)						
泉温(°C)	17.4	17.0	18.5	18.0	17.7	16.0
ラドン濃度(マツヘ)	1.23	1.75	1.05	2.04	3.80	6.41
瑞寶寺温泉						

泉 温 (°C)	>31.0	28.3	28.0	27.5	30.0	28.8
ラドン濃度(マツヘ)	37.95	29.61	24.63	8.56	78.5	54.8
茶 鏡 泉						
泉 温 (°C)	17.4	—	17.5	17.0	—	16.5
ラドン濃度(マツヘ)	1.23	—	2.83	4.03	—	4.76
ラヂウム泉						
泉 温 (°C)	—	—	—	昭6年11月	22.7	16.4
ラドン濃度(マツヘ)	—	—	121	野 滿 ¹³⁾	147	151
地獄谷炭酸泉						
泉 温 (°C)	16.5	—	—	—	—	17.8
ラドン濃度(マツヘ)	0.66	—	—	—	—	1.38
花之坊温泉						
泉 温 (°C)	32.5	—	—	—	—	27.4
ラドン濃度(マツヘ)	0.34	—	—	—	—	0.79
百問樋鏡泉						
泉 温 (°C)	—	—	—	—	昭11年11月	20.3
ラドン濃度(マツヘ)	—	—	—	2.20	根 本 ¹⁴⁾	2.09
天 王 鏡 泉						
泉 温 (°C)	24.5	—	—	—	—	30.4
ラドン濃度(マツヘ)	1.54	—	—	—	—	4.98
諏訪山鏡泉						
泉 温 (°C)	19.0	—	—	—	—	20.3
ラドン濃度(マツヘ)	1.33	—	—	—	—	2.09

この他若干の測定があるが泉源の同定が困難の爲省略する。此内白鳥氏の測定は但馬地震(大正14年5月23日)の直後、濱田氏の測定は北丹後地震(昭和2年3月7日)の後何れも温泉の放射能に及ぼす地震の影響を調査する目的で測定されたものである。従つて或は過渡的の値で此處に比較するのは妥當でないかも知れないが地震の影響必ずしも決定的でなく又其結果も永續的でないとは限らないから引用した。第2表を見ると全般的に近年放射能が大となつてゐる。今参考の爲に各湧泉毎に今回の測定値と以前のそれとの比を作つて見ると第3表の如くである。

之を見れば各湧泉毎の消長が或程度迄推測出来る。鏡泉のラドン含有量は一般に相當變化するものと考へられ僅か半年に半減した例¹⁵⁾もあり永年に亘つて殆ど變らない場合もある。これは氣象的條件に支配される事は勿論であるが永年變化に於ては地下のラド

ン供給源の状態如何が問題になる譯である。外部の條件に支配される著しい例としては丸山鑛泉がある。この湧出口は溪流の中にあり、今回の測定値が非常に大なるのは砂防工事の爲溪流激減しその混入する割合が小になつた爲と思はれる。

第 5 表

湧 泉	初田/石谷 (2571)	初田/木部 崎 (2573)	初田/白鳥 (2585)	初田/濱田 (2587)	初田/野満 (2591)	初田/根本 (2596)	初田/淺山 (2597)
本 温 泉	3.0	2.6	1.2	0.9	—	—	1.4
丸 山 鑛 泉	2.4	2.5	8.9	12.	—	—	—
有 馬 炭 酸 泉	5.2	3.7	6.1	3.1	—	—	1.7
瑞 寶 寺 温 泉	1.4	1.9	2.2	6.4	—	—	0.7
榮 鑛 泉	3.9	—	1.7	1.2	—	—	—
地 獄 谷 炭 酸 泉	2.1	—	—	—	—	—	—
ラヂウム 泉	—	—	—	—	1.1	—	0.9
花 之 坊 温 泉	2.3	—	—	—	—	—	—
百 間 樋 鑛 泉	—	—	—	—	—	1.0	—
天 王 鑛 泉	3.2	—	—	—	—	—	—
諏 訪 山 鑛 泉	1.6	—	—	—	—	—	—

石谷氏の測定は C. Engler & H. Sieveking の泉效計を改造して電離槽を氣密に爲し、別に試料採取用の容器を使用して循環法に依つたものである。木部崎、白鳥、濱田の諸氏は何れもシュミット型泉效計を用ひて測定された。以上の諸氏はラドン含有量は電離電流の値から計算して求められたものである。根本、淺山の兩氏は IM 泉效計に依り従つてその恒数はラヂウム標準液を基としてゐる。今回の測定では瑞寶寺温泉に於ては同じ IM 泉效計に依つたが他はシュミット型泉效計を使用し大きな補正を必要とする電離電流からの計算に依らず、ラヂウム標準液を用ひて決定した泉效計恒数からラドン量を求めた。然し念の爲目盛の電壓檢定を行ひ電離槽の電氣容量は檢定書記載の値を採用して上記泉效計恒数決定の際の觀測資料から計算した所次の様に非常によく一致した値を得た。

標準液より求めた泉效計恒数 (No. 403) 3.29×10^{-10} キュリー 目/分

電離電流より計算した泉效計數 (") 3.25×10^{-10} "

尙同定不能の理由から比較を省略した苦樂園甲陽園附近の鑛泉に就ては大正2, 3年に木部崎氏の測定があり現在その大部分は消滅してゐるがラドン含有量は今回の測定法の何れよりも凡て大となつてゐる。之等の結果を綜合すれば六甲山塊の東南部に東北—西南に竝走する蘆屋、甲陽兩斷層に沿ひ湧出する鑛泉は濁落の一途を辿り六甲衝上斷層に沿ふ生瀨、有馬附近の湧泉及諏訪山斷層に沿ふ神戸市内の湧泉は放射能を増してゐる

といふ結果になるが之が斷層自體の活動を反映するものかどうかは分らない。

7 鑛泉のラドン含有量とラヂウム含有量との關係

今回ラドンを測定した鑛泉中若干は中井敏夫博士¹⁶⁾によりラヂウム含有量が測定されてゐる。之等の値をラドン濃度順に列擧すれば第4表の如くなる。

第 4 表

鑛 泉	泉水1立中のラドン量 マツヘ (泉温 °C)	泉水1立中のラヂウム 量 10^{-12} gRa(泉温 °C)	備 考
有馬ラヂウム鑛泉	155 (16.4)	2.37 ¹⁷⁾	中井氏の有馬ラヂウム 鑛泉第3號
瑞寶寺鑛泉	54.8 (28.8)	5.09 ¹⁷⁾	同 第1號
有馬炭酸泉	5.86 (16.0)	0.76 (16.0) ¹⁸⁾	Aug. 1939 採集
射場山麓鑛泉	4.37 (18.6)	18.45 ¹⁷⁾	中井氏の有馬ラヂウム 鑛泉第2號
唐櫃百間樋鑛泉	2.09 (20.3)	61.57 (22.0) ¹⁸⁾ 57.53 (20.0) ¹⁶⁾	Aug. 1939 採集
有馬カタ越鑛泉	1.80 (20.5)	111.05 (21.0) ¹⁸⁾	Aug. 1939 採集
花之坊温泉	0.79 (27.4)	68.50 (37.6) ¹¹⁾ 47.08 (34.5) ¹⁸⁾	Aug. 1939 採集
有馬本温泉	0.66 (45.5)	64.97 (43.0) ¹⁸⁾ 71.29 (43.0) ¹⁶⁾	Aug. 1939 採集
新有馬温泉	痕跡 (51.0)	381.16 (64.0) ¹⁷⁾	

第4表に見る如くラドンの多い鑛泉必ずしもラヂウムを多く含ます又ラヂウム含有量大なる鑛泉必ずしもラドンを多く含まない。尙鑛泉中のラドンとラヂウムとの關係を考へる場合には次の諸項に注意せねばならない。

- (1) 含有ガス量大なる鑛泉に於ては湧出時の攪亂の爲ラドンの逸失が多い。
- (2) 湧出量小なる鑛泉に於てはラドンが地表に達する迄の時間は豫想外に大となり其間に於けるラドンの崩壊を考慮する必要が起る。
- (3) 沈澱物の多い鑛泉では湧出と共に急激に沈澱が生成され之が液中のラドンを吸着する。

以上は何れもラドン含有量の過小に測定される原因となるのであるが表中の鑛泉に於ても(1)が適用されるものに有馬炭酸泉, 唐櫃百間樋鑛泉, 本温泉, (2)が適用されるものに花之坊温泉, (3)が適用されるものに本温泉がある。尙新有馬温泉はエヤーリフトポンプに依つて汲上げるため其際の氣泡と共に大部分のラドンが逸失されるのであると解釋される。新有馬温泉は此の理由により除外してラドン含有量に對してラヂウム含有量の大なるカタ越温泉及本温泉に就て見るに次の様な關係がある。

鑛泉	上記ラドンと平衡すべきラヂウム量 $10^{-12}g \text{ Ra } l^{-1}$	實測されたラヂウム量 $10^{-12}g \text{ Ra } l^{-1}$	比率%
カタ越鑛泉	654	111.05	59
本温泉	237	64.97 71.29	29 30

即ちラヂウム含有量の最も多いものと雖も尙ラドン含有量が平衡量を遙かに凌駕して壓倒的に多い事が之からも窺はれる。

本研究は浪速高等學校研修部科學班有志の應援を得て行つた。尙測定に當つては淺山哲二理學士、本學々生川井直人、井上英二兩君の援助を得た。記して感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 巨智部忠承 神戸市北の炭酸鑛泉は瀬戸内地溝帯中の地裂線より湧出するものゝ如し(雜報) 地學雜誌, 第9集, 第98卷, 明治30年, 第79頁.
- 2) T. Hiki Distribution of Mineral Springs along the Geotectonic Lines in Central Japan, Mem. Coll. Sci. Eng. Kyoto Imp. Univ. II, No. 9, (1909) 277—283.
- 3) 小川 琢治 西宮市宮水保護調査會報告 昭和元年.
A. Matubara On the Ground Water of Nishinomiya and its Environs, Proc. 3rd Pan-Pacific Sci. Congr. Tokyo, (1926). 817—837.
- 4) 上治實次郎 六甲山塊の地質と構造 地學雜誌, 第49年, 第584號, 昭和12年10月.
- 5) R. Ischizu The Mineral Springs of Japan, (1915), 115—121.
- 6) 飯盛里安 泉效計の改造とラドンの代用標準 理研彙報第10輯第12號, 昭和6年, 第1105頁.
- 7) 初田甚一郎 有馬温泉の湧出量 地球, 第24卷, 第6號, 第24頁.
- 8) 未發表
- 9) D. Isitani (石谷傳市郎) and K. Manabe (眞鍋嘉一郎) Radioactivity of Mineral Springs at Arima and Neighbouring Districts, Proc. Physico-Mathem. S. 2nd Ser. Vol. VI, (1911—12), p. 220. See also 5) p. 183.
- 10) H. Kibezaki (木部崎弘) 5) p. 121 参照
- 11) K. Shiratori (白鳥勝義) The variation of radioactivity of hot springs, Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Ser. I, 16 (1927), p. 613.
- 12) H. Hamada (濱田秀則), Re-determination of the radioactivity of hot springs in the San-in district and neighbourhood, Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Ser. I, 18(1929), p. 317.
- 13) 野瀨 隆治 13), P. 385 参照.
- 14) 根本 義明 16), 参照.
- 15) 中井 敏夫 本邦鑛泉の微量成分(其四) 山梨縣増富地方鑛泉水のラドン及ラヂウム含量(續報) 日本化學會誌, 第59巻, 第10號, 昭和13年10月, 第1183頁.
- 16) 中井 敏夫 本邦鑛泉の微量成分(其三) 兵庫縣有馬温泉のラヂウム含量 日本化學會誌, 第59巻, 第10號, 昭和13年10月, 第1179頁.
- 17) 化學實驗學 12 地球化學 昭和6年, 第102頁及第173頁.
- 18) T. Nakai: Bull. Chem. Soc. J. 15. Suppl., (1940), p. 351.