

昭和 43 年 9 月

原 著

韓国の温泉の化学的研究(III). Rn の定量

東亜大学校文理科大学 朴 奎 昌

(昭和 43 年 9 月 1 日受理)

Chemical Study on the Hot Spring Waters in Korea (III)
Determination of Radon

Kyu Chag PARK

College of Liberal Arts and Sciences, Dong A University, Korea

Determination of radon in 9 samples of hot spring waters and 18 samples of underground water in Korea, collected from the 31st of October 1967 to the 15th of February 1968, was carried out at the Korean Army Test & Research Laboratory. Radon contents are 3.6-36.2 Mache in the hot spring waters in Korea and 0-24.2 Mache in the underground waters in the vicinity of each hot spring. Toksan, Onyang, Suanbo, Paekam, Tongnae and Haeundae Springs are classified as a radioactive spring group. Underground waters of high radon contents like those of Onyang A, Yusung A and B, Baikam A, Magumsan B, and Tongnai A and B, are to be used for medical treatment.

It is remarkable that many hot springs of high radon contents are mostly in the granite regions. Radon contents in the hot spring waters of the middle hot spring group increase in proportion to their antimony contents. Radon contents in the hot spring waters of the southern hot spring group decrease inversely to their potassium content. In the case of the middle hot spring group, potassium content is almost constant, but the radon content varies. It is found, therefore, that the behavior of radon is not the same as that of potassium.

1. 緒 言

韓国の温泉および温泉地の地下水につきラドンの調査をしたので第3報として報告する。

韓国の温泉水中のラドンの定量については韓亀東¹⁾が Schmidt 型 Fontactoscope を使用して循環法により定量した報告があり、水中のラドンの定量については諸元穆²⁾らが製作した Air Bubbler を使用して定量した報告があるけれども、鄭明朝³⁾らは操作法が簡単で一時に多くの試料を調製できる方法を確立したので本研究にはこの方法を採用した。

2. 分析方法

2.1. 採水

試料の採取は1967年10月31日より1968年2月15日の間に行い試料約1lをポリエチレン製試薬瓶に入れてSeoulの陸軍技術研究所でラドンの定量を行った。

2.2. 分析方法

分析方法は鄭明朝³⁾らの地下水のラドンの定量法に従った。即ちエチルエーテル50mlと試料水100mlとを分液漏斗に移し約1分間はげしく振るとラドンは完全にエチルエーテル層に抽出される。エーテル層より10mlをとり測定用バイアルに移しおのおのPPOを1mg/mlおよびPOPOPを5 μ g/mlになるようにこれらのトルエン溶液10mlをさきの測定用バイアルに追加し、これを液体シンチレーションカウンター(Tracerlab社製)にて10分おきに測定した。ブランクとして精製したエーテルについてシンチレーターを使用し各試料につき補正した。測定条件としてはHigh voltage 1,100 V, Overpuls Reject 7, および Gain 1.7とした。各試料につき測定値 n_L (cpm) を経過時間ゼロの時即ち試料採取時の値 N_L (cpm) に換算した。次に標準用ラジウムまたはラドンをういず米産標準用ウラン鉱石(Carnotite)を水にて約10日間浸出しラドン溶液を調製してラドンの標準として使用した。この溶液について前記試料と同じ実験操作を行い15日間7回測定した結果半減期は3.8日であった。同時に標準用ラドン溶液の N_L を求めた。液体シンチレーションカウンターのラドンに対する計数率はWindowless gas flow counter (Tracerlab社製)にてRaBとRaCとの合成値の時間経過による変化を測定してラドンの値を計算した結果203.8%であった。

3. 結果およびその考察

分析結果を表1および表2に、ラドンの分布をFig. 1に示す。ラドン以外の成分の分析結果を表3^{4,5)}に示す。

表1 韓国の温泉水中のRnの定量値

No.	温泉名	採取年月日	Tw (°C)	cpm/100 ml	10 ⁻¹⁷ Curie/l	10 ⁻¹⁷ g/l	Mache
1	徳山温泉	1967.11.3	39	5098 \pm 21	112.5	712	30.9
2	道高温泉	1967.11.2	29	1089 \pm 4	24.1	156	6.6
3	温陽温泉	1967.11.2	48	2883 \pm 18	63.6	414	17.5
4	儒城温泉	1967.10.31	49	1189 \pm 5	26.3	171	7.2
5	水安堡温泉	1967.11.1	53	1830 \pm 9	40.4	263	11.1
6	白岩温泉	1967.11.11	45	5967 \pm 24	132.0	856	36.2
7	馬金山温泉	1968.2.14	41	597 \pm 8	13.2	85	3.6
8	東萊温泉	1968.2.15	66	2663 \pm 15	58.8	382	16.2
9	海雲台温泉	1968.2.15	61	3436 \pm 19	75.8	492	20.9

High voltage : 1100 V

Overpuls reject : 7

Gain : 1.7

B.G. : 90.1 cpm

Tracerlab社製 液体シンチレーションカウンター

表 2 地下水中の Rn の定量値

No.	地下水名	採取日時	Tw (°C)	cpm/100 ml	10^{-10} Curie/l	10^{-17} g/l	Mache
1A	徳山温泉地下水 A	1967.11. 3	17.5	157± 2	3.4	22	1.0
1B	" " B	1967.11. 3	18.5	628± 4	13.9	90	3.8
2A	道高温泉地下水 A	1967.11. 2	18.0	Not detected	0.0	0	0.0
2B	" " B	1967.11. 2	18.5	Not detected	0.0	0	0.0
3A	温陽温泉地下水 A	1967.11. 2	17.5	1859±10	42.5	276	11.7
3B	" " B	1967.11. 2	14.5	1042± 5	23.0	149	6.3
4A	儒城温泉地下水 A	1967.10.31	21.0	1472± 6	32.5	211	8.9
4B	" " B	1967.10.31	13.0	1652± 7	36.4	237	10.0
5A	水安堡温泉地下水 A	1967.11. 1	17.0	761± 4	16.7	109	4.6
5B	" " B	1967.11. 1	16.0	Not detected	0.0	0	0.0
6A	白岩温泉地下水 A	1967.11.11	17.5	2571±16	56.8	370	15.6
6B	" " B	1967.11.11	9.5	167± 2	36.8	23	1.0
7A	馬金山温泉地下水 A	1968. 2.14	18.0	Not detected	0.0	0	0.0
7B	" " B	1968. 2.14	18.5	3979±20	87.8	570	24.2
8A	東萊温泉地下水 A	1968. 2.15	19.0	1840±14	40.6	264	11.2
8B	" " B	1968. 2.15	25.0	1661±13	36.6	238	10.1
9A	海雲台温泉地下水 A	1968. 2.15	24.0	Not detected	0.0	0	0.0
9B	" " B	1968. 2.15	18.0	395± 7	8.7	56	2.4

High voltage : 1,100 V
 Overpuls reject : 7
 Gain : 1.7
 B.G. : 90.1 cpm
 Tracerlab. 社製 液体シンチレーションカウンター

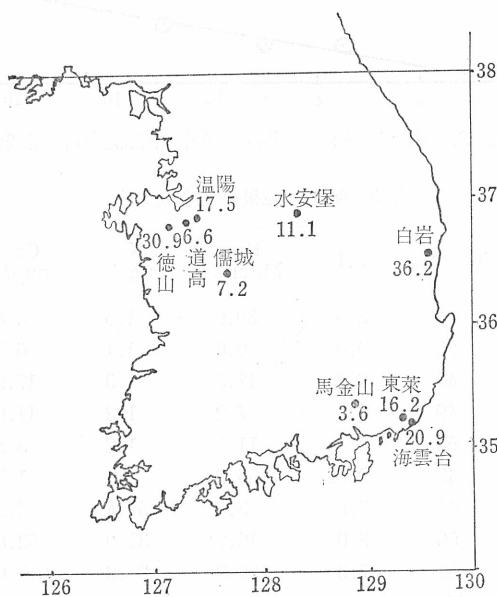


Fig. 1. Rn の分布 (Mache)

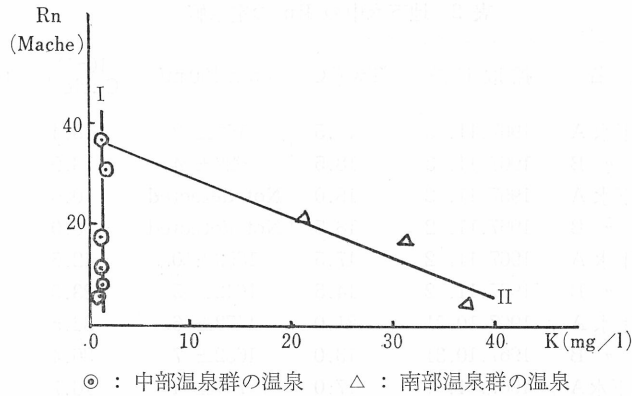


Fig. 2. K と Rn との関係

ラドンの含量は温泉水にては 3.6~36.2 Mache, 地下水にては 0~24.2 Mache であった。徳山, 温陽, 水安堡, 白岩, 東萊, 海雲台等は何れも放射能泉⁶⁾と称することが出来る。各温泉地の地下水を調べると温陽温泉地下水 B (6.3 Mache) は鉱泉⁷⁾(俗称, 薬水)で温陽温泉地下水 A, 儒城温泉地下水 A および B, 白岩温泉地下水 A, 馬金山温泉地下水 B, および東萊温泉地下水 A と B はいづれも療養泉⁷⁾といえる。

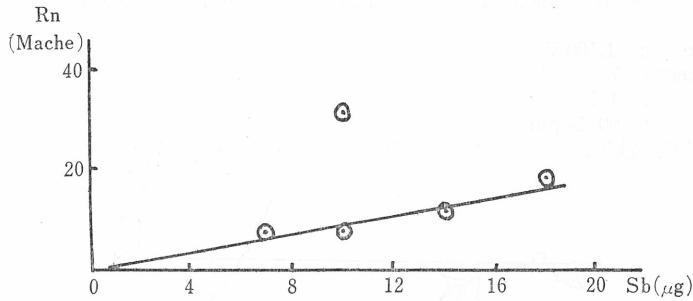


Fig. 3. Rn と Sb との関係 (韓国中部温泉群の温泉)

表 3 韓国の温泉の化学成分表

No.	温泉名	Tw(°C)	pH	Rn Mache	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Sb mg/l
1	徳山温泉	39	8.6	30.9	1.5	4.8	0.4	0.010
2	道高温泉	29	9.0	6.6	1.1	6.5	0.6	0.007
3	温陽温泉	48	8.2	17.5	1.3	17.9	5.5	0.018
4	儒城温泉	49	8.3	7.2	1.2	11.0	0.5	0.010
5	水安堡温泉	53	8.4	11.1	1.2	5.8	0.0	0.014
6	白岩温泉	45	9.35	36.2	1.2	1.5	0.2	0.000
7	馬金山温泉	41	7.8	3.6	37.4	3.2	6.2	0.000
8	東萊温泉	66	8.0	16.2	31.0	53.6	9.3	0.000
9	海雲台温泉	61	7.3	20.9	21.0	615.0	8.1	0.000

Rn 以外の成分の分析値は, 韓国の温泉の化学的研究 (I)⁴⁾, 韓国の温泉の化学的研究 (II)⁵⁾ より転載

成分相互の関係を検するとラドンとカリウムとの間には Fig. 2 において I, II に示すような直線関係が成立する. すなわち南部温泉群の温泉ではカリウム含量の多いほどラドン含量少く (II), 中部温泉群の温泉ではカリウム含量は何れも少くほど一定でラドン量のみ増減する.

つぎに中部温泉群についてラドンとアンチモンとの間には Fig. 3 に示すとおり正の直線関係を示しアンチモン含量の多いほどラドン含量も多いことが判明した. ただし徳山温泉は例外的にラドンが多い. なおラドンと水温, ラドンと pH, ラドンとカルシウムとの関係を検討したがはっきりした関係は見出せなかった.

4. 結 語

韓国の温泉およびその附近の地下水のラドン含量は温泉水では 3.6~36.2 Mache で徳山, 温陽, 水安堡, 白岩, 東萊, 海雲台等の温泉は何れも放射能泉と呼ぶことが出来る. 地下水のラドン含量は 0~24.2 Mache であった. 温陽温泉地下水 A, 儒城温泉地下水 A および B, 白岩温泉地下水 A, 馬金山温泉地下水 B, 東萊温泉地下水 A および B 等の地下水はいずれもラドン含量多く療養に利用できる. またラドン含量の多い温泉は概して花崗岩地帯にあることが注目される. 南部温泉群ではカリウム含量が多いものはラドン含量少く中部温泉群ではカリウム含量は何れも少くほど一定しているが, ラドン量の著しく多いものがある. 従ってラドンとカリウムとは行動がかなり違うことが明らかとなった. なおまた中部温泉群ではアンチモン含量の多いものほどラドン含量は多い.

最後に本研究にあたって御指導下さった東京都立大学教授野口喜三雄博士に深甚な謝意を表すとともに日本原子力研究所ラジオアイソトープ研究所所長村上悠紀雄博士の御厚意にも謝意を表す. また測定に関し御協力下さった韓国原子力庁の柳京熙氏及び延世大学校理工科大学化学科の崖承洛教授にも謝意を表す.

文 献

- 1) 韓 龜 東: 韓国の温泉の成分, Seoul 大学校論文集第 1 輯, p. 163, Seoul 大学校 (韓国) (1954).
- 2) 諸 元 穆ほか: 南韓地域水中に含有せる自然放射能測定, 韓国原子力研究論文集第 5 輯, p. 14, 韓国原子力庁 (1965).
- 3) 鄭 明 朝・柳 京 熙・鄭学必: 自然放射能の測定 (I), 韓国原子力研究論文集第 7 輯, 第 2 号, 第 1 部 p. 29, 韓国原子力庁 (1967).
- 4) 朴 奎 昌: 韓国の温泉の化学的研究 (I), 温泉科学, **18**, 26 (1968).
- 5) 朴 奎 昌: 韓国の温泉の化学的研究 (II), 温泉科学, **18**, 35 (1968).
- 6) 野口喜三雄・中村久由: “日本鉱産誌 VI-a,” 水および地熱, p. 104 (1957).
- 7) 村上悠紀雄: 温泉と放射能, 日本温泉工学会誌, **1**, No. 3 (1963).