

韓国の温泉の化学的研究 (第 2 報)

— ヒ素およびアンチモンの放射化分析 —

韓国 東亜大学校文理科大学 朴 奎 昌

Chemical Study on the Hot Spring Waters in Korea. II.

— Activation analysis of arsenic and antimony —

Kyu Chang PARK

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

This investigation was carried out by activation analysis to determine the arsenic and antimony contents of hot spring waters in Korea. Samples were collected from the 21th of October to the 24th of November, 1966. Ten ml. of concentrated hydrochloric acid was added to the samples to have a final volume of approximately 200 ml. The activation analysis was carried out from the 29th of May to the 22nd of June, 1967 at the Korean Atomic Energy Research Institute; the samples were irradiated by neutrons having a flux of 1.1×10^{11} n/cm²·sec. for 4 days.

No arsenic and antimony were found in the hot spring waters of the South hot spring group. 0.04-1.21 mg/l of arsenic and 0.007-0.018 mg/l of antimony were found in those of the middle hot spring group.

Almost the same amounts of antimony, while different amounts of arsenic were found in those of the middle hot spring group and it seems to indicate that antimony and arsenic in the hot spring waters are derived from different sources.

1. 結 言

最近温泉水の性質と起源とを研究するにあたって微量成分の調査が注目されている。韓国温泉の化学成分については部分的^{1),2)}にはすでに研究がなされているほか系統的には著者³⁾の研究がある。然し微量成分であるヒ素およびアンチモンについては分析結果がない。著者⁴⁾はさきに日本原子力研究所にて「温泉水中のヒ素およびアンチモンの放射化分析法」を確立したので本研究は微量成分であるヒ素およびアンチモンを調査し、韓国の温泉の化学的研究第2報とする。

2. 分析の方法

2. 1. 採 水

試料の採取は 1966 年 10 月 21 日より同年 11 月 24 日までの間に行った。塩酸 10 ml に試料を加えて 200 ml にし持ち帰り 1967 年 5 月 29 日より同年 6 月 22 日までの期間 Seoul の韓国原子力研究所にて放射化分析を行った。

2. 2. 分析方法

分析方法は著者⁴⁾の「温泉水中のヒ素およびアンチモンの放射化分析法」に従った。即ち試料約 10 ml づつをポリエチレン製棒瓶に入れる。別に標準試料として金属アンチモンおよび三

酸化ヒ素 5~6.5 mg を正確に秤量して硫酸紙に包みポリエチレンカップセル(ラビット)に入れて原子炉(100 Kw 運転時 $n=1.1 \times 10^{11}$ n/cm²·sec.)にて4日間計28時間熱中性子照射をする。ヒ素ピアンチモンはおのおの⁷⁶Asと¹²²Sbとに放射化する。ヒ素標準試料は少量の苛性ソーダに溶かして後塩酸酸性にし、アンチモン標準試料は濃硫酸にとかしておのおの0.5 γ /ml 溶液となし、温泉水試料中のヒ素およびアンチモンの放射能測定時の比較標準として使用した。照射した温泉水試料を正確に7 ml づつをポリエチレン棒瓶よりビーカーに移しとりヒ素およびアンチモンをキャリアーとして2 ml づつ(濃度は1 mg/ml) 加え、硫化水素で硫化物として沈殿させ、濾過し濾液の放射能がバックグラウンド値になる迄温水で洗滌し、沈殿は濃硝酸2~3滴を含む濃塩酸にて砂浴上で加熱溶解する。これを濾過し、濾液は注意しながら赤外ランプで蒸発乾固しアスコルビン酸を含む6規定塩酸溶液2 ml を加えてヒ素とアンチモンを還元させる。予めアスコルビン酸を含む6規定塩酸溶液を充分流してコンディショニングした塩素型陰イオン交換樹脂[ダイヤイオン SA # 100 (100~200メッシュ)]の長さ5 cm 直径0.6 cm のカラムに流速0.5 ml/分にて流す。合計25 ml の6規定塩酸を流してヒ素を溶離する。樹脂中のアンチモンは2規定苛性ソーダ溶液25 ml を流して溶離する。流出液10 ml に1滴の濃硝酸を加えて加熱酸化し、濃縮した後、ポリエチレン製棒瓶に移しとり、全量を5 ml にする。以上の温泉水試料と標準試料は γ -シンチレーションカウンター(井戸型, High voltage 1350, High voltage adjust 250, Sensitivity 0.5)で放射能を2週間計測して半減期より同定し、計数率よりヒ素およびアンチモンをそれぞれ定量する。

残りの流出液おのおのについて化学収量を求めてヒ素およびアンチモンの定量値を補正する。この時測定結果として10 cpm を検出下限としたときヒ素は 3×10^{-4} μ g、アンチモンは 2×10^{-4} μ gであった。

3. 結果および考察

分析結果を表1に示す。南部温泉群の温泉についてはヒ素アンチモンともに全然検出されず、中部温泉群の温泉についてはヒ素0.04~1.2 mg/l、アンチモン0.007~0.018 mg/l の値が得られた。ヒ素はH₂S含量の多い道高温泉に甚しく多かった。ヒ素の分布を図1に、アンチモンの分布を図2に示す。

表1 韓国の温泉のAsおよびSb含量

No.	温泉名	採取日	Tw	pH	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	H ₂ S mg/l	As mg/l	Sb mg/l
1	徳山温泉	1966. 10. 22	39	8.6	15.4	32	0.0	0.41	0.010
2	道高温泉	1966. 10. 21	29	9.0	14.5	25	2.1	1.21	0.007
3	温陽温泉	1966. 11. 2	48	8.2	32.6	45	0.0	0.56	0.018
4	儒城温泉	1966. 10. 22	49	8.3	18.1	5	0.0	0.45	0.010
5	水安堡温泉	1966. 11. 3	53	8.4	8.1	24	0.0	0.04	0.014
6	白岩温泉	1966. 11. 4	45	9.35	8.5	5	1.6	0.00	0.000
7	馬金山温泉	1966. 11. 11	41	7.8	290.0	225	0.0	0.00	0.000
8	東蒙温泉	1966. 11. 24	66	8.0	397.0	187	0.0	0.00	0.000
9	海雲台温泉	1966. 11. 9	61	7.3	2371.0	450	0.0	0.00	0.000

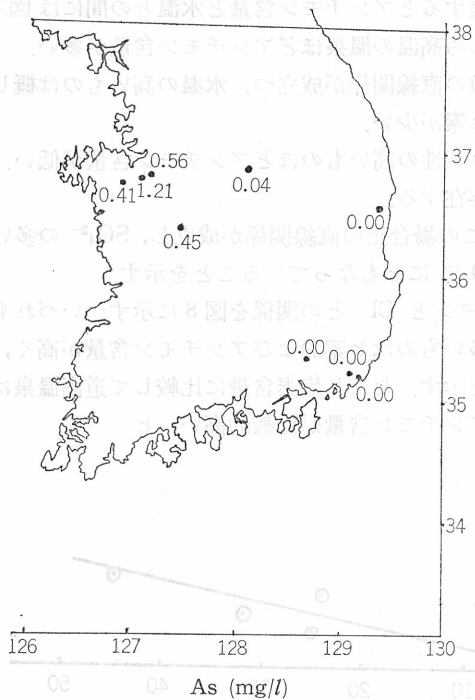


図 1. As 分布図

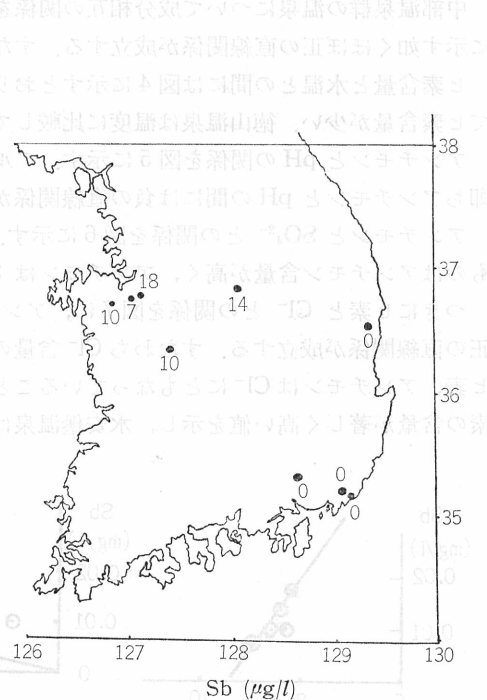


図 2. Sb 分布図

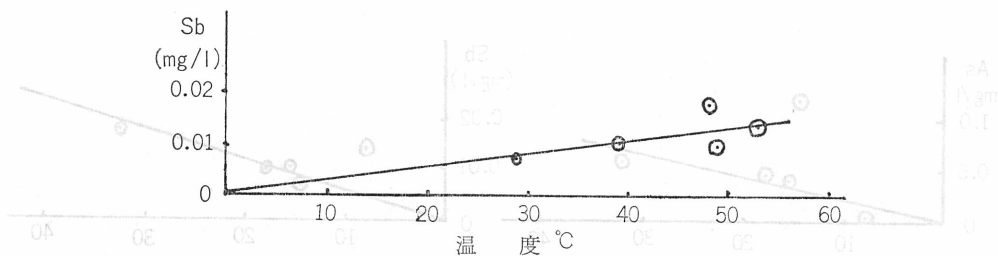


図 3. Sb と温度の関係

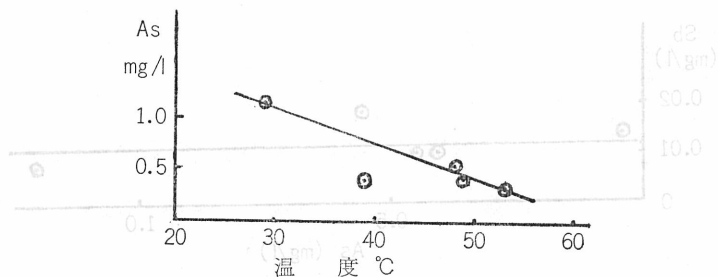


図 4. As と温度との関係

中部温泉群の温泉について成分相互の関係を検するとアンチモン含量と水温との間には図3に示す如くほぼ正の直線関係が成立する。すなわち高温の温泉ほどアンチモン含量が多い。

ヒ素含量と水温との間には図4に示すとおり負の直線関係が成立つ。水温の高いものは概してヒ素含量が少い。徳山温泉は温度に比較してヒ素が少い。

アンチモンと pH の関係を図5に示す。アルカリ性の高いものほどアンチモン含量が低い。即ちアンチモンと pH の間には負の直線関係が存在する。

アンチモンと SO_4^{2-} との関係を図6に示す。この場合正の直線関係が成立し、 SO_4^{2-} の多いものはアンチモン含量が高く、アンチモンは SO_4^{2-} にともなっていることを示す。

つぎにヒ素と Cl^- との関係を図7に、アンチモンと Cl^- との関係を図8に示す。いずれも正の直線関係が成立する。すなわち Cl^- 含量の多いものはヒ素およびアンチモン含量が高く、ヒ素、アンチモンは Cl^- にともなっていることを示す。ただし塩素含量に比較して道高温泉は素の含量が著しく高い値を示し、水安堡温泉はアンチモン含量が比較的高い。ヒ

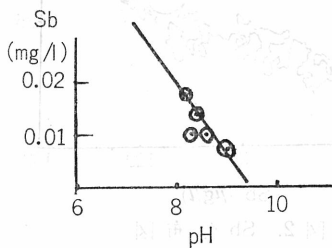


図 5. Sb と pH との関係

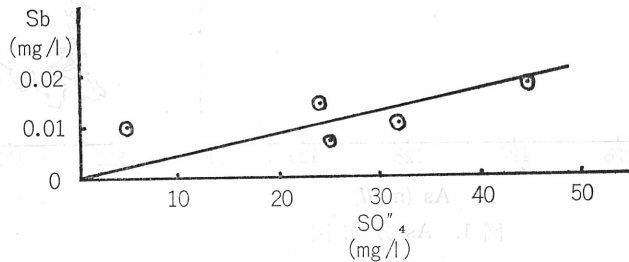


図 6. Sb と SO_4^{2-} との関係

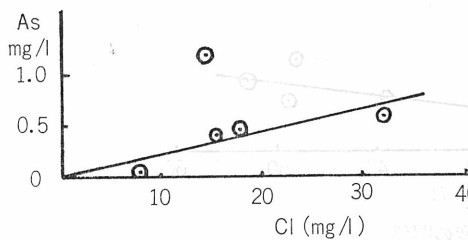


図 7. As と Cl との関係

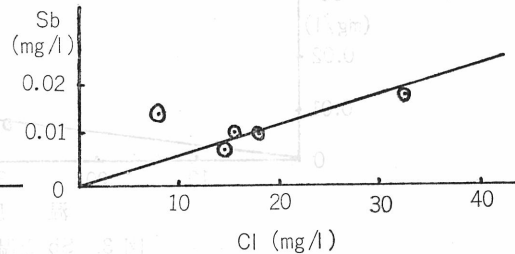


図 8. Sb と Cl との関係

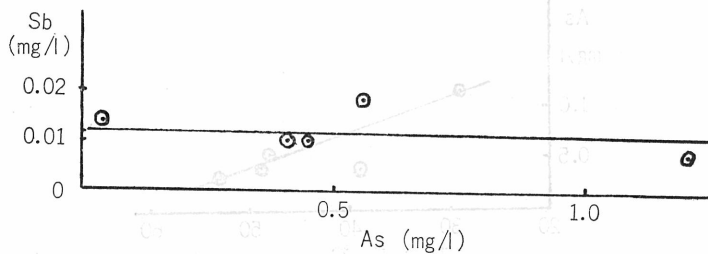


図 9. As と Sb との関係

最後にヒ素とアンチモンとの関係を図 9 に示す. この場合アンチモン含量は一定でヒ素含量のみ増減する. 即ちアンチモンはヒ素にともなっていない.

4. 結 語

南部温泉群についてはヒ素アンチモンともに全然検出されず, 中部温泉群についてはヒ素 0.04~1.21 mg/l, アンチモン 0.007~0.018 mg/l の値が得られた. 即ち中部温泉群についてアンチモン含量はほぼ一定でヒ素含量のみ増減し従ってアンチモンはヒ素にともなっていないことを示す.

最後に本研究にあたって御指導下さった都立大学化学教室教授野口喜三雄博士に深甚な謝意を表す. 原子炉および研究室の便宜を提供して下さい下さった韓国原子力研究所研究官金永国氏に謝意を表す.

文 献

- 1) 朴建錫外: 東萊温泉の化学的成分 (第 1 報), 釜山大学校十周年記念論文集, p. 305, 釜山大学校 (1956).
- 2) 韓亀東: 韓国温泉の成分, Seoul 大学校論文集自然科学第一輯, p. 163, Seoul 大学校 (1954).
- 3) 朴 奎昌: 韓国の温泉の化学的研究 (第 1 報), 温泉科学 19, 26 (1968).
- 4) 朴 奎昌: Activation analysis of arsenic and antimony in hot spring water, 東亞論叢第 4 輯, p. 449, 東亞大学校 (1967).

言 辭

本報は、韓国の温泉の化学的研究の第 2 報として、前報 (第 1 報) の結果を踏まえて、中部温泉群の化学成分について、より詳しく報告する。前報では、南部温泉群の化学成分について報告したが、中部温泉群については、ヒ素とアンチモンの含量が一定で、ヒ素の含量のみが増減することを示した。この結果は、中部温泉群の形成機構について、重要な手がかりを提供する。また、本報では、韓国原子力研究所の協力により、原子力分析によるヒ素とアンチモンの含量の測定を行った。この結果は、前報の結果と一致しており、中部温泉群の化学成分は、南部温泉群と異なることを示している。以上、本報の結果を報告する。