

昭和52年 3 月

原 著

群馬県下の温泉水中のアンチモン含量

群馬県衛生研究所*

酒井幸子・原 善彦・滝島常雄**

(昭和51年 1 月 5 日受付)

Antimony Content in the Hot Spring Waters in Gunma Prefecture

Yukiko SAKAI, Yoshihiko HARA and Tsuneo TAKISHIMA

Gunma Institute of Public Health, Gunma Prefecture

Abstract

Antimony content in the hot spring waters in Gunma Prefecture was determined by the colorimetric method with Rhordamine B. Total number of hot springs thus examined were 60. The results obtained were as follows:

1) The hot springs which antimony was detected were Yunokoya, Takaragawa, Sarugakyo, Shima, Kusatsu, Manza, Kawarayu and Yakushi. Among them the highest concentration of antimony, 0.050mg/l Sb, was detected in the Shima hot spring water.

2) In the thermal spring water, there are a considerable high positive correlation between the content of antimony and that of chloride and arsenic.

3) The geologys which antimony was detected in the hot spring waters were the neutral or the acidic igneous rocks.

4) In general, antimony was detected in the hot spring waters from the northwestern to the northern part of Gunma Prefecture.

1. 緒 言

温泉水中の微量元素の挙動は、温泉水の生成機構を考える上で重要な役割を果すものと言われているが、温泉の微量元素のひとつであるアンチモンについての報告は少ない。

池田は、温泉水をジチゾン四塩化炭素溶液で抽出し、発光分光分析の写真測光法で測定し、那須元湯のアンチモン含量を0.0001mg/l,¹⁾ 有馬温泉天満宮の湯のアンチモン含量を0.001~0.0001 mg/l²⁾と推定した。

* 群馬県前橋市岩神町 3 丁目 21-19

** 現在群馬県衛生部薬務課に勤務

西村は北海道の温泉水11試料中5試料について発光分光分析の写真測光法でアンチモンの存在を確認している。³⁾

朴は、韓国の温泉9試料について、放射化分析法でアンチモン含量を測定し、0.000~0.018mg/lと報告している。⁴⁾

佐藤は、無炎原子吸光法で、酸性泉5試料中のアンチモン含量を測定し、0.03~0.16mg/lと報告している。⁵⁾

著者らは、群馬県下の種々の泉質の温泉についてアンチモン含量をローダミンBによる吸光度法で測定し、前回報告したヒ素濃度⁶⁾との関係及び他成分との相関について検討するとともに、群馬県内のアンチモン濃度の分布について報告する。

2. 分析対象温泉

群馬県下の温泉を対象とし、温泉数として25、源泉数として60の分析を行った。その対象温泉名と位置は、図1のとおりである。猿川・薬師山・横川・磯部及び八塩温泉は泉温25℃未満のい

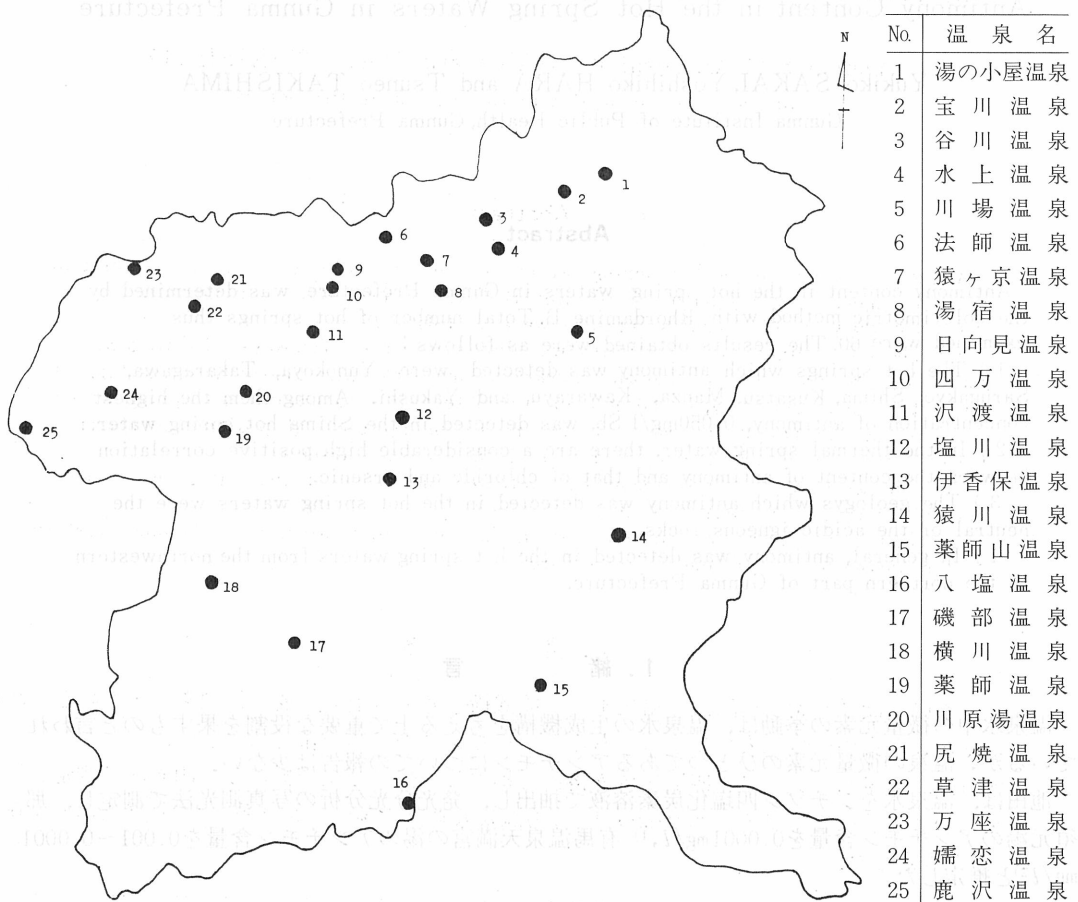


図1. 対象温泉名と位置図

わゆる冷鉱泉であり、他は、すべて泉温25℃以上の温泉である。

3. 分析 方 法

アンチモンの分析は、JIS KO102—1971 ローダミンB法に準じて行った。

温泉水100mlに硫酸3mlを加え、ほとんど乾固するまで加熱濃縮し、少量の水で100mlの分液漏斗に移し、塩酸(1+1)10ml、硫酸(1+2)10mlを加え、これに3%硫酸第二セリウム溶液2滴を加えて黄色の溶液とし、さらに過剰に0.5mlを加え、数分間放置し、塩酸22ml、3%硫酸第二セリウム溶液1mlを加えて振り混ぜる。次に特級イソプロピルエーテル30mlを分液漏斗に加え、約5分間激しく振り混ぜ、静置する。二層に分かれたら下層の水層を捨て、イソプロピルエーテル層に0.02%ローダミンB液5mlを加えて2分間激しく振り混ぜ、静置後、イソプロピルエーテル層を試験液とし、550nmの波長で島津製ポシユロム分光光度計で吸光光度測定を行い、あらかじめ作成した検量線よりアンチモン量を求めた。

ヒ素は、ジエチルジチオカルバミン酸銀法⁷⁾、塩素イオンは硝酸第二水銀法⁸⁾、硫酸イオンは塩化バリウムによる比濁法⁹⁾を用いて分析した。泉温は現地で測定し、pH・蒸発残渣・アンチモン・ヒ素・塩素イオン及び硫酸イオンは試験室で測定した。

4. 結 果 と 考 察

分析した25の温泉のうち、アンチモンが検出されたのは、湯の小屋・宝川・猿ヶ京・四万・草津・万座・川原湯及び薬師の8温泉であり、源泉数として40であった。他の17の温泉はいずれも不検出であった。特に泉温25℃未満の冷鉱泉においては、アンチモンが検出されなかったことは興味深いことである。

アンチモンが検出された温泉の泉質と源泉の地質¹⁰⁾を表1に示したが、いずれも地質は、中性～

表1. 泉質と源泉の地質

温 泉 名	泉 質	源泉の地質
湯の小屋	単 純 温 泉	奥利根型花崗岩・流紋岩
宝 川	弱 食 塩 泉	流 紋 岩
猿ヶ京	弱食塩泉・石膏泉	変質安山岩・流紋岩
四 万	弱 食 塩 泉	玢岩・石英閃緑岩
草 津	酸 性 泉	白根火山浮石流・安山岩熔岩
万 座	含食塩—石膏硫化水素泉	白根火山安山岩熔岩
川原湯	含食塩—石膏泉	変 質 安 山 岩
薬 師	含食塩—石膏泉	複輝石安山岩

酸性の火成岩であった。又、アンチモンが検出された温泉の分析結果は表2のとおりである。

図2にアンチモンと泉温の関係を示したが、相関係数 $\gamma = 0.30$ であった。

図3にアンチモンとヒ素の関係を示した。その相関係数は $\gamma = 0.80$ で、高い相関が認められた。しかし、薬師温泉は例外であった。

図4には、アンチモンと塩素イオンの関係を示したが、相関係数 $\gamma = 0.76$ であった。薬師温泉を例外として除くと、相関係数 $\gamma = 0.91$ で高い相関関係が認められた。

図5に、アンチモンと硫酸イオンの関係を示した。両者の関係は、大きく2群に分かれている

表 2. 分 析 結 果

温泉名・源泉名	採水日	泉温(℃)	pH	蒸発残渣(mg/l)	Cl(mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	As(mg/l)	Sb(mg/l)
湯の小屋温泉	1974. 8. 20	80.0	7.60	748	133	175	0.25	0.009
宝川温泉	1974. 11. 20	73.0	7.10	1006	305	200	0.66	0.016
猿ヶ京温泉								
共同泉	1972. 6. 13	60.0	7.15	1690	158	840	0.34	0.006
県有泉	"	44.6	7.75	1039	139	415	0.28	0.006
村有1号泉	"	56.5	7.50	1167	208	370	0.54	0.011
安部1号泉	"	59.0	7.70	1696	396	475	0.82	0.019
安部2号泉	"	53.0	7.90	1267	282	315	0.64	0.010
湖城閣泉	"	57.2	7.80	1199	224	335	0.72	0.010
四万温泉								
龍宮の湯	1972. 4. 19	71.5	6.80	2384	977	330	1.73	0.032
岩根の湯	"	76.0	7.05	2372	943	362	1.89	0.040
滝の湯	"	61.5	7.41	2240	918	310	1.82	0.050
田村館別館の湯	"	65.0	7.83	2342	965	320	1.72	0.042
田村館塩の湯	"	57.0	8.50	3036	1265	447	2.04	0.043
積善館の湯	"	73.0	6.87	2120	748	415	1.40	0.032
川原の湯	"	63.5	6.95	2004	719	390	1.55	0.037
泉屋旅館の湯	1972. 4. 20	49.0	7.50	1509	479	310	0.90	0.021
緑の湯	"	57.0	7.58	1558	511	325	1.21	0.018
君の湯	"	59.0	7.59	1543	494	330	0.96	0.020
三木屋第2の湯	"	54.0	7.79	1510	477	300	0.87	0.020
鐘寿館塩の湯	"	60.0	7.62	1542	496	277	0.92	0.028
ときわの湯	"	55.5	7.85	1483	477	295	1.04	0.021
つばめの湯	"	58.0	7.79	1547	508	310	1.22	0.024
神告の湯	"	51.5	7.62	1598	530	310	1.16	0.020
長静館の湯	"	50.5	7.58	1229	394	247	0.86	0.016
四万館の湯	"	55.0	7.70	1537	506	310	0.91	0.018
新四万温泉とびの湯	"	36.5	7.70	1366	435	275	1.00	0.017
森戸旅館飲用専用水	"	30.8	7.62	1169	364	246	1.10	0.022
草津温泉								
あづまや源泉	1972. 2. 23	46.0	2.00	1250	306	800	0.32	0.013
野口ホテル滝の湯	"	48.0	1.98	1314	310	850	0.32	0.012
ての字屋旅館の湯	"	52.0	1.85	1696	396	1265	0.42	0.010
地蔵の湯	"	60.0	1.80	1815	454	1365	0.73	0.020
白旗の湯	1972. 2. 24	65.0	1.65	1921	472	1215	0.29	0.013
千代の湯	1972. 3. 16	55.0	2.00	2268	467	1275	0.82	0.016
七星館の湯	"	59.0	2.00	2053	423	1065	0.66	0.013
湯畑	"	66.0	1.90	1997	472	1300	0.63	0.016
草津館観音の湯	"	56.0	1.90	2070	470	1300	0.76	0.014
万座温泉								
日進館苦湯	1972. 2. 3	77.0	2.20	1470	134	985	0.15	0.011
ラジウム北光線	"	57.3	2.30	1322	113	1025	0.08	0.006
川原湯温泉	1972. 2. 18	71.2	6.50	1565	326	630	0.05	0.004
薬師温泉	1975. 5. 27	43.0	7.45	3459	1007	688	1.80	0.003

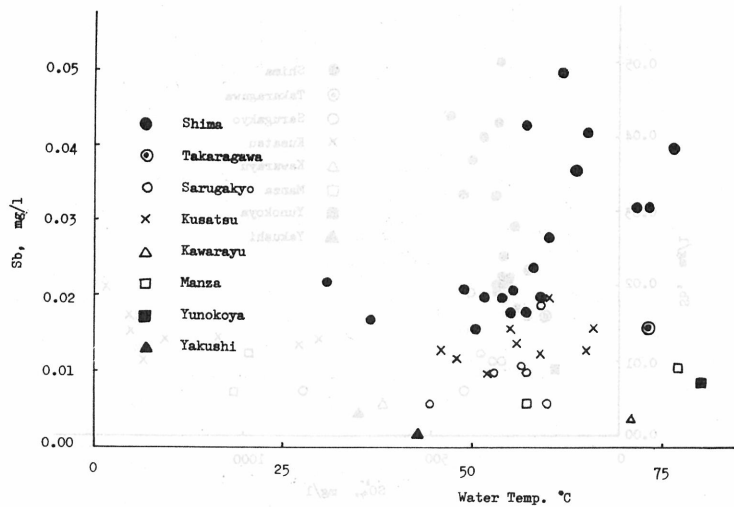


図 2. Sb と泉温の関係

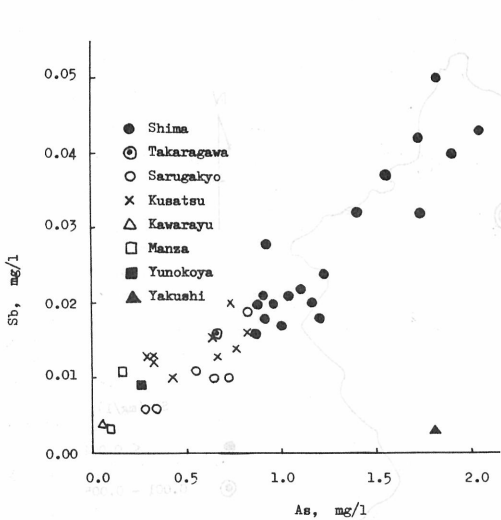


図 3. Sb と As の関係

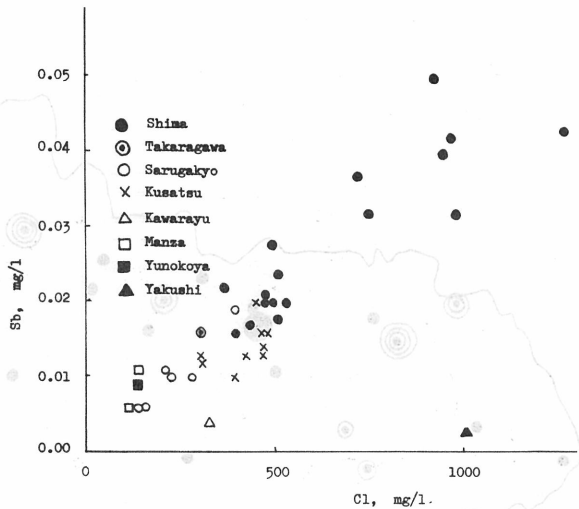


図 4. Sb と Cl の関係

ようであるが、このことに関して特別な関係は不明である。

群馬県内の温泉水中のアンチモン濃度の分布を知るために、アンチモン濃度の温泉別平均値を $<0.001\text{mg/l}$, $0.001\sim 0.005\text{mg/l}$, $0.006\sim 0.010\text{mg/l}$, $0.011\sim 0.016\text{mg/l}$, $>0.020\text{mg/l}$ と 5 段階に分けて図 6 に示した。県北西部から北部にかけてアンチモンが検出され、その濃度分布は、ヒ素の濃度分布に良く一致していた。

5. ま と め

群馬県下の温泉 25、総源泉数 60 のアンチモン含量をローダミン B 法で測定し、次の知見を得た。

1) 8 の温泉、総源泉数 40 からアンチモンが検出され、その濃度は四万温泉において最高であり、 $0.016\sim 0.050\text{mg/l}$ の値を示した。

泉温 25°C 未満の冷鉱泉では、アンチモンは検出されなかった。

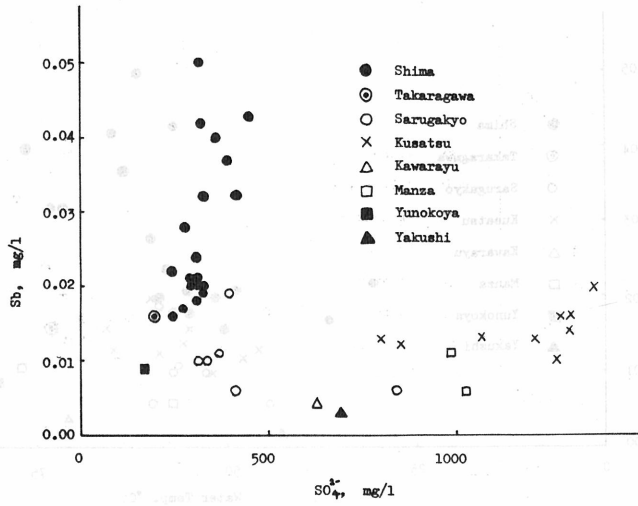


図 5. Sb と SO_4^{2-} の関係

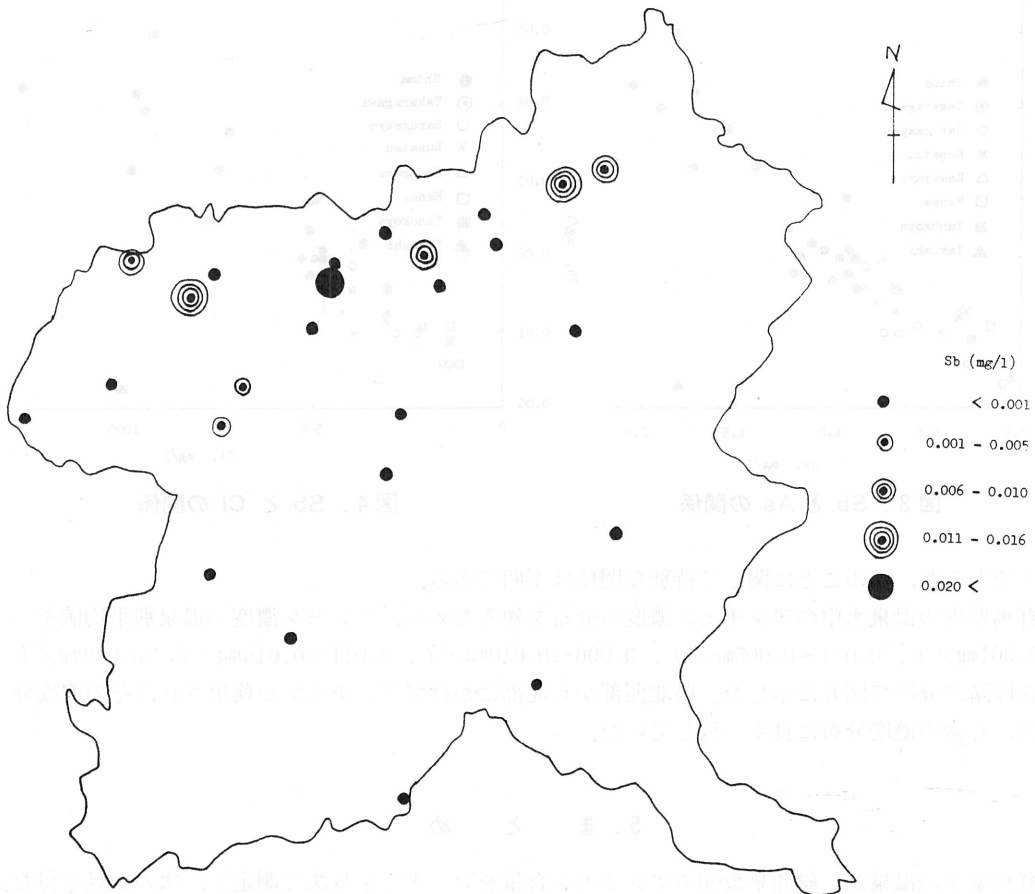


図 6. Sb の分布

- 2) 草津白根火山のある県北西部から、新第三紀に活動した酸性～中性火成岩類を泉源とするものが多い北部にかけてアンチモンが検出された。この傾向は、ヒ素の濃度分布に良く一致していた。
- 3) 泉温25℃以上の温泉においては、塩素イオンとアンチモンとの間に高い相関が認められたが、磯部や八塩温泉のような冷鉱泉においては、塩素イオン濃度が高くてもアンチモンは検出されなかった。
- 4) ヒ素とアンチモン濃度は高い相関を示した。特に四万温泉における19源泉のSb/Asは約0.02で一定であった。
- 5) アンチモンと泉温、アンチモンと硫酸イオンとの間には、特に相関はみられなかった。

なお、本報文の概要は、第28回日本温泉科学会大会（1975年7月24日、大分県湯平温泉）で発表した。

謝 辞

本報文の御校閲をいただいた群馬県衛生研究所氏家淳雄所長、飯塚俊彦・狩野和男両部長に深謝いたします。

文 献

- 1) 池田長生；日本化学雑誌，**76**，7（1955）
- 2) 池田長生；日本化学雑誌，**76**，8（1955）
- 3) 西村雅吉；日本化学雑誌，**79**，2（1958）
- 4) 朴 奎昌；温泉科学，**19**，1（1968）
- 5) 佐藤 彰；温泉工学会誌，**10**，3（1975）
- 6) 酒井幸子・滝島常雄；温泉科学，**26**，1（1975）
- 7) JIS K〇102-1971 P.141 日本規格協会（1971）
- 8) JIS K〇102-1971 P.80 日本規格協会（1971）
- 9) 上水試験方法 P.243 日本水道協会（1970）
- 10) 新井房夫；“群馬県の地質と地下資源”内外地図株式会社（1964）