

箱根湯ノ花沢温泉硫化水素中毒死亡事故について

岩田義徳

小田原保健所*

Hydrogen Sulfide-Toxic Death at Yunohana Spa, Hakone Volcano

by

Yoshinori IWATA

Odawara Health Center

Odawara, Kanagawa

(Abstract)

Two boys and a girl in taking bath at Yunohana Spa suffered death by hydrogen sulfide toxicosis on 5th of November 1951 and on 27th of March 1952 successively. Herein is given a brief description on the two sad accidents, which were taken place in baths in the solfataric area of Hakone volcano. Both cases were largely ascribed to extreme calm air condition at the approach of a low atmospheric pressure.

は し が き

箱根火山には大涌谷、早雲山および湯ノ花沢などの噴気（硫気）地帯がある。噴気の熱エネルギーは造成温泉や“ゆで玉子”用の熱源として現在も有効に利用されている。噴気地帯の地すべり防止対策として神奈川県土木部により大涌谷、早雲山では毎年数本の噴気孔の掘さくが行なわれている。また、湯ノ花沢では昭和以来、噴気量の大きい3本の蒸気井が掘さくされている。火山性蒸気が大気中に放散されている最近のこの状況は、かつてなかった程の量に達しているものと推定される。ところで、昭和46年12月27日、群馬県吾嬭郡、草津温泉の振子沢付近のスキー場で、温泉造成用火山性噴気中の硫化水素中毒で6人ものスキーヤーが死亡する事故が発生した。実は、箱根でも昭和26年、27年の2回にわたり、湯ノ花沢で火山性噴気の硫化水素による中毒死亡事故があった。当時の調査記録を探したところ印刷公表された記録はなく、筆者が調査に加わったときの資料があるのみであった。このような不幸な事故が再び発生しないようにするためにも、当時の記録を残しておくことが必要であるとの勧めによって、まだ逸散せず残っている資料をここに記録することにした。

*小田原保健所 神奈川県小田原市南町2-4-45 〒250

神奈川県温泉研究所報告、第3巻、第3号、143—150、1972

硫化水素中毒死亡事故の概要

死亡事故発生の場所は、箱根中央火口丘駒ヶ岳の東麓にあたる神奈川県足柄下郡元箱根村湯ノ花沢112番地内（現在、足柄下郡箱根町元箱根字湯ノ花沢）にある自然湧泉使用の浴槽である。その付近には自然石をくり抜いた大石風呂および階段状に数個の野天風呂が配されていたが、事故の発生した浴槽は露天風呂地帯の野天風呂と最下部に療用浴の小屋湯（2浴槽）の中であった。

第1次の中毒死亡事故

昭和26年11月5日、湯ノ花沢の自然石を配した野天風呂地帯（図1）で家族9名（夫婦小児7名）が入湯していた。男児2名が下方の浴槽で遊ぶためにおもむいた。しばらくの間両親は子供たちのことを気にしなかったが、子供たちの声もなく、静かなので心配して上から覗くと浴槽（写真1）内に2児共、倒れているのを発見し、緊急処置をしたがすでに2児共死亡していた。

中毒事故の措置

第1次事故発生時、小田原保健所では、防疫事務と温泉事務を兼務して担当者が1名いた。この事故の概要を県庁の担当係に通報したので、県ではそれにもとづき、昭和27年2月1日付27健第90号神奈川県衛生部長通達にて湯ノ花沢温泉では、次の事項を遵守するよう行政措置がとられた。

- ア．入浴者には十分入浴上の注意を喚起すること。
- イ．入浴者のあるときは監視人を置くこと。
- ウ．5分計砂時計により5分以上入浴しないこと。
- エ．各浴室、浴槽ごとに浴用及び飲用の禁忌症及び入浴上の注意書を掲示する。
- オ．日没後の入浴禁止。

第2次の中毒死亡事故

しかし続いて翌年、同じところで同様な事故が発生した。昭和27年3月27日神奈川県中郡比々多村の女子（当時16才）が湯治中、死亡した状況は次のとおりである。3月26日、午前11時頃、背中 of 皮膚病治療のため来湯し、午後1回、翌27日早朝入浴し、再び午前11時頃浴槽に行った。然るに某氏が11時38分頃、弘法湯源泉の浴室（図1、2写真2）を見ると浴槽内で死亡しているのを発見した。午後12時40分頃元箱根村診療所にて検死の結果、急性硫化水素中毒により1.5～2.0時間前、即ち午前11時10分～15分頃死亡と推定され入浴とほとんど同時に中毒死せるものと考えられた。死亡者の女子は入浴上の注意として下記の事項を守るべきことを知っていたし、守っていたと考えられる。

- 1) 入浴時間が5分以上にならないように備え付けの5分計砂時計を使用すること。
- 2) 浴用及び飲用の禁忌症並びに入浴上の注意（写真2）。
- 3) 日没後の入浴禁止。

湯ノ花沢温泉行政措置

湯ノ花沢温泉について昭和28年6月12日第20回神奈川県温泉審議会は下記の事項を検討した。

1. 現存、5ヶ所の露天風呂施設のための源泉使用を禁止し、真水を熱交換して利用させる。但し現在の源泉の使用については温泉法の適用を受ける温泉としての最少限の温泉量が含有されるように考慮する。これの技術的問題については別途検討する。
2. 与右衛門湯並びに権現湯の両源泉は高地の湯畑（図2）を通し、硫化水素を放散させた後更に蒸気で加熱処理後使用させる。
3. 前項により利用させる施設は、通風、換気の良い場所であるよう指定する。
4. 弘法湯については、局部浴としてのみ使用を認める。
5. 与右衛門湯、権現湯の両源泉の周辺地域及び湯畑の周辺は立入禁止区域として鉄柵等を設けさせ遊行者に注意を喚起する立札を設けさせる。
6. 先に衛生部長通達により指示した次の諸事項を併せて厳重に実施させる。
 - ア. 入浴時間の規正、砂時計の利用
 - イ. 監視人の常時設置
 - ウ. 日没後から日昇時までの入浴禁止
 - エ. 二人以上の入浴の励行

なお事故防止の監視を強めるため小田原保健所衛生課に温泉関係専任の温泉監視員一名（昭和27年2月1日）が置かれた。そして次にのべる硫化水素に対する各種の試験調査および対策の検討が行な

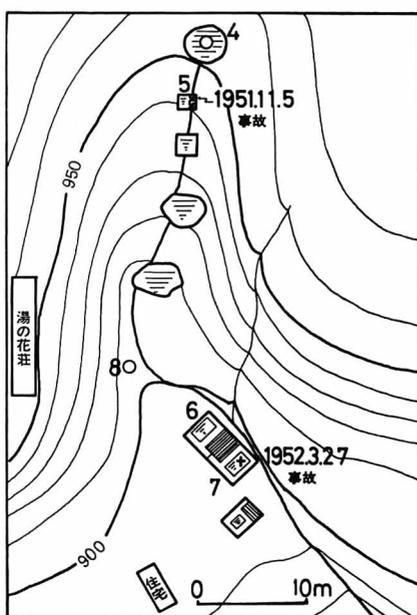


図1 湯ノ花沢温泉風呂配置図

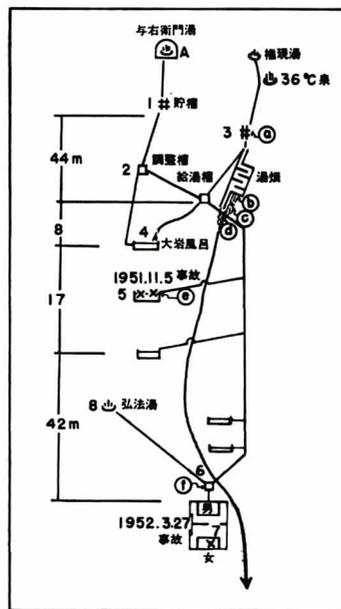


図2 湯ノ花沢温泉流路図 (1952.5)

われることになった。調査は昭和27年5月～8月に実施された。調査した施設の構成、源泉の状況は図1, 2, 写真1～6に掲げた通りである。各源泉の調査結果を表1に示した。

高濃度硫化水素含有温泉の状況および処理

源泉並びに浴水中の溶存硫化水素の低減の状況を求めるために次の実験を行なった。

A. 第1, 第2次事故発生場所における硫化水素を測定した。現場区域における水中H₂S量は7～300 ppm, 空气中H₂S量は60～300 ppmで、この値は人体怒限量（労働省告示第27号）の6～15倍に達する。この付近のU字形流路に与右衛門湯の温泉のみを流下させた場合には水中3～15ppm, 空中0.5～17ppmと著しく硫化水素の低下が見られた（表2）。

表1 昭和27年5月7～16日測定の源泉状況

泉名	温度℃	pH	硫化水素mg/kg	Al ⁺⁺⁺ mg/kg	SO ₄ ⁻⁻⁻ mg/kg	湧出量立/分
与右衛門湯	76～77	2.2	17.9 (47)	151	1368	108
権現湯	41～43.5	2.3	204 (266)	54	541	108
弘法湯	42	2.4	72.8 (84)	171	1319	54
※(36℃泉)	36～37	6.4	32 (85)	3.7	41	83

※事件発生当時利用せず、温泉法による分析は省略、()内は総硫化水素

表2 事故発生場所における硫化水素測定

地点	1952. 5.15				1952. 5.16				1952. 8.22				1952. 8.23						
	泉温	流量	空中H ₂ S	水中H ₂ S	泉温	空中H ₂ S	水中H ₂ S	泉温	流量	空中H ₂ S	水中H ₂ S	犬	モット	ルマウス	泉温	空中H ₂ S	水中H ₂ S	モット	ルマウス
A	36℃	83			36	350		73	160～200	49.3	18.00	1.27	2.30		73	40～100	3.00	3.00	
1	77	59	1430	60	77	1600	54	52	7.7	115	32.6	○	⊗	××					
3	41	135	200	152				37	45	141.6					37	450	1.25	0.45	
蒸気泉		3kg/cm ²			95	3000	3.4	38	給湯槽	300	195.5				36	480	3.00	3.00	
2	67		60	15	69	50	5	31	湯畑	4	204							○	○
4	49		160	22	50	0.5	3.4	37		260	56		3.00	1.40	1.30				
5	35		55	7				33		5	8.5								
8	42	52	125	134															
6	46		800	109	52	250	3.4	43	40	340	163								
7	41		300	98	59	17	15	43		363	104	4.30	3.00	3.00					
	晴, 気温19℃ 14時より16時まで				曇, 気温20℃ 気圧675mm/Hg 8時より11時迄				時々曇, 気温23℃, 湿度93% 気圧683mm/Hg 9時より13時30分まで				曇, 気温24℃, 湿度93% 気圧690mm/Hg 9時より						
	与右衛門湯と 権現湯				与右衛門湯のみ				実験動物の項の数字は放置した時間を示す。 ○:生存, ⊗:実験後死亡, ×:実験中死亡										

B. 高濃度硫化水素含有温泉の処理

a. 掘さく蒸気泉の蒸気吹込法

湯ノ花沢温泉では、高温高圧の蒸気泉を掘さくすることが出来るので、その蒸気を利用して、硫化水素含有量の多い温泉水を高温にし、温泉水中の硫化水素を放散する。掘さくにより噴出する蒸気は噴出口で H_2S 約3000ppmを含有し、圧力約 3 kg/cm^2 である。（蒸気の冷却凝集水中の H_2S は約3 ppm）この蒸気を直接温泉水60リットルに吹込むと表3のようになる。Ⅰは1分間の急激な温度上昇で43% H_2S は減少し、Ⅱは15分間で75% H_2S は減少することを示している。この方法は水中の硫化水素ガス放散には有効であるが施設、設備の設置場所などに工夫を要する。

b. 空気吹込法

硫化水素含有量の多い温泉水に空気を吹き込んで温泉水の酸化と攪拌により温泉中の硫化水素の変質と放散をさせる。 $\frac{1}{2}$ 馬力電動機使用、昭和式復筒(2.5×2.5)空気圧縮機一基で毎分 $2.2 \text{ m}^3/\text{min}$.の全空気を温泉水60リットルに吹き込むと表4のとおりであり、20分間でほとんど硫化水素は除去された。この方法は有効であるが、実施に際しては機械設備の管理に工夫を必要とする。

表3 蒸気吹込法による硫化水素減少量

	温 泉 水		蒸 気 吹 込 法			H_2S 減量 %	蒸気吹込状況 (バルブ径5 cm)
	泉温 °C	H_2S ppm	時間分	泉温 °C	H_2S ppm		
Ⅰ	40	137	1.00	89	60	43	全 開
Ⅱ	40	140	15.00	87	36	75	$\frac{1}{4}$ 開

表4 空気吹込法による硫化水素減少量

温 泉 水		空 気 吹 込 法				H_2S 減量 %	吹込空気量
泉温 °C	H_2S ppm	5 min.	10min.	20min.			
41	190	H_2S ppm	H_2S ppm	泉温 °C	H_2S ppm	97	$2.2 \text{ m}^3/\text{min}$.
		50	21	37	3		

c. 加熱回路循環法（湯畑）

硫化水素含有量の多い温泉水を蒸気で加温し、湯畑を回流させ硫化水素の放散を計る。実験の結果は表5のとおりである。40分間で56%除去され、比較的簡易であるが、広い場所が必要で地形条件に制約がある。

表5 加熱回路循環法による硫化水素減少量

温 泉 水		40 分 間 回 流		H_2S 減量 %	備 考
泉温 °C	H_2S ppm	泉温 °C	H_2S ppm		
41	140	70~80	62	56	木桶回路

因みに自然流下による水中硫化水素の変化状況を掲げれば次の表6のとおりである。硫化水素含有量140ppm泉温42°Cの温泉水は約50mの流路を流れる間に約65%の減量を示し、また高さ1.2mの湯滝で50%の低減効果がある。水温が高ければさらに高い効果があると考えられる。

表6 自然流下による水中硫化水素の変化

地点	距離 m	水温 °C	水中総硫化水素量 ppm	備考
a	↑	42.0	140.0	
b	44	33.5	48.1	a. b間で湯の華採取場
c	↓	35.0	44.1	c. 与右衛門湯の洩入?
d	8	34.3	24.8	c. dの間に1.2mの湯滝
e	↓	34.2	3.5	
f	59	33.8	3.1	

(図2参照, 気温18°C)

動物試験

昭和27年8月22~23日, 犬, モルモット, マウスを用い, 人間の入浴状況に近似した状態にするため, モルモット, マウスの小動物は金網籠に入れ, 竹筒にて浴槽に浮かせ(写真7)入湯時のときの呼吸口(鼻の位置)位の高さに小動物がある様にした。中動物の犬は与右衛門源泉の坑内(写真3)と

表7 動物試験

	源泉名 浴槽名	空气中H ₂ S ppm	動物種別	経過時間	結果
1	与右衛門湯	160~200	犬	18.00	○
			マウス	2.30	×
		40~100	モルモット	3.00	○
			マウス	3.00	○
2	権現湯	450	モルモット	1.25	×
			マウス	0.45	×
3	給湯槽	482	モルモット	3.00	○
			マウス	3.00	○
4	大岩風呂	260	モルモット	3.00	○
			マウス	1.40	×
5	事故の浴槽	363	犬	4.30	○
			モルモット	3.00	○
			マウス	3.00	○

(○:へい死せず ×:へい死す)

小屋湯の床（写真7）において浴槽の湯面に近接する様に努めた。その結果は表7のとおりである。空气中硫化水素量 100ppmで3時間の経過では犬，モルモット，マウスとも生存している。100ppm以上ではマウスはへい死することがある。しかし場所によって空气中の硫化水素量及び気動等の条件変化のため生存している。試験動物の各臓器の組織検査についての概要は，硫化水素による変化は見られず，窒息による変化が多く認められたとのことである。

足柄下郡芦ノ湯村芦ノ湯温泉の浴槽における硫化水素について

湯ノ花沢温泉に最も近く，昔日より遊湯者の多くに利用され，かつ今般の様な中毒死事故がほとんどなかった含硫化水素泉の芦ノ湯温泉を湯ノ花沢温泉との比較対象として調査した。浴槽は屋内浴槽で（不使用の1ヶ所は小屋湯）湯面上の空气中硫化水素量は50～75ppmで特に温泉水中の硫化水素量は3.2～6.8ppmと湯ノ花沢温泉と比較して極めて硫化水素量が少なく各浴室は空気の流動が比較的小さい。表8に測定値をしめした。

表8 芦ノ湯温泉の硫化水素

	番号	温度 °C		H ₂ S 含有量 ppm		Kata T sec.	名称
		気温	泉温	空气中	水中		
松坂屋本店	1	19.0	42.0	20.0	5.9	213.0	ダルマ湯
	2	20.0	41.0	25.0	6.0	96.0	
	3	16.0	32.0	105.0	3.2	65.0	
紀の国屋	4	21.0	38.0	55.0	4.6	74.4	
	5	20.5	32.0	16.0	4.4	63.2	
	6	17.5	41.0	5.0	6.8	59.6	
	7	17.0	37.0	75.0	4.6	71.5	

（昭和27年10月7日測定，○印は使用していない）

対策について

1. 源泉弘法湯の閉鎖

昭和27年5月15～16日及び8月22～23日の調査より弘法湯では水中並びに空气中硫化水素量多く，浴用に適しないと考えられた。

2. 弘法湯源泉の温泉は使用しないで真水を温泉蒸気の熱交換で加温して使用する。この方法での加温水は「湯の花ホテル」入浴用に使われている。

3. 湯ノ花沢温泉地区では与右衛門湯のみか，与右衛門湯を真水で稀釈して使用する。与右衛門湯は硫化水素含有量少なく（60ppm）且つ高温なので閉管短回路（30～40m）でも硫化水素の逃散は容易なことが十分考えられる。

4. 与右衛門湯と権現湯又は与右衛門湯と36°C泉の混合の場合は熱交換の上湯畑に流して硫化水素を逃散させ使用する。与右衛門湯は高温泉であって権現湯及び36°C泉は低温で硫化水素含有量が

多いので両温泉を合流した場合湯面の空気中の硫化水素の濃度は著しく高まる。従って熱交換（70～80℃）と開管回路（延長約50m）の湯畑，湯滝等と設置すれば多量の硫化水素を逃散出来ると考えられる。

5. 立入禁止区域の設定

湯ノ花沢源泉地（弘法湯を除く）硫化水素含有の蒸気泉並びに源泉が集在し，且つ地表に出来た自然噴出ガス孔（硫化水素含有量約3000ppm）が多く地獄の様相を呈している。加えるに前述の処理ガスが加わり硫化水素の濃密帯を生ずる恐れがある。そのため土地の事情に不案内な人の立入ることにより不測の事故発生を懸念し立入を禁止する必要がある。

考 察

本温泉は与右衛門湯，権現湯，弘法湯の三湧泉より引湯し，野天風呂及び二ヶ所の小屋湯（図1，2）に使用している。野天風呂や小屋湯は緩傾斜で狭い谷間の70m位の間に配置されていた。

箱根駒ヶ岳山麓の湯ノ花沢は地下並びに温泉源などより多量の硫化水素が発散し，土石の変質が著しいので地獄とも言われている。この付近は植物の育生にも障害があるので穂無平とも言われている。硫化水素の発散は低気圧が来ると温泉や硫気孔からより多量に放出されやすくなる。加えて風がない場合は硫化水素ガスは停滞しやすい。細雨又は煙霧の発生時には雨霧の水滴に硫化水素ガスが吸収されるので硫化水素の高濃度帯，気塊を生じ，それが谷間地帯に停滞すると推察された。ために入浴者は濃厚な硫化水素ガスを含む微細な水煙と共に吸入し死に至ると考察された。

昭和27年3月28日（事故翌日）午後1時に事故現場浴槽上縁部の空気中の硫化水素含有量は一立方メートル中192mgで許容量（一立方メートル中の28mg）約7倍にあたり，いかに多量の硫化水素が空気中に含有されていたかがわかる。

硫化水素の異常な高濃度の発生は特別な気象条件によると考えられる。

この温泉を有効適切に利用するには，この付近一帯の硫化水素の空気中含有量をいろいろな気象条件のもとで測定した科学的調査資料にもとづき十分な大気稀釈の行なわれる安全な場所を選ぶべきである。

おわりに

科学的に安全である方法を取らない限り，同様な事故が今後も発生する恐れがあるので，温泉及び入浴施設の使用禁止の行政措置が適当と考えられ，現在は使用されていない。

調査記録の整理に当時県庁で温泉事務担当の中川清七氏に感謝します。



写真1 第1次中毒死亡事故のあった野天風呂



写真3 与右衛門湯源泉

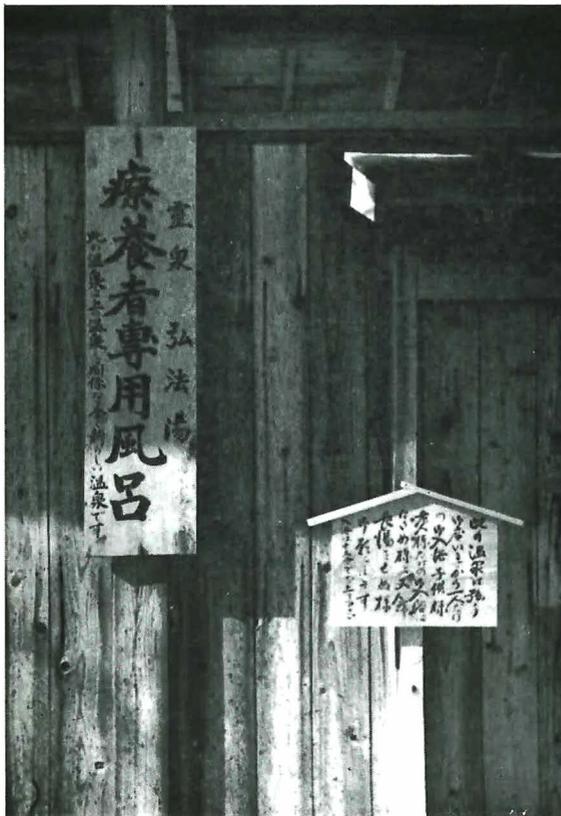


写真2 第2次中毒死亡事故のあった風呂の入口



写真4 湯ノ花沢温泉の野天風呂全景

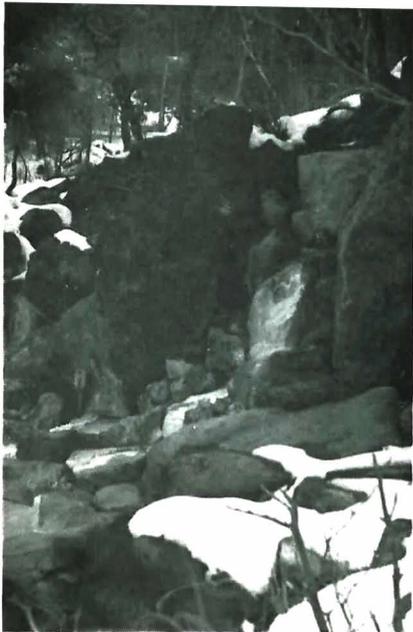


写真5 大岩風呂と湯滝



写真6 第2次中毒死亡事故のあった浴槽



写真7 小屋湯における動物試験