

大涌谷における硫化水素中毒事故調査(I)

平賀士郎, 鈴木孝雄

神奈川県温泉研究所*

Hydrogen Sulfide Toxic Accident
in Ōwaku-Dani Solfataric Area, Hakone Volcano (I)

by

Shiro HIRAGA and Takao SUZUKI

Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

In the morning of October 12th 1972, three workers suffered from hydrogen sulfide toxicosis in working for the base of a building in Ōwaku-dani solfataric area, Hakone volcano.

Two of them become conscious again at the hospital in Odawara but one suffered death. After the accident about 3 hours later, more than 3600 ppm of hydrogen sulfide were observed in the big hole for the base of a pillar.

はしがき

昭和47年10月12日, 神奈川県足柄下郡箱根町仙石原1251番地の大涌谷駐車場わきにおける, 建築物の基礎工事現場に, 火山ガスによる中毒事故が発生した。事故発生のお知らせを受け, ただちに各種のガス検知管を用意して, 現場へ急行し調査を行なった。

本調査の目的は事故原因を究明すると共に, 今後このような事故が再び発生しないための資料を得ることである。

* 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉研究所報告 第4巻, 第2号, 47-54, 1973

事故の概要

昭和47年10月12日、午前8時20分頃、建築物の基礎工事のための穴(直径1.2m、深さ3m)で工事を始めようとした1名の作業員がガス中毒にかかり、穴内に落ちた。これを見た作業員2名が助けに行き、次々に穴の近くで倒れた。3名は救急車で小田原市内の病院に収容されたが、そのうち穴内に落ちた1名は死亡した。

箱根火山には海拔標高1,000m付近に3ヶ所の硫気地帯がある。大涌谷、早雲山の2ヶ所は中央火口丘である神山のほぼ北側～北東側斜面にあり、湯の花沢硫気地帯は駒ヶ岳の東側斜面にある。いずれも人工的に火山ガスを利用して温泉を造成している硫気地帯であり、近年はこの人造温泉のために多数のボーリングがなされ、大気中に多量の火山ガスが放散されるようになった。また、大涌谷、早雲山では神奈川県土木部による地汙り防止対策のためのボーリングが昭和30年～昭和46年までに約170本あり、火山ガスを噴出している。図1に今回事故のあった大涌谷および他の2ヶ所の硫気地帯の位置を示した。

事故調査について

今回のガス中毒事故は臭気などから硫化水素によるものと推察されたので、主に事故のあった穴およびその付近での大気中の硫化水素濃度を測定した。測定には、北川式硫化水素検知管を使用した。穴内測定は、地表で検知管の両端をきりとり、ガス採取器に取り付け、ハンドルを規定位置まで引き固定したのち、紐により穴内の測定位置にすばやく降り3分間保持した。検知管の着色層の長さから較正表により濃度を測定した。

硫化水素検知管の測定範囲はつぎの通りである。

北川式A型 No. 120A 100～1,800ppm

北川式B型 No. 120B 5～160ppm

北川式C型 No. 120C 50～1,600ppm

(亜硫酸ガス6%以下共存してもよい。)

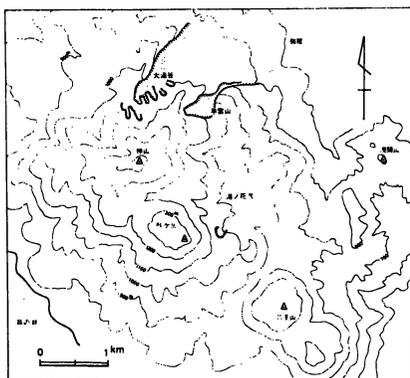


図1 箱根火山の硫気地帯の位置

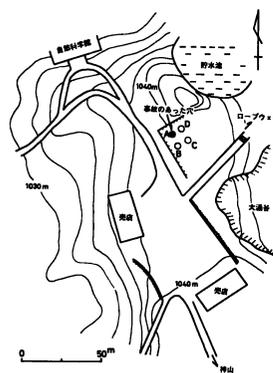


図2 大涌谷駐車場付近の見取図

同様な方法で小田原労働基準監督署が測定したのでデータを交換した。著者らは主に高濃度用A型により測定し、小田原労働基準監督署は低濃度用B型による測定を行なった。

事故のあった大涌谷付近の見取図を図2に、図3に測定位置を示した。

各種ガス濃度測定

1) 硫化水素濃度測定

昭和47年10月12日11時00分から測定を開始した。事故発生が8時20分頃であるから約2時間40分後の測定値である。事故発生後穴内に落ちた作業員の救助のため、送風機を使用して空気を送りながら1名が身体にロープをまき穴内に入って救出作業をした。このことから事故発生時からくらべると硫化水素ガスはかなり放散されていると考えられる。

測定結果を表1に、A穴内および付近の硫化水素濃度を図4に示した。この結果A穴のみに硫化水素が多量に存在し、労働衛生上の許容量10ppmをはるかに上まわる濃度の硫化水素が検出された。

2) 炭酸ガス濃度測定

A穴において北川式 No. 126 B型、炭酸ガス検知管を使用して測定した。この結果を表2に示した。

3) 酸素濃度測定

A穴において酸素欠乏警報器を使用して、工事責任者が測定した。この測定器は事故発生前日まで作業前に毎日測定していた計器であるが、A穴よりはるかに離れた場所で空気の正常と考えられる所を測定しても酸素欠乏の警報が鳴った。測定開始前に行なう調整でダイヤルをまわしても、規定の21%の所まで指針がふれず、19%の所でとまってしまった。センサーの不良か、内蔵電池の電圧低下と推定された。この測定器による測定結果を表3に示す。この値には少なくとも2%を加えねばならない。

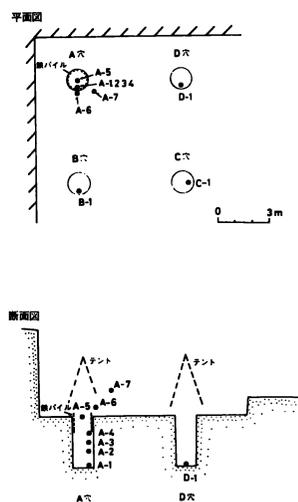


図3 事故現場における火山ガス濃度測定位置

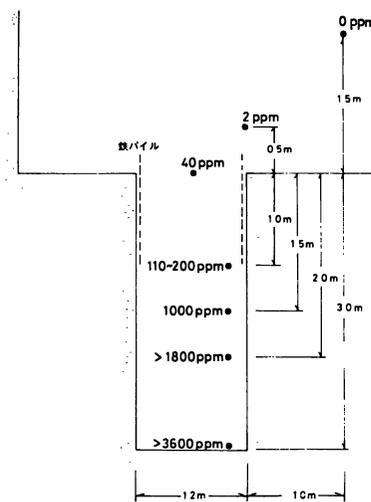


図4 事故のあったA穴における硫化水素濃度分布

調査結果について

昭和47年10月12日11時～15時までA穴内およびその付近において各種ガスの濃度を測定した。この結果、A穴内のみに高濃度の硫化水素が検出された。中毒事故の原因はこの硫化水素ガスおよび酸素欠乏によるものと考えられる。

一部に報道された亜硫酸ガスによる中毒とあるのは誤りである。

表1 北川式検知管によるA穴の硫化水素濃度測定結果

	測定時間	測定深	位置	硫化水素濃度 濃度	備考
A穴の測定	11時00分	1.5m	A-3	1,000 ^{ppm}	A型(温研第1回測定)
	11時-	1.45	"	5~7	B型(労働第1回測定)
	11時10分	3.0(底)	A-1	>160	B型 scale out
	11時15分~18分	3.0(")	"	>1,800	A型 穴底温度18.5℃ 気温 18.7℃
	11時23分~26分	3.0(")	"	>3,600	A型 50ccで scale out
	11時32分~35分	3.0(")	"	2,000	A型 20ccで0.04%×5
	11時42分~45分	3.0(")	"	>3,600	A型 50ccで scale out
	11時47分~50分	2.0	A-2	150	A型
	11時52分~55分	2.0	"	5	B型
	12時01分~04分	—	A-7	検知せず	B型 気温17.7℃
	12時07分~10分	—	A-6	2	B型
	14時15分	0	A-5	40	B型
	14時20分	1.0	A-4	110	B型
	14時24分	2.0	A-2	>160	B型
	14時27分	2.0	"	>1,800	A型 2mの穴内温度18.2℃ 気温17.4℃
	14時43分	1.0	A-4	200	A型
	15時10分	—	A-7	35	穴内に送風開始 15時05分より5分間送風後
	15時14分	—	"	8	9分間送風後

B・C・D穴の硫化水素濃度測定結果

	測定時間	測定深	位置	硫化水素濃度 濃度	備考
B穴測定	13時57分~14時00分	3.0m(底)	B-1	検知せず	C型 気温19.1℃
	14時10分	3.0(底)	"	検知せず	B型 気温17.4℃
C穴測定	14時15分	3.0(底)	C-1	検知せず	B型
D穴測定	14時20分	3.0(底)	D-1	検知せず	B型

箱根火山の硫気地帯とその自然災害について

箱根火山には3ヶ所の硫気地帯があるがそのうち大涌谷が一番規模の大きいもので、一年中観光客のたえない場所である。大涌谷における自然災害による死亡事故はつぎの通りである。昭和8年5月10日大噴煙口が突然大音響と共に噴出し、その付近で工事中の作業員の1人は逃げおこれて、熱土砂の下敷となり死亡した（東京朝日1933）。昭和45年4月27日には噴煙地見学の小学校6年生の女子が1人落石にあたって死亡している。また硫気作用による温泉余土化が進み、明治43年、昭和10年、昭和23年、昭和25年に地じりが発生している。このうち明治43年の地じりでは宮城野部落が一掃され、死者6名、流出家屋数30戸、負傷者数十名に及んだ。

早雲山硫気地帯は観光客が近づく道路がないため火山ガスによる災害はないが、大涌谷と同様地じりによる災害があった。昭和28年7月26日に発生した地じりは死者10名、負傷者16名を出した。

湯の花沢硫気地帯は古くから硫化水素中毒が発生していた。羽後国洪黒の毒瓦斯に就て(佐藤1919)にはつぎのように記されている。「箱根の湯の華温泉にては往々硫化水素の中毒により人類の倒れることあるが、その中毒の状態を聞くに、初めは舌がきかなくなり、つぎに手足の不自由を感じ、ついに全く人事不省となるとの事なるが云々。」また服部(1959)は温泉の指針のなかでつぎのように述べている。「古くから“湯の花沢温泉に入れば死ぬ”という流言があったこと。入浴心得として十数年間にわたり2人以上で入浴すべきことや、長湯をしてはならぬことなどが浴場経営者側より言いつづけられてきた。」これらの記述から湯の花沢では中毒事故が度々あったものと推察される。昭和26年11月5日には男子2名が野天風呂で中毒死、昭和27年3月27日には女子1名が浴室内で硫化水素により中毒死した(小林1956, 服部1959, 岩田1972)。

日本における火山ガス中毒事故

火山ガスによる中毒事故にはつぎの2種類がある。第1は噴気孔などの地下から噴出した火山ガス

表2 北川式検知管によるA穴の炭酸ガス濃度測定結果

	測定時間	測定深	位置	炭酸ガス濃度	備考
A 穴	12時00分～03分	3.0m(底)	A-1	>1,500 ^{ppm}	気温17.7℃ 100cc 3分間で scale out 50cc 3分間で scale out
	12時05分～08分	"	"	>3,000	

表3 酸素濃度の測定結果

	測定時間	測定深	位置	酸素濃度	備考
A 穴	12時20分	3.0m(底)	A-1	3.5%	15時05分送風開始10分後の測定値
	14時52分	"	"	2.5	
	14時44分	2.0	A-2	10.0	
	14時57分	1.5	A-3	18.0	
	—	1.0	A-4	19.0	
	15時15分	3.0(底)	A-1	18.0	

による中毒。今回の中毒事故のように工事のために掘った孔から噴出したもの、硫黄鉱山の中毒のように人為的なものもここに分類されよう。第2は温泉にとりこまれていた有毒ガスにより入浴中に中毒する事故である。

日本には有毒な火山ガスを噴出する火山が多く、地名にも地獄谷と名付けられたところが随所にみられ、人間のみならず野生動物にも中毒死が多い。また、温泉場における中毒事故も多い。参考のために数例をつぎに収録する。

大雪山（北海道）：大雪山火山群の旧火口にある有毒温泉の噴出する硫化水素ガスで昭和33年、35年にそれぞれ2人づつが倒れている（朝日新聞北海道支社、火の山、1968）。

鳴子温泉（宮城県）：「昭和44年8月25日午後6時50分頃、21才女子が鳴子町より給湯を受け簡単なガス分離装置使用の自宅浴場で湯を貯めようとしている時に突然転倒、嘔吐し意識消失、呼吸停止を来し直に蘇生術施行するも肺水腫の状態となり不変のまま経過し第9病日に死亡した。」と杉山（1970）は記しているが事故5日後に北川式検知管による浴槽内の測定では200ppmの H_2S と500ppmの CO_2 を検出し、硫化水素の少ないことから鳴子在住者の慢性の硫化水素中毒を疑っている。

那須温泉（栃木県）：大正8年7月6日殺生石を見物していた3名が噴気のため突然昏倒し、人事不省におちいり、通行人が発見し種々手当をして婦女1名は生きかえり男子2名は死亡した（地学雑誌、1919）。同じ殺生石で、大正10年11月26日に中毒死事故が発生している（服部1959）。箱根大涌谷の事故発生直後の昭和47年10月28日、那須湯本において入浴中の男児（11才）が硫化水素中毒にかかり、4日間意識不明のまま31日午後死亡したと11月1日東京タイムスタ刊は報道している。

草津白根火山（群馬県）：昭和46年12月27日、振子沢のスキーコースで、造成温泉用のボーリング孔よりの噴気ガスによりスキーヤー6名が中毒死した。事故発生3日後に測定した現場付近の硫化水素濃度は410~2960ppmと高濃度を示した。この結果このボーリング孔は昭和47年1月末に完全密閉作業がなされた（小坂他1972、滝島他1972）。草津の殺生河原、元白根の殺生河原ともに硫化水素濃度が高く、小動物が中毒死している（大橋1913）。

立山、地獄谷（富山県）：昭和42年11月4日午後1時頃、男子2名が地獄谷（標高2,300m）にてキャンプ中に中毒死しているのが発見された。その後、昭和45年4月下旬には同じ地獄谷で山小屋の作業員が中毒死したことから、富山県が6月19日に同谷の、特に噴出活動の激しい25ヶ所の噴出口を調査した。その結果1,000ppm以上の硫化水素ガスを検出したのが11ヶ所、そのうち5ヶ所が1,800ppm以上であった。また8ヶ所が500~700ppmで計19ヶ所が危険噴出口とわかった。昭和10年からの犠牲者は5人をおぼえると昭和45年6月20日付の朝日新聞夕刊は報道している。

岩木山（青森県）：昭和45年1月9日に起った鶴田地震（ $M=4.5$ ）以来異常現象が続く岩木火山では、西麓にある赤沢噴気孔付近で樹木の枯死帯が広がり、動物の遺体が多いとのことである。同年10月23日の調査によればガス孔周辺にはガス中毒死とみられるテン、ウサギ、野ネズミ、カラス、カケスといった小動物群が20数個あった。ガス検知器で測定の結果、亜硫酸ガス320ppm、硫化水素ガ

ス70ppm, 塩酸ガス根跡がそれぞれ検出された(宮城1971)。

このほか玉川温泉(秋田県)の地獄谷, 浅間山(長野県)の地獄谷においても度々小動物がガス中毒死しているようである。

人間の中毒事故は前述のほかに群馬県の万座温泉(山県他1953), 秋田県の渋黒温泉(佐藤1919, 大橋1918), などの例がある。

硫化水素の性質と中毒症状, 救急処置

硫化水素の性質で人体への影響を考えると重要なものは空気よりも重く, 水にとけやすく, そして有害にもかかわらず濃度が濃いと臭気を感じないことである。

理科年表(1972)および防災指針(1967)から硫化水素の性質, 中毒症状とその救急処置をここに掲載し参考に供する。

硫化水素の密度, 1.539 g/l

比重, 1.190 (標準状態 0°C, 1気圧における密度および同じ状態における空気に対する比重)

硫化水素の溶解度, 各温度において1気圧の硫化水素気体が水の1 cm³中に溶解する時の容積を, 0°C, 1気圧の時の容積に改算した値,

0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	
4.67	2.58	1.66	1.19	0.92	0.81	(単位はcm ³)

硫化水素の生体に対する有害性, 硫化水素は毒性が強く, 高濃度ガスを多量に吸入した場合は即死する。中毒症状は一般に急性であるが蓄積作用はない。100ppm程度の濃度に短時間接触すると眼, 鼻, のどに慢性刺激症状を起こす。また硫化水素は中枢神経を麻ひさせるため, 失神したり呼吸停止(窒息症状)を起こす。失神の際, 転倒, 転落による外傷を受けることがあるので注意する必要がある。普通容認される最大許容濃度は1日8時間労働に対して10ppmである。

濃度と中毒症状の関係を表4に示した。

表4 硫化水素濃度とその中毒病状

硫 化 水 素 ppm	mg/m ³	中 毒 症 状
1~2	1.4~2.8	かすかな臭気が認められる。
2.4	3.4	臭気は明りょうであるが, なれると苦痛でない。
3	4.2	臭気は著しい。
5~8	7~11	硫化水素臭になれた人でもきわめて不快臭を感じる。
80~120	110~170	著しい症状はなく約6時間耐えられる。
200~300	280~420	臭気はかえって低濃度の場合のように感じない。しかし5~8分後に眼, 鼻, のどに強い痛みを感じ, 30分~1時間かろうじて耐えられる。
500~700	700~980	約30分吸入すれば亜急性中毒を起こし, 生命が危険となる。
1,000~1,500	1,400~2,100	吸入後ただちに失神, 呼吸麻ひを起こし, 即死する。

(化学と工業, 防災指針56より)

硫化水素を吸入した場合の救急処置（防災指針，化学と工業より引用）

- 1) 中毒した患者を新鮮な空気のところへ移す。
- 2) 呼吸が止っていただちに医師を呼ぶとともに人工呼吸を施す。
- 3) 呼吸が回復した患者または呼吸の弱い患者にはできれば熟練者により酸素吸入をする。
- 4) 患者は安静にして衣服をゆるめ，毛布かコートをかけて暖かくする。
- 5) 意識のない患者には口から物を与えてはならない。
- 6) 重症患者は外見上完全に回復したように見えても，1日あるいは2日後に肺浮腫を起し死に至る場合があるので十分注意しなければならない。
- 7) 軽症の場合でも十分に安静時間をとらないと長時間頭痛を訴えることがある。

謝 辞

今回調査で情報交換をしていただいた神奈川県小田原警察署，労働省小田原労働基準監督署に感謝します。終始有益な助言をいただいた温泉研究所大木靖衛所長，平野富雄技師および文献収集に御協力いただいた地震研究所宮崎務氏，萩原道徳氏にお礼申し上げます。

事故現場での火山ガス測定に御協力していただいた小田原保健所岩田義徳温泉課長，温泉研究所の長瀬和雄，大山正雄，伊東博各位に感謝します。

調査の費用は神奈川県衛生部の温泉等調査費によって行なわれた。

参考文献

- 朝日新聞北海道支社編（1968），火の山，北苑社，1—144。
- 防災指針 56（1967），硫化水素，化学と工業，Vol. 20，No. 11，1291—1299。
- 服部安蔵（1959），温泉の指針，広川書店。
- 岩田義徳（1972），箱根湯ノ花沢温泉硫化水素中毒死亡事故について，神奈川温研報告，Vol. 3，No. 3，143—150。
- 小林儀一郎（1956），箱根温泉の地質学的湧出機構並びに温泉源保護の必要について，温泉研究，No. 8，10—15。
- 宮城一男（1971），津軽の岩木山，森重出版，1—229。
- 大橋良一（1913），草津白根火山地質調査報告，震災予防調査会，第78号，1—47。
- 大橋良一（1918），羽後国渋黒の毒瓦斯，地質学雑誌，Vol. 25，576—577。
- 小坂丈予，小沢竹二郎，平林順一（1971），群馬県草津白根火山山麓における火山ガス事故について，火山，Vol. 17，No. 2，112，講演要旨。
- 理科年表（1972），物理化学，丸善。
- 佐藤伝蔵（1919），羽後国渋黒の毒瓦斯に就て，地学雑誌，Vol. 31，No. 362，135—136。
- 杉山尚（1970），鳴子温泉における硫化水素ガス中毒死について，温泉科学，Vol. 21，No. 2，93，講演要旨。
- 滝島常雄，福島一郎，朝倉義臣（1972），草津町振子沢事故調査について，温泉科学，Vol. 23，No. 2，114—115，講演要旨。
- 地学雑誌，雑報（1919），那須噴気孔における窒息致死，地学雑誌，Vol. 31，No. 376，417。
- 東京朝日（1933），大涌谷の活動，地震，Vol. 5，No. 6，389。
- 山県登，山県颯子（1953），温泉中の硫化水素瓦斯の引湯による変化に就て，温泉科学，Vol. 5，No. 3，50—52。

追 補

この論文の原稿提出後の昭和48年2月10日に万座温泉スキー場（群馬県）で温泉湧出口のある溝に落ちたスキーヤー1名と助けに行った2名が硫化水素中毒にかかったとの報道があった。幸にも意識は回復したとのことである。