

浅間山における現地観測資料と火山活動

永井佳実*

Field Observation Data Concerning Volcanic Activity in Asama

Yoshimi NAGAI

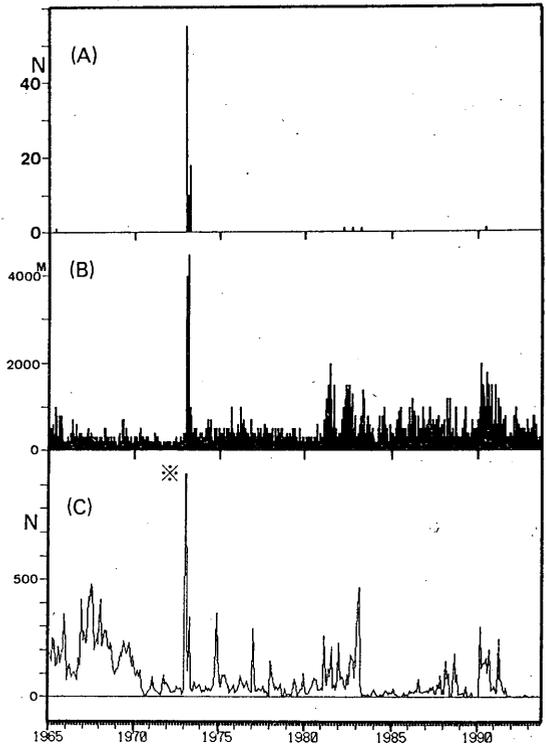
(Received October 28, 1993)

§ 1. はじめに

浅間山は長野・群馬県境にそびえるコニーデ型の活火山で、山体の面積は123km²あり、有史以来数多くの爆発的噴火や噴火に伴う災害の記録が残されており、火山観測の貴重な資料となっている。気象庁では浅間山を1964年4月1日より精密観測火山に指定し、軽井沢測候所において火山活動の常時観測を行っている。観測種目は震動観測、遠望観測、傾斜観測、現地観測で、現地観測は定期的な2回/年の火口観測、6回/年の火山体周辺の湧水観測を行って火山活動の現状の把握と噴火予知の手がかりを探っている。この現地観測資料は1960年代後半から現在まで約25年間の蓄積が得られている。この期間浅間山の噴火は1973年2月～5月（爆発的噴火を含む88回の噴火）、1982年4月～1983年4月（3回噴火）、1990年7月20日（微噴火1回）に発生し、他にも噴煙活動及び火山性地震が断続的に発生した（第1図）。また、この期間以前の浅間山がより活動的であった1950年～64年の濁川源泉の湧水観測資料も残されているので、この資料をも合わせて浅間山の火山活動との関連を調査し比較検討したので報告する。

§ 2. 現地観測の目的と観測項目、使用測器及び観測地点

現地観測は§ 1.で述べたように火山活動の現状を把握し、将来的には噴火予知の可能性を探ることである。火口観測においては噴気の状況、火口内及び周辺の地形の状態、火口内温度の測定、写真・ビデオ撮影なども行う。これらの資料の蓄積により火山活動の表面現象の監視を行う。湧水観測は火山体内部を通過してくる湧水の温度測定により熱エネルギーの変化を捕らえ、湧水中のpH（水素イオン濃度）を測定することにより火山ガス等が湧水に及ぼす化学的变化を捕らえることが目的であり、



第1図 浅間山の火山活動の推移(1965年～1993年9月)
(A) 月別噴火回数 (B) 月最高噴煙高度
(C) 月別A点火山性地震回数
(※1973年2月3280回)

震動観測とともに、火山体内部の情報を得るための重要な手段である。日本の他の火山においても、伊豆大島、桜島などでは湧水の観測により、火山活動の把握や噴火予知に成果を上げていることが報告されている（関谷1967、福岡管区気象台1976）。表1にはこれら現地観測項目と使用する測器を、また現地観測地点を第2図に示した。

* 軽井沢測候所

表1 現地観測に使用する主な測器 (1993年10月現在)

湧水観測	湧水温測定	棒状温度計 (気象庁検定品)*1
	pH測定	pHメータ (横河電気, PH81) *2
	地中温度測定 (不定期)	S Z K水素イオン濃度比色測定器 pHメータ (横河電気, PH81) *2 携帯用デジタル温度計 (芝浦電子, TD-340)
火口観測	火口内温度測定	焦電形赤外線放射温度計 (松下電器, ER-2008, 放射率0.92)
	H ₂ S濃度測定	硫化水素測定器 (光明理化学工業, TPA-201)
	簡易測量作業	精密距離計 (TOPCON, DM-500) トラコン (牛方, S-25)

測定はすべて現地で行う。

- *1 観測時の気温測定にも使用する。
- *2 低温時精度不良のため、測定値を参考値とする。

§ 3. 現地観測地点の状況

現地観測地点のうち6カ所の湧水観測地点及び火口の状況について以下に述べる。

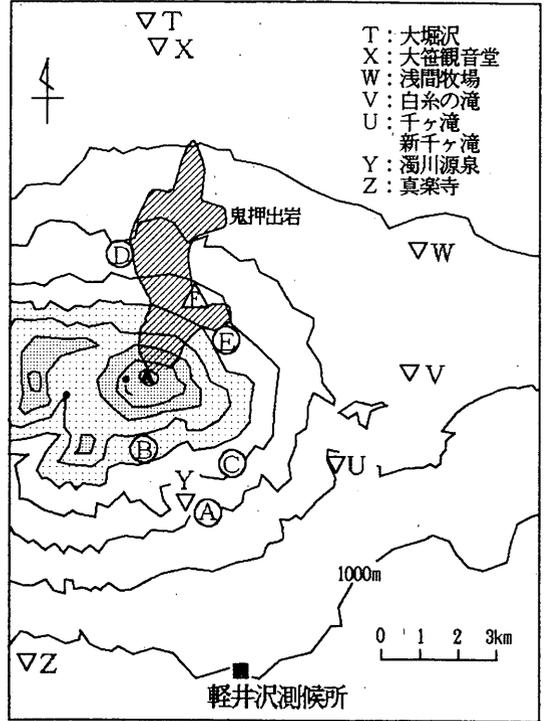
Y : 濁川源泉

火口からSSE3.1km, 標高1510m, 前掛山火山体の下部にあたり, 裾にむかって傾斜が緩やかになる最初の地点であり, 周囲は広葉樹木の多い森林におおわれている。1783年の大噴火の際には, 湧水が止まったと伝えられている (関谷 1967)。湧水量は多く, また鉄分が多く含まれ, 容器に採水すると赤い鉄酸化物がすぐに沈澱するほどである。付近には「血の池」, 「おはぐる池」と呼ばれる濁川源泉と同様に湧水中の鉄酸化物が沈澱して赤色に見える湧水によって生じた池が存在する。源泉の湧水は, 降水が山体に浸透し出現するものと, 地下の下部でのマグマから分離して発生し湧き上がってくる処女水が複合したものであるといわれている (関谷 同)。源泉の湧水口は一ヶ所であるが写真1のように下流から見ると, 湧出点が逆V字型に配列しており逆V字の両側から湧水しているので向かって左側をA, 右側をB, 合流した地点をCとしてそれぞれの水温を測定している。

pH値はA, B, Cに差はない。

U : 千ヶ滝

火口からESE5.2km, 標高1130m, 周辺は針葉樹が



第2図 浅間山周辺の地形と各観測地点

- : 震動観測地点
- △ : 傾斜観測地点
- ▽ : 湧水観測地点
- ▲ : 火口
- : 噴気または硫気認められる地点で, 火口観測の際に調査を行う。等高線は200m間隔。

多い。千ヶ滝に向かう林道の脇に水温30℃以上の湧水が存在し, これを測定していたが1982年8月の台風10号による大雨でこの湧水は崩落のため観測不能となった。

U : 新千ヶ滝

火口からの位置, 標高は「千ヶ滝」観測地点とほぼ同じである。崩落した「千ヶ滝」に替わって1984年6月より観測を開始。「千ヶ滝」観測地点より200m上流に存在する湧水である。「新千ヶ滝」の名称で呼んで区別している。「新千ヶ滝」の湧水量は季節変動はあるが概ね豊富である。

V : 白糸の滝

火口からE6.2km, 標高1290m, 周辺は針葉樹が多い森林であるが, 観光地として滝までは遊歩道が整備されている。高さ約2m, 幅約30mの滝が軽石層の下から年を通して大量に湧水しており, この湧水を観測している。

W : 浅間牧場

火口からENE7.0km, 標高1290m, 「小矢沢」という沢の上流にあたり沢の側面からの湧水を観測している。湧水量は比較的少ない。周辺は牧場であるが湧水は牧場



写真1 濁川源泉の湧水口

と対岸にあたり標高も牧場よりやや高いため雑排水の混入はない。

X: 大笹観音堂

火口からN7.8km, 標高1100m, 大堀沢の上流にあたる沢の湧水を観測していた。1990年8月を最後にゴルフ場造成工事のため観測不能となる。

T: 大堀沢

火口からN8.7km, 標高1040m, 観測不能となった大笹観音堂に替わって1991年2月より観測している。X, T, 両点とも同一水系にあり沢の本流の脇からの湧水である。周辺は針葉樹の林の中であるが、リゾート施設や別荘も多い。大堀沢も軽石層のため崩落が激しく、また湧水を水道水として別荘に給水するための工事も行われており、今後の観測が継続できるか難しい状況にある。

Z: 真楽寺

火口からSSW8.7km, 標高910m, 「真楽寺」境内の中で湧水によって池ができており、この湧水を観測している。周辺は林となっているが人家も多い。

S: 火口

浅間山の噴火場所は有史以来山頂噴火に限られ、現在

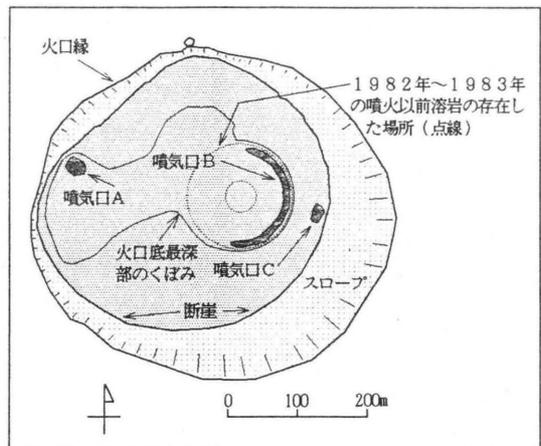
噴気が認められるのもこの山頂の釜山火口内と旧火口内で外輪山である前掛山北端のみである。第3図に示すように火口はほぼ円形で火口縁の直径は約450m, 火口縁は南東側のみ火口内部へ向かってスロープとなっているがその他は高さ約100mの断崖となっており火口内に降りることはできない。また火口の南西約3kmの旧黒斑山火口底にあたる地獄谷には硫黄地帯があり、ここでも火口観測の際にH₂S濃度を測定している。

§ 4. 現地観測結果と火山活動

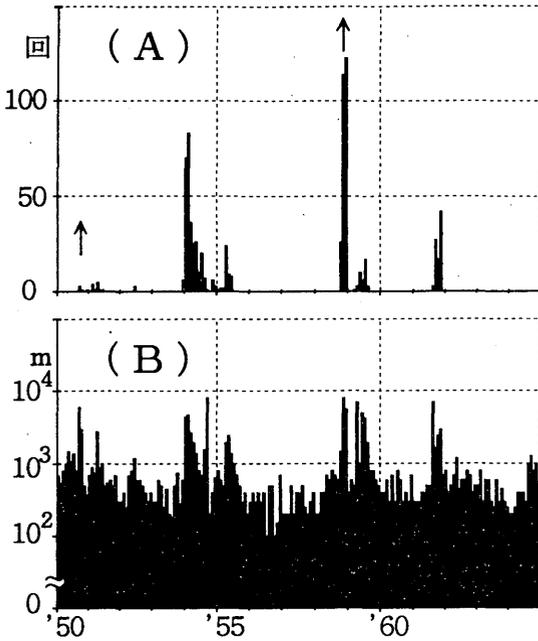
表1の測器による湧水観測の結果を第5図-1(湧水温), 第5図-2(pH値)に示した。各地点の現地観測結果の概略は次のとおりである。なお湧水観測地点は火口からの距離が近い地点から順に述べる(第5図の下から上の順である)。

Y: 濁川源泉

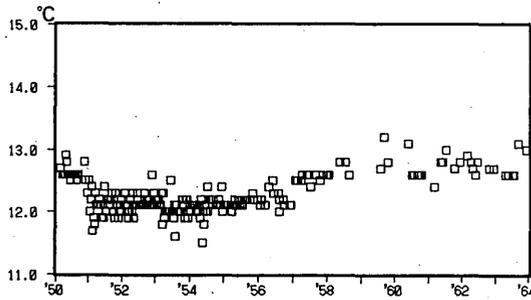
ここでは§1.で述べたように1950年~1963年の湧水温と1954年~1963年のpH値の観測結果が残されている。湧水温の測定地点は現在の「C」に近いが、若干の相違があり、現観測点の湧水温と数値を比較することはできないが、湧水温, pH値の測定場所はこの期間一定であったので、活発な噴火活動をしていた当時の浅間山との関連について調査することができた。まず、この期間の火山活動(噴火回数, 噴煙高度)及び濁川源泉の湧水温, pH値の測定結果を第4図1~3に示す。湧水温は1950年2月の観測開始当初ほぼ一定であったが、同年9月23日の大爆発の後から約0.5℃下降し、ここではほぼ一定となった。その後1951年~1955年にかけての断続的な



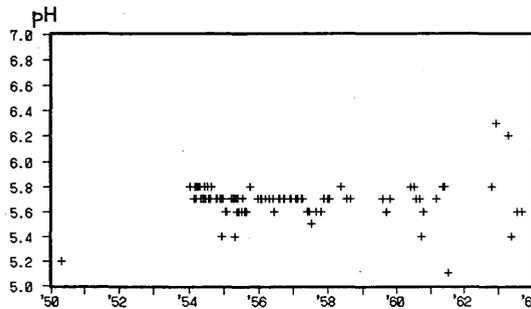
第3図 火口内の地形・主な噴気口(1993年5月現在, 図は「1973年浅間山の噴火活動の調査・研究(噴火調査特定研究班発行 1974年3月)」を基に作成)



第4図-1 浅間山の火山活動の推移 (1950年～1964年)
 (A) 月別噴火回数 (↑1950年9月23日, 1958年11月10日大爆発)
 (B) 月最高噴煙高度



第4図-2 濁川源泉の湧水温推移 (1950年～1964年)



第4図-3 濁川源泉のpH値推移 (1950年～1964年)

噴火活動の際も大きな変化は見られなかった。1957年から湧水温は再び上昇し1958年には1950年のレベルに戻った。1958年11月には1950年以來の規模の大きな爆発が起っている。その後1960年に噴火がなかった他は1959年、1961年には爆発的噴火が断続的に起こったが、1963年までは湧水温はほぼ一定であった。なお、この期間の地震活動については欠測が多いため図示しなかったが、当時観測が行われていた血の滝観測所（現在の震動観測A点）では噴火回数にほぼ比例して火山性地震が発生していた。

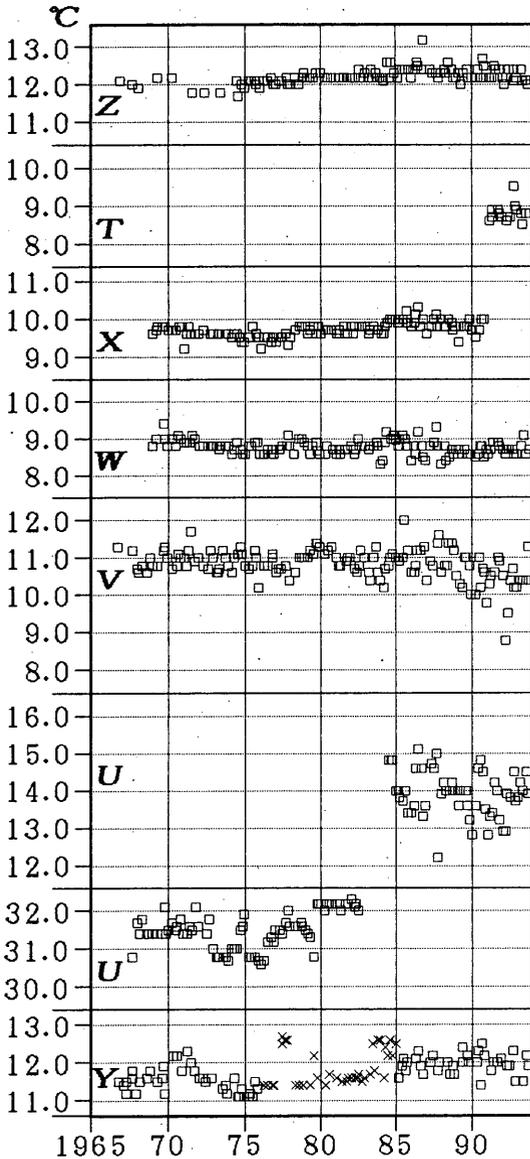
1965年から現在までの観測地点は§3.で述べたA, B, C, である。第5図-1にはAの湧水温を表示したが、1976年～1984年にかけては柵の設置のために測定地点はCの下流1ヶ所に変更しており、この期間の測定値は「×」でプロットしてある。従ってこの期間も前後の水溫の観測値との接続はできないが、変化の傾向はつかむことができる。湧水温は1950年からの資料を通じて季節変化は認められず、1965年以降の火山活動との関連については、1973年の噴火をはさんで1970年～1971年にかけてやや上昇が見られ、1972年からやや下降し噴火以降は1975年まで約1°C下降した。その後測定地点を変更した期間は火山活動との関係は不明だが、測定期間中に1°C前後の変動があった。測定場所の戻った1985年以降は変動はあるが全体として1975年頃より高く、火山活動との関連は見られない。pH値はその後の観測結果から現測定地点と途中変更した測定地点との差は無いため測定値は1950年から現在まで接続可能とした。pH値は1973年の噴火までは5.6～5.8で大きな変化はなく、時折5.4といった低い観測値があるが噴火活動との関連ははっきりしない。また、不定期に観測した1950年4月には5.1～5.2といった測定値がある。pH値は1973年の噴火活動を境にやや上昇（酸性度の減少）傾向がみられ、その後一定となり、近年では6.0を示すことが多くなった。その中で微噴火のあった1990年の翌年、1991年4月及び6月の観測では0.4程度の下降（酸性度の増加）が見られた。
 U：千ヶ滝，新千ヶ滝

千ヶ滝における湧水温は1972年9月まではほぼ31.5°C～32.0°Cであったが、同年11月以降約1°Cの幅で変動を始め、1974年6月まで31.0°C程度に下降した。この期間の噴火活動は1973年2月～4月であるからその以前から下降を示したことになる。変動は1975年、1978年が上昇のピークとなったが、火山活動との関連はこの期間は見いだせず、季節変化も無かった。1979年8月からは変動せず32°C以上に上昇したまま観測が不能となった1982年7月まで一定であった。

その後観測を開始した新千ヶ滝では季節変化が見られ、その中で1990年まではやや下降傾向であったが、その後はやや上昇傾向である。しかし概ね新千ヶ滝では季節変化のほかは大きな変化はない。pH値は千ヶ滝、新千ヶ滝とも6.8~7.0程度で変化はない。

V : 白糸の滝

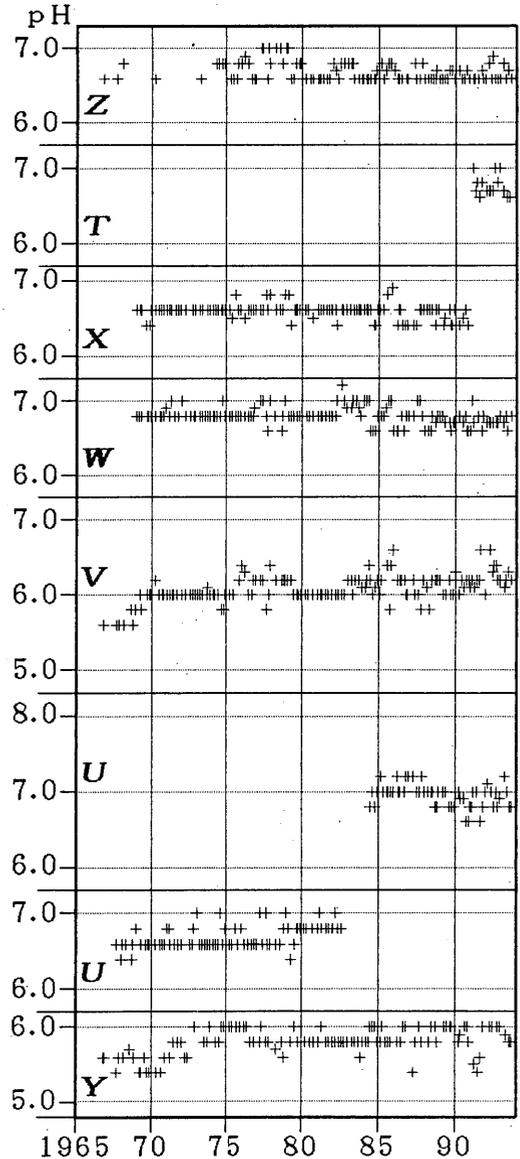
湧水温は1985年頃まで明瞭な季節変化を伴い、年平均値はほぼ一定であったが、その後季節変化しながら次第に下降し、特に1990年以降は観測開始以来記録しなかった10.0℃以下も観測した。第6図には観測時の気温と湧



第5図-1 各湧水観測地点の湧水温推移

(1965年~1993年8月)

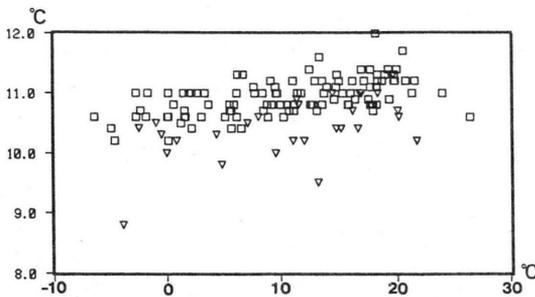
Y : 濁川源泉 U (下段) : 千ヶ滝
 U (上段) : 新千ヶ滝 V : 白糸の滝
 W : 浅間牧場 X : 大笹観音堂
 T : 大堀沢 Z : 真楽寺



第5図-2 各湧水観測地点のpH値推移

(1965年~1993年8月)

Y : 濁川源泉 U (下段) : 千ヶ滝
 U (上段) : 新千ヶ滝 V : 白糸の滝
 W : 浅間牧場 X : 大笹観音堂
 T : 大堀沢 Z : 真楽寺



第6図 白糸の滝における湧水温と気温の相関
 (横軸：観測時の気温、縦軸：湧水温)
 □1968年～1988年 ▽1989年～1993年8月

水温の相関を図示したが近年の湧水温の降下はそれまでの季節変化の枠を大きく下回っていることが読み取れる(ただし、本年(1993年)になってからはやや上昇傾向を示している)。火山活動との関連としては、新たなマグマの供給が無かった1982年～1983年の噴火により(1973年の噴火活動を最後として現在まで浅間山火口への地下からのマグマの供給は無い)、火口内の溶岩が飛ばされ存在しなくなり、この2年程後から湧水温の下降が始まったことは興味深い。pH値は1983年頃まで6.0前後の値であったがその後は6.2あるいは6.4といった値が多くなっている。この時期も1983年の噴火後である。

W：浅間牧場

湧水温は観測開始以来大きな変化はなくほぼ一定であったが、1984年～1988年にかけてそれまで観測されなかった季節変化が約1℃の幅で観測された。pH値はほぼ一定で変化がない。

X：大笹観音堂、T：大堀沢

大笹観音堂では1985年以降、わずかではあるが白糸の滝とは逆に、上昇しながら湧水温の季節変化が見られたがその変化は少ない。pH値はほぼ一定であった。

Z：真楽寺

湧水温、pH値ともにほぼ一定で大きな変化はない。

S：火口

火口底温度は赤外線放射温度計により測定した。噴気温度は直接測定することはできないので、赤外線放射温度計の赤外線放射率を岩石の値に合わせて、火口底の温度を非接触により測定する。1985年からこの方法で測定を開始したが、噴気量が多く火口底が噴気によって見えなかった1990年～1991年5月の火口現地観測では測定できなかった。測定開始以来、火口底最深部(第3図中の「B」、1982から1983年の噴火以前溶岩の存在していた地点)の噴気口周辺の温度測定を継続してきたが、1991

年10月以降は小諸口噴気口(第3図中の「A」、写真2)など他の噴気口周辺の温度測定を火口縁を一周しながら実施している。このようにして測定した火口底の温度変化を第7図に示す。A噴気口は火口北西部にあり

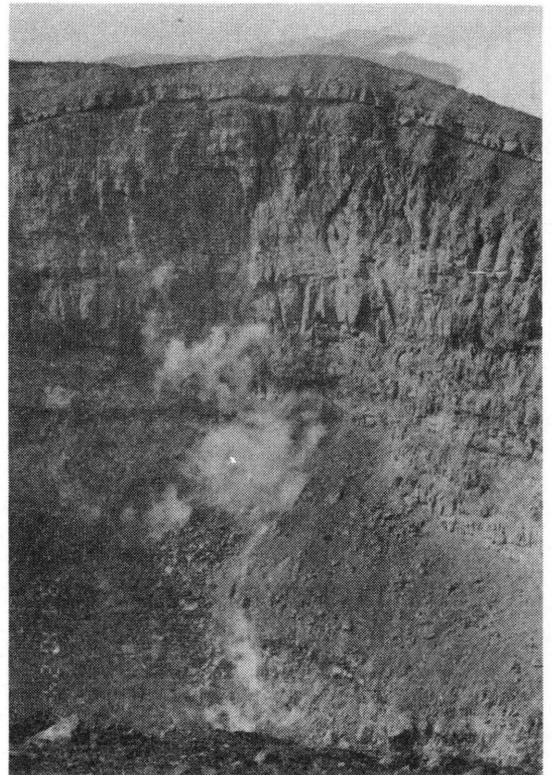
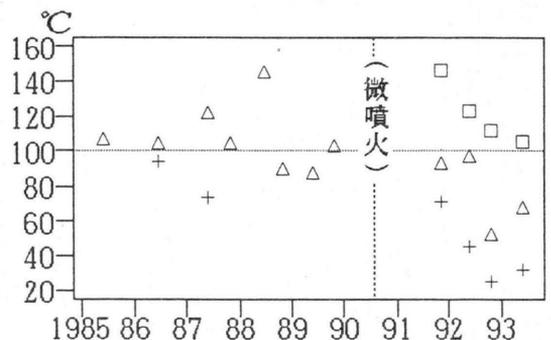


写真2 火口縁東側から見たA噴気口(中央)



第7図 赤外線放射温度計による火口底温度の推移
 (1990年～1991年にかけては噴気活動が活発化し、火口内に充満したため測定不能)
 □：小諸口噴気口(第3図A)付近
 △：火口底噴気口(同B)付近
 +：同東側噴気口(同C)付近

1973年の噴火前から存在していたが、1990年の微噴火以降火口底の噴気が衰えた後、現在では火口内で最も盛んな噴気口である。その周辺温度は火口底のB噴気口及びC噴気口（ともに第3図で示した範囲内に小さな噴気口が多く存在している）周辺より高温である。前述したように火口底温度は噴気により正確に測定することは困難であるが、1991年10月の観測により各噴気口周辺とも下降傾向である。これは同時期からの火山性地震の激減と関連しているように思われる。

§ 5. まとめ

以上、現地観測資料の変動と火山活動の推移を概略的にまとめたものが表2である。ここから、主な火山活動と関連していると思われる観測値の変化をあげると次のようになる。

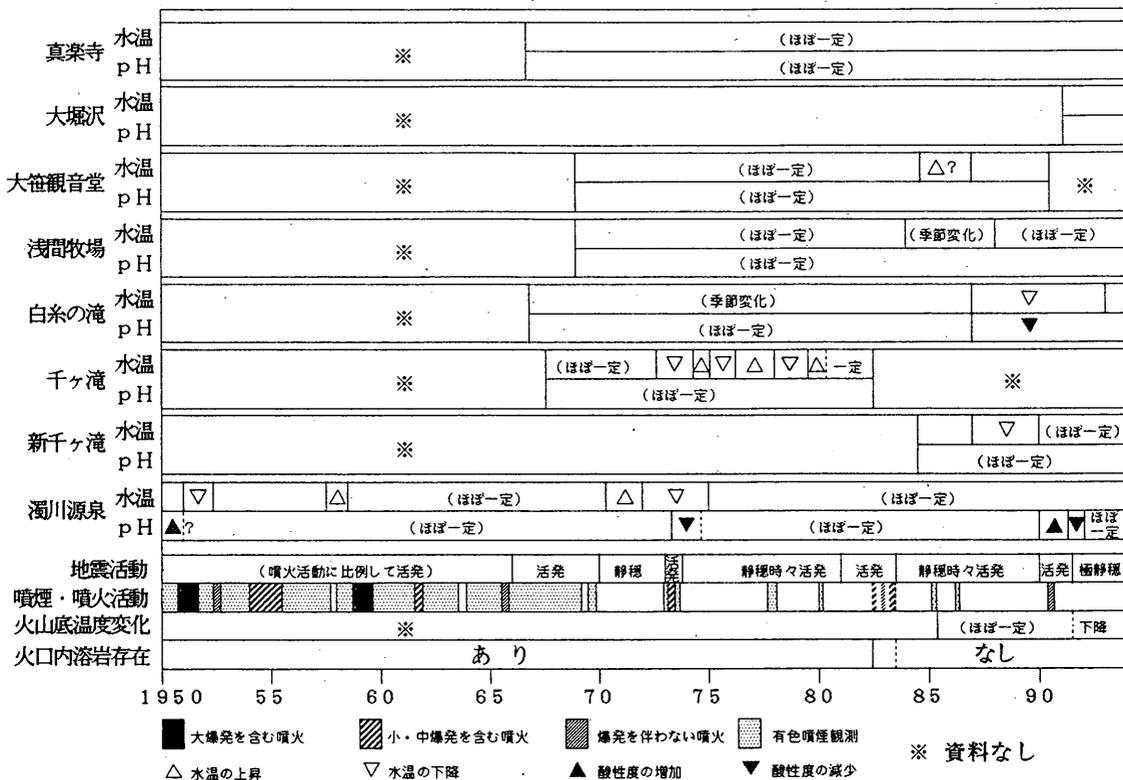
- (1) 1950年（観測開始）～1960年の活動と濁川源泉の湧水観測資料の関連
 - ・顕著ではないが、1950年の大爆発後に湧水温の下降、1958年の大爆発前に湧水温の上昇があった。
- (2) 1973年2月～4月の噴火活動

- ・火口に近い、濁川源泉の湧水温が噴火の2年前にやや上昇し、噴火1年前～噴火後2年間の間下降した（下降中に噴火した）。
- ・千ヶ滝の湧水温も噴火の数カ月前～噴火後2年間の間下降した。
- ・濁川源泉のpH値が噴火後上昇し、酸性度が弱まった。これ以降多く観測されたpH6の値は、1953年観測開始から1973年の噴火前にはほとんど観測されなかった数値である。

以上のように火口に近い地点の資料に変化が認められた。

- (3) 1982年4月～1983年4月の噴火活動
 - ・噴火2年ほど前から千ヶ滝の湧水温が高く、一定であった。
 - ・噴火後数年間、白糸の滝、新千ヶ滝で湧水温の低下が認められた。白糸の滝では顕著であった。
 - ・白糸の滝のpH値が噴火後わずかに上昇した。
- (4) 1990年7月の微噴火～1991年にかけての地震活動
 - ・期間中の濁川源泉のpH値低下（酸性度増加）。
 - ・活動後の地震回数激減に伴う火口底温度の下降。

表2. 現地観測資料の変動と浅間山の火山活動の推移（概略）（1950年～1993年8月）



・(3)で述べた白糸の滝ではこの期間中も湧水温の低下が続いた。

浅間山は噴火前の熱的異常が明瞭でない火山といわれている(関谷 1967)。今回の調査においても大部分の観測値には噴火に際して大きな変化はなかったが、火山活動に関連した観測値の変化が火口に比較的近い地点で認められ、現地観測が火山監視において有意義であることが示された。浅間山の活動レベルは震動観測、遠望観測などによると1993年9月現在非常に低いが、将来起こるかもしれない活発な噴火活動の際には、現地観測資料にどのような変化が示されるか興味深い。今後も現地観測を継続して行い、さらにデータロガー等による連続観測を行うことが可能となれば貴重な資料が得られ、火山活動の把握が進み噴火予知研究に役立つであろう。

参考文献

- 安藤邦彦(1991)：伊豆大島北西海岸に湧出する地下水温の推移について、験震時報，55，69-79。
- 軽井沢町誌刊行委員会(1987)：軽井沢町誌自然編，17-130。
- 関谷博(1964)：浅間山の火山活動の解析(第5報)，験震時報，28，89-95。
- 関谷博(1967)：火山観測，総合図書，180pp。
- 福岡管区気象台(1976)：九州地方の火山活動状況報告 第2章 桜島，福岡管区気象台要報，31，45-123。
- 噴火調査特定研究班(代表者 横山泉)(1974)：1973年浅間山の噴火活動の調査・研究，77pp。