

# 焼山火山調査(第一報)

高田測候所長 泉 末 雄

## 目次

### 緒言

第一節 噴氣の化學的試験

第二節 噴氣の溫度

第三節 噴氣孔の變遷

第四節 焼山の變遷

附言

## 緒言

焼山やきやまは新潟縣下に於ける唯一の活火山で、西頸城郡上早川村と、中頸城郡杉野澤村との境にあり、東經百三十八度二分十二秒、北緯三十六度五十五分三秒に位し、海拔二千四百米三、其形完全にして高峻な圓錐狀をなして居る。

焼山の基底部は第三紀層で、焼山は之を破つて迸出したる状態にある事は、谿流に露出せる地質が第三紀の累層である事によつて明瞭である。而して此累層は砂岩泥板岩より成り、其走向は主として北東であつて、之を覆ふものは火山岩層である。

火山を調査して、其動靜成因を究めるためには、先づ第一に山麓に微動計を据付けて、不斷の觀測をなす事が必要だと思はれるが、之に對する費用は莫大で、如何とも爲し得ない。又地質を精細に調査する事も大切な事と思はれるが、専門智識のない者には、之亦手の下し様がない。

只今回は大體の地質を調査する豫定で、其豫備智識を得る爲め、新潟縣高田師範學校教諭齋藤秀平氏より種々御指示を受けたのであつたが、之を擔任した本所の伊藝龜雄氏が、急病にて登攀不可能となつた爲め、之を中止して、噴氣溫度と、噴氣の化學的試験を調査主題とし、之に噴氣孔の變遷並に數年來蒐集した記録により、本山の火山的變遷記を添へ第一報として本論文を一括する事にした。

其處で著者は本年(昭和六年)八月十九日、本所の渡邊重義氏並に中央氣象臺技術官養成所生徒大間俊二氏(新潟縣立高田中學校出身)の助力と、西頸城郡上早川村助役小林初平氏並に西頸城郡スキ會長醫師島田長止氏の應援とによつて、一行十二名本山に登攀した。此登攀は單に焼山火山調査のみの目的ではなく、焼山、火打山、妙高山(三山を總稱して頸城アルプスと云はれて居る)を縦走しつゝ氣象觀測をなしたのであるが、此調査は別に報告する豫定である。

何分今回は最初の計畫であつた爲め、實驗室的考案を、其儘高山に於て應用出來ぬ不便もあり、試験の結果は完全を期し難いかも知れないが、本調査は今後數年繼續の豫定であるから、次第に其真相も得られる事と思ふ。

尙本調査に對しては、以下各節に於て記述してある通り、多數の人々によつて、多大の援助があつた。茲に第一報を取纏めるに當り、之等の人々に對して深甚なる謝意を表する次第である。

### 第一節 噴氣の化學的試験

一般に火山の噴出物は、水蒸氣が大部分を占め、其他の成分は鹽素 ( $\text{Cl}_2$ )、水素 ( $\text{H}_2$ )、炭酸瓦斯 ( $\text{CO}_2$ )、硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ )、無水亞硫酸 ( $\text{SO}_2$ )、等であるが、炭酸瓦斯を多量に噴出する火山は、一般に危險があり、之を炭酸坑と稱へ、硫化水素や無水亞硫酸を噴出するものを硫氣孔 (Sulfataran) と稱へて居る。

而して燒山の噴出物は水蒸氣と硫黃とであるから、硫化水素と無水亞硫酸となつて噴出して居る。此點よりして専門家は燒山の噴出物を噴煙と言はず、噴氣と言ふが至當なりと説かれて居る。従つて著者は本調査に對して全部噴氣の二字を用ひた。

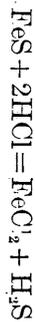
火山の動靜を究知する爲めに、噴氣の化學的試験が必要であるや否やに就ては、一般火山に於て之を論證し得ないかも知れないが、燒山に對して其必要の存在する點は後項に記述せんとする往古記録が暗示して居る。其處で著者は燒山噴氣中の、硫化水素と無水亞硫酸とが噴氣中幾何の量に達して居るか、即ち本兩氣體の定量分析を施行すべく目論んだが、此方面に智識のない著者には如何とも手の下し様もなかつた。

然し乍ら著者は氣象雜纂第五卷第二冊並に第六卷第一冊に雪の調査論文中に雪の成分分析結果を又氣

象集誌第二輯第八卷第三號に雨水の成分分析結果を發表した事があるが、之等の分析に對しては新潟縣立高田中學校教諭近藤虎馬氏より多大の御教示を受けたのであるから、今回も亦同氏に其意圖を語つた處、大なる賛成を得られた。

されど實驗室に於ける分析と異り、實地噴氣孔に面した場合は、豫想外の困難が伴ふばかりでなく、他の成分によつて其定量値に相違を來たすやも測られず。且つ見聞の狭き自分は未だ斯様な文獻に接した事がない、従つて一寸手が着けにくいとの事で、著者は一時定量を斷念して定性に止めんかとも思ふたが、幸ひにも同氏苦心の結果は遂に一案を立てられた。斯様な次第であるから、以下記述中、化學専門の事は全部同氏の御説である事を諒せられたい。

實驗室に於ける試験では、硫化鐵に稀鹽酸を入れて硫化水素を作り



硫黄を燒きて無水亞硫酸を作るのであるが

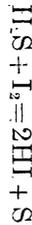


硫化水素と無水亞硫酸との混合氣は濕氣に遭へば硫黄を拆出するを以て、燒山の噴氣の如く水蒸氣が多量に含まれて居ては兩混合瓦斯の大部分は化學變化によりて硫黄に變つて居るであらう。而して硫化水素の存在を知る爲めには、濕潤せしめた醋酸鉛紙が黒變する事によつて、亞硫酸瓦斯の存在はニトロプ

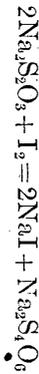
ロシットナトリウム紙の赤變又はフクシン紙の脱色によつて知られる。

## 硫化水素

硫化水素の定量的分析に對しては、效力説明の沃素液に火山の噴氣を通ず、此際硫化水素は次の方程式によつて沃素を還元する。



變ぜずして殘留した沃素は、效力既明の次亞硫酸ナトリウム ( $Na_2SO_3$ ) 溶液を以つて之を還測す、其際指示藥として新鮮なる澱粉糊を添加する。



此定量に使用する、試藥溶液は左記の方法で作製する、

(一) 1.10 規定沃素溶液。至純なる沃素一二、六八五瓦を純沃度カリウム ( $KI$ ) 一八瓦の幫助によりて、水に溶解し、溶液一立となしたるものにして、本溶液一立方糎は硫化水素一、七ミシケラム糎に適應する。

(二) 1.10 規定次亞硫酸ナトリウム溶液。最も純粹なる結晶次亞硫酸ナトリウム二四、八〇八瓦を溶液一立中に含有する溶液なり、本液一立方糎は硫化水素一、七糎に適應する。

(三) 澱粉糊液。馬齡薯澱粉一瓦に水百立方糎を加へ、煮沸して製したる溶液である。

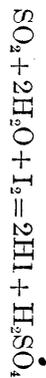
實驗に先立ち沃素對次亞硫酸ナトリウムの効力檢定を必要とする。

而して110規定沃素液二五立方糎を小硝子罌に入れ、澱粉糊一立方糎を加へ、豫めビュレット中に盛れる110規定次亞硫酸ナトリウム液を滴加し、沃素溶液の深藍色正に無色となるに至つて止め、沃素溶液一立方糎に對する次亞硫酸ナトリウムの溶液の容量(立方糎)を定め置くものとす。

次に今測定せんとする火山噴氣中の硫化水素を吸收せしめたる110規定沃素液中、殘留せる沃素を110規定次亞硫酸ナトリウム溶液にて還測し、硫化水素の量を算出する。

### 無水亞硫酸

定量的には沃素溶液に通じて吸收せしむる法による。此際無水亞硫酸は酸化して硫酸に變ずる。



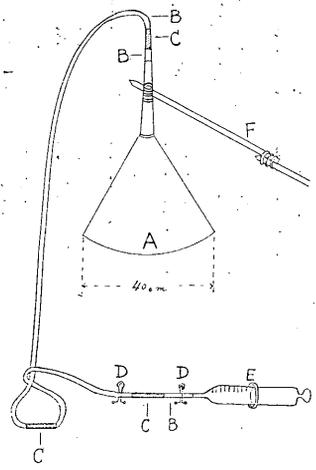
此定量法は硫化水素定量に行ひし、沃素液を使用して生じたる硫酸に鹽化バリウム溶液( $\text{BaCl}_2$ )を加へ硫酸バリウム( $\text{BaSO}_4$ )となし、之より無水亞硫酸を計算する。而して硫酸バリウム一瓦は無水亞硫酸〇、二七四瓦に適應する。又110規定沃素液一立方糎は無水亞硫酸〇、〇三二瓦に適應する。

### 實地試驗

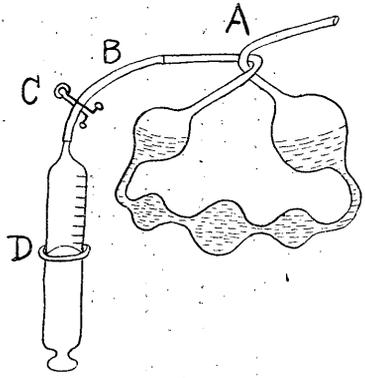
火山噴氣の定量分析には、温泉の湯を實驗室に持ち歸つて分析する様な簡單なる方法を應用する事は出来ない、噴氣を噴氣孔より採集して、直ちに藥液に注入して待ち歸つたものでなければ價值がない。

然らば如何にして藥品を山上まで運ぶか、如何にして噴氣を採集するかは、大いに苦心を要する次第で

ある。今回施行した左記方法が果して合理的であるや否や知る由もないが、斯様な文献を得られない上からは致し方なく、記して先輩各位の御教示を得たい。



- A 漏斗
- B ゴム管
- C 硝石管
- D ピンチコック
- E 五十立方糶ガラスポンプ
- F 登山杖(百三十六糶)



- A リービツヒ加里球(硝石製)
- B ゴム管
- C ピンチコック
- D 五十立方糶ガラスポンプ

第一圖に於てゴム管の長さは約十米位であるが、足場の關係上、噴氣孔より數米の地點まで近寄らねばならなかつた。斯くしてピンチコックを開閉しつつ、硝子ポンプによりゴム管内の空氣を全部排除し、而して後噴氣を硝子ポンプによつて吸式し、之を第二圖によるリービツヒ加里球内の1/10沃素溶液中に注入するのである。此注入は極めて徐々に施行せねばならぬもので、噴氣が加里球の各球を一粟粒づつ通過する位徐々にする必要があるが、之れは非常な苦心と手腕を要する。

又猛烈なる勢を以て噴氣しつゝある噴氣孔上に、漏斗を覆ふ時は、直ちに吹き上げられ、然も足場は累々たる岩石、下は數百米の谷底、噴氣は右に左に上に下に、八方は棚引き、吾人の面上を噴氣が襲ふ時、其苦しさは所詮名狀すべくもあらず、重曹水マスクを携帯せざりし爲め、單に水に濕した手拭で鼻口覆をなしたただけでは、正に窒息せん感ありし程であつた。

儲最初には醋酸鉛紙を水に潤して登山杖の先に付け、噴氣中に差入れた處、十秒間にして黒變してしまつた。次にはフクシン紙を同様にして、噴氣中に入れた處、三十秒間で脱色してしまつたから、此噴氣中には、硫化水素も亞硫酸瓦斯も存在して居る事を證明された。

茲に於て愈々前記試験を施行した。此時登山杖保持が渡邊重義氏と松澤尙憲氏（上早川村西山小學校訓導）、加里球保持が大間俊二氏、藥品保持が小林初平氏、噴氣の吸引並に注入が著者擔當であつた。

斯くして數十分を費し、二個の加里球に注入を終つた時、五名の顔色蒼白と化し、氣息奄々、一行の休憩所まで約四百五十米、然も四十度以上の急傾斜を登攀する事は、暫時不可能であつた。

### 噴氣分析の方法と其結果

前記の装置と方法とにより、各二〇〇立方糶の噴氣を注入した二個の加里球は、燒山より火打山、妙高山を縦走する間、極めて注意して持ち歸り、直ちに高田中學校の近藤教諭に提出した處、同氏は暑中休暇中にも拘らず、其後數日間精細なる調査を施行されて、左の通り分析方法と其結果を示された。

豫め $\frac{1}{10}$ 規定沃素液二〇立方糶を盛つた、リービッヒ氏加里球中に、焼山噴氣二〇〇立方糶を導通したものを、注意して一〇〇立方糶のメスフラスコに注ぎ、加里球は養溜水にて再三洗滌し、洗液は之もメスフラスコ中に合し、養溜水を用ひて全量を一〇〇立方糶となし、其五〇立方糶をピベットにて取り、 $\frac{1}{10}$ 規定次亜硫酸曹達溶液にて、殘留せる沃素を測定した處、無水亞硫酸及び硫化水素の酸化に消費せし沃素溶液は六、八立方糶で、加里球中の全沃素液に對しては、其二位一三、六立方糶であつた。

次に残りの半量五〇立方糶を熱し、養發する水を補ひつゝ沃素を驅逐し、之に鹽化バリウム溶液を加へ、硫酸バリウムを沈澱せしめ濾過し、一般法に従ひ硫酸バリウムを秤量せしに、〇、〇四六七瓦を得たから、加里球中の全量に對しては、其二倍〇、〇九三四瓦となつた。硫酸バリウム一瓦は、無水亞硫酸〇、二七四瓦に當るから其〇、〇九三四瓦よりは無水亞硫酸〇、〇二五六瓦を得られた次第である。無水亞硫酸〇、〇二五六瓦を酸化するに要する $\frac{1}{10}$ 規定沃素溶液は



により八立方糶となるから、全酸化に要したる沃素溶液は

$$13.60a - 30a = 5.60a$$

茲に得たる五、六立方糶は、硫化水素の酸化に要したる $\frac{1}{10}$ 規定沃素溶液とすれば、此沃素溶液一立方糶は硫化水素〇、〇〇一七瓦に適する故に

$$5.6 \times 0.0017 = 0.00952$$

即ち硫化水素は〇、〇〇九五二瓦となる。

以上得たる無水亞硫酸並に硫化水素の標準狀態に於ける體積は、硫化水素に於ては〇、〇〇六二七立、無水亞硫酸は〇、〇〇八六九立となる。

右は何れも噴氣二〇〇立方糶中の量であるから、之を一立中の量に改算すれば

噴氣	二〇〇立方糶		一〇〇立方糶	
	重量(瓦)	標準狀態の體積(立)	重量(瓦)	標準狀態の體積(立)
硫化水素	〇、〇〇九五二	〇、〇〇六二七	〇、〇四七六〇	〇、〇三一一三五
無水亞硫酸	〇、〇二五六〇	〇、〇〇七〇〇	〇、一二八〇〇	〇、〇三五〇〇

要するに焼山の噴氣は、噴氣一立中に硫化水素〇、〇三一三五立即ち噴氣の三%一強、無水亞硫酸は〇、〇三五立即ち噴氣の三%五含有されて居る事が立證された。而して此噴氣中には尙他の成分が含有されて居るかも知れないが、之は到底定量し得る程の量ではなく、結局噴氣の九三%四弱は水蒸氣である事が究知し得られる。

而して茲に得られた硫化水素と無水亞硫酸の量が焼山の火山的動靜を知る爲めに、如何なる價值あるやと云ふ事は、後節に於て述べんとする焼山の變遷を熟讀する事によつて、自然諒解される事であるが、著者は種々なる點より見て此量増大せし結果は、本火山の危険状態を物語るものであると想像して居る。

尙近藤教諭に對し、未だ文獻すらなき噴氣の化學分析を御依頼した著者は、誠に盲蛇の次第であつたが、之を遂行する爲めに努力された同氏の御苦心は一方ならぬもので、同氏が旅行中に準備された、豫備實驗の一節を見ても、如何に同氏が綿密なる注意を拂はれたか、察するに餘りある次第、左に其の一節を掲げると共に、同氏に對して深甚なる感謝の意を表する次第である、

### 豫 備 實 驗

無水亞硫酸と硫化水素との混合氣を一沃素溶液を用ひて、定量分析する事の可能なるや否やを決定する爲め次の如き實驗を行つた。  
 無水亞硫酸と硫化水素の乾燥せるもの各一〇〇立方糶を取り、五立の硝子罐中に注ぎ、空氣と混合せしめて、以規定沃素溶液二五立方糶を、エンメリツヒ氏管の代用リービツヒ氏加里球に入れ、吸氣裝置により其一〇〇立方糶を導通し吸收せしめて之を二分し、其一部

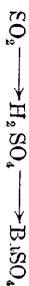
を規定次亜硫酸ナトリウム液を用ひて未還元の沃度を還測し、操作前後の差量を二倍して、硫化水素並に無水亜硫酸を酸化するに費したる、沃素の總量として第一表の成績を得、硫化水素並に無水亜硫酸各二〇〇立方糶を混じ、前記の方法により試験せしに第二表を得た。

消費沃素 (立方糶)	第一表			第二表		
	回数	平均	回数	平均	回数	
三、二	一回	三、二	一回	三、二五	一回	六、八
三、二	二回	三、二	二回	三、二五	二回	七、〇
三、二	平均	三、二	平均	三、二五	平均	六、九〇

以上第一表第二表によりて見る時は、二瓦斯の濃度に對して沃素溶液の消費量は、精密に比例せざるも、稍近似せる數を得た。次に残りの一分を、蒸發する水を補ひつゝ熱して、沃素を驅逐し、鹽化バリウム溶液を加へ硫酸バリウムを沈澱せしめ秤量せしに、第一表のものに付いては

硫酸バリウム(瓦)	第一回	第二回	平均量
	〇、〇一八	〇、〇二八	〇、〇一九

を得た、右實驗成績による、硫酸バリウム平均〇、〇一九より計算する時は、無水亜硫酸〇、〇〇五瓦となる



$$\text{Ca} \rightarrow 233$$

$$\therefore \text{BaSO}_4(1\text{g}) = \text{SO}_2(0.275\text{g}) = \text{適應す}$$

$$0.275 \times 0.019 = 0.005$$

而して無水亜硫酸〇、〇〇五瓦に適應する規定沃素液は一、六立方糶なれば、第一表消費沃度溶液の平均量三、二五立方糶より減ずれば、其差一、六五は硫化水素の酸化に消費したる沃素量となる。

而して：規定沃素溶液及び：規定次亜硫酸曹達溶液の、何れの一立方糶も硫化水素〇、〇〇一七瓦に適應す故に

$$1.65 \times 0.0017 = 0.00280$$

即ち硫化水素は〇、〇〇二八瓦となる。

最初試験體として使用せし、無水亞硫酸と硫化水素の何れも、純粹狀態なりと假定して、一〇〇立方糶中の無水亞硫酸は〇、二九瓦、硫化水素は〇、一五瓦なり、之を五〇〇〇立方糶に稀釋したれば、使用したる一〇〇立方糶中にある無水亞硫酸は〇、〇〇五八瓦、硫化水素は〇、〇〇三瓦となる。今之を實驗の結果と比較するに

	無水亞硫酸	硫化水素
試驗用混合瓦斯一〇〇立方糶中の理論的瓦量	〇、〇〇五八	〇、〇〇三〇
實驗の結果一〇〇立方糶中の瓦量	〇、〇〇五二	〇、〇〇二七

にして略實驗數と理論數とは相近きを見る。況や原料二瓦斯共多少空氣を混ぜるは論を俟たざる處なれば、此成績が大なる誤ならん。以上の豫備實驗に於て、稍正確に近き數を得たる信念の下に、燒山噴氣の化學的試験を熱望して居る泉氏を援助する事にした。(近藤虎馬)

## 第二節 噴氣の溫度

燒山噴氣の溫度測定は明治二十七年の夏、山崎直方博士(當時は大學院學生)が施行された由。當時の噴氣孔は勿論現在のものとは異つて居るし、又如何なる裝置をして測定されたか不明であるが、最小の噴氣孔より微かに水蒸氣を噴出するものに就て、檢溫器を其孔に挟んで測定せし結果が攝氏九十度半とある。其後に於て何人か之を測定したかも知れないが、著者は淺見にして其文獻を知らぬ。

火山の動靜を探る爲めに、噴氣の溫度を測定する事は、噴氣の化學的試験と共に、重要なるものと思

ふ。然し出來得べくは毎年寡くも一回は測定したい。

### 寒暖計の装置

噴氣溫度を測定するに當り、少くも攝氏百度目盛の最高寒暖計が入用である。然し斯様な寒暖計は特別用途のもので氣象界に於ける現用品ではない。本年初夏上京の折、中央氣象臺の倉石技師に質した處、最近檢定出願の二百度目盛の最高寒暖計を示された、然し此品は餘りに小形で、目盛は五度毎であるから本調査の目的には好ましくなかつた。

其處で止むなく普通の水銀寒暖計の百度目盛のものを使用する事にしたが、噴氣孔に挿入しつゝ寒暖計の讀取をする事は出來ないから、或る時間中、示度に變化を起さぬ様な、装置を施す必要がある。然し乍ら著者は淺見にして噴氣溫度則定に對して、如何なる装置を寒暖計に施すべきであるかを研究された文獻を知らない。其處で熱の傳達と保温と云ふ二點から、先づ一個の寒暖計には寒冷紗十枚卷の装置をなし、他の一個に對してはゴム空氣覆の装置をした。之れは水銀球の兩側に細き竹を付け其上を化學試験などに使用する黒ゴム管で覆ひ、此ゴム管の肉厚は二耗位、内徑は十耗位のものである、そして上部と下部とは封蠟で密閉し、其上を更にゴム靴などの修繕に使用する膠質の生ゴムで覆ふたものであるから要するにゴムは水銀球に接觸せず、ゴム覆と水銀球との間には空氣が保持されて居る装置である。然し此装置により、果して完全なる噴氣溫度を寒暖計が示すや否や、又噴氣孔より離して之を讀取る

までに寒暖計示度に變化を來たす様な事なきや否や、と論及したならば、著者は之に對して明言するだけの研究がない。只平易な實驗室的試験を施行した、之によると約十分間同一状態に寒暖計を置くと、無裝置寒暖計も、寒冷紗十枚卷裝置も、ゴム空氣覆裝置も、殆ど同一の示度になると云ふ事が言はれ得る様である。されば此裝置によつて噴氣の溫度は測定出來ると云ふ見當は付いた。次に噴氣孔より取出して之を讀み取るまでに、示度に變化を來す様な事はなきやと云ふ點に次いては、とても試験が至難であつた。色々試みた結果、無裝置寒暖計は全々用をなさぬ、寒冷紗十枚卷裝置は餘程敏捷な讀取りをなす必要があるから、之は實地試験に對し役立つや否や疑問があつた。又ゴム空氣覆裝置は比較的示度の變化が遅い、高温内から低温内に移しても或る場合には五秒間、或る場合には七秒間位示度に變化を起さない様である。

### 實地試験

偕て實驗に當り困難を感じた事は長さ二米の竹竿の先に結び付けた寒暖計が、噴氣の猛勢で吹き飛ばされ、附近の岩石に打ち付けられる事と、寒暖計を結んだ丈夫な麻絲がポロ／＼に腐蝕して、一寸注意を缺けば、孔内又は谷底へ寒暖計を落して仕舞ふ心配であるが、更により以上の苦痛は前節噴氣の化學的試験に於て述べた通り、噴氣の襲撃であつた。では竹竿をウント長くすれば良いと思はれるが、長い竿に付けた寒暖計は敏捷に讀取り出來ぬのみならず、觀測地點の足場の關係上、長竿は不適當であつ

た。然し茲に著者の失策がある。燒山の噴氣は酸性である事は前以つて解つて居たのであるから、何故「重曹水マスク」を携帯せざりしや、と詰問されたら一言もないのである。實は出發前「何あに、大した事はあるまい」と云ふ考へから、手拭を水に潤してマスクとする計畫が抑々誤りであつた。「山は怖るべからず、侮るべからず」と云ふ登山標語を無視したわけではない。著者は今回初めての登山でもなく、特別な高峰峻峰は知らないが、登山に對しては數回の經驗はある。只今回は山を侮つたのではなく、噴氣を侮つた様な結果となり、援助された各位に對しては、申譯けない次第であつた。

偕寒冷紗十枚巻装置寒暖計の保持は大間俊二氏、ゴム空氣覆装置寒暖計の保持は渡邊重義氏、著者は寒暖計讀取を擔任し寒暖計には重錘を付けて、各十分間づゝの試験をした。最初は噴氣孔上十糎の所に於て、噴氣溫度を測定した處、寒冷紗十枚巻装置は攝氏七十八度一分、ゴム空氣覆装置は攝氏九十度一分を示した。次には噴氣孔内十糎の所に挿入して測定した處、寒冷紗十枚巻装置は攝氏九十度二分、ゴム空氣覆装置は攝氏九十四度四分を示した。之れは各一回づゝの觀測ではないが、手順良く觀測出來たものに付いて其示度を記述したのであつて、當時の氣溫は攝氏十六度五分であつた。

曩に實驗室的試験をした時ですら、寒冷紗十枚巻装置に對しては、疑問を持つて居たが、實地に於ては足場の關係其他で、一層敏捷な讀取は出來ぬのみならず、噴氣溫氣と氣溫とは、非常な相違であつたから、示度の變化も急激で、此装置は全く失敗に終つた。

又ゴム空氣覆寒暖計の示度に對しては、之が確實なりと明言は出來ないが、種々なる點より考へ、此装置は完全に近き噴氣溫度を示した事と考へられる。

更に此寒暖計は中央氣象臺檢定付の品であるが、檢定範圍が四十度乃至氷點下五度であつたから、九十度邊の示度が果して正しきや否や疑問もある、其處で早速中央氣象臺へ御願して檢定して頂いた結果は(十)〇・一であつたから、本試験の結果は左の通になる。

(一)噴氣孔上十糎に於ける噴氣溫度、攝氏九十度二分。  
(二)噴氣孔内十糎に於ける噴氣溫度、攝氏九十四度五分。

山崎先生の御試験によれば「微かに噴出する水蒸氣」に對して九十度五分であつたから、今回の試験は前記溫度より尙一層高温でなければならぬ、と考へられるかも知れないが、又然らずと考へられる點もある。著者には本山の噴氣なるものが、非常に變化の多い様に思はれる。其結果は後節に於て述ぶる様な「噴氣孔の變遷」を誘發して居る事と思はれる。そして山崎先生の御試験は著者の試験の何れに該當するか知れないが、「其孔に挟んで」と云ふ點から見て、噴氣孔内溫度と見做すのが至當であらう。依つて本試験の九十四度五分と比較する事が出來ると同時に、本試験の結果は先づ正確なりと言ひ得るであらう。

以上は本年最初の試験であつて、抑寒暖計の装置が著者の愚考より出たものであるから、疑問を挾め

ば限りがない事である。依つて明年の試験に對しては、先づ此装置に對して諸先生の御教示を受け、更に之を繼續調査したいと思つて居る。

### 第三節 噴氣孔の變遷

燒山の噴氣孔は既往より數回其位置を變更して居る。勿論此處には地獄山茶臼山と云ふ名稱のあつた往古に於ける噴火孔（此場合特に噴氣孔の名稱を用ひず）を論ずるのでもなく、又燒山と云ふ名稱になつた後でも往古に起つた噴火孔も論ずるのではない。只現在の如き噴氣となつた後で、然も明治時代の現代人が悉知の噴氣孔ですら、既に五度の變遷が認められて居る。

斯く噴氣孔が變遷する事は、火山の動靜を調査する上に於て、可成り重要な資料を與へる事と思はれるので、此處に此一節を設けた。

吾人悉知の噴氣孔の中、最も古きものは山頂の南方約三百米下方にある大孔である。其創成も終息も年月不明ではあるが、此孔は噴氣を中止して後も、多少の亞硫酸瓦斯を噴出せし由、其事實としては、十數年前上早川村の青年三名が本山に登攀し、此孔に一泊せんとして窒息したといふ事が傳へられて居る。前述の通り此孔より噴氣した年月は不明ではあるが、其噴氣を目撃した者が、現時生存せる點より見て、著者は此孔を以て、吾人悉知の噴氣孔中、第一と名付けたのである。

次に第二の噴氣孔も、其創成と終息の年月を知る事が出來ないが、其位置は第一の噴氣孔とは全く正

反對、即ち山頂の北西方約五百米下方にあつて、直徑約五十糎の小孔に過ぎない。尤も此孔も噴氣當時は相當の口徑を有して居たかも知れないが、五十糎と云ふ口徑は著者が大正十五年八月十五日本山登攀の折に目撃したもので、本年は草木の爲め殆ど其孔を認められない程になつて居る。

第三の噴氣孔は山頂の北々西方約三百五十米の下方にあり、其創成年月は不明ではあるが、大正六年夏頃まで盛に噴氣して居た事は、當地の登山家片田温一氏の説によつて明かである。

第四の噴氣孔は、第三の噴氣孔の北方約五十米の下方にあり、山頂よりは北々西に位し其創成は大正八年十一月である。大正十五年夏著者登攀せし折には此地點に於ける集塊熔岩 (Agglomeratic Lava) 中、所々の罅隙より水蒸氣と共に亞硫酸瓦斯噴出し、其噴氣は一束となつて直徑約二米の氣柱を、約三十米の上空に立て、口覆なくして十米以内の地點に近寄る事も出来ぬ程の臭氣であつた。然るに今回の登攀に於て、更に噴氣孔の變遷せるを實見する事が出来た。即ち此噴氣孔は吾人悉知噴氣孔の第五に位するものであつて、第四噴氣孔より更に四十米程下方にあり、現時第四噴氣孔は極めて少量の噴氣あるのみにて、附近に至るも音響を聞き得ぬ程度であつた。

此の第五噴氣孔が何年頃より、出来たものであるかに就て、一行中數回登山せし者の談を綜合するに、昭和二年夏に於ては、第四噴氣孔の噴氣が稍々衰滅して、第四噴氣孔と第五噴氣孔の中間邊に、小噴氣を起して居たが、昭和三年夏に至つて、其小噴氣孔は勢力を増し、同時に第四噴氣孔は益々衰頹

し、昭和四年夏に於ては、該小噴氣孔は全く終息し、第四噴氣孔も本年と同様噴氣減退し、同時に第五噴氣孔が猛烈なる噴氣を始めたるものと想像される。而して其後本年に至るも此第五噴氣孔の勢力は増減なき状態にある。

尙既往からの噴氣勢力に關しては、毎年登山して居る者にも、一致した意見を得られないが、著者が大正十五年夏登山の折に實見した、第四噴氣孔に於ける噴氣勢力と、本年登山の折に實驗した第四噴氣孔の噴氣勢力とを比較するに、前回の噴氣は今回のものより其の勢力約二倍半と思はるゝ點がある。即ち前回の實見による第四噴氣孔に於ては集塊熔岩中、數ヶ所の罅隙より噴氣して、噴氣は一束となり孔上一米の所に於ては直徑二米程の氣柱となり、孔上約三十米の上空に至つて初めて噴氣瀾漫せるを見しも、今回の實見による第五噴氣孔は孔口只一個にして、其孔上に二、三の岩石あり、噴氣は之れが爲め三、四ヶ所より噴出せる如く見ゆるも、其間隔小であつて、氣柱の直徑は孔上一米の所に於て約一米、噴氣は二十米の上空に於て既に瀾漫するを見る。勿論風向風力の關係により、其程度に相違はあるが、茲に述ぶるは靜穩状態に於けるものである。

更に音響に就て見るに、之れは數量的に述ぶる事は出來ぬが、前回は燒山の北方に位する「賽の河原」の上部を登山しつゝ、既に噴氣の音響を聞き（午前三時頃）、下山の折にも略此地點まで音響聞えしが（午前七時頃）、今回は午後二時頃同地點に達するも音響聞えず、更に噴氣孔の西方約三百米下方の泊岩附近

に達しても（午後四時頃）音響聞えず、著者は「噴氣が止まつたのではないか」と云ふ様な疑問すら抱きたる程にして、噴氣孔の北西方約五十米の下方に至りて、初めて亞硫酸瓦斯の臭氣を感じ、間もなく一小山を廻りて音響を聞きしが如き次第、勿論登山道は此地點極めて急峻にして、四十度乃至五十度の傾斜をなし、且つ小山や大岩石が所々に聳立して居るから、風向風力の關係によつて、其傳達距離に大なる相違あるべきであるが、前回は今回も風向風力には大差なき筈（今回の状態は別に調査せし頸城アルプズ焼山火打山妙高山縦走氣象觀測論文を参照されたし）である。尙噴氣孔附近に於ける音響の感覺は、前回は腹底に泌み渡る様な、且つ恐ろしい様な音響で噴氣孔より四十米位離れたる地點に於ても、談話は殆ど通ぜぬ程であつたが、今回は二十米位離れて居れば、大聲にて談話が出来る程であつた。以上の諸點を綜合し、且つ附近の岩石に固着せる硫黃の量より見るも、今回實見せし噴氣量は前回は比較し半減以上と思はれる。

尙卷頭の寫真中「焼山噴氣」を撮影せしもの三葉あり、其一是昭和四年八月十七日、前信越窒素肥料株式會社技師武岡孝治氏が噴氣孔の北北東約三十米の地點より撮影せしもの。其二是昭和五年八月六日、當地の登山家片田溫一氏が噴氣孔の北北西約四十米の下方より仰ぎ見ての撮影、其三是今回著者が撮影したもので、其地點は噴氣孔の東方より水平に撮影せしものであつて、撮影場所が一定でない爲め、噴氣の多少を寫真中より見出す事は至難ではあるが、三者の談を綜合するに、其一是噴氣猛烈にして恐ろ

しき音を立て、土地震動して撮影地點に長く止まる事も出来得ざる程であつたが、其二は差して恐ろしきまでにてもなく、従つて可成り危険な地點まで進んで撮影して居る様な次第、尤も之れは登山家と稱せられる程の片田氏の事であるから出来得た事であらう。而して其三の著者撮影は其二より尙噴氣勢力が衰へて居るかと思はれる點もある。

斯く論ずれば、焼山の噴氣は年々衰頹して行くのではないかと思はれるが、之は單に噴氣の勢力にのみ囚はれた見解で、焼山が火山としての勢力は單なる噴氣勢力のみによつて決定し得るものではない、現在の噴氣孔よりの噴氣が衰頹したればとて、何時新噴氣孔の出現を見ないとも限らぬ。兎に角本火山は今後引續き調査する事によつて其動靜も次第に窺知し得る事と思はれる。

#### 第四節 焼山の變遷

焼山は往古茶臼山と稱し、現在の焼山上部に、更に別個の山が覆ひかぶさつて、其形恰も茶臼の如き山であつた由、然るに年代未詳一大爆發をなして、上部の山は吹き飛ばされて現時の焼山を形成し、其時の熔岩は現時の「賽の河原」を作りし由、現に今尙湯の河内、土鹽附近に於ては當時の樹木を土中より發掘する事度々に及んで居る。

火山調査に對して既往の記録が甚だ重用なる事は申すまでもないが、特に本山の如く往古は噴煙噴火をなして地獄山の名稱すら付けられしものが、年代未詳一大爆發によつて茶臼山の上部飛散し、現在の

焼山を形成して後も時折り噴煙噴火があつた。然るに何時の頃なりしか、現在の如き噴氣となりて、八十の古老も噴火を知らず、此噴氣は點々として其位置を變ずれども、今尙之を繼續せるが如き事情より察するに、本山が今日までの變遷を知る事は、本火山調査上殊に重用であらうと考へられる。

然るに之に關する往古の記録たるや甚だ寡く、又種々なる疑問があつて、一致した點を見出す事は困難ではあるが、著者が蒐集した記録の中、主なるもの二三を擧げん。

### 伴家の記録

伴家は西頸城郡上早川村宮平の舊家にして、今や二十一代約六百年相傳し、西頸城郡下の諸記録を藏する事甚だ多く、現戸主是顯氏は西頸城郡能生町助役である。著者同氏に知己を得て既に八年、時折同氏より示された焼山舊記を摘録すれば左の如くである。

焼山は往昔茶白山と稱し俗に地獄山とも云ふ頸城郡佐多郷にあり、絶頂には八九尺位の底知れぬ穴ありて往昔より不絶煙上る。永祥元年に大々噴火あり。

(註) 永祥元年は第六十六代一條天皇の御代にして、西曆九百八十九年となるが、此當時は茶白山と云ふ名、無き筈なり、詳細後記す。著者) 此焼山に硫黄多し、白黄青の三色あり、又絶頂に朱あり。

往古の大噴火により早川谷、東山一圓、西山半部、越、瀧川原邊まで火山灰疊積す。殊に近代に至り、天保の末年より安政の初年まで大噴火す。

(註) 天保は西曆千八百三十年より千八百四十三年まで、安政は千八百五十四年より千八百五十九年までなり、此當時は茶白山の名稱絶え、焼山となりし後ならん、詳細後記す。著者)。

山頂より北西三町の所に大小二個の噴孔あり、硫煙を吐く、嘉永五年(西曆千八百五十二年)九月二十日子刻鳴動甚だしく翌春三月に至

る、當時噴孔新たに生じて硫黄を噴出す。

硫黄の厚き三尺、十數町歩四方に連る、噴口西方に當り、九尺のもの一個、小孔十六個、北方一丈二尺のもの一個、九尺のもの一個、小孔二十四個、南方一丈八尺のもの一個、小孔十二個、丑年(西曆千八百五十三年)より寅年に亘り、硫黄を採集する爲め登山せし者二百五十餘人、釜場六十餘所、製造高四十萬貫。

山麓には温泉二ヶ所湧出す、一を中瀬湯と云ひ、湯の河内の南方數町早川の沿岸にあり。(註、大正十年以後の笹倉温泉ならん。著者)。他を宮立湯と云ひ夫より南十數町の所にあり。(註、明治時代の笹倉温泉ならん。著者)何れも炭酸泉なれども浸水するを以て溫度低し。燒山は最近に於て安政元年(西曆千八百五十四年)に爆發せし事あり。

### 早川谷往古全圖と其由來記

此圖と其由來記は何人の作であるか不明であるが、傳へらるゝ諸點を綜合するに、早川村宮平神社の神官某が作りしもので、湯の河内の原市左衛門へ譲り、嘉永七申寅年(西曆千八百五十四年)七月巖響獨學陸(本名不明)なる者が原氏より借受けて寫取せし事は記録に明記してある。其後上早川村砂場の堀口喜太郎、園田市左衛門の兩氏が之を借受けて寫取し、現在兩家に保存されて居る由。而して著者の所有せるものは、大正十四年頃、筒石小學校長豊田蘭治氏より貰ひしもので、之は豊田氏が西山小學校長當時岡田氏所有のものを寫取せしものである。

此全圖を此處に記述する事は到底出來ないが、其由來記の中、燒山に關する事を拔萃すれば左の通りである。

抑々此茶臼嶽ハ嶺常有レ雲夏月雖ニ晴天ニ未ニ能見レ無上ニ亦山中鏢アリ不レ能レ爲ニ登山ニ形如ニ茶臼ニ故世俗茶白山云又嶺有烽故燒山云仁和三丁未年七月晦日申刻日本大地震同日時ヨリ當國佐味郷茶白山燒崩石砂流出事八月五日迄。

(註。仁和三年は第五十八代光孝天皇の御代にして西曆八百十二年となるが、此當時は茶白山と云ふ名、無き筈なり、詳細後記す。又日本大地震云々に關し本邦大地震表には「畿内諸國に被害あり、特に京都家屋潰倒多、壓死者多數、攝津に津浪ありて被害最も甚だし」とあり、要するに疑問あり。著者)。

後康安元年辛丑年六月朔日大地震此時海陸大崩當國早水(サミヅ)ノ茶白山鏝ヨリ倒レ入海ヲ突埋、ソレヨリ茶白山ノ名絶エタリ。

(註。康安元年は北朝年號にして、天皇は後光嚴院なり、南朝にすれば後村上天皇の正平十六年となり、西曆千三百六十一年なり、此記事こそ著者の探求しつゝある一大爆發ならん、詳細後記す。著者)。

第十二代景行天皇二十五年(西曆九十五年)・乙未秋七月武内宿禰奉 勅北陸道に下向ありて國の地形且百姓之消息合察(ミセ)玉ふ時當國入口川に至り涉し(カケワタリシ)水瀬早急故に是早川なりとのり玉ふ後早川と呼今早川谷と云傳ふ。

安永二年夏燒山燒崩砂を流し出事流砂川の如くなり。

(註。一書には安永參甲丑年とあり、安永は第百十八代後桃園天皇の御代にして西曆千七百七十三年なり。著者)。

## 堀口家の記録

堀口家は西頸城郡上早川村砂場の舊家にして、現戸主を林藏氏と云ふ、著者は林藏氏に知己を得ざれども、上早川村助役小林初平氏に依頼して同家所藏の記録の一節を披見せし事あり、其大要は左の如くであつた。

安永二壬巳年(西曆千七百七十三年)二月二十二日朝より燒山の東中段より東西南北燒廻り夜毎に明火炎燒し忽ち雷電、岩は勿論大石を燒砂流音膽に響誠に奈落の底に入心も消果斗也。

## 震災豫防調査會報告

以上諸記録の外に震災豫防調査會報告があるが、其内容にも茶白山の一大爆發の年代は不詳の事、嘉永五年噴火の事、此噴火後に於ける噴火孔の形大個數、硫黃採集の事等ありて、伴家記録に似寄りたる

點多々あり、或は之より拔萃されたるにあらずやと思はる、點も見受けられるから之を略す。

偕而以上の諸記録を綜合するに、燒山は往時に於て其形茶臼の如くなりし爲め、之を茶臼山と稱へたものである。然るに年代未詳、之が一大爆發をなして、上部の山は飛散し、現時の燒山を形成し、此時「賽の河原」が出来たのである。

茶臼山圖



(早川谷往古全圖より)

此一大爆發の年代は未詳なりと雖も、茶臼山の名稱ある上からは、此爆發はさして往古ならずとも考へらる。抑々茶臼と云ふ名は、茶が我國に渡來し、更に進んで茶會と云ふ事が始まりて「挽き茶」を製する様になりて後、初めて茶臼の必要起り、同時に茶臼と云ふ上部の大きな覆ひ被ふさつた臼を吾人が知る様になつた事と思はれる。されば此一大爆發は茶臼渡來後と云ふ事が想像される。

此點に付いては歴史専門家の御説によるより外道なく新潟縣立高田中學校教諭松本保吉氏に調査方御依頼した處左の通りの御指示があつた。

茶の木は第八十代高倉天皇の承安三年(西暦千七百七十三年)より第八十六代後堀河天皇の寛喜四年(西暦千二百三十二年)迄の頃に於て、僧高辨(明恵上人)が、支那より持ち來りて、京都の「梅の尾」と云ふ所に植えしが最初にして、第八十二代後鳥羽天皇の建久二年(西暦千百九十一年)七月、僧榮西が宋より茶種を持ち歸りて、肥前の背振山に植えし事あり。只茶臼の渡來は詳かならざれども、茶は茶の木及び茶の種子以前に渡來せしものらしく又、茶會と云ふものも其前後に於て始まりしものらしく、特に盛んになりしは室町時代にじ

て、應永四年(西曆千三百九十七年)に足利義滿が金閣寺を建て、文明十五年(西曆千四百八十三年)には足利義政が銀閣寺を造つて、茶會等を催し、驕奢を極めた事などは何人も知る處である。

右の説に基けば我國に茶臼の渡來したのは、大體茶の渡來と前後して居るものと、見做す事が出來得るであらう。されば本山に茶臼山と云ふ名を附したのも大體西曆千二百年以後でなければなるまい。

斯く案ずる時は、茶臼山變じて燒山となりたる一大爆發に關しては、早川谷往古全圖と其由來記に明記されたる「康安元辛丑年六月朔日大地震、此時海陸大崩、當國早水ノ茶臼山鏗ヨリ倒レ入海ヲ突埋、ソレヨリ茶臼山の名絶エタリ」と云ふ記事が比較的信用し得るであらう。

更に「六月朔日大地震」とあるが、萬一火山爆發にあらずして、大地震記事が誤傳されたるにあらずやと思ひ、念の爲め本邦大地震表によつて見たが、此當時越後地方に大地震はない様であるから、此大地震と云ふのは茶臼山爆發に伴ふ火山地震と見做す事も出來よう。

著者が燒山の由來記を調査し始めたのは、大正十二年にして、今日まで歴史地理の専門家や、古老や、土地の舊家に質したる事數知れざる程であつたが、何れも疑問の點があつて遂に知る事出來ず、今茲に各方面の記録や學説を示されて、初めて此一大爆發が今より五百七十年前の康安元年(正平十六年)ならずやと想像し得た事は、實に欣喜に絶えぬ次第であると同時に、御援助下された各位に對して滿腔の感謝を表する次第である。

尤も前記記録中、康安元年より以前に噴火せし記事が事實無根とは言ひ得ない。即ち康安元年のは一  
大爆發であつて、夫れ以前より此山は噴火して居たのであらう。さすれば往古は本山を地獄山と稱し、  
後茶臼山と云ひ、更に燒山と云ふ様になつたのであらう。

尤も噴火、噴煙、噴氣と云ふ區別などは専門的であつて、記録中には之等が混同して居る事と思はね  
ばなるまい。専門家の説によれば前述の通り、現在の本山は噴氣である。然し之を遠望した場合は白雲  
が立ち上つて居る様に見えるから、一般人は噴煙と云ふて居るが如き次第である。

現時本山の頂上の北方に當り、一大噴火孔あり、之を舊噴火孔又は御鉢とも云ふて居る（前節噴氣孔  
の變遷に於て述べしものとは全く異なる）其形は瓢形に近く、東西に長く、南北に短く、周圍は約五百米  
位で、孔底は殆平面に近く、夏尙白雪をたたへて居る。孔壁の高さ北方は僅か二十米位なれども、南方  
は百五十米位あり、然も此百五十米の上位に本山の頂上がある點より見れば、此噴火孔の創成せられた  
る時、其爆發は北方に向つて多量の熔岩を噴出し「賽の河原」を創成せし事を想像され、同時に此噴火孔  
の創成も、前記康安元年なる事が想像され得るであらう。

更に地獄山時代並に茶臼山時代に於ける噴煙、噴火は主として此噴火孔より噴出せしにはあらざる  
か。尙又茶臼山の名絶え燒山となりて後の噴火、例へば嘉永五年の大噴火には硫黃噴出の記事ある點を  
見れば、之等の噴火は前記噴火孔とは無關係にはあらざるか。之等は地質調査の上ならでは知る由もな

からう。

尙卷頭の寫真中「舊噴火孔」とあるは前記の噴火孔であつて、今回の登山に於て著者の撮影したものである。此寫真は孔の北東方より、伏視したもので、白色なるは雪であるが、土砂混入して黒色の斑點が多い。又「焼山磐谷」も今回著者の撮影したもので「賽の河原」の下方、「後坂」<sup>アトサカ</sup>の上方に位し、地質調査上には好適な地點と思はれる。又焼山後坂より遠望した「笹倉温泉」の寫真も今回著者の撮影したもので、此地方よりは前記一大爆發の折に埋積された樹木等が今尙諸所に發掘されて居るから特に寫真を添へた次第である。

## 附 言

今回の登攀に於て焼山の西方に位し、山頂より約五十米（水平距離約十五米）の地點に、一個の孔を發見した。其直徑は約一米で、深さは程知れぬ位であつた。今回は此孔の深さ、内部の溫度内部の瓦斯等に對して、之を調査すべき何等の準備もなかつたから、遺憾乍ら手の下し様もなかつた。

此孔に就き當地の登山家片田温一氏の説や、同伴した人々の話を綜合すると、一昨年（昭和四年）には此孔は認められず、昨年始めて直徑三、四十糎位の孔が發見されたのであつて、内部などは見えず、從つて一般的には知られて居らなかつた位である。

然るに本年は前記の通り直徑約一米にもなり、内部を覗きても底見えず、孔壁は周圍から大石が頭を

出して居る。

偕而此孔は何んであるかと云ふ事に付いては、到底明言は出来ないが、只目撃によつて著者の想像は左の通りである。

此孔の創成は近代ではあるまい。地質は火山岩と思はれる。孔壁には硫黄の結晶が附いて居ない。約十米以下は暗くて良く見えぬ。十米か十五米以下は大きな空洞ではないか。若し空洞ありとしても、地形より見て此の空洞の大きさは二十米以下の地點で直徑四十米を越えまい。四十米と云ふ事は短軸直徑であつて、長軸直徑は豫測出来ぬ。此孔は往古の噴火孔と思はれる。若し噴火孔なりとすれば、此孔は本山が焼山と云ふ名稱になつた以前のものであらう。寡くも五六百年以前の噴火孔であらう。現在の舊噴火口即ち御鉢と稱して居るものと同時代又は夫以前のものであらう。茶臼山一大爆發の時に、此の上部は密閉されてしまつたのかも知れぬ。目下此地點は傾斜約三十五度であるから、數百年間の風雨で密閉した土砂岩石が風化し、此開孔を目撃し得る様になつたのであらう。

以上は單に著者の想像であるが、前述の通り本火山調査は數年間繼續の豫定であるから、明年の調査を待つて、其一部分だけでも確定せしめたまき希望である。

### 笹倉温泉

焼山の北方山麓に位し、山頂より十二籽(水平直線距離七籽三)、標高四百六十米の笹倉温泉は大正十五年八月開鑿されたもので、往時に於ける前記中瀬湯と思はれる地點にあり、焼山登攀には缺くべからざる休養所である。此温泉は此地點の鑿井によつて得られて居るが、其源泉は焼山に關係密接なるものと思はれる。

火山調査に對して、山麓温泉調査の必要は申すまでもないが、今回は之に對して調査を進める事が出

來なかつたのを遺憾とする。近く計畫を立て之が調査を致したい考へで居るが、茲には單に内務省東京衛生試験所の成分分析表を記載するに止める。

笹倉温泉の主成分

重碳酸ナトリウム	( $\text{Na}_2\text{HCO}_3$ )	〇・九三三五
クロールナトリウム	( $\text{NaCl}$ )	〇・二二三九
重碳酸カルシウム	( $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ )	〇・〇六三三
遊離炭酸	( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )	〇・〇五一六
珪酸	( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )	〇・〇四三九
重碳酸マグネシウム	( $\text{MgH}(\text{CO}_3)_2$ )	〇・〇二八三
クロールカリウム	( $\text{KCl}$ )	〇・〇一三七
硼酸	( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )	〇・〇〇九六
硫酸ナトリウム	( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )	〇・〇〇二九
クロールアムモニウム	( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )	〇・〇〇一九
磷酸カルシウム	( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )	〇・〇〇一五
重碳酸亜酸化鐵	( $\text{FeH}_2(\text{CO}_3)_2$ )	〇・〇〇一三

(昭和六年十月稿、高田測候所に於て)