

始



臺灣總督府中央研究所工業部報告第卅六號
(熱帶農學會誌第一卷第二號別刷)
昭和四年十一月

北投溪溫泉に就て

國府健次

ON INGREDIENTS OF HOKUTOKEI HOT SPRING

By

T. KONO

Report No. 36 of the Department of Industry, Government Research Institute,
Formosa, Japan.
Reprinted from the Journal of the Society of Tropical Agriculture,
Vol. I. No. 2, 1929.
1929

14.2
1
2851

1425-2851

北投溪温泉に就て

國府健次

Takeji Kōno. On Ingredients of Hōkutōkei Hot Spring

(accepted for publication, October 7, 1929)

臺灣島の北端に位する大屯火山帯の各火山中その活動の餘喘を保てるは僅かに七星山のみなり。即ち放射狀に延びたる三本の地裂線に沿ふて隨處に爆裂火口あり又硫氣孔ありて、共に硫氣を噴出し又その比較的低き所に存するものにありては温泉をも湧出するを普通とす。この地裂線は七星山がその火山噴出物堆積の極限に達して最早餘地無きに至るやその中心に瓦斯を鬱積して一時その山體を爆裂し去らんとせるも幸うじて事無きを得て、其結果斯の如く山體を龜裂、破壊せしめたるなるべし。七星山の峨々たる姿はこの事に基因するなり。

又ここに注意すべきは七星山下を通りて約 N45°E に走れる斷層線の存在なり。即ち頂北投より北投に向へる溪谷の方向又七星山の東北側より金山に向へる谷の方向等は偶然なるものに非ずしてこの斷層線に略一致せるを認むべし。恐らくこの斷層線は七星山それ自身の成生に關して因果關係を有するものなるべく又前記三條の地裂線がこの斷層線と略方向を同じうする事をも認め得るは又兩者間に關係ある事を示すものなり。又更に進んで大屯火山帯全體が上記方向の斷層と因果關係を有する事も容易に想像し得る所なり。

由來温泉はその温泉區域箇々について觀察するに大部分その地域の地層の弱線に沿ふて湧出するものにして、七星山の場合に於ても大體地層の弱線に沿ふて温泉の湧出せるを認むべし。

今臺灣全島として見るに冷泉約20箇所、温泉約40箇所に及ぶも、其等温泉中約半数は大屯火山帯中に存するなり。是等の温泉を地質化學的に研究するは興味深き事にして、殊に是等の温泉中北投溪温泉の如きは北投石 (Hōkutōlite) の產出を以て世界的に名高く、又この火山帯の山體を成す安山岩或はその中の主要成分 (Essential constituent) の一つとして存する Amphibole 類或は Pyroxene 類等も興味あるもの多し。

先づ著手せるは北投溪温泉なり。この温泉は七星山の南西麓、臺北州七星郡北

發行所寄贈本

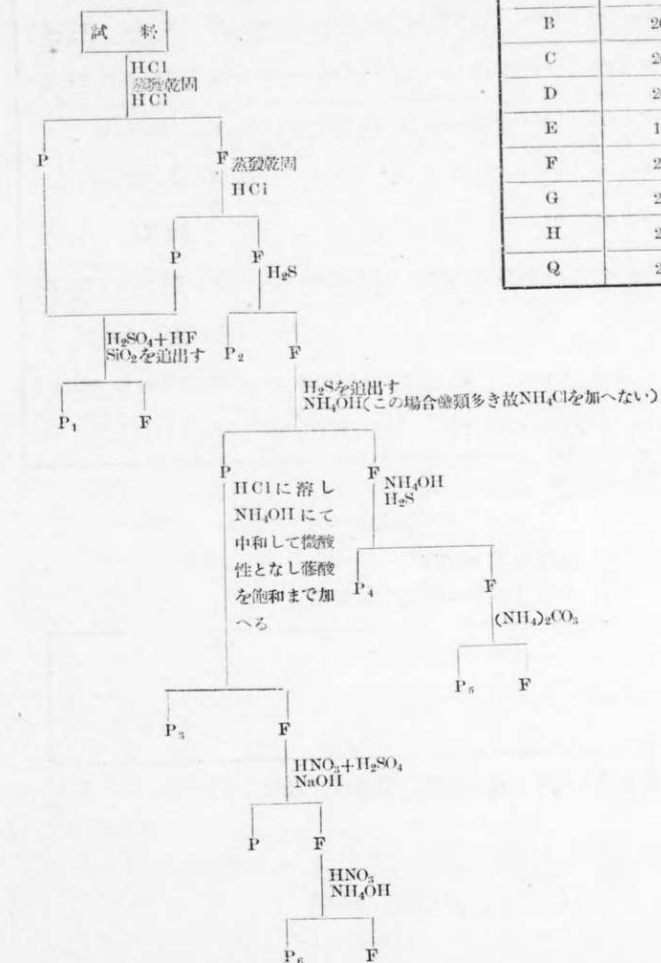
投庄(この地の温泉を總括して北投温泉と稱す)にありて往古より礦水(ホンツイ)として有名なり。偕行社浴場下の第三紀層中の窪地に湧出して屈曲流下せり。而してこの窪地の周壁は粗粒の砂岩よりなる。この窪地は一つの爆裂火口にして、七星山の地層線中最も著明なるものの終點に當るものなり。この地裂線は竹仔湖の硫氣孔に起り南に延びて七星山の山頂西側を横ぎり南西に迂回して大庄温泉を過ぎ、更に延びて北投庄礦坑に來り少しく西に迂回してこの温泉に至れる。其長さ約6軒に及ぶものなり。この窪地(泉源圖参照)は南北約60米、東西約35米なり。摺鉢形をなし下底は平にして所々に温泉を湧出又瓦斯を出す。温泉湧出口は約十七箇に及び主として東側崖下に排列せり。是等温泉の温度(湧出口に於て)は一般に80°Cを超え、味は收斂性にして酸味あり。無色透明にして可成り強酸性反應を呈す。是等の温泉は數箇の淺き池をなし流れて幾多の小流をなす。是等の小流は合して北投溪の主流をなす。即ち此温泉は北投溪水の主なる部分をなすものにして、湧出量は一時間約236.364立なりと云はる。この北投溪の河床に有名なる北投石を産す。この北投溪温泉は前にも述べたる如く世界的に有名なるが酸強きため入浴用としてはあまり歓迎せられず。しかれども學術的興味を存する點に於ては勿論日本全國約1,100箇所の礦泉中屈指のものなり。泉種は酸性明礬々類泉(Acid alum vitriol spring)なるがこの種の礦泉は類多からずして日本全國にても約十箇所を數ふるのみにして、北投石を産する秋田縣瀧黒温泉もこの種類なり。泉温も相當高き方にして、固形物含量も相當多き方なり。殊にその湧出量の多きは蓋し日本一なるべし。放射性は0.37マツヘにして弱き方なり。化學成分は最も注意すべき事多く $Al_2(SO_4)_3$ 等もその泉種を考慮に入れても割合に多く1立中2瓦以上を含有す。其他 HBO_3 等をも含み又其他殊に著しきは、北投石の放射性に關係ありと思はるる、後に述べる種々なる元素を含む事なり。

著者は此北投溪温泉中に含まる元素殊に稀土類元素等にて今迄に報告せられしもの以外のもの有りや否やを知るために次の實驗を行へり。先づ泉源圖に見る如く各泉源にABC...の符號を付け、各泉源に就きその温度を測定し又湧出量を目測して後約10立宛の温泉を汲み來りて蒸發乾固し、その1立中に於ける固形物總量を定め、而してその固形物の約20瓦宛を試料として取り、之を次表の如く化學分析せり。

北投溪溫泉泉源圖



泉 源	試 料
A	21.0627gm
B	20.0106 ♀
C	20.0078 ♀
D	20.0092 ♀
E	19.5172 ♀
F	20.0668 ♀
G	20.0079 ♀
H	20.0258 ♀
Q	20.0099 ♀



斯くして得たる Fraction P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆ 等の弧光スペクトルを撮影して、各を
 檢し次表の如き結果を得たり。

泉源	泉温	1立中固形物重量	湧出量	検出せる元素 (□内は新に検出せるもの)
A	85°C	7.155gm	最少	Pb $\overline{\text{Y}}$ $\overline{\text{Yb}}$ $\overline{\text{Er}}$ ($\overline{\text{Gd}}$ $\overline{\text{Dy}}$ LaCeを含む如し) $\overline{\text{Mn}}$ $\overline{\text{Zn}}$ Ba Sr $\overline{\text{Ti}}$ $\overline{\text{Zr}}$
B	73°C	6.300*	最少	(Pbを含む如し) As $\overline{\text{Y}}$ $\overline{\text{Yb}}$ ($\overline{\text{Er}}$ LaCeを含む如し) $\overline{\text{Mn}}$ Ba Sr $\overline{\text{Ti}}$ $\overline{\text{Zr}}$
C	96°C	6.802*	稍多	Pb(Asを含む如し) $\overline{\text{Y}}$ $\overline{\text{Yb}}$ ($\overline{\text{Er}}$ を含む如し) $\overline{\text{Mn}}$ Ba Sr
D	93°C	6.470*	多	Pb As (Sbを含む如し) $\overline{\text{Er}}$ $\overline{\text{Mn}}$ $\overline{\text{Zn}}$ Sr ($\overline{\text{Zr}}$ を含む如し)
E	89°C	6.751*	稍多	Pb $\overline{\text{Mn}}$ Sr $\overline{\text{Ti}}$
F	94°C	6.351*	稍多	Pb As (Sbを含む如し) ($\overline{\text{Yb}}$ を含む如し) $\overline{\text{Mn}}$ $\overline{\text{Zn}}$ Ba Sr $\overline{\text{Ti}}$ $\overline{\text{Zr}}$
G	90°C	5.720*	少	Pb As $\overline{\text{Mn}}$ $\overline{\text{Zn}}$ Sr $\overline{\text{Ti}}$
H	96°C	5.875*	最多	Pb As $\overline{\text{Y}}$ $\overline{\text{Yb}}$ ($\overline{\text{Gd}}$ $\overline{\text{Dy}}$ を含む如し) $\overline{\text{Mn}}$ $\overline{\text{Zn}}$ Ba Sr $\overline{\text{Ti}}$ $\overline{\text{Zr}}$
Q	78°C	6.627*	少	Pb As $\overline{\text{Y}}$ $\overline{\text{Yb}}$ $\overline{\text{Mn}}$ Sr

Al, Fe, Ca 等の元素は掲載を略す。

スペクトル写真の一例

泉源A, (P₂)の弧光スペクトル(上)

[(中)鉄弧光、(下)炭素弧光]



上記各元素を検出せる主なる線の波長(A単位)次の如し

Pb:—(P₂より)

4057.8 4019.6 3683.5 3671.5 3639.6 3572.7

As:—(P₂より)

2860.5 2780.2

Sb:—(P₂より)

4033.6? 3722.8?

Y:—(P₃より)

3950.4 3710.3 3337.9 3216.7 3203.3 3200.3 3195.6 2422.2

Yb:—(P₃より)

3560.7—3560.3 3425.6—3425.1 3404.1 3342.9 3289.4 3239.6 3101.4 3065.0

3042.6

Er:—(P₃より)

3617.8 3606.9 3599.8 3489.4

Gd:—(P₃より)

3613.4? 3145.0?

Dy:—(P₃より)

3441.4? 3235.9?

La:—(P₃より)

4383.5? 4354.4? 4086.7?

Ce:—(P₃より)

4382.2? 3952.6? 3709.9?

Mn:—(P₄より)

4823.5 4765.9 4458.3 4235.3—4235.1 4034.5 4033.1 4030.8 3608.5 3569.5

3532.1 3260.2 3256.1 2801.1

Zn:—(P₄より)

5894.4 4810.5 4722.2 3345.5—3345.0 3303.0—3302.6 3282.3

Ba:—(P₅より)

6141.8 6110.8 4934.1 4554.0 3501.1

Sr:—(P₅より)

4607.3 4077.7 3351.3

Ti:—(P₁より)

4305.9 4201.1 4300.6 3956.3 3653.5 3635.5 3372.8

Zr:—(P₁より)

3973.5 3556.6 3551.9 3547.7 3406.2 3340.6

Mn の存在する事は日本温泉の著しき特色らしくこの温泉の場合には可成り顯著に存在せり。

参考として既に報告せられたるこの温泉の化学成分を挙げれば

1立中の固形含有物 6.46gm

内 譯

KCl	0.78gm	NaCl	1.87gm
NH ₄ Cl	0.03 "	CaCl ₂	0.46 "
CaSO ₄	0.40 "	MgSO ₄	0.25 "

FeSO_4	0.06 "	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	0.13 "
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	2.11 "	HCl	0.97 "
H_2SiO_3	0.22 "	HBO_2	0.12 "

にして尙又此他に此泉源より湧出する温泉中には稍著明なる量の Pb と As を検出し、其他多量の水より精密なる分析を行ふ時には Sb, Sr, Ba, Ce, La 等も検出せらるゝと云ふ事も付け加へられたり。¹⁾

以上の結果を綜合して次の二つの問題

1. 此温泉の成因如何

2. 此實驗の結果に現はれたる如き元素の根源は何處なりや

に就て考ふるに、先づ第一の問題に就ては、最近の學説が温泉は大抵處女泉にして淺近温泉なる場合は殆ど無しと云ふに傾ける事よりして又明かに火山性の温泉なる事又時季によりて湧出量の増減少き事等よりしてこの温泉は處女泉なりと考ふるが至當なりと思はる。但しこの處女泉と云ふはジュス (Suess) が、カルルスバード (Karlsbad) の温泉の場合に用ひたる處女泉 (岩漿泉) (juvenile spring) とは稍異り、循環水 (淺近水) (vadose water) も關係せりと考ふるものにして、即ちその熱の全部は岩漿 (Magma) に仰ぐも其水分は處女水のみならず循環水をも包含するものなり。

第二の問題に就ては、此温泉が處女泉なる故先づ岩漿に源を有するには非ざるか或は又此温泉が上昇の途中に於て地盤より溶解し來れるには非ざるか或は又循環水が溶解し來れるには非ざるか等考へ得べし。由來何れの處女泉に於ても此三つの場合は常に同時に存在するものにして、即ち温泉の水の一部と固形物の一部とが岩漿より直接に導かれたる處女物質と看做さるべきものなり。温泉が上昇の途中に於て地盤中の物質を溶解し來るは明かなる事にして通例 Na の量が K に比して非常に多量なる事實あり又温泉湧出の箇所が特種の變化を被るものにして、斯の如き火山岩が所謂プロピライト (Propylite) となりて加里長石よりも石灰曹達長石が烈しく犯されて沸石及方解石に變化せる事實等も此溶解作用を裏書するものなり。チエルマツク (Tschermak) が、カルルスバード温泉の固形分は花崗岩を溶解し來るものなりと主張せるも又首肯し得る事なり。この場合に於ても温泉湧出の箇所が特種の變化を受け又 Na の量が K よりも多し。而して火山活動に續く硫

1) 加福氏、臺灣の溫泉、臺灣博物學會報 XV, 77, 1925.

氣、噴氣の場合に於ては通例岩漿より導かるるものが固形物の大部分をなし地盤中より溶解し來れるものは左程重要には非ざるなりと云ふに鑑みてこの場合に於ては岩漿を是等元素の重要な根源と考ふが至當なるべし。又此温泉に密接なる關係ある、即ち七星山の主體をなす安山岩の中の角閃石の如きは放射能性を有すと云へり。是等を精細に研究すれば或は是等元素の根源に就て有力なる暗示を得るやも計られざるなり。

終りに臨み御懇篤なる御指導を賜はりたる當研究所工業部長技師加福均三博士、又特に實驗に就て御懇篤なる御指導を賜はりし東京帝國大學教授柴田雄次博士、同大學助教木村健二郎學士に謹んで感謝の意を表す。

(臺灣總督府中央研究所工業部にて)

RÉSUMÉ

At the northern-most part of Formosa, there are a number of volcanoes known as the Daiton volcanic group, among which Mt. Shichisei is the only member which shows the after effects of the volcanic activity. From the summit of Mt. Shichisei, there radiate three rupture lines along which a number of hot springs, solfataras and explosive craters are found. These rupture lines show that Mt. Shichisei has at one time been on the brim of powerful explosion.

One of these rupture lines runs a length of 5.6 km. from the west side of the summit of Mt. Shichisei toward the southwest, and ends at an ovally shaped explosive crater 60×35 metres in diameter. In this basin, there we find about seventeen issues of hot springs which unite to form a hot-water brook named Hokutokei and it is worthy of interest that Hokutolite—a radioactive anglesobarite—is deposited from this hot-water on the bed-rock of this brook.

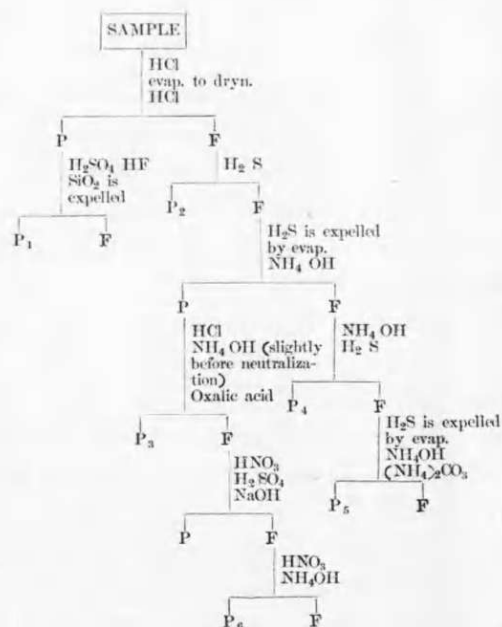
These hot spring are all almost colorless, very slightly turbid, strongly acidic, and has a faint sulphurous smell reminding of an old Wackenroder solution.

As to the constituents of Hokutolite, there are several data published by several authors, but a thorough study of the hot spring in question has not yet been made. The author with a view to contribute to the knowledge about the formation of this radioactive mineral, carried out a series of experiments with the separate issues of the hot spring.

(EXPERIMENTAL.)

With each separate outflow (A, B, C, D, E, F, G, H, Q) of the hot spring, the temperature and the amount of outflow etc. have been estimated, while about 10 litres of each spring-water have been subjected to gradual evaporation on the water bath almost to dryness, and thus the weight of solid residue per litre of the spring-water determined.

Each of this solid matter has been chemically analysed in the manner as shown in the following diagram:



Outflows	Sample taken
A	21.0627gm
B	20.0106gm
C	20.0078gm
D	20.0092gm
E	19.5172gm
F	20.0068gm
G	20.0079gm
H	20.0258gm
Q	20.0079gm

Outflows	Temp.	Wt. of solid subs. in 1 litre	Amount of outflow
A	89°C	7,155gm	Very little
B	73°C	6,300gm	Very little
C	90°C	6,895gm	Moder. much
D	93°C	6,470gm	Much
E	89°C	6,751gm	Moder. much
F	94°C	6,351gm	Moder. much
G	96°C	5,720gm	Little
H	96°C	5,875gm	Very much
Q	78°C	6,627gm	Little

Outflows	Elements detected
A	Pb [Y] [Yb] [Er] [Gd] [Dy] $\frac{La}{?}$ $\frac{Ce}{?}$ [Mn] [Zn] Ba Sr [Ti] [Zr]
B	Pb As [Y] [Yb] [Er] $\frac{La}{?}$ $\frac{Ce}{?}$ [Mn] Ba Sr [Ti] [Zr]
C	Pb As [Y] [Yb] [Er] [Mn] Ba Sr
D	Pb As $\frac{Sb}{?}$ [Er] [Mn] [Zn] Sr [Zr]
E	Pb [Mn] Sr [Ti]
F	Pb As $\frac{Sb}{?}$ [Yb] [Mn] [Zn] Ba Sr [Ti] [Zr]
G	Pb As [Mn] [Zn] Sr [Ti]
H	Pb As [Y] [Yb] [Gd] [Dy] [Mn] [Zn] Ba Sr [Ti] [Zr]
Q	Pb As [Y] [Yb] [Mn] Sr
	(Al, Fe, and Ca etc. are omitted. Elements in squares are those which newly detected.)

Mn seems to be a characteristic element in Japanese hot springs and its presence is notable in this case.

The presence of Pb, As Sb, Br, Sr, Ba, Ce, La, etc. has ever been reported.¹⁾

The author intends to proceed into the studies on andesites, amphiboles and pyroxenes in the andesites, etc., as some amphiboles are said to have radioactivity.

In conclusion, I wish to offer my sincerest thanks to Prof. Dr. K. Kafuku, Prof. Dr. Y. Shibata and Dr. K. Kimura for their much appreciated advice and help.

(The Department of Industry, Government Research Institute, Formosa, Japan.)

1) Mr. K. Kafuku, Mineral Spring in Formosa, Transactions of natur. Hist. Soc. of Formosa XV, 77, 1925

14.2
1
285

終