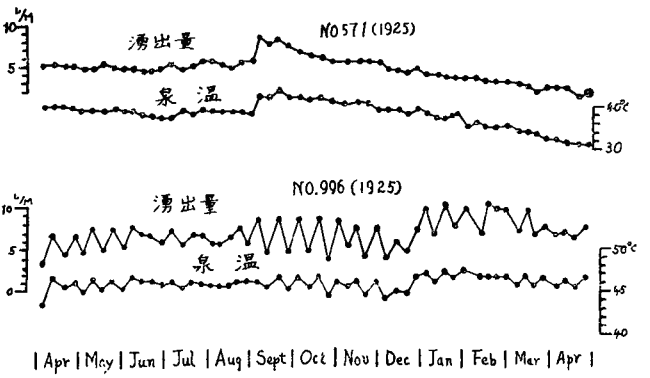
別府溫泉の湧出量と泉温との季節的變化の相關型

石見　綱

別府溫泉の湧出量泉溫の觀測が京大別府研究所に於て長期に渉つてなされてゐる。多數湧出口の平均した値の兩者の年變化は並行し，泉溫の年變化は湧出量の變化によるものと，氣溫の影響とに歸するものであると解釋された。(1)

然し溫泉各個についてみると必ずしもさう簡單ではない。最も多いものは統計の結果と同じく湧出量，泉溫が並行變化するもので第1圖にその例を示す。泉溫の變化は湧出量の變化に伴ひ湧出口導管中で溫泉水の冷却度が變化して湧出溫度の變化を生じるとしてある程度說明することが出來た。(2)　又溫泉水導管が表地に沿ふて淺い場合には氣溫によつてその冷却度が左右されるのであるから湧出口下端では泉溫の年變化がないと考へてよい。

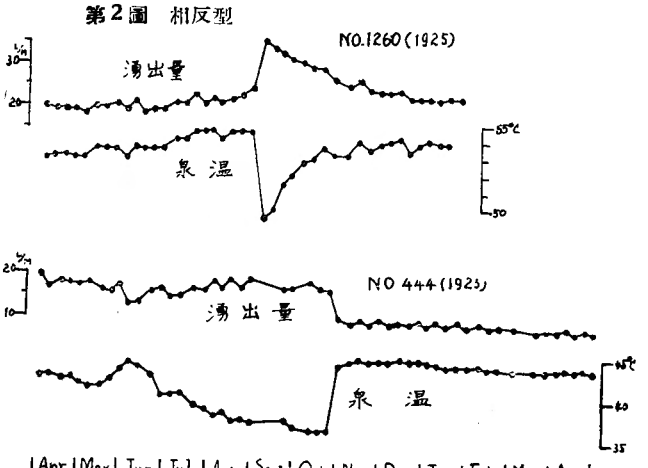
第1圖　併行型



この類型を併行型と名付ける。別府溫泉の大部はこの型に屬する。

然るに極く少數ではあるが第2圖に示す如く湧出量泉溫の變化が明らかに相反してゐるものがある。之は誰しも考へられるやうに低溫地下水又は雨水の流入で

第2圖　相反型



ある。No.126)は大正14年9月初の大雨によつて低溫水系よりの流入と考へられる。この他，圖には示してはないがNo.675, No.557の如きも之に屬する。然しNo.444の如く雨には關係せず，特に當時の記錄に地上には別段の異常がなかつたと註が記してある。No.575の變化も雨には關係してゐない。

今，湧出量の增加と泉溫の低下は他水系の混合によると見ると，もとの湧出量q_1泉溫T_1の溫泉水に第2の水系の水溫T_2のものが流入量q_2と合して出來た泉溫T_3の湧出量q_3との間には次の關係がある。

$$T_2 = \frac{q_3 T_3 - q_1 T_1}{q_3 - q_1}$$

故に混入水系の溫度が推定出來る。降雨によつて$q_1 T_1$も增大するが，それは解らぬからかりに降雨前の値をとつてT_2を求めると表の如くなる。大雨に原因しないと思はれる場合にあたるNo.444, No.450ノ1, No.575等の混合水は最も低溫であるが他の場合はすべて大きい。之れは大雨による高溫水の增加があるにも拘らず之を無視してゐるからである。前2溫泉も氣溫より可なり高いから雨水や淺層地下水の流入ではない。

湧出口番號	T_2	氣溫
No.444	25.6°C	23.°4C～19.°9C
No.450ノ1	28.3	26. 9～22. 8
No.472	39.8＜	26. 9～22. 8
No.557	52.2＜	26. 9～22. 8
No.575	25.3	18. 7～12. 7
No.675	44.9＜	25. 2～22. 8
No.1260	31.8	26. 9～2. 7

かく考へて來ると，兩者の相反的變化は地下に於ける他水系の混入と考へられる可能性が大きい。元來湧出口導管はそれより大きい穿孔に挿入してあるのであるが，長年月の內にはその間隙は可なり埋まつてしまふであらうがこの間隙に滯ふて上層低溫水系が水壓の增加によつて混入することはあり得ると思はれる。又別府では導管に竹管が多く用ひられその繼目は銅管で包んであるが，竹管の腐朽に伴ひこの繼目がゆるんだり，又竹管の腐朽の甚しい個處が，降雨による他水系の水壓增加によつて破損して混入率が急增すると兩者の相反關係を示すに到るのではなからうか。No.557は九月の雨で泉溫が5°C程低下してゐるが，これは前期と異つた水系になつやうに思はれる。之は一時的の降雨の浸入などではない。

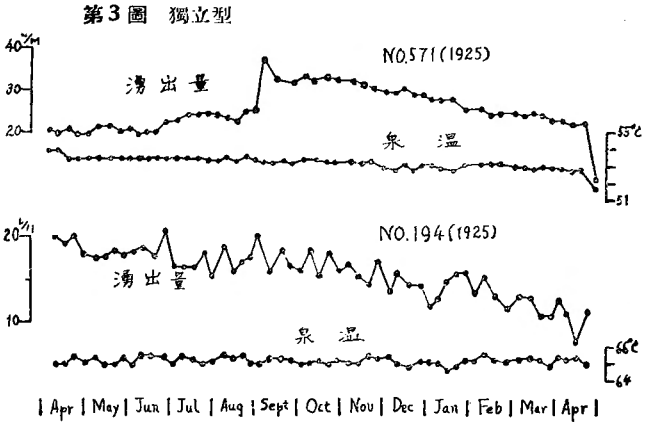
又No.1260の兩者相反關係は9月以後長期間でもとに回復しようとしてゐる。これは單に低溫水系が一時的に入つたものでなくこの水系が降雨により優勢になりそれが長期に渉つて漸次混入率が減少したものの如く想像される。

總じて兩者の相反現象では泉溫が低下する方の場合が比較的多いことが目につく。

兩者の相反的變化を示すものを假りに相反型と名づけやう。

以上3例と異り第3圖の如く湧出量の著しい變化にも拘らず，泉温が殆ど之に關係なく變化するものがある。又圖には示さぬが，湧出量が年間略々不變であるが泉温が自然に降下するもの(No.48)，上昇するもの,(No.771)，等がある。

第3圖 獨立型



第3圖の No.571 は湧出量の變化は激しいのに泉温は漸次單調に低下してゐる。湧出量の小變動に併行して泉温が變化するものがあるのは導管中の冷却をも考慮されるが，No.571 の如きは湧出量が比較的大きいから途中冷却度は極めて小さく，又，No.194 は比較的淺いので矢張冷却度が小さいのであらう。秋葉中間等温型の如く(3)地温が可なりの厚さで近い値をもつ場合，その間の水系のどれが優勢になつても泉温にはあまり影響を與へないことが考へられるが，No.194 や No.571 はそんな地域には屬してゐない。No.194 は導管途中淺いところで破損により管外に漏出する量が次第に增加してくると假想すれば說明がつく。

かくの如き湧出量と泉温の間に相關のないものを獨立型と名付けとおく。

以上の如く湧出量，泉温の相關について三つの型を分類したが，これらは特異性について注意したもの實際はこれらは混合して出きてゐる。多くのものは全く一つの型に入れることは困難で多少とも型の幾つかを合せもつてゐる。その爲，三つの型のどれにも分類できないものを複合型と名付けておく。

以上を要するに別府温泉を湧出量，泉温の變化の相關から見て四つの型を考へ，その原因として，導管中の冷却，他水系の混入，温泉水の漏出漏入等，が考へられるのである。

この研究に瀨野錦藏氏の文部省科學研究費の一部によることを附記して感謝の意を表する。

參 考 文 献

(1) 野満，池田，瀬野「別府温泉涵養源としての雨量」地球物理 第2巻第2號97頁

(2) 瀬野，西田「別府温泉二三の湧出口導管中に於ける温泉分布と途中冷却率」同上 第2巻第3號32頁

別府温泉の湧出量と泉温との季節的變化の相關に就いて

(3) 野満，山下「別府沿市内の地中温度分布と温泉脈」同上 第2巻第3號233頁

The Correlation between seasonal variations of flow and Temperature in Beppu Hot prings

Tsuna Iwami

There are 4 types of correlations between variations of flow and temperature in Beppu Hot springs; parallel type, inverse type, independent type, and complex type. some physical causes can explain them.