

# 雲仙温泉“源泉”の湧出量および泉温と 降水量との関係について\*

田 畑 七 郎\*\*

## 1. はし が き

雲仙の温泉場で湧出量の多いものの一つに源泉とよばれている湧出口がある。矢岳のふもとと旧噴火口、すなわち現在の雲仙温泉街の接する南東の隅に位置しているこの湧出口は矢岳に降り注いだ雨が、いわゆる地獄地帯を通過して湧出するものと考えられるが、土地の人は雲仙ゴルフ場内の空池の水の増減がこの湧出口の泉量を左右するものと信じている。空池とこの湧出口は水平距離で1 km 以上隔たっており、その間に矢岳のすそが横たわっている。この報告は、この源泉から湧出する温泉は矢岳に降った雨水が地獄地帯を通過中に暖まりながら種々の化学物質を補給され温泉となって湧出していることを明らかにする。

その方法として降水量と泉温、泉量との関係を述べ、さらに雲仙温泉について若干の特徴を明らかにする。

## 2. 資 料

ここで使用する主な資料は、昭和6年6月から12月まで、1週間または20日ぐらいの間隔で測った年間23回の湧出量の観測値と、約20年間の毎日1回の泉量観測の一部と日降水量である。

泉量(湧出量)の観測は容器に流入した量を単位時間(秒)に湧出した量に換算したものであるが、流入時間は1~3秒程度、量はその時々で変わるが、容器は3~4l程度のもを使用したらしい。

観測には誤差を伴うことが多いので、3回観測してその平均値をとっている。

3回の観測で、最大と最小との差は平均値の10%以内のものが大部分である。

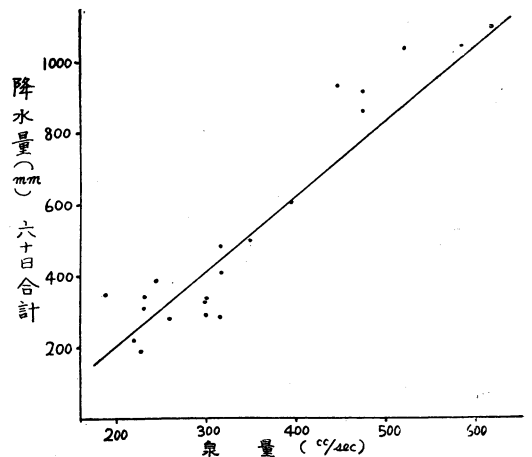
## 3. 降水量と泉量・泉温との関係

まず泉量は降水量と、雨が降ってからの時間とが関連したものと推定する。降水量と、雨が降ってからの時間とが適当に組合って泉量を決定しているとすれば、まず

何日間ぐらい前の降水量が影響しているかを調べる必要がある。同じ量の降水量でも前日の雨と数日前の雨とでは泉量に及ぼす割合が異なるであろうし、また雨の降り方によって地下に浸透する割合も違うであろう。

ここでは地下に浸透する量は降水量に対して一定の比率であるとする。また最初の試みでは雨が降ってから泉量を測定した日までの日数は一応その長短にかかわらず同一の比率であるとする。いま測定した泉量と、その測定前5日、10日、20日以下10日おきに90日までの総降水量とを対応させた図を作ってみる。

図をみると容易にわかるが、5日、10日の合計降水量と泉量との間には何等の関係もない(図は省略)、これは例えていえば10日間雨が降らなくても温泉は湧出するということと同じである。20日、30日、40日間の降水量



第1図 泉量と60日間降水量との関係

と泉量との間には多少関係はあるが、日数が多いほどよい関係があるのがわかる。そのようにして50日、60日、70日、80日、90日までの合計降水量と泉量とを対応させてみると、前日間の合計降水量と最も関係が多いのがわかる(第1図)。この60日間の合計降水量というのは前日に降った雨も同じ割合で効いているとしているので、一つの指数と考えるのが適当であろう。今後は一応これ

\* Relation of Precipitation to the Flow and Temperature of "Gensen" at Unzen Hot Spring.

\*\* S. Tabata 温泉岳測候所 —1959年12月1日受理—

を目安として次の段階に進む手がかりとする。

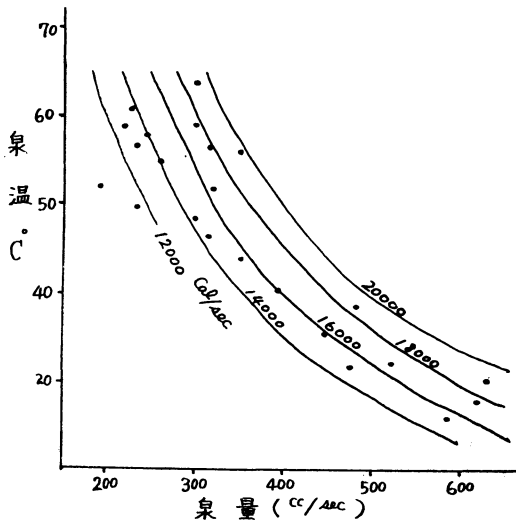
#### 4. 泉温と泉量

ここで泉温と泉量との関係を調べてみよう。この源泉の湧出口の上流付近はいわゆる地獄地帯の一部で、地表面に露出している地獄域は40~50mぐらいである。

地下水が地獄で暖められる区域は推定する以外に方法はないが、雲仙全体の地獄地帯の地表面の分布と、一部ボーリングで得られた地下の温度分布から推定すれば、およそ地表面の地獄域の2倍程度であろう。

この傾斜の上部に当る矢岳に降り注ぐ雨が雲仙の温泉を養う水源であろう。このことは前60日間の合計降水量とその日の泉量(湧出量)と一対一に対応するという型である程度証明されたわけであるが、この水が地下水となって流れる通路に当る地獄に変動がない限り常に一定の熱量を供給すると考えると、泉量と泉温との間には常に熱量を一定に保つ関係が存在することが推定される。

第2図はこの関係を示すもので、図中の黒点は観測した泉量と泉温とを対応させてプロットしたもので、曲線群は泉量と泉温から計算した熱量(Cal/sec)の等値線を示している。



第2図 泉温と泉量との関係

ここで熱量の計算には泉温0°Cを基準として起算している。この基準のとり方には問題があって、実際には降水量の温度や、毎日の気温をとる方法もあるが、明確な基準は定めにくい。

このような基準のとり方や観測の方法、その他の誤差を含んではいるが、供給している熱量はおおよそ16,000

Cal/secであることがわかる。結論として泉温と湧出量との関係は湧出量が大きくなれば泉温が下降し、少くなれば泉温は上昇する。その結果放出する熱量を一定に保っていることになる。

すなわち、泉温を  $T$  °C、湧出量  $Q$  (cc/sec)、熱量を  $C$  (Cal/sec) とすれば

$$T \times Q = C \quad C \approx 16,000 \text{ Cal/sec}$$

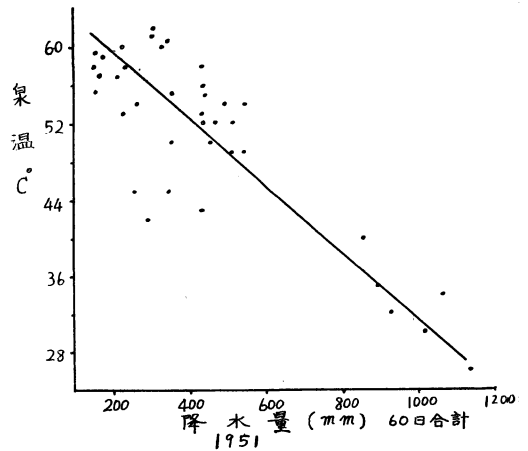
以上の事実は地獄地帯に変動がない限り正しいことが考えられ、逆にその変動は地下水の通路に当る地獄域の変動に対応することになる。

#### 5. 降水量と泉温

降水量と湧出量に以上の関係があるので、泉温と降水量にも関係があるのが当然である。湧出量は立地条件その他で測定しにくい、泉温は今まで20年以上毎日の測定値があるのでいろいろの解析に便利である。

ここで昭和26年の泉温の資料を使用してこの関係を確かめてみよう。前日と同様毎日の泉温の代表として1年間で、10日おきの泉量とこれに対応する40日から80日までの10日おきの合計降水量との関係を求めてみよう。

ここで60日間の合計降水量と泉温とを対応させた図(第3図)のみを掲げたが、この場合にも60日間の合計降水量と泉温とが最もよい関係があることがわかる。



第3図 泉温と60日間降水量との関係

60日間の合計降水量と関係があるということは前日に降った雨と60日前に降った雨とが同じ影響があるということであり、また61日目には全然関係がなくなることを意味している。これは不自然なことであり、このため両者の関係は余り密接でないものとなっている。

湧出量の資料が少ないので、十分な解析ができない

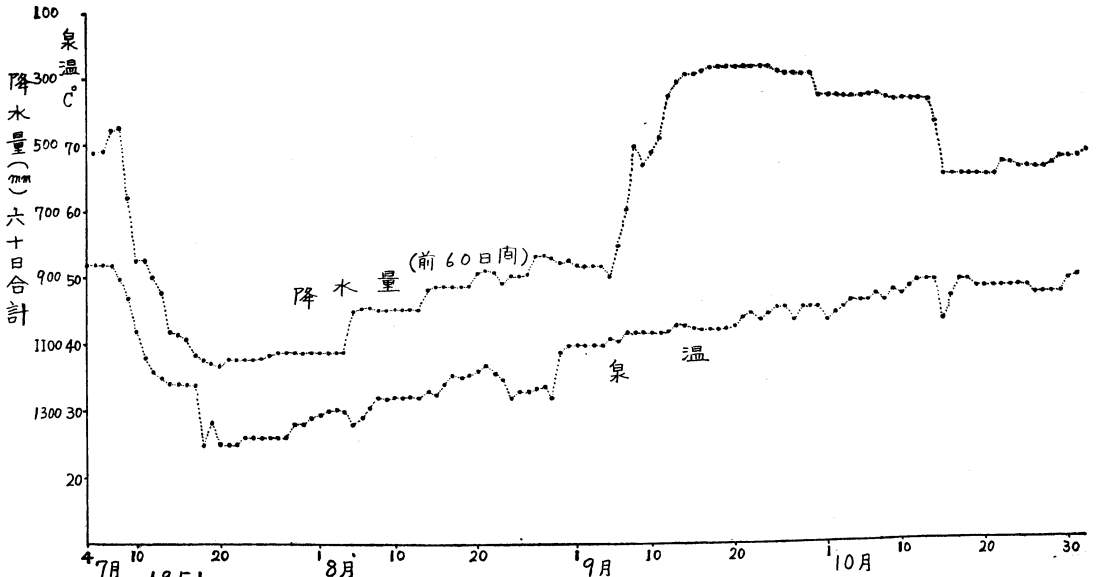
が、泉温は湧出量と一対一で対応するとすれば、豊富な泉温の資料を使ってさらに検討することが可能なわけである。

ここで昭和年7月4日から10月30日までの毎日の泉温とこれに対応する前60日間の合計降水量を図(第4図)にしてみよう。

この期間は7月の大雨の影響が継続するのを知るに都

る。この指数は  $\alpha \times A$  そのもので、これに降水量を乗じたものが実効降水量とでもいえるものである。

この実効降水量と泉温とを対応させたものが第5図である。図をみるとわかるようにこれは単に60日間の合計降水量と泉温の関係を示した第3図よりも密接な関係があることがわかる。ここでは降水量が100日間にわたって湧出量に影響しているといふ点を重視したい。



第4図 前60日間降水量と泉温の変化

合がよい時期である。

この図の降水量は毎日、前60日間の合計値がプロットされており、泉温の上下と降水量の変動が平行すればよいわけである。

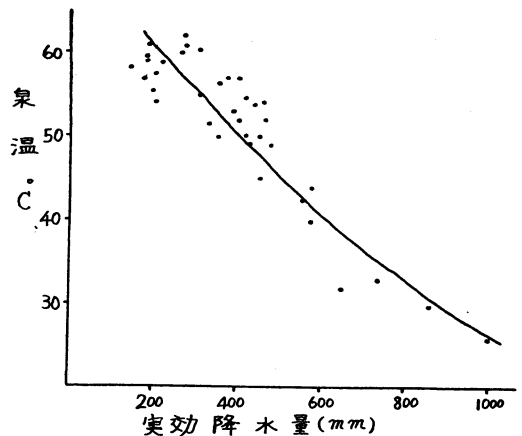
図をみるとわかるように9月5日から10月14日までの間は前60日の降水量の少ない時間であるのに泉温はこれにつれて上昇していない。この事実は7月8—9日前後に多量に降った雨の影響が10月中旬にまで及んでいることを示すものである。

すなわち降水量の影響は7月8—9日から10月中旬までおよそ100日間に及ぶものと判断される。いま降水量を  $P$ 、流域面積を  $A$ 、降雨が地下に浸透する比率を  $\alpha$  とする。

$$P \times A \times \alpha = \text{地下浸透量}$$

である。降水量  $P$  は測定できるが  $\alpha \times A$  の値とその時間に対する分布は不明である。

いま最近10日の雨には指数100、10—20日間では指数90、以下10日ごとに指数を10だけ減少すると仮定してみ

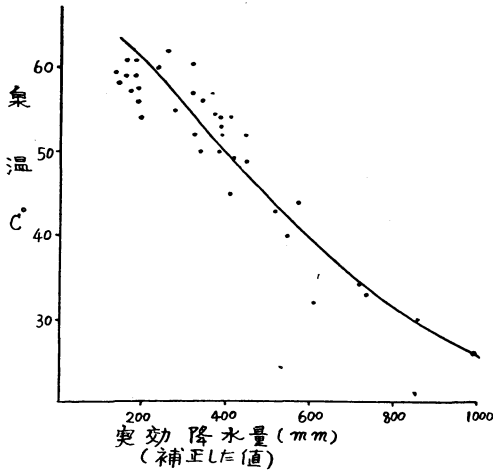


第5図 泉温と実効降水量との関係

最近10日間 100%

11—20日間 90%

以下10日おきに10%減少させた比率に降水量をかけて100日間の実効降水量とし泉温との関係を示す。



第6図 泉温と補正した実効降水量との関係  
第1日10, 第2日20, 以下1日10だけ増し, 第9日90, 第10日以降は第5図の場合と同じとする。

#### 6. 誤差の補正

以上述べたように降水量のみの資料で泉温や湧出量を推定できると考えられるが, 以上の方法にも多少の誤差はまぬがれない。

観測事実からも容易にわかるが, 大雨が降っても湧出量の増加や泉温の降下は数日後に現われる。このことから降雨の効果は最初は少なく, 日数が経つとともに増大して数日後に最大となり, その後100日ぐらいで止むことがわかる。

ここでさき述べた指数を次のとおり変更してみよう。  
すなわち,

第1日 10, 第2日20, 以下1日10だけ増す,  
9日で90, 10日以降はさきの指数どおりとする。  
このように補正した実効降水量と泉温との関係を示したのが第6図である。これは第5図と比較してさらに誤差が少ない。このようにさらに補正の方法を検討すれば誤差は少なくなるであろう。

#### 7. 結論と考察

(1) 源泉の湧出量が減少すれば泉温が上昇し, 増加すれば下降するが, その熱量は泉量や泉温に関係なく一定ではほぼ  $16,000\text{Cal/sec}$  である。これは地獄地帯を地下水が通過する距離と, その通路の噴気孔の活動力で定まることを意味している。したがってその地獄に変動がない限り放出する熱量は一定である。

(2) 雲仙温泉の泉量を支配するものは降水量であって, 地獄地帯の上流域である矢岳の降水量がその大部をしめることは地形上明らかである。

(3) 矢岳の地質は地下水を保存する能力が大きいらしい。他の山岳と比較する資料がないが, 降った雨は100日間以上山に保有されているらしい。

(4) 雲仙温泉は雲仙岳の多雨域にあって, しかもこの多雨をよく保存する地質のため, 山の温泉場として有利な条件を備えている。しかし, 地下水の源である矢岳の集水域の面積で, その量が限定される。

(5) 冬期間は噴気孔の活動が盛んになるのは一般に知られた事実であるが, これは地下水を暖めるに使用される熱量が少なくてすむためで, そのエネルギーが噴気孔の活動を盛んにしていると考えられる。

## 気象の英語 (11)

有住直介

### 13. notwithstanding, despite, および in spite of

この3つは, 「…にも拘らず」という時に使われ, またこの意味の時には, どれを使っても間違いにはならない。しかし A.C.D. によると, これらの間にはつぎのような相異がある。

notwithstanding は「ある種の邪魔」を暗示し, despite と in spite of とは, 「積極的な反対」をあら

わす, despite と in spite of との相異は, despite は文語体で使われ, 現在ではどちらかと云えば, 古い言葉であり, くだけた場合には最近では in spite of が使われる。A.C.D. に載っている例は

Notwithstanding the long delay, I shall still go.  
Despite the circulation of slanderous stories about him, the candidate was elected.

He succeeded in spite of all discouragements.