

別府市宮地嶽神社温泉井に於ける氣壓影響

理 學 士 瀨 野 錦 藏

1 緒 言

別府市宮地嶽神社境内に於ける温泉井の水位及び水温の變化に就いては既に紹介したと⁽¹⁾ころであつて、その水位變化は主として降雨によつて影響されてゐるのであるが、その測定方法は井泉壁上端の一定點より糸を下けて水面との垂直距離を尺度を以て測定するのであつて精密度は低く、微細な變化を得ても誤差範圍であらうと考へてゐた。然し實測に従事してゐると、乾燥期の10~4月の間では、降雨がある日にはその雨量が小さくとも水位の低下率が減じるか又は止み、降雨後再び水位の低下が続く。これとても初めは降雨直接の浸透ならんと考へて居たが、降雨の影響を研究した結果によると、大雨でも水位の上昇は翌日以後に現はれ、小雨量ほど實質的の滲透效果に日數を要する事が明かになつたから、上述の小變動は雨水の實質的の滲透よりも氣壓の影響と認められるのである。

2 氣壓影響の實例

今考へやうとしてゐるものは比較的微細な變動であるが、氣壓の變化（多くは低氣壓の襲來）のあるときは多くは降雨を伴ふ。降雨は上述の如く實質的に滲透して水位を上昇せしめるのであるが、大雨は急激に水位を上昇せしめるので明瞭に滲透を認められるが、小雨はその影響が遅く小さいから水位の低下速度をゆるめる程度で明瞭でない。小雨も度重れば上昇は遅いが明瞭となる。それで大雨の多い雨季の6~9月では影響の小さい氣壓の作用は明瞭でないから、この雨季に於ける資料からは探すのに困難である。乾燥期（10~5月）に於ては水位は殆んど低下する一方で、其の内でも水位の高い10~12月間は低下率も大きく、3~5月は小さくなる。従つて微變動も後者に於ては明瞭であるが前者では不明瞭である。それで氣壓變動の大きいところの前後で水位との對應を見るには先づ低下率を見付けて之を除く。低下率は既に紹介した如く指數函數的であるが、正當にやれば甚だ

手数がかるから今考へやうとする短期(一ヶ月内外)では直線的に低下するものとして全體的變化を除く事にする。従つて多少は全體的變化の殘餘がある場合もあるかも知れないから注意しなければならぬ。實際の結果はこの心配は大した事にはならなかつた。又二三日の水位變化が氣壓と相關があつても、すぐに氣壓の作用と速斷出來ぬ。何故ならばそれは單に測定誤差に基づく場合のあることもあらうからである。それで水位と氣壓との相關が 10~30 日位續いてゐる場合のものに就いてのみ考へる事とする。次に一ヶ月以上の氣壓の季節的變化の作用は一方的に水位の増減を生じるかも知れない譯であるが、上の方法で得た水位變化は一方的變化が除去してあるからこれには對應しない事になる。これは後日の研究に待たうと思ふ。

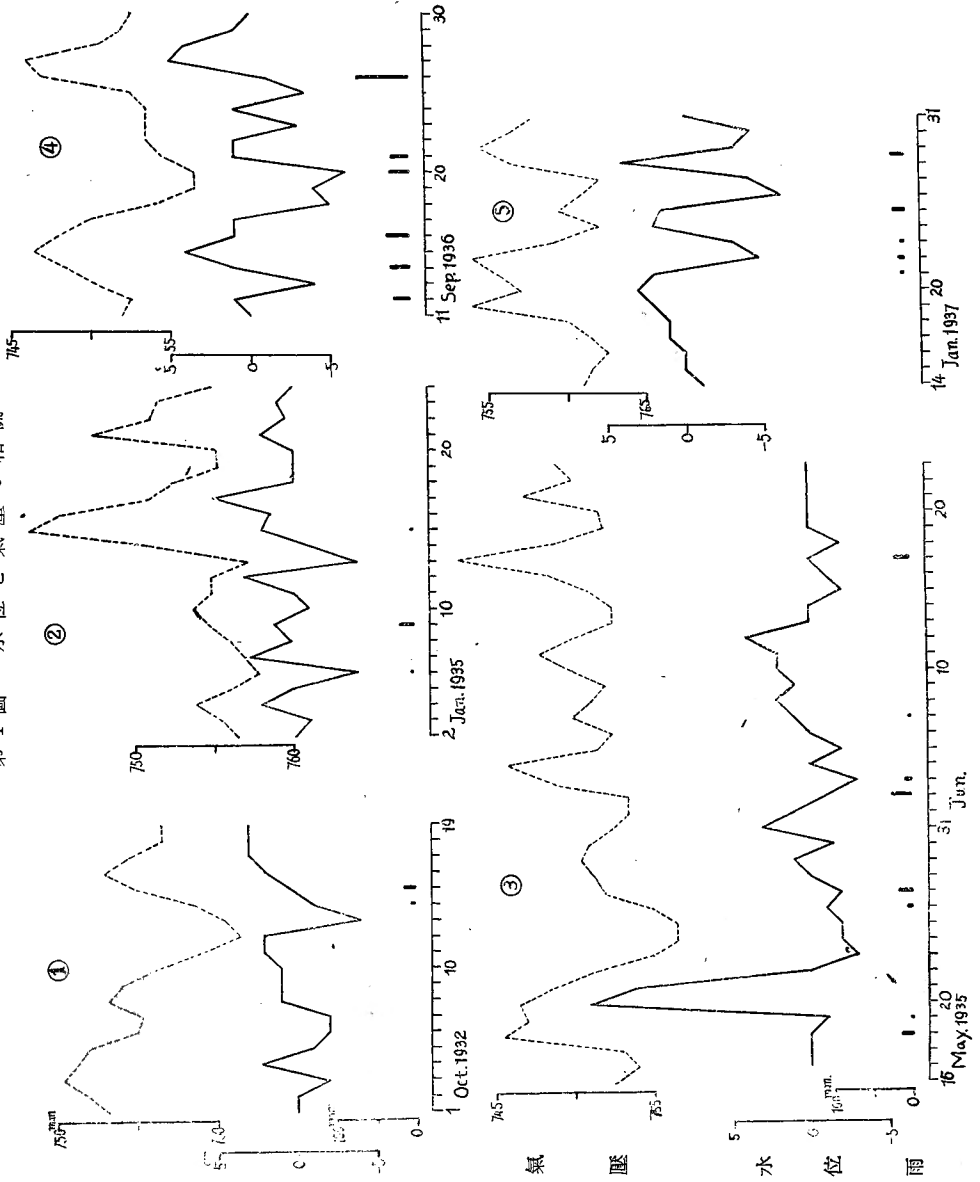
以上の如き方法で氣壓の大きく急激の變化のある場合に就いて水位の變化と比較調査したが、水位の微變動は必ずしも之に對應しない。ある場合にはその影響が相反してゐる。これは測定誤差にもより、又水位の微變動が氣壓のみならず何か他の例へば地震などの原因によつても左右される場合もあらうし、地下地質の關係や深さの相違により同じ氣壓の作用も逆の効果が起らないとも限らない。

然し、今は主として氣壓が壓力として井戸水面上に作用するのが微變動の原因にならうといふ考へから、兩者の相反關係のあるものに注意してその數例を第 1, 2 圖に示す。これ等の内で著しく目につく事は次の如くである。

(a) 氣壓の降下に伴つて水位が上昇するときには殆んど降雨がある。これから降雨の實質的混合が考へられるが、別論文にて紹介した如く、降雨が水位の上昇を齎らすには相當の雨量でなければならぬ。有效雨量限界は 50~60 mm である。この結果是一群の總雨量を標準にしたものであるから、雨量が尙小さくとも實質的效果がある場合もあらう。しかし、かる場合には位相差を生じなければならぬ。更にこの結論は概括的であるから一々に就いてはあてはまらぬかも知れぬ。そこで實例に就いて圖の (4) (7) (8) (11) の如く降雨の大なるにも拘らず水位の上昇が著しくないのを見れば、降雨の直接混合でない事を認めなければならぬ。(圖の水位は直線的低下を假定して除去したのであるから實測値に就いて考へても上の事は承認される)。

(b) 氣壓が水位に影響を及ぼすのに少しの位相差が見られる。大きい氣壓變化について附圖 (1) (2) (3) (6) (11) の如く明瞭に認められる。これは氣壓と水面が常に靜壓的

第1圖 水位と氣壓の相關



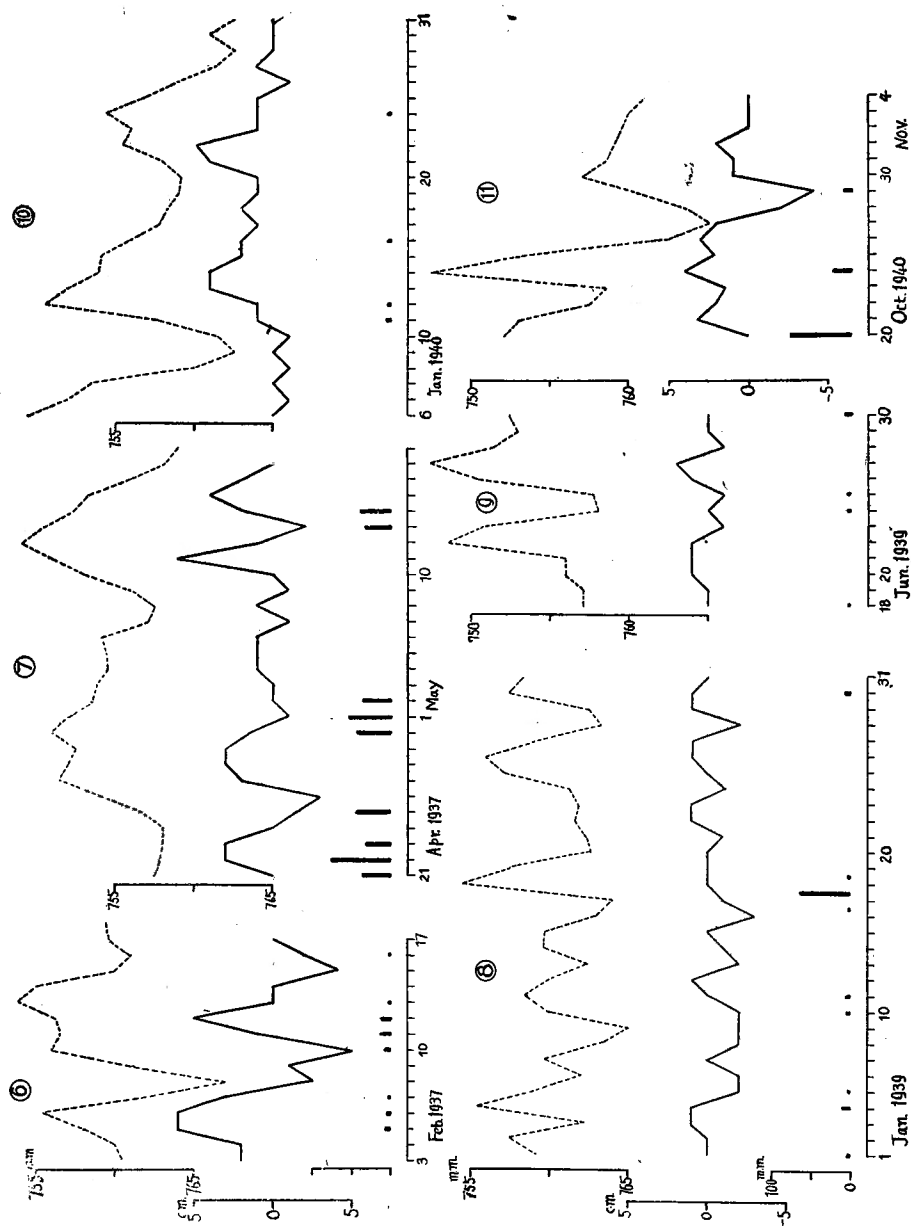
に平衡してゐるのではなく、地中の條件が關係してゐることを示す。

(c) 特異例として附圖(3)の水位の異狀上昇がある。これは

$$\frac{\text{水位變化}}{\text{氣壓變化}} = p \text{ (氣壓係數)}$$

として $p=22.7$ となり靜水壓そのまゝと見る ($p=13.6$) より遙かに大きい。この時の雨

第2圖 水位と氣壓との相關



量は約 15mm で降雨滲透を考へても充分説明出來ない。この時〔5月27, 28日有感微震, 震源地別府⁽²⁾〕とあり, 従つてこの水位變化は地震の前兆かも知れぬ。尙圖にはないが 1932, II, 28 前後にも $p=30.8$ の特異例があつた。雨量は約 15mm, その前後に〔III. 5. 有感微震, 震源地伊豫⁽²⁾〕とあるが, 此場合の水位と地震を關係付けるのは少し無理であらう。

3 氣壓作用の機構

以上の如き例が氣壓が水位に作用する結果と認められるならばその機構は如何。被壓層地下水に於てはその水面が直接大氣に接觸してゐるところにのみ氣壓が強く作用し得る譯であるが、不壓層地下水は之に反してその水面が地下の土壤の間隙を通じて大氣に連絡してゐるから氣壓は何處にも同様に作用して水位には變化を生ぜしめ得ないと思はれるのにも拘らず、氣壓の作用が認められるのである。そこでこの作用の機構を考へて見ると、

1° 氣壓の低下に多くは降雨を伴つてゐる。故に大地の表面近くでこの雨水によつて大氣と地中空氣とは遮斷される。故に地中空氣に氣壓の變化は及ばず、井水面にのみ作用する。故に氣壓の低下は水面の上昇を來たす原因となる。この考へは Cady 氏によつても考察されてゐる。即ち土壤濕潤せるときは氣壓の作用が現はれ、土壤乾燥せるときは作用が現れないといふ説明で彼の記録の説明をしてゐる。

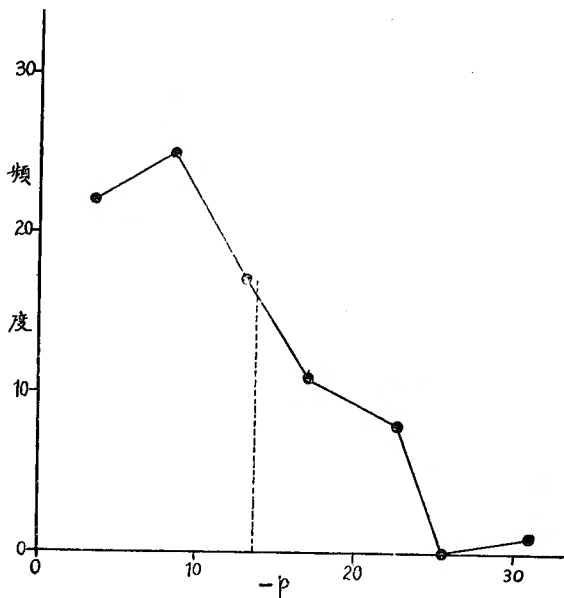
2° 降雨の影響として降雨が全地表を蓋ひ地中の空氣を壓縮せしめる爲に井水面を上昇せしめる事が出来るか。例へば 10mm の雨量は滲透すれば、土壤空隙率（例へば 40% とする）のため、地中では 25mm となり、地下 7m の水面までの空氣に對しては體積の收縮から $2.5/700=0.0037$ 位の壓力を増加せしめるから氣壓は $760 \times 0.0037=2.8\text{mm. Hg.}$ 増加し、水面は $2.8 \times 13.6=7.9\text{cm}$ 位は上昇せしめ得る（井水面は地中水面に對して面積を無視する事が出来るから）。然し上の如く地中空氣を滲透降雨水で全部壓縮し得るかどうか。雨量の少いときは全地面をうるほはすことが不可能の様に思へる。大雨によつて地中空氣を強壓すれば、泡になつて地上に出て來る。昭和 16 年 10 月 1 日に大分縣地方を襲ふた颱風は別府には 16 時間内に 284.2mm の雨量を齎したが、筆者は當日別府市文武通十一丁目及鶴見園より九大温泉治療學研究所に到る道の境川近くに於て道路中央邊に盛に泡立つのを見た。兩所は温泉乃至火山性ガス等は到底出現し得るところではない。これは上に述べた如き地中空氣が壓縮されて出てきたものと考へる。かく考へれば地中空氣の壓縮は少しはあつても地中空氣を全部閉込めるやうな事はないと想像される。

3° 温泉井の場合には單なる冷地下水よりも高温であるから、従つてその上部の地温、地中空氣温も高い。故に冷雨水が滲透してゆけば地中空氣温も低下し、従つて減壓する。然るときは井水面上に氣壓の低下があつてもこれと消し合ひ時經つて温度復すれば地中氣壓は増加して水位を上昇せしめる。この場合は氣壓の作用が遅れた如き外觀を呈する。

4° 以上の考はすべて降雨の爲に氣壓と水位とが相反關係を示す結果となるが、實例の(1)(2)(5)(10)では降雨を伴はずに氣壓の影響が現はれてゐる。従つて降雨が地面をうるほす事ばかりが原因でない。ある地下水面が地表より可なり深いときは大氣の變動は地中空氣を通じて地下水面にまで作用し得ない場合があると考へられる。それには地質上の關係も隨伴する。今後の研究を期してゐる。

5° 氣壓と水位の相反係數 ρ の値は第3圖の如くなる。多くは $\rho < 10$ であつて兩者の

第3圖 氣壓と水位との相反係數の分布



静止水壓の關係が減少されてゐるが、2°3' の場合があれば $\rho > 13.6$ でもあり得ることになる。

終りに指導を賜る野滿隆治博士に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 瀬野；別府市宮地嶽温泉井の水位及水温の變化に就いて，地球物理，第4巻290頁
- (2) 谷貞夫；九州地方及別府温泉地帯の地震概論，地球物理，第1巻165頁