

降雨と地下水との応答関係に関する検討

学生会員 ○大宅 康平
学生会員 市川 仁士
正会員 岸原 信義

1. まえがき。

長崎県島原市は「水の都」と呼ばれる様に地下水が豊富で、市内各所で湧水がみられ、鯉の泳ぐ町湧水や武家屋敷湧水・白土湖などは観光の名所として著名である。これら清冽で豊富な湧水群の湧水量は1日当たり約22万トンに達すると云われ¹⁾、その大部分は島原地溝帯の沈降に伴い厚く堆積した扇状地砂礫層中の地下水面が地表に接する境界面から湧き出ているものである¹⁾。

一方、平成元年11月から千々石湾で始まった群発地震は、200年ぶりの普賢岳の噴火活動の前駆となり、その後大きな災害を島原市・深江町に与え続けている。この噴火活動に際し、市内各所の井戸で水位の異常上昇や地下水の変色などの現象が報告され、これを契機に島原市役所では地下水位・湧水量・水質・水温などの観測を市内各所で開始している。然し、一般に地下水の変動には季節変動を始め雑音変動を含めた多くの変動要因が複雑に関連し合っており、短期間の資料から趨勢の大勢を判断する事は危険である。幸いに島原市役所では、この地変に先立つ昭和56年頃よりいくつかの地点の湧水量・地下水位の観測が地道に行なわれていた。此等のデータを利用し、短期間データを用いての火山活動に伴う水位の異常上昇や水位のモニタリングに関する検討を行なったので、その一部について報告する。

2. 検討に用いた資料と検討手法について。

主として解析の対照とした井戸は、島原市の南部に位置する新湊二丁目(吉田氏宅)と湊町(川本氏宅)の井戸で、解析対象期間は川本氏宅井戸が1986年4月、吉田氏宅井戸が1991年6月から、それぞれ1992年11月迄である。短期間の観測井戸は本光寺井戸を始め4つの井戸が平成3年5月下旬から観測を継続している。解析を始めるに当たって、先ずコレログラム分析(旬・月単位)により卓越周期を求め、その周期を基に周期解析を行い従来の周期・波高と著しく異なる時期を求めた。推定された変動の時期を境として、変動前の時期における実効降雨²⁾と地下水位の関係性を求め(日・旬・月単位)、この関係式を用いて変動後の実効降雨から地下水位を推定し、変動時期の確定と変動幅を推定した。なお、実効降雨と地下水位のタイムラグは系列相関分析でも確かめると共に、月単位の変動追認には降雨と地下水位の応答関数法を用いた。この様に手法を変えて検討を重ねたのは、地下水の変動が複雑であり単一の手法での解析は危険であると判断したからである。

3. 検討結果(1)ー川本氏宅井戸の地下水位変化についてー

まず解析は川本氏宅井戸の1986年から今日に至る全期間のコレログラム分析から始めた。その結果、求められた予想周期は2、3、4、5、6、7月で、この周期を用いて周期解析を行なった。その結果、1991年7月頃より周期解析の結果と実測値の値が著しく異なり始めている事が分かった。そこで、1986年5月より1991年7月迄を前期期間として、再度コレログラム分析を行なうと、自己相関係数が高くなると共に、予想周期も5、6、7、10、11、12、13に変わった。此等の周期を用いて前期期間で周期解析を行い、得られたパラメータを用いて、後期期間と名づけた1991年8月以降を推定した結果を図-1に示した。図-1

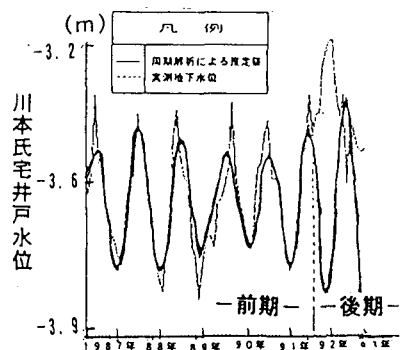


図-1 川本氏井戸水位の周期解析

から、この井戸の水位異常が1991年8～9月頃より始まっている事が分かる。この周期解析には降雨の影響が考慮されていないので、島原月降水量との応答関数を求めると共に、実効雨量を算出し地下水位との関係を求めた。まず、全期間について実効雨量を半減期と時差をそれぞれ変えて算出し、地下水位との相関係数を求めたが、相関係数は最高で0.4539に過ぎなかった。次いで、前期期間で同様の解析を行なったところ、時差0ヶ月、半減期1ヶ月の時に相関係数が0.7981と最も高くなった。

月単位での両者の時差がない事は系列相関解析でも確かめられた。月単位の実効雨量から地下水位を求める式は $Y=0.00088X+3.81$ となり、この式を用いて、全期間における地下水位を推定したが、周期解析・応答関数による解析の結果と同様に、川本氏宅井戸の降雨と地下水位との関係に変化が生じ、異状な水位上昇が認められた。この月単位と全く同じ解析を日単位で行なった結果を図-2と図-3に示した。図-3は前期で作成した実効降雨と地下水位との関係式で推定した1991年8

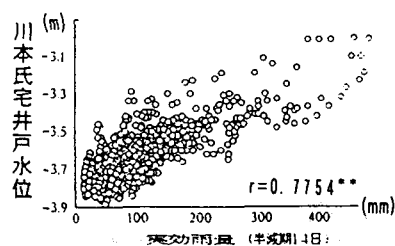


図-2 川本氏宅井戸水位と実効雨量

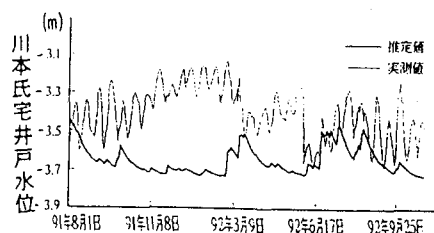


図-3 川本氏宅井戸水位の実測値と推定値

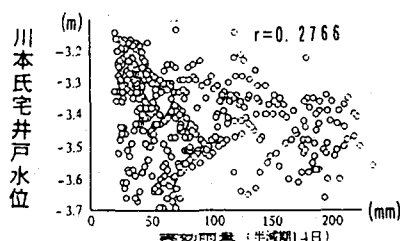


図-4 川本氏宅井戸水位と実効雨量

月以降(後期)の推定値と実測値を示している。11月から2月にかけては通常の年の groundwater の冬期に観測開始以来の最高水位を示し、無降雨が続いた点も考慮すると異常水位と云わざるを得ない。この期間における地下水位と実効雨量との関係を図-4に示したが両者の間には何の関連も認められなくなっている。

4. 検討結果(2) - 吉田氏宅井戸の地下水位変化について -

吉田氏宅井戸の地下水位の観測は期間が短く、平成3年5月から開始されているが、川本氏宅井戸の地下水位と実効雨量との間の相関が認められなかった後期について両者の関係を求めた結果を図-5に示した。また求められた推定式から地下水位を推定し、実測値との相関係数を求めると0.9345と非常に高く、今後予想水位と実測水位から地下水位のモニタリングに使用が可能である。

5. 結論

時系列変動に関する各種の手法を用いて検討を行なったが、川本氏宅井戸の地下水位に平成3年の秋に始まり、冬期の平成4年1月にピークに達する水位の異常上昇が確かめられた。また、実効雨量と地下水位の関係の解析は他の手法の結果と良く適合し、その後のモニタリングに活用出来る事を考えると有用な手法と云える。但し、地下水位解析には異常変動の有無の検討が必要である。

6. 参考文献

- 1) 古川 博恭：九州・沖縄の地下水、九州大学出版会
- 2) 渡・小橋：地すべり・斜面崩壊の予知と対策、山海堂

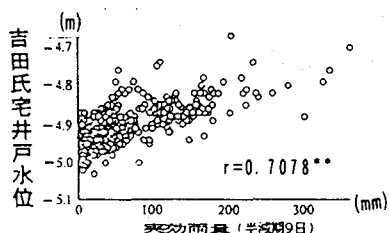


図-5 吉田氏宅井戸水位と実効雨量