

阿蘇火山流域の水収支に関する一考察

熊本大学工学部 正員 下津 昌司
 熊本大学工学部 矢北 秀一
 熊本大学工学部 和田 敏哉

1. はじめに、阿蘇火山カルデラ内の黒川、白川の各流域では、湧水や自噴井を含め、地下水の利用が盛んである。特に阿蘇谷(黒川)東部地区では、昭和30年代以降、中央火口丘の山麓部で新しく削井による地下水利用が始まり、42年の湧水を契機に代替水源確保のため、さらに増加を示した。その後農地の圃場整備事業に伴い、多い所では1haに1井程の割合で灌漑工井戸の統廃合が進められつつある。その年次別の変化を表-1に示す。阿蘇谷の水田は約4000haであるが、約2haに1井の割合である。このため自噴帯に表-1 阿蘇谷湧水ヶ所数

34年 27	37年 31	42年 33	44年 49
300	610	2620	103

(阿蘇谷改訂井戸台帳による)

2. 水収支 流域水収支の算定において、地下水の貯留・流動に関しては、精緻な計算方法が開発され、結果と挙げているが、現実の流域を対象とした水収支では、現地で得られる物理パラメーターの精度、分布の密度などの問題の外に、限られた観測値で、しかも拙劣の意味・誤差を含んでいる水文量を用いて計算しなければならぬ制約がある。したがって詳細なシミュレーションに先立って、流域の境界を越えた水の流入・流出、水収支上問題となる主要な項目を適確に把握し、マクロ的に周知のよい算定と示さなければならないことが肝要である。そこでまず水収支の基準量である降水量と河川流出高の時系列としての変動特性の概況を把握するために、時系列の周期性、持続性、非定常性(トレンドの有無)などを検討する。周知のように同一の水文量であっても、時間単位・資料数、期間のとり方によって卓越する変動特性は異なる。ここでは、流域での循環速度が最も遅い地下水を含めて考えるために、年・月単位の比較的長い時間とする。まず降水量については、最も資料数の多い熊本(40年)と阿蘇山(49年)の年および月単位のコレログラムを図-1に示す。太陽活動の周期性との関連が問題となるが、

熊本の年降水量は不規則で、顕著な周期性、持続性は認められない。月降水量では年周期が当然認められる。つぎに年降水量と流出高について10年移動平均もとり(図-2)、月水文量については、12ヶ月移動平均により(図-3)直線トレンドを求めると、それぞれ対象期間のとり方によって異なった傾向となる。降水量の変動に対し、流域での貯留効果による流出高の変動は、当然平均化された形で緩やかな変動傾向を示している。白川、黒川の両流域について昭和42~54年の12年間について2次式により収支の変動を求める。

$$\sum (P - O - E) \cdot \Delta t = \sum (\Delta S) + \sum (G_0 - G_L) \cdot \Delta t \quad \cdots \cdots (1)$$

$$P: \text{降水量}, O: \text{流出高}, E: \text{蒸発散量}, G_0, G_L: \text{地下水としての流入, 流出高}$$

$$\Delta S: \text{流域貯留高の変動}$$
 いずれもmm単位。ここで左辺の各観測値は種々の誤差を含んでいるが真値は不明である。したがって、その影響は計算上の式の右辺、特に $\sum (\Delta S)$ に集約されてしまう。そこでこれを検証するために流域内の代表的帯水層の地下水位の変動と対応させ、その傾向を検討してみる。(図-4)

両流域について地下水位との式(1)の右辺の12ヶ月移動平均値を示すと図-5の通りである。白川流域については、地下水位との相関が高く2ヶ月おきで、0.78を示す。(図-1) 両方(両者の)トレンドは異なり、地下水位に対し、水収支計算値は増加傾向を示している。これは右辺の $(G_0 - G_L) > 0$ 、すなわち流域外へ地下水流出が卓越するから、左辺のPの見積りが少な過ぎる(約30~20%)のこの両方、それは、いずれかである。現在の阿蘇谷の影響を考えている。一方黒川流域については、前述の通り、自噴帯の縮小と地下水位のトレンドが負値を示していることから流域貯留高の減少が当然考えられる。地下水位には47年に顕著な低下が現れ、その後僅かな低下を示しつつ現在に至っている。この過剰降水量はおよそ $(2 \sim 4) \times 10^7 m^3$ と推定される。一方水収支計算値は①式の左辺が負値を示し(平均 $-230 m^3/年$, $2.9 \times 10^7 m^3/年$)、これは流出高Oが大きいためであり、これは過剰

雨水に伴う流出量増の外に、他流域からのGIが相当量あることを意味する。九州農政局の調査による値は $2 \sim 3 \times 10^7 \text{ m}^3$ 程度であることから、大部分はGIと見てよい。水位低下により、重大な障害が発生している訳ではないが、現状では自然涵養による水位の回復は不可能であろう。

3. まとめ 降水量については、太陽黒点の様なはっきりとした周期性は認められず、経年的に多雨と少雨の傾向が存在し、流域内の地下水位も、それに伴って変動していることが認められる。この地下水位と水収支計算上の貯留高が、よく対応しているため、地下水位によって水収支の検証や修正が可能である。この結果白川流域では、流域の水収支は略平衡を保っており、現状では地下水涵養に伴う水収支上の問題はない。

一方黒川流域では、流域外からの地下水流入GIがあり、さらに自然の循環速度を上回る流域内地下水の排出により一時期地下水位の低下が発生し、その傾向は続いている。したがって今後は水収支を考慮した地下水涵養を考へるべきときである。なお、考へるべきの山麓地帯の地下水位を、カルデラ内流域と比較するため図-5中に示しているが、現状では白川流域と対応しており、低下の傾向は認められない。

参考文献
1) 九州農政局調査部「阿蘇カルデラ火山の地質と地下水」昭47.3

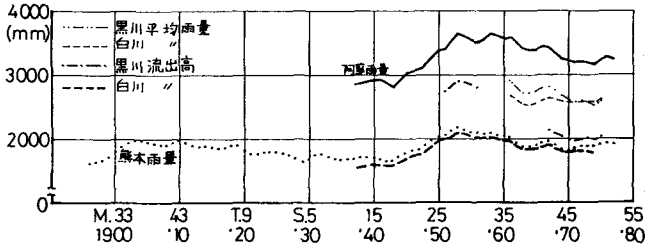


図-2 年降水量・流出高10年移動平均値

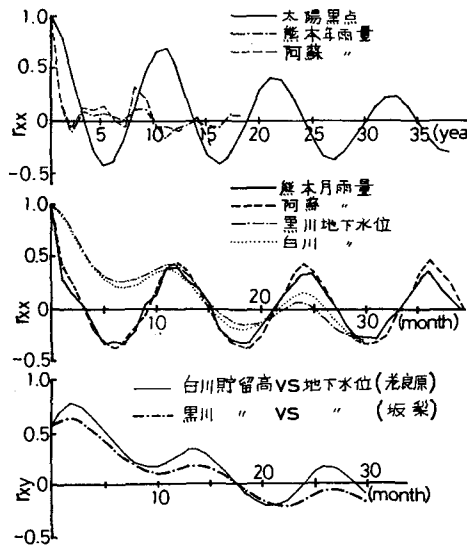


図-3 月降水量・流出高・貯留高の12月移動平均値

図-1 年降水量の自己相関および流域貯留高～地下水位の相互相関

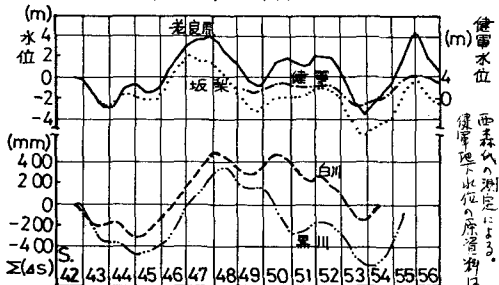


図-5 地下水位・貯留高の12月移動平均値

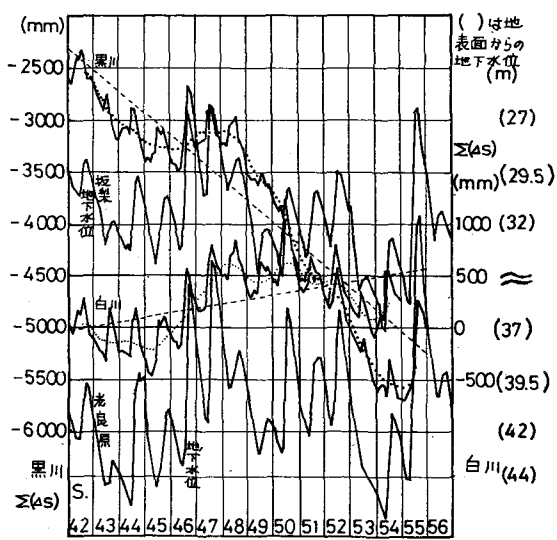


図-4 地下水位・貯留高変動