

南薩台地における流出特性

塚 田 公 彦

Run-off Properties on Nansatsu Plateau, Kagoshima Prefecture

Kimihiko TSUKADA

I. 諸 言

火山体を水文学的に取り扱った研究は多いとは言えない。Meinzer, O.E. (1927) に始まる意識的に火山体にアプローチを試みた諸研究は Tolman, C.F. (1937) の Groundwater にその成果が多数取り入れられている。また我が国においては阿部謙夫 (1926), 菊地英彦 (1932) などによるものが初期の例であると言えよう。

最近では, 山本荘毅 (1970) が火山体の水文学に関して従来の研究上の問題点を指摘し, 今後の動向を示唆している。また, Winograd, I.J. (1971) も山本とほぼ同様な指摘を行なった。しかしながら, それ以後も火山体の水文学に関しては, 余り大きな変化はなく, 依然として緒についたばかりの段階に留まっている。これは研究の必要がないからではなく, 研究を遂行する上で多くの困難があるためである。

シラス地域における研究例もいくつかあるが, その目的とするところは異り, 資料の精度, 期間などにも問題がある。また, 器としての「流域の水」というよりも「河川の水」「台地の水」という扱え方がなされているものが多い。すなわち, シラス地域はもとより, 火山体における水文学的研究例は未だ不十分といわざるをえない。

従って, 本研究の目的は火山体の一部分としてのシラス台地における流出の特性を明きらかにすることとし, 特に本稿では, シラス台地の流出に関して水収支的検討を加えることに観点を置いた。

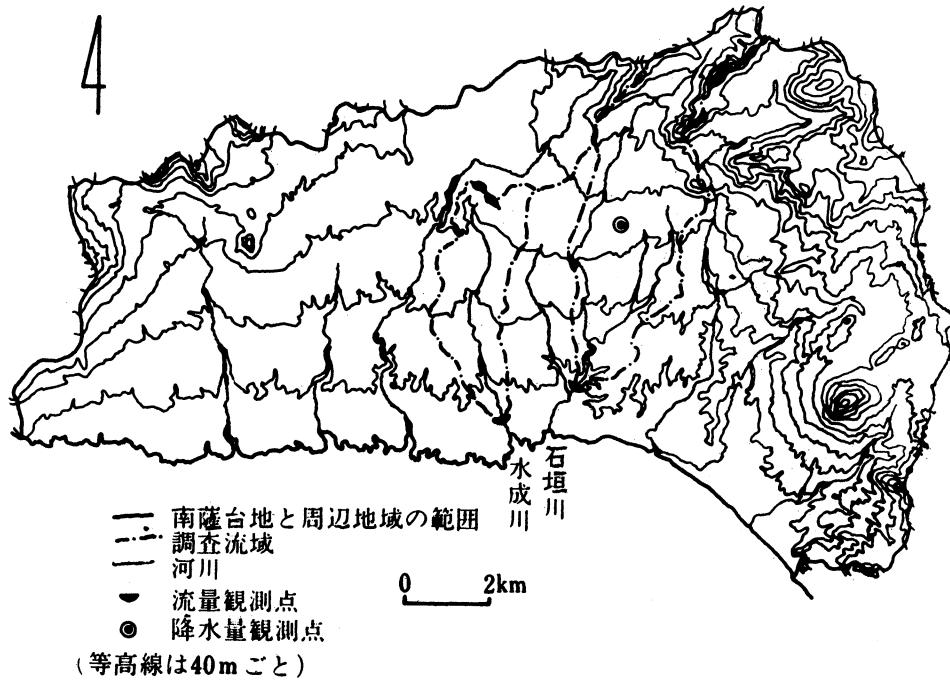
このための研究地域を選定するにあたって, 次の条件を考慮した。①シラス台地または火山体の部分を構成している流域であること。②表層地質に大差がないこと。③相互に隣接していて, 降水量や降水特性に大差がないこと。

これらの諸条件を考慮した結果, 薩摩半島の南端にある南薩台地をフィールドに選定した。

II. 研究地域の概観

1. 自然的条件の記載

研究地域は薩摩半島の南端部に位置し, 周辺の地形は北東部を 500 m 前後の山地に, 西～北西部を 400 m 前後の山地に, 東部を 500～900 m の新期火山の孤峰にそれぞれ囲まれ, 北部は万之瀬川の支流によって開析された, シラス台地の複雑な谷となっている。この台地面は南に緩く傾斜してい



第1図 調査地域とその周辺の概観図

て、地盤標高は 40~200 m の範囲にある (第1図)。台地上には小河川が8本相互にほぼ平行して、上流部で南西方向へ流れ、下流部で向きを南に変え、東支那海へ注ぐ。

地質は東部の山地が第三紀または第四紀の火山であるほか、台地面のところどころに第三紀の埋積残丘が点在する以外は山地はすべて中生層の砂岩、頁岩の互層からなる。台地はこれら山体の谷を埋めるような形で堆積した阿多、始良火山の噴出物と言われる熔結凝灰岩および軽石流堆積物で構成されその厚さは 100 m 以上におよぶ場合もある。

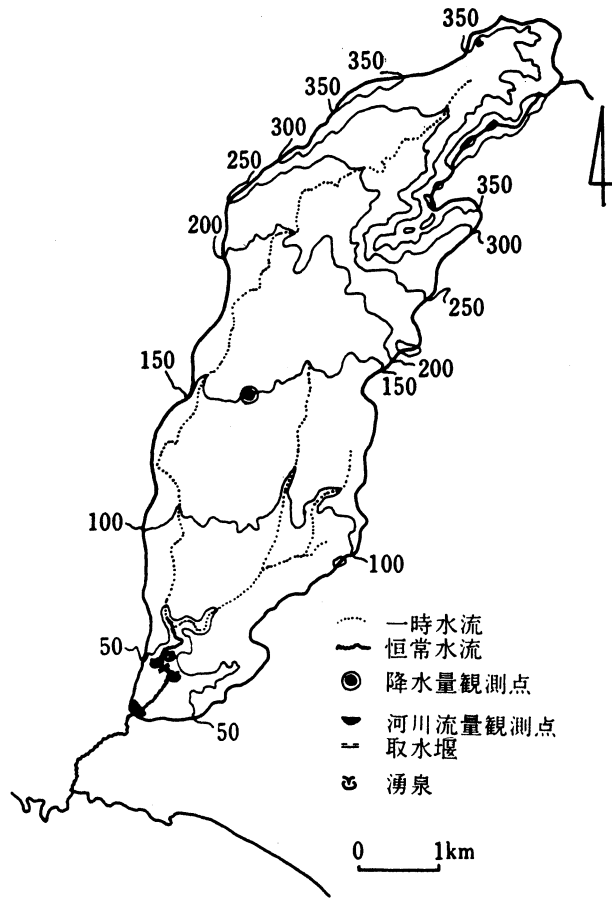
台地東部ではさらにこの上を開聞火山の噴出物 (スコリア) が覆っており、これらの土壌はコラと呼ばれている。

山地および河谷周辺には、人工林を主とする樹林地があり、台地表面は大部分が畑地となっている。この周辺の年平均降水量は枕崎の資料では 2300 mm 程度で、6月に最多雨量が現われていることが多い。

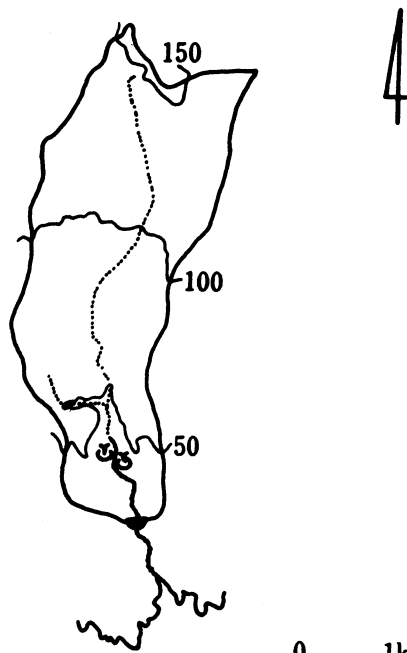
概略以上のような地域で2ヶ所の調査流域を取り上げる。調査流域の主体は石垣川流域とし、水成川流域を比較の対象とする。流域の概略図は第2図に示す。石垣川流域の面積は 17.04 km²、水成川流域の面積は 7.71 km² である。また、両流域の特色は、河口から約 2 km 付近より下流側で恒常水流がみられるが、それより上流では水流は一時的である。この水流は、河口から約 2 km 付近、標高約 30 m 付近の谷壁にある熔結凝灰岩の亀裂から生起し、火山地域によく出現する形態を示している。

2. 水文諸要素の測定およびその結果

これら流域において、1975年10月~'77年3月にかけて、降水量、河川流量を主とする観測を継続



第 2 図(1) 石垣川流域概観図



第 2 図(2) 水成川流域概観図

0 1km

凡例は石垣川の場合と同じ

した。降水量は石垣川流域のほぼ中央部にある青戸小学校の露場を借用し、7日巻転倒マス型隔測自記雨量計を使用した。水成川の流域内には雨量計は設置しなかったが、これら2流域は、ほとんど隣接し、標高差も少ないので、地形的条件による降水量の大差はないと判断した。

河川流量は石垣川は河口から約1.2 km、水成川は約1.5 kmの地点に7日巻、リジャー型自記水位計を設置し、水位記録をとった。これに先立ち、河川において、高水、低水各水位に対する流量測定を各々20回程行ないその資料をもとに水位流量曲線を描き、最小2乗法によって曲線式を求めた。

(Q; 流量, h; 水位)

$$\text{石垣川 } Q=4.797 (h-0.069)^2$$

$$\text{水成川 } Q=17.98 (h-0.039)^2 \text{ である。}$$

その後数回の流量の実測を行ない、石垣川では±10%以内、水成川では±15%以内の誤差の範囲であることをほぼ確認した。

降水量、河川流量ともに日量で得られたが、それぞれを月別に集計し第1表に示した。調査期間中の降水量の年変化の特色は、平年値と比較して、2月、3月、4月が約70 mm多く、6月は約180 mm、9月が約150 mm多く降水量があり、12月、1月および8月は約50 mm程度少ない降水量であった。従って、河川流出量も必ずしも平年型の変化を示しているとは限らない。しかしながら石垣川の湯水流量は、1976、1977年とも1日乃至2月に現われ(第3図)その量もほとんど等しいので、湯水期を

第1表 月別降水量と月別流出高

年 月	枕崎降水量 (mm)	青戸降水量 (mm)	石垣川流出高 (mm)	水成川流出高 (mm)
'75. 11	—	79.0	85.7	39.4
12	—	49.5	64.3	42.0
'76. 1	115.8	43.5	48.3	31.5
2	111.3	179.0	50.4	38.3
3	139.6	216.5	93.3	47.8
4	206.0	274.0	102.7	59.5
5	243.9	214.0	134.4	98.7
6	374.4	556.0	273.0	149.1
7	272.2	276.0	342.6	159.0
8	183.6	130.0	181.7	82.8
9	188.2	342.0	161.7	75.7
10	121.0	98.0	109.3	57.2
11	107.4	77.0	62.6	46.1※
12	112.5	78.0	56.7	49.1※
'77. 1	—	46.0	54.5	36.9※
2	—	113.5	45.4	44.8※

- 1) 枕崎降水量は1924—61年の平均。
- 2) ※印は減衰係数を求めて計算した推定値
- 3) 石垣川の水年は'76年2月～'77年1月であり、水成川の水年は'76年1月～'76年12月とした。
これらの値で計算すると、石垣川の年流出率は65.3%、水成川は36.0%となる。

石垣川では2月，水成川では1月とし，水年はそれぞれ2月および1月に始まるものとした。

なお，流域の水収支を考える場合に，期間の設定を長くすると蒸発散の量を考慮することが必要となってくる。蒸発散量の測定は，独立の方法がなく，ここでは菅原正巳・勝山ヨシ子（1959）による値を使用した（第2表）。

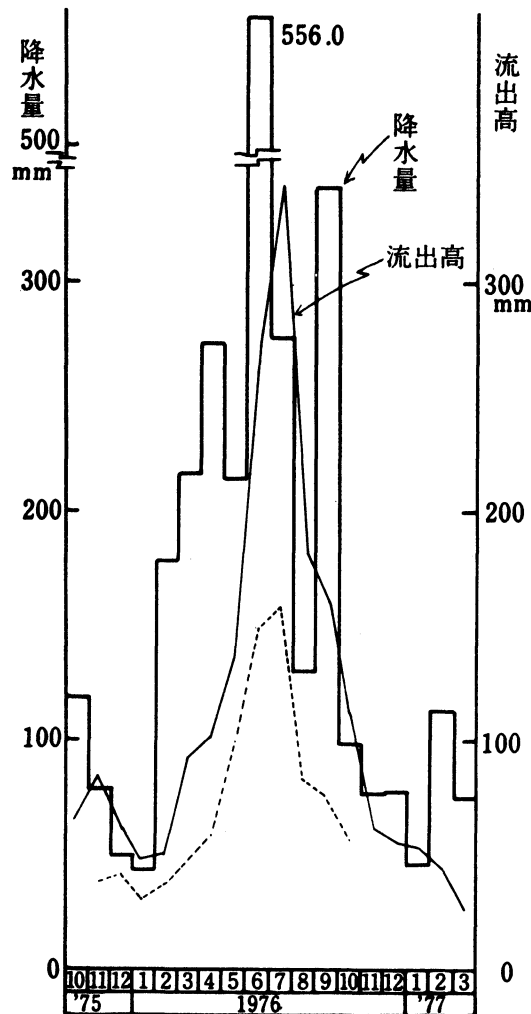
III. 調査流域の流出に関する水支的検討

調査流域における流出の特性を明確にするために，水収支的検討を行なった。ある流域での正確な水収支を算定するためには，入力項である降水量，他流域からの地表水，および地下水の流入量（この2流域については，降水量のみでよい）と並び，出力項となる地表水，地下水流出量，および蒸発散量が把握されていなければなら

第2表 九州地方の月別蒸発散量

月	蒸 発 散 量 (mm)
1	20
2	25
3	40
4	60
5	85
6	95
7	115
8	115
9	85
10	50
11	35
12	25
計	750

菅原，勝山（1959）による。



第3図 月別流出高と月別降水量の関係
但し 破線は水成川の流出高を示す。'75年10月と'77年3月の降水量，流出高は1月末満の集計値

ない。しかしながら、調査期間を通じて得られた資料は降水量と河川流出量であった（Ⅱ-2参照）。

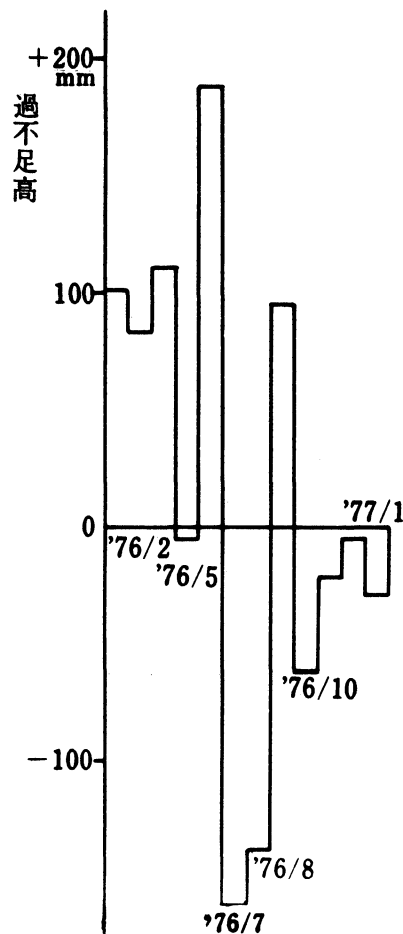
そこで、菅原，勝山（1959）の値を用いて石垣川の概算を行なうと、降水流と河川流出量の差は年間約 860 mm であり、蒸発散量 750 mm との差は大きくない。従って、この流域からの地下水流出はほとんど零と考えることができる。

以下の水収支計算はこの前提条件のもとに行なった。

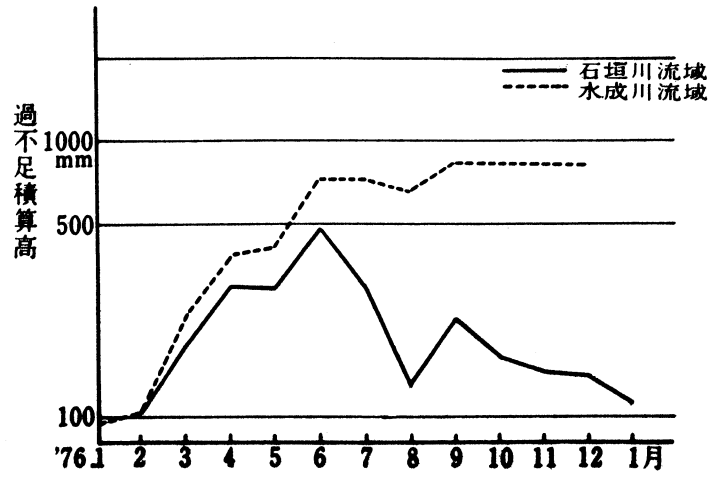
1. 石垣川流域

石垣川流域の月別降水量と月別流出量との間には第3図に示したような関係がある。この図から10月～1月にかけての降水量と流出高との差は、ごく小さいが、場合によっては降水量がマイナスになっていることがわかる。また、この観測期間においては7月、8月の降水量もマイナスとなって現われた。このような場合、当然それ以前の月の降水余剰分から不足月の流出不足分を差し引くことになる。さらに1水年という期間をとっているので、蒸発散についても第2表に示した値を各月に加算して月別の過不足を計算した。その結果を第4図に示した。

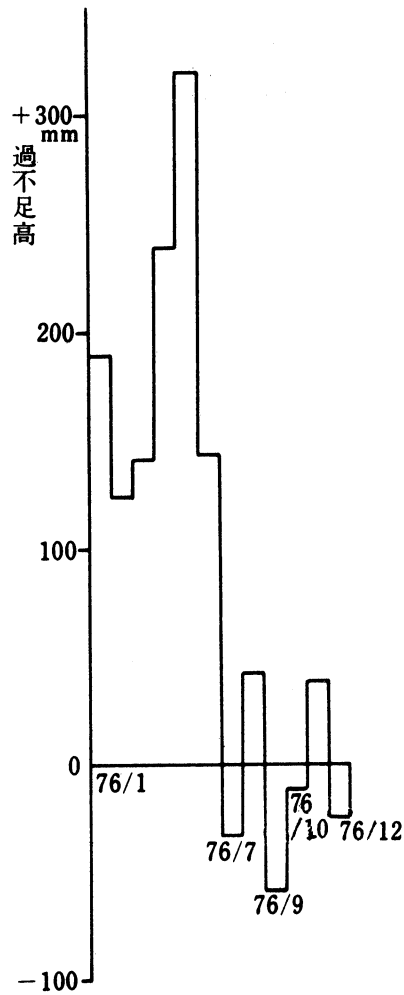
この図から、調査期間中、実際に降水量の不足した月は10月から1月にかけてと7月、8月および



第4図 流出量の月別過不足の変化（石垣川）
横軸：'76. 2～'77. 1



第5図 水収支計算によって求められる流域内貯留水量の積算高
 流域内貯留水量の積算高は $\sum \{P - (D + E)\}$ で求められる。
 但し P : 降水量, D : 流出高, E : 蒸発散量で月別集計値



第6図 流出量の月別過不足の変化 (水成川)
 横軸: '76. 1~'76. 12

5月も不足気味であったことかわかる。これを一年間にわたり積算すると第5図のようになり、石垣川流域の場合は、水年単位で考察するならば、ほぼバランスが保たれていることになる。この積算曲線が増加を示すだけのような場合は、降水過剰分が流域内で増加することになり、流域は湿潤化していくことを意味する。

2. 水成川流域

同様の操作を水成川について行なってみた。この流域は流出高は少なく、第3図においては降水量に対する流出の過剰は各月を通じてまったく見られない。しかしながら各月の蒸発散量を減じて、月々の計算を行なってみると、第6図のようになり、'76年7月、9月に負の値となり、'76年10月、12月においても各月の収支は零に近い値となっている。

この流域の'76年11月以後の資料が欠けているため、水年単位の積算は、水位流量年表（ここには掲載していない）から前年の同時期の減衰係数を求め、'76年の11月、12月の流出高を推定した。その結果、それぞれ45.8 mm, 49.2 mmを得た。従って、この流域の水年は暦年と同じく1月～12月に設定できる。

この第6図に示した月別の過不足を水年で積算すると、第5図の破線で示したようになる。この図は1水年毎に700 mm前後の降水過剰が生じていることを示し、石垣川流域について記した流域の湿潤化が進むことを示している。しかしながら実際には、そのような現象は起っていない。

竹崎徳男（1972）によると、水成川流域の大部分は、この地域における不透水層基盤の最も深い部分とされている。この条件を考慮すれば、この流域への降水は、地下深部まで浸透し、そのまま流域外へ地下水流出という形で流出してしまうと考えるのが妥当であろう。そのため河川流出として把握される流量が少ないものと思われる。

3. 2流域間の流出の比較

石垣川、水成川両流域における水収支結果から若干の比較検討を行なうと、石垣川流域においては、年間の流出率は約65%で、日本の平均的な値^{註)}と大差はない。従って、この残りから蒸発散量を差し引くとほとんど、零となり水収支は保たれる。さらに、地下水流出の成分を多量に見込む必要もなくなる。ところが、水成川流域においては、河川流出として把握される流量は少なく、年流出率も約35%どまりである。Ⅱ-1において言及したように、この2流域間の降水量や降水特性には大差があるとは考えられない。さらに隣接して、ほぼ同じ標高付近にある流域であるため蒸発散量にも大差はないはずである。その結果、考えられる要因としては上記の地質条件すなわち、水成川流域の不透水層基盤の状態が、これら2流域の流出特性を支配する鍵となっているものと考えられる。なお、地下水流出の形で流域外へ流出するはずの量は、水成川流域で約700 mm/年、石垣川流域で約100 mm/年という値が得られた。

IV. 結 語

以上、南薩台地における流出の特性を主として水収支的観点から概観した。隣接し、しかもほぼ同

じょうな自然的条件を有すると考えられる2流域において、流出高だけに視点を置いてみても、かなりの差違があることがわかった。

これはシラス地域と呼ばれる南九州や他の火山体における流出の特性の一つであるが、他流域との比較、および本地域における直接流出、あるいは直接流出と地下水流出との関係などについては別稿に論じたい。

本研究は昭和51年度、文部省科学研究費一般研究(C)(代表者、塚田公彦 課題番号 058066)の補助を受けて行なったものの一部である。記して謝意を表す。現地調査にあたって協力を惜しまれなかった木佐貫秀明氏にもあわせてお礼申し上げる。

文献および注

- Tolman, C.F. (1937); Groundwater 593 p. McGraw-Hill.
- 阿部謙夫 (1926); 九州における河川の流量に就て (前) 土木学会誌 12. 783~849
- 菊地英彦 (1932); 我国河川の流量に就て, 土木学会誌, 18. 919-937
- 山本莊毅 (1970); 富士山の水文学的研究——火山体の水文学序説——地理学評論 43. 267-284
- Winograd, I.J. (1971); Hydrology of Ash Flow Tuff: A Preliminary Statement, Water Resources Research 7. 994-1006
- 菅原正巳・勝山ヨシ子 (1959); 九州地方の諸河川の湧水流量の予測について資源調査会資料 p. 366-426
- 竹崎徳男 (1972); 鹿児島県における裂か地下水の開発 (電気探査と水理地質の調査成果について) 地学雑誌 81. 336-343
- 注1) 高橋純一 (1918) 河川地理学 (岩波書店) ほかによると日本の河川流出率は、地方ごとに差があるがほぼ65~75%が平均値であると考えられている。

(1977年10月24日受理)