

II-357 火山流域における広域水収支

—阿蘇火山西麓部を例として—

熊本大学工学部 正員 下津 昌司
建設省土木研究所 正員 石崎 勝義
同 正員 北川 明

1. はじめに 広域的な水循環過程の把握には、地下水の流動も含めた流域界の設定[※]が、必要となる。それは、一般に地上の分水界を越えた広がりをもつ、ある同じ領域を設定することになるが、その場合、対象流域を含めた流域相互間の正しい水収支関係を把握することが重要である。特に火山流域では、埋没した火砕流やキ裂に沿って、地下水の流動が顕著な場合があり、地下水シミュレーションの適用など、詳細な解析に先立って、流域外との流入とを含めた整合性のある水収支の把握が特に必要である。通常水収支計算は誤差を含む面積雨量と河川流出量を基礎としておこなうが、それらの水文量も、実用的にどの程度有効な結果がえられるか、実流域について検討をおこなった。

$$P(t) - (O(t) - E(t)) = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

P: 降水高 O: 流出高 E: 損失高
 ΔS : 貯留高変化 Δt : 単位の時数

2. 研究対象流域および方法

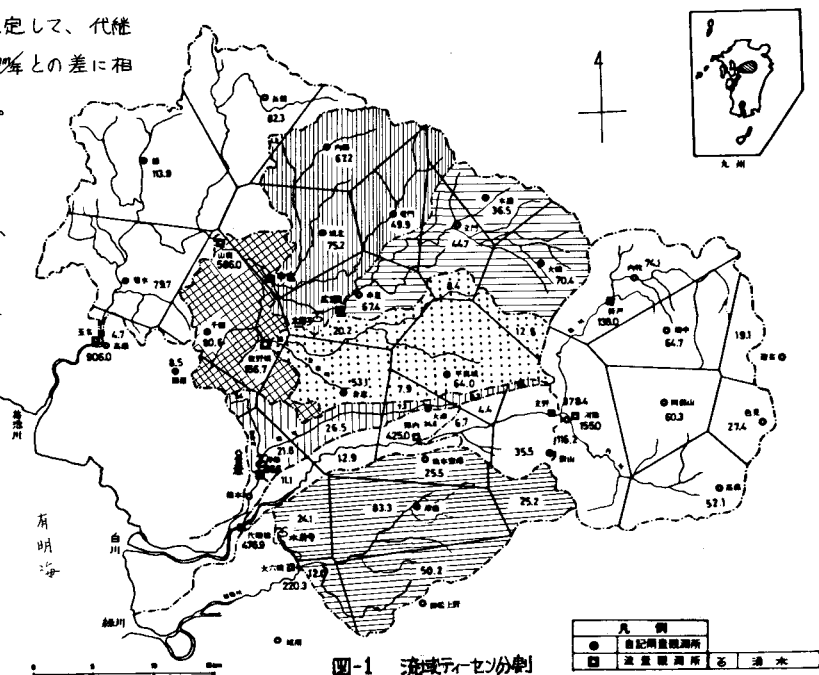
地下水を含めた水収支が、略均^①衡していると推定される、つぎの領域とする。白川を中心として、菊池川、加勢川、坪井川の各流域を含む約1300km²の範囲である。図-1に示す地点の降水量、河道流出量30～20年間の資料をもとに、式(1)により年間損失量Eを算定する。ただし、この場合、水収支期間を一年にとれば、 ΔS は近似的に無視しようとしている。そこで、① 全流域での損失量と、各流域での損失量(図-2)を比較し、各流域の損失特性を明らかにし流域間の地下水の流動量を算定する。② 月ごとの水収支から各流域での保水特性を把握する。③ 主母は河川での一斉流量観測資料をもとに、河道での水収支から①の実態を検証する。以上を総括し、地下水揚水を考慮した流域全体の水収支を吟味する。

3. 結果および考察

① 流域の水収支と地下水流動 白川: カルテラ内は、既報^②のように、平均蒸発散量E=740mm/年で、ほぼ収支の均衡が得られたが、中流以下の陣内、代継橋地点ではE=1248mm/年、1152mm/年となっている。蒸発散量を700mm/年と仮定して、代継橋地点における総損失高1152mm/年との差に相当する損失量は2.2億mm/年となる。

この中で彦鹿江での取水高0.4億mm/年を差し引いた1.8億mm/年が、白川中流部における損失量として、加勢川へ流出していることになる。また、2地点の損失量の差は略、河道への還元量となっていることが観測より確認される。

菊池川: 支川合志川佐野橋地点ではE=1473mm/年から蒸発散量700mm/年を除いて、1.2億mm/年の損失量となる。この行方を推定するため、まず彦鹿江流域から佐野流域を除いた流域について求めると、損失量は



596 ㎥/年となる。この流域では 700 ㎥/年に対し 100 ㎥/年 (0.4 億 ㎥/年) の流入となる。一方本流について、最上流の広瀬地点が、略平衡 (725 ㎥/年) のとれに流域となっているので、これを含む中富流域での損失量 588 ㎥/年は 約 0.4 億 ㎥/年の流入を意味し、さらに広瀬上流を除いた中富地点 (180 ㎥/年) での損失量 472 ㎥/年が、やはり 0.4 億 ㎥/年の流入量に相当する。したがってこれは、広瀬上流域以外からの流入があることになり、これが合志川流域からの流入といえる。そこで佐野橋での損失量 $1.2 = 0.4$ (菊池川本流) $+ 0.8$ (他流域) が成立つ。一方山鹿での損失量 816 ㎥/年は 約 0.7 億 ㎥/年の流域外流出を意味し、佐野橋での 0.8 億 ㎥/年に略対応している。坪井川: 寺原地点での損失量 432 ㎥/年は 約 0.2 億 ㎥/年の流入に相当し、合志流域からの流入が考えられる。

加勢川: 大六橋地点で損失量 741 ㎥/年は 約 3.1 億 ㎥/年の流入に相当する。以上の結果をまとめ、表-1, 2, 図-3 に示す。さらに河道一斉観測結果および月収支変化を考慮すると、合志川では、雨水の直接浸透、つまり水田からの浸透が主体であり、白川中流部では、人為的な水田浸透が主体となっている。この地下水が流入する加勢川では、水前寺、江津湖、浮島などで自然湧水が顕著である。菊池川本流へは木柑子、坪井川では八景水谷などの湧水が確認される。

② **水収支の考察** まず自然流域内での循環量を上回る、過剰揚水の有無をチェックするため、当流域における地下水揚水量と自然湧水量の合計と、白川、合志川からの供給量と自流域での雨水浸透量との合計の二者と比較する。表-3 にその略値を示す。地下水位の観測資料では特に低下傾向を示していないことと合せて、過剰揚水が現在の所生じていないと判断される。つぎに損失量の精度 (水収支全体の精度に対応) を吟味する。各流域で求められた、各年の損失量は正規母集団から任意抽出した 100 個の標本であるとする。標本平均 $\bar{x}$ に対する標本標準偏差 s が尤分布に従うとして $t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$ より各流域ごとに母平均 μ (損失) の区間推定、あるいは誤差の限界を算定する。各流域の資料年数 n , および s を表-4 に示す。これに流域面積をウェイトとした加重平均をおこなう算出した全流域の損失量は表-1 の () 書きである。それらの各信頼水準に対する限界は図-4 の通りである。これから面積雨量、流量の観測精度を考慮し、信頼水準を 80% とすると、 635 ± 77 ㎥/年、 657 ± 91 ㎥/年となる。この値では現実的に④側に真値の存在する確率が高いと予想され、650~750 ㎥/年の損失量について、再度流域別水収支を算定すると表-2 となる。基本的に出入の変化はないが、さらに加勢川へ他流域からの流入の可能性が大きくなり、検討が必要である。

4. おわりに 全流域として信頼水準 80% の 650~750 ㎥/年の損失量となり、その範囲で流域の出入に基本的変化はない。また流域全体として他流域からの流入を含め、流量の検討が必要である。以上のように広域水収支の解析はマクロであるが有効な結果をうる事ができる。最後に資料の収集に御協力頂いた熊本工事の所松尾課長外の方々に謝意を表する。

参考文献 1) 下津 昌司: 阿蘇山麓に於ける水収支 地球物理学 18-2 1976

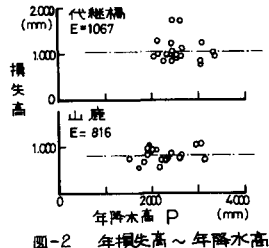


表-1 年1損失高

流域	面積 (km ²)	損失量 (mm)	損失量 (億 m ³)	資料期間
白川	1698	717	20	8.23~50
黒川	208.6	778	45	8.37~4.9
陣内	425.0	1248	78	8.34~32.65
代橋橋	477.0	1152	85	8.33~52
坪井川	66.6	432	20	8.30~52
加勢川・大六橋	2203	-741	25	8.46~32 99
佐野橋	156.7	1473	20	8.72~45.52
広瀬	152.0	725	20	8.72~45.52
中富	331.7	588	20	8.72~45.52
合志川	179.7	472	20	8.72~45.52
山鹿	596.0	816	75	8.30~52
佐野橋	429.3	596	20	8.46~32
中富	254.3	1235	20	8.46~32
代橋橋	1349.9	596	20	8.46~32
坪井川	920.6	596	20	8.46~32

表-2 流域別水収支

流域	面積 (km ²)	雨量 (mm)	浸透 (mm)	損失 (mm)	損失 (億 m ³)
白川 (代橋橋)	12.6	3.6	7.7	+0.2	+0.3
坪井川 (寺原)	1.3	0.5	1.0	+0.1	-0.1
加勢川 (大六橋)	5.0	1.7	6.6	+0.6	-1.4
合志川 (佐野橋)	3.7	1.2	1.4	+0.2	0
山鹿	9.8	3.2	8.6	+1.4	0
計	10.2	25.3	25.3	-0.2	-0.2

表-4 資料年数 標準偏差

流域	n	s (mm)
代橋橋	20	255
坪井川	3	87
大六橋	6	217
山鹿	18	143
佐野橋	10	119

表-3 排出量, 収水量

項目	排出量 (億 m ³)	収水量 (億 m ³)
① 八景水谷	0.1	0.1
② 上江津	24	2.1
③ 浮島	0.8	0.7
④ ①+②+③	33	2.9
⑤ 佐野橋	3.1	3.1
⑥ 楊水 (飯水)	1.0	1.0
⑦ ⑤+⑥	4.3	3.9
⑧ ⑦+④	4.1	4.1
⑨ 合志川	0.8	2.6
⑩ 白川中流部	1.8	1.8
⑪ ⑩+⑨	1.9	1.9
⑫ 加勢川	2.7	2.7
⑬ 坪井川	4.5	4.5
⑭ ⑬+⑫	5.3	5.3

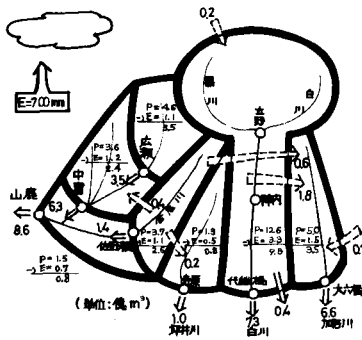


図-3 流域別水収支

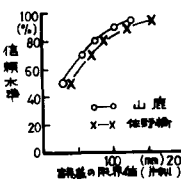


図-4