

低水流出に影響を及ぼす流域条件の検討

佐賀大学理工学部 学生員 ○平井義人

佐賀大学理工学部 学生員 市川仁士

佐賀大学理工学部 正 員 岸原信義

1. まえがき

低水時の流況についての検討は、阿部(1)が九州の45河川における各種流況の地理的分布と降水量・地質・地形との関連を検討した事に始まる。阿部は平水量の分布は降水量の分布と一致するが、渇水量の分布は降水量のそれと一致せず、地形・地質と著しい関係があり、火山地帯河川の流況の安定性が高いことを指摘した。その後引続いて、低水時の流況について多くの検討が行われたが、低水時の流況を表わす指標としては渇水量が最も多く用いられてきた(4)。例えば虫明等(5)は低水流出指標として渇水量ならびに自流式あるいは調整式発電所の常時利用水量(渇水量にほぼ等しい)を用いて地質との関連を求めている。低水時の流況に影響を及ぼす流域条件として、地質が卓越することは国内ではいずれの論文も認めている。虫明等(5)によれば、第四紀火山岩流域の渇水量が最も豊富で、次いで花こう岩流域、第三紀火山岩類、中生層、古生層の順になることを示した。火山灰地帯の河川の渇水量の豊富さについては研究結果が一致するものの、その他の地質との関連については、地質分類の相違もあって必ずしも一致していない。例えば花こう岩流域について、(2)は、渇水流量が少ない地区は、いずれも雨量の乏しい地域であるが、地質的には透水性の悪い古生層及び花こう岩地域である場合が多いと述べているのに対し、タンクモデルを用いて岸井(3)は、風化の進んだ花こう岩流域である佐賀県の川上川が火山灰地帯とほぼ同じ流況を示すことを指摘した。一方高橋等(6)は渇水量が、第四紀火山岩類、第三紀火山岩類に次いで花こう岩類・古生層が多いと述べ、花こう岩類の渇水量がほぼ中間であると述べている。このような花こう岩流域の渇水量に対する評価の相違について、筆者等(4)が検討を行った結果、それが花こう岩の風化の程度に起因することを確かめた。すなわち、風化の程度に応じて低水流出の指標としての流況係数が異なると共に、年平均流量と渇水量との回帰直線も異なることを見出した。本研究では更にこの検討を進め、花こう岩を含めた全ての地質についての水文地質学的分類を行い、流域固有の渇水量を表示する基準渇水量なる概念を提出した。

2. 研究対象流域

まず第4次流量要覧と多目的ダム管理年報から統計年数が10年以上の流域、それぞれ301, 199流域、合計500流域を採り上げ、このうち上流にダムの存在する流域と流域面積が10km²未満の流域を除去した。次いで経済企画庁発行の土地分類図を利用して、各流域の表層地質・風化度・硬度ならびに起伏量・谷密度などの地形因子を読み取ったが、この際主たる地質の面積占有率が50%以下の流域を除いた結果、最終的には222流域が検討の対象となった。

3. 検討経過

まず対象流域を地質年代別・岩種別に分類し、更に年平均流量と渇水量の値を風化度別に整理し、同一岩種内で両者の回帰が風化度によって異なるか否かの検定を共分散分析の手法を用いて行った。風化度によって両者の回帰が異なったのは、花こう岩の風化度 α , β , γ と洪積世安山岩の α と β のみで、他の岩種は、風化度 α 以外のものが少なかった理由もあり、差に統計的な有意性が認められなかった。同様な手法でまず同一岩種の地質年代別の検定を行い、統計的な差が認められないものは同一グループにまとめ、次いで異岩種間の検定を行い、統計的に差がなく、かつ地質学的に不合理性が認められないものを同一グループにまとめた。この結果、表-1の如く12の水文地質的区分が行われた。

4. 検討結果

1) 従来低水流出の指標として渇水量が多く用いられてきたが、表-1ならびに図-1で分かるように渇

水量はその流域の降水量（代替因子としての年流出量）と線形関係が認められ、降水量による補正なしに渇水量を指標として用いることが出来ないことがわかった。

2) 同一流域内に比較的均質かつ広く分布し、その風化度

の判定の容易な花こう岩類や洪積世安山岩類では、その風化の程度によって、低水流出の状況にかなり顕著な差が認められる。例えば高橋等（6）によって第四紀火山岩類として一括示されていたものは、表-1、図-1の如く低水特性が異なり、別途に分類・検討する必要があることがわかった。

3) 前途の如く同一地質区分では年平均流量（降水量）と渇水量に密接な線形回帰が認められるので低水流出の指標として渇水量を用いる場合は、ある一定の年平均流量に対する渇水量 - 基準渇水量 - の値で比較する必要がある。

4) この様にして求められた基準渇水量と流況係数の平均との関係をプロットしたものが図-2であるが、低水流出の指標として流況係数も妥当であることを示している。

5) 低水流出の特性を基準に、水文地質学的分類を行ったが、統計的有意性のみ注目すれば、表-1の如く6つのグループに大別できる。

表-1 地質別流出特性

グループ	地質	流域数	年平均流量 $\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$	平均渇水量 $\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$	基準渇水量 $\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$	流況係数
1	洪積世火山碎屑物類	15	6.18	2.54	2.82	2.78
	花こう岩類(風化度 γ)	9	5.05	1.96	2.62	2.80
2	洪積世安山岩(風化度 β)	9	7.37	2.48	2.37	3.32
3	花こう岩類(風化度 β)	15	6.16	1.86	2.01	3.51
4	第三紀凝灰岩類	14	6.71	1.64	1.64	4.53
	第三紀・中生代安山岩類	14	7.18	1.67	1.56	4.54
	第三紀～中生代流紋岩類	27	6.86	1.56	1.53	4.68
5	中生代・古生代変成岩類	17	6.13	1.30	1.40	4.77
	中生代・古生代堆積岩類	39	6.43	1.42	1.42	4.93
	洪積世安山岩(風化度 α)	9	6.53	1.42	1.44	5.05
	花こう岩類(風化度 α)	9	7.64	1.59	1.39	5.72
6	第三紀・中生代砂岩から互層	5	11.42	1.42	0.76	7.62

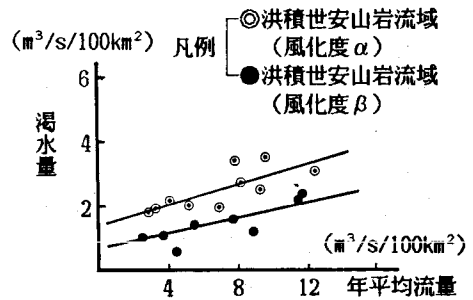


図-1 年平均流量と渇水量との回帰

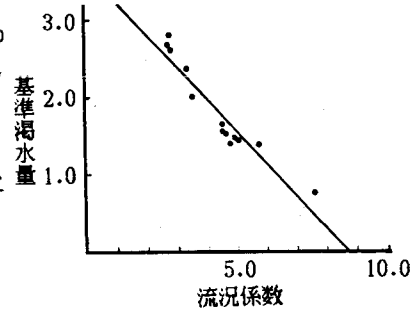


図-2 流況係数と基準渇水量との関係

参考文献

1. 阿部謙夫（1926）：九州における河川の流量について。土木学会誌，177
2. 薪井正（1980）：日本の水。三省堂発行
3. 岸井徳雄（1977）：九州地方の火山灰地帯・非火山灰地帯における諸河川の流出特性。国立防災科学研・研究報告，17
4. 岸原信義ほか（1985）：河川流域の流況指標に関する検討。低平地防災技術研報告（佐賀大学），3
5. 虫明功臣ほか（1981）：日本の山地河川の流況に及ぼす流域の地質の効果。土木学会論文報告集，309
6. 高橋裕ほか（1981）：表日本の山地河川の流況特性に関する統計的研究。水利講論文集，25