

大山周辺における流出特性に関する研究

赤穂市役所 正会員 ○上荷 幸徳
倉吉市役所 正会員 石田 慎

鳥取大学大学院工学研究科 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 梶川 勇樹

1. はじめに

近年、流出解析手法において流域を小流域に分割し、小流域ごとの流出過程を河川網で結合させる分布型と呼ばれる流出解析法が洪水流解析以外でも幅広く検討されている。著者らも大山や中国黄土高原の水収支を解析する目的で、火山活動などによって堆積層が 100m 以上である山地流域で、表層の浸透能と比較して降雨強度が比較的小さく、降雨時に表面流が発生しにくい流域を対象とした流出モデルを開発してきた¹⁾³⁾。この流出モデルは、小流域での表面流出や中間流出を地表流と表層 3 層の地下水流モデルで表現し、基底流は、最下層から浸透量する量を 3 段タンクモデルで流出されるというものであり、年間の水収支を分析できる。このモデルを対象流域に適用するためには、流量観測値を利用して各地層やタンクモデルのパラメータを同定する必要があるが、同定されたパラメータ値は、ある程度その流域の地下構造や土質特性を反映したものであると思われる。そこで本研究では、火砕流堆積物が広く堆積している鳥取県の大山の南東部を対象として流出解析を実施し、過去に実施されている大山南西部など流出解析結果などと比較することによって大山周辺の流出特性を明らかにするとともに、パラメータ値の違いを検討した。

2. 流出解析モデルについて

流出解析の対象とした流域は、図-1 に示す大山東側を流れる小鴨川の上流域で、最上流の流量観測点（若土）より上流域である。この流域を図-2 に示すように 63 の小流域に分割した。モデルの詳細は参考文献^{1),2)}に示されている。同定したモデルパラメータを表-1 に示す。

3. 流出解析の結果

小鴨川流域の計算結果を図-3 に示す。対象期間は 2004 年 10 月 1 日からの一ヶ月で、流量観測地点は若土である。流出解析結果を行った結果は、次式による誤差評価値で評価した。

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{Q_o(i) - Q_c(i)}{Q_{op}} \right\}^2 \tag{1}$$

ここに、E：誤差評価値、Qo(i)：時刻 i の実測流量(m³/s)、Qc(i)：時刻 i の計算流量(m³/s)、Qop：実測のピーク流量

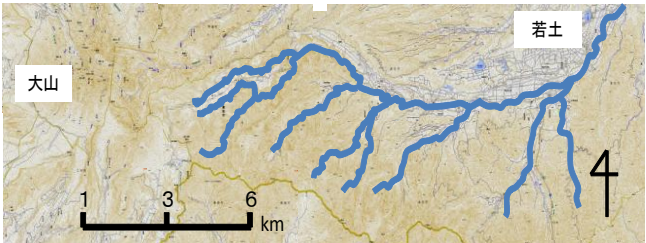


図-1 小鴨川流域

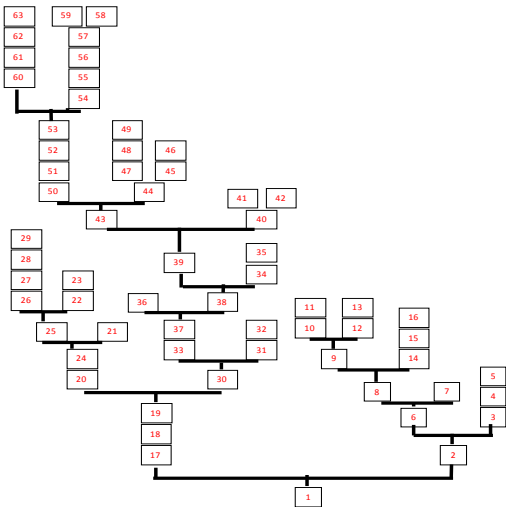


図-2 小鴨川の流域モデル図

表-1 小鴨川流域のモデルパラメータ

小鴨川流域		
粗度係数	斜面	0.70
	河道	0.05
透水係数 (m/s)	第 1 層	4.50×10^{-3}
	第 2 層	2.20×10^{-4}
	第 3 層	3.50×10^{-5}
浸透能 (m/s)	第 1 層	4.00×10^{-5}
	第 2 層	2.80×10^{-6}
	第 3 層	3.20×10^{-7}
	第 4 層	1.05×10^{-7}
層厚 (m)	第 1 層	0.30
	第 2 層	1.00
	第 3 層	2.00

(m^3/s), n : 計算時間数(hr)である. 評価期間 10 月 19 日から 21 日の三日間で結果 E は 0.023 となり, 誤差評価値は適用に問題ないとされる 0.03 以下となった.

4. 鳥取県内における他流域との比較

比較対象流域として大山南西麓に位置する俣野川流域と鳥取県東部に位置する佐治川流域を選択した. 理由は大山火山の噴火等で流域の地質が違うためそれが流出特性にどのように影響しているかを知るためである. また, 水収支比較のため, 蒸発散量を考慮する必要がある. 本研究では, 平均月蒸発散量を約 100mm/month を与え蒸発散量を計算した.

まず流出特性に影響を及ぼす表層地質を見ると, 俣野川流域では凝灰岩質岩が多く分布しているのに対し, 小鴨川流域では北部では凝灰岩質岩, 南部では安山岩・火砕岩が分布し, 佐治川流域では, 珪質片岩・黒色片岩が広く分布している. 大山周辺に分布している凝灰岩質岩は新期噴出物(約 40 万年~2 万年前の噴出物)であり, 極めて浸透性が高く, 場所により 100m 以上の堆積厚がある.

つぎに, 表-2 に各流域の水収支を示す. 俣野川流域, 小鴨川流域, 佐治川流域の順に基底流出量と地下流出量の合計が降水量全体の 64%, 53%, 8%となり, 一方, 地表流出量は 16%, 27%, 65%であった. 大山の火山噴火の影響を受けている西側ほど降雨はいったん地下に浸透し, 地下水として流出していることがわかる. 次に表-3 に示す各流域の土質定数を比較する. 透水係数については,

1, 2, 3 層目ともに佐治川, 小鴨川, 俣野川流域の順に西側に行くほど値は大きくなっている. また, 2 層目の浸透能を見ると俣野川流域が他の流域よりも大きい. このことから, 他の流域よりも降った雨が地下に浸透しやすく, 結果的に表面流で流出する割合が低くなっていることが分かる. 4 層目も同様で俣野川流域の方が深層地下水として多く浸透している. さらに, 各層の層厚も俣野川, 小鴨川, 佐治川流域の順に厚くなっている.

5. まとめ

大山周辺では, 表層に新期噴出物が厚く堆積し, その堆積状況によって流出特性が大きくことなることが判明した. また, 年間の水収支を解析可能なモデルを用いることによって, ある程度流域斜面の地下構造や土質定数を明らかにできる可能性があることがわかった. 今後は, 斜面崩壊などへの応用についても検討する予定である.

【参考文献】1) Huang ら: Study on characteristics of the surface flow of the upstream region in Loess Plateau, 水工学論文集, 第 52 巻, pp.1-6, 2008. 2) 鳥取大学: 鳥取県江府町笠良原水環境の水環境に関する研究報告書, 2007. 3) 岩崎ら: 山地小流域における貯水池内への土砂流入予測, 中国支部第 62 回研究発表会概要集, 2010.

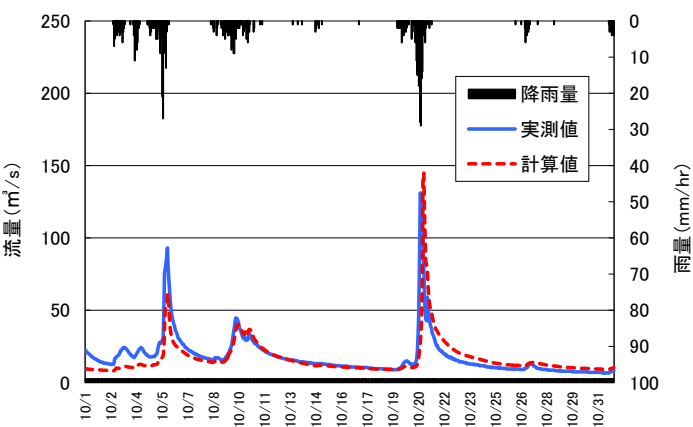


図-3 流出解析結果

表-2 鳥取県内における他流域の水収支

	表面流出量	地下流出量	蒸発散量	地下浸透量
小鴨川流域	27%	15%	21%	38%
俣野川流域	16%	45%	21%	19%
佐治川流域	65%	6%	27%	2%

表-3 鳥取県内における他流域の土質定数^{2),3)}

		俣野川流域	佐治川流域
粗度係数	斜面	0.15	0.15
	河道	0.05	0.06
透水係数 (m/s)	第1層	4.00×10^{-3}	7.0×10^{-3}
	第2層	2.00×10^{-3}	3.0×10^{-3}
	第3層	4.00×10^{-3}	3.0×10^{-3}
浸透能 (m/s)	第1層	2.00×10^{-5}	5.0×10^{-5}
	第2層	1.00×10^{-5}	1.2×10^{-6}
	第3層	1.39×10^{-6}	1.1×10^{-7}
	第4層	4.00×10^{-7}	1.2×10^{-10}
層厚 (m)	第1層	0.05	0.40
	第2層	0.10	1.00
	第3層	0.50	2.00