

温暖多雨地域の森林における水文特性 (Ⅲ)

— 0次谷流出と流出発生域 —

森林総合研究所九州支所 清水 晃・宮縁 育夫
小川 泰浩・竹下 幸

1. はじめに

温暖多雨地域における森林流域の流出特性を解明するために、1991年冬期から継続して試験流域において種々の水文観測を行っている。本試験地は森林総合研究所九州支所と熊本営林局の共同で設定したもので熊本県最北部の鹿北町内の熊本営林署管内長生園有林51林班内に存し、菊池川水系岩野川流域内に属している(地質:結晶片岩)。筆者らは前報等で、詳細な観測を行っているⅢ号流域に関して水文解析上基本的な要因となる流域の植生分布や地形(等高線図と3次元鳥瞰図の作成)に関する調査・考察を行ってきた。

本報ではこれらの検討結果にもとづいてⅢ号流域の年間流出及び0次谷流出について検討を行ったので報告する。

なお、流量観測ならびに各種水文要因の観測の詳細については清水ら³⁾を参照されたい。

2. 対象流域と研究方法

本試験地は3流域から構成されており、流量測定を流域基部で行っているが、Ⅲ号流域(3.69ha)ではさらに1次谷最上流部谷頭流域(0次谷流域0.75ha)からの地下水流出を測定している。本報ではⅢ号流域の年間流出の推移とともに0次谷流出の変化を日単位、時間単位で検討した。さらに、変動流出発生域の概念²⁾を適用して種々の降雨における流出発生域面積比率とその降雨継続中の変化を算出した。変動流出発生域(variable source area: VSA)概念はBetsunやHewlett, DunneとBlack等により提案され、発展したもので洪水流出の機構を説明し、流出量を算出する概念である。

これには基本的に2つの考え方が存在し、一方は Horton 地表面に関連して考えられた[partial area concept]であり、他方は飽和地表面流と復帰流の発生によってその消長が支配されるとする考え方[variable source area]である¹⁾。本試験流域では0次谷流出量の観測によって降雨時における土層深部からの流出量が得られることから、地中洪水流による増分を分離することにより source area の算出が可能と考えられた。また、降雨時に

における現地での観察を通じて復帰流タイプ(後者)を念頭において流出発生域の算出を行った。

流出発生域の計算方法は以下の通りである。

①洪水流出は地表流型の流出発生域によって形成されるとすると、流域からの増水量は流域全体からではなく、流出発生域に降った降雨により供給されると考えられる。したがって、表-1*2のように流域全面積の増水量が流出発生域の降水量と等しいとして計算される。この時、0次谷の増水量を土層浸透分として両方から差し引いておく。(日単位の場合)

②降雨中における流出発生域の変動も同様の考え方に基づくが、時間単位での算出に当たっては増水分とともに直前降雨の逓減分を考慮する必要があり、ハイドログラフの逓減部をもとに時間毎の減水量を加えて流出発生域からの供給量と見なして計算した。なお、計算に使用した想定最大流出発生域(VSA max)は地形図と現地調査により谷部堆積面を中心に算出した。

3. 結果と考察

解析の対象とした1993年は夏期の豪雨が平年を著しく上回っており、図-1では豪雨時の日流量ピークが80mm/day程度まで上昇し、平年の最大値の4倍近い値となっている。図-2では7月の時間雨量と流出量の推移を示している。豪雨時のピーク流量発生において流域全体と0次谷流出では10倍以上の差が生じている。これをさらに詳細に検討するため、7月1日~3日(図-3)と、7月4日~7日(図-4)のハイドログラフを作成した。これによると、流出波形については図-3・4とも0次谷と全流域が類似した形となっている。しかしながら、ピーク流量で遅れは図-3の場合の7時間程度に対して図-4では遅れはなくほぼ同時刻となっている。この時の降水量は前者で、118.5mm、後者で256mm(日雨量183mm含む)であり、降雨強度の違いが土層への早い浸透(押し出し流やパイプ流による)を促進したことが考えられる。

次に、降雨時の洪水流出に大きく関わっていると考えられる流出発生域を算出した。表-1は日単位の流出発生域の流域全体及び想定最大流出発生域に対して求

Akira SHIMIZU, Yasuo MIYABUCHI, Yasuhiro OGAWA, Miyuki TAKESHITA (Kyushu Res.Ctr., For.and Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860)

On the research of hydrologic phenomenon in warm-temperate regions (Ⅲ) Runoff of zero order basin and estimate of variable source area in the Kahoku experimental watershed

めたものである。日雨量80mm程度の場合、最大流出発生域の50%程度まで形成される可能性がある。日雨量30mm以下では30%以上の発生は見られないが流域全体の増水量が多い場合は地下浸透流の割合に関わらず発生面積比率も多くなっている。最大の流出発生域を形成した94年12月9日について降雨中の流出発生域変化を図-5に示した。表-1と同様にVSAの比率を計算している。これによると、流出発生域は降雨強度と積算雨量に対応して刻々と変化しており、時間雨量最大の24mm/hrの時にはVSA maxに対する割合は30%を超えている。したがって、谷底堆積面の1/3程度から飽和表面流が発生したことが推定される。言い換

えれば、河道面積の増大が起こったことになる。しかしながら、流出発生域は降雨強度の減少とともに急速に縮小している。このような変動は乾燥期における豪雨型の反応に類似しているが²⁾、その詳細は不明である。今後は流出発生域の消長を土壌水分・地下水位観測を通じて追跡することにより、洪水流量の予測と流出機構解明をはかる予定である。

引用文献

- (1) 日野幹雄・長谷部正彦：水文学流出解析，18～26，森北出版，東京，1985
- (2) カークビー・M.J.著，日野幹雄はか訳：新しい水文学，pp 330，朝倉書房，東京，1983
- (3) 清水 晃ほか：103回日林論，603～604，1992

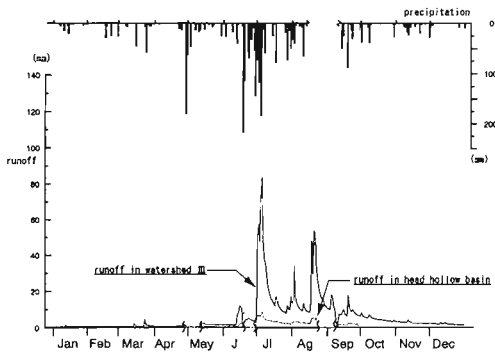


Fig. 1 Runoff of head hollow basin in watershed III (1993)

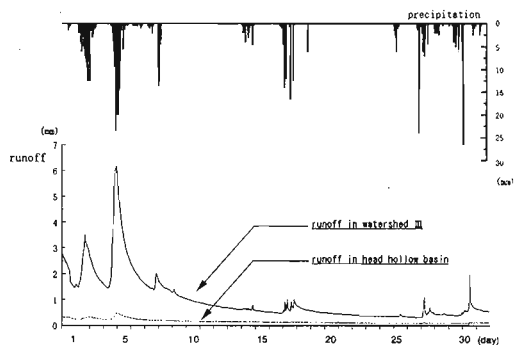


Fig. 2 Runoff in watershed III (July, 1993)

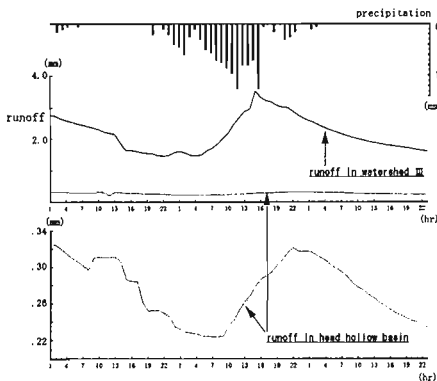


Fig. 3 Runoff in head hollow basin in watershed III (1993. 7. 1-7. 3)

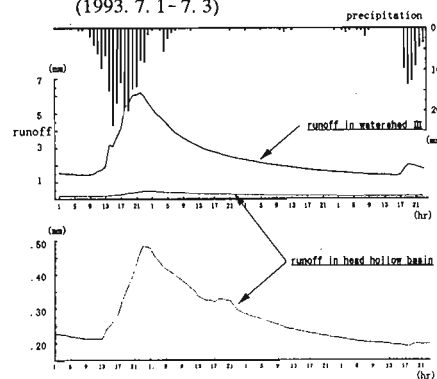


Fig. 4 Runoff in head hollow basin in watershed III (1993. 7. 4-7. 7)

表-1 流域の変動流出発生域

日付	日降雨量 (mm) R	流域全体の増水量 (mm) ΔWF	0次谷の増水量 (mm) ΔHF	地下浸透流の割合 * 1 %	VSAの比率 % * 2	
					①	②
94. 9. 5	6.0	0.11	0.0073	6.64	1.71	18.59
94. 9. 6	28.0	0.89	0.1328	14.92	2.72	29.57
94. 9. 7	27.5	0.73	0.0861	11.79	2.35	25.54
94. 9. 16	12.5	0.29	0.0122	4.20	2.22	24.13
94. 9. 18	11.5	0.22	0.0157	7.14	1.78	19.35
94. 11. 18	22.5	0.65	0.0430	6.60	2.70	29.35
94. 12. 9	79.5	4.09	0.4399	10.80	4.62	50.20

* 1 水高換算したΔHFとΔWFとの比

* 2 VSA (地表流型流出発生域) の面積割合

① VSAの流域全面積 (A: 36900 m²) に対する割合
(ΔWF - ΔHF) / (R - ΔHF) で計算される

② VSAの想定最大流出発生域 (VSAmax: 3390 m²) に対する割合

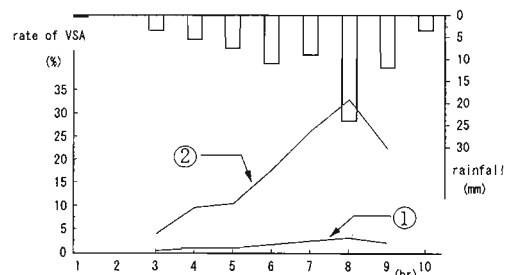


Fig. 5 Rate of variable source area during rainfall event