

(II-55) 山地小流域における流域スケールと流出率に関する研究

中央大学大学院 学生員 ○加藤琢朗
中央大学理工学部 正 員 志村光一

中央大学大学院 学生員 松木浩志
中央大学理工学部 正 員 山 田 正

1. はじめに：著者らは日本各地に山地流域，都市流域，豪雨地域，豪雪地域等の気候や地形に特徴をもった流域を対象とし長期的水文観測を行っている。本論文の目的は，一降雨による洪水流出特性を解明することである。

2. 観測概要：図1は本研究で対象とした福島県夏井川水系小玉川流域の概略図である。この流域は山地小流域における河川であり，この流域に流量観測地点を3地点設け，流量の長期連続観測を行った。本論文では対象流域において流量観測地点を上流，中流，下流，さらにそれに対応する流域を上流域，中流域，下流域と呼ぶことにする。それぞれの流域面積は，上流から3.74km²，18.8km²，56.4km²，標高は290m，320m，510m，上流から下流までの流路長約10kmである。対象流域全体は中流域に水田が広く分布し，河川下流部は渓谷である。解析に用いる雨量データは流域内に設置した3基の雨量計による観測データを用いる。上流，中流，下流の流域平均降雨量はティーセン法を用いて算定した。(図2)

3. 観測結果及び考察 3.1 一降雨に対する流出量の算定(図3)：解析対象期間は1997年11月20日～1998年12月31日である。この期間で積雪期，融雪期を除く5月～12月の期間において，一降雨による流出現象が明確にわかる16降雨を対象としてハイドログラフの分離を行う。洪水流出の成分は主に表面流出成分及び早い中間流出成分である。ハイドログラフから地下水流出成分(基底流出)及び，解析対象外降雨による流出成分を分離する。基底流出はハイドログラフが上昇する時刻の流量とみなし，この流量から一雨の流出量を算出する。解析対象外降雨による流出成分は，ハイドログラフの減速部をexponential 曲線で近似し分離する。

3.2 一雨総降雨量と流出率の関係(図4)から得られる結果の考察：図4より一降雨の流出率は総降雨量が増すと高くなる傾向にあり，(1)式で近似できる。 $I = A \tanh(BR)$ (1)
ここで I は流出率， R は一雨の総降雨量， A ， B は流域固有の値である。総降雨量約50mm以下の降雨は，どの一

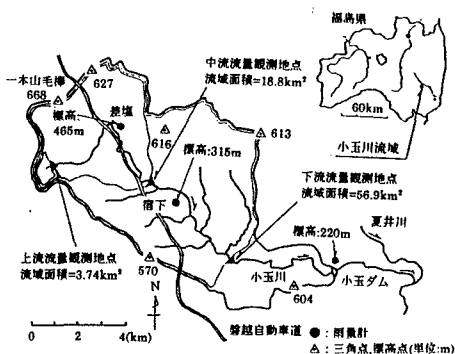


図1 解析対象流域の概略図

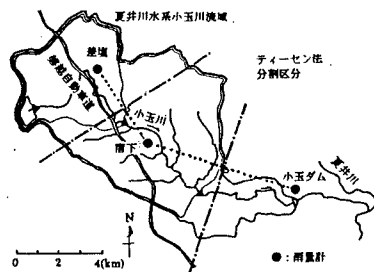


図2 解析対象流域のティーセン分割図

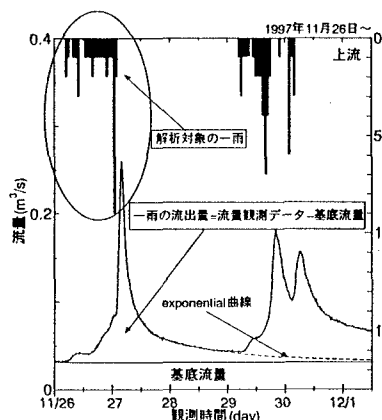


図3 解析対象ハイドログラフの分離方法図
(基底流出はハイドログラフが上昇する時刻の流量とみなす。降雨による流出成分は，ハイドログラフの減速部をexponential 曲線で近似し分離する)

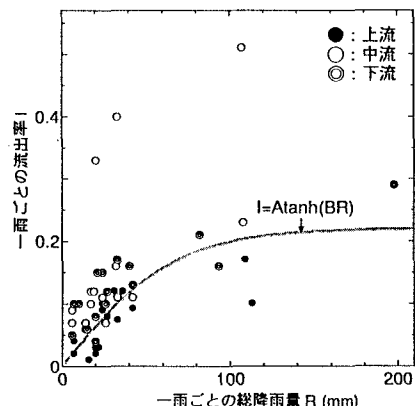


図4 一雨総降雨量とその流出率の関係
(一降雨の流出率は上流，中流，下流ともに一雨総降雨量が増すと高くなる傾向にある)

キーワード：流出特性，流出率，直接流出，地下水流出

連絡先：中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel:03-3817-1805 Fax:03-3817-1803

雨総降雨量をとっても上流、中流、下流の順に流出率が高くなる傾向にある。一雨の総降雨量が100mm以上の降雨において、中流の流出率は上流、下流に比べ大きくなる。中流において一雨の総降雨量が20mm～30mmの場合は、一雨の流出率は0.2以下に集中するが、同じ一雨総降雨量でも流出率が他に比べ大きい0.33、0.4をとるケースがある。この2ケースの降雨は最大時間降雨量約20mm、総降雨量約30mm、100mmの降雨であった。つまりこの降雨の降雨強度が土壌表面の浸透能を上回り、流出成分のうち、表面流出成分や早い中間流出成分が卓越したため流出率が大きくなったと考えられる。

3.3 降雨開始から流出現象発生までの生起時間と一雨の流出率の関係 (図5)：上流、中流、下流ともに降雨開始と流出現象発生までの生起時間差が長いほど流出率が小さくなる傾向にあることがわかる。降雨開始と流出現象発生までの生起時間差が長い場合は流域内の土壌初期水分量が少なく、逆にその時間差が短い場合は土壌初期水分量が多いと考えられる。これより土壌初期水分量が多いほど一雨の流出率は高くなると考えられる。

3.4 降雨開始から流出現象発生までの生起時間と流出現象発生に寄与する不飽和水分量の関係 (図6)：流出現象が開始するまでの単位面積当りの降雨量を流出現象発生に寄与する土壌の不飽和水分量と仮定する。流出現象発生に寄与する土壌の不飽和水分量と降雨開始から流出現象発生までの生起時間の関係を一次式で表わせると仮定し、最小二乗法により求めた。結果、直線の傾きは上流、下流、中流の順で大きくなる。本流域において対象とした降雨では、中流と上流に同じ降雨強度の雨が降った場合、中流は上流に比べ2倍早い時間で降雨が流出し始めると考えられる。

3.5 流出高の時系列 (図7) から得られる結果の考察：一雨の流出高のピークは中流、下流、上流の順で高い。この傾向は対象とした16降雨中12降雨で見られた。この結果と中流域において集中豪雨や一雨総降雨量が100mmを超えるような降雨において、流出率が上流、下流に比べ高くなる(図4)こと、及び中流と上流に同じ降雨強度の雨が降った場合、中流は上流に比べ降雨が2倍早い時間で流出し始めると考えられること(図6)の土地利用状況による要因は、中流域が上、下流域に比べ各々の流域面積に対する水田の分布している面積が大きいためであると考えられる。ハイドログラフ逓減時の流出高は、下流、中流、上流の順で高くなっている。これは上流域で浸透した降雨が、下流域において地下水流出成分として流出したためであると考えられ、下流に行くに従い一雨の流出率が増す傾向にある(図4)理由も同様であると考えられる。

4. まとめ：(1)本流域では流域面積が大きくなるほど一雨ごとの流出率が大きくなる。これは上流から浸透した地下水流出のためであると考えられる。(2)本流域において一雨総降雨量が多くなるほど一雨の流出率は高くなり、その形は $I=A \tanh(BR)$ で近似できる。ここでI:流出率、R:一雨の総降雨量、A、Bは流域固有の値である。集中豪雨の場合や一雨の総降雨量が多い場合、中流の流出率は上流、下流に比べ非常に大きくなる。(3)本流域において上流、中流、下流域に同降雨強度の雨が降った場合、中流において降雨が流出し始めるまでの時間は、上流に比べ2倍早く流出し始める。

5. 参考文献：1)塚本良則ら：森林水文学、文永堂出版、1992。

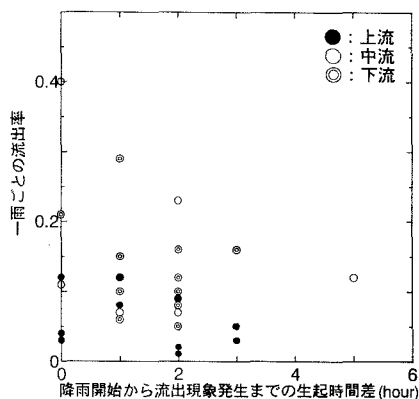


図5 降雨開始時から流出現象発生までの生起時間と一雨の総降雨量の関係

(降雨開始時から流出現象発生までの生起時間が短いほど一雨の流出率は大きくなる)

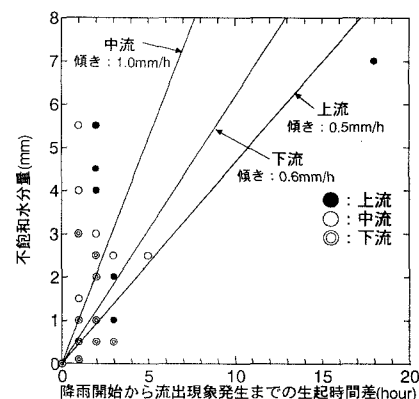


図6 降雨開始から流出現象発生までの生起時間とその発生に寄与する土壌の不飽和水分量の関係(解析対象時期5月～8月)

(各流域に同降雨強度の雨が降った場合、中流、下流、上流の順で流出現象が発生する。)

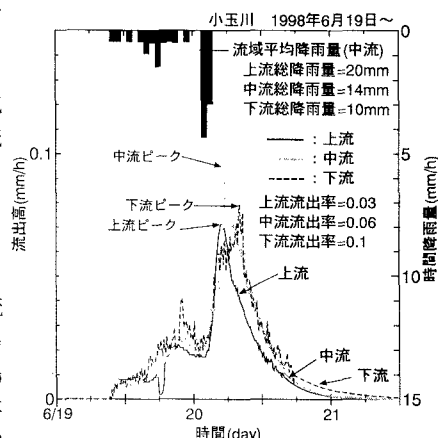


図7 小玉川における流出高の時系列

(流出高のピークは上流、下流、中流の順で高くなる。逓減部においての流出高は上流、中流、下流の順で大きくなる。)