

山地流域である福島県小玉川流域の流出特性に関する研究

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

水資源開発公団 正 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，河川下流部は溪谷である。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，ハイドログラフの逓減部を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る。

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，ハイドログラフの逓減部をexponential 曲線で近似し分離する)

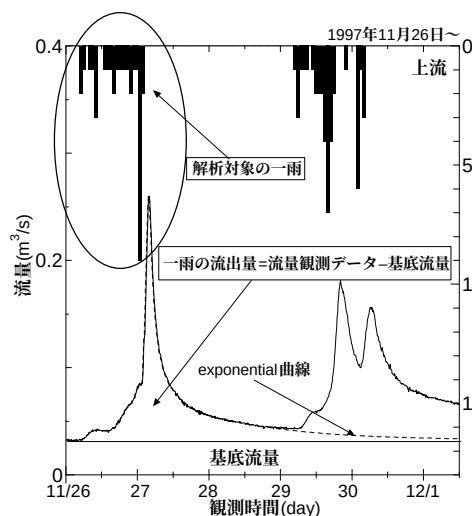


図3 解析対象ハイドログラフの分離方法図

(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，ハイドログラフの逓減部をexponential 曲線で近似し分離する)

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



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

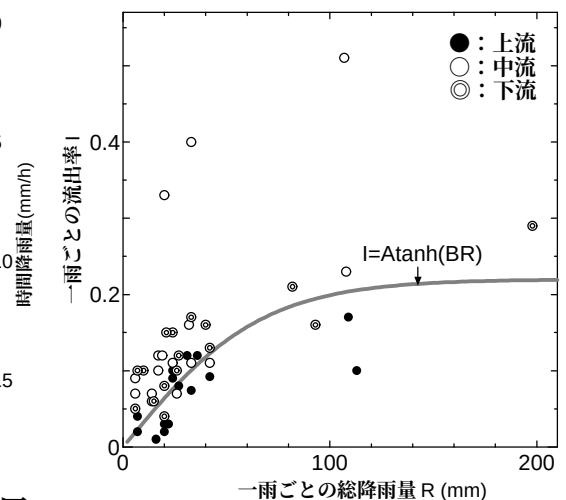


図4 一雨総降雨量とその流出率の関係

(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)

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

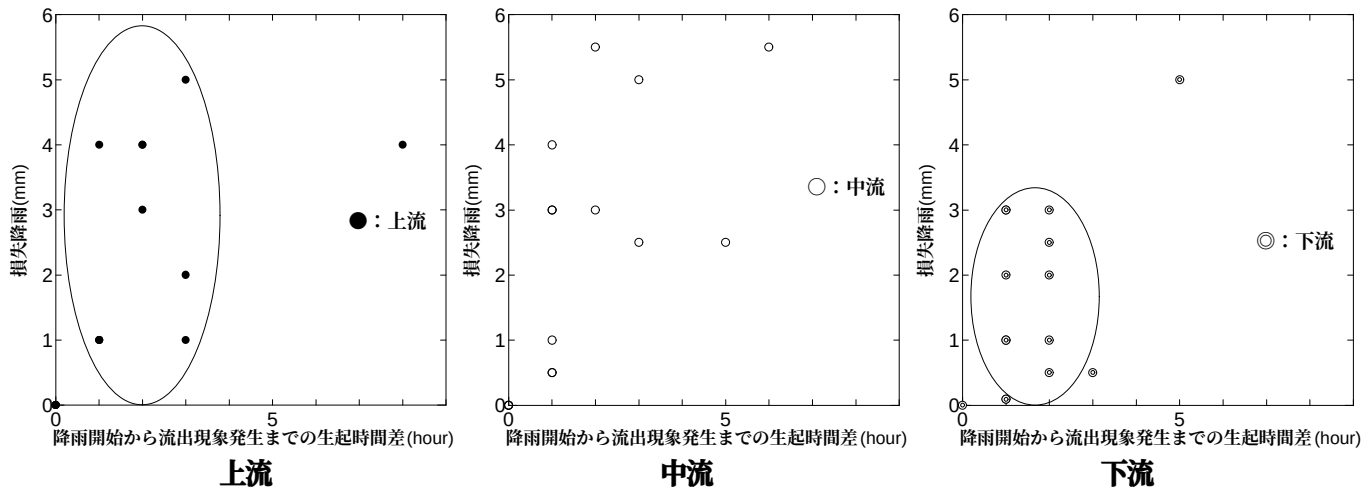


図5 降雨開始から流出現象発生までの生起時間と損失降雨の関係
(解析対象時期 5 月~8 月)

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損失降雨の関係 (図 5) : 解析対象とした降雨のうち時間降雨量が最大で 30mm を超えるような降雨は土壌の浸透能を超えていると判断し除いた。上流において損失降雨がどのような値をとっても, つまり総降雨量がいくらであっても降雨開始から流出現象発生までの生起時間差は 3 時間以内を取ることがわかる。中流においては, 損失降雨と降雨開始から流出現象発生までの生起時間の関係はばらつくことがわかった。下流においては, 損失降雨が 3mm になると, つまり総降雨量が 3mm に達すると少なくとも降雨による流出現象が発生することがわかる。さらに, 降雨による流出は 2 時間以内に開始することがわかる。

3.4 流出高の時系列 (図 6) 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又は遅い中間流の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。

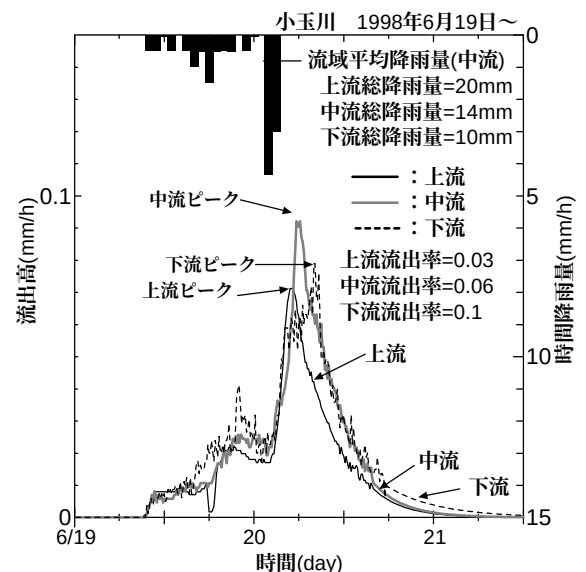


図6 小玉川における流出高の時系列
(流出高のピークは上流, 下流, 中流の順で高くなる。逓減部における流出高は上流, 中流, 下流の順で大きくなる。)

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 : 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。

5. 参考文献 : 1) 塚本良則ら: 森林水文学, 文永堂出版, 1992。