

中央大学理工学部 学生員 ○松木 浩志
中央大学大学院 学生員 大原 憲明

中央大学理工学部 正 員 池永 均
中央大学理工学部 正 員 山田 正

1.はじめに：山地流域における降雨流出機構を明らかにすることは、水資源の確保のみならず降雨災害の予測を考える上でも重要である。著者らは全国7カ所に山地水文試験地を設け山地流域における降雨流出特性を解明することを目的として、山地小流域に雨量計、水位計を設置し長期水文観測を行っている。本研究ではそのうちの一つである春日小試験地に注目し降雨流出特性の考察を行った。

2.観測概要：中央大学春日小試験地は流域面積 0.38km^2 (0次谷)であり、長野県佐久に位置し千曲川の支流鹿曲川左岸の流域である。流域の土地利用状況は最上流部の一部が牧草地帯になっており、その他の大半は森林に覆われている。森林は主にカラ松と杉の混合林からなっている。著者らは流域内に転倒マス式雨量計を設置し、さらに流域出口に三角堰を設け、水位を測定することにより流量を算定した。

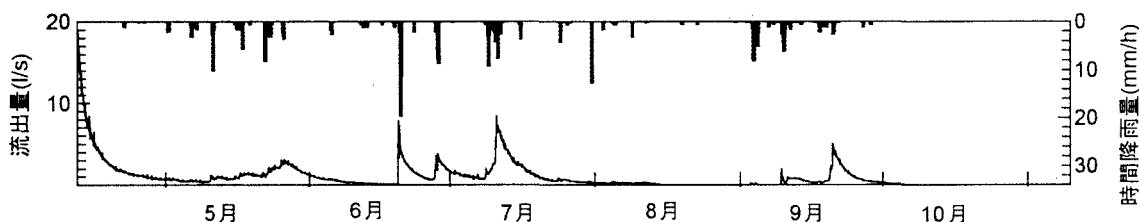


図1 春日小試験地におけるハイドロ・ハイトグラフ (1997/4/8 ~ 11/5)

3.観測結果及び考察：上に示す図1は1997年4月8日～11月5日のハイドロ・ハイトグラフである。この図から、降雨の特性や初期水分量によってハイドログラフは必ずしも同じ形態とは限らないことがわかる。春日小試験地における流出率は常に0.01～0.07の値を取っており山地流域においてはほとんどの降雨が損失している。図2、図3にその代表的なハイドログラフ(一降雨分の拡大図)を示す。図2、図3のような一降雨に対してハイドログラフが2つのピークを持つ場合が数多く確認された。一降雨に対して二つのピークを持つハイドログラフは以下のような過程のもとに発生すると考えられる(図5参照)。まず降雨時には鉛直方向へ浸透しきれない水分によって地表面近くに飽和領域が生じ斜面に沿って飽和側方流として流れる。この飽和側方流による中間流、及びわずかな表面流がハイドログラフにおける一つ目のピークを形成していると考えられる。また、飽和側方流が発生した後、土壤中に残った水分はそのまま鉛直に浸透していき地下水面を上昇させる。その後土壤中に貯留された水分が時間のかかる不飽和な流れとして流出する。これがハイドログラフにおける二つ目のピークを形成すると考えられる。

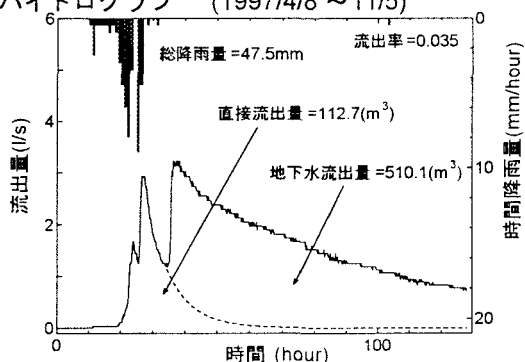


図2 二つのピークを持つハイドログラフ (総降雨量 47.5mm 総流出量 622.8m^3)

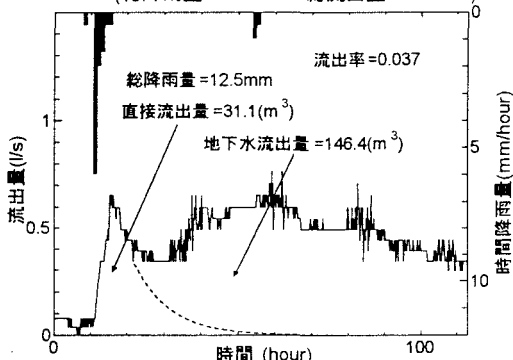


図3 二つのピークを持つハイドログラフ (総降雨量 12.5mm 総流出量 178.5m^3)

キーワード：直接流出、地下水流出、中間流、山地小流域

連絡先(東京都文京区春日 1-13-27・tel 03-3817-1805・fax 03-3817-1803)

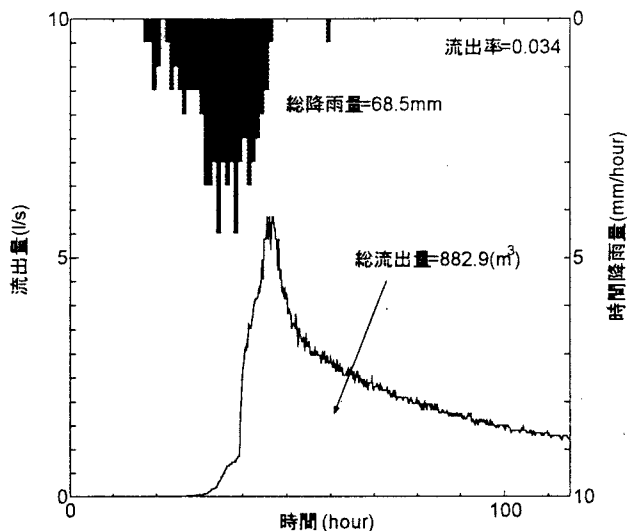


図4 ピークが一つのハイドログラフ

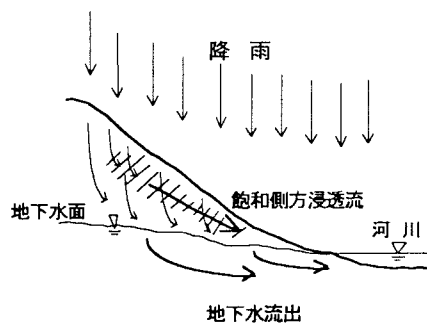


図5 土層内の流出機構の模式図

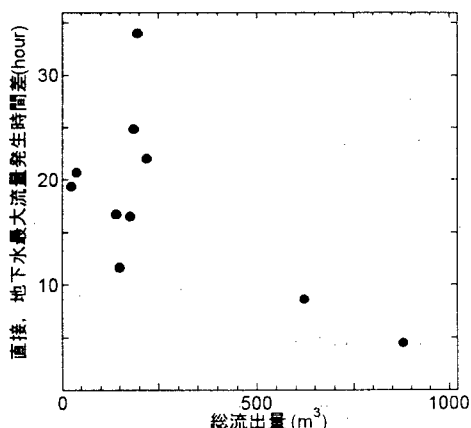


図6 総流出量と最大流量発生時間差の関係

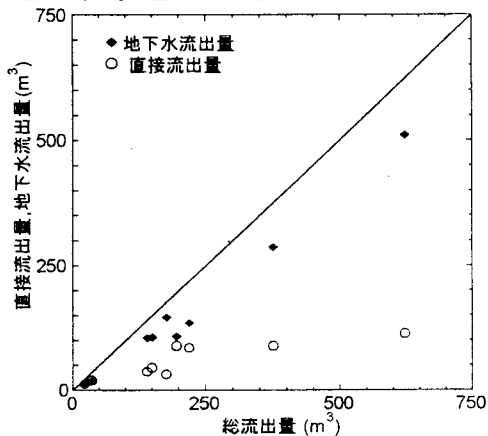


図7 総流出量と直接流出量, 地下水流出量の関係

二つのピークを有する流出現象において、一つ目のピークを直接流出、二つ目のピークを不飽和な地下水流出と考え解析を進める。ここではハイドログラフの減衰曲線が exponential カーブ形で減衰すると仮定し、直接流出量の減衰曲線に exponential カーブを当てはめることで流出成分を直接流出成分と地下水流出成分に分けた。図2と図3を比較すると、ハイドログラフにおける二つのピーク間の時間差が異なることがわかる。図6はハイドログラフにおける二つのピーク間の時間差と総流出量の関係を示している。この図から総流出量が大いほどハイドログラフにおける二つのピーク間の時間差が小さくなることがわかる。降雨が大規模であるほど地下水位が上昇し、土壤中の動水勾配が大きくなる。このため地下水流出が早くなり、ハイドログラフのピークの時間差が短くなったと考えられる。さらに図4のように大規模な降雨時には二つのピークが重なることによりピークが一つのハイドログラフも形成しうる。図7は総流出量と直接流出量、地下水流出量の関係を示したものである。この図から山地小流域における二つのピークを持つ流出については地下水流出成分が卓越していることがわかる。

4.まとめ: (1)観測により確認された一降雨対し、二つのピークを持つハイドログラフの発生原因として、降雨時において地表面近くの飽和領域から生じる飽和側方流の流下速度と地下水面の上昇により生じる地下水流出の流下速度の差が考えられる。(2)総流出量が増大するとハイドログラフのピーク時間差が短くなることがわかった。これは降雨により地下水位が上昇することで土壤中の動水勾配が大きくなり地下水流出が早くなると考えられる。(3)二つのピークを持つハイドログラフにおいては総流出量に対し二つ目のピークを形成する地下水流出成分が卓越している。

参考文献 1)例えば塚本良則:森林水文学,文永堂出版,1992.