

## II-43

## 火山原面とその浸食堆積物に覆われる山地小流域におけるハイドログラフの形態に関する研究

中央大学大学院 学生員 ○松木 浩志 大原 憲明

中央大学理工学部 正員 志村 光一 山田 正

1. はじめに: 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。しかしながら、流域の土地利用状況や地形地質等に代表される流域特性の違いをすべて考慮した流出モデルは未だ実用レベルに達していない。著者らは全国7カ所に異なる流域特性を有する水文試験地を設け、降雨流出特性の解明と、各流域における流出現象をすべて表現することのできる流出モデルの構築を目的として、長期水文観測を行っている。本研究はその水文試験地の一つである春日小試験地における流出現象の解析を行ったものである。

2. 観測概要: 中央大学春日小試験地は流域面積  $0.38\text{km}^2$  (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(表1参照)。著者らはこの流域において1995年から、積雪がある11月中旬から4月上旬を除いて連続観測をおこなった。観測では、流域内に転倒マス式雨量計を設置することで雨量を計測し、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ている。

3. 観測結果及び考察: 春日小試験地における流出率はこれまでの観測結果から、常に  $0.001 \sim 0.07$  の値をとり、山地流域においてはほとんどの降雨が損失していることが分かっている。本研究では、一降雨に対するハイドログラフの形状に着目し解析を行った。図1、図2は本試験地における一降雨に対するハイドログラフの代表的な例である。こ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。さらに、図1と図2を比較すると、二つのピークの形状やピーク間の時間差が異なることがわかる。表2にハイドログラフにおけるピークの形態による分類、図3にハイドログラフの二つのピーク間の時間差と総流出量の関係を示す。この図から総流出量が大きいほど二つのピーク間の時間差が小さくなることがわかる。このような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過程のもとに発生すると考えられる。①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な領域が生じる。②飽和領域の水分は斜面に沿って飽和側方浸透流として流れる。こ

キーワード: 山地小流域、ハイドログラフ、直接流出、地下水流出

連絡先(〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27・TEL 03-3817-1805・FAX 03-3817-1803)

表1 春日試験地の概要

| 場 所  | 長野県佐久 千曲川支流鹿曲川左岸流域 |                  |
|------|--------------------|------------------|
| 流域面積 | $0.38\text{km}^2$  |                  |
| 植 生  | 上流                 | 牧草地、混合林(杉、カラマツ等) |
|      | 中流                 | 混合林(杉、カラマツ等)     |
|      | 下流                 | 混合林(杉、カラマツ等)     |
| 地 質  | 上流                 | 火山原面             |
|      | 中流                 | 谷底堆積低地(砂礫層)      |
|      | 下流                 | 谷底堆積低地(砂礫層)      |

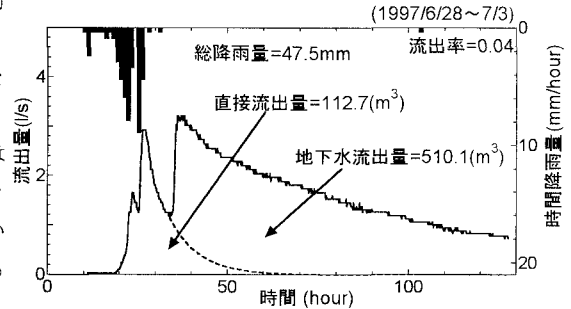


図1 明確な二つのピークを持つハイドログラフ

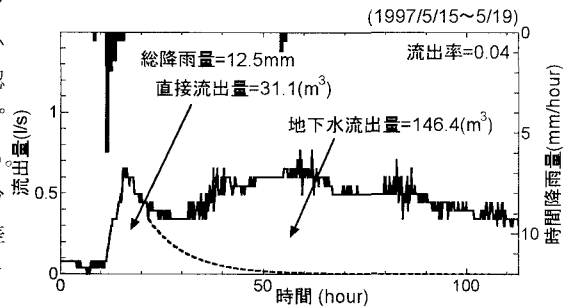


図2 緩やかな二つのピークを持つハイドログラフ

表 2. 流出形態の違いによるハイドログラフの分類

| 流量ハイドログラフの形状         | サンプル数 | 流出率        | 降雨量 (mm)   | 直接流出量 / 総流出量 | 二つのピークの発生時間差 (hour) |
|----------------------|-------|------------|------------|--------------|---------------------|
| 明確に二つのピークを持つハイドログラフ  | 4     | 0.01~0.04  | 38.5~77.5  | 0.16~0.18    | 4.5~12.5            |
| 緩やかな二つのピークを持つハイドログラフ | 9     | 0.003~0.04 | 12.5~35.5  | 0.2~0.5      | 11.7~34.0           |
| 一つのピークを持つハイドログラフ     | 8     | 0.001~0.06 | 18.5~125.5 | —            | —                   |

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。③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。この不飽和な地下水流がハイドログラフにおける二つ目のピークを形成する。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と考慮解析を行った。ここではハイドログラフの減速曲線が exponential カーブ型 (図 1, 2 における破線) で減衰すると仮定し、直接流出量の減速曲線に 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成分に分割した。降雨が大規模であるほど地下水位が上昇し、土壤中の地下水流の動水勾配が大きくなる。このため地下水流が早くなり、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。図 4 は大規模な降雨時のハイドログラフである。この図より一つのピークを持つハイドログラフは、二つのピークが重なることによって形成されたと考えられる。図 5 は総流出量と直接流出量、地下水流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現象においては、地下水流成分が卓越していることがわかる。

4. まとめ: (1) 春日試験地のような山地小流域において、ハイドログラフが二つのピークを持つ流出現象の発生が観測により確認された。(2) 降雨に対し、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位の上昇により生じる地下水流の流下速度の差が考えられる。(3) 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が早くなると考えられる。(4) 二つのピークを持つハイドログラフにおいて、総流出量に対し二つ目のピークを形成する地下水流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.

2) Takashi HIROSE, Yuichi ONDA, Yukinori MATSUKURA: Runoff and Solute Characteristics in Four Small Catchments with Different Bedrocks in the Abukuma Mountains, Japan 地形 第 15A 巻 特別号, pp. 31-48, 1994

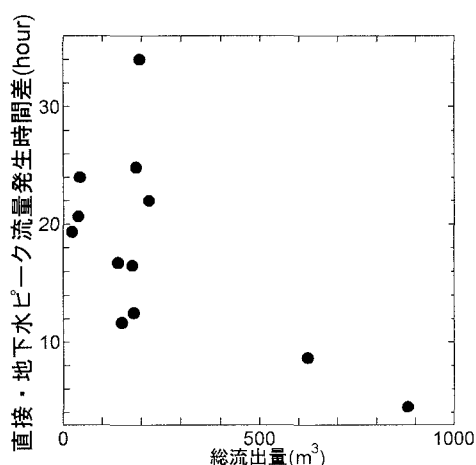


図3 総流出量とピーク流量発生時間差の関係

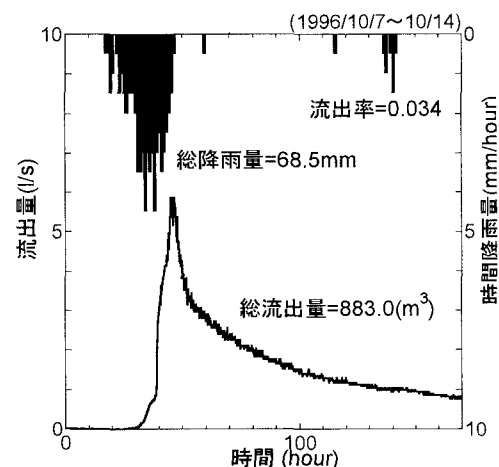


図4 一つのピークを持つハイドログラフ

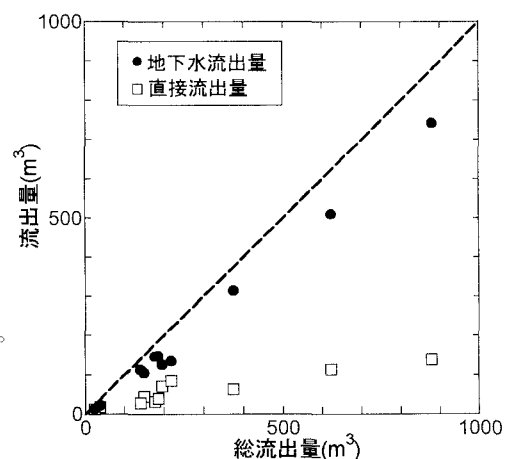


図5 流出量における地下水流出と直接流出の関係