

京大・防災研 石原安雄, 長尾正志, 小葉竹重機

本研究は、降水や流出量などの各要素を同一記録紙上に同時に測定させることのできる装置を用い、びわ湖流域の野洲川支川荒川上流に設置した雨水流出試験地を対象として行った観測結果に基づいて、とくに流出の初期における流量の増加特性を解析したものである。

1. 対象流域および観測方法の概要

対象とした流域は図-1に示すように、試験地内の小流域である梅ヶ谷で、面積は0.18 km²、地質は花崗岩で上層1~2 mが風化帯で覆われている。植生は樹高約10 mの植林した杉林が大部分を占め、一部2~3年の杉林のところもあるが、全域にわたって下草が密生し、観測時には約1 m程度に生長していた。平面形状は図示のようになんまり細長く、上流で2本の支川に分かれており、平均の河谷勾配は1/2.5、山腹斜面は約30°の傾斜をしている。¹⁾

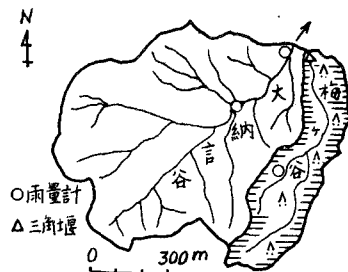


図-1

流量は流域の最下流端に設置した90°三角ぜきで観測し、雨量は2地点で測定した。また指標的意味で、山腹斜面上に峯線より約10 m、20 mの地点で、中約1 mのアリキ板を深さ10 cm程度挿入し、斜面を流下して板上に集まる雨水の量(以下表層水と呼ぶ)と、せき地点での流出水の電気電導度および水温とを測定した。これらの観測値はすべて電気信号に変換し、打点式記録計で同一記録紙上に記録させた。²⁾

2. 観測結果の概要

詳細な観測は主として今年の梅雨期に行なったが、その代表的な一例が図-2である。図中降雨強度は15分間強度であり、また流出量曲線で破線で示したところは、せきの流量検定が未完のため精度が良くないと思われるところを示している。図からわかるように、降雨強度の変動に伴ってハイドログラフがかなり微妙に変化している。

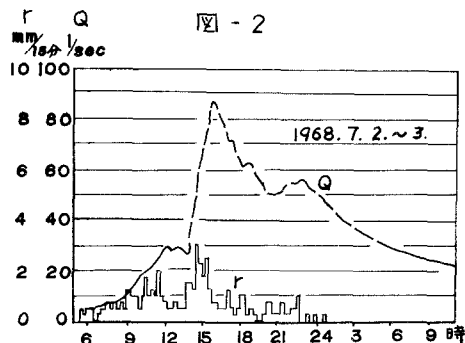


図-2

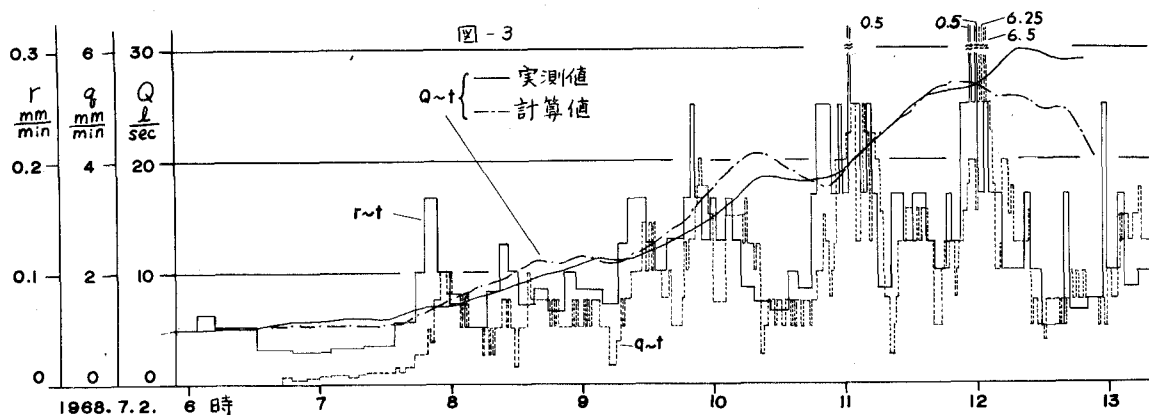
とくに、流量の増加特性をみるために、図示の6時~13時の間を拡大し、その詳細を示したものが図-3である。この図中、点線で示されているグラフは、峯線下20 mの地点で測定された表層水を示している。降雨強度($r \sim t$)、表層水($q \sim t$)が棒グラフで示してあるのは、両者とも転倒桁型の雨量計(0.5 mm/分)を用いたためである。なお、電気電導度は流量とほぼ比例的に変化し、水温の変化は微少であったので、図にはとくに示さなかった。

3. 測定結果の解析

図-3において注目すべきことは、1)降雨開始とほぼ同時にわずかながら流出量が増大してい

1) 石原・長尾・小葉竹：荒川流出試験地の流域特性について、京大防災研、年報11号B、昭43.3。

2) 同と：雨水流出試験地における観測について、土木学会関西支部講演概要、昭42.11。



る, ii)降雨初期を除き, 降雨強度が 3 mm/hr 以上のとき表層水が現われる。iii)降雨強度が増大しはじめるとほぼ同時に表層水も増加するが, 両者のピークでは約5分の時差を生じ, 降雨終了時には10分程度の時差が認められる, などの諸点である。そこで, これらの特徴的な性質を考慮し, 流出過程を山腹斜面と河谷との2段の伝播過程をもつものと考えて解析したのである。

(1)河道降雨について: 降雨開始後1時間程度で流出量がほぼ一定となっている。すなわちその間の平均降雨強度 2.5 mm/hr , 流量の増分 1 l/sec である。そこで, $Q = r \cdot (\alpha A)$ を用いて河谷部の面積の全面積に対する割合 α を計算すると, $\alpha = 1/125$ がえられる。ここに, $A = 0.18\text{ km}^2$ である。

(2)表層水について: 観測された表層水は地面流というよりも中間流と考えた方が妥当である。したがって, ダルシー則が成立するとすると, 20 m の間の伝播時間が10分であるので, 伝播速度, すなわち透水速度は 3.3 cm/sec となる。これは粒径 $1\sim 5\text{ mm}$ の砂層の透水係数と同程度のもので, 山腹斜面勾配を考慮しても常識的な値である。つぎに平均斜面長が約 60 m であるから, その間の伝播時間を約30分と考えてよいことになる。

(3)浸透について: 対象としている期間中は, 山腹斜面において浸透が卓越していると考えられる。また, 9時10分, 10時20分, 11時50分のところで流出量がピークまたは見かけ上ほぼ一定値となっている。そこで, そのときの流出量の初期流量からの増分に対応する降雨強度を, それが河谷に集中したとして求め, これから河谷内伝播時間である1時間内の実測雨量の平均強度を差引くと山腹斜面から河谷への供給水に対応するものが計算されるが, さらに $1/124$ 倍すれば山腹斜面上単位面積当りの平均有効降雨強度となる。一方, 山腹斜面での伝播時間である30分間平均降雨強度から無条件に浸透する 3 mm/hr 相当量を差引き, さらに, その1時間平均強度を求める。これが上の平均有効降雨強度に対応するので, 両者の比を求めたところ $20:1$ となった。すなわち, 少なくとも対象とした期間内では, 山腹斜面では 3 mm/hr を越える雨量の5%が有効降雨であるといえるわけである。

以上の解析結果を用いて, 特性曲線法で流出量を計算した結果が図-3中の破線が示されているが, 実測値との一致はかなり良好である。なお, 他の例についても, 同様に良好な結果をえている。

なお, ここでは一応浸透という考えから解析したのであるが, 樹葉による降雨遮断との関係をも考慮する必要がある, また, ここで与えられた 3 mm/hr と6%という数字は, 時間の経過とともに変化すると考えられるが, (図-3における12時以降参照)その変化の様相やさらに表面流出の発生に至るまでの過程についても今後研究を続けていくつもりである。