

雨水流出現象に及ぼす斜面分布の効果

広島大学工学部 正 員 金 丸 昭 治
 広島大学工学部 正 員 三 島 隆 明
 広島大学大学院 学生員 ○ 松 尾 新 治
 広島大学大学院 学生員 神 田 橋 琢 也

1. はじめに 単純斜面内における不飽和雨水流出現象については、斜面内の空隙を5分割し、各区分の流動水が毛管力平衡状態を保ちながら流動するとした単純モデルを用いて解析できることは、既に発表した通りである。¹⁾しかし、実流域は複雑に変化しており、必ずしも単純な取り扱いが出来るとは限らない。

そこで本研究では、斜面分布が流出現象に及ぼす効果を単純斜面における解析方法を基にして、数値シミュレーションによって検討するとともに、一部の実流域の流出について検討した結果を述べる。

2. 斜面要素の影響 前述の方法²⁾で、代表斜面について、斜面を構成する主要な要素である斜面長と斜面勾配を変化させて計算し、それぞれの影響度について検討した結果を示す。

図-1は、代表斜面として斜面長 $l = 15\text{m}$ 、層厚 $d = 0.25\text{m}$ で斜面勾配を $\tan\theta = 1/12, 1/4, 1/2$ とした3種類の斜面に一定強度の降雨 (5.0mm/hr)を3時間降らせた場合の計算ハイドログラフ (Q :単位面積あたりの流量、 K :代表透水係数)を比較したものである。図からわかるように斜面長が一定の場合、斜面勾配が急になるほど急な変化になる。

この傾向は、斜面長が長くなっても同じ傾向が見られるが、図-2に示すように特に流量減衰期では時間軸を引き延ばした形の流出変化になる。

3. 複合流域からの流出 次に斜面分布を考慮した複合流域からの流出について検討したものが図-3および図-4である。

図-3は、比較的勾配が急で長い斜面が多い流域すなわち、斜面勾配が緩やかで、斜面長が比較的短い斜面 ($\tan\theta = 1/12, l = 15\text{m}$)と、その逆の斜面 ($\tan\theta = 1/2, l = 45\text{m}$)、およびその中間の斜面 ($\tan\theta = 1/4, l = 30\text{m}$)による複合流域からの流出ハイドログラフ (A)、逆に勾配が緩やかで長い斜面の多い流域、すなわち斜面勾配が緩やかで斜面長が比較的長い斜面 ($\tan\theta = 1/12, l = 45\text{m}$)と、その逆の斜面 ($\tan\theta = 1/2, l = 15\text{m}$)と、その中間の斜面による複合流域からの流出ハイドログラフ (B)、斜面勾配が一定 ($\tan\theta = 1/4$)で斜面長の異なっ

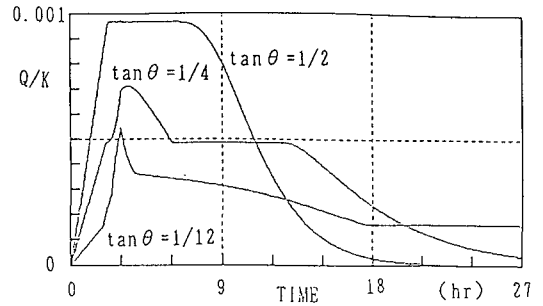


図-1 斜面勾配の変化に伴う流出の変化

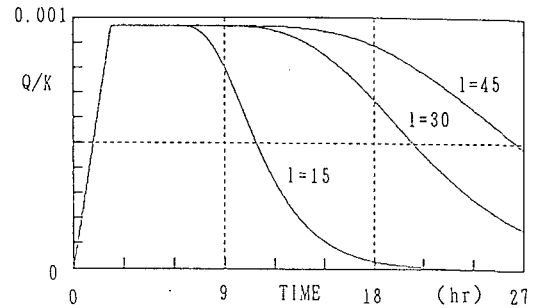


図-2 斜面長の変化に伴う流出の変化

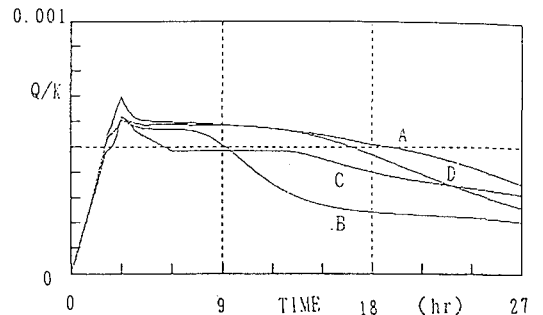


図-3 複合流域からの流出 I

た3種類の斜面 ($l=15\text{m}, 30\text{m}, 45\text{m}$) による複合流域からの流出ハイドログラフ (C)、斜面長が一定 ($l=30\text{m}$) で斜面勾配の異なった3種類の斜面 ($\tan\theta=1/2, 1/4, 1/12$) による複合流域からの流出ハイドログラフ (D) を比較したものである。

これらを見ると、降雨期についてはどのグラフもほぼ一致していることからわかるように、斜面長にほとんど影響されない。一方、流量減衰期の流出についてはCおよびDの曲線がほぼA、B曲線の中間的な流出性状を示しているこれからわかるように、減衰初期あるいは末期を除くと、ほぼ平均勾配および平均斜面長を有する単純斜面からの流出で近似されるものと考えられる。

また、図-4は、斜面勾配が一定 ($\tan\theta=1/2$) で斜面長の異なった3種類の斜面 ($l=15\text{m}, 30\text{m}, 45\text{m}$) の分布比率を変化させた複合流域 ($1:1:1, 2:1:1, 1:2:1, 1:1:2$) の流出ハイドログラフ (E~H) を比較したものである。

これらを見ると、比率によって流量減衰期の流出性状が変化することからわかるように、流量減衰期については、複合流域を1つの平均的な斜面と見なすよりは幾つかの代表的な斜面を考え、斜面分布状況に応じた分布比率を与えて計算する方がより実流域の流出に近い流出を再現できるものと考えられるが、FとHの中間的な状態であるEおよびGがやはり中間的な減衰特性を示していることから、前述のような平均操作も有意義な結果を与える場合もあるものと考えられる。

4. 実流域における流出 広島県内のある小流域 (流域面積が約 0.05km^2) における代表出水 (1983年9月下旬の出水) について検討してみた。この流域の河道における流下時間を試算すると、10分以下であると推定されたので、流下に伴う流出の遅れは無視して検討することにした。

1/2000の地形図より算出した斜面長、斜面勾配の分布は図-5に示すとおりであり、その平均斜面長は 30m 、平均斜面勾配は 0.54 であるが、流域を4種類の斜面 ($l=50\text{m}, \tan\theta=0.55$; $l=35\text{m}, \tan\theta=0.55$; $l=20\text{m}, \tan\theta=0.65$; $l=20\text{m}, \tan\theta=0.45$) にLampingして、この代表出水について有効降雨量を試算し、その流出変化を求めた計算ハイドログラフと実測ハイドログラフとを比較したものが図-6である。図からわかるように流量減衰期に多少のズレが見られるが、全般的にはほぼ一致している。また、平均斜面長および平均勾配を有する単純斜面として近似したものについても同様な計算を行なったが、ほぼ同様な結果が得られた。

5. あとがき 実流域をLampingする場合の斜面分布の効果についての指標を得ることができた。今後、他流域の出水を含めて、さらに詳細な検討を行なっていく予定である。

参考文献 1) 三島, 金丸, 常松: 広島大学工学部研究報告第39巻1号 pp. 39-51, 1990

2) 金丸, 三島, 川本: 第42回中四講演概要集 pp. 88-89, 1990

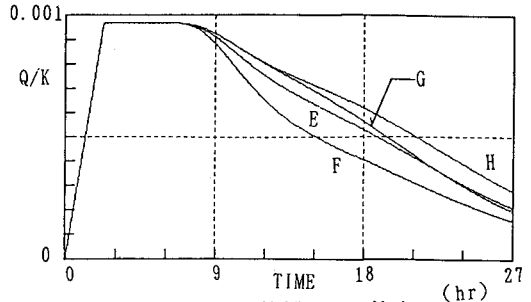


図-4 複合流域からの流出 II

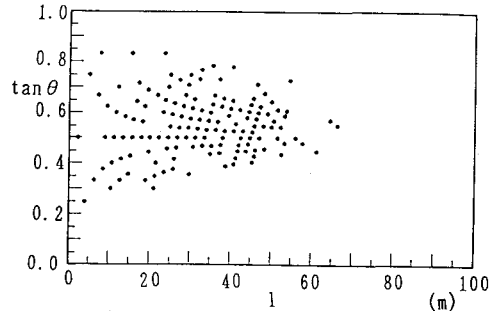


図-5 斜面長と斜面勾配の関係

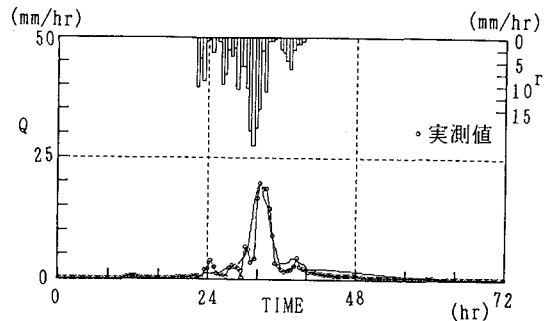


図-6 実測と計算のハイドログラフ