

II-31

単位斜面からの流出素過程に関する実験的研究

北海道大学 山田 正
北海道開発局 許士 達広
北海道開発局 村上 康啓
京都大学大学院 岩崎 福久

1. 研究の目的

本研究は、降雨流出系における斜面及び降雨の諸条件の違いが流出に与える影響を実験的に明らかにすることを目的としたものである。

2. 実験の概要

今回用いた実験装置は図-1に示す水路に砂を敷き詰め、水路上方に降雨発生装置を設け、斜面に模擬降雨を与えたものである。今回行った測定は主に降雨と下流端における流出量である。斜面に敷き詰めた砂は2種類であり、細砂として珪砂7号、粗砂として珪砂4号である。その土質諸元は表-1に示されている。人為的に変え得る実験条件は降雨強度、降雨継続時間、砂種、土層厚、斜面勾配でありその実験諸元を表-2に示す。また、流出成分の確認のためにフミン質及び塩水の流出水の抽出実験を行い、さらに下流端における境界条件の流出に与える影響を見るために下流端のフィルターと土層との境界に高さ20cmの小ダムを設け、予め土層内に地下水面がある場合の実験を行っている。

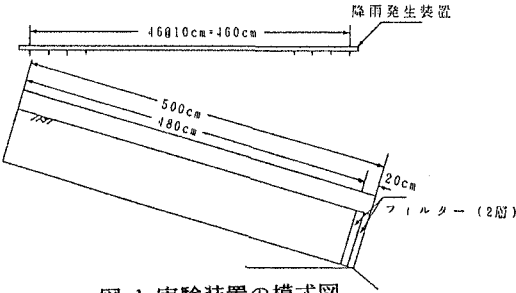


図-1 実験装置の模式図

種類	透水係数 (cm/sec)	間隙率	D50 mm	Uc
細砂	0.00333	0.34	0.14	1.7
粗砂	0.125	0.30	0.74	1.5

表-1 砂の土質諸元

Run	砂種	土層厚	勾配	降雨強度 mm/hr	降雨継続時間
1-1	粗砂	20cm	1/10	10.27	180 min
-2				20.95	
-3				53.69	
2-1	粗砂	20cm	5	10.49	180 min
-2				21.52	
-3				54.88	
3-1	粗砂	40cm	1/10	10.67	300 min
-2				19.14	
-3				47.97	
4-1	粗砂	40cm	1/5	10.53	300 min
-2				19.27	
-3				49.89	
5-1	細砂	20cm	1/10	9.88	90 min
-2				20.18	
6-1	細砂	20cm	1/5	9.29	210 min
-2				19.03	180
7-1	細砂	40cm	1/10	10.75	90 min
-2				19.44	
8-1	細砂	40cm	1/5	10.62	270 min
-2				20.86	180

表-2 実験条件（地下水面無し）

3. 実験結果及び考察

図-2、図-3はそれぞれ細砂、粗砂の場合のハイドログラフである。これらの図より砂の種類の違いによる応答の違いが分かる。両者を比較すると細砂の方がハイドログラフの立ち上がり及び減衰はかなり早い。また粗砂の場合ハイドログラフの立ち上がりにおいて階段状の部分が観察できる。図-4は流出水のトレーサーの抽出実験の結果である。土中には予め高濃度のフミン質が含まれており、また土層表面には塩水を散布してある。この図より、フミン質濃度は降雨開始後急激に減少し、流出が定常に達する頃にはほぼ一定値を示している。また塩水濃度は流出の増加が鈍ったあたりで急激に増加している。このことより、ハイドログラフの立ち上がり後流出の増加が落ち着くまでに流出してきた水は土層内に予め含まれていた古い水であり、押しだし効果により流出してきたものと思われ、その後に新しい雨水が流出してきていると考えられる。次に予め土

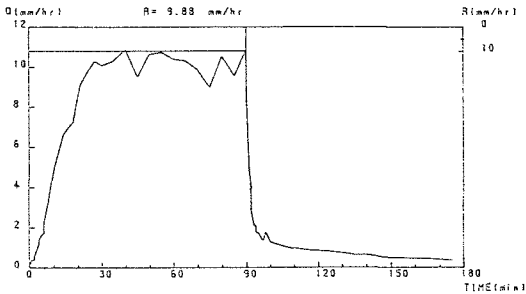


図-2 Run5-1 (細砂)

層内に地下水面がある場合と無い場合のハイドログラフを図-5、図-6に示す。これより、地下水面のある場合と無い場合のハイドログラフの違いは、ハイドログラフの立ち上がり部に階段状の部分が現れるか現れないかの違いだけであり、立ち上がりまでにかかった時間及び定常に達するまでにかかった時間は両者とも大差はないことが分かる。

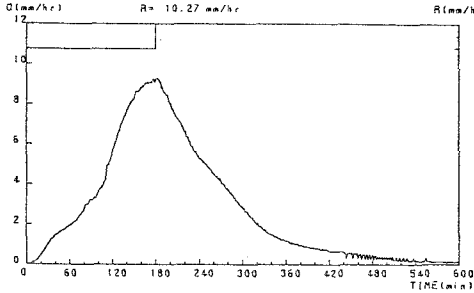


図-3 Run1-1 (粗砂)

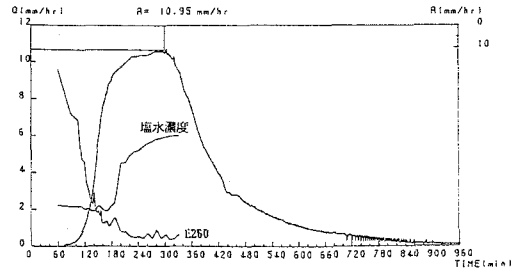


図-4 トレーサー抽出実験

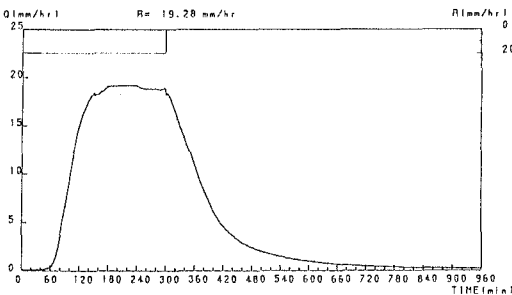


図-5 地下水面がある場合

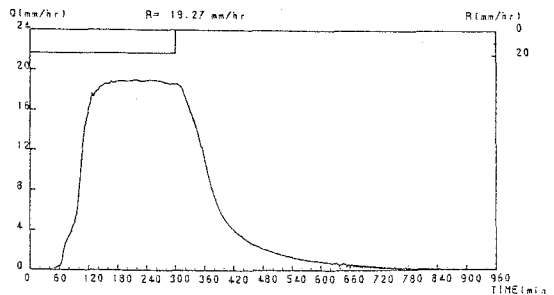


図-6 地下水面がない場合

4. 結論

1) 一般に透水係数の大きい土壌を有する斜面からの流出は早いものと思われてきたが、今回の実験では逆に透水係数の小さい砂の方が立ち上がりが早く、逓減も速かった。また粗い砂においては地下水面が無い場合、ハイドログラフの立ち上がり部に階段状の部分が観察された。2) 斜面に予め地下水面がある場合と無い場合においても本実験の範囲では流出ハイドログラフの形状にはほとんど差異は認められない。このことから下流端条件の違いは流出ハイドログラフに大きな変化を与えないことが分かる。3) 流出の増加が落ち着いてきたあたりまでに流出してきた水は土層内に予め含まれていた古い雨水であり押しだし効果で流出してきたものである。

5 謝辞

本研究は重点領域研究(1)「気象解析とレーダー雨量計を補完的に組み合わせた豪雨災害の予測手法に関する研究」(代表 山田 正, 北大)の補助のもとに行われている。ここに記して感謝の意を表す。

6 参考文献

- 1) 山田 正(1981): 小流域における降雨流出機構に関する研究、東工大 学位論文、
- 2) 金丸昭治・高棹琢馬著: 水文学、朝倉書店、
- 3) 日野幹男・太田猛彦・砂田憲吾・渡辺邦夫 共著: 数値解析による洪水予報、森北出版、
- 4) 日野幹男・樫根 勇・尾田栄章・高山茂美・玉光弘明・塚本良則・山田 正 共訳: 新しい水文学 朝倉書店。