

II-128 降雨の浸透による溪床堆積物の流動化

京都大学防災研究所 正員 沢田豊明

京都大学防災研究所 正員 芦田和男

1. まえがき

溪流の河床堆積物の流動化による土石流の発生には降雨の果たす役割が大きいと考えられるが、その堆積層への降雨の浸透と堆積層の流動化に関しては不明な点が多く、降雨による土石流の発生予測が困難である。本研究は現地観測によって、これらを明らかにしようとするものである。

2. 観測流域の概要

降雨による溪床堆積物の流動化から土石流が発生する状態を観測するために土石流の発生頻度が高い焼岳火山の西斜面の小溪流を試験地とした。この白水の中谷(0.16km²)において土石流の発生条件を明らかにするために、降雨の条件や河床などの場の条件について観測・調査を行っている。この中谷における土石流は河床勾配15°以上の溪床に側岸のガリ壁面から供給され堆積したものが降雨によって流出する形態を示している。この流域の特徴は図-1に示すように、このセンサー埋設地点を出口とする流域(0.1km²)において、ガリの占める割合は大きく、その面積は約0.04km²となっている。河床の状態は、このガリの中流部に溶岩の露出があり狭窄部となっており、この地点より下流では河床の堆積物が約5mの厚さに堆積しているのに対し、その上流では河床堆積物は非常に少ないことが特徴である。

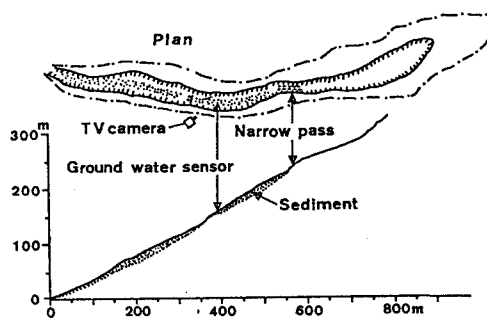


図-1 白水の中谷の概要と観測システム

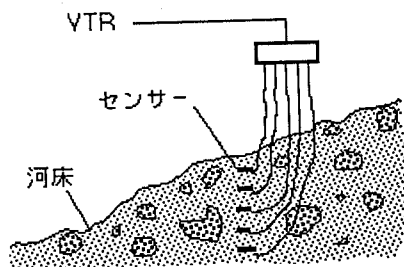


図-2 水分センサーの埋設状態

浸透水を検知するセンサーは電極対で図-2に示すように地表から10cm間隔で10個埋設されている。電極間の電気抵抗の変化から水分を検知している。間隙水圧の測定はこの様な火山灰・礫からなる堆積物中では困難である。

3. 観測成果の考察

従来より、この流域では時間雨量が20mm以上で土石流が発生することが多い。一般に、土石流の発生には降雨強度が関係しているとされている。1987年9月9日、この白水谷では時間雨量29mmが観測されたが、

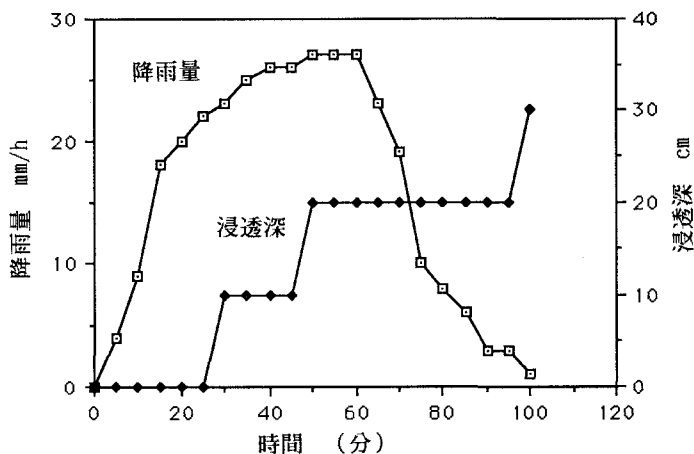


図-3 1987年9月9日の時間雨量と雨水の浸透深の時間変化

下流に到達するような規模の土石流の発生は認められなかった。ところで、この時間雨量29mmの降雨によって発生したと思われる小規模の土石流の痕跡が認められた。その痕跡は幅約1m、長さ約30mで図-2に示す水分センサーの埋設部に残されていた。この痕跡域には、直径約30cmの礫が堆積しているのが認められた。

図-3は9月9日の降雨量と降雨の浸透深を示したものである。降雨量は各時刻における時間雨量を示している。浸透深は地表からの深さである。この図において、降雨開始から29分で時間雨量が15mmになったとき10cmの深さまで浸透が進み、降雨開始から45分で時間雨量が17mmになったとき20cmの深さまで浸透が進んでいるのが分かる。その後、降雨開始から98分で時間雨量が1mmに減少した時点で30cmまで浸透が進んでいる。この付近の堆積層の空隙率は約30%で、約17mmの雨で地表から順に空隙を埋めていくなれば、約6cmの深さにはか達しないが、実際には約5倍の30cmとなっており、降雨の浸透が均等に生じていないことも考えられる。このような点については、センサーなどの問題も含めて、今後の検討が必要である。

1988年の観測において、土石流発生時の降雨と河床堆積中の水分量について若干の観測資料が得られたので、河床堆積層中の水分分布と土石流の発生について検討を行う。表-1は9月11日の浸透深を示したものである。降雨開始から約8時間経過した2時36分に、水分センサーは地表に近いものと60cmから100cmにあるものが水分を検知してい

表-1 1988年9月11日の雨水の浸透状態と土石流の発生

浸透深 cm	時刻						
	2:38:41	2:40:37	2:53:06	2:53:16	3:03:26	3:03:33	3:03:34
10	●	○	●	●	●	●	-
20	○	○	○	○	○	●	-
30	○	○	○	○	○	●	-
40	○	○	○	○	○	●	-
50	○	○	○	○	○	●	-
60	●	●	●	●	●	●	-
70	●	●	●	●	●	●	-
80	○	○	●	●	●	●	-
90	●	○	●	●	●	●	-
100	●	●	●	●	●	●	-

る。その後、浸透水による飽和部分はしだいに上昇している。3時3分33秒には全センサーが水分を検知しているが、1秒後には信号線の断線が発生している。この断線が土石流の発生によるものであると考えると、全層が飽和した直後にセンサーの埋設地点で土石流が発生したことになる。

以上のように降雨の浸透が土石流の発生を支配しており、この点を考慮して堆積層中の水分の状態について水収支を検討してみよう。この付近の堆積層の空隙率は約30%で、センサーが埋設されている1mの厚さの堆積層の空隙を均一に水で飽和するためには約300mmの降雨量が必要となる。しかし、この土石流の発生までの総雨量は約150mmとなっており、この地点の降雨のみでは全層が均一に飽和するためには約半分の水分が不足する。したがって、従来の観測において土石流の発生時の水と土砂の収支を検討した結果においても、土石流発生に関与する雨水について、土石流の発生地点以外の河床からの流入水の存在や降雨の浸透が堆積層内で均等に生じていないことが考えられる。さらに、土石流の発生が短時間の降雨強度に対応していることと浸透速度を考慮すると、このように雨水の分布が水平的にも鉛直的にも不均一に分布する点について、地表の形態や堆積層の特性を考慮した今後の観測・調査とそれに基づく検討が必要である。

4. まとめ

以上、河床堆積物の降雨による流動化を予測するため、降雨が堆積層へ浸透する状態を明らかにして流動化との関係を検討した。観測成果は不十分であったが、降雨の浸透が不均一に発生していること及び上部層のみの飽和が一時的に発生している事が認められた。

参考文献

芦田和男・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(18)、京都大学防災研究所年報32号B-2、1989、pp. 471-486.