

山口大学工学部 正員 藤原 輝男
山口大学工学部 学生員 ○中山 義一
高松組 藤山 敦

1. まえがき 裸地斜面等の侵食機構を考える場合、降雨による雨滴衝撃力が加わるため平地河川での流砂機構とは性質を異にしたものであるが、雨水流による土砂の剝離、輸送について若干の報告*があるだけで、雨滴衝撃と地表流水による土砂輸送の両者が作用する現象については十分に解明されていない。雨水流による侵食現象は地表流水による土粒子の剝離、輸送および雨滴衝撃による剝離、輸送のそれぞれの過程を伴って生ずるものと考えられる。特に、地表流水による掃流力が小さい場合流砂量は少いが、これに雨滴衝撃が加わると土粒子が剝離し、わずかな流水によっても輸送され流砂量が増大すると考えられる。本報では、雨滴衝撃の影響度が大きくなると思われる限界掃流力付近について、流水のみによる場合と雨水流による場合の流砂実験を行い、その結果を比較することによって雨滴衝撃の影響度を調べ、考察を加える。

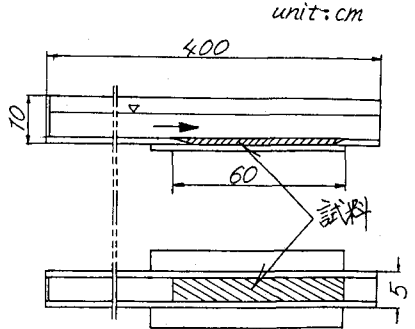
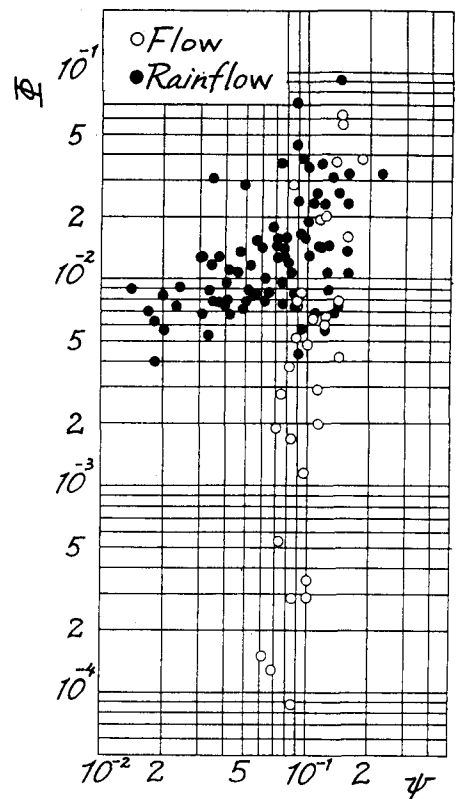


Fig. 1 実験装置

2. 実験方法 水流の場合、Fig. 1に示すアクリル製水路を用い、下流部にある凹部に試料を平坦になるように充填し、流量、傾斜を変化させ流砂量を測定した。試料は粒径 $d=0.02\text{mm}$ の豊浦砂を用い、水量はポイントゲージにより測定した。

雨水流の場合、上流部から流量を与えつつ、この水路に45cmの高さに設置された降雨発生装置から試料を充填した部分のみに降雨強度 $I=60\text{mm/hr}$ の降雨を降らせ、同様の実験を行った。この降雨装置から発生する雨滴は、あらかじめろ紙を用いたサンプリングにより累加体積50%の雨滴径 $D=0.37\text{mm}$ を求め、これを代表雨滴とした。この場合、降雨によって水面が乱れ正確な水深の測定ができなため、降雨を水面に当てない状態の水深を測定した。なお、上端から与える流量に比べ降雨による流量は非常に少ないため、降雨を降らせたときの水深の増加は無視した。

3. 実験結果および考察 Fig. 2は、水流によるものと雨水流による実験結果を示したものであり、流砂量無次元表示と掃流力無次元表示とで整理した。これはエネルギー勾配を用い、壁面補正を行い求めた。雨水流の場合、水流の場合では流砂が認められにくい限界掃流力以下でも流砂が認められ、雨滴衝撃の影響が大きく現れている。このことは、雨滴衝撃によって巻き上げられた土粒子が底面との摩擦をなくし限界掃流

Fig. 2 $Q-\tau$

力が低下したためと考えられる。また、掃流力が大きく
なり、流水により流砂量が生ずる領域から、流水と雨滴衝
撃とに起因して生ずるそれぞれの流砂量が含まれると考え
られる。

雨水流による流砂量は、雨滴衝撃に起因して生ずるものと
流水により生ずるものを含んでいると考えられる。これは落
下雨滴の運動量もしくは運動エネルギーに関与し、また水深
により底面に伝達する雨滴衝撃および衝撃による流れの
状態が変化すると考え、 h/D に対する Φ_D の関係をFig. 3
に示した。これは、Fig. 2の Φ_D の関係から限界掃流力
以上のものに関して Φ_D から Φ_D を差し引き、雨滴衝撃のみ
による流砂量として整理した。実験値のバラツキはあるが
 $h/D=1$ 付近で極大値をとるようである。

Φ_D は雨滴衝撃による剝離量 Φ_D と、衝撃により流れの
状態の変化に起因する Φ_D とに分けて考えることができる。
Fig. 4は、粒径 $d=0.025$ mm、雨滴径 $D_0=0.55$ mmを用い
た静水中における単滴による剝離量 V_D について、 h を
変化させたときの実験結果であり、Fig. 5は、同様の
試料で $h=0$ cmとし、雨滴径を変化させたときの実験結
果である。この関係を用いて、実験時の単位面積当
りの雨滴落下頻度から推定される剝離量を求め、Fig. 3
中の実線として示した。実線は、各落下雨滴が干渉
せず、衝撃が流水に対して影響を与えない条件での流
砂量と考え、これを Φ_D と仮定した。実線は、実験値より
小さい値を示しており、雨滴衝撃による流れの状態の
変化に起因する Φ_D の存在を示唆している。

Φ_D を Φ_D から Φ_D を差し引いたものとして求め、剝離した
土粒子が一時的浮遊状態になり、沈降する間に流速によって
輸送されると考え、平均流速 u_m と沈降速度 v_s の比 u_m/v_s
をパラメータとして、 Φ_D と h/D の関係を示したものが、
Fig. 6である。各パラメータについてのデータが少な
いが、 u_m/v_s が増加するにつれ減少し、 u_m/v_s と共に増
加する傾向が認められる。これは、 h が増大すると雨滴
衝撃による流れ等の流れの状態の変化が抑制されるためと
考えられ、また D の増加に伴い流れへの影響度が増加する
ためと考えられる。

4. あとがき 今後、雨滴落下頻度と剝離量との関係を明らかにし、降雨強度を変化させて実験を行い、定量的に考察していく予定である。

参考文献

* 岩垣雄一：雨水流による土砂の剝離と輸送について；土木論集 第51号

岩垣雄一：水質による地面浸食に関する二、三の考察；土木論集 第35号

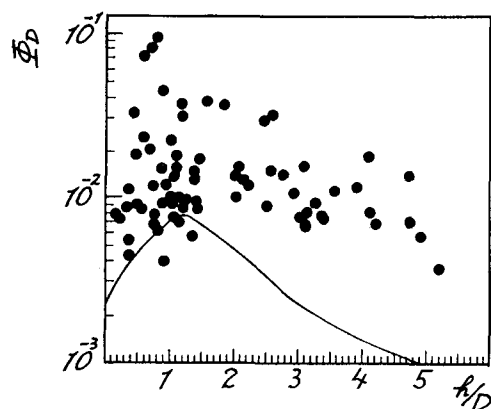


Fig. 3 $\Phi_D - h/D$

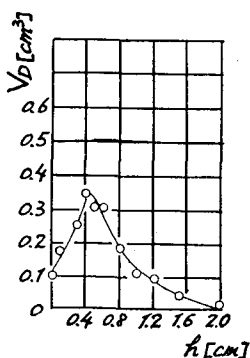


Fig. 4 $V_D - h$

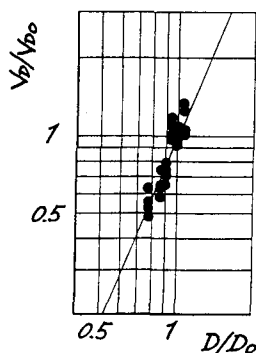


Fig. 5 $V_D/V_{D0} - D/D_0$

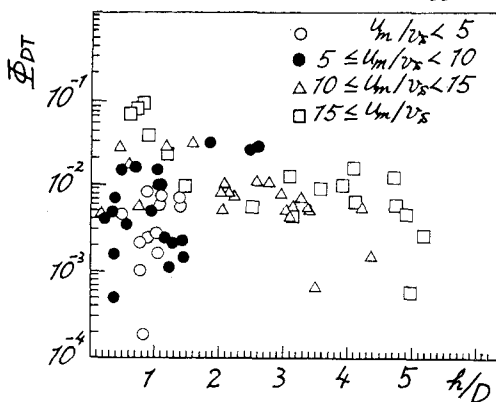


Fig. 6 $\Phi_{DT} - h/D$