

リル侵食に及ぼす各種要因の影響(Ⅱ) — 傾斜角と乾燥密度 —

山口大学工学部

正員 藤原 輝男

琉球大学農学部

校長 謙良

鳥取大学農学部

筑紫 二郎

常盤シビルエンジニアリング 正員 山崎 雅文

7. まえがき

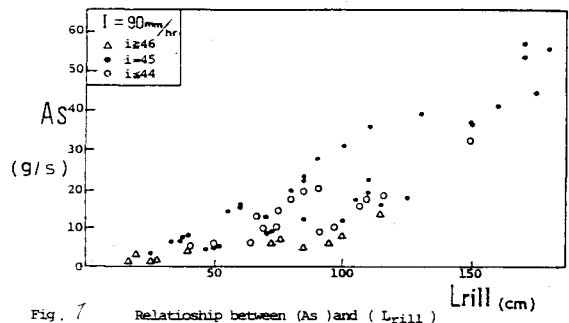
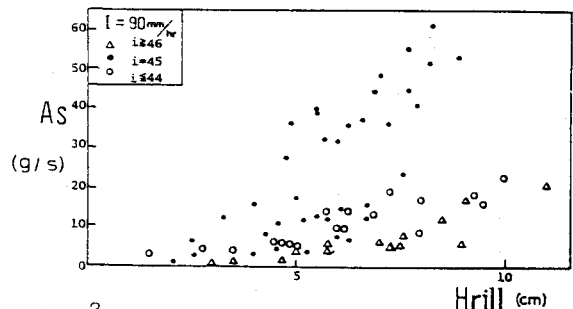
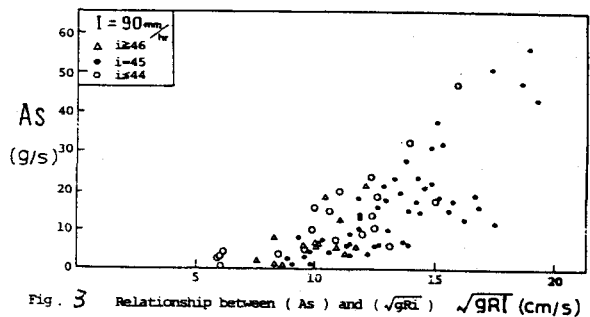
降雨による土壌侵食は、その規模によっていくつかのものに分けることができるが、植物等の保全工によりある程度防ぐことができる。しかし、ダム工事等の広く裸地斜面が現われている場合、保全工を施すことができずに多量の土壌侵食が起こるため、流出土量算出は重要なテーマとなっている。本研究では、模擬降雨、人工斜面による室内モデル実験によって、リル侵食量に及ぼす影響、とくに傾斜角と乾燥密度とのちがいによる影響を調べ、流出土量予測式を求めた。

2. 実験概要

人工斜面は、 $50 \times 500 \times 10$ cmの鉄製の傾斜可変のものである。実験は、この工槽内に試料土との摩擦を大きくし、地すべり現象を防ぐために金属メッシュを敷きつめ、その上に所定の乾燥密度とすうように締め固めた。模擬降雨装置は、斜面直上5mの位置に設置され、降雨強度を $0 \sim 200$ mm/hrに調節することができる。実験方法は、試料土 マサ土を用い、試料土の乾燥密度を $1.2 \sim 1.8$ g/cm³の間で、 0.5 g/cm³刻みで変化させた合計13種類について降雨強度 90 mm/hrと一定にして、リルの発生からリル侵食が人工斜面底部に至るまで、リル内の形状、水流の形状、流出土量流速、水温を測定した。

3. 実験結果

単位時間当りの侵食土量と各リル侵食変量の関係をFig. 1, 2, 3に示した。傾斜角 $i=45^\circ$ で最も多くリルが発生したため、 $i=45^\circ$ を境として、3つのグループに分けてプロットした。ここで、 A_s : 単位時間当りの侵食土量、 L_{rill} : リルの長さ、 H_{rill} : リルの深さ、 $\sqrt{gRi}$: リル水流の摩擦速度である。単位時間当りの侵食土量は、リルの長さ深さに比例して増加した。傾斜角が増加するにつれても同じことはいえる。Fig. 3において、リル発生後の摩擦速度は 5 cm/secを超えており、岩垣の式により限界摩擦速度を、 $\alpha=0.42$ cmとして求めると $u_{*c}=0.60 \sim 2.93$ となる。よって表面侵食からリル侵食への過渡期において、摩

Fig. 1 Relationship between (A_s) and (L_{rill})Fig. 2 Relationship between (A_s) and (H_{rill})Fig. 3 Relationship between (A_s) and ($\sqrt{gRi}$) ($\sqrt{gRi}$ (cm/s))

流速は、2.93~5 cm/sec 前後であると推定され、
この間では侵食及び堆積を繰り返すと考えられる。

3. 無次元量解析

実験結果からのデータより、リル侵食の流出土量に
影響があると思われる無次元量について解析を行った。
リル流出土量に影響する変量を(1)式のように仮定し
た。

$$[Q_0] = [q]^a [\alpha]^b [V]^c [ra]^\alpha [P]^e [R]^f [L]^g [v]^\beta [S]^\gamma [i]^\delta \quad (1)$$

ここで

Q_0 : 侵食土量 R : リル水流の径深
 α : 流出土の平均粒径 L : リルの長さ
 V : リル水流の流速 v : 水の動粘性係数
 ra : 乾燥密度 S : 土の水中比重
 P : 水の単位体積重量 i : 斜面傾斜

(1)式より無次元量を求め、書きかえたと

$$\phi(Q_0/\sqrt{sg}) = f\left(\frac{VR}{v}, \frac{gRi}{sg\alpha}, \frac{ra\alpha}{v}, \frac{L}{\alpha}, \frac{ra}{pg}\right) \quad (2)$$

また、 R , V , L について同様に無次元量で表すと

$$\frac{V}{g\alpha} = f\left(\frac{pg}{ra}, \frac{v}{\sqrt{g\alpha^3}}, i\right) \quad (3)$$

$$\frac{R}{\alpha} = f\left(\frac{pg}{ra}, \frac{v}{\sqrt{g\alpha^3}}, i\right) \quad (4)$$

$$\frac{L}{\alpha} = f\left(\frac{pg}{ra}, \frac{v}{\sqrt{g\alpha^3}}, i\right) \quad (5)$$

とすると、

各無次元量の間の関係を示したのが、Fig. 4, 5, 6
である。それぞれの回帰曲線は、原点を通っていい
と思われるが、それは、表面流出からリル侵食への
過渡期のデータが少いためである。

それぞれの無次元量の関係を回帰式として表すと、

$$\begin{aligned} \phi &= 9.60 \times 10^{-3} + 2.39 \times 10^{-3} \left(\frac{VR}{v}\right) \\ \phi &= -0.204 + 4.13 \left(\frac{gRi}{sg\alpha}\right) \\ \phi &= -8.95 \times 10^{-2} + 3.71 / \left(\frac{ra}{pg}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi &= 4.14 \times 10^{-2} + 4.39 \times 10^{-3} \left(\frac{L}{\alpha}\right) \\ \phi &= -0.398 + 1.65 \times 10^{-2} \left(\frac{ra\sqrt{gRi}}{v}\right) \end{aligned}$$

(6)

となり、すべての無次元量を含む回帰式は

$$\phi = 1.08 \times 10^{-13} (VR/v)^{1.01} (L/\alpha)^{0.698} (gRi/sg\alpha)^{0.454} (\alpha\sqrt{gRi}/v)^{1.77} (ra/pg)^{-0.205} \quad (7)$$

(1)式に、(3), (4), (5)式より R , V , L を消去し、あらかじめわかる変数のみの式に書きかえたと、

$$Q_0 = 2.056 \times 10^{-6} \cdot ra^{-1.539} \cdot v^{-3.372} \cdot i^{1.485}$$

を得、(1)式よりリル侵食における侵食土量予測式とした。

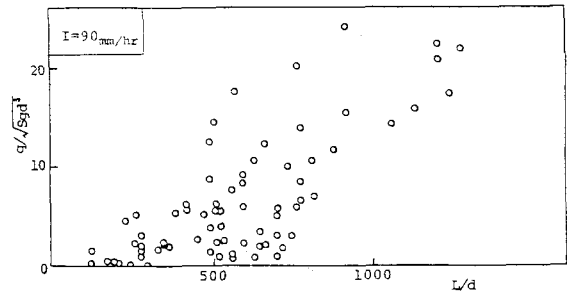


Fig. 4 Relationship between $(q/\sqrt{Sgd})$ and (L/d)

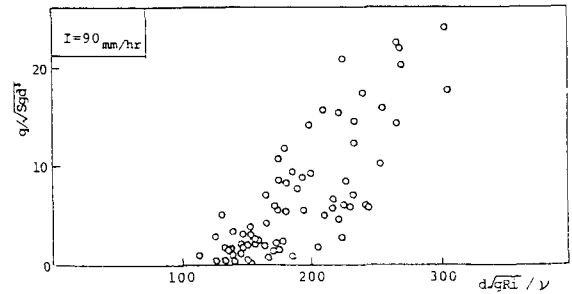


Fig. 5 Relationship between $(q/\sqrt{Sgd})$ and $(d\sqrt{gRi}/v)$

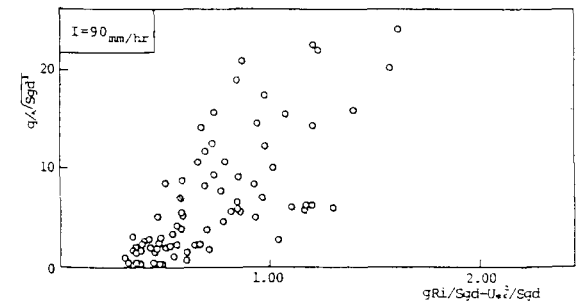


Fig. 6 Relationship between $(q/\sqrt{Sgd})$ and $(gRi/Sgd - U_0^2/Sgd)$