

雨滴粒径分布を考慮した降雨エネルギーと土壤侵食量の関係

山口大学工学部 正員 ○藤原 輝男
山口大学工業短期大学部 正員 塩月 善晴
高知大学農学部 南 信弘
山口大学工学部大学院 学生員 中山 義一

1. まえがき

土壤侵食予測式であるUSLE式中の降雨因子に関し、降雨エネルギーを算定する式として

$$E = 916 + 33 \log_{10} I \quad I: \text{降雨強度 [cm/hr]} \quad (1)$$

が与えられているが、実際には、一雨における30分間最大降雨強度 I_m との積 $E I_m$ という量を求め、この $E I_m$ 値を土壤侵食に量も相関の強い量として用いている。しかし、この式は、地域または降雨の種類によつてそれぞれ異なる係数をとり、(1)式のみで降雨エネルギーを算定するには、精度上無理がある。従つて、本論では、降雨の種類など変化する条件ごとに雨滴の粒径分布を推定し、それによつて求める降雨エネルギーと実験圃場からの侵食土量について解析を行う。

2. 1分間ごとの降雨強度推定について

土壤侵食現象は、最も簡単な物理量である降雨強度との関係について論じられてきたが、短時間に降雨強度の変化の激しい自然降雨には、その変化に対応することができずに相関度の高い結果を得ることが難しいのが現状である。また、雨滴粒径分布についても、刻々と変化するものであるから実際の降雨の変化を推定することが必要である。よつて、本論では、1分間を土壤侵食現象についての単位時間とし、1分間ごとの降雨強度の変化を推定することを考える。降雨の極値分布は、最大降雨強度曲線によつて表わされ、次の3つのタイプのものについて以後考えていく。

$$R = a / (T + b) \quad (2)$$

$$R = a / T^n \quad (3)$$

$$R = a - b \log_{10} T \quad (4)$$

最大 n 分間最大降雨強度 $R(n)$ は、最大1分間降雨強度をどの時刻を中心にして、時間最大降雨強度を収めるよう各1分間ごとの降雨強度を $r(1), r(2), r(3), \dots, r(n)$ とすると、次式によつて表わされる。

$$R(n) = \frac{r(1) + r(2) + r(3) + \dots + r(n)}{n} \quad (5)$$

よつて、任意の時刻の1分間の降雨強度は、(5)式を変形して

$$r(n) = R(n) - \sum_{i=1}^{n-1} r(i) \quad (6)$$

によつて、逐次計算して求めることができる。

解析にあつて、降雨データをほぼ10分間ごとに区切り、そこから、1分間から10分間までの最大降雨強度曲線から求めた推定値と実際に観測された値とを比較した(Fig. 1)。3つのタ

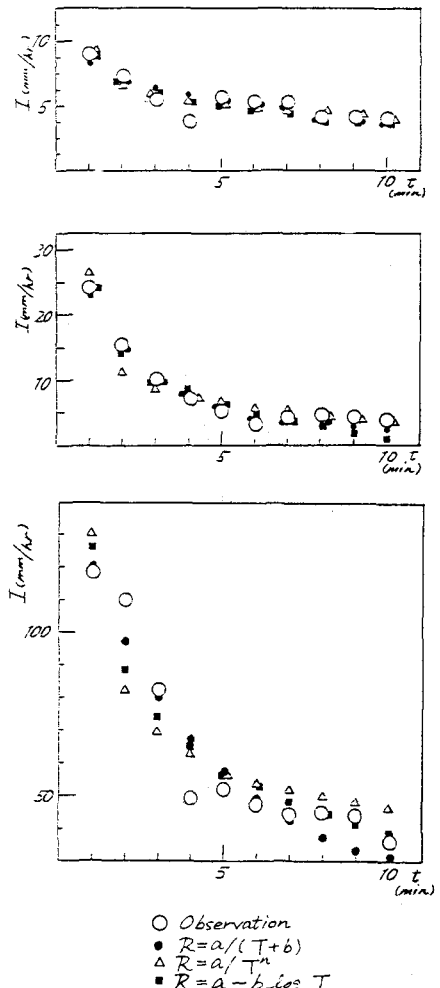


Fig. 1 観測値と推定値の比較

タイプの最大降雨強度曲線とも、実際の降雨の変化をほぼ表現しているといえる。

従って、本解析では、雨量自記記録計から得られる降雨データにより、最大降雨強度曲線を決定し、(6)式より各1分間ごとの降雨強度を推定した。

3. 雨滴粒度分布について

次に、1分間ごとの雨滴粒度分布について考えると、本解析では、雨滴の空間密度を表現する式として、塩月の式

$$N_D = N_0 e^{-\lambda D^2} \quad N_0: \text{空間密度 [mm}^{-2}\text{mm}^{-1}] \quad (7)$$

を用いた。 N_0 は、降雨強度に関係するが、式中の N_0 は地域、降雨の種類によって値が異なる。本解析では、 N_0 をそれぞれいくつかのパターンに分け、その中から最も現実に適した1分間ごとの N_0 をその都度求める方法を用いて解析を行った。求めた N_0 により各1分間ごとの降雨エネルギーを算出し、一連の降雨継続期間の降雨についてそれらを加算して、総降雨エネルギーを算出した。この方法により、地域差及び降雨の種類によって変化する N_0 をすべて考慮に入れて、降雨エネルギーを算出することができる。

4. 解析例

解析にあたり、降雨強度が小さければ土壌侵食を引き起こすに至らないというのは経験によっても明らかであることから、土壌侵食を引き起こす限界の降雨強度を設定し、限界降雨強度以下の時の降雨エネルギーは除外するという方法をとった。

侵食工量は、長さ20m、傾斜角10%、乾燥密度1.49/g cm^3 の条件のもとで一定に保たれている実験圃場からのもので、また降雨データは、実験圃場横に設置された雨量自記記録計により得たものである。3つのタイプの最大降雨強度曲線を用いて解析を行ったが、どのタイプのものが最も相関が高いのかを判断するには至らなかった。また、限界の降雨強度を15mm/hrとした時に最も相関の高いものとなり、おおむね、15mm/hrが侵食に及ぼす限界の降雨強度と考えられることができた。

5. あとがき

今後、データの蓄積を待ち、また、実験条件を変えた圃場によってのデータをも取扱い、幅広い条件に適用する解析方法として改良していく予定である。

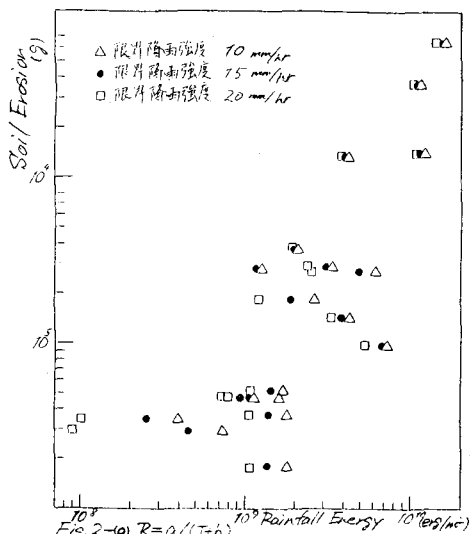


Fig. 2-a) $R=0.71$ (Type b)

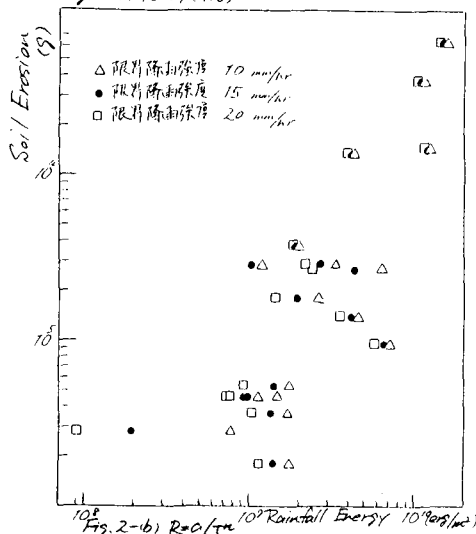


Fig. 2-b) $R=0.74$

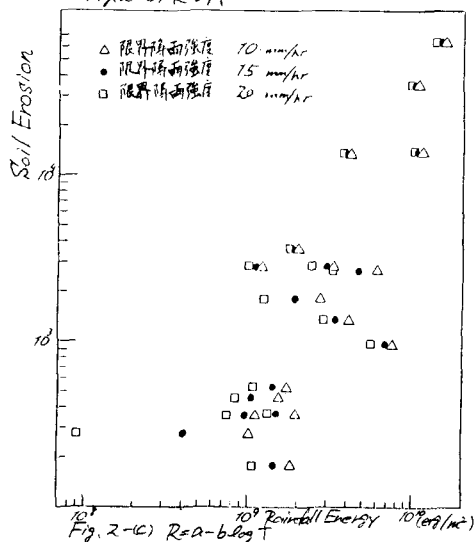


Fig. 2-c) $R=0.68$