

盛土のり面の植生保護工に関する研究(ⅩⅦ)

盛土実験斜面における土砂流出と植生の保護効果について

江崎次夫*

Studies on the Turfing Work for the Protection
of Banking Slope (ⅩⅦ)

On the sediment yield and the protection effects of the vegetation
on the experimental banking slope

Tsugio EZAKI

Summary : The purpose of this serial study is to investigate the actual conditions of the surface erosion and the turfing work on the banking slope in more detail. This report continues from the previous reports⁵⁾. A part of the present investigation has already been reported in Trans. 91th Mtg. Jap. For. Soc. . This time, author would like to report author's investigation of the mechanism of surface erosion and the protective function of the vegetation on the experimental banking slope. As the experimental method was detailed in previous report⁵⁾, its explanation was omitted, here. The results may be summarized as follows :

1. On control plots and vegetation plots, the strong relation was found between the soil hardness and the sediment yield.
2. The sediment yield of the vegetation plots and the control plots increased proportionally to the approximate square of the maximum 10-minutes rainfall intensity.
3. The correlation between the sediment yield of control plots and the standard deviation of the grain-size distribution of soil was significant.
4. The decomposed granite of rough grains plots showed the highest rate of control of the sediment yield by the vegetation among all vegetation plots.
5. The following empirical equation of the sediment yield holds accurately presumptive formula of the sediment yield of erosion on the general bare slope and the protection effects of the vegetation on the turfing work for the protection of the general slope.

$$\frac{E}{\sigma \cdot d} = A \left(\frac{i^2}{g \cdot d} \right)^B - C$$

where : E = sediment yield (gr/cm²)

σ = density of sediment (gr/cm³)

* 附属演習林 University Forest

d = grain-size of sediment (cm)

i = maximum 10-minutes rainfall intensity (cm/sec.)

g = acceleration of gravity (cm/sec².)

$A, B,$ and C = constant ; the experimental values were $A = 1.0^{7.24} \sim 10^{4.46}$, $B = 1.03 \sim 0.80$
and $C = 1.0 \times 10^{-5} \sim 4.0 \times 10^{-4}$ respectively.

要旨 のり面に植生保護工を施工した場合の保護効果の実態を解明するため、斜面ライシメーターを利用した植生工区および裸地区よりなる盛土実験斜面を造成し、植生の生育量、土砂流出量および表面流下水量について、実測した。昭和54年6月22日より昭和54年12月20日までの、約6ヶ月間の実測資料を基に、土砂流出量ならびに植生の保護効果について、検討した。実験結果を要約すると、次のとおりである。

- 1) 総土砂流出量に、最も影響を及ぼしたのは、植生、土壌の種類および土壌の締め固めの相違の3要素中では、土壌の締め固めの相違であった。
- 2) 植生工区および裸地区の1降雨ごとの土砂流出量は、土壌の種類ならびに土壌の締め固めの相違に関係なく、10分間最大降雨量の約2乗に比例していた。
- 3) 裸地区の土砂流出量と土壌粒径分布の標準偏差との間には、一定の傾向が認められた。
- 4) 植生の土砂流出抑止効果率は、オンマサ土面が最も高く、裸地区の63%~73%であった。
- 5) 先に提案した下記の土砂流出量実験式は、裸地斜面および植生保護工施工地での降雨による侵食土量ならびに植生の土砂流出抑止効果の推定式として、有効と考えられた。

$$\frac{E}{\sigma \cdot d} = A \left(\frac{i^2}{g \cdot d} \right)^B - C$$

式中、 E は単位面積当りの土砂流出量 (gr/cm²)、 σ は土の密度 (gr/cm³)、 d は流出土砂の粒径 (cm)、 g は重力の加速度 (cm/sec²) i は10分間最大降雨量 (cm/sec.) A, B および C は定数。これまでの測定結果から、 $A=1.0^{7.24} \sim 10^{4.46}$, $B=1.03 \sim 0.80$ および $C=1.0 \times 10^{-5} \sim 4.0 \times 10^{-4}$ となった。

I はじめに

裸地斜面の表面侵食に対し、定量的な解析を試み、さらに、植生保護工を施工した場合の保護効果を定量的に表示するために一連の実験をおこなってきた^{1) 2) 3) 4) 5) 6)}。

すでに、九州大学柏屋地方演習林に設定されたライシメーターを利用した盛土のり面での詳細な測定結果を基にして、土砂流出量実験式^{1) 2)}を提案し、その有効性^{4) 5)}については、愛媛大学米野々演習林に設定されたライシメーター利用の盛土のり面での詳細な測定結果を基に、検討を試みてきた。

今回は、愛媛大学米野々演習林に設定された斜面ライシメーターを再度利用して、盛土のり面を造成し、土壌の種類および土壌の締め固めの相違に、生育があまり影響されないケンタッキー31フェスク (K-31-F) を用いて、昭和54年6月より12月までの約6ヶ月間、植生の生育状況、土砂流出量および表面流下水量について、詳細な測定を実施し、土壌の種類および土壌の締め固めの相違が、土砂流出量に、どのような影響を及ぼすかについて、検討を試みた結果を報告する。

本研究実施にあたり、ご指導、ご助言、ご協力をいただいた九州大学農学部、末 勝海教授はじめ、砂防工学研究室の方々に、深く感謝の意を表す。さらに、研究全体について、ご指導、ご助言をいただいた愛媛大学農学部、伏見知道教授、小川 滋助教授に、試験地設定および実験に、ご協力していただいた愛媛大学米野々演習林技官各位ならびに、森林工学専攻生諸君、特に、大学院生津田 修君に厚くお礼申し上げる。

なお、本報告の一部については、第91回日本林学会大会 (茨城県桜村) で発表した。

II 材料および実験方法

供試土壌としては、メンマサ土、オンマサ土および赤土を、植生としては、K-31-Fを使用した。供試土壌は、愛媛大学米野々演習林で採取したものであり、粒径加積曲線は、Fig. 1に、土粒子比重および中央粒径等は、Table 1に示すようである。K-31-Fは、昭和54年の春に購入したものであり、純量率および発芽率等は、Table 2に

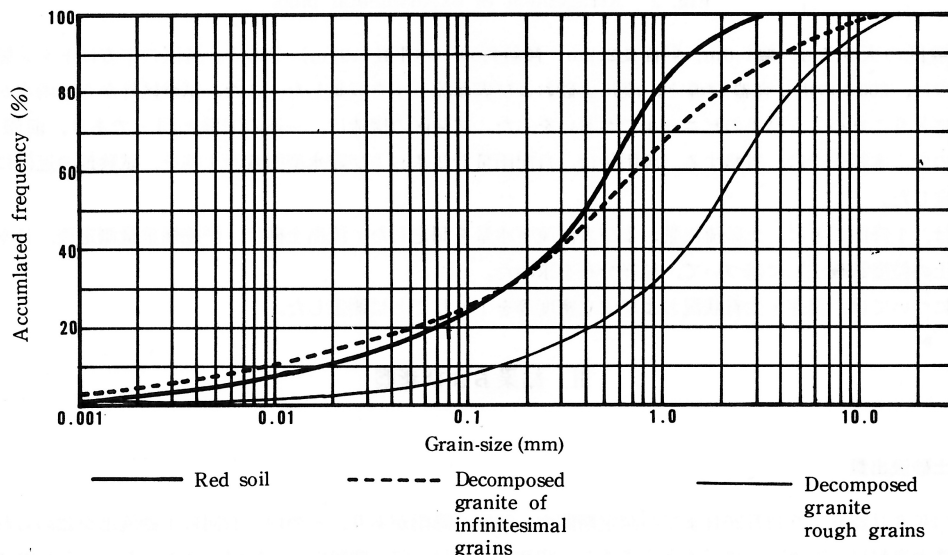


Fig. 1 The grain-size accumulation curve of used soils

Table 1 The properties of used soils

Soil	Density	Median diameter (cm)	Mean diameter (cm)	Standard deviation
Red soil	2.50	0.040	0.054	7.3
Decomposed granite of infinitesimal grains A	2.56	0.052	0.162	10.0
Decomposed granite of rough grains B	2.56	0.190	0.268	3.8

A Median diameter < 0.1 cm (Popular name Menmasado)

B Median diameter > 0.1 cm (Popular name Onmasado)

Table 2 The conditions of seeds for seedlings and the germination rate of the seeds

Species	Rate of germination %	Rate of purity %	Number of seed grains per one gram	Number of expectation of grasses per m ²	Seed quantity gram per m ²	Number of germination per one row	Germination rate %
Kentucky 31 fescue	93	92	334	5,000	17.50	40~60	4~6

示すようである。土壌の締め固め程度計測には、山中式土壌硬度計で計測し、①硬度指数15mm、②20mm、③25mmおよび④30mmの4種類に分けた。植生工区の成立密度は、5,000本/m²とし、のり面に20cm幅で、30cm間隔に、深さ3cmの植溝を設けて播種し、その後、肥料(くみあい尿素入硫加磷安525)をNの純量で10g/m²施した。試験区の配置は、Fig. 2に示すようである。赤土25mm区は、裸地区のみの配置であるが、それ以外は、メンマサ土、オンマサ土および赤土の各締め固め度合ごとに、植生工区と裸地区とを配置している。

1	2	3	4	5	6	7	17	2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Decomposed graniteB CONTROL, Compaction①	Decomposed graniteB K-31-F, Compaction②	Red soil K-31-F, Compaction③	Red soil CONTROL, Compaction④	Decomposed graniteB K-31-F, Compaction①	Decomposed graniteB CONTROL, Compaction②	Red soil CONTROL, Compaction③	Red soil CONTROL, Compaction④	Decomposed graniteA K-31-F, Compaction①	Decomposed graniteA CONTROL, Compaction②	Decomposed graniteA K-31-F, Compaction③	Decomposed graniteA CONTROL, Compaction④	Red soil CONTROL, Compaction⑤	Red soil K-31-F, Compaction⑥	Decomposed graniteA K-31-F, Compaction⑦	Decomposed graniteA CONTROL, Compaction⑧	Decomposed graniteB K-31-F, Compaction⑨	Decomposed graniteB CONTROL, Compaction⑩	Decomposed graniteB CONTROL, Compaction⑪

A : infinitesimal grains B : rough grains

Fig. 2 Arrangement of experimental plots

各試験区の大きさは、幅1.0m、斜面長2.2m、傾斜角30°（水平長1.91m）である。各区の下方にトタン製受板を取りつけ、200ℓのポリ容器に導き、流出土砂および表面流下水を収集した。また、試験区外からの雨水が受水装置内に入りこまぬよう厚手のビニールでおおいをした。試験区の構造は、一連の実験と同一であり、前報⁵⁾に詳しいので、本報告では、省略する。降雨量は、自記雨量計2基および貯水型雨量計1基を、試験地の近傍に設置して測定した。

測定は、1降雨ごとに、土砂流出量および表面流下水量を測定した。流出土砂は、炉乾燥重量測定後、日本工業規格「土の粒度試験法」に基づいて、粒径分布を求めた。

植生については、発芽・生育状況および成立密度等を1ヶ月ごとに測定した。

III 結果および考察

1) 土砂流出量

昭和54年6月22日より12月20日までの測定期間中、29回の降雨があり、その内、22回に土砂流出が認められた。22回の降雨資料は、Table 3に示すようである。昭和53年には、同一期間内に、52回の降雨があり、その内45回に

Table 3 The observed values of rainfall

Rainfall No.	Date (1979)	Total rainfall mm	Rainfall duration min.	Maximum 10-minutes rainfall intensity mm/10min.
1	June 22	15.0	450	1.8
2	July 5	238.4	1,160	11.7
3	July 11	9.0	100	2.7
4	July 12	4.5	70	1.8
5	July 14	9.4	180	1.8
6	July 23	8.7	40	5.0
7	Aug. 7	35.8	600	7.8
8	Aug. 15	7.5	40	4.5
9	Aug. 21	7.5	120	2.0
10	Aug. 23	47.5	190	20.0
11	Aug. 28	102.6	810	6.0
12	Sep. 1	31.0	360	4.0
13	Sep. 5	12.3	70	4.0
14	Sep. 25	14.1	240	2.0
15	Oct. 1	201.6	1,010	8.0
16	Oct. 20	150.9	1,480	4.1
17	Nov. 6	22.8	300	7.5
18	Nov. 13	69.4	1,620	3.0
19	Nov. 19	49.4	1,440	3.0
20	Nov. 24	18.1	840	1.0
21	Nov. 29	21.7	990	1.0
22	Dec. 20	23.7	590	1.5
Total		1,100.9	12,700	

土砂流出が認められている⁵⁾。昭和54年の降雨回数および土砂流出回数は、昭和53年の50%程度である。土砂流出量と降雨因子との関係では、裸地区および植生工区共に、10分間最大降雨量との関係が顕著であった。土砂流出量と10分間最大降雨量との関係は、Table 4 およびFig. 3 に示すようである。土砂流出量は、土壌の種類および土

Table 4 The correlation coefficient between the sediment yield and the maximum 10-minutes rainfall intensity

Plot No. Control plots	1	4	6	7	9	11	12	15	17
Correlation coefficient	0.9710***	0.9510***	0.9529***	0.9520***	0.9331***	0.9469***	0.9404***	0.9569***	0.9320***
Number of data	21	22	18	20	20	20	21	20	20
Plot No. Vegetation plots	2	3	5	—	8	10	13	14	16
Correlation coefficient	0.8521***	0.8821***	0.7605***	—	0.6563**	0.6835**	0.7101**	0.7185**	0.8762***
Number of data	18	20	16	—	17	16	17	17	17

*** Significance at the 0.1% level ** Significance at the 1% level

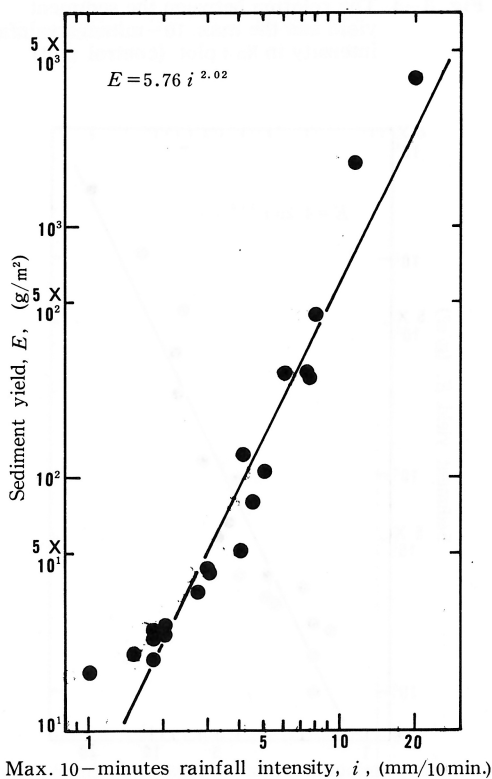


Fig. 3-1 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 1 plot (control plot)

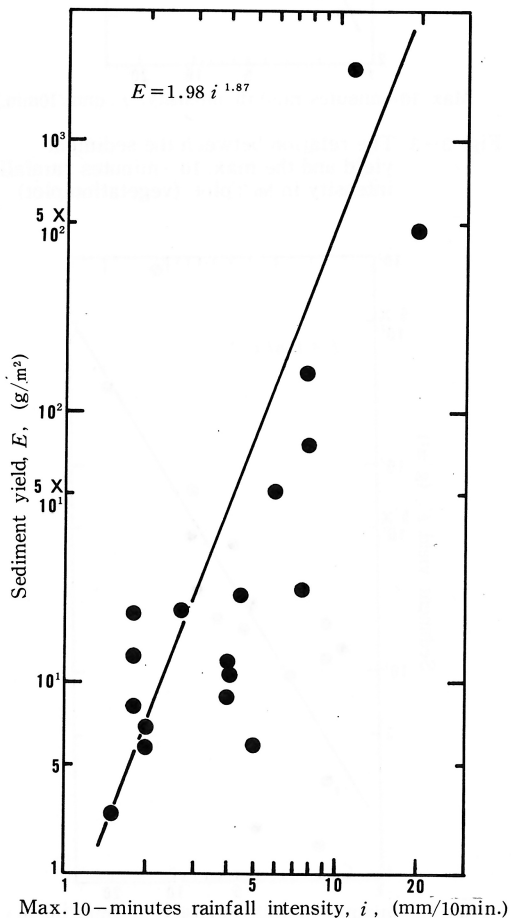
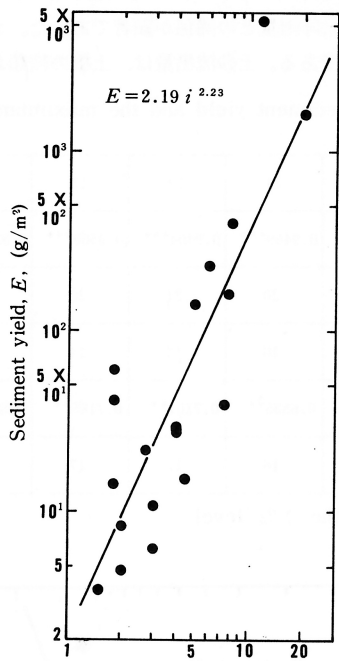
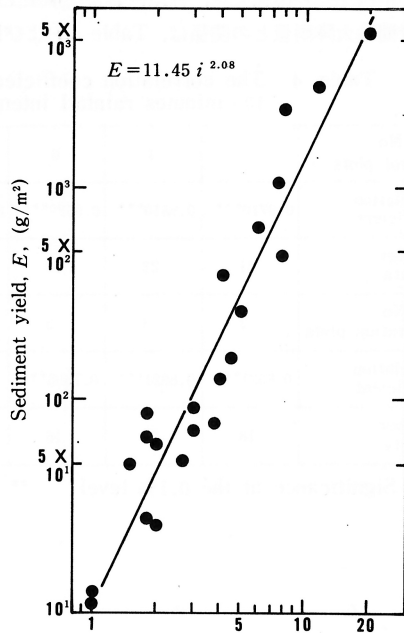


Fig. 3-2 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 2 plot (vegetation plot)



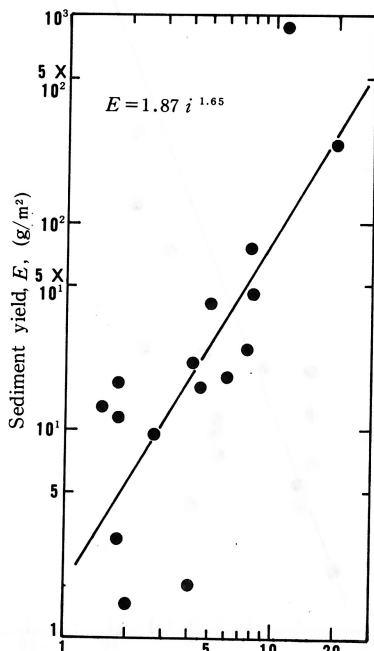
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-3 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 3 plot (vegetation plot)



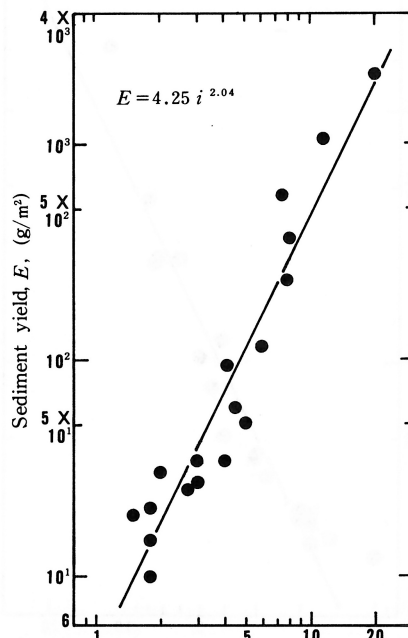
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-4 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 4 plot (control plot)



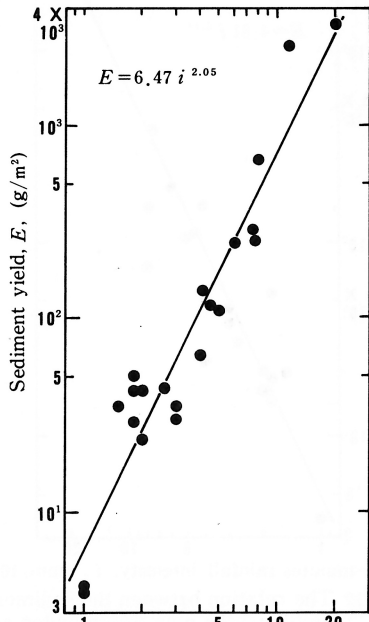
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-5 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 5 plot (vegetation plot)



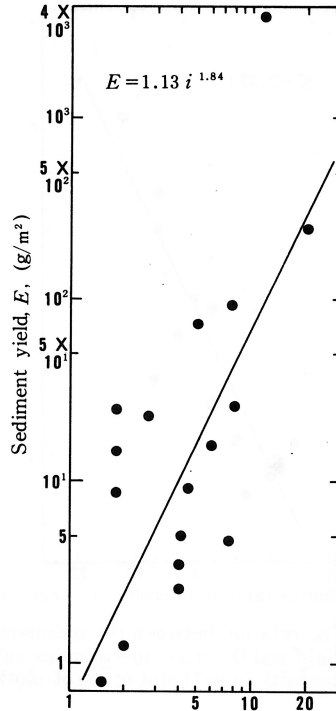
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-6 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 6 plot (control plot)



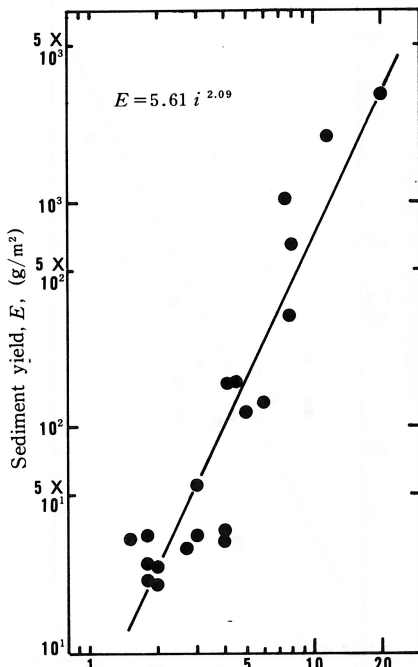
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-7 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 7 plot (control plot)



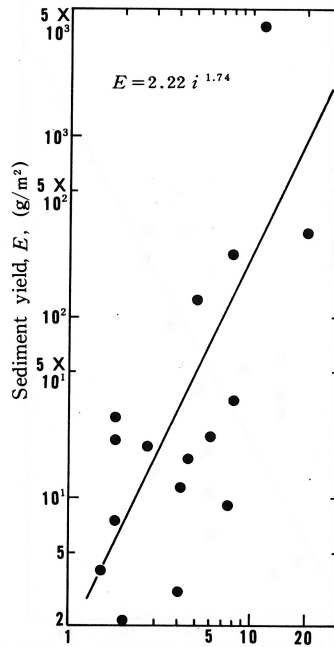
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-8 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 8 plot (vegetation plot)



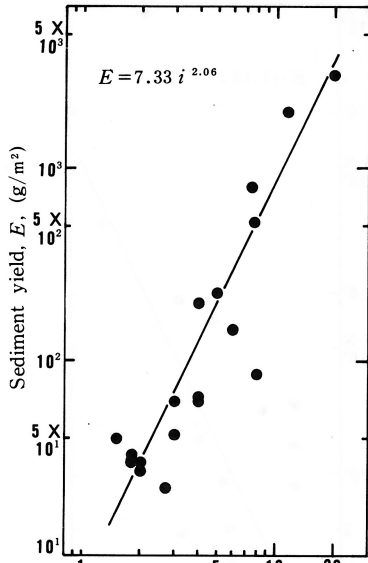
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-9 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 9 plot (control plot)



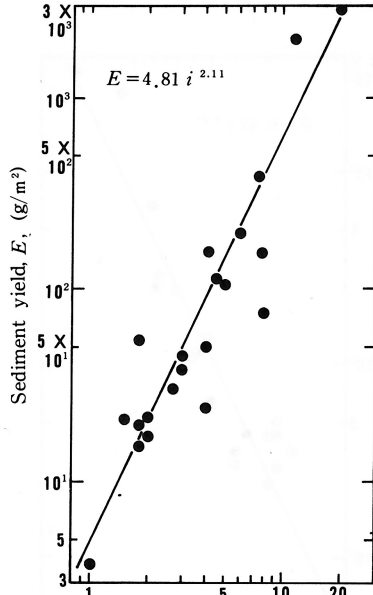
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-10 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No. 10 plot (vegetation plot)



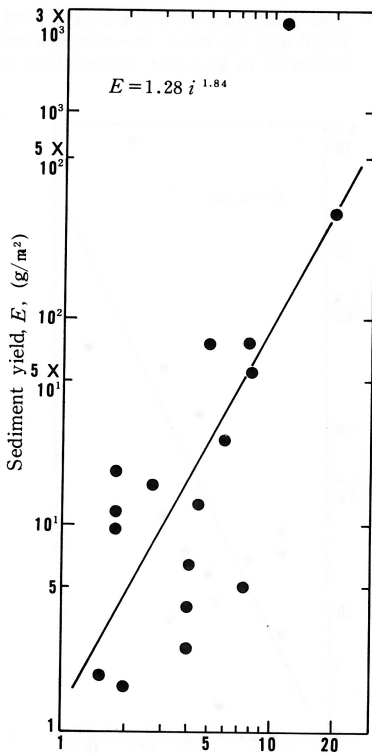
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-11 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.11 plot (control plot)



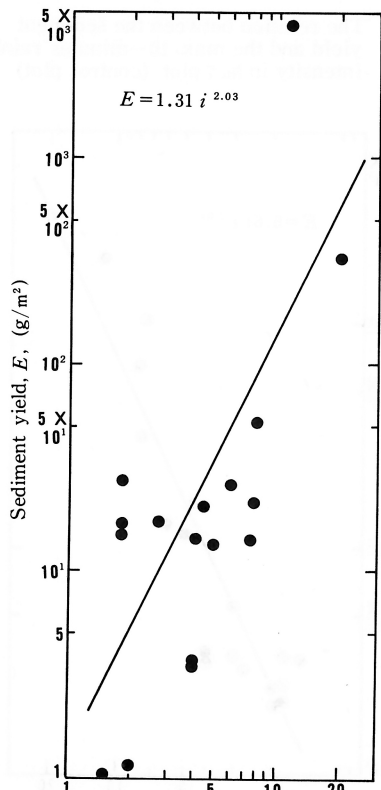
Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-12 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.12 plot (control plot)



Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-13 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.13 plot (vegetation plot)



Max. 10-minutes rainfall intensity, i , (mm/10min.)

Fig. 3-14 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.14 plot (vegetation plot)

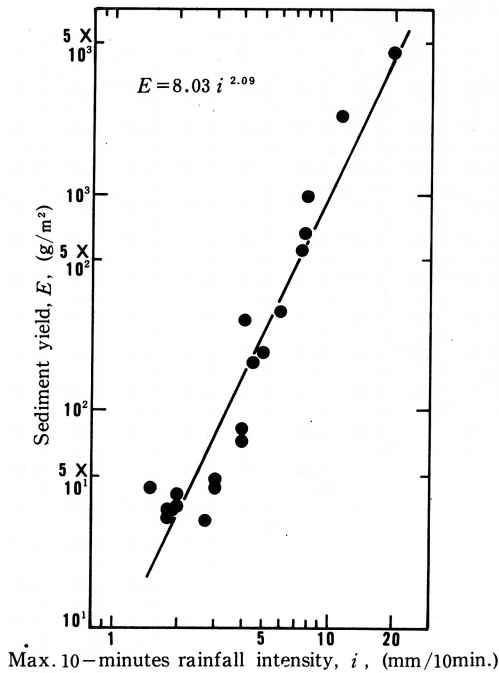


Fig. 3-15 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.15 plot (control plot)

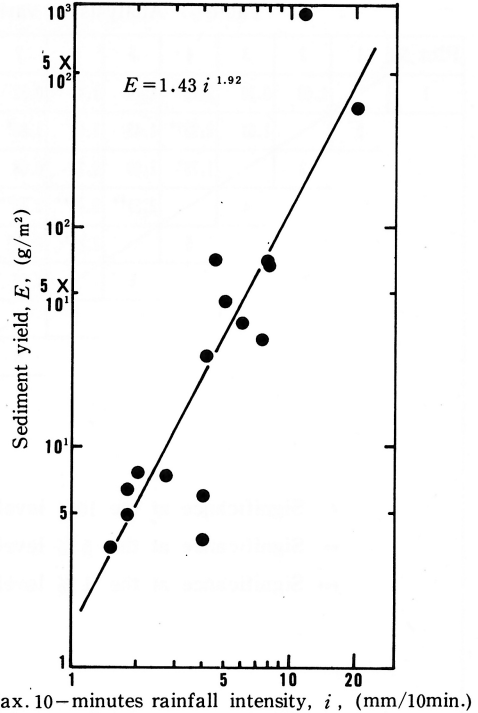


Fig. 3-16 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.16 plot (vegetation plot)

壤の締め固めの相違，ならびに植生の有無に関係なく，10分間最大降雨量の約2乗に比例しているものとみなされる。この傾向は，いままでの実験結果 1) 2) 3) 4) 5) と一致している。各区間の土砂流出量の比較のためにおこなった分散分析結果は，Table 5 に示すようである。土砂流出量は，裸地区では，赤土面の4区が14.50kg/m²で最大であり，オンマサ土面の6区が8.45kg/m²で最小であった。植生工区では，赤土面の3区が8.30kg/m²で最大であり，オンマサ土面の5区が1.40kg/m²で最小であった。土壌の種類相違によって，有意差は認められない。土壌の締め固めの相違では，4区と12区および4区と7区との間に5%レベルで，植生の有無では，3区と4区との間に，10%レベルの有意差が認められた。このように，土壌の種類および土壌の締め固めの相違ならびに植生の有無によって，あまり有意差が認められないのは，前述したように，降雨回数および土砂流出回数が少なかった影響によるものと考えられる。

裸地区および植生工区の土砂流出量と土壌の締め固めとの関係は，Fig. 4 に示すようである。裸地区のメンマサ土，オンマサ土および赤土の土砂流出量

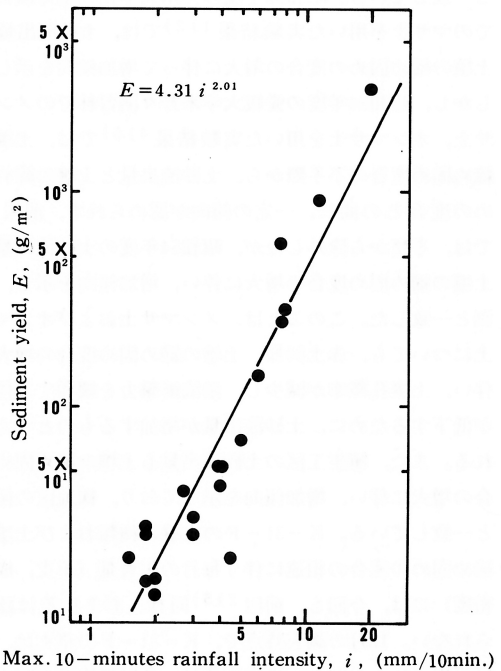


Fig. 3-17 The relation between the sediment yield and the max. 10-minutes rainfall intensity in No.17 plot (control plot)

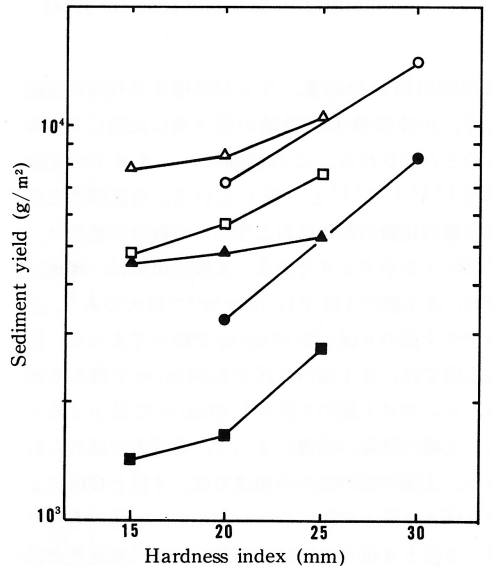
Table 5 Analysis of variance of the sediment yield in each plot

Plot No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		1.43	0.18	2.73**	1.70	1.41	0.52	0.71	0.24	0.62	0.76	0.42	1.18	0.49	2.99***	1.68	1.51
2			1.51	2.23**	1.43	1.07	1.86*	0.80	1.93*	0.94	2.19**	1.78*	0.60	0.98	1.91*	1.23	1.05
3				1.75*	1.49	0.77	0.08	1.97*	0.12	1.85*	0.03	0.32	1.69	1.88*	0.47	1.46	0.55
4					2.31**	2.41**	2.48**	1.78*	2.29**	1.72*	2.15**	2.53**	2.10**	1.61	2.38**	2.32**	2.55**
5						1.82*	1.99*	1.00	2.18*	1.10	2.41**	2.03*	1.06	1.11	2.07*	1.92*	1.54*
6							1.66	0.09	2.34**	0.01	2.75**	1.75*	0.62	0.12	2.11*	1.79*	0.89
7								1.03	0.20	0.92	0.43	1.37	1.62	0.75	1.80*	1.97*	1.41
8									0.91	2.34**	1.09	0.76	0.92	1.73	1.26	0.93	0.27
9										0.81	1.56	1.10	1.57	0.46	1.56	2.18**	1.97*
10											0.99	0.64	1.13	1.18	1.18	1.03	0.18
11												2.25**	1.80	0.81*	1.27	2.41**	2.36**
12													1.42	0.09	2.02*	2.02*	1.21
13														1.15	1.70	0.94	0.73
14															1.05	1.05	0.07
15																2.07*	2.37**
16																	1.51
17																	

* Significance at the 10% level
 ** Significance at the 5% level
 *** Significance at the 1% level

は、土壌の締め固め度合の増大に伴って、増加傾向を示しており、赤土は、従来からの実験結果^{1) 2) 3) 4) 5)}と一致している。昭和52年度の九州大学粕屋地方演習林でのマサ土を用いた実験結果^{1) 2)}では、土砂流出量は、土壌の締め固め度合の増大に伴って増加傾向を示した。しかし、昭和54年度の愛媛大学米野々演習林でのメンマサ土、オンマサ土を用いた実験結果^{4) 5)}では、土壌の締め固め度合の下手際から、土砂流出量と土壌の締め固め度合との間に、一定の傾向が認められず、前報⁵⁾では、考察から除外したが、昭和54年度の土砂流出量は、土壌の締め固め度合の増大に伴い、増加傾向を示し、予測と一致した。このことは、メンマサ土およびオンマサ土についても、赤土同様、土壌の締め固め度合の増大に伴い、土壌孔隙率が減少し、雨滴衝撃力を緩和する作用が低下するために、土砂流出量が増加するものと考えられる。また、植生工区の土砂流出量も土壌の締め固め度合の増大に伴い、増加傾向を示しており、裸地区の傾向と一致している。K-31-Fの土壌の種類および土壌の締め固め度合の相違に伴う毎月の生育量(草丈、成立密度)には、今回も、前回^{2) 5)}同様、あまり差は認められない。12月の調査時点で、K-31-Fの草丈は、各区平均で20cm~26cm、成立本数は、各区平均で1列当たり

500本~600本であった。このことから、各土壌の各締め固め度合間では、植生による土砂流出抑止効果に、差はなく、結局、土砂流出量の差は、裸地区同様、土壌の種類および土壌の締め固め度合の相違に起因するものと考えられる。

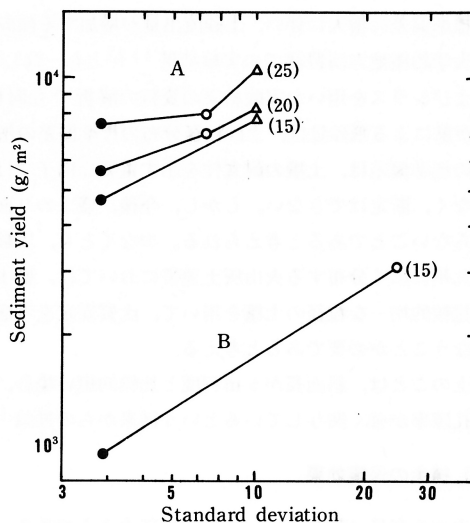


Control plots
 ▲ Decomposed granite B
 ○ Red soil
 □ Decomposed granite A

Vegetation plots
 ▲ Decomposed granite B
 ● Red soil
 ■ Decomposed granite A

Fig. 4 The relation between the sediment yield and the soil hardness based on compaction

土壌の締め固め度合が一定の場合、Fig. 4 に示すように、土砂流出量は、オンマサ土、赤土およびメンマサ土の順に、増加傾向を示している。このように、土壌の種類の違いによって、土砂流出量に差が認められるのは、それぞれの土壌の耐食性が異なるためではないかと考えられる。土壌の耐食性を示す指標には、ミドルトンの分散率⁹⁾、ブューコスの粘土率⁹⁾およびベンネットのケイバン鉄比⁹⁾などがある。しかし、石原ら⁸⁾は、土砂の流送に対して最も重要なものは、組成粒子の大きさを代表する中央粒径 (d_{50}) あるいは平均粒径 (d_m) と、分散をあらわす標準偏差 ($\sqrt{d_{84}/d_{16}}$) あるいは節分け係数 ($\sqrt{d_{15}/d_{25}}$) であろう、と述べている。そこで、本報告では、土砂流出量と土砂粒径分布の中央粒径、平均粒径および標準偏差との関係について、検討を試みた。その結果、土砂流出量と標準偏差との関係が顕著であった。その関係は、Fig. 5 に示すようである。標準偏差の増大に伴い、土砂流出量は増加傾向を示しており、標準偏差が増大すれば、耐食性は弱くなるものとみなされる。これは、標準偏差の増大に伴い、粒径範囲が広がるため、土壌の分散性および輸送性が大きくなり、耐食性がしだいに劣ってくるためではないかと考えられる。このよう



A : Experimental site of Ehime University
 ● Decomposed granite rough granins
 ○ Red soil
 ▲ Decomposed granite infinitesimal grains
 B : Experimental site of Kyushu University
 ● Decomposed granite
 ○ Red soil Number : Soil hardness index

Fig. 5 The relation between the sediment yield and the standard deviation

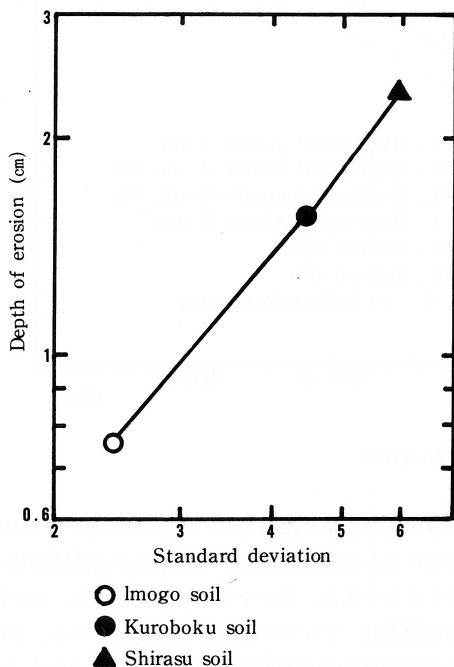


Fig. 6-1 The relation between the depth of erosion and the standard deviation
 (Note : The calculation from the data of Uchida)

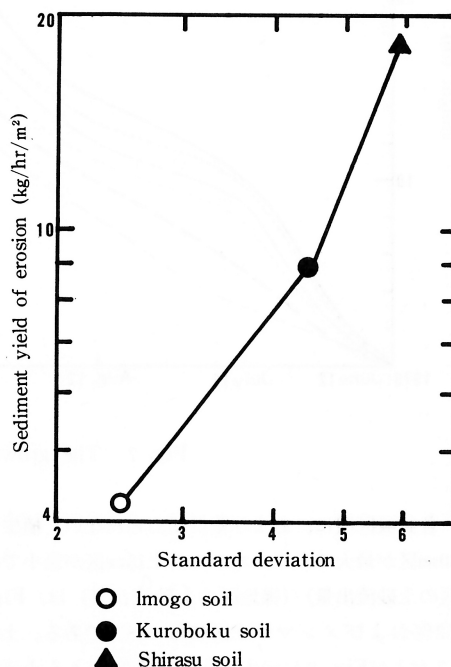


Fig. 6-2 The relation between the sediment yield of erosion and the standard deviation
 (Note : The calculation from the data of Uchida)

に、標準偏差の増大に伴い、土砂流出量が増加する傾向は、Fig. 5に示すように、本実験とは異った土壌を用いた九州大学粕屋地方演習林での実験結果^{1) 2)}とも一致している。また、Fig. 6に示すように、内田¹⁰⁾のイモゴ、黒ボクおよびシラスを用いた実験結果の資料の解析でも同様な傾向が認められている。さらに、中島⁸⁾も、原因は異なるが風による飛砂量は、土砂粒径分布の標準偏差の増大に伴い、増加傾向を示す、と述べている。このことから、土壌の標準偏差は、土壌の耐食性を示す重要な因子ではないかと考えられるが、これまでの実験結果では供試土壌が少なく、断定はできない。しかし、今後、盛土のり面を考えるうえで、土壌の締め固めと共に、重要視しなければならないことであると考えられる。少なくとも、実験材料を採取した、愛媛県および福岡県のマサ土地帯、ならびに九州に広く分布する火山灰土地帯においては、盛土のり面を造成する場合、盛土の材料である土壌を十分吟味し、比較的均一な粒径の土壌を用いて、土質安定を考慮しながら、硬度指数が低くなるように、土壌の締め固めをおこなうことが必要であると考えられる。

以上のことは、斜面長が5 m程度と比較的短い場合、のり面の土砂流出量には、土壌の種類、雨滴衝撃力および土壌孔隙率が強く関与しているという従来からの推論^{1) 2) 3) 4) 6)}の妥当性を立証しているものと考えられる。

2) 植生の保護効果

植生の生育量(草丈)は、Fig. 7に示すようである。12月の調査時点で、各試験区の平均草丈は、20cm~26cmで

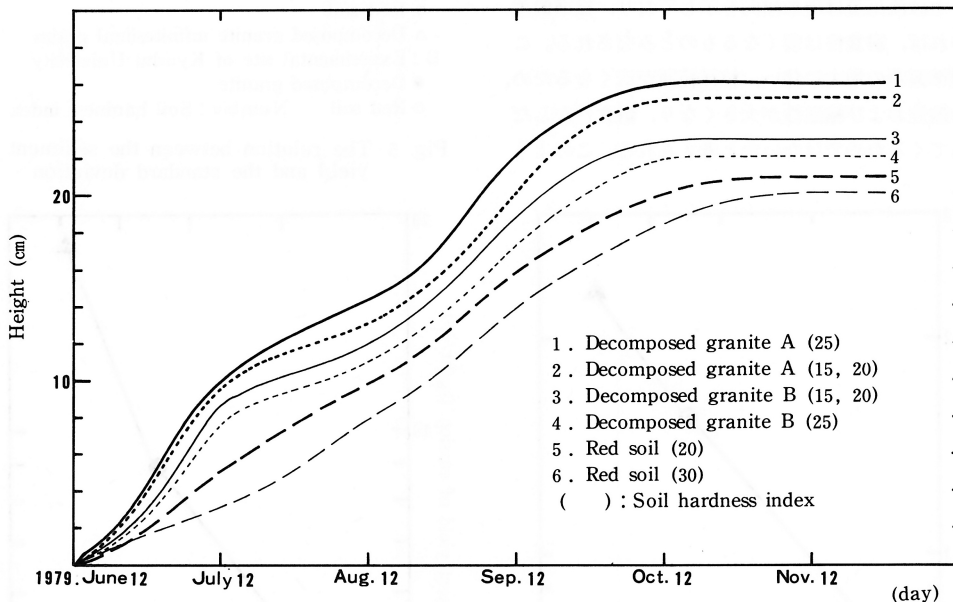
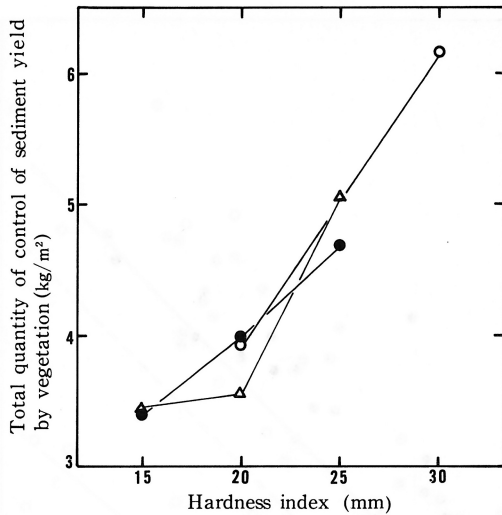


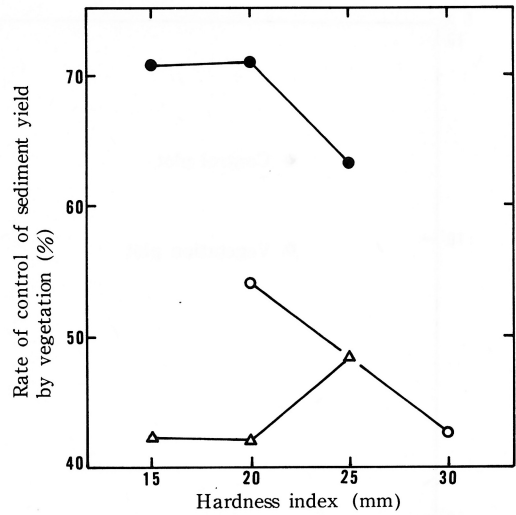
Fig. 7 The growth of each grass

あり、各試験区間に、あまり差は認められない。植生による土砂流出抑止量の絶対量は、Fig. 8に示すようである。赤土30mm区が最大であり、オンマサ土15mm区が最小である。植生による土砂流出抑止率(裸地区の土砂流出量-植生工区の土砂流出量)/(裸地区の土砂流出量)は、Fig. 9に示すようである。オンマサ土区63%~73%、赤土区42%~52%およびメンマサ土区42%~48%である。土砂流出抑止効果は、オンマサ土区が最も優れている。また、Fig. 7およびFig. 8に示すように、植生による土砂流出抑止曲線と植生の生育曲線とは、一致した傾向を示している。

さらに、前報^{1) 2) 5)}で提案し、裸地斜面および裸地斜面に植生工を施工した場合の、侵食土量の推定式として有効と考えられた次式を用いて、結果を整理すると、Table 6およびFig. 10に示すようである。



● Decomposed granite of rough granis plots
 Δ Decomposed granite of infinitesimal granis plots
 ○ Red soil plots



● Decomposed granite of rough granis plots
 Δ Decomposed granite of infinitesimal granis plots
 ○ Red soil plots

Fig. 8 The relation between the total quantity of control of sediment yield by vegetation and the soil hardness based on compaction

Fig. 9 The relation between the rate of control of sediment yield by vegetation and the soil hardness based compaction

Table 6 The correlation coefficient between the $\frac{E}{\sigma \cdot d_{50}}$ and the $\frac{i^2}{g \cdot d_{50}}$, and the values of fixed number A, B and C of each plot

Plot No.	Total control plots (1, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 15)	2	3	5	8	10	13	14	16	Total vegetation plots	
Correlation coefficient	0.8945***	0.9187***	0.8701***	0.7530**	0.7579**	0.7749***	0.8003***	0.7350**	0.9294***	0.8354***	
Number of date	168	14	15	14	15	15	15	15	14	117	
Fixed number	A	$10^{7.24}$	$10^{5.40}$	$10^{6.80}$	$10^{4.46}$	$10^{4.71}$	$10^{5.67}$	$10^{5.17}$	$10^{5.88}$	$10^{5.10}$	$10^{5.91}$
	B	1.03	0.89	1.01	0.80	0.81	0.92	0.86	0.95	0.86	0.95
	C	1.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.5×10^{-4}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	4.0×10^{-4}

*** Significance at the 0.1% level

** Significance at the 1% level

$$\frac{E}{\sigma \cdot d} = A \left(\frac{i^2}{g \cdot d} \right)^B - C \dots\dots\dots(1)$$

式中、 E は単位面積当りの土砂流出量、 σ は土の密度、 g は重力の加速度、 d は流出土砂の粒径、 i は10分間最大降雨量、 A, B, C は定数である。

(1)式の関係は、すべての試験区において、有意水準0.1%~1%で成立している。(1)式の有効性を、各植生工区ごとに、また、植生工区全体で検討した場合でも、差が認められないのは、前述し、Fig. 5に示すように、各試験区の植生の生育量にあまり差が認められないためだと考えられる。

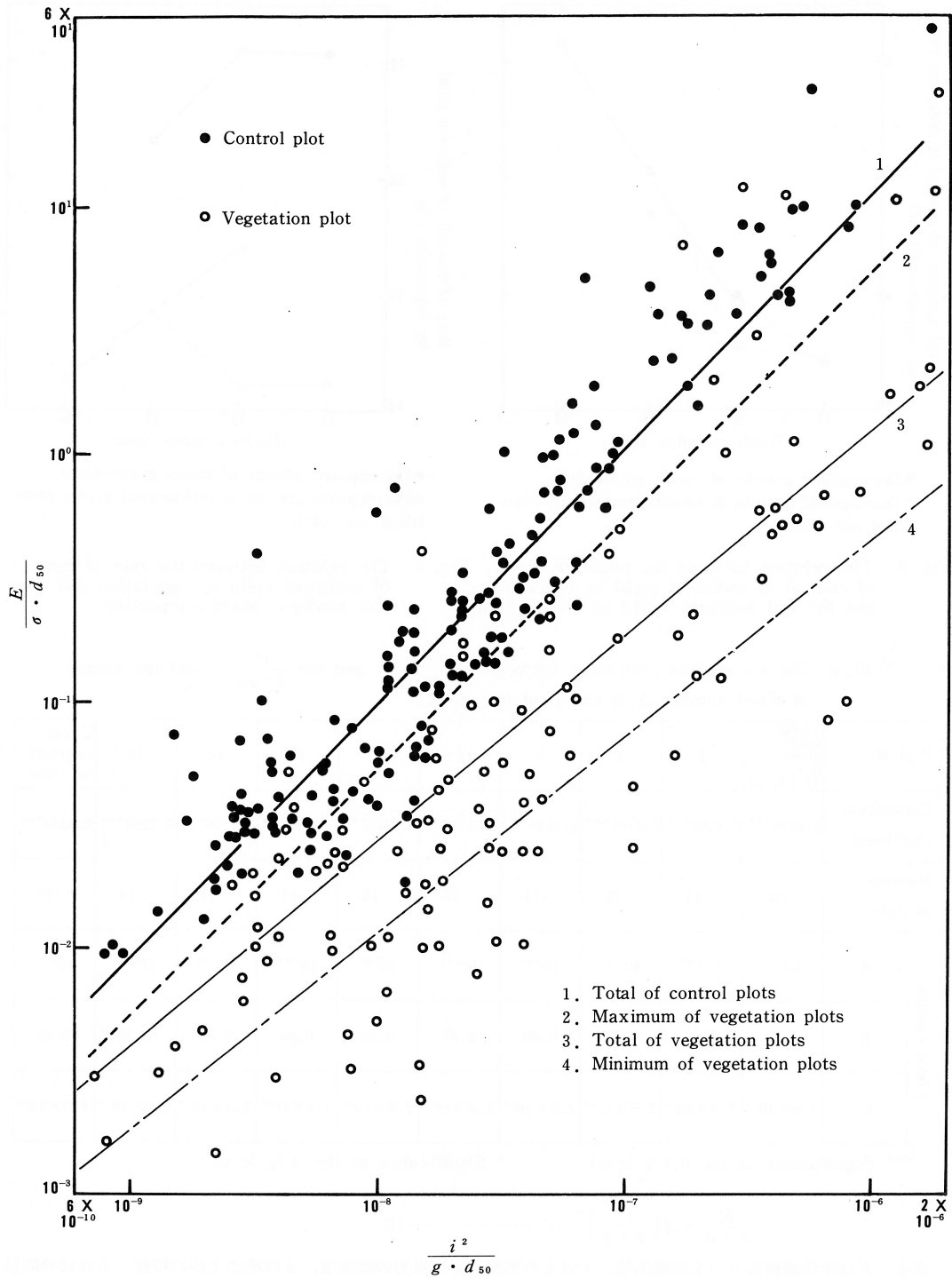


Fig. 10 Non-dimensional expressions of the sediment yield

植生工区の係数 A および B は、裸地区のその係数の値よりも小さな値を、係数 C は、逆に大きな値を示している。さらに、係数 A および B の大きさの順位は、6ヶ月間の総土砂流出量の順位とも一致している。このことから、係数 A および B は、植生の保護効果の増大に伴って、裸地区の値よりも小さな値を示すものと考えられる。したがって、裸地区の係数との差が植生の保護効果指標だと考えられる。(1)式において、 $E=0$ とおいた時の i の値が土砂流出限界降雨強度であり、係数 C は、その土砂流出限界降雨強度を求めるのに必要な因子である。植生工区の係数 C の値が裸地区の係数 C の値より大きな値を示すということは、植生の保護効果の増大に伴って、土砂流出限界降雨強度が増大するということであり、係数 C も植生の保護効果を表示しているものとみなされる。結局、係数 A および B は、裸地区の係数に比べ、小さな値を示すほど、係数 C は大きな値を示すほど、植生の保護効果が著しいことを表示しているものとみなされる。

以上のことは、(1)式が侵食土量および植生の保護効果の推定式として、有効であることを示すものと考えられる。

IV おわりに

のり面の土砂流出量には、土壌の種類、雨滴衝撃力および土壌の締め固め度合の相違に基づく土壌孔隙率が強く関与しているという従来からの推論および提案した実験式の有効性が再確認された。

今後は、のり面の侵食機構を単純化することによって、侵食機構および保護機能の解明を試みたい。

引用文献

- 1) 江崎次夫：盛土のり面の植生保護工に関する研究(II)。89回日林論，323～325，1978
- 2) 江崎次夫・井上章二：盛土のり面の植生保護工に関する研究(III)。愛媛大演報15：109～126，1978
- 3) 江崎次夫・津田 修：盛土のり面の植生保護工に関する研究(IV)。90回日林論，443～444，1979
- 4) 江崎次夫：盛土のり面の植生保護工に関する研究(V)。90回日林論，441～442，1979
- 5) 江崎次夫：盛土のり面の植生保護工に関する研究(VI)。愛媛大演報16：127～138，1979
- 6) 江崎次夫：盛土のり面の植生保護工に関する研究(VII)。日林九支論33：295～296，1980
- 7) 石原藤次郎・本間 仁編：応用水理学 I。12pp，丸善，東京，1958
- 8) 中島勇喜：飛砂制御に関する基礎的研究。九州大演報51：125～183，1979
- 9) 農業土木学会編：改訂農業土木標準用語事典。77pp，農業土木学会，東京，1979
- 10) 内田勝利：土壌保全に関する研究。九州大学農学部修士論文，1～89，1969

(1980年8月30日受理)