琉球大学学術リポジトリ

人工降雨による土壌侵食の実験的考察(沖縄における農地保全の基礎的研究(第 2 報))(農業工学科)

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農学部
	公開日: 2008-02-14
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 翁長, 謙良, Onaga, Kenryo
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4549

沖縄における農地保全の基礎的研究（第2報）

人工降雨による土壌侵食の実験的考察

翁　長　謙　良*

Kenryo ONAGA: Fundamental studies on farmland conservation in Okinawa, II. Experimental study on soil erosion caused by man-made rainfall.

I 緒　　言

Baver[1] は土壌侵食を誘発する因子（factor）として，気候（climate），地形（topography），土壌（soil），植生（vegetation），人為作用（human work）の5つをあげている。筆者は第1報にて土壌侵食に関与する沖縄の2，3の降雨特性について調査した。その結果，土壌侵食を起こすといわれる，危険降雨の回数が極めて多いことを知った。もちろん土壌侵食は上記の因子がそれぞれ相互に作用しあって起るものであり，別々にとらえて論ずることはできない。然しある因子が一定であるとするなら，Erosion は他の因子に左右されるものであるとみることができる。そこで筆者は，はじめに10分間降雨強度と土壌侵食との関係について，実験を行ない，一元的考察を試みた。

II 実験装置および方法

1. 実験装置

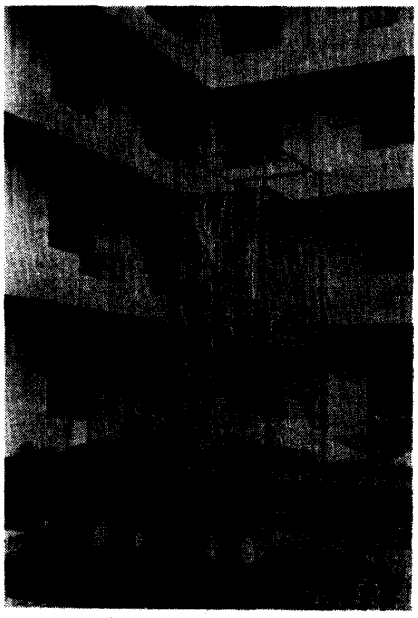
第1図は人工降雨による実験装置である。高さ6 m の亜鉛管を長方形（2.7 $m \times 3.4$ m）の4すみと長辺の中央に各1本ずつ，約50 cm 地中に埋めコンクリートで固定してある。亜鉛管の上端に，散水用の塩ビパイプを架設し雨滴落下距離が地表面まで6 m になるようにした。塩ビパイプは8 cm 間隔に径2 mm の穴を設け下向きに設置し，その下方1 m 下に金網を張り，実験土槽箱への降雨分布の均等をはかった。水道の蛇口と塩ビパイプをホースで連結し，任意に給水できるようにした。

実験土槽箱（第2図）は深さを異にした3つの箱を用い，その大きさは傾斜角5°に設置した場合その面積が0.5 m^2 になるように縦0.85 m 横0.60 m に作成し，それぞれの実験土槽箱の深さを9 cm，19 cm，27 cm とし，内側をブリキ板で保護し，底面には浸透水が吐けるよう径，約2 mm の小穴を適当に配置した。実験土槽箱の底に砂を1 cm 程敷き，その上に供試土を詰め込み，前面を地上30 cm の高さにすえ，傾斜角5°に設置した。その他に雨量計（径10 mm）をそれぞれの試験区に設置した。

2. 実験方法

各供試土の密度をほゞ一定にするため，吸水させ，土壌の自然沈下をまった。人工雨を施す前に各供試土の含水比測定のためのサンプルを取り，土壌面を整形した後，実験を始めた。降雨時間は10分間とし，実験の都度強度を変えるようにした。流出水量は捕水用バケツの目盛で読み取り，流亡土量は上澄み液を排除した，乾燥秤量した。なお，土粒子の沈澱を促進するため，EB剤を使用した。

* 琉球大学農学部農業工学科



第１図 実 験 装 置
Fig. 1. Experiment arrangement

第２図 実 験 土 槽 箱
Fig. 2. Testing soil and box

表面土壌（上部から約２*cm*）を取り換えたのは，試験 NO, 4, 7, 10 を試みる前でその他はそのまゝ実験を重ねた。供試土は各試験区とも，沖縄北部の代表的な国頭マージ土壌でその機械的組成は砂：28.51%，シルト：30.49%，粘土：41.00% である。

III 実験結果および考察

前記の方法で 17 回にわたる実験結果をまとめると第１表の通りである。

1. 降雨強度と流亡土量との関係

降雨の性質と，流亡土量との関係は，降雨量との関係より深いといわれている。いま第１表をもとについて，各試験区別に，10 分間降雨強度 (I) と流亡土量 (E) との関係を log-log グラフに図示すると，それぞれ，第３図，第４図，第５図のようになる。試験区の面積は 0.5 m² であるが，流亡土量は 10*m*² 当りに換算して図示した。グラフをもとに，I と E について実験式を求めてみると，次のようになる。

試験区 I (9 *cm* 区) $E=13.915\ I_{10}^{1.24}$
〃 II (19 *cm* 区) $E=27.756\ I_{10}^{1.48}$
〃 III (27 *cm* 区) $E=36.150\ I_{10}^{1.34}$

こゝに E：流亡土量 (Erosion Loss) $g/10m^2$
I_{10}：10 分間降雨強度 (Intensity $mm/10\ min$)

2. 降雨強度と流去水量との関係

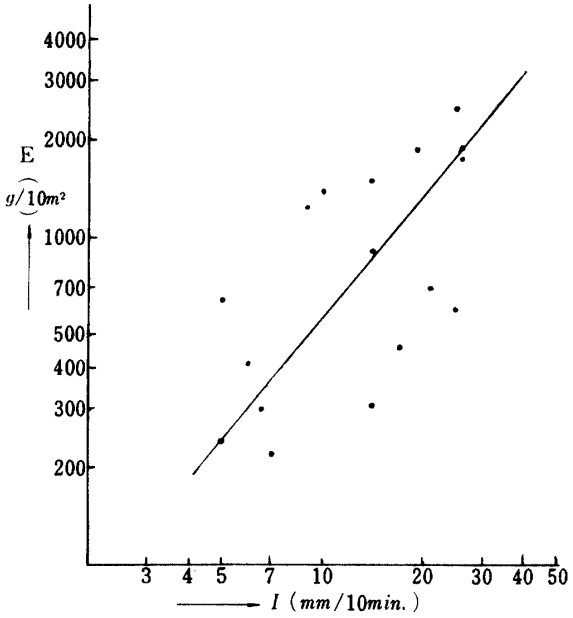
第６図，第７図，第８図は降雨強度 (I) と流出水量 (R) との関係を log-log グラフに図示したものである。これら２つの関係も，E と I の関係と殆んど同じ傾向を示しているが，概して，直線の傾きが示すように，E と I との関係より深くない。

第 1 表 10 分間降雨量別，流出水量，流亡土量
Table 1. Runoff and soil loss of each 10 minutes rainfall

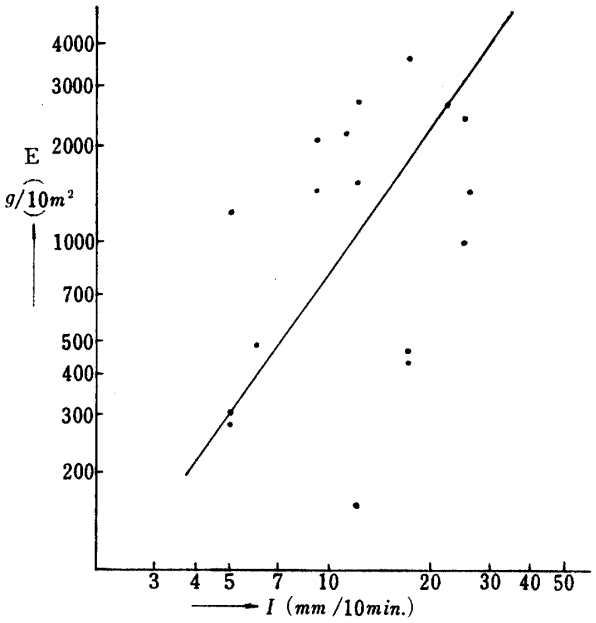
Plot	No	Rainfall intensity *mm/10min*	Runoff *l*	Soil loss *g*	*g/l*	additional nainfall (*mm*)	additional runoff (*l*)	additional Soil loss (*g*)	Moisture ratio (%)
I	1	26	6.95	95.2	13.70	26	6.95	95.2	31
	2	25	9.65	125	12.95	51	16.59	220	28
	3	25		30		76		250	30
	4	26	8.24	88	10.68	102	24.83	338	30
	5	14	3.03	46	15.18	116	27.86	384	25
	6	6	2.15	20.86	9.70	122	30.02	405	31
	7	10	5.14	70	13.62	132	35.16	474	33
	8	14	4.49	76	16.93	146	39.64	550	26
	9	19	5.58	96	17.20	165	45.22	646	27
	10	9	4.99	63	12.63	174	50.21	709	32
	11	5	2.70	32	11.85	179	52.92	741	36
	12	5	2.00	15	7.50	186	54.92	756	33
	13	5	1.28	12	9.38	191	56.20	768	31
	14	7	1.85	11	5.95	198	58.04	779	32
	15	14	2.21	16	7.24	212	60.25	795	33
	16	21	7.92	35	4.42	233	68.17	830	34
	17	17	6.50	23	3.54	250	74.67	853	33
II	1	26	7.14	72	10.22	26	7.14	73	31
	2	25	13.37	120	8.98	51	20.51	194	28
	3	25		50.6		76		244	30
	4	22	8.65	132	15.26	98	29.16	376	30
	5	12	4.56	76	16.67	110	33.72	452	25
	6	5	4.48	62	13.84	115	38.20	514	31
	7	11	4.63	107	23.11	126	42.83	621	33
	8	12	5.63	133	23.62	138	48.46	754	26
	9	17	7.42	180	24.26	155	55.88	934	27
	10	9	4.03	102	25.31	164	59.91	1046	32
	11	9	4.08	72	17.65	173	63.99	1108	36
	12	5	2.86	15	5.24	178	66.85	1123	33
	13	5	1.67	14	8.38	183	68.51	1137	31
	14	6	2.53	25	9.88	189	71.04	1162	32
	15	12	1.29	8	6.20	201	72.32	1170	33
	16	17	6.98	21	3.01	218	79.30	1191	34
	17	17	7.74	24	3.10	235	87.04	1216	33
III	1	27	5.65			27	5.65		31
	2	25	10.68	77	7.21	52	16.33	77	28
	3	25		51		77		128	30
	4	17.5	7.35	63	8.57	95	23.68	191	30
	5	8	1.60	15	9.38	103	25.28	206	25
	6	9	3.44	32	9.30	112	28.72	238	31
	7	8	6.15	64	10.41	120	34.87	302	33
	8	11	5.51	50	9.07	131	40.38	352	26
	9	15	9.23	81	8.78	146	49.61	433	27
	10	11	6.56	49	7.47	157	56.17	482	32
	11	9	4.82	37	7.68	166	60.99	519	36
	12	5	3.02	39	12.91	171	64.01	558	33
	13	4	1.89	15	7.94	175	65.90	573	31
	14	4	2.67	11	4.12	179	68.57	584	32
	15	12	1.58	5	3.16	191	70.14	589	33
	16	16	7.94	6	0.76	207	78.08	605	34
	17	19	8.50	13	1.53	226	86.58	618	33

3. 積算降雨量と積算流亡土量・積算流出水量との関係

第 9 図は降雨量，流亡土量，流出水量三者の積算値における関係を図示したものである。実験で示した流亡土量の変化は，試験区の表面土を取り換えたすぐ後の実験で顕著であり，流出水量の変化には殆んど影響がない。

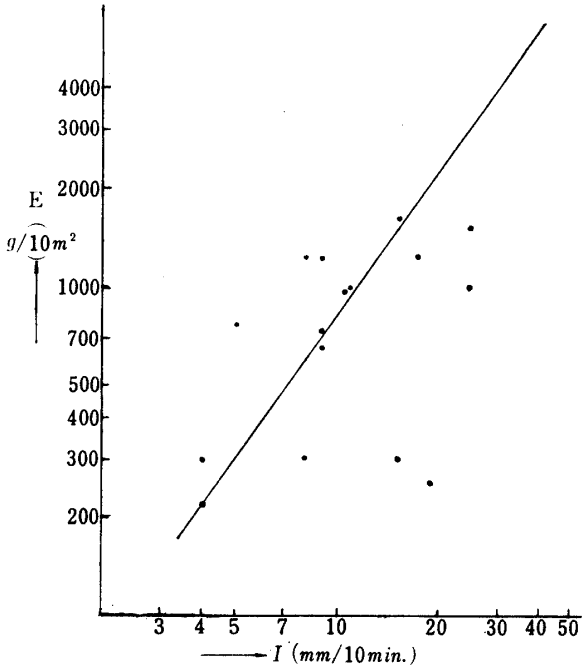


第3図 流亡土量と10分間雨量との関係（I試験区）
Fig. 3. Soil loss by 10 *min.* rainfall (plot I)

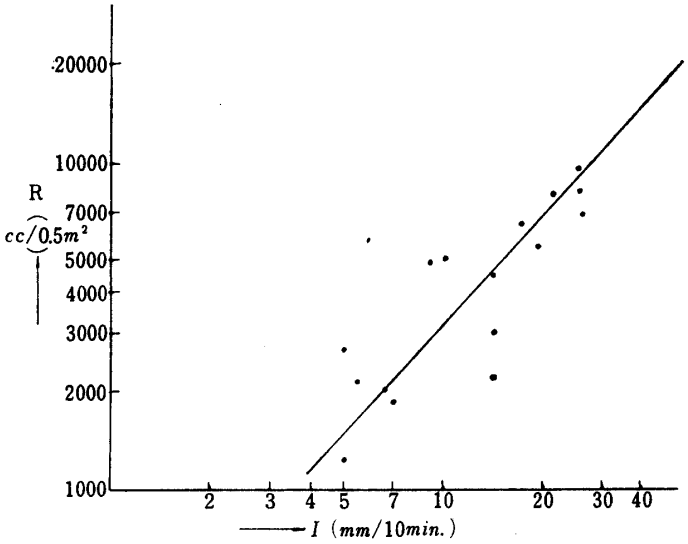


第4図 流亡土量と10分間雨量との関係（II試験区）
Fig. 4. Soil loss by 10 *min.* rainfall (plot II)

また流亡土量は表面土が漸次流亡をされると次第に少なくなり，流出水量は増す傾向にある。このことは実験を2～3回重ねると，粘土やシルトのような細い粒子が殆んど流亡し，後には，礫や，粒子の粗い土が露出する。従って流出水中に占める土粒子の割合も漸次減少している。



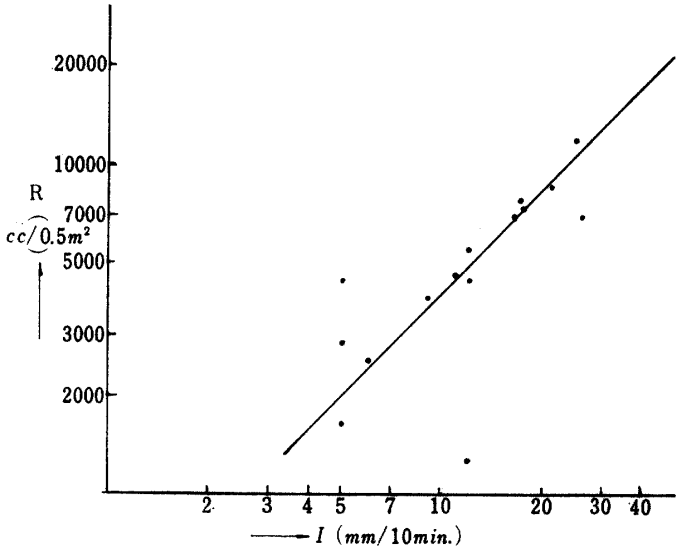
第5図 流亡土量と 10 分間雨量との係関
Fig. 5. Soil loss by 10 *min.* rainfall (plot III)



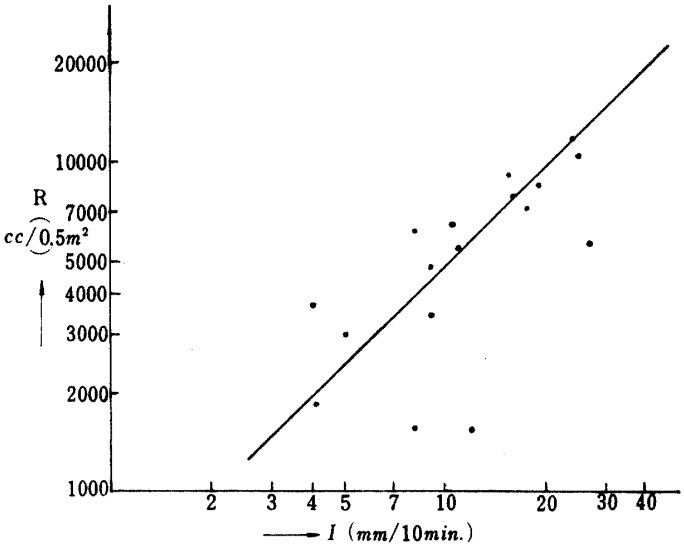
第6図 流出水量と 10 分間雨量との関係 (I 試験区)
Fig. 6. Runoff by 10 *min.* rainfall (plot I)

4. 含水比と流亡土・流出水量との関係

初期降雨の土壌水分の状態は土壌侵食に一番大きな影響をもつものといわれており，降雨継続時間が比較的長い場合や含水比の値が大きな変動を示す場合はそれらの関係を調べることが可能であろう。



第7図 流出水量と10分間雨量との関係
Fig. 7. Runoff by 10 *min*. rainfall (plot II)



第8図 流出水量と10分間雨量との関係
Fig. 8. Runoff by 10 *min*. rainfall (plot III)

本実験では10分間の降雨時間なので，侵入速度が一定になる時間がなく，主として表面土壌の状態との関連において，流亡土量，流出水量の量的変化があるのではないかと思われる。したがってこの際供試土の厚さと‘流出水量流亡土量との関係を明らかにすることができなかった。

以上簡単に考察を試みたが，資料がまだ十分でなく，満足な結果を得ることが出来なかったが，今後更に検討を加え，研究していきたい。

IV 摘　　要

1. 著者の行なった実験は，人工降雨による土壌侵食のモデルテストであり，土壌の状態，降雨の

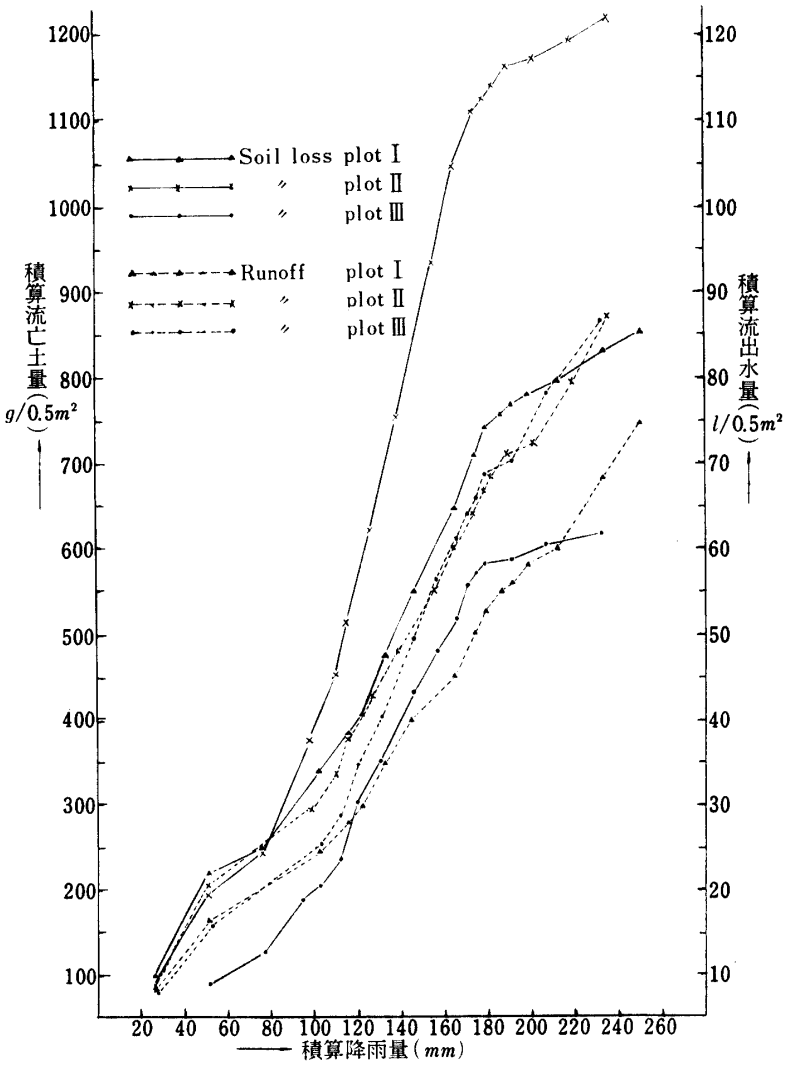


Fig. 9. Relation between additional rainfall, and additional runoff and additional Soil loss
第9図 積算降雨量と積算流出水量，積算流出土量との関係

あり方など，自然とは異なるが，実際農地においても，降雨強度と，流亡土量との関係を知る上の1つの目安とすることができよう。

2. 吉良[2] は実際農耕地においても，降雨強度 (I) と流亡土量 (E) との関係を示す実験式 $E=aI^b$ なる式が適用されると報告しており，土壌侵食の factor は異なるが，本実験で求めた実験式もある程度それにマッチしている。

3. 本実験は，傾斜 5°，裸地という条件で行なったので，Baver[1] の示す E=f (T. V. S. C. H) の C(気候)・T(地形) についての一元的な解析を試みたにすぎない。

4. 沖縄における最大 10 分間降雨強度の極値は 68 年までの観測では 23 *mm* であり，実験の降雨強度において 3 *mm*～23 *mm* を目標にしたが，初期の目的雨量にすることは困難であった。

参 考 文 献

1) Baver, L. D. 1960 Soil physics p 428～472
2) 吉良八郎 1957. 果樹園の土壌保全に関する研究 (IV) 農土研 **24** (2): 36～40

Summany

A study on soil erosion was made by means of artificialrain. The type of the soil used in this experiment was the same for each of three plots. The depth of the soil for each plot was 9 cm, 19 cm, and 27 cm, respectively.

The plots, which were 0.5 square meters, were set with a slope of 7 degrees. The artificial rain was dropped from a place 6 meters high above the ground for 10 minutes.

The results are shown as follows:

1. Although the conditions of soil and rain were different from those in natural conditions, it may be of some clue to know the relation between soil loss and rainfall intensity on the natural farmland.

2. The relation between soil loss and rainfall intensity of each plot is shown by an experimental formula $E = a\ I^b$ when they are plotted on a log-log graph.

The value of a, b of each plot is as following:

plot I: $E = 13.915\ I_{10}^{1.24}$

plot II: $E = 27.767\ I_{10}^{1.48}$

plot III: $E = 36.150\ I_{10}^{1.34}$

where E: erosion loss $g/10\ m^2$

I_{10}: rainfall intensity $mm/10\ min$,

3. As the duration of rainfall was limitted to only 10 ninutes, the relation between soil loss and the depth for each plot can not be identical.