

# 小国に於ける土砂流出試験報告（第Ⅱ報）

上 野 巳 熊\*

Miguma UENO: Soil erosion at Oguni. (The Second report).

## 目 次

|                 |    |
|-----------------|----|
| I 緒 言           | 37 |
| II 試験の方法        | 37 |
| III 測定結果        | 38 |
| IV 雨量と土砂流出量との関係 | 39 |
| V 地表流下雨量と土砂流出量  | 40 |
| VI 土砂流出量の変化     | 40 |
| VII 結 言         | 41 |

## I 緒 言

近年台風による災害甚だしく治山治水の問題がやかましく叫ばれている折柄、山地開拓の進展に伴い土砂流出量を明らかにする必要を生じた。本邦山岳地方の様な豪雨地帯に於ける土砂流出量を推算することは容易でないが、小国試験地内に於て昭和 22 年から土砂流出量の観測を開始し、その成績の一端をさきに報告したが<sup>1)</sup>、昭和 25 年及び 26 年は豪雨が多く又土層の次第に浅くなるに従つて土砂流出量が増大して来たので、此処にその概要を報告し第Ⅱ報として参考に資したいと思う。

## II 試験の方法

土砂流出試験の方法は第Ⅰ報と同様で、試験地は小国試験地内の一小丘の北面 30° の傾斜地で 70 年生のスギ林地を伐採開墾して裸地とした所に、面積 1.5a を選んで亀甲形にスギ板で区切り外方から土砂や地表水の流れ込まない様に設備し、枠内の土砂のみが容易に下方のタンクに流れ込む様に装置したものである。流出土砂の重量は乾燥したものでなく便利上水滴がなくなつてから計つたものである。

\* 熊本支場小国試験地

Ⅲ 測定結果

昭和25年～26年の測定結果は第1表の如くである。

第 1 表

| 番号    | 年     | 月 日      | 雨量  |                 | 土 砂<br>流出量<br>kg | 番号    | 年     | 月 日      | 雨量  |                 | 土 砂<br>流出量<br>kg |
|-------|-------|----------|-----|-----------------|------------------|-------|-------|----------|-----|-----------------|------------------|
|       |       |          | mm  | 一時間<br>最多<br>mm |                  |       |       |          | mm  | 一時間<br>最多<br>mm |                  |
| (61)  | 昭和25年 | 1.18     | 51  | 30              | 96.008           | (102) | 昭和26年 | 2.27     | 18  | 4               | —                |
| (62)  | "     | 1.28     | 24  | 9               | 2.400            | (103) | "     | 3.6      | 36  | 2               | —                |
| (63)  | "     | 1.30     | 45  | 12              | 4.966            | (104) | "     | 4.2~3    | 17  | 5               | —                |
| (64)  | "     | 2.8~9    | 94  | 14              | 8.486            | (105) | "     | 4.11     | 18  | 5               | 0.415            |
| (65)  | "     | 2.11~12  | 30  | 6               | 0.750            | (106) | "     | 4.19     | 34  | 6               | 0.600            |
| (66)  | "     | 2.14     | 20  | 4               | —                | (107) | "     | 4.27~29  | 121 | 12              | 52.250           |
| (67)  | "     | 3.6~7    | 44  | 11              | 3.424            | (108) | "     | 5.7~8    | 55  | 3               | —                |
| (68)  | "     | 3.17     | 26  | 4               | —                | (109) | "     | 5.22     | 15  | 3               | —                |
| (69)  | "     | 3.25     | 23  | 5               | —                | (110) | "     | 5.30~31  | 75  | 19              | 55.000           |
| (70)  | "     | 4.5      | 37  | 11              | 2.700            | (111) | "     | 6.4      | 19  | 7               | 0.200            |
| (71)  | "     | 4.17     | 20  | 4               | —                | (112) | "     | 6.14~15  | 47  | 6               | 0.560            |
| (72)  | "     | 5.4      | 19  | 6               | 1.987            | (113) | "     | 6.20~21  | 39  | 4               | —                |
| (73)  | "     | 5.17~20  | 48  | 11              | 3.750            | (114) | "     | 6.25     | 31  | 9               | 1.230            |
| (74)  | "     | 5.27     | 20  | 12              | 7.950            | (115) | "     | 6.28     | 62  | 21              | 56.775           |
| (75)  | "     | 6.8~9    | 39  | 6               | 1.238            | (116) | "     | 7.1~2    | 30  | 3               | —                |
| (76)  | "     | 6.17     | 42  | 8               | 3.000            | (117) | "     | 7.7~8    | 44  | 13              | 21.120           |
| (77)  | "     | 6.19~20  | 52  | 14              | 24.900           | (118) | "     | 7.8~9    | 34  | 6               | 0.850            |
| (78)  | "     | 6.21~22  | 34  | 11              | 2.000            | (119) | "     | 7.9~10   | 135 | 22              | 167.180          |
| (79)  | "     | 6.24~25  | 32  | 18              | 23.363           | (120) | "     | 7.11~12  | 36  | 11              | 8.100            |
| (80)  | "     | 6.27~29  | 49  | 8               | 3.375            | (121) | "     | 7.12~13  | 134 | 20              | 141.935          |
| (81)  | "     | 7.1      | 25  | 10              | 1.586            | (122) | "     | 7.13~14  | 182 | 43              | 550.120          |
| (82)  | "     | 7.9~10   | 47  | 24              | 33.750           | (123) | "     | 7.14~15  | 83  | 17              | 43.250           |
| (83)  | "     | 7.15     | 18  | 18              | 16.515           | (124) | "     | 7.15~16  | 38  | 21              | 49.120           |
| (84)  | "     | 7.27~29  | 48  | 10              | 3.675            | (125) | "     | 7.16~17  | 40  | 6               | 2.300            |
| (85)  | "     | 8.13     | 85  | 33              | 418.000          | (126) | "     | 7.19~20  | 138 | 48              | 665.360          |
| (86)  | "     | 8.19~20  | 77  | 12              | 56.513           | (127) | "     | 7.25     | 10  | 4               | —                |
| (87)  | "     | 9.7~8    | 73  | 65              | 522.500          | (128) | "     | 8.11     | 15  | 13              | 14.250           |
| (88)  | "     | 9.12~13  | 90  | 23              | 142.500          | (129) | "     | 8.29~30  | 28  | 5               | —                |
| (89)  | "     | 9.13~14  | 103 | 14              | 38.600           | (130) | "     | 9.8~9    | 27  | 3               | —                |
| (90)  | "     | 9.15~16  | 67  | 31              | 386.000          | (131) | "     | 9.14~15  | 45  | 12              | 20.250           |
| (91)  | "     | 9.16~17  | 19  | 4               | —                | (132) | "     | 9.24~25  | 56  | 18              | 125.000          |
| (92)  | "     | 9.26~27  | 27  | 6               | 0.250            | (133) | "     | 9.29~30  | 17  | 5               | —                |
| (93)  | "     | 10.3~4   | 45  | 9               | 1.300            | (134) | "     | 10.8~9   | 17  | 3               | —                |
| (94)  | "     | 11.5~6   | 21  | 4               | —                | (135) | "     | 10.13~14 | 74  | 6               | 1.800            |
| (95)  | "     | 11.9~10  | 53  | 9               | 2.500            | (136) | "     | 10.14~15 | 59  | 18              | 136.250          |
| (96)  | "     | 11.18    | 36  | 7               | 0.200            | (137) | "     | 10.23    | 15  | 3               | —                |
| (97)  | "     | 12.16~17 | 19  | 8               | 2.300            | (138) | "     | 11.15    | 24  | 9               | 6.500            |
| (98)  | 昭和26年 | 1.6      | 19  | 4               | 0.820            | (139) | "     | 12.22~23 | 21  | 5               | 0.820            |
| (99)  | "     | 2.8      | 27  | 4               | 0.535            | (140) | "     | 12.25~26 | 56  | 8               | 4.300            |
| (100) | "     | 2.21     | 19  | 5               | 1.136            | (141) | "     | 12.30~31 | 41  | 7               | 2.500            |
| (101) | "     | 2.24     | 19  | 5               | 1.350            |       |       |          |     |                 |                  |

各年別土砂流出量を比較したのが第2表である。

第 2 表

| 年次     | 年雨量<br>mm | 土砂<br>流出量<br>kg | 測定回数 | 平均土砂<br>流出量<br>kg |
|--------|-----------|-----------------|------|-------------------|
| 昭和25年  | 2103      | 1816.488        | 37   | 49.1              |
| “ 26 “ | 2516      | 2131.876        | 44   | 48.5              |

第1表によれば一降雨 10 mm 又は一時間 4 mm 程度の降雨では殆んど土砂の流出を見ず、尙一降雨 20mm に達する降雨でも一時間 6mm 以上の強雨がなければ土砂の流出を見ない場合が多い。即ち (66), (68), (69), (71) が一降雨 20 mm 内外で土砂流出量のない適例である

が、この程度の降雨でも冬季に於て往々霜柱の侵蝕作用により受水器に落下している土砂がタンクに流れ込む事もあり、(98), (99), (100), (101) の如く一降雨 20 mm 内外、一時間最多雨量 4~5 mm で土砂流出を見た場合もある。普通降雨の場合は一時間 5~6 mm の強雨でなくては土砂は流出せず、一時間 10 mm 程度の強雨迄は極めて少いが、一時間 30 mm 程度の豪雨では甚大な量に達し、(61), (87), (90), (122), (126) はその適例で、これが年土砂流出量の大部分を占める。

故に昭和 24 年の様に豪雨の少ない年は年雨量 2900 mm の多量に達しても土砂流出量は 239 kg に過ぎないが、昭和 25 年、26 年の様に豪雨回数の多い年は第2表の如く年雨量2103mm ~2516mm 程度でも土砂流出量は 1800 kg~2130 kg と昭和 24 年の 7~9 倍余に達している。

#### Ⅳ 雨量と土砂流出量との関係

土砂流出量は降雨量の多寡による事は論を俟たないが、又土砂流出量は豪雨と関係密接であるから、第1表の土砂流出量と一時間最多雨量の相関係数を求めると 0.87 で、両者の関係密接で直線的関係を示すので、最小自乗法により両者の関係を求めると次式が得られる。

$$y = 11.36x - 96.0$$

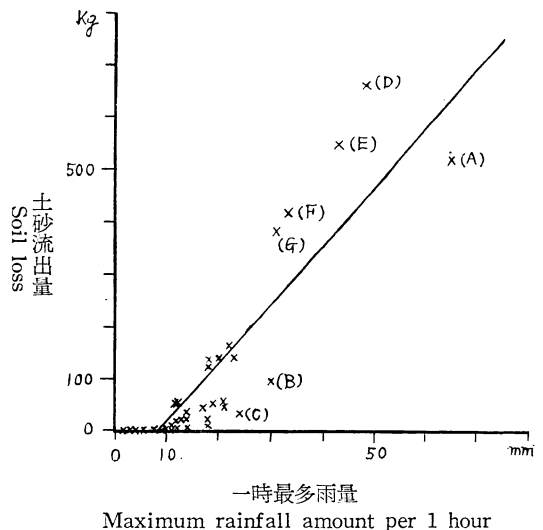
y は土砂流出量 kg

x は一時間最多雨量 mm

土砂流出量と一時間最多雨量の関係を図示したのが第1図で、第1図を見ると土砂流出量は一時間 10 mm 程度の強雨では極めて少いが、一時間 30 mm 程度の豪雨となると甚大である。

又降雨前の土壤の乾湿によつて差異を生ずる事が窺われ、例えば第1図の(A)は昭和 25 年 9 月 7 日の雷雨、(B)は昭和 25 年 1 月 18 日の雷雨、

第 1 図



(C)は昭和25年7月10日の降雨であるが、何れも土壌の充分湿っていないと思われる時の豪雨で土砂流出量は割合に少い。又(D)は昭和26年7月19日の連日の降雨後の大雨、(E)は昭和26年7月13日の連日降雨後の大雨、(F)は昭和25年8月13日のキジャ台風の場合、(G)は昭和25年9月15日の連日大雨後の豪雨で、何れも土壌が充分湿つてからの豪雨の場合や風圧を伴う台風の場合は土砂流出量は甚大である。

以上の様に土砂流出量は降雨の強度に最も密接な関係を有するものであるが、降雨前の土壌の乾湿によつて差異を生ずる事を認め得る。

### V 地表流下雨量と土砂流出量

小国試験地内の林内外地表流下雨量の測定<sup>2)</sup>によると、一降雨10mm迄は地表流下雨量はなく、一降雨15mm程度に達すると土壌の湿りや降雨の強度等の如何で軽少の流下雨量があり、一降雨20mmに達すると概ね地表流下があるが、土壌の乾燥せる場合や強度の弱い降雨の場合等はなお地表流下がない。併し地表流下雨量は降雨の多寡よりも寧ろ降雨の強度に比例し、一時間20mmの豪雨となれば林地も裸地も略同様に流れ、一時間30mm以上の豪雨では裸地の流下雨量の増大が著しい。

土砂流出量も地表流下雨量の少い時は軽少であるが、地表流下雨量大になるに従つて激しくなり、地表流下雨量と同様に降雨の強度によつて増大し、地表流下雨量の少い10mm以下の降雨では土砂流出量は殆んどなく、20mm、50mm程度の一降雨でも強度の弱い時は土砂流出はなく、一時間7~8mmの強雨で少し土砂を流出し、地表流下雨量の増大する一時間30mm以上の豪雨となると土砂流出量も増大してくる。

年々本邦に発生する大洪水は概ね1時間30mm以上の豪雨が数時間に及ぶ場合で、例えば大正10年7月17日の筑後川大洪水は1時間50mmの豪雨が3時間に及んで土砂流出甚大で、昭和13年7月5日の神戸大洪水は1時間30~50mmの豪雨が4時間に及んで山地の崩壊土砂の流出甚大であり、又昭和13年10月15日の大隅半島大水害は1時間40~80mmの豪雨8時間に及び流出土砂量は数百町歩の田地を埋めたが、1時間40mm以上の豪雨となると土砂流出量は地表水と共に増大し、これが数時間に及ぶと大水害を惹起する。

### VI 土砂流出量の変化

第3表

| 年次           | 昭和22年 | 昭和23年 | 昭和24年 | 昭和25年 | 昭和26年 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年雨量 mm       | 1700  | 2000  | 2900  | 2103  | 2516  |
| 1時間30~60mm回数 | —     | —     | —     | 4     | 2     |
| 土砂流出量 ton/ha | 1.7   | 7.7   | 15.9  | 121.1 | 142.1 |

昭和22年~26年の年土砂流出量、年雨量、豪雨回数を示したのが第3表で、昭和22年~24年と昭和25年~26年の土砂流出量の階級別回数を示した

のが第4表である。

第 4 表

| 土砂流出量<br>kg  | 0.1~1.0 | 1.0~2.0 | 2.0~5.0 | 5.0~10.0 | 10.0~50.0 | 50.0~100.0 | 100~500 | 500~700 |
|--------------|---------|---------|---------|----------|-----------|------------|---------|---------|
| 昭和 22~24 年回数 | 20      | 9       | 15      | 9        | 5         | 2          | —       | —       |
| 昭和 25~26 年回数 | 11      | 9       | 14      | 4        | 10        | 5          | 7       | 3       |

昭和 22 年~24 年は土砂流出量は一降雨 5kg 以下の場合が普通で、10kg 以上流出した場合は僅かに 7 回に過ぎないが、昭和 25 年~26 年は 10kg 以上が 25 回で中 100kg 以上が 10 回に達している。従つて年流出土砂量も昭和 25 年、26 年は 24 年の 7 倍以上となつてゐる。

昭和 25 年、26 年が 24 年に比して土砂流出量が甚大となつた原因としては、(1) 昭和 24 年は多雨であつたが土砂流出量が甚大となる一時間 30mm 以上の豪雨の発生がなく、昭和 25 年は一時間 30mm 以上の豪雨が 4 回、26 年は 2 回発生したこと、(2) 試験地の表土が年々流失して次第に浅くなり地表流下雨水が流れ易く土砂の流出も多くなつてきたこと、(3) 昭和 25 年、26 年は試験地内の雑草を頻繁に取り去つたことが考えられる。

## Ⅶ 結 言

土砂流出量は一降雨 10mm 以下の場合は殆んどなく、一降雨 20mm でも流下条件のよい場合のみ軽少な土砂流出があり、一降雨 50mm でも弱度の降雨では土砂流出はない。

強度の降雨では 1 時間 7~8mm から土砂流出があり、1 時間 30mm 以上の豪雨となれば土砂流出量は著しく増大する。

土砂流出量  $y$  (面積 1.5a, 傾斜 30° よりの土砂流出量 kg 単位) は地表流下雨量と同様に一時間最多雨量  $x$  (mm 単位) と密接な関係があり  $y=11.36x-96.0$  で示され、降雨前の土壌の乾湿や大雨中の豪雨の頻度を考慮に入れば土砂流出量を前式で推算し得る。

昭和 25 年、26 年が土砂流出量が多くなつたのは、豪雨回数の多かつたこと、表土が年々浅くなつたこと、雑草を頻繁に取り去つたことによると考えられる。

本邦山岳のような台風性豪雨<sup>3)</sup> 地帯は土砂流出大で治山上考慮すべきであり、又最近各河川の土砂流出量が増大して来たのは、近年頻繁に台風性豪雨に見舞われたこと、森林の過伐や山地の開拓等がその一因であらう。

## 参 考 文 献

- 1) 上野巳熊：小国に於ける土砂流出試験報告（第1報） 林業試験集報 59 号 昭和 25 年 9 月
- 2) 上野巳熊：有林地と無林地の地表流下雨量比較 森林治水気象彙報 10 号 昭和 3 年 9 月
- 3) 上野巳熊：台風性豪雨について 森林治水試験彙報 17 号 昭和 14 年 3 月

Résumé

(1) Soil losses from barren experimental plot with a slope of 57.7% and an area of 1.5a were measured.

(2) Soil loss for a single rain,  $y$  (kg), closely correlated with maximum rainfall per hour,  $x$  (mm), and the next formula was derived.

$$y = 11.36x - 96.0$$

(3) The frequent torrential rains, the yearly losses of top soil layer and the frequent eliminating of weeds are thought to be the reason why the soil loss in 1950 and 1951 amounted to 121.1 and 142.1 ton/ha, respectively, and far exceeded those of the preceding 3 years (from 1947 to 1949).

(4) The soil erosion in mountain districts washed by frequent torrential rains caused by typhoons must be carefully considered.