

資 料

米野々演習林林道のり面の保護工（Ⅱ）[≡]

伏見 知道*・渡部 桂**・江崎 次夫***

緒 言

前報¹⁾において、本学米野々演習林に開設されつつある林道において、従来ほとんど保護工の対象とされなかった林道切り取りのり面に対し、保護工試験を行なった結果、本地域の厳寒期における切り取り放置のり面からの土砂の崩落流出がきわめて著しく、この抑制には植生工による保護効果が期待できることを示した。第1回試験は施工時期が遅れたことおよび途中で、本地域には稀な豪雪により、試験地が破壊され、観測を中絶せざるをえなかったため、改めて、昭和44年3月開設された林道のり面に、試験地を設け第2回の観測を行なった。ここに結果を報告する。

試 験 方 法

試験地は、松山市米野町の本学演習林内、昭和44年3月、ブルドーザ施工により開設された林道の切り取りのり面の一部（第1回試験地の約400m上流）である。のり面はスギ造林地下の黒雲母花崗岩風化土層の断面であり、傾斜は38度で北に面している。

試験区は、つぎの六区を数字の順に設定した。1区と2区の植生区には、ウィーピングラブリグラスを用い、住友化成15-8-8粒状肥料を施用した。

1区（帝人 BONNIP V1090被覆）：種子と肥料を現地の土にまぜ、のり面に30cm間隔に水平に刻んだ筋状溝にまき付けたのち、V1090で全面をおおい、現地で採取した竹串でとめた。

2区（帝人 BONNIP Vs 8290 被覆）：1区と同様にまき付けし、Vs 8290でおおった。

3区（ハリンバタイ）：使用指示どおり、のり面に密着するように止め串でとめ、全面に若干の覆土を行なった。

4区（切り取り放置区……対照区）

5区（植生帯）：植生帯Ⅱ号型を使用した。のり面に植生帯が入る程度の植溝を30cm間隔に水平に刻み、植生帯をその中に入れ止め串でとめ、覆土した。

6区（ベヂタイ）：使用指示どおり種肥土を充填したベヂタイを作り、のり面に水平に幅12cm、深さ10cm、間隔50cmの植溝を刻み、ベヂタイを張り付け止め串でとめた。

各試験区の大きさは、幅1m、斜面長3mで、そのおのおのを板枠で区切り、各区の下方に長さ90cm、幅50cm、深さ50cmのトタン製受箱を水平にとりつけ、受箱の測方からのぼした受板により、枠内斜面から流下する雨水および土砂のすべてが、受箱にたまるようにした。なお試験区上方の造林地斜面から流下する雨水が、枠を越えて試験区内に流入しないように、試験地上方に丸太の制水工を設け、側方へ流下するようにした。

試験地の設定は、林道工事完了直後の昭和44年5月上旬で、5月20日より測定を始め、昭和45年8月18日まで六十五週間測定を行なった。（8月21日、数十年振りに当地を直撃した台風10号のため、山腹崩土の落下のため試験地が全壊した。）

各区について、土砂流下量とのり面流下雨量を1週間ごとに測定したが、流下雨量は測定日までの間の蒸発減量を、気象資料によって補正した。なお、試験地の気象資料は、本学演習林内既設の気象観測施設が近接してあるので、その結果を使用した。

[≡] Tomomichi FUSHIMI, Katsura WATANABE and Tugio EZAKI : On the Protection Work for the Cutting Slope of the Forest Road in the Ehime University Forest (Ⅱ)

* 森林工学講座 助教授 ** 附属演習林 講師 *** 附属演習林 助手

表-1. (1) 週 間 気 象

| 週 | 期 | 間 | 平均気温 ℃ | 最高気温 ℃ | 最低気温 ℃ | 平均湿度 % | 週間雨量 P(mm) | 1時間最 大降雨量 I ₁ (mm) | 10分間最 大降雨量 i ₁₀ (mm) | 降雨強度 PI | 降雨加速 指数 PI _i |
|----|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------------------|
| 1 | 昭昭44年 5.20 | ~ 27 | 11.5 | 21.5 | 6.0 | 67 | 16.2 | 2.8 | 0.7 | 45.36 | 31.75 |
| 2 | 27 | 6. 3 | 14.3 | 23.4 | 7.0 | 73 | 26.8 | 15.3 | 5.5 | 410.04 | 2255.22 |
| 3 | 6. 3 | ~ 10 | 16.0 | 25.0 | 5.0 | 77 | 50.9 | 8.9 | 3.1 | 453.01 | 1404.33 |
| 4 | 10 | ~ 17 | 18.1 | 26.2 | 7.5 | 77 | 49.6 | 6.7 | 2.0 | 332.32 | 664.64 |
| 5 | 17 | ~ 24 | 18.7 | 25.1 | 9.9 | 86 | 16.5 | 2.6 | 0.8 | 42.90 | 34.32 |
| 6 | 24 | ~ 7. 1 | 20.8 | 28.5 | 13.0 | 86 | 263.0 | 23.1 | 6.1 | 6075.30 | 37059.33 |
| 7 | 7. 1 | ~ 8 | 21.2 | 26.7 | 11.5 | 91 | 244.2 | 16.8 | 7.5 | 4102.56 | 30769.20 |
| 8 | 8 | ~ 15 | 21.2 | 30.3 | 9.7 | 89 | 66.4 | 6.4 | 3.2 | 424.96 | 1359.87 |
| 9 | 15 | ~ 22 | 23.6 | 31.1 | 14.5 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 22 | ~ 29 | 24.2 | 30.6 | 17.5 | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 29 | ~ 8. 5 | 24.6 | 31.5 | 18.2 | 83 | 21.1 | 4.3 | 2.1 | 90.30 | 190.53 |
| 12 | 8. 5 | ~ 12 | 24.9 | 32.2 | 17.8 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 12 | ~ 19 | 23.2 | 31.5 | 14.5 | 75 | 2.6 | 1.0 | 1.0 | 2.60 | 2.60 |
| 14 | 19 | ~ 26 | 23.5 | 32.0 | 14.6 | 77 | 60.8 | 9.5 | 2.3 | 577.60 | 1328.48 |
| 15 | 26 | ~ 9. 2 | 21.3 | 29.9 | 13.8 | 79 | 1.1 | 0.8 | 0.3 | 0.26 | 0.88 |
| 16 | 9. 2 | ~ 9 | 22.8 | 30.0 | 11.7 | 81 | 23.9 | 1.0 | 1.0 | 23.90 | 23.90 |
| 17 | 9 | ~ 16 | 21.6 | 31.2 | 12.5 | 80 | 12.9 | 5.6 | 2.3 | 72.24 | 166.15 |
| 18 | 16 | ~ 23 | 20.2 | 28.6 | 11.7 | 81 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.09 | 0.03 |
| 19 | 23 | ~ 30 | 20.2 | 27.7 | 13.4 | 83 | 5.5 | 2.3 | 0.6 | 12.65 | 7.59 |
| 20 | 30 | ~ 10. 7 | 16.6 | 22.5 | 10.0 | 76 | 12.2 | 3.4 | 3.2 | 41.48 | 132.74 |
| 21 | 10. 7 | ~ 14 | 12.8 | 19.7 | 1.5 | 76 | 16.3 | 4.4 | 1.2 | 71.72 | 86.06 |
| 22 | 14 | ~ 21 | 15.7 | 25.2 | 5.5 | 79 | 7.7 | 2.0 | 0.6 | 14.40 | 9.24 |
| 23 | 21 | ~ 28 | 14.4 | 21.6 | 0.2 | 82 | 19.6 | 5.3 | 4.5 | 103.88 | 467.46 |
| 24 | 28 | ~ 11. 4 | 10.8 | 21.0 | 0.9 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 11. 4 | ~ 11 | 8.4 | 17.7 | - 0.4 | 85 | 7.4 | 3.5 | 2.0 | 25.90 | 51.80 |
| | | | 計 | | | | | | | | |
| 小 | | | 925.0 | | | | | | | | |
| 26 | 11.11 | ~ 18 | 11.2 | 20.3 | -0.8 | 89 | 33.4 | | 以下凍結のため不明 | | |
| 27 | 18 | ~ 25 | 6.1 | 11.6 | -3.6 | 81 | 18.4 | | | | |
| 28 | 25 | ~ 12. 2 | 5.1 | 12.3 | -5.3 | 83 | 15.3 | | | | |
| 29 | 12. 2 | ~ 9 | 5.8 | 16.5 | -6.5 | 82 | 54.0 | | | | |
| 30 | 9 | ~ 16 | 2.8 | 9.6 | -2.8 | 80 | 10.8 | | | | |
| 31 | 16 | ~ 23 | 2.8 | 12.3 | -6.0 | 82 | 2.6 | | | | |
| 32 | 23 | ~ 30 | 3.2 | 12.5 | -7.0 | 80 | 10.3 | | | | |
| | | | 昭和45年 | | | | | | | | |
| 33 | 12.30 | ~ 1. 6 | 1.8 | 10.5 | -7.0 | 85 | 2.0 | | | | |
| 34 | 1. 6 | ~ 13 | 2.2 | 8.2 | -7.0 | 81 | 0 | | | | |
| 35 | 13 | ~ 20 | -0.1 | 6.5 | -7.8 | 73 | 3.0 | | | | |

表-1. (2) 週 間 氣 象

| 週 | 期 | 間 | 平均氣溫 °C | 最高氣溫 °C | 最低氣溫 °C | 平均溫度 % | 週間雨量 P (mm) | 1時間最大 雨量 I (mm) | 10分間最大 雨量 i (mm) | 降雨強度 P I | 降雨加惠 指數 P I i |
|----|------|------|------------|------------|------------|-----------|----------------|-----------------------|------------------------|-------------|---------------------|
| 36 | 20 | 27 | 0.9 | 8.0 | -7.5 | 82 | 0 | | | | |
| 37 | 27 | 2.3 | 2.6 | 13.1 | -5.3 | 78 | 35.4 | | | | |
| 38 | 2.3 | 10 | 0.4 | 9.2 | -7.1 | 77 | 26.9 | | | | |
| 39 | 10 | 17 | 1.1 | 12.0 | -5.6 | 73 | 0.8 | | | | |
| 40 | 17 | 24 | 4.2 | 17.8 | -4.0 | 74 | 35.7 | | | | |
| 41 | 24 | 3.3 | 4.2 | 14.4 | -6.9 | 82 | 36.1 | | | | |
| 42 | 3.3 | 10 | 1.4 | 9.4 | -4.8 | 68 | 22.5 | | | | |
| 43 | 10 | 17 | 3.7 | 10.0 | -2.8 | 75 | 26.9 | | | | |
| 44 | 17 | 24 | 0.3 | 8.2 | -7.4 | 66 | 5.8 | | | | |
| 45 | 24 | 31 | 6.4 | 19.2 | -3.8 | 66 | 13.2 | | | | |
| | | | 計 | | | | 353.1 | | | | |
| 46 | 3.31 | 4.7 | 7.1 | 16.0 | -1.0 | 69 | 62.6 | 5.4 | 1.5 | 338.04 | 507.06 |
| 47 | 7 | 14 | 9.3 | 15.6 | 0.5 | 79 | 67.9 | 7.5 | 2.0 | 509.25 | 1018.50 |
| 48 | 14 | 21 | 12.7 | 21.4 | 1.0 | 79 | 110.9 | 17.7 | 7.0 | 1962.93 | 13740.51 |
| 49 | 21 | 28 | 12.4 | 20.0 | 4.6 | 73 | 42.5 | 13.7 | 4.0 | 582.25 | 2329.00 |
| 50 | 28 | 5.5 | 13.1 | 22.0 | 4.2 | 69 | 20.4 | 6.6 | 1.5 | 134.64 | 201.96 |
| 51 | 5.5 | 12 | 15.7 | 22.8 | 6.2 | 83 | 61.3 | 3.8 | 1.2 | 232.94 | 279.53 |
| 52 | 12 | 19 | 13.7 | 26.7 | 4.5 | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 19 | 26 | 15.9 | 26.7 | 7.2 | 75 | 66.8 | 22.0 | 7.7 | 1469.60 | 11315.92 |
| 54 | 26 | 6.2 | 16.6 | 24.8 | 8.1 | 71 | 20.0 | 6.0 | 1.8 | 120.00 | 216.00 |
| 55 | 6.2 | 9 | 16.6 | 24.6 | 9.4 | 75 | 25.6 | 4.0 | 1.0 | 102.40 | 102.40 |
| 56 | 9 | 16 | 19.3 | 24.9 | 10.5 | 85 | 191.7 | 9.2 | 5.5 | 1763.60 | 9700.02 |
| 57 | 16 | 23 | 17.6 | 24.0 | 13.6 | 86 | 78.2 | 6.2 | 2.0 | 484.84 | 969.68 |
| 58 | 23 | 30 | 18.7 | 25.4 | 12.5 | 84 | 121.9 | 15.6 | 5.0 | 1901.64 | 9508.20 |
| 59 | 30 | 7.7 | 21.3 | 29.0 | 14.5 | 80 | 88.4 | 12.5 | 7.5 | 1105.00 | 8287.50 |
| 60 | 7.7 | 7.14 | 21.6 | 29.8 | 14.5 | 80 | 51.8 | 8.4 | 3.5 | 435.12 | 1522.92 |
| 61 | 14 | 21 | 24.3 | 30.5 | 19.5 | 78 | 30.6 | 20.4 | 17.0 | 624.24 | 10612.08 |
| 62 | 21 | 28 | 24.6 | 31.6 | 18.1 | 71 | 1.0 | 1.0 | 0.4 | 1.00 | 0.40 |
| 63 | 28 | 8.4 | 24.2 | 30.6 | 19.2 | 70 | 1.7 | 1.0 | 1.0 | 1.70 | 1.70 |
| 64 | 8.4 | 8.11 | 24.7 | 31.6 | 18.4 | 71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | 8.11 | 8.18 | 24.0 | 31.6 | 17.6 | 74 | 66.4 | 11.4 | 4.0 | 756.96 | 3027.84 |
| | | | 計 | | | | 1109.7 | | | | |

表-2. 週間 1.0m² 当土砂流出量 (gr.)

| 週 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 週 | 4区 | 週 | 4区 |
|----|-------|-------|--------|-------|-------|----|---------|----|--------|
| 1 | 3.16 | 6.66 | 25.80 | 8.50 | 6.16 | 1 | 11.66 | 34 | 13.00 |
| 2 | 6.50 | 7.33 | 15.40 | 8.50 | 6.60 | 2 | 14.33 | 37 | 60.16 |
| 3 | 5.00 | 4.83 | 17.80 | 13.00 | 9.16 | 3 | 41.50 | 39 | 202.16 |
| 4 | 2.83 | 2.50 | 3.60 | 3.50 | 2.00 | 4 | 21.16 | 40 | 70.50 |
| 5 | 8.16 | 1.83 | 2.60 | 1.83 | 1.33 | 5 | 11.50 | 42 | 45.66 |
| 6 | 2.16 | 2.66 | 18.80 | 11.50 | 1.00 | 6 | 368.83 | 43 | 20.66 |
| 7 | 2.00 | 1.50 | 13.40 | 9.00 | 0 | 7 | 423.00 | 44 | 171.66 |
| 8 | 1.16 | 1.33 | 3.20 | 1.66 | 1.00 | 8 | 63.66 | 45 | 38.83 |
| 9 | 0 | 0 | 1.80 | 0 | 0 | 9 | 10.83 | | |
| 11 | 0 | 0 | 2.40 | 0 | 0 | 10 | 8.33 | 小計 | 795.45 |
| 14 | 0 | 1.33 | 1.80 | 0 | 0 | 11 | 20.33 | | |
| 15 | 0 | 0 | 5.60 | 0 | 0 | 12 | 10.80 | 46 | 69.00 |
| 16 | 1.50 | 1.33 | 2.40 | 1.33 | 0 | 13 | 11.30 | 47 | 32.83 |
| 17 | 0 | 0 | 1.80 | 0 | 0 | 14 | 81.66 | 48 | 160.16 |
| 21 | 10.16 | 3.16 | 2.00 | 0 | 0 | 15 | 7.50 | 49 | 38.66 |
| 23 | 0 | 0 | 2.20 | 1.83 | 0 | 16 | 410.16 | 50 | 15.00 |
| 小計 | 42.63 | 34.46 | 120.60 | 60.65 | 27.15 | 17 | 32.83 | 51 | 11.16 |
| | | | | | | 18 | 8.66 | 52 | 2.83 |
| | | | | | | 19 | 19.33 | 53 | 139.73 |
| 31 | 0 | 0 | 2.00 | 0 | 0 | 20 | 35.16 | 54 | 13.15 |
| 32 | 0 | 0 | 4.60 | 0 | 0 | 21 | 104.69 | 55 | 15.99 |
| 34 | 0 | 2.66 | 2.40 | 0 | 0 | 22 | 10.83 | 56 | 56.02 |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 13.50 | 0 | 23 | 69.50 | 57 | 7.66 |
| 40 | 3.33 | 14.33 | 39.00 | 7.50 | 4.16 | 24 | 9.83 | 58 | 38.55 |
| 42 | 4.00 | 8.66 | 2.80 | 0 | 0 | 25 | | 59 | 61.22 |
| 44 | 4.00 | 0 | 5.40 | 0 | 0 | 小計 | 1407.38 | 60 | 15.58 |
| 小計 | 11.33 | 25.65 | 56.20 | 21.00 | 4.16 | 26 | 20.83 | 61 | 175.94 |
| | | | | | | 27 | 11.00 | 63 | 8.86 |
| 46 | 0 | 3.50 | 6.60 | 0 | 0 | 28 | 4.33 | 65 | 57.87 |
| 47 | 0 | 0 | 2.60 | 0 | 0 | 29 | 13.50 | 小計 | 920.21 |
| 49 | 0 | 0 | 1.80 | 0 | 0 | 30 | 11.00 | | |
| 65 | 0 | 7.06 | 1.50 | 0 | 0 | 31 | 83.50 | | |
| 小計 | 0 | 10.56 | 12.50 | 0 | 0 | 32 | 63.66 | | |

結果と考察

気象資料を表-1.に、斜面1m² 当りに換算した週間土砂流出量を表-2.に、また週間のり面流下雨量を表-3.に示す。本観測期間内では、前報¹⁾のような期間の区切り(最高気温10℃以下、平均気温ほぼ0℃以下)はないが、降雨強度測定不能(自記雨量計の受器内雨水が凍結)の期間が介在するから、順次Ⅰ期(第1~25週)、Ⅱ期(第26~45週)、およびⅢ期(第46~65週)に区分した。(表-1., 表-2.参照)

1) 土砂流出量

試験地設定後の全土砂流出量の変化を見ると、第8週までは全区に流出量が認められ、植生工区のみならず第3週には対照区の40%以上の流出を示す区があるが、第4週では、対象区の18%以下に減少した。第9週以後は、夏期乾燥の候で、対照区以外の区の土砂流出量は著しく減少した。第9週から第25週(第Ⅰ期の最終週)までの間に、対照区以外のいずれかの区に土砂流出が認められたのは、わずか7週であった。第Ⅱ期に、対照区以外のいずれかの区に土砂流出がみられるのは7週で、その流出量は、大多数の区で対照区の10%以下であった。第Ⅱ期に対照区以外のいずれかの区に土砂流出がみられたのは、わずか4週で、その1区あたりの総流出量は対照区の1.4%以下に減少している。第50週以後64週まで植生工区での土砂の流出は全くなかった。第65週に2区と3区に土砂流出があったのは、第64週に植生調査のため刈取ったためと考えられる。

各区についてみると、まず、切り取り放置区(対照区)は、ほぼ全期間を通じて土砂の流出があり、期間内の全流出土砂量は3.5kg/m²で、前報¹⁾(26週間8.02kg/m²)に比べ、約半量にすぎない。これは、試験地の地形(のり面こう配38度で前回の55度より緩)、土質および斜面方向(北面)の違いのほか、冬季の気温が前回に比し高く(前回の冬季平均気温0℃以下、今回は0℃以下の週は1週だけ)、不等凍上による崩落が認められた

表-3. 週間のり面流下雨量 (mm)

| 週 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 週 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2.52 | 2.52 | 1.73 | 2.15 | 2.02 | 1.86 | 39 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 2 | 4.93 | 4.93 | 3.55 | 3.27 | 4.10 | 2.44 | 40 | 6.36 | 6.36 | 6.79 | 3.58 | 6.07 | 6.07 |
| 3 | 5.05 | 6.08 | 4.42 | 5.36 | 4.53 | 2.03 | 41 | 5.81 | 5.81 | 5.51 | 15.99 | 6.64 | 6.64 |
| 4 | 5.99 | 6.43 | 5.39 | 5.18 | 4.91 | 3.66 | 42 | 3.54 | 11.45 | 14.35 | 4.80 | 8.13 | 5.95 |
| 5 | 3.71 | 3.88 | 2.86 | 3.59 | 3.26 | 3.22 | 43 | 4.60 | 6.77 | 11.23 | 0.96 | 5.74 | 5.14 |
| 6 | 19.93 | 19.93 | 23.41 | 33.56 | 20.68 | 20.27 | 44 | 0.60 | 0.60 | 2.65 | 0.19 | 1.23 | 1.23 |
| 7 | 18.76 | 18.76 | 19.93 | 26.24 | 18.76 | 17.10 | 45 | 1.99 | 2.70 | 3.83 | 1.91 | 2.38 | 1.97 |
| 8 | 5.08 | 5.21 | 4.73 | 11.73 | 7.99 | 7.99 | 小計 | 65.95 | 78.94 | 60.79 | 48.88 | 63.83 | 57.25 |
| 11 | 4.56 | 5.80 | 5.24 | 5.39 | 5.39 | 5.18 | 流下率 = 流下雨量 (%) | 18.68 | 22.36 | 17.22 | 13.85 | 18.08 | 16.22 |
| 13 | 0.55 | 0.59 | 0.46 | 0.48 | 0.63 | 0.61 | 46 | 13.76 | 19.16 | 12.47 | 15.01 | 19.58 | 17.92 |
| 14 | 13.88 | 19.30 | 20.23 | 15.00 | 23.85 | 10.98 | 47 | 12.44 | 15.26 | 12.66 | 10.98 | 12.64 | 9.94 |
| 15 | 0.10 | 0.14 | 0.05 | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 48 | 9.19 | 12.10 | 11.73 | 17.08 | 12.22 | 8.98 |
| 16 | 4.05 | 9.82 | 8.50 | 10.65 | 8.11 | 7.08 | 49 | 6.79 | 7.42 | 7.53 | 13.44 | 6.91 | 5.76 |
| 17 | 2.36 | 2.57 | 0.39 | 2.07 | 3.50 | 1.94 | 50 | 2.83 | 2.83 | 2.81 | 4.49 | 3.66 | 2.42 |
| 18 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 51 | 10.78 | 9.12 | 4.67 | 9.12 | 7.46 | 6.63 |
| 19 | 1.01 | 1.01 | 0.01 | 0.91 | 0.99 | 1.01 | 53 | 6.46 | 8.12 | 5.86 | 10.61 | 7.29 | 6.04 |
| 20 | 3.51 | 4.09 | 1.77 | 2.88 | 5.06 | 2.88 | 54 | 2.94 | 3.77 | 2.02 | 3.98 | 2.63 | 2.32 |
| 21 | 3.29 | 3.29 | 2.69 | 2.88 | 2.19 | 2.12 | 55 | 3.88 | 4.71 | 4.02 | 6.79 | 3.88 | 3.05 |
| 22 | 2.08 | 2.08 | 0.71 | 1.04 | 2.19 | 4.17 | 56 | 22.74 | 23.15 | 7.89 | 41.84 | 7.79 | 7.37 |
| 23 | 7.49 | 6.87 | 4.08 | 5.62 | 6.66 | 4.17 | 57 | 9.72 | 10.55 | 4.00 | 13.45 | 7.47 | 3.07 |
| 25 | 1.09 | 1.09 | 0.68 | 0.68 | 1.09 | 0.68 | 58 | 14.66 | 13.41 | 13.15 | 16.74 | 16.32 | 11.34 |
| 小計 | 109.97 | 124.40 | 110.84 | 138.81 | 127.10 | 98.58 | 59 | 13.19 | 15.26 | 11.60 | 4.88 | 11.95 | 6.13 |
| 流下率 = 流下雨量 (%) | 11.89 | 13.45 | 11.98 | 15.01 | 13.74 | 10.66 | 60 | 7.40 | 8.86 | 7.49 | 16.95 | 7.82 | 3.66 |
| 26 | 9.35 | 9.97 | 1.68 | 3.64 | 6.96 | 6.96 | 61 | 5.85 | 6.26 | 1.99 | 12.49 | 5.85 | 5.02 |
| 27 | 5.18 | 5.60 | 1.67 | 3.63 | 4.56 | 2.69 | 62 | 0.08 | 0.16 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.10 |
| 28 | 3.09 | 3.61 | 0.42 | 1.74 | 2.69 | 2.07 | 63 | 0.12 | 0.16 | 0.01 | 0.37 | 0.20 | 0.10 |
| 29 | 10.27 | 10.68 | 0.77 | 4.24 | 8.36 | 7.57 | 65 | 17.85 | 8.89 | 13.04 | 18.36 | 14.21 | 10.06 |
| 30 | 0.84 | 0.53 | 0.47 | 0.12 | 0.74 | 0.74 | 小計 | 160.68 | 169.13 | 123.06 | 216.70 | 147.98 | 109.91 |
| 31 | 0.44 | 0.56 | 0.28 | 0.56 | 0.46 | 0.46 | 流下率 = 流下雨量 (%) | 14.48 | 15.24 | 11.09 | 19.52 | 13.33 | 9.90 |
| 32 | 1.20 | 1.62 | 1.37 | 1.00 | 1.31 | 1.20 | 26 | 9.35 | 9.97 | 1.68 | 3.64 | 6.96 | 6.96 |
| 33 | 0.27 | 0.27 | 0.23 | 0.25 | 0.21 | 0.21 | 27 | 5.18 | 5.60 | 1.67 | 3.63 | 4.56 | 2.69 |
| 35 | 0.28 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 28 | 3.09 | 3.61 | 0.42 | 1.74 | 2.69 | 2.07 |
| 37 | 7.17 | 7.17 | 4.03 | 5.51 | 5.72 | 5.72 | 29 | 10.27 | 10.68 | 0.77 | 4.24 | 8.36 | 7.57 |
| 38 | 4.88 | 4.88 | 5.21 | 0.52 | 2.39 | 2.39 | 30 | 0.84 | 0.53 | 0.47 | 0.12 | 0.74 | 0.74 |

ものの、その量は前回に比し、著しく少なかったことなどが、対照区の全土砂流出量を著しく少なくした理由と考えられる。

植生工区のみで最大流出量を示した3区でさえ、対照区の5.3%の流出量にすぎず、対照区と植生工区の間明らかに有意差があり、植生工による土砂流出抑制効果を比較すると、6区の流出量が最少で、効果が最も高く、以下、1区、2区、5区となり、3区の流出量が最大で、土砂流出抑制効果が最も低かった。5区の流出量は、3区の42.8%で、流出抑制効果は有意差をもって5区がまさる。したがって、2区、1区および6区の3区も3区に対し有意差があることがわかる。2区の流出量は5区の87.5%で、2区の土砂流出抑制効果がまさる。したがって、5区と1区および6区のそれぞれの間に明らかに有意差があり、後二者の抑制効果がまさる。さらに1区の流出量は2区の77.0%で、1区の流出抑制効果が有意差を持ってまさり、6区の流出量は、2区の50%以下で両者の間に有意差があり、6区の流出量は1区の57.4%で有意差があり、6区の流出抑制効果がまさる。

以上のように、各植生工区の対照区に対する土砂流出抑制効果はきわめて高く、前報の効果に比べても著しくすぐれた結果を示した。今回は試験設定がおくれ、夏の乾燥期の直前であったため、植生の生育が劣り、植生工の効果が十分発揮されない間に冬季を迎え、不等凍上崩落を抑制しにくかったが、今回は施工が早く、梅雨期前に十分な生長を示し、第10週頃には草丈により、植生列間斜面が被覆される状態に達し、各植生工区の土砂流出量も著しく減少するに至ったものである。

さらに、全流出土砂量を細土量と石礫量とにわけて考察した結果では、流出石礫量は、対照区(4区)>3区>2区>1区>5区>6区の順に減少し、この逆に抑制効果を示した。また、流出細土量は、対照区(4区)>3区>5区>2区>1区>6区の順に減少し、この逆に抑制効果を示した。

牧草類によるのり面の緑化工は、肥効がなくなると生育が悪くなり、ついには消失する場合もあり、外来品種による緑化は、永久的植生とはいいいにくい面がある。牧草による林道のり面の緑化²⁾³⁾にあたっては、追肥の必要性があげられている。植生の永久化を目指す追肥の施用にあたり、時には本来の牧草としての利用を組み合わせ考慮する必要がある。そこで、植生工の全斜面を被覆した草による土砂流出抑制効果と、牧草の利用を検討するため、刈取り調査を行なった。この結果の一部を表-4に示す。

草丈と土砂流出量の関係を見ると、土砂流出量が次の順、Ⅰ期 4区>3区>5区>1区>2区>6区、Ⅱ期 4区>3区>2区>5区>1区>6区、Ⅲ期 4区>3区>2区>5区=1区=6区 であるが、この傾向と各植生工の草丈の最大あるいは最小値との対応は少ない。いま平均草丈の値をみると、5区<3区<6区<1区=2区 の順であり、平均草丈の大きい区で土砂流出量が比較的少ないという様相がうかがえる。

表-4. 植生工区植生調査

| 区 | 草 丈 (cm) | | | 切 株 高 (cm) |
|-----------------------------|----------|-----|--------|---------------|
| | 最 大 | 最 小 | 平 均 | |
| 45年8月4日 | | | | |
| 1 | 130 | 70 | 90~100 | 6~7 |
| 2 | 130 | 70 | 90~100 | 4~5 |
| 3 | 110 | 50 | 70~80 | 5~7 |
| 5 | 115 | 60 | 60~70 | 6~7 |
| 6 | 120 | 60 | 80~90 | 7~8 |
| 再 生 草 丈 (切株上 cm) 45年9月4日 | | | | |
| 1 | 40 | 20 | 30 | 15 |
| 2 | 30 | 20 | 25 | 15 |
| 3 | 20 | 5 | 15 | |
| 5 | 40 | 20 | 30 | 10 |
| 6 | 40 | 30 | 35 | 10 |

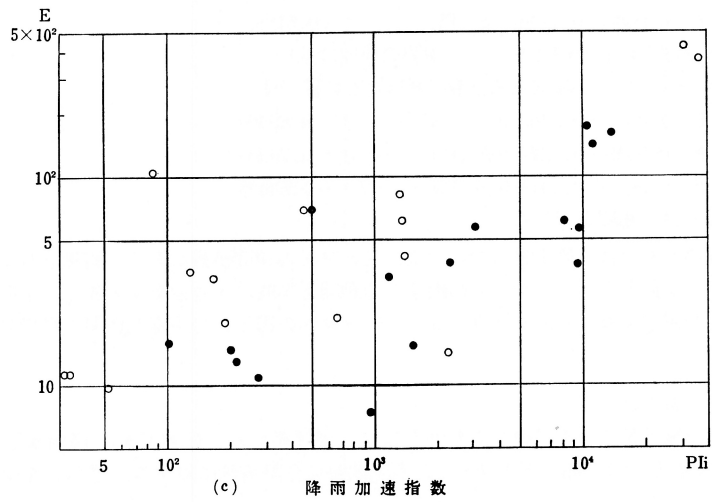
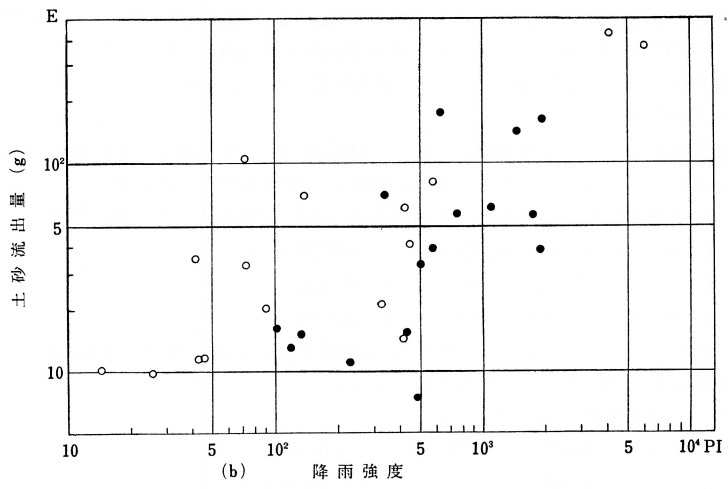
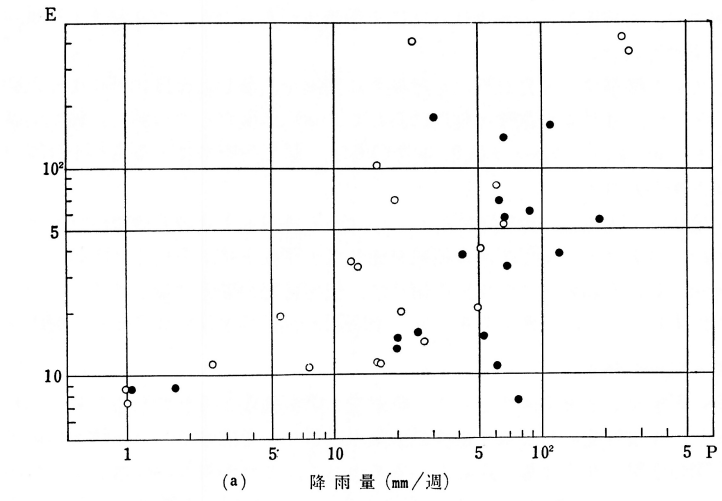


図-1. 土砂流出量と降雨との関係

刈取り後の降雨では、対照区と2区および3区に土砂流出があったが、たまたま、切株高が他区より低い区に土砂流出が起る結果になった。

刈取り後予定していた観察は、8月21日何十年振りに当地を直撃した台風10号により試験地上方斜面が崩落し、不能となった。そこで、9月4日試験地整理にあたり、刈取後生育しつつあった植生の調査を行なった。切株からの草丈をみると(表-4.)、3区と2区の生育が劣り、植生生育の良・不良が土砂流出量に大きく影響する一因であることがうかがわれる。

植生工の効果を総合的にみると、対照区に対し、いずれの材料も十分の土砂流出抑制効果を示したが、これら材料間では、6区のミベヂタイミ使用区が全期間を通じて土砂流出量が少なく3区のハリシバタイ使用区の土砂流出量が大きい値を示したものの、この程度の値では、使用材料の優劣は論じにくい。ただ、BONNIPの目から植生が完全に突出するためには、施工にあたり、地表面と材料が十分接触するよう配慮する必要がある。

2) 土砂流出量と降雨の強さ

一般に土壌侵食に影響をおよぼす因子として、降雨量と降雨強度が重要であると考えられ、種々の関係式が示されている。しかし、土壌侵食におよぼす雨滴の衝撃の影響⁴⁾を考慮すると、土壌面の破壊に対し、雨水の層流がなす仕事は、雨滴の衝撃がなす仕事に比しきわめて小さく、これが対等の仕事をするためには、層流となる雨水がかなりの量となり、しかも速度が高くなる必要がある。したがって降雨による土砂流出を見るとき、瞬間的降雨強度を考慮することは適切と思われる。大味ら⁵⁾は、10分間最大降雨量(i)を瞬間最大降雨強度とし、降雨量(P)と1時間最大降雨量(I)との三者の積を降雨加速指数(PIi)と名づけ、多治見市の第三紀層上はげ山復旧工事地内に設けた試験地における土砂流出量(E)との間に $E = a (PIi)^b$ の関係が、高い相関を持って存在したと報告している。

そこで、本試験結果について、土砂流出量(E)と降雨量(P)、降雨強度(PI)および降雨加速指数(PIi)のそれぞれとの関係を図-1.に示してみた。いずれの場合も、資料のばらつきが著しく、一定の関係をみることがむずかしいが、一応各関係を検討してみた。土砂流出量(E)と降雨量(P)の間では、

$$\text{第I期} \quad \log E = 0.8171 + 0.5870 \log P \cdots \cdots (r = 0.7236)$$

$$\text{第III期} \quad \log E = 0.0624 + 0.8921 \log P \cdots \cdots (r = 0.4783)$$

$$\text{全資料} \quad \log E = 0.6534 + 0.6251 \log P \cdots \cdots (r = 0.6148)$$

であり、第I期の資料ではやや高い相関がみられたが第III期については、両者の相関は低く、この資料のために、全資料間での相関が第I期のそれよりかなり低くなった。

土砂流出量(E)と降雨強度(PI)の間では、

$$\text{第I期} \quad \log E = 0.9493 + 0.3249 \log (PI) \cdots \cdots (r = 0.6539)$$

$$\text{第III期} \quad \log E = 0.5504 + 0.3885 \log (PI) \cdots \cdots (r = 0.6557)$$

$$\text{全資料} \quad \log E = 0.9086 + 0.2948 \log (PI) \cdots \cdots (r = 0.6109)$$

であり、両期間ともほぼ平均した値であるが、相関の程度は低い。

さらに、土砂流出量(E)と降雨加速指数(PIi)の間では、

$$\text{第I期} \quad \log E = 1.0357 + 0.2463 \log (PIi) \cdots \cdots (r = 0.6546)$$

$$\text{第III期} \quad \log E = 0.5469 + 0.3277 \log (PIi) \cdots \cdots (r = 0.7690)$$

$$\text{全資料} \quad \log E = 0.9647 + 0.2318 \log (PIi) \cdots \cdots (r = 0.6430)$$

であり、第III期が最も高い相関を示した。

以上三様の関係のうちでは、第I期については、EとPとの相関が最も高く、第III期および全資料については、EとPIiとの相関が最も高い。しかしどの因子との相関も期間により変動が大きく、土砂流出量と降雨に関するいずれの因子との照応の程度もあまり高くなく、いずれかの因子との明確な相関を指摘することができなかった。

3) のり面流下雨量と流下率

試験区に降った全降雨量のうち、のり面を流下して、受け箱に入った雨量を、降雨水平面積に対する高さ(mm数)で示したものを、のり面流下雨量とし、各期間毎の全降雨量に対する、各区の全流下雨量の百分率を流下率とし表-3.に示した。

第I期の全流下雨量は、対照区の4区が最も大きな数字を示し、4区>5区>2区>3区>1区>6区の順

で、6区が最小数字である。全土砂流出量との対応は、4区と6区以外は明らかでない。またこの期間の各区間の流下雨量の変動を分析検討してみたが、各区の間に有意差をみることはできなかった。流下率をみると、対照区でも全降雨量の15%強が流下したにすぎない。植生工区は皆10%台で、対照区よりいく分小さい数値であるが、明らかな差は認められない。

第Ⅱ期の全流下雨量は、2区が最大数字を示し、以下2区>1区>5区>3区>6区>4区の順で、対照区(4区)が最小数値を示すが、各区間の流下量の変動につき分析検討した結果、有意差は認められなかった。流下率は2区が最大数値で22%強であるが、その他の区は皆10%台であり、対照区以外の各区とも、第Ⅰ期および第Ⅲ期の数値より大きい。かかる値を示す理由は次のように考えられる。すなわち、この期間は最低気温が0°C以下となり、対照区では霜柱の発生、土壌の不等凍上がみられ、しかも、北面にあって日照が少なく、霜柱の融解も少ない。しかしその影響は弱く(全土砂流出量が第1回試験の同時期より少ないことがこれを証している)、土砂流出に伴う降雨の流下を助長せず、逆に降雨の貯留・土中への浸透が促がされる結果となったのに対し、植生工区では、全斜面をおおった草のため、地表の凍結が浅く、霜柱が立たないため、降雨の土壌中への浸透が阻害され、流下率がいく分増大する結果となったのである。

第Ⅲ期の全流下雨量は、対照区が最も大きな数値で以下、4区>2区>1区>5区>3区>6区となり、3区と6区の流下雨量の変動は対照区に対し有意差(5%レベル)を持って少ないといえるが、その他の区については有意差が認められなかった。この期間は降雨量の多い時期を含むのであるが、流下率は対照区が19%台、植生工区で10~15%程度である。当地程度の降雨状況(量および強さ)においては、地域によっては無処理状態でも、土壌中浸透・保持される量がかなり多いこと、および植生工による降雨の流下抑制効果が認められた。

観測全期間を通じて流下雨量の変動をみた場合、6区が対照区に対し有意差(5%レベル)を示す以外、各植生工の間にも有意差がみとめられなかった。

結 び

各植生工区とも、対照区に対し、第一回試験結果以上に、土砂流出抑制効果を示した。前回最も土砂流出量が多かったベチタイ使用区の値が、最も小さかった点や、草丈と土壌流出抑制効果の関係などから考えると、土壌・斜面の方向および傾斜などの違いを考慮に入れても、植生生育の適期に十分管理された施工を実施し植生の繁茂を促すことが、施工後できるだけ早期から、土砂流出抑制効果を発現させるために必要であることが明らかである。

土砂流出量と降雨の関係は、降雨量P、降雨強度PIおよび降雨加速指数PIiのいずれとの間に、最も強い相関があるとはいえなかったが、この例だけで、当地における両者の関係を断ずることはできないであろう。

さらに、のり面流下雨量の割合は、全試験区とも全降雨量の20%以下で、各区間に大きな差がない。特に冬季土壌表層が凍結する間において植生工区における流下率が増大し、対照区では植生工区の値に比してはもちろん、その他の暖やかな期間の平均値よりも小さいこと、いいかえると、この期間の土中に浸透保持される雨の割合が増した点が注目される。

以上によって、適期に施工され、十分生育した植生工が、林道切取りのり面の保護に十分効果をあげることが明らかとなったが、なお、施工経費の検討と関連したより良い工種の選択および施工後二年以上の継続観測により、植生の変化を観察するとともに、生態的に在来品種による、植生遷移を考慮した林道のり面の保護方法を検討する必要がある。

文 献

- 1) 伏見知道・渡部桂：米野々演習林林道のり面の保護工(I)。愛媛大学農学部演習林報告，7号，13~17，1970
- 2) 真砂尊光：林道法面の緑化について。牧草による緑化の一方法，日林九支講演集，18巻，16号，91~93，1962
- 3) 清水陽一：富山営林署における林道法面の緑化について。名古屋営林局業務研究論文集，279~281，1967
- 4) 三原義秋：雨滴と土壌侵食。農業技術研究所報告，A第1号，1~59，1951
- 5) 大味新学・綱本皓二：山腹工法面の侵食に関する研究。降雨加速指数と土砂流出との関係，日林誌，49(7)，286~292，1967
(1970年12月11日受理)