

資 料

米野々演習林林道のり面の保護工 (IV)^キ

伏見知道*・渡部 桂**・江崎次夫***

緒 言

前報^リに続き、林道切取りのり面の保護工に関する、第3試験地の観測結果のうち、71週から134週までについて報告する。

試 験 方 法

前報^リに詳しいが、略述する。

試験地は、本学演習林新設林道の一部、標高約650m、スギ造林地下の切取りのり面で、南面の黒雲母花崗岩風化土層である。

試験区の概要は次のとおりである。

- 1区 BONNIP. Vs 8290 被覆, ウィーピングラブグラス播種
- 2区 BONNIP. V 1090 被覆, ウィーピングラブグラス播種
- 3区 ハリンバタイ被覆, ケンタッキー-31 フェスク
- 5区 植生帯施工, ケンタッキー-31 フェスク
- 6区 グリーンベルト施工, ケンタッキー-31 フェスク
- 4区 対照区

各区ごとに、毎週1回土砂流出量とのり面流下雨量を測定し、その他の気象資料は演習林観測施設の値を用いた。

結 果 と 考 察

観測期間内の気象資料を表一に示す。凍結期間を区別し、前報に続いて第IV期(71週~82週の12週間)、第V期(83週~97週の14週間)および第VI期(98週~134週の36週間)とした。

気象状況を前回同期と比べると、次のようである。第I期に対応した第IV期および第VI期の123週以降は、平均気温の平均は少し低めであるが、雨量はIV期が多く、他の期間の1.7倍程度であった。第II期と第V期を比べると、気温の平均的差はほとんどないが、雨量は第V期が少なく前回第II期の62%程度にすぎなかった。第III期と第VI期122週までを比べると気温の平均はほぼ等しいが、第VI期122週までの雨量は第III期の74%にすぎなかった。

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

*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. 週 間 氣 象

週	期 間	平 均 溫 平 氣	最 高 溫 最 氣	最 低 溫 最 氣	平 均 度 平 濕	週 間 量 週 雨	1時間最 大降雨量	10分間最 大降雨量	降雨強度	降 雨 加 速 指 數
71	47. 9.11~9.18	19.9	25.8	12.2	87	90.3	17.8	7.5	1607.34	12055.05
72	9.18~9.25	17.7	25.2	10.6	89	14.6	2.5	2.0	36.50	73.00
73	9.25~10. 2	14.4	23.0	6.2	68	17.5	4.0	0.5	70.00	35.00
74	10. 2~10. 9	15.2	23.7	7.0	37	24.7	6.0	1.7	148.20	251.94
75	10. 9~10.16	14.3	22.4	5.4	66	8.4	1.0	0.5	8.40	4.20
76	10.16~10.23	15.7	23.0	5.6	66	44.3	6.6	1.0	292.38	292.38
77	10.23~10.30	12.1	19.2	3.3	67	34.8	6.0	0.5	208.80	104.40
78	10.30~11. 6	12.9	19.4	3.5	70	56.0	8.5	3.0	476.00	1428.00
79	11. 6~11.13	10.8	20.6	1.2	67	65.8	22.0	7.0	1447.60	10133.20
80	11.13~11.20	11.5	20.4	0.8	64	17.3	8.2	3.0	141.86	425.58
81	11.20~11.27	5.4	17.4	-2.1	59	49.3	24.0	8.5	1183.20	10057.20
82	11.27~12. 4	3.1	11.0	-2.7	54	30.1	11.0	4.0	331.10	1324.40
小 計						453.1				
週 平 均		12.8	20.9	4.3	66					
83	12. 4~12.11	3.8	16.5	-0.6	66	18.0				
84	12.11~12.18	1.9	14.6	-3.8	59	41.0				
85	12.18~12.25	1.2	15.0	-5.0	61	12.7				
86	12.25~48.1.1	2.8	14.8	-1.8	65	30.6				
87	1. 1~1. 8	2.6	10.4	-4.5	67	49.6				
88	1. 8~1.15	2.1	8.6	-3.8	57	6.4				
89	1.15~1.22	5.1	10.5	-2.4	63	44.6				
90	1.22~1.29	5.1	15.0	-4.4	60	25.3				
91	1.29~2. 5	3.0	13.2	-4.2	62	13.3				
92	2. 5~2.12	2.1	13.6	-3.7	57	24.8				
93	2.12~2.19	4.6	15.6	-3.6	66	39.1				
94	2.19~2.26	4.4	13.0	-7.2	62	22.2				
95	2.26~3. 5	3.4	10.6	-3.0	60	9.3				
96	3. 5~3.12	2.7	9.9	-3.4	50	6.2				
97	3.12~3.19	4.6	12.5	-3.0	49	8.1				
小 計						351.2				
週 平 均		3.3	12.9	-3.6	60					
98	3.19~3.26	5.3	12.9	-4.8	49	20.0	4.0	1.0	80.00	80.00
99	3.26~4. 2	12.4	23.2	-3.2	56	24.2	5.0	1.2	121.00	145.20
100	4. 2~4. 9	9.3	20.4	-2.4	52	11.2	1.5	0.5	16.80	8.40
101	4. 9~4.16	13.6	22.4	2.3	62	48.2	4.5	1.5	216.90	325.35
102	4.16~4.23	12.6	24.4	1.4	64	146.8	21.5	5.5	3156.20	17359.10
103	4.23~4.30	16.1	26.7	4.6	64	37.9	13.5	5.0	511.65	2558.25
104	4.30~5. 7	14.2	23.5	4.0	60	64.3	13.0	4.5	835.90	3761.55
105	5. 7~5.14	14.4	21.2	2.6	61	81.5	12.5	1.5	1018.75	1528.13
106	5.14~5.21	15.7	24.6	6.4	61	36.5	8.5	1.5	310.25	465.38
107	5.21~5.28	14.4	22.8	6.5	67	1.3	1.5	1.5	1.95	2.93
108	5.28~6. 4	17.1	25.8	9.8	56	46.1	16.0	4.0	737.60	2950.40
109	6. 4~6.11	16.7	25.2	9.0	62	44.1	4.0	1.0	176.40	176.40
110	6.11~6.18	19.1	28.1	9.8	79	12.2	3.0	1.0	36.60	36.60
111	6.18~6.25	20.5	26.2	12.4	60	11.5	2.0	1.0	23.00	23.00
112	6.25~7. 2	22.5	29.5	12.5	61	198.2	46.0	15.0	9117.20	136758.00
113	7. 2~7. 9	22.8	32.0	16.7	60	4.1	4.1	1.0	16.81	16.81
114	7. 9~7.16	23.7	31.6	16.2	53	3.6	3.6	3.5	12.96	45.36
115	7.16~7.23	25.1	32.6	17.6	74	0.2	0.2	0.2	0.04	0.01
116	7.23~7.30	24.6	29.8	19.6	83	66.9	22.0	6.5	1471.80	9566.70
117	7.30~8. 6	25.0	30.8	19.6	80	1.6	1.6	0.5	2.56	1.28
118	8. 6~8.13	25.5	32.2	18.4	80	0	0	0	0	0
119	8.13~8.20	25.2	33.0	19.9	90	57.2	4.0	1.5	228.80	343.20
120	8.20~8.27	24.2	30.4	18.2	89	62.9	20.0	3.0	1258.00	3774.00

期	期 間	平 均 温	最 高 温	最 低 温	平 均 湿 度	週 間 雨 量	1時間最大降雨量	10分間最大降雨量	降雨強度	降 雨 加 速 指 数
121	8.27～9.3	24.3	30.8	18.8	85	57.0	16.0	9.0	400.00	3600.00
122	9.3～9.10	22.1	27.5	14.2	87	27.4	3.0	1.0	82.20	82.20
小 計						1032.4				
週 平 均		18.6	26.7	10.0	66					
123	9.10～9.17	19.7	25.2	13.4	88	44.9	11.0	5.0	493.90	2469.50
124	9.19～9.24	19.1	25.5	12.5	87	30.5	5.0	2.0	152.50	305.00
125	9.24～10.1	16.8	25.2	8.2	84	27.1	6.0	3.5	162.60	569.10
126	10.1～10.8	17.6	25.8	10.5	90	10.9	2.0	0.8	21.80	17.44
127	10.8～10.15	16.6	24.2	5.2	89	48.9	7.5	2.0	366.75	733.50
128	10.15～10.22	12.8	20.0	5.2	83	40.2	7.0	1.5	28.14	422.10
129	10.22～10.29	11.9	17.6	2.9	86	16.3	5.0	0.5	81.50	40.75
130	10.29～11.5	12.1	21.5	3.6	83	3.3	1.5	0.5	4.95	2.48
131	11.5～11.12	10.9	19.6	1.8	85	31.0	11.0	3.0	341.00	1023.00
132	11.12～11.19	7.5	14.4	0.6	77	7.1	1.4	1.0	9.94	9.94
133	11.19～11.26	3.7	14.7	-2.8	84	10.4	2.5	0.8	26.00	20.80
134	11.26～12.3	4.5	12.8	-3.0	71	2.0	2.0	0.5	4.00	2.00
小 計						272.6				
週 平 均		12.7	20.5	4.8	85					

1) 植生の状況

今回の観測期末における植生の状況を表-2に示す。

表-2. 植生の状況

区	種 類	草丈・成立本数その他
1	ウィーピングラブグラス	110～120cm, 横方向3～4株 1株10cm×20cm, 1500～2000本
2	ウィーピングラブグラス	110～120cm, 1区と同じ
3	ケンタッキー31フェスク	5cm, 基本材料の上面はほとんど枯損消失
5	ケンタッキー31フェスク	70～80cm, 横方向に株が密生 1株3～4cm×5cm, 100～130本
6	ケンタッキー31フェスク	60～70cm, 5区と同様
	ユ ニ シ ダ	140～320cm, 15本 平均180cm
	ス ス キ	80～130cm, 16本
	ヨ モ ギ	100～120cm, 15本
4 (対照区)	ケンタッキー31フェスク	40～50cm
	ウィーピングラブグラス	50～60cm
	ヨ モ ギ	40～70cm, 4本
	ス ス キ	80～90cm, 1株6本
	サルトリイバラ	60cm, 1本

1区および2区のウィーピングラブグラスは、草丈110～120cmに達し、円弧状に垂れ下り、順次下方の植生にかぶさるように叢生し、全面を覆っている。VONNIPは施工当初のまま残存し、植生は施工初期に開孔した部分で、大きな株を形成している。株数は少ないが、1株の分けつ数は1,000本以上である。冬期は、地上部が全く枯葉となり、根ぎわには腐れが入っているものが多い。

3区は、ハリシバタイに仕込まれたケンタッキー31フェスクが成立したもので、前報の時期には他区より生育が悪いとはいえ、草丈70～80cmに達していた。今回は生長があまりよくなく、観測末期にはほとんど枯れ、施工時期

の被覆土も流失し、ハリシパタイの網状材料が直接あらわれる状態になっている。したがって、他の植生区に比べると、落ち込んだ平坦な外観を呈している。

5区および6区はケンタッキー-31 フェスクである。下葉は弧状に垂れ下がるが、全体としては直立叢生する。しかし全て枯葉状で、茎の下部に緑をとどめるものが、わずかに認められるにすぎない。草丈は5区が70~80cmであるが6区はやや低い。株の広がりはいささか密着して、100本前後に分けつ叢生している。

6区は、特にグリーンベルト中に混在したエニシダ15本が成立し、その平均草丈180cmに達している。また、スキ16本およびヨモギ15本も成立し、草丈100cm内外に達している。これらの旺盛な生育のため、ケンタッキー-31 フェスクの草丈は5区よりやや低い状態にとまったものと思われる。

4区は対照区で、全く播種しなかったが、昭和46年6月に、若干の植生が点生していたが繁殖するには至らなかった。昭和47年6月には隣接ケンタッキー-31 フェスクの種子が侵入し、点状あるいは部分的にやや密状態で成立し、草丈10cm程度を示すものの、表土はほぼ完全に露出状を呈していた。しかし、昭和48年春以後は、試験区上縁から1mの間を除きほぼ全面に、植生が成立し、土面は一応被覆状態になっている。区の上縁から50cm幅の区域で全く植生がなく、50~100cmの間には、わずかに植生がみられる。侵入植生は、隣接ケンタッキー-31 フェスクが多く、草丈45~50cmに達する。その他、ウィービングラググラスが混在し、草丈50~60cmを示すが、いずれも無施肥であるので、植生工区の値より小さい。さらに試験区外から侵入したヨモギ4本、スキ1株およびサルトリイバラ1本が草丈40~90cmに達している。

2) 土砂流出量

斜面1m²当りに換算した土砂流出量を表-3に示す。

表-3. 対照区の週間土砂流出量 (gr./1.0m²)

週	区				週	区					
	全流	土出	砂量	細土量		石礫量	全流	土出	砂量	細土量	石礫量
71		40.50		29.17	11.33	84		3.50		1.17	2.33
72		2.33		0.48	1.85	85		12.33		1.00	11.33
73		3.33		1.00	2.33	86		1.66		1.66	0
74		6.33		1.50	4.83	87		2.66		2.66	0
75		6.16		1.50	4.66	89		10.83		2.98	7.85
76		6.16		2.16	4.00	91		3.66		2.16	1.50
77		3.83		3.83	0	92		2.85		1.85	1.00
78		3.50		1.00	2.50	93		3.00		0.67	2.33
79		6.00		0.84	5.16	94		2.30		1.45	0.85
80		3.00		2.00	1.00	95		2.66		0.16	2.50
81		7.13		4.98	2.15	小計		45.45		15.76	29.69
82		4.00		3.00	1.00						
83		2.33		0.67	1.66	102		4.16		1.66	2.50
小計		94.60		52.13	42.47	合計		144.21		69.55	74.66

前報¹⁾に明らかのように、保護区では、土砂流出量が40週以後観測可能限度以下になっている。今回も、土砂流出量の観測値は対照区の71週から96週までの47.7g/m²にすぎず、以後は皆無に等しかった。

対照区の土砂流出がほとんど無くなったのは、施工当初の土壌不安定期が過ぎ、浮土砂状土壌が減少するとともに、侵入植生が定着して来て、保護区と類似の効果を示すため、土砂の流出が抑制された結果であろう。

前報¹⁾で、凍結期の最低気温-5°C以下で最高最低気温の差が15°C以上の週に、土砂流出量が多い傾向を見た。今回は侵入植生により土砂流出量が減少しているものの、この条件に合う週に土砂流出の頻度が高かった。

本試験地で、施工当初から流出した土砂の総量は、対照区の5004g/m²に対し、保護区では、その8分1~104分1である。

3) 土砂流出量と降雨の強さ

第IV期の降雨量は前報同時期に比べ、10月中旬以降平均的に多く、しかも単位時間にまとまって降り、降雨強度や加速指数も大きくなっている。しかし、これに対する対照区の土砂流出量は、いずれの週も $10\text{g}/\text{m}^2$ 以下で大きな差がない。また、第V期の降雨量は前回同時期よりやや少なく、第VI期に比べても少ないが、土砂流出量も $4\text{g}/\text{m}^2$ 以下の週が多くて、侵入植生による土砂流出抑制効果がうかがわれる。

本結果における、土砂流出量 (E) と降雨諸因子との関係を図-1 に示す。資料のばらつきが大きく、一定の関係を

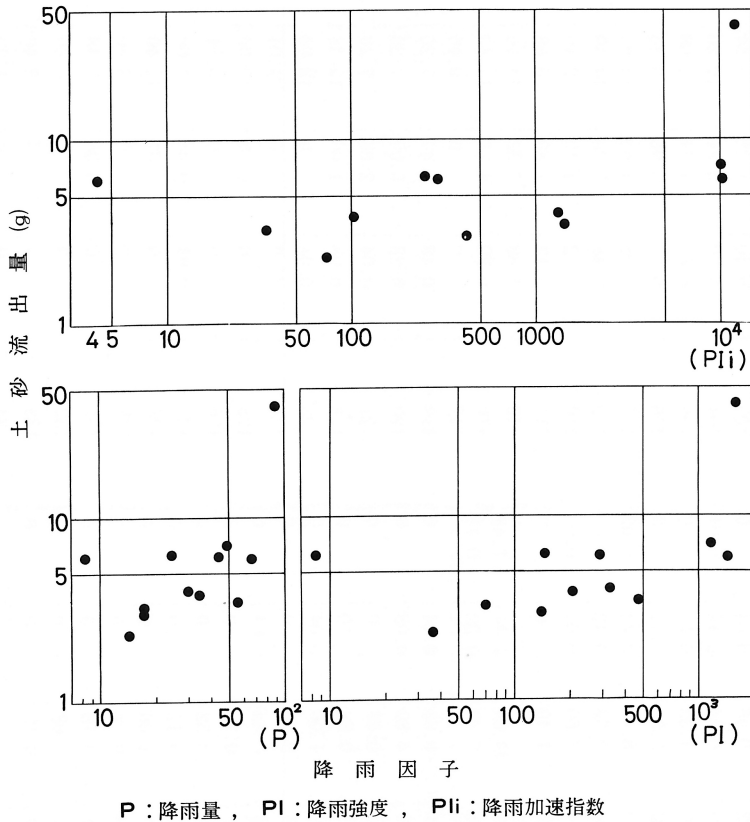


図-1. 土砂流出量と降雨との関係

見ることはむずかしいが、一応、観測値の示す範囲内では、次のようになる。すなわち、土砂流出量 (E) と降雨量 (P) の間に $E=aP^b$ の関係を考えると、相関係数は、全土砂流出量に対し $r=0.5609$ 、流出細土量に対し $r=0.7979$ 、流出石礫量に対し $r=0.3896$ である。また、(E) と降雨強度 (PI) の間に $E=a(PI)^b$ なる関係を考えると、相関係数は、全土砂流出量に対し $r=0.4861$ 、流出細土量に対し $r=0.7283$ 、流出石礫量に対し $r=0.3088$ である。さらに、(E) と降雨加速指数 (Pli) の間に $E=a(Pli)^b$ なる関係を考えると、相関係数は、全土砂流出量に対し $r=0.4797$ 、流出細土量に対し $r=0.7139$ 、流出石礫量に対し $r=0.2899$ となり、全土砂流出量に対しては、降雨加速指数よりは降雨強度が、それ以上に降雨量が、ややよい照応を示した。これは、本試験地における前報の結果と逆傾向を示すものであり、前々報の第2試験地の結果とも必ずしも一致せず、いずれかの降雨因子との明確な相関を指摘することは困難である。

流出土砂量を細土量と石礫量に区別して見た場合は、流出石礫量と降雨因子の相関はきわめて低く論外であるが、流出細土量と降雨因子との相関はかなり高く、特に降雨量との照応が明らかである。

表-4. 週間のり面流下雨量 (mm)

週	区					
	1	2	3	4	5	6
71	1.28	2.68	10.52	12.08	0.48	0.28
72	0.12	0.52	3.20	0.04	0	0
73	0.24	0.72	3.68	0.20	0	0
74	0.48	0.12	12.92	0.48	0.04	0
76	0.80	1.92	14.40	0.84	0.16	0.04
77	0.68	0.68	10.40	1.32	0.04	0
78	0.88	1.20	14.00	5.08	0.12	0
79	1.36	0.80	12.00	8.48	0.44	0.08
80	0.12	0.24	3.60	2.32	0.12	0.04
81	1.00	0.80	4.24	2.60	0.04	0.04
82	0.60	0.16	1.48	1.40	0	0
小計	7.56	9.84	90.44	34.84	1.44	0.48
流下率(%)	1.67	2.17	19.96	7.69	0.32	0.11
83	0.28	0.16	1.04	0.60	0.04	0
84	0.84	0.80	3.80	4.80	0.08	0
85	0.20	0.28	0.24	0.48	0	0
86	0.48	0.56	1.28	0.88	0	0
87	0.80	1.32	1.12	1.00	0.04	0
88	0.08	0.12	0.08	0.08	0	0
89	0.52	0.84	0.88	0.88	0.04	0
90	0.40	0.40	0.32	0.72	0	0
91	0.12	0.16	0.16	0.32	0	0
92	0.20	0.28	0.32	0.12	0	0
93	0.48	0.64	0.80	1.00	0	0
94	0.20	0.20	0.16	0.28	0	0
95	0.08	0.08	0.04	0.16	0	0
96	0.04	0.16	0.04	0.08	0	0
97	0.08	0.28	0.40	0.12	0	0
小計	4.80	6.28	10.68	11.52	0.20	0
流下率(%)	1.06	1.39	2.36	2.54	0.04	0
98	0.32	0.80	0.32	0.72	0	0
99	0.48	1.20	1.08	0.88	0	0
小計	9.84	53.08	202.80	68.92	44.48	58.02
流下率(%)	0.75	4.07	15.53	5.28	3.41	4.44
総計	22.20	69.20	303.92	115.28	46.12	58.50

4) のり面流下雨量と流下率

各区に降った全降雨量のうち、のり面を流下した量を測定し、各区の水平面積に対する水位で示し、のり面流下雨量とし、全降雨量に対する百分率を以て各区の降雨流下率とし、表-4 に示した。

流下雨量は次の順になる。

IV 期 3区>4区>2区>1区>5区>6区

V 期 4区>3区>2区>1区>5区>6区

VI 期 3区>4区>6区>2区>5区>1区

全期 3区>4区>2区>6区>5区>1区

全期間の最大流下雨量は3区の303.9mmで、最小値は1区の22mmであった。分散分析結果では、全期間を通じて、また第IV期内や第VI期内でも、全区の流下雨量の間に有意差が認められるが、第V期内では有意といえる程の差は認められなかった。各区の結果は、図-2に示すように、3区の流下量が非常に多く、特に第VI期には対照区に対しても有意差を示した。

第V期の凍結期間は、前回のような表土の凍結による流下の助長が見られず、5区および6区では流下量が皆無の週が多かった。これは、降雨量が少なかったうえ、植生が直立叢生形であるうえ、エニシダ類の繁茂による貯留量の増大や緩慢な流下による土中浸透の助長があったためである。

3区の流下率が增大する現象は、第III期にも認められたが、今期はその傾向が強くなっている。前述のように、今回は植生の生育が悪くなったうえ、地表を覆ったハリシバタイの網状基本材も露出状となって、降雨の土壌到達を妨げたため、流下量が增大するに至ったのである。前報の結果とあわせ考察すると、降雨流下に対しハリシバタイは、対照区に対しても逆効果になっていて、施工あるいは使用前の段階で再検討に値する。この点は前報に述べたVONNIPと同様であろう。

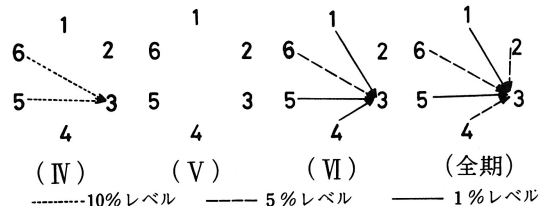


図-2. 各区間ののり面流下雨量の分析結果

結 び

前報に続いて、植生工ののり面保護効果を観察した。土砂流出抑制効果は安定しているが、前回以後、追肥をおこなわず、植生の枯損消失のはなはだしい区があらわれた。対照区には、侵入植生が成立し、その機能を失なうに至った。しかし、区画内の小面積に限られるから一般に論じにくいというものの、植生の自然侵入によるのり面保護の過程を知る1つの資料を提供している。今後の植生の消長について植生工区とともに、なお継続観察の必要がある。

土砂流出量は、前報同様凍結期においては、 -5°C 以下で、最高最低気温の較差が 15°C 以上の週が多かった。土砂流出量と降雨因子との関係は、流出細土量について見た場合に比較的高い相関が見られた。

のり面での降雨の収支は、植生状況およびその他の使用材料に大きく影響される。

植生工によるのり面保護効果は、施工後ある期間を経て発揮される。この間の補助手段として、化学材料の併用等が行われている。発効時期を早め、永続的效果を実現するためには、植生の選択・育生法を含めた植生工施工法の工夫が大切で、今後は在来植生を中心に、より効果的な植生工法を追求してゆきたい。

文 献

- 1) 伏見・渡部・江崎：米野々演習林林道のり面の保護工(III)。愛媛大学農学部演習林報告, 10号, 61~70, 1973 (1974年3月26日受理)