

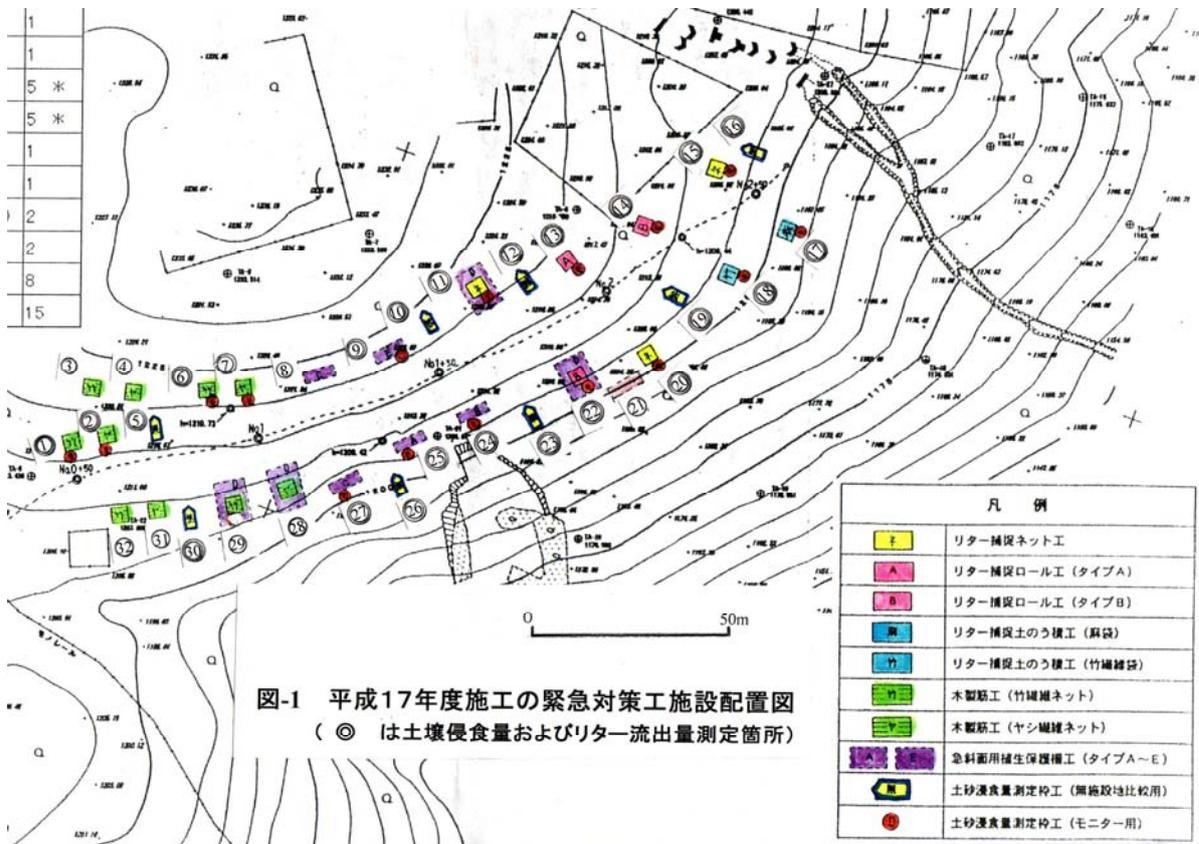
平成 18 年度堂平土壌侵食緊急対策試験施工の追跡調査結果

1. 調査目的

平成 17 年 12 月に丹沢堂平地区に設置された土壌侵食緊急対策試験施工箇所の各種の工法の土壌侵食軽減効果について追跡調査を行うとともに、リター捕捉機能、植生回復、景観の変化について調査し、各手法（工法）の比較検討を行う。

2. 調査場所（土壌侵食緊急対策工試験施工の各手法および測定枠の配置）

調査を行ったのは神奈川県愛甲郡清川村の東丹沢、堂平地区であり、平成 17 年 12 月に設置された土壌侵食緊急対策試験施工（以下試験施工と呼ぶ）箇所である。試験施工において設置された各手法（以下、手法と呼ぶ）の施設配置および追跡調査用（モニタリング用）の測定枠の配置を図-1 に示す。設置された各手法の施設は合計 24 箇所であり、その内土壌侵食量・リター流出量等の追跡調査用の測定枠は 16 箇所で設置された。これとは別に比較対照用の測定枠が 8 箇所設置され、合計 24 箇所の追跡調査用の測定枠が設置された。これらの施設が設置された場所は堂平の南東向き斜面であり、斜面勾配は約 12° ～ 38° 、標高は約 1200m～1225m である。



3. 調査方法

3.1 土壌侵食量およびリター流出量の測定

各手法の土壌侵食軽減効果およびリター捕捉効果を明らかにするために、幅 2 m、長さ 5 m（一部では約 2.5 m（短））の範囲からの流出土砂および流出リターを捕捉するための測定枠を設置した。これらの配置を図-1 に示す。「無処理（対照用測定枠）」は幅 2 m、長さ 5 m の土壌侵食対策手法を行っていない測定枠であり、合計 8 箇所設置されている。この「無処理（対照用測定枠）」は長さが他の手法での測定枠と同じ 5 m であるので、他の手法の土壌侵食量及びリター流出量との比較のために設置された。「植生保護柵のみ（短）」は植生保護柵の下方に設置されたもので、斜面自体には何ら土壌侵食対策手法は施工されておられない。幅は 2 m で、長さは 2.5 m と対照用測定枠に比べて長さが半分の測定枠であり合計 4 箇所設置された。この「植生保護柵のみ（短）」は斜面の地表面には土壌侵食対策は施工されていないが植生保護柵の直下で測定しているため植生保護柵が土砂流出およびリター流出へ与える影響を示すと考えられる。測定枠に堆積した流出土砂および流出リターの採取は緊急対策工設置後初めて平成 18 年 4 月 23 日におこない、12 月 3 日までほぼ毎月 1 回、計 10 回行った。（なお、今回は 11 月 5 日までの調査結果を示す。）採取した土砂およびリターは、実験室に持ち帰り、洗浄により土砂とリターに分離した後に、105℃で乾燥してそれぞれの絶乾質量を測定した。なお、土砂、リターが大量に堆積していた場合には、各測定枠で、堆積していた土砂およびリター量の 1/4 の量を実験室に持ち帰り測定した。

3.2 植生回復状況、リター被覆率、景観変化調査

試験施工において設置された各手法について、植生回復状況、リター被覆率、景観の変化を調査するために、平成 18 年 4 月～12 月 3 日までほぼ毎月 1 回計 10 回、同じ場所から各施設の全景を撮影した。さらに各手法の地表面について、1 m×1 m のコドラートを置いて写真撮影を行った。撮影した写真は PhotoShop を用いて、植生被覆率、リター被覆率を計測した。

3.3 降雨量の測定

降雨量は試験施工地から南へ約 400m 離れた、標高 1180m の別の土壌侵食量調査箇所において計 3 個の雨量計を用いて、試験施工地と同じブナ林の林内雨量（樹冠通過雨量）を測定した。土砂およびリターを採取した各測定期間における累積降雨量を図-2 に示す。なお、降雨量は平成 18 年 3 月 31 日から観測を開始しており平成 18 年 11 月 5 日までの総降雨量は 2318mm である。

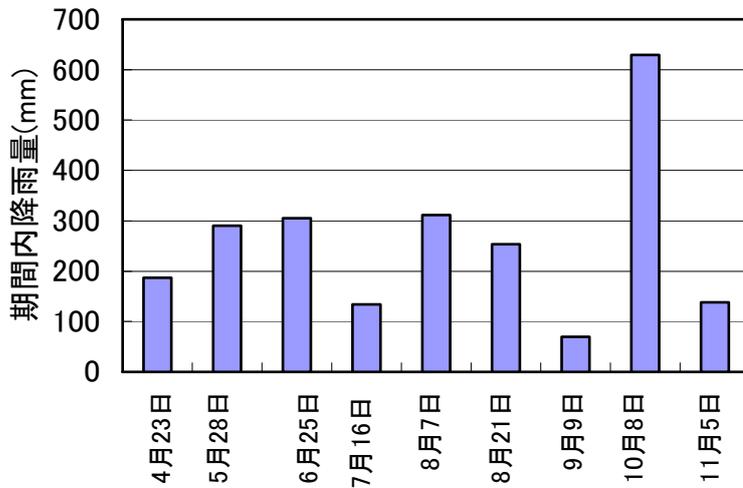


図-2 平成18年(2006年)3月31日～11月5日における各観測期間内の累積降雨量

4. 調査結果

4.1 土壌侵食量とリター流出量

平成18年4月23日～11月5日における各測定枠での土砂およびリター採取量測定結果を基に、各手法の土壌侵食量軽減効果とリター捕捉効果について検討する。

4.1.1 手法別の土壌侵食量、リター流出量

測定枠別の土壌侵食量およびリター流出量を表-1、図-3 に、手法別の平均の土壌侵食量およびリター流出量を表-2、図-4 に示す。無処理(対照用測定枠)における土砂侵食量およびリター流出量を基準とすると、植生保護柵のみ(短)では長さおよび面積が半分であるので表-2 の減少比、順位は面積の違いを考慮してある。無処理(対照用測定枠)と比べて各対策手法(測定枠)における土壌侵食量およびリター流出量には次の傾向が認められる。

(1) 全ての対策手法において土壌侵食量は軽減されている。植生保護工のみ(短)を除いて全ての対策手法においてリター流出量は軽減されている。

(2) 土壌侵食量の軽減に効果が大いなのは、木製筋工+ヤシネット工(1/127)、木製筋工+竹ネット工(1/122)、土嚢(1/75)、リター捕捉ネット(1/40)、リターロールA(リター詰め)(1/37)、木製筋工のみ(1/15)、リターロールB(リター無し)(1/10)、植生保護工のみ(短)(1/3)の順である。

(3) リター流出量の軽減に効果が大いなのは、リター捕捉ネット(1/15.4)、リターロールB(リター無し)(1/9.1)、木製筋工+ヤシネット工(1/3)、土嚢(1/2.8)、木製筋工のみ(1/2.4)、リターロールA(リター詰め)(1/2)、木製筋工+竹ネット工(1/1.8)の順であ

る。

(3) 植生保護工のみ(短)は測定枠の面積を考慮すると、無処理(対照用測定枠)と比べて土壌侵食量は約1/3に減少するが、リター流出量は逆に約2倍に増加する。

表-1 緊急対策手法の測定枠別の土壌侵食量、リター流出量測定結果
(2005年12月設置から2006年11月5日までの総計)

測定枠 番号	工種	土壌侵食量 (g)	リター流出量 (g)	斜面勾配 (°)
5	無処理(対照用測定枠)	10033.4	3785.0	28
10	無処理(対照用測定枠)	3845.6	3266.9	25
12	無処理(対照用測定枠)	14040.5	3384.7	24
16	無処理(対照用測定枠)	12374.8	2396.8	31
19	無処理(対照用測定枠)	6637.9	3214.7	21
23	無処理(対照用測定枠)	5181.1	7004.7	36
26	無処理(対照用測定枠)	15899.9	5006.0	35
30	無処理(対照用測定枠)	15680.0	4079.9	22
9	植生保護柵のみ(短)	1597.2	2950.6	21
24	植生保護柵のみ(短)	1796.9	5027.9	34
25	植生保護柵のみ(短)	2852.9	3454.1	34
27	植生保護柵のみ(短)	868.5	3406.6	32
6	木製筋工のみ	456.5	1562.9	28
7	木製筋工のみ	914.7	1748.8	28
17	麻袋土嚢	141.8	1248.7	27
18	竹袋土嚢	135.6	1575.7	29
14	リターロール B(リター無し)	918.2	2377.5	22
22	植生保護柵+リターロール B	1083.6	1366.6	38
13	ロール A(リター詰め)	283.4	2014.6	12
11	植生保護柵+リター捕捉ネット	44.4	653.2	25
15	リター捕捉ネット	175.7	853.2	25
20	リター捕捉ネット	568.7	686.6	21
1	木製筋工+竹ネット工	85.8	2234.6	25
2	木製筋工+ヤシネット工	82.1	1319.5	24
	平均	3987.5	2692.5	27

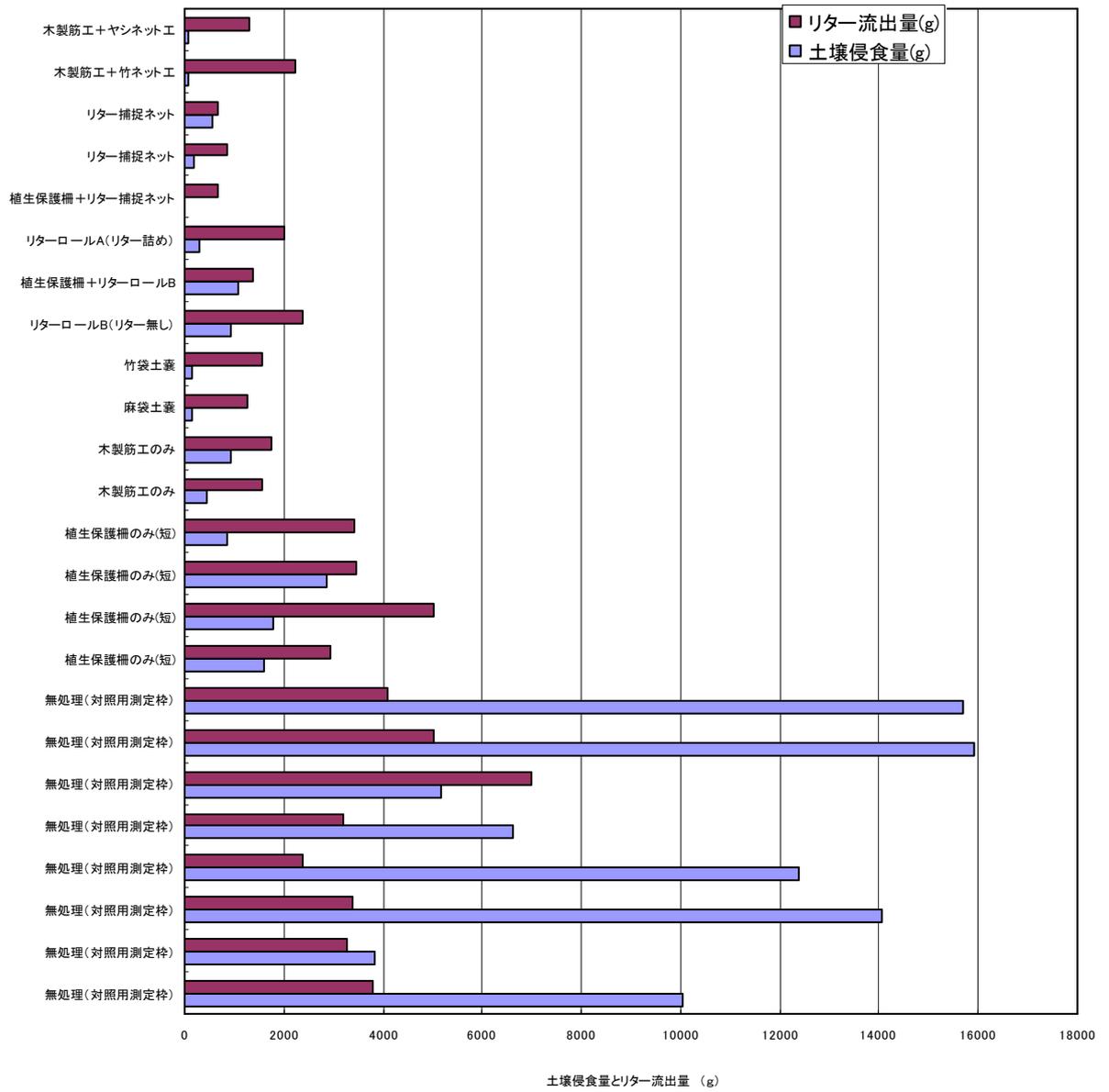


図-3 測定枠別の土壌侵食量とリター流出量(平成17年12月～平成18年11月5日合計)

表-2 対策手法別の土壌浸食量とリター流出量

(2005年12月設置から2006年11月5日までの総計)

手法別	土壌侵食		侵食深		順位	リター流出量(g)		順位
	量(g)	1/x	(mm)	順位		量(g)	1/x	
無処理(対照用 測定枠)	10461.7	1	1.87	-	-	4017.3	1.0	-
植生保護柵のみ (短)	1778.9	3	0.64	8	8	3709.8	0.5	8
木製筋工のみ	685.6	15	0.12	6	6	1655.9	2.4	5
土嚢	138.7	75	0.02	3	3	1412.2	2.8	4
リターロール B (リター無し)	1000.9	10	0.18	7	7	439.8	9.1	2
リターロール A (リター詰め)	283.4	37	0.05	5	5	2014.6	2.0	6
リター捕捉ネット	262.9	40	0.05	4	4	261.5	15.4	1
木製筋工+竹ネ ット工	85.8	122	0.02	2	2	2234.6	1.8	7
木製筋工+ヤシ ネット工	82.1	127	0.01	1	1	1319.5	3.0	3



は測定枠の面
積を考慮

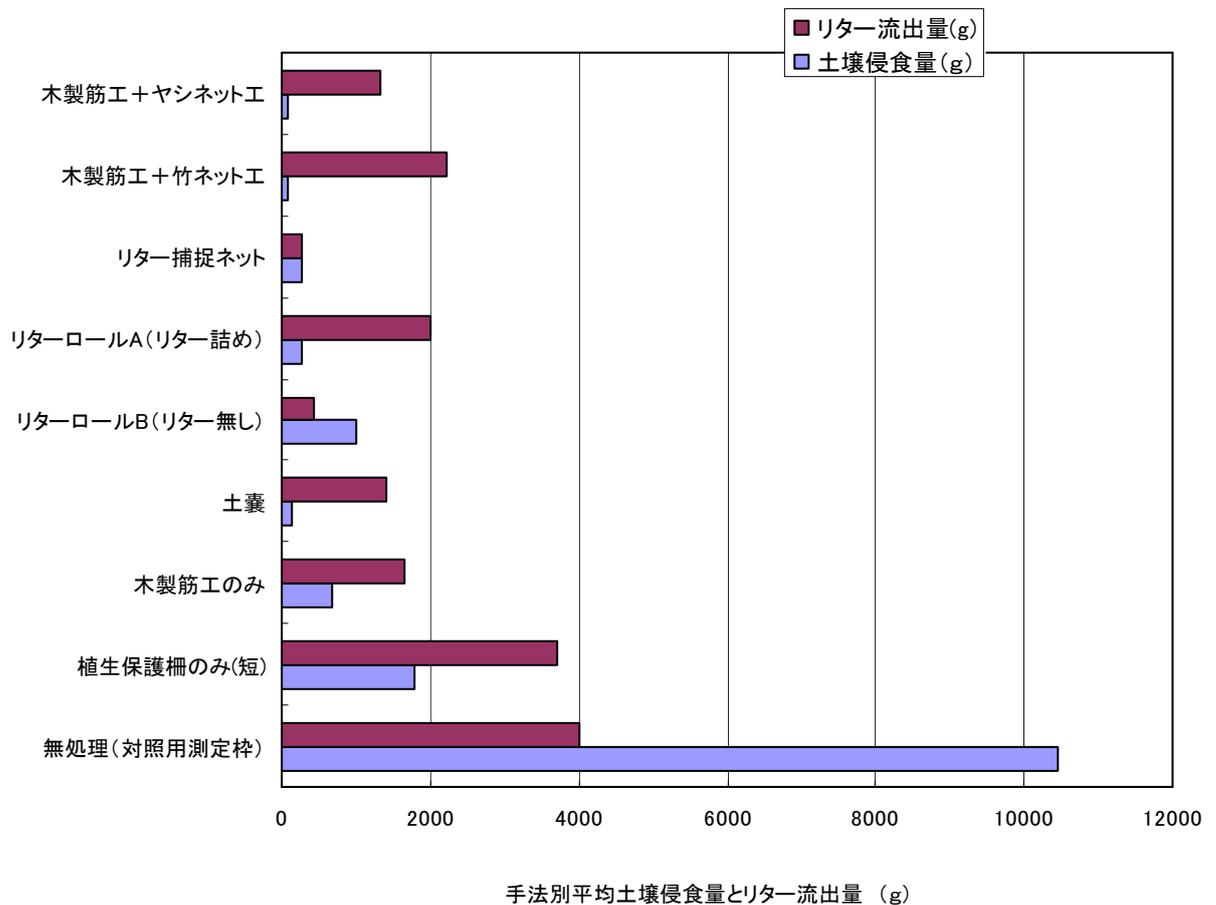


図-4 手法別平均土壌侵食量とリター流出量(平成17年12月～平成18年11月5日の合計)

4.1.2 斜面勾配と土壌侵食量、リター流出量

表-1 に示すように各対策手法の設置箇所勾配は 12° ～ 36° と異なり、斜面勾配は土壌侵食量およびリター流出量に影響していると考えられるので、斜面勾配を考慮に入れて各手法の土壌侵食の軽減およびリター流出の軽減効果を検討する必要がある。

各対策手法の施設を設置した平成17年12月から平成18年11月5日の間の斜面勾配と土壌侵食量およびリター流出量の関係を図-5,6 に示す。図-5,6 から次のような傾向が認められる。

- (1) 無処理(対照用測定枠) および測定保護柵のみ(短)からの土壌侵食量およびリター流出量と斜面勾配との相関はほとんど認められず、今回の測定枠設置箇所の斜面勾配変化 12° ～ 36° の範囲では斜面勾配による影響は少ない。
- (2) 各対策手法の土壌侵食量およびリター流出量と斜面勾配との相関はほとんど認められず、今回の測定枠設置箇所の斜面勾配変化 12° ～ 36° の範囲では斜面勾配による影響は少ない。

(3)全体として、土壌侵食量およびリター流出量と斜面勾配との相関はほとんど認められなかった。

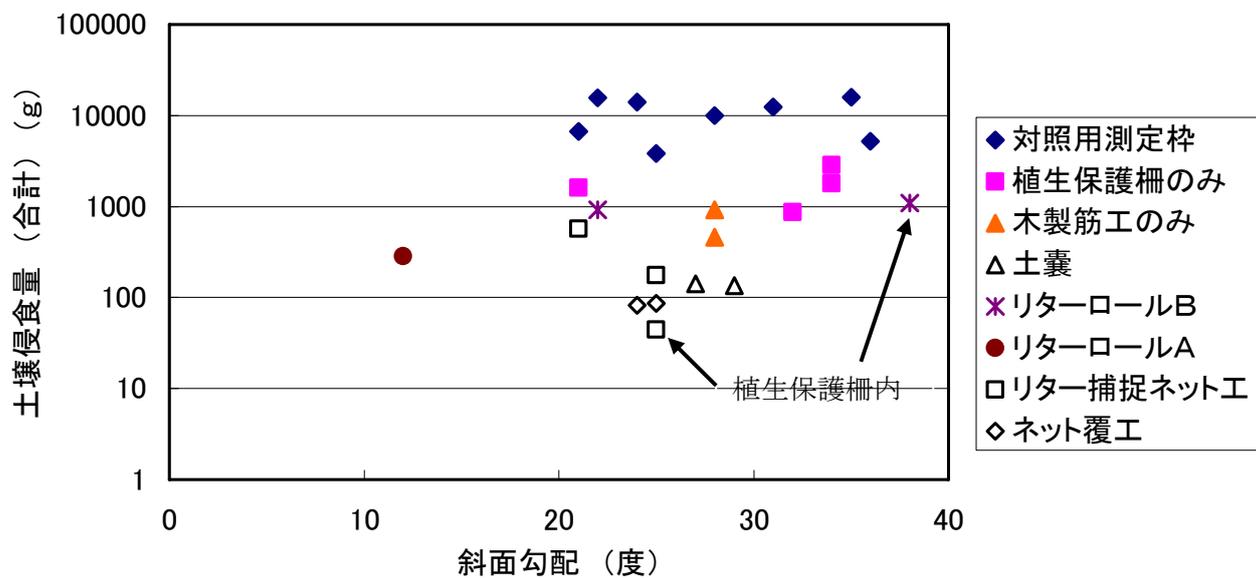


図-5 斜面勾配と土壌侵食量(全期間(~11月5日)合計)

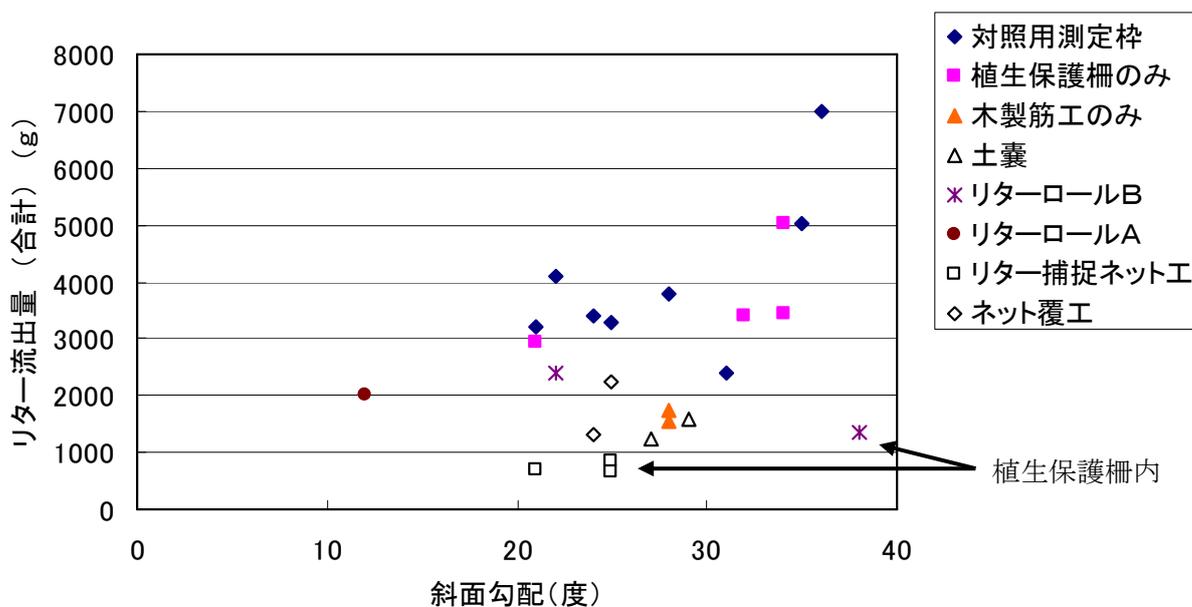


図-6 斜面勾配とリター流出量(全期間(~11月5日)合計)

4.1.3 植生保護柵の内側と外側の比較

植生保護柵の内側では林床植生およびリターはシカによる食害を受けない。一方、植生保護柵の外側では林床植生およびリターはシカによる食害を受けて植生の生育（回復）が悪くなったり、リターの堆積量が減少することが考えられる。そこで植生保護柵の内側と外側に設置された同じ種類の対策手法での土壌侵食量とリター流出量を比較することによりシカによる採食の影響を検討する。図-5、6 においては植生保護柵の内側と外側に設置された「リターロールB」と「リター捕捉ネット工」について植生保護柵の内側に設置されたもののプロットを示す。図-5、-6 より、植生保護柵の外側よりも内側の方が土壌侵食量およびリター流出量がわずかに少ない傾向が認められるものの大きな差はない。これは、植生保護柵が設置されてからまだ1年未満であるためにシカによる林床植生やリターの採食の影響が未だ小さいためと考えられる。

4.1.4 リター流出量と土壌侵食量の関係

対策手法毎のリター流出量と土壌侵食量の関係を図-7 示す。「無処理（対照用測定枠）」ではリター流出量と土壌侵食量の相関は認められない。これに対して対策手法間ではリター流出量と土壌侵食量には有る程度の相関があり、リター流出量が多いほど（すなわちリター捕捉・堆積量が少ないほど）土壌侵食量も増大する傾向が認められる。リター捕捉・堆積量を増加することにより土壌侵食量を減少させることができると考えられる。

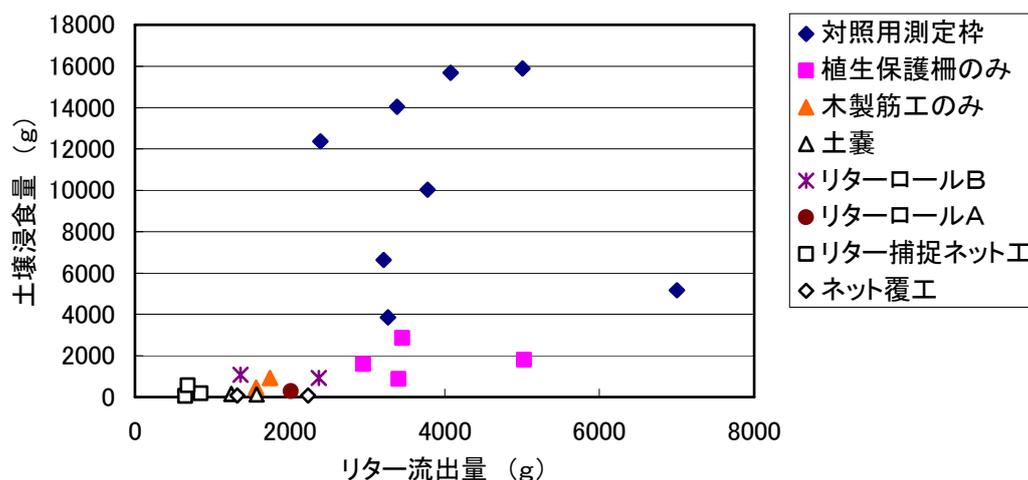


図-7 リター流出量と土壌侵食量(全期間(~11月5日)合計)

4.2 植生およびリター被覆率の変化と土壌浸食量、リター流出量

8個の無処理の（対照用）測定枠における土壌浸食量、リター流出量の平均値の推移を図-8に、植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の平均値の推移を図-9に示す。なお、各測定期間の降雨量は図-2に示したとおりである。

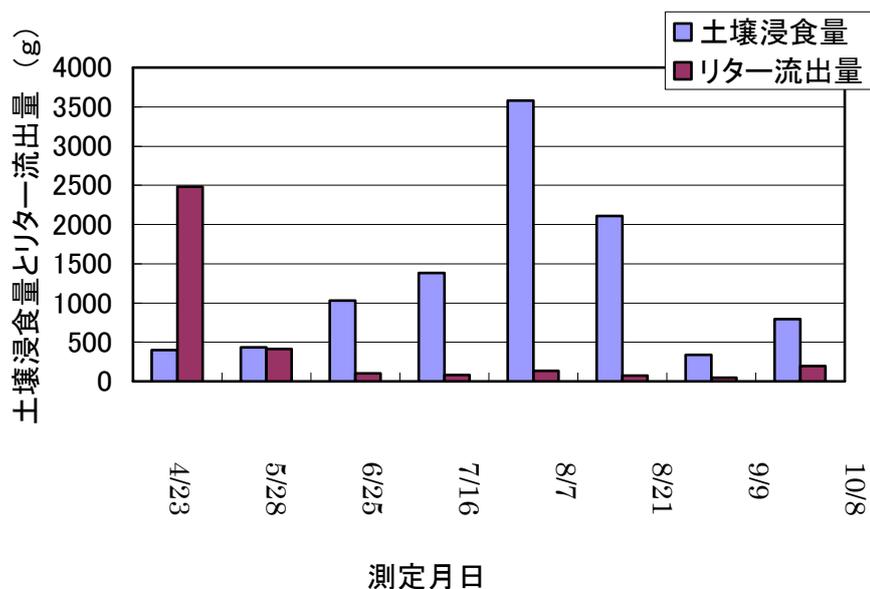


図-8 土壌浸食量とリター流出量(無処理平均)

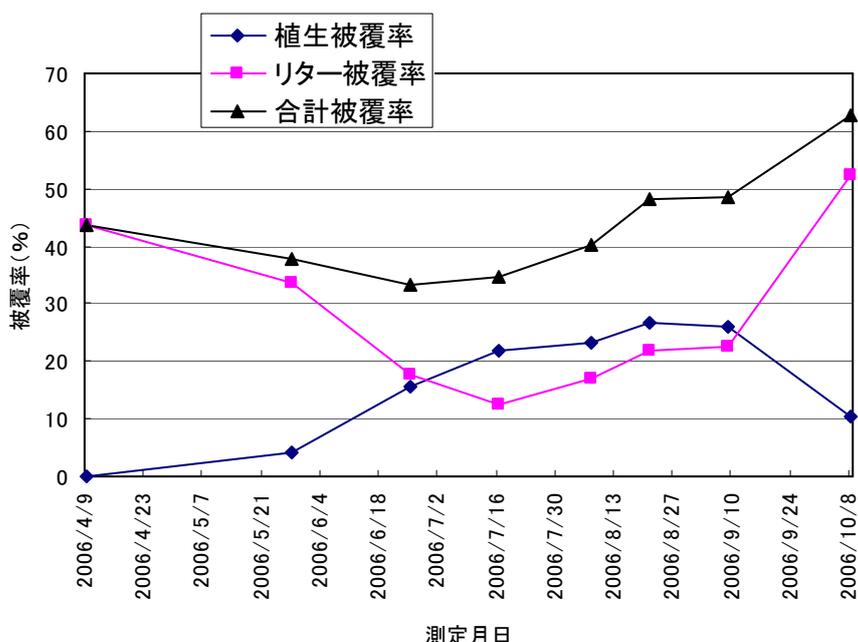


図-9 植生、リターおよび合計被覆率(無処理平均)

図-8より土壌浸食量は7~8月に多く、リター流出量は冬季(12月~4月)、5月に多く、6~9月に少ない。また植生被覆率は7~9月に多く、逆にリター被覆率は7~9月に少ない。さらに、植生被覆率とリター被覆率の合計被覆率は5~7月に少ないが、4~8月までは大きな変化はなく約30~50%であり、9月になると約50~60%になる。図-2の各観測期間の降雨量と比較すると土壌浸食量は7~8月に多く、これは植生被覆率が最大の時期、リター被覆率の小さい時期に当たる。このことから、土壌浸食量は植生被覆率の変化よりも降雨量、リター被覆率の変化に対応していると考えられる。

4個の植生保護柵のみ(短)の測定枠における土壌浸食量、リター流出量の平均値の推移を図-10に、植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の平均値の推移を図-11に示す。

図-10より土壌浸食量は無処理の(対照用)測定枠よりも全般に少なく、リター流出量の推移は無処理の(対照用)測定枠とほぼ同じである。また植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の月別推移も基本的には無処理の(対照用)測定枠とほぼ同じである。しかしながらリター被覆率および合計被覆率は無処理の(対照用)測定枠よりも約10~20%多い。土壌浸食量は植生被覆率の変化よりもリター被覆率の変化に対応していると考えられる。

2個の木製筋工+竹ネット工およびヤシネット工の平均値(ネット被覆工)の測定枠における土壌浸食量、リター流出量の平均値の推移を図-12に、植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の平均値の推移を図-13に示す。

図-12より土壌浸食量は無処理の(対照用)測定枠よりも非常に少なく、リター流出量の推移も無処理の(対照用)測定枠と比べて少ない。また植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の月別推移も基本的には無処理の(対照用)測定枠とほぼ同じである。しかしながら、植生被覆率および合計被覆率は無処理の(対照用)測定枠よりも約10~20%多い。植生被覆率はネットの被覆により小さくなっていると思われる。土壌浸食量は植生被覆率の変化およびリター被覆率変化との対応は小さい。

3個のリター捕捉ネット工の測定枠における土壌浸食量、リター流出量の平均値の推移を図-14に、植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の平均値の推移を図-15に示す。

図-14より土壌浸食量、リター流出量は無処理の(対照用)測定枠よりも非常に少ない。また植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の月別推移も基本的には無処理の(対照用)測定枠とほぼ同じである。植生被覆率および合計被覆率は無処理の(対照用)測定枠とほぼ同様の値を示す。土壌浸食量は植生被覆率の変化よりもリター被覆率の変化に対応していると考えられる。

土壌浸食量が多く、植生被覆率が高く、リター被覆率が低い8月7日に測定した土壌浸食量およびリター流出量(7月16日~8月7日)を手法別に比較した結果を図-16に示す。また、8月7日の植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の手法別に比較した結果を図-17に示す。図-16,17より植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率と土壌浸食量の相関は低く、土壌浸食率の変化は被覆率の変化のみならず対策手法(施設)の構造にも影響さ

れていると考えられる。

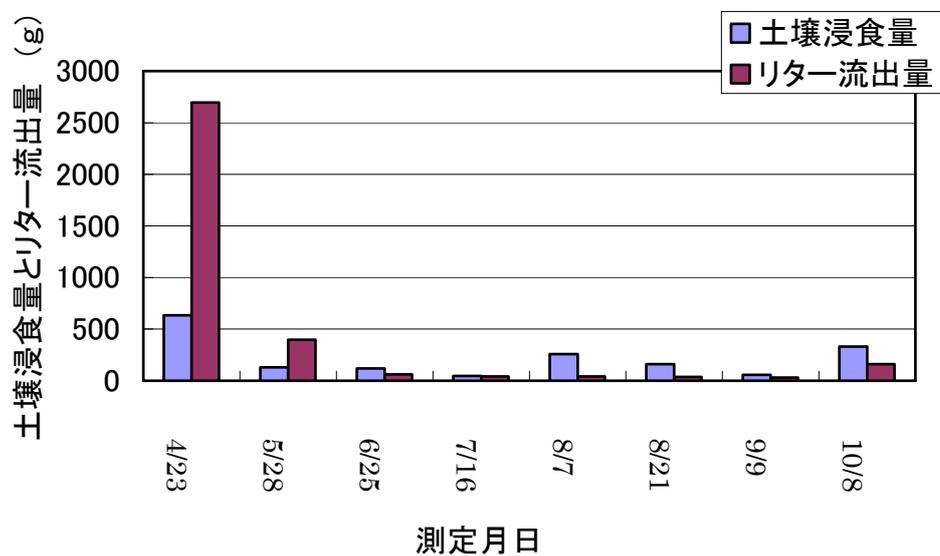


図-10 土壌浸食量とリター流出量(植生保護柵のみ(短))

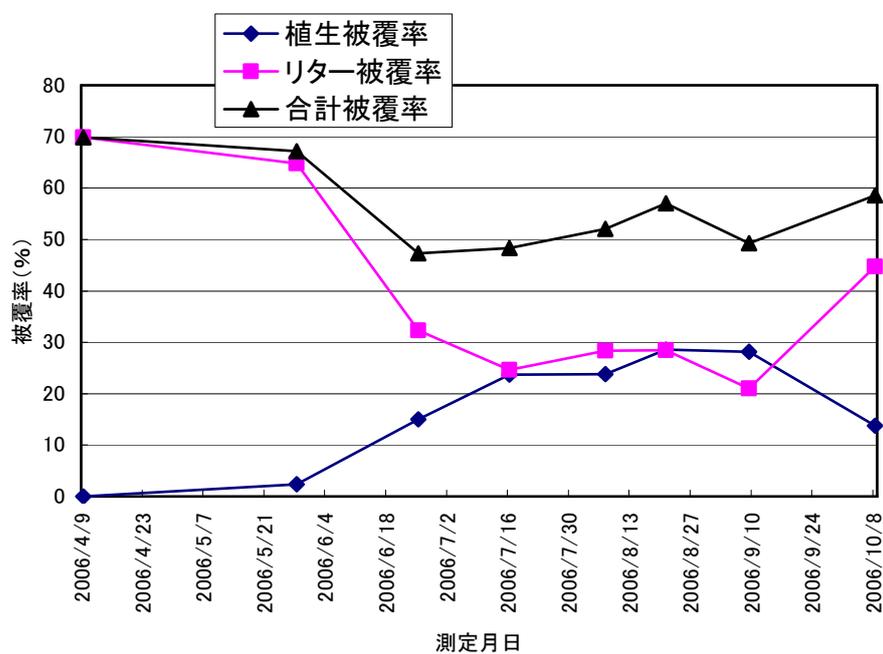


図-11 植生、リターおよび合計被覆率(植生保護柵のみ(短))

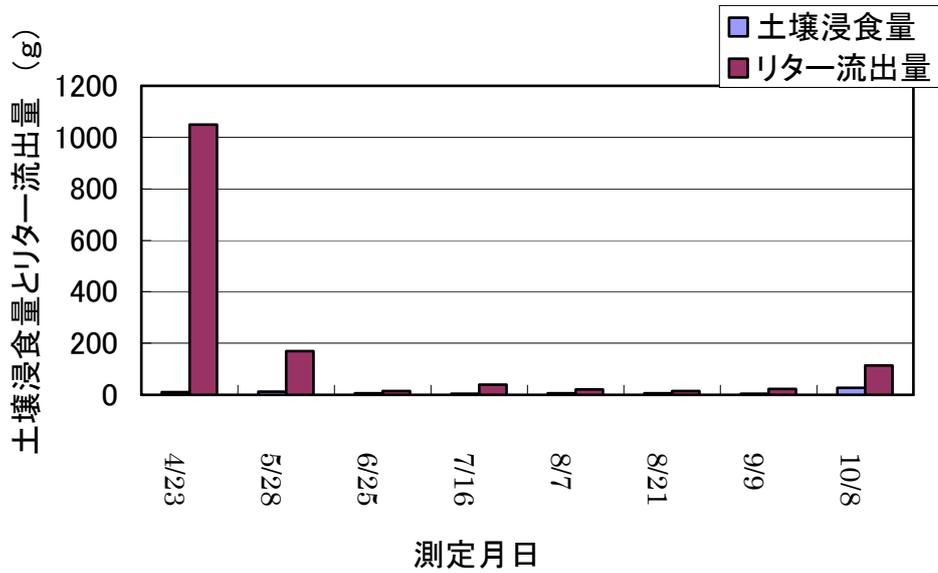


図-12 土壌浸食量とリター流出量(木製筋工+ネット被覆工)

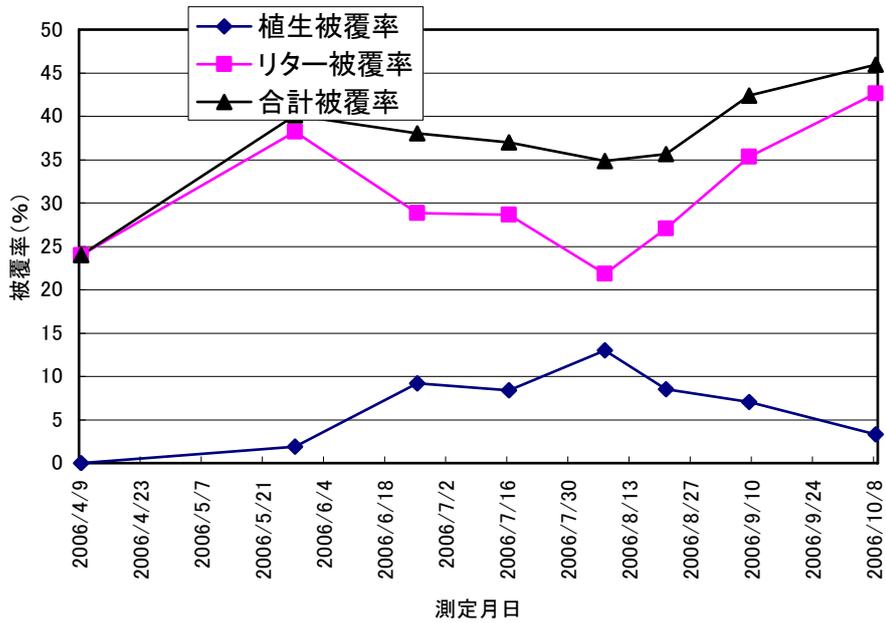


図-13 植生、リターおよび合計被覆率(木製筋工+ネット被覆工)

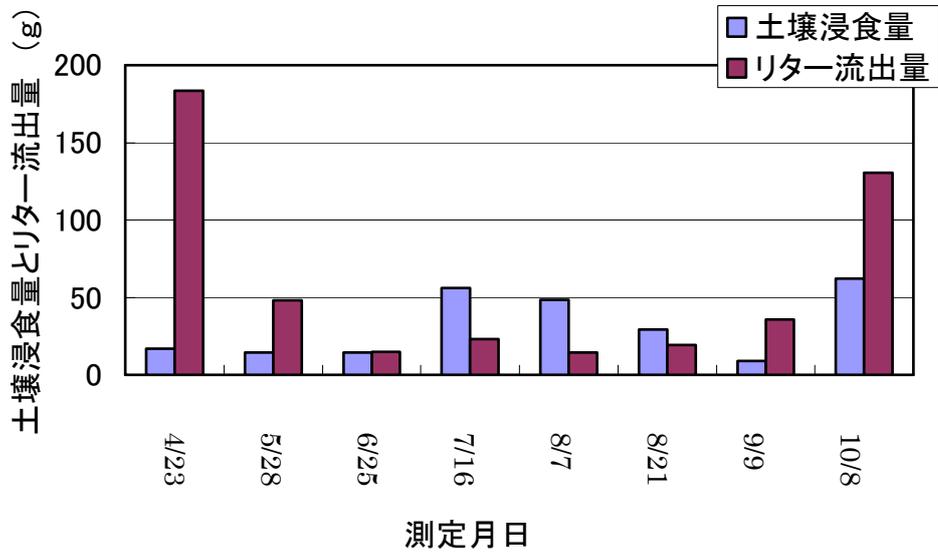


図-14 土壌浸食量とリター流出量(リター捕捉ネット)

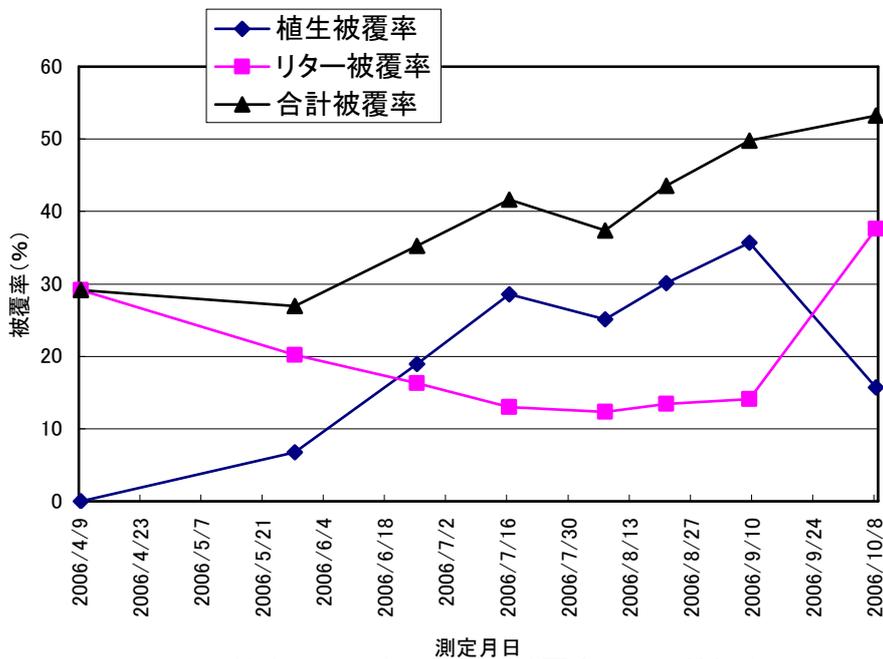


図-15 植生、リターおよび合計被覆率(リター捕捉ネット)

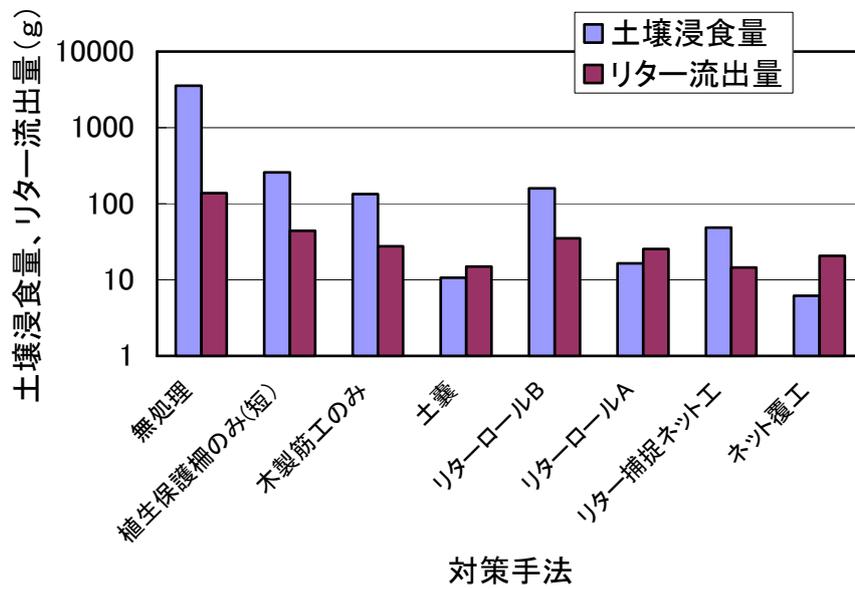


図-16 8月7日測定 of 土壌浸食量とリター流出量

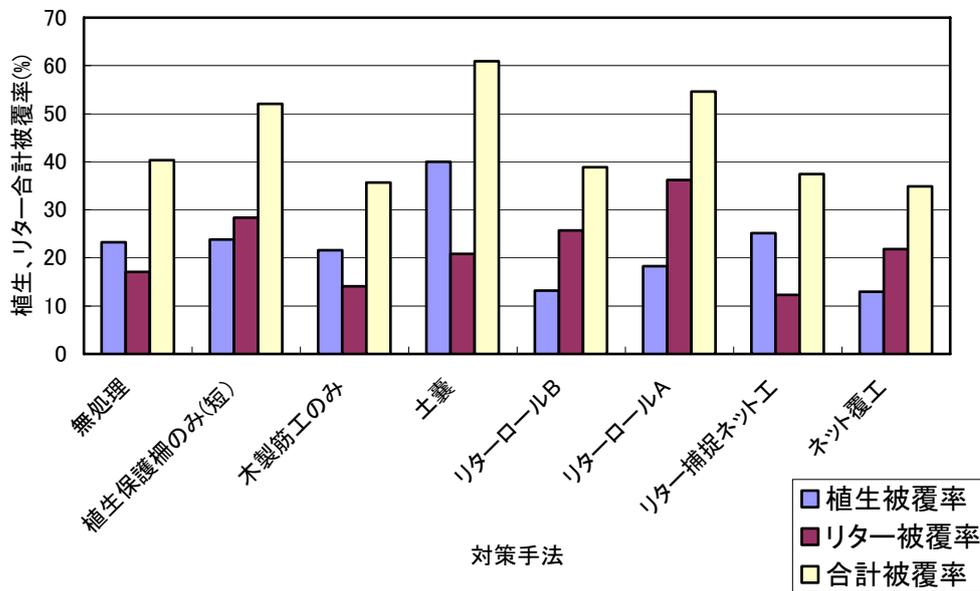


図-17 8月7日の植生、リター、合計被覆率

5. まとめ

2005年12月～2006年11月5日の期間における各手法の土壌侵食量軽減効果とリター流出量軽減効果、植生被覆率の変化、リター被覆率の変化について検討した結果、以下の傾向が認められた。

(1)全ての対策手法において土壌侵食量は軽減されている。植生保護工のみ(短)を除いて全ての対策手法においてリター流出量は軽減されている。(

(2)土壌侵食量の軽減に効果が大いなのは、木製筋工+ヤシネット工(1/127)、木製筋工+竹ネット工(1/122)、土嚢(1/75)、リター捕捉ネット(1/40)、リターロールA(リター詰め)(1/37)、木製筋工のみ(1/15)、リターロールB(リター無し)(1/10)、植生保護工のみ(短)(1/3)の順である。

(3)リター流出量の軽減に効果が大いなのは、リター捕捉ネット(1/15.4)、リターロールB(リター無し)(1/9.1)、木製筋工+ヤシネット工(1/3)、土嚢(1/2.8)、木製筋工のみ(1/2.4)、リターロールA(リター詰め)(1/2)、木製筋工+竹ネット工(1/1.8)の順である。

(4)全体として、土壌侵食量およびリター流出量と斜面勾配との相関はほとんど認められなかった。

(5)植生保護柵の外側と内側の土壌侵食量およびリター流出量には大きな差はない。

(6)対策手法間ではリター流出量と土壌侵食量には有る程度の相関があり、リター流出量が多いほど(すなわちリター捕捉・堆積量が少ないほど)土壌侵食量も増大する傾向が認められる。

(7)無処理の対照用測定枠では土壌侵食量は7～8月に多く、リター流出量は冬季(12月～4月)、5月に多く、6～9月に少ない。また植生被覆率は7～9月に多く、逆にリター被覆率は7～9月に少ない。さらに、植生被覆率とリター被覆率の合計被覆率は5～7月に少ないが、4～8月までは大きな変化はなく約30～50%であり、9月になると約50～60%になる。各観測期間の降雨量と比較すると土壌侵食量は7～8月に多く、これは植生被覆率が最大の時期、リター被覆率の小さい時期に当たる。このことから、土壌侵食量は植生被覆率の変化よりも降雨量およびリター被覆率の変化に対応していると考えられる。

(8)対策手法を設置した測定枠でも土壌侵食量、リター流出量は無処理よりも減少するが月別の推移の傾向はほぼ同様である。また植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率の月別推移も基本的には無処理の(対照用)測定枠とほぼ同じである。植生被覆率および合計被覆率は無処理の(対照用)測定枠とほぼ同様の値を示す。土壌侵食量は植生被覆率の変化よりもリター被覆率の変化に対応していると考えられる。

(9)植生被覆率、リター被覆率および合計被覆率と土壌侵食量の相関は低く、土壌侵食率の変化はこれらの被覆率の変化のみならず対策手法(施設)の構造にも影響されていると考えられる。