

2 丹沢大山の保全・再生対策

1 ねらい（5か年計画から転記）

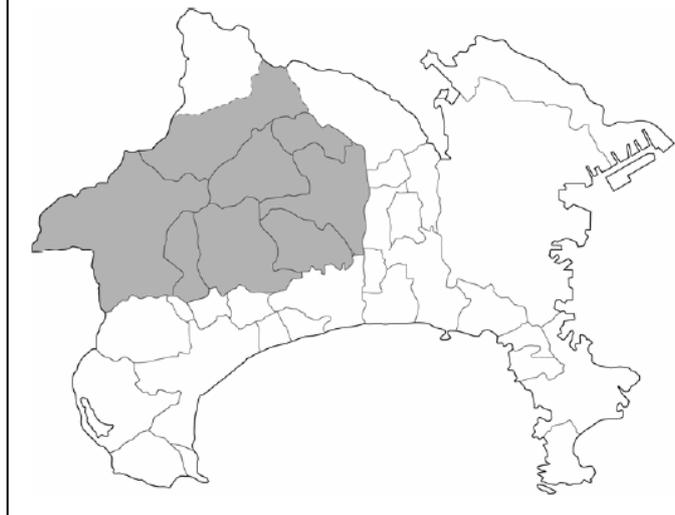
水源保全上重要な丹沢大山について、シカの採食圧や土壌流出等による植生の衰退防止を図るため、新たな土壌流出防止対策を講じることで、森林の保全・再生を図る。

2 目標（5か年計画から転記）

丹沢大山国定公園の核となる特別保護地区（1,867ha）において、20年間で延べ234ha整備することを目標として、当初5年間で58.5haの整備を行う。

（→丹沢大山自然再生計画の「I ブナ林の再生」の中で、当初5年間で58.5haの整備を行う。）

丹沢大山自然再生計画の対象地域



3 事業内容（5か年計画から転記）

① 新たな土壌流出防止対策の実施

- 丸太筋工、ロール工、植生保護柵等を組み合わせた新たな工法により、土壌流出を防止するとともに、植生の回復を図る。
- 林床植生が衰退し、急激な土壌侵食の発生等が認められる場所への整備を優先的に進めるとともに、新たな丹沢大山保全計画（現・丹沢大山自然再生計画）に基づき、整備区域を大幅に拡充する。

	当初5年間
面積	58.5ha（平成20～23年度）

② ブナ林等の調査研究

- 土壌成分やオゾン等がブナ林に与える影響を調査し、保全対策に反映させる。

③ 県民連携・協働事業

- 樹幹保護及び登山道整備等の協働事業を実施することにより、県民と行政の連携を図る仕組みを構築し、県民参加を促進する。

4 事業費（5か年計画から転記）

当初5年間計 7億9,600万円（単年度平均額 1億5,900万円）
うち新規必要額 7億9,600万円（単年度平均額 1億5,900万円）

5 事業実施状況

(1) 新たな土壌流出防止対策の実施

平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
詳細地形測量等 4,450ha	土壌流出対策工 17.1ha	土壌流出対策工 21.1ha	土壌流出対策工 16.8ha
土壌流出対策工 6.6ha	現地測量調査 22.4ha	現地測量調査 18.2ha	現地測量調査 41.4ha
	地形図作成 2,540ha	地形図作成 2,367ha	地形図作成 1,813ha

土壌流出防止対策（清川村 丹沢山東側山腹斜面）



大気環境調査（気球を利用したオゾン立体分布観測）



（2）ブナ林等の調査研究

① ブナ林立地環境調査（気象・大気モニタリング、大気環境解析）

ブナ林の衰退・枯死の機構解明の基礎データや再生事業のモニタリングの基礎データとするために、丹沢山、檜洞丸等の計6地点において、気象及びオゾン観測を継続した。

平成21年度は、丹沢山地の大気環境について、過去の気象データの再解析と8月上旬と3月下旬の2時期にオゾンの立体分布に関する観測と数値解析を行った。

平成22年度は、丹沢山地の大気環境について、過去のオゾンデータの再解析と7月下旬にオゾンの立体分布に関する観測及びモデル数値解析を行った。この結果、丹沢山地上空のオゾンは、夏期は関東地域や一部東海地方などからの大気汚染物質の局所移流により高濃度化するメカニズムを確認した。

② ブナ林衰退環境解明調査（ブナハバチ発生状況調査）

ブナハバチの生息実態は未解明な部分が多いことから、土中の繭の密度及び分布様式調査を実施した。その結果、被害が発生しない菰釣山と三国山では繭は低密度で年次推移したが、被害が頻繁に見られる大室山、檜洞丸、丹沢山では繭が高密度の状態での推移することが把握された。

平成22年度も引き続き、ブナハバチの発生状況と繭の密度のモニタリングを行い、当年度は成虫発生、被害共に少ないこと、過去の発生条件の要因検討を行った。

③ ブナ林広域衰退実態調査（ブナ林衰退状況モニタリング）

5年前に調査を行った丹沢山、檜洞丸をはじめとした6地区の計72地点で、ブナ衰退度の判定と樹木生理活性の測定を行ったところ、衰退状況にはほとんど変化は見られなかった。すなわち、東丹沢で衰退が進行したブナが多く、西丹沢では衰退木が少なかった。

平成21年度は、主稜線部の衰退変遷を明らかにするため、1960年代以降の空中写真を時系列的に判読解析したところ、枯死は蛭ヶ岳から塔ノ岳にかけての南向き斜面に多く、現地調査の結果とおおむね一致した。また、枯死は1980年代以降に拡大していることがわかった。

平成22年度は、前年度判読解析年代に1980年代と1990年代の空中写真判読を追加し、ブナ林消失地の立地解析を行った。その結果、ブナ林消失は1970年代から蛭ヶ岳山頂付近から丹沢山山頂付近までの主稜線部の南側斜面ですでに発生しており、その後、それらの消失地が拡大するとともに、檜洞丸山頂付近の南向きなどにも1990年代以降目立つことがわかった。これら消失地は現地観測でオゾン平均濃度が高いと推定された場所とおおむね一致していた。

区 分	ブナ林立地環境調査 (気象・大気モニタリング) (大気環境解析)	ブナ林衰退環境解明調査 (ブナハバチ発生状況調査)	ブナ林広域衰退実態調査 (ブナ林衰退状況モニタリング)
調査内容	気温、湿度、雨量、日射量、風速、風向、オゾン濃度	ブナハバチの発生状況	林況、衰退度、クロロフィル含量
頻 度	連続観測	毎年	5年毎
平成19年度 実施状況	既存施設による観測の継続 新たに3地点に観測施設設置 (丹沢山、堂平、大野山)	ブナハバチ発生動向の把握と 調査手法を開発(丹沢山、檜洞丸、大室山、菰釣山、三国山)	—
平成20年度 実施状況	既存施設による観測の継続 (檜洞丸、丹沢山、鍋割山、菰釣山、堂平、大野山) 気象・大気の蓄積データの解析	ブナハバチ発生動向の把握と 調査手法の改良(丹沢山、檜洞丸、大室山、菰釣山、三国山)	現地調査の実施(丹沢山、蛭ヶ岳、塔ノ岳、鍋割山、大室山、菰釣山)
平成21年度 実施状況	既存施設による観測の継続 (檜洞丸、丹沢山、鍋割山、菰釣山、堂平、大野山) 気象・大気の蓄積データの解析 丹沢山地上空のオゾンの立体分布観測	ブナハバチ発生動向の把握と 年次変動の解析(丹沢山、檜洞丸、大室山、菰釣山、三国山)	空中写真を用いた衰退履歴解析の実施(大室山から鍋割山までの主稜線部)
平成22年度 実施状況	既存施設による観測の継続 (檜洞丸、丹沢山、鍋割山、菰釣山、堂平、大野山) 気象・大気の蓄積データの総合解析 丹沢山地上空のオゾンの立体分布観測	ブナハバチ発生動向の把握と 解析(丹沢山、檜洞丸)	空中写真を用いた衰退履歴解析の実施(大室山から鍋割山までの主稜線部 1980年代、1990年代)

(3) 県民連携・協働事業

平成19年度	登山道の荒廃状況等の調査、県民と行政の連携を図る仕組みの検討
平成20年度	県民協働型登山道維持管理補修協定の締結、補修活動実施の支援
平成21年度	協定締結相手方による補修活動実施への支援と補修技術研修の実施
平成22年度	協定締結相手方による補修活動実施への支援と補修技術研修の実施

登山道補修状況(秦野市 大倉尾根線)

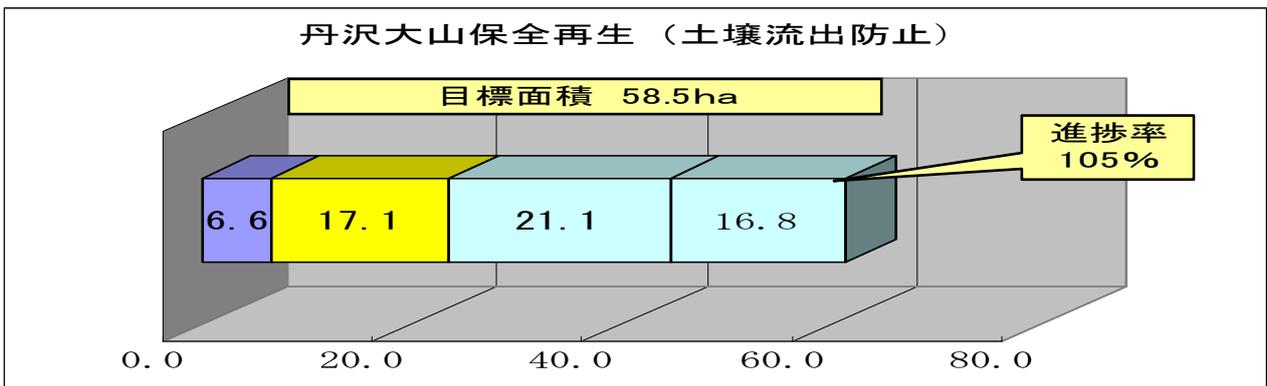


【事業実施箇所図】（平成19～22年度実績）



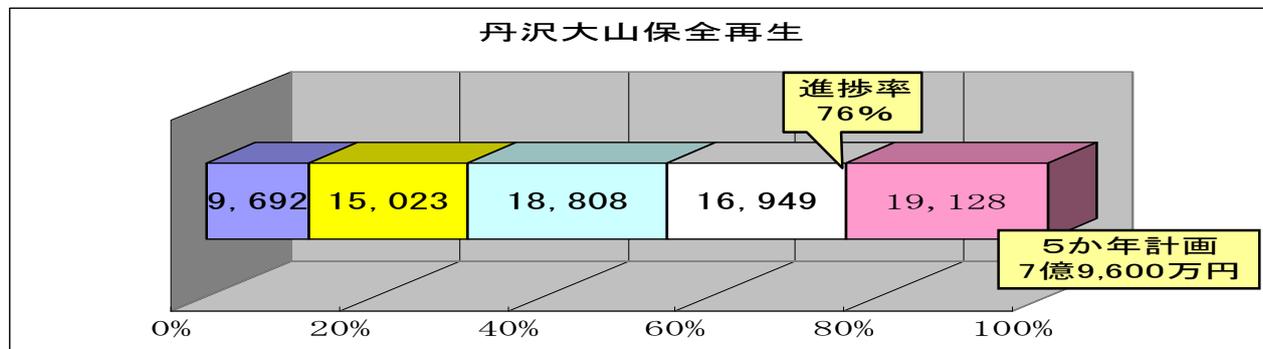
6 5か年計画進捗状況

区分	5か年計画の目標	H19実績	H20実績	H21実績	H22実績	H19～22累計（進捗率）	H23計画
土壌流出防止対策	58.5ha	6.6ha	17.1ha	21.1ha	16.8ha	61.6ha (105%)	12 ha



7 予算執行状況 (単位：万円)

5か年計画 合計額	H19 執行額	H20 執行額	H21 執行額	H22 執行額	H19～22 累計 (進捗率)	H23 予算額
79,600	9,692	15,023	18,808	16,949	60,472 (76%)	17,710



8 事業進捗状況から見た評価

丹沢大山の保全・再生対策のうち、①土壌流出防止対策の平成22年度事業実績(累計)の進捗率は、105%であった。4年間(平成20～23年度)の数値目標を設定している事業を設定している事業であるため、次の基準により、達成状況はAランクと評価される。(この事業は、平成20年度から4年間で実施される計画であったが、平成19年度に一部前倒しで実施した。)

②ブナ林等の調査研究については、気象・大気モニタリング、大気環境解析、ブナハバチ発生状況調査、ブナ林衰退状況モニタリング調査を継続した。③県民連携・協働事業については、協定締結相手方による補修活動実施への支援と補修技術研修を実施した。②③については、数値目標を設定していないため、A～Dの4ランクによる評価は行わない。

4年間(平成20～23年度)の数値目標を設定している事業

平成22年度の実績(累計)	ランク
目標の75%以上	A
目標の60%以上75%未満	B
目標の45%以上60%未満	C
目標の45%未満	D

9 事業に係るモニタリング調査実施状況

この事業は、水源保全上重要な丹沢大山について、シカの採食圧や土壌流出等による植生の衰退防止を図るため、新たな土壌流出防止対策を講じることで、森林の保全・再生を図るものであり、量的には整備面積を指標とし、質的には「植生が回復し、土壌が保全されている状態」を指標とし、中期的に把握して、評価する。

質的指標の「植生が回復し、土壌が保全されている状態」を把握するために、土砂流出量を、次のモニタリング調査により把握する。

(1) 土壌流出量等調査の実施状況

手 法	【手法】 土砂侵食量測定施設(侵食土砂の捕捉施設)等により、土壌侵食量、植生被度、リター堆積量、林床植生回復状況、リター植生率を測定 【実施主体】 県自然環境保全センター(東京農工大に調査委託)
平成19年度 実施状況	先行事業地モニタリングの継続とモニタリング手法の検討 ・土砂侵食量測定施設(侵食土砂の捕捉施設)が設置されている31箇所の対策工について、平成19年4～11月に土壌侵食量、植生被度、リター堆積量、林床植生回復状況、リター植生率を測定(H17、H18試験施工箇所)

	・対照区として無施工地 13 箇所についても同様に測定
平成 20 年度 実施状況	①先行事業地モニタリングの継続とモニタリング手法の検討 ・ H17～18 に試験施工した箇所の調査を継続実施 ②H19・H20 事業実施地のモニタリングプロット設定
平成 21 年度 実施状況	①先行事業地モニタリングの継続とモニタリング手法の検討 ・ H17～18 に試験施工した箇所の調査を継続実施 ②H19～H21 事業実施地のモニタリングプロット設定
平成 22 年度 実施状況	①先行事業地モニタリングの継続とモニタリング結果の解析 ・ H17～18 に試験施工した箇所の調査を継続実施 ②H19～H22 事業実施地のモニタリングプロット設定

土壌流出対策工を施工した箇所において、平成 20 年度から施工効果の検証を目的としたモニタリングを実施している。

平成 22 年度は、H19～22 年度の土壌流出対策工事施工地に設置した土砂移動量調査枠 18 箇所において土砂侵食量を測定するとともに、植生の調査を行った。

今後も土壌流出対策工施工箇所に調査地を順次設置し、これまでの施工箇所の継続的なモニタリングにより、事業効果の検証を行う。



写真

金網筋工（茶色の網の中及び上部に落枝落葉を貯留させて土壌流出防止効果を発揮する施設）施工箇所に設置した土砂移動量調査枠（白色鋼製柱が枠状に設置されている）

10 事業に係るモニタリング調査結果

（1）平成 19 年度

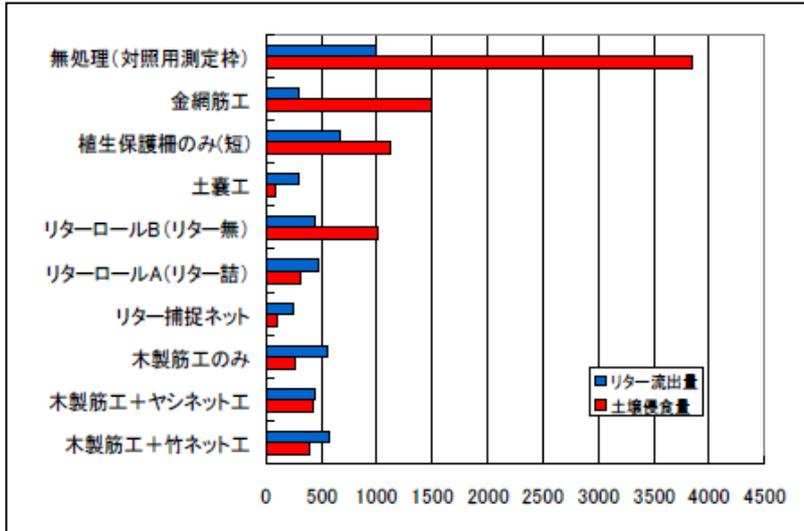
- ① 全ての対策工において対照区の無施工地よりも土壌侵食量及びリター流出量が少なくなっていた。
- ② 全体として、今回の試験区画設置箇所の斜面勾配変化 $12^{\circ} \sim 41^{\circ}$ の範囲では土壌侵食量及びリター流出量と斜面勾配との相関はほとんど認められなかった。
- ③ 2006 (H18) 年と 2007 (H19) 年における植生保護柵の外側と内側の土壌侵食量及びリター流出量には大きな差はなかった。植生保護柵の中の植生は回復しているが、土壌侵食量への影響はまだ小さいと考えられた。
- ④ 対策工法全体でリター流出量と土壌侵食量には強い相関があり、リター流出量が少ないほど土壌侵食量も減少する傾向が認められた。無施工地では相関は認められなかった。
- ⑤ 土壌侵食量の月別変化から、土壌侵食量は、植生被覆率の変化よりも降雨量及びリター被覆率の変化に影響されていると考えられた。
- ⑥ 施工後 2 年の対策工で、被覆ネットや土囊の腐朽が一部に認められたほか、倒木により破損したものもあった。
- ⑦ 現段階では、土壌侵食軽減効果が大きく施工性が良いのはリター捕捉ネット工である。（下図参照）

○ 課題

施工後 1～2 年までのモニタリングであるため、植生回復効果や施設の耐久性などはまだ検証できていない。そのため、今後もモニタリングを継続し、それらを検証していく必要がある。

（自然環境保全センター報告（その 2 平成 19 年度研究業務報告）NO. 40 から一部抜粋）

対策工種別平均の土壌侵食量とリター流出量



※ リター：落葉、落枝

※2007 (H19) 年5~9月の5ヶ月間に5m×2m試験区(10㎡)あたりの土壌侵食量又は流出量(どちらも乾燥重g)。ひとつの工種で複数個の試験区がある場合は、各試験区の平均値。

(2) 平成20年度

2年もしくは3年が経過した先行事業地のモニタリング調査を継続した結果、次の点が明らかになった。

- ① 平成19年度の結果と同様に、対策工施工箇所では対照区の無施工地に比べて、全般的に土壌侵食量が軽減されていた。(H19結果①と同じ)
- ② 施工後3年が経過した先行事業地では、試行した各対策工の特徴と効果が顕著になってきた。その結果から、短期的な土壌侵食の軽減と長期的な植生の回復のどちらを優先するかによって、対策工の種類を使い分けることができると考えられた。(表1参照)
- ③ 施工後3年経過した対策工施工箇所では、植生保護柵を併用した対策工のほうが植生被覆率が高く土壌侵食量も軽減されていた。しかし、施工後2年経過した対策工施工箇所では、植生保護柵の効果は認められなかった。(H19結果③から進捗)
- ④ 多くの対策工で植生被覆率とリター被覆率に相関があり、さらに植生よりリターの被覆率のほうが高かった。

○ 課題

施設の耐久性や植生保護柵による植生回復と土壌保全効果を検証するためには、今後もモニタリングを継続する必要がある。

表1. 各対策工の土壌侵食軽減効果、植生の回復の両方からの評価

植生、土壌の両方から評価して左上に行くほど効果が良く、右下ほど効果が悪い		土壌侵食軽減効果で評価(A>B>C)		
		A	B	C
植生で評価(A>B>C>D)	A'			保護柵、木製筋工 リターロール筋工B
	B'	リター捕捉ネット柵工 土嚢筋工		
	C'	ヤシネット伏工		
	D		竹ネット伏工	リターロール筋工A

(3) 平成 21 年度

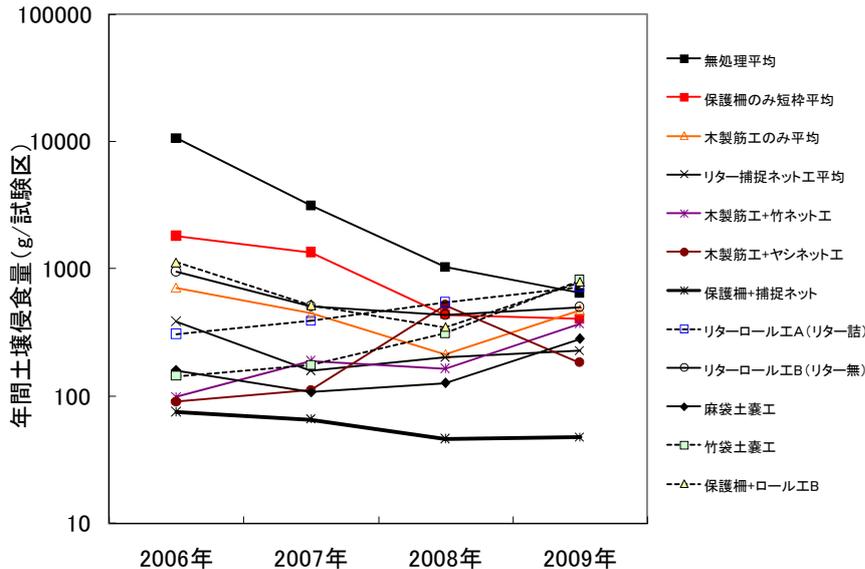
3~4 年経過した先行事業地のモニタリング調査を継続して行った結果、現時点での対策工ごとの施工効果は表 2 のとおりとなり、昨年時点の各対策工の評価と比較すると、土嚢を使った工法の効果が相対的に下がり、植生保護柵を使った工法の効果が高くなった。

さらに、これまでの経年変化を踏まえると以下の点が明らかになった。

- ① 土壌侵食対策工を設置すると、施工の次年度は土壌侵食量を軽減することができる。
- ② 経年変化をみると、土壌侵食対策工の工種によって効果が異なり、経年によって効果が低下するものと効果が増すものがある。
- ③ 植生保護柵内のプロットでは、3 年目以降に植生の回復が確認でき、土壌侵食量も減少し続けた。
- ④ 現段階では、土壌侵食量が最も少なく、土壌侵食軽減効果も年々増している植生保護柵とリター捕捉ネットの併用工種が最も効果が高い。しかし、平成 20 年度から 21 年度にかけて若干の土壌侵食量の増加が見られており、今後、施設の破損や腐朽が進行すると土壌侵食量が増加する可能性もあるため、長期的には柵内の植生回復による土壌侵食軽減効果が有効となることが予想される。

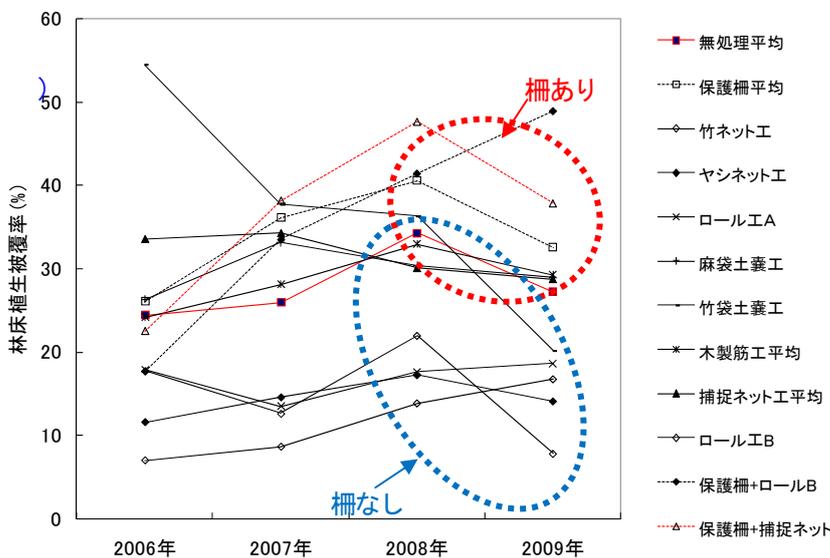
表 2 4 年経過時における各対策工の土壌侵食軽減効果と植生回復効果からの評価

		土壌侵食軽減効果		
		高	中	小・なし
植生回復効果	高	捕捉ネット+保護柵		ロールB+保護柵
	中		保護柵 竹ネット工	ロールB
	低	ヤシネット工		
	なし	麻袋土嚢工	捕捉ネット	木製筋工 竹袋土嚢工 ロールA



<解説> 施工の次年度(2006年)には、何も施工しない無処理区と比較してすべての対策工で土壌侵食量が少なくなった。

工種ごとにその後の経年変化をみると、無処理と植生保護柵のみの試験区で土壌侵食量が年々減少しているのに対し、木製筋工・竹ネット工の併用、リターロール工A、竹袋土嚢工で土壌侵食量が増加していた。



<解説> 経年のばらつきはあるが、3年経過後の2008年より植生保護柵の有無による差がみられた。

図 4 年経過後の各対策工における林床植生被覆率の経年変化



写真 2009 (H21) 年7月時点の対策工の状況

(左：捕捉ネット工 中央：リターロール工B 右：竹袋土嚢工)

(4) 平成 22 年度

4～5 年経過した先行事業地のモニタリングを継続し、対策工の効果検証、土壌侵食量モニタリングの簡易手法の検討を行った。

① 対策工の効果検証

○すべての対策工種において、設置の翌年度に土壌侵食量の軽減効果が認められた。しかし、その後の経年変化では、効果が増加する傾向の工種と低下するものがあった(図 1、2、表 1)。

○すべての対策工種で、設置後から林床合計被覆率(植生とリターの合計被覆率)が年々増加する傾向にあり、3～4 年目には多くの対策工種で林床合計被覆率が 95～100%に達した(図 3)。また、無施工の対照区においても林床合計被覆率は増加傾向であり、堂平周辺のシカ管理捕獲が影響している可能性が考えられた。なお、林床合計被覆率の同じ施工地と無施工地では、施工地で樹冠通過雨量 1mm あたりの土壌侵食量は少なかった。

○対策工の効果と水流出に与える影響を検討するために、堂平地区内の既存の試験プロットにおける各種測定結果を用いて林床植生合計被覆率と流出率の関係を検討したところ、林床合計被覆率が増加すると流出率が低下する傾向が認められた(図 4)。このことから、対策工の施工により林床合計被覆率が増加し、土壌侵食の軽減効果に加えて、林内に降った雨の地表面を流れる割合の低下と地中浸透割合の増加により、施工地下流への安定的な水の流出につながると考えられる。

※流出率=林内に降った雨(樹冠通過雨量)のうち地中に浸透せずに地表面を流れる水の割合。

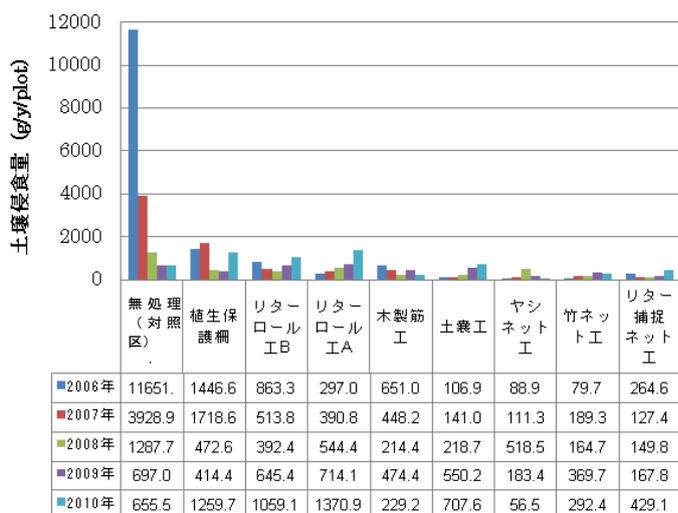


図 1 2005 (H17) 年施工地における各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)
(年間積算侵食量 g/10m² プロットあたり)

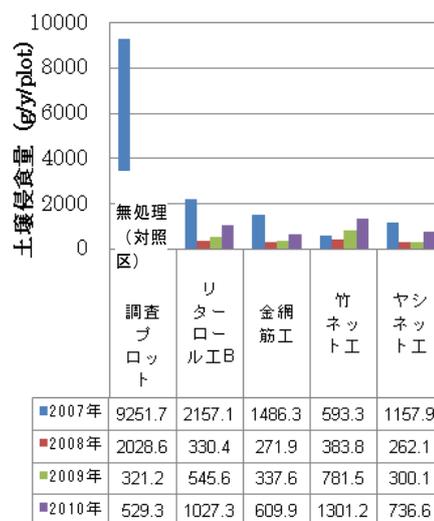


図 2 2006 (H18) 年施工地における各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)
(年間積算侵食量 g/10m² プロットあたり)

表 1 初期の土壌侵食軽減効果と経年変化による
対策工の特性区分

	初期の土壌侵食軽減効果		
	高	中	低
効果発揮が早く、 経年により増加	リター捕捉ネット工 ヤシネット工 竹ネット工		
効果発揮が早く、 経年により低下	土嚢工	木製筋工 リターロール工A	
効果発揮が遅く、 経年により増加		金網筋工	植生保護柵工 リターロール工B

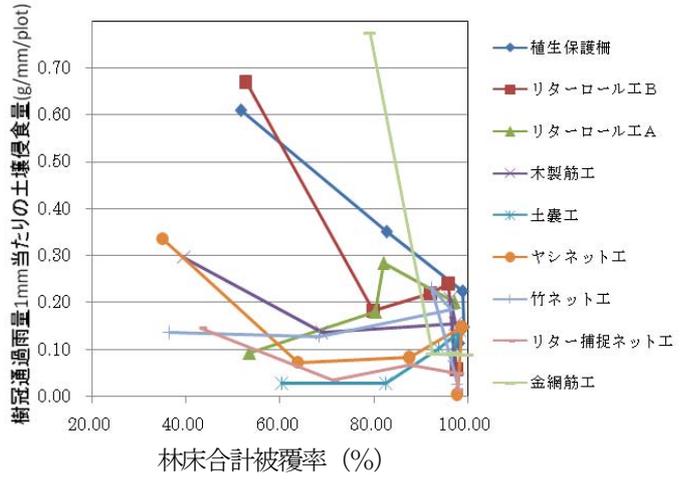


図 3 各対策工における樹冠通過雨量 1mmあたりの土壌侵食量と林床合計被覆率の経年推移
※各折れ線とも左から 1~5(4)年目の順

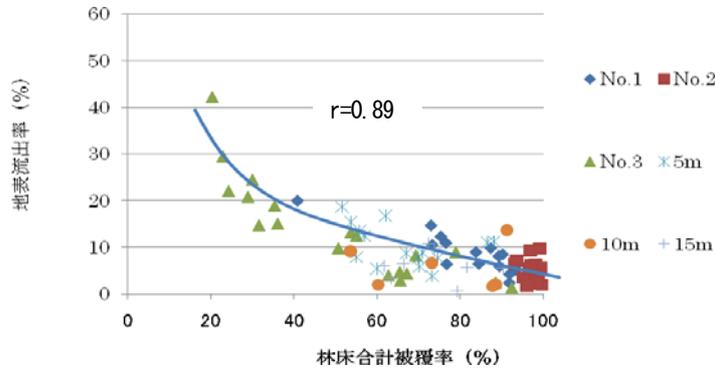
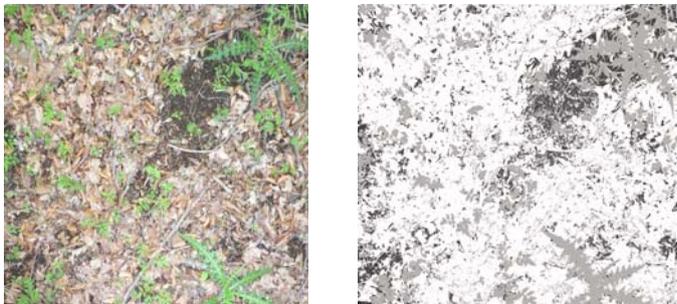


図 4 試験プロットにおける月平均林床合計被覆率と月別平均地表流出率の関係(2004(H16)~2010(H22)年)

② 土壌侵食量モニタリングの簡易手法検討

これまでに蓄積したモニタリングデータを活用し、土壌侵食量を簡易に推定する手法を開発した。すなわち、現地の林床状態を撮影した写真(図5)から林床植生及びリターの被覆率を求めて、林床合計被覆率と樹冠通過雨量 1mmあたりの土壌侵食量の関係式(図6)により推定する手法である。この手法により試験プロット以外の場所でも一定の精度により土壌侵食量を把握することが可能となった。



左: 1m×1m コドラート写真 右: 灰色部分は植生, 白い部分はリター

図5 植生・リター被覆率測定図

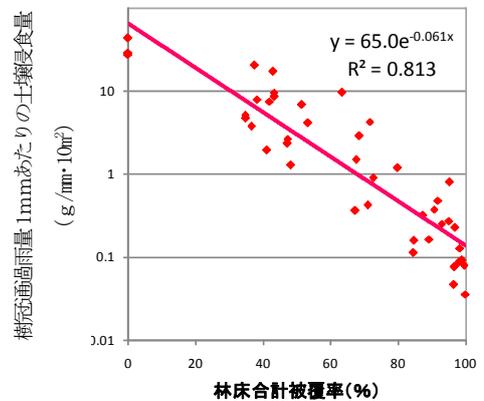


図 6 樹冠通過雨量 1mmあたりの土壌侵食量と林床合計被覆率

11 県民会議 事業モニター結果

○日程 平成22年9月8日(水)

○場所 秦野市蓑毛、清川村札掛

○意見 (出典：ニューズレターしずくちゃん便り 第18号)

森林整備とシカの管理捕獲が適切に行われている財産区有林では、林床植生が豊かに茂り、水源林として健全な状態に再生されている様子が観察できました。一方、森林整備が十分に行われず日光が射さなくなった暗い私有林では、十分な林床の植生がなく森林荒廃が進んでおり、森林整備の必要性を再認識させられました。また、近年、林業会社が作業道をつくり、高性能な林業機械による木材搬出を行い始めたことにより、雨が降ると作業道からの土砂の流出が懸念されるところも見られました。

午後に行われた室内講義では、シカの過密化やそれによる森林被害の実態を、映像資料を通して観ることにより、森林整備と共にシカの管理を一体的に行っていく必要性を痛感しました。

これからは、シカの管理と森林整備のバランスを適切にコントロールしていくことが重要と考えます。

12 県民フォーラムにおける県民意見

(「第9回～第12回県民フォーラム意見報告書」に記載。)

13 総括

(1) 土壌流出防止対策

計画より前倒しで平成19年度に着手し、5か年計画の目標事業量に対し、105%の進捗率を達成しており、平成22年度までの4年間の事業量の目安である75%(平成19年度は調査測量のみ)を超えていることから、着実に進捗している。

また、現時点における対策工ごとの施策効果が明らかになったことは評価できる。今後も、モニタリング調査を継続し、植生回復や土壌保全の効果を検証することが課題である。

(2) ブナ林等の調査研究

ブナ林等の衰退原因の解明、立地環境モニタリングの継続を通して、ブナ衰退リスク判定技術の高度化、ブナハバチ大発生予測技術ならびに苗木更新技術の現地適応試験など、奥山域再生のための科学的知見の集積及び技術開発を行い、今後の再生事業に反映させることが求められる。なお、ブナ林等の調査研究は、長期的、計画的な継続が求められるため、県民の理解を得るよう分かりやすい情報の開示・提供に努める必要がある。

(3) 県民連携・協働事業

県民協働型の登山道維持管理協定を締結し、県民参加による保全活動の環境が整備されつつあることは評価できる。今後の県民協働事業は、これまでの数多くの取組が積み上げてきた協働を活かす方向で水源環境保全税の活用を考えていくことが望まれる。

(4) その他

シカ管理等の丹沢大山自然再生計画の各事業と連携して総合的に推進することが重要である。また、ブナ林再生を目指すために、高標高域のシカ管理など自然再生のために取り組む事業や調査を幅広く取り込むべきである。

○県民会議委員の個別意見

- ・植生保護柵は、追跡調査や点検補修も併せて実施することが必要である。
- ・ブナの衰退原因については、山頂付近のオゾンの影響が指摘されていることから、今後もモニタリングを継続し、原因の究明を行うべきであり、第2期5か年計画では、具体的な施策について専門家の意見等を取り入れて試行を始めることが必要である。