



神奈川県
自然環境保全センター

丹沢大山自然再生 土壌保全対策マニュアル

神奈川県自然環境保全センター

平成20年10月

もくじ

はじめに	01
1 土壤保全対策の考え方	02
丹沢の土壤侵食の現状	02
土壤保全の重要性 / 土壤侵食の問題構造と対策	03
土壤保全対策のねらい / 土壤保全対策の推進方法	04
総合的な事業展開 / モニタリングによる順応的な事業の見直し	05
2 土壤保全対策の計画策定	06
土壤保全対策のための実態把握	06
直接的な土壤保全対策の実施箇所の選定	07
流域の視点からの事業連携計画の策定	08
計画の公表と情報整備	09
3 土壤保全対策の実行	11
土壤保全対策手法の体系 / 土壤保全対策手法のコンセプト	11
対策手法ごとの特性	12
メソスケールでの工法の配置	13
具体的な工法の選定	14
土壤保全対策工の維持管理 / 事業実績の記録と情報整備	15
4 土壤保全対策の効果検証	16
効果検証モニタリングの目的 / モニタリングによる評価の体系	16
モニタリング手法 / モニタリング結果の総合解析 / モニタリング結果のデータ整備	17
巻末資料	18



はじめに

このマニュアルについて

神奈川県は、近年の丹沢大山地域の自然環境の劣化に対して、失われた自然環境を取り戻すという視点に立って、平成19年3月に旧丹沢大山保全計画を丹沢大山自然再生計画に改訂しました。そして、平成19年度から様々な対策を自然再生事業と位置づけて実施しています。

その中で、特に丹沢大山の奥山域の土壌保全対策は、従来行われてこなかった新しい事業です。

この事業を開始するにあたり、自然環境保全センターでは研究部が中心となって、平成17、18年度に試行的な取り組みや外部委員を交えた検討を行ってきました。

このマニュアルは、その成果を基に対策手法の概略を取りまとめたものです。今後も事業の検証を行いながら手法の改善を図っていきます。

詳細な内容については、自然環境保全センター研究部のホームページをご覧ください。



写真1 清川村堂平のブナ林

丹沢大山国定公園の特別保護地区に位置し、文化財や学術的に貴重な森林として「かながわの美林50選」にも選定されています。

県営林として県が管理している森林ですが、近年ニホンジカが過密に生息するようになり、かつては一面を覆っていたスズタケも、ニホンジカの採食によって現在ではほとんどみられなくなりました。

マニュアルの構成

1 土壌保全対策の考え方

ニホンジカの過密化による林床植生の衰退を原因とする土壌侵食について、問題構造や対策のねらいを解説しています。

2 土壌保全対策の計画策定

統合的に事業を展開していく上で、どのような箇所直接的な土壌保全対策を実行したらよいかを解説しています。

3 土壌保全対策の実行

これまで行われてこなかった、国定公園特別保護地区の森林内を対象とする土壌保全対策の手法を解説しています。

4 土壌保全対策の効果検証

順応的に事業を進めていくためのモニタリングの考え方や方法について解説しています。

1 土壌保全対策の考え方

丹沢の土壌侵食の現状

丹沢山地は、かつて、関東大震災により多くの山崩れが発生し、山地が荒廃しました。しかし、その後、復旧工事や自然の回復力により緑が回復し、森林の持つ公益的機能も回復してきています。

ところが、近年になって丹沢山地の高標高域を中心にニホンジカが過密化・定着して生息しています。そのような場所では、外から見ると豊かな森林であっても、森林の中ではニホンジカの採食圧により広範囲に林床の植生が衰退し、土壌がむき出しになっています。

このような場所で測定した年間の土壌侵食深は、約4～10mmに達し、植生のまったくない「はげ山」と同じかそれを上回る激しさであることが丹沢大山総合調査で分かりました。

右の航空写真でも、一部には未だ崩壊地があるものの、全体としては裸地が減少し森林化が進んでいることがわかります。しかし、森林の中では、1ページの写真1のように、林床の植生が衰退しています。

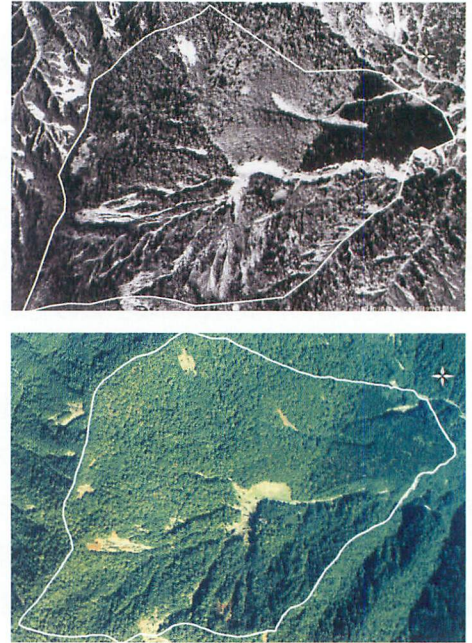


写真2 東丹沢塩水川流域の植生変化
(上：1954年 下：2001年)
(堂平沢調査委託報告書より引用)

東丹沢堂平における土壌侵食量

特別保護地区のブナ林内で設置後6年経過したフェンスの内と外に調査枠を設置し、2005年から2007年の間、定期的に枠内の表層の土壌が侵食された量を測定しました。

その結果、フェンス内の林床植生の植被率80%の箇所では、土壌侵食がほとんどみられませんでした。フェンスの外の植被率1%の箇所では、落葉の堆積量も少なく年間の土壌侵食深は最大約1cmに達しました。

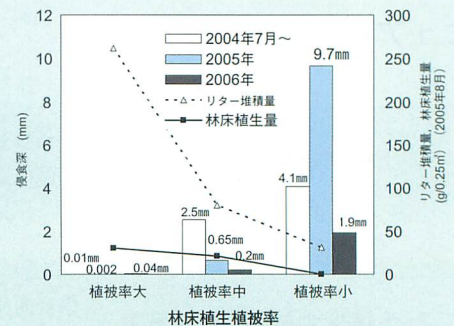


図1 林床植生植被率別の土壌侵食量
(丹沢大山総合調査学術報告書より引用)



写真3 土壌侵食量調査の調査区の様子 (左：林床植生植被率大 中：植被率中 右：植被率小)

土壤保全の重要性

森林の持つ各種の公益的機能は、従来は並列的に考えられてきましたが、近年では、図2に示すように階層構造として捉えることが一般的になっています。図2は、土壤保全が、その他の生物多様性保全機能や水源涵養機能等の基礎(土台)となっていることを表しています。この階層性の観点から、森林では土壤の保全が図られてこそ、生物多様性、木材生産、水源涵養などの各機能が発揮されることとなります。また逆に、森林での土壤侵食の進行は、生物多様性や水源涵養など様々な森林機能の低下をもたらします。

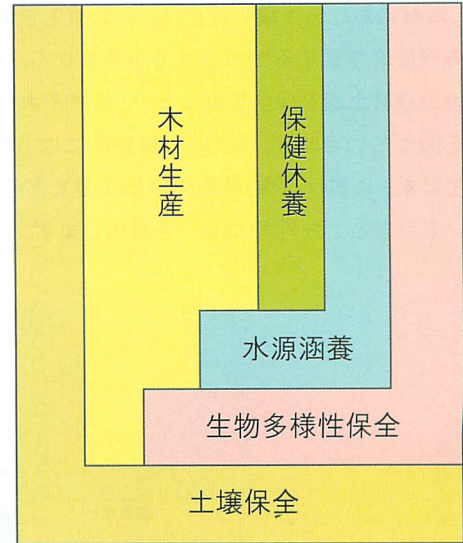


図2 森林機能の階層構造

土壤侵食の問題構造と対策

かつてニホンジカは平野部に生息していました。それが、農地や市街地の拡大、また狩猟などの人間活動の活発化に伴って分布域が移動し、現在では丹沢山地を中心とする山岳地にニホンジカが生息しています。さらに、近年の小雪化の影響も受け、国立公園の特別保護地区にあたる高標高域で特に過密化しています。

このような場所では、ニホンジカの採食圧により、林床の植生が消失するなど自然植生の劣化が進行しています。近年丹沢山地で進行している土壤侵食は、このようにニホンジカが過密化し林床植生が衰退したために、結果的に引き起こされているものです。

このため、土壤保全対策であっても、土壤だけでなくニホンジカ保護管理対策や林床植生の回復対策も視野に入れ、問題構造に対応してこれらの対策事業を一体として体系づけて取り組む必要があります。

本マニュアルでは、このような既存の対策も視野に入れた土壤保全対策について解説します。



写真4 植生保護柵の設置箇所の状況

丹沢では、平成9年から、ニホンジカの採食圧から植生を守り回復させる対策として、植生保護柵を設置してきました。その結果、標高の高い場所でも、4～5年で植生が回復し、土壤の保全や希少植物の保護に役立っています。

土壌保全対策のねらい

森林における土壌の保全は、人間や生き物が様々な森林の機能を享受するためには欠かせません。そこで、丹沢山地の森林土壌を保全することで、それぞれの景観域の再生を図っていきます。そして、最終的には「丹沢大山自然再生計画」における50年後の目指す姿である“人も自然もいきいきとした丹沢大山”を目指します。

そのために、短期的には、特に土壌侵食の深刻な箇所を中心に緊急に土壌の保全を図ります。中長期的には、「ニホンジカ保護管理計画」における各ゾーニング区域の保護管理方針と整合をとりながら、森林の面的な土壌保全だけでなく生物多様性や森林資源の利用など多様な森林機能との調和を図っていきます。

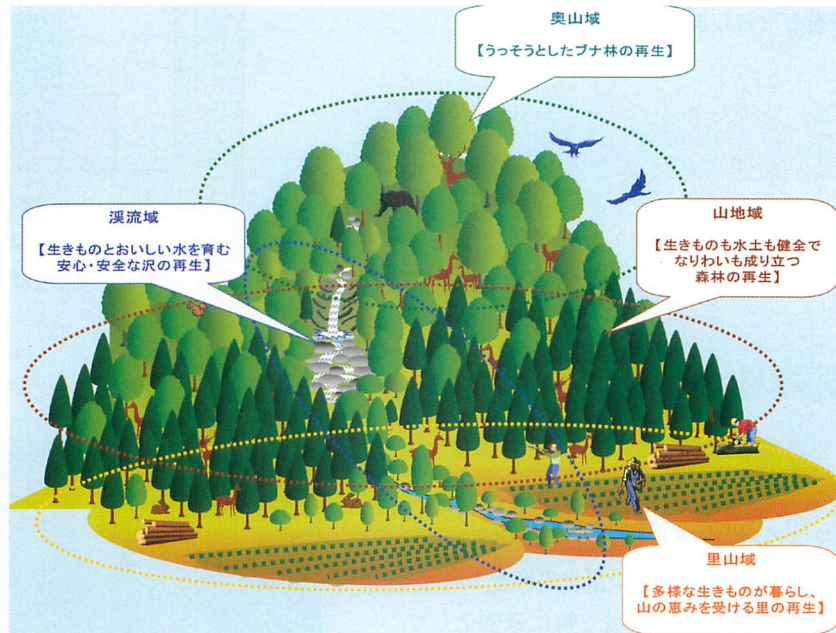


図3 丹沢大山自然再生における景観域ごとの再生目標

土壌保全対策の推進方法

丹沢大山の自然再生では、6つの視点を基本として施策を展開することとしています。土壌保全対策もこれらの視点を踏まえて推進します。特にこの中でも統合的な事業展開、順応的な事業の見直しを重視します。

表1 丹沢大山自然再生の施策展開における6つの視点

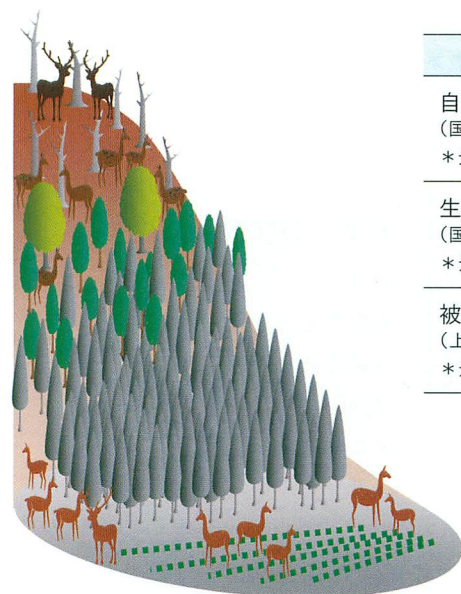
視点1	丹沢大山の主要な課題の設定と施策の展開
視点2	丹沢大山の景観域ごとの再生目標に応じた施策の効果的な展開
視点3	統合的な事業展開
視点4	モニタリングによる順応的な事業の見直し
視点5	県民参加による自然再生事業の実施
視点6	情報の公開

統合的な事業展開

ニホンジカの過密化を原因とする土壌侵食の問題構造に対応して、既存のニホンジカ保護管理事業や植生回復対策事業などの関連する事業を一体として統合的に展開していきます。

そのために、まず、現状と将来の目標、それを達成するまでの筋書きについて事業間で認識を共有し、各事業の役割分担を明確にします。事業の進捗管理や事業効果の検証も全体として行っていきます。

表2 ニホンジカ保護管理計画のゾーニングごとの管理方針と対策



丹沢大山の現状

ゾーニング	保護管理方針と主な対策
自然植生の回復地域 (国定公園特別保護地域) * 景観域の奥山域にほぼ該当	シカ密度を低減し林床植生を早急に回復させる →シカ個体数調整、植生回復、土壌保全
生息環境管理地域 (国定公園特別地域等) * 景観域の山地域にほぼ該当	シカの主な生息域として位置づけ、植生とのバランスを保ちつつシカ個体群を安定的に存属させる →シカ個体数調整、森林整備等
被害防除対策地域 (上記以外) * 景観域の里山域にほぼ該当	農地周辺のシカの定着を解消し、農林業被害を軽減する →シカ個体数調整、防護柵等

モニタリングによる順応的な事業の見直し

丹沢大山の自然再生は、モニタリングによって事業を検証し、その結果により事業の見直しを行っていく順応的管理で推進します。この手法では、計画・実行・モニタリング・見直しで推進される各プロセスを有機的に結びつけて行うことが重要です。

モニタリング結果をもとに事業を検証する段階では、流域全体を視野に入れ相互に関連する複数の事業を束ねて検証することで、個別事業の統合化をより確実なものにしていきます。

各プロセスの取り組みやその根拠となる情報を流域カルテとして整備し、事業間で共有することによって、個々の業務が効率的になるだけでなく、各事業や各プロセスの関係者間で情報や認識の共有を図ることが容易になります。



図4 情報を基盤とした順応的な事業推進のイメージ

2 土壤保全対策の計画策定

土壤保全対策のための実態把握

自然的条件、社会的条件、事業実施状況について流域全体を視野に入れて概況を把握します。特に、土壤保全対策に直接関わるニホンジカ生息状況、林床植生衰退状況、土壤侵食形態の進行状況等の実態把握、また、それらに関する既存事業の事業実績や効果に関するデータ、今後の計画について、情報を整理します。

これらの実態把握にあたっては、既存の調査結果等

をe-Tanzawa「丹沢自然環境情報ステーション」などから効率よく収集します。

さらに、今後の事業効率のために、収集した情報は他事業にも活用できるように、流域ごとにカルテ形式等で整理します。位置情報は流域概況マップ等に時系列の変遷は流域年表に、実施事業等は事業体系に、それぞれ整理します。

自然的条件調査

地形・地質・植生分布
林床植生の衰退分布
人工林の荒廃状況分布
ニホンジカの生息状況
崩壊地分布および変遷
希少動植物の生息分布
など

社会的条件調査

土地利用、法規制
土地所有
路網・登山道・山小屋
レクリエーション施設
など

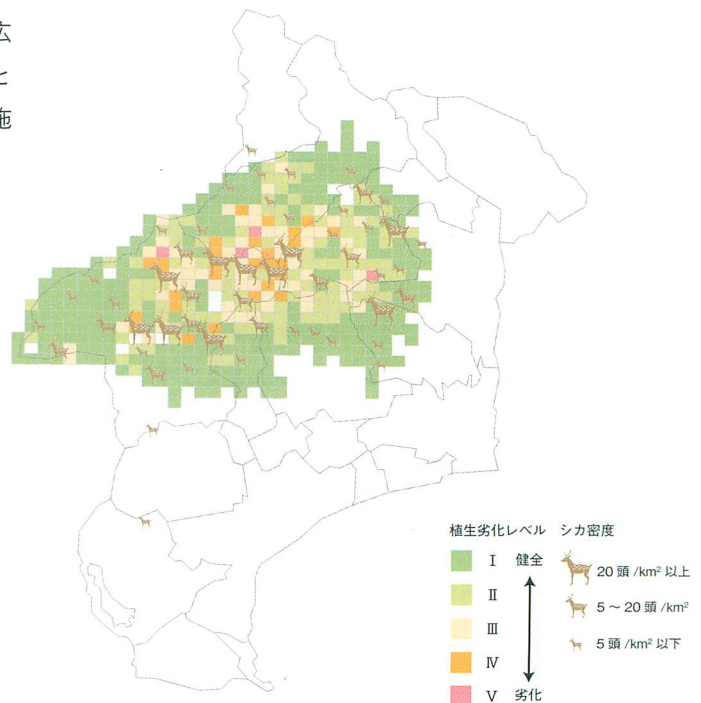
事業実施状況

事業体系
実施計画
事業実績
(時期・箇所・内容)
モニタリング結果
など

図5 実態把握のための概況調査

各事業における実態調査結果を始めた幅広い情報を収集し、それらを事業間で共有することによって、同じ現状認識に基づいて事業を実施することができます。

レベル	植生劣化の例（ササや低木の優先する場所）
I	シカの影響による植生劣化は見られない状態
II	シカの採食によるササや低木の矮生化、樹皮食いが若干見られる状態
III	矮生化したササや低木が目につき、不嗜好性植物や樹皮食いが見られる状態
IV	半数以上のササや低木が矮生化、または消失しており、不嗜好性植物や樹皮食いが目立つ状態
V	ほとんどのササや低木が矮生化、または消失しており、不嗜好性植物や樹皮食いが目立つ状態



(資料提供 緑政課)

図6 植生劣化状況とシカ生息密度の状況

直接的な土壤保全対策の実施箇所の選定

ニホンジカの過密化を原因とする土壤侵食に対して、緊急に現地で直接的な土壤保全対策を行う箇所を選定します。まず前述の既存資料をもとに広域のスケールで候

補地を抽出します。次に、抽出した候補地について、流域の視点から、直接的な土壤保全対策を実施する箇所を絞り込みます。

広域スケールでの候補地の抽出

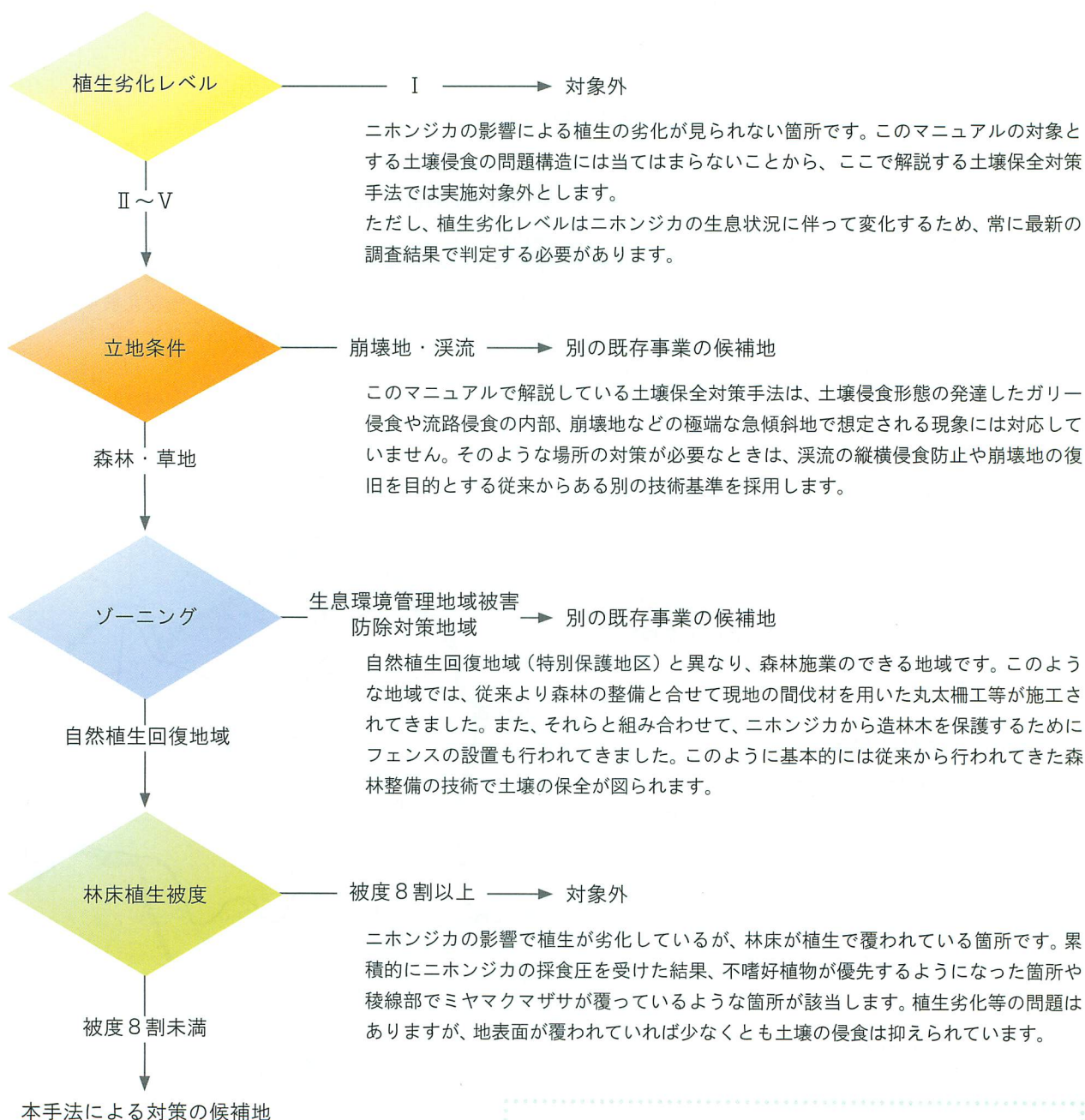


図 7 広域スケールでの候補地の抽出

自然植生回復地域（国定公園特別保護地区）の森林内で、ニホンジカの採食圧を受けて植生が劣化している地域で、特に林床植生の被度が少なくなっている箇所が候補地です。このような候補地を広域で抽出します。

流域の視点からの事業連携計画の策定

広域スケールで抽出した土壤保全対策を実施する候補地について、関連する事業全体の実施計画箇所を流域の視点で整理し、その上で土壤保全対策の実施位置と役割を他事業との相互関係を踏まえて決定していきます。

たとえば、丹沢大山自然再生計画の統合再生流域の東丹沢1では、図8のような配置で、事業を統合的に展開する計画となっています。この地域では、土壤保全対策は、特

別保護地区の林床植生が特に衰退している箇所を中心に実施する計画です。

流域で事業配置を計画する時は、森林整備等の他の土壤保全効果のある事業との役割分担も考慮します。特別保護地区の外でも、特別保護地区の土壤保全対策と一体として実施したほうが効率がよい場合もあります。

表3 統合再生流域（東丹沢1）の再生方針

現状

奥山域を中心にニホンジカが高密度化し、林床植生の衰退、森林土壌の流出が起こっています。



再生の方向性

奥山域では、ニホンジカの生息密度を低減させ、林床植生の回復と森林土壌の保全を図ります。山地域では、適正な密度のニホンジカが生息できる森林環境を整えます。渓流域では、林床植生を保全し土砂の流入を抑制します。

※統合再生流域とは、丹沢の自然再生における複数の課題が重なっており、特に統合的に事業を展開する必要のある流域です。
東丹沢1では、再生の方向に従って、右図のように下記の事業を配置し、進捗等を検証しながら実施します。

奥山域における対策

- I①ブナ等森林再生の実証試験
- I④植生保護柵等によるブナ稚樹保護対策
- I⑥シカの個体数調整
- I⑦林床植生消失地における土壤保全対策
- V②シカ高密度化防止（保護柵）
- VI④林床植生の保全（植生保護柵）

山地域における対策

- II③シカの個体数調整（森林管理と連携）
- IV⑥溪畔林の整備

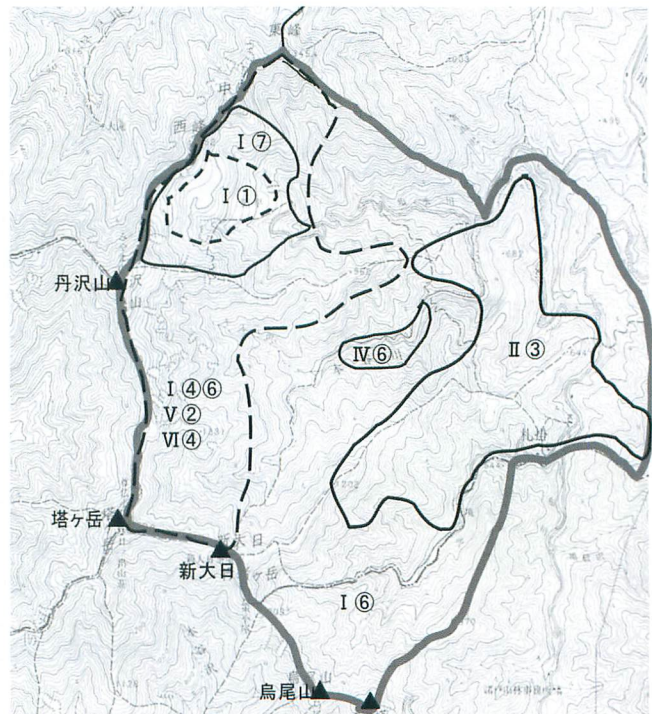


図8 統合再生流域東丹沢1の事業配置計画

流域全体の事業配置計画をもとに、さらに流域の視点を踏まえて、直接的な土壌保全対策を実施する箇所を絞り込みます。つまり、ニホンジカの生息状態や林床植生の状態だけでなく、流域の上流から下流への水や土砂の連続的な移動を考慮します。ここでは、空間スケールを

階層的に捉えて、サイトスケール（林内の一地点）、メソスケール（斜面一帯）、マクロスケール（流域スケール）の視点から、それぞれのスケールでの対策のねらいを踏まえて、箇所を選定します。

表 4 流域における土壌保全対策の3つの視点

空間スケール	対策のねらい	対策の考え方と対象地
サイトスケール	土壌侵食量の軽減	林床植生の衰退が著しく、すでに土壌侵食が進行し、侵食量も他より多くなっている箇所、その場所の森林土壌がこれ以上流出するのを防ぐために、直接土壌保全対策を実施する。
メソスケール (斜面一帯)	侵食形態の進行の抑制	土壌侵食が進行すると平坦な斜面にも起伏ができて流水が集まり、さらにリル侵食、ガリー侵食に発達する。やがて大きな溝や谷に発達してしまうと侵食対策は困難になる。そこで、侵食形態が発達するのを抑制するために、リル侵食やガリー侵食の斜面上方で特に対策を配置し流水が集中するのを軽減する。
マクロスケール (流域スケール)	溪流への浮遊土砂の流入抑制	溪流に浮遊土砂が多く流入すると、溪流生態系に望ましくない環境となり、下流に流下するとダム湖に沈殿する。そこで、溪流や谷に土壌が多く流れ込まないように、特に溪流や谷の周囲で土壌の保全を図るように対策を配置する。



写真5 サイトスケールの視点による対策の対象地



写真6 メソスケールの視点による対策の対象地
(この周囲や上流では、集中的に対策します)

計画の公表と情報整備

策定した計画を公表するだけでなく、計画策定の根拠となる情報や実態把握のために収集した情報を流域カルテに整備しておきます。順応的管理では、計画や事業実績について、後から検証できるように内容や根拠を明らかにして

おく必要があります。また、このような情報を整備し、関係者間で情報を共有することにより、より効率的に事業の統合化を図ることができるようになります。さらに、県民への説明も容易になります。

□ 解説 斜面における土壌侵食形態

土壌侵食の発達段階に応じて、いくつかの侵食形態に分類されます。



層状侵食・雨滴侵食:

層状侵食は、斜面表層に薄く流れる地表流によって、表層に均一に発生する侵食です。雨滴侵食は、雨滴の衝突により地表の土壌が飛び跳ねることにより起こる侵食です。侵食の痕跡からは、雨滴侵食との区別が難しいため、ここでは雨滴侵食も含めます。



リル侵食:

雨水が地中に浸透しにくく、やわらかい土壌などからなる侵食されやすい斜面で、雨水の一部がその斜面上の小さな筋状のくぼみ（リル）に集中し、洗掘により起こる侵食です。



ガリー侵食:

リル侵食が発達し、溝がさらに大きくなったもので、降雨中または降雨後の一時的な流水によってできる雨裂です。平常時では流水が見られず、侵食の発生も少なくなっていますが、豪雨時には縦横侵食が著しく多量の土砂を下流に流出させます。平常時でも流水が見られる溪流等の流路の上流の源頭部に発生し、溪流等の流路における侵食である流路侵食とは区別されます。

写真7 土壌侵食形態

□ 解説 林床植生の植被率

植生によって林床（森林内の地表面）が被覆されている割合をパーセントで表します。



写真8 林床植生の被覆状態の例（堂平における土壌侵食量調査の調査区 左：植被率80% 中央：40% 右：1%）
※林床植生によって地表面が8割被覆されている調査区（写真左）では、土壌の侵食はほとんど発生しません。

3 土壤保全対策の実行

土壤保全対策手法の体系

土壤保全対策手法には、土壤侵食の発生抑制（原因対策）をねらいとしたものと、土壤侵食の影響抑制（結果対策）をねらいとしたものがあります。対策にあたって

は、より本質的な対策である原因対策を優先しますが、原因対策だけでは不十分な場合に結果対策も合わせて実施します。

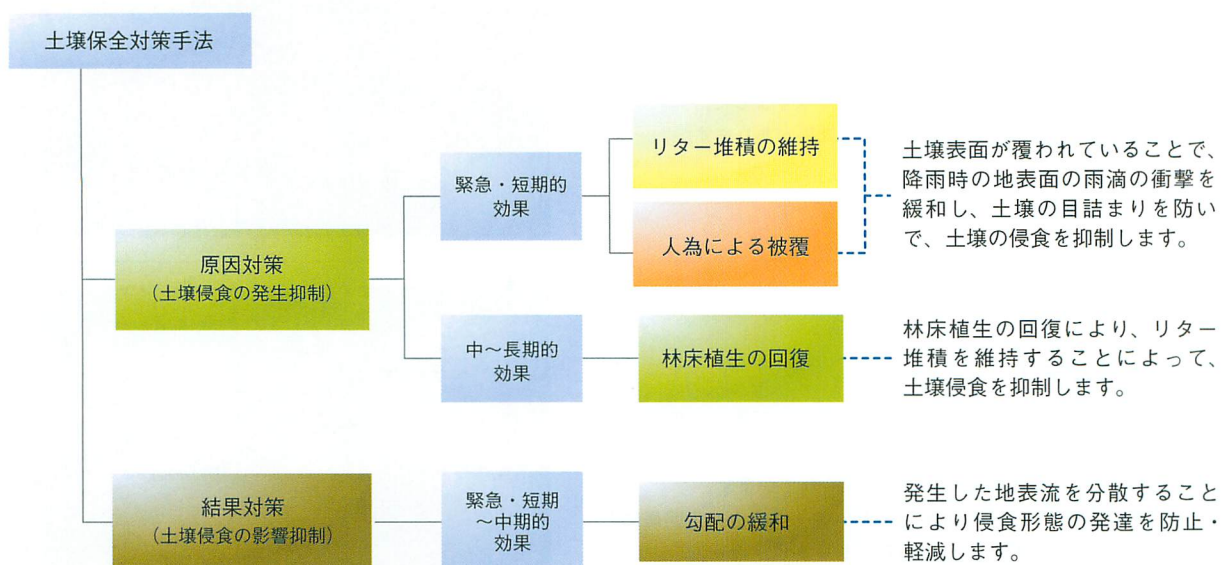


図9 土壤保全対策手法の体系

土壤保全対策手法のコンセプト

このマニュアルの土壤保全対策は、ブナ林を中心とする特別保護地区の自然林の中を主に対象としています。その

ため、対策の工法もこのような現地の条件にふさわしいものとします。

現地の条件

- 国定公園特別保護地区
- 自然林の中
- 林道から離れた奥山



- ・木を伐採したり損傷させることが原則できません。
- ・景観（視覚的）や生態系を維持しなければなりません。
- ・崩壊地などの裸地と違って、上層木があります。
- ・登山道や作業路を徒歩で移動し、現地に到達します。

土壤保全対策工のコンセプト

- ①自然力の活用
- ②天然素材の利用
- ③景観の維持
- ④維持管理の容易な構造

毎年上層木から供給されるリターや、林床植生の自然な回復力を活用します。出来る限り天然の素材を用いることによって環境負荷を最小限にします。自然公園の景観と調和させるようにします。一部の破損が侵食の拡大を招かないようにします。

対策手法ごとの特性

表5 土壤保全対策手法ごとの特性

土壤保全対策手法の特性	現地での施工例
<p>リター堆積を維持する手法</p> <p>毎年供給されるリター（落葉）をネット等により捕捉・保持する新たな手法です。施工試験では、特にリター捕捉ネット工の施工性が良く、設置後1～2年の土壤侵食軽減効果は最も大きくなりました。周囲に高木がありリター供給の多いところで効果があります。</p>	
<p>人為で被覆する手法</p> <p>従来から崩壊地や登山道脇などの裸地で伏工として行われてきました。施工試験では、1年目の土壤侵食軽減効果が最も大きくなりました。天然繊維のため、2年程度で一部に腐朽が見られています。今後は、効果の持続性のほか、地表面へのリター供給や植生回復にどのような影響があるか検証していく必要があります。</p>	
<p>植生の回復による手法</p> <p>フェンスで囲み、ニホンジカを排除することで植生を回復させます。4年程度で林床植生が回復し、土壤の保全が期待できます。ただし、林内では倒木によるフェンスの破損も多いため、設置後には適切に維持管理を行い、常にフェンスの効果が保たれている必要があります。逆に、凹凸が激しい急斜面などでフェンスを安定させて張ることができない箇所や、維持管理のしづらい奥地には不向きです。</p>	
<p>勾配の緩和による手法</p> <p>従来から山腹緑化の基礎工や森林整備に伴う林地保全工として行われている丸太柵工（右写真）や丸太筋工があります。ニホンジカの過密化を原因とする土壤侵食対策では、あくまでも結果対策であり、原因対策と合せて行う必要があります。</p>	

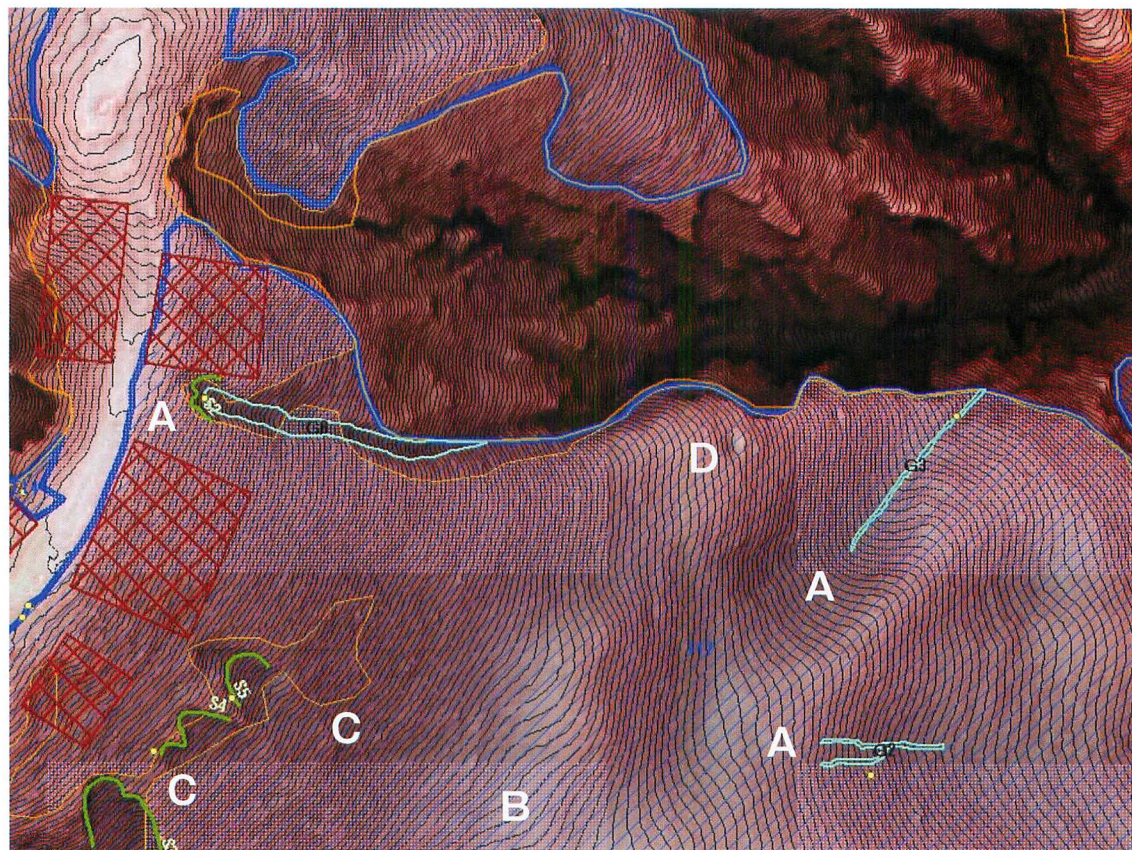
メソスケールでの工法の配置

対策の候補地の中でも優先される地点に集中して対策工を配置していきます。必ずしも全面にくまなく土壌保全対策工を配置する必要はありません。

たとえば、斜面の中段で土壌保全を図ることでそれより上方からの侵食土砂や地表流を捉えることが可能です。ま

た逆に斜面全面に対策工を施工することは、かえって斜面全体の地表面のかく乱を招き、土壌侵食が一層進行する可能性があります。

そこで、次のような対策を優先すべき箇所に注目して、ある程度選択・集中して対策工を配置します。



- (A) 土壌侵食形態の発達が見られる箇所の斜面上方(集水区域内)
 →対象地の浸透能を改善し、斜面下方のガリーに集中する地表流量を減少させる。ガリー侵食等の集水区域で、立木等を避けた施工条件の良いところに馬蹄形等に配置する。
- (B) 浸透能の低下している箇所(斜面下部の緩斜面等)
 →対象地での植生回復やリター堆積により土壌の浸透能を改善する。
- (C) 地表流の影響が大きい箇所(集水地形、急傾斜地等)
 →対象地での地表流分散・減速、土壌侵食量軽減により侵食形態の発達を防ぐ。等高線に沿って、立木等を避けた施工条件の良いところで概ね筋状または千鳥状に配置する。
- (D) 溪流やガリー侵食の周辺
 →対象地での土壌侵食量を軽減し、溪流やガリー侵食内部への細粒土砂の流入を抑制する。溪岸の外側(上方)の施工条件の良いところに配置する。

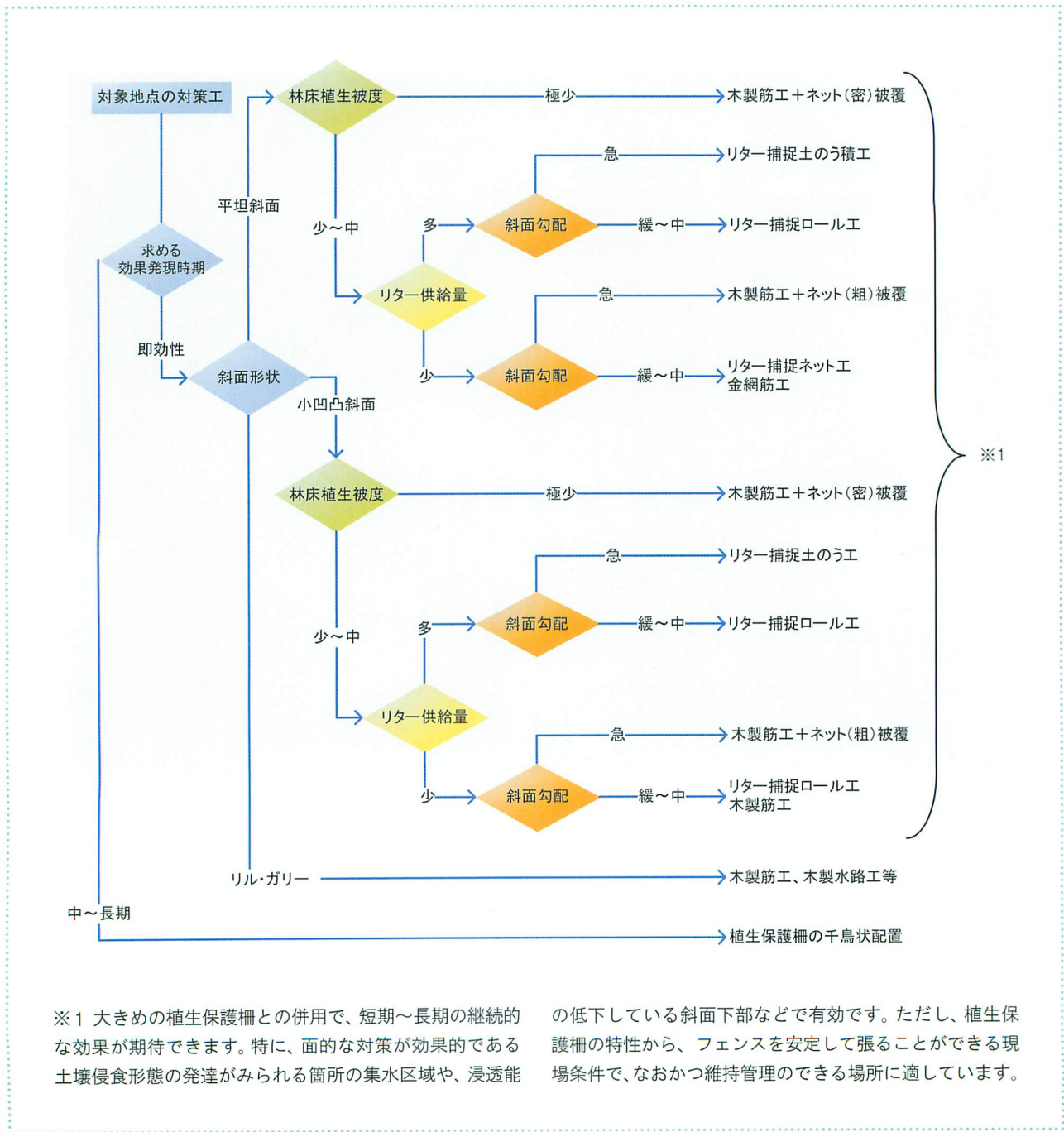
図 10 直接的な土壌保全対策を実施する優先的な箇所

具体的な工法の選定

対策工の配置箇所での期待する土壌保全効果と現場条件から、具体的な工法を選定します。

また、対策工を配置する箇所やその周辺に、他の事業で設置された植生保護柵や登山道整備のための土壌保全施

設が既に存在する場合があります。このような土壌保全効果のある既存の施設も一体として活用しながら、効率的に土壌保全を図るよう工法を配置します。



※1 大きめの植生保護柵との併用で、短期～長期の継続的な効果が期待できます。特に、面的な対策が効果的である土壌侵食形態の発達が見られる箇所の集水区域や、浸透能

の低下している斜面下部などで有効です。ただし、植生保護柵の特性から、フェンスを安定して張ることができる現場条件で、なおかつ維持管理のできる場所に適しています。

図 11 期待する効果発現時期と現場条件による工法の選定の流れ

□ 事例 土壌保全対策工の設置例



写真9 リター捕捉ロール工



写真10 金網筋工



写真11 リター捕捉土のう積工



写真12 小面積の植生保護柵(イノシシ柵タイプ)

土壌保全対策工の維持管理

この土壌保全対策では、自然林内を対象としているため、しばしば倒木が発生します。特に植生保護柵は、倒木や落枝によって破損することが多く、柵が破損した部分からニホンジカが進入してしまいます。

そのため、適切な維持管理によって機能を確保する必要があります。特に、定期的な施設の点検と補修が欠かせません。

また、ネット被覆も素材によっては早期に腐朽するため、期待する効果期間内では点検も必要です。



写真13 対策工を直撃した倒木

事業実績の記録と情報整備

いつ・どこで・何を施工したか、事業実績情報を流域カルテに整備しておきます。事業実績情報は、事業のモニタリングや検証の際に必要な情報です。特に位置情報は、GISデータとして整備することで、事業検証のための解析に活用することができます。

また、事業実績だけでなく、施工後の点検や維持管理の記録を残すことも重要です。いつ・どこを点検してどうだったか、いつ・どこをどのように補修したかという情報を蓄積し、蓄積された多くの経験から学ぶことが、今後の対策技術の改善につながります。

4 土壌保全対策の効果検証

効果検証モニタリングの目的

モニタリングは、事業の有効性を評価するため、実際の効果を定量的または定性的に時系列に把握するものです。

当初設定した筋書き（シナリオ）どおりに効果が現れているかを評価し、その後の実施計画の見直しや対策技術の改善に反映させていきます。

最も良い効果の検証方法は、対照区として対策を実施しないところを設けて、対策を実施したところと経過を比較していくことです。そのような自然再生のモニタリングデザインとして、BARCIデザインと呼ばれるものがあります。BARCIデザインでは、実施・非実施と事前・事後の比較のほか、目標像となる参照サイトとの比較をしていきます。

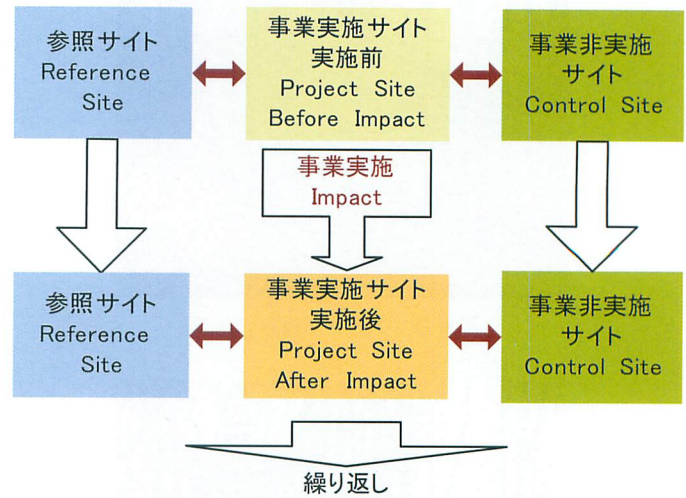


図 12 BARCI デザインによるモニタリングデザイン

* BARCI とは、Before-After - Reference-Control-Impact の頭文字をとったものです。

モニタリングによる評価の体系

それぞれの空間スケールのモニタリング結果を実施区と対照区の比較や時系列の比較によって評価します。

所数の見直し、流域全体における事業計画の見直しに反映させていきます。

その結果を、対策工の技術改善、対策工の配置や実施箇

空間スケール	サイトスケール (堂平の一地点)	メソスケール (堂平ブナ林の斜面一帯)	マクロスケール (塩水川流域全体)
評価対象	対策工の効果	斜面における対策工の設置効果	流域における関連事業全体の実施効果
評価方法	対策工設置箇所と非設置箇所の比較	対策工実施斜面と非実施斜面の比較	対策実施流域と非実施流域の比較
	対策工ごとの比較	時系列の比較	時系列の比較
	時系列の比較		
評価結果の反映	各対策工の設置基準（適性）の見直し	斜面での対策工配置方法の改善	流域での事業実施量の見直し
	各対策工の構造や採用資材の見直し	斜面での対策工設置箇所数の見直し	流域での各実施事業の配分、配置の見直し

モニタリング手法

空間スケールを考慮したモニタリングと評価の体系に対応して、現地でのモニタリング手法についても、それぞれの空間スケールに適した土壌侵食量軽減効果等の測定方法があります。

モニタリング調査では、指標（モニタリング項目）と評価の基準を設定して、出来る限り定量的に調査および評価をします。それに加えて、対策工の維持管理履歴などの定性的な情報も十分に活用します。

これらのモニタリング結果をもとに、評価の体系に沿って土壌保全対策の検証をします。



写真 14 モニタリングのための測定杭の設置状況

空間スケール		サイトスケール (堂平の一地点)	メソスケール (堂平ブナ林の斜面一帯)	マクロスケール (塩水川流域全体)
各スケールに対応した問題		土壌侵食量の多さ	斜面における対策工の設置効果	流域における関連事業全体の実施効果
標準モニタリング	土壌侵食軽減効果測定方法	侵食土砂量の捕捉による測定	測定杭による侵食深の測定	深流水の濁度、浮遊砂量の測定
	付帯情報	降雨量（林内雨量）	降雨量（林内雨量）	流域の基盤情報（地形・地質・土地利用等）
		林床植生植被率	林床植生被覆率・裸地率	流域の降雨量（代表地点）
		リター被覆率	ニホンジカ生息密度	ニホンジカ生息密度
		ニホンジカ生息密度		流域内の林床植生被覆状況／植生衰退面積率
対策工設置実績（構造等）	対策工設置実績（配置等）	流域内の事業進捗（関連事業含む）		
簡易モニタリング		定点写真撮影	定点写真撮影	

モニタリング結果の総合解析

個別の事業の効果は、主に事業実施区と非実施区でのモニタリング結果を比較していくことで検証ができます。しかし、土壌侵食のような原因～結果に複数の要因が関わり、問題構造が複雑になっている場合は、関連する要因とその個別の対策のすべてを総合的に検証していく必要があります。

このため、個別の事業の実績とモニタリング結果をすべて束ねて解析しますが、個別のデータの仕様が一定程度共通化されていることが条件となります。また、個別事業の実績やモニタリング結果とは別に、計画策定の実態把握で情報収集したような基盤情報がデジタルデータとして整備されている必要があります。

モニタリング結果のデータ整備

モニタリング調査のデータは、データベースに整備するとともに、解析結果についても年報等で定期的に取りまとめ、記録を残します。

巻末資料

語句の解説

P.1

□ 丹沢大山保全計画(丹沢大山自然再生計画)

1999年3月に県が策定した丹沢大山地域の自然環境管理に関する総合的な計画。丹沢大山地域では、1980年代から顕在化したブナの立ち枯れやオーバーユース等の自然環境問題に対して、1993～1996年に神奈川県によって丹沢大山自然環境総合調査が行われ、その結果として同計画が策定された。2007年3月には、丹沢大山自然再生計画として改訂されている。

□ 国定公園

自然公園法で定める自然公園の一つで、他に国立公園と都道府県自然公園がある。国定公園は、国立公園に準ずる自然の風景地を保護し、自然とのふれあいを増進するために国が指定し、管理を都道府県が行う。丹沢大山地域では、その中心部が1965年に国定公園に指定されている。

□ 特別保護地区

自然公園法に基づく国定公園において指定された最も規制の厳しい地域。特に自然公園の景観を維持する地域であり、植物や落葉落枝、土石の採取などが禁止されている。

P.2

□ 丹沢大山総合調査

神奈川県は、1999年に策定した丹沢大山保全計画に基づいて様々な取り組みを行ってきたが、依然として自然環境の劣化が進行しているため、同計画の改訂のために行われた自然環境の総合診断。2004～2006年にかけて丹沢大山総合調査実行委員会が実施主体となり、およそ500名の総合調査団による分野横断、問題解決型の科学的な調査が行われた。調査結果に基づき2006年に神奈川県への政策提言を行い、それを受けて2007年に神奈川県が丹沢大山自然再生計画を改訂した。

□ 林床植生

森林は様々な高さをもった植物の組み合わせによる多層構造となっているが、このうち低木以下の階層を構成する植生。

P.3

□ 植生保護柵

ニホンジカ等の動物の侵入を防ぐために、森林や草地の一部を囲んだフェンス。丹沢大山地域では、ニホンジカが餌となる植物を食べることにより、林床植物の量及び質が低下しているため、植生の回復や保護を目的として設置されてきた。また、同様にフェンスで囲む行為に、造林地の植栽木や農作物の保護を対象とした農林業被害対策がある。目的や地形、現場条件によりフェンスで囲む大きさや形は様々である。

P.4

□ 景観域

景観という用語は、視覚的な眺望(View)の意味もあるが、ここでは複数の生態系要素で構成された一定の土地、空間のまとまり(Landscape)を指す。さらに、植生帯や土地利用などと対応したさらに広がりのある景観のまとまりを景観域と名付けた。多様な景観要素をもつ丹沢大山地域では、便宜上、森林タイプ、地形、土地利用などにより4つ(奥山域、山地域、里山域、渓流域)を設定している。

□ ニホンジカ保護管理計画(神奈川県ニホンジカ保護管理計画)

平成15年3月に神奈川県が策定したニホンジカに関する個体群管理と生息環境管理並びに被害対策の計画。平成19年3月に第二次計画に改訂している。平成11年6月に鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律(大正7年法律第32号。当時。)が改正され、特定鳥獣保護管理計画制度が創設されたことに伴い策定された。法の改正により、これまで規制中心だった鳥獣保護の手段に個体数の調整を加え、科学的な調査とモニタリングに基づき、生息環境の管理と被害防除とが一体となった個体群管理を行うことが制度化された。

P.5

□ モニタリング

自然環境の状態について、事業の実施などと関連づけて目的を持って継続的に調査・監視を行うこと。順応的管理に不可欠な要素である。自然再生では、あらかじめ設定した再生目標に対して、自然の回復を促すための保全または積極的な再生事業の実施と並行して継続的な調査・監視を行い、当初の予測と差異が生じた場合には必要に応じて処置を施すなど、結果に合せて柔軟に対応していく。

□ 順応的管理

生態系の構造と機能を維持できる範囲内で自然資源の管理や利用を行うために、生態系の変化の予測やモニタリングを実施し、その結果に応じて、管理や利用方法の柔軟な見直しを行う管理の考え方。またその過程においては、客観性を保持するために、専門家・市民・NPO・企業・行政等の多様な主体による協働と合意形成が必要である。この順応的管理は「生物多様性条約」の「エコシステムアプローチの原則」に掲げられ、「新・生物多様性国家戦略」と「自然再生推進法」においても基本理念として掲げられている。

□ 流域カルテ

流域を単位として、自然環境の現状と診断結果(問題点)、問題解決にむけた処方箋、さらには事業計画、実施状況やモニタリング内容などの各種情報を管理するGISを用いたデータベースのこと。丹沢大山総合調査から自然再生に至るまでの様々な議論の中で、関係者における認識や情報共有のツールとして提案された。

P.6

□ e-Tanzawa「丹沢自然環境情報ステーション」

狭い意味では、丹沢大山地域の自然環境を中心とする情報を公開し、丹沢大山自然再生に向けた取り組みのステーションとなるホームページ<http://www.e-tanzawa.jp/>を指す。本質的な意味では、環境を管理するには情報が不可欠であるとの認識のもとに丹沢大山総合調査で開発された、丹沢の自然再生に不可欠な情報の入力系システム、それらを蓄積・処理するデータベース系システム、活用・公開する出力系システムからなる情報の総合的なプラットフォームである。各システム系において、研究者向けの専門的情報から、県民向けのわかりやすい情報まで、利用者の視点にたった幅広いサブシステムの開発・運用がなされている。今後も自然環境管理に不可欠なツールとして、情報の更新はもちろんのこと、自然再生のステージに合わせてシステム更新がなされるような動的な情報システムを目指している。

P.7

□ 植生劣化レベル

ニホンジカの累積的な採食圧による植生への影響を現地踏査により調査し、1kmメッシュ単位で集計した結果をⅠ～Ⅴの5段階に区分したものの。

□ 不嗜好植物

草食動物が餌として忌避する植物。主に、アルカロイドなど毒成分が含まれているなど不快な味や匂い成分のある植物や、トゲがあるなどして草食動物の採食を免れている植物を指す。丹沢山地におけるシカの不嗜好性植物の例には、オオバイケイソウ、マルバダケブキ、フタリシズカ、マツカゼソウなどがある。

P.9

□ 浮遊土砂

河川水中を浮遊・懸濁した状態で流下する土砂粒子。浮遊土砂または懸濁土砂と呼ばれる。河床表面を掃流状態で運搬される掃流土砂とは区別される。

P.12

□ 山腹緑化の基礎工

治山（または砂防）の技術用語。主にはげ山の復旧を目的に明治期以降に発達してきた治山技術において、過度な立木伐採、植物採取、山崩れ等により裸地化した山肌を復旧する山腹工は、主要な工種のひとつ。基礎工は、植栽等により山肌の緑化を行うための基盤整備として施工されるもので、現場条件によって丸太柵工のような簡易なものからコンクリート等による土留工などがある。

P.15

□ GIS

Geographic Information Systemの頭文字をとったもの。地理情報システムと訳され、空間情報を持ったデータを作成、操作、表示するためのシステムもしくはソフトウェアの総称。一般に、コンピューター上で、ひとつの白地図の上に様々な位置情報のデータを蓄積し、必要な情報を速やかに検索したり、距離や面積などを求めたり、統計処理を行ったりすることができる。

参考文献

- 神奈川県(2007)丹沢大山自然再生計画.80pp,環境農政部緑政課,横浜.
- 神奈川県(2007)第2次神奈川県ニホンジカ保護管理計画.44pp,環境農政部緑政課,横浜.
- 丹沢大山総合調査実行委員会調査企画部会編(2006)丹沢大山自然再生基本構想.136pp,丹沢大山総合調査実行委員会,横浜.
- 丹沢大山総合調査団編(2007)丹沢大山総合調査学術報告書.794pp,財団法人平岡環境科学研究所,相模原市.
- 神奈川県(2004)神奈川県自然環境保全センター報告第1号.61pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2005)神奈川県自然環境保全センター報告第2号.95pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2006)神奈川県自然環境保全センター報告第3号.73pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2007)神奈川県自然環境保全センター報告第4号.67pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2008)神奈川県自然環境保全センター報告第5号.96pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2003)水源の森林づくり広葉樹整備マニュアル.44pp,農政部水源の森林推進課,横浜.
- 丹沢大山保全緊急対策検討委員会(2007)丹沢大山保全緊急対策検討委員会報告書.80pp,神奈川県自然環境保全センター,厚木.
- 神奈川県(2003)平成14年度堂平沢調査委託調査報告書.144pp,神奈川県県央地区農政事務所,厚木.

取り組みの経過

- 2004～2006 **丹沢大山総合調査**
 *東京農工大学の石川芳治教授らが、堂平の土壌侵食実態を調査
- 2005～2006 **丹沢大山保全緊急対策事業**
 *堂平での施工試験と委員会での土壌保全対策の検討
 <検討委員会委員>
 鈴木雅一(東京大学) / 石川芳治(東京農工大学) / 羽山伸一(日本獣医生命科学大学) / 富村周平(㈱富村環境事務所) / 伊藤雅道(横浜国立大学) / NPO法人丹沢自然保護協会 / 丹沢大山ボランティアネットワーク
- 2006～ **堂平の施工試験のモニタリング調査**
- 2007～ **土壌流出防止対策事業の本格実施**
- 2008 **土壌保全対策マニュアルの取りまとめ**
 *検討会議の開催、編集

作成・編集

神奈川県自然環境保全センター研究部

作成協力・写真提供

東京農工大学

神奈川県自然環境保全センター自然保護公園部

編集協力

NPO 法人 EnVision 環境保全事務所

土壌保全対策マニュアル

2008年10月発行

発行 神奈川県自然環境保全センター

印刷 (有) 嵐コピーサービス



神奈川県

神奈川県自然環境保全センター

厚木市七沢657 〒243-0121 電話(046)248-0323

