



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。

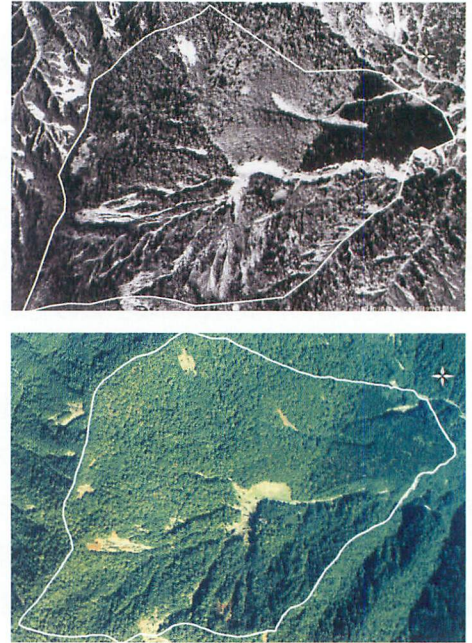


写真2 東丹沢塩水川流域の植生変化
(上：1954年 下：2001年)
(堂平沢調査委託報告書より引用)

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。

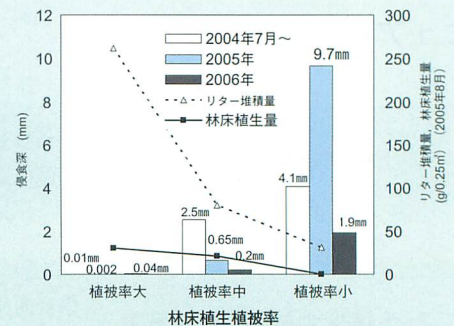


図1 林床植生植被率別の土壌侵食量
(丹沢大山総合調査学術報告書より引用)



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。

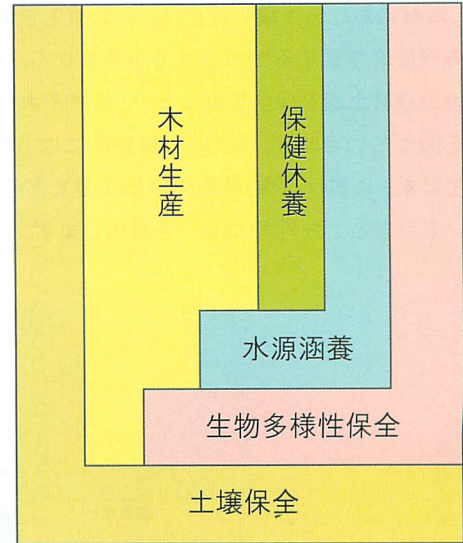


図2 森林機能の階層構造

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。

土壤保全対策のねらい

森林における土壤の保全は、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、丹沢山地の森林土壤を保全することで、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、特に土壤侵食の深刻な箇所を中心に緊急に土壤の保全を図ります。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、森林の面的な土壤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。

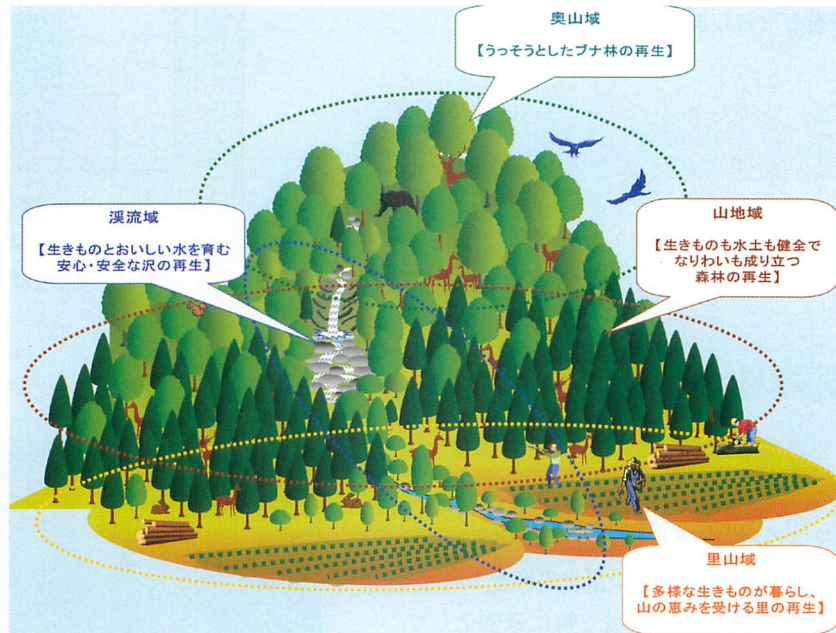


図3 丹沢大山自然再生における景観域ごとの再生目標

土壤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。土壤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

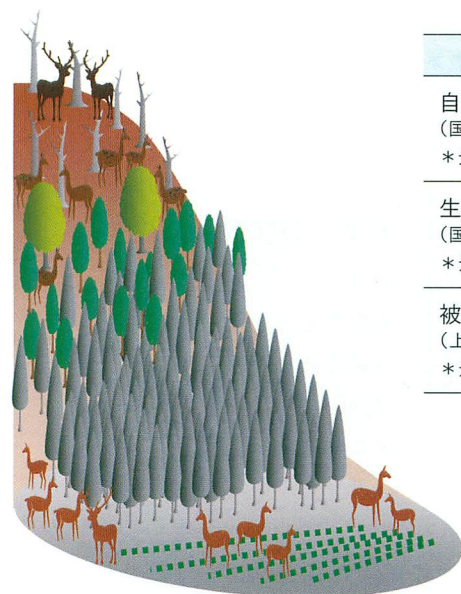
視点1	丹沢大山の主要な課題の設定と施策の展開
視点2	丹沢大山の景観域ごとの再生目標に応じた施策の効果的な展開
視点3	統合的な事業展開
視点4	モニタリングによる順応的な事業の見直し
視点5	県民参加による自然再生事業の実施
視点6	情報の公開

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続させる →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。

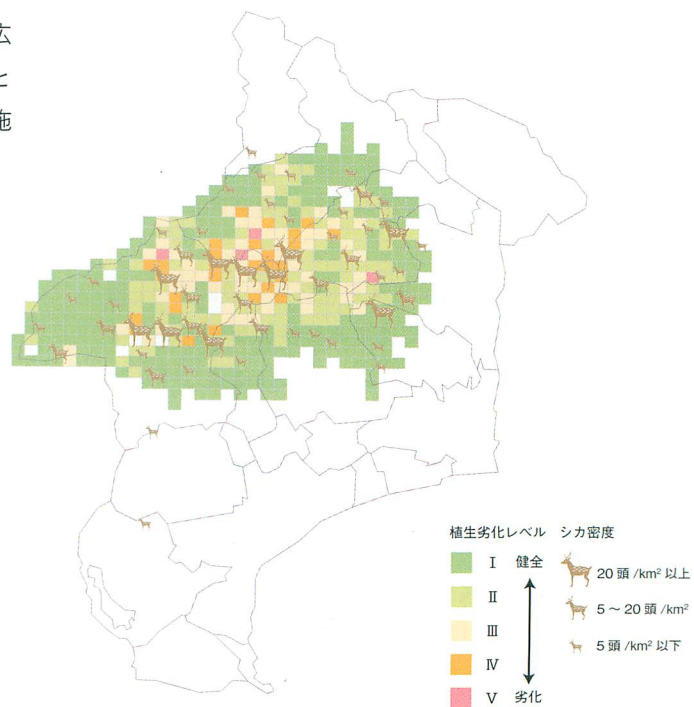
さらに、今後の事業効率のために、収集した情報は他事業にも活用できるように、流域ごとにカルテ形式等で整理します。位置情報は流域概況マップ等に時系列の変遷は流域年表に、実施事業等は事業体系に、それぞれ整理します。

自然的条件調査	社会的条件調査	事業実施状況
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	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

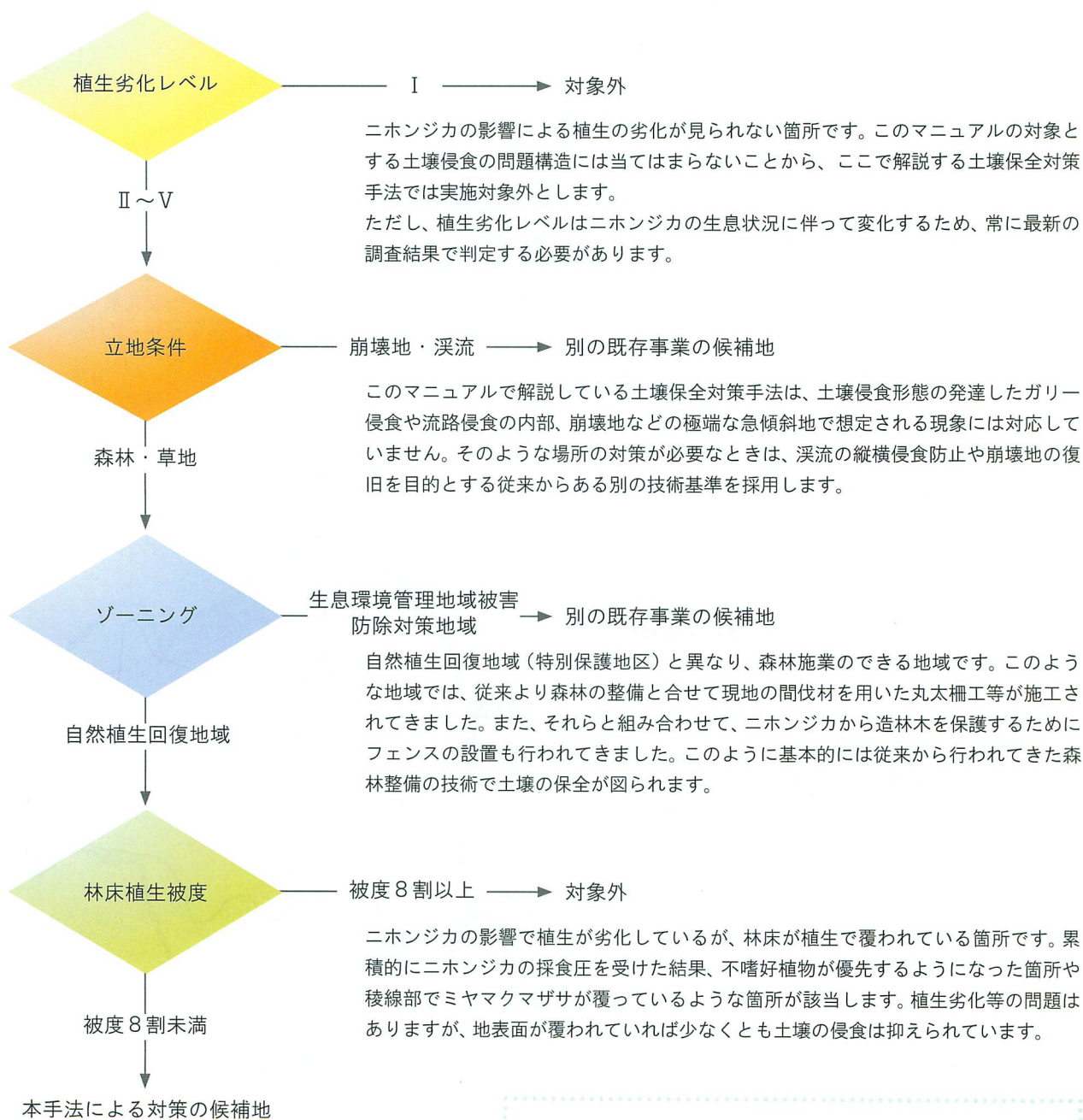


図7 広域スケールでの候補地の抽出

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

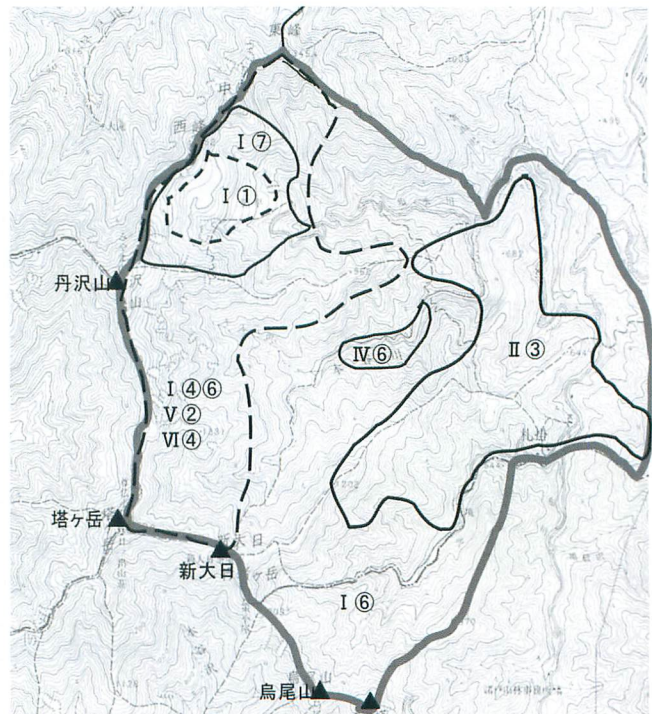


図8 統合再生流域東丹沢1の事業配置計画

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。