

## 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。

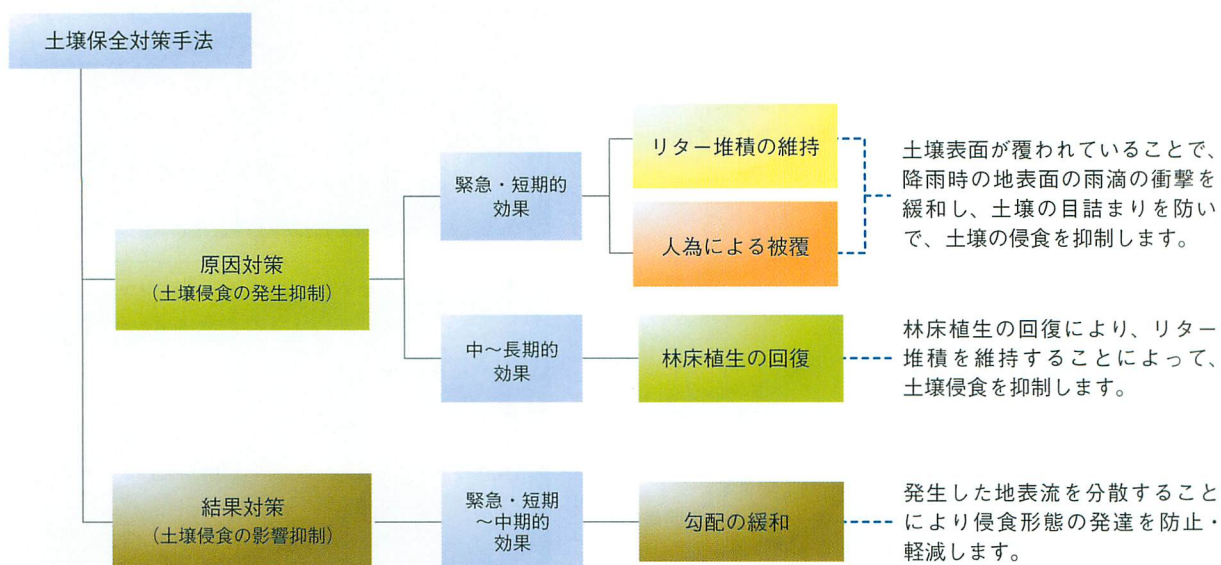


図9 土壤保全対策手法の体系

### 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><b>リター堆積を維持する手法</b></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><b>人為で被覆する手法</b></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><b>植生の回復による手法</b></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><b>勾配の緩和による手法</b></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>   |  |



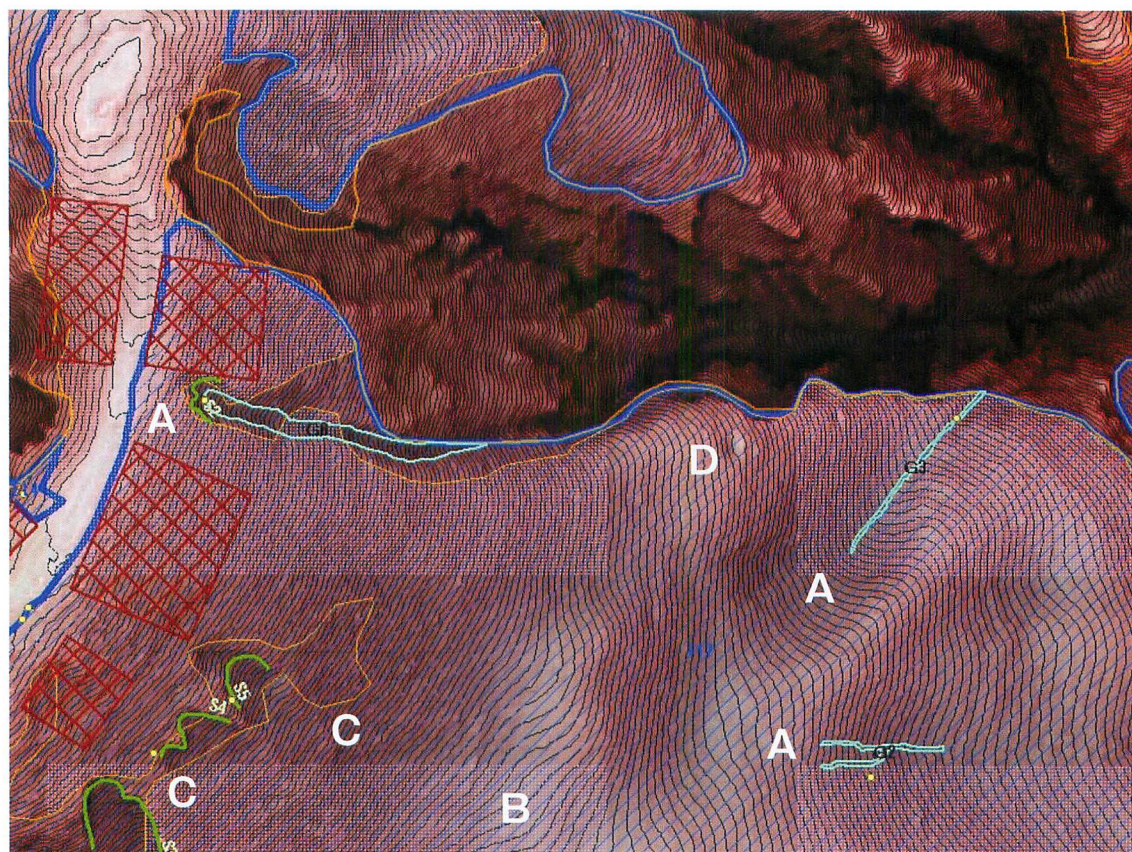
## メソスケールでの工法の配置

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

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。

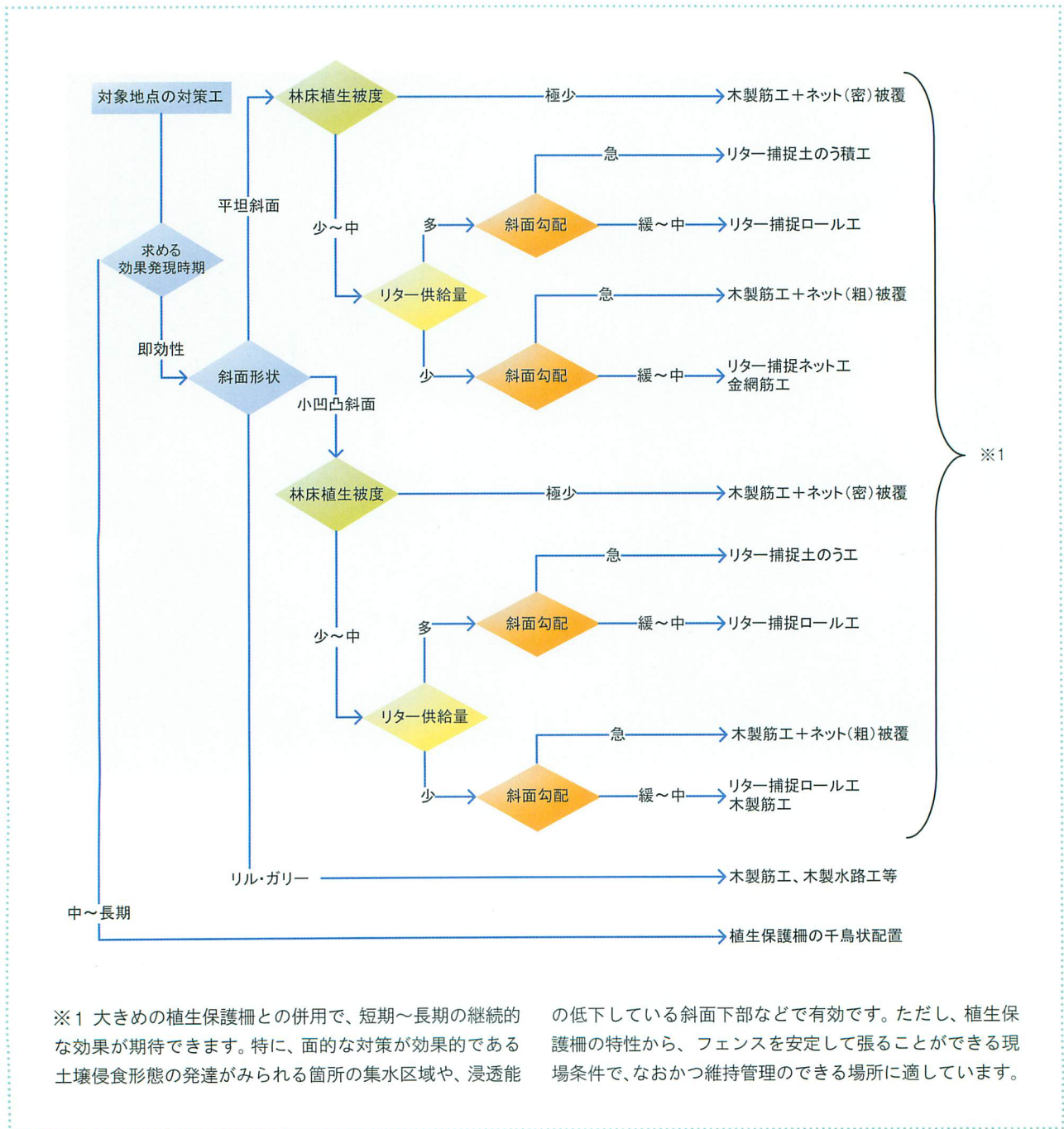


図 11 期待する効果発現時期と現場条件による工法の選定の流れ



## □ 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。

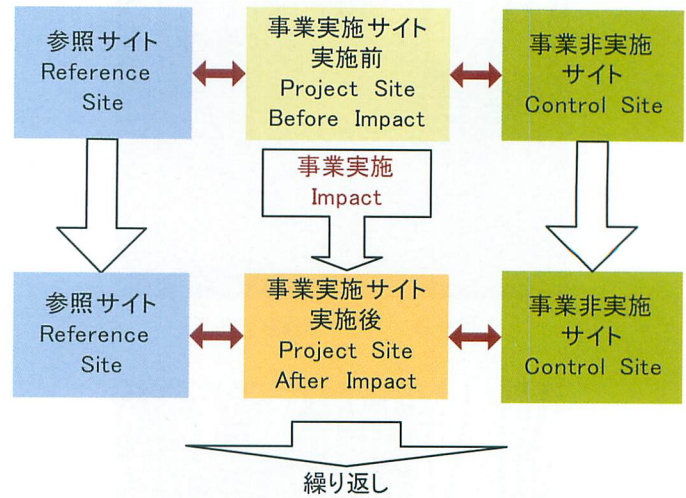


図 12 BARCI デザインによるモニタリングデザイン

\* 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<br>(堂平の一地点) | メソスケール<br>(堂平ブナ林の斜面一帯) | マクロスケール<br>(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<br>(堂平の一地点) | メソスケール<br>(堂平ブナ林の斜面一帯) | マクロスケール<br>(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

