

第1章 東丹沢堂平地区を中心とした土壌侵食の現状

ここでは、検討フレームである3つの空間スケールごとに、土壌侵食の現状を整理した。特にサイトスケールの現状については、丹沢大山総合調査及び当事業において2004年から2006年まで堂平地区での現地調査を行ったことから、最初に、その調査結果の概要を示した。次に、既往の知見を基に斜面および流域全体についても土壌侵食の現状を整理するとともに、空間スケールごとの土壌侵食について、自然環境管理上の現状の問題点を示した。最後に、堂平地区を中心としたこれまでの丹沢大山保全対策事業について、土壌侵食に関するものを中心に取り組みの実態を示した。

1-1 堂平地区における土壌侵食の実態

(1) 堂平地区の概況および調査内容

1) 堂平地区の概況

堂平地区は神奈川県愛甲郡清川村、東丹沢堂平地区であり、相模川流域で宮ヶ瀬ダム上流に位置する支流である塩水川流域に位置する(図 1-1-1)。地質は海成火砕岩類を主体とする新第三紀層丹沢層群であり、表層は厚さ 2~3m のローム(火山灰)で覆われている。本調査地の標高は約 1200m~1225m で、斜面勾配は 12° ~38° 程度の南向き斜面で、日射は比較的良好的である。

植生はヤマボウシ・ブナ群集で、高さ十数 m のブナが卓越している。林床植生は概ね 30 年前まではスズタケが卓越していたが、現在では退行してほとんど消失し、アザミ類等のシカの嗜好性植物が一部で見られる。これは、シカの過度の採食圧のためであるが、本調査地を含むブナ林一帯に限らず、現在は、丹沢山地の高標高域を中心にシカが高密度かつ定着して生息している。

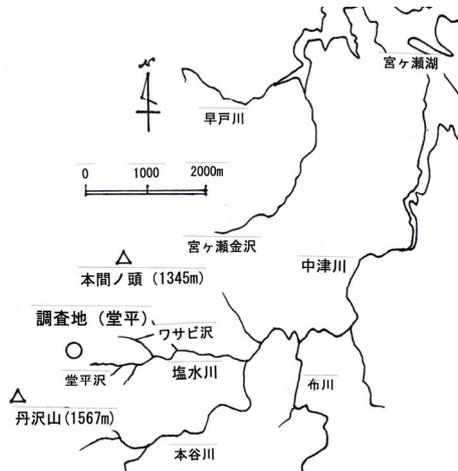


図 1-1-1 調査位置図 (神奈川県愛甲郡清川村、丹沢堂平地区)

土地所有は、県有林であり、この地域は、第 10 次県営林管理経営計画において豊かな自然保全ゾーンに区分され、森林生態系の健全性を回復・維持し森林の持つ多彩な機能の発揮を図る地域に位置づけられている。法規制では、概ね標高 1000m 以上が丹沢大山国定公園の特別保護地区に含まれ、通常は、立木の損傷・植栽や動植物の捕獲、工作物の新築など各種行為が規制されているほか、鳥獣の保護繁殖のための鳥獣保護区にも含まれる。近年では、県の水源の森林づくりの事業エリアに含まれるほか、県のニホンジカ保護管理計画では自然植生回復地域に位置づけられ、積極的に個体群管理を進める地域とされている。

2) 調査の概要

①土壌侵食量、リター流出量調査

堂平地区ブナ林の林床植生の被度と土壌侵食量、リター流出量および地表流の流出量の違いを検討するために、図 1-1-2 に示す試験斜面枠(2m×5m=10m²)を 3 箇所、樹冠通過雨量を測定するための雨量計(転倒弁式、1 転倒 0.5mm)を 1 個ずつ設置した(図 1-1-3)。

試験区画の斜面勾配は 33 度と同一であるが、林床植生の被度が異なっている。No.1 は被度中（植被率約 40%）の試験枠(以降、被度中と呼ぶ)で、No.2 は被度大（植被率約 80%）の試験枠（以降、被度大と呼ぶ）でありそれぞれ植生保護柵内に設置した。No.3 の被度小（植被率約 1%）の試験枠(以降、被度小と呼ぶ)植生保護柵外に設置した。

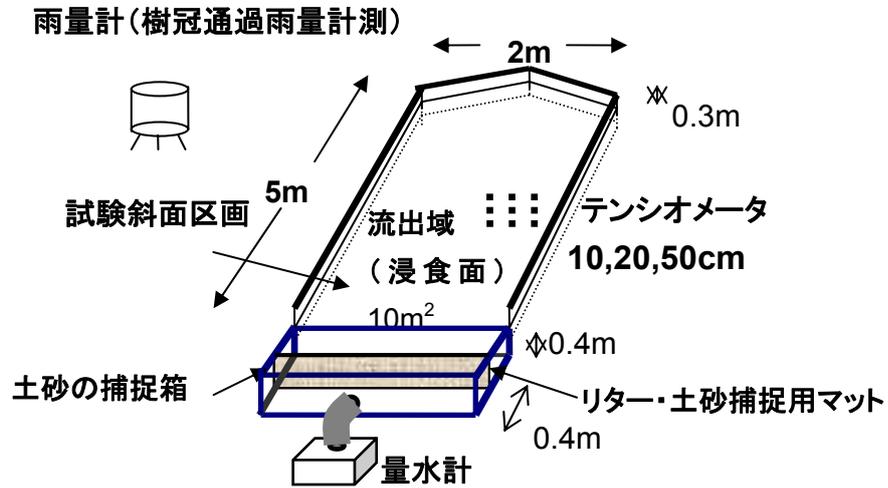


図 1-1-2 試験斜面枠

土壌侵食量、リター流出量調査は、2004 年 7 月～11 月の期間に計 15 回、2005 年 3 月～12 月の期間に計 28 回および 2006 年 3 月～12 月の期間に計 31 回、捕捉箱に堆積している土砂、リターを採取して実験室に持ち帰り、それぞれの絶乾質量を計測した。樹冠通過雨量と地表流の流出量は 1～2 分間毎に計測し、樹冠通過雨量については 3 箇所を平均したものを本調査地林内の樹冠通過雨量とした。

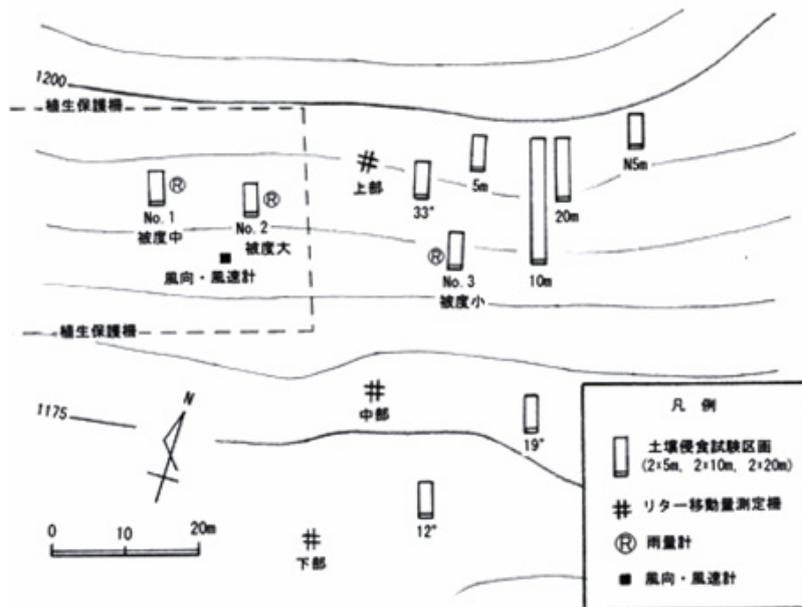


図 1-1-3 堂平地区土壌侵食調査施設配置図

②リター堆積量および林床植生量調査

リターによる被覆率の変化および林床植生被覆率の変化を調査するため、 $1\text{m} \times 1\text{m}$ のコドラート（方形枠）を各試験区画内に設置して写真撮影を行い、被覆面積率を測定した。また、各試験枠の付近で、 0.25m^2 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m} = 0.25\text{m}^2$) のコドラートを設置し、そのコドラート内のリターと林床植生をすべて採取し、実験室に持ち帰り絶乾質量を測定した。なお、リター堆積量および林床植生量は 2005 年 4 月～11 月に計 17 回、2006 年 4 月～11 月に計 8 回採取を行った。

リターは、落葉部分が雨滴侵食の抑制に特に効果が高いと考えられるため、リターを、落葉部と落枝、樹皮、ブナ球果に分離してそれぞれの質量を測定した。さらに落葉部の中でも未分解の大きな落葉（12mm ふるいにとどまるもの）と分解を受けた小さな落葉（12mm のふるいを通し 2mm のふるいにとどまるもの）に分類してそれぞれの絶乾質量を測定した。



图 1-1-4 試驗区画，被度大



图 1-1-5 試驗区画，被度中



图 1-1-6 試驗区画，被度小

(2) 降雨強度と土壤侵食量

試験枠での土壤侵食深（土壤質量 5,600g=侵食深 1mm として平均侵食深に換算）とリター堆積量の関係は図 1-1-7 に示すように、林床植生の被度が小さいほど土壤侵食深は増加し、一方、林床植生被度が小さいほどリター堆積量も小さくなった。年間の土壤侵食深では、被度大では 0.01mm から 0.04mm であるのに対して、被度小では最大で約 1cm にも達し、被度中や被度大と比較して非常に多くなった。

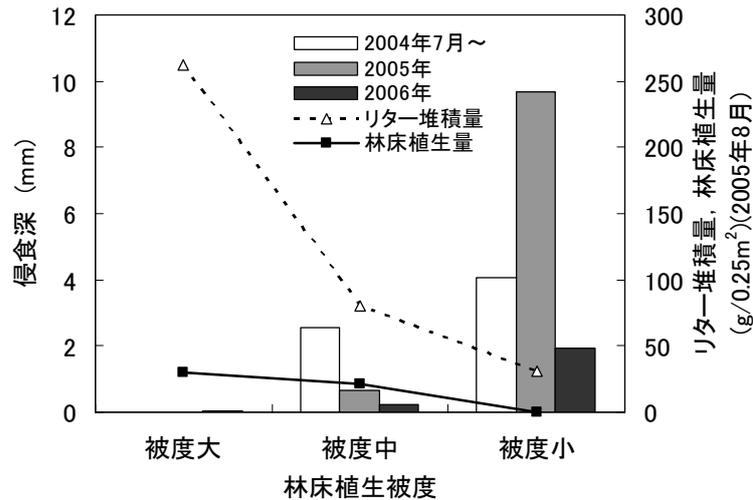


図 1-1-7 林床植生被度別の土壤侵食深

被度大、被度中、被度小における樹冠通過雨量と土壤侵食量の推移は、図 1-1-8 に示すように、積算樹冠通過雨量が多い期間には土壤侵食量の多くなったが、4月～12月を通して見ると、同一の雨量でも土壤侵食量は大きく異なり、7月～9月には他の月に比べて同一雨量に対する土壤侵食量が多くなった。なお、冬季（2004年11月22日～2005年3月19日）の侵食量は極めて少なく、被度小でも 185 g であった。

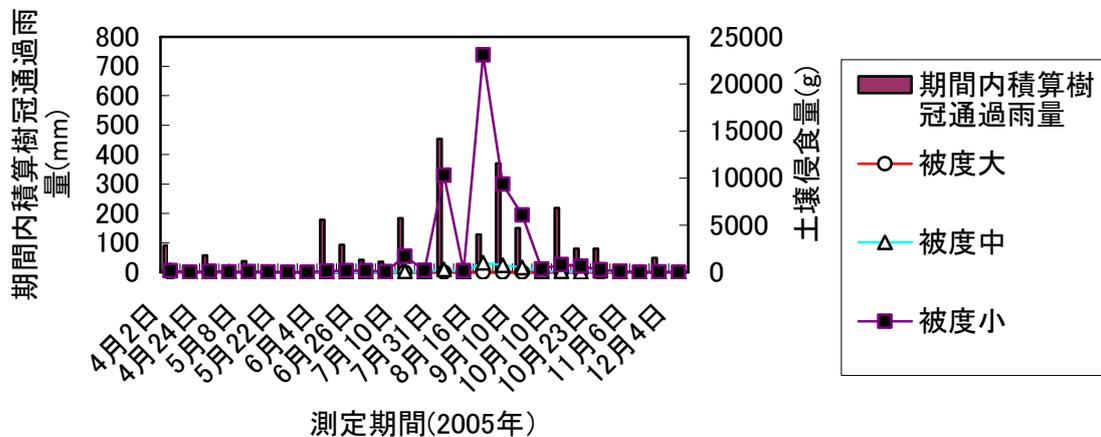


図 1-1-8 測定期間毎の積算樹冠通過雨量と土壤侵食量（2005年）

土壤侵食量が最も多かった被度小における樹冠通過雨量（積算樹冠通過雨量、最大 24 時間樹冠通過雨量、最大 10 分間樹冠通過雨量）と土壤侵食量の関係は図 1-1-9、1-1-10、1-1-11 に示すように、土壤侵食量は最大 10 分間樹冠通過雨量と相関が高いが、全体としてみると、土壤侵食量は樹冠通過雨量のみにより決まるものではなく、季節により大きな影響を受けていることがわかる。

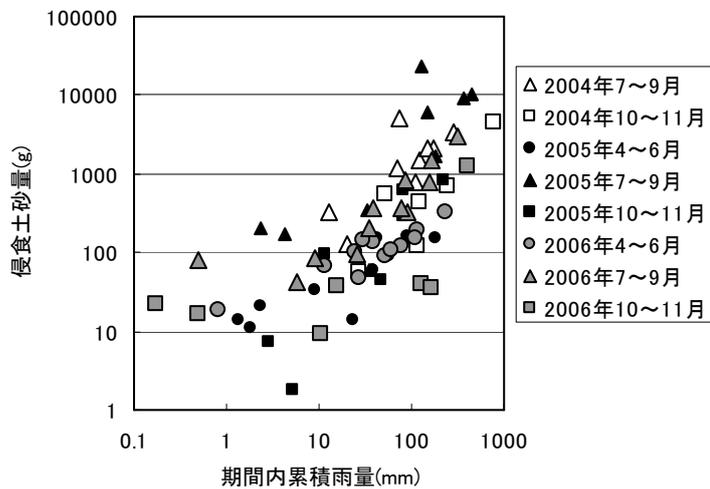


図 1-1-9 被度小における積算樹冠通過雨量と季節別土壤侵食量

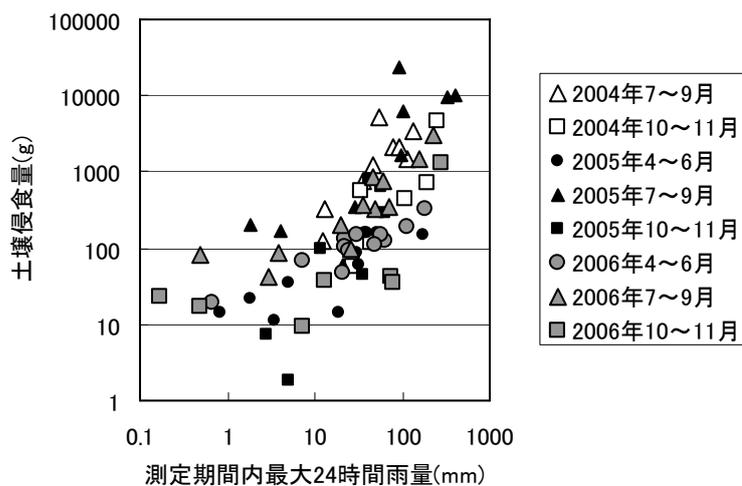


図 1-1-10 被度小における最大 24 時間樹冠通過雨量と土壤侵食量

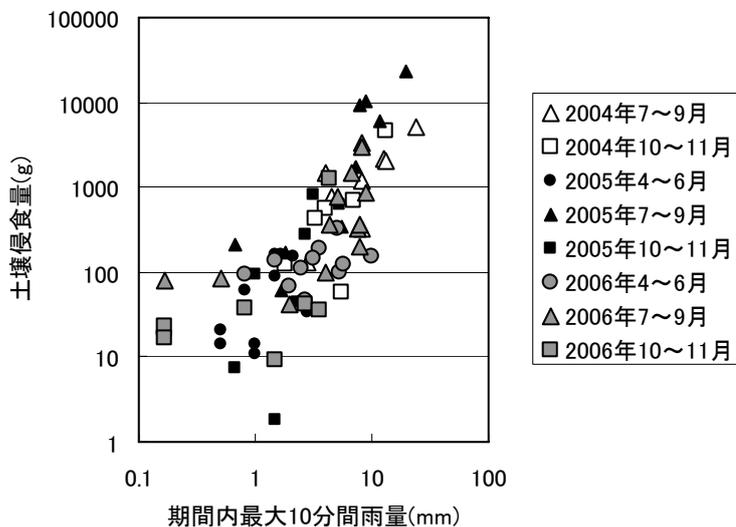


図 1-1-11 被度小における最大 10 分間樹冠通過雨量と土壤侵食量

(3) リター堆積量、林床植生と土壤侵食量

被度大、被度中、被度小における林床植生量と土壤侵食量の変化を図 1-1-12、1-1-13、1-1-14 に、リター堆積量と土壤侵食量の変化を図 1-1-15、1-1-16、1-1-17 に示す。

被度大では、林床植生量およびリター堆積量の変化ともに土壤侵食量には大きくは影響していなかった。一方、被度中、小では樹冠通過雨量を考慮しても土壤侵食量が多いのは7~9月であった。この時期、林床植生量は4~11月の内でも最も多い時期にあたり、一方リター堆積量は最も少ない時期にあたる。被度中、被度小において7~9月に土壤侵食量が多いのはリター堆積量の減少による影響と考えることができる。特に被度小では、林床植生量が極めてわずかであるので林床植生による土壤侵食の抑制効果はほとんどないと考えられ、リター堆積量の増減が土壤侵食量に大きく影響していると考えられる。

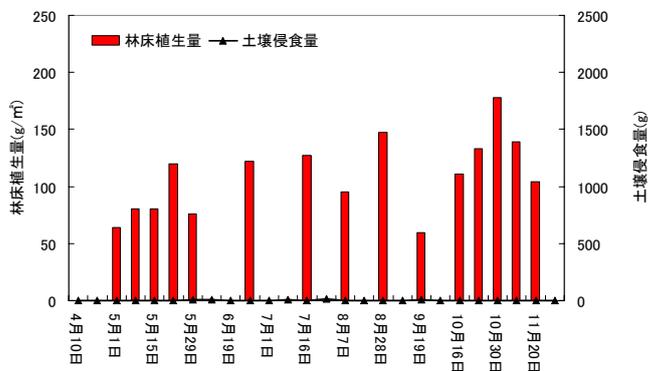


図 1-1-12 被度大における林床植生量と土壤侵食量の推移 (2005 年)

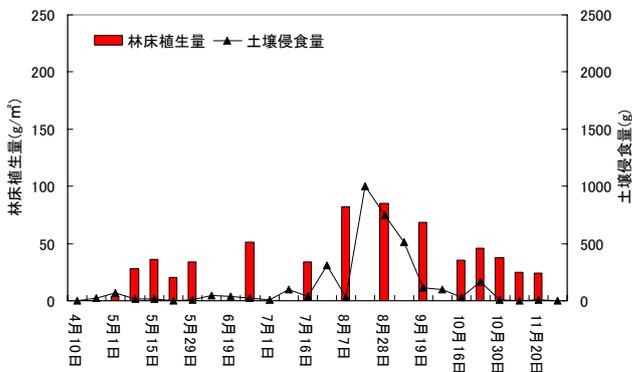


図 1-1-13 被度中における林床植生量と土壤侵食量の推移 (2005 年)

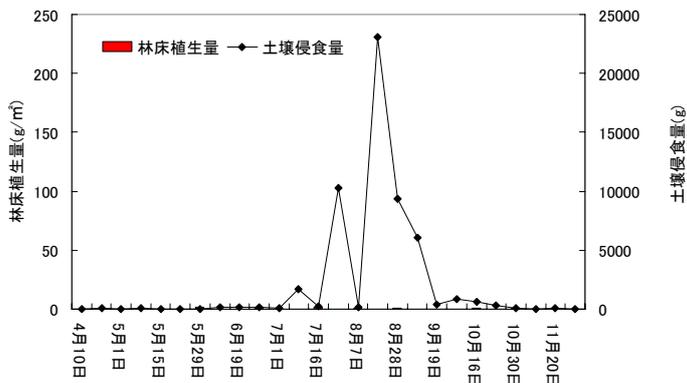


図 1-1-14 被度小における林床植生量と土壤侵食量の推移 (2005 年)

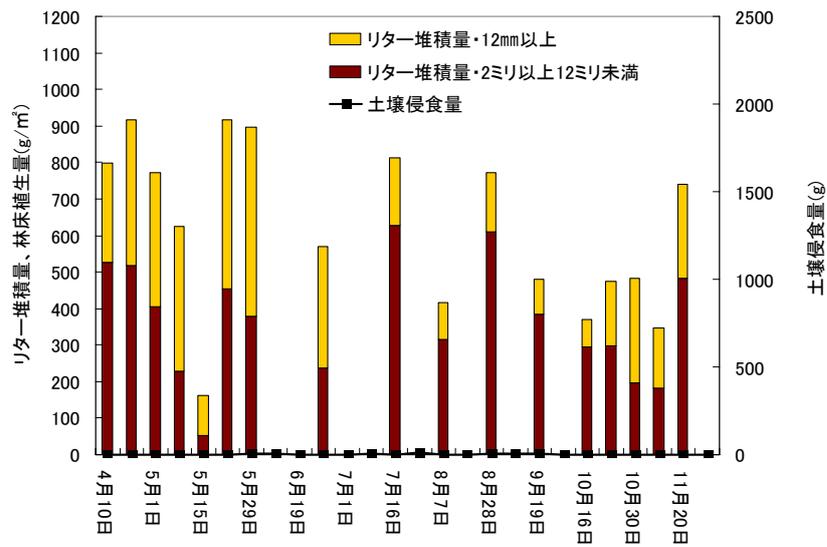


図 1-1-15 被度大におけるリター堆積量と土壌侵食量の推移 (2005 年)

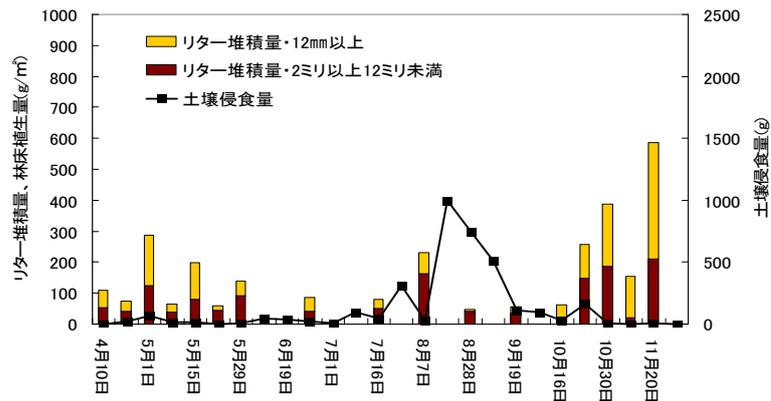


図 1-1-16 被度中におけるリター堆積量と土壌侵食量の推移 (2005 年)

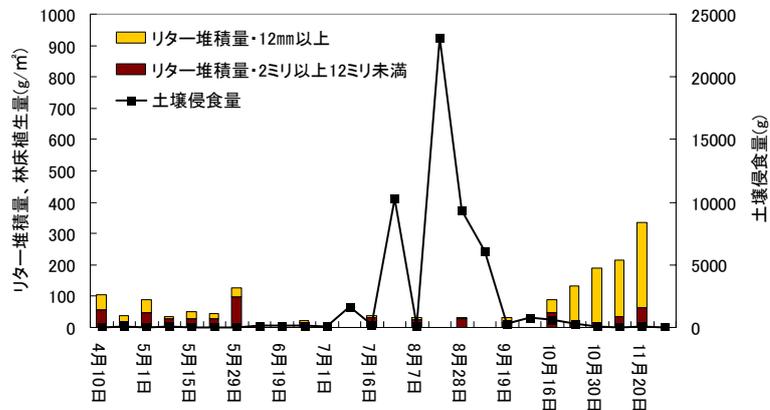


図 1-1-17 被度小におけるリター堆積量と土壌侵食量の推移 (2005 年)

1-2 土壌侵食問題の現状整理

(1) 空間スケールごとの現状整理

1) サイトスケール

現地調査で明らかになったサイトスケールの土壌侵食について、要点をまとめると次のとおりである。

- ・ 林床植生植被率 80%では土壌侵食がほとんど発生しなかったのに対して、植被率 1%では、年間侵食深で最大約 1cmに達した。
- ・ 侵食量は、最大 10 分間雨量とやや強い相関があるが、季節による影響も大きい。
- ・ 侵食量は、7～9月に最も多く、これは、林床植生の最も多い時期とリター堆積量の最も少ない時期と一致する。
- ・ 林床植生の衰退した斜面における土壌侵食量は、植生のまったくない「はげ山」で降雨が地表を流れ土壌を流亡させる侵食量と同じかそれを上回る激しさである。

森林内におけるこのような激しい土壌侵食の進行は、森林機能のうちの最も基本的機能である侵食防止機能が損なわれつつあると言える(図 1-2-1)。今後もブナ林内の表層の土壌が流亡し続けると、生物多様性維持機能を始めた森林機能の発揮を期待することはできない。

つまり、堂平地区におけるサイトスケールでの現状の土壌侵食の問題は、その侵食量の多さのために、森林の基本的な機能を発揮するための土壌が急速に失われており、今後もさらに事態が悪化する恐れがあることである。

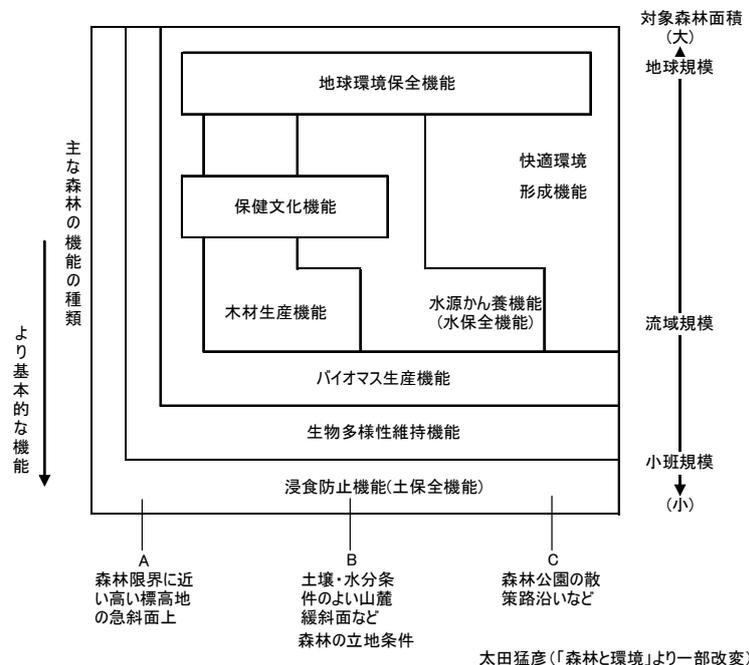


図 1-2-1 森林機能の階層構造

2) メソスケール(ブナ林内の斜面一帯)

堂平のブナ林の斜面一帯における土壌侵食の現状としては、次の点を挙げることができる。

- ・ サイトスケールの実態で明らかになったような、土壌侵食の激しい林床植生衰退地

が斜面一帯に面的に広がっている。

- 一般的に面的な侵食（層状侵食）は、リル侵食、ガリー侵食と次第に発達し拡大していくが、堂平の斜面一帯では、様々な発達段階のものが見られる。
- 平成 15 年から 17 年にかけて、県央地域県政総合センターが堂平地区の土壌の侵食深を測定した結果、ブナ林内の 21 地点のうち、集水地形で最も侵食量が多く、次に急傾斜地、緩傾斜地の順であった。
- 同調査の降雨時の現地踏査によると、時間雨量 12mm から 25mm（先行降雨 142 mm）で堂平のブナ林内に地表流が発生し、比較的低位である箇所や集水地形を流下して、堂平沢に流れ込む様子が確認された。
- 同調査において、ガリー侵食が周囲の立木まで拡大すると、あるときに立木が土塊とともにガリー内部に落下することによって、ガリー侵食の拡大が促進されることが指摘されている。



図 1-2-3 斜面一帯に広がる林床植生衰退地



図 1-2-4 斜面における土壌侵食の発達状況



図 1-2-5 ガリー侵食への移行途上にあるもの

以上から、現在、堂平のブナ林内の斜面一帯では、ほぼ全域に激しい土壌侵食が発生すると同時に、層状侵食からガリー侵食への発達が進行中であり、発達が進むほど侵食量も増大していると考えられる。つまり、現状での斜面一帯の土壌侵食の問題は、今後の土壌侵食の進行によって、斜面が新規にガリー侵食へと移行していく恐れがあることである。

また、ガリー侵食まで発達すると、溪岸の立木の落下のような重力による影響も加味されて侵食が拡大するため、ここで検討対象としている土壌侵食のメカニズムとは異なってくる。そのため、そのような発達したガリー侵食は、ここでは検討対象とせず、必要に応じて別途検討することが妥当と考えられる。

3) マクروسケール（塩水川流域）

堂平を含む塩水川流域全体としてみた場合の土壌侵食の現状としては、次の点を挙げることができる。

- ・ 特に高標高域のブナ林域において、林床植生の衰退が著しいことから、ブナ林域における土壌侵食が最も進行していると考えられる。(図 1-2-6)

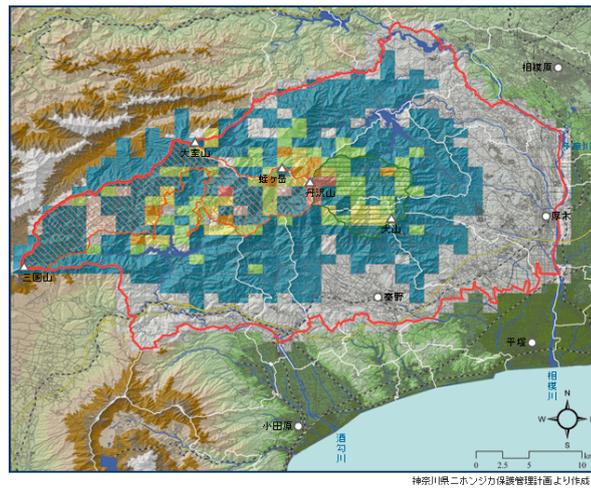


図 1-2-6 丹沢山地におけるシカによる自然植生への影響

- ・ 台風等の豪雨の後に、宮ヶ瀬湖に微細土砂が多く混入した濁水が流入する現象がみられた。(図 1-2-7)



図 1-2-7 宮ヶ瀬湖に流入する濁流 (2004年12月5日撮影)

- ・ 河床底質調査の結果では、丹沢地域の主要な河川の中で、中津川における泥・シルト量と有機物量が比較的多かった。
- また、他地域の事例から以下の点についても可能性が考えられる。
- ・ 台風等の豪雨時に水の濁りとしてみられる浮遊砂の濃度を大洞沢で測定したところ、降雨初期から高濃度となる特性が認められるなど、微細土砂が溪床に多く堆積していることが示唆された。
 - ・ 溪流生態系に関して、溪流沿いの林床植生が衰退し溪流にシルト系土砂が多く流入、

堆積したり、溪流周辺の林床の落葉層の消失などが特に両生類の生息に影響を及ぼすことが指摘されている。

- ・近年、ダム湖の堆砂が問題となっているが、上流からの微細土砂供給の増加も、現在の堆砂問題の悪化につながる可能性がある。

以上から、塩水川流域全体として見ると、土壌侵食はブナ林域で顕著であるが、その微細土砂の溪流への流入や下流のダム湖への流下によって、溪流生態系や利水ダムの利用に悪影響を及ぼす可能性がある。つまり、流域全体の土壌侵食の問題は、ブナ林域を中心とした斜面全体での土壌侵食が進行することにより、渓流域にも微細土砂が流入し、結果として新たな問題を渓流域で引き起こす可能性があることである。

（２）空間スケールの階層性に基づく問題の相互連関

以上の土壌侵食問題の現状整理から、堂平地区の土壌侵食は、階層性を持つ３つの空間スケールにおいて、異なった問題を同時に引き起こす恐れがあることが分かる。これは、サイトスケールの現象であっても、その影響が大きくなれば、特定の地点の問題にとどまらず流域全体の問題にまで発展するということである。

このように、３つの空間スケールにおける土壌侵食問題は、相互に関連することから、それぞれの問題の対策も連動して取り組む必要がある。つまり、それぞれの空間スケールごとの対策を相互に整合性を取りながら流域全体として対策を進める必要があると考えられる。

＜各空間スケールにおける土壌侵食問題＞

堂平のサイトスケール：侵食量の多さ

ブナ林斜面一帯：現状の斜面からガリーへの移行

塩水川流域全体：微細土砂の流入による渓流域での問題発生

問題が一体であることから、
対策も整合性をとる必要がある。

1-3 既往の土壌侵食対策

(1) 既往の丹沢大山保全対策事業

中津川流域において、これまでに実施されてきた丹沢大山保全対策事業は、図 1-3-1 のとおりである。堂平地区では、この中でも植生回復対策、シカ保護管理対策、溪流・崩壊地の土壌侵食対策が行われており、特に標高 1000m 以上では特別保護地区に該当することから、人工林施業は行われていない。

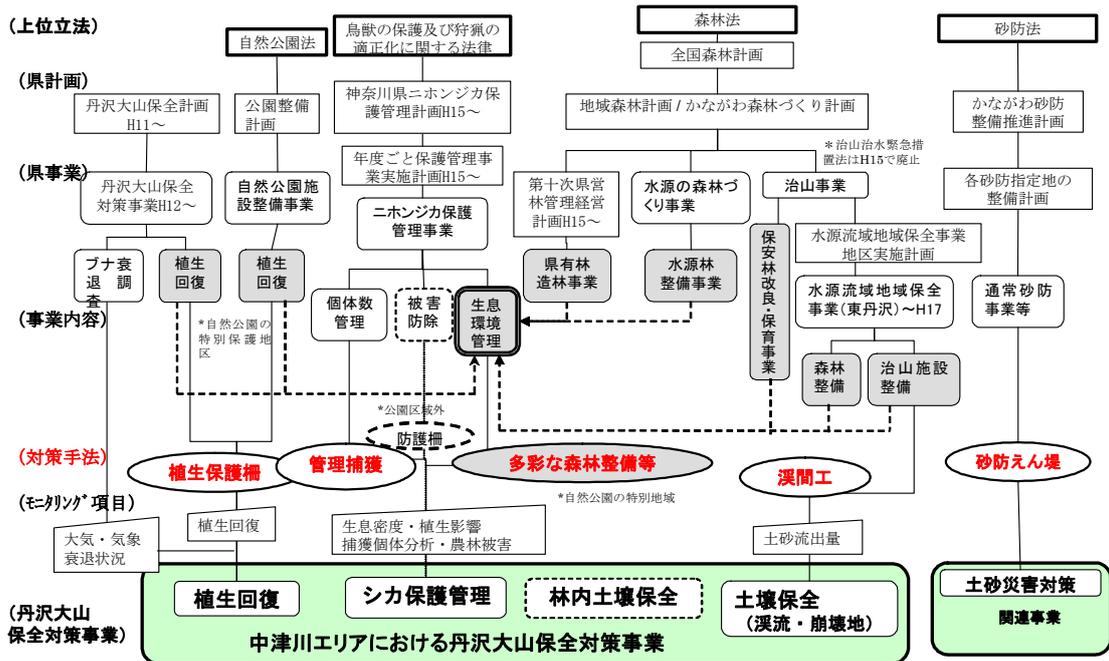


図 1-3-1 中津川流域でこれまで実施されてきた丹沢大山保全対策事業

(2) 土壌侵食に関連した取り組み

前述した堂平地区における事業のうち、侵食対策としては、治山事業によって崩壊地や溪岸の裸地の侵食防止や溪流の縦侵食防止が実施されてきた。しかし、自然林内の表面土壌の侵食対策を主目的としている事業は行われてこなかった。

一方で、植生回復対策は、植生を回復させるために面的に現地に施工されてきたが、植生が回復することによって結果的に土壌侵食の防止が図られてきた。つまり、これまでの経験から、植生保護柵設置による植生回復は、土壌侵食防止効果があると言える。しかしながら、これまでの植生保護柵を増設することによって、現状の土壌侵食問題に対応することは、次のような点から限界があると考えられてきた。

① 柵の破損と維持管理の問題

1997 年から 2001 年までに高標高域の植生回復のために設置された植生保護柵では、5 年後に 4 割強が破損していた。破損が見つかり次第補修しているが、ほとんどでシカの侵入の

痕跡がみられた。破損の原因としては、たとえば、丹沢山から太礼ノ頭のブナ林内に設置された植生保護柵では、主に倒木や落枝が原因となっていた。一方丹沢山から蛭ヶ岳では、強風が原因と思われる破損が確認された。また、従来から、柵でけものみちを分断してしまった場合に、動物によって直接フェンスに穴をあけられることが指摘されている。

② 占有面積拡大の問題

近年の植生保護柵設置方法の変遷について、自然環境保全センター足柄出張所の実績では、大面積からパッチ状へと変化してきている。このことについて、シカをその場所から完全に排除しても生息場所が変わるだけで逆に被害を広げる恐れがあること、カモシカやツキノワグマといった希少動物の移動や生育にも影響を与える可能性があることが指摘されている。

③ 即効性の問題

丹沢山地の高標高域を中心に、1年未満から11年経過した植生保護柵51箇所を対象として、柵外と比較した植生回復状況を調査した結果では、林床型に関係なく植生保護柵を設置して4年以上経過した箇所で植被率が高くなっていた。

また、林床植生の衰退原因となっているシカの過密化に対しては、平成15年度に県が保護管理計画を策定し、特に特別保護地区においては、自然植生の回復を目的として、植生保護策による植生回復のほか、個体数調整を開始しているが、3年しか経過していないため、その効果は明らかには認められていない。また、捕獲手法についても検討の余地があることが指摘されている。