

国土交通省国土技術政策総合研究所 〇富田陽子  
 独立行政法人土木研究所 寺田秀樹  
 住鋳コンサルタント(株) 佐光洋一、家田泰宏

はじめに

「都市山麓グリーンベルト」(以降「グリーンベルト」と称する)は、山麓斜面に市街地が接している都市において、土砂災害に対する安全性を高め緑豊かな都市環境と景観を創出することを目的に、市街地に接する山麓斜面を緑地として保全するものである<sup>1)</sup>。ここで言う緑地とは、山林、農地、公園、社寺境内など、主に植生によって覆われた場所であり、常時人が生活しない場所である。グリーンベルトは、砂防事業者が「砂防の観点から山腹植生の保全と育成及び土砂災害危険箇所を増加させないための土地利用のあり方」について提案したものであり、山麓斜面が緑地以外へ用途変更されずその管理が放棄されないことを管理目標としている。また、砂防事業の実施にあたっては、樹林の形成・育成と維持・管理を主体とした砂防指定地の管理を行うこととしている。

現在、現場において最大の課題となっているのが、山腹斜面における樹林の取り扱いについて砂防計画に明確に位置づけられていないために砂防事業として樹林の形成・育成と維持・管理を取り扱う意義を見いだせないということである。誤解のないように付け加えると、樹林の有無、人間が作った森林(特にヒノキ林)での間伐の遅れが土砂の生産量・移動量を増加させるということが、前者の「樹林の有無」の場合には滋賀県上山での観測結果<sup>2)</sup>によって、また、後者の「間伐の遅れ」の場合には農林水産省森林総合研究所の研究<sup>3)</sup>によって報告されており、土砂の生産・移動において樹林の育成や管理を行うことの意義を見いだせないということではない。

そこで、グリーンベルトの中に多く存在する土石流危険渓流における樹林の形成・育成と維持・管理の砂防計画(ここでは土砂処理計画という意味で使用)上の意義について、一つの考え方を提案するとともに、六甲山系の砂防ダム堆砂量等からその検証を試みた。なお、山腹斜面における樹林の形成・育成と維持・管理をここでは「山腹植生工」と称することとする。山腹植生工は、斜面の崩壊防止を目的とする斜面対策工を含まない健全な樹林の保全と育成を目的とする生育基盤の整備(土留工など)、植栽、間伐等の手法を総括したものであり、すでに樹林が成立しているところ(自然林は含まない)においても、健全な樹林地の整備と樹林の育成及び地表の保護のために間伐などを実施していくという点で従来の山腹工とは異なる。

1. 山腹植生工の効果の考え方(案)

流域の土砂管理という視点に立てば、「日常的な降雨による土砂生産の抑制」と「豪雨時の流出土砂への対応」の両方が必要である。砂防事業においては、前者を山腹植生工で対応し、後者を砂防ダムなどの堅牢な構造物で対応していくことになる。このことは砂防事業者には既に織り込み済みのことではあるが、「日常的な土砂生産の抑制」が現在の日本の自然状況、社会状況においてどのような効果(結果)をもたらすのか具体的にイメージ(説明)できないのが現状である。そこで、筆者らは、山腹植生工の効果について、特にそれが都市山麓グリーンベルト内の土石流危険渓流で実施された場合の効果について、次のように仮定し、このうち、1)についての検証を兵庫県六甲山系において既存の各種データを用いて行うことを試みた。

仮定: 土石流危険渓流における「山腹斜面の樹林の形成・育成、維持・管理」の意味は、

- 1) 「平常時における生産土砂量を抑制することで、渓床堆積土砂量を低減させ、土石流対策ダムの空き容量を確保する」
- 2) 「山地斜面へ大きな影響を及ぼすのは多くは人為(開発行為)であり、これによる樹林の損失は山腹生産土砂量の増大に繋がることから、山地斜面の開発抑止は山腹生産土砂量の増大の抑制、さらには土砂災害危険箇所の増加抑止に有効である」

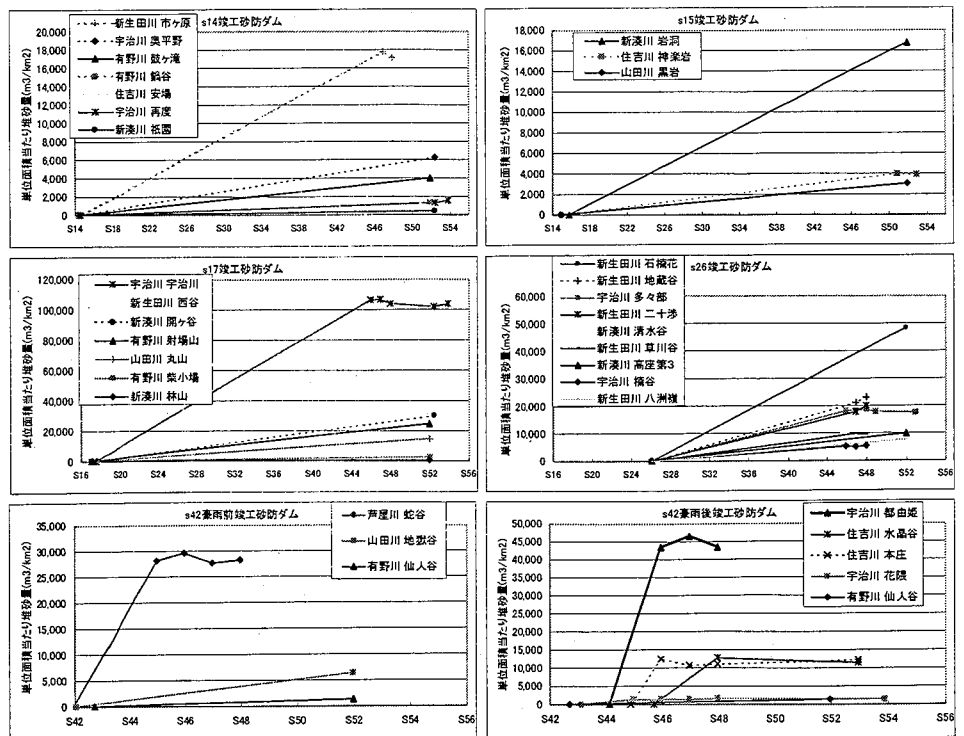
2. 兵庫県六甲山系における山腹植生による渓床堆積土砂量の低減効果に関する調査結果

六甲山系では、明治30年代から山腹工が実施されており、それらの変遷と経年的な流出土砂量の変化を対応させることで六甲山系における山腹植生の変遷と流出土砂量の変化の関係を求めることができるのではないかと考えた。

2.1 経年的な流出土砂量の変化

2.1.1 砂防ダムにおける堆砂量の変動

「昭和54年度六甲山系既設砂防ダム堆砂特性調査業務報告書」のデータを用いて作成した砂防ダム堆砂量の変遷を図2.1に示す。なお、「堆砂量が計画貯砂量の80%を越える」「除石工が実施された」「他の資料に記載されている堆砂縦断面図等との不整合がみられる」砂防ダムは今回の検討対象外とした。また、流出土砂量は降雨量と高い相関があると考えられるため各砂防



- 456 - 図-2.1 砂防ダムの堆砂量変動

ダムを竣工年度毎にグループ分けし、「同じ降雨時系列を経験している」砂防ダム同士の堆砂量の比較を行った。図 2.1 に示すように、竣工時から初めて堆砂測量が実施された昭和 40 年代半ばまでの堆砂量の増加割合と比較して、その後の堆砂量の顕著な増加は見られない。これは山腹工の効果によるものとも考えることもできるが、図 2.2 に示すように、昭和 42 年の降雨（最大日雨量 302.2mm 六甲砂防工事事務所観測所）以降顕著な降雨が発生していないためであるとも考えられる。なお、昭和 36 年には最大日雨量 222.8mm、昭和 58 年には最大日雨量 188.3mm の降雨があるが、図 2.1 に示す砂防ダムの堆砂量が測定されている年代からははずれているため、その影響は不明である。

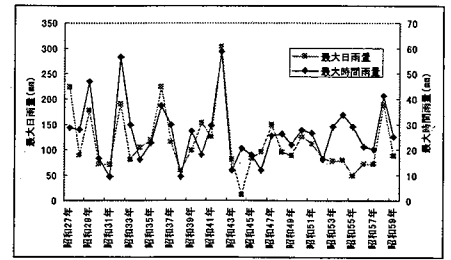


図 2.2 最大日雨量及び最大時間雨量  
(六甲砂防工事事務所観測所)

## 2.2 山腹工施工状況の経年変化及び山腹植生の推移状況

### 2.2.1 山腹工の施工状況

六甲砂防工事事務所の GIS データを用いて作成した、検討対象砂防ダムが存在する流域における山腹工施工面積率の変遷を図 2.3 に示す。なお、GIS データとして整備されている山腹工施工範囲の推移は明治 32 年から昭和 49 年までである。No.272,141,261 流域は、域面積の 50%以上で昭和以前に山腹工が実施されている。

### 2.2.2 山腹植生の推移状況

「平成 7 年度六甲山系流木対策基礎調査業務報告書」をもとに、水系毎の「裸地及び不安定な植生」（六甲砂防工事事務所の分類による）面積率をとりまとめた。昭和 54 年には高橋川、天上川、芦屋川以外の裸地及び不安定な植生面積率は 10%以下となっており、昭和 62 年にはほぼ全ての水系において 10%以下となっている。

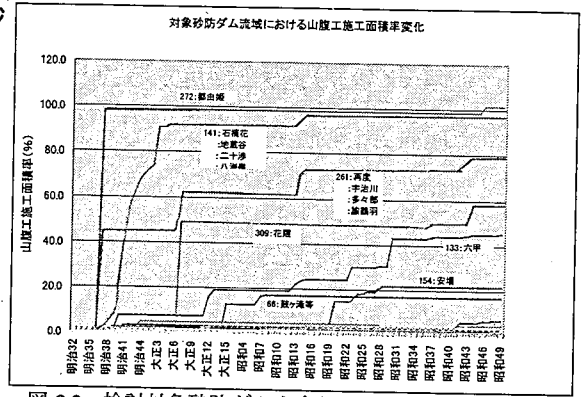


図 2.3 検討対象砂防ダムを含む流域における  
山腹工施工面積率の変化

## 2.3 考察

### 2.3.1 砂防ダムの堆砂量変動に与える山腹工の効果について

明治 30 年代には山腹工施工面積率が 100%近い値となっている No.272 流域には都由姫砂防ダムがある。この砂防ダムの堆砂量変動図（図 2.1）をみると、同時期に竣工した他の砂防ダムと比較して突出した堆砂がみられる。また、明治 40 年代に山腹工施工面積率が 90%を越えた No.141 流域に存在する石楠花、地蔵谷、二十渉、八洲嶺砂防ダムの堆砂量変動図（図 2.1）をみると、石楠花谷砂防ダムにおける堆砂量が最も多く、次いで地蔵谷、二十渉砂防ダムにおける堆砂量が多い。これらの要因として、各流域の勾配分布を検討してみたが、これらの流域の勾配が突出して急峻であるとは言い難く、山腹工の効果があるとは言えない。

### 2.3.2 山腹工施工面積率と流出土砂の低減について

山腹工施工面積率と検討対象砂防ダムの竣工時から昭和 52 年までの年当たりの堆砂変動量の関係を図 2.4 に示す。なおこれは有効なデータが 3 点以上ある竣工年度の砂防ダム（昭和 14 年、17 年、26 年、27 年、42 年豪雨後竣工のもの）の 5 グループにおける関係を示したものである。

山腹工施工面積率が増加するほど年間堆砂変動量が小さくなる、という負の相関が見られることを期待したが、いずれのグラフも明確な相関はみられない。これには、上流にある他の砂防ダムなど他の要因の影響が含まれていることが原因として考えられる。

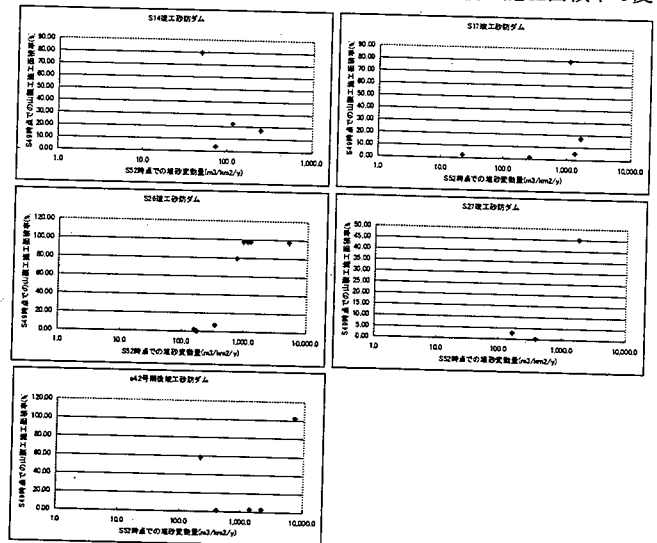


図 2.4 山腹工施工面積率と昭和 52 年時点での堆砂変動量

## 2.4 まとめ

六甲山系において、山腹工の施工により流出土砂が低減したということは困難であった。この原因としては以下のことが考えられる。

- 1) 砂防ダムにおける堆砂量のデータが昭和 40 年代半ば以降少なく、それ以降のデータも少なく、極短期間のものに限定されている。この期間は昭和 42 年の豪雨による大規模な土砂流出の影響がある期間であると考えられ、当初想定していた平常時の土砂流出の低減効果が隠れてしまっていることが考えられる。
- 2) 砂防ダム竣工時から最初の堆砂測量までの間に山腹工の施工が大幅に進展しており、山腹工の進展に伴う堆砂量の変化を追うことができない。
- 3) 斜面勾配、流路勾配、上流の他の砂防ダムの配置状況など他の要因の影響が混在しているため、多変量解析を実施する必要があるが、そのためのデータ数が不足している。

なお、滋賀県上山における山腹工施工の進捗状況と流出土砂量についての検討成果<sup>9)</sup>を用いて、六甲山系のモデル流域における斜面からの生産・流出土砂量と河道の掃流力収支から、山腹植生による溪床堆積土砂量の低減効果を試算中であり、ポスターセッションで紹介する予定である。

## 参考文献

- 1) (社) 全国治水砂防協会：第 4 回「緑のゼミナール」テキスト、平成 12 年 10 月
- 2) たとえば、(社) 全国治水砂防協会：「緑のゼミナール」テキスト、平成 10 年 1 月
- 3) 農林水産省森林総合研究所：「研究の”森”から」No.50,1996
- 4) たとえば、「瀬田川砂防調査報告書」