

田上山地における山腹工施工地の植生遷移と表層安定効果

国土交通省近畿地方整備局河川部 木下篤彦^{*1}、関根隆好（^{*1}: 現（独）土木研究所）

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 早田順英、村田浩之

アジア航測株式会社 船越和也、梅村裕也、磯嶋治康、○黒岩知恵

京都大学大学院 石丸香苗

1. はじめに

滋賀県南部に位置する田上山地では、かつて、寺院建立の建築材としての乱伐や薪炭材の伐採等によって、広範囲に禿禿地が分布し、豪雨時には多量の土砂が生産・流出して、土砂災害が頻発していた（例えば、琵琶湖工事事務所、1998）。これに対して、明治初期より、禿禿地からの土砂生産・流出抑制を目的として、内務省の直轄工事による山腹工工事が開始され、現在では130年以上が経過している。田上山地の山腹工の効果については、これまでに数多くの研究が行われており、山腹工の効果により、施工地の大部分で植生（量）が回復し、土砂の生産や流出が低減したことが報告されている（例えば、木本ら、2001；鈴木・福嶋、1989；安田ら、2009）。

本研究では、田上山地における山腹工施工地の植生の質的な回復状況に着目し、航空レーザ計測データを用いた解析や現地調査を実施し、樹林の生育状況や遷移状況を把握することを目的とした。また、山腹工施工地を対象として、表層土壌の回復状況と植生・根系の発達状況を把握した。

2. 対象流域の概要

田上山地（図-1）は、滋賀県大津市に位置し、瀬田川左支川の大戸川に流入する天神川や吉祥寺川等を含む区域である（約18km²）。標高は100～600mで、地質は黒雲母花崗岩により構成される。植生は主にアカマツ林で、天神川の上流部等には小面積ではあるがコナラなどの落葉広葉樹林が分布している。田上山地では、年代によって山腹工の工法が異なり、明治30年以降より山腹基礎工を伴う山腹工工事が実施されるようになり、昭和25年以降は、砂防植栽木の生育促進を目的とした間伐・施肥等の保育工が施工されている（琵琶湖工事事務所、1998）。山腹工の効果により、平成21年現在の禿禿地面積は、昭和22年当時の2%にまで減少している。



図-1 調査対象箇所的位置

3. 調査方法

樹林の生育状況は、平成21年に計測された航空レーザ計測データ（照射密度：1m²あたり1点以上）を用いた解析により把握した。DSMデータ（被覆表面高）とDEMデータ（地盤高）の標高差を樹高とみなし、10mメッシュ単位で「平均樹高」と「最大樹高」を把握した。全パルスのうち地盤に到達しなかったパルスの比率を10mメッシュ単位で算出し、この値を樹冠被覆状況をあらわす「樹木率」と定義し、その分布を把握した。樹林の階層構造として、レーザ計測データをもとに、中間パルスの取得状況を把握した。植生の遷移状況は、山腹工施工後22、36、37、52年の4箇所を対象とした植生調査により把握した。また、簡易貫入試験により表層土壌の回復状況を把握するとともに、代表樹木の根系調査を実施した。

4. 山腹工施工地の植生の生育状況と植生遷移

4.1 樹高と樹冠被覆

田上山地の最大樹高区分図を図-2に示す。昭和20年代までは広範囲に禿禿地が分布していたのに対し（図-1）、平成21年現在では、禿禿地はほとんど見られず、樹林が面的に回復し、場所によっては最大樹高が15m以上に達する樹林が分布している。保育工が導入された昭和～平成時代の山腹工施工地では、それ以前の施工地に比べて、樹高が高い傾向を示す。特に、東側に位置する昭和初期～昭和50年代に施工された範囲では樹高は15m以上と高い。西側に位置する昭和60年代以降に施工されたエリアでは、施工後15～25年程度と比較的新しいため、樹高は低い傾向を示すが、最大樹高は10m程度に達しており、山腹工と保育工の効果により、順調に植生が生育している。

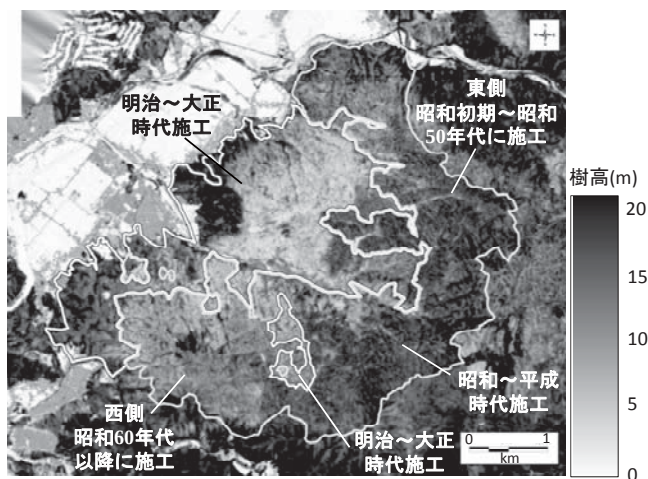


図-2 田上山地の最大樹高区分図（H21現在）

既存資料より施工時期を特定することができた昭和時代以降の山腹工施工地を対象に、施工後の経過年数と樹高の関係をとりまとめたものを図-3に示す。山腹工施工後35年頃までは、経過年数とともに平均樹高・最大樹高とも増加傾向を示しており、これらの間には正の相関性が見られる。後述のように、施工後35年頃までは、植栽種に続いて生育したアカマツが

優占する時期であり、この樹高の増加傾向は、アカマツの成長を反映したものと考えられる。施工後 35 年以降は、若干のばらつきが認められるものの、平均樹高は 6~10m、最大樹高は 14~18m の間で維持されている。施工後 35 年以降は、アカマツに代わって広葉樹へと遷移する時期であり、植生遷移状況に応じて樹高が若干変化したものと考えられる。施工後 50 年以降では、他と比較して樹高が低い箇所が見られる。これは、当該箇所の大部分が平均傾斜 30° 以上であり、地形条件により植生回復が緩やかであったことが原因の一つとして挙げられる。また、樹木率は、施工後 20 年以降は 80%以上で維持されており、安定した樹冠をもつ樹林が生育していることが確認された。

4.2 階層構造

航空レーザ計測データより得られる中間パルスの取得状況をもとに、山腹工施工地に生育した樹林の階層構造を把握した例を図-4 に示す。同図には、山腹工未施工地の状況も併記した。データの取得幅は 10m である。施工後の経過年数とともに、中間パルスの取得数が増加しており、亜高木層や低木層の樹木が順調に生育し、階層構造が発達していることがわかる。また、施工後 52 年のコナラ林では高木層による樹冠閉鎖状況が顕著に認められる。

4.3 植生遷移

山腹工施工地 3 箇所の植生断面図を図-5 に示す。山腹工施工時の植栽種（クロマツ・ヒメヤシヤブシ）は、現在ではほぼ消失している。施工後 22 年時点では、アカマツ主体の樹林となっている。施工後 35 年以上経過すると、高木層のアカマツの下層に、後継樹となる高木性の落葉・常緑の広葉樹が見られる。施工後 50 年以上経過すると、高木層・亜高木層にはコナラやリョウブが優占している。以上より、山腹工施工地では、時間の経過とともに、植栽種→アカマツ林→アカマツ・広葉樹林→コナラ林へと植生遷移が進行している。

5. 山腹工施工地の土壌回復状況と植生・根系発達状況

山腹工施工後 52 年経過した樹林の表層土深と樹木分布・樹冠投影図を図-6 に示す。表層土深は、簡易貫入試験結果より、Nd=12 を基準として推定した。深根性のコナラは表層土深 50cm 以上の箇所に、浅根性のリョウブは表層土深 50cm 未満の箇所に生育しており、土壌回復状況に応じた樹種が定着・生育していることがわかる。

急勾配箇所で表層土深が薄い箇所に生育したコナラの根系発達状況を確認した結果、水平根が良好に発達し、表層土より深い風化礫の亀裂へと根系が伸長していた。この傾向は、施工後 20 年以降の箇所に生育したアカマツやクリを対象とした場合でも確認された。植生の生育基盤条件が厳しい環境下でも、山腹工施工地では根系が良好に発達しており、これらの根系は表層土の安定化に寄与していると考えられる。

6. おわりに

田上山地では、山腹工の効果により禿禿地に植生が回復し、さらに植生遷移により、樹冠や樹高、根系が順調に発達しており、砂防上の効果を有する樹林が生育していると考えられる。施工後 50 年以降は、常緑・落葉広葉樹が多く見られ、砂防上の効果に加え、自然環境等の効果も高いとされる樹林へと遷移しており、明治初期からの砂防事業の効果がみられる。

<引用文献> 建設省近畿地方建設局琵琶湖工事事務所 (1998) : 瀬田川砂防のあゆみ

木本ら (2001) : 空中写真と数値地形モデルを用いた田上山地における荒廃地の推移、砂防学会誌 Vol.54, No.3, p.14-22

鈴木・福嶋 (1989) : 風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量、水利科学 190, p.89-10

安田ら (2009) : 山腹工の施工による土砂の生産・流出と下流河道への影響、砂防学会誌 Vol.61, No.5, p.12-20

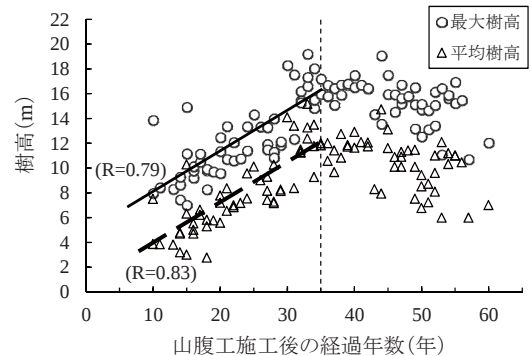


図-3 山腹工施工後の経過年数と樹高の関係

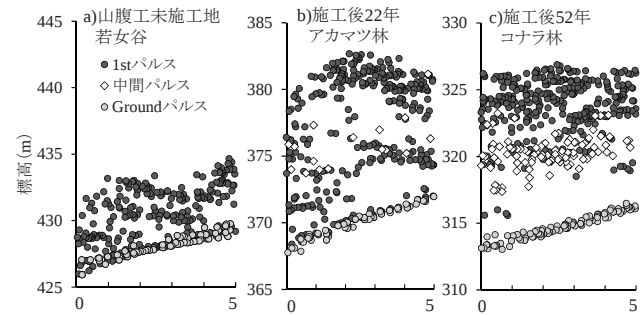


図-4 樹林の階層構造把握結果例（反射パルスの分布断面図）距離 (m)

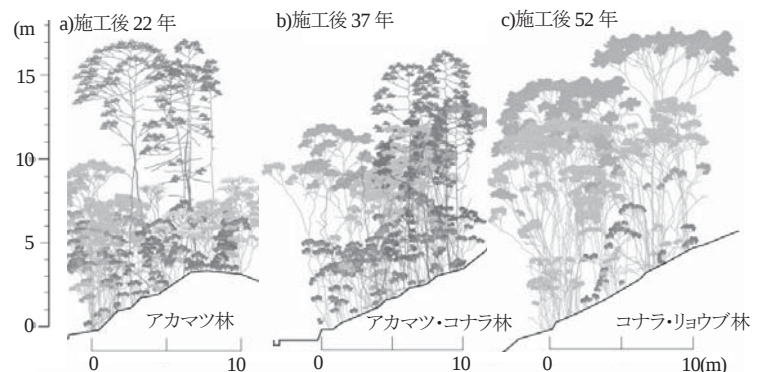


図-5 山腹工施工地の植生断面図

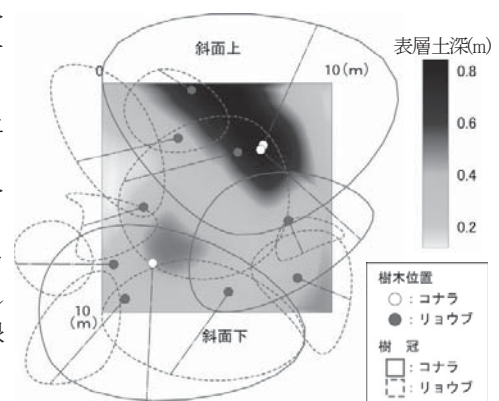


図-6 表層土深分布と樹冠投影図（施工後 52 年）