

航空機レーザー計測データを活用した山腹工評価手法の検討

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

油谷一実 川端知憲 小林 正

アジア航測株式会社

○船越和也 河村和夫 浜名秀治 鈴木淳司 相原修

1. はじめに

対象とした田上山地（図-1）は、滋賀県南部に位置し、古くは飛鳥・奈良・平安時代の宮殿造営や社寺仏閣の建立に伴う乱伐、戦国時代の兵火による焼失、日常的な薪の採取などにより江戸時代には全山ほぼ無立木地と化し、加えて深層風化の進んだ花崗岩のため、表層土砂が大量に流出し幾多の災害をもたらした歴史を持つ。このような田上山地において、明治政府の発足後、淀川水源山地からの甚だしい土砂流出の状況に鑑み、明治 11 年より内務省直轄の砂防工事が進められ、山腹工事や溪流対策工事が実施されている¹⁾。田上山地全体に広がっていた禿禿地は、山腹緑化対策の実施に伴い大きく減少し、平成 19 年現在の禿禿地は昭和 20 年頃の面積の約 5%程度となっている（図-2、図中の荒廃移行地は、禿禿地から樹林に移行しつつある範囲や樹林が衰退して荒廃が進んでいる範囲として定義）。

しかし一方で、昭和 20 年代以前に実施された山腹工事範囲では、施工後数十年で再び樹林が衰退し荒廃地に移行しており、斜面の地形条件の厳しさと対策工法の適正により、樹林成長の経年変化に大きな差が生じていることも明らかとなっている²⁾。このため田上山地では、植栽後の苗木の生長促進と衰退を抑制するために間伐や土壌改良などの保育対策が現在も進められている。

このような背景から、田上山地の荒廃を防止するとともに、樹林の健全な成長と維持、管理を図っていくため、山腹緑化対策の効果と樹林の経年成長変化を航空機レーザー計測(LP計測)とデジタル航空写真測量(DMC)技術を活用して、定量的にモニタリングする手法の検討を行った。

2. 航空レーザー計測による地形標高と樹林特性の把握

田上山地の地形特性を把握するため、LP計測による1mメッシュサイズの数値標高モデル(DEM)を作成し、田上山地の立体画像の作成を行った。

立体画像は、傾斜度と地上開度、地下開度を1mメッシュのDEMより算出して作成した赤色立体地図画像³⁾である（図-1）。また、LP計測により得られるオリジナルデータから計測表面高データ(DSM)を作成し、樹林や建物など地被物の表面立体画像の作成を行った。

樹林や地被物（建物など）の表面高を計測したデータ(DSM)は、山地斜面の樹林状況が精度よく取得されていることから（図-3）、従来の航空写真判読による面的な樹林状況の把握を、LP計測によるDEMとDSMを活用して立体的に把握することを検討した。LP計測データから算出する樹林特性として、1m-DSMから、10mメッシュ単位でのレーザー照射点数の地盤非到達点数率を算出した樹木率（樹冠被覆率に相当するデータとして定義）、1m-DEMと1m-DSMの差分から算出した樹高（差分量の平均値を平均樹高、最大値を最大樹高と定義）を作成し、分布図を作成した（図-4）。また、従来のアナログ航空写真撮影では可視光画像(RGB)しか取得できなかったことに対し、DMCでは近赤外画像(IR)が取得できることから、IRによる正規化植生指標(NDVI)を算出し、分布図を作成した（図-4）。

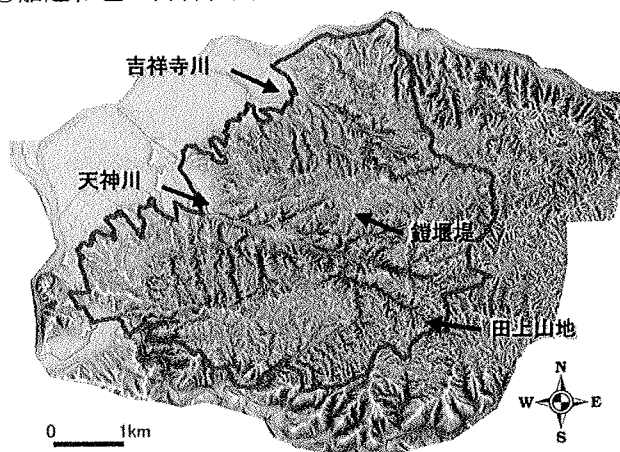


図-1 地形標高データ(DEM)による赤色立体地図

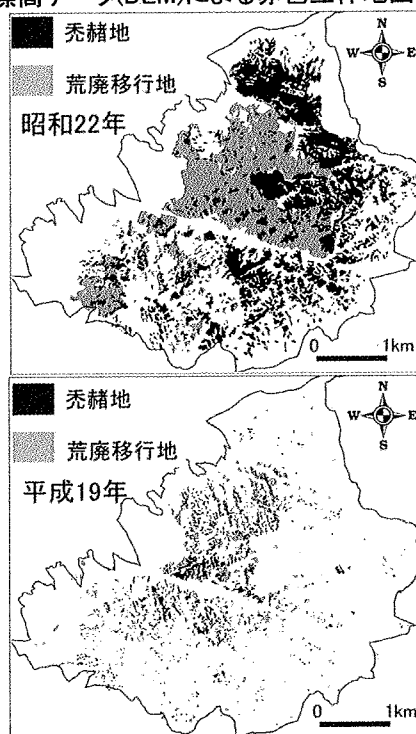


図-2 昭和22年から平成19年の荒廃地分布の変化

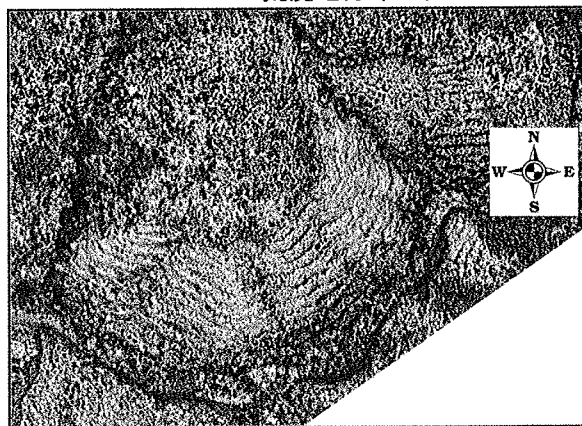


図-3 航空レーザー計測により取得した計測表面高(DSM)から作成した赤色立体地図(階段状植林地の樹冠が表現されている)

図-4を見ると、平成19年現在で禿地や荒廃移行地が消失した範囲は、樹木率が高く、樹高の高い樹林に成長していることがわかり、それに対して現状で禿地や荒廃移行地が分布する範囲は、樹木率や樹高が極めて低いことがわかる。また、樹林の活力度を示すNDVI分布については、樹木率や樹高が高い範囲でNDVIが相対的に高くなっている傾向が確認された。

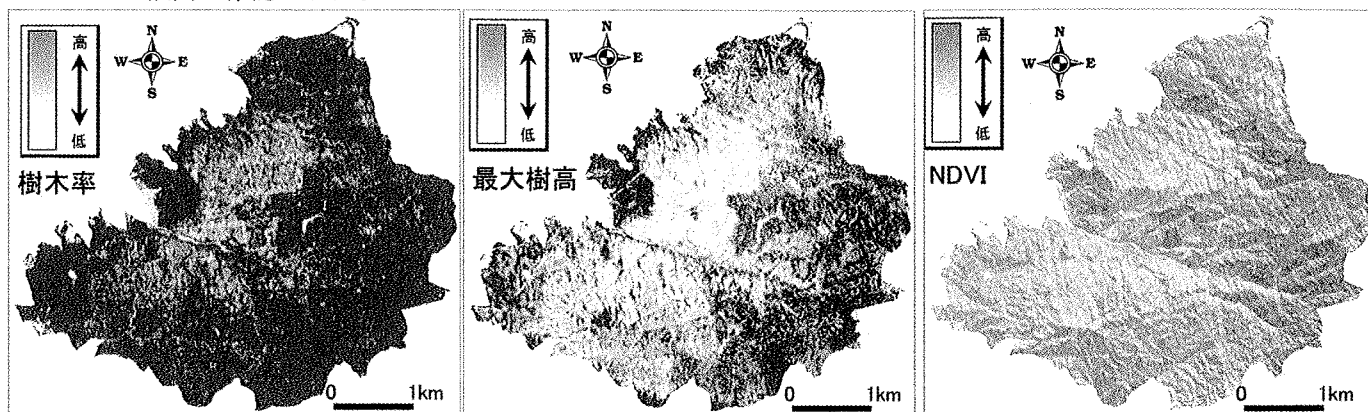


図-4 田上山地における樹木率、最大樹高、およびNDVIの分布

3. 山腹緑化対策効果による荒廃変化と樹林生長度の把握

田上山地における現状の荒廃地の分布状況と、これまでに実施されてきた山腹緑化対策の実施範囲を重ね合わせると、現在みられる荒廃地の多くは明治時代から大正時代に対策が実施された範囲に多く分布し、昭和20年代より後半に実施された範囲では荒廃地が大きく減少し、樹林化が進んでいることが確認され(図-5)、山腹緑化対策範囲内外での樹木率や樹高の分布状況から、昭和20年代以降の対策効果が樹林成長に大きく影響している結果が得られた(図-6)。

また、山腹緑化対策の実施後の経過年数による樹林成長度を確認するため、10年間隔程度の植栽試験地での毎木調査結果と、航空レーザー計測により把握した樹木率や樹高との相関性を確認したところ、両者の値そのものには差異が認められるものの(LP計測が平成19年実施に対して、毎木調査は平成12年実施となっている)、高い相関性が確認された(図-7)。

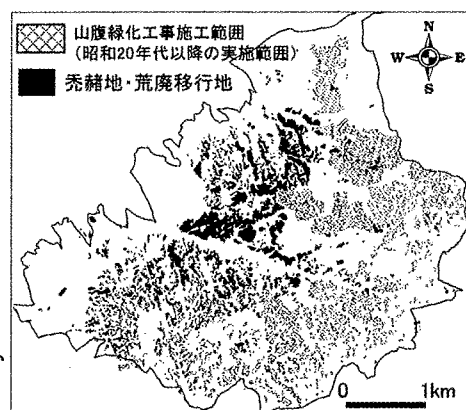


図-5 平成19年現在の荒廃地分布と山腹緑化対策範囲(昭和20年代以降)

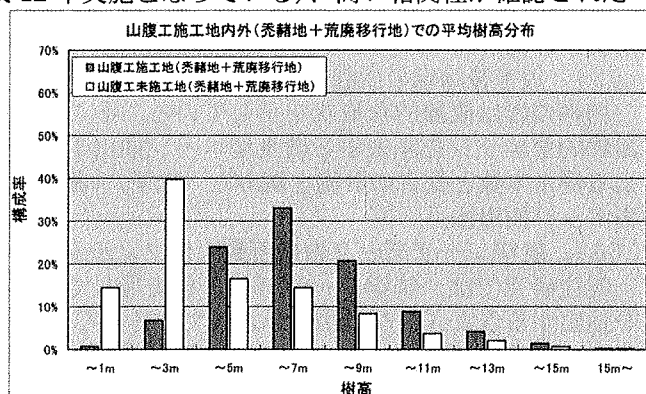


図-6 山腹緑化対策施工・未施工地での平均樹高分布

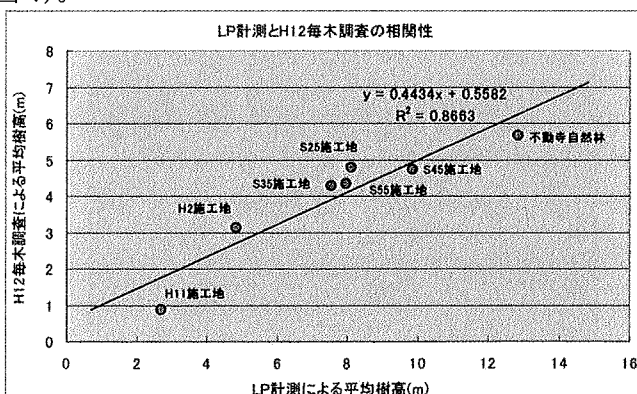


図-7 LP計測と毎木調査による平均樹高の相関性

4. まとめと今後の課題

航空機レーザー計測は、計測時に樹林などの被覆表面の標高も取得しているため、この計測表面データ(DSM)と地盤高データ(DEM)から、山腹緑化対策の効果と樹林生長の経年変化を定量的かつ立体的に把握していくことが可能である。また、山腹緑化対策実施後の樹林成長度は、樹林の縦方向(樹高)と横方向(樹冠)の経年的成長変化に特性が認められることから、今後は現地での樹林生長度のモニタリング結果との検証を実施し、広範囲での立体的な樹林モニタリング手法として、より活用性の高い手法に発展させていく必要がある。

<参考文献>

- 例えば、瀬田川砂防のあゆみ、国土交通省近畿地方整備局琵琶湖工事事務所、1998
- 例えば、木本秋津 他: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、pp14-22,2001
- 例えば、千葉達郎、鈴木雄介:赤色立体地図—新しい地形表現手法—、応用測量論文集、pp81-89,2004