

九州の森と林業

No.125 2018.9

デジタル地形情報を活用した土壌情報の推定に向けて

森林生態系研究グループ 稲垣 昌宏

はじめに

現行の森林・林業基本計画では、現在存在する1030万haの人工林のうち、約2/3にあたる660万haを木材生産林（育成単層林）として維持していくことを目標としています。今後、主伐再造林が進んでいくことが予想されますが（写真1, 2）、主伐後の土地利用をどうするか考える際に、判断基準となる情報をいかに簡易に得られるようにできるかが課題となっています。土地利用を判断する基準には、樹木成長に関する生物学的な要因、路網運搬などの物流的要因、材価や需要などの社会経済的要因といったさまざまな段階の要因が絡み合いますが、このうち樹木成長に影響する地位は最も基本となる基準となります。

スギ人工林の地位と土壌型との関係は、土壌型が主として斜面位置によって区分されており水分条件を反映しているため、水分に対する感受性が高いとされるスギに対しては一定面積で有意であることが戦後の拡大再造林期の研究で明らかにされています¹⁾。そのため、土壌型はスギ人工林の潜在的な生産性を示す指標となります。

ところが、土壌型の判定や土壌情報を得るためには、高い専門性と経験が必要です（写真3）。一方で数値標高モデル（Digital Elevation Model; DEM）をはじめとする、デジタル化されたさまざまな地図情報は近年急速に整備が進んでいます。これまで、地位推



写真1 緩やかなスギ再造林地



写真2 急峻なスギ再造林地



国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 九州支所

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

定に関する研究は数多く行われ、DEMを利用した推定も行われてきました。過去の研究例では50mメッシュのDEMが用いられていましたが、現在では国土地理院による基盤地図情報は10mメッシュデータが全国規模で整備されています。デジタル公開データの精緻化が進んだ現在で、土壌情報がどこまで推定可能かという観点から本研究を始めました。



写真3 土壌断面調査の様子

地形データ

現在公開されている全国規模のDEMデータは国土地理院が提供している基盤地図情報の数値標高モデルがあります²⁾。数値標高モデルには、全国の全域で整備されている10mメッシュデータと、現在整備途中の5mメッシュデータがあります。10mデータは国土地理院地形図の等高線からの読み取りから作成され、5mメッシュは航空レーザー測量もしくは写真測量から作成されています。5mメッシュデータは地域ごとに整備状況が異なりますが、九州では2017年の時点で7割以上の面積で整備され、他地域と比べると整備が進んでいます。

ちなみに世界規模でのDEMは、毛利衛さんが2000年に参加したスペースシャトルミッションによるもの（Shuttle Radar Topography Mission; SRTM³⁾）が有名です。2015年以降、極域を除く広範囲で30mメッシュのDEMデータが公開されています。

地形に関する指標

地形条件から計算される指標はいくつか提案されていますが、本研究では地形湿潤指標（Topographic Wetness Index; TWI）を用いました。TWIは1970年代に提唱されたTOPMODELと呼ばれる水文モデルを構成する指数として提唱されました⁴⁾。計算式は $\ln(\alpha/\tan\beta)$ で示されます。このうち、 α は

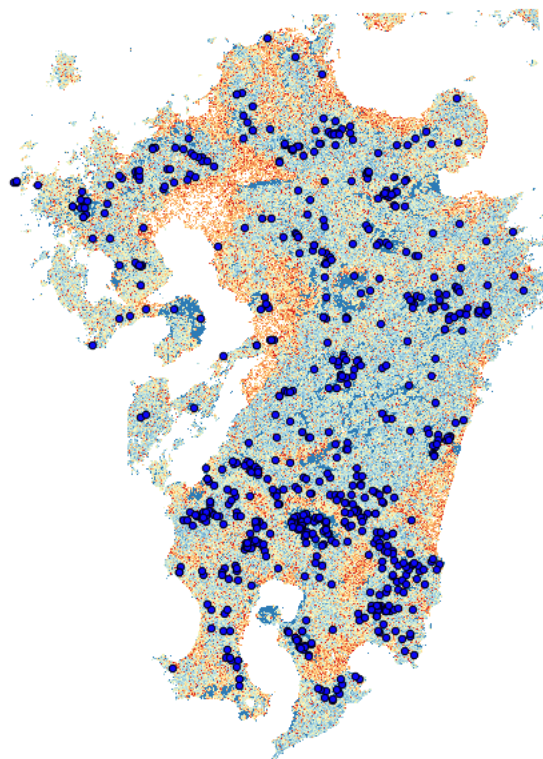


図1 10mDEMから算出した九州地域のTWI値の分布

赤色が強いほど、TWI値が高く湿潤条件にあることを示している。青丸は土壌調査地点。国土地理院基盤地図情報数値標高モデルを用いた。

該当地点の等高線長あたりの寄与集水面積、 β は該当地点の傾斜角を表します。湿潤条件になりやすいほどTWI値は大きくなります。本指標は地形以外の条件が必要でないため、DEMとの親和性が高い特徴を持っています。また、TWI値はDEM解像度に強く影響を受けることが知られています。

そこで、国土地理院が提供している2つの異なる解像度のDEMを用いて計算されたTWI値と、九州地域の既往の土壌調査結果から得られた土壌型との比較を行いました⁵⁾。

九州内のTWIと土壌型との関係

10mおよび5mのDEMを用いて九州全土のTWI値を計算しました。森林土壌インベントリ事業（林野庁）および過去の土壌調査事業メタデータの調査地点の値を抽出し、褐色森林土壌下の調査地点の土壌型とTWI値との関係を調べました（図1）。

表1 褐色森林土における各土壌（亜）型の
TWI（地形湿潤指標）平均値

土壌型	10m DEM	5 m DEM
B _A	4.96	4.05
B _B	4.62	3.93
B _C	4.82	4.35
B _{D(d)}	4.62	4.49
B _D	5.31	4.70
B _E	4.91	4.36

稲垣・酒井（2017）を改変

10mDEMから得られたTWI値を土壌型間で比較した結果、適潤性褐色森林土（B_D）のTWI値が5.31と最も大きく、一方で、乾性褐色森林土（粒状・堅果状構造型、B_B）や適潤性褐色森林土（偏乾亜型、B_{D(d)}）がそれぞれ4.62でした（表1）。特にB_DとB_{D(d)}は多重比較検定の結果、有意に異なっていました。TWI値は主要な土壌型の乾湿の特徴を平均値で表現できていたと考えられました。

5mDEMから得られたTWI値は、地点数が限られていたため、分散分析の結果は有意ではありませんでした。しかし10mDEM同様に適潤性褐色森林土（B_D）のTWI値が最も大きい結果となりました。さらに、10mDEMでは乾性褐色森林土（細粒状構造型、B_A）のTWI値が4.96と他の乾性型土壌に比べてやや大きい結果となりました。一方、5mDEMから得られたTWI値ではB_A型で4.05、B_B型で3.93と大きく異なる結果となりました。B_A型土壌はやせた尾根に出現する特徴があり、局所地形に大きく影響されます。5mDEMから得られたTWI値は10mDEMから得られたものと比べて、より局所地形を反映していた可能性が示されました。

今後に向けて

本研究の結果から、近年整備が進んでいる分解能の高いDEMから計算される地形指標（TWI値）と、土壌型との関係に有意な関係があることが示されました。しかし、土壌型間の地点数の隔たりや、TWI値の分散値が大きいことから、TWI値のみで土壌型を推定することは難しいこともわかりました。

今後は、他の地形パラメータや気象要因を組み込んで多変量モデルをつくることや、九州以外の地域のデータを組み込んでデータ点数を増やしていくこと、そして地域間比較をおこなうことなどを目標としていきます。

参考文献

- 1) 真下育久(1960) 森林土壌の理学的性質とスギ・ヒノキの成長に関する研究 林野土壌調査報告11, 農林省林業試験場 182pp.
- 2) 国土地理院(2018) 基盤地図情報
[http:// www.gsi.go.jp/kiban/](http://www.gsi.go.jp/kiban/)
参照：2018年7月17日
- 3) NASA (2018) Shuttle Radar Topography Mission
<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>
参照：2018年7月17日
- 4) Beven, K. J. & Kirkby, M. J. (1979) A physically-based variable contributing area model of basin hydrology. Hydrol. Sci. Bull., 24, 43-69
- 5) 稲垣昌宏・酒井佳美(2017) 基盤地図情報数値標高モデルから算出した地形指数と褐色森林土土壌（亜）型との関係 九州森林研究 70, 105-107

平成29年の九州地域の森林病虫獣害発生状況

チーム長（生物多様性担当）
森林微生物管理研究グループ
森林動物研究グループ長

上田 明良
高畑 義啓
安田 雅俊

森林総合研究所では、林木に対する病虫獣害の早期警戒システムの完成を目指し、各都道府県の林業試験研究機関、国有林の各森林管理署や日本樹木医学会などの協力を得て、全国の被害発生情報をデータベースにして蓄積しています。平成27年5月からは「森林病虫獣害発生情報」（https://pursue.dc.affrc.go.jp/form/fm/ffpri_insect/joho）が稼働しています。セキュリティ上データベースの閲覧はできませんが、パスワードを取得している方は入力が可能です。前システムのパスワードをお持ちの方はそのまま使えますが、新たにパスワードを必要とする方は、森林総合研究所九州支所上田まで連絡をお願いします。メールによる情報登録も可能ですので、上田まで連絡いただければアドレスをお教えします。登録いただいた情報は、雑誌「森林防疫」紙面に公表されます。残念ながら、29年度被害について、九州地域からの登録はありませんでした。九州地域は新しい侵入生物が出現する可能性が高く、病虫獣害の被害拡大を阻止するためにも、関係各位の情報登録へのご協力をお願いいたします。なお、本報告では、九州林試協保護担当者会議および著者らに直接寄せられた情報をもとに、九州地域における平成29年の森林病虫獣害の発生状況をとりまとめました。情報をお寄せいただいた関係各位に深謝します。

虫害：平成29年に九州地域で確認された主な虫害として8件7種を表1に示しました。平成28年に引き続き表にあげられたのは、ヤマ

ダカレハ、ヤシオオオサゾウムシ、カシノナガキクイムシでした。ヤマダカレハは宮崎県美郷町のクヌギ二次林での3年連続の被害となりました。また、隣接する諸塚村、椎葉村、延岡市、日向市、日之影町からも被害報告（前年度までの被害は不明）がありました。今後の推移に注意が必要です。ヤシオオオサゾウムシの被害は鹿児島県と宮崎県で発生しました。カシノナガキクイムシの被害のうち霧島市のミズナラでは拡大傾向にありました。ここは噴火の影響もあり、今後の被害推移に注意が必要です。もう一つは長崎市烽火山での被害で、長崎県ではこれまで島嶼だけで被害があったものが、本土で初めて発生しました（写真1）。



写真1. 長崎市烽火山におけるマテバシイの枯死被害。赤色楕円内の薄茶色の部分が枯死木（2017年10月26日、撮影者：上田明良）

表1 平成29年に九州・沖縄で確認された主な虫害

害虫名	発見場所	樹種	環境
ヤマダカレハ	宮崎県美郷町、諸塚村、椎葉村、延岡市、日向市、日之影町	クヌギ	二次林
キオビエダシヤク	鹿児島県の各地、沖縄県沖縄市、名護市	イヌマキ	緑化樹
フウノキギンバナスガ	長崎県諫早市、福岡県福岡市、久留米市、飯塚市	モミジバフウ	街路樹、緑化樹
クロトンアザミウマ	鹿児島県伊佐市	ニオイヒバ	苗畑
ヒメヨコバイ科の1種	佐賀県、(宮崎県、鹿児島県)	サカキ	人工林
ヤシオオオサゾウムシ	鹿児島県南さつま市、宮崎県延岡市	カナリーヤシ	緑化樹
カシノナガキクイムシ	長崎県長崎市	マテバシイ	二次林
カシノナガキクイムシ	鹿児島県霧島市	ミズナラ	天然林

括弧内は成虫による種同定がまだなので、推定。

連年被害以外に平成29年にあがったものとしてキオビエダシャクがあり、鹿児島県では約10年ぶりの大きな被害となりました。その影響か、宮崎県では都城市、高原町、三股町、小林市、高鍋町で成虫が確認され、さらに、熊本市の森林総合研究所九州支所構内でも成虫が捕獲されました（写真2）。フウノキギンバナエスは、我が国で初めて確認されました（柳本ら 2018）。その名の示すように、幼虫が繭を形成する際に大量に糸を張るため、樹木全体が白い糸で包まれるような状態になります。本種は台湾、中国、タイのフウ（タイワンフウ）での記録があり、近年侵入した可能性があります。しかし、ここにあげた被害地以外に、鹿児島市でも本種の分布が確認されている（柳本ら 2018）ことから、かなり以前から九州に土着していた可能性もあります。いずれにせよ、今後の被害推移に注意が必要です。なお、本種のモミジバフウ（アメリカフウ）への加害は今回が初記録でした（柳本ら 2018）。クロトンアザミウマは鹿児島県伊佐市の苗畑において5本のニオイヒバを吸汁により枯死させました。本種の被害は、平成28年度に福岡県のヒムロスギ（サワラの園芸品種）においても生じています（福岡県農林業総合試験場 2017）。ヒメヨコバイ科の1種によるサカキの被害は九州では佐賀県で初めて確認されました。本種の被害は平成14年頃から和歌山県で確認されていて、問題となっています（坂本 2018）。また、成虫による種同定はまだですが、宮崎県と鹿児島県でも同様の被害が確認されていることから、今後注意が必要です。



写真2. 熊本市の森林総合研究所九州支所構内で捕獲されたキオビエダシャク（2017年9月5日採集、採集者：後藤秀章）

病害：森林での成木の病害については、マツ材線虫病（マツ枯れ）およびブナ科樹木萎凋病（ナラ枯れ、虫害の項を参照）以外には顕著な被害は確認されませんでした。マツ材線虫病は九州・沖縄地域で継続して発生しています。九州北部で植栽後のスギ苗がまとまって枯死した事例が散見されました。病虫害の痕跡がないことなどから、何らかの気象害の可能性が高いと思われます。九州地域での人工林の伐採および再造林は引き続き活発に行われていて、苗畑あるいは林地でのスギ苗の病害や気象害には今後とも警戒が必要と考えられます。庭園樹などでは、マツ類の褐斑葉枯病や葉ふるい病、ツバキ類等の輪紋葉枯病が変わらず発生しています。

獣害：宮崎県の早生樹植栽地で、ノウサギの食害による被害報告がありました。特にコウヨウザンの被害が大きかったようです。これ以外に、具体的な被害報告がなくても、シカ等の在来種やクリハラリス（タイワンリス）等の外来種が高密度に生息する地域では、恒常的に被害が生じています。

引用文献

- 柳本和哉・檜崎康二・坂巻祥孝・上田明良・後藤秀章（2018）国内初記録のギンバナエスの1種（*Thecobathra lambda* (Moriuti)、フウノキギンバナエス（新称））によるモミジバフウ（*Liquidambar styraciflua*）の被害について．森林防疫67：5-8
福岡県農林業総合試験場（2017）平成28年度病害虫発生予察特殊報第3号
坂本 淳（2018）サカキの新たな害虫ヨコバイの防除に向けた生態等実態調査（第2報）．平成29年度和歌山県林業試験場成果発表会要旨

樹木病害シリーズ（11）

スギこぶ病

スギは日本固有の針葉樹で、北海道南部から沖縄までの全国各地に植栽されていて、日本の代表的な造林樹種となっています。また、古くから街路樹としても植栽されていて、日光杉並木などが有名です。最近はスギ花粉症のために評判がよくありませんが、日本を代表する樹木の一つと言ってもよいでしょう。

スギは重要な樹種であるだけに、たくさんの病気が記録されています。今回はそのうちのひとつ、スギこぶ病についてご紹介します。

「こぶ病」の名の通り、枝や幹にこぶ状にふくらんだ部分が生じるもので（写真-1）、同じ木におびただしいこぶが生じることも多く（写真-2）、場合によっては木全体が衰弱して枯れてしまうこともあるといえます。この

病気はスギこぶ病菌というカビ（子のう菌）の一種が引き起こすもので、6月頃こぶ表面の突起の先に小さな黒い点が生じ、そこから胞子が飛散して新たな感染が生じます。また、発生当初のこぶはごく小さなものですが、毎年肥大していき、幹に生じたこぶでは人の頭ほどの大きさになることもあるようです。

なお、スギこぶ病菌もうどんこ病菌（樹木病害シリーズ9）と同様に、人工培養が難しい種類の菌類です。また、かつては *Nitschkia tuberculifera* という学名で呼ばれていましたが、最近の研究で、*Phyllosticta* 属の1種にすべきとされています。



写真-1 スギこぶ病で生じたこぶ（中央下）



写真-2 スギこぶ病が多発しているスギの枝

森林微生物管理研究グループ 高畑 義啓

地域連携推進室から

- ・今年度の公開講演会を下記のとおり開催する予定です。詳細については、今後、ホームページ等でご案内いたします。

記

日 時：平成30年10月30日（火） 13:30～

場 所：くまもと県民交流館パレア 10階
パレアホール

テーマ：－最新の研究－

九州の森と林業 No. 125

平成30年9月1日

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所九州支所

熊本県熊本市中央区黒髪4丁目11番16号

〒860-0862 Tel.096(343)3168(代)

Fax 096(344)5054

ホームページ

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。