

速報

沖縄島やんばる地域の天然林における台風攪乱後の樹冠モニタリング^{*1}高嶋敦史^{*2}・菅原暢泰^{*3}

高嶋敦史・菅原暢泰：沖縄島やんばる地域の天然林における台風攪乱後の樹冠モニタリング 九州森林研究 77：165－168, 2024 沖縄島北部やんばる地域の森林は、頻繁に襲来する台風による影響を受けやすく、2012年9月末に通過した台風17号でも大きな攪乱が発生した。本研究では、この台風攪乱の翌年の2013年に幹の着葉量のスコアが記録された天然林を2019年に再調査し、優占種についてスコアの推移や期首のスコアと直径成長量の関係などを確認した。その結果、損傷のない樹冠を想定した場合の着葉量に対する実際の着葉量がイタジイでは50%以下（スコア3以下）、イジュでは25%以下（同2以下）になると幹が枯死する可能性が高くなることが確認された。また、イジュは期首の着葉量のスコアが高いほどその後の直径成長量が大きくなっていることも確認された。本研究で記録した樹冠の着葉量に基づいたスコアは、この地域の天然林に生育する樹木の樹勢を評価できる有効なモニタリング指標になり得ると考えられた。

キーワード：亜熱帯、台風攪乱、樹冠、着葉量、モニタリング

I. はじめに

沖縄島北部やんばる地域には、生物多様性の高い亜熱帯性常緑照葉樹林が広がっている。この森林は頻繁に襲来する台風による影響を受けやすく、近年では2012年から2013年にかけて、なかでも2012年9月末に通過した台風17号によって大規模な被害や攪乱を受けた（高嶋, 2013；小多ほか, 2015）。

小多ほか（2015）は、やんばる地域の二次林と皆伐履歴のない天然林（非皆伐林）でこの台風による激しい攪乱を受けた斜面上部を対象に、主要構成種の生存／枯死や、樹冠の着葉量を5段階で評価したスコアを記録した。そして、上層木ではイタジイ（スダジイ）に枯死が多く発生したことに加え、イスノキは着葉量の低下が比較的少ないことなどを報告した。樹冠の着葉量は、霧島山系のアカマツを含むモミ・ツガ天然林で老齢木の樹勢（健全度）モニタリングに利用された例（上杉・吉田, 1996；吉田ほか, 2000；吉田・溝上, 2003）が存在する。また、樹冠を撮影した白黒画像の空隙率を求めて樹勢の衰退を評価する手法（Mizoue, 2002）も確立されており、樹冠の状況を的確かつ容易に記録することができれば、効果的な樹勢モニタリングの手法の確立につながると予想される。

そこで本研究では、小多ほか（2015）で着葉量のスコアが記録された幹を一定の期間が経過した後に再調査し、期首から期末にかけてのスコアの変化や期首のスコアと期間中の胸高直径（DBH）の成長量の関係を確認した。そして、このような着葉量のスコアの記録がやんばる地域の亜熱帯林のモニタリングに有効であるか検証することに取り組んだ。

II. 対象地および方法

小多ほか（2015）で2013年の夏～秋に調査された2箇所の林

分のうち、より大きな台風攪乱を受けていた非皆伐林の調査区を本研究の対象地とした。この調査区は、沖縄島北部の国頭村に位置する琉球大学与那フィールド76林班へ・り小班の境界の尾根を含む斜面上部の20 m × 100 m (0.20 ha) で、環境省のモニタリングサイト1000事業で毎木調査が毎年実施されているコアサイト「与那サイト」の一部である。調査区内の地形が均一でないことから、本研究では内部を尾根 (0.14 ha) と斜面 (0.06 ha) に区分して解析を進めた（図-1）。この「与那サイト」は、Enoki (2003) で設定された200 m × 200 m (4.0 ha) の調査区の一部で、詳細な林分構造は高嶋ほか（2014）で紹介されている。

本研究では、小多ほか（2015）による2013年（期首）の調査で着葉量のスコアが5段階で記録されていた優占種のイタジイ、イジュ、イスノキの幹について、2019年の夏～秋（期末）に生存／枯死と着葉量の5段階のスコア、樹高を記録した。着葉量の5段階のスコアは、小多ほか（2015）に準じて、樹冠に葉がなく幹に後生枝から出た葉がついている場合は1、想定される損傷のない樹冠の着葉量に対し実際の着葉量が1～25%の場合は2、同26～50%の場合は3、同51～75%の場合は4、同76～100%の場合は5とした。スコアの決定は、イタジイを例にした写真帳（図-2）を参考にしながら、複数名の観察者による合議制で行った。樹高の測定には12 mの測竿を使用した。

期首の着葉量のスコアとDBH成長量の関係の評価では、統計ソフトウェアのR ver. 4.1.2 (R Development Core Team, 2021) を使用してスピアマンの順位相関分析を行った。年平均DBH成長量は、期首と期末の2度の着葉量の記録からともに約半年後に実施されたモニタリングサイト1000事業の毎木調査で得られた測定値から算出した。ここで、胸高の同じ場所が反復測定できなかった幹は解析から除外した。一方で、樹勢の衰退に伴う幹の腐れなどで成長量がマイナスになった幹は解析に含めた。

^{*1} Takashima, A., Sugahara, N: Crown monitoring after typhoon disturbance in a natural forest in the Yambaru area of Okinawa Island.

^{*2} 琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールド Yona Field, Subtropical Field Science Center, Fac. Agric., Univ. Ryukyus, Kunigami, Okinawa 905-1427, Japan

^{*3} 琉球大学農学部 Fac. Agric., Univ. Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

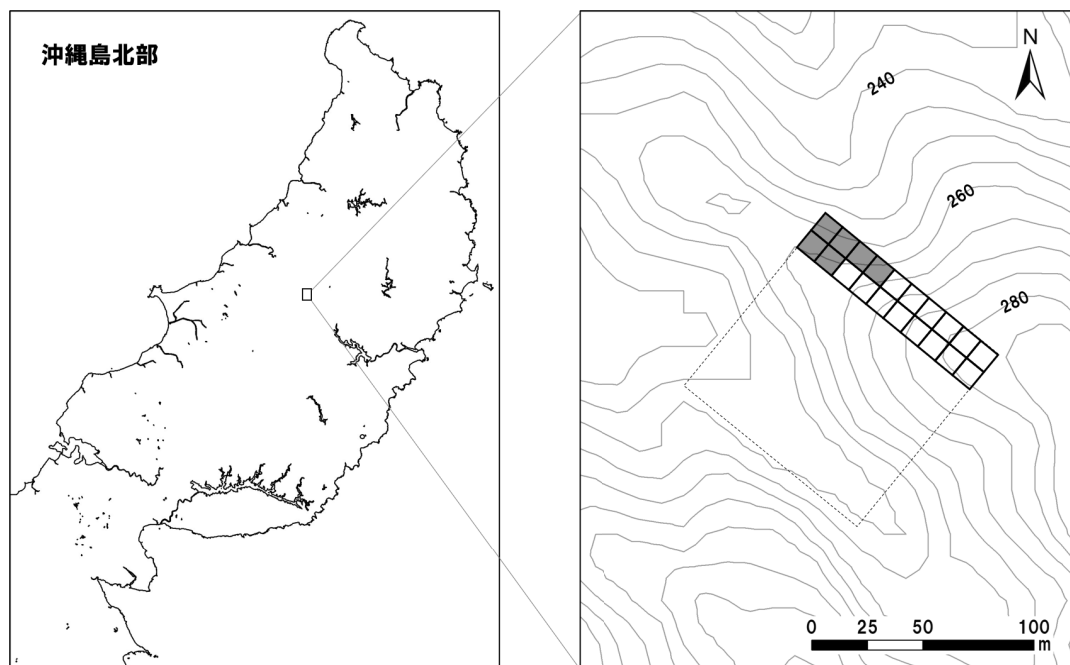


図-1. 対象地の位置図

右の拡大図で、実線で描かれた 10 m 四方の区画が並ぶエリアが対象地。点線で囲う 100 m 四方の区画はモニタリングサイト 1000 事業の「与那サイト」。対象地内の地形区分は白色の区画が尾根で灰色の区画が斜面。数字は標高 (m) で等高線は 5 m 間隔。

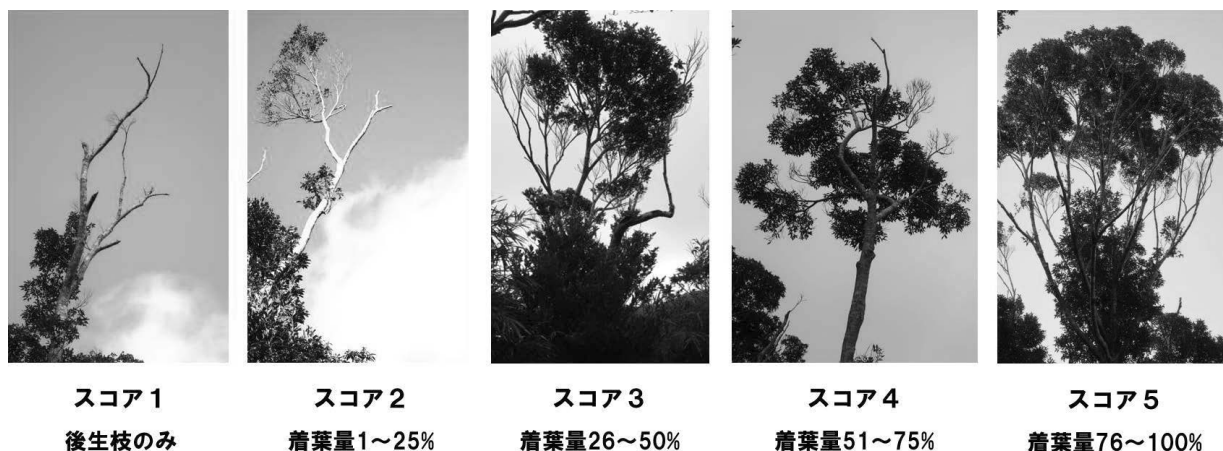


図-2. イタジイを例に着葉量とスコアの関係を表した写真帳

そして、成長量には着葉量だけでなく被陰が影響する可能性もあることから、地形区分別の樹高階別幹本数分布の結果を踏まえ、樹冠が林冠上部に達していない幹は解析から除外することとした。また、萌芽由来の幹が母樹や株から養分を得て良好な成長を示す可能性もあることから、調査結果を踏まえ、一定の直径に達していない幹も同様に解析から除外することとした。

Ⅲ. 結果および考察

2019 年の調査で、大幅に傾いていた幹や倒木により曲げられていた幹を除いて DBH と樹高の関係を見ると、尾根では DBH 30 cm を超えたイタジイの樹高が全体的に低い傾向にあった (図-3)。一方で斜面では、DBH 30 cm を超えたイタジイやイジュでも樹高が低くなっている幹は限定的であった。このことか

ら、本研究の試験地の中でも、林冠を構成する幹の樹冠の損傷は尾根において顕著に発生していたことが確認された。

同様に、大幅に傾いていた幹や倒木により曲げられていた幹を除いた 2019 年の地形区分別の樹高階別幹本数分布からは、尾根では地上から 5~8 m 高付近に樹冠が集中して林冠が形成され、その上に突出木の樹冠が点在している様子が確認できた (図-4)。一方で斜面では、突出木の樹冠の下と同 9 m 高付近で林冠が上層と下層にやや分離している様子が確認できた。

期首の 2013 年の着葉量スコアに対する期末の 2019 年の着葉量スコアを見ると、イタジイではスコア 3 以下、イジュではスコア 2 以下の幹で枯死に至る確率が高くなっていた (図-5)。イタジイではスコア 3 以下の枯死率が 39.6% であったのに対し、スコア 4 以上の枯死率は 5.3% であった。また、イジュではスコア 2 以下の枯死率が 43.8% であったのに対し、スコア 3 以上の枯死

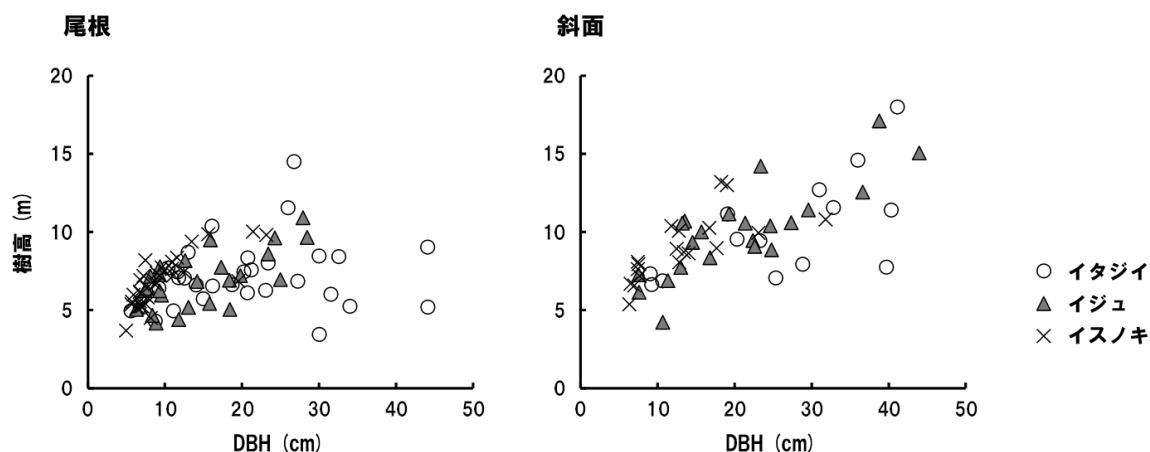


図-3. 2019年における地形区別のDBHと樹高の関係

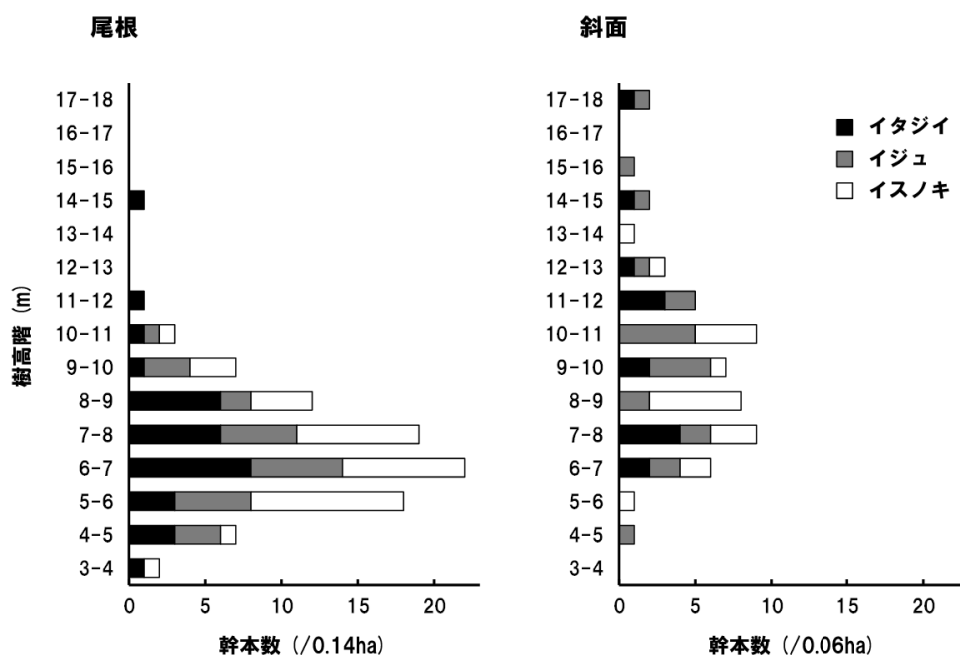


図-4. 2019年における地形区別の樹高階別幹本数分布

率は6.3%であった。一方で、枯死率が高くなるスコアでも着葉量が回復している幹も一定数あることから、台風攪乱直後の着葉量に加え、攪乱を受ける以前の幹の状態などもその後の枯死や再生に影響を与えていると考えられた。また、イスノキは2013年の時点で着葉量が低下している幹の割合が小さかったが、その後も全体的に着葉量の多い状態を維持して推移していることが確認された。

期首の2013年の着葉量スコアに対するその後のDBH成長量の順位相関分析では、樹高階別幹本数分布の結果(図-4)から尾根で2019年の樹高が6m以下、斜面で同9m以下の幹は林冠上部に達していないため解析から除外した。また、2013年のDBHが7cm以下の幹も、イタジイで萌芽を多く含むことが確認されたため解析から除外した。その結果、イジュにおいて有意な正の相関が認められたが($p < 0.01$)、イタジイとイスノキでは相関が認められなかった(図-6)。イジュは幹が腐りにくく、イタジ

イやイスノキの大径木に多く発生する樹洞もほとんど発生しないことから(Takashima *et al.*, 2021)、台風攪乱以前の生立木は比較的樹勢の良い状態の幹が揃っていたのではないかと推測される。そのため、台風攪乱を受けた後の樹冠の着葉状況が、その後のDBH成長量に反映されやすかったのではないかと考えられた。また、大嶋・高嶋(2020)は、34年生時の2012年に台風の襲来を受けたやんばる地域の二次林で40年生時にイタジイの樹幹解析を行い、健全な樹冠が残っていた幹は先折していた幹と比べて台風襲来後のDBH成長量が改善していたことを報告している。よって、イジュ以外の樹種でも、台風攪乱前の樹勢にばらつきが少なれば台風後の着葉量がDBH成長量に反映されやすくなる可能性がある。

本研究で得られた結果から、小多ほか(2015)で実施された各幹の樹冠の着葉量に基づいたスコアの記録は、幹が枯死に至る可能性の予測に繋がり、条件次第ではその後のDBH成長量の予測

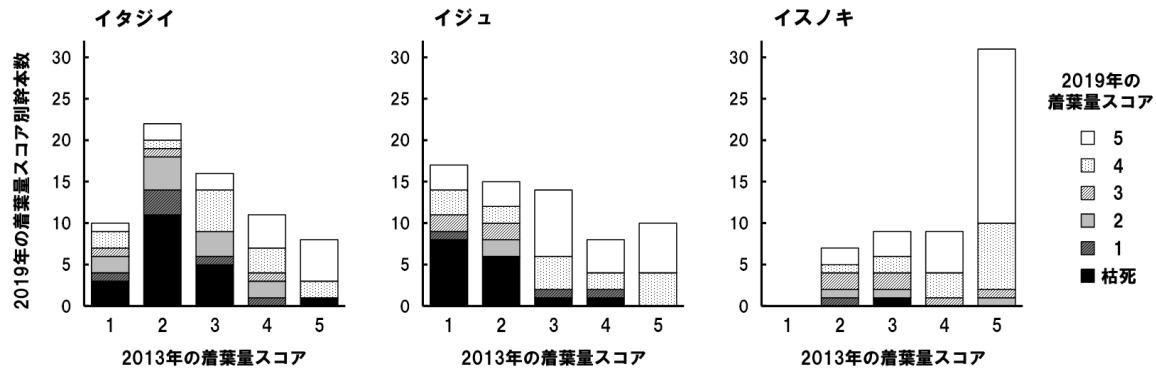


図-5. 樹種別の 2013 年の着葉量スコアに対する 2019 年の着葉量スコア

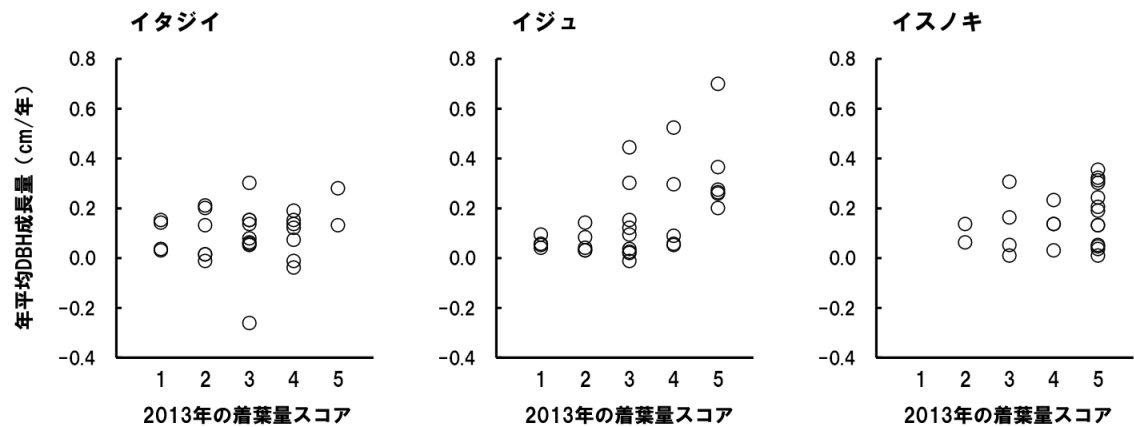


図-6. 樹種別の 2013 年の着葉量スコアに対する 2019 年までの年平均 DBH 成長量

にも繋がる可能性がある」と判明した。そして、やんばる地域の天然林における樹木の樹勢を評価できる有効なモニタリング指標になり得ると考えられた。

謝辞

現地調査に協力いただいた琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールドの技術職員各位、ならびに同亜熱帯地域農学科森林共生学研究室の学生の皆様に御礼を申し上げます。

引用文献

Enoki T (2003) Ecol Res 18: 103-113
Mizoue N (2002) J For Plann 8: 17-24
小多祥基ほか (2015) 平成 26 年度亜熱帯森林・林業研究会研究
発表論文集: 7-12
大嶋優希・高嶋敦史 (2020) 九州森林研究 73: 27-32
R Development Core Team (2021) R: A language and
environment for statistical computing. R Foundation for
Statistical Computing
高嶋敦史 (2013) 九州森林研究 66: 37-39
高嶋敦史ほか (2014) 森林計画学会誌 48: 27-34
Takashima A *et al.* (2021) J For Res 26: 410-418
上杉 基・吉田茂二郎 (1996) 日林九支研論集 49: 31-32
吉田茂二郎ほか (2000) 日林九支研論集 53: 25-28
吉田茂二郎・溝上展也 (2003) 九州森林研究 56: 161-164
(2023 年 11 月 9 日受付; 2024 年 2 月 5 日受理)