

## 論文

# 沖縄本島北部森林地域における各種施業実施後の森林現況について(Ⅱ)<sup>\*1</sup>

## －施業後の経過年数，造林樹種の異なる林分の構造－

新垣拓也<sup>\*2</sup>，清水 晃<sup>\*3</sup>，壁谷直記<sup>\*3</sup>，清水貴範<sup>\*5</sup>，古堅 公<sup>\*4</sup>，寺園隆一<sup>\*2</sup>，生沢 均<sup>\*4</sup>

新垣拓也・清水 晃・壁谷直記・清水貴範・古堅 公・寺園隆一・生沢 均：沖縄本島北部森林地域における各種施業実施後の森林現況について(Ⅱ) 九州森林研究 73：69－73，2020 沖縄本島北部森林地域において，施業方法や施業年度の異なる森林12地点に調査サイトを設定し，林内微気象観測を実施している。本法では12サイトの内，施業後の経過年数，造林樹種の異なる皆伐施業を実施した3サイト，育成天然林施業を行った3サイトについて森林の現況と森林構造を取りまとめた。皆伐施業を行った3サイトでは，イスノキサイト(皆伐25)において造林樹種の成長が遅く，エゴノキサイト(皆伐30)で造林樹種がほぼ消失し，二次天然林に近い環境に近づいていた。また，育成天然林施業を行った3サイトについて，尾根部に設定した施業後1年経過の育天1サイト，施業後4年経過した育天4サイトにおいて台風インパクトを強く受け，林冠の被覆度が著しく低下し，下層にリュウキュウチクの繁茂が見られた。斜面中腹部に位置する施業後10年経過の育天10サイトでは台風による被害は少なく，下層から上層まで連続した森林構造を保っていた。

キーワード：亜熱帯島嶼域，森林構造，被覆度，人為的インパクト，台風インパクト

### I. はじめに

沖縄本島北部森林地域は亜熱帯島嶼特有の生態系を持ち，固有種や希少な動植物が多く生息している。2016年9月には国立公園に指定され，2017年，2019年に世界自然遺産候補「奄美大島・徳之島・沖縄島北部および西表島」の登録に向けた推薦書をユネスコ世界遺産センターに提出しており，本地域の世界自然遺産登録に向けた機運が高まっている。一方で，この地域は沖縄県の民有林の60%以上が集中する林業生産地域であり，2018年も木材算出の実績がある(沖縄県農林水産部森林管理課，2018)。このようなことから，本地域特有の森林生態系の維持を含めた総合的な環境の維持・管理と，これらに配慮した持続的な森林施業の確立が強く求められている。

このような状況に対し，沖縄県森林資源研究センターは本地域の森林環境を把握するため，2009年より本森林地域に気象観測露場を設置し，この地域のベースとなる気象環境のデータを集積している(新垣ほか，2016)。また，様々な施業履歴を持つ森林を対象に，各種施業の影響や森林の成長による林内微気象環境変動の調査サイトを12地点設定し，モニタリングを継続している(清水ほか，2011；壁谷ほか，2016)。

モニタリングを継続していくなかで，林内微気象環境変動調査サイトでは時間の経過と共に各施業の影響や森林成長に加えて，台風等の自然インパクトが発生しており，これらの影響により，現在の林分構造及び植生構成，被度分布など，包括的な現状の把握が必要となった。そこで，林内微気象環境変動調査サイトにおいて詳細な林分・植生・被度分布・樹冠量などの地上植生に関する調査を実施した。

前報では，林内微気象環境観測が継続されている12サイトの内，皆伐施業が行われた6サイトについて，林分構造とプロット内の上層・中層・下層の被度分布状況を取りまとめ，各サイトの林分の特徴や施業後の回復状況，成林状況について報告した(新垣ほか，2018)。本報では，育成天然林施業が行われた3サイトおよび皆伐施業が行われた3サイトについて，林分構造と上層・中層・下層の被度分布状況を取りまとめたので続報として報告する。

### II. 調査地および方法

2009年に沖縄県国頭郡国頭村の森林地域において，施業方法や施業年度の異なる森林12カ所に林内微気象環境変動観測サイトを設置した。これら観測サイトを対象に平成28年から平成27年にかけて森林の現況を調査した。この中で，本報で報告する調査地を図-1に示した。今回は皆伐施業が行われた，皆伐25(昭和60年施業)，皆伐30(昭和55年施業)，皆伐60年(昭和23年施業)の3サイト，育生天然林施業が行われた育天1(平成21年施業)，育天4(平成18年施業)，育天10(平成12年施業)の3サイトの，計6サイトについて林分構造，被度分布を計測した。なお，皆伐25はイスノキ造林地，皆伐35はエゴノキ造林地である。この6サイトの造林樹種，施業年度を表-1に示す。調査プロットの名称は，林内の微気象観測を開始した時点での施業経過年数を元に設定しており，林分調査を行った時点での実際の経過年数はプロット名に6年を足した年数である。

これらの調査サイトに20m×20mの正方形の調査プロットを設定した。プロット内の樹高1.2m以上のすべての立木・植生の

<sup>\*1</sup> Arakaki, T., Shimizu, A., Kabeya, N., Shimizu, T., Hurugen, H., Terazono, T. and Ikuzawa, H.: About forest state after the forest practice in northern part of Okinawa Island (Ⅱ).

<sup>\*2</sup> 沖縄県森林資源研究センター Okinawa Pref. For. Resour. Res. Center., Okinawa 905-0017, Japan

<sup>\*3</sup> 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan

<sup>\*4</sup> 沖縄県緑化推進委員会 Okinawa Greening Promotion Committee., Okinawa 901-1105, Japan

<sup>\*5</sup> 森林総合研究所 For. Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687, Japan

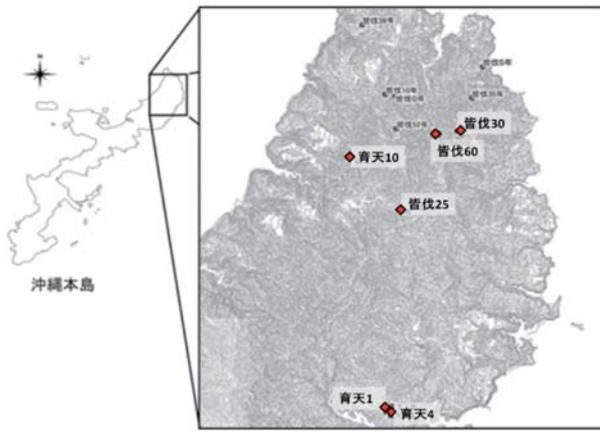


図-1. 調査サイト位置図

表-1. 林分調査サイト名および概略

調査プロット名	施業年度	施業種類	微気象観測開始時 (平成22年)の経過年数	林分調査時 (平成28年)の経過年数	造林樹種
育天1	平成21年	育成天然林	1	7	二次天然林
育天4	平成18年	育成天然林	4	10	二次天然林
育天10	平成12年	育成天然林	10	16	二次天然林
皆伐25	昭和60年	皆伐	25	31	イスノキ
皆伐30	昭和55年	皆伐	30	36	エゴノキ
皆伐60	昭和23年	皆伐	-	60	二次天然林

樹種、胸高直径 (cm)、樹高 (m)、枝下高 (m) を計測した。樹高階層別の被度は調査プロットを 5 m×5 m 毎の小セルに区分けし、各小セルで上層 (樹高 8 m から林冠形成高)、中層 (樹高 8 m から 5 m)、下層 (樹高 3 m 以下の木本および林床被覆草本) 毎に被覆度 (%) を記録した。下層の被度を計測するにあたり、ススキ、リュウキュウチクについては 1 株毎の本数を計測し、株の平均長 (高さ:m) を記録した。また、林分の森林構造イメージ把握のため各調査結果から、調査林分の構造図を作成した。

### Ⅲ. 結果

皆伐 25、皆伐 35、皆伐 60、育天 1、育天 4、育天 10 の 6 サイトについて基本的な林分構造を表-2 に示した。また、6 サイトの樹高階層別平均被覆度 (%) を表-3 に示した。

皆伐 25 はイスノキ造林地である。プロット全体の平均樹高は 4.4 m、平均胸高直径は 3.5 cm、ha あたりの立木本数は 19475 本、材積は 309 m<sup>3</sup>/ha であった。造林樹種であるイスノキの平均樹高は 3.7 m、平均胸高直径は 2.1 cm、材積は 5 m<sup>3</sup>/ha であった。イスノキの材積は全体の材積の 1.6 % であった。林冠はイジュヤイタジイ等の侵入、萌芽更新木で形成されていた。イスノキの ha あたりの立木本数は 4625 本であり、下層~中層に数多く残存していた。階層別の平均被覆度は上層 86 %、中層 52 %、下層 85 % であった。林冠を形成するイタジイ等の常緑広葉樹により、

表-2. 林分調査サイトの林分状況

プロット名	計測区分	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	本数(/ha)	材積(m <sup>3</sup> /ha)
皆伐25	全立木	4.4	3.5	19475	309
	上層形成木	12.3	11.8	3575	285
	中層形成木	4.6	3.5	4400	22
	下層形成木	1.9	0.9	10700	2
	造林:イスノキ	3.3	2.1	4625	5
皆伐30	全立木	5	5.5	9350	289
	上層形成木	12.1	16.4	1625	249
	中層形成木	4.7	4.6	4150	37
	下層形成木	1.9	1.5	11875	2
	造林:エゴノキ	6	6.1	150	2
皆伐60	全立木	3.2	2.8	17950	307
	上層形成木	11.6	18	1350	290
	中層形成木	4.4	3.6	4075	22
	下層形成木	1.9	1.1	12750	3
育天1	全立木	6	8.3	4725	264
育天4	全立木	5.6	8.6	4975	267
育天10	全立木	6.6	9.5	4900	338

表-3. 各サイトの階層別の平均被覆度 (%)

プロット名	平均被覆度(%)			備考
	上層	中層	下層	
皆伐25	86	52	85	下層は広葉樹木本類が多い
皆伐30	44	54	50	上層木に根返、梢端枯れが多く、造林樹種が少ない
皆伐60	70	66	77	下層谷部にシダ類、斜面部は木本類が多い
育天1	-	67	87	下層にリュウキュウチクが多い 上層木に梢端枯れ・幹折れ多発
育天4	-	49	82	下層にリュウキュウチクが多い 上層木に梢端枯れ・幹折れ発生
育天10	58	60	87	林冠形成木に根返りや梢端枯れが多発

上層の平均被覆度は高い値を示した。下層は造林樹種であるイスノキを始め、木本類で形成されており、傾斜の緩い箇所では被覆度 90 % 以上の値を示した。これらの結果から図-2 を作成した。

皆伐 30 はエゴノキ造林地である。プロット全体の平均樹高は 5 m、平均胸高直径は 5.5 cm、ha あたりの立木本数は 9350 本、材積は 289 m<sup>3</sup>/ha であった。造林樹種であるエゴノキの平均樹高は 6 m、平均胸高直径は 6.1 cm、ha あたりの立木本数は 150 本、材積は 2 m<sup>3</sup>/ha であった。エゴノキの材積は全体の 1 % 未満しかなく、ha あたりの立木本数もサイト全体が 9350 本に対し 150 本と少ない値を示した。各層の被覆度は上層 44 %、中層 54 %、下層 50 % であった。上層は梢端枯れを起こしている立木が多く、また、根返り木がサイト外から複数侵入し、他の木々を押し倒しているセルが見られた (写真-1)。そのため、上層の被覆度が 20 % 程のセルが見られた。上層形成木梢端枯れにより日光が入るため、谷部に近い傾斜下部ではシダ類が繁茂している。本サイトは造林樹種であるエゴノキの本数、蓄積共に非常に小さく、本地域の一般的な広葉樹林となっていることから、エゴノキ林としての構造図を作成しなかった。

林内微気象観測サイト設定当時、安定した林分エリアとして皆伐後の経過年数が比較的長く、高蓄積林分として設定した調査サイト (皆伐 52) が台風インパクトを強く受け、大きく被災した (新垣ほか, 2018)。そのため、台風被害が少なく、かつ施業経過年数の長い林分として皆伐 60 を設定した。また、皆伐 60 は平成



図-2. 皆伐 25 の森林構造模式図



図-4. 育天 1 の森林構造模式図



写真-1. 皆伐 30 の林内状況



図-5. 育天 10 の森林構造模式図

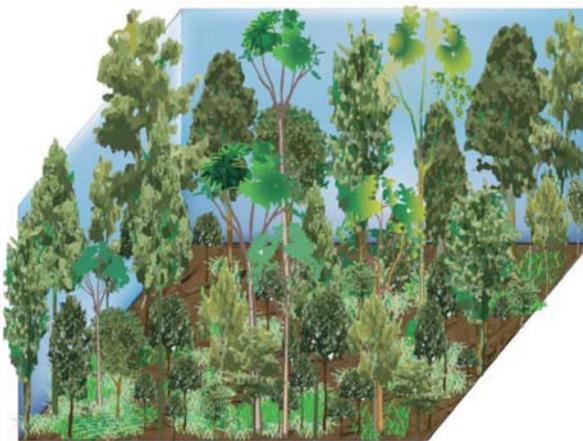


図-3. 皆伐 60 の森林構造模式図

24年に伐採による環境変化を比較する基準サイトとして設定されたもので、本サイトに隣接するエリアでは皆伐実施が行われ、伐採されずそのまま残った本サイトの微気象観測値との比較解析をおこなっている(壁谷ほか, 2016)。プロット全体の平均樹高は、多数の下層植生の影響により3.2 m、平均胸高直径は2.8 cm、haあたりの立木本数は17950本、材積は307 m<sup>3</sup>/haであった。上層形成木の平均樹高は11.6 m、平均胸高直径は18 cmであった。

上層形成木全体の平均樹高は低い値を示しているが、本サイトは樹高20 m程度の立木が多数存在しており、これらにより高い位置に上層林冠が形成されていた。各層の平均被覆度は、上層70%、中層66%、下層77%であった。上層はイタジイを中心とした常緑広葉樹により形成されており、下層は木本類が多いが、斜面下部ではシダ類が繁茂していた。これらの結果から図-3を作成した。

育天1は、育生天然林施業実施後1年目に設定したサイトである。本サイトの平均樹高は6.0 m、平均胸高直径は8.3 cm、haあたりの立木本数は4725本、蓄積量は178 m<sup>3</sup>/haであった。各層の平均被覆度は、上層・中層合わせて67%、下層は87%であった。上層形成木は台風被害により幹折れや枝折れ、梢端枯れが多発しており、林冠が消失していたが、胴吹き等の再生段階にあり、中層に枝葉が多く残っていたことから、上層と中層を合わせて被覆度を計測した。下層は明るい環境にあるが、リュウキュウチクが繁茂しているため被覆度が高い値を示した。木本類も下層木として存在しているが、平均3 mになるリュウキュウチクが下層植生を被圧していた。これらの結果から図-4を作成した。

育天4は、育生天然林施業実施後4年目に設定したサイトである。本サイトの平均樹高は5.6 m、平均胸高直径は8.6 cm、haあたりの立木本数は4975本、蓄積量は159 m<sup>3</sup>/haであった。本サ

イトも台風被害を受け、上層形成木に幹折れや梢端枯れが多発していた。なお本サイトは西側が谷筋を含んでおり、幹折れや林冠の消失等の台風被害は尾根エリアが中心となっていた。各層の平均被覆度は、上層・中層合わせて49%、下層は82%であった。育天1と同様、上層と中層を合わせて被覆度を計測した。台風による幹折れや林冠の消失は特に尾根部で大きく、全体の上層・中層の被覆度は低い値となった。下層の被覆度は高い値を示しているが、高さ3mから4mのリウキュウチクが占有しており、他の植生を被圧している。育天4の森林構造は育天1とほとんど同じ状況であったので、構造図の作成を行わなかった。

育天10は、育生天然林施業実施後10年後に設定した林分であり、施業後10年以上経過した林分の動向を確認するために計測した。本サイトの平均樹高は6.6m、平均胸高直径は9.5cm、haあたり立木本数は4900本、蓄積量は338m<sup>3</sup>/haであった。台風による根返り木も発生しているが少数で、蓄積量、立木本数、上層の被覆度を著しく低下させるものではなかった。各層の平均被覆度は、上層が58%、中層が60%、下層が87%であった。サイト内の立木は、最大樹高15mから下層の1m程度の立木まで切れ目無く成立しており、林床はシダ類や草本類が被覆していた。これらの結果から図-5を作成した。

#### IV. 考察

下層木もイスノキも含めて多くの木本類が競合している状態であった。そのため、プロット全体の蓄積量は309m<sup>3</sup>/haと高い値を示しているが、イスノキのみ抜き出すと5m<sup>3</sup>/haという結果になった。イスノキはhaあたりの残存本数は多く、造林後枯損した個体は少ない状況と考えられた。しかしながら、成長が非常に遅く、本サイトにおける蓄積量が少なくなったと考えられる。そのため、上層木の成長をさらに促すならば育生天然林施業等も考慮されるところであるが、造林樹種のイスノキの成長が遅く、下層・中層木に留まっていることから、目的樹種が不明瞭な状況に陥ってしまうと思われる。林分構造としては様々な更新樹種が成立しており、今すぐ森林環境の不安定化につながる可能性は低いと考えられるが、目的樹種であるイスノキを成林させるためには除間伐を定期的実施するなど、施業の追加が必要と思われる。

皆伐30サイトは上層木の本数が比較的多いため、高い蓄積量を示した(約290m<sup>3</sup>/ha)と考えられる。一方で造林樹種のエゴノキは、本数、蓄積量共に非常に小さい値を示しており、下層木の蓄積量と同程度の値となっていることからエゴノキ林として成林は不可能と思われる。また、上層の被覆度が低く、林内は明るい環境にあるものの、下層の被覆度は50%程であった。これは根返り木による中層・下層植生の破壊や、急傾斜地により土壌表面が崩れた箇所が見られたためと考えられる。沖縄本島北部森林地域ではエゴノキが天然で生育している場所も見られることから、造林に当たって生育に適した場所・環境への考慮・選定が重要であり、選定を誤ると皆伐30サイトのように成林が困難になると考えられた。

皆伐60サイトでは全体の蓄積量は307m<sup>3</sup>/ha、そのうち上層木は290m<sup>3</sup>/haを占めていた。haあたりの本数が多いため、プロット全体の平均値や上層エリアの平均値は小さい値を示してい

るが、実際には図-3のように樹高20m程の立木が多数存在し、高い位置に上層樹冠を形成していた。この結果は、上層形成木とする基準を樹高8m以上としたため、樹高10m程の小径木が多く含まれたことが原因と考えられる。林冠下の上層木だけでなく、下層、中層形成木の本数も多く、各層の被覆度も70%前後の値を示していることから、天然更新可能な状況が維持されていると思われる。また、立木本数が多いことから、やや肥大成長が抑制され、蓄積量が伸びていない面もあるが、森林環境としては安定し、良好な環境下にあると考えられた。

育天1、育天4は、平成24年、平成25年に連続した台風被害を受けた場所であり、生育していた立木が育天1で平均胸高直径8.3cm、育天4で平均胸高直径8.6cmと大径木でなかったことから根返りはほとんど発生しなかったものの、幹折れ、梢端枯れ、強風による全面的な枝葉の消失等が上層・中層を形成する樹木に多く発生した。その結果、林床が明るくなり、3m(一部4m)を超えるリウキュウチクがほぼ全てのセルを占有する状況となった。被害を受け、樹冠を失った樹木は胴吹きにより生存しているが、被害からの回復は遅く、林冠が形成されるまで時間が掛かる状況と思われた。また、下層の木本類はリウキュウチクに被圧された状態であり、樹木の更新が阻害されていることも示唆された。育天4の調査サイトには谷筋が一部含まれており、谷筋での台風被害が比較的弱かったことから、蓄積量は育天4サイトを上回っているが、両サイトとも尾根地形の被害が強く、かつリウキュウチクの繁茂は甚大であり、今後の更新の問題点になると思われる。そのため、森林環境を取り戻すために刈り払い等の手入れを行い、回復に努めることが肝要であると思われる。このような結果から、台風被害(特に風害)を受けやすい尾根周辺では、育生天然林施業の取扱においては斜面方位等地形の配置に特段の配慮が必要であると考えられた。

育天10では単木的に台風被害による根返り木が発生したものの、全体的には影響が少なく、蓄積量、本数共に高い状況であった。各層の全体被覆度は下層が87%と高い値を示しているが、これは、草本類、シダ類が多く生育しているためであり、かつ下層形成樹種も多く生育している状況であった。1m程度の下層形成木から上層形成木まで切れ目なく立木が成立しており、森林環境として安定した域に達していると思われた。育天10は斜面中腹部に存在しており、尾根部に位置している育天1、4より台風被害が少なく、中層・下層の環境が守られたことで森林環境が維持されている可能性が示唆された。

#### V. まとめ

前報告と本報により林内微気象観測を実施した12サイトについて報告した。林内微気象観測・解析結果を森林管理に活用するためには、観測対象とする森林内に立体的に分布する植生の特徴を調査し、森林構造を把握する必要がある。本調査により、皆伐後の経過年数や異なる植栽樹種の林分状況や台風等の自然インパクトについてデータを蓄積し、前報告と本報により、沖縄本島北部森林地域の、森林内の空間に分布する植生の特徴を簡潔ながら取りまとめることができた。さらに模式図による立体的な構造を示すことで、これらを用いて目標林形と実際の状況を具体的に

イメージできるデータとしてまとめることができたと思われる。

また、とりまとめた12サイト（皆伐施業を行った9サイト、育生天然林施業を行った3サイト）について、施業経過年数や造林樹種、施業方法が異なることから、本地域の森林タイプをほぼ網羅した調査結果が得られた。しかしながら、今後の時間経過による森林環境の変化や、自然（台風）インパクトについて評価する上で継続的な森林構造の調査は重要であるため、これら様々な施業履歴を持つ林分サイトを可能な限り固定試験地として維持し、本地域の森林環境を考察する上での基盤データとして活用したい。

## 引用文献

- 新垣拓也ほか（2016）九州森林研究 69：71-74  
新垣拓也ほか（2018）九州森林研究 71：39-42  
壁谷直記ほか（2016）九州森林研究 69：65-70  
沖縄県農林水産部森林管理課（2018）沖縄の森林・林業，81 pp.  
沖縄県，沖縄  
清水貴範ほか（2011）九州森林研究 64：102-104  
（2019年11月8日受付；2019年11月25日受理）