

## 令和4年度

## 屋久島世界自然遺産地域における森林生態系に関するモニタリング調査等結果

## 【調査内容】

- 1 屋久島中央部地域の垂直方向の植生モニタリング調査
- 2 高層湿原の植生状況モニタリング調査及び保全対策の検討
- 3 著名木（八本杉）の樹勢診断
- 4 森林生態系における気候変動の影響のモニタリング調査
- 5 その他

## 1. 屋久島中央部地域の垂直方向の植生モニタリング調査

屋久島中央部等地域の垂直方向の植生モニタリング調査については、平成14年度、平成19年度、平成24年度及び平成29年度に実施した標高1200m地点から標高1936mの宮之浦岳山頂付近までの間において、「標高別定点プロット調査」6地点、「植物相調査」7地点、「林冠ギャップ調査」5地点でモニタリングを行い、植生の比較評価及び環境変化の分析を行うことを目的として実施した。

調査プロットの位置を図1-1に示した。

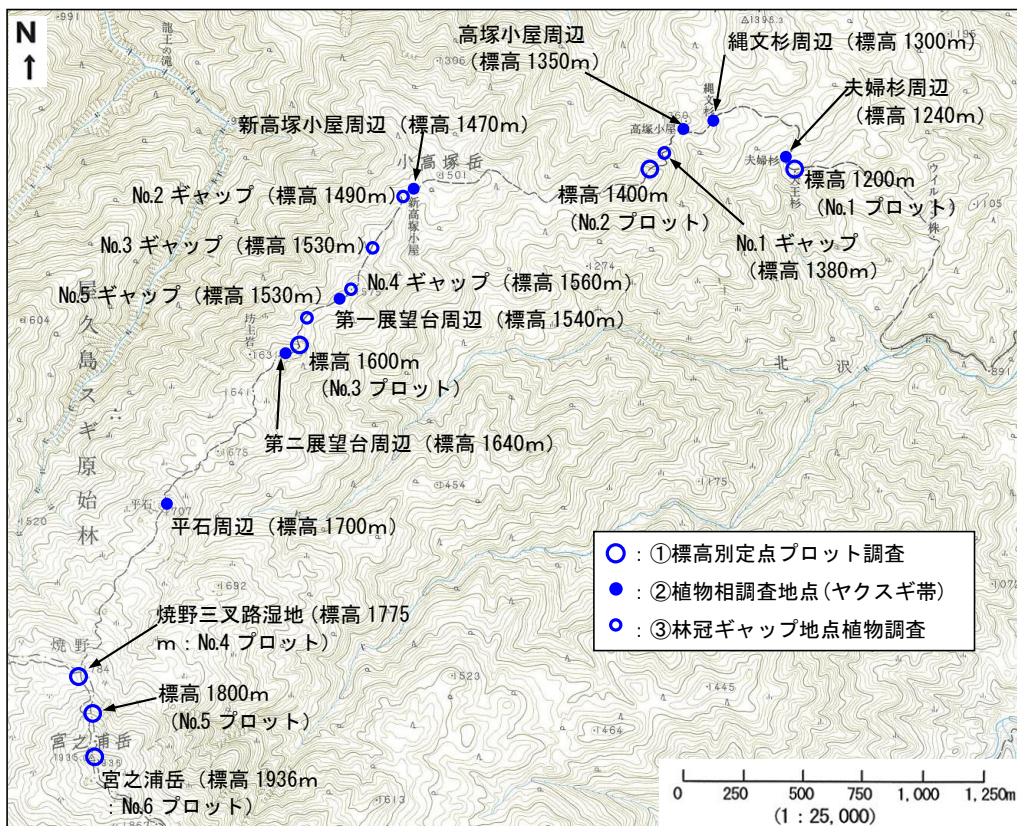


図 1-1 屋久島中央部地域の植生垂直分布調査箇所

●調査結果(中間報告)

表 1-1 各標高の確認種数の変化と植生状況(中間報告)

地点	平成 29 年度と令和 4 年度調査の確認種数の変化と植生状況
標高 1200m	<p>70 種→71 種を確認。樹高 20m、胸高直径 50 cmを超え、最大で 200 cmを超えるスギが優占し、大径木のヤマグルマ、ハリギリ、ヒメシャラが混交する。5 年の間に木道の付け替え工事があり、①プロットの一角の約 2m 上に新歩道がかかる。また新歩道敷設時の資材置き場の仮設に伴い、④プロット周辺で人為的な攪乱が生じた。その箇所は現在、資材が撤去され、スギ実生の他、カナクギノキ、ホウロクイチゴ、サンカクヅル等のパイオニア種が見られ、新規確認 12 種のうち 8 種が周辺の③～⑤プロットに集中している。それ以外の草本層はハイノキ、サクラツツジを中心としたシカ不嗜好植物で構成されている。亜高木層はサクラツツジが一部、低木層からの移行で増加しているが、林床が所々、土砂流出や大枝落下の影響を受け、他の樹種は亜高木層・低木層とも減少傾向である。</p>
標高 1400m	<p>60 種→67 種を確認。スギの大径木にヒメシャラ、ヤマグルマが混交するが、風衝により樹高が 20m を超す個体は見られず、樹上にナナカマド、ヤクシマシャクナゲ、リョウブ等の生長した樹木が着生している個体が多い。本年度 9 月の台風 14 号の直撃で、胸高直径 100 cmを超す 2 本を含むヤマグルマ 4 本が倒壊した他、平成 29、30 年に襲来した台風でスギが幹折れ、枯死する等、度々攪乱を受けている。亜高木層はサクラツツジが一部、低木層からの移行で増加しているが、大径木が寝返り倒木した際に、着生樹木や周囲の低木・亜高木が損傷したとみられ、他の樹種は亜高木層・低木層とも減少傾向である。草本層ではホウロクイチゴ、サンカクヅル、ヤシャブシ等のパイオニア種を中心に、新規に 16 種を確認した。</p>
標高 1600m	<p>47 種→45 種を確認。第 1 展望台から第 2 展望台に向かう稜線上にある。スギが優占し、ヒメシャラが混交するが、樹高は上記 2 標高の高木層より一層低い。亜高木層・低木層にはヤクシマシャクナゲが圧倒して多く、特にこの 5 年で大幅に増加した。厚く広い常緑の葉が林床を覆い、林内は耐陰性の高いハイノキ、アセビ、スゲ属 sp. が優占し、乾燥化が進行している。スゲ属 sp. にはシカの食痕が多数見られる。新規出現種は 8 種、未確認種は 10 種と、シカ食害の影響を強く受けた林相で、植生の単純化が懸念される。</p>

地点	平成 29 年度と令和 4 年度調査の確認種数の変化と植生状況
焼野三叉路 標高 1775m	<p>20 種→14 種を確認。焼野三叉路から永田岳に向かう尾根の南側にある湿地。プロット内、ヤクシマダケの被度がやや増加してパッチ状に点在し、優占種のイボミズゴケ群落はわずかに減少している。さらに②プロットは土砂、特に砂礫の流入があり、砂礫の堆積箇所には植生が見られず、シカの足跡と糞が見られる。またハリコウガイゼキショウにはシカの食害を受けたものが多数確認された。植生は未確認種が 6 種あるが、プロット外の砂礫の影響を受けない傾斜部にはそのうちの 2 種、ツクシゼリ、ヒメウマノアシガタが見られ、周辺はヤクシマシャクナゲの群落が見られる。ヤクシマダケの被度の増加、砂礫の流入の増加、シカの食害及び踏圧のいずれもが懸念される。</p>
標高 1800m	<p>15 種→16 種を確認。焼野三叉路から宮之浦岳に向かう歩道上の斜面。所々、人の背丈を超えるヤクシマダケが密生し、その中にアセビ、ヤクシマシャクナゲが点在する。ヤクシマダケ群落の中はほとんど陽光が差し込まず、植生が出現するのは歩道脇にあるわずかな空間に限定される。その中でも暗い箇所にアセビの稚樹、コミヤマカタバミ、明るい箇所にヤクシマムグラ、ヤクシマコオトギリ等、階段脇の傾斜にはシダ類、スゲ類が出現する。ヤクシマダケは岩や歩道脇には草丈の低いものが張り出し、坊主岩付近から宮之浦岳に向かう歩道脇で多数のシカの食痕が確認された。</p>
宮之浦岳山頂 標高 1936m	<p>15 種→19 種を確認。①プロットにはヤクシマダケ群落の中に大岩とヤクシマシャクナゲがあり、ヤクシマダケの生長が著しく、草高・被度が増加している。このため大岩とヤクシマダケの間の空間・照度が狭まり、キバナノコマノツメ等の着生植物は確認されなかった。一方、②プロットには中央にヤクシマシャクナゲ群落が形成され、被度を増加している。このヤクシマシャクナゲとヤクシマダケの間の移行帯にコメススキ群落が形成され、その周辺を中心に 5 種の新規確認があり、プロット合計では 19 種が確認された。この標高でもスゲ属 sp. にはシカの食痕が見られる。山頂付近で、登山者の靴底に付いて運ばれた可能性のあるスズメノカタビラは、登山者の踏圧のかからない箇所で数株まとまって確認された。</p>



表 1-2 特徴的な調査地 15 年間の変化

<p>平成 19 年度 1600m ①④プロット境界</p>	<p>令和 4 年度 1600m</p>
<p>平成 19 年度 1775m ①プロット (下)</p>	<p>令和 4 年度 1775m ①プロット (下)</p>
<p>平成 19 年度 1936m ①プロット</p>	<p>令和 4 年度 1936m ①プロット</p>





写真1 1775mで見られた砂礫の堆積

(左) ①プロット側から見た②プロットの状況。左手前に砂礫が堆積して、植生は島嶼状に  
 (右) 砂礫堆積箇所の近景。メジャー付近からヤクシマダケに沿ってシカの足跡が見える



写真2 1936m 宮之浦岳山頂のスズメノカタビラ

(左) 宮之浦岳山頂。三角点と道標の奥のヤクシマダケ群落下の空間で本種を確認(○印)  
 (右) ヤクシマダケの落葉が堆積する中、数株が点在している。開花中の個体も見られた

表 1-3 プロット別の5年前との比較によるヤクシカ採食影響の多少

区分	対象プロット	被害程度
多少減った	標高 1200m、標高 1400m	中程度
多少増えた	標高 1800m、1936m	多い
顕著に増えた	標高 1600m、標高 1775m	多い





## 2. 高層湿原の植生状況モニタリング調査及び保全対策の検討

別紙参照

## 3. 著名木(八本杉)の樹勢診断

### ○調査対象木

調査対象木は平成4年に屋久杉自然館が「屋久杉巨樹・著名木調査」により作成した「屋久杉巨樹・著名木一覧」(随時追記)に記載された著名木のうちの「27 八本杉」を対象とした。「八本杉」は平瀬国有林9林班の標高980mの大川林道沿いに生育しており、その名のとおり、横たわる倒木の上に8本の小杉が並んで生育している倒木更新の好例であるが、近くに切り株があることや切り株と倒木の間には多数の木片が散乱していることから親木は伐採された屋久杉とみられている。樹高及び胸高周囲は8本のうち最大のものでそれぞれ25.4m、2.8mとなっている。

### ○調査内容

調査対象木の衰退度や倒木等の危険度を把握するため以下の点について調査を行った。

- ・生育状況を把握するための概況調査
- ・立地環境を評価するための立地情報調査
- ・地上部の衰退度判定
- ・土壌断面調査
- ・着生植物
- ・各種被害調査
- ・樹冠状態調査
- ・樹幹断面及び内部腐朽状況調査

### ○調査結果

調査結果については、現在整理中のため、令和5年度第1回科学委員会で報告予定。



#### 4. 森林生態系における気候変動の影響のモニタリング調査

気候変動による屋久島世界自然遺産地域の森林生態系への影響については、現在データ収集・整理中のため令和5年度第1回科学委員会で報告予定。

データ収集先の気象観測地点の位置は図4-1に示すとおり。



図 4-1 各機関のデータ観測位置及び現地調査位置(黒味岳)

## 5. その他(屋久島における気候変動影響による天然スギ分布適地の変化予測)

昨年度の科学委員会において、森林生態系における気候変動の影響について「長期的な温暖化による主な植物の分布の変化を予測してリスク評価してみることを検討してほしい」との意見があったため、屋久島世界自然遺産地域の顕著な普遍的価値(OUV)の1つである天然スギに着目し、その長期的な分布適地の変化予測を試みた。

### 【予測方法の概要】

屋久島の386箇所における2019年調査時点の天然スギの分布状況から、その地点の気候条件や土地条件から天然スギの有無を推測する統計モデルを作成し、気候変動による政府間パネル(IPCC)による地球温暖化シナリオに基づき<sup>1</sup>、1.4℃上昇(RCP2.6)と4.5℃上昇(RCP8.5)のシナリオを想定した21世紀末(2076～2095年)天然スギの分布を予測した。

なお、統計モデルの作成にあたっては、松井ほか(2007)<sup>2</sup>や田中ほか(2006)<sup>3</sup>によるブナ林分布の将来予測研究を参考にした。

### 【モデル作成に用いた(説明)変数】

#### (1) 気候条件

1) 使用する変数⇒既往研究※を参考に、①最寒月平均気温を用いた。

2) 入手・算出方法⇒メッシュ平年値2010から月ごとの平均気温を抽出して計算した。

(メッシュ平年値2010は、日本全国の気候情報を1kmメッシュで推定したもので、平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量、最深積雪、日照時間、全天日射量のデータがある)

※既往研究ではその他、「暖かさの指数」「夏期降水量」「冬期降水量」も気候変数として用いているが、「暖かさの指数」は最寒月平均気温と強く相関し、降水量については気温と同様メッシュ平年値から抽出できたものの、抽出データが局所的な違いの大きい屋久島の降水量の実態とかなり異なることから、いずれも変数に含めないこととした。

#### (2) 土地条件

1) 使用する変数⇒既往研究を参考に、②地質、③地形、④土壌、⑤傾斜方位、⑥傾斜角度を用いた。

2) 入手・算出方法

⇒②③④については国土省の国土調査(20万分の1土地分類基本調査)情報から抽出した。

⇒⑤⑥については国土地理院の基盤地図情報の数値標高モデル(DEM)からGISで算出した。

<参考>

②地質:花崗岩\_花崗閃緑岩、砂岩\_頁岩などの互層、砂\_礫\_粘土、砂岩、礫\_砂、頁岩、礫岩の7分類

③地形:大起伏山地、中起伏山地、三角州性低地、岩石台地の4分類

④土壌:乾性褐色森林土壌、岩屑性土壌、褐色森林土壌、灰色低地土壌、湿性褐色森林土壌、グライ土壌、厚層黒ボク土壌、黒ボク土壌、粗粒風化火山抛物体未熟土壌の9分類

⑤傾斜方位:0～360°

⑥傾斜角度:1～51°

<sup>1</sup> 文部科学省及び気象庁「日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—」

<sup>2</sup> 松井・田中・八木橋(2007) 世界遺産白神山地ブナ林の気候温暖化に伴う分布適域の変化予測.日林誌89(1):7-13

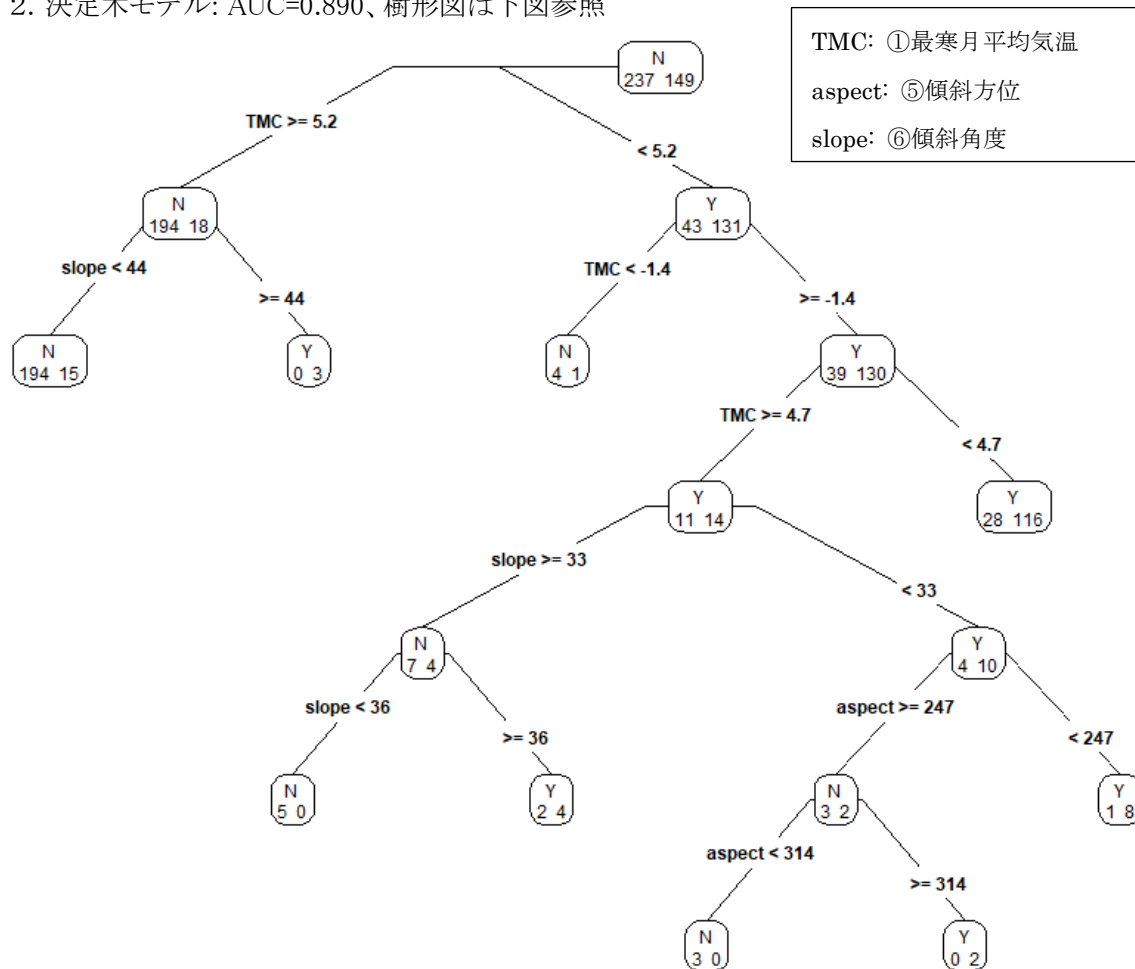
<sup>3</sup> 田中・松井・八木橋・埴田(2006) 天然林の分布を規定する気候要因と温暖化の影響予測:特にブナ林について.地球環境11(1):11-20

## 【統計モデルの作成結果】

統計モデルは既往研究を参考に、二項分布を仮定した一般化線形モデル(GLM)と決定木(分類樹)モデルを作成し、予測精度の指標として AUC を用いたところ、GLM の方が AUC の値が大きかったため、GLM を将来予測モデルとして採用した。

1. GLM: AUC=0.893、天然スギ有無の確率= $1/(1+\exp(-1.57407+0.70600\times\textcircled{1}-0.05005\times\textcircled{6}))$

2. 決定木モデル: AUC=0.890、樹形図は下図参照



※樹形図の分岐途中にある不等式は、変数の条件を示す。樹形図の角丸枠内(ノード内)にある2つの数字とN,Yの文字について、左側の数字は天然スギが分布しない箇所数を示し、右側の数字は天然スギが分布する箇所数を示す。分布しない箇所数(左側の数字)の方が多い場合 N を示し、分布する箇所数(右側の数字)の方が多い場合 Y を示す。

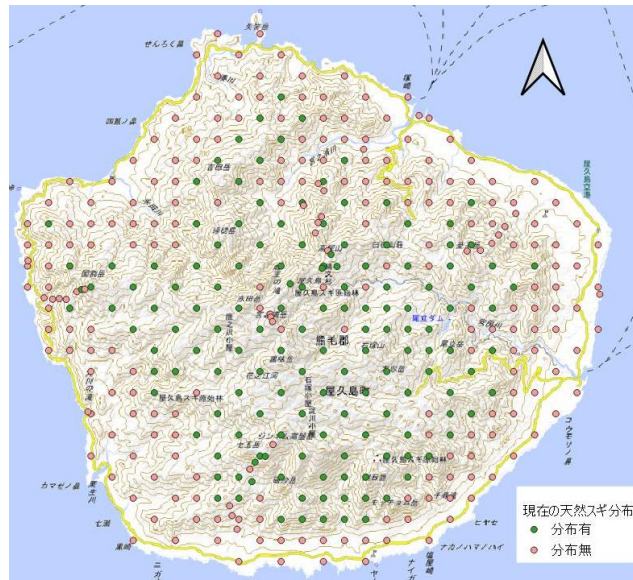
### <補足>

- AUC は 0 から 1 までの値をとり、値が 1 に近いほど予測性能が高いことを示す。
- GLM については変数が多いため、変数増減法により変数選択を行った。また、交互作用ありのモデル(AIC=332.92)と交互作用なしのモデル(AIC=332.08)を作成したが、交互作用なしモデルのあてはまりの方が若干よかった(AIC が小さかった)ため、交互作用なしのモデルを採用した。
- 決定木モデルも交互作用なしの GLM も質的変数の②③④は条件として選択されなかったため、交互作用ありの GLM では最初から①⑤⑥の組み合わせで変数選択を行った。(①～⑥全て含めて交互作用を入れると計算量が膨大となるため。)
- なお、交互作用ありの予測式は  $1/(1+\exp(1.42449+0.36584\times\textcircled{1}-0.00747\times\textcircled{5}-0.16538\times\textcircled{6}+0.01405\times\textcircled{1}\times\textcircled{6}+0.00026\times\textcircled{5}\times\textcircled{6}))$



### 【将来予測の結果】

現状のスギ林の分布を図 5-1、先述した統計モデルを用いて 1.4℃上昇 (RCP2.6)した場合に予測される将来分布適地と 4.5℃上昇 (RCP8.5)した場合の将来分布適地を図 5-2 に示す。スギの分布適地 (緑色) の変化を見ると、屋久島中央部の高標高地域に今後狭められていくことがわかり、上昇温度が高いほど分布適地が狭くなることが予測された。



1.4℃上昇  
(RCP2.6)

図 5-1 2019 年時点の天然スギの分布域  
分布有 (緑色) : 149 箇所、分布無 (桃色) : 237 箇所

4.5℃上昇  
(RCP8.5)

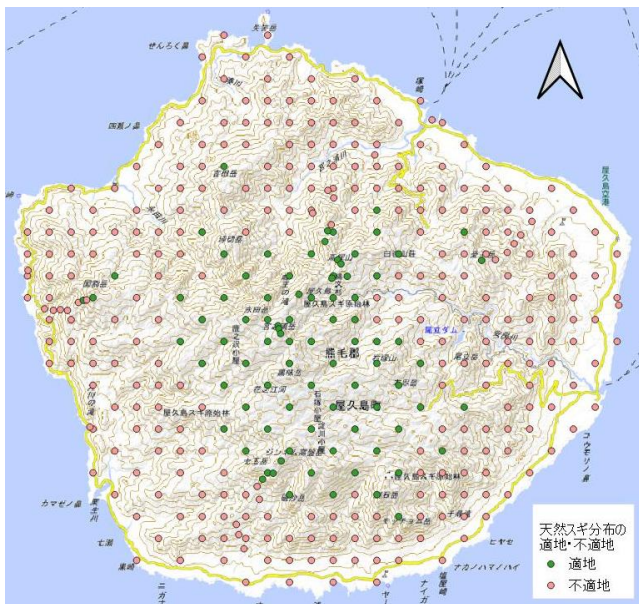


図 5-2 21 世紀末 (2076~2095 年) における天然スギの分布適地の变化予測  
〈左: 1.4℃上昇 (分布適地: 87 箇所)、右: 4.5℃上昇 (分布適地: 15 箇所)〉

※既往研究では分布確率 0.5 以上を適地として将来の分布を予測していたが、0.5 を閾値として 2019 年のデータを今回作成した統計モデルにあてはめると、386 箇所のうち 134 箇所が分布となり、実際より厳しく予測されるため (2019 年は 149 箇所が分布)、現状データでの分布箇所数が 149 となるよう閾値を 0.45 とし、分布確率が 0.45 以上の時に分布すると予測することとした。