

令和3年度世界遺産地域モニタリング調査等結果

令和3年度世界遺産地域モニタリング調査では、①屋久島東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（別紙で報告）、③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を実施した。本資料では令和3年度第2回科学委員会時点において、未報告部分のあった①と③について新たな結果を報告する。

1. 屋久島東部地域の垂直方向の植生モニタリング調査

屋久島東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13年度、平成18年度、平成23年度及び平成28年度に実施した屋久島東部の標高200m地点から標高1200m地点（愛子岳山頂付近）において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った。

調査プロットの位置を図1-1に示す。

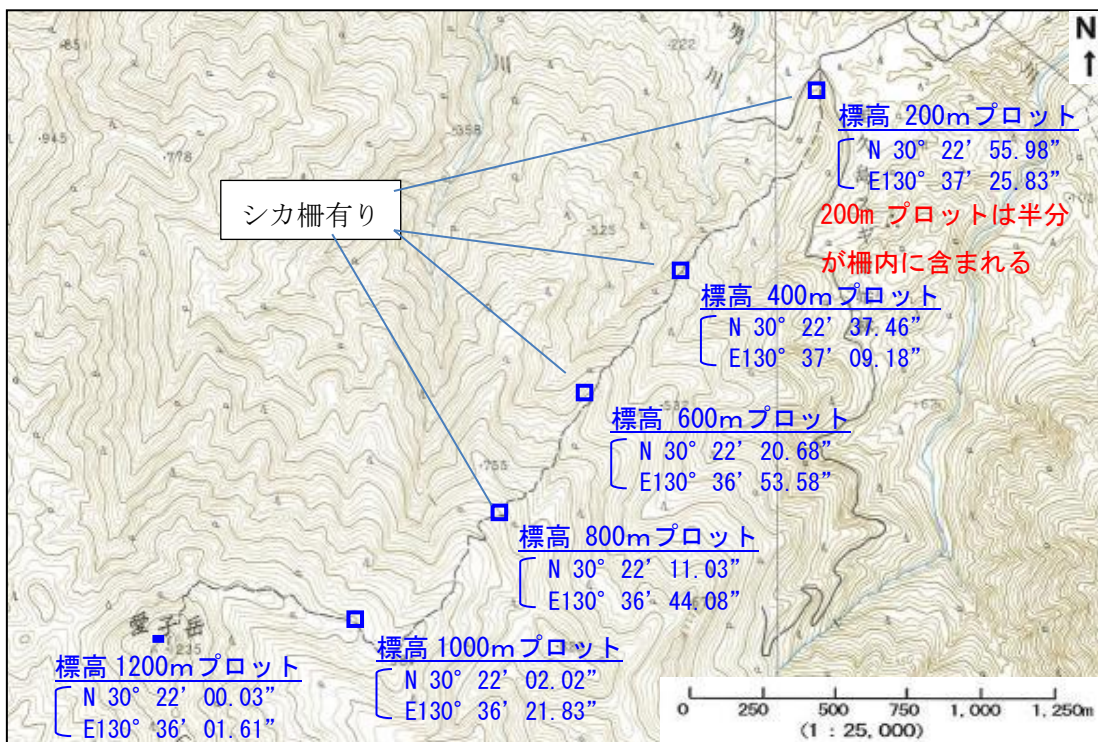


図1-1 植生垂直分布の各調査プロット箇所（東部地域：200m～1200m）

群落の状況・階層毎の木本数の一覧

植生垂直分布調査は、標高 200m 地点から標高 1200m 地点まで、おおよそ標高 200m 毎に設定されたモニタリングプロットにおいて行った。各標高プロットの結果を以下に示し、群落横断面図・群落縦断面図とその状況を表 1-1 に、階層毎の木本数を表 1-2 に示す。

- ・標高 200m では、スダジイがブナ科萎凋病（カシノナガキクイムシ被害）で衰弱後、腐朽菌により大径木の立ち枯れが目立つ。ギャップ形成により草本層の植被率や種数が増加したと考えられる。
 - ・標高 400m では、高木層はイスノキが優占し、林冠部が健全であるため、鬱閉し、低木層の本数が少ない。しかし、過年度よりもスダジイの萌芽枝に健全なものが多く、草本層はヤクシマアジサイが優占する等、シカの生息密度低下によると推測される変化が見られる。
 - ・標高 600m では、高木層はイスノキが優占し、亜高木層は本数が安定して多い。シカの採食圧を強く受けた種構成であるが、草本層はヤクシマアジサイが優占し、スダジイの実生が散見されることから、シカの生息密度低下によると推測される変化が見られる。
 - ・標高 800m では、度々攪乱を受けるため大径木が少なく、クスノキ科 5 種が林立し、現在は小径のホソバタブが優占している。この付近は雲霧帯に入るために着生するシダ類も多い。新規加入種 28 種のうち半数の 14 種がシダ類である。
 - ・標高 1000m では、高木層ではアカガシ、ヤマグルマが優占し、ヒメシャラ、スギ等が混交する。林冠はここ 5 年間で大きな攪乱を受けていないため、高木層の本数は増加している。また、新規加入種は 35 種と調査標高帯のなかでは最多であり、シカの生息密度低下の影響が考えられる。
 - ・標高 1200m では、最上層は亜高木層で樹高はほぼ変わらず 5 m 未満であり、スギが優占する。低木層 I・II はサクラツツジ、草本層はウラジロが優占し、シカの食害の影響を受けた林相である。5 年前はシカの食害は見られなかったが、本年度は食痕が散見された。
- シカの食害の影響は他の地域に比べると程度は小さいが、各標高の調査地はいずれも不嗜好植物で構成され、採食圧を強く受けた林相である。標高 1200m では落葉広葉樹や高山植物に食痕が見られ、中央部の高標高域からシカが来ている可能性がある。

表 1-2. 階層毎の木本数

| 200m | | | | 400m | | | |
|------|--------|---------|--------|------|--------|---------|--------|
| 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層(本) | 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層(本) |
| H13 | 45 | 75 | 151 | H13 | 94 | 135 | 116 |
| H18 | 66 | 73 | 308 | H18 | 61 | 176 | 78 |
| H23 | 42 | 219 | 146 | H23 | 43 | 182 | 116 |
| H28 | 56 | 68 | 158 | H28 | 36 | 78 | 27 |
| R3 | 45 | 123 | 110 | R3 | 52 | 82 | 32 |

| | |
|---|--|
| 高木層は本年度 11 本の減少、うち7本はスダジイの枯死である。平成 13 年、23 年にも減少し、度々攪乱が起きていることが分かる。その影響で平成 18 年度は低木層の本数が増加し、平成 23 年度にはその多くが亜高木層へ移行した。本年度、低木層の本数が最少であるが、草本層は回復傾向にあり、平成 18 年度のように回復が見られるか注視する必要がある。 | 低木層・亜高木層は微増、高木層は 16 本増加した。この 5 年間で大きな攪乱が起きずに各階層の個体が上の階層に移行し、林内は鬱閉が進行した。草本層から低木層に移行したのは主にスダジイの萌芽枝で、近年のシカ生息密度低下の成果と考えられる。ただ今後の森林生態系維持の観点からすると、低木層の本数は前年に引き続き少ない。 |
|---|--|

| 600m | | | | 800m | | | |
|------|--------|---------|--------|------|--------|---------|--------|
| 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層(本) | 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層(本) |
| H13 | 110 | 112 | 151 | H13 | 97 | 148 | 271 |
| H18 | 85 | 178 | 105 | H18 | 64 | 111 | 415 |
| H23 | 57 | 165 | 151 | H23 | 84 | 248 | 285 |
| H28 | 75 | 133 | 69 | H28 | 88 | 129 | 146 |
| R3 | 70 | 140 | 74 | R3 | 106 | 220 | 124 |

| | |
|---|---|
| 平成 13 年～23 年にかけて高木層の本数が半減し、大きな攪乱があった可能性がある。今回、低木層・亜高木層は微増、高木層は 5 本減少した。亜高木層が安定して多いのは、高木層への移行が少ない斜立木・小高木で構成されているためである。低木層はタイムンタチバナ1種が突出して多いが、草本層では最多の 83 種が確認され、低木層の本数が増加するか注視する必要がある。 | 平成 13 年～18 年にかけて高木層の本数が減少しており、攪乱があった可能性がある。その後は亜高木層の変動が激しい。高木層は元々植生率が 10～35%と高くないため、亜高木層も攪乱を受けていると考えられる。低木層は平成 23 年以降、減少が続いている。シカの食害による影響の他に、土砂流出で度々植生保護柵が倒壊しており、林内下部の攪乱が起きやすいことが考えられる。 |
|---|---|

| 1000m | | | | 1200m | | | | |
|-------|--------|---------|--------|-------|----------|---------|-----------|------------|
| 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層(本) | 年度 | 高木層(本) | 亜高木層(本) | 低木層 I (本) | 低木層 II (本) |
| H13 | 69 | 59 | 122 | H13 | プロット設定なし | | | |
| H18 | 51 | 177 | 276 | H18 | | 80 | 11 | 19 |
| H23 | 34 | 203 | 233 | H23 | | 7 | 0 | 0 |
| H28 | 36 | 246 | 197 | H28 | | 29 | 64 | 0 |
| R3 | 51 | 323 | 298 | R3 | | 42 | 74 | 54 |

1000m 階層別本数

1200m 階層別本数

平成 13 年～23 年にかけて高木層の本数が半減し、大きな攪乱があった可能性がある。その結果、調査の度に亜高木層の本数は増加しているものの、その構成種はサクラツツジ等、シカ不嗜好種が 84.7%を占めている。低木層は前回までの減少傾向から一転、増加が見られた。しかし構成種はシカ不嗜好種が 98.7%を占めており、シカ食害の影響を強く受けた種構成である。

低木層 II、低木層 I がそれぞれ低木層 I、亜高木層へ移行している。亜高木層・低木層 I ではアカガシが、低木層 I・II でサクラツツジが本数を増加させている。平成 23 年度は胸高直径 1～9cm の記録が欠如している可能性がある。亜高木層～低木層 II を通して 1 個体しか見られない種が 6 種あり、萌芽枝が選択的にシカの食害を受けるコックバネウツギとともに、更新が懸念される。

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. 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への影響について、各機関のモニタリングデータの収集、気象庁アメダスによる気候変動等のデータの収集・分析等を実施し、今後の動態、森林生態系への影響の予測等を行った。各機関の調査地点を図 3-1 に示す。また、それぞれの数値の有意性については、気象庁が出している表 3-1 偶然性の評価による記述の違い(気象庁 HP より)に従った。

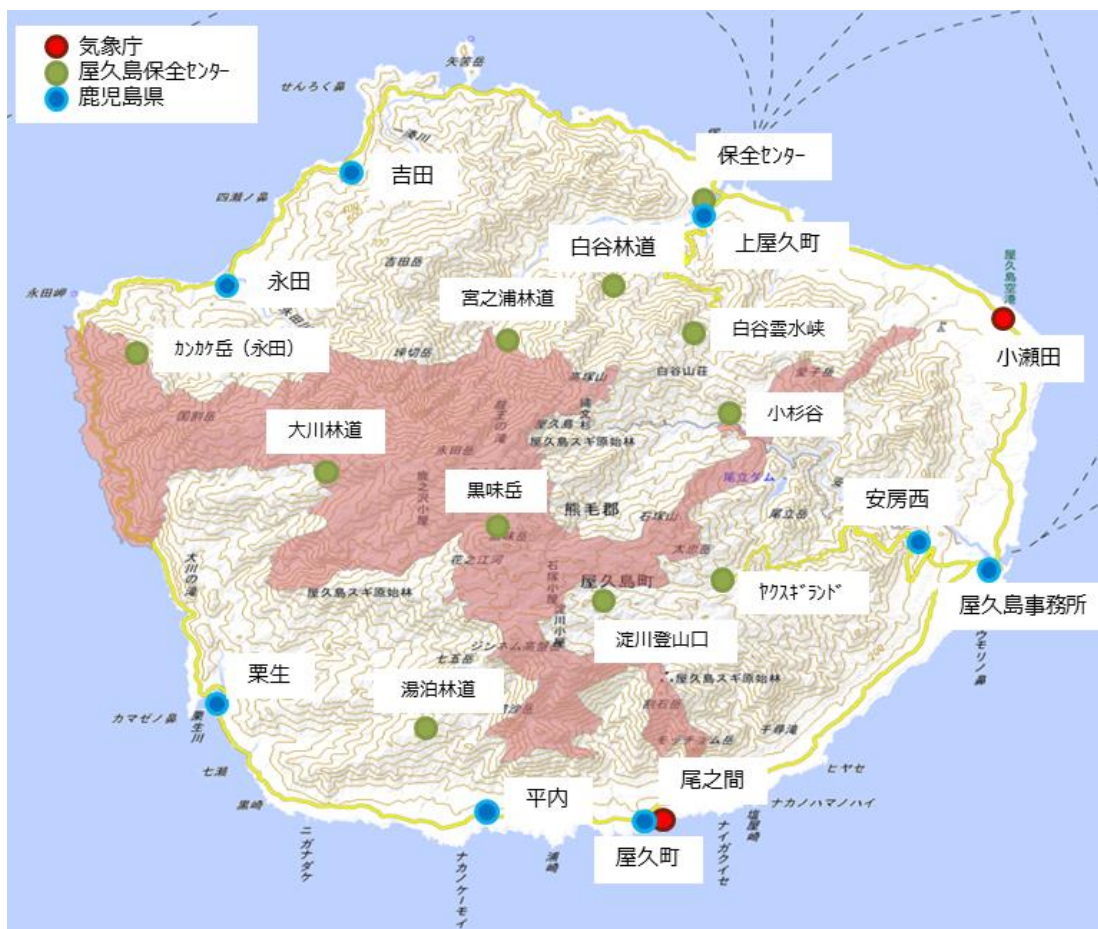


図3-1 屋久島における気象観測地点

表3-1 偶然性の評価による記述の違い（気象庁HPより）

| 偶然性（信頼水準） | 記述方法 | 本報告書内での表記 |
|---------------------|--|-----------|
| 1%以下 (99%以上で有意) | 「増加（減少）している（信頼水準99%で統計的に有意）」 「上昇（下降）している（信頼水準99%で統計的に有意）」 | *** |
| 5%以下 (99%以上で有意) | 「増加（減少）傾向が表れている（信頼水準95%で統計的に有意）」 「上昇（下降）傾向が表れている（信頼水準95%で統計的に有意）」 | ** |
| 10%以下 (90%以上で有意) | 「増加（減少）しているとみられる（信頼水準90%で統計的に有意）」 「上昇（下降）しているとみられる（信頼水準90%で統計的に有意）」 | * |
| 上記以外 | 「変化傾向は見られない」 | なし |

気象庁アメダスデータの収集・分析

気象庁アメダス気象観測所の小瀬田及び尾之間における年平均気温、年降水量、月最大風速の年平均、年日照時間の10年当たりの変化を表3-2に整理し、推移を図3-2～5に示した。

年平均気温は両観測所で上昇しており、年降水量も両観測所で増加傾向が現れている。月最大風速の年平均は小瀬田では変化傾向は見られず、尾之間では減少しており、日照時間については小瀬田では変化傾向は見られていないが、尾之間では減少しているとみられる。

表3-2 過去の気象データから求めた10年当たりの気象の変化

| 場所 | 項目 | 年平均気温 (°C/10年) | 年降水量 (mm/10年) | 月最大風速の年平均 (m/s) /年 | 年日照時間 (時間/年) |
|-----|-----|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 小瀬田 | 変化率 | +0.08*** | +145.75*** | -0.30 | +8.14 |
| | N | 84 | 84 | 61 | 84 |
| 尾之間 | 変化率 | +0.24*** | +132.94** | -0.47*** | -40.68* |
| | N | 44 | 46 | 44 | 41 |

※ 有意性の表記 (*,**,***)については表3-1参照。

※ 各値が増加した箇所を背景色オレンジ色、減少した箇所を背景色水色で表しており、特に高い水準で有意に差が確認された箇所を濃い色で表した。

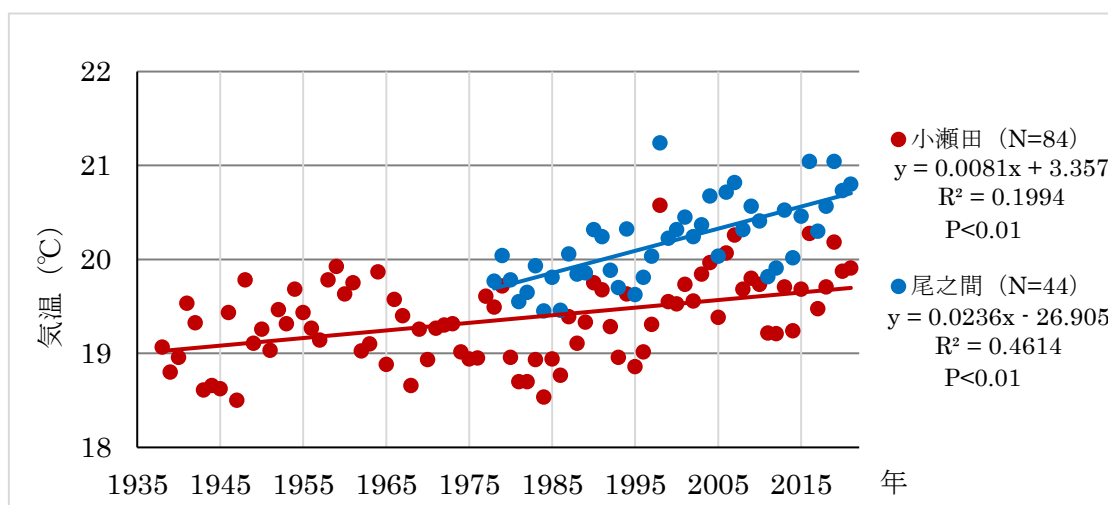


図3-2 小瀬田・尾之間における年平均気温の経年変化

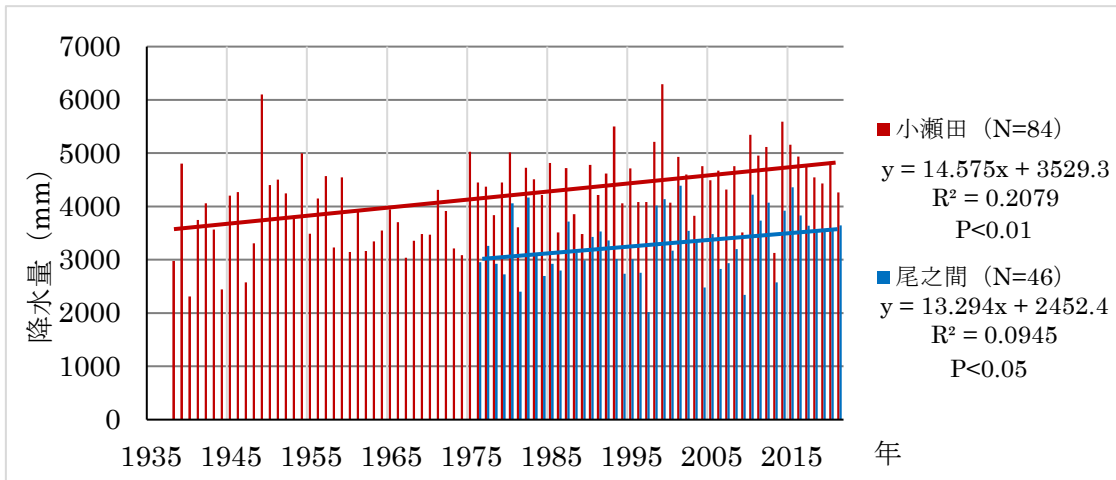


図 3 - 3 小瀬田・尾之間における年降水量の経年変化

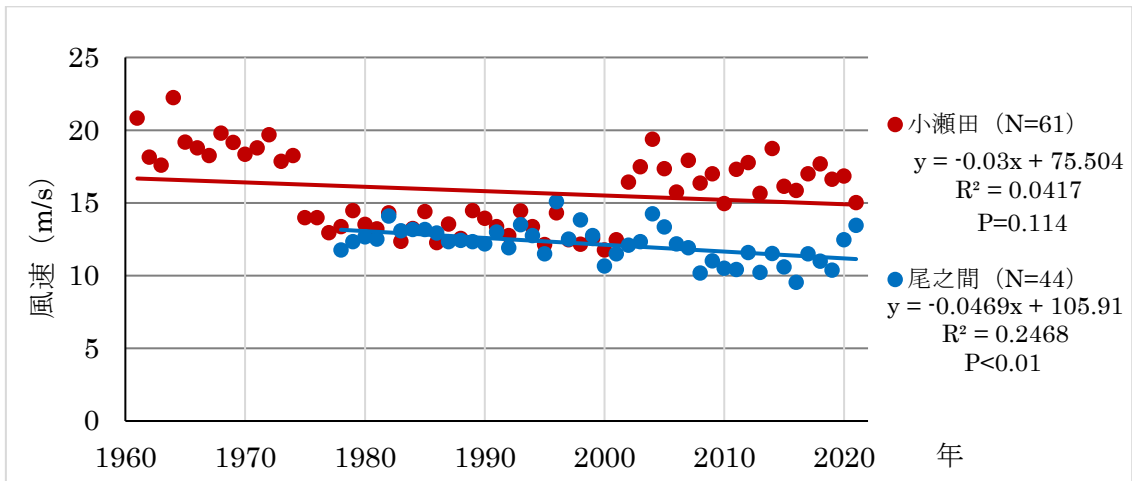


図 3 - 4 小瀬田・尾之間における月最大風速の年平均の経年変化

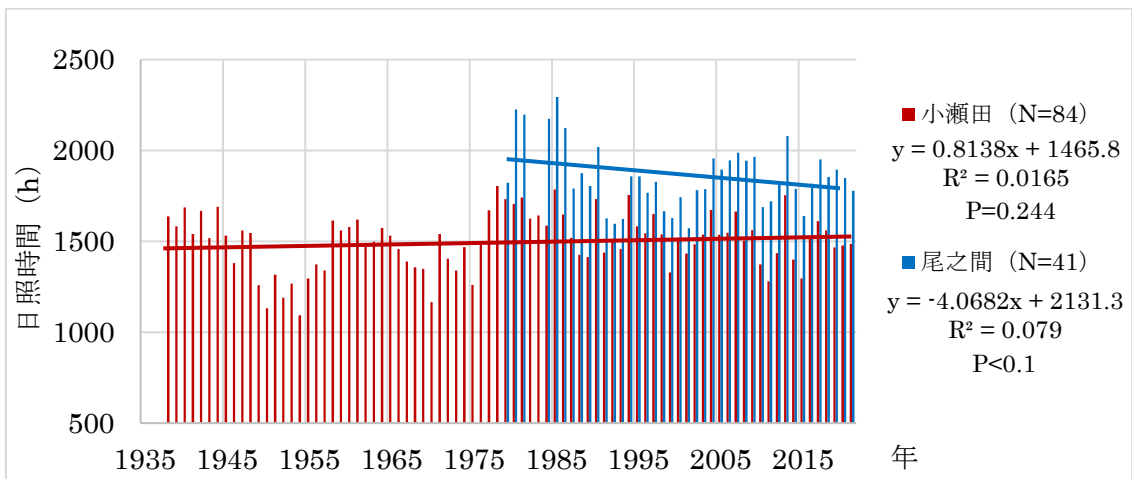


図 3 - 5 小瀬田・尾之間における年日照時間の経年変化

各機関のモニタリングデータの収集・分析

鹿児島県及び屋久島森林生態系保全センターで観測している年降水量の推移を図3-6～3-7に示した。観測データの中で増加傾向がみられたのは「上屋久町」と「平内」のみで ($P < 0.1$)、その他の地域の変化傾向は見られなかった。まだデータ数が少ないため、引き続きモニタリングしていく。

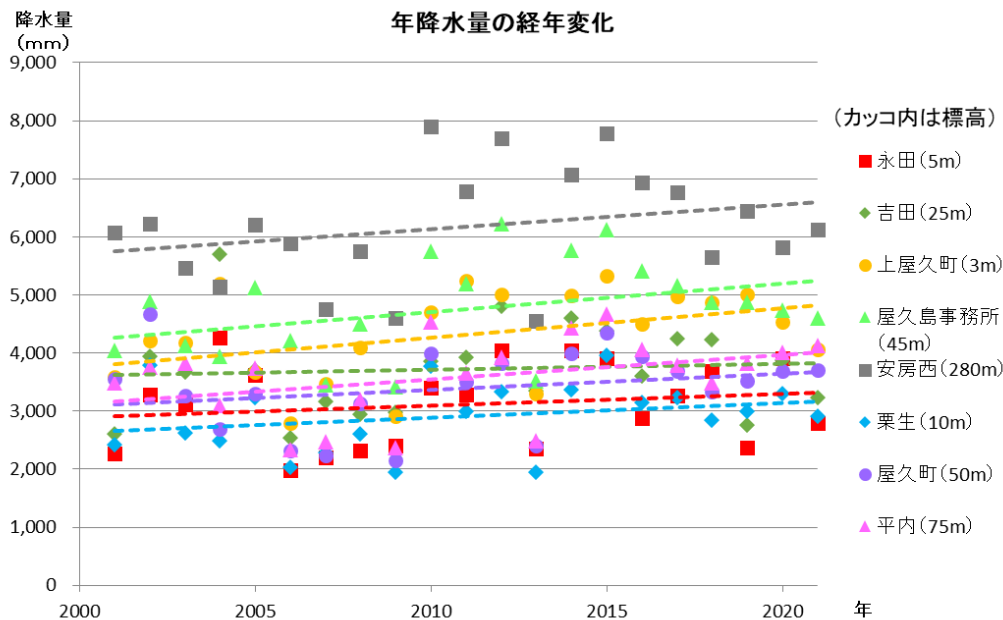


図3-6 年降水量の経年変化（データ提供：鹿児島県土木部砂防課）

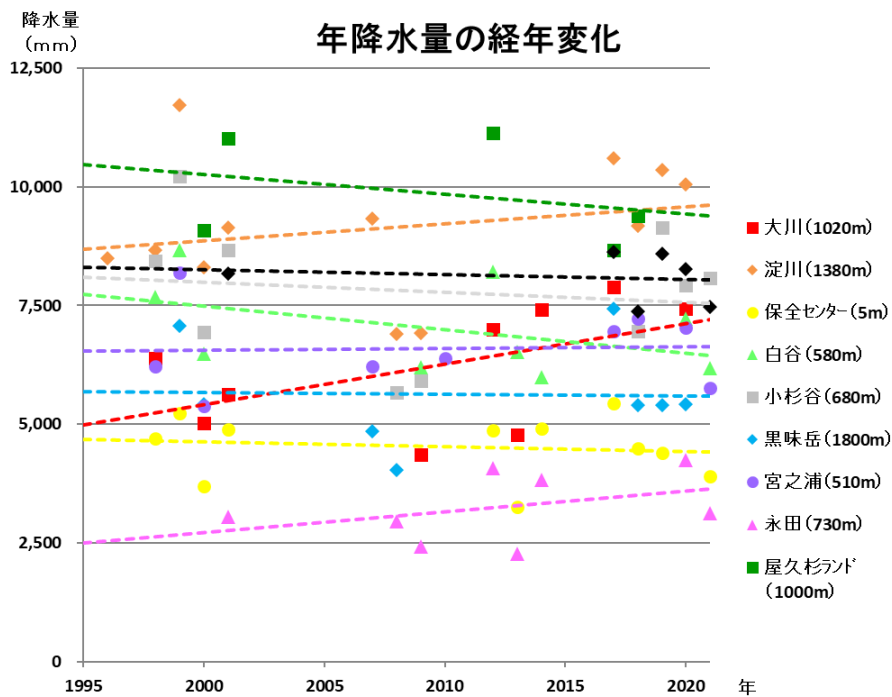


図3-7 年降水量の経年変化（データ提供：屋久島森林生態系保全センター）

高標高地の気象

積雪について観測している機関がないため、本事業で黒味岳（表 3 - 3）において、積雪深の観測を実施した。

調査結果を図 3 - 8 に示す。令和 2 年度の最高積雪深は 70cm で、平成 25～28 年度の 60～80cm と同程度となっていた。根雪期間の最長は 27 日間（12 月 30 日～1 月 25 日）で、平成 30 年度は 8 日間、令和元年度は 13 日間であったため、ここ最近では比較的長い結果となっていた。前述のとおり気温が上昇傾向を示している中で、降雪量は昨年度より増加していた。但し、観測を始めてまだ数年のため、今後も継続してモニタリングしていくことが重要である。

表 3 - 3 自動撮影カメラの設置位置（黒味岳）

| 緯度 | 経度 | 海拔 | 林班 |
|-------------|--------------|--------|-------------|
| 30° 19' 02" | 130° 30' 38" | 1,780m | 栗生国有林 22 林班 |

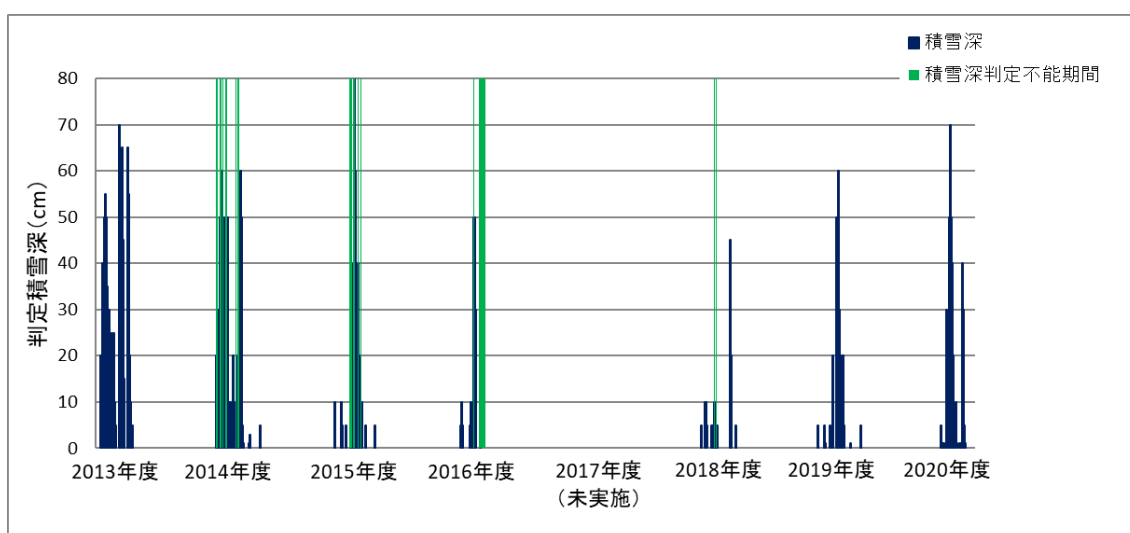


図 3 - 8 黒味岳における積雪深の変化



図 3 - 9 黒味岳に設置した自動撮影カメラ



図 3 - 10 自動撮影カメラの撮影方向

動態予測及び脆弱性の評価

(1) 気温

気象庁アメダス気象観測所の小瀬田及び尾之間における気温の10年当たりの変化を表3-4に整理した。年平均気温は両観測所で有意に上昇し、季節別に見てもほとんどの季節で上昇しており、今後も気温上昇が続くと予測される。気温上昇に伴い、中標高～高標高域に生育する生物種が生育可能高度を上げることや、高標高域のみに生育する生物種の分布域の縮小や消失が考えられる。

表3-4 過去の気温データから求めた10年当たりの気温の変化

| 場所及び データ年数 | 気温 | 年平均の 変化率 (°C/10年) | 季節別の変化率 (°C/10年) | | | |
|-----------------------------|-------|-------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | 春 (3～5月) | 夏 (6～8月) | 秋 (9～11月) | 冬 (12～2月) |
| 小瀬田 1938-2021年 (N=84) | 日最高気温 | +0.12*** | +0.13*** | +0.06* | +0.12*** | +0.17*** |
| | 日平均気温 | +0.08*** | +0.10*** | +0.03 | +0.09*** | +0.11*** |
| | 日最低気温 | +0.07*** | +0.06* | +0.04 | +0.09*** | +0.09** |
| 尾之間 1978-2021年 (N=44) | 日最高気温 | +0.39*** | +0.44*** | +0.33*** | +0.37*** | +0.42*** |
| | 日平均気温 | +0.24*** | +0.22*** | +0.18*** | +0.27*** | +0.28*** |
| | 日最低気温 | +0.13*** | +0.07 | +0.11* | +0.17** | +0.15 |

※ 気温が上昇した箇所を背景色橙色、有意に差が確認された箇所を濃い色で表した。

(2) 降水量

気象庁アメダス気象観測所の小瀬田及び尾之間における降水量の10年当たりの変化を表3-5に整理した。年々変動が大きいものの、年降水量は小瀬田では増加し、尾之間でも増加傾向にあると言える。一方、前述のとおり、屋久島森林生態系保全センター及び鹿児島県で観測結果からは全体的な降水量の増減傾向は確認されていない。

以上より、長期的には増加傾向にあるものの、近年の傾向ははっきりせず、降水量の今後の増減傾向に注意する必要がある。

表3-5 過去の降水量データから求めた10年当たりの降水量の変化

| 場所及び データ年数 | 年降水量の変化率 (mm/10年) | 季節別の変化率 (mm/10年) | | | |
|-----------------------------|----------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | 春 (3～5月) | 夏 (6～8月) | 秋 (9～11月) | 冬 (12～2月) |
| 小瀬田 1938-2021年 (N=84) | +145.8*** | +57.9*** | +19.3 | +18.6 | +50.0*** |
| 尾之間 1976-2021年 (N=46) | +132.9** | -42.6 | +102.8** | +55.0** | +17.7 |

※ 降水量が増加した箇所を背景色オレンジ色、減少した箇所を背景色水色、有意に差が確認された箇所を濃い色で表した。