

屋久島世界自然遺産地域における気候変動適応策の検討

平成 29 年度「世界自然遺産の森林生態系における気候変動の影響への適応策の検討」で、屋久島世界自然遺産地域の OUV を成す森林生態系や生物種に影響を与える気候変動や他の要因を抽出し（表 1）、これらのストレスやその深刻度、また防止策や低減策を検討した（表 2）。

表 1 世界自然遺産の OUV を成す森林生態系や生物種に影響を及ぼすストレス要因と現状、将来予測

| ストレス要因 | 現状 | | 将来予測 |
|--------------------|---|--|------------------|
| | | データ元・期間 | |
| ① 気温の上昇 | 小瀬田・尾之間において年平均及び季節別に見て最高、平均、最低気温が全て上昇傾向 ◆年平均気温の変化率 ・小瀬田：+0.08℃/10年 ・尾之間：+0.23℃/10年 | AMeDAS 小瀬田：1938年～2016年 尾之間：1978年～2016年 | 今後も気温上昇が続く可能性は高い |
| ② 降水量の減少 | 小瀬田・尾之間において年合計及び季節別に見て尾之間の春を除き全て増加傾向 ◆年降水量の変化率 ・小瀬田：+155.8mm/10年 ・尾之間：+132.3mm/10年 | AMeDAS 小瀬田：1938年～2016年 尾之間：1976年～2016年 | 降水量の今後の増減傾向は不明 |
| | 島内 18 箇所の気象観測施設において年間降水量の増減傾向は不明 | 九州森林管理局屋久島森林生態系保全センター 10 箇所：1996年～2016年 鹿児島県土木部砂防課 8 箇所：2001年～2016年 | |
| ③ 降雪の減少 | データなし | — | 降雪量の今後の増減傾向は不明 |
| ④ その他（気候変動以外のストレス） | ヤクシカの増加による食害 推定個体数は 2009 年～2014 年にかけて増加したが 2015,16 年は減少 | 屋久島世界遺産地域科学委員会資料：鹿児島県 | — |
| | 登山者数の増加による土砂流入 1999 年から急激に増えたが、2008 年前後を境に全体的に横ばいまたは減少傾向 | 屋久島世界遺産地域科学委員会資料：環境省 | — |

表 2 影響が懸念される森林生態系構成要素に対するストレス要因の影響と防止策・低減策

| 生態系・生物種 | ストレス要因 | ストレス要因が与える影響 | 影響の深刻度 | 実態 | 影響の可能性 | 防止策・低減策とその効果 |
|----------|--------|-------------------------|--------|--|--------|--|
| ヤクシマダケ群落 | ①、③、④ | ヤクスギ等の侵入による被圧、分布縮小 | 大 | 1963 年と 2004 年の比較では高標高域においてヤクシマダケが減少傾向、ヤクスギが増加傾向（H21・22 報告書） | 高 | ①、③により脆弱化するヤクシマダケ群落の環境悪化を低減させるため、ヤクシカの対策や実施体制の整備が適応策となりうる。 効果：大 |
| 高層湿原 | ①～④ | 乾燥化に伴う樹木の侵入による希少湿原植生の衰退 | 大 | 2010 年と 2015 年の比較では体ノミゴケやハリコガイセキョウなどの植被率が減少（H28 科学委員会資料、H27 屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査：九州森林管理局） | 高 | ①～③により脆弱化する高層湿原の環境悪化を低減させるため、登山者の増加による土砂流入防止やヤクシカの対策、その実施体制の整備が適応策となりうる。 効果：大 |

屋久島世界自然遺産地域における気候変動適応策の検討

また、検討では、以下のモニタリングの優先度が「高い」とされ、今後も継続して行っていくことが望ましいとされた（表 3）。

表 3 森林生態系における気候変動の影響のモニタリングプログラムの内容（優先度「高」を抜粋）

| 指標 | モニタリング項目 | 調査頻度 | 実施機関 | モニタリングの継続可能性等 |
|----------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|
| 気象の変動 | 低標高（小瀬田・尾之間）の気温、降水量、積雪深、風速、日照時間 | 観測：毎年 データ収集（回収）・整理：毎年 分析：5年毎 | AMeDAS （データ収集のみ） | AMeDASによる気象観測は1938年から継続的に行われているため、今後も継続される可能性が高い。但し、データ収集のみのため、今後データを整理し、気象変動の動向を見ていく必要がある。 |
| | 低～高標高の気温、降水量等 | 観測：毎年 データ収集（回収）・整理：毎年 分析：5年毎 | 環境省、林野庁、鹿児島県（データ収集のみ） | 各機関による気象観測は2000年前後から継続的に行われているため、今後も継続される可能性が高い。但し、データ収集のみのため、今後データを整理し、気象変動の動向を見ていく必要がある。 |
| | 高標高（黒味岳）の気温、最大積雪深等 | 観測：毎年 データ収集（回収）・整理：毎年 分析：5年毎 | 過去に環境省が実施 | 現時点で継続される可能性は不明であるが、高標高域は、気候変動ストレスが大きいと予測され、OUVである植生の垂直分布の連続性の最上部であり、重要な部分のため、モニタリングは重要である。 |
| 森林生態系の変動 | ヤクシマダケ群落の分布 | 航空写真撮影：5年毎 分析：5年毎（航空写真撮影の翌年） | — | 現時点で継続される可能性は不明であるが、ヤクシマダケ群落は、屋久島のOUVである植生垂直分布の上端部に成立し重要であるため、今後5年ごとに調査されることが望ましい。 |
| | 高層湿原（花之江河・小花之江河）の環境の変動（水温・植生等） | データ収集（回収）・整理：5年毎 分析：5年毎 | 九州森林管理局（一部） | 現時点で継続される可能性は不明であるが、湿原は気候変動ストレスが表れやすい箇所であり、湿原植生は屋久島のOUVである植生の垂直分布の多様性を豊かにする要素であり、影響を受けやすい上端部に存在するため、モニタリングは重要である。 |

屋久島世界自然遺産地域における気候変動適応策

目次

| | |
|-------------------------------|----------|
| 1 適応策の考え方..... | 1 |
| 2 適応策の検討の進め方..... | 1 |
| 3 各遺産地域における適応策の検討..... | 2 |
| 3-4 屋久島世界自然遺産地域 | 2 |
| 3-4-1. ストレス要因とその現状..... | 3 |
| (1) 気温..... | 3 |
| (2) 降水量..... | 6 |
| (3) 降雪..... | 10 |
| (4) その他（気候変動以外のストレス）..... | 11 |
| 3-4-2. 影響が懸念される森林生態系構成要素..... | 13 |
| (1) ヤクシマダケ群落..... | 13 |
| (2) 高層湿原..... | 17 |

1 適応策の考え方

平成 25 年度・平成 26 年度事業では、適応策の概念的な考え方やオプションを整理し、適応策の素案の検討を開始したが、検討に当たって我が国の世界自然遺産地域における気候変動への「適応策」の考え方について、共通認識を得るための定義を明確にする必要があった。

このため、平成 27 年度事業において、「適応策」の定義のベースとなりうる既存文書を検討した結果、平成 27 年に閣議決定された「気候変動の影響への適応計画」の中で述べられている「自然生態系分野の基本的考え方」が最も適当であると考えられた。

「気候変動の影響への適応計画」(2015.11.27 閣議決定)での自然生態系分野の基本的考え方:

気候変動に対し、生態系は全体として変化するため、これを人為的な対策により広範に抑制することは不可能である

自然生態系分野における適応策の基本は、モニタリングにより生態系と種の変化の把握を行うとともに、気候変動の要因によるストレスのみならず気候変動以外の要因によるストレスにも着目し、これらのストレスの低減や生態系ネットワークの構築により、気候変動に対する順応性の高い健全な生態系の保全と回復を図ることである。

限定的な範囲で、生態系や種、生態系サービスを維持するため積極的な干渉を行う可能性もあるが、生態系等への影響や管理の負担を考慮して、相当慎重な検討が必要である。

ここで「気候変動以外の要因によるストレスにも着目」とされている。また、平成 27 年度の検討委員会や専門家ヒアリングにおいて、人為的要因の検討も重要であり、人為的な要因によるストレスが明らかに現段階では重要ではとの指摘があった。

本事業では、検討委員会での検討結果を踏まえ、さらに上記の「自然生態系分野の基本的考え方」をベースとして、「気候変動への適応策」の定義を下記のとおりとした。

『各遺産地域において、森林生態系の変化をモニタリングするとともに、気候変動が顕著な普遍的価値（OUV）を成す森林生態系や生物種に与えるストレス（気温・水温の上昇、降雪の減少、乾燥化の進行、異常気象の頻発化等）や、他の要因が OUV を成す森林生態系や生物種に与えるストレス（例えば、外来種の侵入や工作物の設置による生育・生息環境の変化）を防止・低減する方策を講じること』

なお、「適応策」の実行に当たっては、遺産地域の環境・生物種の変化情報の収集と各遺産地域の関係機関、関係団体とのネットワークの構築が重要である。さらに、遺産地域の周辺環境における生態系情報の収集、自然遺産保全に寄与する人材育成や当該地域の科学的意見の整備など、中・長期的なレジリエンス向上のための取り組みも必要である。

2 適応策の検討の進め方

前述の適応策の考え方を踏まえ、環境、生物、気候変動等に知識を有する検討委員や、自然遺産地域に根ざした専門家、各自然遺産に設けられた科学委員会及び地域連絡会議と連携し、適応策の検討を次のような手順で進めていくこととする。

- ① 各遺産地域において、気候変動や他の要因を抽出し、これらが OUV を成す森林生態系や生物種に与えるストレスとその強度を検討する
- ② 重大なストレスについて防止策や低減策を検討する
- ③ 防止・低減策について効果の程度を評価する

これらの結果を取りまとめ、各遺産地域に対して実現可能な「適応策」を提言する。

3 各遺産地域における適応策の検討

3-4 屋久島世界自然遺産地域

屋久島世界自然遺産地域及び各気象観測地点を図 4-1 に示す。

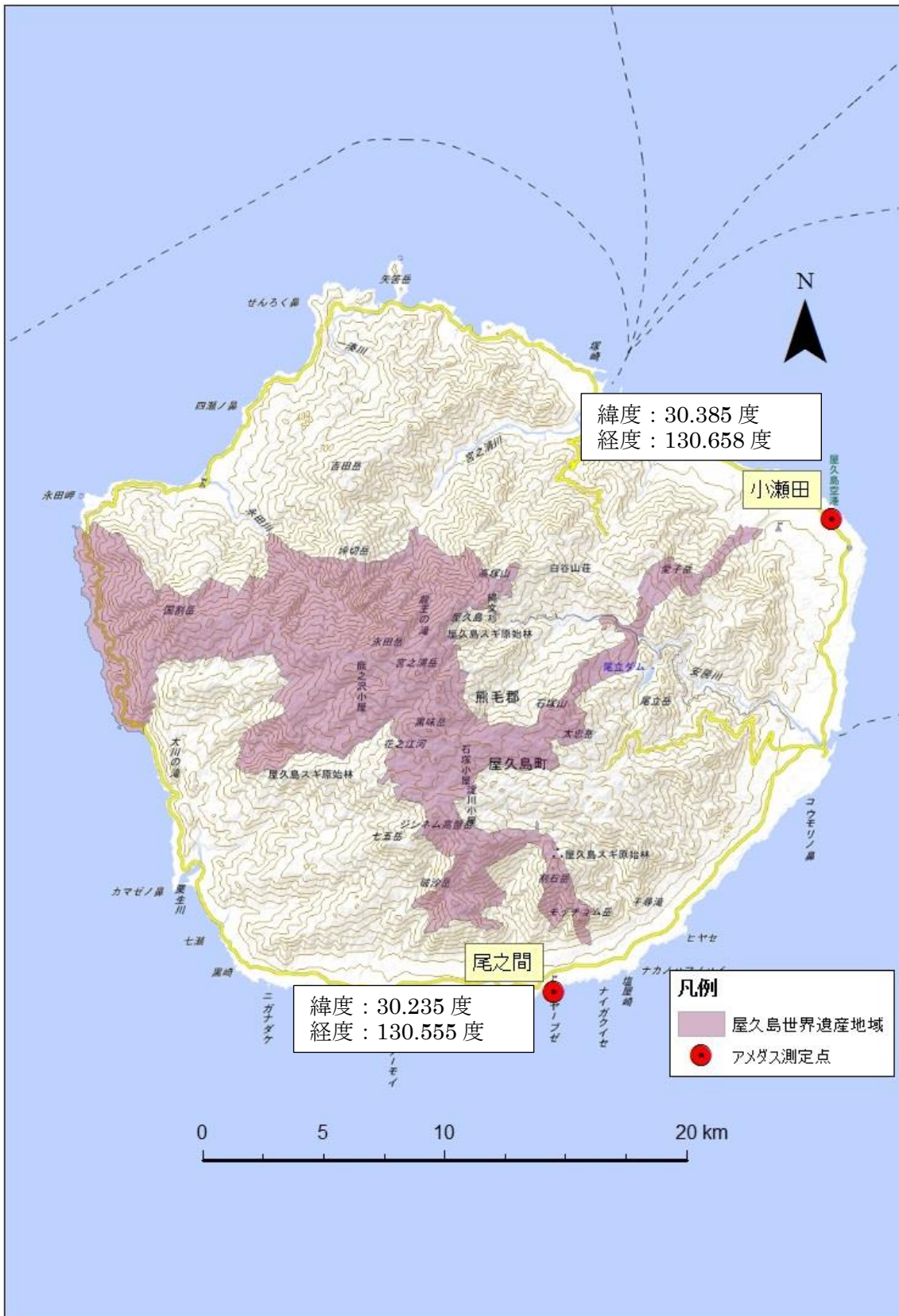


図 4-1 屋久島世界自然遺産地域

3-4-1. ストレス要因とその現状

(1) 気温

・現状

気象庁 HP よりアメダスデータを基に、小瀬田・尾之間の日平均気温・日最高気温・日最低気温の年間平均値について、近年の変動を整理したところ、両箇所において上昇傾向が見られた（表 4-1、図 4-2,4）。

また、温暖化による森林生態系への影響を分析するには、生物季節との関係を調べる必要があるため、季節別に気温の変動を整理したところ、両箇所の全ての季節において上昇傾向が見られた（表 4-1、図 4-3,5）。

表 4-1 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 1938-2016 年 (N=79) | 日最高気温 | + 0.11 | + 0.12 | + 0.07 | + 0.12 | + 0.15 |
| | | P<0.001** | P<0.001** | P=0.037** | P<0.001** | P=0.001* |
| | 日平均気温 | + 0.08 | + 0.10 | + 0.04 | + 0.09 | + 0.10 |
| | | P<0.001** | P=0.002** | P=0.114 | P=0.001** | P=0.014* |
| | 日最低気温 | + 0.06 | + 0.05 | + 0.03 | + 0.08 | + 0.07 |
| | | P=0.014* | P=0.153 | P=0.373 | P=0.021* | P=0.072 |
| 尾之間 1978-2016 年 (N=39) | 日最高気温 | + 0.37 | + 0.41 | + 0.35 | + 0.37 | + 0.36 |
| | | P<0.001** | P<0.001** | P<0.001** | P<0.001** | P=0.001** |
| | 日平均気温 | + 0.23 | + 0.19 | + 0.19 | + 0.28 | + 0.24 |
| | | P<0.001** | P=0.029* | P=0.009** | P<0.001** | P=0.025* |
| | 日最低気温 | + 0.12 | + 0.03 | + 0.12 | + 0.20 | + 0.12 |
| | | P=0.039* | P=0.743 | P=0.095 | P=0.026* | P=0.285 |

- ※ P<0.01 で有意に差が見られた箇所を**、P<0.05 で有意に差が見られた箇所を*で表している。
 ※ 気温が上昇した箇所を背景色オレンジ色で表しており、特に有意に差が見られた箇所を濃い色で表した。

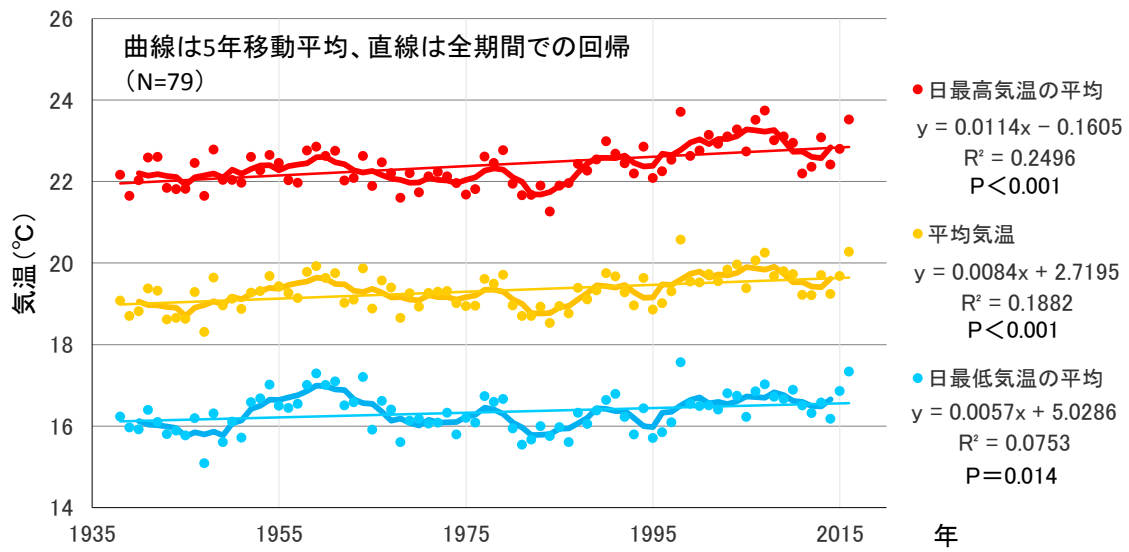


図 4-2 小瀬田における日最高・日平均・日最低気温の経年変化 (年平均)

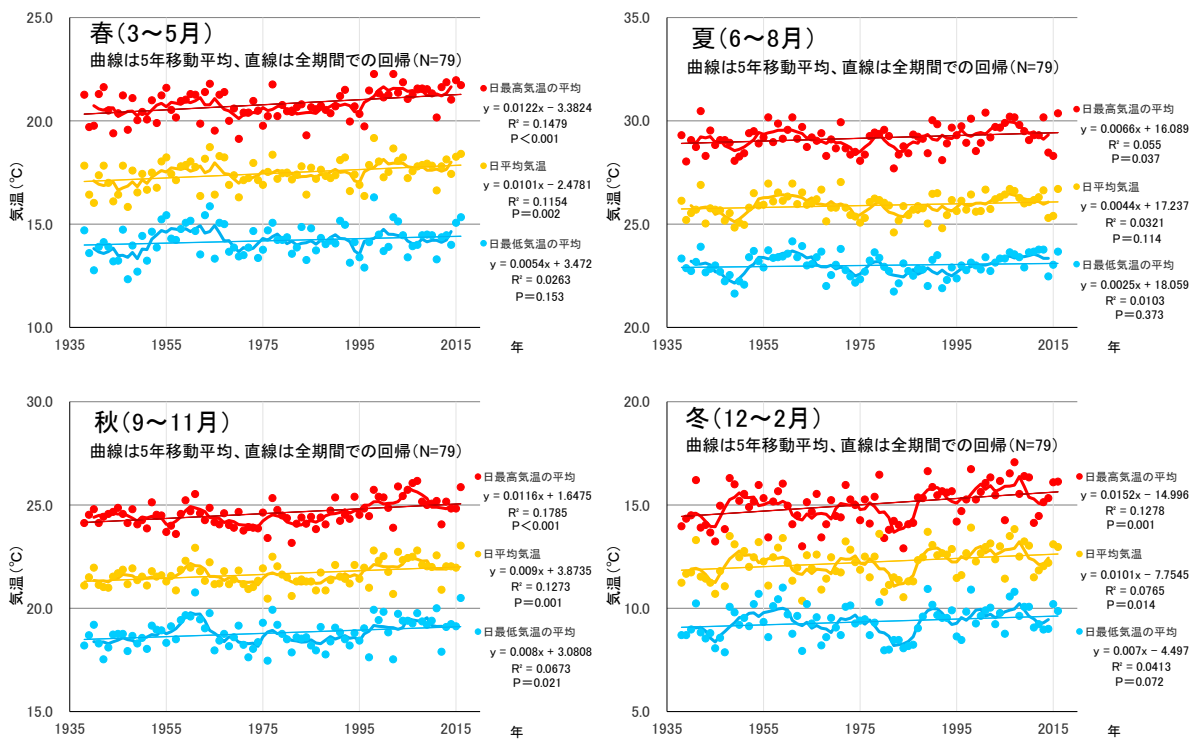


図 4-3 小瀬田における日最高・日平均・日最低気温の経年変化 (季節別)

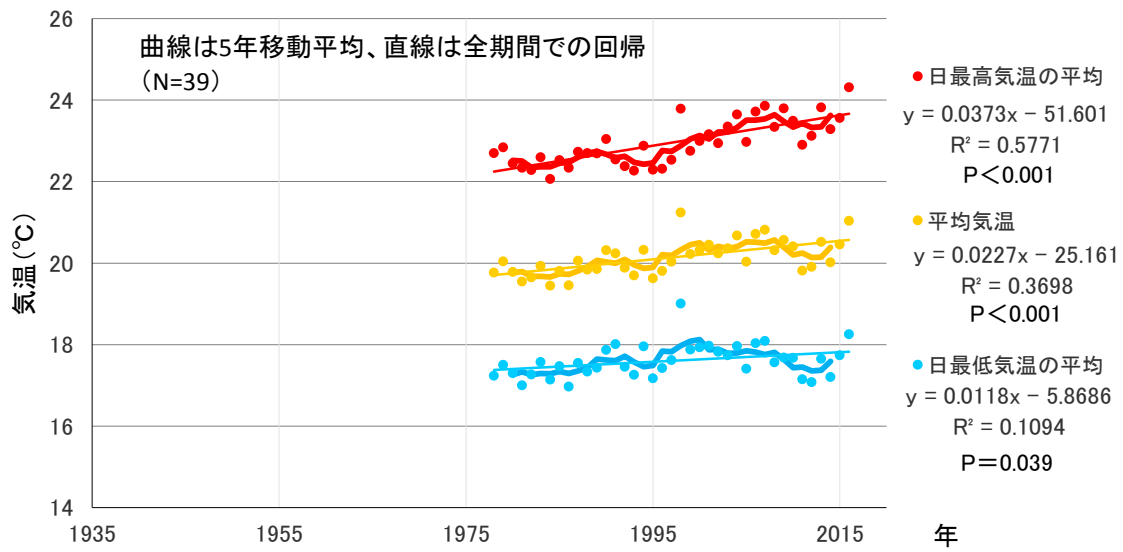


図 4-4 尾之間における日最高・日平均・日最低気温の経年変化 (年平均)

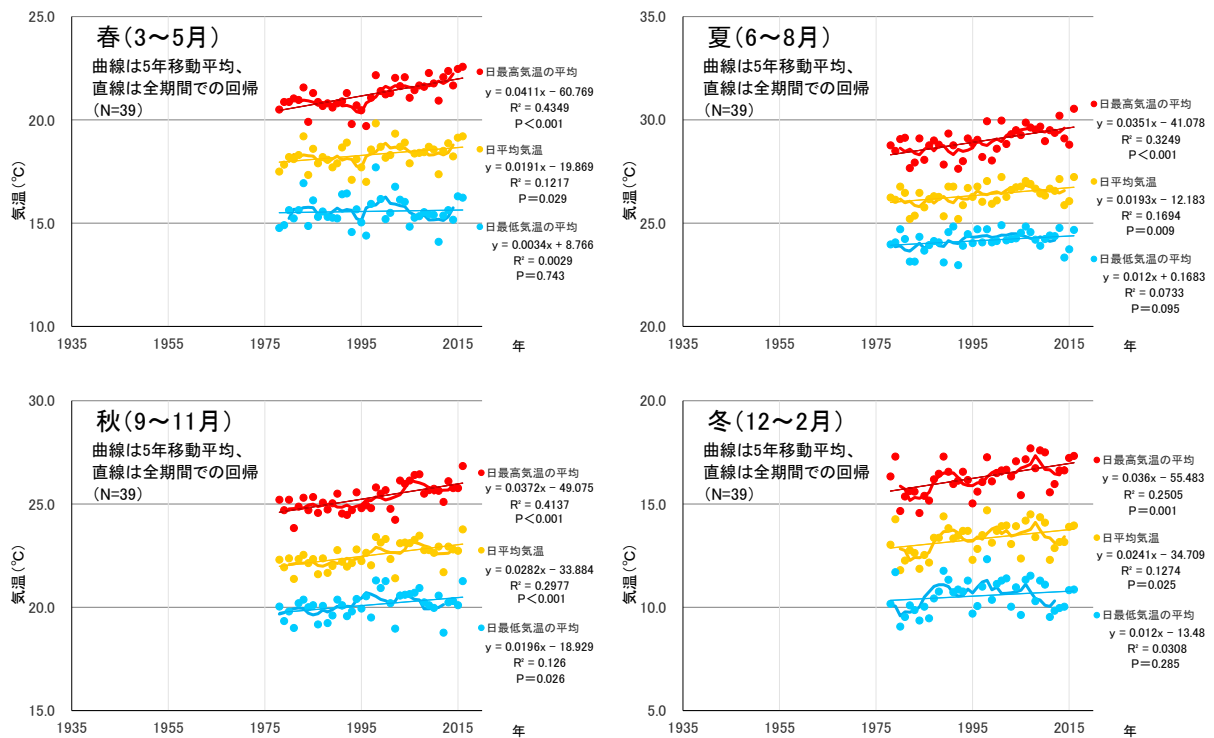


図 4-5 尾之間における日最高・日平均・日最低気温の経年変化 (季節別)

・ 将来予測

前述のように、今後も気温上昇が続く可能性は高いと考えられる。このため、気象情報の継続的なモニタリングは必須と思われる。

(2) 降水量

・現状

気象庁 HP のアメダスデータを基に、小瀬田・尾之間における年間降水量について、近年の変動を整理したところ、年々変動が大きいものの、平均年間降水量は増加しており、小瀬田では有意に増加傾向が見られた（表 4-2、図 4-6,7）。

また、季節別についても、尾之間の春（3～5月）で減少が見られた以外は、全て増加傾向が見られた（表 4-2、図 4-9）

表 4-2 過去の降水データから求めた 10 年当たりの各降水指標の変化

| 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 1938-2016年 (N=79) | +155.8 | +68.4 | +9.0 | +20.2 | +58.2 |
| | P<0.001** | P<0.001** | P=0.681 | P=0.250 | P<0.001** |
| 尾之間 1976-2016年 (N=41) | +132.3 | -53.5 | +86.4 | +72.8 | +26.6 |
| | P=0.099 | P=0.149 | P=0.085 | P=0.020* | P=0.147 |

- ※ P<0.01 で有意に差が見られた箇所を**、P<0.05 で有意に差が見られた箇所を*で表している。
- ※ 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で表しており、特に有意に差が見られた箇所を濃い色で表した。

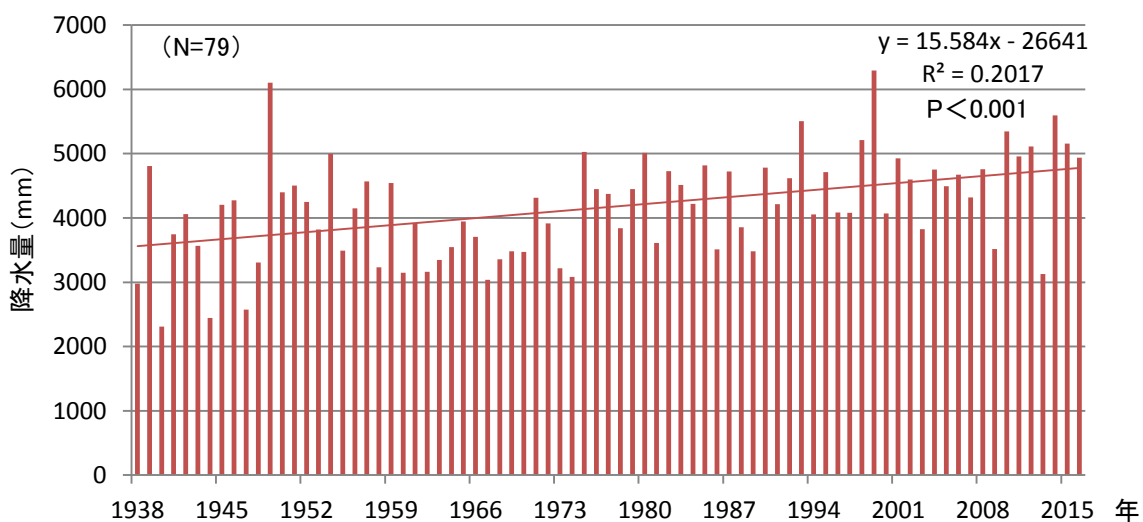


図 4-6 小瀬田における年間降水量の経年変化

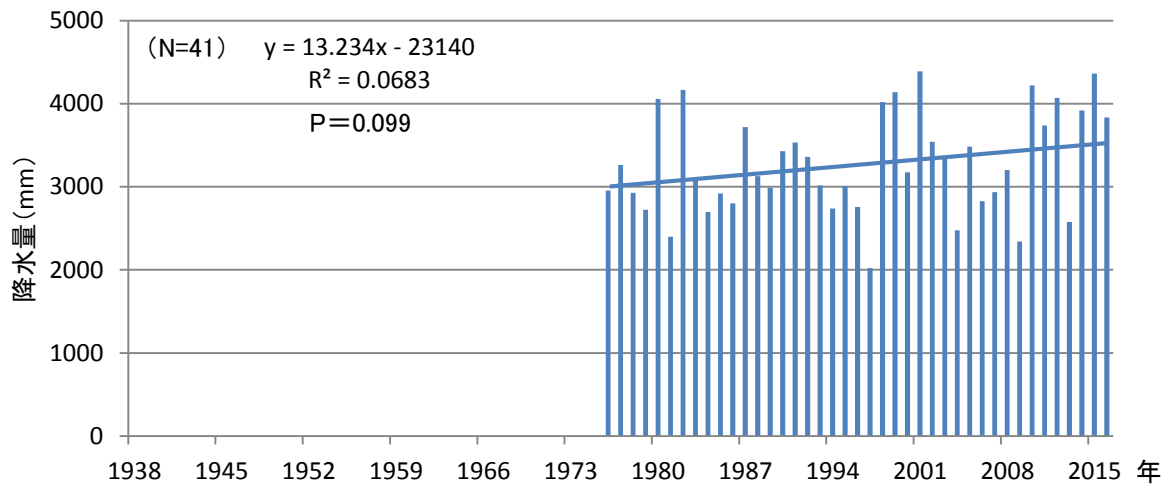


図 4-7 尾之間における年間降水量の経年変化

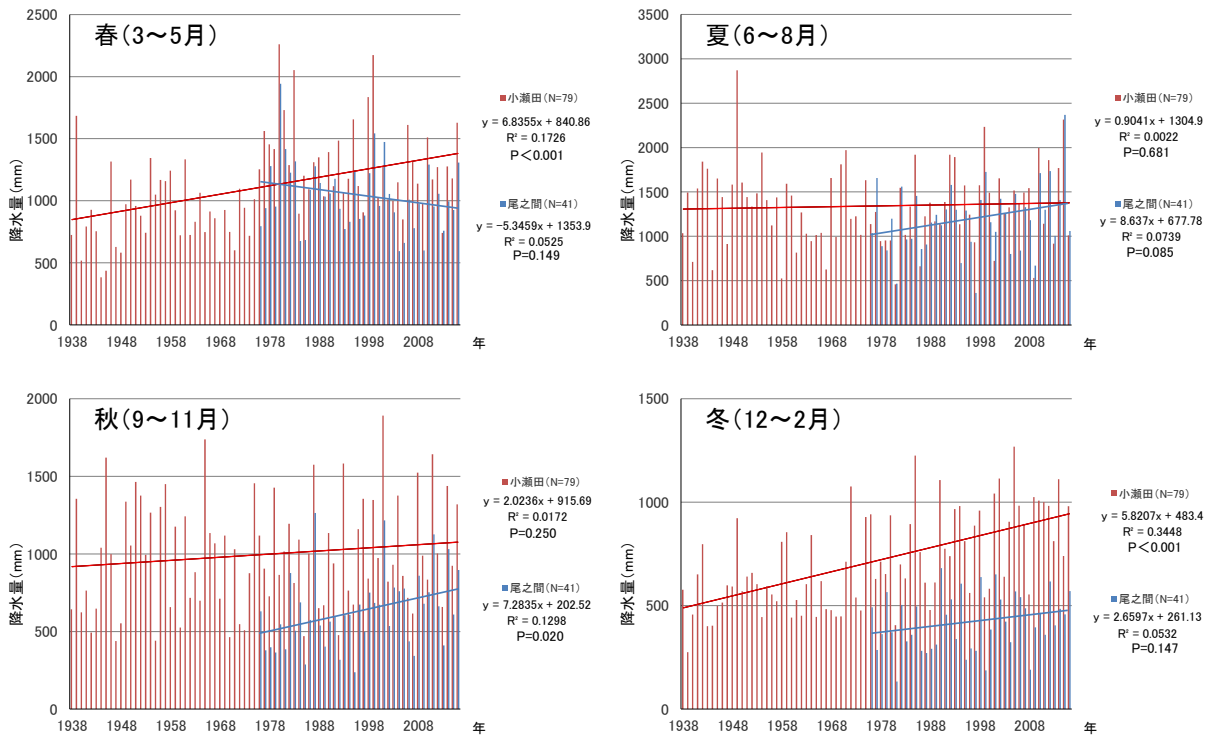


図 4-9 小瀬田、尾之間における年間降水量の経年変化 (季節別)

なお、屋久島内 18 箇所の気象観測施設における年間降水量について、屋久島森林生態系保全センター（図 4-10）及び鹿児島県（図 4-11）のデータを基に整理したところ、全体的な増減傾向は見られなかった（但し、屋久島事務所で有意（ $P < 0.05$ ）に増加傾向であった）。しかしながら、アメダスデータに比べ観測期間が短く、データが少ないため、今後の観測結果を含めて検討する必要がある。

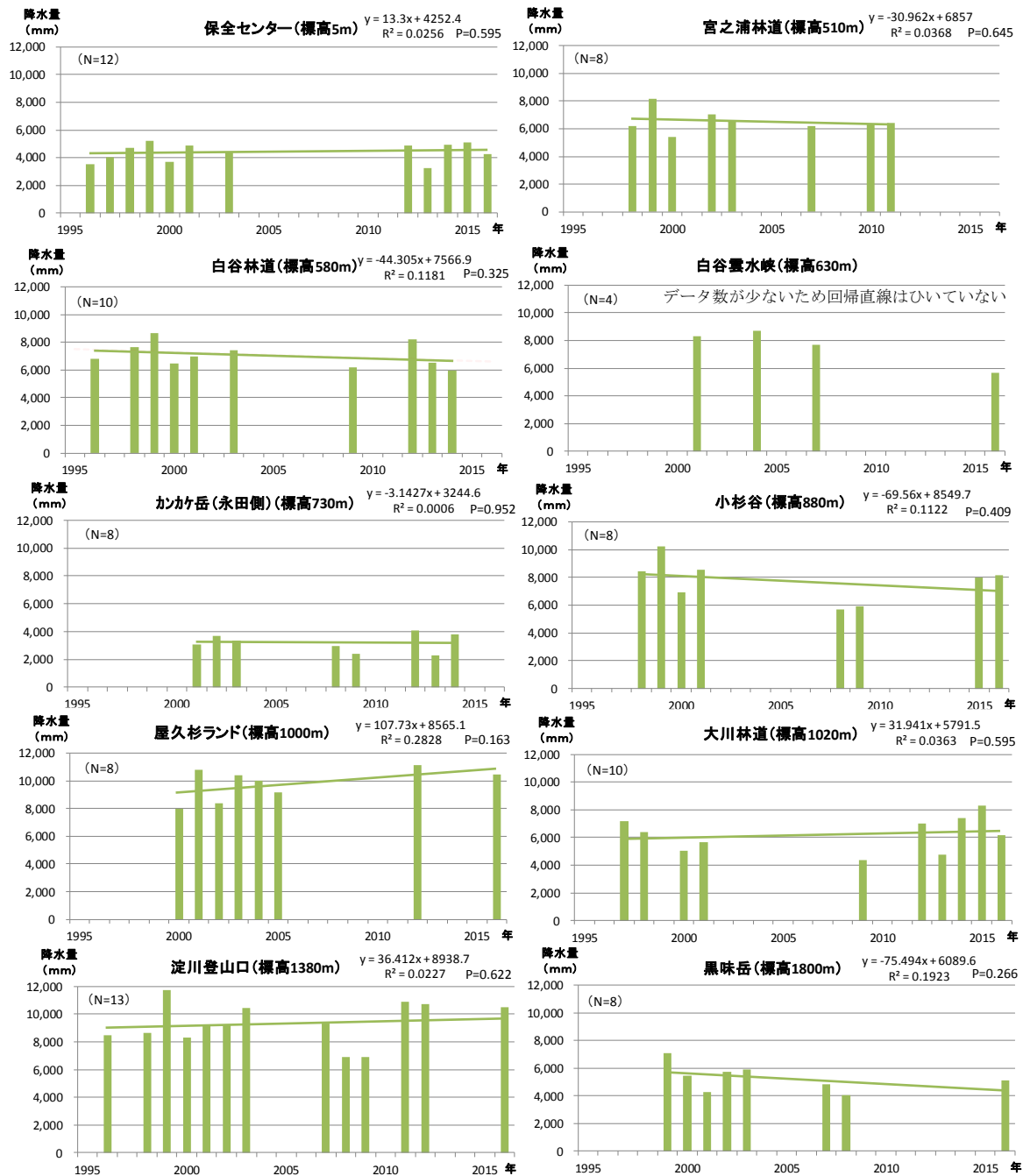


図 4-10 屋久島 10 箇所における年降水量の経年変化
 (データ提供：九州森林管理局 屋久島森林生態系保全センター)

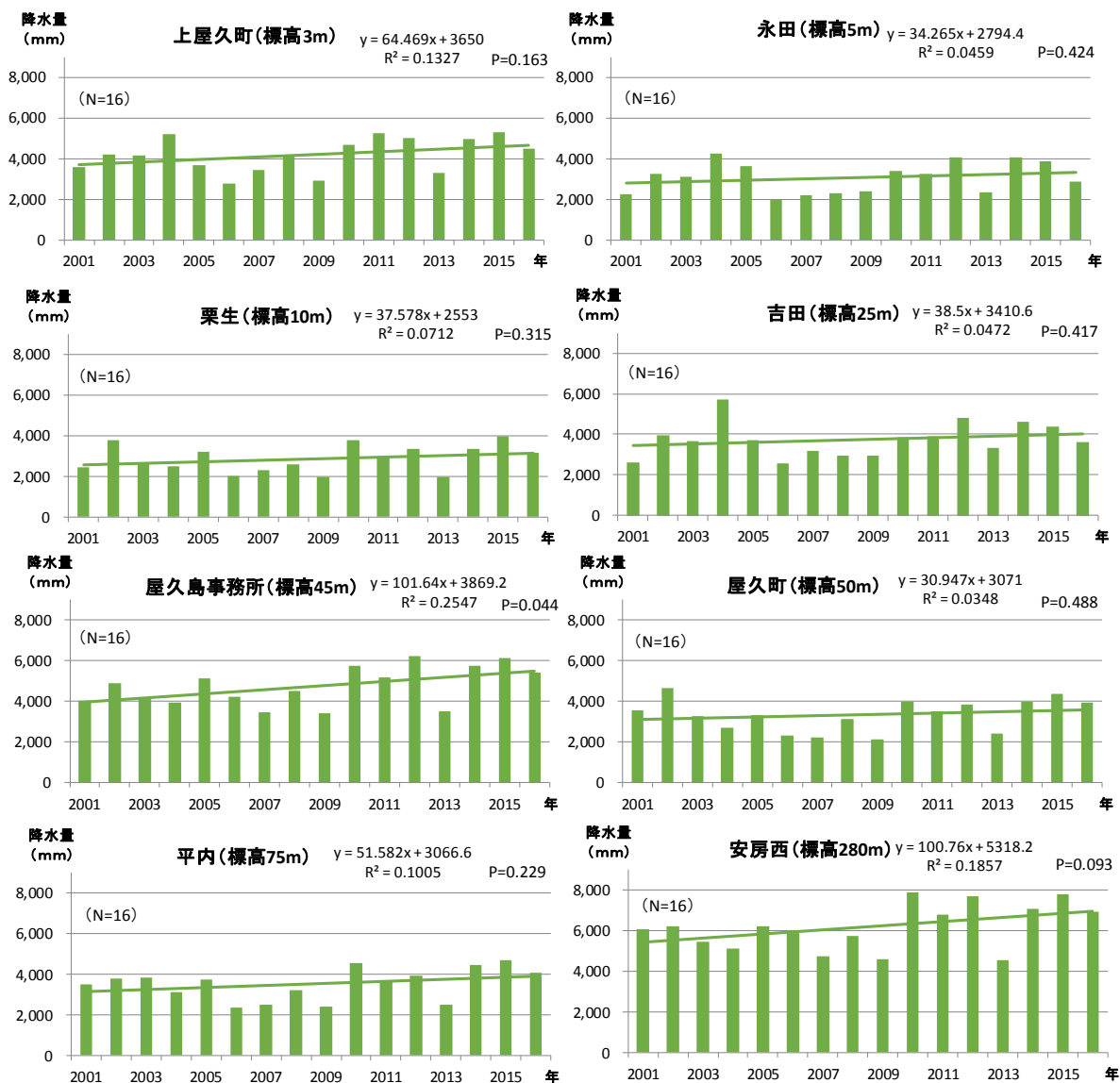


図 4-11 屋久島 8 箇所における年降水量の経年変化

(データ提供：鹿児島県土木部砂防課)

・将来予測

当地域の降水量は、長期的には増加傾向にあるものの、近年の傾向がはっきりせず、降水量の今後の増減傾向は不明である。なお、春季の降雨減少傾向は、水ストレスによる植物の開葉、あるいは開花に影響するものと思われるので、注意が必要であろう。

(3) 降雪

・現状

屋久島の年間降雪量・降雪日数については、気温や降水量等のデータをとっている気象庁、林野庁、鹿児島県のいずれにおいてもデータはない。

・将来予測

現状としてデータがないため、降雪の将来予測は行われていない。また、今後の傾向を推測することも困難である。

(4) その他（気候変動以外のストレス）

屋久島では、登山者数増加（図 4-12） や、ヤクシカによる食害（図 4-13） が見られ、花之江河においては、それらに伴う土砂流出防止対策による縦侵食（路床侵食）の進行、小花之江河においては、登山者による湿原周囲の踏圧の増加や湿原内の歩行などからの直接的な土砂流入の影響が既に生じている。

参考までに、ヤクシカの推定個体数の推移を表 4-3、図 4-14 に示す。

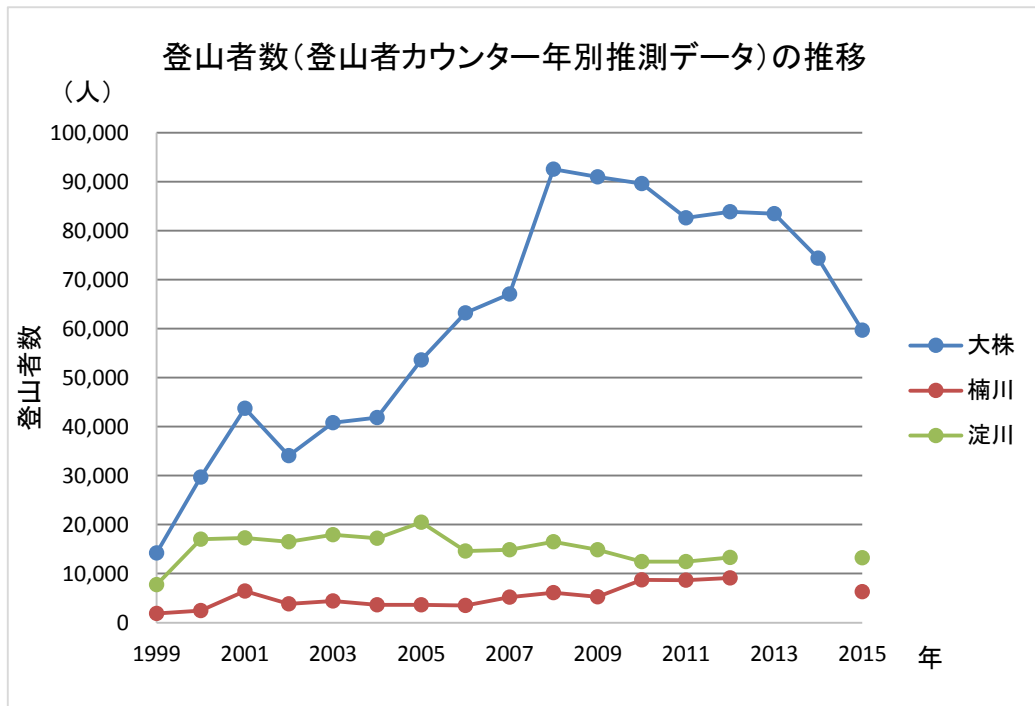


図 4-12 屋久島（大株・楠川・淀川）における登山者数の推移
（平成 27 年度第 2 回屋久島世界遺産地域科学委員会資料より）

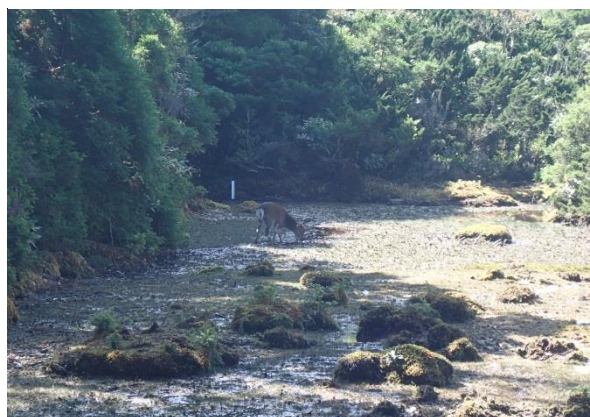


図 4-13 ヤクシカの採餌（左：花之江河、右：小花之江河）

表 4-3 ヤクシカの糞粒調査地点数と推定個体数の推移

| 年度 | 2009年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 | 2016年 |
|----------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 糞粒調査地点数 | 61 | 37 | 49 | 20 | 83 | 35 |
| 推定個体数(頭) | 16,015 | 18,677 ~23,882 | 17,307 ~27,523 | 28,392 ~44,624 | 21,206 ~31,330 | 16,968 ~28,374 |

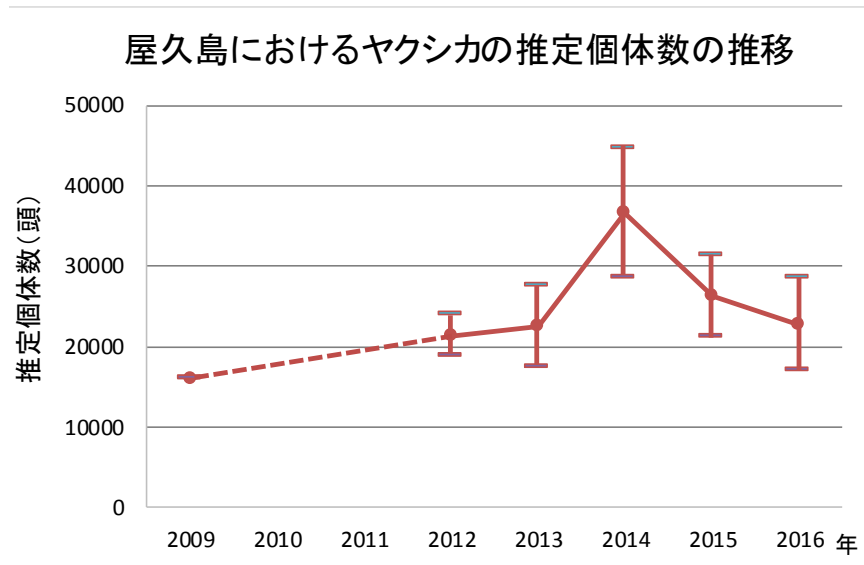


図 4-14 屋久島におけるヤクシカの推定個体数の推移

(平成 29 年度第 1 回屋久島世界遺産地域科学委員会」の鹿児島県資料からの推定個体数)

3-4-2. 影響が懸念される森林生態系構成要素

屋久島では、i) 自然景観として、際立った標高差とヤクスギの原生的な森林が作り出す壮大な景観、ii) 生態系として、亜熱帯性植物を含む海岸植生、山地の温帯雨林から山頂付近の冷温帯性ササ草原や高層湿原に及ぶ植生の垂直分布、の2点が顕著な普遍的価値（OUV）として認められている。

これを踏まえ、前述のストレス要因（気温の上昇等）による影響を考慮し、本事業では OUV として重要な植生垂直分布の最上端に位置する「ヤクシマダケ群落」、及び「高層湿原」の2つを取り上げる。

（1）ヤクシマダケ群落

【ストレス要因との関連】

ヤクシマダケ群落は、冬期に積雪の中に埋没することで真冬の寒風から守られており、森林限界上の標高 1,500m より高域に優占的に見られる。このため、積雪深、及び群落梢端付近の気温変化による低温ストレスが群落の維持・生存にかかわっている。

【ストレス要因が与える影響】

気温の上昇に伴い、海岸部の亜熱帯植物（アコウやガジュマル等）や中標高域以下に生育するシイ・カシの照葉樹林が生育可能高度を上げるとともに、中標高～高標高域に生育するヤクスギもさらに生育可能高度を上げると考えられる。種は異なるものの、チシマザサでは一斉開花後の回復に7～27年かかり、ササの開花枯死以前に平均樹高 18.2cm であったトドマツがササの枯死後32年間でササの稈高を超えたことが報告されている¹。ヤクシマダケでは、一斉枯死の記録はないが、一斉枯死した場合、枯死後の他植生の繁茂によって再生が難しくなる可能性がある。例えば、ヤクスギの樹高成長は平均年間 0.5～0.6m で成長の良いものでは 1m 近く伸長することが報告されているため²、高標高域のみに成立するヤクシマダケが一斉開花して枯死した後、ヤクスギ等が侵入し、ヤクスギの分布上昇とヤクシマダケの分布縮小が予測される。

【影響の深刻度】

屋久島の生態系において、ヤクシマダケは地域固有種としてばかりでなく、多様な植生帯が織り成す植生垂直分布の重要な構成要素であるため、その消失による生物多様性の低下および OUV への影響は深刻と考えられる。

【今後影響が生じる可能性】

気候変動によるストレス影響が大きいと考えられる高標高域の植生の面的変化について、2009年度～2012年度事業で宮之浦岳から安房岳にかけての奥岳周辺 300ha の航空写真判読を実施している。また、1963年と2004年の植生（ヤクシマダケ（ヤクザサ）、ヤクスギ等）の分布面積率の比較も行われている（表 4-4、図 4-15）。ヤクシマダケとヤクスギの分布面積率の変化を見る

¹ 工藤・門松・野田・秋林・夏目・金子(1999)「一斉開花後に更新したチシマザサと臨床植物の31年間の成長と変化」(北海道大学農学部演習林研究報告 第56巻第1号:30-40)

² 九州森林管理局(1998)「平成10年度屋久島生態系モニタリング調査報告書」

と、森林限界付近に生育するヤクシマダケの面積が減少している一方、ヤクスギが増加していた。すなわち、垂直分布の構造に変化が認められ、予測される影響が既に生じていると考えられる(図4-16)。但し、撮影航空写真が白黒アナログ撮影であり、面積評価に誤差のあること、GISソフトによる簡易的な幾何補正(座標系が定義されていない航空写真と地形図をGIS上で重ね合わせて、道路など目印となる地物を基に位置合わせを実施し、航空写真に位置情報を付与)による歪みが大きかったことには留意する必要がある。

なお、2017年度は最新のデジタルオルソフォト写真の判読と現地踏査により植生図を作成しているため(図4-17)、今後はこれを基準にした継続判読が望まれる。

なお、当地域ではヤクシカによるヤクシマダケの採餌も確認されているが、今のところ食害による稈高の低下が見られる程度で、面積を減少させるには至っていないと考えられる。ただし、食害の頻度が増加する可能性があるため、今後の変動を含めて検討する必要がある。

表 4-4 航空写真判読による植生区分

| 植生区分 | 概要 |
|--------|---|
| 広葉樹灌木林 | アセビやヤクシマシャクナゲを主とする広葉樹低木が優占する灌木林。 |
| ヤクザサ | ヤクシマダケが優占するササ覆地。 |
| ヤクスギ | ヤクスギ優占林。下層がヤクシマダケか灌木で覆われている、ヤクシマダケからヤクスギへの移行帯を含む。 |
| 岩石地 | 稜線東側斜面上部の急傾斜な岩場。水触崩壊地の源頭部の岩場が該当する。 |

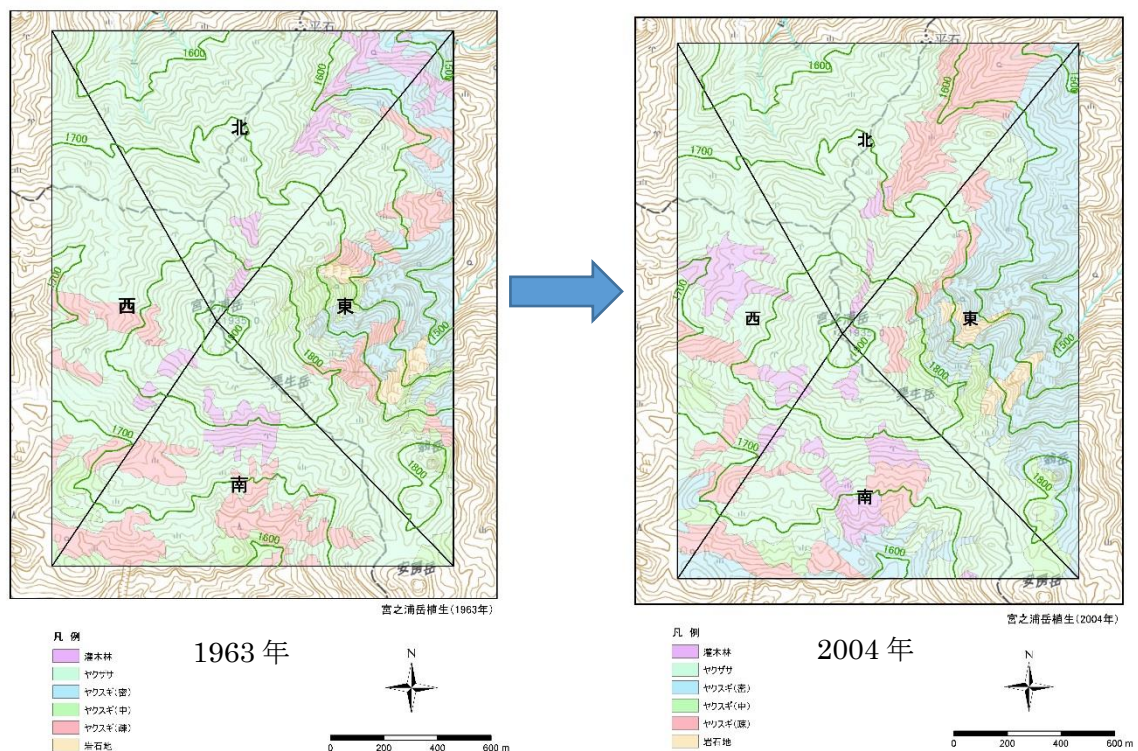


図 4-15 宮之浦岳周辺の新旧航空写真の比較による植物群落分布域の変動

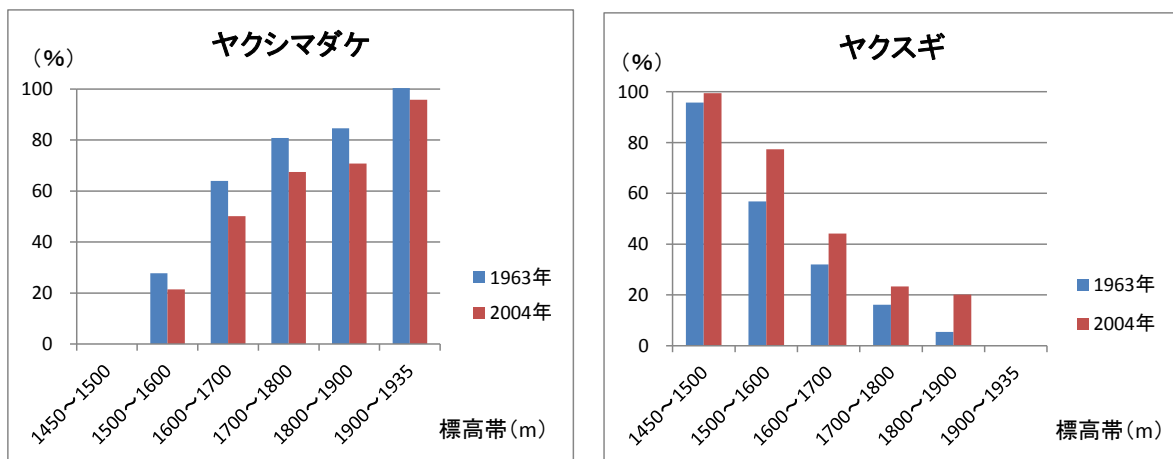


図 4-16 航空写真判読によるヤクシマダケとヤクスギの面積率(標高帯ごとの面積に対する割合)の変化

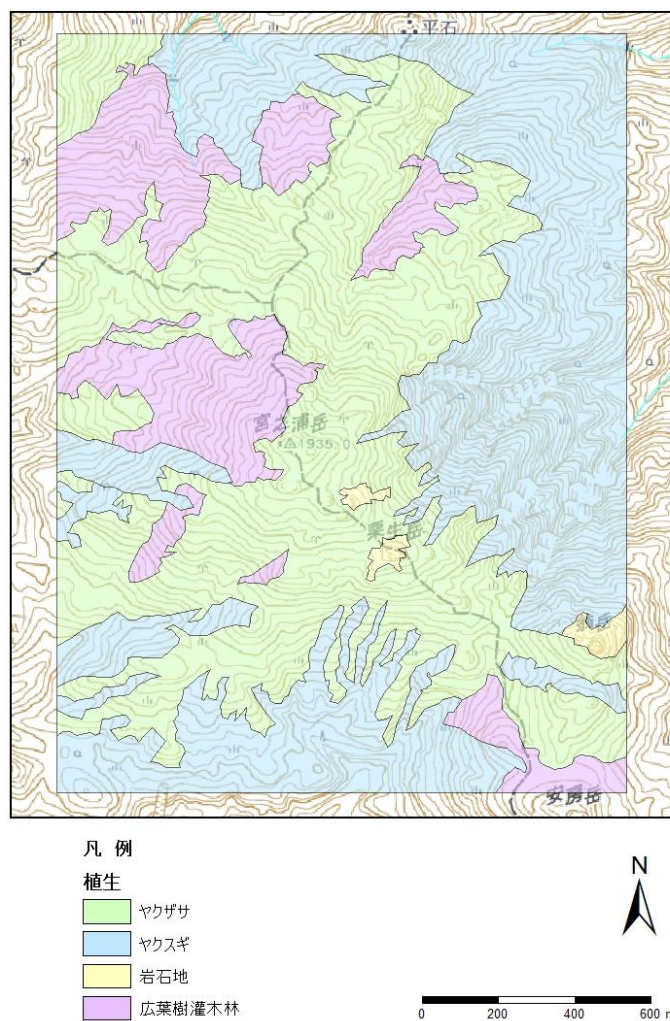


図 4-17 宮之浦岳周辺における植生 (2014 年航空写真及び 2017 年現地調査より作成)

【防止策・低減策とその効果】

気温上昇により生じるストレスに対しては、有効な防止策・低減策はないと考えられる。

ただし、気候変動ストレスではないものの、屋久島ではヤクシカによる食害が既に多く見られており（表 4-5）、食害によりヤクシマダケが衰退したところにヤクスギなど樹木が侵入増殖する可能性がある。また、前述のようにヤクシマダケが一斉枯死した場合も、樹木の侵入とヤクシマダケの衰退の可能性がある。このため、群落の分布をモニタリングしていきながら、ヤクシカの管理をしていくことが適応策となりうる。

表 4-5 森林内の希少植物（絶滅危惧種）に対するヤクシカの食害（平成 26 年度野生鳥獣報告書）

| 地域 | 食害の著しい希少種 | 備考 |
|---|--|----------------------------|
| 北部・北東部 （※標高 700～800m 程度までの 照葉樹林帯が対象） | ツルラン、オオタニワタリ | ツルランは食害頻度が多いと矮小化する。 |
| 南東部・南部 （※標高 700～800m 程度までの 照葉樹林帯が対象） | ツルラン、ヤクシマラン、キ リシマエビネ、カンラン | ツルランは食害頻度が多いと矮小化する。 |
| 西部 （※標高 700～800m 程度までの 照葉樹林帯が対象） | ヤクシマラン、オオタニワタ リ | ヤクシマランは食害頻度が多い と矮小化する。 |
| 中央部 （※標高 700～800m 以上の照葉 樹林帯～スギ樹林帯～ヤクシマ ダケ草原帯が対象） | カンラン、ヤクシマシライト ソウ、ヤクシマホシクサ、ヤ クイヌワラビ | ヤクイヌワラビは植生保護柵外 では見かけない。 |

（注）シカの立ち寄れる場所でおおむね 7 割以上の個体が食害を受けている希少種を示した。なおここに提示した希少種は、環境省絶滅危惧 I A・I B・II 類又は鹿児島県絶滅危惧 I・II 類である。

(2) 高層湿原

【ストレス要因との関連】

気温上昇による蒸発量の増加等が、湿原の乾燥化を招く可能性があり、非湿原植物の侵入を促す可能性が考えられる。また、気温の上昇が積雪量の減少や泥炭分解（微生物活性の増加）による栄養元素（窒素、リン等）の放出をもたらし、非湿原植物の侵入を促進させる。このため、降雪及び気温のパターンが変化することによって高層湿原は大きなストレスを受けると考えられる。

【ストレス要因が与える影響】

気温上昇による乾燥化に伴い、乾燥を好む維管束植物が湿地へ侵入し、下層のミズゴケ類を遮光することで群落構成種の割合が変わる可能性が危惧される³など、希少な湿原植生の変化・消失が予測される。

【影響の深刻度】

屋久島の生態系において、湿原植生は多様な植生帯が織り成す植生垂直分布の重要な構成要素であるため、その消失による影響は深刻と考えられる。

【今後影響が生じる可能性】

気温上昇が泥炭分解を促進させるため、今後、気温上昇により湿原植生へ影響が生じる可能性は高いと考えられる。また、現時点で見られる平成 22 年～27 年にかけてのイボミズゴケやハリコウガイセキショウの減少（図 4-18）は、シカの食害による影響が大きいと考えられる。

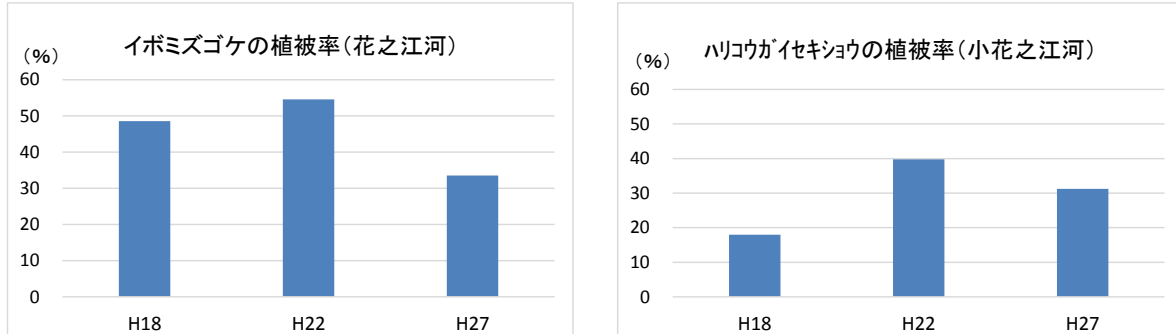


図 4-18 花之江河・小花之江河におけるイボミズゴケを優占とする湿原植物群落内に設けた植生調査プロット内の希少水生植物の植被率の変化
（「平成 28 年度第 1 回屋久島世界遺産地域科学委員会」資料、「平成 27 年度屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査報告書」より（一部改変））

【防止策・低減策とその効果】

気温の上昇により生じるストレスに対しては、有効な防止策・低減策はないと考えられる。ただし、気候変動ストレスではないものの、登山者の増加に伴う土砂流入によると思われる富栄養化や、自然植生に対するヤクシカの食害が顕在化しており、これらも高層湿原の維持に大きな影響を与えていると考えられる。高層湿原は気候変動影響により脆弱化している可能性があるため、

³ 矢部・山田・牛山・平野ほか(2017)「湿地の科学と暮らし — 北のウェットランド大全」(ウェットランドセミナー100 回記念出版編集委員会編 第 I 部 3 章)

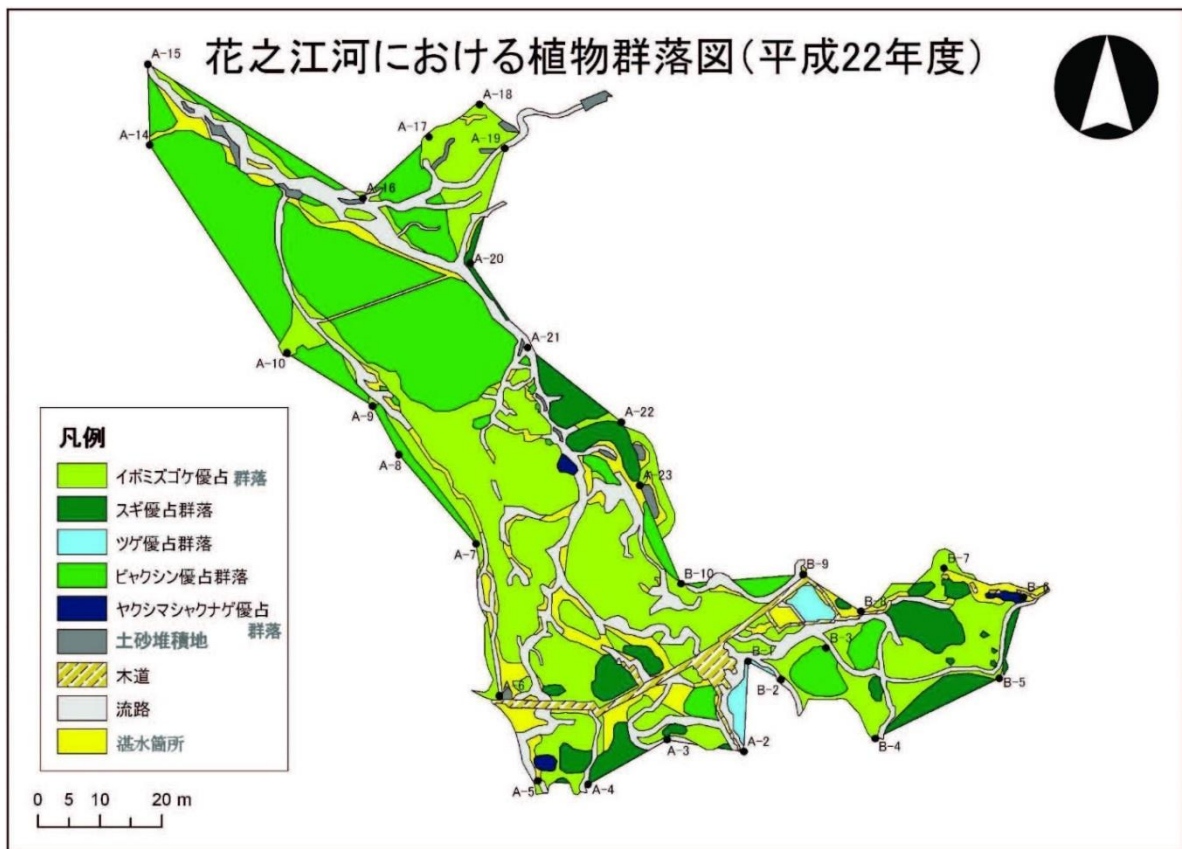
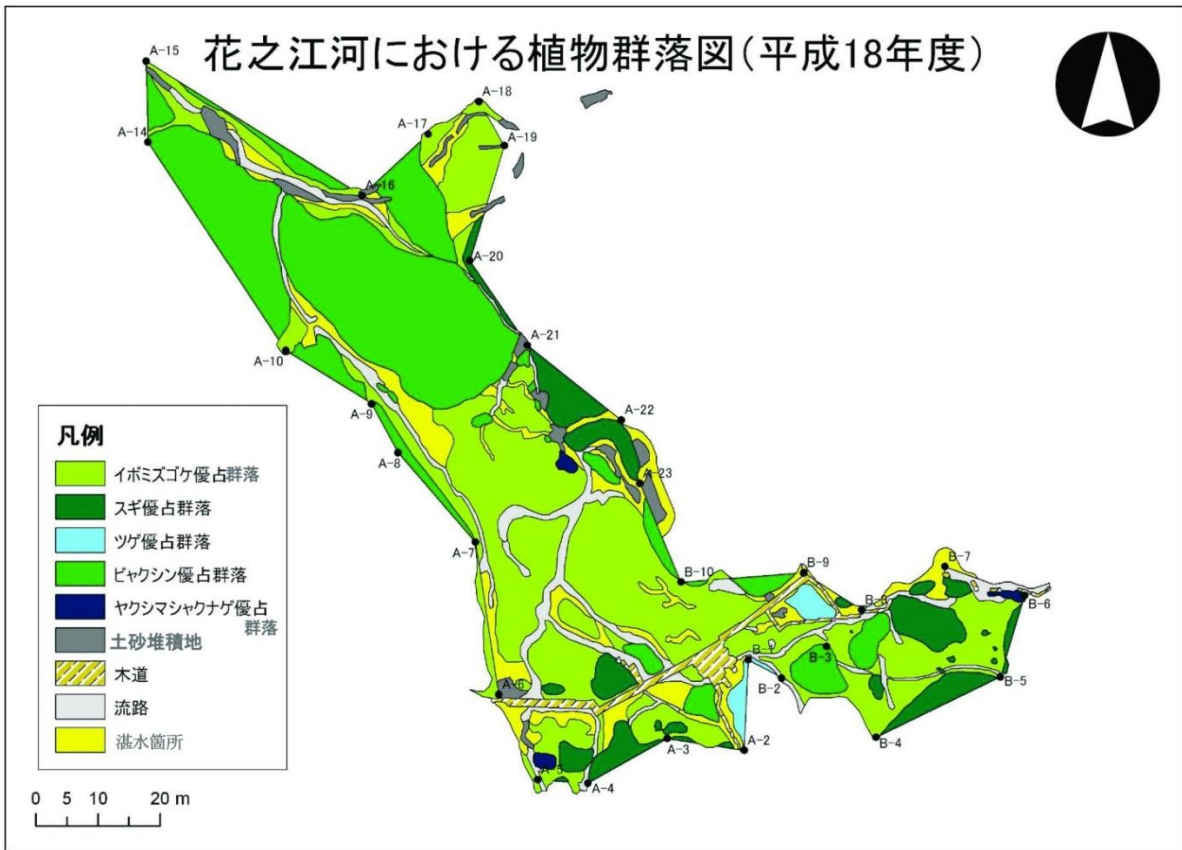
これらの気候変動以外の人為ストレスを低減させることや、ヤクシカの個体群管理を行うことが適応策となりうる。

参考までに、花之江河及び小花之江河における植物群落と土砂堆積量、土砂堆積面積の変化を表 4-6,7、図 4-19～22 に示す。

参考①花之江河の植物群落と土砂堆積量・面積の変化

表 4-6 花之江河における植物群落の経年変化

| 群落名 | 平成 18 年度 | | 平成 22 年度 | | 平成 27 年度 | |
|--------------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | 面積 (m ²) | 面積率 (%) | 面積 (m ²) | 面積率 (%) | 面積 (m ²) | 面積率 (%) |
| スギを優占とする群落 | 416.3 | 7.9 | 416.3 | 7.9 | 416.3 | 7.9 |
| ビャクシンを優占とする群落 | 1,492.9 | 28.5 | 1,472.5 | 28.1 | 1,472.5 | 28.1 |
| ツゲを優占とする群落 | 53.8 | 1.0 | 53.8 | 1.0 | 53.8 | 1.0 |
| ヤクシマシャクナゲ等を優占とする群落 | 23.2 | 0.4 | 23.2 | 0.4 | 23.2 | 0.4 |
| イボミズゴケを優占とする湿原植物群落 | 1,829.1 | 34.9 | 1,880.5 | 35.9 | 1,885.1 | 36.0 |
| 湛水箇所の裸地を含む湿原植物群落 | 385.4 | 7.4 | 392.3 | 7.5 | 475.2 | 9.1 |
| 土砂堆積地 | 143.1 | 2.7 | 53.9 | 1.0 | 108.9 | 2.1 |
| 流路・溜池 | 775.1 | 14.8 | 826.4 | 15.8 | 683.9 | 13.0 |
| 木道 | 124.2 | 2.4 | 124.2 | 2.4 | 124.2 | 2.4 |
| 計 | 5,243.1 | 100.0 | 5,243.1 | 100.0 | 5,243.1 | 100.0 |



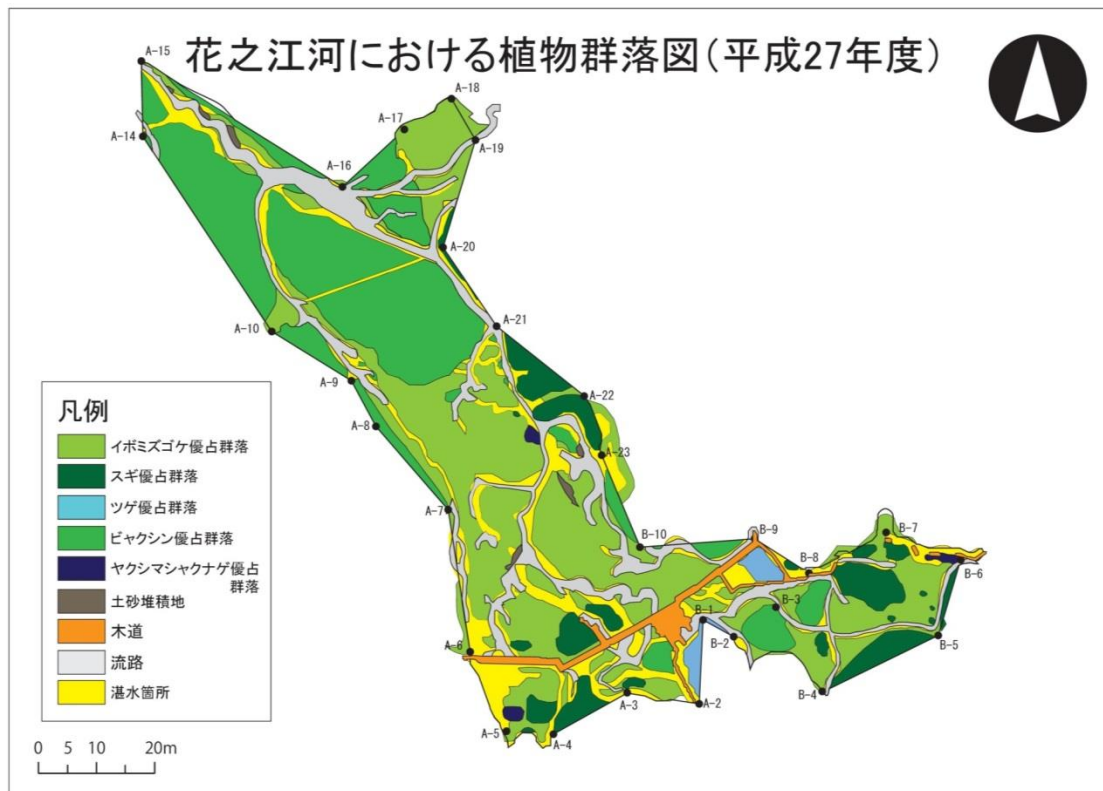


図 4-19 平成 18 年度、22 年度、27 年度における花之江河の植物群落
(平成 27 年度屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査)

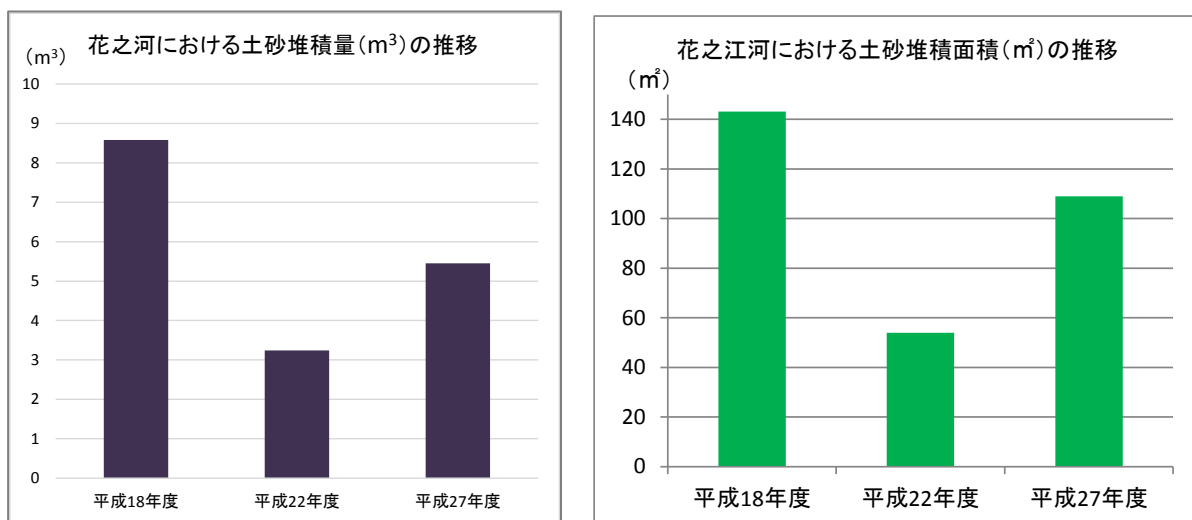
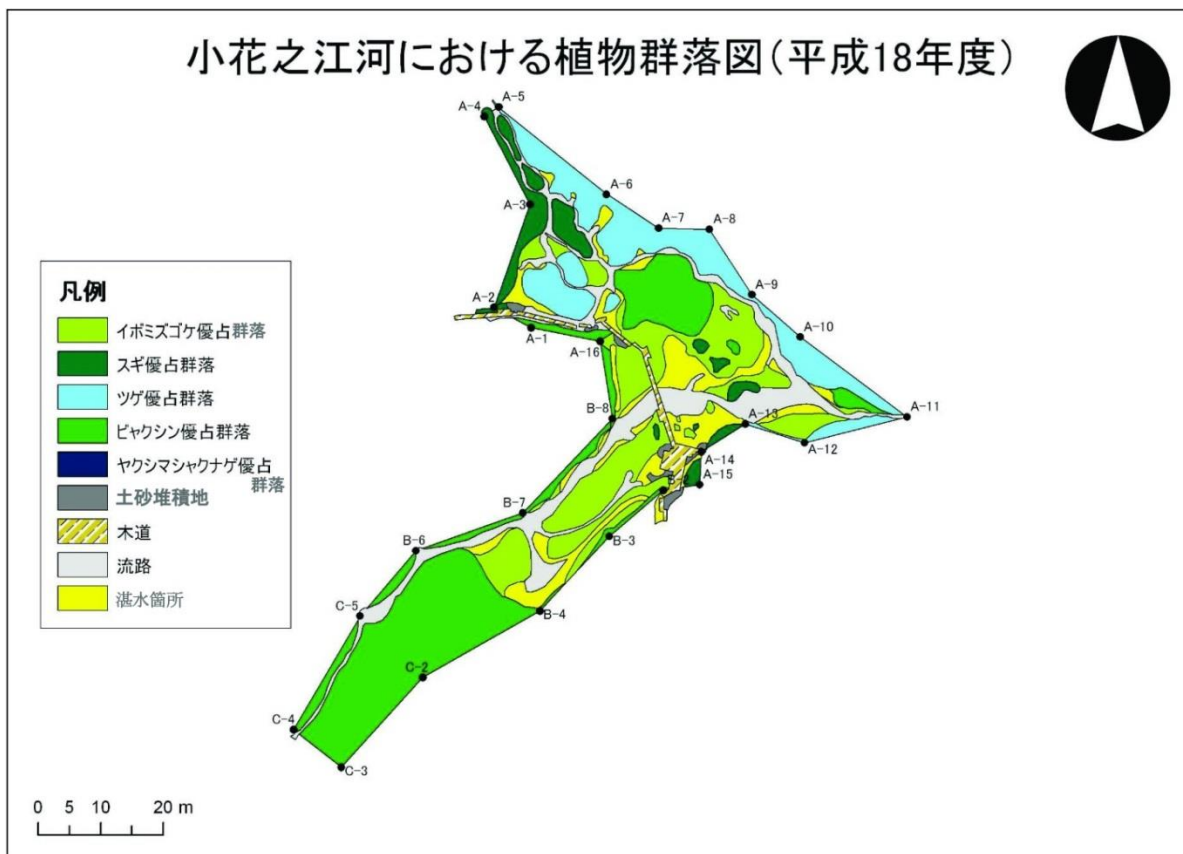


図 4-20 花之江河における土砂堆積量・面積の推移
(「平成 28 年度第 1 回屋久島世界遺産地域科学委員会」資料、「平成 27 年度屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査報告書」より)

参考②小花之江河の植物群落と土砂堆積量・面積の変化

表 4-7 小花之江河における植物群落の経年変化

| 群落名 | 平成 18 年度 | | 平成 22 年度 | | 平成 27 年度 | |
|----------------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | 面積 (m ²) | 面積率 (%) | 面積 (m ²) | 面積率 (%) | 面積 (m ²) | 面積率 (%) |
| スギを優占とする群落 | 147.1 | 5.4 | 151.0 | 5.5 | 151.1 | 5.5 |
| ビャクシンを優占とする群落 | 758.5 | 27.8 | 726.5 | 26.6 | 762.5 | 27.9 |
| ツゲを優占とする群落 | 407.6 | 14.9 | 407.0 | 14.9 | 408.0 | 14.9 |
| ヤクシマシャクナゲ等を優占とする群落 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| イボミズゴケを優占とする湿原植物群落 | 511.0 | 18.7 | 557.9 | 20.4 | 482.2 | 17.7 |
| 湛水箇所 の裸地を含む湿原植物群落 | 275.0 | 10.1 | 234.6 | 8.6 | 277.5 | 10.2 |
| 土砂堆積地 | 20.7 | 0.8 | 20.1 | 0.7 | 61.6 | 2.2 |
| 流路・溜池 | 551.9 | 20.2 | 574.7 | 21.0 | 528.9 | 19.3 |
| 木道 | 58.4 | 2.1 | 58.4 | 2.1 | 58.4 | 2.1 |
| 計 | 2,730.2 | 100.0 | 2,730.2 | 100.0 | 2,730.2 | 100.0 |



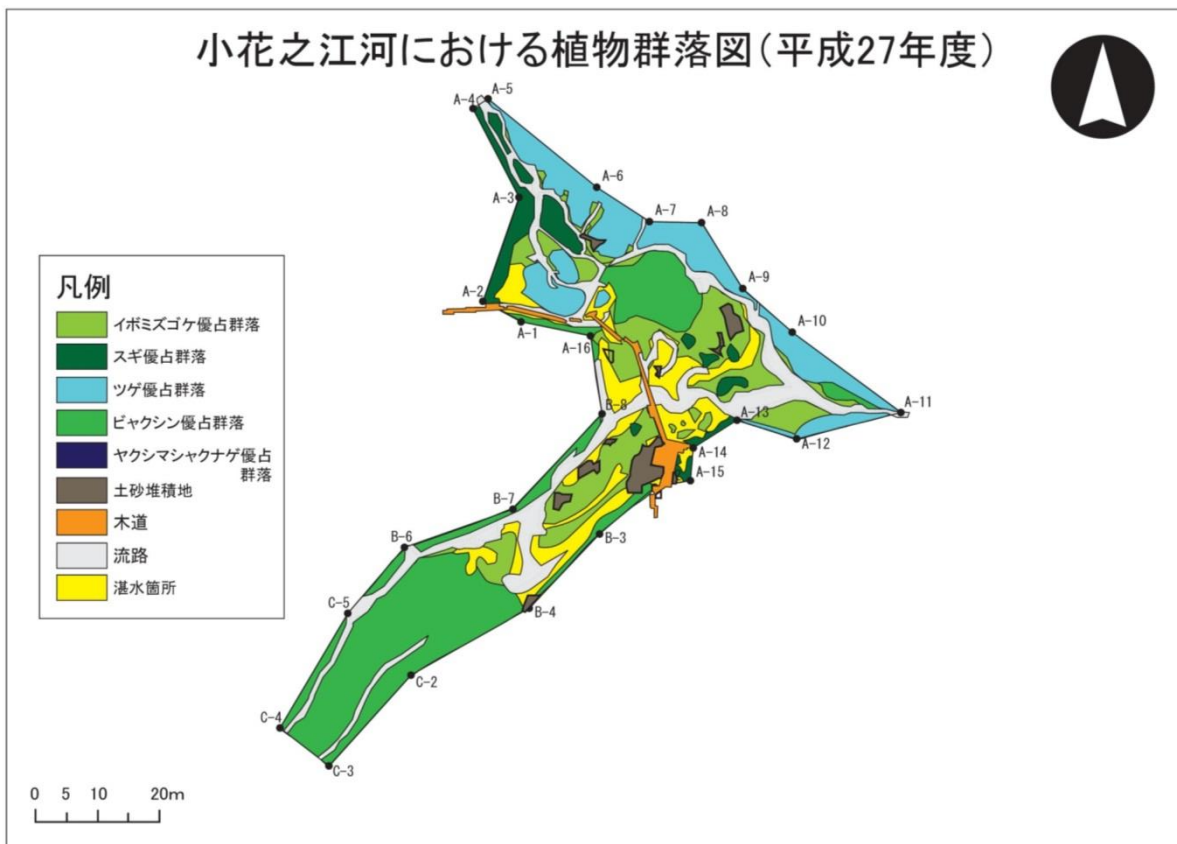
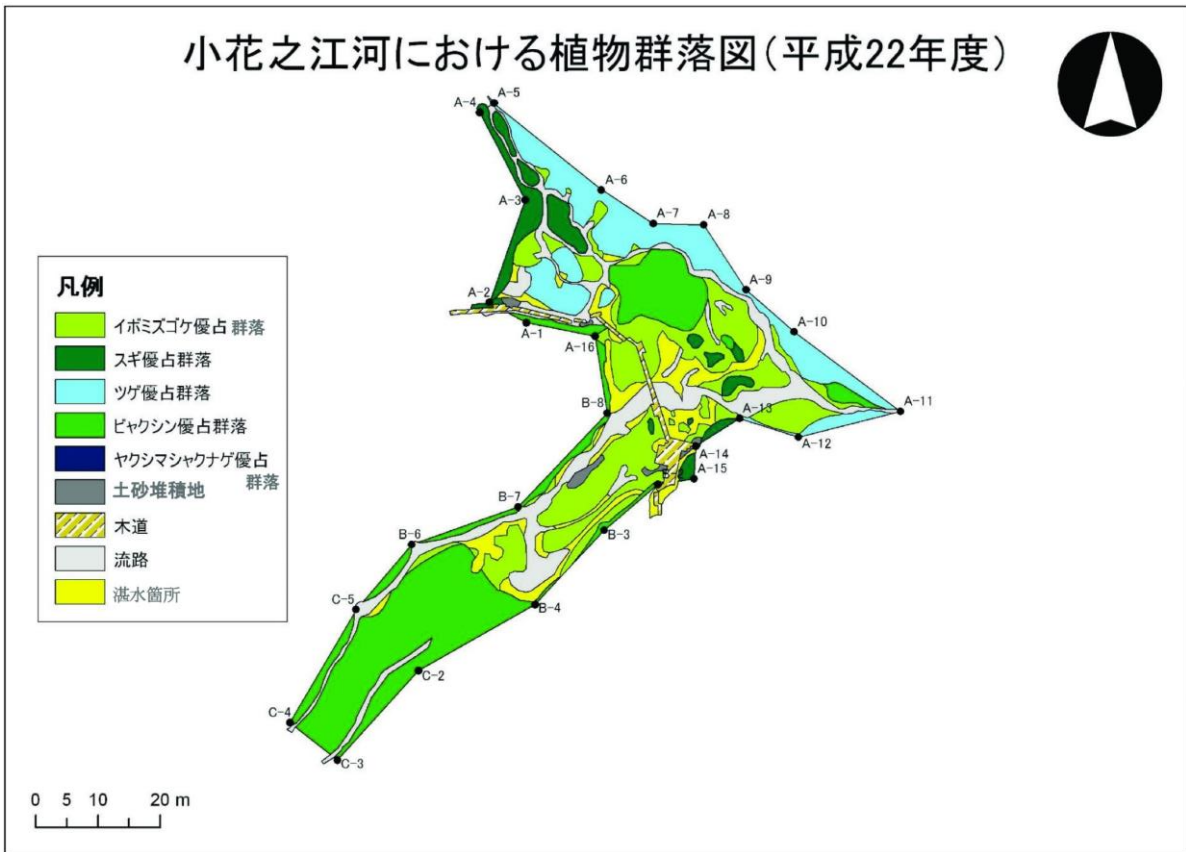


図 4-21 平成 18 年度、22 年度、27 年度における小花之江河の植物群落
(平成 27 年度屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査)

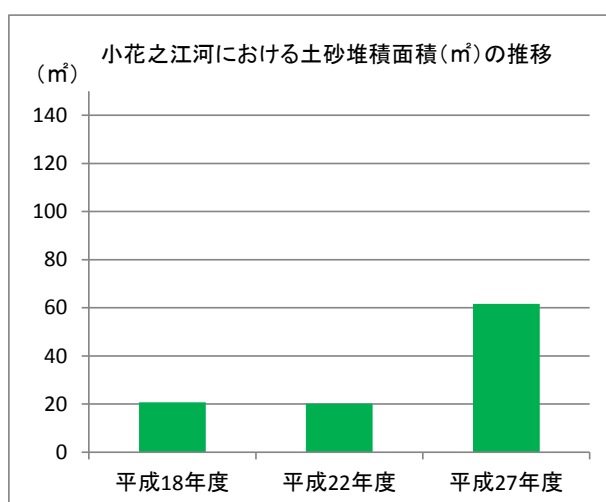
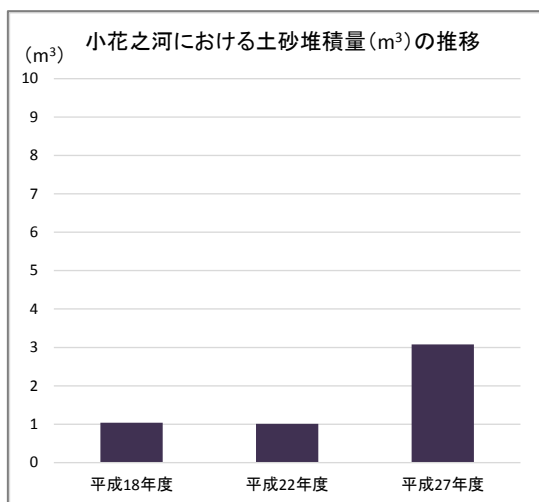


図 4-22 小花之江河における土砂堆積量・面積の推移
 (「平成 28 年度第 1 回屋久島世界遺産地域科学委員会」資料、「平成 27 年度屋久島世界遺産地域等における森林生態系に関するモニタリング調査報告書」より)

表 4-1 世界自然遺産「屋久島」の森林生態系における気候変動の影響のモニタリングプログラムの内容一覧（1/2）

| 地域 | 指標 | モニタリング項目 | | 調査方法 | | | OUV との関連 | 脆弱性 | 計測し易さ | 計測コスト | 既存モニタリングの有無・実施機関 | 優先度 | | |
|-----|-----------|---|---|---|---|--|-------------------------------------|-----|-------|-------|----------------------|---------------------|---|---|
| | | モニタリング項目 | モニタリング項目 | 調査方法 | 調査場所 | 調査頻度 | | | | | | 分析の要点 | モニタリングの有無・実施機関 | モニタリングの継続可能性等 |
| 屋久島 | (1) 気象の変動 | ①低標高（小瀬田・尾之間）の気温、降水量、積雪深、風速、日照時間及び台風等における異常気象 | ①気象庁アメダスによる気象観測データの整理（台風の規模等を含む）・分析 | ①小瀬田・尾之間 | ①②③ 観測：毎年データ収集（回収）：毎年 分析：5年毎 | ①② ・気象の経年変化 ・台風襲来の頻度や規模の経年変化 | — | — | ◎ | ◎ | △ AMeDAS（データ収集のみ） | 高 | AMeDASによる気象観測は1938年から継続的に行われているため、今後も継続される可能性が高い。但し、データ収集のみのため、今後データを整理し、気象変動の動向を見ていく必要がある。 | |
| | | | ②環境省、林野庁、鹿児島県による気象観測データの整理・分析 | ②屋久島各所の32地点 | — | — | — | ◎ | ◎ | — | — | ○ (環境省・林野庁・鹿児島県) | 高 | 各機関による気象観測は2000年前後から継続的に行われているため、今後も継続される可能性が高い。但し、データ収集のみのため、今後データを整理し、気象変動の動向を見ていく必要がある。 |
| | | | ③黒味岳での気象観測を実施・分析 | ③黒味岳 | — | — | ③ ・気象の経年変化 ・①②のデータとの比較 | — | — | ▲ | ○ | △ (過去に環境省実施) | 高 | 現時点で継続される可能性は不明であるが、高標高域は、気候変動ストレスが大きいと予測され、OUVである植生の垂直分布の連続性の最上部であり、重要な部分のため、モニタリングは重要である。 |
| | | (2) 低標高から高標高までの植生の垂直分布の変動 | ④標高毎の植生（出現種数・優占種・被度・群度・多様度指数）、立木毎木調査（胸高直径等）の実施・分析 | 遺産地域内の東部・西部・南部・北部・中央部に分け、海岸林から山頂までの標高毎に設定した40地点 | 毎年（毎年8地点程度ずつ実施し、5年で一巡） | ・植生の経年変化 ・植生の変動と気象の変動との関係 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ (九州森林管理局) | 中 | 九州森林管理局が継続的に行っているため、今後も継続される可能性が高い。 |
| | | | ⑤ヤクシマダケ群落の分布 | 宮之浦岳周辺の各1.5×2km四方 | 航空写真判読調査による、森林限界（ヤクスギ群落）、矮性低木群落（ヤクシマヤクシマダケ群落）、ヤクシマダケ群落の分布域の調査の実施・分析 | 航空写真撮影：5年毎 航空写真判読・分析：5年毎（航空写真撮影の翌年） | ・群落域的・垂直的分布の変動 ・群落域の変動と気象の変動との関係 | ○ | ◎ | ◎ | ○ | — | 高 | 現時点で継続される可能性は不明であるが、ヤクシマダケ群落は、屋久島のOUVである植生垂直分布の上部部に成立し重要であるため、今後5年ごとに調査されることが望ましい |

(注1) 既存モニタリングの有無については、整理・分析も含めてあるものを「○」、データ収集のみ等、部分的にあるものを「△」、ないものを「—」で示した。

(注2) OUVとの関連性は、関連性の高いものを「◎」、あるものを「○」、少ないものを「▲」で示した。

(注3) 脆弱性は、顕著なものを「◎」、脆弱だが中庸なものを「○」、脆弱ではないものを「▲」で示した。

(注4) 計測（現地計測・観測・データ収集整理）のし易さを、技術的、精度的な観点から「◎：し易い」、「○：中庸」、「▲：し難い」で3区分した。データ分析については含めていない。

(注5) 計測（現地計測・観測・データ収集整理）に係る年間コストを、「◎：それほどかからない」、「○：中庸」、「▲：かかる」でおおまかに3区分した。このコストは、調査項目や箇所数により大きく異なるもので、あくまで参考的、目安的な概算値である。また現場までの交通費や宿泊費、日当等の旅費に係る経費は含めていない。さらに分析に当たっては別途コストがかかる。

表 4-2 世界自然遺産「屋久島」の森林生態系における気候変動の影響のモニタリングプログラムの内容一覧（2/2）

| 地域 | 指標及びモニタリング項目 | 調査方法 | | | 脆弱性 | 計測し易さ | 計測コスト | 既存モニタリングの有無・実施機関 | 優先度 | | |
|-----|----------------------------|-----------------------|--|----------------------------------|--|---------------|-------|------------------|-------|---|--|
| | | 調査方法 | 調査場所 | 調査頻度 | | | | | 分析の要点 | モニタリングの継続可能性等 | |
| 屋久島 | (4) 高層湿原（花之江河・小花之江河）の環境の変動 | ⑥ 湿原の水温 | ⑥ 湿原の水温調査の実施・分析 | ⑥ 花之江河・小花之江河の流水箇所各1地点 | ⑥⑦⑧⑨ 調査・分析：5年毎 | ⑥⑦⑧⑨ 湿原の環境の変動 | ○ | — | 高 | 現時点で継続される可能性は不明であるが、湿原は気候変動ストレスが表れやすい箇所であり、湿原植生は屋久島のOUVである植生の垂直分布の多様性を豊かにする要素であり、影響を受けやすい上端部に存在するため、モニタリングは重要である。 | |
| | | ⑦ 湿原の水環境（流路・溜池・溜池の状況） | ⑦ 湿原の水環境調査（流路・溜池状況）の実施・分析 | ⑦ 花之江・小花之河 | | | ○ | ○ | 高 | | |
| | | ⑧ 湿原の植生 | ⑧ 湿原の植生調査（群落分布、出現種数・優占種・植被率・被度・群度）の実施・分析 | ⑧ 花之江河・小花之江河の計6地点 | | ○ | ○ | ○ | 高 | | |
| | | ⑨ 湿原の泥炭の厚さ・分解状況 | ⑨ 湿原の泥炭の厚さ・分解状況の調査の実施・分析 | ⑨ 花之江河・小花之江河の計10地点 | | | ○ | ○ | 高 | | |
| | | ⑩ 登山道沿いの植生 | 登山道沿いの植生調査（出現種数・優占種・被度・群度）を実施・分析 | 遺産地域内の登山道沿いの200地点 | 毎年（毎年20箇所ずつ実施し、10年で一巡） | ○ | ○ | ○ | 中 | | 当調査を行っていた環境技術開発等推進事業の期間（H16～18年）が終了しているが、登山道沿いの植生は、屋久島のOUVである植生の垂直分布の変化を見るために重要であるため、今後、労力を減らし、毎年行う調査地点を20地点として、10年で一巡するサイクルで調査されることが望ましい。 |
| | | ⑪ 森林生態系の被害状況 | 林道等からの目視により、被害状況を把握し記録 | 台風・異常気象等による遺産地域内森林生態系への顕著な被害発生箇所 | 現地調査・記録：台風・異常気象等による遺産地域内の森林生態系への顕著な被害発生時（随時） | ○ | — | — | — | | |

(注1) 既存モニタリングの有無については、整理・分析も含めてあるものを「○」、データ収集のみ等、部分的にあるものを「△」、ないものを「—」で示した。

(注2) OUVとの関連性は、関連性の高いものを「◎」、あるものを「○」、少ないものを「▲」で示した。

(注3) 脆弱性は、顕著なものを「◎」、脆弱だが中庸なものを「○」、脆弱ではないものを「▲」で示した。

(注4) 計測（現地計測・観測・データ収集整理）のし易さを、技術的、精度的な観点から「◎：し易い」、「○：中庸」、「▲：難しい」で3区分した。データ分析については含めていない。

(注5) 計測（現地計測・観測・データ収集整理）に係る年間コストを、「◎：それほどかからない」、「○：中庸」、「▲：かかる」でおおまかに3区分した。このコストは、調査項目や箇所数により大きく異なるもので、あくまで参考的、目安的な概算値である。また現場までの交通費や宿泊費、日当等の旅費に係る経費は含めていない。さらに分析に当たっては別途コストがかかる。