資料　2－2

令和5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　屋久島南部地域の垂直方向の植生モニタリング調査
2　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（夫婦杉）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

1.　屋久島南部地域の垂直方向の植生モニタリング調査

屋久島南部地域の垂直方向の植生モニタリング調査は、平成 15、20、25、30 年度調査に引き続き、標高 5m（大川の滝風景林、田代ヶ浜風景林）及び標高 200m地点から標高 1600mの烏帽子岳山頂付近までの計 10 地点 129 プロットにおいて実施した。調査プロットの位置を図 1-1、1-2 に示す。

図 1-1　屋久島南部地域の植生垂直分布調査箇所（緑色部）

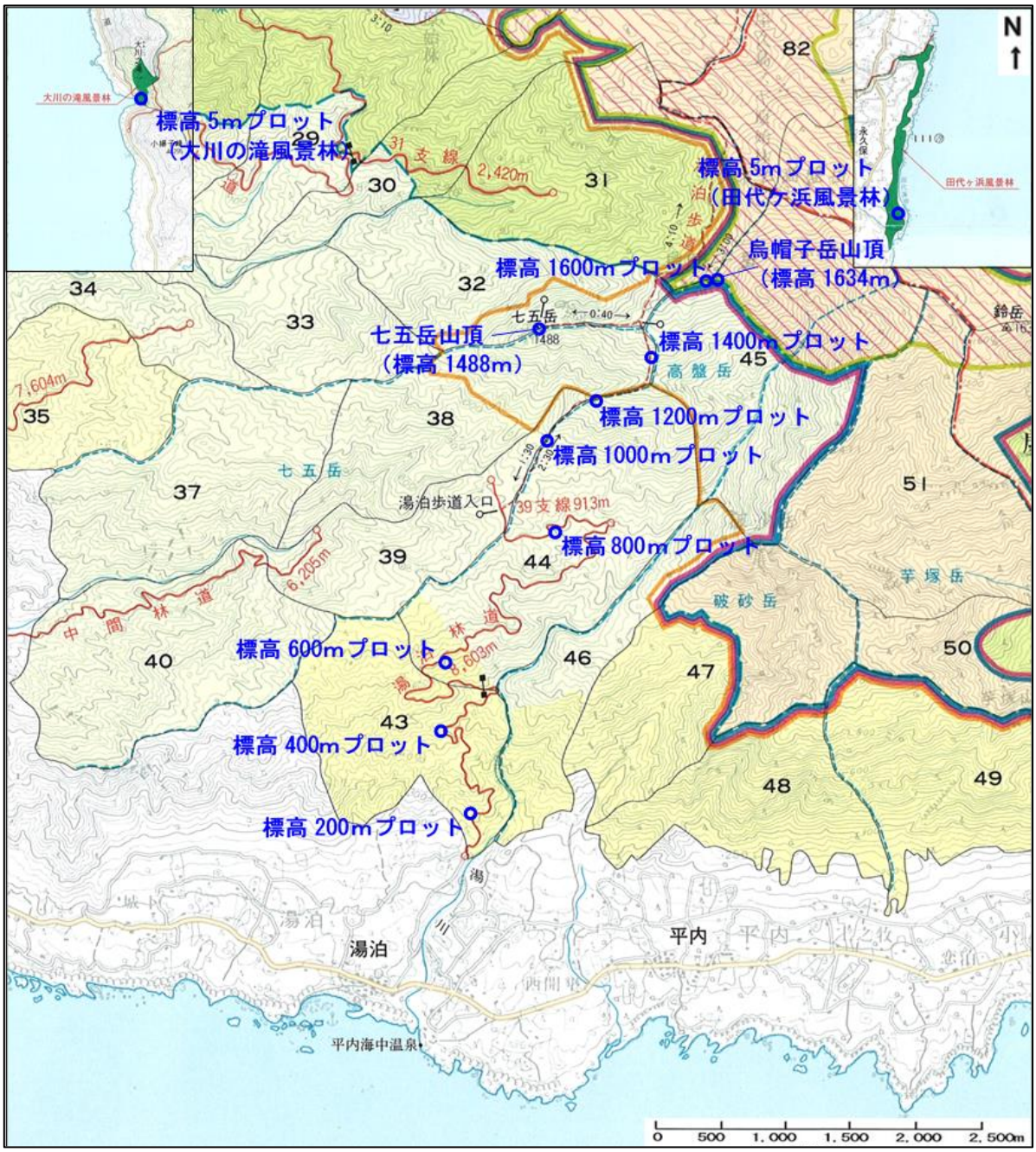

図 1-2　屋久島南部地域の植生垂直分布調査箇所（詳細図）

●調査結果（中間報告）

表 1-1 各標高の植生状況（中間報告）

地点	平成 30 年度と令和 5 年度調査の確認種数の変化と植生状況
標高 5m 大川の滝 風景林	44 種（40 種）　クスノキ、リュウキュウマメガキで構成される海岸林である。亜高木層はマテバシイ、低木層はモクタチバナ、草本層はホソバカナワラビが多い。高木・亜高木層に風衝被害が見られ、特にマテバシイはカシノナガキクイムシやイエシロアリ等の虫害で折損が見られる。そうした個体は萌芽枝を出芽しているが、シカの食害を受けて生長できず更新が危惧される。草本層は平地にはホソバカナワラビがパッチ状に残るが、斜面はシカの食害を受けてほとんど裸地化している。
標高 5m 田代ヶ浜 風景林	55 種（49 種）　タブノキ、フカノキが優占する海岸林である。亜高木・低木層はいずれもモクタチバナが突出して多い。草本層はアオノクマタケランの他、テイカカズラ等のつる植物が目立つ。林床にシカの食害はあるが少ない。5 年前にはイエシロアリの虫害がヒメユズリハ 1 本に見られたが、今回は高木層の 3 本に見られた。被害木は生存しているが、倒壊が懸念される。
標高 200m	79 種（68 種）　クスノキ、タブノキ、ヤマモモ等で構成される照葉樹林である。亜高木層はイヌビワ、低木層はモクタチバナ、草本層はコバノカナワラビ、マテバシイ（萌芽）が多い。サカキカズラ、ハナガサノキといったつる植物が一部、高木の樹上まで到達しているのが特徴で、高木はその重量や風衝によるストレスを受けて倒伏している。このため陽光の照射は所々林内まで届くが、シカの食害が酷く、林床は裸地化が進んでいる。
標高 400m	107 種（117 種）　シマサルスベリ、ヤクシマオナガカエデ等で構成される落葉広葉樹林である。亜高木・低木層はいずれもモクタチバナ、草本層はクワズイモ、カツモウイノデが多い。調査地の中央に侵食を受けた沢があり、度々攪乱を受けるため、常緑樹への遷移は進んでいない。またスギ人工林との緩衝帯はクワズイモが広く優占するため、高木性樹種の実生が育たず草地のままといった特徴がある。空中湿度が高くシダ類は豊富である。
標高 600m	95 種（97 種）　イスノキ、ヤマモモ、ウラジロガシに落葉樹のエゴノキが混交する照葉樹林である。亜高木層はタイミンタチバナ、低木層はサクラツツジ、ヒサカキ、草本層はコバノカナワラビが多い。シイ・カシ類やイスノキといった常緑の葉を密につける高木が種数・本数とも多く、林内は日中でも暗い。一方で緩い沢を含み、崩壊地となっているため、アカメガシワ等のパイオニア種も出現し種数は多い。アブラギリは調査地から消失した。
標高 800m	96 種（92 種）　イスノキ、イヌガシ、ホソバタブ等で構成される照葉樹林である。亜高木・低木層ともイスノキ、草本層はカツモウイノデが多い。極相林を構成するイスノキが各階層に多く、安定していたが、台風の被害を受けて一部ギャップが生じている。空中湿度が高く、ヒトツバ等の着生植物が樹上まで生育していたが、それらに陽光が強く当たるようになり、一部衰退が見られる。
標高 1000m	92 種（90 種）　ツガの大径木、イスノキ、サカキ、イヌガシ等で構成される針広混交林である。亜高木層はサクラツツジ、低木層はハイノキ、草本層はイヌガシ、ハイノキ、シキミ、ヒサカキが多く、シカの食害の影響を受けた林相である。台風によるとみられる風衝被害も多く、高木が井桁状に倒伏している箇所もある。そのような場所はシカの侵入もないため比較的植物種数が多く、希少種も散見される。

地点	平成 30 年度と令和 5 年度調査の確認種数の変化と植生状況
標高 1200m	80 種（69 種）　ツガ、スギ、ヒノキの大径木にヤマグルマ、サカキ等の照葉樹で構成される針広混交林である。亜高木層はサクラツツジ、低木層はハイノキ、サクラツツジ、シキミ、草本層はハイノキ、シキミ、ヒサカキが多く、シカの食害を受けた林相である。本年度 8 月に襲来した台風 6 号により、ツガの大径木が倒壊し、スギも大枝を折損して、亜高木以下の階層がそれらの下敷きになる等の攪乱を受け、大きなギャップが形成された。
標高 1400m	64 種（56 種）　ツガの大径木、ヤマグルマ、アカガシ等で構成される針広混交林である。亜高木層にシキミ、サクラツツジ、低木層にハイノキ、シキミ、サクラツツジ、草本層にアセビ、ハイノキ、シキミが多く、シカの食害を強く受けた林相である。尾根上であり風衝樹形のツガが多い。シカの食害により、林床の植生被度は極めて低いが、倒壊して年数の経た枯死木上にはシカの食害の及ばないためソヨゴ、ナナカマド等の着生樹木が生長しつつある。最も高標高に出現したシマモクセイを記録した。
標高 1600m 烏帽子岳 山頂付近	50 種（50 種）　スギ、ツガにヤクシマシャクナゲ等の照葉樹、落葉広葉樹で構成される針広混交林である。最上層は亜高木層であり、風衝地のため樹高は 5m 未満とほぼ変わっていない。低木層はヤクシマシャクナゲ、草本層は林縁部にハイノキ、ヤクシママコナが多い。ヤクシマシャクナゲの大きく厚い葉が林床を覆う箇所は、植物が侵入できていない。シカの食害を受けた林相であるが、今回は目立ったシカの痕跡は確認されていない。

※（　）書きは平成 30 年度の確認種数

表 1-2 調査地 5 年間の特徴的な変化

【1000m（⑤プロット）】平成 30 年度：左写真、令和 5 年度：右写真

【1200m（②③プロット境界）】平成 30 年度：左写真、令和 5 年度：右写真

【1400m（②プロット倒木）】平成 30 年度：左写真、令和 5 年度：右写真

【1600m スギ（No.4 付近）】平成 30 年度：左写真、令和 5 年度：右写真

写真１　大川の滝風景林で見られたシカの食害

（左）調査地北側（④～⑥プロット）の状況。斜面はシカ食害を受け裸地化。
（右）シカの親子が裸地化した林床で丹念に採餌している様子（〇印は④プロットの下角）。

写真２　標高 200m に見られるつる植物と林床

（左）クスノキに這い上がるサカキカズラ等の蔓。高木の光合成や樹体維持に影響を及ぼす。
（右）高木が根元から折れ、亜高木が倒れている。林床はシカの食害により裸地化が進行。

表 1-3　調査標高帯別のヤクシカ採食影響と５年前からの変化

調査標高帯	採食影響	採食影響の変化（5 年前との比較）
標高 5m（田代）	少ない	やや減少
標高 5m（大川）	多い	増加
標高 200m	多い	増加
標高 400m	多い	あまり変化なし（5 年前から多い）
標高 600m	多い	あまり変化なし（5 年前から多い）
標高 800m	少ない	あまり変化なし（5 年前から少ない）
標高 1000m	少ない	あまり変化なし（5 年前から少ない）
標高 1200m	多い	あまり変化なし（5 年前から多い）
標高 1400m	多い	あまり変化なし（5 年前から多い）
標高 1600m	少ない	やや減少

2.　湿原の植生状況モニタリング調査及び保全対策の検討

令和５年度に策定した湿原保全対策に基づき、引き続き各種モニタリングを継続するとともに、対策を実現してくための保全対策実施計画書の作成と保全対策として侵食防止対策及び流水分散対策を実施した。調査の結果、保全対策の実施についての概要は以下のとおり。なお、調査の結果は湿原の保全対策を実施していく上での科学的根拠となることから、令和６年度以降についても、以下の(1)～(5)及び令和５年度に保全対策として実施した侵食防止対策及び流水分散対策箇所については必要なモニタリング調査として継続していく予定となっている。

また、環境省では流水分散対策として、湿原の水の流れを阻害している木製歩道の付け替えや流路の分散を検討しており、本事業の進捗と環境省の進捗を共有しつつ進めることとしている。

【各種モニタリング、保全対策の項目】

(1) 小花之江河における植生保護柵内外の植生モニタリング調査
(2) 湿原における水の流入流出量および気象モニタリング調査
(3) 地形調査
(4) ハベマメシジミの生息調査
(5) 試行的保全対策箇所の土砂・枝条等の堆積状況のモニタリング調査
(6) 保全対策実施計画書の作成
(7) 令和５年度に実施した湿原保全対策

【調査結果、保全対策の実施についての概要】

(1) 小花之江河における植生保護柵内外の植生モニタリング調査

平成 29 年度に小花之江河に設定した調査プロット及び令和元年度に新たに設置した調査プロットにおいて、植生保護柵内外のモニタリング調査を実施し、調査結果を取りまとめ、生育状況や環境の変化について分析し、ヤクシカによる湿原への影響が顕著であれば、そのことへの対策の必要性等について考察を行った。

●調査結果(概要)

小花之江河は平成 29 年に湿原内３箇所に植生保護柵を設置してから過去５年間に柵内外で 20 種の新規参入種を記録し、柵内外ともに種数は令和５年時点でも増加傾向にある。種数の増加に伴い、植生保護柵設置当時は被度の高かったハリコウガイゼキショウは減少が続いており、消失した箇所もある。柵内では今後も、増加した植物種間で競争が激化すると考えられる。また、柵外も種数は増加傾向にあることから、植生保護柵以外の対策の必要は無いと考えられる。

(2) 湿原における水の流入流出量および気象モニタリング調査

湿原における水収支等を把握するため、令和元年度から地表水・地下水や気象等の観測によるモニタリング調査を実施してきた。昨年度は、令和元年度から令和４年度までのデータを基に水の流入と流出量及び降雨量や流域面積との関係から湿原の水文学的な特徴を把握した。本年度からは、またデータを蓄積し、木道付替えの翌年や、流水分散を実施した翌年に、流出特性や水収支の分析を行い、湿原全体への水涵養の変化を把握することとしている。

●調査結果(概要)

流出特性や水収支の関係を考察するために、これまでと同様に、2022 年５月～2023 年６月（約１年間）までの期間の表流水、地下水位、降水量の変動をハイドログラフにしている。ハイドログラフの変動から、これまでと大きく変動した箇所は見られなかった。調査期間内では、大きな保全対策を実施した箇所は無かったことから、例年とほぼ同じ結果になったと考える。

(3) 地形調査

湿原地表面の起伏を把握するための、簡易なドローン撮影を令和元年度から4年にわたり年1回撮影しており、地表面及び流路の短期的な変化データを取得している(**図 2-1**)。令和5年度以降も引き続き継続調査を行い、オルソ画像、標高データ(3cm メッシュ)を作成し、地表面及び流路の短期的な変化を観察した。また、保全対策実施前後の比較データとして活用するために、次年度以降も観察していくこととしている。

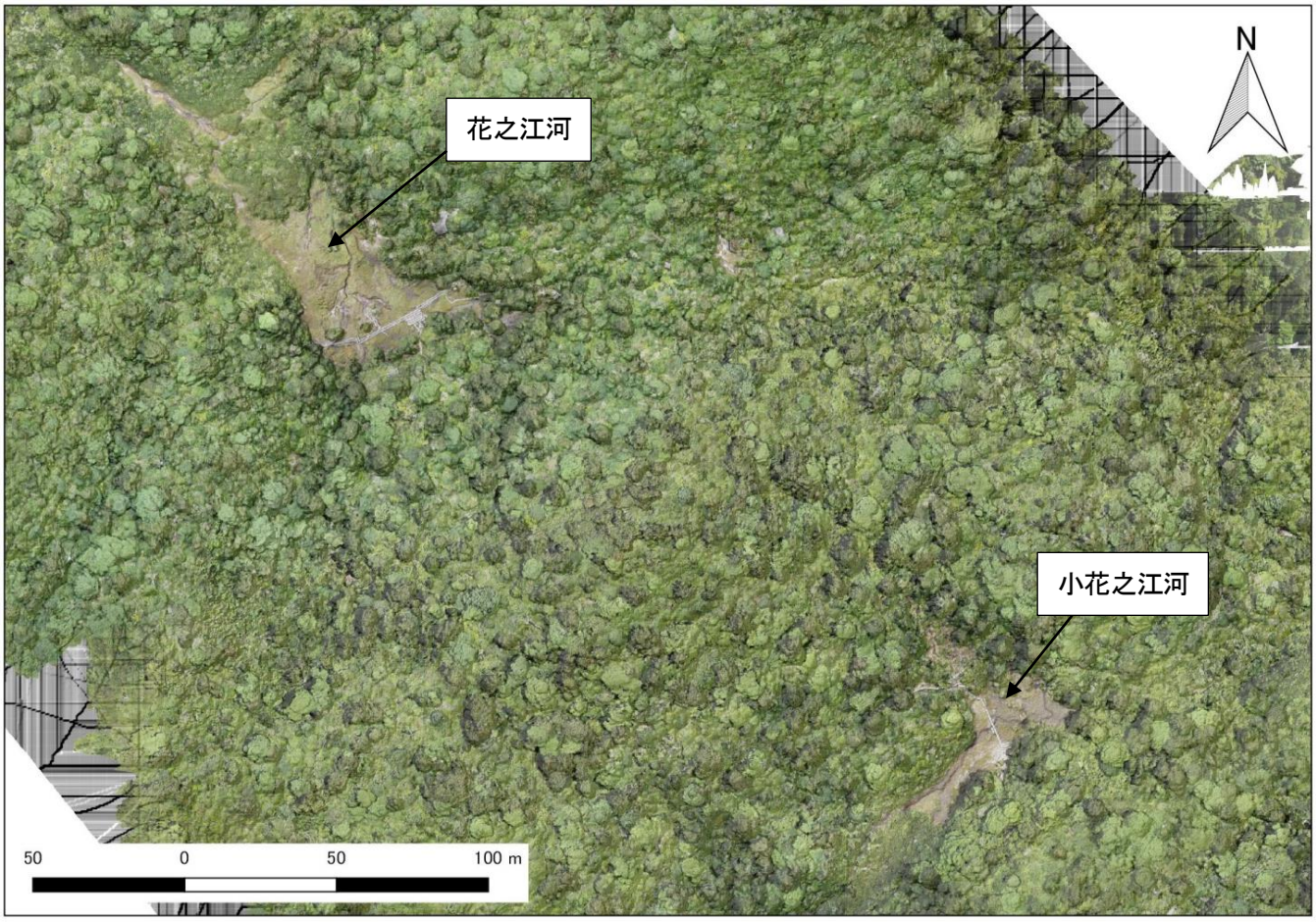

図 2-1　オルソ画像（陰影図をオルソ画像の下に表示）

●調査結果(概要)

令和5年度の標高データから、50cm、1mコンターを作成し、令和4年度までの結果と比較したところ、湿原全域では大きな変動はなかった。調査期間内では、大きな保全対策を実施した箇所は無かったことから、地表面の大きな変化は無かったと考える。

また、水が集中している流路内(**図 2-2**) については、標高データを用いて令和元年度と令和５年度の路床勾配をグラフ化した (**図 2-3、2-4**)。試行的保全対策で丸太木柵工を入れた箇所(**図 2-3** の赤矢印部分)以外では大きな路床勾配の変化は見られなかったことから、直近の５年間では流路内で大きな侵食は無かったと考える。

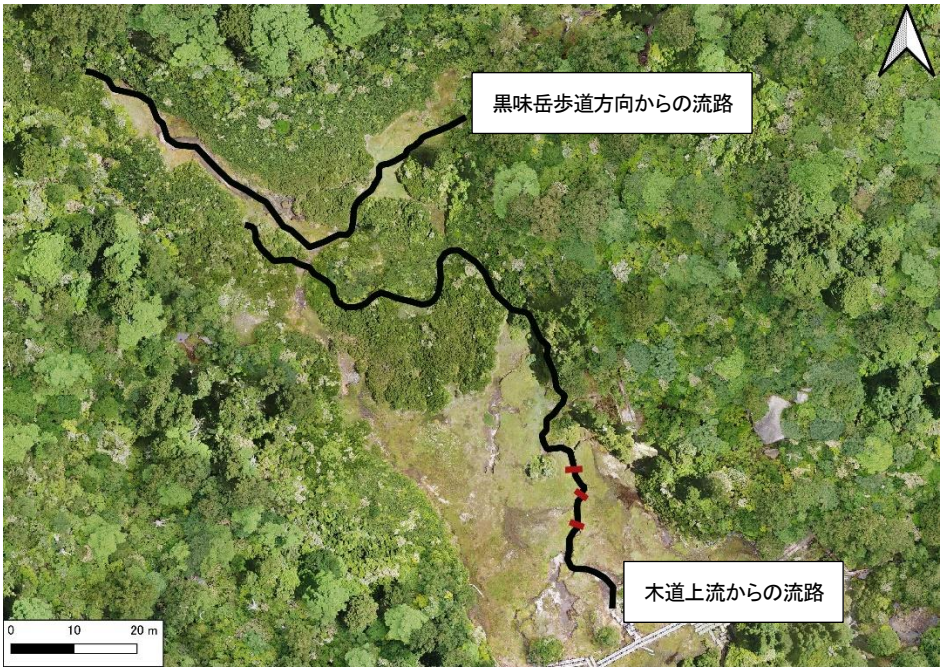

図 2-2　路床勾配を比較した流路

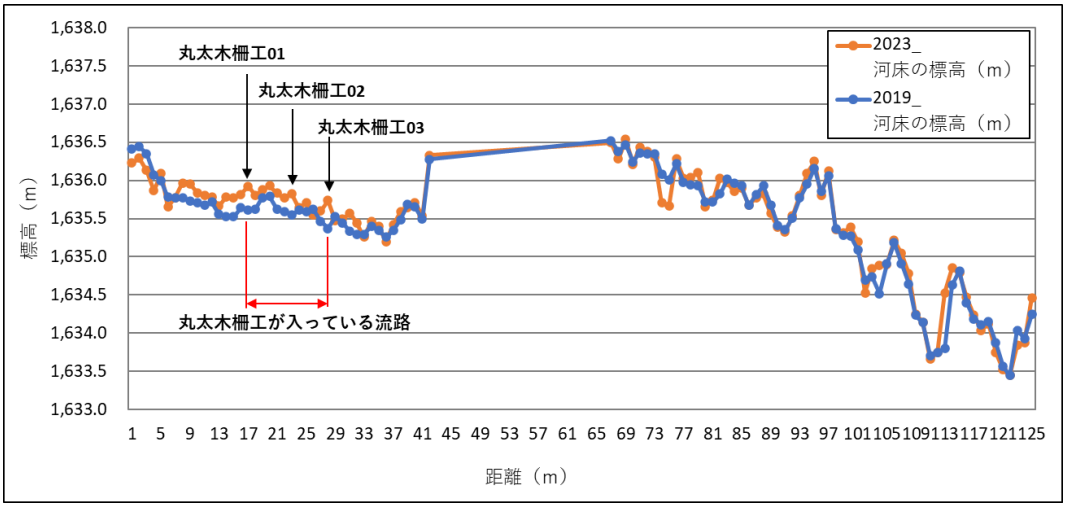

図 2-3　木道上流からの流路

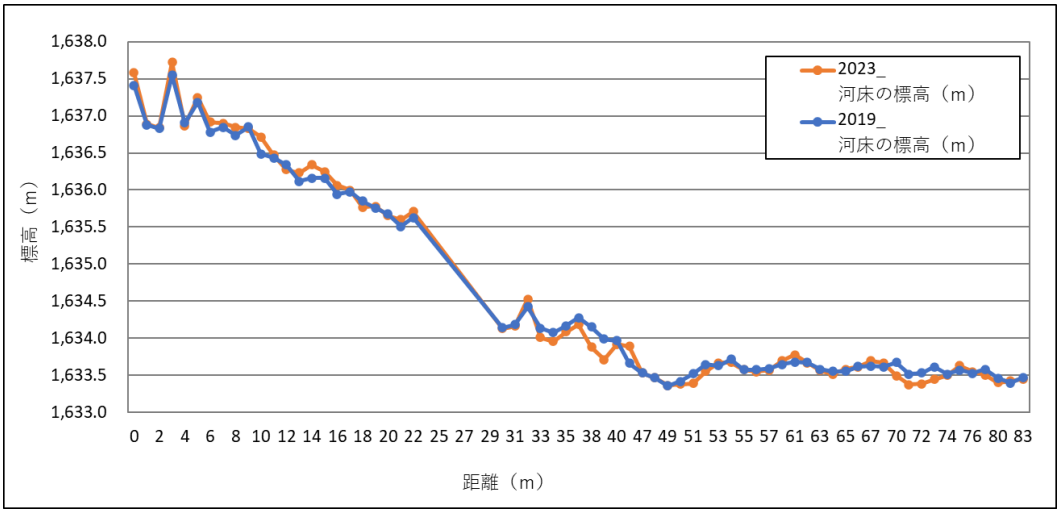

図 2-4　黒味岳歩道方向からの流路

(4) ハベマメシジミの生息調査

水生生物のハベマメシジミについて平成 18 年度から令和２年度まで５年おきに落ち葉溜りでの概況調査を実施し、生息の推移を観察してきた。

直近の令和２年度の調査箇所に加え、令和3年度と令和4年度は、木道近くの上流域で調査してきたことから、本年度は木道より下流域の生息適地と考えられる落ち葉溜まりや淀みで調査を行った。調査は花之江河の3箇所、小花之江河の3箇所で実施した。

●調査結果(概要)

花之江河の３箇所のうち、１箇所のみで３個体を確認した（**写真 2-1**）。生息環境としては、通年通して１ｃｍ程度の水位があり、デトリタスが堆積している（**写真 2-2**）。生息確認できなかった２箇所は、渇水期には淀みが干上がっており、確認できなかった。

小花之江河の３箇所では、生息は確認できなかった。１箇所は水の流れが早く落ち葉だまりやデトリタスが無く、２箇所は渇水期には淀みが干上がっているような環境だった。

花之江河、小花之江河ともに、下流には１年を通して小さな水たまりと泥炭層及び砂の混在しているような環境が少なく、生息地としては適していなかったと考えられる。

写真 2-1　花之江河で確認した３個体

写真 2-2　花之江河

(5) 試行的保全対策箇所の土砂・枝条等の堆積状況のモニタリング調査

侵食が顕著な場所に、試行的保全対策として令和元年度に丸太木柵工を３箇所設置し（**図 2-5**）、緩やかな土砂等の堆積を促し、河床低下の進行を回避する試行的保全対策を継続してきた。年に数回のモニタリングとドローンで取得した標高データから、侵食が顕著な場所への対応策として丸太木柵工が適用できるかどうか、データを蓄積してきた。

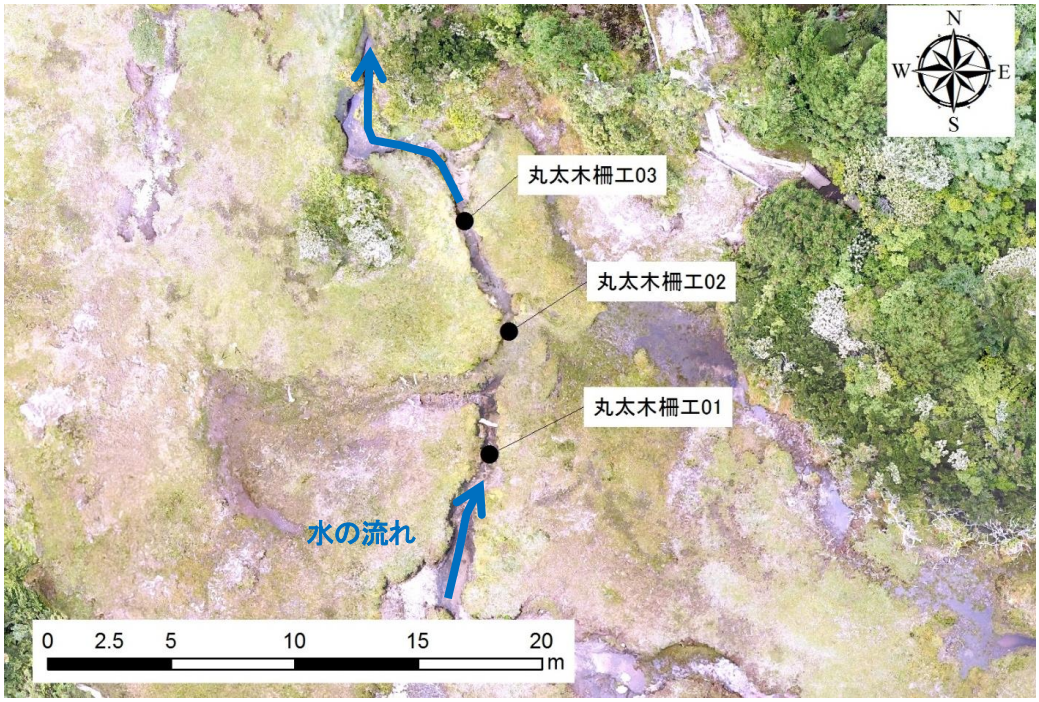

図 2-5　丸太木柵工の設置位置

●調査結果(概要)

ドローン撮影で取得した令和元年度から令和５年度までの標高データを用いて、丸太木柵工を設置した河床について、各年度の勾配をグラフ化した（**図 2-6**）。令和元年度は設置前の河床勾配、令和２年度～５年度は設置後の河床勾配になる。

グラフからは、令和元年度に設置してから令和４年度（**図 2-6** 折れ線　緑色）までは、砂礫等が堆積して河床面は全体的に上がり、河床勾配も緩やかになった。ただ、令和５年度（**図 2-6** 折れ線紫色）の結果から、丸太木柵工 02 より下流側の路床面が下がっていることを確認した。

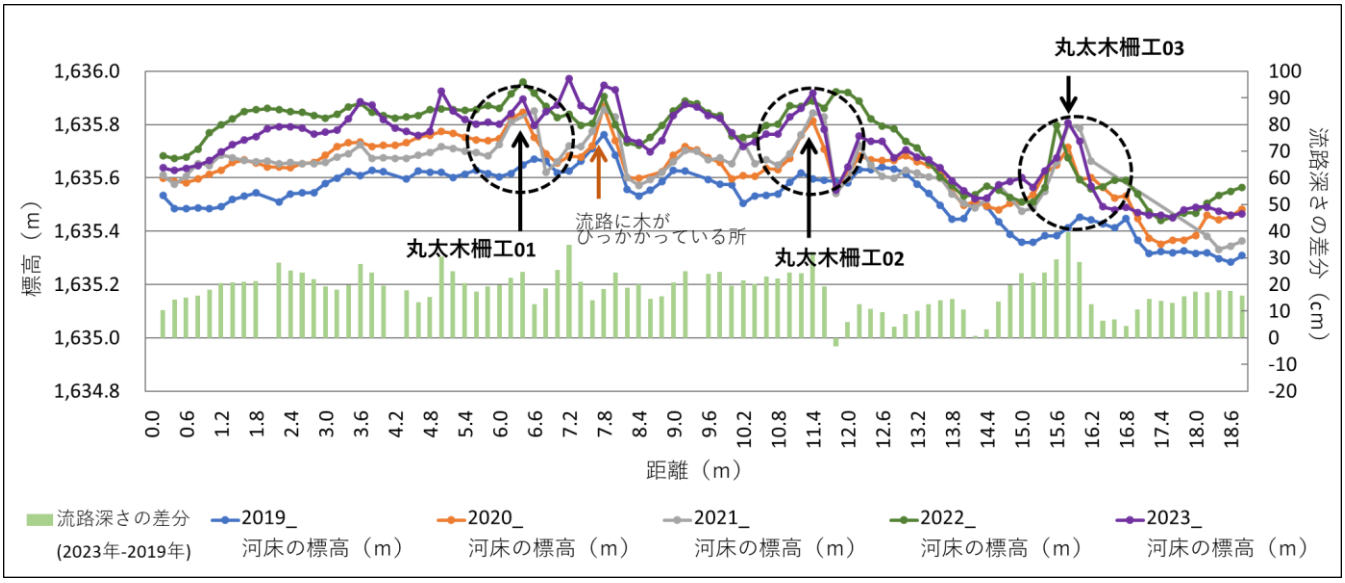

図 2-6　路床勾配の推移（令和元年度～令和５年度）

そこで、目視と簡易な計測も併せて行った。その結果、砂礫等が堆積して河床面は全体的に上がってきているが、丸太木柵工 02 が堰となってしまい、丸太木柵工 02 より下流の路床勾配が下がっている状態にあった（**図 2-7**）。そこで、有識者（下川先生）から助言を得て、丸太木柵工 02 より下流へ砂礫を流すために、木柵工 02 の上段の横棒を取り外した（**図 2-8**）。

ただ、丸太木柵工 02 より下流側の流路内は、基盤面の露出はなく、砂礫が薄く（２～５ｃｍ程度）堆積しており、流路の側壁にはイグサ等の植生が生育、水生植物も生育しており、安定した状態にあると考えられた。引き続き追跡調査をしながら、必要によって手直しをしていく。また、この試行的保全対策の手法を、侵食防止対策や地下水涵養対策に活用していくことを考えている。

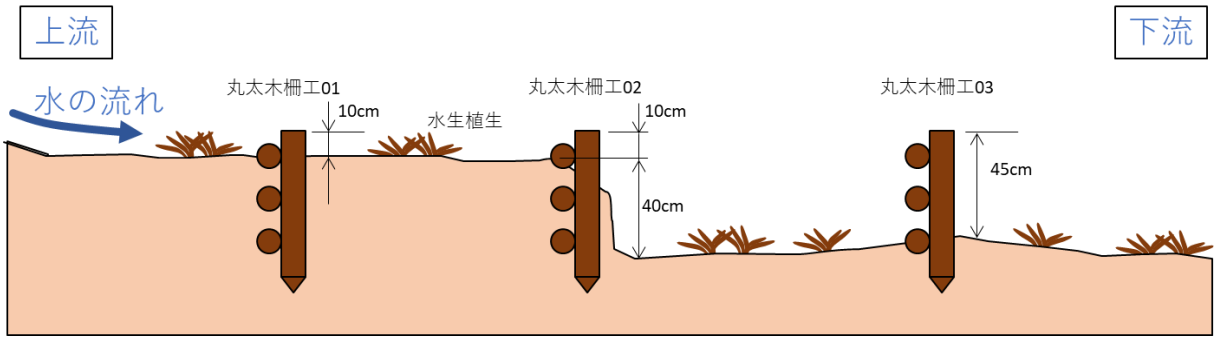

図 2-7　河床勾配が均等ではない状態（現状）

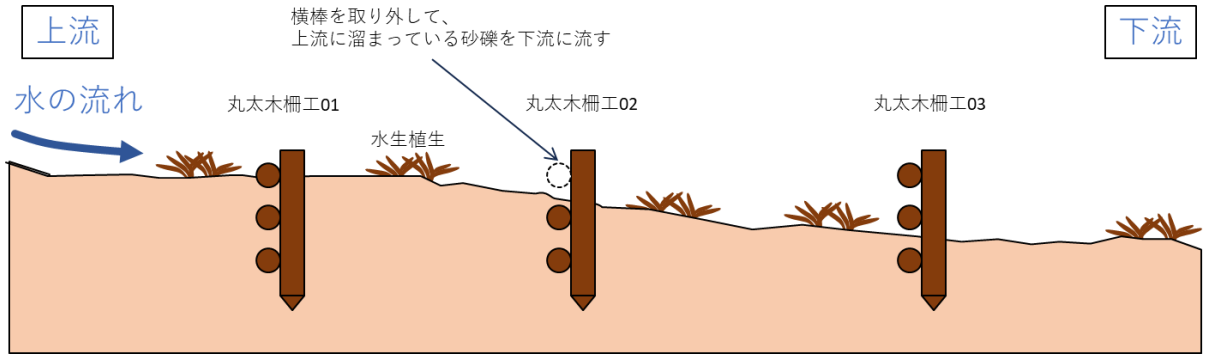

図 2-8　木柵工 02 の一部を撤去して、路床勾配を均したイメージ（対応後）

(6) 保全対策実施計画書の作成

平成 30 年度～令和４年度までの５年間をかけて策定した「屋久島湿原保全対策」に基づいた「保全対策実施計画書」の作成を本年度より進めている。進め方としては、事業開始の段階で「屋久島湿原保全対策」に関わってきた有識者（２名）の助言を受けつつ、保全対策実施計画書（素案）、保全対策実施のロードマップ（素案）の作成を進めている。次年度以降は、環境省事業の進捗を見ながら具体的な対策内容や対策箇所について記載を進める予定としている。

【保全対策実施計画書の項目】

第１章　屋久島湿原保全対策における位置付け
１－１　湿原の保全目標と取組
１－２　保全対策の位置づけ
１－３　保全対策の実施と管理体制
１－４　保全対策実施のロードマップ

第２章　地下水涵養対策の実施計画書
２－１　対策の区域
２－２　対策・工法の基本的な考え方
２－３　箇所ごとの実施計画書

第３章　侵食防止対策の実施計画書
３－１　対策の区域
３－２　対策・工法の基本的な考え方
３－３　箇所毎の実施計画書

第４章　モニタリングの実施計画書
４－１　モニタリングの区域
４－２　モニタリングの方法
４－３　モニタリングと評価のスケジュール
４－４　保全対策に実施についての評価

(7) 令和５年度に実施した湿原保全対策

令和５年度の湿原保全対策の実施については、令和４年度に策定した湿原保全対策を踏まえ、５月20 日の現地調査と翌日５月 21 日の打合せで、局所的に侵食が進んでいる流路の侵食防止対策及び祠付近に集中していた流路を分散するための流水分散対策として具体的な場所と手法を確定した。また、11 月 28 日に上記の場所と手法により湿原保全対策を実施した。

なお、令和５年度は試行的に実施することとし、対策の効果を鑑みながら、場所や手法を再検討するといった順応的管理に基づいて行っていくことが重要であることを、参加者（下川委員、井村委員、九州局、環境省、事務局）間で共有した。

1)対策内容、対策手順、設置箇所

- 対策内容

局所的侵食が進んでいる祠下流の流路は、現状では基盤面が露出するまで侵食が進み、さらに横方向へも侵食が進みつつある状況であることから、それを緩和させる目的として流水分散対策及び侵食防止対策を実施。

対策内容としては、旧植生保護柵周辺に滞留している枝条を撤去すると、急激な流れが生じることが懸念されることから、撤去前に、以下を実施。

①急激な流れが生じる可能性のある流路に堰（枝条や倒木の投入等）を設置すると同時に、祠方向への流れを分散させるために木道下に堰を設置。

②旧植生保護柵前の木道下や周辺に滞留している枝条を撤去し、堰の周囲及び凹部へその枝条を敷き詰める。

- 対策の順序

対策の順序は以下のとおりとした。

① 堰を設置する。

② 旧植生保護柵前の木道下や周辺に滞留している枝条を撤去し、堰の周囲及び湿原の凹部へその枝条を敷き詰める

2)設置箇所と形状

堰は湿原近くにある材料（スギや広葉樹の枝条）を活用し、景観になじむような構造とし、合計６箇所に設置した（**図 2-9** の赤線）。このことにより、祠付近に集中していた流路の分散を促す（**図 2-10**）とともに、侵食を防止する。

形状は、スギや広葉樹の枝条を直径 15～20cm 程度の円柱状に形成して流路に置き、流出防止として、縦クイ（広葉樹の枝）を数箇所打ち込み、併せて堰の周囲を旧植生保護柵に滞留していた枝条を活用して堰の周囲を固めた。いずれは、堰に土砂等が補足されて、景観になじんでいくと考えられる。

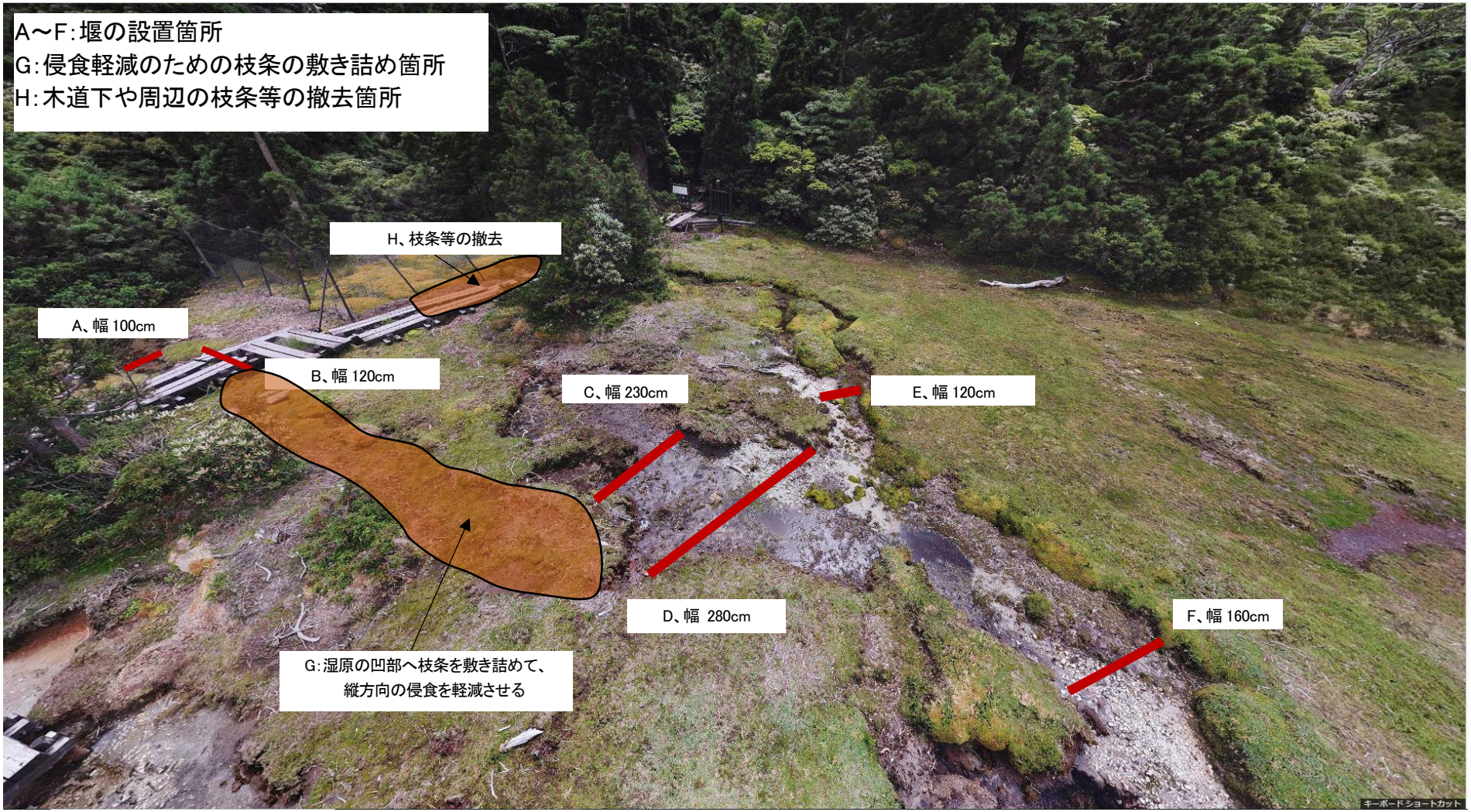
A～F:堰の設置箇所
G:侵食軽減のための枝条の敷き詰め箇所
H:木道下や周辺の枝条等の撤去箇所
H、枝条等の撤去
A、幅 100cm
B、幅 120cm
C、幅 230cm
E、幅 120cm
D、幅 280cm
F、幅 160cm
G:湿原の凹部へ枝条を敷き詰めて、
縦方向の侵食を軽減させる

図 2-9　堰等の設置箇所

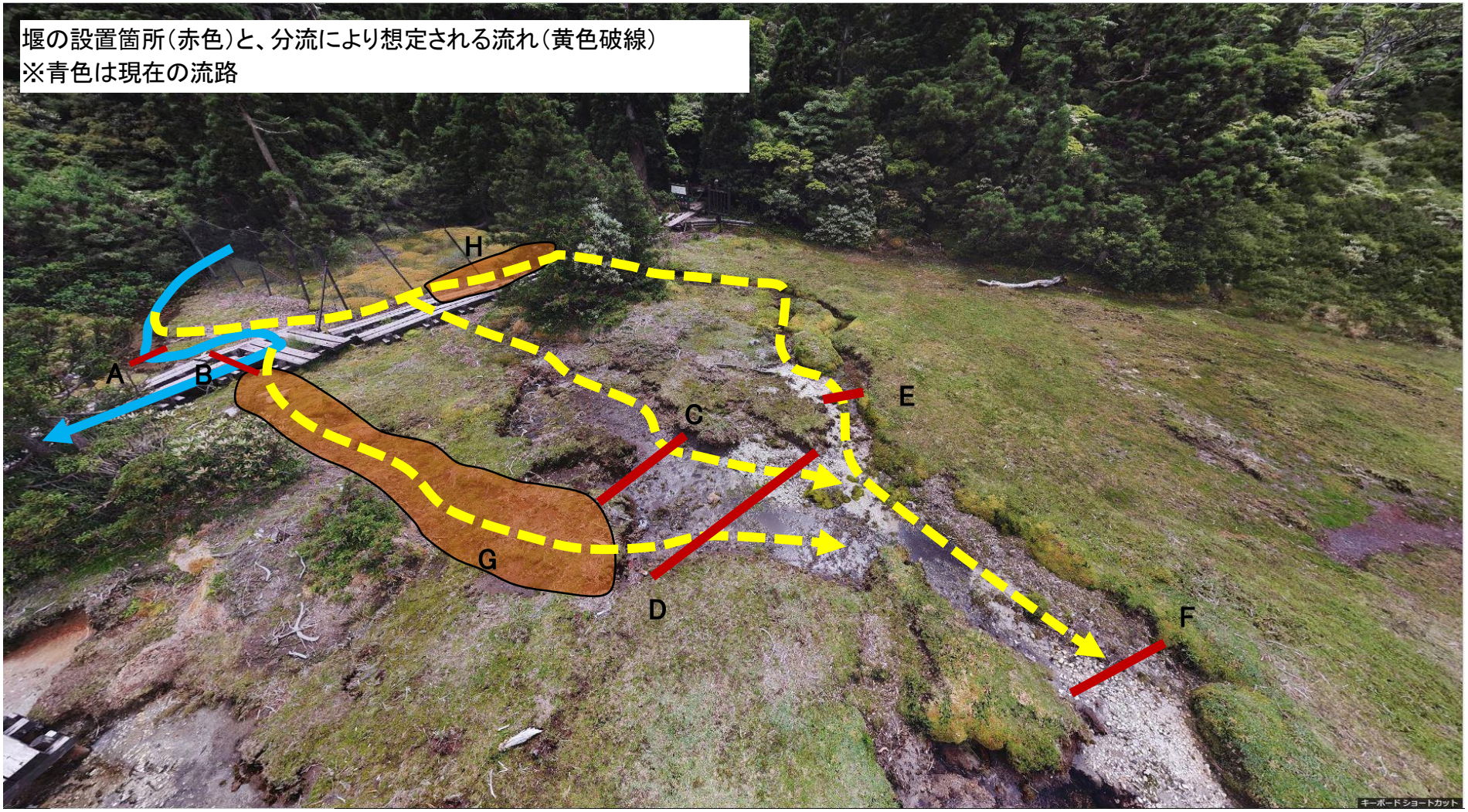

図 2-10　堰等の設置箇所と、分流により想定される流れ

3)実施後の状況

➢　対策①

流路に設置した堰は、降雨時に流出しないよう、旧植生保護柵周辺から撤去した枝条で周囲を囲ったことで、しばらくは設置箇所に固定され、上流から流れてくる土砂や枝条を補足して、堰としての機能を発揮すると考えている（**写真 2-3**）。仮に、堰が下流側へ流されたとしても、下流の流路内に留まるので、また留まった場所で堰としての機能を発揮していくと考えている。また、木道下に設置した堰については、設置直後は水が通過してしまうが、しばらくすると、土砂や枝条を補足して、堰としての機能を発揮すると考えている（**写真 2-4**）。

➢　対策②

旧植生保護柵前の木道下や周辺に滞留していた枝条を撤去し、撤去した枝条は湿原の凹部に敷き詰める（**写真 2-5**）ことにより、侵食を防止すると考えている。また、枝条を撤去したことで、木道下には水や枝条が通過できるクリアランスを確保することができた（**写真 2-6**）。今後は、徐々に旧植生保護柵より上流から木道下を通過して湿原へ水や枝条が流れると考えている。

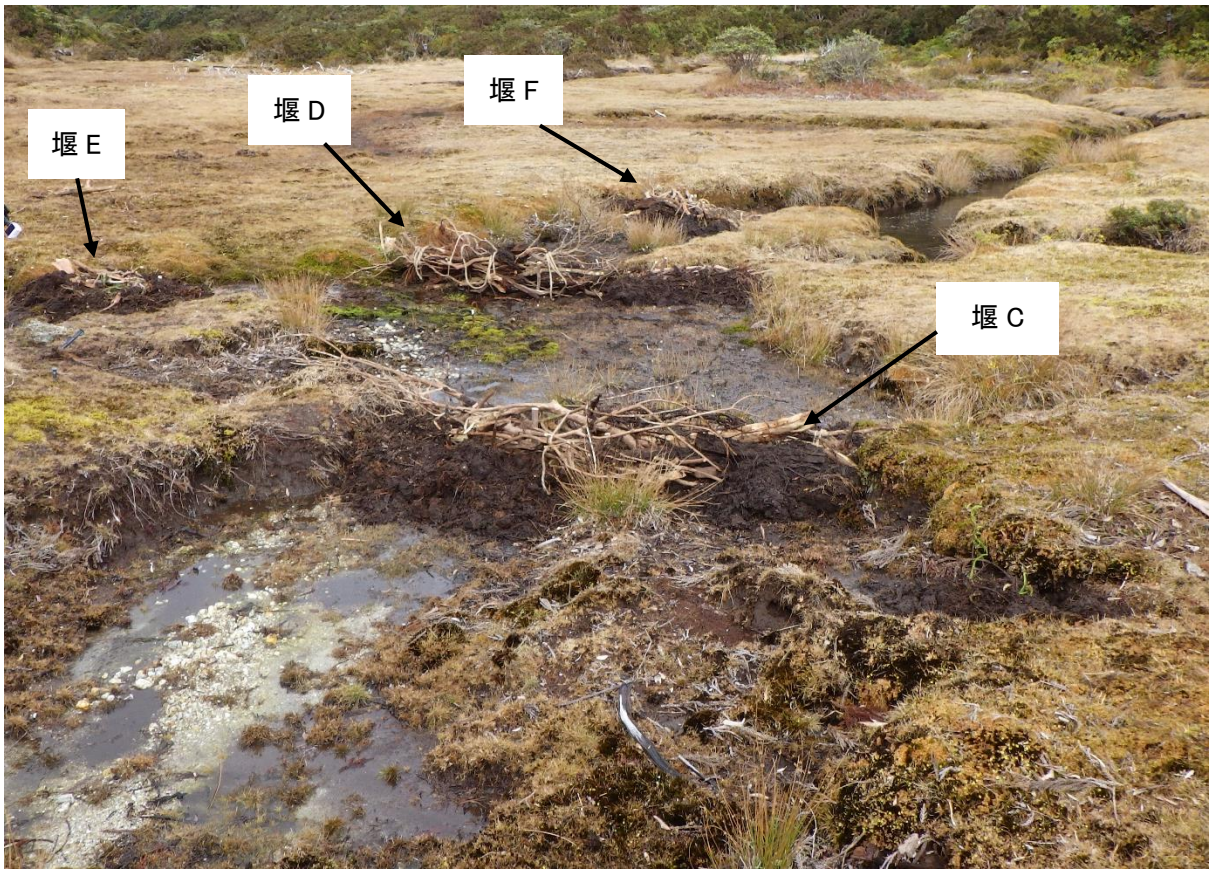

写真 2-3　堰 C,D,E,F（設置後）

写真 2-4　堰 B（設置後）

写真 2-5　G（湿原の凹部へ枝条や土砂を敷き詰め）

写真 2-6　枝条撤去後の木道下

3.　著名木（夫婦杉）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「２　夫婦杉」を対象とした。「夫婦杉」は宮之浦嶽国有林 99 林班の標高 1230m の大株歩道沿いに生育しており、2 本の杉が枝でつながった合体木となっている。樹高・胸高周囲はそれぞれ 22.9m・10.9m（夫）、25.5m・5.8m（妻）である。

○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
- 地上部の衰退度判定
- 着生植物
- 樹冠状態調査
- 立地環境を評価するための立地情報調査
- 土壌断面調査
- 各種被害調査
- 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 6 年度第 1 回科学委員会で報告する。

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

屋久島世界自然遺産地域の森林生態系への気候変動影響については、現在、気温・降水量のデータ収集・整理中のため令和 6 年度第 1 回科学委員会で報告する。

データ収集先の気象観測地点の位置は図 4-1 に示す。

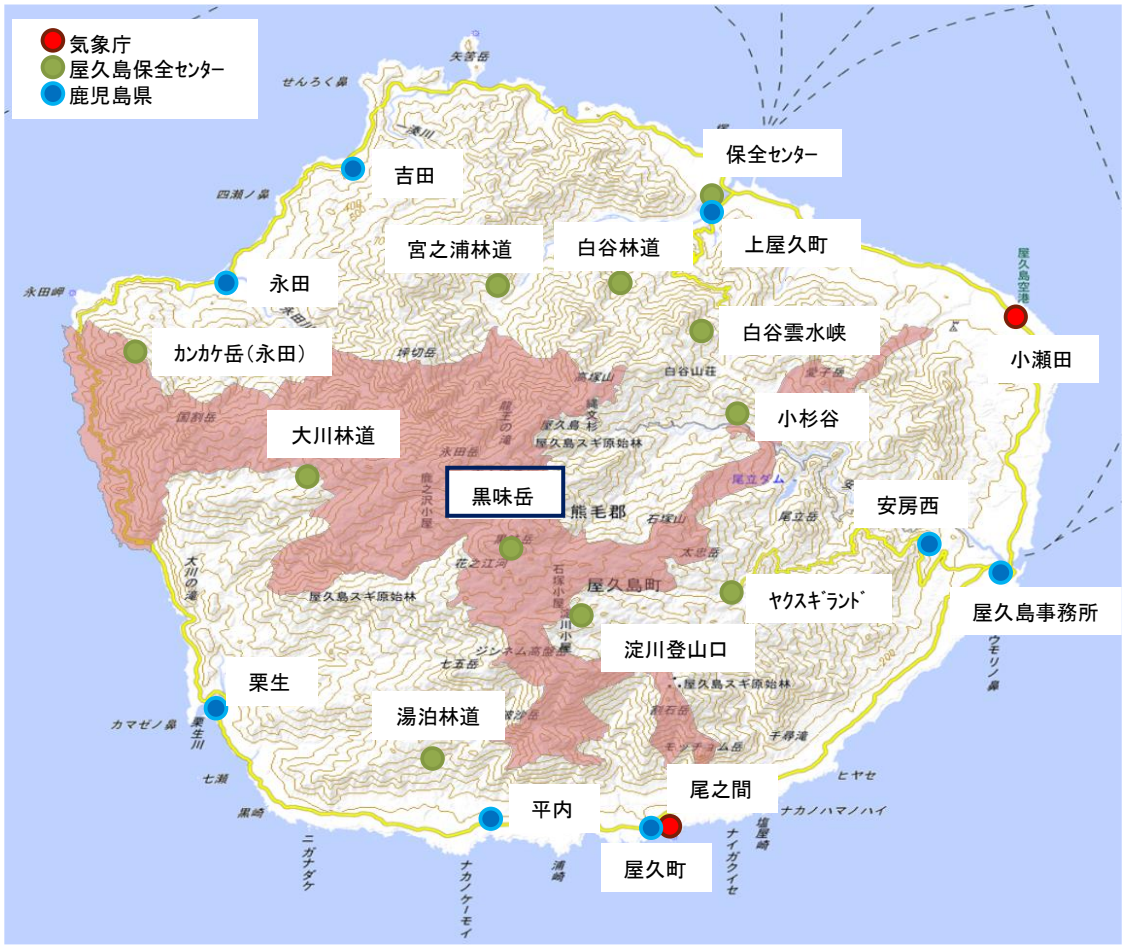

図 4-1　各機関のデータ観測位置及び現地調査位置（黒味岳）