



屋久島高層湿原保全対策(案)

令和●年●月

林野庁九州森林管理局

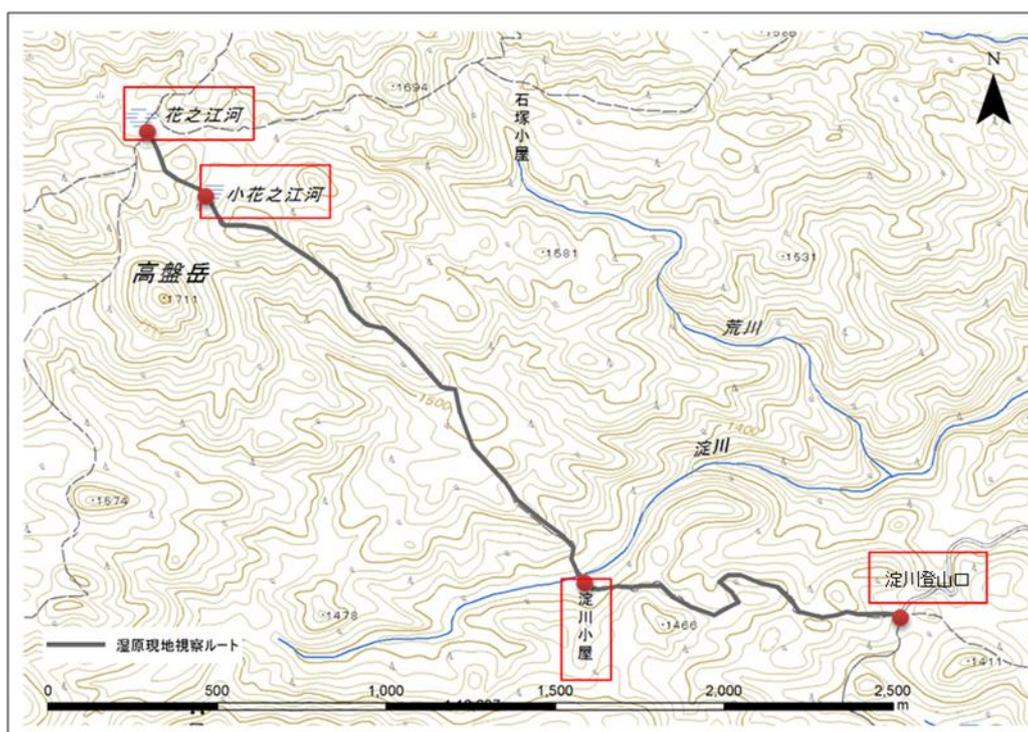
目次

1. 保全対策策定の目的	P1
2. 湿原の自然的特徴と保全に関する取組の経緯	P2 – P10
(1) 湿原の自然的特徴	2
(2) 湿原への人為的な影響と保全に関する取組の経緯	9
3. 高層湿原の現状と課題	P11 – P15
(1) 高層湿原の現状	11
(2) 課題	13
4. 保全対策の目標と条件	P14 – P15
(1) 保全対策の目標	14
(2) 保全対策の条件	14
5. 保全対策	P16 – P17
(1) 対策の構成	16
(2) 各対策の基本的な考え方	16
6. 施工箇所ごとの保全対策	P18 – P28
(1) 流水分散対策の考え方	18
(2) 地下水涵養対策の考え方	21
(3) 浸食防止対策の考え方	22
(4) 対策ごとの工法（例）	26
7. 対策の進め方の留意点	P29 – P33
(1) 進め方の基本	29
(2) 付け替え歩道の設計	29
(3) モニタリング調査	29
(4) 工程表の作成	29
(5) その他（実施計画書の作成、資材の搬入、作業人員の確保等）	31

1. 保全対策策定の目的

屋久島世界自然遺産地域における高層湿原は、昭和 49 年の安房林道延伸による登山口の移設(登山口を淀川登山口に移設)や平成元年の高速船就航、平成5年の世界自然遺産登録等を背景に登山者が急増、湿原環境への影響が顕在化してきたために、花之江河湿原保全計画が策定され、登山道の整備、登山道からの土砂流入防止対策、植生保護柵の試験的設置などの保全対策が実施されてきた。

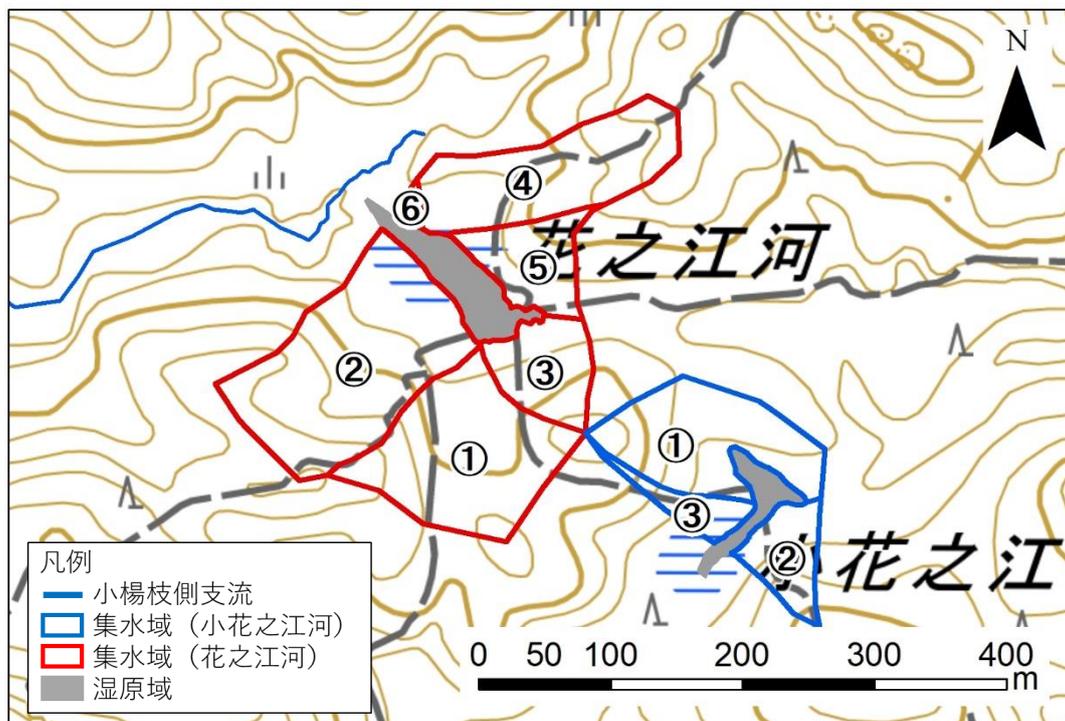
一方、平成 28 年度および 29 年度開催の科学委員会において、湿原の地下水位低下とそれに伴う乾燥化、数十年単位の短期間で湿原の遷移が顕著化している可能性について指摘があり、これを踏まえ、平成 30 年度に「高層湿原保全対策検討会」(以下「検討会」という。)が設置された。本検討会は、湿原の成り立ち、数千年スケールでの長期的遷移、数十年スケールでの短期的遷移、流出・水収支等について科学的な調査分析を行った上で、高層湿原の順応的管理に資する保全目標と保全対策を示すことを目的とする。



2. 湿原の自然的特徴と保全に関する取組の経緯

(1) 湿原の自然的特徴

保全対策を策定するに当たり、地質・地形、水収支等の調査を行い、湿原の特徴を把握した。調査範囲は花之江河および小花之江河と、両湿原に流れ込む集水域を対象とした。



両湿原の集水域

① 地形、地質・湿原堆積物

<地形>

・花之江河

花之江河においてドローンによる撮影で取得した標高データと GPS 測量の結果から、湿原区域の地形図を作成した(図○)。湿原の中流部には、小型の扇状地が確認される。これは、黒味岳歩道方向(黒味岳方向ではない)の集水域から流出した土砂が永年にわたり集積してできた地形で、その先端は湿原を横切って湿原西端まで及び、湿原の幹流路を西側に大きく屈曲させている。この地形を境にして、上流側では南端まで約 90m に亘って 30~40m の幅を保っているが、下流側では湿原幅は徐々に狭まりボトルネック状になっている。また、縦断勾配は扇状地を境に上流側では緩く、下流側では急になっている。こうした地形の特徴から、上流部は地下水を貯留する機能に優れ、湿原の中心部(核)を成していると判断される。

黒味岳歩道方向の集水域を含めて、栗生歩道方向(南西側)や石塚小屋歩道方向(南東側)等の5つ(①~⑤)の集水域から流出した雨水が湿原に入る。湿原を一つの集水域と数えると湿原に関係する集水域の数は6集水域である。各集水域の面積は1ha 前後と小さく、総面積は約 5.9ha で

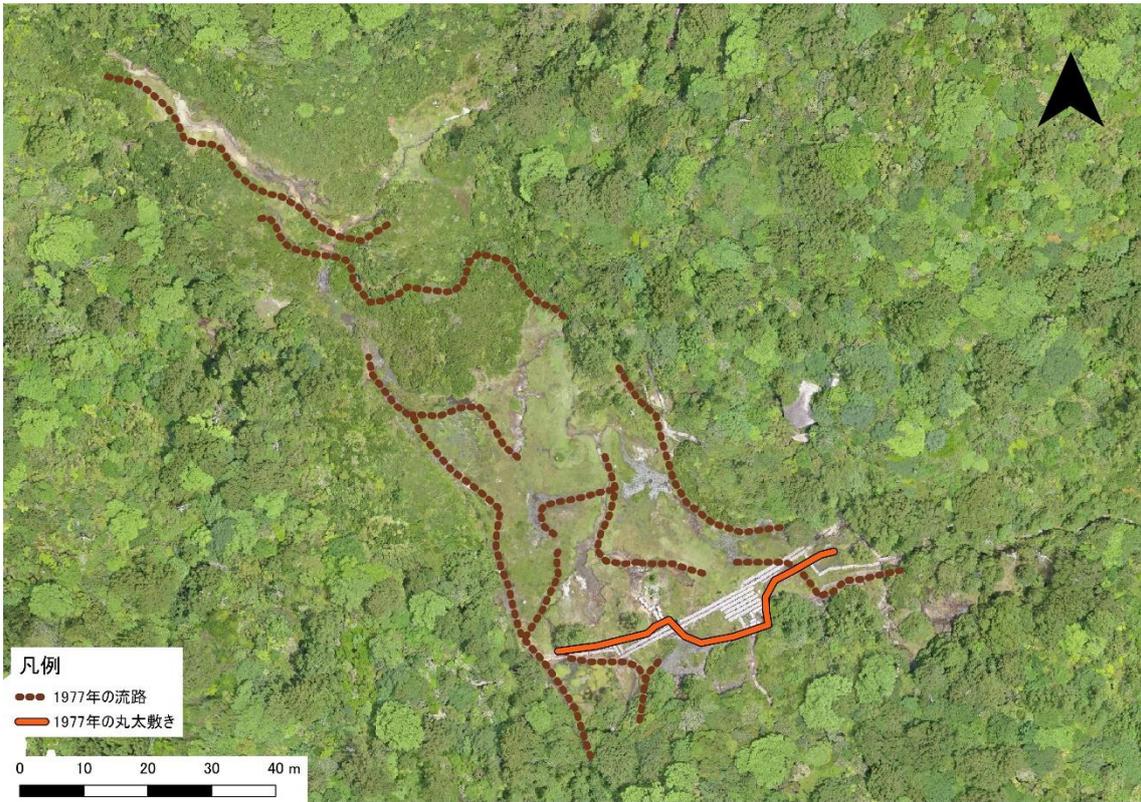
ある。

湿原内には集水域から流出した雨水を排出するための流路が形成されている。その空間的配置は以下の通り。木道より上流部では、栗生歩道方向の集水域から発した2流路と、石塚小屋歩道方向の集水域から発した1流路の3流路が刻まれている。これら3流路は木道(祠付近)の直下流で合流後、湿原の幹流路として東寄りから湿原東端に沿って北に向かい扇状地の先端部を大きく迂回しながら湿原下流に至っている。扇状地には黒味岳歩道方向の集水域から発した流路が湿原に入り込むが、幹流路と合流することなく湿原下流部に至っている。GPS 測量による大縮尺地形図によると、これら以外にも石塚小屋歩道方向の集水域を発し湿原東端を北方向に辿り幹流路に合流するルート、栗生岳歩道方向の集水域を発し湿原西端を北方向に辿り幹流路に合流するルート等をはじめ、洪水時以外現れない大小複数の流路が確認される。

・小花之江河

(地形測量結果に基づいて小花之江河の地形について記述する。)

小花之江河では、ドローンによる GPS 測量を実施し、湿原区域の地形図を作成した(図○)。湿原の中流部には、小型の扇状地が確認される。



1977年当時の流路(流路は1977年撮影の空中写真から判読)



2022年現在の流路(流路は2022年のドローン撮影から判読)

<地質・湿原堆積物>

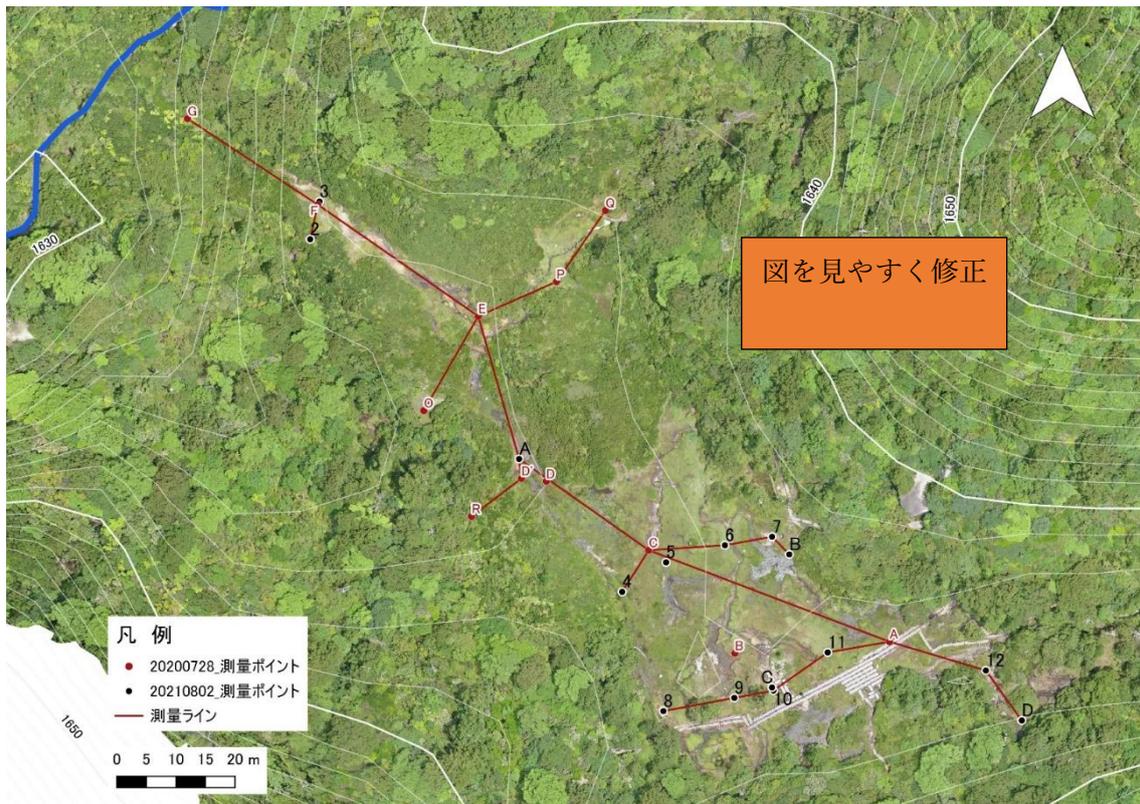
・花之江河

湿原の成り立ちと基盤地質を把握するために縦断・横断方向のトラバース測量(図〇)と調査地点の選点、基盤地質の調査、(ボーリング)コア試料の採取と年代測定、花粉分析、大型植物化石分析、有機物分析等を行った。選定した地点ごとに柱状図を、それらをまとめて湿原全体の堆積物の断面図を作成した。

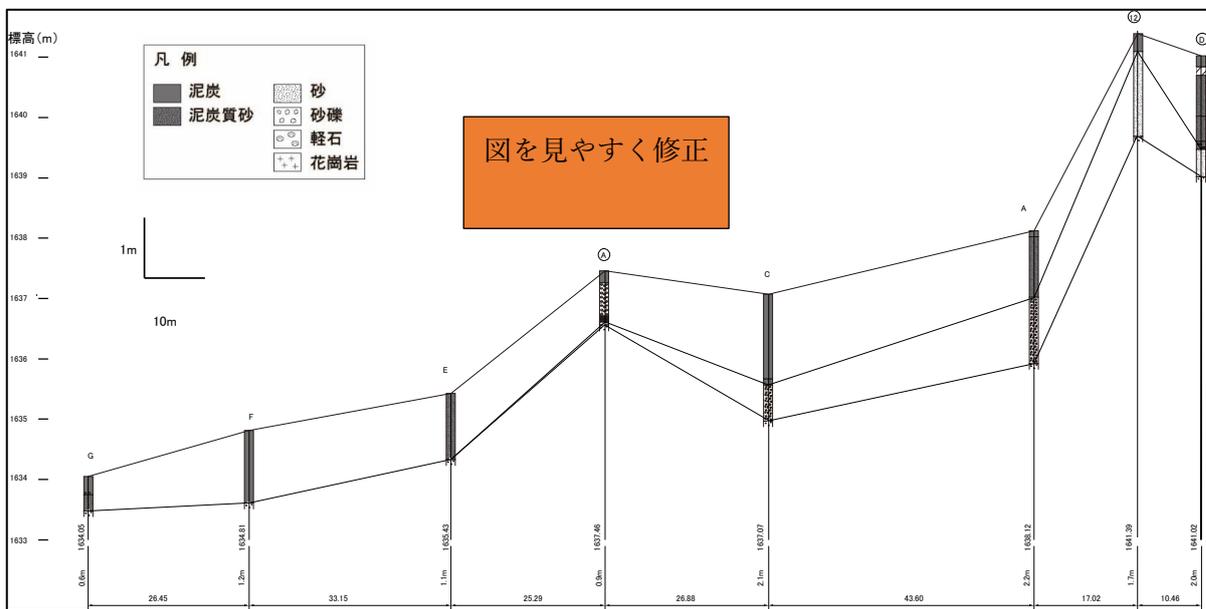
これらの調査結果を踏まえて、湿原の成り立ちに関係する堆積物の特徴を列記すると、次の通りである。①花之江河の祠近くに設けた1地点で、アカホヤ(鬼界カルデラ起源の火山噴出物)より下位に湿原堆積物(砂礫や砂)が確認された。推定年代(7170~7413年前)から判断して7000年前の鬼界カルデラの噴火直前の湿原堆積物であり、一次堆積物(オリジナルな堆積物)であることを確認している。②花之江河の泥炭層最下部で350~500年前の年代、小花之江河の泥炭層最下部で約4000年前、中央で3500年前の年代が同定された。③湿原基盤上の堆積物はアカホヤや砂礫、砂、泥炭質砂、泥炭(未分解のものを含む)等から成るが、そうした堆積物の出現頻度や重なり具合、厚さは湿原内でも地点によってバリエーションに富んでいる。④採取した試料の有機物分析の結果、深さ約60cmの層から地表面まで、無機物が5割以上を占め、湿原には表流水の作用で不断に砂や砂礫が混入し続けていた。⑤花粉分析と大型植物化石分析の結果から、植生は約500年前から花之江河湿原周辺の斜面はヤマグルマやスギなどを主とした木本植生で、湿原はイネ科やカヤツリグサ科、イグサ属、ホシクサ属などを中心とした草本植生に覆われていた。

これらの結果を総合すると、花之江河湿原の成り立ちについて以下のような推論ができそうである。アカホヤ下位の湿原堆積物が示すように、花之江河は7000年前鬼界カルデラ噴火直前までには湿原が形成されていたか、あるいは湿原形成の初期のステージにあった。火山噴火はこうした状況に置かれていた湿原に大きなインパクトをもたらした。火山灰(アカホヤ)は湿原堆積物を含む地表を広く覆うように堆積するとともに、集水域の水文環境、浸食環境を激変させた。湿原内では流路の洗堀や削剥による浸食が進んだが、部分的に浸食を免れたところがあり、鬼界カルデラ噴火以前の湿原の存在の可能性を示唆している。その後、花之江河では中流部の小型の扇状地が徐々に発達し、その堰(せき)上げ効果で中流部から上流部にかけて湿原堆積物の集積が進行したと考えられるが、そうした湿原の形成過程を指標とする年代の堆積物は花之江河では確認されていない。しかし、小型の扇状地といってもその生成には数千年の時間スケールが必要であり、中心をなす中・上流部の湿地が発達し今日に至っていると考えられる。7000年(鬼界カルデラ噴火)から数千年前の間の湿原がどのような状態に置かれていたのか不明なことが多いが、鬼界カルデラ噴火前の湿原堆積物の局所的分布や柱状図に見られる湿原堆積物層位の空間的バリエーションから判断して、7000年前から数千年前の間の湿原は土砂の堆積と浸食が繰り返され、一進一退の状態にあったと推察される。

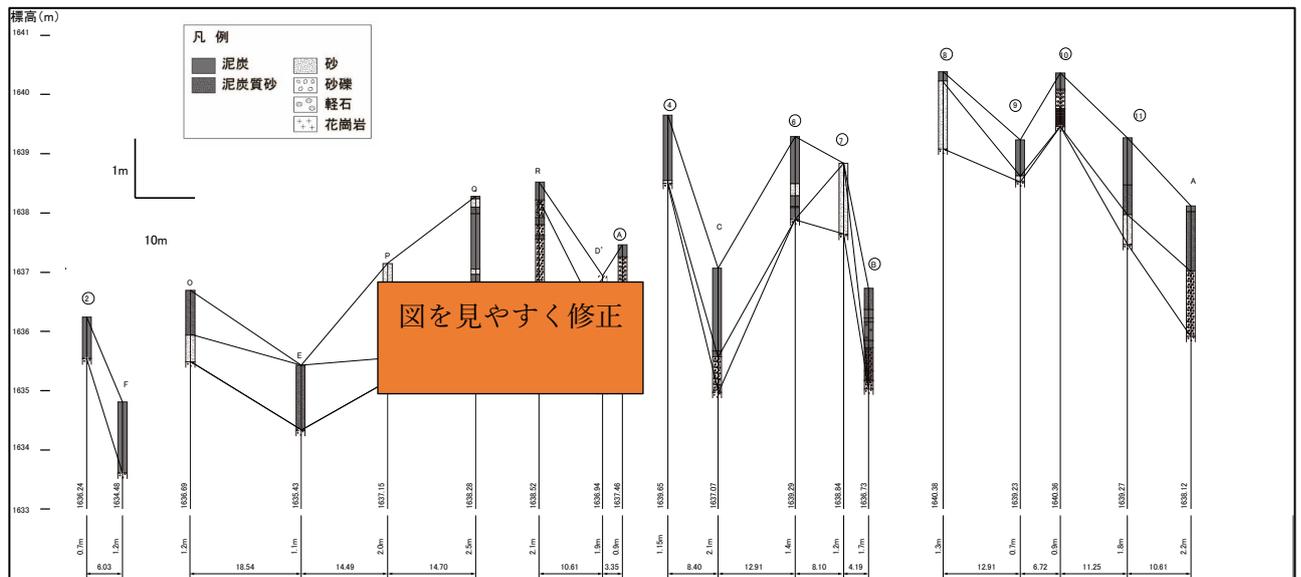
なお、湿原の現状に関する現地調査結果については、「3. 高層湿原の現状と課題」で後述する。



縦断・横断方向のトラバース測量、基盤地質の調査地点



湿原の断面図（縦断方向）



湿原の断面図（横断方向）

・小花之江河

(調査結果に基づいて小花之江河の地質・湿原堆積物についても記述する。)

② 流出特性・水収支

<流出特性>

高層湿原の流出の特徴を把握するために、花之江河に諸観測点を設け、降雨量(1カ所)、地表流水位(2カ所)、地下水位(1箇所)を連続観測した。地表流水位の観測点は、湿原に流入する1集水域(栗生岳歩道方向)の末端と、湿原の下流部の2カ所である。水位は、調査のたびに現地計測した流速を用いて流量に換算した。降雨量については既設の黒味岳観測点の記録を用いている。積雪量についての観測は行われていない。その結果は以下の通りである。……………

(流出解析結果に基づいてハイドログラフの特徴について記述する。)

<水収支>(流出解析結果に基づいて水収支について記述する。)

降雨量の測定、湿原への出入り口での流量測定、地下水位の測定から、令和3年10月～令和4年5月までに限定し湿原の水収支を整理したところ、周辺の集水域から湿原に供給された水量は1,110mm、湿原に降った雨量は1,397mmで、この2つを合計すると2,507mmとなり、湿原に供給された水量である。一方、湿原から湿原外に排出する水量は1,923mmで、供給と排出の差が584mmである。これが蒸発散と深部浸透になる水量であり、高層湿原における蒸発散量・深部浸透量として妥当な値と考えられる。

③ 植生・水生生物

<植生群落の遷移>

平成 18 年度から5年おきに行っている植生群落調査より、過去 15 年間に花之江河ではイボミズゴケを優占とする群落が約 35%、ビヤクシンを優先とする群落が約 30%で推移しており、群落面積の大きな変化はみられなかった。ただ、令和2年度にはイボミズゴケ群落の場所でも乾燥しつつある場所において、ヤクシマダケがパッチ状に4箇所生育していた。

小花之江河の植生群落は、過去 15 年間にイボミズゴケを優占とする群落が約 18%、ビヤクシンを優先とする群落が約 27%で推移しており、群落面積の大きな変化はみられなかった。また、令和2年度時点でヤクシマダケの侵入は確認していない。

<植生保護柵内外の植生比較>

花之江河、小花之江河に設置している植生保護柵内外の植生調査から、ヤクシカによる影響をモニタリングしている。花之江河では、平成 23 年に植生保護柵を設置してから柵内において過去 10 年間に種数の減少はほとんど見られなかったこと、令和2年度時点で植生保護柵内の方が出現プロットの多い種が 12 種存在していたことから、シカによる湿原植生への影響とともに植生保護柵による一定の防除効果があったことが示唆される。一方、シカの嗜好性に関わらず、柵外の種数や個体数がともに増加していることから、シカ以外の別の要因が種数等の変化に影響を与えている可能性が示唆される。ただし、影響の特定や程度について、明確な評価はできていない。

小花之江河は平成 29 年に湿原内3箇所植生保護柵を設置してから過去5年間に柵内外で 17 種の新規参入種を記録し、柵内外ともに種数は令和2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から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いる。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。

<水生生物>

湿原の水生生物は平成 12 年と 13 年に簡易底生動物調査で、ミズ網、昆虫網、二枚貝網、両生類網の生息を確認している。それ以降は、鹿児島県 RDB において、絶滅危惧 I 類に分類されているハバメメシジミについて平成 18 年度から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年度の調査の結果では、花之江河では確認なし、小花之江河では2個体確認という結果であった。なお、小花之江河生息地周辺には土砂流入が認められ、令和3年3月一部土砂(約 60kg)を撤去している。

令和3年度にも過年度の調査個所に加え、デトリタスが堆積している淀みで生息確認を行ったところ、平成 27 年度から生息確認のなかった花之江河の複数個所で多くの個体を確認することができた。また、小花之江河においても、平成 27 年度から生息確認は1箇所のみであったが、複数個所で確認した。当該種は主に落ち葉だまりの下にある、泥炭層もしくは泥炭層と砂の混在している場所に生息しており、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あれば、生息適地になるが、砂だけの場所は生息地としては適していないと考えられる。

(2) 湿原への人為的な影響と保全に関する取組の経緯

① 湿原への人為的な影響の経緯

湿原内への直接的な人為による影響は、湿原内に丸太を置き、その上を歩く形での利用から始まったと推測される。昭和 36 年当時の写真には、現在の木道とほぼ同じ位置に丸太が置かれている状態で、花之江河はキャンプ地として使用されておりイグサが繁茂していた。それから昭和 44 年には安房林道を延長するとともに、登山道が現在の位置になったことから登山者が急増し、昭和 56 年には花之江河及び小花之江河では歩道に木道が設置された。木道設置当時の写真では、木道と湿原には適度なクリアランスがあり、木道付近に枝条や土砂が堆積していなかった。それから9年後の平成元年になるとゴールデンウィーク、シクナゲ開花時、夏休み、地元学校登山など年間 5,000~8,000 人程度の利用により、登山道の洗堀が進み、そこからの流入土砂による湿原の部分的な埋没、湿原の踏みつけによる代償植生化などの荒廃が加速度的に進行したため、同年には環境省によって霧島屋久国立公園屋久島花之江河湿原保全計画(以下、「湿原保全計画」という。)が策定された。木道による影響については、平成 12 年度の林野庁事業での検討委員会の中に記録されている。当時、木道の高さは水面より少し上がっている状態で、通常時は木道の下を流れているが増水時には流れが木道に阻害されていた。そして、木道下は暗く植生が生育できないため、更に洗堀されてしまうことが考えられた。対応としては、木道の支柱を高架化すべきとの意見があるなど、少なくともこの頃から、木道による影響が確認されるようになった。さらに、1990 年代からのヤクシカの急増により平成 23 年にはヤクシカの影響をモニタリングするため、花之江河に植生保護柵が設置されたが、スカートネットには枝条が堆積し、木道とともに、水や枝条の流れを阻害していることが確認されている。昭和 56 年の木道設置前には、複数本の流路から水や枝条が流れていたが、木道や植生保護柵によって水や枝条の流れが阻害されたことで、流路が集約され流れが速くなり、流路は排水路の役割を果たすようになったことから、湿原の地下水位低下や乾燥化が進み、現在に至っていると考えられる。

② 保全に関する取組の経緯

屋久島の高層湿原(花之江河及び小花之江河)では保全に関する様々な取組がされてきた。主な取組の経緯は以下のとおりである。

取組の経緯

年代	取組内容	屋久島全体の 入込客数	
昭和 49(1974)年	縦走路の登山口が現在の淀川登山口に移動してから、登山者が急増し、登山道の洗掘、土砂流出、湿原の踏み付けが進行した。	17万人(1989年)	
昭和 56(1981)年	湿原への踏み付けを規制する目的で、施設整備事業により、湿原内を通る木道整備		
平成元(1989)年	登山道からの土砂流入、登山者の踏み付け等による荒廃に対処するため、「湿原保全計画策定検討会」を設置し霧島屋久国立公園屋久島花之江河湿原保全計画を策定した。湿原保全計画では保護対策として、土留め工(現木道横の土留め工など)、水切り、木道、プラットホームの設置を平成元年より3か年で実施する予定とした。		
平成元(1989)年 ～3(1991)年	土留め工(現木道横などに設置)、水切り、木道、プラットホームなどを設置。		24万人(1992年)
平成 13(2001)年 ～14(2002)年	登山道浸食による土砂流入によって湿原の乾燥化や、植生の変化が短期間で進んだことから、早急な対策が求められ、両湿原の土砂撤去や登山道内に土留め工を設置した。		28万人(2001年) 40万人(2007年)
平成 30(2018)年 ～令和4(2022)年	5年計画で「高層湿原保全対策検討会」を設置し屋久島高層湿原保全対策の策定に向け検討。		28万人(2018年) 15万人(2020年)

3. 高層湿原の現状と課題

(1) 高層湿原の現状

湿原環境(流路、ヤクシカ、登山者による影響)に区分して、現状を整理すると以下の通りである。

① 花之江河

湿原内の流路を上流部、中流部、下流部に分割して現状を示す。

<上流部>

湿原の最上流部(南端)から扇状地の南端(幹流路が西側に屈曲する地点)までの範囲を指す。花之江河で歩道は小花之江河、栗生岳、黒味岳および石塚小屋の4方面に分岐する。これらの歩道を結節するために、湿原の南端に沿って北東～南西方向に木道が、そしてそのほぼ中心の位置に木製の休憩場が設けられている。また、湿原南西の隅には植生保護柵が設置されている。

植生保護柵は栗生歩道方向の集水域の出口付近に、それに接して下流側には木道(栗生歩道方面)が位置しており、水の流れを阻んでいる。柵の周囲と木道の上流側には土砂や枝条が集積し、木道桁下端と地表面の間にはほとんど隙間がなく、湿原の発達に必要な土砂や枝条の下流側への移動を妨げている。この位置で流れは2方向に分かれる。その一つは、湿原の西端に沿って進み木道を潜ったのち東側に折れて幹流路に至る。もう一つは東側に旋回しながら木道まで達するとその直下に刻まれた支流路を東進し、祠付近で反対方向からの流れ(下記)と合流したのち北(直角)に向きを替え幹流路に至る。

一方、湿原の上流部には石塚小屋歩道方向の集水域から発する流れがある。この流れは木製の休憩場を経由して木道に至り、木道下に刻まれた流路を西進し、反対方向からの流れと祠付近で合流した(上記)のち幹流路に合流する。木道の上流側には土砂や枝条が集積し、湿原表面の地盤高を上昇させるとともに、木道桁下端と地表面の隙間を塞ぎ、下流側への水の流れとそれに伴う土砂・枝条の移動を阻んでいる。石塚小屋方面に向かうL字型木道は土砂の堆積による地盤高の上昇で埋没しつつある。

こうして二つの集水域から発した三つの流れは祠付近で二つの流れに、さらに祠より約20m下流の位置で幹流路に合流し、湿原の東端に向かって北寄りに進む。この過程で流水は勢いを増し、流路の縦横浸食(深さ方向と横断方向の浸食)を引き起こしている。

<中流部>

扇状地とその周辺部を指す。幹流路が湿原の東端に達すると、流れは大きく西寄りに向きを変え扇状地の端部を旋回しながら進み湿原の西端に至る。この位置で、黒味岳歩道方向の集水域から形成された流れが幹流路に最接近するが、合流することなく分かれて湿原下流部へと続く。現地測定の結果、幹流路、支流路とも深さ方向の浸食が進んでいるように見える。上流側から土砂の流出が減少していることが一因になっている可能性があるが、理由は明白でない。今後の調査が必要である。

<下流部>

扇状地の下端から下流部を指す。幹流路と黒味岳歩道方向の集水域から発した支流路は引き続き湿原の下流部を合流することなく進み小楊枝川支流に至る。下流部においても湿原の様相は維持しているが、堆積物の厚さは次第に薄くなる。

② 小花之江河

湿原内の流路を上流部、中流部、下流部に分割して現状を示す。

<上流部>

木道周辺を除く湿原の上流部を指す。北西方向の集水域から発する流れの入り口にあたる。湿原の中央に蛇行しながらごく浅い流路が形成されているが、勾配が小さいため、流れは穏やかで広く湿原全体に及んでいる。土砂だけでなく枝条を含む形で堆積物が集積している。湿原に相応しい環境が保たれている。

<中流部>

木道の周辺部を指す。この位置で、淀川登山口に至る歩道と花之江河に至る歩道が木道を介して結節する。花之江河に至る歩道に続く木道の真下に流路が形成されているが、勾配が緩いため深くえぐるような洗堀は起こっていない。歩道から湿原への土砂流入は認められるが、湿原の環境を損ねる状態にはない。土砂流入については引き続き注視していく必要がある。

<下流部>

木道周辺を除く湿原の下流部を指す。木道を潜ると、流れは浅い流路を刻みながら穏やかな状態で下流部に至る。湿原の状態も安定している。

③ ヤクシカ、登山者

<ヤクシカによる踏圧>

これまでの土壌調査から、純粋に泥炭だけの層も確認しているが、泥炭に砂が混在している場合が多く、純粋な泥炭層よりも固いため、泥炭層や流路をヤクシカが踏み抜いた痕跡は確認できなかった。現地ではシカの足跡は確認しているが、ミズゴケや泥炭の表面に踏み跡が残る程度で、時間がたてば回復すると思われる。以上から、ヤクシカによる踏圧は認められるが、植生群落の大きな変動はないことから深刻な影響には至っていないと考えられる。

<ヤクシカによる採餌>

植生保護柵内において過去 10 年間に種数の減少はほとんど見られなかったこと、令和 2 年度時点で植生保護柵内の方が出現プロットの多い種が 12 種存在することから、シカによる湿原植生への影響とともに植生保護柵による一定の防除効果があったことが示唆される。一方で、シカの嗜好性に関わらず、柵外の種数・個体数ともに増加していることから、シカ以外の別の要因が種数等の変化に影響を与えている可能性が示唆される。ただし、影響の特定や程度について、明確な評価

はできていない。以上から、ヤクシカによる採餌は認められるが、植生群落の大きな変動はないことから深刻な影響には至っていないと考えられる。

<登山者による踏圧>

登山者の加重により、木道が沈み込むといった影響評価は行われてこなかったが、登山者による沈み込みはほぼないと考えられる。また、登山者が湿原内で降りて散策していることは少なくなっている。特にガイド同伴であればガイドから利用ルールは伝えられているため、湿原内に降りることはほぼなく、登山者の踏圧により植生が回復しないといった問題は確認できていない。ただ、湿原内に表示されている利用ルールは多言語表記ではないため、外国人へ向けた周知は十分とはいえない。

(2) 課題

高層湿原の現状分析から明らかなように、花之江河では湿原内に設置された木道等の人為的施設が流路の変更と一部流路への水の集中を招き、湿原全体への水の流れと土砂・枝条の移動を阻害している。その結果、湿原を含む集水域から入った雨水が滞留する時間は短く、地下水位の低下が生じている。また、一部の流路への水の集中は流路(側壁、路床)の局所的浸食を引き起こしている。こうした事態は湿原の土砂動態にも影響を及ぼしていると考えられ、長期化すると湿原の土砂収支バランス(集水域から湿原への土砂流入と湿原から湿原外への土砂流出の差)が崩れ、湿原への大きな影響に繋がりがかねない。

花之江河においてはこうした湿原の置かれた状況をどう改善するか、大きな課題といえる。

4. 保全対策の目標と条件

(1) 保全対策の目標

人為的影響による湿原の短期的遷移を抑え、あるいは緩和し、湿原環境を自然の遷移に委ねる状態に誘導する。短期的遷移とは1970年代以降40～50年間における湿原の変遷をいう。

(2) 保全対策の条件

① 保全対策実施の対象湿原

保全対策は、湿原の地下水位の低下及び乾燥化が進行している花之江河を対象とする。小花之江河については、湿原の状態が安定的に推移しており、現時点で対策は必要としない。

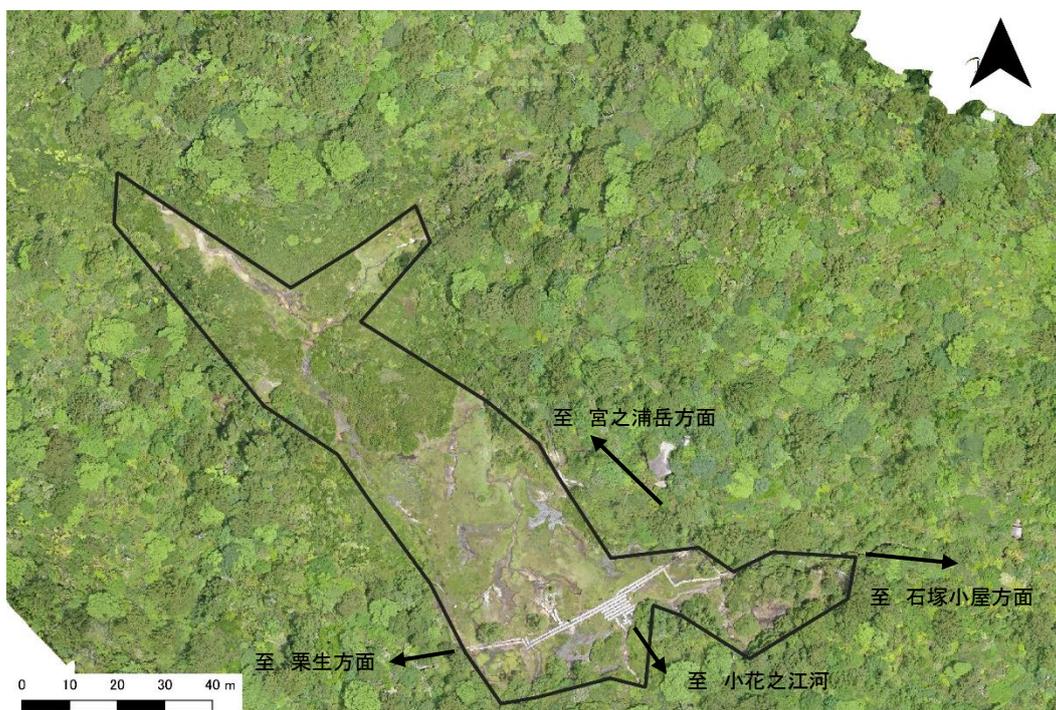


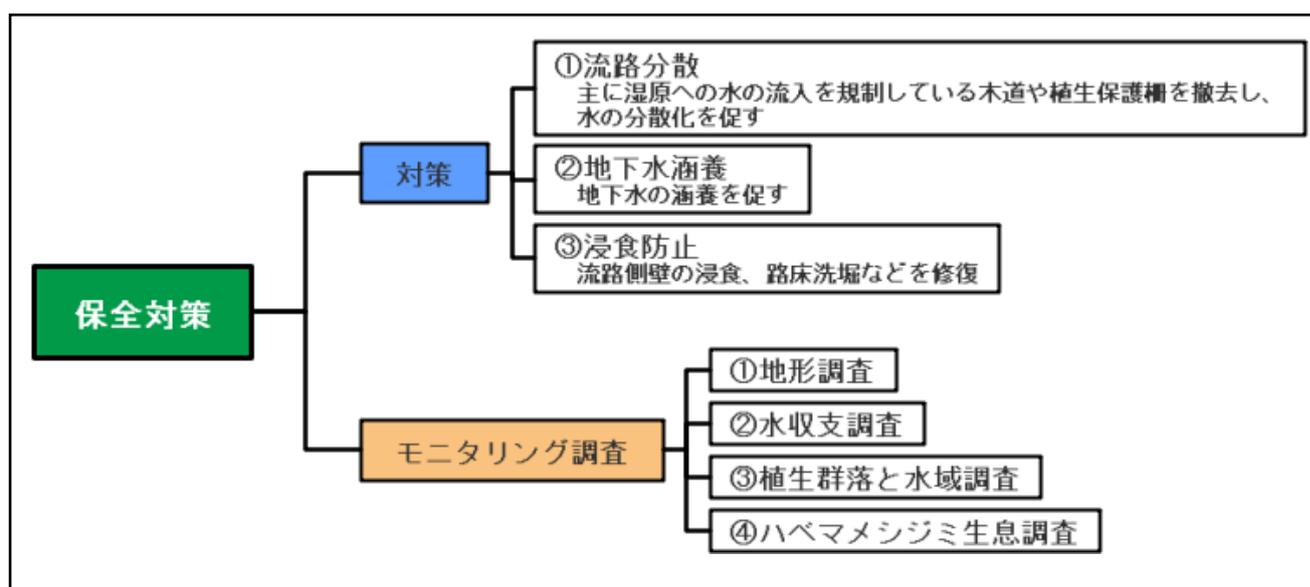
図 花之江河

② 観光や伝統的な利用に配慮した保全対策と管理

登山者やガイドの多くは、木道を利用した花之江河及び小花之江河の両湿原での景観鑑賞、写真撮影、ガイドからの説明、休憩等に利用している。また、花之江河は沿岸に道路が整備される以前は集落を結ぶ歩道の分岐点になっており、岳参りの祠が祀られ、過去より大事にされてきた文化的場所でもあることから、観光や伝統的な利用に配慮した対策の実施と管理を行う。

③ 保全対策の実施と管理体制

保全対策は主に対策とモニタリングに分けたものとなり、実施に向けて関係機関が進めていくものとする。また、保全対策実施計画や調査設計等を含む保全対策の実施(流路分散、地下水涵養、浸食防止)、モニタリング調査(ドローンでの地形把握、水収支、植生群落と水域、ハベマメシジミ等)は関係機関が分担して対応する。



保全対策の概要

④ モニタリング調査を踏まえた対策の実施

対策の実施による湿原環境の急激な変化に対応できるよう、モニタリング調査を並行して進め、PDCA サイクルにより、必要によって対策の見直しを行う。

⑤ 保全対策実施計画書(仮称)の策定

本保全対策を踏まえた具体的な対策は保全対策実施計画書(仮称)の中で定めることとし、歩道の付け替え設計書、建設資材搬入計画、作業員確保計画、既施設の撤去、モニタリング調査、工程表等の項目からなる保全対策実施計画書(仮称)を作成した上で実行する。

5. 保全対策

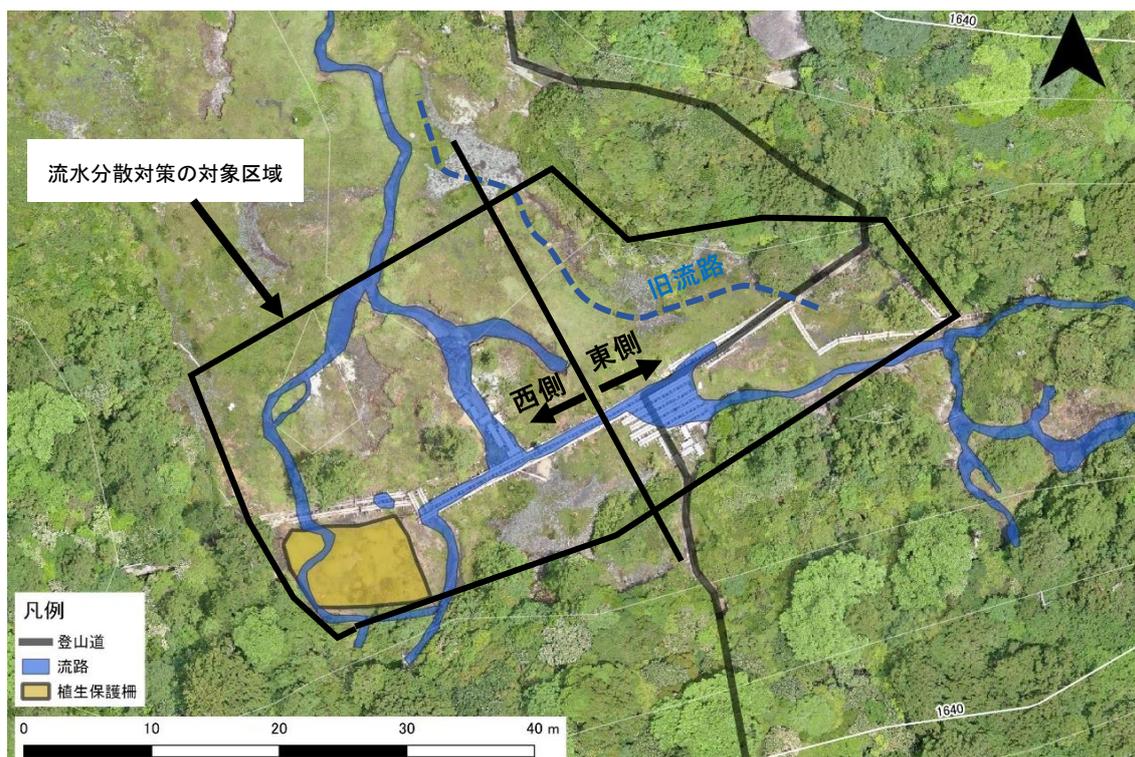
(1) 対策の構成

対策は、集水域から流入した水を湿原全体に行き渡らせることによって、湿原の構成材料となる土砂や枝条の移動を促し、湿原の地下水涵養能力を向上させ、流路の局所的浸食を緩和することを基本とし、①流水分散対策、②地下水涵養対策および③浸食防止対策から構成される。これら3つの対策は相互に関係するが、第一義的な意味で区分している。なお、対策工は資材も含めて環境負荷の少ない工法を用いるものとする。

(2) 各対策の基本的考え方

① 流水分散対策

水流の集中を緩和し分散化を促すための対策である。湿原南端から、木道を跨いで約 20m 下流側の流路合流点を通る北東～南西方向のラインまでの区域において、ア)木道や休憩デッキ、植生保護柵等の撤去、イ)木道下流路の浸食跡の修復、ウ)歩道や休憩デッキの付け替えを実施する。



流水分散対策の範囲

ア) 木道や休憩デッキ、植生保護柵等の撤去

区域の東側では、石塚小屋歩道方向の集水域から発する流れの一部を湿原東端に沿って刻まれた旧流路へ切り替えるとともに、木道下に刻まれた流路を修復し(埋め戻し)、既設の木道(L字型木道を含む)および休憩デッキを撤去する。一方区域の西側では、栗生歩道方向

の集水域から発する二つの流れのうち東側の流れの一部を直進させる方向に切り替えとともに、木道下に刻まれた流路を修復し、既設の木道および植生保護柵は撤去する。GPS測量から作成した湿原の地形図によると、複数の流路痕跡が確認されており、長期的には水の流れをそうした流路に分散させることも考えておく必要がある(図〇 詳細地形図)。

イ) 木道下流路の浸食跡の修復

木道下に刻まれた流路は、流路内に一定間隔で階段状に堰(木柵等)を設け、上流側に土砂を集積させ、路床を元の湿原表面まで上昇させることによって修復を図る。

※堰(木柵等)については「6. (4) 対策ごとの工法」を参照

ウ) 歩道や休憩デッキの付け替え

歩道の分岐点(栗生方面、石塚方面、宮之浦方面)としての機能の維持及び、湿原環境への負荷を可能な限り少なくするために歩道等の付け替えを行う。その場合、水の流れや土砂・枝条の移動を可能な限り阻害しないような構造(高架化、長スパン、単線化、離合箇所を設置等)と配置とする。

② 地下水涵養対策

合流点より下流の幹流路を対象にして堰を一定間隔で階段状に設け、地表水の水位を上昇させ(せき上げ)、湿原から外への雨水流出時間を遅らせ、地下水の涵養を促す。上記の流水分散対策も結果として、地下水涵養を促す対策である。

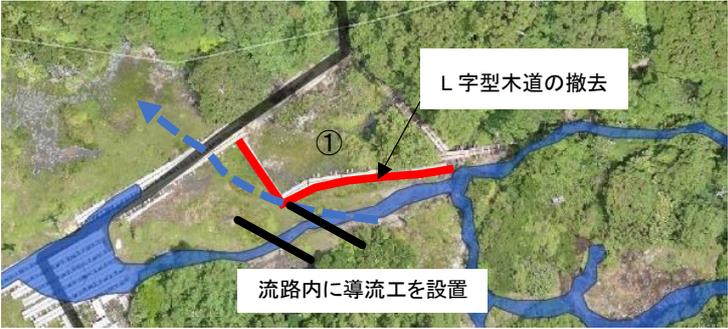
③ 浸食防止対策

流水の集中によって局所的浸食(流路側壁の浸食、路床洗堀など)が生じた流路を対象にして、堰(柵工等)による地表流の流速緩和や土砂・枝条の集積を促す、護岸工や護床工の役割を發揮させるようなヤシ繊維製品等(ヤシネットなど)による流路側壁浸食や路床浸食対策をする。また、この対策は黒味岳歩道方向の集水域から発した流れが局所的浸食を促している流路に対しても実施する。

6. 保全対策と施工箇所考え方

施工箇所ごとの対策の考え方を例示する。ただし、ここに記載した順序、対策工の内容で施工を進めるということではなく、保全対策の実施に向け保全対策実施計画書(仮称)の中ではより具体的に示していく。

(1) 流水分散対策

施工箇所	対策工の内容
<p>① 石塚小屋方面歩道入口周辺</p>	<p>[①L字型木道撤去] 堆砂が橋桁表面(上面)まで達し表流水の移動を妨げているL字型木道を撤去する。</p> <p>[②流水分散] 石塚小屋方面からの流路に導流工(青矢印方向へ水や枝条を導くよう、木柵等を設置)を数段設けることによって流路床を上昇させ、石塚小屋歩道方向の集水域から発する流水の一部を湿原東側の旧流路へ導く。</p>  <p>L字型木道の撤去</p> <p>①</p> <p>流路内に導流工を設置</p>
<p>② 宮之浦岳方面歩道入口～休憩デッキ入口間</p>	<p>[①木道撤去、木道下の浸食跡修復] 木道は撤去し、木道下の流路に堰を一定間隔で連続的に設け、そこに土砂や枝条を捕捉して、流路床を上昇させる。</p> <p>[②歩道の付け替え] 水(土砂や枝条を含む)の流れを阻害しない形状とした歩道を付け替える。(②～⑥まで同様の歩道設置とする。)</p>  <p>②</p>

施工箇所	対策工の内容
<p>③ 休憩デッキ、休憩デッキ前の木道</p>	<p>[①休憩デッキと木道撤去、休憩デッキと木道下の浸食跡修復] 休憩デッキと木道は撤去し、休憩デッキと木道下の流路に堰を一定間隔で連続的に設け、流路床を上昇させ、流水を湿原下流側(北側)へ導く。</p> <p>[②休憩デッキと歩道の付け替え]</p> 
<p>④ 休憩デッキ入口～祠間</p>	<p>[①木道撤去、木道下の浸食跡修復] 木道は撤去し、木道下の流路に堰を一定間隔で連続的に設け、流路床を上昇させ、流水を湿原下流側(北側)へ導く。</p> <p>[②]歩道の付け替え</p> 

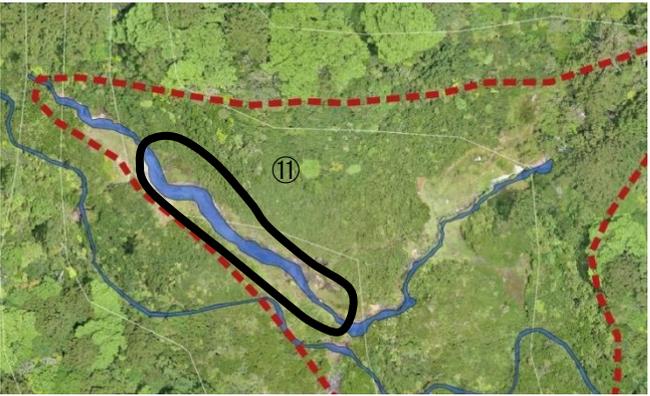
施工箇所	対策工の内容
<p>⑤ 祠～栗生方面木道結節点間</p>	<p>[①木道撤去、木道下の浸食跡修復] 木道は撤去し、木道下の流路に堰を一定間隔で連続的に設け、流路床を上昇させ、栗生歩道方向の集水域から発する流れの一部を湿原下流側へ導く。</p> <p>[②歩道の付け替え]</p> 
<p>⑥ 栗生方面木道結節点～栗生歩道入口間</p> <p>[留意点] 木道を撤去する際には、木道下流の流路浸食が進むことが想定されるため、⑧⑨⑩流路浸食対策も併せて実施</p>	<p>[①植生保護柵撤去] 栗生歩道方向の集水域から発する水の流入を規制し土砂や枝条の移動を阻害している植生保護柵は撤去する。</p> <p>[②木道撤去、木道下の浸食跡修復] 木道は撤去する。現状では木道下の浸食面積は小さいが、木道撤去後に水流の変化でその撤去跡地が浸食を受ける可能性があり、木道下流部⑩も含め侵食対策を実施する。</p> <p>[③歩道の付け替え]</p> 

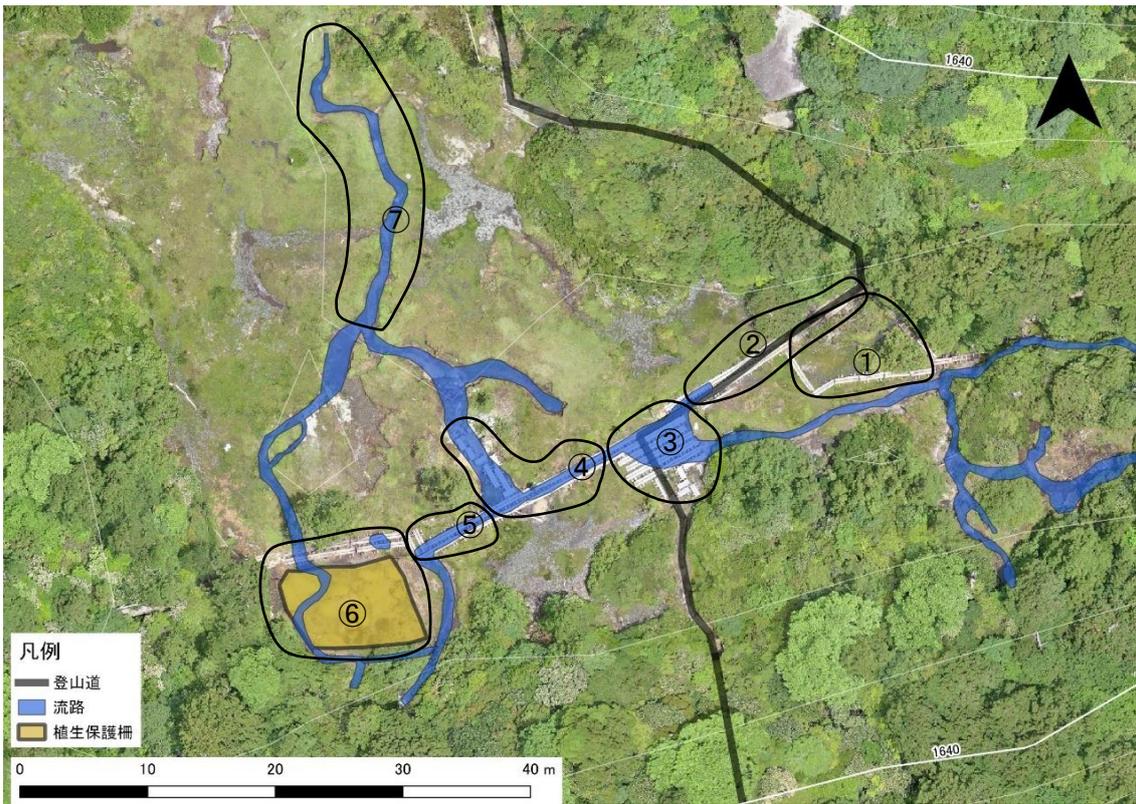
(2) 地下水涵養対策

施工箇所	対策工の内容
⑦ 幹流路(湿原上流部合流点～扇状地上流端)	<p>幹流路内に一定間隔で堰を設け、地表水の水位を上昇させ、湿原外への流出時間を遅らせ、地下水の涵養を促す。</p> 

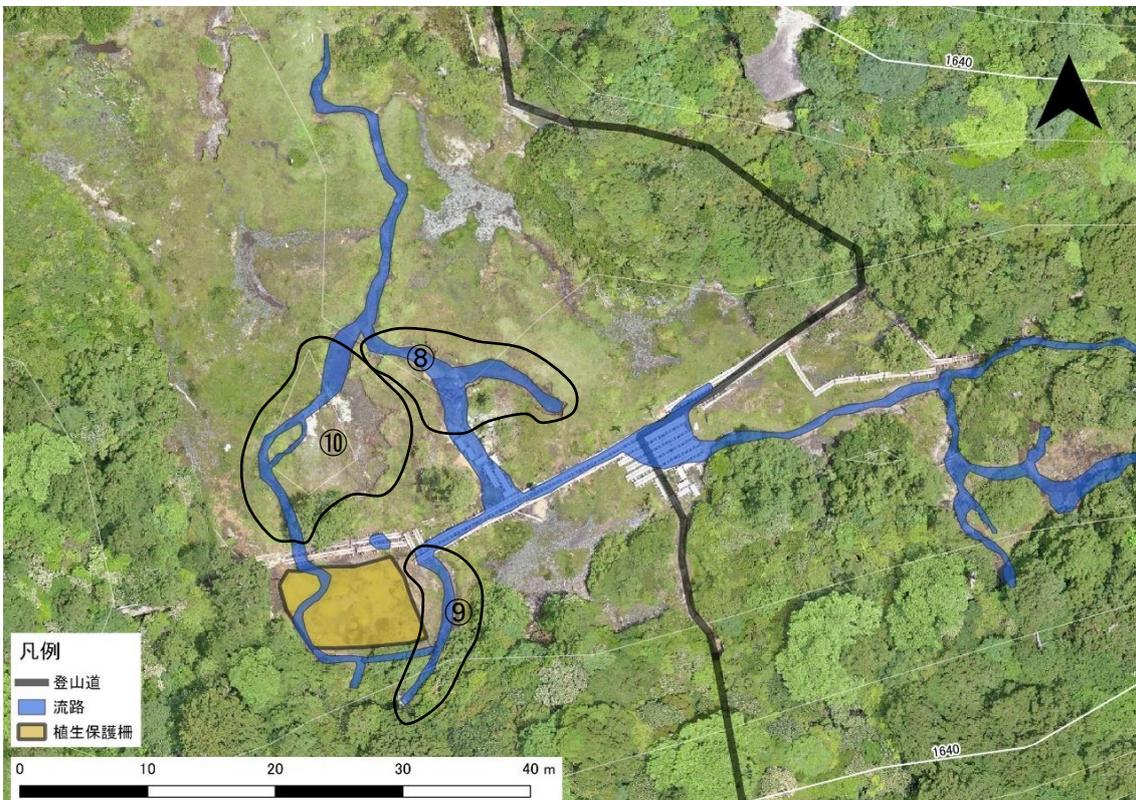
(3) 浸食防止対策

施工箇所	対策工の内容
<p>⑧ 祠(祠方向張り出し木道を含む)周辺</p>	<p>表流水の集中によって生じた流路側壁、路床の浸食跡を堰やヤシ繊維製品等などを設置することで洗堀防止や側壁保護を図り浸食防止を促す。</p> 
<p>⑨ 流路(木道の北側、木道結節点付近～合流点間)</p>	<p>表流水の集中によって生じた流路側壁、路床の浸食跡に堰やヤシ繊維製品等などを設置することで洗堀防止や側壁保護を図り浸食防止を促す。</p> 

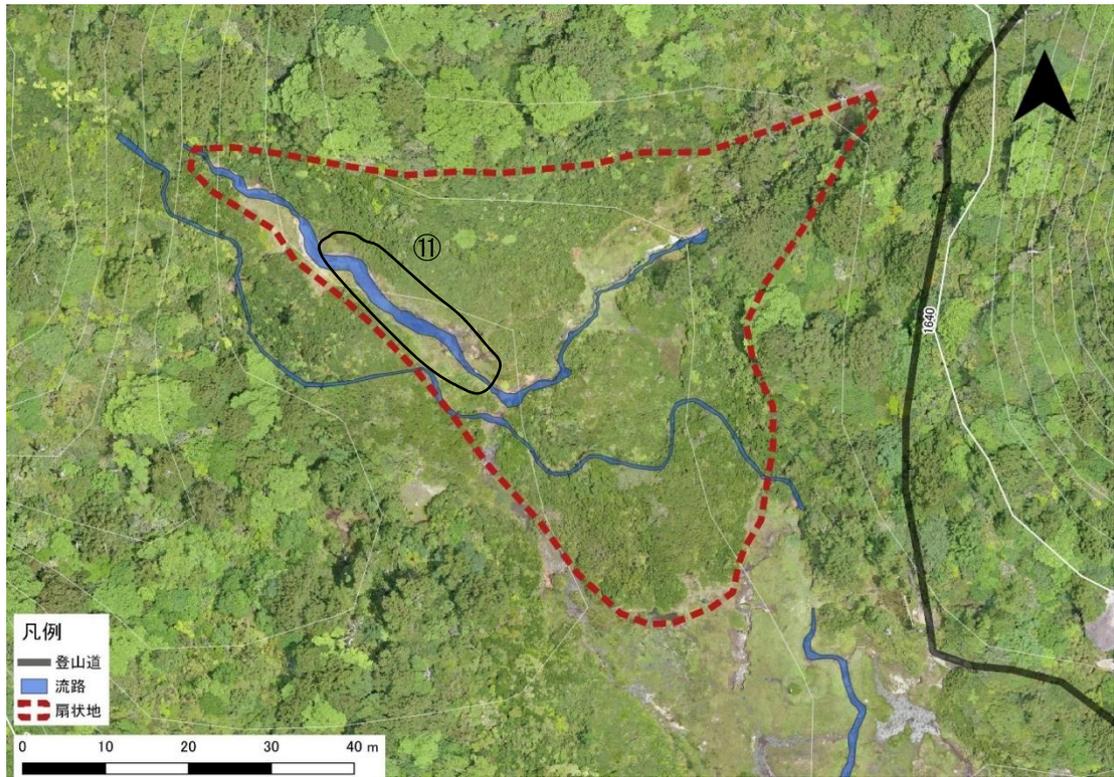
施工箇所	対策工の内容
<p>⑩ 流路(木道北側の栗生歩道入口～合流点)</p>	<p>表流水の集中によって生じた流路側壁、路床の浸食跡に堰やヤシ繊維製品等などを設置することで洗堀防止や側壁保護を図り浸食防止を促す。</p> 
<p>⑪ 湿原中流部(黒味岳歩道方向集水域からの流れが湿原に入る周辺)</p>	<p>流路内に堰やヤシ繊維製品等などを設置することで洗堀防止や側壁保護を図り浸食防止を促す。</p> 



施工箇所 (①~⑦)



施工箇所 (⑧~⑩)



施工箇所 (Ⅰ)

(4) 対策ごとの工法(例)

前述(1)～(3)における工法は、対策の目的、地形や浸食の程度や流路の形状等を踏まえて、それぞれ対策箇所に合致した工法が最適と考えられる。ここでは、なるべく湿原環境に影響の少ないと思われる工法を示す。また、ここに示した工法以外でも現地の間伐材や倒木等を利用した工法も検討していく。

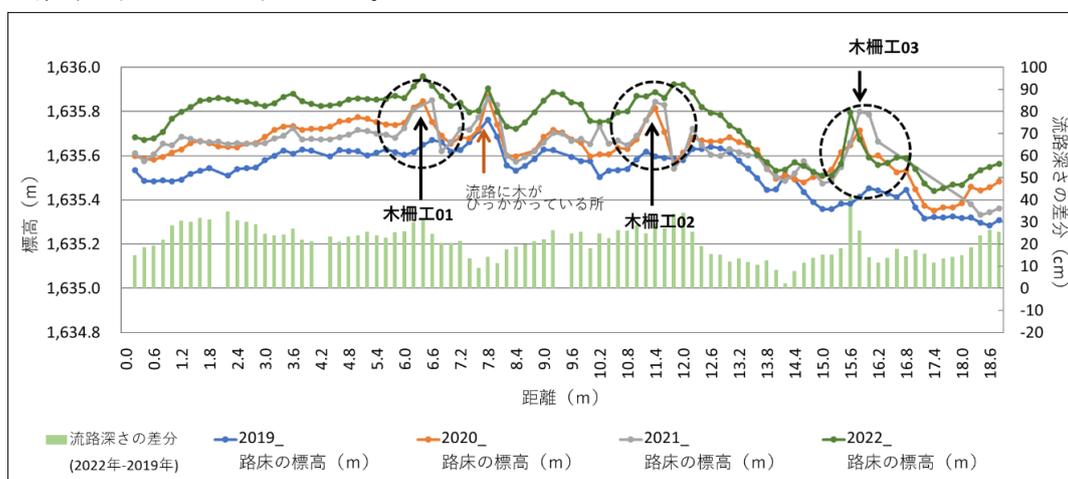
- 流路へ木柵工を設置することで、流速を抑え土砂・枝条の集積を促す。引いては湿原地下水位を上昇させる。上昇効果については、以下に示している。



木柵工

<木柵工による路床の上昇効果>

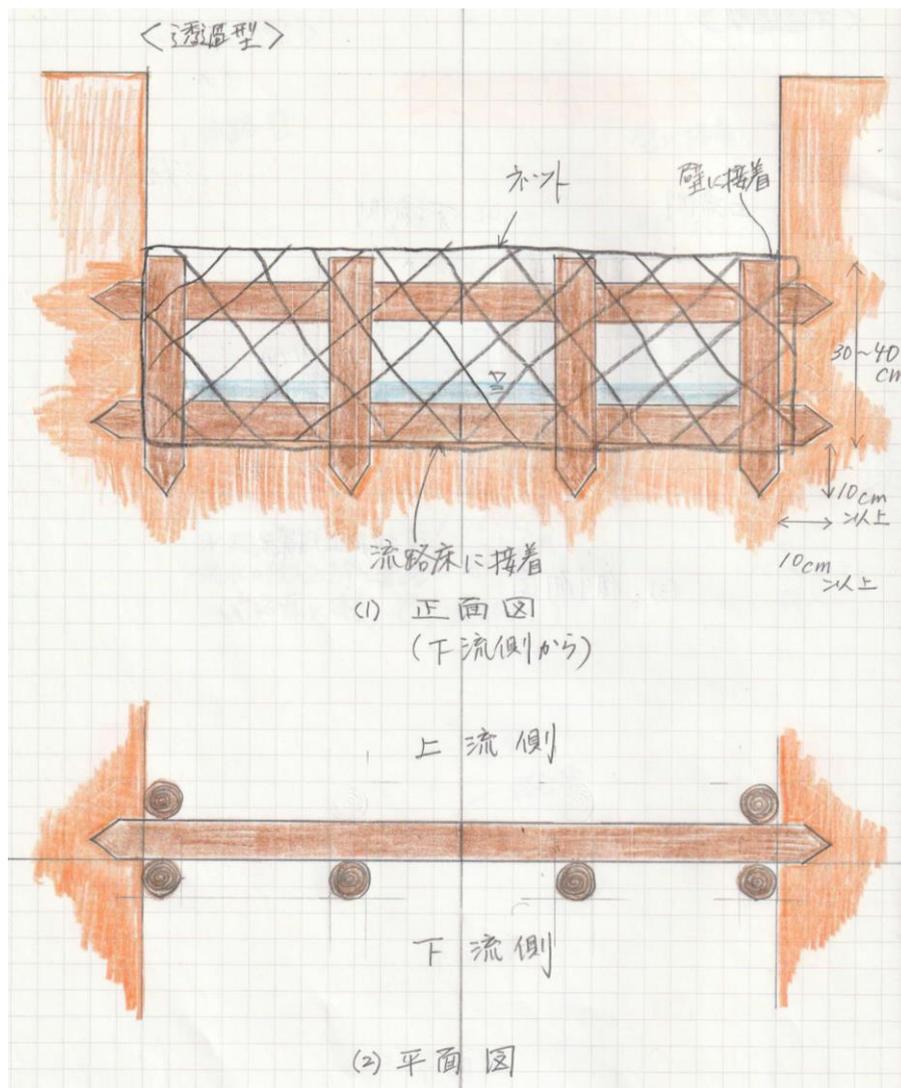
簡易な木柵工による路床の上昇効果については、令和元年度から実施している試行的保全対策として検証を行ってきた。試行的保全対策では、路床の低下が進んでいる流路に木柵工を3箇所設置し、設置後から毎年1回のドローン撮影により取得した標高データから、路床の変化を可視化(グラフ化)した。結果としては、木柵工設置の3年度には路床は平均 21cm程度上昇し、路床勾配が緩やかになっていることが示された。また、堆積した砂礫の上には枝条が堆積しつつあり、水中には植生が生育し始めている。以上から、木柵工は路床勾配を緩やかにし、砂礫や枝条を堆積させる効果が見込めると考えられる。



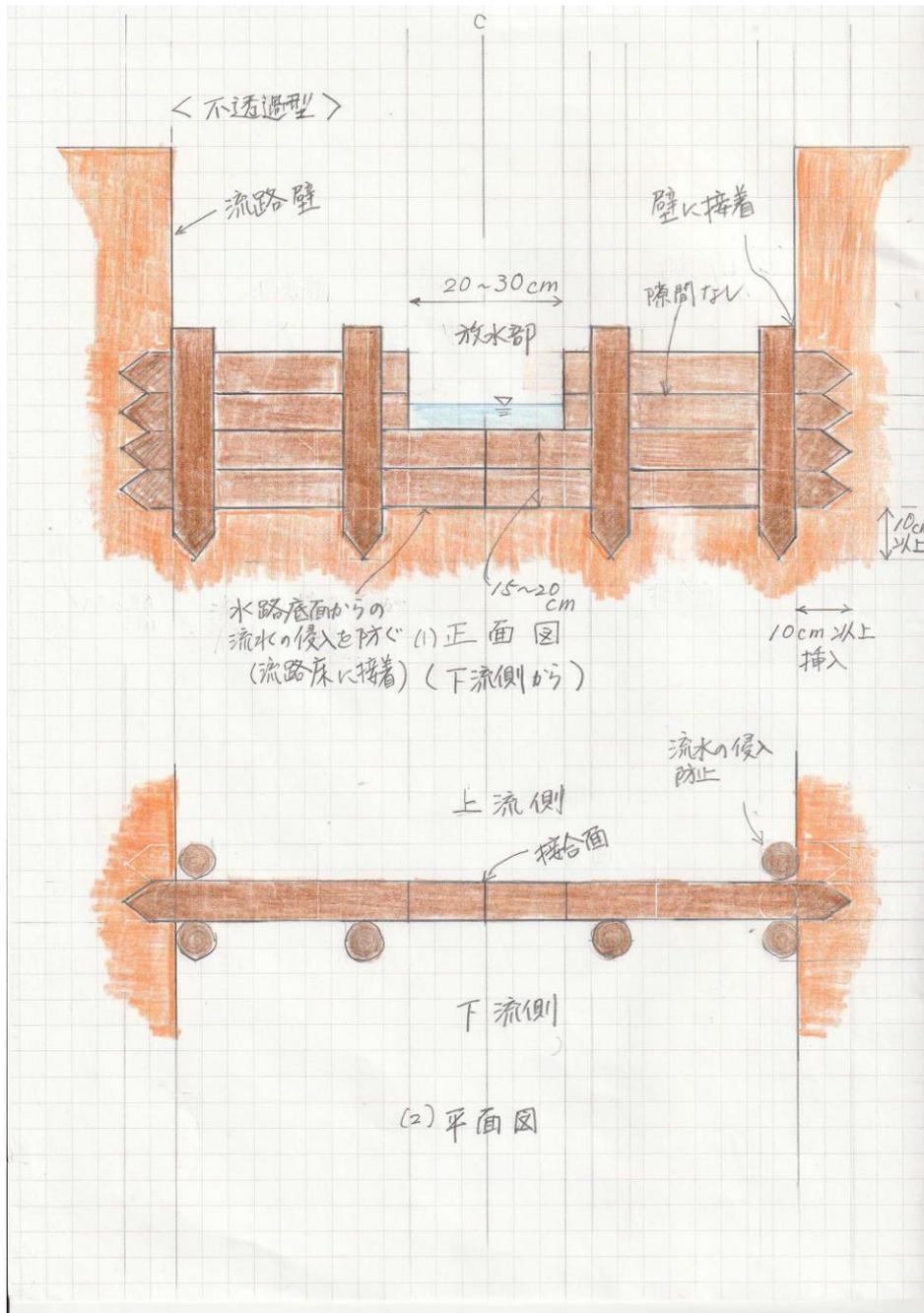
路床勾配の推移

・透過型、不透過型の丸太柵工

地表水の水位を上昇、湿原から外への雨水流出時間を遅らせる、地下水の涵養を促す機能がある。透過型では上流側にヤシ繊維製品等(ヤシネットなど)などを張ると水が溜まりやすいと考えられる。不透過型は水頭差による水圧、側壁や路床から漏れる水によって流路浸食が起こることがある。



透過型の丸太柵工



不透過型の丸太柵工

7. 対策の進め方の留意点

対策の進め方については、保全対策実施計画書(仮称)策定作業の中で改めて検討することになるが、留意点を挙げると以下の通りである。

(1) 進め方の基本

本保全対策のモニタリング調査を踏まえ、対策が湿原環境に及ぼす影響を評価し、必要によって手直しを行う必要があることから、PDCA サイクルで段階的に時間をかけて対策を講じていく。

(2) 付け替え歩道の設計

付け替えを行う歩道の設置場所、構造、材料について検討する。構造は、単線化(離合橋の設置を伴う)、高架化、長スパン等、表流水や土砂、枝条等の移動を妨げないように配慮する。

(3) モニタリング調査

実施した対策の影響を評価のためモニタリング調査を行う。そこで、本保全対策のモニタリングは、上位計画となる遺産管理計画及び遺産地域モニタリング計画を踏まえることを原則とし、モニタリング結果は、世界遺産の管理に反映するため、屋久島世界遺産地域モニタリング計画の見直しに準ずることを基本とする。このため、概ね5年毎に内容の継続、変更について検討を行うこととする。

(4) 工程表の作成

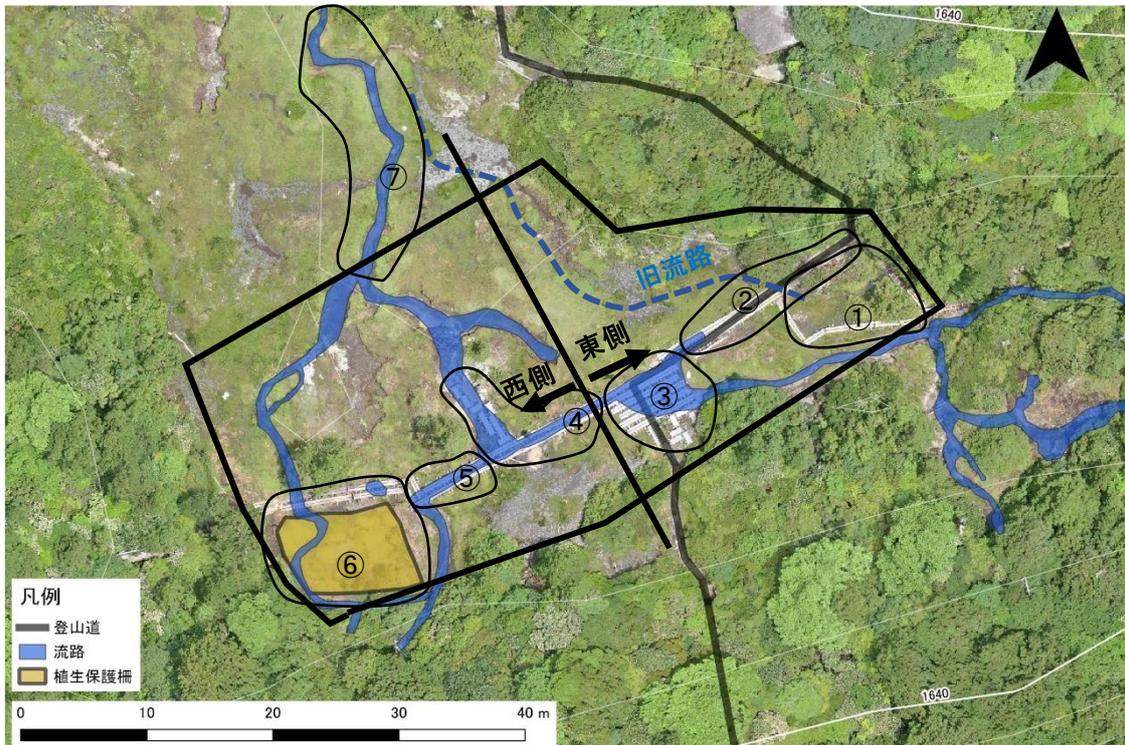
保全対策工、歩道等の付け替え、モニタリング調査等を織り交ぜた作業全体の工程表について検討する。なお、湿原全体を西側と東側に分割するなどの工程も考えられる。

〈例1〉西側から先に実施する場合

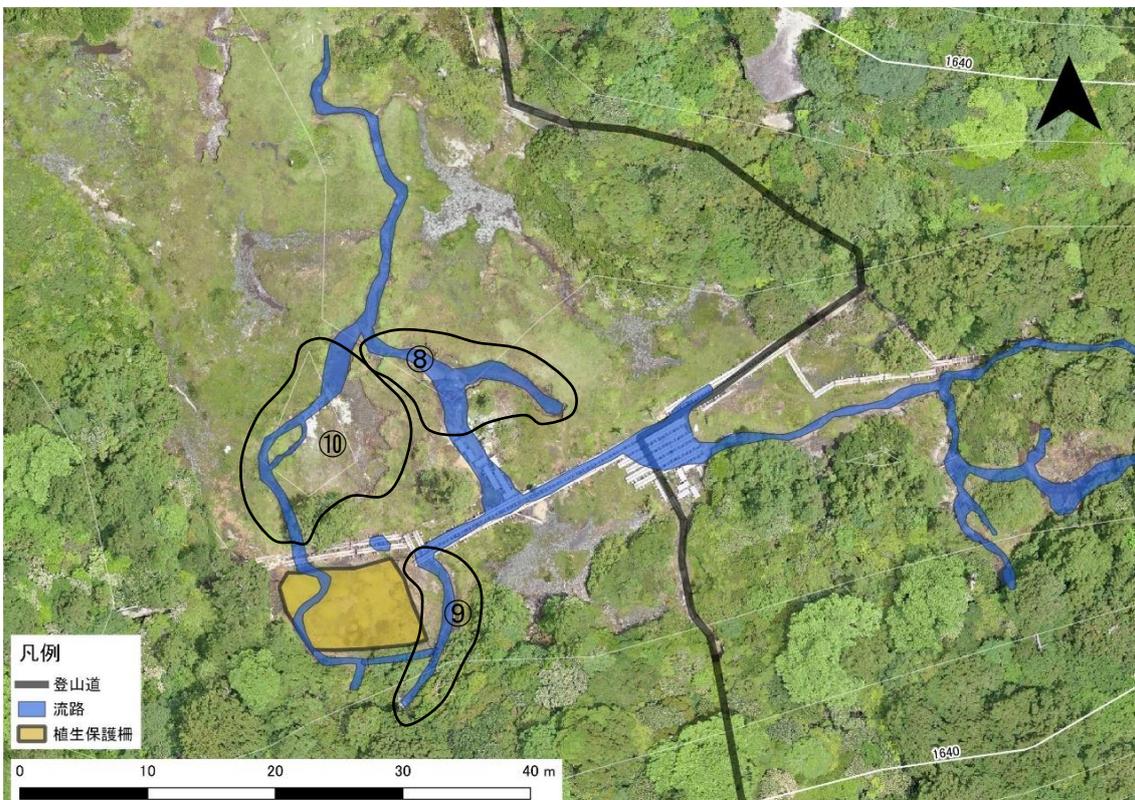
対策箇所		内容
西側	⑥	[植生保護柵撤去]
	⑧⑨⑩	[木道下の浸食跡修復]
	⑦	[地下水涵養]
	④⑤⑥	[歩道の付け替え、木道下の浸食跡修復]

〈例2〉東側から先に実施する場合

対策箇所		内容
東側	①	[L字型木道撤去、流水分散]
	⑧⑨⑩	[木道下の浸食跡修復]
	⑦	[地下水涵養]
	②③④	[歩道や休憩デッキの付け替え、木道や休憩デッキ下の浸食跡修復]



施工箇所 (①~⑦)



施工箇所 (⑧~⑩)

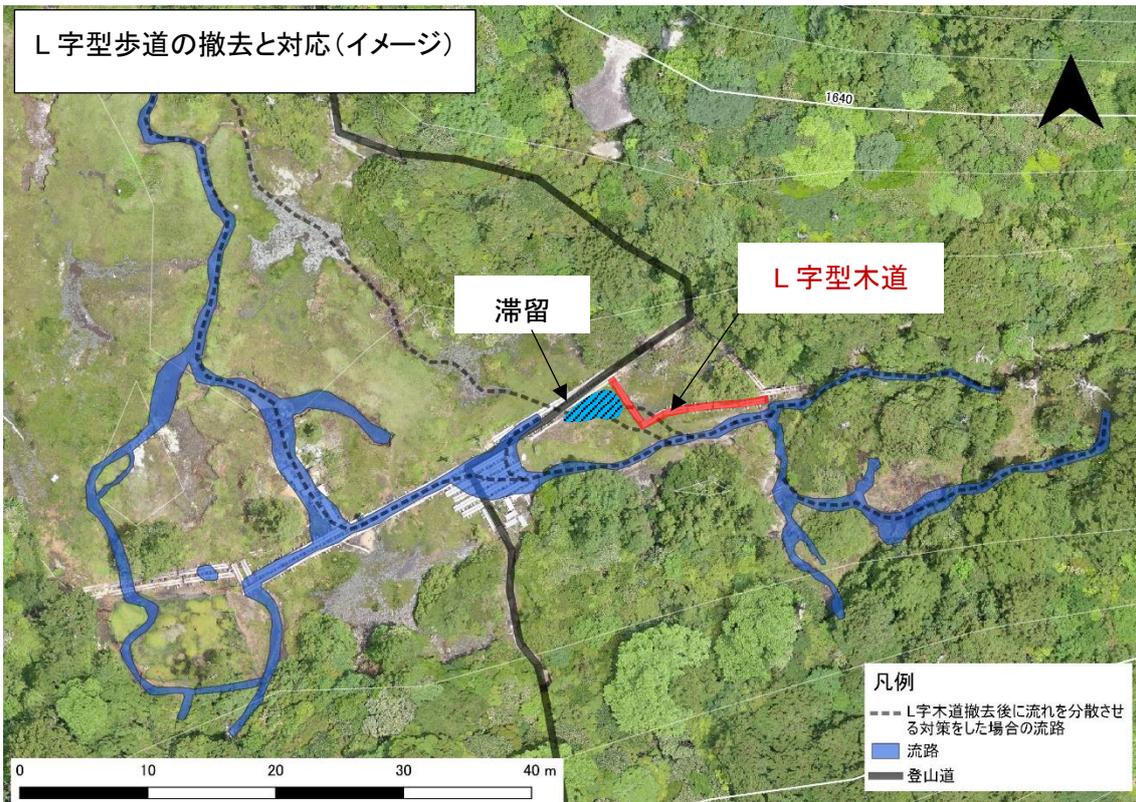
(5) その他(実施計画書の作成、資材の搬入、作業人員の確保等)

保全対策の実施にあたっては、実施計画書を作成することになるが、資材の搬入や作業人員の確保等についても実施計画書の中で検討しておく。また、保全対策を実施していることについて関係者、登山者等に理解を得るための情報を発信する。

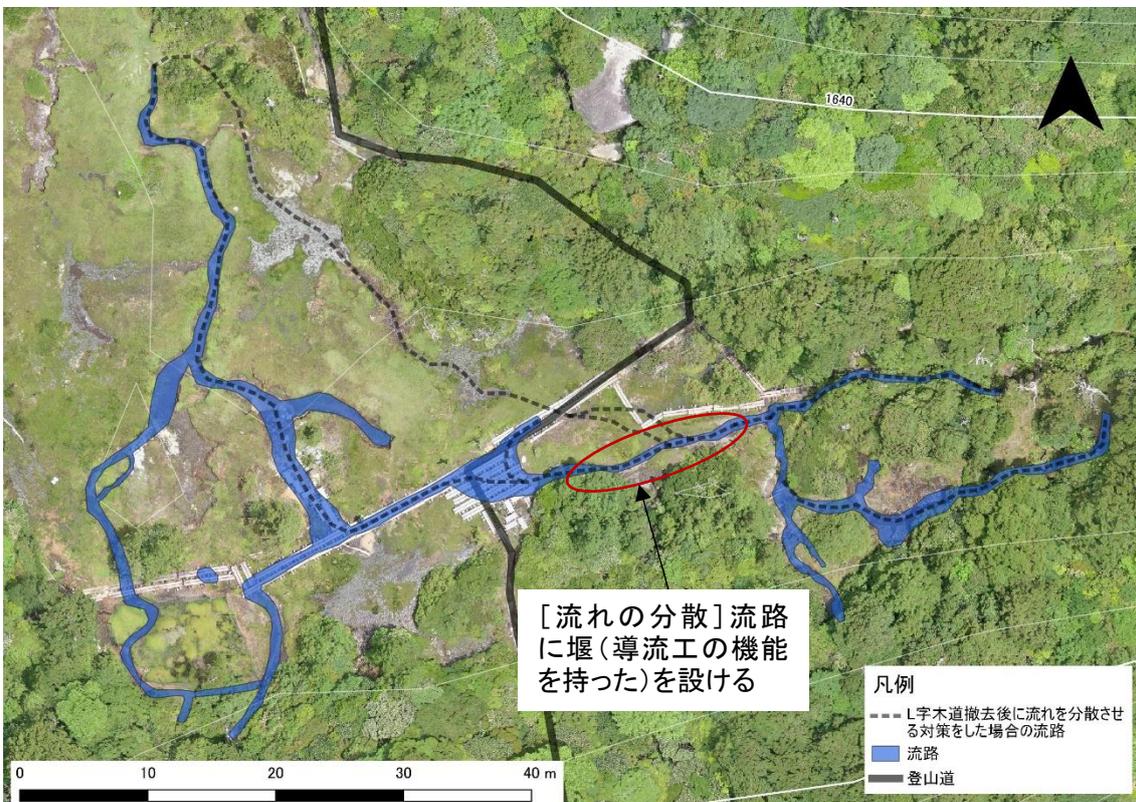
<行程表を作成する際の留意事項>

上流からの水(土砂や枝条を含む)の流れ込みを阻害している植生保護柵の撤去と、木道が完全に湿原に埋まっているL字型木道(石塚小屋方向に設置している)の撤去は対策の前半で対応できることと考えている。ただし、それぞれを撤去した場合、一部の流路へ水が集中して局所的に浸食が進むこと、撤去だけでは上流からの流れは木道で妨げられてしまい分散して下流に流れることが困難と想定される。

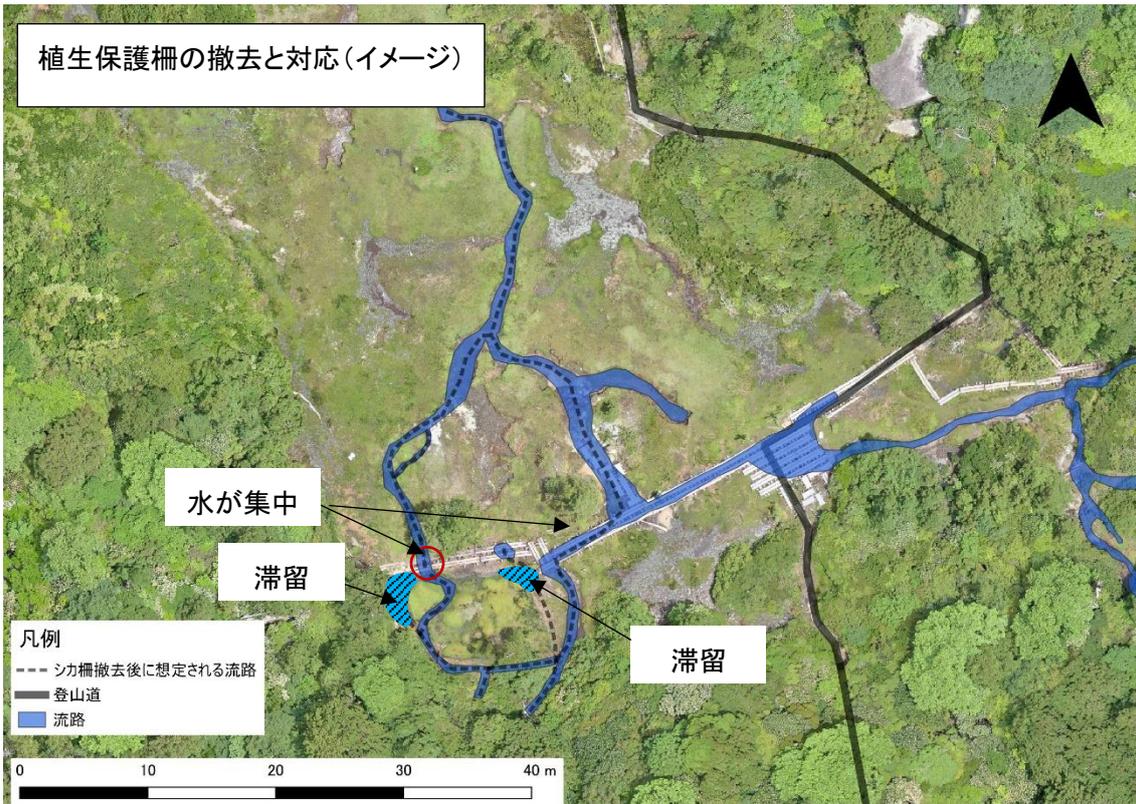
このため、撤去と併せて木道下流にある流路の浸食防止も講じる(⑧、⑨、⑩周辺)ことが望まれる。次に、植生保護柵前やL字型木道前の木道を撤去し、水(土砂や枝条を含む)の流れを阻害しない形状とした歩道に付け替えることで、流水分散が可能になると想定される。また、それぞれを撤去した際に生じる、枝条や土砂は流路の浸食防止、流れを分散させるために堰周辺に入れて活用することを想定している。



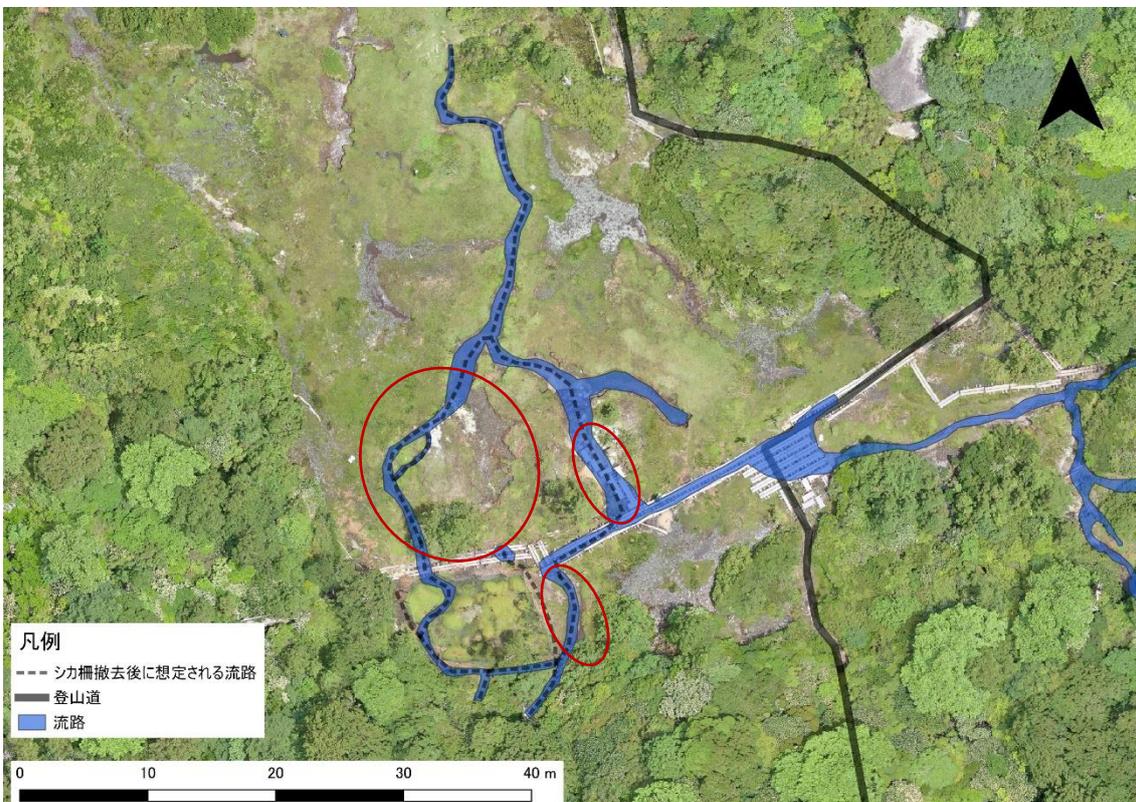
L字型木道撤去後に想定される水の流れ



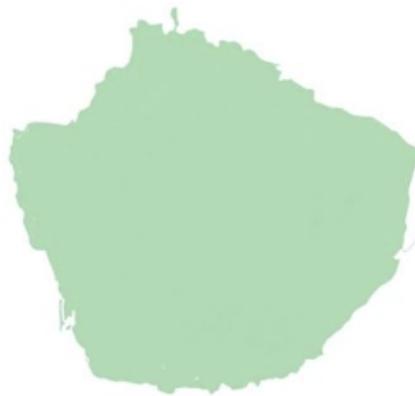
撤去と同時に流れを分散させる対策と浸食防止対策を講じる流路



植生保護柵撤去後に想定される流路、滞留箇所



植生保護柵の撤去と同時に浸食防止対策を講じる流路



屋久島高層湿原保全対策

発行：令和●年●月

林野庁九州森林管理局

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。