

令和3年度屋久島世界自然遺産地域における高層湿原保全対策検討会における検討状況

1 検討会の概要

検討会委員

(50音順)

氏名	所属・役職等	備考
井村 隆介	鹿児島大学共通教育センター 准教授	科学委員会委員
下川 悦郎	鹿児島大学 名誉教授	科学委員会委員
寺本 行芳	鹿児島大学農学部 砂防・森林水文学研究室 准教授	
百原 新	千葉大学大学院 園芸学研究科 教授	
吉田 明弘	鹿児島大学 法文学部人文学科 准教授	

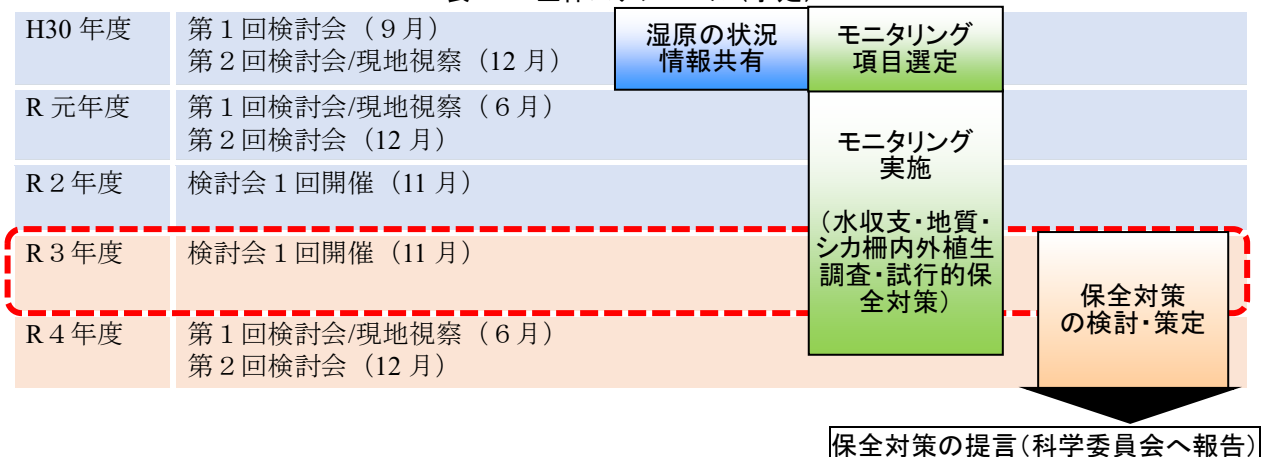
(1) 目的

屋久島の黒味岳と高盤岳の間に位置する高層湿原（花之江河及び小花之江河）は、世界自然遺産登録に伴う入込者の急増による登山道の荒廃や、1990年代後半からのヤクシカの急増による踏圧や採餌などの影響が懸念されるようになり、数十年単位の短期間で急激に変化しつつあると考えられるようになった。一方、行政機関では、これまで様々なモニタリング調査、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を実施してきた。

このような状況の中、平成28年度開催の科学委員会において湿原の地下水位低下が報告された。翌年の平成29年度開催の科学委員会では「数十年スケールでの湿原の遷移（人為的影響による遷移）が顕在化しているのではないか。」との指摘があったことを踏まえ、人為的影響の顕在化の実態把握とそれを緩和するための方策について検討するため、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。）を設置した。

本検討会は5年間を目途に、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及び水文的環境特性等について調査分析を行った上で、短期的遷移が湿原にもたらす影響を取り除く、あるいは最小限にする方策について検討し、最終年度の令和4年度（5年目）には、保全対策を策定し、同年第2回科学委員会へ報告する予定としている

表 1-1 全体スケジュール(予定)



(2) 令和3年度の調査項目

- ①小花之江河における植生保護柵設置後の植生回復調査
- ②水の収支、地下水、水温・気温等モニタリング調査
- ③地形調査（GPS 測量、土壌調査、木道下地形調査）
- ④希少種ハベマメシジミ調査
- ⑤花之江河における試行的保全対策
- ⑥高層湿原保全対策（素案）の作成

(3) 令和3年度検討会(1回開催)

日 時：令和3年11月19日(金) 13:30～16:30

場 所：TKP ガーデンシティ鹿児島中央

Web 方式(千葉大学／屋久島文化村センター／屋久島世界遺産センター／九州地方環境事務所)

出席者：委員、オブザーバー、屋久島世界遺産地域連絡会議構成組織
屋久島観光協会、ガイド連盟等

議 事：(1) 令和3年度に実施したモニタリング調査等（中間報告）

(2) 屋久島高層湿原保全対策（素案）

(3) 具体的な保全対策

(4) 令和4年度に実施するモニタリング調査等、令和4年度検討会（予定）

2 令和3年度に実施した各種モニタリング調査および試行的保全対策(中間報告)

植生保護柵内外の植生調査(小花之江河)、湿原内の水収支・地質・温湿度調査(花之江河・小花之江河)、ドローンによる湿原撮影と水域環境、土砂堆積、植生群落の推移(花之江河・小花之江河)、希少種ハベマメシジミ調査(花之江河・小花之江河)、試行的保全対策(花之江河)を行った。

(1) 小花之江河における植生保護柵設置後の植生回復調査

ヤクシカによる食害・踏圧の影響を把握するため、H29年度に設置した植生保護柵内外にある調査プロット(1m×1m)10箇所、令和元年度に新たに設置した植生保護柵内にある調査プロット(1m×1m)1箇所において植生調査を実施し(図2-1)、柵内外の植生回復状況をH29年度と比較した(表2-1)。

図2-1 小花之江河における植生保護柵設置位置と植生プロット位置

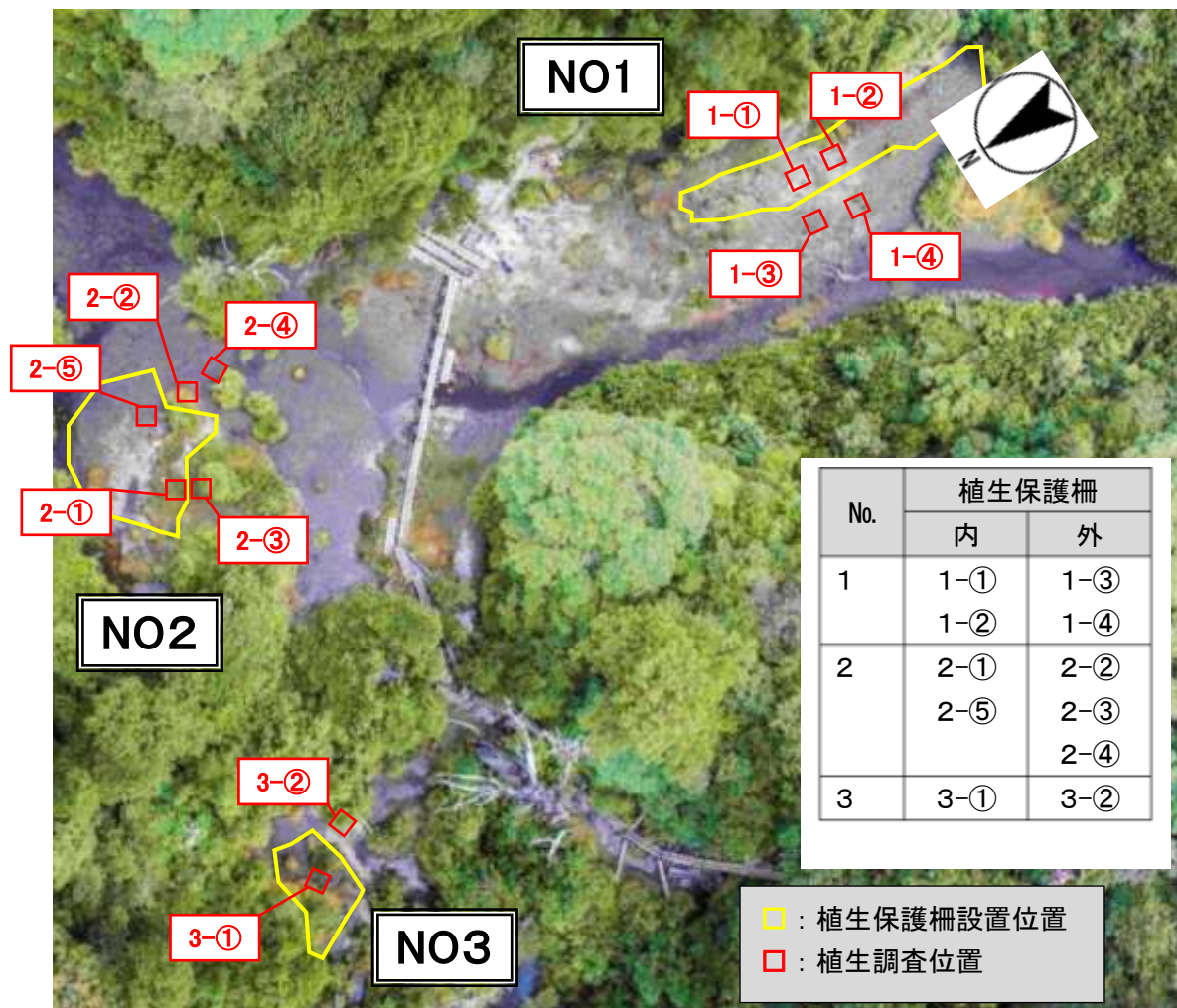


表2-1 平成29年度と令和2年度の種数比較

調査年度	調査プロット										
	1				2					3	
	①	②	③	④	①	②	③	④	⑤	①	②
	柵内	柵内	柵外	柵外	柵内	柵内→ R1外	柵外	柵外	R1 新柵内	柵内	柵外
H29年度10月合計種	7	2	6	2	6	3	7	5	—	15	12
R3年度8月合計種	12	10	10	8	15	5	17	5	10	23	19
増減	5	8	4	6	9	2	10	0	—	8	7

●調査結果(中間報告)

- ・ 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増加傾向にある。一方、H29 年度以降は被度が高かったハリコウガイゼキショウは令和 2 年度から減少傾向にある。
- ・ 柵内では今後、進入・増加した植物種間での競争の激化が考えられる。
- ・ H29 年度から 10 種の増加が見られた柵外 2-③は、保護柵の設置以降、柵沿いがヤクシカの通り道となっており、付近で痕跡が見られ、土壌の富栄養化や乾燥化の進行が懸念される。
- ・ 保護柵 No3 は、唯一比較的乾燥しているプロットである。荒地・草地性の植物を含み、樹木の実生が進入する等、これまで最多の合計 23 種（柵内）を確認した。そのため他の箇所に比べ、柵内外で植物種が多い。
- ・ 花之江河の乾燥気味の箇所に散見されるヤクシマダケの進入は見られなかった。このため、小花之江河は花之江河ほど乾燥化は進行していないと推測した。

(2) 湿原における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た。それぞれのモニタリング調査については今後も継続し、令和 4 年度前半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する予定としている。

1) 湿原の水収支

隣接集水域を含む湿原の水収支は、おおよそ図 2-2 のようになっている。

隣接集水域を含めた範囲への降水は湿原に流入し、その量は蒸発散量 (E)、表面流出量 (Qs)、地下水流出量 (Qg) の合計と等しくなる。それぞれの項目について把握するため、表 2-2 のとおりモニタリングを実施しているところである。

図 2-2 湿原の水収支概念図

≪水収支式≫ 降水量 P = 流出量 (Qs+Qg) + 蒸発散量 E

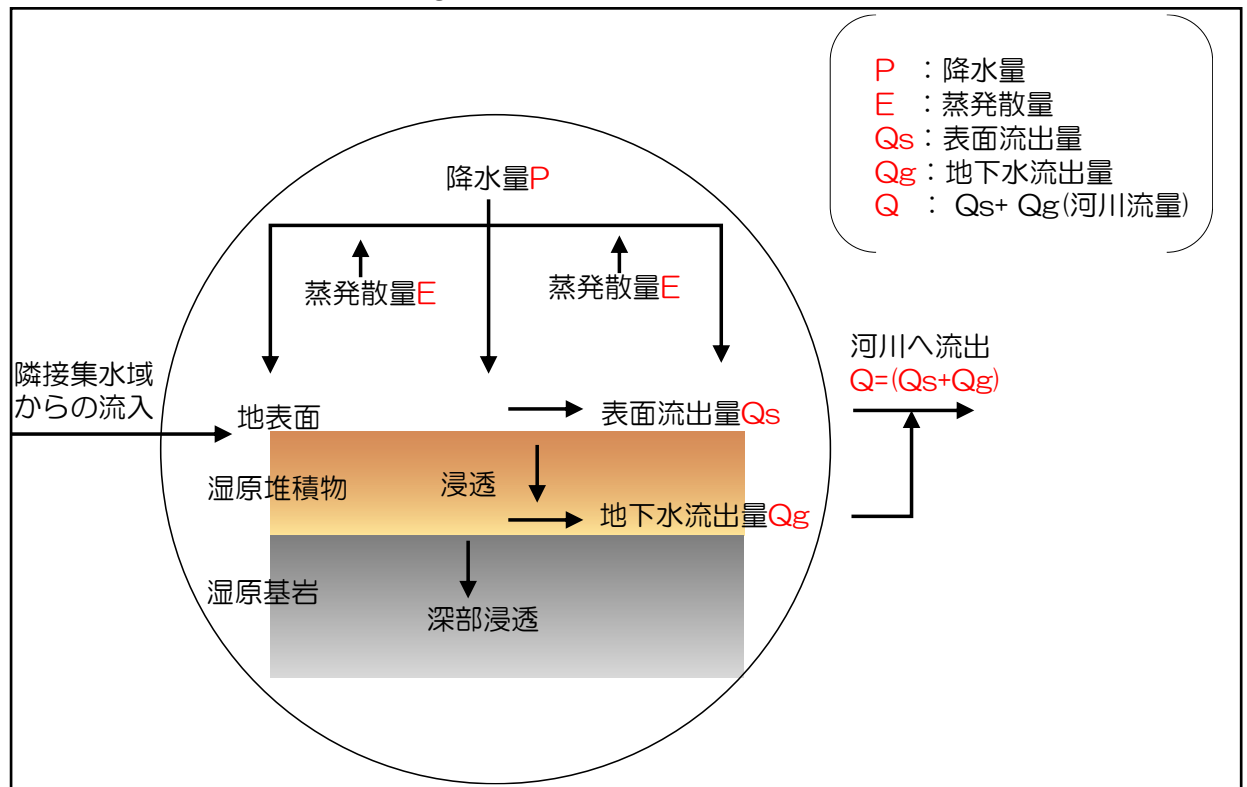


表 2-2 モニタリング項目およびモニタリング地点数

モニタリング項目	内容	花之江河	小花之江河
①流入流出量	地表水の水位観測 (通年)	流入 1 箇所 流出 1 箇所	なし
	地下水位観測(通年)	1 箇所	1 箇所
	大気圧観測(通年)	1 箇所	なし
②豊水期および渇水期の流入流出量	流路断面計測・流速 観測 (年数回)	流入 2 箇所 流出 1 箇所 ※内、流入 1 箇所、流出 1 箇所は水位計による水位観測と同一箇所	流入 1 箇所 流出 1 箇所
③気象	水温度計(通年)	1 箇所	1 箇所
	泥炭層温度計(通年)	1 箇所	1 箇所
	温湿度計(通年)	1 箇所	なし

補足：地表水位は流路の水位を計測、地下水位は地下 60cm の水位を計測している。それぞれの計測間隔は 1 時間に設定した。また、花之江河に設置している大気圧計は、水位・地下水位の計測地補正に使用する。

●調査結果(中間報告)

- 令和元年度からの表流水調査では、表流水は降雨直後に上昇するが、湿原内に表流水がとどまる時間は数時間と短いことが確認できる(図 2-3～図 2-6)。これは、湿原の集水面積は 2 ha (図 2-7) と小さいことも影響しており、供給される水が少ないため厳しい環境にあると考えられる。
- 標高は花之江河 1640m、小花之江河 1620m と 20m の差であるが、小花之江河の日最高水温は通年 5～10℃程度高い値となっている(図 2-8～図 2-9)。これは、小花之江河は恒常的に水位が低く、木道より上流側は広い湿地となっているため、湿地を通過する間に水温が上昇するなど、外気温が影響しやすいことが一因と考えられる。
- 湿原の水文的な特徴を解析するため、令和 4 年半ばまでのデータを蓄積していく。

図 2-3 水位と降水量の変動(上段 2019/10~2020/1 月・下段 2~4 月)

- | | | | | |
|----------|----------|------------|-------------|----------|
| 凡 例 | —W002 | —W003 | —W004 | —黒味岳 降水量 |
| —W001 | 花之江河(流出) | 花之江河(地下水位) | 小花之江河(地下水位) | (mm/h) |
| 花之江河(流入) | (mm/h) | (mm/h) | (mm/h) | |

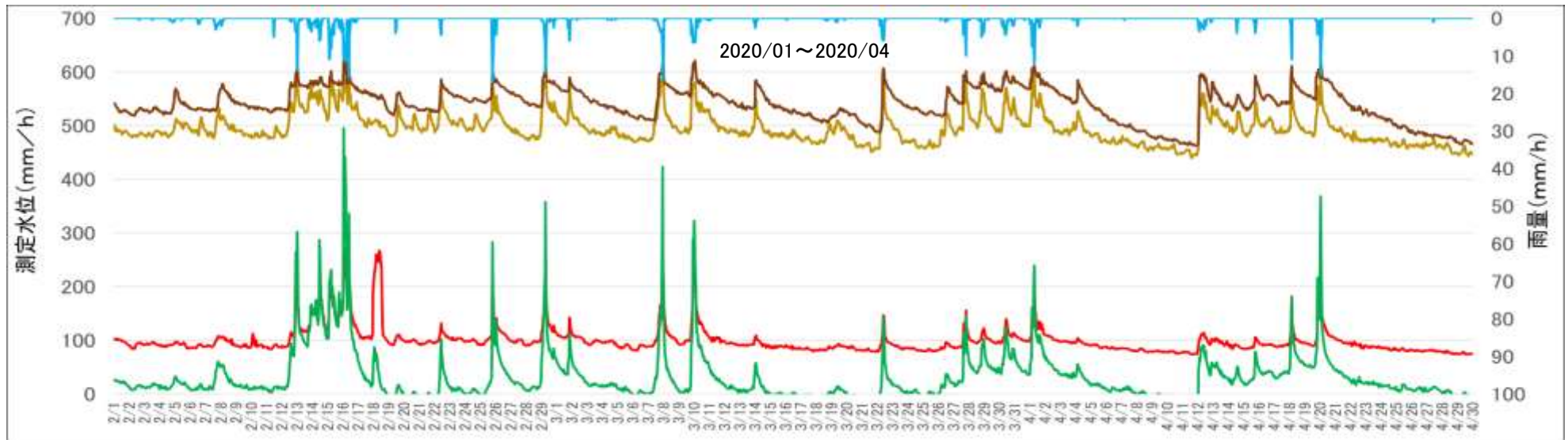
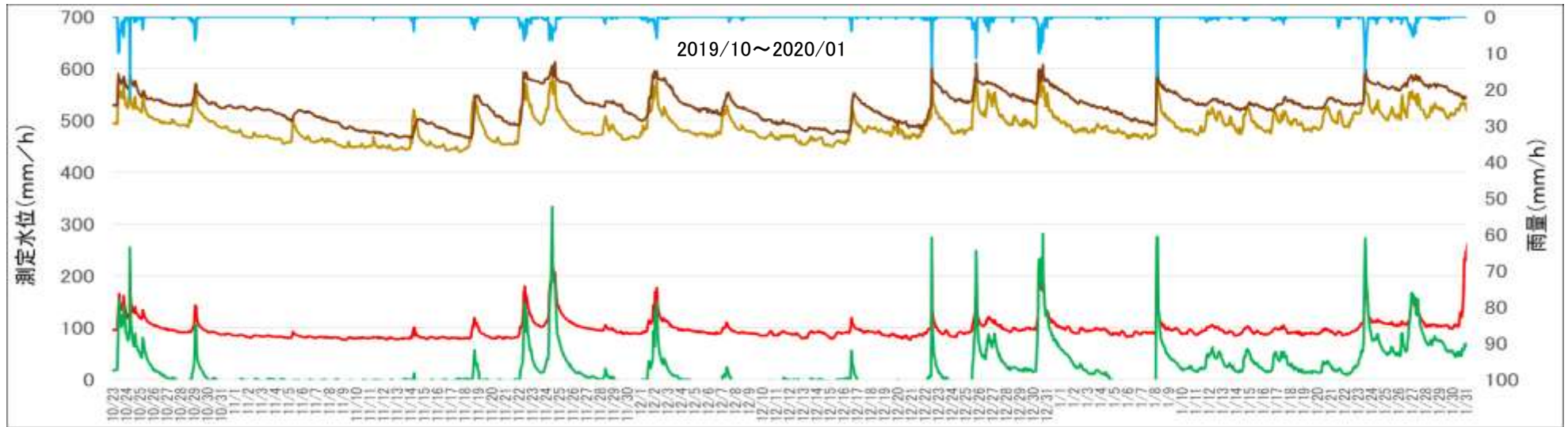


図 2-4 水位と降水量の変動(上段 2020/5~7月・下段 8~10月)

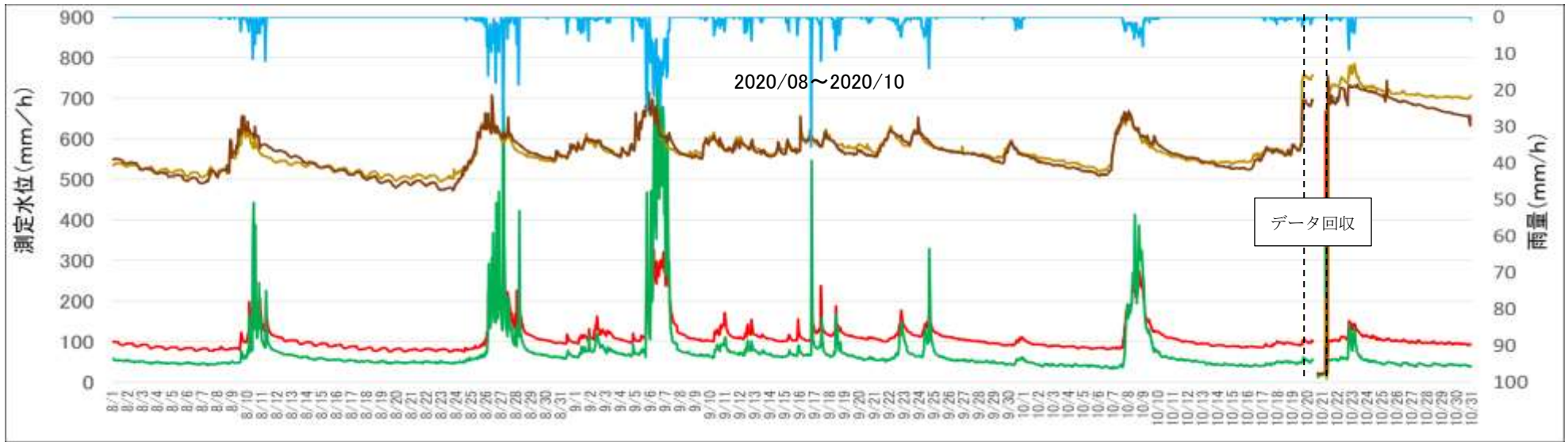
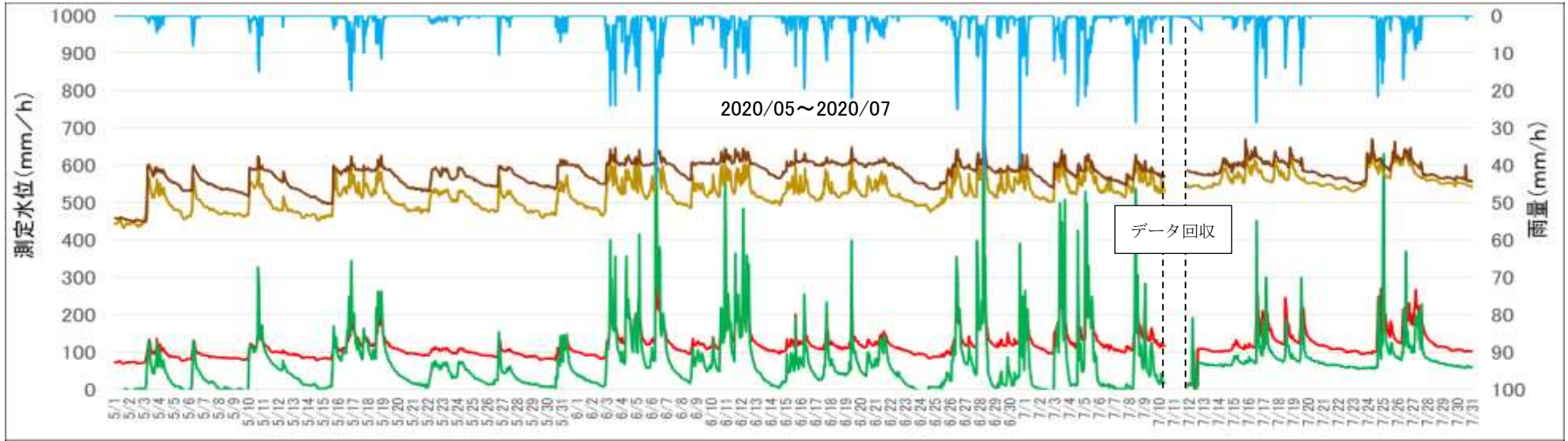
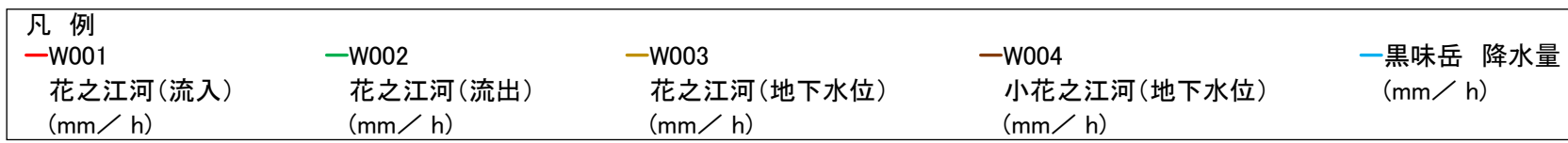


図 2-5 水位と降水量の変動(上段 2020/11~2021/1 月・下段 2~4 月)

凡 例	—W001	—W002	—W003	—W004	—黒味岳 降水量
	花之江河(流入)	花之江河(流出)	花之江河(地下水位)	小花之江河(地下水位)	(mm/h)
	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	

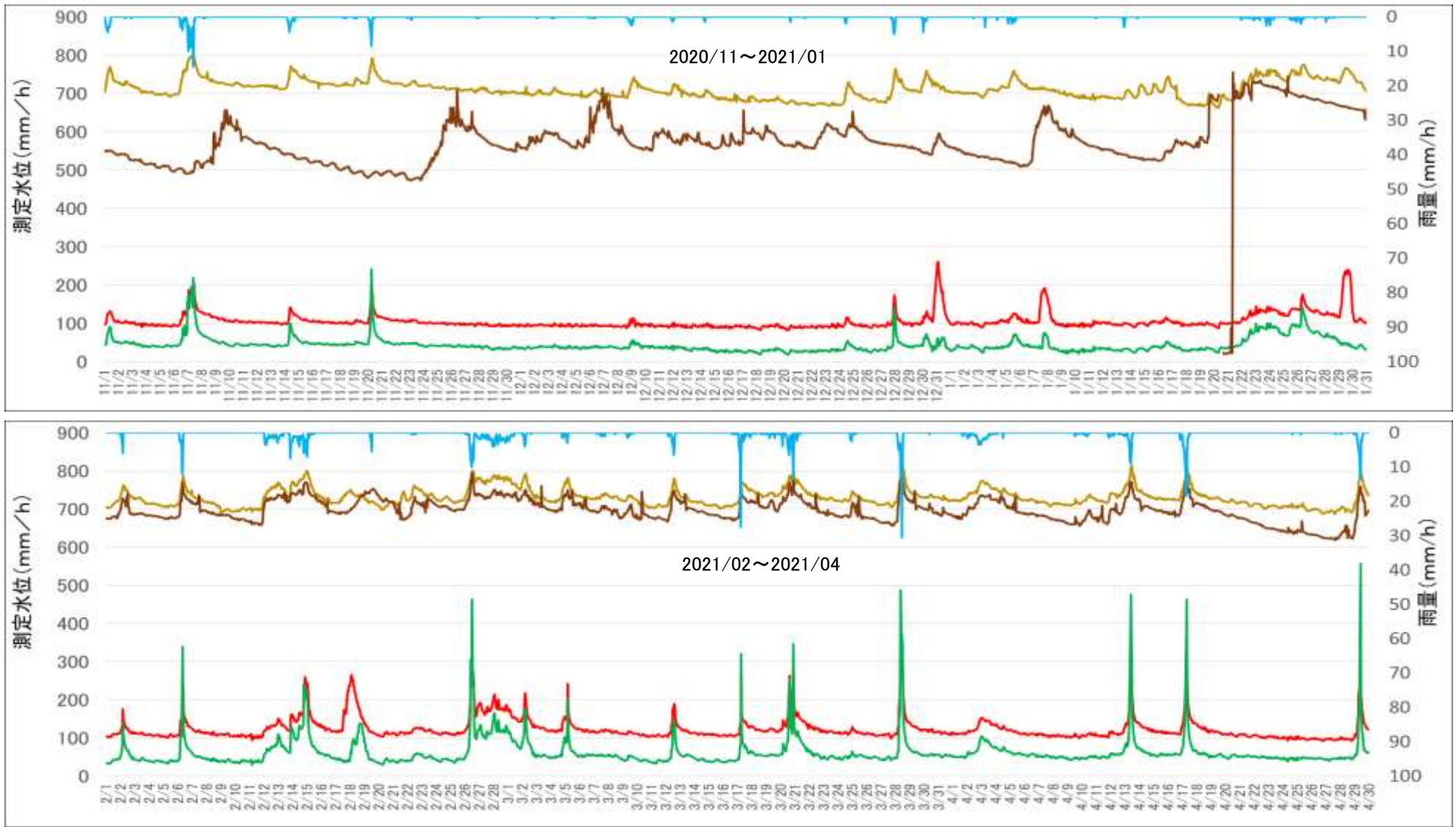


図 2-6 水位と降水量の変動(上段 2021/5~7月・下段 8月)

- | | | | | | |
|----|----------|----------|------------|-------------|----------|
| 凡例 | —W001 | —W002 | —W003 | —W004 | —黒味岳 降水量 |
| | 花之江河(流入) | 花之江河(流出) | 花之江河(地下水位) | 小花之江河(地下水位) | (mm/h) |
| | (mm/h) | (mm/h) | (mm/h) | (mm/h) | |

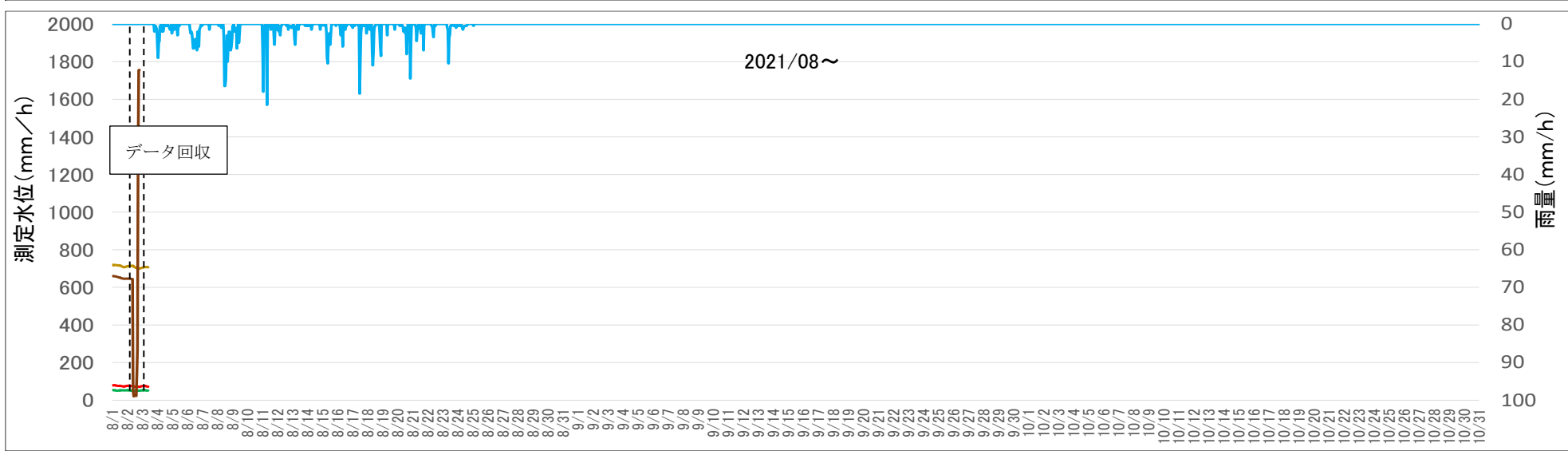
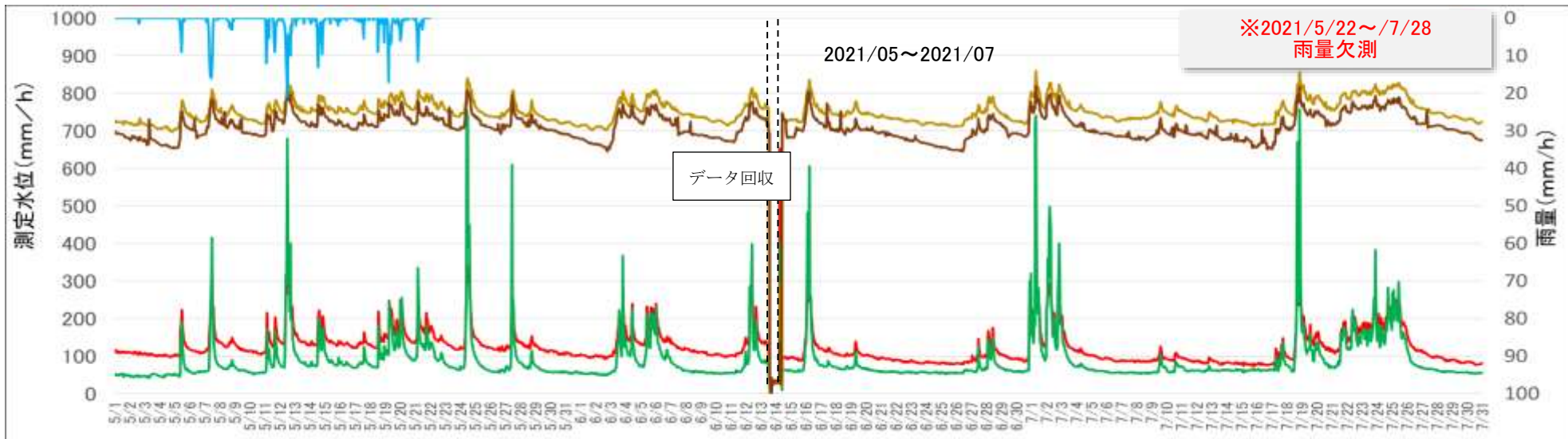


图 2-7 流域面積

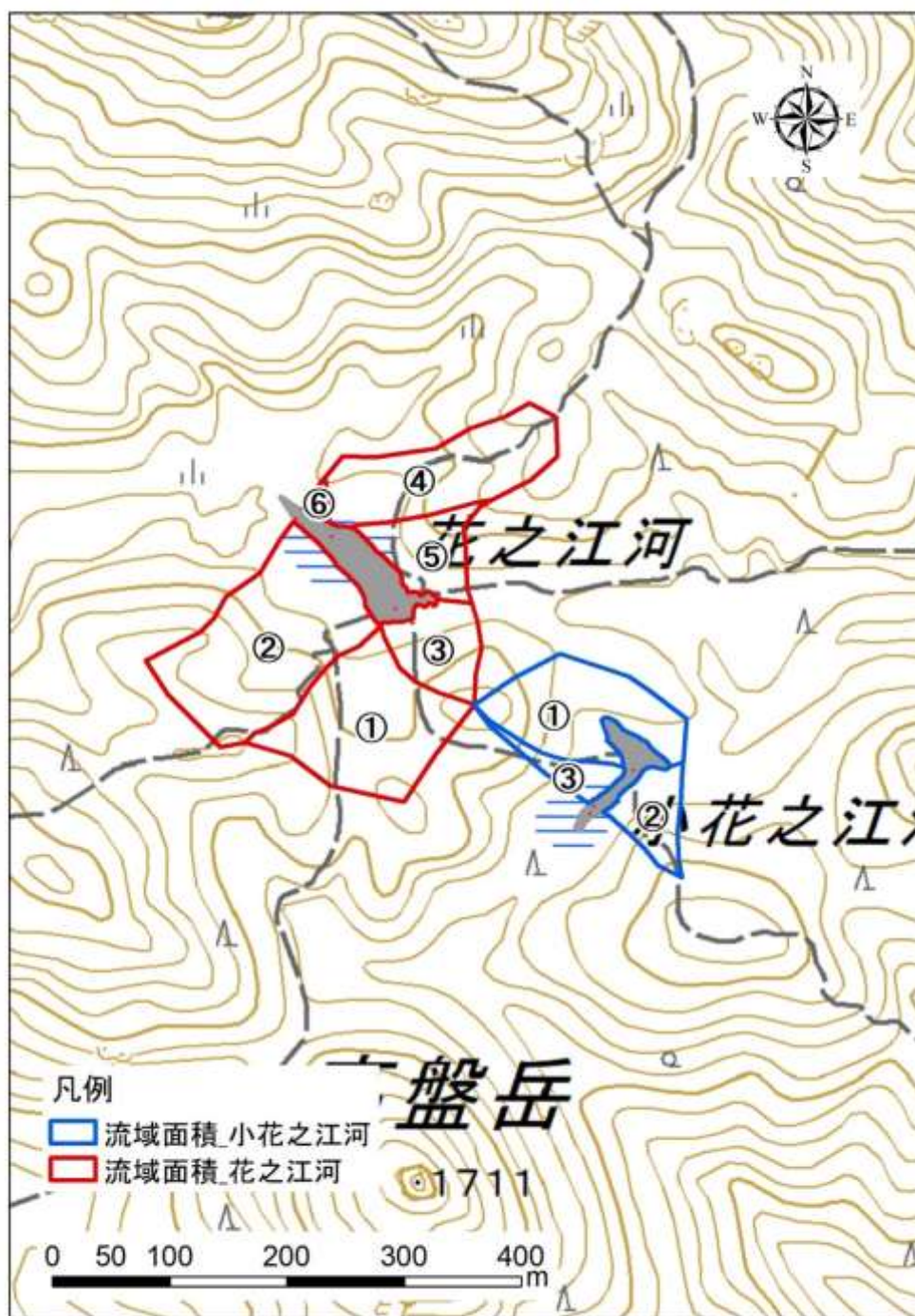


表 2-3 流域面積

流域面積の位置		流域面積(m ²)
花之江河	黒味岳方面からの流入 ④	11,482
	石塚方面からの流入 ①+③	19,158
	流出 ①+②+③+⑤+⑥	43,175
小花之江河	流入 ①	10,298
	流出 ①+②+③	16,047

図 2-8 温度と降水量の変動(上から順に 2019/10~2020/1 月、2~4 月、5~7 月、8~10 月)

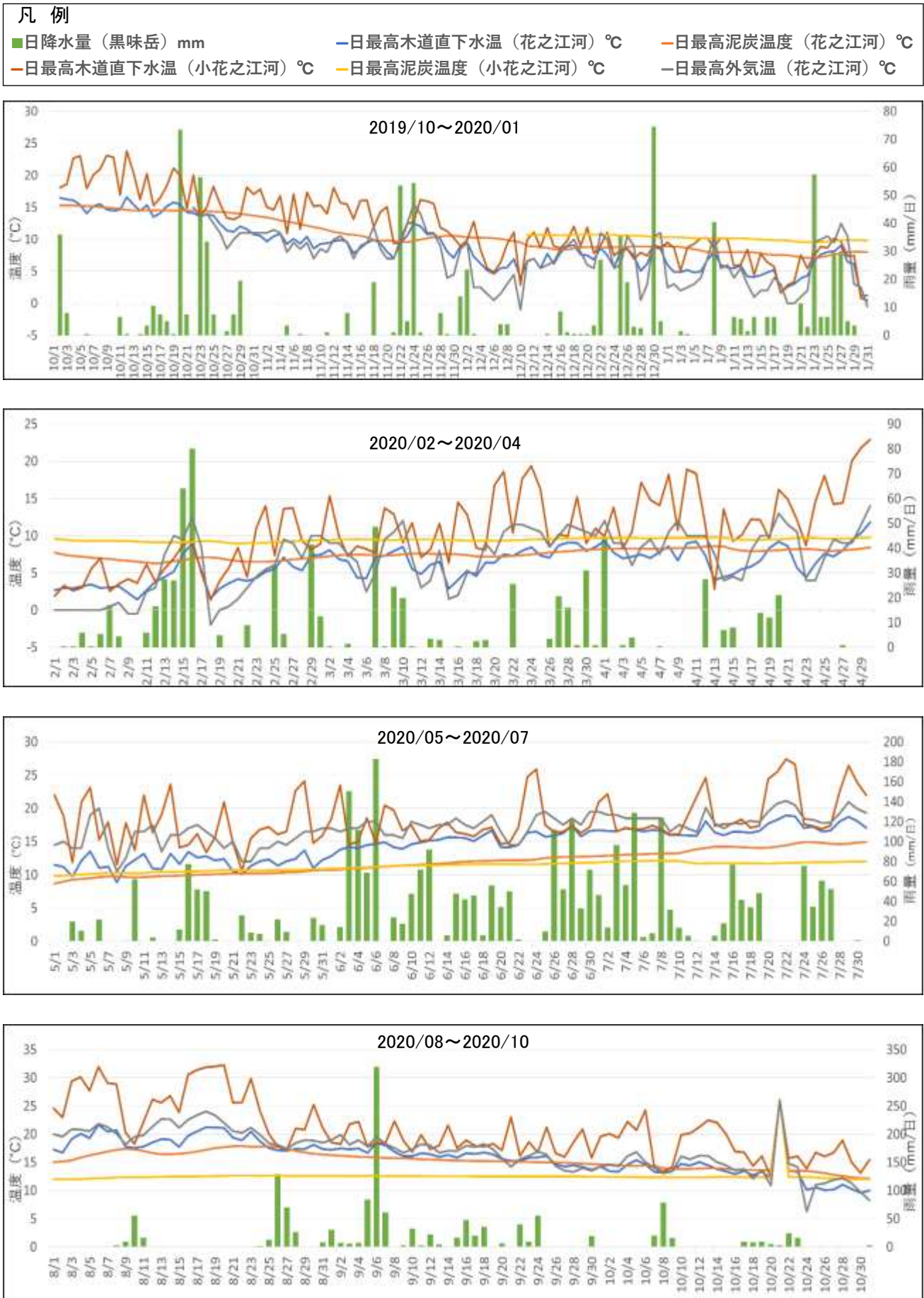
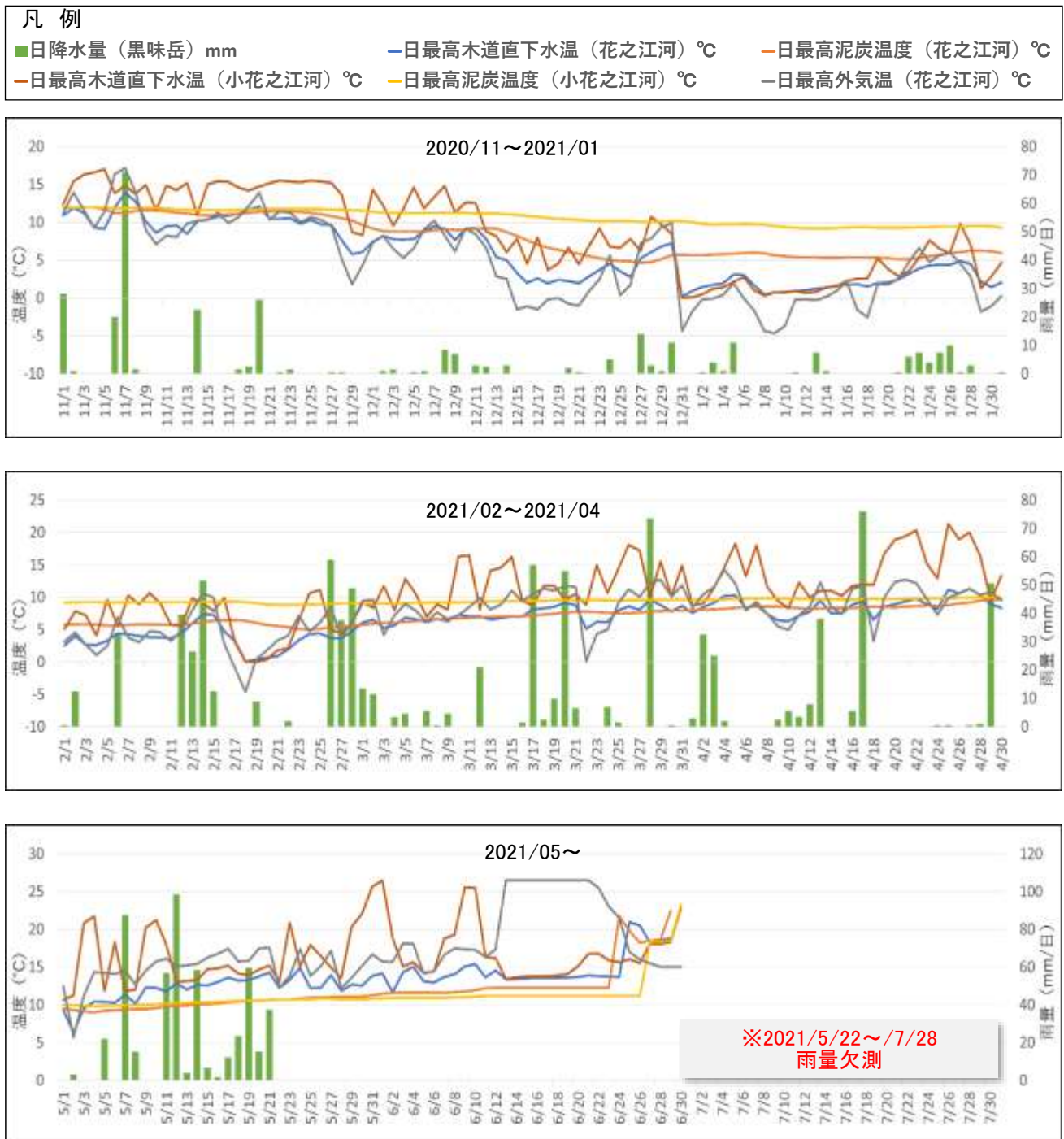


図 2-9 温度と降水量の変動(上から順に 2020/11~2021/1 月、2~4 月、5 月)



(3) 地形調査(GPS 測量、土壌調査、木道下地形調査)

湿原の形成過程を推定し、保全対策の検討に資する情報収集のため、湿原の起伏状態の把握及び土壌の採取・分析の調査を行った。木道下についても木道設置による影響が推測されてきていることから、現状を把握し影響について分析を行った。

調査は、花之江河の湿原中間付近のビャクシン群落から下流側に向かって、高精度のGPSを用いた測量(図2-10)、検土杖による地下基盤調査(11地点)及び土壌採取(4地点)を実施した(図2-14)。採取した土壌の分析として、①大型植物遺体の確認、②花粉化石の同定、③コア試料の柱状図作成(図2-15～図2-16)、④年代測定を行った。分析については令和4年2月末完了予定である。木道下地形調査は、簡易な調査により断面図を作成し、ダムアップしている要因を探った。

1) GPS 測量

湿原中央部の扇状地から小楊枝川支流に向かって約2000 m²をPPK(後処理キネマティック)方式で測量し、下層植生に覆われている湿原表層についても標高データを取得して、湿原全体のおおよその形状を把握した。

※PPK測量:記録したデータを後から基準点のデータで補正する測量方法で、基準局との通信が不要

図2-10 GPS測量の範囲(赤枠内)



図 2-11 測量データから作成した 10cm コンター

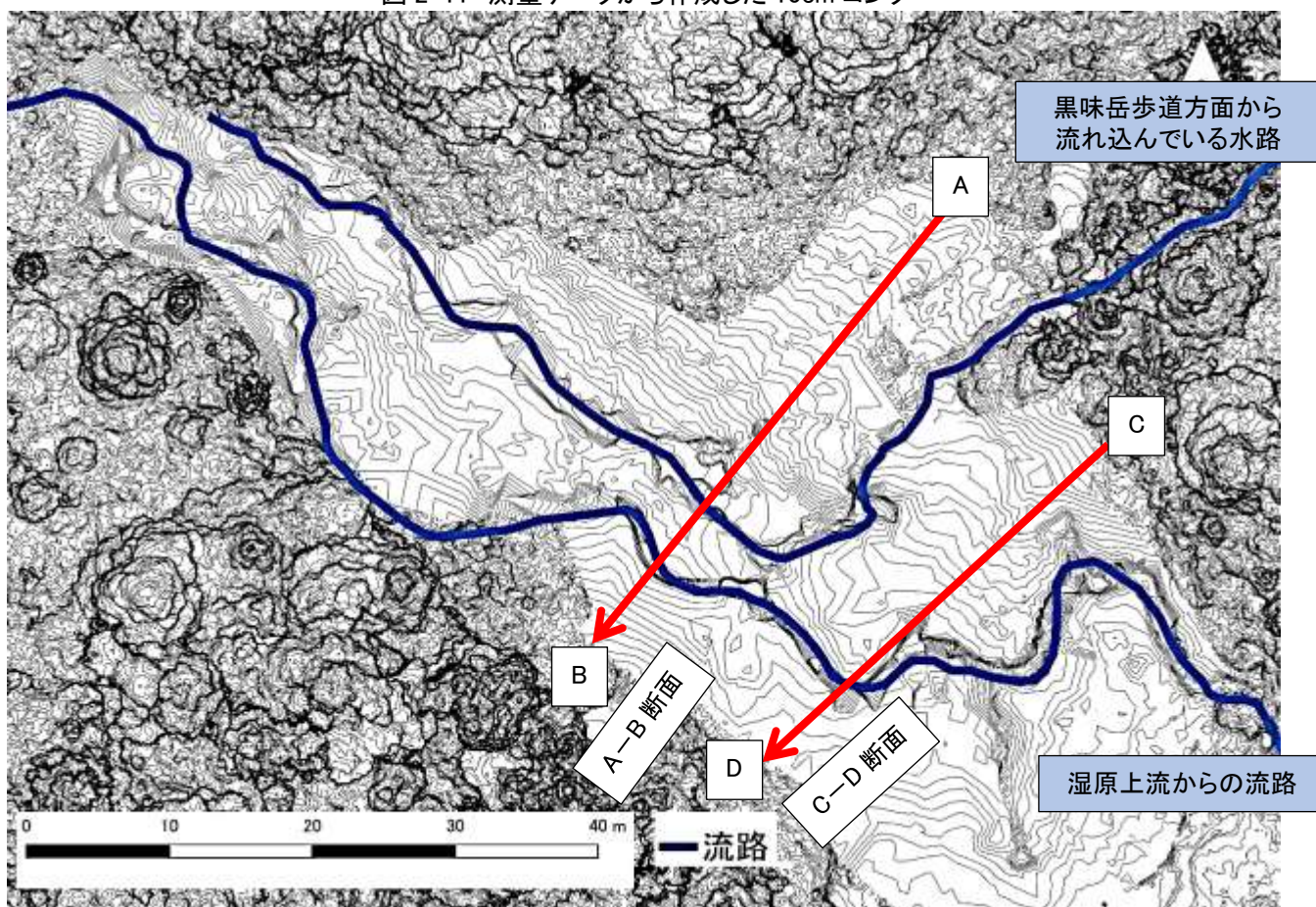


図 2-12 A-B 断面

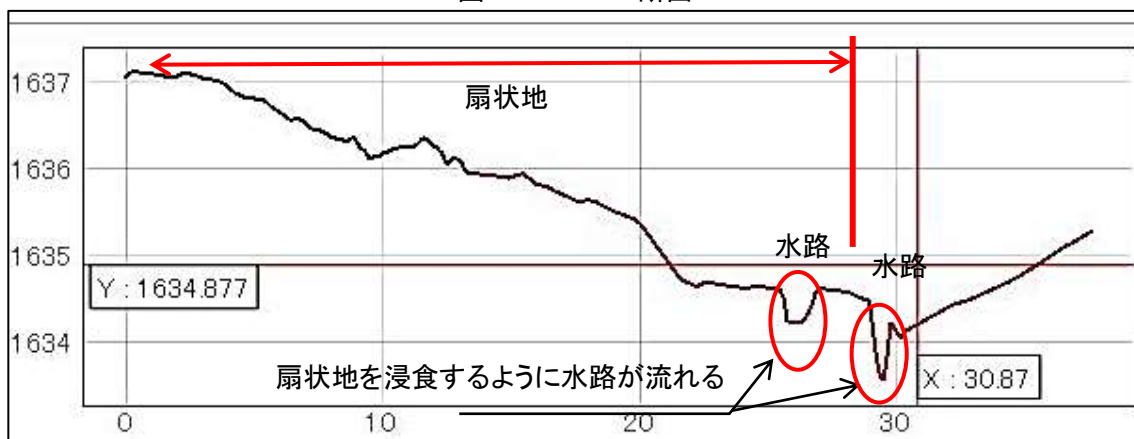
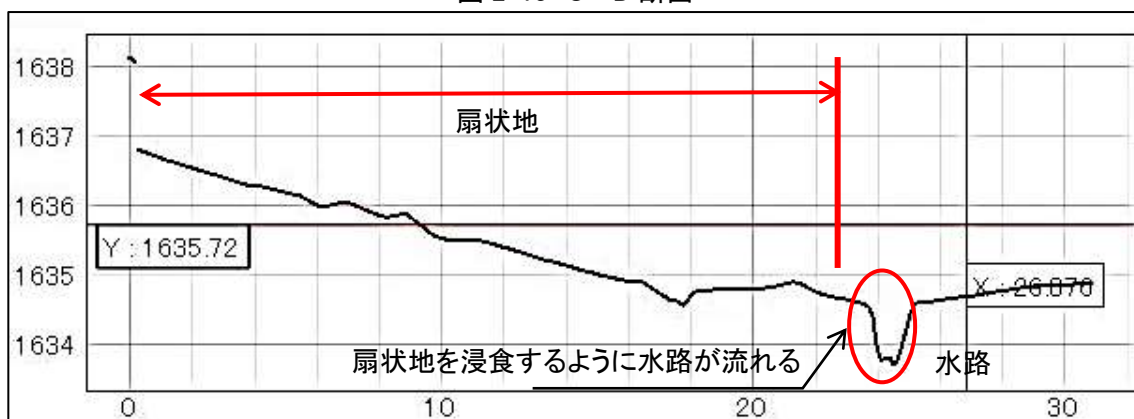


図 2-13 C-D 断面



●調査結果(中間報告)

- ・ 断面図からは、湿原北東側の集水域(黒味岳歩道方面)から発した流れが湿原に入り込んでいることがわかる。この周辺では流れが永年にわたって運んできた土砂が積もって堆積地形(盛り上がった地形)を形作っている。
- ・ この堆積地形により、湿原内の流路は西側に押し出される形で彎曲している。無降雨時の表流水は現在湿原の端を通過して湿原外に排出されている(伏流水は湿原内に流入していると考えられる)。

2) 土壌調査(地下基盤面調査、土壌分析)

令和2年度と令和3年度で、合計27地点において地下基盤面の調査及びボーリングコアの柱状図を作成している。縦断と横断で調査した結果から、基盤面の位置や、基盤面にどのように土砂堆積があったのかを、図2-15と図2-16で示している。

図2-14 令和2年度と令和3年度の花之江河における地下基盤面調査地点(27箇所)

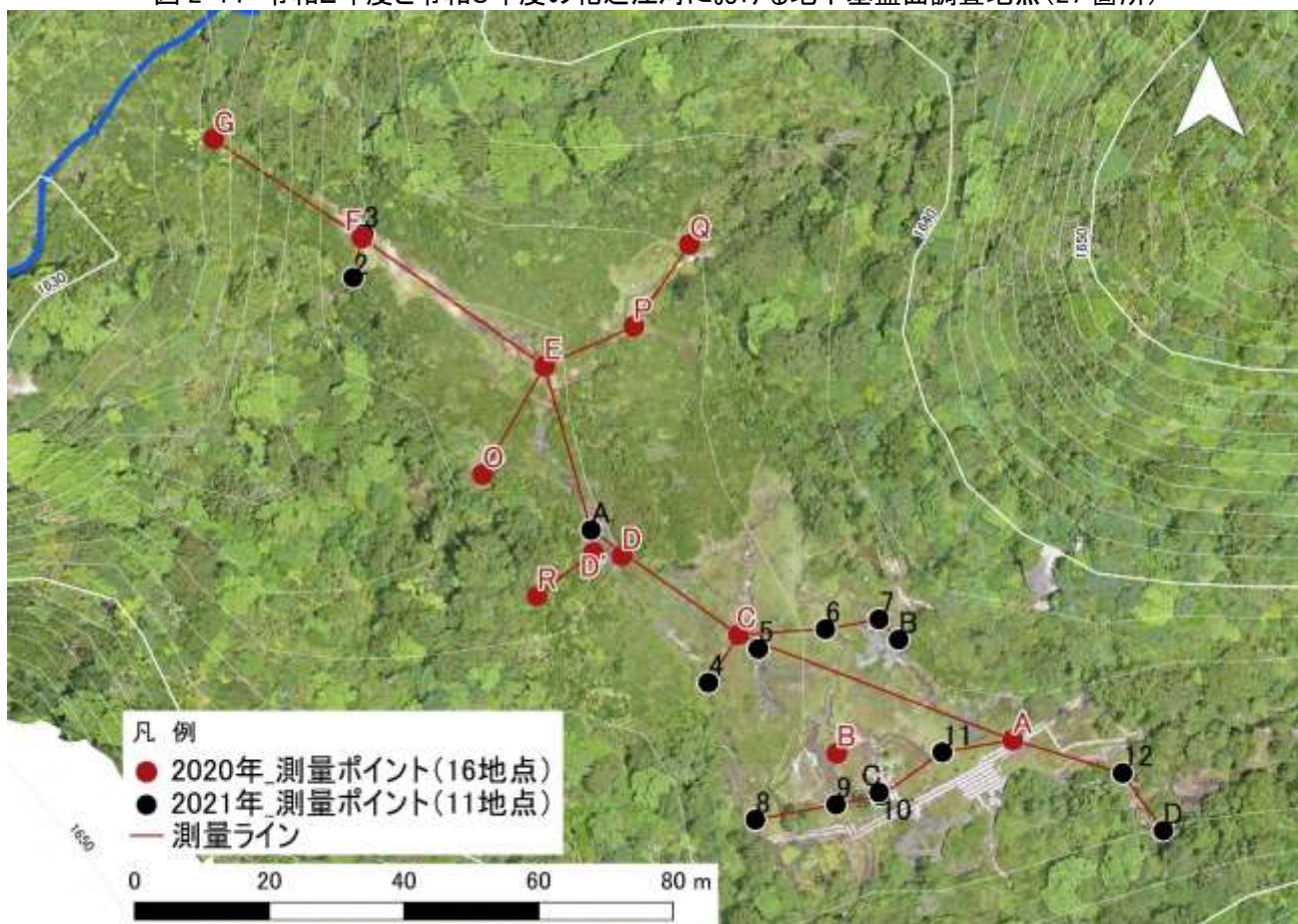


図 2-15 花之江河湿原におけるボーリングコア試料の柱状図(縦断方向)

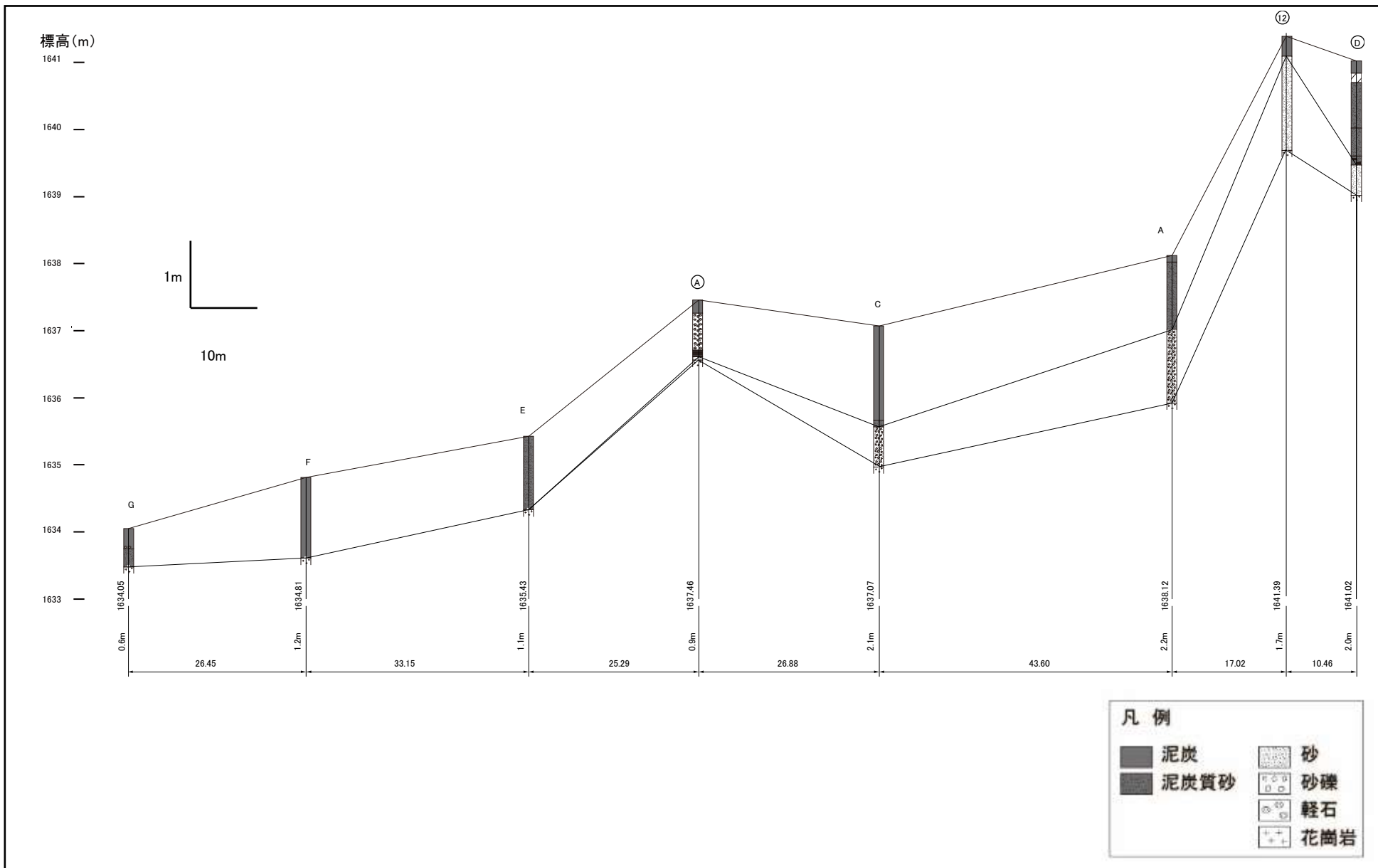
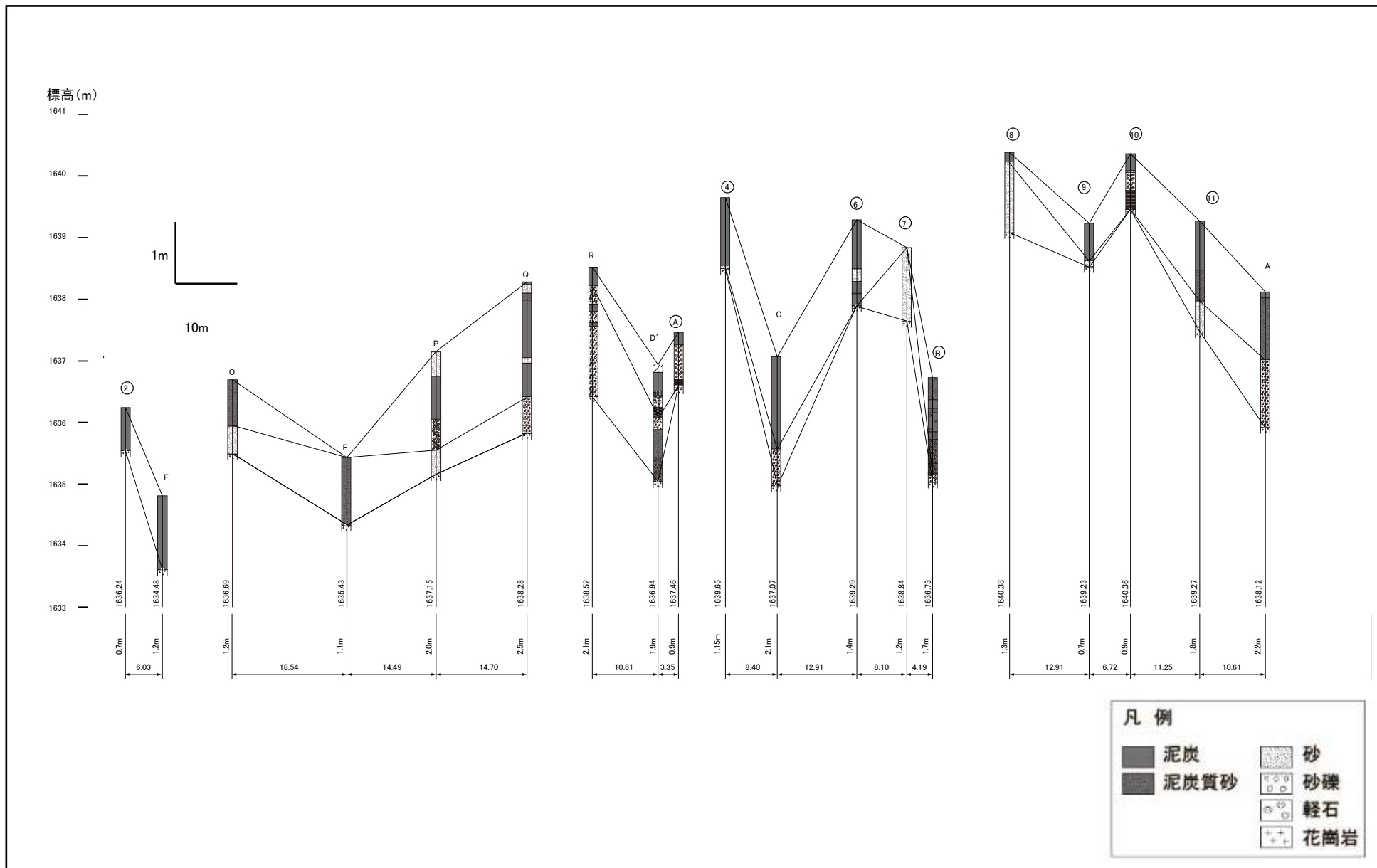


図 2-16 花之江河湿原におけるボーリングコア試料の柱状図(横断方向)



●調査結果(中間報告)

- ・ これまでの基盤面の調査や土壌採取から、7000年前に堆積したアカホヤ（鬼界カルデラの大噴火に伴って噴出した火山灰）より下に湿原の痕跡があると推測される（本年度に年代測定や花粉分析等して確認予定）。その時代には、土砂等が湿原内に入ることによって天然ダムを作り、天然ダムの背後が湿原になった。
- ・ その後、7000年前のアカホヤ火山灰が堆積したときに大きく削れている部分があるので、湿原全体が乾燥するような深い谷（2～3m）ができた。それから、3000年以降には、土砂が多く流入するようになった。
- ・ 例えば湿原北東側の集水域（黒味岳歩道方面）から運ばれてきた土砂が堆積しマウンド状となり、それによって完全にせき止める状況ではないのだが流れが滞るような状況ができて、いまのような湿地ができたと推測する。
- ・ 現在は、堆積したマウンド上には水路があり水が流れているため、湿原内の水路は基盤面までどんどん削って行って、せき止め効果が弱くなっていると推測される。また、上流から下流まで滞りなく流れるようになり、現在のように水路を深く彫り込んでしまうようになったのかもしれない。

3) 木道下地形調査

木道面及び木道上流側と下流側の形状はドローン撮影で取得している標高データより把握し、木道下の路床の状態は、折尺を使用して簡易な計測を行った。ただし、両湿原を比較すると、小花之江河の方が木道下を水が流れやすく、流路が固定されていない状況であることから、花之江河を優先して調査を行った。

●調査結果(中間報告)

☆ 花之江河

- ・ 図 2-17 の縦断図より、①枝条が多量に堆積している箇所、②部分的に堆積している箇所、③枝条堆積は少なく降雨の無いときでも恒常的に木道下を水が流れている箇所の3つに区分できる。また、③枝条堆積の少ないところが湿原へ流入する主な流路となっており、流路が固定されている。
- ・ 図 2-18 の A-A' 断面は、②部分的に堆積している箇所で、木道と路床までの距離が 25～40cm 程度ある。降雨時に木道下を多量の枝条が流れても、多くは木道下に留まらずに湿原下流方向へ流れている。このため、路床と木道までは 25～40cm 程度以上の確保が必要になると推測した。

☆ 小花之江河

- ・ 小花之江河は湿原の上流側でなく、湿原の中ほどを木道が通っているため、木道の影響は湿原の半分程度の面積となっている。木道より上流は湿潤であり健全な状態だと思われる。
- ・ 花之江河と比較すると、小花之江河の方が木道下を水が流れやすく、流路が固定されていない状況となっている。

図 2-17 花之江河における縦断面図と枝条堆積位置の関係

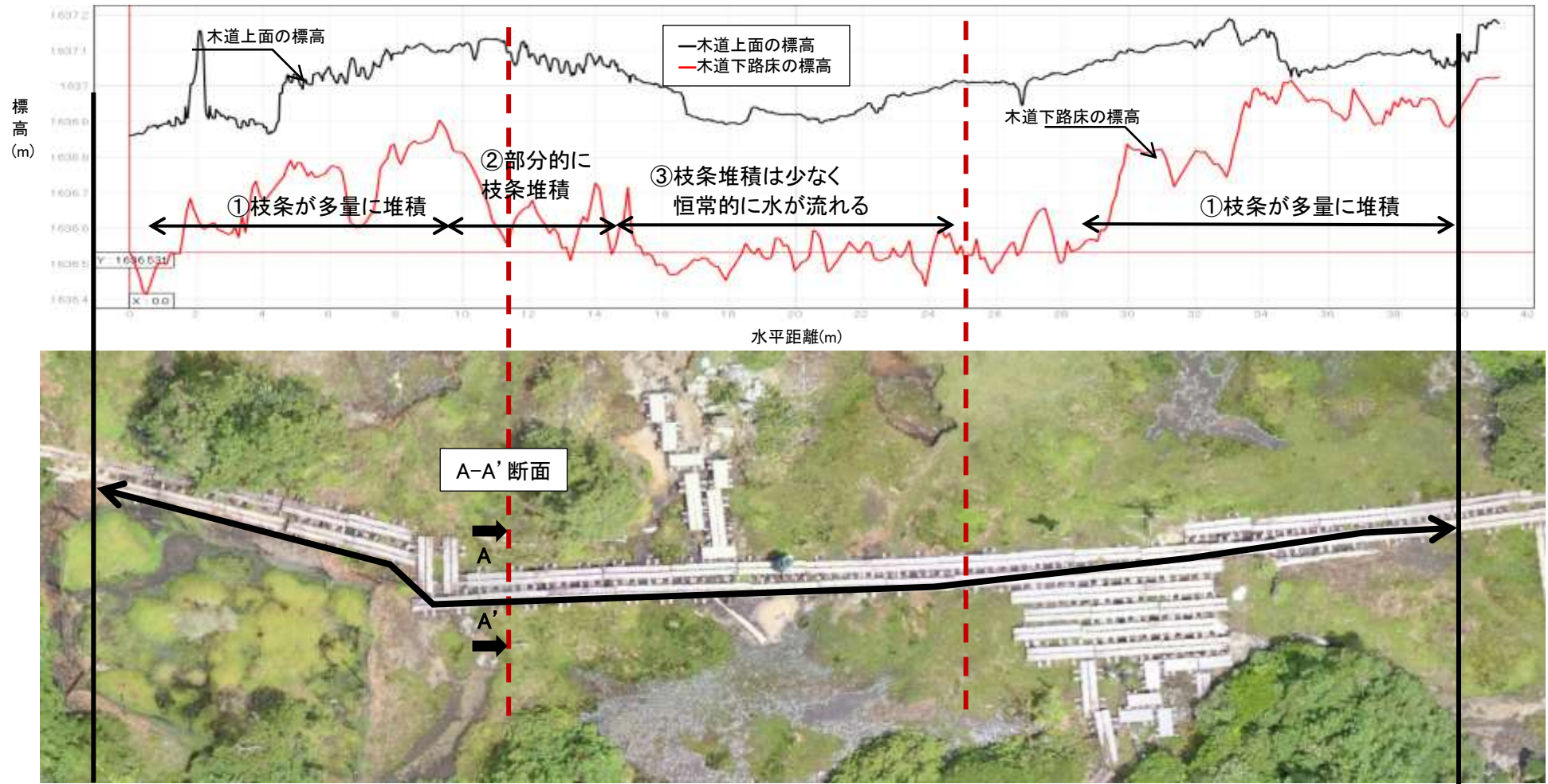


図 2-18 木道下の横断図(A—A' 断面)

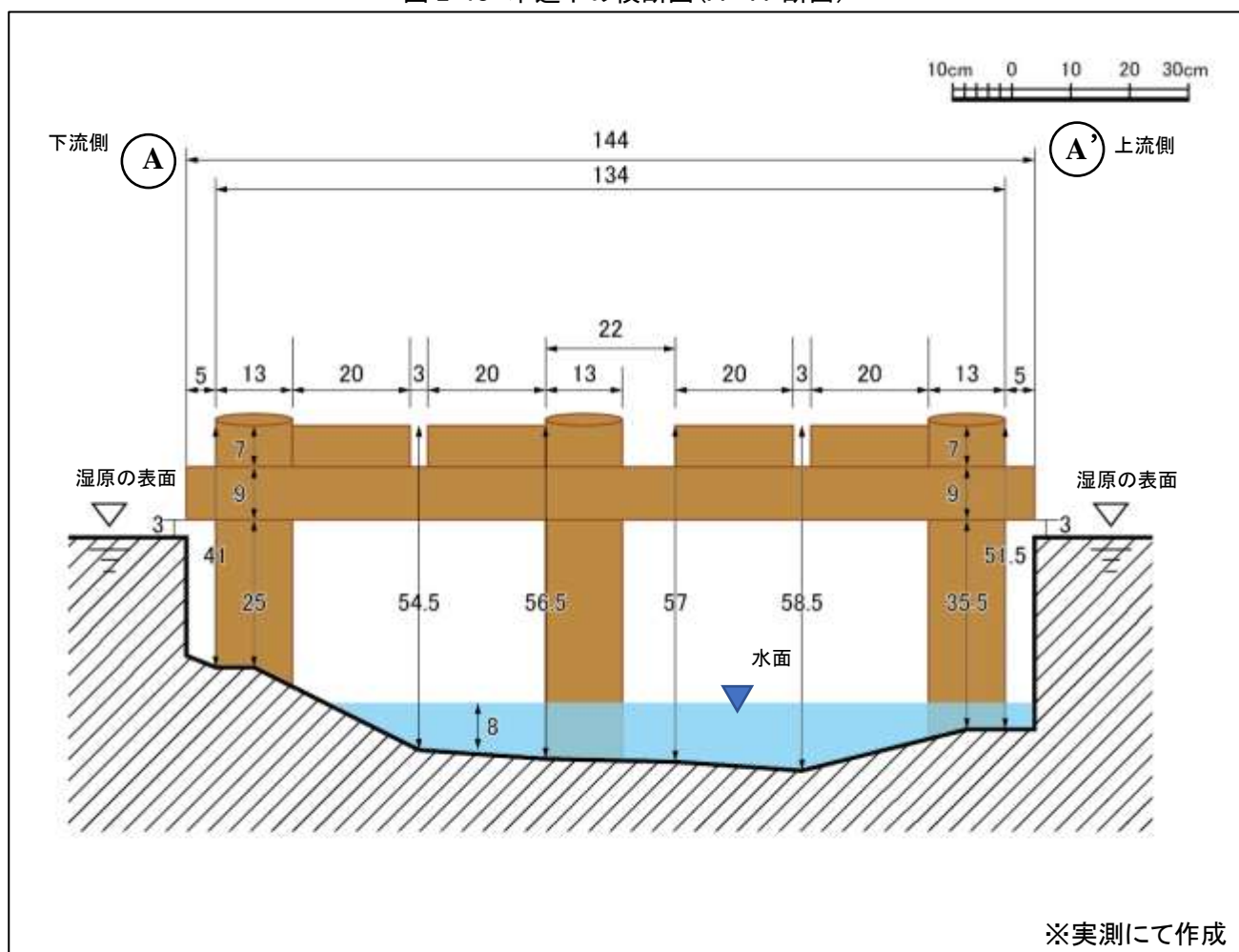
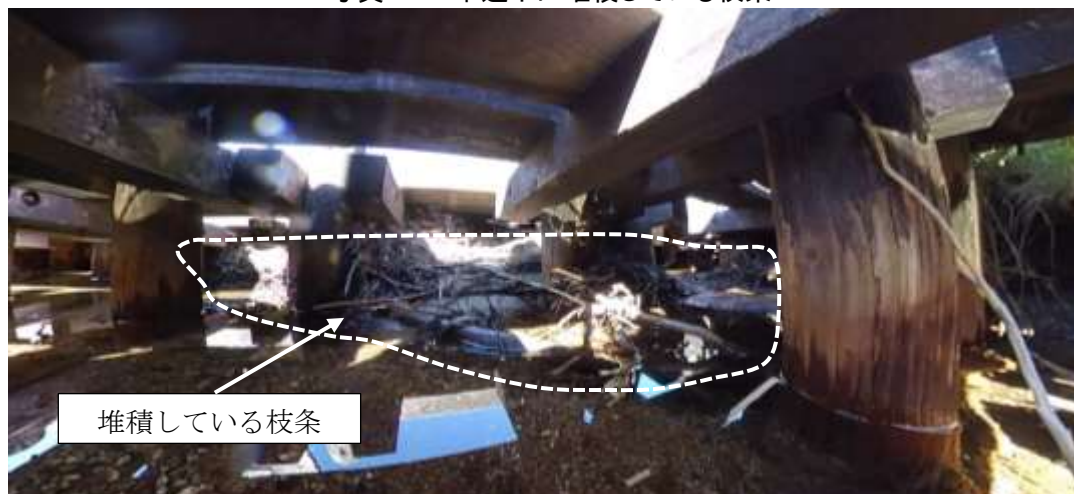


写真 2-1 木道下に堆積している枝条



(4) 希少種ハベマメシジミ調査

ハベマメシジミは落ち葉溜まりを好んで生息する二枚貝であり、鹿児島県 RDB において、絶滅危惧 I 類に分類されている。本種については、生息状況の変化を把握するため、過年度 (H18, H22, H27) からコドラート調査 (0.5 m²) と落ち葉溜りでの概況調査を実施してきた。

本年度は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においても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でも複数個所で多くの個体を確認することができた (写真 2-2)。

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、複数個所で確認できた。

写真 2-2 花之江河で確認した個体 (50 個体以上、令和 3 年 9 月 21 日調査)



写真 2-3 花之江河の生息地 (水中から撮影)



(5) 試行的保全対策

河床低下や流路の拡幅が生じている花之江河において、緩やかに土砂等を堆積させて河床低下の進行を回避すること、及びその効果的な方法を検証するために、令和元年12月に丸太木柵工の設置(図2-19の3箇所)による試行的対策を実施した。設置箇所は河床低下が進み、レキが表面に現れている流路(1流路)を対象とした。

設置後のモニタリングは、設置当日を含めて6回実施しており、設置当初と同じ構図での写真撮影(図2-20)、土砂堆積部の計測、流路の状態を観察し、浸食が顕著な場所への対応策として適用できるかどうかを有識者と現地視察し、検討をおこなった。

図2-19 試行的保全対策(丸太木柵工)の設置箇所

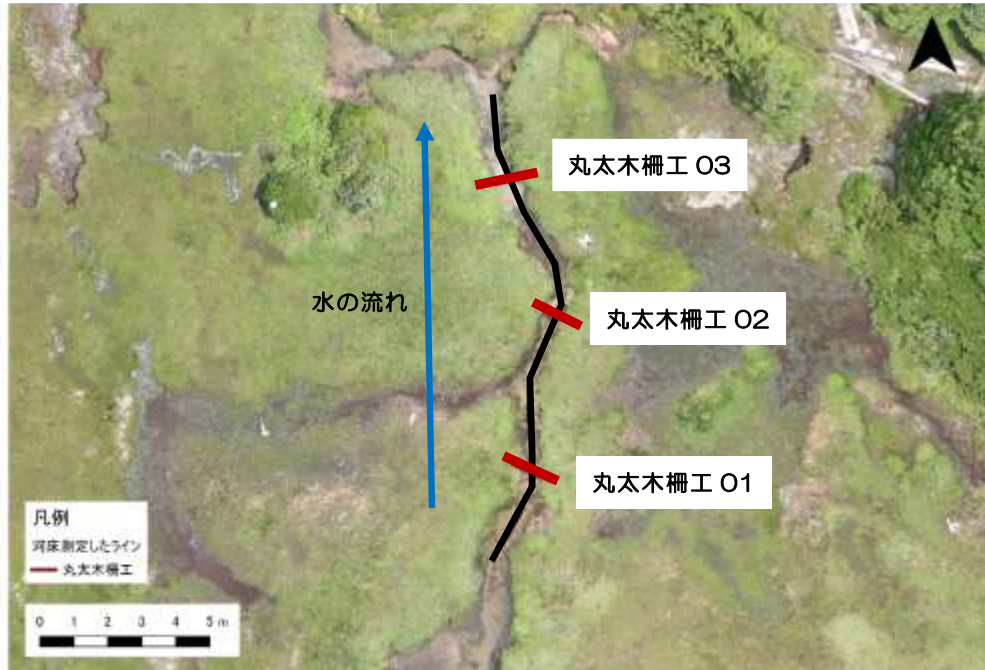
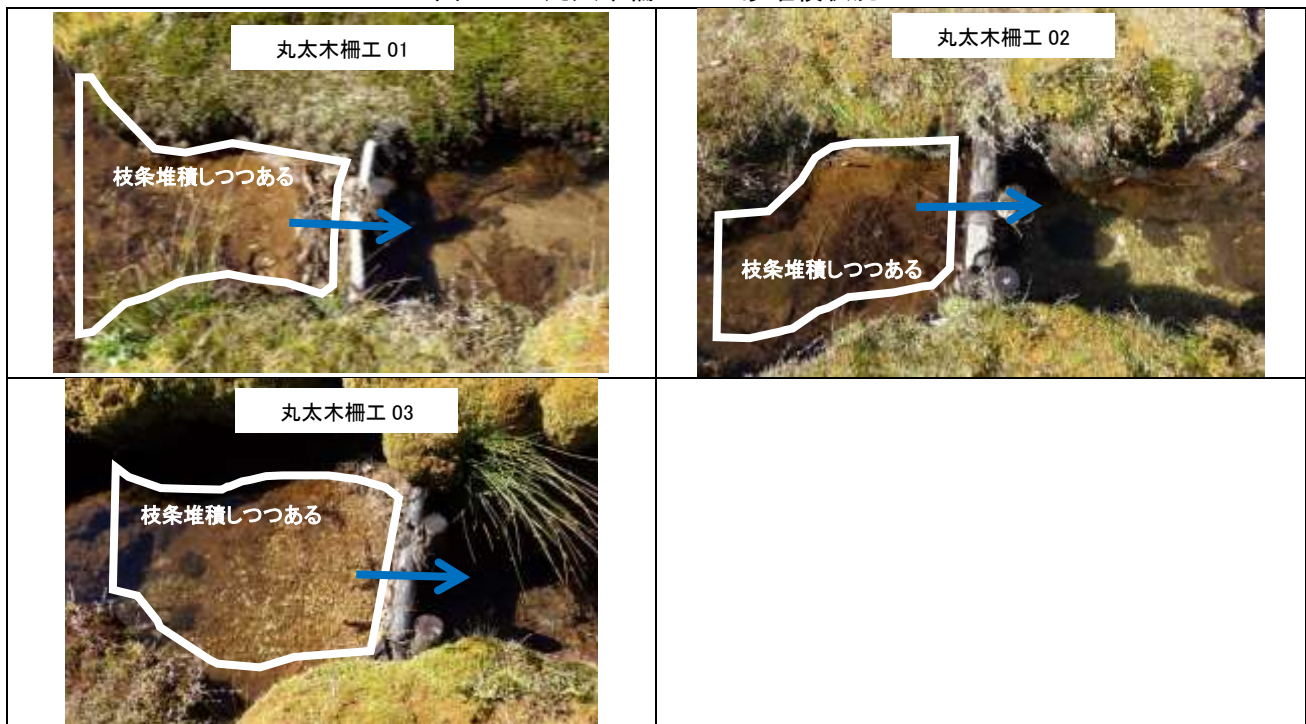


図2-20 丸太木柵工の土砂堆積状況



●実施結果(中間報告)

- ・ 試行的保全対策で設置した丸太木柵工の上流側は、3箇所とも砂礫の上に枝条が堆積しつつあり、水中には水生植物が生育し始めていた。
- ・ 水たたき部には10～15cm程度の浸食が見られたが、側壁の浸食は見られないことから、対応はせずにモニタリング継続する。一方、これまでの調査からは湿原上流側から浸食された土砂が湿原内へ運ばれており、相当量の土砂が動いているため、浸食は一時的なものと思われる。
- ・ 以上より、丸太木柵工が期待した効果を発揮しつつあることが確認できたことから、現状を維持し、当初の令和4年で撤去するという方針を延長して継続することを検討していく。

(6) 高層湿原保全対策(素案)

屋久島高層湿原保全対策検討会において策定を目指す「屋久島高層湿原保全対策」(以下「保全対策」という。)の素案の構成(骨子)は現時点で下記のように考えている。次年度に開催する2回の検討会を経て策定を目指すこととしている。

1) 屋久島高層湿原保全対策(素案)

【屋久島高層湿原保全対策(素案)構成イメージ】

1. 策定の目的
2. 背景
 - (1) 湿原の成り立ちと変遷
 - (2) 湿原の特徴と価値
 - (3) 保全に関する取組の経緯と課題
3. 保全対策の対象区域
4. 保全目標と基本方針
 - (1) 保全目標
 - (2) 基本方針
5. 保全対策
 - (1) 保全対策の基本的な進め方
 - (2) 具体的な対策
6. モニタリング

屋久島高層湿原保全対策(素案)

1. 策定の目的

- ・保全対策の策定に至った経緯と、策定の目的について記載。

2. 背景

(1) 湿原の成り立ちと変遷

- ・7000年前(鬼界カルデラ大噴火)以前の湿原、7000年前から2500年前までの変遷、2500年前以降の変遷について記載。
- ・近年50年間の変遷(木道設置前と設置以降)について記載。

(2) 湿原の特徴と価値

① 地形や地質

- ・令和元年度～令和4年度の地質調査(分析)結果、測量、基盤面等の調査結果から記載。

② 水文的特徴

- ・令和元年度～令和4年度の水文調査及び温湿度調査から水収支を取りまとめて記載。

③ 植生ほか

- ・令和2年度の植物群落調査の結果から記載。
- ・令和3年度までのハベマメシジミ調査結果から記載。

(3) 保全に関する取組の経緯と課題

- ・山岳部では昭和30年代後半から整備が行われるようになり、湿原では昭和56年には木道設置(環境省)、それ以降は利用者急増による土砂流入への対策として昭和63年～平成3年の湿原の保全対策、平成13年～14年の土砂流入防止対策などの各種対策を実施してきた経緯とその効果や現状の課題について記載。

3. 保全対策の対象区域

- ・花之江河及び小花之江河での保全対策区域を図示。

4. 保全目標と基本方針

(1) 保全目標

- ・過去における特定の時期の湿原を目標にして回復させるということではなく、湿原環境を自然の流れ(長期的遷移)に近づけるよう環境の回復を目指すことを目標とすることについて記載。

(2) 基本方針

- ・保全目標を実現するための取組の方向性について記載。
- ・高層湿原保全対策検討会でのこれまでの議論を踏まえ、人為的影響による湿原の短期的遷移を取り除く、あるいは最小限に抑えて、湿原環境を自然の流れ(長期的遷移)に委ねることについて記載。

5. 保全対策

(1) 保全対策の基本的な進め方

- ・対策の実施に当たっては、湿原への影響を十分に考慮する必要があることについて記載
- ・湿原地形の急激な変化を把握できるよう、モニタリングを行いながら慎重に進めることについて記載。

(2) 具体的な対策

- ・案1 湿原環境を自然の遷移に委ねる
- ・案2 湿原への人為的影響を可能な範囲で除去する
- ・案3 景観等を維持しつつ、湿原への人為的影響を可能な範囲で除去する

6. モニタリング

- ・対策の効果は継続的なモニタリング(流量測定、水位観測等)により確認することについて記載。
- ・モニタリングから急激な変化を把握した場合には、緩和するための処置を講じるなど、順応的管理による保全対策を進めることについて記載。

3 令和4年度に実施するモニタリング調査及び検討会の開催について

(1) 高層湿原の植生状況モニタリング調査及び保全対策の実施

令和3年度に実施した小花之江河植生回復調査、地表水や地下水のモニタリング調査、及び試行的保全対策を継続して実施する。また、令和4年度には「高層湿原保全対策」の作成を行い、同年第2回科学委員会へ報告する。

令和4年度に実施する調査項目は以下の①～④の4項目のとおり。

また、今後も保全対策の実施に向けたモニタリングが必要となることから、現在設置しているそれぞれのモニタリング機器及び試行的保全対策の丸太木柵工については令和5年度以降も設置の継続を検討している。

- ① 小花之江河における植生保護柵設置後の植生回復調査
- ② 水の収支、地下水、水温・気温等モニタリング調査
- ③ 花之江河における試行的保全対策
- ④ 高層湿原保全対策の作成

(2) 令和4年度高層湿原保全対策検討会の開催について

高層湿原保全対策検討会については2回開催する(表3-1)。1回目は屋久島開催とし、検討会の前日に検討会委員並びに関係行政機関及び地域関係団体による現地視察を行い、保全対策(案)に提示している内容(特に具体的な対策)について、現状の確認と現状を踏まえた意見交換を行う。

翌日に開催する第1回検討会では、現地視察の結果を踏まえて、保全対策(案)について検討を行い、おおよその方向性を固める。

2回目は鹿児島市内で開催することとし、最終の保全対策(案)を提示する。

特に令和元年度から実施してきたモニタリング結果等も踏まえ、湿原の水収支、湿原の成り立ちと変遷、保全目標等を確認した上で、保全対策について、出席者の合意を得て決定したいと考えている。

表 3-1 令和4年度の検討内容

検討会	開催場所 開催時期	検討内容
第1回検討会	屋久島内 6月頃	1日目(現地視察) 参加者：検討会委員、関係行政機関、地域関係団体 内容：保全対策に提示している内容(特に具体的な対策)について、現状の確認と現状を踏まえた意見交換
		2日目(検討会) ・令和4年度の調査内容について ・保全対策(案)の検討
第2回検討会	鹿児島市内 12月頃	・これまでのモニタリング結果等から、湿原の特徴(水門、地質)等について提示 ・保全対策(最終案)の検討 ・対策の実施に向けた次年度以降の予定

4 高層湿原の現状と課題

湿原検討会では、前述の「屋久島高層湿原保全対策（素案）」の中で、具体的な保全対策についても検討を進めており、それに伴い、湿原内に設置している人為の構造物についても、それらの影響について調査を始めたところである。具体的には、湿原の木道や、花之江河に設置している植生保護柵（シカ柵）となる。

本年度の湿原検討会のなかでも、木道やシカ柵の影響が湿原にもたらしている影響について出席者で共有したところであるので、科学委員会でも検討内容についてご報告をさせていただく。

ただし、湿原への具体的な対策についても、議論はすすんではいるが、様々が立場での考え方や意見がでてきたところであるので、それについては次年度の科学委員会で報告を予定している。

(1)花之江河

- ・ 本来湿原全域に水・土砂や枝条が広がるべきところ、木道とシカ柵で枝条がせき止められ、泥炭の原料ともなる枝条が湿原内に供給されにくい状態にある。（湿原構成材料の移動阻害）
- ・ また、木道下には部分的に枝条が堆積しており、堆積の少ない箇所にも水が集約され、特定の流路からのみ湿原内に入っている状況にある。
- ・ このため、特定の流路へ水流が集中するとともに流れが速くなり、枝条が流路に入ってきたとしても、湿原内にはとどまらず、下流まで流れてしまう状況にある。湿原内に枝条が堆積しにくい環境になっているため、泥炭形成が進みにくくなり、湿原全体の地下水位は低下していく傾向にあると推測される（必ずしも確認されていない）。
- ・ 特定の流路への流水の集中によって流路の侵食が起こっている。（木道等による水の流れの移動規制）
- ・ 湿原中央部のマウンド（扇状地）はダム（塞き上げ）の役割を果たしてきており、湿原に水が滞る状態を維持してきたが、黒味岳歩道方面からの土砂流入対策を講じた結果、黒味岳歩道方面から扇状地への土砂供給が減少したため、ダム（塞き上げ）の役割を果たせなくなり、本来、湿原に水が滞るような状態を保っていたであろう湿原全体のバランスが悪くなった。結果、上流から入ってくる水が、湿原内でせき止められることなく、上流から下流まで滞りなく流れるようになり、現在のように水路を深く彫り込んでしまうようになったと推測される。（過度の歩道侵食対策、湿原の地下水位低下・乾燥化）



図5 花之江河





シカ柵のスカートネットに枝条が堆積



堆積している枝条

木道下に堆積している枝条

(2) 小花之江河

- 花之江河は上流に近いところに木道があり、湿原全体に影響が及んでいるが、小花之江河にはシカ柵が3か所あるものの、木道が湿原の上流側でなく、湿原の中ほどを通っているため、木道の影響は湿原の半分程度の面積となっている。木道より上流は面的に水や枝条が広がっており健全な状態だと思われる。
- 花之江河と比較すると、小花之江河の方が木道下を水が流れやすく、流路が固定されていない状況となっている。
- 花之江河へ向かう登山道からは土砂流入が認められており、土砂はハベマメシジミの生息地の一部へ流入していることから、生息環境への影響が懸念されている。一方、淀川登山口へ向かう登山道からも土砂流入はあるが、ハベマメシジミ生息地へは流入していない。



図6 小花之江河

花之江河に設置された植生保護柵内外における植生調査結果の考察

1. はじめに

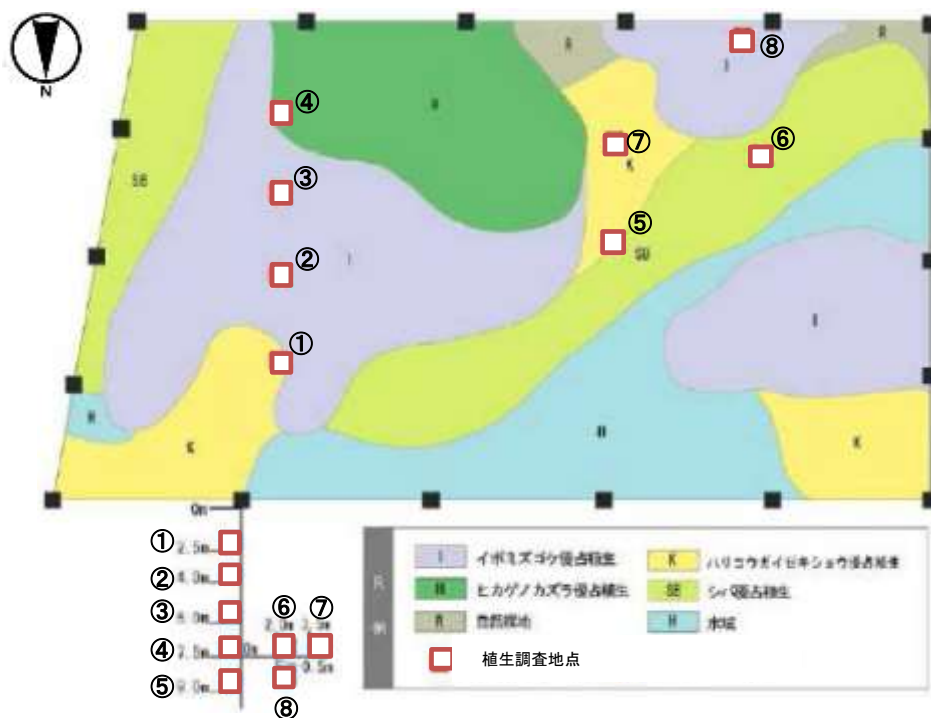
1.1 目的

花之江河の植生保護柵（以下「シカ柵」という。）は、ヤクシカによる湿原植生への採食や踏圧等の影響を評価するために、平成23年に環境省によって設置されたものであるが、近年では、シカ柵によって落葉落枝がせき止められ、湿原へのそれらの自然流入が阻害されている状況も指摘されている。このため、シカ柵設置から10年が経過したことを受け、シカ柵内外の植生の変化を比較し、シカによる湿原植生への影響を評価するとともに、仮にシカ柵を撤去した場合の植生や湿原全体への影響、効果の考察を行うことを目的とする。

1.2 調査方法

過年度（平成23年度・24年度・25年度・令和2年度）に調査された植生保護柵内外の確認種の変化を検証し今後の動態予測を行う。植生の把握方法については以下に詳細を示した。

- ・過年度の調査記録において、ブラウン・ブランケの被度区分のみで植被率（%）の記録がない平成23年度・平成24年度については、「九州森林管理局『平成31年野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備調査（屋久島地域）』（4）森林生態系管理の目標の設定」に倣って便宜的に各被度区分の最大値をとり、被度5→100%、被度4→75%、被度3→50%、被度2→25%、被度1→10%、被度+→0.5%と換算して植被率を算出して比較した。
- ・また、概況調査としてシカ柵外から見たシカ柵内の植生状況を撮影した。これらを基に、シカ柵を撤去した際に起こりうる変化や、撤去により期待される効果についても記述した。
- ・なお、各調査年度における生育確認種についてはコケリンドウ、ノギランをそれぞれヤクシマコケリンドウ、ヤクシマノギランに、ウメバチソウをヒメウメバチソウに統一する等、明らかに同一の植物を指しているものについては種名を統一して記載した。



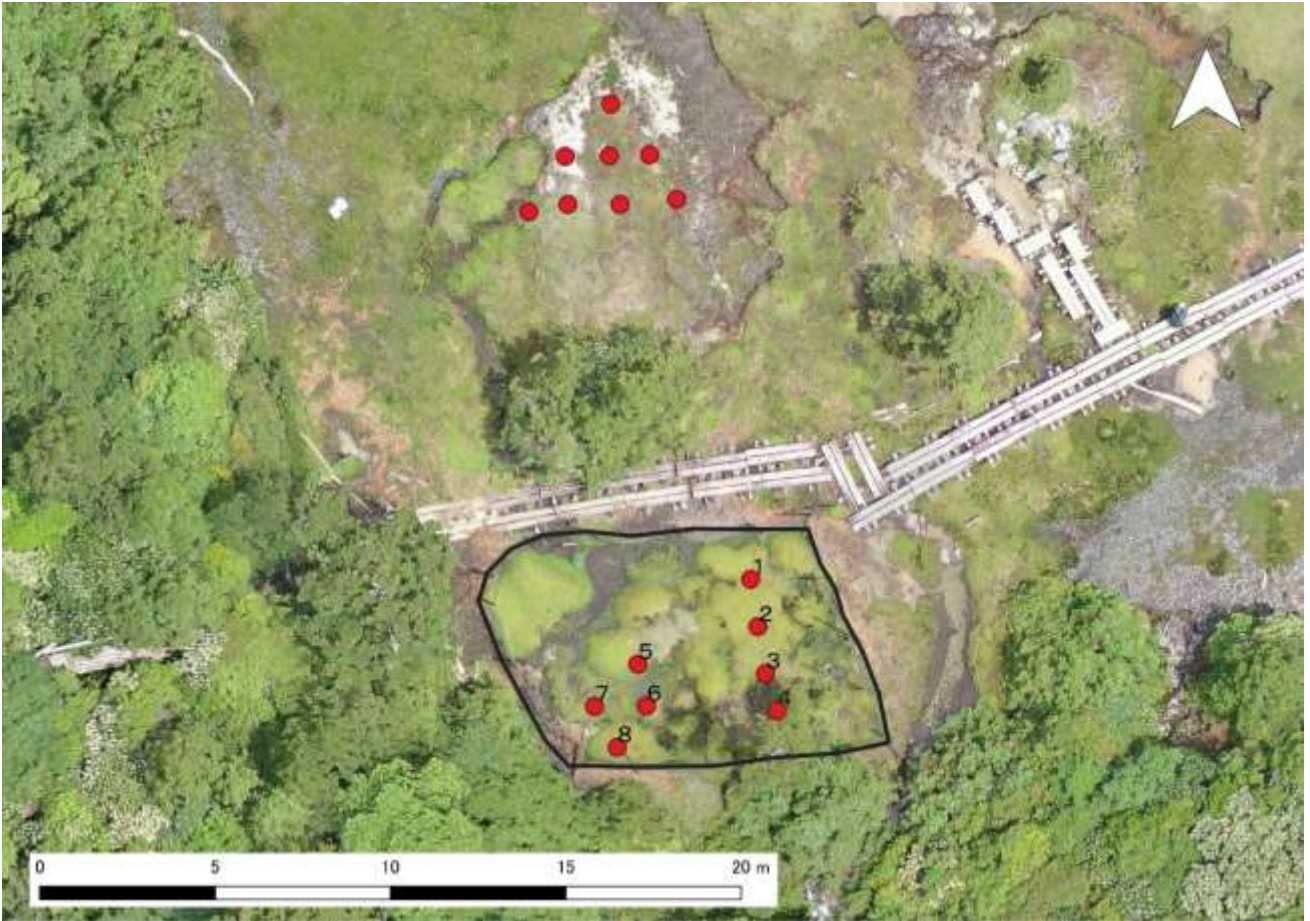


図1 花之江河植生保護柵の小コドラートの位置
(平成28年度「屋久島国立公園におけるヤクシカ保護管理対策推進業務」報告書より抜粋)

3. 結果

3.1 シカ柵内外の確認種数の経年変化(全体)

シカ柵内外のそれぞれの調査地点を全体で比較した場合、種数については、シカ柵設置当初の平成23年度から平成24年度に柵内外ともに大きく増加している。それ以降は、柵内では種数に大きな変動がない一方で、柵外では徐々に種数が減少したが、令和2年度には種数の回復が見られた。株数については、平成23年度から令和2年度にかけて概ね増加傾向にあり、特に令和2年度には、柵内外ともに著しい株数の増加が確認された。

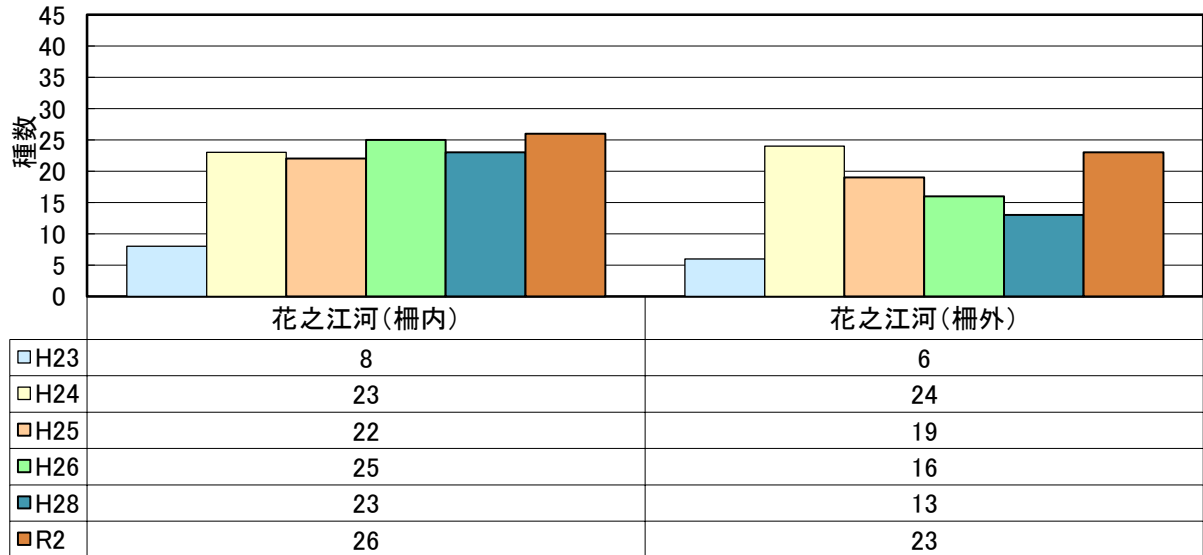


図2 植生保護柵内外における確認種数の経年変化(花之江河)

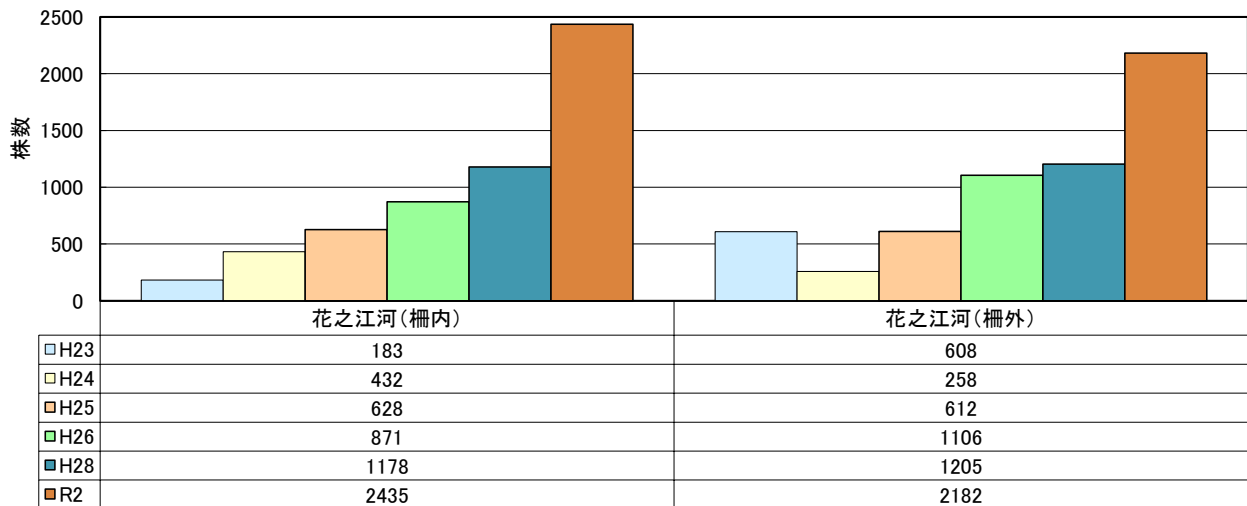


図3 植生保護柵内外における確認株数の経年変化(花之江河)

<令和2年度の確認種数と株数>

令和2年度のシカ柵内外における確認種とその株数について、植生保護柵内のコードラートで26種2435株を確認し、不嗜好性種の種数の割合が7.7%、嗜好性種の割合が3.8%となった。一方植生保護柵外のコードラートでは、23種2182株を確認し、不嗜好性種の種数の割合が4.3%、嗜好性種の割合は4.3%となった。

3.2 シカ柵内外の確認種数の経年変化(地点別)

個々のプロットについては、平成23年度から令和2年度までに確認された1プロットあたりの年度別の種数はシカ柵内で4~19種(最多は令和2年度のプロット3)、シカ柵外で4~16種(最多は平成24年度のプロット6)で、シカ柵内外ともに平成23年度から平成24年度にかけて増加が見られた。その後、シカ柵外全てとシカ柵内の一部では平成28年で一旦減少し、令和2年度にかけて再び増加するという傾向が見られた(図3、4)。これを種別に見ると(表2、3)、これまで消長の見られたものも含めた総出現種数はシカ柵内外で計45種であった。シカ柵内でのみ確認された種(以下、シカ柵内特産種)は8種、シカ柵外でのみ確認された種(以下、シカ柵外特産種)は6種となっていた。すなわち39種がシカ柵内の出現総数で37種がシカ柵外の出現総数であった。さらに令和2年度までにシカ柵内外とも消失種が13種あった(表4)。共通の消失種はオオミズゴケ、ヤクシマコケリンドウ、ヤクシマニガナの3種に過ぎず、シカ柵内外で計23種(種名が確定していないものがあるため暫定値。詳細は後述)が消失した。直近の令和2年度では、シカ柵内でのみに確認されるものやシカ柵内の方が出現プロットの多いものがコバノイシカグマ、ヒカゲノカズラ、タカネヒカゲノカズラ等、計12種あった。一方で、シカ柵外でのみに確認されるものやシカ柵外の方がシカ柵内より多く確認された種は、アセビ、シバ、スギゴケ、ヒメカリマタガヤ、ヤクシマホシクサの5種であった。

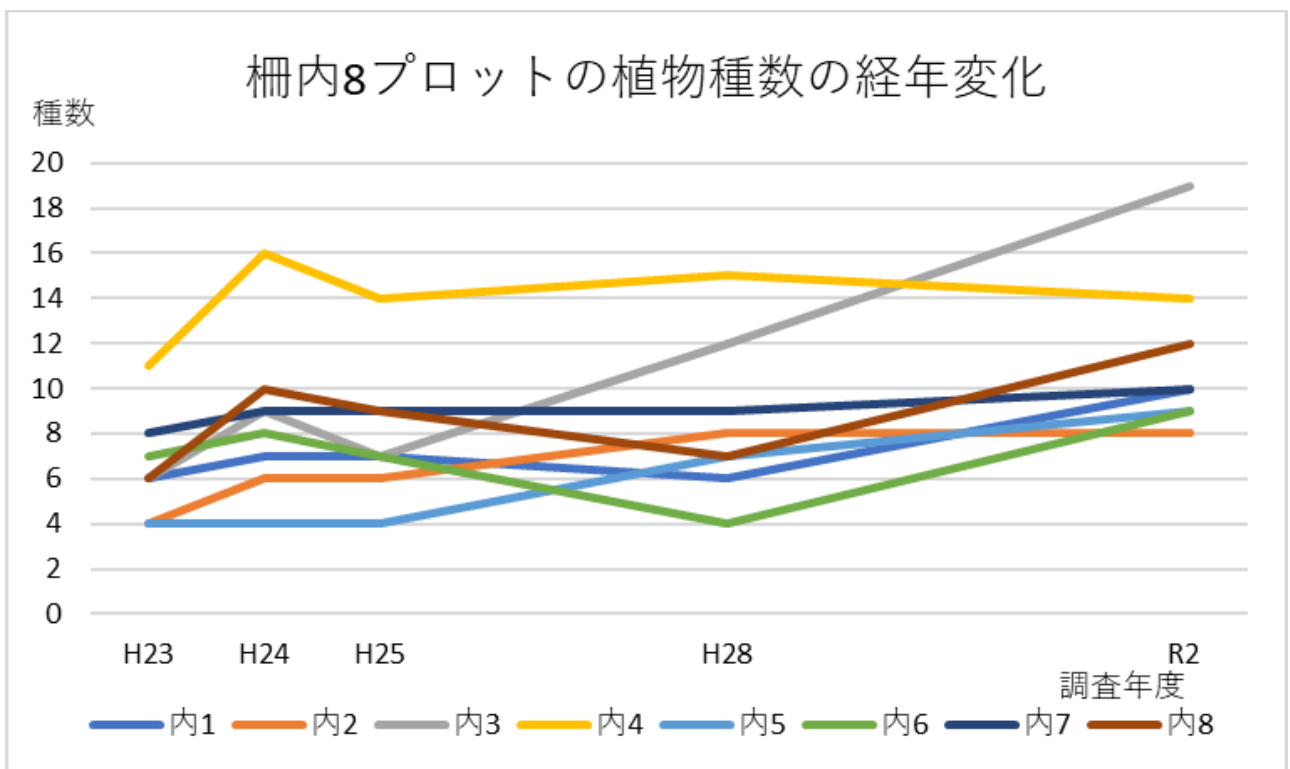


図3 シカ柵内8プロットの植物種数の経年変化

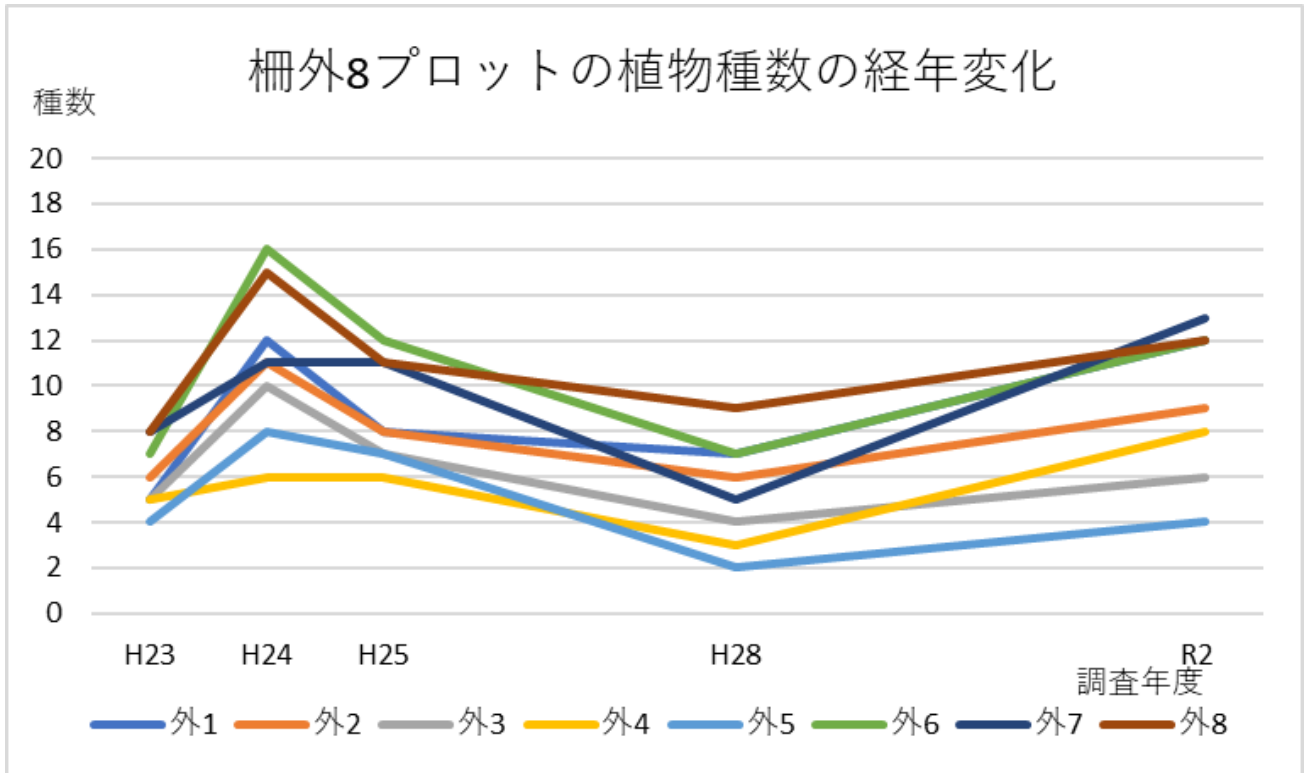


図4 シカ柵外8プロットの植物種数の経年変化

3.3 概況調査

令和3年9月に、シカ柵内の様子を撮影した(写真1、写真2)。シカ柵外から見たシカ柵内の状況はイボミズゴケが地上部の広い面積を覆い、その中心付近にススキ(ヤクシマススキ)、希少種A等のイネ科植物、イ(イグサ科)がわずかに群落を形成していた。島嶼状になった箇所の際縁部から水中にかけては緑色部が目立ち、ハリコウガイゼキショウや希少種B等が覆っていた(写真1)。シカ柵外周部のシカ柵内には落葉溜まりが見られ、その付近のシカ柵内にはリョウブ、イソノキ、ヤマグルマ等の木本の稚樹が生長していた(写真2)。



写真1 シカ柵内の中央部付近



写真2 シカ柵の辺縁部付近

4. 考察

4.1 シカ柵内外の確認種数の経年変化

シカ柵内外におけるそれぞれの調査地点全体としては、種数については、シカ柵設置当初の平成23年度から平成24年度に柵内外ともに大きく増加した。それ以降は、柵内では種数に大きな変動がない一方で、柵外では徐々に種数が減少したが、令和2年度には種数の回復が見られた。株数については、平成23年度から令和2年度にかけて概ね増加傾向にあり、特に令和2年度には、柵内外ともに著しい株数の増加が確認されたが、増加した種に関しては、十分な検証は困難な側面があるが、シカの嗜好性種、不嗜好性種に極端に偏っているわけではないことが示唆された。

た。

個々のプロット別に見ても、確認種数は、概ねシカ柵内外ともに平成23年から平成24年にかけて増加し、柵外では平成25年から平成28年にかけて減少、その後、柵内外ともに令和2年にかけては再び増加する傾向が見られた(図2, 図3)。柵内の種数の減少が見られていないことから、シカ柵には一定の効果があったことが示唆されるものの、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、確認種数の変化にはシカ柵とは別の要因が影響を与えている可能性があると考えられる。

また、シカ柵内外に分けて総確認種数を見ると、シカ柵内確認種が39種、シカ柵外確認種が37種とシカ柵内外であまり違いがないが、シカ柵内外での消失種の構成は大きく異なっていた。

4.2 確認種の植被率の経年変化

優占種はイボミズゴケ、ハリコウガイゼキショウ、ヤクシマホシクサの3種が多く、この3種の被度が少ないときにシモフリゴケが優占種になっていた。ハリコウガイゼキショウとヤクシマホシクサは常時冠水域で被度が高く、イボミズゴケは降雨時冠水域で被度が高い状況であった。ハリコウガイゼキショウとヤクシマホシクサは水中でもランダムに混在しているが、イボミズゴケは希少種C等を群落内に点在させながら、島嶼状に盛り上がった箇所から岸に向かって生育している。イボミズゴケはハリコウガイゼキショウ等と生育地域ですみわけの関係にあると推測されるが、シカ柵内ではこの3種がカーペット状に広がって、岸付近で競合するため、片方が増加すれば片方が減少する、という現象が起きると考えられる。

イボミズゴケについてみると、シカ柵内の元々被度の低い箇所はハリコウガイゼキショウ等の優占地域であることから問題ないと考えられるが、憂慮する必要があるのは被度が減少傾向にある箇所である。シカ柵内ではシカ柵内3が平成23年には100%であるが、令和2年には50%まで減少している。この箇所は他に競合種が見られない。シカ柵内8では平成23年度は100%であったが、令和2年度には20%にまで減少している。但し、この箇所ではハリコウガイゼキショウの被度が平成28年に70%まで上昇し、競合したものと考えられる。シカ柵外ではシカ柵外3、シカ柵外4が平成23年度にそれぞれ10%、75%を記録したのを最後に消失し、シカ柵外5では平成23年度に100%、平成24年度に50%、平成25年度に25%と漸減し、平成28年度には消失している。シカ柵外7では平成25年度に20%、平成28年度に10%、令和2年度に5%と漸減している。調査開始時から確認されていないシカ柵外6、シカ柵外8を除くと、令和2年時点で維持できているのはシカ柵外1、シカ柵外2の2地点となっている。ただし、九州森林管理局で実施している「屋久島世界自然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等委託事業」では平成18年度から花之江河での植生群落調査をしており、イボミズゴケを優占とする群落には大きな変化は認められていないことから、花之江河全体としてイボミズゴケ群落は維持されている。

4.3 概況調査結果からのシカ柵内環境の評価

シカ柵内中央部は、写真1の状態から、寒冷地で水温が低いため枯れたイボミズゴケが分解されずにスポンジ状の泥炭となり堆積して厚く盛り上がり、その上をイボミズゴケが一面に覆っている。泥炭は栄養分に乏しく酸性も強いため、そうした環境に耐えうるイネ科植物がイボミズゴケの群落の間にわずかに群落を形成している。この状態は地下からも水を吸い上げて蓄え、イボミズゴケも体に水を貯えている状況であると考えられる。

シカ柵内辺縁部は、写真2の状態から照葉樹や天然スギの落葉がシカ柵の辺縁に堆積している。これらも分解されにくい環境にあることは推測されるが、リュウブ、イソノキ、ヤマグルマといった樹木の実生株がシカ柵内の堆積物内にあつて少なくとも数年、生育していることから、シカ柵内の辺縁部は中心部より腐葉土化し、富栄養状態であることが考えられる。

4.4 シカによる湿原植生への影響とシカ柵の効果

1)～3)のシカ柵内外での種数等の増減や、消失種や消失状況の違い等を踏まえ、シカによる湿原植生への影響とシカ柵の効果を以下に整理した。

- ① シカ柵内において過去10年間に種数の減少がほとんど見られなかったこと、令和2年度時点でシカ柵内の方が出現プロットの多い種が12種（その逆は5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シカ柵による一定の防除効果があったことが示唆される。
- ② 調査地点における優占種はイボミズゴケ・ハリコウガイゼキショウ・ヤクシマホシクサの3種である。このうち最も被度の高いイボミズゴケの被度の減少が著しく、特に柵外では8つのプロットのうち、3つのプロットで消失し、令和2年の調査で15%以上の植被率があるのは2つのプロットである。ヤクシカによる踏圧等の影響とシカ柵による一定の防除効果があったことが考えられる。
- ③ 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が、影響の特定や程度について、明確な評価はできていない。
- ④ また、シカ柵内外で共通して消失した種も3種（オオミズゴケ・ヤクシマコケリンドウ・ヤクシマニガナ）存在しており、生育環境の変化等のシカ以外の要因が影響を与えている可能性が示唆される。

5. シカ柵を撤去した場合の影響について

5.1 シカ柵撤去時に考えられうる植生の変化

シカ柵で囲っている範囲は湿原全体のごく一部ではあるが、柵を撤去したときに想定しうる柵内の植生への影響としては、以下の推移が想定される。

- ① ヤクシカは、慣れてくるとエリア内に侵入してハリコウガイゼキショウ等のカヤツリグサ科を食する可能性が高い。
- ② ヤクシカが侵入することによって、エリア内の踏み固めと踏み崩しが起こり、イボミズゴケの群落が衰退する。その結果、イボミズゴケによる地下水の吸い上げがなくなり、乾燥化が進行する。
- ③ ヤクシカの糞が排泄されることにより富栄養化し、旧シカ柵外エリアで旺盛な種として確認された、シバ、スギゴケ、ヒメカリマタガヤや、樹木等の実生が出現する可能性が生じる。

5.2 シカ柵による湿原全体への影響

シカ柵南側（上流側）からの流路はシカ柵に当たり、上流から流れてきた落葉、落枝等がシカ柵の網に捕捉され、湿原への泥炭源の供給を阻害しているとともに、設置後10年近くが経過する中で、落葉、落枝等の堆積が進み、これらが壁となり湿原内への自然な水の流れを阻害している（図8）。

さらに、シカ柵に接する形で木道が設置されており、これらの橋桁とシカ柵の間に枝条が堆積し、堆積の少ない箇所には水が集約され、さらに自然な水の流れを阻害している（図7）。

このような状況が、湿原への自然な水の供給と湿原内植生以外の泥炭源の供給を阻害し、湿原環境の悪化を招いている。

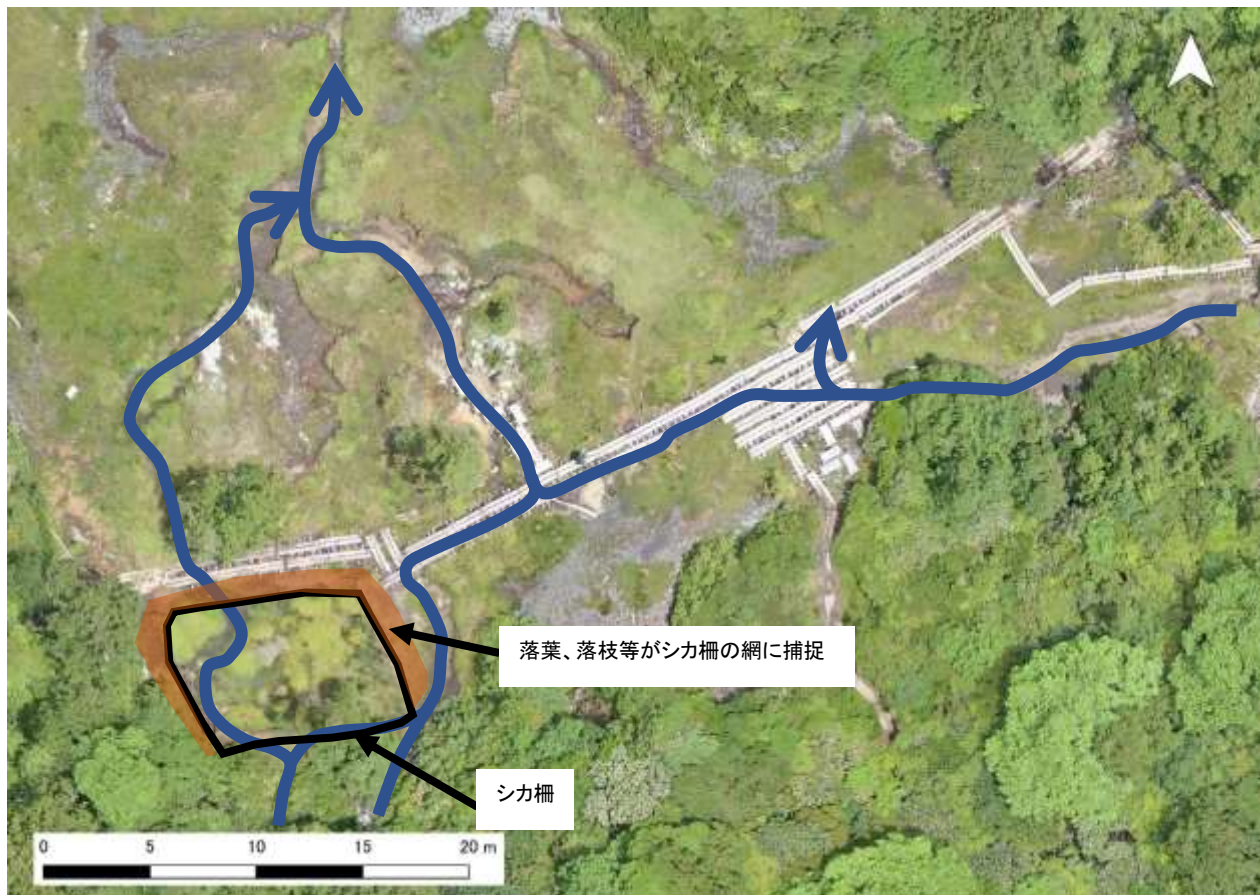


図7 花之江河の流路



図8 シカ柵による枝条の捕捉状況

5.3 シカ柵撤去により期待される効果

シカ柵の撤去時に考えられる植生の変化は前述のとおりであるが、シカ柵を撤去することにより、シカ柵に堆積していた落葉落枝が湿原内木道より北側に徐々に流れ込むことで、シカ柵辺縁部の水流がシカ柵設置前の状況に戻り、湿原全体における水の流入量の偏りが緩和されると考えられる。

このため、湿原全体で見ると、流路の固定化により地下水位の低下や湿原内植生以外の泥炭源の供給を妨げている要因が緩和され、湿原涵養としては望ましい状況になると推測される。

また、今後、策定される湿原保全対策の基本的な目標である「人為的影響による湿原の短期的遷移を取り除く、あるいは最小限に抑え、湿原環境を自然の流れ（長期的遷移）に委ねる。」ことができると考えられる。

参考文献

- 橋本佳延・藤木大介（2014） 日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好植物リスト 人と自然
Humans and Nature 25:133-160.
- 一般社団法人日本森林技術協会（2010） 平成 22 年度 屋久島世界自然遺産における天然スギ等森林生態系に関するモニタリング調査及び同計画の作成に係る業務報告書.292pp. 九州森林管理局
- 一般社団法人日本森林技術協会（2019） 平成 31 年度 野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備調査（屋久島地域） 報告書. 144-170. 九州森林管理局
- 樹木・環境ネットワーク協会（2000） グリーンセイバーマスターテキスト.278pp.特定非営利活動法人樹木・環境ネットワーク協会
- 株式会社一成（2016） 平成 28 年度 屋久島国立公園におけるヤクシカ保護管理対策推進業務」報告書.66pp. 環境省九州地方環境事務所
- 川上洋一（2006） 絶滅危惧の昆虫事典 17. 46-47. 東京堂出版
- 九州森林管理局（2012） ヤクシカ好き嫌い植物図鑑. 103pp.