

## 水の収支、地下水、 水温・気温等モニタリング調査（中間報告）

高層湿原内は、流路の形成、浸食や拡幅等による乾燥化や水位低下が懸念されている。これらの変化については、まずは自然の遷移のほかに、外的な要因等があるか調べる必要があるとして、これまでの検討会の中で議論されてきた。

令和元年度は、湿原の乾燥化、水位低下に関する情報を収集するため、湿原の水収支、湿原の気象データ全般、豊水期及び渇水期の流量観測のモニタリング調査を開始した。モニタリング調査は設置後 2 年間程度の実施を予定している。モニタリング調査結果から、外的要因が明確となり対応が必要となった場合には、試行的保全対策の結果も踏まえて、対応方針の検討を行う。

### 1 モニタリング項目

湿原の乾燥化、水位低下に関する情報を収集するため、①流入流出量観測、②豊水期および渇水期の流入流出量観測、③気象観測の 3 つに分けて実施する。また、得られた流入流出量のデータは、流量算出のための関係式を導くために活用する。

#### ①流入流出量観測（通年観測）

湿原の水収支を把握するため、地表水の水位観測、地下水の水位観測を行う。

#### ②豊水期および渇水期の流入流出量観測（豊水期と渇水期を含め年数回）

湿原の水収支を把握するため、同日の流入流出量を観測する。

#### ③気象観測（通年観測）

水収支に係る蒸発散量を割り出すため、湿原の気象データ全般を把握する。

### 2 調査地点

モニタリング項目①～③の地点数を以下に整理した（表 2-1、図 2-1～2-2）。

表 2-1 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流入流出量観測	地表水の水位観測 (通年)	流入 1 箇所(GPS320) 流出 1 箇所(GPS321)	なし
	地下水位観測 (通年)	1 箇所(GPS335)	1 箇所(GPS332)
	大気圧観測 (通年)	1 箇所(GPS334)	なし
②豊水期および渇水期の流入流出量観測	水位・流速観測 (流速計による年数回の計測)	流入 2 箇所(GPS320,322) 流出 1 箇所(GPS321) ※内、流入 1 箇所、流出 1 箇所では水位計による水位観測を行っている。	流入 1 箇所(GPS323) 流出 1 箇所(GPS336) (※GPS324 は変更前地点)
③気象観測	水温度計 (通年)	1 箇所(GPS326)	1 箇所(GPS327)
	泥炭層温度計 (通年)	1 箇所(GPS325)	1 箇所(GPS328)
	温湿度計 (通年)	1 箇所(GPS334)	なし

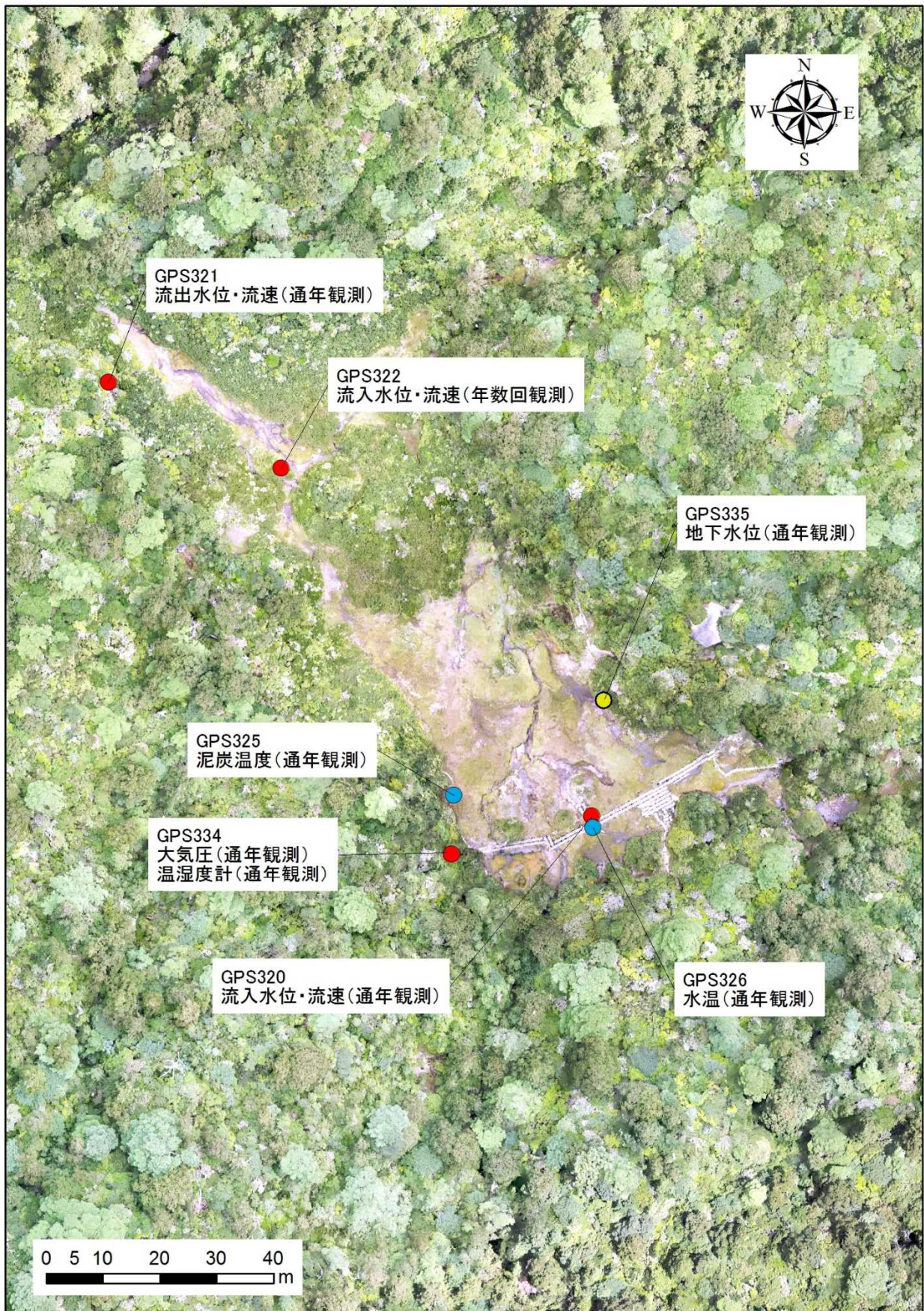


図 2-1 花之江河の調査地点

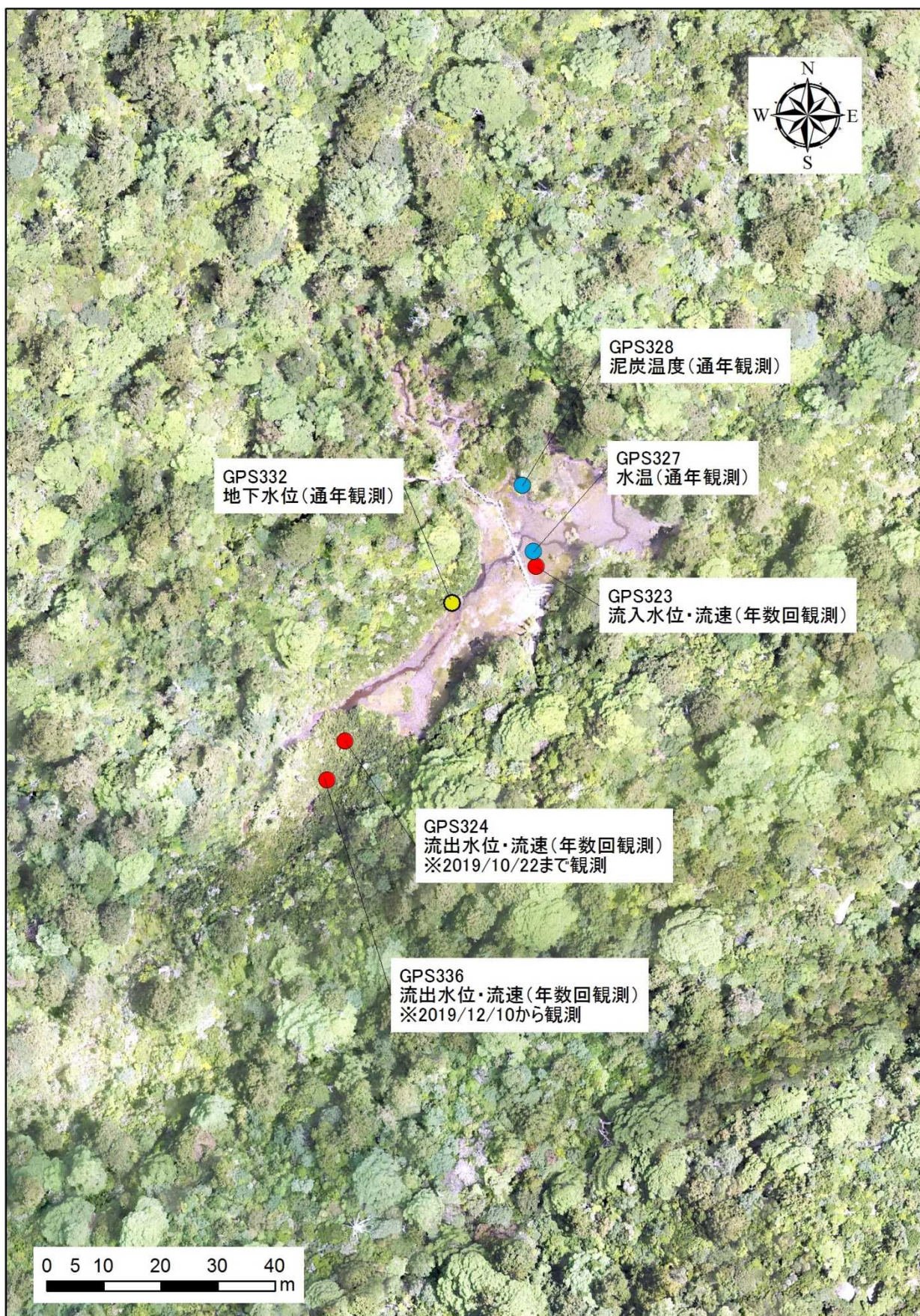


図 2-2 小花之江河の調査地点

### 3 観測結果（中間報告）

#### 3-1 ①流入流出量観測

##### （1）調査方法

花之江河と小花之江河の地表水位・地下水位・大気圧を観測するための測定器を設置し、表流水、地下水位の観測を行った。地表水位は流路の水位を計測、地下水位は地表から 30cm 地下の水位を計測している。測定間隔は 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（GPS334）は、水位・地下水位（GPS320,321,335,332）の計測地補正として使用している。

表 3-1 計測器ごとの測定期間

場所	測定対象	GPS No	温度測定器 (口ガー)No	観測期間
花之江河	大気圧	334	a001	令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)
	地表水位 (流入)	320	w001	令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)
	地表水位 (流出)	321	w002	令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)
	地下水位	335	w003	令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)
小花之江河	地下水位	332	w004	令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)
花之江河	温湿度計	334		令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日 (火)

(2) 調査結果

◇ 地表水位と降水量の変動

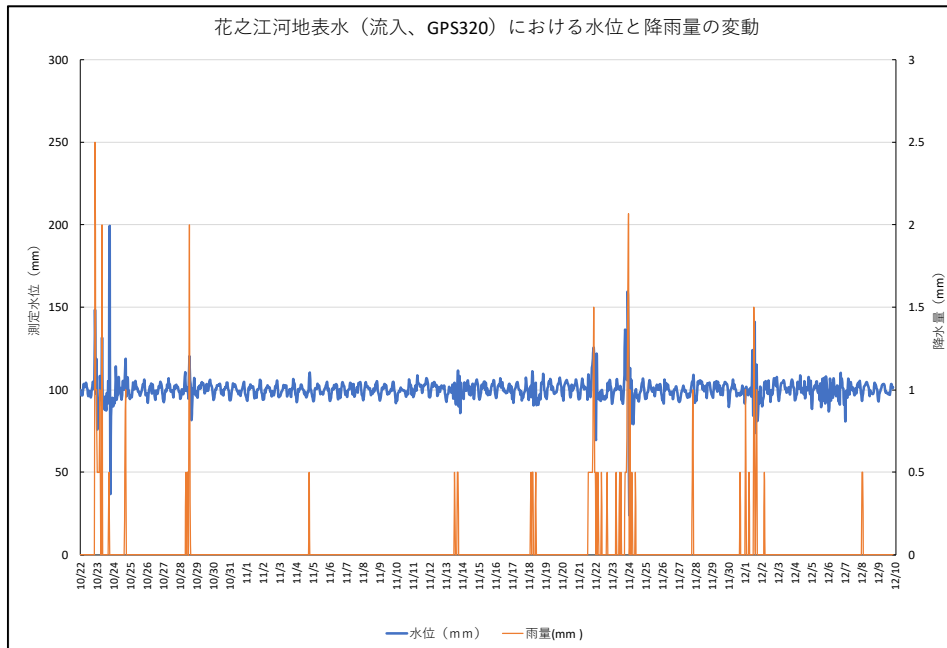


図 3-1 花之江河地表水(流入、GPS320)における水位と降水量の変動

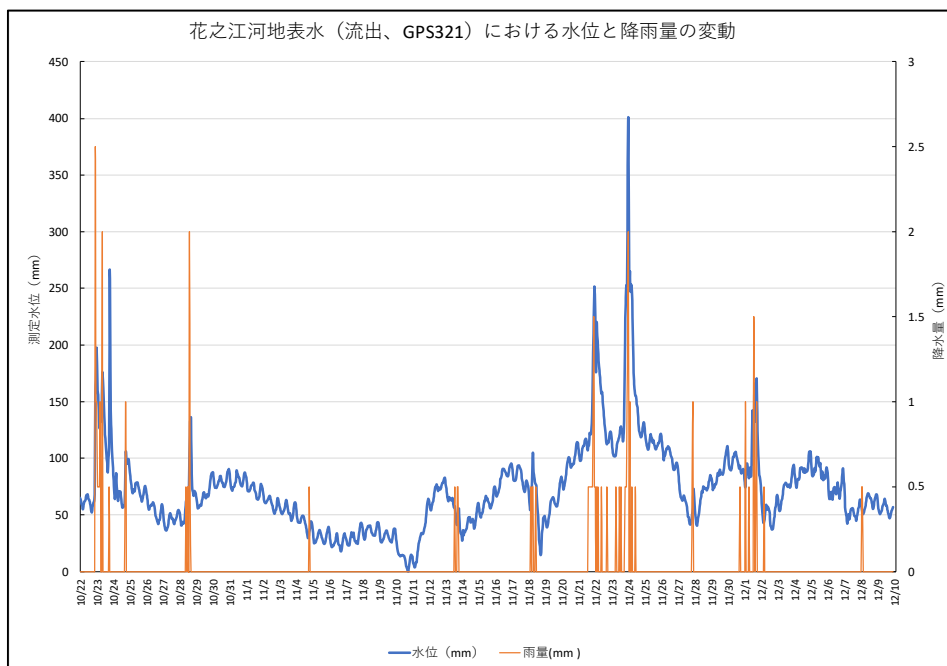


図 3-2 花之江河地表水(流出、GPS321)における水位と降水量の変動

- ・ 花之江河地表水（流入、GPS320）の水位は 100mm 前後を水位している。降雨直後には、25mm～50mm 程度の上昇があるが、数時間後には降雨前の水位に戻っている。
- ・ 花之江河地表水（流出、GPS321）の水位は 50mm～120mm 付近を変動している。降雨直後には 250mm 程度まで大きく上昇し、降雨量が多い場合には数日間かけて緩やかに降雨前の水位に戻っている。

◇ 降雨に対する水位反応（地表流水）

降雨に対する地表水の反応を見るため、降水量 1.5mm 以上を計測した時点から、前後 5 時間の降水量と地表水水位の変動を図 3-3～図 3-4 に示した。

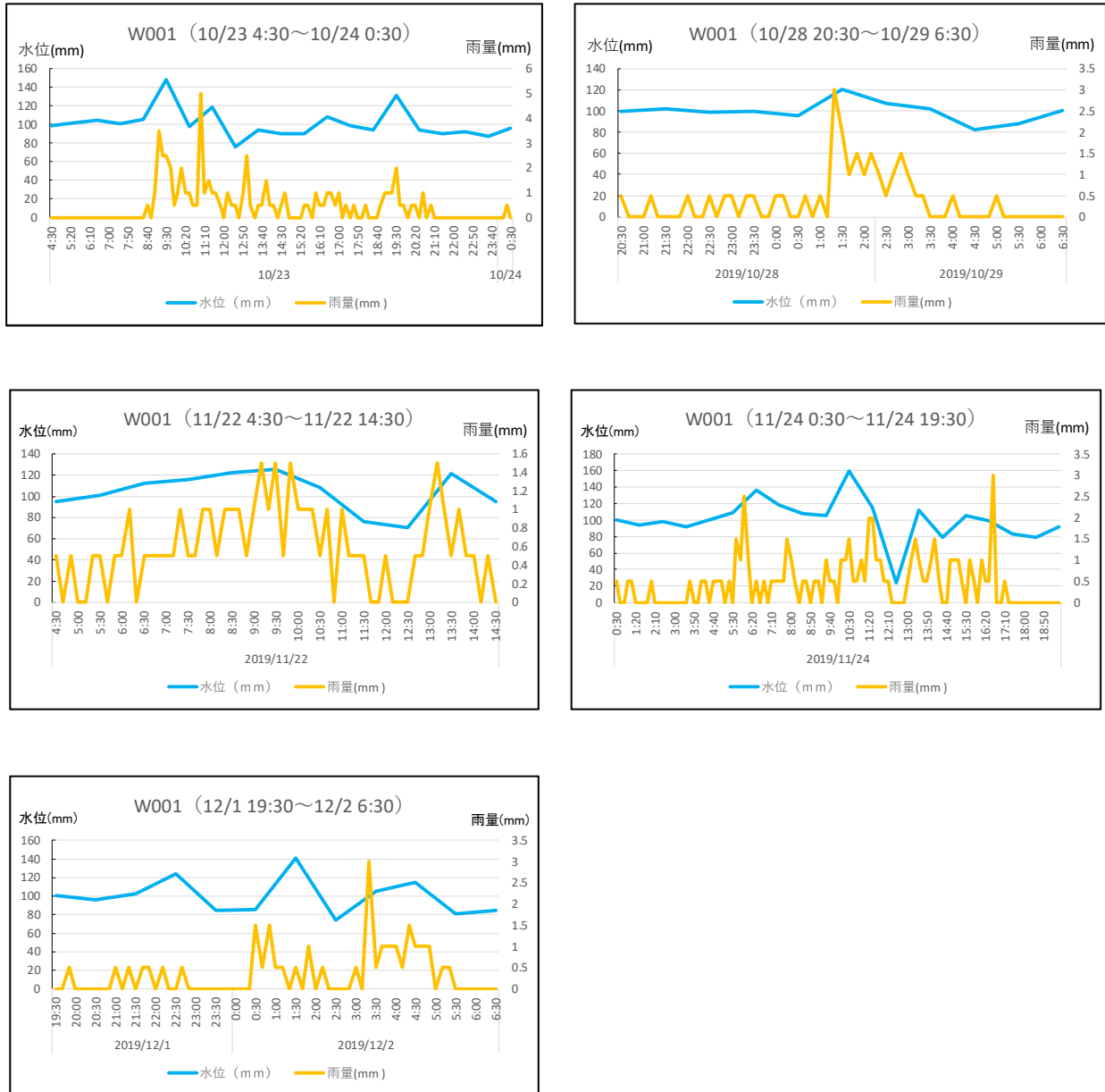


図 3-3 前後 5 時間の降水量と花之江河地表水(流入、GPS320)における水位の変動

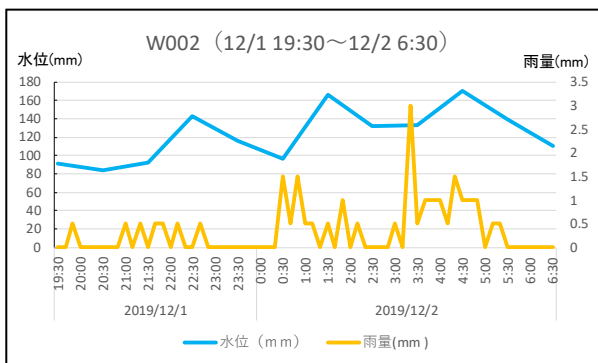
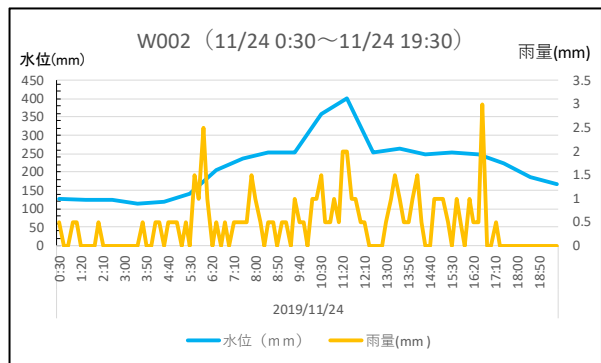
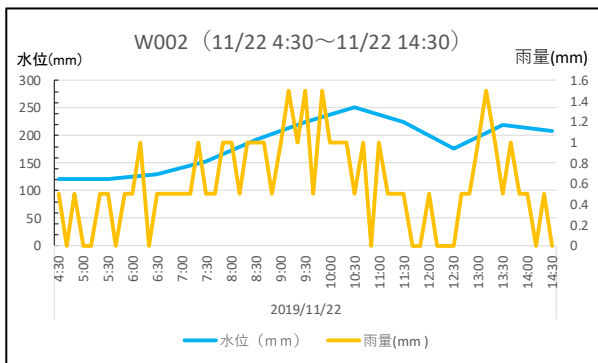
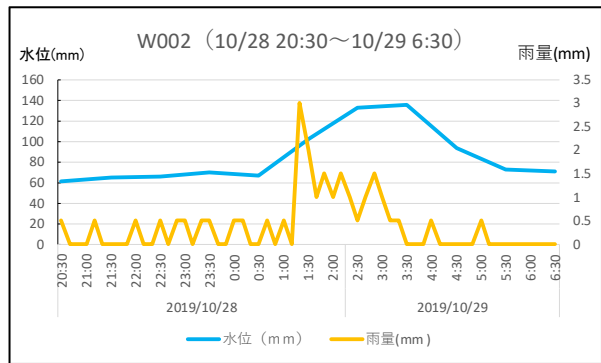
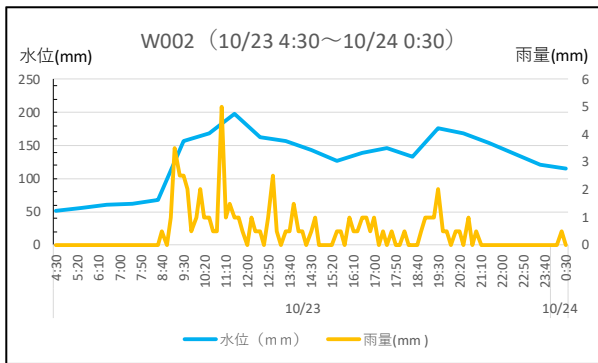


図 3-4 前後 5 時間の降水量と花之江河地表水(流出、GPS321)における水位の変動

◇ 地下水位と降水量の変動

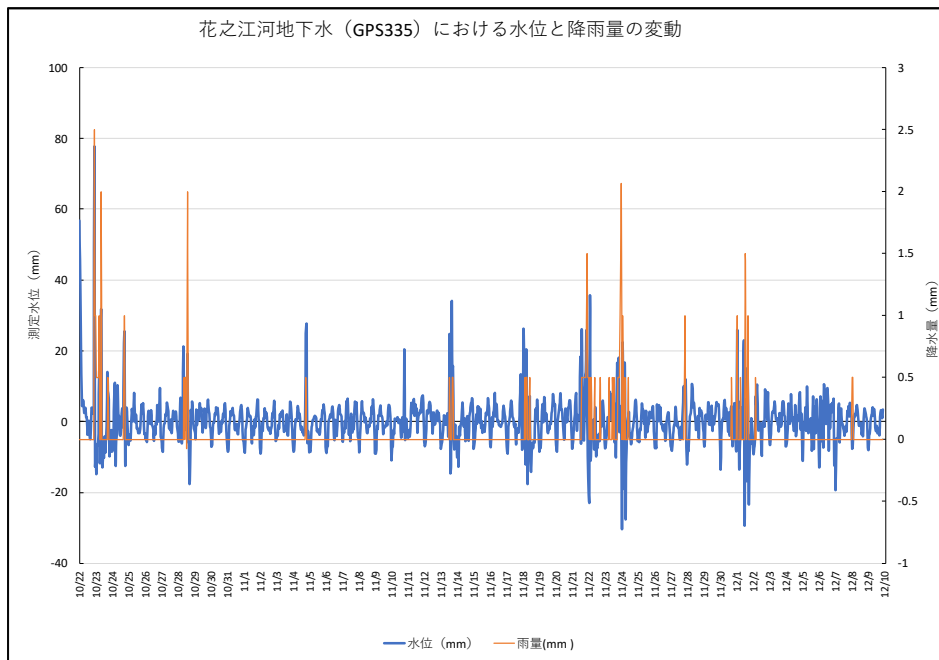


図 3-5 花之江河地下 30cm (GPS335)における水位と降水量の変動

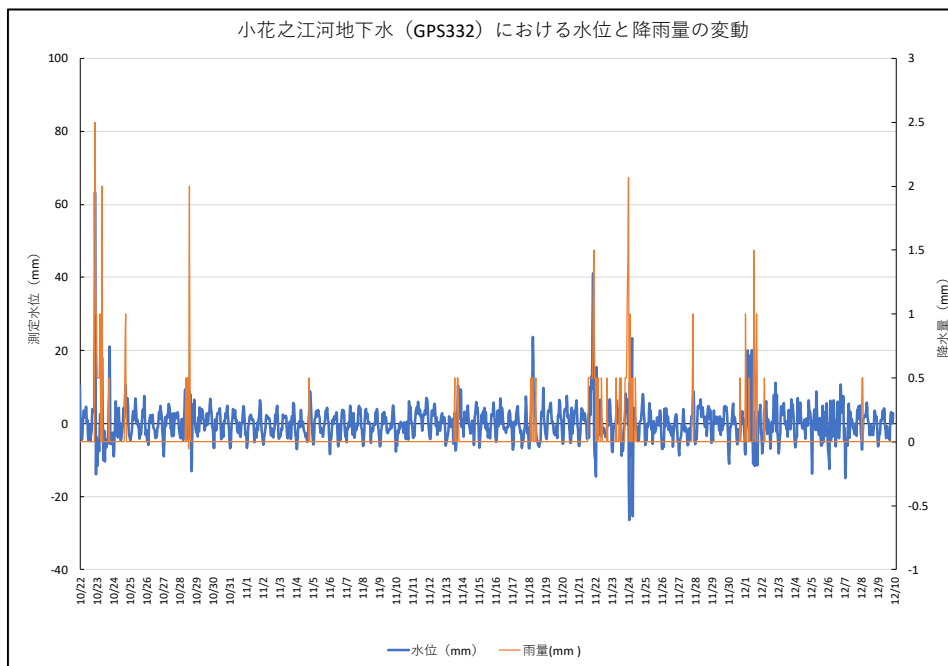


図 3-6 小花之江河地下 30cm (GPS332)における水位と降水量の変動

- 地下水位計は、地面より約 30cm のところに埋めて計測しているが、プラス 35mm～マイナス 30mm 程度までの変動を観測している。誤差範囲 (±37mm) には入っているが、設置箇所を更に 50mm 程度深くすることを検討する
- 地下水位は、降雨直後には、20mm 程度の上昇があるが、数時間後には降雨前の水位に戻っている。降雨後の変動は花之江河地表水 (流入、GPS320) の水位と同じような変動が見られた。



◇ 降雨に対する水位反応（地下水）

降雨に対する地下水の反応を見るため、降水量 1.5mm 以上を計測した時点から、前後 5 時間の降水量と地下水位の変動を図 3-7～図 3-8 に示した。

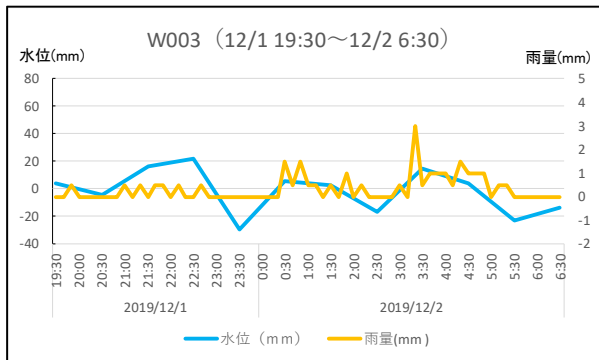
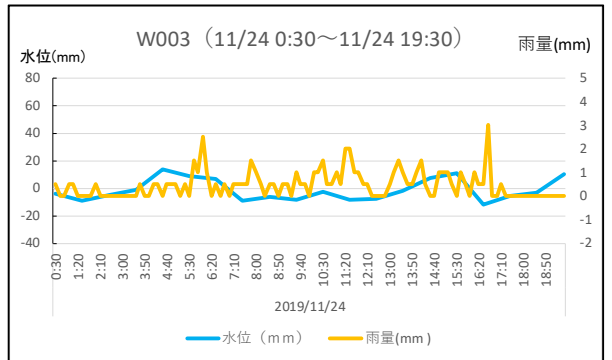
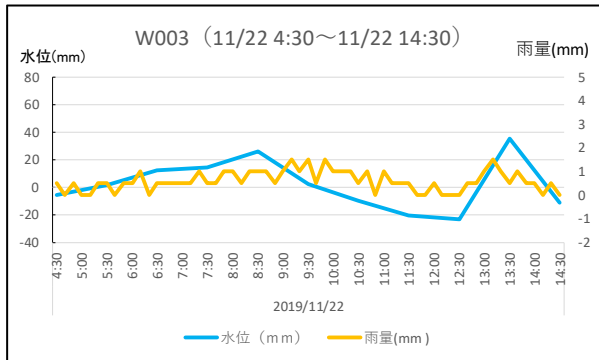
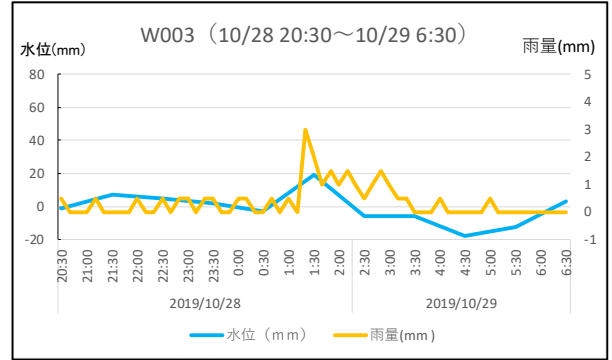
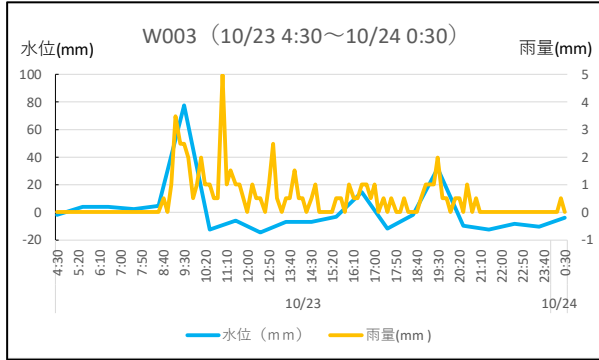


図 3-7 前後 5 時間の降水量と花之江河地下水(GPS335)における水位の変動

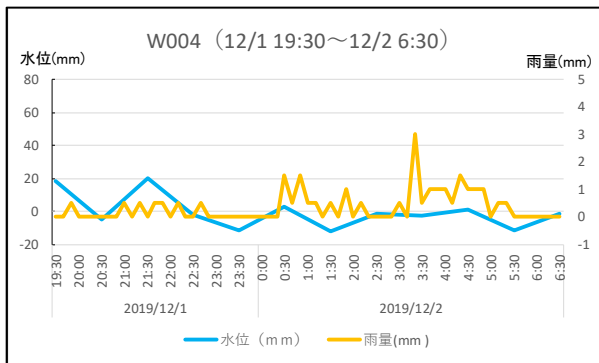
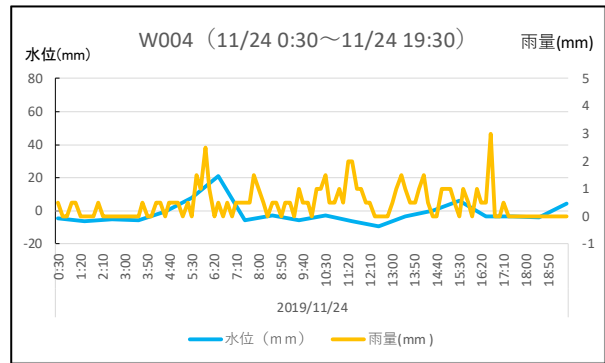
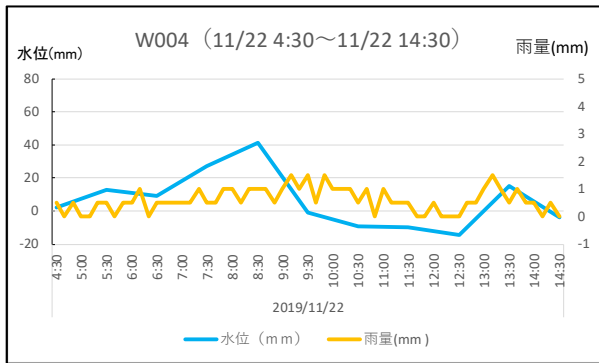
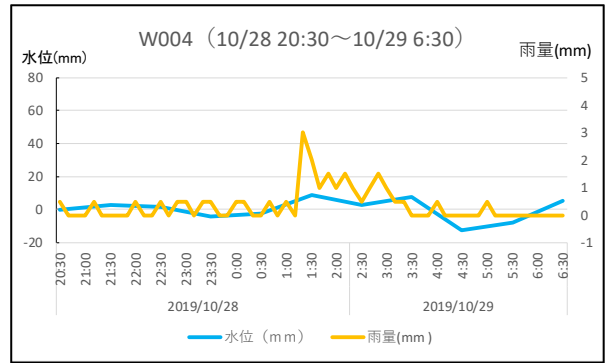
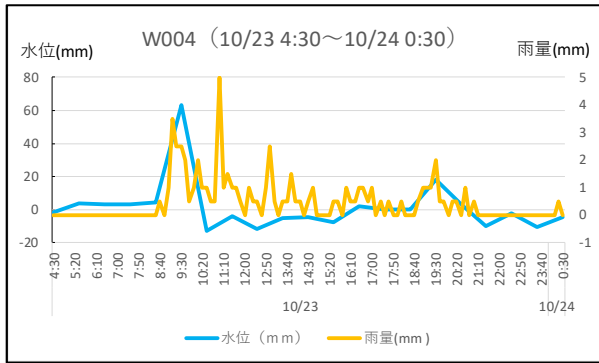


図 3-8 前後5時間の降水量と小花之江河地下水(GPS332)における水位の変動

### 3-2 ②豊水期および渇水期の流入流出量観測

#### (1) 調査方法

花之江河上流と小花之江河の各所で、流速測定および測定流路断面の計測を行った。計測回数は、豊水期および渇水期を含めた計4回とした。観測日は表3-2に示すとおりである。

#### ■流速の測定位置と方法

1)流速の測定位置は、水面から水深の60%の深さの場所。

2)流速は1点法。

流量＝流れの断面積（流積）×平均流速

（※平均流速を知るために、今回は1点法を用いた。）

表3-2 観測点ごとの測定対象

場所	測定対象	GPS No	観測日
花之江河	石塚方向からの流入を測定	320 (流入)	1回目：令和元年8月19日、晴れ 2回目：令和元年10月1日、曇り 3回目：令和元年10月22日、曇り 4回目：令和元年12月10日、晴れ
	石塚方向から流入し、小楊枝河方向へ抜ける流出を測定	321 (流出)	
	黒味岳方向からの流入を測定	322 (流入)	
小花之江河	石塚方向からの流入を測定	323 (流入)	
	石塚方向から流入し、高盤岳方向へ抜ける流出を測定	324、336 <sup>※1</sup> (流出)	

※1：1～3回目の計測はGPS324で実施した。4回目はより流量の高いGPS336へ変更した。

(2) 調査結果

◇ 観測点ごとの、流量と流域面積について

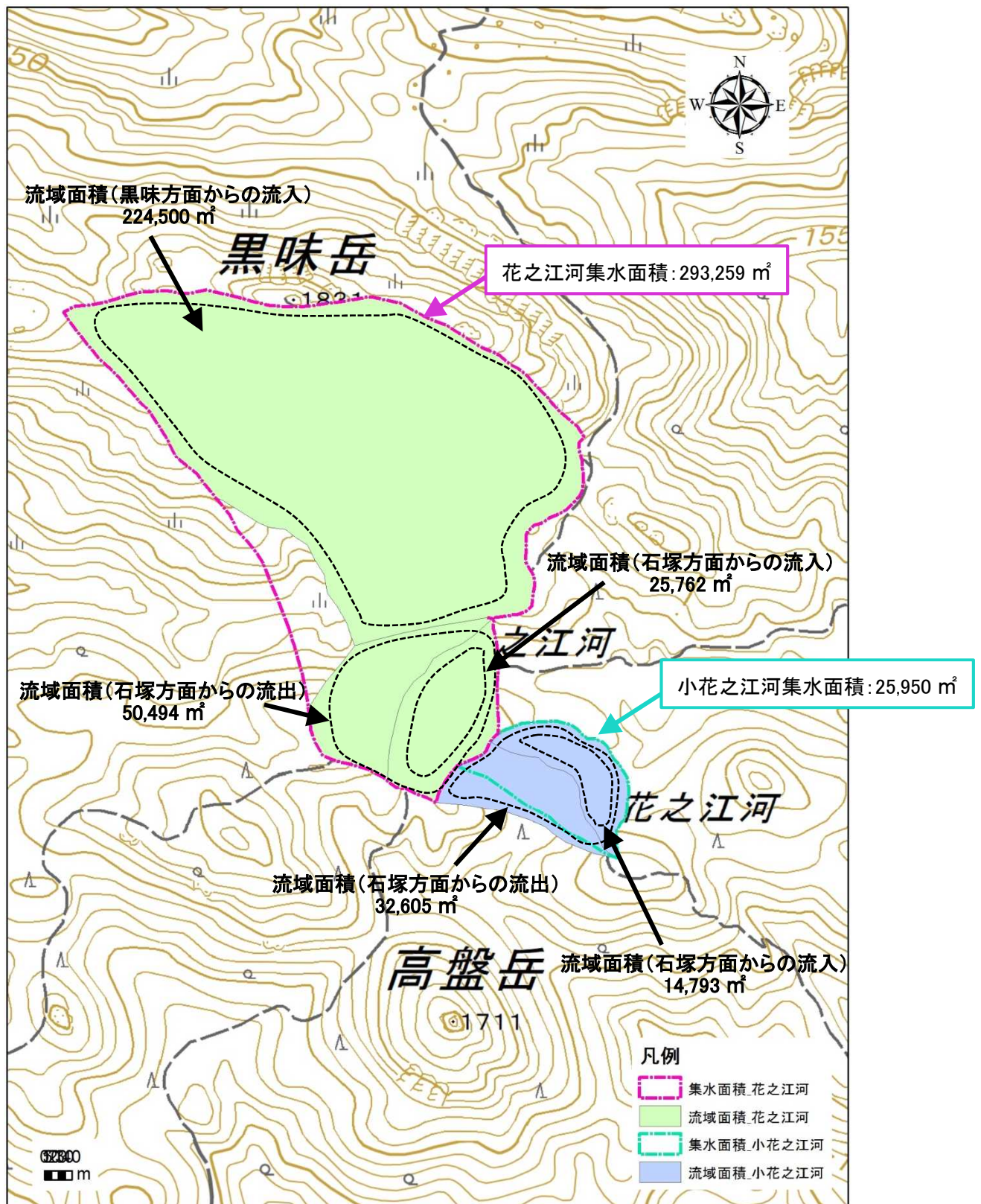
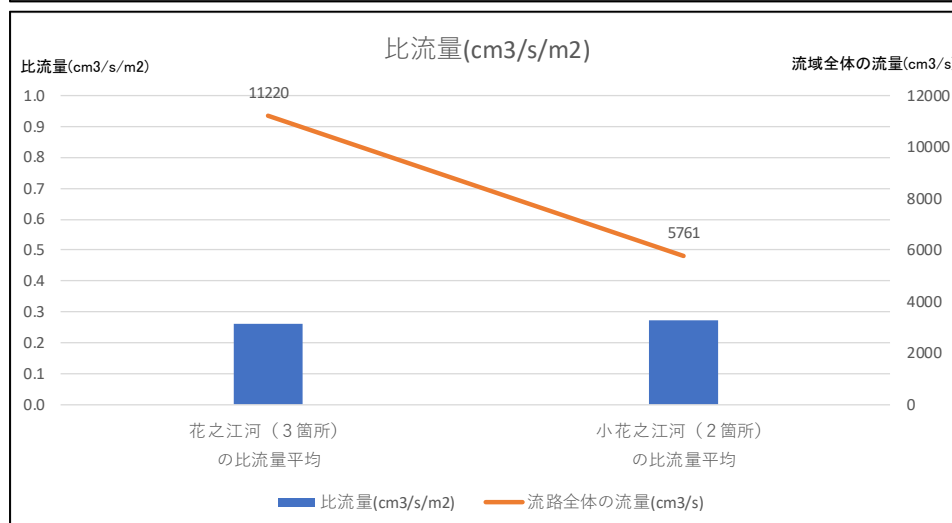
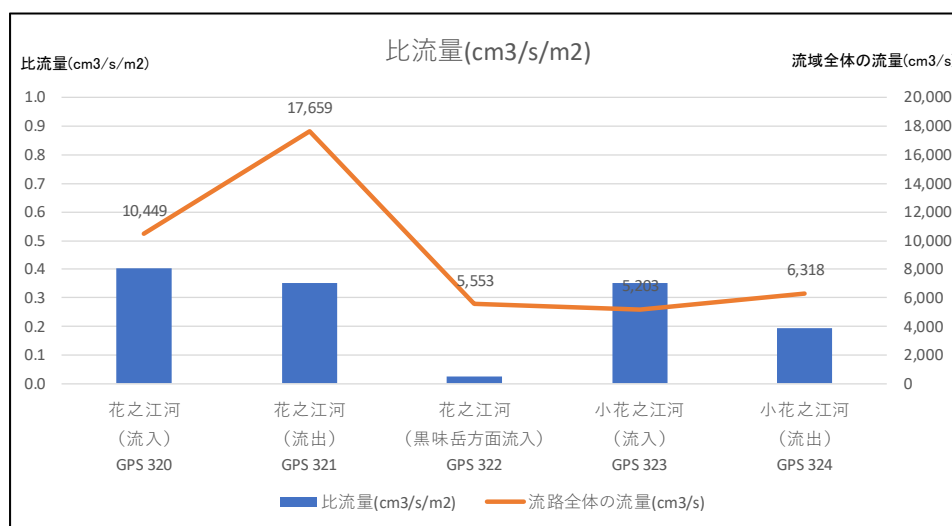


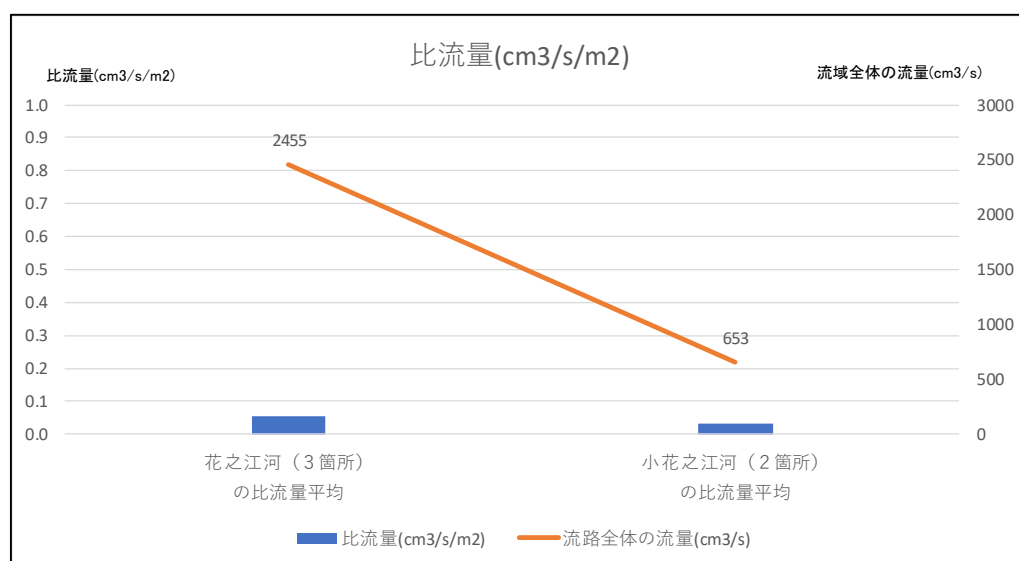
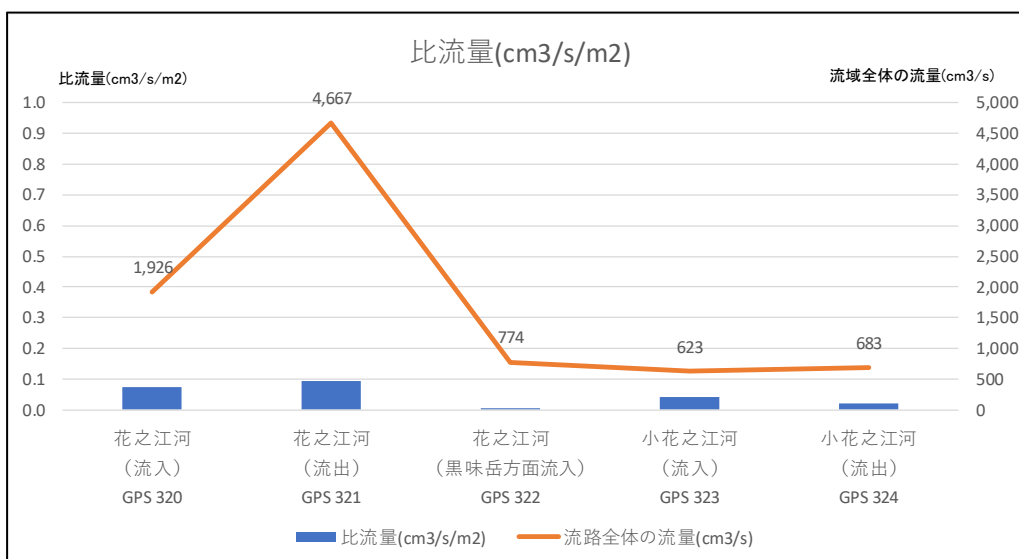
図 3-9 流域面積

GPS	流域面積 (m <sup>2</sup> )	流路全体の流量(cm <sup>3</sup> /s)	比流量(cm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup> )
花之江河 (流入) GPS 320	25762.4	10,449	0.41
花之江河 (流出) GPS 321	50494.2	17,659	0.35
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322	224500.9	5,553	0.02
小花之江河 (流入) GPS 323	14793.4	5,203	0.35
小花之江河 (流出) GPS 324	32605.8	6,318	0.19



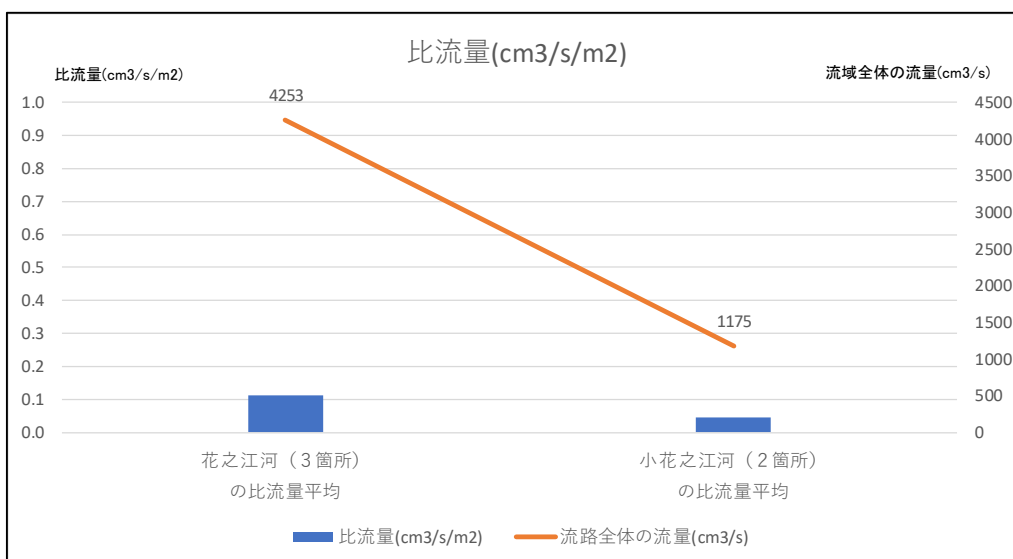
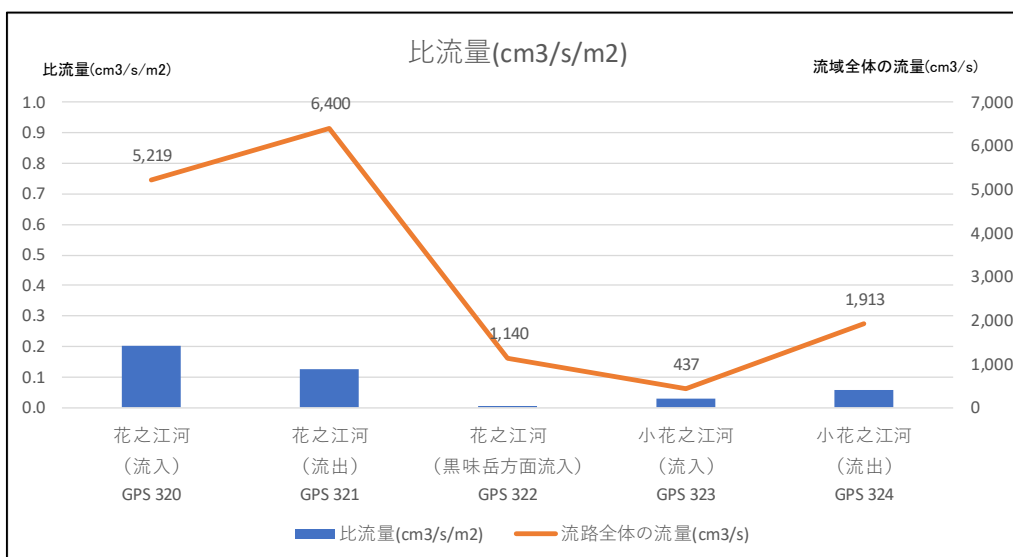
図表 3-10 比流量、1回目計測(8月19日)

GPS	流域面積 (m2)	流路全体の流量(cm3/s)	比流量(cm3/s/m2)
花之江河 (流入) GPS 320	25762.4	1,926	0.07
花之江河 (流出) GPS 321	50494.2	4,667	0.09
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322	224500.9	774	0.003
小花之江河 (流入) GPS 323	14793.4	623	0.04
小花之江河 (流出) GPS 324	32605.8	683	0.02



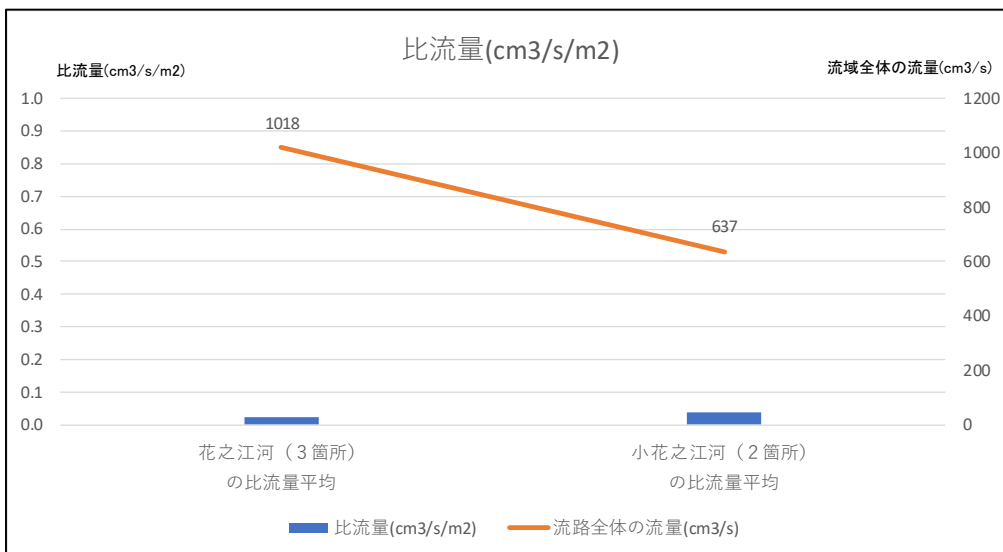
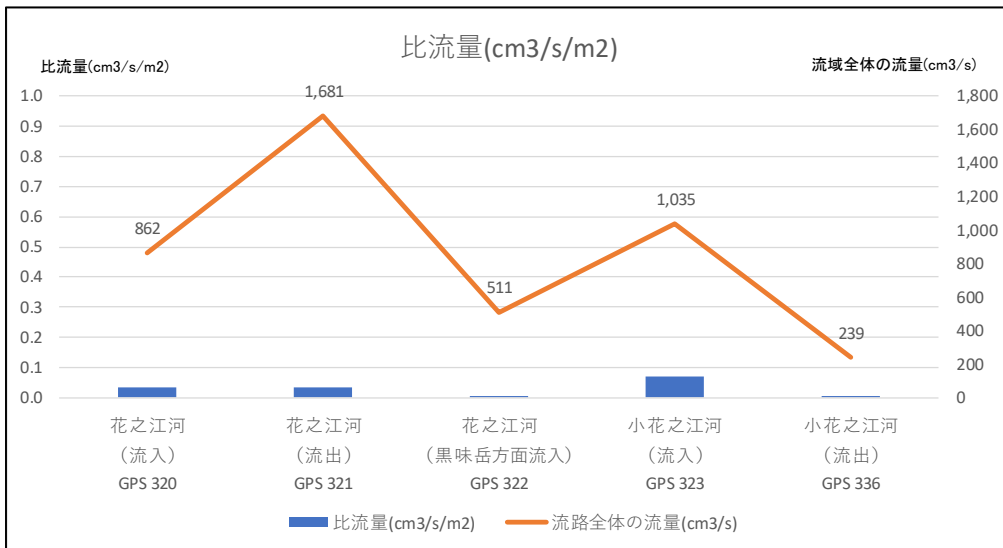
図表 3-11 比流量、2回目計測(10月1日)

GPS	流域面積 (m <sup>2</sup> )	流路全体の流量(cm <sup>3</sup> /s)	比流量(cm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup> )
花之江河 (流入) GPS 320	25762.4	5,219	0.20
花之江河 (流出) GPS 321	50494.2	6,400	0.13
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322	224500.9	1,140	0.005
小花之江河 (流入) GPS 323	14793.4	437	0.03
小花之江河 (流出) GPS 324	32605.8	1,913	0.06



図表 3-12 比流量、3回目(10月22日)

GPS	流域面積 (m <sup>2</sup> )	流路全体の流量(cm <sup>3</sup> /s)	比流量(cm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup> )
花之江河 (流入) GPS 320	25762.4	862	0.03
花之江河 (流出) GPS 321	50494.2	1,681	0.03
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322	224500.9	511	0.00
小花之江河 (流入) GPS 323	14793.4	1,035	0.07
小花之江河 (流出) GPS 336	32605.8	239	0.01



図表 3-13 比流量、4回目(12月10日)



◇ 観測日ごとの先行雨量

流量と先行雨量の関係を知るため、測定日から遡った先行10日雨量（測定日から遡って10日間の雨量）、20・30・60日の雨量結果を示す。

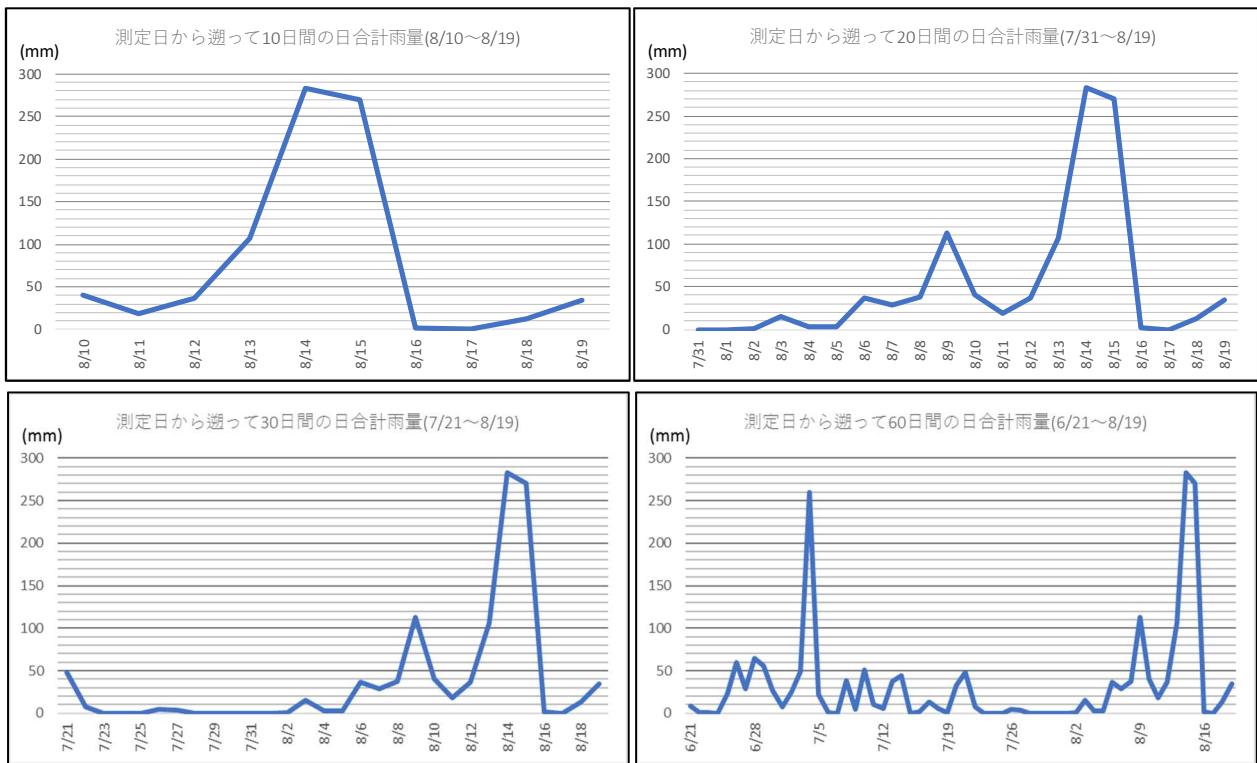


図 3-14 1 回目観測(8 月 19 日)における先行雨量

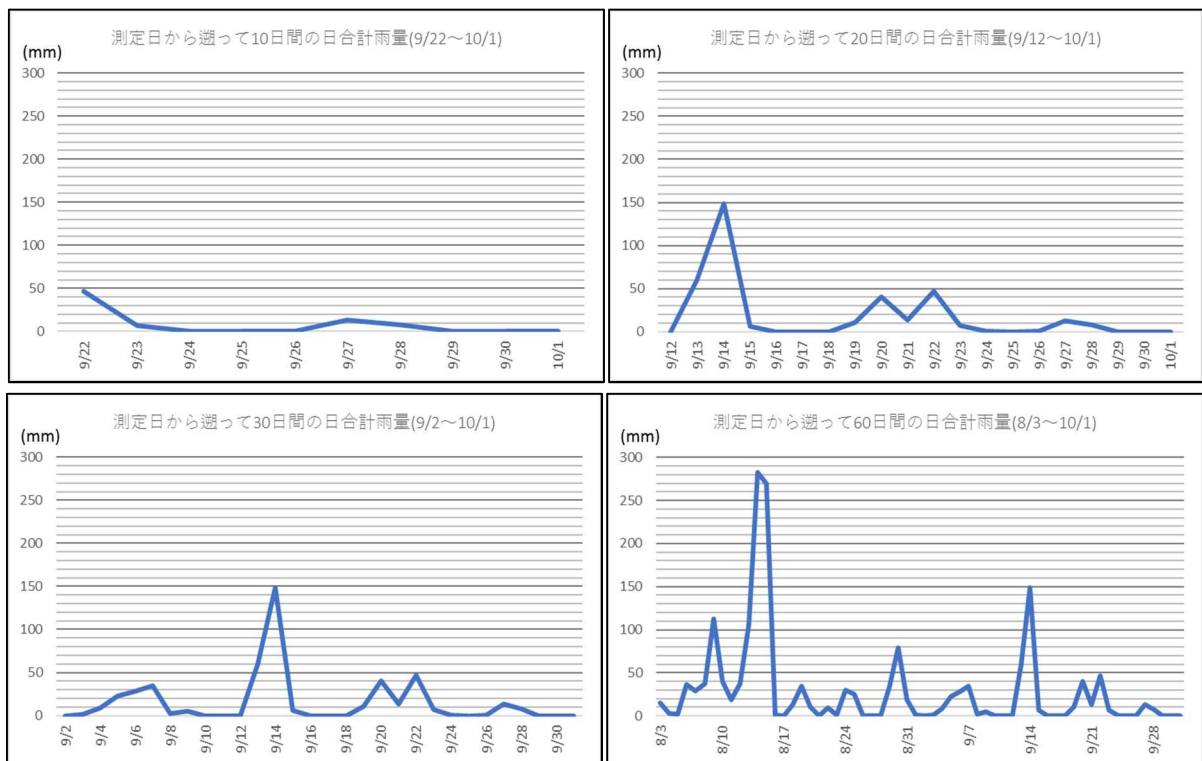


図 3-15 2 回目観測(10 月 1 日)における先行雨量

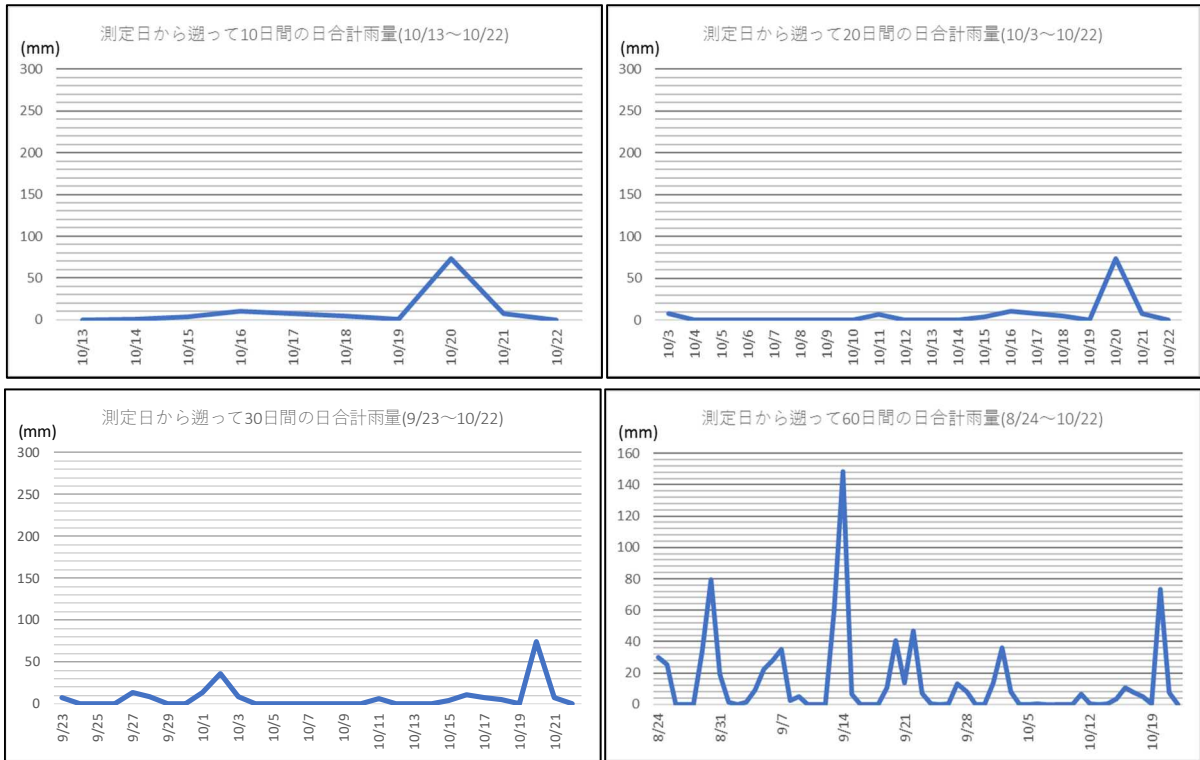


図 3-16 3 回目観測(10 月 22 日)における先行雨量

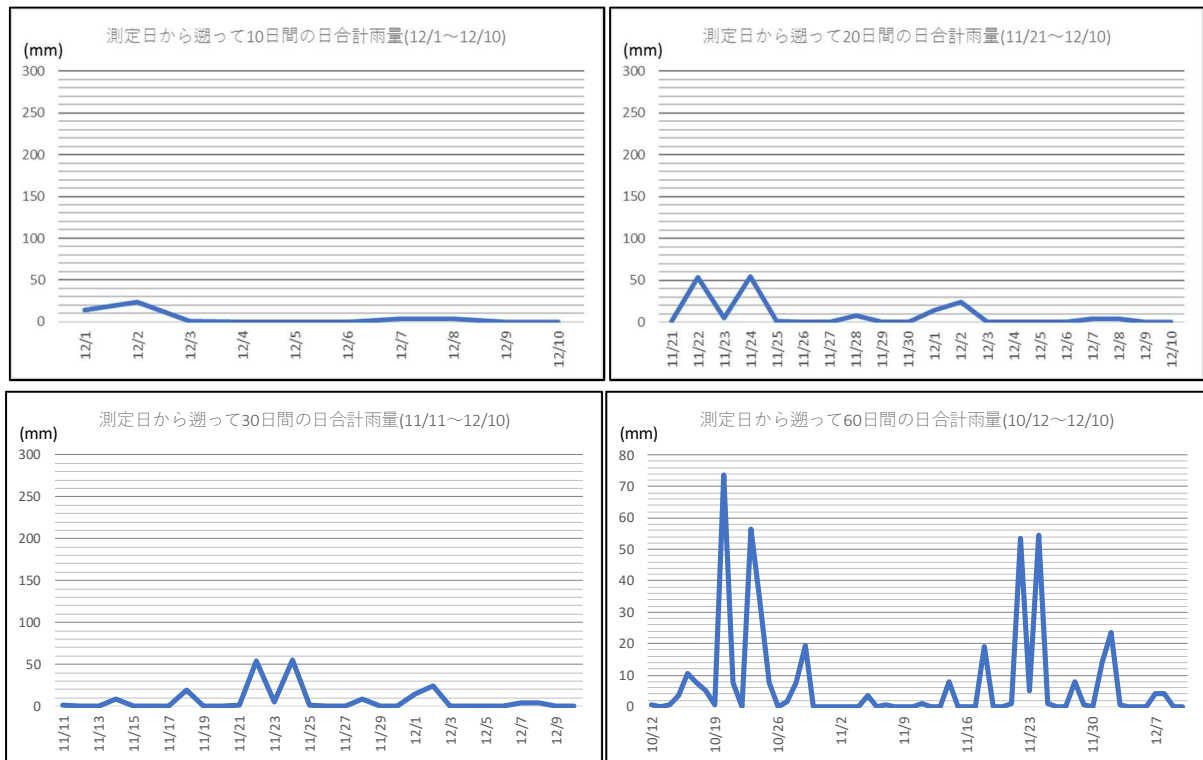


図 3-17 4 回目観測(12 月 10 日)における先行雨量

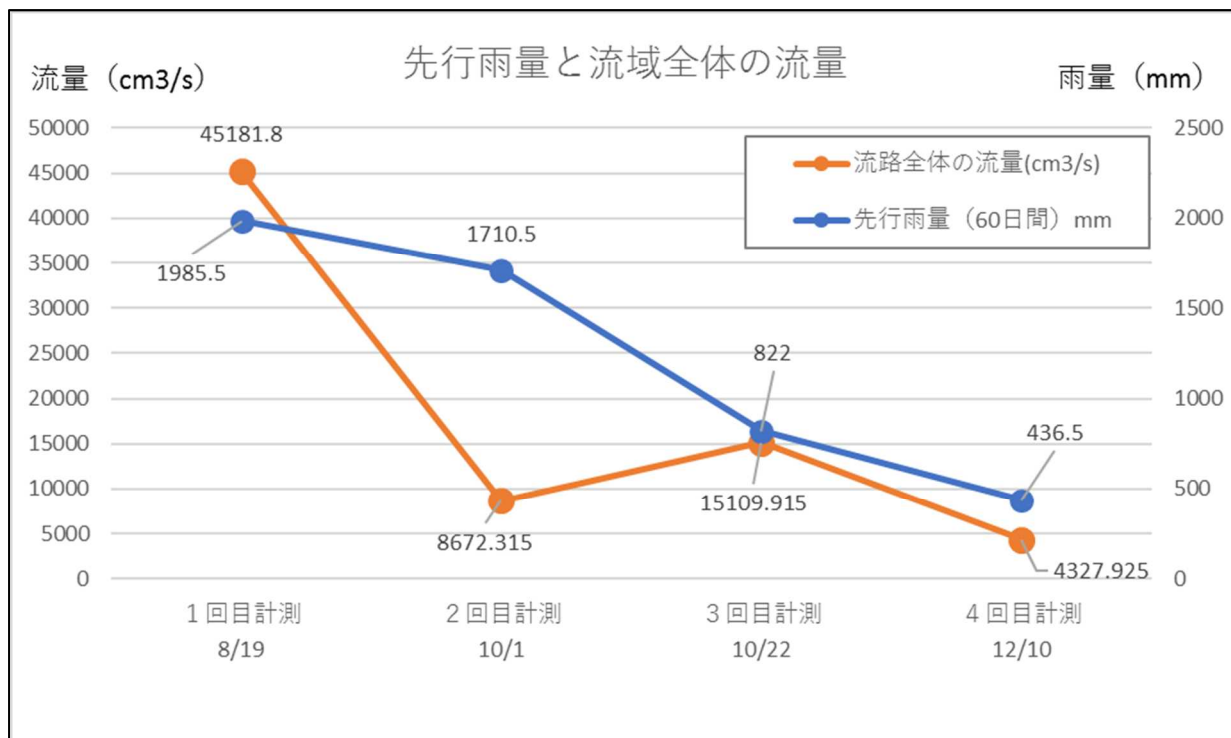


図 3-18 先行雨量と流域全体の流量

- ・観測日から 60 日間の先行雨量の減少に伴い、流路全体の流量も減少傾向にあった。
- ・花之江河黒味岳方向からの比流量 (GPS322) が小さいことが、気になる。伏流している可能性がある。
- ・小花之江河の流入量 (GPS323) が流出量 (GPS334,GPS336) より大きいことが、気になる。ビヤクシンの幹の間から水が漏れている可能性がある。次年度に確認したい。
- ・花之江河、小花之江河は、全体としてみれば、同じ様な比流量なのかも知れない。
- ・今回の流量の位置付けは、強い雨が降ったあとの、表面流と比較的浅層での中間流、いわゆる直接流出が卓越 (優占) する流れの場合である。湧水の時期 (基底流出) も確認できれば、もう少し考察が出来るかと思う。

### 3-3 ③気象観測

#### (1) 調査方法

花之江河と小花之江河の各所に温度計、花之江河に温湿度計を設置し、木道直下の水温、泥炭温度、外気温、湿度の観測を行った。木道直下の水温は日射の影響が少ない箇所に設置、泥炭温度は地表から 50cm 下方に設置している。

観測期間は表 3-3 に示すとおりであり、観測間隔はいずれも 1 時間とした。

表 3-3 木道下の水温計・泥炭層の温度計の設置箇所

場所	測定対象	GPS No	温度測定器 (口ガー)No	観測期間
花之江河	木道直下水温	326	No. 001	令和元年 10 月 1 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日
	泥炭温度 (湿原面下 50cm)	325	No. 002	令和元年 10 月 1 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日
小花之江河	木道直下水温	327	No. 003	令和元年 10 月 1 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日
	泥炭温度 (湿原面下 50cm)	328	No. 004	令和元年 10 月 1 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日
花之江河	温湿度計	334		令和元年 10 月 22 日 (火) ～令和元年 12 月 10 日

※測定終了は令和 3 年度を予定

## (2) 調査結果

### ◇ 観測点ごとの、温度と降水量の変動

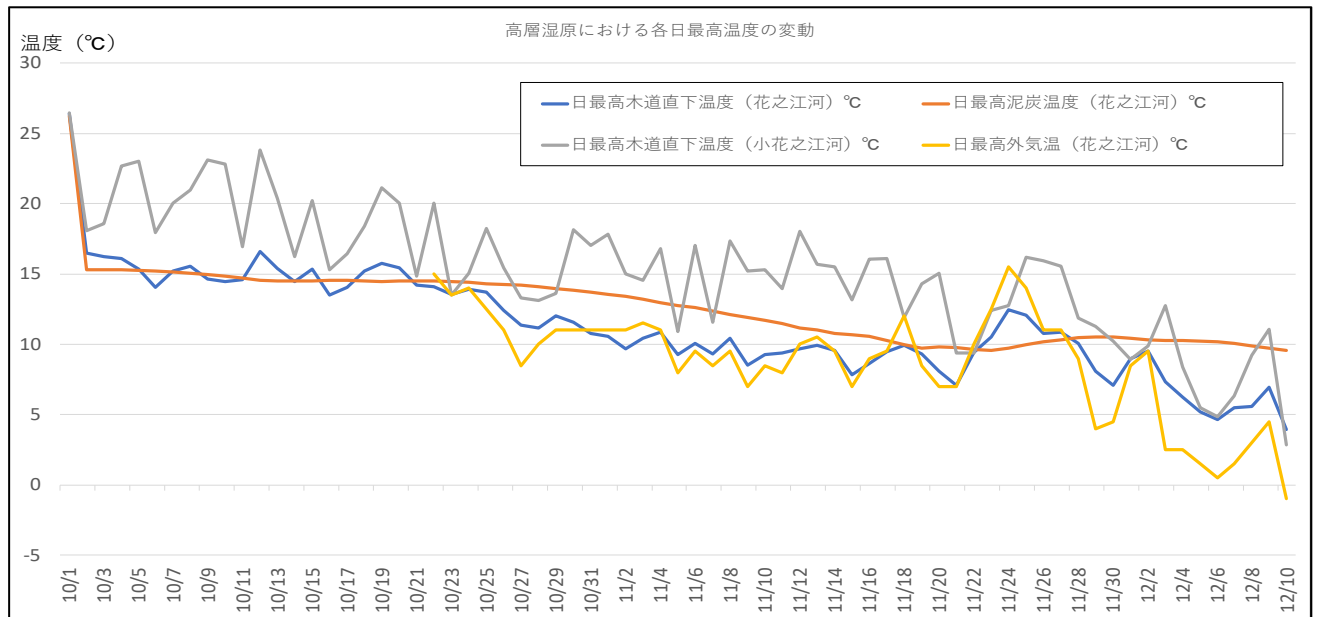


図 3-19 高層湿原における各日最高温度の変動

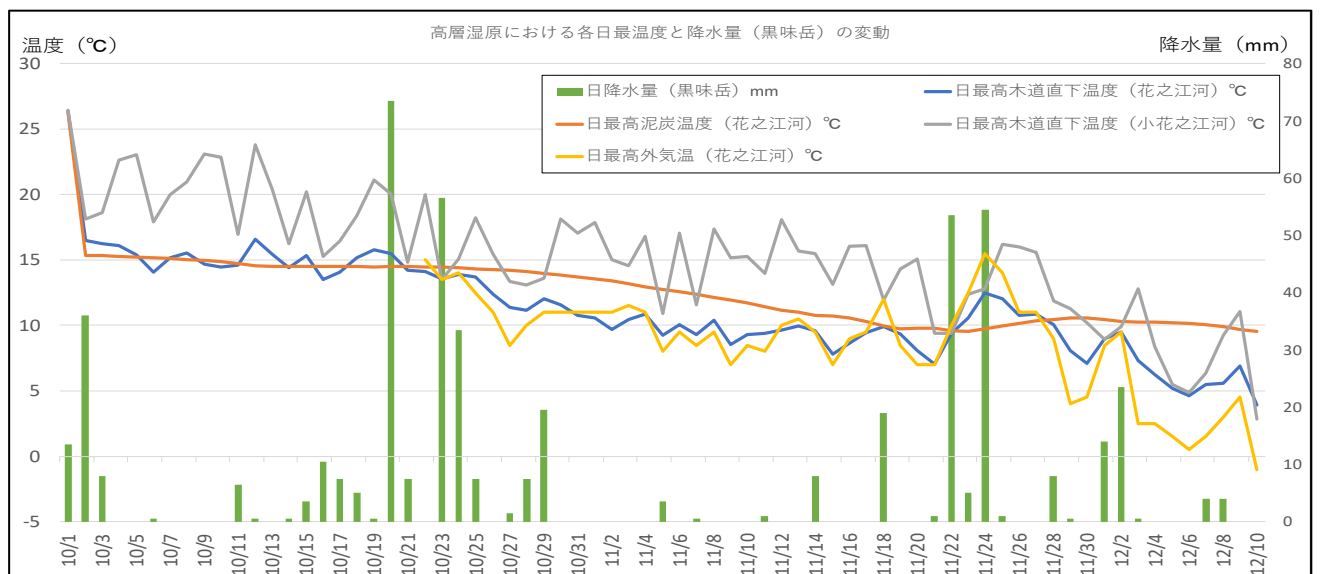


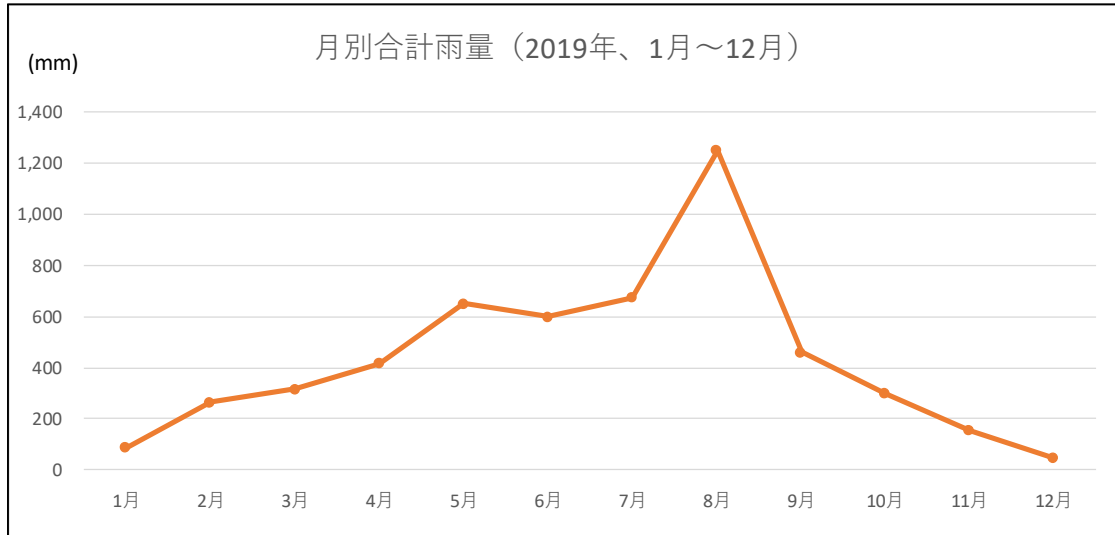
図 3-20 高層湿原における各日最温度と降水量(黒味岳)の変動

- ・小花之江河木道直下の温度の変動が最も大きかった。小花之江河は恒常的に水位が低く、外気温が影響しやすいことが一因と考えられる。
- ・標高は花之江河 1630m、小花之江河 1620m と 20m の差であるが、日最高水温は小花之江河で高い値となっている。
- ・10 月中の最高水温が 20°C を超える日が、花之江河では 0 日、小花之江河では 13 日観測されている。
- ・小花之江河の泥炭温度については、データが回収できなかったため、データがない。

◇ 黒味岳の雨量データ（屋久島森林生態系保全センター観測）

単位:mm

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月合計	89	265	317	417	653	601	675	1,251	461	300	156	46
月最大	29	55	65	111	249	65	260	283	149	74	55	24
平日値	3	9	10	14	21	20	22	40	15	10	5	4

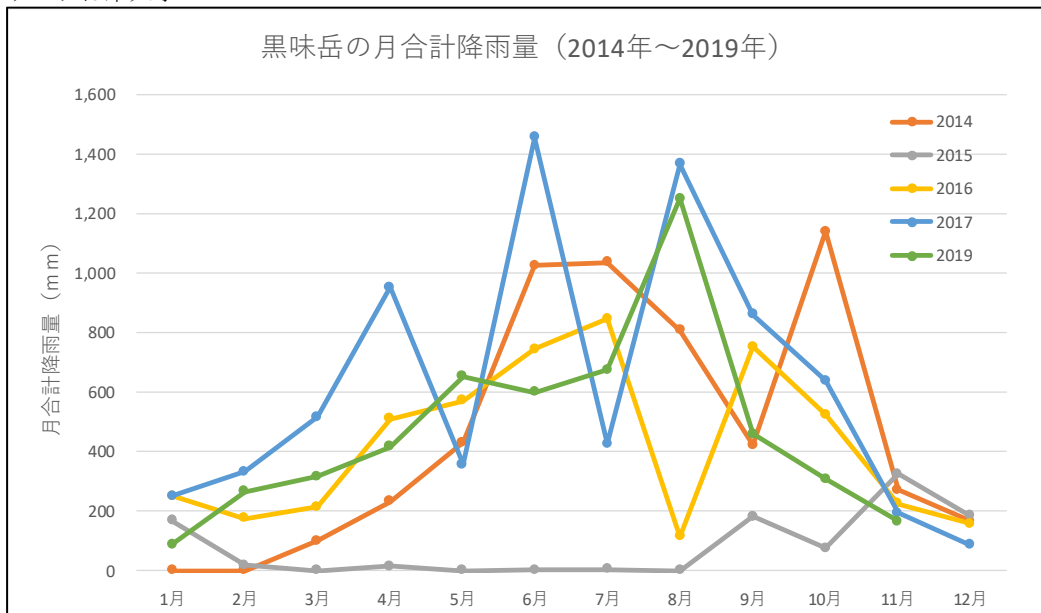


図表 3-21 黒味岳の月別合計雨量(2019/1/1~2019/12/11)

単位:mm

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2014	0	0	101	234	432	1,026	1,036	808	422	1,141	272	167
2015	169	19	0	15	0	3	6	0	183	77	326	184
2016	251	176	214	510	571	744	847	116	752	524	226	157
2017	251	333	516	953	357	1,456	427	1,366	860	638	194	87
2019	89	265	317	417	653	601	675	1,251	461	310	167	

※2018年データは未入手



図表 3-22 黒味岳の月別合計雨量(2014/1/1~2019/12/11)

## 4 分析結果(中間報告)

### 4-1 花之江河

#### (1) 黒味岳方向からの水の流入流出の経路と流量

##### ①地表流 (地上流)

- ・ 黒味岳方向から湿原に入り込む流路は湿原内の主流路と合流しない。
- ・ 黒味岳方向からの流入水は湿原に入った後湿原内に留まらず、すぐに湿原外に排出される。
- ・ 集水面積の大きさの割に流量が少ない。流量測定地点 (GPS322) より上流側に複数の枝流路が形成され、分流している可能性がある。

##### ②地下水流

- ・ 黒味岳方向からの流路が湿原に合流する周辺は土砂が堆積し盛り上がっている (堆積地形が形成されている)。
- ・ 黒味岳方向から入った水の一部は地下部を通して (伏流して) 湿原に入り込んでいる可能性もあるが、確認は難しい。

#### (2) 湿原北側ビヤクシン分布域

##### ①地表流

- ・ 主流路は湿原を横切るように東側から西側に大きく方向を転換している。湿原内では、黒味岳方向からの流路とは合流しない。
- ・ ビヤクシンに覆われ、流路の位置が不明なところがある。
- ・ 黒味岳方向からの流入水の一部が枝分かれし、湿原の主流路に流れ込んでいる可能性がある。

##### ②地下水流

- ・ 黒味岳方向からの流入水の一部が地下部を通して (伏流して) 湿原に入り込んでいる可能性があるが、確認は難しい。

#### (3) 湿原南側草・コケ分布域

##### ①地表流

- ・ 南側の複数の小集水域から流入した水は木道に沿って流れ、木道の中ほど (祠の近く) で合流、北方に向かう主流路に入る。
- ・ 湿原内に形成されたそのほかの流路は、大雨の時を除いてあまり使われていない。
- ・ 木道が湿原内の水の流れを変えた、あるいは変えている可能性がある。水の流れが木道の中ほどに集中するため、湿原にまんべんなく流水が行き渡らない。また、湿原内における流水の滞留時間が相対的に短くなる。

##### ②地下水流

- ・ 木道を境に南側の地下水位が北側の地下水位より高い可能性がある。木道による影響が考えられる。

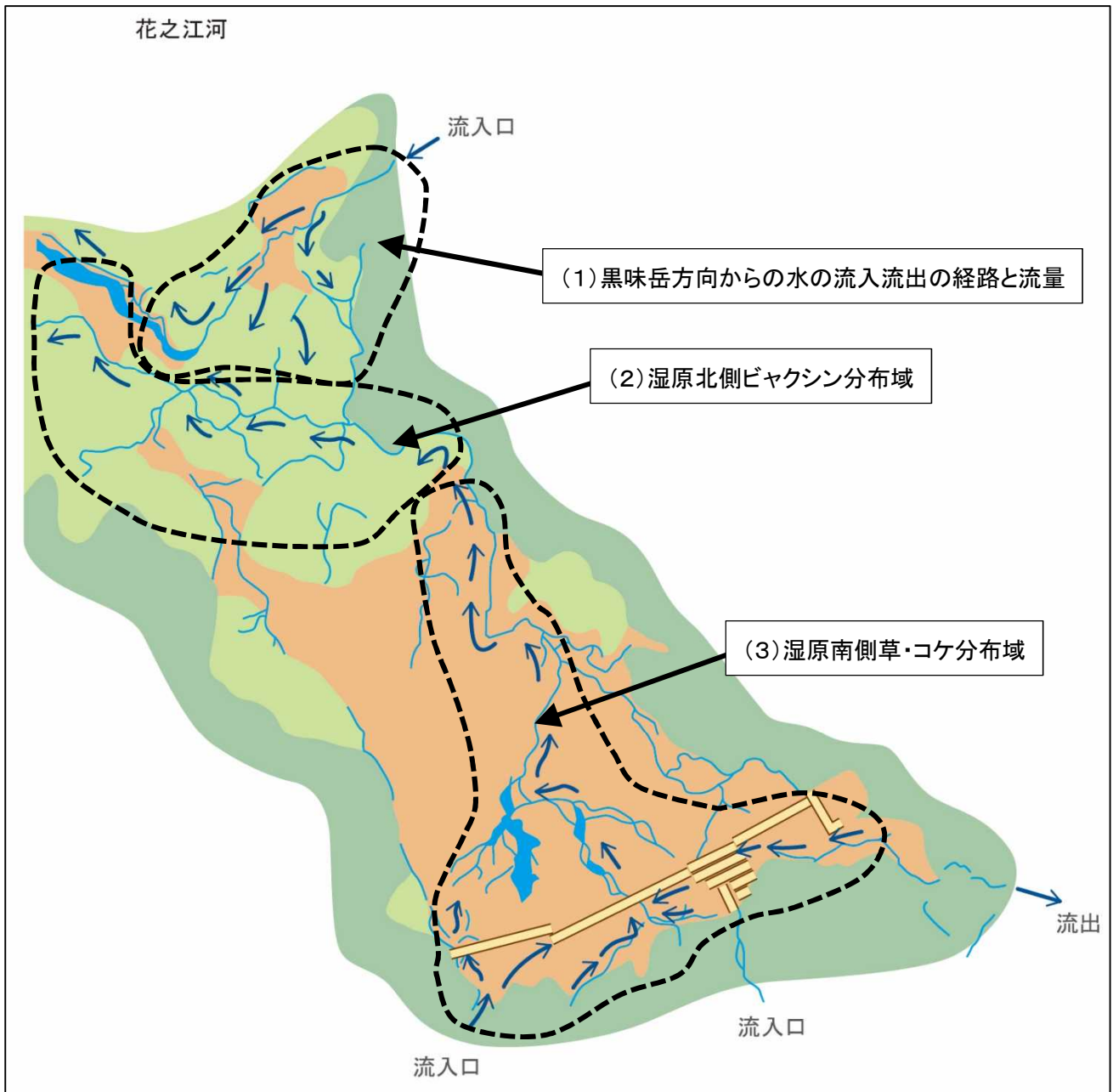


図 4-1 花之江河の主な流入流出



## 4-2 小花之江河

### (1) 湿原出口

#### ①地表流

- ・現在の流量観測点（GPS324）の流量が少ない。漏れている可能性があることから、12月以降は観測点を下流側に移設した（GPS336）。

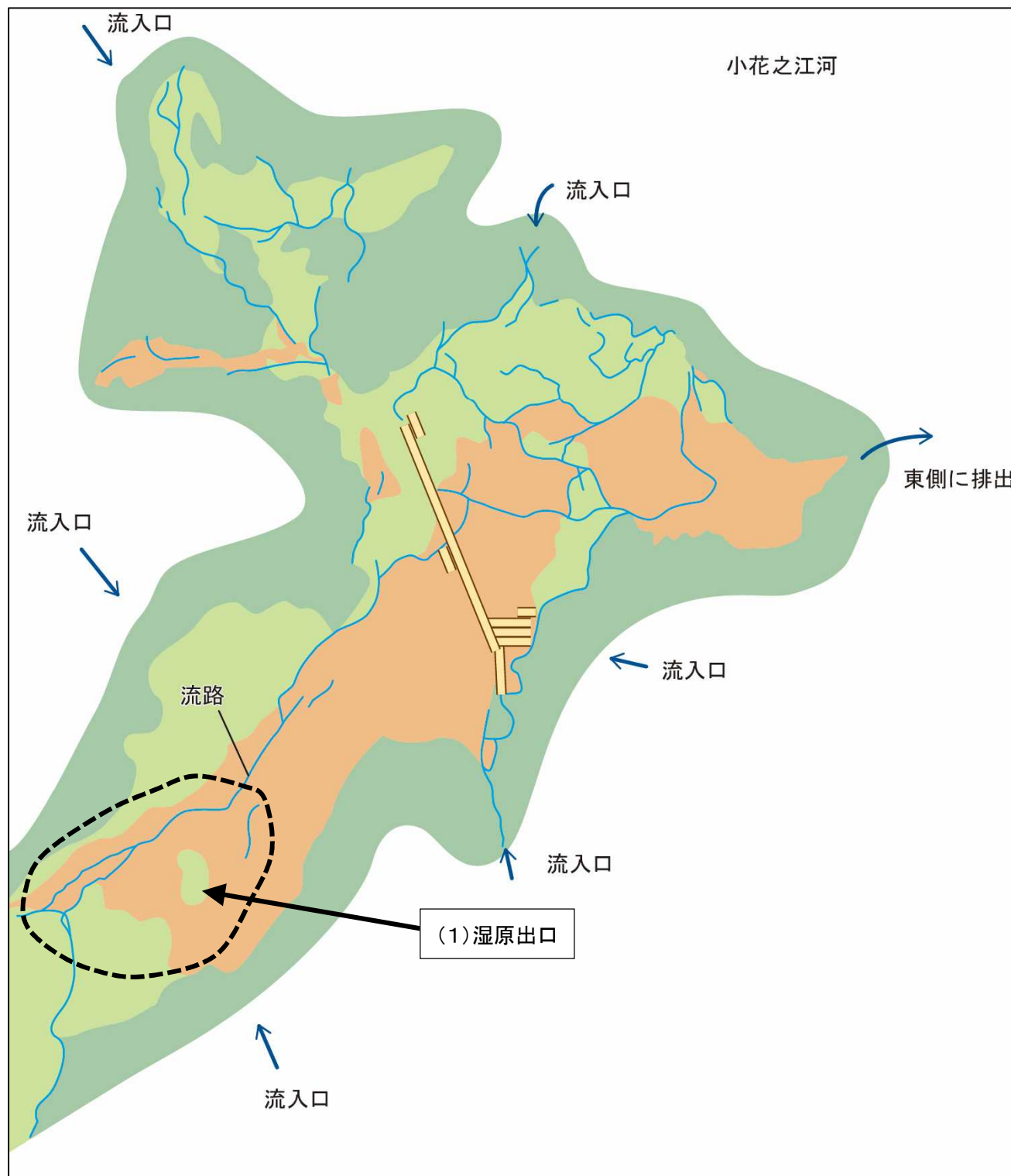


図 4-2 小花之江河の主な流入流出