

水の収支、地下水、 水温・気温等モニタリング調査（中間報告）

湿原における水収支等についての解明のため、令和元年度から開始した表流水と地下水の水位計測、水温・気温等のモニタリング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こととしている。

今後明らかにしていく水文学的な特徴は、地質調査結果と併せて、湿原の成り立ちを推測する際に活用していく。また、保全対策の策定後には、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。

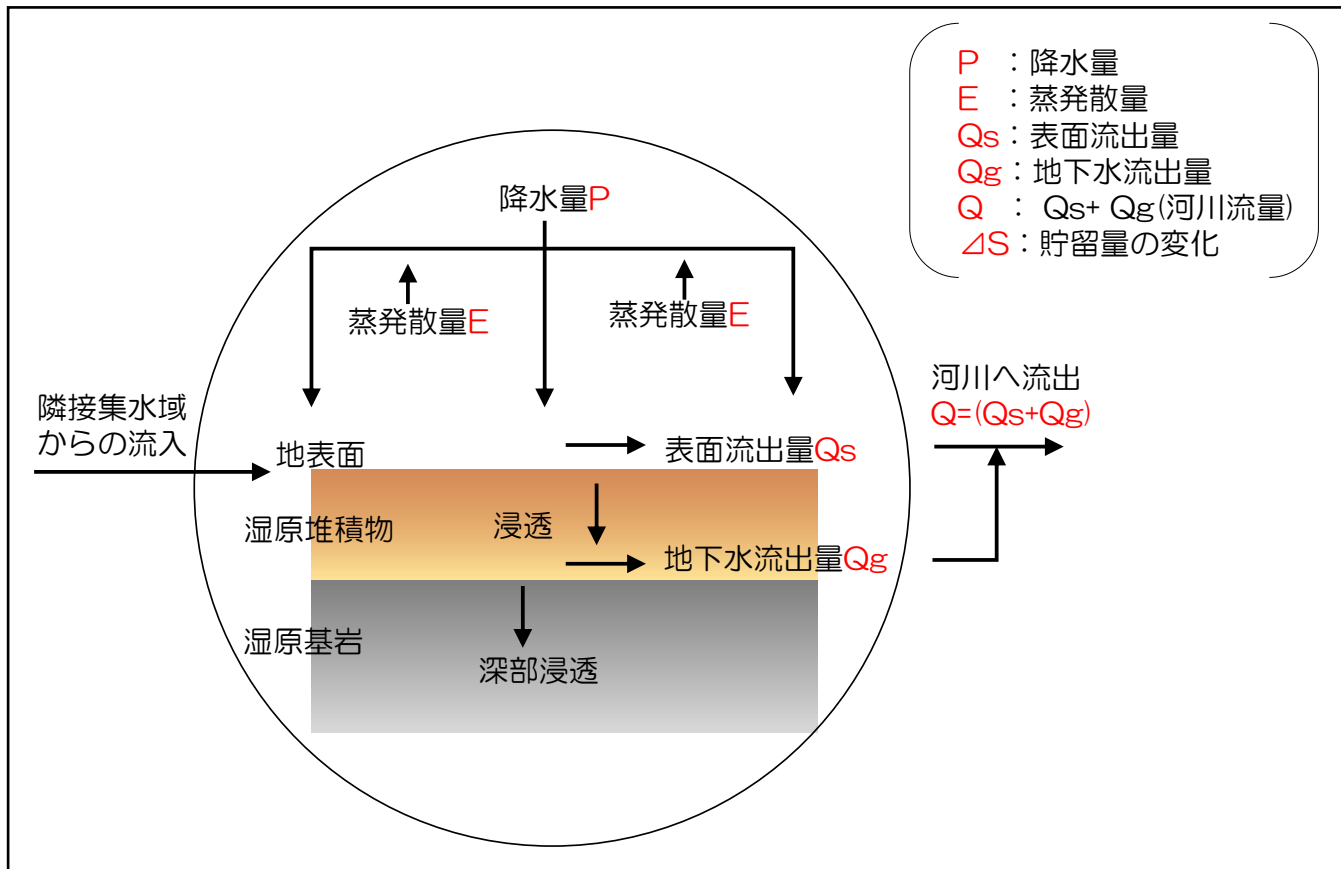
1. 湿原の水収支

隣接集水域を含む湿原の水収支は、おおよそ図 1-1 のようになっている。

降水（P）後に、隣接集水域から湿原に流入した水は、蒸発散量（E）、表面流出量（ Q_s ）、地下水流出量（ Q_g ）、貯留量の変化（ ΔS ）に区分される。また、区分された項目を把握するため、データ収集及び分析は（1）～（4）のとおりに行う。

《水収支式》

$$\text{降水量 } P = \text{流出量}(Q_s + Q_g) + \text{蒸発散量 } E + \text{貯留量の変化 } \Delta S$$



《データ収集及び分析》

(1)降水量 P

- ・黒味岳観測点での降雨量を計測しており、降水量 P とする（湿原の降雪量は計測していない）。

(2)表面流出量 Qs

- ・湿原に隣接する集水域末端（湿原への入口）と湿原域末端（湿原からの出口）の水位を計測しており、それぞれ流量に換算し、入口と出口の流量の差分を表面流出量 Qs とする。
- ・流量を算出するため、豊水期及び渇水期に流速計で水位と流量を観測し、入口と出口の水位を流量に換算するための計算式を作成する。

(3)地下水流出量 Qg

- ・地下水の水位を計測しており、流量に換算する。流量、等価浸透係数、横断方向断面積から、地下水流出量 Qg を推算する。
- ・豊水期及び渇水期に流速計で水位と流量を観測し、水位を流量に換算するための計算式を作成する。
- ・湿原堆積層の等価浸透係数（水が移動する速度）、湿原末端における湿原堆積物の横断方向断面積を算出。

(4)蒸発散量 E

- ・降水量 P から流出量 (Qs+Qg) を差し引いて求める

2. 水収支把握のためのモニタリング項目

前述のデータ収集及び分析に必要なモニタリングとして、昨年度から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つに分けて実施している。

①流入流出量観測（モニタリング機器を設置して、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（手動計測により、豊水期と渇水期を含め年数回観測）

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。

③気象観測（モニタリング機器を設置して、通年観測）

水収支に係る降水量等を把握するため、湿原の気象データ全般の観測を行う。

3. 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 3-1、図 3-1～3-2）。

表 3-1 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

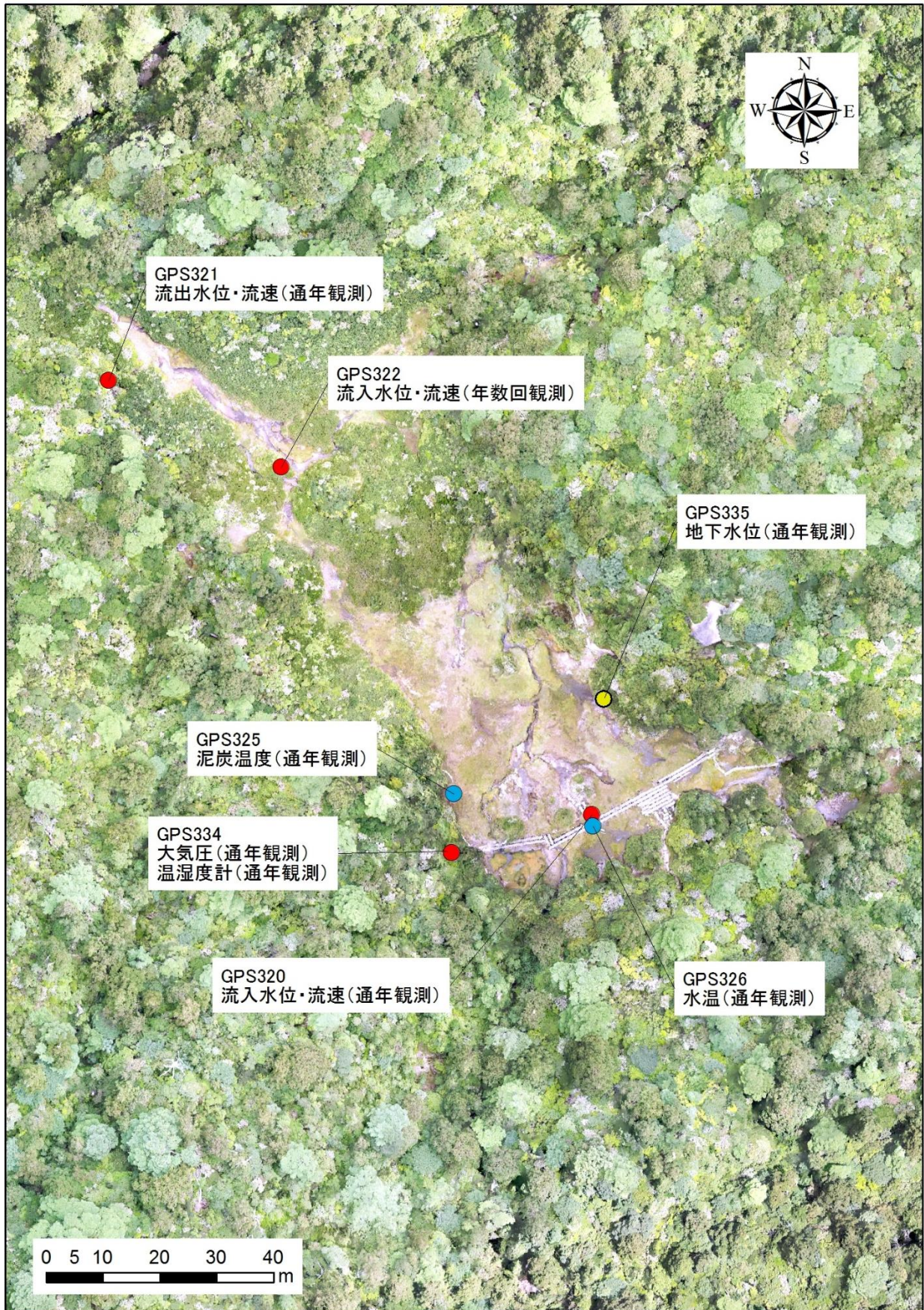


図 3-1 花之江河の調査地点

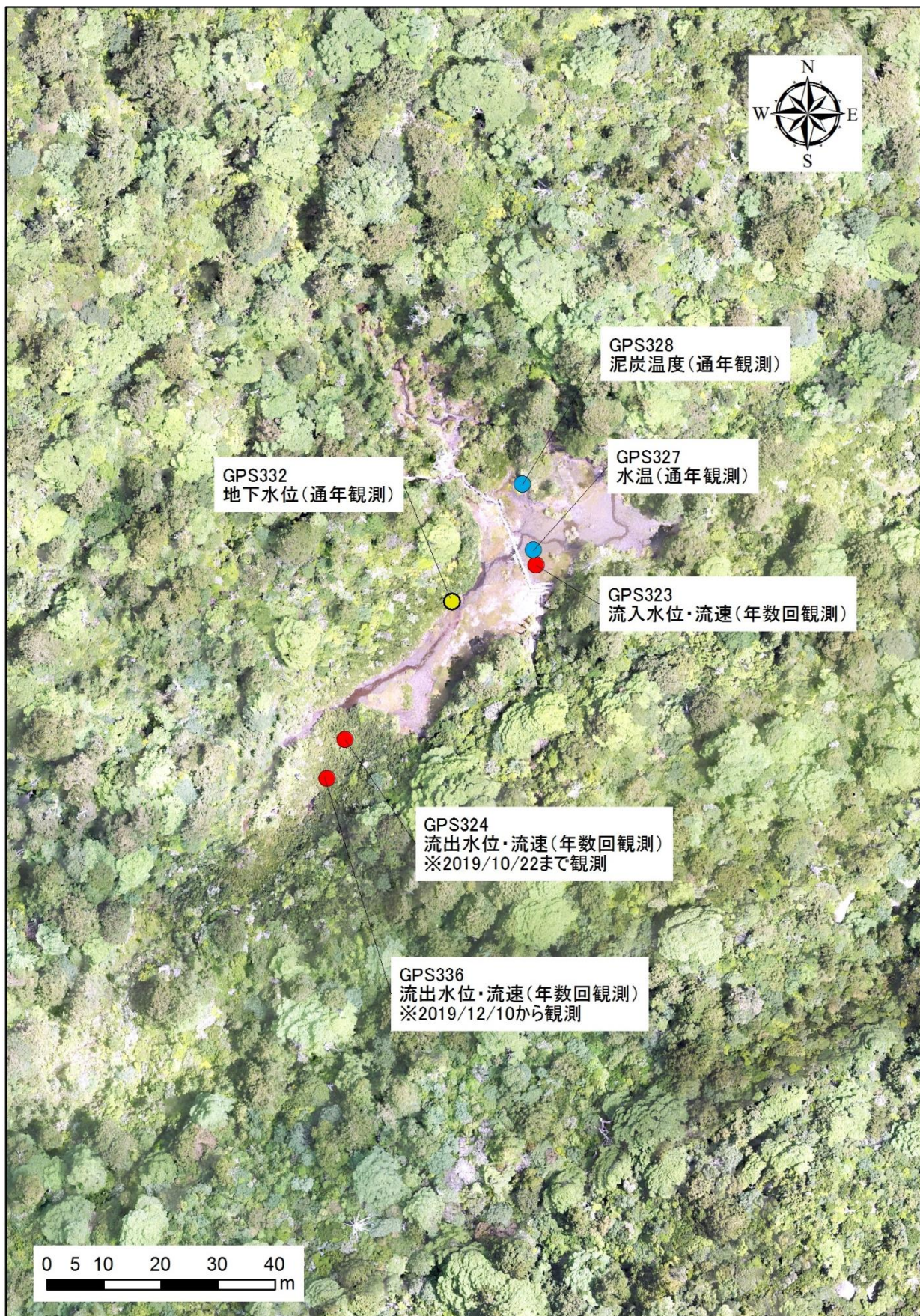


図 3-2 小花之江河の調査地点

4. 観測結果(中間報告)

4.1 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約 60cm 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 4-1 計測器ごとの測定期間

場所	測定対象	GPS No	温度測定器 (ロガー)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3年8月3日(火)
	地表水位(流入)	320	w001	令和元年10月22日(火) ～令和3年8月3日(火)
	地表水位(流出)	321	w002	令和元年10月22日(火) ～令和3年8月3日(火) ※R2,7/11 設置位置を固定
	地下水位	335	w003	令和元年10月22日(火) ～令和3年8月3日(火) ※R2,7/11 設置位置を30cm深く再設置
小花之江河	地下水位	332	w004	令和元年10月22日(火) ～令和3年8月3日(火) ※R2,7/11 設置位置を30cm深く再設置
花之江河	温湿度計	334		令和元年10月22日(火) ～令和3年8月3日(火)

(2) 調査結果

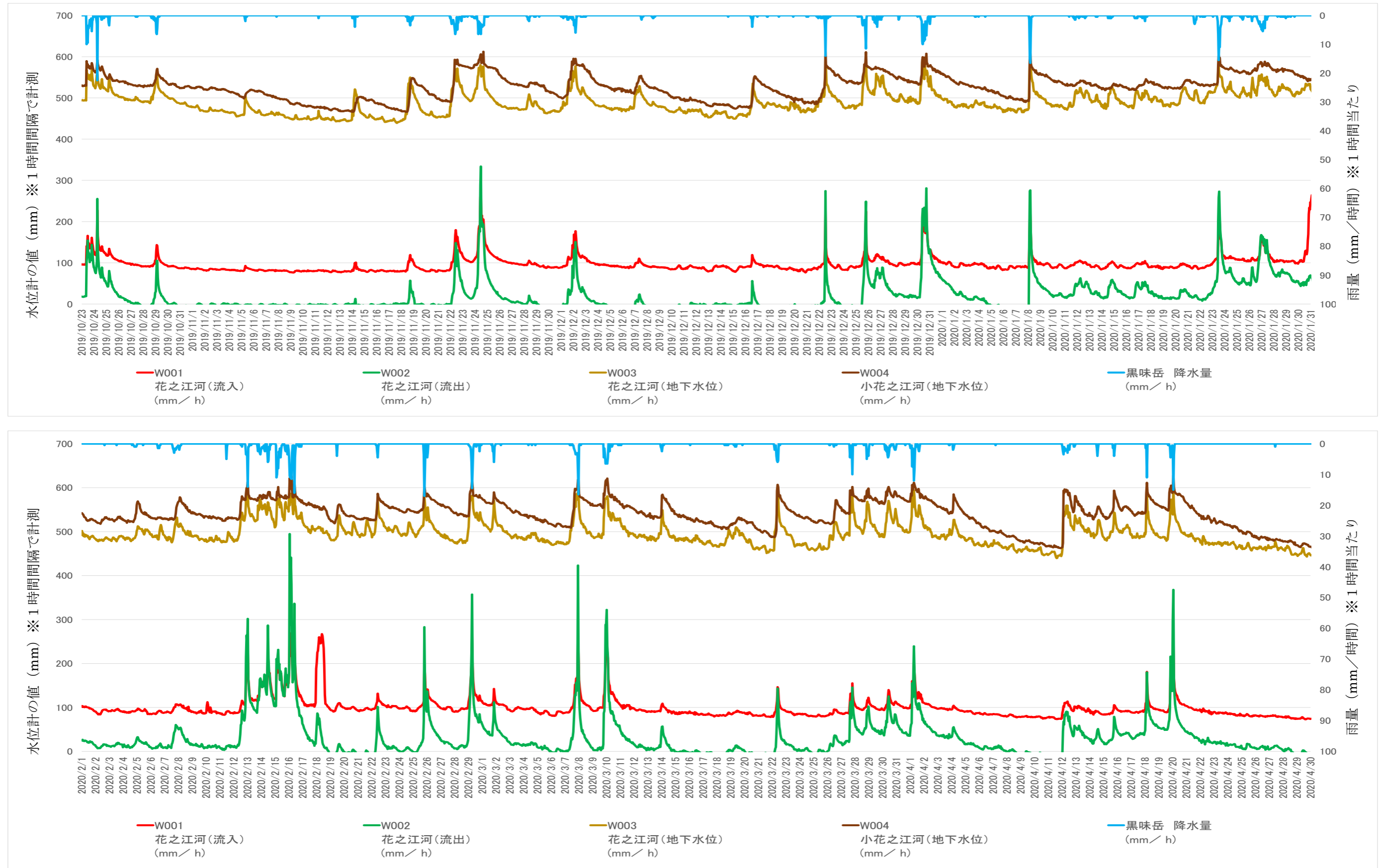


図 4-1 水位と降水量の変動 (上 2019 年 10 月～2020 年 1 月、2020 年 2 月～4 月)

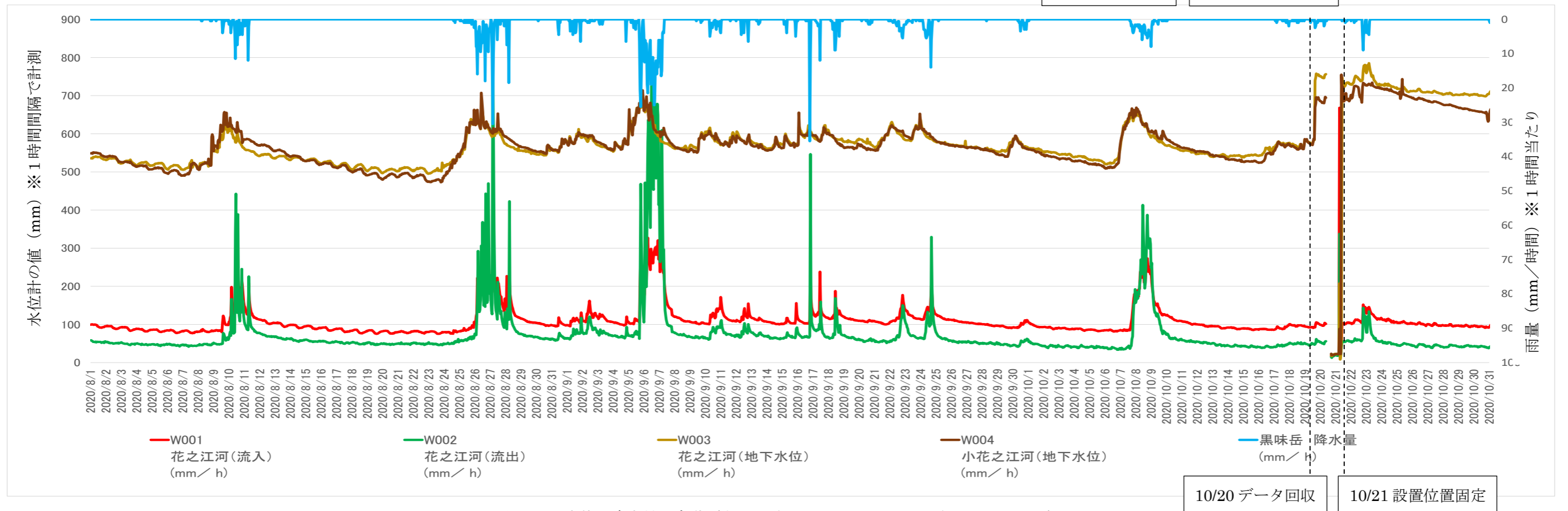
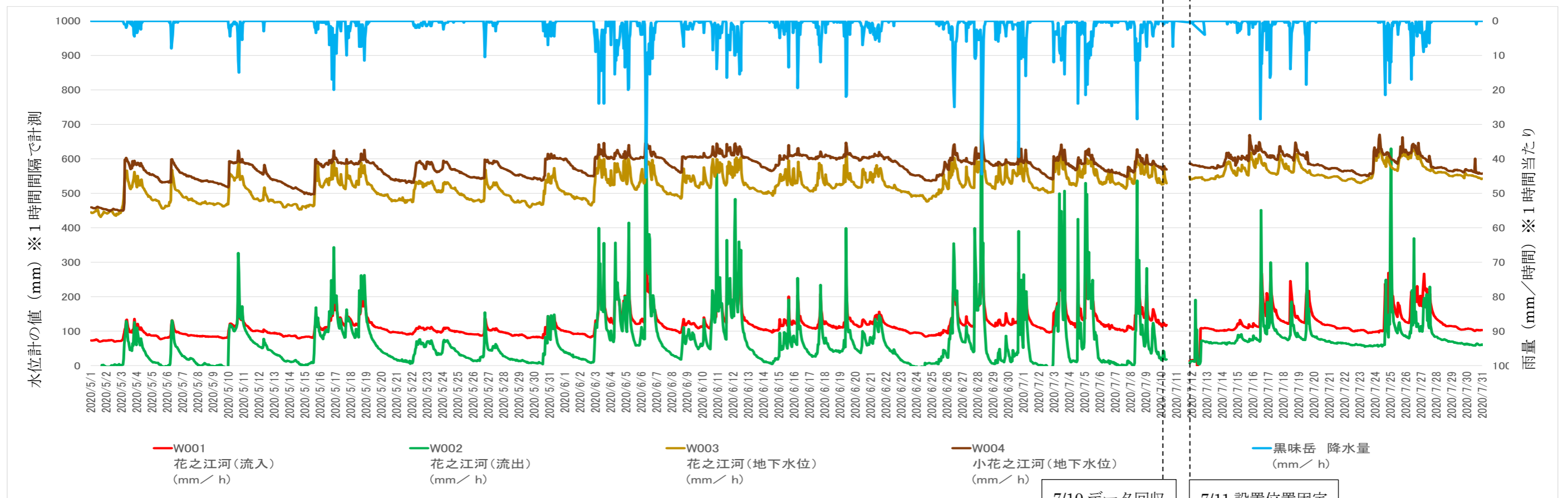


図 4-2 水位と降水量の変動 (上 2020 年 5 月～7 月、下 2020 年 8 月～10 月)

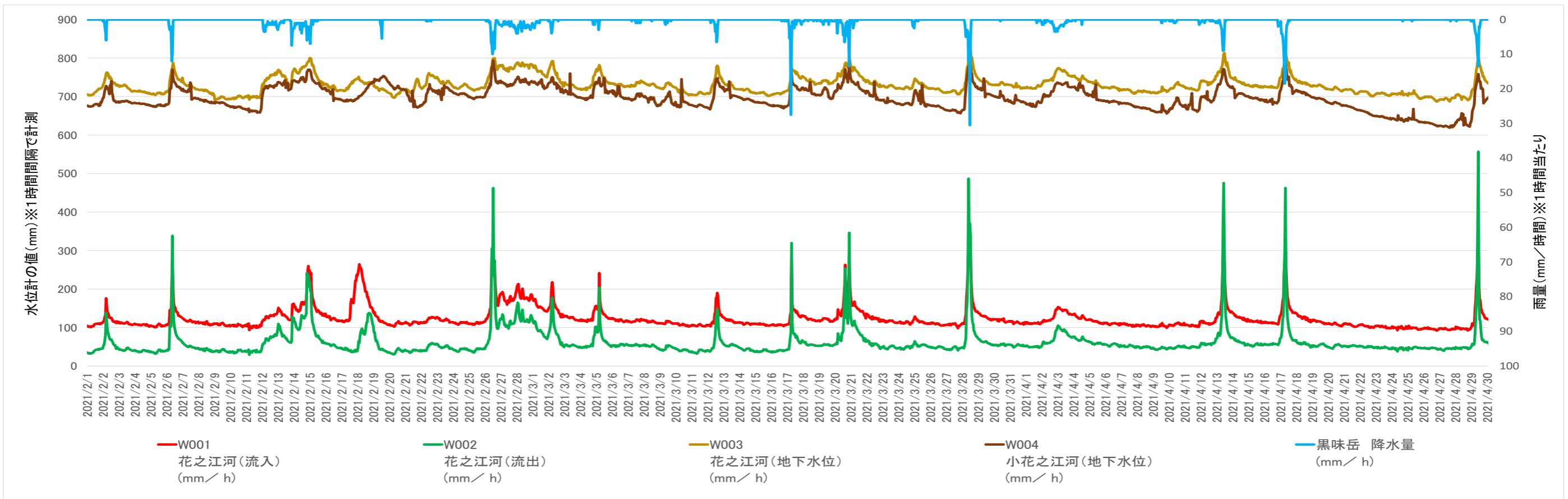
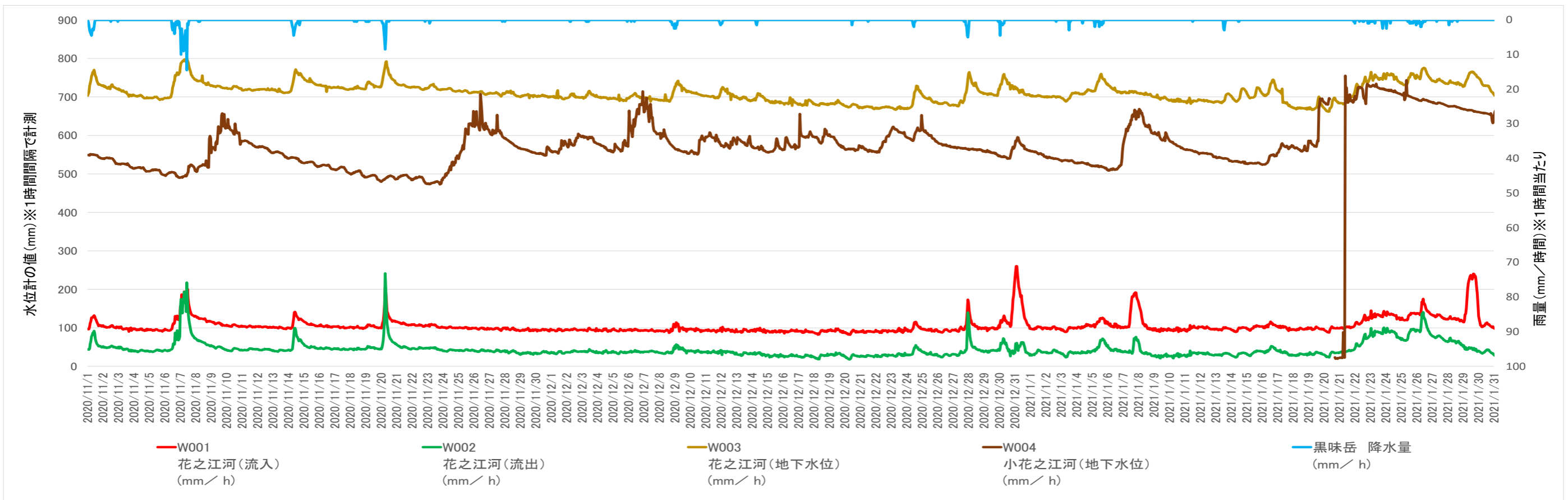


図 4-3 水位と降水量の変動 (上 2020 年 11 月～2021 年 1 月、下 2021 年 2 月～4 月)

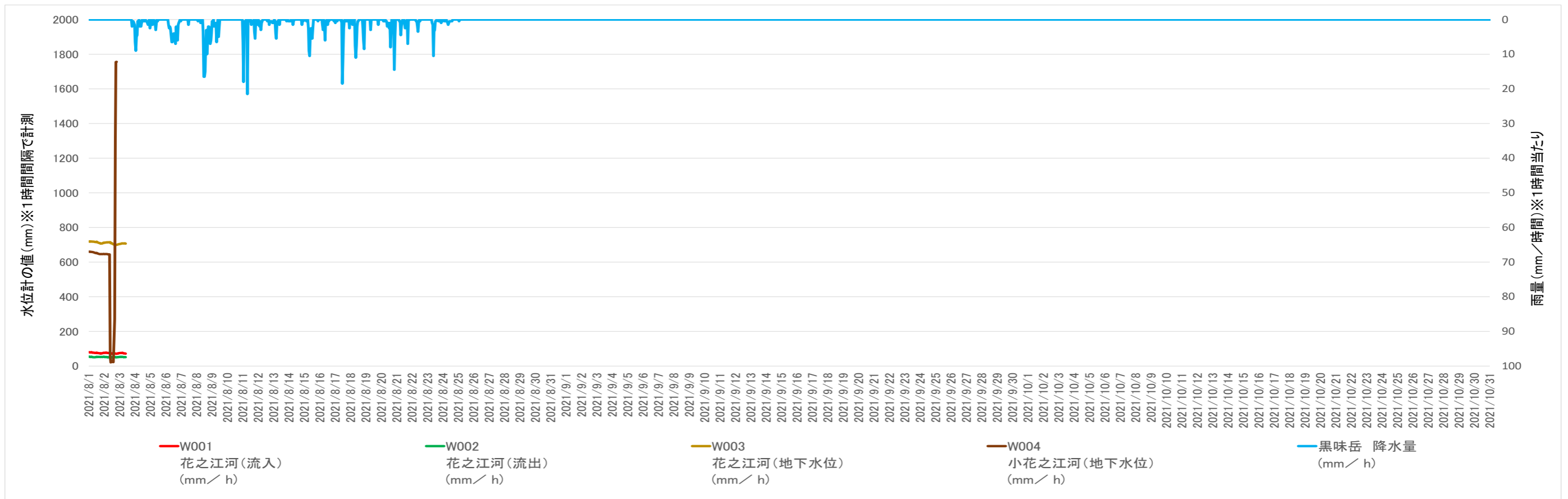
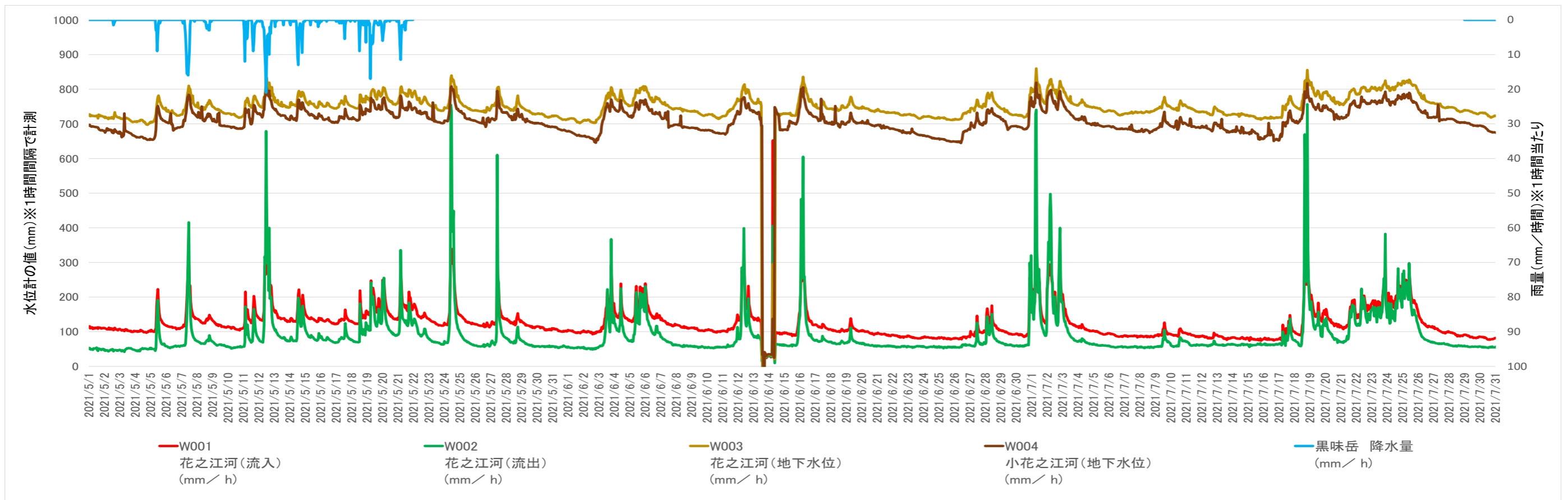


図 4-4 水位と降水量の変動 (上 2021 年 5 月～ 7 月、下 2021 年 8 月)

4. 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7回実施している。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4-2 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 5回目：令和2年7月10日、晴れ 6回目：令和2年9月17日、雨 7回目：令和2年10月20日、雨 8回目：令和3年6月13日、晴れ 9回目：令和3年9月20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 ^{※1} (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、流域面積と流量について

表 4-3 流域面積

流域面積の位置			流域面積(m ²)
花之江河	GPS322	黒味岳方面からの流入 ④	11,482
	GPS320	石塚方面からの流入 ①+③	19,158
	GPS321	石塚方面からの流出 ①+②+③+⑤+⑥	43,175
小花之江河	GPS323	石塚方面からの流入 ①	10,298
	GPS326	石塚方面からの流出 ①+②+③	16,047

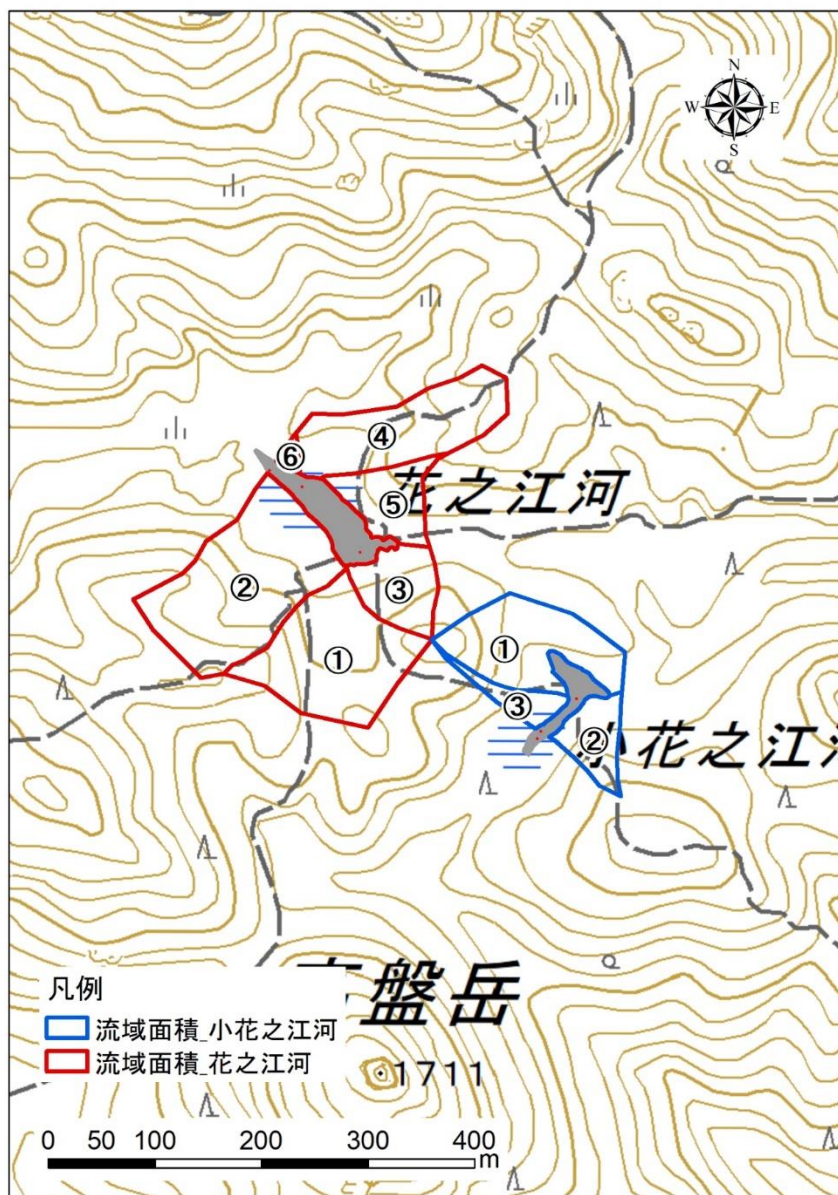
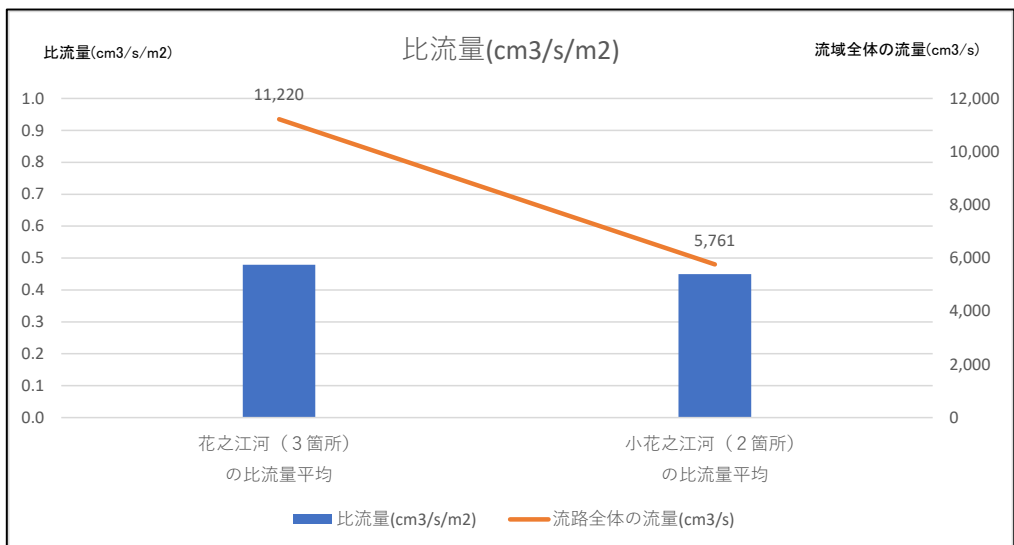
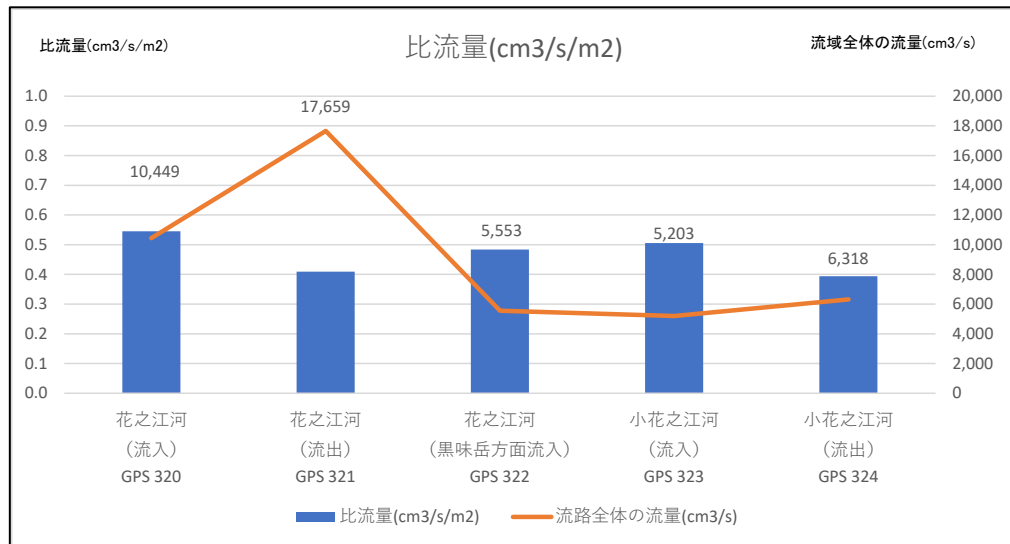


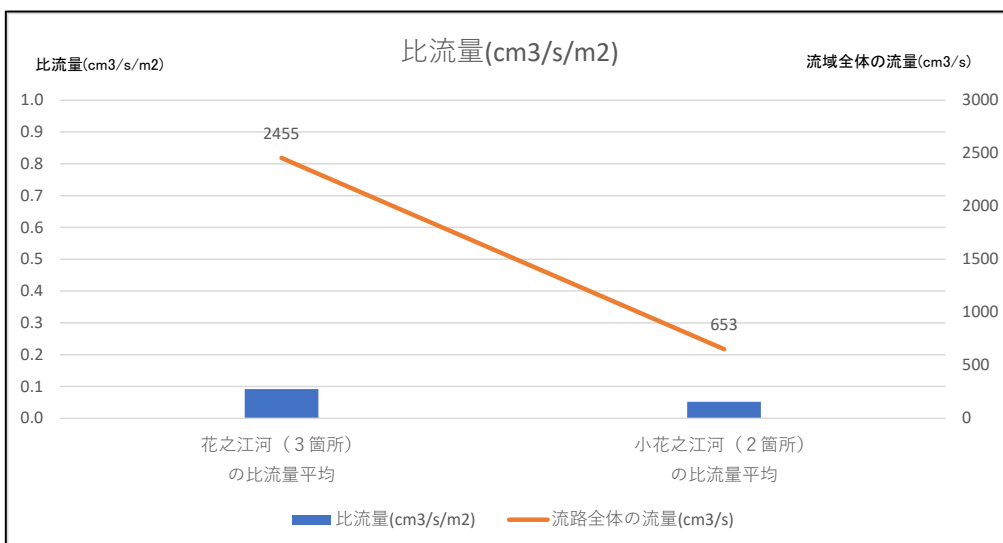
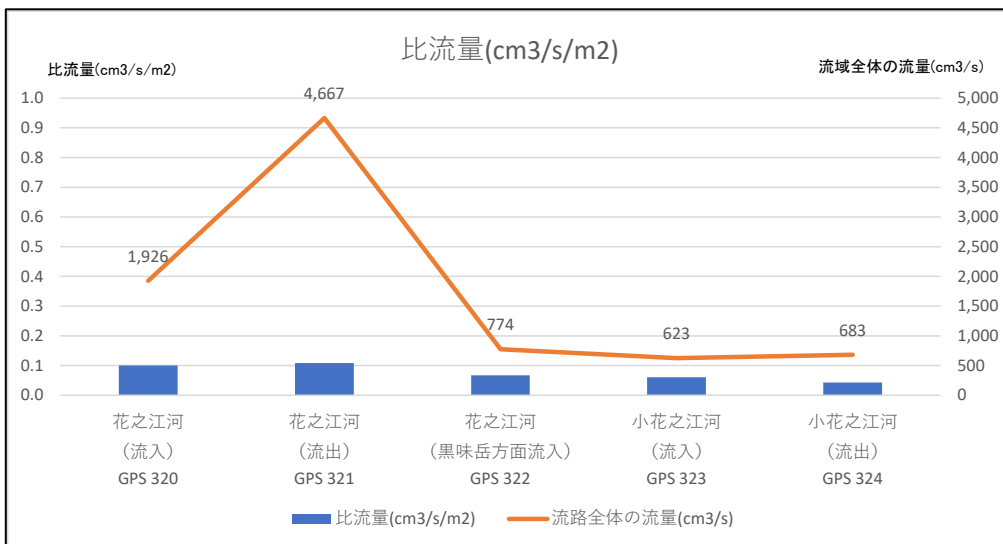
図 4-5 流域面積

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	10,449	0.55
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	17,659	0.41
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	5,553	0.48
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	5,203	0.51
小花之江河 (流出) GPS 324 ①+②+③	16,047	6,318	0.39



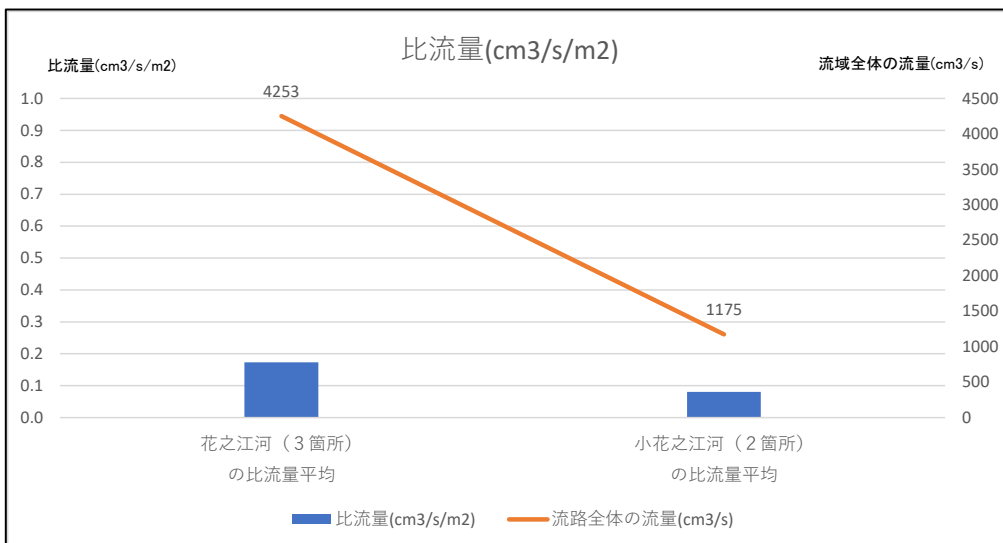
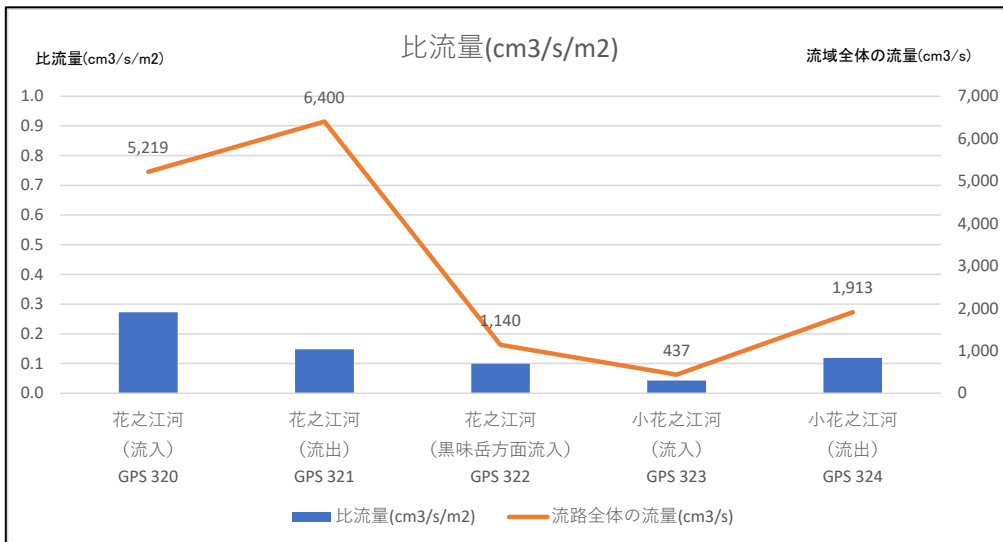
図表 4-6 比流量、1回目計測 (R元年8月19日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	1,926	0.10
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	4,667	0.11
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	774	0.07
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	623	0.06
小花之江河 (流出) GPS 324 ①+②+③	16,047	683	0.04



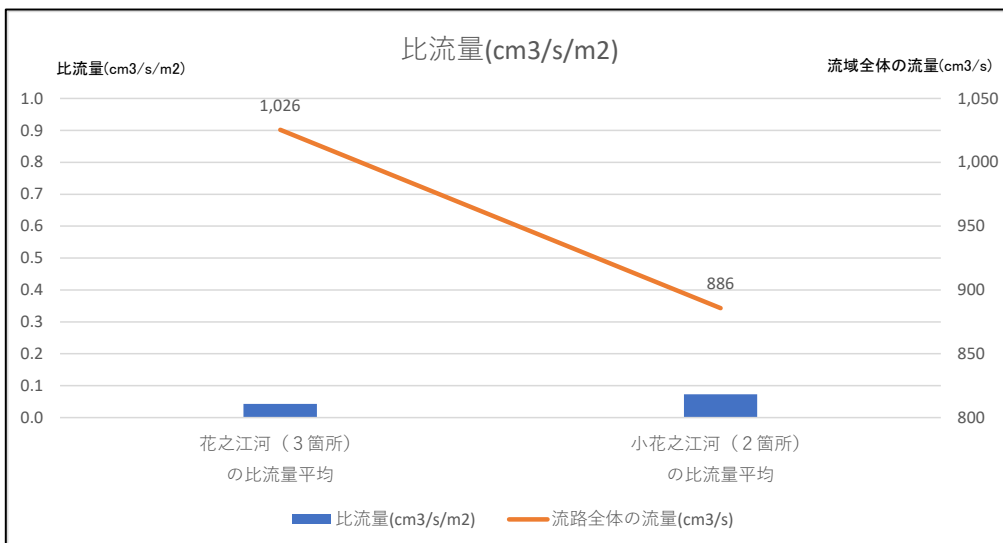
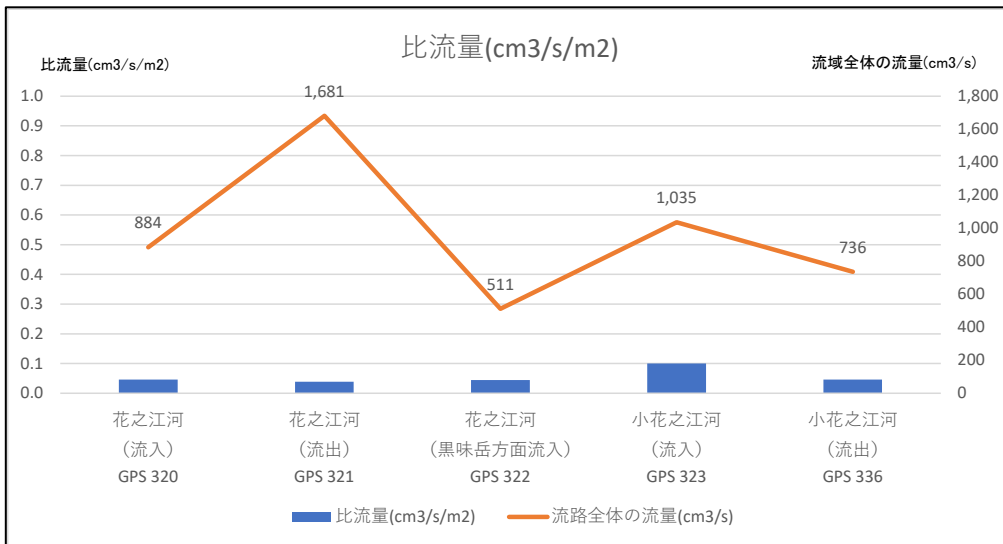
図表 4-7 比流量、2回目計測 (R元年10月1日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	5,219	0.27
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	6,400	0.15
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	1,140	0.10
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	437	0.04
小花之江河 (流出) GPS 324 ①+②+③	16,047	1,913	0.12



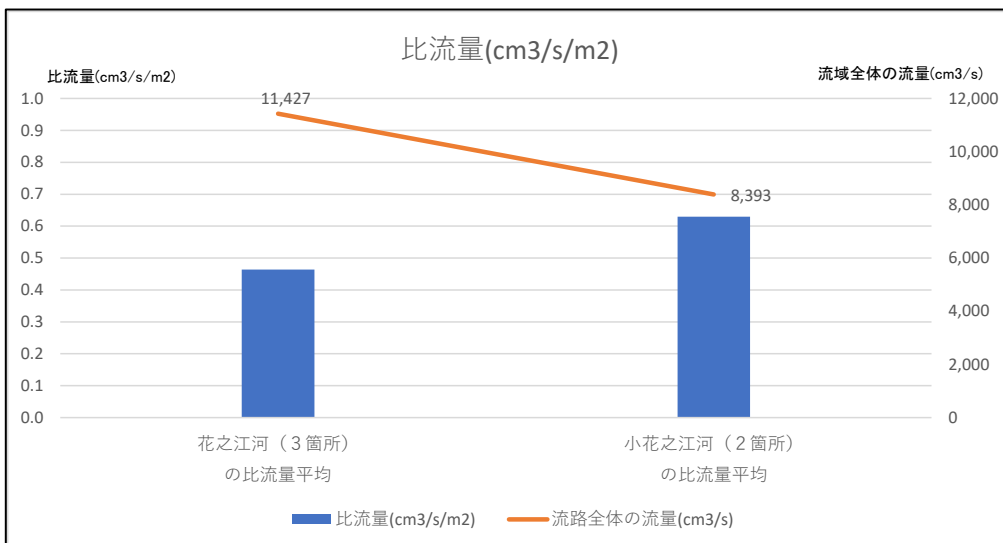
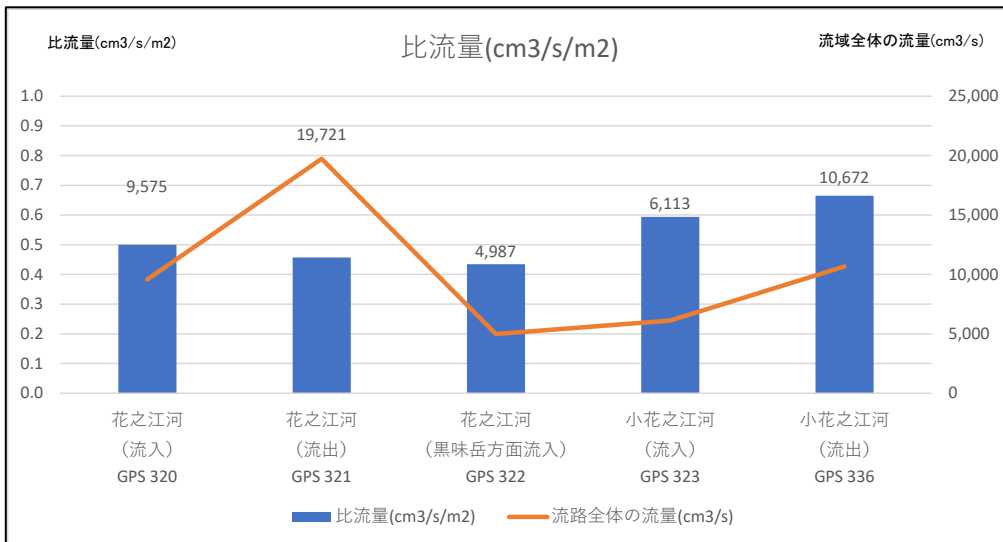
図表 4-8 比流量、3回目 (R元年10月22日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	884	0.05
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	1,681	0.04
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	511	0.04
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	1,035	0.10
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	736	0.05



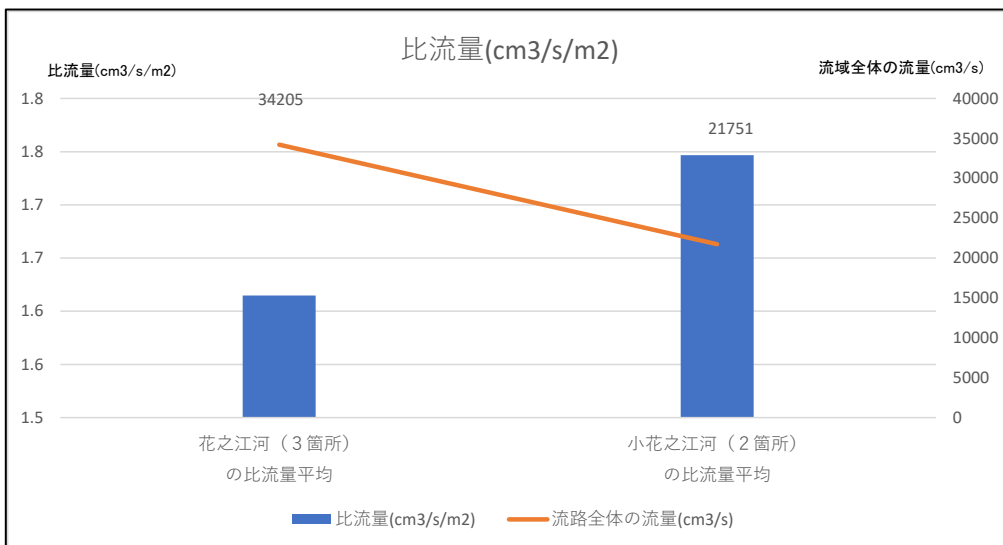
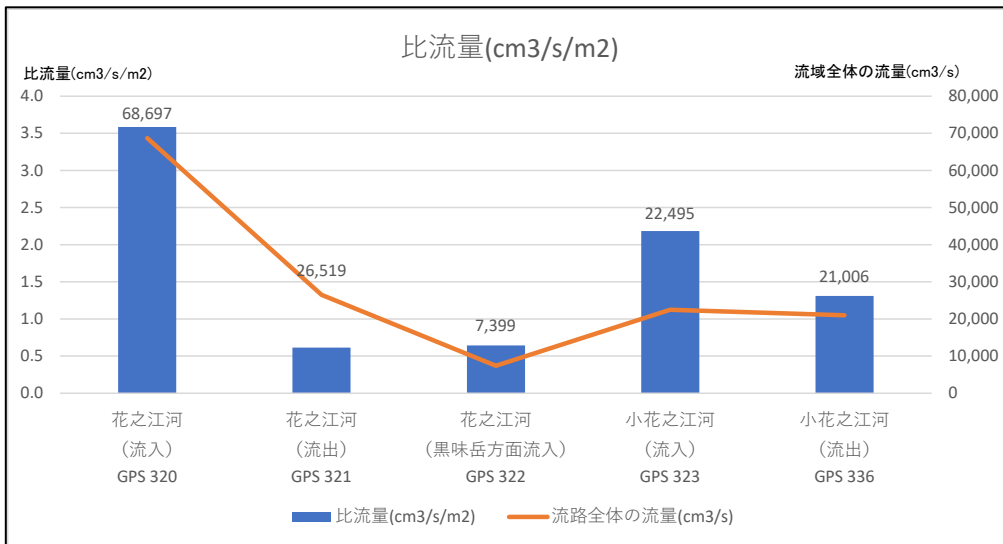
図表 4-9 比流量、4回目 (R元年12月10日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	9,575	0.50
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	19,721	0.46
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	4,987	0.43
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	6,113	0.59
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	10,672	0.67



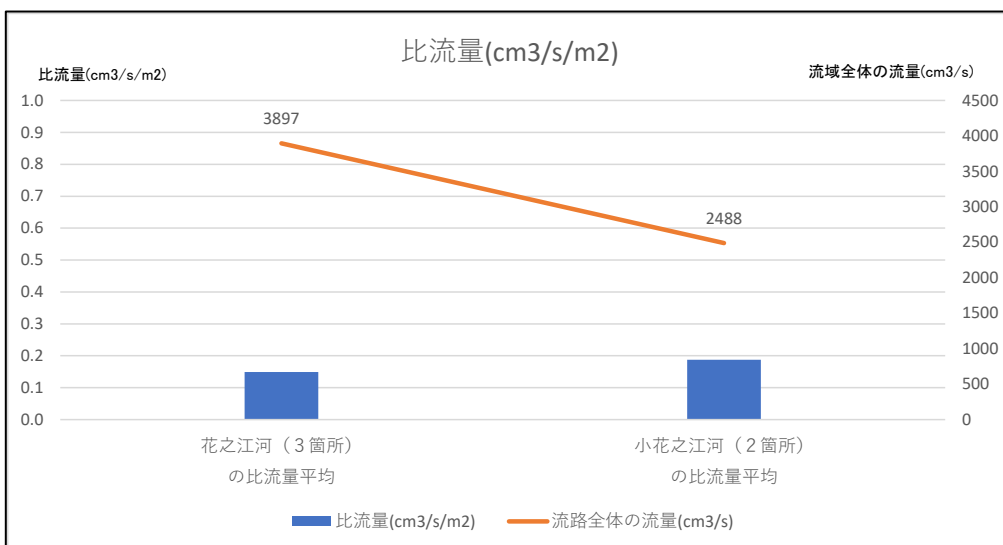
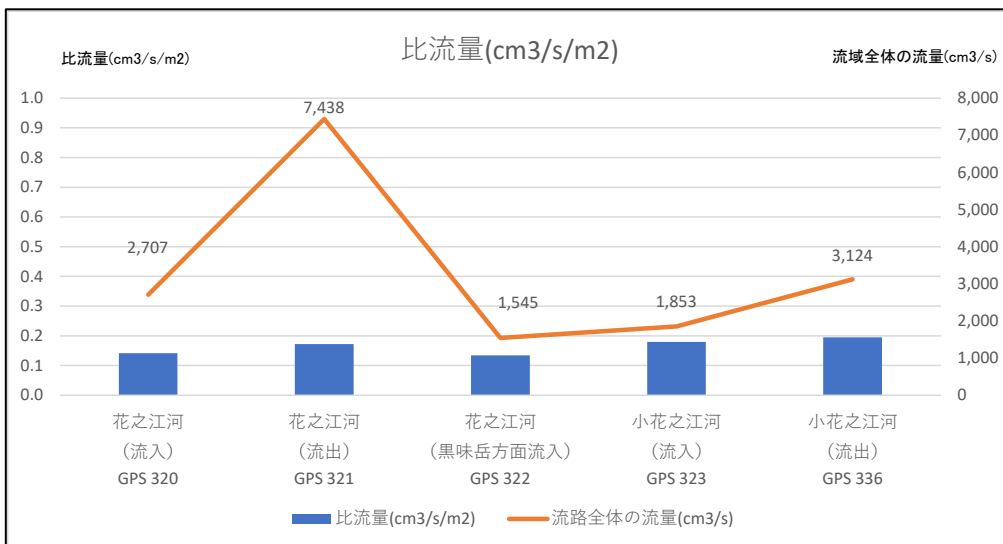
図表 4-10 比流量、5回目 (R2年7月10日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	68,697	3.59
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	26,519	0.61
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	7,399	0.64
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	22,495	2.18
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	21,006	1.31



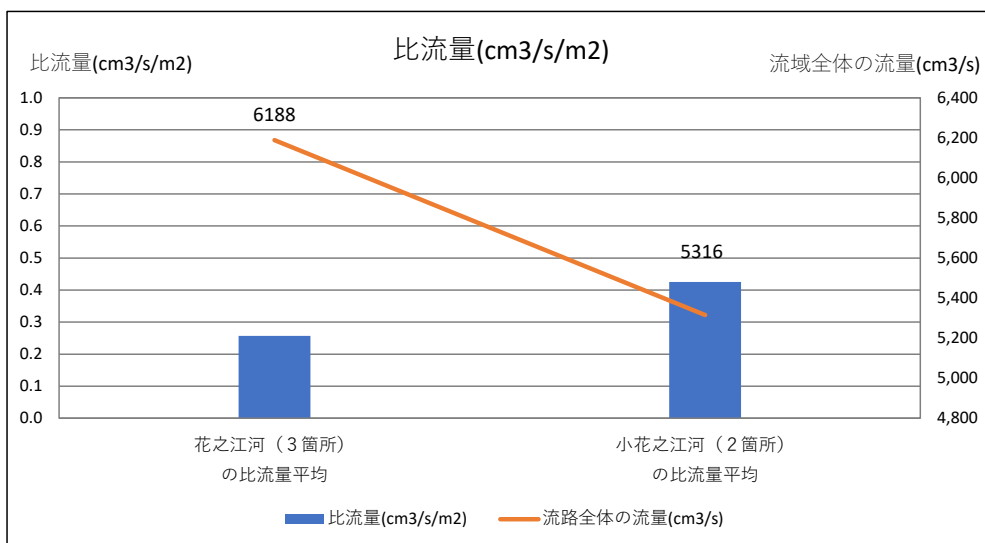
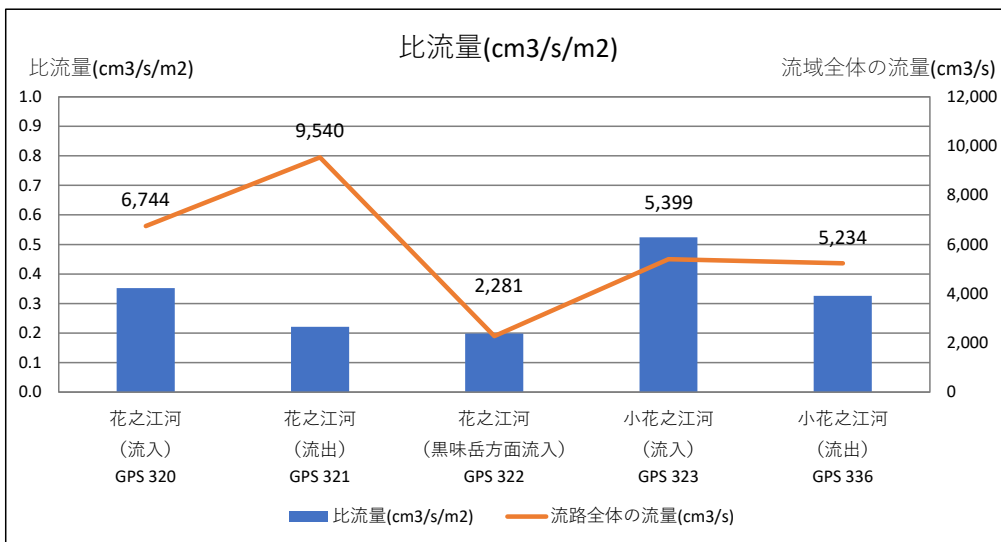
図表 4-11 比流量、6回目 (R2年9月17日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	2,707	0.14
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	7,438	0.17
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	1,545	0.13
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	1,853	0.18
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	3,124	0.19



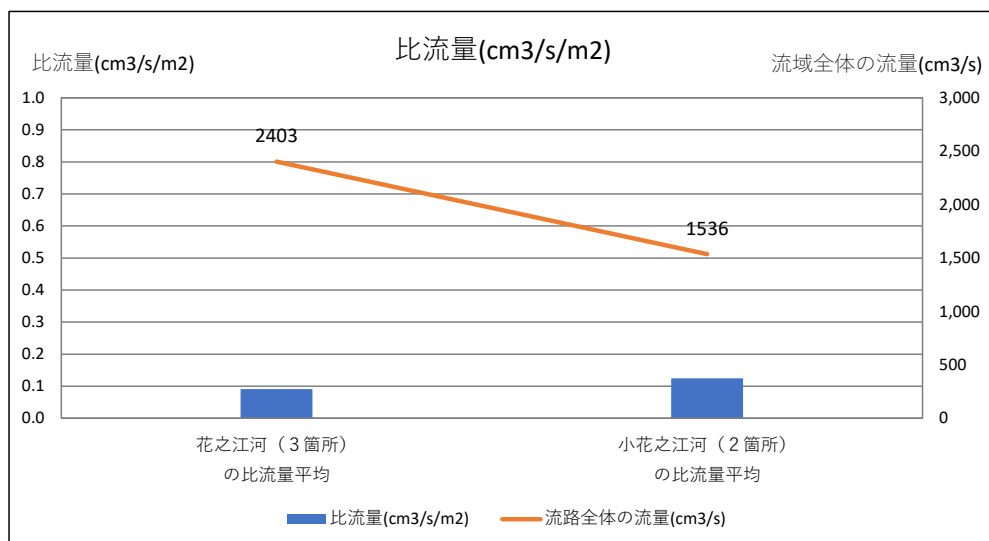
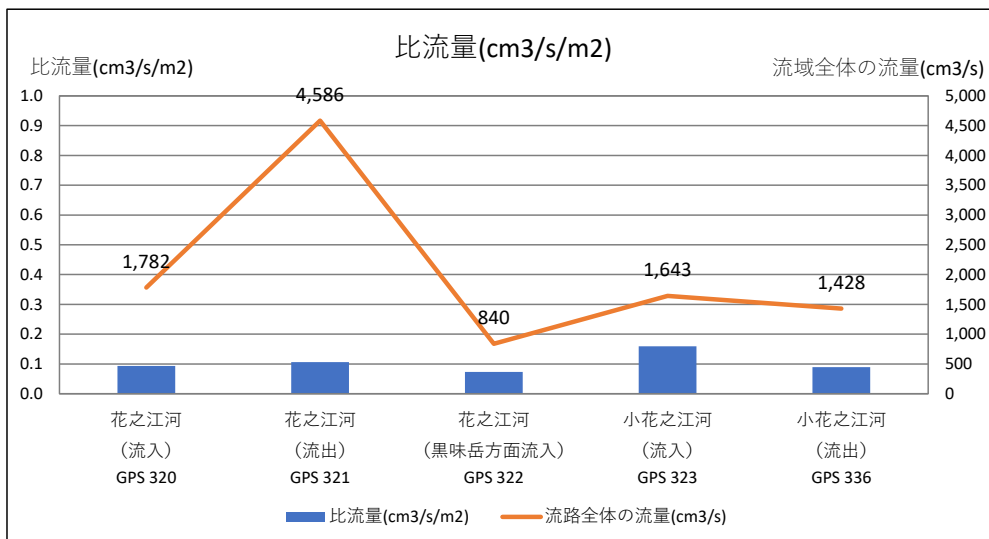
図表 4-12 比流量、7回目 (R2年10月20日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	6,744	0.35
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	9,540	0.22
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	2,281	0.20
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	5,399	0.52
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	5,234	0.33



図表 4-13 比流量、8回目 (R3年6月13日)

GPS	流域面積 (m ²)	流路全体の流量(cm ³ /s)	比流量(cm ³ /s/m ²)
花之江河 (流入) GPS 320 ①+③	19,158	1,782	0.09
花之江河 (流出) GPS 321 ①+②+③+⑤+⑥	43,175	4,586	0.11
花之江河 (黒味岳方面流入) GPS 322 ④	11,482	840	0.07
小花之江河 (流入) GPS 323 ①	10,298	1,643	0.16
小花之江河 (流出) GPS 336 ①+②+③	16,047	1,428	0.09



図表 4-14 比流量、9回目 (R3年9月20日)

4.3 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を設置、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4-4 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3年6月28日(月)
	泥炭温度(湿原面下50cm)	325	No. 002	令和元年10月1日(火)～令和3年6月28日(月)
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3年6月28日(月)
	泥炭温度(湿原面下50cm)	328	No. 004	令和元年10月1日(火)～令和3年6月28日(月) ※R1 10/1～12/10 欠測
花之江河	温湿度計	334		令和元年10月22日(火)～令和3年6月28日(月)

(2) 調査結果

◇ 観測点ごとの、温度と降水量の変動

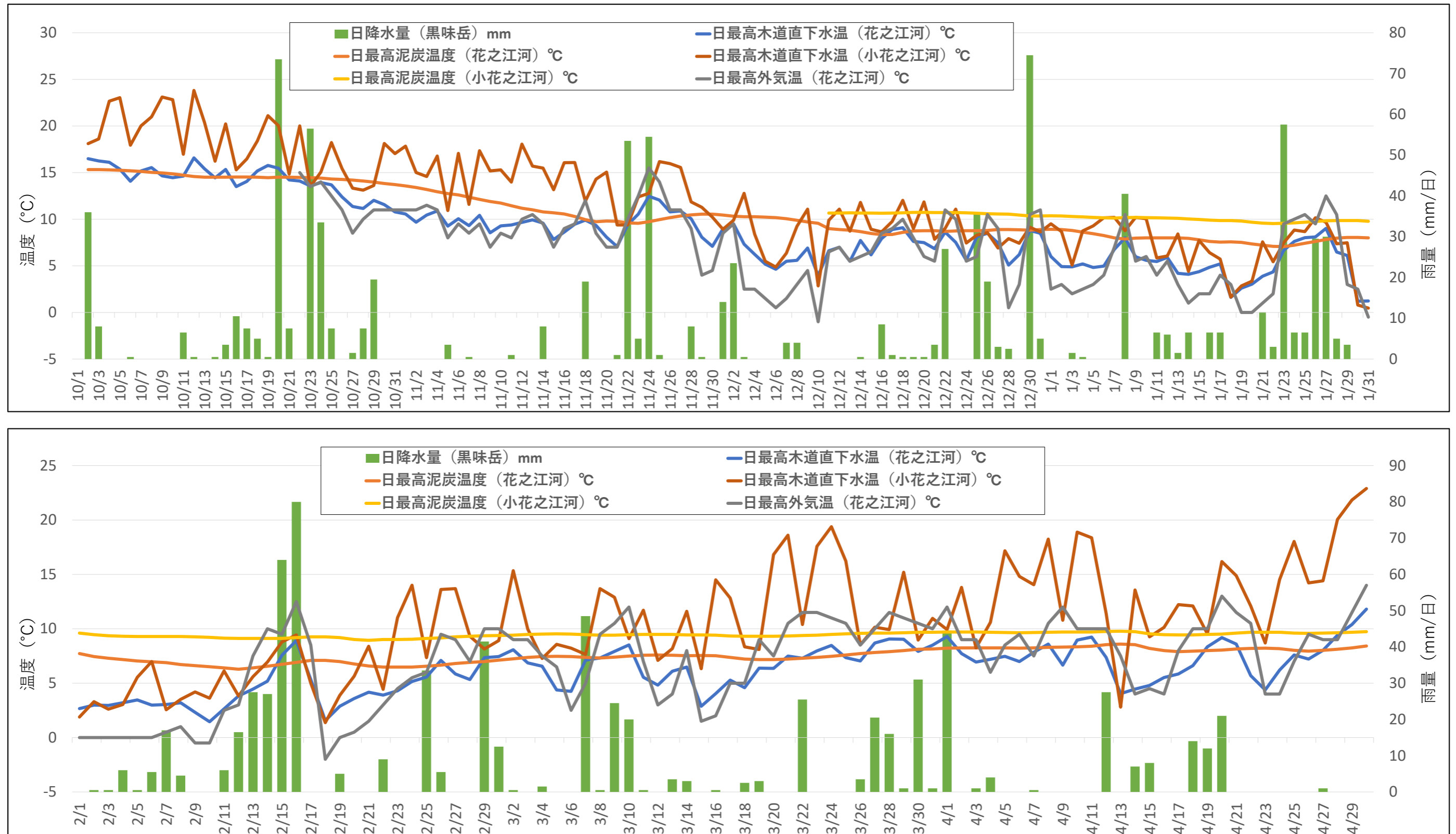


図 4-15 温度と降水量の変動 (上 2019 年 10 月～2020 年 1 月、下 2020 年 2 月～4 月)

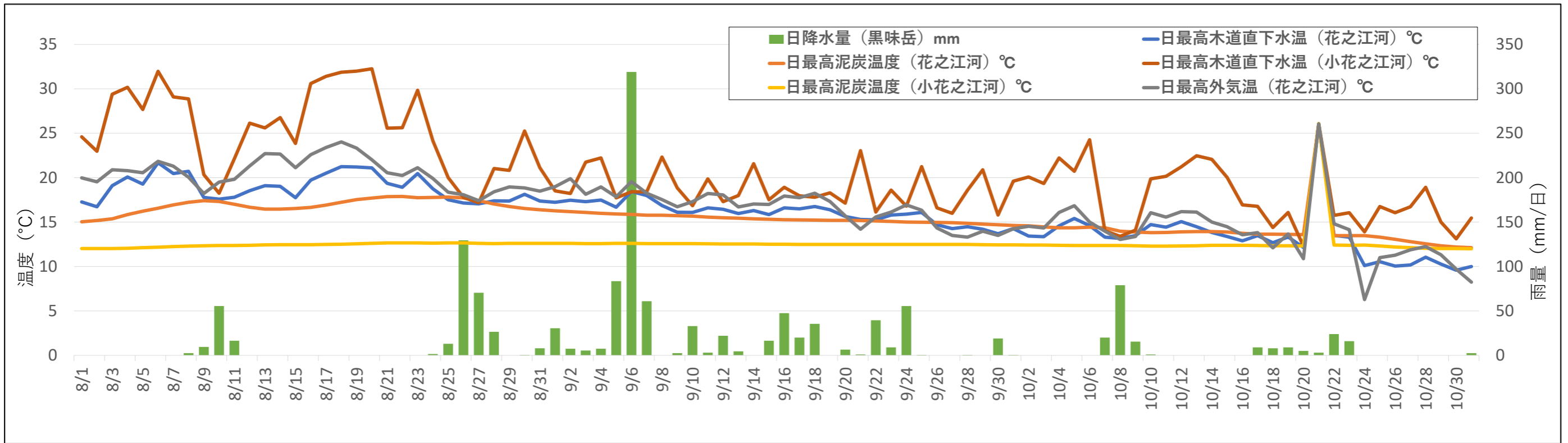
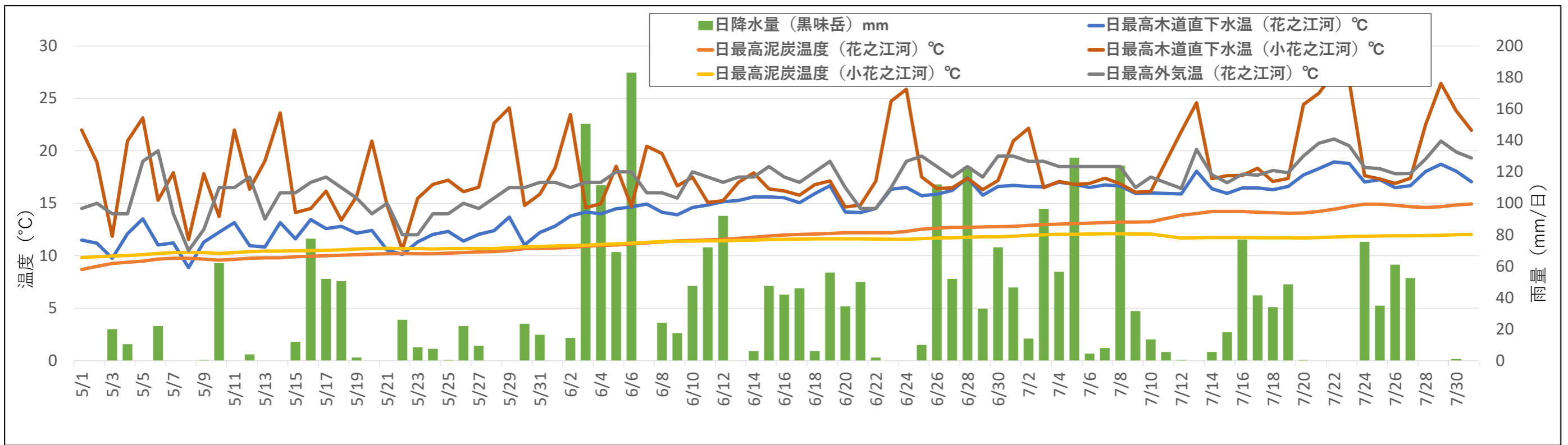


図 4-16 温度と降水量の変動 (上 2020 年 5 月～7 月、下 2020 年 8 月～10 月)

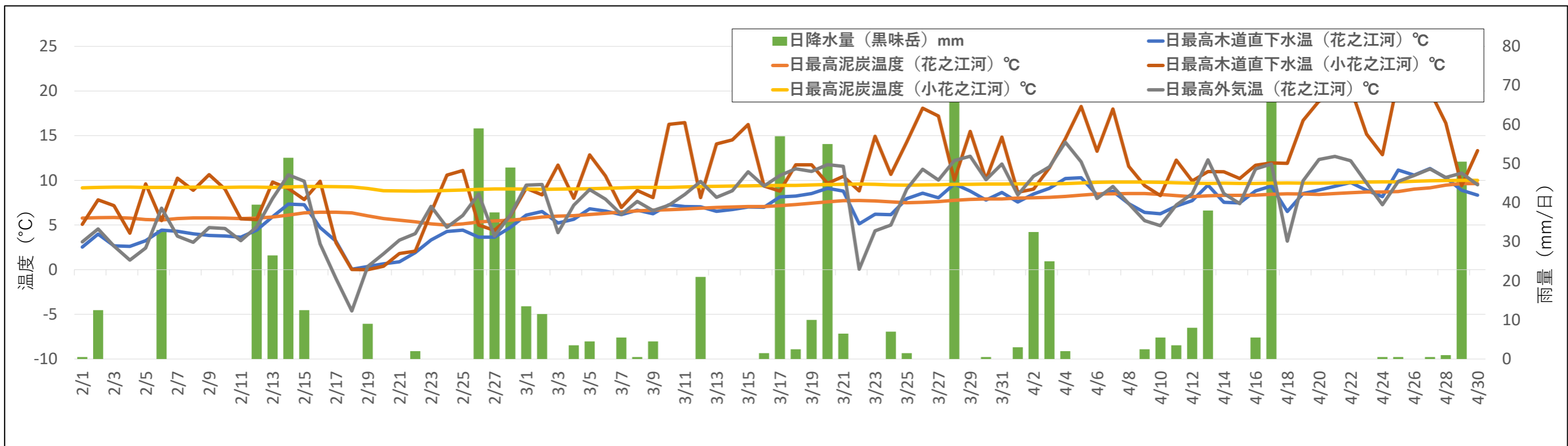
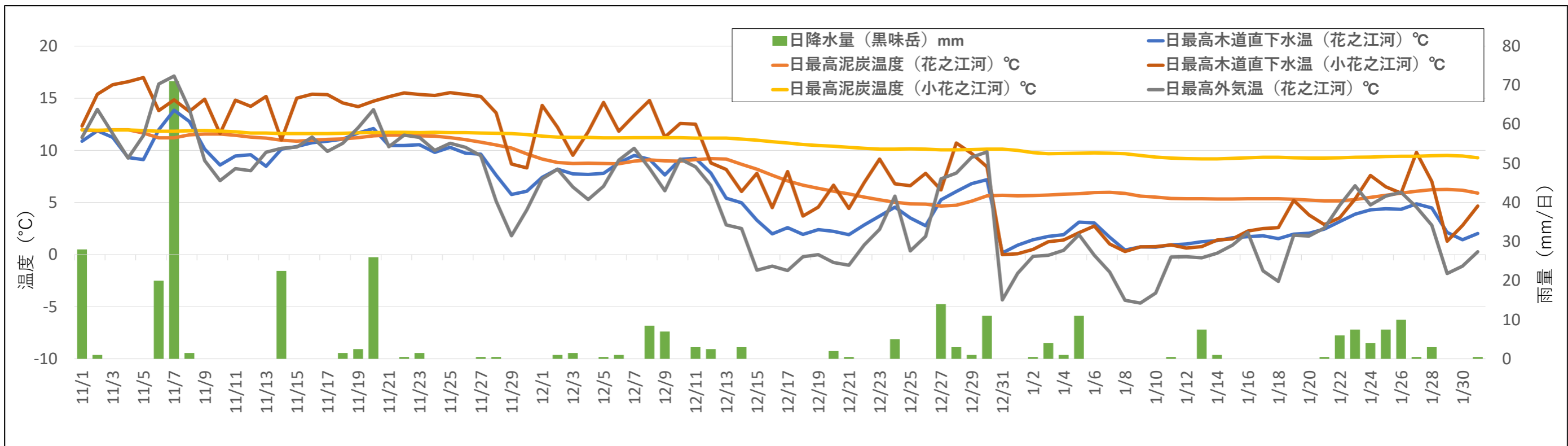


図 4-17 温度と降水量の変動 (上 2020 年 11 月～2021 年 1 月、下 2021 年 2 月～4 月)

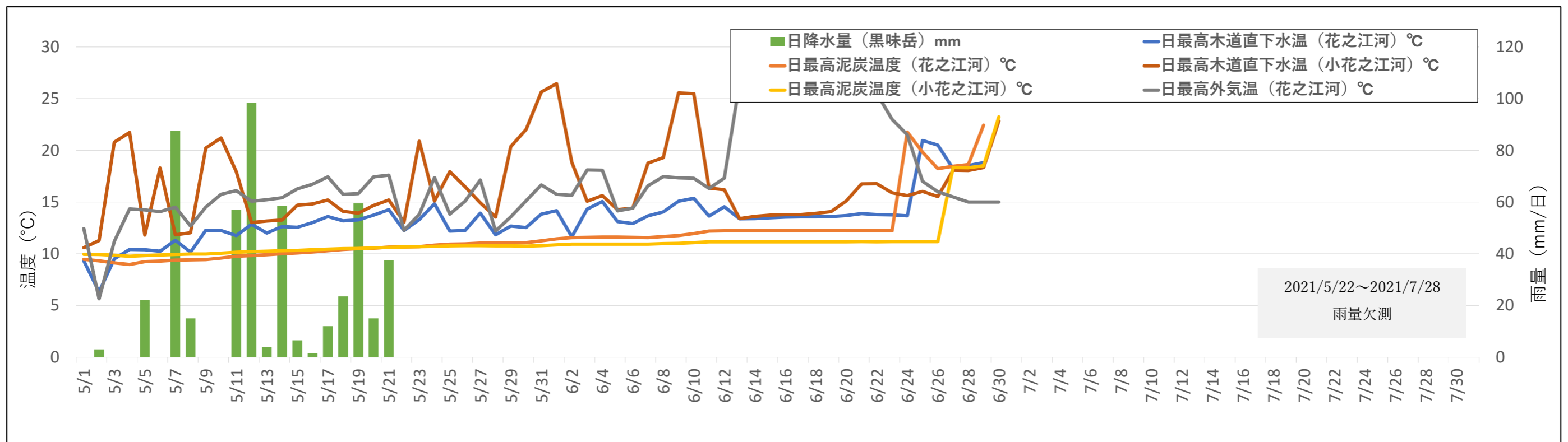


図 4-18 温度と降水量の変動 (2021 年 5 月～6 月)

- ・小花之江河木道直下の水温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、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。
- ・小花之江河木道より上流側は広い湿地となっており、湿地を通過する間に水温が上昇していると思われる。一方、花之江河木道より上流は林内となっており、低い水温のまま湿地内に流れ込んでいる。

◇ 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）

2019年

単位:mm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月合計	89	265	317	417	653	601	675	1251	461	300	156	228
月最大	29	55	65	111	249	65	260	283	149	74	55	75
日平均	3	9	10	14	21	20	22	40	15	10	5	7

2020年

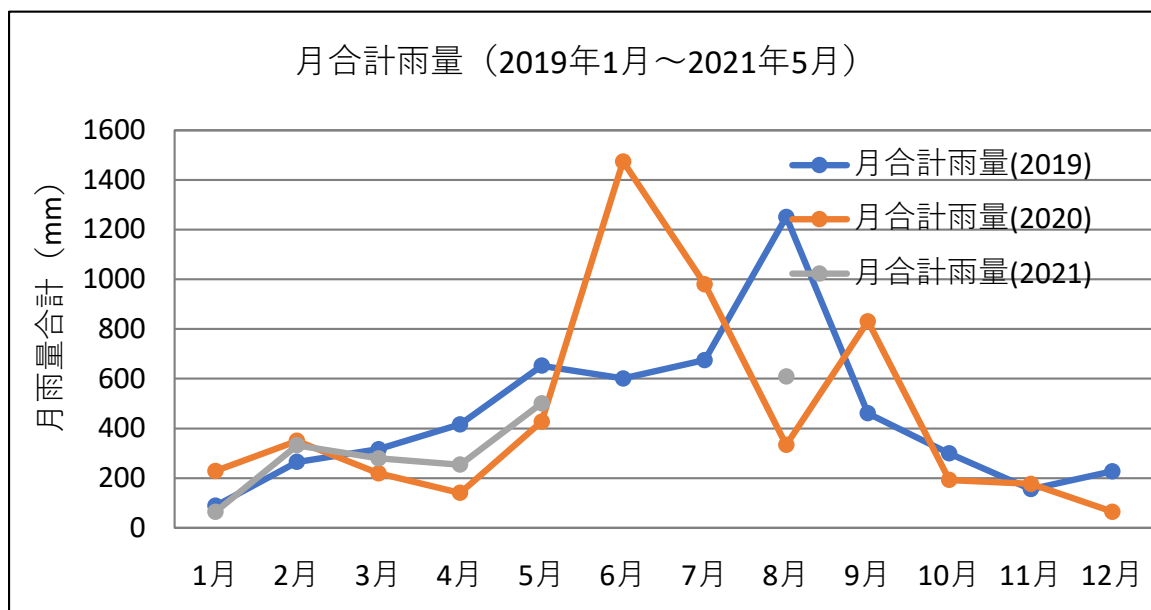
単位:mm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月合計	229	350	220	141	427	1474	980	334	831	147	—	—
月最大	58	80	49	45	78	183	129	130	319	79	—	—
日平均	7	12	7	5	14	49	32	11	28	5	—	—

2021年

単位:mm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月合計	65	333	280	255	501	—	—	610				
月最大	11	59	74	76	99	—	—	104				
日平均	2	12	9	8	24	—	—	21				

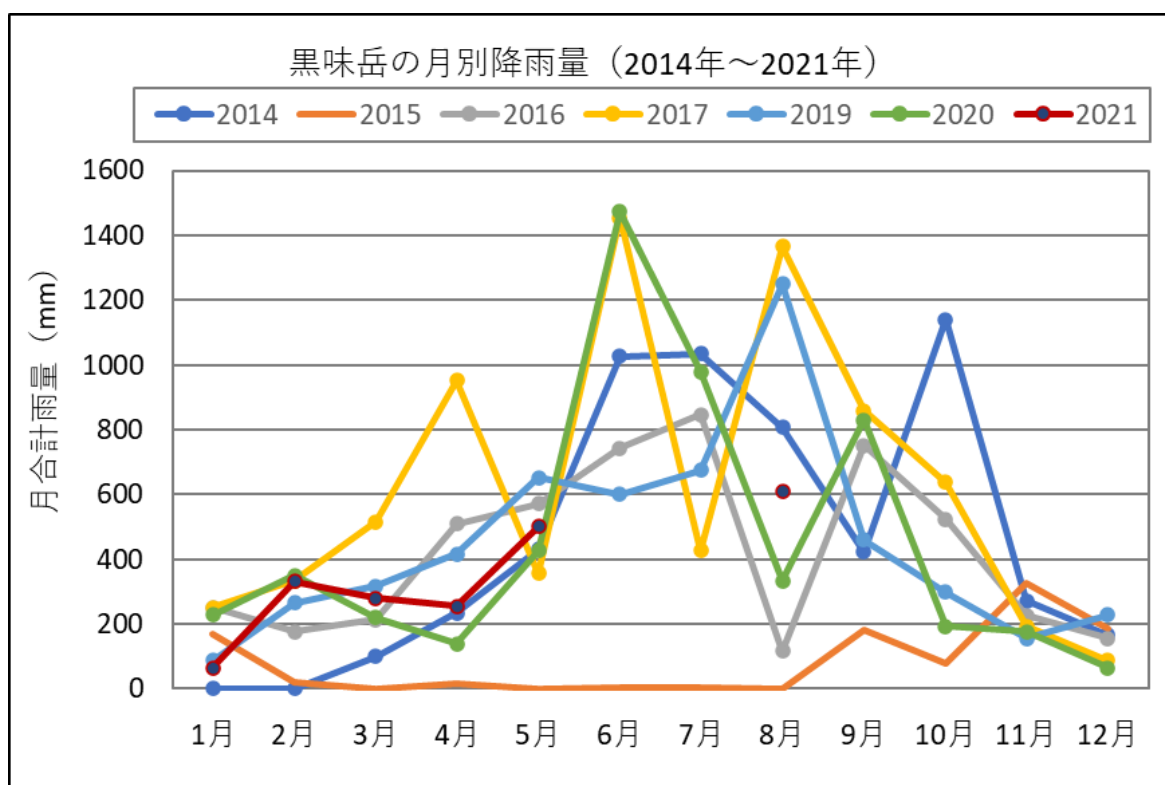


図表 4-19 黒味岳の月別合計雨量（2019/1/1～2021/5/21）

※2018年データは未入手
 ※2019/5/22～7/28 欠測

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	1026	1036	808	422	1141	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	1456	427	1366	860	638	194	87
2019	89	265	317	417	653	601	675	1251	461	300	156	228
2020	229	350	220	141	427	1474	980	334	831	193	177	65
2021	65	333	280	255	501	—	—	610				



図表 4-20 黒味岳の月別合計雨量 (2014/1/1～2019/12/11)

※2015年2月～10月は欠測あり
 ※2018年データは未入手
 ※2019/5/22～7/28欠測