

第 4 章 河川における赤土等流入状況調査

4.1 流入状況調査

4.1.1 調査内容

調査内容は表 4.1-1 に示すとおりである。

表 4.1-1 調査内容一覧

調査項目	調査域・地点数	調査内容
赤土等 流入状況 調査	調査域：重点監視区分内を 流れる 3 河川 地点数：各河川下流の 1 地点	測定項目：濁度及び水位・流速・流量（河川断面 積×流速）の連続観測（5 分ピッチ） 調査時期：R6.6 月～R7.2 月

(1) 調査方法

水位計、流速計及び濁度計を設置し、水位、流速及び濁度の連続観測(5 分ピッチ)を行った。河川流量については、横断測量(深淺測量)を行い、水位データを元に河川断面積を求め、断面積と流速の積により算出した。

また、濁度-SS 相関式を作成し、連続観測で得られた濁度データから SS 濃度へ換算し、さらに、流量と SS 濃度から赤土等負荷量を算出した。

なお、濁度-SS 相関式作成にあたっては、下記の 2 つの方法で行った。①の方法は「平成 19 年度赤土等の発生源対策推進事業 赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査」(以下「平成 18、19 年度調査」という。)と同じ方法で、平成 18、19 年度調査との比較の際はこの方法で換算した結果を用いる。②の方法は、より実際の流出量を反映していると考えられる方法で、SS 負荷量の算出及び USLE による流出量との比較の際はこの方法で換算した結果を用いる。

①観測地点近傍の底質を採取し、室内にて段階的に濃度を調整した濁水を作成して濁度と SS を測定し、両者の相関式を求める。

②降雨時に実際に河川を流れている濁水を採水して SS を測定し、採水時の濁度観測値から両者の相関式を求める。なお、降雨時採水には自動採水機を用いた。



水位・流速計

(RT510-1VW・東建エンジニアリング)



濁度計

(CME-WMC1-TC3000-10・クリマテック)

(2) 調査地点

調査地点の位置情報一覧を表 4.1-2に、調査地点位置図を図 4.1-1に示した。

表 4.1-2 赤土等流入状況調査位置情報一覧

地域区分	監視地域名	対象河川	北緯	東経
沖縄島	34 平良湾北	14 古島川	26° 37' 38.3"	128° 10' 59.4"
	40 宜野座南東	42 宜野座福地川	26° 29' 07.3"	127° 58' 42.2"
		43 漢那中港川	26° 28' 42.3"	127° 57' 20.1"

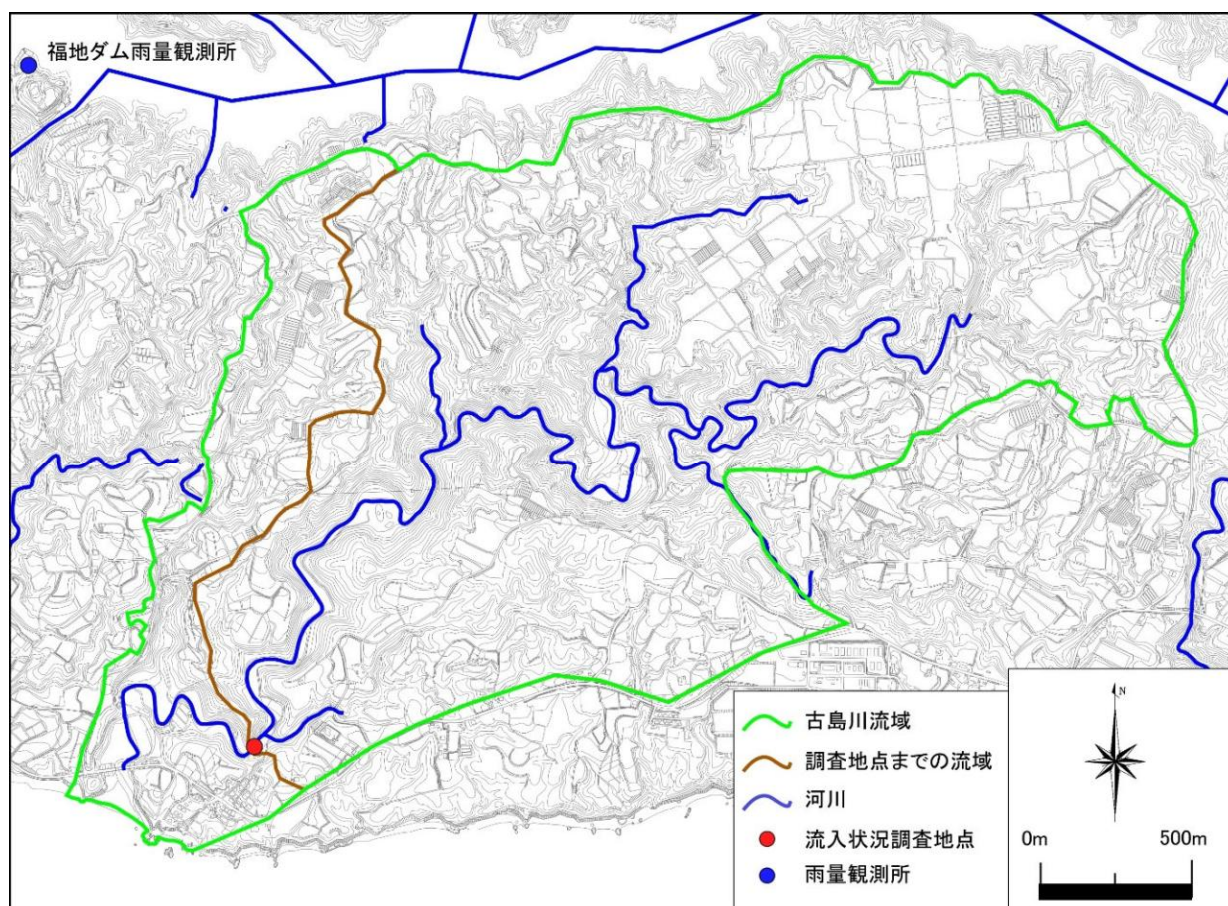


図 4.1-1(1) 赤土等流入状況調査位置図(古島川)

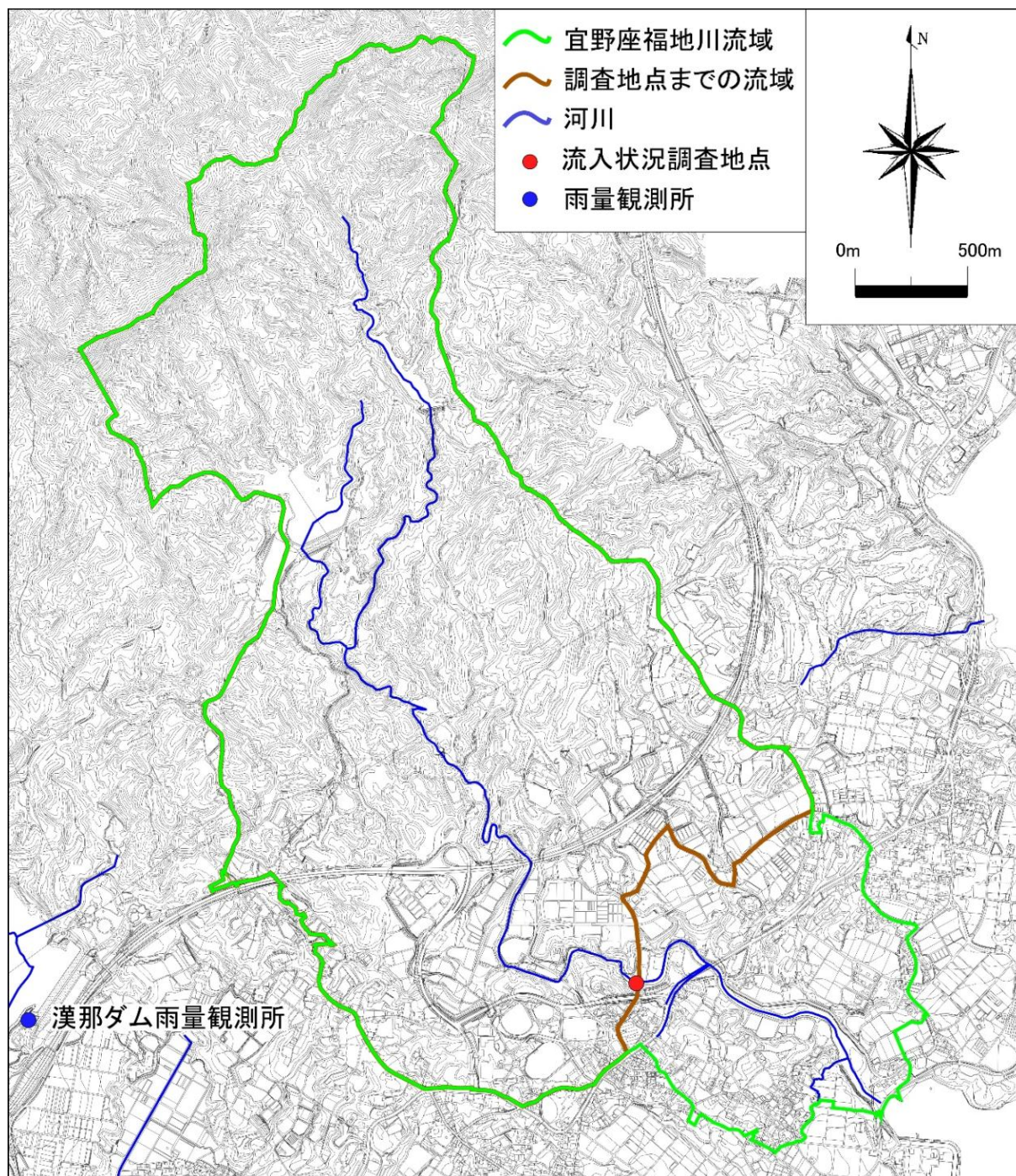


図 4.1-1(2) 赤土等流入状況調査位置図(宜野座福地川)

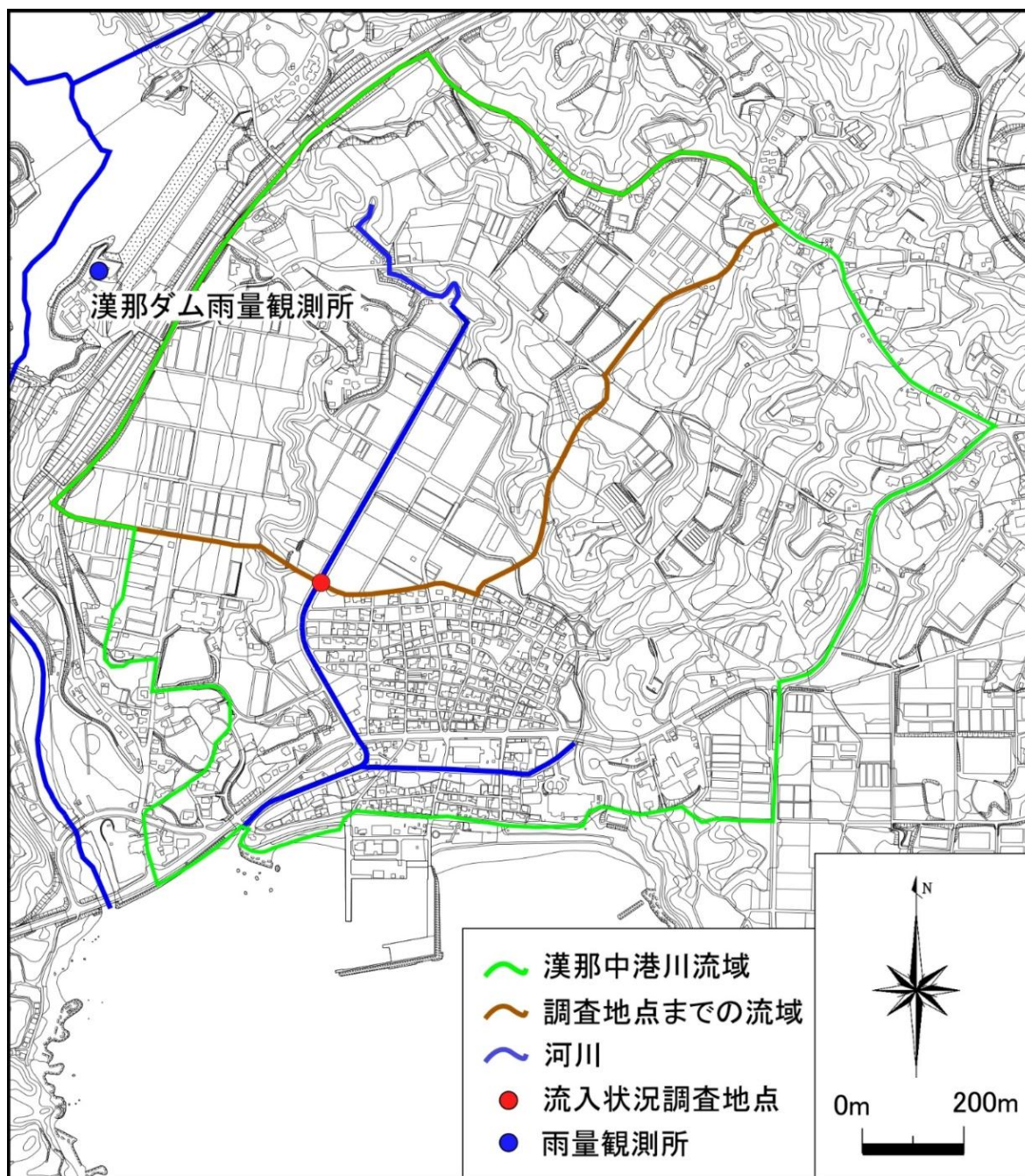


図 4.1-1(3) 赤土等流入状況調査位置図(漢那中港川)

4.1.2 調査結果

観測期間を表 4.1-3に、各河川の月別SS負荷量と降雨量を表 4.1-4及び図 4.1-2に、日SS負荷量と日降雨量の年間推移を図 4.1-3に示した。

観測期間のSS負荷量は古島川が3,116.81t、宜野座福地川が726.47t、漢那中港川が218.25tであった。

観測期間の総降雨量は古島川が2,266.0mm、宜野座福地川、漢那中港川が1,823.0mmであった。

SS 負荷量まとめを表 4.1-5 に、単位面積あたりの年間 SS 負荷量を図 4.1-4 に示した。単位面積あたりの年間 SS 負荷量は古島川が1,019.9t/km²、宜野座福地川が138.2t/km²、漢那中港川が364.7t/km²であった。

表 4.1-3 観測期間一覧

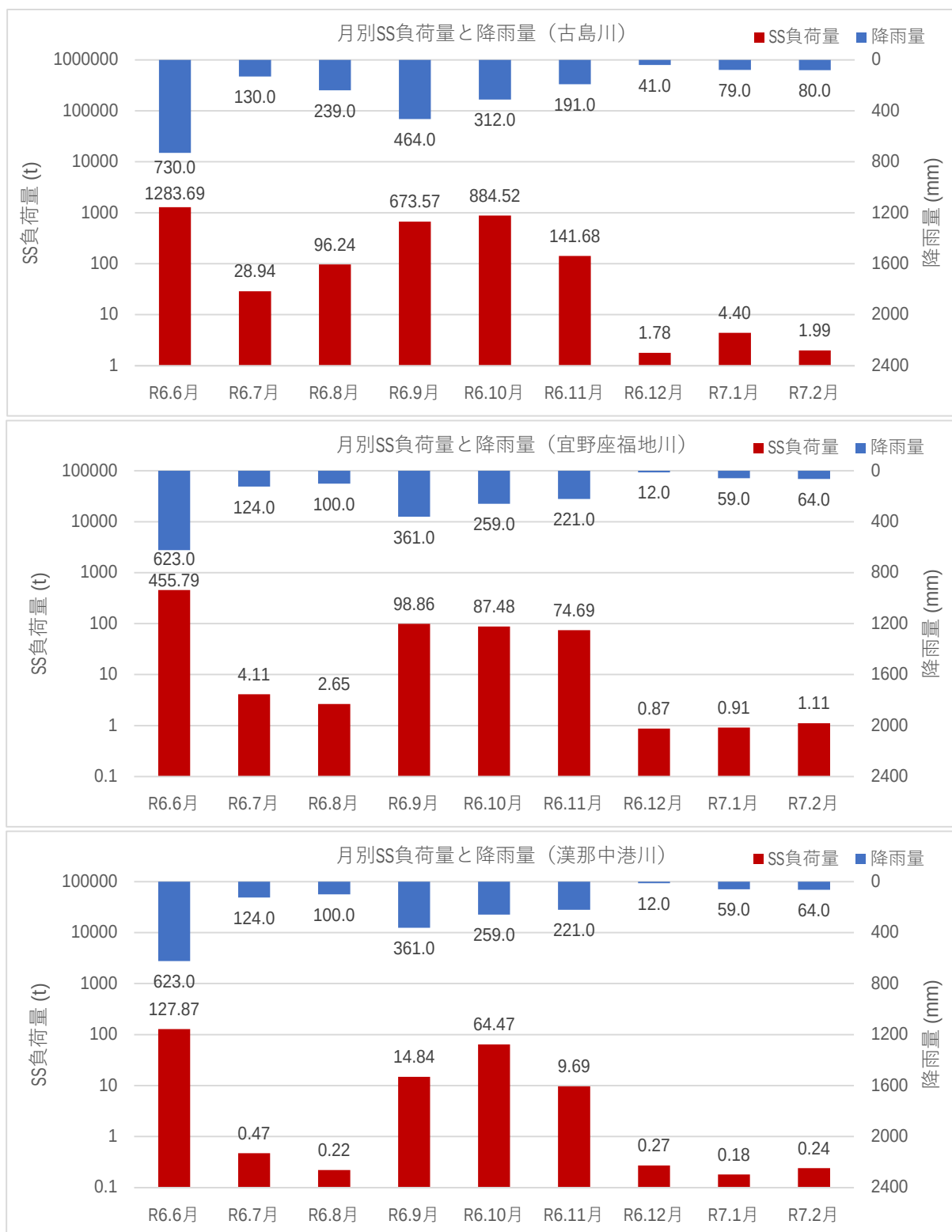
河川名	観測期間	欠測期間	観測日数
古島川	令和6年6月1日～令和7年2月28日	11月9～21日	260日
宜野座福地川	令和6年6月1日～令和7年2月28日	—	273日
漢那中港川	令和6年6月1日～令和7年2月28日	—	273日

※欠測は11月8～10日の北部豪雨によるセンサーの脱落による。

表 4.1-4 月別 SS 負荷量と降雨量

観測期間	令和6年												令和7年						SS負荷量 (t)				降雨量 (mm)												
	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月										
	SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)		SS 負荷量 (t)	降雨量 (mm)	最大	最小	平均	最大	最小	平均	合計		
河川名																																			
古島川	1283.69	730.0		28.94	130.0		96.24	239.0		673.57	464.0		884.52	312.0		141.68	191.0		1.78	41.0		4.40	79.0		1.99	80.0		1283.69	1.78	346.31	3116.81	730.0	41.0	251.8	2266.0
宮野座福地川	455.79	623.0		4.11	124.0		2.65	100.0		98.86	361.0		87.48	259.0		74.69	221.0		0.87	12.0		0.91	59.0		1.11	64.0		455.79	0.87	80.72	726.47	623.0	12.0	202.6	1823.0
漢那中港川	127.87	623.0		0.47	124.0		0.22	100.0		14.84	361.0		64.47	259.0		9.69	221.0		0.27	12.0		0.18	59.0		0.24	64.0		127.87	0.18	24.25	218.25	623.0	12.0	202.6	1823.0

※古島川の11月のSS負荷量と降雨量は欠測期間のデータは積算していない。



※古島川の11月のSS負荷量と降雨量は欠測期間のデータは積算していない。

図 4.1-2 月別 SS 負荷量と降雨量

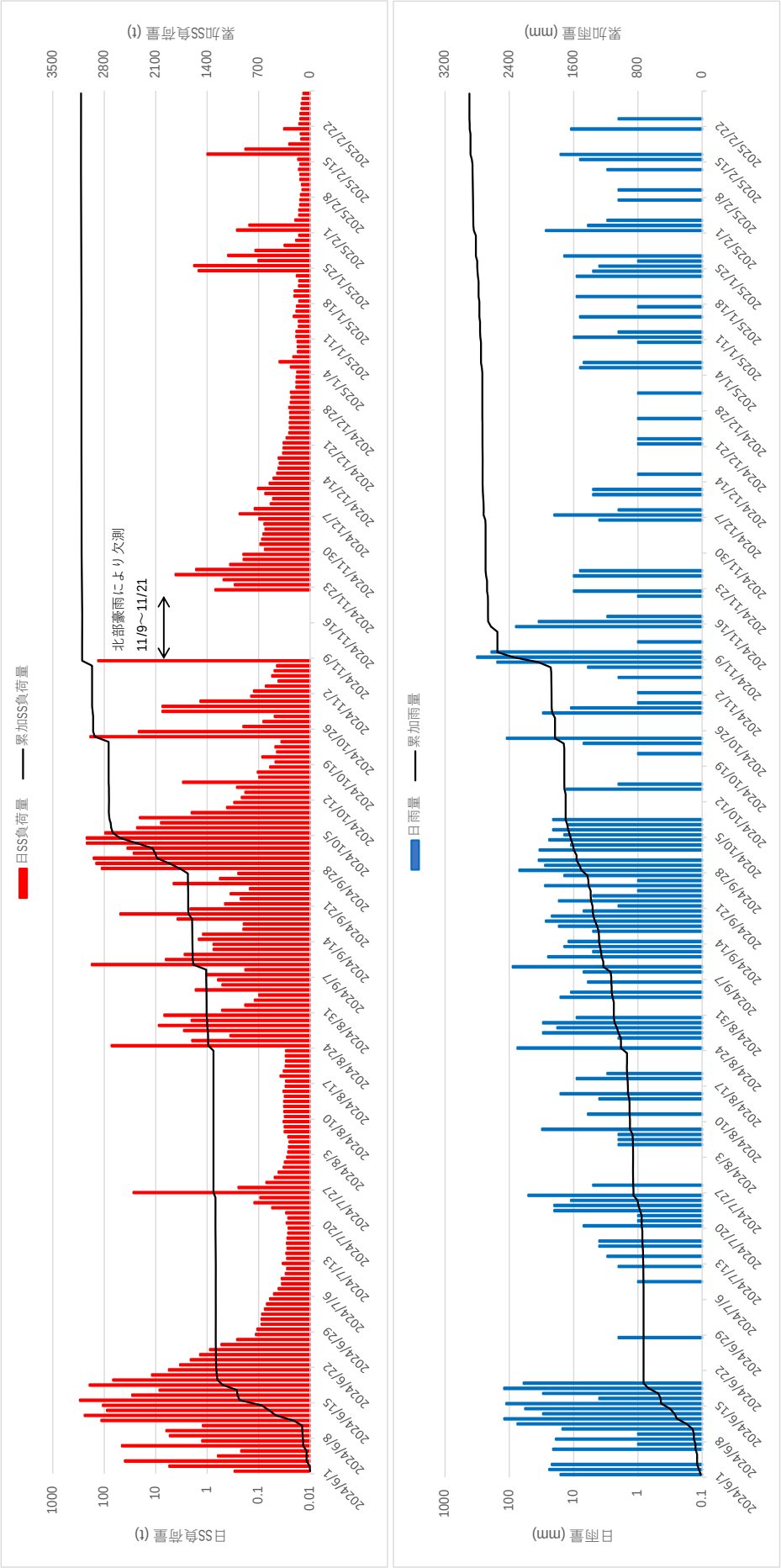


図 4.1-3(1) 日 SS 負荷量と日降雨量の年間推移 (古島川)

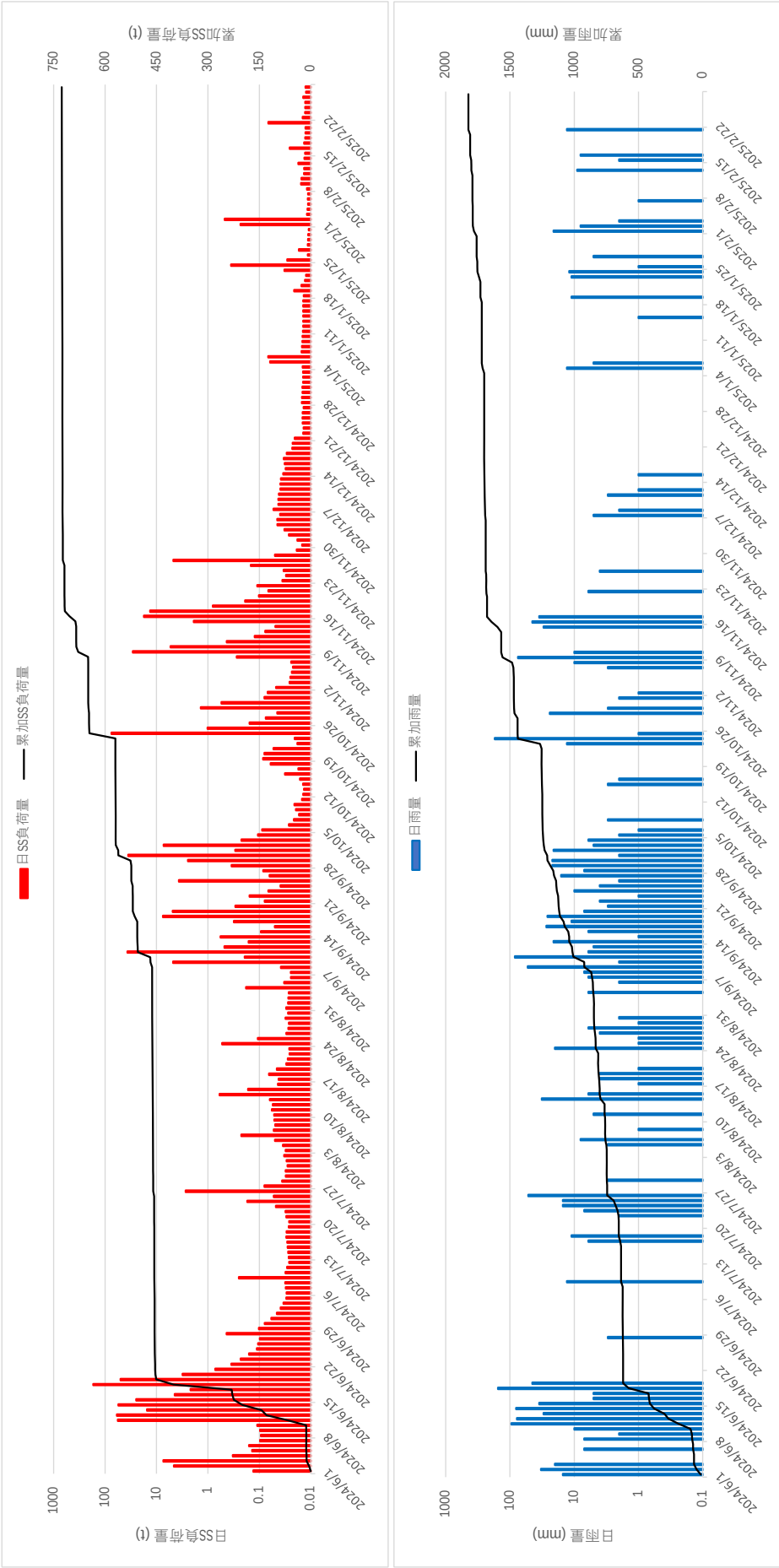


図 4.1-3(2) 日 SS 負荷量と日降雨量の年間推移(宜野座福地川)

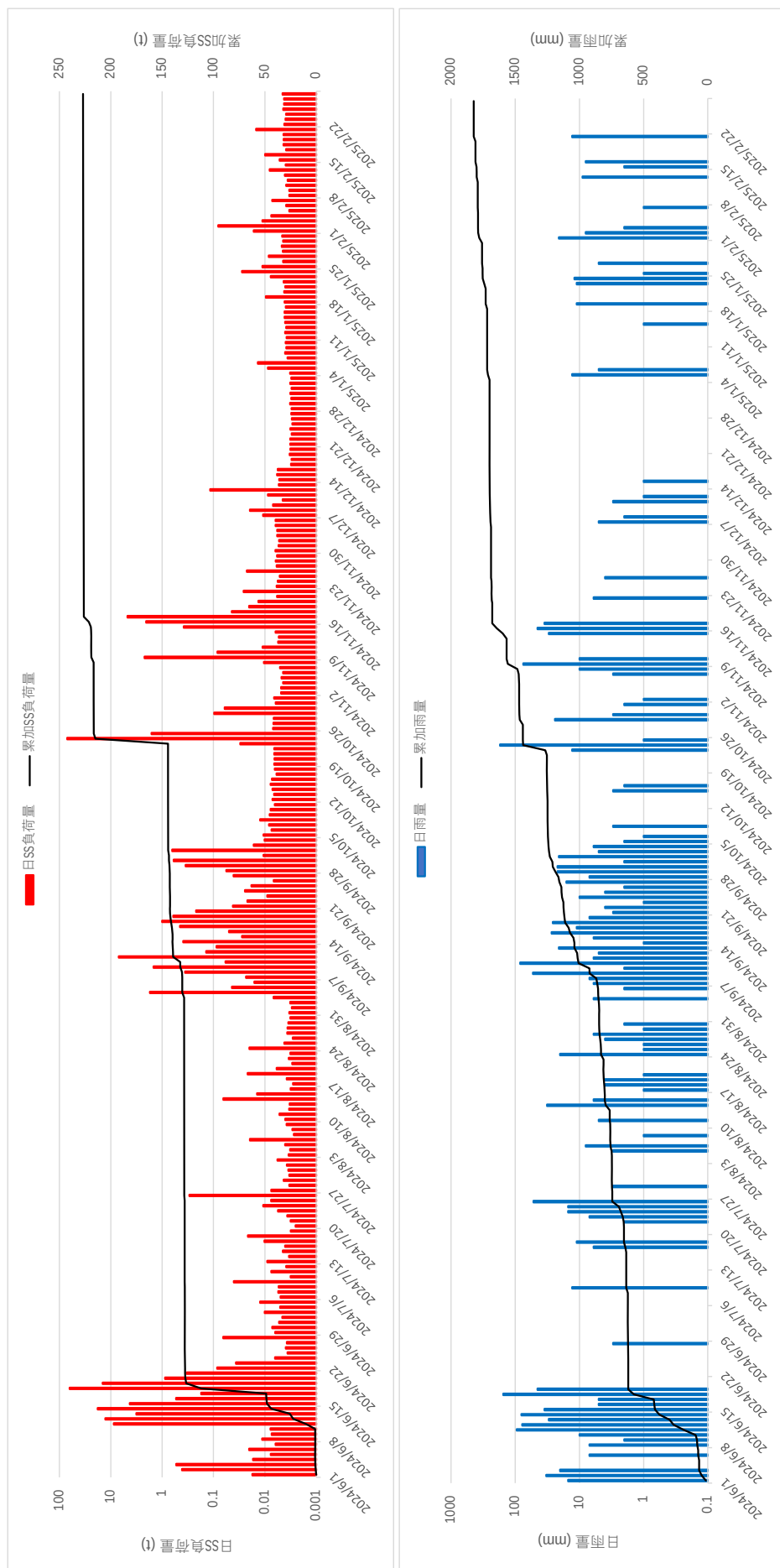


図 4.1-3(3) 日 SS 負荷量と日降雨量の年間推移(漢那中港川)

表 4.1-5 SS 負荷量まとめ

河川名	観測期間 SS負荷量 (t)	観測日数 (日)	河川流域 面積 (km ²)	観測地点まで の流域面積 (km ²)	年間河川流 域SS負荷量 (t)	単位面積あた りの年間 SS負荷量 (t/km ²)
古島川	3116.81	260	5.11	4.29	5211.9	1019.9
宜野座福地川	726.47	273	8.27	7.03	1142.6	138.2
漢那中港川	218.25	273	1.81	0.80	660.2	364.7

※年間河川流域SS負荷量=観測期間SS負荷量×365/観測日数×河川流域面積/観測地点までの流域面積

※単位面積あたりの年間SS負荷量=年間河川流域SS負荷量/河川流域面積

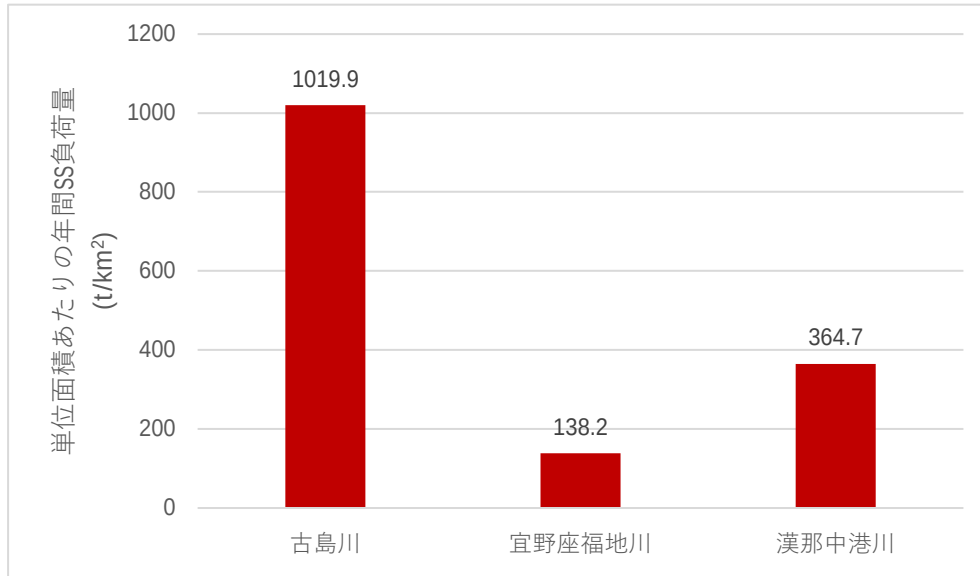


図 4.1-4 単位面積あたりの年間 SS 負荷量

4.1.3 平成 18、19 年度調査との比較

平成18、19年度調査との比較は、一連降雨ごとの期間降雨量と土壌流出量、および一連降雨ごとの期間降雨係数と土壌流出量との関係を使用した。一連降雨とは、降雨開始後、無降雨の状態が6時間以上続くまでの降雨で、そのうち期間降雨量が13mm以上のデータを用いた。なお、令和5年度の同業務のデータも比較に加えた。

土壌流出量と期間降雨量、降雨係数の関係を図 4.1-5に、今年度の一連降雨毎の土壌流出量を表 4.1-6に示した。なお、漢那中港川では平成18、19年度において調査を行っていない。

降雨に対する土壌流出量を比較すると、令和6年度は古島川と宜野座福地川では平成18、19年度、令和5年度よりも増加傾向（回帰式が上側にある）が窺えた。漢那中港川では令和6年度と令和5年度で顕著な違いは見られなかった。

令和5年度は一連降雨の数が少なく、また高降雨のデータが乏しかったため比較しづらかったが、令和6年度は古島川と宜野座福地川では回帰式の傾きは平成18、19年度と同程度であった。ただし、古島川については北部豪雨による欠測があったため、北部豪雨時のデータが得られていた場合、傾きはさらに大きくなっていた可能性がある。

各河川とも土壌流出量は期間降雨量よりも期間降雨係数との関係の方が相関係数が高く、土壌流出量は降雨量よりも降雨係数に依存するという従来の考えを支持する結果であった。

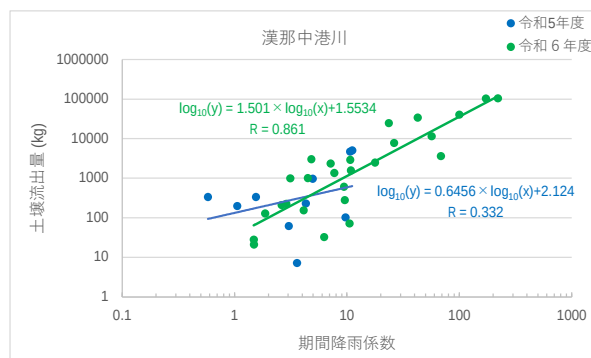
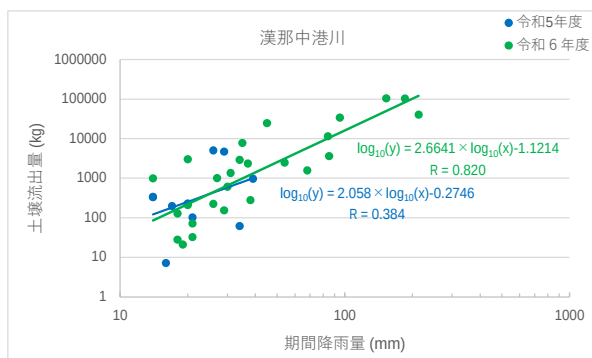
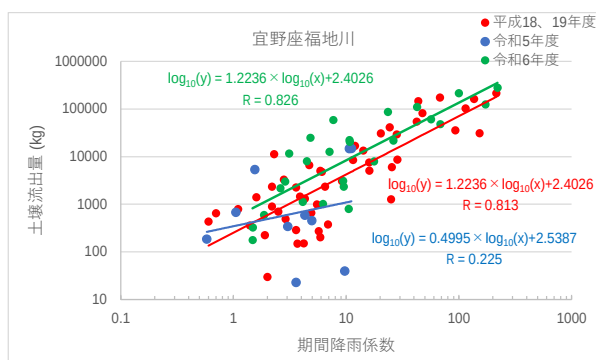
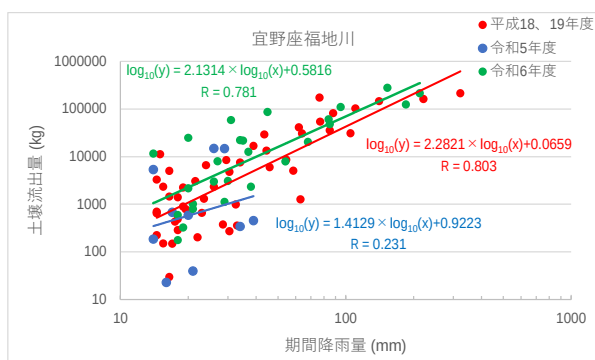
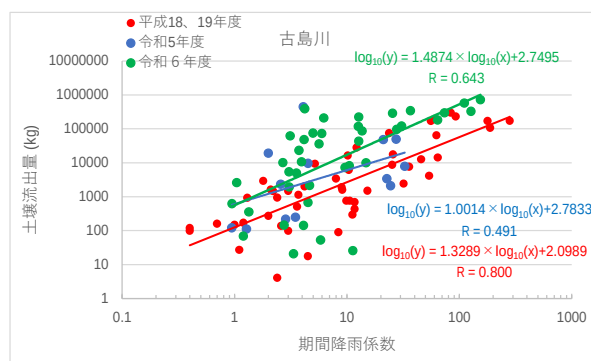
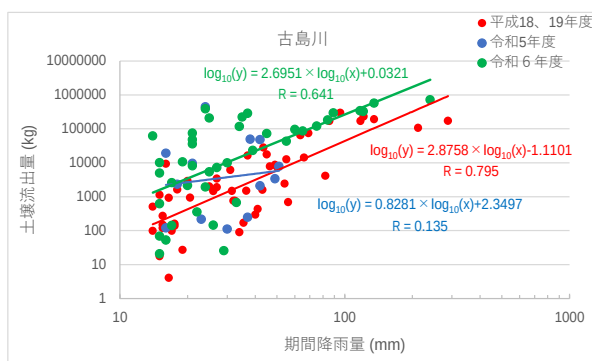


図 4.1-5 土壌流出量と期間降雨量、降雨係数の関係

表 4.1-6 一連降雨毎の土壌流出量

古島川

降雨開始日時	継続時間 (h)	降雨量 (mm)	降雨 係数	土壌流出量 (kg)
2024/6/1 13:00	16	17.0	1.0	2,589.2
2024/6/2 13:00	23	45.0	6.0	73,159.9
2024/6/6 10:00	4	21.0	5.0	75,495.9
2024/6/8 18:00	2	19.0	4.0	10,647.4
2024/6/10 14:00	72	240.0	154.3	729,157.0
2024/6/14 2:00	28	135.0	110.9	576,406.5
2024/6/15 15:00	8	34.0	12.7	117,576.4
2024/6/17 7:00	3	30.0	14.8	9,988.6
2024/6/18 2:00	19	121.0	127.4	328,848.8
2024/6/19 12:00	6	60.0	27.8	96,510.9
2024/7/23 13:00	19	26.0	2.8	145.1
2024/7/25 17:00	17	55.0	12.7	43,376.0
2024/8/8 13:00	6	29.0	11.3	25.7
2024/8/15 17:00	2	15.0	3.4	20.9
2024/8/24 6:00	13	75.0	30.7	121,386.1
2024/8/27 3:00	7	20.0	4.7	2,154.1
2024/8/28 4:00	2	15.0	2.7	10,135.2
2024/8/29 22:00	1	21.0	10.5	8,170.6
2024/9/3 18:00	1	16.0	5.8	53.0
2024/9/9 1:00	21	89.0	74.0	296,357.4
2024/9/11 5:00	11	25.0	3.0	5,413.7
2024/9/17 14:00	45	65.0	13.6	86,651.2
2024/9/22 15:00	4	17.0	4.1	142.2
2024/9/25 1:00	5	27.0	9.6	7,265.4
2024/9/27 22:00	18	84.0	64.3	183,635.5
2024/9/29 2:00	7	25.0	6.2	209,735.5
2024/9/30 6:00	7	35.0	12.8	224,420.8
2024/10/2 23:00	3	37.0	25.5	287,656.1
2024/10/4 9:00	7	24.0	4.2	392,620.8
2024/10/5 12:00	2	14.0	3.1	61,936.7
2024/10/6 17:00	3	21.0	4.2	48,315.2
2024/10/8 11:00	3	21.0	5.7	36,073.5
2024/10/14 23:00	9	15.0	3.6	5,020.6
2024/10/23 23:00	26	117.0	36.8	341,866.9
2024/10/29 2:00	37	39.0	3.7	23,127.0
2024/12/6 20:00	16	22.0	1.3	355.8
2025/1/5 19:00	12	15.0	1.2	69.1
2025/1/27 0:00	12	15.0	0.9	621.6
2025/2/1 8:00	22	33.0	4.5	679.3
2025/2/15 19:00	17	24.0	3.1	1,941.7
合計	536	1758.0	833.8	4,419,753.3

宜野座福地川

降雨開始日時	継続時間 (h)	降雨量 (mm)	降雨 係数	土壌流出量 (kg)
2024/6/1 13:00	46	68.0	10.8	20,380.9
2024/6/10 16:00	70	213.0	100.1	214,777.7
2024/6/14 10:00	22	95.0	42.6	110,363.0
2024/6/15 20:00	3	20.0	4.8	24,770.6
2024/6/18 3:00	14	153.0	220.1	278,627.3
2024/6/19 12:00	8	45.0	23.5	86,848.1
2024/7/23 13:00	28	19.0	1.5	326.1
2024/7/26 0:00	8	38.0	9.5	2,333.7
2024/7/26 14:00	4	20.0	2.6	2,160.5
2024/8/14 13:00	1	21.0	10.5	799.5
2024/8/24 9:00	17	21.0	6.2	1,014.1
2024/9/9 8:00	19	54.0	17.7	7,938.7
2024/9/11 6:00	14	84.0	56.7	60,794.7
2024/9/17 13:00	27	37.0	7.1	12,629.9
2024/9/18 23:00	20	27.0	4.5	8,026.9
2024/9/27 21:00	6	18.0	1.9	594.5
2024/9/29 23:00	10	31.0	7.7	58,442.6
2024/10/2 8:00	2	14.0	3.1	11,570.8
2024/10/23 22:00	27	185.0	172.4	124,515.2
2024/10/29 7:00	23	26.0	2.9	2,995.4
2024/11/8 11:00	26	85.0	68.5	47,782.8
2024/11/15 5:00	12	30.0	9.4	3,093.4
2024/11/16 3:00	4	34.0	10.7	22,077.9
2024/11/17 13:00	3	35.0	26.3	21,797.6
2025/1/5 19:00	11	18.0	1.5	177.1
2025/2/1 20:00	15	29.0	4.1	1,123.2
合計	440	1420.0	826.8	1,125,962.1

漢那中港川

降雨開始日時	継続時間 (h)	降雨量 (mm)	降雨 係数	土壌流出量 (kg)
2024/6/1 13:00	46	68.0	10.8	1,576.3
2024/6/10 16:00	70	213.0	100.1	40,248.7
2024/6/14 10:00	22	95.0	42.6	33,830.0
2024/6/15 20:00	3	20.0	4.8	3,027.6
2024/6/18 3:00	14	153.0	220.1	104,039.8
2024/6/19 12:00	8	45.0	23.5	24,728.0
2024/7/23 13:00	28	19.0	1.5	21.2
2024/7/26 0:00	8	38.0	9.5	278.1
2024/7/26 14:00	4	20.0	2.6	209.2
2024/8/14 13:00	1	21.0	10.5	71.8
2024/8/24 9:00	17	21.0	6.2	32.5
2024/9/9 8:00	19	54.0	17.7	2,471.2
2024/9/11 6:00	14	84.0	56.7	11,435.0
2024/9/17 13:00	27	37.0	7.1	2,329.8
2024/9/18 23:00	20	27.0	4.5	1,005.0
2024/9/27 21:00	6	18.0	1.9	127.8
2024/9/29 23:00	10	31.0	7.7	1,355.4
2024/10/2 8:00	2	14.0	3.1	990.7
2024/10/23 22:00	27	185.0	172.4	103,498.3
2024/10/29 7:00	23	26.0	2.9	224.0
2024/11/8 11:00	26	85.0	68.5	3,605.2
2024/11/15 5:00	12	30.0	9.4	610.9
2024/11/16 3:00	4	34.0	10.7	2,920.2
2024/11/17 13:00	3	35.0	26.3	7,748.8
2025/1/5 19:00	11	18.0	1.5	28.1
2025/2/1 20:00	15	29.0	4.1	154.7
合計	440	1420.0	826.8	346,568.1

4.1.4 USLE に基づく推計流出量との比較

赤土等の流出量の算定については、大きく分けて二通りの手法がある。一つは、本章で前述した、河川の濁度等の連続観測による実測値を基にしたもの(以下、実測流出量とする)であり、もう一つは、後段の「7 章 赤土等流出量の推計にかかる検討」で実施する USLE 等、陸域の土地利用状況等を基に推計したもの(以下、推計流出量とする)である(表 4.1-7)。

「実測流出量」は、観測機器を河川下流等に設置し、実際の流出量を測定する手法である。メリットとしては実測値であるため、流出量の実態を把握することができることが挙げられる。デメリットとしては、気象状況等によっても赤土等の流出量は変動するため、陸域における赤土等の対策の進捗状況だけを把握することはできないことや、長期間の連続観測が必要となりコストがかさむこと、また、機器を設置した位置から上流域の流出量しか把握できないため、広域的な把握が必要な場合は機器の設置台数が増えることなどが挙げられる。

一方、「推計流出量」は、陸域における各種データを収集し、一定の仮定に基づいたモデル式等を用いて流出量を推計する手法である。メリットとしては、対策の進捗状況や土地の利用状況の変化に基づく、赤土等の流出量の変化を推計することができることや、対策の実施状況を反映させることができることから、計画段階で対策効果を推計することができることなどが挙げられる。また、計測機器の設置が不要なこともメリットの一つである。デメリットとしては、仮定条件を実際と完全に合致させることが難しいため、推計値と実際の流出量と乖離が生じる可能性が高いことや、農地等の利用状況や対策状況の情報が不足している場合、実際の流出量との乖離が大きくなることが挙げられる。また、推計手法によって、使用する条件等が異なるため、推計値に差が生じることもデメリットに挙げられる。

対策の進捗等に伴う流出削減効果に対し、「実測流出量」は、実際の流出量ベースで評価する際に適しており、「推計流出量」は、対策の実施状況ベースで評価する際に適しているといえる。

表 4.1-7 に、実測流出量と推計流出量の概要を示した。

表 4.1-7 実測流出量と推計流出量の概要(手法、目的、メリット、デメリット)

	実測流出量	推計流出量
手法	観測機器を河川下流等に設置し、実際の流出量を測定する手法。	陸域における各種データを収集し、一定の仮定に基づいたモデル式等を用いて流出量を推計する手法。
目的	実際の流出量ベースでの、対策進捗による流出削減効果の評価。	対策の実施状況ベースでの、流出削減効果の評価。
メリット	・実測値であるため、流出量の実態を把握することができる。	・対策の進捗状況や土地の利用状況の変化に基づく、赤土等の流出量の変化を推計することができる。 ・対策の実施状況を反映させることができることから、計画段階で対策効果を推計することができる。 ・計測機器の設置が不要。
デメリット	・気象状況等によっても赤土等の流出量は変動するため、陸域における赤土等の対策の進捗状況だけを把握することはできない。 ・長期間の連続観測が必要となり、コストがかさむ。 ・機器を設置した位置から上流域の流出量しか把握できないため、広域的な把握が必要な場合は機器の設置台数が増える。	・仮定条件を実際と完全に合致させることが難しいため、推定値と実際の流出量と乖離が生じる可能性が高い。 ・農地等の利用状況や対策状況の情報が不足している場合、実際の流出量との乖離が大きくなる。 ・推計手法によって、使用する条件等が異なるため、推計値に差が生じる。

ここでは、本章前段で求めた「実測流出量」を、USLE に基づく「推計流出量」と比較し、その差異を確認するとともに、差異の原因について考察した。

(1) 比較対象とする USLE 流出量

本比較のための USLE 流出量は、本業務第7章「赤土等流出量の推計に係る検討」において試行した推計流出量とした。

1) 比較対象とする USLE 推計流出量

「実測流出量」と比較を行う、USLE 推計流出量は、「推計年間流出量」、「連続観測実施期間の推計流出量」、「一連降雨当たりの推計流出量」の3つの流出量とする。なお、「推計年間流出量」については、平均的な年間降水量を用いたものであり、「連続観測実施期間の推計流出量」および「一連降雨当たりの推計流出量」は、今年度の降雨状況を反映させたものである。

(a) 推計年間流出量

更新した、USLE による推計年間流出量を表 4.1-8 に示した。

表 4.1-8 更新版 USLE 推計年間流出量

流域	USLEに基づく推計年間流出量 (令和6年度更新版)	【参考】 USLEに基づく推計年間流出量 (更新前)
古島川流域	4097.9(t/年)	515.0(t/年)
宜野座福地川流域	286.4(t/年)	630.3(t/年)
漢那中港川流域	230.5(t/年)	172.5(t/年)

【参考】「令和3年度赤土対策進捗管理システム入力作業委託業務（沖縄県農林水産部農地農村整備課）」における推計流出量

(b) 連続観測実施期間の推計流出量

連続観測実施期間の降雨状況を踏まえ、推計した流出量である。

USLE による流出量推計に際し、一般的には、年間の平均的な降雨状況を基にした降雨係数を用い、年間の推計流出量を求めるが、特定の期間の降雨係数を算出し使用すれば、当該期間の推計流出量を求めることができる。

そこで、今年度の連続観測期間の降雨係数を求め、それを基に期間推計流出量を算出し、「実測流出量」との比較対象とした。なお、降雨係数以外の係数については、上記「(a)推計年間流出量」と同様である。

表 4.1-9 に、各流域における今年度連続観測を実施した期間、同期間における降雨係数を示し、さらに同期間 USLE 推計流出量を示した。なお、連続観測の欠測期間があったことから、この期間は除外して期間降雨係数および推計流出量を計算した。

表 4.1-9 連続観測期間、同期間降雨係数、同期間 USLE による推計流出量

流域	雨量観測所	連続観測期間	期間降雨係数 (欠測期間除く)	USLE 期間推計流出量 (t) (欠測期間除く)
古島川流域	福地ダム観測所	令和6年6月1日～令和7年2月28日 (11月9日～11月21日欠測)	833.8	4543.632
宜野座福地川流域	漢那ダム観測所	令和6年6月1日～令和7年2月28日	826.8	314.881
漢那中港川流域		令和6年6月1日～令和7年2月28日	826.8	253.422

(c) 一連降雨当たりの推計流出量

今年度連続観測期間にあった一連降雨ごとに降雨係数を求め、一連降雨ごとの推計流出量を算出し、「実測流出量」との比較対象とした(表 4.1-10～表 4.1-12)。なお連続観測欠測期間中の一連降雨は省いた。

降雨係数上の一連降雨とは、無降雨が6時間以上続くまでと定義され、さらに合計 13mm を越える降雨のみが対象とされる。これは、13mm 以下程度の少雨では、土壌流亡が起こらないとの想定に基づく。

表 4.1-10 一連降雨ごとの降雨係数とUSLE 期間推計流出量(古島川流域)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間推計 流出量(t)
2024/6/1 13:00	16	17.0	1.0	5.696
2024/6/2 13:00	23	45.0	6.0	32.588
2024/6/6 10:00	4	21.0	5.0	27.221
2024/6/8 18:00	2	19.0	4.0	21.543
2024/6/10 14:00	72	240.0	154.3	840.702
2024/6/14 2:00	28	135.0	110.9	604.161
2024/6/15 15:00	8	34.0	12.7	69.013
2024/6/17 7:00	3	30.0	14.8	80.654
2024/6/18 2:00	19	121.0	127.4	694.060
2024/6/19 12:00	6	60.0	27.8	151.253
2024/7/23 13:00	19	26.0	2.8	15.029
2024/7/25 17:00	17	55.0	12.7	69.479
2024/8/8 13:00	6	29.0	11.3	61.641
2024/8/15 17:00	2	15.0	3.4	18.276
2024/8/24 6:00	13	75.0	30.7	167.287
2024/8/27 3:00	7	20.0	4.7	25.396
2024/8/28 4:00	2	15.0	2.7	14.688
2024/8/29 22:00	1	21.0	10.5	57.358
2024/9/3 18:00	1	16.0	5.8	31.830
2024/9/9 1:00	21	89.0	74.0	403.218
2024/9/11 5:00	11	25.0	3.0	16.613
2024/9/17 14:00	45	65.0	13.6	74.363
2024/9/22 15:00	4	17.0	4.1	22.390
2024/9/25 1:00	5	27.0	9.6	52.389
2024/9/27 22:00	18	84.0	64.3	350.283
2024/9/29 2:00	7	25.0	6.2	33.976
2024/9/30 6:00	7	35.0	12.8	69.572
2024/10/2 23:00	3	37.0	25.5	138.719
2024/10/4 9:00	7	24.0	4.2	22.933
2024/10/5 12:00	2	14.0	3.1	17.029
2024/10/6 17:00	3	21.0	4.2	22.656
2024/10/8 11:00	3	21.0	5.7	30.861
2024/10/14 23:00	9	15.0	3.6	19.406
2024/10/23 23:00	26	117.0	36.8	200.608
2024/10/29 2:00	37	39.0	3.7	20.390
2024/12/6 20:00	16	22.0	1.3	7.321
2025/1/5 19:00	12	15.0	1.2	6.523
2025/1/27 0:00	12	15.0	0.9	5.168
2025/2/1 8:00	22	33.0	4.5	24.622
2025/2/15 19:00	17	24.0	3.1	16.719
		計	833.8	4543.632

表 4.1-11 一連降雨ごとの降雨係数と USLE 期間推計流出量(宜野座福地川流域)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間推計 流出量(t)
2024/6/1 13:00	46	68	10.8	4.114
2024/6/10 16:00	70	213	100.1	38.107
2024/6/14 10:00	22	95	42.6	16.226
2024/6/15 20:00	3	20	4.8	1.833
2024/6/18 3:00	14	153	220.1	83.814
2024/6/19 12:00	8	45	23.5	8.954
2024/7/23 13:00	28	19	1.5	0.566
2024/7/26 0:00	8	38	9.5	3.634
2024/7/26 14:00	4	20	2.6	0.997
2024/8/14 13:00	1	21	10.5	4.009
2024/8/24 9:00	17	21	6.2	2.379
2024/9/9 8:00	19	54	17.7	6.753
2024/9/11 6:00	14	84	56.7	21.591
2024/9/17 13:00	27	37	7.1	2.720
2024/9/18 23:00	20	27	4.5	1.709
2024/9/27 21:00	6	18	1.9	0.712
2024/9/29 23:00	10	31	7.7	2.936
2024/10/2 8:00	2	14	3.1	1.190
2024/10/23 22:00	27	185	172.4	65.643
2024/10/29 7:00	23	26	2.9	1.099
2024/11/8 11:00	26	85	68.5	26.091
2024/11/15 5:00	12	30	9.4	3.583
2024/11/16 3:00	4	34	10.7	4.080
2024/11/17 13:00	3	35	26.3	10.008
2025/1/5 19:00	11	18	1.5	0.563
2025/2/1 20:00	15	29	4.1	1.568
		計	826.8	314.881

表 4.1-12 一連降雨ごとの降雨係数と USLE 期間推計流出量(漠那中港川流域)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間推計 流出量(t)
2024/6/1 13:00	46	68	10.8	3.311
2024/6/10 16:00	70	213	100.1	30.669
2024/6/14 10:00	22	95	42.6	13.059
2024/6/15 20:00	3	20	4.8	1.475
2024/6/18 3:00	14	153	220.1	67.455
2024/6/19 12:00	8	45	23.5	7.206
2024/7/23 13:00	28	19	1.5	0.455
2024/7/26 0:00	8	38	9.5	2.925
2024/7/26 14:00	4	20	2.6	0.803
2024/8/14 13:00	1	21	10.5	3.226
2024/8/24 9:00	17	21	6.2	1.915
2024/9/9 8:00	19	54	17.7	5.435
2024/9/11 6:00	14	84	56.7	17.377
2024/9/17 13:00	27	37	7.1	2.189
2024/9/18 23:00	20	27	4.5	1.375
2024/9/27 21:00	6	18	1.9	0.573
2024/9/29 23:00	10	31	7.7	2.363
2024/10/2 8:00	2	14	3.1	0.958
2024/10/23 22:00	27	185	172.4	52.831
2024/10/29 7:00	23	26	2.9	0.884
2024/11/8 11:00	26	85	68.5	20.998
2024/11/15 5:00	12	30	9.4	2.884
2024/11/16 3:00	4	34	10.7	3.284
2024/11/17 13:00	3	35	26.3	8.055
2025/1/5 19:00	11	18	1.5	0.453
2025/2/1 20:00	15	29	4.1	1.262
		計	826.8	253.422

(2) 実測流出量と推計流出量の比較

1) 年間流出量の比較

年間流出量について、実測流出量と推計流出量の比較を表 4.1-13、図 4.1-6 に示した。

表 4.1-13 年間流出量の比較

流域	実測流出量 (年間値)	推計流出量 (年間値)
古島川流域	5211.9 (t)	4097.9 (t)
宜野座福地川流域	1142.6 (t)	286.4 (t)
漢那中港川流域	660.2 (t)	230.5 (t)

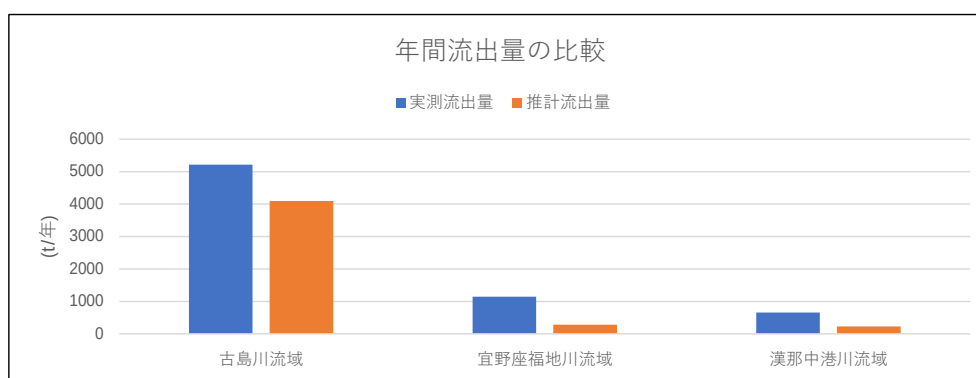


図 4.1-6 年間流出量の比較

年間の実測流出量と推計流出量との差異については、古島川流域では大きな差はなかったが、宜野座福地川流域では 4 倍程度、漢那中港川流域で 3 倍程度であった。3 流域とも実測流出量が推計流出量を上回った。

ここで挙げた推計流出量(年間値)は、平年的な年間降雨状況を基にしたものであり、一方実測流出量は、今年度の降雨状況下でのものであること、また赤土等以外の浮遊物も含む上、無降雨時の浮遊物も含むことが上記差異の原因と考えられる。

その他要因については、下段の「連続観測期間流出量の比較」、「一連降雨ごとの流出量の比較」において考察する。なお、これら二つの比較は、降雨状況を今年度値に揃えた上での比較である。

2) 連続観測期間流出量の比較

連続観測期間の流出量について、実測流出量と推計流出量の比較を表 4.1-14、図 4.1-7 に示した。

表 4.1-14 連続観測期間流出量の比較

流域	実測流出量 (連続観測期間)	推計流出量 (連続観測期間)	連続観測期間
古島川流域	3712.6 (t)	4543.6 (t)	令和6年6月1日～令和7年2月28日
宜野座福地川流域	854.6 (t)	314.9 (t)	令和6年6月1日～令和7年2月28日
漢那中港川流域	493.8 (t)	253.4 (t)	令和6年6月1日～令和7年2月28日

※実測流出量(連続観測期間)は表 4.1-5 の観測期間 SS 負荷量×河川流域面積/観測地点までの流域面積により算出。

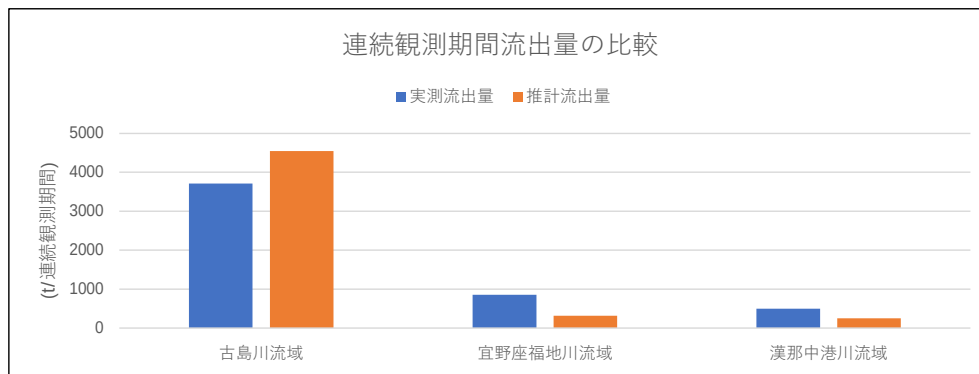


図 4.1-7 連続観測期間流出量の比較

この比較では、降雨条件は同一であることから、降雨以外の条件が流出量の差異の原因となってくる。

古島川流域では誤差は比較的少ないものの、宜野座福地川流域では実測流出量が推計流出量の 3 倍弱ほど、漢那中港川流域では実測流出量が推計流出量の 2 倍弱ほどとなった。

推計流出量算出上、差異の生じる原因として、以下が考えられる。

- (a) USLE で設定している各種流出にかかる係数は一律の類型化であり、実際の流出メカニズムの複雑さを十分に反映していない可能性がある。

例えばグリーンベルト対策の実施により、流出量は一律半減すると想定しているが、実際はグリーンベルトの管理状況や農地の勾配等、多数の条件により削減率は変わっていることが考えられる。

(b) USLE に反映させていない流出源が存在する可能性がある。

本 USLE 推計流出量は農地のみを流出源とみなしているが、実際は開発現場等で発生した裸地も流出源になりうることから農地以外で発生した裸地が顕著な流出源となる場合もある。

3) 一連降雨ごとの流出量の比較

一連降雨ごとの流出量について、実測流出量と推計流出量の比較を表 4.1-15～表 4.1-17、図 4.1-8 に示した。

なお、各表下段の実測流出量の合計値は、表 4.1-14 の連続観測期間の実測流出量値とは一致しない。これは実際の観測においては、一連降雨とした時期以外においても、ある程度の濁水流出がみられるためである。

表 4.1-15 一連降雨ごとの流出量の比較(古島川)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間 推計流出量(t)	実測流出量 (t)
2024/6/1 13:00	16	17	1.0	5.696	1.587
2024/6/2 13:00	23	45	6.0	32.588	44.832
2024/6/6 10:00	4	21	5.0	27.221	46.263
2024/6/8 18:00	2	19	4.0	21.543	6.525
2024/6/10 14:00	72	240	154.3	840.702	446.820
2024/6/14 2:00	28	135	110.9	604.161	353.216
2024/6/15 15:00	8	34	12.7	69.013	72.050
2024/6/17 7:00	3	30	14.8	80.654	6.121
2024/6/18 2:00	19	121	127.4	694.060	201.515
2024/6/19 12:00	6	60	27.8	151.253	59.141
2024/7/23 13:00	19	26	2.8	15.029	0.089
2024/7/25 17:00	17	55	12.7	69.479	26.580
2024/8/8 13:00	6	29	11.3	61.641	0.016
2024/8/15 17:00	2	15	3.4	18.276	0.013
2024/8/24 6:00	13	75	30.7	167.287	74.384
2024/8/27 3:00	7	20	4.7	25.396	1.320
2024/8/28 4:00	2	15	2.7	14.688	6.211
2024/8/29 22:00	1	21	10.5	57.358	5.007
2024/9/3 18:00	1	16	5.8	31.830	0.032
2024/9/9 1:00	21	89	74.0	403.218	181.605
2024/9/11 5:00	11	25	3.0	16.613	3.317
2024/9/17 14:00	45	65	13.6	74.363	53.099
2024/9/22 15:00	4	17	4.1	22.390	0.087
2024/9/25 1:00	5	27	9.6	52.389	4.452
2024/9/27 22:00	18	84	64.3	350.283	112.530
2024/9/29 2:00	7	25	6.2	33.976	128.524
2024/9/30 6:00	7	35	12.8	69.572	137.523
2024/10/2 23:00	3	37	25.5	138.719	176.273
2024/10/4 9:00	7	24	4.2	22.933	240.594
2024/10/5 12:00	2	14	3.1	17.029	37.954
2024/10/6 17:00	3	21	4.2	22.656	29.607
2024/10/8 11:00	3	21	5.7	30.861	22.105
2024/10/14 23:00	9	15	3.6	19.406	3.077
2024/10/23 23:00	26	117	36.8	200.608	209.493
2024/10/29 2:00	37	39	3.7	20.390	14.172
2024/12/6 20:00	16	22	1.3	7.321	0.218
2025/1/5 19:00	12	15	1.2	6.523	0.042
2025/1/27 0:00	12	15	0.9	5.168	0.381
2025/2/1 8:00	22	33	4.5	24.622	0.416
2025/2/15 19:00	17	24	3.1	16.719	1.190
		計	833.8	4543.632	2708.382

表 4.1-16 一連降雨ごとの流出量の比較(宜野座福地川)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間 推計流出量(t)	実測流出量 (t)
2024/6/1 13:00	46	68	10.8	4.114	12.489
2024/6/10 16:00	70	213	100.1	38.107	131.614
2024/6/14 10:00	22	95	42.6	16.226	67.629
2024/6/15 20:00	3	20	4.8	1.833	15.179
2024/6/18 3:00	14	153	220.1	83.814	170.740
2024/6/19 12:00	8	45	23.5	8.954	53.220
2024/7/23 13:00	28	19	1.5	0.566	0.200
2024/7/26 0:00	8	38	9.5	3.634	1.430
2024/7/26 14:00	4	20	2.6	0.997	1.324
2024/8/14 13:00	1	21	10.5	4.009	0.490
2024/8/24 9:00	17	21	6.2	2.379	0.621
2024/9/9 8:00	19	54	17.7	6.753	4.865
2024/9/11 6:00	14	84	56.7	21.591	37.254
2024/9/17 13:00	27	37	7.1	2.720	7.740
2024/9/18 23:00	20	27	4.5	1.709	4.919
2024/9/27 21:00	6	18	1.9	0.712	0.364
2024/9/29 23:00	10	31	7.7	2.936	35.813
2024/10/2 8:00	2	14	3.1	1.190	7.090
2024/10/23 22:00	27	185	172.4	65.643	76.302
2024/10/29 7:00	23	26	2.9	1.099	1.836
2024/11/8 11:00	26	85	68.5	26.091	29.281
2024/11/15 5:00	12	30	9.4	3.583	1.896
2024/11/16 3:00	4	34	10.7	4.080	13.529
2024/11/17 13:00	3	35	26.3	10.008	13.357
2025/1/5 19:00	11	18	1.5	0.563	0.109
2025/2/1 20:00	15	29	4.1	1.568	0.688
		計	826.8	314.9	690.0

表 4.1-17 一連降雨ごとの流出量の比較(漢那中港川)

一連降雨開始日時	降雨継続時間 (h)	一連降雨量 (mm)	期間降雨係数	USLE期間推計 流出量(t)	実測流出量 (t)
2024/6/1 13:00	46	68	10.8	3.311	0.966
2024/6/10 16:00	70	213	100.1	30.669	24.664
2024/6/14 10:00	22	95	42.6	13.059	20.731
2024/6/15 20:00	3	20	4.8	1.475	1.855
2024/6/18 3:00	14	153	220.1	67.455	63.755
2024/6/19 12:00	8	45	23.5	7.206	15.153
2024/7/23 13:00	28	19	1.5	0.455	0.013
2024/7/26 0:00	8	38	9.5	2.925	0.170
2024/7/26 14:00	4	20	2.6	0.803	0.128
2024/8/14 13:00	1	21	10.5	3.226	0.044
2024/8/24 9:00	17	21	6.2	1.915	0.020
2024/9/9 8:00	19	54	17.7	5.435	1.514
2024/9/11 6:00	14	84	56.7	17.377	7.007
2024/9/17 13:00	27	37	7.1	2.189	1.428
2024/9/18 23:00	20	27	4.5	1.375	0.616
2024/9/27 21:00	6	18	1.9	0.573	0.078
2024/9/29 23:00	10	31	7.7	2.363	0.831
2024/10/2 8:00	2	14	3.1	0.958	0.607
2024/10/23 22:00	27	185	172.4	52.831	63.423
2024/10/29 7:00	23	26	2.9	0.884	0.137
2024/11/8 11:00	26	85	68.5	20.998	2.209
2024/11/15 5:00	12	30	9.4	2.884	0.374
2024/11/16 3:00	4	34	10.7	3.284	1.789
2024/11/17 13:00	3	35	26.3	8.055	4.748
2025/1/5 19:00	11	18	1.5	0.453	0.017
2025/2/1 20:00	15	29	4.1	1.262	0.095
		計	826.8	253.422	212.374

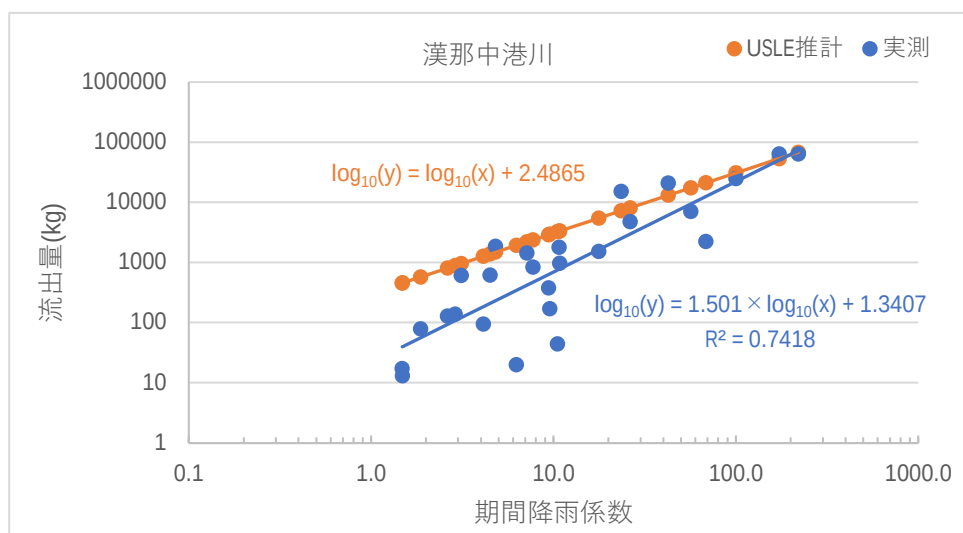
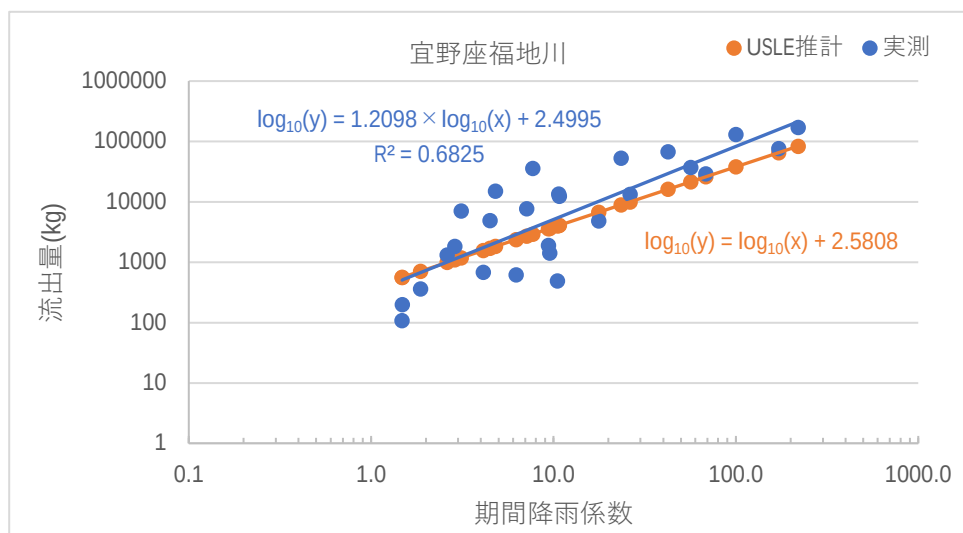
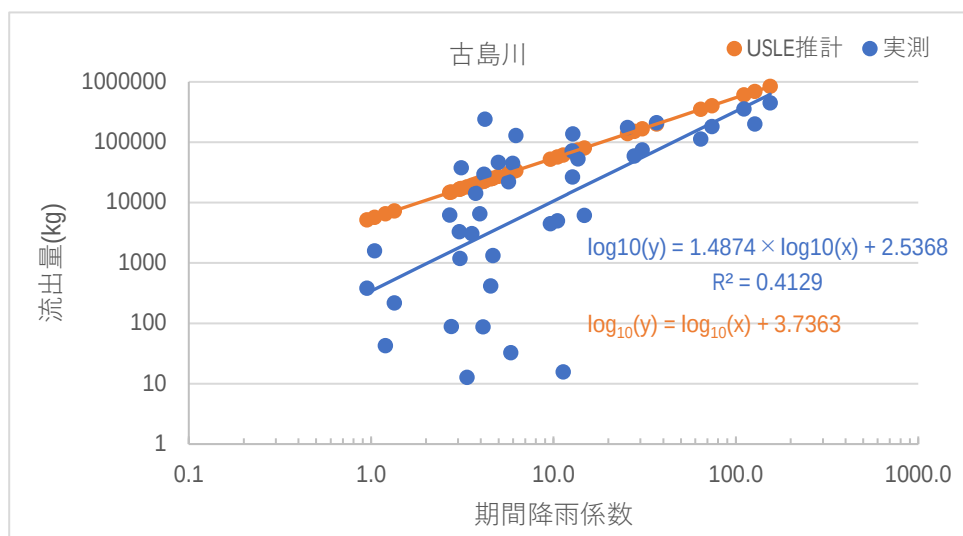


図 4.1-8 一連降雨ごとの流出量の比較

この比較では、実際の一連降雨ごとに、推計流出量と実測流出量を算出し、その結果を二次元上にプロットし、回帰直線を求めた。なお、推計流出量は、降雨係数にその他係数と面積を乗じて算出していることから、降雨係数と比例関係にあり、各プロットは直線上の配置となる(各図、橙色プロット)。

実測流出量のプロット(青色プロット)および回帰直線(青色ライン)をみると、古島川流域と漢那中港川流域は推計流出量による回帰直線(橙色ライン)を下回る傾向が確認されたが、宜野座福地川流域は推計流出量による回帰直線を上回る傾向が確認された。この要因としては、「2)連続観測期間流出量の比較」(a)～(b)で述べた内容が可能性として考えられるが、「(b)USLE に反映させていない流出源が存在する可能性がある。」については、今回の推計流出量が農地のみを対象とし、それ以外からの流出源を考慮していないことを考えると、宜野座福地川流域においては、その他に流出源が恒常的に存在している可能性が考えられる。古島川においては、低降雨係数での流出量のばらつきが大きい、古島川は通常(無降雨がある程度続いた状態)は濁りは低いが一度濁ると濁りが消えるまでに時間がかかるため、一連降雨の直前の降雨の有無によって濁りの度合いが異なるためばらつきが大きくなったと考えられる。

実測流出量の回帰直線(青色ライン)の傾きをみると、3 流域とも推計流出量の回帰直線(橙色ライン)の傾きより大きかった。

(3) まとめ

今年度の9か月間の観測データに限定されるが、流出量の実測値とUSLE推計値を比較すると、古島川流域は連続観測期間流出量、一連降雨ごとの流出量ともにUSLE推計値の方が高かった。これは、「第7章 7.6.2(3) 7) 古島川における推定流出量の差異の主要因について」で詳述する要因を示唆している。宜野座福地川流域は連続観測期間流出量、一連降雨ごとの流出量ともに実測値の方が高い傾向を示した。これは、農地以外に流出源が恒常的に存在している可能性が示唆される。漢那中港川流域については、連続観測期間流出量の実測値が高く、一連降雨ごとの流出量はUSLE推計値の方が高い傾向を示した。これは、降雨時以外にもある程度は浮遊物が流出していることを示唆している。

また、令和5年度の同流域での連続観測と今年度の結果を比較すると、令和5年度は少雨傾向で高強度の降雨データが得られていなかったこともあり、一連降雨ごとの流出量の回帰直線の傾きは、各流域とも今年度の方が顕著に大きくなっていた。このことは、USLE推計値で用いる降雨係数より、実際の降雨係数が高いため、USLE推計値より実測値が高くなったことを示唆している。

以上のことから、USLEによる推計流出量と実測流出量は、降雨係数の違い、農地以外の流出源、平常時の河川の濁りの影響等により、異なる結果を示すが、推計流出量と実測流出量の回帰直線は概ね傾きが一致するため、降雨と農地からの流出量の関係性については、USLEによる推計流出量で一定程度示すことができていると考えられる。

このことから、USLEによる推計流出量を用いて、農地における対策効果を「割合」として評価することは可能であると考えられる。