

技術資料

ヒノキ人工林の間伐林分と無間伐林分における林内雨量と樹幹流下量¹

久田 善純・渡邊 仁志・大洞 智宏・岡本 卓也²

Throughfall and stemflow at thinning and non-thinning stands of Japanese cypress¹

Yoshizumi Hisada, Hitoshi Watanabe, Tomohiro Obora, Takuya Okamoto²

間伐が林内雨量と樹幹流下量に及ぼす影響を確認するため、岐阜県加茂郡白川町にある52～54年生ヒノキ人工林を対象に、間伐林分と無間伐林分で調査を行った。両林分は、同様の林相を持つ2つの小流域のうち一方の小流域のみ間伐後、両流域内にそれぞれ約500 m²の調査区を設けたものである。転倒マス式雨量計により両林分における林内雨量と樹幹流下量を2年間計測した。

キーワード：間伐，林内雨量，樹幹流下量

I はじめに

岐阜県では県独自の森林環境税を基にした基金事業として水源林の間伐を実施しており、事業の意義、効果を県民に分かりやすく伝える必要がある。そこで、間伐による水源かん養機能の変化をモニタリング調査により検証している。今回は、調査内容のうち、林内雨量と樹幹流下量について2年間の調査記録を報告する。

II 方法

1. 調査地

調査地は、岐阜県加茂郡白川町にある森林において尾根部を挟んで隣接する2流域(標高600～700 m)とした。

両流域内は52～54年生(調査開始時)のヒノキ人工林を主体としたほぼ同様の林相であり、2003～2004年に間伐を行った以後は無施業の状態であった。

2015年12月から2016年3月初めにかけて一方の流域に対して、本数率、材積率ともに30%の全層間伐を実施し、間伐した流域を「間伐流域」、間伐しなかった流域を「無間伐流域」とした。両流域内の平均的な林相の箇所にそれぞれ調査プロットを設置し、間伐流域の調査プロットを「間伐区」、無間伐流域の調査プロットを「無間伐区」とした。調査プロット内の上層木の樹高、胸高直径、樹冠幅(斜面に対し水平方向と垂直方向)について、間伐区を2014年10月、無間伐区を2016年6月に測定した。樹冠幅の測定結果を用いて各個体の樹冠面積を楕円形(樹冠面積=(水平方向の直径/2)×(垂直方向の直径/2)×π)として算出した。両流域の範囲および調査プロットの位置を図-1に、流域の面積および林相等を表-1に、両調査区の概要を表-2に示す。

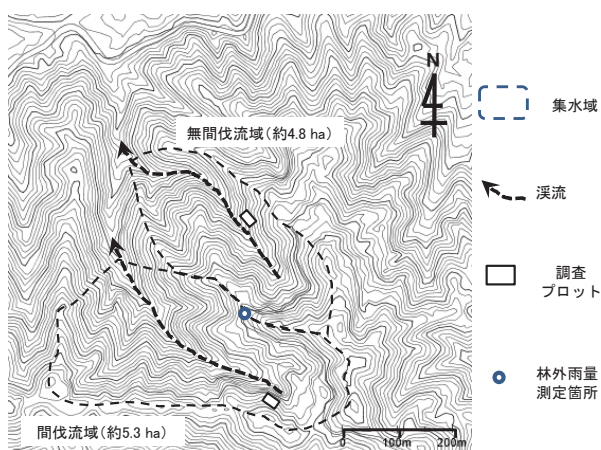


表-1. 両流域の面積および林相等

項目	流域名	間伐流域	無間伐流域
流域面積		約 5.3 ha	約 4.8 ha
流域内の樹種		ヒノキ, スギ, その他広葉樹	ヒノキ, スギ, その他広葉樹
林齢 (調査開始当時)		52年生	54年生
施業履歴		2004年に間伐 2015年12月から 2016年3月に間伐	2003年に間伐 以降, 施業なし

図-1. 両流域の範囲および調査プロットの位置

¹ 本研究の一部は、第8回中部森林学会大会で発表した。

² 現所属：岐阜県 環境生活部 環境企画課

表-2. 両調査区の概要

項目	調査区名	間伐区	無間伐区
プロット面積 (㎡)		421.0	545.9
傾斜 (度)		約 43	約 44
平均樹高 (m)		18.4	18.8
平均胸高直径 (cm)		21.3	22.0
立木密度 (本/ha)		間伐前 1,663 間伐後 1,164	1,549

注) 間伐区内の上層木は全てヒノキである。無間伐区の上層木はヒノキのほか一部スギがある。このため、無間伐区における平均樹高、平均胸高直径はヒノキのみで算出し、立木密度はヒノキ(本数割合97.6%)とスギ(同2.4%)を合わせて算出した。

2. 林外雨量, 林内雨量, 樹幹流下量の計測

(1) 計測器の設置数

林外雨量の計測器を両流域の境界上にある無立木地に1箇所設置した。林内雨量(樹冠通過雨量と樹冠滴下雨量の和)の計測器を両調査区内に各10箇所設置した。林内雨量の計測器は設置位置に偏りが無いよう調査区内にランダムに配置した。樹幹流下量の計測器を両調査区内に各6箇所設置した。樹幹流下量の計測器は、各調査区内の上層木の個体を、樹冠面積が上位、中位、下位の3グループに分類のうえ、各グループから2本ずつ選定した個体の樹幹に設置した。無間伐区内にはスギが混在していた(本数割合(%)), ヒノキ:スギ=97.6:2.4)が、スギは選定から除外した。

(2) 計測方法

林外雨量と林内雨量は、地上高1.1mの架台の上に、転倒マス式雨量計(Davis社CEM-TBRG, 受口面積0.21382㎡)を設置して計測した。マスの転倒1回あたりの降雨量が0.2mm(体積換算約4.28ml)になるよう設定し、マスが転倒した日時(秒単位)と回数をデータロガー(Onset社HOB0 Pendant UA-003-64)に記録した。樹幹流下量の計測は、選定した個体の樹幹の地上高1.1mの位置に集水器を取り付け、樹冠により捕捉され樹幹表面を流下してきた雨水を全て集めて計測した。集水器は、厚さ約1.5cmのウレタンマットを樹幹の周囲に二重に巻き付けてから上下に2.0cmずらして溝(壁高2.0cm, 底辺1.5cm)



図-2. 林内雨量(右)と樹幹流下量(左下)の計測の状況

を設け、隙間をシリコン系充填材で埋めて作成した。集水器の底辺に穴を設け、その下に設置した転倒マス式雨量計の受水部にビニールホースで接続した。雨量計全体をビニールシートで被覆し、集水器から導水された水以外が侵入しないようにした。雨量計のマス1転倒あたりの降雨量

の設定および記録方法は、林外雨量、林内雨量における方法と同じとした。林内雨量、樹幹流下量の計測状況を図-2に示す。計測は2016年7月1日から2018年6月30日まで2年間行い、約1ヶ月に一度計測値の回収と雨量計内部の清掃を行った。

III 結果

各計測値を月ごとに集計し、林外雨量を表-3に、間伐区の林内雨量を表-4に、無間伐区の林内雨量を表-5に、間伐区の樹幹流下量を表-6に、無間伐区の樹幹流下量を表-7に示す。林外雨量に欠測は無かった。両調査区内の計測値の一部には、データロガー、雨量計の故障、雨量計受水部の目詰まり等による欠測があった。また、記録データはあるが、目詰まりにより雨量計受水部に滞水やオーバーフローが生じた可能性がある期間があった。

今後、両区の林内雨量、樹幹流下量を評価するため、欠測部分の取り扱いや、各計測値を調査区内全体量に換算する方法を検討する。また、本調査地では、林内雨量、樹幹流下量のほか、併行して土壤水分量、流末における流出水の水量と水温を計測している。今後、それらを踏まえ、間伐流域と無間伐流域における降水の動態の違いを検証する。

表-3. 林外雨量

年	月	計測箇所名 (管理記号)	林外雨量 (GF33)
			(mm)
2016	7		227.2
2016	8		247.8
2016	9		423.6
2016	10		225.6
2016	11		131.6
2016	12		182.8
2017	1		35.6
2017	2		112.4
2017	3		57.2
2017	4		267.4
2017	5		140.8
2017	6		132.2
2017	7		252
2017	8		274.2
2017	9		146.4
2017	10		273.6
2017	11		59.2
2017	12		38.6
2018	1		86.2
2018	2		32.2
2018	3		237.6
2018	4		309
2018	5		263.8
2018	6		172.4
備考		・林道上の無立木地で計測(欠測なし)	

表-4. 間伐区の林内雨量

計測箇所番号 (管理記号)		T 1 (GF07)	T 2 (GF08)	T 3 (GF09)	T 4 (GF10)	T 5 (GF11)
年	月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016	7	151.6	186.0	132.2	(0.0)	121.4
2016	8	151.6	196.2	135.4	(43.4)	157.0
2016	9	313.2	(228.0)	230.8	263.2	101.6
2016	10	258.2	(64.2)	107.8	160.8	141.4
2016	11	82.8	106.0	48.0	92.2	77.6
2016	12	107.8	146.6	(13.8)	109.6	96.4
2017	1	(9.0)	(0.0)	(0.0)	(15.0)	22.4
2017	2	(40.0)	(51.0)	(0.0)	(0.0)	63.8
2017	3	36.0	46.4	(26.4)	(0.0)	36.6
2017	4	187.4	228.0	130.0	(0.0)	149.8
2017	5	(30.6)	124.2	67.2	(0.0)	91.2
2017	6	(0.0)	(55.2)	48.4	(0.0)	59.2
2017	7	(0.0)	(0.0)	149.6	(0.0)	130.0
2017	8	(0.0)	(0.0)	185.0	(0.0)	159.6
2017	9	(0.0)	(0.0)	86.2	(0.0)	154.0
2017	10	(114.0)	(166.2)	144.8	(148.6)	183.0
2017	11	35.4	45.4	35.6	53.0	36.6
2017	12	19.4	24.4	16.4	21.2	15.6
2018	1	45.4	56.0	46.2	49.4	23.4
2018	2	(2.6)	28.6	19.2	24.8	23.2
2018	3	(0.0)	194.6	136.6	180.4	(0.0)
2018	4	(0.0)	273.2	196.2	(120.0)	(0.0)
2018	5	(173.6)	213.2	88.4	(191.2)	(0.0)
2018	6	105.4	124.0	107.2	101.0	(0.0)
備考		・2017/1/19～ 2017/2/21は欠測	・2016/9/23～ 2016/10/18は欠測	・2016/12/5～ 2017/3/16は欠測	・2016/7/1～ 2016/8/18は欠測	・2018/3/1～ 2018/6/30は欠測
		・2017/5/24～ 2017/10/9は欠測	・2017/1/1～ 2017/2/21は欠測		・2017/1/19～ 2017/10/9は欠測	
		・2018/2/9～ 2018/5/1は欠測	・2017/6/24～ 2017/10/9は欠測		・2018/4/24～ 2018/5/1は欠測	

計測箇所番号 (管理記号)		T 6 (GF12)	T 7 (GF13)	T 8 (GF14)	T 9 (GF15)	T10 (GF16)
年	月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016	7	(32.8)	137.6	(40.4)	173.0	127.0
2016	8	150.4	157.8	(99.6)	205.8	155.2
2016	9	115.4	278.8	(35.2)	336.2	254.8
2016	10	105.8	143.8	143.6	194.0	134.2
2016	11	60.6	71.2	88.2	115.6	(2.6)
2016	12	(2.6)	78.6	98.8	(4.0)	(0.0)
2017	1	(12.8)	16.6	21.4	(0.0)	(0.0)
2017	2	62.2	70.6	62.2	(38.4)	(0.0)
2017	3	25.4	33.2	40.8	54.4	(25.8)
2017	4	111.4	178.6	152.8	(165.8)	171.2
2017	5	68.4	93.2	99.4	(0.0)	91.2
2017	6	65.8	95.6	87.6	(40.6)	87.6
2017	7	117.4	190.8	143.2	204.0	154.4
2017	8	155.4	189.6	(193.8)	208.8	181.2
2017	9	75.8	91.0	106.6	99.4	90.2
2017	10	185.6	151.4	(29.0)	(0.0)	184.0
2017	11	21.2	32.8	(0.0)	(0.0)	36.0
2017	12	20.8	21.4	(16.4)	(18.0)	18.6
2018	1	34.0	52.6	50.0	48.6	47.8
2018	2	24.0	27.6	25.6	23.6	27.4
2018	3	143.2	(0.0)	175.6	115.0	166.0
2018	4	111.6	(123.2)	206.0	258.6	223.6
2018	5	146.0	160.0	180.2	(0.0)	168.8
2018	6	72.0	100.0	123.8	(0.0)	102.2
備考		・2016/7/5～ 2016/7/25は欠測	・2018/3/1～ 2018/4/3は欠測	・2016/7/5～ 2016/7/25は欠測	・2016/12/5～ 2017/2/21は欠測	・2016/11/8～ 2017/3/16は欠測
		・2016/12/5～ 2017/1/18は欠測		・2016/8/15～ 2016/9/27は欠測	・2017/4/21～ 2017/6/23は欠測	
				・2017/7/26～ 2017/7/31は滞水 の可能性あり	・2017/10/1～ 2017/12/23は欠測	
				・2017/10/10～ 2017/12/23は欠測	・2018/5/2～ 2018/6/30は欠測	

※()は、データロガー、雨量計の故障、目詰まり等による欠測が確認された日、雨量計受水部における滞水、オーバーフローの可能性がある日を含む月を示す。

表-5. 無間伐区の林内雨量

計測箇所番号 (管理記号)		T11 (GF23)	T12 (GF24)	T13 (GF25)	T14 (GF26)	T15 (GF27)
年	月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016	7	91.2	120.2	175.2	145.4	134.2
2016	8	59.8	134.6	203.8	157.8	136.8
2016	9	191.8	38.4	140.4	114.0	48.8
2016	10	100.8	124.6	163.4	(92.0)	101.6
2016	11	51.6	66.4	89.4	(25.8)	66.4
2016	12	75.8	91.6	133.8	112.8	98.8
2017	1	15.0	17.2	25.0	18.0	20.4
2017	2	49.0	61.4	85.8	67.2	76.2
2017	3	20.4	24.6	45.2	30.8	36.0
2017	4	121.6	148.8	216.4	184.8	158.0
2017	5	68.4	72.2	111.6	91.2	76.6
2017	6	58.8	66.2	112.0	84.0	68.8
2017	7	(76.4)	(93.6)	(95.6)	97.4	(63.2)
2017	8	146.2	141.6	231.2	179.8	134.6
2017	9	79.6	75.6	128.0	103.0	80.2
2017	10	139.0	155.8	202.8	204.0	148.8
2017	11	8.4	8.8	38.2	12.0	11.2
2017	12	14.8	15.4	24.0	(4.4)	16.6
2018	1	34.2	37.6	59.8	(0.0)	39.2
2018	2	16.8	17.2	25.0	(0.0)	25.2
2018	3	125.6	138.8	168.8	171.4	150.4
2018	4	185.0	187.0	171.4	235.2	198.8
2018	5	134.4	124.6	209.4	189.6	(33.6)
2018	6	77.2	36.2	123.0	99.4	92.4
備考		・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり	・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり	・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり	・2016/10/20～ 2016/11/21は欠測 ・2017/12/24～ 2018/2/19は欠測	・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり ・2018/5/2～ 2018/5/17は欠測

計測箇所番号 (管理記号)		T16 (GF28)	T17 (GF29)	T18 (GF30)	T19 (GF31)	T20 (GF32)
年	月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016	7	(51.8)	163.8	130.8	136.6	151.2
2016	8	(6.6)	186.8	144.4	175.8	178.8
2016	9	(23.8)	98.4	83.2	198.4	136.0
2016	10	(12.4)	(65.0)	126.4	99.8	125.8
2016	11	(0.0)	(30.4)	67.0	62.6	36.2
2016	12	(0.0)	122.8	96.8	(23.8)	144.6
2017	1	(7.6)	21.6	3.4	(9.0)	26.6
2017	2	47.4	(13.6)	37.0	83.4	103.0
2017	3	22.4	(0.0)	27.6	34.2	46.4
2017	4	85.0	(0.0)	128.4	(149.2)	139.6
2017	5	70.0	(55.2)	85.8	(46.8)	106.8
2017	6	63.4	100.4	73.4	83.0	98.6
2017	7	106.0	(102.8)	(40.8)	(59.2)	193.2
2017	8	145.2	201.2	162.4	175.6	208.4
2017	9	74.8	119.0	92.4	99.4	108.4
2017	10	142.2	239.8	(90.6)	180.6	150.0
2017	11	9.8	35.4	(10.0)	13.8	22.8
2017	12	15.2	22.0	12.6	19.2	28.2
2018	1	(33.4)	59.8	(0.2)	46.2	65.0
2018	2	(0.0)	21.8	(8.8)	19.4	27.6
2018	3	(0.0)	162.2	163.0	171.0	219.0
2018	4	(172.2)	273.6	214.4	217.6	125.6
2018	5	132.2	218.2	(79.0)	172.8	(104.2)
2018	6	75.8	37.8	86.0	100.4	102.4
備考		・2016/7/10～ 2016/8/16は欠測 ・2016/8/27～ 2016/9/27は欠測 ・2016/10/3～ 2017/1/25は欠測 ・2018/1/20～ 2018/4/3は欠測	・2016/10/10～ 2016/11/21は欠測 ・2017/2/22～ 2017/5/24は欠測 ・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり	・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり ・2017/11/19は欠測 ・2018/1/8～ 2018/2/19は欠測 ・2018/5/2～ 2018/5/12は欠測	・2016/12/21～ 2017/1/25は欠測 ・2017/4/19～ 2017/10/25～ 2017/5/24は欠測 ・2017/7/4～ 2017/7/30は滞水の 可能性あり	・2018/5/13～ 2018/5/17は欠測

※()は、データロガー、雨量計の故障、目詰まり等による欠測が確認された日、雨量計受水部における滞水、オーバーフローの可能性のある日を含む月を示す。

表-6. 間伐区の樹幹流下量

計測木番号 (管理記号)	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
	(GF01)	(GF02)	(GF03)	(GF04)	(GF05)	(GF06)
年 月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016 7	(868.2)	254.0	150.6	(0.0)	2,546.4	28.2
2016 8	84.8	99.2	(2.8)	(0.0)	202.0	27.0
2016 9	(1,905.6)	1,449.8	(1,343.4)	(2,614.6)	656.6	1,053.6
2016 10	3,700.6	5,971.6	5,663.8	9,080.8	3,046.6	4,107.6
2016 11	3,869.6	3,655.8	3,750.2	4,799.2	1,328.6	2,091.4
2016 12	3,121.4	5,595.8	6,536.6	10,235.2	2,565.8	2,783.2
2017 1	397.2	670.8	689.2	1,124.8	263.8	192.8
2017 2	305.2	2,878.4	3,717.6	875.6	1,876.4	1,860.2
2017 3	1,960.2	1,154.6	1,215.0	2,540.6	602.4	684.0
2017 4	8,184.2	7,875.6	8,761.8	8,316.0	2,977.0	3,651.8
2017 5	2,818.2	2,929.6	2,978.4	6,002.4	1,058.8	2,454.8
2017 6	267.6	3,338.4	3,193.4	4,894.6	(701.0)	1,615.4
2017 7	(0.0)	5,982.6	4,944.4	(365.0)	(246.0)	(352.8)
2017 8	(0.0)	6,811.0	5,678.6	8,335.8	(359.4)	(3.2)
2017 9	(0.0)	3,363.4	2,788.4	3,035.6	(137.6)	(226.6)
2017 10	(8,301.4)	9,953.0	9,653.2	6,857.2	(2.0)	(5,878.4)
2017 11	826.6	405.8	484.8	1,116.8	(0.6)	(21.8)
2017 12	849.0	456.6	639.4	1,212.2	(201.2)	(0.0)
2018 1	3,933.0	2,184.0	2,859.4	5,875.2	(48.0)	(0.0)
2018 2	469.6	239.2	366.8	777.8	(10.2)	(0.0)
2018 3	8,586.8	7,532.6	8,500.2	616.4	(1.8)	(0.0)
2018 4	8,538.6	8,542.6	8,549.6	3,287.0	(0.0)	(0.0)
2018 5	11,434.2	7,877.2	8,479.4	6,352.0	(0.0)	(0.0)
2018 6	6,068.8	3,914.4	3,659.4	8,825.2	(0.0)	(35.2)
胸高直径(cm)	21.9	17.7	23.2	27.7	21.5	17.2
樹冠面積(m ²)	7.15	2.85	5.41	11.53	7.11	6.16
備考	・2016/7/6～ 2016/7/24は欠測 ・2016/9/9～ 2016/9/23は欠測 ・2017/7/1～ 2017/10/9は欠測		・2016/8/15～ 2016/9/23は欠測	・2016/7/1～ 2016/9/23は欠測 ・2017/7/12～ 2017/7/30は滞水の可能性あり	・2017/6/1～ 2018/3/31は滞水の期間を含む可能性あり ・2018/4/1～ 2018・6・30は欠測	・2017/7/12～ 2017/10/9は滞水の可能性あり ・2017/11/20～ 2018/6/13は欠測 ・2018/6/14～ 2018/6/30は滞水の可能性あり

※()は、データロガー、雨量計の故障、目詰まり等による欠測が確認された日、雨量計受水器における滞水、オーバーフローの可能性のある日を含む月を示す。

表-7. 無間伐区の樹幹流下量

計測木番号 (管理記号)	S11	S12	S13	S14	S15	S16
	(GF17)	(GF18)	(GF19)	(GF20)	(GF21)	(GF22)
年 月	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2016 7	714.6	24.8	24.8	867.8	359.4	(0.0)
2016 8	305.2	(0.0)	264.4	194.2	631.0	(0.0)
2016 9	533.0	(0.0)	449.4	132.6	1,193.4	(1,049.0)
2016 10	376.2	(0.0)	215.2	60.4	540.6	3,948.2
2016 11	375.8	(0.0)	65.6	480.0	483.2	2,278.6
2016 12	1,095.0	(126.2)	439.2	120.4	736.6	4,007.2
2017 1	7.8	13.2	7.2	0.2	31.6	220.4
2017 2	302.0	104.2	274.8	(681.0)	372.8	1,275.6
2017 3	31.2	34.4	11.4	258.6	93.2	738.0
2017 4	905.6	574.4	1,212.0	3,288.6	1,573.6	1,944.4
2017 5	(76.8)	399.2	701.2	1,411.4	652.0	(698.2)
2017 6	(149.6)	315.2	276.2	1,460.8	620.0	(0.0)
2017 7	953.4	801.4	743.2	(1,532.8)	1,318.0	(0.0)
2017 8	1,180.6	1,112.2	571.0	(0.0)	1,260.8	(0.0)
2017 9	2,603.8	366.8	136.8	(0.0)	525.4	(0.0)
2017 10	1,956.0	2,105.4	715.4	(2,630.2)	(2,178.6)	(0.0)
2017 11	457.8	389.6	447.4	583.8	193.6	(0.0)
2017 12	234.4	229.8	251.8	318.4	370.2	(0.0)
2018 1	1,008.8	736.0	799.4	953.6	905.6	(0.0)
2018 2	89.2	0.4	109.6	241.4	174.4	(0.0)
2018 3	522.6	256.4	1,281.4	3,118.8	(554.2)	(0.0)
2018 4	20.4	1,188.6	1,481.4	877.0	(7,466.0)	(0.0)
2018 5	1,393.2	843.4	333.2	4,053.8	3,952.6	(0.0)
2018 6	12.4	1,105.0	434.4	1,278.2	2,088.8	(0.0)
胸高直径(cm)	18.4	22.0	25.5	18.6	22.0	25.4
樹冠面積(m ²)	4.19	9.90	10.45	6.15	6.25	14.11
備考	・2017/5/25～ 2017/6/29は欠測	・2016/8/1～ 2016/12/19は欠測		・2017/2/5～ 2017/2/22は欠測 ・2017/7/17～ 2017/10/9は欠測	・2017/10/2～ 2017/10/9は欠測 ・2018/3/5～ 2018/4/3は滞水の可能性あり	・2017/7/1～ 2017/9/26は欠測 ・2017/5/25～ 2018/6/30は欠測 (ロガー及び雨量計の故障)

※()は、データロガー、雨量計の故障、目詰まり等による欠測が確認された日、雨量計受水器における滞水、オーバーフローの可能性のある日を含む月を示す。