

2. 調査結果

1) 水文地形・地質状況

三峰 - 霧ヶ峰火山群は八ヶ岳火山群とほぼ同じ時期(鮮新世末～更新世初:250 万年程前)に活動した古期火山群とその後の北北西～南南東方向に噴火した三峰山・鷲ヶ峰・車山(標高 1925m)などの新期火山群で構成され、緩やかな高原状をなす楯状火山(溶岩台地)地帯である。この高原の南側は緩斜面、北側は急斜面をなしている。

地域周辺には、角間川の西側をほぼ南北に延びる断層と踊場湿原を通る東西性の右横ずれ断層(踊場断層)が推定されている。

踊場湿原周辺は、小規模な陥没地形をなし、その凹地に湿性地が形成される。車山は周囲から突出した溶岩円頂丘である。

なお、地域の溶岩台地は度重なる地塊運動と長期にわたる風化作用並びに浸食作用により、表層部は厚い崖錐堆積物に覆われて一部を除いて露頭に極めて乏しい。

霧ヶ峰一帯は、三峰 - 霧ヶ峰火山群で構成され、古期火山岩類(Enb)と新期の霧ヶ峰火山岩類に分けられる。

霧ヶ峰火山岩類は、部分的に角閃石やカンラン石を含むもの或いは石英を含むものなどやや変化に富んでいるが、基本的な岩石種は斜方輝石単斜輝石の複輝石安山岩を主体とする溶岩類と火山碎屑岩類で構成される。

古期火山岩類は角間川の左右両岸斜面に分布しており、これを覆う新期の火山岩類はさらに第Ⅰ期の火山岩類(下部の安山岩溶岩主体層及び、上部の安山岩溶岩主体層)と第Ⅱ期の火山岩類(下部溶岩, 中部溶岩及び、上部溶岩)に分けられる。

第Ⅰ期下部火山岩類(KⅠa、KⅠa')は古期の火山碎屑岩類(Ena、Enb)(記号で記す溶岩類の岩相は表 4-6-2 参照)を覆って分布する。この溶岩は柱状節理が発達し、流理構造を反映して板状に剥離しやすく、「鉄平石」として採掘されている。柱は基本的に四角形状をなし一面が 40～50cm、長さは 10m 前後であるが、一部には 10 数メートルに達するものもあり、柱同士は密着している。岩質は堅硬緻密で上位に分布する新期の火山岩類に比べやや透水性の劣る岩体である。

第Ⅰ期上部の角閃石含有複輝石安山岩(KⅠb)は、火山碎屑岩類(Ena、Enb)、第Ⅰ期下部火山岩類(KⅠa、KⅠa')などを直接覆って地域の北西部と中央南部の北大塩北部に分布する安山岩で、北大塩大清水水源や清水橋水源なども分布し、比較的透水性に富むと思われる。

地域の中央から北部にかけて表層近くに広く分布する第Ⅱ期の火山岩類(KⅡa、KⅡa'、KⅡb、KⅡc、KⅡc')は、霧ヶ峰火山群における一連の活動末期の安山岩溶岩及び火山碎屑岩類である。このうち車山の円頂丘を形成したのは霧ヶ峰火山最末期に活動したやや粘性の高い溶岩で、霧ヶ峰高原の広い面積を占めて分布している。岩石は、基質が細粒でやや粒状を呈し、中～粗粒の多斑晶質かつ多孔質な溶岩で、水の浸透性能が高く、保水性に優れている。なお、「諏訪市の自然誌 地質編」(昭和 50 年、諏訪の自然誌・地質編編集委員会)によれば、踊場湿原を通る東西性の推定断層(踊場断層)は、第Ⅱ期火山岩類を切るものと推定されている。

表 4-6-2 周辺の水文地質区分表

地質区分			地質記号	地質状況	透水性*	
新期火山岩類	霧ヶ峰火山岩類	第Ⅱ期	上部	KⅡc'	カンラン石含有角閃石複輝石ガラス質安山岩	大
			上部	KⅡc	角閃石紫蘇輝石普通輝石ガラス質安山岩、流理構造は顕著ではない。	
		中部	KⅡb	顕著な流理構造を示す紫蘇輝石普通輝石ガラス質安山岩の溶岩、凝灰角礫岩		
		下部	KⅡa'	発泡のよいスコリア質の角閃石含有紫蘇輝石普通輝石ガラス質安山岩		
	KⅡa		角閃石複輝石(ガラス質)安山岩、凝灰角礫岩			
	第Ⅰ期	上部	KⅠb	角閃石含有複輝石(ガラス質)安山岩 厚さ数m程度の溶岩が累重し、板状節理や不規則な節理が発達	大	
下部		KⅠa'	厚さ約20~30mになる紫蘇輝石普通輝石安山岩質凝灰角礫岩	やや劣る		
	KⅠa	厚さ約20~50mになる板状節理が発達した紫蘇輝石普通輝石安山岩の溶岩(鉄平石として採取される)				
古期火山岩類	古期火山碎屑岩類	上部	Enb	斜方輝石単斜輝石安山岩、凝灰角礫岩など	やや劣る	
		下部	Ena	火山角礫岩、凝灰角礫岩、溶岩、薄い泥層・砂層	やや劣る	
基盤岩類	領家花崗岩類		gD	花崗岩	やや劣る	

*地質区分については諏訪の自然誌・地質編編集委員会(1975)、地質区分毎の透水性については熊井(1975)を参考に、調査結果等を踏まえて整理した。

図4-6-8(1)は表4-6-2に示した地質区分のうち、火山岩類を透水性に富む霧ヶ峰火山岩類第Ⅱ期の第Ⅱ期上部火山岩類(KⅡc、KⅡc')、第Ⅱ期中部火山岩類(KⅡb)、第Ⅱ期下部火山岩類(KⅡa、KⅡa')及び第Ⅰ期上部火山岩類(KⅠb)と、やや透水性の劣ると想定される第Ⅰ期下部火山岩類(KⅠa)、更にその下部に分布する古期火山碎屑岩類(En)に区分した水文地質図に湧水水源及び湿地分布を併記した図である。

また、図4-6-8(2)は、対象事業実施区域における本事業で実施した地質調査を基に作成した地質図に湿地分布を併記した図である。

霧ヶ峰周辺に分布している湿地あるいは湧水群は、上記した溶岩類の累重様式を反映して地域的に偏在している。対象事業実施区域内のA、C、D、E、F湿地及び踊場湿原は、すべて第Ⅱ期火山岩類(KⅡ)、第Ⅰ期上部火山岩類(KⅠb)などの比較的透水性が高い溶岩分布域の低湿な平坦凹地あるいは、その下部の比較的透水性が低い第Ⅰ期下部火山岩類(KⅠa)との境界付近の谷部に位置している。対象事業実施区域内の地質と湿地の分布をみると(図4-6-8(2)参照)、A、C、D、E、F湿地及びそれを涵養する湧水は、凝灰角礫岩の分布との関連が伺える。

また、角間川上流域の湧水群(清水橋水源など)の分布は、新期の火山分布域と古期の火山岩類との境界部に分布する湧水であるが、特に清水橋水源については、比較的透水性が高い第Ⅰ期上部火山岩類(KⅠb)の分布と関連している。

【参考文献】諏訪の自然誌・地質編編集委員会(1975)諏訪の自然誌地質編、諏訪教育委員会。
熊井久雄(1975)大清水湧水の湧出機構について、信州大学地質学教室。

南部の北大塩大清水水源は、比較的透水性が高い第Ⅰ期上部火山岩類（KⅠb）を主体とする霧ヶ峰火山岩類の末端から湧水している。また北大塩大清水水源に近接する“殿様水湧水”は第Ⅰ期上部火山岩類（KⅠb）と領家花崗岩類の境界付近からの湧水で、いずれも第Ⅰ期上部火山岩類（KⅠb）の分布と関連している。

一方、地域西南部の南沢水源、地藏寺湧水、阿弥陀寺湧水は、共に古期火山碎屑岩類からの湧水となっている。



【参考文献】表層地質図は「諏訪市の自然史地質編付図 諏訪地質図1/75,000」（諏訪市教育委員会, 1975）を基に作成

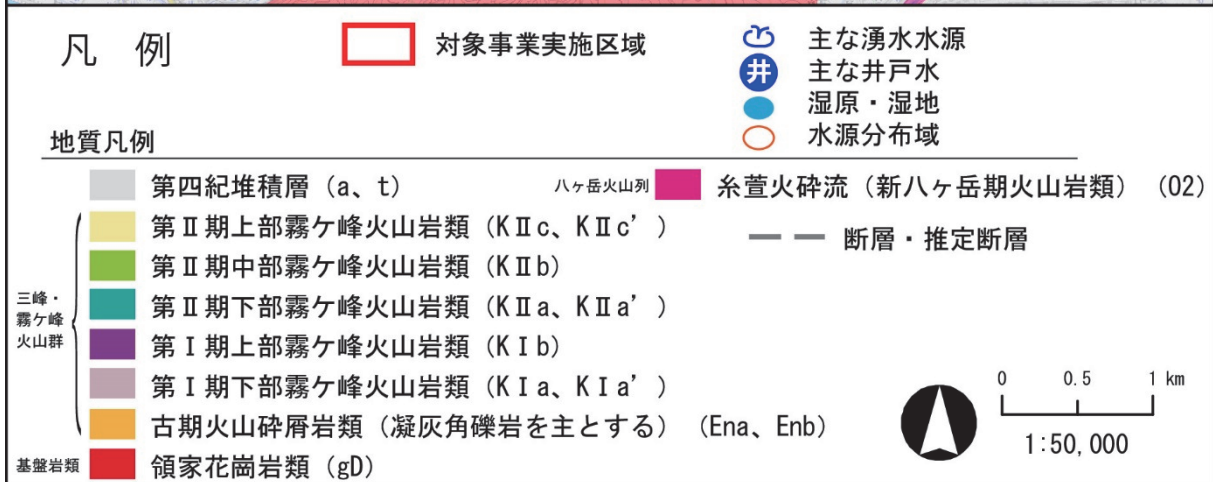
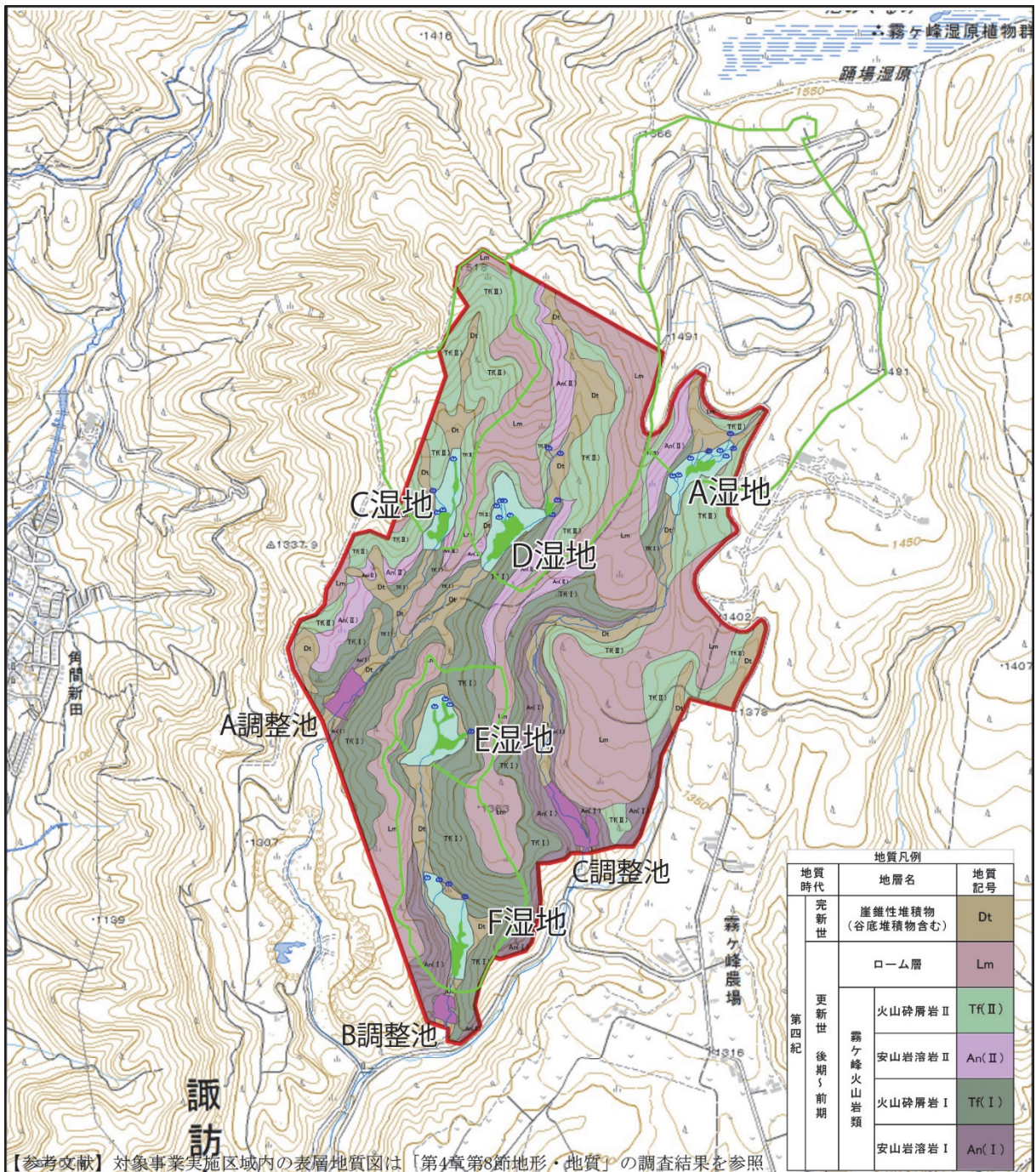


図 4-6-8(1) 水文地質及び湧水水源分布図 (広域)



凡例

- 対象事業実施区域
- 湿地位置
- ♻️ 湧水
- 湿地分布域 (各湿地において安定して多湿な環境が維持されている区域)
- 湿地の地形的集水域 (湿地分布域の最下流を基準とする)
- 調整池計画位置 (A、B、C調整池)

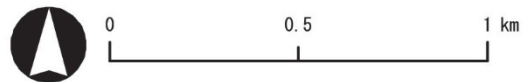


図 4-6-8(2) 水文地質及び湧水水源分布図 (対象事業実施区域内)

2) 水文気象

(1) 降水量状況

調査を実施した時期（平成 28 年 4 月～平成 29 年 8 月間）の降雨状況を把握することを目的に気象庁諏訪観測所における過去 30 年間の降水量を収集整理し、表 4-6-3 月降水量一覧表、及び図 4-6-9 年間降水量の推移、図 4-6-10 月別降水量と過去の平均値との比較として示した。

調査を開始した平成 28 年の年間降水量は 1,560.5mm/年であり、過去 30 年平均年降水量 1,307mm/年と比較して多くなっている。特に平成 28 年は、過去 30 年間で 4 番目に多い年となっている。過去 30 年間の渇水年は平成 6 年の 822mm/年、豊水年は平成元年の 1,795mm/年となっている。

図 4-6-10 に示す調査期間中（平成 28 年 4 月～平成 29 年 8 月間）の月別降水量は、平成 28 年 9 月が平均（約 193.9mm/月）に比べ約 2 倍多い 414mm/月であるが、他の月は概ね平均値かそれより少ない降雨状況にある。平成 28 年 9 月に降雨が多かったために、平成 28 年の年間降水量が多くなっている。一方、平成 29 年 1 月～8 月間は、8 か月合計で 581mm であり、平均値（879mm）の 2/3 程度の少雨となっている。

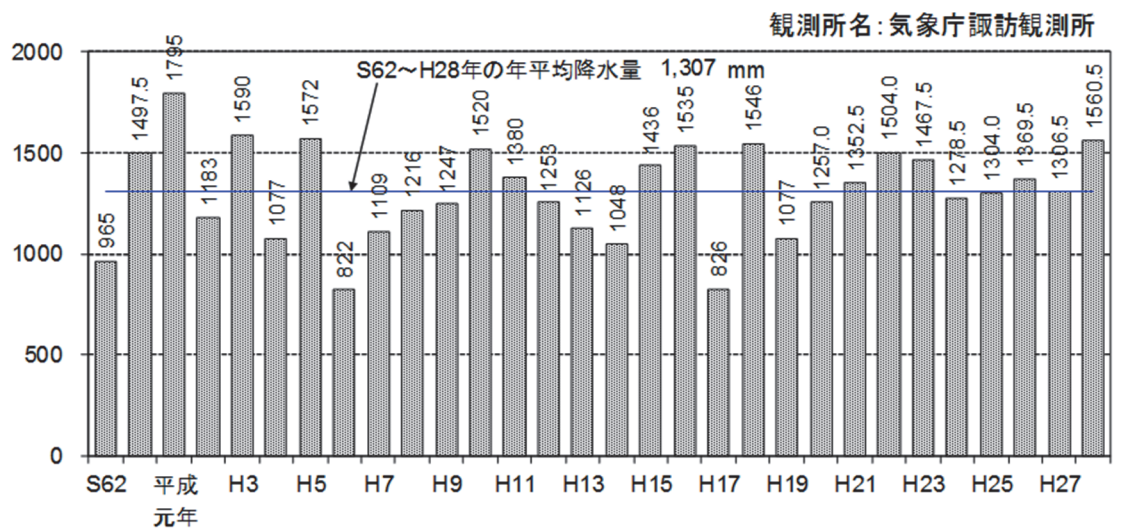


図 4-6-9 年間降水量（4 月～3 月）の推移
（昭和 62 年度～平成 28 年度，過去 30 年間）

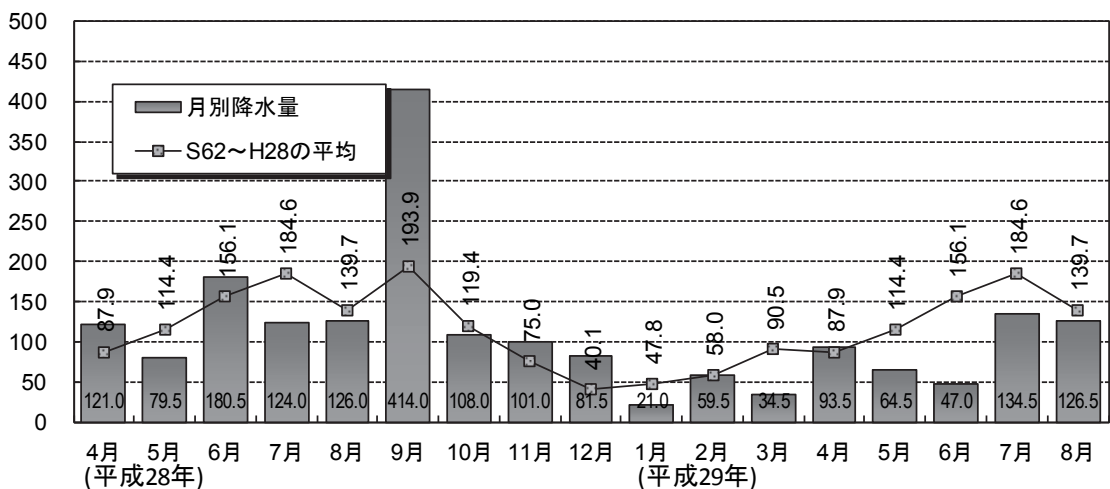


図 4-6-10 月別降水量と過去の平均値との比較

表 4-6-3 月降水量一覧表（気象庁諏訪観測所）

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	年間降水量
昭和62年(1987)	57.5	50.5	96	11	139.5	128	133.5	94	143.5	45.5	49.5	16.5	965
昭和63年(1988)	19	16	100	81.5	122	233	185.5	146	491.5	52	43	8	1497.5
平成元年(1989)	118	182	96	100	158	213	323	163	243	117	57	28	1795
平成2年(1990)	59	126	96	70	88	69	138	56	221	122	120	20	1183
平成3年(1991)	32	54	133	108	56	209	194	139	243	287	94	44	1590
平成4年(1992)	26	29	136	146	102	133	108	77	41	150	74	57	1077
平成5年(1993)	86	74	42	40	107	204	287	265	210	130	63	67	1572
平成6年(1994)	36	43	48	52	66	131	59	92	172	72	32	21	822
平成7年(1995)	76	15	61	92	139	88	318	63	160	62	35	3	1109
平成8年(1996)	30	35	142	24	83	157	121	152	193	111	96	74	1216
平成9年(1997)	21	18	88	110	126	93	246	98	245	5	152	47	1247
平成10年(1998)	109	87	81	206	191	191	29	191	215	182	12	30	1520
平成11年(1999)	12	36	90	81	107	335	160	113	300	81	67	1	1380
平成12年(2000)	38	19	106	81	64	211	87	139	269	101	126	16	1253
平成13年(2001)	102	46	84	21	148	217	9	110	113	180	62	37	1126
平成14年(2002)	69	23	76	94	81	77	193	63	122	140	31	81	1048
平成15年(2003)	94	41	86	170	115	84	155	271	152	71	183	17	1436
平成16年(2004)	25	56	67	88	255	130	43	224	179	351	44	75	1535
平成17年(2005)	22	31	71	38	61	133	207	83	63	69	41	10	826
平成18年(2006)	18	100	85	85	85	109	507	83	145	163	103	65	1546
平成19年(2007)	37	44	86	30	141	113	265	35	126	135	18	49	1077
平成20年(2008)	40	41	75	112.0	164.5	247.5	148.0	172.5	119.5	61.5	35.0	41.5	1257.0
平成21年(2009)	47.5	62.5	113.0	82.5	85.0	138.5	252.0	179.5	88.0	135.5	134.0	34.5	1352.5
平成22年(2010)	25.5	92.0	159.5	122.0	152.0	182.5	229.0	83.0	233.5	122.0	49.5	53.5	1504.0
平成23年(2011)	1.0	87.5	68.0	105.5	239.5	88.5	153.5	262.5	289.0	91.0	74.5	7.0	1467.5
平成24年(2012)	20.5	105.5	129.5	81.0	107.5	135.5	270.5	110.5	113.0	82.0	74.5	48.5	1278.5
平成25年(2013)	41.5	69.0	54.0	105.0	61.0	168.5	138.5	222.5	206.5	146.5	55.0	36.0	1304.0
平成26年(2014)	35.5	58.5	131.5	46.5	59.5	116.5	318.0	186.0	55.0	174.0	91.0	97.5	1369.5
平成27年(2015)	58.0	16.0	62.5	140.0	51.5	172.5	138.5	194.5	256.0	39.0	138.5	39.5	1306.5
平成28年(2016)	83.0	85.5	56.5	121.0	79.5	180.5	124.0	126.0	414.0	108.0	101.0	81.5	1560.5
平成29年(2017)	21.0	59.5	34.5	93.5	64.5	47.0	134.5	126.5	-	-	-	-	581.0
S62～H28の平均	47.8	58.0	90.5	87.9	114.4	156.1	184.6	139.7	193.9	119.4	75.0	40.1	1,307

(単位: mm)

(2) 気温状況

図 4-6-11 は、気象庁諏訪観測所と対象事業実施区域近傍での観測地点における日平均気温変化を示した図である。また、図 4-6-12 は、気象庁諏訪観測所と対象事業実施区域近傍での観測地点との日平均気温相関図である。夏場と冬場の違いがあるが良い相関が認められる。図 4-6-11 の対象事業実施区域近傍での観測地点における未観測期間は、この関係から推定した平均気温を示した。

対象事業実施区域周辺の気温は、11 月末～4 月初めにかけて日平均気温がマイナスとなっている。特に 1 月、2 月では、マイナス 10℃にまで低下する状況が認められる。

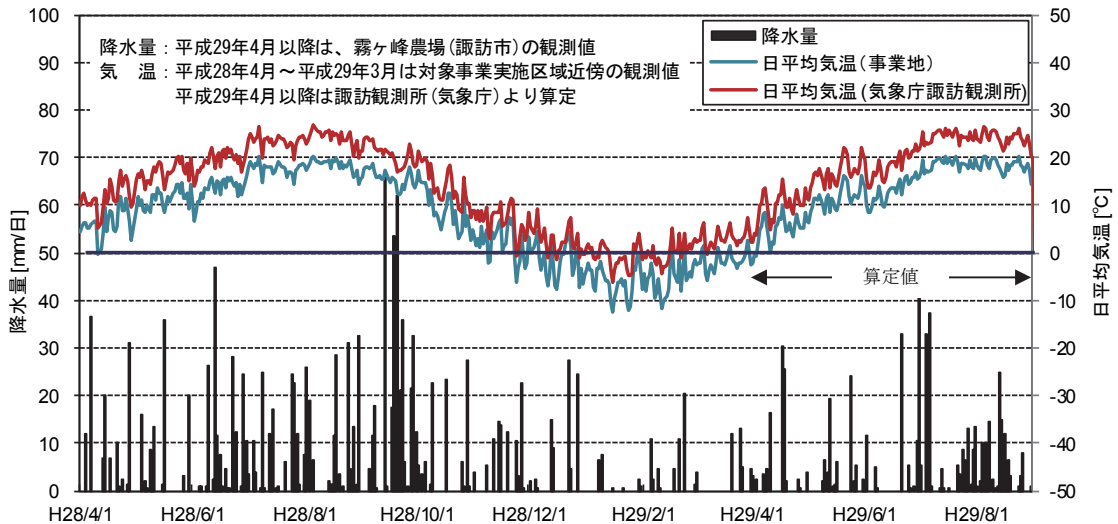


図 4-6-11 対象事業実施区域近傍の降水量および日平均気温の変化

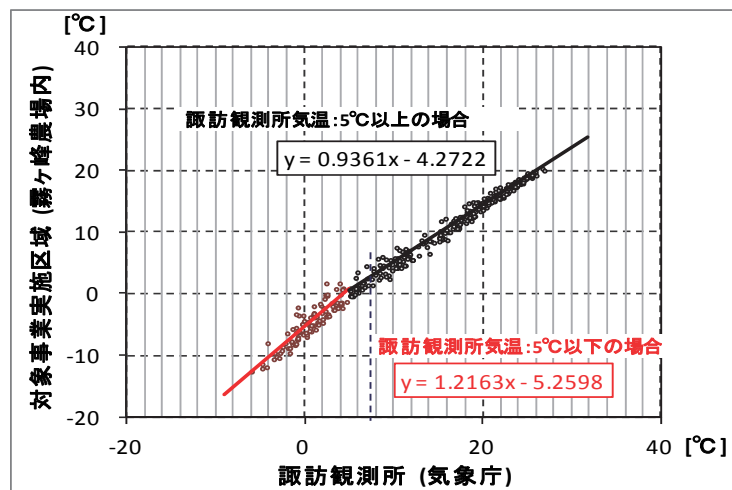


図 4-6-12 諏訪(気象庁観測所)と対象事業実施区域近傍における日平均気温の比較

(3) 降水量と蒸発散量

流域に降った雨 (P) のうち蒸発散量 (E) を差し引いた (P-E) がその流域からの総流出量となるはずである。

図 4-6-13 は、平成 28 年 4 月～平成 29 年 8 月間における対象事業実施区域近傍で実測した降水量 (P) と月平均気温を基にソーンズウェイト法^{*}により求めた蒸発散量 (表 4-6-4 参照) 及び理論上の総流出量 (P-E) を月ごとに示した図である。夏場は、気温上昇とともに蒸発散量が多くなり、降水量の半分以下の流出となっている。

一方、冬場は気温がマイナスとなり、降水量の殆どが流出分となっている。ただし、降水量が雪であり、実際は気温が上昇した春先の雪解け時の流出となる。平成 29 年 6 月は、降水量が少なく、蒸発散量の方が多いため、収支上マイナスとなっている。

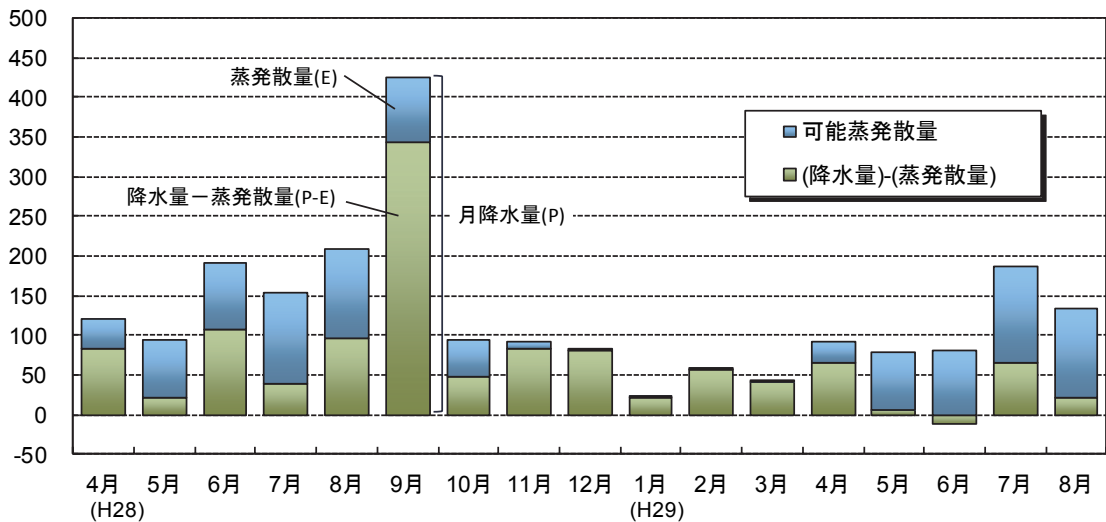


図 4-6-13 月別降水量・蒸発散の推移
(平成 28 年 4 月～平成 29 年 8 月)

※ソーンズウエイト法は、月平均気温から表 4-6-44 の下段に示す式から求めた E（可能蒸発散量）に緯度に伴う日中時間の補正を施し、蒸発散量を算出する方法である。

この方法は、気温だけで求められる経験法で、一般的な水収支で多く用いられている方法である。ただし、条件として気温が 0℃～26.5℃で有効とされ、0℃以下の場合蒸発散量は 0 と仮定している。

表 4-6-4 ソーンズウエイト法による可能蒸発散量表

年月	月平均気温 T [°C]	過去12ヶ月間の Tから求めた I	(係数) a	補正前の 可能蒸発散量 E [mm/30日]	日照時間による補正 α (北緯36°)	可能蒸発散量 E_補正 = E × α		
						[mm/30日]	[mm/日]	[mm/月]
H28年04月	6.4	30.53159	0.98686	33.214	1.10	36.536	1.218	36.536
05月	11.4	30.29774	0.98332	58.887	1.21	71.253	2.375	73.628
06月	13.4	30.29774	0.98332	69.031	1.22	84.218	2.807	84.218
07月	17.7	30.35564	0.98420	90.731	1.24	112.506	3.750	116.256
08月	18.3	30.53187	0.98686	93.670	1.16	108.657	3.622	112.279
09月	15.8	31.89224	1.00738	80.208	1.03	82.614	2.754	82.614
10月	9.2	32.37231	1.01460	46.170	0.97	44.785	1.493	46.278
11月	2.0	31.76951	1.00553	10.047	0.86	8.640	0.288	8.640
12月	-1.8	31.76951	1.00553	0.000	0.84	0.000	0.000	0.000
H29年01月	-6.0	31.76951	1.00553	0.000	0.87	0.000	0.000	0.000
02月	-5.6	31.76951	1.00553	0.000	0.85	0.000	0.000	0.000
03月	-1.6	31.76951	1.00553	0.000	1.03	0.000	0.000	0.000
04月	4.7	31.22692	0.99735	24.056	1.10	26.461	0.882	26.461
05月	11.4	31.22692	0.99735	58.211	1.21	70.435	2.348	72.783
06月	12.9	30.97805	0.99359	66.022	1.22	80.547	2.685	80.547
07月	18.6	31.50671	1.00157	94.719	1.24	117.452	3.915	121.367
08月	18.2	31.62502	1.00335	94.152	1.16	109.217	3.641	112.857

$$E = 16 \left(\frac{10T}{I} \right)^a \text{ [mm/月]}$$

$$a = (0.675I^3 - 77.1I^2 + 17920I + 492390) \times 10^{-6}$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1.514}$$

※対象事業実施区域観測所の気温データが無い月は、気象庁諏訪との比較から、相関式により算出（赤字）