

6 水 象

計画地及びその周辺において、表1.4.6-1に示すとおり、水象の状況を調査し、工事中における土地造成、樹木の伐採、掘削及び存在・供用時における地形改変、樹木伐採後の状態、工作物の存在、緑化に伴う周辺環境への影響について予測及び評価を行った。

表1.4.6-1 影響要因の区分と環境要素の区分、並びに調査項目との関係（水象）

影響要因の区分		環境要素の区分	調査項目 ^{注)}
工事による影響	土地造成 (切土・盛土)	水 象 ・河川及び湖沼 ・地下水 ・利水及び水面利用等	河川流量 地下水位 降水量 利水及び水面利用等
	樹木の伐採		
	掘 削		
存在・供用 による影響	地形改変		
	樹木伐採後の状態		
	工作物の存在		
	緑 化		

注) 方法書（再実施）では、計画地内南西部に存在する通称「香坂の湧水」を対象に「地下水位」及び「利水及び水面利用等」を調査項目としていた。その後、当該施設の配管の老朽化に伴い衛生状況が悪化していたことから、施設をご利用いただく方々への水質上の保証が困難であると判断し、関係者と協議のうえ、看板の設置による周知を経て、令和2年12月に当該施設を撤去した。このため、通称「香坂の湧水」を対象とした「地下水位」及び「利水及び水面利用等」は調査項目からは外した。

6.1 調 査

(1) 調査項目

本事業に伴う水象への影響について予測するための基礎資料を得ることを目的に、表1.4.6-1に示す項目について調査を行った。

(2) 調査方法

水象の調査内容は表1.4.6-2に、調査状況は写真1.4.6-1に示すとおりである。

表1.4.6-2 調査内容（水象）

環境要素	調査項目	調査方法	調査頻度・時期等
水 象	河川流量	JIS K0094 及び JIS B7553 に基づく方法、もしくは「建設省河川砂防技術基準（案）同解説、調査編」に定める方法	平常時：年 6 回 降水時：年 2 回 （日常的な降水時及び豪雨時）
			1 年間（連続） 【方法書（再実施）に対する知事意見を考慮して実施した調査である。】
	地下水位	観測井を設け自記式水位計により、地下水位を測定する方法	1 年間（連続）
		水位測定器により既存井戸の水位を測定する方法	月 1 回 / 2 年間
		既存文献等又は聞き取りを参考に、水道水源（湧水、深井戸水）の水位、水量を確認する方法	1 回
		ボーリング調査により帯水層や孔内水位を確認する方法	1 回
	降水量	「地上気象観測指針」（平成 14 年 3 月、気象庁）に定める方法	1 年間（毎時）
			1 年間（毎時） （河川流量（連続）を含む期間に実施）
		既存資料（香坂ダムの降水量観測所の観測データ）により把握する方法	5 年間
	利水及び水面利用等	既存文献等又は聞き取りを参考に、水道水源（湧水、深井戸水）、香坂川等の利水及び水面利用等を確認する方法	1 回



流速計による流量調査



浮子法による流量調査



自記式流速計による流量連続調査



パーシャルフリューム式流量計による流量連続調査



観測井の水位調査（自記式水位計）



既存井戸の水位調査(水位測定器)

写真1.4.6-1 調査状況（水象）

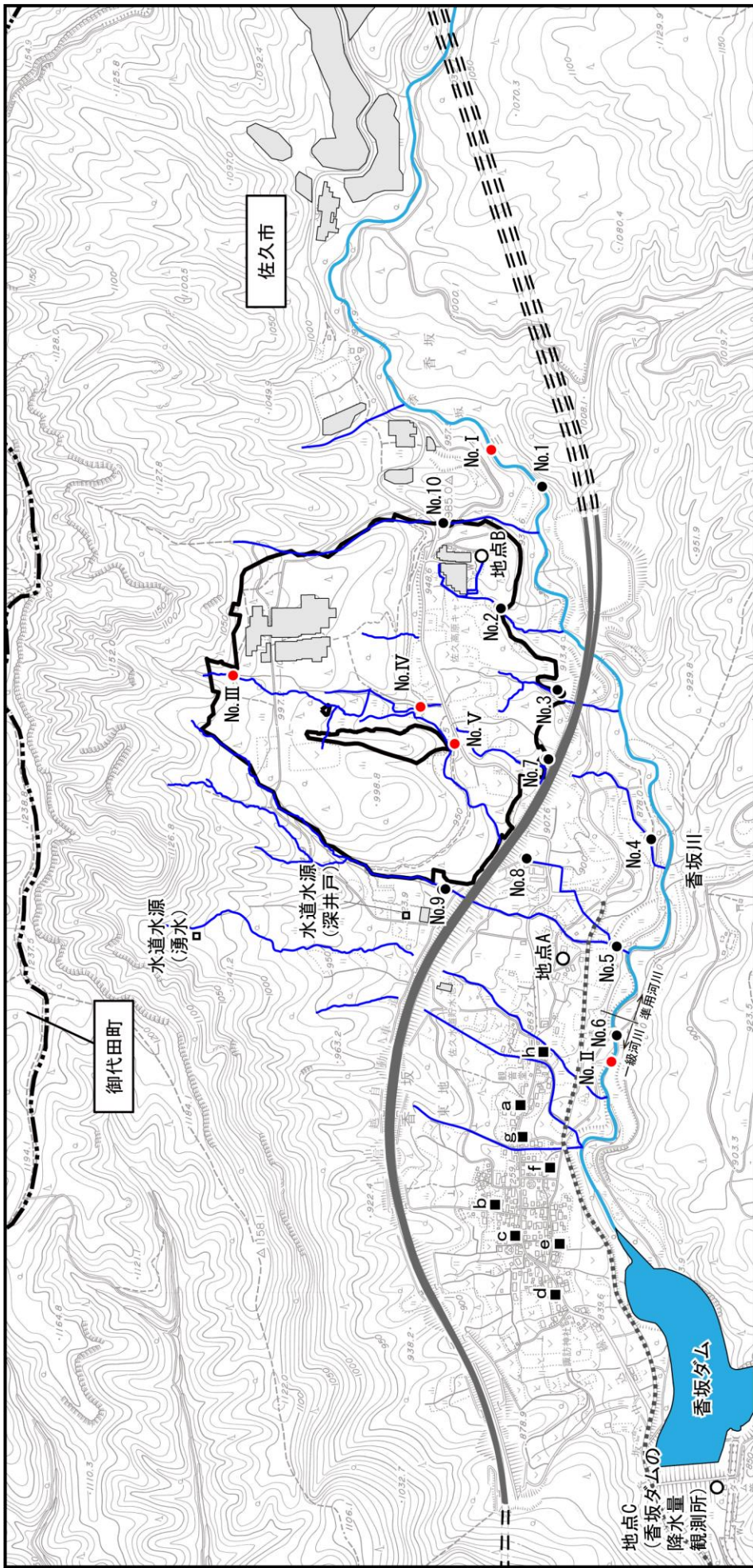
(3) 調査地域及び地点

水象の調査地域は、計画地及びその周辺とした。

調査地点は、表1.4.6-3、図1.4.6-1及び図1.4.6-2に示すとおりである。

表1.4.6-3 水象に係る調査地点及びその選定理由

調査項目	地点番号	選定理由
河川流量 (平常時、降水時)	No.1	計画地より上流の香坂川の流量の状況を把握するために選定した。
	No.2	計画地から香坂川に流入する水路の流量の状況を把握するために選定した。
	No.3	
	No.4	
	No.5	
	No.6	計画地から香坂川に流入する水路が合流した後の香坂川の流量の状況を把握するために選定した。
	No.7	計画地から香坂川に流入する水路の流量の状況を把握するために選定した。 【方法書（再実施前）に対する知事意見を考慮して選定した地点である。】
	No.8	
	No.9	
	No.10	計画地から香坂川に流入する水路の流量の状況を把握するために選定した。
河川流量 (連続) 【方法書（再実施）に対する知事意見を考慮して選定した地点である。】	No. I	計画地より上流の香坂川の流量の状況を把握するために選定した。
	No. II	計画地から香坂川に流入する水路が合流した後の香坂川の流量の状況を把握するために選定した。
	No. III	計画地から香坂川に流入する水路のうち、計画地内中央付近に存置する主要な水路において、計画地内の上流側の流量の状況を把握するために選定した。
	No. IV	No. IIIの下流側であり、調整池設置範囲の直上流の流量の状況（将来的に当該水路は調整池に流入するため、流量調整される前の流量の状況）を把握するために選定した。
	No. V	
地下水位	観測井 (K-1, 2, 2')	地下水の深さや水位変化など賦存状況を把握するために計画地の下流側に3地点を選定した。
	既存井戸 (a ~ h)	計画地近傍の集落内における既存井戸の水位の状況を把握するために8地点を選定した。
	水道水源 (湧水、深井戸水)	計画地北西側及び西側に近接して水道水源（湧水、深井戸水）が存在するため選定した。
	ボーリング地点 (1~16)	計画地内の標高を考慮して、パネル設置範囲や調整池設置範囲を中心に選定した。
降水量	地点A	計画地及びその周辺における降水の現状を把握するために選定した。
	地点B	
	地点C (香坂ダムの 降水量観測所)	計画地周辺において継続的に降水の状況が実測されている地点であるため選定した。
利水及び水面利用等	水道水源 (湧水、深井戸水) 香坂川等	計画地北西側及び西側に近接して水道水源（湧水、深井戸水）が存在するため選定した。 また、計画地から流下する水路等が合流する香坂川には第5種共同漁業権が設定されているため選定した。



- 凡例**
- ダム
 - 河川
 - 水路
 - 計画地
 - 高速道路
 - 市・町界
 - 県道
 - 河川流量 (定期) 調査地点 (No.1~No.10)
 - 河川流量 (連続) 調査地点 (No. I~No. V)
 - 既存井戸の水位調査地点 (a~h)
 - 水道水源等の調査地点
 - 降水量調査地点 (地点A~C)

注1) 図中の□は、既存の太陽光パネルの設置範囲である。
 注2) この地図は、佐久市の1万分の1佐久市N.O. 3を使用したものである。

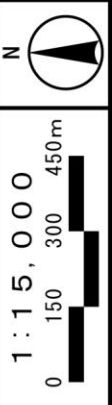
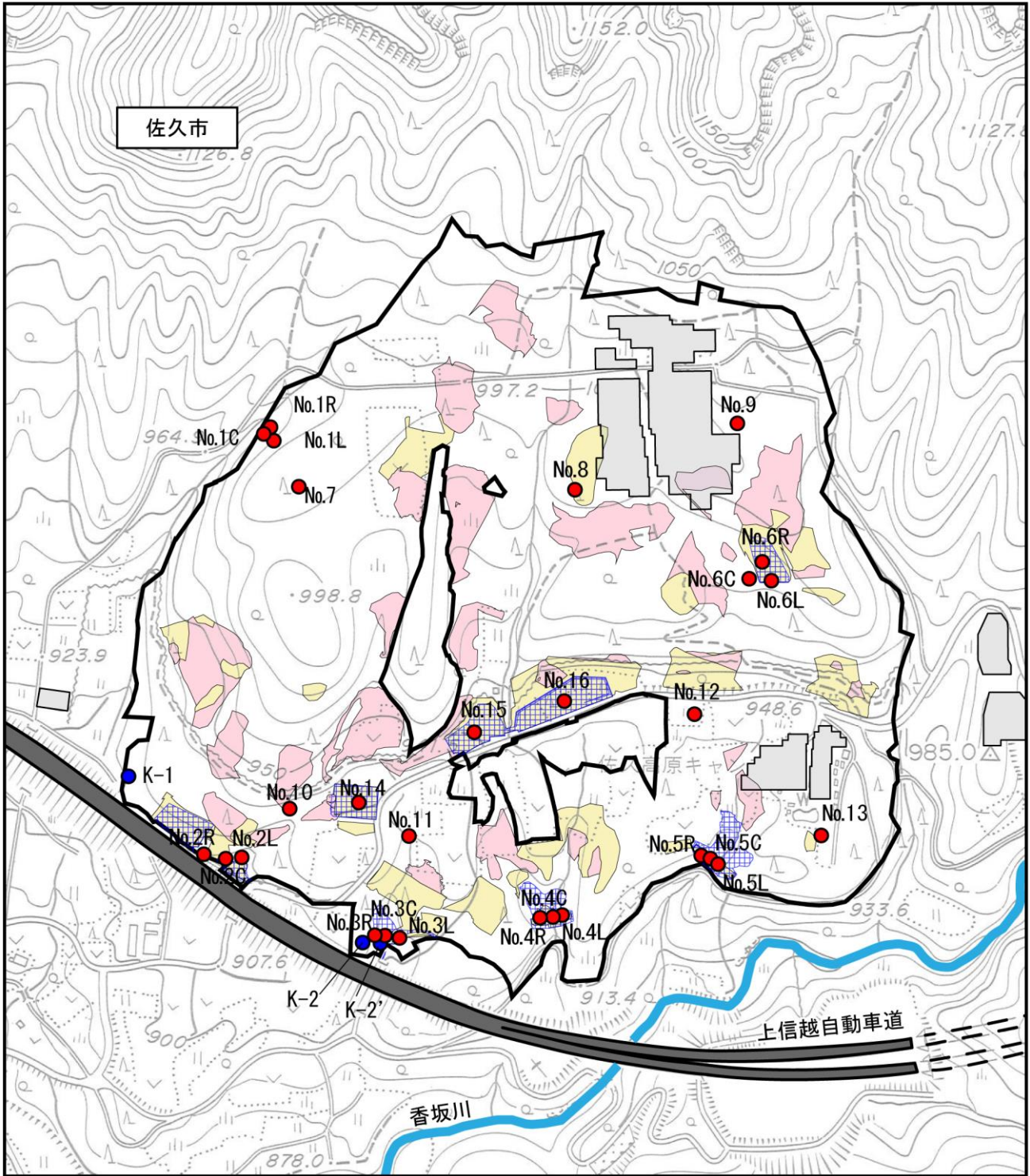


図 1.4.6-1 水象調査地点 (1)



凡例

計画地

高速道路

河川

観測井地点 (K-1、K-2、K-2')

ボーリング地点 (No. 1～No.16)

※No.1～No.6 は調整池の計画箇所 (No.1 は旧計画箇所) の基礎地盤の土質、地層構成等の状態を把握するため、計画箇所付近において3箇所 (中心(C)、右岸(R)、左岸(L)) でボーリングを実施した。

盛土

切土

調整池

注1) 図中の□は、既存の太陽光パネルの設置範囲である。

注2) この地図は、佐久市の1万分の1佐久市NO. 3を使用したものである。

図 1.4.6-2 水象調査地点(2)

1 : 7,000

0 70 140 210m



(4) 調査期間

水象の調査期間は、表1.4.6-4(1)～(2)に示すとおりである。

平常時の流量の調査は、無降水日が2～3日続いた後の流量が安定した日に実施した。

降水時の流量の調査は、日常的な降水時及び豪雨時の降水直後又は降水中に実施した。また、香坂川に位置する調査地点No.6においては、流量の経時変動を把握するため、降水量の状況により7時又は8時から15時又は17時までの1時間間隔での調査を実施した。

表1.4.6-4(1) 調査期間（水象）

調査項目	調査地点	調査日
河川流量 (平常時)	河川及び水路 (No.1～No.10)	【平常時】 平成29年4月24日(月)、平成29年6月6日(火)、 平成29年8月30日(水)、平成29年11月6日(月)、 平成29年12月12日(火)、平成30年2月14日(水)
河川流量 (降水時)	河川及び水路 7地点 (No.1～No.6、No.10) 注1)	【日常的な降水時】 平成29年8月8日(火) 【豪雨時】 平成29年10月23日(月)
	河川及び水路 9地点 (No.1～No.9) 注1)	【日常的な降水時】 令和元年9月9日(月) 【豪雨時】 令和元年10月12日(土)
河川流量 (連続)	河川及び水路 (No. I～No. V)	令和3年1月28日(木)～令和4年1月31日(月)
地下水位 (連続)	観測井注2) (K-1, K-2, K-2')	平成30年10月31日(水)～令和2年1月23日(木)
地下水位 (定期)	既存井戸 (a～h)	<u>1年目</u> 平成29年3月28日(火)、平成29年4月22日(土)、 平成29年5月23日(火)、平成29年6月23日(金)、 平成29年7月21日(金)、平成29年8月25日(金)、 平成29年9月22日(金)、平成29年10月27日(金)、 平成29年11月22日(水)、平成29年12月20日(水)、 平成30年1月21日(日)、平成30年2月26日(月) <u>2年目(地下水位(連続)と同じ期間に実施)</u> 平成30年11月22日(木)、平成30年12月20日(木)、 平成31年1月23日(水)、平成31年2月21日(木)、 平成31年3月20日(水)、平成31年4月23日(火)、 令和元年5月24日(金)、令和元年6月26日(水)、 令和元年7月24日(水)、令和元年8月27日(火)、 令和元年9月25日(水)、令和元年10月31日(木)、 令和元年11月26日(火)、令和元年12月16日(月)
地下水位 (ボーリング調 査時)	ボーリング地点 (1～16)	令和元年12月7日(土)～令和2年7月11日(土)

注1) 降水時の河川流量調査は、平成29年度では方法書（再実施前）で選定したNo.1～No.6にNo.10を加えた7地点で、令和元年度では方法書（再実施）で選定したNo.1～No.9の9地点で調査を実施した。なお、No.10は平成29年調査では補足的に調査していた地点であったが、最終的な計画として計画地からNo.10の水路側への雨水流出も考えられるため、当該地点も調査地点として追加した。

注2) 観測井の調査地点 K-2は、観測開始時点で水位が確認されなかったため平成30年12月14日より新たにK-2'を設置して観測を行った。その後、K-2では水位の有無を確認するため月1回の定期観測を行った（定期観測は、地下水位（定期）と同じ時期に行った）。

表1.4.6-4(2) 調査期間(水象)

調査項目	調査地点	調査日
降水量	計画地及びその周辺 (地点A～C)	<地点A> 平成29年2月7日(火)～平成30年2月6日(火) <地点B> 令和3年1月27日(水)～令和4年1月31日(月) (河川流量(連続)の調査期間を含む期間) <地点C> 平成27年～令和元年
利水及び水面利用等	水道水源 (湧水、深井戸) 香坂川等	平成24年度～平成28年度 (水道水源としての利水状況の調査年度) 令和3年4月8日(木) (香坂川等の利用状況 : 佐久漁業協同組合への聞き取り調査日)

(5) 調査結果

① 河川流量

ア 平常時の河川流量

平常時の河川流量は、「5 水質 5.1 (5) ① ア (ウ)平常時の河川流量」(p. 1. 4. 5-12～1. 4. 5-13参照)に示したとおりである。

イ 降水時の河川流量

(7) 降水量の状況

降水量の状況は、「5 水質 5.1 (5) ① イ (7)降水量の状況」(p. 1. 4. 5-14～1. 4. 5-15参照)に示したとおりである。

(4) 降水時の河川流量

降水時の河川流量は、「5 水質 5.1 (5) ① イ (エ)降水時の河川流量」(p. 1. 4. 5-21～1. 4. 5-23参照)に示したとおりである。

ウ 河川流量(連続)

(7) 河川流量(連続)の変動

河川流量(連続)の調査結果は、図1.4.6-3(1)～(2)に示すとおりである。

香坂川の調査地点であるNo. I (上流側)とNo. II (下流側)の流量は、下流側のNo. IIの流量が多く、まとまった降水の直後には流量が増加する傾向を示していた。また、No. IとNo. IIの流量の変動は類似の傾向を示していた。

計画地内の主要な水路の調査地点であるNo. III (上流側)とNo. IV・V (下流側)の流量は、上流側のNo. IIIは降水後に顕著に減少し、下流側のNo. IV・V (No. IV+No. V)の同期間の流量は減少の程度が緩やかであった。また、No. IIIとNo. IV・Vの流量の変動は若干異なる傾向を示していた。例えば、No. IIIの流量は令和3年3月末の降水後

に4月中旬かけて比較的短期間で減少していたが、No.IV・V (No.IV + V) の流量は4月中旬にかけて緩やかに増加していた。同様に、No.IIIの流量は令和3年7月初めの降水後から7月中旬にかけて比較的短期間で減少していたが、No.IV・V (No.IV + V) の流量は7月中旬にかけて増加していた。

(4) 流出高と地下水流出量

河川流量（連続）の調査地点の流域面積は表1.4.6-5に、調査地点の流出高^{注1}は図1.4.6-4に示すとおりである（調査地点の流域図は資料編p.資4-78参照）。

水収支の観点からは、降水後の河川流量(Q)のうち、直接流出成分(Qs)を除けば、降水の少ない時期には、ほぼ基底流量だけとなる。そのため、降水の少ない時期に観測した河川流量は、ほぼ地下水流出成分(Qg)から成るとみなすことができるため、流域からの地下水流出量の把握が可能となる。関係式を示すと以下のとおりである。

降水のある時期の河川流量 $Q = Q_s$ (直接流出成分) + Q_g (地下水流出成分)

降水の少ない時期の河川流量 $Q \doteq Q_g$ (地下水流出成分)

降水の少ない令和3年2月の各調査地点の流出高は、No.I、II及びNo.IV + Vで0.5～1mm/day程度、No.IIIで0～0.5mm/day程度であった。この時期の流出量はほぼ地下水流出量であり、さらには渇水比流量とみなすことができると考えられる。

渇水比流量とは、年間355日はその量を下らない流出量をいい、黒沢俊一^{注2}によれば我が国の渇水比流量は1.1～1.4mm/dayであるとしている。渇水比流量は地下水流出量とみなすことができるため、我が国の平均的な地下水流出量は約1mm/dayであるといえる。よって、No.I、II及びNo.IV + Vの流域における地下水流出量は我が国の平均的な地下水流出量よりはやや少ないが、気象条件や対象流域の位置にも影響されるので一概には比較できない。

以上を踏まえ、降水の少ない時期に観測した河川流量がほぼ地下水流出量であると考え、調査地域の調査期間における地下水流出に関わる地下水涵養量は0.5～1mm/day程度と考えられる。

^{注1} 流出高(mm/day)とは、流出量(河川流量)を調査地点の流域面積で除した値である。

^{注2} 「水資源総論」(昭和37年、水理科学研究所編)におけるP37～57の著者である黒沢俊一の記載より

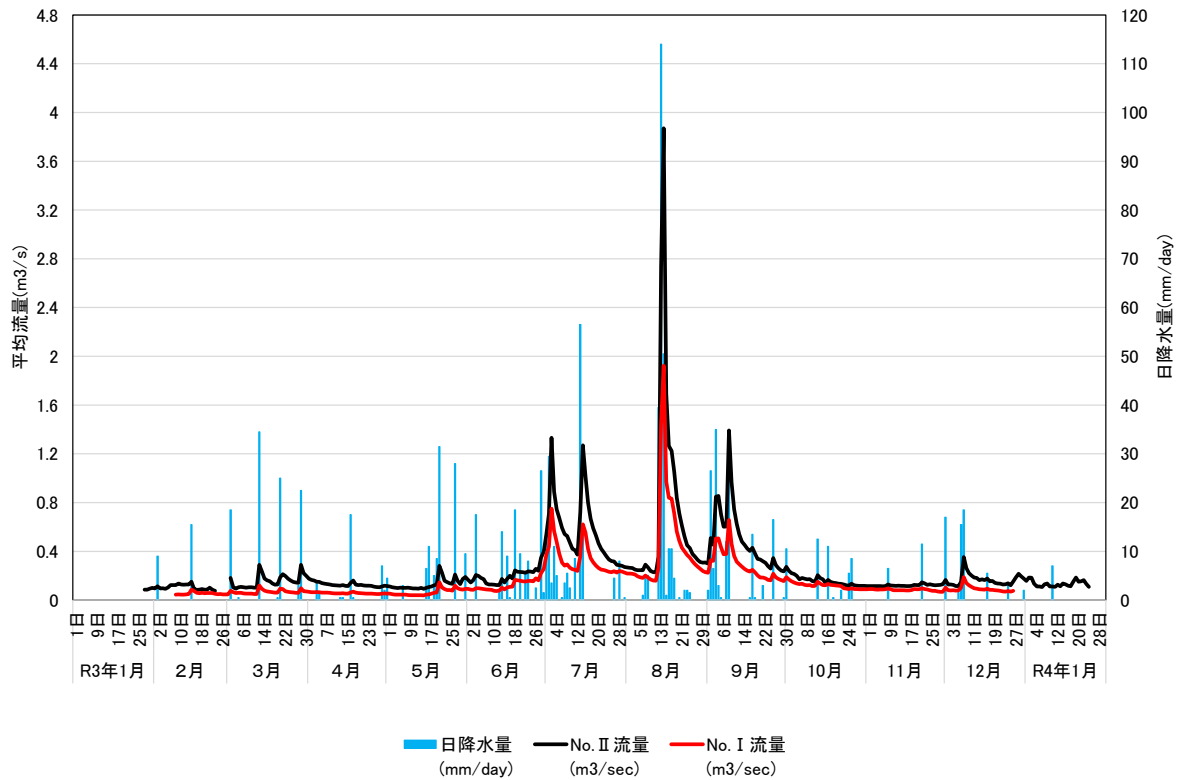


図1.4.6-3(1) 香坂川における河川流量(連続)の調査結果
(No. I、No. II)

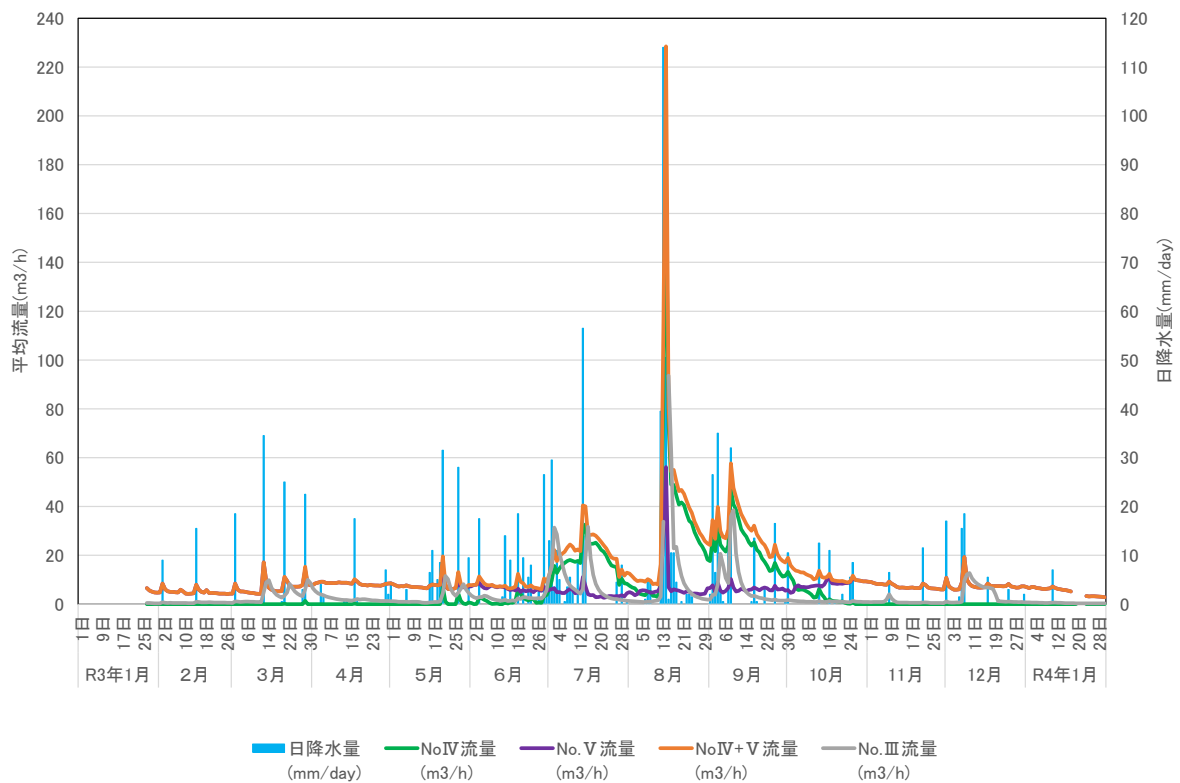
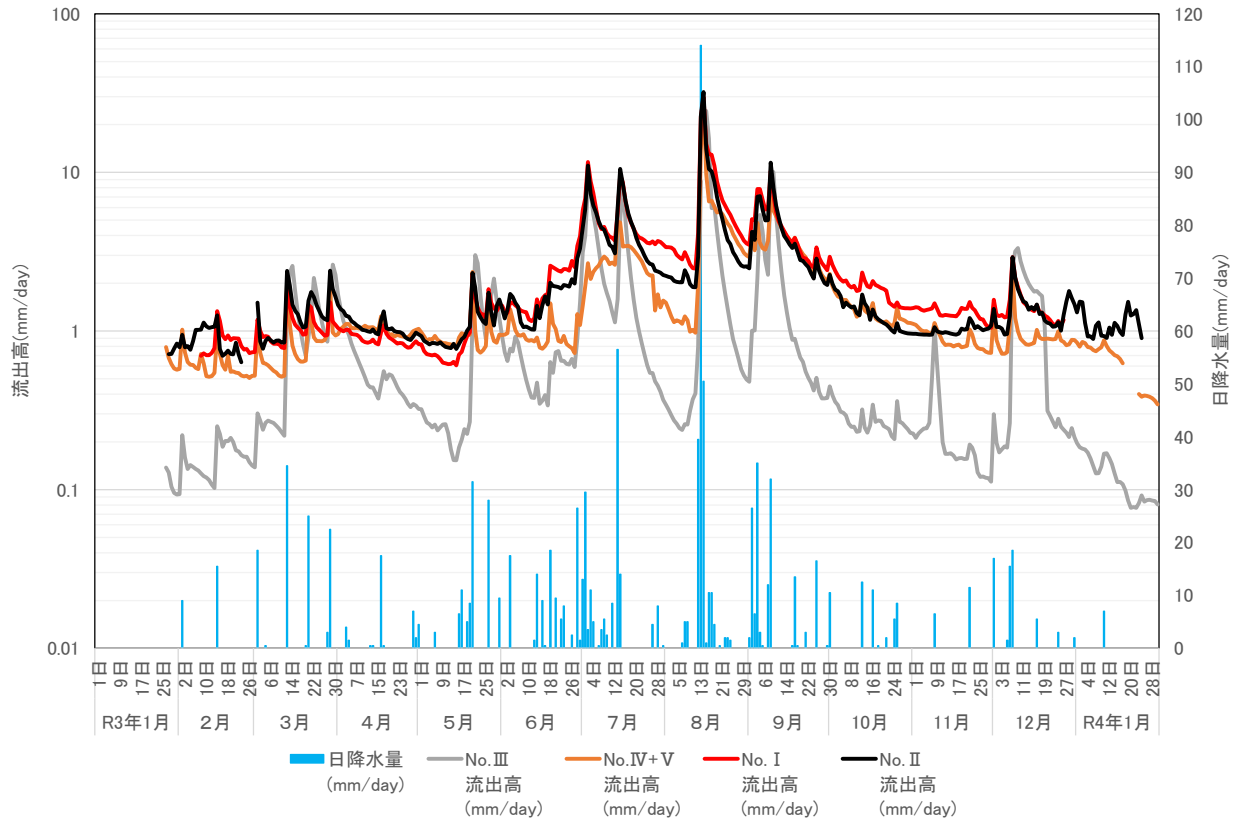


図1.4.6-3(2) 計画地内の主要な水路における河川流量(連続)の調査結果
(No. III、No. IV、No. V)

表1.4.6-5 河川流量（連続）の調査地点の流域面積

地点	流域面積(km ²)
No. I	5.566
No. II	10.431
No. III	0.092
No. IV	0.183
No. V	0.016

注) 調査地点の流域図は資料編 p. 資 4-78 参照



注) 左軸は流出高は対数目盛であり本図では対数目盛線を表示している。右軸の日降水量は均等目盛であり図中の目盛線とは一致しない。

図1.4.6-4 流出高の調査結果 (No. I ~ No. V)

② 地下水位

ア 観測井の地下水位

計画地内に設置した観測井の諸元は、表1.4.6-6に示すとおりである。

観測井では、計画地内に全域的に分布している土質区分であるsg3（玉石混じりシルト質砂礫）を含む砂礫層の地下水位を対象に観測した（計画地の地質構成、推定地質断面図は「8 地形・地質 8.1(5)①イ（イ）」表1.4.8-5、図1.4.8-8(1)～(7)（p.1.4.8-15、p.1.4.8-17～23）参照）。

観測井における地下水位調査結果は、図1.4.6-5(1)～(3)に示すとおりである（観測井設置時のボーリング柱状図及び観測井仕様は資料編p.資4-83～85参照）。

K-1では、令和元年(2019年)6月まで水位はほとんど変化がなかったが、降水が連続した7月、10月に水位が上昇した。特に、10月の台風19号による豪雨時においては、水位が一時的にG.L.-1.6mまで上昇した。

K-2では、自記水位計による調査当初から1ヶ月間ほどは観測井内には水がなく水位が確認されなかったため、自記水位計による水位調査を終了した。終了後は水位の有無を把握するために、ロープ式水位計により観測井戸天端から水面までの深さを月1回の頻度で確認した。

K-2'では、K-1と比較して降水に対する応答が敏感である傾向が見られた。10月の台風19号による豪雨時は、水位が一時的に地表面付近まで上昇した。

以上から、sg3を含む砂礫層を対象とした観測井の地下水位は降水直後にその影響で上昇し、無降水時には下降して基底水位を示す不圧地下水であると考えられる。また、K-2とK-2'は比較的近い位置にあり、K-2は丘陵地内にK-2'はそれより標高の低い平坦地（低地）に設けられている。さらに地下水位標高はK-2がK-2'より高く、つまり丘陵地から標高の低い平坦地（低地）への地下水流動を示唆している。

表1.4.6-6 計画地内に設置した観測井の諸元

調査地点 (観測井)	孔口標高	深度	スクリーン 設置深度	主な対象層
K-1	T. P. +916.29m	T. P. +903.94m (G. L. -12.35m)	T. P. +903.94m ～+913.79m (G. L. -12.35m ～-2.50m)	火山砕屑物2 (sg2、sg3)
K-2	T. P. +919.54m	T. P. +909.44m (G. L. -10.10m)	T. P. +909.44m ～+913.44m (G. L. -10.10m ～-6.10m)	火山砕屑物2 (sg3)
K-2'	T. P. +912.33m	T. P. +902.03m (G. L. -10.30m)	T. P. +902.03m ～+911.83m (G. L. -10.30m ～-0.50m)	火山砕屑物2 (sg3)

注) 主な対象層は「8 地形・地質 8.1(5)①イ（イ）」表 1.4.8-5、図 1.4.8-7、図 1.4.8-8(1)～(7)（p.1.4.8-15～23）参照。sg2、sg3 はともに砂礫層であり、主な土質は sg2 が玉石混じり火山灰質シルト質砂礫、sg3 が玉石混じりシルト質砂礫となっている。

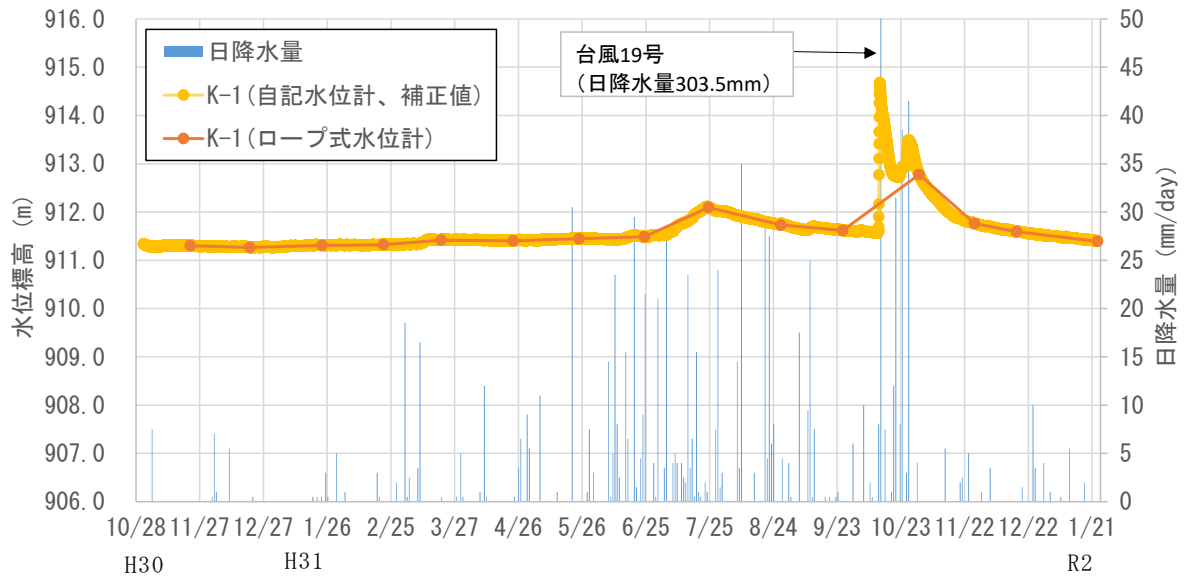
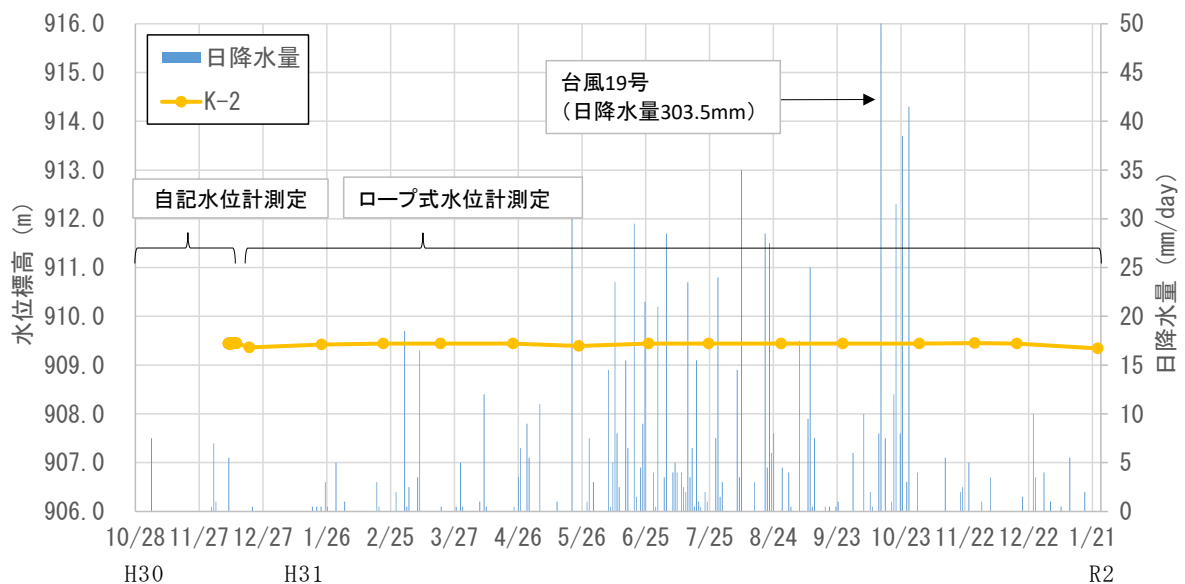


図1.4.6-5(1) 地下水位（連続）の調査結果（観測井K-1）



注) 自記水位計による調査当初から1ヶ月間ほどは観測井内には水がなく水位が確認されなかったため、自記水位計による水位調査を終了した。終了後は水位の有無を把握するために、ロープ式水位計にて観測井戸天端から水面までの深さを月1回の頻度で確認した。

図1.4.6-5(2) 地下水位（月1回）の調査結果（観測井K-2）

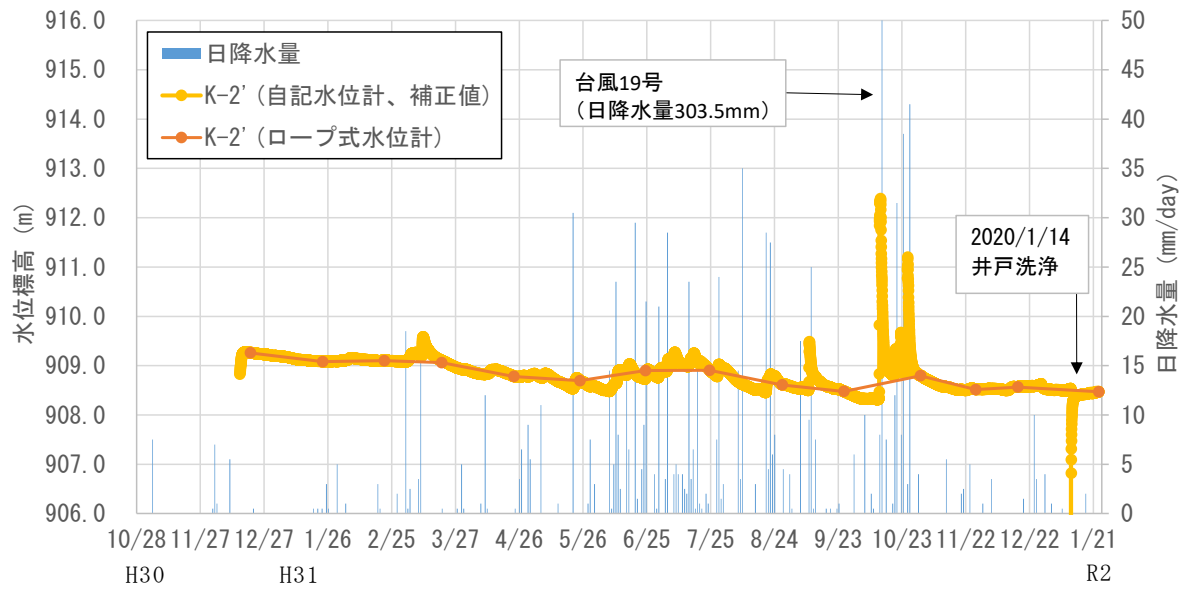


図1.4.6-5(3) 地下水位（連続）の調査結果（観測井K-2'）

イ 既存井戸の地下水位

計画地近傍の集落内で調査した既存井戸の諸元及び用途は表1.4.6-7に、地下水位（月1回）の調査結果は表1.4.6-8(1)～(2)及び図1.4.6-6に示すとおりである。なお、図1.4.6-6には、計画地に設置した観測井K-1、K-2、K-2'の地下水位の調査結果も示した。

既存井戸は、計画地南西に位置する集落（東地地区）の中に分布している。地点a～hにおける井戸の標高は843～863m付近で、井戸深度はG.L. -5.92～-1.97mであり、地表面から水面までの深さはGL. -3.45～-0.11mであった。

平成29年（2017年）10月に水位の上昇がみられるが、調査数日前に降った降水の影響によるものと考えられる。なお、平成29年6月に地点dの水位が低下したが、これは井戸水を畑の水撒きに利用したためである。

令和元年（2019年）10月の台風19号による豪雨を記録した月は、多くの地点で水位の上昇が確認された。

いずれの既存井戸の地下水位においても、降水の影響はあったものの年間を通して大きな変化は確認されず、水位は比較的安定していたといえる。

なお、これらの既存井戸の涵養源は、地表からの降水浸透及び側方からの地下水流動によるものであり、不圧地下水と考えられる。

表1.4.6-7 計画地近傍の集落内における既存井戸の諸元及び用途

地点	既存井戸の 地表面標高 (T. P. m)	井戸深度 (G. L. -m)	用途
a	861	3.35	生活雑用水（庭の水撒き）
b	863	4.00	不使用
c	857	1.99	生活雑用水（庭の水撒き）
d	848	5.37	農業用水・外トイレ・生活雑用水（庭の水撒き）
e	843	4.45	不使用
f	848	5.92	不使用
g	856	1.97	不明
h	856	3.00	不使用

注) 既存井戸の地表面標高は国土地理院の地理院地図の等高線より読み取った値である。

表1.4.6-8(1) 地下水位（月1回）の調査結果

（既存井戸：平成29年3月～平成30年2月）

地点	地下水位 (G. L. -m)											
	平成29年 (2017年)										平成30年 (2018年)	
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
a	1.32	1.25	1.50	1.50	1.50	1.35	1.53	0.81	1.45	1.53	1.52	1.60
b	0.48	0.50	0.52	0.44	0.49	0.51	0.52	0.49	0.62	0.50	0.50	0.49
c	0.38	0.38	0.40	0.41	0.41	0.39	0.41	0.36	0.38	0.39	0.39	0.39
d	0.41	0.38	0.55	1.58	0.46	0.39	0.50	0.38	0.89	0.47	0.41	0.70
e	0.57	0.60	0.60	0.50	0.57	0.54	0.59	0.46	0.59	0.61	0.57	0.62
f	3.15	3.08	3.20	3.12	3.18	3.13	3.19	2.92	3.20	3.27	3.26	3.36
g	0.14	0.17	0.17	0.19	0.19	0.19	0.20	0.16	0.17	0.18	0.18	0.17
h	1.66	1.63	1.77	1.87	1.95	1.65	1.85	1.35	1.75	1.75	1.84	1.95

注) 地点 d における、6月調査時の水位低下は、井戸水を畑へ水撒きした影響である。

表1.4.6-8(2) 地下水位（月1回）の調査結果

（既存井戸：平成30年11月～令和元年12月）

地点	地下水位 (G. L. -m)													
	平成30年 (2018年)		平成31年/令和元年 (2019年)											
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
a	1.67	1.71	1.79	1.72	1.17	1.45	1.45	1.20	1.21	1.30	1.46	0.82	1.46	1.51
b	0.50	0.53	0.54	0.53	0.55	0.53	0.52	0.54	0.52	0.50	0.52	0.51	0.51	0.55
c	0.40	0.45	0.48	0.47	0.40	0.40	0.40	0.38	0.38	0.39	0.40	0.37	0.39	0.37
d	0.66	0.46	0.77	0.54	0.37	0.57	0.36	0.35	0.36	0.46	0.36	0.35	0.36	0.37
e	0.49	0.48	0.52	0.49	0.50	0.51	0.42	0.28	0.49	0.46	0.48	0.50	0.51	0.51
f	3.26	3.28	3.45	3.29	3.10	3.18	3.13	3.05	3.12	3.13	3.18	3.05	3.18	3.24
g	0.20	0.19	0.19	0.17	0.19	0.17	0.18	0.15	0.17	0.15	0.18	0.13	0.16	0.11
h	1.82	1.81	1.99	1.87	1.66	1.79	1.72	1.57	1.65	1.66	1.72	1.40	1.68	1.83

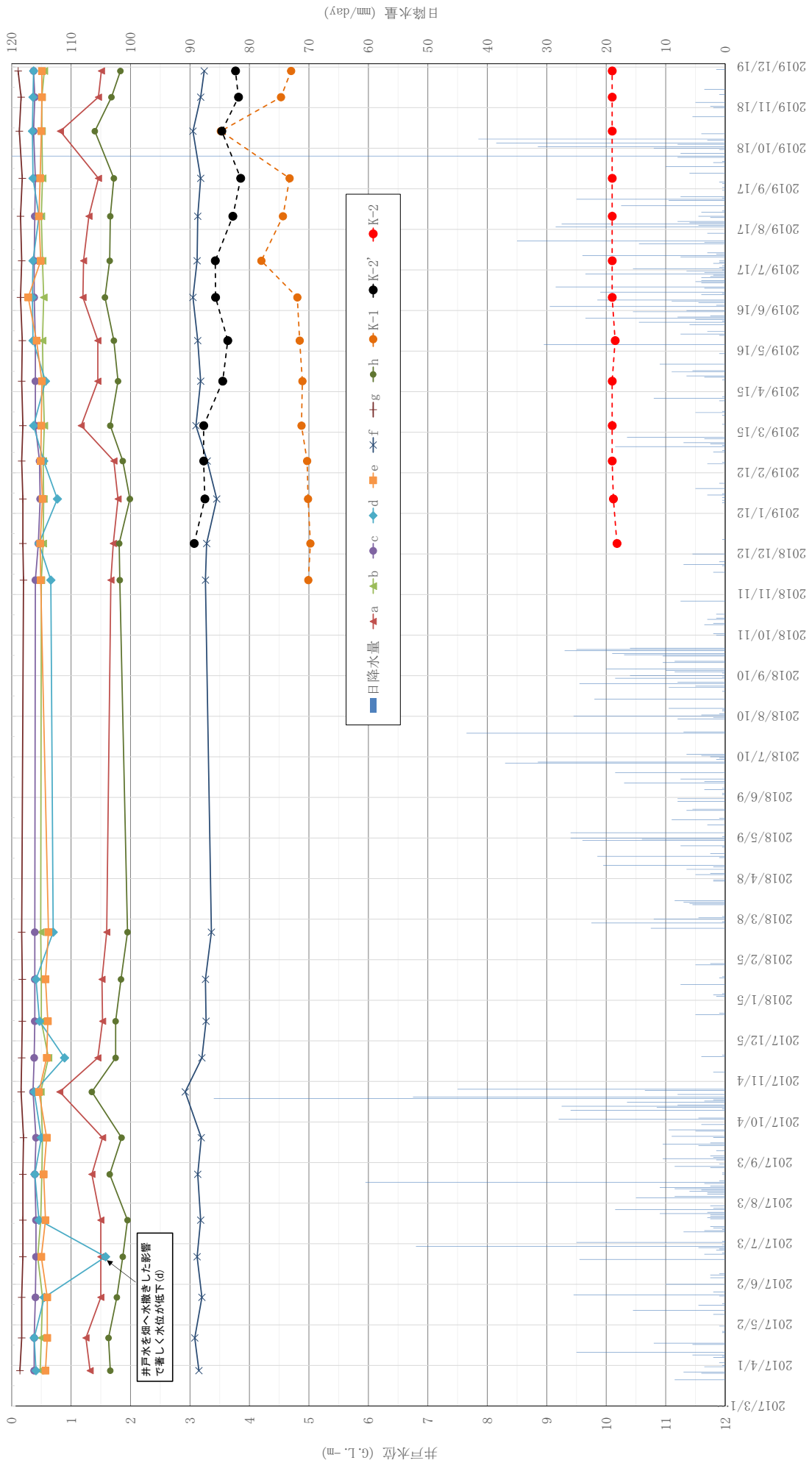


図1.4.6-6 地下水水位（月1回）の調査結果（既存井戸及び観測井）

ウ 水道水源（湧水、深井戸水）の水位、水量

水道水源（湧水）は、計画地の北西側約370mの沢筋の奥に位置しており、地下に堰を設置して水を貯め下流側に自然流下させている。現場の状況は写真1.4.6-2に示すとおりである。

水道水源（深井戸水）は、計画地の西側約80mに位置しており、取水井戸の諸元及び構造は表1.4.6-9及び図1.4.6-7に、現場の状況は写真1.4.6-2に示すとおりである。井戸深度は170.0mで、3ヶ所のスクリーンで採水されおり、一番上がG.L. -54.5m～-49.0m、次がG.L. -98.5m～-87.5m、最深層がG.L. -164.5m～-153.5mである。自然水位はG.L. -14.0mとされている（佐久水道企業団提供資料より）。各スクリーンの上位・下位の地質は青色岩、凝灰岩等と記載されており、計画地及びその周辺に分布する香坂層（「8 地形・地質 8.1 (5) ① ア (イ)」 p.1.4.8-8参照）の中の比較的透水性の良い層から採水されているものと考えられる。また、採水されているスクリーンの位置と自然水位の関係から、被圧地下水を採水していると考えられる。



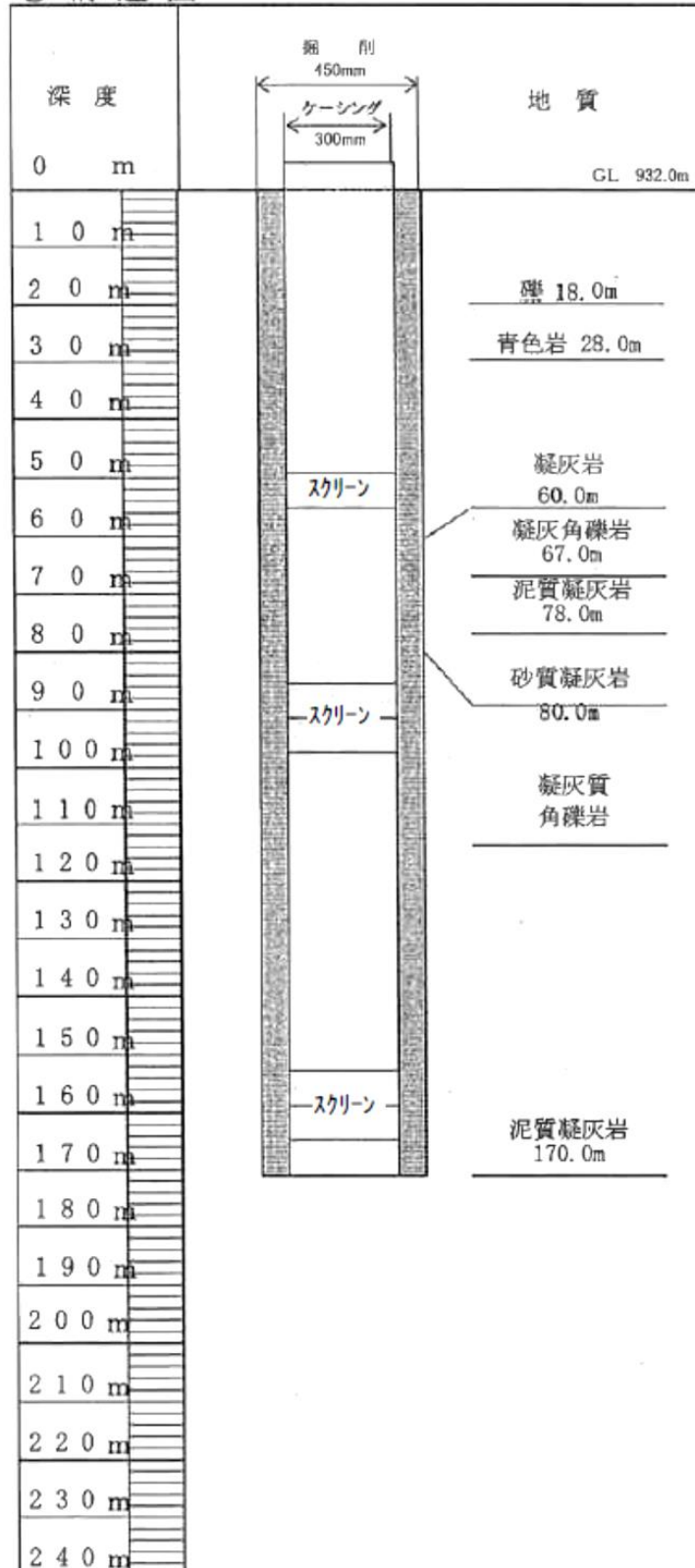
写真1.4.6-2 水道水源（湧水、深井戸水）の状況

表1.4.6-9 水道水源（深井戸水）の取水井戸の諸元

調査地点	地盤高	深度	スクリーン設置深度	自然水位
水道水源 （深井戸水） の取水井戸	T. P. +932.0m	T. P. +762.0m (G. L. -170.0m)	T. P. +877.5m～+883.0m (G. L. -54.5～-49.0m)	T. P. +918.0m (G. L. -14.0m)
			T. P. +883.5m～+844.5m (G. L. -98.5～-87.5m)	
			T. P. +767.5m～+778.5m (G. L. -164.5m～-153.5m)	

資料：佐久水道企業団提供資料

◎ 構造図



資料：佐久水道企業団提供資料

図1.4.6-7 水道水源(深井戸水)の取水井戸の構造図

エ ボーリング地点の孔内水位

ボーリング地点の孔内水位は、基本的に削孔水を使用しない無水掘削により確認し、作業上無水掘削が困難であった場合は、孔内水位を汲み上げた後の回復水位として確認した。孔内水位は、表1.4.6-10に示すとおりである。

孔内水位は、盛土層（B）や表土層（Kb：黒ボク）で確認された地点もあったが、多くの地点では、火山碎屑物1、2の地層で確認されており、その中でも計画地内に全域的に分布している土質区分であるsg3（玉石混じりシルト質砂礫）中に確認された地点が多かった（計画地の地質構成、推定地質断面図は「8 地形・地質 8.1(5)①イ（イ）」表1.4.8-5、図1.4.8-8(1)～(7)（p.1.4.8-15、p.1.4.8-17～23）参照）。

推定地質断面図をみると、sg3層は概ね北から南、あるいは東から西の方向に傾斜しており、計画地への降水は上位の地層から浸透しながら地下水を形成し、この地下水は大まかにはsg3層等を経由して下流側に流動しているものと考えられる。

表1.4.6-10 ボーリング地点の孔内水位

調査位置	孔口標高	深度	孔内水位			測定日	備考
	T. P. m	G. L. -m	G. L. -m	T. P. m	確認層 ^{注1)}		
No.1L	969.81	12.02	2.10	967.71	c2	令和2年1月21日	作業翌日水位
No.1C	967.67	12.35	1.30	966.37	c2	令和2年1月15日	無水掘削水位
No.1R	968.98	12.40	1.90	967.08	sg3	令和2年1月16日	作業翌日水位
No.2L	917.75	15.45	3.24	914.51	sg3	令和元年11月21日	作業翌日水位
No.2C	915.68	15.45	5.24	910.44	sg3	令和元年12月4日	作業翌日水位
No.2R	917.41	15.45	3.36	914.05	sg3	令和元年12月11日	作業翌日水位
No.3L	915.07	21.45	1.60	913.47	c2	令和2年1月29日	作業翌日水位
No.3C	912.37	21.15	0.00	912.37	—	令和2年1月17日	沼地
No.3R	913.44	21.40	2.00	911.44	sg3	令和2年1月24日	無水掘削水位
No.4L	912.41	32.02	0.70	911.71	Kb	令和2年2月17日	作業翌日水位
No.4C	910.87	32.31	0.28	910.59	Kb	令和2年1月22日	作業翌日水位
No.4R	914.12	32.01	0.68	913.44	c2	令和2年2月3日	作業翌日水位
No.5L	924.21	30.15	5.80	918.41	c7	令和2年1月30日	作業翌日水位
No.5C	922.79	30.08	3.44	919.35	c7	令和2年1月30日	作業翌日水位
No.5R	923.19	30.13	4.12	919.07	c7	令和2年1月22日	作業翌日水位
No.6L	987.76	15.45	2.30	984.46	B	令和元年12月7日	無水掘削水位
No.6C	987.83	15.00	5.55	982.28	sg3	令和元年12月18日	作業翌日水位
No.6R	987.84	15.37	3.10	984.74	sg3	令和元年12月21日	無水掘削水位
No.7	997.55	15.45	— ^{注2)}	—	—	令和2年1月22日	—
No.8	992.92	15.45	— ^{注2)}	—	—	令和2年1月11日	—
No.9	1,008.50	15.45	8.80	999.70	sg3	令和元年12月20日	作業翌日水位
No.10	934.98	15.45	10.85	924.13	sg3	令和2年1月13日	作業翌日水位
No.11	934.50	15.45	4.50	930.00	B	令和2年1月8日	作業翌日水位
No.12	941.38	15.45	0.10	941.28	B	令和元年12月24日	作業翌日水位
No.13	942.64	15.45	6.03	936.61	c2	令和元年12月21日	作業翌日水位
No.14	936.50	15.45	1.51	934.99	Lm	令和2年7月11日	無水掘削水位
No.15	942.30	15.20	0.79	941.51	sg2-2	令和2年7月7日	作業翌日水位
No.16	944.73	15.45	1.85	942.88	Kb	令和2年7月10日	作業翌日水位

注1) 確認層の表記は地層記号を示す。地層記号に対応する主な土質区分は以下のとおりである。

盛土/B：礫混じりシルト、表土/Kb：黒ボク

火山碎屑物1 / sg2-2：火山灰質シルト質砂礫、Lm：ローム、c2：礫混じり火山灰質シルト

火山碎屑物2 / sg3：玉石混じりシルト質砂礫、c7：礫混じり砂質シルト

(計画地の地質構成、推定地質断面図は、「8 地形・地質 8.1(5)①イ（イ）」表1.4.8-5、図1.4.8-8(1)～(7)（p.1.4.8-15、p.1.4.8-17～23）に、ボーリング柱状図は資料編 p. 資5-1～28参照）

注2) No.7、No.8について、本調査では掘削期間中の孔内水位の変動を観測した結果、調査深度内に地下水位はないと判断した。

③ 降水量

ア 降水状況

地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の降水量は、月間で4.0～337.0mmの範囲にあり、調査期間（1年間）で884.0mmであった（「1 大気質 1.1(5)③エ」表1.4.1-20（p.1.4.1-16）参照）。

地点B（計画地内）において現地調査を行った期間（令和3年1月27日～令和4年1月31日：河川流量（連続）の調査期間を含む期間）の降水量は、表1.4.6-11に示すとおり、月間で0.0～247.5の範囲にあり、調査期間で1,089.0mmであった。

地点C（香坂ダムの降水量観測所）における平成27年～令和元年の降水量は、5年間の平均降水量をみると、月間平均で10.0～193.8mmの範囲にあり、年間平均で1,003.6mmであった（「第2章 地域の概況 3 3.1」図1.2.3-5(5)（p.1.2-79）参照）。

表1.4.6-11 降水量の調査結果（地点B）

調査地点	調査期間	有効測定日数	測定時間	期間値	1時間値の最高値	日間値の最高値	
		(日)	(時間)	(mm)	(mm)	(mm)	
B	R3	1月	5	120	0.0	0.0	0.0
		2月	28	672	24.5	3.5	15.5
		3月	31	744	104.5	14.0	34.5
		4月	30	720	33.5	4.0	17.5
		5月	31	744	107.5	13.5	31.5
		6月	30	720	114.5	8.5	26.5
		7月	31	744	166.0	22.5	56.5
		8月	31	744	247.5	13.5	114.0
		9月	30	720	152.5	11.0	35.0
		10月	31	744	50.5	7.0	12.5
		11月	30	720	18.0	4.0	11.5
	R4	12月	31	744	63.0	6.5	18.5
		1月	31	744	7.0	2.0	7.0
	期間値	370	8,880	1,089.0	22.5	114.0	

ここで、地点A、地点C及び計画地西南西側の約8kmの佐久市の市街地内に位置する佐久地域気象観測所（以下「アメダス佐久」という。）の同期間（地点Aで現地調査を行った1年間）の降水量を比較した結果は、表1.4.6-12及び図1.4.6-8に示すとおりである。

香坂地区内に設置された地点Aと地点Cの降水量は、地点Aで年間884.0mm、地点Cで年間835.0mmであり、概ね同様であった。このため、計画地及びその周辺の降水量は、地点C（香坂ダムの降水量観測所）の降水量で代表できると考えられる。また、アメダス佐久の降水量は、地点Aの降水量に比べて1割程度少なかった。

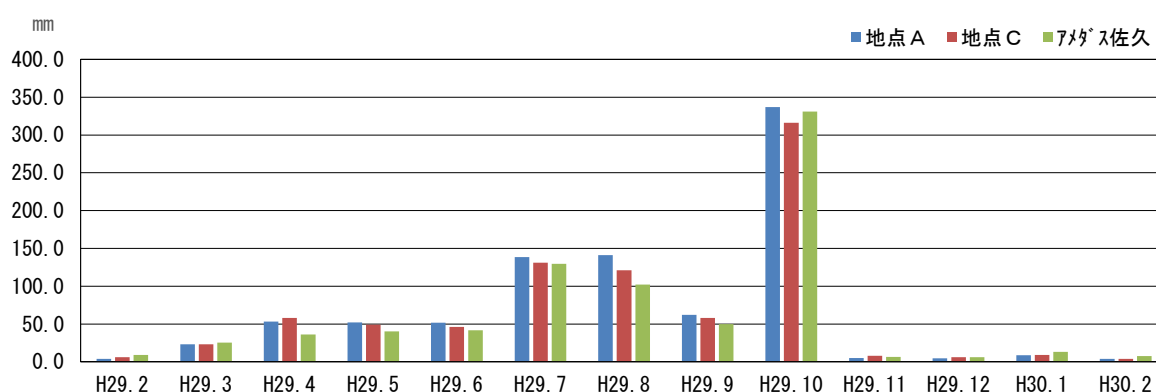
地点Cにおける平成27年～令和元年の5年間の平均降水量は、前述のとおり年間平均で1,003.6mmであったことから、計画地及びその周辺における降水量は同5年間の年間平均で1,000mm程度であったと言える。

表1.4.6-12 降水量の比較

（地点A、地点C及びアメダス佐久の同期間の月間降水量及び年間降水量の比較）

調査地点	平成 29 年												平成 30 年		年間
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		
A	4.0	23.0	53.0	52.0	51.5	138.5	141.0	62.0	337.0	5.0	4.5	8.5	4.0	884.0	
C	6.0	23.0	58.0	49.0	46.0	131.0	121.0	58.0	316.0	8.0	6.0	9.0	4.0	835.0	
アメダス佐久	9.0	25.5	36.0	40.0	41.5	129.5	102.0	50.0	331.0	6.5	6.0	13.0	7.5	797.5	

注) 比較期間：平成29年2月7日～平成30年2月6日（地点Aで現地調査を行った期間）



注) 比較期間：平成29年2月7日～平成30年2月6日（地点Aで現地調査を行った期間）

図1.4.6-8 降水量の比較

（地点A、地点C及びアメダス佐久の同期間の月間降水量の比較）

また、長期的な傾向を把握するため、アメダス佐久における過去30年間（1991(平成3)年～2020(令和2)年）の降水量の推移は、図1.4.6-9及び表1.4.6-13に示すとおりである。

アメダス佐久における30年間の平均降水量は、年間平均で964.0mmであった。ここで、前述のようにアメダス佐久の降水量は計画地周辺の地点Aの降水量より1割程度少なかったことから、これを考慮して計画地周辺の降水量を推定すると同30年間の年間平均でも1,000mm程度（ $964.0\text{mm} \times 1.1 = 1,060.4\text{mm}$ ）であったことになる。

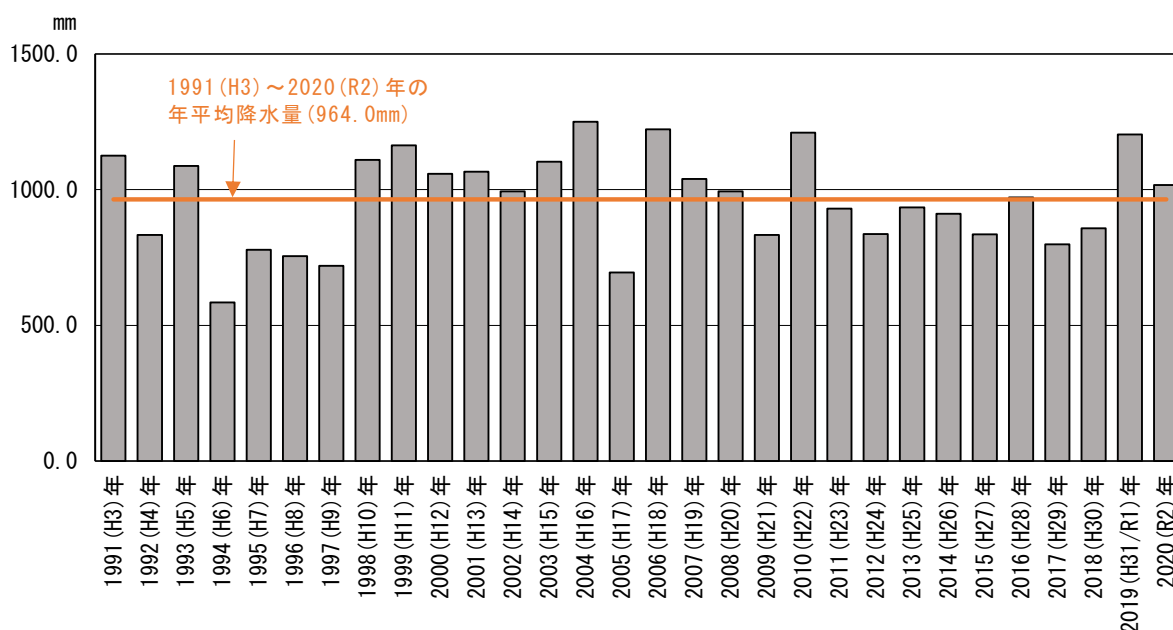


図1.4.6-9 年間降水量の推移

(1991 (H3) 年～2020 (R2) 年の過去30年間：アメダス佐久)

表1.4.6-13 降水量の推移（1991(H3)年～2020(R2)年の過去30年間：アメダス佐久）

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	年間
1991(H3)年	24.0	32.0	96.0	68.0	59.0	130.0	86.0	156.0	140.0	278.0	41.0	15.0	1,125.0
1992(H4)年	23.0	13.0	104.0	88.0	95.0	102.0	95.0	39.0	33.0	175.0	31.0	35.0	833.0
1993(H5)年	51.0	40.0	25.0	24.0	72.0	151.0	182.0	178.0	202.0	91.0	41.0	31.0	1,088.0
1994(H6)年	21.0	29.0	27.0	24.0	50.0	81.0	28.0	87.0	170.0	45.0	16.0	6.0	584.0
1995(H7)年	28.0	7.0	51.0	51.0	92.0	84.0	212.0	36.0	156.0	36.0	22.0	3.0	778.0
1996(H8)年	11.0	25.0	48.0	20.0	78.0	78.0	110.0	60.0	187.0	70.0	45.0	23.0	755.0
1997(H9)年	13.0	6.0	57.0	61.0	92.0	113.0	106.0	23.0	160.0	4.0	64.0	20.0	719.0
1998(H10)年	71.0	76.0	42.0	135.0	89.0	104.0	43.0	167.0	232.0	133.0	1.0	17.0	1,110.0
1999(H11)年	4.0	15.0	80.0	88.0	85.0	190.0	175.0	227.0	190.0	74.0	35.0	0.0	1,163.0
2000(H12)年	19.0	13.0	55.0	59.0	85.0	173.0	165.0	67.0	264.0	96.0	62.0	1.0	1,059.0
2001(H13)年	62.0	30.0	79.0	25.0	135.0	160.0	75.0	64.0	245.0	135.0	40.0	16.0	1,066.0
2002(H14)年	41.0	16.0	36.0	62.0	58.0	81.0	214.0	126.0	125.0	150.0	24.0	61.0	994.0
2003(H15)年	50.0	19.0	51.0	98.0	78.0	76.0	190.0	177.0	147.0	77.0	128.0	12.0	1,103.0
2004(H16)年	3.0	26.0	42.0	49.0	202.0	95.0	64.0	136.0	188.0	354.0	40.0	52.0	1,251.0
2005(H17)年	34.0	13.0	44.0	45.0	46.0	77.0	210.0	72.0	49.0	57.0	43.0	5.0	695.0
2006(H18)年	21.0	60.0	44.0	56.0	91.0	73.0	364.0	42.0	124.0	195.0	72.0	80.0	1,222.0
2007(H19)年	20.0	17.0	40.0	21.0	97.0	108.0	192.0	41.0	328.0	145.0	15.0	16.0	1,040.0
2008(H20)年	23.0	35.0	43.0	123.0	134.0	175.5	97.0	153.5	102.5	48.5	32.0	26.5	993.5
2009(H21)年	38.5	22.5	50.5	59.0	83.5	112.5	122.5	67.5	32.5	146.0	81.5	17.0	833.5
2010(H22)年	5.5	68.5	84.5	77.5	72.0	213.5	284.0	79.5	159.5	86.0	41.5	38.0	1,210.0
2011(H23)年	3.5	49.0	47.0	38.5	224.5	86.5	95.0	131.5	158.5	45.5	44.5	6.5	930.5
2012(H24)年	12.5	50.5	73.0	59.0	59.0	119.0	147.0	69.5	117.0	69.0	44.5	16.0	836.0
2013(H25)年	30.5	30.5	17.5	84.5	45.0	124.0	98.5	97.0	203.0	170.5	20.0	13.5	934.5
2014(H26)年	9.5	87.0	46.5	20.0	46.0	99.5	138.5	165.0	52.0	160.5	50.0	37.0	911.5
2015(H27)年	27.0	5.5	33.5	63.0	24.0	181.0	93.0	130.0	158.5	14.5	91.0	14.5	835.5
2016(H28)年	52.5	27.5	42.5	67.0	42.5	117.0	41.0	209.5	232.5	49.0	53.5	36.5	971.0
2017(H29)年	21.5	9.5	25.5	36.0	40.0	41.5	129.5	102.0	50.0	331.0	6.5	6.0	799.0
2018(H30)年	13.0	7.5	79.5	65.5	123.5	67.5	134.5	73.5	238.5	31.0	9.5	14.5	858.0
2019(H31/R1)年	10.0	6.5	55.5	33.0	59.5	173.5	144.5	142.0	68.5	471.0	16.0	23.5	1,203.5
2020(R2)年	25.5	18.0	53.5	65.5	82.5	184.5	261.5	73.0	95.5	140.5	14.0	3.0	1,017.0
30年間平均	25.6	28.5	52.4	58.9	84.7	119.1	143.3	106.4	153.6	129.3	40.8	21.5	964.0

注) 30年間平均の年間値は、四捨五入して表示している。

イ 気温状況

地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の気温は、月間平均で-3.9～22.2℃の範囲にあり、調査期間（1年間）の平均で8.2℃であった（「1 大気質 1.1(5)③イ(ア)」表1.4.1-16（p.1.4.1-14）参照）。

ここで、地点A及びアメダス佐久の同期間（地点Aで現地調査を行った1年間）の気温を比較すると、表1.4.6-14及び図1.4.6-10に示すとおりである。

年間平均気温は、地点Aで8.2℃、アメダス佐久で9.8℃であり、計画地周辺の地点Aの方がアメダス佐久より1.6℃ほど低かった。

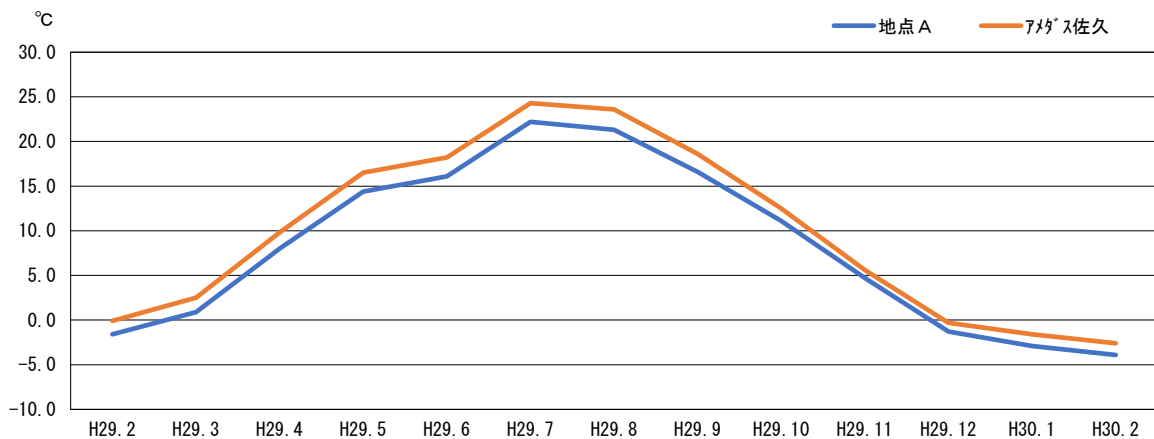
表1.4.6-14 気温の比較

（地点A及びアメダス佐久の同期間の月間平均気温及び年間平均気温の比較）

単位：℃

調査地点	平成29年												平成30年		年間
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		
A	-1.6	0.9	8.0	14.4	16.1	22.2	21.3	16.6	11.1	4.7	-1.3	-2.9	-3.9	8.2	
アメダス佐久	-0.1	2.5	9.8	16.5	18.2	24.3	23.6	18.6	12.5	5.6	-0.3	-1.6	-2.6	9.8	

注）比較期間：平成29年2月7日～平成30年2月6日（地点Aで現地調査を行った期間）



注）比較期間：平成29年2月7日～平成30年2月6日（地点Aで現地調査を行った期間）

図1.4.6-10 気温の比較

（地点A及びアメダス佐久の同期間の月間平均気温の比較）

また、長期的な傾向を把握するため、アメダス佐久における過去30年間（1991（平成3）年～2020（令和2）年）の気温の推移は、表1.4.6-15に示すとおりである。アメダス佐久における30年間の気温は、年間平均で10.0～11.9℃の範囲にあり、30年間平均で10.9℃であった。

このうち、過去10年間（2011（平成23）年～2020（令和2）年）の月別気温の推移を見ると、図1.4.6-11に示すとおりである。各年の月間平均気温の推移は、10年間平均の推移と類似しており、年による顕著な違いは見られなかった。

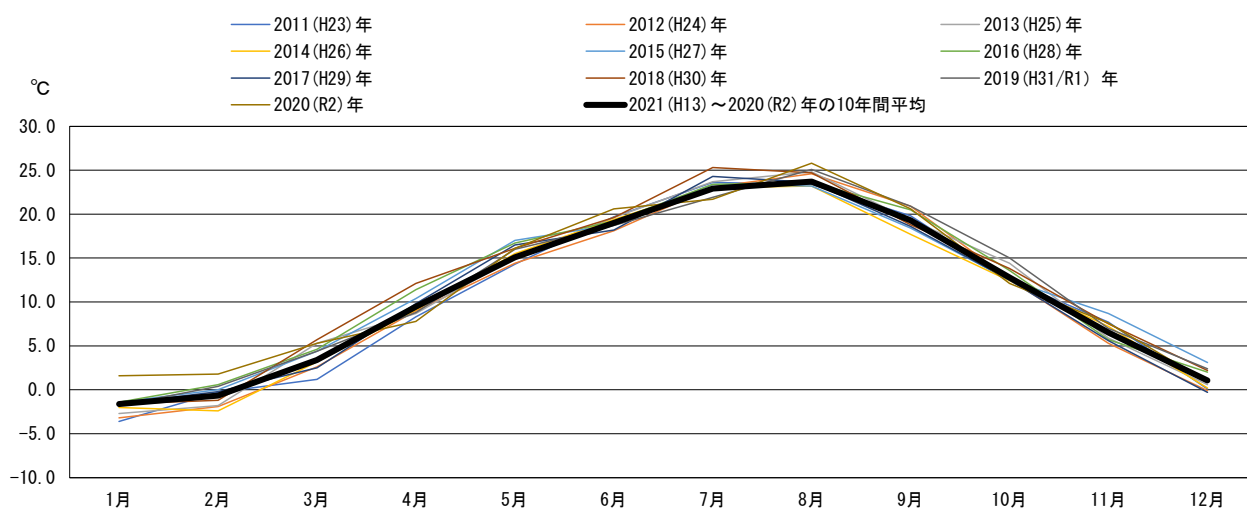


図1.4.6-11 月間平均気温の推移
 (2011 (H23) 年～2020 (R2) 年の過去10年間：アメダス佐久)

表1. 4. 6-15 気温の推移（1991 (H3) 年～2020 (R2) 年の過去30年間：アメダス佐久）

単位：℃

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
1991 (H3) 年	-1.6	-1.8	4.0	10.4	14.6	20.0	22.5	22.4	19.8	13.0	5.7	1.7	10.9
1992 (H4) 年	-0.3	-0.7	3.9	9.6	12.4	17.3	22.3	23.0	18.2	12.1	6.5	1.9	10.5
1993 (H5) 年	0.0	0.4	2.2	7.7	13.7	18.1	19.9	20.9	17.6	11.1	7.3	1.2	10.0
1994 (H6) 年	-1.9	-1.4	1.5	10.1	15.0	18.7	24.9	24.9	19.9	14.1	6.4	1.2	11.1
1995 (H7) 年	-1.9	-1.2	2.6	9.2	14.9	17.1	22.6	24.9	17.5	12.7	4.4	-1.2	10.1
1996 (H8) 年	-1.5	-2.4	2.4	6.7	13.6	19.3	22.4	22.5	17.1	11.6	6.7	1.0	10.0
1997 (H9) 年	-1.9	-1.1	3.7	9.9	15.2	19.1	23.0	23.7	18.4	11.2	7.1	1.9	10.9
1998 (H10) 年	-2.1	-0.4	3.6	12.4	16.4	18.4	22.7	23.3	20.2	14.1	6.5	1.7	11.4
1999 (H11) 年	-1.8	-1.4	4.1	9.3	15.0	19.0	22.4	24.2	21.3	12.9	6.8	1.0	11.1
2000 (H12) 年	0.2	-2.7	1.9	8.6	15.6	18.9	23.2	24.1	19.7	13.0	6.9	1.0	10.9
2001 (H13) 年	-3.1	-1.7	3.0	9.7	15.7	19.3	24.8	23.0	18.4	12.0	5.2	0.1	10.5
2002 (H14) 年	-0.4	0.2	5.3	11.0	14.3	18.2	24.4	23.8	18.2	12.4	4.2	-0.4	10.9
2003 (H15) 年	-3.3	-0.9	1.9	10.0	14.9	19.3	20.1	22.6	19.8	11.1	8.7	1.4	10.5
2004 (H16) 年	-1.8	1.1	3.3	10.9	15.7	19.9	24.3	22.6	20.2	12.0	7.9	1.8	11.5
2005 (H17) 年	-2.1	-1.1	2.4	9.9	13.5	20.5	22.3	23.8	20.4	13.8	5.2	-2.4	10.5
2006 (H18) 年	-2.8	0.3	2.6	8.1	15.1	19.0	22.0	23.9	18.7	13.8	7.2	1.6	10.8
2007 (H19) 年	-0.7	1.4	3.2	8.3	14.8	19.1	21.0	24.5	20.9	12.7	6.0	1.4	11.1
2008 (H20) 年	-2.1	-2.7	4.3	9.5	14.4	18.0	23.4	23.0	18.9	12.8	6.3	2.2	10.7
2009 (H21) 年	-0.8	1.1	3.2	9.9	15.3	18.8	22.2	22.7	17.9	12.3	6.7	1.7	10.9
2010 (H22) 年	-1.0	0.6	3.5	7.3	14.3	19.7	23.6	25.5	20.4	13.5	5.7	2.3	11.3
2011 (H23) 年	-3.6	-0.3	1.2	8.3	14.3	19.7	23.6	23.4	19.8	12.5	7.7	0.1	10.6
2012 (H24) 年	-3.2	-1.9	2.6	9.0	14.4	18.1	23.1	24.6	20.9	12.6	5.3	-0.1	10.5
2013 (H25) 年	-2.7	-1.8	5.3	8.7	15.1	19.6	23.7	24.8	19.3	14.4	5.9	0.6	11.1
2014 (H26) 年	-2.0	-2.4	3.2	9.1	15.5	19.4	23.0	23.2	17.7	12.4	7.2	0.2	10.5
2015 (H27) 年	-1.4	0.0	4.4	10.4	17.0	18.8	23.4	23.2	18.4	12.5	8.7	3.1	11.5
2016 (H28) 年	-1.4	0.6	4.6	11.4	16.7	19.2	23.4	23.6	20.5	13.6	5.7	2.0	11.7
2017 (H29) 年	-1.6	-0.2	2.5	9.8	16.5	18.2	24.3	23.6	18.6	12.5	5.6	-0.3	10.8
2018 (H30) 年	-1.6	-1.2	5.7	12.1	16.1	19.6	25.3	24.7	18.8	13.8	7.5	2.2	11.9
2019 (H31/R1) 年	-1.8	0.4	4.4	8.8	16.0	18.7	21.9	25.1	20.9	15.0	7.0	2.4	11.6
2020 (R2) 年	1.6	1.8	5.3	7.8	16.1	20.6	21.7	25.8	20.6	12.1	7.6	0.9	11.8
30年間平均	-1.6	-0.6	3.4	9.5	15.1	19.0	22.9	23.7	19.3	12.8	6.5	1.1	10.9

注) 30年間平均の年間値は、四捨五入して表示している。

ウ 蒸発散量と実効雨量

計画地における水収支の状況を把握するには、蒸発散量を知る必要がある。榎根勇・小林守^{注1)}によれば、“ソーンズウェイト法^{注2)}による年総量は実蒸発散量にかなり近い値を与えるものと解釈される”とあり、ここでは、ソーンズウェイト法によって蒸発散量を推定することとした。

ソーンズウェイト法による可能蒸発散量の算出式は、以下のように気温だけで関係づけられる式である。

$$Et = 1.6(10T/I)^a \quad \dots \dots \dots (1)$$

Et : ソーンズウェイト法による可能蒸発散量 (cm/月)

Ti : 月平均気温 (°C)

$$I = \sum_{t=1}^{12} \left(\frac{Ti}{5}\right)^{1.514} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$a = (492,390 + 17,920 \cdot I - 77.1 \cdot I^2 + 0.675 \cdot I^3) \times 10^{-6} \quad \dots \dots (3)$$

ただし、気温が0°C以下の月では $Et=0$ とする。

また、(1)式によって求められる Et は昼の長さが12時間の日を30日有する標準月の値であり、これに昼の長さに関する補正値を乗じて緯度に応じた Et の月値を得る。

ソーンズウェイト法による可能蒸発散量は、地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の気温データを用い、上記の方法により算出した。

なお、前述のようにアメダス佐久における過去10年間（2011(平成23)年～2020(令和2)年）の各年の月間平均気温の推移は、10年間平均の推移と類似しており、年による顕著な違いは見られなかったことから、地点Aにおける現地調査データも過去10年間と比べて顕著な違いはなかったと考えられる。

ソーンズウェイト法による可能蒸発散量の算出結果は表1.4.6-16に示すとおり、年間で約628mmとなった。

注1) 『モンスーンアジアの水資源』（昭和48年、吉野正敏編著）におけるP55-72「モンスーンアジアの蒸発散量—とくにその気候学的推定方法について—」の著者である榎根勇・小林守の記載より

注2) 出典：Thorntwaite, C. W. : An approach toward a rational classification of climate, Geographical Review, 38(1), 55-94, 1948

表1.4.6-16 ソーンズウェイト法による可能蒸発散量の算出結果

年月	月平均 気温 ^{注1)} T_i	12ヶ月間の T_i から 求めた I		係数 a	補正前の 可能蒸発散量 E_t	日照時間 による補正 α (北緯 35°)	補正後の 可能蒸発散量 $E_t(\text{補正}) = E_t \times \alpha$			可能 蒸発散量
	°C	$(T_i/5)^{1.514}$	I		mm/30日		mm/30日	mm/日	mm/月	mm/年
H29年 2月	-1.6	-	41.88	1.16	0	0.85	0	0	0	627.74
3月	0.9	0.07			2.70	1.03	2.78	0.09	2.87	
4月	8	2.04			33.84	1.09	36.88	1.23	36.88	
5月	14.4	4.96			66.81	1.21	80.84	2.69	83.53	
6月	16.1	5.87			76.01	1.21	91.98	3.07	91.98	
7月	22.2	9.55			110.25	1.23	135.60	4.52	140.12	
8月	21.3	8.97			105.09	1.16	121.90	4.06	125.97	
9月	16.6	6.15			78.75	1.03	81.12	2.70	81.12	
10月	11.1	3.34			49.43	0.97	47.95	1.60	49.55	
11月	4.7	0.91			18.29	0.86	15.73	0.52	15.73	
12月	-1.3	-			0	0.85	0	0	0	
H30年 1月	-2.9	-			0	0.87	0	0	0	
2月	-3.9	-	0	0.85	0	0	0			

注1) 月平均気温 T_i は、地点 A (計画地近傍の集落内の東地文化センター) において現地調査を行った 1 年間 (平成 29 年 2 月 7 日 ~ 平成 30 年 2 月 6 日) の気温データを用いた。

注2) 可能蒸発散量は、四捨五入して表示している。

エ 概略水収支

ある流域についてある期間を対象にしたとき、降水量 P 、蒸発散量 E_t 、流出量 R 、地中での流出量 i 及び貯留量変化 ΔS を水収支式及び模式図として表すと次式及び図1.4.6-12に示すようになる。

$$\text{降水量 } P = \text{蒸発散量 } E_t + \text{流出量 } R + \text{地中での流出量 } i + \text{貯留量変化 } \Delta S$$

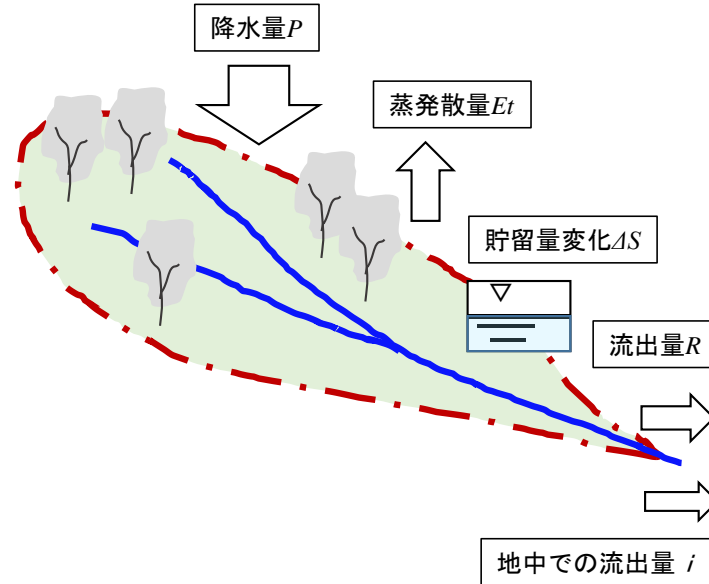


図1.4.6-12 水収支の模式図

通常、降水量 P 、流出量 R を実測調査、蒸発散量 E_t を計算により推定し、 ΔS は残渣として求めるが、対象期間を数年とすることで ΔS をゼロとすることもある。また、地中での流出量 i は流出量調査地点より深いところを流れる地下水量であるため、流出量調査に関わらないものとなる。

以上を踏まえ、前述のア～ウによる降水量調査結果やソーンズウェイト法により算出した可能蒸発散量を基に現状における計画地及びその周辺における概略水収支（年間）を推定すると、表1.4.6-17及び図1.4.6-13に示すとおりとなる。なお、本推定では、長期の水収支を重視しているため、対象期間を数年とすることで ΔS はゼロとしている。

表1.4.6-17 計画地及びその周辺における現状の概略水収支（年間）

降水量 P (mm/年)	蒸発散量 E_t (mm/年)	流出量 R +地中での流出量 i (mm/年) ($P - E_t$)
概ね1,000 ^{注1)}	概ね600 ^{注2)}	概ね400

注1) 地点C（香坂ダムの降水量観測所）における平成27年～令和元年の5年間の年間平均降水量（1,003.6mm/年）を踏まえ、概ね1,000mm/年とした。

注2) 地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の気温データを用い、ソーンズウェイト法により算出した可能蒸発散量（627.74mm/年）を踏まえ、概ね600mm/年とした。

ここで、既存文献による各種植被における年間水収支をみると、表 1.4.6-18 に示すとおり整理されている。森林地では蒸発散量が大きく流出量が小さく、一方、裸地では蒸発散量が小さく流出量が大きくなっており、植被の違いにより同一場所でも蒸発散量と流出量が異なることが示されている。

表 1.4.6-17 で推定した現状の概略水収支（年間）は、既存文献による森林地の年間水収支と類似の傾向を示しており、森林主体となっている計画地及びその周辺の年間の水収支を表すものとして妥当であると考えられる。

表1.4.6-18 既存文献による各種植被における年間水収支

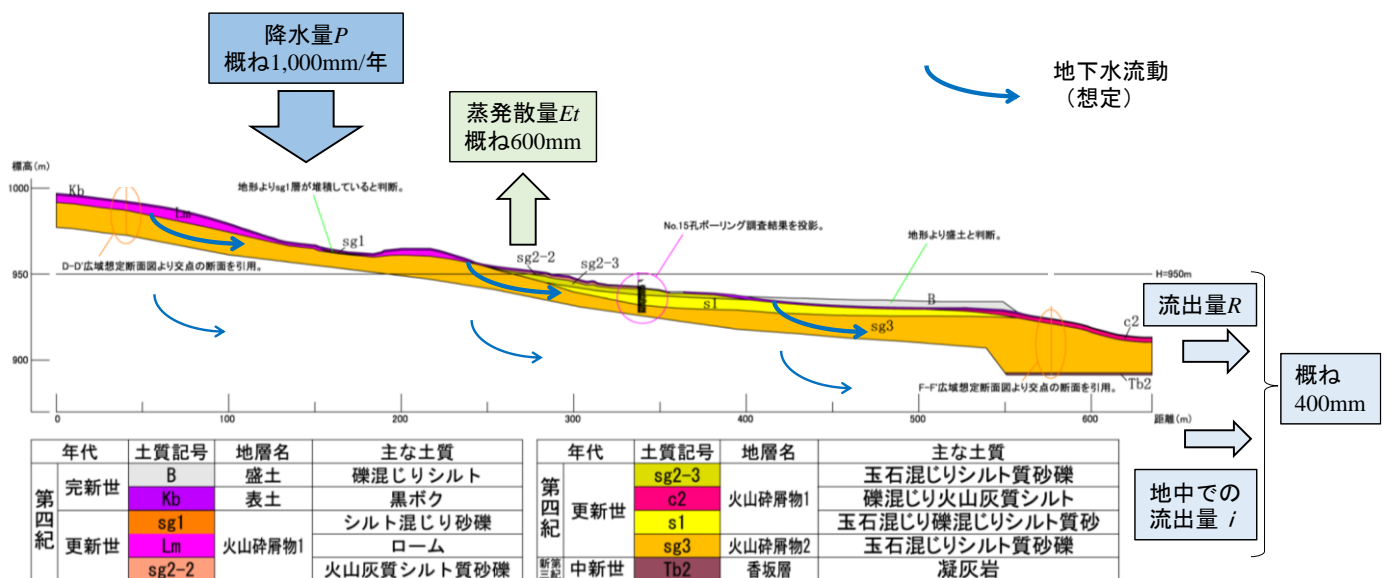
植被タイプ	降水量 (mm/年)	蒸発散量 (mm/年)	流出量 (mm/年)
森 林	964	634	330
耕 地	964	520	444
草 地	964	433	531
裸 地	964	297	667

資料：「森林水文学」（平成4年1月、塚本良則編）

また、現状の概略水収支を計画地の地形・地質に当てはめて推定すると、図 1.4.6-13 に示すようになる（計画地の地質構成、推定地質断面図は「8 地形・地質 8.1(5)①イ(イ)」表 1.4.8-5、図 1.4.8-8(1)～(7) (p.1.4.8-15、p.1.4.8-17～23) 参照）。

計画地内における降水は、「6 水象 6.1(5) ② エ ボーリング地点の孔内水位」（p.1.4.6-20参照）に示したように、上位の地層（盛土層（B）や表土層（Kb：黒ボク））から浸透しながら地下水を形成し、計画地内に全域的に分布しているsg3（玉石混じりシルト質砂礫）層等を経由して下流側（香坂川等）に流動しているものと考えられる。

ここで、降水の少ない時期はほぼ基底水位となるため、この時期に観測した地下水水位は地下水流出量に関わるものであると考えられる。計画地の下流側に設置した観測井K-1、K-2'の地下水水位をみると、降水の少ない12月から翌年2月においても水位が確認されており、観測の対象としたsg3層等が地下水流出に関わる主要な帯水層になっているものと考えられる。



注) 推定地質断面位置及び推定地質断面図 (B-B' 断面) は「8 地形・地質 8.1(5)①イ(イ)」図1.4.8-7及び図1.4.8-8(2) (p.1.4.8-16、p.1.4.8-18) 参照)。

図1.4.6-13 現状の概略水収支と地下水流動の想定図

(計画地の地形・地質に当てはめて推定した場合：推定地質断面図 B-B' 断面を例として)

④ 利水及び水面利用等

ア 水道水源（湧水、深井戸）の利用状況

水道水源（湧水、深井戸）の年度別取水量は、表1.4.6-19に示すとおりである。

このうち湧水水源は、地下に堰を設置して水をため下流側に自然流下させている。湧水から引いた水は、計画地の南側に位置する東地配水池（「第2章 地域の概況 2.2.5(1)①」図1.2.2-7(p.1.2-21)参照）において水処理され、東地地区に配水されている。

深井戸水源は、平成8年に湧水水源の高濁度対策のため、予備水源として掘削されたものである。水質として、鉄・マンガンが水質基準を超過していること、平成25年度に浄水設備を建設したことにより湧水水源のろ過処理が可能になったことから使用を休止している（平成29年1月11日 佐久水道企業団ヒアリング）。

平成24年度から平成28年度において、湧水の月別取水量は1,747～12,475m³であり、深井戸の月別取水量は0～1,887m³であった。取水量が0m³の月は上述のとおり、水質等の理由で取水が行われなかったためである。また、平成25年以降も10月に取水がされているが、これは水質検査のためで、連続運転で水質状況を安定させるために取水している。

表1.4.6-19 水道水源（湧水、深井戸）の年度別取水量

単位：m³

水道水源	調査年度(平成)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
湧水	24	3,391	3,088	2,505	2,111	2,942	4,320	3,772	3,436	2,988	3,216	3,240	3,192	38,201
	25	2,918	2,806	2,321	2,593	2,421	2,580	3,933	3,266	2,714	3,825	3,720	5,121	38,218
	26	4,699	3,729	3,522	3,452	3,195	3,561	3,171	3,499	3,760	2,899	3,518	6,211	45,216
	27	12,475	5,762	4,654	2,840	4,790	6,300	6,621	5,944	4,965	4,533	4,072	4,622	67,578
	28	5,414	4,665	6,408	4,845	4,612	5,601	2,173	2,107	2,032	1,946	1,747	1,934	43,484
深井戸	24	1,133	1,887	1,465	1,077	1,071	1,042	1,221	1,207	1,223	1,113	769	0	13,208
	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	26	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	2	28
	27	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	34
	28	0	0	0	0	0	0	275	0	0	0	0	0	275

資料：「年度別取水量(H24～H28)」(平成29年12月26日、佐久水道企業団提供資料)

イ 漁業の利用状況

計画地の南側を流れる香坂川の本支流には、第5種共同漁業権が設定されており、佐久漁業協同組合が免許をうけている。

漁業権魚種は、あゆ、こい、ふな、うぐい、おいかわ、かじか、うなぎ、にじます、やまめ及びいわなの10種類である。漁期は2月16日～9月30日、魚種はイワナ・ヤマメ、ニジマス、禁漁期間は10月1日～翌2月15日となっている。稚魚を保護するために、香坂川の志賀川との合流点から上流域（計画地付近の香坂川）は、通年投網とヤスを禁止する区域となっている。（令和3年度版「溪流釣場案内図略図」より）

佐久漁業協同組合（以下「漁協」という。）への聞き取りによると、計画地付近の香坂川では、夏から秋にかけて釣りを楽しんでもらうため、春にイワナやヤマメの放流を行っており、秋口には産卵床も作っているとのことであった。また、香坂川は岩が多い川であり、釣り人は魚のスポットを探して釣りを楽しめる隠れた人気のスポットとのことであった。釣り人は、計画地付近から香坂川にアクセスしている方が多いとのことであった。漁協としては、釣り場として溪流を重要視しており、計画地付近の香坂川の区間も、大事にしているとのことであった。（令和3年4月8日 佐久漁業協同組合事務所ヒアリング）

6.2 予測及び評価の結果

水象に係る予測事項は表 1.4.6-20 に、予測手法の概要は表 1.4.6-21 及び表 1.4.6-22 に示すとおりである。

表1.4.6-20 水象に係る予測事項

	予測事項
工事による影響	(1) 河川流量、地下水位、利水及び水面利用等
存在・供用による影響	(2) 河川流量、地下水位、利水及び水面利用等

表1.4.6-21 水象に係る予測手法（工事による影響）

影響要因の区分		予測事項	予測方法	予測地域・地点	予測対象時期等
工事による影響	土地造成（切土・盛土）	河川流量 地下水位 利水及び水面利用等	集水域の土地利用と事業計画とを重ね合わせて、集水面積、雨水浸透量の変化を予測し、河川水量、地下水位並びに利水及び水面利用等への影響を把握する方法	土地造成、樹木伐採、掘削の影響が及ぶ範囲	土地造成、樹木伐採、掘削の実施中及び完了後
	樹木の伐採				
	掘削				

表1.4.6-22 水象に係る予測手法（存在・供用による影響）

影響要因の区分		予測事項	予測方法	予測地域・地点	予測対象時期等
存在・供用による影響	地形改変	河川流量 地下水位 利水及び水面利用等	集水域の土地利用と事業計画とを重ね合わせて、集水面積、雨水浸透量の変化を予測し、河川水量、地下水位並びに利水及び水面利用等への影響を把握する方法	地形改変、樹木伐採、工作物の存在、緑化の影響が及ぶ範囲	工事完了後
	樹木伐採後の状態				
	工作物の存在				
	緑化				

(1) 工事中における土地造成（切土・盛土）、樹木の伐採及び掘削に伴う河川流量、
地下水位、利水及び水面利用等への影響

① 予測地域及び地点

予測地域は、土地造成等の影響が及ぶ範囲とした。

河川流量及び地下水位の予測地点は、計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点（No.Ⅱ）とした。ここで、「6 水象 6.1 (5) ③ エ 概略水収支」（p1.4.6-30～32参照）で推定したように、計画地内における降水は、上位の地層から浸透しながら地下水を形成し、計画地内に全域的に分布しているsg3層等を経由して下流側（香坂川等）に流動しているものと考えられることから、計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点は、計画地経由の地下水流出量の変化（地下水位の変化）を含む河川流量の変化を総合的に捉えられる地点として選定した。

利水及び水面利用等の予測地点は、利水については水道水源（湧水、深井戸）の取水地点、計画地近傍の集落内における既存井戸（a～h）とした。水面利用等（漁業等利用）については計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点（No.Ⅱ）とした。

② 予測対象時期

予測対象時期は、土地造成、樹木の伐採、掘削の実施中及び完了後とした。

③ 予測方法

集水域の土地利用と事業計画とを重ね合わせて、集水面積、雨水浸透量の変化を予測し、河川水量、地下水位並びに利水及び水面利用等への影響を把握する方法とした。土地造成等の計画は、「第1章 事業計画の概要 5 5.5 (2)」（p.1.1-14～20参照）に示すとおりである。

④ 予測結果

ア 河川流量、地下水位

計画地は南側に傾斜する緩斜面上に位置し、主に山林となっている。

本事業では、計画地面積約54.01haのうち、約11.3ha（約21%）の切盛造成（調整池の掘削を含む）や約24.8ha（約46%）の伐採による土地改変を行う計画である（「第1章 事業計画の概要 5 5.5 (2)」図1.1.5-5、図1.1.5-7（p.1.1-16、p.1.1-20）参照）。

ここで、予測地点である香坂川下流側のNo.Ⅱは、本事業の計画地の全域を流域に含み、予測地点における流域面積と計画地面積及びその割合は、表1.4.6-23に示すとおりである。

表1. 4. 6-23 香坂川下流のNo. IIにおける流域面積及び計画地面積

予測地点	流域面積 (ha) ①	本事業の計画地面積 (ha) ②	計画地面積の割合 (%) ③=②/①×100
香坂川下流側の No. II	1, 043. 1	54. 01	約 5%

河川への地下水流出の形態は、河川流域内ではほぼ同様であると仮定すると、計画地の流域に対する面積割合は約5%であることから、現況における予測地点の流域における計画地の寄与は約5%と考えられる。

事業実施に伴う影響については、伐採工事に伴い、山林から徐々に裸地または草地に移行するため、現状の水収支が表1. 4. 6-24に示すように変化し、蒸発散量が減少し、流出量等が増加すると考えられるが、裸地化又は草地化すると、流出量のうち雨水の表面流出量が増加し、地下への流出量（浸透量）が減少する可能性がある。このため、仮に計画地での地下水浸透（涵養）が図られない場合、香坂川下流側のNo. IIにおける計画地からの地下水流出量が最大で5%近く減少するおそれがある。

表1. 4. 6-24 計画地及びその周辺における概略水収支（年間）の変化

区分	植被タイプ	降水量 P (mm/年)	蒸発散量 E_t (mm/年)	流出量 R +地中での流出量 i (mm/年) ($P-E_t$)
現状	森林	概ね1, 000 ^{注1)}	概ね 600 ^{注2)}	概ね 400
工事中	裸地	概ね1, 000 ^{注1)}	概ね 300 ^{注3)}	概ね 700
	草地	概ね1, 000 ^{注1)}	概ね 400 ^{注3)}	概ね 600

注1) 地点C（香坂ダムの降水量観測所）における平成27年～令和元年の5年間の年間平均降水量（1, 003. 6mm/年）を踏まえ、概ね1, 000mm/年とした。

注2) 地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の気温データを用い、ソーンスウェイト法により算出した可能蒸発散量（627. 74mm/年）を踏まえ、概ね600mm/年とした。

注3) 表1. 4. 6-18の“既存文献による各種植被における年間水収支”で整理されている植被タイプ別の蒸発散量（裸地297mm/年、草地433mm/年）を参考に設定した。

また、切盛工事に伴い、その付近の地下水位は下降又は上昇する可能性があり、加えて、計画地下流の流末部（谷部）に調整池を設けるため、その付近の地下水流動を阻害し地下水位が変化する可能性もある。

ただし、本事業では、切盛工事により集水域境界を改変することはなく、予測地点の集水域は変化しないこと、調整池や電気設備であるパワーコンディショナや変圧器の設置場所が基礎等により部分的に非浸透面となるものの、大部分は裸地又は草地による浸透面となり非浸透面に比べれば地下浸透が期待できること、「第1章 事業計画の概要 5 5. 5 (2)、(3)」(p. 1. 1-14～36参照)に示したような方針で造成等を行うことにより、土地の改変を極力抑え、森林土壌を保全し、雨水浸透を極力促進すること、調整池の掘削工事は渇水期に開始し、地下水が湧出しないよう遮水対策を施しながら行う計画であるとともに、調整池付近の地下水は調整池の構造物を迂回して流れると考えられることから、予測地点における計画地からの地下水流出量を含む河川流量が大きく減少することはないと予測する。

イ 利水及び水面利用等

(7) 水道水源（湧水）

水道水源（湧水）は、「長野県豊かな水資源の保全に関する条例」（平成25年3月、長野県条例第11号）に基づき、取水地点及び集水区域が「佐久市東地水資源保全地域」（令和2年4月16日指定：6.61ha）に指定されているが、本事業は「佐久市東地水資源保全地域」を改変するものではないことから、本事業による湧水水源への影響はないと予測する。

(4) 水道水源（深井戸水）

本事業では切土工事や調整池の掘削工事を行うが、掘削高が最大となる掘り込み調整池築造箇所において最大約8mであり、香坂層上位に被覆されている火山砕屑物内を掘削するものである。このため、深井戸水源の香坂層中の採水地点に対し直接的に影響を及ぼすものではないことから、本事業による当該採水地点の地下水位への影響は極めて小さいと予測する。

(ウ) 計画地近傍の集落内の既存井戸

計画地と集落の位置関係を示している図1.4.6-1で分かるが、地形の状況を踏まえると、計画地から集落の方向に向かう流動量は少ないと考えられ、本事業による既存井戸の地下水位への影響は小さいと予測する。

(I) 水面利用等（漁業等利用）

「6 水象 6.2 (1) ④ア 河川流量、地下水位」（p1.4.6-36～37参照）に示すとおり、予測地点である香坂川下流側のNo.Ⅱにおいて、計画地からの地下水流出量を含む河川流量が大きく減少することはないと予測する。このため、本事業による香坂川での漁業等利用に対する影響は小さいと予測する。

⑤ 予測結果の信頼性

予測結果の信頼性に係る条件の設定内容及び予測結果との関係は、表1.4.6-25に示すとおりである。

予測にあたっては、既存資料や現地調査（現地踏査やボーリング調査）に基づき把握した地形・地質条件や地下水流動に関わる帯水層の分布等を踏まえ、事業計画（改変範囲・面積・深さ）を基に、切土や調整池掘削による地下水流動への影響を予測している。また、現地調査や既存資料を踏まえて設定した現状の概略水収支をもとに、植被変化による蒸発散量の違いを考慮して工事中の概略水収支の変化を想定し、河川流量等の変化を予測している。ただし、概略水収支としては一定の精度で想定できていると考えるが、将来的な降水量や蒸発散量の変化、土地改変後の降水強度による流出形態の変化などにより、概略水収支が変化する可能性があり、予測結果にある程度不確実性が伴うと考える。このため、事後調査により予測結果や造成上の配慮（環境保全措置）の効果を検証する方針である。

表1.4.6-25 予測結果の信頼性に係る条件設定内容と予測結果との関係

項目	設定内容	予測結果との関係
水象に係る地形・地質条件	既存資料及び現地調査に基づく情報により設定している。	既存資料で把握した情報をもとに、現地踏査やボーリング調査で地形・地質を詳細に確認し、地下水流動に関わる帯水層の分布等を把握している。このため、予測結果の不確実性は低いと考える。
地形・地質の改変範囲・面積・深さ	事業計画に基づき条件設定している。	事業計画の数値を予測条件として用い、切土や調整池掘削による地下水流動への影響を予測している。このため、予測結果の不確実性は低いと考える。
概略水収支の予測条件	降水量は現地調査や既存資料のデータを踏まえて設定し、蒸発散量は年総量に近い値を与えるとされるゾーンスイート法により算出した現状の可能蒸発散量をもとに既存文献による植被変化による蒸発散量の違いを考慮して設定し、その差分を流出量として設定している。	現地調査や既存資料を踏まえて設定した現状の概略水収支（降水量、蒸発散量、流出量）をもとに、既存文献より植被変化による蒸発散量の違いを考慮して工事中の概略水収支の変化を想定したうえで、年間単位の河川流量等の変化の程度を定性的に予測している。ただし、概略水収支としては一定の精度を確保していると考えられるが、将来的な降水量や蒸発散量の変化、降水強度による流出形態の変化などにより、概略水収支が変化する可能性があり、予測結果にある程度不確実性が伴うと考える。

⑥ 環境保全措置の内容と経緯

本事業の実施にあたっては、できる限り環境への影響を緩和させるため、表1.4.6-26に示す環境保全措置を講じる方針である。

表1.4.6-26 環境保全措置

環境保全措置	環境保全措置の内容	環境保全措置の種類 ^{注)}
雨水浸透施設の設置	<ul style="list-style-type: none"> ・極力雨水浸透を促進するよう、現場で浸透試験を行い浸透強度を定量的に把握したうえで、パネル用地等に設置する排水溝等に雨水浸透施設（円筒ます20ヶ所程度）を設置する（詳細は資料編p.資1-78～82参照）。 	低減

注) 環境保全措置の種類

回避：全部または一部を行わないこと等により、影響を回避する。

低減：継続的な保護または維持活動を行うこと等により、影響を低減する。

代償：代用的な資源もしくは環境で置き換えまたは提供すること等により、影響を代償する。

⑦ 評価方法

調査及び予測の結果並びに検討した環境保全措置の内容を踏まえ、河川流量、地下水位、利水及び水面利用等に係る環境影響が実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減され、環境保全への配慮が適正になされているかについて評価を行った。

⑧ 評価結果

本事業は、計画地面積約54.01haのうち、約11.3ha（約21%）の切盛造成（調整池の掘削を含む）や約24.8ha（約46%）の伐採による土地改変を行う計画である。

河川流量や地下水位への影響、水面利用等（香坂川の漁業等利用）への影響については、伐採工事に伴い、山林から徐々に裸地または草地に移行するため、現状の水収支が変化し、蒸発散量が減少し、流出量等が増加すると考えられるが、裸地化又は草地化すると、流出量のうち雨水の表面流出量が増加し、地下への流出量（浸透量）が減少する可能性がある。河川への地下水流出の形態は、計画地の流域に対する面積割合は約5%であることから、仮に計画地での地下水浸透（涵養）が図られない場合、香坂川下流側のNo.Ⅱにおける計画地からの地下水流出量も最大で5%近く減少するおそれがある。

このため、事業計画においては、水象への影響を極力抑えるよう、「集水域の確保」、「主要な沢筋の存置」、「浸透能（表面流出率）の変化の低減」、「切盛範囲・切盛高、掘削範囲・掘削高の抑制」、「掘削時の地下水湧出の抑制」といった造成上の配慮を行う計画である。

さらに、工事の実施にあたっては、「⑥ 環境保全措置の内容と経緯」に示したように、事業者としてできる限り環境への影響を緩和するため、「雨水浸透施設の設定」といった環境保全措置を講じる計画である。

水道水源（湧水、深井戸）への影響については、本事業は、湧水水源地である「佐久市東地水資源保全地域」を改変するものではないことから影響はなく、深井戸水源地の香坂層中の採水地点に対し直接的に影響を及ぼすものではないことから、当該採水地点の地下水位への影響は極めて小さいと予測する。

計画地近傍の集落内の既存井戸（不圧地下水）への影響については、計画地と集落の位置関係や地形の状況を踏まえると、計画地から集落の方向に向かう流動量は少ないと考えられ、本事業による既存井戸の地下水位への影響は小さいと予測する。

以上のことから、工事中における土地改変等による河川流量、地下水位、利水及び水面利用等への影響については、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避及び低減され、環境保全への配慮が適正になされていると評価する。

(2) 存在・供用時における地形改変、樹木伐採後の状態、工作物の存在及び緑化に伴う
河川流量、地下水位、利水及び水面利用等への影響

① 予測地域及び地点

予測地域は、地形改変等の影響が及ぶ範囲とした。

河川流量及び地下水位の予測地点は、計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点（No.Ⅱ）とした。ここで、「6 水象 6.1 (5) ③ エ 概略水収支」（p.1.4.6-30～32参照）で推定したように、計画地内における降水は、上位の地層から浸透しながら地下水を形成し、計画地内に全域的に分布しているsg3層等を経由して下流側（香坂川等）に流動しているものと考えられることから、計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点は、計画地経由の地下水流出量の変化（地下水位の変化）を含む河川流量の変化を総合的に捉えられる地点として選定した。

利水及び水面利用等の予測地点は、利水については水道水源（湧水、深井戸）の取水地点、計画地近傍の集落内における既存井戸（a～h）とした。水面利用等（漁業等利用）については計画地が流域に含まれる香坂川の下流側の地点（No.Ⅱ）とした。

② 予測対象時期

予測対象時期は、工事完了後とした。

③ 予測方法

集水域の土地利用と事業計画とを重ね合わせて、集水面積、雨水浸透量の変化を予測し、河川水量、地下水位並びに利水及び水面利用等への影響を把握する方法とした。地形改変等の計画は、「第1章 事業計画の概要 5 5.5 (1)、(2)、(3)、(5)」（p.1.1-12～36、p.1.1-38～39参照）に示すとおりである。

④ 予測結果

ア 河川流量、地下水位

計画地は南側に傾斜する緩斜面上に位置し、主に山林となっている。

本事業では、計画地面積約54.01haのうち、残置森林・残置水域を除く約34.6ha（約64%）を施設用地等とする計画である（「第1章 事業計画の概要 5 5.5 (1)」表1.1.5-2(1)~(2)、図1.1.5-4（p.1.1-12~13）参照）。

予測地点である香坂川下流側のNo.Ⅱは、表1.4.6-23（p.1.4.6-37参照）に示すとおり、計画地の流域に対する面積割合は約5%であることから、現況における予測地点の流域における計画地の寄与は約5%と考えられる。

事業実施に伴う影響については、施設（太陽光パネル等）の設置後には、現状の山林から主に草地（パネルの下部は草地状態）に移行するため、現状の計画地及びその周辺における概略水収支が表1.4.6-27に示すように変化し、蒸発散量が減少し、流出量等が増加すると考えられるが、草地化すると、流出量のうち雨水の表面流出量が増加し、地下への流出量（浸透量）が減少する可能性がある。このため、仮に計画地での地下水浸透（涵養）が図られない場合、香坂川下流側のNo.Ⅱにおける計画地からの地下水流出量も最大で5%近く減少するおそれがある。

表1.4.6-27 計画地及びその周辺における概略水収支（年間）の変化

区分	植被タイプ	降水量 P (mm/年)	蒸発散量 Et (mm/年)	流出量 R +地中での流出量 i (mm/年) ($P-Et$)
現状	森林	概ね1,000 ^{注1)}	概ね600 ^{注2)}	概ね400
存在・供用後	草地	概ね1,000 ^{注1)}	概ね400 ^{注3)}	概ね600

注1) 地点C（香坂ダムの降水量観測所）における平成27年～令和元年の5年間の年間平均降水量（1,003.6mm/年）を踏まえ、概ね1,000mm/年とした。

注2) 地点A（計画地近傍の集落内の東地文化センター）において現地調査を行った1年間（平成29年2月7日～平成30年2月6日）の気温データを用い、ソーンスウェイト法により算出した可能蒸発散量（627.74mm/年）を踏まえ、概ね600mm/年とした。

注3) 表1.4.6-18の“既存文献による各種植被における年間水収支”で整理されている植被タイプ別の蒸発散量（草地433mm/年）を参考に設定した。

また、計画地下流の流末部（谷部）に調整池を設けるため、その付近の地下水流動を阻害し地下水位が変化する可能性もある。

ただし、本事業では、切盛工事により集水域境界を改変することはなく、予測地点の集水域は変化しないこと、調整池や電気設備であるパワーコンディショナや変圧器の設置場所が基礎等により部分的に非浸透面となるものの、大部分は草地による浸透面となり非浸透面に比べれば地下浸透がある程度期待できることのほか、「第1章 事業計画の概要 5 5.5 (2)、(3)」（p.1.1-14~36参照）に示したような方針で造成等を行うことにより、土地の改変を極力抑え、森林土壌を保全し、雨水浸透を極力促進すること、調整池付近の地下水は調整池の構造物を迂回して流れると考えられることから、予測地点における計画地からの地下水流出量を含む河川流量が大きく減少することはないと予測する。

イ 利水及び水面利用等

(7) 水道水源（湧水）

「6 水象 6.2(1) ④ イ (7)水道水源（湧水）」（p1.4.6-38参照）に示すように、本事業は水道水源（湧水）の取水地点及び集水区域に指定されている「佐久市東地水資源保全地域」を改変するものではないことから、本事業による湧水水源への影響はないと予測する。

(イ) 水道水源（深井戸水）

「6 水象 6.2 (1) ④ イ (イ)水道水源（深井戸水）」（p1.4.6-38参照）に示すように、本事業では香坂層上位に被覆されている火山砕屑物内を掘削し調整池等の構造物を設置するものであり、深井戸水源の香坂層中の採水地点に対し直接的に影響を及ぼすものではないことから、本事業による当該採水地点の地下水位への影響は極めて小さいと予測する。

(ウ) 計画地近傍の集落内の既存井戸

「6 水象 6.2 (1) ④ イ (ウ)計画地近傍の集落内の既存井戸」（p1.4.6-38参照）に示すように、計画地と集落の位置関係や地形の状況を踏まえると、計画地から集落の方向に向かう流動量は少ないと考えられ、本事業による既存井戸の地下水位への影響は小さいと予測する。

(I) 水面利用等（漁業等利用）

「6 水象 6.2 (1) ④ア 河川流量、地下水位」（p1.4.6-36～37参照）に示すとおり、予測地点である香坂川下流側のNo.Ⅱにおいて、計画地からの地下水流出量を含む河川流量が大きく減少することはないと予測する。このため、本事業による香坂川での漁業等利用に対する影響は小さいと予測する。

⑤ 予測結果の信頼性

予測結果の信頼性に係る条件の設定内容及び予測結果との関係は、表1.4.6-28に示すとおりである。

予測にあたっては、既存資料や現地調査（現地踏査やボーリング調査）に基づき把握した地形・地質条件や地下水流動に関わる帯水層の分布等を踏まえ、事業計画（施設等の範囲・面積・深さ）を基に、地形改変や樹木伐採後の状態等による地下水流動への影響を予測している。また、現地調査や既存資料を踏まえて設定した現状の概略水収支をもとに、植被変化による蒸発散量の違いを考慮して存在・供用後の概略水収支の変化を想定し、河川流量等の変化を予測している。ただし、概略水収支としては一定の精度で想定できていると考えるが、将来的な降水量や蒸発散量の変化、降水強度による流出形態の変化などにより、概略水収支が変化する可能性があり、予測結果にある程度不確実性が伴うと考える。このため、事後調査により予測結果や造成上の配慮（環境保全措置）の効果を検証する方針である。

表1.4.6-28 予測結果の信頼性に係る条件設定内容と予測結果との関係

項目	設定内容	予測結果との関係
水象に係る地形・地質条件	既存資料及び現地調査に基づく情報により設定している。	既存資料で把握した情報をもとに、現地踏査やボーリング調査で地形・地質を詳細に確認し、地下水流動に関わる帯水層の分布等を把握している。このため、予測結果の不確実性は低いと考える。
地形・地質の改変範囲・面積・深さ	事業計画に基づき条件設定している。	事業計画の数値を予測条件として用い、調整池の構造物等による地下水流動への影響を予測している。このため、予測結果の不確実性は低いと考える。
概略水収支の予測条件	降水量は現地調査や既存資料のデータを踏まえて設定し、蒸発散量は年総量に近い値を与えるとされるゾーンスウェイト法により算出した現状の可能蒸発散量をもとに既存文献による植被変化による蒸発散量の違いを考慮して設定し、その差分を流出量として設定している。	現地調査や既存資料を踏まえて設定した現状の概略水収支（降水量、蒸発散量、流出量）をもとに、既存文献より植被変化による蒸発散量の違いを考慮して存在・供用後の概略水収支の変化を想定したうえで、年間単位の河川流量等の変化の程度を定性的に予測している。ただし、概略水収支としては一定の精度を確保していると考えますが、将来的な降水量や蒸発散量の変化、降水強度による流出形態の変化などにより、概略水収支が変化する可能性があり、予測結果にある程度不確実性が伴うと考える。

⑥ 環境保全措置の内容と経緯

本事業の実施にあたっては、できる限り環境への影響を緩和させるため、表1.4.6-29に示す環境保全措置を講じる方針である。

表1.4.6-29 環境保全措置

環境保全措置	環境保全措置の内容	環境保全措置の種類 ^{注)}
雨水浸透施設の維持管理	・雨水浸透施設（円筒ます20ヶ所程度）の機能を維持できるよう適切な維持管理を行う。	低減
残置森林の適切な維持管理	・残置森林の機能を維持できるよう適切な維持管理を行う。	低減
造成森林、造成緑地、施設用地の適切な維持管理	・計画地内に配置する造成森林、造成緑地は、良好な状態を維持できるよう適切に維持管理を行う。 ・施設用地内は草地化するため、雑草の繁茂状況に応じ、年間2～3回の除草作業を実施し、適切に維持管理を行う計画である。	低減

注) 環境保全措置の種類

回避：全部または一部を行わないこと等により、影響を回避する。

低減：継続的な保護または維持活動を行うこと等により、影響を低減する。

代償：代用的な資源もしくは環境で置き換えまたは提供すること等により、影響を代償する。

⑦ 評価方法

調査及び予測の結果並びに検討した環境保全措置の内容を踏まえ、河川流量、地下水位、利水及び水面利用等に係る環境影響が実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減され、環境保全への配慮が適正になされているかについて評価を行った。

⑧ 評価結果

本事業は、計画地面積約54.01haのうち、残置森林・残置水域を除く約34.6ha（約64%）を施設用地等とする計画である。

河川流量や地下水位への影響、水面利用等（香坂川の漁業等利用）への影響については、施設（太陽光パネル等）の設置後には、現状の山林から主に草地に移行するため、現状の水収支が変化し、蒸発散量が減少し、流出量等が増加すると考えられるが、草地化すると、流出量のうち雨水の表面流出量が増加し、地下への流出量（浸透量）が減少する可能性がある。河川への地下水流出の形態は、計画地の流域に対する面積割合は約5%であることから、仮に計画地での地下水浸透（涵養）が図られない場合、香坂川下流側のNo.Ⅱにおける計画地からの地下水流出量も最大で5%近く減少するおそれがある。

このため、事業計画においては、水象への影響を極力抑えるよう、「主要な沢筋の存置」、「浸透能（表面流出率）の変化の低減」といった造成上の配慮を行う計画である。

さらに、事業の実施にあたっては、水象への影響を極力抑えるよう、「⑥ 環境保全措置の内容と経緯」に示したように、事業者としてできる限り環境への影響を緩和するため、「雨水浸透施設の維持管理」、「残置森林の適切な維持管理」、「造成森林、造成緑地、施設用地の適切な維持管理」といった環境保全措置を講じる計画である。

水道水源（湧水、深井戸）への影響については、本事業は、湧水水源地である「佐久市東地水資源保全地域」を改変するものではないことから影響はなく、深井戸水源地の香坂層中の採水地点に対し直接的に影響を及ぼすものではないことから当該採水地点の地下水位への影響は極めて小さいと予測する。

計画地近傍の集落内の既存井戸（不圧地下水）への影響については、計画地と集落の位置関係や地形の状況を踏まえると、計画地から集落の方向に向かう流動量は少ないと考えられ、本事業による既存井戸の地下水位への影響は小さいと予測する。

以上のことから、存在・供用後における地形改変等による河川流量、地下水位、利水及び水面利用等への影響については、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避及び低減され、環境保全への配慮が適正になされていると評価する。