

(4) 調査期間等

既存資料調査は、最新の資料が入手可能な時期に行いました。現地調査の調査期間は、表 11.6.2.8 に示すとおりです。

表 11.6.2.8 水象（地下水）の調査期間

調査項目		調査手法	調査期間
地下水の状況	地下水観測孔	地下水位の測定	平成 30 年 1 月 ～ 令和元年 7 月
		水質調査（イオン）	平成 30 年 1 月 ～ 令和元年 7 月
	水道の水源	水質調査（イオン）	平成 30 年 5 月 ～ 平成 31 年 2 月
	酒蔵群の水源	地下水位の測定	平成 30 年 1 月 ～ 平成 30 年 11 月
		水質調査（イオン）	平成 30 年 1 月 ～ 平成 30 年 11 月
	湧水	湧水量・水温の測定	平成 30 年 5 月 ～ 令和元年 6 月
水質調査（イオン）		平成 30 年 5 月 ～ 令和元年 6 月	
帯水層の地質・水理の状況	地質の状況	ボーリング調査	平成 29 年 10 月 ～ 平成 30 年 12 月
		PS 検層	平成 29 年 11 月 ～ 平成 29 年 12 月
		透水試験	平成 29 年 10 月 ～ 平成 30 年 12 月
	地下水等の状況	水質調査（電気伝導率）	平成 30 年 1 月 ～ 令和元年 7 月
		角間川の流量・水温の測定	平成 30 年 1 月 ～
		角間川の水質調査（イオン）	平成 30 年 1 月 ～
温泉源泉の状況	水質調査（イオン）	平成 30 年 5 月 ～ 平成 31 年 3 月	

(5) 調査結果

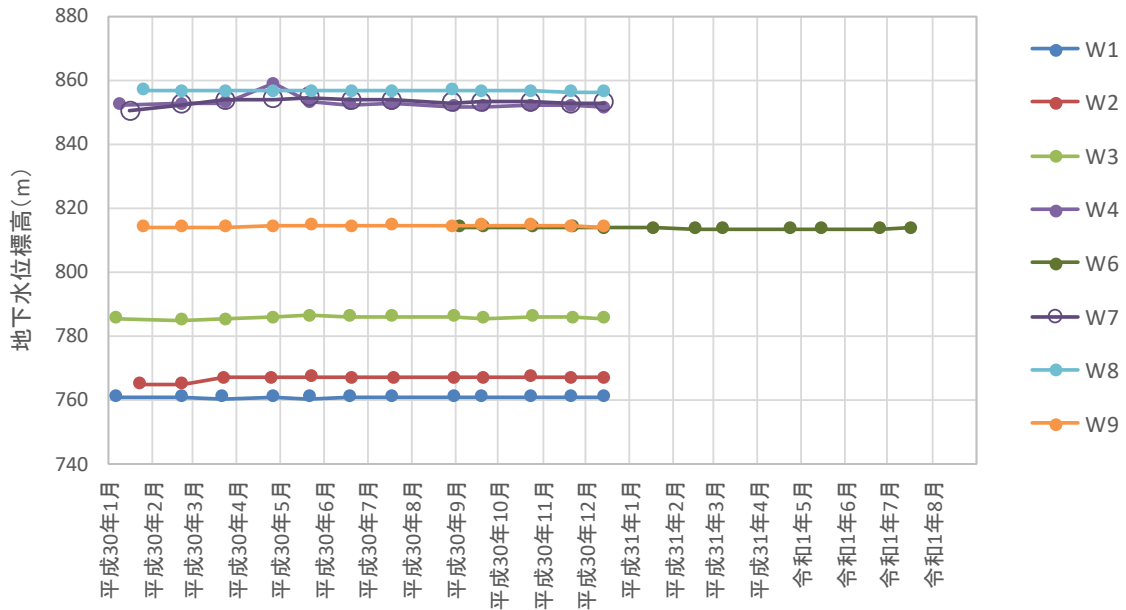
ア. 地下水の状況

ア) 地下水観測孔

地下水の状況を把握するために、実施区域及びその周辺において、16 地点の地下水観測孔を設置しました。

地下水の水位の調査結果は、図 11.6.2.4 に示すとおりです。W2 及び W15 は観測期間中、自噴が認められました。W5 は観測期間中に地下水位は認められませんでした。

地下水の水質調査（イオン）の調査結果は、図 11.6.2.5 に示すとおりです。W16 は観測期間中、水質調査（イオン）に必要な水量が確保できない程度に水位が低下している時期がありました。また、W13 は事業実施区域から山裾側に 300m 程度の位置の観測孔で、その水質（イオン）はその他の地下水観測孔の水質（イオン）と異なり、ナトリウムイオン、カリウムイオン、硫酸イオン及び硝酸イオンが多く、後述の温泉源泉の水質調査（イオン）（図 11.6.2.27）に類似する傾向でした。

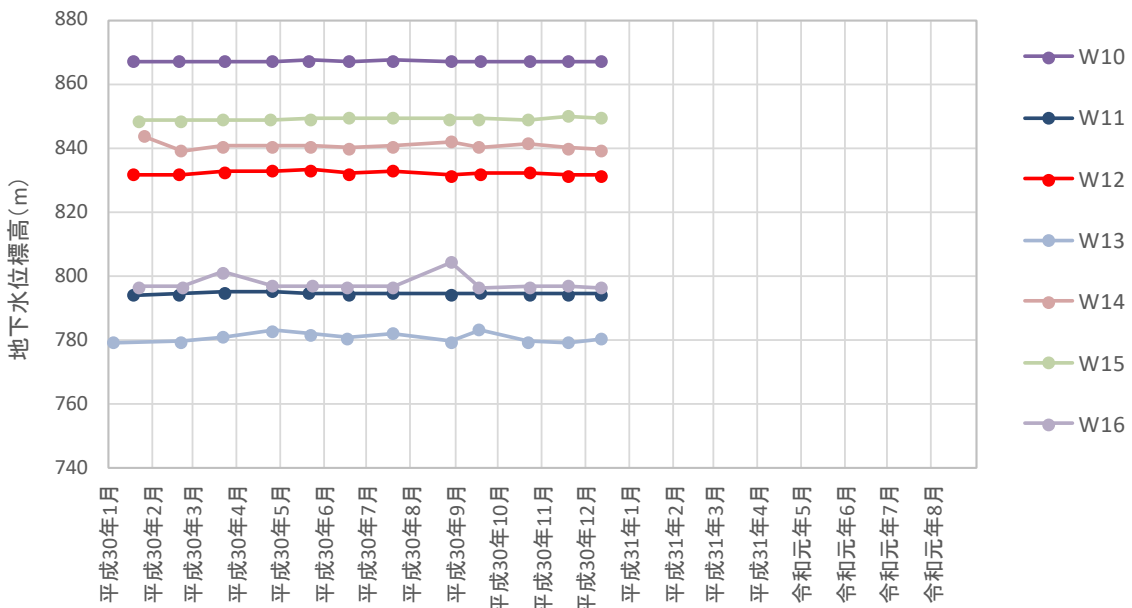


注1：W2は自噴

注2：W5については、地下水が認められないため地下水の水位の調査は未実施。

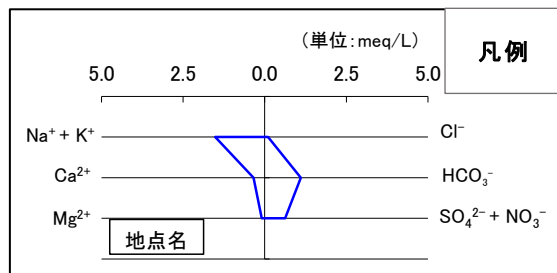
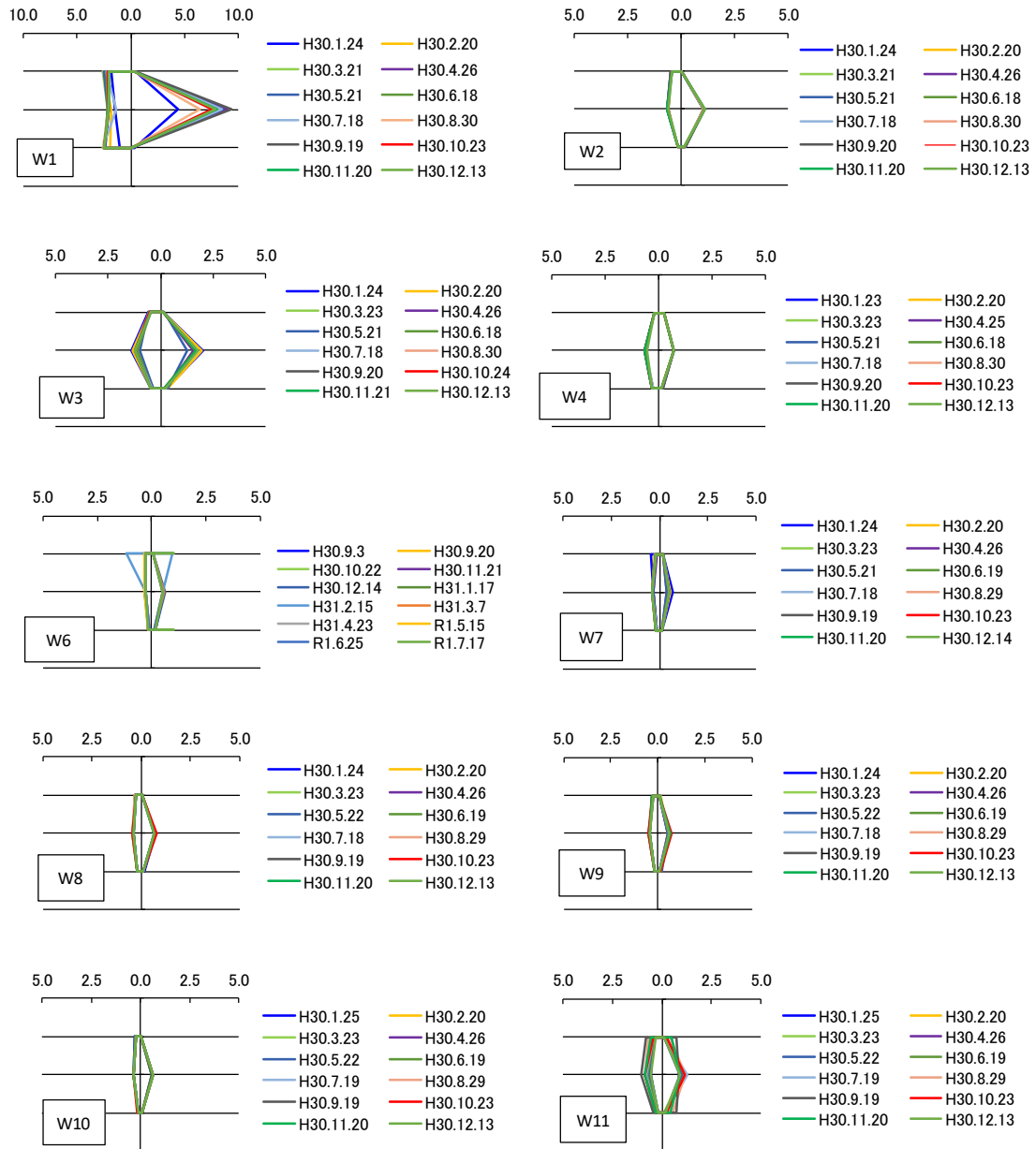
注3：W6については、聞き取り調査により調査を追加。

図 11.6.2.4 (1) 地下水の水位の調査結果（諏訪市地域）



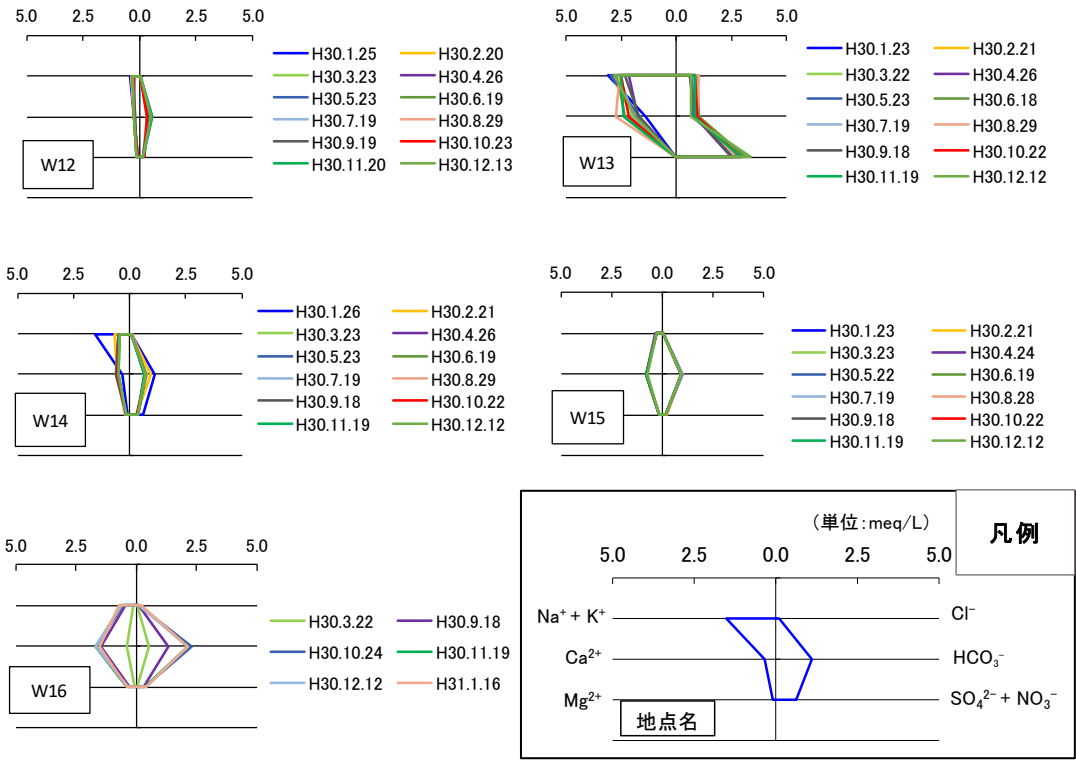
注：W15は自噴

図 11.6.2.4 (2) 地下水の水位の調査結果（下諏訪町地域）



注：W5については、地下水が認められないため水質調査は未実施。

図 11.6.2.5 (1) 地下水観測孔の水質調査（イオン）の調査結果



注：W16 の平成 30 年 1 月、2 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月は、水量低下による試料不足のため調査不可。

図 11.6.2.5 (2) 地下水観測孔の水質調査 (イオン) の調査結果

イ) 水道の水源

水道の水源は、調査地域内に 6 地点確認しました。6 地点の内 5 地点は井戸、1 地点は湧水でした。

聞き取り調査により、井戸の深さは 43.0～110.0m でした。

水道の水源において、水質調査（イオン）を行いました。

水質調査（イオン）の結果は、図 11.6.2.6 に示すとおりです。

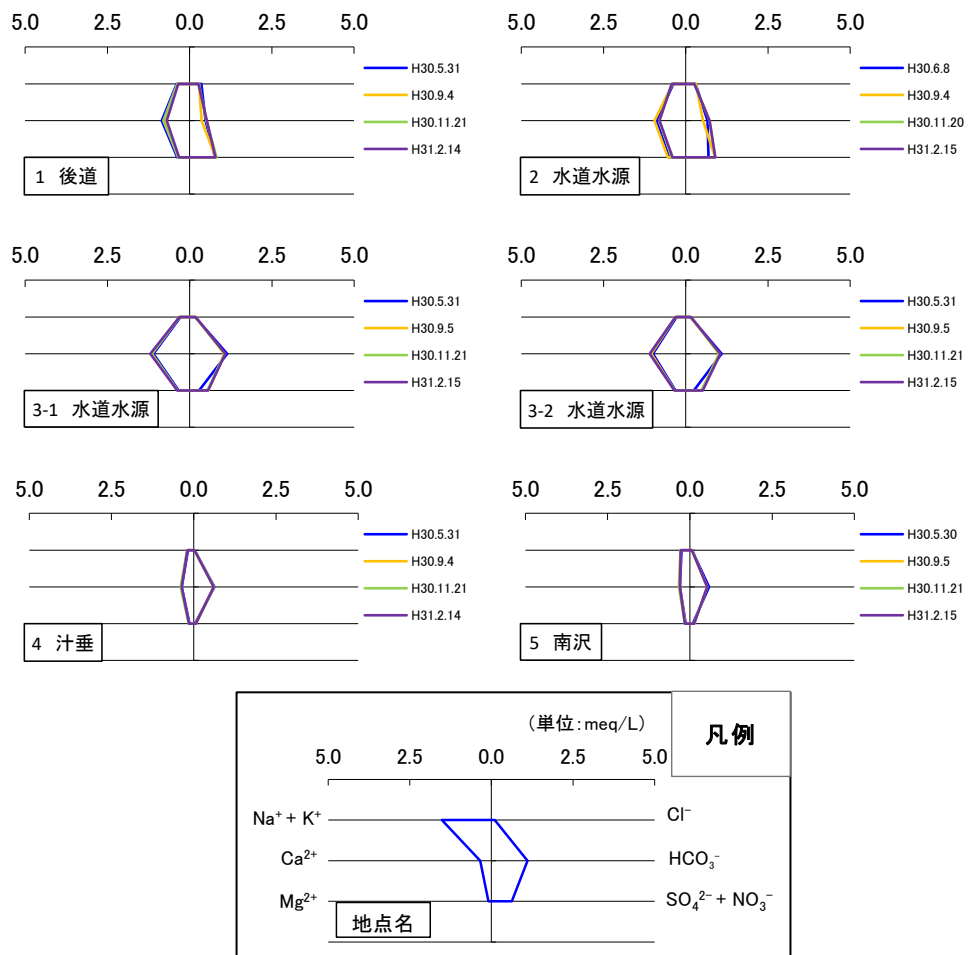


図 11.6.2.6 水道の水源の水質調査（イオン）の調査結果

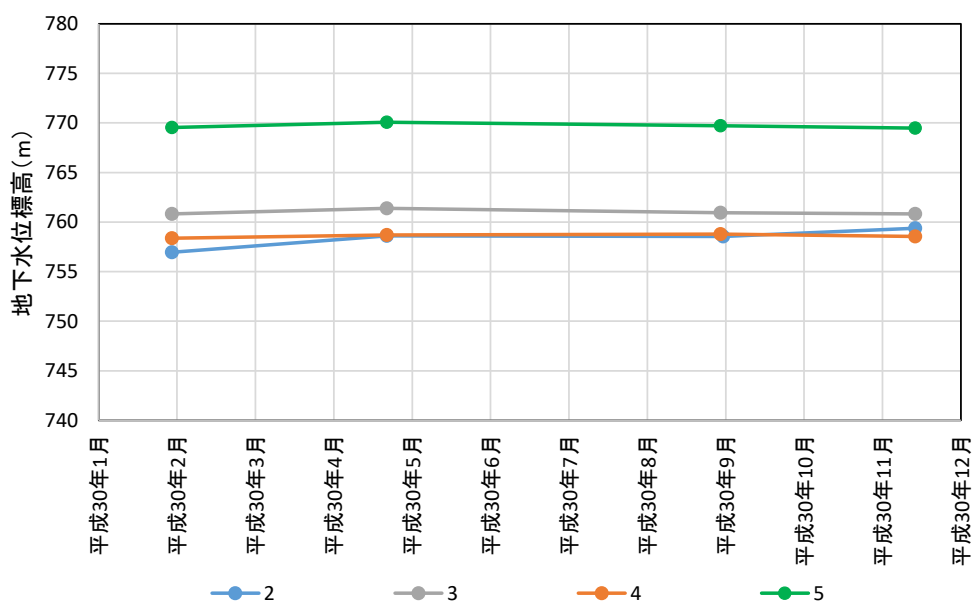
ウ) 酒蔵群の水源

酒蔵群の水源は、諏訪市内を流下する角間川の下流域に 5 地点確認しました。5 地点とも井戸でした。井戸の深さは 8.0～15.9m の浅井戸でした。

調査地点の地下水位標高は、図 11.6.2.7 に示すとおりです。酒蔵群の水源の調査地点 1 は、密閉式の井戸で水位の測定はできませんでした。

水質調査（イオン）の結果は、図 11.6.2.8 に示すとおりです。

また、酒蔵群の水源の予測及び評価を行うため、周辺を流下する角間川の流量・水温の測定と水質調査（イオン）を行いました。その結果は、後述の図 11.6.2.21 及び図 11.6.2.22 に示すとおりです。



注:1 は密閉式井戸で測定不可。

図 11.6.2.7 酒蔵群の水源の地下水位の調査結果

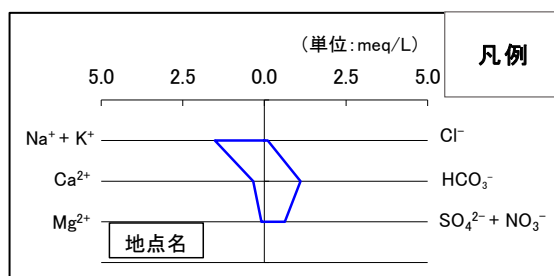
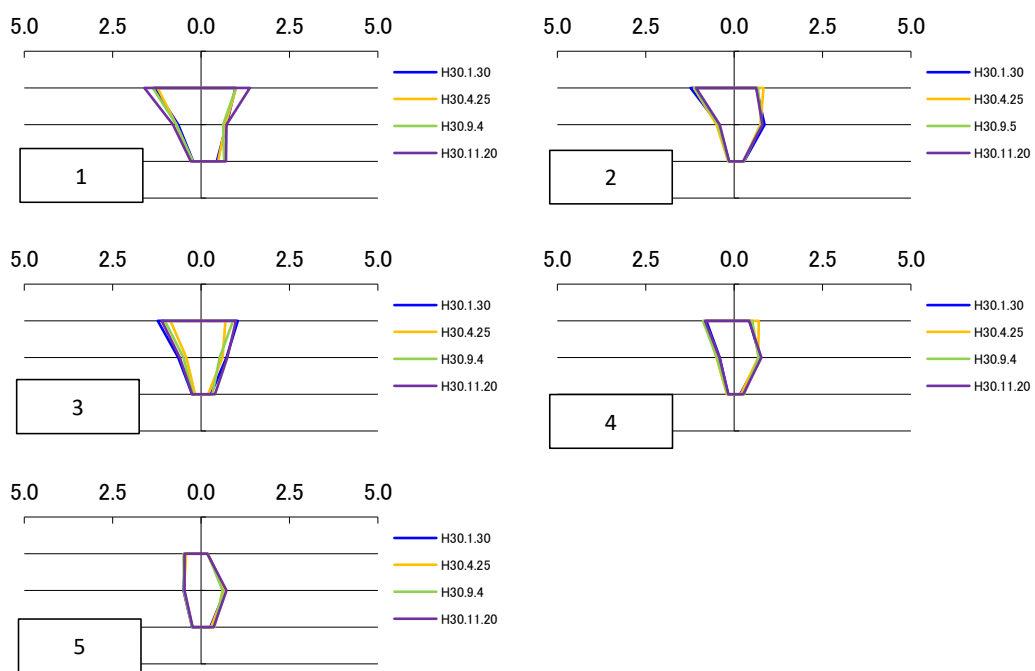


図 11.6.2.8 酒蔵群の水源の水質調査（イオン）の調査結果

エ) 湧水

湧水は、「諏訪の自然誌 陸水編」(昭和 57 年 3 月 諏訪教育会)に示されていたうち、現地調査で湧水が確認された 11 地点と、聞き取り調査により確認した神社の湧水 2 地点(地蔵寺、慈雲寺)で調査を行いました。湧水は、ほとんどが山裾に分布しています。

湧水量の調査結果は、図 11.6.2.9 に示すとおりです。どの地点も比較的安定した湧水量であり、地蔵寺の湧水量が他と比較して多い状況でした。

水温の調査結果は、図 11.6.2.10 に示すとおりです。

水質調査(イオン)の調査結果は、図 11.6.2.11 に示すとおりです。

また、角間川の上流域に諏訪市所有の水源(霧ヶ峰水源群)があり、これらの水質は地蔵寺の水質と類似していました。霧ヶ峰水源群の位置は、後述の図 11.6.2.28 に示すとおりです。

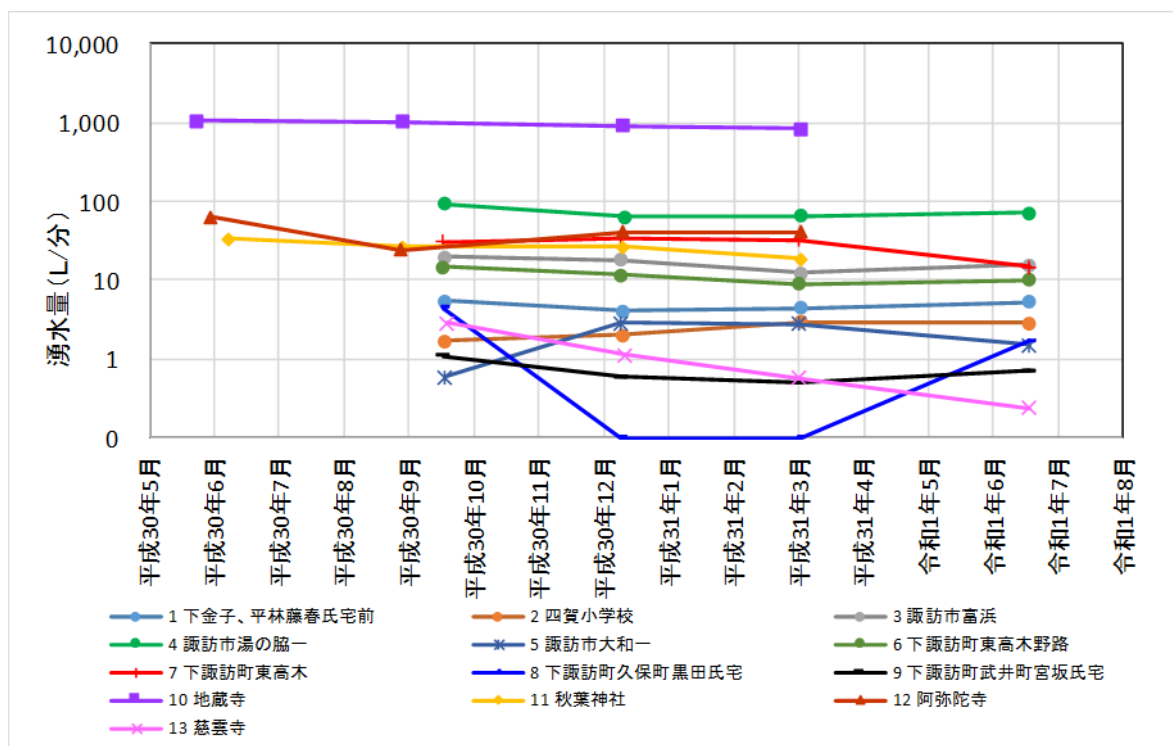


図 11.6.2.9 湧水量の調査結果

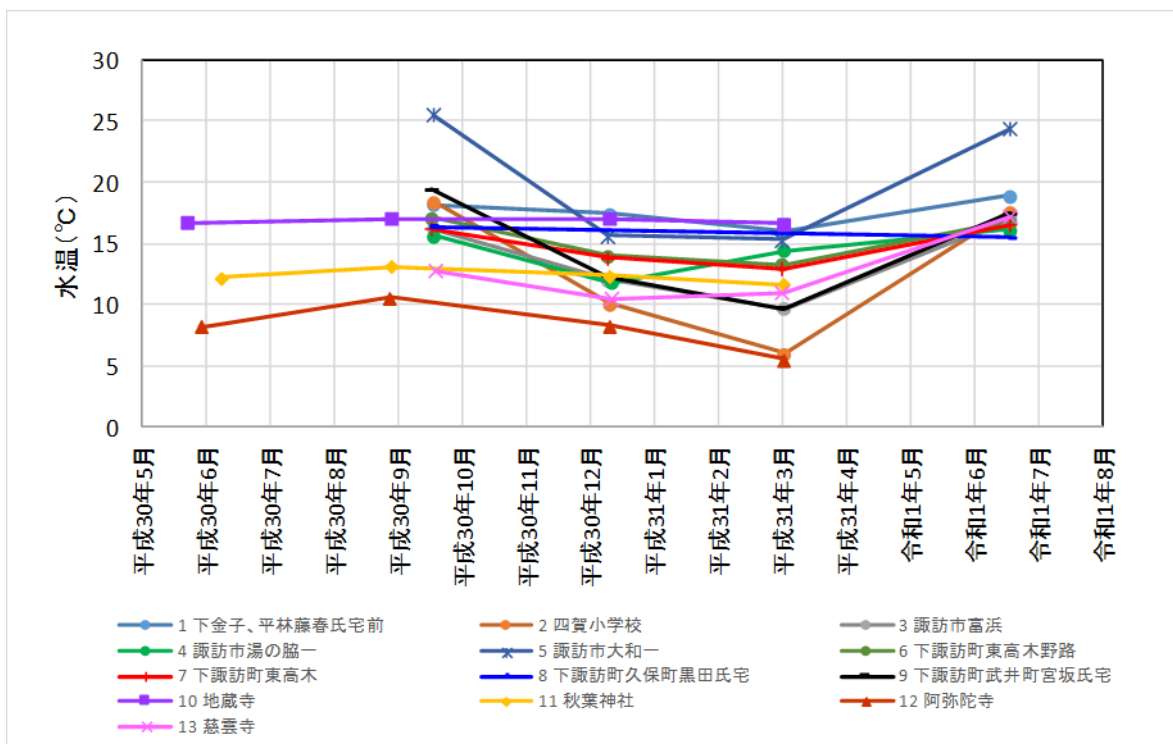


図 11.6.2.10 湧水の水溫の調査結果

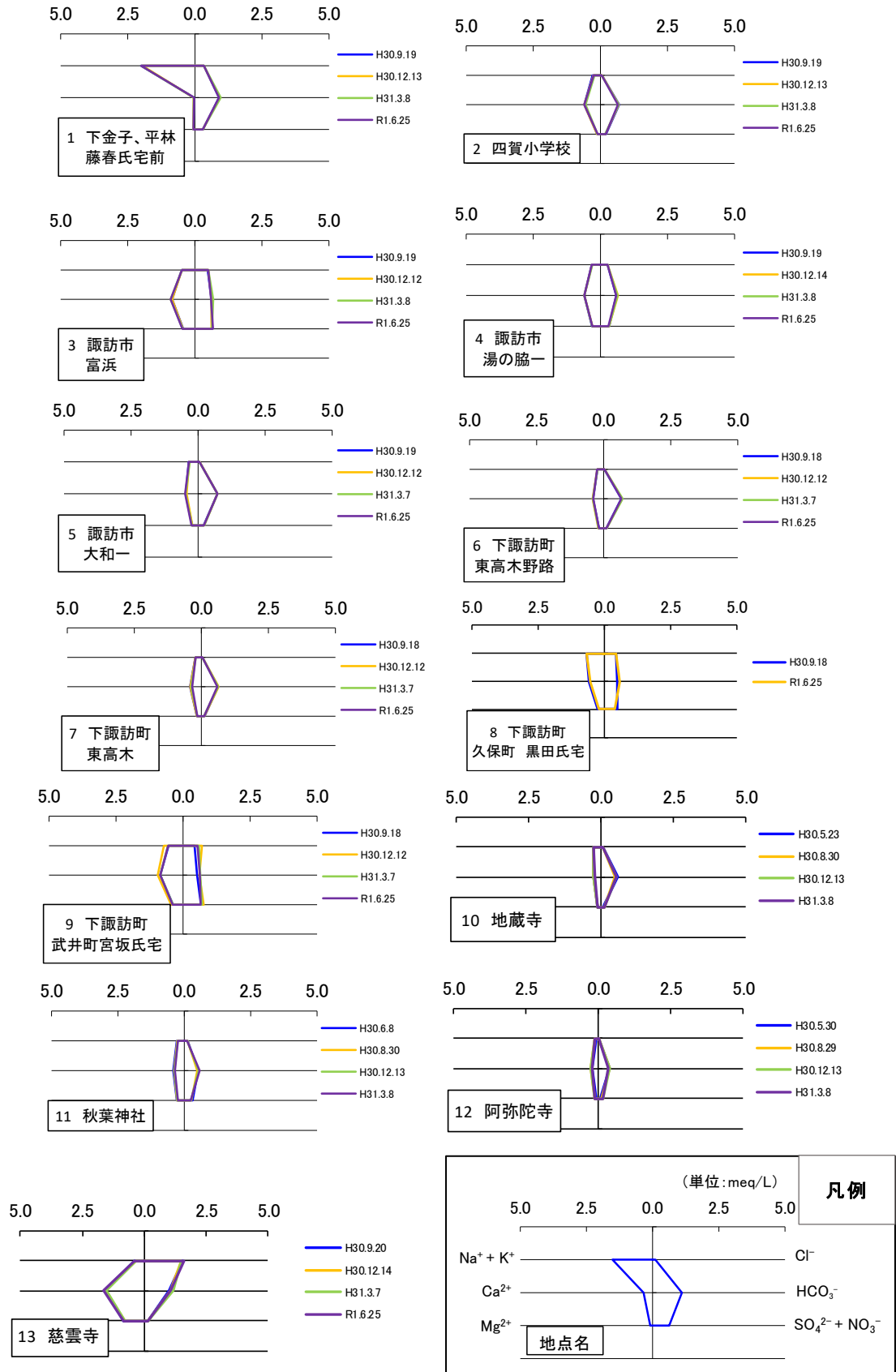


図 11.6.2.11 湧水の水質調査（イオン）の調査結果

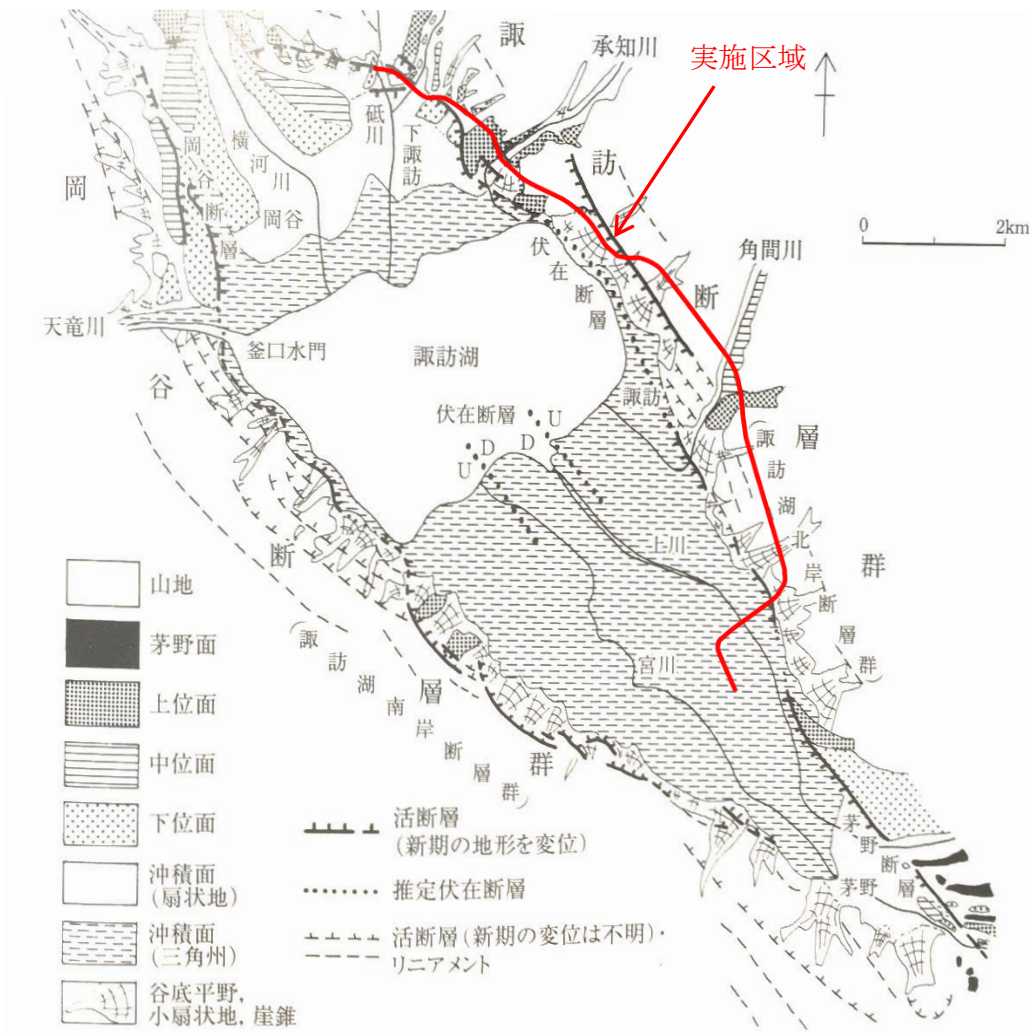
イ. 帯水層の地質・水理の状況

ア) 諏訪地域の地質構造の概要

実施区域は、諏訪湖の北東側の山裾に位置し、実施区域の近傍には糸魚川-静岡構造線の一部を成す諏訪断層群が分布します（図 11.6.2.12）。諏訪断層群の活動度は、「糸魚川-静岡構造線断層帯の長期評価（第二版）」（平成 27 年 4 月 地震調査研究推進本部地震調査委員会）によれば、横ずれ平均変位速度は 5-6m/千年程度（左横ずれ）、上下方向の平均変位速度は 2-3m/千年程度と推定されています。

この活断層群は、図 11.6.2.13 に示すように、地形に現れる活断層に加え、地下に複数の伏在断層が存在し、北東の山地から諏訪湖側に向かって地質が落ち込むようになっています。

実施区域及びその周辺の地質は、中生代の緑色片岩及び新第三紀中新生の花崗岩等の深成岩類を基盤として、その上位に第四紀更新世の塩嶺火山岩類、さらに高標高部に霧ヶ峰火山岩類が分布する構成となっています。

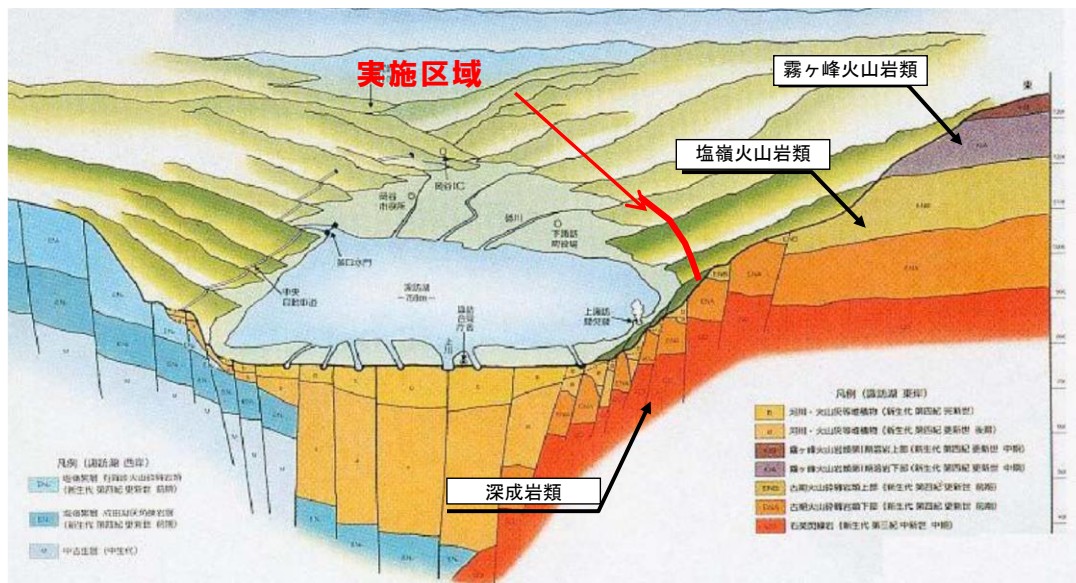


出典：「日本の地形 5 中部」（平成 18 年 6 月 東京大学出版会）

図 11.6.2.12 諏訪盆地の周辺の活断層分布と実施区域の関係図

■用語の説明■

伏在断層：地表付近の地層によって覆われた活断層のこと。



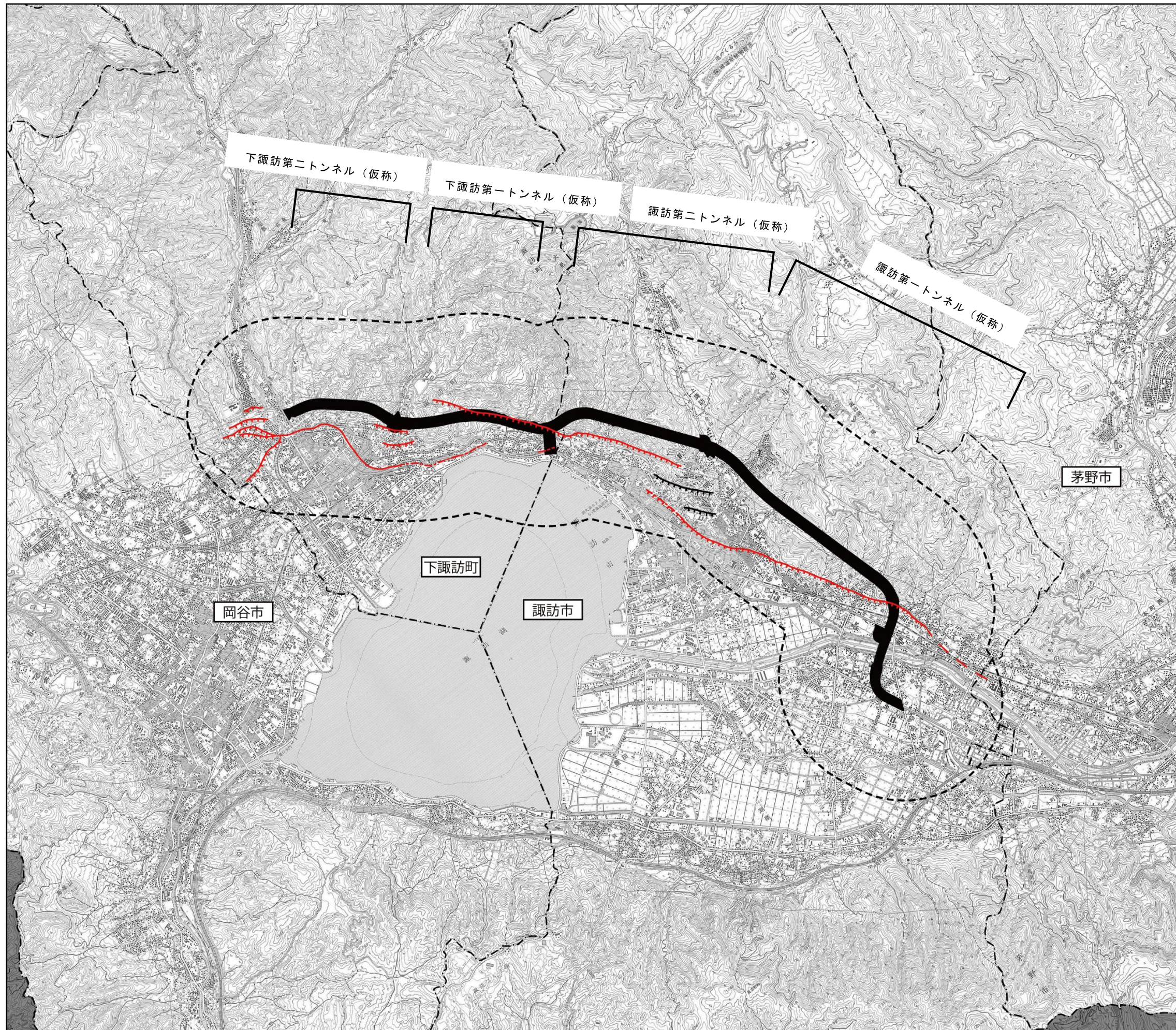
出典：「諏訪湖流域下水道」（平成 27 年 諏訪建設事務所）

図 11.6.2.13 地質構造イメージ図

イ) 活断層の状況

実施区域及びその周辺の活断層分布図は、図 11.6.2.14 に示すとおりです。トンネル区間においては、下諏訪第一トンネル（仮称）区間で、活断層を横断します。

図 11.6.2.14 実施区域及びその周辺の活断層分布図

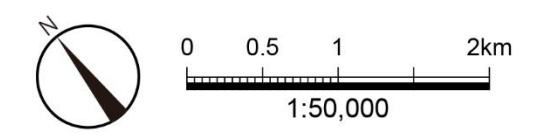


記号	名称
	活断層
	活断層 (位置やや不明確)
	活断層 (伏在部)
	推定活断層

出典：「活断層詳細デジタルマップ [新編]」
 (平成30年3月 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高)

:調査地域 (方法書の段階の実施区域から1kmの範囲)

記号	名称
	都市計画対象道路事業実施区域
	行政界
	調査対象外



ウ) 地質

実施区域及びその周辺の地質構成表は表 11.6.2.9 に、既存資料調査及び現地調査により作成した地質平面図は図 11.6.2.15 に、地質断面図及び地下水位は図 11.6.2.16 に示すとおりです。

地質構成表及び地質平面図は、ボーリング調査及び現地調査結果を踏まえ、5 万分の 1 土地分類基本調査（諏訪）「表層地質図」（平成 6 年 長野県）に加筆修正を行いました。

図 11.6.2.15 に示すように、表層地質は、諏訪湖沿いの低地に沖積堆積物（湖沼性）（p）、沖積堆積物（河岸段丘）（a1）、山裾の谷筋部に岩屑・谷底堆積物（dt）、そして山裾の谷の出口に扇状地状の扇状地堆積物（fd）が分布します。低位・中位・高位段丘堆積物（Tr3、Tr2、Tr1）は、終点側の下諏訪第二トンネル（仮称）付近に分布します。山地は主に塩嶺火山岩類（Etb、Ean）により構成され、起点側と終点側の一部に深成岩類（Gr、Qd）と横河川変成岩類（Sc）が分布します。

実施区域のトンネル部分には、ほとんどが塩嶺火山岩の凝灰角礫岩（Etb）と安山岩（Ean）が分布します。凝灰角礫岩（Etb）の多くは、数 cm～数 10cm 大の安山岩角礫と褐色の凝灰岩質基質からなります。大部分が塊状ですが一部は凝灰岩を挟み層状を呈します。安山岩（Ean）は、凝灰角礫岩に挟まれて層状に分布します。輝石安山岩溶岩からなり、板状節理が発達していることが多いです。

トンネル毎の地質分布と地下水位は、以下のとおりです。

諏訪第一トンネル（仮称）区間

起点側は花崗岩、起点側以外は塩嶺火山岩類の安山岩・凝灰角礫岩が分布します。起点側坑口近傍に活断層が横断し、終点側の谷部や尾玉団地には、岩屑堆積物が分布し、小土被りで通過する区間があります。

地下水位は、起点側の W3 及び福沢川近傍の W4 では計画高付近にあるものの、W5 では計画高では確認できませんでした。

諏訪第二トンネル（仮称）区間

塩嶺火山岩類の安山岩・凝灰角礫岩が分布します。実施区域の山麓側には活断層が推定され、終点側では近接します。起点側坑口部は、安山岩の急崖地形になっています。

地下水位は、起点側の W7 では計画高より低い位置にありましたが、区間中央の W8 では計画高よりも高い位置にありました。

■用語の説明■

板状節理：岩石中に発達する平らな板のような規則正しい割れ目のこと。

下諏訪第一トンネル（仮称）区間

塩嶺火山岩類の安山岩が厚く分布し、凝灰角礫岩を互層状に挟みます。終点側では花崗岩が分布します。起点側は実施区域と並行して活断層が推定され、中央付近では低角度で横断します。

地下水位は、起点側の W11 では計画高よりも低い位置にありましたが、終点側の W12 では計画高付近にありました。

下諏訪第二トンネル（仮称）区間

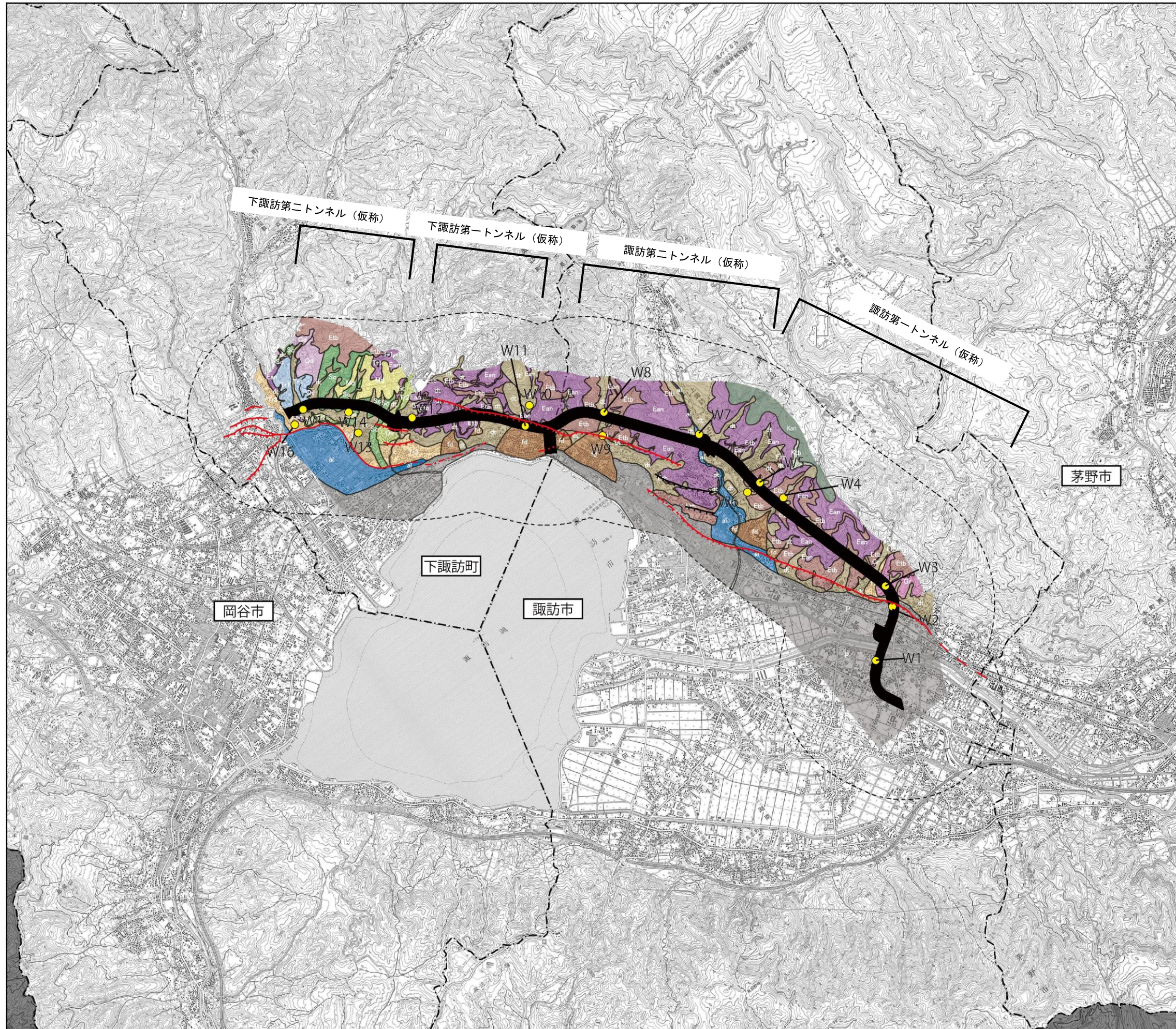
横河川変成岩・深成岩類（花崗岩、変質はんれい岩・変質輝緑岩）、塩嶺火山岩類が分布します。終点側では塩嶺火山岩類（安山岩）、花崗閃緑岩の上位に段丘堆積物が分布します。

地下水位は、区間中央の W14、終点側の W15 とともに計画高よりも高い位置にありました。

表 11.6.2.9 地質構成表

時代		広域地質図 土地分類基本調査 諏訪（1994）より		計画ルート沿いの地質図 本事業			
		記号	岩石名（地質名）	地質名	記号	岩石名	
新生代	完新世	det	碎屑物（完新統）	岩屑堆積物・ 谷底堆積物	dt	玉石混じり砂礫・礫混じり土砂	
				扇状地堆積物	fd	玉石混じり砂礫	
		m	泥炭・泥炭質シルト	沖積堆積物（湖沼性）	p	泥炭・砂・砂礫	
	sg	砂礫Ⅳ（完新統）	沖積堆積物（河川段丘）	al	玉石混じり砂礫		
	第四紀	更新世	tg2	砂礫Ⅲ（最低位段丘群堆積物）	低位段丘堆積物	Tr3	玉石混じり砂礫・砂礫・砂
			tg1	砂礫Ⅱ（低位段丘堆積物）	中位段丘堆積物	Tr2	玉石混じり砂礫・砂
			tg0	砂礫Ⅰ（中位段丘堆積物）	高位段丘堆積物	Tr1	玉石混じり砂礫・砂
		Da	石英安山岩 ※路線周辺には分布しない				
		Ak1	安山岩質溶岩・火砕岩 （霧ヶ峰火山岩類Ⅰ）	霧ヶ峰火山岩類	Kan	安山岩	
					Ktb	凝灰角礫岩	
		Ae1	安山岩質溶岩・火砕岩 （塩嶺類層）	塩嶺火山岩類	Ean	安山岩	
				Etb	凝灰角礫岩		
	Ap	輝石安山岩 ※路線周辺には分布しない					
	新第三紀	中新世	Qd	石英閃緑岩・花崗閃緑岩	深成岩類	Gr	花崗岩
						Qd	石英閃緑岩
Md			変質はんれい岩・変質輝緑岩	Md	変質はんれい岩・変質輝緑岩		
中生代	Sc	緑色片岩・黒色片岩 （横河川変成岩）	横河川変成岩	Sc	緑色片岩・黒色片岩		

図 11.6.2.15 実施区域及びその周辺の地質平面図



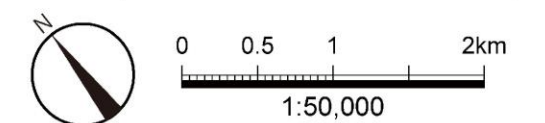
記号	名称
	地下水観測孔
	活断層
	活断層 (位置やや不明確)
	活断層 (伏在部)
	推定活断層

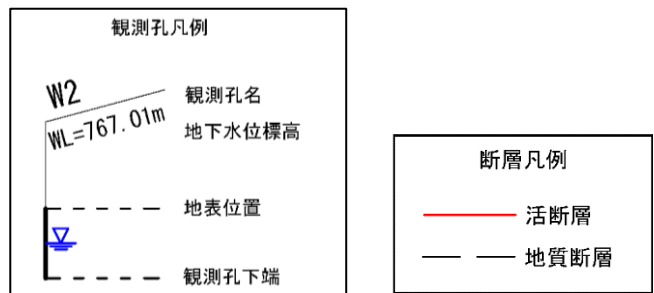
出典：「活断層詳細デジタルマップ [新編]」
 (平成30年3月 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高)

:調査地域 (方法書の段階の実施区域から1kmの範囲)

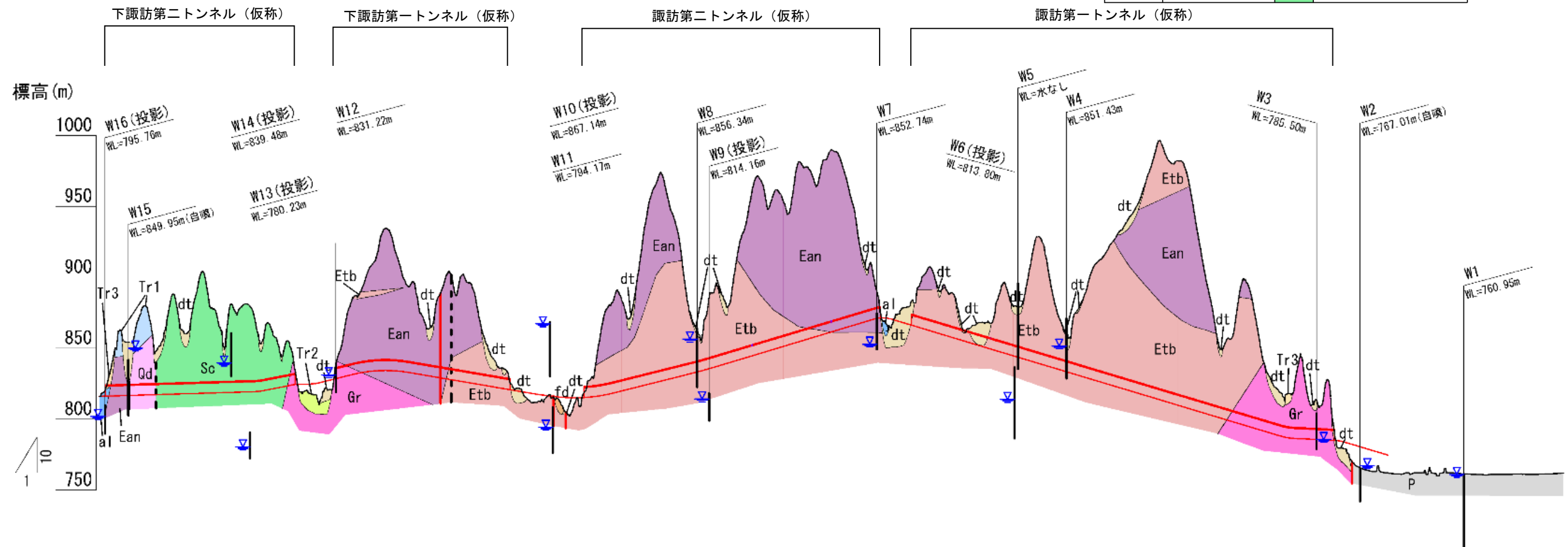
時代	地質名	記号	岩石名
完新世	岩屑堆積物・谷底堆積物	dt	玉石混じり砂礫・礫混じり土砂
	扇状地堆積物	fd	玉石混じり砂礫
	沖積堆積物 (湖沼性)	p	泥炭・砂・砂礫
	沖積堆積物 (河川段丘)	al	玉石混じり砂礫
第四紀 更新世	低位段丘堆積物	Tr3	玉石混じり砂礫・砂礫・砂
	中位段丘堆積物	Tr2	玉石混じり砂礫・砂
	高位段丘堆積物	Tr1	玉石混じり砂礫・砂
	霧ヶ峰火山岩類	Kan	安山岩
		Ktb	凝灰角礫岩
	塩嶺火山岩類	Ean	安山岩
Etb		凝灰角礫岩	
新第三紀	深成岩類	Gr	花崗岩
		Qd	石英閃緑岩
		Md	変質はんれい岩・変質輝緑岩
中生代	横河川変成岩	Sc	緑色片岩・黒色片岩

記号	名称
	都市計画対象道路事業実施区域
	行政界
	調査対象外





時代	地質名	記号	岩石名
完新世	岩層堆積物・谷底堆積物	dt	玉石混じり砂礫・礫混じり土砂
	扇状地堆積物	fd	玉石混じり砂礫
	沖積堆積物（湖沼性）	p	泥炭・砂・砂礫
	沖積堆積物（河川段丘）	al	玉石混じり砂礫
第四紀 更新世	低位段丘堆積物	Tr3	玉石混じり砂礫・砂礫・砂
	中段丘堆積物	Tr2	玉石混じり砂礫・砂
	高位段丘堆積物	Tr1	玉石混じり砂礫・砂
	霧ヶ峰火山岩類	Kan	安山岩
	塩嶺火山岩類	Ktb	凝灰角礫岩
		Ean	安山岩
新第三紀 中新世	深成岩類	Etb	凝灰角礫岩
		Gr	花崗岩
		Qd	石英閃緑岩
中生代	横河川変成岩	Md	変質はんれい岩・変質輝緑岩
		Sc	緑色片岩・黒色片岩



※地下水水位標高は平成 30 年 12 月時点。
 ※地質断層は地質境界から推定される断層。

図 11.6.2.16 実施区域の地質断面及び地下水位（縦横比 10:1）

エ) PS 検層

PS 検層の結果は、図 11.6.2.17～図 11.6.2.19 に示すとおりです。P 波は 370～1,850m/s、S 波は 90～840m/s であり、深度が深くなるに従い速度が増す傾向でした。

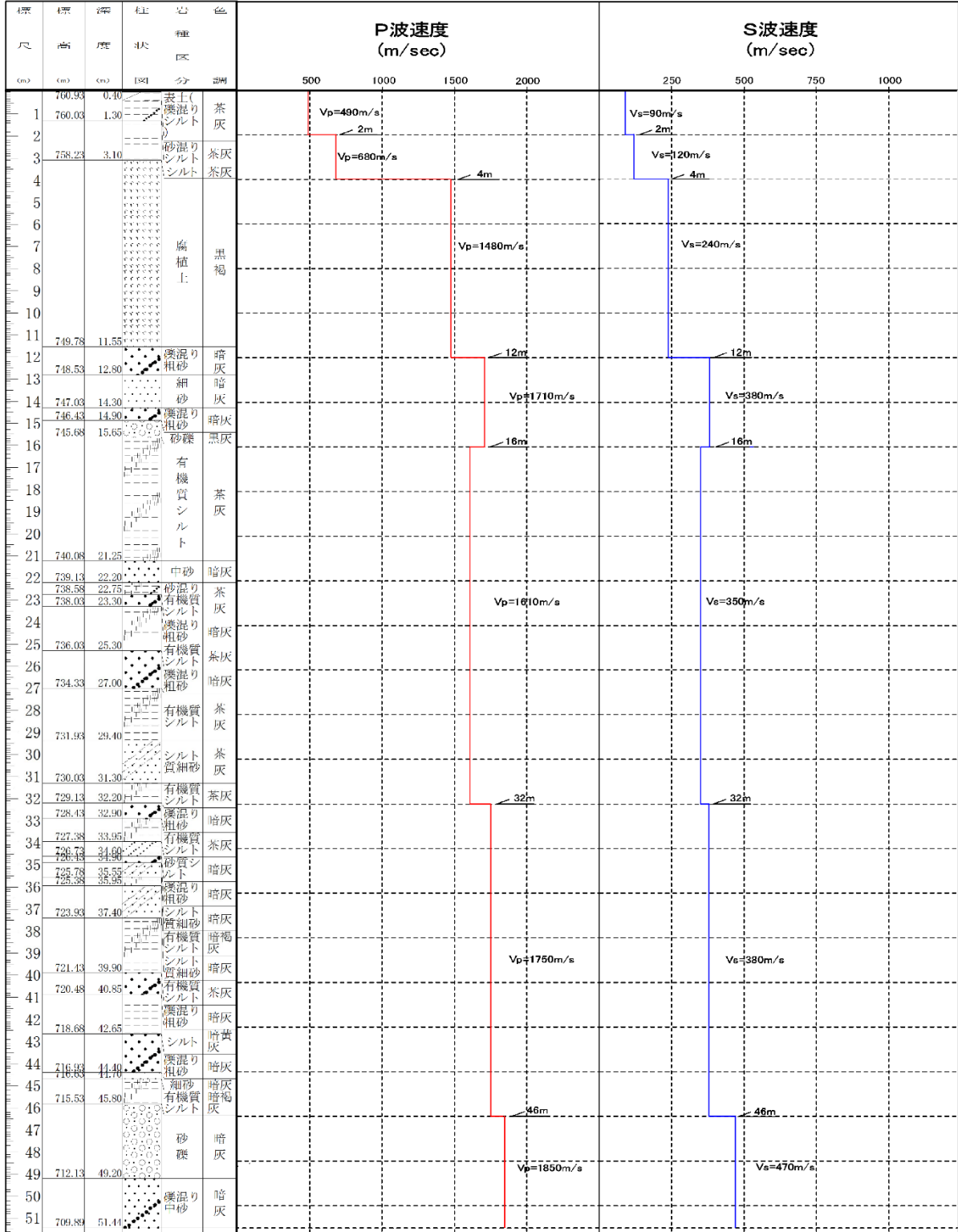


図 11.6.2.17 W1 の孔 PS 検層の調査結果

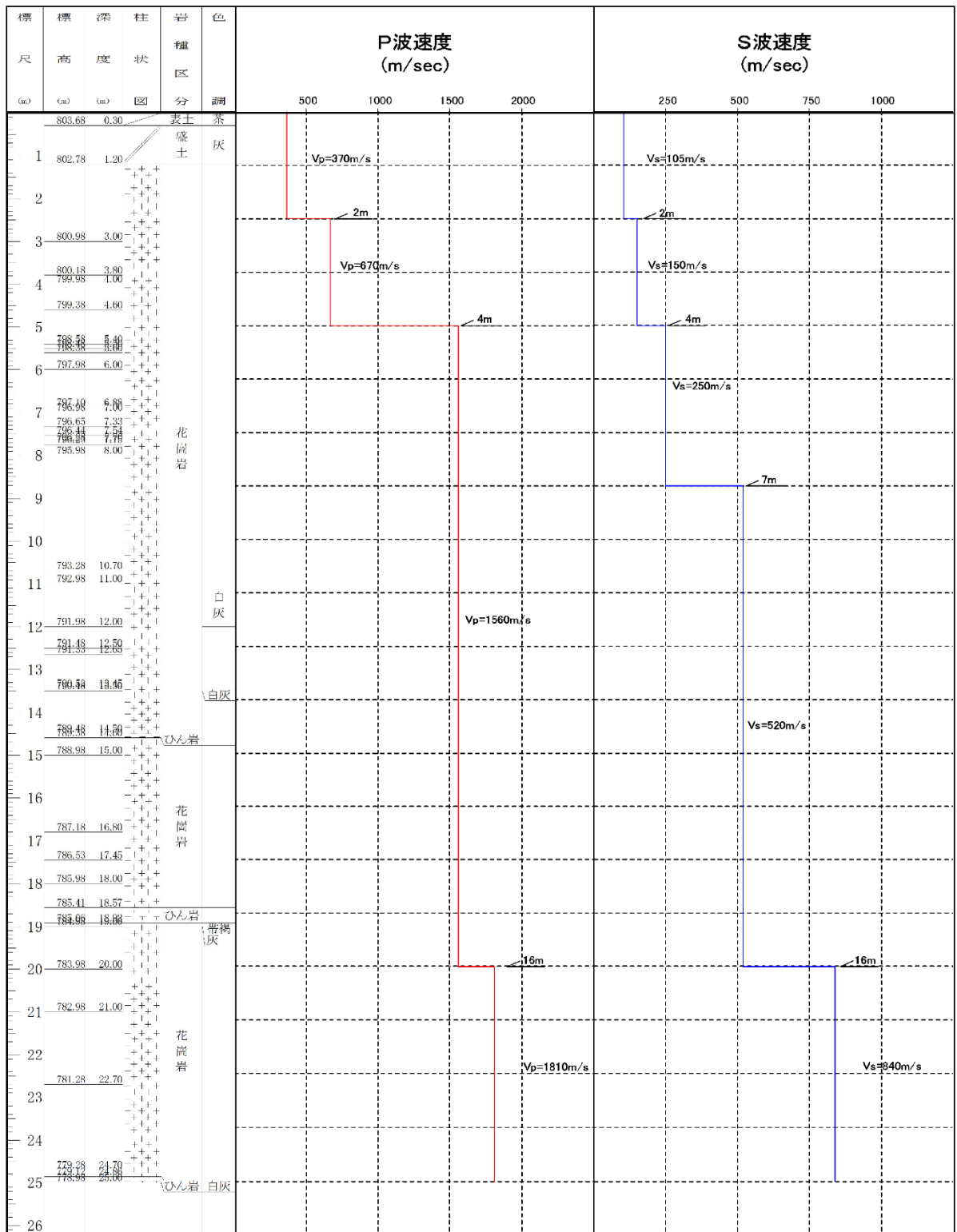


図 11.6.2.18 W3 孔の PS 検層の調査結果

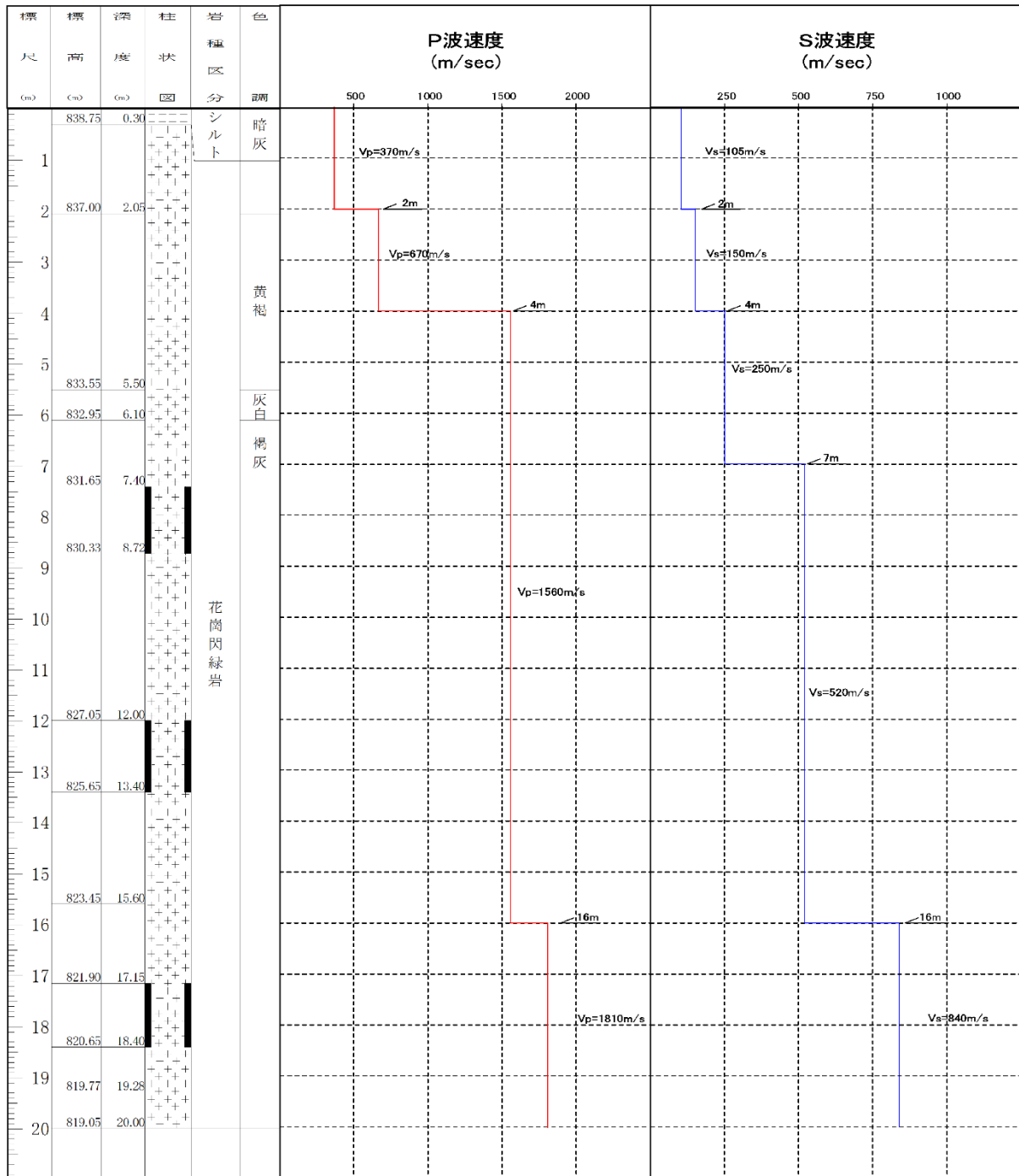


図 11.6.2.19 W12 孔の PS 検層の調査結果

オ) 透水試験

地山の透水性を把握するため、透水試験を行いました。試験により得られた地質毎の透水係数は、表 11.6.2.10 に示すとおりです。

試験は、土砂状部（堆積物）で $10^{-4} \sim 10^{-7} \text{m/sec}$ オーダー、岩盤部で一部 10^{-3}m/sec オーダーが確認されましたが、主に $10^{-5} \sim 10^{-8} \text{m/sec}$ オーダーの透水係数が得られ、岩盤部の透水性が小さい傾向が見られました。

表 11.6.2.10 地質毎の透水係数一覧

時代	地質名	記号	土質・岩種区分	地点名	透水係数 (m/sec)		
新生代	完新世	岩屑堆積物・ 谷底堆積物	d t	玉石混じり砂礫・ 礫混じり土砂	-	-	
		扇状地堆積物	f d	玉石混じり砂礫	-	-	
		沖積堆積物（湖沼性）	p	泥炭・砂・砂礫	W1、W2	$3.42 \times 10^{-4} \sim 9.17 \times 10^{-6}$	
		沖積堆積物（河川段丘）	al	玉石混じり砂礫	W7	2.06×10^{-5}	
	第四紀	更新世	低位段丘堆積物	Tr3	玉石混じり砂礫・ 砂礫・砂	W13	7.99×10^{-7}
			中位段丘堆積物	Tr2	玉石混じり砂礫・ 砂	-	-
			高位段丘堆積物	Tr1	玉石混じり砂礫・ 砂	-	-
		更新世	霧ヶ峰火山岩類	Kan	安山岩	-	-
				Ktb	凝灰角礫岩	-	-
			塩嶺火山岩類	Ean	安山岩	W16	1.02×10^{-6}
	新第三紀	中新世	深成岩類	Gr	花崗岩	W3、W12	$5.11 \times 10^{-6} \sim 1.78 \times 10^{-7}$
				Qd	石英閃緑岩	-	-
				Md	変質はんれい岩・ 変質輝緑岩	W14	1.69×10^{-5}
	中世代	横河川変成岩	Sc	緑色片岩・黒色片岩	-	-	

カ) 電気伝導率

水道の水源、酒蔵群の水源、温泉源泉、湧水及びボーリング観測孔の電気伝導率の調査結果は、図 11.6.2.20 に示すとおりです。

水道の水源、酒蔵群の水源、湧水、ボーリング観測孔の電気伝導率は 100mS/m 以下でした。一方で温泉源泉は、50～200mS/m 程度と、その他に比較して明らかに高い状況でした。

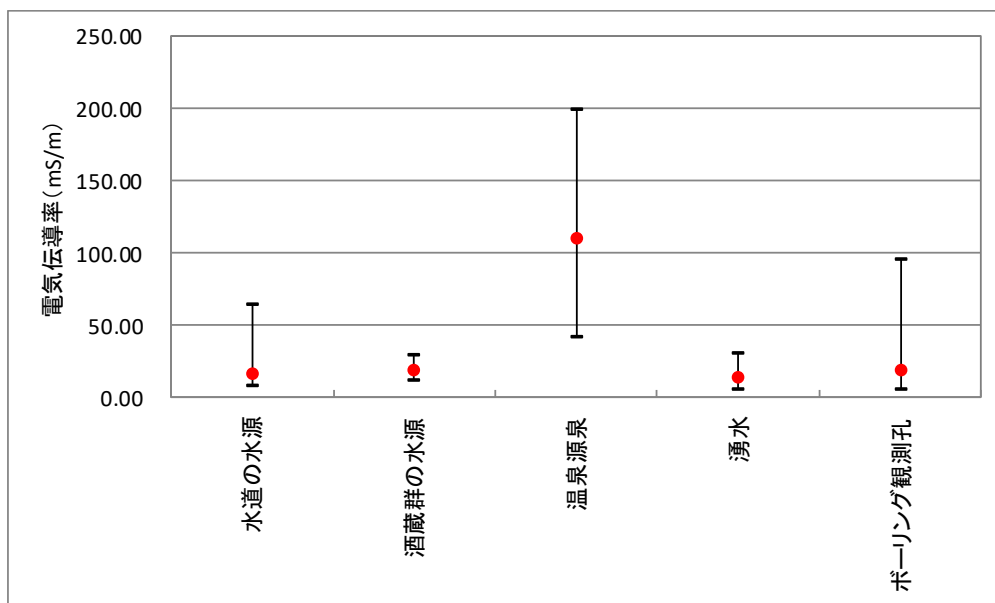


図 11.6.2.20 電気伝導率の測定結果

キ) 角間川の状況

角間川の流量・水温の調査結果は、図 11.6.2.21 に示すとおりです。特に水温が地点 6 と地点 7 付近で大きな変化を示しました。この付近には図 11.6.2.15 に示したとおり活断層が横断します。

水質調査（イオン）の調査結果は、図 11.6.2.22 に示すとおりです。

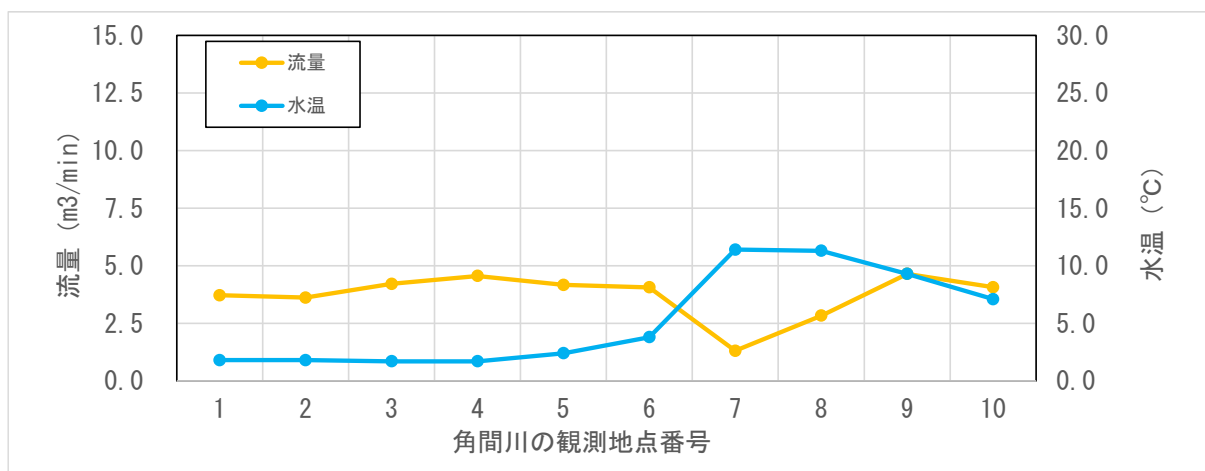


図 11.6.2.21 角間川の流量・水温の調査結果

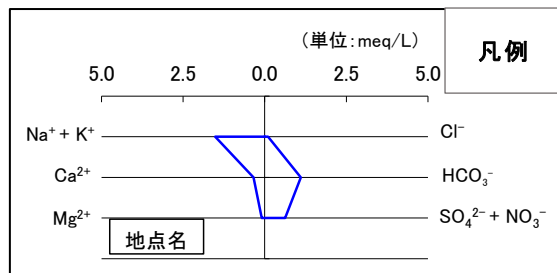
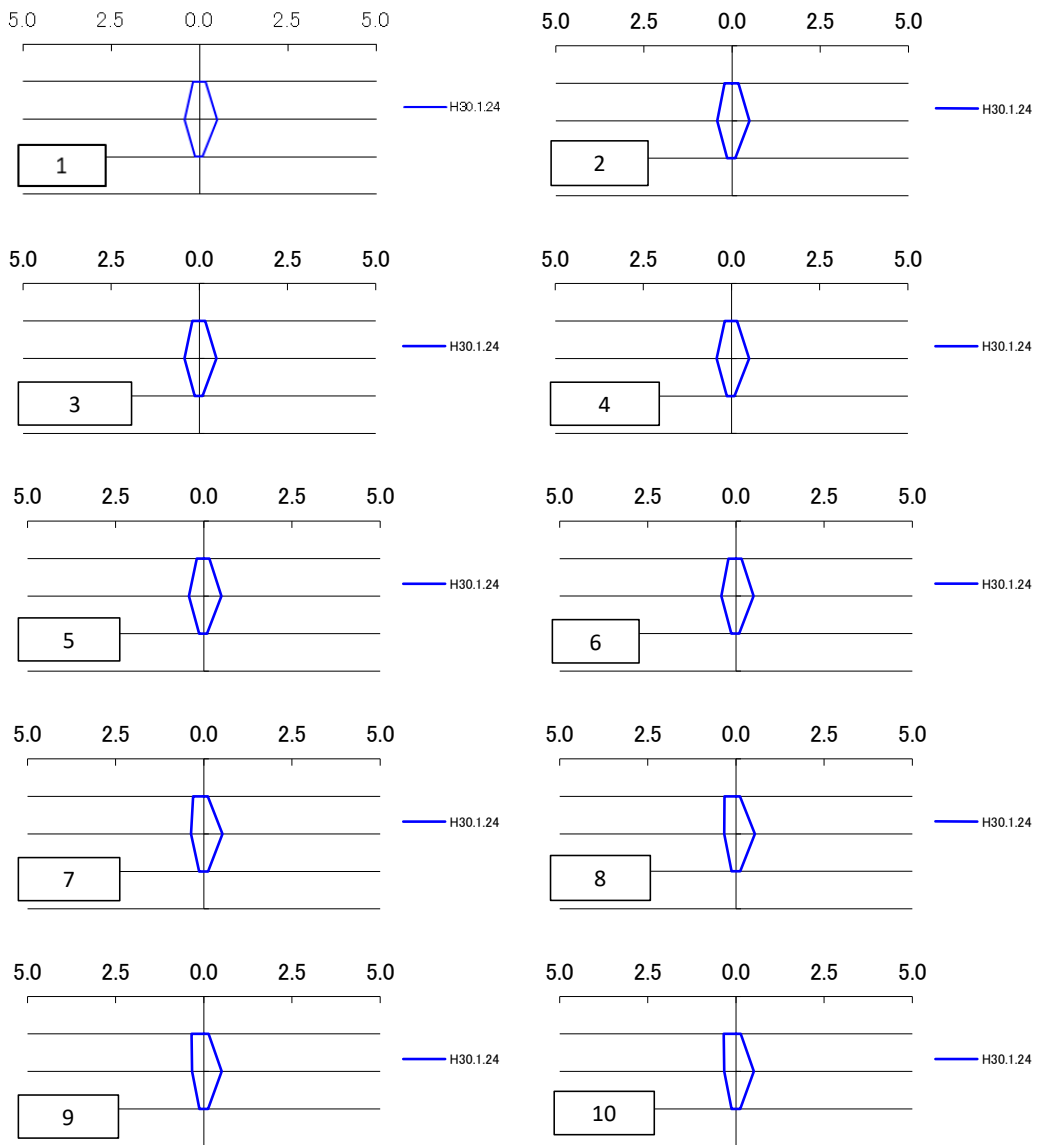


図 11.6.2.22 角間川の水質調査（イオン）の調査結果

ウ. 温泉源泉の状況

温泉源泉は、実施区域と諏訪湖の中間の山裾及び低地を主体に多数存在しています。温泉源泉は調査区域において93地点確認されました。

ア) 温泉源泉の使用状況及び井戸の深度

確認された温泉源泉について、既存資料調査を行いました。

温泉源泉の使用状況は表 11.6.2.11に、温泉源泉の井戸の深度は表 11.6.2.12に示すとおりです。

表 11.6.2.11 温泉源泉の使用状況

[単位：箇所]

区分	茅野市	諏訪市	下諏訪町
使用	2	51	19
休止	0	10	11
小計	2	61	30

出典：諏訪市水道局温泉係、下諏訪町下水道温泉管理係、下諏訪町下諏訪財産区への聞き取り調査結果

表 11.6.2.12 温泉源泉の井戸の深度

[単位：箇所]

区分	茅野市	諏訪市	下諏訪町
100m未満	0	13	10
200m未満	0	16	4
300m未満	0	5	5
400m未満	0	1	1
500m未満	0	7	2
1000m未満	0	4	2
1000m以上	0	2	5
不明	2	13	1
小計	2	61	30

出典：諏訪市水道局温泉係、下諏訪町下水道温泉管理係、下諏訪町下諏訪財産区への聞き取り調査結果

イ) 温泉源泉の温度の特徴

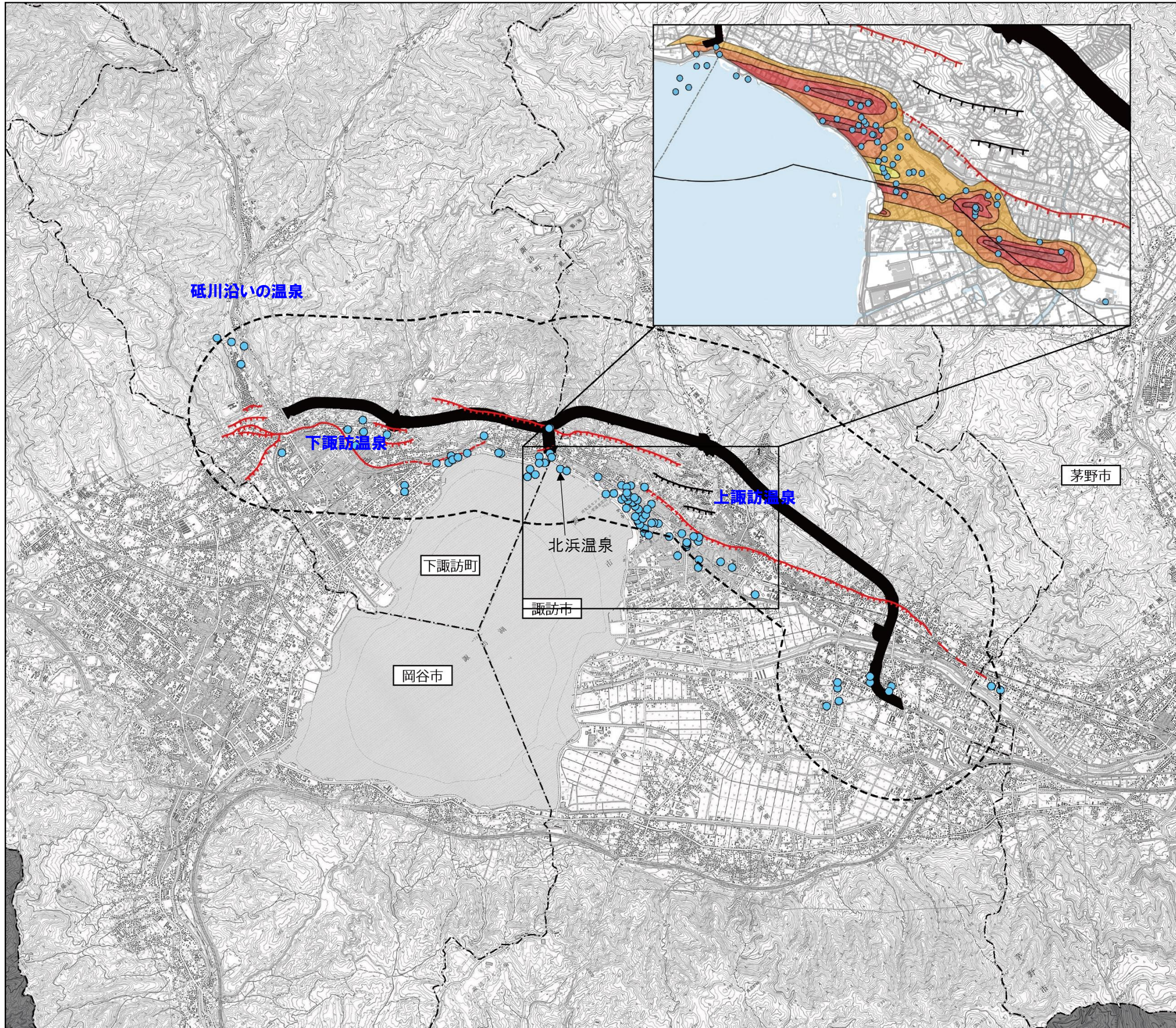
実施区域付近の活断層、温泉、水温コンター図は図 11.6.2.23 に、諏訪市北浜温泉柱状図と温度検層結果は図 11.6.2.24 に示すとおりです。

実施区域及びその周辺の温泉源泉は、その分布地区及び水質等の特性により、「砥川沿いの温泉」、「下諏訪温泉」、「上諏訪温泉」の3つに区分できます。

「下諏訪温泉」、「上諏訪温泉」の温泉源泉位置を活断層位置に重ねると、温泉源泉は、概ね活断層に沿って分布していることがわかります。さらに、昭和33年に「上諏訪温泉」で測定された水温コンターは、高温帯が断層線の方角と同じ北北西-南南東に伸びており、熱源供給の割れ目の存在を示しているとされています（「諏訪の自然誌 地質編」（昭和50年3月 諏訪教育会））。

また、「諏訪の自然誌 陸水編」（昭和57年3月 諏訪教育会）によると、「上諏訪温泉」は深部ほど高温となり、塩嶺火山岩類と花崗岩類では水温が80℃以上となっているところもあります。

図 11.6.2.23 実施区域付近の活断層、温泉
水温コンター図

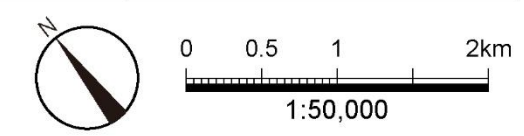


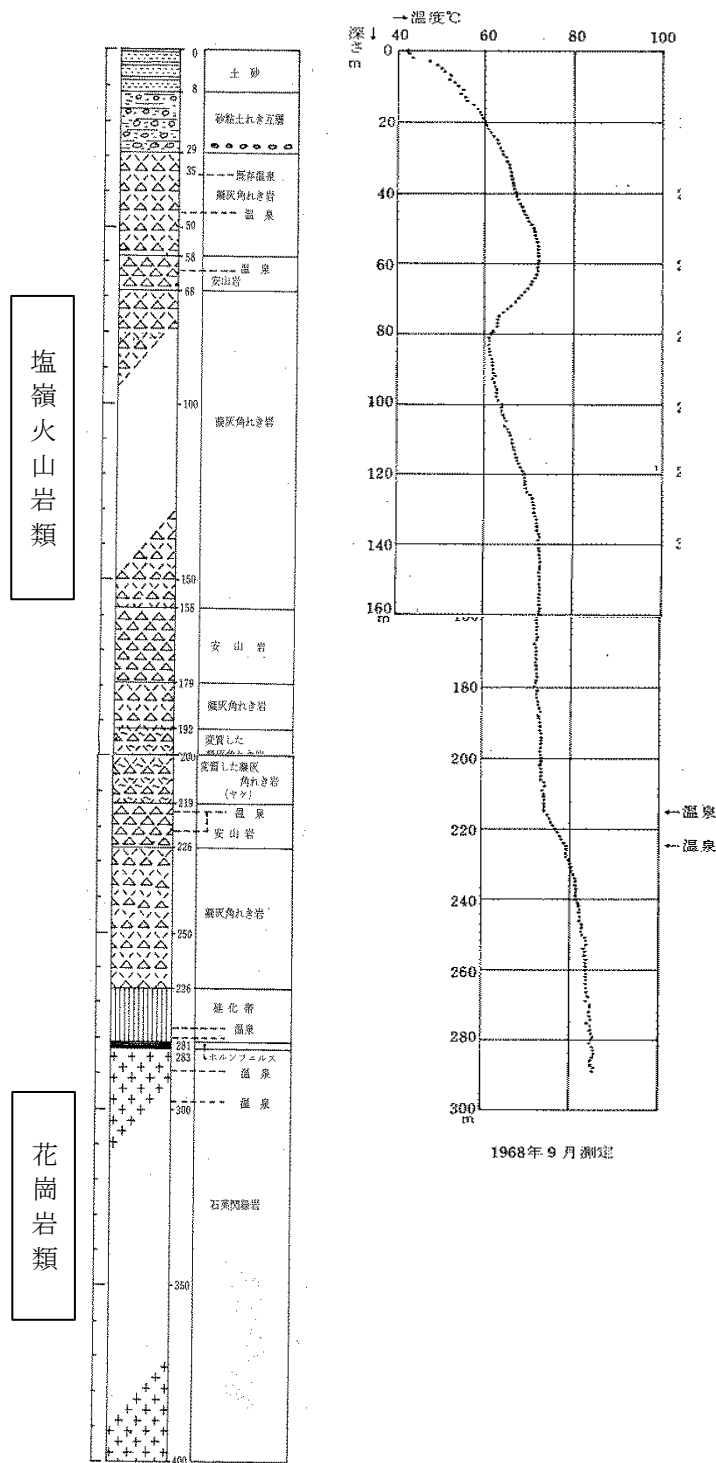
記号	名称
●	温泉源泉
—	活断層
- - -	活断層 (位置やや不明確)
- · - · -	活断層 (伏在部)
—	推定活断層
■ (light yellow)	～ 50℃
■ (yellow)	50 ～ 60℃
■ (orange)	60 ～ 70℃
■ (red)	70 ～ 80℃
■ (dark red)	80℃～

出典：「活断層詳細デジタルマップ〔新編〕」
 (平成30年3月 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高)
 「源泉の名称及び住所の一覧」
 (平成25年10月 諏訪保健福祉事務所食品・生活衛生課生活衛生係)
 「下諏訪町建設水道課資料」
 (令和元年5月 下諏訪町建設水道課)
 「諏訪の自然史 地質編」(昭和50年3月 諏訪教育会)

○:調査地域 (方法書の段階の実施区域から1kmの範囲)

記号	名称
—	都市計画対象道路事業実施区域
- - -	行政界
■ (grey)	調査対象外





出典：「諏訪の自然誌_地質編」（昭和50年3月 諏訪教育会）
 図 11.6.2.24 諏訪市北浜温泉柱状図と温度検層結果

ウ) 温泉源泉の泉質の特徴

「砥川沿いの温泉」、「下諏訪温泉」、「上諏訪温泉」の泉質の特徴は、表 11.6.2.13 に示すとおりです。

長野県諏訪保健福祉事務所、諏訪市水道局温泉係、下諏訪町下水道温泉管理係、下諏訪町下諏訪財産区から入手した温泉分析書に基づく具体的なイオン組成の特徴は、後述の図 11.6.2.32 に示すとおりです。

表 11.6.2.13 温泉源泉の特徴

項目	砥川沿いの温泉	下諏訪温泉	上諏訪温泉
水温	泉温低い	砥川沿いよりも高く上諏訪温泉よりも低い	高温
pH	酸性	中性～弱アルカリ性	浅井戸は中性 深井戸は弱アルカリ性
イオン	鉄イオン、硫酸イオンが多い (Ca-Cl 型)	ナトリウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオンが多い (Na-Cl 型と Ca-SO ₄ 型)	ナトリウムイオン、塩化物イオンが多い (Na-Cl 型)

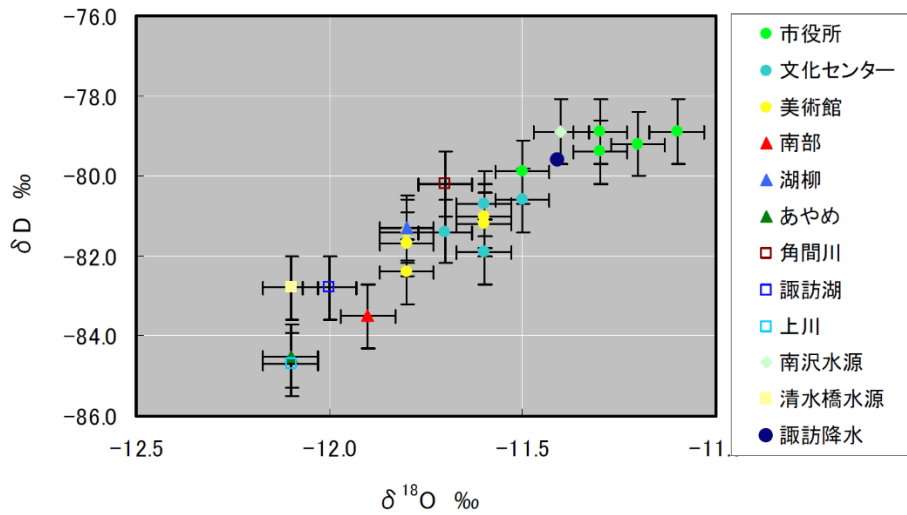
出典：「諏訪の自然誌 陸水編」(昭和 57 年 3 月 諏訪教育会)の記載内容を抜粋して表として記載

エ) 既存資料調査における温泉水等の流動メカニズム

既存調査資料による諏訪地域の酸素・水素安定同位体比は、図 11.6.2.25 に示すとおりです。諏訪市美術館（深度 100m）、諏訪市文化センター（深度 100m）及び諏訪市役所（深度 100m）の井戸の酸素・水素安定同位体比は相対的に高いのに対し、諏訪湖、南部温泉、あやめ源泉そして角間川上流の清水橋水源の酸素・水素安定同位体比は相対的に低く、諏訪市美術館、諏訪市文化センター、諏訪市役所の水は比較的標高が低い降水に由来し、諏訪湖、南部温泉、あやめ源泉、清水橋水源は標高が高い降水に由来する水であることが示されています。

また、地下水年代（どのくらい前に降った雨で形成された地下水か）についても、表流水の滞留時間は短く、深層水の滞留時間は表流水の滞留時間より長いとされています。

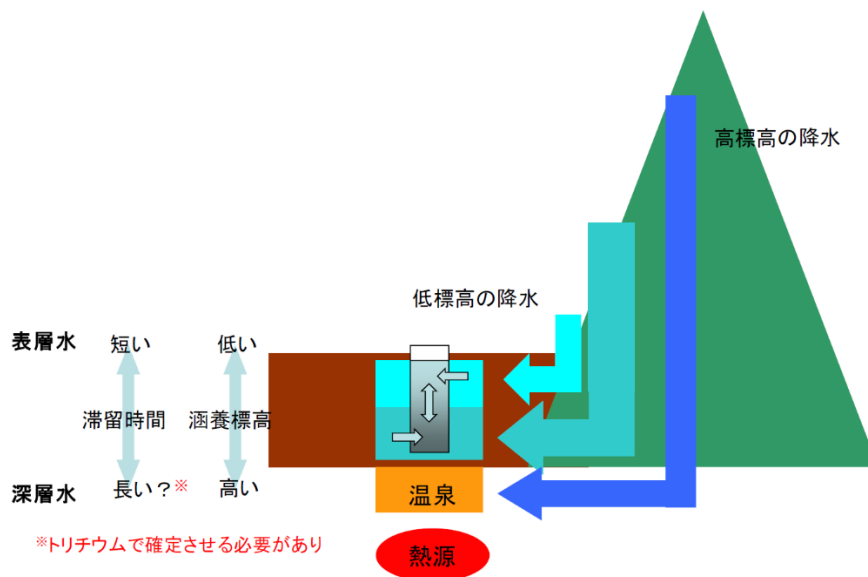
既存調査資料による諏訪地域の水循環は、図 11.6.2.26 に示すとおりです。同図によれば、深い温泉源泉等は標高が高い降水に由来し、より深部を流下するため、その滞留時間も長く、浅い地下水は標高が低い降水に由来し、流動経路も浅く短いため、その滞留時間も短いとされています。



注：図中エラーバーは測定精度。

出典：「諏訪市における地下熱の賦存量及び分布、地層の熱交換特性把握事業」（平成 26 年 諏訪市）

図 11.6.2.25 酸素 ($\delta^{18}\text{O}$) 水素 (δD) 安定同位体比結果



出典：「諏訪市における地下熱の賦存量及び分布、地層の熱交換特性把握事業」（平成 26 年 諏訪市）

図 11.6.2.26 既存資料調査による諏訪地域の水循環図

■用語の説明■

トリチウム：地下水中に含まれる放射性物質のことで、地下水のトリチウム濃度と、現在の雨のトリチウム濃度と比較することにより、地下水の年齢を知ることができる。

滞留時間：地下水が地中に留まっている時間。

オ) 温泉源泉の水質

温泉源泉は調査区域において 93 地点確認されました。そのうち、上諏訪、下諏訪及び砥川の各地区から、代表的な泉質を示す 5 地点を選定し水質調査（イオン）を行いました。

水質調査（イオン）の調査結果は、図 11.6.2.27 に示すとおりです。

なお、温泉源泉の電気伝導率は、前述の図 11.6.2.20 に示すとおりです。

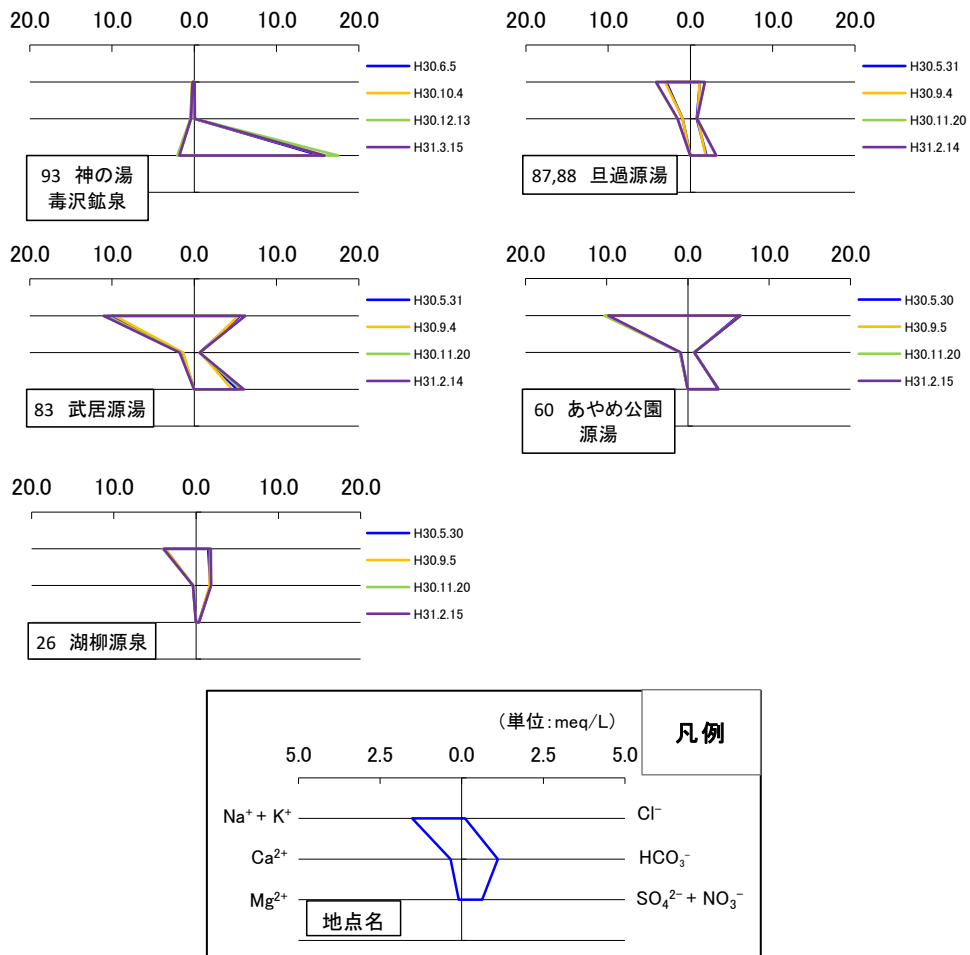


図 11.6.2.27 温泉源泉の水質調査（イオン）の調査結果

エ. 広域的な地下水流動について

図 11.6.2.26 に示すとおり、当該地の地下水は深いほど遠くの高標高の降水を起源にすると考えられています。

また、図 11.6.2.31 及び図 11.6.2.32 に示すとおり、地下水観測孔の地下水と温泉源泉の（地下水の）水質は明らかに異なります。さらに、図 11.6.2.31 中の湧水 10（地蔵寺）と霧ヶ峰水源群の水質は、地下水観測孔の地下水と類似するものの、ナトリウムイオン成分（Na）が相対的に多いことに加え、図 11.6.2.16 に示すとおり、湧水 10（地蔵寺）に近接する W5 と W6 地下水観測孔の地下水位は、実施区域よりも深く、その他の地下水観測孔の地下水と比較して地中での滞留時間が長く深い地下水と考えられます。

以上のことから、実施区域及びその周辺の地下水は、「山地深層地下水」「山地地下水」「山裾地下水」の 3 つに区分されると考えられます。各地下水の特徴は表 11.6.2.14 に、広域地下水流動概念図は図 11.6.2.28 に示すとおりです。

表 11.6.2.14 各地下水の特徴

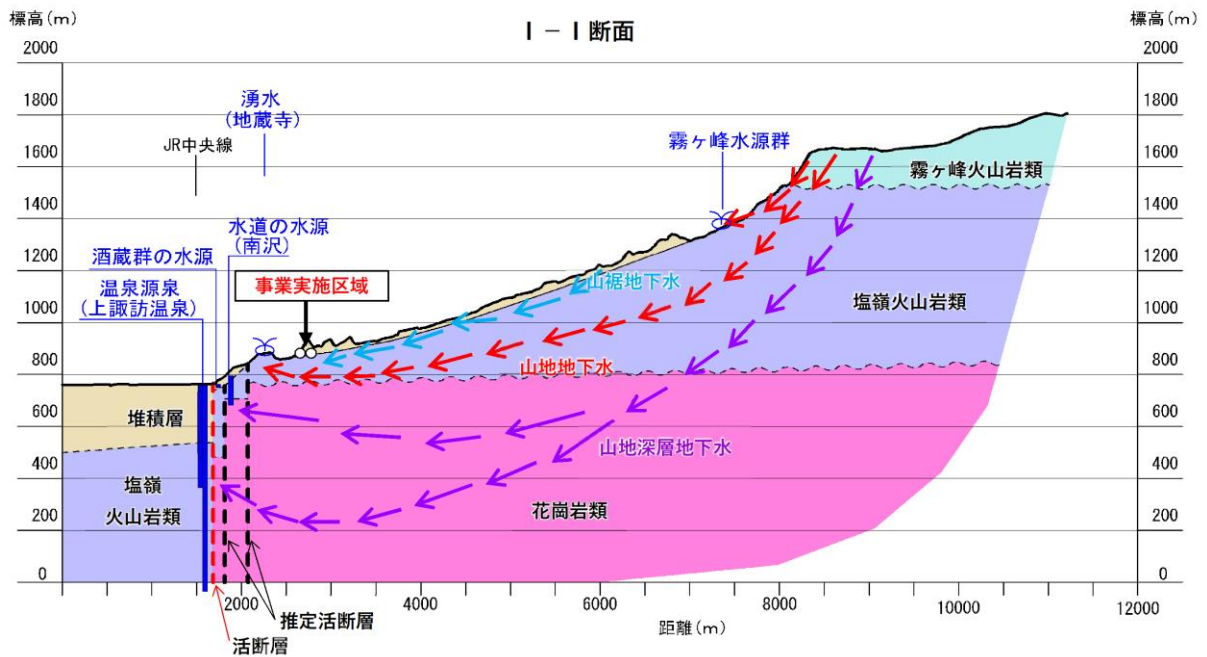
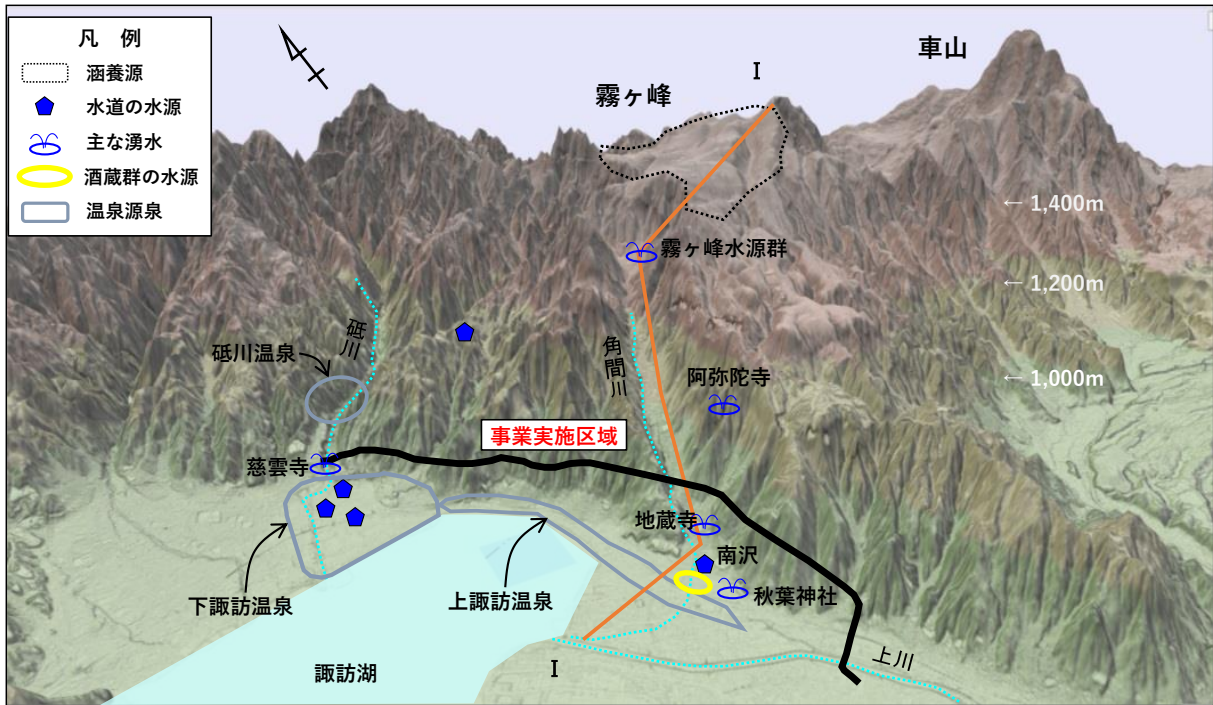
山地深層地下水	主な対象	温泉源泉
	特徴	霧ヶ峰地域を涵養源として、涵養後に深い深度を流下し、霧ヶ峰火山活動により温められた花崗岩類を流下する過程で昇温し、諏訪市街地の活断層部で湧出すると考えられます。地形的な分水界を越えた集水域を持つ地下水と考えられます。
	実施区域との関連性	実施区域よりも深い深度を流動し、実施区域には関連しない地下水と考えられます。
山地地下水	主な対象	霧ヶ峰水源群、地蔵寺湧水、水道の水源
	特徴	山地深層地下水と同様、霧ヶ峰地域を涵養源として、一部は高標高部で湧水として、一部は浸透して山裾部で湧水として湧出する地下水と考えられます。山地深層地下水と同様、地形的な分水界を越えた集水域を持つ地下水と考えられます。
	実施区域との関連性	実施区域よりも深い深度を流動し、実施区域には関連しない地下水と考えられます。ただし、地蔵寺では、実施区域と関連性のある山裾地下水の一部混入が考えられます。
山裾地下水	主な対象	阿弥陀寺湧水、実施区域近傍地下水*
	特徴	河川からの伏流水と比較的近傍の低標高部に降った雨水を涵養域とし、山裾からの湧水及び表層地下水として存在する地下水と考えられます。
	実施区域との関連性	実施区域に近く、実施区域と関連性が強い地下水と考えられます。

※：地下水観測孔の地下水

注：山地深層地下水、山地地下水、山裾地下水は、地下水を区分するために本調査により定義したもの

■用語の説明■

涵養：雨水等が地下に浸透して帯水層に水を供給すること。



注：本概念図は既存資料調査及び現地調査により作成した現段階での想定図であり、今後の調査により変わる可能性がある。

図 11.6.2.28 広域地下水流動概念図（上段：鳥瞰図、下段：断面図）

2) 予測結果

(1) 予測の手法

道路（地表式又は掘割式、地下式）の存在、切土工等又は既存の工作物の除去及びトンネル工事の実施に係る地下水の予測は、事業計画及び調査結果に基づき、地下水位の水位及び温泉源泉に関する影響について、定性的に行いました。

ア. 水道の水源

予測は、水道の水源の位置、深度及び高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲と水道水源位置との位置関係から、水道の水源の水位に及ぼす影響について定行的に行いました。

イ. 酒蔵群の水源

予測は、酒蔵群の水源の位置、水質及び高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲と酒蔵群の水源の位置との位置関係から、酒蔵群の水源の水位に及ぼす影響について定行的に行いました。

ウ. 湧水

予測は、既存資料調査、現地調査による湧水の位置、水質、活断層を含めた地質構造と湧水位置との位置関係から、湧水の水量に及ぼす影響について定行的に行いました。

エ. 温泉源泉

予測は、既存資料調査による温泉源泉の位置、深度、活断層を含めた地質構造から、温泉源泉の水位に及ぼす影響について定行的に行いました。

なお、高橋の水文学的方法の方法は、図 11.6.2.29 に示すとおりです。

■用語の説明■

高橋の水文学的方法：地形条件からトンネルが地下水を集水する範囲を求める計算手法のこと。

高橋の方法

① 平均透水性 K_t の算出

関係河川の流域の形状特性から平均透水性を評価する。

$$K_t = R^2 / 6H_m$$

$$2R = A / L$$

$$H_m = \sum H_{1 \sim n} / 2n$$

A : 流域面積

L : 主流路長

流路の直線距離

R : 平均流路幅

H_m : 平均比高 (流路全体)

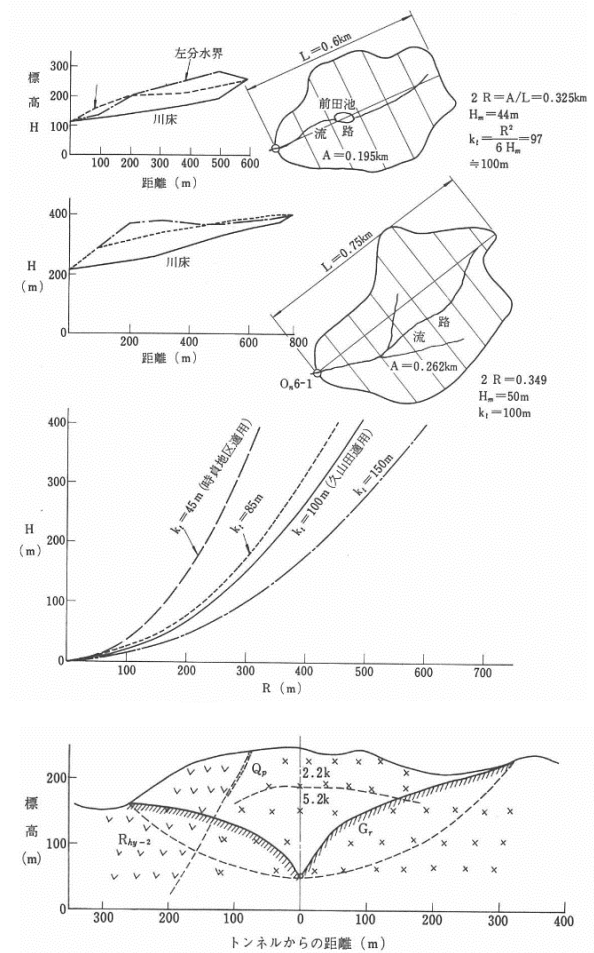
主流路を適当な長さに n 分割し、それぞれの位置における河床と左右の分水界との比高差の合計を $2n$ で割ったもの。

② 流出範囲の算出

前述の $K_t = R^2 / 6H_m$ より K_t を代入し、 H - R 曲線を作成する。

$$R = \sqrt{6HK_t}$$

トンネル横断毎にトンネル F.L と H - R 曲線の 0 点を合わせ、 H - R 曲線と地表面が交差する所を湧水影響圏と考える。



出典：「地下水ハンドブック」（平成 10 年 8 月 改訂地下水ハンドブック編集委員会）

図 11.6.2.29 水文学的方法の実施手順

(2) 予測地域及び予測地点

予測地域は、実施区域及びその周辺から約 1km としました。

予測地点は、水道の水源、酒蔵群の水源、湧水及び温泉源泉の各地点を選定しました。

(3) 予測対象時期

予測対象時期は、対象事業の実施により地下水への影響が予測される供用後及び工事中の時期としました。

(4) 予測結果

ア. 水道の水源

水道の水源は、調査範囲に 6 地点確認されました。これらのうち、1～3-2 は沖積低地内の深度 43～100m の井戸です。4 は承知川中流域の実施区域よりも上流側の岩盤からの湧水です。5 は岩盤から取水する深度 110m の井戸です。これらの 6 地点は、いずれも高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲外に位置し、広く大きな帯水層となる沖積層から取水する井戸（1～3-2）、実施区域の上流側に位置する岩盤中からの湧水（4）、実施区域の下流側に位置する山裾の深部を流動する山地地下水（5）から取水する深井戸です（図 11.6.2.33）。

よって、事業実施により水道の水源の水位はほとんど変化しないと予測されます。

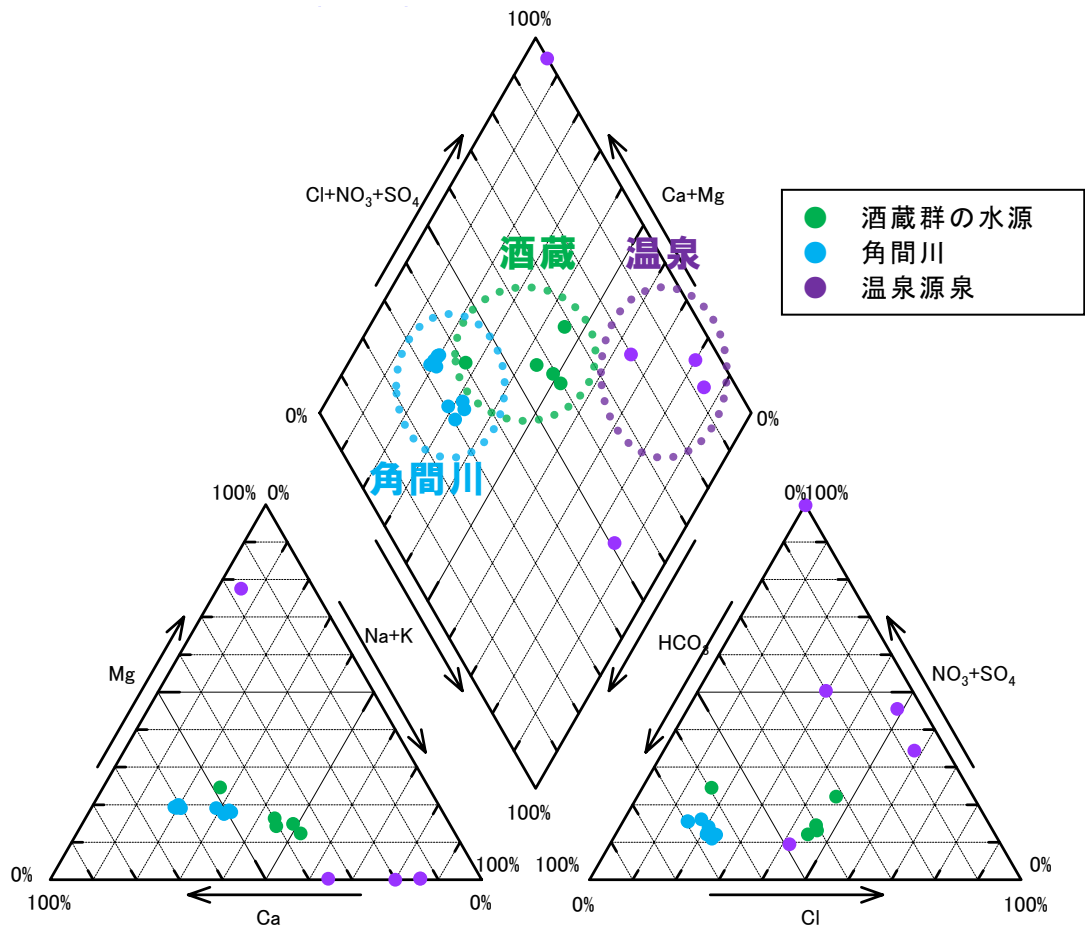
イ. 酒蔵群の水源

酒蔵群の水源は、いずれも高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲外に、角間川下流域の活断層隣接域に集中して 5 地点分布しています。これらはいずれも 8.0～15.9m の浅井戸で、沖積堆積物又は扇状地堆積物中から取水しているものと考えられます。また、酒蔵群の水源の水質は、図 11.6.2.30 のトリリニアードグラムに示すように、角間川と温泉源泉の中間的な水質を示しています。

さらに、角間川の水温を測定したところ、活断層の延長付近の地点 6 と 7 を境に（図 11.6.2.33）、平成 30 年 1 月の測定にも関わらず、河川水温が 10℃以上にまで上昇しました（図 11.6.2.21）。これは、この付近において、活断層から温度の高い地下水が供給されていることを示唆していると考えられます。

酒蔵群の水源は、いずれも浅井戸ですが、高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲外に位置します。その水質は、近傍を流下する角間川と活断層沿いに湧出する山地深層地下水の混合であると考えられます。角間川は橋梁で渡河され、山地深層地下水は実施区域よりも深部を流動すると考えられます（図 11.6.2.33）。

よって、事業実施により酒蔵群の水源の水位はほとんど変化しないと予測されま



注：酒蔵群の水源データ…1～5：平成 30 年 4 月 25 日
 角間川データ… 1～10：平成 30 年 1 月 24 日
 温泉源泉データ… 60,26：平成 30 年 5 月 30 日、87-88,83：平成 30 年 5 月 31 日、
 93：平成 30 年 6 月 5 日

図 11.6.2.30 酒蔵群の水源と角間川及び温泉源泉の水質の関係

ウ. 湧水

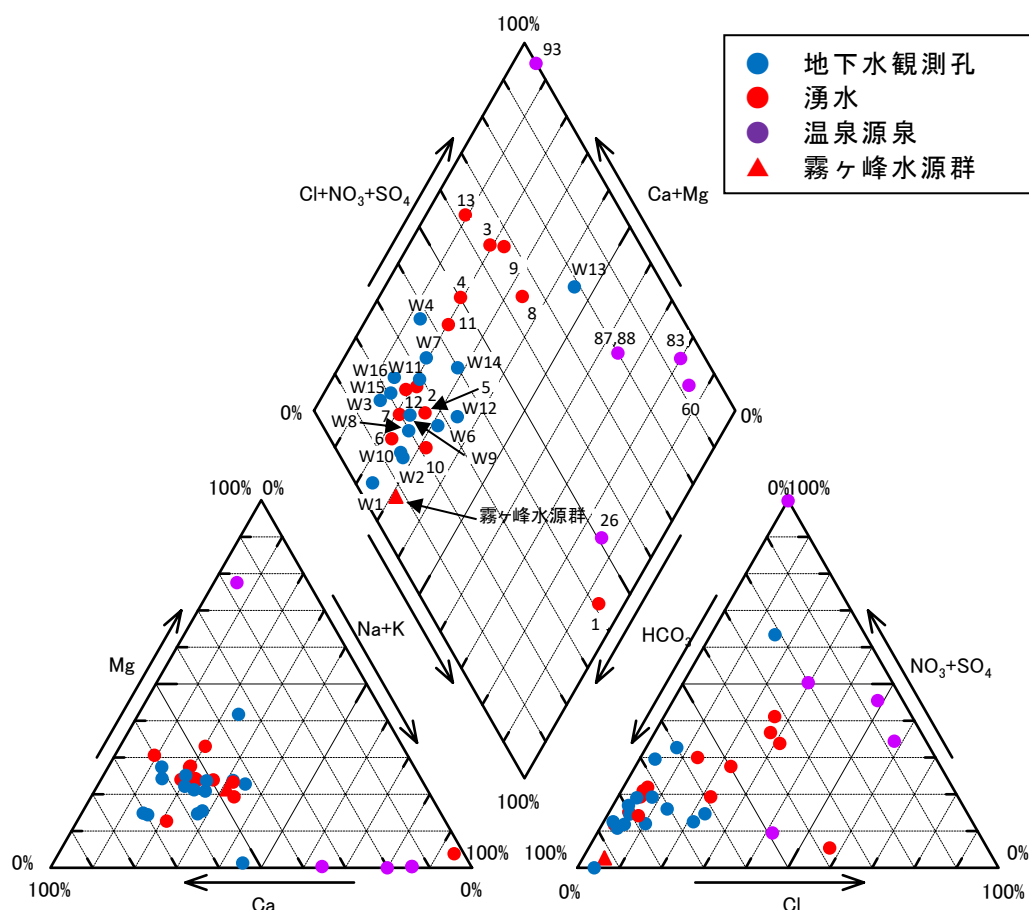
湧水は、調査範囲に 13 地点を確認し、湧水点は、1 及び 12 を除き山裾の活断層に近接する位置にあります。

また、湧水の水質は、図 11.6.2.31 のトリリニアードイアグラムに示すように、地下水観測孔の地下水に類似する水質である 2、4、5、6、7、10、11、12 と、温泉源泉に類似する水質である 1、両者の中間的な水質である 3、8、9、13 に区分されます。

湧水点は、ほとんどが活断層に近接する位置にありますが、その水質は地下水観測孔の地下水に類似するもの、温泉源泉に類似するもの、両者の中間的なものに区分されます。温泉源泉に類似する水質である 1 は地下水観測孔の地下水の水質とは異なるため、湧水の湧水量はほとんど変化しないと予測されます。また、地下水観測孔の地下水に類似するもの及び両者の中間的なもののうち、2 及び 12 は実施区域とは関連しない流域、3 は実施区域から 500m 以上離れた低地、8、9 は涵養域を橋梁で渡河する位置にあります。このため、事業実施により湧水の湧水量はほとんど変化しないと予測されます。

ただし、地下水観測孔の地下水に類似するもの及び両者の中間的なもののうち、4、5、6、7と角間川下流域の10と11及び13の湧水は実施区域の山裾側に位置し（図11.6.2.33）、湧水量が変化する可能性があるとして予測されます。

なお、地下水観測孔の水質は概ね同質ですが、その内W13（地下水観測孔）は、実施区域の山裾側の活断層に近接した位置にあるため、温泉源泉に近い水質となっています。



注：湧水データ… 6～9：平成30年9月18日、1～5平成30年9月19日
 13：平成30年9月20日
 12：平成30年8月29日、11：平成30年8月30日、
 10：平成30年12月13日
 温泉源泉データ… 60,26：平成30年5月30日、87-88,83：平成30年5月31日、
 93：平成30年6月5日
 地下水観測データ… W13,W14,W15,W16：平成30年9月18日、
 W1,W7,W8,W9,W10,W12：平成30年9月19日、W6：平成30年9月20日
 W2,W3,W4：平成30年9月20日、W11：平成30年10月23日

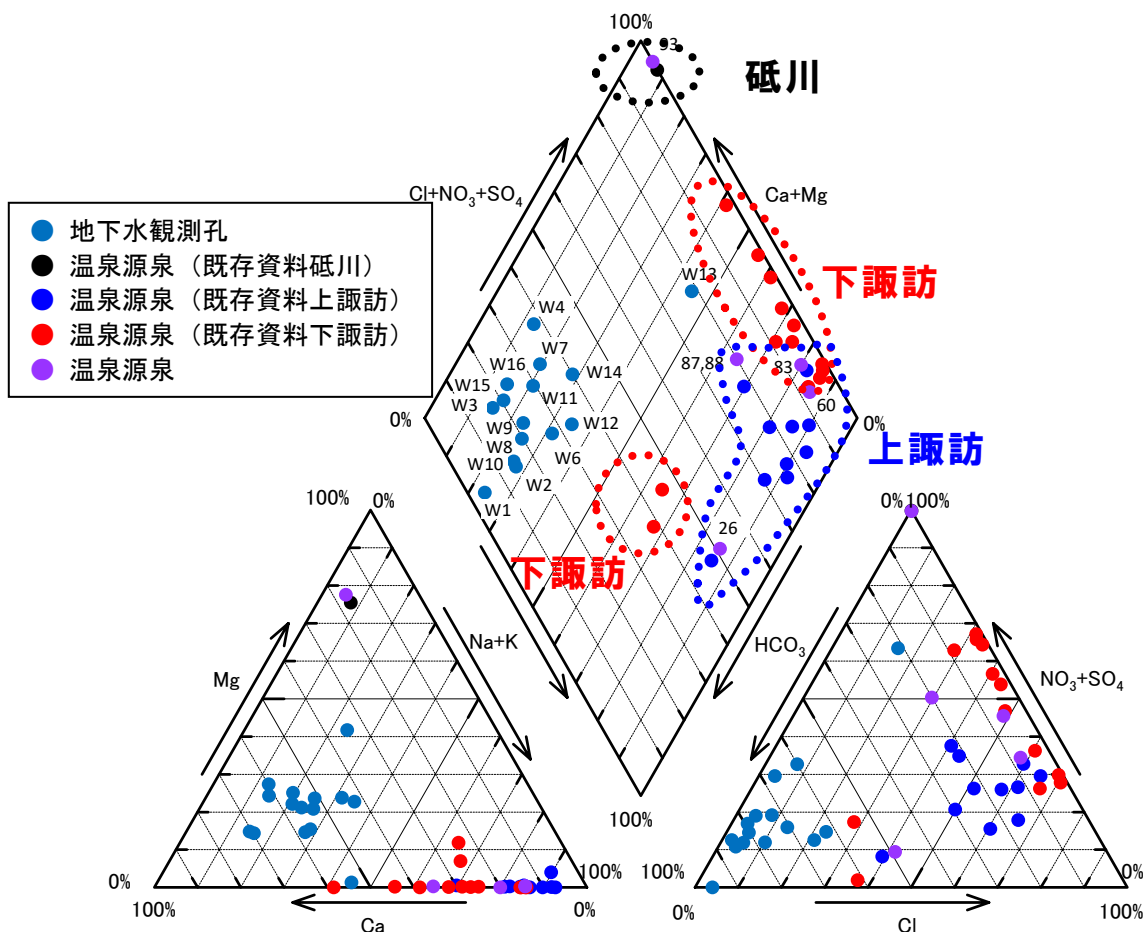
図 11.6.2.31 湧水と地下水観測孔の地下水及び温泉源泉の水質の関係

エ. 温泉源泉

温泉源泉は、図 11.6.2.23 に示したように、活断層に沿って分布しているものが多く、深部の花崗岩類等を熱源として、活断層に沿った割れ目から湧出していると考えられます。温泉源泉の水質は、図 11.6.2.32 に示すように、そのいずれも実施区域付近の地下水とは異なります。また、下諏訪町には実施区域近傍に温泉源泉が存在しますが、それらはいずれも 300~500m の深井戸です。上諏訪温泉には 100m 以下の温泉源泉が複数存在しますが、それらは実施区域から 500m 以上離れた位置にあります。

温泉源泉は、実施区域の後背山地で涵養された地下水が浸透し、実施区域よりも深部の花崗岩類で温められて活断層沿いの井戸から取水する山地深層地下水であると考えられます。温泉源泉の水質は実施区域付近の水質と明らかに異なります。

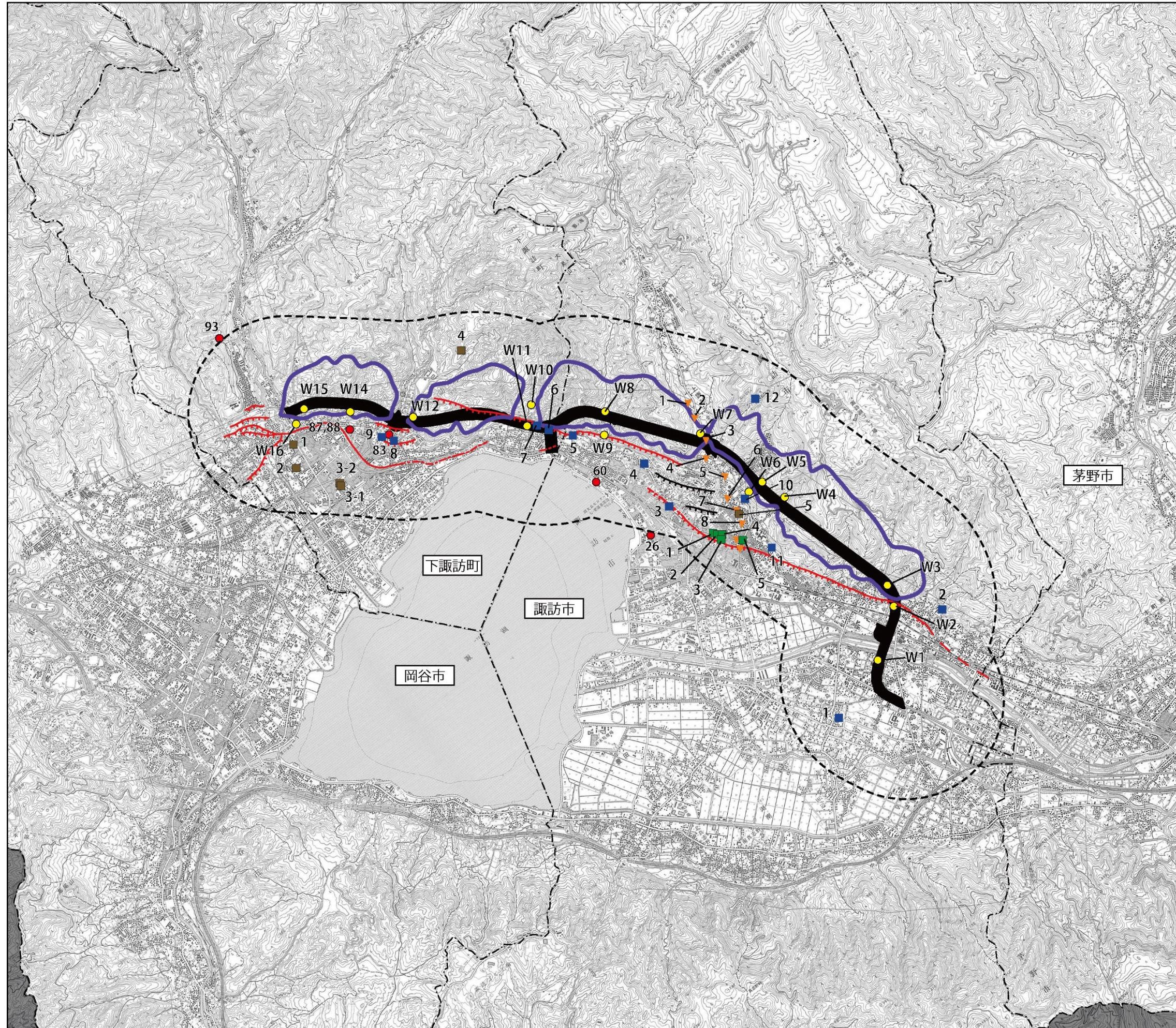
よって、事業実施により温泉源泉の水位はほとんど変化しないと予測されます。



注：地下水観測データ…W14, W15, W16：平成 30 年 9 月 18 日、
W1, W7, W8, W12：平成 30 年 9 月 19 日、
W2, W3, W4：平成 30 年 9 月 20 日、W11：平成 30 年 10 月 23 日
温泉源泉データ…60, 26：平成 30 年 5 月 30 日、87-88, 83：平成 30 年 5 月 31 日、
93：平成 30 年 6 月 5 日
温泉源泉既存資料…長野県諏訪保健福祉事務所、諏訪市水道局温泉係、
下諏訪町下水道温泉管理係から入手した温泉分析書

図 11.6.2.32 実施区域付近地下水及び温泉源泉の水質の関係

図 11.6.2.33 実施区域、高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲と水道水源、酒蔵群の水源及び湧水の関係図

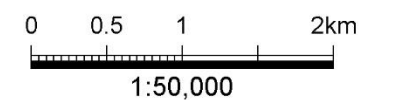


記号	名称
■	湧水
■	水道の水源
■	酒蔵群の水源
▽	角間川
●	温泉源泉 (水質調査)
●	地下水観測孔
—	高橋の水文学的方法によるトンネル集水範囲
—	活断層
—	活断層 (位置やや不明確)
—	活断層 (伏在部)
—	推定活断層

出典：「活断層詳細デジタルマップ [新編]」
 (平成30年3月 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高)
 「諏訪の自然史 陸水編」(昭和57年3月 諏訪教育会)
 「長野県統合型地理情報システム」
 (平成30年5月 長野県企画振興部情報政策課)
 「源泉の名称及び住所の一覧」
 (平成25年10月 諏訪保健福祉事務所食品・生活衛生課生活衛生係)
 「下諏訪町建設水道課資料」
 (令和元年5月 下諏訪町建設水道課)

○ : 調査地域 (方法書の段階の事業実施区域及びその端部から1kmの範囲)

記号	名称
—	都市計画対象道路事業実施区域
---	行政界
---	調査対象外



3) 環境保全措置の検討

(1) 環境保全措置の検討

予測結果より、道路（地表式又は掘割式、地下式）の存在、切土工等又は既存の工作物の除去、トンネル工事の実施に係る地下水の環境負荷を低減するための環境保全措置として、1案の環境保全措置を検討しました。

検討の結果、「観測修正法による最適な工法の採用」を採用します。

検討した環境保全措置の概要は、表 11.6.2.15 に示すとおりです。

表 11.6.2.15 環境保全措置の検討

環境保全措置	実施の適否	適否の理由
観測修正法による最適な工法の採用	適	工事の実施に伴う地下水の低下により、湧水の湧水量の減少が懸念されるため、工事前、工事中の地下水の状況を観測し、その結果を基に最適な施工方法を採用することで、影響を低減できることから本環境保全措置を採用する。

(2) 検討結果の検証

実施事例等により、環境保全措置の効果に係る知見は蓄積されていると判断されます。

(3) 検討結果の整理

環境保全措置に採用した「観測修正法による最適な工法の採用」の効果、実施位置、他の環境への影響について整理した結果は、表 11.6.2.16 に示すとおりです。

表 11.6.2.16 検討結果の整理

実施主体	国土交通省関東地方整備局	
実施内容	種類	観測修正法による最適な工法の採用
	位置	諏訪第二トンネル近傍の 4、5、6、7 の湧水及びその周辺 諏訪第一トンネル近傍の 10、11 の湧水及びその周辺 下諏訪第二トンネル近傍の 13 の湧水及びその周辺
環境保全措置の効果	工事前、工事中の地下水の状況を観測し、その結果を基に最適な施工方法を採用することで、影響を低減できる。	
効果の不確実性	なし	
他の環境への影響	動物、植物、生態系への影響が低減される。	

注：環境保全措置の具体化の検討時期は、工事の詳細な施工計画段階とし、専門家の意見や最新の技術指針等を踏まえて決定する。また、採用した施工方法については、その機能及び効果が継続的に維持されるよう適切な管理に努める。

4) 事後調査

(1) 事後調査の必要性

予測の手法は、事業計画及び調査結果に基づいて予測しており、予測の不確実性は小さいと考えられます。また、採用した環境保全措置も効果の不確実性は小さいと考えられます。しかし、「観測修正法による最適な工法の採用」の内容をより詳細なものにするため、詳細な工事計画策定後、関係機関及び専門家等の意見及び指導を得

ながら、ボーリング調査、各種物理探査や検層、その他各種調査により、実施区域及びその周辺の地下水と湧水との関係を明らかにして、環境影響評価法に基づく事後調査を実施します。

実施する事後調査の概要は、表 11.6.2.17 に示すとおりです。

表 11.6.2.17 事後調査の概要

調査項目	調査内容	実施主体
○地下水の水位 ○湧水の湧水量 ○トンネル内の湧水量 ○河川等の流量	○調査期間 工事前、工事中及び完成後 ○調査地域 4、5、6、7、10、11、13 の湧水及びその周辺 ○調査方法 地下水観測孔による地下水の水位の観測、湧水の流量の観測、トンネル内で発生する湧水量の観測、河川等の流量の観測	国土交通省関東地方整備局

(2) 事後調査結果により環境影響の程度が著しいことが判明した場合の対応

事後調査結果により、事前に予測し得ない環境上の著しい影響が生じたことが判明した場合は、事業者が関係機関と協議し、専門家の意見及び指導を得ながら、必要に応じて適切な措置を講じます。

(3) 事後調査結果の公表

事後調査結果の公表については、原則として事業者が行いますが、公表時期及び方法については、関係機関と連携しつつ適切に行います。

5) 評価結果

(1) 回避又は低減に係る評価

計画路線は、道路の計画段階において、改変量を極力抑えた計画としており、地下水への影響に配慮し、環境負荷の回避・低減を図っています。

また、環境保全措置として、「観測修正法による最適な工法の採用」を実施することで環境負荷を低減するとともに、環境保全措置の内容をより詳細なものにするため、詳細な工事計画策定後、関係機関及び専門家等の意見指導を得ながら、事後調査を実施します。なお、予測し得ない環境への著しい影響が生じたことが判明した場合は、事業者が関係機関と協議し、専門家の意見及び指導を得ながら、必要に応じて適切な措置を講じます。

このことから、環境影響は事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減されているものと評価します。