７－７．地盤沈下および地下水位低下

(1)現況調査

①　調査内容

A.既存資料調査

　対象事業実施区域および周辺地域の地盤および地下水位の状況を把握するため、以下の既存資料を収集・整理した。

・滋賀県「地下水汚染状況把握のための地盤・地象環境情報」（平成19年）

B.現地調査

1)周辺井戸調査

　対象事業実施区域の周辺３集落に対して井戸の有無、利用状況、構造等を戸別配布した用紙を郵送で回収するアンケート調査により把握した。

2)水位観測

　対象事業実施区域の周辺３集落に対して行ったアンケート調査結果から、各集落１箇所と試掘井戸１箇所、合計４箇所でデータロガーを用いた水位の連続観測を実施した。また連続観測を補完するため各集落１箇所、合計３箇所で触針式水位計による水位の観測を行った。調査を実施した期間は令和元年11月～令和２年12月である。

　また各集落で水位の観測が可能な井戸において年２回、水位の観測を行い、地下水位の標高から地下水の流れの方向を推定した。調査は令和元年10月と令和２年３月に実施した。

3)　揚水試験

　試掘井戸(No.4およびNo.8)を利用して、段階揚水試験および連続揚水試験を行い、取水対象層の水理定数を求めた。調査は令和２年１月18日～20日に実施した。

4)　地下水水源

　地下水の水源について検討するため、試掘井戸の水、周辺地域の井戸の水、河川水について、イオンバランスを分析した。調査は令和２年８月31日に実施した。

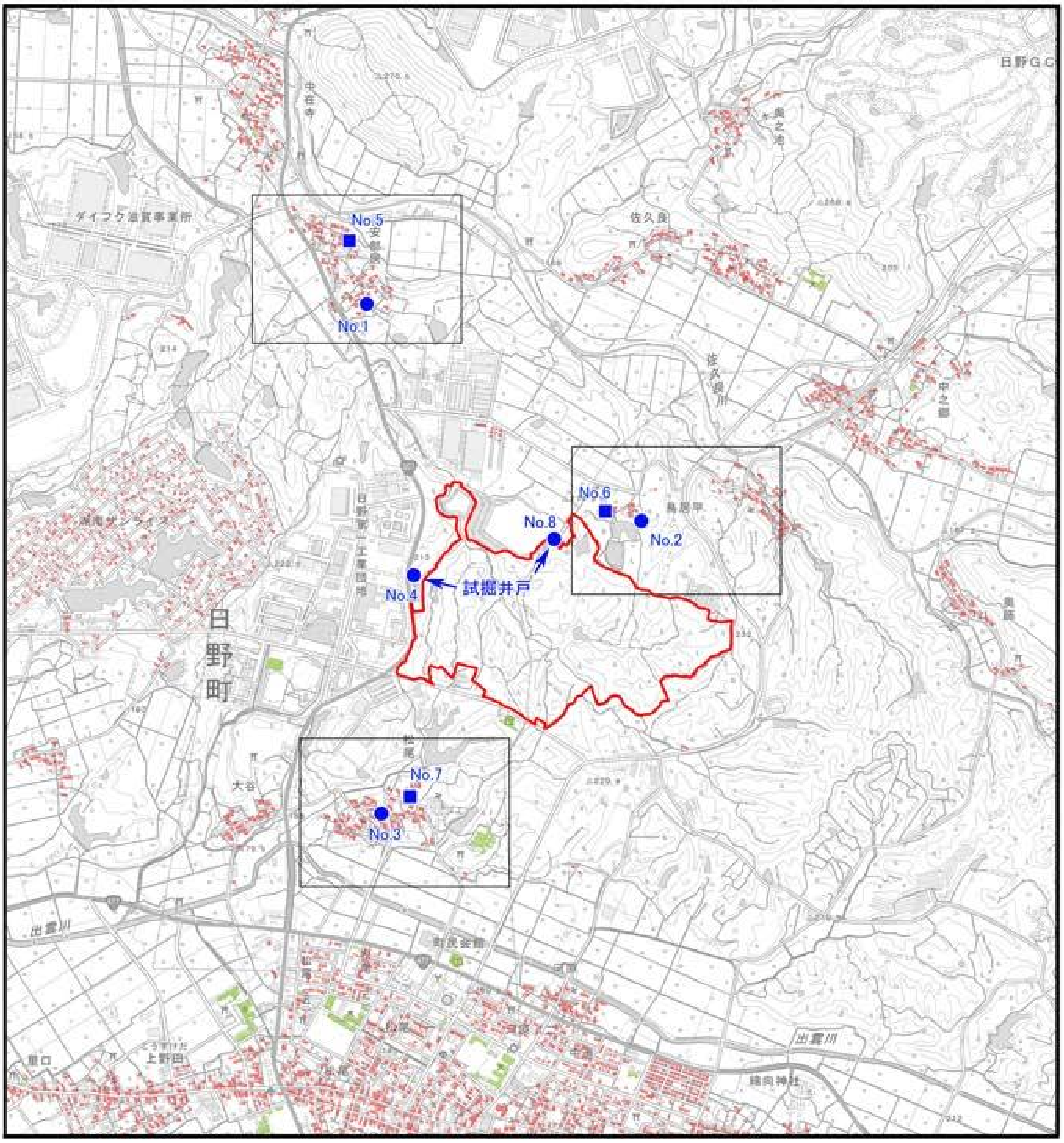
　現地調査地点を図７－７－１に示す。

②　調査結果

A.既存資料調査結果

　既存資料における地下水位の分布を図７－７－２に示す。

　これによると、対象事業実施区域およびその周辺の地下水位は、概ね北西方向に向かって低下しており、地形・地質の調査結果における地層の傾斜の方向に概ね整合している。



1：25,000

500m 0 500 1000

● 水位（連続測定）・水質調査地点

■ 水位（月１回測定）調査地点

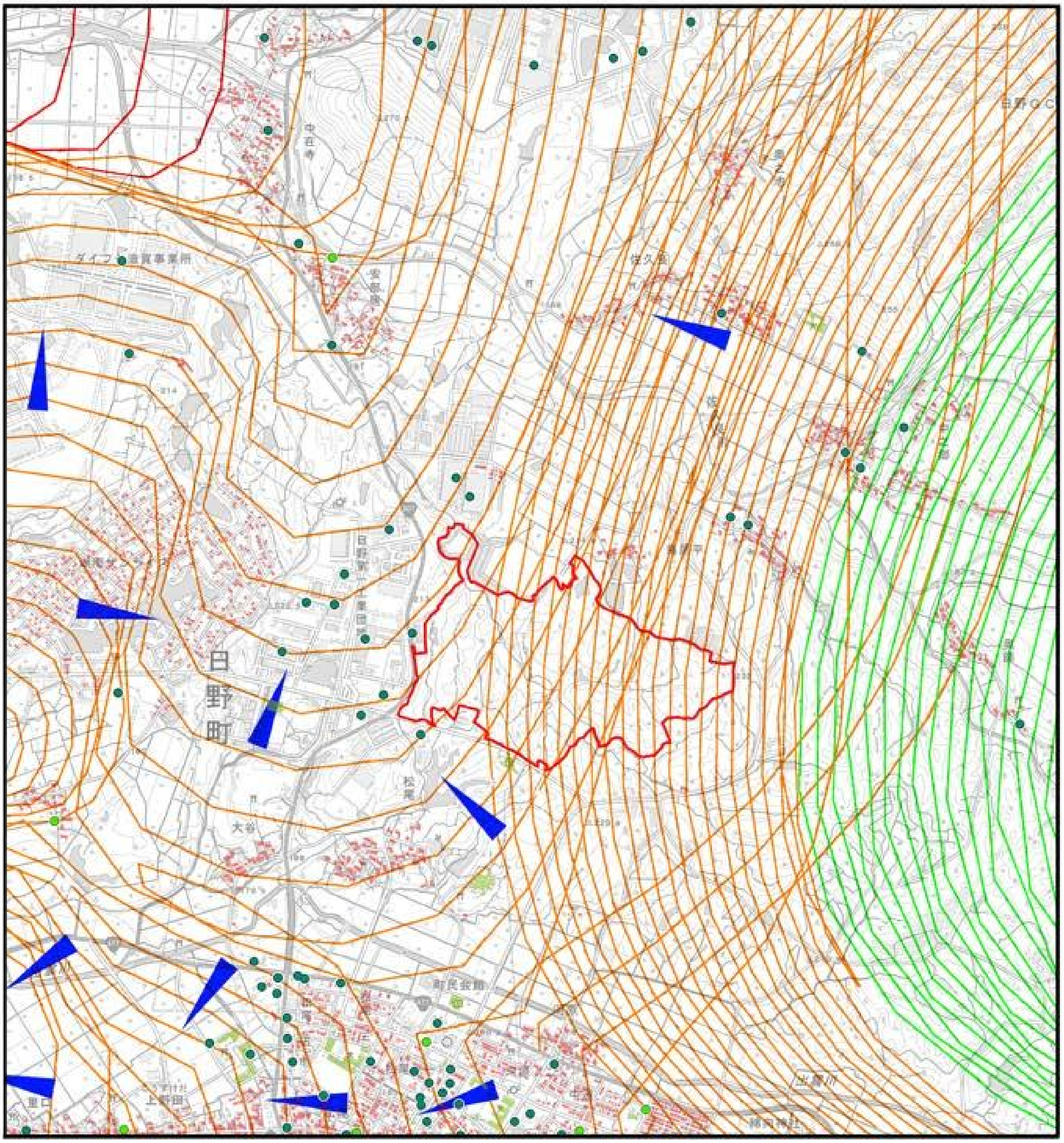
□ 図７－７－５の範囲

対象事業実施区域

住居等

環境保全配慮施設

図7－7－1
地下水（水位･水質）の現況調査地点



N

1：25，000

500m 0 500 1000

凡例

ボーリングデータ

H16事業所_位置

センター検査結果

対象事業実施区域

住居等

環境保全配慮施設

等水位線図

孔内水位

68.00 - 152.4

152.5 - 236.8

236.9 - 321.2

地下水の流れの方向

図７－７－２

地下水位の既存資料調査結果

出典：滋賀県「地下水汚染把握のための地盤・地象環境情報」平成19年

B.現地調査結果

1)周辺の井戸分布状況

アンケート調査結果の概要を表７－７－１に示す。

回答のあった114件の内、井戸を所有しているのは90件で８割近くの家が井戸を所有していた。この内、使用していると回答があったのは55件であったが、飲用は１件のみで、ほとんどが庭木への散水や洗車等の非飲用であった。

表７－７－１　対象事業実施区域周辺の井戸の概要（アンケート調査結果）

調査内容					地区別該当件数			
区分(深度)	用途		水道	件数	安部居	鳥居平	松尾１区	不明
浅井戸（10m未満）	使用	飲用	あり	1	1	0	0	
		非飲用	あり	23	11	4	8	
	不使用		あり	9	4	1	4	
	不明		あり	8	2	6	0	
	小計 41 件				18	11	12	
深井戸（10m以上）	使用	飲用	あり	0	0	0	0	
		非飲用	あり	9	3	2	3	1
	不使用		あり	3	0	2	1	
	不明		あり	1	1	0	0	
	小計 13 件				4	4	4	1
深さ不明	使用	飲用	あり	0	0	0	0	
		非飲用	あり	22	10	3	9	
	不使用		あり	7	4	1	2	
	不明		あり	7	0	5	2	
	小計 36 件				14	9	13	
井戸なし	小計 24 件				15	5	4	
合計 114 件					51	29	33	1

地層との関連で見ると、表７－７－２に示すように、深さが10ｍ以上と回答のあった14本の井戸については、試掘井戸２本と同じく、古琵琶湖層群を取水対象層としていると考えられる。

その他の深さが10ｍ以下の浅井戸については、表層の沖積層を取水対象層としていると考えられ、地盤状況からも古琵琶湖層群の滞水層との関連性はないと考えられる。

表７－７－２　周辺井戸の地質概要

地　区	深さについて回答のあった井戸数	供　給　源	
		沖 積 層	古琵琶湖層群
安部居	29	24	5
鳥居平	18	13	5
松尾１区	18	14	4
合　計	65	51	14

2)地下水位の状況

事業実施区域内試掘井戸と周辺集落の浅井戸における、地下水位の連続観測の結果を図７－７－３に、周辺集落の井戸における地下水位の観測結果を図７－７－４に示す。

これによると、試掘井戸については水位の変動幅は１ｍ程度と少ないものの、降雨に対応して水位が変動しているように見受けられた。これに対して安部居、鳥居平、松尾１区の浅井戸については変動幅が概ね２ｍ程度で、明確に降雨量に対応して水位が上昇していた。

なお、当初は試掘井戸No.4にデータロガーを設置したがカナケがひどく、データロガーのセンサーが詰まるなどにより水位観測結果の信頼性に疑問が生じたため、機器を試掘井戸No.8へ移設した。

年２回実施した周辺集落の地下水位の観測結果から作成した地下水の流水方向推定図を図７－７－５に示す。（推定図の位置は図７－７－１に示した）

安部居集落では、地下水位は概ね北西方向へ向かって低下しており、地形に沿った形で地下水位が分布していると考えられる。

鳥居平集落(鳥居平新田)では調査地点数が少ないため断定はできないが、地下水位は概ね西方向へ方向へ向かって低下していると考えられる。

松尾一区では、地下水位は概ね南西～南方向へ向かって低下しており、地形に沿った形で地下水位が分布していると考えられる。

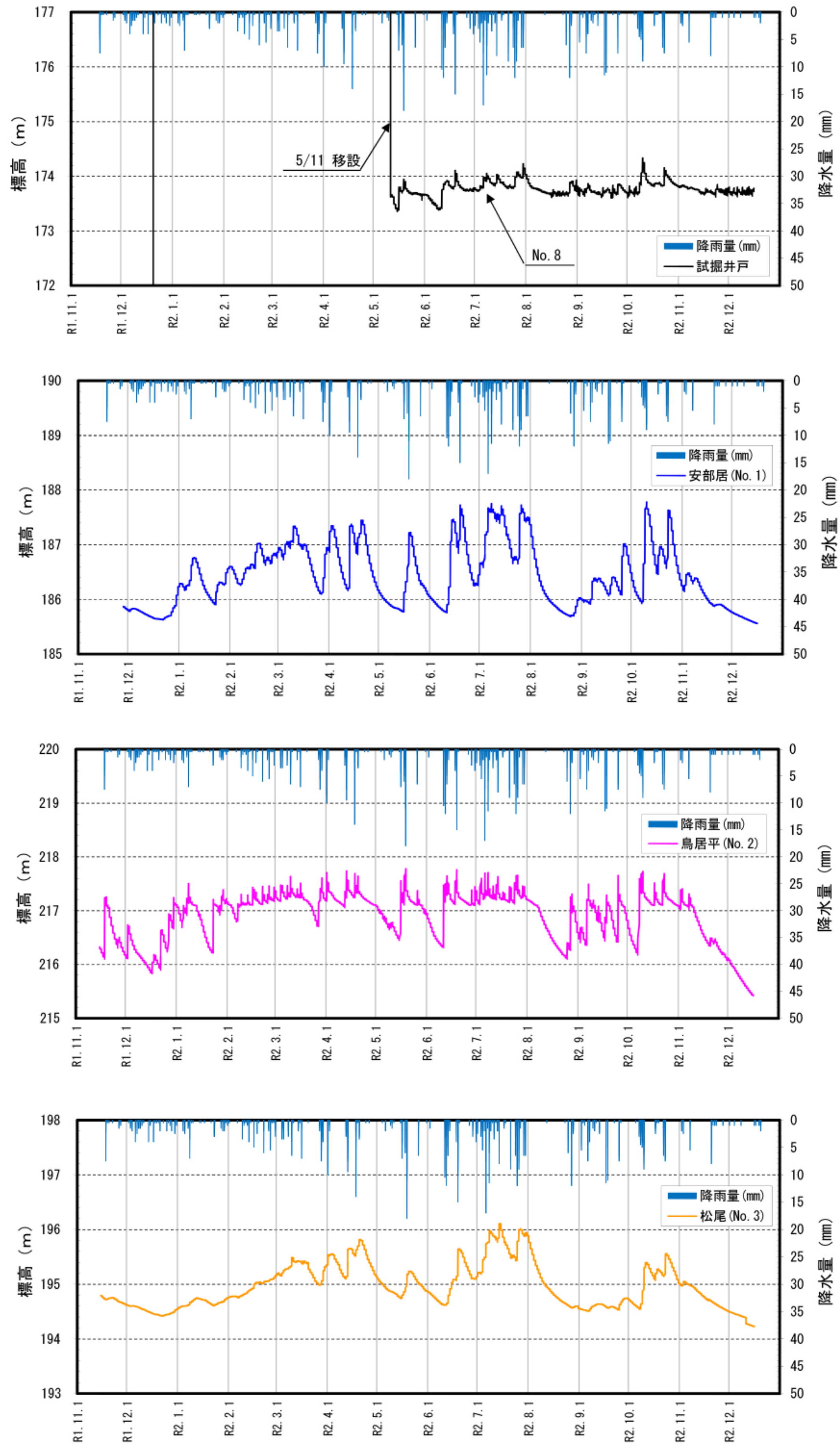


図７－７－３　対象事業実施区域および周辺の地下水位変動（データロガーによる連続観測）

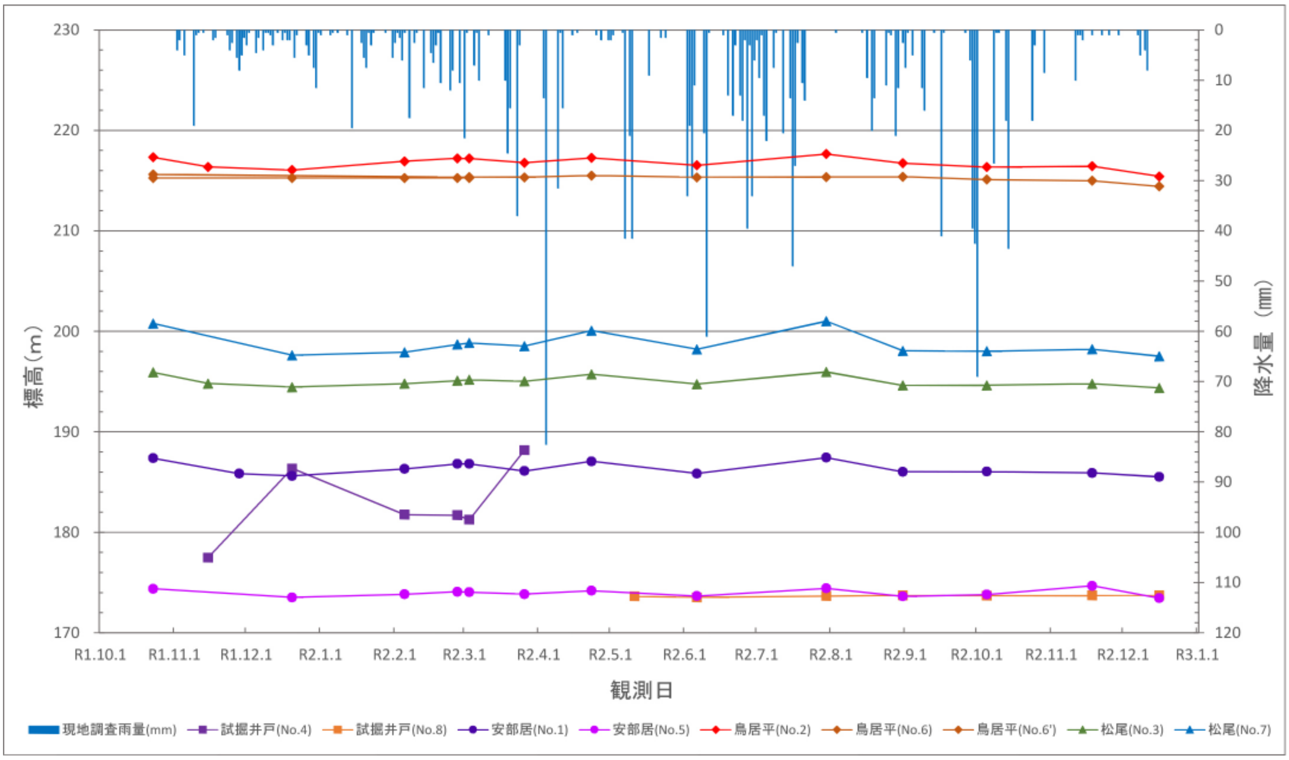


図７－７－４　対象事業実施区域周辺の地下水位変動（触針式水位計による観測）

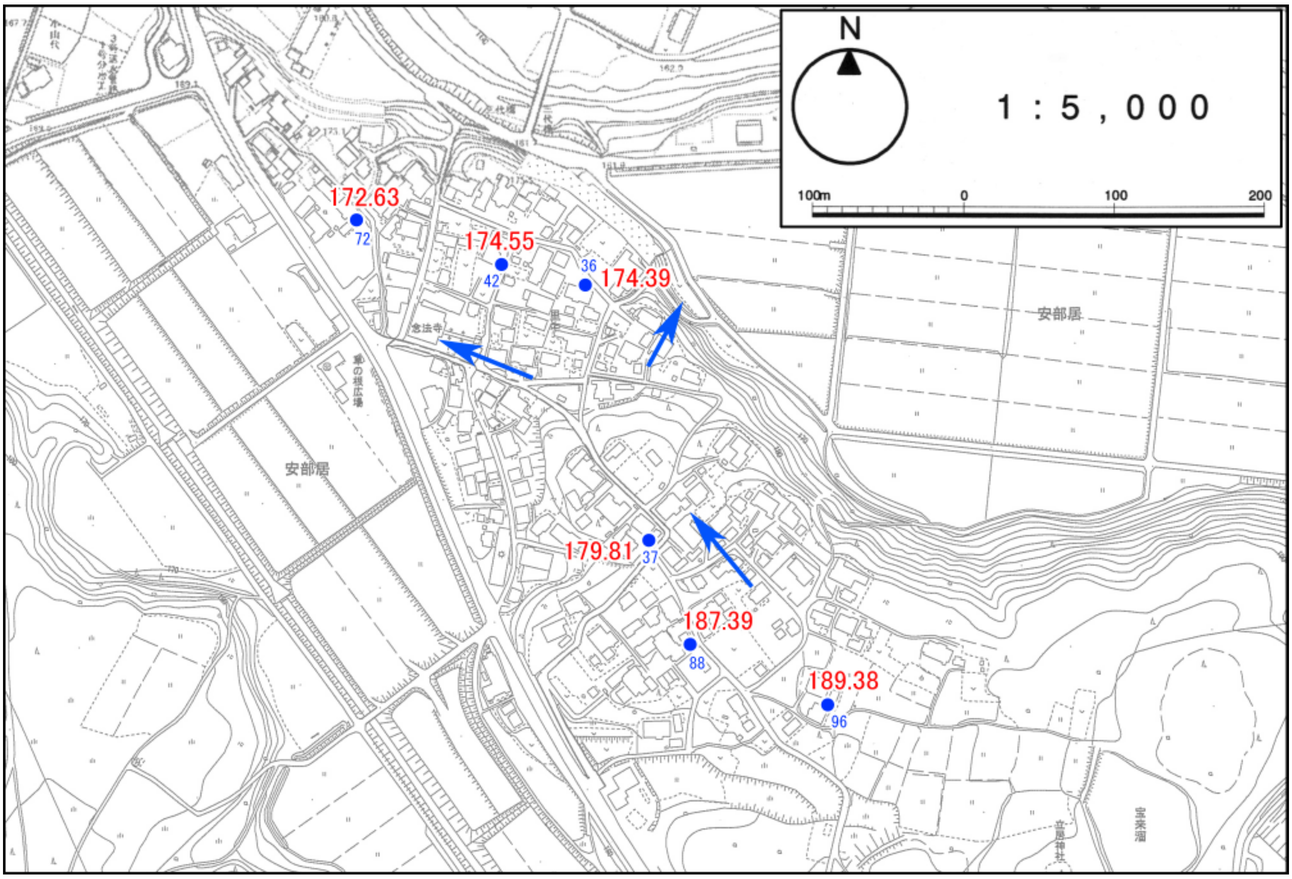


図７－７－５　地下水の流水方向推定図（安部居）

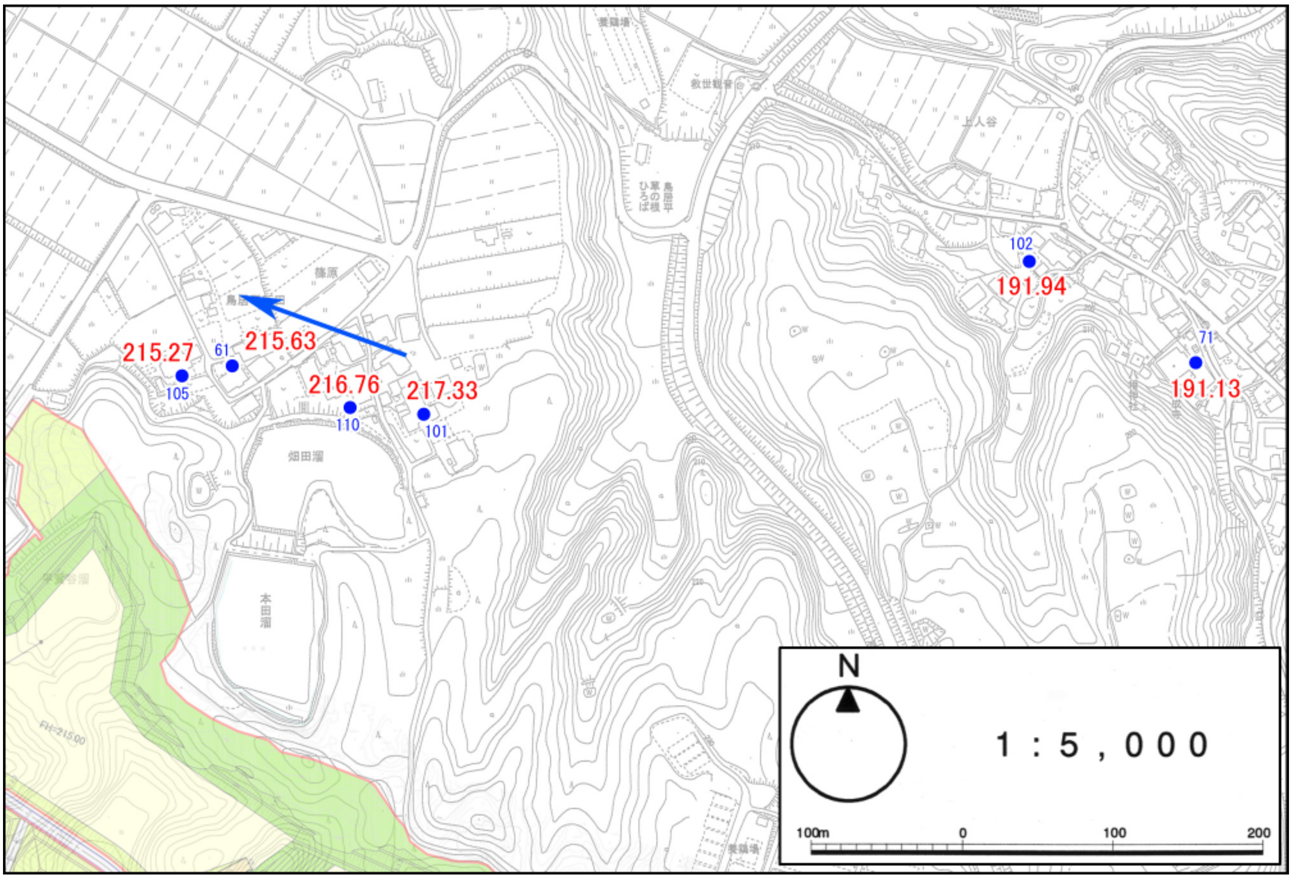


図７－７－５　地下水の流水方向推定図（鳥居平）

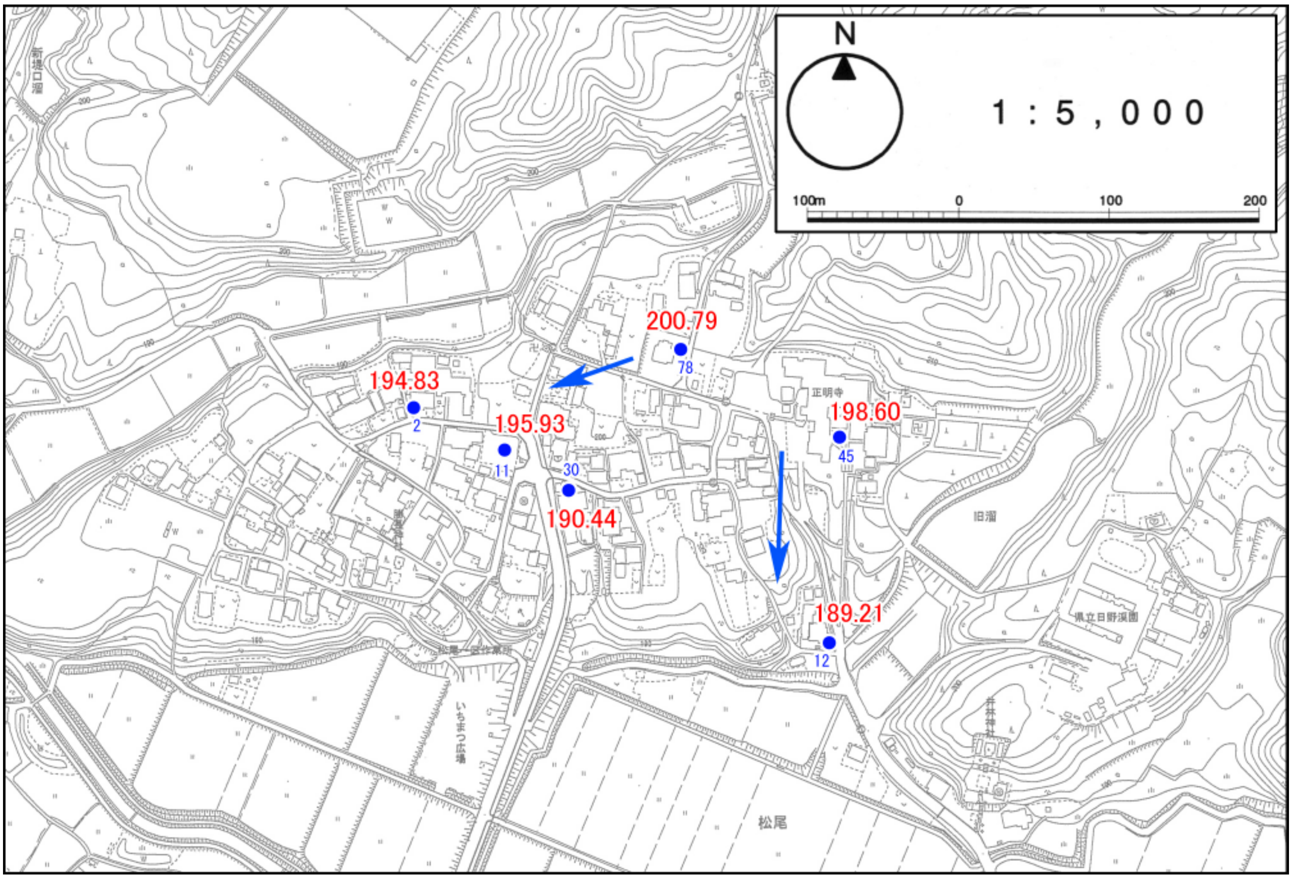


図７－７－５　地下水の流水方向推定図（松尾１区）

3）地下水水源の状況

対象事業実施区域内の試掘井戸と、周辺集落の井戸および、河川水のイオンバランスを図７－７－６および図７－７－７に示す。

なお方法書で調査を予定していた既設深井戸(No.4)についてはカナケがひどく採水困難であったため、表面水を代表できる排水路上流側(河川水質の調査地点No.6)に変更した。

これによると、松尾１区のNo.3、試掘井戸No.8、排水路上流部については地下水や表面水由来の重炭酸カルシウム型と考えられ、ヘキサダイヤグラムの形も比較的似ている。

安部居No.1と鳥居平No.2については炭酸水素イオンの量が少なく、硫酸イオンがやや多くなっている。これらは海水由来の地下水を示すものであるが、調査地域は内陸部であり、畑の肥料等の影響を受けている可能性が考えられる。

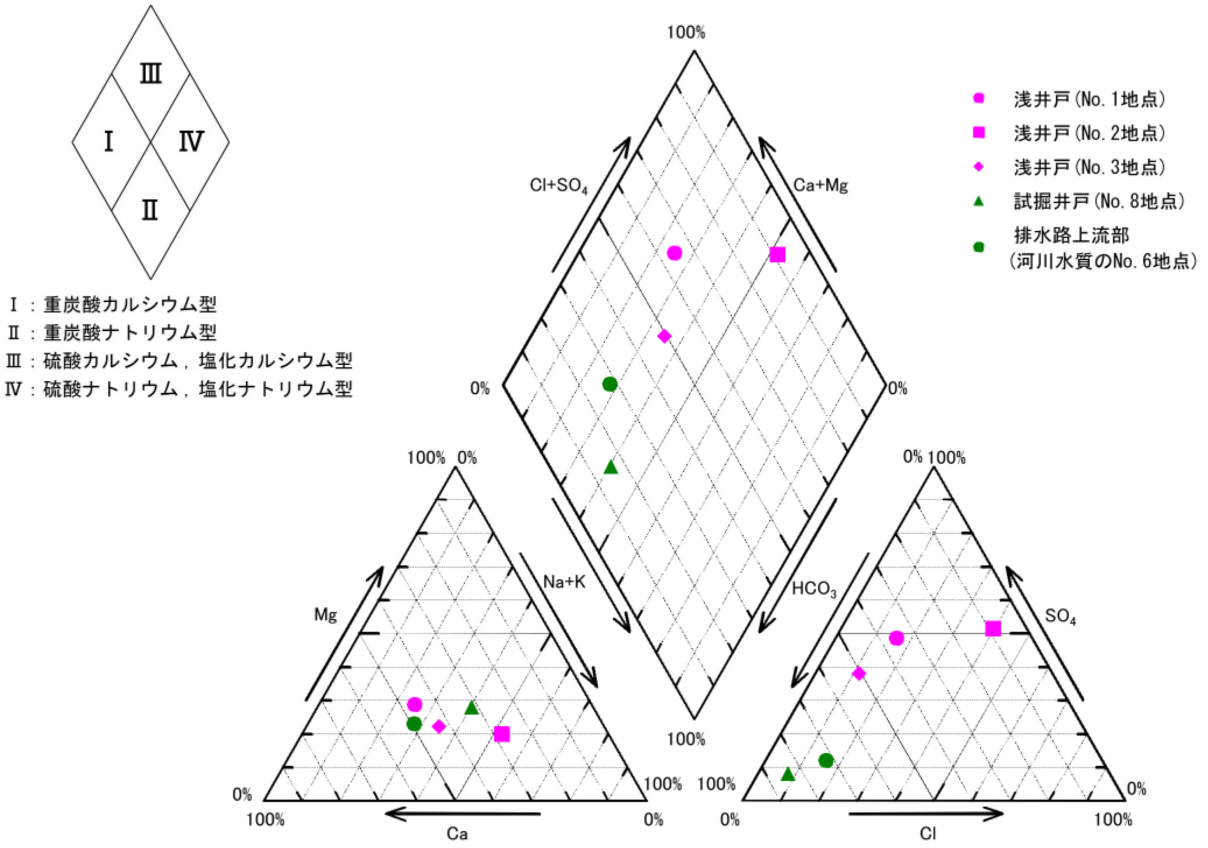


図７－７－６　水質調査結果（イオンバランス：トリリニアダイアグラム）

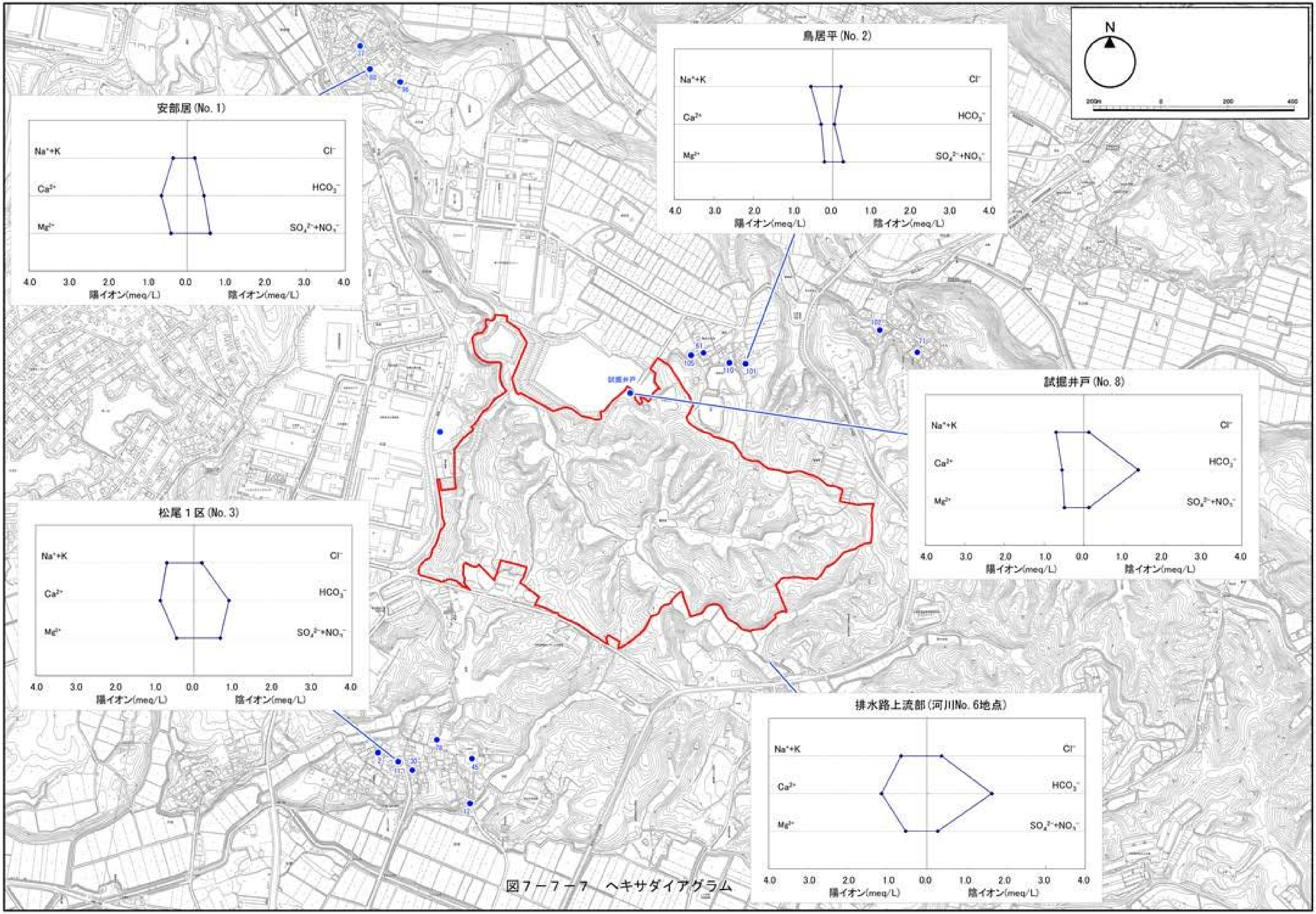


図７－７－７　ヘキサダイアグラム

4）揚水試験結果

段階揚水試験は試掘井戸No.8で実施した。試験結果を図７－７－８および図７－７－９に示す。

この結果より、限界揚水量は105L/分程度と推定される。

連続揚水試験はNo.8井戸を揚水井、Mo.4井戸を観測井として、揚水８時間、回復１時間で実施した。試験結果を図７－７－１０に示す。なお、観測井No.4については連続揚水中から５日間の間で試験に伴うと考えられる水位の低下は認められなかった。

連続揚水試験結果の解析はヤコブの直線解析法、タイスの非平衡式および回復法の３方法により行った。各解析法より求めた水理定数を表７－７－３に示す。（解析過程は資料編p.123～127に掲載した）

試験結果によると、試掘井戸の帯水層の透水係数は10^{-4}程度で極めて小さく、揚水を停止した後の水位の回復は遅く、１時間後でも試験開始前の水位には回復していない。

この試掘井戸の揚水可能量を限界揚水量の９割程度とすると136m^3/日程度と考えられるが、当初想定していた工業用水量をまかなうためには数ヶ所井戸を掘る必要があり、井戸干渉を生じる可能性が高いことから、地下水による工業用水の供給は行わないこととした。

表７－７－３　水理定数一覧表

解析方法	透水量係数 T（m^2/min）	透水係数 k（cm/s）	貯留係数 S
ヤコブの直線解析法	2.43×10^{-3}	1.27×10^{-4}	1.47×10^{-2}
タイスの非平衡式	2.30×10^{-3}	1.20×10^{-4}	2.03×10^{-2}
回復法	3.03×10^{-3}	1.58×10^{-4}	
平　均	2.59×10^{-3}	1.35×10^{-4}	1.75×10^{-2}

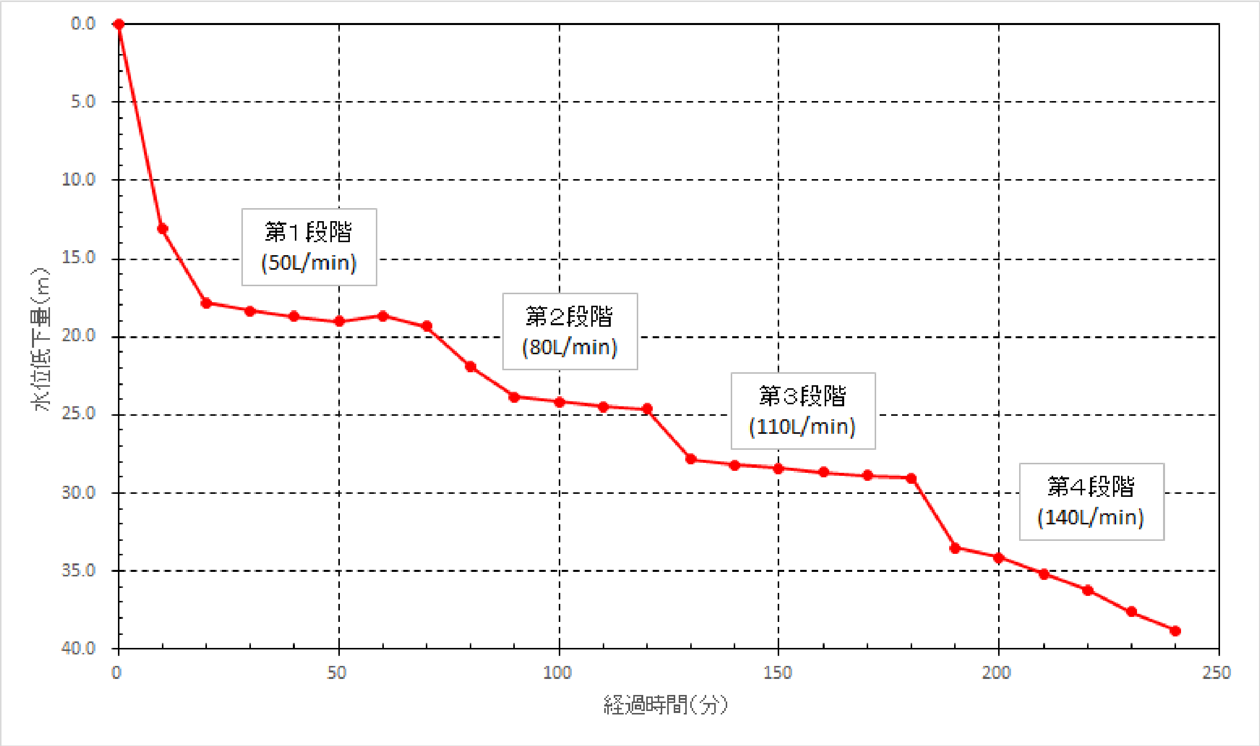


図７－７－８　段階揚水試験結果（揚水量－水位降下量関係図）

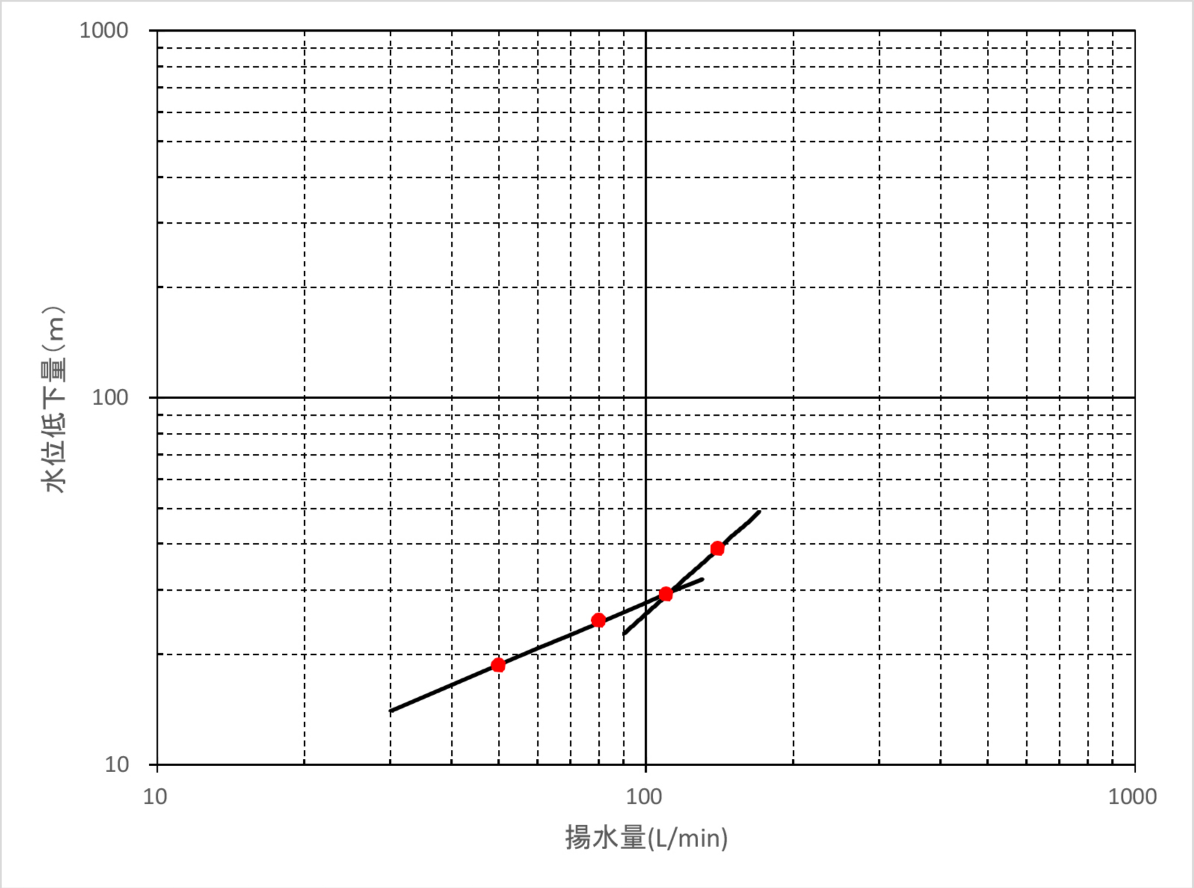


図７－７－９　段階揚水試験結果（logQ－log s 関係図）

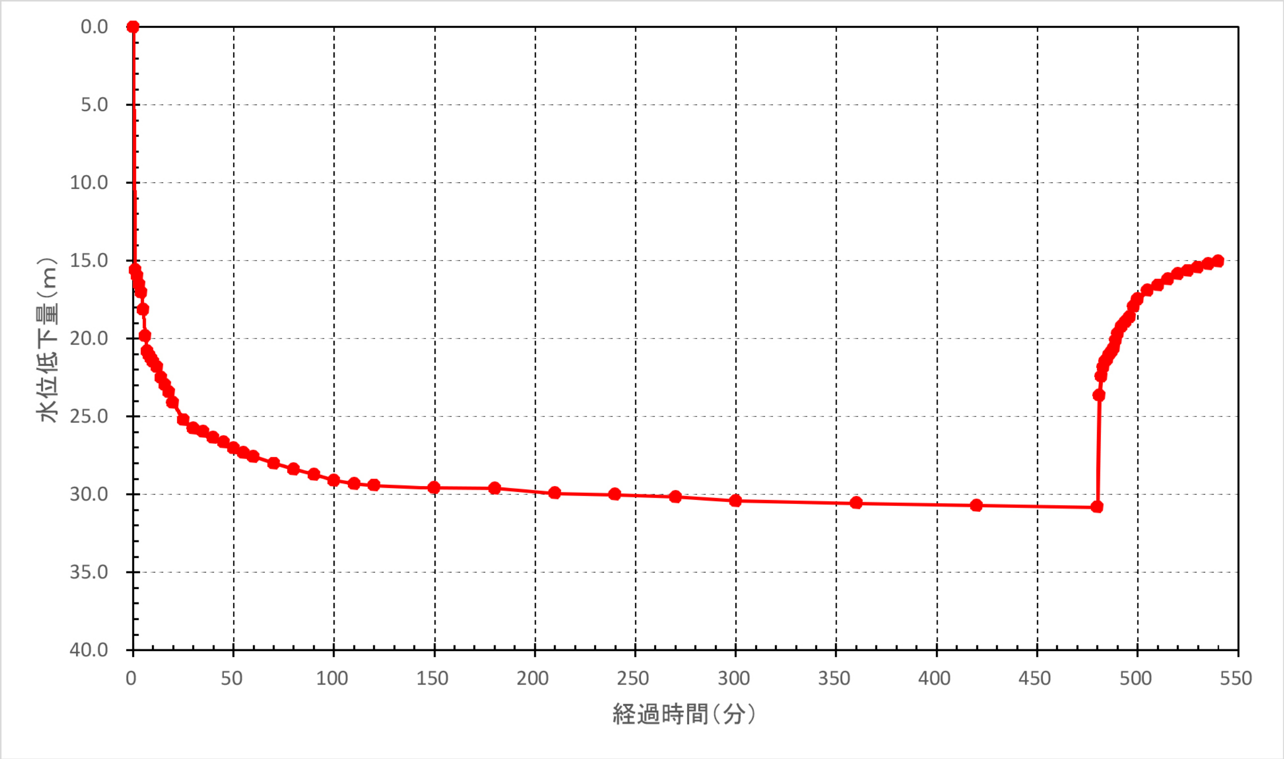


図７－７－１０　連続揚水試験結果（経過時間－水位降下量関係図、揚水井No.8）

(2)予　測

①　予測内容

本事業の実施に伴う地形の改変が、地下水位低下および地盤沈下に及ぼす影響について予測した。

②　予測方法

地質の現地調査結果から定性的に予測した。

③　予測結果

A.地盤沈下

対象事業実施区域の地盤は、古琵琶湖層群蒲生層の砂、シルト、粘土から構成されている（７－８．地形・地質の項p.321～322参照）。

一般に間隙比、含水比が大きい粘土層は、地下水の汲み上げや重量物の構築などによって粘土層が圧縮されて、粘土内の水分が排水されることによる地盤沈下を引き起こしやすい。このような粘土は、沖積層や一部の洪積層など比較的新しい堆積層で、過去に大きな応力履歴を受けていない地層にみられ、現地調査でも谷筋に分布する沖積層でこのような粘土層が確認されたことから、必要な箇所にセメント系改良材による地盤改良またはズリによる置き換えを行うこととしている。

また、対象事業実施区域の古琵琶湖層群の粘土層は固結しており、ボーリング調査においてもほとんどがＮ値30以上の硬いものであったことから圧縮による地盤沈下を生じる可能性はないと考えられる。

以上により、本事業の実施に伴う盛土によって地盤沈下を生じる可能性はほとんどないと予測される。

B.地下水位低下

土地の改変により対象事業実施区域内で地下へ浸透する雨水の一部は表面排水として側溝から洪水調整池を経由して野川へ排水される。地形および地質断面図（p.325～326、図７－８－３参照）から、地下水は粘土層の傾斜に沿って対象事業実施区域の北西側へ流下していると推定されるため、対象事業実施区域北西側への地下水供給が少なくなる可能性が考えられる。

しかし地層の傾斜と地盤高さ、井戸の深さおよび地下水位の状況からは、周辺集落の井戸については、対象事業実施区域内で浸透する雨水は地下水の供給源となっていないと考えられることから土地の改変による影響はないと予測される。

(3)評　価

①　評価の方法

評価は、環境の保全上の目標と予測結果および環境保全のための措置を対比し、その整合性を検討するとともに、地盤沈下および地下水位低下への影響が実行可能な範囲内で回避または低減されるか否かについて検討することで行った。

②　環境保全のための措置

地盤沈下および地下水位低下への影響の回避・低減対策は以下の内容である。

A.工事中

・谷底堆積物や低位段丘層が分布している区域の内、中央の河川付替え付近の両サイドの盛土法尻と調整池内の盛土法面部についてはセメント系改良材による地盤改良を行う。

・厚さが１～２ｍ程度の軟弱層の場合は、ズリによる置き換えを行う。

・付替河川により河床を１～２ｍ上げるため、付替河川付近では現状を地盤改良し、良質土の盛土を１～２ｍ行う。

・盛土部分に根株や枝葉等、腐って空洞ができるものは埋めないよう現場作業員に徹底する。

B.供用後

・　井戸干渉を生じる可能性が高いことから、地下水による工業用水の供給は行わない。

③　環境の保全上の目標

地盤沈下および地下水位低下にかかる環境の保全上の目標は、人の健康の保護上および生活環境の保全上支障を招かないことを基本として次のように設定した。

周辺地域に地盤沈下による支障を生じないこと。 周辺地域の地下水利用に支障を生じないこと。

④　環境の保全上の目標との整合性の検討

A.地盤沈下

谷筋に分布する沖積層で間隙比、含水比が大きい粘土層の必要な箇所についてはセメント系改良材による地盤改良またはズリによる置き換えを行うこと、対象事業実施区域の古琵琶湖層群の粘土層は固結しており、ボーリング調査においてもほとんどがＮ値30以上の硬いものであることから、本事業の実施に伴う盛土によって地盤沈下を生じる可能性はほとんどないと予測され、環境の保全上の目標と整合している。

B.地下水位低下

土地の改変により対象事業実施区域内で地下へ浸透する雨水の一部は表面排水として側溝から洪水調整池を経由して野川へ排水される。地形および地質断面図から、地下水は粘土層の傾斜に沿って対象事業実施区域の北西側へ流下していると推定されるため、対象事業実施区域北西側への地下水供給が少なくなる可能性が考えられるが、地層の傾斜と地盤高さ、井戸の深さおよび地下水位の状況からは、周辺集落の井戸については対象事業実施区域内で浸透する雨水は地下水の供給源となっていないと考えられることから土地の改変による影響はないと予測され、環境の保全上の目標と整合している。

⑤ 評価

予測結果は環境の保全上の目標と整合が取れていることから、実行可能な範囲で影響を回避または低減できていると評価する。