

## 2. 対策効果の検証

### 2.1 地下水位低下の状況

地下水低下作業開始時からの地下水位の変化をコンター図により整理した(図 2.1-1, 2.1-2)。

地下水位低下作業に伴い、日の出地区南側に地下水位の低下ゾーンが生じ、三角池を中心に地下水位が低下しているのが確認される。この状態は 2018 年 2 月から 2019 年 2 月までほとんど変化はない。なお、人自不整合の最も深い部分と地下水位が低い部分にはズレが認められる。

また、同様に被圧地下水についても水位の変化をコンター図により整理したが、地下水位低下に伴う被圧地下水の変化は現れていない(図 2.1-3, 2.1-4)。

### 2.2 地下水位低下と地表面沈下

観測孔毎に水位低下と地表面沈下の関係を整理した(図 2.2-1)。

No.1、No.7、No.9 は地表面沈下が 1mm 程度以下と小さい。これらの観測点は日の出泥層が分布しない北側にあることから、地表面沈下は日の出泥層の分布に左右されると考えられる。

上記 3 孔以外は、水位と地表面沈下量の関係は、ある任意点までは水位低下と地表面沈下が比例関係を示すが、それ以降は水位の変化が認められず、地表面沈下のみが増加する傾向を示す(図 2.2-2)。

### 2.3 地下水位低下

No.1、No.6、No.7、No.8、No.10 は人自不整合面を貫かない条件で水位観測孔を設置したので観測孔の孔底深度が 3.0m である。これらの観測孔では、平成 29 年 10 月の大雨で地下水位が急上昇した測定値は認められるが、この大雨以前は一定の値を示す。この一定の水位は、観測孔孔底のたまり水に反応した結果と想定される。実際の地下水位は観測孔の孔底より深い位置にあると考えられる。このように、No.1、No.6、No.7、No.8、No.10 は目標水位深度の 3m より地下水位が低下していると考えられる。

表 2.3-1 地下水位低下のまとめ

観測孔	地下水位 GL-m	平均地下水位 GL-m	地表面沈下 mm	効果
No.1	2.91	2.84	0	目標地下水位をほぼ確保 地表面沈下は1mm以下
No.2	3.32	3.31	4	目標地下水位を確保 地表面沈下は5mm以下
No.3	2.98	2.92	3	目標地下水位をほぼ確保 地表面沈下は5mm以下
No.4	3.58	3.22	11	目標地下水位を確保 地表面沈下は11mm程度
No.5	3.51	3.37	5	目標地下水位を確保 地表面沈下は5mm以下
No.6	2.81	2.86	12	目標地下水位をほぼ確保 地表面沈下は12mm程度
No.7	2.93	2.95	1	目標地下水位をほぼ確保 地表面沈下は1mm以下
No.8	3.10	3.06	11	目標地下水位を確保 地表面沈下は11mm程度
No.9	3.54	3.38	1	目標地下水位を確保 地表面沈下は1mm程度
No.10	2.82	2.84	7	目標地下水位を確保した期間あり 地表面沈下は10mm以下
No.11	3.20	2.96	16	目標地下水位を確保 地表面沈下は16mm程度
No.12	3.39	3.31	32	目標地下水位を確保 地表面沈下は32mm程度
No.13	3.39	3.36	10	目標地下水位を確保 地表面沈下は10mm程度

注：地下水位は 2019/2/28 の値

ここで、降雨の影響も含め検討期間の地下水位の平均値を算出した。  
深度 3m の観測孔(No1、No6、No7、No8、No10)と No3、No11 を除くと、すべての観測孔で平均地下水位が 3m より低い値を示しており、目標を達成したと判断される。

No3 は中学校のグラウンド内に位置している。当該地ではみずみち管と観測孔の距離が離

れており、みずみち管による地下水の排水効果が出にくいと想定されるが、短期的には深度 3m に達している時期もあり、地区全体の地下水位が低下すれば定常的に目標水位を達成すると想定される。

No11 は地盤高が最も低いため、相対的に地下水位は高くなる。ただし、この地点も短期的には深度 3m に達している期間もあり、地区全体の地下水位が低下すれば定常的に目標水位を達成すると想定される。

水位観測孔とみずみち管の断面方向の関係を図 2.3-1～2.3-2 に示す。地下水位の形状は、宅地部においてもほぼみずみち管の位置の位置にある。したがって、水位観測孔の深度が 3m の箇所についても地下水位はみずみち管の深度にあり、地下水位の深度は 3m 以下にあると想定される。

以上より、当該地の地下水位低下はほぼ達成されたものと判断される。

## 2.4 沈下解析

地下水低下工法により生じる地盤の側方流動(沈下・隆起)を有限要素法解析(粘弾塑性解析)により照査し、沈下板計測値との整合性を評価した。

検討断面は No.6-1 地点、No.8-1 地点、No.11-1 地点、No.12-1 地点の計 4 ケースとした。

地盤に及ぼす影響を地盤変位の面から評価する場合、微小な地盤変形量を算定する上では有限要素法が有効な解析法である。

解析モデルは、基礎地盤に N 値=1 回程度の軟弱な粘性土層が分布し、地下水低下に伴う増加応力により生じる圧密沈下が長期的な影響で及ぼすかを判断する必要がある為、せん断変形と圧密変形を同時に解析できる「粘弾塑性解析」にて検討した。

解析方法：有限要素法による変形解析 2次元 FEM 解析

解析モデル：関口・太田モデルによる粘弾塑性解析

解析ソフト：AFIMEX(圧密解析 DAC SAR)富士通エフ・アイ・ピー(株)

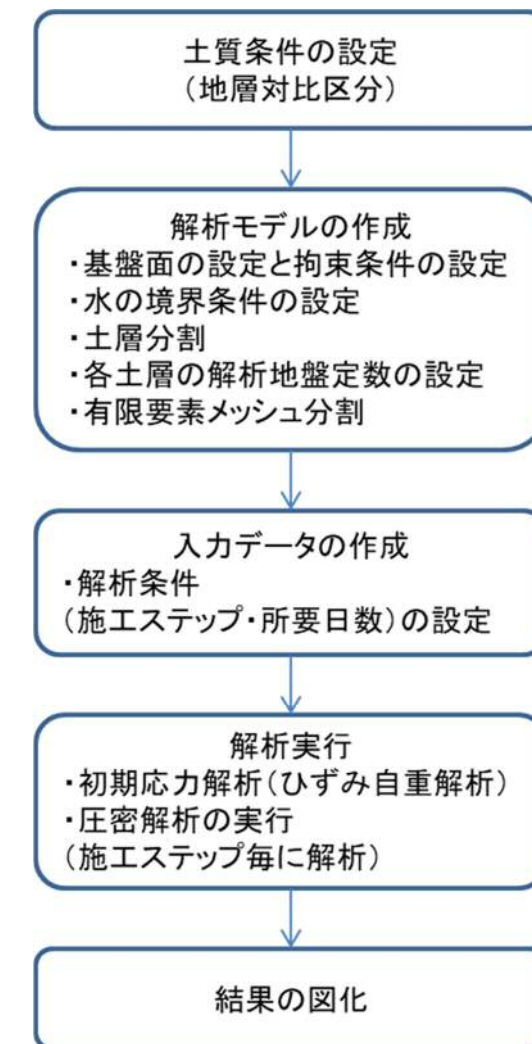


図 2.4-1 解析フロー

解析ステップは、地下水位低下作業の Step1～Step4 の地下水位低下段階を反映させた。

表 2.5-1 解析ステップ

施工工程 (ステップ)	内容	地下水低下実施期間				日数	経過 日数
		開始日	終了日	低下幅	水位GL-m		
①	初期応力解析	-	-	-	1.70	1	1
②	地下水低下(Step1)	H28.4.15	H28.8.16	30cm	2.00	123	124
③	地下水低下(Step2)	H28.8.16	H28.12.16	30cm	2.30	122	246
④	地下水低下(Step3)	H28.12.16	H29.2.16	30cm	2.60	62	308
⑤	地下水低下(Step4)	H29.2.16	H30.1.31	40cm	3.00	349	657
⑥	運用状態	H30.1.31	H31.3.25	-	3.00	418	1075

土層は大きく、浚渫埋土層、日の出泥層、佐原砂泥互層の3つに区分できる。

解析に用いた地盤定数は、各ボーリングデータ、および No.11 の不攪乱試料による土質試験結果から設定した。

表 2.5-2 土層区分

検討断面		①No. 6-1地点		②No. 8-1地点		③No. 11-1地点		④No. 12-1地点		
地層	記号	下端深度 GL-m	地層厚 H(m)	下端深度 GL-m	地層厚 H(m)	下端深度 GL-m	地層厚 H(m)	下端深度 GL-m	地層厚 H(m)	
浚渫埋土層	砂質土	Fs1	3.45	3.45	3.37	3.37	3.85	3.85	4.22	4.22
	粘性土	Fc1	4.13	0.68	3.50	0.13	4.05	0.20	4.75	0.53
	砂質土	Fs2	-	-	-	-	4.40	0.35	-	-
	粘性土	Fc2	-	-	-	-	5.10	0.70	-	-
日の出泥層	砂質土	Hs	5.00	0.87	5.45	1.95	-	-	-	-
	上部粘性土	Hm-u	12.50	7.50	13.70	8.25	9.50	4.40	12.45	7.70
	下部粘性土	Hm-l	16.50	4.00	15.80	2.10	11.40	1.90	-	-
佐原砂泥互層	Ss1	17.30	0.80	17.50	1.70	11.85	0.45	12.80	0.35	
	Ss2	19.00	1.70	19.00	1.50	13.00	1.15	15.00	2.20	

解析結果は以下のとおりで、実測した鉛直変位の方が FEM 解析で得られた変位量より概ね小さい。実測した鉛直変位の方が大きい No.12 については、特殊な要因があると考えられる。

表 2.5-1 実測した鉛直変位 (2019/3/25)

解析地点	鉛直変位 (mm)	解析値 (mm)	差分 (mm)
No.6	11.5	38.1	26.6
No.8	11.2	33.3	22.2
No.11	15.7	27.9	12.2
No.12	31.9	25.3	-6.7

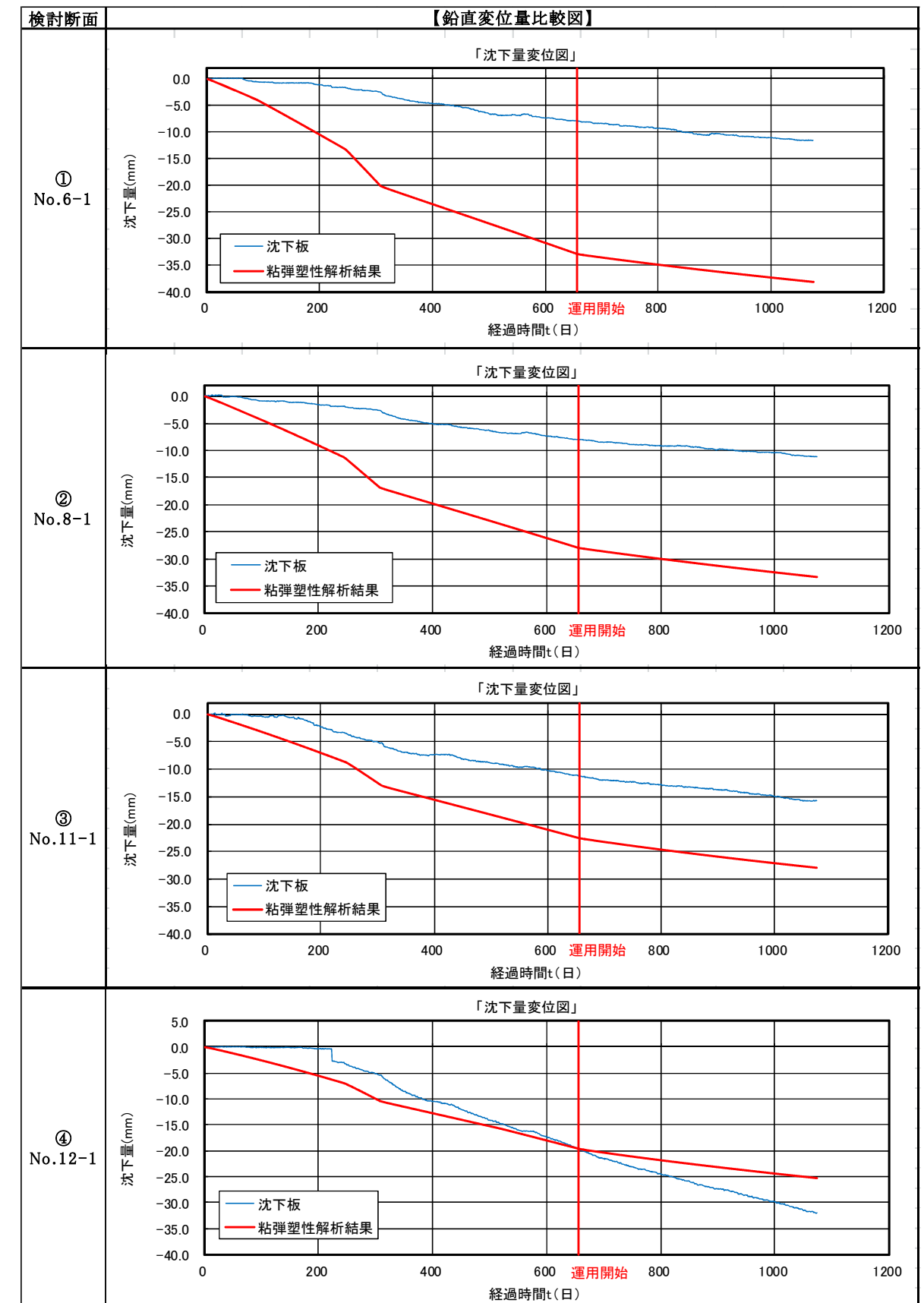
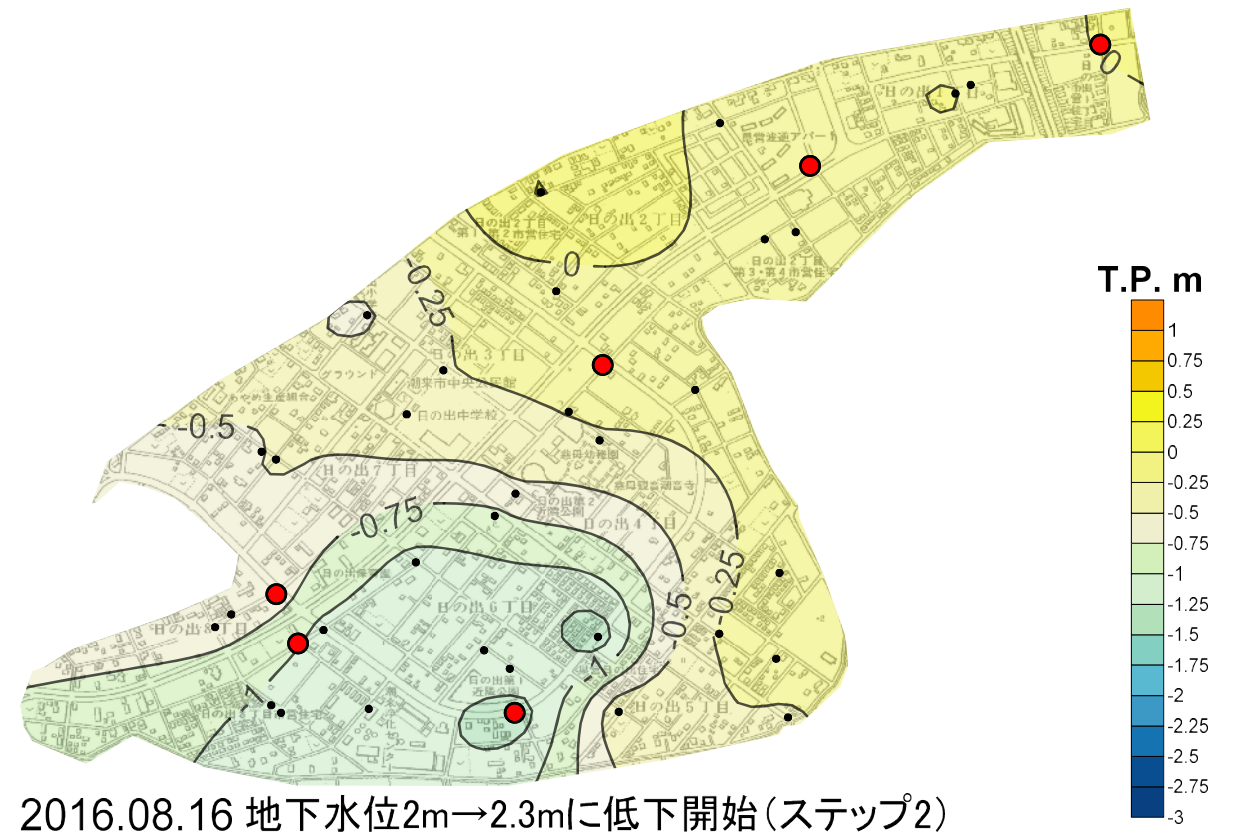


図 2.4- 鉛直変位量比較図

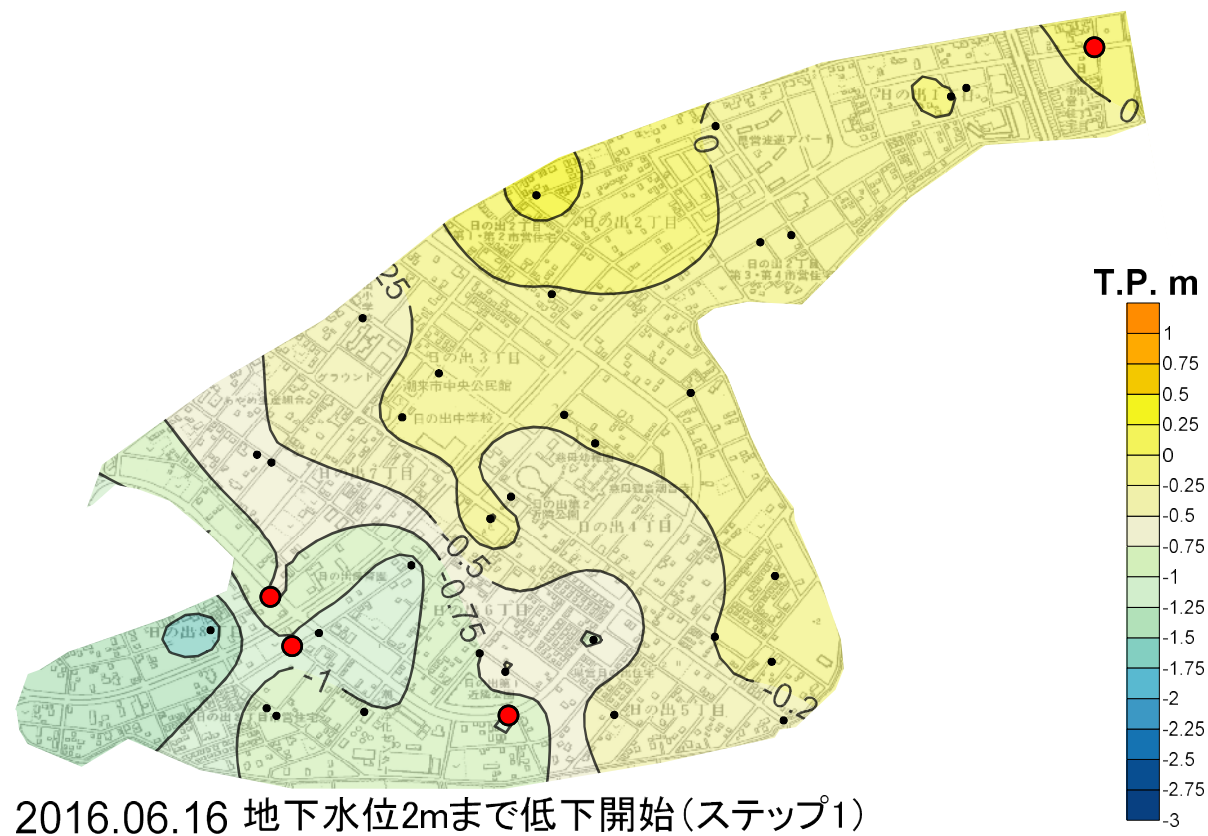




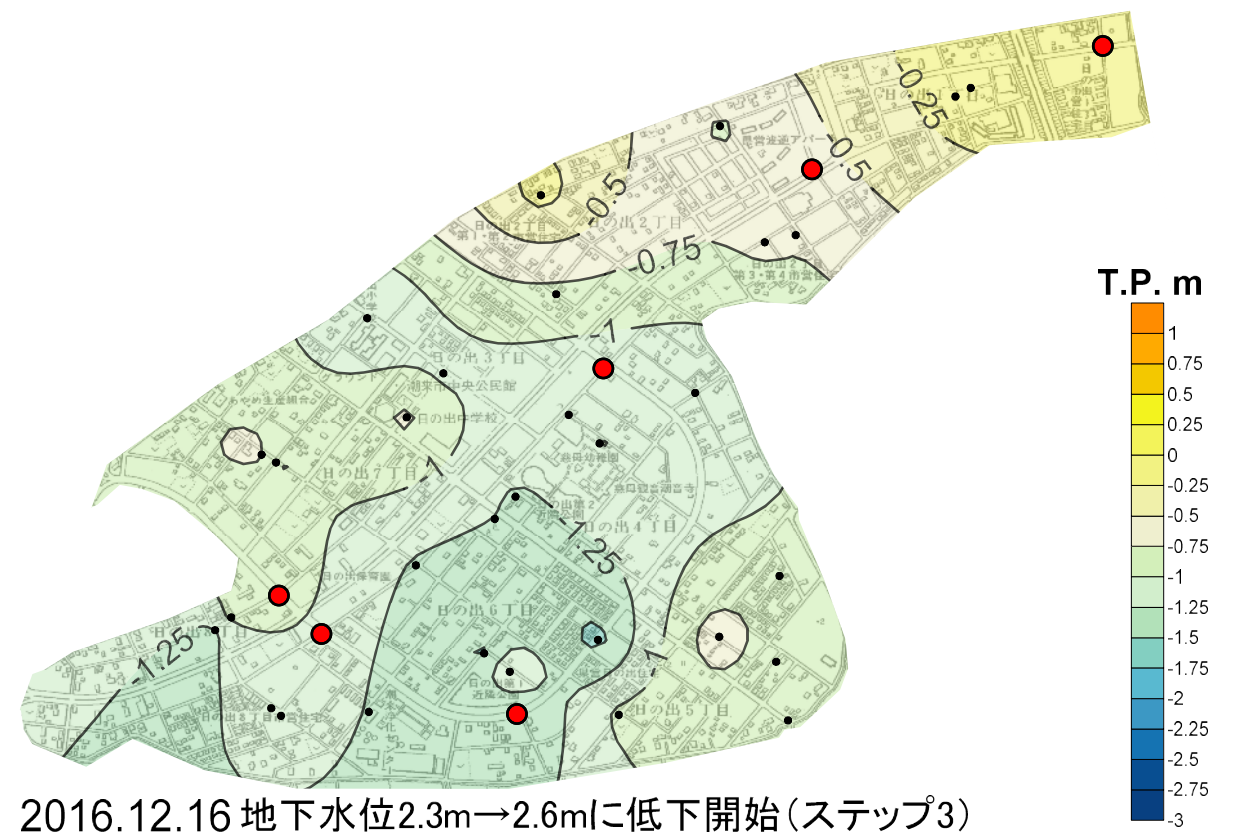
2016.04.15 試験排水開始前



2016.08.16 地下水位2m→2.3mに低下開始(ステップ2)



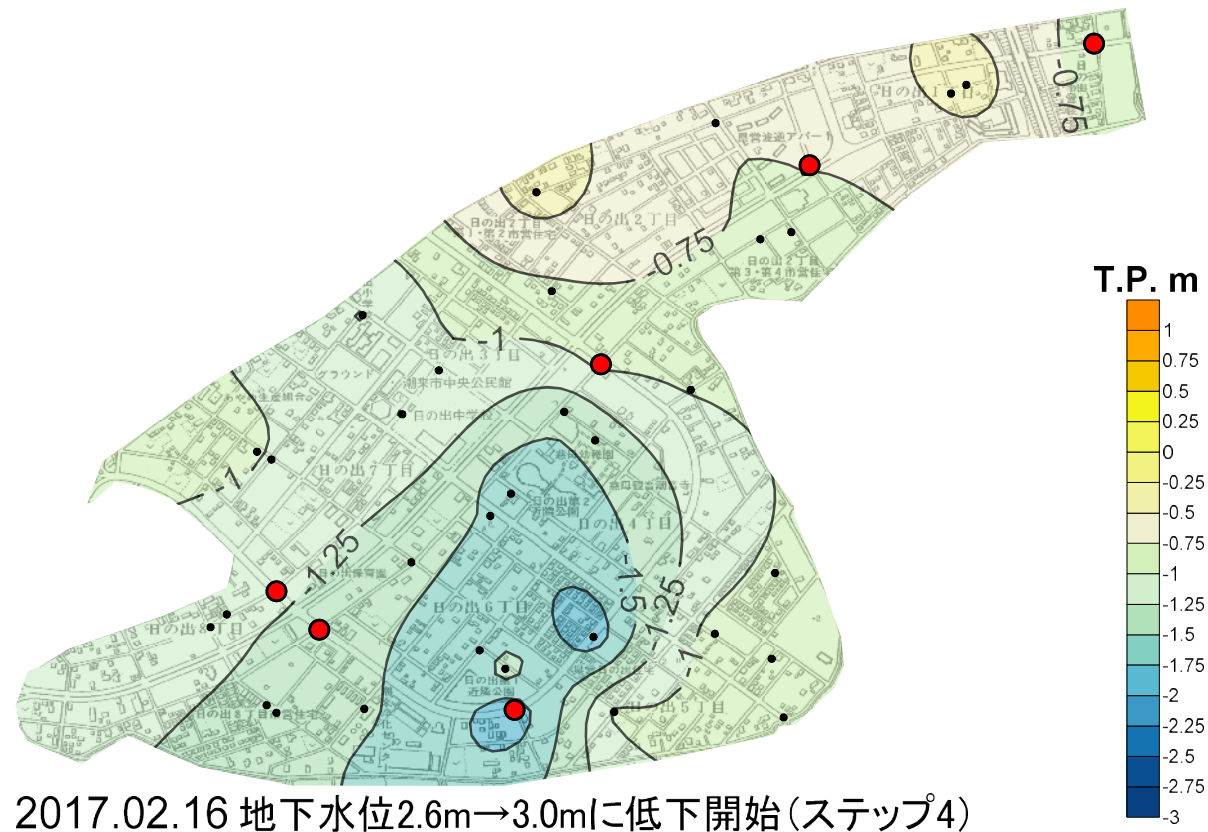
2016.06.16 地下水位2mまで低下開始(ステップ1)



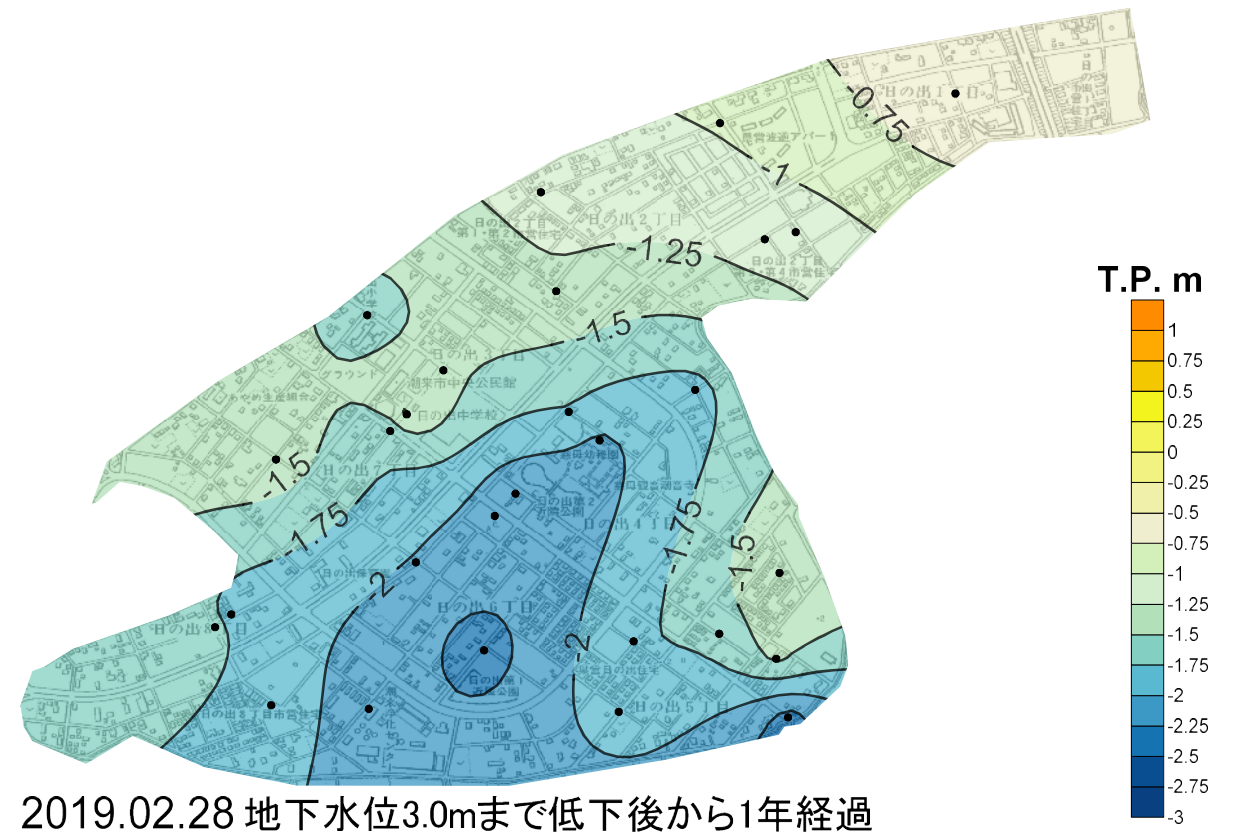
2016.12.16 地下水位2.3m→2.6mに低下開始(ステップ3)

図2.1-1 地下水位コンター(1)

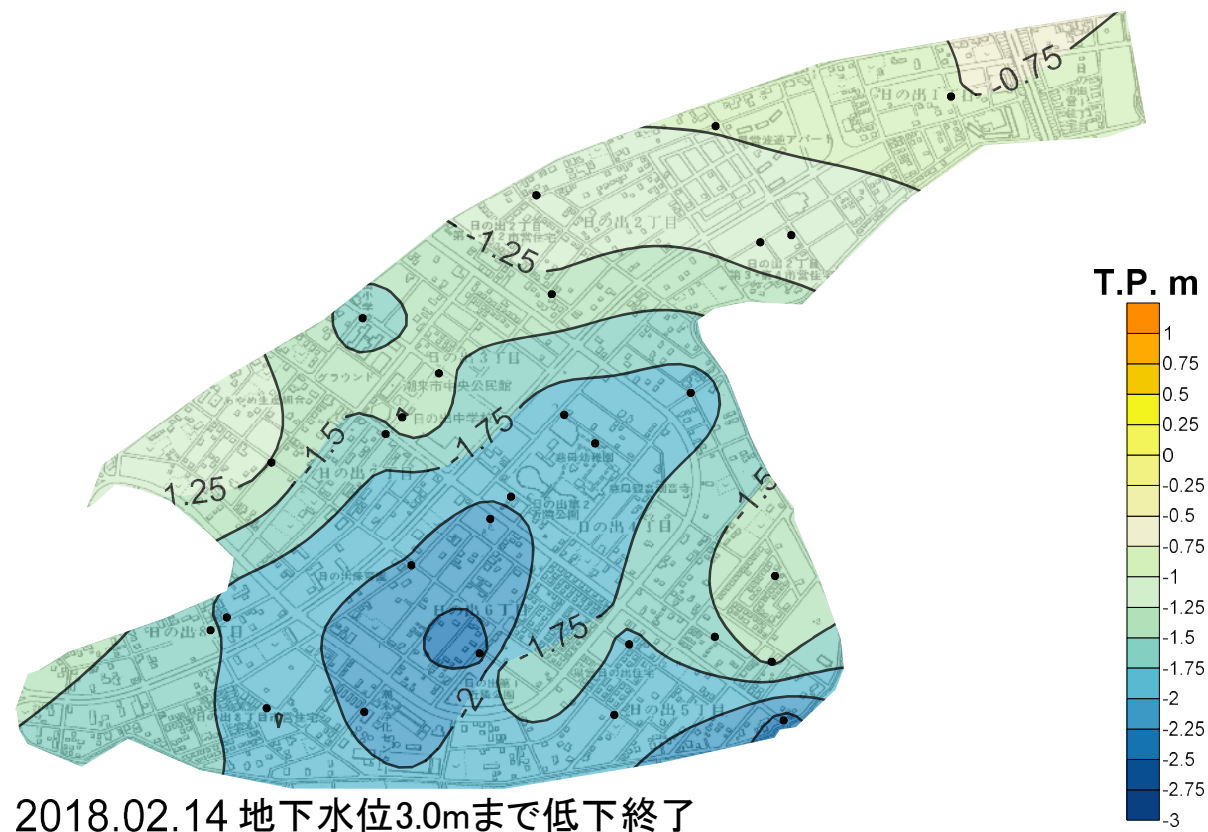




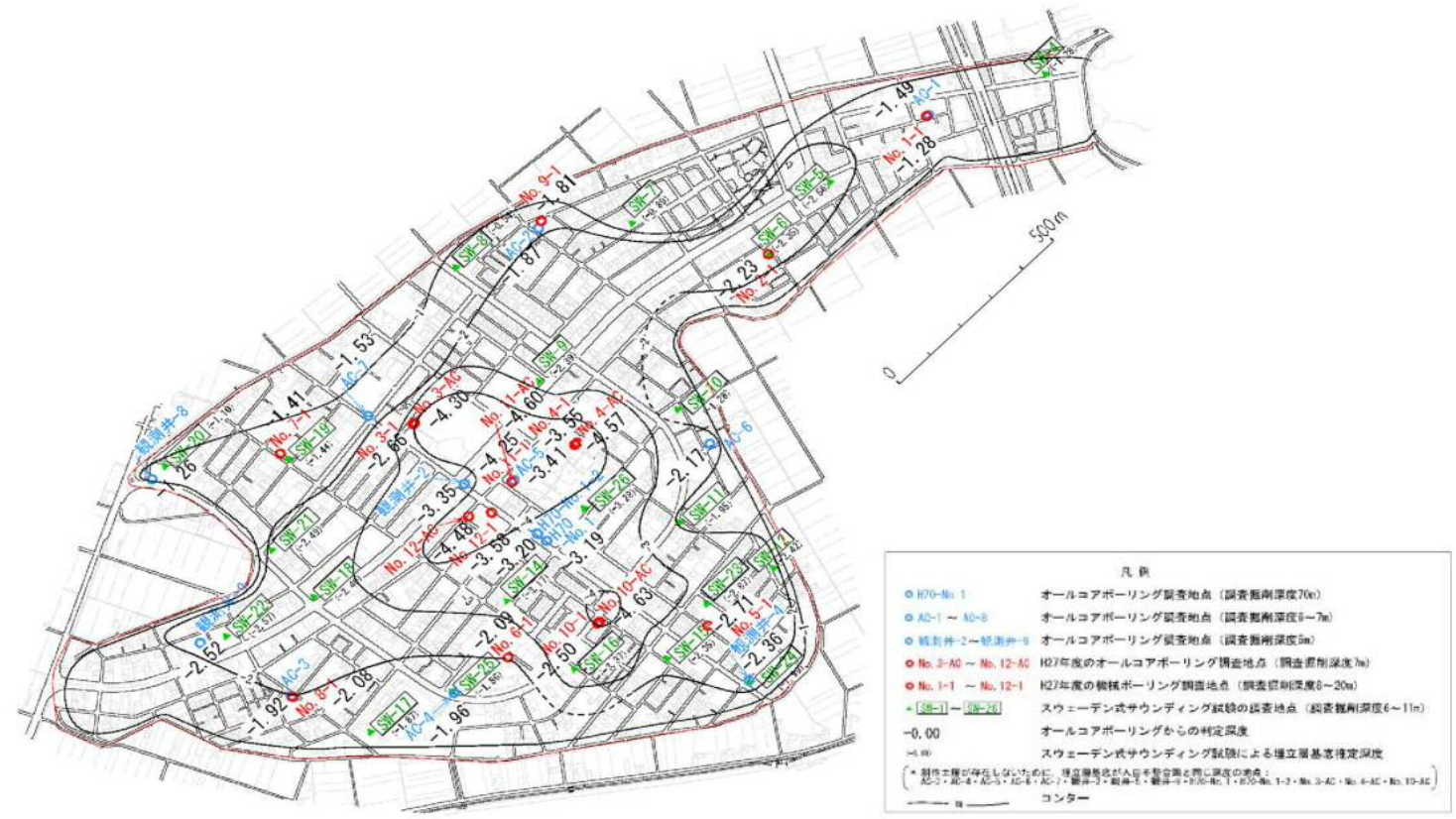
2017.02.16 地下水位2.6m→3.0mに低下開始(ステップ4)



2019.02.28 地下水位3.0mまで低下後から1年経過



2018.02.14 地下水位3.0mまで低下終了



人自不整合等高線図

図2.1-2 地下水位コンター(2)



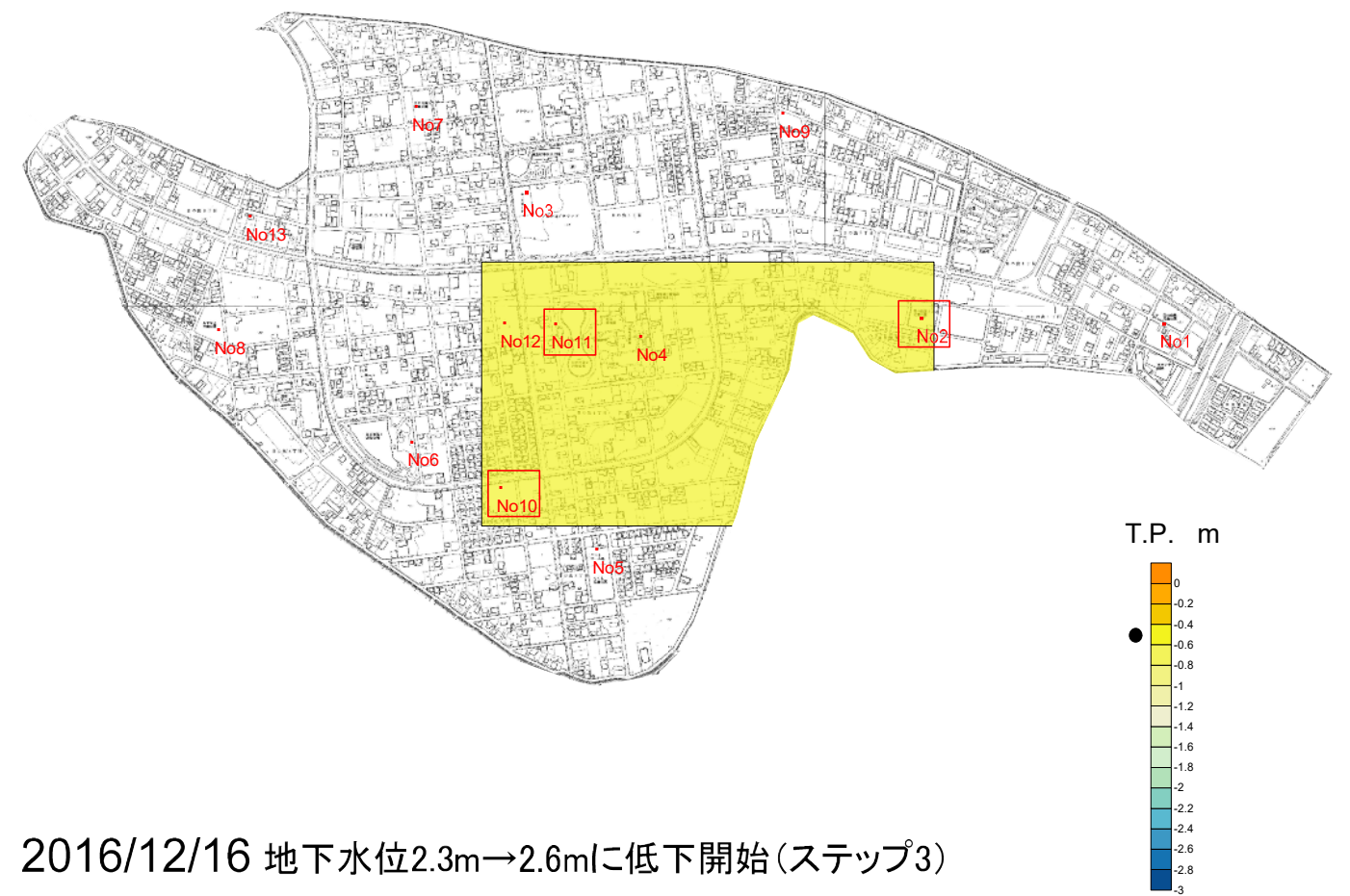
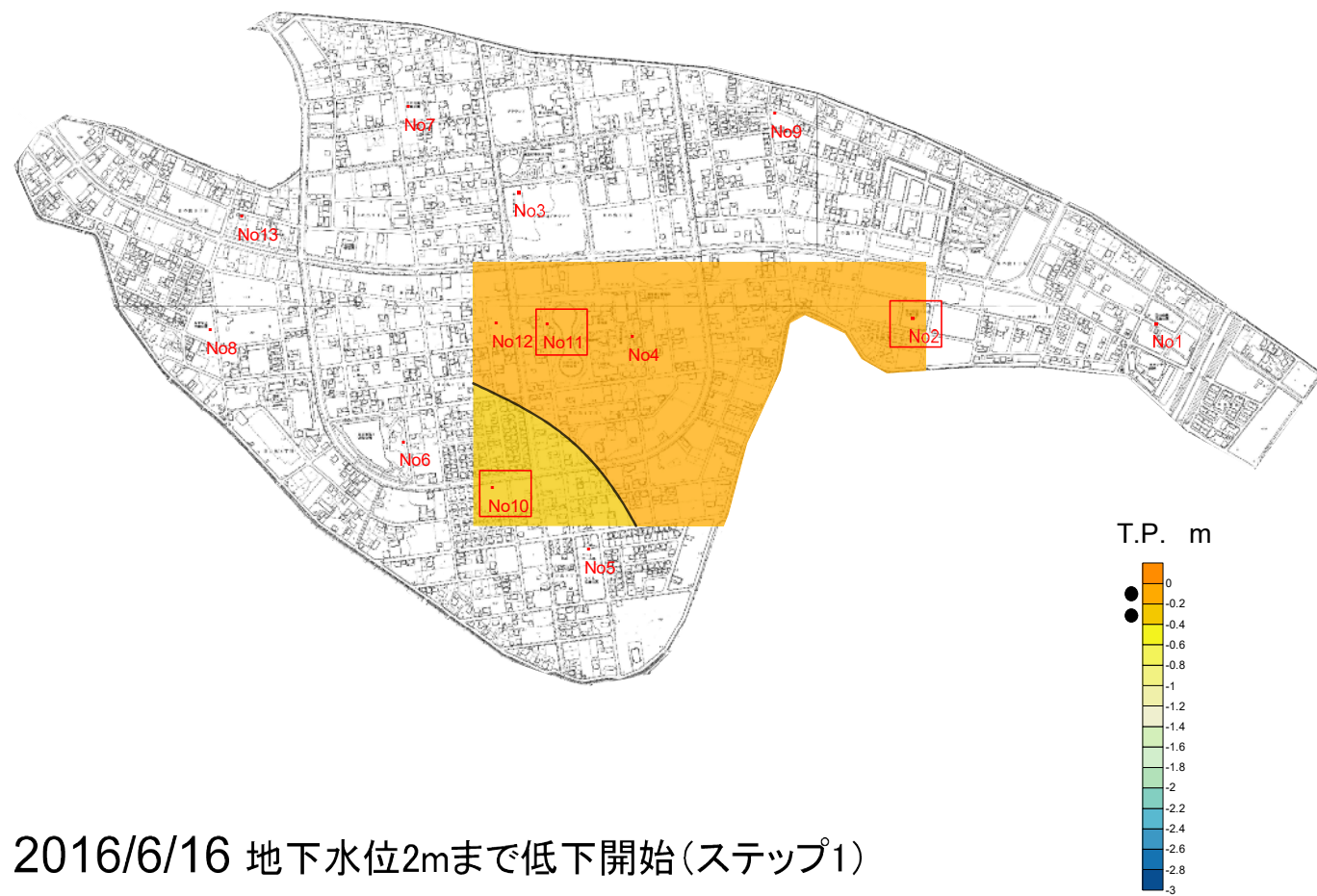
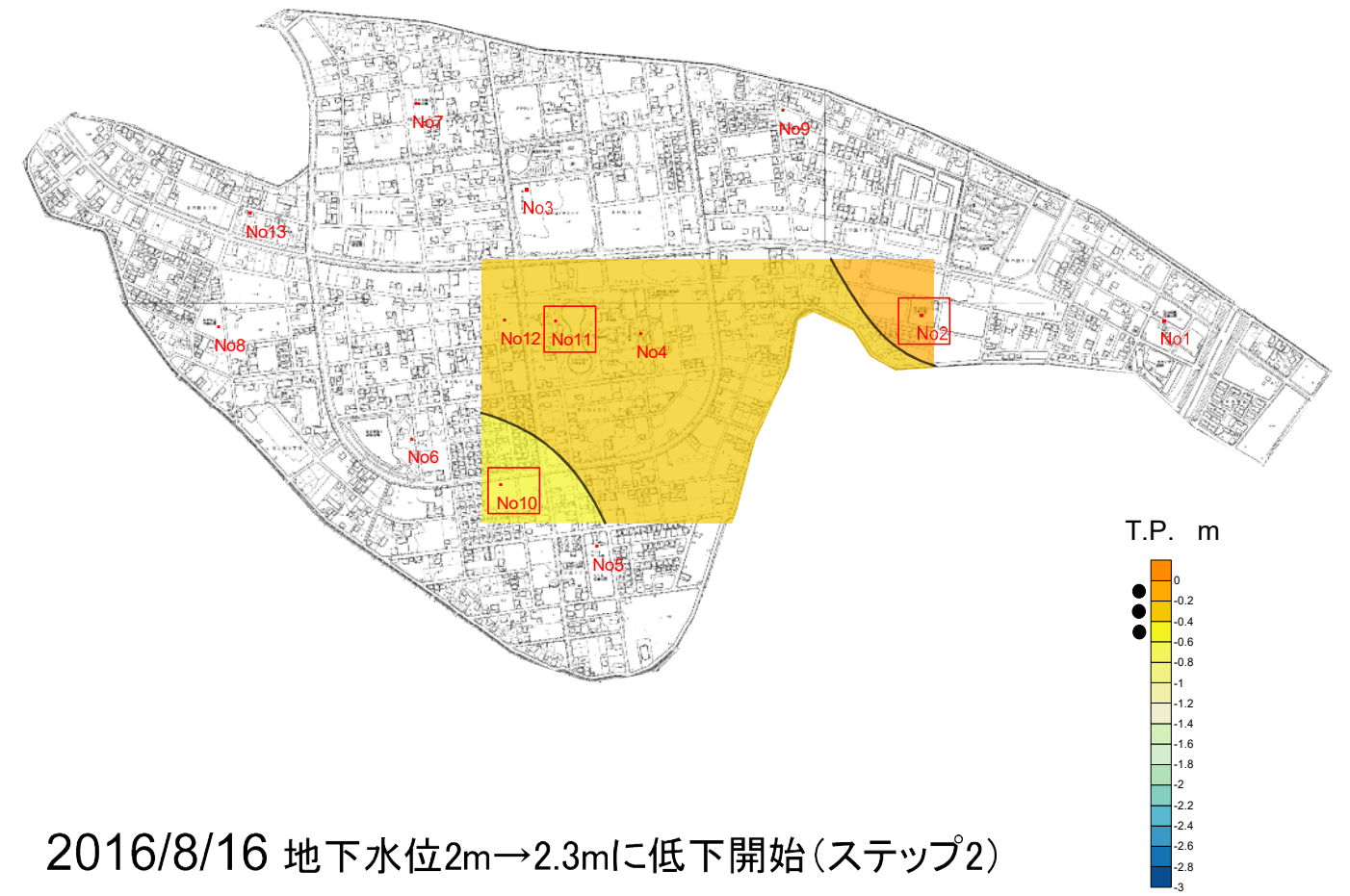
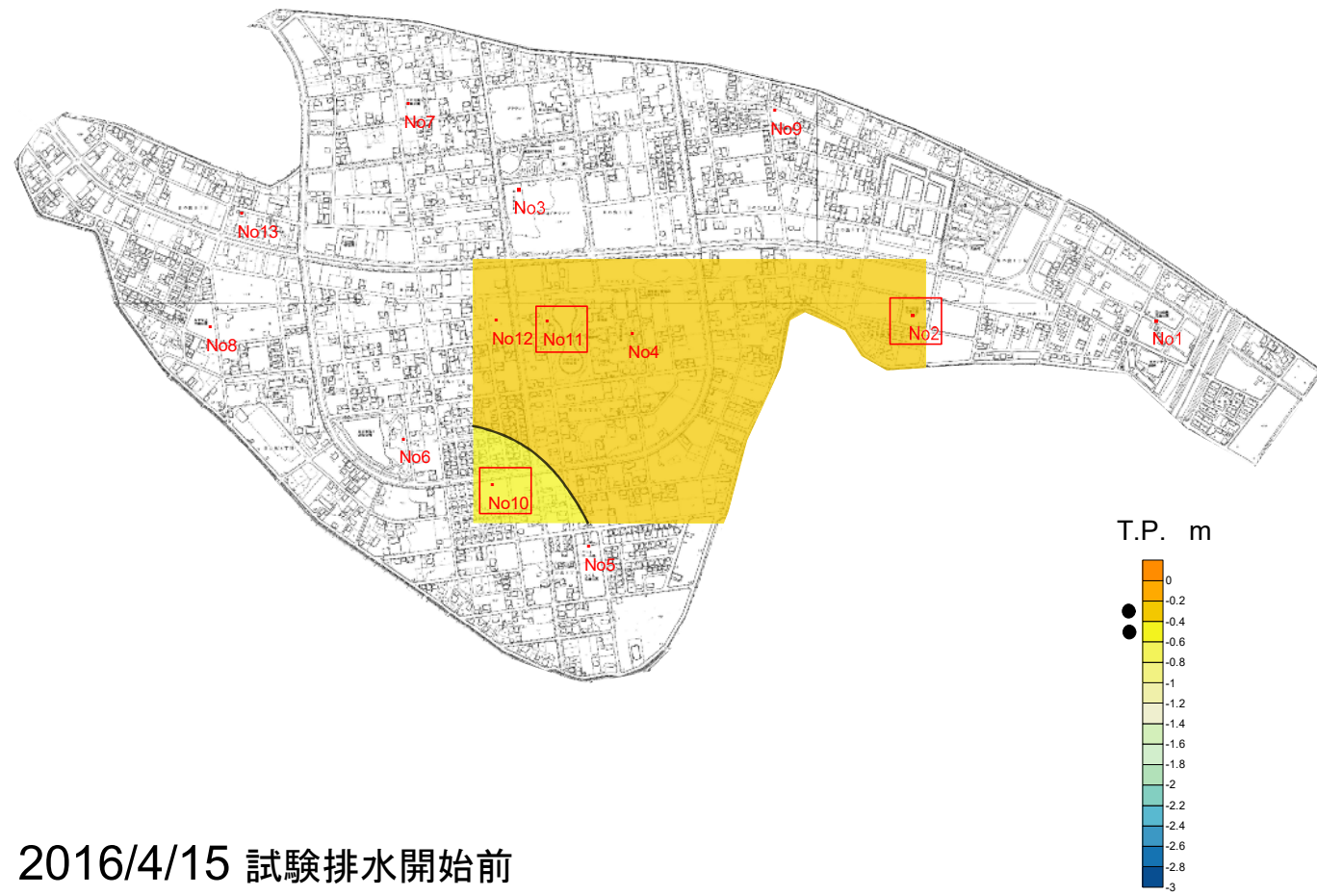


図2.1-3 被圧地下水位コンター(1)



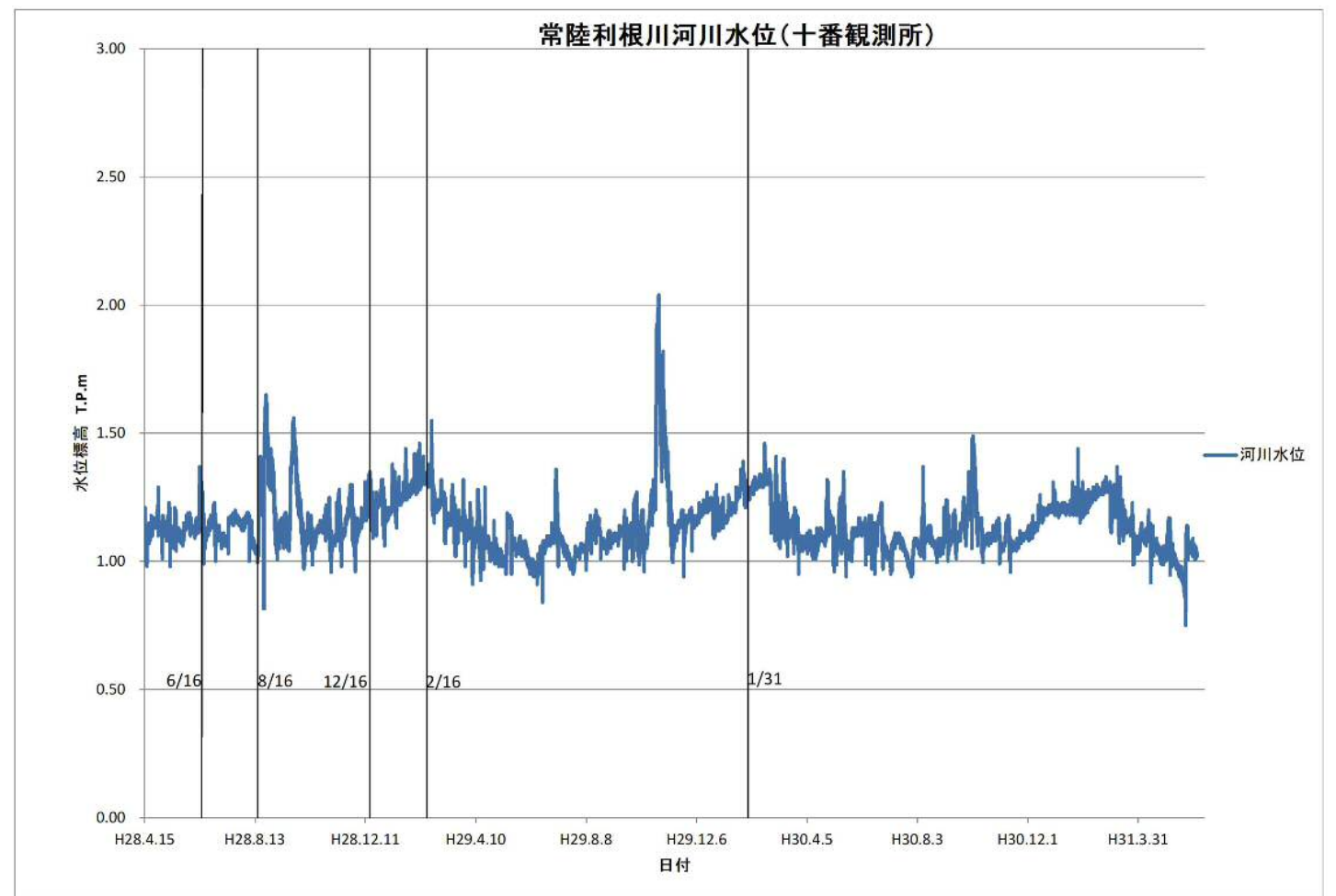
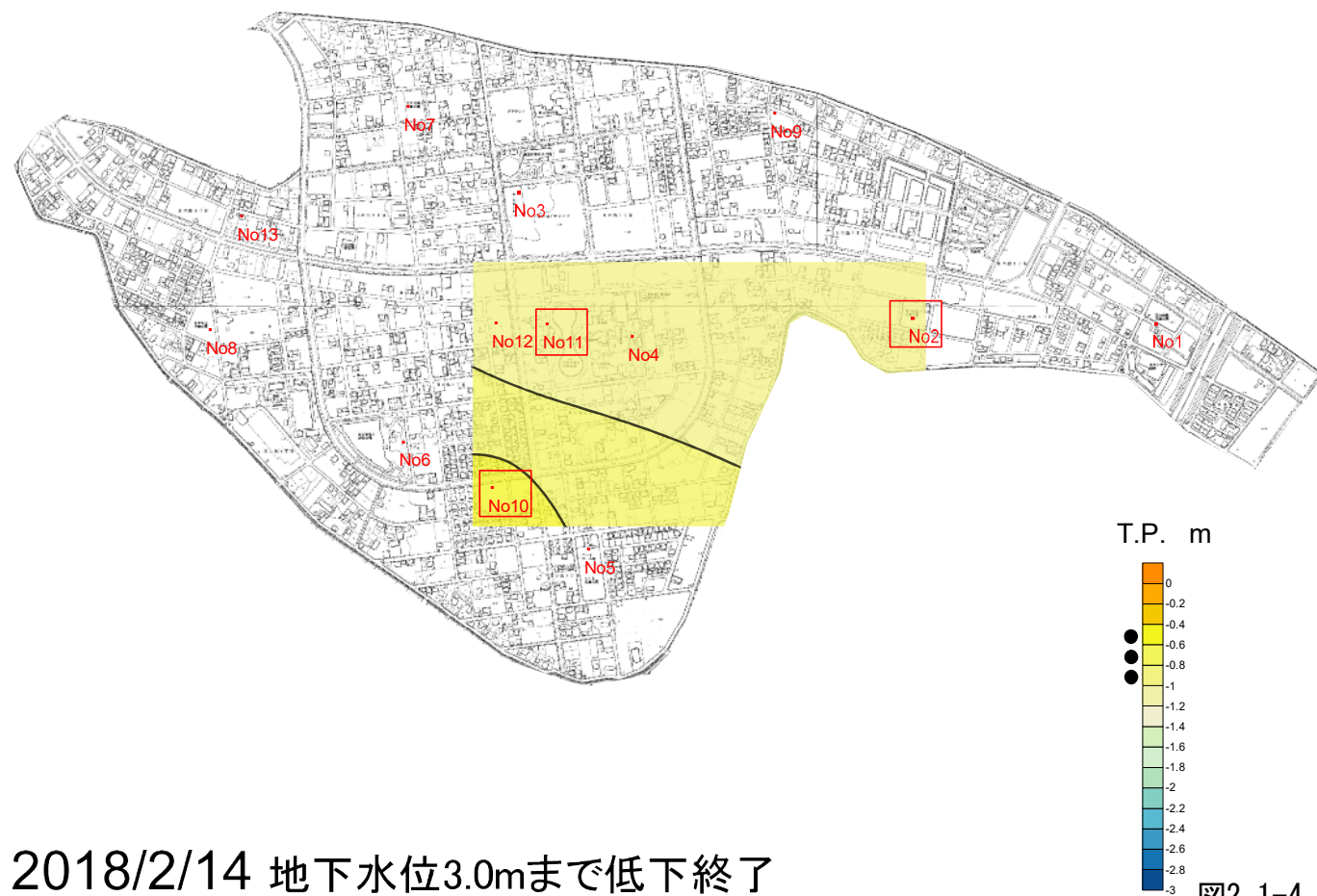
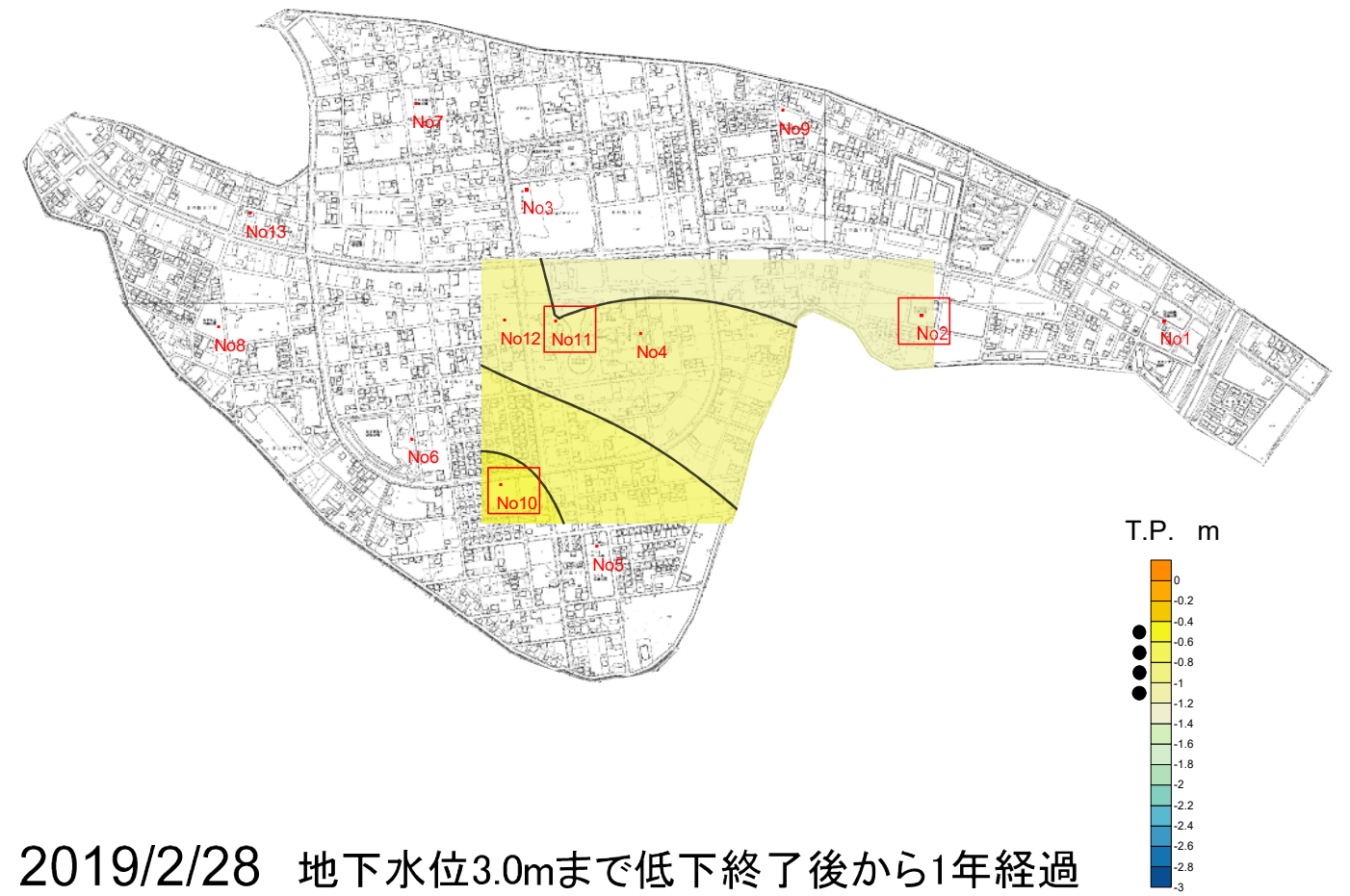
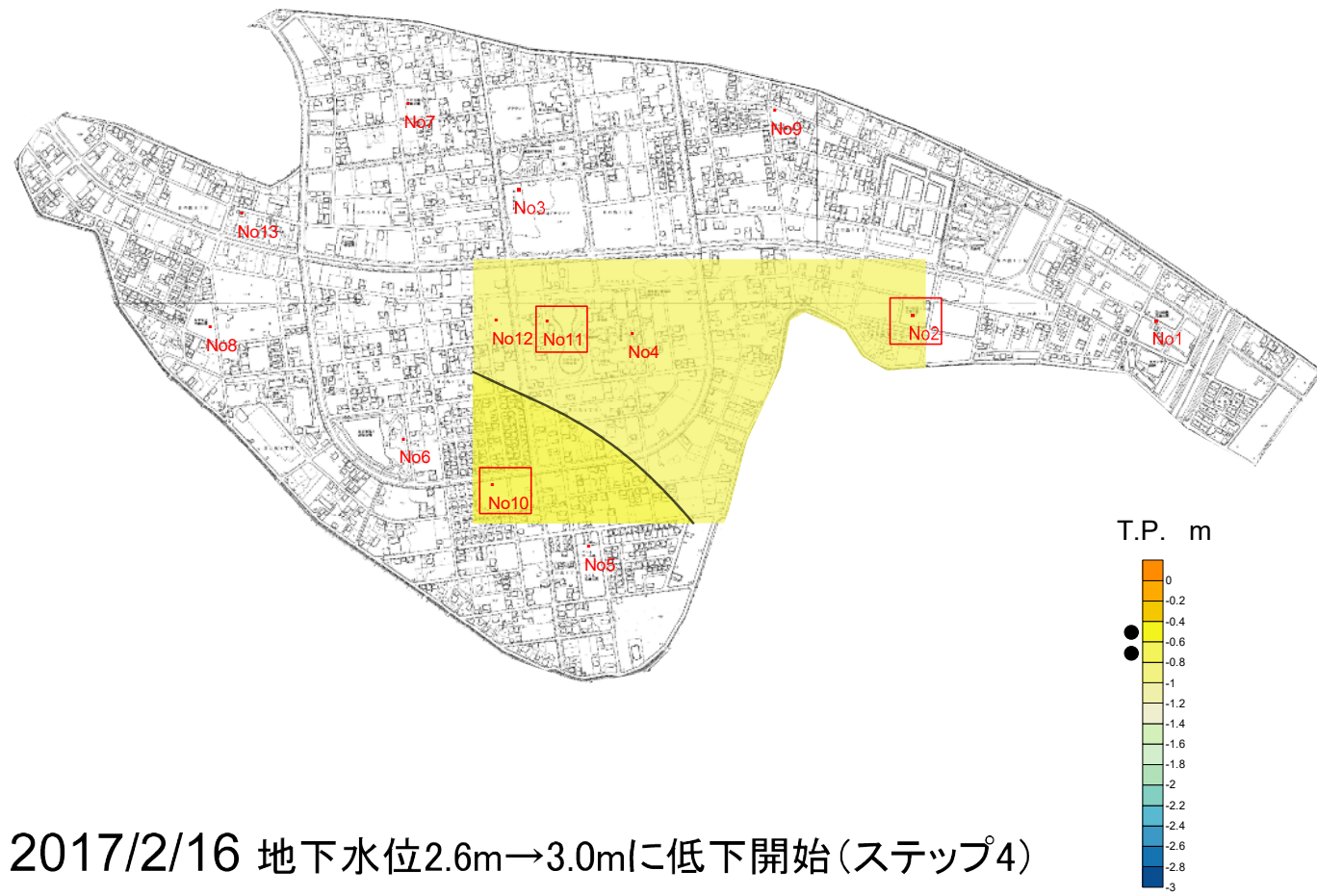


図2.1-4 被圧地下水位コンター(2)

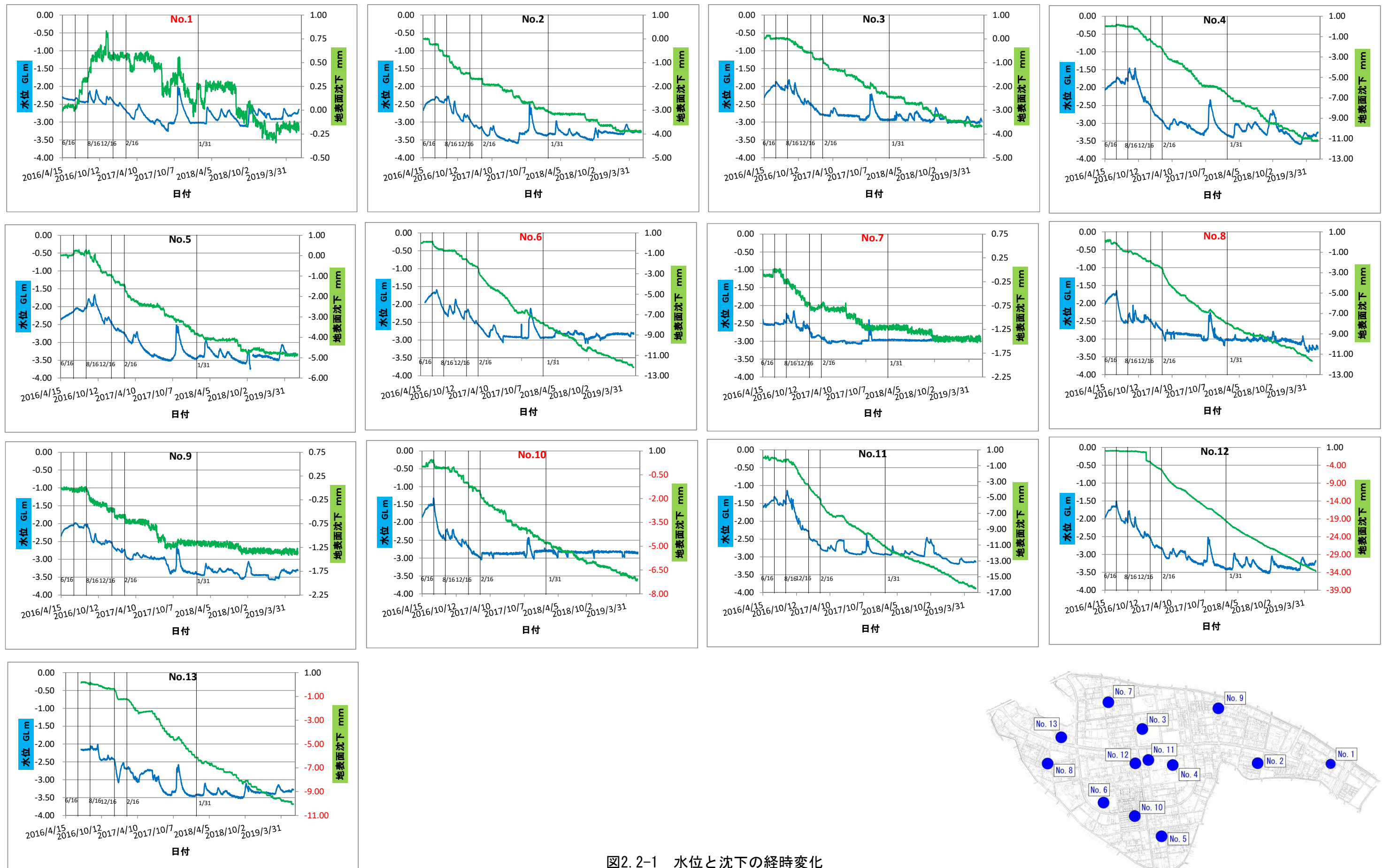


図2. 2-1 水位と沈下の経時変化



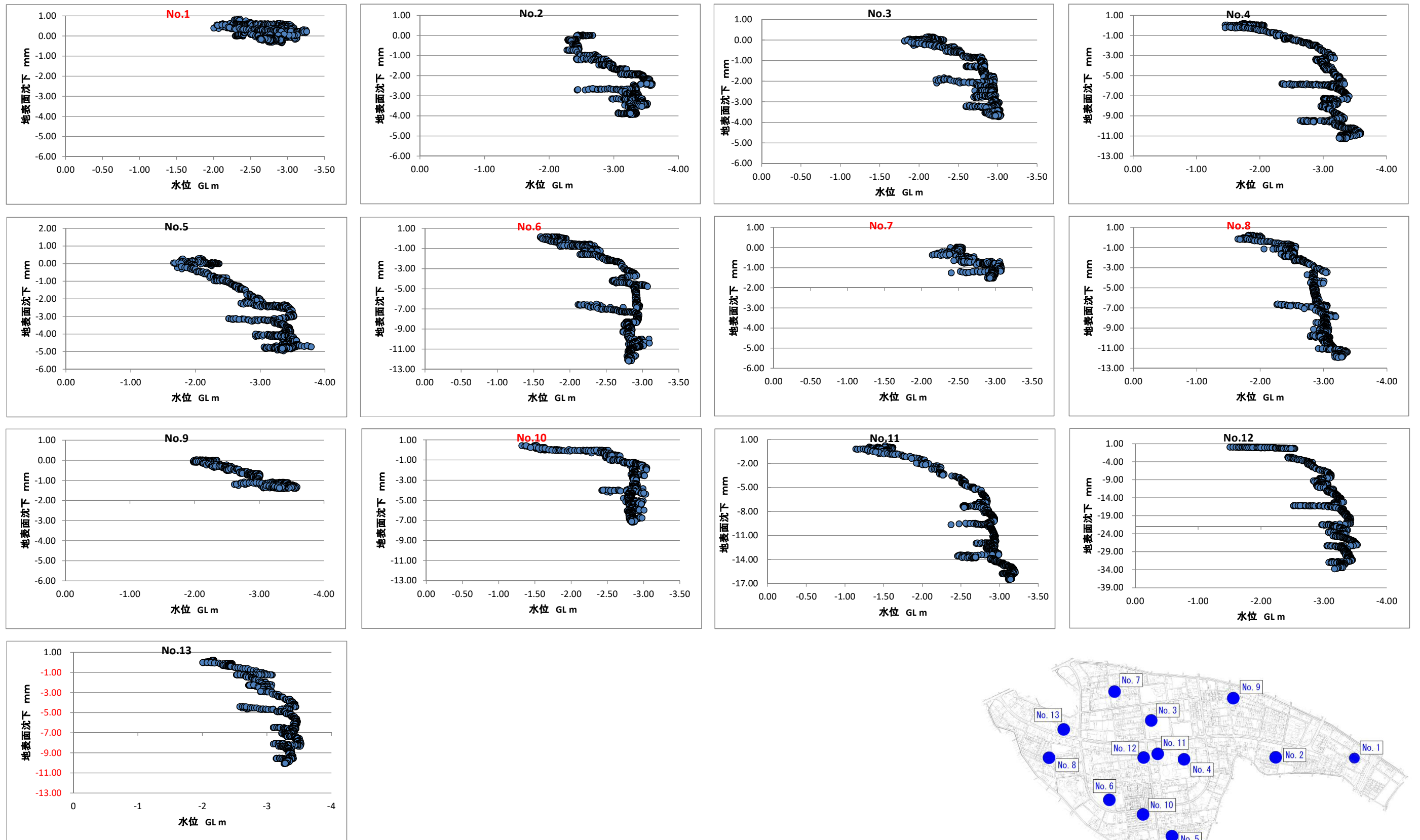


図2.2-2 水位と沈下の関係