

3. 考察

3.1 経年的な水位変動の傾向と評価

水道局水源である観測井 No.1～3 および No.7 について、2009 年から 2014 年度の水位変動を比較した。ここでは、一日の最高水位をプロットした図を用いる。

■観測井 No.1(図 3-1 参照)

2014 年 5 月以降で約 800m³/日の揚水がなされた。これにより、過年度の水位と比べて 1.5～2.0m 程度低い状態となっている。四季の変動として、夏期の 8 月で水位が高く、秋期の 10 月で水位が低くなる傾向は 2009 年度を除く各年度で共通である。

■観測井 No.2(図 3-2 参照)

2014 年 5 月以降で約 1,500m³/日の揚水がなされた。2014 年度の水位は、2013 年度と同様な水位であることから、2014 年度の 1 万 t の揚水の影響は不明瞭である。観測井 No.1 に比べて過年度の水位の変動が小さい。

■観測井 No.3(図 3-3 参照)

2014 年 5 月以降で約 1,700m³/日の揚水がなされた。取水していない時の水位は、過年度の水位とほぼ変わらない傾向を示す。

■観測井 No.7(図 3-4 参照)

過年度とほぼ同様な水位であり、取水による水位低下の傾向は認められない。

3.2 揚水データから求められる透水係数

揚水データからテームの式を用いて透水係数を算出した。揚水を行った 6 つの観測井において、1 万トン取水以前の 2014 年 4 月以前、1 万トン取水開始時の 2014 年 5～6 月、1 万トン取水終了時の 2015 年 3 月の 3 つの時期で算出した。

浅層地下水をくみ上げている観測井 No.1～No.3 および NKK2～3 については、2014 年以前では 1.2～9.5×10⁻²cm/sec の透水係数を得た。これらの透水係数は、No.3 が低く、NKK3 が高い。NKK1 については、深層地下水であり、6 つの井戸のうち最も透水係数が低い。

経年的な変化に着目すると、いずれの観測井も半オーダー以下の差が認められる。No.1、No.2、NKK1 では透水係数が低くなっている。NKK2～3 では透水係数が高くなった。No.3 も透水係数が高くなっているが、NKK2～3 に比べると変化の幅は小さい。

これらの透水係数の差が 1 万トンの取水の影響によるものかどうかは、変化の幅があまり大きくないため、不明である。透水係数のオーダーが変わっていないことから、帯水層において急激な変化はなかったことが推察される。

表 3-1 揚水データから求められた各揚水井戸の透水係数

井戸No	揚水期間	揚水量 (ℓ/min)	初期水位 (GL-m)	揚水時水位 (GL-m)	透水係数 k(cm/sec)
No.1	2013/6/29	1,425	0.78	4.15	2.60E-02
	2014/6/16 ～6/20	520	0.92	2.42	2.07E-02
	2015/3/2 ～3/4	613	1.47	3.09	2.31E-02
No.2	2013/6/29	1,016	1.82	5.38	1.77E-02
	2014/6/16 ～6/20	1,057	1.98	6.53	1.47E-02
	2015/3/2 ～3/4	1,057	2.30	6.70	1.46E-02
No.3	2013/6/29	1,150	0.70	6.90	1.20E-02
	2014/6/16 ～6/20	1,003	0.80	7.20	1.26E-02
	2015/3/2 ～3/4	1,200	1.20	7.75	1.22E-02
NKK1	2012/6/3	1,200	10.41	32.24	4.99E-03
	2015/5/20	1,333	11.00	36.98	4.65E-03
	2015/3/2	958	11.15	31.00	4.38E-03
NKK2	2013/7/8	1,209	1.11	2.49	5.66E-02
	2015/5/19	1,428	1.72	2.90	7.94E-02
	2015/3/2	1,433	1.78	3.06	7.37E-02
NKK3	2012/6/5	1,944	4.85	6.39	9.46E-02
	2015/5/19	1,419	2.23	3.13	1.06E-01
	2015/3/2	1,473	2.59	3.65	1.11E-01

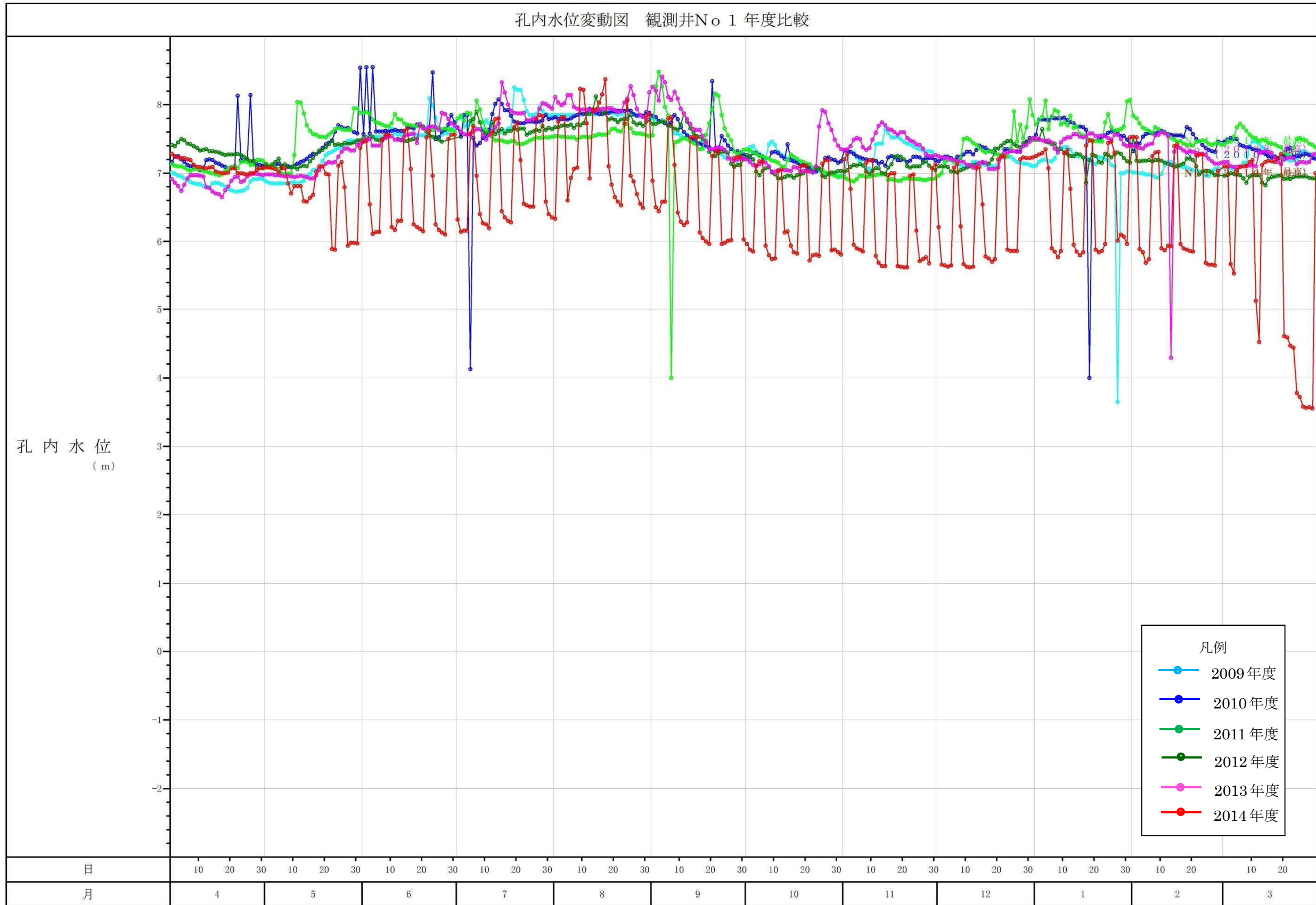


図 3-1 過年度データとの比較 (観測井 No. 1)

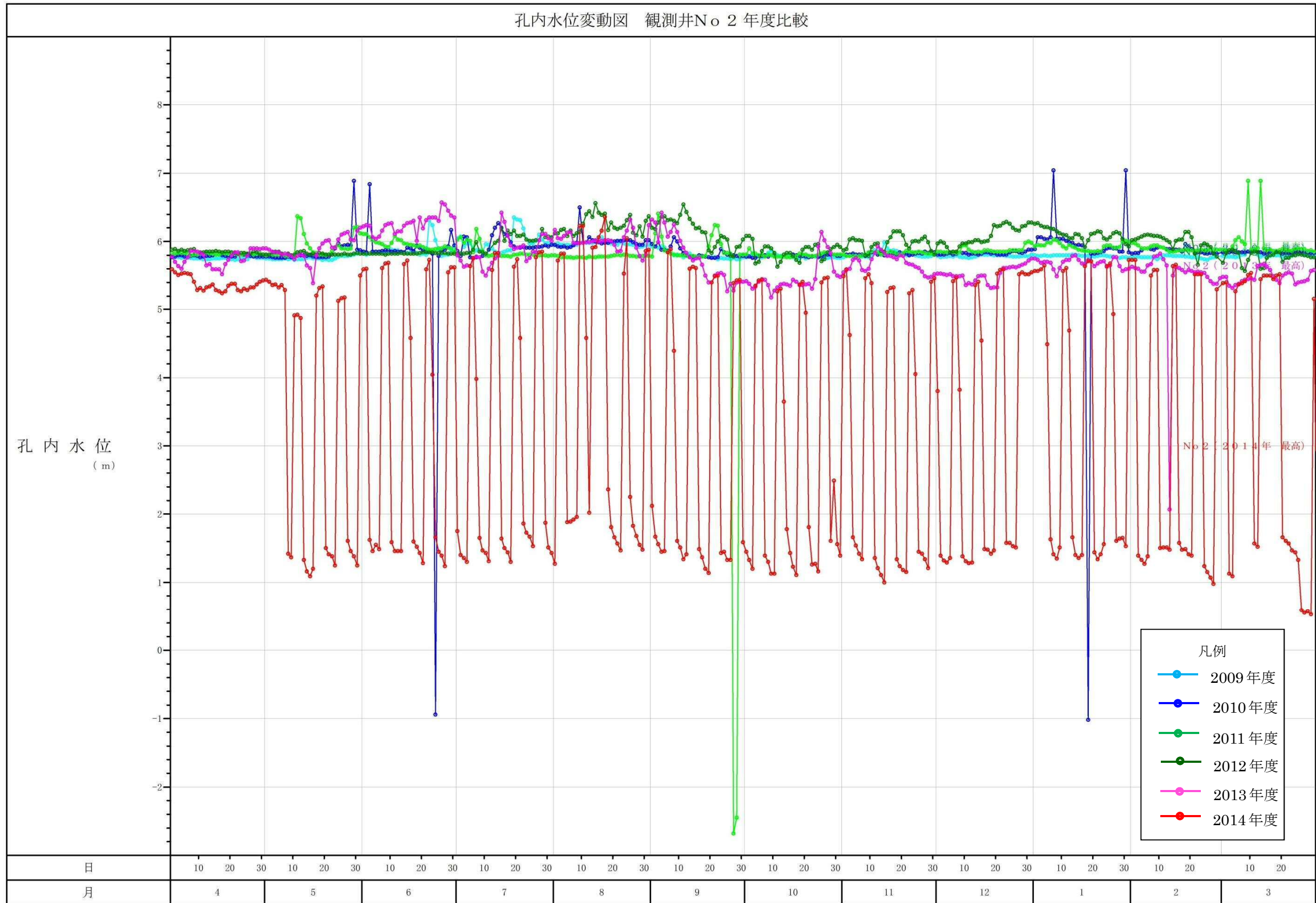


図 3-2 過年度データとの比較 (観測井 No. 2)

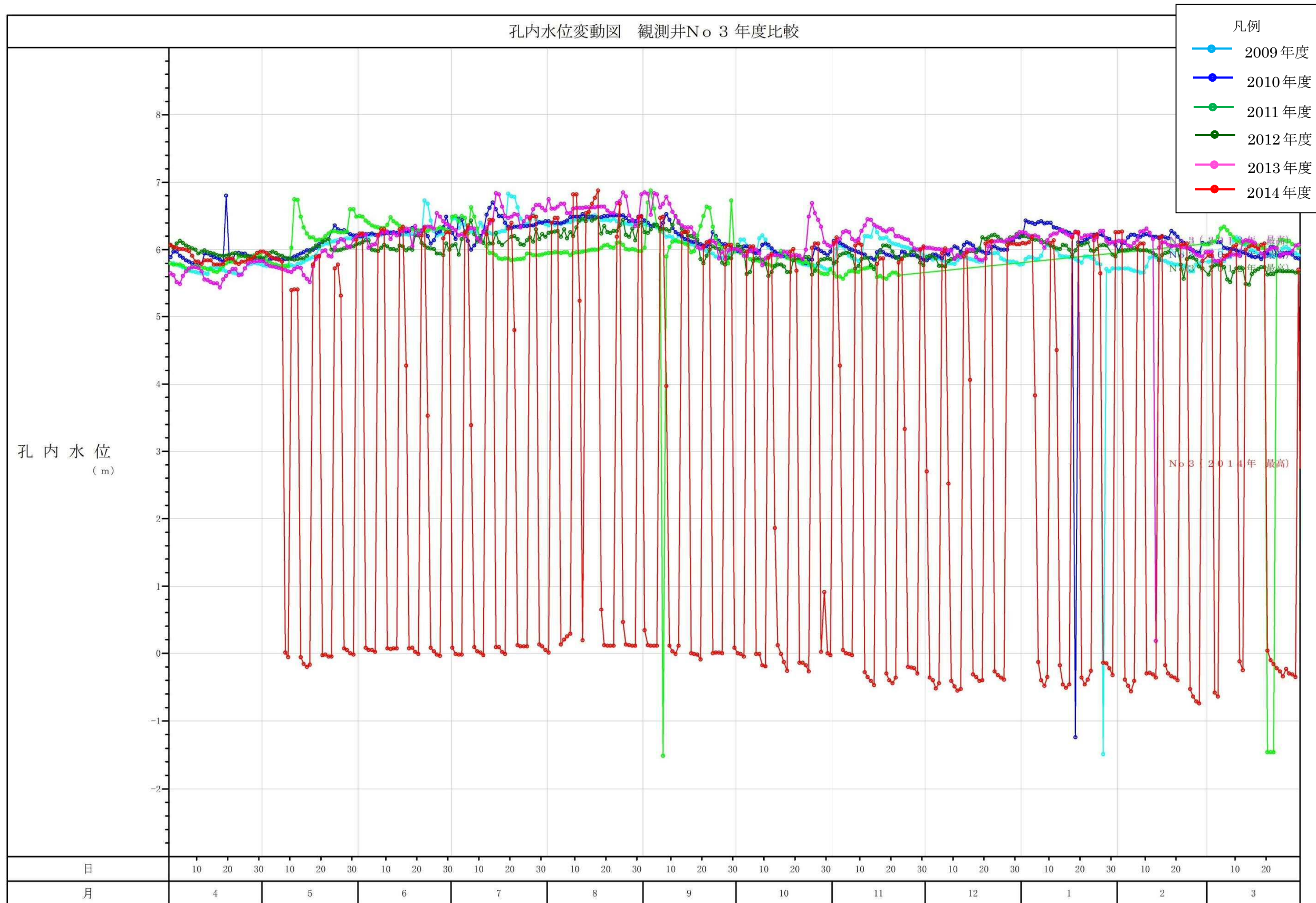


図 3-3 過年度データとの比較 (観測井 No. 3)

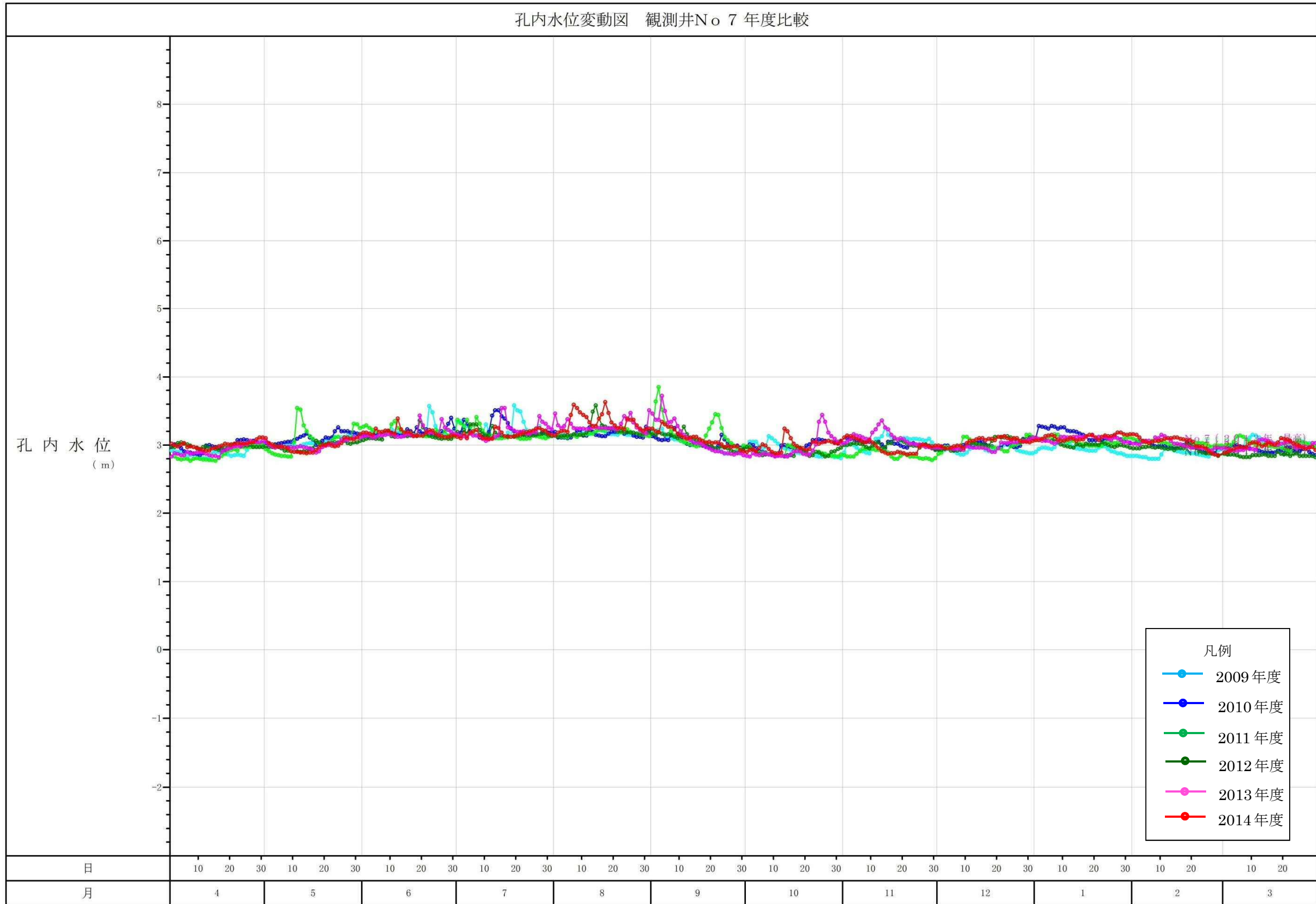


図 3-4 過年度データとの比較 (観測井 No. 7)

3.3 地盤変動と地下水位

1) 地下水位変動と地盤変動の代表測点での対比

図 3-5 および図 3-6 に地下水位変動と地盤変動の対比を示す。地盤変動の観測点は、観測井 No. 1 に近接する B-18 地点である(図 1-1)。大きな水位の傾向としては、水田の水張り時期に上昇し、水がない時期に下降する。H24～25 年度の地盤変動は、水位の傾向に対応するように水がない期間では沈下傾向を示し、水張り時期になり回復傾向を示す。H26 年度の地盤変動は、6 月と 12 月で隆起、8 月と 2 月で沈下が確認され、回帰的な変動を示している。この回帰的な変動は、水位の変動に調和的ではない。

したがって、長期的な水位変動の傾向と地盤高の傾向に強い相関性があるとはいえないと判断する。さらに、多量揚水による累積的な沈下も発生していないと考える。

2) 水位変動と地盤変動の平面的対比

図 3-7 に本業務で得られた地盤沈下コンターと揚水時の水位コンターを示す。

[2014 年 6 月観測時]

- ・沈下傾向：取水井である NKK1～3 および No.1～No.3 の周辺で沈下の傾向はなく、約 2mm の隆起傾向を示す。
- ・水位傾向：No.4～No.6 地点が標高 5m の水位コンター内にある。

[2014 年 8 月観測時]

- ・沈下傾向：取水井である NKK1～3 および No.1～No.3 の周辺で沈下の傾向を示す。
- ・水位傾向：No.4～No.6 が標高 5m の水位コンター内にあるものの、6 月と比べて標高 5m の水位コンターがいびつな形になっているように見える。

[2014 年 10 月観測時]

- ・沈下傾向：8 月期に比べて沈下傾向の範囲が縮小しているように見える。すなわち、観測井 No.1～3 の近傍に沈下傾向にあるエリアが小さくなっている。
- ・水位傾向：低下傾向が認められ、No.4～No.6 のエリアが標高 4.5m のコンターに囲まれている。

[2014 年 12 月観測時]

- ・沈下傾向：観測井 No.1～3 の近傍において、10 月に比べてさらに沈下の傾向が小さくなっている。
- ・水位傾向：沈下の傾向が小さくなるのに合わせて、水位の上昇も認められる。

[2015 年 2 月観測時]

- ・沈下傾向：観測井 No.1～3 の近傍において、12 月に比べて沈下の傾向が大きくなっている。
- ・水位傾向：沈下傾向に合わせて、水位の下降も認められる。



図 3-5 孔内水位変動と地盤変動の対比 (H24～25 年度：観測井 No1-B18)

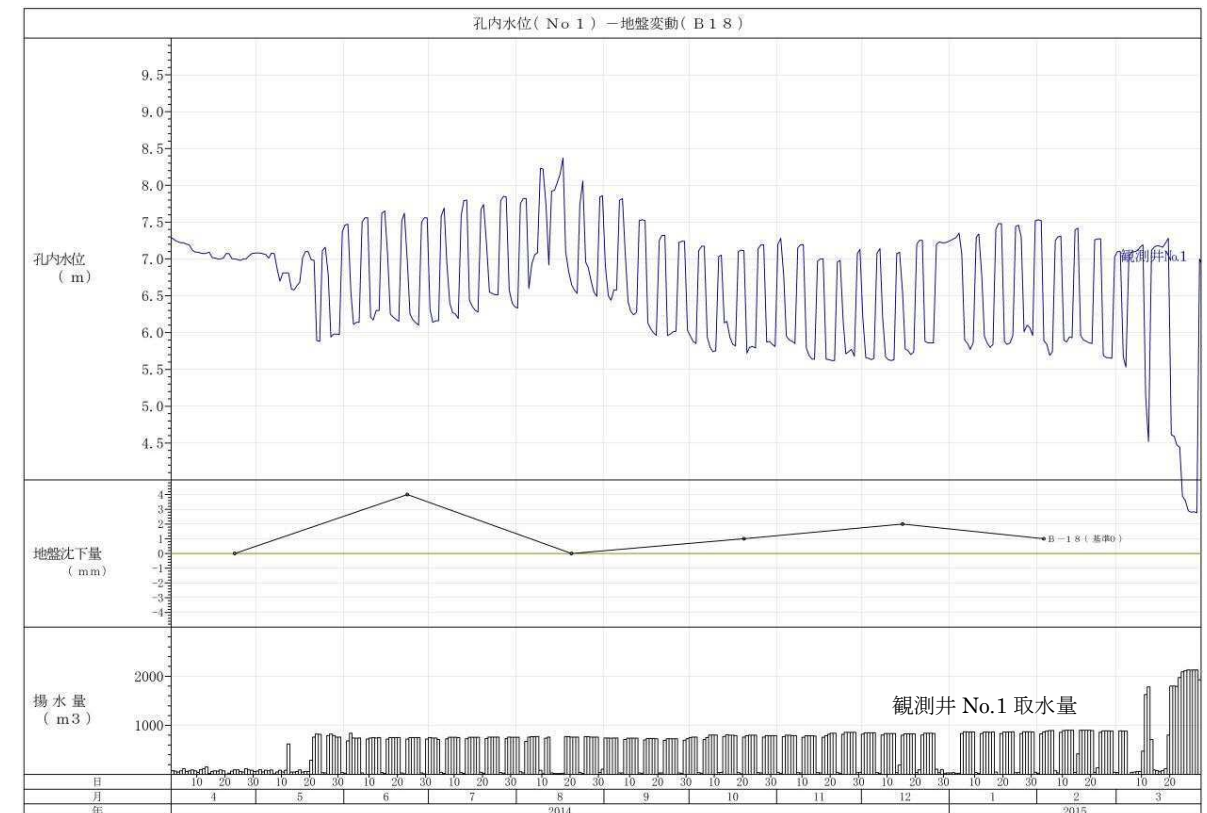


図 3-6 孔内水位変動と地盤変動の対比 (H26 年度：観測井 No1-B18)

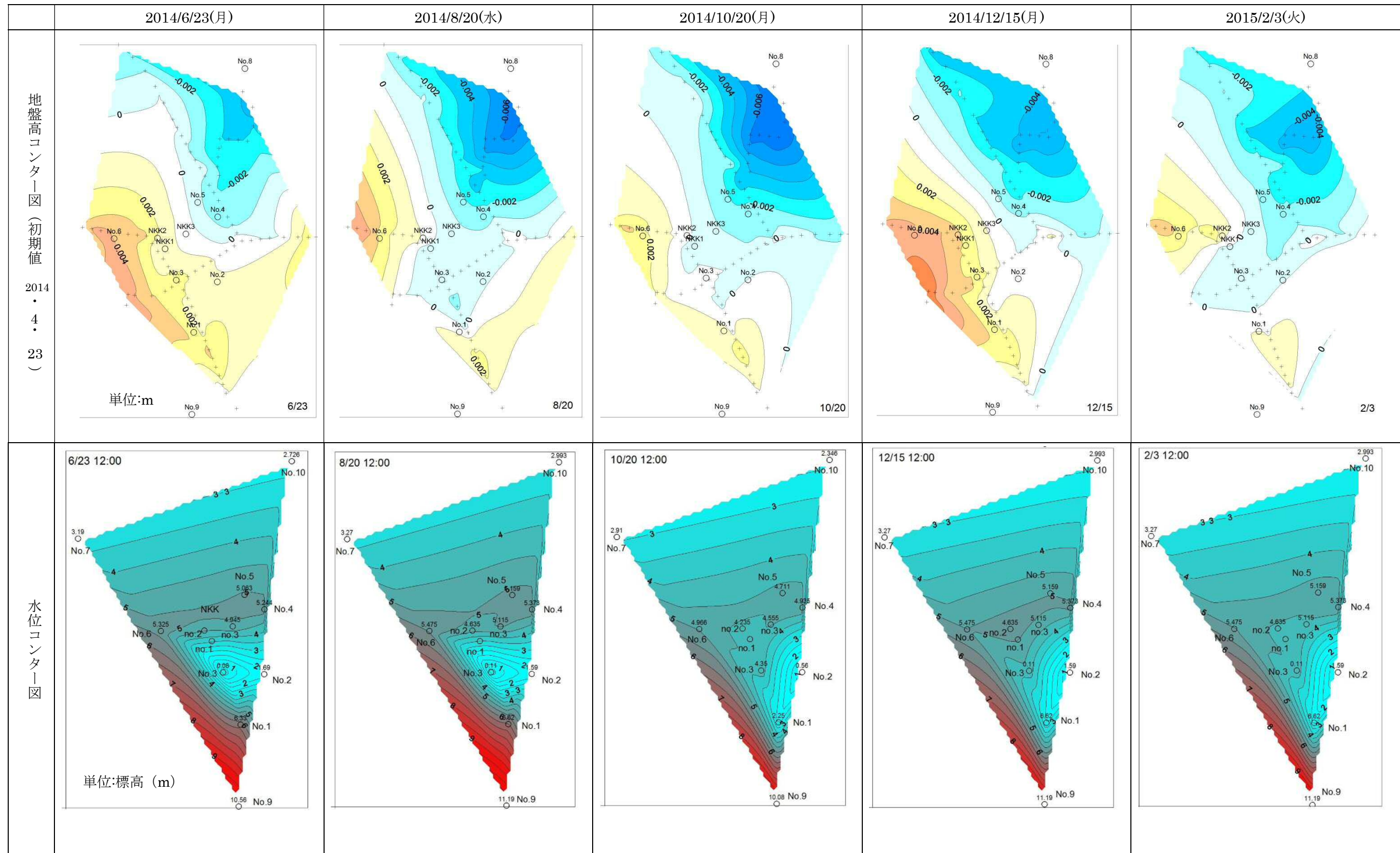


図 3-7 水位変動と地盤変動の平面的対比

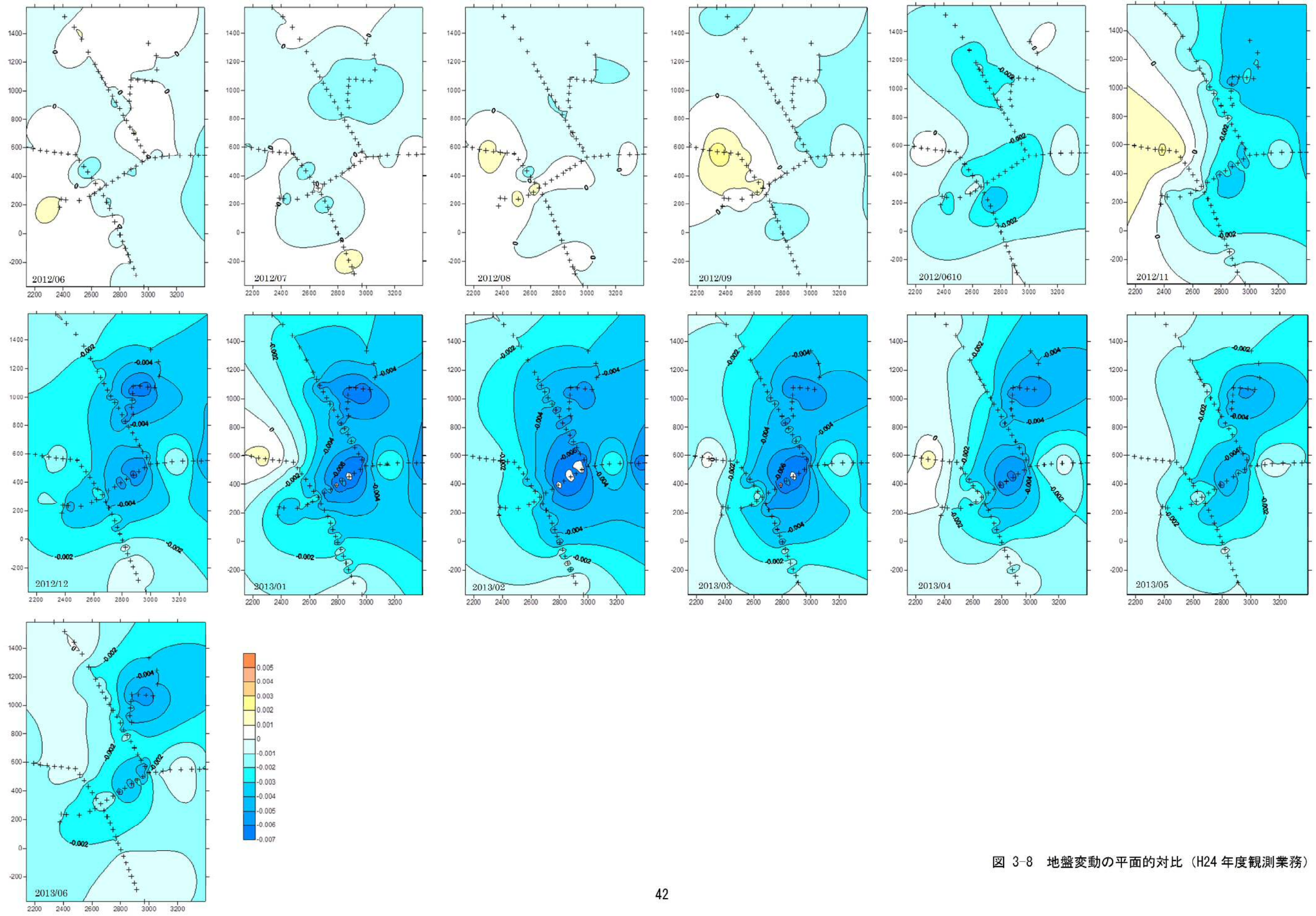


図 3-8 地盤変動の平面的対比 (H24 年度観測業務)

3.4 調査地周辺の地層状況

地盤高計測の測線に沿った地層断面図を図 3-10～図 3-13 に示す。

ジオ・ステーションを用いて調査地周辺のボーリングデータを収集し、三次元化を試みた(図 3-9)。しかし、深度 20m 以上のボーリングデータが近傍に存在していないこと、また、ボーリングデータに標高が未記入のものが多くあったため、3D 断面図の作成を断念した。

調査地の地層は、下部礫質土層(Lg)を基盤とし、その上位に上部砂質土層(Us)、上部粘性土層(Uc)が分布している。C 測線の河川部については、盛土(B)および河床堆積物(rd)が存在していると想定される。

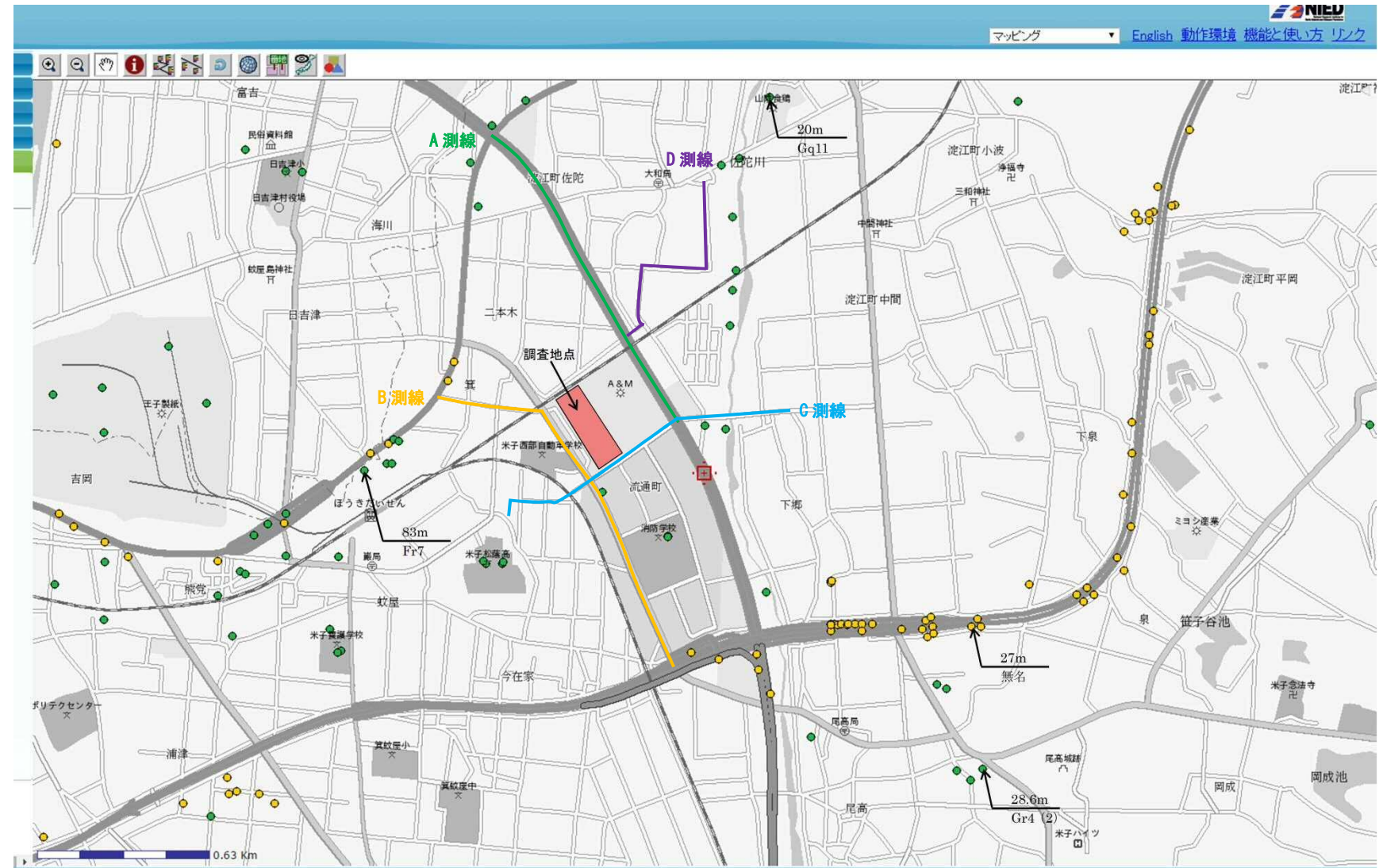


図 3-9 ジオ・ステーションのボーリングデータ
(国立研究開発法人 防災科学技術研究所 HP より)

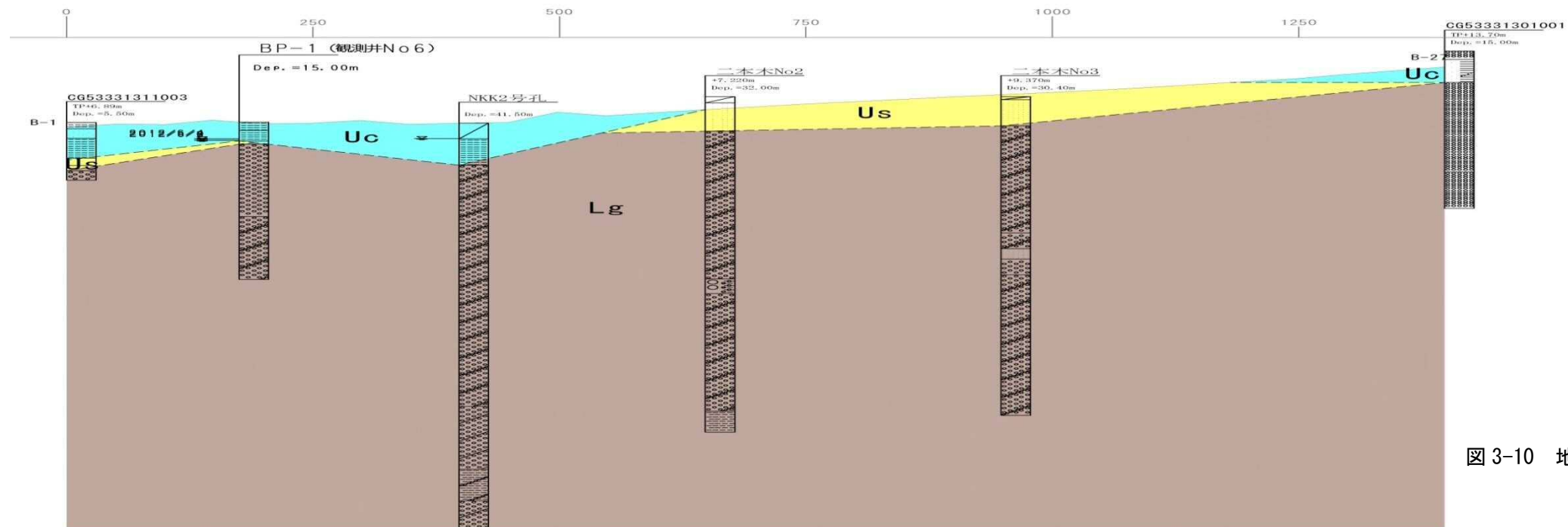


図 3-10 地層推定断面図 (B 測線)

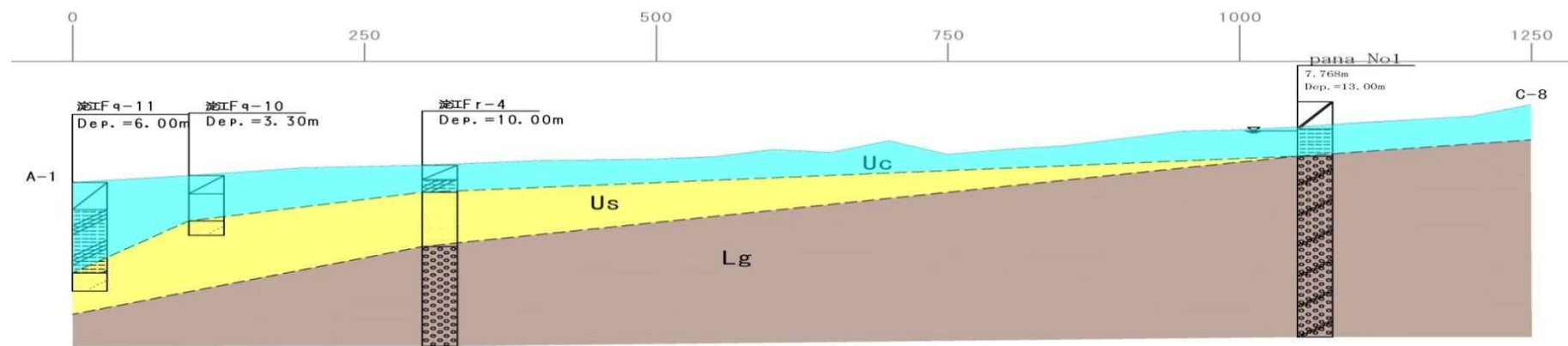


图 3-11 地層推定断面图 (A 測線)

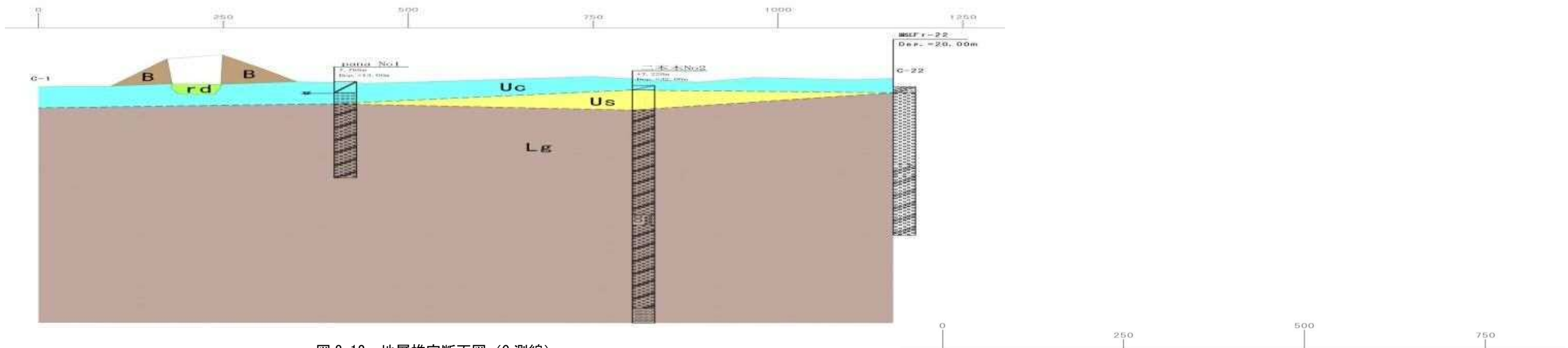


图 3-12 地層推定断面图 (C 測線)

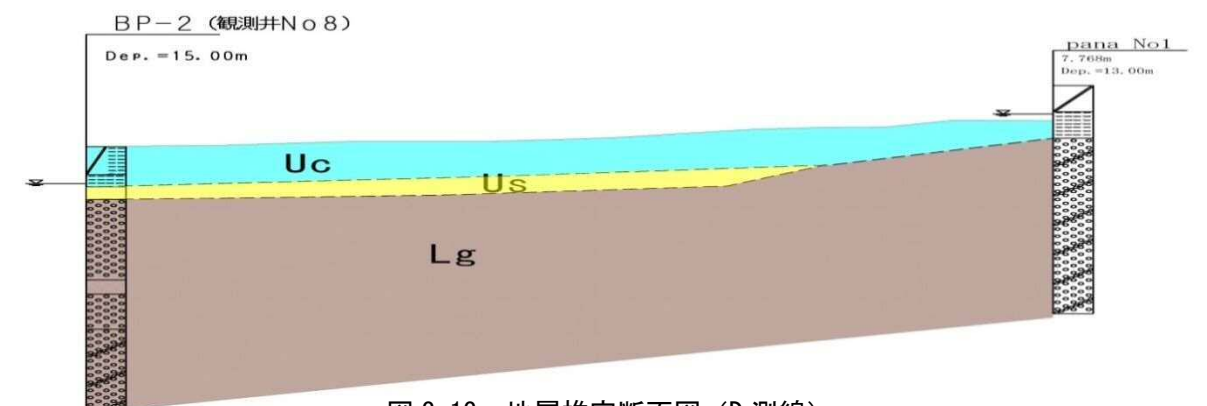


图 3-13 地層推定断面图 (D 測線)

3.5 結論

本業務の調査結果を以下にまとめる。

■地下水位の変動

- ・2014年5月～2015年3月の期間で、試験的に1万m³/日の地下水取水を行った
- ・1万m³/日の地下水取水は平日に限定した
- ・取水の内訳は、NKK取水井から約6,000m³/日、水道局水源より約4,000m³/日であった
- ・取水により観測井No.3を中心とする同心円状の水位コンターが得られた
- ・取水による半径500m以内の観測井(No.4～No.6)の地下水低下量は0.1～0.3mである(図2-20)
- ・観測井No.1～No.3は、過年度と比較して最高水位がやや低く、最低水位がやや高い
- ・半径500m以内の観測井(No.4～No.6)では、揚水による水位低下が明瞭に表れている
- ・半径1,000m以内の観測井(No.7、No.9～No.10)は、揚水による水位低下は認められない

■地盤高変位

- ・本業務では、2ヵ月に1度の頻度で2級水準点測量を実施した
- ・通年での変位は、隆起方向と沈下方向の変位を繰り返す「回帰」状態が主体であった
- ・A～D測線において、隆起もしくは沈下の累積傾向は認められない

■地盤高と地下水位との相関

- ・地盤高と地下水位との相関は、地盤高の変位が誤差の範囲であったことから顕著でないと判断する
- ・今回の揚水量(10,000t/日)の範囲では、揚水による地盤変形は微小であり影響は小さいと推察する

■降水量

- ・2014年度は、過去6年間の間で2番目に少ない年間降水量であった
- ・さらに、4月、6月、7月、8月においては、過去6年間で最少の月間降水量を記録した

■水質への影響

- ・観測井No.1～5においては、水道法基準を超過する項目は認められない

■周辺地下水への影響

- ・観測期間を通じて、他の水源に影響があったという苦情や連絡はなかった

■各帯水層の取水量

- ・帯水層は上部洪積砂礫層と下部洪積砂礫層の2層と想定(図1-2参照)
- ・上部洪積砂礫層からの取水は全5井(観測井No.1～No.3、NKK2～3)
- ・下部洪積砂礫層からの取水はNKK1のみ
- ・年間取水量1,857,730m³のうち、下部洪積砂礫層からの取水量は237,247m³(約13%)
- ・日取水量10,000m³のうち、下部洪積砂礫層からの取水量は約1,900m³(約19%)

■前回調査時との差異

- ・日量6,000tから10,000tに取水量を増加させた結果、以下のことが把握できた(表3-2参照)
- ・取水井直近では、10,000tの取水時に最高水位が低い標高を示す時が多く見られた
- ・半径500m以内では、10,000tの取水時に0.1～0.3mの水位低下を示した
- ・半径1,000m以内では、10,000tの取水時は6,000tの時と同様に周期的な変動は認められなかった
- ・つまり、10,000tの取水による影響は取水井直近で顕著であって、500m以内であっても0.3m以下の水位低下で影響が収まるものであるといえる
- ・したがって、10,000tの取水による影響は取水井戸直近と限定的であって、かつ軽微と判断する

表 3-2 水位状況の比較

取水井との位置	観測井No.	水位状況	
		日量 6,000t 取水時(H24)	日量 10,000t 取水時(H26)
直近	No.1～3	・最高水位が高い標高を維持 →丸一日中揚水しなくても揚水できた ・最高水位は7月で高くなる傾向がある	・最高水位が低い標高を示す時が多く見られた →丸一日中の揚水になった ・最高水位は7月で高くなる傾向あり、6,000t取水時と変わっていない
半径500m以内	No.4～6	・水位標高5.0～6.0mで変動 ・揚水に伴う水位変動は0.1m未満と軽微	・水位標高4.5～6.0mで変動 ・揚水に伴う水位変動は0.1～0.3mである
半径1,000m以内	No.7 No.8(H24)	・取水による周期的な変動はない	・取水による周期的な変動はない
	No.9～10(H26)		・周期的な変動はなく、揚水との相関性は不明