

# 平成 26 年度米子市二本木地区水文調査及び地盤高観測業務

## 中間報告書

平成 2 6 年 1 1 月

ニッポン高度紙工業株式会社

 株式会社 ウエスコ



「平成 26 年度米子市二本木地区水文調査及び地盤高観測業務」において、2014 年 4 月から 2014 年 9 月までの水文調査および地盤高観測の経過について報告を行う。

~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 観測項目 .....         | 1  |
| 2. 観測経過 .....         | 10 |
| 2. 1. 水準測量 .....      | 11 |
| 2. 2. 水位観測 .....      | 16 |
| 2. 3. 河川水位調査 .....    | 22 |
| 2. 4. 水質調査 .....      | 23 |
| 3. 地盤変位に関する考察 .....   | 25 |
| 3. 1. 地盤高変位の比較 .....  | 25 |
| 3. 2. 沈下の要因について ..... | 26 |
| 3. 3. 今後の検討事項 .....   | 26 |

## 1. 観測目的および観測項目

### ■ 観測目的

日量1万tの揚水を試験的にを行い、周辺の地盤高、水位、水質を計測し、取水の影響を把握することを目的とする。

### ■ 観測項目

下記に観測項目を示し、にその位置を示す。

#### ①水準測量

[数量] 4 測線

[方法] 2 級水準測量

[観測頻度] 1 回/2 ヶ月

#### ②水位観測

[数量] 水道局水源 4 箇所

その他観測井 5 箇所

[方法] 水道局水源 データ提供

その他観測井 自記水位計による記録

[観測頻度] 1 時間毎

#### ③雨量観測

[数量] 1 箇所

[方法] 自記雨量計による記録

[観測頻度] 0.5mm 毎

【参考】1 日毎の降水量 (気象庁 HP より)

#### ④水質調査

[数量] 8 箇所 (No. 7 地点を除く水位観測箇所)

[方法] 採水・水質分析

[観測頻度] 夏期・冬期 各 1 回

#### ⑤河川水位調査

[数量] 1 箇所

[方法] メジャーによる実測

[観測頻度] 1 回/月

【参考】1 時間毎の河川水位

(日野川：国土交通省 HP、佐陀川：鳥取県 HP)

### ■ 揚水計画

- ・ NKK 井戸より 6,000t/日の取水を行う
- ・ 水道局水源より 4,000t/日の取水を行う

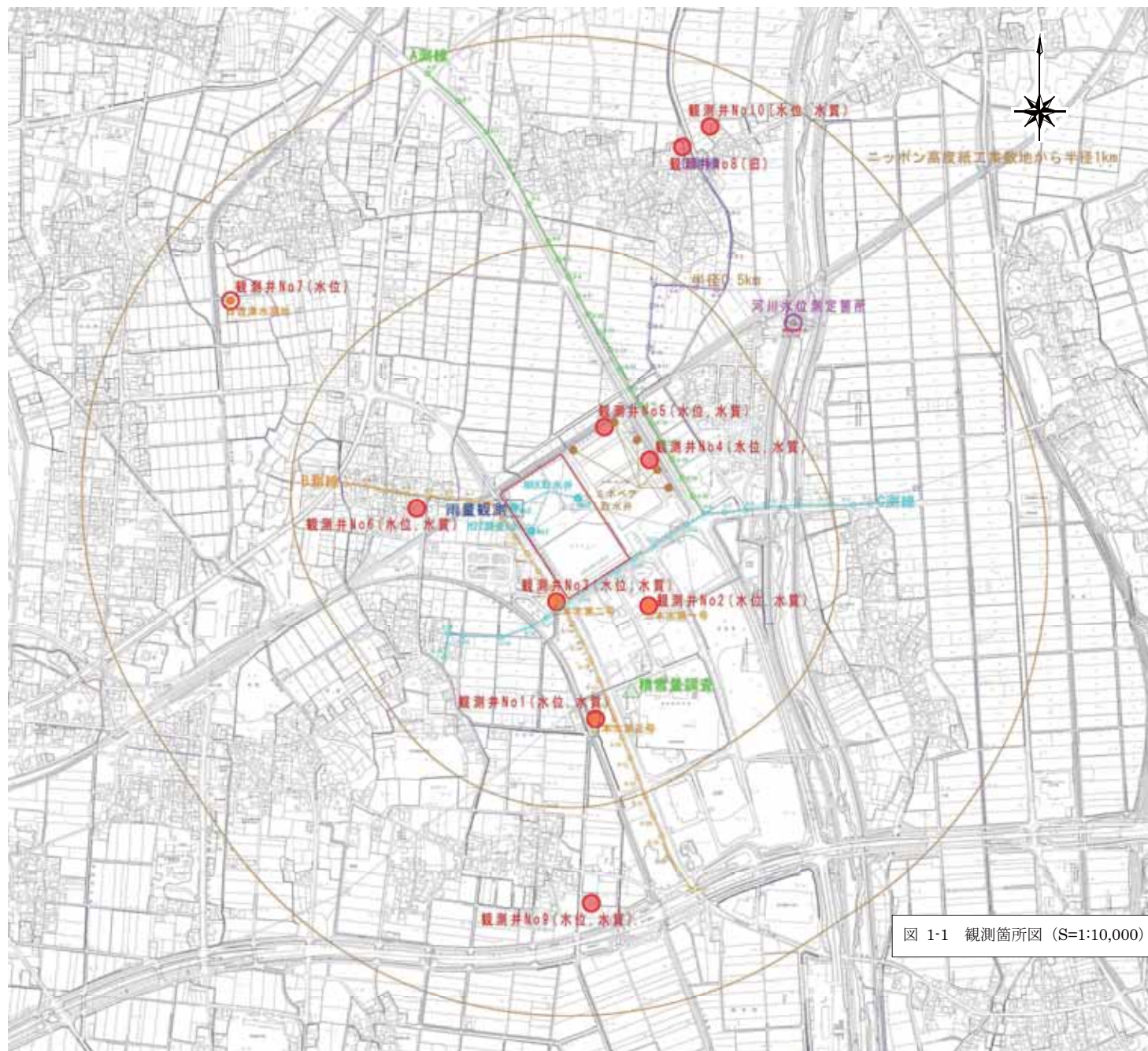


図 1-1 観測箇所図 (S=1:10,000)

**【水位観測井戸構造（観測井 No1～No8）】**

図 1-2～図 1-9 に各水位観測井戸の構造を示す。

このうち、観測井 No1～No3 および No7 は米子市水道局の水源井戸であり、井戸構造データは米子市水道局から提供して頂いたものである。

観測井 No4 および No5 は、ニッポン高度紙工業株式会社 (NKK) に隣接するミネベア工場の観測井戸であり、井戸構造データは前パナソニック工場から提供、聞き取りが行われたものである。

観測井 No6 および No8 は、前回の業務で水位観測に先立ちボーリングを実施し、観測井戸として仕上げたものである。今回業務では、新たに観測井 No9 および No10 を観測井戸として仕上げた。



二本木水源地  
第 3 号取水井の外観

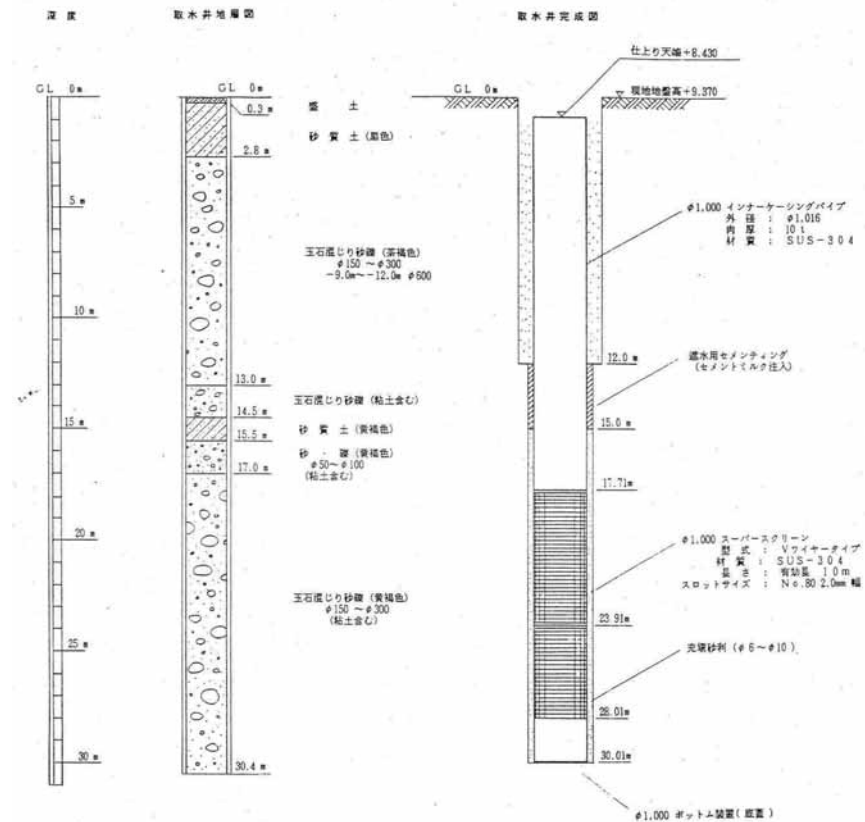


図 1-2 水位観測井の構造等と水位計設置方法（観測井 No1：二本木第 3 号取水井）  
(米子市水道局提供)

二本木水源地



第1号取水井の外観



二本木水源地  
第2号取水井の外観

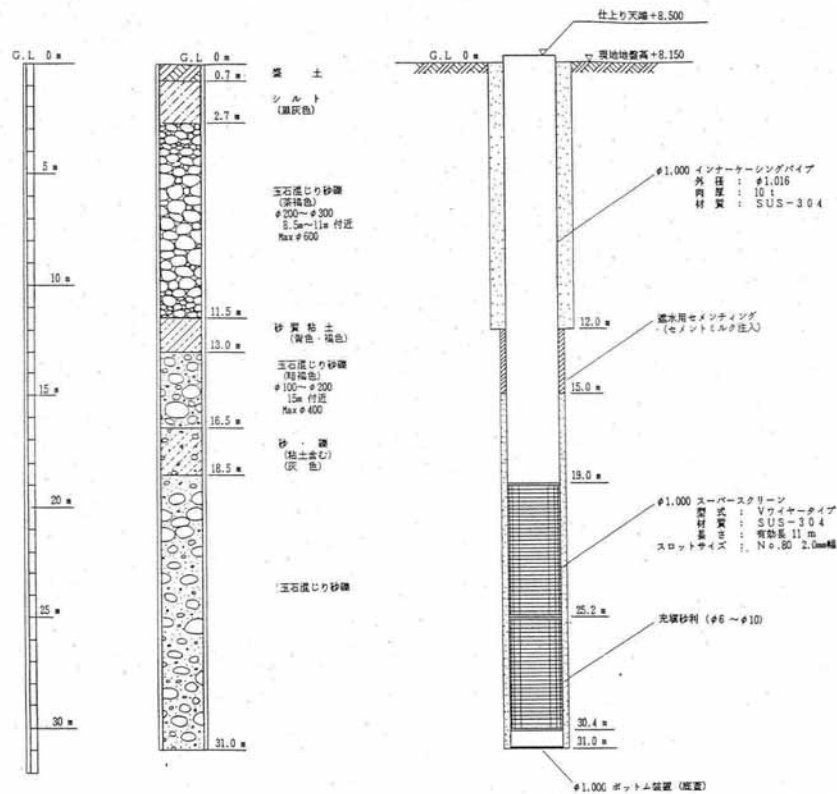


図 1-3 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No2 : 二本木第 1 号取水井)  
(米子市水道局提供)

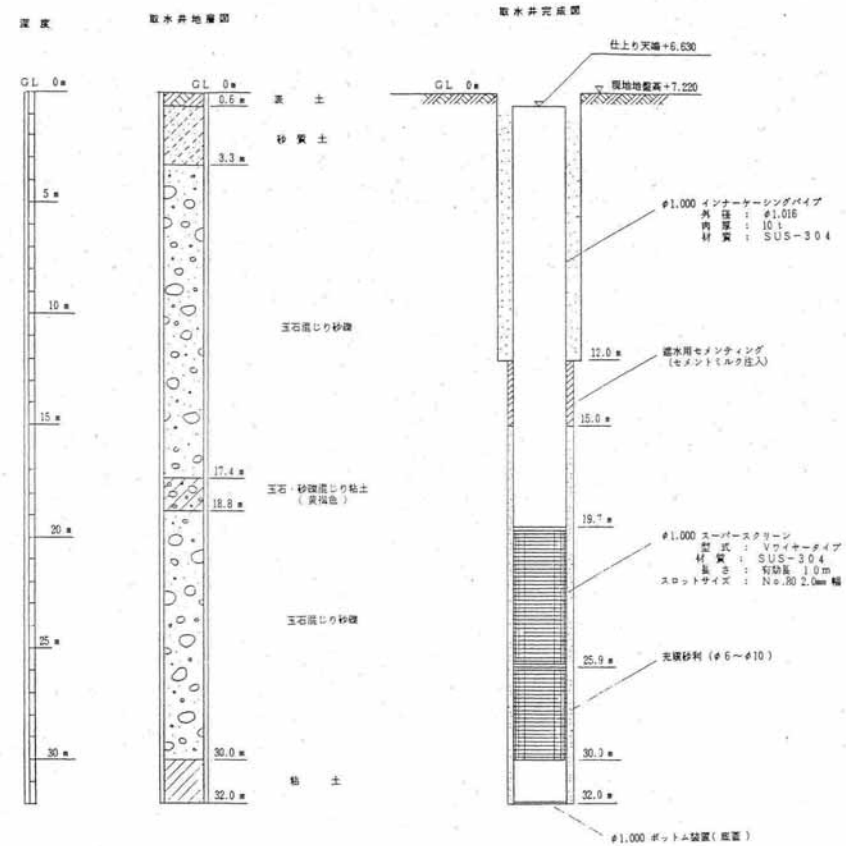


図 1-4 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No3 : 二本木第 2 号取水井)  
(米子市水道局提供)



ミネベア観測孔（東側）  
の外観

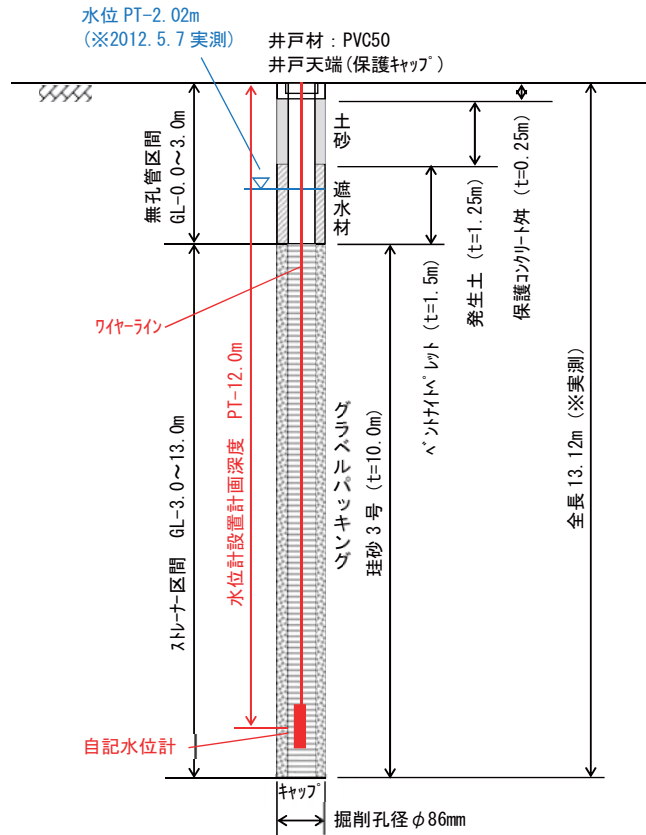


図 1-5 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No4 : ミネベア観測孔 (東側))



ミネベア観測孔（北側）の外観

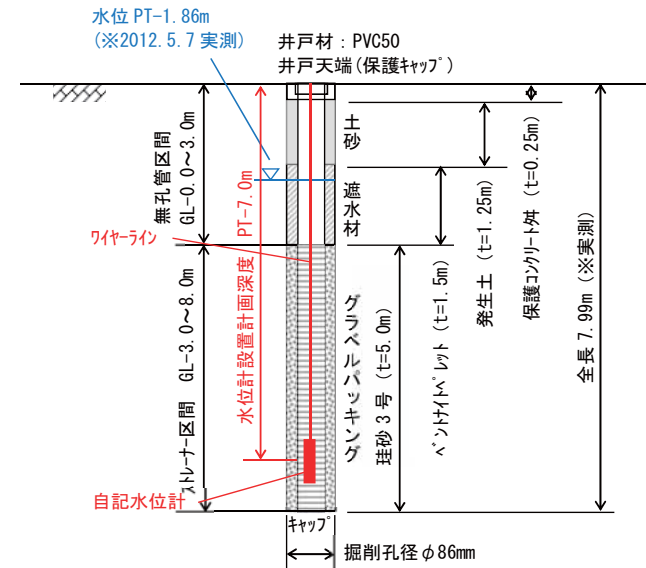


図 1-6 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No5 : ミネベア観測孔 (北側))



観測井 No6 の外観



日吉津水源地の外観

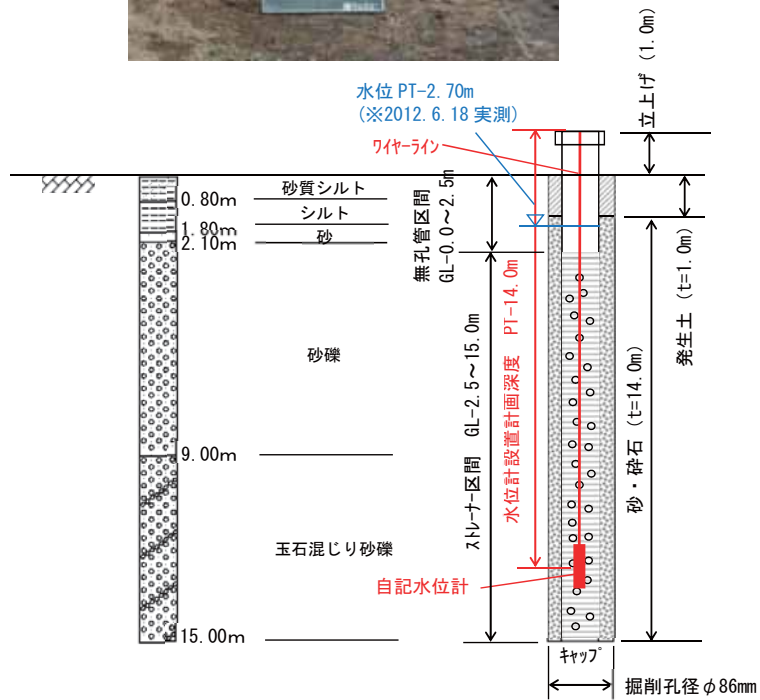


図 1-7 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No6)

断面詳細図

本設井

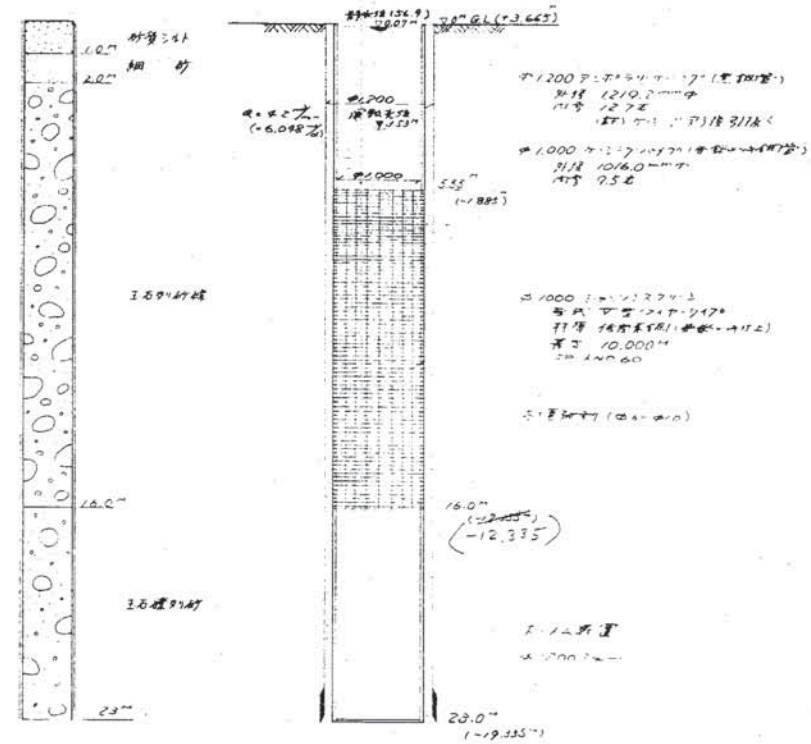


図 1-8 水位観測井の構造等と水位計設置方法 (観測井 No7 : 日吉津取水井)  
(米子市水道局提供)

| 標尺 (m) | 層高 (m) | 層厚 (m) | 深度 (m) | 柱状図   | 土質区分           | 色調               | 相対密度 | 相対稠度 | 記 事                                                                         | 孔内水位 (m) / 測定月日 |
|--------|--------|--------|--------|-------|----------------|------------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      | 1.00   | 1.00   | 0.30   | 1.30  | 真砂土            | 黄褐色              | 密    | 硬    | 真砂土からなる堅土。長く締まっている。                                                         |                 |
| 2      | 0.70   | 2.00   | 0.70   | 2.00  | 砂質シルト<br>シルト質砂 | 黒褐色              | 軟らかい | 硬い   | 旧耕土。細砂を多く含むシルト。粘性中位。含水中位。細砂主体。粘性小位。含水中位。                                    |                 |
| 3      | 1.40   | 3.40   | 1.40   | 3.40  | シルト混じり砂        | 暗褐色              | 硬い   | 硬い   | 細砂主体。粘性小位。含水中位。掘進時、孔壁保つ。                                                    |                 |
| 4      | 5.40   | 8.80   | 5.40   | 8.80  | 砂礫             | 暗褐色<br>褐灰        | 密    | 硬    | φ2~30mmの三角~亜円礫が主体。全体的に、中砂を含む。L=30~80mmの玉石が数個点在する。含水中位。全体に密である。掘進時、孔壁が崩壊する。  |                 |
| 9      | 0.80   | 9.60   | 0.80   | 9.60  | 玉石             | 紫灰               | 密    | 硬    | L=40~220mmの玉石。玉石は風化安山岩を主体とする。                                               |                 |
| 10     | 1.50   | 11.10  | 1.50   | 11.10 | 砂礫             | 暗紫<br>暗褐色        | 密    | 硬    | 亜角礫からなる細礫が主体。全体的に、中砂を含む。部分的に、シルトが混入する。GL-9.70~9.85mは含水大位。                   |                 |
| 12     | 3.50   | 14.60  | 3.50   | 14.60 | 玉石混じり砂礫        | 灰褐色<br>暗灰黄<br>暗灰 | 密    | 硬    | L=30~180mmの玉石を多く含む砂礫。玉石の間をφ10~30mmの亜円礫が埋める。部分的に、細粒分~細砂~中砂を多く含む。掘進時、孔壁が崩壊する。 |                 |
| 15     | 0.40   | 15.00  | 0.40   | 15.00 | 砂礫             | 暗褐色              | 密    | 硬    | 亜角礫からなる細礫が主体。全体的に、細砂を含む。                                                    |                 |

図 1-9 ボーリング柱状図 (観測井 No9)



観測井 No9 の外観



ボーリングコア写真 (観測井 No9)



| 標尺 (m) | 層高 (m) | 層厚 (m) | 深度 (m) | 柱状図 | 土質区分       | 色調 | 相対密度 | 相対稠度 | 記 事                                                                                                 | 孔内水位 (m) / 測定月日 |
|--------|--------|--------|--------|-----|------------|----|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1      |        | 1.30   | 1.30   |     | シルト混じり砂    | 暗褐 | 中ぐらい |      | 細砂～中砂主体。<br>粘性中位。<br>上部20cmが表土で植物根混入。                                                               |                 |
| 2      |        | 0.85   | 2.05   |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      | 粗砂主体。<br>含ま小位。                                                                                      |                 |
| 3      |        | 0.55   | 2.60   |     | 細砂混じりシルト質砂 | 暗紫 | 密な   |      | 細砂～中砂主体、亜角～亜円礫からなる細礫が混じる。<br>部分的に、シルトを多く含む。<br>粘性中位。                                                |                 |
| 4      |        |        |        |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      | φ1～3mmの亜角～亜円礫が主体。<br>部分的に、φ20～30mmの亜円礫を多く含む。<br>礫は風化安山岩が主体。<br>全体的に、中砂を含む。<br>L=2.8m付近に、部分的に細砂が混じる。 |                 |
| 5      |        |        | 4.00   |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      |                                                                                                     |                 |
| 6      |        |        | 6.60   |     |            |    |      |      |                                                                                                     |                 |
| 7      |        |        |        |     | 玉石混じり砂     | 紫  | 中ぐらい |      |                                                                                                     |                 |
| 8      |        |        |        |     | 玉石混じり砂     | 紫  | 中ぐらい |      | L=40～150mmの玉石を多く含む。<br>玉石は風化安山岩を主体とする。<br>玉石の間をφ10～30mmの亜円礫が埋める。<br>部分的に、中砂が混じる。                    |                 |
| 9      |        |        |        |     | 玉石混じり砂     | 紫  | 中ぐらい |      |                                                                                                     |                 |
| 10     |        |        | 4.05   |     | 玉石混じり砂     | 紫  | 中ぐらい |      |                                                                                                     |                 |
| 11     |        |        | 10.65  |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      | φ2～20mmの亜角～亜円礫が主体。<br>全体的に、細砂～中砂を含む。<br>L=30～40mmの玉石が若干混じる。<br>掘進時、孔内が崩壊する。                         |                 |
| 12     |        |        |        |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      |                                                                                                     |                 |
| 13     |        |        |        |     | 砂          | 暗紫 | 密な   |      |                                                                                                     |                 |
| 14     |        | 3.70   | 14.35  |     |            |    |      |      |                                                                                                     |                 |
| 15     |        | 0.65   | 15.00  |     | 細砂混じり砂     | 暗紫 | 密な   |      | 粗砂主体。<br>亜角礫からなる細礫が混じる。                                                                             |                 |

図 1-10 ボーリング柱状図 (観測井 No10)



観測井 No10 の外観



ボーリングコア写真 (観測井 No10)

# さく井柱状図

孔番:1号孔



# さく井柱状図

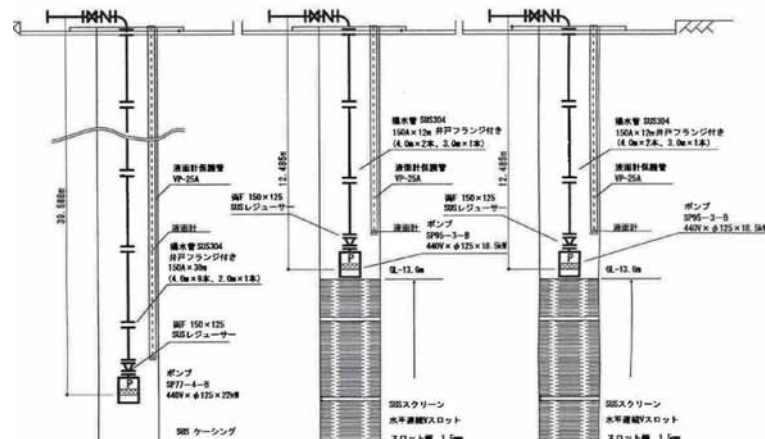
孔番:3号孔



1号井断面図

2号井断面図

3号井断面図



# さく井柱状図

孔番:2号孔



【河川水位参考データ観測地点】

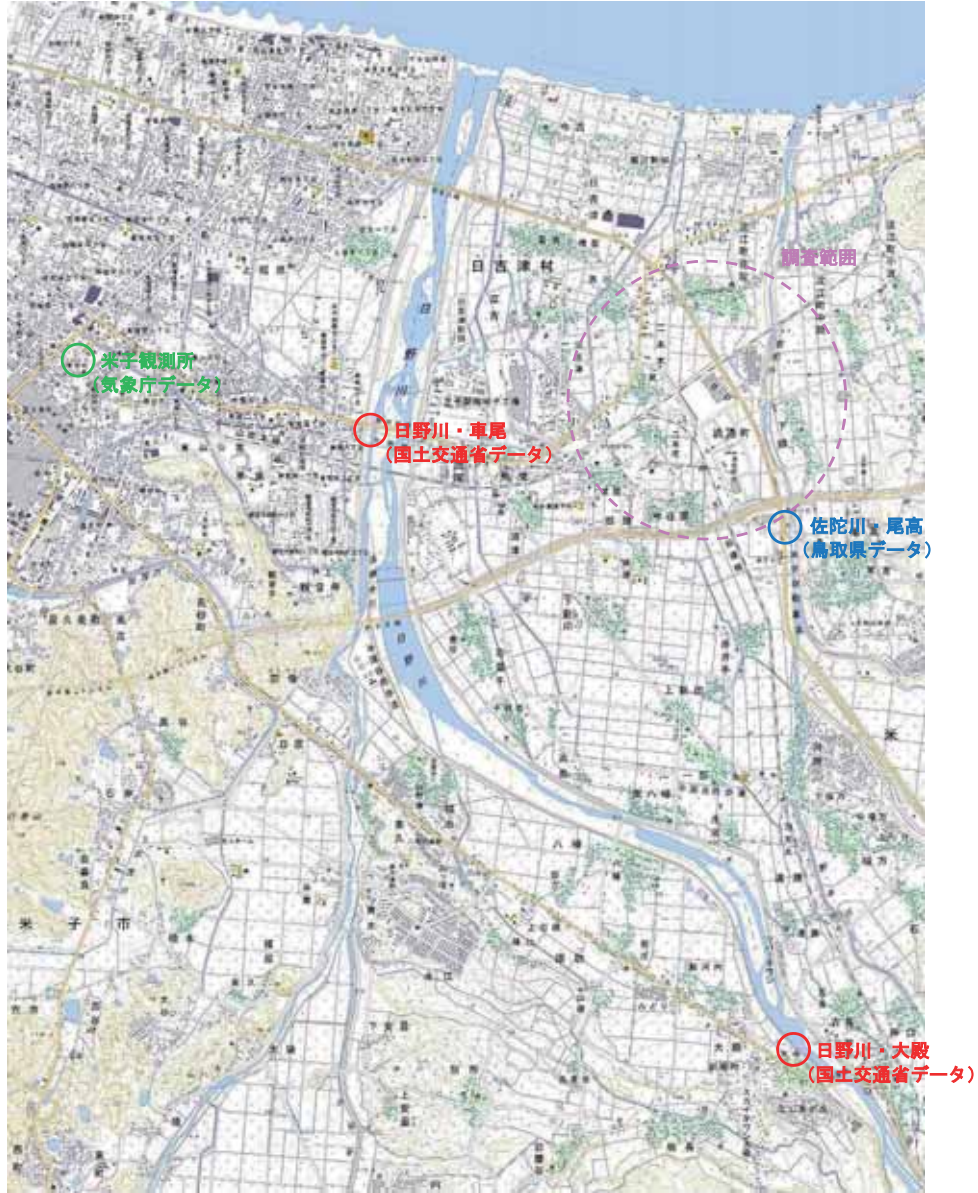


図 1-12 河川水位参考データ観測地点 (no scale)

## 2. 観測経過

### 【観測経過の概要】

#### 〔水準測量〕

- ・ A 測線および D 測線付近で沈下を示す窪み状のコンターが認められる（最大沈下量 7mm）
- ・ 沈下が最も大きい箇所は、D 測線の起点側であり、揚水井から最も離れたところに位置する
- ・ B 測線の起点部では 5mm 程度の隆起が認められる
- ・ 沈下の範囲は、6 月に比べて 8 月の方が揚水井戸周辺で沈下しており広がっている

#### 〔水位観測〕

- ・ 4 月から 8 月にかけて、1.0m 程度の水位上昇が認められる
- ・ 観測井 No4、No5、No6 は、揚水に合わせて水位が低下する傾向が顕著である
- ・ NKK2 および NKK3 の揚水時に、上記井戸で 0.3m 以下の水位低下が認められる
- ・ 非揚水時と揚水時の最低水位を比較すると、0.12m と小さい
- ・ 揚水時は、No3 を中心とした同心円状の水位コンターが推定される

#### 〔河川水位〕

- ・ 揚水に伴う水位変化は認められない

#### 〔水質試験〕

- ・ 観測井 No1～No5 は水質基準値内である
- ・ 観測井 No6 は 9 項目で基準値を上回り、2012 年夏期データに比して数値が高くなった
  - 「アルミニウム及びその化合物」 1.5mg/l→3.5 mg/l (2.3 倍)
  - 「鉄及びその化合物」 1.0mg/l→1.7mg/l (1.7 倍)
  - 「蒸発残留物」 240mg/l→890 mg/l (3.7 倍)
  - 「濁度」 47 度→140 度未満(3 倍以下)
- ・ 上記の 3 項目は、観測井 No9 および No10 においても基準値を超過している
- ・ 観測井 No9 では、その他に「一般細菌」「味」「臭気」「色度」が超過
- ・ 観測井 No10 では、上記に加えて「鉛及びその化合物」「マンガンおよびその化合物」が超過

### 【今後の観測における留意点】

#### ① 沈下の範囲および沈下量の増加の有無

8 月までは周辺の地下水位が上昇していたが、今後は水田に水を入れないことから、水位が低下する傾向が想定される。これに伴い、沈下の範囲や沈下量が増加する可能性が考えられる。

#### ② 沈下の原因に係る外的要因の整理

沈下の顕著な場所が、揚水箇所から最も離れた D 測線の起点側に位置していることから、揚水以外にも沈下の原因が考えられる。河川改修の経緯や降雨量、休耕田の増加の有無などを整理する。

#### ② 観測井 No4～No6 の揚水に伴う水位低下量の増加

8 月の期間までは、周辺の地下水位が上昇傾向にあったため、揚水と非揚水時の水位差が小さく計測された可能性がある。このことから、今後については水位が低下する傾向があるため、水位低下量が増加するおそれがある。

#### ③ 水質の変化

観測井 No6 で水質の変化が認められたことから、揚水に伴う水質変化の可能性が考えられる。ただし、No6、No9、No10 の井戸は常時の汲み上げがなく、孔内でよんでいる水である。

## 2.1. 水準測量

図 2.1 に地盤変位コンター図を示す。図 2.2～図 2.5 には、各測線の測量結果グラフを示す。地盤変位コンター図では、北東側に位置するA測線およびD測線付近で沈下を示す窪み状のコンターが認められる。測量結果グラフの上図は、横軸に測線距離、縦軸に地盤標高を示したものである。下図は、横軸に測線距離、縦軸に初期値との差を示したものである。縦軸は隆起方向が(+)、沈下方向が(-)を表す。

### (1) A 測線

測点距離 200m 付近～1000m 付近にかけて沈下の傾向を示す。特に、A-14 地点において最大 4mm の沈下方向に累積傾向が認められる。

### (2) B 測線

測線距離 0m 付近～50m 付近で隆起の傾向を示す。隆起量は累積値で 5mm である。また、測線距離 150m 付近～1100m 付近にかけて、8月に沈下方向への変位が見られる。初期値との差は 5mm 以下である。

### (3) C 測線

測線距離 450m 付近以降で、沈下方向への変位が見られる。累積性の変位は確認されていない。

### (4) D 測線

測線全体に沈下方向への累積傾向が見られる。特に、測線距離 100m の D-2 地点では、初期値との差が 7mm と最も大きい。

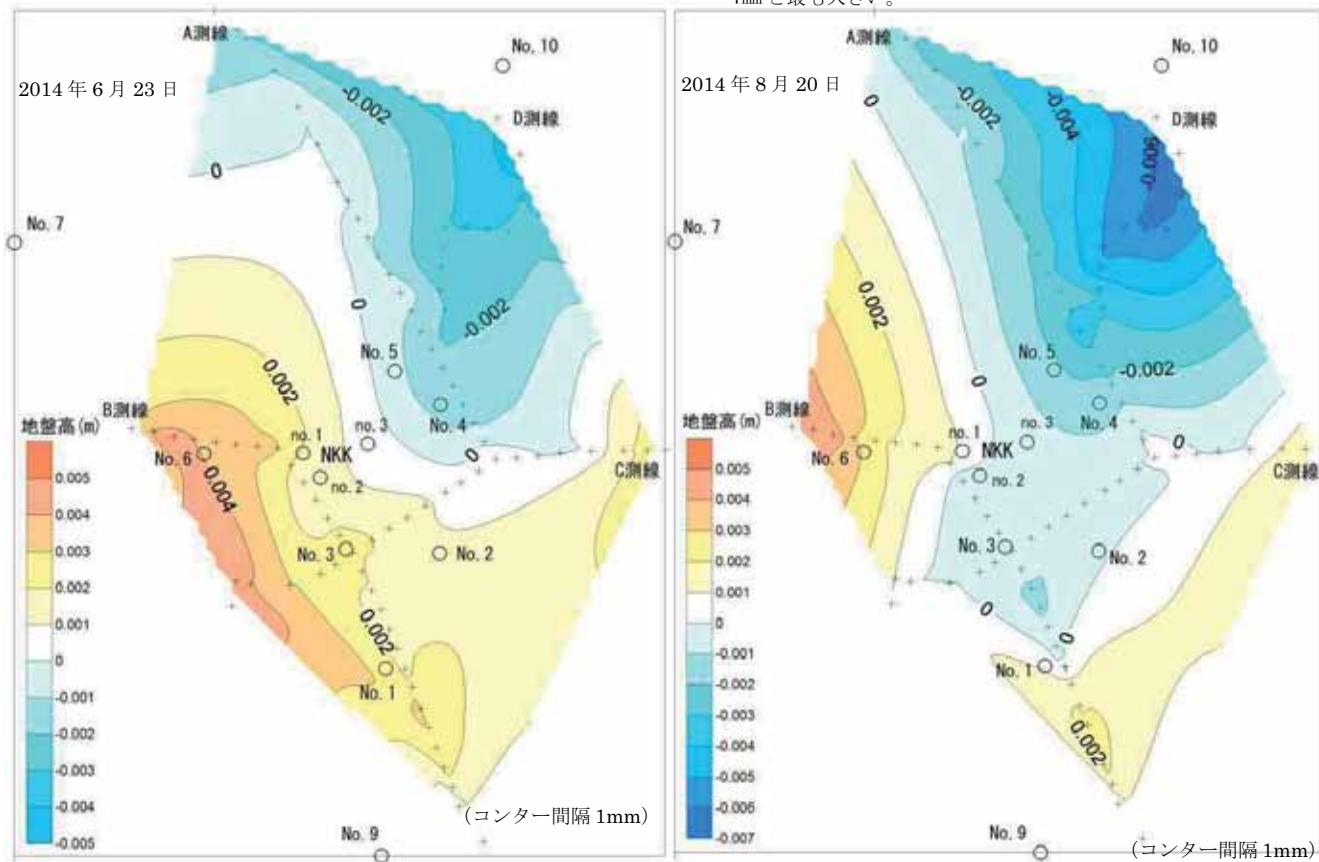
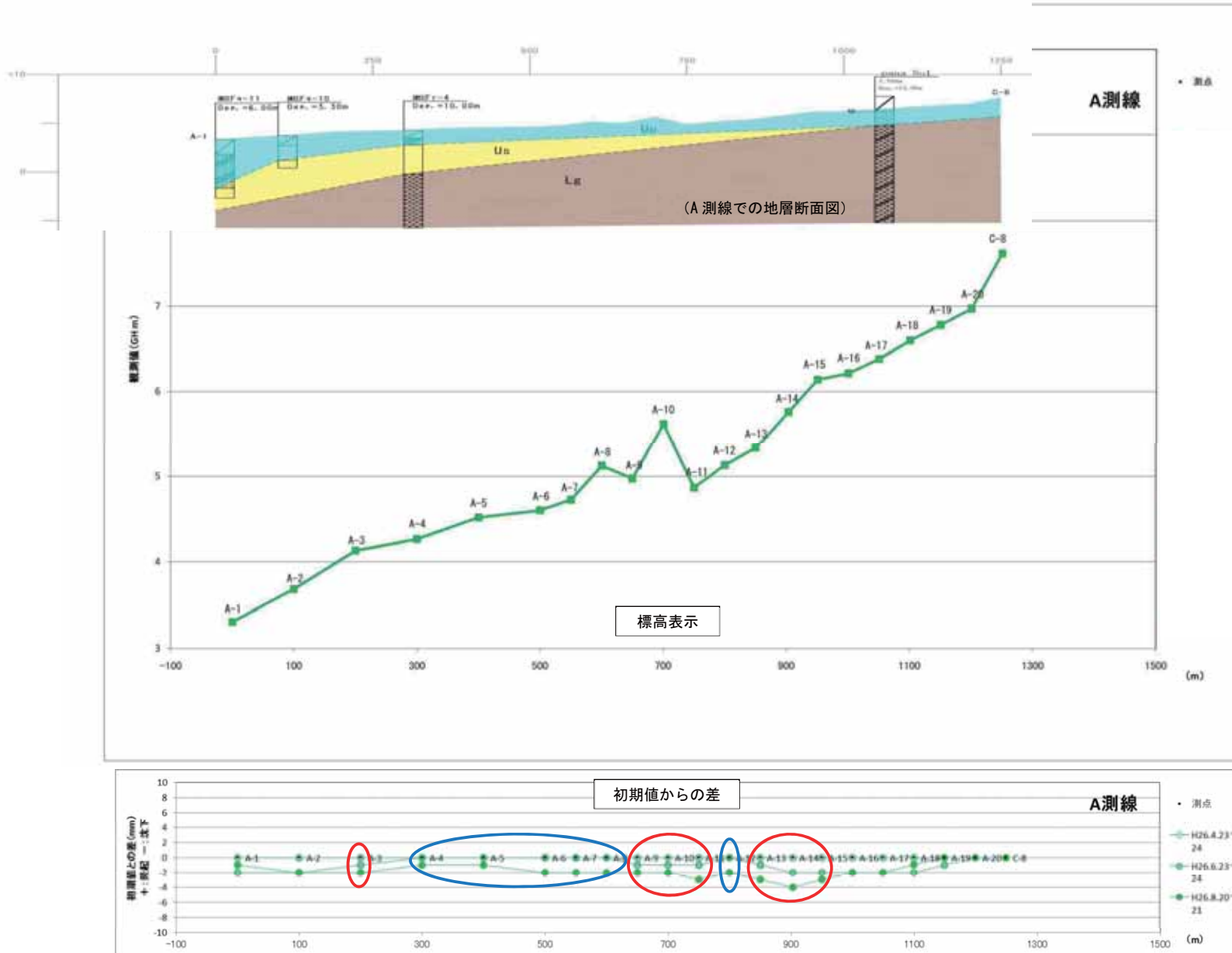


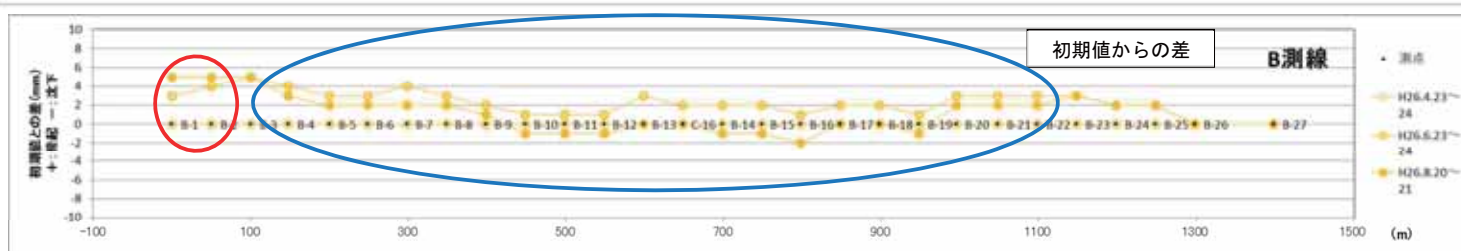
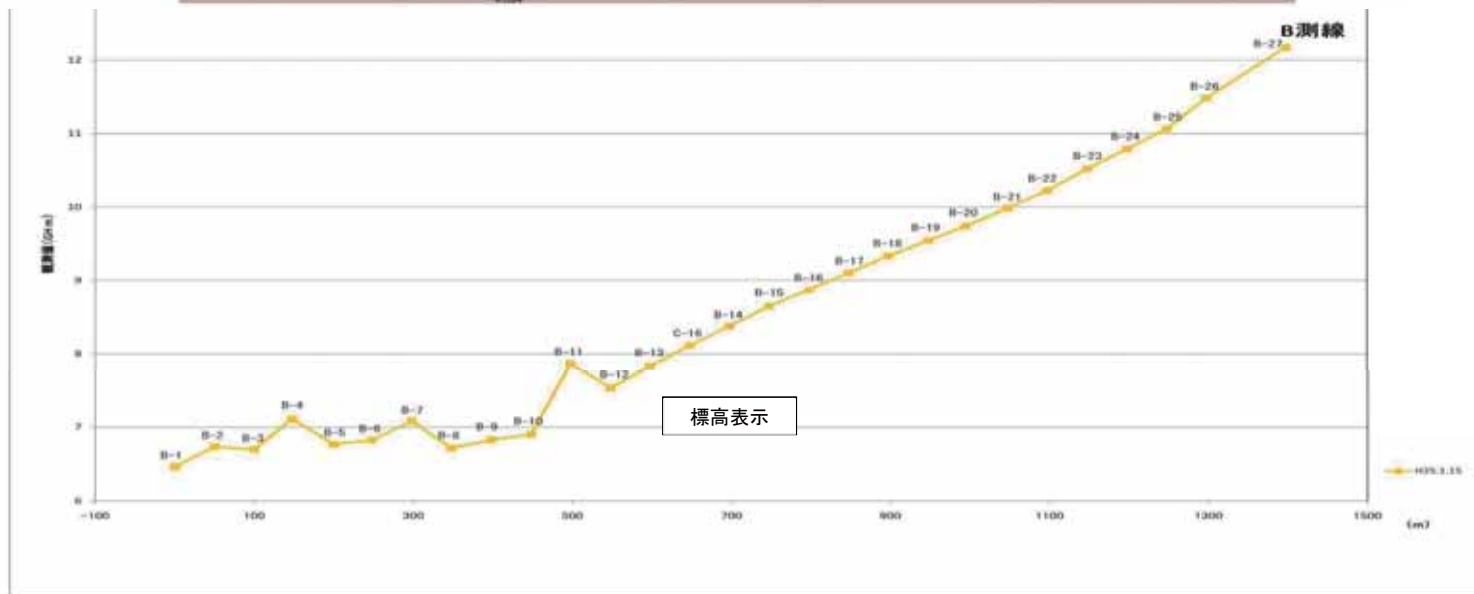
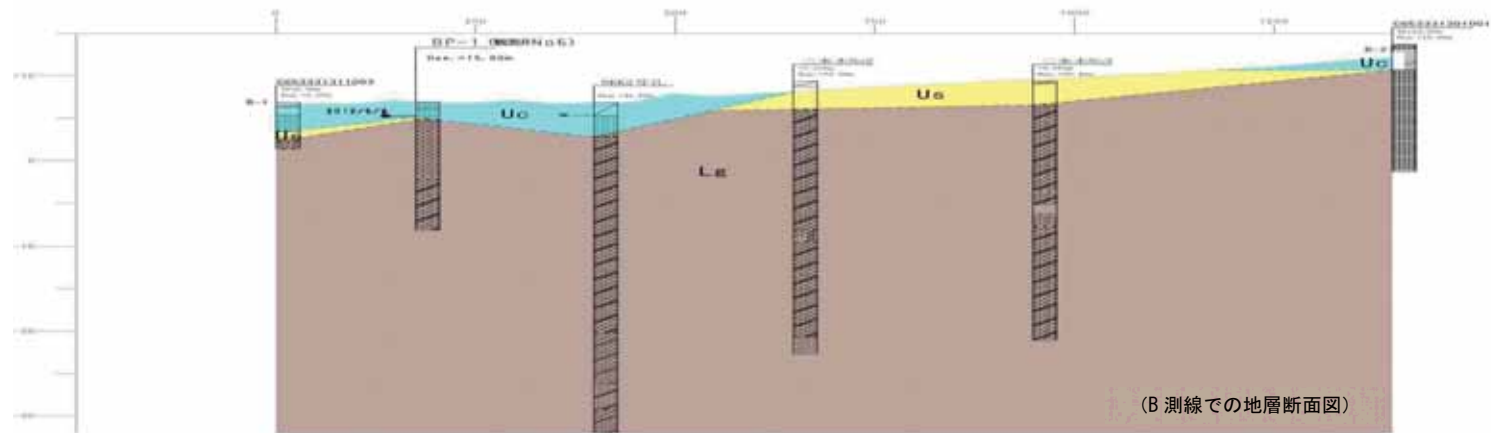
図 2-1 沈下コンター図

A測線の地盤変動



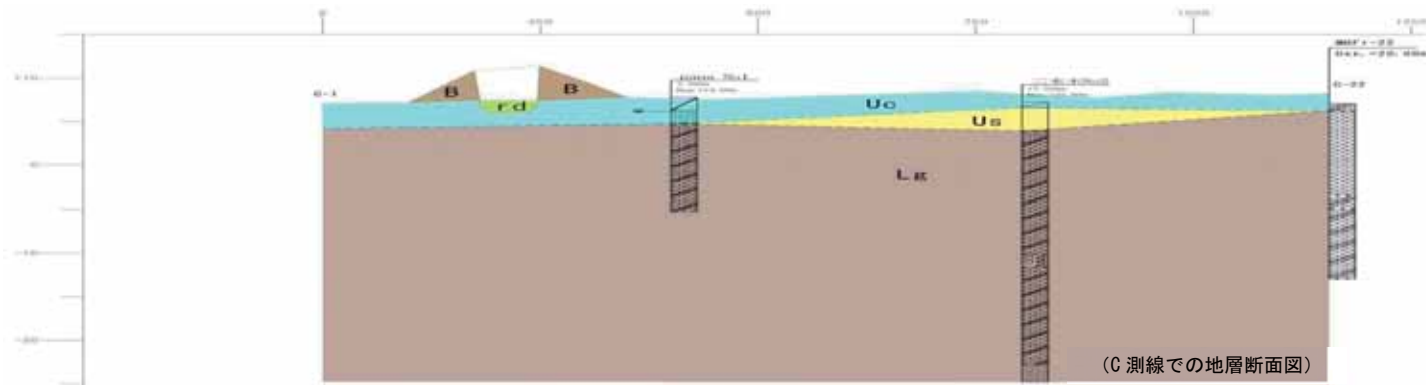
○ : 累積傾向あり  
 ○ : 8月に沈下している

図 2-2  
 水準測量結果 (A 側線)

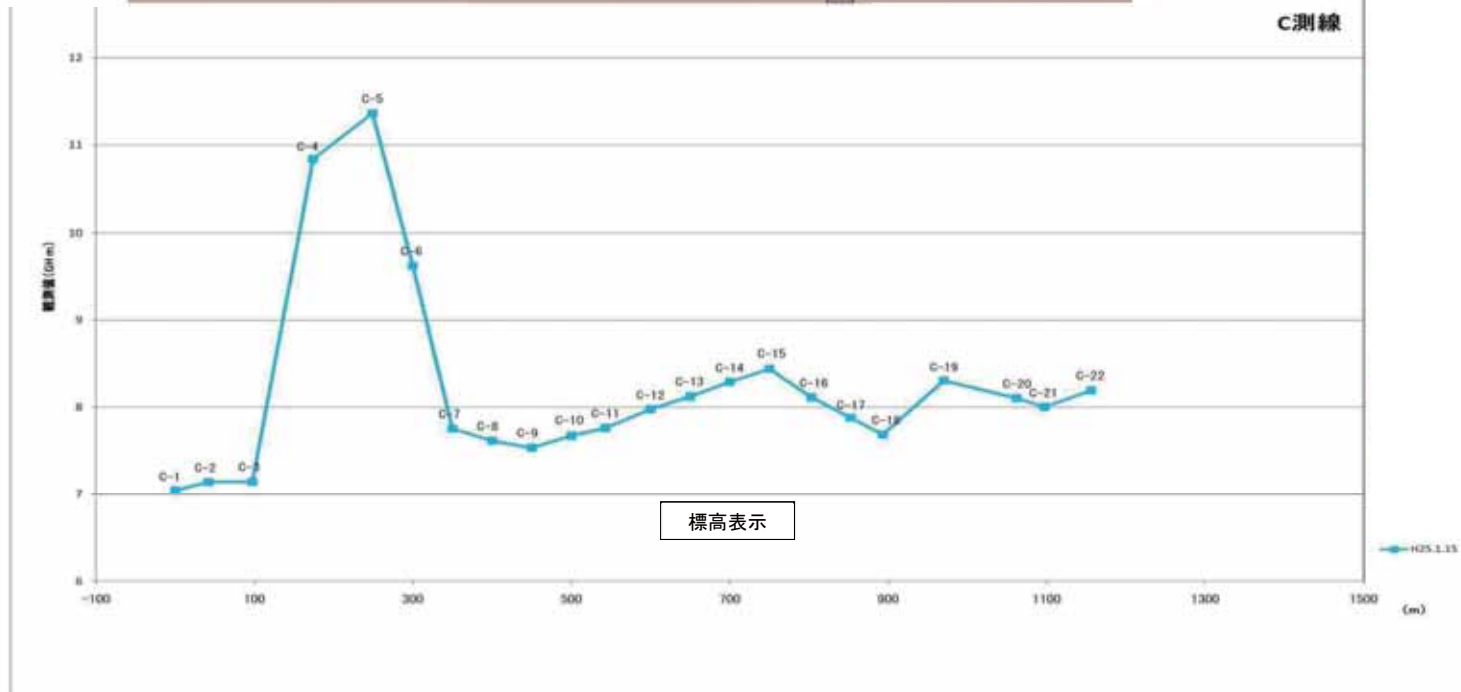


- : 累積傾向あり
- : 8月に沈下している

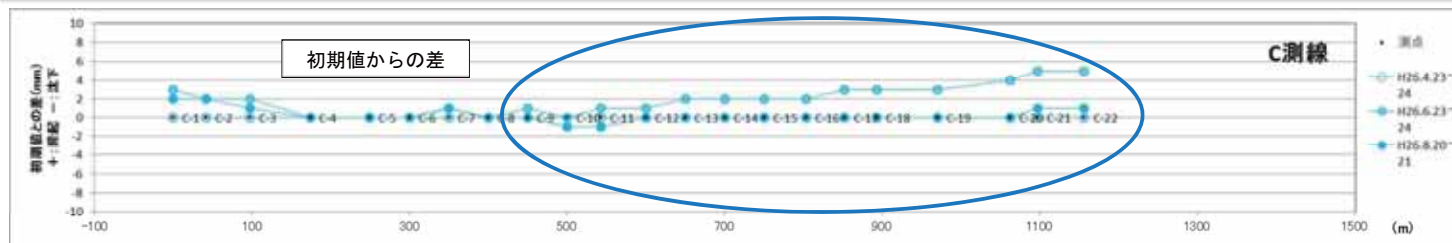
図 2-3  
水準測量結果 (B 側線)



(C測線での地層断面図)



C測線



C測線

- : 累積傾向あり
- : 8月に沈下している

図 2-4  
水準測量結果 (C 側線)



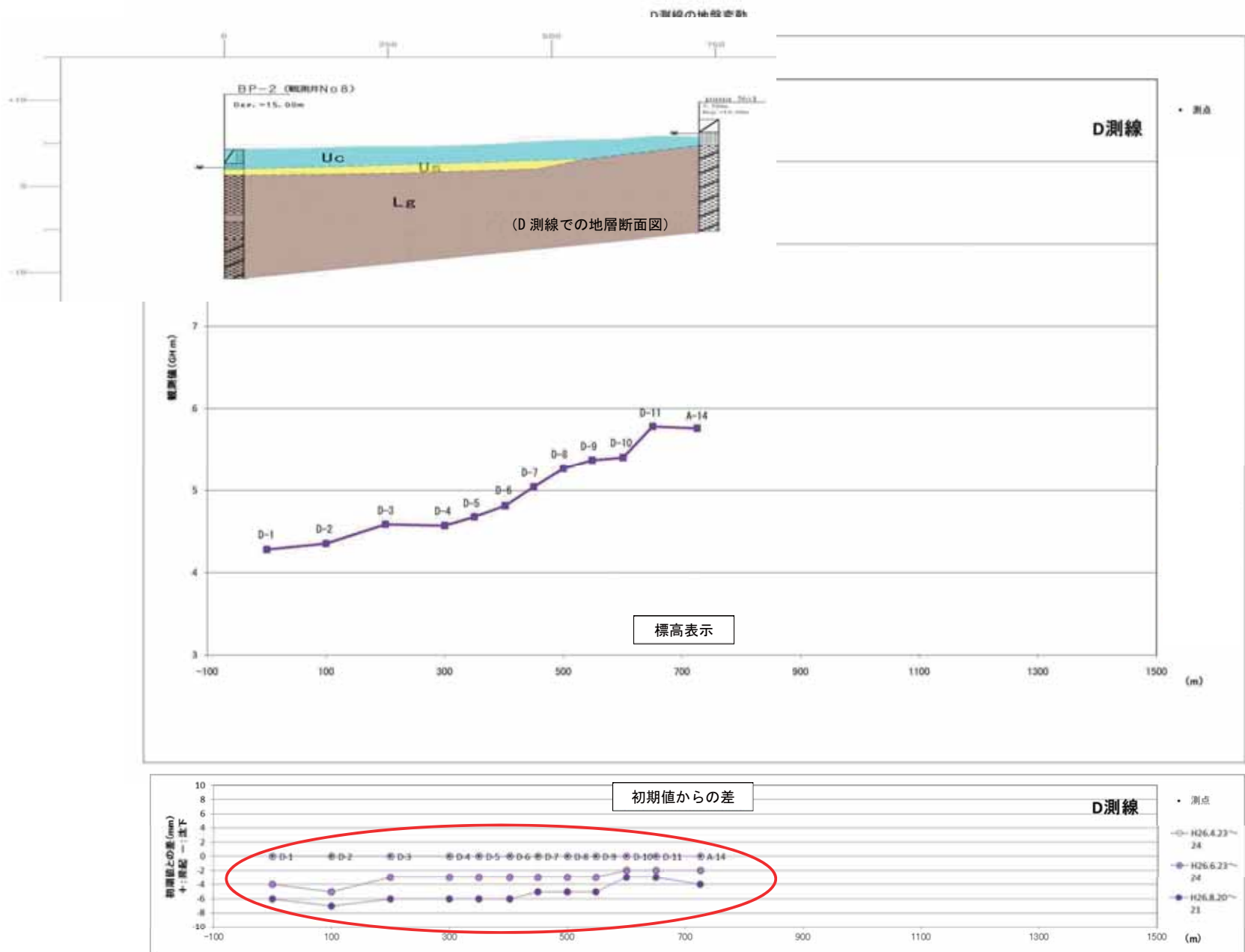


図 2-5  
水準測量結果 (D 側線)

表 2-1 観測井の月ごとの最高水位・最低水位（標高表示〔TP+m〕）

2.2. 水位観測

水位観測結果は、①2014年4～9月の水位変動、②揚水時に着目した水位変動についてまとめる。

(1) 2014年4～9月の水位変動

○観測井 No1、観測井 No2、観測井 No3

観測井 No1、No2、No3 は、3 基で合計 4,000t/日の取水が行われている米子市水道局水源井戸である。各井戸の取水量は、No1 で約 700 t/日、No2 で約 1,500 t/日、No3 で約 1,800 t/日である。これらの観測井では、取水に伴い 1.8～7.1m の水位低下が確認される(表 2-1)。最高水位と最低水位の差は、揚水量が最も多い No3 にて 7.1m、No2 では 5.4m、No1 では 4.7m の水位差が認められる。各井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて 0.8～1.0m の水位上昇の傾向がある。9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

○観測井 No4、観測井 No5、観測井 No6

観測井 No4、No5 は、ミネベア内の観測井戸である。水位が、揚水に合わせて低下する傾向が顕著である(図 2-7、図 2-8)。最高水位と最低水位の差は、ともに最大で 1.6m であった(表 2-1)。各井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて 0.8m の水位上昇の傾向がある。

観測井 No6 は、前回業務で設置した観測井である。本井戸では、No4 および No5 と同様に取水に合わせて水位が低下する傾向が顕著である(図 2-7、図 2-8)。最高水位と最低水位の差は最大 1.7m であった(表 2-1)。井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて 1.0m の水位上昇の傾向がある。9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

○観測井 No7、観測井 No9、観測井 No10

No7 は取水が行われていない米子市水道局の日吉津水源地取水井である。観測井 No9 および No10 は本業務でボーリングを行い設置した観測井である。

最高水位と最低水位の差は、No7 で 0.8m、No9 では 2.0m、No10 で 1.3m であった。井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて、No7 で 0.5m、No9 で 1.4m、No10 で 0.5m の水位上昇の傾向が認められる(ただし、No9 および No10 の 4 月データは設置直後であることから除く)。観測井 No7 および No10 は水位標高は異なるが、5 月下旬以降で類似する水位変動傾向を示している。9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

○NKK1、NKK2、NKK3

NKK1～3 は、3 基で合計 6,000t/日の取水が行われている NKK 所有の水源地井戸である。各井戸の取水量は、NKK1 がおよそ 30%(約 1,700t/日)、NKK2 及び NKK3 がおよそ 35%(約 2100t/日)である(図 2-6)。

NKK1 では、周辺の井戸に比べて、水位が著しく低く、最高水位で-2.6m、最低水位で-29.5m である。最高水位と最低水位の水位差は 26.8m と著しく大きい(表 2-1)。井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて 0.7m の水位上昇の傾向、9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

NKK2 では、最高水位が 6.5m、最低水位が 3.3m、水位差は 3.2m である(表 2-1)。井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると、8 月にかけて 1.0m の水位上昇、9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

NKK3 では、最高水位が 6.6m、最低水位が 4.3m、水位差は 2.3m である(表 2-1)。井戸の水位は、各月の最高水位を比較すると 8 月にかけて 0.8m の水位上昇、9 月以降では、水位が低下する傾向を示す。

| 観測井No |         | 観測井戸 |      |      |      |       |       | 取水井戸 |      |       |        |       |       |
|-------|---------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|
|       |         | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.9  | No.10 | No.1 | No.2 | No.3  | NKK.1  | NKK.2 | NKK.3 |
| 4月    | HWL     | 5.36 | 5.22 | 5.18 | 3.11 | 9.74  | 2.20  | 7.28 | 5.59 | 6.07  | -3.32  | 5.65  | 5.77  |
|       | LWL     | 5.02 | 4.83 | 4.99 | 2.91 | 9.70  | 2.08  | 4.02 | 1.97 | 0.14  | -25.22 | 4.22  | 4.61  |
|       | HWL-LWL | 0.34 | 0.39 | 0.19 | 0.20 | 0.04  | 0.12  | 3.26 | 3.62 | 5.93  | 21.90  | 1.43  | 1.16  |
| 5月    | HWL     | 5.42 | 5.32 | 5.26 | 3.16 | 10.25 | 2.90  | 7.37 | 5.50 | 6.15  | -3.38  | 5.59  | 5.71  |
|       | LWL     | 4.61 | 4.40 | 4.60 | 2.87 | 9.65  | 2.09  | 3.64 | 0.94 | -0.24 | -29.46 | 3.99  | 4.29  |
|       | HWL-LWL | 0.81 | 0.92 | 0.66 | 0.29 | 0.60  | 0.81  | 3.73 | 4.56 | 6.39  | 26.08  | 1.60  | 1.42  |
| 6月    | HWL     | 5.60 | 5.49 | 5.45 | 3.39 | 10.59 | 2.99  | 7.65 | 5.73 | 6.34  | -3.14  | 5.51  | 5.90  |
|       | LWL     | 4.97 | 4.78 | 5.07 | 3.09 | 10.25 | 2.66  | 5.85 | 0.98 | -0.05 | -29.46 | 4.31  | 4.61  |
|       | HWL-LWL | 0.63 | 0.71 | 0.38 | 0.30 | 0.34  | 0.33  | 1.80 | 4.75 | 6.39  | 26.32  | 1.20  | 1.29  |
| 7月    | HWL     | 5.60 | 5.58 | 5.55 | 3.27 | 11.05 | 2.84  | 7.85 | 5.85 | 6.50  | -3.02  | 5.98  | 6.15  |
|       | LWL     | 4.90 | 4.79 | 5.03 | 3.06 | 10.54 | 2.60  | 6.07 | 1.16 | -0.04 | -29.46 | 3.28  | 4.59  |
|       | HWL-LWL | 0.70 | 0.79 | 0.52 | 0.21 | 0.51  | 0.24  | 1.78 | 4.69 | 6.54  | 26.44  | 2.70  | 1.56  |
| 8月    | HWL     | 6.16 | 6.02 | 6.28 | 3.63 | 11.64 | 3.41  | 8.37 | 6.36 | 6.88  | -2.65  | 6.49  | 6.56  |
|       | LWL     | 5.11 | 4.92 | 5.22 | 3.13 | 10.91 | 2.86  | 6.26 | 1.14 | -0.01 | -29.46 | 3.32  | 4.84  |
|       | HWL-LWL | 1.05 | 1.10 | 1.06 | 0.50 | 0.73  | 0.55  | 2.11 | 5.22 | 6.89  | 26.81  | 3.17  | 1.72  |
| 9月    | HWL     | 5.72 | 5.59 | 5.57 | 3.34 | 11.10 | 3.06  | 7.82 | 5.89 | 6.49  | -3.03  | 5.99  | 6.14  |
|       | LWL     | 4.81 | 4.59 | 4.88 | 2.90 | 10.28 | 2.36  | 5.84 | 0.96 | -0.23 | -29.46 | 2.82  | 4.44  |
|       | HWL-LWL | 0.91 | 1.00 | 0.69 | 0.44 | 0.82  | 0.70  | 1.98 | 4.93 | 6.72  | 26.43  | 3.17  | 1.70  |
| 4～9月  | HWL     | 6.16 | 6.02 | 6.28 | 3.63 | 11.64 | 3.41  | 8.37 | 6.36 | 6.88  | -2.65  | 6.49  | 6.56  |
|       | LWL     | 4.61 | 4.40 | 4.60 | 2.87 | 9.65  | 2.08  | 3.64 | 0.94 | -0.24 | -29.46 | 2.82  | 4.29  |
|       | HWL-LWL | 1.55 | 1.62 | 1.68 | 0.76 | 1.99  | 1.33  | 4.73 | 5.42 | 7.12  | 26.81  | 3.67  | 2.27  |

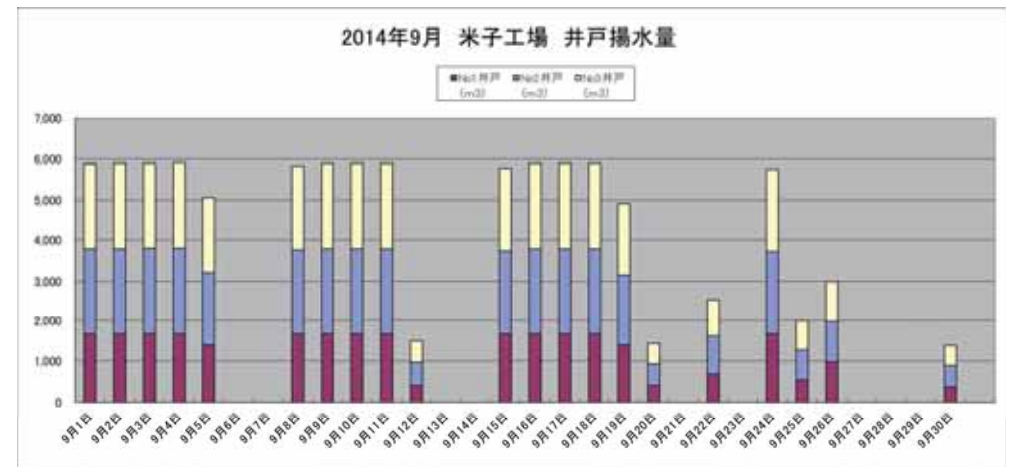


図 2-6 NKK 井戸の取水量 (2014.9)

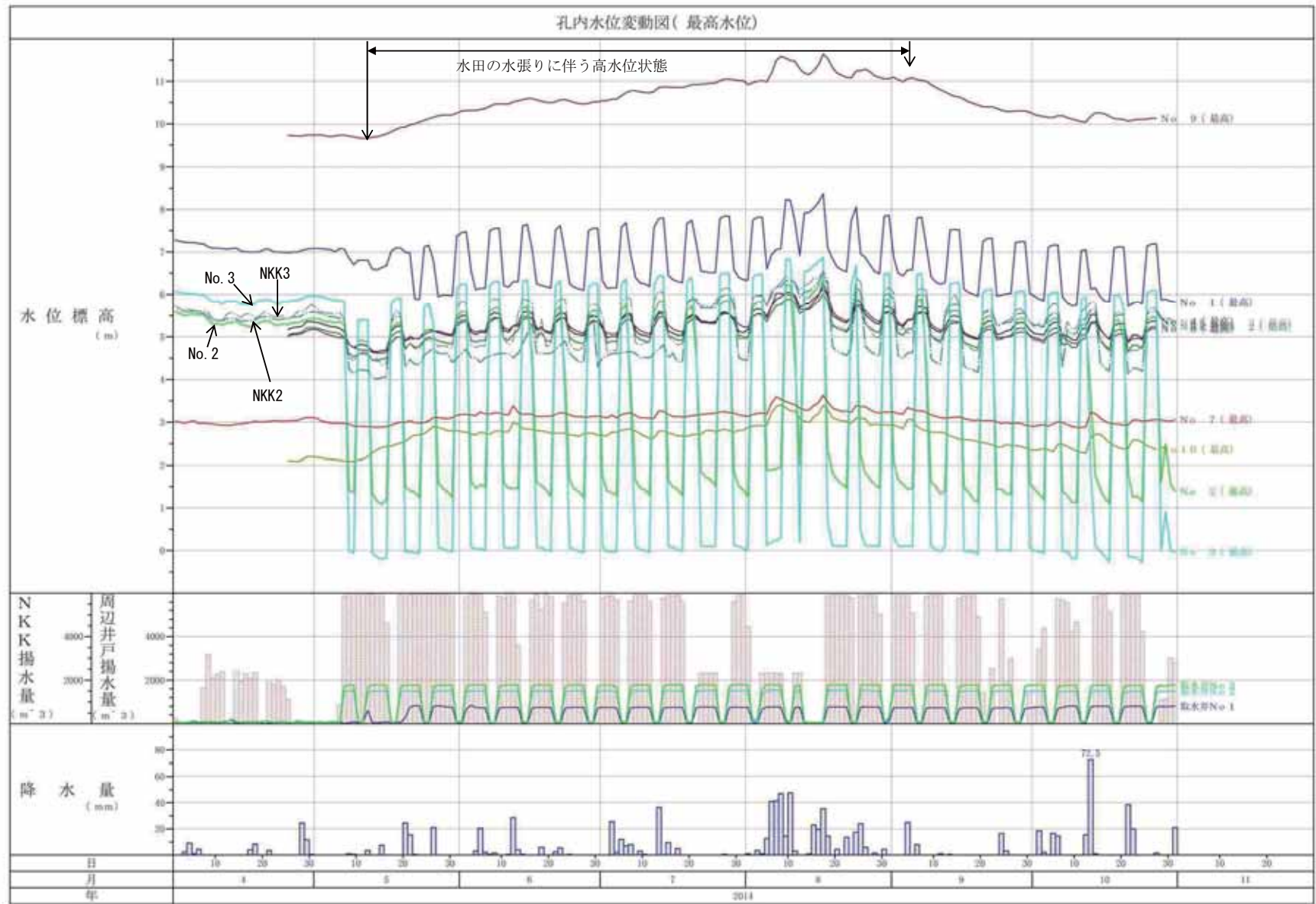


図 2-7 観測井の水位変動図【最高水位(HWL)】(2014. 4~2014. 10)

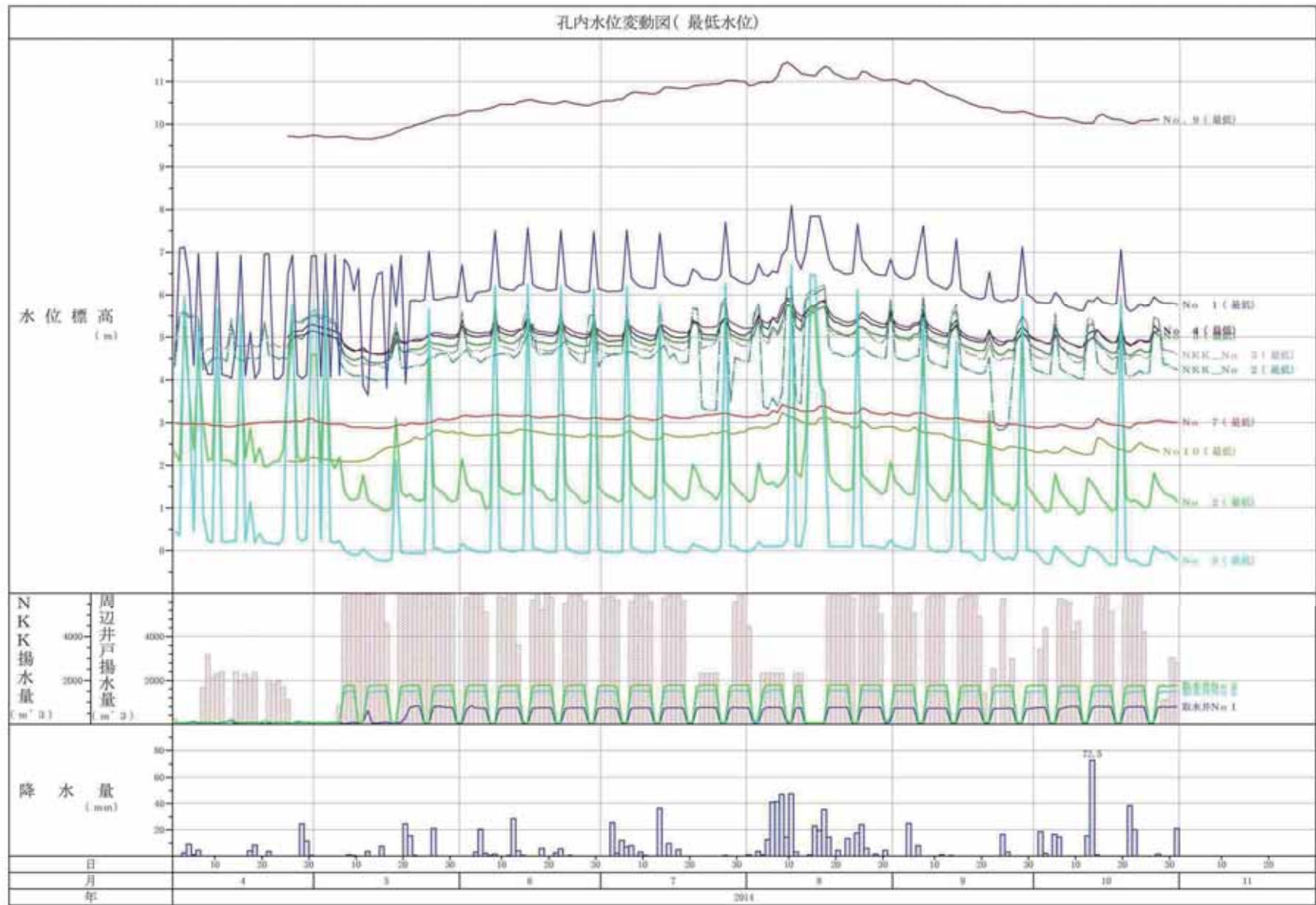


図 2-8 観測井の水位変動図【最低水位(LWL)】(2014. 4~2014. 10)

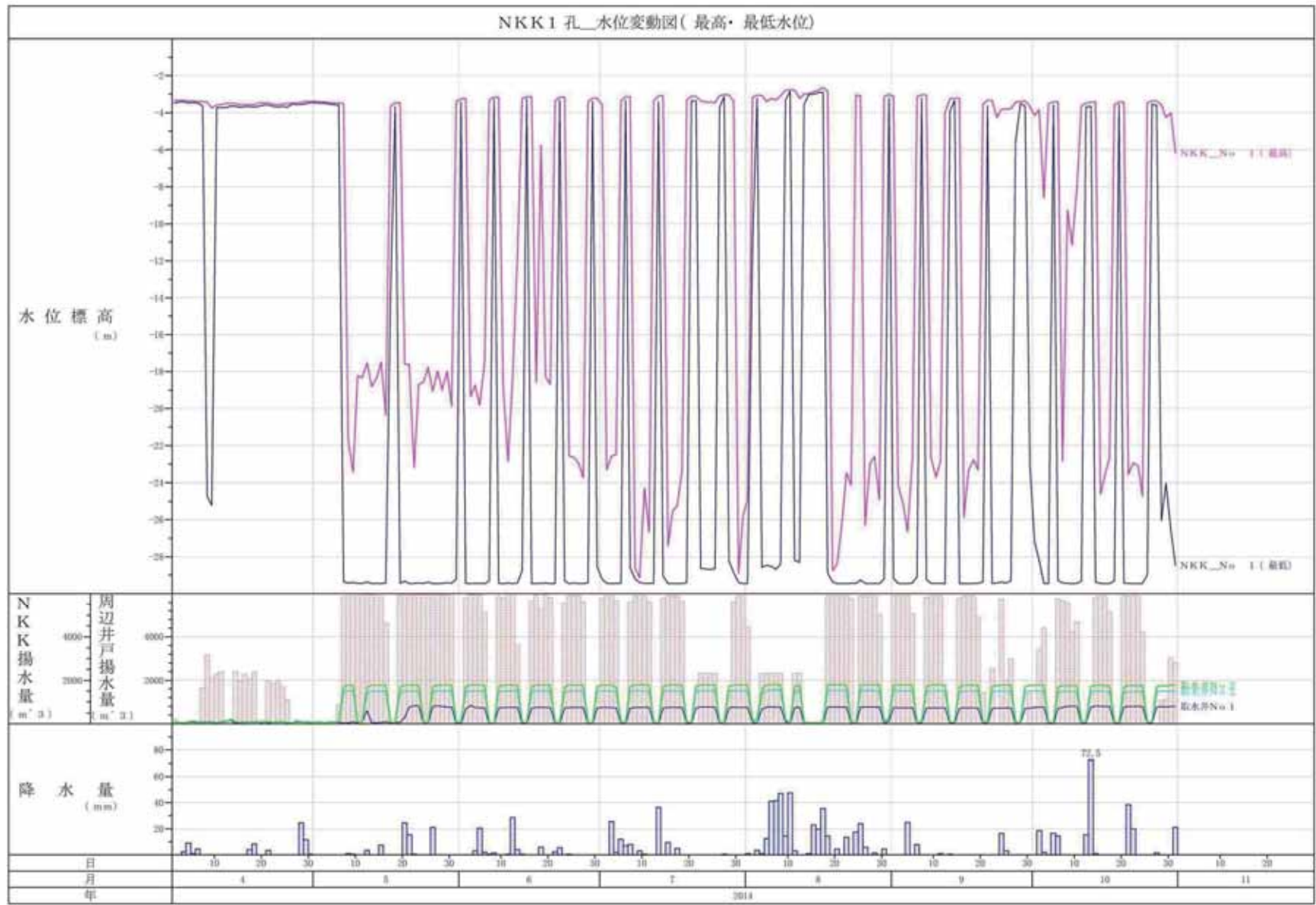


図 2-9 観測井の水位変動図【NKK1 の井戸の最高水位(HWL)および最低水位(LWL)】(2014. 4~2014. 10)

(2) 揚水時に着目した水位変動

揚水時の水位変動については、次の事項が確認された。

- ◆ 水道局水源(No1～No3)の取水時に、No4～No6 および NKK2～3 の水位はほとんど変化しない(図 2-9)
- ◆ NKK1～3 の揚水時は、No4～No6 と No1～No3 の水位が 0.1～0.3m 程度低下する(図 2-10、表 2-2)
- ◆ 揚水時と非揚水時の LWL の差は、観測井 No4～No10 において 0.12m 以下と小さい(図 2-11)
- ◆ 揚水時は、No3 を中心とした同心円状の水位コンターが推定される(図 2-12)

表 2-2 水位降下量 (2014/8/18 7時の水位と 10時の水位の差)

| 観測井 No    | No1  | No2  | No3  | No4  | No5  | No6  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| 水位降下量 (m) | 0.11 | 0.21 | 0.23 | 0.18 | 0.25 | 0.09 |

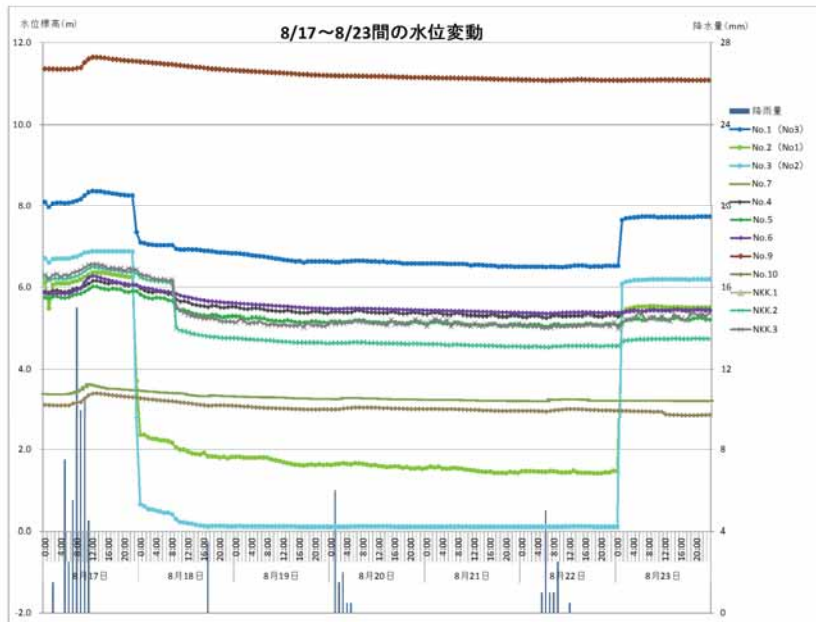


図 2-10 揚水前後の水位変動図 (2014. 8. 17～2014. 8. 23)

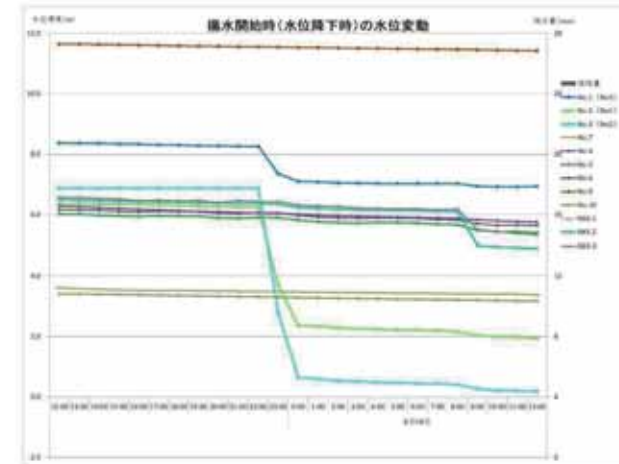
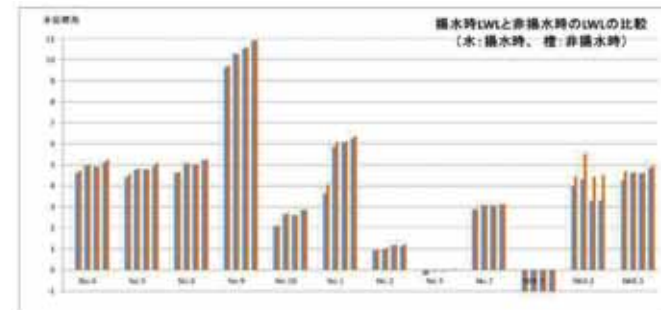


図 2-11 揚水前後の水位変動図 (2014. 8. 17～2014. 8. 18)



| 水位標高 (m) | No.1  | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.9 | NKK.1 | NKK.2 | NKK.3 |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 4月       | -0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  |
| 5月       | -0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  |
| 6月       | -0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  |
| 7月       | -0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  |
| 8月       | -0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11  | 0.11  | 0.11  |

| 水位標高 (m) | No.1  | No.2  | No.3  | No.4  | No.5  | No.6  | No.7  | No.9  | NKK.1 | NKK.2 | NKK.3 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4月       | -0.13 | -0.14 | -0.05 | -0.05 | -0.01 | -0.02 | -0.04 | -0.04 | -0.01 | -0.03 | -0.03 |
| 5月       | -0.04 | -0.04 | 0     | 0.03  | -0.02 | -0.23 | -0.01 | -0.01 | 0     | -0.03 | -1.0  |
| 7月       | -0.02 | -0.01 | 0     | -0.04 | -0.01 | -0.04 | -0.02 | 0     | 0     | -0.03 | -1.14 |
| 8月       | -0.13 | -0.14 | -0.03 | -0.01 | -0.02 | -0.08 | -0.08 | -0.01 | -0.02 | -1.18 | -0.14 |

図 2-12 揚水時 LWL と非揚水時 LWL の比較

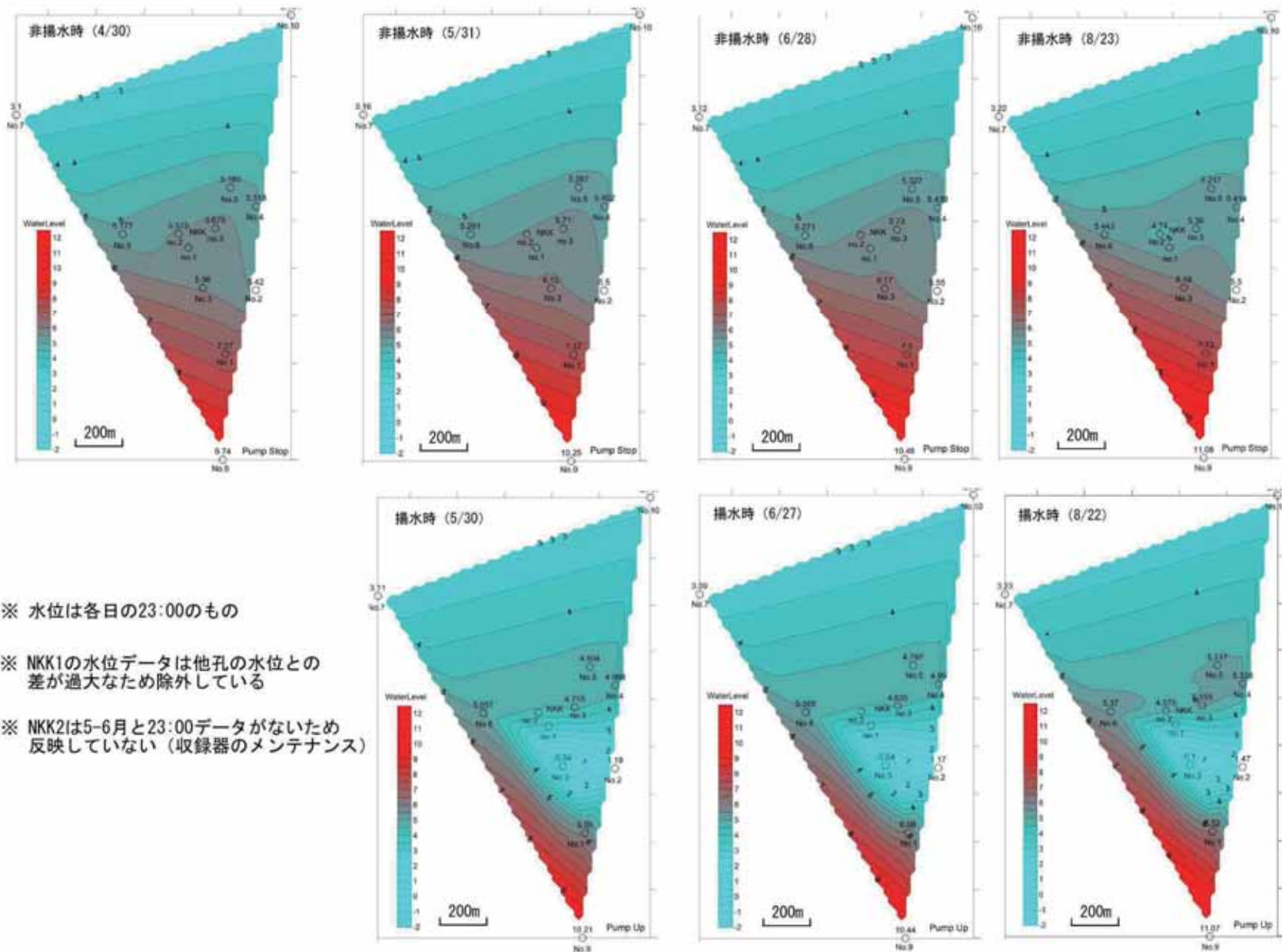


図 2-13 揚水時と非揚水時の水位コンター図

### 2.3. 河川水位調査

図 2-14 に河川水位の変動図を示す。

観測井の水位変動と同様に一日の最高水位と最低水位で整理している。

上段の図は河川水位を1日の最高水位と最低水位で表したもので、横軸に日時、縦軸に水位の標高を表している。

中段の図は、NKK 揚水量および米子市水道局水源の日揚水量を示し、下段の図は、降水量について表したものである。

#### ■河川水位変動

基本的に、佐陀川、日野川とも、揚水に伴う変化は見られず、降雨時に一時的に水位が上昇している程度である。なお、日野川の車尾観測所においては、7月30日～8月6日まで閉局のためデータが存在しない(国交省 HP より)。

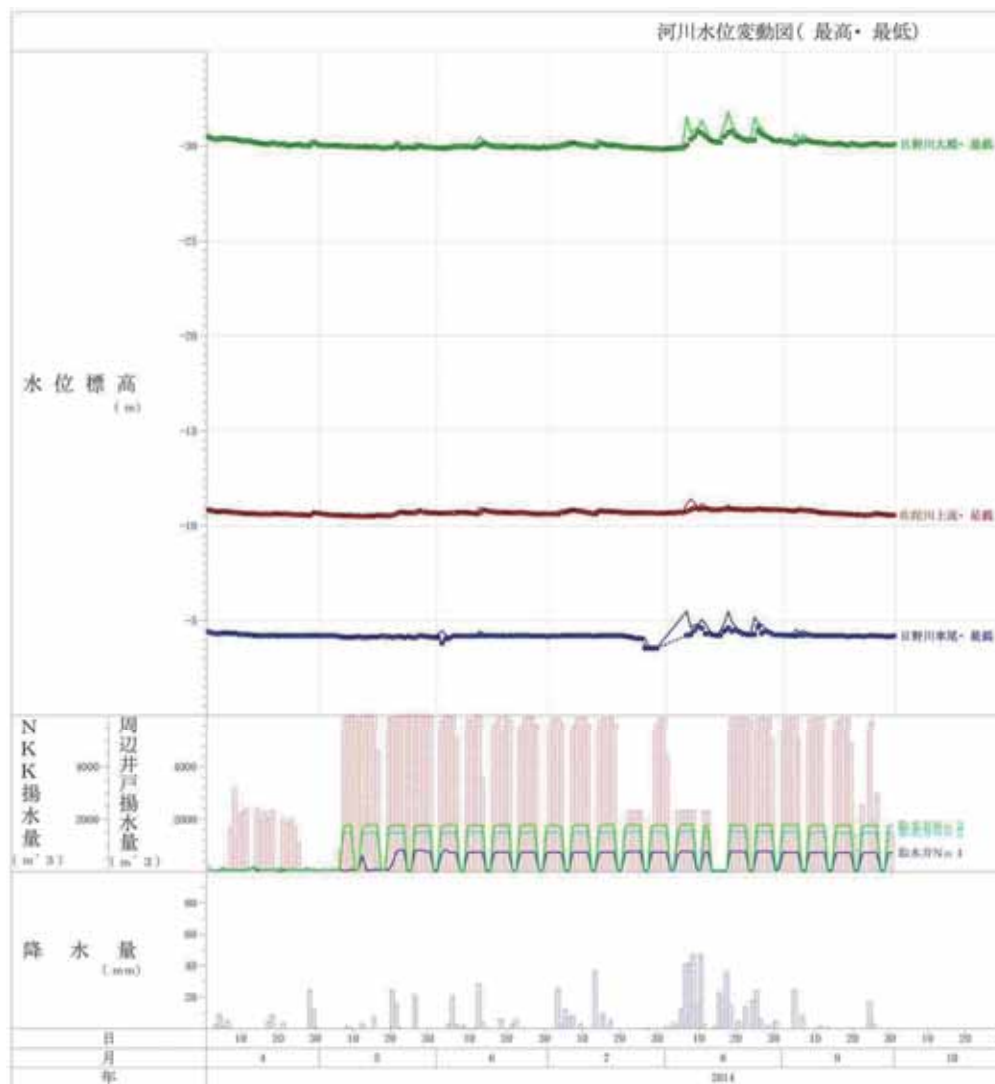


図 2-14 河川水位変動図 (1日の最高・最低水位で整理)



## 2.4. 水質調査

### (1) 水位観測井

表 2-3 に夏期および冬期に採水した水質試験結果一覧を示す(表 2-4)。水質試験項目は、水道水質基準であり、水道水質基準値を超えるものについては、桃色のハッチングを行っている。

#### ■水質試験

##### ○観測井 No1 (米子市水道局 二本木第3号取水井)

いずれの項目も水質基準以内となる。

##### ○観測井 No2 (米子市水道局 二本木第1号取水井)

いずれの項目も水質基準以内となる。

##### ○観測井 No3 (米子市水道局 二本木第2号取水井)

いずれの項目も水質基準以内となる。

##### ○観測井 No4 (ミネベア 観測井 東側)

いずれの項目も水質基準以内となる。

##### ○観測井 No5 (ミネベア 観測井 北側)

いずれの項目も水質基準以内となる。

##### ○観測井 No6 (米澤嘉夫氏 畑 観測井)

夏期の採水で「一般細菌」「アルミニウム及びその化合物」「鉄及びその化合物」「蒸発残留物」「味」「臭気」「色度」「濁度」が水質基準を超える。

2012年度の試験結果と比較すると、「アルミニウム及びその化合物」で2.3倍、「鉄及びその化合物」で1.7倍、「蒸発残留物」で3.7倍の増加が認められる。濁度は140度と非常に高い値が得られている(表2-3)。

##### ○観測井 No9 (田島氏 宅内 観測井)

今回が初めての採水である。「一般細菌」「アルミニウム及びその化合物」「鉄及びその化合物」「蒸発残留物」「味」「臭気」「色度」「濁度」が水質基準を超える。

##### ○観測井 No10 (長谷川氏 宅内 観測井)

今回が初めての採水である。「一般細菌」「鉛及びその化合物」「アルミニウム及びその化合物」「鉄及びその化合物」「マンガン及びその化合物」「蒸発残留物」「味」「臭気」「色度」「濁度」が水質基準を超える。

表 2-3 水質試験結果の基準超過項目の経年変化 (観測井 No6)

| 項目            | 水質基準値      | 201208夏期  | 201301冬期  | 201408夏期   |
|---------------|------------|-----------|-----------|------------|
|               |            | 平成24年7月3日 | 平成25年1月9日 | 平成26年8月28日 |
| 一般細菌          | 100個/ml以下  | 300個/ml以上 | 300個/ml以上 | 300個/ml以上  |
| 鉛及びその化合物      | 0.01mg/l以下 | 0.03mg/l  | 0.009mg/l | 0.005mg/l  |
| アルミニウム及びその化合物 | 0.2mg/l以下  | 1.5mg/l   | 0.63mg/l  | 3.5mg/l    |
| 鉄及びその化合物      | 0.3mg/l以下  | 1mg/l     | 0.47mg/l  | 1.7mg/l    |
| 蒸発残留物         | 500mg/l以下  | 240mg/l   | 200mg/l   | 890mg/l    |
| 味             | 異常でないこと    | 弱渋味       | 異常でない     | 異常である      |
| 臭気            | 異常でないこと    | 金気臭       | 異常でない     | 弱土臭        |
| 色度            | 5度以下       | 15度       | 19度       | 18度 未満     |
| 濁度            | 2度以下       | 47度       | 83度       | 140度 未満    |

表 2-4 水質試験結果一覧

| 項目                                 | 水質基準値           | 採水地点<br>採水年月日 | 観測井No.1          | 観測井No.2          | 観測井No.3          | 観測井No.4          | 観測井No.5          | 観測井No.6          | 観測井No.9          | 観測井No.10         |
|------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                    |                 |               | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       | 平成26年8月28日       |
| 一般細菌                               | 100 個/ml 以下     |               | 0 個/ml 以上        | 0 個/ml 以上        | 0 個/ml           | 1 個/ml           | 22 個/ml          | 300 個/ml 以上      | 300 個/ml 以上      | 300 個/ml 以上      |
| 大腸菌                                | 検出されないこと        |               | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           | 検出されない           |
| カドミウム及びその化合物                       | 0.003 mg/l 以下   |               | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   | 0.0003 mg/l 未満   |
| 水銀及びその化合物                          | 0.0005 mg/l 以下  |               | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  | 0.00005 mg/l 未満  |
| セレン及びその化合物                         | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    |
| 鉛及びその化合物                           | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.005 mg/l       | 0.002 mg/l       | 0.026 mg/l       |
| ヒ素及びその化合物                          | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l       | 0.001 mg/l       | 0.003 mg/l       |
| 六価クロム化合物                           | 0.05 mg/l 以下    |               | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    |
| 亜硝酸態窒素                             | 0.04 mg/l 以下    |               | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.016 mg/l       |
| シアン化物イオン及び塩化シアン                    | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素                      | 10 mg/l 以下      |               | 1.6 mg/l         | 1.3 mg/l         | 1.7 mg/l         | 1.3 mg/l         | 1.7 mg/l         | 1.9 mg/l         | 5 mg/l           | 1.1 mg/l         |
| フッ素及びその化合物                         | 0.8 mg/l 以下     |               | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     | 0.08 mg/l 未満     |
| ホウ素及びその化合物                         | 1.0 mg/l 以下     |               | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      |
| 四塩化炭素                              | 0.002 mg/l 以下   |               | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   | 0.0002 mg/l 未満   |
| 1,4-ジオキサン                          | 0.05 mg/l 以下    |               | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    |
| シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン | 0.04 mg/l 以下    |               | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    | 0.004 mg/l 未満    |
| ジクロロメタン                            | 0.02 mg/l 以下    |               | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    | 0.002 mg/l 未満    |
| テトラクロロエチレン                         | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    |
| トリクロロエチレン                          | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    |
| ベンゼン                               | 0.01 mg/l 以下    |               | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    | 0.001 mg/l 未満    |
| 亜鉛及びその化合物                          | 1.0 mg/l 以下     |               | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      |
| アルミニウム及びその化合物                      | 0.2 mg/l 以下     |               | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 3.5 mg/l         | 1.4 mg/l         | 1.4 mg/l         |
| 鉄及びその化合物                           | 0.3 mg/l 以下     |               | 0.03 mg/l 未満     | 0.03 mg/l 未満     | 0.03 mg/l 未満     | 0.06 mg/l 未満     | 0.06 mg/l        | 1.7 mg/l         | 2.3 mg/l         | 5.3 mg/l         |
| 銅及びその化合物                           | 1.0 mg/l 以下     |               | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      | 0.1 mg/l 未満      |
| ナトリウム及びその化合物                       | 200 mg/l 以下     |               | 11 mg/l          | 12 mg/l          | 11 mg/l          | 12 mg/l          | 12 mg/l          | 10 mg/l          | 11 mg/l          | 16 mg/l          |
| マンガン及びその化合物                        | 0.05 mg/l 以下    |               | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.028 mg/l       | 0.067 mg/l       | 0.16 mg/l        |
| 塩化物イオン                             | 200 mg/l 以下     |               | 13 mg/l          | 15 mg/l          | 13 mg/l          | 16 mg/l          | 15 mg/l          | 12 mg/l          | 12 mg/l          | 18 mg/l          |
| カルシウム、マグネシウム等(硬度)                  | 300 mg/l 以下     |               | 51 mg/l          | 55 mg/l          | 53 mg/l          | 55 mg/l          | 53 mg/l          | 52 mg/l          | 56 mg/l          | 42 mg/l          |
| 蒸発残留物                              | 500 mg/l 以下     |               | 140 mg/l         | 150 mg/l         | 140 mg/l         | 150 mg/l         | 140 mg/l         | 890 mg/l         | 2400 mg/l        | 550 mg/l         |
| 陰イオン界面活性剤                          | 0.2 mg/l 以下     |               | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     | 0.02 mg/l 未満     |
| ジオスミン                              | 0.00001 mg/l 以下 |               | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 |
| 2-メチルイソボルネオール                      | 0.00001 mg/l 以下 |               | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 | 0.000001 mg/l 未満 |
| 非イオン界面活性剤                          | 0.02 mg/l 以下    |               | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    | 0.005 mg/l 未満    |
| フェノール類                             | 0.005 mg/l 以下   |               | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   | 0.0005 mg/l 未満   |
| 有機物(全有機炭素(TOC)の量)                  | 3 mg/l 以下       |               | 0.3 mg/l 未満      | 0.3 mg/l 未満      | 0.3 mg/l 未満      | 0.3 mg/l 未満      | 0.3 mg/l 未満      | 0.3 mg/l         | 0.3 mg/l         | 1.6 mg/l         |
| pH値                                | 5.8~8.6         |               | 6.4              | 6.5              | 6.4              | 6.5              | 6.5              | 6.3              | 6.2              | 6.4              |
| 味                                  | 異常でないこと         |               | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 異常である            | 異常である            | 異常である            |
| 臭気                                 | 異常でないこと         |               | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 異常でない            | 弱土臭              | 弱土臭              | 土臭               |
| 色度                                 | 5 度 以下          |               | 1 度 未満           | 1 度 未満           | 1 度 未満           | 1 度 未満           | 1 度              | 18 度 未満          | 23 度             | 11 度             |
| 濁度                                 | 2 度 以下          |               | 0.5 度 未満         | 0.5 度 未満         | 0.5 度 未満         | 0.5 度 未満         | 0.5 度            | 140 度 未満         | 170 度            | 46 度             |

： 基準値を上回るもの

### 3. 地盤高変位に関する考察

#### 3.1 地盤高変位の比較

ここでは、地盤高変位について、前回業務(H24 データ)の結果と比較し、沈下の累積傾向を判断することを試みる。比較に当たっては、H24 の初回観測を基準としている。なお、H24 年時および H26 年時で、基準点の高さが 1~2mm 補正されている。また、H26.10 のデータが取得できているので、このグラフには 10 月のデータを反映している。

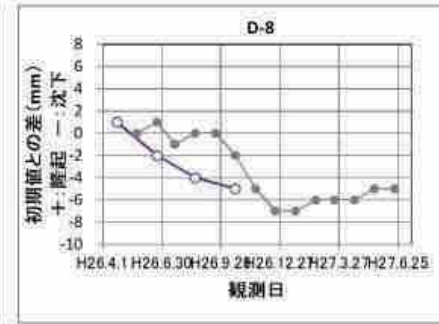
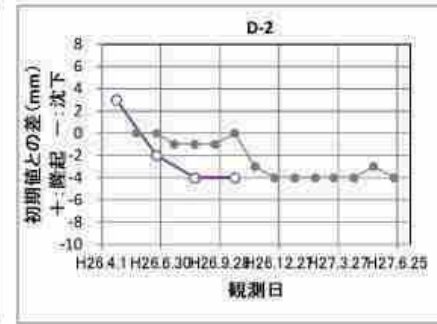
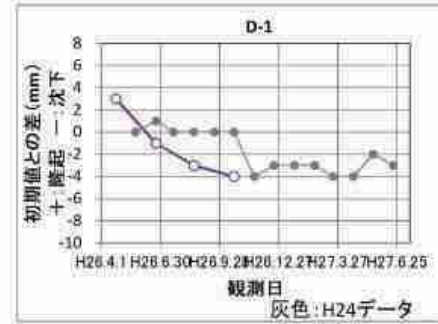
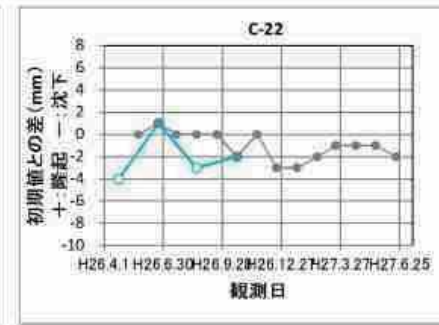
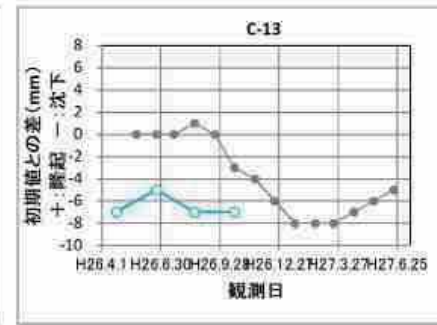
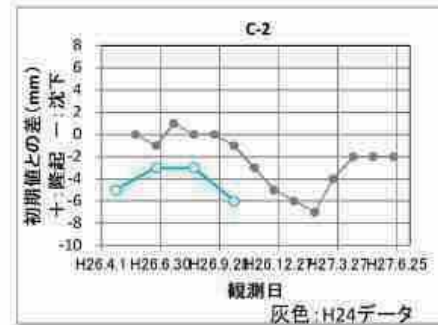
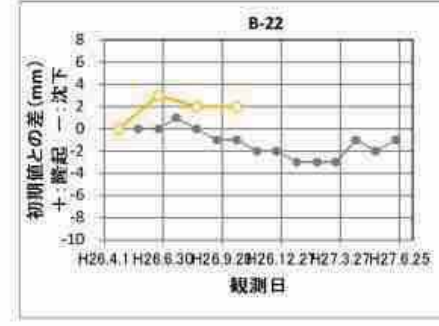
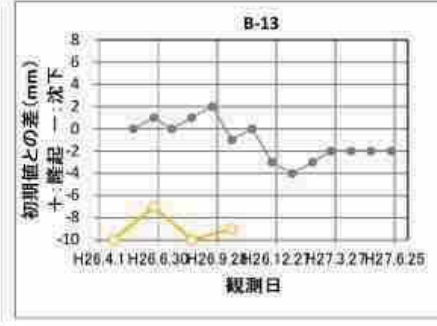
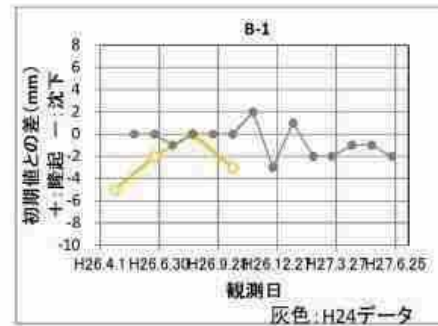
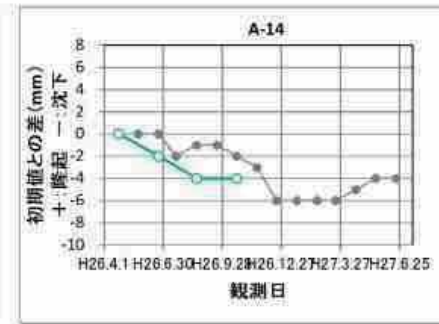
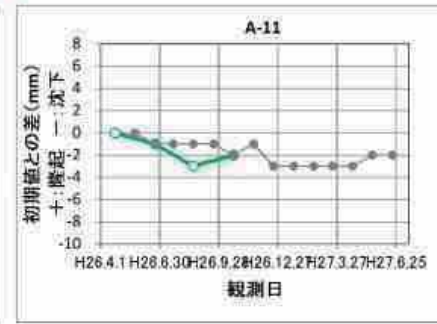
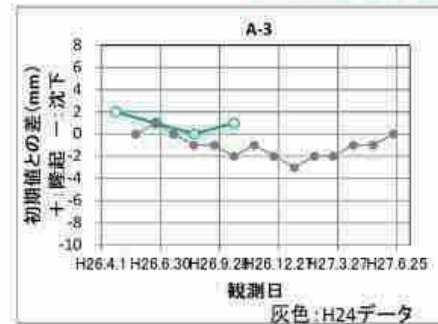
A 測線では、A-14 地点で H24 データより 2mm 大きい沈下が計測されている。A-3 および A-11 地点では、同様な変位を呈している。地下水のくみ上げに伴う沈下傾向は、認められない。

B 測線では、B-1 および B-13 地点で、地下水くみ上げ前の 4 月時点で、大きな沈降が認められる。特に、B-13 地点では、H24 年と比較して、10mm の沈下が認められる。地下水のくみ上げに伴う沈下傾向は、不明である。

C 測線では、B 測線と同様に、H26 年 4 月の時点で 5~7mm の沈下傾向を示している。C-13 地点では、沈下方向の累積傾向は認められない。

D 測線では、H26 年 4 月の時点で 1~5mm の隆起となっている。H26 年度の沈下傾向は、H24 年の沈下範囲の幅に収まっている。

上記のことから、今のところ、試験揚水に伴う顕著な沈下傾向を有している地点は、認められないと判断する。今後は、今回業務で実施している揚水試験の影響を把握するために、地盤高変位を H24 の初回観測を基準として、比較することとする。



### 3.2 沈下の要因について

8月の時点で、揚水地点から最も遠いD測線の起点側において、沈下が最も多く観測されている。このことより、揚水以外に沈下の要因について、①観測誤差、②佐陀川の河川改修履歴、③休耕田の増加の有無を取り上げる。

#### ①観測誤差

D測線の測量観測誤差は、A-14~固.1間の1~2mmである。それに、A-14の4~8月までの差がマイナス4mmあるため、D測線は全体に4mmの沈下となっている。



図 3-2 水準測量観測結果図

#### ②佐陀川の河川改修履歴

米子県土整備事務所 河川砂防課によると、佐陀川左岸においては、平成 24~25 年度にかけて河川改修を実施している。改修地点および場所は下図に示すとおりである。下流側では、堤防裏法尻にドレーンウェル工を施されている。上流側では、重力式擁壁工および張コンクリートが設置されている。

#### ③休耕田の増加の有無

水田の耕作状況については、顕著な変化は発生していない。



図 3-3 河川改修箇所

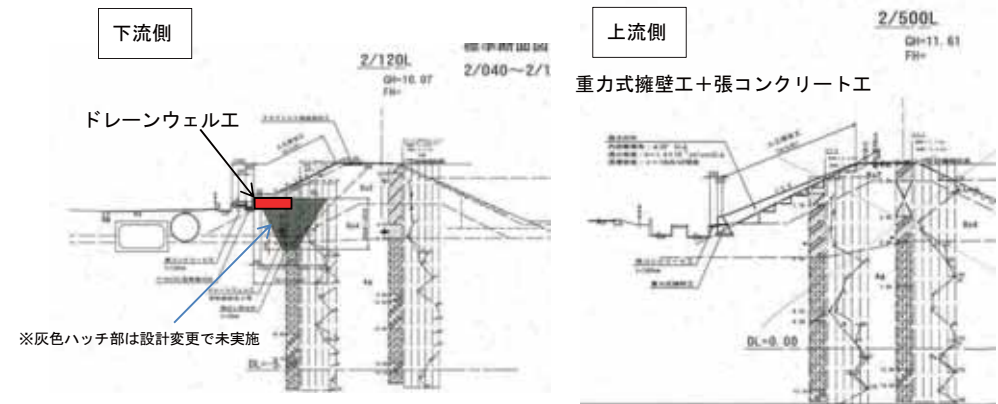
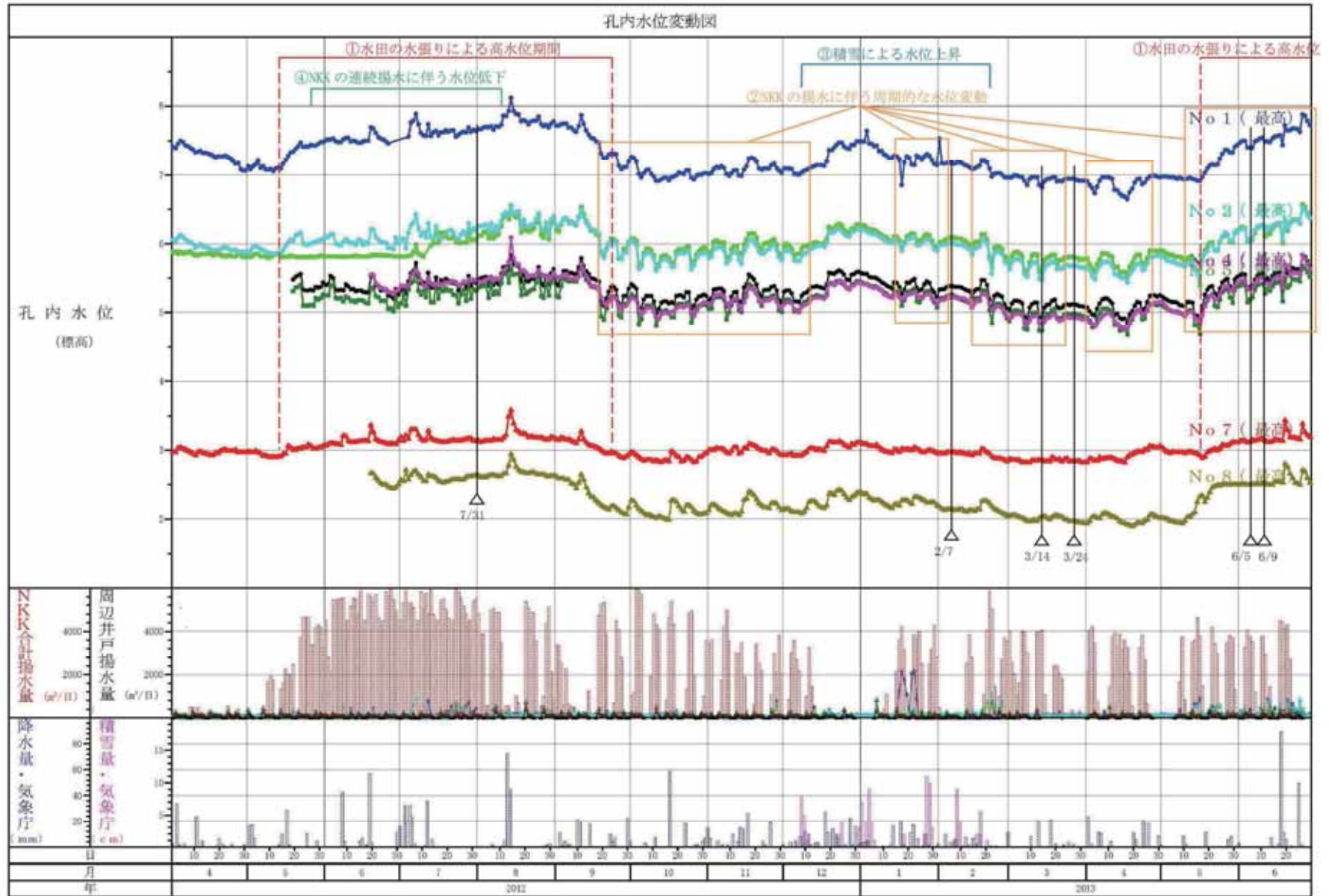


図 3-4 河川改修標準断面図

### 3.3 今後の検討事項

- 米子バイパスの4車線化工事の影響
- 気温、気圧が地盤に影響するか否か
- NKK 井戸の深い層からの取水に伴う水位変動や下流への影響
- 各井戸における最高水位・最低水位の重ね合せ



参考図 前回業務の水位観測結果図【2012年4月～2013年6月】