

現場地下水浄化計画（案）

1 浄化計画の目標設定

廃棄物及び汚染土壌の撤去完了後も、現場内に残る汚染地下水は、現場に浸透した雨水が自然流下して徐々に汚染の無い地下水に置き換わる自然浄化を基本としながら、積極的に揚水して浸出水処理施設において処理することで、効率的な浄化を行います。

地下水浄化検討における対象物質は、環境基準値と比して超過の度合いが最も大きい1,4-ジオキサンとし、現場内地下水の1,4-ジオキサンについて、揚水井戸を設置して浄化開始後7年間で環境基準以下にすることを目標とします。

2 浄化計画案

場内汚染地下水の浄化のため、以下のことを行います。

(1) 揚水井戸の設置

- ・揚水井戸を、1,4-ジオキサン高濃度箇所を優先し地下水の流れを考慮しつつ、第一帯水層（上位帯水層）に9本及び第二帯水層（下位帯水層）に13本設置して、汚染地下水を除去する。

■当面の揚水量等（案）

既設揚水井戸（3本）	： 30m ³ /日
第一帯水層揚水井戸（新設9本）	： 15m ³ /日
第二帯水層揚水井戸（新設13本）	： 80m ³ /日
その他浸出水	： 25m ³ /日（想定）
合計	： 150m ³ /日

- ・揚水井戸設置に当たっては1本毎に揚水量を確認し、設置位置を検討しながら適切な位置に設置することとする。

(2) 地下水の涵養等

- ・土堰堤の築造による雨水貯留、廃棄物等撤去後のつぼ穴地形を利用した浸透枘設置等により、汚染されていない水による現場地下水の涵養を図ることとする。
- ・植樹のための耕起や地形整形により、地山の保水力を高め、地下水面上部の不飽和帯水層からの洗い出しを促進することとする。
- ・井戸水位の変化を継続観察し、効率的に汚染地下水の洗い出しを行うため、必要に応じて揚水量の調節を行うこととする。

(3) 浄化効果の評価

- ・地下水の1,4-ジオキサン濃度の変化を経時観察し、今後の観測により低下傾向が確認されない場合は、新たな揚水井戸を設置する等の対策の必要性について検討することとする。
- ・浄化方法については、新設揚水井戸の稼働開始から2年程度経過後に中間評価を行い、その際には、汚染水浄化が効率的に行われることを確認するとともに、専門家の意見を聴くなどして、必要に応じて見直すものとする。

図1 第一帯水層地下水の浄化方法

- 凡例
- : 第一帯水層 (Pf2) 分布範囲
 - : 地下水の流れ
 - : 土堰堤
 - : 暗渠排水管 (破線: 有孔管)
 - : 砕石等の敷設+キャッピング範囲
 - : 縦管 (ヒューム管又は有孔管) (計画)
 - : 揚水井戸 (計画)
 - : 既設揚水井戸

- 凡例
- 1,4-ジオキサン平均濃度 (単位: mg/L)
- : $5.0 < C$
 - : $0.5 < C \leq 5.0$
 - : $0.05 < C \leq 0.5$
 - : $0.005 < C \leq 0.05$ (基準適合)
 - : $C \leq 0.005$ (基準適合)

- 【第一帯水層の浄化方法】
- ① 揚水井戸を、1,4-ジオキサン高濃度箇所を優先し地下水の流れを考慮しつつ9本設置して、汚染地下水を除去する。
 - ② 中央谷部に暗渠管及び砕石等を敷設し、浸出水を集水し水処理施設へ導水する。
 - ③ 中央谷部には土堰堤を2箇所程度設置し、その付近に縦管 (ヒューム管又は有孔管) を設置し、水量に応じてポンプアップする。
 - ④ 1,4-ジオキサンが高濃度エリアや北側遮水壁沿い及び南西側遮水壁沿いの地下水を対象に、Pf2層が確認されているつぼ穴部には砕石等を、地盤には新たに掘削し縦管 (ヒューム管又は有孔管) を設置し、水量に応じてポンプアップする。

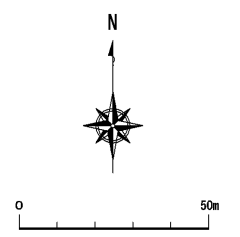
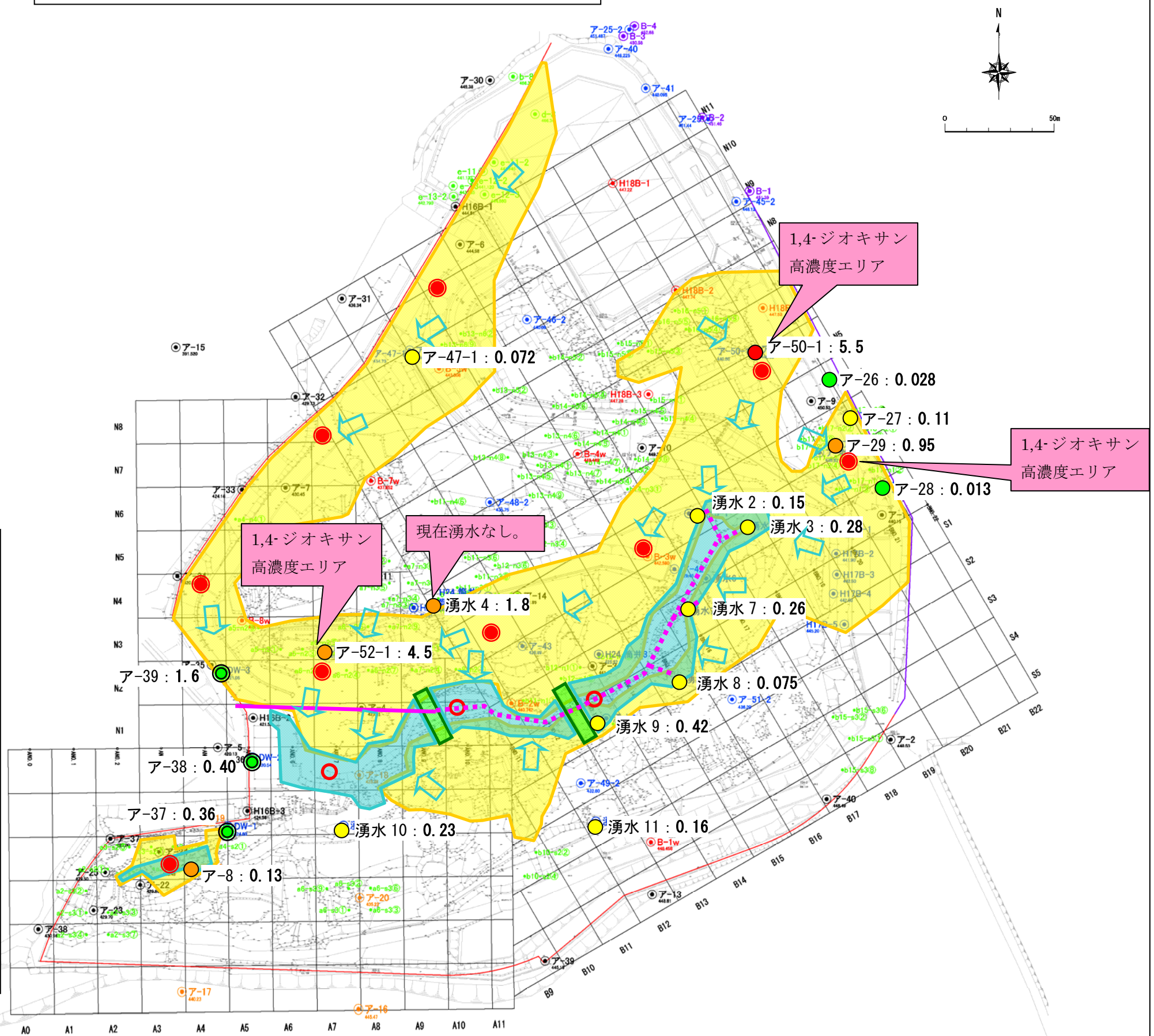


図2 第二帯水層地下水の浄化方法

凡例

- : 地下水等高線 (H25)
- : 地下水位観測井戸 (モニタリング井戸)
- ※ () 内の数値は1,4-ジオキサン平均濃度 (mg/L)
- : 計画揚水井戸 (案) 優先順位 : 高
- : 計画揚水井戸 (案) 優先順位 : 低
- : 既設揚水井戸 (稼動中)

凡例

1,4-ジオキサン平均濃度 (単位 : mg/L)

- : $5.0 < C$
- : $0.5 < C \leq 5.0$
- : $0.05 < C \leq 0.5$
- : $0.005 < C \leq 0.05$ (基準適合)
- : $C \leq 0.005$ (基準適合)
- : 0.5mg/L 超過範囲

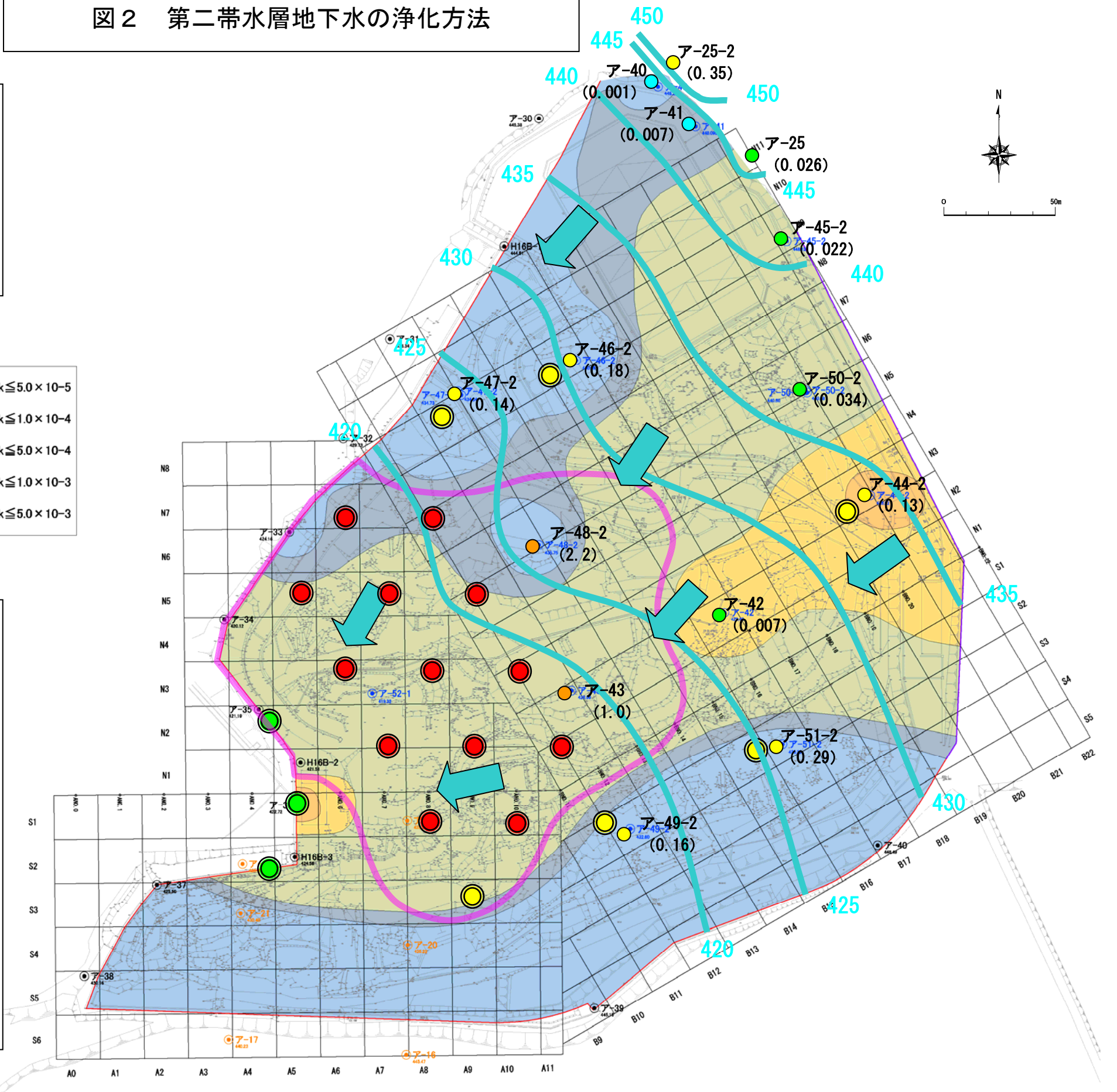
凡例

- : $1.0 \times 10^{-5} < k \leq 5.0 \times 10^{-5}$
- : $5.0 \times 10^{-5} < k \leq 1.0 \times 10^{-4}$
- : $1.0 \times 10^{-4} < k \leq 5.0 \times 10^{-4}$
- : $5.0 \times 10^{-4} < k \leq 1.0 \times 10^{-3}$
- : $1.0 \times 10^{-3} < k \leq 5.0 \times 10^{-3}$

(単位 : cm/s)

【第二帯水層の浄化方法】

- ① 揚水井戸を、1,4-ジオキサン高濃度箇所を優先し地下水の流れを考慮しつつ13本設置して、汚染地下水を除去する。
- ② 設置した揚水井戸の揚水量及び1,4-ジオキサン濃度の推移により、必要に応じて、高濃度エリア以外へ揚水井戸を追加設置する。



3 観測井戸設置及びボーリング調査

これまでの調査により、現場地山には第一帯水層と第二帯水層が存在するものと想定されています。現場においては廃棄物撤去後の地山を対象とした新たな箇所への観測井戸設置及び深度方向の地山確認分析と併せて地質・地層を確認し、一部で透水性試験や地下水位、地下水の1,4-ジオキサン濃度分析を行っています（図3～5）。

それぞれの帯水層の状況は以下のとおりと考えられました。

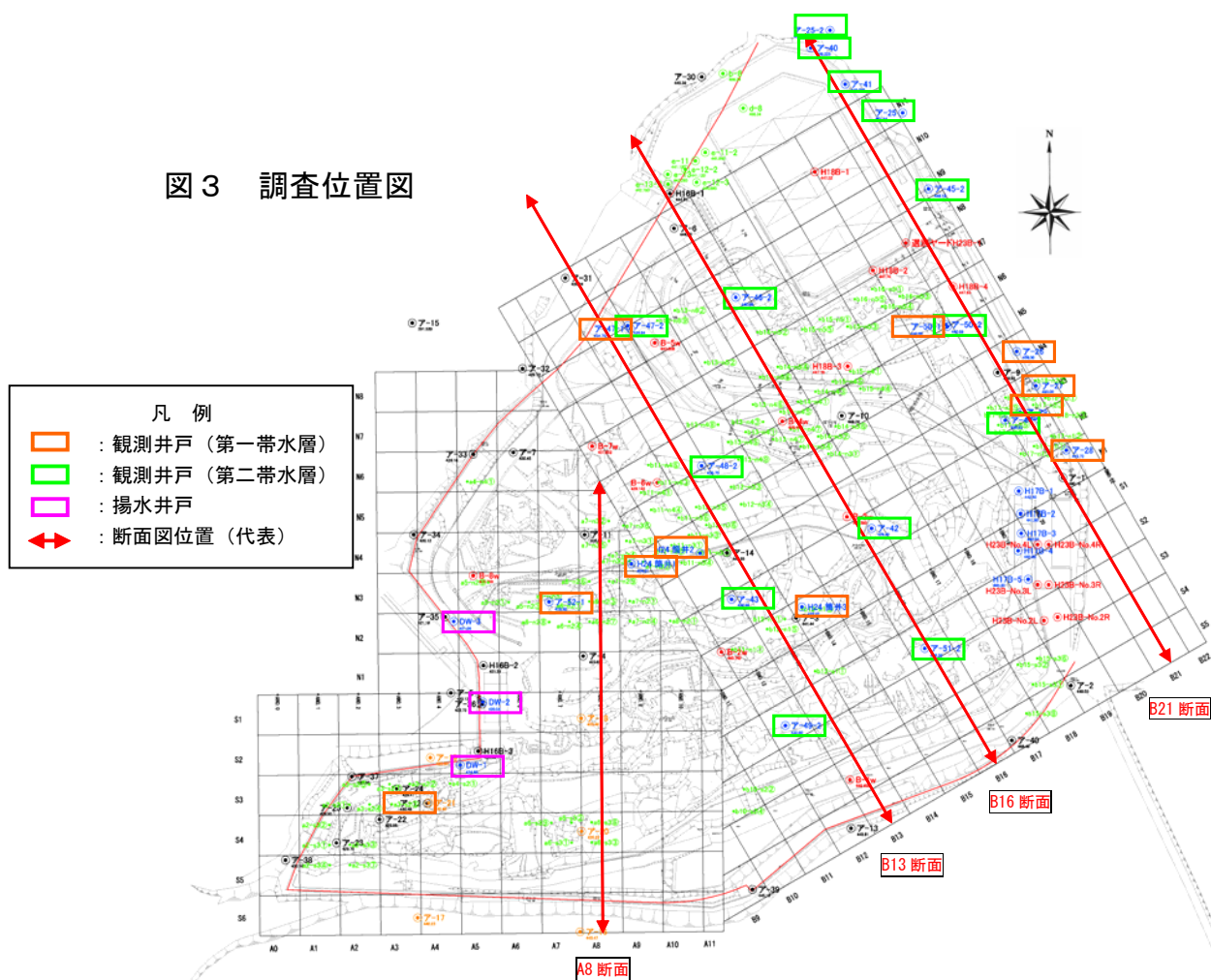
(1) 第一帯水層

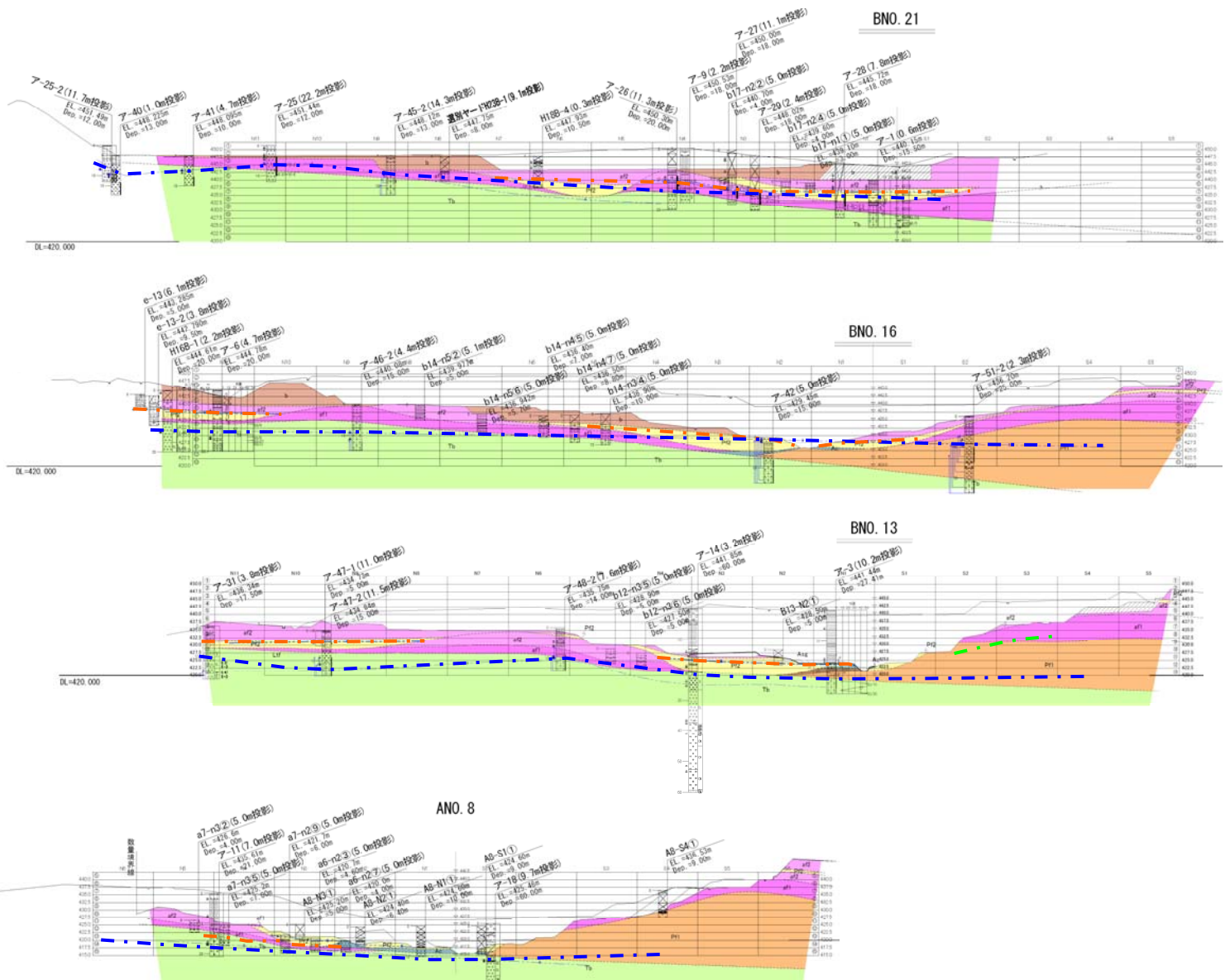
- ・第一帯水層は偏在しており、分布しないか又はごく薄いエリアがある。
- ・層厚は、中央谷沿いでは約1～5 m、東側では約1～4 m、県境北側から崖に沿う西側にかけて約2～3 mと推察される。ア-46-2付近の中間部では分布しない。また、南側では分布しないか、薄く約0.5 mと推察される。
- ・中央谷北側の第一帯水層の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ オーダー（平均 $6 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ）と推察される。

(2) 第二帯水層

- ・第二帯水層は現場内全域に分布すると想定される。
- ・平均の層厚は、約6.1 mと推察される。
- ・中央谷北側の第二帯水層の透水係数は 10^{-4}cm/s オーダーであり、中央谷付近の比較的高透水部は平均 $4 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ と推察される。

図3 調査位置図



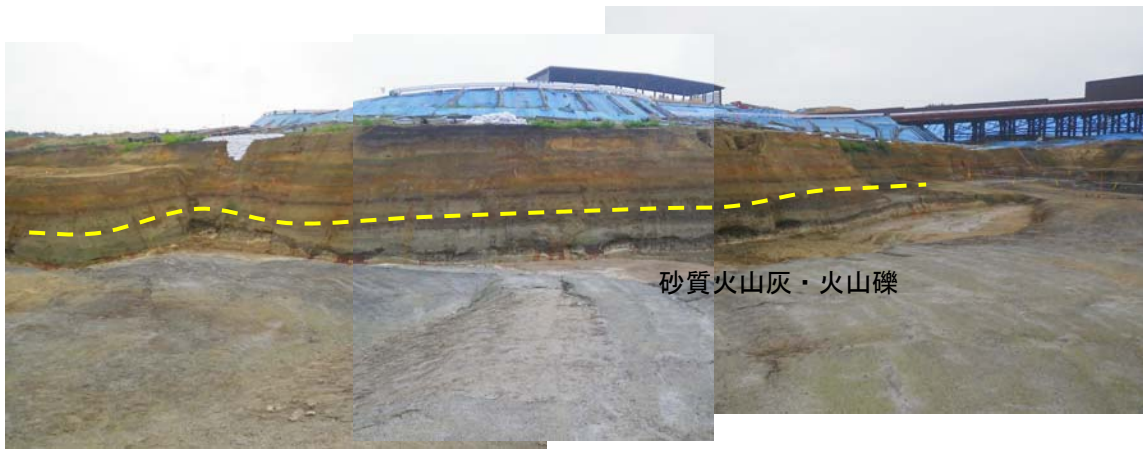


時代	地質	記号	記事
第四紀更新世	盛土	-	事業活動以外の盛土(県道や町道の盛土)や牧草地などの整地面など。
	盛土・埋土	b	事業活動に伴い、廃棄物を含まない埋土・覆土、ローム質土砂や砂質土砂主体。
	表土	-	現表土、旧表土で、有機質土や風化からなる。
	産錐堆積物	dt	山層や谷沿いに分布し、軟質でゆるい砂・粘性土からなる。古産錐堆積物も含む。
	降下火砕物 2	af2	十和田火山からの噴出物で、火山灰・軽石を主体とした未固結層。af1層との境界は橙色軽石層と白色軽石層を鍵層として、本層以浅をaf2層としている。旧地形を覆うように分布する。
	火砕流堆積物 2	Pr2	軽石流堆積物(火砕流堆積物)で未固結である。下部はφ2~20cm程度の軽石を伴い、炭化木が見られる。上部は降下火砕物様やサージ様の織状堆積物で、全体的に砂質火山灰・火山礫からなる。af2層の橙色軽石層の上位のローム層の上位にPr2層が分布する。谷部で厚く尾根部で薄く分布する。全体的に高透水性を呈し、第一帯水層の主体をなす。
	降下火砕物 1	af1 (af1-p)	火砕流堆積物や凝灰角礫岩を覆うように分布。ロームを主体とし、一部粘土質火山灰を挟在する未固結層。良く締まっており、難透水性。 本層の中間及び最下層に粘土質な軽石主体の層が分布する。
	有機質土・粘性土	Ac	湿地堆積物であり、炭化木のほか、生木等が含まれる有機質粘性土主体からなる。現場の中央谷付近に分布する。
	砂礫・礫混じり砂質土	Asg	安山岩等火山岩起源の角礫を多く含み、気質が砂質土あるいは粘性土からなる。現場の中央谷付近に分布する。
	火砕流堆積物 1	Pr1	事業場の主に南側に分布する。黄白色~淡緑色を呈する軽石質凝灰岩、凝灰岩、火山礫凝灰岩からなる。最上部は半固結の凝灰岩や軽石質集塊岩が分布する。溶結構造が確認される箇所は固結度が高い。岩手県側に分布するものは茶灰色の凝灰岩であり、層序が異なる。
	湖成堆積物	ld	事業場の主に南側に薄く分布する。白色~淡緑灰色を呈するシルト質粘土土となり、やや固結している。一部、凝灰岩や有機物を伴う。
	第四紀更新世・第三紀	凝灰角礫岩	Tb
デイサイト質溶岩		Da	ア-14 孔など一部のコアで確認される。帯紫色~暗灰色を呈す硬質な岩盤である。
安山岩質集塊岩		An	ア-14 孔のみに確認され、深部に分布する。赤褐色~暗灰色を呈すや硬質な岩盤。溶結凝灰岩様の構造を呈する。
デイサイト		Da	ア-14 孔のみに確認され、深部に分布する。灰色を呈し異質岩片が少ない酸性火山岩。上位のデイサイト質溶岩と同類と考える。

凡 例

- : 第一帯水層水位 (砂質火山灰・火山礫層)
- : 第一帯水層水位 (火砕流堆積物)
- : 第二帯水層水位 (凝灰角礫岩等)

図4 A8・B13・B16・B21 地質断面図

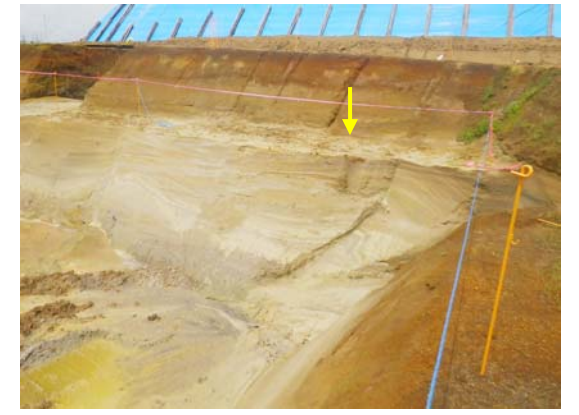


①Pf2層（砂質火山灰・火山礫）分布状況
（湿潤している）



②東側からの湧水（湧水 5-2）

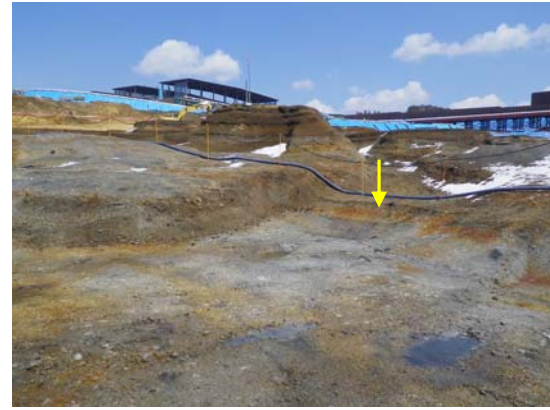
③Pf2層（火山灰・火山礫）分布状況
矢印部：火山灰・火山礫



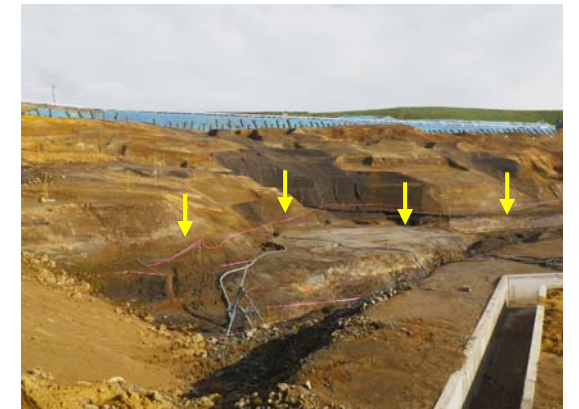
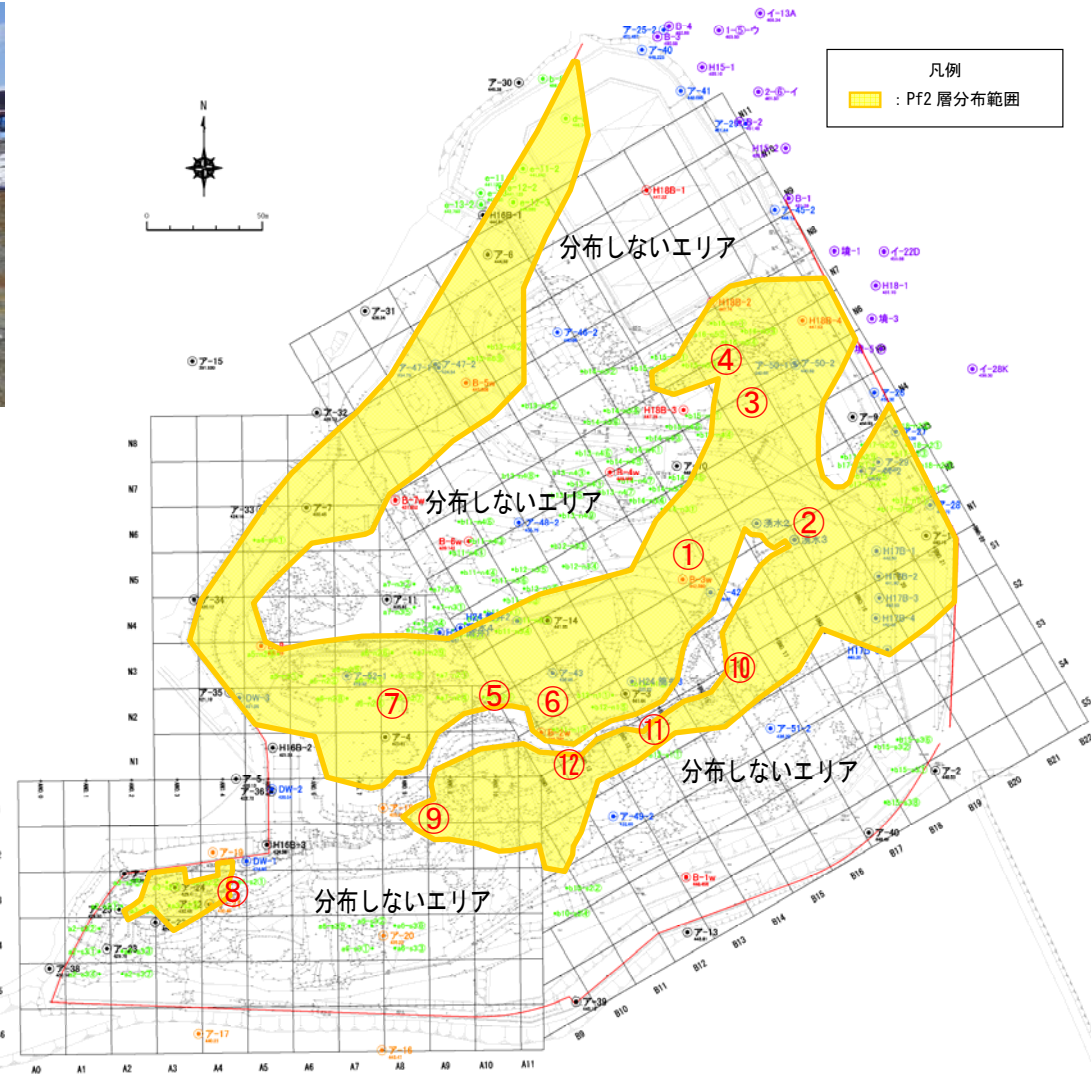
④第6回地山確認範囲
矢印部：火山灰・火山礫



⑤第一帯水層の下面状況
有機質土が分布



⑥ア-43付近の地質分布
軽石質火山礫が広く分布
高透水性→帯水層
（地下水の染み出しあり（褐色部））



⑩Pf2層（火山灰・火山礫）分布状況
矢印部：火山灰・火山礫層の上面



⑦砂質火山灰・火山礫層分布状況
矢印部：Pf2層（火山灰・火山礫）



⑧火山礫や軽石を主体とする火山灰層
が分布。浸潤有り



⑨南西側の火山礫層分布状況
炭化木あり→火砕流堆積物



⑪Pf2層（火山灰・火山礫）分布状況
掘削面にほぼ水平に分布
谷部は凝灰岩（風化により粘土質）が分布



⑫Pf2層（火山灰・火山礫）分布状況
掘削面にほぼ水平に分布

図5 第一帯水層（Pf2層）分布状況

4 汚染地下水の状況

地下水浄化検討の対象物質は、環境基準値と比して超過の度合いが最も大きい1,4-ジオキサンとしました。現場内観測井戸水及び湧水の測定値の平均を図6に示します。

第一帯水層は、全体的に濃度が高く、特にア-50-1では環境基準の100倍以上でした。

第二帯水層は、上流側ではほぼ環境基準に適合している一方、下流側では環境基準を超過し、濃度が高くなる傾向がありました。

地下水の流れについては、第一帯水層では、北側遮水壁に沿った流れと、中央谷を流下するルートが想定されました。また、第二帯水層では、県境北側や東側から南西側に向かう流れが想定されました。

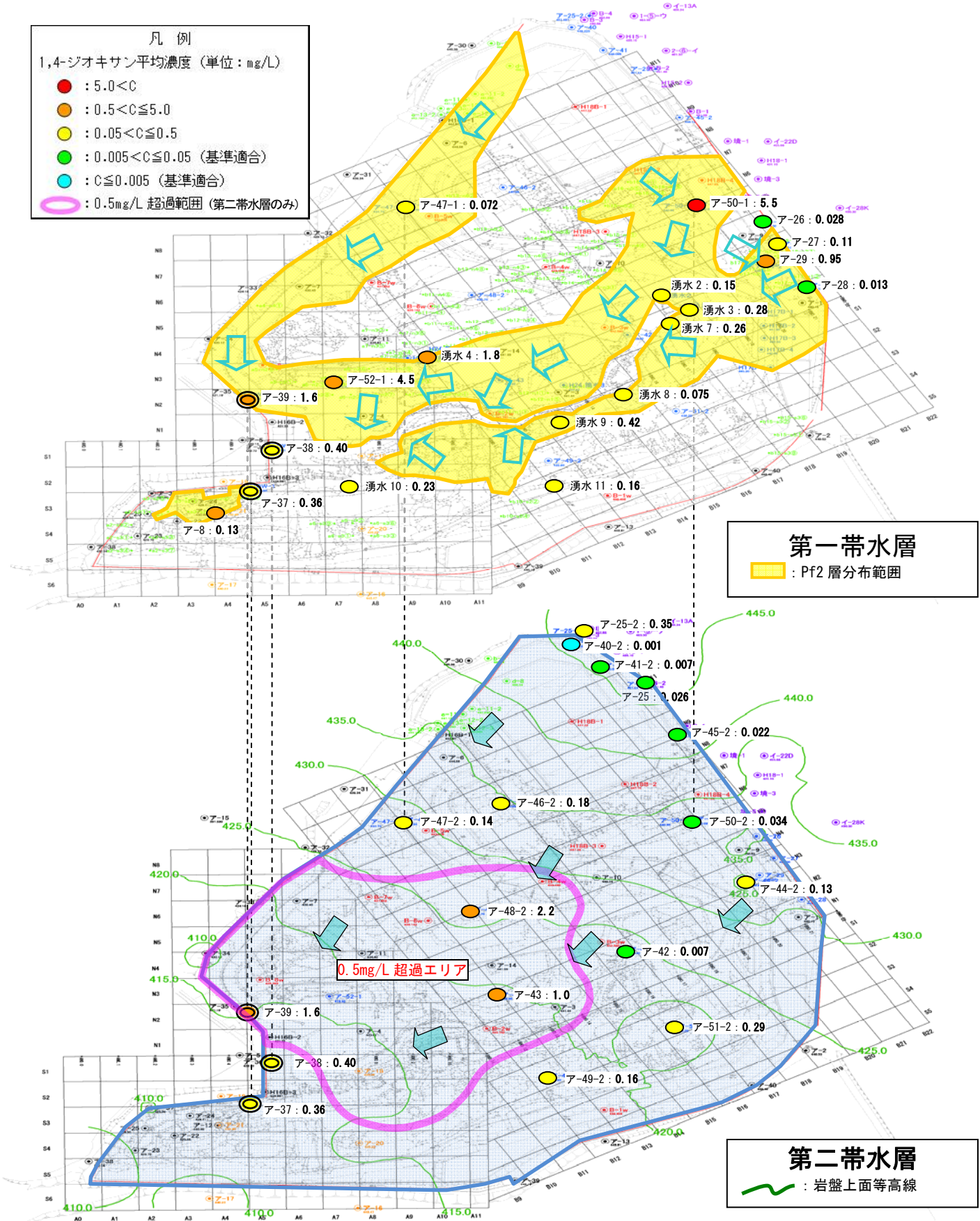
表1 観測井戸諸元及び1,4-ジオキサン濃度

観測井戸 又は箇所	観測				H25.8.7		1,4-ジオキサン分析(H22以降)				備考
	対象層	管頭高 (EL.m)	ストレート区 間 (GL.-m)	立上り (m)	管頭水位 (管頭.-m)	水位※ (EL.m)	平均濃度 (mg/L)	最大濃度 (mg/L)	最小濃度 (mg/L)	分析数 (検体)	
ア-8	第一	426.73	12.0~17.0	0.60	5.40	421.33	0.13	0.27	0.056	19	
ア-25	第二	452.47	4.0~10.0	1.03	7.26	445.21	0.034	0.052	0.016	24	
ア-25-2	第二	452.57	8.0~12.0	1.08	9.17	443.40	0.35	0.54	0.080	24	
ア-26	第一	445.37	9.0~14.5	-0.22	5.99	439.38	0.028	0.058	0	14	マンホール養生
ア-27	第一	445.16	12.0~16.0	-0.27	8.17	436.99	0.11	0.93	0.008	19	マンホール養生
ア-28	第一	444.84	9.0~14.5	-0.33	8.59	436.25	0.013	0.020	0.007	14	マンホール養生
ア-29	第一	443.72	12.0~16.0	1.32	7.51	436.21	0.95	1.6	0.30	21	
ア-40-2	第二	449.22	7.0~13.0	1.00	7.47	441.75	0.001	0.005	0	5	
ア-41-2	第二	449.10	5.0~10.0	1.00	6.03	443.07	0.007	0.008	0.006	5	
ア-42-2	第二	430.08	7.0~13.0	0.67	1.30	428.78	0.007	0.012	0	5	
ア-43-2	第二	427.89	7.8~11.77	1.00	8.75	419.14	1.0	1.3	0.57	6	
ア-44-2	第二	439.74	10.2~15.0	0.82	6.57	433.17	0.13	0.19	0.060	2	
ア-45-2	第二	449.12	6.0~13.0	1.00	7.32	441.80	0.022	0.030	0.014	2	
ア-46-2	第二	440.90	5.0~15.0	0.82	10.00	430.90	0.18	0.27	0.080	2	
ア-47-1	第一	435.73	2.7~5.5	1.00	4.53	431.20	0.072	0.072	0.072	2	
ア-47-2	第二	435.64	6.8~15.0	0.80	13.49	422.15	0.14	0.20	0.079	2	
ア-48-2	第二	436.75	8.7~14.0	1.00	10.93	425.82	2.2	2.3	2.1	2	
ア-49-2	第二	433.60	13.7~18.0	1.00	16.20	417.40	0.16	0.16	0.15	2	
ア-50-1	第一	441.71	1.0~4.99	0.91	3.85	437.86	5.5	5.5	5.5	1	
ア-50-2	第二	441.88	8.0~14.0	1.00	4.50	437.38	0.034	0.034	0.034	1	
ア-51-2	第二	437.20	21.0~25.0	1.00	10.05	427.15	0.29	0.29	0.29	1	
ア-52-1	第一	420.22	1.0~3.05	0.90	1.47	418.75	4.5	4.5	4.5	1	
ア-37(DW-1)	合成	242.60		—	—	403.60	0.36	0.57	0.19	13	制御水位
ア-38(DW-2)	合成	420.54		—	—	405.54	0.40	0.90	0.19	13	制御水位
ア-39(DW-3)	合成	421.05		—	—	408.05	1.6	2.4	0.60	13	制御水位
湧水2	第一	—	—	—	—	431.60	0.15	0.15	0.15	1	統合し湧水5
湧水3	第一	—	—	—	—	430.30	0.28	0.28	0.28	1	統合し湧水5
湧水4	第一	—	—	—	—	424.40	1.8	1.8	1.8	1	現在湧水無し
湧水5	第一	—	—	—	—	425.91	0.23	0.23	0.23	1	
湧水6	第一	—	—	—	—	430.50	0.19	0.19	0.19	1	
湧水7	第一	—	—	—	—	426.43	0.26	0.26	0.26	1	
湧水8	第一	—	—	—	—	425.89	0.075	0.075	0.075	1	
湧水9	第一	—	—	—	—	424.30	0.42	0.42	0.42	1	
湧水10	第一	—	—	—	—	421.97	0.23	0.23	0.23	1	
湧水11	第一	—	—	—	—	436.80	0.16	0.16	0.16	1	

※ ア-37~39は管理水位標高。湧水は湧水標高。

図6 観測井戸及び帯水層の状況

- 凡例
1,4-ジオキサン平均濃度 (単位: mg/L)
- : $5.0 < C$
 - : $0.5 < C \leq 5.0$
 - : $0.05 < C \leq 0.5$
 - : $0.005 < C \leq 0.05$ (基準適合)
 - : $C \leq 0.005$ (基準適合)
 - : 0.5mg/L 超過範囲 (第二帯水層のみ)



5 地下水浄化シミュレーション

(1) シミュレーションにおける各定数

①第一帯水層

- ・容積：90,500m³（平均断面法による推定）
- ・面積：39,000m²
- ・層厚：2.3m（平均断面法による容量と分布面積からの推定）
- ・透水係数：6.0 × 10⁻⁴cm/s（現場透水試験、粒度からの推定値の平均値）
- ・有効間隙率：0.3（現場密度試験と文献からの推定値）
- ・1,4-ジオキサン濃度：0.22mg/L（廃棄物撤去近傍の分析結果や現在では湧水のない分析値（ア-50-1、ア-52-1、湧水4）は除く平均値）
- ・揚水浄化期間：7年間

②第二帯水層

- ・容積：410,000m³（平均断面法による推定）
- ・高濃度エリア（0.5mg/L超過）の面積：30,000m²（濃度分布図から推計）
- ・低濃度エリア（0.05mg/L超過）の面積：65,000m²（濃度分布図から推計）
- ・層厚：6.1m（透水試験結果による透水ゾーンの層厚の平均）
- ・透水係数：4.0 × 10⁻⁴cm/s（現場透水試験、粒度からの推定値の平均値）
- ・有効空隙率：0.25（現場密度試験と文献からの推定値）
- ・高濃度エリアの1,4-ジオキサン濃度：0.87mg/L（加重平均濃度）
- ・低濃度エリアの1,4-ジオキサン濃度：0.18mg/L（加重平均濃度）
- ・上流等からの流入濃度：0.014mg/L（平均濃度）
- ・揚水浄化期間：7年間

【計算式】

1,4-ジオキサン平均濃度 C は、平成 25 年 8 月までの分析値による濃度コンター図より算出した 1,4-ジオキサン量 M を当該エリアの地下水量 V で除することにより算出する。揚水開始 n 日後の 1,4-ジオキサン濃度は下式より算出する。

$$C_n = (V \times C_{n-1} - Q \times C_{n-1} \times \alpha) / V$$

$$= (V - Q \times \alpha) \times C_{n-1} / V$$

- C_n : 揚水開始 n 日後の 1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)
- V : 地下水量 (m³) (=帯水層量×有効間隙率又は有効空隙率 θ)
- Q : 揚水量 (m³)
- C_{n-1} : 揚水開始 (n-1) 日後の 1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)
- α : 揚水浄化による 1,4-ジオキサンの除去効率；揚水効率(1.0)

表 2 各地層の透水係数集計結果

地質類型	透水係数 k (cm/s)	箇所数
火砕流堆積物 Pf2 (第一帯水層)	5.81 × 10 ⁻⁴	5 箇所
火砕流堆積物 Pf1	1.73 × 10 ⁻⁵	16 箇所
火山礫凝灰岩／凝灰角礫岩 Ltf/Tb 等 (第二帯水層)	8.85 × 10 ⁻⁵	42 箇所
凝灰角礫岩 Tb 等 (遮水層)	4.74 × 10 ⁻⁶	57 箇所
その他	1.32 × 10 ⁻⁴	2 箇所

(2) 必要揚水量及び揚水井戸配置

①第一帯水層

地下水を浄化するための揚水量は 15m^3 /日と算出されます (図7)。

このとき揚水井戸の設置本数は、井戸計算により 9 本 ($15\text{m}^3/1.8\text{m}^3=8.3 \div 9$) 必要になるものと算出されました。配置は第一帯水層の地下水の実流速を考慮し 48m 間隔を目安とし、地質構造を勘案し余裕をもった本数とします。

第一帯水層を対象にした揚水井戸は、1,4-ジオキサンの高濃度既知点に 3 本及び流下に時間を要する中央谷北側に沿った凹部、北西側遮水壁付近の 6 本、合計 9 本を設置することを基本とします (図1)。

第一帯水層は、地表から 5m 程度以浅に分布するため、部分的にバックホーでつぼ穴状に掘削し縦管等を設置して集水します。

【第一帯水層揚水井戸の設置本数等】

揚水井戸径	: 直径 0.4m
帯水層厚	: 2.3m
影響半径	: 10m 程度 (水位低下 1.3m)
揚水量	: 1.8m^3 /日
設置本数	: 9 本

■第一帯水層 (Pf2 層) 地下水の実流速 (参考)

最高水位 : ア-50-1 437.86m

最低水位 : ア-52-1 418.75m

$\Delta H=19.11\text{m}$, $L=250\text{m}$ → $i=\Delta H/L=0.076$

$k=6.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$

$v=k \times i \div 0.3=1.5 \times 10^{-4}\text{cm/s}=0.13\text{m/日} \div 48\text{m/年}$

②第二帯水層

第二帯水層のうち下流側高濃度エリアの地下水を浄化するための揚水量は 80m^3 /日と算出され (図8)、上流側低濃度エリアは下流側の揚水により 80m^3 /日以上流動が生じる場合は、揚水せずとも環境基準を満たす水質になるものと考えられます。

このとき、揚水井戸の設置本数は、井戸計算により新たに 13 本 ($80\text{m}^3/6.2\text{m}^3 = 12.9 \div 13$) 必要となるものと算出されました。

揚水井戸の設置位置は、高濃度既知点を優先に、その周辺にできるだけ均等になるように設置することを計画します (図2)。

低濃度エリアは、上流側等からさらに基準適合の地下水が流入することになるため、徐々に低濃度へ推移するものと考えられます。

当該地は緩斜面沿いの設置となり、設置位置及び透水係数によって、揚水量が変わることが想定されることから、1箇所掘った段階で、揚水試験により揚水量を確認しながら設置します。

【第二帯水層揚水井戸の設置本数等】

揚水井戸径 : 直径 0.4m
帯水層厚 : 6.1m
影響半径 : 15m 程度 (水位低下 2.6m)
揚水量 : 6.2m³/日
設置本数 : 13 本 (既設 3 本除く)

■第二帯水層地下水の実流速 (参考)

最高水位 : ア-41-2 443.07m

最低水位 : ア-49-2 417.40m

$\Delta H=25.67\text{m}$, $L=320\text{m}$ → $i=\Delta H/L=0.080$

$k=4.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$

$v=k \times i \div 0.25=1.3 \times 10^{-4}\text{cm/s}=0.11\text{m/日} \div 40\text{m/年}$

(1)第一帯水層(有効間隙率:0.3)

超過エリア面積	39,000 m ²
深さ	2.3 m
有効間隙率	0.3
揚水効率	1.00
平均濃度	0.22 mg/L

:1/何回入れ替えれば浄化できるか
:各平均濃度の平均

年数	環境基準	排水基準
0	0.05	0.50
20	0.05	0.50

加重平均 0.22 mg/L

帯水層 1.000 :1/何回入れ替えれば浄化できるか

揚水量(m ³ /日)	10.0	20.0	30.0	50.0	75.0	100.0
	1,4-ジオキサン平均濃度(mg/L)					
時間t(年)	10m ³ /日	20m ³ /日	30m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日
0.0	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
0.5	0.205	0.190	0.175	0.145	0.108	0.071
1.0	0.191	0.164	0.140	0.096	0.053	0.023
1.5	0.178	0.142	0.111	0.064	0.026	0.007
2.0	0.166	0.123	0.089	0.042	0.013	0.002
2.5	0.155	0.106	0.071	0.028	0.006	0.001
3.0	0.144	0.092	0.056	0.018	0.003	0.000
3.5	0.135	0.079	0.045	0.012	0.002	0.000
4.0	0.125	0.069	0.036	0.008	0.001	0.000
4.5	0.117	0.059	0.028	0.005	0.000	0.000
5.0	0.109	0.051	0.023	0.003	0.000	0.000
5.5	0.102	0.044	0.018	0.002	0.000	0.000
6.0	0.095	0.038	0.014	0.002	0.000	0.000
6.5	0.088	0.033	0.011	0.001	0.000	0.000
7.0	0.082	0.029	0.009	0.001	0.000	0.000
7.5	0.077	0.025	0.007	0.000	0.000	0.000
8.0	0.072	0.021	0.006	0.000	0.000	0.000
8.5	0.067	0.018	0.005	0.000	0.000	0.000
9.0	0.062	0.016	0.004	0.000	0.000	0.000
9.5	0.058	0.014	0.003	0.000	0.000	0.000
10.0	0.054	0.012	0.002	0.000	0.000	0.000
10.5	0.050	0.010	0.002	0.000	0.000	0.000
11.0	0.047	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000
11.5	0.044	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000
12.0	0.041	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000
12.5	0.038	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000
13.0	0.035	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000
13.5	0.033	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
14.0	0.031	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
14.5	0.029	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
15.0	0.027	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
15.5	0.025	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
16.0	0.023	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
16.5	0.022	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
17.0	0.020	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
17.5	0.019	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
18.0	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
18.5	0.016	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
19.0	0.015	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
19.5	0.014	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
20.0	0.013	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

1,4-ジオキサン総量(mg)					
10m ³ /日	20m ³ /日	30m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日
5,920,200	5,920,200	5,920,200	5,920,200	5,920,200	5,920,200
5,518,700	5,117,200	4,715,700	3,912,700	2,908,950	1,905,200
5,144,429	4,423,117	3,756,263	2,585,930	1,429,342	613,119
4,795,541	3,823,177	2,992,029	1,709,058	702,322	197,310
4,470,314	3,304,612	2,383,283	1,129,528	345,093	63,497
4,167,143	2,856,383	1,898,390	746,513	169,565	20,434
3,884,533	2,468,951	1,512,151	493,375	83,317	6,576
3,621,089	2,134,069	1,204,495	326,075	40,939	2,116
3,375,512	1,844,610	959,433	215,505	20,116	681
3,146,589	1,594,412	764,231	142,429	9,884	219
2,933,192	1,378,150	608,743	94,132	4,857	71
2,734,267	1,191,221	484,891	62,213	2,386	23
2,548,832	1,029,647	386,237	41,117	1,173	7
2,375,974	889,989	307,655	27,174	576	2
2,214,839	769,273	245,061	17,960	283	1
2,064,631	664,931	195,202	11,870	139	0
1,924,611	574,742	155,487	7,845	68	0
1,794,086	496,785	123,852	5,185	34	0
1,672,414	429,403	98,654	3,427	17	0
1,558,993	371,160	78,582	2,265	8	0
1,453,264	320,816	62,594	1,497	4	0
1,354,706	277,302	49,859	989	2	0
1,262,831	239,689	39,715	654	1	0
1,177,188	207,178	31,635	432	0	0
1,097,353	179,077	25,198	286	0	0
1,022,932	154,788	20,072	189	0	0
953,558	133,793	15,988	125	0	0
888,889	115,645	12,735	82	0	0
828,605	99,960	10,144	54	0	0
772,411	86,401	8,080	36	0	0
720,027	74,682	6,436	24	0	0
671,195	64,552	5,127	16	0	0
625,676	55,797	4,084	10	0	0
583,243	48,229	3,253	7	0	0
543,689	41,687	2,591	5	0	0
506,816	36,033	2,064	3	0	0
472,445	31,145	1,644	2	0	0
440,404	26,921	1,309	1	0	0
410,537	23,269	1,043	1	0	0
382,695	20,113	831	1	0	0
356,741	17,385	662	0	0	0

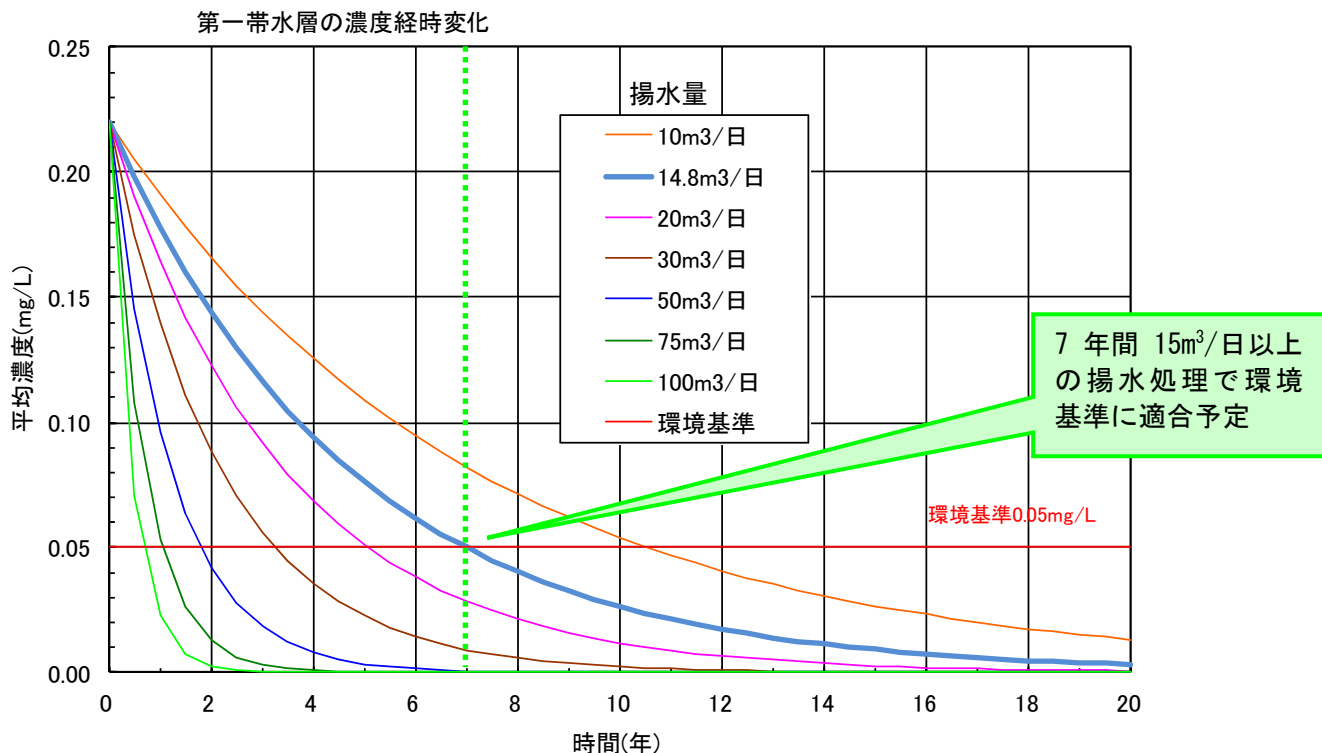


図7 第一帯水層の浄化年数

(2)第二帯水層 1,4-ジオキサン高濃度(0.5mg/L超過)エリア

超過エリア面積 30,000 m² :0.5mg/L超過エリア
 深さ 6.1 m
 有効空隙率 0.25 45,750 m³
 揚水効率 1.00 :1/何回入れ替えれば浄化できるか
 加重平均濃度 0.87 mg/L :3箇所の濃度分布による加重平均

年数	環境基準	排水基準
0	0.05	0.50
20	0.05	0.50

加重平均 0.87 mg/L

帯水層 1.000 :1/何回入れ替えれば浄化できるか

揚水量(m ³ /日)	1,4-ジオキサン平均濃度(mg/L)					
	25m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日	125m ³ /日	150m ³ /日
0.0	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870
0.5	0.801	0.732	0.664	0.595	0.526	0.457
1.0	0.738	0.619	0.512	0.417	0.334	0.264
1.5	0.681	0.526	0.400	0.300	0.224	0.166
2.0	0.629	0.448	0.316	0.222	0.157	0.113
2.5	0.581	0.384	0.253	0.168	0.115	0.081
3.0	0.538	0.331	0.205	0.131	0.087	0.061
3.5	0.498	0.286	0.168	0.104	0.068	0.047
4.0	0.462	0.249	0.140	0.084	0.054	0.038
4.5	0.429	0.217	0.117	0.069	0.044	0.031
5.0	0.398	0.191	0.099	0.058	0.037	0.026
5.5	0.370	0.168	0.085	0.049	0.032	0.023
6.0	0.344	0.149	0.074	0.042	0.028	0.020
6.5	0.321	0.132	0.064	0.037	0.024	0.019
7.0	0.299	0.118	0.056	0.032	0.022	0.017
7.5	0.279	0.106	0.050	0.029	0.020	0.016
8.0	0.261	0.095	0.044	0.026	0.019	0.016
8.5	0.244	0.086	0.040	0.024	0.018	0.015
9.0	0.229	0.078	0.036	0.022	0.017	0.015
9.5	0.214	0.071	0.033	0.020	0.016	0.015
10.0	0.201	0.065	0.030	0.019	0.016	0.014
10.5	0.189	0.060	0.028	0.018	0.015	0.014
11.0	0.178	0.055	0.026	0.018	0.015	0.014
11.5	0.167	0.051	0.024	0.017	0.015	0.014
12.0	0.158	0.047	0.023	0.016	0.015	0.014
12.5	0.149	0.044	0.022	0.016	0.014	0.014
13.0	0.140	0.041	0.021	0.016	0.014	0.014
13.5	0.132	0.038	0.020	0.015	0.014	0.014
14.0	0.125	0.036	0.019	0.015	0.014	0.014
14.5	0.119	0.034	0.018	0.015	0.014	0.014
15.0	0.112	0.032	0.018	0.015	0.014	0.014
15.5	0.107	0.030	0.017	0.015	0.014	0.014
16.0	0.101	0.028	0.017	0.014	0.014	0.014
16.5	0.096	0.027	0.016	0.014	0.014	0.014
17.0	0.092	0.026	0.016	0.014	0.014	0.014
17.5	0.087	0.025	0.016	0.014	0.014	0.014
18.0	0.083	0.024	0.015	0.014	0.014	0.014
18.5	0.079	0.023	0.015	0.014	0.014	0.014
19.0	0.076	0.022	0.015	0.014	0.014	0.014
19.5	0.072	0.021	0.015	0.014	0.014	0.014
20.0	0.069	0.021	0.015	0.014	0.014	0.014

1,4-ジオキサン総量(mg)					
25m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日	125m ³ /日	150m ³ /日
39,802,500	39,802,500	39,802,500	39,802,500	39,802,500	39,802,500
36,654,375	33,506,250	30,358,125	27,210,000	24,061,875	20,913,750
33,785,342	28,326,368	23,425,579	19,082,974	15,298,552	12,072,315
31,169,173	24,053,028	18,296,694	13,742,802	10,233,980	7,612,858
28,782,181	20,517,070	14,469,192	10,161,573	7,178,245	5,164,243
26,602,971	17,582,003	11,585,908	7,705,991	5,248,547	3,704,845
24,612,215	15,137,586	9,392,091	5,982,800	3,974,921	2,774,195
22,792,447	13,094,678	7,705,376	4,745,348	3,100,682	2,151,049
21,127,884	11,381,119	6,394,656	3,836,997	2,480,924	1,720,275
19,604,257	9,938,409	5,365,203	3,156,759	2,030,510	1,416,610
18,208,664	8,719,056	4,548,178	2,638,350	1,697,148	1,200,079
16,929,438	7,684,438	3,893,223	2,237,382	1,447,220	1,044,660
15,756,024	6,803,092	3,363,222	1,923,456	1,258,177	932,690
14,678,870	6,049,334	2,930,596	1,675,275	1,114,329	851,855
13,689,333	5,402,153	2,574,661	1,477,564	1,004,431	793,429
12,779,587	4,844,321	2,279,755	1,319,124	920,250	751,172
11,942,544	4,361,674	2,033,897	1,191,581	855,655	720,599
11,171,782	3,942,538	1,827,824	1,088,558	806,032	698,475
10,461,484	3,577,260	1,654,295	1,005,126	767,883	682,462
9,806,375	3,257,835	1,507,593	937,429	738,540	670,873
9,201,670	2,977,605	1,383,157	882,422	715,964	662,485
8,643,031	2,731,008	1,277,311	837,677	698,590	656,413
8,126,518	2,513,385	1,187,068	801,252	685,218	652,019
7,648,556	2,320,818	1,109,976	771,582	674,925	648,837
7,205,897	2,149,998	1,044,015	747,404	667,001	646,535
6,795,589	1,998,122	987,501	727,695	660,902	644,868
6,414,949	1,862,803	939,028	711,626	656,207	643,662
6,061,436	1,742,004	897,416	698,521	652,592	642,789
5,733,129	1,633,977	861,666	687,833	649,809	642,157
5,427,704	1,537,216	830,935	679,115	647,667	641,699
5,143,421	1,450,421	804,505	672,003	646,017	641,368
4,878,599	1,372,462	781,764	666,202	644,747	641,128
4,631,707	1,302,359	762,192	661,469	643,770	640,955
4,401,346	1,239,252	745,342	657,608	643,017	640,829
4,186,241	1,182,389	730,833	654,458	642,438	640,738
3,985,226	1,131,109	718,336	651,888	641,992	640,672
3,797,234	1,084,827	707,573	649,791	641,649	640,625
3,621,290	1,043,029	698,300	648,081	641,384	640,590
3,456,500	1,005,258	690,311	646,685	641,181	640,565
3,302,047	971,106	683,427	645,546	641,024	640,547
3,157,180	940,213	677,496	644,617	640,904	640,534

第二帯水層の高濃度エリアの濃度経時変化

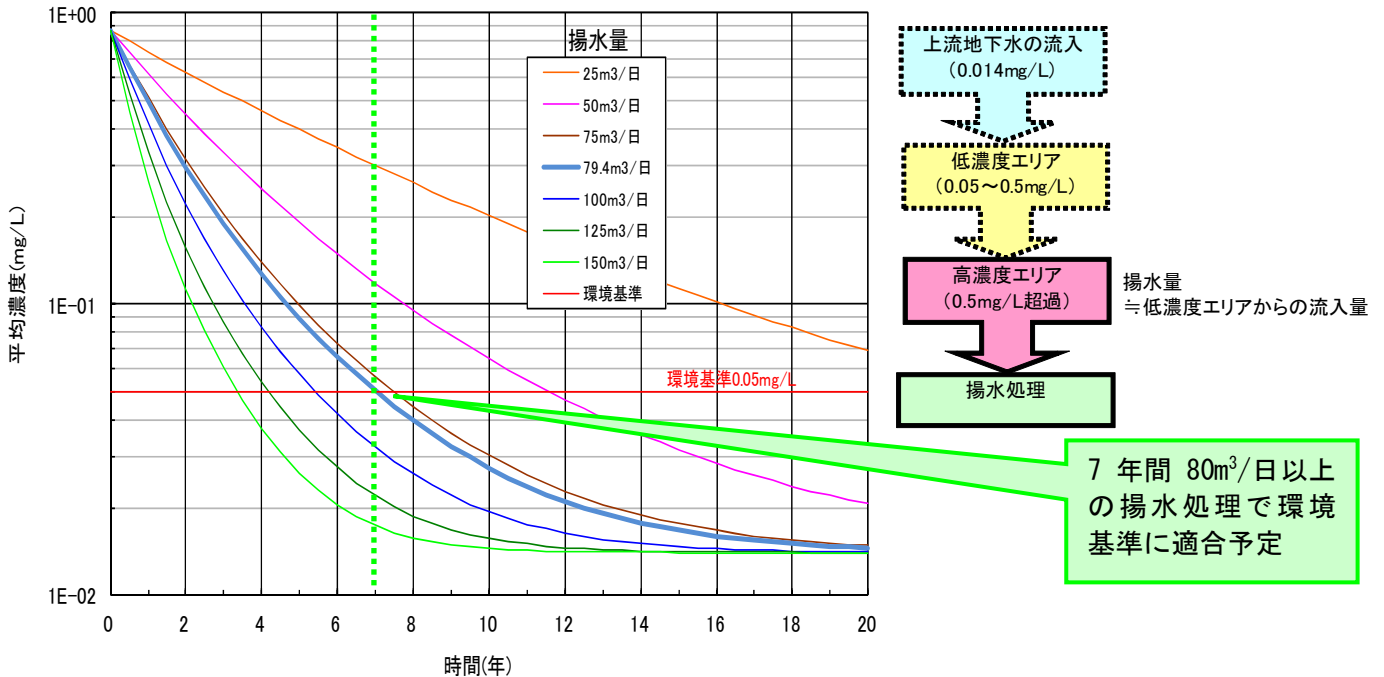


図8 第二帯水層高濃度エリアの浄化年数

(3)第二帯水層 1,4-ジオキサン低濃度(0.05~0.5mg/L)エリア

エリア面積	65,000 m ²
深さ	6.1 m
有効間隙率	0.25
揚水効率	1
平均濃度	0.18 mg/L
流入平均濃度	0.014 mg/L

:1/何回入れ替えれば浄化できるか
 :各観測井戸の平均濃度の平均(5箇所)
 :各観測井戸の平均濃度の平均(5箇所)

加重平均	0.18 mg/L
加重平均	0.014 mg/L

帯水層 1,000 :1/何回入れ替えれば浄化できるか

揚水量(m ³ /日)	1,4-ジオキサン平均濃度(mg/L)					
	10.0	20.0	40.0	50.0	75.0	100.0
時間t(年)	1,4-ジオキサン平均濃度(mg/L)					
	10m ³ /日	20m ³ /日	40m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日
0.0	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
0.5	0.177	0.174	0.168	0.165	0.157	0.149
1.0	0.174	0.168	0.156	0.151	0.137	0.125
1.5	0.171	0.162	0.146	0.138	0.120	0.104
2.0	0.168	0.157	0.136	0.127	0.106	0.088
2.5	0.165	0.152	0.127	0.116	0.093	0.074
3.0	0.162	0.147	0.119	0.107	0.082	0.063
3.5	0.160	0.142	0.111	0.098	0.073	0.054
4.0	0.157	0.137	0.104	0.091	0.065	0.047
4.5	0.154	0.132	0.097	0.084	0.058	0.041
5.0	0.152	0.128	0.091	0.077	0.052	0.036
5.5	0.149	0.124	0.086	0.071	0.046	0.032
6.0	0.147	0.120	0.080	0.066	0.042	0.028
6.5	0.144	0.116	0.075	0.061	0.038	0.026
7.0	0.142	0.112	0.071	0.057	0.035	0.024
7.5	0.140	0.109	0.067	0.053	0.032	0.022
8.0	0.137	0.105	0.063	0.049	0.029	0.020
8.5	0.135	0.102	0.059	0.046	0.027	0.019
9.0	0.133	0.098	0.056	0.043	0.025	0.018
9.5	0.131	0.095	0.053	0.040	0.024	0.017
10.0	0.128	0.092	0.050	0.038	0.022	0.017
10.5	0.126	0.089	0.047	0.036	0.021	0.016
11.0	0.124	0.087	0.045	0.034	0.020	0.016
11.5	0.122	0.084	0.043	0.032	0.019	0.016
12.0	0.120	0.081	0.040	0.030	0.019	0.015
12.5	0.118	0.079	0.039	0.029	0.018	0.015
13.0	0.116	0.077	0.037	0.027	0.017	0.015
13.5	0.115	0.074	0.035	0.026	0.017	0.015
14.0	0.113	0.072	0.033	0.025	0.017	0.015
14.5	0.111	0.070	0.032	0.024	0.016	0.014
15.0	0.109	0.068	0.031	0.023	0.016	0.014
15.5	0.107	0.066	0.029	0.022	0.016	0.014
16.0	0.106	0.064	0.028	0.022	0.015	0.014
16.5	0.104	0.062	0.027	0.021	0.015	0.014
17.0	0.102	0.060	0.026	0.020	0.015	0.014
17.5	0.101	0.059	0.025	0.020	0.015	0.014
18.0	0.099	0.057	0.025	0.019	0.015	0.014
18.5	0.097	0.055	0.024	0.019	0.015	0.014
19.0	0.096	0.054	0.023	0.018	0.015	0.014
19.5	0.094	0.052	0.022	0.018	0.015	0.014
20.0	0.093	0.051	0.022	0.017	0.014	0.014

1,4-ジオキサン総量(mg)					
10m ³ /日	20m ³ /日	40m ³ /日	50m ³ /日	75m ³ /日	100m ³ /日
17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500
17,539,550	17,236,600	16,630,700	16,327,750	15,570,375	14,813,000
17,242,178	16,653,011	15,508,142	14,952,441	13,611,992	12,341,264
16,950,280	16,090,910	14,468,255	13,703,737	11,924,030	10,324,602
16,663,757	15,549,508	13,504,949	12,569,983	10,469,146	8,679,230
16,382,509	15,028,041	12,612,585	11,540,597	9,215,158	7,336,788
16,106,439	14,525,775	11,785,939	10,605,972	8,134,324	6,241,505
15,835,452	14,042,004	11,020,171	9,757,384	7,202,735	5,347,875
15,569,454	13,576,047	10,310,797	8,986,913	6,399,783	4,618,773
15,308,353	13,127,247	9,653,665	8,287,368	5,707,705	4,023,906
15,052,059	12,694,973	9,044,926	7,652,221	5,111,192	3,538,561
14,800,484	12,278,616	8,481,018	7,075,542	4,597,047	3,142,573
14,553,541	11,877,591	7,958,639	6,551,949	4,153,897	2,819,491
14,311,145	11,491,332	7,474,730	6,076,556	3,771,939	2,559,892
14,073,211	11,119,296	7,026,458	5,644,926	3,442,722	2,340,824
13,839,658	10,760,959	6,611,199	5,253,030	3,158,965	2,165,353
13,610,404	10,415,817	6,226,521	4,897,209	2,914,390	2,022,187
13,385,372	10,083,383	5,870,173	4,574,144	2,703,586	1,905,381
13,164,482	9,763,191	5,540,067	4,280,819	2,521,892	1,810,079
12,947,660	9,454,789	5,234,273	4,014,496	2,365,286	1,732,324
12,734,829	9,157,743	4,950,998	3,772,690	2,230,304	1,668,884
12,525,917	8,871,635	4,688,585	3,553,143	2,113,962	1,617,124
12,320,851	8,596,062	4,445,497	3,353,807	2,013,684	1,574,894
12,119,561	8,330,636	4,220,311	3,172,821	1,927,253	1,540,439
11,921,976	8,074,984	4,011,709	3,008,495	1,852,757	1,512,327
11,728,030	7,828,745	3,818,469	2,859,297	1,788,547	1,489,391
11,537,654	7,591,573	3,639,460	2,723,833	1,733,204	1,470,678
11,350,783	7,363,135	3,473,634	2,600,839	1,685,502	1,455,410
11,167,353	7,143,108	3,320,020	2,489,167	1,644,388	1,442,953
10,987,299	6,931,183	3,177,720	2,387,776	1,608,950	1,432,789
10,810,561	6,727,062	3,045,898	2,295,718	1,578,406	1,424,497
10,637,077	6,530,457	2,923,785	2,212,135	1,552,080	1,417,732
10,466,787	6,341,091	2,810,665	2,136,245	1,529,389	1,412,212
10,299,632	6,158,698	2,705,875	2,067,342	1,509,831	1,407,708
10,135,554	5,983,021	2,608,802	2,004,782	1,492,973	1,404,034
9,974,497	5,813,813	2,518,879	1,947,981	1,478,444	1,401,036
9,816,406	5,650,836	2,435,578	1,896,409	1,465,921	1,398,590
9,661,225	5,493,860	2,358,411	1,849,584	1,455,127	1,396,594
9,508,901	5,342,664	2,286,927	1,807,069	1,445,823	1,394,966
9,359,382	5,197,035	2,220,708	1,768,469	1,437,804	1,393,637
9,212,616	5,056,769	2,159,365	1,733,422	1,430,892	1,392,553

第二帯水層の低濃度エリアの濃度経時変化

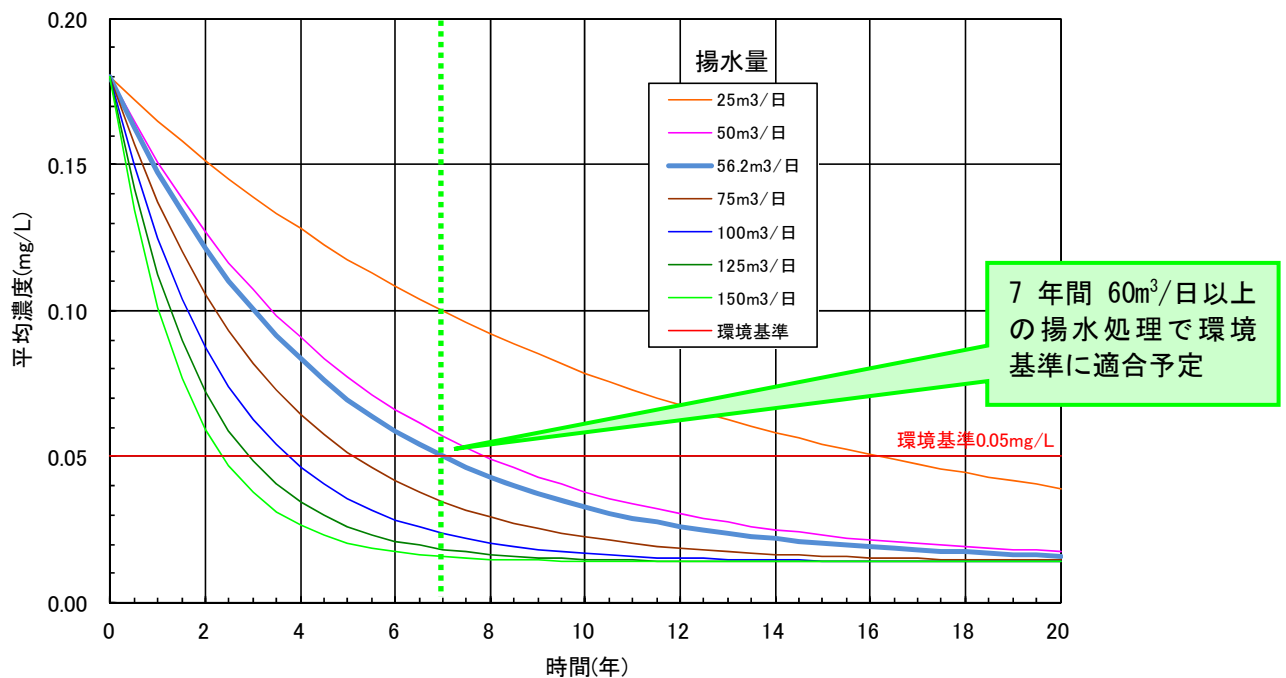


図9 第二帯水層低濃度エリアの浄化年数