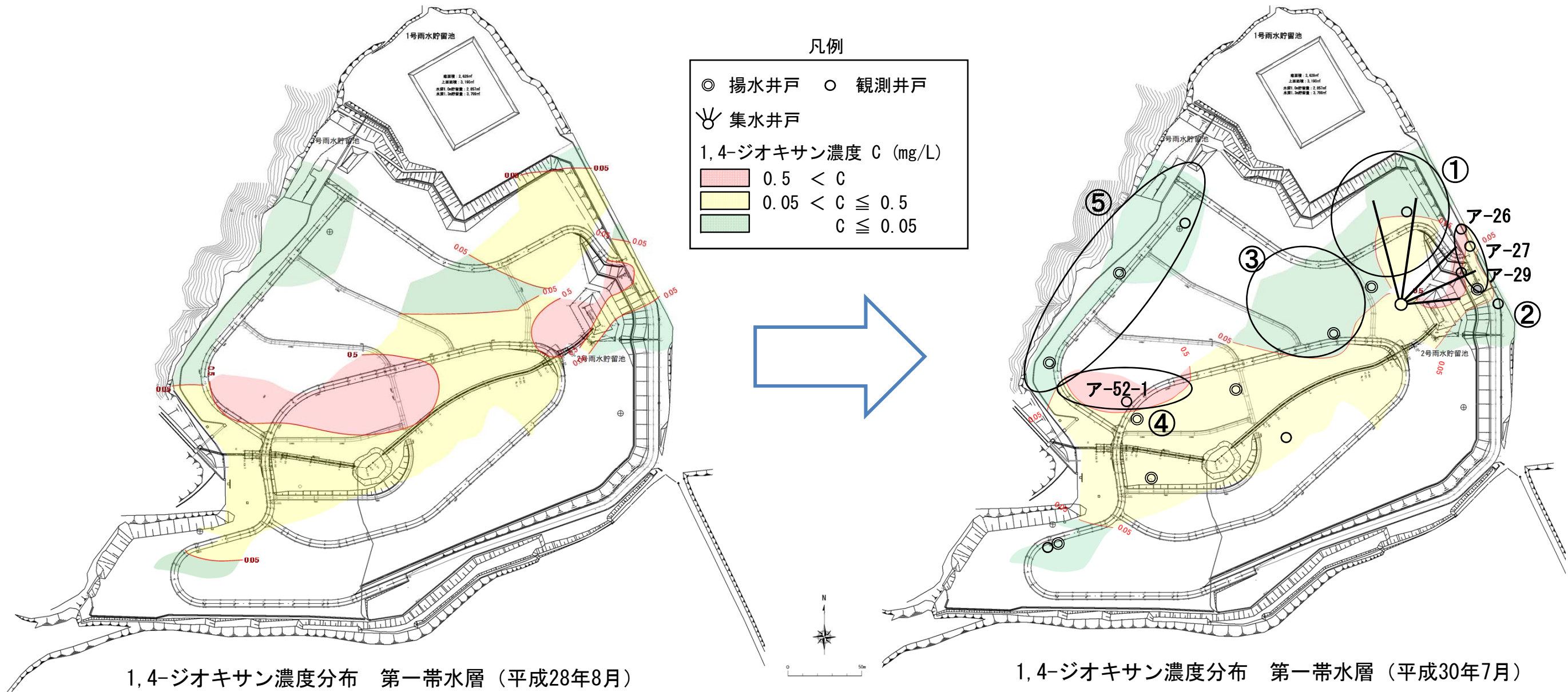


3. 第一帯水層の評価



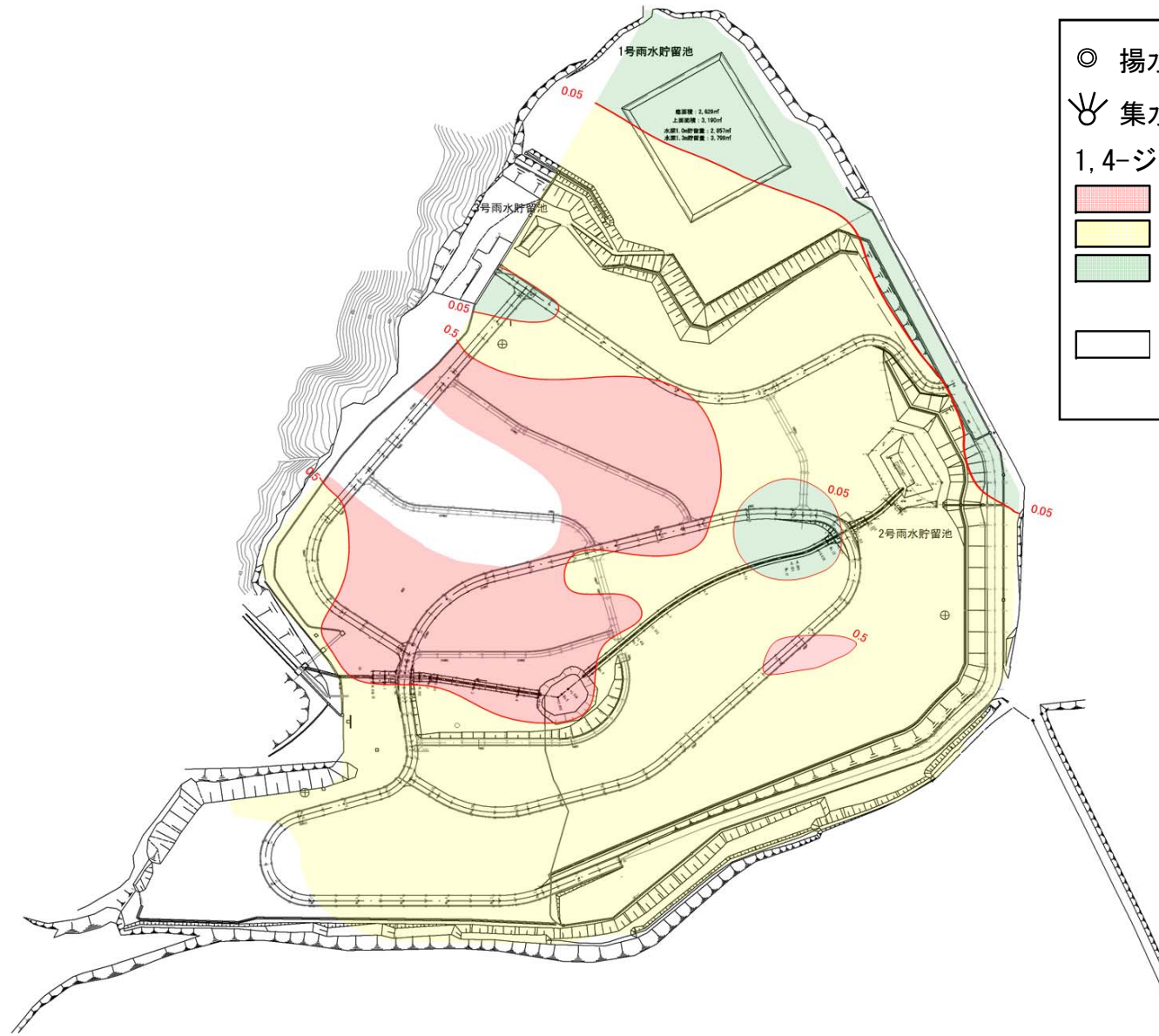
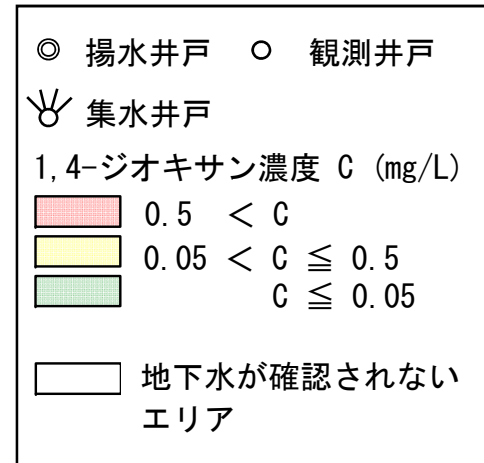
1,4-ジオキサン濃度分布 第一帯水層（平成28年8月）

1,4-ジオキサン濃度分布 第一帯水層（平成30年7月）

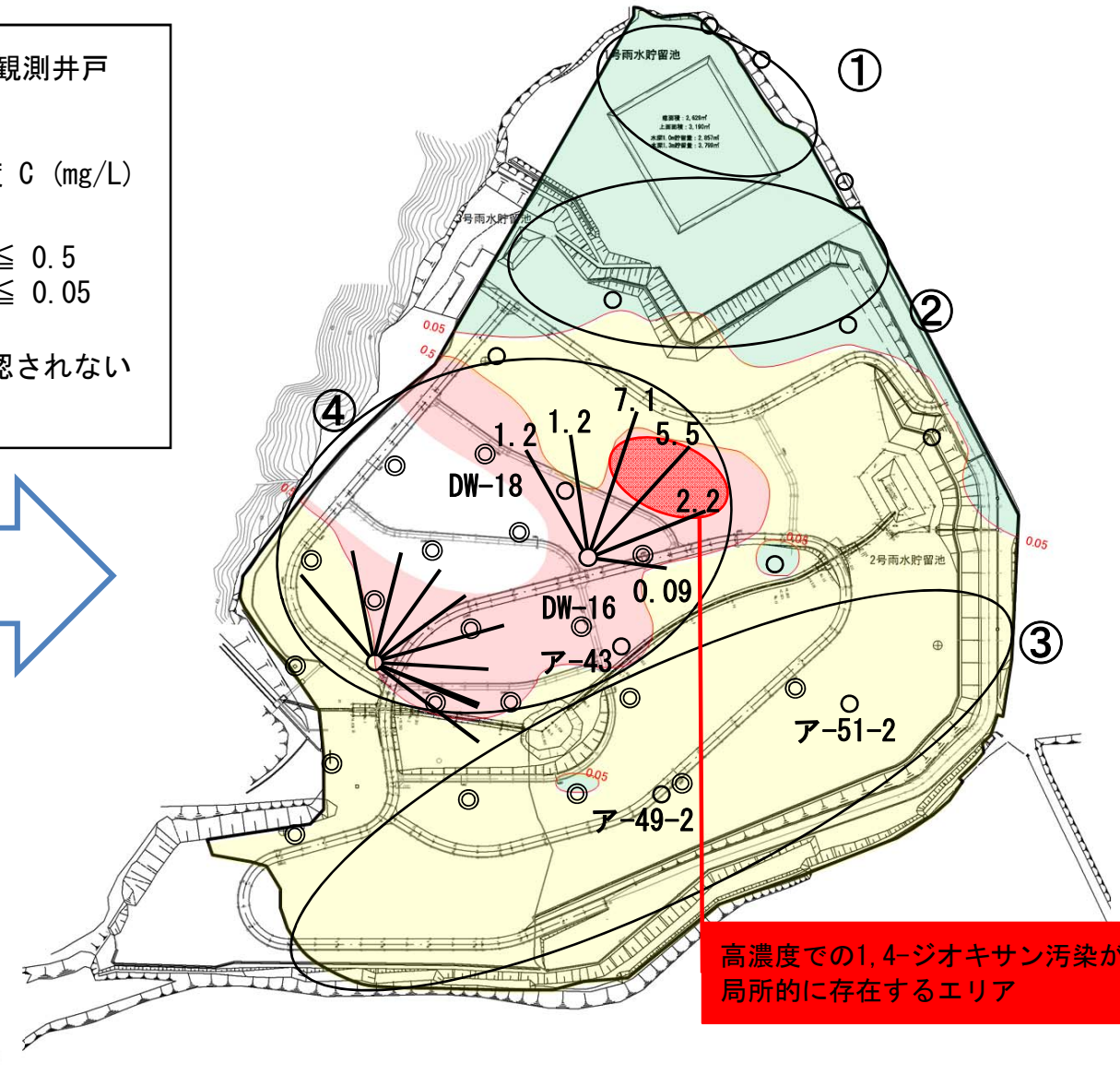
エリア		1,4-ジオキサン濃度変化状況	追加対策の今後の方向性
県境部	①北部	<ul style="list-style-type: none"> 濃度が低下しており、環境基準値（0.05 mg/L）以下となるエリアが拡大している。 浸透枡への注水及び集水井戸（CW-1）による揚水効果により、0.5 mg/Lを超えるエリアが縮小傾向にあることから、このまま濃度の推移を注視していく。 	<ul style="list-style-type: none"> 対策は不要。
	②南部	<ul style="list-style-type: none"> ア-26～ア-27周辺は地下水の流動性が低く、局所的に汚染地下水が溜まっていたためにこれまでは濃度変化が見られなかったが、直接揚水により濃度が低下した。 ア-29については、集水井戸（CW-1）による揚水効果により濃度が低下しており、対策の効果がみられることに加え、直接揚水によってさらに濃度が低下した。 	<ul style="list-style-type: none"> ア-26、27、29からの揚水を継続する。
中央・下流部	③上流側	<ul style="list-style-type: none"> 濃度は低下しており、環境基準値以下となっているエリアが拡大している。 	<ul style="list-style-type: none"> 対策は不要。
	④下流側	<ul style="list-style-type: none"> 0.5 mg/Lを超えるエリアは縮小傾向にある。 ア-52-1の濃度は徐々に低下しており、直接揚水によってさらに濃度が低下した。 	<ul style="list-style-type: none"> ア-52-1からの揚水を継続する。
⑤北側		<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値以下を維持している。 	<ul style="list-style-type: none"> 対策は不要。

4. 第二帯水層の評価

凡例



1,4-ジオキサン濃度分布 第二帯水層（平成28年8月）



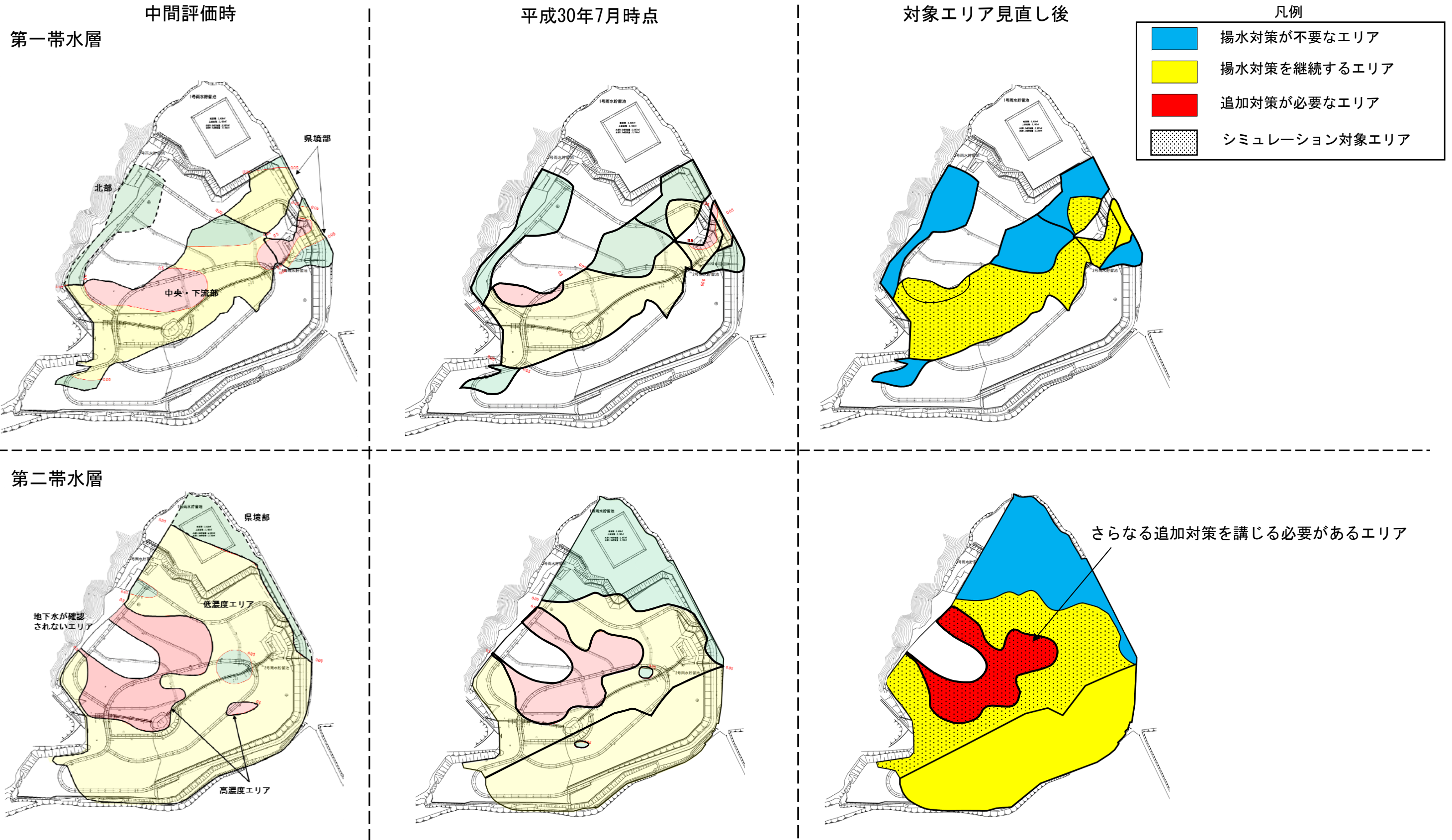
高濃度での1,4-ジオキサン汚染が局所的に存在するエリア

1,4-ジオキサン濃度分布 第二帯水層（平成30年7月）

エリア		1,4-ジオキサン濃度変化状況	追加対策の今後の方向性
①北側		・ 環境基準値以下を維持している。	・ 対策は不要。
低濃度エリア	②上流側	・ 濃度は低下しており、環境基準値以下となっているエリアが拡大している。	・ 対策は不要。
	③南側	・ 第二帯水層の上部に透水係数が低い凝灰岩が厚く堆積し、雨水が浸透しにくいいため、濃度変化があまりみられない。 ・ ア-49-2は直接揚水により濃度に変化があったが、一時的なものである可能性がある。 ・ ア-51-2は直接揚水により濃度が低下した。	・ ア-49-2、51-2からの揚水を継続する。
④高濃度エリア		・ 集水井戸（CW-2、3）による揚水効果により高濃度エリアは縮小傾向にある。 ・ CW-2の上流側に5 mg/Lを超える1,4-ジオキサンが賦存していることが確認されている。 ・ DW-18は揚水できているが、1,4-ジオキサン濃度に変化がみられない。 ・ CW-2からの揚水開始以降、DW-16は揚水できておらず、また、近傍のア-43の地下水位は平成27年度の揚水井戸稼働開始以降低下した状況が継続している。	・ CW-2上流側の高濃度汚染エリア、DW-18、DW-16周辺の浄化促進のために効果的な対策を講じる必要がある。

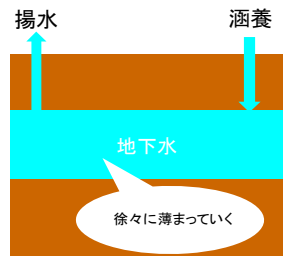
5. シミュレーション対象エリアの見直し

1,4-ジオキサン濃度が環境基準値以下まで低下したエリアが拡大していることや追加対策が必要なエリアが絞られてきたことを踏まえ、対策の必要性に応じて各エリアを細分化し、シミュレーション対象エリアを見直す。



6. パラメータの見直し

ー浄化シミュレーションの考え方ー
揚水と涵養を繰り返すことにより、地下水の1,4-ジオキサン濃度がどのくらいの期間で環境基準値以下になるかを算出したもの。



計算式

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

C_n : n日後の1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)

V : 地下水賦存量 (m³)

C_{n-1} : n-1日後の1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)

Q : 揚水量 (m³)

α : 浄化効率(揚水浄化による1,4-ジオキサンの除去効率)

第一帯水層	区分	中間評価		第2次評価 (対象エリア見直し後)	
		県境部	中央・下流部	県境部	中央・下流部
	面積(m ²)	8,584	25,951	3,522	24,176
	容積(m ³)	15,591	64,203	8,415	70,880
	層厚(m)	1.8	2.5	2.4	2.9
	有効間隙率(%)	30	30	30	30
	地下水賦存量(m ³)	4,677	19,261	2,525	21,264
	浄化効率	1	1	0.34	1.36
	初期濃度(mg/L)	0.32	0.33	—	—
	平成30年7月濃度	—	—	0.15	0.28
	揚水量(m ³ /日)	15.5	57.5	28.7	23.3

第二帯水層	区分	中間評価		第2次評価 (対象エリア見直し後)	
		低濃度エリア	高濃度エリア	低濃度エリア	高濃度エリア
	面積(m ²)	63,171	17,727	29,268	13,094
	容積(m ³)	356,214	150,295	153,420	66,886
	層厚(m)	5.6	8.5	5.2	5.1
	有効間隙率(%)	24.6	22.1	24.6	22.1
	地下水賦存量(m ³)	87,629	33,215	37,741	14,782
	浄化効率	1	1	0.59	0.46
	初期濃度(mg/L)	0.16	1.3	—	—
	平成30年7月濃度	—	—	0.12	1.15
	揚水量(m ³ /日)	108.9	79.0	92.0	77.0

初期濃度 : 中間評価時におけるシミュレーションの初期濃度 (H28. 8時点の平均値)
平成30年7月濃度 : 第2次評価におけるシミュレーションの初期濃度 (H30. 7時点の平均値※)
揚水量(中間評価) : 中間評価時におけるシミュレーションにより算出した必要揚水量
揚水量(第2次評価) : H29. 10~H30. 7までの平均値

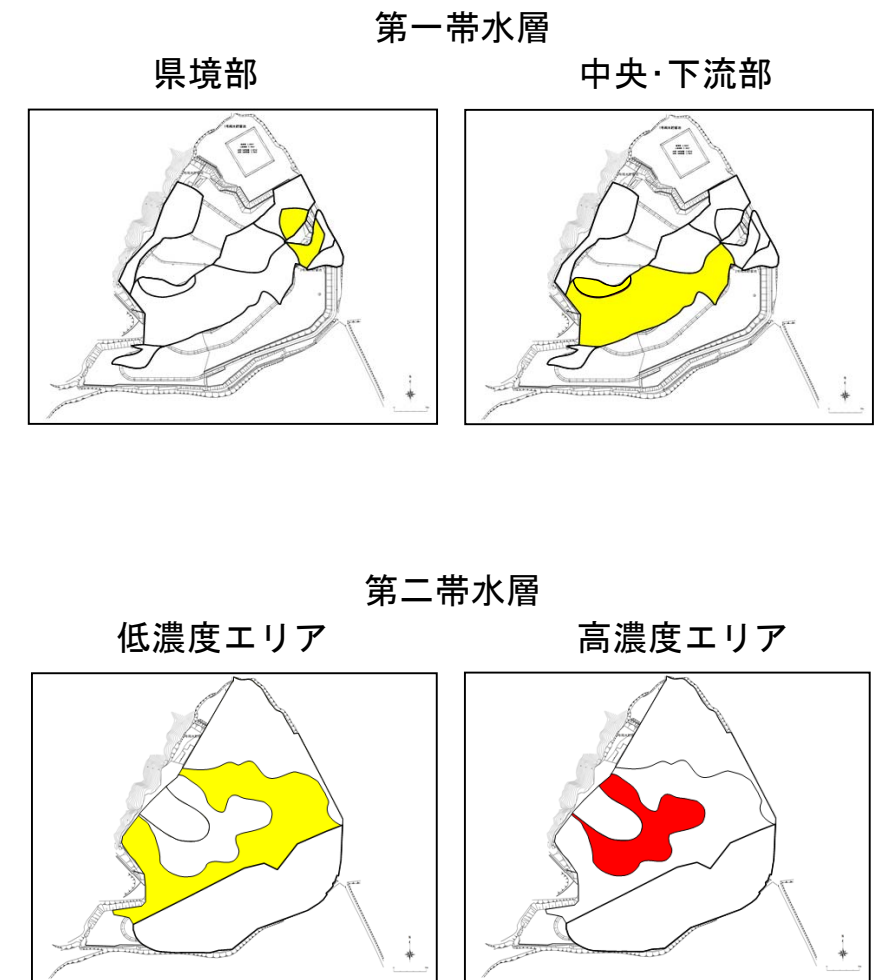
※ H30. 7時点の平均値について : 第一帯水層及び第二帯水層低濃度エリアは算術平均、第二帯水層高濃度エリアはCW-2, 3からの揚水による寄与が他のエリアよりも大きいことから、各揚水井戸の揚水量で重み付けを行った加重平均濃度を採用した。

浄化効率について

- 揚水により減少していく地下水中の1,4-ジオキサンの量を基に推定された1,4-ジオキサン濃度と、各エリアの1,4-ジオキサン濃度(実測値)の平均値の比(想定値/実測値)を浄化効率と定義する。
- 季節変動を考慮し、H29.10~H30.7の平均値を今回のシミュレーションにおける浄化効率として採用した。
- H29年度の追加対策工事で集水井戸を設置した第一帯水層県境部と第二帯水層高濃度エリアについては、集水井戸設置前後で揚水の状況が異なるため、本格稼働したH29.10以降から推定1,4-ジオキサン濃度を算出し、浄化効率を算出した。

帯水層	区分	項目	H28.8	H28.9	H28.10	H28.11	H28.12	H29.1	H29.2	H29.3	H29.4	H29.5	H29.6	H29.7	H29.8	H29.9	H29.10	H29.11	H29.12	H30.1	H30.2	H30.3	H30.4	H30.5	H30.6	H30.7	浄化効率	
			0.85	0.84	0.83	0.91	1.09	1.14	0.96	0.99	1.01	0.95	0.83	1.04	1.17	0.97	0.90	0.65	0.64	0.64	0.54	0.47	0.41	0.33	0.22	0.15		
第一帯水層	県境部	ジオキサン濃度実測(mg/l)	0.62	0.68	0.67	0.65	0.66	0.71	0.72	0.63	0.52	0.59	0.51	0.47	0.33	0.45	0.28	0.24	0.33	0.34	0.31	0.26	0.31	0.26	0.31	0.29	0.28	0.34
		揚水量実績(m ³)	2818.69	3682.37	1450.16	93.23	99.43	79.33	63.95	94.05	50.50	753.43	763.80	124.00	105.23	11.77	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	529.57	2428.82	1558.75	1079.44	1495.56	
		ジオキサン残量(g)計画	13237	10945	10198	10153	10106	10068	10038	9994	9970	9617	9271	9217	9172	9166	9166	9166	9166	9166	9166	9166	8938	7917	7336	6964	6474	
	ジオキサン濃度(mg/l)想定	0.623	0.515	0.480	0.477	0.475	0.473	0.470	0.469	0.452	0.436	0.433	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.420	0.372	0.345	0.328	0.304		
	比	1.00	0.76	0.71	0.74	0.72	0.66	0.66	0.75	0.91	0.76	0.85	0.92	1.30	0.95	1.55	1.79	1.30	1.26	1.37	1.62	1.22	1.32	1.13	1.08	1.09		
	中央・下流部	ジオキサン濃度実測(mg/l)	0.18	0.19	0.21	0.20	0.28	0.28	0.28	0.19	0.17	0.15	0.21	0.20	0.19	0.18	0.21	0.15	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.14	0.12	0.12	0.12	
揚水量実績(m ³)	1050.15	1605.27	2679.84	2645.71	1200.02	631.67	435.89	654.25	1002.78	1248.43	1024.37	1234.99	606.61	183.43	1685.08	5521.55	1833.65	1131.10	635.92	3316.06	3490.84	3321.11	2899.28	4145.14				
ジオキサン残量(g)計画	6932	6637	6166	5733	5551	5458	5395	5302	5161	4990	4855	4696	4620	4598	4393	3750	3568	3461	3403	3104	2816	2569	2371	2111				
ジオキサン濃度(mg/l)想定	0.184	0.176	0.163	0.152	0.147	0.145	0.143	0.140	0.137	0.132	0.129	0.124	0.122	0.122	0.116	0.099	0.095	0.092	0.090	0.082	0.075	0.068	0.063	0.056				
比	1.00	0.94	0.78	0.77	0.52	0.52	0.51	0.73	0.83	0.88	0.82	0.64	0.65	0.69	0.56	0.64	0.63	0.61	0.67	0.69	0.66	0.50	0.51	0.47				
高濃度地域	ジオキサン濃度実測(mg/l)	1.87	2.37	2.51	2.01	1.97	1.86	2.00	2.30	2.07	1.90	1.70	1.75	1.71	1.35	1.01	1.89	1.81	1.81	1.60	1.47	1.72	1.25	1.15				
揚水量実績(m ³)	606.13	198.63	1153.00	681.14	586.36	607.69	429.74	640.80	966.81	810.46	499.42	490.43	414.36	176.60	1673.24	5514.87	1824.53	1122.36	627.67	2399.35	2486.75	2371.70	2214.46	3166.63				
ジオキサン残量(g)計画															19885	13014	11580	10804	10402	8911	7597	6540	5699	4655				
ジオキサン濃度(mg/l)想定															1.345	0.880	0.783	0.731	0.704	0.603	0.514	0.442	0.386	0.315				
比															1.00	0.87	0.41	0.40	0.39	0.38	0.35	0.26	0.31	0.27				

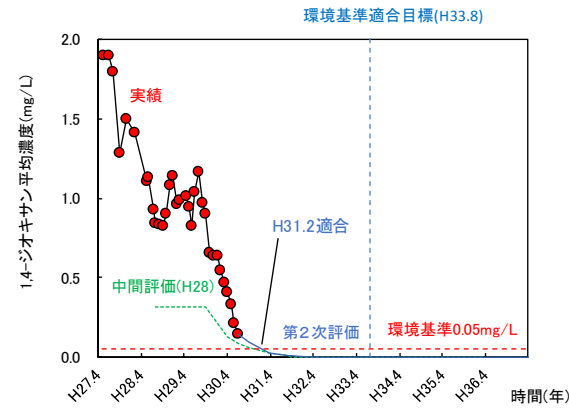
第2次評価におけるシミュレーション対象エリア



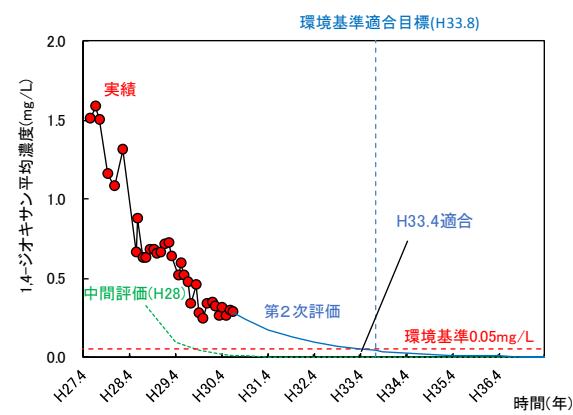
7. 1,4-ジオキサン浄化シミュレーション

第一帯水層

< 県境部 >



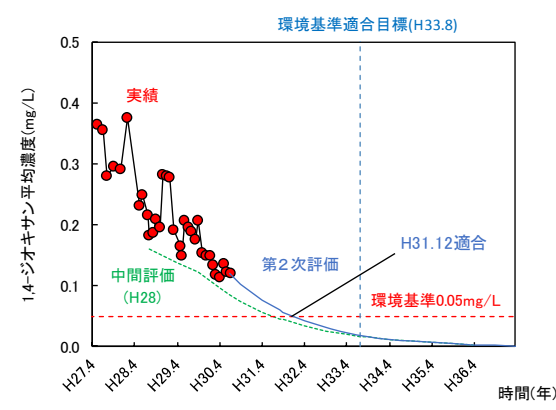
< 中央・下流部 >



	中間評価 (H28)	第2次評価 (対策なし)	
エリア面積 (㎡)	8,584	3,522	
深さ (m)	1.8	2.4	
有効空隙率	0.30	0.30	
浄化効率	1.00	0.34	
初期濃度 (mg/L)	0.32	0.15	
揚水量 (m ³ /日)	15.5	28.7	
1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)	H28.08.03	0.320	
	H29.04.01	0.320	
	H29.10.01	0.320	
	H30.04.01	0.127	
	H30.07.01	0.089	0.150
	H30.10.01	0.062	0.097
	H31.04.01	0.024	0.029
	H31.09.01	0.010	0.012
	H31.10.01	0.004	0.010
	H32.04.01	0.001	0.003
	H32.10.01	0.001	0.001
	H33.04.01	0.000	0.000
	H33.08.01	0.000	0.000
H33.10.01	0.000	0.000	
H34.04.01	0.000	0.000	
H34.10.01	0.000	0.000	
H35.04.01	0.000	0.000	
H35.10.01	0.000	0.000	
H36.04.01	0.000	0.000	
環境基準適合までに必要な揚水量 (m ³)		7,864	
環境基準適合後の余剰揚水量※ (m ³)		24,481	

	中間評価 (H28)	第2次評価 (対策なし)	
エリア面積 (㎡)	25,951	24,176	
深さ (m)	2.5	2.9	
有効空隙率	0.30	0.30	
浄化効率	1.00	1.36	
初期濃度 (mg/L)	0.33	0.28	
揚水量 (m ³ /日)	57.5	23.3	
1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)	H28.08.03	0.330	
	H29.04.01	0.095	
	H29.10.01	0.044	
	H30.04.01	0.020	
	H30.07.01	0.015	0.280
	H30.10.01	0.011	0.242
	H31.04.01	0.005	0.176
	H31.09.01	0.003	0.136
	H31.10.01	0.002	0.130
	H32.04.01	0.001	0.094
	H32.10.01	0.001	0.069
	H33.04.01	0.000	0.050
	H33.08.01	0.000	0.041
	H33.10.01	0.000	0.037
	H34.04.01	0.000	0.027
	H34.10.01	0.000	0.020
	H35.04.01	0.000	0.014
H35.10.01	0.000	0.010	
H36.04.01	0.000	0.008	
環境基準適合までに必要な揚水量 (m ³)		23,417	
環境基準適合後の余剰揚水量 (m ³)		2,843	

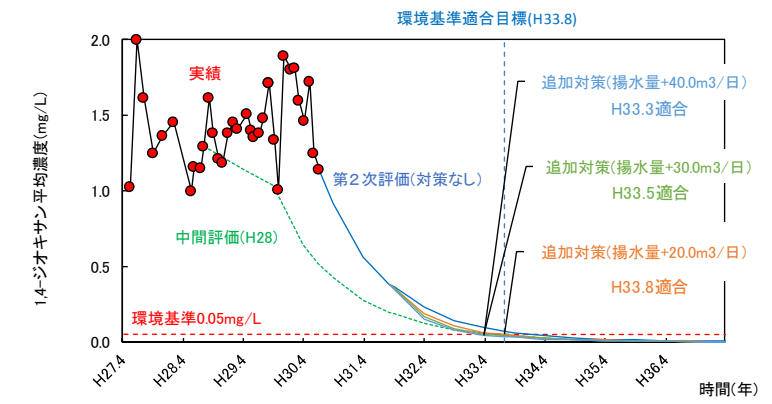
< 低濃度エリア >



	中間評価 (H28)	第2次評価 (対策なし)	
エリア面積 (㎡)	63,171	29,268	
深さ (m)	5.6	5.2	
有効空隙率	0.246	0.246	
浄化効率	1.00	0.59	
初期濃度 (mg/L)	0.16	0.12	
揚水量 (m ³ /日)	108.9	92.0	
1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)	H28.08.03	0.160	
	H29.04.01	0.138	
	H29.10.01	0.124	
	H30.04.01	0.096	
	H30.07.01	0.085	0.120
	H30.10.01	0.075	0.104
	H31.04.01	0.058	0.077
	H31.09.01	0.046	0.060
	H31.10.01	0.045	0.057
	H32.04.01	0.034	0.042
	H32.10.01	0.026	0.031
	H33.04.01	0.020	0.023
	H33.08.01	0.017	0.019
	H33.10.01	0.016	0.017
	H34.04.01	0.012	0.013
	H34.10.01	0.009	0.009
	H35.04.01	0.007	0.007
H35.10.01	0.006	0.005	
H36.04.01	0.004	0.004	
環境基準適合までに必要な揚水量 (m ³)		9,600	
環境基準適合後の余剰揚水量 (m ³)		7,305	

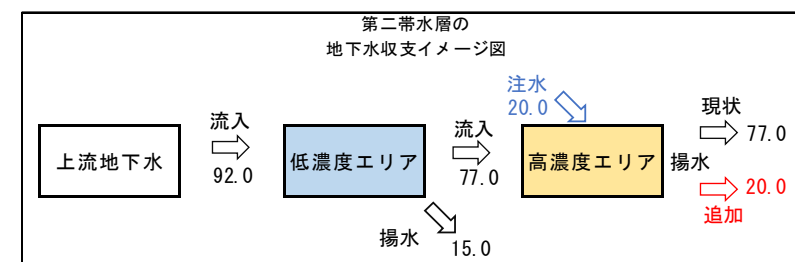
第二帯水層

< 高濃度エリア >



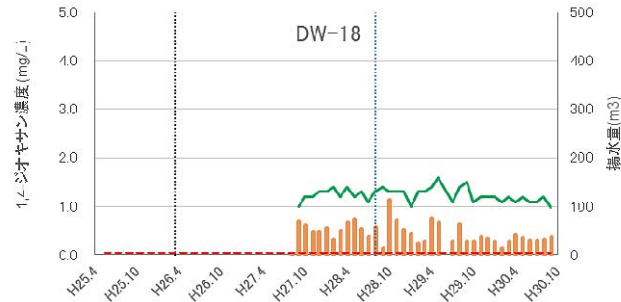
	中間評価 (H28)	第2次評価			
		対策なし	追加対策 (20m ³ /日)	追加対策 (30m ³ /日)	追加対策 (40m ³ /日)
エリア面積 (㎡)	17,727	13,094			
深さ (m)	8.5	5.1			
有効空隙率	0.221	0.221			
浄化効率	1.00	0.46			
初期濃度 (mg/L)	1.30	1.15			
揚水量 (m ³ /日)	79.0	77.0	97.0	107.0	117.0
1,4-ジオキサン濃度 (mg/L)	H28.08.03	1.300			
	H29.04.01	1.142			
	H29.10.01	1.036			
	H30.04.01	0.641			
	H30.07.01	0.523	1.150		
	H30.10.01	0.427	0.923		
	H31.04.01	0.275	0.566		
	H31.09.01	0.196	0.387	0.387	0.387
	H31.10.01	0.185	0.363	0.357	0.354
	H32.04.01	0.124	0.229	0.191	0.173
	H32.10.01	0.085	0.147	0.109	0.093
	H33.04.01	0.060	0.097	0.066	0.056
	H33.08.01	0.045	0.075	0.050	0.042
H33.10.01	0.043	0.067	0.045	0.038	
H34.04.01	0.031	0.045	0.030	0.025	
H34.10.01	0.023	0.031	0.020	0.018	
H35.04.01	0.017	0.022	0.014	0.013	
H35.10.01	0.013	0.015	0.010	0.009	
H36.04.01	0.010	0.011	0.007	0.007	
環境基準適合までに必要な揚水量 (m ³)		—	100,779	107,779	100,505
環境基準適合後の余剰揚水量 (m ³)		—	—	—	—

※ 環境基準適合後、H33.8まで同条件で揚水した場合に確保できる水の量。

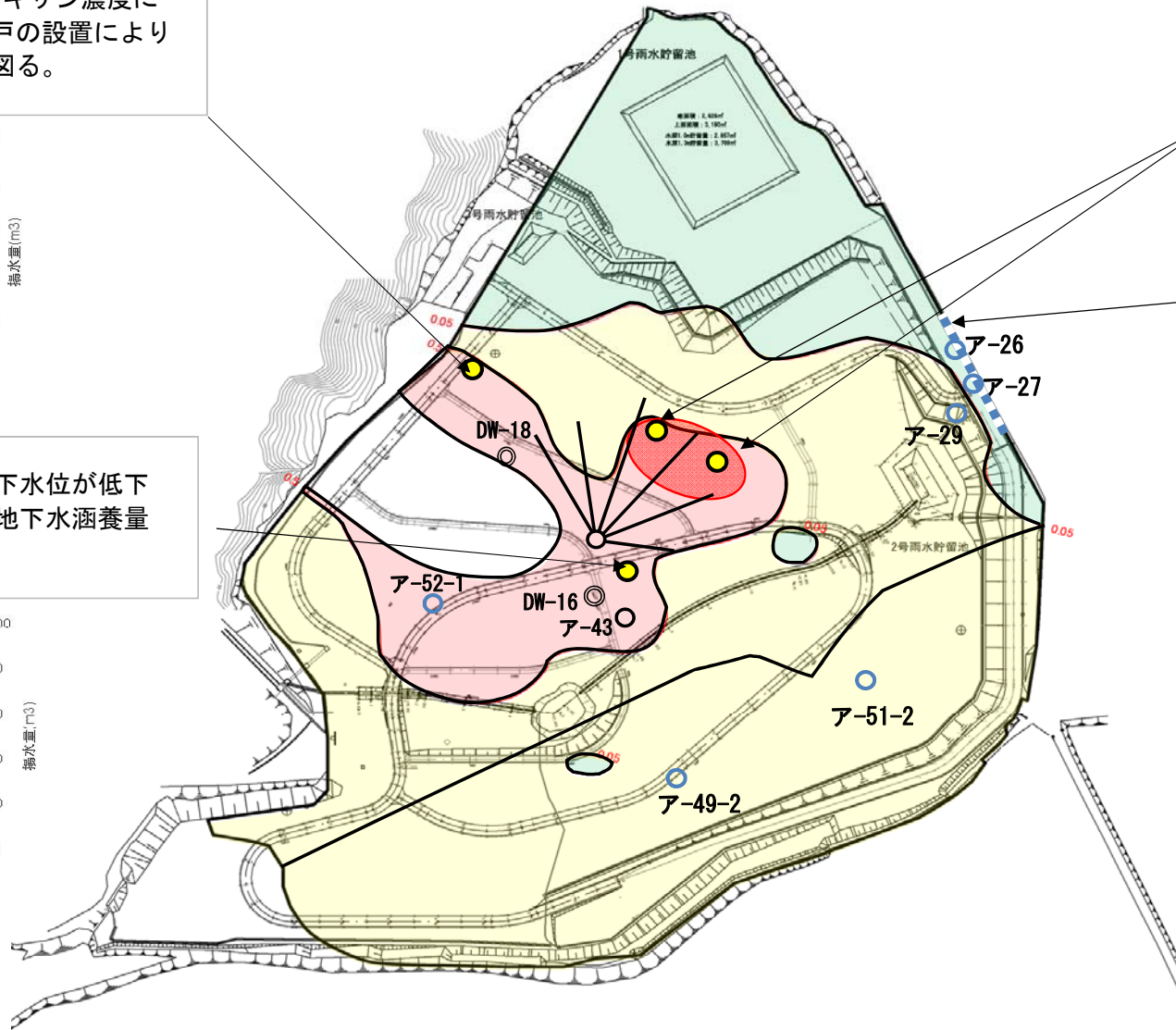
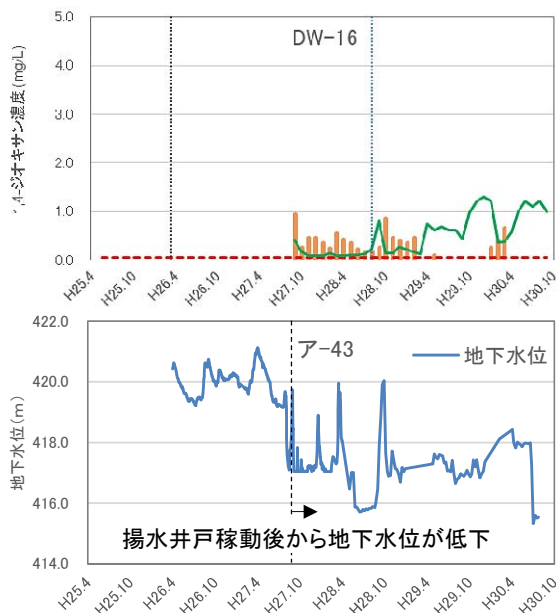


8. 追加対策工（案）

【新規】DW-18は揚水できているが、1,4-ジオキサン濃度に変化がみられないことから、注水井戸の設置により地下水涵養量を増やして浄化促進を図る。



【新規】DW-16が揚水できておらず、ア-43の地下水位が低下しているため、注水井戸の設置により地下水涵養量を増やして浄化促進を図る。



【新規】局所的な高濃度エリアに対し、注水井戸の設置により地下水涵養量を増やして浄化促進を図る。

【その他】地下水涵養量を増やすために県境部鋼矢板沿いに散水する。



散水の状況

【その他】観測井戸からポンプで直接揚水を行う。

- 第一帯水層：ア-26、27、29、52-1
- 第二帯水層：ア-49-2、51-2



小型ポンプ

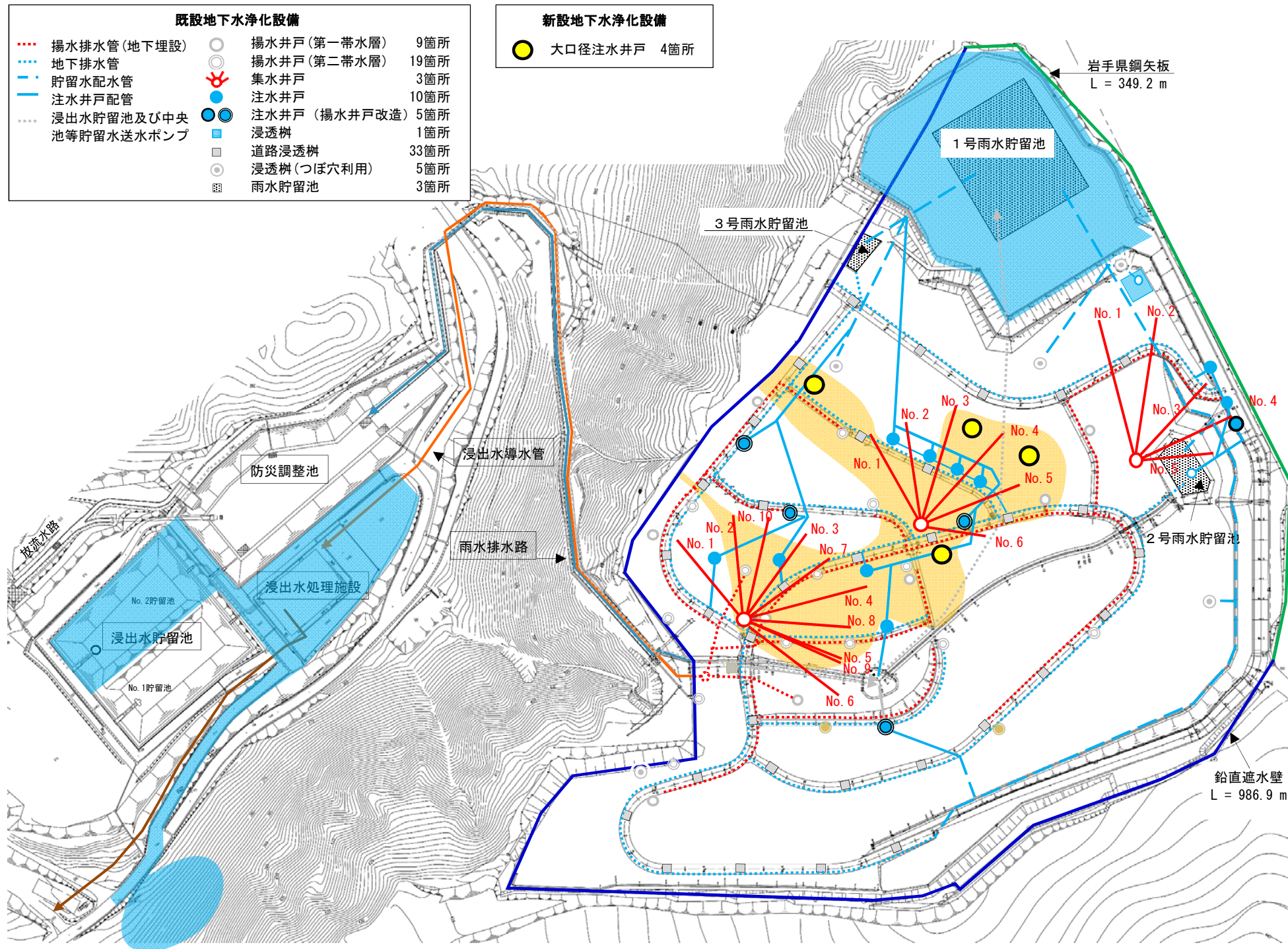
新規

内容	イメージ図	イメージ写真	備考
<p>大口径注水井戸</p> <p>対策が必要なエリアへの地下水涵養量を増やして既設の集水井戸・揚水井戸からの揚水量を増大させるため、大口径の注水井戸を設置する。</p>			<p>口径 3.5 m、深さ 15 m（スクリーン区間 5.0 m：設置場所の第二帯水層平均層厚の場合）の注水井戸では、1回の注水（第1帯水層下限深度まで）で約 10 m³の水を浸透させることが可能。</p> <p>追加対策が必要なエリアを対象に合計4基の設置が見込まれ、シミュレーションで算出した追加揚水量 20 m³を上回る。</p> <p>$10 \text{ m}^3 / \text{基} \times 4 \text{ 基} = 40 \text{ m}^3 > 20 \text{ m}^3$</p> <p>平成33年8月より前に環境基準適合が可能となる見込み</p>

注水井戸からの集水量（1基当たり）

井戸径 (m)	D	3.5
水頭 (m)	H	5.0
係数	a	24.71
	b	16.24
透水係数 (m/s)	k	8.29E-07
比浸透量 (m²)	Kf	139.8
注水量 (m³/s)	Q	1.2.E-04
(m³/日)	Q	10

9. 現場における水収支と浸出水処理施設の処理能力



浸出水処理施設の処理能力について

- 浸出水処理施設の最大処理能力 : 340 m³/日
- 浸出水量 (H29.10~H30.7の平均) : 265.5 m³/日
- 追加揚水量 : 40.0 m³/日
- ※ 追加対策後の浸出水量 : 305.5 m³/日 < 340 m³/日 となり、浸出水処理施設において処理可能。

水需給シミュレーション (H30.7~H33.8)

【需要量】

項目	数量	備考
必要揚水量	141,386 m ³	環境基準適合までに必要な揚水量 第一帯水層 : 7,864 m ³ (県境部) 23,417 m ³ (中央・下流部) 第二帯水層 : 9,600 m ³ (低濃度エリア) 100,505 m ³ (高濃度エリア、+40m ³ /日) 合計 : 141,386 m ³

【供給量】

項目	数量	備考
降雨による地下浸透量	134,902 m ³	降水量 (H27降雨量 : 過去5年で最も小雨) × 地下浸透率 (34.4%) × 期間 (H30.7.1~H33.8.1) ※ 127,094 m ³ /年 × 0.344 × 3.09年 = 134,902 m ³
水処理施設 No.2貯留池からの供給量	16,970 m ³	雨水集水量 × 期間 (H31.4.1~H33.8.1、冬期間 (12~3月) を除く) ※ 10,900 m ³ /年 × 2.34年 × 8/12 = 16,970 m ³
1号雨水貯留池からの供給量	20,365 m ³	雨水集水量 × 期間 (H30.7.1~H33.8.1、冬期間 (12~3月) を除く) ※ 9,900 m ³ /年 × 3.09年 × 8/12 = 20,365 m ³
計	172,237 m ³	

需要量 < 供給量となり、浄化に必要な水を確保可能

【供給量：追加】

項目	数量	備考
基準適合した他のエリアからの供給量	23,086 m ³	第一帯水層 : 24,481 m ³ (県境部) 2,843 m ³ (中央・下流部) 第二帯水層 : 7,305 m ³ (低濃度エリア) 合計 : 34,629 m ³ × 8/12 = 23,086 m ³

小雨等により供給量が確保できない場合を想定し、浄化が完了したエリアの地下水を他のエリアに供給することで、効率的に浄化を進めることが可能となる。

(参考) 雨水集水量の計算

(計算式)
集水量 (m³/年) = 集水エリア面積 (m²) × 流出係数 × 年間降雨量 (mm/年) / 1000
- 蒸発エリアの面積 (m²) × 年間蒸発散量 (mm/年) / 1000

	浸出水処理施設周辺	1号雨水貯留池周辺
集水エリア面積 (m ²)	21,600	12,300
流出係数 ^{※1}	0.472	0.778
年間降雨量 ^{※2} (mm/年)	1,198.7	
蒸発エリアの面積 ^{※3} (m ²)	2,600	3,190
年間蒸発散量 ^{※2} (mm/年)	489.5	
集水量 (m ³ /年)	10,900	9,900

※1 : 森林0.2、路面及び法面0.7、貯留池1.0とし、全体の面積から流出係数の平均値を算出
※2 : 平成27年の値を採用
※3 : No.2貯留池及び1号雨水貯留池の面積