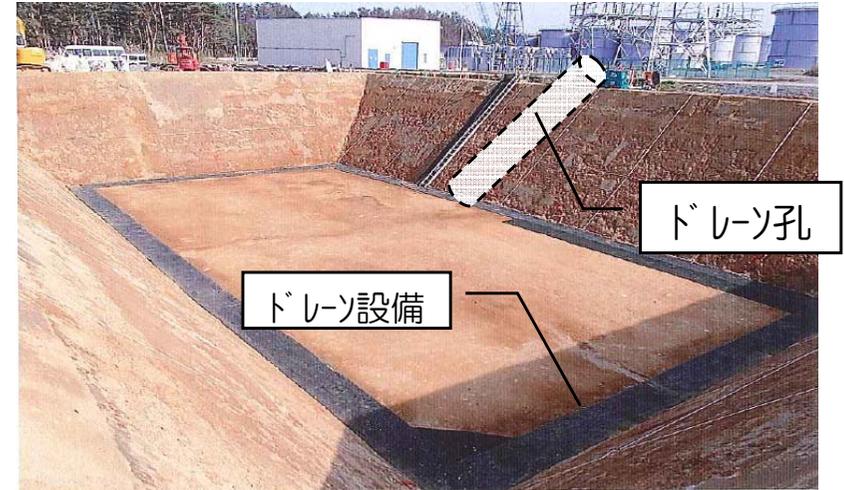
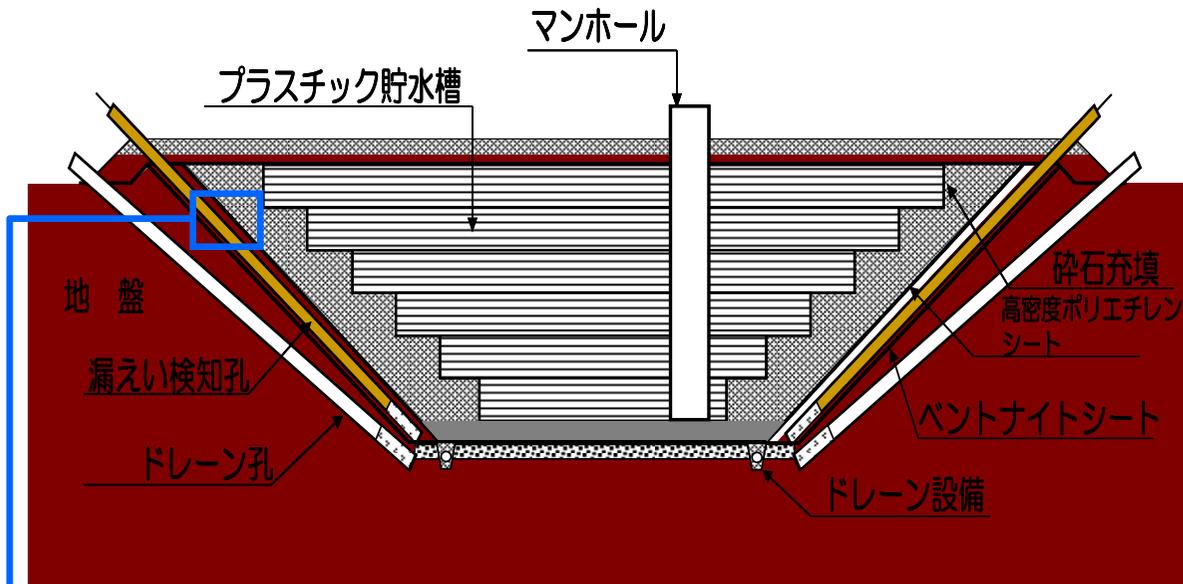


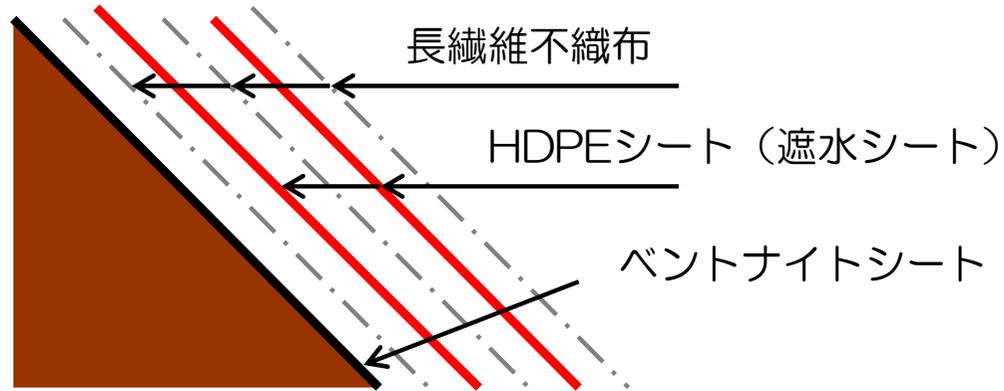
地下貯水槽からの漏えい事故に関する 調査結果と今後の対策について

平成25年6月14日
東京電力株式会社

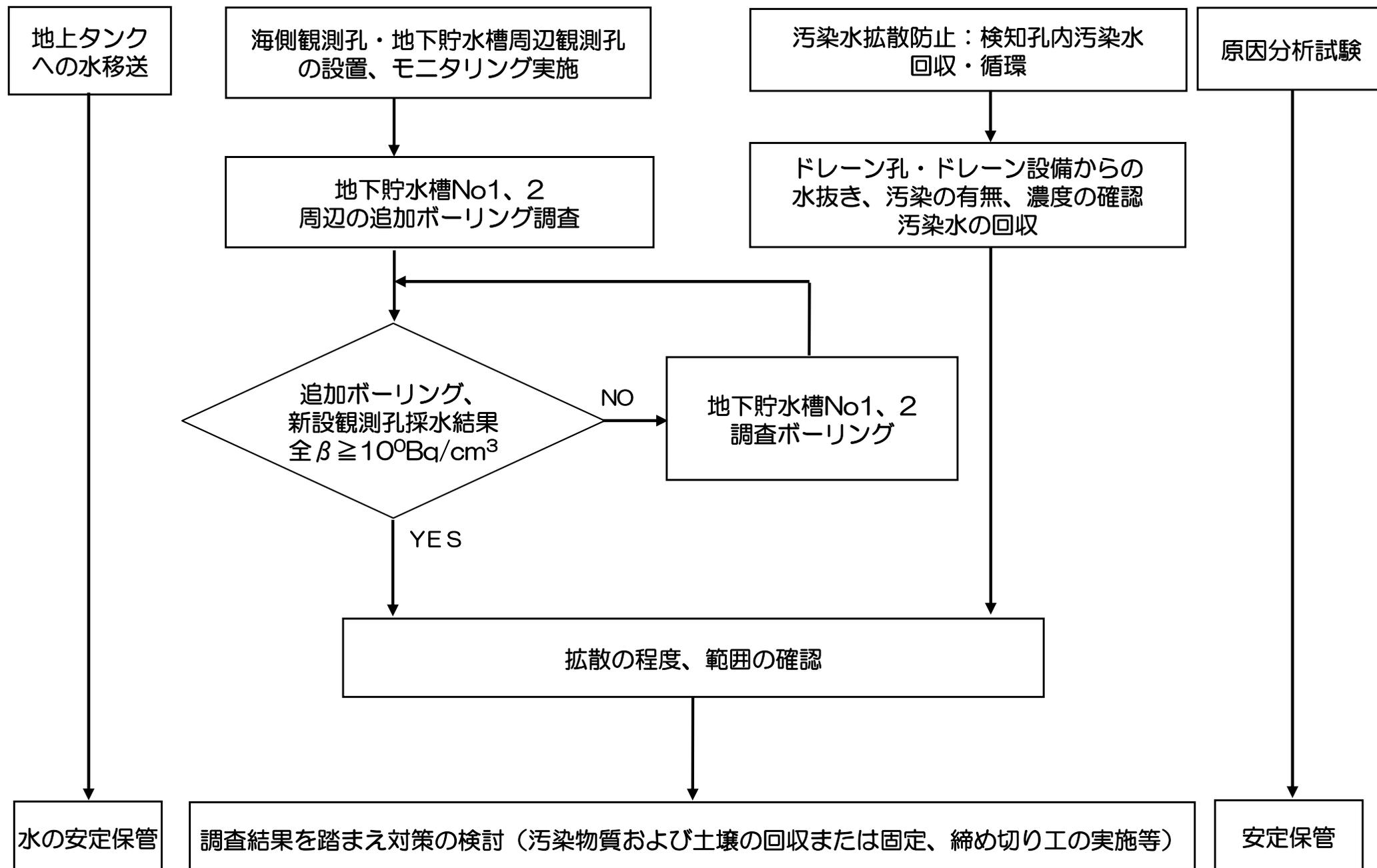
1. 地下貯水槽の構造図



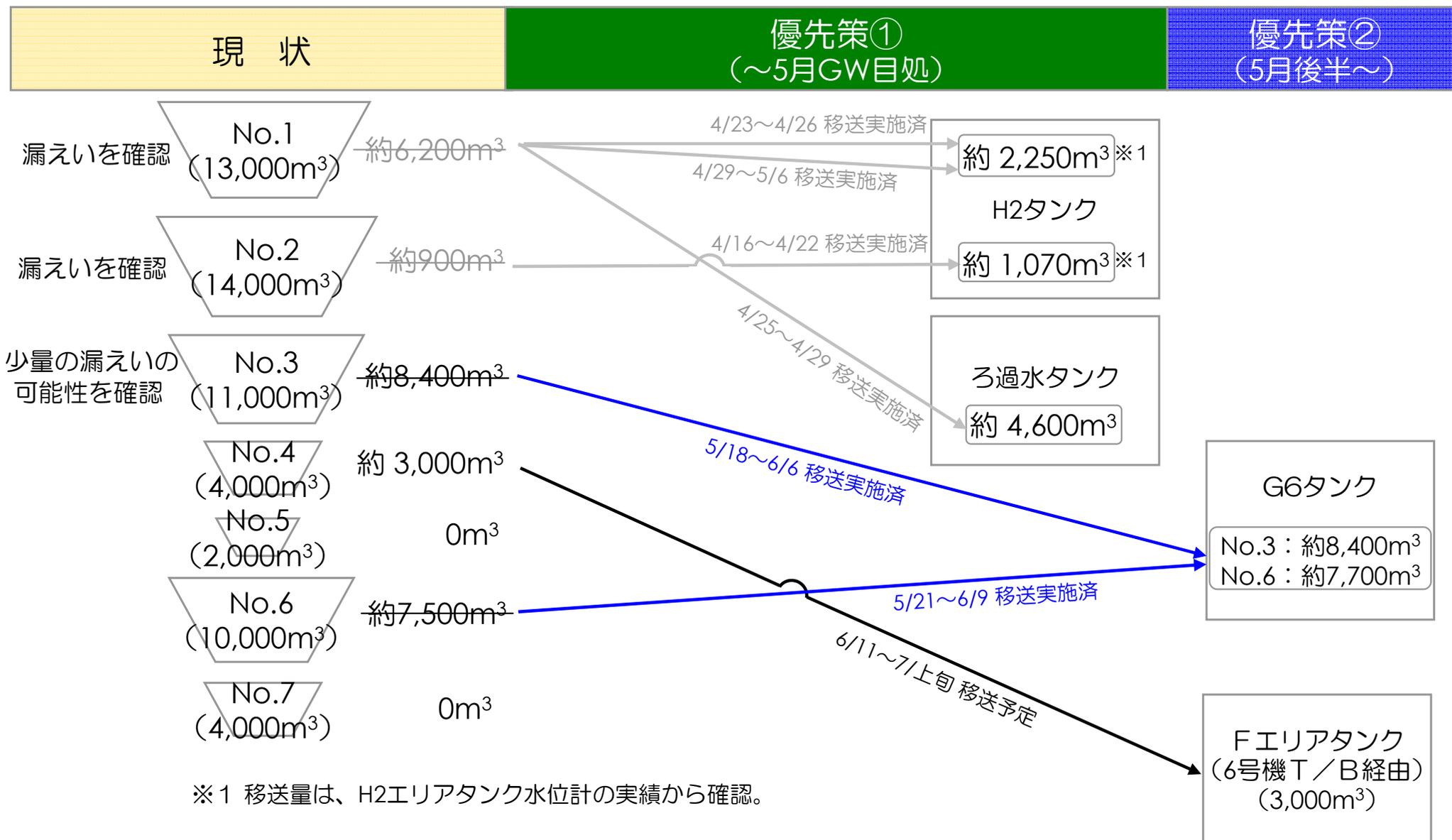
<法面のシート構造拡大図>



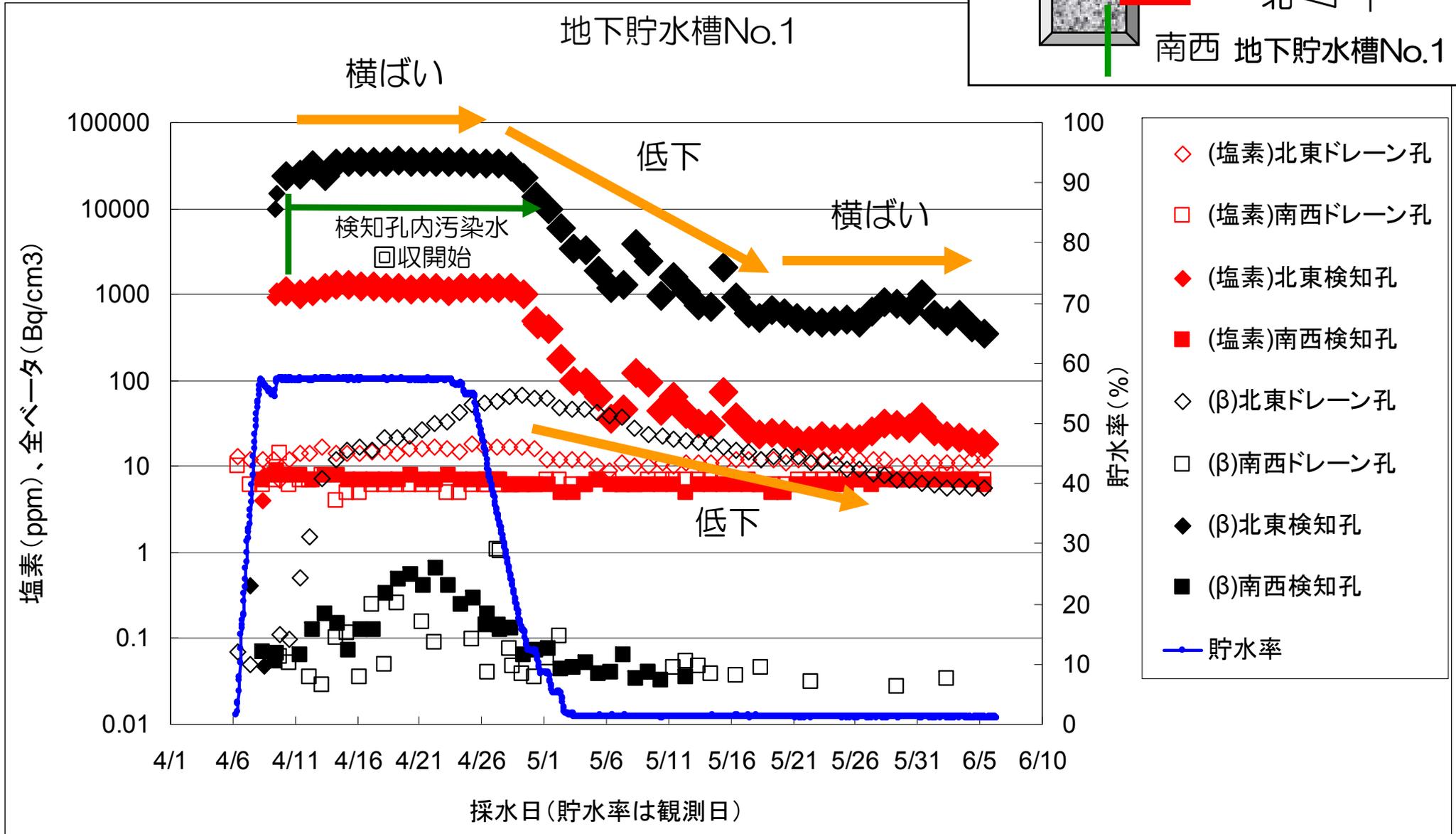
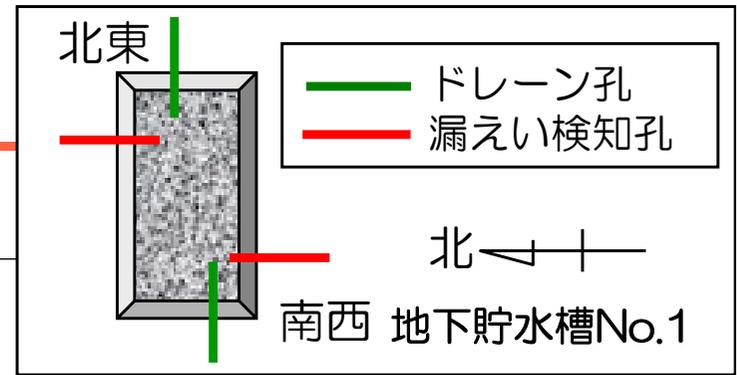
2. 漏えい事故への対応の全体概要



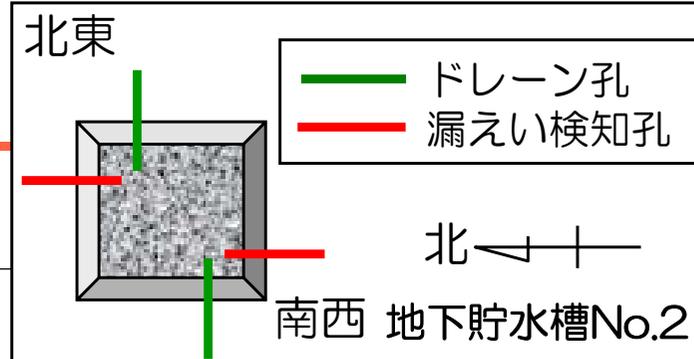
3. 地下貯水槽の移送状況



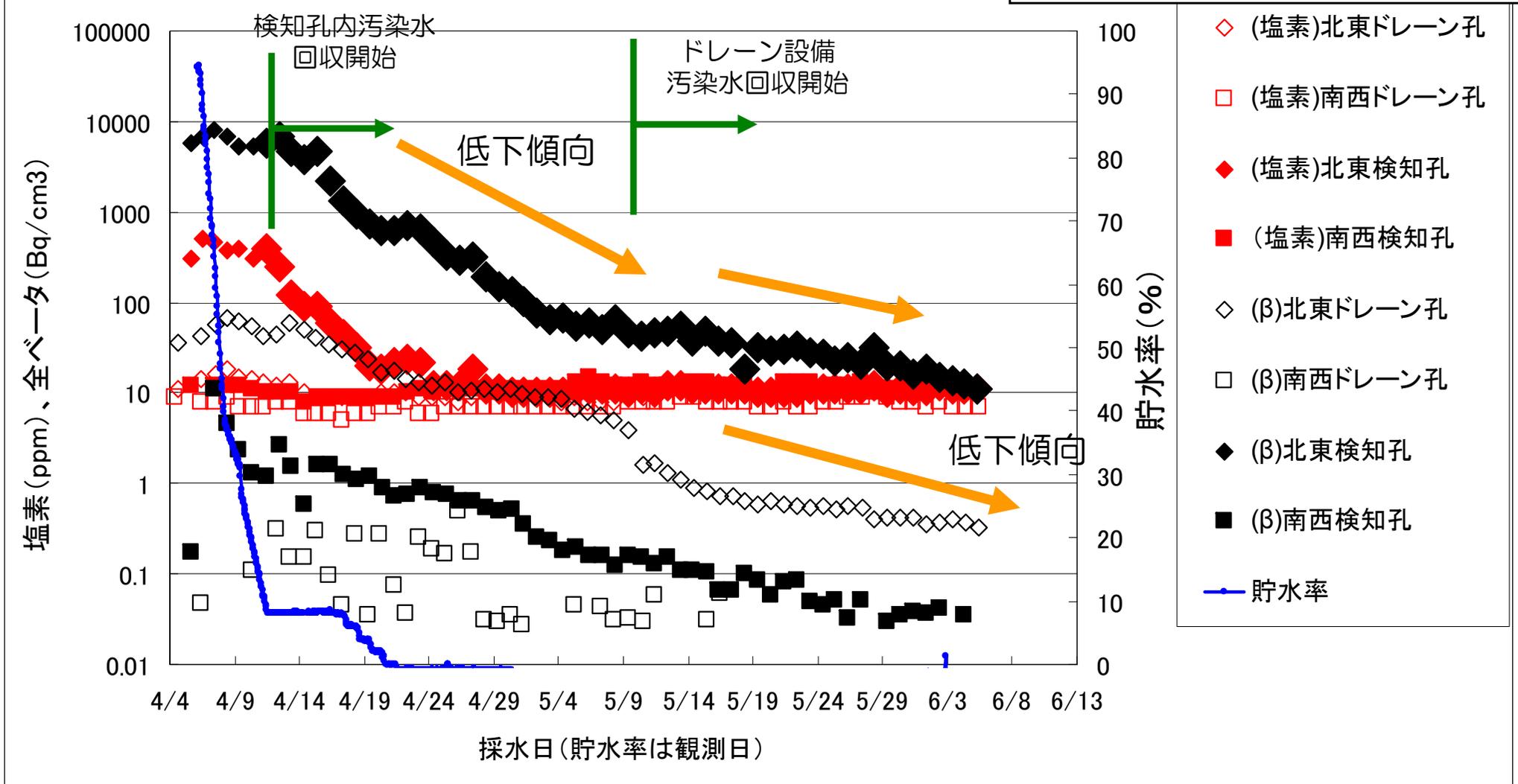
4-1. 地下貯水槽 No.1データ



4-2. 地下貯水槽 No.2データ

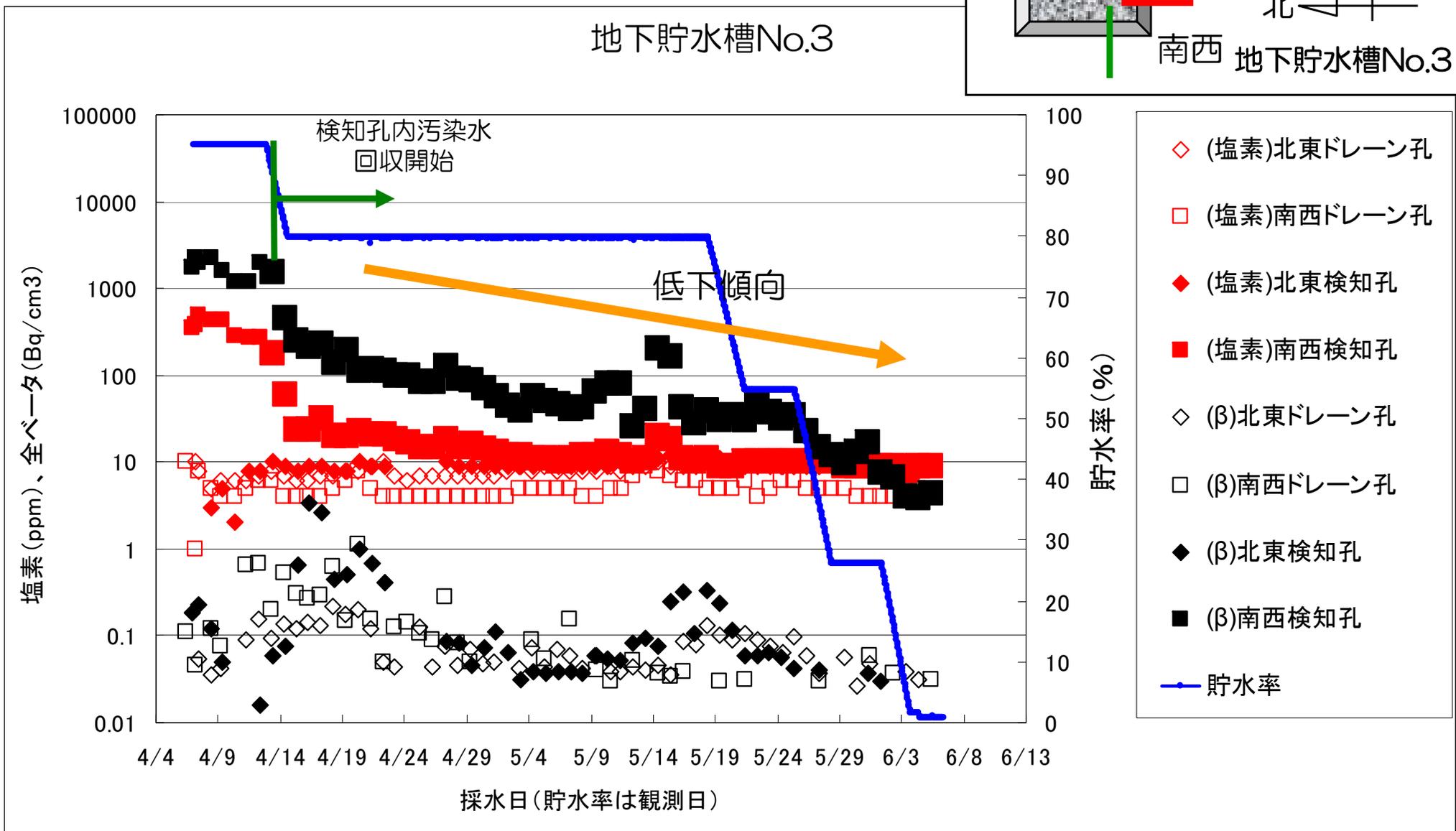
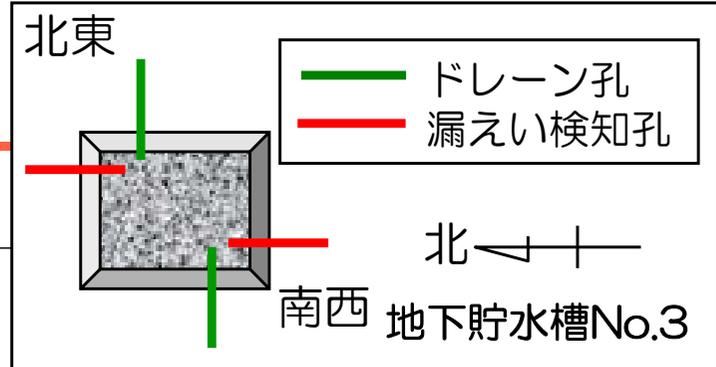


地下貯水槽No.2



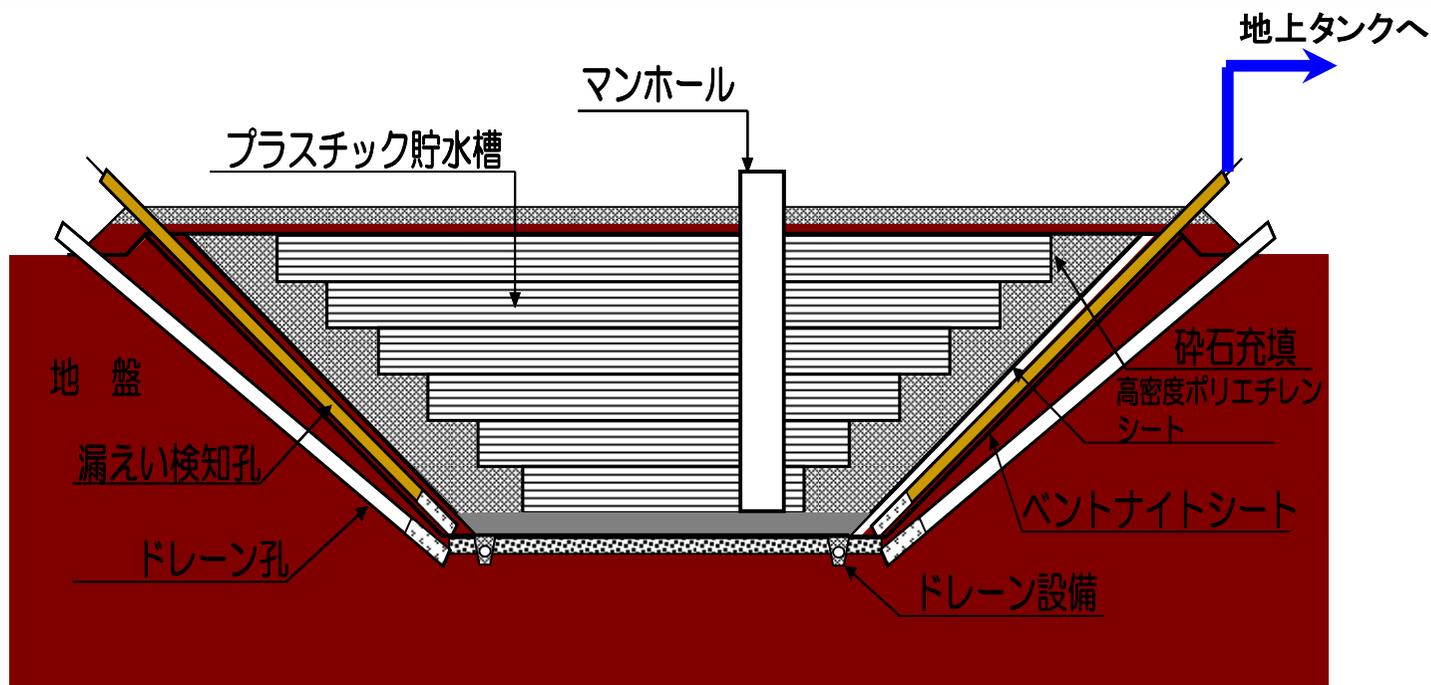
■ 検知孔内の汚染水の今一段の低下を目指したいことから水の回収回数を増やしていきたい

4-3. 地下貯水槽 No.3データ



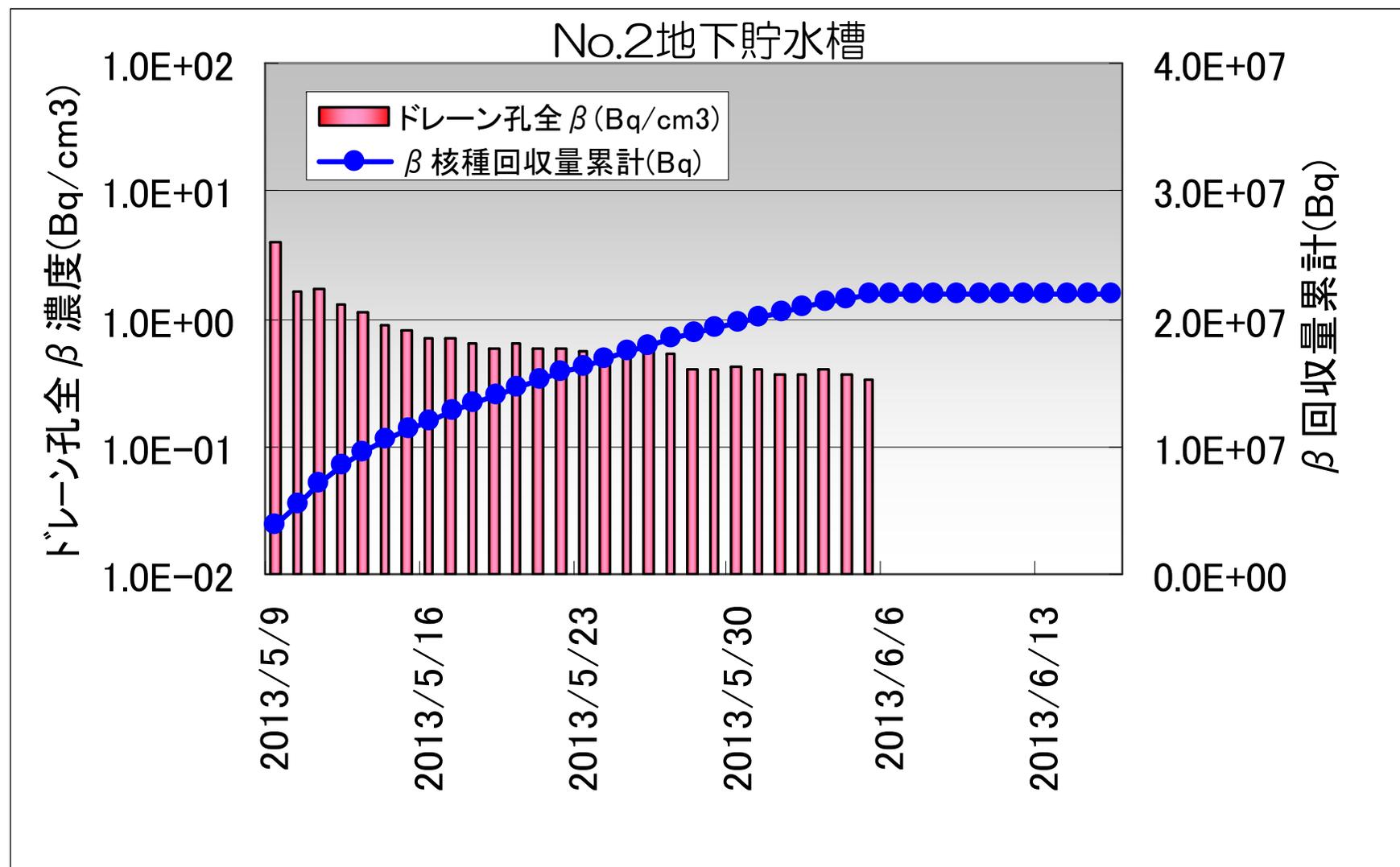
■ 検知孔の全βの値は着実に減少しており、ドレーン孔の値もNDであることが多い

4-4. 検知孔内汚染水回収総括・今後の対応



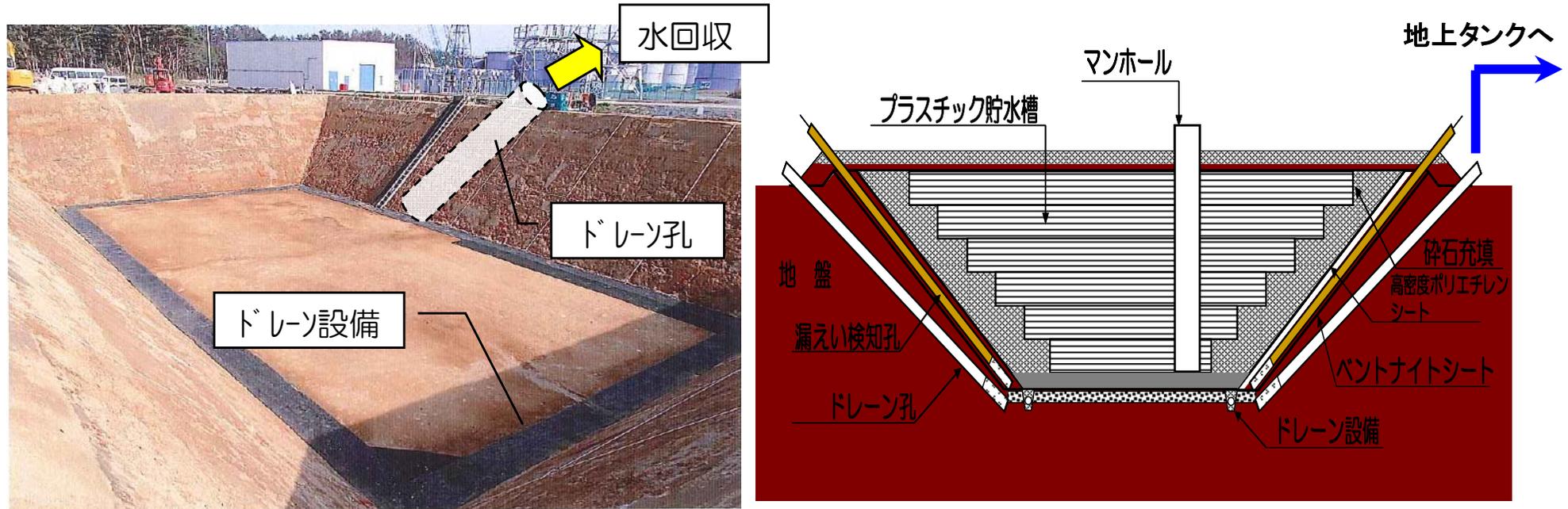
- 漏えいが確認された地下貯水槽No.1,2,3に関しては、汚染水拡散防止の観点から、H25.4.10のNo.1貯水槽を皮切りに順次検知孔内（ベントナイトシート内側）の汚染水の回収を実施してきた。H25.6.10までの回収量はNo.1：約5m³、No.2：約7m³、No.3：約11m³
- この対応により、検知孔内の汚染レベルは大幅に低減しており、ベントナイトシート内の汚染水はほぼ回収できたと判断している
- その点では汚染水拡散防止としては効果的な方策であり、今後この**回収システム**の**補強**が必要と考えている

4-5. NO.2ドレーン孔・ドレーン設備の水抜き結果



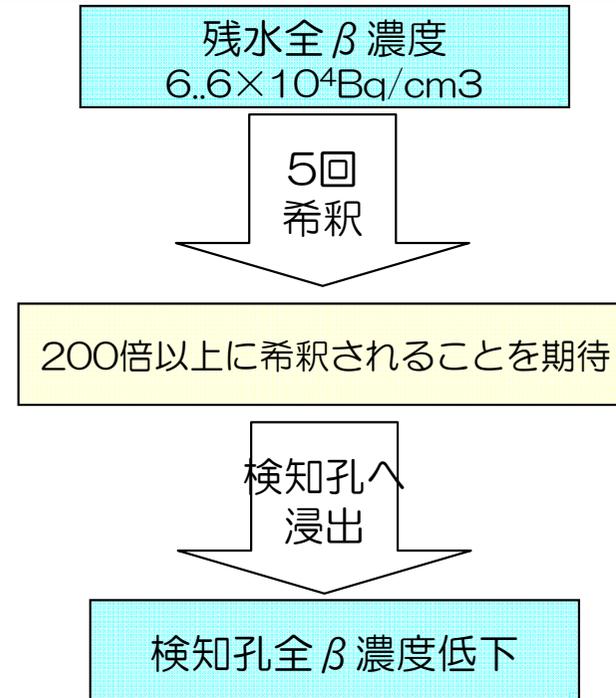
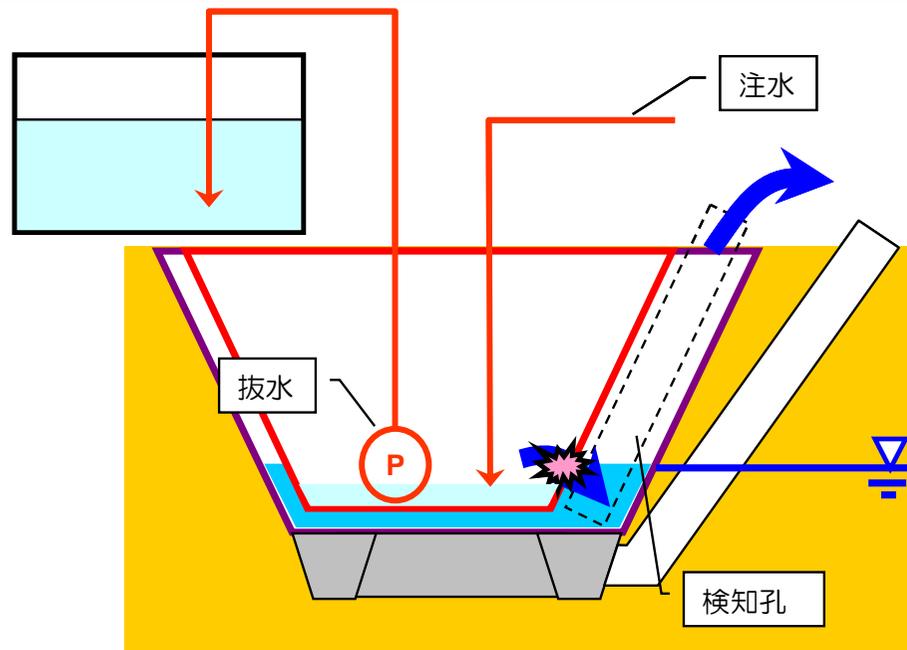
- 6月5日現在、28m³のドレーン設備からの水回収完了
- 全β濃度は $3.3 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$ に低減
- 回収全βは $2.2 \times 10^7 \text{Bq}$ (原水換算約0.4㍓)

4-6. ドレーン内水回収の総括・今後の対応



- ベントナイトシート外の漏えい水は、その殆どがドレーン設備に流入したと考えられることから、そこから水を抜くことは汚染水回収という点では有効であると考えている
- No.2のドレーンからは 10m^3 以上の水を抜き、全 β 濃度も $10^{-1}\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルまで低下した
- 但し、低減状況に関しては飽和傾向であり、 $10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルまで下げるためには、回収量の増加、そのための検知孔濃度の低減など今一段の工夫が必要である
- No.1に関しても、検知孔の濃度が下がり次第、ドレーン内水の回収を実施していきたいが、検知孔の濃度が高め安定していることから貯水槽内の汚染水を希釈する計画である

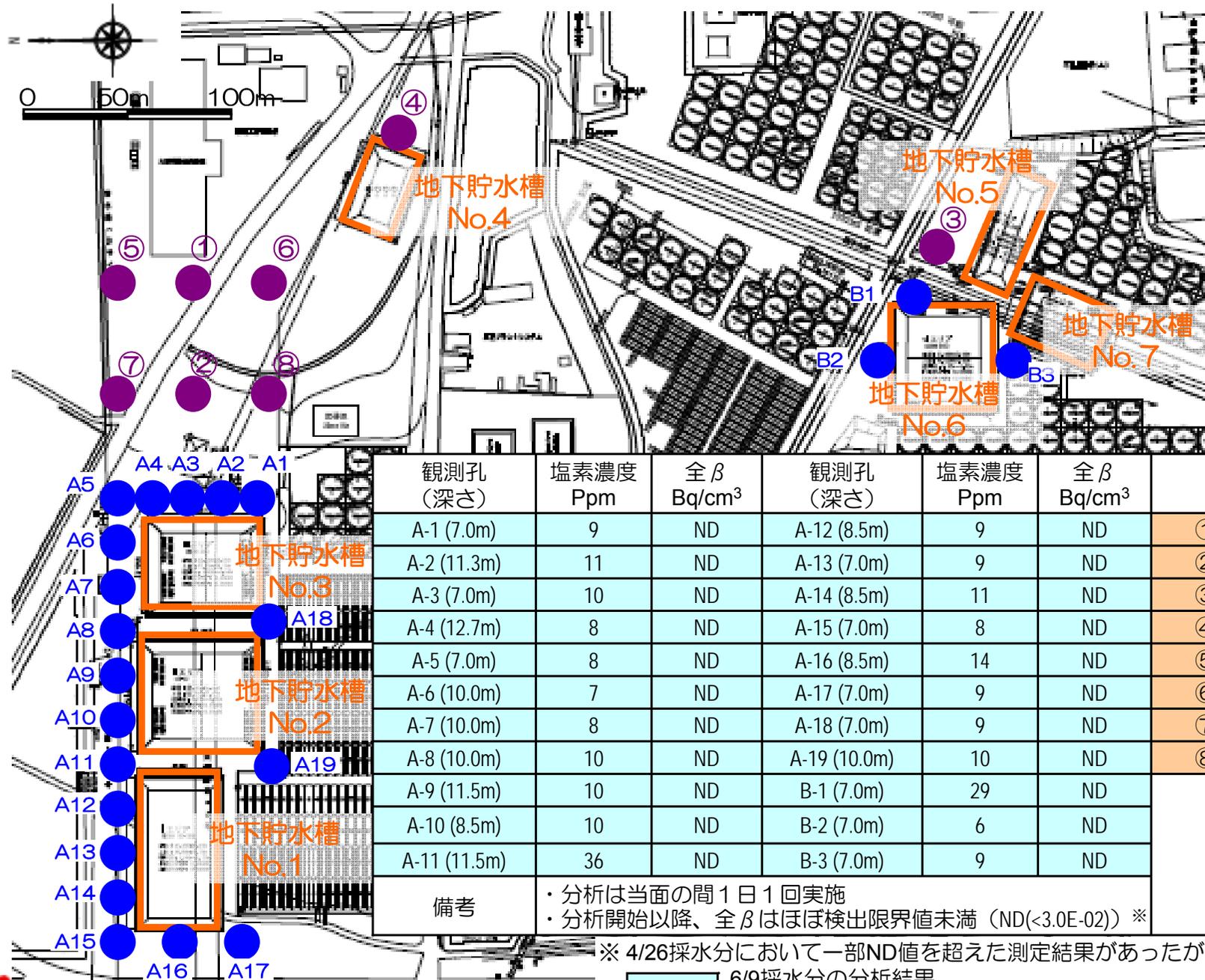
4-7. No.1貯水槽の残水希釈・ドレーン水の回収



■No.1貯水槽

- 北東検知孔の全β濃度は 10^2Bq/cm^3 レベルから低減しない
 - ◆ 理由としては残水が多い。地下水位が低く、検知孔への流入地下水が少ない。
- No.1に関してもドレーン設備からの汚染水の回収を計画しており、早期に実施したい
 - ◆ 検知孔の全β濃度が高く、ドレーンの水が少ないため、多くのドレーン水を回収するとドレーン水が汚染するリスクがある
- 対策
 - ◆ 貯水槽内にRO淡水を $40\text{m}^3 \times 5\text{回} = 200\text{m}^3$ 入れてはポンプアップをして、原水の濃度を薄め、検知孔の汚染レベルを低下させる
 - ◆ その後、ドレーン水を $0.5\text{m}^3/\text{日}$ のペースで回収する
 - ◆ 同時に検知孔からの水の回収回数を増やす

5-1. 観測孔モニタリング結果 (6/10現在)



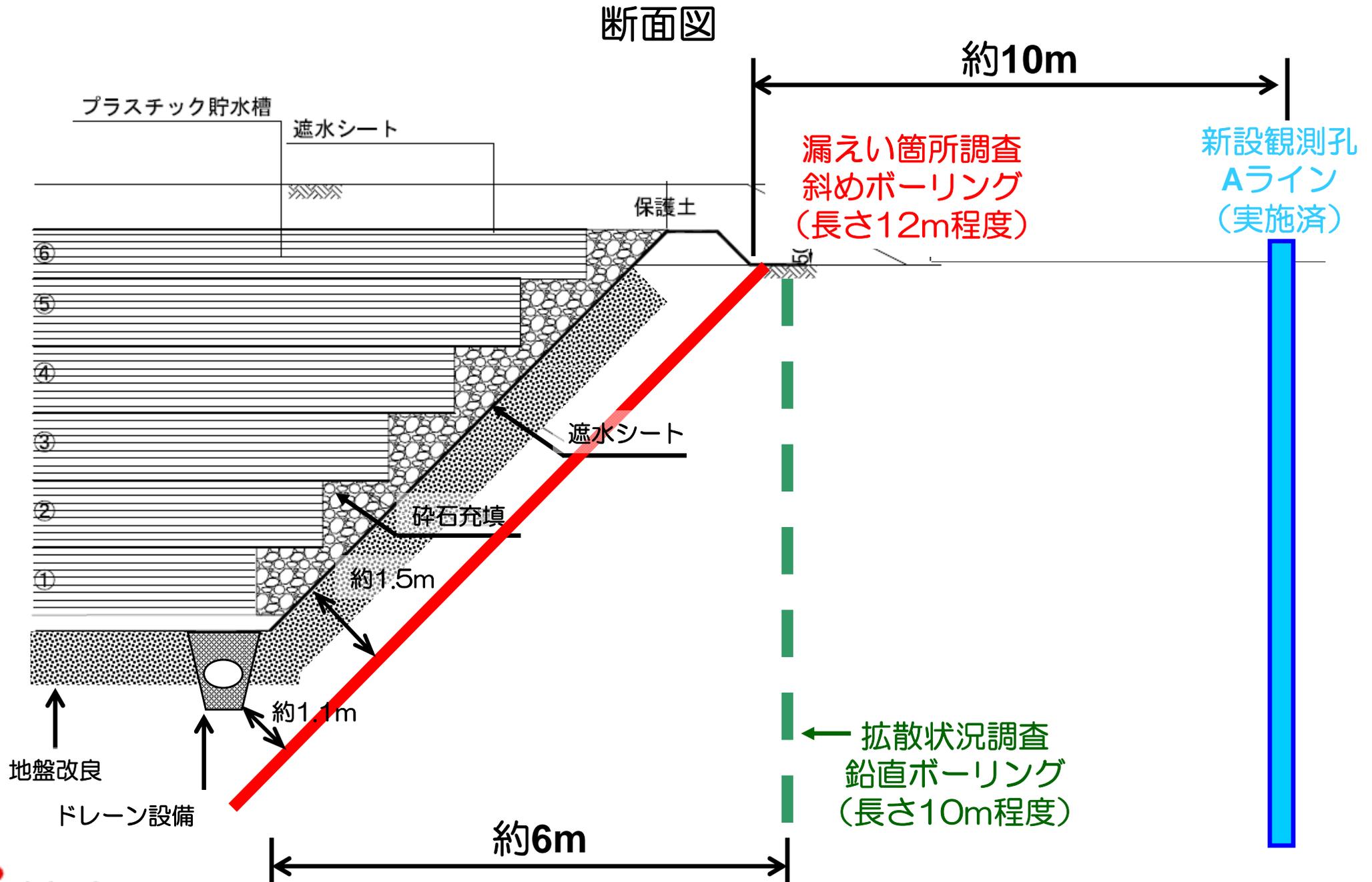
- 新設観測孔(22箇所)
(地下貯水槽周辺
の汚染状況の把握)
深度；約7~15m
- 新設観測孔(8箇所)
(海側への汚染拡大
の継続的な監視)
深度；約20~30m

観測孔 (深さ)	塩素濃度 Ppm	全β Bq/cm ³	観測孔 (深さ)	塩素濃度 Ppm	全β Bq/cm ³	観測孔 (深さ)	塩素濃度 ppm	全β Bq/cm ³
A-1 (7.0m)	9	ND	A-12 (8.5m)	9	ND	① (21.4m)	10	ND
A-2 (11.3m)	11	ND	A-13 (7.0m)	9	ND	② (17.0m)	8	ND
A-3 (7.0m)	10	ND	A-14 (8.5m)	11	ND	③ (17.5m)	12	ND
A-4 (12.7m)	8	ND	A-15 (7.0m)	8	ND	④ (17.0m)	10	ND
A-5 (7.0m)	8	ND	A-16 (8.5m)	14	ND	⑤ (19.0m)	15	ND
A-6 (10.0m)	7	ND	A-17 (7.0m)	9	ND	⑥ (17.5m)	10	ND
A-7 (10.0m)	8	ND	A-18 (7.0m)	9	ND	⑦ (17.0m)	10	ND
A-8 (10.0m)	10	ND	A-19 (10.0m)	10	ND	⑧ (16.0m)	10	ND
A-9 (11.5m)	10	ND	B-1 (7.0m)	29	ND	備考		・分析は週1回実施 ・分析開始以降、全βは検出限界値未満 (ND(<3.2E-02))
A-10 (8.5m)	10	ND	B-2 (7.0m)	6	ND			
A-11 (11.5m)	36	ND	B-3 (7.0m)	9	ND			
備考	・分析は当面の間1日1回実施 ・分析開始以降、全βはほぼ検出限界値未満 (ND(<3.0E-02)) ※							

※ 4/26採水分において一部ND値を超えた測定結果があったが、その後は全てND

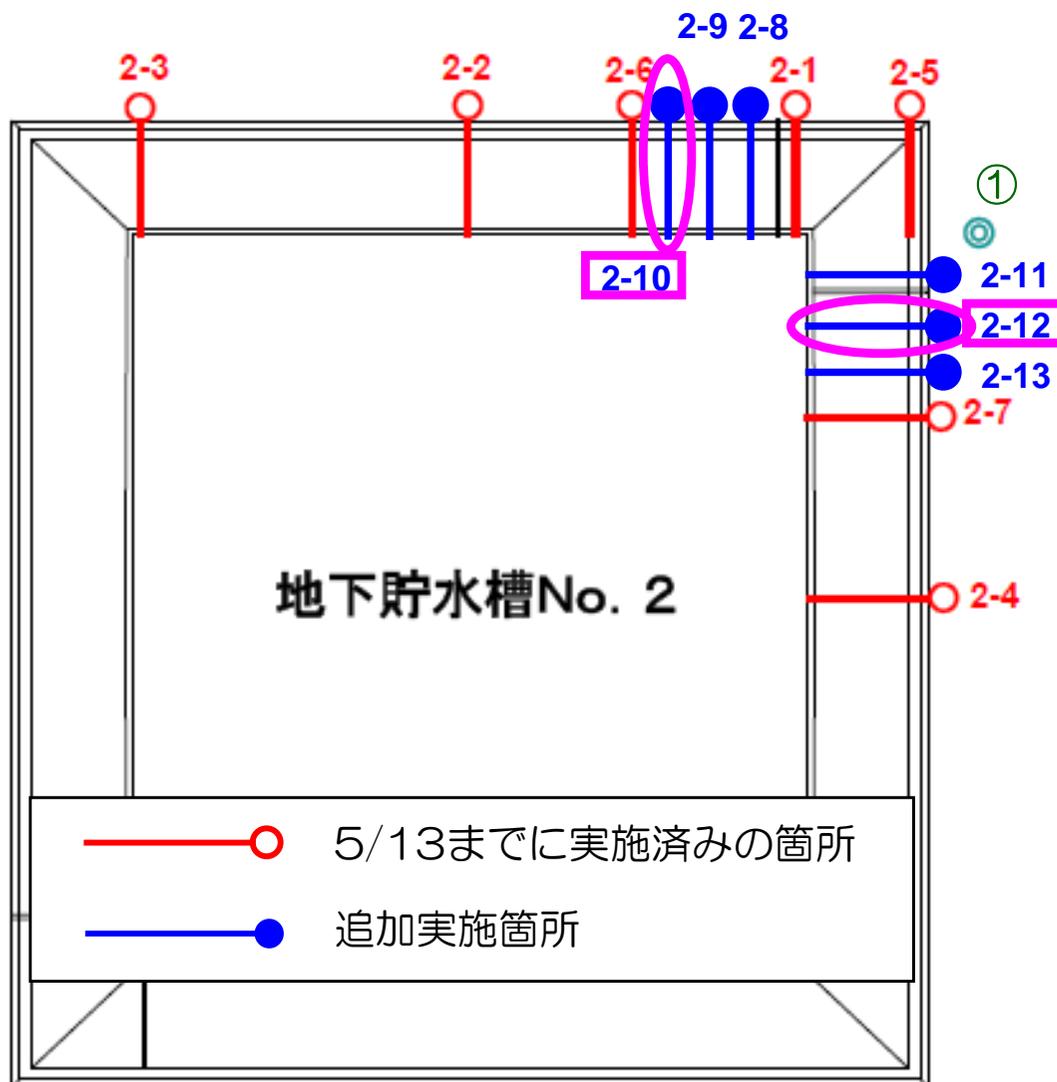
6/9採水分の分析結果
 6/3~4採水分の分析結果

5-2. 漏えい箇所・拡散状況追加調査（拡散状況）



5-3. 追加ボーリング結果 (No.2地下貯水槽)

- 4
- 全βで 10^{-1}Bq/cm^3 レベル以上が検出されたのは2-10と2-12の2孔のみ
 - 汚染水の拡散は極めて限定的であることが判明



地下貯水槽 No.2観測孔	採取日	全β (Bq/cm ³)
2-1	5月10日	ND <2.8E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-2	5月10日	ND <2.8E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-3	5月8日	ND <2.8E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-4	5月8日	ND <2.8E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-5	5月12日	ND <3.0E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-6	5月12日	ND <3.0E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-7	5月13日	ND <3.2E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-8	5月23日	ND <3.2E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-9	5月22日	ND <2.8E-02
	5月24日	ND <3.2E-02
2-10	5月22日	1.0E-01
	5月23日	7.1E-02
	5月24日	8.2E-02
2-11	5月22日	3.3E-02
	5月23日	ND <3.2E-02
	5月24日	3.9E-02
2-12	5月21日	2.9E-01
	5月22日	3.8E-01
	5月24日	3.7E-01
2-13	5月23日	ND <3.2E-02
	5月24日	ND <3.2E-02

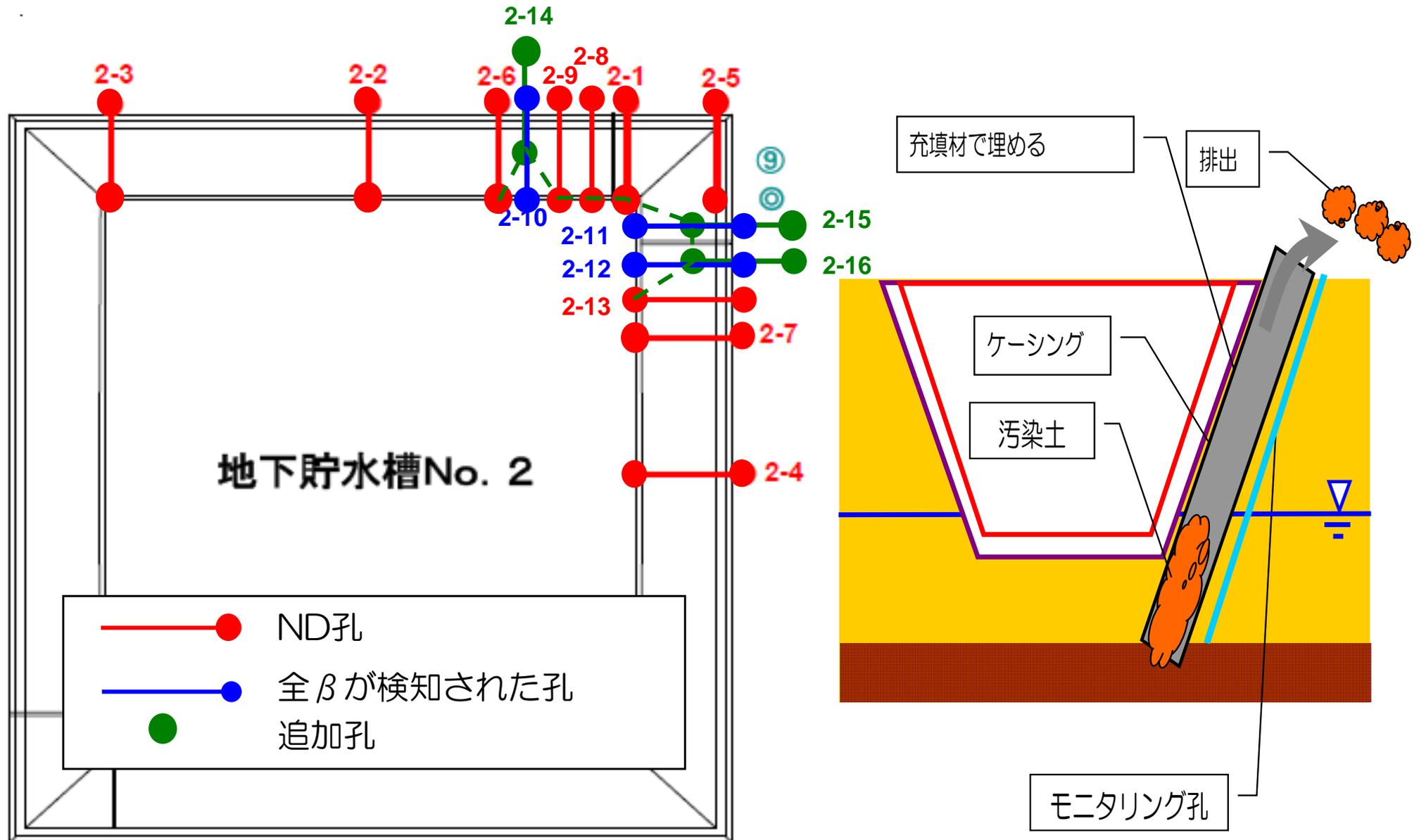
地質調査孔	採取日	全β (Bq/cm ³)
①	5月12日	ND <3.0E-02

5-4. モニタリング結果と今後の対応

- 汚染水の広域拡散は認められない
- 現在はNo.2貯水槽に限られた箇所でのみ拡散が認められるが、漏えい箇所の特定には至っていない
- この拡散箇所の土壌については除去を実施する計画
- 今後はNo.1貯水槽について調査ボーリングを実施する予定

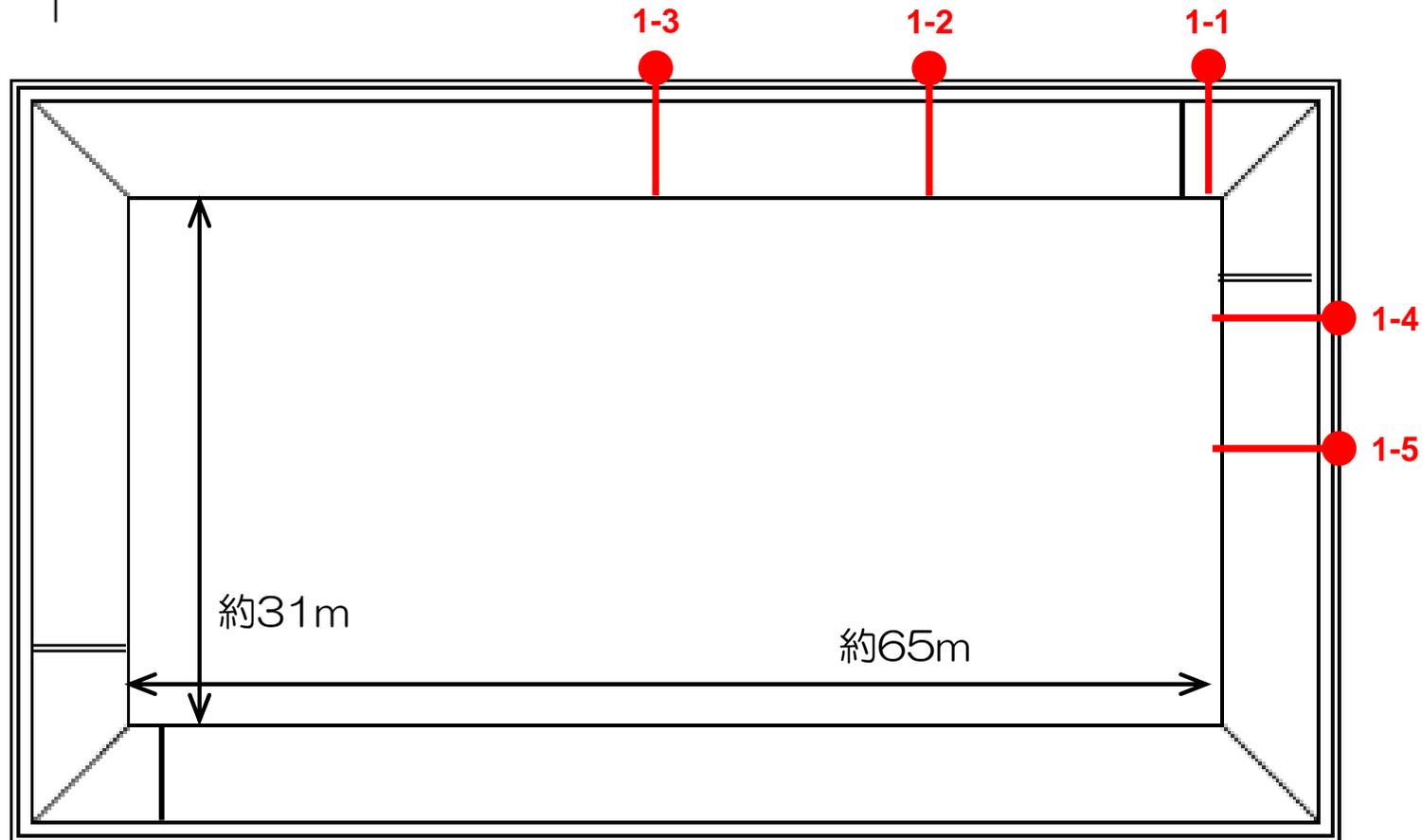
5-5. 地下貯水槽背面ボーリング孔の観測孔への切り替え

- 緑の線のNDバウンダリを確認するため、ボーリング2-14、2-15、2-16を追加掘削
- バウンダリが確認されたら、その内側の土壌を除去



5-6. No.1地下貯水槽背面ボーリング調査計画

- No.1は漏えい確認当初より検知孔より汚染水の回収を実施しているため、ベントナイトシート内への漏えい量が少ないため、ボーリング採水では漏えい箇所は特定できない
- No.1に関しては漏えい拡散程度を確認するために実施
- No.1地下貯水槽については、汚染が確認されている北東側の隅、および北面・東面に合計5本の斜めボーリングを実施予定



—●— 調査実施予定箇所

6-1. No.2地下貯水槽周辺の放射性物質の拡散の推定

■漏えい監視の補助データとするため、No.2地下貯水槽の周辺において、三次元モデルを用いて、放射性物質拡散の解析を実施した。

■No.2地下貯水槽周辺の拡散解析の流れ

(1) No.2地下貯水槽からの地下水の流れの評価

・水粒子の流路、流下時間を三次元浸透流解析を利用して推定

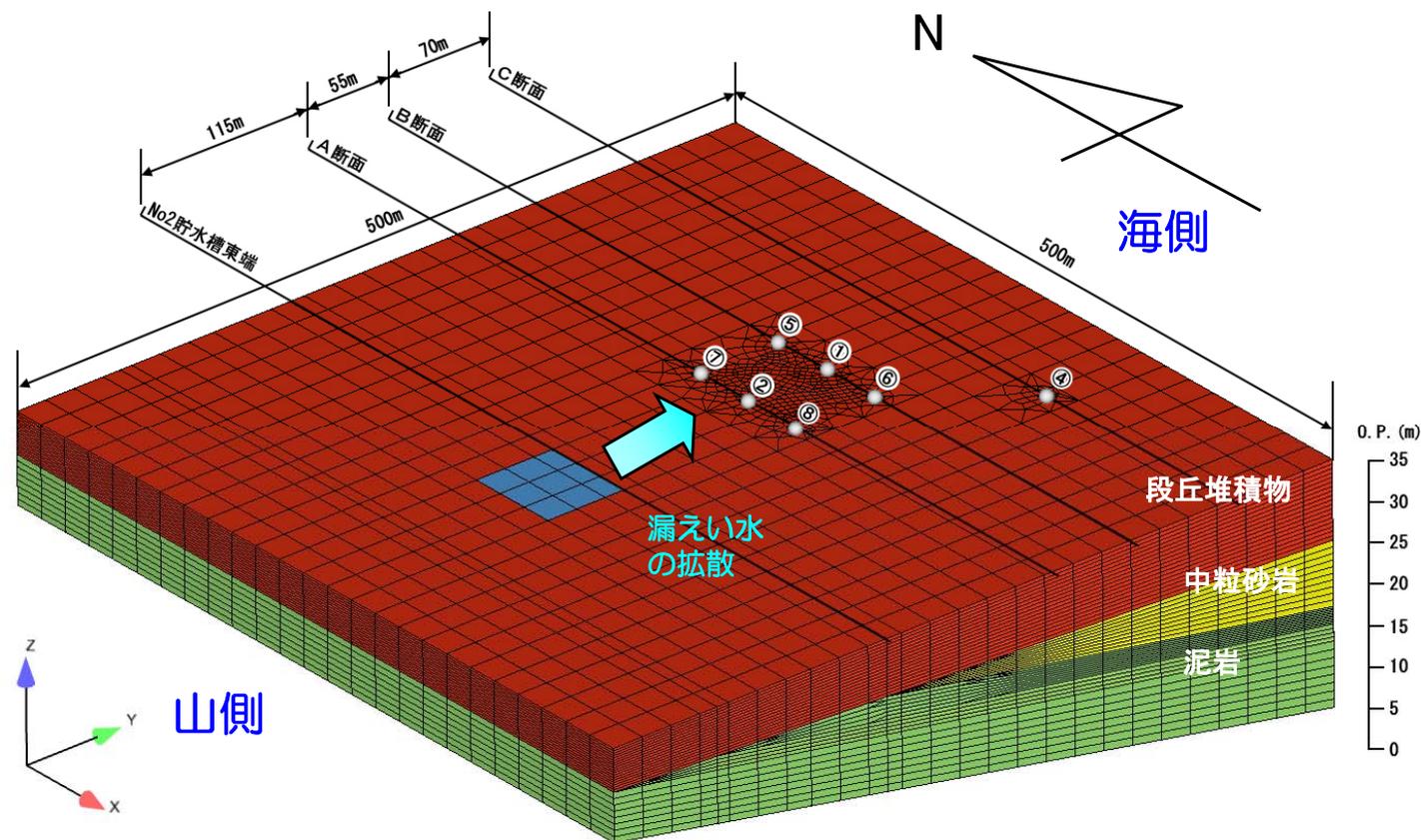
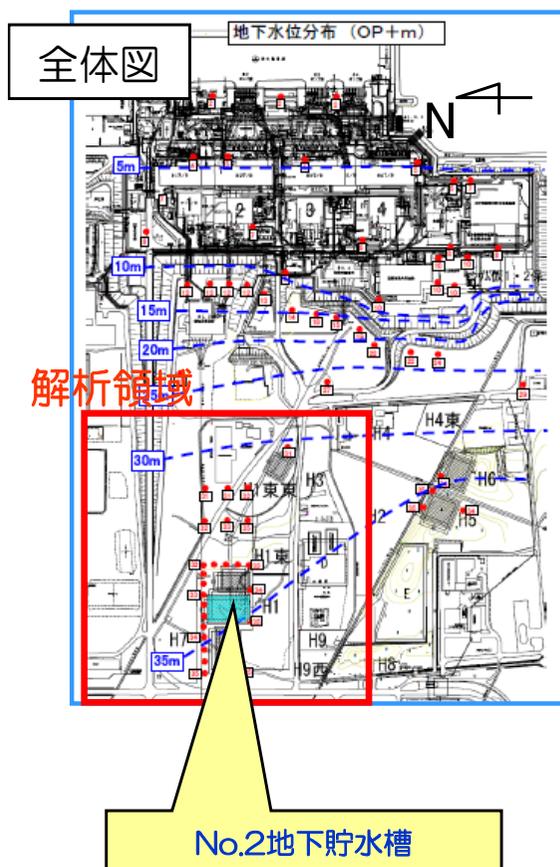


(2) 核種の移流・拡散の評価 (電力中央研究所)

・一次元核種移流拡散解析により地下水中の核種の移流時間、濃度変化を推定

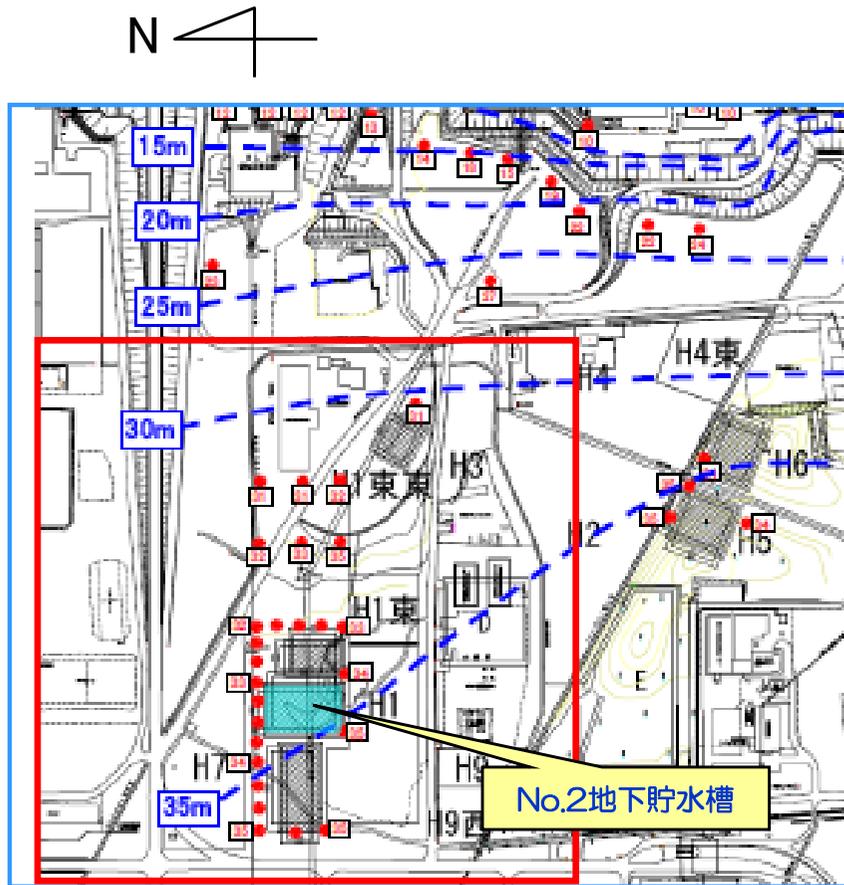
6-2. 解析モデル

- 平面的な解析領域は、No.2地下貯水槽および周辺の観測孔を含む、南北500m、東西500mとしている。
- 鉛直方向の解析領域は、透水層（段丘堆積物、中粒砂岩）下部の難透水層（泥岩）の下端までをモデル化している。



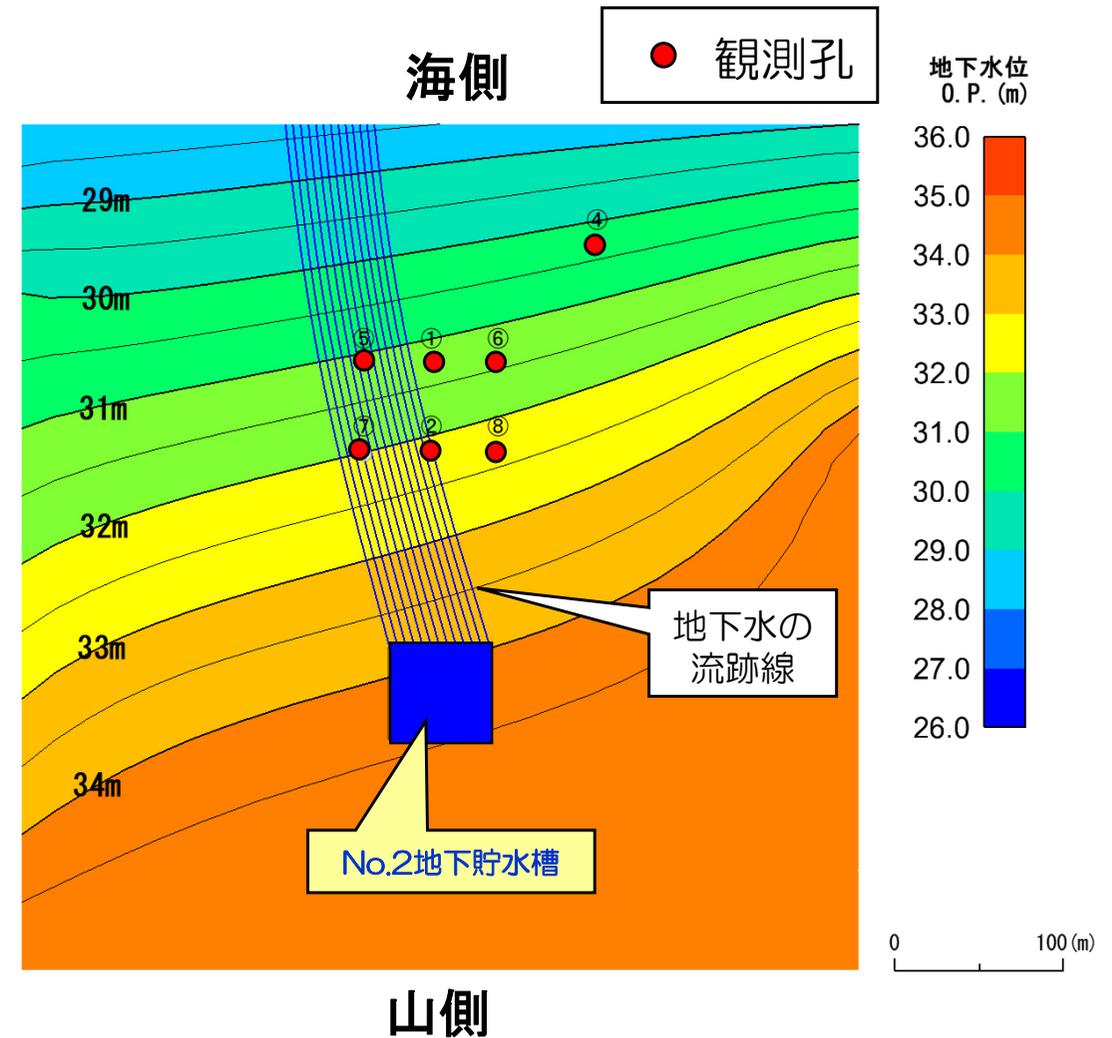
6-3. 解析結果< No.2地下貯水槽からの地下水の流れの評価>

■実測データに基づく現状の地下水位分布



解析領域

■解析による地下水位分布の再現結果



- ・現状の地下水分布を解析モデルで再現した結果、概ね整合している。
- ・No.2地下貯水槽付近の地下水は、山側から海側に向かって流れている。

6-4. 解析結果<核種の移流・拡散の評価>

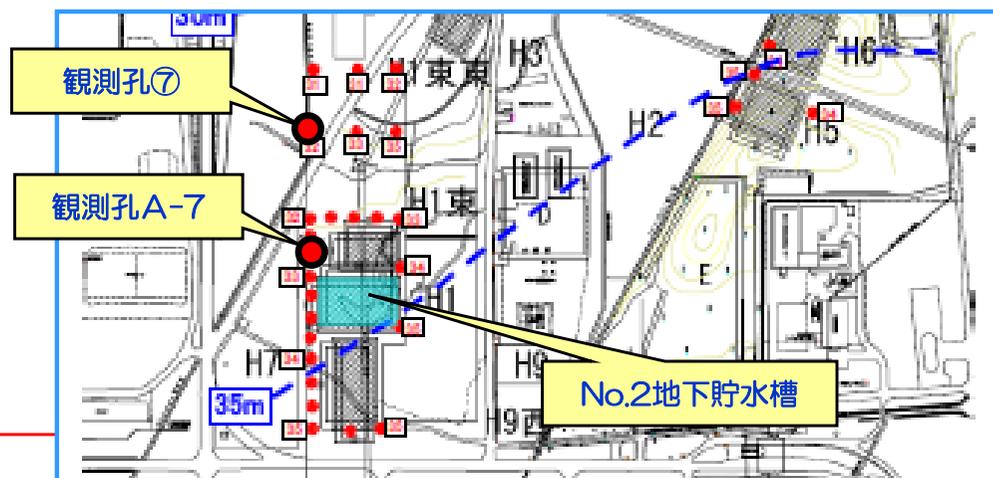
- 漏えい水の到達が想定される、観測孔A-7および観測孔⑦について、核種の濃度ピーク到達までの時間ならびに到達時の濃度変化を解析した結果は以下のとおり。

地下貯水槽付近 ↓ 観測孔A-7 (距離：26m)	濃度ピークが到達する年数		水；1年程度 ストロンチウム-90；8～30年程度
	到達した時の 想定最大濃度	ストロンチウム-90 分配係数*が平均的な値の場合	10 Bq/L
		ストロンチウム-90 分配係数*が保守的な値の場合	40 Bq/L
		トリチウム	30 Bq/L
地下貯水槽付近 ↓ 観測孔⑦ (距離：122m)	濃度ピークが到達する年数		水；3年程度 ストロンチウム-90；30～80年程度
	到達した時の 想定最大濃度	ストロンチウム-90 分配係数*が平均的な値の場合	0.5 Bq/L
		ストロンチウム-90 分配係数*が保守的な値の場合	10 Bq/L
		トリチウム	5 Bq/L

※分配係数とは、液相中の核種濃度と固体に収着される核種濃度の比をとったもの

ドレーン孔内検出濃度

ドレーン孔内 最大濃度 (全β)	ドレーン孔内 最大濃度 (トリチウム)
68,000 Bq/L	1,400 Bq/L



【参考】地下貯水槽の原水核種分析結果

- 貯水槽の原水は全βリッチなので、モニタリング・各評価では全β濃度に着目している。
- 使用している分析機器では他のγ核種に関しても分析できているが、ND（検出限界地未満）のものは記載していない。

地下貯水槽の原水の核種分析結果

	全β濃度 Bq/cm ³	塩素 ppm	Cs-134 Bq/cm ³	Cs-137 Bq/cm ³	I-131 Bq/cm ³	Co-60 Bq/cm ³	Mn-54 Bq/cm ³	Sb-125 Bq/cm ³
No.1、2 貯水槽	6.6×10^4	1100	2.8×10^0	3.5×10^0	$<6.7 \times 10^0$	$<6.4 \times 10^{-1}$		3.6×10^1
No.3 貯水槽	6.3×10^4	650	1.0×10^0	2.1×10^0	$<8.3 \times 10^{-1}$	5.3×10^{-1}	4.6×10^{-1}	2.1×10^1

【参考】 解析に用いた物性値

・計算に関わる諸条件は、現時点で得られている情報・想定結果に基づいて設定。

項目		設定値	備考
浸透距離		26m	No.2地下貯水槽～観測孔A-7
		122m	No.2地下貯水槽～観測孔⑦
透水係数	段丘堆積物	$3.0 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$	中粒砂岩と同じ値を設定
	中粒砂岩	$3.0 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$	現地砂岩での透水試験結果から算定
	泥岩	$1.1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$	現地泥岩での透水試験結果から算定
有効間隙率		0.41	<ul style="list-style-type: none"> ・中粒砂岩 ・「福島第一原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書」平成5年4月（平成5年7月一部補正）
比重		2.65	
分配係数(ストロンチウム-90)		$1.0 \times 10^{-2} \text{m}^3/\text{kg}$	JAEAの収着データベースSDBより (砂岩：平均的な値)
		$2.5 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{kg}$	JAEAの収着データベースSDBより (砂岩：保守的な値)
物質投入面積		1m×1m	—
物質投入継続日数		7日間	—
半減期	トリチウム	12.3年	—
	ストロンチウム-90	28.9年	—
分散長		移行距離の1/10	Gelhar et al.,1992. A critical review of data on field-scale dispersion in Water Resources Research, Vol.28(7) ,pp.1955-1974.