

No.3-1地点のひ素の
地下水環境基準超過に係る調査結果について

令和3年(2021年)9月9日
第38回旧RD最終処分場問題連絡協議会

地下水(Ks2層)のひ素の検出状況について

- 実施計画の目標達成状況評価地点で地下水環境基準を適合していないのは、No.3-1地点で、その項目はひ素のみ

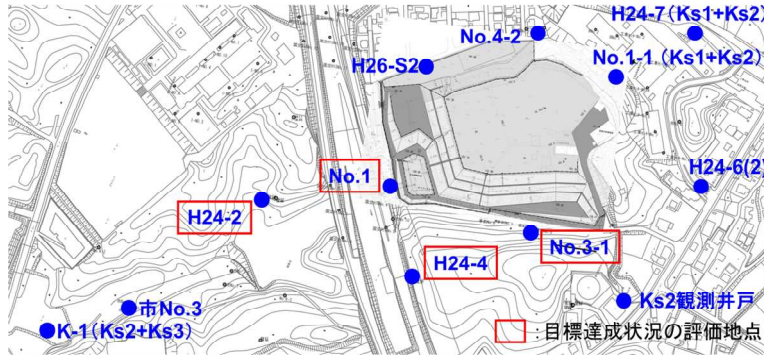


図1 地下水(Ks2層)の調査地点

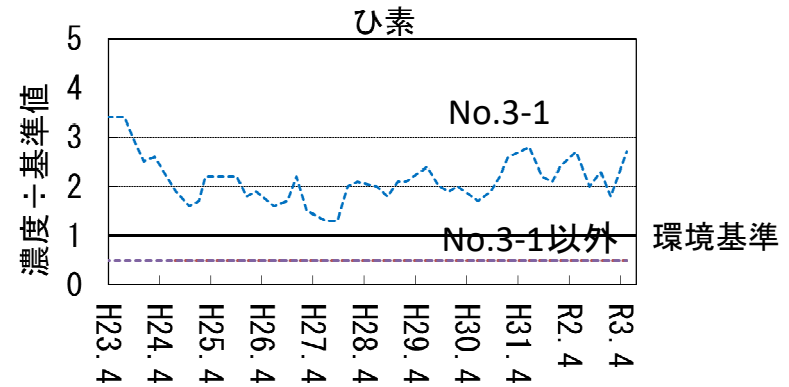


図2 目標達成状況評価地点のひ素の経年変化

- No.3-1地点で対策工事前に環境基準を超過していたほう素および1,4-ジオキサンは、対策工事により濃度が低下して環境基準に適合
- 一方、ひ素は濃度がほぼ横ばいで推移

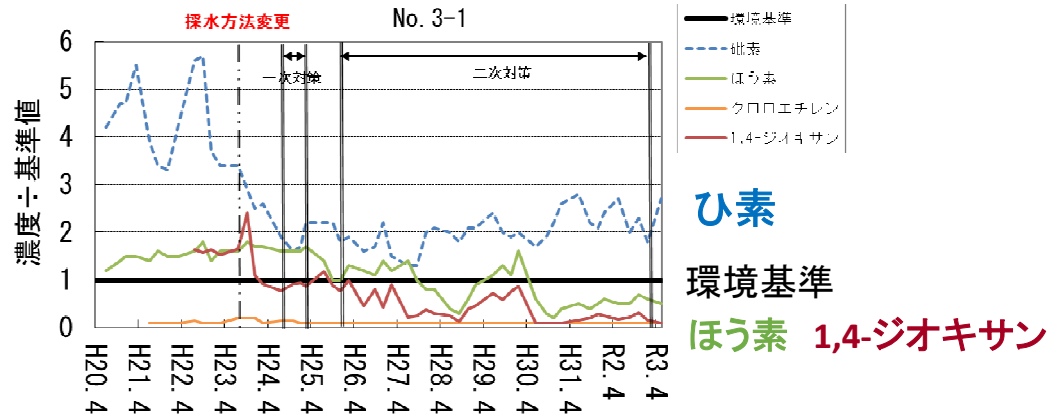


図3 No.3-1地点の地下水のひ素等の経年変化

既往調査結果から考察されるNo.3-1地点の
地下水のひ素の環境基準超過の原因について

対策工事前のNo.3-1地点における浸透水の影響について

- 対策工事前、旧処分場内の浸透水は底面粘土層欠損箇所(図4のオレンジ色の範囲)から地下水(Ks2層)に流出

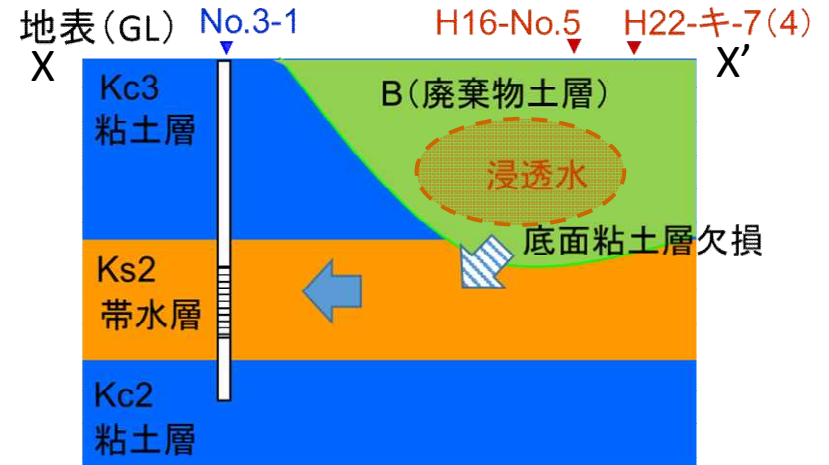


図5 X-X'断面イメージ

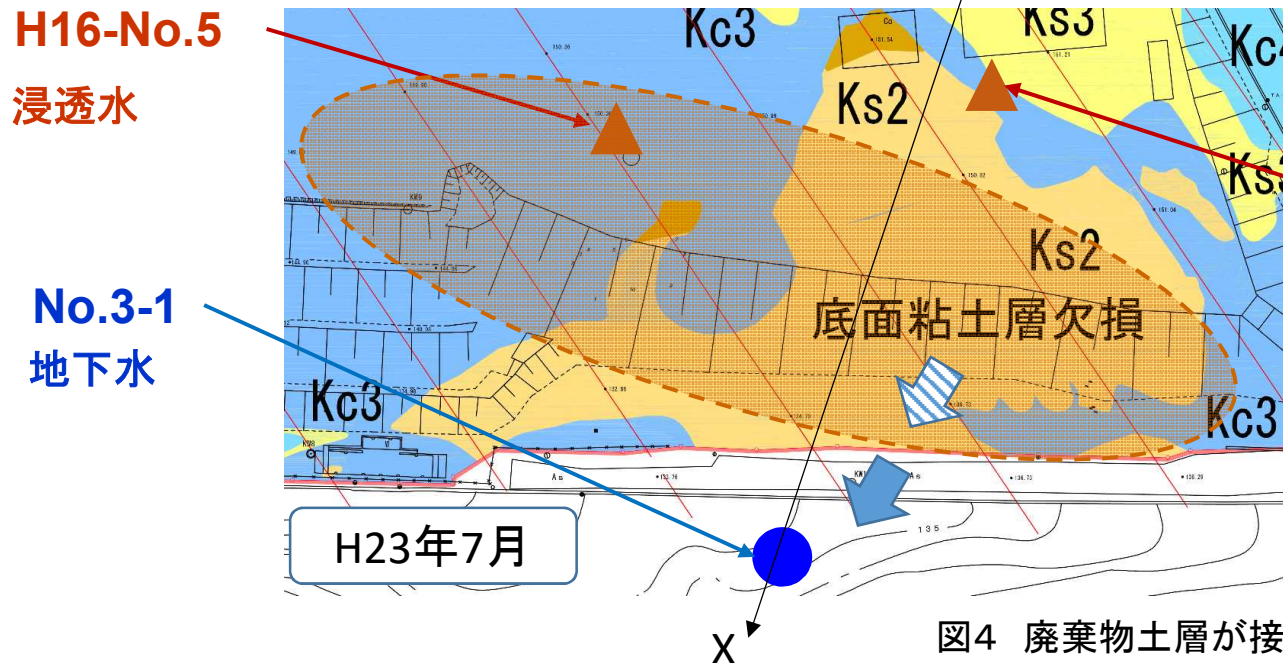


図4 廃棄物土層が接する地層(地山)の図面

対策工事前のNo.3-1地点における浸透水の影響について

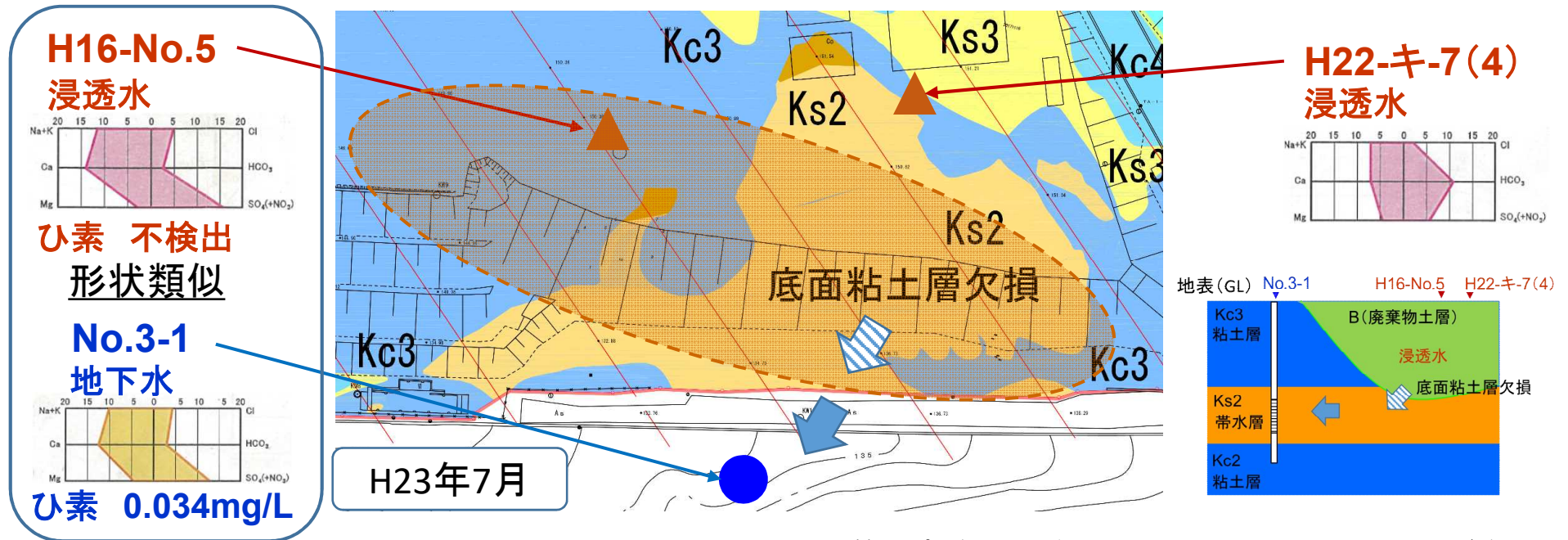


図6 対策工事前の浸透水による地下水(Ks2層)への影響

- ヘキサダイアグラム※の形状の比較から、H16-No.5地点周辺の浸透水がNo.3-1地点の地下水(Ks2層)に影響

※ ヘキサダイアグラム: ナトリウムおよび塩化物イオンなどの濃度を六角形のレーダー状に表したもので、形状を比較することにより、地下水などの由来を把握するために利用

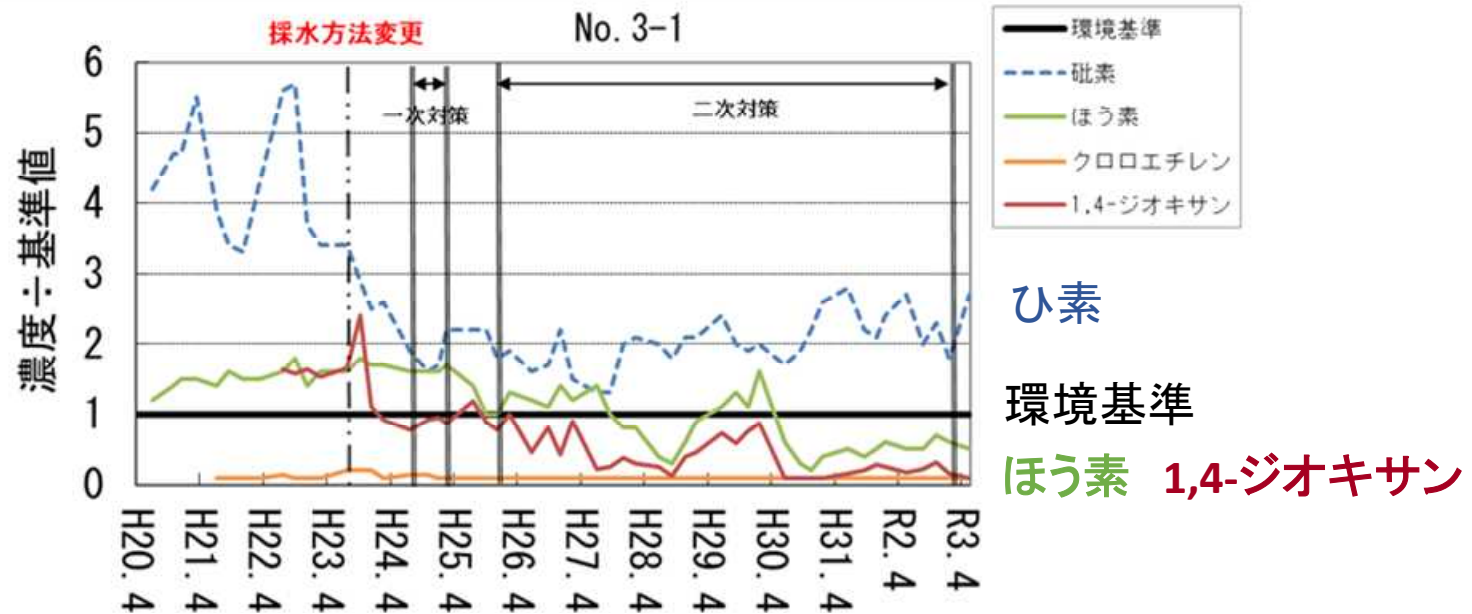
- H16-No.5地点の浸透水はひ素が不検出にも関わらず、No.3-1地点の地下水はひ素が環境基準を超過

以上のことから考えられること



No.3-1地点のひ素の環境基準超過は、旧処分場内の浸透水に由来するものではなく、旧処分場外のNo.3-1地点の周辺に原因があると考えられる。

No.3-1地点における対策工事の影響について



- 底面遮水工事などにより、ほう素および1,4-ジオキサンは濃度が低下し環境基準以下
- ひ素およびほう素は、水中でマイナスイオンとして存在し、同様の挙動を示すため、仮に原因が同じであればそれらの濃度は同時に低下するはず
- しかし、ひ素は濃度が横ばいで、環境基準の超過が継続

以上のことから考えられること

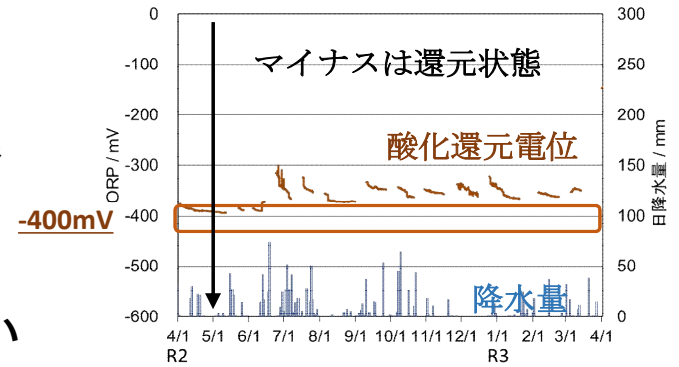


No.3-1地点のひ素の環境基準超過の原因は、対策工事の範囲外であり、旧処分場外のNo.3-1地点の周辺にあると考えられる。

No.3-1地点の地下水の性状について

No.3-1地点の地下水(Ks2層)は強い還元状態

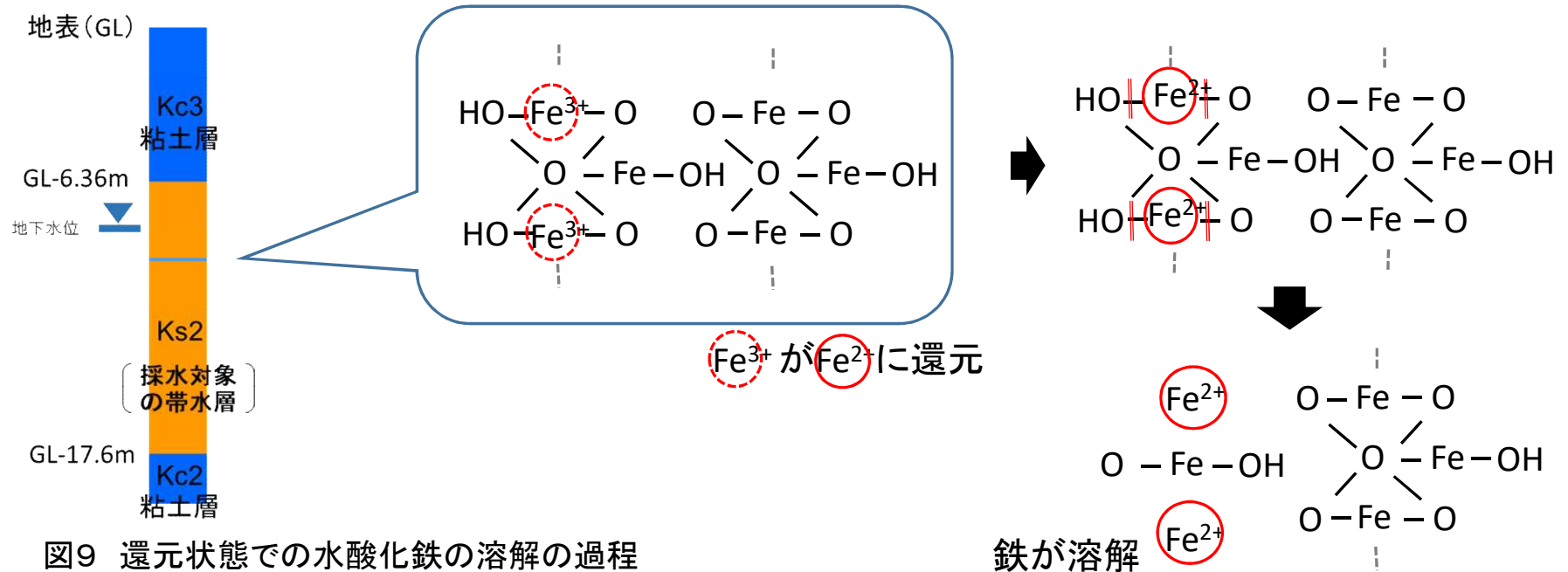
- 地下水の酸化還元電位※は約-400mVとマイナスで強い還元状態
- 強い還元状態で地下水中の溶解性マンガン(6.2mg/L)および溶解性鉄(2.1mg/L)の濃度が高い



※ 酸化還元電位: 地下水などの酸化状態(プラス)または還元状態(マイナス)の度合いを示し、酸素が溶け込むと酸化還元電位は上昇

図8 No.3-1地点の地下水の酸化還元電位

No.3-1地点の地下水(Ks2層)の地質の成分と考えられる水酸化鉄が、強い還元状態の地下水に触れ、安定して存在できなくなり溶解



No.3-1地点の地下水の性状について

No.3-1地点の地下水(Ks2層)の地質の成分と考えられる水酸化鉄にひ素が含まれる場合は

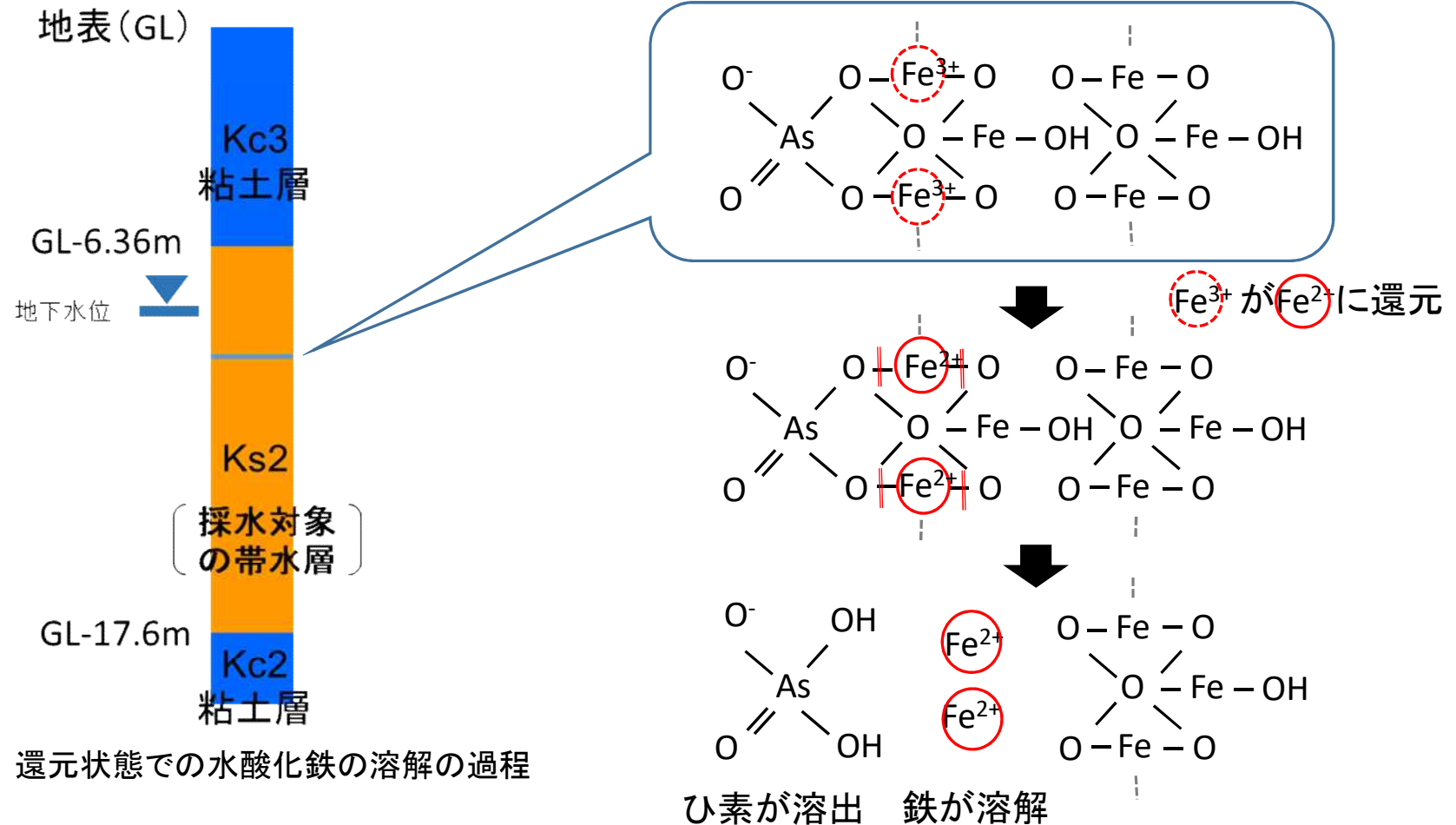


図10 還元状態での水酸化鉄の溶解の過程

以上のことから考えられること



No.3-1地点の地下水は還元状態で、水酸化鉄が地下水に溶解しており、地質の成分と考えられる水酸化鉄にひ素が含まれる場合、ひ素が溶出しやすい状態

No.3-1地点の地質の ひ素の含有状況の調査結果について

調査の目的および方針

No.3-1地点：旧処分場外でボーリングコア(地層)は砂層、砂質土層、粘土層などで構成
地質にひ素が含まれることとなるメカニズムは以下の2パターン

- ① 廃棄物土に自然由来よりも高い濃度でひ素が含まれており、これが浸透水に溶出して短期間(数十年)で地下水に流出し、その痕跡が帯水層(Ks2層)全体にまばらに残る。
- ② 長期間(数千年から数万年)をかけて、自然由来のひ素が水酸化鉄に吸着する形で特定の地質に固定化される。

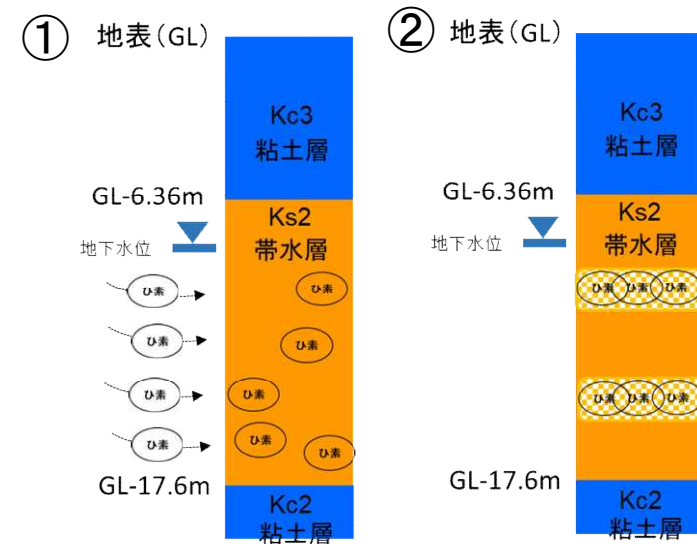


図11 地質にひ素が含まれるパターン

どちらのパターンになるか調査

- No.3-1地点のボーリングコアを使用し、各地層におけるひ素の分布状況を蛍光X線分析※で調査
- ひ素に加えて鉄やマンガンなどの一般的な元素も同時に分析し、各元素の地層への分布状況を調査

※ 蛍光X線分析：試料にX線を照射し、各元素ごとに発生する固有の蛍光X線を検出し、その強度から各元素の含有量を定量する分析方法

調査方法

調査方法についてのアドバイザーのご意見

各委員	ご意見
小野委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ <u>蛍光X線分析であれば全量であり、いろいろな元素（Fe、Mnなど）も測ることができ、全体像が分かる。</u> ■ <u>ボーリングコアの地層の色を見て鉄が多く含まれていると考えられる赤色や灰色の試料を採取し、鉄の濃集部分や溶脱部分の状況を調べる方法や、各層あるいは1mごとに複数試料を採取して混合し、その層の平均的な状況を調べる方法がある。</u>
梶山委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ はっきりとした結論を出すことは難しいと思うが、調査は必要である。 ■ <u>旧処分場の周辺で深度別に調べる必要がある。</u>
樋口委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ <u>蛍光X線分析でよいと思う。</u> ■ 地質状況に基づき、自然由来かどうか判断している事例もある。

アドバイザーのご意見を踏まえた調査方法

No.3-1地点のボーリングコアを使用し、色が赤く鉄が含まれていると推測される試料および概ね1mごとの深度別の試料を採取し、蛍光X線分析※を行って各地層におけるひ素、鉄およびマンガンなどの一般的な元素の分布状況を調査

試料採取および分析

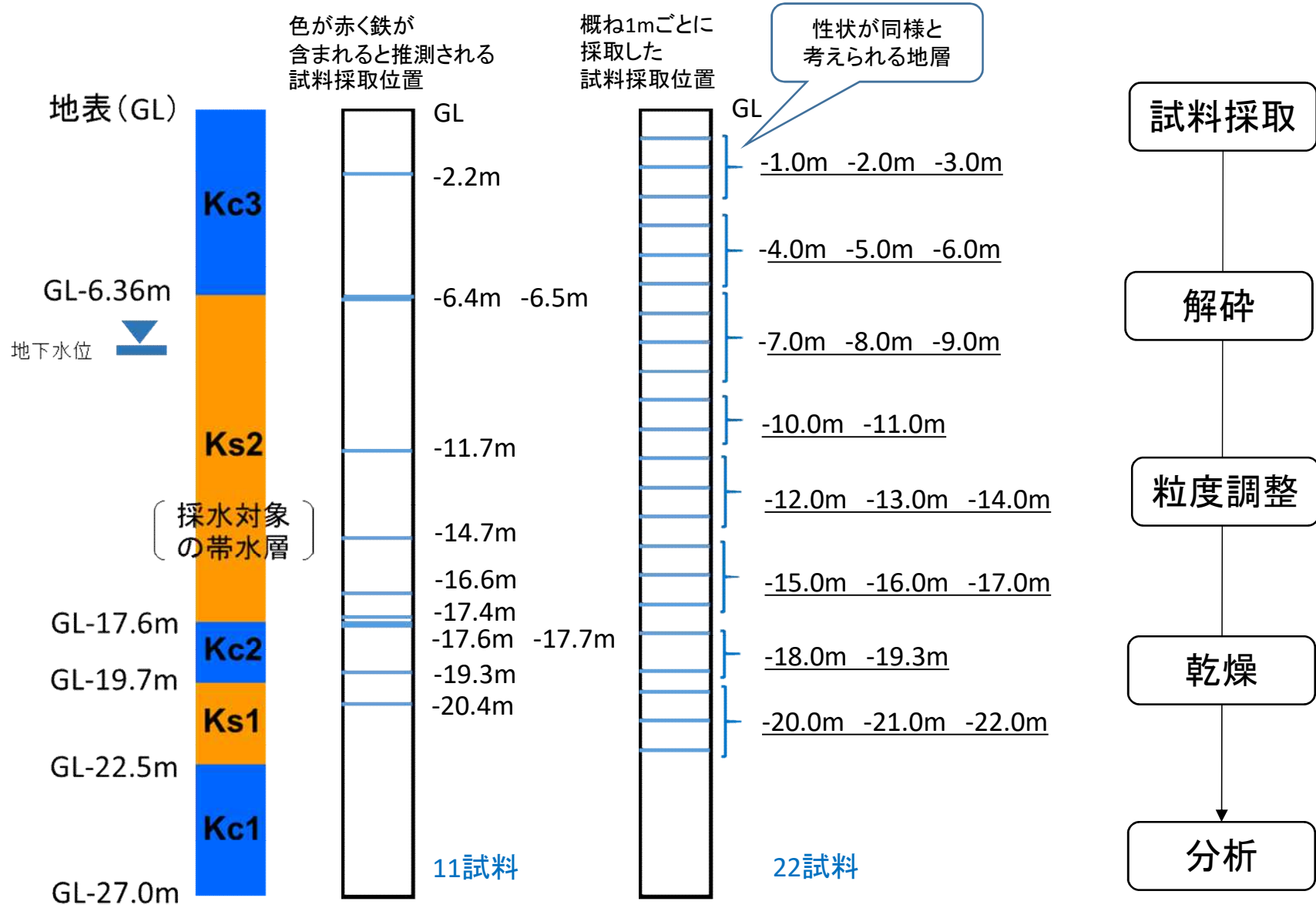


図12 No.3-1地点の地質の試料採取位置および分析方法

調査結果の考察

■ No.3-1地点においてひ素はまばらに分布せず帯水層(Ks2)のうち、鉄が高濃度に含まれるする特定の一層で検出

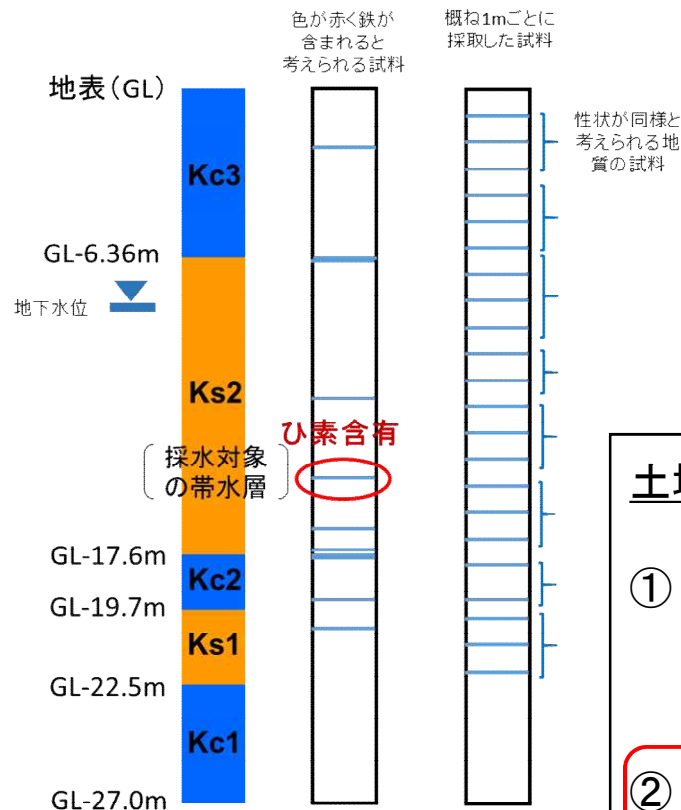
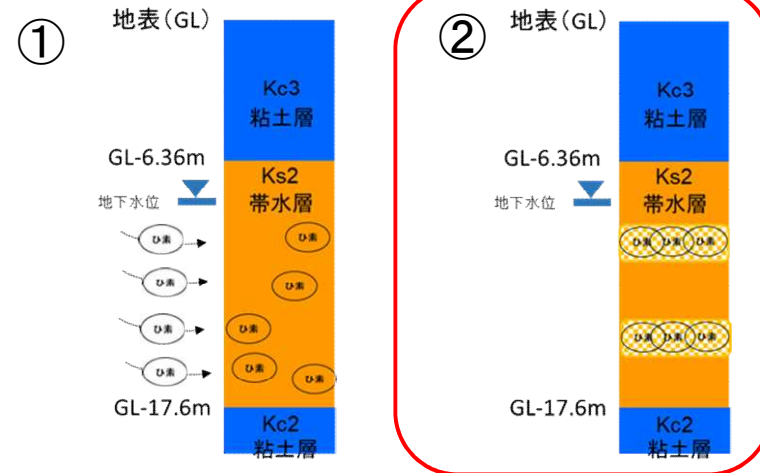


図13 No.3-1地点の地質の試料採取位置



土壤にひ素が含まれることとなるメカニズム

- ① 廃棄物土に自然由来よりも高い濃度でひ素が含まれており、これが浸透水に溶出して短期間(数十年)で地下水に流出し、その痕跡が帯水層(Ks2層)全体にまばらに残る
- ② 長期間(数千年から数万年)をかけて、自然由来のひ素が水酸化鉄に吸着する形で特定の地層に固定化される。

■ No.3-1地点の地表から(GL-)14.7m付近の特定の層に存在し、水酸化鉄に吸着して地層に固定化した自然由来のひ素が、強い還元状態の地下水に触れて、水酸化鉄が分解し、ひ素が溶出

No.3-1地点のひ素の地下水環境基準超過に係る調査結果に対しての
各アドバイザーのご意見

各委員	ご意見
梶山委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自然(天然)由来であろうということだと思います。
樋口委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ No.3-1地点の地下水の基準超過の原因は、自然由来で納得しています。 ■ この調査は自然(地質)由来の根拠としても十分だと思います。
小野委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ ここまできれいなデータがそろって、説明がきちっとされているので、根本的に間違いはありません。 ■ ただ、調査結果の説明は丁寧にする必要があります。
大東委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ No.3-1地点の地下水の基準超過の原因は自然(地質)由来という説明でよいと思います。
大嶺委員	<ul style="list-style-type: none"> ■ No.3-1地点の地下水の基準超過は自然由来で、鉄と一緒にひ素が溶出したと説明でわかります。

以上のことから、No.3-1地点の地下水でひ素が環境基準を超過する原因は、旧処分場由来ではなく、自然由来と考えられる。