

●全体

- ・ No.3-1 地点の地下水は、他の測定項目で対策工の効果がみられるにもかかわらず、ひ素の濃度が横ばいで環境基準を超過している状況です。
- ・ このことから、No.3-1 地点の地下水のひ素が環境基準を超過する原因を調査するため、既往調査結果を考察したうえで、観測井戸を掘削した際のボーリングコアを使用し、No.3-1 地点の地質に含まれるひ素の含有状況を調査しました。

●用語解説

- ・ 地層:地質が層状となったもの。地層の例としては、砂層や粘土層などが挙げられる。
- ・ 帯水層:砂や礫からなる多孔質浸透性の地層で、地下水が蓄えられている地層のこと。
- ・ 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。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する。
- ・ 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)の度合いを示したもの。酸素が溶け込むと酸化還元電位は上昇する。
- ・ 還元状態:微生物の活動などにより水中の酸素が少なくなり、それに伴って生成された(還元された)物質が溶け込んだ状態をいう。
- ・ 蛍光 X 線分析:試料に X 線を照射し、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のこと。

●スライド1 地下水(Ks2 層)のひ素の検出状況について

- ・ 図 1 で示す実施計画の目標達成状況評価地点のうち、Ks2 層の地下水帯水層を対象とし、No.3-1 地点を含む4地点のひ素の検出状況について図 2 で説明しています。この4地点のうち、ひ素について環境基準を超過しているのは、No.3-1 地点のみとなっています。
- ・ 図3のとおり、No.3-1 地点では他の測定項目で対策工の効果がみられるにもかかわらずひ素の濃度が横ばいで環境基準を超過している状況です。この内容については、スライド5で詳しく説明させていただきます。

●スライド2 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

- ・ スライド3から7では、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既往調査結果から考察を行いました。

●スライド3 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、浸透水は図 5 のとおり底面粘土層欠損箇所から Ks2 層の地下水帯水層へ流出していました。
- ・ No.3-1 地点は、図 4 のとおりその流出した地下水の下流側に位置しています。

●スライド4 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、底面粘土層欠損箇所の周辺には、浸透水の観測井戸が 2 地点(図 6 の上側の H16-No.5 と H22-キ-7(4))ありました。
- ・ 対策工事前、No.3-1 地点の地下水に影響を与えていた浸透水の水質を把握するため、No.3-1 地点の地下水およびこの2地点の浸透水のヘキサダイアグラムを作成し、その形状を比較することで、No.3-1 地点の地下水に影響を与えていた浸透水を調査しました。
- ・ ヘキサダイアグラムは、水中のナトリウムイオンや塩化物イオンなどの主要なイオン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される図です。
- ・ 図 6 の左側に示す対策工事前(平成 23 年7月)のヘキサダイアグラムを比較すると、H16-No.5 地点の周辺の浸透水が No.3-1 地点に影響を与えていたことが分かりました。そして、H16-No.5 地点の周辺の浸透水のひ素の濃度は不検出でした。
- ・ 以上のことから、No.3-1 地点の地下水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ます。

●スライド5 No.3-1 地点における対策工事の影響について

- ・ 図 7 のとおり、対策工事前、No.3-1 地点の地下水は、ひ素、ほう素および 1,4-ジオキサンの項目が地下水環境基準を超過していました。
- ・ また、帯水層の遮水工など対策工事により、ほう素および 1,4-ジオキサンの濃度が低下し、地下水環境基準に適合した一方で、ひ素の濃度はほぼ横ばいで地下水環境基準を超過しています。
- ・ ひ素は、ほう素と同様に水の中ではマイナスイオンとして存在し、同じような挙動を示すため、仮に原因が旧処分場由来であれば低下傾向を示すはずですが。
- ・ しかし、図7ではひ素とほう素が同じような傾向を示していません。
- ・ 以上のことから、No.3-1 地点の地下水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ます。

●スライド6 No.3-1 地点の地下水の性状について

- ・ 図 8 のとおり、No.3-1 地点の地下水は酸化還元電位がマイナス(-400mV)で、強い還元状態となっています。
- ・ 図 9 のとおり、鉄は強い還元状態の地下水に触れると結合が保てなくなり地下水に溶解します。
- ・ 実際に、No.3-1 地点では溶解性鉄や溶解性マンガンが他の Ks2 層の地下水の調査地点と比較して濃度が高くなっています。
- ・ 以上のことから、No.3-1 地点の帯水層(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けだしていると考えられます。

●スライド7 No.3-1 地点の地下水の性状について

- ・ 図 10 のとおり、No.3-1 地点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、鉄の溶解とともにひ素と鉄との結合が切れ、ひ素が溶出することになります。
- ・ 以上のことから、強い還元状態の No.3-1 地点では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にあります。

●スライド8 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

- ・ スライド3から7の既往調査の結果から、No.3-1 地点の地下水のひ素の環境基準超過の原因は、旧処分場外の No.3-1 地点周辺にあると考えられます。また、帯水層(Ks2 層)の地質の成分と考えられる鉄にひ素が含まれていれば溶出することになります。
- ・ また、ひ素の由来により No.3-1 地点の地層のひ素の分布状況は異なります。よって、この分布状況を確認し、地質にひ素が含まれるメカニズムを分析して、地下水の環境基準超過の原因を調査しました。
- ・ その結果についてスライド9から 14 で説明します。

●スライド9 調査の目的および方針

- ・ No.3-1 地点は旧処分場の敷地外で、地層は砂層、砂質土層、粘土層などで構成されています。
- ・ 地質にひ素が含まれるメカニズムは、図 11 のとおり①浸透水由来である場合と、②自然由来である場合で異なります。
- ・ ①浸透水が由来である場合、底面粘土層欠損箇所から数十年で地下水に流出し、その痕跡が帯水層(Ks2 層)全体にまばらに残ります。
- ・ 一方、②自然由来である場合、数千年から数万年にかけて土壌中の鉄に吸着し集積するため、特定の地質の層に固定化されることになります。
- ・ ①または②のどちらのパターンに該当するか判断するため、各地層のひ素の分布状況を調査しました。

●スライド 10 調査方法

- ・ 調査方法はスライドの中ほどに示すアドバイザーのご意見を踏まえて決定しました。
- ・ その調査方法は、No.3-1 地点のボーリングコアから鉄が多く含まれている試料および深度別の試料を採取し、蛍光 X 線分析で一般的な元素を同時に測定し、各地層のひ素などの分布状況を確認するというものです。

●スライド 11 試料採取および分析

- ・ No.3-1 地点の地層に含まれるひ素の分布状況を確認するため、アドバイザーのご意見を踏まえ、図 12 の中央に示すように鉄が多く含まれていると想定される 11 試料および概ね 1m ごとの深度別の 22 試料を採取しました。
- ・ 採取した試料はスライドの右側に示すように解砕し、粒度を調整し、乾燥させて分析に供しました。

●スライド 12 調査結果

- ・ 表 1 に、No.3-1 地点の地質のマンガン、鉄およびひ素の含有量の調査結果を示します。
- ・ この分布状況の調査結果から、鉄が多く含まれていると想定され、帯水層(Ks2 層)に位置する、地上から 14.7m の試料のみひ素が検出されました。
- ・ また、ひ素が検出された試料には No.3-1 地点の地層全体の中でも鉄が高濃度に含まれていました。

●スライド 13 調査結果の考察

- ・ No.3-1 地点では、帯水層(Ks2 層)の中の特定の一層でひ素が確認され、鉄も高濃度に含まれていることから、地質にひ素が含まれることとなるメカニズムのうちスライド中央に示す②の自然由来のパターンに該当します。
- ・ この調査結果を踏まえると、水酸化鉄に吸着して地質に固定化した状態の自然由来のひ素が帯水層(Ks2 層)の特定の層に存在し、強い還元状態の地下水に触れて溶出したと考えられます。

●スライド 14 まとめ

- ・ この No.3-1 地点の地下水のひ素の環境基準超過の原因調査結果について、アドバイザーにご意見を伺ったところ、スライド中央にあるとおり「自然由来でよい」とのご意見をいただいています。
- ・ 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ます。
- ・ なお、この調査結果については、次回の連絡協議会においても説明させていただきます。