

「鳥取県淀江産業廃棄物処理施設計画地下水等調査会」第4回会議

日 時 令和3年2月23日（火・祝）

13:00～

場 所 米子市淀江文化センター《さなめホール》
イベントホール

【傍聴】さなめホール大ホール（西部会場）

県庁講堂（東部会場）

○大呂課長補佐 それでは定刻になりましたので、鳥取県淀江産業廃棄物処理施設計画地下水等調査会第4回会議を開会いたします。

本日、司会をいたします大呂です。よろしくお願いいたします。

まず、事務的な確認をさせていただきます。本日は、新型コロナウイルス対策として、委員の先生方にはウェブ会議で出席をしていただいておりますけれども、委員全員に出席をしていただいておりますので、条例第7条第2項に定める定足数の過半数を満足していることを報告いたします。

それでは、開会に当たりまして、鳥取県県土整備部長の草野が御挨拶申し上げます。

○草野部長 皆さん、こんにちは。鳥取県の県土整備部長の草野と申します。

本日は、祝日にもかかわらず当調査会に先生方には御参加いただきまして、誠にありがとうございます。

また、早いもので今日第4回ということで、ほぼ1年前に第1回が始まって、これまでボーリングの調査は終わって、現在、地下水ですとか、あと河川の流量調査は続いているのですが、調査の段階が大分進んできて、これから三次元のシミュレーションという解析とか分析の段階に入っていくのかなというふうに考えております。これまでも非常に難しい調査を御指導いただいたのですけれども、これからの解析、分析はよりまた高度な専門的な御指導、判断が必要になってくるのかなと思いますので、鳥取県の非常に重要な県政課題ということで、先生方にまた負担をおかけして大変恐縮ではあるのですが、引き続きの御指導をよろしくお願いいたしますと思っております。

本日はよろしくお願いいたします。

○大呂課長補佐 続きまして、嶋田会長様から御挨拶をいただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

○嶋田会長 嶋田です。皆さん、こんにちは。2回目のウェブ会議ということで、お集まりいただきありがとうございます。

今、部長さんのお話にもあったように、ちょうど1年前、この委員会がスタートして、1年間かけてパイロットのボーリング、それから本調査のボーリング、10本以上のボーリングを打って、かなり丁寧な調査をしてきたと思っています。私が特に感心したのは、地下水関係では普通、観測井というのを掘るのですけども、その観測井を帯水層ごとに分けて掘られたこと、これはかなり手間暇のかかる丁寧な調査だと思います。そういう意味では、かなりしっかりしたデータが集まってきたのではないかとと思っています。これから、これらの観測井戸水位を1年かけて観測するとともに、それらを使ってシミュレーションによって、地域の地下水の流れの実態を把握していくという後半の重要なステップに入ってくると思うのですが、今日は、前半の部分のボーリングが完了して地質関係の情報が集まってきたことと、それに伴って水理地質に関する情報も集まってきたので、まずはこんなデータが取れています。また地質に関してはこんな構造と考えるのが妥当であろうというようなお話がいただけるのではないかとと思っています。

委員の皆さんはもう既に現地を見られて、昨年12月にはボーリングのコアも、全部ではないですけど、7割方掘られた穴のコアを確認されていますので、そういうバックグラウンドを持ちながら、地域の水理地質の、あるいは地質の層序の考え方に関して忌憚のない御意見をいただいて、この機会に調査結果から読み取れる現地の状況というものの共通認識をつくっていきたいと思っています。

ただ、実際に、地下水の流れは地質調査だけでは分かりませんので、ここで取られたデータを基に地下水の流れをこれからシミュレーションで確認をしていく作業を、今年1年かけてやっていくのだと思うのですが、その間には、やはり観測した水位のデータとか流量のデータとかにマッチングするように得られたパラメータ、水理パラメータを調整したりとか、いろんな作業が試行錯誤的に入ってくると思うんですね。その過程で、本日紹介された水理地質の構造というのは一部見直しが多分入ってくると思うのですが、そういう意味では、取りあえず現時点のボーリング調査で得られたデータからこんなことが考えられますということを、皆さんの専門バックグラウンドにさせていただいて合理性がある御判断を今日はいただければと思っています。

多分最後に今後のスケジュールの話があると思うのですが、およそ、これから観測がスタートして約1年弱かけて観測をしていくことになりますので、その点についてもこれか

らのやり方についての御意見をいただければと思います。

本日は、どうぞよろしく申し上げます。

○大呂課長補佐 ありがとうございます。

本日報道の方もお見えですけども、これ以降は忌憚のない御意見が発言しやすいよう、カメラによる撮影は御遠慮いただきますようお願いいたします。

本日の資料につきましては、次第の下のほうに一覧を記載しております。傍聴の方で不足がある方は職員にお申出ください。参考資料の1に、地質層序対比図及び帯水層区分対比図というのをつけておりますけども、これはボーリング調査の結果を基に地層や帯水層のつながりを示した図です。資料中にも掲載をしておりますが、非常に小さくて見づらいですので、詳細はこの参考資料1のほうで確認をお願いします。

そして次に、参考資料の3についてですけども、議論の中で専門用語がたくさん出てきますので、傍聴の方向けに用語集を作成いたしましたので、参考にさせていただければと思います。

それでは、議事に入る前に、これまでの経過等について事務局から説明をいたします。淀江産業廃棄物処理施設計画審査室長の山本が説明いたします。

○山本室長 淀江産廃計画審査室の山本でございます。

そうしますと、早速ですが、資料の2ページ目、調査の経過等というところをお願いいたします。調査会も今回で4回目ということになりますので、私のほうからはこれまでの調査状況を簡単に御説明申し上げます。

3ページ、この調査の目的、方法につきましては既に皆さん御案内のとおりでございますけども、淀江町小波地区の産廃計画地を流れます地下水の流向等につきまして、本日よりモートで御出席いただいている嶋田会長をはじめ、5名の委員の皆様で構成するこの調査会におきまして、公正、中立に調査を進めているものでございます。

続いて、4ページをお願いいたします。4ページからはこれまでの経過を簡単にまとめております。赤字で記載のとおり、これまで3回の調査会を開催しております。なお、各会議の概要につきましては、本日の参考資料4でありますとか、あと県のホームページ、とりネットに、本日までの会議資料であったり、前回までの議事録も御覧いただけるようにしております。

概略御説明を申し上げますと、1回目の会議は昨年2月に行っておりまして、委員の先生方に現地を確認していただいた後、予備調査で収集させていただいた既存の文献資料や

データを基に御議論をいただきました。それで、ボーリング調査や観測データ等の収集であったり、そのほかシミュレーションなどを行いまして、調査期間は少なくとも1年以上、おおむね1年半から2年程度かけて調査をしていくという方針が決まっております。2回目につきましては昨年5月に行っております。ここでは、具体の調査計画を検討しております。11地点でボーリング調査を行うこととありますとか、先行するパイロット調査と本調査の二段構えで向かうことによりまして、見直しをかけながら丁寧かつ効率的に調査を進めていくというようなことを決めていただいております。その後、地元の皆さんにも御理解、御協力いただきながら、調査地点の貸借契約等の手続を経まして、7月頃から現場での先行ボーリングなどパイロット調査に入っております。昨年9月には3回目の調査会を開催しまして、先行ボーリングの3本の結果から、大体計画地周辺にはおおむね3つの帯水層が存在することを確認させていただいております。そのほか会議では、ボーリングの井戸や地質の分析などの追加調査の御指示もいただいております。本調査の中で対応させていただいております。

続いて、5ページをお願いします。こちらは本調査の状況でございます。本調査では、ボーリング調査を行った全11地点でコアと呼ばれます地質のサンプル、これを掘り上げております。委員の皆さん方には、掘り上がって間もないコアを御確認いただくということで、昨年12月の初めに、その時点で掘り上がっていたコアを御覧いただいております。そのほかにも本調査では、ボーリング孔や既存の井戸を使った地下水位の観測を11月から順次開始しておりますし、塩川流域3地点での連続流量確測、そのほか水質調査のための採水等も行っているところでございます。

なお、6ページには、参考までに各調査地点や調査数量をお示ししております。こちらは後ほど御確認ください。

こうした本調査の状況を受けまして、本日の第4回会議ということでございます。本日は主にボーリング調査の結果を踏まえまして、計画地周辺の地質総合解析や地下水の賦存状況などを御検討いただくこととなります。加えまして、今後本格化する三次元シミュレーションにも触れていただく予定としております。なお、資料には記載しておりませんが、今回以降の調査業務、地質総合解析とシミュレーション業務の委託先でございますが、こちらのほうは予備調査と本調査を担当いただいた建設技術研究所とシミュレーションのソフトを開発された地圏環境テクノロジーさん、この2社による共同企業体、JVで落札されております。本日は、事務局の一員として解析状況の資料の説明等

をお願いすることにしております。

私のほうからは以上でございます。

○大呂課長補佐 それでは、議事に入りたいと思います。議事の進行については、条例第7条第1項の規定に基づき、嶋田会長様にお願いいたします。

それでは、よろしく申し上げます。

○嶋田会長 嶋田です。では、規定によって司会を務めさせていただきますので、よろしく申し上げます。何分、ウェブ会議なので、途中で回線が切れたりとか想定できないようなことが起こるかもしれないですが、臨機応変にやりたいと思いますので、よろしく御協力ください。

ではまず、次第にのっとり、今日は議題の1として地質の総合解析、議題の2として水理地質構造となっておりますが、関連する内容ですので、両方併せて進めようと思います。

では、事務局、説明をよろしく申し上げます。

○和田管理技術者 それでは、建設技術研究所・地圏環境テクノロジー共同企業体の構成員であります建設技術研究所、和田から説明させていただきます。

これまで行われましたパイロット調査と本調査の結果、本調査は結果がつい最近上がったところでございます。また途中経過ですが分かってきたこと、あるいは疑問になっていること、そういうことについて御説明させていただきます。

まず9ページ、第1回の調査会の資料で出させていただきました本調査地域の地層の分布、あるいはその地層の重なり具合、時代、堆積年代を取りまとめた文献資料でございます。今回の調査範囲というのが、この赤の点線で囲まれた範囲、この範囲を最終的には三次元地下水シミュレーションで、地下水がどのように流れているかということに対して解析を行うという手順になってございます。今回の調査計画地が、ちょうど今、赤のポインターで囲っている辺りにございまして、この辺りは文献では古期扇状地I面堆積物という堆積物で覆われている範囲だということが示されておりました。その下位には、溝口凝灰角礫岩という堆積物であるとか、ほか様々な岩石が分布しているのですが、これが実際ボーリングで調査をしたときに、どのように分布しているか、過去のボーリング調査もあったのですけども、まだ不明なところがたくさんあって、それが今回分かってきたところでございます。

10ページですが、前回の第3回の調査会の会議のときに、パイロット調査の結果で、一応こういう新しい地層があるのではないかということがだんだん分かってまいりました。

ただ、このときはまだ3本のボーリングしかなかったので、大体大きく分けて3つの帯水層があるのではないかということが、この辺りで分かってきたという段階でございました。

今回、後に少し詳しく説明いたしますが、11ページ、前回のパイロット調査のときに左側、右側が今回新しく調査して区分した地層でございます。地層の区分が随分増えたということでございまして、赤字で書いている部分が今回新たに、文献にははっきりと記載がない、あるいは違う解釈で捉えられていた地質が分布していて、これを今回のボーリング調査で区分できたというところでございます。まだ確定というわけではございませんが、取りあえず現段階ではこのように区分しているというところでございます。この地質層序表は少し工夫をして、大体、今の淀江平野、あるいは塩川の谷地、あるいは米子平野、それぞれに分布しているもの、あるいは事業計画地の台地であったり、山陰道の西側の台地であったり、そういうところごとに分布しているものと、その地質が分布している、していないを、こういうふうに分けて表示しているというところでございます。この赤枠で示している地層が、今回のボーリング調査で把握された地層でございます。

続きまして12ページ、調査地点をお示ししておりますが、この図面で緑の丸は既往のボーリング調査で、今回の調査以前に実施されているボーリング調査の資料をお借りして、今回の調査結果に組み込んだものでございます。事業地の上流の南東方向、大山の弥山の山体に近いほうになりますが、ここに米子市さんの水源調査で実施されたボーリング調査の結果がございましたので、それを取り入れてございます。あと、このブルーの丸が3点ございますけれども、これがNo. 1、2、3ということになりますが、これがパイロット調査で実施したボーリング調査でございます。この赤の丸、これが全部で8地点ございますけれども、この赤の地点が、そのパイロット調査の結果を受けて実施した本調査のボーリング調査ということでございます。

今からお見せする断面図は、このボーリング調査のそれぞれの柱状図、あるいはコア写真を横にずらっと並べて、どの地層とどの地層がつながるか把握したものということになります。ですので、一応、南北断面と書いておりますが、正確には南東から北西に向けて行く、この赤の断面、ちょっと事業地のところでは、かくかくかくと矩形に曲がってつなげているのを、あたかも直線だというように見せているというものですので、ちょっと御留意いただきたいと思います。また、この東西断面のほうの青の断面も、ちょうどNo. 9のところ、東西から南北にくきと曲がっていますので、これについてもそういう目で見ていただきたいと思います。と考えております。

まず13ページ、これが地質層序対比図でございまして、この見方なのですけれども、配布資料にはございませんが、本日は地元の方の一般の方も傍聴されているということで、少し説明を加えさせていただきました。この図の見方は、単純にボーリングの結果を等間隔に並べているだけですので、実際この距離というのは、非常に開いているところとか、密のところがあるのですが、それを解析上一番分かりやすくするために等間隔に並べているというものです。したがって、この地層の傾斜は実際の傾斜とは異なりますが、おおむね傾いている方向はこれで分かっていくということでございます。

これは、標高で全て合わせてございまして、例えばこの赤の線、この辺りが標高ゼロ、海拔ゼロメートルのところですので、そこから一番高いところで、ここちょうど標高80mぐらいのところになりますし、現地は大体標高30mから40mぐらいのところということになります。一番深いところでは、大体この断面では標高マイナス40m辺りのところまでボーリングで調査しているということになります。これは、あくまで地層がこの隣のボーリングの結果とどこでどうつながるか、あるいは地下水位がどこにつながっているかということ把握するための図面でございます。

これで分かってきたことが、まず、台地、ちょうどここが先ほど申しました古期扇状地I面堆積物と文献では区分されていたのですが、あくまでそれは平面図ですので、それを断面図でこういうふうにボーリング調査の結果で示しております。この表層の一番上の比較的厚い、層厚でいいますと厚いところで20m近くあるのですが、これが中期～古期大山噴出物と言われる、いわゆる大山の噴出物が空から降ってきて、それがたまったもので降下軽石層、ローム層とか、あるいは火砕流堆積物の薄いものがここにたまっていたということが今回確認されております。

その上から順に、ここに茶色い層の下に薄く、肌色といいますか、ちょっと薄いオレンジ色で描いているこの地層、これが非常によく連続するのですが、これを今回、古期扇状地I面堆積物と評価しました。各地層の状況については、後に詳しく述べさせていただきます。まずは、ここで重なり順の順番だけ御説明します。

その下に、ちょっと濃い肌色といいますか、ピンク色に近いもの、この地層を溝口凝灰角礫岩に区分いたしました。最上流のBP-1のところ、西尾原の水源地の辺りでは非常に厚くて、その層厚が大体50m以上存在することがわかりました。それがだんだん下流に行くに従って薄くなってきて、最終的にはNo. 8の手前、ちょうど壺瓶山の手前辺りでなくなって、せん滅すると、薄くなってなくなっていくというような分布を示しており

ます。

その下位に、黄色で示したものの、これが火山灰質砂層の（大山系）ということになります。この地層は、逆にB P - 1、西尾原の水源地の辺りでは確認されないのですが、このNo. 1とこの間で始まって、そこから下流までずっと連続するというような分布を示しております。地層の厚さもそれほど、あまりこの断面では膨縮は見られなくて、ちょっと上のほうは割と平らに見えるというような地層でございます。

その下位に、水色のところが火山灰質固結粘土層。これも薄いのですが、非常に連続性がいいというような地層になっております。

その下位には、火山灰質砂礫層（上部）。ちょっとここでは薄いのですが、これに、直交する東西断面ではもう少し厚くなります。その下に、この上流部で非常に厚い安山岩質火砕岩というものが分布しております。

その下の緑のところ、山のほうなのですが、火山灰質砂礫層（下部）というものが分布しております。次は海に近いほう、沖積平野に近いほうにつきましては、最上部に沖積層、あと旧淀江湖堆積物、旧淀江湖にたまっていた有機質粘土層を主体とする地層が、厚くたまっているというところがございます。この断面で見ると、緩やかな下流傾斜になっているということが大体分かります。

続きまして14ページ、先ほどの断面は南北、南東から北西方向の断面ですが、今度は東西方向ですね。このNo. 9、ちょうどこの測線折れ点と書いているところまでは東西ですが、そこから先は南北断面になっているというので、ちょっと御覧いただきたいと思うのですが、ここで見ますと、台地の一番標高の高いところ、これは事業計画地のところですが、そこには先ほどの中期～古期大山噴出物が広く分布しているのですが、ちょうどその隣の山陰道の西側の台地、ちょっとこれ、一段低くなっているのですが、ここには一番表層に段丘堆積物、それとその下位に中期扇状地面堆積物というのがたまっているということを確認しております。

その下には、先ほど御紹介しました、この台地の下ですね、ここには古期扇状地I面堆積物と、一番特徴的なのはこの下で、ピンク色といいますか、ちょっと濃い肌色、この溝口凝灰角礫岩というのが非常に広く、この東西方向でいくと、ちょうどNo. 11とNo. 2の間、ちょうどこの辺りです。そこに宇田川が流れていますけども、東側は、ちょうど宇田川の辺りぐらいまで分布している。逆に、西側は、先ほどのNo. 8の壺瓶山の谷のところぐらいまで分布しているということが分かっております。

その下に、火山灰質砂層という、この黄色の部分はさらに遠くまで広く分布しているということがだんだん分かってきたというところでございます。先ほど火山灰質砂層の大山系と言いましたが、大山系があるということは別のものがあるのかというところなのですが、実はこの下のところ、後で説明しますが、ここに日野川系というのがありまして、これはどうも供給源が大山から直接来たものと日野川の影響を受けているものの2つがあるということが分かってまいりました。

さらにその下のところに、水色の火山灰質固結粘土層というのがあるのですが、これも先ほど上下流方向で連続性がよかったですのですが、ここも河川を横断する方向、東西方向でも比較的連続性が高いということも分かっております。

その下に、火山灰質砂礫層の上部、それとオレンジ色のところが安山岩質火砕岩の自破砕部というところでは、文字どおり自分で壊れたというふうに字を書くのですが、そういうものが分布しているのですが、実はこのNo. 9のところにだけ、なぜかその下に、自破砕部ではなくて塊状部、割れていない、本当に割れ目も少ない、それで無層理な岩体が分布しているということが今回のボーリング調査で分かりました。これも後で詳しく説明させていただきたいと思っております。

その下に、火山灰質砂礫層（下部）というのがありまして、一番下には、未区分なのですが、火砕岩類というものがあります。これはもっと古いもので、透水性も割と低いものなのですが、こういうものが分布しているということが分かりました。大体これが、今、把握できている地質構成でございます。

次に15ページ、今から一つ一つの地層の層相について御説明させていただきます。まず、潟成、例えば後背湿地でありますとか浅い湖とか、そういうところでたまった、イメージとしては今の湖山池とか、そういうイメージかとは思いますが、そういうところにたまった有機質に富む粘土層、これがちょうどこの図面の真ん中辺りの背後に壺瓶山があって、事業計画地のある丘があるのですが、その丘で地理的には隔絶されているのですが、この西側の塩川の下流のところ、これは現在の米子平野のほうにつながるのですが、それと山を挟んで反対側の淀江平野、旧淀江湖ですね、そこに同じような有機質の地質が見つかりました。ちょうどこの地層が堆積した時代に両方の流域に湿地があつて、植物が繁茂しているような、そういう淡水域の環境があつたというふうなことがここで分かったというところで、これが一番新し目の地層でございます。

16ページ、その下位に沖積層という、こういう緩い砂層を主体とした、一部粘土層と

かが入っているような地層が分布しているというところがございます。

17ページ、段丘堆積物というのが、先ほどの地形区分でいうと、中期扇状地面堆積物という山陰道の西側の、事業地の計画の台地より一段低いところの最上部にたまったもので、ちょっとこれを見ますと、海浜砂に近い砂も非常に卓越していますし、下のほうにはこういう礫もあるということで、この表層に薄くたまっているというような分布を示しております。

18ページ、その下位に中期扇状地面堆積物ということで、これは文献に出てきた堆積物なのですが、このようにデイサイト質の礫を非常にたくさん含んでおり、礫の大半は円礫から亜円礫で、川の影響でたまったものであるということは容易に推定できるということです。これがこの事業計画地にたまっているものよりも大分新しいものでして、ということは、この事業計画地の堆積物が後でたまったわけではなくて、逆に事業計画地のこの丘が既に出来上がっているときに、この山陰道の辺りでがばっと不整合にここの地面を、恐らく古い、大山から流れてくる川がえぐって、その上に中期扇状地面堆積物を堆積させたということが分かったと。この地層は、実はこのNo. 8の壺瓶山の西側を流れる塩川の谷の底にも同じものが分布しているので、ざあっと広がって分布した上をさらにこの塩川が削ったというような地質形成史が推定できます。

19ページ、その状況を見ていただきますと、これが一番左のボーリングコアがNo. 8、真ん中がNo. 10、一番右端がNo. 9、この3つですが、No. 8は谷の底、No. 9は台地の上にある堆積物ですが、この写真で見ていただいておりますのとおり、ほとんど、^{つら}面つきといいますか、層相が酷似しておりますので、同じ地層と見て差し支えないというふうに考えております。

続きまして20ページ、この中期～古期大山噴出物です。先ほどの中期扇状地面堆積物が削って、これは削られた側になるのですが、この台地の上は、幸運にもといいますか、今までずっと削られてなくて、ずっと保存されていた。だから、この古い地層がこんな上に乗っているというところなのですけれども、ここに、この地区では非常に有名なDMP、大山松江軽石の略なのですけれども、このDMPというテフラ、降下軽石層と、あと樋谷軽石(H d p)、これらをここで認識することができました。その下に、実は今回初めてこの調査で分かったのですが、未区分火砕流堆積物という地層が2枚存在することが分かりました。これは、かつて別の露頭で、溝口凝灰角礫岩ではないかというふうな話も一部出ていたようなのですけれども、これは明らかに溝口凝灰角礫岩とは別物の、割と新し目

の火砕流堆積物でございます。このオレンジの枠全部が中期～古期大山噴出物と区分されているのですが、未区分火砕流堆積物はその中の一部、しかもその下部のほうにあります。右側にあるこの地質年代の表は、下に行けば下に行くほど古いのですが、ちょうどこの辺りにあるのではないかと、まだ確定ではありませんが、地層の重なり具合からそうではないかというふうに今は考えております。この地層が、この台地の上だけではなくて、事業計画地の台地の上と、それと塩川を挟んで東側の台地の上にも存在します。

21ページ、もう一つ、今回非常に興味深かったのが、このNo. 10のところ。No. 10の上位に先ほどの中期扇状地面堆積物があるのですが、その下位にもこのDMP、大山松江軽石が出てきたという非常に興味深い結果が出ました。それを御覧いただきますと、これですね。ここのNo. 6とか5。このボーリングでは台地の一番上のところ、地表よりも1m半ぐらい掘りますとこのDMPが出てくるのですが、このNo. 10のところでは、中期扇状地面堆積物が10mぐらいたまっています、その下からこのDMPが出てきたと。こちらでは地表面、この丘の上では地表面近くに出てくるものが、なぜかこの中期扇状地面堆積物のところでは、それよりもさらに下、10m下に出てきたと。我々地質をやる者からすると非常に面白い結果が出てきましたが、これは別に不思議なことでも何でもなくて、要はこのDMPが割と古くて、この台地の上ではそれ以降、この上に土石流堆積物などがあまりたまらなかったと。ところが、こちらのNo. 10の丘のところでは、一旦同じようにたまっていたところの上を削って、だからDMPももう少し厚かったのだと思います。その上にあった堆積物も全部削って、非常に大きな洪水があつて、この中期扇状地面堆積物がここにざあっと10m近くたまつたと。一気か、何回かに分けてかは分かりませんが、10mぐらいたまつたということが分かりました。この中期扇状地面堆積物が、地形的には上位にある中期～古期大山噴出物よりも低いところにたまっていることが、これで明らかになったというところでございます。このDMP、これが本当に同じ地層なのというところは、別の分析結果で証明したというところは後ほど御覧にしたいというふうに思います。

22ページ、これは、淀江平野の下なのでありますが、古期扇状地Ⅱ面堆積物というものがたまっていると。これはここでしか見られないものです。

23ページ、古期扇状地Ⅰ面堆積物。層厚はそれほど厚くない、数mのものなのですが、明らかにその下位の溝口凝灰角礫岩とは、層相、地層の質を異にするものがたまっています。なぜそう言えるかという、こちらは円礫に非常に富んでいて、礫の中身も少

し違う、火山礫の様子もちょっと違うというようなところです。あと、ちょっとここは地表からの風化の影響を強く受けておりまして、やはり浅いところにあるということで、風化が進んでいるというところでございます。

24ページ、その下位に存在するのはこの溝口凝灰角礫岩でございます。今後、今回の対象地域の水理地質構造を語る上で、この溝口凝灰角礫岩が非常に重要な地層になってまいりますので、ちょっとここで詳しく説明させていただきたいと思っております。

東西断面で見ますと、このようにちょっと不陸、不陸というのは凸凹です、不陸がありますけども、つながっていると。なぜ凸凹があるかといいますと、今でもそうですが、どうしても河川は谷をこういうふうに削りますので、もし今の地形でも巨大な土石流がたまれば、ガタガタになると、この河川横断方向で見ますとですね。ですので、当時もこういうふうな地形があって、そこにたまっただのではないかということは容易に想像できるというところでございます。

25ページ、これを上下流方向で見ますと、この赤枠で囲んだのが溝口凝灰角礫岩でございます。溝口凝灰角礫岩の定義というのは非常に難しく、いろんな過去の文献でも定義や分布が非常にばらばらでして、統一的な、これが溝口凝灰角礫岩だというのを示す文献というのはなかなかないのですけれども、今回この地層で少なくとも溝口凝灰角礫岩の区分というのは、鍋山デイサイトよりも上位にあると。上位にある土石流堆積物等を主体とする火山性の凝灰角礫岩であるというふうに定義されております。逆にこれより上には、溝口凝灰角礫岩というほどの大きなまとまった岩体というのはいないのですね。先ほどこれの上位に古期扇状地I面堆積物というものがありましたけども、非常に薄くて、ほかのところでは溝口凝灰角礫岩というの、ものすごく厚い地層として認識されておりますので、こんなちっぽけなものではないということがあります。ということは、上から見ていっても下から見ていっても、それに該当する地層というのはこの凝灰角礫岩しかないのです、ということであれば、これは溝口凝灰角礫岩にほぼ間違いのないのではないかと考えられます。文献で記載されているような層相とも非常に合致しますので、そういう面からも、これを今回、溝口凝灰角礫岩であるというふうに認識いたしました。鍋山デイサイト起源の火砕岩というのがあるのですが、この地層由来の岩石も溝口凝灰角礫岩に入っておりますので、上流側でそれを取りこんで堆積したと考えています。

26ページ、No. 1孔で掘ったボーリングをちょっと、いつもはコアを横にしているのですが、それを90度横に寝かせました。横に寝かせたといっても、ボーリングとい

うのはこういうふうにも上から掘っていくので、実はこの方向が堆積した方向と同じ方向です。それを1 mごとに切って横に並べたというものになっておりますけれども、地層の特徴は非常によく固結していて、岩質は非常に固いです。密実で割れ目も少ない。割れ目が何箇所か見えますけれども、この割れ目は、ボーリングをするときに1 mごとにコア試料を引き上げますので、そのときにできた切断面でして、この切断面をなくしますと、上下を見ていただくとお分かりのとおり、全く割れ目がありません。写真のこの部分もコアに出すときにひび割れがしたものでございまして、掘削直後はもうほとんど割れ目がないというような状態で、しかも地層が密実で固い地層でございまして、有効間隙といえますか、この中に地下水を胚胎するような隙間というのは極めて少ないというふうに考えております。後ほど紹介しますが、透水試験をやっても非常に難透水性な結果が出ておりますので、これほど厚い地層で、これが難透水層として存在するというのが、現地の地下水の在り方を考える上では非常に重要な情報であったということが分かったというところでございます。

27ページ、もう少し拡大しますと、こんな感じです。こういう割れ目はボーリングの継ぎ目の割れ目でございまして、実際の地層には、ほとんど割れ目がありません。細粒の火山砂が主体のところもございまして、直径50 cmを超えるような巨大な礫も入ってきていることから、非常に大きな激しい土石流のようなもので堆積したというふうな堆積状況が想定できます。それと、もう一つは、亜円礫もあるのですが、どっちかというところ、こういう角礫ですね、角張った岩石、岩片を多く含みます。先ほどの上位の古期扇状地I面堆積物は、扇状地面堆積物と言われるだけあって、割と円礫のほうが優勢なのですが、ここは非常に角礫のほうが卓越するというような特徴がございまして。

28ページ、その下位には火山灰質砂層で大山系と、いわゆる大山から噴出してきたものの、流れてきたものが主体でたまつたと考えられる砂層があります。これは後ほど述べますが、ここの第二帯水層、先ほどの上位の溝口凝灰角礫岩の下に広く分布しておりまして、これが比較的透水性があつて、実は地層も割と軟らかい、先ほどの溝口凝灰角礫岩が割と固結度が高いのに比べて、こちらはどちらかといいますと固結度が低くて、見るからに有効間隙率、有効間隙率は砂粒子の間にある隙間です、それが少し大きそうだというふうなイメージのところでございます。このように非常に東西に広く分布しておりまして、地層を何か所かでボーリングを掘ったコアを横に並べますと、特徴的なのはこういうラミナといまして、日本語では葉理しましまといいますが、こういう地層の縞々、細粒の粘土質あるい

はシルト質のものと粒子の荒い砂層が交互にリズムカルにたまったような様子、こういうのがそここで見られます。

もう一つの特徴は、ちょっとここは風化していて黄土色っぽく見えるのですけれども、新鮮部では、先ほどの上位の溝口凝灰角礫岩がどっちかという非常に明るい茶色といえますか、褐色といえますか、そういう色が卓越していたのに対して、こちらはどっちかという、非常に暗い灰色が優勢な堆積物という特徴がございます。そういう意味で、恐らく違う時代、あるいは似た時代でも違う堆積環境、堆積方法でたまった地層ではないかと考えています。コア写真を見ていただくと分かる通り、礫があまり入ってきていないのですね。先ほどの溝口凝灰角礫岩は、礫がたくさん入っていて、赤っぽい色をしていますけれども、その下位の火山灰質砂層はそういう礫がほとんど入ってこなくて、こういう黒っぽい色と、灰色っぽい色をしている。暗灰色という感じの色と、こういう白い、恐らく火山灰なのでしょうけども、こういう薄い白層が交互に出てくる、こういう層相で区別できるというところでございます。

30ページ、パイロット調査のときは、まだちょっとボーリングの本数とかが少なかったもので、なかなか解釈が難しかったと思うのですけども、違いは、前回、この赤の点線で囲われているところの地層もこの地層とつなげてありました。ここの地層をちょっと拡大したものが31ページですが、見ていただきますと、この赤のところの地層は礫がたくさん入っています。一部こういう礫が入ってこないところがあるのですが、これは溝口凝灰角礫岩でも同じようなところがありましたので、ここを溝口凝灰角礫岩のほうにまとめたほうがいいのではないかという解釈に今回至りました。ということで、こちらの地層と、この下流側で把握された例えばNo. 1とかNo. 6で把握された火山灰質砂層（大山系）と、BP-1で把握されていて、かつては同じ層というふうに考えられたものは、今回あえて違う地層であるというふうに解釈を変えたというところで、ここが大きく変わっているところでございます。

32ページ、さらに、この黄色の下位にある、一番下流側、塩川がちょうど、壺瓶山の横を流れているところ、No. 8で把握された砂礫層なのですけども、その中で、こういう花崗岩、ちょっと片麻岩質な花崗岩の礫が見つかりました。あと、こういう広域変成岩の礫も見つかりました。これは、大山でできたものではなくて、実は中国山地の脊梁部辺り付近に分布している地層でございまして、これが入っているということは恐らく日野川が運んできた堆積物であるというふうに考えられます。ですから、古い日野川がこの標高

マイナス20mから40m辺りに、多分、ここまで日野川が蛇行して、そのときにこういう日野川の上流部から運ばれてきたような花崗岩でありますとか変成岩の礫をここに堆積させたというところで、先ほどの大山系とこの日野川系というものを少し区分したというところがございます。

33ページ、さらにその下位に、火山灰質固結粘土層というものを認識しております。ここはもうこのコア写真で見ていただいたら分かりますとおおり、こういう大きな溶岩系の礫も挟みますけども、非常に固まった粘土でございますして、これが各ボーリング孔でずっといろんなところで同じようなものが分布するということが、今回の調査で分かりました。必ずこの黄色の火山質砂層の下位に存在すると。これについて、本当にこれが連続して同じ地層と言えるかどうかということについては、後ほどちょっと別の分析結果で御説明させていただきますというふうに考えております。

34ページ、これは南北方向ですが、こういうふうに連続しますよというところで、こういう写真を載せております。

35ページ、そのさらに下位の火山灰質砂礫層上部ですが、カラフルなこういう岩片とか軽石とかを含む特徴的な地層がずっと連続するというところがございます。

36ページ、あと、今回この本調査で分かったのは、この安山岩質火砕岩でございます。これは恐らく鍋山デイサイトと同じ時期、あるいは鍋山デイサイトから流れてきたものである可能性が高いと現時点では考えております。この濃い赤の部分、赤い枠で囲ったもの、下のNo. 9の1のところですが、ここは写真で分かっていただけと思うのですが、非常に割れ目が少ない。これはボーリングの継ぎ目ですね。非常に割れ目がもともと少ない、しかも中身は凝灰質なものでございまして、少し赤色化し、高温酸化が進んでおりまして、赤っぽく見えるというところがございます。ところが、この上位には、ガサガサといいますが、安山岩質の赤色の、高温酸化を受けた礫をたくさん含んでいて、部分的に灰色の酸化を受けてないものも混入するのですが、こういうガサガサの礫、角礫と、あとその中を埋める小さな礫、あるいは火山灰質なマトリックスで構成されています。この2つが非常に特徴的なのですが、塊状無層理の凝灰質な火砕岩の上位に必ずこのガサガサの自破砕火砕岩があります。ですから、分布としては、どこまであるのか分かりませんが、こういう塊状無層理の凝灰岩の岩体の上に、自破砕状の火砕岩が広く分布するというふうな分布状況を今想定しております。

この次、37ページ。南北断面で、上下流方向の断面でいいますと、この上流部でも

比較的厚く火砕岩があるのですが、ここは全部、自破砕部が分布していたというところがございます。

38 ページ、その下位に、またこういうカラフルな岩片を含んだ火山灰質砂礫層（下部）というのが存在しまして、これは難透水性です。先ほどちょっと言い忘れましたが、ここの安山岩質火砕岩の塊状部と自破砕部、この下の塊状部というのは割れ目も発達しておりませんので、恐らくこれは非常に難透水性として分布、難透水層として機能しているというふうに考えられます。その上位のこのガサガサの部分は、非常に隙間が多い。水を通す割れ目とか、あるいは地層の隙間というのがたくさんある、見るからに透水的な地層になっておりまして、透水試験の結果もここは非常に高透水だということで、ここが実は第3帯水層として機能しているというふうに、後ほどの説明で明らかにしていきたいと考えております。

39 ページ、最下部ですね、No. 1 とBP-1 のところに出てくるこれが火山灰質砂礫層（下部）です。

40 ページ、火山灰質砂礫層（下部）より下、実はこのNo. 11 のところにしか出てきていないのですけれども、No. 11 というのは宇田川のそばの、ちょうどアーチェリー場のあるところで実施したボーリング調査なのですけれども、これはほかのどこもつながらない地層が出てきて、これはかなり古い時代の地層で、しかも割と難透水的なので、難透水性の基盤として今のところ評価しております。

これが今までの見つかった地層の大体のメンバーでございまして、これをいよいよ、まだ仮の段階でございませけれども、41 ページ、東西方向、この青いほうの断面、直線の断面、それと南北方向、この赤の断面で、地質、いわゆる地質断面図ですね、地形とかを考慮した断面図に表現すると今現時点でどうなるかというところをお示しいたします。

42 ページ、まず地図で、赤で示した南北方向ですね、西から東側を見ているような状況でございませるので、図面に向かって右側が山の上流部、左側が下流部、海側です。実際、リアルスケールといいますか、縦横比1対1で書きますと、この真ん中にある平べったい図面になってしましまして、ちょっとこれでは見にくいですし、説明もしにくいので、これを縦横比5対1、要は縦をぐっと5倍に伸ばして横方向に圧縮した図面にすると、この上の図面になります。

先ほどから、今回一番重要な地層がこの溝口凝灰角礫岩というものであるとお伝えしましたが、このように上流からずっと下流側に向かってどんどん薄くなっていく。これは今

の地層の在り方として当たり前といえば当たり前なのですが、大きな土石流とか、そういうのが発生しますと、当然上流側では厚くたまって下流側に行けば行くほど薄くたまるという現象が生じます。恐らく最下流の部分で地層が切れているのは、もっと新しい地層によってここが削られてなくなったのだらうと思います。ここに不整合面があって、ここまですくなるのですけれども、少なくともここから非常に厚い地層が上流に向かって連続しています。例えば、この事業計画地のところでも、最低でも層厚20mぐらいは存在するということをございます。その下位に黄色で示した火山灰質砂層というものが、これも連続して堆積しております。ただ、これの特徴は、上流側に行くとなくなってしまいうところでありまして、ですので、ちょうどなくなるところがほぼほぼ平らになっておりまして、そこからずっと緩い傾斜で下流側に深くなっていくという分布を示してございます。その下に火山灰質固結粘土層があります。この固結粘土層も今回、先ほどの溝口凝灰角礫岩と一緒に、恐らくこれが難透水層として機能していて、この上下で透水層を分けているというふうに考えられております。この火山灰質砂礫層がその上部にあって、安山岩質火砕岩、これは、上流部で厚いですが、下流側になると薄くなっていくというような地層の分布になっていると。これがだんだん分かってきたというところをございます。

これを河川の横断方向、先ほどの断面と直交する方向で切ってみますと、43ページの形になっております。先ほど御説明しました溝口凝灰角礫岩が、このようにちょっと膨縮、地層の厚いところ、あるいは薄いところというのはあるのですが、このように一様に分布していて、宇田川のちょっと先ぐらまでひよっとしたらあるのではないかというふうに今考えております。火山灰質固結粘土層も非常に薄く広く分布しておりまして、その下に火山灰質砂礫層の上部、それと先ほど水をたくさん含んでいると申しました安山岩質火砕岩、これがこのようにずっと広く分布しておりまして、旧淀江湖のところでは非常に厚くなっています。No. 9のところですね、ちょうど山陰道の少し西側の辺りでは安山岩質火砕岩の塊状部がちょっと盛り上がってきていて、その周りを自破碎部が覆っていると、そういうような地層の区分になっているというところをございます。

あと、先ほどちょっと説明しました火山灰質砂層の大山系、黄色で示した地層ですね。ほぼほぼ何か同じような高さでたまっていて、ちょうどH26-No. 2の塩川のちょっと西側の辺りで少し膨らんでいるというような特徴があって、この先は壺瓶山があるところですが、ちょうどこの辺りで上面が盛り上がっているという状況が把握されております。

44ページからは、テフラ分析による地層の対比結果です。テフラと申しますのは火山

灰とか軽石層など火山噴出物のうち、降下物、いわゆる噴火して上空にワアッと巻き上げられて、それが風に流されて堆積したものです。大山で噴火、噴出したものが実は東北で見つかるなど、非常に広い範囲で見つっております。そういうものを総称してテフラといいますけれども、これは、例えばその中に含まれる火山ガラスとかの屈折率とか、あるいは鉱物組成でありますとか鉱物の屈折率、それが1つの噴火ごとに非常によく似た性質を示すということが知られております。そう性質を利用しましてこれを分析することで、地層の同定作業を進めていくというような地質学的手法がございます。

45ページ、今回、赤の印のところでは試料を採取いたしまして、西尾原の水源地の近くでは米子市の木材市場があります。その露頭とか、そういうところでも試料を採取いたしました。

46ページから分析結果の生データを掲載していますが、グラフ、左から粒度組成、鉱物組成、重鉱物組成、それと火山ガラスの形態でありますとか、屈折率の頻度分布、あるいは右側のグラフになりますと、斜長石とか重鉱物類の屈折率とか、そういうものを表しております。このような手法で、テフラを全34試料について分析を行いました。

49ページ、その結果をまとめますと、まず、先ほど中期扇状地面堆積物の下からDMP、いわゆる大山松江軽石というものが出てきました。これは、本当に大山松江軽石か？という疑問が当然出てくるわけですが、それをテフラ分析しますと、その分析結果はこのように重鉱物がおおむね一致しました。しかも、鉱物の屈折率の頻度分布まで一緒だったという、こういう結果が出たことによって、先ほどお示ししました、ここでNo. 10のところのボーリングで中期扇状地面堆積物の、この下で見つかったこの試料から採ったデータと、この台地上、No. 6、あるいはNo. 4とかで採った分析結果が見事に一致しまして、これらが全てこのDMPだということが確定いたしました。我々はボーリングコアの目視判定で大体この地層とこの地層が同じだということを推定するのですが、こういう科学的、客観的データでもその観察結果が正しかったということが裏づけられたという一例でございます。

55ページ、米子市の木材市場の露頭で見つかったこの火砕流堆積物、それがこのNo. 6とかのボーリングコアでも同じ火砕流堆積物が見つかったというお話でございます。実は、委員の先生方と一緒に現地を見るという見学会がございまして、そもそものときはこのDMPとHdp、すなわち大山松江降下軽石等の露頭を見に行くのが目的だったのですが、その下に、火砕流堆積物があるということを我々のほうで発見しました。この写真が

そうですけれども、これをテフラ分析試料として採取しました。これはNo. 1でも、No. 6でも見つっています。

58ページ、これをそれぞれ分析した結果です。3つともぴたっと分析結果が一致したということで、先ほど木材市場に表れている未区分火砕流堆積物が、このボーリングコアで少なくともNo. 1とか、No. 6のボーリングコアの中で見つかった火砕流堆積物と一致するということが分かったという結果が出ております。

59ページ、また、ほかの分析結果を紹介させていただきますと、先ほどちょっと粘土の薄層で固結粘土の非常に薄い層があると説明させていただきましたが、本当にこれが同じ地層かどうかということに、非常に疑念があるというような話もございました。それで、各地点、赤の印、丸で示しているところの粘土層を、上下セットでテフラ分析にかけました。

今の断面図は東西方向ですけども、60ページが南北方向です。テフラ分析をかけた結果、一部試料がセットになってないところもあるのですが、No. 1、2、3、4にずっと見えています、上部と下部で、例えば粒度組成が上部のほうが粗粒化している、それとOpx、斜方輝石とか、あるいはHbと書いてあるのは、これ角閃石という鉱物の種類なんですけども、これの割合が、上部のほうが例えば輝石が増加する、角閃石が減少する、この関係がずっと同じだということが分かりました。

62ページ、ということで、このNo. 8のところだけがちょっとその法則に乗らない、ちょっとこれは異質だなということがあって、これはどうも違う地層らしいと。ところが少なくとも、BP-1、No. 1、2、3、4、5、6、7、9、10、11は全てこの法則に当てはまるということで、このNo. 8を除き、No. 9は、粒度組成は除くんですけど、重鉱物組成は当てはまります。

結論といたしましては、64ページの断面でいきますと、この地層、今、青でつないでいて青の丸で示しているところは同一地層であるというふうに認定していいのではないかと。それはこのテフラ分析だけではなくて、層相も含めてそうなんですけども。ただ、このNo. 8のところだけはどうも違う地層ではないかというふうな、今判定をしております。

65ページは南北断面ですけども、上流からずっと一緒に、全てその法則に当てはまりまして、最後の、一番最下流のNo. 8のところだけが当てはまらないというような結果となっております。

最後、水理地質構造の結果について報告させていただきます。

67ページ、各ボーリング調査の際に、各地層で透水試験を行った結果です。方法については、チューブ法、ピエゾメーター法といろいろあるのですが、その透水試験の結果を並べております。現在、室内透水試験の結果がまだ出てきておりませんので、また次回の御報告のときにはそれを加えたデータで再度説明させていただきたいと思っております。

今回の調査の結果で、1つの地層であっても、透水性が高いところから低いところまでばらついていると。実際そういう地層もありますし、68ページ、試験方法ピエゾメーター法とチューブ法でちょっと差が出てくるということが分かりました。

69ページ、ピエゾメーター法とチューブ法で何が違うかといいますと、こういうふうにケーシングという鉄管を追い込んで、先端の部分のここだけで試験を行うのと、最後、先端は裸孔ですね。要はチューブを追い込まないで、大体約1mが基準なんですけども、ここを全部裸にしておいて地層面を露出しておいて、そこから上がってくる地下水を利用して透水試験をする結果がございます。やっぱり管周りのリーク水の影響を、ピエゾメーター法はあまり受けない、チューブ法は強く受けるということもあまして、そういうところでちょっと差が出てくる可能性もあります。

70ページ、今後これはちょっと要検討なんですけども、要はこの地層の透水性ほどの程度かということを決めるときに、この試験結果が非常に有意に影響しますので、単純に平均値を取るというやり方ではなくて、やはりこういう特異値ですね、ほかが高透水なのに部分的にもものすごく高透水という、この値を評価するかどうかというところでは、先ほどの試験方法でありますとか、そこの地層の層相を見て、あまりにも透水性が高過ぎるというようなところは先ほどのお示ししたようなリークの関係もあるかと思っておりますので、そういうデータの取捨選択というものを今後行っていかなければならないというふうに考えております。

71ページ、帯水層の区分なんですけれども、大きく分けると、今からお見せする青と赤の線で示した断面、南北方向と東西方向と書いてありますが、冒頭でも御説明したように、今回、第1から第3までの帯水層を大きく分けて、ちょっと細かい帯水層になるともう少し細かくなってくるのですが、大きく連続する帯水層としては、この第1から第3までを認識しております。地層との関係でいいますとこういう形でして、沖積層から古期扇状地I面堆積物までが第1帯水層、先ほど申しましたように、溝口凝灰角礫岩というの

上にたまっている自由地下水がこの第1帯水層、薄い水色のところになります。その下に、第2帯水層という形になります。

73ページ、これを東西断面で見ますと、このような形になっておりまして、一番上に第1帯水層、この中間に第2帯水層、下位に第3帯水層。見ていただいて分かりますのは、側方への連続性が非常にいいということです。ただ、今は地質学的に連続性がいいというふうに評価しているだけでございまして、今後ここに、先ほど嶋田先生のほうから御説明いただいたように、この帯水層ごとに別々の観測井戸を設けておりますので、この観測井戸はそれぞれが独立していますので、ほかの井戸とは干渉しません。この深度だったら、第3帯水層のこの深度の地下水位だけを反映する井戸を、それぞれ1か所で例えば3孔とか4孔も掘っております。ですので、その地下水位観測結果から、では異なる帯水層どうしの独立性が高いのか、あるいはどこかでつながっているのかというのが、今度その水文観測の結果から明らかになってくるということでございます。

74ページ、特にNo. 9、この安山岩質火砕岩の分布が高まっているところでは、地質学上、どうしても第2帯水層と第3帯水層が接触しているようなふうになりますので、ここで果たして上下の帯水層どうしが連通しているのか、あるいは独立しているのかということも、今後解析する課題であるというふうに考えております。

75ページ、東西断面がこのようになっておりまして、第2帯水層と第3帯水層、第3帯水層は淀江平野のところで非常に厚いというふうになっているというところでございます。一方で、第2帯水層は、このNo. 2とか、この事業計画地の台地の辺りで結構厚くなっているというところでございます。

76ページ、大体、先ほどの透水試験の結果と、あと、ボーリングの溝口凝灰角礫岩あるいは火山灰質粘土層の実際の結果、これはちょっと透水的なところもあるのですが、実際全データの中央値が緑で、このピエゾメーター法の中央値が青ですので、大体この青の辺りが一番透水性を表しているのではないかと、いうふうに考えておりますけれども、あと、第3帯水層、第2帯水層、第1帯水層、それぞれ出来上がった観測井戸を用いた透水試験結果を77ページに載せております。それとの比較で、今後この地層の透水性をそれぞれ決めていきたいというふうに考えております。

78ページ、今の結果から見ますと、第3帯水層がやはりものすごく透水性が高いと考えられます。やはり、ちょっと数桁違うぐらい非常に水を通しまして、これは先ほどボーリングコアで見ていただきました安山岩質火砕岩の自破砕部、ガサガサの部分ですね、こ

こがやはりものすごく水をよく通すということが判りました。あと、第1帯水層と第2帯水層のほうは、透水性が低いと出ています。それでも難透水層に比べれば割と透水的なのですけども、どちらかというとなら第3帯水層に比べては水を通しにくい、単位体積当たりの水の胚胎量が少なめになっているのではないかと、というようなイメージかというふうに考えております。

79ページ、その結果、大体第3帯水層は 10^{-2} から 10^{-3} m/sオーダー、第1帯水層と第2帯水層は 10^{-5} から 10^{-7} m/sオーダーということで今整理をしております。

大変長くなりましたが、私のほうからは以上でございます。

○嶋田会長 ありがとうございます。

大部にわたって、細かな御説明をしていただきました。前半で地質構造の話、後半で帯水層データを交えた水理地質構造の話がございました。

どこからでも結構ですので、委員の皆様から確認事項、あるいはコメントをいただければと思います。手を挙げていただいてもいいですし、手のマークを出していただいても結構です。画像が小さくて手のマークがほとんど見えないので、画面で手を挙げていただいたほうがいいかもしれないですね。いかがですか。

小玉先生。

○小玉委員 小玉です。和田さん、11本のボーリングと格闘していただき、非常に分かりやすくまとめていただいてありがとうございます。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○小玉委員 かなり、よく地層区分がされたなという感想ですけども、ちょっと教えていただきたいのが、一番下層のほうで、第3帯水層に当たるところの自破碎溶岩のようなものが、どうも一番透水性が高いということですよ。火山灰質砂礫層上部という名前がついているのですが、「火山灰質」という言葉をつけた理由がありましたらお知らせください。

○和田管理技術者 35ページの写真で御覧いただいているところのNo. 10の下のほうは、安山岩質火砕岩で非常にガサガサなのですけど、この上位のところ非常に密に締まったカラフルな地層があります。これが非常に特徴的でございます、ちょっと私ども名前をどうしようかというのは非常に迷ったのですけれども、マトリックスを優先して火山灰質砂礫層というふうに名づけました。軽石も入っていて、あと溶岩系の岩片が各種入っていますが、マトリックスのほうがどっちかというとなら火山灰が卓越しています。岩片よ

りもマトリックスのほうが卓越している、というところがちょっとありましたので、火山灰質というふうに命名しました。ちょっと命名規約からすると、非常に難しいところだとは思いますが、ちょっと今御指摘のところも含めまして、名前のつけ方も含めて今後検討課題だというふうに考えております。

○小玉委員 上位の扇状地性の砂礫質、扇状地堆積物とはちょっと明らかにマトリックスのところが違うというふうに見てよろしいのでしょうか。

○和田管理技術者 そうですね、ちょっとこの成因が土石流なのか、ひょっとしたら火砕流なのかというところ、円礫じゃなく角礫がほとんどでして、ひょっとすると土石流じゃなくて火砕流的なものかもしれないですね。そういう特徴があります。

○小玉委員 それで、第3帯水層には、この火山灰質砂礫層上部と安山岩質火砕岩の自破砕部の2つが含まれているというところで間違いないのでしょうか。

○和田管理技術者 実はパイロット調査のときから、ちょっとここに議論がありまして、例えばNo. 10の下を見ていただきますと、ひょっとすると将来、安山岩質火砕岩の自破砕部に加えたほうがいいのではないかという意見も出てくると思うのです。ですので、前回のパイロット調査のときの区分を引き継いでおりまして、あのときは、たしか古期火山灰質砂礫層とついて、その古期というのが、実はその上の古期扇状地I面とか、その名前を引きずっていた命名がされていたので、今回、それを取って、一応ちょっとパイロット調査のときと違う名前で、今、区分しています。御指摘のとおり、ちょっとここは見直す必要があるというふうには考えております。

○小玉委員 重要な帯水層になっているみたいなので。

○和田管理技術者 そうですね。

○小玉委員 というところですね。

それと、もう1個よろしいですか。自破砕したところというのは、安山岩のところ、今のオレンジ色に囲まれているところですね。これの中には、鍋山から出てきている鍋山火砕岩、火砕流堆積物、堆積物も含まれているのですか。その自破砕部分のようなところも。

○和田管理技術者 これが非常に難しく、この前、現地でコア観察会のときに見ていただいた、まさに鍋山系と言われる……。

○小玉委員 赤いね。

○和田管理技術者 赤い。新鮮な酸化されていない岩石は、このように青いといいますか、

暗灰色の。これ、物は一緒なのですが、もともと一緒に高温酸化を受けているかどうかというだけの違いでございまして、恐らくこの辺りの溶岩というのは、どっちかというといわゆるどろどろと流れ出すような溶岩ではなくて、いわゆる溶岩ドームを形成して、それがだんだん崩れていくようなタイプかなというふうに思うのですが、この赤い高温酸化は溶岩ドームの周辺部にあった溶岩で、この溶岩ドームの真ん中の芯のところでは酸素が届かないところで、これは小玉先生には釈迦に説法なのですが、ちょっと一般の方がいらっしゃいますので説明しますと、そういうふうな形で、これは溶岩ドームの芯にあって、酸素が届かないところで冷え固まったものというふうな区分をよくされますので、そういう意味では、これは噴出源がちょっとどこか分からないのですが、36ページの断面図でいきますと、鍋山のほうに向かってといいますか、上流側に向かって非常に層厚が厚くなるので、これはそこから流れてきたのかなというように思っていたんです。ところが、No. 9のところは物すごく厚い塊状部があるんですね。これは、ここの溶岩ほど固くなくて、どっちかというといハンマーでたたいてもパフパフ音がするぐらい、鈍い音がするぐらい軟らかいです。ですから、溶岩というよりは、どっちかというとい凝灰岩に近いのかなというイメージなのですが、ここまでよく見ると、今、下のほうでちょっと青くなっていますけれども、この青いところ、青いといいますか、グレーっぽいところと周辺部に行けば行くほどこうやって赤くなっているんですね。だから、一つの岩体と見れば、この近くに噴出源があったと考えてもおかしくないのですが、いずれにせよ、これがセットで出てきて、表層のほうは割れていて、下のほうがこういうふうに割れていないというような分布を、今、把握しております。ですので、ちょっと分布は分からないのですが、ただ、透水層として見ると、下の方の赤で囲んだ塊状部は水を通さない、こっちはもう極端に、自破碎部は極端に透水性が高い、この2つの組合せがあるということが分かったというところでございます。

○小玉委員 分かりました。だから、第3帯水層の中には2つか3つぐらいの地層が入っているかも分からない、ということですかね。

○和田管理技術者 そうですね。

○小玉委員 さらに細かく見たらということですね。

○和田管理技術者 はい。

○小玉委員 分かりました。それでは、最終的にまとまっていっても分からないというところですね。

○和田管理技術者 はい。最終的には、これを安山岩質の自破碎部と、この上の火山灰質の砂礫層上部というのを、ひょっとすると同じ地層としてまとめてしまう可能性もあります。

○小玉委員 分かりました。

あと、第2帯水層と、その下の不透水層の関係ですけども、多くのところで整合的にくっついて出てくるわけですね。ちょうど、No. 8のところの火山灰が違っていたというところで、それは非常にいいなと思って、先ほどデータを見させていただきました。今の青色のところの難透水層になっているの自身は、かなり地表を均等に覆っている形なので、やっぱり物からいっても降下火山灰が堆積した跡かなというふうに見えるのかなと思いました。それがすごく締まっていて、その中で下位のほうから、何かホルンブレンドがだんだん減っていき、粒径が粗くなってという……。

○和田管理技術者 そうですね。

○小玉委員 特徴があるという点で、すごく連続性がいいなというところで、重要な第2帯水層と第3帯水層を分ける、非常に重要な鍵層になっているのだなということも理解できました。第2帯水層も広く、砂質なところが横方向につながって、これも立派な帯水層をなしているということもよく分かりました。ありがとうございました。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○小玉委員 あと、要望ですけども、かなり見えているので、地層の切った切られたの不整合関係を将来的にはここに書き加えていただけると。例えば、中期扇状地堆積物。あれは境界線が確実に書けるので。

○和田管理技術者 ちょうど今、赤のポインターで示している、ここに。

○小玉委員 そうですね、そこから。

○和田管理技術者 がばっと不整合面が。

○小玉委員 そうですね、そういう不整合面を書いていただけると、理解がより楽になるかなと思いました。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○小玉委員 ありがとうございます。以上です。

○嶋田会長 あと、いかがでしょうか。

勝見委員、どうぞ。

○勝見委員 ありがとうございます。和田さん、皆さん、膨大なボーリングデータとその

解釈ということで、大変な作業だったと思います。ありがとうございます。大変よく分かりやすい資料を御準備いただいたことに感謝申し上げます。

御説明の中で、ざっくりというと溝口凝灰角礫岩と火山灰質固結粘土層、この2つが帯水層を分けているという具合に理解をさせていただいて、しかし、特徴は全然違いますよね、溝口凝灰角礫岩のほうはかなり厚さがあって、透水係数も、難透水とは言いながらも高いところがちょこちょこあるというような結果、その透水係数が高いのが、何が原因かというところ、そこについてもう少し解釈が加えられるのであれば、今、溝口凝灰角礫岩が一括難透水と言いかたをするのではなくて、何かむらがあるという言い方がいいのかどうかよく分かりませんが、そういう解釈を今後解析の中でしていく必要があるのかどうかというところを、どんなふうにお考えかということをお聞きしたいなという具合に思いました。厚さがそれなりにはあるので、それなりに透水係数が低い、透水係数がしっかり低い部分もあるということで、難透水層として機能しているということは、なるほどそうなのかなという具合にも感じていますので、「これを難透水というのは、ちょっと違うんじゃない？」というような意見を持っているわけではございません。まず、それが1点です。

それから、もう1点、火山灰質固結粘土層ですけれども、今日あまり水位の話はなかったのですが、No. 11のボーリングを見せていただくと、水位、第2帯水層と第3帯水層で結構差があるということで、火山灰質固結粘土層は非常に薄いのですけれども、それが機能していると考えていいのかなという具合に思ったわけですが、ちょっとほかのボーリング、観測井戸のデータまで、私、見切れていないのですが、そういうNo. 11の観測井戸の水位のような傾向解釈を、ここ現場に広げていっていいかどうかということ、それから、この同じ層が広がっているということは、小玉先生にも先ほどコメントいただいたということではございますけれども、さらに一步踏み込んで、水理学的に遮水ができていく層なのだとするところまで踏み込むための何か情報について、どのようにお考えかということ、2点お聞かせいただきたいなと思いました。よろしく願いいたします。

○和田管理技術者 ありがとうございます。建設技術研究所、和田でございます。

まず、1つ目の御質問につきまして、今画面に74ページが出ておりますが、上の地質のほうで言いますと、ピンク色の地層、溝口凝灰角礫岩、これを今現時点では下の水理地質断面図の基となります帯水層区分図で示しますと、グレーの難透水層として全体を評価しております。まさしく勝見先生の御指摘のとおり、この地層を本当に全て十把一からげ

で、どこでも難透水層として評価していいのかというところについては、御指摘のとおり決してそうではございません。実は、溝口凝灰角礫岩でも表層のほうで、やはり表層のほうというのは地層の圧力が解放されるということと、あと、風化が上部からだんだん浸潤してくるということから、表層部は部分的に透水性になっている部分も確認されております。また、下位層のほうでも、割れ目が発達しているところは少ないのですが、ちょっと固結度が弱いようなところは確認されておまして、実際、透水試験をやると、そこでは透水性が高いというような結果も出ておりますので、今後そういうところを詳細に解析いたしまして、同じ地層であっても、この付近は、あるいはこの層のこの厚さのこの部分までは透水層として評価する、あるいはここからここまではやっぱりあくまで難透水層で評価すると。試験結果も1本のボーリングで複数の方法でやっている箇所もございますので、それらを総合的に判断して、一番信頼性の置ける透水係数を与えていこうというふうな方針で考えております。ただ、言い訳がましくて恐縮なのですが、今回は調査結果をここまでまとめるのにいっぱいいっぱいでしたので、次回5月に予定されております調査会までには、その辺りもまとめて改めて御報告させていただきたいというふうに考えております。

あと2点目、特にこの上の第1帯水層と第2帯水層を分けている溝口凝灰角礫岩は非常に厚いので、この上下で地下水が区分されていると、これは容易に説明しやすいですし、恐らくそうであろうというところがあるのですけれども、この第2帯水層と第3帯水層を分ける火山灰質固結粘土層は、この図面で見ても非常に薄うございまして、勝見先生からの御指摘のとおり、本当にこれがちゃんと難透水層として機能しているのかということは確認しなきゃならないという、御指摘のとおりでございます。

今後の方針といたしましては、今は地層の区分で分けさせていただきました。第2帯水層と第3帯水層で、それぞれ先ほどから申し上げますとおり別々に観測井戸を独立して設けておりますので、1か所で独立して複数の観測井戸を設けておりますので、それぞれの水位観測結果が、11月、12月から始まっておりますので、最終解決を待たずとも、ある程度、例えば5月までには観測結果が出てまいります。もし、これが独立してなくて、例えば、火山灰質固結粘土層が難透水層として機能していなければ、この両観測井戸で観測された水位も同じだし、降雨とかの反応による水位の上下の変動というのも同期してくるはずでございます。ところが、観測結果で水位も違っていれば、観測結果も全く水位の変動というのが別々に動いて同期していないということが分かれば、それは全く個別の異

なる帯水層として評価できますので、そういうことを今後、観測結果も加えて解析評価していきたいというふうに考えております。以上でございます。

○勝見委員 ありがとうございます。先ほど前半のほうで、信頼の置ける透水係数を同定するんだという具合におっしゃいましたけれども、信頼の置けるということの定義ですね、目的は、今回はこの後の解析につなげるということですので、解析にあまり影響しないところは、あまり精度を上げなくてもいいのではないかと、乱暴な言い方かもしれませんが。逆に解析に影響を及ぼしやすいところ、そういったところを少し地圏環境テクノロジーさんともお話しただいて整理していただければという具合に思いました。よろしく願いいたします。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 小玉委員、どうぞ。

○小玉委員 今の質問に絡んでですけども、溝口凝灰角礫岩、かなり固結度がいいという特徴がありましたよね。ただし、そうはいつでも堆積のことを考えると、必ず河川が流れている空間にホットラハールのような土石流が流れてくるわけで、土石流堆積物がかなり厚くたまっている層だなという感覚はあるのですが、部分部分でやっぱり河川性の円礫を含むような地層もその中には当然含まれてきて、そういうバラエティーが透水係数に表れていないかなど。ですので、探り方としては、例えば、河川性の堆積物のようなところがどれぐらい含まれているのかとか、連続性とか、逆に土石流堆積物のように見えるところが固結したところがすごく多いんだよとか、そこら辺を探っていただくほうが実質的かなという気がしました。コメントです、以上です。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 ほかの委員の方、いかがでしょうか。

伊藤委員、どうぞ。

○伊藤委員 すみません、ありがとうございます。よく説明が理解できました。

2点ありまして、まず1点目は、私も透水係数に関することなのですが、今、勝見先生からの御質問、御指摘で溝口凝灰角礫岩の部分は理解できたのですが、例えば70ページにある各地層の透水性の分布図ですけども、古期扇状地、例えば古期扇状地I面堆積物でもまあまあ透水性が低くて、ピエゾメーター法の中央値だけを見れば溝口凝灰角礫岩とそれほど変わらないにもかかわらず、今は帯水層（水が流れやすい地層）として区分されていますので、その辺りがどういう御判断の下で、難透水性の堆積物と透水性の堆

積物を判断されたのかなというところを、ちょっと補足説明をいただきたいと思います。また、特に中期～古期大山噴出物は、今回の計画地の直下の一番浅いところに出てきている堆積物ですので、重要な地層と認識されるべきものなのですが、その透水係数もどちらかという低いほうに出てきているのに、今、第1帯水層に区分されていますよね。この辺り、補足で御説明をいただけたらなと思います。まず1点目について、ここで切らせていただいて、教えていただけますか。

○和田管理技術者 まず、古期扇状地I面のほうですね、最初は、古期扇状地I面堆積物の層相を見ますと、非常に風化が進んでおります。風化が進んでいて、粘土化が進んでいて難透水的な役割を果たしている部分も確かにありまして、透水試験をすると確かに難透水層だということもありますが、やはり風化がそれだけ進んでいて、一番表層に近いところにあつてというところで、ちょっとこの図の拡大がないので恐縮なのですが、やはり水の浸潤というのはあるのではないかというふうに考えました。というところで、この辺りで一応観測井戸もそこで掘らせていただいて、水位も確認しております。あとは、この水位が雨によって、どれだけ応答がいいのか悪いのかというところになってまいりますので、ちょっとこのこういう隙間、ボーリングによる隙間も割れ目もあるのですけれども、どちらかというところから、ここに新鮮な大気中の酸素を含んだ雨水が、ここまでは少なくとも浸透しているところ。ところが、その下位の溝口凝灰角礫岩を見ますと、風化ですらほとんど入っていないです。24ページの図面のここで地層が分かれますが、この溝口凝灰角礫岩のところはこのように極めて新鮮なんですけれども、その上位にするとこういうふうに割と風化が入っているというところから、少なくともここまでは水は容易に入ってきて、これより下には水はなかなか容易に浸潤できないのではないかと。もし浸潤しているとすれば、この溝口凝灰角礫岩の中もかなり風化が進んでいるはずなのですが、そうはなっていない。これがほかのところでも、ほぼこういうような関係にあるので、そういう意味で、この第1帯水層の下面というのは、この溝口凝灰角礫岩の上面で、ある程度水の浸透のスピードが一気にここで遅くなるのではないかと。溝口凝灰角礫岩は、確かに表層こういうふうに酸化を受けているところがありますので、そういうところは透水性になっていると思うのですが、少なくともこの辺りの溝口凝灰角礫岩は、今このNo. 6のところの地層でちょっと茶色っぽくなっていますので若干は入っていると思うのですが、この27m以深ぐらいになってきますと本当にもう新鮮そのもので、ほとんど地表面からの酸化を受けていないというところから、こういう風化の程度も

見比べまして、溝口凝灰角礫岩が難透水層、その上までは透水性の結果からいうと確かに難透水的なほうに入ってくるのですけども、若干水を通すであろうというふうには考えております。今ので、まず、いかがでしょうか。

○伊藤委員 コアの観察結果も十分踏まえた上での御判断ということですね。透水係数の数値だけではなくてということですね。

○和田管理技術者 そうでございます。今、見ていただいている、このコアの面つきと、この溝口凝灰岩の面つきで、いかにも、あっ、水を通す、あっ、今これは通さないな、あっ、これは通すなど、我々はやっぱりちょっと直感的に思ってしまう。その透水結果もある程度それに整合しているんで、そのような判断を、今しているという次第でございます。

○伊藤委員 はい、分かりました。その上部の中期～古期大山噴出物の解釈についても同じですか。

○和田管理技術者 これも同じでございます。非常に酸化が進んでいるというところと、一つは、やっぱり現象として大雨が降っても地表流が流れないんですね。我々も何回か大雨の後とかに行っていますけども、水が、表面流が流れない。表面流が流れないということは当然その地盤の透水性はいいわけでございます。当然一番その透水性の主たるものを担っているのが、一番上の黒ぼく土のところですね。ここの透水性が高いので、多分一気に水が浸潤して、恐らくこの一番表層の、例えばNo. 4ですと、今、赤で示している表層のちょっとローム層的なところの部分で水を胚胎している。でも、その下のDMPのところもある程度水がしみ込んでいかないと、大雨が降るたびに多分地表流が発生するはずですので、地表流が発生すると当然浸食が発生する。でも、あそこの台地、どこを見ても浸食はあまり発生してないですね。ということは、かなりこの表層は透水性が高いということですから、この下もそれなりに、ちょっと粘土化はしていますけれども、ある程度透水性があつて、先ほどの溝口凝灰角礫岩のところまでは、ゆっくりではあつても、どんどん浸潤していくのではないかというふうには今は評価しております。以上でいかがでしょうか。

○伊藤委員 ありがとうございます。この中期～古期大山噴出物に関しては、既存のボーリングとかの結果も今回の資料に入れていただいているのですけども、新たに次の調査会までに、水文地質学的な情報は追加されるのでしょうか。

○和田管理技術者 いや、他社さんで本調査の業務の中で室内透水試験という試験をやっておられるのですけども、それはもっと下のほうの地層で、表層は入っていなかったよう

に記憶しております。

○伊藤委員 そうですか。シミュレーションの結果にもよると思いますし、水位の情報なども次回には精査して下さるということですから、また、引き続き取りまとめていただいて、拝見できればと思いますので、よろしくお願いします。

○和田管理技術者 ありがとうございます。ちょっとここは確かに不飽和浸透流で、水位が、水面がちょっと低いので、不飽和帯の浸透の試験はしております。まだちょっと整理できていないので。

○伊藤委員 水位が低いのですか。

○和田管理技術者 そうですね、場所によりますけれども、かなり台地の上のローム層のところなので不飽和帯が結構、あるいは宙水的な……。

○伊藤委員 そうなんですね。

○和田管理技術者 データがまだ整理できておりませんし、観測も始まったところですので、これから5月までに一度報告させていただきたいと考えております。

○伊藤委員 はい、結構です。ありがとうございます。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○伊藤委員 2点目、質問なのですが、テフラの分析について精力的に実施していただいて、とってもすっきりしました。ありがとうございます。

それで、62ページの火山灰質固結粘土の分析結果で、粒度組成と重鉱物組成がある一定の傾向があって対比できそうだという御説明の中で、角閃石と斜方輝石が確認されているのですけれども、今回この2つの重鉱物の屈折率は測定されていないのでしょうか。

○和田管理技術者 火山灰質固結粘土は、屈折率まではできてないですね。

○伊藤委員 組成だけですか。

○和田管理技術者 はい。ちょっと風化が著しいものとか、測れないものは測ってなくて、結構浅い、新しいやつは、今ちょっと図面を見ていただいている46ページの右側のところの棒グラフなのですけれども、このグラフがある部分は分析ができているのですが、ほかのところはやっぱりちょっと鉱物の風化が著しくてできなかったというところが結構ございます。

○伊藤委員 なるほど。

○和田管理技術者 火山灰質固結粘土のところはできていないと思います。

○伊藤委員 これらの鉱物判別はできたけれども、風化などしているということと、二次

堆積物の可能性もあるのかもしれませんが、屈折率は測定していないので、この対比の根拠としては、粒度組成の変化と重鉱物組成の割合の変化ということですよ。

○和田管理技術者　そうです。

○伊藤委員　ありがとうございます。それでいくと、No. 8は他の試料の傾向と違うかなと言っていたいたのですが、No. 10、11も何かやっぱり違うのかなと。

○和田管理技術者　やっぱり違いますか。

○伊藤委員　私には、傾向が違うように見えます。

○和田管理技術者　そうですね。

○伊藤委員　その次のページの64ページのNo. 10のところに、水色の対比線が引いてあるのが、ちょっと違和感があるのですが。

○和田管理技術者　分かりました。

○伊藤委員　また、御検討いただければありがたいと思いました。

○和田管理技術者　そうですね。

○伊藤委員　またNo. 9のところは、この火山灰質固結粘土は対比されない、できないかなというところで水色の線が途切れているのだと思うのですが、コアの写真をを見せていただくと、分析された試料は粘土層ではあるんですよ。

○和田管理技術者　そうです、はい、はい。

○伊藤委員　そうですね、そしたらやっぱり帯水層としては第3と第2は区別されているのかなとも思ったので、その辺りを次回、整理していただければと思います。ありがとうございます。

○和田管理技術者　ありがとうございます。今、ちょっとコメントいただいた、例えばNo. 9で見ていただいたら一番分かるのですが、多分かつてここが地表面か、あるいは海底、あるいは湖底のところ、ずっと連続して何かたまってたのがちょっとローム層的になっていて、それが古いのでちょっとよく締まって固まっているような、そんな状況かと考えておまして、見るからに難透水性で、透水試験の結果をしても難透水性の結果が出ておりますので、しかも連続しているという意味で難透水層と今は評価させていただいております。

○伊藤委員　ありがとうございます。

○和田管理技術者　ちょっとNo. 10が本当に連続するかどうかというのは、もう1回コアを見直した上で、もう一度検討させていただきたいと思います。

○伊藤委員 そうですね。

○和田管理技術者 こっちのNo. 9より東側は非常によく分かりやすいのですけれども、この黄色い砂層の下に必ずありまして非常に分かりやすいので、ちょっとこの西側が少し怪しいのは確かでございます。御指摘ありがとうございます。

○伊藤委員 よろしく申し上げます。ありがとうございます。以上です。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 杉田委員、手を挙げられていましたか。

○杉田委員 話をちょっと元に戻すようで申し訳ないですけれども、溝口凝灰角礫岩の透水係数のばらつきなのですが、先ほど上下で違いがあるというふうなお答えを伺ったのですが、水平方向は何か傾向とかありますか。どんな感じになっているのでしょうか。

○和田管理技術者 建設技研でございます。

現時点でまだ水平方向での分布でありますとか、あるいは層相、例えば礫が卓越している、岩片が卓越している部分、あるいは先ほどの小玉先生からも御指摘いただいたような、非常に河川性の細かい細粒分が卓越する部分、そういうふうなところごとの透水性の違いというのに関してまでは、今、申し訳ないのですが、そこまでの解析に至っておりません。なので、今後その辺の水平分布、あるいは層相の違いによる透水性の違い、あるいは風化度の違いによる透水性の違い、そういう違いがどこから、透水性の違いが一応どこから来るのか、あるいは何が一番影響されているのかということも含めて、次回までの宿題とさせていただきますというふうに考えております。

○杉田委員 透水性のばらつきの中身は、もう少し見ていただければありがたいと思います。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○杉田委員 それから、第3帯水層の厚みなのですけれども、これ、台地の下では分からないんですよ、基盤まで掘っていないので、ということですか。

○和田管理技術者 第3帯水層の厚みですか。

○杉田委員 ええ。

○和田管理技術者 第3帯水層は、例えば、74ページの図面でいきますと、No. 3の塩川のこの辺りで第3帯水層の底を一応つかんでいます。こちらのほうもNo. 9のところとか10のところでも第3帯水の底をつかんでおりますが、そのちょうど間のこの辺りは、残念ながらちょっとそこまでの深度まで調査ができておりませんので、ここは自然に、今

のNo. 3と、例えばNo. 9のデータをつなぐなりして、内挿の推定なのでそんなに大きく異なることはないと思うんですけども、今後そういうふうな評価をしていく必要があるのかなと。

○杉田委員 あと、もう一つだけ。先ほど伊藤委員への回答で不飽和透水係数を測定されているというふうに伺ったのですが、どのような測定をされているのか、教えていただければと思います。

○和田管理技術者 そうですね、ちょっと今テストピースでありますとか、あと、たしか掘っていく一番最初のときに、ちょっと注水法で試みたりはしております。ちょっとまだデータが私も手元にないので、次回詳しく説明させていただきたいと思います。

○杉田委員 次回にお願いいたします。ありがとうございました。

○嶋田会長 皆さん、よろしいですかね、

少し考えたほうがいいかなと思ったのは、この2つの難透水層ですね、溝口凝灰角礫岩と、それからその下の火山灰質固結粘土層、これらの性質が違うのと、それから、さっき勝見委員が言われたように遮水能としてはどの程度なのかというのは、さっき和田さんが説明されたように、水位の変動記録が出てくると読み取れる可能性がある。それも一つだと思うのですが、今回お示しいただかなかった水質、同位体のデータというのも、各帯水層間の水の違いが存在するようであれば、それなりの指標になると思うんですね。

○和田管理技術者 おっしゃるとおりです。

○嶋田会長 そういう意味では、次回ときには、ぜひその辺のデータ解釈と、それから今回判断された帯水層区分との整合性をお示しいただきたいと思いました。

○和田管理技術者 ありがとうございます。ちょっと私が説明不足で恐縮だったのですが、今回の調査の目的で、水文観測とともに水質調査も実施されておまして、表流水、地下水、湧水、全て網羅するような形で分析しておりますので、今、嶋田先生から御指摘いただいたような水質によって帯水層を区分するという方法も、次回るときまでには恐らくデータが整理できていると思いますので、併せて御報告させていただきたいと考えております。

○嶋田会長 1点目の透水試験の透水係数のデータに関しては、今回、孔を掘りながら、孔尻で透水性を見るというやり方の透水試験をやったのと、完成した孔で、帯水層の揚水試験をやった、大きく分けると2通りだと思うのですが。

○和田管理技術者 そうですね。

○嶋田会長 孔尻でやる方法というのは、どこで透水試験をやるかという場所を決めるのも、掘りながら決めていくということですので、同じ地層でも透水試験をやった場所によるばらつきが結構出ると思うんですね。方法によるばらつきに加えて、どの深度ポイントで測ったかというのもばらつく要因の一つだろうと思うんですね。そういう意味では、今回、観測井を帯水層ごとに設けてそれらを用いて揚水試験を実施したというのは、僕は非常に大きいと思うんですけど。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 帯水層ごとに設けるためには、孔を掘りながら、孔内水位の変動記録を基に、ここは地下水がありそうだ、ここは地下水が途切れそうだというような判断を下して、恐らくここが帯水層だろうという判断を下されたのだと思うんですね。その後に観測井を掘るときに、その該当する地層が出るところで観測井を打ち止めにするというようなやり方で個別の深度別の観測井を設置されたのだらうと理解しています。そういう意味では、今回区分された3つの帯水層を狙った観測井が物の見事に出来上がっているんですよ。だから、それらの観測井を使った揚水試験というのは、結構帯水層の透水性としては代表性のある値だろうとあっていて、その辺をベースにシミュレーションで地下水の挙動を再現しながら、実際に少し不具合が出るところに関しては個別の透水試験でやったデータの変動幅の中で透水係数の振れ幅を考えていく、何かそういうスタンスが今後は必要かなというふうに思いました。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 その辺も多分、今後の作業の中でやっていくと思うので。

○和田管理技術者 そうですね。

○嶋田会長 現在のデータの取りまとめ作業としては、こんなものが取れましたという位置づけで、今日の御説明の範囲でよろしいのではないかと考えています。

○和田管理技術者 ありがとうございます。

○嶋田会長 ほかの先生、よろしいですかね。ちょっと時間が押しているのですが。

では、幾つか宿題が出たんですけども、次回ときにはその辺が回答されるだろうということを期待しつつ、今日の2番目の議題の三次元シミュレーションのこれからの作業内容の報告を説明いただきたいと思います。よろしくお願いします。

○田原代表取締役社長 よろしく申し上げます。建設技術研究所・地圏環境テクノロジー共同企業体の田原と申します。私のほうから、これから実施してまいります三次元地下水シ

ミュレーションの作業計画ですとか、こういったところからデータを集めたりしてモデルをつくっていきます、あと、こういったような結果をお示しすることになると思いますといったイメージを持っていただくような説明資料にしておりますので、そちらを説明させていただきたいと思います。

81ページ、まず、解析に使用するシミュレーターですけれども、統合型水循環シミュレーションシステムのGET FLOWS（ゲットフローズ）というものを採用しております。これは弊社で開発したものでして、特徴としましては、地表水と地下水の両者を一体化してシームレスに解析することができるというのが、一番大きな特徴になります。ですので、現在測っております河川流量ですとか地下水、そういったものを同時にシミュレーションの結果と観測の結果を比較していくということができるといったことが特徴です。もう一つの特徴としましては、溶存物質ですとか、地下水温ですとか、そういったものも一緒に解析することが可能ですので、先ほどお話を上がりました水質の調査とかもされていますので、そういったものとの比較も可能ということが、大きな2つの特徴を持つシミュレーターとなっております。

使用している実績としましては、神奈川県のア野市さんとかで、ア野市自体は水道水源の75%程度を地下水に頼っている自治体でございまして、そういったところの水資源の管理ツールとして、10年ぐらい前からずっと使っていただいているといった実績があります。また、横浜市等では駅を地下化するとき、どのような地下水への影響が、水循環への影響が起るかといったことですか、成田空港の拡張に伴う水循環の影響評価、こういった何か物を建てたときにどういった影響が出るのかというのを、この地表水と地下水、両方の影響を見ることができるということで実績がございまして、また、国の研究機関の国総研さんとかで、いわゆる水循環解析というもののマニュアルみたいなものをつくっているんですけども、そういったものの主要な事例として使っていただいているといったような、そんな実績がございまして、2000年以降、1,000事例ぐらいの、こういった実フィールドを対象とした解析事例がありまして、比較的安定的に解けるシミュレーターだというふうに考えております。

82ページ、解析する範囲としましては、現在対象としているのが、主に赤く囲っている計画予定地の周辺になるんですけども、先ほど地質の説明をさせていただいたかと思うんですけども、地下深部に帯水層というものが、透水性が比較的高い帯水層が分布しているということが分かっておりますので、地形分水界と地下水の分水界が完全には一致し

ていないという可能性が大きく考えられます。特に、こういった標高の高いところから、精進川南側エリア、こういったところへの地下水の流動、流入出、こういったものが否定することができないので、検討対象範囲の外縁を閉境界とすると、ここを流れる流動はそもそも再現することができないので、少し広げた範囲を現在考えております。解析範囲としましては、大山山頂を包含する領域まで拡大したこの黒い範囲を考えておまして、このエリアを解析することで、実際に見たい範囲の境界での地下水並びに地下水の流入出というのを適切に表現できるぐらい十分に広い範囲というものを取っています。この解析領域内に対しまして、河川の形状ですとか、地形の起伏、あとは湧水、著名な湧水地点とか水源地、そういったものの地形表現といったものが適切にできるように、ゆがんだ四角形の格子でメッシュを分割してモデルをつくっていくこととなります。検討対象範囲内、この赤の囲った範囲内というものは、きちんとそういった細かい現象並びに地形表現等ができるように、数十メートル程度の空間分解能を考えておまして、外部については計算コストも考えて、離れるにつれて大きくなるように格子の分割をしていくといったことを考えております。

83ページ、主な収集データとしましては、まず分類、収集しなければいけない必要なデータとしましては、まず気象のデータですとか、地形のデータ、あと土地利用・土地被覆のデータ、土壌・地質のデータ、あと水利用のデータ、モニタリングデータといった形になります。

地表につきましては雨のデータですとか、気温、日照時間、積雪深、風速など、こういったものが考えられます。雨については当然水のインプットという形になりますので、非常に重要なデータになってきます。気温や日照時間といったものは、蒸発散、蒸発ですとか蒸散、そういったものを推定するために必要なデータになります。こういったものは基本的には気象庁ですとか国土交通省が公開しているデータを使っていくということを考えております。

地形につきましては、陸域並びに海域のデータ、こちらも国土交通省ですとか地理院が出している、いわゆる数値標高モデルデータというのを使っていきます。

土地利用・土地被覆につきましては、これは蒸散ですとか、そういったものを決めるパラメータにもなりますし、あと、地表面を流れる河川流の粗度係数と呼ばれる摩擦係数のところですね、そういったものを決めるためのデータになってきます。こういったものも国土交通省が出しているデータ等を使っていくという形になるかと思えます。

土壌及び地質については、先ほども御説明させていただいたようなデータ、現地で観測したデータ並びにボーリングのデータ、そういったものを使っていくことになります。一部、先ほど対象領域を広げたという話があったかと思うんですけども、そういったところも調査データが少ないところというのもつくっていかなければいけないんですけども、そういったものは既存の地質図ですとか、産総研さんが出されているような、既存地質図等を使って推定していくといったことになっていこうかと思えます。

水利用につきましては、要は地下水の流れを人為的に変えるといった効果がありますので、地下水揚水等のデータを収集して、それをモデルに組み込んでいくという形になります。

モニタリングデータにつきましては、先ほども少し話には上がりましたがけれども、河川流量ですとか地下水ですとか湧水量、また水質、水温、そういったものの現地観測データというものを、これはつくり上げたモデルが、どれだけ現状を再現できているかということを確認するためのデータという形で使っていくという形になります。

84ページ、解析のスケジュールとしましては、現在2月のちょうどここになりますけれども、次回の調査会が5月ぐらいにありますので、その辺りまでに、いわゆるこの三次元解析モデルというコンピューター上に模型をつくっていくという作業をこれからやっていくことになります。そこで審議いただいた上で、その後から地下水の実際の流動の解析に入っていきます、観測データ等と比較しながらモデルをどんどん洗練させていくといったようなフェーズに入っていくって、年度末あたりにつくり上げて御報告すると、そういったようなスケジュールを考えております。

85ページ、ここからは、どういった結果が出てくるのかといったものの、ちょっとイメージを捉えていただくためにお示ししているものになります。現況再現解析の事例としまして、これは熊本で実施させていただいた事例ですけども、こういったような形で、さいころを積み重ねたようなもので、こういった現地の地形並びに地質というものを再現、表現して、ここに実際に雨を降らせて、水を流して、そこで出てきた河川の流量ですとか、地下の水位ですとか、そういったものを実際の観測と計算でどのぐらい整合しているのかというのを確認して、モデルをよりよいものにしていくといった手続になります。これは横軸に時間で縦軸に河川流量を示しております、同じようにこちらは地下水位を示しております。青の点が観測結果、赤が計算のデータを示しております、このような時系列の計算を行いまして、どの程度、絶対値並びに変動を含めて、どのぐらいモデルが実際に

再現できているのかというものを、まず、水の水量関係のデータから見ていきます。その後で水質ですとか水温についても見ていくような形になりまして、例えば酸素安定同位体比ですとか、そういったものを観測と計算でこのように比較して行って、ある程度実際を表現できるようなモデルをつくり上げていくといったような形になっていきます。

86ページ、これも同じように、例えば湧水地点と比較したものになりますけども、これは東京の神田川と善福寺川というところで、実際に見に行って、この点々が出ているところで実際に湧水があったというものを示しております。ちょっと入れないところとかもあって、点がついていないからといって出ていないというわけではないのですけれども、見られるところだけは見て、このような形で実際に湧水が出ていたポイントというものと、計算上で水が湧いてきているところと、そういったものを比較したもので、おおむねコントラストですとか、そういったものがよいかどうかというものを比較していくことができることになろうかと思えます。こういったもので地質ですとか、先ほどのお話にはあった透水係数の確からしさとか、そういったものがどんどんチューニングされていくといった形になります。

実際は、きちんと再現、十分に再現できるというモデルができた暁に、水循環系という水の流れというものを、地下なので見えないので、そういったものを可視化するというのをやっていきます。

87ページ、これも同じように熊本でやった事例ですけども、降った雨が地表と地下をどのように流れていくかというものを粒子に見立てて、雨粒の粒子というものを地面に落としたときにどのように流れていくかというものを示しております。青が地表の水、赤が地下の水、この三次元的なものを上から投影して示した流線図になります。こういった形で水がどのように流れていくかとか、地形の分水嶺とは違った流れになっているとか、そういったものを見ていく指標になって、重点的に対応しなきゃいけないエリアとか、そういったものを確認していくのに使っていくような、こんな可視化ができていくことになると思えます。

88ページ、これも同じように、これは断面で、鉛直の断面で示した水の流れというものを可視化したもので、モデルができてくると、こういった形で水の流れを少し分かりやすく見せていくことができるのではないかと思います。熊本も同じように、ここで言う第1帯水層というものと第2帯水層というものに分かれていまして、こういった流れの違いというものが出てくる、そういったものをビジュアライズしていくことができるのではな

いかと考えております。

89ページ、こちらは最後になりますけれども、これは先ほどお見せした神田川の流域で、ここに有名な湧水があるんですけども、その湧水を、河道の掘削の工事とか、ここでいろんな工事がされていて、これをどうしても守らなければいけないといった状況がありまして、じゃあ、ここの湧水がどの辺から水が来ているのかというものを計算上で示したのになります。この青とか赤で示されたものの、このエリアぐらいから大体ここの湧水というのは来ているというのは計算上から出てきて、実際にこのエリアに雨水浸透ますとかをきちんと整備しましょうとか、そういった政策につながっていった、そういった一つの事例で、このような可視化というのができてくるのではないかと思います。

こういった形で、地下の水、地表の水、水循環系というものをきちんとビジュアライズして意思決定につなげていく、そういったような解析になっていけばいいかなというふうに考えております。以上になります。

○嶋田会長 これから行っていく三次元シミュレーションの説明をしていただきました。これらに関して、質問、コメントのある方はどうぞよろしくお願いいたします。

杉田委員、どうぞ。杉田委員、どうぞ。

○杉田委員 先ほどから、溝口凝灰角礫岩の透水係数のことがちょっと話題になっていましたので、ちょっとその入力方法についてお伺いしたいのですけれども、こういったばらつきがある場合には、ストカスティックな方法といたしますか、そんな入れ方もできるのかということ、まずお伺いしたいです。

○田原代表取締役社長 基本的には、おおむね均質だと考えられる部分については、一つの値、一つの透水係数というもので代表させて入れていきます。明らかに、ここは局所的に透水係数が低いとか高いというところが調査とかから分かっていたら、その範囲を決めて、やはりでもそこも一つの値として、まずは初期設定値として入れて解析をしていきます。それで、観測のデータと乖離があったときに少しチューニングをしていくと、実際の試験の幅の中でチューニングをしていくと、そういったような手続になっていきますので、例えばグリット1個1個異なる値とかを入れていくということは、あまり考えていないです。

○杉田委員 統計値みたいなもので入れるということも、あまり考えてないのですか。

○田原代表取締役社長 はい。

○杉田委員 そうですか。いや、透水係数の入れ方で多分結果が大きく変わってくるとい

いますか、非常に影響が大きいですし、そこで、チューニングもされるということですか。

○田原代表取締役社長 はい、そうですね。

○杉田委員 そうですか、分かりました。

○田原代表取締役社長 あとは、一つのモデルで固定するのではなくて、別の透水係数を入れても観測データと計算データの比較をしたときに、同程度の現況が再現されてしまうということもあり得ると思うんですね。

○杉田委員 そうですね。

○田原代表取締役社長 その場合は、やっぱり幅で見ていく必要があると思いますので、複数のモデルができてしまった場合には、それで評価していくということになると思います。

○杉田委員 そういうことですか、ありがとうございます。

あと、もう一つ、メッシュのお話が先ほどありましたけれども、解析領域の中では30から50mでしたでしょうか、これは一様になさるということでしょうか。あるいは、例えば水道水源とか湧水とか、流れの速いようなところ、あるいは興味のあるところはもっと細かくされるとか、どういうふうな御予定かちょっとお伺いしたいと思います。

○田原代表取締役社長 おっしゃるとおりで、河川ですとか、地形の起伏が細かいところですか、あと見たいものに、評価したいところというのはもっと細かくなっていくのではないかと思います。あまり重要でないという用語弊があるのですが、そういったところは計算コストを考えて少し粗くすると、そういった可変の格子というんですかね、不規則な格子でやっていくことになると思います。

○杉田委員 どうもありがとうございました。

○田原代表取締役社長 ありがとうございます。

○嶋田会長 勝見委員、どうぞ。

○勝見委員 ありがとうございます。地圏環境テクノロジーさんにこちらの解析を御担当いただけるということで、大変期待をしているところです。よろしく願いをいたします。

○田原代表取締役社長 ありがとうございます。

○勝見委員 また、次回以降にお話をできると思うのですがけれども、今回はこんなことができますよというさわりで、特に可視化ということで御紹介いただいたと思いますけれども、定量的な評価、例えばこの層と別の層から下流に水が行って、それが下流でどれぐらいの寄与率なのかといったようなことも、多分お示しいただけるのではないかと思いますので

すけれども、そういったところも条件次第で、めりはりもつけないといけないところが出てくるかもしれませんけれども、今回のような対象の問題について準備は可能だという具合に考えてよろしいでしょうか。

○田原代表取締役社長 おっしゃるように、寄与率ですとか、あと大きな収支の構造のですとか、そういったものは細かく解析から取り出して、お示ししていただけるじゃないかなと思います。

○勝見委員 ぜひ、よろしく願いいたします。ありがとうございます。

○田原代表取締役社長 ありがとうございます。

○嶋田会長 いいですか。よろしいですかね。今回はこういうモデルですという御紹介だったので、多分次回以降にもっと細かい具体的なお話になると思うので、今日の地質の部分の話と併せて、次回に期待をしたいと思います。ありがとうございました。

○田原代表取締役社長 承知しました、ありがとうございます。

○嶋田会長 これで、今日用意した2つの議題、全部終わったんですが、最後に今後のスケジュールということで、事務局にお返ししますので、よろしくお願いします。

○大呂課長補佐 最後のスケジュールについては、JVの和田さん、お願いできますでしょうか。

○和田管理技術者 建設技術研究所・地圏環境テクノロジー共同企業体の和田でございます。それでは、簡単に91ページの図面で説明させていただきます。

本日、令和3年2月23日の第4回調査会において、今の中間報告的な地質解析、あるいは水理地質解析の結果について御報告をさせていただきました。また、地下水シミュレーションを今後どういう方針で行うかということについて説明をさせていただきました。

今後、継続的に調査が行われまして、まず、全調査地点で地下水位観測、あるいは流量観測を今まで実施してきたものをさらに継続して、少なくとも今年の12月ぐらいまで、調査開始から丸1年間の観測を継続するというを行います。それと、本日御説明させていただきました地質総合解析並びに水理地質構造解析の見直しをどんどん進めていって、先ほど議論になりました水位の水文データ、あと水質のデータ、総合的に解析いたしまして、ここの地質のモデルを作成していきたいというふうに考えております。同時並行で、先ほどのシミュレーションの三次元浸透流解析、地下水シミュレーションの基礎資料の収集を始めまして、さらにそれを整理して、地質のモデル、三次元の数値解析モデルを作成いたします。

一旦、この解析モデルを作成した段階で、次の第5回、これを今の計画では今年の5月頃というふうに県のほうから御指示をいただいておりますけれども、この5月の開催を目指して作業を進めていくと。この段階では、少なくとも地質と水理地質構造、この辺りに関して、ほぼ結論を説明させていただきたいというふうに考えております。それに基づいた地下水シミュレーションの数値解析モデルを、これは途中段階でお示ししたいというふうに考えております。

その結果を受けまして、水文観測はそのまま継続いたしますけれども、今度5月から次は今年の12月で第6回を今予定されておりますので、それまでに、このモデルをどんどん、先ほどチューニングという話がありましたけれども、より現実のものに近づけていく作業をどんどん行ってまいりまして、まずモデルを見直して、あと、同時に水文観測データ、地下水の変化とか、あるいは降水量とかそういうデータが蓄積されていきますので、その結果をモデルで流しながら、実際の再現性についてトライ・アンド・エラーを繰り返しながらチューニングを進めていくというような形で、その結果について、12月に中間報告をさせていただきたいというふうに考えております。そこで、いろいろ、また委員の先生方の御意見、御指摘を伺いまして、さらに解析精度を高める作業をいたしまして、来年4年の2月頃に最終的な報告、今回の調査解析結果の御報告をさせていただくというような計画というふうになってございます。以上でございます。

○嶋田会長 一応、今後の調査の流れということで御説明いただいたんですが、委員の皆様から何か確認はございますか。次回は5月ということですので、よろしいでしょうかね。ありがとうございました。

そしたら、事務局のほうにマイクをお返しします。よろしく申し上げます。

○大呂課長補佐 嶋田会長様、どうもありがとうございました。

それでは、最後に総務部長の亀井が御挨拶を申し上げます。

○亀井部長 皆様、長時間にわたりまして熱心に御議論いただきまして、どうもありがとうございました。特に、本日ウェブということで様々な制約がある中でありましたけれども、長時間にわたり熱心に御議論をいただきましたこと感謝申し上げます。ありがとうございます。

調査は、地下水位の観測と併せまして、後半の大きなポイント、シミュレーションという段階に入ってまいりました。先ほどスケジュールのお話がありましたけれども、1年後に結果が出るということでもありますので、事務局のほうをしております我々県のほうとし

ましても、しっかりとそういったものがちゃんと受け止められるように、しっかりと運営してまいりたいと思います。これからも引き続き報告ですとか御相談申し上げたいと思いますので、引き続き御指導よろしく願いいたします。

本日はどうもありがとうございました。

○大呂課長補佐 それでは、これで鳥取県淀江産業廃棄物処理施設計画地地下水等調査会第4回会議を閉会させていただきます。

傍聴の皆様におかれましては、他の方と間隔を空けてお帰りくださいますようお願いいたします。