

「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5回会議

日 時 令和3年5月22日（土）午後1時00分から午後4時00分

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）

（議事録作成に当たっての留意事項）

会議の説明において“壺瓶山”と“鍋山”を取り違えた説明となっていたため、議事録作成に当たり該当部分を修正しています。修正部分については「※」を付しています。

1 開会

○大呂課長補佐

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地下水等調査会第5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参加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、地下水等調査会条例第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森田が御挨拶申し上げます。

○森田県土整備部長

委員の皆様、また傍聴にお越しの皆様、本日は、御多忙の中、御参加いただきまして、誠にありがとうございます。

本来でしたら、委員の皆様にはこの会場にお越しいただきまして、また、傍聴の皆様にも会議室の中で議論の様子を御覧いただくべきところではございますが、コロナの感染拡大のためにやむなく前回は引き続きウェブ会議での開催となりました。ウェブではございますが、分かりやすい運営に努めてまいりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

本日は、前回の会議でも御議論いただきました計画地周辺の地質構造や水理地質構造についてさらに解析を進めますとともに、水質調査についても地下水の流れの手がかりが得られるよう整理を行っておりますので、御議論をいただきたいと思っております。また、シミュレーションのモデル設定作業の状況なども御議論いただき、本日の御意見を踏まえ

て、今後、本格的なシミュレーションの解析作業に入りたいと考えております。今回の調査会の後、シミュレーションに入っていくこととなりますが、調査では扱うデータも多くなっておりまして、収集したデータを慎重に整理しながら、委員の皆様には専門のお立場から十分な御議論をいただきたいと思っております。このため、秋頃に追加の調査会を開催いたしまして、より丁寧に調査を進めてまいりたいと考えておりますので、御協力をよろしくお願いいたします。

本日は、ウェブ会議ということで、御不便な点もあろうかと思いますが、どうぞよろしくお願いいたします。

○大呂課長補佐

引き続きまして、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。前回に引き続いてまたウェブということで、委員の中の一部の方は緊急事態宣言下の地域もあるということですので、ウェブを介したリモート会議になったのですが、皆さん、忙しい中で参加していただいております。皆さんそれぞれいろんな立場で御参加していると思うのですが、僕は逆にウェブ会議というのはそれなりに詳細な情報を見ることができるというメリットもあると思えますし、それから、この調査会は、私も含めて割と米子から遠いところにお住まいの委員が多いので、往復に結構時間がかかるという、そういう意味では効率的な調査会ができていくというのは逆にメリットになるようなところもあるのではないかと思います。

そんな中で、今日を含めて過去5回の中で3回がウェブの状態になったのですが、その間にコロナの一波、二波、三波というピークを避けたところで調査会とか現地の視察等を開催することができており、委員の方々にはそれぞれ要所で現地の状況は確認されているというふうに認識しております。計画そのものも、昨年2月以降、いろいろ立てて進めていまして、相手が地下ですから、ボーリングを打ったりするのに多少手続上の時間がかかったりして少し遅れはあったのですが、ほぼ当初予定のスケジュールで事が運んできて、データが集まりつつあるというふうに認識しています。

今回は、前回の2月の調査会では一部のボーリングの掘削後、数週間ですぐ調査会だったので、必ずしも十分にコアの情報等がそしゃくでき切れてなかったところもあると思うのですが、それに加えてこの3か月の間にまた周辺の地質の露頭等の確認もしていた

だいて、その露頭を見た目でコアを見直すという形で、再度地質あるいは地域の地史、地質発達史ですね、そういうものを深めたより詳細な水理地質構造の提案がされているというふうに認識しております。さらに、前回までにボーリング孔で採った地下水の水質や同位体の結果等も踏まえて、その検討結果が報告されるというふうに認識しています。委員の皆さんもご存じのように、これらの結果は今後予定されている地下水のシミュレーションモデルを構築するときに当然反映されるものになるということで、それを踏まえていただいて、今日の検討委員会で整理できる部分と、それから引き続き検証が必要な部分もあろうと思いますので、その辺に関して、調査の考え方とかまとめ方について忌憚のない御意見を伺えればと思っております。時間は限られていますけども、よろしく御協力いただきたいと思えます。

○大呂課長補佐

ありがとうございました。

本日、報道の皆様もお見えですけども、これ以降は忌憚のない意見が出やすいよう、カメラによる撮影は御遠慮いただきますよう、よろしく願いいたします。

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ので、不足のある方は職員にお申し出ください。

参考資料の1につきましては、前回と同じものですが、用語集をつけておりますので、参考にしていただけたらと思います。

それでは、議題に入る前に、調査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、山本室長、お願いいたします。

○山本室長

淀江産廃計画審査室の山本でございます。資料の2ページのほうをお願いいたします。これまでの調査経過ということでございますけども、前回の会議で一通り御説明させていただいております。また、時間の関係もございまして、なるべく重複を避けまして、前回会議以降の部分を中心に説明申し上げたいと思えます。なお、この3ページ、今出ておりますけども、調査の目的と方法ということで、産廃計画地の地下水の流れを調査会において調査、解析していく旨を記載してございます。4ページ目からは昨年2月の第1回調査会からの状況を記載させていただいております。この辺りも前回説明させていただいております。5ページ目でございますが、現在、本調査のステージに入っております。現場のほうではボーリングによります地質調査を終えておりまして、現在、地下水位や河川流

量の連続観測を行っているという状況でございます。

前回、第4回会議の結果でございますけども、大きく3点あったかと思えます。1点目といたしましては、ボーリング調査の結果を基に水理地質構造を検討いただいております。計画地周辺にはおおむね3つの帯水層と2つの難透水層があるという推定をいただいております。2点目といたしまして、難透水層における透水性や連続性という部分については、引き続き検討を進めていくということになっております。3点目といたしまして、シミュレーションのほうでは、地表水と地下水の一体解析が可能なGETFLOW Sというシステムを用いること。それから、ちょっとここには記載しておりませんが、調査対象範囲30平方キロの外側からの地下水の流入等を考慮いたしまして、その外側の部分においても簡易な解析を行っていくということとしております。

あと、今回の第5回会議については、お手元の次第と資料のとおりということでございますし、先ほど嶋田会長のほうからも御説明があったとおりでございますので、説明は省かせていただきます。

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、よろしく願いいたします。

○嶋田会長

嶋田です。よろしく申し上げます。

お手元の次第に則って、議題が今日6つあるのですが、そのうちの最初の1から4まで、「計画地周辺の水理地質構造」「水文調査の状況」「水質調査の整理」「水理地質総合解析」、この4つの部分に関してひとまとめにしてまず説明をいただきたいと思っております。その説明が終わった後に一つ一つの議題ごとに質疑をしたいと思っておりますので、よろしく御配慮ください。

それでは説明のほうをよろしく申し上げます。

○和田管理技術者

それでは、説明をさせていただきます。私は、この調査・解析の業務を承りました建設技術研究所・地圏環境テクノロジー共同企業体の調査の責任者でございます建設技術研

究所の和田と申します。どうかよろしく願いいたします。

それでは、早速資料を使って説明させていただきます。

8 ページ、一番最初の調査会の頃から出させていたでいております、既往の地質の分布を示す文献でございます。9 ページ前回の調査会のときに、ボーリングなどの調査が進みまして、右側の地質層序表で示された新しい地層も認識されました。それが左側の文献に基づく地質層序表からちょっと進歩したのは、地域別に地層の存否を示したところですね、例えば淀江平野のところ、あるいは塩川の谷地、あるいは事業計画地の台地、その付近にそれぞれの地層がどういう順番で堆積しているか、あるいは分布しているかというところの一覧表として整理しております。ですので、以降の説明に出てくる地層というのは、この地質層序表に示した順番に重なって分布しているということですね。つまり、下のほうほど古い地層でございまして、上に上がっていけばいくほど新しい地層になっていく、こういう古い、新しい関係で順に重なり合っている、そういう地層の構造となっております。

〔接続不良〕

○和田管理技術者

大変失礼しました。続けさせていただきます。

前回の調査会以降に変更した点は、まずボーリング調査の進捗が、ちょっと遅れていたものに関して見直しを行ったことと、もう一つ大きな変更点としましては、地表地質踏査、いわゆる地表露頭ですね、これを精力的に調査いたしまして、かなりの地表露頭を押さえることができました。10 ページの図面でいきますと赤枠の丸の地点、これはボーリング調査の地点でございます。それ以外に、例えばピンク色の範囲。これは鍋山系の溶岩あるいは火砕岩が分布していた部分の露頭を見つけております。特に、後で紹介しますが、今回の地質構造解析の中で非常に重要な知見が得られたのは、このピンク色の線で描いている部分、ここは非常に巨大な採石場の跡でして、溶岩の露頭、溶岩の崖が数百メートルにわたって高さ数十メートル、ざっと見て四、五十メートルあるかと思うのですけれども、そういう露頭が連続して出ている。あるいは、ここの谷のところに連続露頭で出ている。ですから、こういう調査をすることによって、この一つの大きな塊が溶岩、が主体になっているということが今回確認することができました。

前回、溝口凝灰角礫岩という難透水層が広域に非常に厚く分布しているということを説明しましたが、それは露頭ではなかなか今まで見つけることができなかったのですが、

今回の調査でこの緑色の丸の場所、こういうところとかこういうところで見つかった、確認することができたというところがございます。特にロケーション番号64、65の辺りは中期扇状地面堆積物というのがあるのですが、その下位に露頭としてしっかりあったということで、ここは事業計画地周辺ではボーリングでしか見つかっていないものがこういうふうにちゃんと露頭でも見つかったというところで、非常に重要な情報を得られたというふうに認識しております。

今回、新知見としてあったのが、この (Loc. 26) 付近の未区分火砕岩類。地層でいうとこの地層になりますけれども、今までボーリング調査等で見つかった中で一番古い地層に相当します。実は、これまでの調査ではボーリングNo. 11でしか見つかっていなかったのですが、そのような古い地質に区分にされる地層がこの辺りの地表に露出していたということも確認することができました。

それから、この紫色のところは榎原火砕流堆積物ということで、非常に浅い部分に存在する、一番新し目の火砕流ですけど、恐らくこのなだらかな地形面を形成した火砕流の一つではないかというふうに考えておりますが、そういう露頭もたくさん見つけることができました。それが島状に、こんなところ (Loc. 29) に1つ、精進川沿いに取り残されている。要するに削り残されてここだけぽつと残っている。こういうものも見つけることができました。

こういう新しいデータを加味しながら、今回、水理地質構造解析というのを進めてまいりました。今の露頭データをマップ (地質平面図) にしますと、11ページのような図になります。濃い赤の部分が鍋山系の火砕岩類及び溶岩です。鍋山というのはここにピーク (山頂) がありまして、普通に考えるとこの辺りで昔、鍋山の溶岩が噴出して、その一番高いところが今残っている。この地域の中ではかなり古い、一番古い部類に入る地質、地層でございますので、他の地層に比べて結構削剥されております。ただ、この地質分布から、この濃い赤色部分が、一連の岩体であるということが今回の調査で明らかになりました。後で、この部分の地質断面図をお示ししたいと考えております。

事業計画地周辺には古期扇状地I面堆積物という地層が薄く載っているのですが、溝口凝灰角礫岩は、その下位に分布し、谷底にも露出しておりますし、この精進川の南側にも広く分布しているということが確認されておりました、実はこの中期扇状地面堆積物の西側の縁辺部にも、溝口凝灰角礫岩の露頭が顔を出しているということも確認することができました。そういうデータに基づいて、この地質平面図を作成しているというところで

ございます。この後、実際に、その露頭の情報というのを、少し紹介させていただきたいと考えております。

例えば12ページ、これは中期扇状地面堆積物で、古期扇状地I面堆積物の地形面よりも1段下がった低いところにたまっておりまして、恐らく昔の精進川沿いに大規模な土石流として流れてきて、それがこういうところに中期扇状地面堆積物として堆積して、その後また精進川が削って段丘状に残った。これがこの中期扇状地面堆積物の特徴でございます。例えば、ロケーション67番の露頭では、写真①に示すような円礫が非常に卓越しておりまして、写真②に示すような巨大な円礫も入っているというような地層でございます。これもボーリング調査で確認しております。ボーリング調査は地点、真ん中上の地質図面上で白抜きの丸で示しております。また、黒塗り潰しの丸は、その地層の露頭で見つかったというところでございます。

続きまして13ページ。これは中期扇状地面堆積物よりもさらに古いところで、いわゆる大山松江降下軽石層（DMP）と言われる、中期から古期の大山噴出物です。これが典型的な大山松江軽石層（DMP）という地層ですけども、大山から噴出した軽石が空中を漂って、この付近に落ちた。つまり、降り注いで堆積した。そういう地層で、これもたくさんの地点で確認することができております。

14ページ、これは古期扇状地I面堆積物といいまして、溝口凝灰角礫岩の上に薄くたまっている地層でございます。露頭ではこういうふうな形で、これも円礫なのですが、先ほどの中期扇状地面堆積物とは礫種や礫の風化具合の違いで区別できるというところでございます。

続きまして15ページ。先ほどの、古期扇状地I面堆積物の下位、溝口凝灰角礫岩は露頭ではこういう形で、上位のほうはややくさり礫化しているということで、礫の芯まで風化が進んでいます。新鮮なところも当然あるのですが、地表面、高位標高部で地表の影響を強く受けた部分については、この写真のように風化しています。こういう非常にカラフルな礫が多く含まれるのが特徴でして、マトリックスとなる基質、いわゆる岩石の周りを埋める細粒の砂あるいは泥の成分ですが、これが非常に明るい茶色といいますか、明るい褐色といいますか、薄い明るい褐色を示しておりまして、見慣れてくると、一目見ただけでこれは溝口凝灰角礫岩だなということが分かります。これもこの図面に示しておりますようにたくさんの露頭を発見しております。

16ページの安山岩質火砕岩（自破碎部）は、ボーリング調査でしか見つけることが

できなかったのですが、その礫種からして、実は鍋山からの噴出物ではないかというふうに考えております。今回の調査結果では、そういう区分をしております。この地層の特徴は、中に暗赤褐色の高温酸化を受けたと思われる溶岩の岩片、あるいはその破砕物、そういうものが非常に卓越している。しかも、中に含まれている溶岩の岩片は非常に硬いのですけれども、その間のマトリックスは実はあまり締まっていなくて、スカスカといいますか、未固結で、しかも粒子が粗いところがたくさんある。ということで、非常に水をよく通す層だということが明らかになっております。これはボーリング調査の結果でも、透水試験でかなり水をよく通すということが明らかになっておりますし、近辺の水源井戸は、ほぼこの地層から水を汲み上げているということが明らかになっております。ですので、この淀江平野一帯のこういう豊富な地下水というのは一体どこから来ているのかという話は、後ほど詳しく御説明しますが、この地層の、こういうガサガサ、スカスカのこの透水的な地層が実はキーになっている。ポイントになっているというところが大変重要だということで、ちょっと覚えておいていただきたいというふうに考えております。

17ページは、同じこの鍋山の噴出源から出たと思われる安山岩質の火砕岩の塊状部です。先ほどのものは自破砕部で、自ら破砕している。要は溶岩とかが流れ出る時に自分で砕けて堆積するのが先ほどの自破砕部ですが、これはどうやら火砕流起源というふうに考えておまして、噴出した時に火山灰と軽石、それが集中して大量に堆積したものではないかと考えています。なぜかといいますと、中に先ほどの溶岩の岩片がほとんど含まれていないんですね。こういうふうに凝灰質の地層でございまして、非常に均質で、しかも割れ目がほとんど発達しない。今、写真③のボーリングコア写真に見えているこういう水平の割れ目というのは、ボーリングのときに1回上げるときにできる継ぎ目ですので、自然にできている割れ目というのは多分この辺りの斜めの割れ目しか見えない。他はボーリングコアの周辺が非常にツルンとした塊状無層理な地質でございまして、やはり見かけどおり透水性は非常に低くて、これは先ほどの自破砕部と異なって、逆にここは難透水性でございまして、透水係数も非常に低いというふうなことが調査で確認されております。こういう地層が隣り合っているとといいますか、重なり合って堆積しているということが確認されております。真ん中上の地質平面図に示した地点の露頭でも、何か所でも見つかっていますがこれらは全て、鍋山の周辺です。このちょっと濃い赤色で示しましたこの周辺の露頭あるいはボーリングで見つかっているというところでございます。

18ページは、鍋山シリーズの中で一番多分多く鍋山から出た噴出物の本体であろう

鍋山の溶岩でございます。ここのロケーション73番、ここの露頭というのが、例えば写真①に示した大きな露頭、これはちょっと画角に入り切らなかったので一部しか示しておりませんが、このようなカチカチの岩盤の崖が幅数百メートルにわたって連続しております。ここは採石場で、そもそも山だったところをわざわざ掘って、この岩石を碎石として採掘したわけですから、それが今は途中で止まっております、このような地質露頭が残っているということは、この一帯は、中身はこういうバチバチの溶岩であるということが今回明らかになりました。特徴といたしましては、こういう縦方向の割れ目、いわゆる板状節理といいますけれども、板状に節理、割れ目がたくさん走っております。ただ、この割れ目は非常に締まっております、地表のこうやって掘削されたところでは応力が解放されて少し亀裂が広がっていますが、恐らく地下では非常に密着した状態である。ですから岩盤自体はそれほど大きな帯水層にはなっていない。例えば嶋田先生の地元の熊本県でよく知られているのが砥川溶岩というのがございまして、その溶岩というのは、溶岩の中のガスが発泡して気泡がたくさん入っていて、それが水をよく通すというので天然の貯水槽みたいな役割を果たしておりますが、ここの鍋山の溶岩は、これ自体は帯水層にはちょっとなり得ないような非常に緻密な硬い岩石で、しかも割れ目が密に締まっている。水がなかなか入る余地がない。多少の水はしみ込むでしょうけれども、水をたくさん胚胎するような帯水層となり得るような岩盤ではない。ということがこの露頭の観察の結果から明らかになったというところでございます。これがちょっと非常に大きな特徴で、先ほどのこの鍋山シリーズの中では、溶岩、それと安山岩質火砕岩の塊状部、これは地下水を胚胎させる層ではなくて、むしろ難透水層的な役割を果たすと考えられます。一方で、鍋山系の安山岩質火砕岩の自破砕部は、含まれる溶岩の岩片は硬いのですが、マトリックス固結度が低く中がスカスカと、これが地下水をたくさん育むような、胚胎するような地層だということが、今後大きなポイントになってまいります。

そのほか19ページは、今回新しく露頭で見つけたのが、もともとのNo. 11のボーリング調査で一番深部で見つかったこの地層、この一帯の地層の中では一番古い未区分火砕岩類、決して同一の地層ではないのですけれども、少なくとも今まで調査で分かってきた全ての地層よりも、さらに下にある、下位にあります。ですので、もうそれ以深の古いものというのは、いわゆる古大山の山麓を形成した地層ということで、まとめて区分しております。特徴的なのは、全部やはり非常に難透水的といいますか、よく締まっていて、割れ目の発達もあまりない。露頭では、地下水がこの地層の上から染み出し

ているような状況がよく認められましたので、この地層自体が、『透水的で帯水層になっている』ということは、ちょっと考えられない、つまり難透水層という評価をしていただきます。それが今回の地表踏査で、精進川の南側のこの辺りにだけ露出するというようなことが今回分かりました。

あと、20ページは参考までに孝霊山のデイサイト、これも調査しました。この辺りは立入禁止になっていましたので、我々はこの辺の谷で出てくる転石を調査しました。この転石というのは、この地点では孝霊山からしか流れてこない転石なので、孝霊山の溶岩そのものに間違いのないものでございます。それをいろいろ割ってみますと、非酸化のグレーを示すもの、それと高温酸化、溶岩が噴出するときに地表の酸素と長期間にわたって触れたことによって酸化されて赤くなったもの、それとその中間的なもの、こういうものがあるということが分かりました。これは今後、地層をさらに解析をしていく中で、このデイサイトの特徴と鍋山安山岩の特徴というのは若干異なりますので、地層、岩石を見ればどちらから供給されたのかが分かるのではないかとこのところでの指標として確認したというところでございます。

あと21ページは、槇原火砕流堆積物というものがこの上流のほうの紫色のところにあります。これは今まで被覆層として考えていて、帯水層としては考えてはいないのですが、広く分布するというのと、前回、事業計画地周辺のボーリング調査で木材市場の辺りで露出する未区分の火砕流がありましたので、それとの違いというものを確認するために、露頭をこれだけ押さえたというところでございます。この分布形態から見ても、いわゆる槇原火砕流堆積物が堆積するとき、大山の大きな噴火があったときに、谷の低いところを選択して、選択的にこの火砕流が流れ下って、その当時谷であったところを埋め尽くして、その当時ちょっと小高い山だった鍋山とか、例えば古期扇状地面も当時高かったもので、そういうところを避けて、あるいはそういうところの上に薄く載って堆積した。それがまた部分的に島状に残ったりして、今取り残されているというような分布状況であったということが分かったということでございます。

ということで、その露頭情報を加味しまして、前回の一番代表的なボーリング調査を基にした断面図というのも若干の見直しを行いました。

23ページの地質断面図で修正した大きなところでは、No. 8で見つかった火山灰質砂層の評価です。前は、火山灰質砂層（大山系）はNo. 8地点まで連続するというふうに考えていたのですが、今回はそれを新たに見直しまして、ここは恐らく、全て日野

川からもたらされた堆積物、火山灰質砂層（日野川系）ではないかというところです。溝口凝灰角礫岩がNo. 8の辺りで削剥されて、下位の火山灰質砂層（大山系）も削剥されてこういう不整合面ができたのではないかと考えました。その上にこの火山灰質砂層（日野川系）、もともとここは古米子平野という大きな平野があって、今と同じで、今もここに段丘があって、中期扇状地面堆積物とかの崖ができていますけども、当時もこういう崖があって、そこに古日野川の洪水で一気にたまったのではないか。というふうな考え方に修正させていただいております。

24ページは東西断面のほうですけれども、これについても今回見直しを少し行いました。前回もちょっと触れましたが、この火山灰質砂層の大山系という黄色で示した地層がこの断面で切ると、ちょうどこの辺り、塩川の下辺りでちょっと上に膨らんで堆積しているということが確認できます。平面図ですとこのボーリングNo. 3、4、5地点辺りがちょっと高いわけです。その先に何があるかというところ、ここに壺瓶山の高まりがこういうふうにありますので、これ何かといいますと、よく海で砂嘴という、よく島と陸を砂の砂州がつなぐと、満潮のときは海の下に没しますが、干潮のときだけ表に出てくるというような、そういうところだったのではないかと。よく知られているのはフランスのモン・サン・ミッシェルとか、鹿児島にも知林ヶ島というのがありますけれども、その名残がこの高まりではないかということで、この黄色の地層というのは、そういう浅い海の、海浜性といいますか、浅い海にたまった堆積物ではないかということが、こういう状況証拠から推定しているというところでございます。

25ページは、地質断面図作成のための作業図面ということで、一応作業段階ではこういう形でいろいろな、例えば鍋山の山頂を通過して、先ほどの厚い溶岩とか火砕岩類がたまっているところの大きな山体を通過して、事業計画地を通過して、ボーリングNo. 9地点を通過する断面をつくってみたり、あるいは孝霊山を通過するものをつくってみたり、あるいはそれと直行方向といいますか交わる断面、こういうのを作業図面で作りました。

26ページは、その代表断面の一つで、赤い線で示しております。これは、鍋山の山頂を通過して、鍋山から同じ岩質の溶岩地帯を通過して、事業計画地を通過して抜けていく、そして、ボーリングNo. 9の辺りを抜けていく、こういう断面を考えました。

先ほど言いましたこの黄色の火山灰質砂層（大山系）、これは非常に浅い海の海岸に近いところでたまったのではないかとというふうに今考えておまして、ちょうど海岸の切れるところ、ここから当時の陸に上がったのだらうと思うのですが、この辺りが波打ち際

になるのですが、その線を結ぶとどうなるかという、左上の平面図にありますこの青い点線ぐらいが当時の波打ち際で、その沖に無斑晶安山岩のこういう島があった。これが今の壺瓶山です。だから壺瓶山というのは、昔は島で、その島のすぐ近く、東側にこういう海岸線があって、その間にたまったのがこの黄色の火山灰質砂層、これが大山系です。だから割と静かな海でたまったような堆積構造を示しております、先ほどモン・サン・ミッシェルみたいに砂州がつながったのではないかというのがこの部分です。この部分でこの黄色の地層の上面が盛り上がっておりますので、この辺りで昔、干潮、満潮のときに海を渡る道ができたり隠れたりしていたのではないかと、そういう推定をさせていただきます。

この図面でもう一つ皆様に御説明したかったのは、一番大きなところはこの構造でございます。すなわち安山岩質溶岩が鍋山の山頂のある辺りで噴出した。その噴出した鍋山の溶岩がずっとこういうふうに西側に流れて、今の淀江平野といいますか、方向性でいうとちょっと壺瓶山の南ぐらいの方向、いわゆる事業計画地と壺瓶山の間ぐらいの方向に向かって流れ下ったのではないかと考えました。平面図ですと、このように西側の方向に流れ下ったのではないかと、というふうな仮説を考えました。

その根拠はといいますと、まず、地形的に急崖を形成するというためには、かなり地質が強固で頑丈でなくてはなかなかこういう急崖、急傾斜の崖というのはできません。この岩体の周りというのは結構急な崖が多くあります。この岩体の急な崖は恐らく、硬い溶岩が主体になって形成しているというふうに考えられます。

もう一つ、これを思い至るヒントになったのが、次の27ページのこの図面でございます。これは、後ほどシミュレーションのところで、地形を立体的に示した図面でございますけれども、この図面で見ていただきたいと思えます。右上の小さい図面を見ていただきますと、大山の弥山、この大山の山頂からずっと流れ下って、溶岩なり火砕流が流れ下ったような地形が見えますけれども、その途中に鍋山があります。だから鍋山というのは、大山の本体、大山の今の山頂部の噴火とは違う、どちらかという側噴火といいますか、大山の山麓部で別に噴火した火山でございます。そこから西側に、こういうふうに溶岩が流れ下ったような地形が見えます。それが27ページの拡大図のほうで見ていただきますと、もうあたかも鍋山のほうから溶岩流が流れ下ったように見えます。そして、先ほどの採石場というのは、今は谷になっていますが、もともとはこのように山が繋がっていたはずですが、ここが谷になっていて、この切り立ったところ、それが先ほどの溶岩の露頭ですけれども、こういうところでこの岩体の中身を見ますと、この岩体の中身というのは

この谷の地形のところでも見えますけれども、先ほどのカチンカチンの溶岩だということが既に分かっておりますので、ということから考えると、この塊一帯というのは、まさしく溶岩流、勝手に鍋山溶岩流という名前をつけさせていただきましたが、そういう溶岩流であるというふうなことが分かってきたというところでございます。

これはこういう仮説を考えたというところで、ではもう少し他のデータで実証できないかというところが次の課題になってくるわけですが、とりあえず、まず今回御説明するのに重要なのが、この鍋山溶岩流の存在でございます。鍋山溶岩流の進行方向には事業計画地もございまして、後でお示しする重要なボーリングとしてNo. 9、このNo. 9のボーリングというのが、この位置がこの延長方向にありまして、これが非常に重要な意味をなしてくるというところでございます。

続きまして28ページ、こういういろいろな仮説を立てながら、それも単に空想で仮説を立てるのではなくて、ちゃんと露頭の情報でありますとか、分布でありますとか、ボーリングの調査の結果、あるいは地形の情報、全ての地質学的、地形学的な情報というのを総合的に考えて、今回の今からお示しします断面図の推定というのを実施しているというところでございます。今回は、地質の三次元モデル化の基礎データとしまして、この東西断面のこういうメッシュ的な断面でここの地質構造をお示しいたします。

まず29ページの断面Aですが、これは事業計画地を通る南北の断面、西から東側に向かって見ているという断面でございます。これで見ますと、事業計画地のところには一番表層に先ほどの大山の古期の噴出物、いわゆる大山松江軽石（DMP）とかのテフラが載っておりまして、その下位に薄く古期扇状地I面堆積物、礫層ですね、その下に厚い溝口凝灰角礫岩、これが難透水層ですけど、この溝口凝灰角礫岩が厚く堆積している。その下に、先ほど浅い海でたまっただのではないかと説明した火山灰質砂層（大山系）、この黄色で示した地層です。その下に火山灰質固結粘土。この火山灰質固結粘土というのは、難透水性でこの上位と下位で、第2、第3帯水層を分けているという地層でございます。その下に火山灰質砂層がございまして、その下に、一番重要なのが、この安山岩質火砕岩の自破砕部、これが比較的厚く広く分布しているというところでございます。その下位に安山岩質火砕岩の塊状部、これは水を通さない地層になります。図面左側（北側）には、壺瓶山の無斑晶安山岩が分布し、この壺瓶山や、昔は島だったのではないかと、この黄色の地層（火山灰質砂層（大山系））がたまった時は、浅い海に浮かぶ島だったと考えられます。その前に鍋山の辺りから恐らく火山が噴出して、これは恐らく流動性があまり高くなかつ

たのか、溶岩流として発達はしてなかったようなふうに考えているのですが、この下の形状は正直はっきり分かりませんが、少なくとも重なり具合からいうと、この無斑晶安山岩というのは地層の順番でいうと、凡例に示しているこの緑の線のところに当たりますので、少なくともこの赤い安山岩質火砕岩（自破碎部）よりは新しい地層で、先ほどの溝口凝灰角礫岩よりは古い地層です。安山岩質火砕岩よりも新しく、溝口凝灰角礫岩よりも古い、火山灰質砂層よりも古いということになりますので、安山岩質火砕岩はひよっとしたら無斑晶安山岩の下敷きになっている。ところが、火山灰質砂層の大山系や溝口凝灰角礫岩は、逆に壺瓶山が島状にありましたので、そこにアバットしている。つまり被覆している。そういうような分布をしているのではないかというふうなことを考えております。

続きまして30ページ、その1つ東側の断面図、これは南北で切った断面図ですが、先ほどと同様に溝口凝灰角礫岩が厚く堆積しておりまして、先ほどの地層の順番で分布しています。先ほどご説明した火山灰質砂層（大山系）というのは、東側あるいは南側のあるところで殲滅しまして、その殲滅したところが先ほどご説明しました昔の海岸線のところでこの地層の先端は終わってしまう。そういう地層だということを考えております。

次に31ページの平面図で一番東側のCの断面、これも西側から東側に向かって見ているような絵になっておりますけども、これは先ほどの鍋山溶岩流を横断するような形になっているということで、この溶岩流の上下には、こういう先ほどの安山岩質火砕岩の自破碎部、よく水を通す層です。その下にはこの塊状部、水を通さない層、こういうのが累重してたまっている。ひよっとしたらこの中にもう何枚か溶岩流があるかもしれませんが、それはちょっと今の調査精度では分かりませんので、その辺は描いてはいないですけども、恐らくこの安山岩溶岩というのは、先ほどの露頭情報から見ても連続して数十メートルたまっていますので、一つの大きな溶岩の塊が鍋山のほうからずっと東側に流れてきた。この流れがちょうど今のところで止まった。で、そのまま固まった。そういうのがここの地層の出来方ではないかなというふうに考えております。

ここで重要なのは、この南側、精進川が東から西に向かって流れておりますけれども、この精進川の南側で、先ほど申しましたここの地層で一番古い地層、この未区分火砕岩類というのが露出していると言いましたが、その水理地質学的意味と申しますのは、こういう難透水層が今の断面図でこのようにたまっている。今もそうですけども、昔の地形というのは決してみんな一様な平らな地表面ではなくて、当然今と同じように侵食で取り残されて高まっているところもあれば、今の地形と一緒に谷になっているところもある。で

すから、溝口凝灰角礫岩というのはそもそも土石流堆積物なので、こういう土石流というのは、今と同じで選択的に谷の低いところを歩いていこうという性質があります。決して山の上の高いところに堆積する堆積物ではなくて、むしろ昔は谷地形だったところにたまるのが溝口凝灰角礫岩の特徴でございますので、溝口凝灰角礫岩は少なくとも鍋山の安山岩よりも新しい。当然それよりも古い未区分火砕岩よりも新しい。ですから昔の溝口凝灰角礫岩がたまったときの地形というのは、想像ですけども、こういうふうな形で、こういう地形があった。高いところでは溝口凝灰角礫岩は当然たまることができませんので、昔のこの谷地形のこういうところであるとか、こういうところに溝口凝灰岩がたまった。さらにそれがまた削剥されて、今の宇田川であるとか精進川が出来た。こういう地層の形成史だというふうに理解しております。

今までは南北断面でしたけど、これから東西断面で、一番北のD断面、図面でいくとこの断面ですが、今32ページです。こういう方向、南から北側、日本海側に向かって見ているというふうな断面です。ここも先ほどありましたように無斑晶安山岩、こちらの断面図にも無斑晶安山岩がありまして、こういうのは同時期に噴出したというふうに考えております。その噴出した、例えば壺瓶山とか、こういう溶岩の間に窪みがありまして、その窪みが今の淀江平野であったり、西側の米子平野であったりしました。その間にいろんな後の堆積物、溝口凝灰角礫岩であったり、火山灰質砂層の上部であったり、そういうのがたまった。孝霊山のデイサイトというのはこの中で最も新しい部類に入りますので、その後こういうふうに噴出して、ちょっと被り目にたまっているのではないかというふうに考えております。

33ページはもう一つ南側の今の淀江平野の一番南端ぐらいの断面になります。ここで一番申し上げたいのは湯口の泉です。湯口の泉というのは平面図では右側の淀江平野の東端にございます。この湯口の泉がどこから出てきているのかというところですが、今回の我々の調査での仮説では先ほどの鍋山系の安山岩質の溶岩の下の自破碎部、先ほどボーリング調査で岩片は硬いけどもマトリックスはスカスカで水をよく通すという層、それがちょうどここに来る。ちょうどその下をやってきた地下水がここで湧き出している。ちょうどそれがぴったり合うんですね。それが今回の水理地質構造解析の大きなポイントになるのですけども、この現象というのが他でも見られます。

34ページはそれの1つ南の断面、これは事業計画地をやって先ほどの溶岩の本体に行くのですけども、ちょっと今示していませんけど、No. 9のボーリングがありまして、

ここでも安山岩質火砕岩の自破碎部と塊状部が見つかっている。なぜこの平野部で鍋山から噴出した火砕岩が見つかるのかということ、こういう連続性があるのではないか。これが原因であるというふうに考えております。ですので、鍋山溶岩の前面のくぼ地のところに先ほどの海浜性の火山灰質砂層、この黄色で示した地層（火山灰質砂層（大山系））がたまたまたり、その上位に巨大な土石流、何度も繰り返したたまった土石流の溝口凝灰角礫岩がたまたまたり、こういう構造です。それをまたさらに不整合に削って、中期扇状地面堆積物、段丘堆積物がある。それをまた不整合に削って、今、米子平野にある沖積層があるということで、この地層というのはとにかくたまたまは削られ、削られてはまた新しいものがその先にたまり、こういう地質形成史を繰り返しているというところがございます。

先ほどの泉の話がちょっと途中で他の話に移ってしまって恐縮だったのですが、35ページを見ていただきますと、これは地元の皆様は非常によくご存知だと思うのですが、本宮の泉というのがこの平面図の真ん中ぐらいに本宮の泉、非常に有名な、きれいな水が多量に湧き出す湧水地点があります。この湧水地点の位置づけというのは、先ほど申しましたように、どうやら鍋山から噴出した溶岩流、それとその下敷きになっている安山岩質火砕岩の自破碎部、ここを通過して麓に流れてきたのがたまたまここで、本宮川のここで湧き出した。本宮川が下流では宇田川といいますけども、宇田川が上がってきてこの辺りから本宮川という名前が変わるのですが、この本宮川の一番上流、最上流端、水源がまさしく本宮の泉になるわけですが、これがその本宮川が削った谷です。その谷の中に溝口凝灰岩が谷埋め堆積物として堆積しておりまして、そのちょうど縁のところでは本宮の泉が湧いているということは、この本宮の泉は実は安山岩質火砕岩（自破碎部）の中を通過して出てきているのではないかと。なぜかといいますと、安山岩溶岩は先ほど申しましたように、これは帯水層としてはあまり期待できない地層なのです。ガチガチの溶岩で、しかも割れ目もピタッと締まっている。多量の水を通す能力がありません。それに比べてこの下位の安山岩質火砕岩（自破碎部）というのは大量の水を胚胎する能力がありますし、それを通過させる能力もある。ということは、普通に考えるとこういう安山岩質火砕岩のところを通過して、たまたまここで地形が削られたものですから、パカッと帯水層の口が地表に開いて、地下にあった水がここで湧き出した。こういう原理ではないのかという考えに至りました。

続きまして、36ページは一番南側の断面で、先ほどの未区分火砕岩、この地域で一番古い、しかも難透水性基盤として考えていいのではないかと地層でございます。先

ほどの説明では南北断面で見ましたが、同じように東西断面で見ますと、恐らくここだけ島状に盛り上がっているというところで、その周りに溝口凝灰角礫岩が溝を埋めるようにたまったというのが、この辺りの地質構造ではないかというふうに考えてございます。

あと38ページ、これは最初にボーリングの調査の結果を連続させた対比図を前回の調査会で説明させていただいたのですが、ちょっとこれは前後してしまいましたけども、ここの評価をちょっと見直したということで、今まで図中で黄色に示した火山灰質砂層（大山系）を、図面左端のNo. 8地点付近まで連続させていたのですが、そうではなくて、ここは連続しないで、No. 8孔で把握された火山灰質砂層全体が日野川の堆積物ではないか。ここに不整合面があって、溝口凝灰角礫岩もここからは分布しませんので、ここでどうも削られているというのがこの地層の成り方ではないかというふうに考えております。これは東西断面で見直しても同じような修正を行っております。

帯水層区分につきましても、41ページになりますけれども、先ほどの変更のところに対してこういう形で第2帯水層に現時点では区分してございます。こういう形で少し地層と帯水層区分の見直しも行いましたというところで御報告させていただきます。

42ページも同じです。この部分につきましては、前回とちょっと修正が行われていますというところを御紹介させていただきたいと思っております。

次に続きで説明させていただきます。43ページ以降は水文関係の調査結果について御説明させていただきます。

44ページで、今回の調査地点といたしましては、黄色い丸の中に数字が書いてあるのがボーリング調査地点、緑の点が河川水の流量観測地点、そういうものを示してございます。

まず45ページは、地下水位の連続観測です。自記水位計を観測井戸の中に入れて、その水位変化を観測したということでございますけれども、いかんせん観測期間が今年の11月末ぐらいからのデータしかございませんので、まだ数か月しかしておりませんので、なかなかこれで何か物を言うというのは今現時点ではちょっと厳しい状況です。けれども、一つ言えるのは、ここでお示したように上位のこの帯水層と申しますか、この水位の結果は、古期扇状地I面堆積物の台地の地下水、事業計画地の周りにある高いほうのこの台地上、この台地上の一番表層の地下水は割と雨のインパクトに対して数メートル動くところもあるという特徴がございました。

あと、こちらの中期扇状地面の台地及び谷地の地下水です。中期扇状地面というのは

この図面でいきますとちょうどこの辺り、それと谷地ですからこのNo. 8とかは谷地です。No. 3とかNo. 7とか、こういうのは割と比較的水位変動が、雨とか積雪の影響を受けにくいという特徴があります。というのは、特に谷地はもう地下水面が地表面近くにありまので、あまり変動のしようがないのがちょっと実はあるのですが、意外だったのは、No. 9、No. 10あたりの層です。変動が割と少なめだというふうなことが確認されております。

あと、降雨量と積雪時の見方ですけども、降雨量は上から雨が降ってきたように示しておりますが、棒グラフが雨量でございまして、この棒グラフが長ければ長いほど雨の量が多かったというところがございます。逆に、下から伸びている棒グラフは積雪深でございまして、雪がどれだけ積もったか、ですから高く連続していると根雪になったということなんですけども、1回の降雨でピークまで行って雪が積もったと、ここでは大体20センチぐらい積もっていますけども、それがどんどんなくなっていっています。このなくなっていく、雪が解けていく局面、この局面は、実は地盤にとっては雨が降ったのと同じで、雪が解けた水が出る、その水分がどんどんどん地下に吸収されるという局面ですから、よく我々が地下水観測するときに、この融雪局面と地下水の反応というのはよくリンクしていることがありますので、そういう目で地下水を見ているというところで、地下水の水位の変化を見ているというところがございます。

同様の調査結果が、46ページにもあります。地下水の第2帯水層の観測結果です。第2帯水層も意外に水位の変動が少なく、雨のインパクトというのをあまり受けていないというふうな状況でございました。

47ページで非常に興味深かったのが第3帯水層です。第3帯水層というのは、先ほども説明を何度もしております安山岩質火砕岩の自破砕部の、非常によく水を通して、この一帯の揚水井戸、これは福井水源地を含め、揚水井戸の大半は、この地層から、この第3帯水層から水をくみ上げているというところがございますが、その影響がまさにもろに出ておりまして、非常にギザギザが、水位変動があるということが分かっていただけだと思います。こういうのを脈動といいますけれども、この脈動の原因は、ここの水源地のポンプの運転の稼働状況が48ページの上のグラフの赤の線、それと真ん中のグラフの青の線がそうですけれども、例えば浅井戸2号、深井戸6号というのがこの福井水源地で稼働しておりまして、2号だけが運転しているときは、これぐらいの水量です。これは揚水量ですから、くみ上げている量です。グラフでいうと右のこの単位になります。ですが、6

号ポンプが稼働したときにはここまで揚水量が上がってくるというところで、下にピコんと下がっているのはこの2号ポンプが休んだ時、2号ポンプがずっと動いているときにぴよこっぴよこつと上がるのが、6号ポンプが稼働した時、ここは何を意味するかというと、6号ポンプと2号ポンプがフル稼働したときにはずっとここに位置すると、そういうことになっております。

すみません。先ほどちょっと飛ばしてしまいました。48ページに戻りますけれども、そのときに水源地に程近いNo. 2、淀江平野のど真ん中で掘ったこの観測井戸の水位の動きがどうなっているかと申しますと、ポンプが休むと水位が上がる。ポンプが稼働し出すと水位が下がる。ポンプが止まると水位が上がるという、この繰り返し、明確にこの関係があるということがここで分かります。ここでポンプ、フル稼働して、6号、2号がフル稼働して最大揚水量をずっと連続させると、水位は上がることができずに、どんどんずっと下がっていく。それが止むとまた水位がドンと回復する。ここで止んだら水位がボンと回復する。こういうのを繰り返しているということで、このポンプの稼働状況と水位の変化というのが非常によくリンクしているということが、今回明らかになったというところでございます。

49ページにありますのは、No. 11地点です。先ほどのNo. 2は淀江平野の真ん中でしたけど、淀江平野の西の端ぐらいです。福井水源地よりちょっと上流です。このNo. 11地点でも同じように影響を受けていますよ、ということが明らかになっております。

ですから、今後、地下水シミュレーションをする時には、こういう情報、ポンプの稼働状況も、自然の水位の変動とポンプの変動というのはやっぱり分けなきゃいけないので、こういう基礎データというのが今後シミュレーションをやっていく上で非常に重要になってくるというところでございます。

次に、河川の流量観測の結果でございますけれども、流量観測は、51ページの右の写真にお示ししているように、こういう堰を作って流れる量を自記水位計の水位の変動で測りまして、水位が分かれますと、流れる流量というのが計算上、自動的に出てくるものでございますので、これをずっと観測しています。こういう観測地点が塩川の流域の中流、この図面でいくとこの辺りと、計画地の下流側のところ、それと計画地の西側を流れる笹子谷池の下流のところ、この3か所で流量観測を、年間を通じて連続して観測をしてございます。

あとは、昨年(2019年)の11月に全26地点で、河川断面法及び容器法といたしますけども、そこを流れる川の水量を実測しました。なぜその時期にやったかといいますと、11月というのは米子あるいは淀江地域では年間を通じて、一番水の量が少ない時期に当たります。それを基底流量といたしまして、雨の影響を一番受けていないときに流れている川の流量を測る、というのが一つの今回のテーマでした。例えば西側の佐陀川ですと、こういうところですね。要所要所に、川が分かれるところでは2か所とか。精進川に入って、こういう形で流量観測をしております。例えば塩川流域ではこういう形でっておりますし、宇田川流域では、天井川、宇田川、天の真名井もそうですし、湯口の泉の付近でも測っております。本宮川から流れてくるところ、本宮の泉まで遡って流量を観測しております。精進川の中流域では、こちらに岡成池という池が、農業用のため池の人工の池がございまして、そこに水をこういうふうに引っ張っているというラインがございまして、ですので、その水の流量も観測したというところがございます。

その観測結果で、各河川の特徴、これが失水河川か得水河川かというものがわかりました。失水河川というのは、川を流れていくときに、川の水が河床から伏没して地下を流れば流れるほど河川の流量が減っていく区間、それを失水河川といたしまして、この赤で示している部分、図面でいうと川の周りを赤く着色している分、これが失水河川になっております。精進川のところと福井水源地の周辺、この辺りで水が地下に伏没しているというふうなことが観測されております。

その他の水色のところというのは全て得水河川でございまして、恐らく地下水がどこかしこから河床に湧き出て、河川が下流に流れれば流れるほど水量が増えていくというような区間を水色で示してある区間、こういう特徴が分かったというところがございます。これを観測した日の水量が大体、連続観測を行った3地点での水量をここにお示ししております。こういうデータもシミュレーションの中で実測データとして活用させていただきまして、モデルと実際の河川の流量、あるいはその流量の変化が合っているかどうかというところを今後ずっと繰り返し計算して検証していく。そういう作業をするためのベースデータになるというところがこの調査でございます。

53ページです。河川流量の観測結果ということで、先ほどの流量観測地点でこういう結果が出ておまして、大体降雨のインパクトがありますと水量がどっと増えるのですが、それからまたどんどん下がっていく。また降雨のインパクトがあるとドンと水位が上がって、それがまた下がっていく。これは割と分かりやすい。例えば塩川の①地点の流量

というのは、降雨と流量の変化というのが割と分かりやすい結果になっております。降雨のインパクトに対して、水位変化の差も大きいです。

次に、54ページのところで見ますと、計画地の部分、この計画地の谷というのは、谷自体が小さくて、いわゆる降雨のキャッチメントエリア、いわゆる流域が非常に狭いので、降雨の影響、あるいは融雪の影響をあまり受けない。ですから先ほどの塩川の本川のほうに比べて、降雨インパクトに対する変化が非常に少ないというような結果が出てございます。そういう特徴があるというところでございます。

55ページですが、笹子谷池のところは、ちょっと先ほどの降雨のインパクトと全く無関係な変化を示す部分もございまして、これは上流にため池があるということからも、人為的な影響をある程度受けている可能性も指摘されるというところなんです。これも今後、なぜこうなるのかというところも含めて解析していく所存でございます。

57ページですけども、水質分析の結果につきましては、御覧の地点で、ボーリング調査でできました観測井戸を使って採水をしたり、あるいは河川水を採水したり、あるいは既設の井戸、あるいは事業者さんが使っている自前の井戸、あるいは喜多原学園とかの学校施設の一部として使われている水源井戸、あるいは湧水です。天の真名井とか、湯口の泉とか、あと本宮の泉、こういったところを採水いたしまして、水質分析を行いました。

58ページに示す水質分析項目については、こういう一般的な水温とかpH、電気伝導度、溶存酸素、酸化還元電位、それと主要溶存イオン。地下水の中にイオンとしてナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、陰イオンとして塩化物イオン、重炭酸イオン、硫酸イオン、硝酸イオンが含まれております。これらは、水質の性格を示す非常に重要なキーになりますので、これも後で説明させていただきます。あとは二酸化ケイ素（シリカ）です。石の成分のシリカ分がどれだけ溶け込んでいるかを示します。それと酸素と水素の同位体比です。それとトリチウム、それとCFCs（クロロフルオロカーボン類）、これは微量成分ですので人体には全く影響ないのですけれども、そういうものをトレーサーとして地下水の古さとか新しさとかを知る手がかりにした。そういう分析をしてございます。

その結果が59ページのpH、水温でございまして、特に水温は、天の真名井とか湯口の泉、あるいは本宮の泉、この辺りが非常にほかの地下水よりも水温が低いということがお分かりいただけるかと思えます。pHはほぼほぼ中性域、これがちょうどpH7、中

性ですけども、第1帯水層のほうが若干酸性に振っているような特徴がございます。

60ページ、電気伝導度、これは先ほどの溶存イオンが多ければ電気伝導度は高くなります。溶存イオンが少なければ、要するに物質があまり溶けていなければ低くなるということで、これを見ていただきますと、やはり天の真名井、本宮の泉、湯口の泉とか、湧き水はやはり溶存成分が非常に少ないということになっています。深部に行きますとだんだん溶存成分が増えていくような傾向です。若干ですけども、第3帯水層のほうが溶存成分は多い傾向にあるというところが分かります。

あと、 SiO_2 （シリカ）です。シリカでちょっと特徴的なのは、第1帯水層も、谷地の地下水、これ実は高いですけども、高い濃度であるのはNo. 3の地点とか、No. 7とか8とか、これは谷の中ですので、恐らく下から湧き出した第2帯水層の水質を引っ張っているのではないかとということが考えられます。

61ページの酸化還元電位に関しては、深層の地下水は酸素のない環境に長く置かれているためか酸素濃度が少ない。逆に湧水のところは酸素濃度が非常に高いわけなのです。こういう特徴があったということで、酸素が高いところは酸化雰囲気、酸素濃度が低いところはこういう還元的な雰囲気だということがございます。

あと、62ページの硝酸イオンについて、第1帯水層は硝酸イオン濃度が結構高く、硝酸は一般に人為的な影響というのを強く受けておりますので、それが第1帯水層で高いのが示されています。第1帯水層に加え、第2帯水層でも硝酸イオン濃度が高いところがございますが、これは明らかに人為由来なので、恐らく地表の影響を受けている第2帯水層ということになります。

あと、イオンバランスにつきましては、ほぼ陽イオンと陰イオンのバランスは5%以内の誤差でございますので、分析結果としては適正であるというふうに考えてございます。

63ページの酸素・水素同位体の分析です。この図はちょっと難しいですけども、世界的に酸素と水素の同位体比を調べますと、全てこの天水線というこのラインに乗ります。ここにDという変数がありまして、これが一般的な値なのですけども、これに対して日本海からもたらされた雪や雨の影響が強いと、日本海側と太平洋側では蒸発の速さが違いまして、それによって同位体の割合が変わってくるという現象があります。なので、この線よりも左上に行きますと、日本海側からもたらされた特に雪の影響が高い。こちら側の左下のほうに点が行きますと、特に高標高、高い標高でもたらされた水の影響が強い。ですので、こっちにある、あるいはこの辺にある一番左側に寄ったところの水というのは、

日本海側からもたらされた雪が高いところで積もって、それが地下水の涵養源である。というふうな特徴があるというふうな御理解をいただきたいと思います。

結果、何が分かったかといいますと、64ページに示すとおり、この湯口の泉、本宮の泉、天の真名井、この辺りは一番先ほどの日本海側からもたらされた雪の影響で、しかも高いところで降り積もった雪が解けて、それが地下水を涵養しているという特徴を示しております。ですから、これらの湧水の水というのは、恐らく先ほどのモデルで考えると、山の上のほうで降った雪が地下に浸み込んで、それが麓の湧水地点で湧き出た。ですので、水温が非常に低いということも、もともとの涵養源が冬の雪ですので、それは他のところよりも水温が低いというのは納得できる。そういうようなデータでございます。

その逆がこれです。右側のほうは何を示すかといいますと、標高の低いところで涵養された地下水ということが言えるというふうに思われます。そういう特徴が今回分かったというところなんです。

65ページで、これは河川水との関係でも同じで、河川水も湧水地から湧き出た水が水源となっています。ですから、宇田川上流とかの結果から、これは本宮川の水でほとんど涵養されておりました、天井川も湯口の泉で涵養されていますので、表流水も近傍の地下水の一番影響を受けている涵養源の水に影響を受けているということが言えるかというふうに思います。

あと、これは酸素・水素同位体比の分布で、こちらのグループは標高の高いところ、こちらのグループは標高の低いところで涵養されたということが言えるかというふうに考えております。

67ページですけれども、クロロフルオロカーボン、これは戦後に新しく作られた物質で、これが少なければ少ないほど戦前といいますか、これがなかった頃に涵養された地下水ということでございまして、一番低かったのは実は観測井戸No. 2です。これは、深い帯水層が全部似たような結果が出るのですが、No. 2のところが一番、クロロフルオロカーボンの濃度が少ないということは、あの水というのはずっと古い時代に涵養された水であるというふうなことが言えるかと思えます。

68ページ、このクロロフルオロカーボンの113という種類があるのですが、それが先ほどの湯口の泉、天の真名井、本宮の泉あたりの濃度が非常に低いということは、この辺りの水というのは非常に古い水ではないか。トリチウムの結果からしても、どちらかというと古いほうに、これちょっと若い水の範囲に濃度は入っているのですが、他の

やつよりは若干低いというような状況でございます。

69ページ、水質結果を先ほどのイオンをお示ししますと、こういうヘキサダイアグラムで比較します。このヘキサダイアグラムの見方は、この中心線より左側が陽イオン、右側が陰イオンになっております。そのここがナトリウム、カリウムの合計、カルシウム、マグネシウムという形、右側の陰イオンが塩化物イオン、重炭酸イオン、硫酸イオンと硝酸イオンという形になっております。

これが河川、70ページが既設の地下水とか、湧水、水道水源、その次が今回新設した観測井戸の第1帯水層（71ページ）、第2帯水層（72ページ）、第3帯水層（73ページ）ということになる。これだけ見るとさっぱり何か分かりませんが、これを総合的に解析するとどうなるかといいますと、75ページでこれを地層の帯水層ごとに先ほどのヘキサダイアグラムを並べてみました（75、76ページ）。これだけでもなかなか分かりにくいですが、こういうふうに帯水層ごとにバックにちょっと色づけをしました（77ページ）。

77ページの青い一番目立つのが、これが第2帯水層です。この上にある水色が第1帯水層、下の紫色のバックが第3帯水層で、こういうふうに区分して見てみますと、帯水層ごとに割と水質が似ているなど見えます。先ほどの第1帯水層の特徴は、こういう硝酸イオン、黒い三角がついているのが硝酸イオンなのですが、第1帯水層にはこの硝酸イオンの濃度が高い傾向があります。一方で、第2帯水層では濃度は低いですが、硝酸イオンが含まれている地下水が見られたり、ほとんど含まれていなかったりするのですが、これは恐らく、元々硝酸イオン濃度の高い第1帯水層から、第2帯水層に地下水が涵養されている一つの証拠ではないかと考えております。

では一方で、第3帯水層の地下水のこの形、これNo. 1のところ、あるいはNo. 4のところ、この形と非常に似たものがどこかにあるのです。それは何かといいますと、これです。湯口の泉、天の真名井、本宮の泉のこの水質と、これは非常に標高の高いところで地表面に現れた地下水です。ところが、この事業計画地の周辺では採取された第3帯水層の地下水は、地下数十メートル、標高で言ってもマイナス30メートルとか40メートルの深いところですから、ここの泉からすると最大100メートル以上標高が違うところなのですが、ほとんど水質が同じものが出ています。この関係が出てきたということで、78ページの図に示すとおり、先ほどのCFCs、フルオロカーボンと硝酸イオン、どちらも人為由来が考えられるのですが、グラフの左下に行けば行くほど濃度が低く、人の影

響が少ない地下水ということなので、先ほどの湯口の泉とか天の真名井とかも入ってくるということを総合的に考え、これを平面図にしました。

79 ページで、本宮の泉、宇田川の一番上流側のところにある泉ですけれども、この泉の水質と天の真名井の水質と湯口の泉の水質というのが非常によく似ている。これは喜多原学園井戸水でもそうですし、今回の調査で設置した観測井戸No. 1のところの一番深い第3帯水層（同じ安山岩質火砕岩の自破碎部から汲み上げている地下水）、ミヨシ産業さんという事業者さんの井戸水、それと事業計画地にあるモニタリング上流の観測井戸、これも第3帯水層に近いところですけども、この水質、それと観測井戸No. 4の第3帯水層の地下水、いずれの水質も非常に似通っています。

標高の高いこんな離れたところの水質と事業計画地周辺の地下深部の水質が、なぜこれだけ似ているかというところが謎として出てくるわけでございますけれども、それが今回の調査の結論でございますが、この地質構造に立ち戻ります。

80 ページで、先ほどの本宮の泉の湧水もそうですけれども、その水質は非常に標高の高いところで、しかも雪の影響を強く受けた地下水であると考えられます。まさに鍋山*周辺の標高の高いところでたくさんの雪が積もる。それが溶けて地下深部に浸み込んでいく。それが水の通り道である安山岩質火砕岩の自破碎部の中をこのように通って、ずっと流れてくる。それが崖の周辺のところでは、先ほどの天の真名井でありますとか湯口の泉のような、あるいは本宮の泉というのは大体この高さなのですけども、本宮の泉のようなところで、溶岩の端っこの境界部まで地層がこうやって削剥されたものですから、ちょうど本宮の泉というのは地形でいうところの削られてここにたどり着いた。それと地下水面とが当たってしまったところで水が湧き出した。全てそういうふうなんです。その水と同じ水が、事業計画地付近や淀江平野で地下深部にグッと潜って第3帯水層を流れている。先ほどの説明いたしました、例えば観測井戸No. 9であるとか、No. 4であるとか、こういうところの事業計画地の地下深部で同じ水質のものが発見されたのは、まさにここで、鍋山*周辺の高い標高部で涵養されたのがそのまま地表の影響をあまり受けることなくずっと地下深部にまで潜って行って、ここで第3帯水層の地下水を涵養している。ですから、この辺りの水源地で汲み上げている水の元々の起源、どこで供給（涵養）されたかという、鍋山*のこの一帯で降った雪がここの地下水を供給（涵養）しているのではないかと、今回考えるに至ったというところでございます。

以上が、水理地質構造結果の今回の一番たどり着いた大きな結論というところでございます。

います。すみません。長く話してしまいましたが、以上でございます。

○嶋田会長

ただいま議題の1から4までに関して説明がありました。

ウェブ会議ですので、前回と同様に、発言、質疑、確認をしたい方は、手を挙げていただけますか。小玉先生の画像が見えないので、あるいはハンドマークを出していただいてもいいですけど、ハンドマークは、画面の下のニコニコ顔のところをクリックして、反応というところをクリックすると挙手というのが出てきます。そこをクリックすると僕のほうで確認できます。

小玉先生の手が挙がりました。では、小玉先生お願いします。

○小玉委員

もう1個は、層序のところ。層序表。今、和田さんから説明があったことを聞くと、例えば9ページのところに出てきている層序表の中で、火山灰質砂層（大山系）と火山灰質砂層（日野川系）とありますけれども、層序の順番でいったらこれは上下逆です。日野川系が大山系までのやつを削っているはず……。

○和田管理技術者

そうですね。申し訳ございません。今御指摘のところは、今画面で共有させていただきます。

○小玉委員

9ページ。今出ている34ページでもいいですね。

○和田管理技術者

今出ているところですね。

○小玉委員

34ページでもいいですけども、日野川系が上で大山系が下ですね。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

それは層序のことです。

○和田管理技術者

ここですね。

○小玉委員

そうです。

○和田管理技術者

失礼しました。これは修正しておきます。

○小玉委員

それで、今回メインになってくる鍋山の第3帯水層に絡むところの話で何点か確認したいと思います。

鍋山の堆積物がすごく重要だということはよく分かりました。まず、露頭の写真で17ページ、18ページの辺り、そこからいったらいいかと思うのですが、今17ページが出ていますよ。これは塊状のほうの、安山岩質火砕岩（塊状部）と書いてあるところの写真です。御説明としては、火砕流起源の可能性もあり、それがかなりマッシブな状態で細かいものが中心にたまっているという説明でしたよね。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

これがどちらなのか、私もよく分からなくて。写真2というところの真ん中の写真を見ると、斑晶があってその間の地質のところが何か横方向の流理構造のようなものが、流紋岩のようなものがこの写真からは読み取れるのですが。

○和田管理技術者

これはねじり鎌で削った時にできる削り面です。

○小玉委員

その削り面ですか。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

じゃあ違いますね。流理構造ではない。

○和田管理技術者

削るときにどうしてもこういう縞状になってしまっていて。これはそういう跡です。

○小玉委員

分かりました。すごくマッシブなものがとにかくたまっているということですね。

○和田管理技術者

そうです。今、画面に出ておりますNo. 9のボーリングコア、これと見比べてもほとんど一緒に見えます。No. 9といたら事業計画地の西側の地点で、その地下70何メートルで出てきているものが、非常に標高が高い位置、100メートル、200メートルあるような標高のところにあるものとほとんど一緒です。ですからこれは一緒に噴出したものが広域にたまったというふうに今回整理をいたしました。

○小玉委員

分かりました。そういうことですね。流れているか降っているかは分かんないけど、火山活動で細かいものがとにかくたまって、恐らく鍋山起源で、それがたまったものがこの塊状の堆積物であろうということですね。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

分かりました。そこはオーケーです。

その隣の18ページのすごく新鮮な溶岩。これを同一のものと捉えるよりは、私はこちらのほうが新しい溶岩と見たほうがいいだろうと考えていたわけです。というのは、地形的に見てもこここのところの溶岩流の地形はすごく明瞭なので、しかも鍋山から出てきているような形はしてないのです。なので、今、鍋山溶岩流と書かれた鍋山からちょっと外れたところ、その上の図の中の左側、今示していただいた辺りのところは二階建て構造になっていると見るべきだろう、下に鍋山起源のものが入っていて、上に新しい溶岩流が流れたのであろう、キャップロック状に、50メートルぐらいか100メートルぐらいかと言われたのですけれども、厚さがある新鮮な溶岩が流れたのが現在ラバ（溶岩）地形として明瞭に見えている、その下のほうには鍋山からのもっと古い溶岩が入ってきているというふうに捉えたほうがいいのかと思います。今のところは鍋山の年代が出ているので、それに一緒くたにしていますよね。

○和田管理技術者

そうですね。

○小玉委員

この前方に出てきているやつ。

○和田管理技術者

はい。それが2つ必ずこの区分の中にいずれかが出てくるということで、一連の堆積

物だと考えました。今、画面に出ています17ページの鍋山の溶岩の断面、岩石の断面を
見てみますと、割と性質的には似ています。白い斑晶が小さくあるんですけども、それ
ほど多くないです。逆に20ページの孝霊山デイサイトとなると、この白い粒々が非常に
たくさん出てくる。これが割と少なめに出てくるというのが鍋山系の特徴ですが、今の1
7ページの写真の面つきと非常に似ているので、我々としては文献でもそのように書かれ
ているところから、この面つきというのは非常に成分としては似ているのではないかと考
えました。逆に、20ページの孝霊山のデイサイトになりますと、このような形で全く違
います。やはり非常に白い斑晶の分布の割合が多いということから、例えば同じ高温酸化
でも、この高温酸化の面つきと、先ほどの高温酸化の面つきというのはちょっと違う。こ
の面つきとこれとはちょっと違う。というところから、一応は鍋山グループではないかと
いうところで区分させていただきました。残念ながら鍋山のほうはボーリングデータもな
い、露頭データだけですので、なかなか難しかったというところがございます。

○小玉委員

分かりました。グループとしては鍋山系でいいと思っています。地形でいうと、やは
り明らかに2段違う地形のラバ（溶岩）地形があるので、2つに分けてもいいのかなとい
うところです。

○和田管理技術者

分かりました。

○小玉委員

そこの特に安山岩質火砕岩（自破碎部）というやつです。今回の調査で決め手になる
ようなところですけども、この地層が第3帯水層の決め手になっていますので、どうやっ
てたまったか、どういう噴出であるかをやはり考えるべきだろう、と思います。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

これを自破碎と見るのか、火砕流堆積物、デイサイトのドーム型、同じところからの
起源のドームが崩れたことによってたまった火砕流堆積物と見といたほうが説明はしやす
いのではないだろうか。というのは、何か溶岩が流れて、クリンカーとか、あるいはハイ
アロクラスティックのような状態を考えると、20メートル近くの厚みのものをた
めるのは厳しいだろうな、ということなので、今出ている図、これが最後の説明のところ

でもあったように、むしろ鍋山の溶岩を作ったところのドームが倒壊したときの火砕流堆積物と見れば、そうすればどこか鍋山のピークのほうに向かって自破碎部の火砕流堆積物はい上がっていくわけですね、ずっと上のほうに。そうすれば、そこで雪からの涵養される水が入ってくるというふうに理解がいくかなと思いました。

○和田管理技術者

なるほど。

○小玉委員

特に左側の宇田川を過ぎてからガタンと落ちるところは、ここはやはり不整合面と考えるべきなのだろうと思います。そうじゃないとこういう堆積、説明できないですね。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

なので、ドーム型の火砕流がたまったところを、そのところの水色で描かれた火山灰質砂礫層が来た時の川が削って谷を作った。そこに明らかな不整合面を描いて捉えたほうが図としてはいいではないか、今出ている図の水質のこともより明瞭に説明しやすくなるのではないかなということをおもいました。よろしいでしょうか。

今回、断面をたくさん作っていただいて、非常に分かりやすくなったので、層序関係のほうで分かりやすくなりましたので、もう少しお願いしたいのは、今のとも絡むのですが、堆積物が不整合で切られているという表現が、例えば古期扇状地Ⅰ面堆積物でしたっけ、薄い堆積物がありますよね。ちょっと一例として話しますけども、特に帯水層の連続性というものを考えるときに、例えば24ページの図でいうと、古期扇状地Ⅰ面堆積物、これは薄いので大したことないのですが、薄い侵食性の川、それが扇状地上であっち行ったりこっち行ったりして谷を作って、しかもだんだん下刻してきている段階の川なので、扇状地帯の川だとかなんで削ったようになるので、下の底面は基本的には平らです。なので、表面のマントル物質のようにだらっと下げるよりもちゃんと平らなところがある表現がよいです。

○和田管理技術者

この部分ですね。

○小玉委員

そうです。そういうところを真っすぐ持ってきて、スパッとそこで切られて、下のと

ころの扇状地という表現にされたほうが、連続性がここだと多分途切れれると思うのです。今、緑で示してもらっているところです。

○和田管理技術者

そうですね。分かりました。

○小玉委員

地下水のことを考えるときにも重要だと思いました。今言ったようなことがさきほどの第3帯水層の関係とかにも利いてきますので、もう1回、谷があったときには必ず切っている張本人がいるはずですよ。多くの場合はやっぱり礫層だと思います。

○和田管理技術者

そうですね。

○小玉委員

礫層で不整合をちゃんと描いていただくということが、最後のモデルのシミュレーションのところでも利いてくる可能性がありますので、よろしくお願いします。

○和田管理技術者

分かりました。見直します。ありがとうございます。

○小玉委員

最後にもう1点です。モン・サン・ミッシェルの話ですけども、24ページの今の図です。もしも、今、和田さんが話されたようなことが事実だとすると、この図で見ると、モン・サン・ミッシェル状の砂州の地形が水深10メートル近くになるわけですよ？高まりができています。

○和田管理技術者

これがたまった当時の水面がどこかは、分かりません。

○小玉委員

だけでも砂州になるためには水面際ですよ。波打ち際からちょっと上に上がるぐらいですよ。

○和田管理技術者

はい。そうですね。

○小玉委員

そのときに少なくとも水深は10メートル以上あるような海の底ということになります。

○和田管理技術者

この断面でいくとそうなります。

○小玉委員

この断面だとそうなります。

○和田管理技術者

はい。

○小玉委員

そうすると、これだけ広いとこだと波立つので、火山灰質砂層（大山系）の特徴はとにかく平行葉理がすごくきれいなことです。

○和田管理技術者

そうですね。

○小玉委員

もしも砂州だとすると、普通は波に洗われてよく動いているので、ああいうサイズの砂ならば、必ずクロスラミナや何かの明瞭な堆積構造が見られるはずですが。No. 4とかNo. 3の断面の中で、他と明らかに違うような堆積構造があったか、というチェックが必要になるだろうということです。

○和田管理技術者

分かりました。

○小玉委員

それぐらいです。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した。

○嶋田会長

ありがとうございました。

他の委員の方、いかがでしょうか。

○勝見委員

よろしいですか。

○嶋田会長

勝見委員、どうぞ。

○嶋田会長

はい。

○勝見委員

簡単なことかもしれませんが、詳細な調査、それから露頭調査も膨大です。量的にも大変な作業を大変な時期に、しかも分かりやすくまとめていただいて、大変ありがとうございます。まず、そのことを申し上げたいと思います。

15ページに、溝口凝灰角礫岩、前回の会議でも第1の難透水層ということで考えられそうだと、ただ、透水性にはばらつきが若干あるようだというようなことで、今回いろいろ露頭も御覧になって、礫が集まっている部分と少ない部分、いろいろありますよというような考察を与えていただいているのですけれども、そういうことも踏まえて、科学的ではないかもしれないのですけれども、もし難透水性、透水性について、何かヒントになるようなものが露頭調査等を含めて得られたということであれば少しコメントをいただきたいなという具合に思いました。

それから、それに関連すると思うのですけれども、もう1点、62ページとか77ページで硝酸性窒素の話があって、第2帯水層でも一部硝酸性窒素が出ていて、第1帯水層は地表面の影響を受けている、というようなコメントがございましたけれども、これも教えていただきたいのですけれども、水の流れといいますか、第2帯水層への涵養という形で、時間的なことも含めてどういう具合に考えたらいいかということについてもコメントをいただけたらと思います。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。

まず、1番目の溝口凝灰角礫岩、例えばこの断面でいきますと、ピンク色で表現したもので、横の連続性が非常に高い地層になります。これが帯水層という区分では第1帯水層と第2帯水層を分ける難透水層として区分される。その一番の理由は、まず、地層そのものが透水試験で非常に透水性が低いデータがたくさん出てきたということと、実際掘っている時にそこでは地下水がほとんど出てこなかった。湧いてこなかった。それを抜けた瞬間に水が上がってきた。その下の第2帯水層が被圧されているということは、難透水層として広く分布しているということは言えるかというふうに考えております。

露頭でも、先生のほうから御指摘いただいたように、難透水性を示す論拠としましては、この地層、先ほど説明したもう一つの一番下の未区分火砕岩類もそうですけれども、露頭に行きますと、透水的な地層はその地層そのものから水が湧いているのですが、難透水

的な地層というのは、その地層の上の崖錐堆積物の下とか、そういうところで水がよく湧き出します。つまり地層が透水的だとその地層そのものから水が出て、地層が難透水だとその難透水の地層の上面から水が出る。こういう地質現象がそこかしこで見られました。

ということで、溝口凝灰角礫岩は、一部の風化が進んでいるところ、あるいはその中の割れ目が発達しているところ、そこは透水性にはなりませんけれども、全体としては難透水層として評価して差し支えない。ただ、厳密に言って、今回判明したことでかなり難透水層として確度が高いかと言われますと、実は先ほどの先生の硝酸性窒素の御指摘というのがまさにそれでございます、例えば今の図面で下流側のこの辺りの第2帯水層というのは硝酸性窒素が全然入っておりませんので、この辺りは地表面の影響を全く受けていない地下水と言えるのですけれども、逆に、上流側のNo. 1のところの地下水とか、この2つがそうです。No. 1の地下水とかが影響を受けているというのは、やはり難透水といっても、この地層自体が先ほど御説明しているように分布が途中で途切れている。要は波打ち際のとこまで行くと殲滅してしまう。ですから、先ほどの第3帯水層は、その水の供給源が鍋山*の山の上まで遡れるのですけれども、この第2帯水層の地層というのは地層の連続性そのものが鍋山*の周辺ぐらまで途切れてしまいますので、つまりそれより下流でしか涵養されない地層です。

では、水がどこから来るかという、まず一つは、恐らく下から湧いてきているものもかなりある。第3帯水層も被圧されていますので、第3帯水層から第2帯水層に行く地下水の流れというのも一つ考えなきゃいけない。硝酸性窒素が入っているということは、第3帯水層ではなくて逆に第1帯水層から第2帯水層に漏れてきているものも相当考えなきゃいけない。ですから恐らく両方の地下水で涵養されているのではないかと。途切れているので、地表に出ていない地層です。この地層というのは露頭では絶対に見ることができない、地下でしか見ることができない地層なので、ということは、地下で閉じている地層です。両側を難透水層で挟まれている。では、どこから水が来るのかということになると、恐らく上からの涵養もありますでしょうし、下からの涵養もある。

ただ、第2帯水層というのは、先ほどもお話に出ていましたように、非常に細かい砂ではあるのですが、透水性もそんなに高くないのです。第3帯水層に比べると透水性が非常に低くて、水もたくさん胚胎できるような地層ではございません。恐らく第3帯水層に比べて水の流動も僅かだと思います。第3帯水層は豊富な水が、大きな大間隙を通過して多量の水が、恐らく鍋山*から流れ込んで涵養されています。ですから福井水源地とか、

事業所さんとか、喜多原学園とか、あるいは西尾原の水源地とか、そういうところで幾ら地下水をくみ上げてても水が涸れない。それは、ほぼ無尽蔵に鍋山*から水が供給されているので、あれだけ毎日毎日水を吸っても全然水位が下がっていない。

そういう違いがあるというところで、先ほどの御質問に戻りますけれども、第2帯水層というのは、上からも下からも涵養されていて、特に硝酸イオンの起源は下からはあり得ませんので、下の第3帯水層には硝酸イオンというのはほとんど入っていませんので、そういう意味から考えますと、地表からの影響を僅かに受けているということが考えられる。ただ、量的には、水がたくさん流動していないので、たくさん水が流れ込んでいるというよりは、じわじわしみているぐらいのイメージかな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。

じわじわしみているということは、逆に言えば時間をかけて、大分昔のものがしみ込んでいるという具合に考えないといけないのですか。量が少ないことと時間をかけてじわじわ来ているよという話と両方あるわけですね。

○和田管理技術者

そうですね。

○勝見委員

その結果がちょっと、私、まだイメージがついていない。整理ができてない。

○和田管理技術者

その辺については、今度シミュレーションで、例えば流線図とかでそういうモデルが出てくる時に、勝見先生から御指摘いただいたような、どこから涵養されていてどれぐらいの量が流れているのかという結果も、おのずと出てきます。それが今回のシミュレーションの最終目的点の一つではありますので、その辺は我々の地質の調査のチームから十分なデータを取りそろえて、シミュレーションのチームのほうに引き継ぎたいというふうに考えてございます。

○勝見委員

うまく連携していただくようお願いいたします。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した。

○勝見委員

伊藤さん、申し訳ございません。先に発言させていただきました。ありがとうございます。

○嶋田会長

じゃあ続いて、伊藤さん、お願いします。

○伊藤委員

すみません。丁寧な御説明と積極的な調査、ありがとうございます。

今の勝見先生との質疑応答をお聞きして私もちょっと分からなかったのが、結局のところ、第1帯水層と第2帯水層の水の混合があるというのは、その間の遮水層と位置づけている溝口凝灰角礫岩が不連続だということですか。簡単に言ってしまえば。

○和田管理技術者

よろしいでしょうか。地層としては非常に連続性が高い地層です。ただ、地質自体の固結度が高いので、地盤でよく言われる未固結地盤というよりは、どちらかという固結岩盤に近い性質を持っています。ということはどういうことかといいますと、固結岩盤の場合は、割れ方はバキッと割れます。いわゆるブリットルに割れるわけですので、固結物が割れるときというのは破断面というのは非常に連続性の高い破断面ができます。ところが未固結のものというのは、例えば変形がかかっても、例えばよく知られている地層の撓曲と一緒に、地層が連続性を保ったまま軟らかく変形するので割れ目というのが出来にくいです。ということは、難透水のものは難透水のまま保存されます。ですので、溝口凝灰角礫岩というのは基本的には難透水なんですけども、ところどころで割れています。実際そういう割れ目があって、その割れ目のところで透水試験をすると透水性が高かったりしたデータも出てきていますので、全体として見れば難透水層で、第2帯水層の地下水をかなりの圧力で加圧しているのですけれども、ただ、部分的に割れているところがあって、その割れ目から上位の第1帯水層の地下水が流入している。ですから、一部で硝酸イオンが検出されている。そういう解釈ができます。だから水位関係を見ると明らかに加圧はしているのですね。

○伊藤委員

今、水位のお話が出たのですが、ちょうど質問させていただきたかったところも重複しています。45ページとか46ページの地下水位の連続観測結果で、第1帯水層と第2帯水層の地下水位変化を示していただいている、この縦軸の水位標高は、第1帯水層のほ

うは基本的には自由地下水なのでいわゆる地下水面、第2帯水層は、被圧帯水層なので水圧を反映しているのですが、例えばNo. 4-3、4-2というオレンジのグラフの線を見ると、第1帯水層のほうが若干水位が高いですね。

○和田管理技術者

はい。

○伊藤委員

ということは、今、和田さん、溝口凝灰角礫岩で第2帯水層が結構被圧されているというお話だったのですが、地下水位は第1帯水層のほうが総じて高いということなのでしょう。だから地下水が第1帯水層から第2帯水層に流れていてもおかしくないのかなと、この水位のグラフを見て思ったのですけれども、今の御説明とこの水位の結果はどう解釈したらよろしいですか。

○和田管理技術者

ちょっと誤解を与える説明で申し訳なかったです。台地の上では確かに第1帯水層の水位のほうが第2帯水層よりも高いです。ですから、そこでの地下水の流れは下向きのフラックスになると思います。下向きのフラックスなので、当然第1帯水層が硝酸イオンを多く含んでいると、下向きの第2帯水層に硝酸イオンが供給される。私の言い方が悪かったので訂正いたしますけど、私が「被圧している」と言っているのは、あくまで地層の上面に対して水位がそれよりもさらに高く水位が上がっているという意味で言っています。そういう意味での「被圧」でして、第1帯水層に対して逆転しているということではありません。

○伊藤委員

ではないですね。

○和田管理技術者

はい。ただし、今の図面、45ページの図面の事業地の下流側のこの谷です。例えばこの谷の中の水位というのは逆です。あるいは塩川の谷も同じです。台地の上では地下水は第1帯水層のほうが高く、第2帯水層のほうが低いですが、谷では逆転して、第2帯水層の水位のほうが第1帯水層よりも高い。要するに被圧しているから、ここでは水が自噴します。ですから、谷としてえぐれている分、第1帯水層の高さというのは当然地表面に近いところにありますから水位が下がりますので、相対的に第2帯水層のほうが高くなってしまっている。ですから、谷の中では地下水のフラックスは逆なので

す。下方から上方の向きなのです。今の御指摘をお借りして、説明させていただきますと、この台地の上の畑地のところから供給された硝酸イオンは第2帯水層に、溝口凝灰角礫岩は基本難透水層ですけど、その中の割れ目を伝って下方にしみ込んでいくフラックスがある。一方で、谷の中は水位が逆転していますので、第2帯水層の水は第1帯水層というか、地表面に湧き出そう、湧き出そうとしている。なので、谷の中で掘った井戸からはことごとく自噴井が出ているのです。水が地表面より上向きに出ている。ここでは、谷の中では第1帯水層が第2帯水層に水を供給するのではなくて、逆に第2帯水層が第1帯水層に水を供給している。谷の中のNo. 7の第1帯水層の地層とかNo. 8の第1帯水層の地層の水質は、第2帯水層の水質に近いものが出ているというのは、この辺りでは下方から水が湧き出している。そういう関係ではないかというふうに、そういうローカルな上向き、下向きのフラックスの違いがあると、そういうふうに理解しております。

○伊藤委員

なるほど。よく分かりました。やはり調査地点の地形が非常に地下水の流れに影響しているということですね。分かりました。ありがとうございます。

○和田管理技術者

流れと水質にも明確に出ています。ありがとうございます。

○伊藤委員

そういうことですね。

引き続きですけど、その第1帯水層の地下水位で、降雨量との相関が結構あるところとそれほど見られないところがある、という御説明だったのですけれども、感覚的には、自由地下水だったら雨が降ったらすぐ水位は上がるという感覚があるかと思うのですが、ちょっと聞き逃してしまったかもしれないのですけれども、どういう御説明でしたでしょうか。

○和田管理技術者

谷地の水位というのは、地表面すれすれのところに第1帯水層の水位があるので、雨が降っても水位が上がりようがないので、この結果は当たり前の話です。

○伊藤委員

地形的に谷地なので、もともと地下水が高いのですね。

○和田管理技術者

もともと地形的に、水面が高い、地表面ギリギリなので、谷地ではそういう状況であ

る。当たり前というところでは。

○伊藤委員

この一番下のとこですね。

○和田管理技術者

このNo. 9-3とか、あるいはNo. 10-3は中期扇状地面堆積物ですけども、この地下水位、No. 10-3がこれ、緑色でNo. 9-3がこれです。ということで、地形的に十分に上がる余地があるのにあまり上がっていない。地形的にあまり上がっていないということは、いろんなことが考えられるのですけども、すぐ流出するような構造があるのか。あるいは上からの水が浸透しにくいのか。もう1層上に、例えばテフラがあって、ローム層があって、そのローム層で水が一旦止まって横に流れていて、その下の第1帯水層と我々が認識している地層のところまで水が到達しないとかの、他の理由が考えられる可能性がある。他の地点、古期扇状地I面堆積物、このNo. 4の辺りの観測井戸の水位は割と素直にボンと上がっているのです。こういうふうに素直に上がるのですけども、この上がり幅に対して、さっきの上がり幅が非常に小さいというのはなぜかというところが気になるところということでございます。

○伊藤委員

ありがとうございます。42ページまでの検討でかなり細かく地質区分していただいているのですけれども、結果、それを第1帯水層、第2帯水層、第3帯水層というふうにザクッとモデル化してしまうと、いろいろな地層がごちゃ混ぜになってこの第1帯水層というグラフの中に入ってしまったような気がしています。でもきっと中身は、今、和田さんに御説明いただいたらすんなり分かるように、それぞれの地形、地質的な要素が複合してこういう地下水位の結果になっていると思うので、その辺りが分かりやすくなっていると大変ありがたいかなと思いました。例えば凡例の横に自記水位計と括弧で入れていただくよりも、地形の情報を入れていただくとか、何かそういうふうに工夫していただくと分かりやすい。

○和田管理技術者

はい。その部分は反省しております。すみません。

○伊藤委員

いえいえ、とんでもないです。ありがとうございます。

あと1点よろしいですか。

質問ですけれども、80ページの最後の結論的なところで、水の同位体比などから本宮の泉や天の真名井の湧水は標高の高い雪解け水が涵養源になっている、というお話はすごく納得しながら聞いておりました。その地下水は、80ページの断面4では宇田川を越えて西側に流れているように紫色の矢印が示されているように、No. 1-1からNo. 10-1付近まで流れていっているという御説明だったと思います。一方で、前のほうのページの酸素・水素同位体比の結果を拝見すると、66ページでは、例えばNo. 1-1は第3帯水層の一番左側の点だと思うのですが、明らかに3つの湧水とは酸素・水素同位体比が異なるように見えます。64ページの酸素・水素同位体比の関係のグラフで見ても、3つの湧水とは別の点々の囲みの中に入っていると思います。この辺りの解釈がちょっと整合してないように思ったのですけれども、いかがでしょうか。

涵養源が違って、雨水や雪解け水など天水が起源だった場合には、通ってくる地質が類似していれば、結果的に同じような水質が形成されても不思議ではないのかなと思います。逆に遠くから流れてくる時間が長ければ長いほど、通ってくる地質体によって溶存成分は基本的に変化しますし、溶けている成分の量も増えてくると思いますので、上流側の水質と下流側の水質が同じである必要性は全然ないと思います。その辺りが理解できなかったのですけれども、補足で御説明いただけることがありましたらお願いしたいと思っております。

○和田管理技術者

その辺りのデータは、実は今回から我々が解析することになって、最初にこれを調査した会社の方のレポートの段階では、データがバラバラ過ぎて、あまり有意なことが言えない、というような話もあったのですけれども、他のデータとこういうふうに突合しながら見ていきますと、案外いいデータが出てきたり、例えば先ほどの涵養源の話とかというのもまさに我々が立てた仮説を実証してくれるようなデータが出てまいりました。今回少し残念なのは、調査地点が、先ほどのヘキサダイアグラムの分析は全地点でやっているのですが、他のトレーサー物質に関しては調査地点を抜粋して半分ぐらいの地点でやっているのがございます。こちらの同位体のほうにつきましてはほとんど全部のところで行っているのですけれども、そういうところで我々も解釈がもう少し詰め切れないところも確かにございます。

あと、先ほどの違いにつきましては、逆に観測井戸No. 4-2が例えばものすごく低いです。このNo. 4-2というのは第2帯水層でして、No. 4の一番深いとこ

ろの値のほうが、逆転しているわけです。さきほどの理論でいうと、深いところのほうが天の真名井とかの湧水に似ているのではないか、ということと逆転しておりますので、その辺の地下水の供給との相関というのは、まだ正直解析し切れていない。こっちのデータは非常に整合的だけでも、こっちのデータで見るとちょっと不整合である。例えばさっきの溶存酸素濃度で、地下を長いこと流れてきたのであれば酸素は少ないはずですけど、湧水のところでは酸素が非常に多く含まれておりまして、その辺もちょっと謎といえば謎です。もし酸素が供給されている、近いところで涵養された地下水だとすると、先ほどのクロロフルオロカーボンとかが多いはずですが、でも湧水の結果は全部少ないわけです。近傍で涵養されていたら多い、そういう人工物がたくさん入っているはずですけど比較的少ない。そういう、矛盾するデータがたくさんありまして、なかなかそれは解釈に困っているところで、現在のところ、どうだという話はなかなか言えないのです。ただ、先ほどおっしゃったように、同じ地層のところを通ってくれば同じ水質になるのではないか、という指摘はまさにそのとおりです。逆にこれだけの範囲で、同じ地質のところでも同じものが出るという、その地層の連続性と水質というのは、これはもう間違いなく整合しております。ですから、先ほどお示した地質構造はほぼ合っているのではないかと考えます。ただ、その中の水質の形成過程というものを統一的に説明するのに、今時点ではなかなか難しいデータも出てきているというので、正直解釈に困っているというのはございます。

○伊藤委員

たくさんのデータがあるので、全て整合的に説明していくのは大変だと思うのですが、引き続き次回に向けて取りまとめしていただければと思います。

○和田管理技術者

はい。ありがとうございます。

○伊藤委員

こちらこそありがとうございます。以上です。

○嶋田会長

ありがとうございました。

まだ多分煮え切らないところもあとと思いますが、他に質問ありますか。

杉田委員、どうぞ。

○杉田委員

お願いいたします。

そしたら45ページの先ほどから話題になっているところを、最初にお伺いしたいのですけれども、雨の影響を受ける井戸に関しては、これは例えば地表面からの地下水面までの距離が短いとか、そういったことはないのかということをお伺いしたいです。

○和田管理技術者

まさにそのとおりです。当然深度もございまして、地表面には厚いローム層があるところ、ないところもございまして、そういうのが影響しているのではないかというふうには考えております。

○杉田委員

じゃあ、それはそういうふう解釈している。それから、ここで見ますと、例えばNo. 6からNo. 7とかで、水位差がこれ15メートルあるわけですね。

○和田管理技術者

はい。

○杉田委員

かなり急で、20メートル近くあるのですが、急勾配なところもあるということですか。

○和田管理技術者

これは、今、右の位置図にありますとおり、例えばNo. 6というのは台地の上でして、No. 7、No. 8、No. 3は谷の底なので、以前、現地を見ていただきましたとおり、この台地の上と谷底は、そうですね、15メートル、20メートルは優に標高差があります。

○杉田委員

地下水の水位勾配もそこは結構強めということですか。

○和田管理技術者

はい。

○杉田委員

そうですか。そうすると、第1帯水層と第2帯水層では流向も違って来るであろうということですね。

あと、お伺いしたいは、47ページのギザギザですけど、これも揚水ポンプの影響なのですか。この赤いのとか。

○和田管理技術者

これを拡大したのがその次の48ページになります。

○杉田委員

そうですか。こんなに遠くでも影響が？。

○和田管理技術者

すみません。申し訳ないですけど、ちょっと説明が連続してなかったかもしれない。今のこの水位のある期間をぐっと拡大したのがこちらです。

○杉田委員

そうなんです。分かりました。ありがとうございました。

そしたら最後に62ページ、先ほどから話題になっていますけれども、62ページの水質ですけれども、今回イオンバランスを示していただきまして、大変精度がよく、分析ができて、漏れがないということがよく分かりました。ありがとうございました。

上の硝酸イオンですけれども、この縦軸は硝酸イオン濃度ですね。

○和田管理技術者

はい、そうです。

○杉田委員

何か10mg/Lの位置に赤い線が入っていますが、これは硝酸性窒素ではないですね。

○和田管理技術者

硝酸です。

○杉田委員

硝酸イオンそのもの。

○和田管理技術者

硝酸イオンそのものの濃度です。

○杉田委員

そうですか。じゃあ、この赤い線はあまり意味がないですね。

先ほどもお話がありましたけれども、硝酸イオンが含まれている地下水は地表面の影響があるということで、それはいいと思うのですけれども、ないからといっても、例えば流れていく段階で還元的な環境ですと脱窒とかして形態変化をしますので、ないから地表面の影響がないというのはちょっと危ないかなというふうには思いました。

○和田管理技術者

分かりました。

今のお話は、今回、61ページの上の図面で酸化還元電位及び溶存酸素の話で、どちらかというところの水というのは全般的に還元的じゃなくて酸化的雰囲気でしたので、硝酸の場合は酸化環境ですと割と安定。還元環境になりますと先生のおっしゃったように脱窒が起こって窒素というのがなくなっていくしますので、還元環境があまりなかったものから、そういう意味では、消費されるかもしれませんが、影響が少ないというふうに、ちょっとそっちのほうで考えてしまいました。

○杉田委員

なるほど。ただ、硝酸の脱窒や何かは、結構スポット的に酸化的な場所と酸化的でない場所が地層の中にあって、その酸化的でない場所がスポット、スポットであって、その影響を受けるということも結構観測していますので、いろいろそういったこともちょっと考慮していただければというふうに思いました。

○和田管理技術者

承知いたしました。

○杉田委員

すごくよくまとめていただいて、すごくよく分かったと思います。

あと、何度も伺ってしまうんですけども、地下水面図はシミュレーションのほうにお願いするという予定ですか。こちらではもうマニュアルでは作らない。

○和田管理技術者

すみません。今回はちょっと、申し訳ないです。あまりにもたくさんの資料がありましたので割愛させていただいたんですけども、さっき先生に指摘していただいた、動水勾配が高いですねというお話もありましたが、基本的に第1帯水層は、台地の上の第1帯水層と谷の中の第1帯水層というのは、実はもうほぼ別物であるというふうに考えております。

○杉田委員

繋がっていない。

○和田管理技術者

ですから、確かにその間というのは急勾配で繋がっているのですけれども、少なくとも地下水の涵養の在り方とか、流れの在り方とか、あるいは水質に至りましても、谷の中を流れている一番表層の自由地下水と、台地の上の自由地下水というのは全く違うシステ

ムで動いておるといふところも考えておりました、その辺りもシミュレーションのほうで、我々のほうから伝えて、反映していただくというふうを考えております。

○杉田委員

どうもありがとうございました。よく分かりました。

○嶋田会長

一通り委員の先生方に御意見をいただいたのですが、大分予定していた時間よりも大幅に時間がたってしまうのですが、多分、皆さんがいろいろ言われたように、僕からのコメントですが、地質に関しては、今回かなりきれいなまとめ方が見えてきたと思うのですが、その地質で考えた水理地質的な構造というのが、多分に地下水の水質とかポテンシャルに出ているのですよね。それが必ずしもまだ見え切れてないという感触があって、今回、例えば硝酸とフロンの関係なんかで見ると、両方とも高いところが、整合性あって線形性があるというような話が出ていたと思うのですが、そういう構造が何でできるかというものの理由の一つとしては、水の流れ、上から下に向かうような流れがあるというのが一つの解釈だと思うのですが、その時に、多分さっき議論になったように、台地の上と平地では全然水の流れが違うので、その辺が今回のまとめ方の中ではまだ見え切れていないというところがあると思うので、ぜひそういう方向で取られた水質とか地下水のデータをもう一ひねりして、観測値からどんなことが見えているかというのをもうちょっと見極めた状態にした上で、それと独立してシミュレーションを回していただく。そんな関係を作っておくと、たぶん、後で回したシミュレーションの結果の再現性というものの検証の時にいろいろと役に立つのではないかと思うので、ぜひその辺の観点でこれからの作業を進めていただければと思います。

○和田管理技術者

ありがとうございます。

先ほどの先生のコメントに対して、今後、先ほど部長さんのほうから冒頭に御説明がありましたように、10月に当初の予定になかった追加の調査会を開催していただくことになりました。今回の御報告で、先生におっしゃっていただいたような宿題もまだ残っておりますし、例えば前回宿題だった地層の透水係数の話についても今回ちょっと時間の都合で割愛させていただきましたけども、今後、シミュレーションの中で、合わせてチューニングを行っていく中で、どの地層にどの透水係数を与えるのがいいのかという議論というのを、今から進めてまいりたいというふうに考えておりますので、その結果につきまし

では、10月に予定されています次回の調査会のほうで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。よろしく申し上げます。

○嶋田会長

よろしく申し上げます。

今、杉田委員からも質問があったように、観測値のポテンシャル分布というのという話だったので、多分シミュレーションでモデルができた段階で、シミュレーション結果ではなくて、観測値をアーカイブしてポテンシャル分布というのを作ることができて、そのほうがより三次元的に正確なポテンシャル分布になると思うので、モデルが出来上がった段階で実際に観測された各井戸のポテンシャルを基に、あるいは川の水位を基に描かれた現地のポテンシャル分布というのをまずは出していただければと思っていますので、その辺もよろしく申し上げます。

○和田管理技術者

はい。ありがとうございます。

○嶋田会長

1から4を切り分けて質疑を受けるつもりだったので、皆さん、もう全部交ぜた状態での質疑のようなことになっていましたので、一通り御意見がいただけたということで、次に進めさせていただきたいと思いますが、よろしいですか。

ありがとうございます。

そしたら、次は5番目の議題で、シミュレーションモデルの設定の部分で説明がありますので、よろしく申し上げます。

○小林グループリーダー

それでは、81ページ目からのシミュレーションのモデル設定の状況につきまして、私、地圏環境テクノロジーの小林から御報告させていただきます。どうぞよろしく申し上げます。早速始めさせていただきます。

82ページ目に、シミュレーションの検討フローを示させていただいております。シミュレーションは、大きく4つのステップを考えております。1つ目が、基礎資料の収集・整理。こちらは、地形、地質、気象、水利用など、解析モデル構築に関する資料の収集・整理。それから河川流量、地下水位、水質など、解析モデルの検証に利用するデータの収集・整理が挙げられます。続いて、水循環解析モデルの構築。こちらは、地表水、地下水を一体的に解析可能な三次元解析モデルを構築すること、平面格子モデルの作成、陸

面過程、水理地質構造、水利用のモデル化、組み込みといったものが挙げられます。続いて、現況再現解析。こちらでは、水循環解析、地下水や河川流量などといった水の流動場の評価を行う計算、それから、物質移行解析、酸素・水素同位体比、CFCs、水温の評価といったものが挙げられます。現況再現解析の結果を、最後、地表水・地下水影響検討に用いて、湧水や水源地周辺の水循環メカニズムの解明、廃棄物処理施設計画地周辺の表流水、地下水影響検討に繋げるという流れとなります。

83ページ目は、前回の調査会の資料でも掲載しておりました解析に用いるシミュレーターについての説明となります。解析にはシミュレーションシステムのGETFLOW Sを採用いたします。こちらの特徴は、地表水と地下水の両者を一体化した流域解析が可能であること、それから溶存物質や水温も同時に解析することが可能といったことが挙げられます。使用実績といたしましては、秦野市、横浜市、成田空港、国総研といったところが代表的な事例としてありまして、上記のほか、2000年以降、1,000事例程度の利用実績を有しております。

84ページ目に解析範囲を示しております。先ほどまで説明させていただいた水質分析で、第3帯水層と鍋山火山岩類周辺湧水の水質の類似性であったり、福井水源地の同位体比とか、そういったものから、鍋山でしたり孝霊山、あるいは大山山腹部において涵養された水が地下水として計画地の周辺に流入してくるという可能性が示されております。すなわち、こちらの図に黄色で示しております、こういう計画地周辺の地形で見た分水界と地下水の分水界は一致しておらず、この計画地の東側であったり南東の山間部というところを含んだところなど、広範囲に涵養源が広がっているということが予想されます。そのため、今回の検討では、解析領域を大山山頂まで包含する赤線の領域まで拡大しまして、水質の評価、ひいては計画地周辺の水循環の適切な評価を行うこととします。

85ページ目には、収集データの状況を示しております。こちらは暫定の状況となりまして、黄色ハッチングについては引き続き収集・整理を行っているところです。大きな項目としては、気象のデータ、雨でしたり気温、日照時間、積雪深、風速、潮位といったものであったり、地形の情報、陸域であったり海域の地形、標高の情報、それとあと土地利用・土地被覆であったり、水利用、地下水揚水や河川取水、農地かんがいといった情報、それからモニタリングデータとして、河川流量、河川水位、地下水位、水質、水温といったものが挙げられます。気象から水利用までに関しては主にモデルの構築情報、モニタリングの情報はモデルの結果を検証していくデータとして用いるのが基本となります。

86 ページ目からは、現在収集している主なデータを例として紹介させていただいております。86 ページ目は気象観測点ということで、こちらはアメダスのデータや水文水質データベースといったものの地点となります。水色で示している点、例えば神原とか今在家とか、こういったところは県からの情報となり、こういったものを収集しております。

降水量については、先ほどの観測点における情報以外にも、87 ページに示していますメッシュ平年値2010のように、空間分布として用いることができる情報も併せて収集しております。

地形に関して、88 ページは今収集している基盤地図情報数値標高モデル、5 から10メートルメッシュの情報を表示したものととなります。海側、淡い水色になっていますが、こちらは日本海洋データセンターから入手可能な500メートルメッシュ水深データを表示したものととなります。こういったデータはエリアによって解像度が、どのくらい細かいデータかというのが異なったり、収集時期と測定された時期が異なったりしますので、左下に示しております県のデータ等も併せて、どれを使っていくかこれから検討を行っていくというところになります。

89 ページ目は、土地利用・被覆のデータとして、JAXAから提供されております高解像度土地利用土地被覆図を表示したものととなります。こういった土地利用もモデルに組み込んでいくことを想定しております。

90 ページ目は、平面格子の考え方となります。こちらはモデルを構築する際に、まず三次元のモデルの前に、平面、二次元で格子をつくっていく際の考え方を示したものととなります。考え方ですが、1つ目、佐陀川、塩川、宇田川の主要3河川を包含する領域、詳細評価する判定では、山間部は支川レベルの尾根や谷の地形表現、低平地は主要3河川の河川形状、著名な湧水地点や水源地の表現、それから事業計画地を含む台地形状といったものに留意して、おおむね30メートル程度の空間分解能で平面格子を作成しました。詳細評価範囲よりも外側では、詳細評価範囲から離れるにつれ、空間分解能を大きく設定しております。

実際に作成している平面格子が91 ページとなります。こちら、この黄色の線で示している範囲が詳細評価範囲としているエリアで、この中に関しては、先ほど申し上げたとおり、水平の解像度が約30メートルとなっており、ここから離れていくほど解像度をやや粗くしていき、端のほうとか、一番広い範囲で約150メートル程度となっております。この平面格子の数を数えると63, 381となります。

こちらの図の詳細評価範囲付近を拡大したものが92ページ目になります。こちら、赤く塗っているところは計画地周辺で、30メートル解像度というのが大体このくらいの格子の細かさで表現されることとなります。

93ページ目が河道及び山地部を拡大した例で、左側は河道部を拡大した例、右側が山地部を拡大した例となります。ちょっと分かりにくいかもしれませんが、こういう川の付近を見ますと、周囲の格子をやや川の形状に沿わせて変形させたような形になっております。こちらのほう、山間部の辺りをよく見ると格子の形が変わっているかと思いますが、こういったふうに先ほど申し上げたような格子に沿わせるということを行っております。

94ページ目は、今の平面の情報から三次元化したモデルの今の一つの案を、現状の暫定版を示したものとなります。こちらは実際には、まだ地質の情報を組み込んでいないので、地質を組み込んだ際にはまた変わるものとなります。水平解像度は先ほど申し上げたのと同じなので30から150メートル、仮に深度方向を40層とした場合には、先ほどの平面の格子数に深度方向の総数を掛けて約250万格子という総格子数になります。こちらのモデルの底面の標高ですが、こちらは深部の透水性が非常に低いところを十分に含んだ範囲として、数百から1,000メートル程度を想定したものとなります。

95ページ目には、モデル化の方法の案を示しております。収集した情報をモデルの中にこういった形で組み込んでいく予定という案で、こちらは、今後、収集データを精査した上で、必要に応じて変更していく、暫定のものという認識をしておいていただければと思います。気象については、降水量、蒸発散量、積雪・融雪、気圧という項目で、降水量については収集したデータを与えていき、蒸発散量については、気温のデータを基にハーマン式という方法であったり、熱収支式といった方法を用いて推定していくということをご想定しております。積雪・融雪については平年値などの一定の外力を与える定常解析では考慮しないものとし、細かな季節変動を与えていくような外力が変わってくる非定常の解析では考慮するようなことを想定しております。

気圧については、標準気圧ということをご想定しております。土地利用・土地被覆、先ほど示した情報というのは等価粗度係数という形でモデルに反映しまして、こちらは土地利用区分ごとに与えることを考えております。地形については、陸域、海域ともに、収集したデータの標高値という形で与えます。地下地質については、水理物性、2相流物性といったものを地質モデルに与えて、考慮している地質区分ごとに一律で設定することを考

えております。最後に、水利用としては、河川取水、農地かんがい、地下水揚水というものを考慮予定です。

96 ページ目には、現況再現解析の実施方針を示しております。こちらはデータの分析や収集したデータの情報に応じて更新する可能性がありまして、特に赤字についてはそういった可能性が大きいものとなります。

まず、水循環解析は大きく分けて3つのものを考えておりまして、1つ目として、平均的な気象外力や水利用条件を境界条件とした定常の解析を実施します。こちらの解析ですが、この結果は非定常解析の初期条件として用いるだけでなく、河川流量や地下水位等の平均的な再現性を評価することに用いることを想定しております。

2つ目、こちらが、近年、2020年11月から2021年10月を含む期間に対して日変動で気象や水利用条件を与えた非定常の解析を実施します。こちらは地下水及び河川流量観測データの変動の再現性を評価するものとなります。

最後、3つ目、定常解析としてさらに2001年から2020年のうち渇水年、豊水年の解析を併せて実施することで、渇水期、豊水期における表流水・地下水流動に対しても評価することを想定しております。

ここまでは水循環解析の話ですが、もう一つ、物質移行解析として、水質分析にも出てきておりました酸素・水素安定同位体比、それからCFCs、水温といったものを対象に物質移行解析を実施することで、モデルの妥当性というものを併せて評価していくことを考えております。

97 ページ目は、今後の実施内容ですが、まず1つ目は、水循環解析モデルの構築です。先ほどお見せしたのは平面の格子と取りあえず標高の情報だけ入った三次元のモデルになりますので、前段で説明しておりました水理地質モデルを組み込んで、三次元の解析モデルのほうを構築していくこととなります。次に構築しました三次元解析モデルを用いて現況再現解析を行っていくというのが2つ目です。こちらは調査会前までの地下水位などの観測データを用いた解析モデルの検証の途中成果としてご報告することを想定しております。

3つ目は、地表水・地下水影響検討です。こちらはその現況再現解析の暫定の結果を用いて、湧水、水源地、計画地周辺の水循環メカニズムを明らかにするために、どんなコンテンツを提示できるかというのを示していければと考えております。

コンテンツ案を98 ページ目に示しております。コンテンツといたしましては、例え

ば観測データと比較するための河川流量といった時系列のグラフのようなものから、空間的な地表水・地下水の流動を示す図面として湧出域、湧出している場所を示すような図面であったり、地表水及び地下水の流れを示す流跡線の図、それから地下水位の空間分布ですね、こういったものを考えております。あとは、断面方向など、三次元的に示すような形の水理ポテンシャルの図面であったりとか、そのほか、水収支の評価であったり、物質移行解析結果として濃度といったようなものを提示していければと考えております。

ここまでで取りあえず一旦説明を終わらせていただきます。

○嶋田会長

質疑に入りたいと思います。

小玉委員は手を上げているのですかね。

○小玉委員

さっきから上げっ放しになっていたようですが、質問させていただきます。1点だけです。

メッシュの切り方が、93ページのところに平面格子モデルというので、谷地形をうまく反映させるように合わせるがよく分かりました。それに関しての次の質問ですが、隣の94ページで、これ掛ける震度方向に40層分という話でしたので、その合わせた状態のものが地下1.2キロぐらいまでずっと格子としては行くという理解で間違っていないでしょうか。

○小林グループリーダー

そうですね。こちらで作りました平面の格子をそのまま深度方向に押し出すような形で、この三次元を作る、三次元のモデルを作成すると考えております。なので、水平断面で見ると常に先ほどの平面格子の形となります。深度方向の分割は、今、こちらの図面は地形だけ入れていますので、適当に深度方向は切っていますけれども、実際には地質モデルに応じて地質を表現するような形で深度方向は切っていくことを想定しております。

○小玉委員

深度方向のメッシュの切り方もこの地質に影響してまた歪ませるということですか。

○小林グループリーダー

そうですね。地質構造に合わせていきます。

○小玉委員

分かりました。上から見た平面パターンはこの地形に合わせていって、縦方向の深度

の深さ方向のメッシュの切り方は地質構造に合わせて作るということですね。

○小林グループリーダー

おっしゃるとおりです。

○小玉委員

分かりました。ありがとうございます。

あと孝霊山の「孝」という字、正しくしておいてください。考えるになっています。

○小林グループリーダー

失礼しました。分かりました。

○小玉委員

お願いします。

私のほうは以上です。ありがとうございました。

○嶋田会長

ありがとうございます。

他はございますか。よろしいですかね。まだモデルの結果が出ていないのですけど。

○勝見委員

よろしいでしょうか。

○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。

嶋田先生がおっしゃいますように、まだ結果が出ていないので、まだ議論するところまで行っていないと思いますけれども、膨大な情報を基に解析をしていただくということで、多分、目的に照らして、大事な部分、メリハリをつけないといけない部分が出てくるのではないかなという具合にも思っています。特に、今時点で、何がどうだということをサジェスションできる力は私にはないですけれども、例えば1点、95ページのモデル化の御説明ございましたけれども、透水係数については地質区分ごとに一律で設定するということで、多分解析の全体の作業量を考えたらそうなるのかなとは思いつつ、非常に広い範囲を解析されますので、ひょっとすると地質区分で分類されても、場所場所によって若干変えたほうがいいのか、ただ、変えてしまうとその境界部分で非常にややこしくなるのか、その辺り、悩ましいなと思いながらお聞きはしていました。特にこうすべきじゃないです

かと申し上げるつもりはございませんけれども、大変な解析を進めていただくということで、目的に沿った形でメリハリをつけていただくことが大事なんじゃないかなということで発言をさせていただきました。ありがとうございます。

○小林グループリーダー

ありがとうございます。

おっしゃるようになりかなり広範囲となりますので、この地質区分ごとでは再現性が十分に得られないような可能性もあるかとは思っております。その場合にも、やみくもに解析結果と観測値が整合すればいいとも思っておりませんので、違った場合にその解釈を行っていく、それで必要であればエリア空間分布等で地質、透水性を変えていくなどして、解釈の面から妥当性を評価していくようなことができればいいのでは、と今の時点では考えております。

○勝見委員

ありがとうございます。よろしく願いいたします。

○嶋田会長

他はいかがですか。よろしいでしょうか。

○杉田委員

杉田ですけれども、よろしいでしょうか。

○嶋田会長

どうぞ、杉田委員。

○杉田委員

先ほど質問にあったのですけれども、縦方向のメッシュのサイズはおよそどのぐらいを考えていらっしゃるのでしょうか。40層ということでしたけれども。

○小林グループリーダー

これも、これから地質モデルとの関係性で考えていこうと思っております、実際には、仮にマイナス1,000メートルとした場合であっても、ほとんど透水性のないような深部の基盤部というのは、浅層部の流動場にはほぼ関与してないような状況になるかと思うので、深いところというのは細かくする必要はないだろうと。一方で、やはり浅部の表土付近の地層というものは、その違いでかなり影響が出てくるものでありますので、モデルとして浅いところは細かく、深いところは粗くなるような方法で、その細かくする程度というのは、地質モデルを見ながら、再現をどの程度にすべきか適正なものと考えてい

ければと考えております。

○杉田委員

ありがとうございました。よく分かりました。

今、勝見先生がおっしゃったように、やはりそういったメリハリが多分、これから考えてつけていくところというのを行っていただければというふうに思っておりました。

それから、非定常解析なんですけれども、これ1年の年変化を見ることが目的ですか。それともキャリブレーションが目的。どういう目的の非定常解析なのかをちょっと教えていただければ。

○小林グループリーダー

こちらは日単位での変動の再現を一番の目的と想定しております。1つ目のポチで示しているのはあくまで平均的な外力を与えて、観測値の平均河川流量とか平均地下水といったものを比べることで、また平均的におかした状態になっていないかを見る。

○杉田委員

非定常のほうの目的は。

○小林グループリーダー

一方で、平均的な外力だと、日単位での応答性は確認できないので、非定常改正で気象外力等を、日で変えたときにちゃんとそういった日単位での変化に対して応答してくるかというようなもの、この期間、約1年、観測を行う予定になっていますので、それが追従できるかというようなところで、その検証を一番の目的というふうに考えております。

○杉田委員

よく分かりました。すみません。ありがとうございます。

あともう一つだけ。96ページに物質移行で水温って入っているのですが、熱輸送も何か解析されるのでしょうか。

○小林グループリーダー

そうですね。こちら、もうちょっと、物質に関して何を対象とするかはもう少し分析、比較して適切なものを選ぼうかなと思うのですが、仮に水温をやるのであれば、変数として熱という変数を加えて、空間熱分布みたいなものから水温も地下水であったり河川水であったり、そういった水温もシミュレーションできますので、その評価を行うということ想定しております。

○杉田委員

これから考える。よく分かりました。どうもありがとうございました。

○小林グループリーダー

ありがとうございます。

○嶋田会長

ありがとうございます。

一通り御意見いただいたのですかね。

○伊藤委員

すみません。伊藤ですけれども。

○嶋田会長

伊藤委員、どうぞ。

○伊藤委員

最後に1つだけ簡単な質問、よろしいですか。

○嶋田会長

どうぞ。

○伊藤委員

85ページの収集データの中で、黄色のハッチがまだ収集・整理中ということで、水利用の分類の中の「地下水揚水量」「河川取水」「農地かんがい」がまだ収集中ということですが、これらは解析の再現性を検証する上で非常に重要な情報ではないかと思っているのですが、データは集まりそうでしょうか。

○小林グループリーダー

我々JV内でそれぞれ集めて確認中ですので、ちょっと現段階ではまだコメントできないところもあるのですが、おっしゃるようになり重要なものだとは思っておりますので、その収集できる範疇で、まず何が使えるのか、それでその使えるものをどのようにモデル化していくかというのは慎重に検討したいと思っております。

○伊藤委員

そうですね。特に当該地のように農地が広がっているような場所、あるいは地下水の利用が盛んな場所というのは、シミュレーションの整合性の検証に利いてくるかなと思いますので、よろしく願いいたします。

○小林グループリーダー

ありがとうございます。

○嶋田会長

ありがとうございます。

委員からの意見にもあったように、多分これからの作業として、実際に観測値で得られたものをどういうふうモデル化に入れていくかという部分では、その入れ方に関して、きちっと我々が納得した上でモデルにつくり上げていく、そういうプロセスが大事だろうと思うので、今回はまだそういうとこまで至っていないですけど、次回の時にはどうしてそういう設定にしたのかというの、きちっと説明できるような情報を取りそろえていただければと思いますので、よろしくをお願いします。

○小林グループリーダー

承知しました。ありがとうございます。

○嶋田会長

では、時間も押していますので、最後の今後のスケジュールに行きたいと思います。事務局、よろしくをお願いします。

○和田管理技術者

それでは、最後、今後のスケジュールについて説明させていただきます。

一番最初の地質関係の説明が大変長くなってしましまして、申し訳ございませんでした。おわび申し上げます。

それでは、100ページになります。今後についてですけれども、今回、この第5回の調査会を行いまして、水理地質構造についての解析結果ということについて御提案させていただきました。また、シミュレーションの今後の見通しについてお話しさせていただきました。

冒頭、部長様のほうから御説明がありましたように、当初の予定では次の第6回が今年の12月に開催予定でございまして、5月から12月までの間が結構長い期間が空くというような予定でございましたけれども、その間にこの第6回の調査会というものを追加で入れさせていただくことにいたしました。今回、先生方からもいろいろ様々な御指摘をいただきまして、また、新たに宿題もできました。我々もまだ解析が完全に終わったわけではなくて、今、まだ走りながらやっているという段階でございまして、今後は、次回は、水循環の解析モデルの構築の見直し結果とかでありますとか、先ほど2つ目の説明でありましたシミュレーションの解析を1回回してみても、その結果どうであったかという途中経過についても報告させていただきますし、その根拠になりました、今回提案させてい

ただきました水理地質構造モデルでありますとか、先ほどいろいろ御質問いただきました水質と水理地質構造の整合性、あるいは水位の整合性、こういうものについても解析を進めていって、次回一つの回答をさせていただきたいと。

この間、10月になりますけども、9月ぐらいのデータまでは水位観測のデータ、流量観測のデータの蓄積も出てまいりますので、一夏すると、秋のちょっと台風シーズン、10月が真ただ中なんですけれども、そういうのも、大雨の応答もそういうデータの中に入ってくると考えておりますので、一体大雨のインパクトがあったときにどう水位が動くのかということに関してもそのときに一つのデータが出てくると考えておりますので、またそれについても紹介させていただきたいというふうに考えております。

12月は第7回で、第6回で御指摘いただきました様々な点、質問いただいて、この時もまたたくさんの宿題をいただくことになると思いますので、それを見直しまして、12月の末でほぼそのシミュレーションの最終形に近い形の解析の結果を出させていただくというふうな方針で考えております。この時にもまたいろいろ御指摘、御指導をいただくことがあると思いますので、それを見直しして、最後、第8回が来年2月にやる。ここで最終の報告をさせていただくというような形で今後進めさせていただきたいというふうに考えてございます。

スケジュール的にはこういう形で、追加で第6回、101ページにございますけども、第6回ができましたので、第7回でかなり最終形に近いものを出すつもりではございますけれども、その前に一度、できましたモデルを幾つか御提示させていただきまして、また先生方の御意見、御指摘等をいただきたいというふうに考えております。以上でございます。

○嶋田会長

今後のスケジュールということで、当初予定に変更として、秋にもう1回、モデルの部分の詳細な説明をするところを加えるということですが、何か確認しておくことはありますか。よろしいでしょうかね。

ありがとうございました。議論が非常に多岐にわたって、発表内容も多いので、なかなか確認したいことも多くなると思いますけど、次回はモデルが入ってくるので、さらにいろいろ細かく確認しながら理解をして検証していくという作業が複雑になると思うんですけど、引き続きよろしく御配慮ください。

特に皆さんからないようでしたら、事務局にマイクを返したいと思います。よろしい

ですかね。

ありがとうございます。では、事務局にお返しします。

○大呂課長補佐

嶋田会長さん、ありがとうございました。

最後に、総務部長の亀井が御挨拶申し上げます。

○亀井総務部長

委員の皆様には長時間にわたりまして熱心に御議論いただきました。誠にありがとうございます。感謝申し上げます。

おかげさまで地層ですとか地下水の状況、徐々に明らかになってまいりました。

今後ですけれども、これまでいただきました意見、それから議論、こういったことを踏まえまして、さらにデータの整理、考察、これを重ねていくということになるわけでありまして、県といたしましては、引き続き丁寧、慎重に調査を進めてまいりたいというふうに考えております。

先ほどもございましたけれども、次回の調査会、水理地質のモデルを組み込んだシミュレーションモデルをお示しするというのと併せまして、解析状況なども確認していただくということになってまいります。随時委員の皆様方には県のほうからも報告、相談等をさせていただきながら進めさせていただきたいと思っておりますので、引き続き御協力をよろしくお願いいたします。

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5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。

どうもありがとうございました。