

鳥取県淀江産業廃棄物処理施設計画地地下水等調査「知事報告会」

日 時 令和4年7月3日（日）10：00～11：00

場 所 県庁議会棟3階 特別会議室

○山本室長

ただいまから、淀江産業廃棄物処理計画地地下水等調査結果の知事報告をおこないます。本県では、科学的見地を有する委員の皆さんで構成する地下水等調査会を設置しまして、中立公正かつ客観的に調査を実施してまいりました。昨日、7月2日に開催いたしました第9回会議におきまして最終的な調査結果がまとまりましたので、本日は調査会の会長として調査を主導いただきました熊本大学名誉教授の嶋田純会長にお越しいただきました。嶋田先生は、日本地下水学会会長、国際水文学会副会長、日本水文科学会会長など、国内外の地下水分野の主要役職を歴任されるとともに、地下水保全の先進県であります熊本県の地下水保全条例の改正に貢献されるなど、国内でも有数の地下水の専門家でいらっしゃいます。

これより嶋田会長から調査結果のご報告をいただきますが、それに先立ちまして、結果をまとめた報告書を嶋田会長から平井知事に手渡していただきます。恐れ入りますが、知事と嶋田会長は前までお越しく下さい。

（報告書手交）

○平井知事

どうもありがとうございました。

○山本室長

席へお戻りください。

それでは調査結果について嶋田会長様よりご説明いただきます。嶋田会長様、よろしくお願ひします。

○嶋田会長

ありがとうございます熊本大学の嶋田です。よろしくお願ひします。

2年半前ぐらいですかね。平井知事からこの調査をして欲しいというお話をいただいて、なかなかこういう機会もないので、この調査の概要のお話をして、それからさらっと結果の部分のご紹介をしたいと思います。

ご存知のように、調査の目的がここに書いてあるように、当該の台地の地下水の流向を把握するために、地下水層の地質の調査を実施するということなのですが、こういう類いの調査研究としては広域地下水流動調査とか研究とか言われています。

理論的研究が先に始まって、だいたい1960年代ぐらいで、それに対して実際にそういう流れがあるかというふうに調べる実証的研究が20年ぐらい遅れて、1980年代ぐらいから行われるようになってきて、今日に至っています。

地下水というのは、あんまり馴染みがない方も多いと思ってこんな図を持ってきてみたんですが、地下水というのは、学術的な定義としては、地表面下の地層間を飽和して流動する、流れているんですね。これは水循環の模式図ですけども、地球上の水循環というのは海水が蒸発して、雲になって、雨になって、陸に降ってきて、川として流れて海に戻るという上の方の水循環はよく知られているんですが、実は地下水も陸に降ったものが一部浸透して地下水となって、緩やかなんですけども、その勾配の高い山の地下水が海に向かって流れる。大きな水循環の一部を地下水も構成してるんですね。ただ、大きく違うのは地表の流れに比べると、地下を伝う流れというのは時間がかかるんですね。そして地下の構造によってその流れる時間は違うという特性を持っています。この地下水の流れを模式化したのが左の図なんですが、表面の地形があって、ここに川があるとすると、山の上で入った地下水が、高い地下水位を形成してそれが緩やかに流れて、最終的にこの場合は川に流れるという、こういう構造をしていて、基本、地表水というのは地下水によって支えられている、そういう構造を呈しています。

地下水の流れを支配する要因としては、一つは、地表の勾配、地形のでこぼこというのが第一なんです。もう一つは、この陸の中を構成してる地質というのは、一様ではありませんから、いろんな時代のいろんな物質が堆積して、その中の水の流れ方というのは、堆積する物質によって違いますので、その地質の違いというのも当然この流れに反映することになります。それは英語でいうところの「Topo drive (地形勾配)」と「Geo drive (地質 (透水性) 構成)」といいますが、この二つの要因で地下水が流れているということになります。

次お願いします。それを三次元的に模式化した図なんですが、地形の高いところから入

った地下水が、そばの川に流れていくという小さなスケールの流れと、それからもっと大きく目を転じてみると、山の高いところから深い道を通って、標高の低い平野の方に流れるという大きな流れがあって、ここで見比べてみると例えば、小さな流れは左から右に行っているけど、大きな流れというのは、右から左へ行っている、流れ方が場所によって変わるんですね。この図では、流れ方の変化を2次元的に見っていますが、実際には当然3次元的に変わるといこととなる。地下水の流れは、そういう複雑な、深さによって方向変えるような流れ、それがそこに占める地形の勾配と、そこを構成している地質の物質によって変わってくる。この流れを調べるためにはやっぱり孔を掘って、地下水の水圧を調べないとわかりません。いっぱい孔を掘れば、情報量が多いのでかなり正確なものになりますが、限られた数のボーリングでなるべく現実に近いものも見えていくということになります。

次お願いします。そういうのを調査するためには、まずその器の地質、どういうものが堆積しているかというのを見て、それから器全体の表層水の流れと地下水の流れというのを調べて、そこに含まれている水に溶けている物質によって、流れの情報に関係するものをまた引き出す。こういう三つの調査を並行してやりながら、その対象地域の大まかな地下水の流れというのを、ある程度掴んだ上で、ボーリングの情報には限界があるので、そのボーリング情報がない部分に関して補完するために、三次元的なシミュレーションを構築して、それによっても流れを掴む。それらを全部統合したもので、当該地域の地下水流動を把握して、最終的に評価する。こんなプロセスで、地下水調査を進めます。この方法論そのものはほぼ確定した状態で、今回もこれと同じようなアプローチをしたということになります。

次お願いします。言ってみれば、三次元的な、ちょっとスライドを2枚戻っていただけますか。これ三次元的な流れをシミュレーションでやるというのはどういうものかというのと、箱庭を考えていただければいいんですけど、箱庭に、いろんな物質を積み重ねながら細かい地形を作って、上からじょうろで水を流す、そうすると一部は表層を流れるし、一部は浸みて地下水になる。その箱庭の中に地層を、砂一様ではなくて、礫を挟んだり、粘土を挟んだりと地層を変えると流れ方は変わるので、この箱庭を作る代わりに、こういうコンピューターの上で箱庭を作って、コンピューターの上で雨を降らせて、どこに川ができるか、どこに地下水が流れるかというのを再現する、そういう試みをしたということになります。

2枚先のスライド。現実には地質を調べるために、この台地の末端部分に12本ですかね、ボーリング孔を掘りまして、最初に3本パイロット孔を掘って、どこに帯水層があるかっていうのを大まかに掴んだ上で、それぞれの帯水層を確認する意味で、広がりを確認する意味で、残り8本を補完的に掘りました。地質を調べるだけじゃなくて、その地質それぞれの、水の通りやすさ、これを透水係数というのですが、それを調べたり、そこから水をサンプリングして、分析して、水の流れに関する情報をとらまえる。そんなことも同時にやりました。それから掘った孔を使って、地下水の水位の変動を観測して、雨に対するレスポンスがどうなっているかというのを、この後でシミュレーションを使う時の参照データとして使うという位置付けで行いました。

次お願いします。これは例えばの例ですが、そういう地質ボーリングを並べると、これはこの黒い線の、東西断面の地質なんですけど、色分けしてる3つか4つの層が出てきて、それぞれに地下水があるということがわかりましたし、一番特徴的なのは、紫で書いたこの層が、固結粘土層といって、厚さが2メートルぐらいなんですけど、非常に連続性がよくて、このエリア全体に広く広がっているということがわかりました。何でこれが同じかという、実はこの粘土層の一部を取って年代を調べたんですね。そうすると、いつごろの堆積物だったかわかりますので、見かけ上、同じような粘土層なんですけど、いろんな孔で測ったものがすべて同じ年代を示したので、これとこれをつなぐことができるという形で、一つの粘土層として認識することができました。実はこの粘土層が結構その地下水の流れを遮水する機能が高いということわかってきまして、そういう意味では、安山岩の火砕岩という、割れ目が多い安山岩なんですけど、これが地域の第3帯水層といって、一番水を多く含んでいる層なんですけど、その上にこの粘土層の遮水層があるので、この第3帯水層に対しては、上の水が入りにくいという特徴が見えてきました。

次お願いします。例えば、これはこういう大山から壺瓶山に行くような断面を描いているんですが、それぞれここで観測した地質の状態が、データがここしかないんですが、実際にはこういった大山の頂上までエリア全体の地質を推測しましたので、それまであった既存の地質の情報と矛盾なくつながるように、それぞれの地層のつながりを構成するというのを試みております。

次お願いします。実際にはボーリング孔では地下水の透水性を測っているんですけども、ご覧いただくとわかるようにそれぞれの地層に対して、かなり幅を持った透水係数が出てきます。これは堆積物というのは均一ではなくて、場所場所によってかなり違うとい

うことと、それから、それでも大まかにこの帯水層はこの辺、次の帯水層はこの辺と、少しずつ透水性のレンジが違うということがおわかりいただけだと思います。これぐらいの幅で、一つの帯水層、或いは遮水層といってもかなり幅を持つものだというのがご理解いただけるんじゃないかと思いますが、実際にモデルを解くときにはこの幅の中で、透水係数の値を変化させながら一番、観測の水位とか川の流量にマッチするようなデータを探るといふ、そういう方法をとりました。

次お願いします。これは観測の方なんですけど例えば、地域には基本3つの帯水層が認識されて深さ順に第1、第2、第3帯水層と命名したんですが、一番浅い帯水層は地表の直下で基本的に地形に沿ったような形の帯水層なんですけど、その下に第2帯水層、それでさらに下にさっきの粘土層の下に展開する火砕岩からなる第3帯水層があって、それぞれのボーリングから得られた水圧を分布図に書くと、赤で書いたのが第3帯水層で、青で書いた線が第2帯水層ですけども、この図は地形図と同じように地下水の水面の高さを表している図なんですけど、赤い線で描いたものと、青い線で描いたものを見比べて値が違うので、深い方の、赤い線で描いた方の第3帯水層の方が高い値を持つてるエリアを拾い出してみると、赤いハッチのエリアですね、このエリアとこのエリアは、下の深い方の第3帯水層がその上の第2帯水層よりも圧力が高い。地下水は、下の深い方から上に向かうような力を持っているという構造になりました。ここに福井水源があるんですけど、そこは自噴してるんですけども、これが自噴する原因ってのは、深いところの圧力を持った地下水の圧力レベルが地表水よりも高い圧力を持っているので、結果として自噴してるということになります。で、福井水源が自噴する原因は、基本、その第3帯水層の地下水が沸き出てるからだということが、こういう調査をすると見えてきます。さらに、ここだけではなくて全体のこのコンターで描いてある地下水の流れがそれぞれの帯水層をどういうふうの流れてるかというのが、観測データだけからでもかなりのレベルでわかります。実際に我々が観測データで得られる流れ、これをそのままシミュレーションに入れて、より詳細に三次元的な、観測データは面的なそれぞれの帯水層ごとのデータしか出せないんで、それを三次元的な流れにおきかえるためには、どうしてもシミュレーションをかまさないといけないので、それもあわせて行ったということになります。

次お願いします。例えば、これは、観測井戸等で測定された硝酸イオンという溶存物質濃度の比較図です。硝酸イオンというのは基本人間起源、人間の生活活動によって出てくるもので、農業起源、それから下水排水、それから畜産、そういうものが窒素を硝化す

ることによって、硝酸が出るんで、地表に近いほど硝酸が高いということになりますが、縦軸が硝酸の濃度で、ここが第1帯水層、第2帯水層、第3帯水層と深さ別に並べてみたんですが、第1帯水層は一部の井戸でかなり高い硝酸の濃度が見られます。これは、地表から供給された硝酸イオンが当然いっぱい入ってるということになります。それが深さとともにだんだん減って、第3帯水層はほとんどすべての井戸で硝酸が入ってないんですね。ということは上から地下水が来てないという客観的な証拠になるんですね。ですからさっき申し上げたとおり、固結粘土層という地層の遮水性がかなり高いということ裏付けるということになります。

次お願いします。それで、先ほどの繰り返しになりますが、こういう10数本の井戸で、深さ別に帯水層ごとに水圧を測ることを1年ちょっとですかね、観測を行いました。これ何でそんなに長期間観測したのかというと、地下水というのは雨に対するレスポンスとともに、季節的にも変化するんですよ。僕はあまり山陰の地下水の一般的なことを知らないんで、熊本の場合は夏場だと、冬から春先にかけて水位が10メートルから20メートルぐらい変わるんで、大きな季節変化があるんで、そういう雨ごとの短い変動と、それから年スケールの大きな変動の両方が地下水の流れにどういう影響を与えるかっていうのを見極めたほうがより精緻なシミュレーションになるので、その1年ぐらいのスパンのデータがとれるようにということで観測期間を1年超設けるということにしてあります。実際には山陰にはあんまり季節変化がなかったんで、それほど季節性のトレンドは必要なかったんですけども、結果的にはデータは1年より長い期間カバーできたのでそれなりに精度が上がったと思います。

次お願いします。また、つい先ほど申し上げたように、地面より下の地下水の部分を見極めるために、3次元のシミュレーションモデルというのを構築しました。これは今一本の線ですけど、実際には帯水層ごとに異なるラインになりますので、それぞれのラインが、ここで地表から雨が降ったときにどういう反応するかというのを観測で求めておいて、それをシミュレーションで再現することで、そこで設けた帯水層の構造が、ほぼほぼこういう地域の水の循環を再現してるということ裏付けるデータになり、使えるだろうということになります。

次お願いします。実際には、これシミュレーションの流れなんですが、最初に定常状態って一定の雨がずっと降り続けるような状態で、モデルの最初のチューニングを行いました。これは言うてみれば、さっきの箱庭の上にじょうろでずっと一定量で撒き続けるよ

うな状態です。いっぱい撒きすぎると全部池になってしまう、撒き方が少ないと全部浸みて川ができなくなっちゃう。ちょうど適当な量の雨が降らしたときに、川が発生したり湧水が発生したりして、かつ地下水が流れるようなそういう条件の、透水性の設定をまず、粗いレベルで設定しました。そのあとに、非定常による検証という、実際に細かい1日の雨の降り方を、観測期間中の実際の気象データを入れて、それに対する各井戸の観測の水位のレスポンスを見比べることによって、よりその精度の高い帯水層の透水性の選定というのを行いました。さらに、そうやってでき上がったモデルが本当に正しい流れ方をしているかというのを検証するために、地下水と一緒に流れるような物質を水質で観測していますので、そのデータとモデルで出した、そういう物質の流れっていうを見比べて、そこそこ反映しているというのを確認することによって、構築したモデルが、かなり精度を持ったものだという確認を行っています。そういうモデルができ上がった段階で最終的に、ここの部分の地表水・地下水がどういう流れ方をしてるか、もうモデルが決まってしまうと、いろんなことができるので、好きな断面で切ったり、あるエリアの水の収支を取ったり、いろんなことがモデルの特性上できるので、そういう試みを行いました。

次お願いします。これが用いた地質の三次元モデルです。基本これまで得られている表層地質図のデータをもとに、この部分ですかね、これはボーリングで細かい調査をしたので、この部分の細かい調査のデータと、既存のこういう広域の地質情報とをうまくつなぎ合わせるような3次元モデルに作り直しを行って、これをまず第一段階の箱庭の構造にしました。

次お願いします。実際に合ってるかどうかを見比べる意味で、さっき言ったように上からじょうろで撒いたときにどこに川が発生するのか、どこの地下水のボーリングの水位がどれぐらいになるかというのを見比べたのがこの図なんですが、横軸が観測ですかね、縦軸がモデルによって出たデータで、この地域の調査会が設けたボーリング孔のデータと、解析モデルで出てきたデータと、こう1対1の45度の直線に載りますから、大体再現ができてることになります。こちらは周辺の主要な湧水なんですけど、本宮と、それから天の真名井ですか、またこれは田井の沼（かま）ですか、それぞれの観測データがあるところに関しては、モデルで出てきたデータと見比べて、観測データというのは結構限られた日のデータなものですから、一応モデルでもそこで湧水が見られるということになれば、そこそこモデルは精度があるというような考え方で、それぞれ茶色がモデルで、青が観測値だと思いますけど、それぞれ湧水がある場所にモデルでも湧水が出現できたという

ことをよしというふうに判断をしました。

次お願いします。これは地下水位の変動なんですが、ボーリング孔で観測した変動はこちらですね。こちらはモデルで出した変動で、これは一番浅い第1帯水層なんですけど、季節変化はなかったんですけど、この期間にですね、2回大きな、去年の夏ですかね。江津で災害が起きたころのやつと、異常な降雨があってそのときのレスポンスがこう、ピョッコピョッコと地下水位に出ています。これ第1帯水層が一番明瞭に出たんですけど、この大雨のレスポンスがモデルでもちゃんと再現され、それぞれ同じぐらいのレベルに値が出たということと、雨に対するレスポンスがそれなりにモデルでも再現できたということで、よしというふうにしています。これは一番浅い帯水層です。この数字を覚えておいていただきたいんですけど60mの縦軸になっています。

次お願いします。これは第2帯水層、その下なんですが、これ30mになってるので、スケールが半分になってるので、一番上のグラフよりも山が大きめに表されてるんですけど、それでも第2帯水層ではこの雨のピークがほとんど出てないというのがお判りいただけます。モデルの方もそれなりに再現性が出てきて、あまり雨のピークが出ないような構造になっています。

次お願いします。同じように川の流量もモデルで再現をしています。川はこれ何ヶ所か測ったんですが、ここの地域は測ってみて結果でわかったんですけど、自然の川じゃないので、灌漑用水が結構入っていて、雨だけで川の流量がコントロールされてはいないということがわかりましたので、基本、大雨が降った時にこのピークがあつてるのをよしというふうに考えて先ほどの夏の2回の大雨が、赤線で書いたのがモデル、黒線で書いたのが観測値なんですけど、この辺のピークのタイミングと、そのあとの水の落ち方の変動が再現性がある程度得られているということで、地表水と地下水両方の変動がある程度再現ができてるモデルだというふうに、確認を行いました。このようにやって、地表と地下水が同時に解けるようなモデルで出した結果を元に出来上がった地下水のモデルですので、そこそ自然の地下水循環が再現できてるモデルというふうに判断して以降の作業に移りました。評価の作業ですね。

次お願いします。いろんなことできるんですが、例えば、地下水の流れ、これ三次元の現象を平面図に表しているのも非常に複雑なんですけど、実際にはその箱庭の地表から入っていますが、いろんな深度を伝ってどこかに出てくるとという現象を表しておりますが、それを1枚の平面図で表すためには色分けをするしかないんで、第1帯水層、第2帯

水層、第3帯水層という三つの帯水層レベルの流れを、違う色で重ねて描いています。第1が赤、第2が黄色、第3が黄緑という形で描いてあるんですが、大山を含む大きなエリアはこんな形になっていて、濃い青は表流水ですね、これ表流水は結果として出てきたもので、雨を与えて結果としてここに川ができたという、最初から値としてここに川がありますというふうに入れたわけではなくて、モデルで解いたらここに川が発生しましたと、そういう位置付けの図であります。

ここ、一番注目している、調査地周辺の流れをもうちょっと拡大した図を次のスライドに載せたんですが、こんな形で、ここに壺瓶山があつて、ここに塩川があつて、ここに候補地があつて、三輪山の清水と、それから福井水源がここにあるんですが、見ていただくと、こちらの方がいいですかね、見ていただくと、黄色で書いた第2帯水層の流れ、それから緑で書いた第3帯水層の流れ、それぞれが三輪山の清水とか、それから福井水源に向かっていない。ここの部分の流れはみんなこちらに行っちゃうんですね。福井水源の方はもっとクリアで、こういう流れがこちらにいつてる、ここの部分の流れがこっちに行ってしまうので、完全に福井水源には影響してない。三輪山の清水に関しても、ここで塩川に出してしまうので、実際に来てる流れが、ここを伝って、こう回って、ここに来るといような形が出てきていまして、基本、この図で見る限りにおいては、両方の水源に対する流れというのはほとんど見られないといような結論が得られています。

次のスライドをお願いします。これも複雑なんですが、この枠で囲った部分の水の出入りをこういう表として書いたんですけど、これ実際はここの部分を円柱みたいな状態で切り出して、それぞれの、周りから入ってくる量と、上から入ってくる量を、これ計算で出した結果を全部書き上げてるんですね。だから非常に単純に見えるんですが、実際にはモデルを解いた結果として初めてこの数値が出てくるといことになります。見ていただきたいのは、ほとんどの水は、括弧書きの方がいいと思うんですが、この $7.1 \text{ mm/d}$ という浸透、これは雨の部分と灌漑水が入ってるんですが、それを足した部分の量が、第1帯水層を伝ってほとんどがまた第1帯水層から出てくる。ですから第1に入った水は、ほとんど周辺の川に出てくといような形で、先ほどの、一番先にご紹介した Topo モデル、地形に沿う流れという状態になっています。その下にある、第1帯水層の第2帯水層を遮水している溝口の凝灰角礫岩ってのは、多少透水性があるので少し下に落ちるんですが、それでもこの横に流れている量よりははるかに小さい状態です。第2帯水層というのはその下にあるやつなんですけど、これは、実際にはここを流れてるのは非常に小さくて、ど

れを見ていただいたらいいですかね、地下水流出っていうデータを見ていただいたらわかるんですが、第1帯水層がこれぐらいで、第2帯水層は0.1mm/d、第3帯水層が一番大きい流量で、この地域はほとんど第3帯水層の地下水がメインっていうのがおわかりいただけますし、それから、その上の第2と第3の間の流れが、この青丸で囲った部分がほとんど上から入ってくるものがない。先ほど申し上げた固結の粘土層の遮水性が極めて高いっていうこともこの水収支からわかりました。

こんなデータを全部統合した結果、地域の地下水流動の評価が出てきたんですが、次のスライド、これは最後だと思います。まず山の、火山のすそ野の細かい構造と地質がわかって、それをもとに三つの帯水層とそれを遮水する難透水層があったということと、地下水の流れとしては、標高の低い部分では深い帯水層から上に向かうような地下水のフラックスがあるということもわかりました。

次お願いします。先ほど紹介したように硝酸イオンなんかを見ると、その第2と第3の間にある固結粘土層の遮水性が極めて高い。これは流線図から見ると、計画地からの流れというのは、三輪山の清水も福井水源もどちらの向かってないっていうようなこともわかりました。いろいろ書いてありますけどもこんな形で、こういう精緻なモデルを作ることによって、今まで見るができなかった地下水の流れというのは、かなり細かく見ることができて、この方法論というのは、かなり科学的に信頼性のおけるデータの積み重ねで得られたものですので、それなりに担保された結果だというふうに、我々は評価をしております。

これで当初掲げられた、その地域の地下水流れがどうなっているかという諮問に対しての、ある一定程度のお答えができたんじゃないかと考えております。以上です。

○山本室長

嶋田会長様ありがとうございました。知事、今の説明について何かご質問ありましたら。

○平井知事

今日は本当に精細なご説明をいただき、また、長きにわたりまして、嶋田先生はじめ、専門家の皆様、ここまでレポートをまとめ上げていただいた、そのご労力とお知恵に、心から感謝を申し上げたいと思います。

私ども、事の発端としては、今、産業廃棄物処分場予定地が、ここから水が、水源地に入らないかどうかというのが地元での関心事となったわけではありますが、いろんな議論がございました。それはもう当然いかなんだという話も当然あるわけではありますが、また片方で、いやそれはもう行くに決まるとという話も。議会でも大分議論をさせていただき、令和元年の秋から冬にかけて、条例を作って、しっかりとした調査を第三者的に、識見の高い科学者の皆さまにお知恵をいただいてやってみようじゃないかと、こういうように衆議一決をしたところでもございました。まさにその期待にこたえるがごとく、本当に時間と労力を惜しまず、これだけレポートを精細にまとめていただいたことに、もうびっくりするぐらい感謝をしているというところでもございます。

今、若干のちょっと質問というか、先ほどのいくつかポイントがあったと思うんですが、第3帯水層が圧倒的に多いですね。上の方の第1帯水層、これは若干多めですけど、これはどちらかという伏流、表流水に近い動きをしているのかもしれませんが。真ん中のところの第2帯水層というのがありますが、これ比較からすると、かなり小さなレベル。特に第3帯水層がとても大きなレベルで8000 m<sup>3</sup>/dとかいう数字が出ていました。そうするとあれですね、先生のモデルでは孝霊山だとか、要は上流に当たるような大山の山腹や孝霊山の方からやってくる、いわば地下に大きな川が流れているとか広がりのある地下水の流れが、それが若干右に行ったり左に行ったりということはありますけれども、それぞれ、福井の水源地や、それから今回計画地のところであるとか、そうした各方面に行っただけではないか。三輪山の清水のところもそういう流れの第3帯水層がやはり多く、噴出する地下水に寄与しているというふうに考えたらいいかどうかですね。そうだとすると、第2帯水層と第3帯水層の間に、火山灰関係の粘土層というのがあると。これが遮水性が高くて、下の方にはあまり通していないということからしますと、その流れがそれぞれのレベルに依れば、基本的にはこれそれぞれに水が供給されているということで、理解できるのかなと思って見ておりましたが、そういうふうな理解でいいのかどうかということ。それから、重ねてこのモデルからしますと福井水源というのは、全くこの図でいくと右の方からやってきて、それで下からそれが直接入っていくように見えますし、それから三輪山の清水も、先ほど塩川という筋がありますが、それをその向こう側とこちら側はというような形で、挟んで第2第3それぞれですね、その近傍を通るものは、三輪山の清水に行く流れというのは、もっと右側の方から、回り込んで入ってくるような、実は地形といいますか、地下の状況になっていたと、地下にそんな川の流れがあったと理

解して良いのかどうかというのを、今一度ちょっと確認をさせていただければと思います。

それからあと、この調査を見て大変びっくりしたわけでありますが、これだけ立派な調査というのは世界的にもですね、なかなか一つの地域を限ってやられた例はそうそうないのかもしれないなと思います。ですから先生方のこの研究というのが、大山で何でおいしい水が供給されているのか、これは下流域でありますけども、上流から含めてずっとそういう、要は地下に大きな流れがあつてですね、そこに先生が最初におっしゃいましたように、長年かけて、浸透していったそうした水の流れができて、いわばろ過されて、おいしい水ができてきているって構造があるのかなと思いついて伺っていました。そういう意味で、こういう調査がですね、例えばおいしい水もとれる大山の値打ちだとか、或いは世界的に見ても、表流水と伏流水、こういう風なメカニズムで動いてるというのを、精緻な大山モデルとして、私達これをむしろその研究遺産として、今後の時代に残しておいた方がいいのかなと思いついて伺っていました。

それについて先生のお考えはどうなのかなという2点でございます。

#### ○嶋田会長

ありがとうございます。

まず最初の方のご質問なんですけど、基本、ここのエリアで水を利用できるような帯水層というのはもう第3帯水層だけで、それより浅い帯水層は地下水が流れてはいますけど利用できるような量の水が流れてるというところではありません。第3帯水層に対しては、今さっきご説明したようにその上にある固結粘土層というのが、かなり広がりを持って十分カバーをしてるという意味では、独立した流れであつて、上とは隔離されたものである。そういう意味ではこのモデルで出てきたフローのラインっていうのがほぼ第3帯水層の流れをそのまま反映してるというふうに考えていただいてもいいんじゃないかと思いついてます。

それから、2番目のご質問の、こういう流れが地域の代表的なものとして有効ではないかということですが、火山体でこういう岩盤、一種の岩盤なんですけど、岩盤の地下水の流動っていうのは、あまり情報がないんですね。そういう意味ではこれだけ精緻な調査をして、例えば第3帯水層の火砕岩がこういうエリアから入ってこういうふうに流れてますっていうような実態が明らかにされたことっていうのはものすごく貴重なデータで、そういう意味では世界に向けて十分発信できる情報だろうと思いついてます。