

令和5年度第2回地下水対策検討委員会

令和6年3月22日（金）

東京都環境局

令和5年度第2回地下水対策検討委員会

日 時：令和6年3月22日（金）13：00～14：24

場 所：WEBによるオンライン会議

1 開 会

2 議 題

- (1) 地下水の実態把握の取組について
- (2) 地下水ガバナンスへ向けての取組について
- (3) その他

3 閉 会

〔配布資料〕

会議次第

委員名簿

資料1 地盤・地下水の現況

資料2 地下水の実態把握の取組について

資料3 地下水ガバナンスへ向けての取組について

午後1時00分 開会

○水環境課長 皆様本日はお忙しいところ御出席いただきまして、ありがとうございます。

定刻となりましたので、ただいまより令和5年度第2回地下水対策検討委員会を開催いたします。

私は自然環境部水環境課長の久保です。どうぞよろしくお願いいたします。

本検討委員会は地下水対策検討委員会設置要綱第8に基づきまして、公開で実施いたします。また、同要綱第8の2に基づき、効率的な会議運営のため、オンラインでの開催とさせていただきます。委員の皆様には遠隔で御出席いただき、オブザーバーや傍聴人もウェブによる参加となります。

ウェブ会議に際しまして、幾つかお願いがございます。

議事録を作成するため、発言される際には、まず、最初にお名前をおっしゃっていただくようお願いいたします。また、発言される時以外はマイクをオフにしてください。事務局、または皆様の通信環境によっては、映像や音声の不調になる場合がございます。そのようなときはビデオをオフにすると良好になる場合がございます。

次に、委員の出席状況について、本日御出席の委員の皆様の御紹介をいたします。

五十音順に御案内させていただきます。

愛知委員でございます。

○愛知委員 愛知でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 次に、朝賀委員でございます。

○朝賀委員 朝賀でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○水環境課長 次に、杉田委員でございます。

○杉田委員長 杉田でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 次に、辻村委員でございます。

○辻村委員 辻村でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 最後に守田委員でございます。

○守田委員 守田です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 本日は千葉委員、徳永委員が御都合により欠席となっております。

続きまして、事務局の職員を紹介させていただきます。

自然環境部長の和田でございます。

○自然環境部長 おはようございます。よろしくお願ひいたします。

本日別の公務で後半の部分退席させていただきます。申し訳ございません。よろしくお願ひいたします。

○水環境課長 続きまして計画課長、松岡です。

○計画課長 松岡です。どうぞよろしくお願ひいたします。

○水環境課長 水環境課事業推進担当の齋藤です。

○事務局（齋藤） 齋藤です。よろしくお願ひいたします。

○水環境課長 同じく寺崎です。

○事務局（寺崎） 寺崎です。よろしくお願ひいたします。

○水環境課長 そして、地下水管理担当の藤原、同じく内川でございます。

○事務局（藤原） 藤原です。よろしくお願ひいたします。

○事務局（内川） 内川です。よろしくお願ひいたします。

○水環境課長 それでは、ここからの会議の進行につきましては、杉田委員長にお願いしたいと思いますが、皆様のお手元、または端末上にあらかじめお送りしております資料の御準備をお願いいたします。

本日の議題ですが、（１）地下水の実態把握の取組について、（２）地下水ガバナンスへ向けての取組についての２点といたしまして、御意見をいただきたく存じます。

なお、本日は傍聴の申出がございますので、よろしくお願ひします。

それでは、委員長、よろしくお願ひいたします。

○杉田委員長 かしこまりました。皆様どうぞよろしくお願ひいたします。

それでは、会議に入ります前に本日は傍聴を希望する方がいらっしゃるとのことですので、本会議はウェブ上での傍聴のみとなっております。

それでは、傍聴人を入室させてください。

（傍聴人入室）

○杉田委員長 傍聴の方の御退席は自由です。どうぞよろしくお願ひいたします。

それでは、ただいまから令和５年度第２回地下水対策検討委員会を開催いたします。

事務局より資料の御説明をお願いいたします。

○事務局（齋藤） 事務局の齋藤でございます。

それでは、議題１、地下水の実態把握の取組について御説明させていただきます。

資料を共有させていただきます。

こちらにつきましては、共同研究を行っております筑波大学の辻村先生及び東京大学の愛知先生にも御説明をお願いしております。

資料としましては3ページ目、資料1を御覧いただければと思います。

まず、1点目が筑波大学、辻村先生との共同研究であります、地下水流動系の解明について、2点目が東京大学、愛知先生との共同研究であります、地下水の揚水等の影響予測についてとなります。

まず、1点目の地下水の流動系の解明についてですが、こちらは地下水がどこからどのくらい時間をかけてどこを流れていったのかの解明を目指すことになります。

右側の表に今年度の実施状況の概要を記載しておりますが、昨年度までの調査結果を踏まえ、今年度は区部南部の台地部から低地部のデータが不足している地域を中心としまして、台地部と低地部における地下水の関係解明を目的に86地点の調査及び解析を行ってまいります。

次に、2点目の地下水揚水等の影響予測についてですが、こちらは長期的な揚水によります地下水及び地盤への影響を予測するシミュレーションモデルの構築を目指しております。これまで次元地盤沈下モデルの構築を行っておりまして、昨年度までに計20か所のモデルを解析しておりますが、今年度は昨年度までに解析した地点において、精度を向上させるため再解析を実施しております。また、さらに次の段階になります、これらの次元モデルを拡張させた局所地下水流動・地盤変形連成モデルの検討に入っておりまして、低地北部の足立区で作成してまいります。

それでは、ここから地下水流動系の調査結果につきまして、辻村先生に御説明をお願いしたいと思います。

辻村先生、よろしく願いいたします。

○辻村委員 ありがとうございます。辻村でございます。

それでは、資料の4ページを御覧ください。

これまで私どもは東京都さんと協力しまして、東京都域の地下水がどこからどこを流れているかということ、ある程度時間の情報も含めて解析をしてみました。令和3年度以前までは、東京都所有の被圧地下水の対象井戸を使い、その水に含まれる同位体や溶存成分等のデータ、そして被圧地下水の水頭、水位、そういったデータを用いて、当該地

域の地下水がどのように流動しているのかということを一明らかにしてまいりました。令和4年度は主に多摩川、河川から地下水への涵養に焦点を当てて研究をしてまいりました。

その上で、これまでの研究では、台地と低地の境界部分において観測井や既存の井戸が多くないということもあり、データが不足しておりました。台地から低地への、あるいは台地と低地の間での地下水の交流関係ということにつきましては、被圧地下水の水頭分布等、既存の情報からは台地と低地の地下水が水理的に不連続であるということを示す明確なデータは得られておりませんでした。一方で、同位体組成や溶存成分組成などから見ますと、台地と低地の間で、ある程度溶存成分等に違いが見られるというような状況もございました。

そういったことを踏まえ、今年度及び来年度も含めて台地部と低地部の境界近傍に焦点を当て、浅い井戸を中心に、湧水、河川水等も含めてサンプリングを行い、その上で、4ページにございますように今年度、河川、湧水、地下水を含めて86地点で採水等を行いました。残念ながら、地下水位のデータは取れておりませんが、無機溶存成分並びに水素、酸素の安定同位体組成の測定を行いました。現時点で、サンプルの分析がほぼ終わり、その予察的な考察をしている段階ではありますが、簡潔にデータの紹介を申し上げたいと思います。

5ページを御覧いただきますと、今年度サンプリングを行った地点を示しております。

赤い線を台地と低地の境界として、標高10メートルの地形の等高線で示しております。それ以外の茶色の線は10メートル間隔で引いている等高線でございます。このように、赤い線の台地と低地の境界部分の台地側並びに低地側において、四角が地下水、三角が河川水、丸が湧水の各地点で水のサンプリングを行いました。

地下水については100メートル程度よりも浅い井戸が大半でございます。一部事業所の井戸で1,000メートルを超えるような深い地下水もありますが、おおむね100メートルに及ぶか及ばないか、それよりも浅い井戸が大半でございます。

次の6ページを御覧いただきますと、ここに湧水、河川水、地下水、各水の無機溶存成分濃度並びに二酸化ケイ素の濃度を空間分布として示しております。

六角形のダイアグラムが書いてございまして、凡例が右上に示してあります。白抜きが湧水、グレーが河川水、濃いグレーが地下水の値を示しています。それぞれ中央に縦線が引いてございますが、その線から各六角形の頂点までの距離が、左から順に、左の上がナトリウムとカリウム、左の真ん中がカルシウム、左の下がマグネシウム、右側に移りまして、右の上が塩素、真ん中が重炭酸イオン、そして右の下が硫酸イオン、黒で塗り潰しているところ

の範囲の幅が硝酸イオンとして、各成分濃度を示してございます。その上で、右の下のところに色で凡例が示してありますが、二酸化ケイ素の濃度を高いものほど赤、暖色系で、低いものほど青から濃い紺、寒色として示しております。

台地部の南側と北側の部分で深度100メートルよりも浅い部分の地下水だけを取り上げても、北のところは相対的には六角形のダイヤグラムが真ん中で膨らんでいるようなダイヤモンドの形であるのに対して、南側ですと左上が凸になっており、ナトリウムやカリウムが高い特徴を示すような組成の違いを見て取ることができます。

また、地下水について申し上げますと、台地の北側では二酸化ケイ素の濃度も相対的には高いようにも見受けられます。地下水については、特に深さをよく見ていく必要がありますので、この2枚ほど後の図で、幾つか断面を取ってまた地下水と河川水、湧水の質的な関係を見ていきたいと思えます。

7ページ目、次の図には、酸素の安定同位体比の空間分布を各水について示しています。四角が地下水、三角が河川水、丸が湧水、酸素安定同位体比の値は暖色系が相対的に高い値、ブルーや紺の寒色系が低い値を示しているものです。

ここにございますように、特に台地の南部において多くの湧水が見られ、おおむね-7.5から-8前後の値を示しております。台地の北側、これは地下水が多くなっていますが、地下水についてはもう少し低めの紺、したがって-8.5を下回るような値がやや多い特徴として見受けられます。また、安定同位体比だけを見て、台地南部の地下水と低地の地下水とで比較した場合に、安定同位体比には顕著な違いはみられないという感じもいたします。

断面で見ると若干分かりやすいかと思えますので、次の8ページを御覧ください。ここに破線で示してあるB-B' および、南のE-E' に沿った断面を、次の2枚の図でお見せしたいと思えます。

9ページを御覧いただけますでしょうか。

B-B' の断面で、左側が台地、右側が低地を示しています。ちょうど渋谷川の辺りを横切っている地点で、それぞれ六角形は先ほどと同じように無機溶存成分濃度、それから、それぞれの地点に細い二重線でラインが入っていますが、それが井戸の深度を示しています。残念ながらスクリーンの深度が明確に分かっている井戸がほとんどなかったので、底部までの深度として示しております。

それから、色つけをしておりますが、それぞれのところで左側が二酸化ケイ素濃度、右側

が酸素の安定同位体比をそれぞれ暖色系が高く、寒色系が低くという形で示しています。

湧水、地下水についてここで示していますが、左側の台地と右側の低地を比較した場合に、おおむねこの程度であれば水質、溶存成分として見た場合に類似性があるのではないかと考えても間違いはなかろうと思います。安定同位体比及び二酸化ケイ素濃度も、左側の台地の地下水と右側の低地の地下水において、両方とも相対的には低めの値を取っておりますので、2つの地下水が全く違うソースで流動してきたということを示しているデータにはなっていない、一定の類似性を持って流動しているものと考えられます。

10ページを続けて御覧いただけますでしょうか。

E-E'の断面で、左側が台地で西側、右側が低地で東側になってございますが、いずれも相対的には浅めの井戸で、Eのちょうど下にある井戸についてはスクリーンの深度も一応出ております。それから、一部低地が入ってしまっていますが、中央、そして右側という具合に、これは全て地下水の値をデータで示しています。酸素安定同位体比については、3つの地下水ともほぼ同様で、-7.5から-8の範囲で収まっています。二酸化ケイ素の濃度は若干違いが見られますし、無機溶存成分も真ん中の六角形のダイヤグラムでは、標高10メートルよりもやや低いところにある地下水と、完全な低地にある右側の井戸の水とでは、溶存成分組成としては類似であると見て取れます。

こういったことを総合的にまとめますと、まだ予察的ではございますが、溶存成分あるいは同位体組成から見るに、台地と低地の特に深度100メートル程度よりも浅い部分にある地下水、湧水等については、ある程度連続性があると解釈しても間違いはないのではないかと現状では考えております。

今年度は相対的には、台地、低地の境界部の南側を中心に見てまいりましたので、来年度は北側、埼玉県境近くぐらまで、あるいは埼玉県境を越えたところ辺りまでを見ていくことになろうかなと思っております。

少し長くなってしまい申し訳ありませんでした。以上で私からの御説明は終わります。

ありがとうございました。

○事務局（齋藤） 辻村先生、ありがとうございました。

続きまして2点目の地下水位の揚水等の影響予測についてとなります。

愛知先生に御説明をお願いしたいと思います。

愛知先生、よろしくお願ひいたします。

○愛知委員 それでは、東京大学との共同研究ということで、行ってきたことについて御紹介したいと思います。

これまで4年間各地で、一次元地盤沈下モデルにより、地盤沈下観測井のあるところを解析しまして、一定の再現性を得てきたというところがあったのですが、そちらの解析を今回はもう一度見直して、より精度を上げることができないかという取組をしたというところが主になります。

どういうところを工夫したかという、1つは地盤沈下再現解析をするときに地盤の物性を観測データを再現するように推定しながら行っているわけですが、そのときにどのような初期値から始めるかによって答えが変わるのではないかということがありまして、そのあたりを精査するというところ、もしくはもう少しよい収束値が得られる可能性があるのではないかというところで、東京都さんにもお力添えいただきまして、過去の東京都さんが行ってこられたいろいろな試験のデータ等を網羅的に集め、そういうものに基づいてどのような値が東京都の推計値の初期値としてよりもっともらしいのかというところを調べ直しました。12ページ右側の表にある個別の数値についてここで御説明するのは避けませんが、物性の初期値を深層、浅層、それぞれの地層ごとに整理し、その文献値に載っているところからスタートしたらよりよくなるのではないかというところがまず1つの工夫です。

2点目ですが、推定する際にどこからどこまでの範囲にあるのかというところもあるのですが、こちら文献調査の結果等を見ながら修正した点として、まず圧縮指数という、これは地盤の塑性変形のしやすさというか、変形の大きさ、塑性変形をするときに地下水位が下がったときにどれぐらい沈下するかというその部分をコントロールするパラメータとなります。この圧縮指数は基本的には大きな値というのはまれではあるのですが、たまに大きい値もあるということで、これまでかなり上限値を大きく推定可能にしてきたのですが、文献値の結果なども踏まえ、上限値を3ぐらいに下げてもよいのではないかということで、これを下げることで、より実態の幅に近いところで推定できるのではないかということをやりました。

それから、もう1つは、今度は弾性変形に関わる部分になりますが、主に武蔵野台地側の起きている弾性変形、地下水の季節変動によって膨張したり収縮したりということを繰り返しているということが観測データから分かっていますが、こちらの弾性変形を制御する部分のパラメータについて、特に東久留米層という地層が想定したよりも硬かったといえます

か、再現するためにはかなり硬い値を入れる必要がありそうだというところで、こちらは下限値を逆に許容範囲を少し広げて、より変形しにくい硬い地層であるということも許すという設定に変えました。

このような工夫をして、これまでやってきた場所の地点を全て再解析するというを行いました。

その結果の例を次の13ページに載せておりますが、こちらは代表点としての舎人観測所の例を取ってきております。これは足立区の部分ですが、ここで示している真ん中のグラフは昨年度までの解析の結果で得ていた結果になります。右側のグラフは、ほとんど変わっていないと思われるかもしれませんが、再解析の結果、ほぼ同じ再現性を得るモデルが得られたということになっております。

物性の範囲につきましても、基本的には大きな変化はなかったのですが、より文献値に近い値で収束してしまっていて、そういう意味では信頼性が少し上がったと思っております。

地盤沈下観測井の観測期間中の再現性には大きな変化はなかったのですが、少し注意して見ていただきますと、右上のグラフと真ん中上のグラフの縦軸の大きさとなりますが、実は昨年度までの解析では、戦前の地盤沈下量の推定が大きいところがありまして、累積沈下量という視点で見たときに、実は少し非現実的な数字だったというところがあったので、こちらは物性の入れ方を変えて再解析した結果、沈下量は実際の水準測量等から推定されるレベルで整合的な値に落ち着いたというところで、そういう意味では解析としてもよりよくなったと判断できると思っております。

あとはこの再現性を得るために何回もコンピュータの中で試行錯誤しているわけですが、試行錯誤の回数が少なく済むと、つまり計算の試行錯誤が少なくても、同じような再現性が得られるということが、幾つかの観測井で見られまして、そういう意味でももっともらしいところからスタートすれば、もっともらしいところで早く収束するというようなことが分かり、当然といえば当然というところもありますが、そういう意味ではより結果として信頼性が高まったのではないかと考えております。

次の14ページに行ってくださいまして、このような結果を生かし、今後三次元モデルに展開をしていきたいと考えておりますが、その1つの候補地として足立区を考えております。足立区の三次元モデルをつくるというところで、こちらでも東京都さんにこれまで蓄積されてきたボーリングデータを共有していただき、それに基づいて地質モデルを構築することを開

始しました。

その中で、実際のところボーリングデータがあるところとないところがありますので、ないところをどのように推定し、地盤沈下モデルに組み込むかということで、分からないところにどういう物性のものがどれぐらいの確率で存在するのかということを確認的に求め、それで幾つかのパターンを出し、複数のモデルの候補が出てきますので、それを使って地盤沈下モデル、複数、例えば10とか20とかつくりまして、計算結果としては沈下量に少し幅が出てくると思いますが、その幅の中で将来予測の不確実性を予測していこうということで、複数の地質モデルを確率的に生成するという考え方で、地質モデルを構築していこうということを試みております。

具体的にどういうことをやっているかということ、今回は足立区の沖積層部分を主にターゲットにして作成したのですが、足立区の沖積層というのは古荒川、古東京川の埋没谷と言っている部分とそれらの河川の段丘に相当する部分、こちらも沖積層の下にあるので、埋没段丘と呼ばれていますが、この面でそれぞれ堆積環境が異なりますので、その2つのグループにボーリングを分けまして、それぞれのところでどのような形で地層が確率的に分布するのかという特性を遷移確率地球統計学の手法を用いて評価いたしました。

真ん中のグラフはどういうことを意味しているかということ、ある地層から違う地層、あるいは自分自身と同じ地層に遷移する確率を示しています。

例えば左上は砂層、礫層といったような帯水層に相当するような地層がある地点にあったとして、そこから5メートル離れたときにどれぐらいの確率でまた帯水層であるのかということを示す形で、5メートル離れたらどうなるのか、10メートル離れたらどうなるのか、15メートル離れたらどうなるのかということを確認的に評価するというので、距離が離れれば離れるほど基本的にはランダムに近くなっていきますので、最終的には地層の平均的な存在確率のあたりに収束していくということで、距離が離れるとグラフが横にフラットになっているのですが、これは要するにほぼ予測性能を失って単純に存在比率に近いところに収束しているということになります。

ですので、実際には重要な情報は5メートル離れたらそういうところに収束してしまうということで、逆に言うと5メートル以内のところに統計的な情報が隠れている、その特性が隠れているということが見て取れるわけですが、このような遷移の確率というのを帯水層から難透水層に遷移する確率、あるいは難透水層から帯水層に遷移する確率、難透水層から難

透水層に遷移する確率ということで評価いたしました。沖積層はかなり泥層部分が多いので、右側のグラフでちょっと高めの遷移確率に収束していることが見て取れまして、埋没段丘、それから埋没谷、それぞれで様々なボーリングデータからこういうような分布になるだろうということが求められました。

この遷移確率に基づいて地質モデルを1つ生成してみた例というのが右側の図になっております。

帯水層の分布、難透水層の分布というのが黄色と青で塗り分けられており、かなりモザイク状のように生成されてしまっているところもあって、ちょっと見にくいのですが、基本的には泥層がかなりあって、その中にたまに砂層とか、そういうものが挟まるというような形で予測されている地質モデルになっています。

これはあくまで1つのリアライゼーションですので、こういうものを50通りぐらい今後つくってみまして、それを解析し、その結果どのような再現性ないしは将来予測の幅が出てくるのかというところを見ながら、より不確実性も考慮した形で地盤沈下予測につなげていけるような、そういう局所モデルを構築するということをやっていきたいと思っております。

ということで、今年度は作成というところで終わってしまったのですが、来年度以降これを用いて数値シミュレーションを行っていただけると考えております。

これで私のところは以上です。

○事務局（齋藤） 事務局でございます。

愛知先生、ありがとうございました。

資料1の説明については以上となります。

○杉田委員長 御説明ありがとうございました。

ただいまの御説明に関しまして御意見、御質問等ありましたら先生方お願いいたします。

どうぞミュートを外してお話になってください。

お願いいたします。

○辻村委員 辻村です。

愛知先生に質問といたしますか、教えていただきたくて、もともときちっと再現性のあったものが何かさらによくなったという感じでお話を伺っておりました。

13ページの資料で、地盤変動量の観測値と計算値の再現がよくなったという真ん中と右下のグラフのところですが、もともとかなりよかったのではないかと思います、非常によく

再現されていると思えました。

その上で教えていただきたいのが、観測値では時々スパイク状に1回下がったところでもう1回上がってというところが見えて、計算値でもそれがきちっと反映されているところもあるのですが、全体としてはそのスパイク状の変動の絶対量といいますか、それ自体は観測値のほうが多くなっているように見えます。もともとそういった細かいことを合わせることに目的でない、そこ自体が目的でないのであれば別に全部合わせる必要もないですし、そこにこだわっているわけでは全くないのですが、一方でこれだけ全体としての傾向が非常によく合っている中で、そこが合っていないこと自体に何か現象的に見たときに重要なことが隠されているのかなと思い、そこにもし御所見があれば教えていただきたいと思えました。

失礼いたしました。

○愛知委員 御質問ありがとうございます。

非常に興味深い視点でして、これはそもそも1センチ以内ぐらいの変動となりますが、そのうち、解析上、そうは言ってもかなりよく現れるときもあればあまり追従しない場合もあり、その場合どういう違いになっているかといいますと、観測井の水位を見たときに計算上地盤変動が小さいところは観測水位の変動も小さいということがあって、つまり観測水位から地盤沈下量を推定するというシミュレーションの性質上、地盤沈下観測井での観測水位が変動しない場合の地盤変動は追従できないということがあります。

これは東京都内のいろいろな観測井のデータを眺めてきて思うことですが、地下水位変動の観測値がそもそも何によっているのかというのも難しいところがあり、地下水位変動がないにもかかわらず観測所の地盤変形が起きてしまうときというのがまます。

1つの仮説としましては、地盤沈下観測井や観測している帯水層でない帯水層で何らかの揚水活動ないしは工事などが行われ、それが観測水位に現れないが、トータルの地層の変形量の計測では見えてしまうということがまずあり得るのかなと思っています。

また、今日のデータにはないのですが、逆に観測水位は少し変化があったが、そこまで沈下はしなかったというところもあり、これもどういうことなのか私自身よく分からないと思っています。

このため、先ほど言った仮説で全て説明できるわけではないのですが、1つは観測していない帯水層、主に何らかの地上付近での工事ですとか、そういうものが影響を与えているのではないかと今の時点では考えています。

ただ、その仮説自体は、本当に確かめたのか、そのような工事がこの付近で本当にありましたか等、よくこういう現象を説明するときに言われるのですが、そこまで踏み込んで確認を取ったわけではないので、あくまで仮説といたしますか、そういうことかなと想像している段階になります。

○辻村委員 ありがとうございます。

好奇心で聞いてしまって申し訳ありません。ありがとうございました。

○愛知委員 しかし、このような原因の分離とかというのは結構重要だと思っていて、実際問題、地下水をモニタリングしながら揚水し、それで地下水管理をしていこうと考えたときに、少しの変動とは言いながら結構長期的なトレンド、何か月か続く、場合によっては半年とか続くということがありまして、そういうものを実際これは後から見ているから全体のトレンドと合っていて安心するのですが、もしこの瞬間ここまででしか知らなくて、ある日突然予測から外れ出し、それが半年も続いたらかなり不安になると思います。

ですから、実際モニタリングデータの解釈に基づいて、例えば揚水のストップをするのかしないのかというようなことをリアルに考え出したときには、実はこういうところを潰さないと実務上の課題になるかと思っていて、モニタリングデータがあり、シミュレーションデータがあり、それで管理していくとなったときに、これは考えていかなきゃいけないと私も本当に思っていて、これが何か瞬間的な異常値なのか、このままずっとそのトレンドでいってしまうのか、そういうところをうまく見極めるような方法論というのをどこかで考えていかないといけないと思っております。非常にその点は私自身も内心すごく気にしているところでした。

○辻村委員 ありがとうございました。

○杉田委員長 ありがとうございました。

ほかによろしいですか、御質問ありますでしょうか。

○守田委員 愛知先生の御研究に関して少し教えていただきたいのですが、まず印象として、いろいろなこういう不十分なデータを使って解析するというので、確率の考え方を導入してやっていくというのは、今そういう方向で動いていますが、非常にいいなと思っております。

そこで、全体の地盤沈下の計算、全体を通して教えていただきたいというか、少し興味があるのは、地盤沈下の計算をする場合パラメータとして透水係数とか、あるいは比貯留係数

とか、あと圧縮指数とかありますよね。その中でいわゆる感度分析といいますか、つまり、あるパラメータを例えばワンオーダー変えるとか、1割変えるとか、それで変えた場合に全体の沈下量にどのパラメータが、一番影響があるかという、そういう感度分析的なことに興味があるので、教えていただければありがたいです。

○愛知委員 御質問ありがとうございます。

まず、感度が非常に大きいパラメータは泥層の透水係数です。これは帯水層の水頭変化の影響がどれぐらい泥層内に貫通して入ってくるか、伝播してくるかということ支配しますので、透水係数が低いと多少水位変動があっても即座には沈下しないということになりますし、泥層の透水係数はまずかなり重要なパラメータになります。これかなり感度が高くて、観測している水位を境界条件として変動させて解析しているのですが、その直上の泥層、一番沈下させる層となりますが、沈下する層の透水係数に関しては、解析上もほぼここしかないというようにところに決まるぐらい、かなり感度が高いです。1桁変えたら物凄く違う結果になってしまいますし、透水係数ですと基本的には有効数字1桁目ぐらいまでは十分決まります。このため、例えば、 2×10^{-4} だと、2というところもかなり自信があるということになってきます。

あと次に効くのは圧縮指数です。これは塑性変形の勾配を決めるということで重要なパラメータになりますが、こちらの作用の仕方は実はそんなにシンプルではなく、大きくしたら沈下量が大きくなるかという、必ずしもそうではありません。

これは仮に思い切って大きくし過ぎた場合、帯水層に接しており、水位低下の影響を一番受ける層のところ塑性変形で沈下を始めたときに、その層がよく変形するということを圧縮指数が示しているのですが、そこがよく変形すると、その部分から大量の水を吐き出して変形してしまうので、一番下のところは沈下する一方、上の層が守られるということがありまして、トータルの沈下量が少し減ってしまうというケースもあります。

ここはどういうふう効くかというのは、実はそんなに単純ではないということがあります。概して、大きくすれば沈下しやすいということがありますが、そのレンジから少し離れてさらに大きく設定してしまうと逆に沈下量が小さくなるようなパターンもあり、このあたりはなかなか人力で全部試すのは難しい領域ではないかというところは感じています。

大体この2つのところがかなり大きな部分であると思います。

○守田委員 例えば、ボーリングのデータがあっても、砂といっても泥混じりの砂など、い

ろいろありますから、そういう意味では、柱状図があっても初期設定が難しいところがありますよね。そういう場合には不確実性ということで、多少そういう確率を考えてやっていくというのは、まさにライトウェイだと思います。

○杉田委員長 ありがとうございます。

ほかにも御質問はありますでしょうか。

○守田委員 辻村先生にお聞きしたいのですが、細かく丁寧に分析されていて感銘を受けたのですが、例えば、以前は観測井戸のかなり帯水層がしっかり分かるところでやっていたと思いますが、今は一般の井戸でもやるということで、実際水質のデータをいろいろ検討する場合に、観測井戸の場合と一般の井戸の場合で何か違う点や、印象でもいいのですが、ありますか。

○辻村委員 東京都の観測井がどうしても低地部が多く、台地から特に低地に下りる変換点の部分で非常に疎になっていたことがきっかけで、なおかつ台地から低地へのところで浅い部分のデータが今まで相対的に少なかったので、そのギャップを埋めたいというところはございました。

これまでの、特に東京都の観測井のデータは、守田先生御承知のように200メートルから300メートルのそれぞれの帯水層にスクリーンが設定されており、地下水の水頭を深度毎にきちっと見ていましたので、そうしますと、特に低地については被圧地下水の典型的とも言えるナトリウムと塩化物イオン濃度が相対的に高いという特徴がかなり明確に出ておりました。

それに比べますと、今回は一番大きな要因は100メートル未満の浅い部分を見ているということもあり、カルシウムや特に重炭酸イオン濃度が相対的に高い特徴が出ているので、それ自体は見ている深度の違いが今のところは現れているという感じはいたします。

○守田委員 ありがとうございます。

○杉田委員長 ありがとうございます。

ほかにも御質問等ありますでしょうか。

お願いします。

○愛知委員 台地と低地の間のつながりについては、今まで実際ほとんどよく分からなかったというか、水質の関係もこれまで見てきたのは、先ほどおっしゃっていただいたように低地は塩化ナトリウム型がすごく多く、台地はそうではないと。低地側は海も近いですし、あ

とは海成層から地盤沈下等で絞り出されて塩水が出てくるというところもありますし、なかなか水質の観点から追いかけるのが難しいという印象を持っていたのですが、今回は結構類似するような、割と自然な流れが見えたというところで、驚いたと言いますか、結構すごいことだと思っています。少し意外だったところが、台地の比較的浅い層で観測された水質と低地で観測された水質が似ているということで、何となくこれまでの私のイメージでは、台地の浅いところ、武蔵野礫層のところの地下水は、台地と低地の境目の崖で湧水して終わりみたいなイメージがあり、低地側の被圧地下水に対してどれぐらい供給しているのかというところがよく分からないというか、そんなにないというような先入観を持っていたのですが、今回の結果を見ると、割と似ているところがありますので、どこかでつながっているのかなということも思ったりするのですが、この辺でつながっているのではないかみたいな見通しと言いますか、仮説みたいなものでも結構ですので、何かありましたら教えていただければと思いました。

○辻村委員 とても本質的な質問をいただきました。台地と低地の地下水の関係というのは、特に今、愛知先生がまさにおっしゃったとおりで、教科書的には台地の地下水というのはそのうち崖に出て湧水で終わりというのが一般的な説明で、私もそういう印象を持っておりました。

東京都においては異なる帯水層の間にかっちりした粘土層があり、完全にお互いが分離しているところもあるわけですが、完全に帯水層間の交流がないかということ、そのようなこともなくて、なおかつ、東京都の観測井の水理水頭を細かく見ていくと、少し深度が深めのところでは、帯水層の中だけで流動が完結しているというよりは、帯水層間も含めて流動が起きているという水頭分布が見られますので、そういった意味では、もちろん流動としては湧水のところにすっと出てくる部分もありつつ、流線として深いところを流れて低地に流出するものもあっていいわけですので、完全に分かれてここだけの地下水と下の帯水層の地下水とが分離していると言ってしまうほうが、実はちょっと無理があるのかなという所見は持っております。

もう少し詰めていかないと今申し上げたようなことをきちっと裏づけることはできないのかもしれないのですが、台地で完結する、比較的浅いところですぐ出てくるような流動もあれば、より深部で出てくるものもありますし、低地に対してもう少し台地の上のところで涵養されて出てくるものもあって、結果として今こういう水質分布を見ているのだらうなと解

積しないといけないと思っています。

直接的なお答えになってなくて申し訳ありません。

○愛知委員 東京都の場合、地層の傾斜もあり、東京層、江戸川層、舎人層辺りというのは東西方面で見ても傾斜しているので、そのうちの砂層のどれかが例えば武蔵野礫層に当たっているとか、そういうことは全然あるのではと思っています。むしろそういうところがどこなのか、そういう交流が明らかになると、台地側で地下水を使ったときに、例えば低地側ほどの程度影響があるのかということを検討するようなモデルをつくるときの、非常に重要な情報になると思っています。今までそこがかなりブラックボックスでよく分からなかったもので、こういうものが見えてきてこの方向でぜひ進めていただければと思った次第です。

○辻村委員 またよろしくお願いします。ありがとうございます。

○杉田委員長 ありがとうございます。

ほかに御質問等ありますでしょうか。特に大丈夫でしょうか。

そうしたら私からもお伺いしてもよろしいですか。

今のお二人のお話を聞いていてかなり納得したのですが、辻村先生は今回断面をつくってくださいます、この断面の方向は、台地から低地方向の流向も想定した断面になっているのでしょうかというのが1つ目です。

○辻村委員 一番重要なところをいただきましたが、本来でしたら不圧の地下水の水頭分布に対して垂直な方向に断面を切らないときちっと見えてこないところがあります。残念ながら、現状でそれが引けるようなデータがないので、特に今映していただいているところ例えば、ちょうどこの部分ですと、浅層地下水はどちらかという地形に沿ったような流れをしているのは確かではございましたので、そういった意味で断面を東西方向に切ることは、多少歪んで見えているところは絶対にあると思いますが、それほどは違わないとは思っております。

いずれにしても台地と低地にまたがる断面を切らないと理解できないので、妥協して切っているというのが正直なところではあります。

○杉田委員長 ありがとうございます。

あと先ほどお話ありました地質の情報もこの断面に載せることも可能なのですよね。

○辻村委員 全てのところであるわけではないですが、昨日ちょうど学生とそういう話をしていた、1キロぐらい向こうのデータでも参考にはなるので、投影をして、例えばこの図で

台地側の少し遠いところの柱状図を注釈つきであっても情報としては載せるべきかなということをおもっています。

○杉田委員長 断面図をかくかくとするよりは、投影してこういうところに入れていただくと分かりやすいと思いました。ありがとうございます。

あと6ページの分布図のダイヤグラムに硝酸イオンが黒く表示されていると思いますが、地下水についてはほとんど含まれていないのですか。

○辻村委員 これは色が見づらくなっているのですが、実は浅い井戸には結構出ていると思います。

例えば、これでも湧水などでは黒いのが明確に見えているかと思いますが、浅い井戸にもある程度出ているところがありまして、それはそれでまた硝酸イオンについては硝酸イオンの分布できちっと見たほうが良いと思っています。

特に深いところは出てきませんが、50メートル程度よりも浅いものと出てくるものもあり、従来から下水道漏水の可能性などを指摘する論文もございますので、硝酸イオンの分布についてはおっしゃるとおり、もしかしたら別にちゃんと見てやったほうが良いかなと思っています。

○杉田委員長 ありがとうございます。起源の推定にも少し情報になるのかなと思いついて伺いました。ありがとうございます。

愛知先生にも伺っていいですか。

いろいろ御質問があって、14ページのこれからのシミュレーションのところになりますが、帯水層から帯水層の遷移確率というのは物性値としては何になりますか。

○愛知委員 物性値で分類しているというよりは、砂礫というような記載と泥という記載というようなカテゴリーごとで分けてやったということです。このため、どちらかというとう京都さんからいただいた柱状図データ集の分類をそのまま使っているということで、逆にそれこそ砂と書かれています、ちょっと泥混じりとか、そういうようなものも実は含まれたりしますので、ある種ちょっと単純化してやるのが本当にいいのか、もう少し細かく分類したほうがいいのかとか、そのあたりは研究上、気にしているところはありますが、今回は砂礫、砂というようなところでの記載があって、恐らく帯水層というふうに分類されるであろうというものとシルト、粘土といったような記載で加圧層に相当するであろうというグループ分けをしまして、そのグループ分け同士の中で、遷移確率を整理したということになり

ます。

○杉田委員長 それでは、これを基にリアライゼーションを幾つもつくられたということで、これからモンテカルロ的なシミュレーションをなさるのかと思いますが、そのときには透水係数になるのかどうか。

○愛知委員 そこで、先ほどの文献値などを参考に、あとはこれまで次元解析で同定されたパラメータの分布なども見ながら設定を行い、結局再現するように調整していくという世界になっていくと思いますが、そうなったときに同じ帯水層という分類ではあるが、こことここでは物性が違っていいとか、こことここは一緒みたいな、そういうことは後から必要になってくるとは思います。

今回、沖積層の中ということで、これぐらいの範囲のモデルになりますと、できれば帯水層は帯水層の物性一つで、粘土層は粘土層一つでいきたいというところではありますが、実際それで再現性がよくなければ、さらに分類するというようなことも見直さなければいけないとは思いますが、取りあえずまずこの二値分類でいって、これまでの文献値、それから次元解析で同定してきたパラメータ、これを入れてみて解析をするというところがまず最初の第一歩かと思っております。

○杉田委員長 分かりました。

そうしますと、物性ではなく、単純化して、層として2種類を今のところは考えてらっしゃるといことなのですね。それでうまく合い、モデル化が可能であればそのほうが良いということですね。

○愛知委員 単純なモデルで済めばそれにこしたことはないということになりますが、かなり大胆な単純化であるという見方もありますので、大きなモデルになってきますとどこまできめ細やかにできるかというのは限界は当然あり、そういう意味でも区レベルぐらいのサイズですと、いろいろなことが試せるギリギリのレベルだと思いますので、東京全部に広げる前に、このぐらいの大きさのモデルでいろいろな試行錯誤といたしますか、検討ができたらと思っております。

○杉田委員長 遷移がない場合、全くランダムに統計値だけがあるということもなさってみることはお考えでしょうか、一番簡単だと思うのですが。

○愛知委員 それも考えたこともあったのですが、単純な存在確率だけだと、遷移確率を入れても時々そういうことになるのですが、見た目的にこんな地層があるのかなというもの

も生成されてしまうことが多くなる気がします。遷移確率は下から順番に遷移していきますというような、一応堆積の時間方向も含めた学習をするので、少しでもっともらしきが出るとは思っていて、そういう意味ではボーリング調査があれば一応下から上に向かって学習していくことができる、それはそこまで困難は伴わないので、この方法をやろうかなということになったのですが、さらに本当にこだわりだすと、遷移の仕方もどれぐらいの距離、全ての遷移確率、距離ごとの遷移確率、全部合うようなものをつくり出すとか、そういう制約をいろいろどんどん足していくということで、よりもっともらしくしていくという方向性にはなるのですが、あまりやり過ぎても生成にすごく時間がかかってしまうので、バランスをやりながらみるというところもあるとは思いますが、今のところは一応、下から上に学習するということまではそんなに難しくなくできるということでやっているの、生成するときに、沖積層に関する我々の知識がもう少しありますので、そういう我々の知見を確率分布に対して入れて、その確率分布を少し改良して使うというようなことを本当はやりたいと。

○杉田委員長 場所によって確率分布が違うという、確率分布自体も遷移していくような。

○愛知委員 最終的にはそういう方向に行きたいなと思いつつながら、現レベルはこの段階という感じです。

○杉田委員長 ありがとうございます。すみません、いろいろ伺いまして、よく分かりましたし、すごく楽しみです。

ほかに御質問等ありますでしょうか。特にないですか、大丈夫ですか。

それでは、次の議題に移りたいと思います。

それでは、議題の2、地下水ガバナンスへ向けての取組についてに移っていただければと思います。

事務局より御説明お願いいたします。

○事務局（齋藤） 事務局の齋藤でございます。

それでは、15ページ目になりますが、資料2を御覧いただければと思います。

地下水ガバナンスへ向けての取組についてということで、関係者、ステークホルダーとの情報交換の状況や、都民向けのイベントの開催状況について御報告したいと思います。

まず、1点目はエコプロ2023への出展となります。

こちらは昨年12月に東京ビッグサイトにおいて開催されまして、来場者は6万人以上が来場され、社会人のほか小・中学生が社会科見学の一環で多数来場されておりました。

展示内容といたしましては下のイラストにもございますが、事業紹介パネルの展示のほか取組紹介の動画の放映、パンフレット等の配布を行いました。

パネルの内容としましては、左のパネルは持続可能な地下水の保全と利用に向けてというタイトルでございまして、健全な水循環とはどういったことなのか、また、その中に地下水も含まれているのですよというようなお話ですとか、現在取り組んでおります地下水ガバナンスのイメージなどを説明したパネルになってございます。

真ん中のパネルは地下水の基礎知識としまして、帯水層と難透水層とは何なのかといったようなお話ですとか、不圧地下水や被圧地下水の違いなどを説明、図解しているものになります。また、過去に東京で起きました地盤沈下の状況の写真を掲載するとともに、沈下のメカニズムについて説明したパネルになってございます。また、右側のパネルにつきましては、東京の地下水の最新の研究成果ということで、辻村先生と愛知先生との共同研究の内容につきまして簡単にまとめた内容となっております。これらのパネルを中心に事業紹介を行ったものになります。

その際に来場者の方からいただいた質問や感想等を次の16ページにまとめてございます。

質問といたしまして、地下水に関連しましては、東京で地下水を利用しているのか、どこでも出るのか、地下水を使うメリットとは何かといったような質問、また地下水は川と同じように流れているのかといったような地下水の流動に関連するような質問がございました。

また、湧水に関しましては、東京に湧水があるのか、どこの地域が多いのかといったような質問がございました。

こちらの湧水につきましては、東京の地図上に湧水地点をプロットした湧水マップというものをご当課で5年置きに発行しておりますので、そちらを見せながらどういった地域に、またどういった地形に多いのかというのを解説しながら説明したような形になります。

また、地盤沈下に関しましては、なぜ地下水の規制が必要なのか、地盤沈下が起こった地域の人はどうしているのかといったような質問がありまして、過去に起こった地盤沈下の状況ですとか、地盤沈下が不可逆的な現象であることを中心に御説明をいたしました。

また、ガバナンスに関しましては、地下水ガバナンスの取組を具体的に教えてほしいですとか、今後は地下水を使っていく流れになるのかといったような質問をいただいたところになります。

また、感想としましては、普段なじみのない地下水についてよく知れるよい機会となった

というようなお話ですとか、東京で地盤沈下があったことを初めて知りましたと、またメカニズムについてよく分かりましたといったような御意見、また地下水の実態把握について専門的な研究をしていることを理解しましたといったようなポジティブな感想もいただいたところでございます。

そのほか保全団体向けの講演会も実施しておりまして、これらを継続して情報発信、普及啓発に努めたいと考えております。

また、条例に定めます揚水規制に関わる事務につきましては、区市が行っておりまして、一部の区市担当者の方へ都民や事業者から地下水の需要など、こういった問合せがあるかという聞き取りを実施したところになります。

全体的な傾向としましては、地盤沈下の沈静化に伴いまして地盤沈下や地下水についての問合せはあまりないような状況でした。また、区部の低地部の一部では過去の地盤沈下の歴史から厳しい指導を行っているような区も存在しております。一方で、一部の地域では揚水規制緩和や井戸の掘替えの要望があるなど、需要の声が上がっているのも事実としてあります。

今回聞き取りを実施したのは一部の区市のみでございますので、今後は全区市を対象にアンケートを行うなど、問合せの状況や地域ごとの課題などの整理を行っていきたいと考えております。また、その上で将来的な揚水規制の在り方ですとか、地下水ガバナンスをどう進めていくかといったような今後の方向性につきましても検討を進めていきたいと考えております。

以上が地下水ガバナンスに向けての取組となります。

○杉田委員長 ありがとうございます。

ただいまの御説明に関しまして御意見、御質問等ありましたらお願いいたします。

お願いします。

○辻村委員 御説明ありがとうございます。

ガバナンスに向けて、あるいはガバナンスに関連してステークホルダーとの情報共有等を着実に進められていて非常によいことだと感じて聞いておりました。

特にステークホルダーとの情報交換などを行っていく過程で、先ほど最後にも今後の揚水規制などの在り方についても言及が少しございましたが、将来的にももちろん東京都における地下水の在り方が非常に多くのステークホルダーの方が関わっている一方で、東京都全体で

見ると地下水の在り方も非常に多様性があるので、一概に地下水利用保全計画を立てるとい
うのは非常に難しいということは承知をしておりますが、できれば将来的にそういった地下
水保全利用計画に相当するものの策定も含めて検討を進めていただければと思って伺って
おりました。

以上です。

○杉田委員長 ありがとうございます。

これに対しまして事務局から何かございますでしょうか。

○事務局（齋藤） ありがとうございます。

今後の揚水規制の在り方等を検討する中で、どういった地域でどういったような揚水規制
が考えられるのかというものも含めながら、当然揚水の部分だけではなく、どういうふう
に地下水を保全していくのか、涵養させていくかというものも含めた一体とした計画を定める
必要があるとは考えておりますので、ここについても今後先生方のお力を借りながら進めさ
せていただければと考えておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

○杉田委員長 ありがとうございます。

そのほかに御意見等ありましたらお願いいたします。

保全団体への講演会というのは何件ぐらいなさったのでしょうか。

○事務局（齋藤） 今年度につきましては、計8回の講演会を行ってございます。

前回報告したとき、10月以降からはまだ1件しかできてないのですが、そのときは大田区
の洗足池という池の保全団体に講演に行かせていただきまして、そちらでは湧水量が少ない
というような課題がありまして、それについてどうやったら湧水って増やせるのでしょうか
といったような御質問もいただきました。どこの地域もそうですが、湧水の量が減ってきて
いるというのは全体的な傾向としてはあるようです。

○杉田委員長 ありがとうございます。

皆さん湧水への関心が高いですね。

ほかに御意見がありましたらお願いします。

よろしいですか。

大丈夫ですか。

それでは、そろそろ時間にもなりますので、よろしいでしょうかね。

それでは、事務局におかれましては本日の議題に対する御意見等を踏まえ、地下水の実態

把握、それから地下水ガバナンスの取組をさらに進めていっていただきたいと思います。

以上をもちまして、本日予定されておりました議事は終了いたしました。

そのほか事務局から連絡事項等などありましたらお願いいたします。

○水環境課長 連絡事項等は特にごございません。

○杉田委員長 分かりました。

それでは、本日は大変活発な御議論をいただきましてありがとうございました。

以上をもちまして、令和5年度第2回地下水対策検討委員会を閉会いたします。

午後2時24分 閉会