

# 令和7年度第2回地下水対策検討委員会

令和8年3月24日（火）

東京都環境局

## 令和7年度第2回地下水対策検討委員会

日 時：令和8年3月24日（火）10：00～12：02

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 地下水の実態把握の取組について

資料2 地下水ガバナンスへ向けての取組について

資料3 国の建築物用地下水の採取の規制に関する検討について

午前10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、誠に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7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ございます。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、公開で実施いたします。また、同要綱第8の2に基づきまして、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まして、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、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、マイクをミュートにさせていただくようお願いいたします。事務局または皆様の通信環境によりまして、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ような場合がございます。

次に、本日御出席の委員の皆様を御紹介いたします。五十音順に御紹介させていただきます。

最初に、愛知委員でございます。

○愛知委員 愛知です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 奥田委員でございます。

○奥田委員 奥田でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 杉田委員でございます。

○杉田委員 杉田です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 千葉委員でございます。

○千葉委員 千葉と申します。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 辻村委員でございます。

○辻村委員 辻村です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 徳永委員でございます。

○徳永委員 東京大学大学院新領域創成科学研究科の徳永朋祥でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 納谷委員でございます。

○納谷委員 納谷です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 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 お願いいたします。

続きまして、事務局の職員を御紹介させていただきます。

まず、自然環境部長の関でございます。

○自然環境部長 関でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 続きまして、水環境課事業推進担当の齋藤です。

○事務局（齋藤） 齋藤でございます。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 同じく射矢です。

○事務局（射矢） 射矢です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 事業調整担当の金子です。

○事務局（金子） 金子です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 地下水管理担当の寺崎です。

○事務局（寺崎） 寺崎です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 同じく谷本です。

○事務局（谷本） 谷本です。よろしくお願いいたします。

○水環境課長 事務局は以上でございます。

それでは、これ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、皆様の端末上にあらかじめお送りしております資料のご準備をお願いいたします。

本日の議題は、（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）その他の３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、よろしくお願いいたします。

それでは委員長、こちらから進行をよろしくお願いいたします。

○杉田委員長 かしこまりました。

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いうことです。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)

○事務局（谷本） 入室を確認しました。

○杉田委員長 ありがとうございます。傍聴の方は退室は自由となっております。

それでは、ただいまから令和7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） 杉田先生、ありがとうございます。

それでは、議題（1）地下水の実態把握の取組について説明させていただきます。

ただいま画面共有させていただきます。

こちら、3ページ目、資料1を御覧いただければと思います。

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、辻村先生並びに東京大学、愛知先生にも御説明をお願いしております。まずは事務局から実施状況の概要等を御説明させていただきます。

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となります。こちらは、地下水の涵養－流動－流出のプロセスの解明を目指すものになります。

右側に現在の実施状況の概要を記載してございます。地下水の広域流動の概況把握として、令和7年度は、令和6年度までの調査を踏まえ、これまでの調査でデータが不足している地域を中心として、91地点の調査及び解析を実施しております。

また、新たな取組といたしまして、これまでの共同研究の地下水調査結果及び地下水流動三次元数値モデルによる解析結果に基づきまして、都内の地下水流動に関する三次元可視化を試行しております。

次に、2点目の東京大学、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。こちらは、長期的な揚水による地下水位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いるものとなります。

現在の実施状況ですが、局所地下水流動・地盤変形連成モデルの構築としまして、低地北部（足立区）で作成を行っております。層序の不確実性を考慮するため、遷移確率地球統計学に基づき、候補となる地質モデルを複数構築しており、過年度の揚水量分布に基づく数値シミュレーションを実施し、再現性を確認している途中です。

また、こちらにも新たな取組になりますが、塑性変形確率推定法の検証として、光学実験系

の設計と組立てを実施しております。こちらは次年度から本格的に実験を開始する予定でございます。

続きまして、4ページ目を御覧ください。

こちらでは、地下水流動系の解明の取組について概要を示してございます。

取組の概要といたしましては、地下水がどこで涵養され、どのくらい時間をかけ、どこを流れているかを把握することによりまして、東京都の地下水における涵養－流動－流出のプロセスの解明を目指すものとなっております。

実施体制といたしまして、筑波大学、辻村先生の研究室と東京都環境科学研究所による共同研究でございまして、令和元年度より開始しております。

当研究の特徴といたしましては、複雑な地形、地質構造に加え、人為的な揚水により東京の地下水流動系は非常に複雑であると言われております。これまで、地下水の流向に関わる大まかな検討はなされているものの、涵養源の推定や滞留時間の評価等に関する調査は十分に行われておりませんでした。

そこで本研究では、東京都建設局の観測井等の地下水、また地表水、湧水における同位体、溶存ガス等のトレーサー成分を分析いたしまして、観測井による水理水頭分布のデータと統合解析することにより、東京における地下水の涵養－流動－流出のプロセスの解明を目指しております。

展開方法といたしましては、第1段階の被圧地下水の広域流動の概況把握といたしまして、東京都建設局の地下水観測井（都内39地点83井）から採水いたしまして、各種トレーサー分析を行い、水理水頭の空間分布等を解析し、地下水の流動方向、滞留時間等の概況を把握いたしました。

現在は第2段階に入っております、地下水と地表水との交流に関する概況把握を行っており、第1段階においてデータが不足していたエリアを中心に、地下水、河川水、湧水におけるトレーサー成分の空間分布の調査及び検討をし、河川から地下水への涵養域、地下水から湧水、河川への流出域及び台地から低地への地下水流動等の把握を進めております。

それでは、次のページから、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。筑波大学の辻村でございます。

資料の5ページ目を御覧ください。

令和7年度につきましては、これまでの調査等で地点が少なかった地域を中心に調査を行いました。この地図上で多摩川の右岸側、東京地域の南西側及び東側低地地域を中心に、地下水、湧水及び河川水等の採取、そして、それらの同位体等の化学分析を行いました。

資料の6ページ目を御覧ください。

これは、多摩川の主に右岸側、東京地域の南西側を対象に、地下水及び湧水の酸素安定同位体比及び無機溶存成分濃度の空間分布を示したものです。六角形のダイヤグラムは無機溶存成分の濃度を表しています。濃いグレーが地下水、薄いグレーが湧水をそれぞれ示しています。相対的に、この形が大きくなるほど溶存成分濃度が高いことを示しているものです。

多摩川の右岸側、これまでデータが少ない状態でしたので、そこを中心に令和7年度は調査を行いました。主に対象地域における地下水及び湧水は、カルシウム、そして重炭酸濃度がほかのイオンに比べて高い傾向がございました。この特徴は、これまでの調査等によって明らかにされてきた、多摩川の左岸側、台地部における特徴と類似しておりますので、多摩川の右岸及び左岸において質的には類似性がある、連続性が認められるという特徴がございました。

さらに多摩川上流側の地下水・湧水における酸素安定同位体比、これは下流側に比べて低い傾向がございました。地下水及び湧水における特徴と河川水における特徴とほぼ一致しておりまして、これについても両者に質的な連続性が認められることが示されたものです。

次に、資料の7ページ目を御覧ください。

東京都の低地部、江戸川及び荒川周辺域の、地下水における無機溶存成分濃度の分布と酸素安定同位体比の分布を併せて示しているものです。酸素安定同位体比は、高いものを暖色系の色、低いものを寒色系の色で示しています。また、地下水につきましては、50メートルよりも浅いものは数値にピンク色、50メートルから100メートルのものは数値に水色、そして100メートルよりも深いものは色を無しにして井戸の深度を示しています。

荒川沿いの上流側、地図ですとほぼ低地の中央近いところですが、ここにおいてはカルシウムと重炭酸イオン濃度がほかのイオンに比較して高い傾向を示しますが、中流になってきますとナトリウム、また、下流ではナトリウムと塩素イオン濃度が高い傾向を示しています。東側、地図上の右側ですが、江戸川沿いにおいてはナトリウムと重炭酸イオン濃度がほかのイオンに比較して高い傾向を示しますが、一部カルシウムの濃度が高いものも見られます。荒川下流沿いにおける酸素同位体比は、江戸川沿いのそれに比較しますと顕著に低

い特徴を示しています。こういった特徴を検討した上で、低地及び先ほど示しました多摩川右岸の地下水、これまで調査してきている東京都の台地部から低地部に至る地下水がどのような関係にあり、どのように流動しているかということ、さらに今後検討していく予定であります。

資料の 8 ページを御覧ください。

令和 7 年度においては、地下水流動の三次元の可視化を試行しております。まだ結果は作成途中ではございますけれども、おおよそ出来上がりのイメージとしまして、この地図上で示したように、主に青の色で示した範囲を始点、つまり、地下水の涵養域、主要なインプットの領域とした場合に地下水がどこを流れていくのか、逆に赤で示している部分、これを終点域とした場合に、地下水がどこから流れてやってくるのかということ、ある程度三次元的に可視化できるような作業をしております。また、そのときに同時に、これまでの調査によって想定されている地下水の流れ、水理水頭の空間分布や安定同位体比、無機溶存成分の濃度、さらには溶存ガス等によって推定されている地下水の年代情報、こういったものと整合性が保てるような形で、地下水の流れを三次元によって可視化することを試行しているところです。

これらの地域、青の地域を涵養域、赤の地域を流出域として、その流れを可視化するように想定している理由としましては、まず地図上の一番西側、山地部分の地下水がどこに流れていくかということを示す必要があること、それから、地図上のさらにその東側ですね。ちょうど多摩川が山地から扇状地を経て台地に出てくる場所ですけれども、ここでは主に河川水と地下水の交流関係を見る必要があるためにここに設定しています。さらに涵養域として設定をした東側、台地の一番下の部分ですけれども、こういったところで涵養された水が低地に出ているのか、出ていないのかということを含めて、解析を進めるためにここに設定をしております。

もう一つ、流出域として設定しました低地部分というのは、やはり低地の地下水の涵養源、涵養域を可視化するためのものです。それから、一部台地の中央部に流出域を設定している部分がありますが、ここは従来から水理水頭が比較的低くなっている場所ですので、そういった特徴を示す地下水の涵養域を可視化するという観点から設定したものでございます。

資料の 9 ページを御覧ください。

今御説明をした点が、ここにまとめてございます。今後は三次元可視化のおおよその結果

を受けて、これまでのデータから得られた結果との整合性の検討や、もともとの目的である地下水の起源、涵養源に関して解析を進めてまいります。

また、地下水流動における涵養域の評価を含めて、低地部において一部、結果の部分で御説明をしましたように、高い塩素イオン濃度の地下水が見られる地域がございます。この起源の解明に向けた評価、解析も行ってまいります。

また、都境を超えた南西から北東への流動を解明するために、一部埼玉県所管の観測井の調査も実施したいと考えております。また、山地から低地への地下水の流動、これを評価するために、山地における湧水等のデータの積み上げも次年度行ってまいりたいと考えております。

以上で、地下水流動に関する共同研究の概要報告を終わります。どうもありがとうございました。

○事務局（齋藤） 事務局の齋藤です。

辻村先生、ありがとうございました。

続きまして、2点目になりますけれども、こちら、地下水の揚水等の影響予測についてとなります。

10ページ目に概要を記載してございます。

取組の概要といたしましては、地下水の揚水が地下水や地盤に与える影響、揚水—地下水—地盤の関係を定量化いたしまして、地盤沈下が起きる地下水位や湧水に影響が生じる地下水位、また、その地下水位に達する揚水量等を予測するシミュレーションの構築を目指すものとなっております。

なお、ここでは、被圧地下水の水理水頭のことを便宜的に地下水位と記載してございます。

実施体制といたしましては、東京大学、愛知先生の研究室と東京都環境科学研究所による共同研究となっており、平成29年度から開始しております。

展開方法といたしましては、第1段階として、東京都建設局の観測井における過去の地下水位と地盤収縮の履歴を高精度に再現する一次元地盤沈下モデルといったものを作成しまして、地盤の物性値の推定をしております。現在は第2段階に入っております、同じく東京都建設局の観測井、その周辺に過去の地下水と地盤収縮の履歴を高精度に再現する局所地下水流動・地盤変形連成モデルの作成を進めております。また、第3段階といたしまして、局所地下水流動・地盤変形連成モデルを広域地下水流動モデルと連結し、帯水層がつながる

地下水流動を考慮した高精度予測の実施を目指しております。

11ページを御覧ください。

こちら側は、あくまでシミュレーション結果のイメージでございますけれども、緑色のメッシュで表している箇所が広域モデルによる予測の範囲、黄色のメッシュで表している箇所が局所モデルと広域モデルの連結による予測の範囲となります。黄色のメッシュの局所モデルの範囲内におきましては、200メートル程度のより細かいメッシュで、地下水位の低下量や地盤収縮量を高精度に予測することを目指しております。現在は、右上の足立区の局所モデルを作成中でございます。

それでは、次のページから、研究結果につきまして愛知先生に御説明をお願いしたいと思います。愛知先生、よろしくお願いたします。

○愛知委員 東京大学の愛知です。

今年度の取組についてでございますけれども、先ほど紹介がありましたように、足立区周辺を対象にしまして水理地質モデルを構築しまして、それから揚水量分布、これを入力しまして、過年度までにやってきました都内の一次元地盤沈下解析から得られた地盤物性値等を初期値として入力した地盤モデルを複数作成しまして、先ほど少し、第3段階に広域モデルと連結してという話がありましたが、少し先取りいたしまして、こちらを連結しまして足立区部分を解析するところを試みているところでございます。

次のページをお願いいたします。

まだ解析が十分進んでいるわけではないのですが、一つの結果として、左の図のような地盤沈下分布の計算結果が得られている状況です。こちらは、まだ再現性を十分検証する段階には至っておらず、まず計算をして動いた結果であるという、そのような非常に初期の段階であるということを御了解いただきたいと思います。

その上で、右側に1938年から1977年の地盤変動量ということで、既存の研究で水準測量のデータを基に、足立区を含め東京の東側の地盤沈下分布を書いたマップがございます。そちらと少し比較しながら見ていきますと、まず、計算結果の最大の沈下量のオーダーとしては2メートル程度ということで、右側の図でも200センチというコンターが見えますとおり、オーダー感としては似たような数字になってきているというところですが、まだ細かいところを見ますと全然違うというような状況です。

それから、左側の図の真ん中のあたり、東西に少し南北にうねりながら沈下の大きい領域

が一応計算されておりますが、こちらが、沖積層内にある埋没谷、沖積層が厚い部分ですね。かつて川があって底が深く谷になっていたところに沖積粘土が厚く堆積した領域です。その沈下量が大きいというような傾向が見えています。それに関しては、右側の図も東西に沈下が大きい帯状のものがありまして、こちらの傾向は計算でも少し見えているのかなと思っています。ただ、そういうような大まかな傾向が見えているという段階でございまして、埋没段丘上の沈下量、こちら、水準測量データ等を見ますと、埋没段丘のほうでも1メートルぐらいの沈下が発生しているわけですが、こちらが少し再現できておらず、埋没段丘上ではほとんど沈下していないような計算結果になってしまっているため、こちらは少し修正が必要なのかなと思っています。

それから、図を見ていただくと、むらが見えるというか、沈下量が大きいところや、小さいとか、ちょっとスポット状になっているような形が見えます。こちらは井戸配置の影響を受けていたり、あるいは地質モデルを確率的に生成した際に、透水性がいい場所、悪い場所というのが、少しランダム性を持って生成されているので、そういった影響を受けているのかなと現時点では考えています。

それから、こちらは難しい問題なんですけど、計算中に井戸枯れが起きてしまうということが頻発しております。こちらは、実際のところ、東京の低地の一部では井戸枯れをした地域等がありまして、特に埋没段丘上の井戸に関しては記録上は井戸枯れをした地域がありますということは実際に分かっているわけなんですけど、モデルでは井戸枯れの有無にかかわらず設定した量を揚水をするという設定になっておりますので、揚水しようとするんですけども、計算上、水頭が下がり過ぎてしまうと揚水できずに収束しないというような問題が生じます。実際のところ、井戸枯れが起こりやすい、起こるか起こらないかぎりぎりのラインであるというところが歴史的な経緯ではありますので、そのぎりぎりのところを狙っているために、うまくいったりうまくいかなかったりかなりシビアになっております。

ちょっと関連しますけれども、左側の図はどちらかというと、埋没段丘の水位低下が少し小さくなるような物性の設定になっていて、沈下量が小さいということなんですけど、同時に井戸枯れも起こしにくいということで計算が回っています。こちらをもうちょっと現実近づけていきますと、収束するのかわからないのか、ぎりぎりのところを通さなければいけないということになってきて、ちょっと難しい、苦戦しているところです。

先ほどの計画では、20個ほど生成して不確実性を評価してというようなことを目標にして

いるということを申し上げましたが、まだ20個生成には至っていないということ、また、その一つ一つを見ると、まだまだ再現性に課題があるというようなどころがありまして、今後、粘り強くキャリブレーション等を行って精度向上していく予定という段階になります。現状では、いろいろな設定の中で、一部は計算が通るようになってきたというような段階でございます。

では、次のページ、お願いいたします。

次は、塑性変形に地盤が至ったかどうかをモニタリングでどう検知するかという問題に対して、確率的に推定する手法を検討しております。一応、数値シミュレーター上での検証では有望そうな方法が見つっていますが、あくまで数値シミュレーターで生成した地盤沈下の計算結果に対して、同じシミュレーターで塑性変形に至ったかどうかを判別するような手法になっていますので、少し実態と本当に合っているのか疑問があるところで、そこを検証したいということで、とっかかりとして、室内実験の結果に対してできるかどうかを検証したいと考えています。

そのためにどのような室内実験を考えているかといいますと、こちらにありますような荷重がかかった粘土に対して下から排水をしてあげて、徐々に圧密が進行していくという、こういった室内実験を考えています。このような室内実験は、これまでも試みられた例はありますし、うちの研究室でもやったことがあります。透明な粘土鉱物、ラポナイトというものがあり、これを使うことによって中のひずみ分布を高精度に非破壊で計測しながら、ひずみ分布がどのように変化していくのかを観測できるのではないかと考えております。これがもしできれば、このひずみの進行ですとか、そういったところに対して塑性変形に入っているのか、入っていないのかを判断しまして、それがシミュレーターの予測、判定と合っているのかを、より実際の粘土に近い物質で検証できるのではないかと考えております。

このひずみ分布を計測する方法としまして、透明な粘土であるということを生かしまして、これは水と屈折率がほぼ同じ粘土鉱物であるということで透明に見えるわけなんです、こちらにひずみが生じますと、僅かですが密度変化が生じます。光の屈折という現象は、光が物質と相互作用する中で光速が遅くなるということですが、その性質の一つとして、密度が高くなれば屈折率が大きくなる、より光の進みを阻害する影響が大きくなるということで、密度は屈折率に対して影響があることが知られています。つまり、同じ物質、同じ材質であっても、それを高密度にしたもの、あるいは低密度にしたものでは屈折率が違うということ

が分かっています。それを計測できないかというところが狙いとなっております。

次のページ、お願いいたします。

そちらは関係式です。ひずみと密度の関係式、それからローレンツ・ローレンツの式という密度と屈折率の関係式がありまして、それらを組み合わせますと、こちらにありますような式になりまして、屈折率とひずみの関係を得ることができます。この中でひずみ－屈折率の関係を計算いたしまして、水の密度に近い透明粘土鉱物ということで計算しますと、右側の表にあるようなひずみ－屈折率変化量の計算結果になります。ひずみのオーダーが10のマイナス6乗、マイナス5乗、マイナス4乗という3つのオーダーで示しておりますが、屈折率の変化も同じようにオーダーが変化し、3.7掛ける10のマイナス7乗、マイナス6乗、マイナス5乗というような形で変化するであろうことが、こちらの式から予測されます。

現実の地層のひずみのオーダー感ですが、1メートルの水頭変化で大体10のマイナス5乗程度のひずみが生じるのが、東京のいわゆる帯水層と呼ばれている地層です。江戸川層とか舎人層とか東京層といったような地層における変化でいきますと、大体このぐらいのひずみというふうに見積もられています。こちらは地盤沈下観測井の数値を見ている、大体このぐらいのオーダーになっています。

10のマイナス5乗程度が一つの見えていかなくてはいけないひずみのオーダーですが、今回の検証用実験では少し小規模であるということと、その中で弾性変形も塑性変形も両方観測する必要があるということで、求められるひずみの解像度は、やはり10のマイナス5乗が見えなくてはいけない。できれば10のマイナス6乗も解像度的には少し見られるぐらいが望ましく、このあたりが目標になります。

そのような光学系が組めるかどうか、当初シュリーレン法を検討しておりました。これは前回の検討委員会でも、御報告しましたが、このシュリーレン法という手法の原理は、この図にありますように、左の光源から光線を生じまして、ここで試料を透過させ、ここで光は屈折率が大きいほうに向かって曲がっていきますので、試料の中で曲がると。そうすると、この平行光線の光の束の密度が部分的に変わりますと、こちらは反対側の凸レンズで集光して、スクリーンに映したときに明暗模様として密度分布が見えてくるというような原理となっております。こちらの模様を逆解析しまして屈折率分布を推定するというような手法になります。

こちらの手法は、主に固定した試料というよりは気流の可視化などに使われておりまして、

あるいは熱源の周りで空気等の密度が変わるといようなものを可視化するという事例が多いのですが、こういうもので比較的高精度と言われていています。文献調査によると、やはりシュリーレン法を同じような目的に使おうとした方々がいて、こちらの方々は、実はガラスの屈折率変化を見る、最終的な目標としては、ガラスが均質にできたかどうかを検証するために屈折率分布を測るといような目的でシュリーレン法を改良したという研究だったのですが、こちらで見ていた屈折率のむら解像度は10のマイナス5乗で、像の鮮明さにも依存しているということなので、より光学系を工夫すれば向上する可能性はありますが、少し先ほどの目標値に比べると厳しいのかなということで、さらに、この明暗模様は厳密に言うと密度の勾配分布を表しておりまして、ここから密度分布に換算する再構成計算が非常に複雑で、こちらの計算方法についても、この上の2019年の論文で幾つか改良されているところですが、少し難しいものかなと感じまして、もう一つ別の手法を検討いたしました。

次のページにお願いいたします。

こちらは、今年度新たに検討し直した手法ですが、マッハツェンダー干渉計の原理を使った手法になります。こちらはーフミラーとミラーを組み合わせた光学系で、まずビームを試料全体に当たるように広げまして、ーフミラーで一部を透過、一部を反射させます。反射させたほうは、さらにもう一つのミラーで反射して、試料のないところを通過してスクリーンに到達します。

それから、もう一つの最初のーフミラーを透過したほうは、試料を透過しまして、ここで試料を透過するために屈折の影響を受けて、実質的な光の通った道の長さ、光路長が変わるわけですが、こちらは少し屈折の影響を受けた光線が次のミラーに当たって、最後ーフミラーに当たって反射したり、あるいは透過したりしてスクリーンに像を結びますが、ここで出てくる像が干渉を起こします。試料を透過してきたほうは少し実質的には長い距離を透過してきたことになりますので、少し位相のずれが出ているはずで、その位相のずれが干渉像として見えるという手法になっています。

試料がないときには、光路長と反射回数の偶数奇数が合っていますので、位相が完全にそろった光学系になっていて、試料が存在すると光路長が変化して、明暗の干渉像が生じます。

干渉像の解析に関しては、最近の技術ですと、波長の20分の1程度の解像度で明暗を見られるということですので、ここで実験に使うのは、水中での透過が一番良いグリーンレーザーを使おうと思っています。こちらの波長は5.2掛ける10のマイナス7乗メートルで、仮に試

料の長さが10センチで、ひずみが10のマイナス5乗というときに生じる光路長差が3.7掛ける10のマイナス7乗メートルということで、こちら、半波長を超えていますので、十分に照度に変化し、明暗模様が十分見られるだろうと考えています。

それから、20分の1λというのは本当にできるか条件によると思うのですが、もしできれば、さらに1桁下でも大丈夫なので、見たいオーダー感のひずみが計測できる手法です。こちらは、実は固定試料で屈折率を計測する手法として比較的標準的な手法で、実績も多い手法でありますので、そういうものを参考にしながらやれば結果が出るのではないかなと期待しております。

先ほど最初に申し上げましたが、試料を変形させていって、場所ごとに干渉が変化していくと思いますが、そこを時間変化を計測しまして、ひずみ分布を再構成するということができないのではないかと考えております。

この手法が有力であろうということで、このマッハーツェンダー干渉計のシステムを設計しまして、今、購入、組立てをしている状況になっております。

私の担当しました領域は以上です。

○事務局（齋藤） 事務局の齋藤です。

愛知先生、御説明ありがとうございました。

それでは、資料1についての説明は以上になります。

○杉田委員長 皆様、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、委員の皆様、お願いいたします。

納谷委員、どうぞ。お願いいたします。

○納谷委員 産総研の納谷です。

それぞれお聞きしたいことがあるので、まず流動系の解明のほうからお聞きしたいと思います。

地下水のデータがいろいろ網羅的に集まっていて、非常に貴重なデータが蓄積されていると感じました。それで、お聞きしたいのが、いろいろな地下水のタイプが識別できるということで、海水の影響が認められる場所があったりとか、あとは台地に特徴があるとか、そういうことが分かるということですね。実際、この資料7ページで、東京低地の地下からくみ上げたものについてもいろいろデータがあるんですが、くみ上げた場所の地層、例えば沖積

層があったり、その下にはいわゆる下総層群と言われている更新統があったりすると思いますが、それらとの関係がどの程度把握できているのかをお聞きしたいと思いました。

というのは、その後にも、8ページ目に涵養域と流出域ですか、始点と終点というのがあり、例えば東京低地の葛飾の江戸川の付近だと、沖積層の下の地下の構造が多分千葉県のほうに向かって高くなっていたりします。そうすると、その過程も、実はもっと始点が東のほうにあったりとか、そういうことも十分考えられるのかなど、この図を見てちょっと思ったりしました。そういった地下の地層というか地質との関係がどのぐらい把握されていて、あるいはどの点が足りなかったりするのが現状かをお聞きかせください。

○杉田委員長 それでは御回答、辻村先生でしょうか。お願いいたします。

○辻村委員 御質問ありがとうございます。その点、非常に大切なポイントだと思っております。

地質上、帯水層の構造については、もともとこの地域、東京都の観測井もございましたので、それなりに地質状況については分かっております。当初、作業仮説的には、帯水層ごとにある程度水質の特徴も分類可能であろうと思っておりましたが、なかなかそうではないというのが現状で、帯水層の中だけで水質がきれいに説明できるというほどシンプルではないというのが現状の所見です。

また、基盤岩の勾配が、南西から北東に向かって傾いている傾向がございますので、ある程度そこは考慮する必要があるのだろうなと思います。

一方で、納谷委員が先ほどおっしゃったように、千葉の方との兼ね合いですが、確かに7ページの図面上で東端の中央部分に数値で78メートルの井戸が2つほどございますが、ほかに比べていずれもカルシウムと重炭酸イオンが高い特徴を示します。どちらかという浅い地下水に多い水質特性を示します。これが特異的にここに出てくるということを考えますと、この辺りについては、この図面上で示し切れていない東側で涵養された地下水がこちらに出てきているという可能性も十分にあり得ると思っております。

一方で、先ほど始点、終点のお話もございましたが、今のところ、まずは東京都のステークホルダーに対して説明をするという観点から、範囲を選んでいるところですので、ああいふ地点設定をいたしました。当然、さらに東の部分の涵養源というのは考慮すべきだと思います。

ただ、どこまで広げていくのかが結構難しい問題で、切りがないところもあるのですが、

納谷委員がおっしゃったポイントは十分重要だと思いますので、作業工程等のバランスも含めて考えていきたいと思いますが、問題意識としては承知しています。

すみません。お答えにあまりちゃんとなっていないようで恐縮ですが。

○納谷委員 ありがとうございます。

確かに切りがなくて、地下の地層も永遠ではないにしても、かなり広くつながっているの、それを全て把握するのはなかなか難しいことだとは思っているので、その目的に応じてどこから区切らなきゃいけないのはおっしゃるとおりかと思います。

おそらく地質の情報についても、すでに公開されている情報もありますが、その情報から解釈してやらないと読めないような情報というのも様々あるとは思いますが。私は地質の研究のほうをやっているの、こういう情報が必要だということが分かると、どのような情報を出せるとお役に立てるのかを考えることができます。今後、そのような検討ができると、よりよくなるのではないかと思います。

○辻村委員 ありがとうございます。

先ほど塩分濃度の顕著に高い地下水が幾つかあるというお話も申し上げました。一方で、そういった水が、海水起源であれば同位体的には高くなっていく、海水のゼロに近づいていくのが解釈上合理的なんです、必ずしもそうではないというところもございます。そうしますと、化石海水等の地質起源の塩分を考えなければいけないところもございます。その割には安定同位体比が少し低いので悩ましいところではありますが、当然地質との関係性は解析の上で重要だと思いますので、また御相談をさせていただければと思います。ありがとうございました。

○納谷委員 ありがとうございます。

それと次、揚水等の影響予測に関する内容で質問させていただいてもよろしいでしょうか。資料の13ページのモデルの解析結果の例なんです、これも大変興味深い結果だなと思って聞いておりました。

ここの左側の図ですね。結構この沖積の谷というか、かなり局所的に沈下しているというモデル計算になっていると思うんですが、実際、この右側の図は結構グラジュアルに描かれていて、一つは、これは右側がデータ点が少なくてこういうグラジュアルになっているのか、結構密にデータがあってグラジュアルな結果が出ているのかということですね。それで、実際左側のモデルって、結構もう谷は谷でがつんと沈降していて、ここで埋没段丘と言って

いる部分ではほとんど沈降していないという結果なのですが、実際それは井戸の観測結果とか、そういうものについても、これは埋没段丘と言っているところも、多分沖積層も30メートルぐらいは厚さはあると思うので、そういうところで、そういった実測の結果としてこれに合うような結果が出ているのかなとお聞きしたいなと思いました。

○愛知委員 ありがとうございます。

まず右側の図なのですが、こちら、水準測量点をベースに作られた図です。実は結構難しいポイントがありまして、やはり1938年から77年まで一貫して続いている水準点というのは、実はそんなに多くはないということがありまして、一部は途中でなくなったり、あるいは途中から観測を始めた点があったりとか、そういったようなことがありますので、実は密度ということに関してそんなに多くはないというか、確実に信頼できる数字というのはそんなに多くはなくて、その中で、一部そういう途中までの計測結果、あるいは途中からの計測結果というものを組み合わせながら、この右の図の作成にも、少しいろいろそういう解釈とか推計が入ったような形で書いている図ではございます。なので、グラジュアルに見えているのは、当然内挿の仕方の問題もありますので、そういう意味では、右の図も確実に真実なのかと言われると少し難しいところもあります。

ただ、都内の水準測量はそれなりにありまして、右の図のようなスケールで見るとかなり点数は多く見えるんですけど、時間方向では情報がまばらな部分もありますので、そういった中で、必ずしも真ではないというようなことではあります。

その中で、埋没段丘のところの沈下量というところで言いますと、こちらは計算結果がやはり過少だなと私は思っています。御指摘のように、埋没段丘上といえど、有楽町層が20メートル、30メートルというような厚さがあり沈下が当然生じ得るところで、ここの地域で直接埋没段丘上の沈下量を測っている観測井はないのですが、少し南側に行きますとそういう観測井もありまして、そこで見ている限り、やはり埋没段丘上であつてもちゃんと沈下しているということがありますので、こちら、右の図で見られる、やはり埋没段丘上であつても、埋没谷ほどではないけれども、やはり1メートル近い沈下をした地域もあるということに関してはそうなんだろうと思ひますし、それに比べると、左側のほうはほとんど沈下していないので、これは少し極端に差が出過ぎと思ひていまして、もう少し計算結果としても、地盤沈下はグラジュアルに変化するよう見えるのが、より現実に近い計算なのではないかと思ひます。

沈下が大きいところ、小さいところがむらのように見える部分については、少しこれは難しいところがありますが、このむらのありなしみたいなところは、実はちょっと右の計測で検証できるようなものではないので、むらがあったのか、なかったのかは、なかなか難しいところかなとは思いますが。実際のところ、現状衛星画像、SARとかで地盤沈下分布を見ると、何となくこんなようなものが見えるときもありまして、それは局所的な不均質性の影響なのか、井戸配置の影響なのか、いろんな要因がありますが、こういったように見える図もありますので、こういうような何かむらがあるような形に見えること自体はそんなに問題ではないのかもしれないですが、やはり埋没段丘上であっても沈下量はもっと大きいだろうと思われまますので、そちらは再現していきたいという形で考えております。

○納谷委員 ありがとうございます。

ちなみにこれ、左のモデルの期間は、これは現在まで長い期間を想定しているのですか。それとも、この右側の図は1938年から77年という、結構地盤沈下があった頃の限定されたデータみたいなんですけど、左側のモデルは、全期間なのでしょうか。やっぱり同じ期間を想定しているのですか。

○愛知委員 こちらは、計算は1920年から2000年までやりまして、その中で、右と同じ期間を切り出してきたというようなものになっております。

○納谷委員 ありがとうございます。

私からの質問は以上です。

○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したらお願いいたします。

徳永委員、お願いいたします。

○徳永委員 ありがとうございます。お二方の先生方の研究の内容について御説明いただきましてありがとうございました。非常に丁寧に研究を進めてくださっているなという意味では、素晴らしいと思います。ぜひ継続してやっていただければと思います。

2点です。1点は愛知先生にお伺いしたいのですが、14枚目のスライドで、ある代表的な材料を使って検討しますということだと理解するのですが、これは、載荷をして変位をすることによって排水をされる変形と、揚水に伴って圧力が下がることによる変形は等価であると考えているということですか。

○愛知委員 すみません。ちょっとこちら、説明が不足したのですが、これは下から揚水的

な操作をして、実は下には珪砂を敷いて、そこから揚水するという形で排水すると。上の荷重が足りなかったり不均一だったりすると少しまずいので、上にある程度の設定した上載圧を入れたくて、それで上に何かちょっと物というか、載荷が乗っているという状況で下から排水していくという、そういうような仕組みで考えていまして、揚水に伴う圧密を模擬しようと思っています。

等価かどうかというのは結構難しい問題で、既存のいろんな実験を見ていると、何か少し違う可能性があるというような実験結果もあるので、こちらは地盤沈下をよりイメージしたいということで、揚水を模擬した境界条件で、上の載荷は最初に設定した上載圧がぼんと乗って、そのまま変わらない状態でやるというイメージでおります。

○徳永委員 ありがとうございます。

今、愛知先生がおっしゃられたように理想化してあげると、有効応力で物事が考えられるというふうに理想化すると同じに取り扱えるんだけど、本当にそうかどうかはよく分からないので、そういう意味では、考えている事象に合うような実験のセットアップにすればいいかなということで質問を差し上げたということです。今御説明いただいた内容でよく理解しました。

17枚目なんですが、変形すると試料が動くので、ビームを入れている場所が変わっていくということは少し頭に入れて解析をされることが必要かなと思いましたという、これはコメントです。

○愛知委員 ありがとうございます。確かにそうですね。変形が生じるので、干渉像からの逆解析のときにそこを注意する必要がありますね。ありがとうございます。

○徳永委員 そうですね。よろしくお願いします。

最後は東京都さんに質問なんですが、こういうお二方の非常に丁寧な御研究を、東京都さんとしてどのような形で行政の施策に織り込んでいくのかどう考えていらっしゃるのか教えていただきたいというのが最後の質問です。

○事務局（齋藤） 事務局でございます。御質問ありがとうございます。

こちらにつきましては、後ほどガバナンスの報告のところでも申し上げますが、来年度、5年に1回の報告書の作成の年度でございまして、これまで単年度で先生方の研究結果を報告していただきましたものの総まとめとして、これまでの5年間、また、当初からは9年、8年やっているようなところですが、そういったところも含めて総合的にどのような結果が

得られたのかをまとめさせていただこうと考えております。

それを受けまして、その成果を施策にどういうふうに反映させられるかというのは、ある意味成果ありきではあるんですが、当然、辻村先生の研究ですと涵養源の特定ですとか、低地部の流動がどうなっているのかというようなところに焦点を当てて、涵養源が特定されれば、ある意味その涵養源を守ることができれば東京の地下水が保全できるという施策にもつながられますし、愛知先生のシミュレーションについては、もう本当に直結するような形ですが、現在の揚水規制が合っているのかどうなのかというようなところも、先生のシミュレーションから導き出して、それを施策に生かせるのかなと考えております。

○徳永委員 その部分は、もう少し議論をしたほうがいいかなと思うところもあって、辻村先生がおやりになられていることを私が言うと怒られるのですが、涵養源が分かりましたということをもって地下水の保全ができますというほど単純ではないと僕は思います。それに対して、どういう利用のされ方をしているから、地下水の流動と地表水と地下水との関連が時空間的に変わっていったというふうなものを見ると、どの部分の何を東京都さんとしては留意しないといけないとか、そういう話にしないと、科学研究はすばらしく、東京都さんがサポートしていることもすばらしいのですが、そこで分かったことをどう政策の中に活かしていくか、次の段階の何か料理の仕方もあるのではないかという気がするのでコメントを差し上げたということです。やや失礼なことを申し上げたかもしれませんが、お許してください。

○事務局（齋藤） コメントありがとうございます。

そうですね。先生方の研究も進んでおりまして、ある程度その最終地点といえますか、成果が見えてきたような部分もございますので、そういった最終的な成果、政策につなげられるような部分につきましては、先生方とも相談させていただいて、またこの検討委員会の中でも議論させていただいて、今後どういうふうに生かせるかというところも含めて議論をしていただきたいと思いますと考えておりますので、御教示のほどよろしく願いいたします。コメント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す。

守田委員、お願いいたします。

○守田委員 質問ですが、辻村先生、この間ずっと地下水流動の研究をやられて、その持続的な研究に関して非常に敬意を持っております。

8 ページのところの涵養域と流出域の図なのですが、涵養域、流出域の言葉の定義の問題がちよっとよく分からなくて。いわゆる涵養域、流出域という言葉を使う場合、普通は、ご存知のようにトスの広域流動のモデルがあって、涵養域、流動域、流出域という本質的な流れがありますよね。その中で涵養域、流出域という言葉がずっと使われてきていると思うんですが、流出域というのは、涵養されたものが地表へ出る川とか、それを流出域というふうに私は理解していますし、そうやっていろんな文献を読んできたのですが、ここでいう流出域が、例えば調布、三鷹、武蔵野、このところに流出域があるわけです。この流出域というのはどういうふうに理解すればいいのかちよっと分からなくて、その辺の御説明をお願いしたいのですが。

○辻村委員 ありがとうございます。ひとまとめにして表したのが若干不適切だったかなと、今御質問いただいて思ったところではございます。モデル上のという意味での始点と終点と、シンプルに言ってしまったほうが適切だったかもしれません。

一方で、この三鷹、調布の辺りというのは、従前から地下水の水理水頭の低下する部分が見られる場所でもございますので、そこに地下水の流線が集中していくという点では、流出域と直接言い切るのは難しいかと思いますが、地下水の流線が集中しているところではあるので、それに対する始点を見つけたいというのがそもそもの趣旨でありました。

ですので、確かに先生がおっしゃるように、ここでは若干分かりやすいように流出域というふうに示したのですが、この中央部分の流出域については舌足らずだったかなと反省しております。ありがとうございます。

○守田委員 地下水位が低いということは、要はそこでくみ上げているわけですよね。その影響でその部分が地下水位が下がっていると。それは、どちらかといえば人工的というか人為的なものですよね。だから、涵養域、流動域、流出域という言葉は、どちらかといえば、ニュアンスとしては人工的なものではなくて地形で決まる、どちらかというサイエンスティックな見方なんです。だから、いわゆる地形的、地質的な見方と人工的な揚水という見方の2つ入ってきますので、そこを区別されないと、結局流動とかいっても、それは汲んだから流動するのか、あるいはもともと地形とか自然条件でそうなっているのか、その辺がなかなか分かりにくくなることがあるので、ちよっとこの涵養域、流出域というのが気になったものですから、言葉をそれにふさわしい形で使われたほうがいいと思うのです。

それから、もう一点です。1970年代に東京都の土木技術研究所のほうで、御存じと思いま

すが、水質で流動機構を解明している一連の研究があります。その中で、大ざっぱに言いますと、武蔵野台地から垂直に涵養していると。それから多摩川から入ってくるのが大まかな涵養域だということが一つあって、あともう一つ、下町、低地のほうの塩分濃度の話。これに関しては化石塩水であるということを言っています。どういう根拠で化石塩水かって、そこまで詳しく、調べてはいないのですが、結論的にそう言っています。

だから、いわゆる塩水化問題として地下水が下がって海から入ってくるのか、あるいはもともと閉じ込められているのかという問題は大きな問題なんですけど、70年代の流動調査の中でそういう結論がありますということと言及させていただければありがたいと思います。

○辻村委員 ありがとうございます。

70年代の成果については、あれは非常にいい報文が出ていると承知しておりまして、私もよく勉強させていただいております。確かにそこに化石海水の言及が明確にございまして、ただ、その基になっているデータというのが、一つは、あの報文ではトリチウム等も測っていて、そういった年代のデータも加味した上でということではありますけど、一方で、化石海水と言い切る明確なところまでデータが示されていないという憾みがあるところもございまして。

これも既存の他の文献では、通常、化石海水の場合は、濃縮の影響が出て安定同位体比は高くなる傾向があるというのが一般的な話ではあるのですが、必ずしもそうはなっていないところもありますので、そこも含めて、従来の知見もきちんと踏まえた上で、塩分濃度の高いものについて、その起源を見ていく必要はあるかなと思っております。従来の研究ではないデータも一部あるところもございまして、それとともに他の山地等も含めた涵養域からの影響も含めて考慮していく必要はあるかなと思っております。当然70年代のものというのは考慮する必要があると思っております。ありがとうございました。

○守田委員 ぜひよろしく申し上げます。

愛知先生の御研究に対して、質問させていただきたいのですが、地盤沈下の研究、本当にここまで細かくやっつけていらっしゃる方はあまりいないんじゃないかと思っております。そういう意味では非常にすばらしいと思っております。

地盤沈下の層別も含めた収縮量の言わば解析があって、それをずっと見ながら、収縮がある場合、当然地盤の物性があって、その物性値は全部分かるわけではないので、そこへ確率的な考え方を導入しながら、より再現性を高めていこうというのが大きな方向だと思います。

この塑性変形確率推定法という方法と地盤沈下の予測とのつながりについて、つまり、こういうことが分からなくて、これをさらに詰めていくために確率の考え方を入れてという、その辺の一連のつながりみたいなものを簡単に説明していただければありがたいです。

○愛知委員 ありがとうございます。

後半の塑性変形確率推定法というのは、最終的に、これから地下水を揚水しますとなったときに、モニタリングしながら揚水するのですが、モニタリングデータを見ながら、今、塑性変形に至っているのか、至っていないのかということ早期に検知できれば、もし塑性変形の兆候が見られたら揚水を少し緩めるとかストップする、そういうことができると思います。それを狙うのが、塑性変形している確率を推定しようという、そういうこと目標になります。

それをするためには、シミュレーションとモニタリングデータ等を組み合わせて幾つかのモデルで計算して、モニタリングデータにフィットするようなモデルを作って、そのモデルのうち再現性が高いものの重みをつけながら、しかし、そのモデルは結局、塑性変形状態で現在のモニタリングのデータを説明しているのか、弾性変形状態で現在のモニタリングのデータを説明しているのかという、その割合を基本として確率で推定しようと思っています。

そういう中で、そういうような推定手法がどれぐらい有効なのかということですね。あるいは、有効にするためにはどういうモニタリングの設計にしたらいいのかとか、そういうようなところを検討する必要があると思ひまして、今回の再現解析を突き詰めていって、最終的には将来予測、あるいはモニタリングデータの解釈というところに使っていくと、そういった流れの中で、最終目標は安全に揚水することの実現に向けて技術検証をしていくという、そういうようなところで少し先取りしながら検討しているという状況です。

○守田委員 ありがとうございます。

やはり行政にとって、現在の東京都の行政で、地盤沈下に関して一番大きな問題、学問的にも研究の大きな問題って、今、揚水を規制して地盤沈下は沈静化しているんですが、また汲み始めた場合、さらに汲んだ場合に、今の状態からさらに地盤沈下が進んでしまうのか。それはどのくらい進むのか、非常に議論があって、結局、東京の地下水位が上がってきて、あちこちで上がって困るという状況になっているわけです。そんな中で、一方では「いや、こんなに上がったんだから汲んでもいいんじゃないか。汲んで、その水を例えば公共の水とか環境用水に使っていく方向でやっていけばいいんじゃないか」という意見が結構あるんで

すよ。そのときに、やはり汲んじゃ駄目ですよと、つまり、量的な問題があるんですが、そういうことに関してきちんと「いや、今止めていますけれども、汲み始めたらまた進行しますよ。しかもこんなに進行します」と、分かりませんが、その辺の予測というのが私は非常に大きな問題だと思っているのですが、ぜひその辺まで、よろしくお願ひしたいと思っております。

○愛知委員 そちらについては東京都さんとも、将来の揚水シナリオ、こんなパターンがあるんじゃないかというのを幾つか検討いただきまして、こういうことをしたらこうなるみたいなことを検討したいということは相談させていただいております。

○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。非常に貴重な御意見ありがとうございます。

ほかに御意見、御質問等ありましたらお願いいたします。

それでは、時間にもなっておりますので、次の議題に移りたいと思います。議題2、地下水ガバナンスへ向けての取組についてに移ります。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、資料2、18ページ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御説明させていただきます。

こちらは、先ほども少し申し上げたのですが、来年度は5年に1度発行している検討委員会の検証報告書の作成年度に当たりますので、こちらの地下水ガバナンスの取組についても、いま一度整理が必要と考えておまして、その現状や現在の取組、また課題認識について報告させていただければと考えております。

まず、都の現状について御説明いたします。

1つ目は地下水利用量の減少についてです。

左下に経年の揚水量のグラフを示しております。揚水量の合計が青い折れ線グラフ、また各年の内訳を棒グラフで示しており、緑色が工場の揚水量、紫色が指定作業場、赤色がそれ以外の上水道等となっております。昭和46年は日量144万立米という量でございましたが、直近の令和5年につきましては、その2割程度まで減っております。また、平成13年に東京都の環境確保条例を制定しておまして、規制を強化して揚水量の規制を導入しておりますが、この平成13年と比較しても近年は約半減しております。

その減少量の内訳といたしましては、こちら、右側の円グラフで示しておりますが、79%

は上水道利用の減少によるものとなっております。特に近年は、水道施設の老朽化や水質悪化の影響で減少が顕著な傾向となっております。また、その他農業・林業用ですとか、食料品業などの減少割合が多くなっております。

続いて19ページ目になります。こちらは令和5年の利用状況についてです。

先ほどのとおり、揚水量は大幅に減少しているものの、日量で約27万立米、年間にすると約1億立米の地下水利用が継続している状況です。こちらは毎年の委員会で報告している内容になりますが、業態別に見ますと工場で17%、指定作業場で20%、上水道等で63%、用途別の割合で見ますと飲料用が58%という形で、大半が上水道利用されているような状況です。また、全体の90%が多摩地域で揚水されているといった状況でございます。

また、近年はどういったところに需要があるかといったところで、3点目は井戸本数の推移のデータになります。こちら、平成25年と令和5年の比較をしております、直近10年間でどれだけ井戸本数が増減したかを下の表で表しております。集計している井戸自体は条例上の届出等で把握しているものでございまして、具体的には、動力、すなわち電動ポンプを用いて揚水している井戸になります。一般家庭の井戸や、動力を使っていない手押しポンプ井戸といったものは含まれてはおりません。

こちら、全ての井戸の合計本数は、10年間で400本増加しています。特に増減が多い業種を4種ピックアップしておりますが、農業用・林業用の井戸本数の増加が顕著であり、10年間で347本増加しております。これは上に説明が書いているとおり、東京都の産業労働局の農地保全事業によりまして、防災兼用農業用井戸といったものの設置に関しまして補助金を交付している影響と考えております。また、そのほか多い業種としましては、非常災害用井戸ですとか学校での設置も増加しております、非常時の活用を想定していると考えられます。なお、大きく減少している業種としましては公衆浴場がございまして、10年間で約200本程度減少しております。こちら、背景といたしましては、後継者不足ですとか燃料費の高騰により廃業している銭湯が多いと聞いております。

これらのとおり、東京でも地下水は資源として様々な用途で利用され続けており、事業活動や都民生活を支えているといった状況でございます。

続いて、現状の4点目としまして、保全と適正な利用についてです。

東京都は、過去に揚水による地盤沈下で甚大な被害を受けた沖積低地を抱える一方で、直接的な被害を受けていない地域も多くございまして、保全と利用の立場に非常に温度差があ

る状況です。

保全につきましては、地盤沈下防止といったものはもとより、広く水循環を鑑みますと、湧水や河川の保全、地下水質の保全、また水源林の保全などを考慮する必要があります。

また、利用につきましては、先ほど御説明したとおり、上水道をはじめとした継続利用のほか、近年の揚水量の減少や地下水位の回復を受け、一部では新規利用に向けた規制緩和の要望も事実としてございます。

一方、水循環基本法においては、地下水を含めた水は「国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである」としておりまして、有限で貴重な地下水資源の持続可能な保全と利用に向けた検討が必要であると考えております。

このように様々な立場が存在していることから、共同研究成果等に基づく科学的知見を踏まえて、今後さらに議論を深めていく予定です。

続いて、22スライドにつきましては、地下水に係る情報発信と普及啓発についてでございます。

こちらは、現在できる取組といたしまして、まず地下水を知ってもらうことをコンセプトにイベントに出展した報告になります。昨年12月に開催されたエコプロ2025に出展してまいりました。来場者は3日間で約6万人訪れまして、出展内容といたしましては、こちらのパネルをブースに展示いたしまして、訪れた来場者に対して事業説明を行ったほか、取組紹介の動画放映やパンフレット等の配布を実施いたしました。

今年で3年目になりますが、一部パネルを変更しております。昨年度は千葉委員から、都民が自分事として関わられるような課題設定ですとか、地下水をもっと身近なものとして捉えられるような工夫をしたほうがいいという御意見もございましたので、少しではありますが変更しております。最初のパネルにどういった用途で使われているか、飲料用であったり非常用であったり銭湯であったりと、生活に身近な地下水として利用されているんですよというところから説明を導入し、パネルの紹介を行いました。2つ目のパネルでは、不圧地下水や被圧地下水の違いですとか地盤沈下のメカニズムについて、3枚目のパネルでは共同研究の概要と結果について報告、説明いたしました。

その際に来場者の方から出た質問や感想の一部がこちらになります。地下水関係でいいますと、「東京で地下水って利用しているんですか」ですとか、「何メートル掘れば出るんですか」といったような質問、また、湧水ですと「湧水が近年減少している理由って何なんで

すか」といったような質問、また地盤沈下に関しては、下水道の陥没、これは八潮市の事故があった背景かと思いますが、「下水道の陥没と地盤沈下といったものは何が違うんですか」といったような御質問を受けたところです。また、実態把握につきましては、研究をやっている理由ですとか、どのように活用されるのかといったような質問がありました。

また、感想等については、「地盤沈下のメカニズムがよく分かった」というお話ですとか、「低地の地盤が何で弱いのか、成り立ちを聞いてよく分かった」といったような感想、また、先ほどパネルを変えた効果かと思いますが、「銭湯など身近な用途で使われていることを初めて知った」とか、「生活に密着していると感じることができた」というような御意見をいただきました。

これら地下水に係る情報発信や情報収集の取組は、継続して実施してまいりたいと考えております。

こちら、資料2の最後になりますが、次期報告書作成に向けてということで、来年度に5年に1度の報告書の作成を控えております。我々の課題認識といたしましては、先ほども御説明させていただきましたが、都では、保全と利用の様々な立場が混在し、各立場にも温度差があるような状況でございます。これまで他自治体のヒアリング等を通じ、ガバナンスに関する情報などを収集してきましたが、どうしても地域性ですとか過去の経緯などがそれぞれ異なるため、部分的にも東京都へ適用できるかといった検討が必要です。東京都におけるステークホルダーは多種多様であるとともに、人口規模も世界有数であり、前回報告書における目指しているガバナンスの姿として協議会の設置や合意形成を掲げておりますが、なかなか困難を極める可能性があると考えております。一方で、国においても、地下水還元型地中熱利用システムの導入の検討や、地下水の適正な保全と利用に関する検討会の設置など、新たな議論も進んでいる状況にあります。

こうした国の動向や社会的な共有も踏まえた上で、持続可能な地下水の保全と利用に向けて、実態把握の一定成果と地下水ガバナンスの在り方について、来年度作成の報告書に反映していく予定です。

資料2の説明は以上になりますが、こちら、課題認識の3点目で記載させていただいた協議会を設置して合意形成を得るといようなプロセスが、東京都という規模で見たときに本当に実現可能なのかというように、少し懸念がございます。何かしらの合意形成を得るといようなプロセスが当然必要であると認識しておりますが、都全体での協議会の開催というのは、

なかなかあまり実現性がないのかなと感じております。そのため、抽象的で大変恐縮ですが、今後こうやって進めていったらいいではないかというようなお話ですとか、こういう形を目指したらいいのではないかというような、何かアドバイスをいただけると幸いです。

事務局からは以上でございます。

○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。

千葉委員、お願いいたします。

○千葉委員 御丁寧な御説明いただきましてありがとうございます。

今改めて伺ってまして、やっぱり東京都みたいな大きな都市のガバナンスというのは難しい側面が多いなと思って伺ってました。特に地下水に関連するコミュニケーションを難しくするいろんな要素が詰まっているなと改めて思いました。

例えば、地下水の利用が減少して水位が回復した、これ、過去の規制のすばらしい成果なんですけど、こういった成功体験みたいなものが逆説的に生む難しさみたいなものがあるなと思います。過去に何が問題だったのかが見えにくくなるということで、特に東京は人口が多く人の入れ替わりが激しいということもあって、過去の話になってしまう。地下水位が回復してくると、何でこんな厳しい規制が必要なのかというところの問いが、以前はもしかしたら必要だよなということが実感としてあったものが得られなくなったりすると。そうなることで、規制によって制約されているもののほうが目立ってくるということが起こってきて、水位が回復しているのに規制を受けているということが過剰に見えてくるということが自然に起こってくるのかなと思います。

あとは、多様なステークホルダーがいるというところで、規制される側、監督側の行政もいるし、規制緩和を求める人もいるし、保全を求める人もいて、ここは、でもまだ関心層なのでコミュニケーションの取りようがあるんですが、恐らく大半は無関心層だということがあるかなとあって、ここはそもそもガバナンスの議論の場に乗ってこないというところがあるのかなと思います。そうなることで、さっき合意形成というふうに事務局さんがおっしゃったのですが、合意形成ってそもそも何と、どのレベルでの誰の話なのかというところがはっきりしなくなるということもある。一方で、例えば災害時のようなときに、大多数の無関心層が代替水源として地下水を必要とすることがある、というようなねじれの難しさというのがあります。あと地域的な偏り、利用者の偏りや、先ほどの議論にもあった科学的な不確実性と

いうところで、何をどういうふうに使ったら何が起こるのかみたいなところの影響関係というのが単純じゃなくて難しいなど、いろんなコミュニケーションの難しさがある。こういった中で規制を続けていくのか、緩和していくのかみたいな、この単純な対立構造をつくってしまうとよくないのかなというのがまずあります。

なので、何のために、どこで、どうやって地下水をみんなで守ったり使ったりとか確保していくのかみたいなことを、都民とコミュニケーションしながら、多次的につくっていくというようなイメージ、すごい抽象的で申し訳ないんですが、そういうガバナンスになるのかなというふうにお聞きをしていました。おっしゃっていたように、協議会的なやり方というのは、東京みたいなメガシティだとなかなか難しいところがあるかなと思いますので、階層的なガバナンスをイメージしてもいいのかなというふうに思います。

階層というのは、一つには行政レベルですね。都レベルでやるべきことと、市区町村に任せるべきことというのを分けて、都だと、例えば今御説明のあったような高度な科学的な情報があって、全体で統一すべきルールというのを監督されるというお立場にもあるが、一方で、住民に直接届く回路というのは非常に弱いというのがあると思います。市区町村の場合だと、一方でそういった高度な資源、科学的な情報とかが比較的薄い一方で、住民に対する直接的に情報を届けたりとかコミュニケーションを届けるということができるので、ここの役割分担を整理して、例えば都が市区町村に対して利用可能な地区別の情報を提供したりとか、各市区町村の文脈で地下水の科学的な情報がどうやって利用できるのか、住民にとっては、前に自分事化ということも発言させていただいたんですが、自分事化できるような形で、情報を市区町村単位で提供していくというなことも考えられていいのかもしれないです。あとは、無関心層に届けるというところでいくと、地下水単独で届けようとするとなんか無理なので、既存の文脈に乗せていくというか、例えば防災訓練とか地域防災計画みたいな市区町村単位で作成されている関連するところに地下水を組み込んでいくような、ひな型と言ったらいいんですか、何かこうすれば組み込めるよみたいなガイドラインみたいなものを準備して市区町村に提供するとか、あとは、学校教育の場で使えるような何かテキストでもいいし、教育コンテンツみたいなものを作って提供するとか、都としては高度な情報を使ってコンテンツを準備して、市区町村に使えるようにして、市区町村はそれを使って住民に情報提供して、住民から市民知とか、その場にある文脈というのを吸い上げて都のほうにフィードバックするみたいな、情報の階層性というのを少し今後考えていってもいいのではと思ったりし

ました。

あとは、やはり自分事化するというところで、ほとんどが恐らく無関心層であるということからすると、さっきのエコプロでの展示で、例えばこういうところに地下水を使われていますよというような情報発信、あれもすごくいいと思うのですが、もっと解像度を上げていくということもできるのかなと思います。例えば、低地のほうの方々だと、自分事としては「自分の家って大丈夫なのかな」というのがあったりすると思いますし、「地下水をくみ上げられたときに、うちって沈まないのかな」みたいな、自分の生活にもっと密着した問いまで落とし込むということですね。子育てされている方だと、「この水って本当に飲んでいて大丈夫なんかな」とか、いろんな都民が潜在的に持っている問いから情報にアクセスできるようにしてあげるといような工夫が必要になってくるのかなと思いました。

ただ、情報を伝えていく上で、不確実性をどうやってコミュニケーションするかということも非常に重要になってくるだろうと思いますので、先生方がされているような研究というのが、内容自体が難しいので、こういう情報が出来上がったプロセス自体の透明性みたいなものが担保されるというのが、まず、この不確実性に対する都民の方々のリスク認識というところでは重要なのかなと思います。

あともう一つは、さっき、どういう政策を取っていくのかということと御質問もあったと思うのですが、政策をこういうふうを取っていきますだけではなくて、なぜそういうふうにとっていくのかということの政策決定の原則として、どういう立場というか、どういう考え方に立っているのかということと、いろいろなところで述べていく必要があるかなと思います。例えば、潜在的なリスクがある間は、やはり慎重に管理していくということなのか、被害が明らかになるまで待つのか、なぜそうするのかということの政策判断の基準が分からないと、やはり政策に対する信頼感が下がってしまうのではないかなと思うので、予防原則であれば予防原則的にこういうふうにしていますということを明言する。その原則は、別にずっとそれでいかなければいけないわけでもないの、どういう条件でこうなれば見直す可能性がありますとか、こういう考え方に基づいてこういうふうにしますということと、透明性をもって伝えていくことが必要かなと、不確実性に関しては思います。

あと、今のが情報の階層性という話なのですが、もう一つは、最初に少し申し上げたような、保全か利用かみたいな二項対立構造にしないということを意識的にやっていかなければいけないと思っていて、保全する側でも利用する側でも、どちらから情報発信しても、ここの

溝が多分大きくなっていくだけでよくないと思います。なので、ここをつくらずに、両方が同じところに立てるような上位の問いというのを、もう少し強調していったほうが良いのではないかと思います。

例えば、一つはやはり災害、防災の話です。あとは、少し大きいかもしれないですが、水の安全保障とか都市のレジリエンスみたいな話で、地下水を使うか守るかとかではなく、東京の水をどう安定的にみんなで確保していけばいいのかみたいな感じで問いの立て方を変える。地下水も、「地下水を」というふうにしてしまうというよりは、多様な水源、上水道も再生水も、湧水とか何でも含めた一つの水源のポートフォリオみたいなところの一部にある、その水というものをどうやってみんなで確保していくかみたいな形に転換していく。地下水を守るか使うか、という対立的なナラティブにしないように、都民の上のところでは何か合意できるベースをつくっておくというのが一つ、これも抽象的なんですけど、大事なかなというふうに思いました。

すみません。長くなりましたけれども、思ったことを述べさせていただきました。以上です。

○杉田委員長 ありがとうございます。

事務局から何かございますか。

○事務局（齋藤） 事務局の齋藤でございます。

千葉先生、御意見ありがとうございます。我々も他自治体のガバナンスなどを調べていて、東京都との違いとして大きく思ったのが、他自治体では地下水を皆さんが結構利用しているのに対し、東京都の場合、無関心層がすごく多いというのがやはり一つ課題として挙げられます。

ただ、先ほど千葉先生がおっしゃられたように、実際には関わっていない人はほとんどいないというようなところで、もっと広く防災ですとか、そういった関係しているところをもっと強調して、そういった無関心層に届ける工夫というのが必要なのではないかと認識しました。

また、先ほどの階層的なガバナンス、こちらも東京都で一括で何かやらなきゃいけないというような認識があったような部分もあったのですが、確かに東京都ではできない部分もありますし、逆に区市町村レベルだったらできる部分も当然あるかと思いますので、そういったそれぞれの役割分担等々を整理しながら、ガバナンスというものを煮詰めていければよい

のかなと考えております。

また、保全と利用について、確かに現状、対立構造と我々が言ってしまうといいのか分からないのですが、二極化しているというような表現になってしまった部分もありましたが、まずは合意できるベースとといいますか、一つの目標に向けて、保全している方も利用している方も、こういった目標に向けて地下水をきちんと利用していきましょうという目標があると合意も得やすいと思いますので、そういったところについても、今後相談させていただきながら、ガバナンスの在り方を検討させていただければと考えておりますので、何とぞ御教示のほど、よろしく願いできればと思います。

○杉田委員長 ありがとうございます。

奥田委員、お願いいたします。

○奥田委員 ありがとうございます。

私自身、協議会の問題というのを考えていたのですが、今日お話を伺いながら、今の千葉先生もお話もすごく参考になったのですが、まず大きな前提として、今後、この東京都の地下水を、言わば積極利用していこうという中で、従来型の条例の届出制でいくのか、それとも許可制でいくのかというところは、多分今後もし新しい条例などをつくるとすると、そこがすごく大きな分かれ道になると思っております。

決して脅しをかけるとかという意味ではないのですが、許可制になりますと、万が一過剰なくみ上げによって地盤沈下が起きたということになると、その責任の所在はどうしても行政が負わなければいけなくなっていきます。一方で届出制だと、そこは過剰なくみ上げをした企業なり、あるいは個人の責任ということになるのでしょうか、ただ一方で、そういった責任を個人とか企業に負わせるというのも果たしていかがなものかなと考えますので、ここは私自身もどちらがいいとか悪いとかと結論は出せないのですが、慎重に議論をしながら、許可制でいくのか届出制でいくのかというところは、まず大きなスタートラインのところで議論すべきと思っています。

それからあと、国のほうでも検討しているということでしたし、確かに検討しているようなのですが、地下水の還元利用というんでしょうか、例えば冷却水として使って、また戻しますなんていうときに、どうしても水温変化が出てきてしまって、この水温というものをどうやって管理するのかがだったりとか、あと、もちろん水質の問題もあろうかと思うのですが、非常にやはり許可制とリンクするような問題もかなり抱えているのかなというような印象を

今日持ちました。

私からは以上でございます。

○杉田委員長 ありがとうございます。

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。事務局でございます。

まだ共同研究自体は途中ではありますので、今後規制がどうなるかということも、その成果を受けてからの判断になろうかなと思いますが、奥田先生がおっしゃられるとおり、もし条例を変えるというのであれば、届出制にするのか、許可制にするのかといったようなところも当然判断になってこようかと思っておりますので、そういったところも今後議論していければなと考えております。

また、やはりどうしても地下水は地下がつながっているものですから、揚水した影響は、自分たちのところだけではなく周りに被害が及ぶというところが一番の問題で、またそれが見えづらいという部分が地下水の大きな課題であるとは思っております。さらに、次の資料でも説明いたしますが、国のほうで地下水を還元するという利用方法について、改正の動きがあるというようないところもありまして、地下水、地盤沈下だけではなくて、水温ですとか水質の変化が外部に影響を及ぼさないようなシステムを行政でつくっていく必要があると考えてはおります。

御意見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す。

ほかに御意見、御質問はございますか。

徳永先生、お願いいたします。

○徳永委員 ありがとうございます。

先ほどお二方の先生がおっしゃっていることは非常に合意できることが多くて、東京都さんとして、どういうスタンスで何をやるんですかというあたりが結構物事を考えていくときのポイントになるのかなという気がするのですが、東京都が全ての責任を持って全部背負うということでもない物事の進め方というのがあるのかなという気がしたので、そこは上手に議論していけばいいかなと思います。

もう一つは、先ほど私は、前半の科学技術的な研究について、東京都さんがどう政策に生かすんですかと申し上げたのですが、あまり拙速にならないで、そういうことを進めている

この意図がどういうことで、中長期的にどこに政策に落とし込んでいくことを現状で考えているのですかというメッセージを入れていただきたいということですので、踏み込み過ぎないように、よろしくお願いいたしますというお願いでございます。

以上です。

○杉田委員長 ありがとうございます。

事務局、よろしいでしょうか。

○事務局（齋藤） 事務局でございます。

そうですね。東京都としてのスタンスですとか、先ほどのどう政策に生かすのかという将来像のようなものを、来年度、報告書をまとめる年度でもございますので、そういったところでもある程度言及できればと考えておりますので、また委員会の中でも議論させていただければと思います。よろしくお願いいたします。

○杉田委員長 ありがとうございます。

愛知先生、よろしくお願いいたします。

○愛知委員 ありがとうございます。

これ、非常に難しい問題だと思いますが、いろいろ最近ツールの進歩もあると聞いていて、例えばP o l i sというSNSで、非常に対立、二極化しやすいような議論をA Iがうまくまとめてくるというか、意見がそのままぶつかったり、とげが入っていると、防衛する側としてはそれが気になって建設的な議論できないみたいな状況を、とげを取り除いて意見をまとめてくれるみたいなのを人間がやるとすごく大変なのですが、A Iがそういうことをやってくれるツールとかをうまく使ったりとか、レスバトルにならないような仕組みになっているツールがあったりして、我が国でどれぐらい流行るかという問題はあるのですが、例えば台湾とかですと、それを使って、昔タクシー業界V S ウーバーの問題を建設的に解決したということがあったりして、そういうのを日本でも注目していらっしゃる研究者の方もいて、何か環境問題とかに使えないかなと思いました。例えば国環研の田崎先生などが少しコメントされていたり、そういうツールをどういうふうに組み合わせて使っていくかというのはあると思うのですが、どういうテーマを出したらどんな意見が出そうかなとか、そういうサンドボックス的にまず使ってみるのもいいのかもしれないです。建設的に意見をまとめていくツールみたいなものも最近のA Iの進歩等でできてきつつあるようですので、何かそういうようなものを具体的にうまく組み合わせていくことで、千葉先生がおっしゃられたような懸

念をうまく減らしていけるようなやり方があったりするといいいのかなと思っていました。

専門外なので詳しくはないのですが、そういったツールが最近あるというのを聞いていますので、何かそういったものもうまく、少し長いスパンの中では使っていけるといいのかなと思いました。

以上です。

○杉田委員長 ありがとうございます。

事務局から何かございますでしょうか。

○事務局（齋藤） 事務局でございます。

愛知先生、御意見ありがとうございます。実際今、保全側と利用側から、ある程度大きな声が東京都に届いているような状況ではございますが、そういったところ以外の意見もうまく集約できればと考えておりますので、そういった最新のツールなどを生かしながら、今後検討を進めていきたいと思っております。御意見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。

ほかに御意見等はございますでしょうか。特にないですか。

それでは、次の議題に移りたいと思っております。ありがとうございます。

議題3、その他ですね。事務局より御説明をお願いいたします。

○事務局（金子） 事務局の金子です。

25ページ目の資料3を御覧ください。

国の建築物用地下水の採取の規制に関する検討についてでございます。

まず国の動きでございます。

近年、地下水を揚水して熱利用した後に、その全量を再度地下に還元する帯水層蓄熱システムの技術開発が進んでおります。2019年には、大阪市におきまして帯水層蓄熱型の冷暖房事業が認定を受けておりまして、その後、国家戦略特区の枠組みで、建築物用地下水採取規制に関する法律、いわゆるビル用水法の技術的基準が緩和されまして、今年度より商業ビルでの運用が実際に開始しているといったような状況でございます。

国は、再生可能エネルギーの普及拡大も背景にしながら、こうした地中熱利用の状況を踏まえまして、帯水層蓄熱システムを含めました地下水還元型の地中熱利用システムについて、地域の地盤特性を踏まえ、地盤環境への影響に配慮したビル用水法の技術的基準、こちら、具体的に言いますとビル用水法の施行規則の見直しになりますが、こちらの検討を進めてい

る状況でございます。

続いて、都の対応でございます。

ビル用水法の許可権者は都道府県知事となっております。そのため、都による審査、許可をするに当たっての制度面での検討ですとか整備を進めていく必要が出てまいります。このため、今後、同検討会におきまして適宜報告をさせていただきながら、委員の皆様のお意見も賜って検討を進めていきたいと考えております。

説明は以上になります。よろしくお願いいたします。

○杉田委員長 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お願いいたします。特に御意見等ないようですね。新たなこれからの課題というふうに伺いました。ありがとうございました。

では、そろそろもう時間になっておりますので、事務局には、本日の議題に対する御意見を踏まえて地下水の実態把握等の取組を進めていただきますよう、よろしくお願いいたします。

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などがございましたらお願いいたします。

○水環境課長 特にございません。

○杉田委員長 本日は、委員の皆様、非常に活発な御議論を賜りまして本当にありがとうございました。

以上をもちまして、令和7年度第2回地下水対策検討委員会を閉会いたします。皆様、ありがとうございました。

午後0時02分 閉会