

第9回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会

日時：令和元年10月11日（金）

13:00～15:30

場所：ルポール讃岐

2階 大ホール

出席委員等（○印は議事録署名人）

中杉座長

河原（長）副座長

○嘉門委員

○平田委員

I 開会

- （木村環境森林部長から挨拶）

II 議事録署名人の指名

- （座長）委員をはじめ関係の皆様方、大変お忙しい中、お集まりいただきありがとうございます。それでは、ただいまから第9回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会の議事を進めていく。
まず、本日の議事録署名人であるが、嘉門委員と平田委員にお引き受けいただきたい。よろしいだろうか。よろしく願います。

III 傍聴人の意見

- （座長）それでは、次に傍聴人の方からのご意見をお伺いする。なお、本日の会議には直島町の代表者の方は出席されていないが、特段の意見がない旨を伺っているので、報告をしておく。
それでは、豊島住民の代表者の方、よろしく願います。

<豊島住民会議>

- （豊島住民会議）豊島処分地地下水・雨水等対策検討会の先生方には、豊島廃棄物等処理事業につき、精力的、献身的に取り組んでいただき、心からお礼申し上げます。
今年7月にすべての産業廃棄物等の撤去と処理が完了し、豊島住民一同、心から感謝申し上げます。

私たち豊島住民は、今、懸命に取り組まれている地下水浄化作業等の後、処分地が引き渡され、すべて終了する日を待ち望んでいる。先月 15 日に開催された第 7 回フォローアップ委員会で永田委員長から出された地下水・雨水への対策に関する質問とコメント 5 項目に対する回答に、豊島住民は最大の関心を持っている。どうぞよろしく願います。

- （座長）ありがとう。フォローアップ委員会からご質問いただいた、あるいはご指示いただいた件については、地下水・雨水対策検討会で検討した上で、次回のフォローアップ委員会に提案というかたちで申し上げようと考えている。これは地下水・雨水の検討会だけで決められる話ではないので、地下水浄化の観点から考えたらこういう案がいいのではないかと。永田委員長から言われた、監視期間をどうするかという話には留まらず、全体にわたって考え方を少し整理して申し上げようと思っている。議論をまだ十分練らないといけないので、それは時間をいただければと。

たぶん、フォローアップ委員会の前にも、まだ具体的に日程は細かく決めていないが、地下水・雨水検討会を行うので、その場には案というものを出して、住民会議の方にも見ていただくかたちにしたいと思っている。それまで時間のご猶予をいただければと考えている。よろしいだろうか。

- （豊島住民会議）はい。

- （座長）それでは、早速である。今日は台風が近づいているということで、私などは一番影響を受けるかもしれない。あまり時間を延ばすと心配なので、できるだけ効率よく進めたいと思う。よろしく願います。

それでは、議事次第に従って会議を進めていく。最初に議題 1、処分地の地下水浄化対策等の概況（その 3）についてである。事務局から資料の説明をお願いします。

IV 審議・報告事項

1 処分地の地下水浄化対策等の概況（その 3）（報告）【資料Ⅱ／1】

- （県）これは現在の地下水浄化対策等の実施状況の概況をご報告するものである。
 - 2. 地下水浄化対策等の実施状況ということで、地点別にご説明すると、まず、（1）A 3、B 5、F 1 である。地点別であるので、別紙等も併せてご覧いただければと思うが、まず A 3、B 5、F 1 については、岩盤のクラック部分の地下水汚染が原因と考えられて、A 3、B 5 については平成 26 年 4 月から揚水浄化を実施している。A 3、B 5、F 1 については浄化の検討を進めており、化学処理による浄化試験を実施しているところである。

(2) D測線西側である。浅い層は平成26年6月から、深い層は平成27年4月から揚水浄化を実施している。浅い層では排水基準値以下となっているが、深い層では排水基準値を超過しているということで、昨年4月から集水井による揚水浄化、トリクロロエチレン濃度が高い(C, 2+40)地点付近においては、今年6月から化学処理を実施しているところである。

(3) つぼ掘り拡張区画である。FG34付近及び北海岸付近では、概況調査やつぼ掘り湧水でベンゼンや1,4-ジオキサンの比較的高い汚染が確認されている。つぼ掘りを拡張して地下水の揚水浄化を実施するとともに、掘削した土壌は積替え施設で保管し、洗浄等を実施した。これに伴って、この部分の浅い層の浄化対策が完了したことから、それぞれ応急的な整地を進めていて、今後は深い層の浄化対策に移行するものである。

(4) 井戸側を設置した区画である。ここは第7回地下水・雨水検討会における審議の結果、井戸側による浅い層の揚水浄化から深い層の浄化対策に移行することで了承いただいたので、井戸側の撤去及び応急的な整地を進めて、今年9月に井戸側の撤去等が完了している。今後は深い層の浄化対策に移行するものである。

(5) 深い層である。全43区画、⑤の区画を除くが、この汚染領域の把握のための調査が完了して、30区画で排水基準値を超過していたため、高濃度汚染地点②、⑨、⑩の地下水浄化対策から優先して進めているところである。区画⑨と⑭-6において、化学処理の具体的な実施方法を決定するため、地下水中のTOCの調査を実施しているところである。1,4-ジオキサン高濃度地点②③⑤⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺については、揚水浄化を実施するため、今年10月から揚水井設置工事を進めているところである。

2ページをお開きいただきたい。2ページは、今申し上げた地下水浄化対策等における進捗状況を、地下水調査、地下水浄化対策に分けて、また地点別、進捗状況別にまとめたものである。

○(座長)概況を説明いただいた。個々の部分については、この後、細かく議論をさせていただくが、いかがだろうか。この時点で何かご意見あれば、お願いしたいと思うが、よろしいだろうか。

おそらく、今回までは(1)から(5)というだいたいの整理だったが、(3)と(4)は一応、今回で区切りがついたということなので、次回は、例えば化学処理を実施している地域ということと、それからウェルポイントと、揚水だろうか。それとA3、B5、F1はまた別というかたちだと思うが、そういうかたちの再整理をやっていったほうが、より効率的に見えるかと思うので、全体の流れは把握しておきながら、そういうかたちにしよう。

よろしいだろうか。それでは今ご説明いただいた概況について、詳しいご説明で、議題の2番である。地下水浄化対策等の状況について、ということで、(1)から(4)

まで一括してご説明をいただこうかと考えている。よろしく願います。

2 地下水浄化対策等の状況（報告）

（1）D測線西側の地下水質の状況（定期モニタリング）（その3）【資料Ⅱ／2-1】

○（県）D測線西側の地下水質の状況（定期モニタリング）の結果である。恒例の報告であるが、まず、概況だが、D測線西側の地下水を浄化するため、（B+40，2+10）地点、（C，2+40）地点、及び（C，3+10）地点に観測井及び揚水井を設置して、平成26年6月から浅い揚水井、平成27年4月から深い揚水井、平成30年4月から集水井で揚水浄化を実施中である。今回、今年9月に実施した定期モニタリング結果等についてご報告する。

2ページをお開きいただきたい。実施日は今年9月25日、調査・分析機関は廃棄物対策課及び県環境保健研究センター、調査地点は、前のページの図1及び図2のとおりで、観測井でいうと8地点、揚水井でいうと4地点である。

調査結果である。これまでの月間揚水量については3ページの表のとおりである。あと、各観測井及び揚水井の地下水質の状況は、4ページから7ページにかけての図3から図6まででお付けしているところである。

この結果だが、浅井戸の観測井については、全地点で排水基準を満足していた。その他の井戸については、（B+40，2+10）の深い観測井と、（C，2+40）の中位の観測井で1,4-ジオキサンが超えていた。今申し上げた（B+40，2+10）は4ページの図3の1,4-ジオキサン、これが超過しているのがお分かりいただけると思うのと、（C，2+40）の中位の観測井でいうと、5ページの図4のところで、1,4-ジオキサンが微妙なところであるが、少し超えているのがお分かりいただけるかと思う。

そのほかで申し上げますと、（C，2+40）の深い観測井と深い揚水井ではすべての項目が排水基準を超過していたというところがあるが、ほかの項目については全地点で排水基準を満足していたというものである。

なお、集水井による揚水に伴う水位の低下によって、（B+40，2+10）、（C，2+40）及び（C，3+10）の浅い揚水井については、調査に必要な水量を確保できなかったことから欠測としているということである。

【2-1から2-4は一括して議論】

（2）集水井の揚水浄化の状況（その2）【資料Ⅱ／2-2】

○（県）集水井の揚水浄化の状況であって、これは第8回の検討会でご報告したとおり、集水井については揚水浄化を進めていて、今回、8月以降に実施した集水井による揚水浄化の状況と、これまでの汚染物質の除去量の推算についてご報告するものである。

2. 揚水浄化の状況で、まず（1）集水井の水量及び水質の状況である。これは、月間で申し上げますと表1のとおりである。なお、集水井の日間揚水量は、文章に記載して

いるが、2月、5月が1日あたり250 m³、6月が210 m³、9月が189 m³ということである。少し減少傾向にあるということである。

水質についての調査結果を2ページの表2と図1でお示ししているところである。ご覧いただけるように、測定項目によっては管理基準値レベルないしそれ以上の濃度範囲で推移しているということで、引き続き揚水浄化を行うとともに水質の確認をしていきたいと考えている。

それと、3ページをご覧いただきたいのだが、実は今回、揚水による汚染物質の除去量の推算というものをしている。これについては、これまでの集水井全体の調査結果と既存のデータを整理して、次にお付けしている資料Ⅱ／2-2、別添1と、あとその裏側の別添2だが、このデータを基に推算を行ったというものである。

概要を申し上げたいと思う。まず、(1) D測線西側地下水の賦存量と汚染物質量を推算している。これを、今申し上げたとおり、別添1の土壌層中の含有水量と含有水中の汚染物質量を用いて推定している。

条件であるが、土壌層中の含水量については空隙率を0.3と仮定し、そこを地下水が満たしているとしている。あと、検出下限値未満というものが見えるが、その項目については、検出下限値の半分が存在しているものとして推定している。あと、地下水中の汚染物質量については、別添1の各地点の汚染物質濃度と各地点の地下水量を乗じて算出したものである。

その後、(2) 各汚染物質の集水井揚水浄化による効果であるが、この確認を行うために、集水井の月間揚水量、先ほど申した1ページの表1である。それと集水井の水質、これは先ほど申し上げた2ページの表2を用いて、揚水に伴う汚染物質の除去量を表3のとおり推定したということである。

表3で考察的なことを申し上げると、物質によって除去率もかなりばらつきがあるということと、中でも1,4-ジオキサンは263%という、表3の一番右に書いているが、これについては、集水井の東側、処分地全体を含むが、これからの1,4-ジオキサンに汚染された地下水の流入の可能性についても考えられるかと思っている。その他の物質については、合計除去量が汚染物質量を上回っていないが、引き続き、揚水浄化を実施するとともに化学浄化についても進めていきたいと考えているという状況である。

【2-1から2-4は一括して議論】

(3) 集水井横ボーリングの洗浄実施結果【資料Ⅱ／2-3】

- (県) 集水井横ボーリングの洗浄実施結果であり、横ボーリングについては、第8回検討会で報告したとおり、横孔の水量が低下していて、これは土砂等による横孔内部の詰まりが原因ではないかと考えられることから、今年9月に横孔の洗浄作業を実施したというところである。

その実施内容だが、横孔の洗浄については、直近の水質調査で排水基準を超過してお

り、今年6月28日の調査時点で流入水がない横孔が存在する第4層から第7層を対象に実施している。なお、第1層及び第2層は概ね直近の水質調査で排水基準を満たしていること、第3層はすべての横孔からの流入水があったということで、第1層から第3層は実施していないということである。

横孔からの流入水量のこれまでの状況と洗浄前後の状況は、2ページの表1にまとめている。また、横孔の既往の調査結果については、2枚おめくりいただいて、別紙1の表1から表3に、各層における横孔の削孔状況をその後ろの別紙2にお示ししているところである。

行ったり来たりで申し訳ないが、3ページにお戻りいただいて、(2)横孔の洗浄実施状況である。9月4日から9日にかけて、一般的に用いられている高压洗浄機を用いて、1分あたり25.4L、圧力5.9パスカルで洗浄を実施した。昇降機を用いて、各横孔の採水用ホースを取り外して、洗浄用のホースを挿入しながら高压水を直線的に噴射することで行っている。

写真6をご覧くださいただけならお分かりのように、土壌粒子を含む濁水が排水されている。なお、洗浄を行ったすべての横孔で、洗浄後に横孔に挿入されたホースの長さを測った。その長さが横孔の削孔当初の長さと同じであったため、横孔が物理的に変形して閉塞している状態ではないことは確認したところである。

4ページをご覧ください。横孔からの流入水量と汚染物質濃度の調査結果だが、まず、洗浄前後の流入水量の変化である。横孔からの流入水量の確認を行っていて、2ページの表1にお戻りいただきたいのだが、この表によると、洗浄は9月3日、表1の真ん中の欄が、洗浄中は4日から9日、洗浄後は19日に流入水量を検査したところである。

ご覧いただけるように、下から2行目の合計の欄だが、洗浄を行ったところの流入水量が、この下から2行目の一番右のところ、5.7 m³ということで、洗浄後に1日あたり、その量が増加したということである。

洗浄前の9月3日の集水井全体の揚水量は約188 m³、一番下の数字であるが、このうち洗浄した横孔からの流入水量は35 m³ということで、これは全体の約19%である。

同じような見方で申し上げると、4日から9日までの全体の揚水量は約176 m³という中で、洗浄を行った横孔からの合計流入水量は38 m³ということで、これは約22%。それと、洗浄後の9月19日、集水井全体の揚水量が1日167 m³という中で、洗浄を行ったところから41 m³ということで、割合を申し上げると25%であった。そういう結果が出ているところである。

4ページの(2)にお戻りいただいて、横孔の水質の調査を今年2月、5月、6月に続いて、第4層から第7層にかけて、洗浄後の9月5日から9日にも実施したところである。

その調査結果は、別紙1の表4のとおりであり、概ね過去と同様の傾向を示している

のだが、洗浄後の調査結果における特徴的な点については、次のとおりと考えている。

第5層-14については、流入水量が大きく増加しているということだが、1,4-ジオキサンが排水基準を超過していることが見てとれる。あと、第6層-5は、過去の調査結果と比べて、すべての項目で濃度が上昇していたということである。あと、第7層-2も、すべての項目で排水基準を超過するような地下水の流入が確認されるようになったということである。

洗浄の結果については、以上のとおりである。

【2-1から2-4は一括して議論】

(4) 高度排水処理施設等における処理量アップ対策の状況（その2）【資料Ⅱ／2-4】

○（県）高度排水処理施設の処理量アップ対策、これは第7回の検討会で審議・ご了承いただいたが、これで施設の段階的な処理量アップ対策について、最終段階の対策が完了した。今年10月1日の処理水の水質検査において管理基準を満足していたことから、10月2日から西海岸への放流を開始しているところである。

2ページがそのフローである。2ページをお開きいただきたい。増設した装置の状況である。今回、増設した凝集沈殿装置や砂ろ過装置の外観は写真のとおりである。本格稼働開始に先立って、先月、河原委員に試運転の状況についてご確認いただいた。委員からは、凝集沈殿処理は薬剤を多量に使用するという事で、原水の水質を確認しながら薬品の使用量について適切に管理するようご指導いただいたということである。この装置の処理フローについては、2枚おめくりいただいてA3の別添と書いているが、こちらがその処理のフローである。

続いて、3ページ3の水質の状況である。まず、原水の水質だが、第7回検討会で、原水の水質を確認した上で処理するようご指摘があったことを踏まえて、原水貯留槽の水質を定期的に測定している。その結果は表1のとおりである。CODが超過しているという傾向が見られているところであるが、引き続き、原水の水質を定期的に確認して、各装置の適切な運転管理を実施していきたいと考えている。

4ページをお開きいただきたい。次に処理水の水質だが、活性炭吸着塔処理水の水質の状況を表2にお示ししている。

なお、今年7月18日のCOD超過を踏まえて、安全サイドを見て処理水累計6,000m³を目安として活性炭吸着塔の活性炭を交換することとしている。また、CODの簡易水質検査または簡易測定器による水質検査を毎日実施するという事で、これらの検査でCODが20mg/L程度となった場合には、公定法による水質検査を実施して管理基準を満足することを確認している。1,4-ジオキサンについても定期的に水質検査を実施し、管理基準を満足することを確認しているところである。

表2をご覧いただきたいのだが、活性炭の交換時期、交換したものを縦の2重線で区切ってお示ししている。まず、令和元年7月30日の左側の二重線が、7月30日の交換

を表していて、令和元年9月17日の右側の二重線が9月30日の交換を示していて、この間の処理水の累計は、※4のところに小さく書いているが、5,759 m³ということで、目安としている約6,000 m³以内となっていたことをご報告させていただく。

4. 今後の対応だが、凝集沈殿装置及び砂ろ過装置の導入によって、処理量を1日あたり330 m³へアップさせる対策が完了した。今後も原水及び処理水の水質について定期的に確認しながら、揚水浄化を実施していきたいと考えている。

【2-1から2-4は一括して議論】

○(座長) 資料Ⅱ/2-1からⅡ/2-4まで合わせてご説明いただいた。どうぞご質問、ご意見等いただければと思うが、いかがだろうか。

はい、どうぞ。

○(委員) (2)(3)は集水井の状況、(3)は洗浄ということで、(2)での除去率を算定するときだが、これは洗浄したときの汚染がだいぶ出てきているだろう。この結果はこのⅡ/2-2の汚染状況の9月の量に反映されているという理解でよろしいか。

それは、洗浄後の影響が入っているので、このⅡ/2-3の少したくさん出てきているような印象がある。例えば8月と比べても、揚水量は少し少ないが、1,4-ジオキサンの量が増えている。ベンゼンは減っているとか、いろいろあるが、これは洗浄後のデータも合算されて、Ⅱ/2-2はあるという、そういう理解でいいのか。その確認だけである。

だから、量は、洗浄後はたくさん出てきているような印象もすごくあるのだが、それほど前後あまり変わらないという理解でよろしいだろうか。揚水量のほうは、雨の量によって決まると思うが、汚染物質のほうについては、あまり変わらないというかたちになるのかどうか、その確認だが。

○(県) 洗浄した後の地下水も当然含めて、ご報告はさせていただいているので。

○(委員) 水が少なくなれば濃度は上がるので、だから、2-3の、例えば別紙のデータは、濃度のかたちになっているので、水の量が少なければ見かけ上、濃度は上がるかたちになるが、量はそんなに増えていないという理解でよろしいだろうか。

○(県) そうである。

○(委員) はい、分かった。

○(座長) いかがだろうか。

○（委員） 2-2で除去率を計算されているだろう。もともとの中は、存在量の計算の仕方、おそらくこれは、含水率か何かの掛けすぎかと、あと、きちんとやれば出るとは思うが、それをしても、ジオキサンは多いということだろう。表3のほうである。

○（県） 表3の結局のところは、除去量、いくら取れたかというおおもとの汚染物質の量のところにかかわってくるかと思うが、前提として、我々、その（1）のほうに書いているが、空隙率を0.3にして、水位があるところまでは隙間の空間は全部水に浸っていたと考えている。水に置き換えたもので水量を計算して、あと各層で濃度を押さえているので、その濃度を掛けて全体量を計算しているという計算をしている。

○（座長） 今の計算は一つのやり方で、そういうふうにやったらこうなりましたということだが、少しこれが独り歩きすると非常に怖いので申し上げておくが、汚染物質は土壌層ですべて水に溶けた状態で存在しているわけではない。溶けていない状態で存在している量のほうが高濃度の場合が多いということなので、必ずしもこんなに高い除去率にならない。これだけ除去できているなら、集水井でやればすぐきれいになるのではないかと思われるかもしれないが、そこは誤解のないように。相対的に見れば、ジオキサンは高いというのは、外から流れてきている分が多いだろうと。これはジオキサンだけではなく、ほかのものも若干そういうことがあるだろうと思う。

もう一つ、トリクロロエチレンと1,2-ジクロロエチレンとクロロエチレンで、どうしてこう違うのかというと、トリクロロエチレンのほうが親物質というか、分解する前の物質なので、水に溶けていない状態で存在しているものが多く、それが水に溶けて、分解される前に取り出された。だから除去率が一見高いというふうに考えてもいいのではないかと。そういう見方をたぶん定性的にはいろいろ見ることができると思うが、これで浄化の期間を軽々に判断していただきたくない、それだけご注意くださいとただければと思う。

実際には、土壌・地下水の浄化事例では、土壌の含有量も調べた場合でも、含有量に絡めて除去量を計算すると、一般に多くの場合は1桁ぐらい取れる量が多い。要するに、地下水として存在している量よりも、はるかに多いものが土壌中に存在しているケースが多いということなので、その割合が10倍かどうかはともかくとして、十分把握していく必要があるだろうと思う。

○（委員） 今言われたように、除去率のほうは、一つの計算結果だが、2-3のほうの洗浄後、洗浄前ということで出しているが、各横孔から出てくる汚染物質の濃度については、これは値そのものだから、そこまでそこそこ取れているという理解ではないかと思う。

○（座長）いかがだろうか。これは3のほうで、第4層-18と第7層-14の二つの写真が示されているが、これは結構濁っているということで、次を含めたというのはここだろうということだろう。

それともう一つは、もともと湧水量が少ないところもあるので、洗浄の効果という面で言えば、前のとき比べてどれくらい戻っているかという比率で見るといいのかもしれない。そもそも地層から入ってくる量が違うのだから、単に量が増えるという話ではない。もともとその地層自体が100%出たとして、それが下がってきたのがどのくらい戻ったということであると思う。確かに対策という意味では、水量が多く戻ることが重要なところではある。洗浄による効果という意味で見ると、そういうところがあると思うが。このへんをもう少し、水質のデータと合わせて細かく見たほうがいいのかと思う。

○（県）分かった。

○（座長）いかがだろうか。

それから1番目の西海岸のデータだが、前回は（C, 2+40）が集水井の原水の効果で濃度が、ぼんと下がったというのが、リバウンドで、水位が少し上がってきたのを含めてだが、揚水井戸の稼働状況も踏まえて、なぜ濃度が戻ったのか、少し考察をしてみてください。前の化学処理をやったから、その効果が出たのかもしれないと言いながら、今度濃度が戻ってきてしまったのは、やはりまだほかから流れているとか、あるいは土壌から水に溶けていたものがまた出てきたのか。そういう効果が出てきているのかとも思う。そのへんのところを考察しておいたほうがいいかと思う。

○（県）はい。そのこともちょうどその※3で書いているが、6月14日から15日にかけて化学処理を行った。その際には、当然、効き目を考えて集水井を止めていたりするので、その後集水井が稼働した後で地下水がどうなっているか、その揚水井の位置もどうなっているかというのを少し詳しく見たいと思う。

○（座長）少しそこらへんが、化学処理の効果を見ていく上でも意味があるので、両方合わせて見ていかなければいけないだろうと思う。

ほかにいかがだろうか。

それから、2-4の処理量アップ対策の話だが、注目したのは、4ページの表2で、活性炭を交換した後は、CODの除去効果が高くなっている。7月30日は7月18日に比べてどんと下がって、それから徐々に徐々に上がって行って、9月17日に処理水中のCOD濃度が排水基準近くなったが、活性炭を交換するとまた下がった。これを繰り返

返したら当然そのとおりだと思うのだが、もう一つ気にしないといけないのは、前回は申し上げたが、1,4-ジオキサンである。1,4-ジオキサンもなぜか分からないが、活性炭を交換した直後は、1,4-ジオキサン濃度もどんと下がる。確かに活性炭で吸着処理されているのだということが証明できたと思うが、回復の度合いというのは、戻り度合いが非常に急に見える。

だから、CODを基準に考えていくと、1,4-ジオキサンが破過してしまう可能性がある。これは、たまたま破過していないからか、原水の水質が排水基準以下だから、処理水でも超えていないのであり、1,4-ジオキサンはまったく取れていないのだと見ることもできる。活性炭で取れていないが結果論としてももとの原水の中になかったから、基準はオーバーしていないわけである。

これからいろいろな対策をやっていくときに、1,4-ジオキサンの濃度が高くなっていくことは十分考えられるので、この装置を運転するときに、やっぱりCODと1,4-ジオキサンでいいと思うが、両方をしっかり見て、原水の濃度もしっかり注意しながら、管理していただく必要があるだろうと思う。

- （県）分かった。そのへん、今、資料の中ではないが、のちのちウェルポイントをしたり、今、現に深い揚水井を何本かつくって行って、そこからはけてくる水質によっては、高度排水に通さないといけないのか、それとも外側でいけるのかという、運用もうまく考えていかないといけないと思っているところなので、しっかりそのへんは見ていきたいと思う。
- （座長）今は1,4-ジオキサンの高いところが集水井まで持ってこられて、他からの地下水と混ざってそこで薄まったかたちで出てきているので、ぎりぎりのところだろうという話になるだろうと思う。今度は、少し重点的に濃いところを取るというかたちになると、それも処理をしなければならないとなると、このへんのところは非常に管理が難しく、もう少し早く、どのぐらいで除去率が低下していくのかというのは、8月7日と20日の間が、少し間隔が空いているので、そのへんも少し情報を取っていただくといいと思っている。
- （県）承知した。
- （座長）いかがだろうか。一応、集水井でもそれなりに取れているので、化学処理の効果を見るという意味では、集水井の効果と合わさって正確に判定できないということもあるので、そのへんも兼ね合いを見ながら、処理装置を動かしていくというかたちになるだろうと思うので、よろしく願います。

○（副座長）資料2-2の3ページの表3で、汚染物質の除去量のところで、ジオキサンは隣が汚染領域になっているから、そこからやってきているだろうと思うが、200なんぼも過剰に取れているが、それは非常に取れやすいのだと思う。水に溶けているから出ていきやすいというか。その処理が少し大変だが、高度排水処理施設でやらないと、オゾンと紫外線と併用したあれでしかできないので、日量80トンぐらいしかできないからつらいところだが。

あと、ベンゼンとトリクロロエチレンも6割、こんなあたりが本当かという感じを私は受けるのだが。それなら、残りとしてジクロロエチレンとかクロロエチレン、これは2割とか3割弱だろう。この程度は土壤吸着の話なのか、もともとこれは分布が偏っているだろう。水だけ抜けたかたちのものが本当は欲しいが、水量との関係が。結構このあたりは地層の中の存在する場所が偏っていて、本当に抜き出した水量はどうだったのかというのは、少し気になるが。そこは気にしておいてもらわないと。

もう一つ、排水基準との関係で、あまりこれらは高くないのか。高いのだろうか。

○（座長）たぶん、トリクロロエチレンの土壤中と地下水中の存在状況は格段に違う。土壤中ではトリクロロエチレンはトリクロロエチレンのままである。水に溶けないと、クロロエチレンにならない。だから、揚水によって溶けているのではなくて、土壤から溶けだしたものをそのまま取り出している。そうすると、その段階では、クロロエチレンに分解する前にトリクロロエチレンとして取れることになる。だから、取れた量としては、トリクロロエチレンがたくさん取れている。

土壤中のジクロロエチレンは存在量が少ない。だから、最初に測ったときの量というのは、水に溶けて時間を経た後でジクロロエチレンやクロロエチレンが生成している。実際には時間を経てジクロロエチレンなどに分解した後で測ると、ジクロロエチレンとかが検出されることになる。トリクロロエチレンの存在比の高いところは土壤中にトリクロロエチレンが存在しているところと考えることもできる。だから、実際に動いているので、たぶん違うのではないかと私は解釈している。

○（副座長）なるほど。私の見方だと、一番そのくらいだが、基準を満足するにはどれだけ取らないといけないのかという発想も要るのだと思う。非常に超えているものはたくさん取らないといけないだろうが。

○（座長）そういう意味でいくと、クロロエチレンが一番厳しい。相対的にいえば毒性が高いので、基準が厳しいから、当然。地下水の濃度の比較のところで、基準比でいくつ超えている、超えていないという話を、前のほうで確か示していたと思う。そういう意味では、クロロエチレンというのは非常に厄介ではある。

- （副座長）これが一番厳しいのだろう。
- （座長）ただ、これもクロロエチレンで取らなければいけないのか、トリクロロエチレンで取ってしまえばクロロエチレンができる前に取ってしまうことになるが、そのところで、実際の濃度を下げなきゃいけないという関係でいくと、クロロエチレンの濃度が最後に残る可能性は十分にある。
- （副座長）なるほど。だからこれをいろいろしてからの検討ができるだろうと思うので、これは貴重なデータだと思うが、もう少しそこを見てもらうといいかと思っている。
- （座長）定量的にはあまり難しいかと思うが、いろいろ示唆するデータではあると思うので、これを踏まえて考えていくことが必要だろうと思う。次は、地形の整理をしてもらって、こう考えたらここにあるというような条件も見つけて。
- （委員）ただ、座長が言われるように、この値を元に、どれぐらいすればきれいになるのかという計算に使っていただいたら、非常に困る。私が聞いたのは、最初の値をどう計算するというと、分からないだろう。水に溶けやすいものと溶けにくいものが違っているということと、地下水でよそから供給されていた1,4-ジオキサンだと思う。深いほうだから、その流れから供給されているので、とても狂うわけである。あの範囲の中だけで現存量を考えても非常に難しいということで、最初の量で推定をするのは別に悪いことではないと思うが、それも一般的には、私の感覚としては、有機物なんかであれば10倍ぐらいは取れているという感じもしないでもないもので、あまりこのことであとどれだけほどというのが非常に難しいかなという感じはする。
- （副座長）そういうことは言っていない。よく取れるというのが分かるというのが、ジオキサンはお隣が。
- （委員）地下水が入ってくるから。
- （副座長）入ってくるから。ただし、それで動いているから簡単に取れているということである。隣からどんどんやってきて、また取られているというふうに理解できるから。だから、定量的にやるのは諦めて、何割かはずれている、狂っている可能性があるだろうから、そんなことではない。定性的な話を考えたらいいと思う。
- （座長）たぶんこのへんは、今度、対策として後で資料4のほうで、深い層の揚水を始めると、今度はジオキサンをそこで取ってしまう。そうすると、集水井のほうでは取る

量が少なくなる可能性も十分あるので、そのへんは全体を見ながらまた考察していく必要があると思う。

いかがだろうか。よろしいだろうか。それでは、次の議題に行って、高濃度汚染地点やD測線西側等における化学処理の実施報告とその評価ということで、資料Ⅱ／3のシリーズのご説明をお願いします。

3 高濃度汚染地点やD測線西側等における化学処理の実施報告とその評価（審議）

【資料Ⅱ／3】

- （県）地下水汚染領域の把握のための調査において判明した地下水汚染地点のうち、高濃度汚染地点②、⑨、⑩については、その他の区画に先行して浄化を図ることとしていて、必要となる基礎情報について調査を行って、「化学処理による原位置浄化等を実施する区画の事前調査結果」で、これは第6回の検討会であるが、結果を報告したところである。また、先行浄化の計画及び実施状況については、「高濃度汚染地点における化学処理の状況」、これは第7回の検討会において、「高濃度汚染地点やD測線西側等における化学処理の状況」、これは第8回検討会においてご報告したところである。

今回は、区画⑨－5とD測線西側における化学処理後の水質モニタリングの結果、区画⑩で追加実施したフェントン法による対策の結果、区画⑨－4で実施した電気発熱法による浄化の結果についてご報告するものである。また、上記計画に基づき実施したA3、B5における化学処理の実施状況、更に、区画⑨におけるTOC詳細調査の結果及び今後の対策方法の検討結果についてご報告するものである。

この後は、事業を実施していただいている国際航業からのご説明となる。

- （国際航業）それでは、私のほうからご説明する。中の詳細の説明の前に、少し、また汚染物質の汚染の状況をもう一度説明したいと思うので、スクリーンのほうをご覧ください。

今回、業務の一環の中で、汚染のメカニズムを解明して、今後の浄化の対策とか結果の評価に資するための3次元モデルをつくった。今回、3次元モデルを構築したのは、既往のボーリング調査結果による地層区分、特に風化花崗岩の分布状況、あとボーリング調査地点と観測井戸の地点やその構造、スクリーンがどこにあるのかといったところ、あとは、深度別地下水調査結果における有害物質濃度の分布。あと、観測井戸における水質測定結果、水質調査結果等を3次元のモデル化としている。これは平成29年の写真になるので、現状とは少し違うが、だいたいイメージはつけていただけるかと思う。

実際にこれを地形図にして、少し回してみる。北側のほうから見ると、まず赤色で示しているのが、強風化花崗岩の上端の分布を示している。こういった谷状の形状が中で分布しているので、こういったところに地下水が流れていくということも考えられる

ので、対策を計画する前に、こういった風化花崗岩の分布も把握しながら計画をしていくことが非常に重要になってくるかと思う。

続いて、地下水の深度別の調査結果を用いて、ベンゼンが排水基準の10倍を超えるような高濃度に存在しているところを表している。そういったところを見てみると、まず、こういった先行浄化区画としている区画にも存在しているのだが、こういったところは下から見てみると、風化花崗岩の下のほうまでベンゼンが入り込んできているというところだから、先行浄化区画になっているようなところは、もともとベンゼンが浸透してしまったような場所であるということが推定される。

一方、今回この調査結果を調べていくと、北海岸で、この部分がベンゼンのところを示している。これにそのときの地下水位の水位を、青で示しているのが地下水面の水位等高線になるが、水面に沿ったようなところにベンゼンが広がっているようなことが、今回のこの3次元モデルを構築することで分かってきたということである。ここは汚染の浸透源ではないのだが、おそらくは地下水で経由してここらへんに再吸着して発生したような汚染が地下水面のへんにはあるということが今回分かった。

続いて、トリクロロエチレン等についていうと、基本的にトリクロロエチレンが多く存在しているのは、D測線西側のそれも風化花崗岩層の緑のところはトリクロロエチレンが排水基準の10倍を超えるような、結構濃度の高いところの分布を示しているが、こういったD測線西側の風化花崗岩の下のほうまで落ちてきているという状況が分かる。だから、ここについては風化花崗岩まで浸透してしまった有害物質の浄化が必要になってくると考えられる。

最後に、先ほどの議論にもあった1,4-ジオキサンだが、この青で示したのが1,4-ジオキサンの分布を示していて、先行浄化区画から浸透して、谷部に沿って流れ込んでいっているような状況がお分かりいただけるかと思う。この流れを見てみると、少しずつ広がって行って、濃いところが谷部の形状に沿って広がっていっているようになっている。だから、こういった下流部については、深いところにまで1,4-ジオキサンが存在する。谷部に沿って地下水として移動してきているようなことが1,4-ジオキサンについては特徴としてあると思う。

これは前回の検討会でもご説明したところだが、汚染の状況としては、浸透源のほかに、ベンゼンについては地下水面に広がったものがあるということと、1,4-ジオキサンについては浸透源から谷部の形状に沿って地下水汚染として広がったような汚染があるということが、今回分かったということである。汚染の状況についての説明は以上になる。

続いて、資料Ⅱ／3に沿って、高濃度地点やD測線西側の化学処理の実施報告とその評価ということで、ご説明する。

まず、1ページ目の2だが、今回、化学処理の薬剤注入方法については、この前もご説明のとおり、図1で示している超多点ダブルパッカー方法を用いた低圧・低流量注入

法によって実施している。

次に化学処理の実施結果についてご説明する。2ページをお願いする。まず、区画⑨-5については、その下の図2に示すように、青丸で示した9箇所から酸化剤の注入を実施して、図3の青三角で示す深度別に設置した観測井戸で水質モニタリングを実施している。図3の緑で示しているところがスクリーンの位置を示している。また、今回は土壌の浄化状況を確認するため、上の図でいうと1回目の酸化剤注入後にはピンク色で示しているBr1-1とBr1-2で土壌を採取してボーリング調査を行っている。2回目の酸化剤注入後には、オレンジ色で示したBr2-1、Br2-2で確認ボーリングを実施している。

この水質モニタリングの結果については、ページが飛んで4ページと5ページの表1に示している。個々の傾向については資料3の3ページに記載しているとおりであるが、ここについては前回の検討会で詳細をご報告済みなので、ここでの説明は省きたいと思う。

ここでは確認ボーリング結果についてご説明する。6ページの図4をご覧ください。この図は上の2つがベンゼン、下の2つが1,4-ジオキサン、それぞれ左側に配置しているのが溶出量、今度は含有量も分析しているので、含有量の深度分布を右側にお示ししている。また、赤系で示しているのが、1回目の酸化剤注入後に実施した結果、オレンジ系が2回目の酸化剤注入後に実施したボーリング結果ということで表現している。

状況だが、左側にTP-4mより浅い、ここは沖積層にあたるが、こういったところについては汚染源でもあり、地点間のばらつきも大きいことも影響して、1回目の薬剤注入後と2回目の酸化剤注入後に明らかな傾向は確認されていない。

一方、風化花崗岩層、TPでいうと-4.5m~-5.5mに該当するが、これは2回目の酸化剤注入後、これはオレンジのほうだが、揚水量、含有量ともに定量下限値未満まで減少し、土壌に対する浄化効果が確認されている。

続いて、次の7ページの評価である。今回浄化効果ということと、前回の検討会でもご指摘があった、鉛の揚水に関する評価結果ということで、7ページのほうに整理している。

まず、浄化効果についてだが、表2に薬剤注入前後における有害物質濃度の平均値と標準偏差を整理している。例えば⑨-5-C、上から三つ目だが、これは沖積層の下端にスクリーンを設置した井戸だが、ここのベンゼンについて見ると、酸化剤注入前については74mg/L、注入後には24mg/Lで、当初濃度の33%が低下したということを示している。

また、標準偏差については、注入前が3.5で、注入後が15.7ということで、注入後の標準偏差の動きは、酸化剤注入後の濃度変化が大きいことを示している。

こういったことから見ると、沖積層の浅い層では⑨-5-A、これは沖積の浅い層に

ついてだが、ベンゼン、1,4-ジオキサンとも地下水の濃度低下は確認されていない。また、ボーリング結果からも酸化剤による浄化の効果は確認されていないという状況である。

これは他の区画における浄化結果も踏まえると、有機物濃度が非常に高いことが要因と考えられたため、こういった有機物濃度が高い沖積層については化学処理以外の対策方法を検討していく必要があると考えている。

一方、風化花崗岩層については、酸化剤による浄化効果がボーリング結果からも確認されているが、有害物質濃度とかT O C濃度に留意して適用の可否を判断していく必要があると考えている。

次に、薬剤注入前後の地下水中の鉛とp Hの関係を次の8ページの図5で示している。これは縦軸が鉛の濃度、横軸がp H、オレンジ系で示しているのが風化花崗岩層の岩から取った結果、青色で示しているのが沖積層から取った結果を示している。沖積層、風化花崗岩層ともp Hでいうと4.5程度と小さくなると、鉛が地下水基準である0.01を超過するという傾向が確認された。

なお、青丸で示した沖積層の場合、p Hが3以下より小さくなると、排水基準を超過する可能性というのが示唆されている。この傾きを見ていくと、3より下がると、排水基準を超えていくような傾向が見える。

ただ、一方でフェントン法では今回の一連の試験ではp Hは3より小さくなることになかったため、鉛も排水基準を超過することは確認されていない。

フェントン法の場合、地下水のp H低下に伴って一時的に地下水中の鉛濃度が上昇するが、排水基準を超過する可能性は少ないということと、p Hが回復するとともに、鉛についても初期と同等にまで低下することが分かった。

次に、区画⑱についてご説明をする。区画⑱については、図6に示すように既存の観測井戸を中心に2 m間隔に4箇所を注入井戸を設置し、酸化剤注入前後に水質モニタリング及び確認ボーリングを実施している。

10 ページ図8が確認ボーリング結果で、下の図のほうをご覧いただきたい。一番左が1回目、真ん中が2回目、一番右が3回目の結果を示している。前回の検討会の中で1回目、2回目の酸化剤注入後には、図の中で酸化剤注入深度と書かれており、黒で示しているのがベンゼンの深度分布を示しているが、その酸化剤注入深度の浅い部分に溶出量の10倍を超えるベンゼンが残っているということが確認された。そこで、3回目の酸化剤注入を深度を変更して実施した結果が一番右の図になるが、ベンゼンについても、深度T P 0m付近では溶出基準値以下にまで低下するということが確認された。これらの結果から、酸化剤注入により土壌浄化が可能であるということが分かる。

次に、区画⑱の水質モニタリング結果については、次の11ページの表4に示している。3回目の薬剤注入後には、クロロエチレン、1,2-ジクロロエチレンは排水基準と同程度以下にまで低下しているが、ベンゼンについては初期濃度が6.3mg/Lに対して

3回目注入3週間後は1.0mg/Lということで、初期濃度の16%まで低下しているものの、排水基準の10倍程度であるということである。

本区画については、対象の平面範囲が2.5m四方と非常に限定的であったため、周辺からのベンゼンを含む汚染地下水の流入の影響も考えなくてはいけないと思う。

区画⑱の評価としては、今回確認ボーリングを実施してやった酸化剤注入の浄化効果は確認された。区画⑨-5と比較して土壌浄化が明確に確認できたのは、地下水中の有機物濃度が比較的良かったためと考えている。

一方、水質のモニタリング結果からは、周辺から入ってきていることが確認されるので、周辺には比較的高濃度の地下水汚染が広がっていることが推察される。これらの結果から、⑱区画はまず揚水対策を実施して、そういった汚染地下水の範囲を減らした上で、化学分解を適用していくのがよいと考えている。これが⑱の試験結果の評価になる。

続いて、D測線西側についてご説明をする。資料の12ページをご覧ください。D測線西側については、前回の検討会で酸化剤による浄化の効果が高いことは確認しているが、その中のご指摘で鉛の推移について把握することが課題として挙げられたため、水質モニタリングを継続した。

地下水中の鉛とpHの関係を図11、2ページめくっていただいて、14ページの下図に先ほどと同じように鉛とpHの関係を示している。これからも言えるように、排水基準に適合しているものの鉛濃度の上昇が一旦は確認されたが、pHの回復、上昇とともに6週間後には定量下限値未満、元の水準まで戻ることが分かった。従って、D測線西側については、この前の計画どおり酸化剤注入による浄化が適していると考えている。

続いて15ページについては、今回、対象地の汚染メカニズム等を踏まえて、酸化剤の注入工法の特徴について、表6に整理している。主に攪拌工法との比較という観点と、対象地への適用という観点で整理している。それぞれ項目として地盤特性、経済側面、環境側面、施工管理、その他に分けて整理をした。

まず、地盤特性については、攪拌工法と比べると、粘土層への適用は注入のほうが困難で、適用する範囲としては攪拌工法のほうが広いと考える。一方で、注入法でいくと、深深度への適用が可能ということや、攪拌になるとどうしても上から下まで混ぜてしまうことになるが、注入法の場合については、深度方向に対し汚染範囲を限定した対策が可能であるということがある。ただ、一方、不飽和帯に対しては浄化が不均一になりやすいということがあるかと思う。

こういった特徴を踏まえて対象地への適用という観点からは、まず風化花崗岩層については、今回の結果から、注入工法の適用は可能であるということが分かっていた。一方、粘土層に有害物質が存在する場合には、攪拌工法が適していると考えますが、既往の土壌調査では、粘土層でも大きな土壌汚染は確認されていない。また、有機物は土壌にも非常にたくさんあるので、実際に攪拌工法でやったほうが酸化剤の消費も大きく

なってしまうということが懸念される。

経済的側面から言うと、攪拌工法よりやはり注入工法のほうが安価である。特に深いところに限定して汚染が存在するようなどころについては、その差は大きくなる。従って、対象地のことを考えると、D測線西側は、今回、風化花崗岩層が主な対策範囲となることから、注入工法のコストメリットが高いと考えている。また、地盤改良の必要がないということが将来、土地利用が可能。ある程度、経済的な側面からあると思う。

三つ目の環境側面として、攪拌工法は混ぜてしまうということもあるので、重金属の溶出も継続するが、攪拌工法の場合は、対策をした後に地盤改良を行うので、そこで重金属の溶出の防止はできるという特徴はあると思う。

また、注入方法によっては、対策範囲外に薬剤が拡散してしまうということがあるが、注入工法に対してはそういったところに注意が必要だと思う。

その対応として、まず、pH調整で鉛の溶出を抑制できることが今回分かったので、注入工法で最終的に戻らない場合には、中和剤を注入することで鉛の相殺が可能であると考ええる。

また、薬剤を入れることによる拡散については、やはり大量な酸化剤を一気に入れるのではなくて、低圧で低流量の注入法を採用することで、薬剤等の拡散リスクを低減していくことが可能であると考ええる。

施工管理という観点でいうと、やはり注入法の場合、品質を確保するためにはリアルタイムに注入量や注入圧を監視して、実際注入しているやり方にフィードバックしていく必要があると考ええる。また、状況に応じては、遮水剤等を注入して拡散を防止することが必要となってくると思う。また、その低圧注入方法を適用するためには、やはり特殊な注入機材が必要となるため、一度に施工できる範囲が限定されるということがあると思う。また、井戸設置が必要となるので、実際に薬剤を注入するまでの期間が必要となるということがあると思う。

その他の観点としては、まず、注入法の利点としては地盤改良の必要がない。状況によって再注入が可能である。一方、デメリットとしては最終的に注入井戸の撤去が必要となる。また、汚染のメカニズムを把握した上での計画・設計が必要となることが挙げられるかと思う。

こういった特性からの対象地への適用としては、まず注入法の場合は、対策後も地下水の監視が可能であるという特徴がある。一方、濃度が地点によって大きく異なってくるので、モニタリング結果を踏まえた注入回数の変更が可能であることが特徴だと思う。

また、攪拌工法の場合、大型攪拌機の運搬・搬入に留意する必要があることが、注入工法の場合は浄化区画に対して揚水対策を再開することが可能である。これは地盤改良をする必要がないので、そういったことも可能であるということになる。

以上、酸化剤注入方法の評価ということではこのようになる。

続いて、電気発熱法の実施状況についてご説明をする。資料として16ページを開きいただきたい。上の図12が平面図になって、断面図は図13、次のページの表7に薬剤注入仕様を整理している。

まず、今回の電気発熱法だが、図12に示すように、赤丸で示した電極井戸を2.5m間隔に設置し、そこに通電することで、土壌温度を昇温するとともに、緑色で示す2箇所から、ガス吸引、水蒸気回収を実施することで、浄化の効果について検証した。

また、熱活性化硫酸による効果を確認するため、上記の青色で示したところから、垂直ポンプ回収の評価が終わった後に過硫酸ナトリウムの注入を行ったということである。それで、今回の検証を行っている。

まず、土壌温度の推移だが、深度別の土壌温度の推移を次の17ページの図4に示している。2019年6月24日から連続通電を開始して、過硫酸ナトリウムの注入、これは2019年8月26日にしたが、それまでについては、シミュレーション結果と大きな違いはなく、計画どおり、シミュレーションどおり、昇温することが確認できた。対象地点としては、電気発熱法の昇温適用性があるというふうに判断している。

続いて、通電開始前後の水質モニタリングと回収ガス測定結果について表8、2ページめくっていただいて、19ページの表8に地下水中の濃度と回収ガス濃度を続けて整理をしている。

まず、回収ガス、それぞれ⑨-4-A、⑨-4-Bの下の回収ガスがあるが、回収ガス中の有害物質濃度については、通電前、これは土壌温度が上がる前だが、定量下限値未満だったが、ベンゼンについては土壌温度が45℃程度、クロロエチレン、1,4-ジオキサンについては土壌温度が55℃程度になると、回収ガス中からも検出されるようになった。これは、昇温による汚染物質自体の揮発効果のほか、水の粘性低下や水蒸気の発生や、体積膨張等により、汚染物質や水の移動性が向上した結果と考えている。

次に、地下水中の1,4-ジオキサンについては、昇温に伴い濃度が一旦上昇したのち、徐々に濃度低下が確認されたが、ガス回収期間中、これは2019年8月26日までだが、初期濃度と比較して大きな濃度低下は確認されていない。

これは通電エリア外から1,4-ジオキサンを含む地下水の流入の影響もあったと考えている。その後、過硫酸ナトリウムを注入した結果、注入1週間後には初期濃度の8.4%まで低下し、この間のTOCの濃度の低下も、もともと890mg/Lあったものが200mg/Lまでと、かなり大きく有機物量が減少していることが分かった。これについては、熱活性化過硫酸による化学分解の効果と考えている。

一方、pHが1とか2以下にまで下がっているところで、鉛濃度が非常に大きく上昇したため、今後もモニタリングによる経過観察や中和剤の添加等の検討が必要であると考えている。

続いて、確認ボーリングの結果だが、20ページの図15に示している。この図の左側が1,4-ジオキサンの溶出量、右側が1,4-ジオキサンの含有量の深度分布の変化を示

している。

まず、水蒸気輸送による回収の方法を評価するため、過硫酸ナトリウムを注入する前の2019年8月26日に確認ボーリングを実施し、その後、熱活性過硫酸の効果を確認するため、薬剤注入3週間後の2019年9月18日にそれぞれ確認ボーリングを実施している。図中のグレーで示している水蒸気輸送の効果のためのボーリング調査の結果、もともと緑、青で示しているのが通電開始の対策前のところで、溶出量で0.05mg/L以上確認されていたが、グレーで示した水蒸気輸送の確認結果から、すべて0.05mg/L未満となり、また、含有量も大幅に低下するということが確認されている。

一方、酸化剤注入後の確認ボーリングでは、一部の深度では進捗確認時と比較すると、水蒸気輸送のときと比較すると、溶出量は増加し、含有量は低下するということが確認されている。これは、過硫酸ナトリウムの注入により、1,4-ジオキサンが土壌から溶出しやすくなった結果と考えている。

これらの結果から、区画⑨-4についての評価は、まず確認ボーリングの結果、1,4-ジオキサンに対し、水蒸気輸送による浄化効果が確認されたということから、物質収支による評価というものを加えた。まず、回収量については、回収ガスを気液分離した水層、これは気液分離水と位置づけているが、気液分離水の量と気液分離水中の1,4-ジオキサン濃度から回収量について計算をしている。

21ページの図16をご覧ください。この赤丸が土壌温度の推移、黒丸が気液分離水自体の回収量の推移を示している。当初はやはり気液分離水発生量自体も、温度を上げないうちはほとんどなかったが、土壌温度が35°C程度以上となってからは、ほぼ一定の速度で気液分離水を回収することができた。

次に下の図の17、この赤丸は気液分離水中の1,4-ジオキサン濃度を示している。これについては土壌温度の上昇に伴い、一旦上昇したのち徐々に低下し、約1.5カ月後で発熱前の2.7%にまで低下している。これは先ほどのボーリング結果からも土壌中のジオキサン含有量が低下したためと考えている。

次に、ボーリング調査の含有量試験結果を用いて発熱前後の対策エリアにおける1,4-ジオキサンの存在量の変化を算定した。対策エリアとしては、本来1.5mの三角形で実施しているので、このデータを用いて、発熱前には実施した含有試験からエリアとしての存在量を計算した。そうすると、発熱前には1,4-ジオキサンとして110g存在していたが、水蒸気回収後には14gとなり、約96g減少したことになる。その間の気液分離水による1,4-ジオキサンの回収量は、図17の黒丸で示しているが、136gというところで、110gに対してこの136g回収しているということだが、先ほどご説明のとおり、発熱エリア外からの回収もあることから、物質収支としては概ね整合していると考えている。

これらのことから、沖積層の有機物濃度が高いところについても、水蒸気輸送による物理的な効果により、土壌中から1,4-ジオキサンを回収できたと判断している。

以上が電気発熱法の結果になる。

続いて、22 ページのA3とB5における化学処理の状況についてご説明する。まず、A3については、地下水中の砒素が課題となっている。そこでトリータビリティ試験で効果が確認された天然ゼオライトの希釈水 800Lを既存の揚水井戸A3に直接注入を行った。薬剤注入前後のモニタリング結果は、その下の表9に示している。薬剤注入による地下水中の砒素の低減効果は確認されているが、現状、3週間後で少しリバウンドしているということがあるので、今後も経過を監視する必要があると考えている。

続いて、B5については、次の23 ページになるが、ここが前回報告したけれども、酸化剤として過酸化水素を用いたが、リバウンドがすぐに確認されたため、持続性の高い過硫酸ナトリウムで注入するという計画を前回ご説明した。2回目は、20%の過硫酸ナトリウム800Lを注入している。

その結果として、表10、B5における水質モニタリング結果に示しているが、実際過酸化水素より過硫酸ナトリウムのほうが地下水中の1,4-ジオキサン濃度の低減効果は持続することが確認された。しかし、過硫酸ナトリウムを用いた場合でも3週間後には初期濃度までリバウンドしているという状況が確認される。また、過硫酸ナトリウムの注入後には、持続的なpH低下で一時的に鉛が排水基準を超える濃度で確認されたため、今後もモニタリングを継続し、経過を監視する必要があると考えている。

最後に、区画⑨におけるTOCの詳細調査の結果についてご説明する。24 ページをお開きいただきたい。前回の検討会の中でも、やはりTOC濃度が高いと酸化剤の効果が効きにくいということもあったので、今回は、前回の検討会で議決されたとおり、TOC、有機物濃度の詳細調査を実施している。

方法としては、まずは沖積層を対象とした観測井戸を新設して、もともとある風化花崗岩層を対象とした既設の観測井戸も含めて、水質モニタリングを2019年9月5日に実施している。その結果については、表11に示すとおりである。

同じ30m格子の中に隣接する区画だが、水質特性は地点によって大きく変わることが確認されている。浄化対策の課題となる沖積層で有害物質やTOC濃度が高いのは、区画⑨-4、⑨-5に加えて、区画⑨-1、⑨-2、⑨-8ということが分かった。また、これらの確認については、風化花崗岩層についても有害物質とTOCの濃度が高いことが確認されている。

○（座長）はい、今のご説明について、ご質問、ご意見をいただければと思うが、いかがだろうか。

フェントンでやったときに、酸化剤が生きている時間、もちろん汚染の状況によっても異なるだろうが、概ねどのぐらいかかるのか。

○（国際航業）注入後から3日間ぐらいで、もうほとんど酸化力としてはなくなっている

ということが、室内試験結果から出てきているかと思う。だから、実際、モニタリングは1週間で、後からモニタリングで。

○（座長）やっているのか。

○（国際航業）はい。

○（座長）そのところは消えていて、ある意味では流入などの問題であれば、リバウンドで増えていると。あるいは土壌から溶け出しているのは、その影響が若干出てきていると考えていいのか。

○（国際航業）そうである。地点によって異なるのだが、⑱区画については、ここはもう土壌がなくなっているので、この影響というのは、やはり周辺から汚染地下水が流れ込んできているのだろうと考えている。

一方⑨-5の沖積層については、周辺土壌がやはり有機物が多くて、そこに入っているものが再溶出してきているのが大きな要因になっていると考えている。

○（座長）⑨-5のところは、酸化剤がTOCに食われてしまっているという影響ものすごく大きいだろう。

○（国際航業）そうである。TOCはやはり1,000とか超えているような状況なので、そこで食われてしまっているということが大きいかと思う。

○（座長）いかがだろうか。この結果を踏まえて、どういうふうにか考えるか。内部からの影響は部分的に見れば効果が出てきている。すぐにじゃあ、行けるというようなかたちのものもある。囲ってやっていないので、どうしても流入の影響などが見えてきて、戻ってしまうというのはやむを得ないのだろうと。特に14ページのD測線西側などは、結果を見ると、揚水を再開して強化していくに従って、濃度がどんどん上がってしまうというような形で、外からの影響でしているのだろうと思う。このへんが実際にこのままだと囲ってやったときにどのぐらい効果があるのかというのも、試してみたい気にはなるが。

○（委員）確認と、一つ質問だが、基本的に、この前からも議論していたように、TOCが高いと酸化剤がTOCの分解に食われてしまって効果が上がらない。そのときには熱がいいのかと、そういう感じだろう。TOCが高いところ、あるいはフェントンでもそうだが、過剰に入れるとpHが下がる、つまり、水素イオン濃度が上がって、一般的

な酸性化現象が起こって、陽イオンが溶け出すということだが、例えば14ページだと、これはフェントンの結果だろう。フェントンの場合はpHが3以下には下がらないので、もともと0.062 mg/Lぐらいあった鉛の濃度がだいたい元に戻ると。もともとは検出限界以下だったものがフェントンで鉛の濃度が0.062 mg/Lに上がって、pHが上がっていけば元に戻る。そういう理解だろう。

それに対して、過硫酸でやってしまうと、19ページか、過硫酸は非常にゆっくり効いてくるので、1週間後、2週間、3週間後になると、pHが2.9、1.5、2.1になって、鉛が溶け込むことで出てくるということだろう。これも、将来、モニタリングを続けてpHが上がっていけば、元に戻るという理解でよろしいのだろうか。あるいは、鉛が戻らなかったときに、たぶん現場の方は心配されると思う。そのときに何らかの対策が考えられるのはどうかということについてお聞きしたいと思う。

○（県）この過硫酸を入れたところの鉛の溶出については、今後、継続してモニタリングを実施していくわけだが、今まで得られている中でも、先ほど先生が言われたとおり、pHが回復していくごとに溶出量も減ってきているということになっているので、通常どおりの、前だったら、6から5の後半ぐらいまで回復すれば、検出下限以下になるのではないかと考えているところである。

○（委員）それでも駄目なときには、中和の処置をすとか、考えて。

○（県）そうです。それは、トリータビリティ試験をやったときにも、どういった中和剤が一番適切かというのを判断しているので、継続のモニタリングをいつまでやるかというのはあるが、戻らない場合にはそういう措置を取っていこうという考えである。

○（委員）過硫酸の場合は、反応を上げるために熱をかけて、熱過硫酸にしているので、すぐ反応が上がっているのだろう。だから、今回はすごくいくのだが、余計なものまで分解するという、これは想定範囲内ではあるのだが。ただ、元に戻るかどうかということ、元に戻らなかったときには対策があるという理解でよろしいか。

○（県）そういうことである。

○（座長）全体にこの結果は、現段階では、すっきりこうだと単純に言えないだろうということで、いくつかの整理をしておいたほうが良いと思う。

一つは、いくつかの知見が出てきて、フェントンも熱過硫酸も分解ができるだろうということは、実験の結果と同じようになるのだが、それは確認できたと思う。

もう一つは、フェントンの場合には、pHがそんなに下がらないので、鉛は基準を超

えないだろうということも確認できた。過硫酸を使うと、若干そういうことが起こると
いうことも確認できた。

それから、熱で処理する方法も、そこそこ取れる。これも一つの定量的な効果はとも
かくとして、一つの代替案としていけるだろう。ただ、いずれも長期的なところの観点
でいうとどうかということがなかなか見えてこない。一つの理由としては、隣の汚染地
域と合わせて処理しておらず、部分的な処理しかやっていないので、何とも言えないと
ころがある。そこをどのようにして確かめていくかというところが必要だろうという
ことがあると思う。

そういうところを踏まえて、じゃあ、次にどうやっていくかということが一つ必要な
のではないかと思うが、化学処理が、これで最後までいけるだろうかというところに関
しては、これで大丈夫だということまでは言えないので、次の方策を少し考えておかな
ければいけないだろうと思う。同時に、今、化学処理についての課題というか、判断
できない部分を少しはつきり判断できるような方向へ考えていく必要がある、確かめ
ていく必要があるだろうと思う。確かめていくという時間がないので、できればこの段
階で一定の判断をして、この地区については、特に高濃度の汚染地区については、もう
ここは一定の効果があるという判断でもう広げて、地区全体をやってしまうというこ
とも一つの判断だろうと思う。

これがどうしてもいかなないのであれば、もう採用しないということだが、今は一応一
定の効果は見られるので、それをうまくやっていくにはどうしたらいいか。極端な話と
して、上流側と考えられるところからやっていくと、周りからの汚染物質の流入はなくな
って、連続していけるのではないか。今回は一応、⑨区画というのは、上流側の区画
30m区画の4は汚染がないと、一応、そういうところは取っているが、その中の、また
細かく割ったところで、必ずしも周りの影響を受けないところと言っているわけでは
ないので、そういうところはもう少し考えて確かめることが必要かと思う。

現段階ではそのような、すっきりしない結論、判断かと思うが、先生方からコメント
は。

○(委員) すっきりしない判断だというお話と言われたが、地下水の浄化方法を、例えば、
今ここにスクリーンに出ているが、汚染の状況が現場でも濃淡がある。その濃淡に合わ
せて対策方法をそれぞれやるのがいいのか、あるいは、全体を強引にやってしまうほう
がいいのか。

私は、確か前にも言ったと思うが、全体をやったらどうかと。そのほうが、いいので
はないか。というのは、濃淡があったとしても、地下水というのは一方をきれいにして
も、横から入り込んできたら、もうどうしようもないという結果があるので、今日のお
話でも、まあ、プレートを入れて少し来ないようにしてその効果を確認しようという、
浄化方法の効果については、そういうのは大変効果的な評価だと思うが、全体を限られ

た時間のうちにきれいにするということになれば、やはりもうそろそろ、もうこれで強引にやるというかどうかを決断すべきではないかと思う。

そういう意味で、今日のこの資料の15ページに、注入工法の整理ということで、混合攪拌の方法と、酸化方法というのは混合攪拌をやると、極めて分かりやすく浄化するというのは、常識で分かっている。しかしながら、その後の処理が困る。地盤をどうするのかということで、全体を攪拌してしまうわけなので、乱してしまうから、あとの使い方によっては、それをやはり地盤改良しないといけないということで、この比較をされている。

注入工法というのは、水みちがあるとか、深く、不均質な地層であると、なかなか注入のコントロールは難しいという難しさがあるので、その難しさがここにはあまり書かれていない。注入すればダブルパッカーをかけて境界をきちんとしてやれば、だいたい入る。とはいえ、注入工法で本当に均質に浄化できるかという、これはなかなか至難の業だろう。効果はある。しかしながら、それで減らせるというのは、なかなか大変だということでもあるので、そういう視点の議論もやったらどうかという気はしている。これは私の意見である。

- (座長) 攪拌工法でなくて注入工法を選んだのは、単に跡地の土壌の話だけではなくて、対策をやっていく上でも、例えば攪拌工法でも、周りから入ってきたらどうするのかとか。
- (委員) その場合は、もう全地域をやる。
- (座長) 注入量に関しても、最初にもう過剰量を放り込まないと駄目だという話もある。
- (委員) 注入は。
- (座長) だからそういうこともあるので、一応、この方法でやるのだというふうなあたりで考えている。攪拌工法は一発勝負になる可能性が残る。
- (委員) そうそう。もう、それで、割り切るかどうかだけの問題である。
- (座長) 確かに時間がないから、一発、もう非常に大過剰に放り込んでやれば、そういう話になると、もっと簡単なら、掘削除去してしまうという方法だが、そこまでは今は踏み切れていないということで、こういう方法を試している。というのが、一応、評価に関わった先生方がおられるが、そのような判断だろうと思うが。

- （委員）嘉門先生が言われた、もう試験をやっている場合ではないと、この結果で、次に行ったほうがいい、それはもうそういう意見で、私もそれはいいと思う。そういう意味で言えば、一気にやったほうがいいということだろう。だから、濃度の高いところ、低いところ、もういろいろあるけれども、一番大きいのはT O Cの濃度によってかなり違っているので、そこは分別しよう。そうだろう。で、フェントンを入れるところはフェントンでいこう。駄目なところは熱をかけよう。さらに駄目なときには、これは、県はすごく嫌がると思うが、最後は掘削しなければいけないと思うのだが、そういうふうにして段階を追ってもう一気にやる時期に来ているということだと思う。その後は、そっちのウェルポイントはもう入ってしまっていると思うが。
- （委員）対策方法を混合してやると、非常に、一気にやるのは非常に難しい。
- （委員）そうだけれども、場所的には。
- （委員）その場合は隔壁を設けて、来ないように対策にした上でやったほうがいいと。
- （委員）そういう意味では、範囲を広げて、ある部分のD測線西側を一気にやってしまうとかそういう話にもなっているのです、そのような方法でもっていかないと、横から入ってきたから濃度が上がるという議論は、もうやっている間がないという、そういうこと。
- （委員）ないようにした上でやる。
- （委員）そういうことである。だから、そういう意味で、要領よくやろうという議論を、次のところでやるのではないかと思うのだが、いかがだろうか。
- （座長）この3番のところは、その結果を踏まえて、今後の地下水浄化対策の進め方をどうするかという議論になるので、もう議論がそこに入っているのです、4番目の議題に入りたいと思う。資料4のご説明である。

4 今後の処分地の地下水浄化対策の進め方（その3）（審議）【資料Ⅱ／4】

- （県）地下水浄化対策については、第8回検討会で審議・ご了承を得た「今後の処分地の地下水浄化対策の進め方（その2）」に従って、順次作業を進めている。今回、区画⑨、⑭-6の地下水浄化対策の進め方や今後の検討事項について整理したい。また、地点別の具体的な対策の内容と現在の進捗状況についてお示しする。

2ページをお開きいただきたい。まず、区画⑨と⑭-6である。T O Cが高い範囲は

電気発熱法や掘削除去の適用を検討中。TOCが低い範囲は化学処理を実施することとしたいと考えているということをこの後、申し上げたいと思う。

1) 区画⑨、⑭-6の地下水浄化対策の進め方であるが、全域を対象にして、阻害要因の一つとされているTOCについて詳細に調査した。その結果、先ほどあったが、区画⑨-1、2、4、5、8の沖積層のTOCが高い。フェントン試薬の注入による化学処理を実施した際に、浄化が十分に進行しない可能性が高い。一方で、TOCが高い場合の浄化対策の方法として、電気発熱法と化学処理を併用する対策の検討を進めていたが、先ほど国際航業様からご報告があったとおり、過硫酸ナトリウムの注入をするので、鉛が地下水に溶出する。pHが下がるとともに値は下がってくるのだが、排水基準値を超過することが課題となっている。

このため、TOCが高い範囲については、化学処理を併用せず電気発熱法のみによる浄化対策について検討するとともに、地下水汚染領域の土壌を掘削し除去する対策についても検討し、浄化対策の方法について今後決定したいということである。

実は、ここに入っていないが、先ほど国際航業さんが言われていたが、⑨については、沖積層と風化花崗岩層の境目の議論で申し上げると、沖積層より下の層では、1,4-ジオキサンの含有量が排水基準の10分の1を下回る結果となっていた。電気発熱法の効果があるのかと思うのだが、TP-1.5m以上の沖積層の場合というのは、まだ排水基準以上となっている含有している層が引き続き残っているということがあるので、そういう意味からいっても、電気発熱法のみによる浄化対策を引き続きやっていきたいということと、あと、地下水汚染領域の土壌を掘削除去する対策についても検討したいと考えている。

説明を続ける。1) の中段、「また」のところをご覧いただきたい。TOCが低い範囲については、D測線西側や区画②⑩の対応と同様に、フェントン試薬の注入による化学処理を実施したい。具体的な実施方法については、(2) で後述する。

なお、TOCが高い範囲と低い範囲が隣接していることや、区画⑨-1、2、4、5、8は、同一の区画でも沖積層と風化花崗岩層で異なる対策を実施することとなるため、区画内すべての浄化方法が決定してから対策を実施したいと考えている。

具体的に2) だが、電気発熱法による物理的な浄化対策の検討として、先ほど申し上げたとおり、今後は電気発熱法のみによる浄化対策について検討を進めたい。この浄化対策によって、1,4-ジオキサンが物理的に回収され、土壌中の濃度が減少することを確認しているが、水質モニタリング結果において、地下水の水質が排水基準以下になることを確認できていないという状況である。

この理由としては、先行浄化の実施範囲が狭い、一辺5mの正三角形の範囲ということである。あと、地下水流向上流側からの汚染地下水の流入の影響が考えられるということもあるので、今回、次のページの図3のとおり、上流側に遮水矢板を設置した上で水蒸気回収を継続し、地下水の水質モニタリングを実施した際の地下水の濃度低下に

ついて確認する予定としている。

3) 地下水汚染領域の土壌を掘削し除去する対策の検討についてである。図4はTOCが高い範囲だが、その沖積層の土壌は、一番深いところでもTP-6.3m程度までの存在ということである。地下水汚染領域の土壌を掘削し除去する対策が比較的容易な深度ということであるので、検討を進めたいと考えていて、具体的には、区画⑨-8、図4でいうと一番下の10mメッシュのところだが、この地下水位がTP1m~0m程度であるが、そこからTP-0.9mまでの対象土壌について、つぼ掘り拡張区画の浄化対策の際に活用したマニュアルを参考にして、試験的に土壌を掘削・除去したいと考えている。

その際、対象範囲の地下水は高度排水処理施設等で処理する。掘削した対象土壌は、積替え施設内に運搬して100 m³ごとに土壌溶出量調査を実施し、ベンゼンのみが0.01mg/Lを超えた場合はガス吸引により、1,4-ジオキサンが0.05mg/Lを超えた場合は新貯留トレンチにおいて水洗浄で1,4-ジオキサン等を除去し、処分地内で有効活用したいと考えている。

今回、試験的に土壌を掘削・除去する区画⑨-8については、対象範囲の位置がTP-0.9mまでと浅いことから、これまでのつぼ掘り拡張区画の浄化対策と同様に、遮水矢板を設置せずに作業を行いたい。水中ポンプを設置して水位を下げながらバックホウで掘削を実施する予定としている。

4 ページをお開きいただきたい。(2) 区画②③④である。地下水中のTOCが低いことや、適用可能性試験において浄化を確認していることから、先行浄化の状況を踏まえて、排水基準超過が確認された10mメッシュの区画を対象に、フェントンによる化学処理を実施する予定である。

具体的には、先行浄化の結果を踏まえて、注入井戸を2m間隔で設置し、二重管ダブルパッカー工法を用いた低圧・低流量注入を行う。また、薬剤注入バルブを0.33mごとに設置し、汚染領域の深度に対して薬剤を注入する。薬剤注入は2回を予定、10mメッシュの区画の中央付近に設置した観測井戸で浄化効果を確認し実施する。これは準備中で、早ければだが、11月中旬に浄化を開始予定である。

十分な浄化効果が期待できない地点が確認された際には、対策範囲を限定して部分的に電気発熱法による物理的な浄化対策を実施することや、地下水汚染領域の土壌を掘削し除去する対策の実施について検討することとしたいと考えている。

5 ページは、D測線西側である。こちらは化学処理を実施後に揚水浄化を実施しているところとして、こちらも地下水中のTOCが低いこと、適用可能性試験において浄化を確認していることから、先行浄化の状況を踏まえて、排水基準超過が確認された10mメッシュの区画を対象に、区画②③④と同様な方法により、フェントン試薬の注入による化学処理を実施する予定である。

この実施中は、効率的な薬剤の注入を行うことや、浄化効果を確認する必要があるた

め、集水井による揚水浄化を一時的に休止することがあるが、揚水浄化についても全体としては継続して実施したいと考えている。

開始時期や十分な浄化効果が期待できない場合の対応は、先ほど②⑩で申し上げたとおりである。

6ページをご覧ください。区画⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓、これはウェルポイントによる揚水浄化を実施することとする。ベンゼンによる汚染が区画⑪から㉓のT P O m～-3 m付近に集中して存在していることや、ベンゼンが水よりも比重が軽く比較的水に溶けやすい物質であることを踏まえ、汚染地下水をウェルポイント等により集中的に揚水するとともに、注水井戸を効率的に設置して注水を行い、揚水浄化を促進させる予定としている。

具体的には、高濃度のベンゼン汚染が存在しているT P O m～-3 mの深度を対象として、ウェルポイント等を5 m間隔で設置。こうすると30mメッシュの区画内に計36本となる。あと、注水井戸を10m間隔で設置。30mメッシュの区画内で計9本。高度排水処理施設の処理水等を注水として活用しながら、揚水浄化を実施したいと考えている。

この際、30mメッシュ3区画分の揚水浄化を同時に実施して、高度排水処理施設等の処理能力を考慮し、揚水量が1日当たり最大270 m³となるよう揚水及び注水の運転管理を行いながら、30mメッシュ3区画ごとに1カ月以上の揚水浄化を実施する。

この結果、揚水浄化は、30mメッシュ1区画当たりの累計が2,700 m³以上、この9区画全体とすると、24,300 m³以上を予定している。

これらの揚水浄化対策の状況については、水質モニタリングにより浄化効果を確認しながら実施予定であり、浄化対策後の注水を実施しない時期についても水質モニタリングを実施する予定としている。

7ページ以降は、ウェルポイント等を実施する区画について、前回の地下水・雨水の検討会のときに宿題をいただいた、区画㉓で雨水試験を実施するよとということ、この報告である。具体的には、図10、図11で示すとおり、区画㉓に設置した観測孔のT P - 2 m地点、だいたいウェルポイントで揚水する深度であるが、揚水ポンプを設置して、流速約3～7 m³/日の範囲で調整しながら揚水を実施した際の水位変動及び水質を確認した。

結果は、表1と図12のとおりである。ベンゼンが排水基準を超過する地下水の揚水が、流速約3～7 m³/日で揚水しても継続して可能であることを確認した。また、観測孔㉓は、水位の低下に伴ってベンゼン濃度が減少する一方で、1,4-ジオキサン濃度が上がっていたということを確認している。揚水を停止して水位が回復すると、ベンゼン濃度は上昇し、1,4-ジオキサン濃度は減少するという傾向である。

8ページをおめくりください。さらに、区画㉒に設置した観測孔でも同様に、図13と図14に示すとおり揚水試験を実施している。結果は表2と図15のとおりというこ

とで、ベンゼンが排水基準を超過する地下水の揚水が、流速約1～14 m³/日で揚水しても継続して揚水が可能であることを確認している。なお、観測孔⑳については、水位の低下に伴って、ベンゼンと1,4-ジオキサン濃度が上昇することと、揚水を停止して水位が回復すると、ベンゼンと1,4-ジオキサン濃度が減少する傾向を示した。

9 ページである。これらの結果から、観測孔㉑、㉒、いずれの揚水試験においても、ベンゼンが排水基準を超過する地下水を観測孔のTP-2mの位置から一定の流速で揚水できることを確認しているということで、効率的にウェルポイント等を配置することにより、ベンゼンの揚水浄化が可能であると考えている。ウェルポイント等による揚水浄化の実施についても、早ければ11月中に開始したいと考えている。

また、必要に応じて部分的にウェルポイント等の配置をさらに密にすること等も検討し実施することとし、揚水により十分な浄化効果が期待できない地点が確認された際には、対策範囲を限定して部分的にフェントン試薬の注入による化学処理を実施したいと考えている。

10 ページをお開きいただきたい。これは区画㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲で揚水井による揚水浄化を実施するものである。1,4-ジオキサンによる汚染が区画㉟付近に高濃度で存在し、地下水の流れにより北海岸方向に広がって存在していることや、1,4-ジオキサンが水溶性の物質であることを踏まえて、揚水井による揚水浄化を実施し、浄化対策を進める予定である。

具体的には、1,4-ジオキサン等の汚染が存在している地下水汚染領域の深度までを対象とした直径0.15mの揚水井を、区画㉑から㉛の中央付近に計8本設置して、水質モニタリングにより浄化効果を確認しながら揚水浄化を実施する予定である。

また、前回検討会でご報告したとおり、この8本の揚水量が1日72 m³で計算しているが、実際の揚水量については、設置後に確認していくということである。

また、現在、揚水井の設置のためのボーリングを今月から開始していて、順次揚水井を設置することとしている。早ければ、一部の揚水井は今月中に浄化を開始する予定である。必要に応じて揚水井を追加で設置することや注水井を設置することも検討し実施することとしていて、これにより十分な浄化効果が期待できない地点が確認された際には、対策範囲を限定して部分的にフェントン試薬の注入による化学処理を実施するということである。

最後のページ、11 ページだが、(6) A3、B5、F1である。化学処理を実施しているところで、冒頭申し上げたとおり、岩盤のクラック部分の地下水汚染が原因と考えているが、適用可能性試験等において浄化効果を確認していることを踏まえ、順次、化学処理を実施している。

A3は、平成26年4月から揚水浄化対策を実施していて、有機塩素系化合物等が排水基準を満足するようになった一方で、引き続き砒素が排水基準を超過している。

別添に「豊島における環境計測結果について」に記載している。2 ページのところ、

3 ページのところはA 3になるが、こちらをご覧いただければ、こちらの調査の健康項目の中で、砒素というのが、表面、裏面通して残っている部分はあるのだが、塩素系については、この健康項目の真ん中どころ、クロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレン等々は減少傾向にあることが、揚水効果が出ているのではないかとということがお分かりいただけるのではないかと考えているところである。

それでは11 ページにお戻りいただいて、このため、A 3については、地下水に砒素が溶出しないよう、重金属類を吸着除去する天然ゼオライトを用いて化学処理を実施している。

B 5については、1,4-ジオキサンが排水基準値を超過していて、過硫酸の注入による化学処理実施中である。F 1については、1,4-ジオキサンが排水基準値を超過しており、トリータビリティ試験を実施して、フェントン試薬の注入による浄化効果を確認済みである。

なお、浄化対策後に引き続き水質モニタリングを実施して、必要に応じて揚水浄化や化学処理等の浄化対策を追加で実施することとしたいと考えている。

(7)その他である。ベンゼンや1,4-ジオキサンは処分地全体に広く存在している。上記(1)～(6)の地点における対策を実施することによって、処分地全体の汚染濃度は低下するものと想定されるが、今後実施予定としている各区画に設置した観測孔の水質モニタリングにおいて、十分な浄化効果が期待できない地点が確認された際や、地下水浄化対策中に新たな地下水汚染が見つかった際には、汚染物質や汚染濃度に応じて、対策範囲を限定して部分的に追加的対策を実施することとする。

4. 今後の予定である。今後、区画⑨、⑭-6のTOCが高い範囲の浄化対策について検討し決定するとともに、地点別に示した具体的な対策の内容のとおり、実施することとする。それで、十分な浄化効果が得られなかった際の追加的対策を準備しながら地下水浄化対策を実施することとしており、その進捗状況については本検討会で報告し、検討会の指導・助言を得ながら対策を進めていく。

先ほど嘉門委員からのご指摘があった、バラバラに限定的にやっていくというのではなくて、全体的に浄化が進むように取り組んでまいりたいと考えているところである。

なお、最後に付けている別紙は、今申し上げた対策等を取りまとめたものである。

○(座長) はい、いかがだろうか。Ⅱ/3の結果を踏まえて、今後の地下水浄化対策の進め方ということであるが、最新版のご提案である。ご意見をいただければと思う。

○(委員) 私が先ほど申し上げたのは、Ⅱ/3の結果の15ページの注入工法の比較の件で申し上げたので、注入工法で徹底的にやるのをやったほうがいいということだろう。

それで、今回の方策は、揚水井を使って効果を把握し、場合によっては化学処理も使

うという意味では、効果がなかったときのマージンに使えるという可能性はあるということでも、少し意味があるのかということではないかと思う。

それで、今回、⑨の地点でTOCが高い範囲を掘削するというのは、かなり効果があると思う。それはいいが、岩盤までが浅いので、掘削すると。5番もTOCの濃いところがあると。その掘削した効果が見られたからと言って、ほかも掘削が可能かという、そうはいかないだろう。だから、その掘削することの浄化の意味をきちんとさせておいて今回試してみるが、基本的には、これはマージナルな対策だと、そういう理解でいいのか。

- (座長) 基本的には、最終的に、手がなくなったら、時間に追われてという話であれば、掘削すればいいのではないかという、一つの案である。
- (委員) 全部掘削するわけにはいかないだろう。
- (座長) 全部はいかない。もちろん。高濃度の部分のみだろうと思うが。比較的の山のほうなので、それほど深いことはない。
- (委員) 今の⑨の一番浅いところがあるが、ほかはどうするのかと言われたら、それは難しいのではないかという気がする。
- (座長) だから、それはもう具体的な方策として、⑨-5で6mぐらい。
- (委員) ⑨-8である。
- (県) ⑨-8だと、地盤下から3mぐらいの掘削になる。
- (委員) ⑨-8は。
- (座長) だから、⑨-5だとか⑨-1も同じことが考えられるので、そこまでできるかという検討は必要になる。そうしないと、⑨-8のところだけの対策に留まってしまって、試験的にやるならそういうことの検討も必要。だから、表層を取ってしまえばという話は、FG34だとか、それも一応取ってしまって、一応効果があったということをやっているが、実際に本当に汚染が溜まっていたところでやったかどうかということもあるから、そういう意味での効果を確かめなければいけない。
- (県) そうである。特に⑨-8というのは、まだ岩盤層までは3mだが、その中で、ど

ここで水が出てくるか、またその水が出てきた後の地層はどういう状況になっているか分からないという部分があるので、そこは慎重に掘削をしていきたいと思っているし、また、この⑨-8をやってそこで課題を見つけておくことで、今後、先ほどの議論の中で、最終手段という言葉も出てきていたが、実際に⑨-1、2、4、5を本当に掘削しないといけないとなったときには、どういうふうやっていくのかということも併せて考えていっておきたいと思っている。

○（座長）そういう位置づけだということで、⑨-8番はそうするという観点だけではないということを整理しておかなければいけない。

○（県）はい。

○（座長）これは、かなり早めに優先。まあ、次の手にスピード感をもって少しでも。

○（県）そう、もう、実際には、正味な話、機械と人手が集まればできる話だと思っているので、そこはもう迅速にやっていきたいと思う。

○（座長）それから、図3の区画⑭に遮水板、矢板の話も、最優先で急いでやらないといけない話だろう。これが電気発熱法による物理的な除去というのは、流れ込みを抑えれば一定の効果があるのかということも早急に確認する必要がある。できれば、それはいろいろ、⑨のほかのところも、同じような方法で使うことは可能だと思われるので。そういう意味で、これが確かめられると、全体としてメリハリがついてくるのだろうと思う。

○（県）土壌のほうには十分取れているのではないかという見解は得られているが、どうしても、今までやってきているのは、先ほど嘉門先生のほうからもお話があったが、囲った中でやっているのではなくて、つつつつの中でやっているの、どうしても水質のほうは、どの結果もそうだが、一旦は下がってもすぐリバウンドしてしまうということがあるので、こちらのほうも、遮水矢板を入れて、ある程度水を制御しながらどういう結果が得られるかというところで、この区画に対して電気発熱法が適用できるかどうか、そこを少し注意深く見ていきたいと思う。

○（座長）いかがだろうか。

○（委員）まさに今その議論だが、最後の最後の手段が掘削除去であると。でも、全部というわけにはいかないの、極力その範囲を抑えたいということだった。だから、T O

Cの低いところはまずフェントンでやろうということだろう。フェントンで駄目なときには、次はどうするかといったら、熱をかけるか、掘削か、たぶんそうなると思う。TOCの高いところはどうかというと、今、熱なのだが、土壌はたぶん上で抜いているから、土壌は比較的乾燥状態に近い、乾燥状態ではないにしても近いから、揮発性のものが抜けている。地下水が横から流れてくるから、きれいになっていないのではないか。そのことを3ページの図3で確認をして、可能であれば、というか、まず間違いなく使えるとは思いますが、TOCの濃度が高いところは電気発熱法を使っていこうということだろう。

さらに、1,4-ジオキサンについては地下水をくみ上げるのだが、それでもまだ残っているところについては、基本的にはフェントンを使おうと。そういうふうに、最終的には掘削をするのだが、そのところを非常に絞り込んで対策を考えていこうというのが今回で。

ただ、そのときに、メリハリをつけて早くやらないといけない。掘削するところとか、発熱法のところとか、もうすでに決まっているところは、すぐに取り掛からなければいけないのだが、その実行できる時期というのは、だいたいどのぐらいを考えられているか。発注とかいろいろあると思うのだが。

- （県）先ほどこれをご説明した中にも、いつから、いつからというのがあったが、まず⑨-8の試験的な掘削というか、ここを使って掘削していったらどうやるかというのを見るというのは、もう今日ご了承いただければ、すぐにでも取り掛かろうと思っているし、矢板を打って、さらに電気のほうの水の交換を制御した上で効果を見るというのも、これもすぐできる。
- （国際航業） ご了解いただければ、すぐに。
- （県） これも、今日の審議でご了承いただければ、すぐ行けるし、今、実際に区画②、③の化学処理及びD測線西側の化学処理ということだが、これは発注かけているところなので、概ね11月には業者が決まって、その後、移っていけると。併せて、ウェルポイントも同じような時間帯のスケジュール感で行けるかというところと、あと、揚水井については、前回の会でもうご了承いただけていたので、今、実際に数本、打っているところである。
- （委員） II/4の10ページのご説明で、揚水井の確認だが、これは、どのぐらいの深さの揚水井が。各区画によって違うと思うが、だいたいどんなものか。下に行くほど深くなるのか。

- （座長）㉔が一番深い。
- （県）そう、㉔が一番深くて、ここのところは確か予定高さとして、23mぐらいになっていたかと思う。
- （委員）それで、15cmの揚水井で、23mの水を、水中ポンプを入れる。
- （県）はい、そう。深井戸用の水中ポンプを入れて、一応、最大であれば、45mまで上げられるものを入れるのだが、これで24mぐらいまで上げるのであれば、今、予測している㉔での揚水量は十分賄えるというようなポンプを据え付ける予定になっている。
- （委員）分かった。
- （座長）それから、区画㉒㉓について、今回の結果を踏まえて、どこから始めるかというのをいろいろ考えて、よそからの流入が入ってきて、その影響で下がらないとなると、そこから抜けられないことになる。これは、ウェルポイントだとか、揚水井の話も同じようなことがあるのだが、少しそこら辺のところをしっかりとやらないといけないというのが一つ。
それから、D測線西側の場合は、揚水井が動いていると少し厄介かという感じがする。もうしばらくは、もったいないが揚水井はこれが全部終わるまで止めてしまうというぐらいの判断でやらないと、東側からどんどん入ってきて、どうにもならないようなことになりかねないので、そこをいろいろ考えてみてほしい。
- （県）はい、分かった。言われるとおりで思っていて、特にD測線西側、化学処理を行う場合には、揚水井、集水井というのは止めたような状況で行いたいと思っているし、また、そのころまでには、先ほど嘉門委員のほうからご指摘もあった揚水井などが何本かは出来上がっていて、そちらからの揚水で揚水を始めることによってD測線西側に流れ込むのを多少なりとも抑えられるような格好がつかれるかと思っているところである。
また、㉒㉓のやっていく順番だが、ここはもう地形とか、流れとかを考えながらやっていきたいと思う。
- （副座長）一ついいか。その他のところで指摘されているが、新たな地下水汚染が見つかったらという話をされているが、ここに今、コンサルタントの方がいらっしゃるの、聞きたいのだが、3次元分布図は10倍で、超えているものを基準に分布を示したと言われた。全部そうなのか。そうだとすると、もし、小さな、新たな汚染源があると、倍

率がもう少し低いところもターゲットにすると、その可能性が分かるのではないかと
いう気もするのだが。

○（座長）モデルの基になっているデータが、その細かさにないから、駄目である。

○（副座長）そうではなくて、低い、10倍という基準を5倍に下げたり、2倍に下げたり
したら、分布は大きくは変わらなければいいだが、変わったとすれば、そのあたりは可
能性を持っているということになるのだが、いかがか。

今、示せということを行っているわけではない。

○（座長）ここまでの精度は、つくるのは難しいと思う。実際のデータ自体が、そんなに
細かいデータではないので。

○（副座長）それは分かっている。そういうことではなくて、低濃度を全部切ったとして、
拾ったら広がって、切っているから狭いということにはなっていないかということ
を聞きたい。

○（座長）これは、切り方はいくらでもできるので、いくらでも示せる。

○（国際航業）そう、今回、これは10倍を示しているが、これは、濃度は実際には変え
られるので。

例えば、これはジオキサンの排水基準の10倍の濃度だが、濃度をもっと高くすれば、
どんどん狭まってくるし、どんどん濃度を低くしていくと、どこらへんまで広がって
いるかというのがあるので、これだと、排水基準ぐらいのところはできるので、その抜
けのところを見て、やっている。

ただ、今、高濃度のところをまずやっていって、その広がり、対策の優先順位を決め
ているところである。

○（副座長）分かった。あまりパターンは大きく変わらないということだろう。

○（国際航業）イメージとしては、そんなに。

○（座長）変わらない。

○（委員）元データがそうだから。

- （副座長）いや、それは分かる。
- （委員）そういうことをしては遅い。
- （副座長）だから、ほかのところを見つけていたのを、2倍や3倍ぐらいで、ぱさっと切ったら、狭くなったという、それを心配していたのだが、そういうことはない。
- （委員）そのデータはないと思う。そこまでするという。ということだろう。
- （座長）ほかはいかがだろうか。取りあえず、そういうことでやっていただくということでもよろしいだろうか。
 それから、もう一つだけB5のところは、少し私、気になっているので。B5がこのままでいかどうかということが一つあるので、B5の井戸は何だろかというのをあらためてチェックする必要がある。
 集水井を動かしたときに、その水位が変わるのか、変わらないのかみたいな、簡単にやれることからでも情報を集めておいていただけないだろうか。これはどうしても最後に残る可能性があり得るので、何かやらなければいけない、どういうふうにやったらいいかというのを、今、ほかのことがあるので、ここになかなか手が回らないが、できることはやってもらったほうがいいと思う。
- （県）はい。取りあえずデータのほうは承知したので、取っていきたいと思う。
- （座長）それでは、次に行きたいと思うが、5番目の議題で、水収支モデルの構築の検討である。資料5のご説明をお願いします。

5 処分地の水収支モデルの構築の検討（審議）【資料Ⅱ／5】

- （県）これまで本事業では水収支モデルによってシミュレーションを各検討の際に活用してきていた。事業初期、これはもう暫定的な環境保全措置の施設を設置するというような段階であるが、シミュレーションを活用して処分地の浸透源について推定を行い、遮水壁の設置と、どの位置にどのような深さでというのをこれに基づいて決めてきた経緯がある。
 また、事業中期と書いているが、基本的には廃棄物を処理していた期間となるが、同じく水収支のシミュレーションを用いて、高度排水処理施設的能力や大きさだとか、掘削の前にはホール、全面をシートでキャッピングしていたのだが、それをどういう順番で開けていけば水収支が賄えるかということに活用してきた。
 現在、廃棄物の処理が完了して、地表が出てきたということで、表面水を自然越流で

きるようになったということで、過去に行ったシミュレーションの際とは、水理特性が大幅に異なっているというところから、今回新たに処分地の水収支モデルを構築したいことを検討している。

今後の予定だが、過去に行った水収支モデルもあるが、それらの情報も入れながら、既存の水理特性や地質情報等を根拠としたパラメーターの採用についても検討するなど、既存モデルの改善も図りながら、シミュレーションを行って、地下水浄化対策を実施している地点別であるとか、処分地全体の水収支だとか、地下水の流向、流量を把握することで、例えば、今後、揚水井で効率よく揚水するためには、どの位置から注水すれば一番効率がいいかとか、そういったようなかたちに用いて、より一層迅速かつ効果的な地下水浄化対策が実施できるために用いていきたいと思っているし、併せて、遮水機能の解除に関するデータも収集していきたいと考えているところである。

- （座長）いかがだろうか。基本的には今、議論になったように、あまり高精度の情報は、もともと元になるデータが高精度ではないので、一定の粗さがあるものだと考えたほうがいいと思う。基本的には全体の水収支がどのぐらいになるか、大まかなものをつかまえるという観点でのシミュレーションが要るだろうと思うので、あまりそこを精緻化することに精力をつぎ込まないほうがいいと思う。それを注意していただいて。

ぜひともこれは今後の対策を考える上で必要な話で、雨水・排水対策なんかも新たにしたので、整地とか、あのへんがどうなるかというのをしっかり見ておく必要がある。そういう意味でシミュレーションだというふうに考えたほうがいいと思う。

- （県）分かった。ありがとう。

- （座長）よろしいだろうか。それでは、少し時間が押しているので、以上で本日の議事は終了したいと思う。

V 傍聴人の意見

<豊島住民会議>

- （豊島住民会議）2回ほど離席していたので、聞き落としていることがあるかもしれないが、3点ある。

資料Ⅱ／2－2の集水井の年間揚水量とか、資料Ⅱ／2－3の2ページの表1で、集水井の横ボーリングを洗浄して揚水量が復活したというようなお話があるが、地下水の水位とか、地下水量そのものは降雨量との比例関係にあるので、降雨量の状態も考えて、揚水量が増えたか減ったかというようなことを評価しないと、確かに、根詰りをしていて全然なかったところが復活したのは分かるが、本当にほかのところが洗浄され

ているのかどうかというのは評価できないのではないかと思いますので、考え方を教えてくださいというのが1点目である。

2点目は、Ⅱ／4の資料の2ページで、区画の⑨及び⑭-6は、処理のところでTOCが高い範囲と低い範囲で処理方法を変えるという話になっているのだが、そのTOCの高いとか低いとかという基準というか、目安になるような数字があるのかどうかというのが二つ目である。

三つ目は、資料Ⅱ／4の12ページの別紙のところを見ていただきたいのだが、全体の今後の地下水浄化の対策の一覧表になっているのだが、進捗状況をどのように管理するかという考え方でいうと、例えば揚水浄化とか、ウェルポイントを使ってというのだと、1カ月とかいうような単位で効果を見るというお話になっているが、右下のTOCの高い範囲で電気発熱法によるという話でいうと、今までの実験結果を見ると2カ月から3カ月かかるわけなので、例えば今からやっても今月中に結果が出るわけではないので、令和4年度末とかいうような長い目ではなくて、単年度ごとに処理期限をやられている関係でいうと、年度内にどこまで結果が出て、今後の対策をするのかというような、時間枠のようなことも考えてやらないといけないのではないかと思いますので、そのへんをどうお考えなのか、教えてください。

○(座長) 1番目のお話は、ご指摘のとおり、雨の状態が非常に影響していると思っている。ボーリング孔によっては水なしというのがずいぶん続いたので、これはどうしたか、詰まっているのではないかと考えたのだが、洗浄前と洗浄後でほとんど変わっていないものが多い。これは、明らかに降水の影響のほうが大きいだろうと。だけど、中にやっぱり詰まっていたのが実際にあったというぐらいの解釈で、その部分が比較的水量が多いところであるということで、一応、効果があっただろうという整理をしている。

それから、Ⅱ／4については、管理基準というのは、廃棄物処理の委員会だったか、そこで一応30という数字を決めていて、排水等を含めて、排水基準よりも少し厳しくしていたと解釈しているが、そういうもので管理をしているということである。

それから、最後のところ。確かに時間がかかりそうということだが、これはできるだけスピードを上げてやらなければいけないだろうと思っているのと、従前と変わって県の対策のスピードが格段に上がっていると私は理解している。今回もあるように、新たにどんどん提案が出てきて、作業が、場合によっては委員会で承認されるのを待つように進められている部分がある。そういう意味では、年度をまたがって次の年度に入るといった話にはならない。そういう意味で、最優先課題でしてくださいということを私も申し上げている。そのようなかたちで今、考えている。

それで、あとは時間とのにらみ合いをしながら、もし足らなければ、もう早くできる最終的手段のところへ突っ込んでいかざるを得ないというふうに考えている。そんなふうに。

- （豊島住民会議）分かった。基準値のほうの話だが、管理基準 30 みたいなことを言われたが、資料Ⅱ／3 の 25 ページの T O C 詳細調査における水質モニタリング結果を見ると、T O C が 30 以下というのは 1 地点しかないので、すべてだと。⑨－7 の風と書いてあるところが 23 で一つだけであとはみんな 30 を超えてしまっているの、100 ぐらいで区切っておられるのかと思ったのだが。
- （座長）それは排水のところ、そういう議論をしているので、個々の地下水がどうだという話はしていない。地下水について基準を決めてはいない。
- （豊島住民会議）いえいえ、だから、処理をするのに、T O C が高いところというお話で。
- （座長）はい。だからこれは、事務局のほうにも言っているが、T O C が高いだけではなくて、ジオキサンもぎりぎりなのである。今、ジオキサンは原水がきれいだから。
- （県）中杉先生。今、豊島住民会議さんが聞かれているのは、フェントンを打ち込むところの基準を T O C がいくらかというふうに言われているので。
- （座長）ああ、分かった。
- （県）概ね 400 以下であればフェントンを打っていこうという判断を、今思っている。
- （座長）それは実験の結果から、実際にやってみたらそうなったということである。申し訳ない、私が誤解した。

VI 閉会

- （座長）それでは、本日は、長時間にわたりありがとうございます。以上をもって、第 9 回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会を終了する。どうもありがとうございます。

以上の議事を明らかにするため、本議事録を作成し、議事録署名人が署名押印する。

令和 年 月 日

議事録署名人

委員

委員