

茨城県神栖市における有機ヒ素化合物の高濃度汚染対策事業について
(住民説明会資料案)

1. 高濃度汚染対策事業の背景

平成 15 年 3 月、茨城県神栖町（当時）において、通常自然界には存在しないジフェニルアルシン酸（DPAA）による地下水汚染（総ヒ素濃度 4.5mg/L、地下水環境基準の 450 倍）及び健康被害が発生しました。

同年 6 月、国は本事案に対する緊急対応等を閣議了解し、環境省が中心となって、茨城県、神栖町の協力を得ながら、汚染メカニズムの解明のため、地歴調査、ボーリング調査、地下水・土壌調査等を実施しました。

調査の結果、平成 17 年 1 月、A 井戸（当初汚染が発覚した飲用井戸）の南東 90m 地点において、高濃度の DPAA を含むコンクリート様の塊を発見しました。コンクリート様の塊は、平成 5 年 6 月以降、何者かによって投棄されたもので、この塊が A 井戸の汚染源である可能性が高いことが示されました（図 1）。

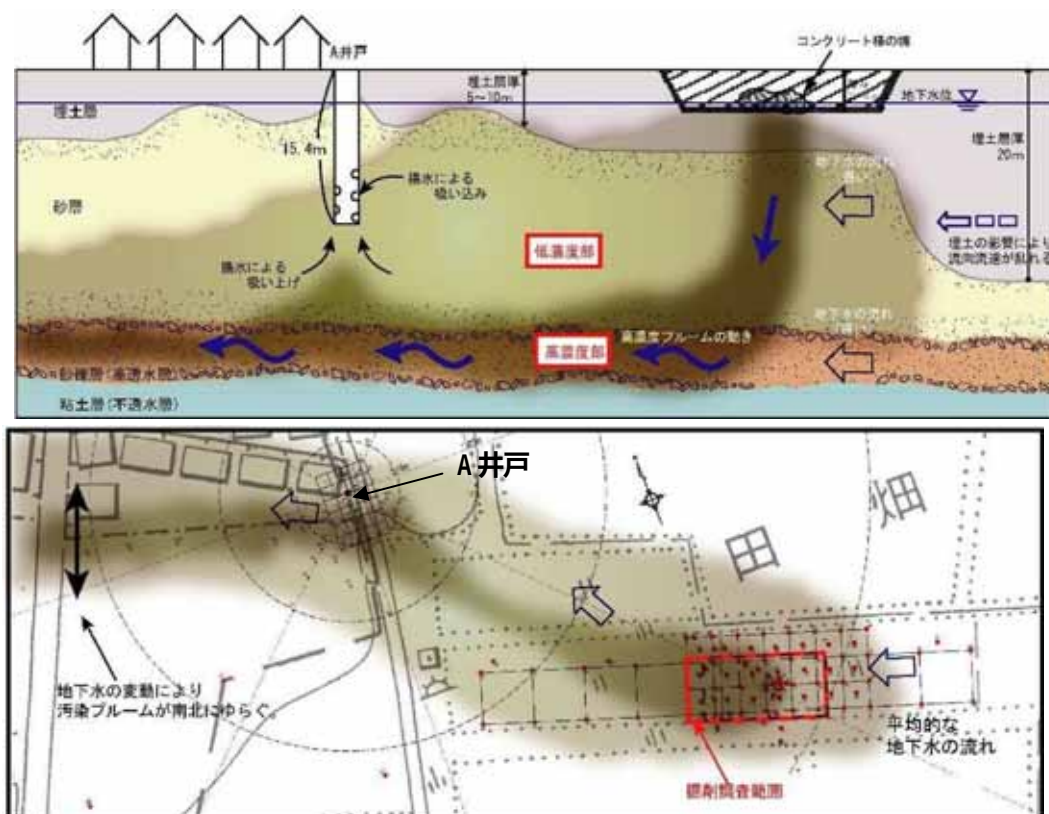


図1 A井戸周辺における汚染メカニズム概要図

コンクリート様の塊は、平成 17 年 7 月までに、周辺の汚染土壌とともに全て現場から撤去され、その後、平成 18 年 12 月から平成 19 年 12 月にかけて、産業廃棄物処理施設において適正に焼却処理されました。

コンクリート様の塊の撤去により、最大 150mg-As/L であった地下水中の DPAA 濃度は、最大 14mg-As/L まで低下しましたが、その後も依然として、高い状況にありました。また、A 井戸周辺のモニタリング井戸においても 10～

30mg-As/L 程度の高い DPAA が検出される状況にありました。

平成 19 年 6 月にとりまとめた「茨城県神栖市における汚染メカニズム解明のための調査 地下水汚染シミュレーション等報告書」(シミュレーション報告書)では、掘削調査地点及び A 井戸付近の DPAA 濃度が概ね 0.01mg-As/L 以下になるのは、約 60 年後という予測結果が示されました。他方、平成 15 年の健康被害の発生以降、A 井戸及び B 地区の飲用井戸を中心とする半径 500m の範囲を包含する AB トラック内においては井戸水の飲用自粛が要請され、その後の地下水汚染の広がりとともに、飲用自粛区域は AB トラック南西地域まで拡大されました。

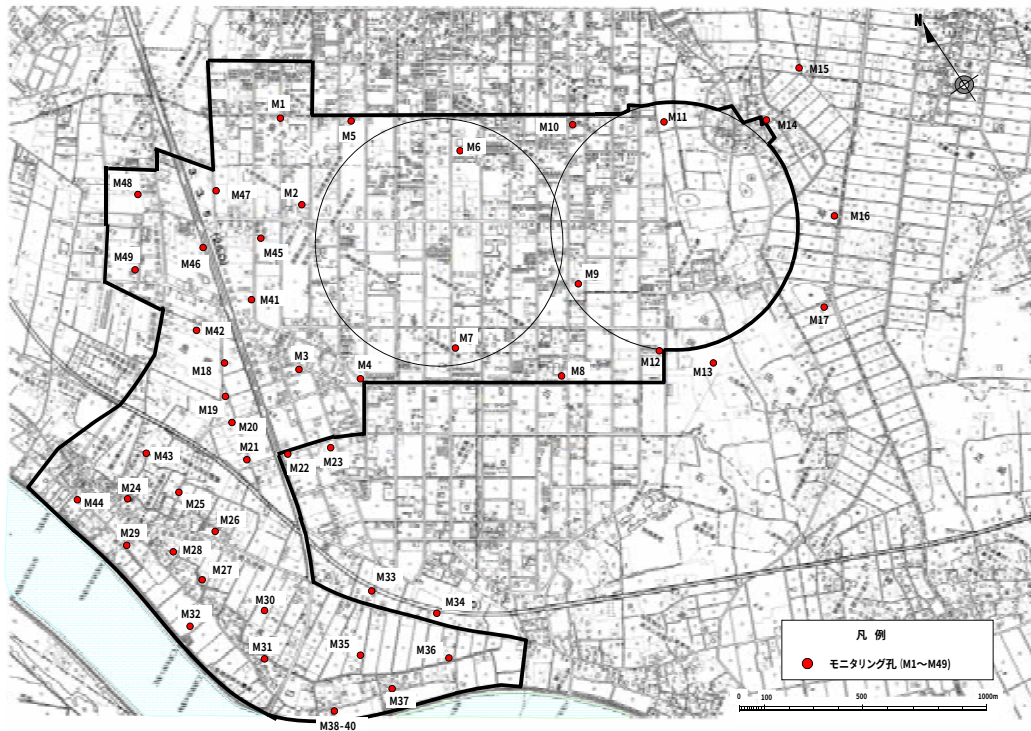


図2 神栖市における地下水の飲用自粛区域

2. 高濃度汚染対策事業の概要

汚染源であるコンクリート様の塊を撤去した後も、掘削調査地点及び A 井戸周辺には高濃度の汚染地下水が残存し、汚染拡大の原因となりうることから、環境省は茨城県への委託事業として、平成 20 年度に地下水処理施設を設置し、平成 21 年度より、揚水した地下水を処理する DPAA 高濃度汚染対策を開始しました(図3、図4)。

本対策では、2 年間の揚水処理を実施することにより、A 井戸周辺に残存する有機ヒ素化合物(DPAA 等)の約 90%を除去することを目標としました。

本施設は、掘削調査地点及び A 井戸周辺に設けた揚水井戸から 1 日当たり最大で約 300m³ の汚染地下水を汲み上げ、主に凝集沈殿と吸着処理の二つの水処理工程により、地下水中の有機ヒ素化合物を除去するものです。なお、掘削調査地点においては、コンクリート様の塊の撤去後も汚染の程度が高かったことから、当該地点の山留め矢板を残置したまま埋め戻し、表層から水道水を注水することで、その直下の汚染を洗浄しながら地下水を汲み上げることとしました。(平成 21 年度内に一定の効果が得られたため、平成 22 年度以降は、注水は中止しました。)



図3 高濃度汚染対策施設全景、揚水井戸、主要機器と処理の流れ

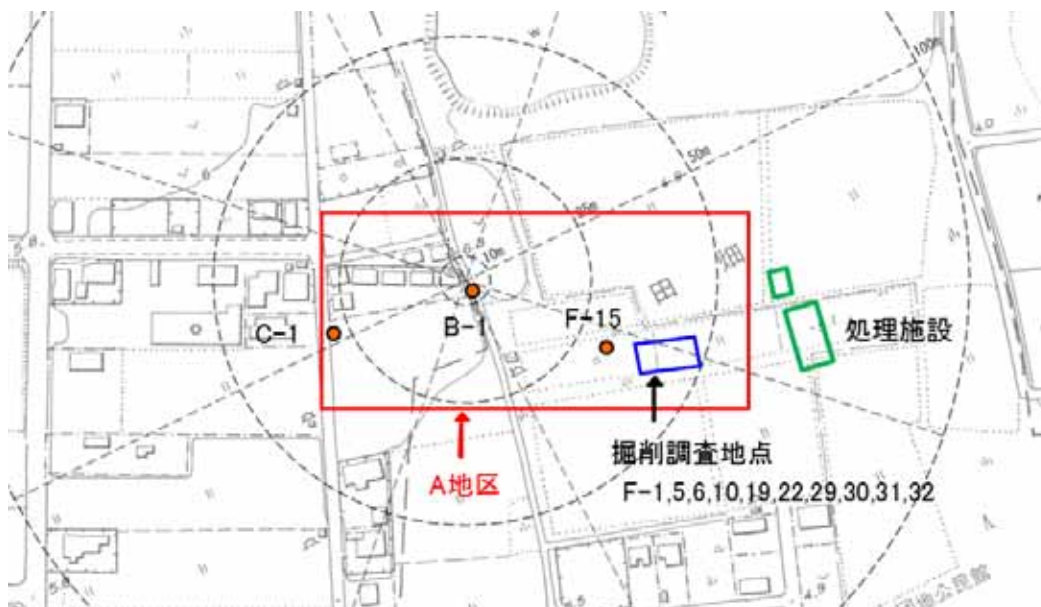


図4 高濃度汚染対策の施設等平面図

3. 地下水揚水処理の実績

①地下水処理施設の運転状況

- 平成 21 年 4 月 30 日～ 予備運転期間（日稼動約 8 時間）
- 6 月 1 日～ 本格運転開始（日稼動 24 時間、揚水量 300 m³/日、注水量 50 m³/日）
- 8 月 1 日～ 揚水量増加運転開始（日稼動 24 時間、310 m³/日運転）
- 平成 22 年 4 月 2 日～ 掘削調査地点内の注水停止。
以後、揚水井戸及び揚水量を適宜変更しつつ継続。
- 平成 23 年 3 月 11 日～ 東日本大震災に伴い運転停止。
- 5 月 9 日～ 予備運転開始（日稼動 8 時間）
- 5 月 16 日～ 本格運転開始（日稼動 24 時間、掘削調査地点内から集中的に揚水）
- 9 月 2 日～ 掘削調査地点外の F-15 井戸から揚水を再開
以後、掘削調査地点内の揚水井戸及び揚水量を適宜変更しつつ継続
- 11 月 14 日～ 掘削調査地点内の揚水を停止。
- 11 月 22 日～ F-23 井戸の揚水を再開

②ヒ素除去量と原水槽濃度の推移

高濃度汚染対策開始後のヒ素除去量は、概ね 2 年が経過した平成 23 年 3 月末で約 163kg、さらに平成 23 年度、掘削調査地点内で集中的に対策を継続した結果、平成 23 年 10 月末時点で約 175kg となりました。月毎のヒ素除去量は、対策開始当初は約 25kg/月でしたが、対策の経過とともに減少し、効果的な対策となるよう揚水井戸の再選定等を行いました。平成 23 年 10 月では 1.57kg/月となっています（図5）。

また、揚水した汚染地下水を処理する前に集める原水槽の濃度も同様に低下しており、対策当初は 8.9mg/L であったものが、平成 23 年 10 月は 0.24mg/L となり、当初の 3%程度にまで低下しました。

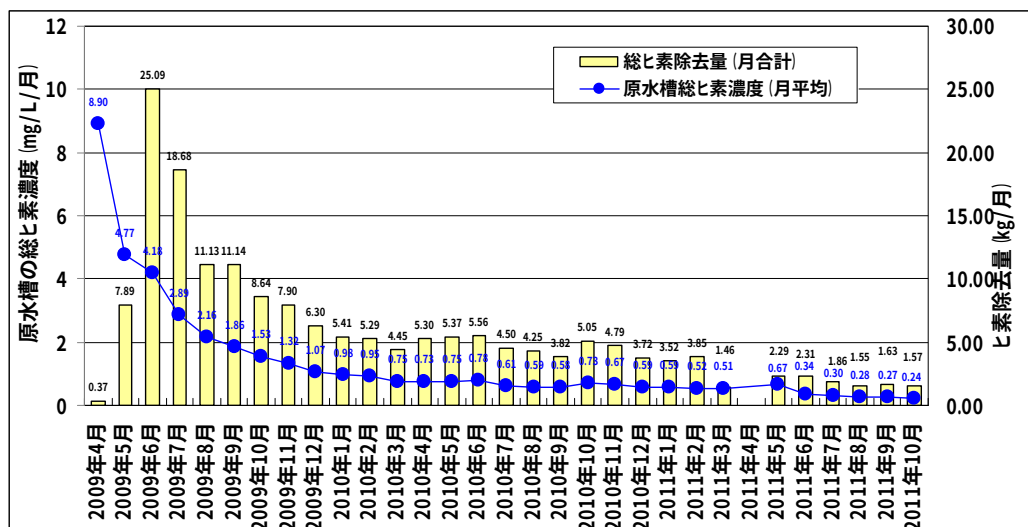


図5 揚水井戸および原水槽の総ヒ素濃度推移

4. 地下水汚染の状況

平成 21 年 4 月からの高濃度汚染対策の実施により、A 井戸周辺並びに掘削調査地点付近の各モニタリング井戸の DPAA 濃度は大きく低下しました。

①掘削調査地点内及びその周辺の DPAA 濃度の推移

掘削調査地点内では DPAA 濃度は、コンクリート様の塊撤去前の平成 16 年において、複数の井戸で 100mg-As/L (F-2、F-8 等) を越えており、コンクリート様の塊撤去後でも最大 14mg-As/L (F-2) であったものが、高濃度汚染対策により平成 23 年 2 月には 1.2mg-As/L (F-31) まで低下しました。その後、東日本震災の影響で揚水を停止し、その間に総ヒ素濃度が上昇したモニタリング井戸もありましたが、平成 23 年度は掘削調査地点での集中的な揚水を行い、平成 23 年 11 月時点、深度 10m での最大濃度は 0.32mg-As/L (F-32) となりました(図 6)。

他方、掘削調査地点の周辺では、平成 23 年 7 月以降、深度 20m 及び 30m を主体として最大で 1.5mg-As/L (F-24) の汚染が確認されましたが、以後、揚水を行い、平成 23 年 11 月では最大 0.76mg-As/L (F-23) まで低下しており、現時点で、掘削調査地点内とその周辺の汚染の程度は、同程度になっています(図 7)。

②A井戸周辺の DPAA 濃度の推移

A 井戸周辺では、高濃度対策開始以前、No.37 の深度 30m で 28mg-As/L を示したのをはじめ、10mg-As/L を超える井戸が多くありましたが、対策の実施とともに DPAA 濃度は低下し、平成 23 年度には A 井戸付近の多くの井戸で、ヒ素の地下水環境基準と同等の 0.01mg-As/L 程度となりました(平成 23 年 11 月時点の最大濃度は 0.11mg-As/L (No.39))。また、A 井戸周辺から B 地区に向かう汚染地下水の経路にある No.201、No.202 についても、それぞれ最大で 7.3mg-As/L、4.5mg-As/L を検出しましたが、平成 23 年度には、0.8 mg-As/L 程度以下にまで低下しました。さらに掘削調査地点から A 井戸方向へ向かう汚染地下水の経路中心付近に位置する F-15 (深度 20m) では、最大で 6.1mg-As/L を検出しましたが、平成 23 年 11 月時点では 0.11mg-As/L となっています。平成 23 年度以降、掘削調査地点以外は揚水を停止(9月2日以降は F-15 等からの揚水を再開)しており、現在実施中のモニタリングの結果、一時的な濃度上昇がみられる箇所はあるものの、恒常的に高濃度を示す井戸は確認されておりません。(図 8)

③B 地区等の DPAA 濃度の推移

B 地区等では、平成 16 年、最大 2.7mg-As/L (No.66) を検出し、その他でも平成 18 年度までは、1mg-As /L 程度の汚染が確認されていましたが、平成 23 年 11 月では、最大 0.09mg-As/L (No.164) となっています。ただし、AB トラック南西地域では、汚染地下水の移流とともに、平成 18 年頃から M-20 では約 0.3 mg-As/L 程度の汚染が検出されています。さらに常陸利根川に近い地域では、濃度が上昇しているモニタリング井戸が確認されています。(図 9、図 10)

図6 掘削調査地点内モニタリング結果 (DPA濃度) (03年9月～11年11月)

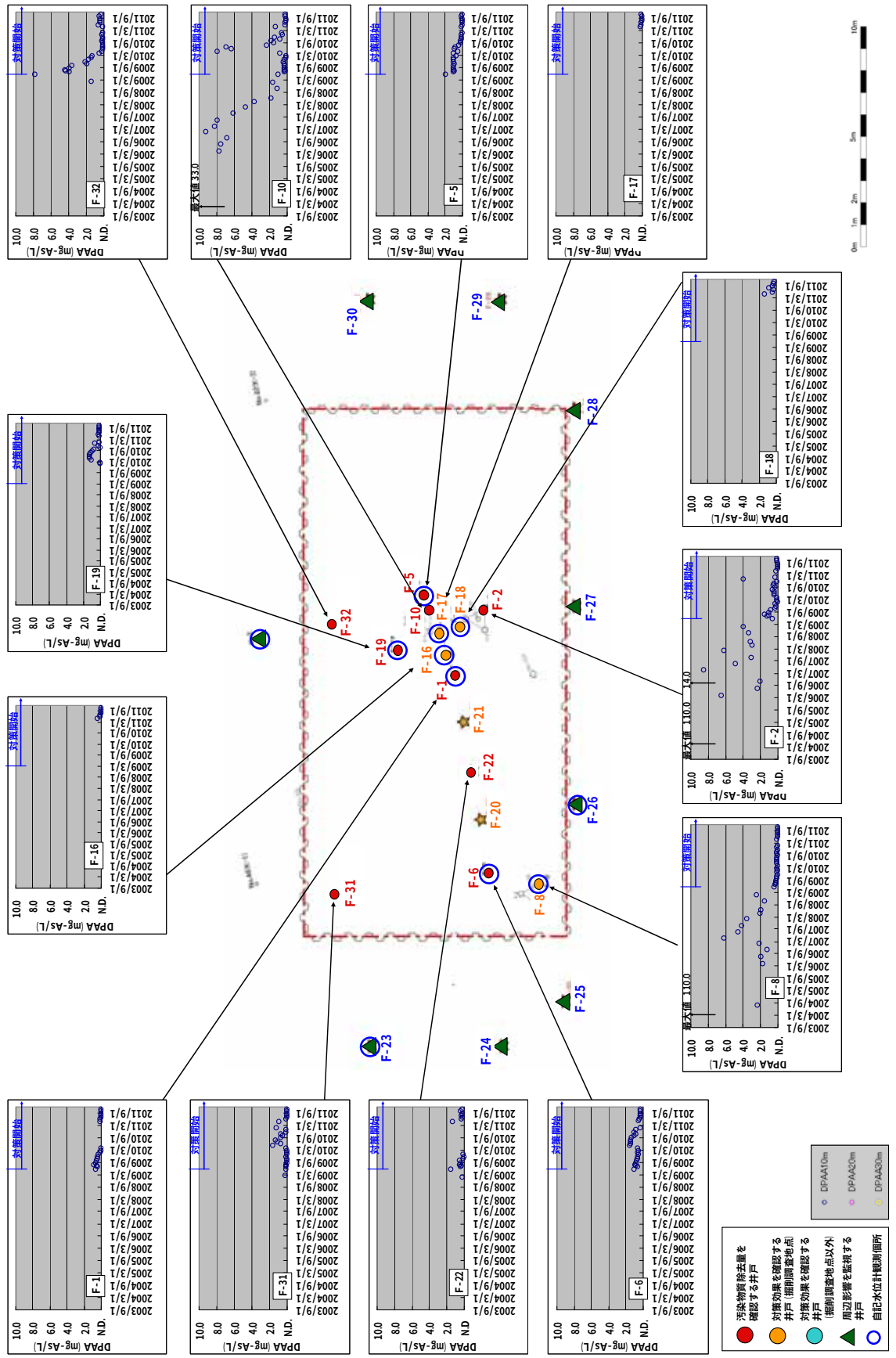


図7 掘削調査地点外縁モニタリング結果 (DPAA濃度) (03年9月～11年11月)

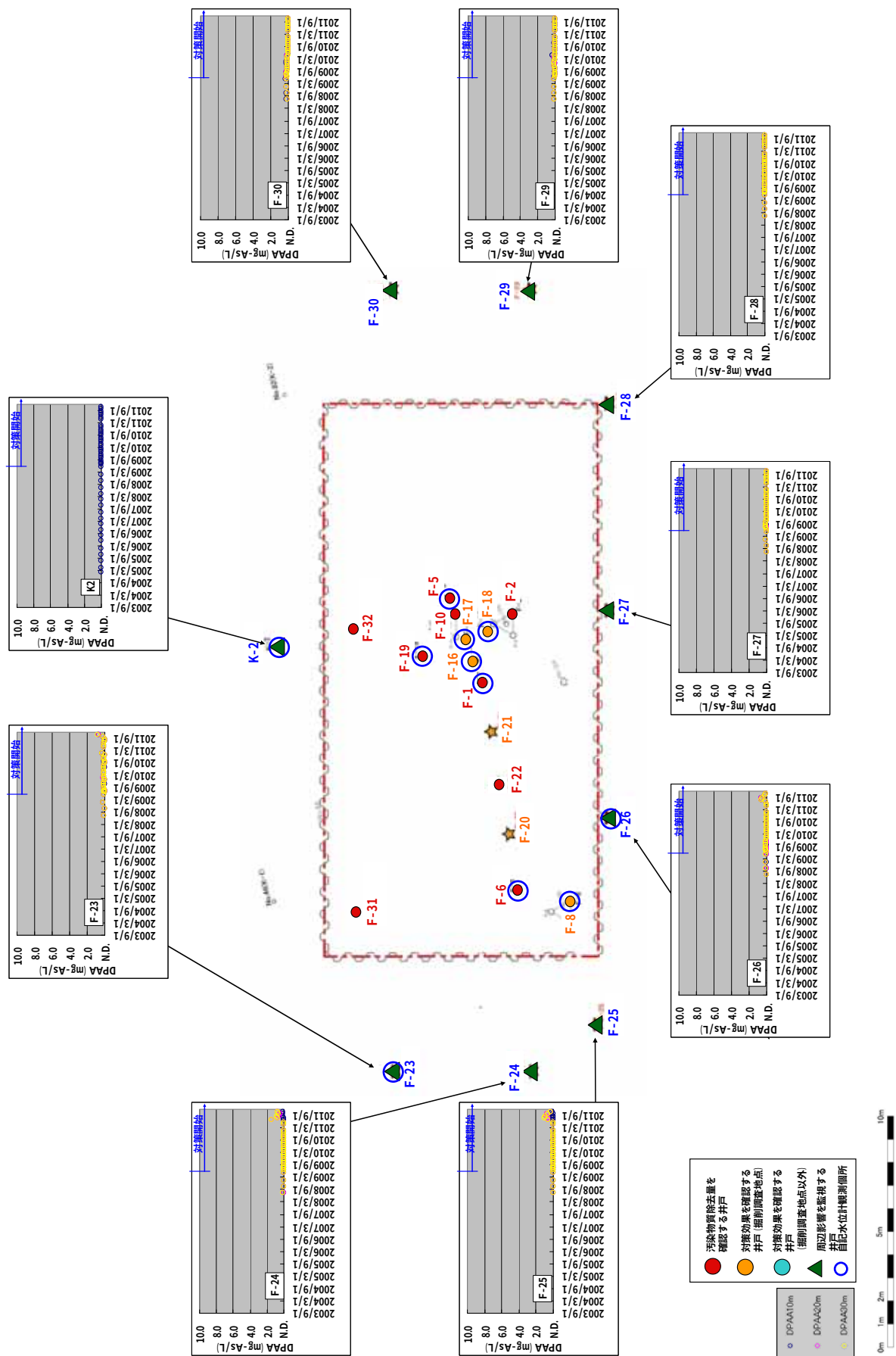


図 8 A井戸周辺モニタリング結果 (DPAA濃度) (03年9月～11年11月)

図9 B地区モニタリング結果 (DPAA濃度) (03年9月～11年11月)

5. 高濃度汚染対策による効果

①DPAA 濃度

- 高濃度汚染対策前、10～30mg-As/L の汚染が見られた A 井戸周辺では、局所的に 1～2mg-As/L 程度の濃度が観測される時期があるものの、概ね 1mg-As/L 以下、A 井戸直近では 0.1mg-As/L 程度以下となっています。
- 1～2mg-As/L 程度の汚染は、過去に B 地区でも観測されており、高濃度の汚染地下水が残存していた A 井戸周辺の DPAA 濃度はすでに B 地区等へ広がった汚染と同程度のレベルになっています。
- 掘削調査地点付近については、平成 23 年度、掘削調査地点内の揚水処理を集中的に行ったこともあり、局所的に 1.5mg-As/L 程度の濃度が観測されますが、概ね 0.5mg-As/L 以下となりました。
- 原水槽の総ヒ素濃度は、対策開始当初(平成 21 年 4 月)は 8.9mg/L ですが、平成 23 年 3 月には 0.51mg-As/L、同年 10 月には 0.24mg-As/L と、当初の 3%程度にまで低下しました。

②数値解析による汚染状況の再現

高濃度汚染対策の状況を数値解析により再現すると、対策開始前 10mg-As/L(局所的には 100mg-As/L)を超えて残存していた高濃度の汚染地下水は、対策の実施によりほとんどが除去され、1～2mg-As/L 程度の汚染を残すのみと再現されました。この結果は実測データとも整合しています。(図 11)

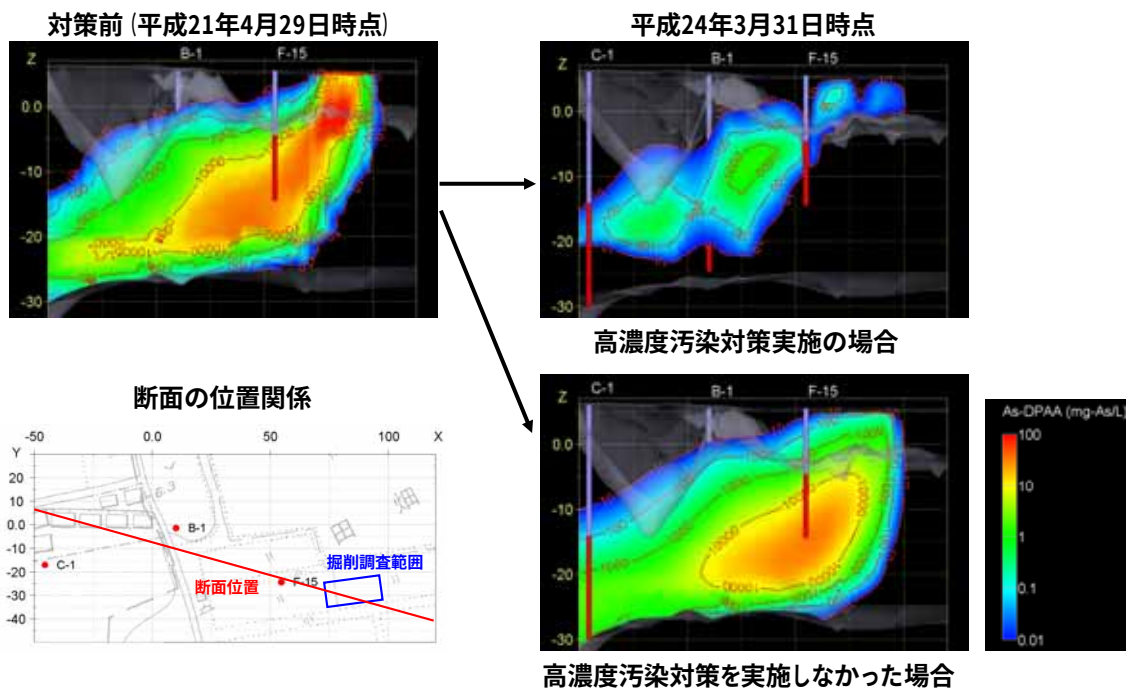


図 11 数値解析による高濃度汚染対策の再現結果

③有機ヒ素化合物の除去量

- 平成 23 年 3 月末時点及び同年 10 月末時点で、本対策による総ヒ素除去量はそれ

それ約 163kg、175kg と算出され、有機ヒ素化合物に換算すると、約 145kg、155kg と推計されます（総ヒ素に占める有機ヒ素化合物の割合は、揚水井戸における総ヒ素濃度に対する有機ヒ素濃度の割合を一定とし、その値を実測値から 0.885 と求めて算出）。

- 対策前、A 井戸付近に残存していた有機ヒ素化合物は約 160kg と想定され、対策による有機ヒ素化合物の除去率は約 90%（平成 23 年 3 月末時点）、約 97%（平成 23 年 10 月末時点）となります。
- こうしたことから、A 井戸周辺の有機ヒ素化合物の約 90%を除去するという目標は、概ね達成されたものと考えられます。

④数値解析による今後の汚染状況の予測

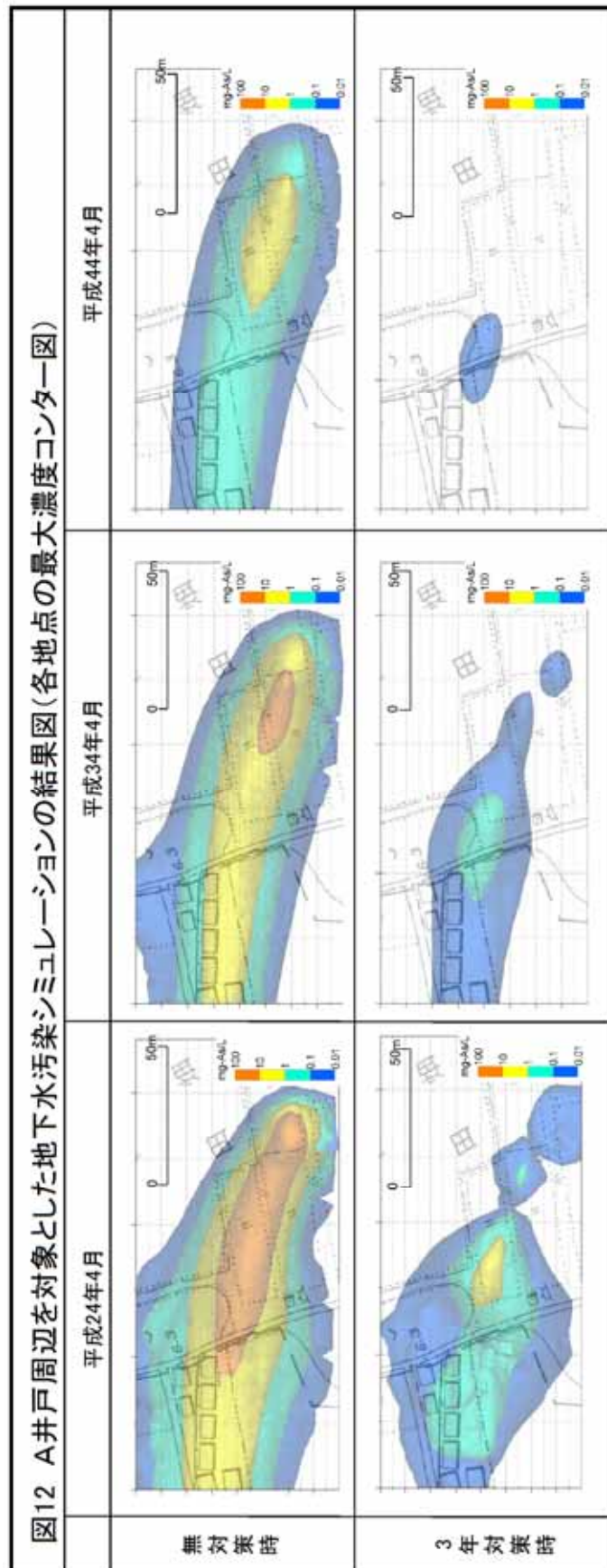
A 井戸周辺及び神栖地区汚染全域を対象にそれぞれ、高濃度汚染対策を講じなかった場合と 3 年間の高濃度汚染対策の結果を反映させた場合とについて数値解析を行った結果を図 12 及び図 13 に示します。

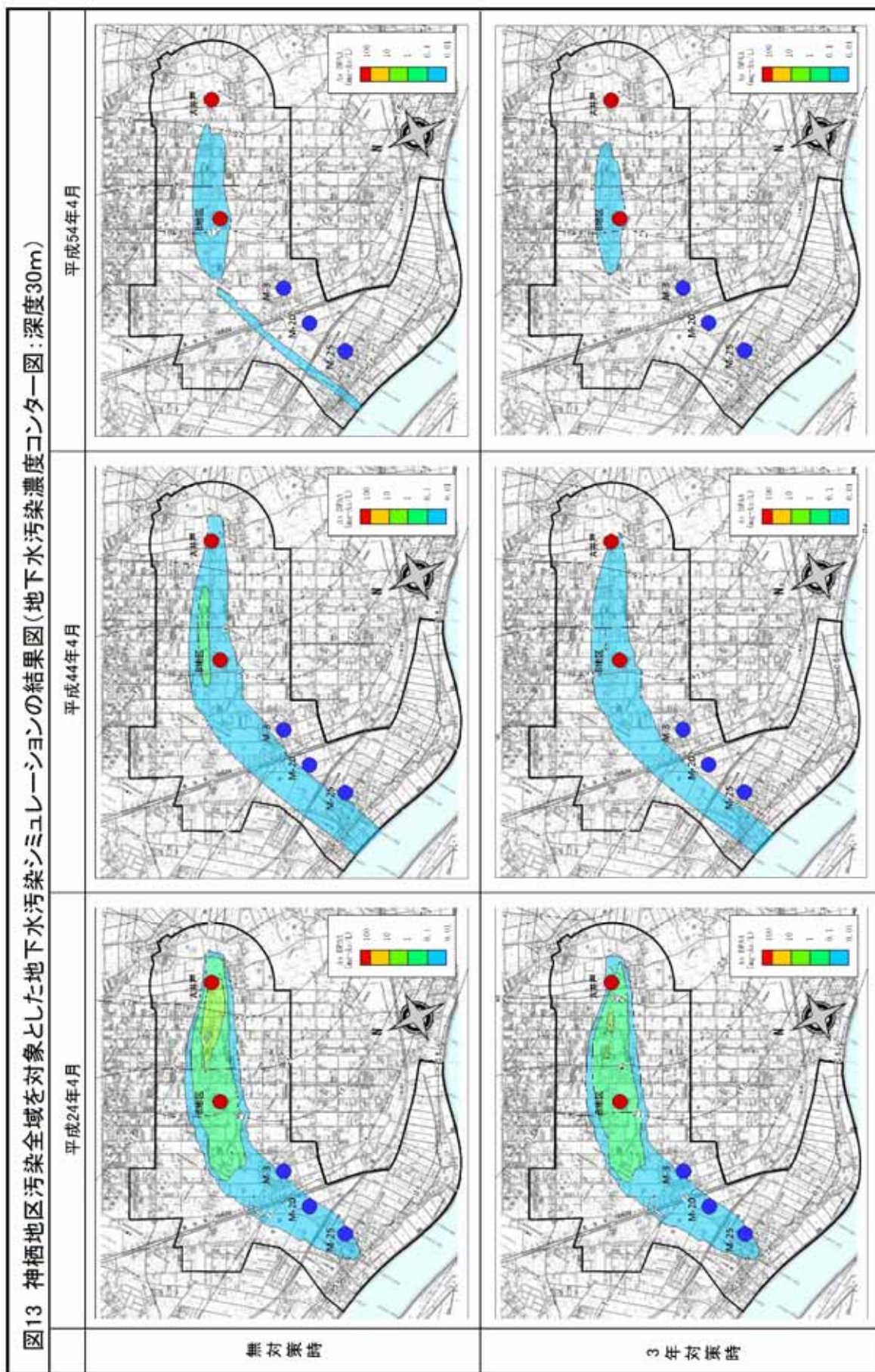
- A 井戸周辺を対象とした数値解析では、高濃度汚染対策を講じなかった場合、A 井戸周辺の有機ヒ素濃度がヒ素の地下水環境基準(0.01mg/L)以下になるまで、約 50 年を要すると予測されています。一方、実際に行った 3 年間の対策での濃度推移を数値解析に反映させて予測すると、A 井戸周辺の有機ヒ素濃度がヒ素の地下水環境基準以下になるまでには、対策終了から約 22 年後と予測され、期間が約半分程度にまで短縮されます。
- 図 12 において、対策を講じなかった場合、A 井戸周辺では平成 24 年 4 月時点で 10mg-As/L を超える汚染が顕著に見られますが、対策の結果を反映させた場合、数 mg-As/L 程度の汚染が局所的に見られるのみと予測されます。
- さらに、その 10 年後の平成 34 年では、対策を講じなかった場合、10mg-As/L を超える汚染が引き続き残存する一方、対策の結果を反映させた場合、1mg-As/L を超える汚染は存在せず、1mg-As/L 以下の汚染が細長い帯状に残る程度と予測されます。
- 平成 44 年においては、対策を講じなかった場合、1mg-As/L を超える汚染が依然として残存する一方、対策の結果を反映させた場合、0.1mg-As/L 以下の汚染が局所的に残存するのみと予測されます。
- 図 13 では深度 30m の濃度分布を例にとり、対策を講じなかった場合は、平成 44 年においても、0.01mg-As/L 以上の汚染範囲が B 地区南西方向に一定の幅を持って存在している一方、対策の結果を反映させた場合には、その汚染範囲の幅が比較的狭まっている状況が予測されます。

なお、神栖地区汚染全域を対象とした数値解析において、対策の結果を反映させた場合に汚染状況が改善し始める時期が A 井戸周辺と比較して遅くなるのは、対策によって A 井戸周辺の汚染状況が改善された地下水が、B 地区等に到達するまでに一定の期間を要するためです。

- さらにその 10 年後の平成 54 年には、対策を講じなかった場合には、B 地区南西方向に引き続き汚染が帯状に残存する一方、対策の結果を反映させた場合には、汚染は A 井戸周辺から B 地区付近に確認されるのみと予測されます。

- また図 13 からは、今回行った数値解析の条件の下では、神栖地区全体では、将来にわたり、飲用自粛範囲を越えての高濃度の有機ヒ素汚染の拡大がないことも予測されます。





6. 今後の対応

高濃度汚染対策事業については、当初2年間だった予定を延長して地下水の揚水を継続し、①A 井戸周辺に残存する有機ヒ素の約 90%を除去するとの目標を十分に達成したこと、②平成 23 年 5 月以降、比較的汚染の程度が高い掘削調査地点を集中して揚水処理を実施したところ、掘削調査地点及びその周辺における汚染の程度に大きな差が無くなったこと、③これまで複数ある揚水井戸を効率的に組み合わせ、可能な限りの揚水処理を行うことで、処理前の原水槽の濃度が当初の3%と大幅に低くなった一方、技術的な限界にも近づき、これまで以上の効果的な揚水処理は困難であることを踏まえると、3年間の対策で十分な効果が得られたと判断されることから、揚水処理を平成 23 年度限りで終了することとします。

①山止め矢板撤去作業期間中の揚水処理及びモニタリング

掘削調査地点では、掘削調査の安全対策上設置された山留め矢板が圧入されており、平成 23 年 11 月以降、その撤去にむけた準備作業を開始しています。

山留め矢板撤去作業期間中は、掘削調査地点内の揚水は行えませんが、地下水処理施設の有効活用の観点から、作業期間中も掘削調査地点近傍の F-15 井戸等から揚水を行い、できるだけ多くのヒ素の除去を目指すこととします。また、山留め矢板撤去作業に起因する周辺地下水への影響の有無を確認するため、山留め矢板周辺の井戸において、撤去作業中のモニタリングを行います。

②山留矢板撤去後の揚水処理及びモニタリング

山留め矢板撤去後、掘削調査地点内の井戸の含めたモニタリングを行いつつ、適切な揚水井戸を選択し、平成 23 年度末まで揚水処理を行います。

また、万が一、顕著に濃度上昇がみられる井戸があった場合には、必要な設備を再設置し、揚水処理を行います。

③地下水処理施設の撤去

地下水の揚水処理は平成 23 年 3 月末で終了し、平成 24 年度は地下水処理施設の撤去を行います。

④今後の地下水のモニタリング等

平成 24 年度は、揚水処理終了後の影響の有無を確認することを目的としたモニタリングを行います。このモニタリングはこれまで同様、年4回の DPAA のモニタリングに加え、A 井戸周辺部においては、月1回総ヒ素分析を行います。

平成 25 年度以降についても、有機ヒ素化合物等の検出状況の推移を見つつ、適切なモニタリングを実施することといたします。

なお、平成 24 年度以降のモニタリングにおいて、これまでの知見の範疇をこえる汚染の状況が確認された場合には、状況に応じた適切な対応を図ることといたします。