

第4章.高濃度汚染対策の計画

4.1. 高濃度汚染対策実施の背景

4.1.1. 現状の整理

2003年3月のDPAAによる地下水汚染の発覚以降、閣議了解に基づき環境省が中心となって、地歴調査、ボーリング調査、地下水・土壌調査等の汚染メカニズム解明調査を実施してきた。調査の結果、A井戸の南東90m地点付近において高濃度のDPAAを含むコンクリート様の塊が発見され、地下水モニタリングをはじめ数値解析による汚染状況の再現等の結果、この塊が神栖地区全体の汚染源である可能性が高いことが示された。発見したコンクリート様の塊は、周辺の汚染土壌とともに全て現場から撤去し、適正に焼却処理されたところである。

しかし、A井戸付近や掘削調査地点の地下水からは、コンクリート様の塊を撤去した後も、10～30mg-As/L程度の高いDPAAが検出される状況にあった。さらに、「シミュレーション等報告書」においては、A井戸付近が地下水環境基準以下になるには約60年後と予測されるなど、汚染状況は直ちには改善されないと予測されている状況であった。

4.1.2. 神栖地区の地下水利用

神栖市周辺域は、利根川の下流域に当たり、その地盤は利根川により供給された良質な砂及び砂礫地盤で構成されている。このため、地下水が豊富かつ清浄であるとして、従来より井戸水を飲用水及び生活用水として利用する習慣があった。地下水汚染の発覚までは、水道が整備されている箇所はあるものの、飲用を含む生活用水のほとんどを井戸水に依存していた箇所が多かった。地下水汚染の発覚以後、汚染が確認された範囲では、井戸水の飲用自粛を要請しており、水道の整備が徐々に行われているところではあるが、今後、将来的に長期に渡って飲用自粛を要請することは住人にとっては負担になると考えられた。

また、神栖市周辺地域では広く農業が営まれており、農業用水として地下水の利用が盛んであることから、高濃度部での汚染地下水の揚水により、下流域への高濃度汚染地下水の流出を防止することは、汚染期間の減少につながり、周辺の水利用に対しても大きな効果になると考えられた。

4.2. 高濃度汚染対策の前提条件の整理、対策技術の選定及び水処理方法

神栖地区の DPAA による地下水汚染は、1993 年に始まったと考えられ、2006 年時点で下流域約 3km に渡って帯状に汚染が広がっていた。このように広域に広がった地下水汚染を対策（浄化）する場合、その全範囲を対象とすることは技術的に難しく、効果的な対策方法を検討する必要がある。

4.2.1. 前提条件の整理

高濃度汚染対策の計画に当たって、配慮した前提条件は以下のとおりである。

- ① 対策による周辺への汚染拡散防止：
神栖地区の地下水汚染は、時期による濃度変化はあるものの、地下水の汚染範囲は、掘削調査地点から A 井戸、そして B 地区から常陸利根川方向へと細長く帯状に、ほぼ同じ位置に存在している。対策に伴う人為的な地下水流動の変化によって、汚染されていない地域への新たな汚染地下水の拡散を防止する必要があった。
- ② 原位置対策：
汚染地下水に対する対策方法として民間産廃施設等への搬送を考えた場合、揚水施設の整備や維持管理、収集運搬、委託費等に莫大な経費が掛かる。さらに、住民感情や放流条件などの問題から処理先の確保が困難であるため、現実的な方法とは言えない。汚染地下水対策方法は原位置対策を基本とした。
- ③ 施工条件：
地下水汚染が確認されている地域は、ほぼ民地となっている。そのため対策は、現状復旧可能な対策とすることを原則とした。

4.2.2. 対策技術の選定

神栖地区における有機ヒ素化合物の原位置浄化技術は、「平成 17 年度有機ヒ素化合物等に汚染された土壌及び地下水の浄化技術に関する調査研究業務」から、以下の 3 技術が考えられた。

- ① 揚水浄化技術
- ② 透過性浄化壁（マルチバリア）
- ③ 遮水技術＋揚水処理技術の併用

このうち、透過性浄化壁（マルチバリア）については、現段階では処理の安定性確保にさらなる検討が必要とされていた。また透過性浄化壁は、周辺地盤よりもその透水性を高める必要があるが、当該地の地下水汚染の主たる帯水層の透水係数が $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ オーダーを示し非常に透水性が高いため、透過性浄化壁自体の透水係数を現地盤よりも高いもので構築することが困難と考えられた。さらに帯水層の深度が深く、施工費が膨大になると考えられ、現況復旧を基本とすると、撤去が難しい本工法の採用は困難と判断された。

次に、遮水技術＋揚水処理技術の併用については、効率的な揚水処理浄化のための遮水壁の併用を考えた場合、地下水流動阻害による汚染拡大、施工性（施工ヤードの確保、設置に伴う騒音・振動問題）等で地域住民の負担が大きいと考えられたため、本工法の採用は困難と判断された。

以上のことから、対策技術としては、揚水浄化技術を採用することとした。

4.2.3. 水処理方法の選定

有機ヒ素化合物の水処理方法には、「平成 17 年度有機ヒ素化合物等に汚染された土壌及び地下水の浄化技術に関する調査研究業務」に示された 3 案があった（表 4.2.1）。このうち、本事業においては、比較的効率がよく、費用対効果にすぐれた粉末活性炭吸着＋凝集沈殿処理を採用するものとした（表 4.2.2）。

表 4.2.1 有機ヒ素化合物の水処理方法一覧

方法	概要	フロー	発生汚泥
促進酸化処理	紫外線とオゾンを組み合わせた酸化処理方法である。OH ラジカル（ヒドロキシルラジカル）の強い酸化作用により、原水中の有機ヒ素化合物を分解させる。		無機ヒ素汚泥（産廃処理）
膜処理	膜（RO 膜）を通して地下水をろ過し、細菌のようなコロイド次元の大きさの懸濁固形物から溶解性の化合物に至るまでの不純物を除去する。		無機ヒ素汚泥（産廃処理）
粉末活性炭吸着＋凝集沈殿処理	地下水中に存在する有機ヒ素化合物を粉末活性炭に吸着させた後、凝集沈殿処理により有機ヒ素化合物含有汚泥として地下水から分離・除去することで、地下水中の有機ヒ素化合物を除去する。		有機ヒ素化合物汚泥（産廃処理、焼却処理が必要）

表 4.2.2 各水処理技術のコスト比較（水処理量：288m³/日の場合）

	促進酸化処理 (光化学分解)	RO 膜処理	粉末活性炭吸着 +凝集沈殿処理
概算費用（単位：千円）			
プラント建設費	438,000	1,425,000	94,000
維持管理費（年間）	43,000	551,900	89,600
合計（処理期間1年）	481,000	1,976,900	183,600
合計（処理期間3年）	567,000	3,080,700	362,800
合計（処理期間5年）	653,000	4,184,500	542,000
概算敷地面積（m ² ）	270	790	120
発生汚泥	無機ヒ素汚泥	無機ヒ素汚泥	有機ヒ素汚泥

維持管理費内訳：薬品代、電気代、人件費、水質分析費、水道代、燃料費（RO 膜処理のみ）、廃棄物処理費

4.2.4. 対策範囲の検討

地下水汚染の範囲が広範囲にわたることから、神栖地区全体を対象とする場合と A 井戸周辺部（高濃度部）だけを対象とする場合の比較検討を行った。

(1) 神栖地区全体を対象とする場合

1) 揚水井戸の選定

地下水汚染は、A 井戸から B 地区、そして AB トラック南西へと約 3km に渡って細長く分布している。揚水井戸は、揚水による周辺への影響が最も少ないと考えられる最下流地点（M-20 付近）での揚水を考えた。

2) 水処理量及び期間の設定

AB トラック全体の揚水処理量の推定に際し、汚染地下水が汚染源から現時点で確認されている最下流まで到達する時間と、揚水計画地点で考えられる揚水量の関係から必要処理量を算定した。

i) 汚染源からの到達時間

コンクリート様の塊から発見された空き缶の年代から、コンクリート様の塊が投棄された時期は、1993 年 6 月以降と考えられている。また、2007 年冬季時点で汚染が確認されている最下流地点として M-20 がある。1993 年を初年とすると M-20 まで汚染が到達するのに約 12 年要することとなる。試算条件は概算として 10 年とした。

ii) 水処理量

汚染の最下流である M-20 の帯水層の揚水能力は、近傍の企業局揚水井戸（4 号）の実績を参考にすると、1,400m³/日となる。これを当該帯水層の揚水能力相当とした水処理量とした。

iii) 水処理量と水処理期間

1 日当たり水処理量：1,400m³

揚水期間：10 年間

総水処理量：1,400m³/日 × 365 日 × 10 年 = 5,110,000m³

(2) A 井戸付近の高濃度地下水を対象とする場合

1) 揚水井戸の選定

これまでの地下水汚染状況から、最も効果があると考えられる A 井戸直近の B-1 からの揚水を考える。

2) 水処理量及び期間の設定

i) 水処理量

A 井戸近傍にある B-1 井戸からの水処理を考えると、A 井戸からコンクリート様の塊までは約 90m 離れており、揚水によってすべての汚染地下水を水処理するとなると、地下水の集水範囲は同心円状に広がるため、地下水揚水量は、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} & \text{揚水半径} \times \text{揚水半径} \times \text{円周率} \times \text{帯水層厚} \times \text{有効間隙率} \\ & 90\text{m} \quad \times \quad 90\text{m} \quad \times 3.14 \quad \times \quad 30\text{m} \quad \times \quad 0.25 = 190,755\text{m}^3 \end{aligned}$$

ii) 水処理期間

これを揚水試験で求めた、1 日当たりの揚水量 288m³（0.2m³/分×60min×24H）で割ると、662 日（約 2 年）となる。

iii) 水処理量と水処理期間

1 日当たり水処理量：288m³

水処理期間：662 日（約 2 年）

総水処理量：288m³ × 662 日 = 190,656m³

(3) 汚染対策範囲の比較検討結果

表 4.2.3 は、汚染対策範囲の比較検討結果である。同表より、A 井戸付近で対策を行うことが最も現実的と判断された。

以上のことより、対策は、汚染源である掘削調査地点及び高濃度汚染地下水が残存する A 井戸付近を対象とし、汚染源域での汚染地下水の揚水処理を行うことで、下流域への高濃度汚染地下水の流出を抑制する対策とした。

表 4.2.3 汚染対策範囲の比較検討結果

工法	神栖地区全体を対象	A 井戸付近（高濃度部）
概要	AB トラック全体を最下流で浄化	高濃度部をねらい効率良く浄化 下流域への高濃度汚染の流出を抑制
条件	<ul style="list-style-type: none"> ●揚水井戸配置：汚染最下流である M-20 付近（新規掘削が必要） ●井戸構造：井戸深さは難透水層となっている深度 40m 付近まで。ストレーナは 20～40m。孔径は必要量が確保できるもの。 ●揚水量：1,400m³/日（近傍の工業揚水井戸実績、揚水量を少なくすると汚染が井戸脇を通過する可能性がある） ●揚水期間：10 年 ●総処理量：511 万 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> ●揚水井戸配置：既設の B-1 揚水井戸 ●井戸構造：20～30m のストレーナ。口径 150mm ●揚水量：288m³/日（揚水試験時の限界揚水量） ●揚水期間：662 日（約 2 年） ●総処理量：約 19 万 m³
周辺住環境への影響	新たな井戸掘削及び、処理量が多いため、大規模プラントを要する。現時点で高濃度は確認されていないため、処理後の風評被害等が懸念される。	既存の井戸を利用するため、影響は少ない。また、処理量が対案に比べ少ないためプラントも小規模となる。
汚染域拡大の可能性	下流から汚染を引き寄せるため、現在の高濃度プルームの位置が変わり、汚染の拡大となる可能性がある。	可能性は低い。
地下水モニタリングへの影響	A 井戸付近の高濃度地区については、影響は少ない。	揚水浄化による影響が下流モニタリング孔に出る。
施工性	新規の井戸設置が必要。処理プラントが大きくなる。	処理プラントのみの建設
経済性	概算 59 億円（建設費＋維持管理費（12 年間））	概算 3 億円（建設費＋維持管理費（2 年間））
実績	帯水層全体での揚水能力が不確定である。	B-1 は揚水試験を行っており、このデータから検討を行うことが可能である。
懸案事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対策期間の長期化 ・ 対策費が高額 ・ 汚染拡大のリスクを伴う 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下流域には直接対象としていない。
総合評価	対策時間、費用対効果、汚染拡大のリスクが大きいため、現時点では現実的な工法ではない。	A 井戸付近のみであるが、周辺への影響が少ない。本工法により下流域への効果も見込める。

4.3. 高濃度汚染対策の揚水等の条件設定

4.3.1. 高濃度汚染対策における揚水・注水の概要

高濃度汚染対策は、高濃度の地下水汚染が残存するA地区（A井戸周辺及び掘削調査地点）を対象範囲とした。高濃度汚染対策における揚水井戸は、A井戸の直近で高濃度汚染地下水が残存し、かつ、水理定数取得のために設置したB-1井戸、汚染源があった掘削調査地点、そして高濃度の汚染が残存すると予測された掘削調査地点とA井戸の間地点（F-15井戸）の3箇所とした。

これらの井戸による総揚水量は、すでに実施した地下水汚染シミュレーションモデルを用いて汚染地下水揚水による対策効果予測を行った際のB-1井戸の限界揚水量が288m³/日であったこと等を勘案し、1日当たり300m³とした。

さらに、コンクリート様の塊があった土留め矢板内は、コンクリート様の塊撤去以後も特に深度10m付近が高濃度であったため、より効果的な対策となるように、表層から水道水を注水するとともに同時に深部から揚水し、エリア内の地下水を循環させることで汚染地下水の除去効率を高めることとした。なお、注水に際し、目詰まり等による注水量の減少が想定されたため、土留め矢板内の表層部の深度2.0～2.5mの間に、高透水層となる碎石層を設けることとした（図4.3.2）。

図4.3.1は高濃度汚染対策における揚水井戸の位置図、図4.3.2は高濃度汚染対策における掘削調査地点の注水と揚水の概要図である。

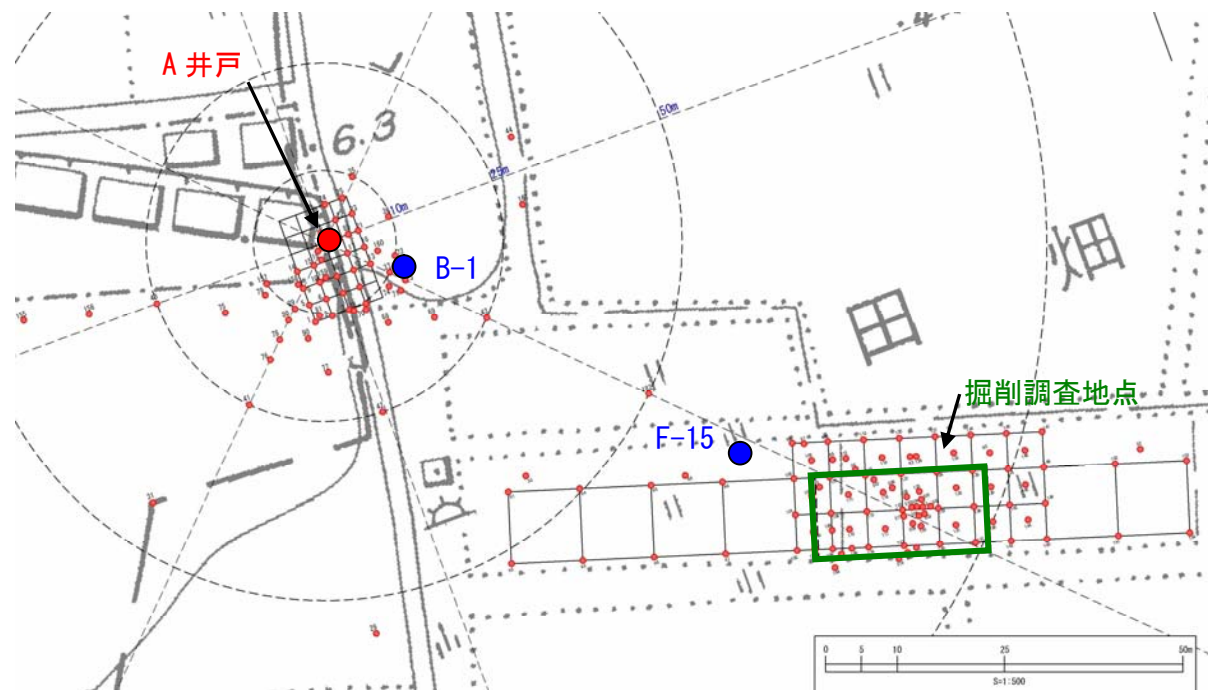


図4.3.1 高濃度汚染対策における揚水井戸の位置図

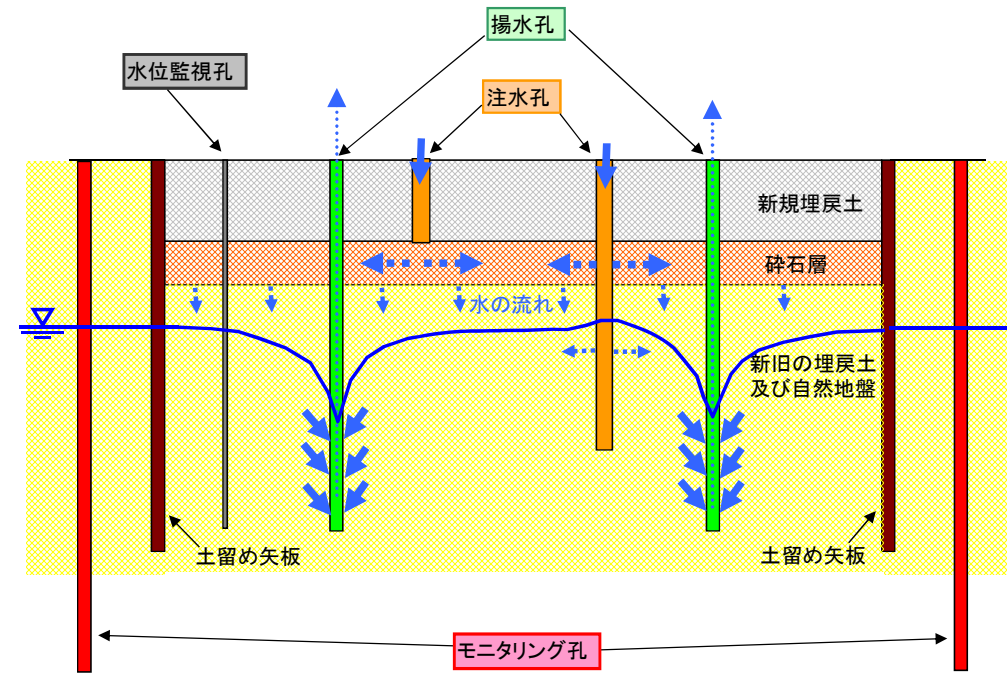


図4.3.2 高濃度汚染対策における掘削調査地点部の揚水と注水の概念図

4.3.2. 揚水井戸の選定

高濃度汚染対策における揚水井戸は、A井戸の直近で高濃度汚染地下水が残存し、かつ、水理定数取得のために設置したB-1井戸、汚染源があった掘削調査地点、そして高濃度の汚染が残存すると予測された掘削調査地点とA井戸の間地点（F-15井戸）の3箇所とした。

B-1井戸は、汚染メカニズム検討のための地下水シミュレーションを実施するに当たり、透水係数等の水理定数を算出するために既に設置してあったことに加え、当該地では2007年春季においても10mg-As/L程度の汚染が複数残存し、周辺もよりも高濃度であったために選定した。

F-15井戸は、『シミュレーション等報告書』に示したA井戸詳細地下水汚染シミュレーション結果より、最も高濃度のDPAAが存在すると試算されていた箇所であったため、当該位置を選定した。なお、検討時点で当該井戸は未設置であったため、追加で揚水井戸を掘削・設置することとした。

掘削調査地点は、コンクリート様の塊撤去以後も、特に深度10mにおけるDPAA濃度が2007年春季においても8mg-As/Lを越えるなど、常時高い状況で推移していたため、未だ高濃度の汚染が残存する可能性が高いとして揚水地点として選定した。なお、掘削調査地点は注水も併用しているが、その概要は図4.3.2に示したとおりである。

図4.3.3は、A井戸近傍部における2007年春季の深度30mのDPAA濃度分布である。

図4.3.4は、A井戸詳細地下水汚染シミュレーションにおける2008年時点の掘削調査地点からA井戸にかけての地下水汚染濃度コンター断面図（無対策時）とF-15井戸位置の関係図である。

図4.3.5は、掘削調査地点付近における2007年春季の深度10mのDPAA濃度分布である。

なお、図4.3.4に示すように、掘削調査地点からA井戸にかけては、深度30mよりもむしろ深度20m付近の濃度が高いと想定されたため、F-15井戸の深度は20mとした。

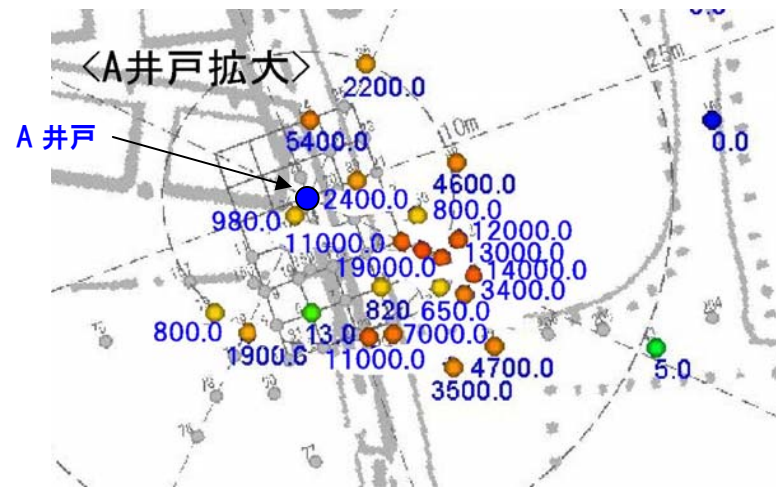


図 4.3.3 A井戸近傍部における 2007 年春季の深度 30m の DPAA 濃度分布 (単位: $\mu\text{g-As/L}$)

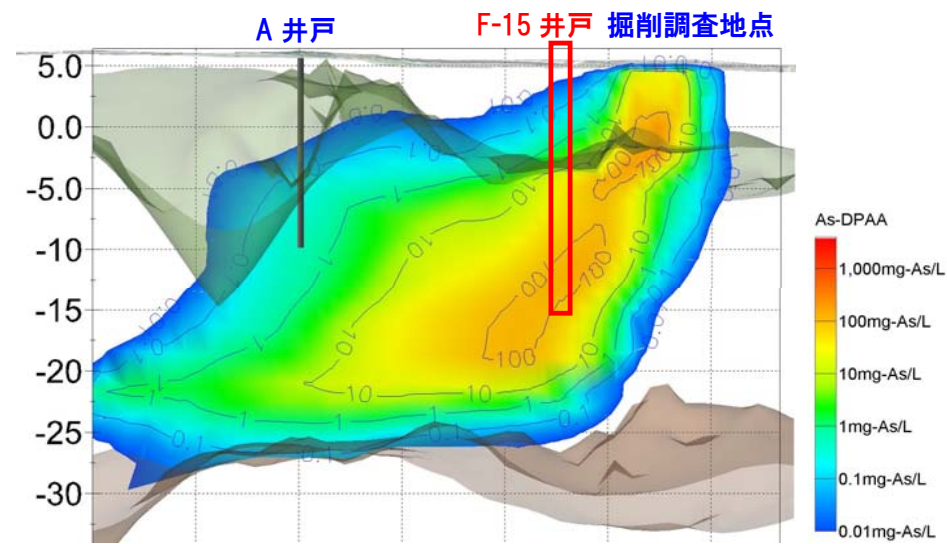


図 4.3.4 A井戸詳細地下水シミュレーションにおける 2008 年時点の掘削調査地点から A井戸にかけての地下水汚染濃度コンター断面図 (無対策時) と F-15 井戸位置の関係図

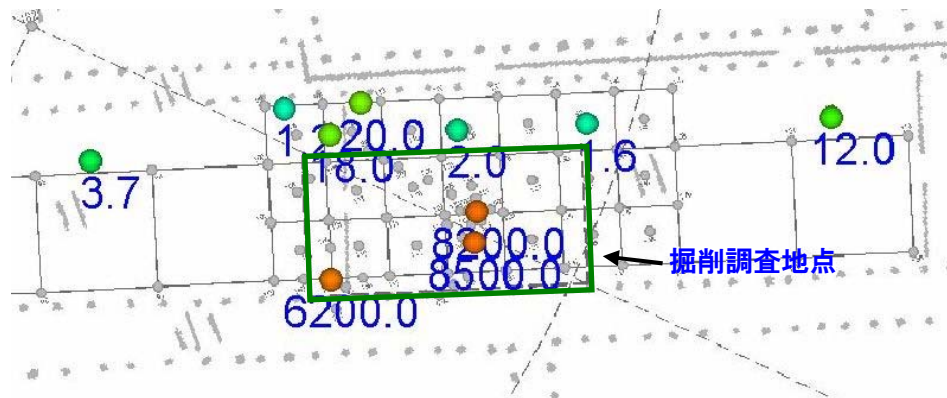


図 4.3.5 掘削調査地点付近における 2007 年春季の深度 10m の DPAA 濃度分布 (単位: $\mu\text{g-As/L}$)

4.3.3. 揚水量の検討

(1) シミュレーションにおける揚水量の条件

高濃度汚染対策における各井戸の最適な揚水量を検討するため、表 4.3.1 に示す 3 ケースの条件でシミュレーションによる対策効果の比較検討を行った。

揚水量は、当該地で最も透水性が高い洪積砂礫 2 層 (Dg2) を対象としている B-1 井戸の限界揚水量が $288\text{m}^3/\text{日}$ であったことと、当該地において現実的に建設可能な処理施設規模から、1 日当たり 300m^3 と 110m^3 の 2 案とした。表 4.3.1 は、揚水量検討における各井戸の揚水量である。なお、ここでは、安全側の検討とするため、注水による希釈効果は見込まない条件とした。

表 4.3.1 揚水量検討における各井戸の揚水量

区分	揚水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)		ストレーナ区間	備考
	CASE1	CASE2、3 [*]		
B-1 井戸	30	150	深度 20~30m	
F-15 井戸	20	90	深度 15~20m	
掘削調査地点井戸	60	60	深度 6~10m	1 箇所 $10\text{m}^3/\text{日}$ とし 6 箇所の井戸を想定
合計	110	300		

※CASE2、CASE3 は、遅延効果有無の違い

CASE2、3 の総揚水量 $300\text{m}^3/\text{日}$ は、B-1 井戸を限界揚水量の約 50% の $150\text{m}^3/\text{日}$ 、掘削調査地点井戸を 1 箇所 $10\text{m}^3/\text{日}$ とし 6 箇所の井戸を想定、F-15 は残りの $90\text{m}^3/\text{日}$ とした。

CASE1 の場合は、注水も想定されたため掘削調査地点井戸の揚水量は CASE2 と同等とし、透水性が高いと考えられる B-1 井戸を $30\text{m}^3/\text{日}$ 、B-1 井戸よりも透水性が低いと考えられる F-15 井戸を $20\text{m}^3/\text{日}$ とした。

(2) シミュレーションにおける境界条件

比較検討に用いた境界条件は、以下のとおりである。

領域境界水位：2005 年の A 地区における平均的水位 (シミュレーション等報告書の無対策予測解析時と同じ)

降雨条件：2005 年の平均有効雨量 ($1.69\text{mm}/\text{day}$) の 50%

初期濃度条件：2006 年 12 月

揚水条件：表 4.3.1 参照

揚水期間：3 年間 (揚水は 24 時間連続運転とする)

(3) シミュレーションにおける水理・移流分散定数の条件

表 4.3.2 は水理定数一覧、表 4.3.3 は移流分散定数一覧である。これらの定数は、シミュレーション等

報告書に示した A 井戸詳細地下水汚染シミュレーションと同じである。

ただ、本検討において、対策効果の時間遅れの程度を安全側に検討するため、遅延を見込んだ場合と遅延を見込まない場合の計算を行った。遅延を見込む場合の遅延係数は 2 を入力した。遅延係数は、3.3.5 の項に示したカラム試験結果に基づき設定した値である。

表 4.3.2 水理定数一覧

記号	地層名	透水係数 (cm/sec)			比貯留係数 (1/cm)	有効間隙率 (%)
		X	Y	Z		
B1	埋土 1 層	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	2×10^{-5}	40
B2	埋土 2 層	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	2×10^{-5}	40
As	沖積砂層	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-3}	2×10^{-5}	30
Ag	沖積砂礫層	7×10^{-3}	7×10^{-3}	7×10^{-3}	1×10^{-6}	20
Ds1・2	洪積砂層	3×10^{-3}	3×10^{-3}	3×10^{-3}	4×10^{-5}	20
Dg1	洪積砂礫 1 層	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-3}	1×10^{-6}	20
Dg2	洪積砂礫 2 層	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-7}	20
Dc	洪積粘土層	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	2×10^{-5}	20

表 4.3.3 移流分散定数一覧

記号	地層名	分散長 (m)		分子拡散係数 (m^2/s)	屈曲率	遅延係数	減衰係数
		縦	横				
B1	埋土 1 層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
B2	埋土 2 層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
As	沖積砂層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
Ag	沖積砂礫層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
Ds1・2	洪積砂層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
Dg1	洪積砂礫 1 層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
Dg2	洪積砂礫 2 層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0
Dc	洪積粘土層	1	0.01	1×10^{-9}	1.0	2.0^{*1}	0.0

※1) 遅延を見込まない場合は、遅延係数 1 を入力した。

(4) シミュレーションのケース

シミュレーションは、以下の 3 ケースを実施した。

- ①CASE1：揚水量 110m³/日 遅延あり
- ②CASE2：揚水量 300m³/日 遅延あり
- ③CASE3：揚水量 300m³/日 遅延なし

(5) シミュレーションの結果

表 4.3.4 は、揚水量及び遅延効果の違いによる対策効果の比較結果一覧である。図 4.3.6 は揚水量及び遅延効果の違いによる対策効果率 (DPAA 除去率) グラフである。図 4.3.7 の①～③は揚水量及び遅延効果条件の違いによる DPAA 残存状況の比較断面図 (掘削調査地点から A 井戸方向断面) である。

なお、DPAA 除去率算出に用いた対策開始時の DPAA 量 (188.8 kg) は、「シミュレーション等報告書」に示した A 井戸詳細地下水汚染シミュレーションから算出した 2006 年 12 月時点の DPAA 量である。

表 4.3.4 揚水量及び遅延効果の違いによる対策効果の比較結果一覧

	CASE 名	CASE1	CASE2	CASE3
	揚水量	110 m ³ /日	300 m ³ /日	300 m ³ /日
	遅延	遅延あり	遅延あり	遅延なし
対策開始時の DPAA 量 (kg)	188.8kg			
DPAA 残存量 (kg)	1 年後	67.6	37.1	21.6
	2 年後	47.5	22.0	8.9
	3 年後	38.5	14.1	3.7
DPAA 除去率 (%)	1 年後	64.2	80.3	88.6
	2 年後	74.8	88.3	95.3
	3 年後	79.6	92.5	98.1
除去必要日数	50%除去	7 ヶ月	3 ヶ月	2 ヶ月
	80%除去	3 年以上	1 年	6 ヶ月
	90%除去	3 年以上	2 年 6 ヶ月	1 年 3 ヶ月

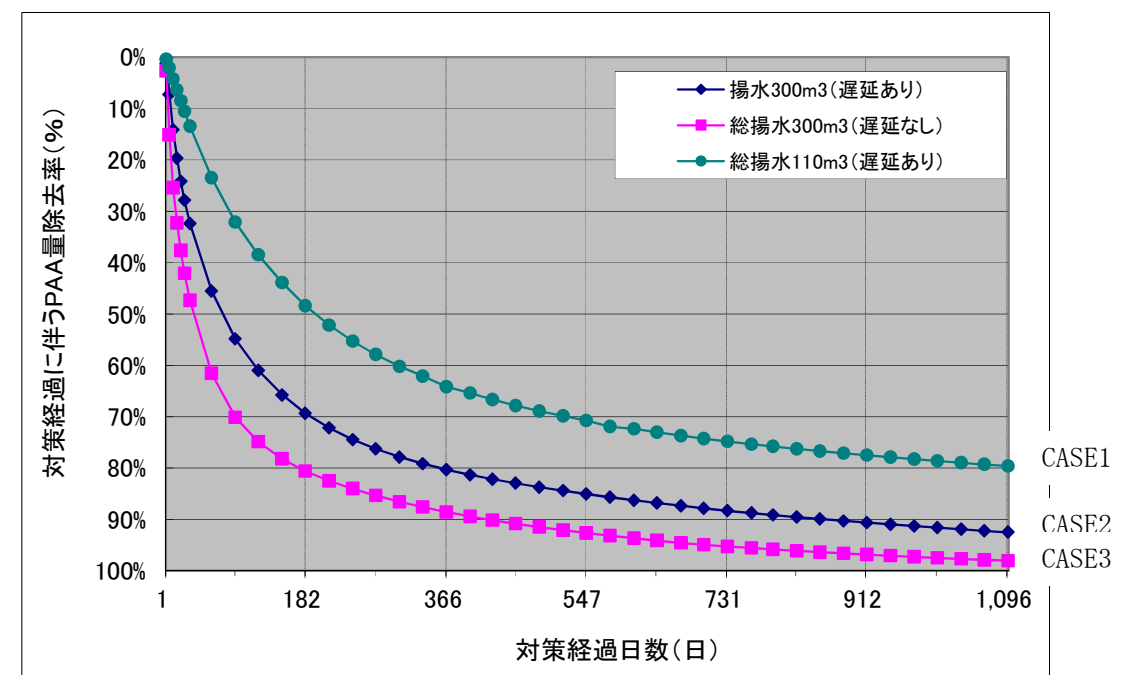


図 4.3.6 揚水量及び遅延効果の違いによる対策効果率 (DPAA 除去率) グラフ

CASE1 110m³/日（遅延あり）とCASE2 300m³/日（遅延あり）における除去に必要な日数を見ると、CASE2 300m³/日（遅延あり）では約1年で80%のDPAAが除去されるのに対し、CASE1 110m³/日（遅延あり）では3年経過しても80%除去にまで至らない。

また、遅延効果による対策経過日数を見ると、対策の経過に伴い除去率到達時間の差が顕著となり、80%除去だと6ヶ月、90%除去だと1年程度の差が生じると予測された。

図4.3.7を見ると、CASE2 300m³/日（遅延あり）では、特にB-1井戸より下流側の濃度低下効果が大きくバリア井戸としての効果が大きいのに対し、CASE1 110m³/日（遅延あり）では、B-1井戸の揚水量が30m³/日と20%にまで低下していることから、下流への汚染流出に対してある程度の効果はあるもののCASE2 300m³/日（遅延あり）と比較するとその抑制効果はかなり小さいと予測された。

図4.3.7① 揚水量および遅延効果の違いによるDPAA残存状況の比較断面図

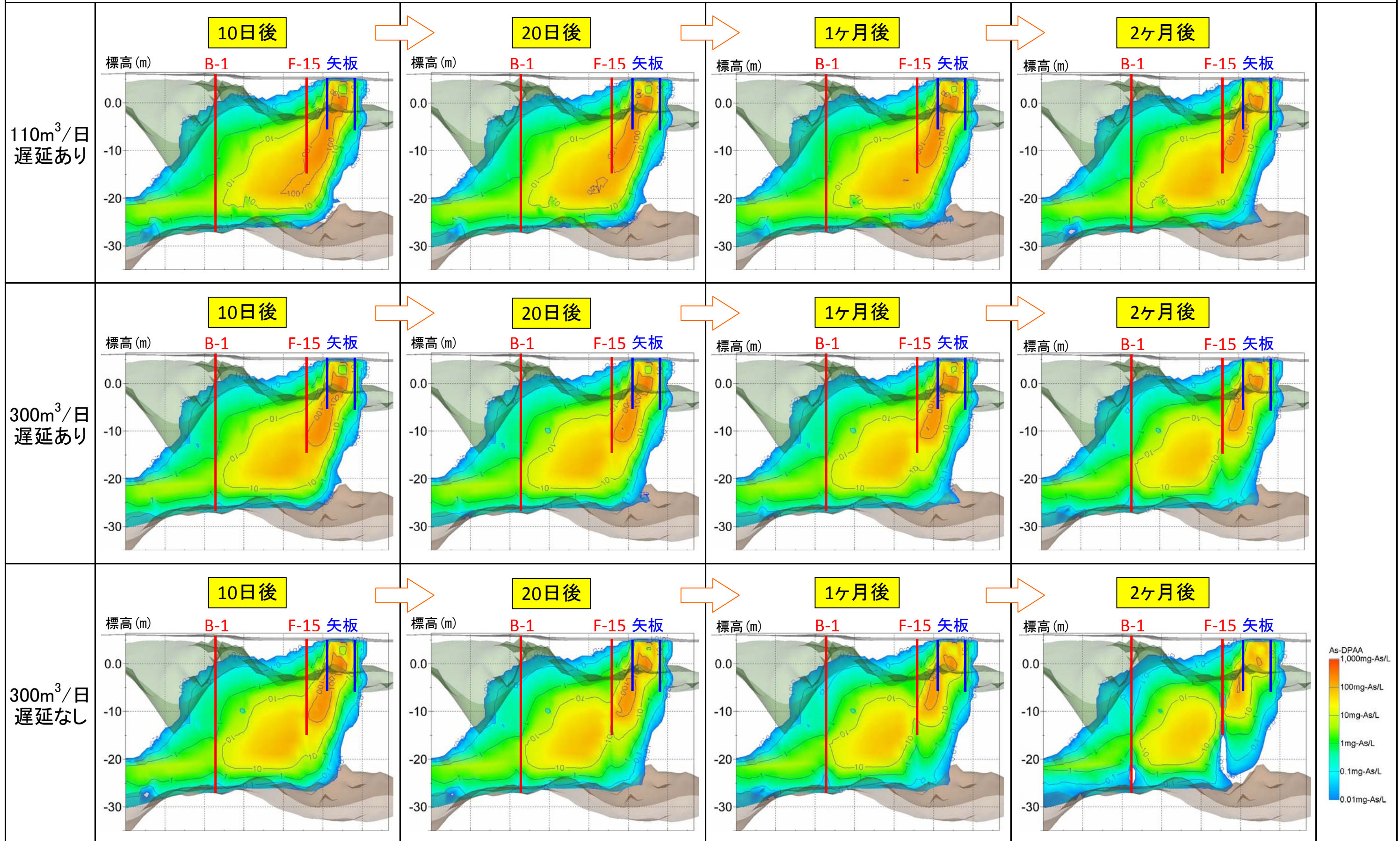


図4.3.7② 揚水量および遅延効果の違いによるDPAA残存状況の比較断面図

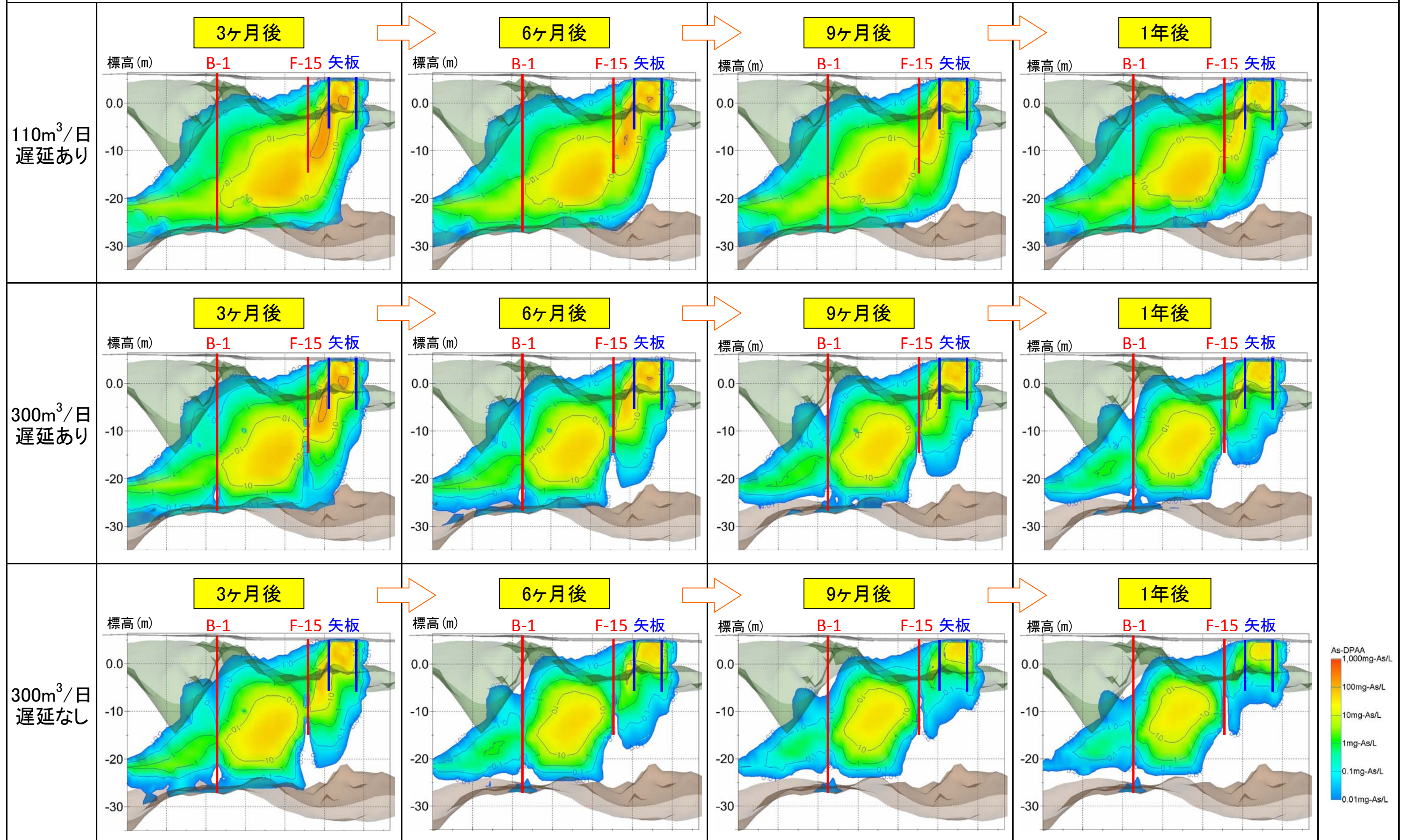
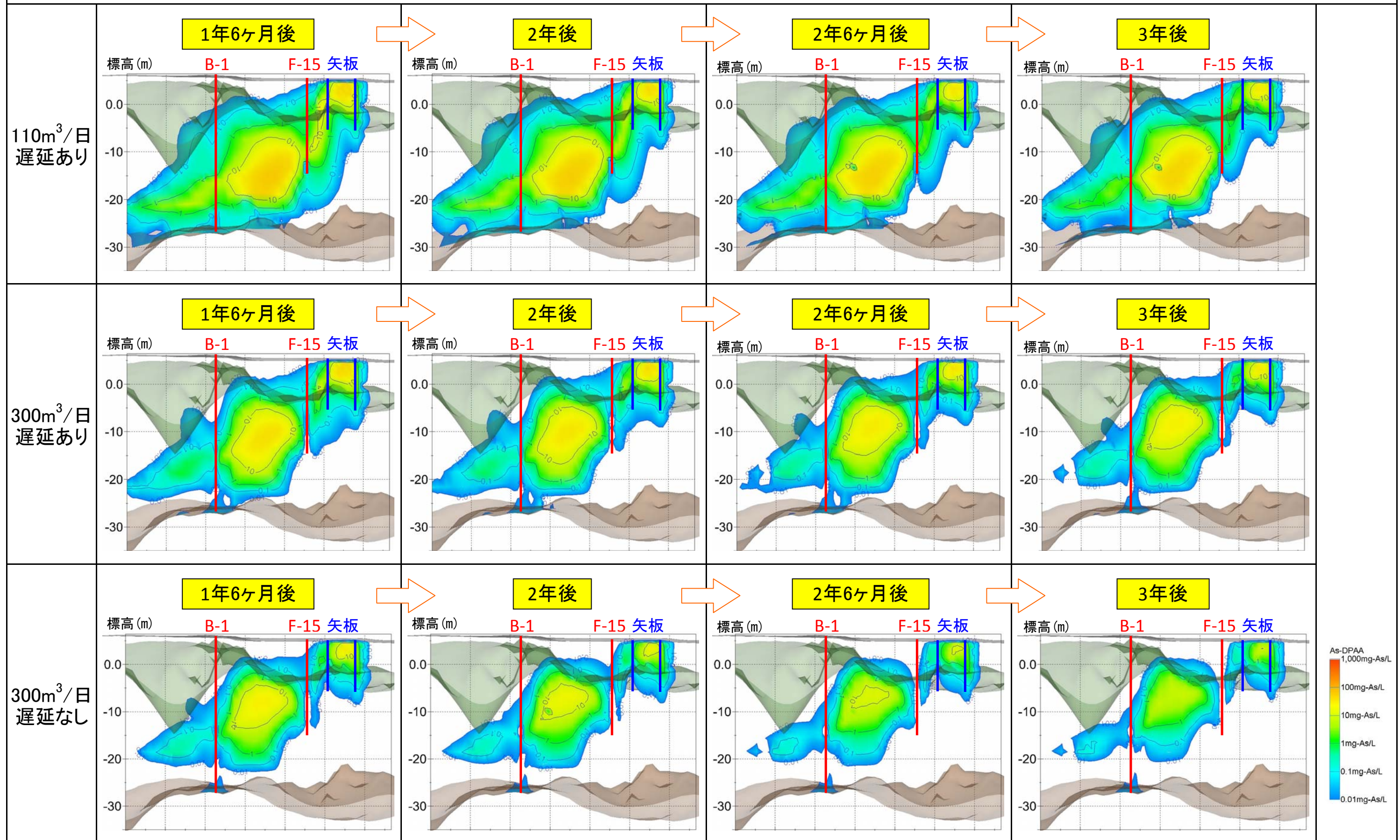


図4.3.7③ 揚水量および遅延効果の違いによるDPAA残存状況の比較断面図



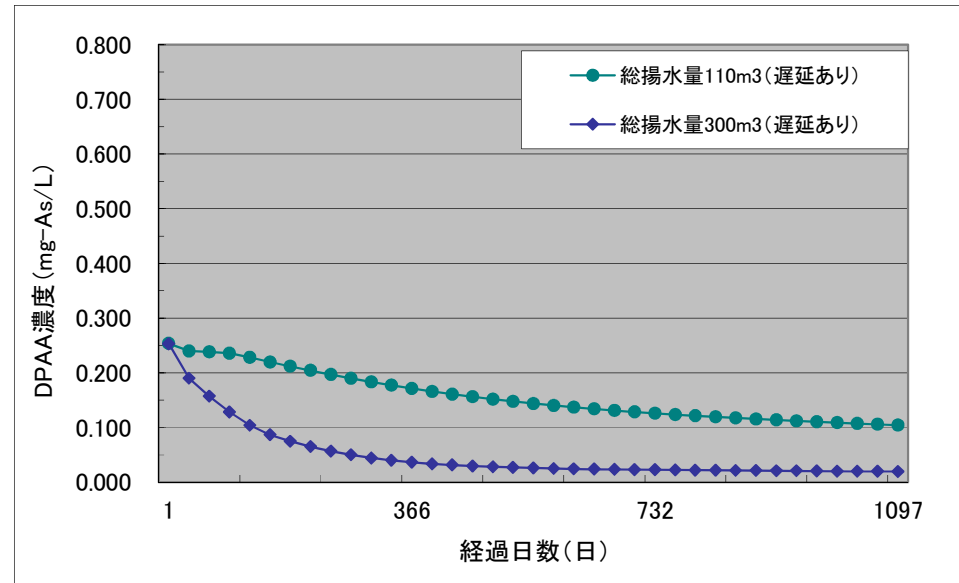


図 4.3.8 シミュレーションにおける B-1 井戸の下流に位置する No27 孔の深度 30m の DPAA 濃度

図 4.3.8 は、シミュレーションにおける B-1 井戸の下流に位置する No27 孔の深度 30m の DPAA 濃度である。同図に示すように、300m³/日では対策開始から約 3 年で 0.01mg-As/L 程度近くまで濃度低下するが、110m³/日では 0.1mg-As/L 程度で留まると予測される。

4.3.4. 注水量の検討

注水は、掘削調査地点の表層に残存すると考えられる高濃度の DPAA を効率的に除去するために行うものであるが、注水量については、前述の 3.3 章で示した現場試験や実証試験で 1 日当たり 42m³/日以上注水は可能と確認されたため、掘削調査地点の総量として 50m³/日とした。なお、注水する水は、水道水を使用することとした。

4.4. 高濃度汚染対策の目標

前述のシミュレーション等の検討結果より、1 月当たり 300m³ の揚水を 2 年間実施することで A 地区に残存する DPAA の 90% を除去できると試算されたことから、高濃度汚染対策の目標は、「高濃度汚染地下水への対策として、汚染地下水の処理施設を設置し、有機ヒ素化合物の除去処理を行う。この対策では、今後 2 年間の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の約 90% を除去することを目指す。」と定めた。

4.5. 高濃度汚染対策におけるモニタリングの計画

高濃度汚染対策の実施に当たり、対策の効果及び周辺地下水への影響を把握するため、これまで継続してきた年4回のDPAAモニタリングに加え、特にA地区を対象として頻度を高めたモニタリングを計画した。

4.5.1. モニタリング孔の新設

高濃度汚染対策による効果及び周辺地下水への影響を把握するため、表4.5.1に示すモニタリング孔を追加設置した。

掘削調査地点では注水を行うために、注水による汚染拡散監視のためのモニタリング井戸を土留め矢板を取り囲むように設置した。A地区の下流域では、No.27で時期によってDPAA濃度に変動がみられ、汚染プルームが南北方向に揺らいでいると考えられたため、地下水流向に対し直交方向でおよそ20m間隔で3孔のモニタリング井戸(No.201、202、203)を設置した。また、掘削調査地点とA井戸の間では元々モニタリング井戸が少なかったことに加え、高濃度のプルームが極めて細長い状態で存在している可能性があったため、高濃度プルームを確実に捉えるために既設モニタリング井戸の間を補足する形で設置した(No.204、205、206)。図4.5.1は、高濃度汚染対策におけるモニタリング井戸位置図である。

表4.5.1 高濃度汚染対策に伴って新設したモニタリング井戸

地区	番号	ストレーナ深度 (GL-m)	口径 (mm)	新設の目的
掘削調査 地点内	F-20	-1.5m	500	注水用
	F-21	-1.5m	500	注水用
	F-22	-2.0~-10.0m	100	揚水用
掘削調査 地点外縁	F-23	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-24	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-25	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-26	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-27	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-28	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-29	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
	F-30	-5.0~不透水層	50	汚染拡散監視用
掘削調査 地点内	F-31		50	対策効果確認用
	F-32		50	対策効果確認用
A地区 最下流	No.201	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用
	No.202	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用
	No.203	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用
掘削調査地点と A井戸の間	No.204	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用
	No.205	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用
	No.206	-6.0~不透水層	50	対策効果確認用

※不透水層は、概ね深度30m。

4.5.2. 高濃度汚染対策におけるモニタリング

表4.5.2は、高濃度汚染対策におけるモニタリング概要表である。同表に示すように、モニタリングは汚染物質の除去量を確認するためのモニタリング、対策効果を確認するモニタリング、汚染拡散把握のためのモニタリングを行うものとした。

モニタリングは、汚染物質の除去量を確認するモニタリングを除いて、当初は週1回、2ヶ月目以降は月2回の頻度とし、総ヒ素の分析を行った。また、総ヒ素に加え、月1回、DPAAの分析を行うものとした。汚染物質の除去量を確認するモニタリングは、開始直後の濃度変化が著しいことが想定されたため、当初1週間は毎日、以後は週1回とした。DPAAの分析は、その他同様月1回とした。

なお、処理水のモニタリングは、後述の5章に示すとおりであるが、揚水した汚染地下水を集約させた原水槽においては、週2回頻度で総ヒ素モニタリングを実施した。

表4.5.2 高濃度汚染対策におけるモニタリング概要表

モニタリング区分		箇所		頻度	
①	揚水による汚染物質の除去量を確認するモニタリング	B-1、F-15 F-1、F-5 F-6、F-22	6箇所	当初1週間は毎日、2週目以降は週1回(なお総ヒ素の内、月1回はDPAAを分析)	
②	対策効果(周辺での濃度低下)を確認するモニタリング	土留め矢板内	F-2、F-8、F-10 F-31、F-32	5箇所	
		土留め矢板外	No.27、No.34 No.37、No.39 No.201~206	10箇所	当初1ヶ月間は週1回、2ヶ月目以降は月2回(なお総ヒ素の内、月1回はDPAAを分析)
③	汚染を拡散させていないことを確認するモニタリング	A地区外縁	No.28、No.29 No.45、No.47	4箇所	当初1ヶ月間は週1回、2ヶ月目以降は月2回(なお総ヒ素の内、月1回はDPAAを分析)
		掘削エリア外縁	F-23~F-30 K-2	9箇所	当初1ヶ月間は1回/3日、2ヶ月目以降は月2回(なお総ヒ素の内、月1回はDPAAを分析)

図4.5.1 高濃度汚染対策におけるモニタリング井戸位置図

