

## 第7章 環境（水質）調査

### 7.1 井戸調査

水質モニタリング調査は45地点であり、3回にわたって採水および水質分析を行った。井戸調査の概要は、以下のとおりである。

- ・地下水位は全域に亘り徐々に降下しているが、4年間で約1~2mに達する。
- ・第2トレンチの上流側および下流側ともに降下していることから、全体に地下水量が減少していることが推定される。
- ・pHは概ね中性であるが、6.5~7.5の範囲で変化している。
- ・第2トレンチ下のMW-12孔でpH8~9のアルカリ側にシフトしている。
- ・TDSは、概ね変化がないか、あるいは緩やかな減少傾向が認められる。
- ・Naは、概ね緩やかな増加傾向が認められ、塩分が濃くなっていることを示す。

### 7.2 水質モニタリング調査

水質分析項目はpH、EC、水温、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Cu、Zn、SO<sub>4</sub>およびClの12成分であり、その分析結果の概要を以下に示す。

- ・pHは概ね中性である。
- ・電気伝導度は廃さい堆積場内が8.15S/mで高く、ワジ・スーク川に沿って減少する。
- ・Hgは廃さい堆積場内、アー ज्याの鉱水、ラセイル・ウエストの鉱水が若干高い。
- ・Cdは廃さい堆積場内およびアー ज्याの鉱水が若干高い。
- ・Asは廃さい堆積場内および堆積場から北西方向に高濃度帯が伸びている。
- ・Pb、CuおよびZnは廃さい堆積場内、堆積場の北西方向、アー ज्याの鉱水、ラセイル・ウエストの鉱水が高い濃度を示す。
- ・SO<sub>4</sub>は廃さい堆積場内、堆積場の北西方向、アー ज्याの鉱水、ラセイル・ウエストの鉱水およびマガン周辺が高い濃度を示す。
- ・Clは廃さい堆積場内、堆積場の北西方向、ワジ・スーク川に沿って下流側まで高い濃度を示す。

各モニタリング地点の水質の特徴を以下にまとめる（図7.1）。

- ・水質から6グループ（W-1~W-6）に区分される。
- ・グループW-1は、廃さい堆積場からその下流部MW-12孔までであり、堆積場からの浸透水の影響を直接受けている。
- ・グループW-2は廃さい堆積場の北部の支流であり、堆積場からの浸透水の影響を強く受けている。支流の河川水による希釈を受けていると推定される。
- ・グループW-3は、ワジ・スーク川の上流部~中流部およびワジ・バニ・ウマール・アル・ガルビ川の上流部からベイダ部落までの範囲で、堆積場からの浸透水の影響を受けている。
- ・グループW-4は、ワジ・スーク川の中流部に位置し、比較的Clの高い地下水であり、グループW-3とW-5の中間的水質である。

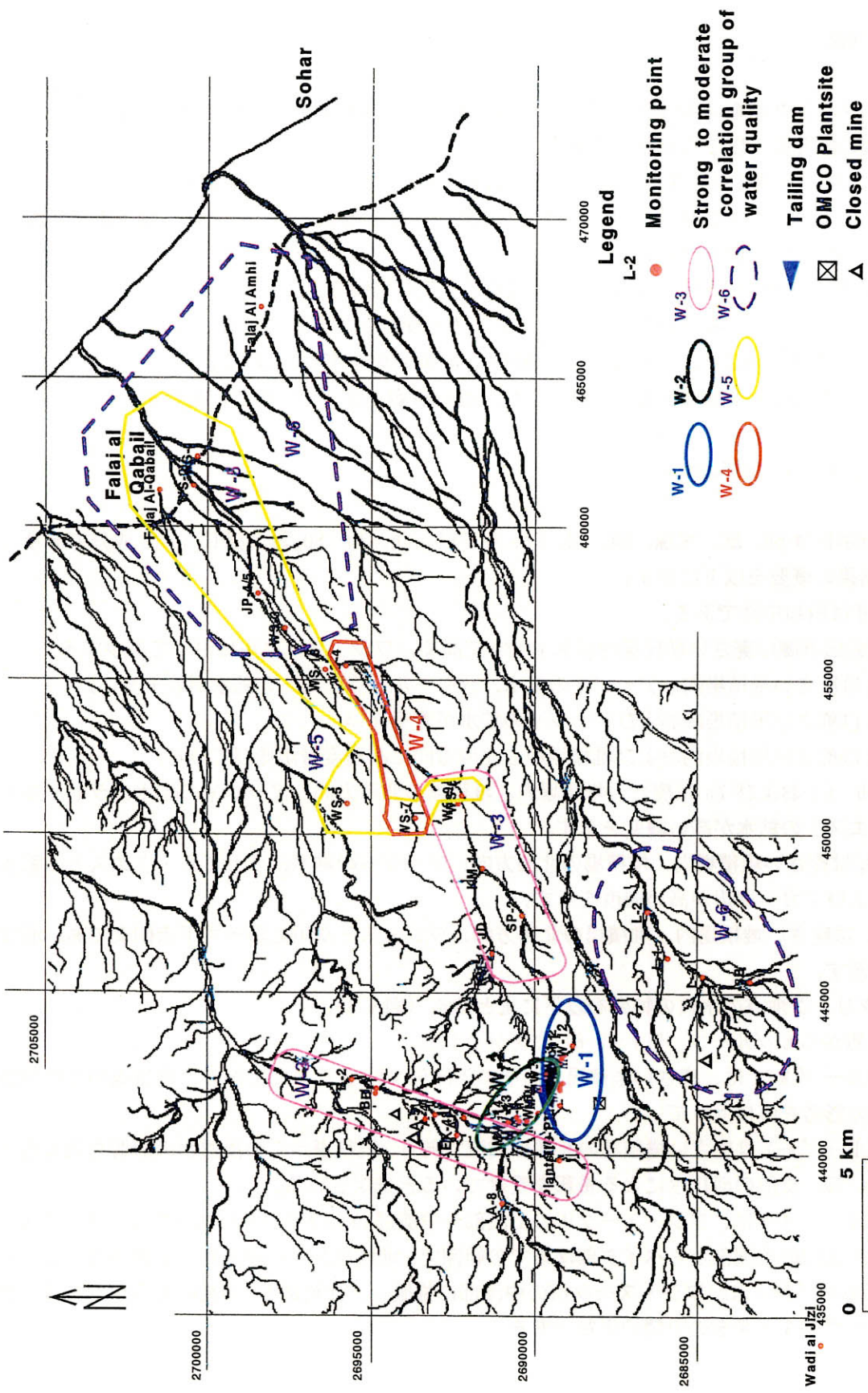


図 7.1 水質関連図

- ・グループ W-5 は、ワジ・スーク川の中流部～下流部に位置し、ワジ・スーク川の河川水を示していると考えられる。
- ・グループ W-6 は、ワジ・アル・ジジ川の水質であり、ワジ・スーク川の下流側にも相関を有している。ワジ・アル・ジジ川の河川水の影響も推定される。
- ・ボーリング調査におけるグループ区分と極めてよく一致している。
- ・廃さい堆積場を汚染源として、ワジ・スーク川の下流側および北西部のワジ・バニ・ウマール・アル・ガルビ川の上流部に塩分および重金属類が拡散しており、汚染範囲はボーリング調査における汚染範囲の結果とほぼ一致している。

### 7.3 ワジ・スーク川における地下水のモデリングおよび水質シミュレーション

本調査の一環として、ワジ・スーク川の地下水汚染対策の長期的な効果を評価するために地下水および汚染物質輸送のモデリングを行った。ワジ・スーク川の地下水モデリングにはコンピュータ・プログラムを用いて行った。汚染物質のモデリングには、コンピュータ・プログラム MT3DMS を用いて行った。モデル対象域は廃さい堆積場からオマーン湾に至るワジ・スーク川全体およびその支流を領域としている。

2つのシナリオについてシミュレーションを行った。第1のシナリオは廃さい堆積場にキャッピングを行った後、KM 14 に対策を行わない場合である。第2のシナリオは廃さい堆積場にキャッピングを行った後、KM 14 に遮水壁を設置した場合である。シミュレーションは他の汚染物質に比較して移動性および拡散性が高い C1 を対象として行い、将来の C1 濃度および拡散範囲を推定した。

シミュレーションの結果、KM 14 に遮水壁を設置しない場合、ファラージ・アル・カバイルの C1 濃度は 20 年以内に 600 mg/L を超えることが予測された。C1 濃度の拡散は 20 年以内、確実に 30 年以内にワジ・スーク川の 広い沖積平原に及ぶことが予測された (図 7.2)。ファラージ・アル・カバイルの C1 濃度は 30 年間に 150 mg/L から約 950 mg/L に増加することが示されている。また、この地点での汚染が現れるまでには、今後さらに 10 年かかることが予想された。

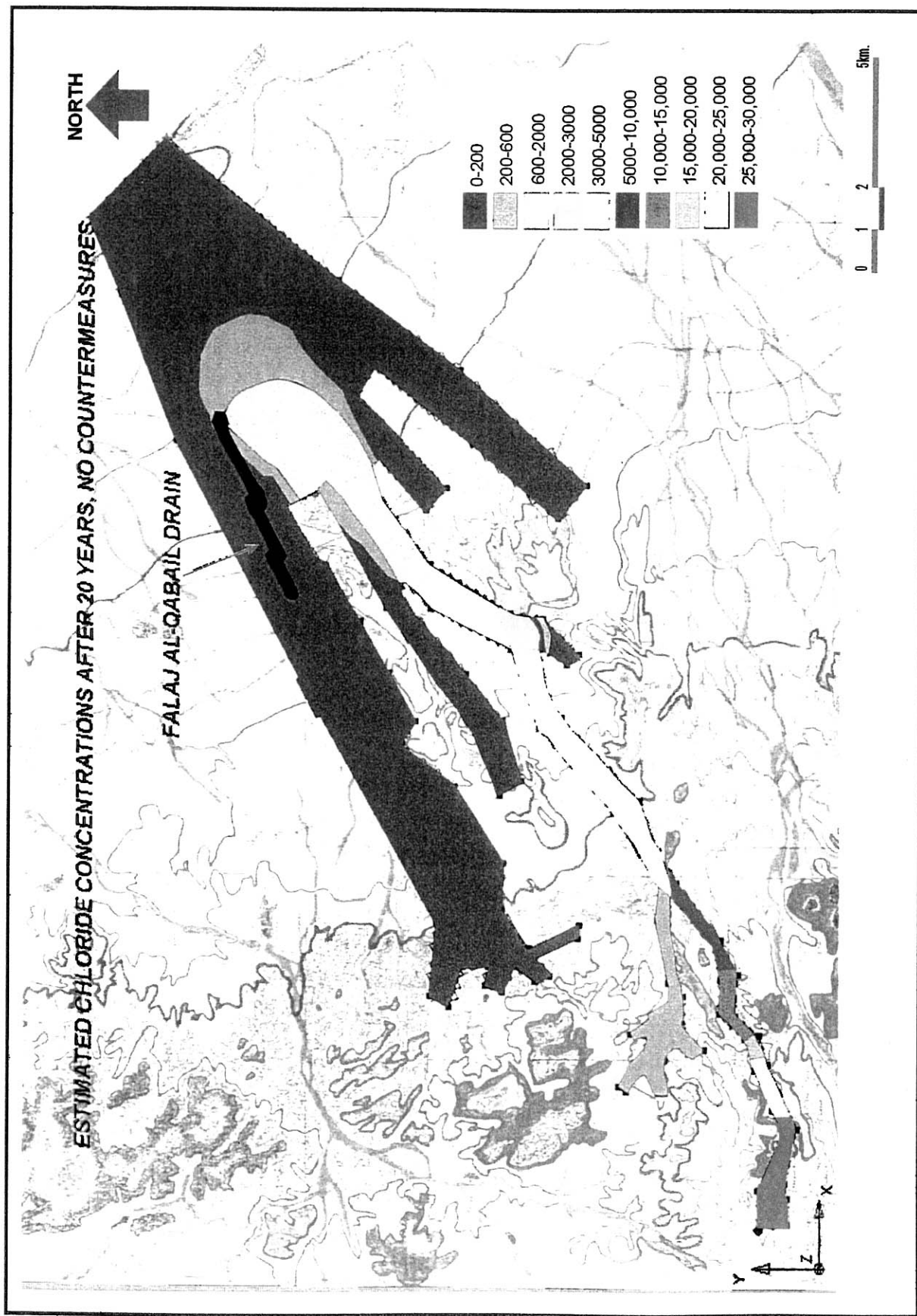


図 7.2 . 地下水シミュレーション結果：現状のままでの 20 年後の塩分濃度分布

## 第8章 大気質調査

### 8.1 大気質測定

ソハール鉱山周辺に関する大気・気象調査は、SO<sub>2</sub>、TSP、PM<sub>10</sub>、降下ばいじん測定および気象観測からなる。調査の結果の概要を以下に示す。

- OMC0 製錬所の風下（南西）に位置する4地点でSO<sub>2</sub>濃度がOMC0に適用されるEECの基準値（24時間平均値：120 μg/m<sup>3</sup>）を超えていた。
- TSPはEUの基準値（24時間平均値：300 μg/m<sup>3</sup>）と比較した場合、3地点で基準値を超えていた。いずれもOMC0製錬所の南西側に位置している。
- SO<sub>2</sub>の基準値を超えたA-1、およびA-2地点近隣には住宅地のようなセンシティブ・エリアが存在し、OMC0製錬所から排出されるSO<sub>2</sub>が住民に影響を及ぼしている可能性が考えられる。
- 捕集された降下ばいじん中の重金属の主要成分が銅と鉄であり、銅製錬所から排出される他の重金属も含まれており、OMC0製錬所から排出された粒子状物質や飛散ダストは広範囲にわたって拡散されている。

### 8.2 SO<sub>2</sub> 拡散シミュレーション結果

シミュレーションはSO<sub>2</sub>に関して実施し、シミュレーション予測値と環境大気基準値との比較を行った。

シミュレーションにおける地上濃度の予測結果は、OMC0製錬所の西側（風下側）にSO<sub>2</sub>が拡散するという結果を示した。対象地域における各平均値の最大値は、24時間平均値が875 μg/m<sup>3</sup>、年平均値が121 μg/m<sup>3</sup>であり、どちらもOMC0製錬所から西方約3.5km地点で観測された。

## 第9章 製錬所拡張計画の調査

過去に4万t/年、10万t/年の増産計画が策定された情報があり、その場合の大気汚染の拡大が危惧され、拡張計画の調査、環境影響評価も今回の目的に含まれていた。

しかし、第2次現地調査では、OMCO側からは具体的な資料の開示は無く、計画についての明確な説明もなかったため、現時点では実行性のある増産計画は無いものと判断される。

## 第 10 章 環境影響に関する調査

環境影響調査は大気汚染、水質汚濁、健康影響、汚染による被害に関する環境質問票に基づき、地域住民にインタビューを行った。これらの地域は OMC0 製錬所から半径 23km 内にあり、インタビューは 23 人について行った（表 10.1）。

その結果、喘息等の疾病、家畜数の減少、植物・昆虫への若干の影響があることが判明した。

表 10.1 インタビュー調査結果

家畜	家畜にいろいろな病気が出ている。原因は不明。	E-1
	ヤギの毛が抜け落ちる被害があった。	E-1
	家畜が汚染された植物を食べて影響を受けているかも知れない。	E-1, E-2
	原因は不明だがヤギの数が減った。	E-3, E-5
	水不足により草が枯れてヤギの数が減った。	E-9, E-13, E-11, E-14, E-19
	井戸水を飲んで動物が死んだ。	E-6
	家畜が井戸水により影響を受けているかも知れない。	E-7
健康	ヤギの数に変化はない。	E-10
	健康への影響はないように思う。	E-1, E-4, E-7, E-13, E-14, E-15, E-17, E-20
	排煙により子供と女性に咳、喘息、アレルギーがある。	E-12
	近所の子供に呼吸器疾患症状があると聞いている。	E-16, E-18
	子供に咳が出ている。医者からは大気汚染が原因であるといわれた。	E-19
水	子供の顔に斑点ができる皮膚症状が見られる。	E-18
	井戸水が塩水化し飲めない。	E-1, E-2, E-6, E-20
	井戸水の水質はよい。	E-9, E-10, E-12, E-13, E-14, E-16
	井戸水は塩水化していないが濁りが多い。	E-21
植物	OMCO操業後Falajの水質が悪くなった。	E-21
	塩水化した井戸水を使って育てたデーツの実の表面がダスト状のもので覆われる。	E-3, E-6, E-16, E-18
	庭や農園の木が枯れてきている。	E-5
	タマネギとヘンナが枯れた。	E-14
	草が枯れた。	E-5
大気	OMCO操業後デーツの葉が黄色くなった。	E-19
	朝に煙が見られる。	E-3, E-4, E-9, E-13
	OMCOからの排煙が到達する場合には臭気をする、咳が出る。	E-7
	煙が続いて見られるときには呼吸がしにくくなる。	E-10
器物	ソハール工業地帯の工場からの排煙が大気に影響を及ぼしている。	E-21, E-22
	セメント製のため池が塩水により壊れた	E-4
野生生物	蜜蜂がいなくなった。OMCOの排煙の影響を受けているかも知れない。	E-7, E-9

## 第 11 章 社会経済等調査

### 11.1 社会・経済調査

オマーン国の主な経済は、原油生産、精油、天然ガス生産等の石油事業、さらに建設、セメント生産、精銅等の工業活動である。オマーン国の最重要経済活動は石油工業であり、総 GDP のほぼ 40% を占めている。他方、農業生産は、耕地が全国土の 2% にも満たないために GDP の 4% にすぎない。

オマーン国の総人口は 2,325,438 人と算定されており、その中 1,729,312 人がオマーン人で、596,126 人が外国人である。1999 年度の総就業者数は 1,114,902 人で、1998 年の 1,64,716 人から若干減少した。

ソハール地域において、環境の悪影響を受けると考えられる範囲内に存在する人口と世帯数は、それぞれ 24,308 人と 4,025 世帯であった。

### 11.2 インタビュー・アンケート調査結果

最も実行可能性が高い対策を選択するには、これらの対策から得られる利益を算定し、費用と比較した。提案された対策を実施すると得られる主な利益を以下に示す。

- a. 地下水汚染塩分や大気汚染からの損害評価
- b. 代替施設建設費用節減の算定
- c. アル・オンス自然保護および国有地の一部としての存在価値算定

a 項と c 項に関しインタビューおよびアンケート調査を行った結果の概要を以下に示す。

(世帯および損害調査結果)

- ・ファラージ・アル・スーク、クシシュット・アル・ミル、ミシャル・ア・シドゥール、サガ、アージャでは、水にすでに塩分を含む。
- ・山羊の毛が落ちる兆候がみられる。
- ・塩水のためナツメヤシの表面にほこりのようなものが付いている。そのため、これらのナツメヤシは動物の飼料にしか使用できない。
- ・塩水のためセメント製の水盤にひびが入り易い。
- ・庭や農地の木々が枯死している。
- ・スハイラでは、水質の問題はないが、大気汚染の問題がある。少数であるが子供や女性が咳やぜんそく、アレルギーに悩んでいるようである。
- ・サガでは、蜜蜂がいなくなった。今では蜂蜜採取が行なわれていない。
- ・ワジ・アル・オワイナでは、風向きにより悪臭のある煙が立っている。
- ・地下水は塩分を含有しているので、大多数の世帯は水を購入している。しかし、その原因は海が近いための海水の浸透にあると考えている。

(存在価値についての支払意向調査結果)

- ・ソハール鉱山地域を訪れたほぼすべての人は、現在の環境悪化の影響を知っている。
- ・ソハール鉱山地域の環境問題を知っている人々は、汚染除去の重要性を主張している。



- それらの人々の中には、汚染除去に多額の資金が必要と考えているものもいる。
- 面接者のほぼ 1/3 はソハール鉱山地域の土地を使用するつもりはないが、将来は使用する可能性もあると考えている。
- これらの人々の中には、ソハール鉱山地域の土地を自分は使用しないが、他人は使用する可能性があると考えている。
- ソハール鉱山地域の環境条件を改善するために何らかの支払意思を有することは妥当と考えている。

## 第 12 章 技術移転

技術移転はインセプション・レポートに示した計画に従い、共同調査、現地での実務訓練、解析結果の説明、日本におけるカウンターパート研修などを通して実施した。オマーン国の社会環境や MCI、MMEW の人材不足等の障害はあったが、両国調査団の真摯な態度、両調査団員各自の意欲的な取り組みにより、十分所期の目的を達成し完了した。

今後の金鉱山、銅鉱山開発や骨材資源開発における環境管理は、MCI 鉱物局の重要な業務であり、各種開発プロジェクトの実施に不可欠な環境許可を発行する MMEW と連携し、オマーン国における環境保全・管理に寄与する。MCI、MMEW は本調査を通じ必要な調査・評価技術を得ることが出来た。本調査は時機を得た技術協力であったと言えよう。

## 第 II 部 : 地下水污染对策

## 第 13 章 廃さい堆積場およびワジ・スーク川の地下水汚染対策

調査結果から廃さい堆積場およびワジ・スーク川の上流域が、高濃度の塩分および重金属類による地下水と土壌の汚染および被害の状況が明らかとなった。ワジ・スーク川上流部の汚染の浄化並びに下流側への汚染拡散の防止対策を図ることは急務である（図 13.1）。

ワジ・スーク川の汚染箇所は、廃さい堆積場～サブエリア-1 の区域およびワジ・スーク川下流部のサブエリア-1、3、4、5 の区域に大別される。このため、各区域の地下水汚染対策を選定し、それらを基に総合的に実施すべき汚染対策案を検討した。

### 13.1 廃さい堆積場の汚染対策

廃さい堆積場の汚染対策は既に OMC0 によって提案されている。OMC0 案に対しレビューし、JICA 調査団は代替案を提案した。

OMC0 案は、廃さい堆積場への雨水の浸透を防止する方法としてアスファルト系材質で被覆する案を作成した。この案の主要目的は堆積場から流出する浸透水を減量ないしは消滅させ、それにより地下水汚染源としての被害を低減させることにある。

OMC0 案に対し、廃さい堆積場の汚染対策代替案は 1) 揚水井の設置（汚染対策案-1）、および 2) 複合被覆材による被覆（汚染対策案-2A、2B および 2C）の 4 案からなる。

汚染対策案-1 は、廃さいから水を抜く目的で一連の揚水井戸を設置する。地下水の揚水は堆積場内の地下水を排除して、堆積場からの浸透水を無くすことである。

- 1) 汚染対策案-2 は永久的な複合被覆材による被覆であり、表面からの雨水の浸透を遮断し、廃さい堆積場からの浸透水を減少させることである。
- 2) 汚染対策案-2A では、廃さい堆積場表面は永久的な複合被覆材で被覆する。廃さい堆積場とワジ・バニ・ウマール・アル・ガルビ川の支流につながる排水路が建設する。廃さい上の表流水は、西側に自然流下し、北西側の新規排水路でワジ・バニ・ウマール・アル・ガルビ川に排水させる。
- 3) 汚染対策案-2B では、廃さい堆積場表面は永久的な複合被覆材で被覆する。排水路は建設しない。その代わり雨水と表流水は、ライナー表面の地形的に低い場所に集め、蒸発させる。浸透は被覆材の不浸透層によって防止する。
- 4) 汚染対策案-2C は、廃さいは厚さ 50cm の土砂層およびその上の石層で被覆する。降雨時の表流水の流入を防止するため山腹水路および遊水池を設置する。この排水路は丘陵の表流水を廃さい堆積場の西と北に集め、そこから対策-1 のように北側に排水させる。

廃さい堆積場の汚染対策については OMC0 案を含め 5 案を提示したが、OMC0 による廃さい堆積場の汚染対策は既に開始されていることを勘案すれば、OMC0 案を選定せざるを得ないと考えられる。ただし、実行性の観点から、堆積場内の勾配 0.2% の達成の困難性および廃さいの圧密作用の継続による不同沈下の発生から勾配の再検討、さらに廃さい移動時の作業状況の悪化には十分留意する必要がある。

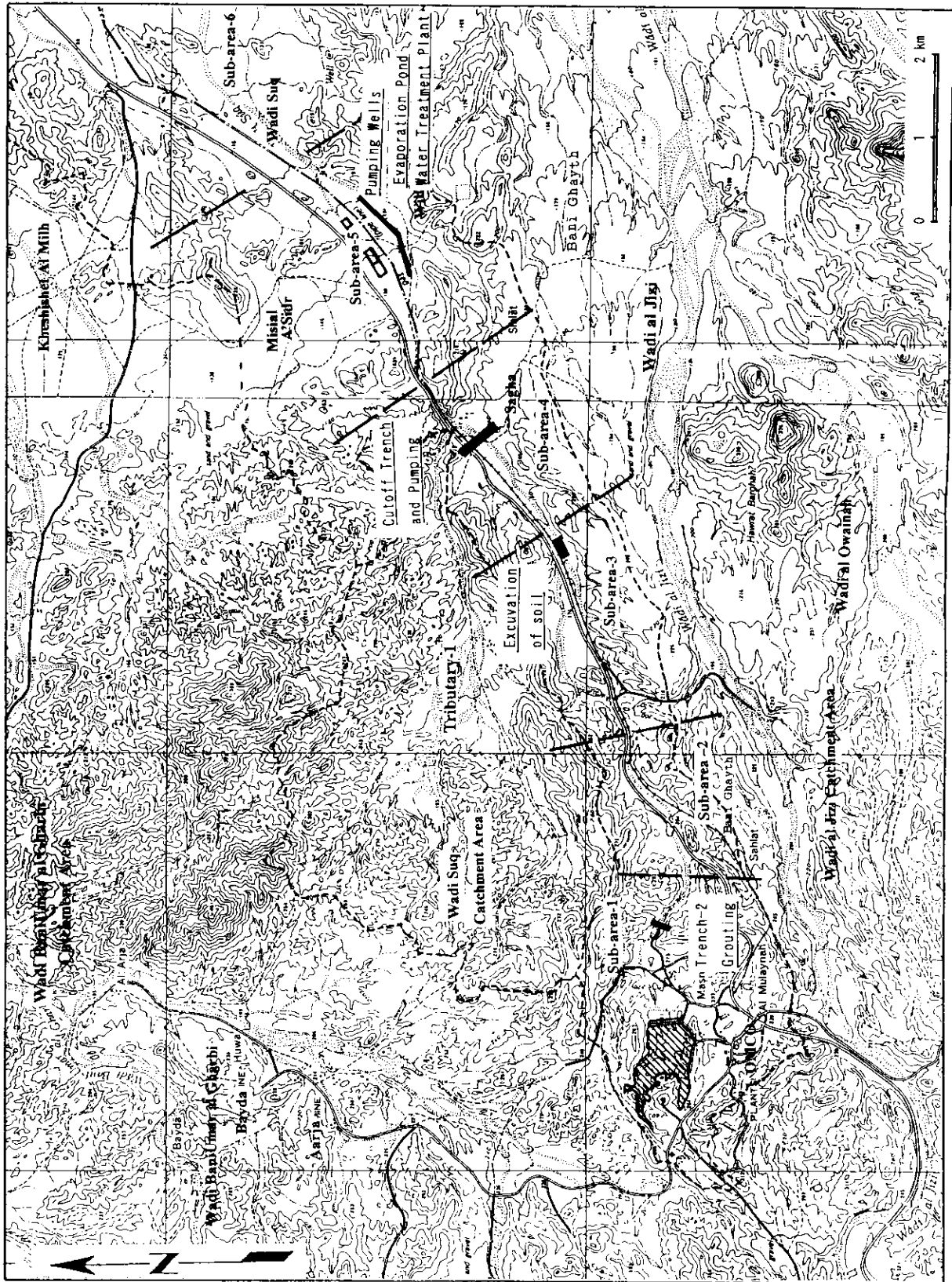


図 13.1 ワジ・スーク川沿いの汚染対策地点

## 13.2 ワジ・スーク川の汚染対策

廃さい堆積場から下流のワジ・スーク川に対する汚染対策の位置は、サブエリア-1、3、4および5の4箇所（図 13.2）で、各サブエリアの汚染対策案および汚染水処理は下記に示すとおり7案からなる。

廃さい堆積場の対策案	:	対策案の番号
・サブエリア-1	:	対策案-3
・サブエリア-3	:	対策案-4
・サブエリア-4	:	対策案-5A 対策案-5B
・サブエリア-5	:	対策案-6
・汚染地下水処理	:	対策案-7A 対策案-7B

### 13.2.1 サブエリア-1の汚染対策（汚染対策案-3）

サブエリア-1の末端にはトレンチ-2が設置されている。本トレンチは、遮水効果は十分ではなく、トレンチ底部（あるいは側方）からの漏洩が継続され下流部への汚染が拡大し、現在の汚染状況を悪化させた原因の一つと考えられる。

サブエリア-1の汚染対策（汚染対策案-3）は、トレンチ-2の遮水であり、その方法はトレンチ-2の下流側でのグラウト工法に限定される。

工事期間は約7ヶ月を要する。総費用は、US\$ 1,700,000である。

グラウト工の内容を以下に示す。

- 1) グラウト位置 : トレンチ-2 底部～下流側および袖部
- 2) 調査ボーリング孔 : 30m/本、10本 : 総延長 300m
- 3) グラウト仕様
  - ・グラウト幅 : 200 m
  - ・グラウト列の数量 : 5 列
  - ・グラウト孔の数量 : 500 本
  - ・グラウト孔掘削長 : 20 m/本 : 総延長 10,000m
  - ・グラウト孔径 : 60mm : ケーシング孔径 152mm
  - ・グラウト孔間隔 : 2m 間隔
  - ・グラウト深度 : 深度 10～20m 間 : 下部カルクリート層、玄武岩類
- 4) 使用機器等
  - ・調査ボーリング機 : ロータリー掘削機 : 2 台

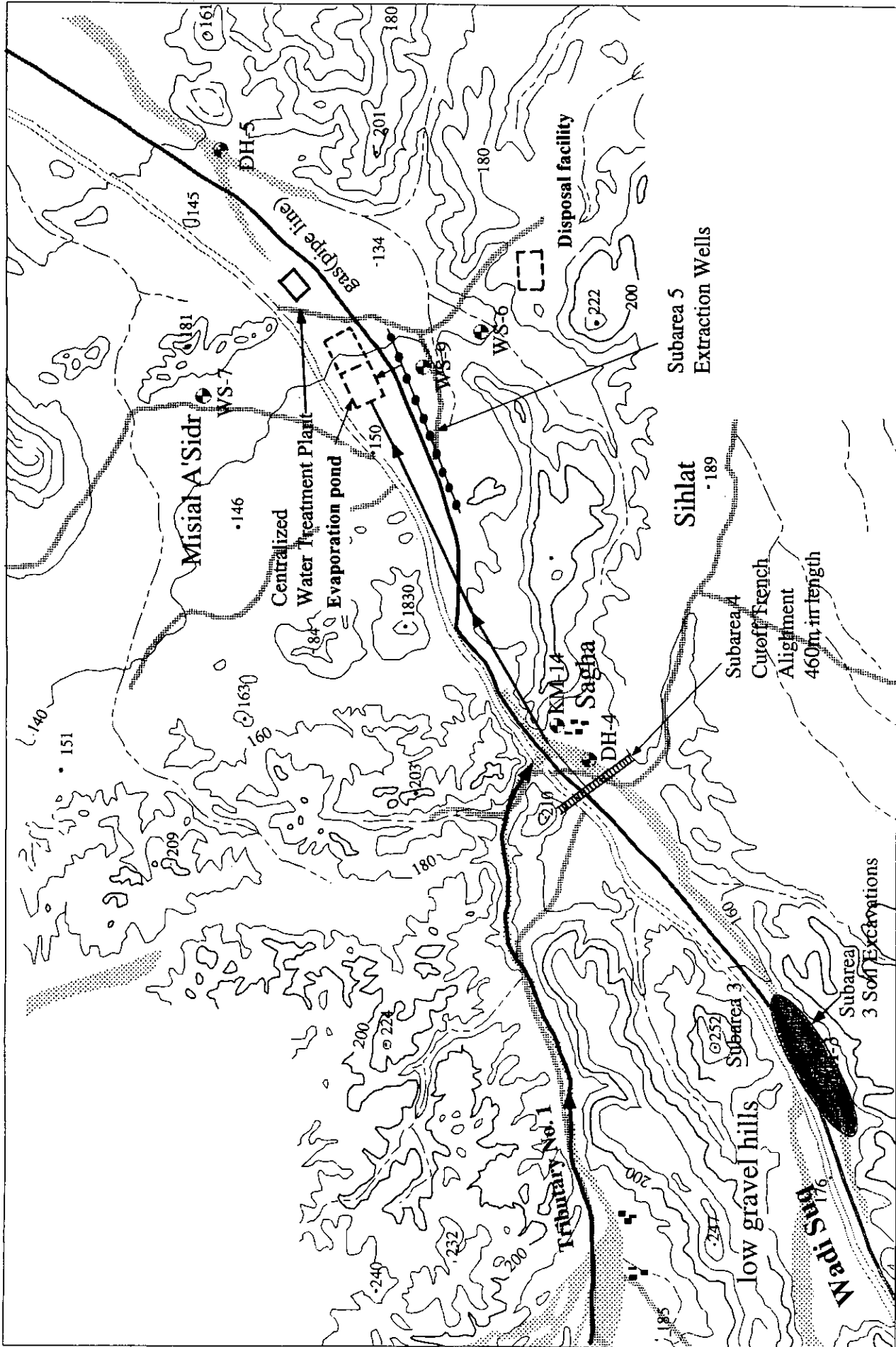


図 13.2 サブエリア - 3、4、5 の汚染対策

- ・掘削機 : ロータリー掘削機 (自走式) : ODEX 工法 2 台
- ・ルジオン試験器 : パッカー式、ポンプ

### 13.2.2 サブエリア-3 の汚染対策 (汚染対策案-4)

サブエリア-3 は、ワジ・スーク川本流 6.2km 地点からボーリング孔 DH-3 までの約 2.5km である。この区域には、ソハル鉱山操業時に海水送水管 PS-2 ポンプ所から長期間にわたる海水の漏洩に起因する塩分を含む汚染土壌が分布している。なお、本汚染土壌は海水からの塩分による汚染のみであり、廃さい堆積場からの重金属類を含む汚染とは異なる。

PS-2 ポンプ所周辺の汚染土壌の対策なしでの放置では、今後とも下流側の地下水を汚染し、さらに周辺の植生にも悪影響を及ぼし続けると考えられる。

汚染土壌は海水のみの汚染であることから、全量を海岸部の埋め立て等による処分が可能である。また、掘削箇所は、清浄な土で置換する必要があるため、清浄な土は周辺から供給し、その埋め戻し量は約 25,000 m<sup>3</sup> である。

掘削除去工の工事期間は約 4 ヶ月を要する。総費用は、US\$ 1,100,000 である。掘削除去工の内容を以下に示す。

- 1) 掘削工事位置 : DH-3 地点～PS-2 地点間
- 2) 掘削工事仕様
  - ・掘削の延長 : 400 m
  - ・掘削の幅 : 10～70m (平均40m)
  - ・掘削深度 : 地表0～3m (平均2m)
  - ・掘削量 : 35,000 m<sup>3</sup>
  - ・埋め戻し量 : 25,000 m<sup>3</sup>
- 3) 使用機器等
  - ・ブルドーザー : D-8 クラス : 3 台 : リッパ付
  - ・油圧ショベル : 2m<sup>3</sup>クラス : 3 台
  - ・ダンプトラック : 20 t 積載 : 10 台

### 13.2.3 サブエリア-4 の汚染対策 (汚染対策案-5A、5B)

サブエリア - 4 は PS-2 地点から KM-14 地点 (サガ部落) の DH-4 孔に至る 3.5km の距離を有する。サブエリア-4 には地下水の汚染源はなく、汚染地下水はすべて上流側から移流・拡散されたものであり、高濃度な塩分と重金属類に汚染されている。

KM-14 地点 (サガ部落) はサブエリア-4 の末端であり、幅約 70m の自然の狭窄部となっている。この自然の地形構造は、表流水および地下水の流動に対しダム・アップ効果をあげており、汚染地下水の自然的制御にもすぐれた働きを有し、サブエリア-4 より下流側では、サブエリア-5 の局所的な地下水汚染を除いて全体の汚染度が極端に減少している。

もし、KM-14 地点における汚染対策が実施されない場合には、今後とも汚染地下水の流下が継続し、さらに高濃度の塩分と重金属類がワジ・スーク川の中流～下流域 (農業・人口密集域) に達



し、汚染地下水による被害の増大が確実である。したがって、KM-14 地点における汚染対策の実施は急務であり、有効な対策を実施する必要がある。

なお、KM-14 地点では支流-1 が合流しているが、支流-1 の地下水は清浄であることから、本流側の汚染地下水と混合させることは得策でなく、清濁分離による支流-1 の地下水をそのまま流下させる必要がある。このため、汚染対策の位置は支流-1 との合流点の上流側とする。

サブエリア - 4 の汚染対策案は、汚染対策案-5A（揚水井戸による揚水および送水）および汚染対策案-5B（集水トレンチによる揚水および送水）の 2 案がある。

### （１） 汚染対策案-5A

- ・ボーリング DH-4 孔付近において、ワジ・スーク川に直交させて揚水井戸群を配置し、汚染地下水を揚水する。
- ・支流 - 1 の河川水は比較的清浄であり、本流との合流地点が揚水井戸群の下流側に位置していることから、そのまま下流側に流出させる。
- ・揚水した汚染地下水はサブエリア - 5 の汚染水処理施設にポンプ送水する。

#### <揚水井戸工の内容>

- ・揚水井戸工の仕様を以下に示す。
  - 1) 揚水井戸工の位置 : DH-4 孔地点
  - 2) 揚水井戸工の仕様
    - ・揚水井戸群の延長 : 460 m
    - ・揚水井戸の孔数 : 22 孔 (20 mピッチ)
    - ・揚水井戸の孔径 : 12・1/4 inch
    - ・揚水井戸掘進長 : 30 m
    - ・ストレーナー孔径 : 8 inch (PVC)
    - ・ストレーナー深度 : 4~30 m
    - ・実揚水量 : 150 m<sup>3</sup>/日
  - 3) 使用機器等
    - ・パーカッション・ドリリング・リグ : Air-form 使用 : 1 台
    - ・揚水ポンプ : 22 台
    - ・水位計 : 22 台

工事期間は約 4 ヶ月を要する。総費用は、US\$800,000 である。

### （２） 汚染対策案 - 5B

汚染対策案 - 5A の位置に集水トレンチを設置し、汚染地下水を揚水・浄化する。

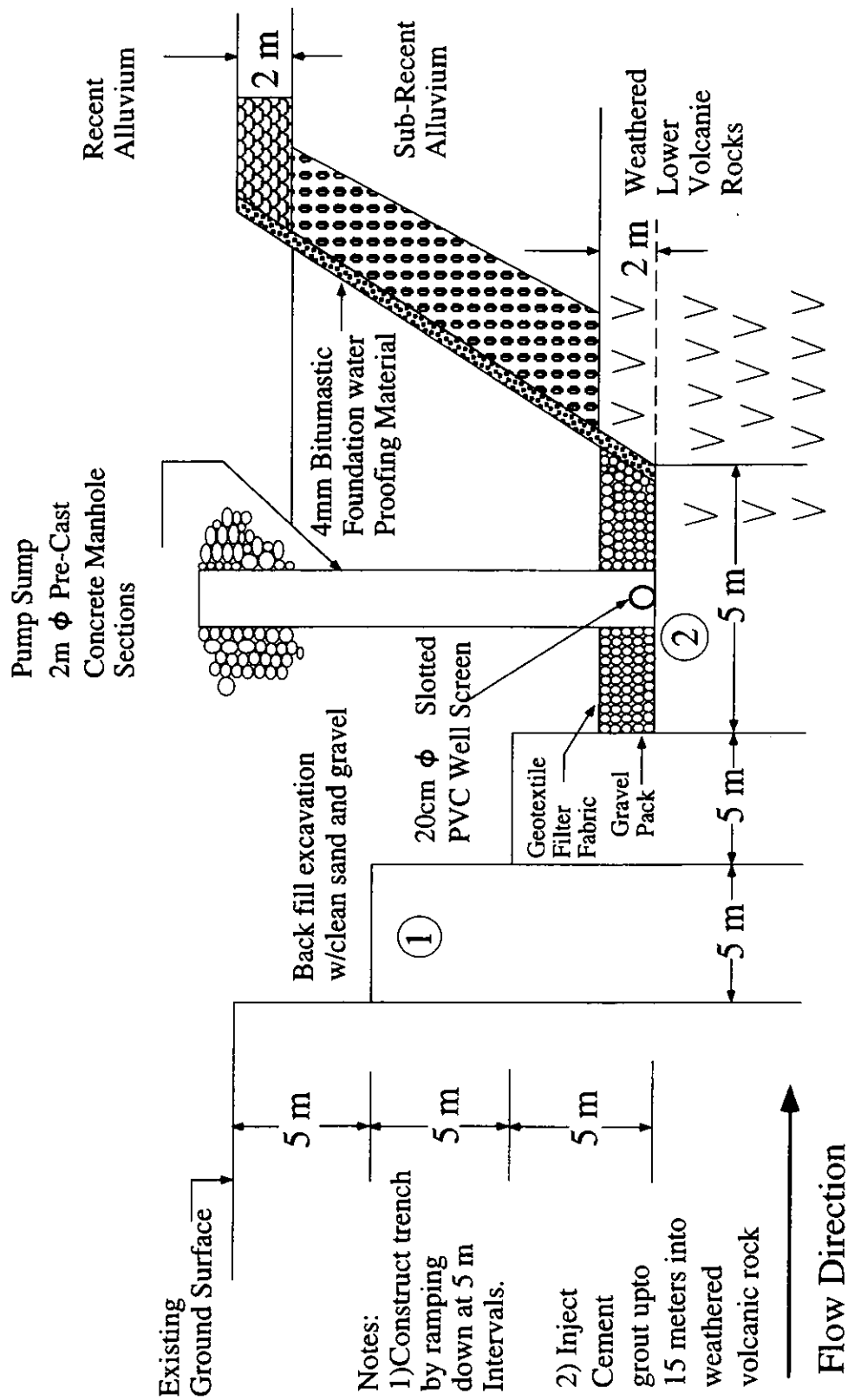
- ・集水トレンチは DH-4 孔の位置において、ワジ・スーク川に直交に設置し、汚染地下水を揚水する。

- ・集水トレンチの断面を図 13.3 に示す。
- ・集水トレンチ部の基岩の深度は5～14m であり、基岩は風化～弱風化玄武岩質枕状溶岩～塊状岩からなる。河床堆積物の下部層はカルクリートで固結した洪積層であり、上部層は未固結の沖積層からなる。
- ・集水トレンチの下流側には遮水壁を設置し、亀裂の発達した風化基岩部にはグラウト工により遮水性を向上させる計画である。
- ・集水トレンチの延長が460m であり、掘削は基岩の表層まで掘削する。掘削工事時、ガス・パイプライン、海水の輸送管、国道および送電設備等に支障のないよう留意する必要がある。
- ・支流 - 1 の河川水は比較的清浄であり、本流との合流地点が集水トレンチの下流側に位置していることから、そのまま下流側に流出させる。
- ・揚水した汚染地下水はサブエリア - 5 の汚染水処理施設にポンプ送水する。

### <集水トレンチ工の内容>

- ・集水トレンチ工の仕様を以下に示す。
  - 1) 集水トレンチ工の位置 : DH-4 孔地点
  - 2) 集水トレンチ工の仕様
    - ・集水トレンチの長さ : 460 m
    - ・集水トレンチの幅 : 10～15 m
    - ・集水トレンチの底面幅 : 5 m
    - ・基岩掘削・埋め戻し量 : 50,000 m<sup>3</sup>
    - ・掘削床付け面積 : 5,900 m<sup>2</sup>
    - ・底板コンクリート量 : 1,400 m<sup>3</sup> (厚さ: 50cm)
    - ・下流斜面防護コンクリート量 : 4,350 m<sup>3</sup> (厚さ: 75cm)
    - ・下流斜面伸縮目地 : 300 m
    - ・下流斜面ビチューメン仕上げ : 8,500 m<sup>2</sup>
    - ・排水工事 : 1式
    - ・コンクリート井戸 : 1式 (直径1m)
  - 3) 使用機器等
    - ・油圧ショベル : 2m<sup>3</sup>クラス : 4 台
    - ・ブルドーザー : D-8 クラス : 2 台 (リッパ付)
    - ・ダンプトラック : 10 t 積載 : 5 台
    - ・揚水ポンプ (工事用) : 5 台
    - ・揚水ポンプ (揚水用) : 1 台
    - ・水位計 (モニター用) : 3 台
    - ・その他

工事期間は11ヶ月を要する。総費用は、US\$ 5,400,000 である。



X-section area=262.5 m<sup>2</sup>

図 13.3 サブエリア - 4 における避水用トレンチの概念設計

#### 13.2.4 サブエリア-5の汚染対策（汚染対策案-6）

本区間では、ワジ・スーク川の本流部に沿って局部的に汚染地下水が分布している。また、廃さい堆積場を汚染源とする地下水汚染の他に、鉍化作用ならびに海水搬送用パイプラインからの漏水による局部的人為的汚染と自然的汚染がある。また、支流-3はワジ・スーク川本流とほぼ並行に東流しているが、汚染されていない。

サブエリア-5への汚染地下水の流下は、サブエリア-4での汚染対策が実施されない限り今後とも継続し、また既にサブエリア-5に流出した汚染地下水はサブエリア-5内に滞留しており、今後さらに下流側に流下し、高濃度の塩分と重金属類がワジ・スーク川の中流～下流域（農業・人口密集域）に達し、汚染地下水による被害が増大することが確実である。

したがって、サブエリア-5における汚染対策の実施は有効である。また、本地点での汚染対策は、地下水の改善が確認された時点において終了する。汚染対策案-6の詳細を以下に述べる。

- ・サブエリア-4の汚染対策-1と同様に、揚水井戸群を設置する。揚水井戸群の配置は、河川に並行し、汚染地下水を確認したボーリングDH-5孔付近まで至る。
- ・ボーリングの配置延長は600mであり、揚水井戸数および掘削深度はそれぞれ20孔および40mである。実揚水量は200m<sup>3</sup>/日である。
- ・ワジ・スーク川の本流で揚水することにより、北側方向のミシャル・ア・シドゥール部落ならびに支流-3への汚染拡散は効果的に減少する。
- ・揚水された汚染地下水はサブエリア-5の汚染水処理施設にポンプ送水する。

#### <揚水井戸工の内容>

- ・揚水井戸工の仕様を以下に示す。

- 1) 揚水井戸工の位置 : DH-5孔の上流側
- 2) 揚水井戸工の仕様
  - ・揚水井戸群の延長 : 600 m
  - ・揚水井戸の孔数 : 20 孔 (30mピッチ)
  - ・揚水井戸の孔径 : 12・1/4 inch
  - ・揚水井戸掘進長 : 40 m
  - ・ストレーナー孔径 : 8 inch (PVC)
  - ・ストレーナー深度 : 20~40 m
  - ・実揚水量 : 200 m<sup>3</sup>/日
- 3) 使用機器等
  - ・パーカッション・ドリリング・リグ : Air-form 使用 : 1 台
  - ・揚水ポンプ : 20 台
  - ・水位計 : 20 台

サブエリア-5の汚染対策案は、揚水井戸群による対策に限られる。実揚水量は200m<sup>3</sup>/日で、工事期間は4ヶ月を要する。揚水井戸工の総費用は、US\$600,000である。