

第 8 章 大気質調査

第8章 大気質調査

- ソハール鉱山周辺に関する大気・気象調査を実施した。調査実施内容は以下の項目からなる。
- ・調査地域における環境大気測定データの収集（SO₂ モニターを用いた SO₂ 濃度の測定、ハイボリューム・エアサンプラーを用いた総浮遊粒子状物質（TSP）および粒径 10 μm 以下の浮遊粒子状物質（PM₁₀）の測定、ダストジャーを用いた降下ばいじんの測定）
 - ・OMCO プラント周辺地域における気象観測データの収集
 - ・OMCO プラントからの排出源データの収集
 - ・OMCO が測定した既存 SO₂ モニタリング・データの収集
 - ・ソハール鉱山周辺地域に適合した SO₂ 拡散シュミレーション・モデルの選定
- 上記の各項目については以下各節で詳述する。

8.1 大気質モニタリング

本調査における環境大気モニタリングの目的を以下に示す。

- ・ソハール鉱山周辺地域の環境大気の評価
- ・OMCO プラントから排出される大気汚染物質の影響評価
- ・拡散シュミレーション・モデルの検証

モニタリングの内容を表 8.1 に示す。

8.1.1 測定項目

調査地域において、測定項目は SO₂、TSP、PM₁₀ および降下ばいじんからなる。

8.1.2 モニタリング地点

大気モニタリング地点は、地形、気象、人口、排出源、センシティブ・エリア、障害物、アクセス、故意の破壊防止、OMCO のモニタリング地点、既存大気質データ等を考慮し決定した。最終的に、SO₂ は 12 地点、降下ばいじんは 14 地点でモニタリングを行った。OMCO プラントから約 20km 離れた A-11 地点は排出源の影響を受けない対象地点として選定した。これらのモニタリング地点を図 8.1 に示す。

8.1.3 モニタリング機材

各測定項目のモニタリングには以下の機材を使用した。また、これらの機材の電源にはポータブル型発電機を用いた。

8.1.4 モニタリング期間

各測定項目のモニタリングについて以下のような測定期間を設定した。

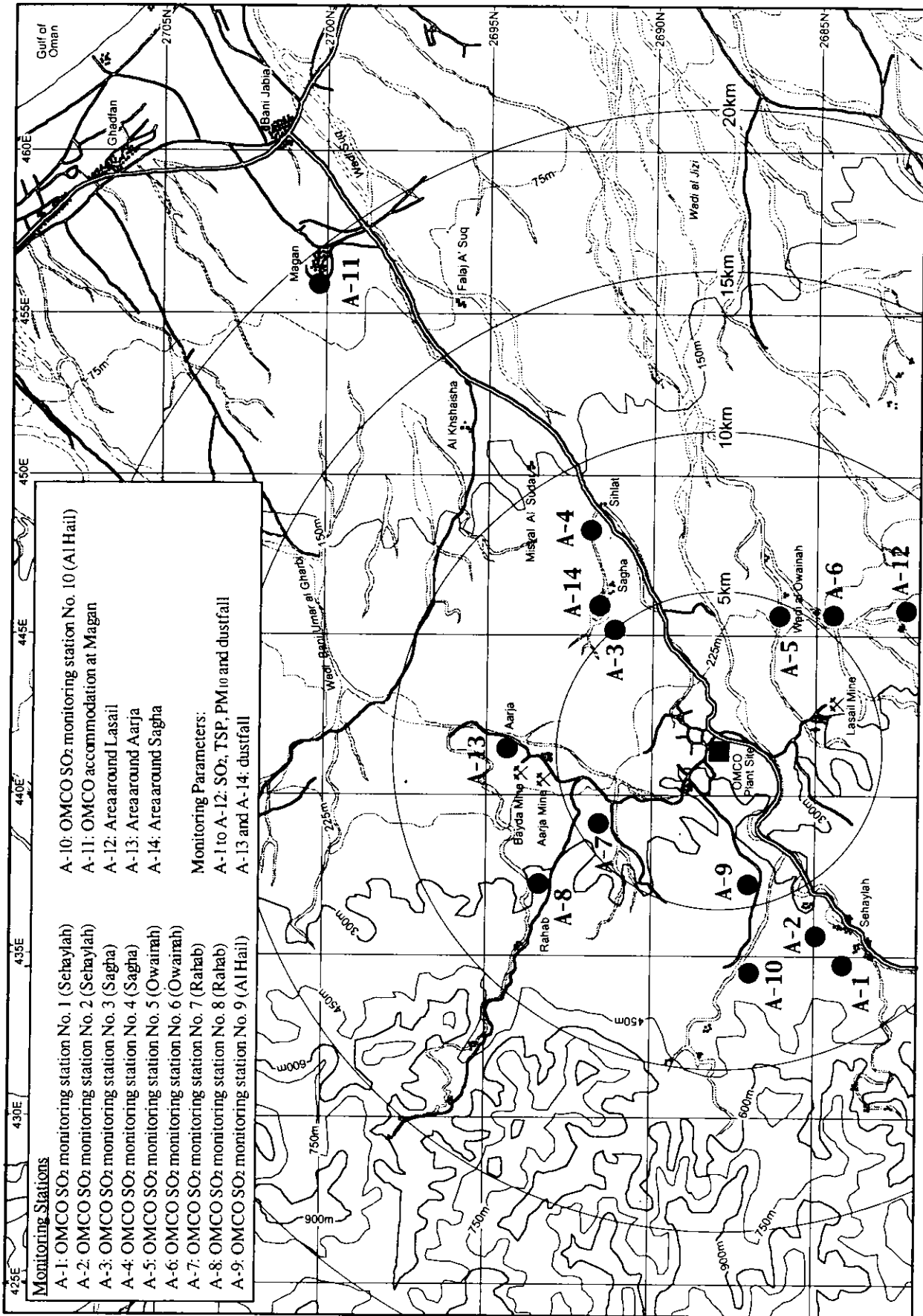


図 8.1 環境大気モニタリング地点

表 8.1 環境大気モニタリング方法の概要

測定項目	測定地点数	測定機器	測定期間	分析方法
SO ₂	12	紫外線蛍光法 SO ₂ モニター	24 時間	・紫外線蛍光法 SO ₂ モニター表示値の記録
TSP	12	ハイボリューム・エア・サンプラー	24 時間	・ハイボリューム・エア・サンプラーのフィルターに捕集されたサンプルの秤量 ・単位体積当たりの TSP 量の算出
PM ₁₀	12	分粒装置付ハイボリューム・エア・サンプラー	24 時間	・分粒装置付ハイボリューム・エア・サンプラーのフィルターに捕集されたサンプルの秤量 ・単位体積当たりの PM ₁₀ 量の算出
降下ばいじん	14	ダストジャー（高さ 4m の鉄柱の先端に設置）	30 日間	・ダストジャー中に捕集されたサンプルの秤量 ・重金属（Hg、Cd、Cr、As、Pb、Cu、Mn、Fe、Ni、Sn、Zn）およびイオン成分（Cl、SO ₄ ）の化学分析

- ・ SO₂：紫外線蛍光法 SO₂ モニター
- ・ TSP：ハイボリューム・エア・サンプラー
- ・ PM₁₀：分粒装置付きハイボリューム・エア・サンプラー
- ・ 降下ばいじん：ダストジャー（高さ 4m の鉄柱の先端に設置）

- ・ SO₂：24 時間
- ・ TSP：24 時間
- ・ PM₁₀：24 時間
- ・ 降下ばいじん：30 日間

8.1.5 分析方法

各項目の分析には以下の方法を用いた。

1. SO₂：紫外線蛍光法 SO₂ モニターの表示値を直接記録した。
2. TSP：試料捕集前後のフィルターの重量を測定し、捕集された TSP の量を算出した。単位体積あたりの採取重量を算出するため、捕集重量を大気採取量で割った。
3. PM₁₀：試料捕集前後のフィルターの重量を測定し、捕集された PM₁₀ の量を算出した。単位体積あたりの捕集重量を算出するため、捕集重量を大気採取量で割った。
4. 降下ばいじん：ダストジャー中に捕集された全量を重量測定し、更に重金属（Hg、Cd、Cr、As、Pb、Cu、Mn、Fe、Ni、Sn、Zn）、イオン成分（Cl、SO₄）の化学分析を行った。

8.1.6 モニタリング結果

各項目のモニタリング結果を表 8.2(1)～(2)、表 8.3(1)～(2)および図 8.2(1)～(2)に示す。

表 8.2 SO₂, TSP, PM10 のモニタリング結果および基準値との比較(1)

Summer Season

1) SO₂ Monitoring Result and Comparison with Standards

Monitoring Point No.	Time												24 h Average		Comparison with Standards (24 h average value)																
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Applied to OMCO (BEC) (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	US (0.14 ppm)	Japan (0.04 ppm)	WHO (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
A-1	0.066	0.074	0.063	0.071	0.041	0.034	0.054	0.058	0.075	0.289	0.080	0.080	0.033	0.032	0.044	0.061	0.026	0.056	0.053	0.029	0.027	0.090	0.071	0.097	0.067	185	X	O	X	X	
A-2	0.040	0.057	0.068	0.069	0.154	0.066	0.293	0.313	0.082	0.330	0.465	0.031	0.012	0.009	0.029	0.024	0.021	0.031	0.031	0.043	0.019	0.052	0.028	0.048	0.111	309	X	O	X	X	X
A-3	0.024	0.026	0.015	0.012	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.012	0.010	0.013	0.013	0.012	0.015	0.012	0.013	0.011	0.012	0.012	0.014	0.012	0.012	0.016	0.014	38	O	O	O	O	O
A-4	0.013	0.017	0.017	0.014	0.014	0.011	0.013	0.019	0.016	0.005	0.001	0.002	0.003	0.008	0.006	0.005	0.012	0.010	0.020	0.013	0.015	0.020	0.018	0.017	0.012	33	O	O	O	O	O
A-5	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.013	0.010	0.011	0.014	0.011	0.009	0.016	0.013	0.013	0.010	0.012	0.016	0.013	0.014	0.010	0.009	0.011	0.013	0.012	34	O	O	O	O	O
A-6	0.014	0.010	0.012	0.024	0.018	0.012	0.011	0.011	0.009	0.012	0.010	0.012	0.014	0.014	0.011	0.010	0.014	0.011	0.010	0.010	0.011	0.012	0.010	0.012	0.012	33	O	O	O	O	O
A-7	0.010	0.009	0.009	0.015	0.010	0.007	0.011	0.146	0.053	0.014	0.011	0.009	0.011	0.010	0.011	0.010	0.014	0.011	0.009	0.013	0.011	0.009	0.010	0.028	0.019	52	O	O	O	O	O
A-8	0.016	0.016	0.018	0.014	0.015	0.014	0.015	0.011	0.029	0.047	0.051	0.025	0.023	0.019	0.020	0.016	0.020	0.014	0.015	0.016	0.017	0.041	0.027	0.019	0.022	60	O	O	O	O	O
A-9	0.040	0.031	0.023	0.022	0.020	0.024	0.078	0.041	0.018	0.024	0.048	0.028	0.079	0.142	0.144	0.018	0.045	0.189	0.030	0.042	0.053	0.042	0.037	0.042	0.053	145	X	O	O	O	O
A-10	0.037	0.040	0.038	0.037	0.042	0.048	0.068	0.076	0.288	0.133	0.125	0.065	0.065	0.073	0.086	0.024	0.261	0.047	0.034	0.037	0.045	0.047	0.040	0.036	0.075	205	X	O	O	X	X
A-11	0.015	0.012	0.012	0.009	0.010	0.010	0.006	0.009	0.011	0.010	0.010	0.011	0.011	0.009	0.012	0.008	0.011	0.008	0.018	0.015	0.020	0.020	0.014	0.016	0.012	33	O	O	O	O	O
A-12	0.019	0.020	0.018	0.021	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.017	0.018	0.016	0.018	0.014	0.008	0.010	0.016	0.010	0.015	0.016	0.016	0.016	0.016	0.018	0.017	46	O	O	O	O	O
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Average	98					

Comparison with Standard (1 h average value, number of exceedances of Japan standard (0.1ppm))

2) TSP Monitoring Result and Comparison with Standard

Monitoring Station No.	TSP value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Comparison with Standards	
		EU limit (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Japan (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A-1	308	X	X
A-2	264	O	X
A-3	175	O	O
A-4	198	O	O
A-5	195	O	O
A-6	173	O	O
A-7	209	O	O
A-8	200	O	O
A-9	304	X	X
A-10	332	X	X
A-11	213	O	O
A-12	222	O	O
Average	233		
Maximum	332	(A-10)	(A-10)
Minimum	173	(A-6)	(A-4)

3) PM₁₀ Monitoring Result and Comparison with Standards

Monitoring Station No.	PM ₁₀ value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Comparison with Standards	
		US (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Japan (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A-1	197	X	X
A-2	174	X	X
A-3	81	O	O
A-4	49	O	O
A-5	87	O	O
A-6	68	O	O
A-7	97	O	O
A-8	94	O	O
A-9	198	X	X
A-10	205	X	X
A-11	65	O	O
A-12	97	O	O
Average	118		
Maximum	205	(A-10)	(A-10)
Minimum	49	(A-4)	(A-4)

4) The Ratio of PM₁₀ to TSP

Monitoring Station No.	TSP value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ /TSP (%)
A-1	308	197	64%
A-2	264	174	66%
A-3	175	81	46%
A-4	198	49	25%
A-5	195	87	45%
A-6	173	68	39%
A-7	209	97	47%
A-8	200	94	47%
A-9	304	198	65%
A-10	332	205	62%
A-11	213	65	31%
A-12	222	97	44%
Average			48%
Maximum		(A-2)	66%
Minimum		(A-4)	25%

*Legend: X=exceeding standard ○=achieving standard

表 8.2 SO₂, TSP, PM₁₀ のモニタリング結果および基準値との比較(2)

D) SO₂ Monitoring Result and Comparison with Standards

Monitoring Point No.	Time												24 h Average		Comparison with Standards (24 h average value)																
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Applied to OMCO (EEC) (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	US (0.14 ppm)	Japan (0.04 ppm)	WHO (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.025	75	○	○	○
A-1	0.024	0.023	0.023	0.021	0.020	0.022	0.024	0.022	0.023	0.027	0.029	0.026	0.028	0.031	0.030	0.032	0.049	0.023	0.026	0.024	0.028	0.025	0.023	0.025	0.023	0.026	0.026	○	○	○	
A-2	0.023	0.026	0.025	0.024	0.022	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.022	0.023	0.024	0.024	0.028	0.028	0.027	0.026	0.025	0.024	0.024	0.023	0.023	○	○	○	
A-3	0.026	0.027	0.027	0.015	0.021	0.026	0.027	0.034	0.039	0.030	0.026	0.027	0.010	0.009	0.007	0.007	0.008	0.019	0.024	0.026	0.030	0.029	0.029	0.028	0.023	0.023	0.023	○	○	○	
A-4	0.013	0.014	0.009	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006	0.008	0.005	0.008	0.005	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.008	0.009	0.007	0.008	0.006	0.012	0.007	0.007	0.007	○	○	○	
A-5	0.008	0.005	0.042	0.017	0.014	0.015	0.014	0.013	0.020	0.008	0.005	0.005	0.004	0.002	0.008	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.002	0.009	0.009	0.009	○	○	○	
A-6	0.019	0.017	0.018	0.033	0.031	0.029	0.025	0.029	0.034	0.017	0.014	0.014	0.018	0.017	0.020	0.010	0.011	0.012	0.011	0.015	0.018	0.018	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	○	○	○	
A-7	0.007	0.010	0.007	0.008	0.007	0.006	0.007	0.006	0.006	0.017	0.011	0.009	0.008	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.010	0.007	0.008	0.006	0.007	0.008	0.008	0.008	○	○	○	
A-8	0.034	0.034	0.029	0.032	0.053	0.044	0.032	0.105	0.090	0.029	0.026	0.026	0.026	0.026	0.024	0.024	0.022	0.023	0.025	0.027	0.030	0.030	0.063	0.050	0.038	0.038	○	○	○		
A-9	0.034	0.029	0.034	0.045	0.037	0.030	0.031	0.028	0.034	0.062	0.041	0.104	0.029	0.038	0.040	0.061	0.111	0.052	0.063	0.035	0.039	0.031	0.030	0.036	0.078	0.225	×	×	×		
A-10	0.071	0.026	0.028	-	0.147	0.057	0.150	0.189	0.069	0.026	0.024	0.026	0.030	0.046	0.059	0.048	0.043	0.042	0.042	0.039	0.032	0.028	0.025	0.058	0.057	0.163	×	×	×		
A-11	0.003	0.001	0.002	0.003	0.003	0.001	0.003	0.001	0.001	0.147	0.012	0.005	0.005	0.002	0.002	0.005	0.003	0.004	0.003	0.002	0.006	0.002	0.006	0.005	0.009	0.27	○	○	○		
A-12	0.010	0.007	0.006	0.009	0.007	0.006	0.010	0.007	0.007	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.009	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.007	0.20	○	○	○		
Average	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0.025	73					
Maximum																															
Minimum																															

Winter Season

2) TSP Monitoring Result and Comparison with Standard

Monitoring Station No.	TSP value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Comparison with Standards	
		EU limit (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(A-4)
A-1	96	○	
A-2	83	○	
A-3	62	○	
A-4	49	○	
A-5	77	○	
A-6	128	○	
A-7	113	○	
A-8	268	○	
A-9	289	○	
A-10	208	○	
A-11	123	○	
A-12	94	○	
Average	133		(A-9)
Maximum	289		(A-4)
Minimum	49		(A-4)

3) PM₁₀ Monitoring Result and Comparison with Standards

Monitoring Station No.	PM ₁₀ value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Comparison with Standards	
		US (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Japan (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A-1	58	○	○
A-2	38	○	○
A-3	43	○	○
A-4	33	○	○
A-5	51	○	○
A-6	85	○	○
A-7	54	○	○
A-8	203	×	×
A-9	188	×	×
A-10	138	○	×
A-11	72	○	○
A-12	52	○	○
Average	85		(A-8)
Maximum	203		(A-8)
Minimum	33		(A-4)

4) The Ratio of PM₁₀ to TSP

Monitoring Station No.	TSP value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ /TSP (%)
A-1	96	58	60%
A-2	83	38	45%
A-3	62	43	70%
A-4	49	33	68%
A-5	77	51	66%
A-6	128	85	66%
A-7	113	54	48%
A-8	268	203	76%
A-9	289	188	65%
A-10	208	138	66%
A-11	123	72	58%
A-12	94	52	56%
Average		(A-8)	62%
Maximum		(A-8)	76%
Minimum		(A-2)	45%

*Legend: ×=exceeding standard ○=achieving standard

表 8.3 降下ばいじんのモニタリングおよび化学分析結果(1)

Monitoring Point No.	Amount of Dustfall (ton/km ² /30days)	Heavy Metal Concentration (mg/kg)											Ion (g/kg)	
		Hg	Cd	Cr	As	Pb	Cu	Mn	Fe	Ni	Sn	Zn	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
A-1	0.69	1.6	3.8	231	4.5	152	2,617	875	45,380	951	53	867	135	22
A-2	0.42	1.6	3.1	200	6.3	188	2,656	825	48,880	919	50	825	126	19
A-3	0.67	2.0	3.9	271	7.5	314	10,160	969	38,430	561	43	1,494	119	18
A-4	0.62	2.1	4.3	149	7.2	85	3,212	813	36,170	460	43	1,711	121	18
A-5	0.98	1.3	2.7	137	5.6	81	3,505	960	39,810	591	24	1,355	110	16
A-6	0.82	5.3	17.0	68	93.2	339	3,932	3,627	30,150	1,203	17	1,644	99	15
A-7	1.25	1.2	2.1	199	8.9	106	4,702	863	42,960	626	13	3,681	99	15
A-8	2.90	0.4	0.9	142	3.9	73	1,267	746	26,160	608	9	5,417	129	20
A-9	0.96	1.2	2.8	88	11.6	165	9,650	769	37,440	713	14	661	12	18
A-10	1.64	0.5	1.6	82	7.1	96	4,032	744	29,280	661	13	680	141	22
A-11	2.10	0.5	1.3	74	6.0	63	574	583	21,060	613	4	1,536	19	29
A-12	2.12	0.5	1.2	83	6.1	99	1,564	770	31,020	670	1	714	149	22
A-13	2.12	0.4	1.2	77	6.3	62	1,468	779	25,910	604	1	486	160	24
A-14	1.45	0.6	1.8	87	9.5	73	3,106	752	24,900	596	2	989	128	19
Average	1.34	1.4	3.4	135	13.1	135	3,746	1,005	34,111	698	21	1,576	111	20
Maximum	2.90	5.3	17.0	271	93.2	339	10,160	3,627	48,880	1,203	53	5,417	160	29
Minimum	0.42	0.4	0.9	68	3.9	62	574	583	21,060	460	1	486	12	15

表 8.3 降下ばいじんのモニタリングおよび化学分析結果(2)

Monitoring Point No.	Amount of Dustfall (ton/km ² /30days)	Heavy Metal Concentration (mg/kg)											Ion (g/kg)	
		Hg	Cd	Cr	As	Pb	Cu	Mn	Fe	Ni	Sn	Zn	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
A-1	1.01	1.9	4.2	248	5.1	138	2,413	692	32,395	622	41	1,134	89	21
A-2	1.53	2.6	2.0	263	8.2	141	1,948	818	40,138	813	40	1,418	35	26
A-3	0.81	2.5	3.1	242	7.1	273	8,854	842	43,628	582	37	1,113	89	17
A-4	1.89	1.2	6.7	139	6.7	68	3,684	685	40,868	508	37	1,852	95	19
A-5	2.49	2.1	4.8	141	6.0	77	4,087	843	37,622	485	30	1,624	106	19
A-6	2.19	5.8	2.4	152	7.1	85	4,132	914	39,564	524	34	1,588	71	22
A-7	1.58	2.6	3.3	213	9.3	98	4,618	924	40,453	589	21	2,937	118	18
A-8	1.28	4.9	1.2	148	4.7	80	2,008	805	31,227	660	14	3,617	106	20
A-9	0.68	4.1	2.6	102	10.3	148	7,853	582	32,934	842	20	489	26	17
A-10	0.44	3.5	2.0	90	5.8	68	4,421	810	30,118	707	18	543	89	20
A-11	2.87	3.0	5.9	81	4.2	43	1,004	622	27,431	585	9	2,007	118	19
A-12	1.05	3.1	1.9	78	6.7	79	2,010	593	28,693	612	5	585	106	22
A-13	1.43	3.4	2.1	70	6.1	74	1,623	825	29,418	693	6	564	142	21
A-14	0.52	3.2	2.0	98	8.3	88	2,934	768	27,742	714	9	1,428	71	20
Average	1.41	3.1	3.2	148	6.8	104	3,685	766	34,445	638	23	1,493	90	20
Maximum	2.87	5.8	6.7	263	10.3	273	8,854	924	43,628	842	41	3,617	142	26
Minimum	0.44	1.2	1.2	70	4.2	43	1,004	582	27,431	485	5	489	26	17

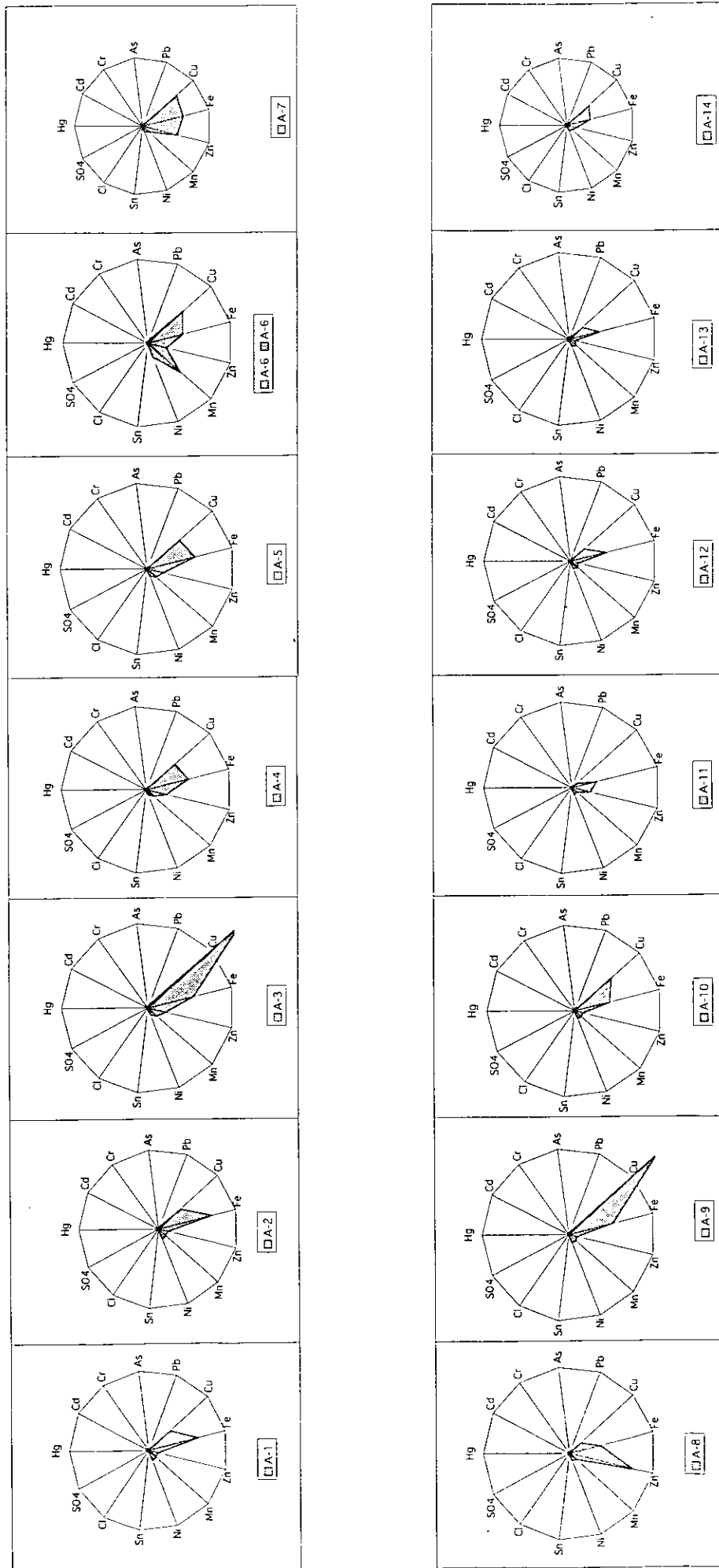
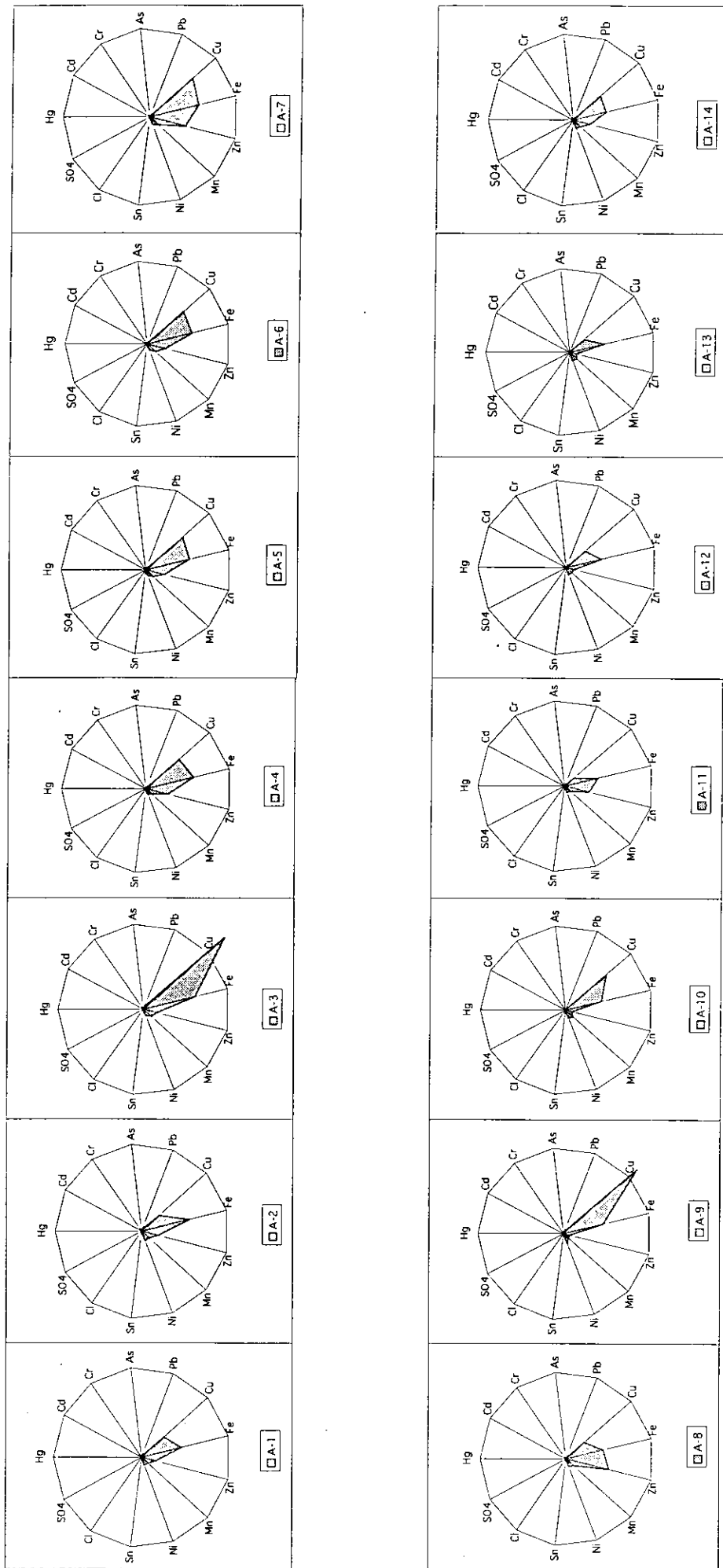


図 8.2 降下ばいじんの化学分析結果(1)

Summer Season



Winter Season

図 8.2 降下ばいじんの化学分析結果(2)

(1) SO₂

a. 夏期

SO₂濃度の1時間平均値は0.001 ppm (3 μg/m³) から0.465 ppm (1,291 μg/m³) の範囲にあり、最高濃度の0.465 ppmはA-2地点で測定された(表8.2(1))。また、SO₂濃度の24時間平均値は0.012 ppm (33 μg/m³) から0.111ppm (309 μg/m³) の範囲にあり、最高濃度の0.111 ppmはA-2地点で測定された。

OMCO製錬所に適用されるSO₂の基準値は、EECの基準値である24時間平均値120 μg/m³である。今回の測定結果では、A-1、A-2、A-9、A-10の4地点でこの基準値を超える値が測定された。日本の基準値(1時間平均値:0.1 ppm、24時間平均値:0.04 ppm)、米国の基準値(24時間平均値:0.14ppm)、WHO基準値(24時間平均値:125 μg/m³)と比較した場合の結果を以下に示す。

1. 1時間平均値:A-1、A-2、A-7、A-9、およびA-10地点で測定された15データが日本の基準値を超えた。
2. 24時間平均値:A-1、A-2、A-9、およびA-10地点で測定された4データが日本とWHOの基準値を超えたが、米国の基準値には下回った。

b. 冬期

SO₂濃度の1時間平均値は0.001 ppm (3 μg/m³) から0.835 ppm (2,404 μg/m³) の範囲にあり、最高濃度の0.835 ppmはA-9地点で測定された(表8.2(2))。SO₂濃度の24時間平均値は0.007 ppm (19 μg/m³) から0.078ppm (225 μg/m³) の範囲にあり、最高濃度の0.078 ppmはA-9地点で測定された。

OMCO製錬所に適用されるSO₂の基準値は、EECの基準値である24時間平均値120 μg/m³である。今回の測定結果では、A-9とA-10の2地点でこの基準値を超えた。日本の基準値(1時間平均値:0.1 ppm、24時間平均値:0.04 ppm)、米国の基準値(24時間平均値:0.14 ppm)、WHO基準値(24時間平均値:125 μg/m³)と比較した場合の結果を以下に記す。

1. 1時間平均値:A-8、A-9、A-10、およびA-11地点で測定された8データが日本の基準値を超えた。
2. 24時間平均値:A-9およびA-10地点で測定された2データが日本とWHOの基準値を超えたが、米国の基準値には下回った。

(2) TSP

a. 夏期

TSPの24時間平均値は173 μg/m³から332 μg/m³の範囲にあり、最高値の332 μg/m³はA-10地点で測定された(表8.2(1))。オマーン国ではTSPに対する基準値が規定されていないため、EUの24時間平均の基準値の300 μg/m³と比較した。その結果、A-1、A-9およびA-10地点で測定された値がこの基準値を超えた。

b. 冬期

TSP の 24 時間平均値は $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $289 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最高値の $289 \mu\text{g}/\text{m}^3$ は A-9 地点で測定された (表 8.2(2))。オマーン国では TSP に対する基準値が規定されていないため、EU の 24 時間平均の基準値の $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較した。その結果、測定値は全てこの基準値以下であった。

(3) PM₁₀

a. 夏期

PM₁₀ の 24 時間平均値は $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最高値の $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ は A-10 地点で測定された (表 8.2(1))。オマーン国では PM₁₀ に対する基準値が規定されていないため、日本 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と米国 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の 24 時間平均の基準値と比較した。その結果を以下に示す。

- ・日本の基準値と比較した場合：A-1、A-2、A-9、および A-10 地点で基準値を超えた。
- ・米国の基準値と比較した場合：A-1、A-2、A-9、および A-10 地点で基準値を超えた。

TSP に対する PM₁₀ の割合が 60% を超えた全ての地点において PM₁₀ の値が米国の基準値を超えていた。一方、他の米国の基準値を下回った地点では TSP に対する PM₁₀ の割合が 50% 以下であった。

b. 冬期

PM₁₀ の 24 時間平均値は $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $203 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最高値の $203 \mu\text{g}/\text{m}^3$ は A-8 地点で測定された (表 8.2(2))。オマーン国では PM₁₀ に対する基準値が規定されていないため、日本 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と米国 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の 24 時間平均の基準値と比較した。その結果を以下に示す。

- ・日本の基準値と比較した場合：A-8、A-9 および A-10 地点で基準値を超えた。
- ・米国の基準値と比較した場合：A-8 および A-9 地点で基準値を超えた。

TSP に対する PM₁₀ の割合は、A-2 および A-7 地点以外は全て 50% 以上であった。

(4) 降下ばいじん

a. 夏期

測定された降下ばいじん量は $0.42 \text{ t}/\text{km}^2/30$ 日から $2.90 \text{ t}/\text{km}^2/30$ 日の範囲にあり、 $2.90 \text{ t}/\text{km}^2/30$ 日の最高値は A-8 地点で測定された。カナダのブリティッシュ・コロンビア州では鉱業、製錬業に対する降下ばいじんの基準値を、① 望ましい基準： $1.7 \text{ mg}/\text{dm}^2/\text{日}$ ($=5.1 \text{ t}/\text{km}^2/30$ 日)、② 許容基準： $2.9 \text{ mg}/\text{dm}^2/\text{日}$ ($=8.7 \text{ t}/\text{km}^2/30$ 日)、と規定している。

測定された降下ばいじん量を上記の基準値と比較した場合、全ての値が基準値をかなり下回っていた。捕集された降下ばいじん中の重金属、および SO₄、Cl のイオン成分の濃度の化学分析の結果を表 8.3 (1) および図 8.2 (1) に示す。OMCO 製錬所から遠い地点ほど重金属および SO₄、Cl の濃度が低く、また OMCO 製錬所の風下側の地点 (A-1、A-2、A-3 および A-9) では比較的高い値が見られた。

b. 冬期

測定された降下ばいじんの量は $0.44 \text{ t/km}^2/30 \text{ 日}$ から $2.87 \text{ t/km}^2/30 \text{ 日}$ の範囲にあり、 $2.87 \text{ t/km}^2/30 \text{ 日}$ の最高値は A-11 地点で測定された。測定された降下ばいじんをカナダのブリティッシュ・コロンビア州の基準値と比較したところ、全ての値が基準値をかなり下回った。捕集された降下ばいじん中の重金属、 SO_4 、Cl の濃度を化学分析により求めた結果を表 8.3 (2) および図 8.2 (2) に示す。OMCO 製錬所から遠い地点ほどこれらの濃度が低く、また、夏期同様 OMCO 製錬所の風下側の地点 (A-1、A-2、A-3 および A-9) では比較的高い値が見られた。

(5) 大気の現況

一般に排煙は周辺地域の環境大気に大きな影響を及ぼす。排出された大気汚染物質は風向、風速、気温 (プルーム上昇を左右する)、表層付近での乱流により拡散する。高さ 100m 程度の煙突からの排煙で影響を受ける地域は、一般的に排出源から風下 10km 以内の地域に限定される。本調査では環境大気モニタリング地点を OMCO 製錬所を中心として半径 20km 以内の地域に設定したが、これらの地域では大気汚染物質の排出源となる可能性があるのは OMCO 製錬所のみである。このような対象地域の条件および夏期・冬期のモニタリング結果に基づき、ソハール鉱山周辺地域の環境大気の現況について以下に示す。

1. OMCO 製錬所の風下 (南西) に位置する 4 地点 (A-1、A-2、A-9 および A-10) で SO_2 濃度が OMCO に適用される EEC の基準値 (24 時間平均値: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を超えていた。また、日本の基準値 (1 時間平均値: 0.1ppm、24 時間平均値: 0.04ppm)、および WHO の基準値 (24 時間平均値: $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と比較した場合も基準値を超えていた。しかし、これらの濃度は全て米国の基準値 (24 時間平均値: 0.14ppm) を下回っていた。
2. OMCO 製錬所の風下 (南西) に位置するモニタリング 4 地点 (A-1、A-2、A-9 および A-10) では、TSP は他の地点より高濃度であった。EU の基準値 (24 時間平均値: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と表 8.3 とを比較した場合、3 地点で基準値を超えていた。 SO_2 のバックグラウンド濃度は対照地点の A-11 地点でモニタリングされたデータに基づき、 $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲内と考えられた。
3. A-2、A-3、A-4 および A-5 地点での SO_2 濃度はソハール鉱山周辺地域のバックグラウンド濃度と考えられる A-11 地点の濃度と同様な値を示していた。
4. SO_2 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、OMCO 製錬所から排出される SO_2 が住民に影響を及ぼしている可能性が考えられる。しかし、夏期、冬期各 1 回のモニタリングに基づいて OMCO 製錬所から排出される SO_2 が住民に影響を及ぼしているかどうかを判断することは困難であると考えられる。
5. 一般に銅製錬所から排出される粒子状物質の主要成分は銅と鉄の酸化物であり、ヒ素、アンチモン、カドミウム、鉛、水銀、亜鉛等の他の重金属も含む。今回モニタリングが行われた全ての地点において、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いた。また、OMCO 製錬所から離れたモニタリング地点ほど、重金属濃度が低くなる傾向が見られた。以上の点から OMCO 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

れている可能性が考えられる。

8.2 気象観測

本節では OMC0 製錬所周辺で実施された気象観測の結果について述べる。
気象観測の主な目的は以下のとおりである。

1. 大気の拡散特性の評価
2. 環境大気条件と気象状況との関連性の評価
3. 大気拡散シミュレーション・モデルの入力データの作成

気象観測方法の概要を表 8.4 に示す。

表 8.4 気象観測方法の概要

測定項目	測定点数	測定機器材	測定期間
風速	1	風杯式風速計	9ヶ月
風向	1	矢羽式風向計	9ヶ月
降水量	1	転倒升式雨量計	9ヶ月
日射量	1	全天日射計	9ヶ月
気温	1	抵抗体式気温計	9ヶ月
湿度	1	薄膜乾湿素子式湿度計	9ヶ月

8.2.1 観測項目

以下の項目について、測定機器を使用して実施した。

- 風速
- 風向
- 降水量
- 日射量
- 気温
- 湿度

8.2.2 観測地点

地形、障害物、既設観測点、既存排出源、維持・管理の容易性、故意の損壊防止などを考慮して、観測地点として1地点を選定した（図 8.3）。

8.2.3 測定機器

各測定項目について以下のような測定機器を使用した。

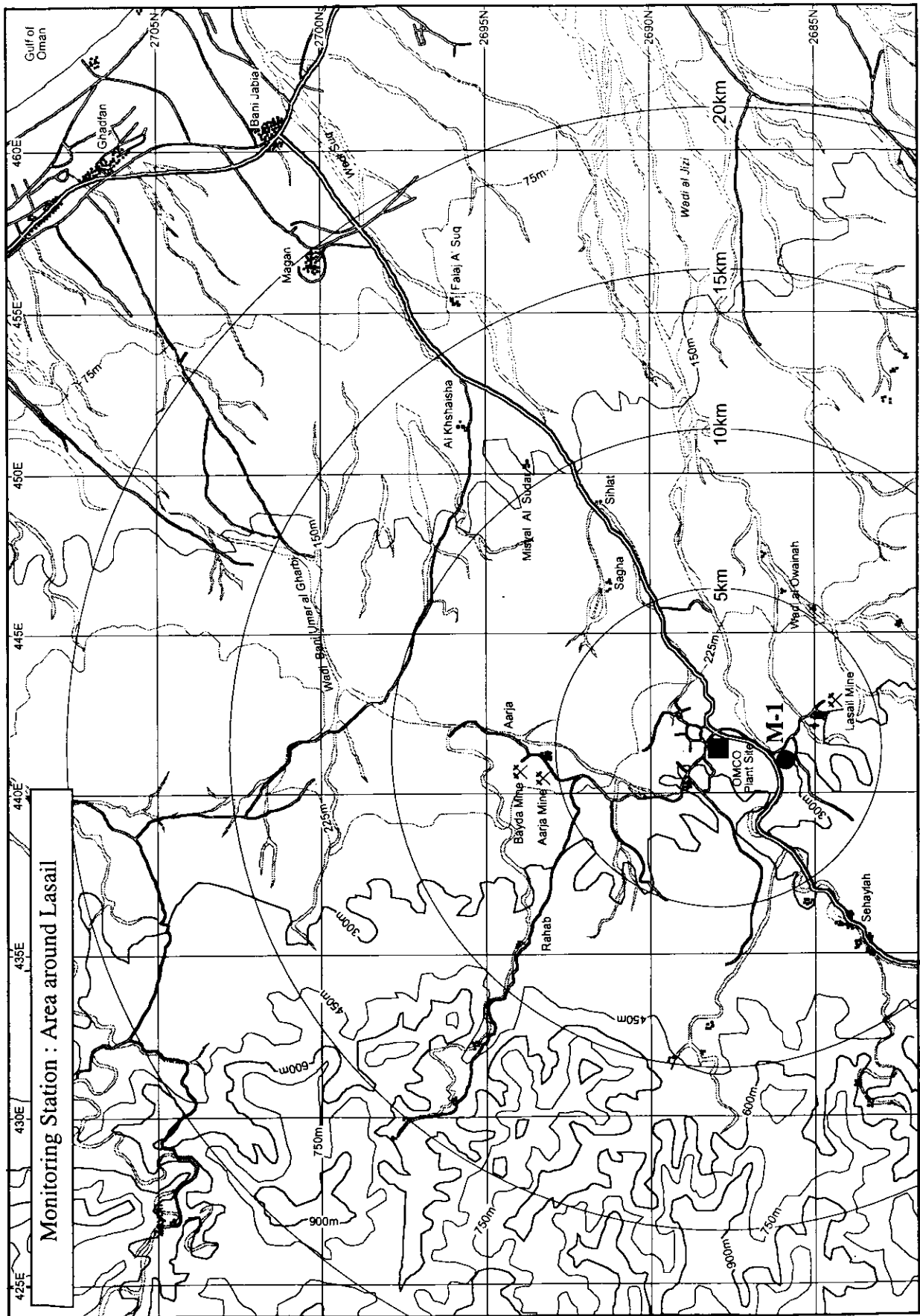


图 8.3 气象观测地点

- ・SO₂：紫外線蛍光法 SO₂ モニター
- ・TSP：ハイボリューム・エア・サンプラー
- ・PM₁₀：分粒装置付ハイボリューム・エア・サンプラー
- ・降下ばいじん：ダスト・ジャー（高さ 4m の鉄柱の先端に設置）

8.2.4 測定期間

気象観測は、2000 年 6 月から 2001 年 2 月までの 9 ヶ月間実施した。

8.2.5 観測結果

2000 年 6 月～2001 年 2 月までの観測結果の概要を表 8.5（添付資料-8 参照）に示す。また、風配置を図 8.4 に示す。

(1) 風速

2000 年 12 月末までの平均風速は 3.0m/秒であり、全体的に弱く穏やかであった。最大風速は 11.8m/秒であり、5m/秒を超える風速が 2001 年の 2 月末まで全データの 17%を占め、1 日のうち午後 1～3 時の間が最も強風があった。

(2) 風向

卓越風向は東(E)、東北東(ENE)、北東(NE)で、これらは海風に相当する。風向には日変化のパターンがあり、東北東風および東風は日中に、西南西風および西風は夜間に観測された。

(3) 降水量

全降水量は 2001 年 2 月末までで合計 15.9mm であった。

(4) 日射量

日射量の日変化は日の出、日没のパターンに一致していた。最大値は夏期においては約 800～1,000 W/m²で、冬期においては約 600～800 W/m²であった。

(5) 気温

2001 年 2 月末までの平均気温は 26.7℃であり、9.4～44.1℃の範囲であった。40℃以上の気温は 2 月末までの全測定データの 3%を占めた。

表 8.5 2001 年 2 月末までの気象モニタリング結果

	Wind speed (m/s)	Wind direction (degrees)	Rainfall (mm)	Solar radiation (watts/m ³)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)
Min.	0.4	—	—	—	9.4	11.0
Max.	11.8	ENE	—	978	44.1	100.0
Ave.	3.0	—	—	—	26.7	50.8
Total	—	—	15.9	—	—	—

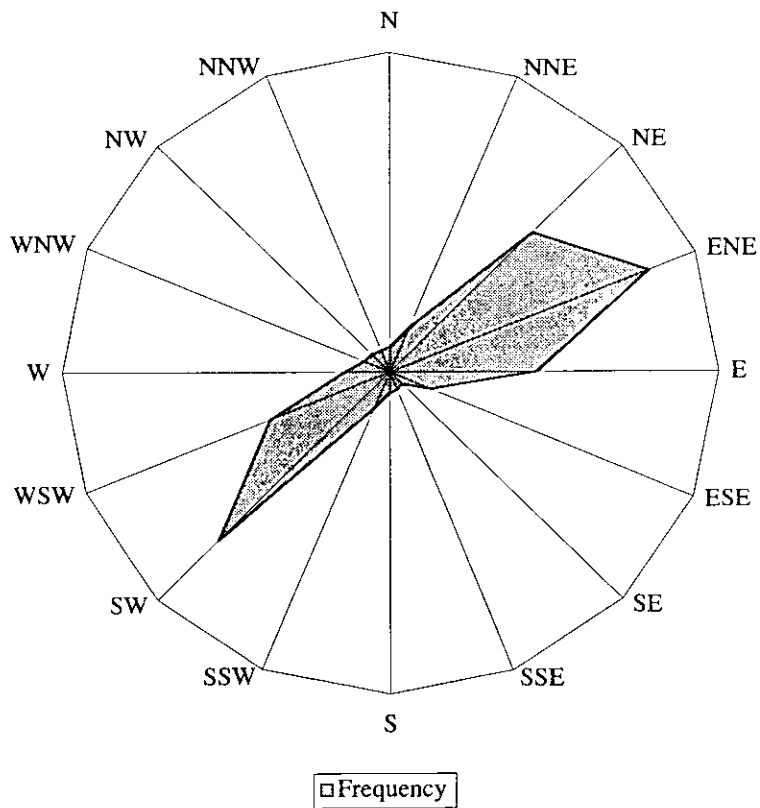


図 8.4 2000 年 6 月から 2001 年 2 月までの風配図

(6) 湿度

湿度は夜から朝にかけて 60～100 % の範囲と比較的高かった。低い湿度は 10～50 % で気温の上がる午後に観測された。

8.3 大気拡散シミュレーション

拡散シミュレーション・モデルの作成に不可欠な煙源に関するデータについて、以下のデータを OMC0 から収集した。

- ・実煙突高さ : 100.85 m
- ・煙突の内径 : 1.872 m
- ・排ガスの排出速度 : 18.8 m/sec
- ・排ガスの温度 : 523 K
- ・SO₂ の排出速度 : 1,226 g/sec

8.4 OMC0 が測定した既存 SO₂ モニタリング・データの収集

OMC0 は 10 地点において環境大気 SO₂ モニタリングを実施している。OMC0 は SO₂ モニタリング・データとの比較基準として EEC の環境基準である 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 時間平均値) を採用している。

今回入手した過去 5 年間のデータにおいては EEC の環境基準を超える観測値が 2 回記録されている。一つは 1998 年 3 月 23・24 日に A-2 で記録された 131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、もう一つは 1998 年 3 月 17・18 日に A-9 で記録された 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。これら基準値以上の測定値は、両者とも 1998 年 3 月に OMC0 プラントから南西側に位置するモニタリング・ポイントにおいて記録されている。

8.5 SO₂ 拡散シミュレーション・モデルの選定

本節においては、OMC0 製錬所の通常操業時における環境大気への影響評価を目的として実施した大気拡散シミュレーションについて述べる。このシミュレーションは SO₂ 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。

以下にモデルの選定、モデルの理論、インプット・データ (気象、排出源、測定点に関する情報)、シミュレーション結果について詳述する。

8.5.1 モデルの選定

煙源から排出された大気汚染物質は乱流によって拡散される。排煙のプルーム (煙流) の動向は、風速、乱流強度、大気安定度等の気象条件および地表面の状態によって大きく変化する。大気汚染物質の動向をシミュレートするためのモデルには以下のようなものがある。

- ・プルーム・モデル
- ・数値解モデル
- ・物理モデル

(1) プリューム・モデル

プリューム・モデルは大気汚染物質の影響予測に関して、最も広く用いられているモデルであり、一般的にランニング・コストが安く、構築が容易であるという利点を持つ。プリューム・モデルにおいては、汚染物質濃度はプリュームの中心軸についての三次元的な正規分布（ガウス分布）で表される。プリューム・モデルは点源から連続的に排出されるガス状汚染物質の拡散を前提としたものであるため、汚染物質のタイプ、汚染源の形状等によって補正を加える。また、プリュームは一定風速条件下で排出源から風下へと流れ、風向軸と垂直な軸に対する拡散は排出源からの風下距離により決定される拡散係数によって決定されるという前提条件に基づいている。この他にも、プリューム・モデルは以下の前提条件に基づいている。

- ・ 定常状態である（拡散に関するパラメーターの時間的変化は考慮しない）
- ・ 風速は一定（気象パラメーターの空間的なばらつきがない）
- ・ 風向はX軸方向（風下方向）への1ベクトルとして扱う（X軸に水平方向、垂直方向へのベクトルは0とする）

(2) 数値解モデル

数値解モデルは大気汚染物質の移流拡散理論に基づいたモデルである。このモデルにおいては、大気汚染物質濃度の移流および拡散を規定する拡散場および境界の状況に応じて拡散方程式を数値的に解くことにより、大気中の大気汚染物質濃度を予測する。

拡散方程式は解析的に解けないため、数値解法を用いて計算が行われる。数値解モデルにおける最も困難な点は、モデルによる対象地域の現況再現のために複数地点における汚染物質、気象の時間毎のデータを必要とすることである。数値解モデルのアウトプットの質はインプット・データの質に大きく左右され、コストはデータ量と計算量が膨大であるため比較的高くなる。

数値解モデルは化学的な変質を起こす大気汚染物質の都市域における濃度分布を解析するような場合にはプリューム・モデルより適しているが、プリューム・モデルより多くの種類・量のデータを必要とするため、用いられることは少ない。

(3) 物理モデル

大気汚染物質の拡散は、実物と相似な縮尺模型を設置した風洞実験によって予測することが可能である。物理モデルにおいては、通常風洞中の排出源から一定濃度のトレーサー・ガス（アンモニアガス等）を排出し、風洞大気中のトレーサー・ガス濃度を測定することによって予測を行う。風洞中で測定されたトレーサー・ガス濃度は相似法則により環境大気中の汚染物質濃度へと換算される。物理モデルにおける最も困難な点は、風洞中の大気条件を環境大気条件に相似となるように再現することであり、排煙の浮力による上昇や運動量を風洞中で相似的に再現することは非常に難しい。また、相似模型の作成には通常長い時間を要する。風洞実験を行うには施設が必要であるだけでなく、複雑なプロセスを行う高度な技術が必要であり、コストは一般的に非常に高くなる。しかしながら、物理モデルは建物、地形、ダウン・ウオッシュ等の影響により流れが複雑となる場合、標高の高い地点における予測を行う場合、都市域・複雑地形域における予

測を行う場合には有効な方法である。このモデルは数 km² の対象地域における上述の条件下の予測を行う際には非常に優れている。

本調査におけるモデルの選定に関しては、地形（単純地形・複雑地形）、土地利用形態（都市域・田園域）、信頼性、再現性、汎用性、環境条件の複雑度、必要なデータ、必要なハード・ウェア等の様々な要素について考慮した。その結果、汎用性および再現性の高さ、インプット・データの入手可能性、パソコンで使用できる利便性、多様な大気汚染物質・環境条件への対応等の点で優れており、米国環境保護庁が承認している Industrial Source Complex Short Term version 3 (ISCST3) を本調査において用いることとした。ISCST3 はプルーム・モデルを基礎とした実用モデルであり、大気汚染物質の定常状態におけるガウス分布を想定し、排出源から 20km 圏内、有効煙突高以下の地点における着地濃度予測を基本としている。ISCST3 は 1 時間毎の気象データを用い、大気汚染物質濃度の 1 時間～年平均値を予測することが可能である。ISCST3 は発電所、ガスプラント、精油所、LNG プラント、鉱山等のプロジェクトの環境影響予測に用いられている。

これらの 3 種類のモデルの特徴について表 8.6 において比較する。

8.5.2 大気拡散モデル

(1) 基本式

ISCST3 で用いられる基本式は正規型のプルーム式であり、以下のように表される。

$$C = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z - \text{He})^2}{\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z + \text{He})^2}{\sigma_z^2}\right] \right\}$$

C: 汚染物質濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q: 汚染物質排出速度 (g/sec)

u: 風速 (m/sec)

He: 有効煙突高 (m)

σ_y, σ_z : 風向と水平方向 (y)、垂直方向 (z) への拡散係数 (m)

具体的に ISCST3 のインプットとして必要なデータとしては、排ガスに関するパラメーター（煙突の高さ、煙突の内径、汚染物質の排出速度、排ガスの温度、排ガスの排出速度）、排出源の位置、風向、風速、大気安定度、混合層高さ、測定点の座標等がある。

8.5.3 モデルの評価

ISCST3 の信頼性について、現地における SO₂ 実測値と、ISCST3 によって計算されたシミュレーション予測値との比較によって評価を行った。夏期および冬期に OMC0 製錬所周辺の 12 地点において測定した SO₂ 地上濃度の実測値と、各期・各地点についてのシミュレーション予測値 (M-1 において測定された気象データと OMC0 の排煙データを入力して作成) を比較した。その結果、実測値と予測値は、図 8.5(1)～(2) に示すように比較的高い一致を示した。

表 8.6 モデルの特徴の比較

Type of Model	Terrain		Land Use		Pollutant			Emission Source			Downwash Downdraft	Time Scale	
	Flat	Complex	Urban	Rural	SOx	NOx	Particulate	Point	Line	Area		Short Term	Long Term
Gaussian Plume Model	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Numerical Model	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Physical Model	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

Type of Model	Required Hardware	Inversion Layer	Simulation Area		Flexibility to case study	Required Time	Applied Project	Cost	Model Calibration	Simulation Result	Selected Model
			Near Field	Far Field							
Gaussian Plume Model	Computer	Yes	Yes	Yes	Yes	Short	Industry, Mining, Road	Low	Short Time	Two/Three Dimensions	ISCST3*
Numerical Model	Computer	Yes	Yes	Yes	No	Long	Industry, Road, Facility Design	High	Time Consuming	Two/Three Dimensions	
Physical Model	Wind Tunnel	No	Yes	No	No	Long	Industry, Road, Facility Design	High	Time Consuming	Two Dimensions	

* Industrial Source Complex Short Term Version 3, USEPA approved Model

8.5.4 気象データ

拡散は風速、風向、風の乱れ、大気安定度、混合層高等によって影響を受けるため、大気汚染物質の拡散の予測には気象データが不可欠である。ISCST3 のモデル構築に必要な気象データは、風向、風速、気温、大気安定度および混合層高の5種類の気象パラメーターの連続した1時間平均値である。ISCST3 はパスキルの安定度階級に基づいた6階級の気象安定度（強不安定～中立～並安定）を採用している。この安定度階級について以下に示す。

- (1) A：強不安定
- (2) B：並不安定
- (3) C：弱不安定
- (4) D：中立
- (5) E：弱安定
- (6) F：並安定

大気的不安定状態は、日中の太陽放射で地表面が暖められることにより自由対流のおよぶ範囲が拡大することによって発生する。その逆に、大気安定状態は夜間の冷え込みによって自由対流が抑制されることによって発生する。また、大気の中立状態は強風時に発生しやすい。

太陽放射による熱の供給により、大気対流および混合が盛んな層が地表部に発達する。このような対流の盛んな大気層は混合層と呼ばれ、この層の高さは混合層高と呼ばれる。混合層中に排出された大気汚染物質は混合層中に留まるため、混合層高は大気汚染状況に大きな影響を与え

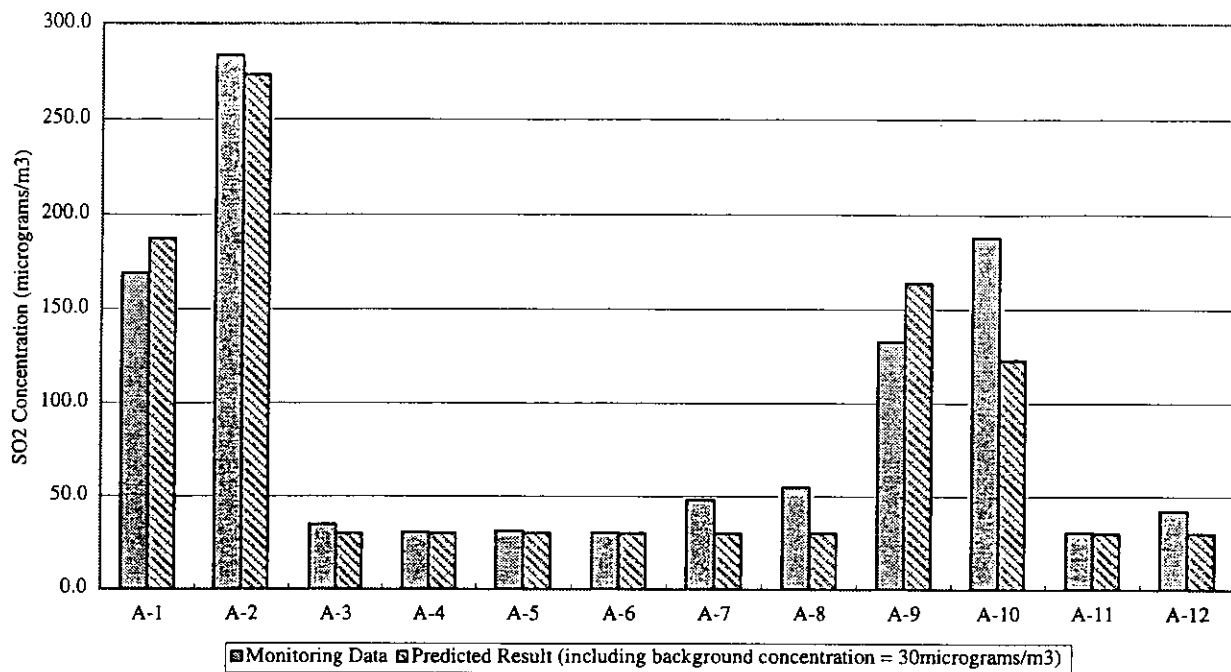


図 8.5 SO₂ 地上濃度実測値とシミュレーション予測値との比較(1)

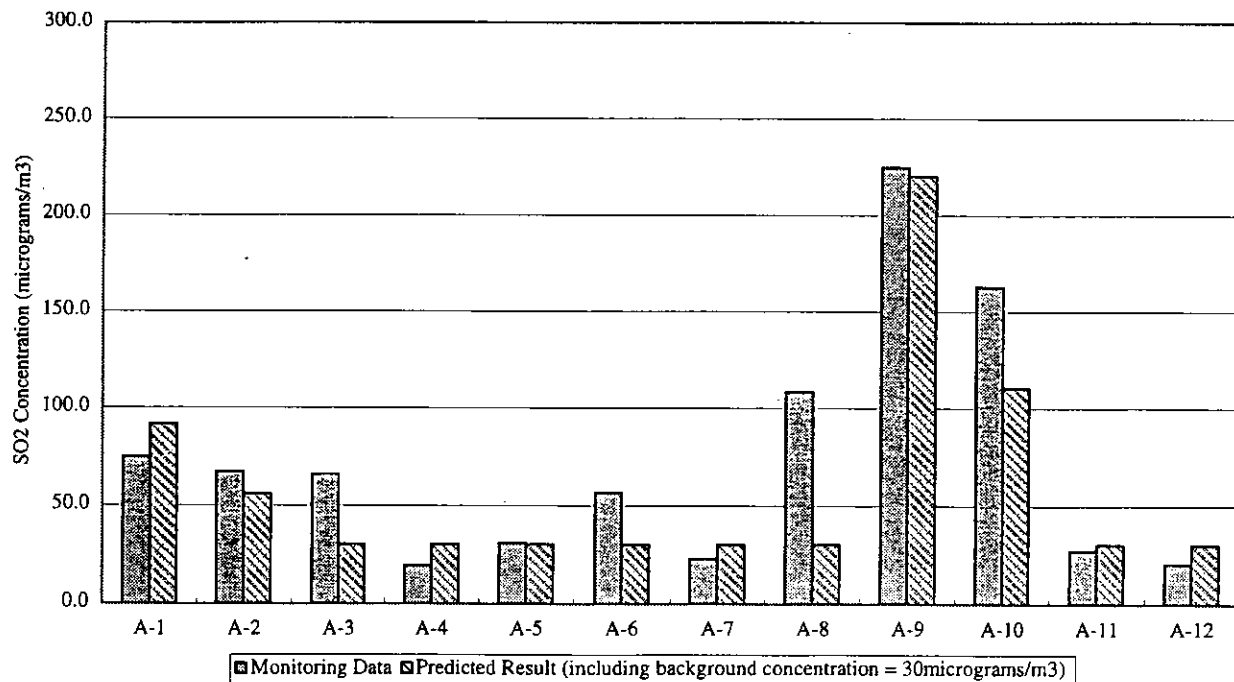


図 8.5 SO₂ 地上濃度実測値とシミュレーション予測値との比較(2)

る。ISCST3 モデルの構築に際しては、1999 年に OMC0 に最寄りの測候所で観測された以下のデータ・セットを用いた。

- ・マジスで観測された地上気象データ
- ・アブダビ空港で観測された高層気象データ
- ・アブダビ空港で観測された地上気象データ

OMC0 に最寄りの高層気象の観測所としては、シーブ空港とアブダビ空港の 2 ヶ所が存在する。これらの空港における高層気象の測定頻度は、シーブ空港が 1 日 1 回、アブダビ空港が 1 日 2 回である。本調査においては、測定頻度の高さからアブダビ空港のデータを採用した。1 日 2 回ラジオ・ゾンデで測定されたアブダビ空港の高層気象データと、風向、風速、気温、雲量等の 1 時間値から構成された地上気象データから、米国環境保護庁が承認している気象データ・プロセス用プログラム PCRAMMET を用いて ISCST3 に適合したフォーマットの気象データを作成した。PCRAMMET はパスキル-ギフォードの概念を発展させたターナーの安定度階級を採用し、風速と雲量と太陽光度に基づいた日射から 1 時間毎の大気安定度を算出する。また、朝と昼の混合層高のデータから 1 時間毎の混合層高を算出する。PCRAMMET によりプロセスされた気象データは ISCST3 の気象インプット・データとして直接使用することが可能である。

8.5.5 対象地域

OMC0 製錬所を中心とした 20km x 20km の対象地域を 500m x 500m のグリッドに分割し、合計 1,600 地点において濃度予測を行った。また、これらの等間隔のグリッドとは別に 10 地点のセンシティブ・エリア（居住地域）の座標を入力し、大気汚染物質濃度のシミュレーション予測を行った。

8.5.6 モデル・ケース

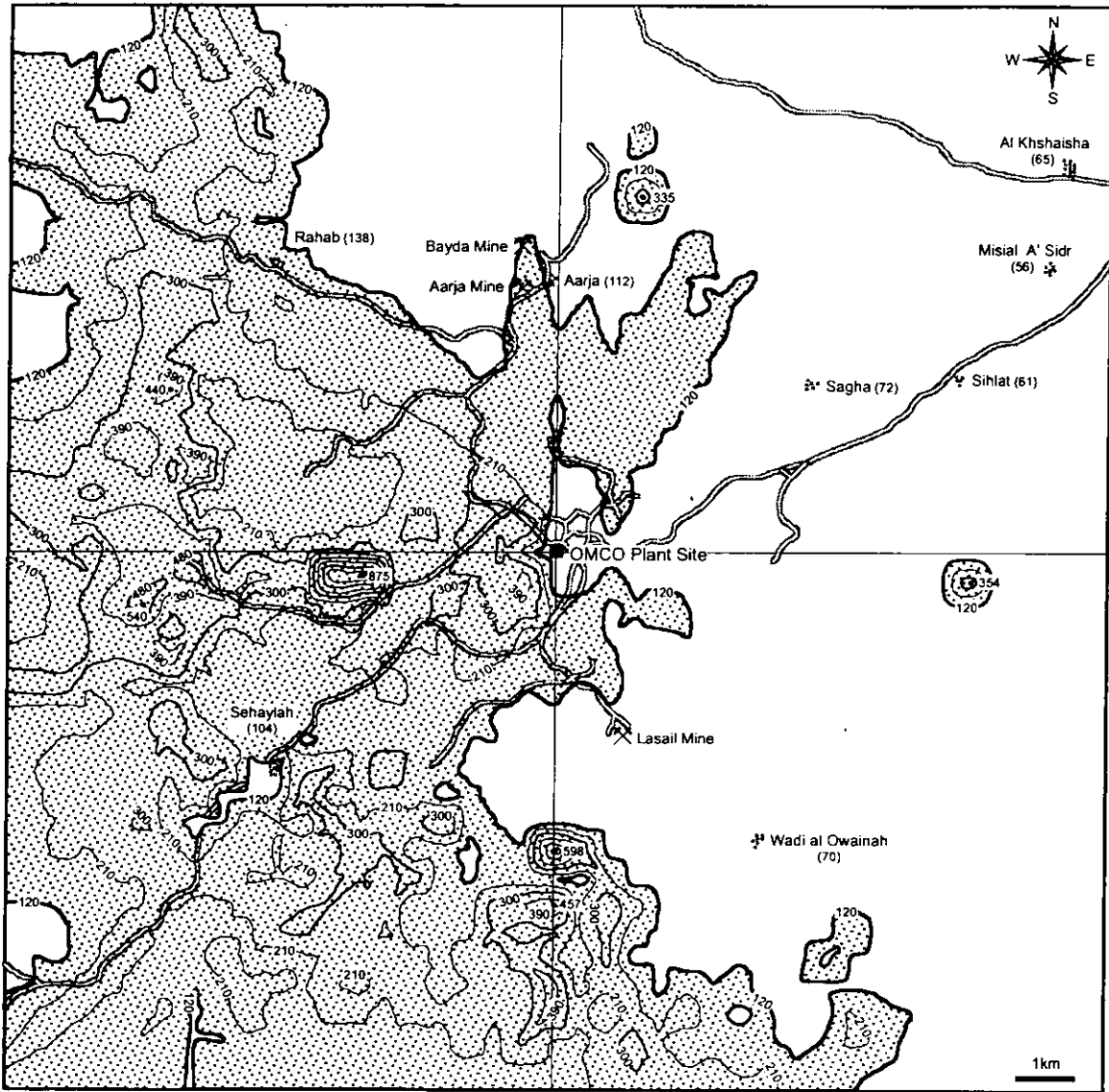
本調査においては、現況（OMC0 通常操業時）のシミュレーションを行った。OMC0 製錬所の現況 SO₂ 拡散シミュレーションに必要なインプット・データとしては、OMC0 から提供された製錬フローおよび硫黄バランス・データに基づいて作成した以下のデータを用いた。

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. 煙突高 (m) | : 100.85m |
| 2. 煙突内径 | : 1.872m |
| 3. 排ガス排出速度 | : 18.8m/sec |
| 4. 排ガス温度 | : 523K |
| 5. SO ₂ 排出量 | : 38,682 ton/year (1999) |

8.5.7 シミュレーション予測結果

20km x 20km の対象地域における現況 SO₂ 拡散シミュレーションの結果を図 8.6 および図 8.7 に示す。これらの図は以下のシミュレーション結果を示したものである。

- ・ SO₂ 濃度の 24 時間平均値の最大値
- ・ SO₂ 濃度の年平均値




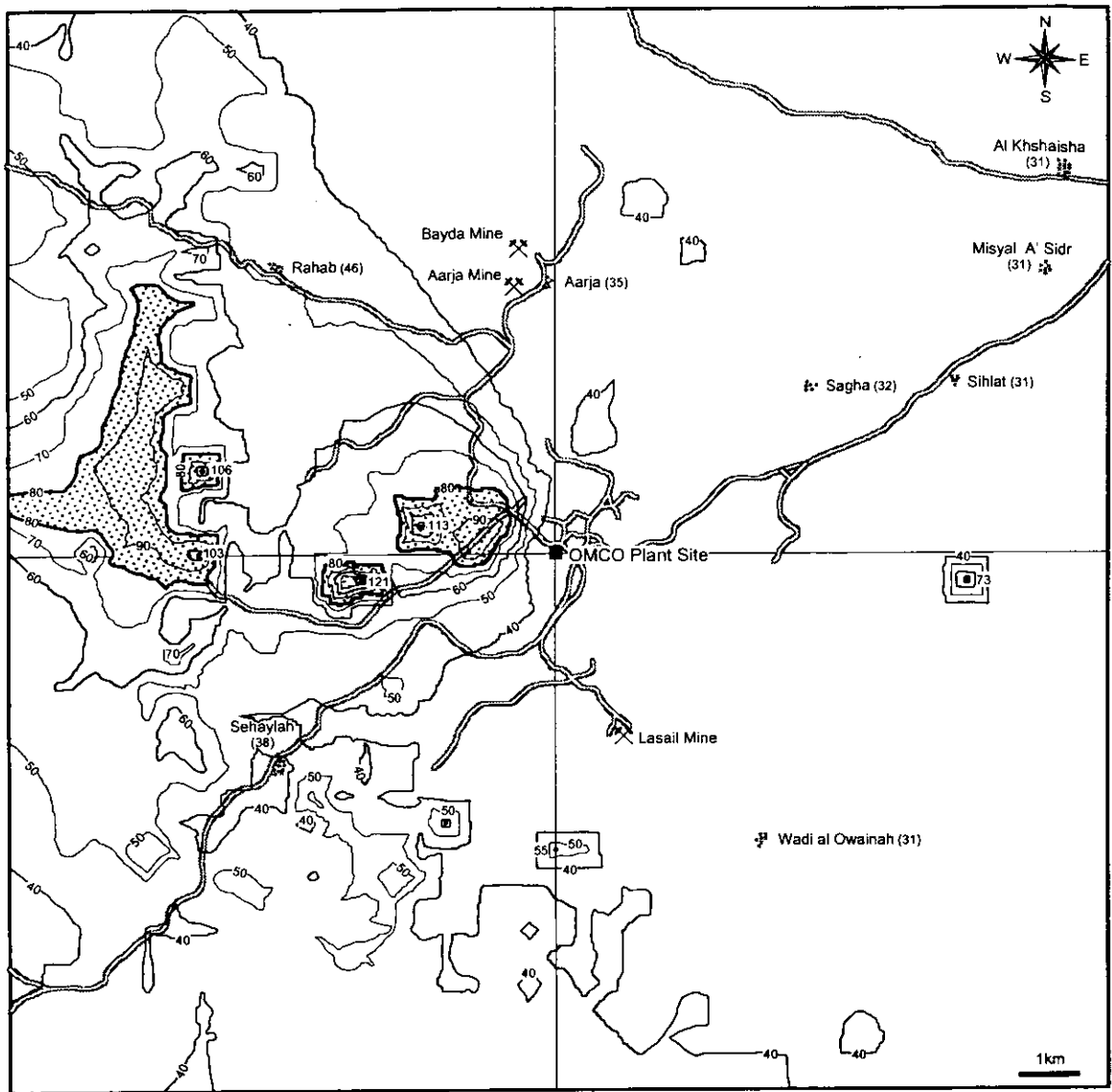
Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Interval between contour lines : $90\mu\text{g}/\text{m}^3$
 : area exceeded the standard

図 8.6 SO_2 濃度の 24 時間平均最大値の等濃度線図



Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 Interval between contour lines : $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
 [shaded area] : area exceeded the standard

図 8.7 SO_2 濃度の年平均値の等濃度線図

また、センシティブ・エリア（居住地域）における予測結果を表 8.7 に示す。

シミュレーションにおける地上濃度の予測結果は、OMCO 製錬所の西側（風下側）に SO₂ が拡散するという結果を示した。図 8.6 および図 8.7 において網掛けで示した範囲は環境基準を超えた地域である（24 時間平均値：120 μg/m³、年平均値：80 μg/m³）。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/m³、年平均値が 121 μg/m³であり、どちらも OMCO 製錬所から西方約 3.5km 地点で観測された。

表 8.7 ISCS3 大気拡散シミュレーション・モデルによるセンシティブ・エリアの SO₂ 濃度予測結果

1. Annual Average Concentration

unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

No.	Area Name	Direction and Distance from OMCO	Predicted Result	Comparison with Annual Standard (US; $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Magan	NE 20km	30.9	○
2	Falaj A'Suq	ENE 15km	30.9	○
3	Al Khshaisha	NE 12km	31.3	○
4	Misial A'Sidr	ENE 11km	31.3	○
5	Sihlat	ENE 8km	31.3	○
6	Sagha	ENE 5km	32.3	○
7	Wadi al Owainah	SSE 5km	31.4	○
8	Aarja	N 5km	34.8	○
9	Rahab	NW 7km	45.8	○
10	Sehaylah	SW 7km	37.6	○

Legend: ○ = satisfy standard × = exceed standard

2. 24-hour Average Concentration

unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

No.	Area Name	Direction and Distance from OMCO	Highest 24h Average Predicted Result	Highest 24h Average Concentration Predicted Date	Number of Days Exceeded 24h Average Standard (EEC; $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Magan	NE 20km	52.8	24.Apr	0
2	Falaj A'Suq	ENE 15km	46.2	29.Oct	0
3	Al Khshaisha	NE 12km	65.0	24.Apr	0
4	Misial A'Sidr	ENE 11km	56.4	24.Apr	0
5	Sihlat	ENE 8km	61.2	29.Oct	0
6	Sagha	ENE 5km	71.8	24.Nov	0
7	Wadi al Owainah	SSE 5km	69.5	29.May	0
8	Aarja	N 5km	111.7	31.Jul	0
9	Rahab	NW 7km	138.3	21.Jul	1
10	Sehaylah	SW 7km	103.6	7.Feb	0

第9章 製錬所拡張計画の調査

第9章 製錬所拡張計画の調査

9.1 調査結果

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

第 10 章 環境影響に関する調査

10.1 調査方法

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。インタビューは ファラージ・アル・スーク、ミシャル・ア・シドゥール、サガ、クシシュット・アル・ミル、ワジ・アル・オワイナ、スハイラ、ラハブ、アージャおよびファラージ・アル・カバイルにおいて行った。これらの地域は図 10.1 に示すように OMC0 製錬所から半径 23 km 内にあり、インタビューは 23 人について行った。

個人に対するインタビューに加えて、ソハール鉱山地域の疾病・健康被害に関する情報を得るために保健・医療機関についての質問票を作成した。この質問票への記入をソハール国立病院に依頼した。

10.2 インタビュー調査結果

インタビュー調査結果を表 10.1 に示す。

ソハール国立病院からの回答を以下に示す。

“本件に関する情報はプライマリー・ヘルス・ケア活動により得られるものであり、本件に関する十分な情報を保有していません”。

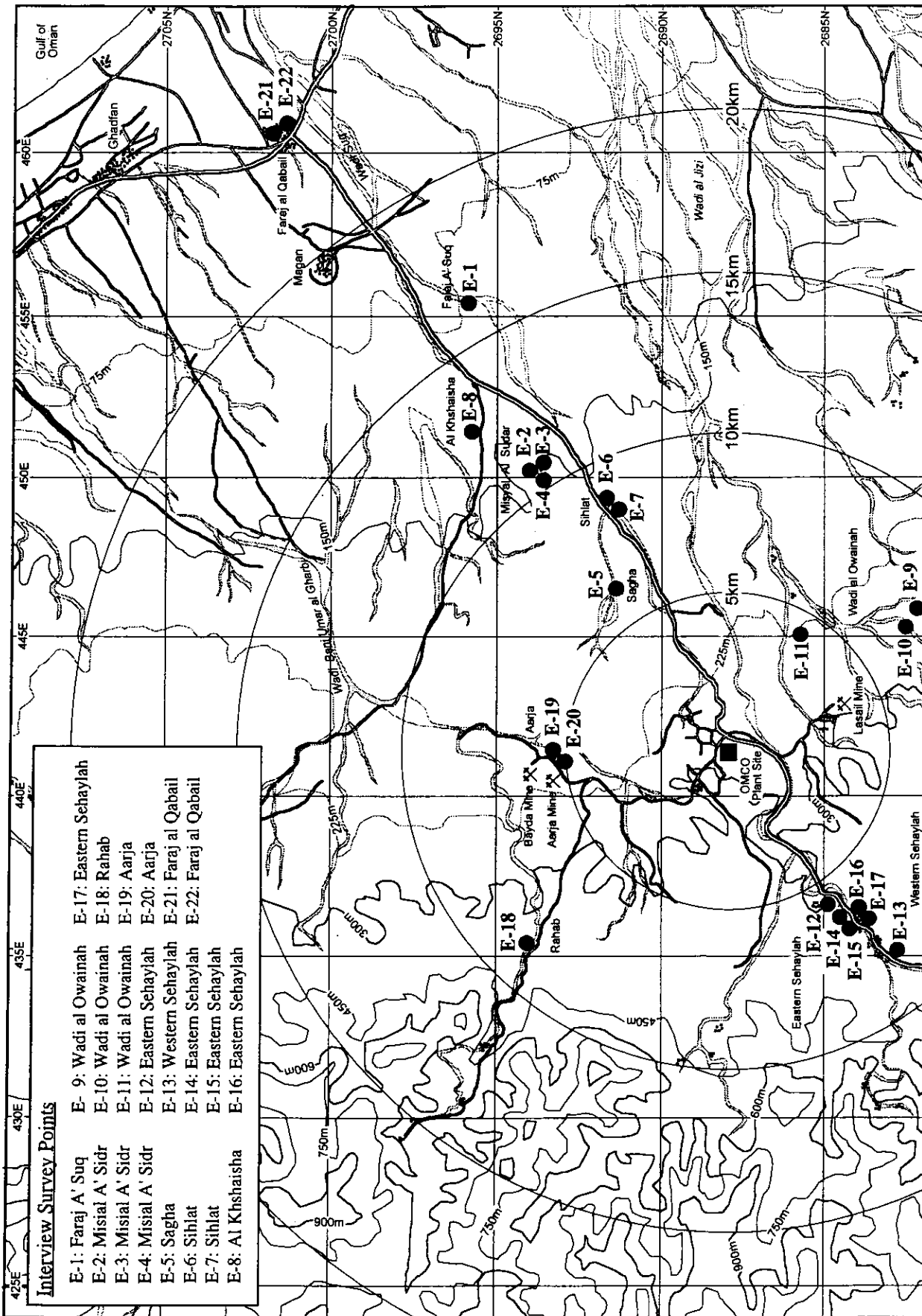


図 10.1 インタビュー調査地点

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
	ヤギの数に変化はない。	E-10
健康	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
	子供の顔に斑点ができる皮膚症状が見られる。	E-18
水	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
	OMCO操業後Falajの水質が悪くなった。	E-21
植物	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
	OMCO操業後デーツの葉が黄色くなった。	E-19
大気	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がする、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
	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
器物	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