

表4.4.5 (1) フィールド測定結果 (第4次現地調査)

						MET-OCEAN CONDITIONS										FIELD WATER PARAMETERS													
Site Code	Site Name	Location (GPS)			Sampling		Air Temp. (°C)	Cloudiness (%)	Wind Direction (°)	Wind Speed (m/s)	Wave Height (m)	Tide	Depth (m)	Water Current Direction (°)	Water Current Speed (cm/s)	Water Temp. (°C)	Salinity (g/L)	pH	DO (mg/L) (%)	Turbidity (NTU)	Water Clarity (m)	Water Color	Odor	Sheen	Rubbish	Res.Cl			
		Lat.	Long.	GPS/Chart	Date	Time																				as Total (mg/L)	as Free (mg/L)		
DD20	Gumab Island	27° 07.92'N	49° 29.22'E	G	24 Jun.00	17:30	35.0	0	335	1-2	<0.1		6.0	332(S) 350(B)	10(S) 5(B)	29.6(S) 29.5(B)	54.9(S) 54.6(B)	7.95(S) 7.92(B)	2.83(42.9)(S) 2.36(42.6)(B)	0.2(S) 2.3(B)	2.7	Pale Green	no	no	no	0.02	0.05		
J1	Abul Ali North	27° 23.29'N	49° 44.65'E	G	25 Jun.00	11:25	32.5	0	280	6	<1.0		29.0	-	-	29.7(S) 29.0(5m)	41.8(S) 41.7(5m)	8.0(S) 8.1(5m)	3.1(53.5)(S) 3.2(53.6)(5m)	0.0(S) 0.0(5m)	10.6	Pale Green	no	no	no	0.05	0.13		
J2	Berri Oil Field	27° 10.82'N	49° 42.15'E	G	25 Jun.00	14:20	35.0	0	320	6	<1		29.9	320(S) 344(B)	27.8(S) 28.5(B)	30.1(S) 29.7(B)	41.9(S) 42.0(B)	8.03(S) 8.03(B)	3.17(56.7)(S) 3.29(55.5)(B)	0.0(S) 0.0(B)	15.7	blue	no	no	no	0.05	0.06		
J4	North Jubail	27° 07.16'N	49° 41.85'E	G	25 Jun.00	15:20	35.0	0	320	5	<0.5		6.6	24	24	30.5(S) 30.5(B)	42.1(S) 42.4(B)	8.02(S) 8.05(B)	3.2(55)(S) 4.6(B)	5.0(S) 0.0(B)	>6.8	Pale Green	no	no	floating seagrass	0.03	0.06		
J5	Jubail Shared Outfall	27° 03.36'N	49° 37.18'E	G	24 Jun.00	11:05	36.0	0	290	6	<0.3		10.5	-	-	38.0(S) 38.0(B)	42.8(S) 42.8(B)	8.06(S) 8.05(B)	1.99(38.7)(S) 2.13(41.5)(B)	4.0(S) 0.0(B)	4.0	blue	no	no	scum	0.1	0.23		
J6	Jubail Harbour	27° 02.53'N	49° 40.97'E	G	24 Jun.00	10:05	36.0	0	290	6-7	<0.7		6.9	109(S) 65(B)	13(S) 8(B)	30.1(S) 30.1(B)	42.5(S) 42.5(B)	8.04(S) 8.05(B)	2.05(35)(S) 2.05(35)(B)	1.0(S) 2.0(B)	4.0	-	-	-	-	0.11	0.1		
J7	South Jubail	27° 00.97'N	49° 42.27'E	G	24 Jun.00	9:10	35.8	0	351	6-7	<0.5		11.4	337(B)	10(B)	30.2(S) 30.1(B)	42.4(S) 42.4(B)	8.04(S) 8.02(B)	1.69(28.9)(S) 1.37(23.5)(B)	0.0(S) 0.0(B)	7.1	Green	no	no	scum	0.07	0.13		
J80	Jubail Boat Harbour	27° 03.11'N	49° 40.34'E	G	25 Jun.00	7:50	35.0	0	335	3-4	<0.1		6.9	-	-	29.9(S) 29.9(B)	42.3(S) 42.3(B)	8.00(S) 7.97(B)	2.75(46.9)(S) 2.56(43.7)(B)	0.0(S) 0.7(B)	6.0	Pale Green	no	no	no	0.06	0.12		
J90	Near Jubail Outfall	27° 03.53'N	49° 37.69'E	G	24 Jun.00	12:00	37.2	0	355	6	<0.2		5.5	85(S) 245(B)	28(S) 13(B)	37.2(S) 30.7(B)	40.9(S) 42.4(B)	8.06(S) 8.07(B)	2.11(S) 2.30(B)	0.0(S) 9.8(B)	4.2	Pale Green	no	no	little algae	0.04	0.02		
H1	Half Moon Bay - North	26° 12.00'N	50° 02.24'E	G	11 Jun.00	7:40	35.0	0	309	5-6	<0.2		4.2	-	-	28.14(S) 27.83(B)	61.04(S) 61.33(B)	8.07(S) 8.12(B)	3.11(60)(S) 3.40(63)(B)	0.0(S) 0.0(B)	>4.2	Green	no	no	no	0.06	0.05		
H2	Half Moon Bay - mid	26° 04.05'N	50° 04.93'E	G	18 Jun.00	9:40	37.5	0	-	calm	<0.1		5.7	69(S) 79(B)	7.7(S) 4.9(B)	30.7(S) 30.2(B)	59.9(S) 66.9(B)	7.86(S) 7.91(B)	3.08(59.3)(S) 3.34(64.5)(B)	6.0(S) 0.0(B)	>5.7	Dark Green	no	no	no	0.15	0.16		
H30	Half Moon Bay - South	26° 00.00'N	50° 09.99'E	G	18 Jun.00	8:35	34.0	0	348	<2	<0.2		7.2	220(S) 105(B)	32(S) 9(B)	30.4(S) 31.0(B)	54.2(S) 56.0(B)	7.80(S) 7.80(B)	3.2(60.7)(S) 3.2(60.3)(B)	0.0(S) 0.9(B)	5.2	Green	no	no	no	0.08	0.18		
R1	Sea Island Terminal	26° 39.06'N	50° 11.00'E	G	20 Jun.00	9:00	34.0	0	350	5-7	<0.5		27.0	110(S) 109(B)	15(S) 12(B)	30.7(S) 30.3(B)	42.0(S) 42.4(B)	7.96(S) 8.04(B)	1.79(30.7)(S) 1.89(32.4)(B)	0.0(S) 0.4(B)	7.5	Dark Green	no	no	small bubble	0.08	0.13		
R2	Ras Tannura Spit	26° 37.60'N	50° 09.83'E	G	20 Jun.00	12:20	35.2	0	350	6-7	<0.5		6.0	244(S) 236(B)	21.3(S) 27.4(B)	31.0(S) 30.9(B)	42.4(S) 42.45	7.98(S) 8.06(B)	1.75(30.2)(S) 1.81(31.4)(B)	0.0(S) 0.2(B)	>6	Pale Green	no	no	no	0.09	0.17		
R40	Refinery Outfall	26° 41.84'N	50° 06.46'E	G	20 Jun.00	11:00	34.5	0	350	5-6	<0.5		1.5	86	34.6	31.6(middle)	42.6(middle)	8.07(middle)	1.89(33.2)(middle)	6.4(middle)	>1.5	Pale Green	no	no	no	0.11	0.1		
T1	Tarut - Zur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
T2	Tarut - Zur	26° 36.14'N	50° 04.51'E	G	19 Jun.00	8:50	36.0	0	350	2	<0.1		1.4	100	23	29.94	46.18	8.03	2.47(43.9)	0	>1.4	Pale Green	no	no	floating seagrass	0.1	0.09		
T3	Tarut - East	26° 33.81'N	50° 06.66'E	G	19 Jun.00	9:50	36.0	0	350	4	<0.2		1.5	93	4	30.8	43.2	8.0	3.6(60.3)	2.5	>1.5	Pale Green	no	no	floating seagrass	0.08	0.11		
T4	Tarut - Darin	26° 32.43'N	50° 05.12'E	G	19 Jun.00	10:15	39.0	0	350	4-5	<0.2		0.9	252	8	30.2(S) 29.7(B)	44(S) 44(B)	8.1(S) 8.1(B)	3.7(63.4)(S) 3.7(63.1)(B)	6.0(S) 16.0(B)	0.9	Pale Green	no	no	floating seagrass	0.15	0.09		

表4.4.5 (2) フィールド測定結果 (第4次現地調査)

							MET-OCEAN CONDITIONS										FIELD WATERT PARAMETERS												
Site Code	Site Name	Location (GPS)			Sampling		Air Temp. (°C)	Cloudiness (%)	Wind Direction (°)	Wind Speed (m/s)	Wave Height (m)	Tide	Depth (m)	Water Current Direction (°)	Water Current Speed (cm/s)	Water Temp. (°C)	Salinity (g/L)	pH	DO (mg/L) (%)	Turbidity (NTU)	Water Clarity (m)	Water Color	Oder	Sheen	Rubbish	Res.Cl			
		Lat.	Long.	GPS/Chart	Date	Time																				as Total (mg/L)	as Free (mg/L)		
T6	Qatif/Anik urban drain	26° 30.55'N	50° 02.11'E	G	11 Jun.00	11:55	40.0	0	10	4-6	<0.1		0.7	50(Flow out)	4	29.64(S) 29.40(B)	4.16(S) 4.16(B)	7.43(S) 7.49(B)	2.10(28.3)(S) 1.83(24.2)(B)	21(S) 23(B)	0.3	Dark Green	weak sewage smell	no	no	0.16	0.06		
T7	Qatif/Anik Drain Mouth	26° 30.53'N	50° 02.57'E	G	11 Jun.00	12:50	38.5	0	350	3-5	<0.2		0.9	-	-	30.1	42.9	8.2	4.4	0	>0.9	pale green	no	no	Edge of mangrove	0.13	0.1		
T9	Dammam Fishing Harbour - Entrance	26° 29.51'N	50° 18.15'E	G	17 Jun.00	9:50	36.0	0	338	1-2	<0.2	-	3.4	358	8	30.56(S) 30.4(B)	43.0(S) 43.1(B)	8.0(S) 8.0(B)	3.86(67.4)(S) 3.96(68.0)(B)	1.0(S) 1.7(B)	1.7	Green	no	no	no	-	-		
T110	Dammam Fishing Harbour	26° 27.59'N	50° 08.02'E	G	17 Jun.00	9:10	36.0	0	338	5	<0.2		2.7	350	12	31.0(S) 30.0(B)	42.0(S) 43.0(B)	7.9(S) 7.9(B)	3.56(61)(S) 3.45(60)(B)	6-10(S) 46(B)	0.74	Green	no	no	no	0.07	0.05		
T120	Sufwa	26° 38.95'N	50° 01.15'E	G	11 Jun.00	13:40	38.5	0	351	3-5	<0.3		1.5	73	2	29.18(S) 29.1(B)	48.2(S) 48.2(B)	8.11(S) 8.20(B)	4.5(79.6)(S) 4.6(80.0)(B)	24.0(S) 18.0(B)	>1.5	pale green	no	no	no	0.14	0.12		
K1	Dammam South	26° 25.15'N	50° 14.24'E	G	14 Jun.00	9:50	34.0	0	350	2-3	<0.3		2.7	329	14	29.5(S) 29.9(2m)	42.9(S) 42.9(2m)	8.19(S) 8.20(2m)	4.0(69.6)(S) 4.2(72)(2m)	0.0(S) 0.0(2m)	>2.7	Pale Green	no	no	floating seagrass	0.02	0.16		
K2	SAFCO outfall	26° 24.52'N	50° 11.42'E	G	17 Jun.00	10:50	39.0	0	338	5-7	<0.1		<0.7	-	-	40.0	30.6	7.5	2.4(39)	0	>0.7	Pale Green	no	no	no	0.03	0.1		
K3	SAFCO south	26° 24.71'N	50° 12.20'E	G	14 Jun.00	8:10	35.0	0	350	<3	<0.2		0.9	0	0	27.9	43.7	8.1	3.6(60.3)	0	>0.85	Pale Green	no	no	no	0.02	0.14		
K4	Khobar Central	26° 14.95'N	50° 13.48'E	G	12 Jun.00	11:25	34.0	0	351	5	<0.3		5.5	0(S) 2(B)	43.9(S) 51.5(B)	28.73(S) 28.92(B)	48.46(S) 49.80(B)	8.12(S) 8.17(B)	3.59(62.8)(S) 3.53(61.9)(B)	1.7(S) 2.4(B)	1.8	pale green	no	no	no	0.08	0.02		
K5	Khobar STP Outfall	26° 14.46'N	50° 13.38'E	G	12 Jun.00	9:35	37.0	0	350	6-8	<0.3		1.1	38	26	29.2(S) 28.9(B)	41(S) 49.1(B)	8.0(S) 8.2(B)	3.8(62.5)(S) 3.8(67.4)(B)	16(S) 25(B)	1.05	brown green	no	no	small rubbish	0.19	0.14		
K6	Khobar South	26° 14.35'N	50° 13.55'E	G	12 Jun.00	8:40	36.0	0	307	5-6	<0.5		13.2	0(S) 4(B)	68(S) 46(B)	29.0(S) 29.0(5m)	56.1(S) 50.2(5m)	8.3(S) 8.2(5m)	4.3(70.7)(S) 4.1(70.3)(5m)	2.4(S) 3.0(5m)	2.1	pale green	no	no	small bubble	0.02	0.11		
K7	Desalination intake	26° 10.40'N	50° 13.02'E	G	13 Jun.00	8:15	34.0	0	350	1	<0.2		7.8	45(S) 30(4m)	44(S) 42(4m)	29.2(S) 29.0(5m)	51.8(S) 52.0(5m)	8.10(S) 8.10(5m)	3.5(63.4)(S) 3.6(64.7)(5m)	0.0(S) 0.0(5m)	3.9	pale green	no	no	no (scum, near the point)	0.04	0.02		
K8	Desalination Outfall	26° 10.48'N	50° 12.59'E	G	13 Jun.00	8:50	37.2	0	350	1	<0.2		5.9	23(S) 35(4m)	25.4(S) 24.6(4m)	31.5(S) 31.2(B)	52.5(S) 54.6(B)	8.1(S) 8.2(B)	3.7(68.8)(S) 3.8(71.2)(B)	0.0(S) 0.0(B)	2.8	dark green	little smell	no	scum	0.04	0.04		
H40	Power Station Intake	25° 51.62'N	50° 07.31'E	G	10 Jun.00	10:25	37.0	0	N	6	<0.3		4.2	-	-	29.3	54.4	7.96	3.7	0-4.5	4.2	Pale Green	little smell	no	no	0.23	0.06		
H50	Power Station Outfall	25° 51.23'N	50° 07.57'E	G	10 Jun.00	11:15	38.9	0	18.4	4-6	-	-	1.7	-	-	36.3	53.9	7.94	4.1	-	>1.7	pale green	little smell	no	scum	0.16	0.09		

表4.4.5 (3) フィールド測定結果 (第4次現地調査)

							SEDIMENT PARAMETERS					Observation and Comment
Site Code	Site Name	Location (GPS)			Sampling		Color	Odor	Texture	Sediment Temp. (°C)	ORP (mv)	
		Lat.	Long.	GPS/Chart	Date	Time						
DD20	Gurnah Island	27° 07.92'N	49° 29.22'E	G	24 Jun 00	17:30	gray with white cream sand	no	fine sand	29.6	-20	Water sampling point was 270790(N), 492911(E).
J1	Abul Ali North	27° 23.29'N	49° 44.65'E	G	25 Jun 00	11:25	gray	no	muddy	29.5	-2	Ship moving 15 degree, 2.3 km/45min Current (S) 350 degree, 34cm/s On the way to J1 from harbor, two turtles were found at different points.
J2	Berri Oil Field	27° 10.82'N	49° 42.15'E	G	25 Jun 00	14:20	gray (little yellow)	no	sandy, silty	28	20	Sediment color was different from 2nd stage. Influenced by drilling?
J4	North Jubail	27° 07.16'N	49° 41.85'E	G	25 Jun 00	15:20	-	-	-	-	-	-
J5	Jubail Shared Outfall	27° 03.36'N	49° 37.18'E	G	24 Jun 00	11:05	dark gray	little (H2S)	muddy	33	19	Sediment sampling point was 300m far from water sampling point.
J6	Jubail Harbour	27° 02.53'N	49° 40.97'E	G	24 Jun 00	10:05	slight gray	no	coarse sand	29.7	56	
J7	South Jubail	27° 00.97'N	49° 42.27'E	G	24 Jun 00	9:10	clay	no	sandy	29.6	160	
J8O	Jubail Boat Harbour	27° 05.11'N	49° 40.34'E	G	25 Jun 00	7:50	gray	little	sandy	30.2	-27	Jerry fishes with long tails could be seen in the harbour.
J9O	Near Jubail Outfall	27° 03.53'N	49° 37.69'E	G	24 Jun 00	12:00	-	-	-	-	-	
H1	Half Moon Bay - North	26° 12.00'N	50° 02.24'E	G	11 Jun 00	7:40	Dark brown	no	silty sand	28.7	-20	Jerry fishes and small fishes were found.
H2	Half Moon Bay - mid	26° 04.05'N	50° 04.95'E	G	18 Jun 00	9:49	-	-	-	-	-	Harbour at Al-Khudeef Village is located 260476(N), 500061(E). Two jerry fishes were found at one side of the boat.
H3O	Half Moon Bay - South	26° 00.00'N	50° 00.99'E	G	18 Jun 00	8:35	-	-	-	-	-	Harbour at Al-Khudeef Village is located 260476(N), 500061(E). Five jerry fishes were found at one side of the boat.
R1	Sea Island Terminal	26° 39.06'N	50° 11.00'E	G	20 Jun 00	9:00	gray	small	muddy	29.7	180	
R2	Ras Tannura Spit	26° 37.60'N	50° 09.85'E	G	20 Jun 00	12:20	light gray	no	silty sand	29.8	96	
R4O	Refinery Outfall	26° 41.84'N	50° 06.46'E	G	20 Jun 00	11:00	gray	no	sandy	31.6	83	
T1	Tarut - Zur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T2	Tarut - Zur	26° 36.14'N	50° 04.51'E	G	19 Jun 00	8:50	gray	no	sandy	29.9	10	
T3	Tarut - East	26° 33.81'N	50° 06.66'E	G	19 Jun 00	9:50	-	-	-	-	-	
T4	Tarut - Darin	26° 32.43'N	50° 05.12'E	G	19 Jun 00	10:15	little dark gray	no	muddy	29.4	40	

表4.4.5 (4) フィールド測定結果 (第4次現地調査)

							SEDIMENT PARAMETERS					Observation and Comment
Site Code	Site Name	Location (GPS)			Sampling		Color	Odor	Texture	Sediment Temp. (°C)	ORP (mv)	
		Lat.	Long.	GPS/Chart	Date	Time						
T6	Qatif/Anik urban drain	26° 30.55'N	50° 02.11'E	G	11 Jun.00	11:35	-	-	-	-	-	
T7	Qatif/Anik Drain Mouth	26° 30.53'N	50° 02.57'E	G	11 Jun.00	12:50	-	-	-	-	-	
T9	Dammam Fishing Harbour - Entrance	26° 29.51'N	50° 18.15'E	G	17 Jun.00	9:50	gray	no	silty sand	30.4	260	
T110	Dammam Fishing Harbour	26° 27.59'N	50° 08.02'E	G	17 Jun.00	9:10	gray	no	sandy	31.2	180	Extra sample (sediment) at 262680(N), 50000(E).
T120	Swfwa	26° 38.95'N	50° 01.15'E	G	11 Jun.00	13:40	-	-	-	-	-	
K1	Dammam South	26° 25.15'N	50° 14.24'E	G	14 Jun.00	9:00	gray	no	coarse sand	29.5	73	Extra sample (water and sediment) near the landfill (approximately 80m). Sampling position was 262783(N), 501226(E). Water quality: Temp:28.9, Sal:42.8, pH:8.22, DO: 89(65.4), Trub:19.3, Sediment: ORP -25mV
K2	SAFCO outfall	26° 24.52'N	50° 11.42'E	G	17 Jun.00	10:50	dark gray	no	clayey	30.5	-15	
K3	SAFCO south	26° 24.71'N	50° 12.20'E	G	14 Jun.00	8:10	light gray	no	silty sand	27.9	-4	
K4	Khobar Central	26° 14.95'N	50° 13.48'E	G	12 Jun.00	11:25	cream	no	silty sand	28.7	-38	
K5	Khobar STP Outfall	26° 14.46'N	50° 13.38'E	G	12 Jun.00	9:35	gray	little	sand	29.1	-14	Sampling point was close to the outfall (approximately 10).
K6	Khobar South	26° 14.35'N	50° 13.55'E	G	12 Jun.00	8:40	creamy	no	silty coarse sand	29.2	-22	Sediment was sampled at 261425(N), 501343(E) and water depth is 7.5. One crab was found.
K7	Desalination intake	26° 10.40'N	50° 13.02'E	G	13 Jun.00	8:15	-	-	-	-	-	Jerry fishes were found. Sampling point was located about 30m far from the intake.
K8	Desalination Outfall	26° 10.48'N	50° 12.59'E	G	13 Jun.00	8:50	dark gray	no	silty fine sand	31.2	-64	Res.Cl at Center Drain : 0.13 as Total, 0.01 as Free.
H40	Power Station Intake	25° 51.62'N	50° 07.31'E	G	10 Jun.00	10:25	-	-	-	-	-	
H50	Power Station Outfall	25° 51.23'N	50° 07.57'E	G	10 Jun.00	11:15	dark gray	no	Fine sand with green algae	-	-	

表4.4.6 水質分析結果 (第4次現地調査)

WATER																								
Site ID	TSS mg/l	TKN mg/l	NH ₄ mg/l	T-P mg/l	Chlor _g/l	TOC ppm	Metals										CN mg/l	Oil& Grse mg/l	TPH mg/l	BTEX mg/l	Phenol mg/l	Res. Cl (mg/L)	Coliform pcs (x100)	OCL
							As mg/l	Cr mg/l	Hg mg/l	Mg g/L	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn								
DD20		0.4		<0.01																	0.02			
J1	2	0.1	<0.1	<0.01	<0.1	4	<0.01	<0.05	<0.0001	1.6	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005					0.05		
J2																		<0.2				0.05		
J4	3	0.2		<0.01	0.3																	0.03		
J5	2	1.4	0.1	<0.01		3	<0.01	<0.05	<0.0001	1.6	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005	<0.2			<0.005	0.1		<0.01
J6	3	0.3		<0.01	1.0	3	<0.01	<0.05	<0.0001		<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005					0.11		<0.01
J7		0.2		<0.01	0.9	2																0.07		<0.01
J80	4																	<0.2	<0.2			0.06		
J90																						0.04		<0.01
R1					0.2													0.2	<0.2			0.08		
R2																						0.09		
R40	3										<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05			<0.2	<0.01		0.11		
T1																						0.10		
T2	3	0.3	<0.1	0.01	0.6	4																0.38	6.8	
T3	2	0.2	<0.1	0.01	0.6																	0.16	11	
T4	7	0.4	0.1	0.03		4																0.16	12	
T6	25	12	9.8	1.5	10	19	<0.01	<0.05	<0.0001	0.22	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05					0.13	11000		
T7	13	1.5	0.1	0.12	12	6																	19	
T9																								
T110	8	0.4	0.1	0.04		5	<0.01	<0.05	<0.0001		<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05		0.2	<0.2	<0.01	<0.005	0.07	2.9	
T120	4	0.9	0.2	0.03	0.8	4	<0.01	<0.05	<0.0001	2.0	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05						0.14	19	
K1	4	0.2		0.01	<0.1																	0.02		
K2	6	100	71	0.39		5	<0.01	<0.05	<0.0001	0.10	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005	0.8				0.03	9200	
K3	5	2.4		0.02	0.3	4																0.02		
K4	5	0.8	0.1	0.07		4												<0.2				0.08	130	
K5	9	3.4	2.4	0.75		6	<0.01	<0.05			<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05		0.2			0.19	9		
K6	3	0.5		0.02		3				2.2												0.02	52	
K7										2.5	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05						0.04		
K8							<0.01	<0.05		2.8	<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05						0.04		
H1	3	0.5		0.01	1.1																	0.06		
H2					1.1																	0.15		
H30a		0.4		0.01		3																0.08		
H30b		1.1		0.08		7																		
H40	5																					0.23		
H50	5					4					<0.002	<0.03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05		<0.2				0.16		

表4.4.7 底質分析結果 (第4次現地調査)

SEDIMENT															
Site ID	IL %	TOC %	Metals										TPH mg/kg	BTEX mg/kg	PCB mg/kg
			As mg/kg	Cr mg/kg	Hg mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg			
DD20	5.9	4.2	0.9	<10	<0.05	<100	<1	7	13	38	<20	5	4400		
J1	10.5	2.4	1.5	19	<0.05	<100	<1	7	13	38	<20	17	18	<0.1	
J2	5.3			10		<100	<1	6	7	23	<20	12	14		
J4															
J5	9.8	1.9	1.6	18	<0.05	<100	<1	<5	24	31	<20	39	25		<0.1
J6	3.0	0.7	1.3	<10	<0.05	<100	<1	<5	<5	<10	<20	<1	12		
J7	3.0						<1	<5	<5	<10	<20	3			
J8O	1.5			<10			<1	<5	10	<10	<20	21	70	<0.1	
J9O															
R1	5.2	1.1				<100	<1	<5	31	13	<20	73	31	<0.1	
R2	2.2			<10		<100	<1	<5	<5	<10	<20	2	21		
R4O	3.0		1.0	<10	<0.05	<100	<1	<5	<5	<10	<20	3	32	<0.1	
T1															
T2	4.1	1.3					<1	<5	<5	<10	<20	10			
T3															
T4	9.7	3.2	1.8				<1	<5	39	27	35	1.4E+02	178		
T6	6.1	1.8		21			<1	<5	15	18	26	68	197		<0.1
T7															
T9															<0.1
T11O	3.6	0.9	1.7	11	0.52	<100	<1	<5	9	13	<20	33	33	<0.1	<0.1
T12O															
K1	5.6	2.5	2.7	<10			<1	<5	<5	<10	<20	20			
K2	18.2	10.4	14.2	7.0E+02	0.19	<100	<1	<5	71	47	37	4.4E+03			
K3	3.2	0.8	1.4	23			<1	<5	<5	<10	<20	22			
K4	4.3	0.9	2.1	<10			<1	<5	6	<10	<20	10			
K5	3.1	1.0	1.9	<10			<1	<5	20	<10	<20	55	110		
K6		0.8													
K7															
K8	2.5	0.5	2.2	11			<1	<5	21	20	<20	17			
H1		0.2													
H2															
H3Os															
H3Ob															
H4O															
H5O	10.7						<1	<5	13	18	22	71			

表4.4.8(1) 水質調査結果の評価

Field Measurements (including Hydrolab DS4 Multiprobe Meter Measurement)

Indicator		Temp.	Salinity	pH	DO	Turbidity	Clarity	Odour	Sheen	Flotsam	Residual Chlorine
Unit		°C	(g/L)	-	mg/L	NTU	m	+/-	+/-	+/-	Total (ug/L.)
Detection Limit		+0.1	0.2	0.1	0.2	2	0.3	na	na	na	10
Monitoring Results with location	Stage 3 Survey	34.8	59.3	7.4 / 8.4	2.2 / 9.2	na	<0.3 / 11.5	++	-	+	180
		J5	H2	T6 / J1	T6 / T7	na	T6 / J2	T7	-	J5	H50
	Stage 4 Survey	40.0	61.04	7.43 / 8.2	1.69 / 4.5	20/0	0.3 / 15.7	+	-	+	380/20
		K2	H1	T6 / K6	J7 / T120	T120/K1	T6 / J2	T6	-	J4,J5,J7,J90,R1,T2,T3,T7,K1,K5,K6,K7,K8,H50	T3/DD20,K1,K3,K6
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 3 Survey		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 4 Survey		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Effluent standard (ES)	HH401-01	na	na	<6-9>	na	na	na	na	na	na	500
	RCJY	na	na	<6-9>	na	na	na	na	na	na	500
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 3 Survey		J5,K2,H50	-	-	-	na	T6	T7	-	-	R40,T120,T9,K2,K4,K5,K8,H40,H50
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 4 Survey		J5,K2,H50	-	-	-	T6,T110,T120,K5	T6	T6	-	-	J6,R40,T2,T3,T4,T6,T120,H2,H40,H50
Ambient Seawater Quality Standard (ASQS)	RCJY (10%)	na	na	<6.8-8.5>	<4.0	na	na	na	na	na	na
	RCJY (50%)	na	na	<6.8-8.6>	<5.0	na	na	na	na	na	na
	Japanese Standard (class A)	na	na	<7.8-8.3>	<5.0	na	na	na	na	na	na
	Study 'alert' value	>3 ambient	>70	<7.2-8.4>	<4.0	15	<0.5	++	+	+	100

*Water Quality 'alert' values are derived for local conditions from normal background range and from marine water quality guidelines recommended by US-EPA, ANZECC, Canada etc, for the protection of marine aquatic ecosystems.

na = not applicable

表4.4.8(2) 水質調査結果の評価

Laboratory Analyses

Indicator		TDS	TSS	TOC	TKN	NH ₄	Td P	Chl A	As	Cr	Hg	Mg	Cd	Co
Unit		g/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	g/L	ug/L	ug/L
Detection Limit		0.2	1	0.5	0.1	0.2	10	0.1	10	50	5	0.05	10	50
Monitoring Results Max/min. records with location	Stage 3 Survey	67.6 111	12 17	48 K2	130 K2	90 K2	1,030 K5	54 T6	<10 -	200 -	<0.1* -	1.9 K8	<2* -	<30* -
	Stage 4 Survey	na	25 T6	19 T6	100 K2	71 T7	1,500 T6	12 T6	<10 -	<50 -	<0.1 -	2.8 K8	<2 -	<30 -
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 3 Survey		-	-	-	K2	K2,T7	K5	-	-	-	-	-	-	-
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 4 Survey		-	-	-	K2	K2,T7	T6	-	-	-	-	-	-	-
Effluent standard (ES)	H1401-01	na	15	50	5	na	1,000	na	100	100	1	na	20	na
	RCJY	na	25	50	5	13	1,000	na	100	100	1	na	10	100
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 3 Survey		-	T4,T6,T7, T120,K3, K2,K5	J1,J5,T2,T4, T6,T7,K2,K 3,K4,K5,K6 ,H50	T6,T7,K2, K5	K2,T6,K5	T6,T7,K2 ,K4,K5	T2,T6,T7, T120	-	-	-	-	-	-
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 4 Survey		-	T4,T6,T7, T110,K2, K5	All sites in which samples were collected	T6,K2,K3, K5	K2,T6,K5	T6,T7,K2 ,K4,K5, H30	T6,T7	-	-	-	-	-	-
Ambient Seawater Quality Standard (ASQS)	RCJY (10%)	na	na	3.4	na	13	8	na	10	na	0.1	na	na	100
	RCJY (50%)	na	na	2.4	na	5	1	na	5	na	<0.1	na	na	50
	Japanese Standard (class A)	na	na	na	na	na	na	na	<10	<50	<0.5	na	<10	na
	Study 'alert' Value ^a	75	5	1	2	2	50	2.5	20	50	0.1	3	2	30

表4.4.8(3) 水質調査結果の評価

Laboratory Analyses

Indicator		Cu	Ni	Pb	Zn	Oil & Grease	TPH	Benzen	Toluene	Ethylene	Xylene	Phenol	Cyanogen
Unit		ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	mg/L	mg/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L
Detection Limit		50	50	100	10	0.2	0.1	10	10	10	10	5	10
Monitoring Results with location	Stage 3 Survey	<5* -	<15* -	<9* K7	200 K2	0.6 K2	0.2 T110	<10 -	<10 -	<10 -	<10 -	<5 -	<10 -
	Stage 4 Survey	<5	<10	<5	<10	0.8 K2	<0.1	<10	<10	<10	<10	<5	<5
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 3 Survey		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Location, of Which value indicates higher than ES in Stage 4 Survey		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Effluent standard (ES)	H1401-01	200	200	100	1,000	8	na	na	na	na	na	0.1?	50
	RCJY	200	200	100	2,000	8	na	na	na	na	na	0.1?	50
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 3 Survey		-	-	K7	-	K2	T110	-	-	-	-	-	-
Location, of which value indicates higher than ASQS in Stage 4 Survey		-	-	-	-	K2	-	-	-	-	-	-	-
Ambient Seawater Quality Standard (ASQS)	RCJY (10%)	na	na	10	100	na	na	na	na	na	na	5	10
	RCJY (50%)	na	na	na	20	na	na	na	na	na	na	1	5
	Japanese Standard (class A)	na	na	<10	na	na	na	<10	na	na	na	na	<10
	Study 'alert' Value ^a	5	15	5	50	0.5	0.1	10	10	10	10	5	10

^aWater Quality 'alert' values are derived for local conditions from normal background range and from marine water quality guidelines recommended by US-EPA, ANZECC, Canada etc. for the protection of marine aquatic ecosystems.

na = not applicable

表4.4.9 底質調査結果の評価

Indicator		Ign. Loss	TOC	As	Cr	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Unit		%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Detection Limit		0.2	0.1	0.5	50	1	5	5	0.05	5	20	100	10
Monitoring Results with location	Stage 3 Survey	26.4	4.1	1.6	570	3	24	41	28	71	57	77*	2,100
		K1	K2	DD20	K2	J7, J80, R1, R40, T2, K1, K3, K4, K5	J1	K2	T110	J1	T4	K2	K2
	Stage 4 Survey	18.2	10.4	<10	<50	<2	<30	71	0.52	47	<10	<70*	4,400
		K2	K2					K2	T110	K2			K2
Site above the Study 'alert' value in Stage 3 Survey		-	DD20, T4, K2	-	K2	J7, J80, R1, R40, T2, K1, K3, K4, K5	-	-	T110, K2	J1, T4, K2	K2, T4	K2	K2
Site above the Study 'alert' value in Stage 4 Survey		-	DD20, T4, K2	-	K2	-	-	K2	T110, K2	K2	K2, T4	-	T4, K2
Study 'alert' value		na	2.5	20	70	2	50	50	0.15	40	50	70	200

Indicator		TPH	BTEX
Unit		mg/kg	mg/kg
Detection Limit		0.2	<2
Monitoring Results with location	Stage 3 Survey	96	<0.2
		T6	
	Stage 3 Survey	4,400	-
		DD20	
Site above the Study 'alert' value in Stage 3 Survey		DD20, J2, R40, T4, T6,	-
Site above the Study 'alert' value in Stage 4 Survey		DD20, J1, J5, J80, R1, R2, R40, T4, T6, T110, K5	-
Study 'alert' value		15	2.5

na = not applicable

*Water Quality 'alert' values are derived for local conditions from normal background range and from marine water quality guidelines recommended by US-EPA, ANZECC, Canada etc. for the protection of marine aquatic ecosystems.

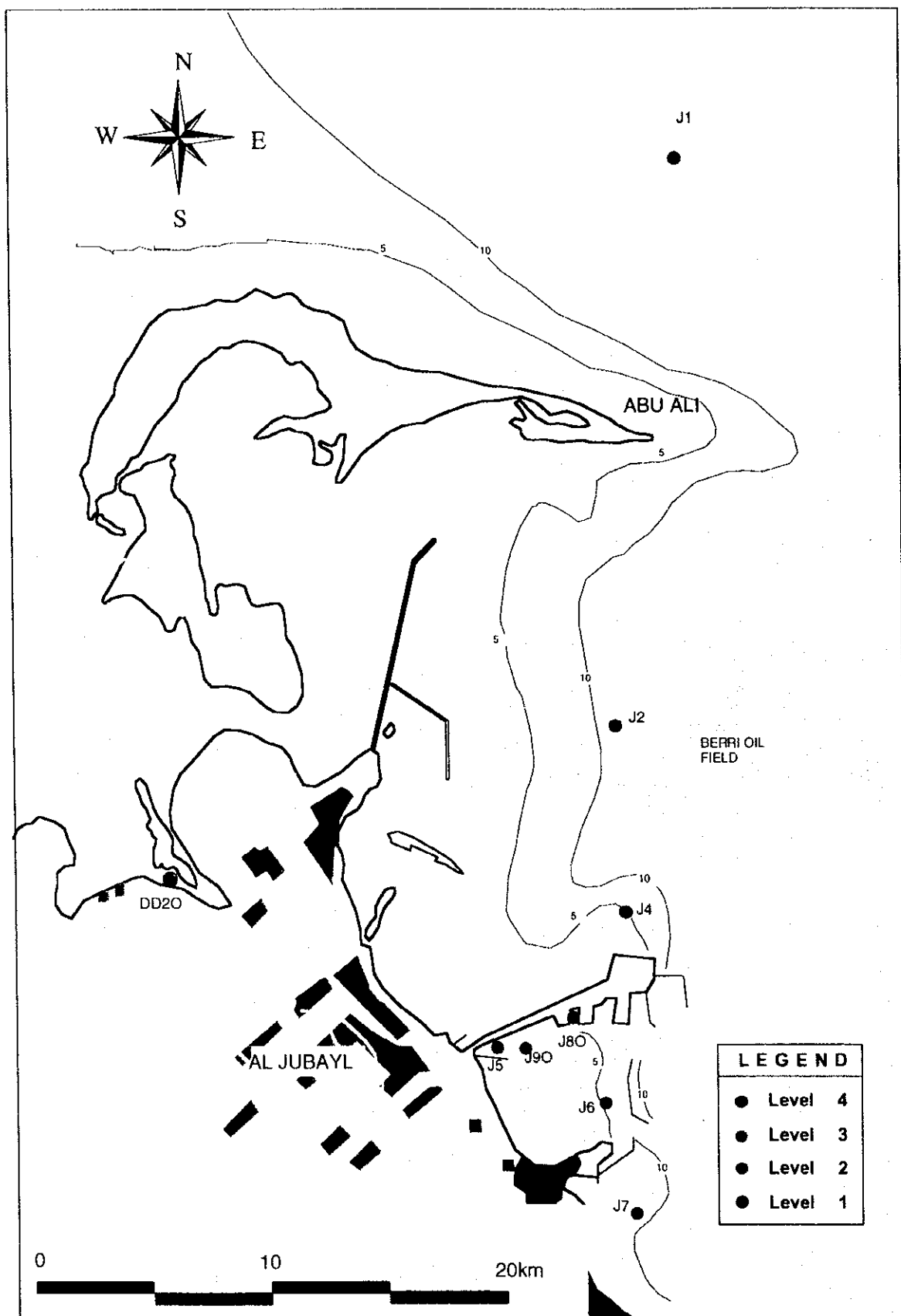


図4.4.2 (1) 水質調査結果の分類

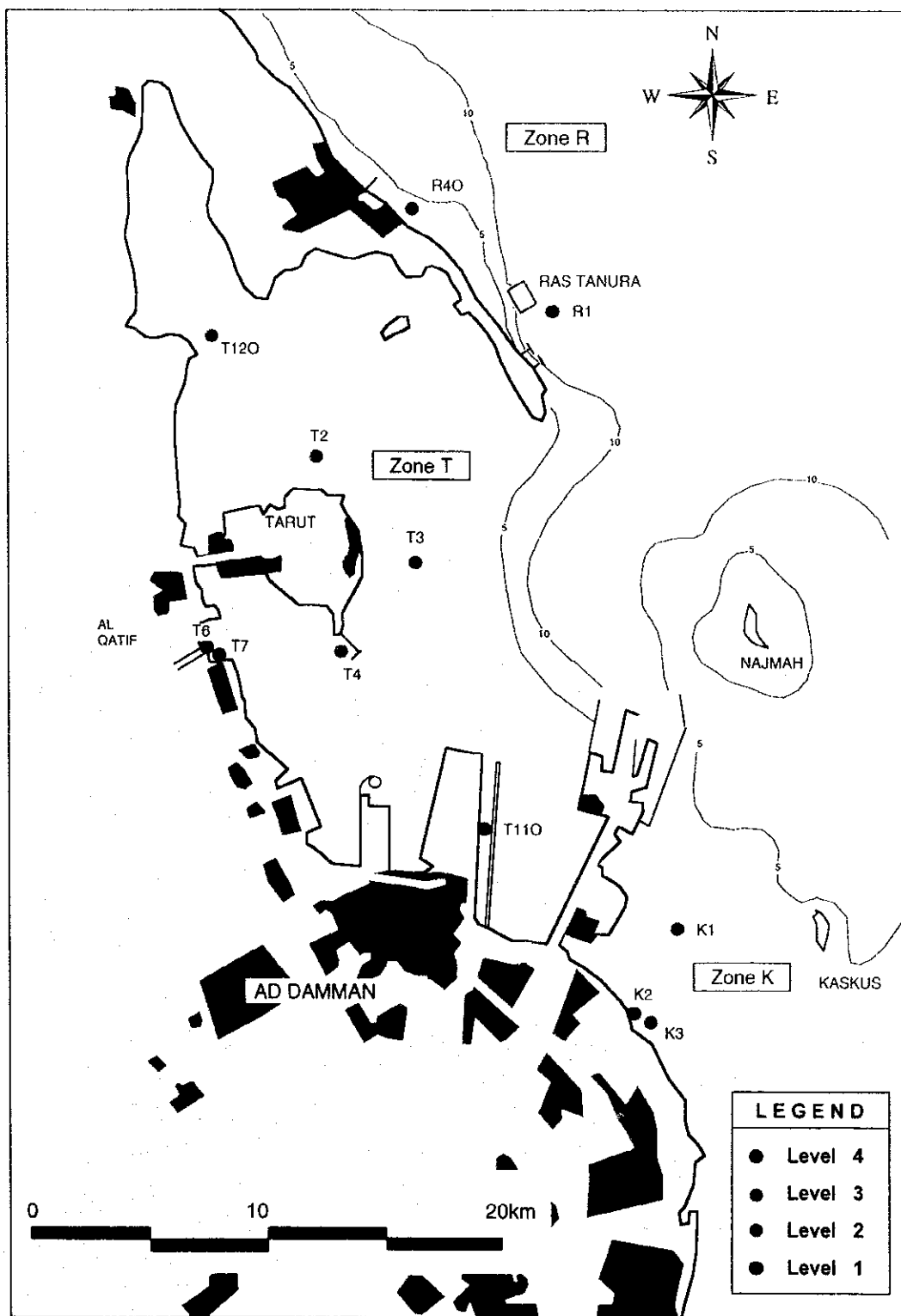


図4.4.2 (2) 水質調査結果の分類

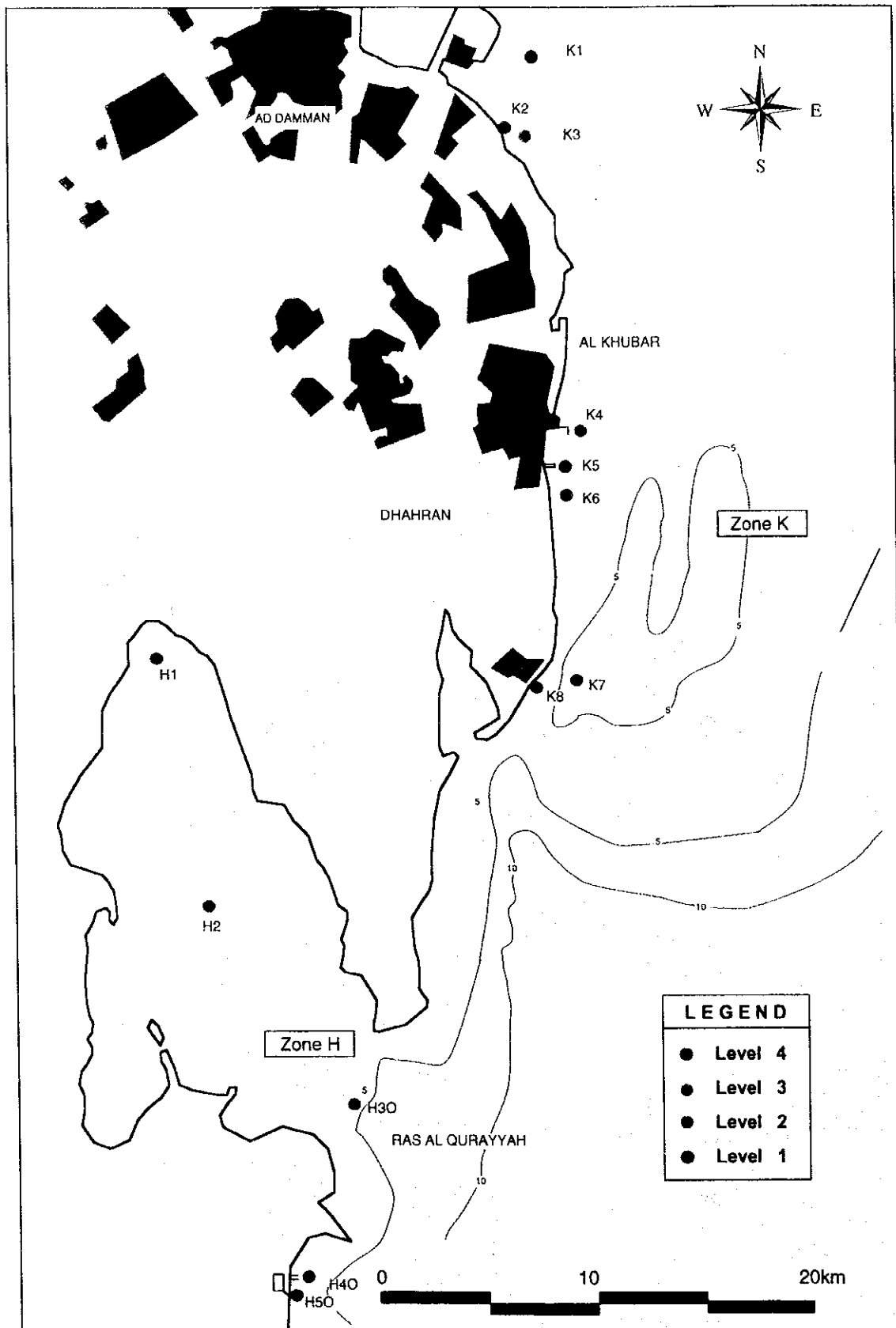


図4.4.2 (3) 水質調査結果の分類

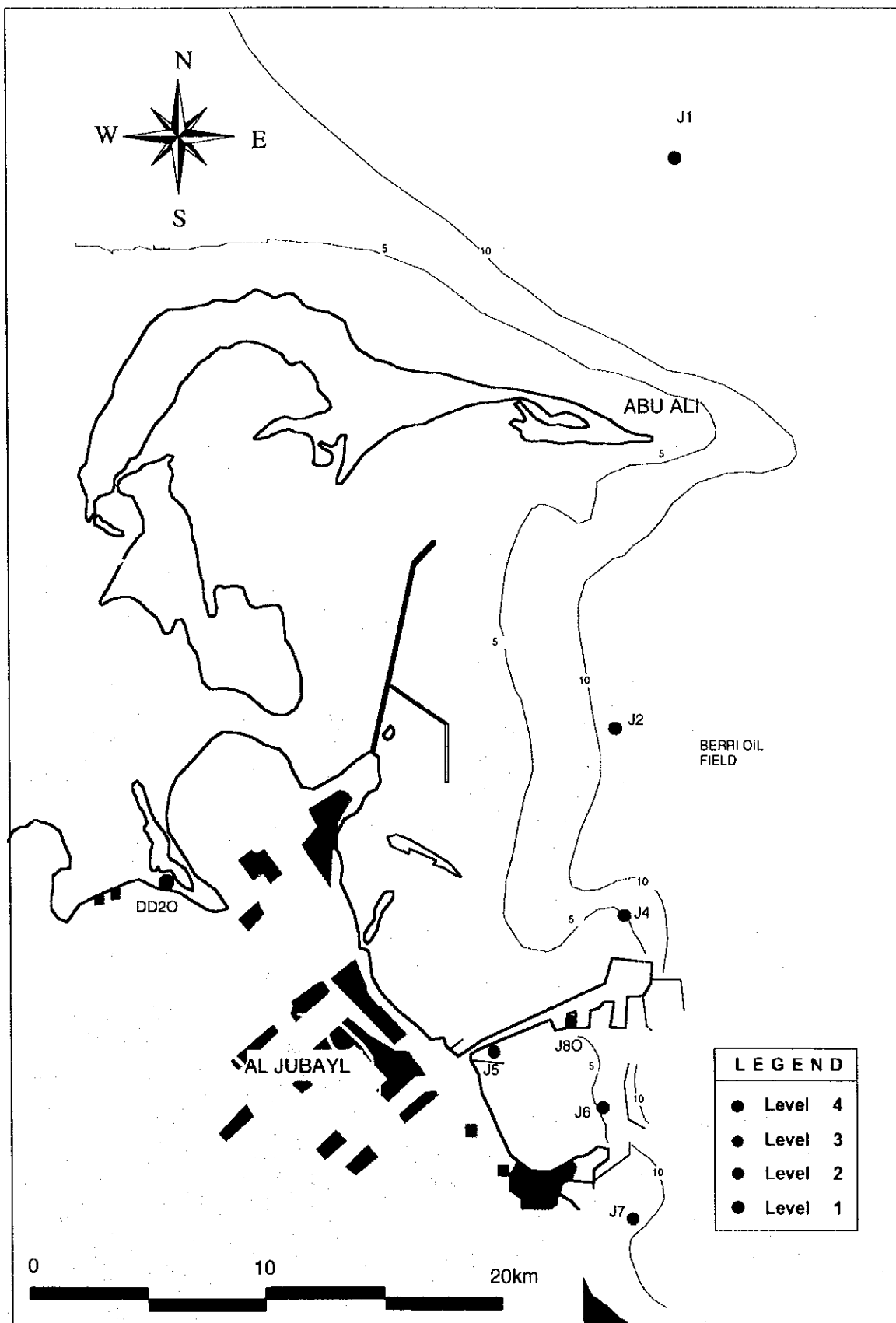


図4.4.3 (1) 底質調査結果の分類

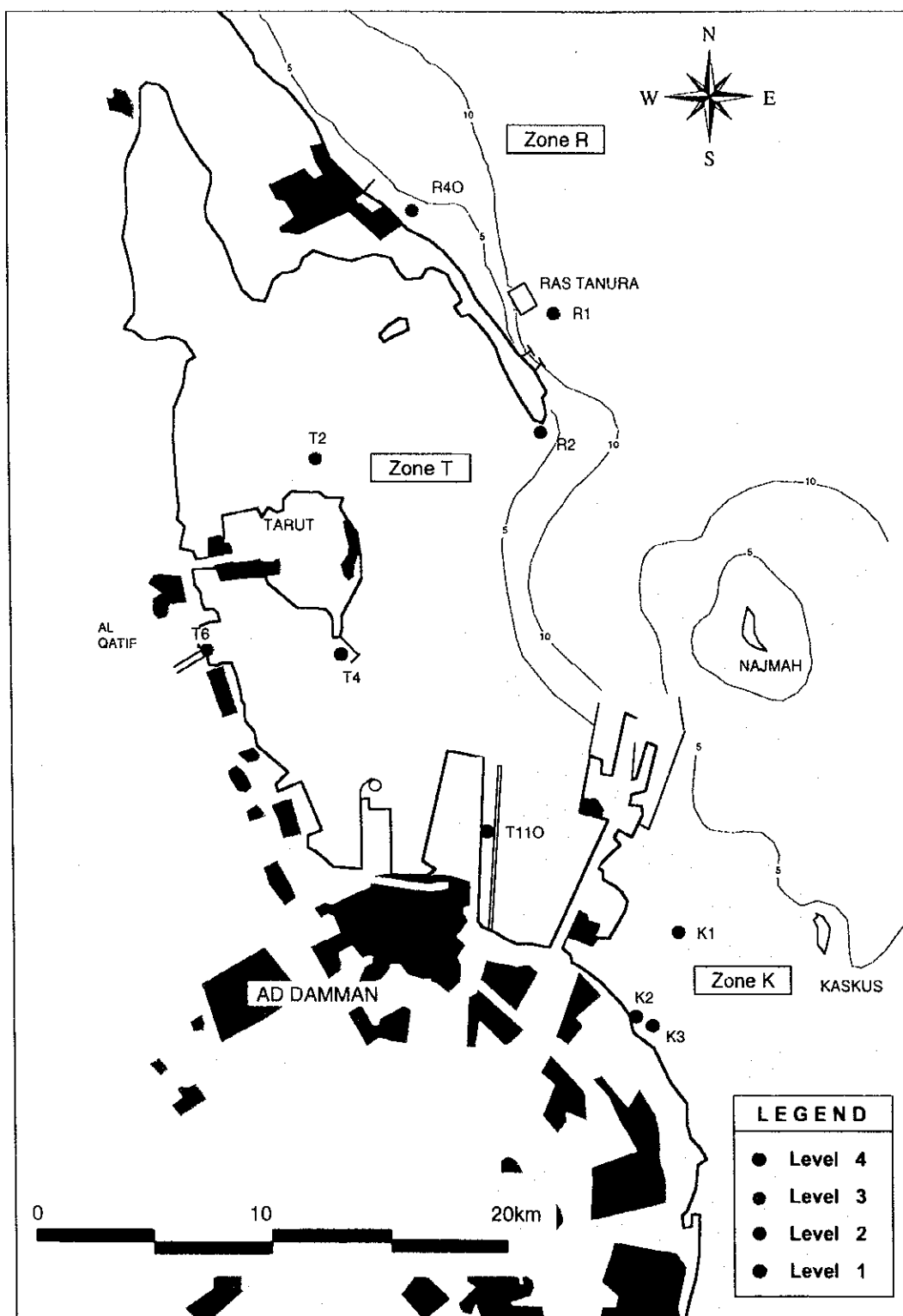


図4.4.3 (2) 底質調査結果の分類

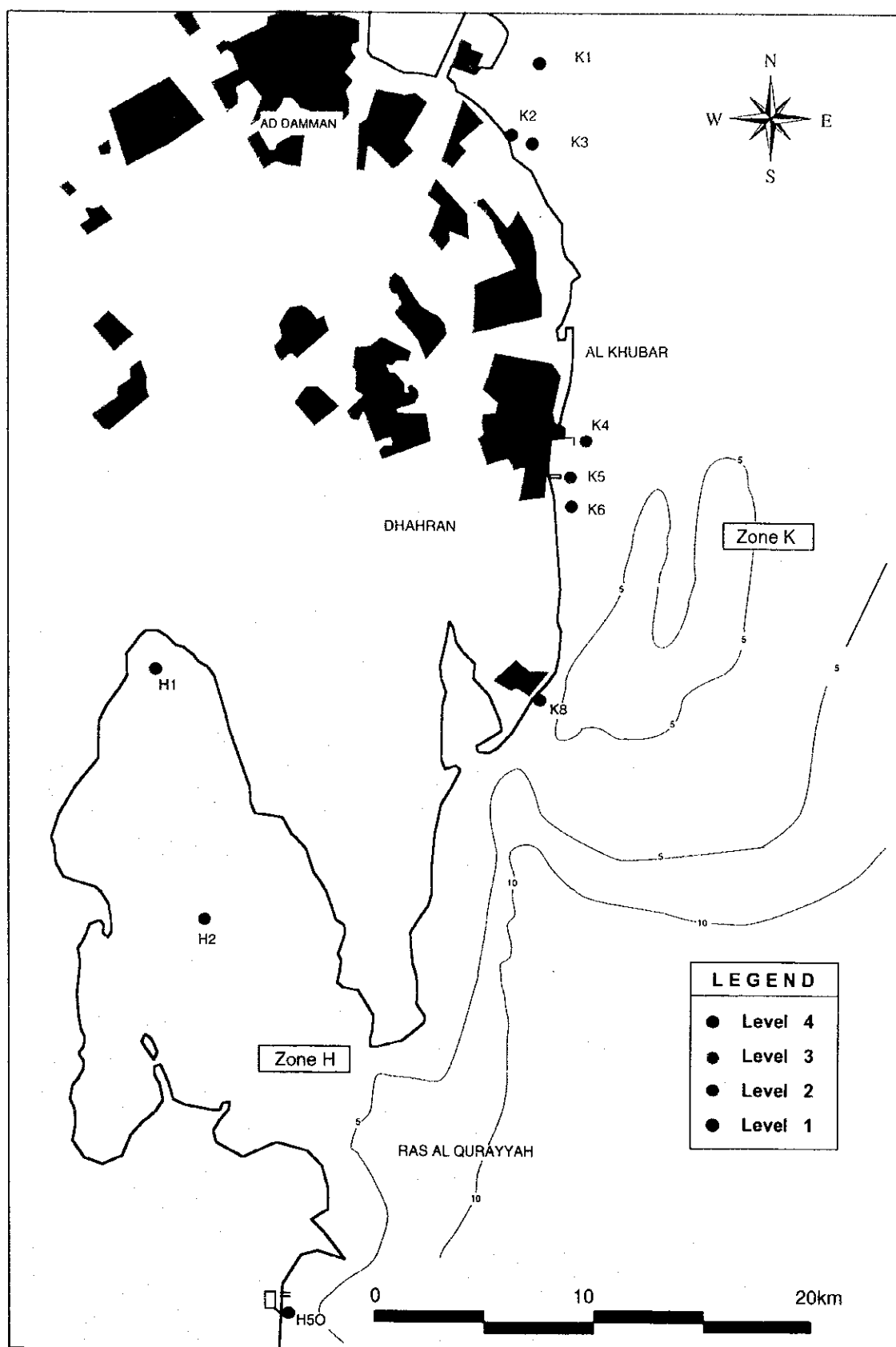


図4.4.3 (3) 底質調査結果の分類

5. 水質モニタリングにかかる 将来計画

5. 水質モニタリングにかかる将来計画

本章においては、アラビア湾において将来的に必要と考えられるモニタリング計画について述べる。

5.1 アラビア湾において求められる沿岸管理の枠組みと基本方針

5.1.1 アラビア湾沿岸域の現状とモニタリングの意義

アラビア湾西岸地帯は遠浅であり、沿岸域には生物の生息域となる塩性湿地、砂浜等が多数分布する。また、海底には、通常海草が繁茂し、沖合いにかけて珊瑚礁も分布している。国内のみならず国際的にも貴重種と認められている生物として、アジサシ、ウ等の鳥類やウミガメやジュゴンも生息している。

また、アラビア湾の海水は漁業の他に工業用水やレクリエーションのためにも使用されており、さらに脱塩プラントを経て、飲用水としても使用されていることから、その汚染に対しては十分な配慮が必要であるといえる。

一方で、今日までに実施されてきた湾岸域の環境管理およびモニタリング活動はオイルスピル等の急性的、緊急対応的な面に重点がおかれていたきらいがあり、長期的な陸域からの汚染に対する対策については十分な配慮がなされていなかった。

陸域からの汚染物質には窒素、リン等の栄養塩類が占めており、このまま汚染が進行すれば、水質は悪化し、生物生息域、漁場・漁業への影響、野生生物の死滅、工業等への経済的な影響は避けられない。

まさに、アラビア湾沿岸域においてモニタリングシステムを確立し、モニタリング結果に基づく沿岸域の管理体制を築くことは緊急の課題であるといえる。

5.1.2 沿岸管理／モニタリングにおけるMEPAの役割

サウディ・アラビア国の法律の規定するところによれば、MEPAは汚染から国民や環境資源を守る責任を負っている。この中には、良質な水質の維持や海洋資源の保護も含まれる。

特にアラビア湾は浅く閉鎖的な水域であるため、ひとたび汚染が進行すると、それを阻止することが難しい。また、石油の採取運搬活動や近代工業が発達しているために、汚染が発生する可能性が高い。したがって、アラビア湾の環境管理においては特に慎重な配慮を必要とする。

適切な沿岸域の管理を実施するために、MEPA東部事務所はさまざまな企業と緊密な連携を保持し、海洋汚染を未然に防ぐよう活動する必要がある。

また、モニタリングを計画／実施するための人材の育成やモニタリング実施のための財政基盤の確立が必要である。

沿岸域の水質悪化を防止するための施策の概念について図5.1.1に示した。

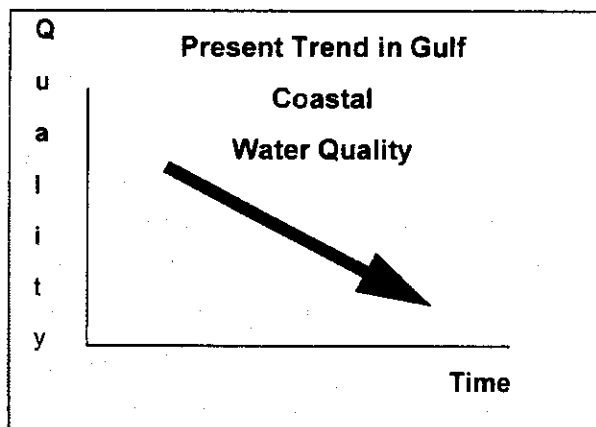
5.1.3 沿岸海洋管理の骨子

MEPAが行うべき沿岸域管理の内容は次のように想定される。

- 1) 定期モニタリングの実施
- 2) モニタリング結果に基づく問題領域の抽出（特定水域モニタリング）
- 3) オイルスピル等の事故に対する緊急体制の整備
(流出物質による汚染実態把握のための緊急時モニタリングを含む)
- 4) 他の機関による調査との結果の照合による水域実態の把握・評価
- 5) モニタリング結果等に基づく水質基準／指針の妥当性の検討
- 6) 水域汚染実態に合わせた法規制等の見直し
- 7) 工場排水および前面水域の水質モニタリングおよび指導
- 8) 沿岸域環境保全に関する啓発・広報活動の実施
- 9) 水域汚染状況に関する情報の公開
(政府、水域利用に関する利害関係者および国民等を対象とする)
- 10) 海域における底質環境基準の設定

これら沿岸域管理活動とモニタリングの関係について図5.1.2に示す。

沿岸海洋管理においては基本的に、定期モニタリング、特定水域モニタリング、緊急時モニタリング、工場排水モニタリング等のモニタリング活動によりデータが取得され、これらのデータの解析結果に基づき水域汚染実態の評価、水質・底質基準／指針の検討、法規制等の見直し、工場等への指導等の管理活動が行われる。また、モニタリングデータは汚染状況に関する情報の公開、啓発への援用にも使用される。



Adequate
Response
Required

NEED: Prevent further Water Quality Decline

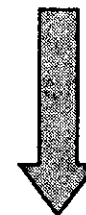
GOAL: Stabilise then Reverse Trend

PROBLEM: Too few trained

Monitorers

Measurers

Managers



STEP-WISE DEVELOPMENT OF:

Water Quality Monitoring Plan

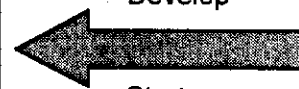
(as part of Coordinated Coastal Zone Management Plan)

Laboratory Analysis Capability

(staff recruitment, training and equipment)

Internal Organisation Structure

(for managing the Monitoring & Laboratory teams, internal budgeting and support, etc)



Develop
Strategy
for MEPA

ADOPT POLICY

Help supply the Ms by growing

MEPA's WQ Laboratory using:

- (1) External training support
- (2) Close collaboration with Universities and other commercial laboratories...

図 5.1.1 水質保全のための施策概念図

COORDINATED COASTAL ZONE MANAGEMENT

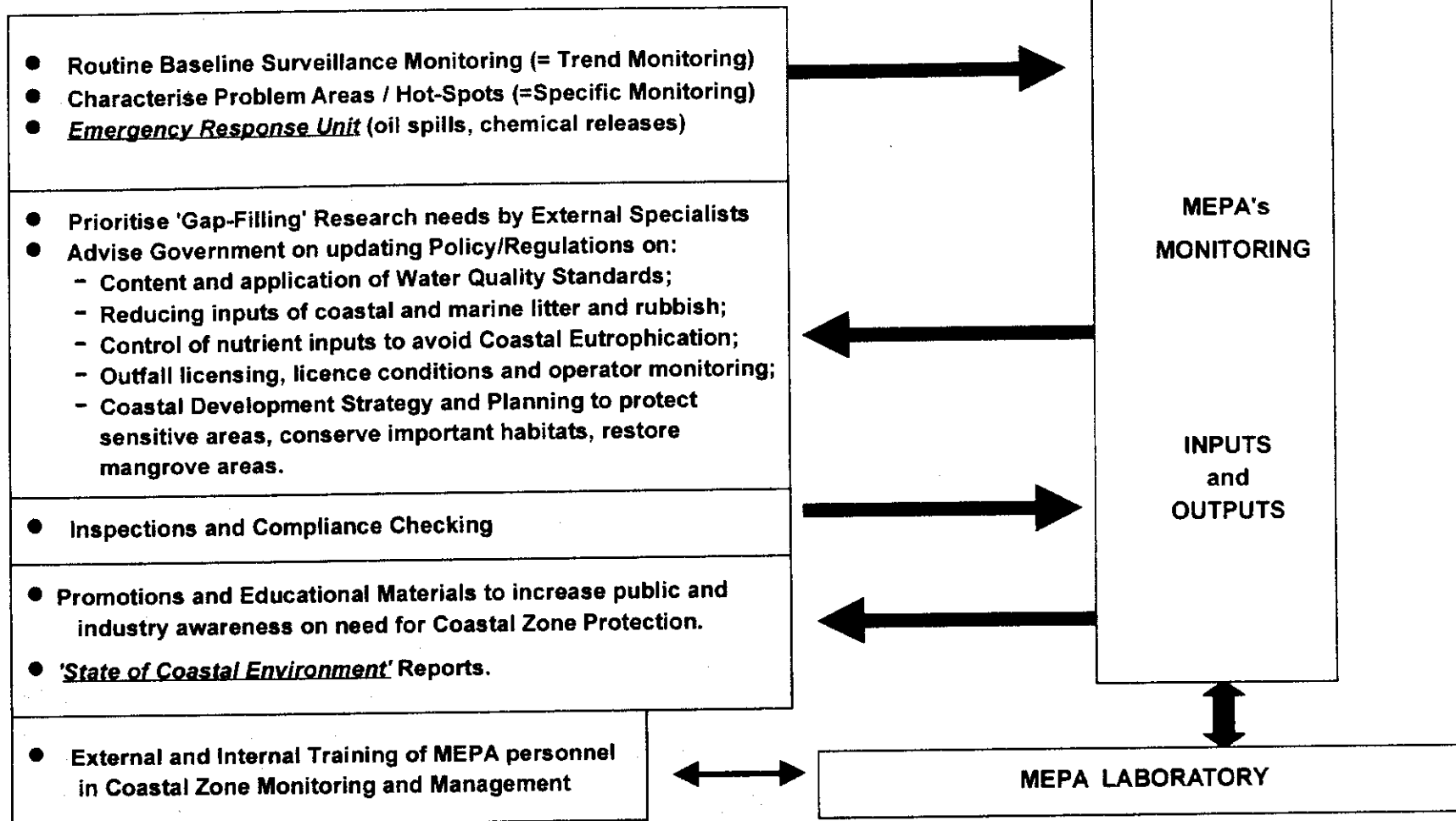


図 5.1.2 沿岸域マネジメントプラン

5.1.4 MEPA水質モニタリングの目標

本プロジェクトの延長上においてMEPAは総合的な国家水質モニタリングシステムの確立を目指す。モニタリング結果はMEPAにおいて蓄積および解析を行い、その結果を各種沿岸域管理活動に反映させる。

また、将来的には沿岸域管理・利用に関連する他機関との間に情報および技術の交換を前提としたネットワークを形成し、MEPAがアラビア湾における環境管理の中心として機能することを目標とする。

この目標の実現のために、モニタリング、水質分析室およびMEPAの内部組織について以下のようなシステムの実現を目指す。

- 1) 総合的な水質モニタリングシステムの確立：システムにおいて得られたデータは、沿岸域管理や問題領域の抽出に利用される。
- 2) 水質分析技術の強化：将来的には国内環境分析の核として分析技術者の育成に資するものとする。
- 3) MEPA組織の強化：モニタリング／環境管理活動に適した組織構造の確立

なお、ここで想定される国家水質モニタリングシステムには以下のような目的を満たすことが望まれる。

- 1) 汚染問題の発生の早期検出
- 2) 排水水質の適正チェック
- 3) 健康リスクの評価
- 4) 環境影響の把握、汚染機能の解明
- 5) 環境管理方策策定のための影響予測への援用
- 6) 水質・底質基準を検討のための基礎データ蓄積
- 7) 汚染防止計画の評価

5.2. モニタリングシステムの段階的整備

本プロジェクトの実施により、基本的なモニタリング機器・機材の整備、モニタリング技術／分析技術の移転、基礎的データベースの作成、モニタリング体制の基礎等が行われた。

しかしながら、総合的なモニタリングシステムの確立のためには、分析要員の不足、統計的処理を前提としたサンプリング計画の立案、モニタリング継続のための予算措置、微量物質の分析のための技術、設備の充実等の課題が残されている。

これらは時間を掛けて克服せざるを得ない課題であることから、達成までの段階を次の4段階に分けて考えるものとする。また、各段階における整備目標について表5にその概要をとりまとめた。

【モニタリングシステム整備の各段階と主な目標】

Phase I（現 況）：モニタリングシステムの基礎技術の移転

現況調査結果に基づく将来モニタリング計画の検討

Phase II（確立期）：基本的モニタリングシステムの確立

モニタリング継続体制整備、年次予算確保、基本技術への習熟
データ信頼性確保、データ蓄積

Phase III（強化期）：基本的モニタリングシステムの発展・強化

人員増強や精密分析機器の導入検討
データ解析、汚濁機構の解析、QA/QC確立

Phase IV（完成期）：総合的なモニタリングシステムの確立

モニタリング結果への環境管理への反映
総合データベース、モニタリングネットワークの形成

なお、各段階の目標達成期間は各々2年間を目途として考え、各段階の目標が達成された段階で次のステップに進むことを原則とする。

5.3 将来のモニタリング計画

5.3.1 Phase I

Phase I、即ち本調査においては、モニタリングシステムの基礎技術の移転が行われるとともに、モニタリング調査実施のための基本的な機材、分析機器が導入された。

また、夏期および秋期の水域調査が実施された。

現在までのモニタリング調査により、水域の汚濁について以下のような結果が得られ

ている。将来モニタリング計画の基本方針をこれらの知見に基づいて検討する。

- 1) Tarut湾、Dammam港、及びKhobar沿岸では、陸域からの排水に起因して水質悪化が著しい水域が認められる。特に下水処理施設、肥料工場、都市排水等の影響が大きい傾向が認められる。一方で発電施設、海水淡水化施設の影響は比較的軽微である。
- 2) Darin Jetty等のTarut湾内の漁港では顕著な水質悪化が見られ、漁港がアラビア湾における主要汚染源の一つとなっている可能性がある。
- 3) 沿岸域においては特に窒素、リン等の富栄養化物質による水質汚染が顕著である。一方金属類による水質汚染は軽微である。
- 4) 水質中には金属による汚染が認められない地点においても、底質中に汚染物質の蓄積が認められる場合がある。特に金属類（Cr、Cd、Cu、Hg、Ni、Pb、V、Zn）およびTPHについては高い濃度が検出されている。
- 5) 沖合では、水質は良好であるが、底質は石油採掘による悪化の傾向が認められる。特にニッケル等の石油採掘に伴うパラメータが高い濃度で検出されている。
- 6) プラクトン調査の結果は著しい季節変化を示した。年間を通じてのプラクトン個体の変動傾向を把握する必要がある。

以上の結果より、将来モニタリング計画の策定においては以下の事項に留意することが望ましい。

- 1) 水質については、特に富栄養化関連物質濃度について重視する必要がある。
- 2) 底質については、金属類、油汚染関連物質について注目する必要がある。
- 3) 沿岸域においては特に下水処理施設、工場、都市排水等の陸域汚染源や漁港等の影響について把握する必要がある。
- 4) 年間を通じた水質変動について更に詳細な調査を行うことが望ましい。特にプラクトン類およびその増殖に関連する物質および水域環境条件について把握することが望まれる。

5.3.2 Phase II

Phase IIはモニタリングシステムの基礎を築く段階として位置づけられる。

即ち、MEPAにおいて継続的なモニタリング活動が実施出来る体制を確立する時期である。このためにはモニタリング活動に適した組織の整備、モニタリング技術／分析

能力の向上、調査継続のための年次予算の確保等が行われる必要がある。

具体的には以下のような事項について整備する。

- 1) モニタリングに関するMEPAの役割を明確にする。
- 2) 分析業務やモニタリング業務が実施できるよう人員と予算を確保する。
- 3) 外部機関との連絡を密接にし、将来的な協力体制の基礎を築く。
- 4) モニタリング結果のデータベースの充実化を図る。

【PhaseIIにおけるモニタリング計画】

Phase IIのモニタリングにおいては、水域全体の汚染傾向や特性を把握することを目的としたベースラインモニタリング調査と主要汚染源の影響を把握することを目的とした特定汚染源のモニタリング調査の実施を提案する。

各々の内容について以下に説明する。

(1) ベースラインモニタリング調査

1) 概 要

沿岸域における水質のベースラインモニタリング調査はRoyal CommissionがJubail港で実施している程度であり、本プロジェクトの実施以前は行われていなかった。

PhaseIIでは本プロジェクトのPhaseIにおいて実施されたモニタリング調査を基に、ベースラインモニタリング調査の実施を提案する。調査は特に以下の点に重点をおく。

- i) PhaseIにおける調査地点について水質の季節変動を把握する。
- ii) PhaseIにおける調査対象域（Intensive Study Area：中央水域）を北部水域および南部水域まで拡張する。

2) サンプルング計画

中央領域では、この調査で取り上げた地点と同じ地点で採水することでモニタリング結果を時系列として解析するために必要なデータを取得することができる。

また、Jubailより北部の水域およびAl-Qulayyahより南部の水域について、モニタリングエリアへの拡大を図る。現在、MEPAはこれらの水域におけるモニタリングのための拠点を有していないことから、サンプルング活動等を効率的に行うためには、Coast Guard、Saudi ARAMCO、NCWCD等のこれら水域に通じた外部機関の支援を仰ぐことが望ましい。

3) 採水頻度と分析項目

採水頻度と分析項目はモニタリングに充てられる予算により制限を受けるが水域の現況調査結果より提案される主な分析項目についてFigure5.3.1に示した。ケルダール態窒素TKN、アンモニア態窒素、リン、クロロフィル a、プランクトン、糞便性大腸菌等の項目は、現地調査において確認された主要な汚染源に特徴的な汚染指標であり、分析コストも高くないことから、年4回以上の測定を行い、年間の季節変動傾向を把握することがのぞましい。底質については、金属類（Cr、Cd、Cu、Hg、Ni、Pb、V、Zn）およびTPHについて年1回程度の測定を行うことを提案する。

水中における金属類の分析については、微量成分に対応した分析環境および分析機器が必要であり、高度な分析技術も要求されることから、PhaseIIの段階では必要な場合は、外部委託により分析を行うことが妥当と判断される。

4) モニタリング機器

PhaseIでMEPA東部事務所の分析室に導入されたベースラインモニタリングの実施には十分なものであり、PhaseIIでは、これらの機器の使用に習熟することで、基礎的な分析能力の充実を図ることとする。

但し、プランクトン類の記録のために、カメラアダプターなどの小物を購入することは作業の効率化を図る上で有効である。

底質について、石油掘削の際に排出されるバリウム、ニッケル、バナジウムなどの分析をMEPA分析室で実施する場合は、Hollow Cathode Lampと前処理用のmicrowave ovenを導入することが望ましい。

5) 内部組織体制／外部機関との関係

効果的なモニタリング活動の継続実施のために、フィールドサンプリング担当、分析担当、マネジメント担当等の業務分掌体制を整えることが望まれる。

また、外部機関との協力や意見交換を通じて協力体制の確立を図るとともに、情報交換、研修等の実施により技術の習得に努めていく必要がある。

(2) 特定汚染源のモニタリング調査

1) 概要

現在までに得られた結果からTarut湾、Dammam港、Khobar沿岸域の3地域で富栄養化

の可能性が示唆された。これらの水域における汚染傾向の把握と対策立案のために、下水処理施設、肥料工場等の陸域排出源を主な対象として詳細調査を実施することを提案する。調査は短期的に実施し、PhaseIIの完了までに調査を終了させることを原則とする。

2) 調査計画の策定

上記調査に当たっては調査計画を綿密に立案する必要がある。

特に、主な排出源における運転状況の把握、排水特性の情報、対象水域の流況把握等が必要である。

採水地点の検討のためには汚染の拡散範囲の把握が有効であり、シミュレーション等の利用も考慮に入れる。但し、シミュレーションモデルの構築、実施はPhaseII段階でMEPAが実施することは困難であり、大学、研究・調査機関等の外部からの援助が不可欠である。

採水地点は汚染拡散域内と上流、下流側に均等に配置する他、バックグラウンド地点として拡散範囲外にも測点を設けることを原則とする。測点配置の例を表5.3.1に示した。

表5.3.1 Phase IIにおける基本調査項目（案）

Phase II 基本調査項目	時期	範囲-2001	範囲 - 2002
天候, 海象	1月下旬（冬期）	中央部	北部及び南部
水質	4月中旬（春期）	中央部	
水温	6月下旬（初夏）	南部（試験調査）	
塩分	8月下旬（夏期）	中央部	北部及び南部
DO	10月下旬（秋期）	北部（試験調査）	
pH			
SS			
透明度			
濁度			
クロロフィル a			
動植物プランクトン			
TOC			
栄養塩類, 大腸菌			
底質			
泥温			
ORP			
色、臭気			
粒度組成			
重金属(Cr,Cd,Cu,Hg,Ni,Pb,V,Zn,Ba)			
TPH			

4) 分析項目と頻度

分析項目はPhaseIの調査で採用した項目から、対象水域の排水水質を考慮し、重要なものを選定する。特に、TSS、クロロフィルa、遊離塩素、ケルダール態窒素TKN、アンモニア態窒素、リン、プランクトン、糞便性大腸菌等の項目はPhaseIでの調査結果より推定して重要である。調査は低潮時、潮流の停止時等、排水拡散が妨げられる時期について実施する。可能であれば年4回程度の実施により、年間変動を把握することが望ましい。

5) モニタリング機器

排水を対象としたモニタリングは比較的汚染物質濃度が高く、現在MEPAに導入されている機器を使用することで十分に対応が可能である。

(3) その他

上述のモニタリング活動の他、将来的な沿岸域管理および啓発活動の一環として、MEPAは次のような活動を開始することが望ましい。

- 海岸漂着物、廃棄物のモニタリング（写真等による）と海岸保護に関する啓発活動の実施
- 学生等を対象としたボランタリーモニタリングの実施による環境教育。
- 海岸における生息域、汚染源、沿岸域利用等のインベントリー作成。

5.3.3 Phase III

この段階では、PhaseIIにおいて確立された基本的モニタリングシステムを発展・強化がテーマとなる。

モニタリングに係る人員の増強および精密分析機器の導入を検討するとともに、汚濁機構の解明、統計的解析に対応可能なモニタリングシステムの構築を目指す。また、外部監査を含めたQA/QCの確立により、より信頼性の高いデータの取得を可能にすることを旨とする。

また、得られた結果を基に、適切な沿岸域管理計画の策定・実施を行う。

これらの目標の実現においては、高い技術レベルが必要であり、PhaseIIまでのモニタリングを通じてMEPA内部に基礎的なモニタリング技術が十分に習得されている必要があるとともに、外部ドナーによる新規技術／機器の移転・導入が必要であろうと考え

られる。

【PhaseIIIにおけるモニタリング計画】

1) 概 要

PhaseIIIにおけるモニタリングはPhaseIIまでのモニタリングで得られたデータに基づいて基本モニタリングシステムを見直し、汚濁機構の解明、統計的解析に対応可能なさらに詳細なモニタリングシステムの構築を目指す。

このために潮流・潮位等の物理的ファクターや化学分析に関する、より高精度な機器や技術の導入が必要となる可能性がある。

なお、PhaseIIIにおいてもベースラインモニタリングは継続する。

2) サンプルング計画

PhaseIIまでのモニタリング結果を基に、情報の補完と汚濁機構の解明を目的としたサンプルング計画を立案する。

この段階では、データの公表や諸外国との情報交換を念頭においたモニタリングの実施の必要性が増してくる。このため、サンプルング計画の設定においても、分散分析等の統計解析への対応を前提とした計画が必要となる。

統計技術の習得、導入は不可欠であり、統計分野に関する外部からの技術移転等も必要となることが考えられる。

3) 分析項目／頻度

分析項目は原則としてPhaseIIまでのモニタリング結果に基づき検討されるべきであるが、富栄養化機構の解明を行う上では従来の分析項目に加えて硝酸態／亜硝酸態窒素およびリン酸態リンの分析は不可欠であると考えられることから、これらの分析項目の追加が必要と考えられる。

サンプルング頻度もまたPhaseIIまでのモニタリング結果に依存するが、年4回以上の調査を実施し、年間変動傾向を把握する必要があると考えられる。

4) モニタリング機器

a. 観測機器

汚濁機構の解明のために、流況、潮位等の連続測定データが必要となることが考えられる。このため、アーンデラー等の流速計、潮位計等が必要になる可能性がある。また、底質の詳細な調査のためのVertical Core Sampler等の導入も考えられる。

b. 分析機器

水中の金属類分析のMEPA内での実施、より多数の分析検体の分析に対応するために以下のような機器の導入が必要になる可能性がある。

- 自動分析装置（亜硝酸、硝酸分析対応）
- GC-ECD
- FL-AAS（水中金属等の分析）
- イオンクロマトグラフィー
- クリーンベンチ（微生物分析の効率化のため）

5) 内部組織体制／外部機関との関係

モニタリング結果に基づく適正な沿岸域管理の実施のために、関連省庁、自治体、企業・工場等を含めた外部機関との密接な関係が確立されていることが期待される。

5.3.4 Phase IV

PhaseIVは総合的な国家水質モニタリングシステムの完成を目指す。モニタリング結果はMEPAにおいて蓄積および解析を行い、その結果を各種沿岸域管理活動に反映させる。

また、沿岸域管理・利用に関連する他機関との間に情報および技術の交換を前提としたネットワークを形成し、MEPAがアラビア湾における環境管理の中心として機能することを目標とする。

【PhaseIVにおけるモニタリング計画】

1) 概 要

沿岸域管理と連動した総合的なモニタリングシステムを確立させる。これには、POPs、ダイオキシン類等の微少有害物質の汚染実態把握、生態系における汚染物質の循環、蓄積機構の解明等、より複雑な問題を取り扱うための調査も含まれる。

これらの調査は、複雑であり、MEPA単独で実施することは困難と推測されるため、

モニタリングは大学等の研究機関との連携で行われることになる。

また、取り扱うべきモニタリングデータも多様化することが予想されるため、GIS等と連動したデータベースシステムや他の環境関連機関とのモニタリングネットワークの形成も期待される。

2) モニタリング機器

a. 観測機器

実施されるモニタリングの種類により様々な機器が必要となる。

例えばMEPA調査観測船、DGPSシステム等が必要となることも考えられる。

b. 分析機器

POPs、ダイオキシン類等の微少有害物質等の分析のためには以下のような機器が必要となる。但し、これらの機器をMEPAが所有する必要があるか否かについては、PhaseIVにおけるMEPA分析室の役割による。

- HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
- GC-MS (Gas Chromatographic-Mass Spectrometer)
- ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)
- クリーンルーム (微量成分分析用)

3) 内部組織体制／外部機関との関係

この段階ではMEPA東部事務所は高度技術者を擁していることが期待される。

これらの人材により、内外の技術者の養成・研修、QA/QC、情報交換等を通じ、活発な交流が確立されてることが期待される。

6. 分析室の現状と将来計画

6. 分析室の現状と将来計画

6.1 背景

1999年3月の第一回現地調査において調査団は分析室を精査し、その時点までほとんど使用された実績がないと結論した。そこで、本調査業務に必要な機器の導入をするために次の事項について対処・改善するよう申し入れた。

- ・ 不要機器及び試薬等の処分
- ・ 排気装置（ドラフト）の修理
- ・ 水の出ない水栓の修理
- ・ 狭いシンクを広いものに改良すること
- ・ 配電電圧の安定性のチェック
- ・ 原子吸光光度計用の室への排気ダクトの設置
- ・ 分析に必要なガスボンベの手配
- ・ ラボ廃棄物の処理・処分方法の検討

さらに調査団は機器の導入とそれに引き続く技術移転を円滑に進めるために、次の二点がきわめて重要であると考えた。

- 1) 十分な人員をラボに配置すること
- 2) 分析業務を実施するための予算を配分すること

上の諸点を含め、調査団はさまざまな問題をカウンターパートとの間で協議し、本モニタリング業務における分析実施項目を決め、導入する機器を選定した。

分析項目の選定に当たっては、MEPAの水質基準などを参考にした。

表6.1.1 と表6.1.2に、それぞれ分析項目と導入機器を示す。

以下には、分析室の今後のありかたを段階的に示した。

表6.1.1 分析項目及び方法

分析項目	分析方法
水質	
残留塩素	滴定／比色法
TOC	燃焼酸化-赤外線式
SS	重量法
アンモニア性窒素	蒸留-吸光光度法
ケルダール窒素	ケルダール分解-吸光光度法
全りん	蒸留-吸光光度法
シアン	蒸留-吸光光度法
マグネシウム	フレイム原子吸光法
Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Cr	溶媒抽出-フレイム原子吸光法
水銀	還元気化原子吸光法
ヒ素	水素化物発生原子吸光法
フェノール	蒸留-吸光光度法
Oil & Grease	赤外線分析方式
石油系炭化水素 (TPH)	赤外線分析方式
ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン (BTEX)	ヘッドスペース-ガスクロマトグラフ法
クロロフィル a	吸光光度法
大腸菌群数	メンブランフィルター法
底泥	
強熱減量	重量法
TOC	滴定法
Cr, Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, V	酸分解-フレイム原子吸光法
水銀	還元気化原子吸光法
ヒ素	水素化物発生原子吸光法
石油系炭化水素 (TPH)	赤外線分析方式
ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン (BTEX)	ヘッドスペース-ガスクロマトグラフ法

表6.1.2 MEPA分析室への導入機材

機材名	製造者・型式	数	備考／付属品
分析機器			
ガスクロマトグラフ	Shimadzu GC17A	1	FID, ヘッドスペースサンプラー
原子吸光光度計	Varian Spectra 220	1	フルム式, 還元気化装置
分光光度計	Shimadzu UV1240	1	UV-可視
卓上型pH 計	Metrohm 744	1	
卓上型導電率計	Entech CON-500	1	
TOC 分析装置	Shimadzu TOC5000A	1	固体試料モジュール
油分濃度計	Horiba OCMA300	1	赤外方式
微生物処理装置	Millipore Milliflex	1	大腸菌群分析
顕微鏡	Nikon Alphaphot 2	1	プランクトン同定・計数
試料処理用			
ケルダール分解装置	Fisher Scientific	5	
シアン蒸留装置	Wilkens-Anderson	3	
フェノール蒸留装置	Wilkens-Anderson	3	
オートクレーブ	ALP Japan KI 30S	1	滅菌, 有機物分解
シェイカー	SGM-200-010F	1	溶媒抽出
遠心分離器	Clifton NE010G	1	クロロフィル抽出
COD 分解器具	Fisher Scientific	1	
ホットプレート	SD3DI	1	有機物分解
超音波発生槽	Neytech 19B	1	底泥抽出, 洗浄
ドラフト	Nuaire NU164-424G	1	酸分解用
純水製造装置	Milli-Q"Academic"	1	
冷蔵庫	Thermolyne	1	試料保存

6.2. 分析室の将来計画

6.2.1 Phase I

(1) 目的

この段階は現状を意味しており、アラビア湾沿岸域の水質モニタリングを実施するための土台としての分析室を機能させることを目的とした。

そのため、分析室の施設・ユーティリティーを整備し、分析関連機器を導入し、MEPAスタッフが分析業務を継続できるよう技術移転することが実施された。

(2) 分析項目

表6.1.3に現状においてMEPAが継続実施すべき分析項目を示した。これらの選定項目は、MEPAの水質基準項目を主体とし、モニタリング対象域の沿岸部における産業活動を考慮したものである。

(3) 機器

表6.1.2に示した分析関連機器を MEPAとの協議の上で導入した。各機器の導入設置の状況は、1999年11月17日においてJICA職員の査察を受けた。

(4) 分析要員

MEPA分析室には4名のスタッフが配置され、技術移転の対象となった。しかし、彼らの専門は化学関連ではないため、技術移転に際して困難が伴った。専攻分野が化学であるような人員の配置を強く求めた。

(5) 分析室管理

調査団は分析室管理のためのチェックリスト（設備管理、機器メンテナンス、薬品管理等）を作成し、MEPAスタッフがそれを使用して、定期的にチェックリスト等の内容をレビューあるいは更新するよう指導した。

次に示す文書を作成し、MEPAスタッフが管理することとした。

- ・ 分析標準手順書
- ・ 試料受け渡し書（Chain of Custody）
- ・ 試料取扱要領
- ・ 機器操作・校正マニュアル
- ・ 分析野帳

- ・ 結果報告フォーマット
- ・ 分析室安全衛生規則
- ・ 廃棄物管理要領

また、設備機器や薬品の調達については、サウディアラビア国の輸入品取引上の関連で、発注から納品までに長期間を要することが判明した。今後の機器・薬品調達に際しては、分析業務に支障を来さぬよう十分な余裕を持って物資の供給が実施されねばならない。

6.2.2 Phase II

(1) 目的

Phase IIにおいて立ち上げた分析室において、分析実績を積み重ねるとともに、分析精度の向上を目的とする。アラビア湾水質モニタリングを遂行して行くためには次の諸点が重要となる。

- ・ 分析員の技術レベルの向上、トレーニング計画
- ・ 分析スタッフの組織化
- ・ 予算の確保
- ・ 導入機器の維持管理

当面の課題としては、次の三点の実行が必要である。

- ・ 外部分析機関の活用
- ・ 分析要員の研修トレーニング
- ・ 精度管理手法の充足

(2) 分析項目

Phase IIにおける分析対象項目は、Phase Iとほぼ同様とする。この時期においては、分析項目の拡張よりも分析経験の蓄積および精度の向上に力をいれる必要がある。

ただし、石油の生産や運搬に起因する底泥への影響を調べるために、バリウムを新しく分析項目に追加する。また、糞便性大腸菌群を検出するために、現状の検出システムに新たな培地を追加する。

海水中重金属、塩素系炭化水素およびPCBの分析は、現状通り外部に委託する。

(3) 機器

新しい機器の導入よりも、むしろ導入された機器の維持管理に注目する必要がある。ただし、バリウム分析用に原子吸光設備にバリウム用カソードランプを追加する必要がある。さらに、下記のような機材を導入し、測定分析の安全性や円滑化を図ることが考えられる。

- ・ 底泥試料の酸分解を安全に行うためのマイクロウェーブ分解装置
- ・ プランクトンの同定・計数用の広視野ステレオ顕微鏡およびカメラアダプター

また分析施設まわりの改善に関しては、次のような問題が残されている。

1) シンクの改造

現状のシンクはいずれも40cm x 30cm程度の寸法で、器具の水洗などに支障を来しているため、いくつかのシンクを80cm x 40cm程度に拡張する。

2) 受電容量の増強

現状の分析室まわりへの電源ブレーカー容量は150Aであるが、実作業中に幾度かこの容量をオーバーしているため、供給電気量の増強が必要である。

3) 室内空気環境の改善

分析室環境への外部からの浮遊粒子や熱影響を防ぐため、空調設備の整備ならびに外部ダストの侵入防止対策が必要である。

4) 使用水源の改善

現在、分析室への供給水は所内で汲み上げられる地下水が用いられているが、その水質は全蒸発物で1000ppm程度となっており、純水製造システムに支障を来しているため、水道水質基準程度の全蒸発物500ppm以下の水供給が望まれる。

(4) 分析要員

現時点におけるMEPA分析スタッフは補助員レベルであるため、計画されたモニタリング体制の遂行には、マネージャーおよび分析経験のある熟練者が必要と考えられる。表6.2.3に必要と考えられる分析要員それぞれの役割を示した。

また、分析スタッフの技術力を向上・維持させるために、外部機関との交流を深め、場合によっては、相互に研修員として派遣しあうようなことも考える必要がある。

(5) 精度管理

分析業務を円滑に実施するために、次のような内部規定を整備しておく必要がある。

- 1) 施設および機器の管理規定
- 2) 薬品類の保管管理規定
- 3) 安全衛生規定
- 4) 廃棄物管理規定
- 5) 標準分析操作方法
- 6) QA/QC手順書

上記書類の全てについて、調査団は基本プランを提示している。

また、MEPA分析室の精度および信頼性を確保するためには、下記のような適正なQA/QC手順を定め、それを履行して行く必要がある。

- ・ 標準操作手順
- ・ 機器操作・校正手順
- ・ ブランク試験
- ・ スパイク回収試験
- ・ 再現性確認試験

以上のような精度管理に関わる規定の確立するためには、分析室マネジメントプランの構築が重要である。

6.2.3 Phase III

(1) 目的

この時期においては、分析能力および分析技術をさらに発展させ、精度管理システムを確立することを目的とする。

(2) 分析項目

従来の分析項目に加えて、次のような項目の実務を行う。

- 1) 海水中の微量重金属
- 2) PCBを含む塩素系炭化水素類
- 3) 富栄養化の指標である硝酸、亜硝酸等

(3) 機器

上に示した項目の分析実施のためには、下記の機器を新規に導入する必要がある。

- 1) 原子吸光装置への黒鉛炉の追加および水銀専用分析装置
- 2) ガスクロマトグラフへのパージ&トラップシステムおよびECDの追加
- 3) マイクロインジェクション分析装置およびイオンクロマトグラフの導入

(4) 要員配置

QA/QCインスペクターおよび新規導入機器のオペレータの配置が必要である。これらのポストには経験のある専門家が要求される。

(5) 精度管理

分析室マネジメントプランならびに精度管理システムを確立するために、次のガイドライン等を参考とする。

- ・ US.EPAガイドライン
- ・ Standard Methods Part 1000
- ・ ISO 17025
- ・ Good Laboratory Practices

6.2.4 Phase IV

(1) 目的

この時期では、次のようなデータ解析や研修教育活動の実施が求められる。これらの業務の遂行によって、MEPA分析所は湾岸諸国におけるレファレンスラボとなり得ると考えられる。

- ・ モニタリングデータの解析および公表
- ・ 残留性有機汚染物質の分析や生体毒性試験の実施
- ・ 富栄養化現象や赤潮の調査研究
- ・ 環境分析にかかる研修教育講習の実施
- ・ 国内環境分析機関への指導啓蒙

サウディアラビア国内における環境分析機関の精度管理システムの構築のためには、標準化学物質の供給システムを含めたトレーサビリティ（国家標準へのリンク）の確立が必要である。

MEPAは環境基準や排出基準にかかる標準分析方法の規定化、ならびに環境分析機関の認

証制度や測定分析機器の認定制度等を策定するとともに、国際的認証機関から供給される標準化学物質を用い、国内の統一精度管理システムを始動し、国内環境分析機関の精度の確保を維持して行く必要がある。

(2) 分析項目

この時期においては、以下のような項目を追加する。

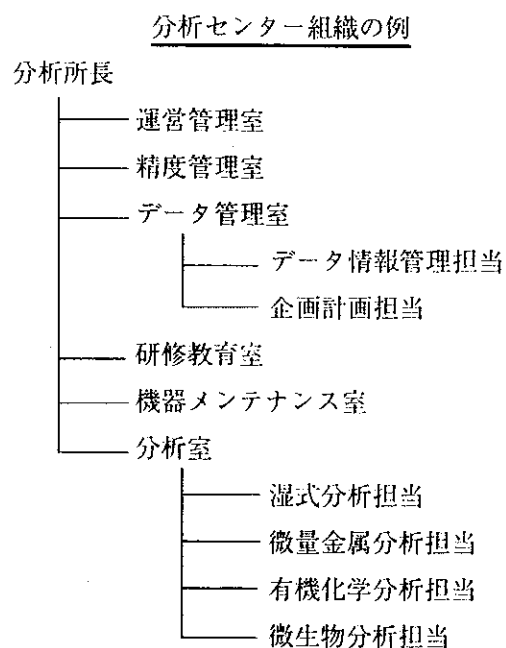
- ・ 残留性有機汚染物質 (POPs)
- ・ 石油系炭化水素 (PAH等)
- ・ 湾岸地域で使用されている農薬類
- ・ 赤潮毒性プランクトン

(3) 機器

上の目的を果たすためには、GC-MS, ICP-MS, HPLCなどの導入が必要である。また、これら新設備の導入に当たっては、施設の拡張や改造ならびにユーティリティーの供給が必要となる。

(4) 組織

上記分析業務の遂行のためには次のような部局の配置が有効と考えられる。個々の人員配置については、MEPAの財政状況などに応じて、役職の兼任も含めて時間をかけて構築して行くべきである。



7. MEPAの運営管理に関する提言

7. MEPAの運営管理に関する提言

本章ではMEPAが環境モニタリングを継続的に行ない、種々の環境対策を実施していく上で必要と思われる事項のうち、MEPA東部事務所の運営管理に関する事項について提言を行なう。

7.1 運営管理に関する一般事項

本調査で実施されたアラビア湾の水質モニタリング調査の結果は、沿岸域における水質管理体制を早急に整える必要があることを示唆している。

アラビア湾の水環境の保全という究極の目的を達成するには、モニタリングの継続に加え、水質データの蓄積・分析、問題・汚染源の特定、汚染防止対策の策定、環境対策にかかる法規・基準等の策定・改定等の作業を行なっていかなければならない。

このためには、MEPA東部事務所は、ジェッダにある本部と協議の上、これらの業務に対応可能な体制を整える必要がある。また、調査結果を解析し、行政面に反映させるための人員・能力の増強や予算措置も必要である。

これらに対応するための具体的提言について以下に述べる。

7.2 MEPA東部事務所の役割の明確化

東部州にはサウジアラビアの石油産業・工業が集中しており、環境対策が最も必要な地域である。環境対策の中心となる機関は東部地域にあるべきと言っても過言ではなく、MEPA東部事務所が果たすべき役割は大きい。

しかしながら、現況のMEPA東部事務所の状況はかならずしもこの目的にかなったものとはいえない。

3章で述べた様に、MEPA東部事務所は、組織上はNational Meteorology and Environment Centerにおける地方の一支局として位置づけられており、環境関連業務を司る部署であるEnvironmental Protection General Directorate (EPGD)には所属していない。またMEPA東部事務所の環境対策部門は東部事務所の気象支部に追加する形で1981年に誕生し、湾岸戦争時には流出油に対する緊急かつ時限的な活動を行ってきたという歴史的な経緯もあり、役割が明確になっていない。

環境対策部門には、十分な職員が確保されておらず（環境対策部門の人員は10人未満で、環境対策の専門知識を有する人材は更に少ない）、多分野にわたる環境管理業務をカバーすることは困難な状況にある。

東部事務所がアラビア湾の環境保護において果たすべき役割の重要性を鑑みれば、東部事務所を湾岸地域における環境対策の中心機関として位置づけ、適切に機能できる体制を整える必要がある。

従い、ジェッダにある本部と十分に協議の上、以下のような対策を講じることを提案する。

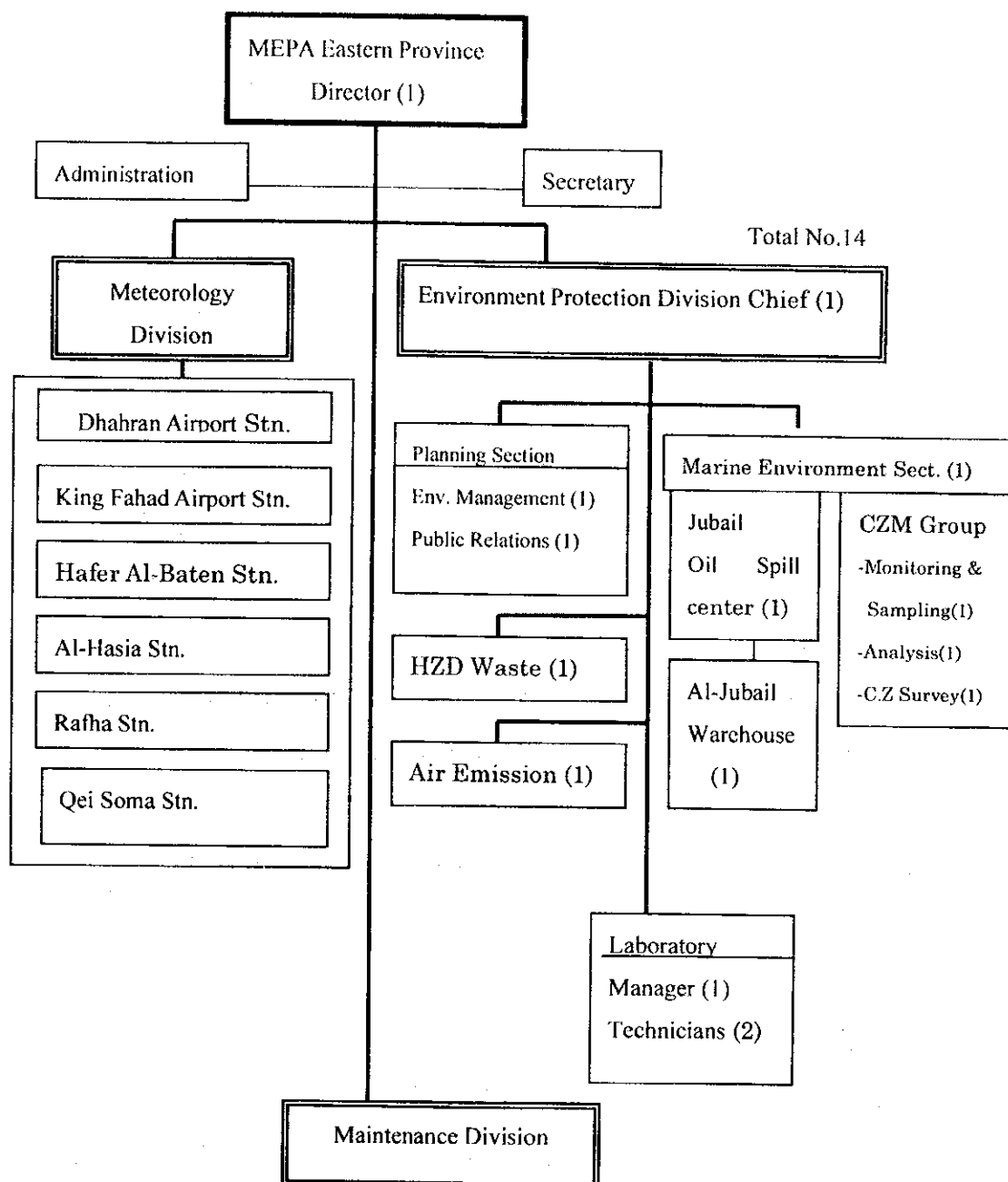
- (1) 東部事務所を湾岸域における環境管理の中心として明確に位置づける。
- (2) MEPA本部のEnvironmental Protection General Directorate (EPGD)と東部事務所の連携を強化する。EPGDの直轄の組織とする事も検討する。
- (3) 東部事務所と本部の役割を見直し、必要に応じて東部事務所の人員を増強する。特にモニタリング要員、化学分析の専門家、環境管理要員については増強が必要である。
- (4) 以上の結果を踏まえ、東部事務所の組織を環境管理の目的に沿ったものに改編する。

東部事務所の環境対策部門においては、現在のところ各部署の業務分掌が明確ではなく、チーフが必要に応じて手の空いた職員に業務を指示している。また、沿岸域の環境管理や環境管理計画の策定を行う部署についても定められていない。

総合的かつ効果的な環境管理のためには、組織を改編し、個々のセクションおよび要員の責任と役割を明確にすることが有効と考える。

図7.1に望ましい組織図の一例を示す。その特徴・主要変更点は以下の通りである。

- 1) 従来混在していた廃棄物管理、大気管理、沿岸域管理、分析室等の業務を個々に独立した部署とし、各々に責任者をおく。
- 2) 沿岸域管理業務については、沿岸域管理部署(Coastal Zone Management Division)を新設し、海域のモニタリング活動および解析を担当させる。
- 3) 現行の分析室の体制では、継続的なモニタリング活動への対応は困難と考えられることから、環境分析の専門家を雇用し、ラボを強化する。
- 4) Al-Jubail Oil Spill Center及びAl-Jubail WarehouseをMarine Environment Sectorの所属とし、緊密な関係を保つ。これらの部署は流出油対応等の緊急時活動を担当する。
- 5) 環境保護に係る運営・管理のための戦略を策定する部署として行政企画部(planning section)を新設する。この部署はMEPA本部と協力してモニタリングの結果を環境規制の強化・改訂等に反映させる。また、他の関連省庁と協力して工場の指導、住民の環境意識の向上等を図る。



- Notes:
- 1.Recommendation is only on Environment Protection Division.
 - 2.The figure in bracket () shows the minimum required staff number.
 3. Depending upon the requirement or emergency case, the assigned personnel should be flexible in helping each other by the request of the Chief.

図7-1 MEPA東部事務所における組織構成案

これらの組織改編のためには、東部事務所の環境対策部門の人員を現行の8名から14名以上に増員する必要がある。増員される職員は少なくとも配属される部門に関し、専門コースで4年以上教育を受けたものが望ましい。

7.3 弾力的な予算措置

MEPA東部事務所は予算に関する権限を殆ど有していない。人件費は職員の等級に応じて本部が決定し、建物や施設の維持管理費は本部が委託業者と協議して決定する仕組みである。残業代、出張費等は東部事務所が立て替え、本部が認めたものについてのみは、払い戻しが行なわれるシステムとなっている。現行のシステムでは、緊急の場合であっても、東部事務所は迅速な行動をとる事はできない。今後、東部事務所が水質モニタリング体制および沿岸域管理体制を確立し、アラビア湾の環境の状況に応じた柔軟性のある活動を実施するためには、以下の様な予算システムを作ることが望ましい。

- (1) 東部事務所がプロジェクトを立案する。
- (2) 東部事務所がプロジェクトの予算を見積り、本部に予算申請を行なう。
- (3) 本部が申請されたプロジェクト及びその予算の審査・承認を行なう。
- (4) 東部事務所が承認された予算を使ってプロジェクトを実施する。

また、一定の範囲内で東部事務所が独自の判断で費目間の予算のやりくりをできるシステムを作ることも必要である。

7.4 他機関との協力

前述のように、MEPA東部事務所は湾岸域全域にわたり幅広い分野での環境管理を担当してゆくことが望まれる。しかし、限られた人員と資材のもとで、全ての業務を実施することは容易ではない。

サウジアラビアではMEPA 以外に、多数の省庁、ARMCO、Royal Commission、漁業局、下水道局、市政府、警察、沿岸警備隊等、多くの機関が環境保護に関与している。例えば、ARAMCOや大学の研究所等は種々の海洋調査を実施している。また、Royal Commissionは自ら基準を策定しAl-Jubail工業団地の環境対策を行なっている。これらの機関は環境対策の一翼を担っているが、個々の機関が独自の目的に応じて調査・対策を行なっているだけで、連係・協力は行なわれていない。

MEPAはこれらの機関と協力体制を築き、各機関の調整役として環境行政を推進して行

くことが望ましい。

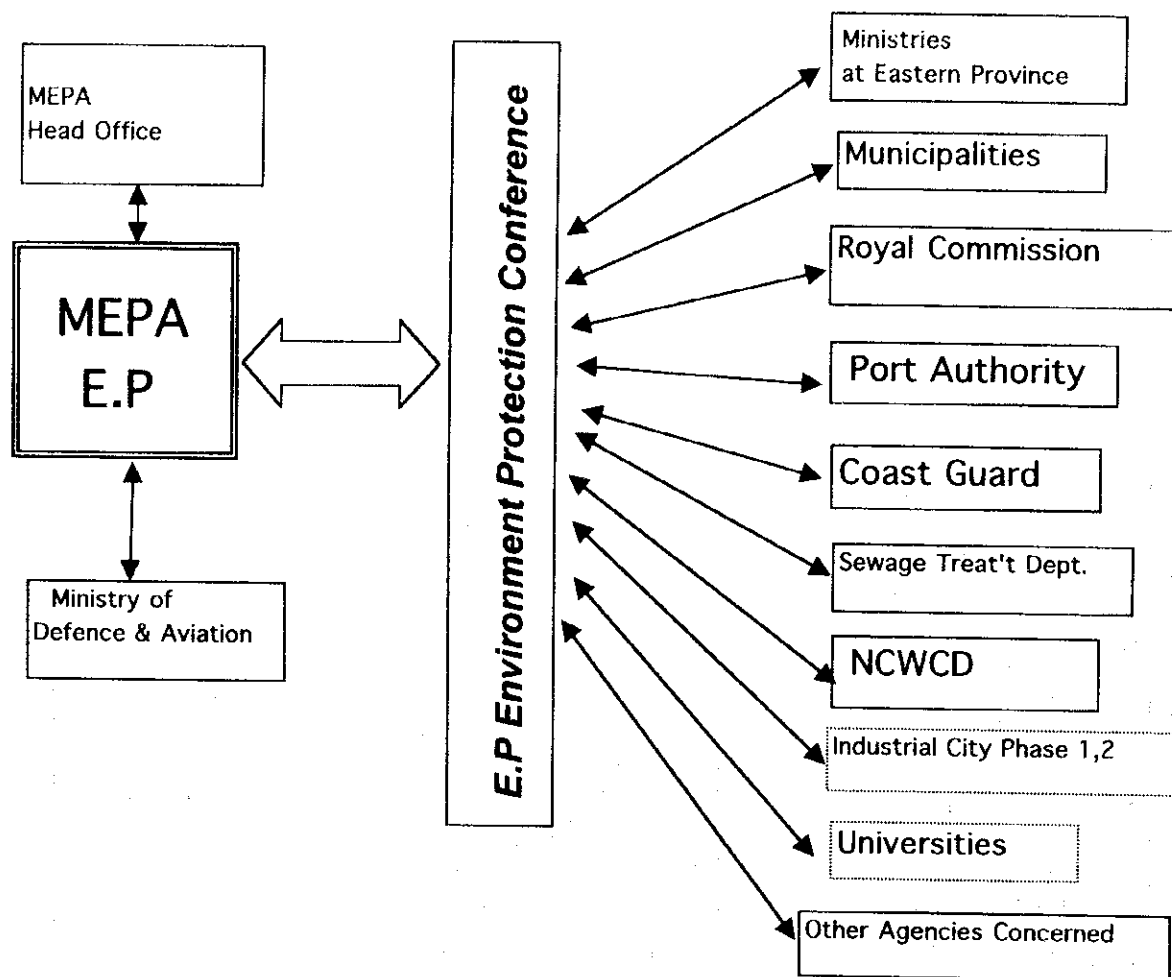
表7.1にMEPAと各機関との協力内容の例を示す。

表7.1 各機関との協力内容

関連機関	協力内容の例
農業・水資源省	水質モニタリング情報の提供 農業廃水および漁業による環境影響の防止
保健省	水域汚染状況に関する情報の提供 健康に関する環境対策への反映
工業・電気省	水質モニタリング結果の提供 工場排水データの提供 工場の環境対策に関する監視/助言
内務省	化学物質による汚染に関する情報交換
運輸省/Port Authority	船舶からの油放出、流出油対策 緊急時における協力
企画省	環境分野における政策方針決定への助言
自治省	固形廃棄物/下水排水等の管理、環境対策の推進
広報省	環境保護に関する啓蒙・啓発活動における協力
Royal Commission	Al-Jubail地域に関する水質モニタリング情報の交換 MEPAの実施する水域モニタリング活動への協力 水質分析に関する情報交換
Coast Guard	水域モニタリング活動への協力 沿岸域管理活動への協力
NCWCD	アラビア湾南部水域におけるモニタリング調査への協力
ARAMCO	アラビア湾北部水域におけるモニタリング調査への協力
KFUPM	水質モニタリング、化学分析手法に関する情報の交換 MEPAのモニタリング活動実施・分析への協力

また、環境対策をより効果的に行なうためには以下に示す様な協力体制を確立する事が望まれる（図7.2参照）。

- (1) MEPA東部事務所が中心となり、関連機関の連携・協力について調整を行う。また、定期的に会合を開き、現状の把握・環境対策の成果・協力体制の在り方などにつき協議する。
- (2) MEPA東部事務所を東部州の環境関連情報センターとする（他の機関が、東部事務所が蓄積した水環境モニタリング・分析データを活用できる体制を構築する事が望まれる）。



Role of MEPA

- 1) Summon Conference
- 2) Coordinate Agencies
- 3) Accumulate Data
- 4) Guide for Better Environment Management

Topics to discuss

- 1) General Affairs for Environment Management
- 2) Dumping of Pollutants
- 3) Waste Water/Solid Waste/Air Pollutants
- 4) Dredging/Land Reclamation
- 5) Large Scale Development
- 10) Public Awareness
- 11) Laboratories/Institutes
- 12) Transport of Hazardous Material
- 13) Method of Treatment of Waste Disposal
- 14) Scope of Work among Agencies

図7.2 外部公的機関との環境管理にかかる連携（案）

図7.2に示した体制の特徴は以下のとおりである。

- (1) 関連諸機関を一堂に集め、環境保護のための会議を開催することできる。
- (2) 個々の機関の責任を明確にし、効率的かつ強力な協力体制を確立することができる。
- (3) MEPAを含む関連諸機関の有するデータを一元化し、有効に活用する事が可能となる。
- (4) 会議等の機会を利用して関連諸機関に環境対策に関する指導を行なう事が可能となる。

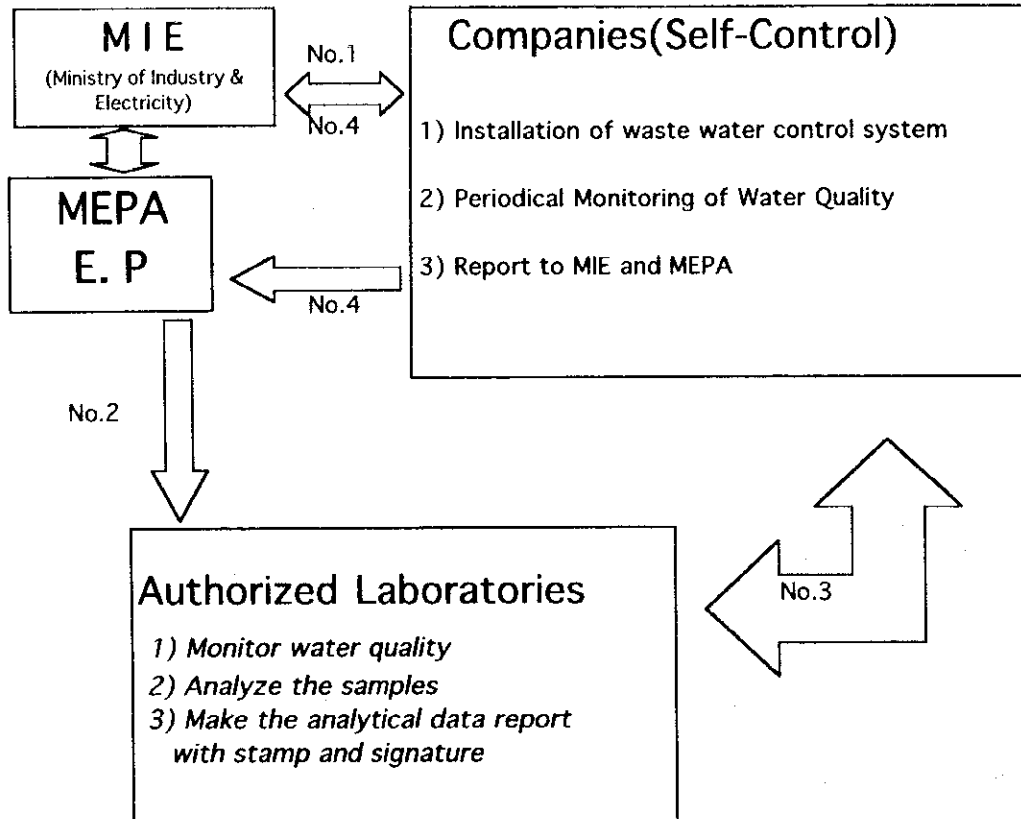
7.5 環境管理システムの構築

アラビア湾における水質モニタリング調査の結果より、湾内の水質汚染源としての工業排水の寄与の可能性が示唆された。これらの排水については、将来的に管理システムを確立してゆく必要がある。

管理システムは工場の操業停止命令の様な強権による環境対策ではなく、工場が自主的に環境対策を進める環境を整えることが望ましい。また、工場排水の環境対策状況のチェック、水環境のモニタリング等を行なう際に不可欠である信頼性の高いラボを早急に整備する事が必要である。以上の概念を図7.3に示す。図7.3では工業・電力省（Ministry of Industry & Electricity）との協力を例としているが、必要に応じ、他の省庁或いは複数の省庁との連絡・協力を考慮すべきである。図示したシステムの特徴は以下のとおりである。

- (1) 工場が自主的に環境対策（設備の導入、排水・排ガス等の測定等）を行ない、その結果をMEPAに定期的に報告する。
- (2) MEPAは工場の環境対策状況をチェックする。工場からの報告書をチェックし、必要があれば自身で測定を行ない、工場の測定結果の妥当性をチェックする。
- (3) MEPAは環境関連法規・規制の策定、市民の環境意識の向上、関連諸機関の活動の活性化等の作業を行ない、工場の自主的な環境対策を促す。
- (4) 目的に応じ、第三者機関（専門機関）を有効に活用する。
- (5) 工場からMEPAに提出される報告書に基づき、サウジアラビアが国として採るべき環境対策・政策等を検討する。

(An example: case of waste water control)



Notes:

- No.1 MIE orders a company to establish self-control system for waste water, and request a report to MIE and MEPA.
- No.2 MEPA encourages Saudi laboratories/institutes for monitoring and analytical work for water quality, and authorize them, under a certain condition, to undertake such work for an official report.
- No.3 The individual company requests an authorized laboratory/institute to monitor, check and confirm the data on the report to be sent to MIE and MEPA.
- No.4 The company/factory send a report periodically to MIE and MEPA of the monitoring result which is confirmed and stamped by the said laboratory or institute.

図7.3 外部企業との環境管理にかかる連携（案）

7.6 運営・管理の見直し

MEPA東部事務所の管理職は非常に多くの業務を遂行しており非常に多忙である。一方、スタッフの多くは常に管理職の指示待ちの状態にある。従って、東部事務所の運営・管理を改善することで業務の効率化が図れると判断される。

(1) 部署、要員の権限と責任の明確化

MEPA東部事務所の現在のシステムでは、個々の部署或いは要員の業務が特定されていない。この種のシステムは人員が非常に限られた組織には好都合であるが、専門家が育たず、誰も自己啓発に励まないといった欠点を有する。従って、現在の組織を図7.1に示した様な組織に変更する事が望まれる。また、以下に示す対策をとる事が必要であろう。

1) 部課毎の業務分掌の明確化

2) 職位毎の業務と責務の明確化

全職員について業務と責務を明確にする必要がある。表7.2は職員の業務と責務を明文化したものの一例である。以上のシステムの採用により、個々の職員は自分の業務と責務を明確に認識する事ができる。また、職員が自主的に専門知識・ノウハウ習得に努めることも期待される。

3) グループリーダーの選任

Environmental Protection Divisionにおいては、責任者の管理業務の負担を軽減するために、2名のグループリーダーを選任する事が望ましい。

(2) マニュアル類の整備

作業マニュアル(手順書)の整備は作業の標準化、新人の教育、担当者の交代時の業務引継ぎ等に際して非常に重要となる。従って、市販の参考文献などに加え、作業マニュアルを独自に策定する事が必要である。サンプリング、分析作業については本調査で作業マニュアルを策定したので、これらを参考に、ファイリング、流出油回収、工場の立ち入り検査、緊急時の対応等についても作業マニュアルを策定し、定期的に改訂していくことが望まれる。

(3) 教育

先に述べた様に、個々の職員の業務と責務を明確にし自己啓発を促すことは、職員の能力向上に役立つ。MEPAはこれに加え、職員に対し教育・訓練の機会を可能な限り与え、職員の能力向上に努めるべきである。

MEPAは湾岸戦争時の流出油の回収等、トラブルシューティングの経験は有るものの、環境対

策・管理の実務経験には乏しい。また、化学分析、モニタリング技術についても、さらなる向上が期待される。これらの技術向上のためには、MEPAはRoyal Comissionや大学等の分析・研究機関との連係・協力体制を確立し、技術・情報の交換を行うことが考えられる。

また、海外ドナー等による研修も積極的に利用すべきである。

表7.2 職員の職務権限書式の例

Position Description (sample)

Name	Mohamed Ali
Department	Environment Protection Division –Coastal Zone Management
Title	Coastal Zone Management Supervisor
Report to	Aziz Al-Omary
Supervise	Husein Ali, Muhammed Al-Heil, Faisal Al-Dawish
Objective	Assist Manager in Gulf Sea Water Quality Protection
Responsibility	1. Plan an annual schedule for the group's activities 2. Plan better methods or system to protect seawater quality from pollution. 3. Design and update workflow charts and procedures for efficient work for the group. 4. Gather as much information as possible of the environment related data including from international sources. 5. Keep updated the data of the Gulf water quality 6. Coordinate with persons in charge of Sewage Department, Fishery Department, Coast Guard and other public Departments for environment protection of the Gulf 7. Plan seawater monitoring program and schedule. 8. Lead monitoring work at sites. 9. Evaluate the result of monitoring in comparison with accumulated data, after receiving the analytical result at lab. 10. Make written reports about the sea water condition, including any accident, problem, pollutants, etc. 11. Guide, train and help subordinates for better group work. 12. Perform other duties than the above to be given by his manager

7.7 他の湾岸諸国との協力体制の構築

アラビア湾の水環境を保全していくためには他の湾岸諸国との共同作業も必要である。

水質モニタリング調査により得られた結果を基に、アラビア湾の保全について湾岸諸国との積極的な意見交換を行ってゆくべきである。また、ROPME等の機関を通じて、アラビア湾の水質実態について情報の交換、発表を行って行くことが望まれる。

将来的にはMEPA東部事務所がアラビア湾の水環境管理の拠点の一つとして機能してゆけるように、東部事務所の分析室を利用し、水域情報の蓄積・解析、技術者の育成を行ってゆくことが望まれる。

7.8 結 論

本調査で行なった水質モニタリングはMEPA東部事務所のアラビア湾環境管理活動の第一歩であり、今後MEPA東部事務所が独自にモニタリングを継続していくことが極めて重要である。一方、MEPA東部事務所が湾岸域における環境管理の中心機関として機能し、適切な沿岸域環境の管理を実施してゆくためには、現在の東部事務所の体制を環境管理に適した形に再編するとともに、人員・能力の増強や適切な予算措置を行うことが必要である。

本章ではこれらMEPA東部事務所の運営・管理に係る事項について提言を行なったが、その内容は以下の様にまとめられる。

(1) MEPA東部事務所の役割の明確化

MEPA東部事務所を湾岸域における環境管理の中心として明確に位置づけ、環境対策に関する十分な権限と責任を与える。また、廃棄物管理、大気管理、沿岸域管理、行政企画等を担当する部署を設け、業務体制の明確化を図る。

(2) 弾力的な予算措置

アラビア湾の環境の状況に応じた柔軟性のある活動を実施するため、MEPA東部事務所がプロジェクトの立案・予算請求を行い、独自の判断で予算を執行できるシステムを構築する。

(3) 関連省庁との連携・協力関係の強化

環境関連省庁との協力体制を構築し、各省庁へのモニタリング情報の提供や省庁間の調整を行うことにより、アラビア湾の包括的な環境管理を実現するよう努める。また、定期的な省庁間会議の場を設け、情報の交換を行う。

(4) 環境管理システムの構築

環境関連省庁との関係・協力体制のもと、汚染排出源の監視／管理、環境対策のチェック等の環境管理活動を行えるシステムを構築する。

(5) MEPAの運営・管理体制の強化

部課毎の業務分掌／責任の明確化、マニュアルの整備等の方法によりMEPA東部事務所の運営・管理体制を強化する。また、職員の計画的な教育・訓練システムを設ける。

(6) 他の湾岸諸国との協力体制の構築

環境情報の交換、技術者の研修等を通じて湾岸諸国との関係を深め、将来的にはアラビア湾の水環境管理の拠点の一つとして機能することを目指す。

JICA