

5.3 水環境

(1) エジプトの淡水の希少性及び水質汚染

エジプトの水資源は二つのシステム（ナイル川、砂漠地域のオアシスの地下水）から構成されている。ナイル川とその支流、灌漑用水及び排水、ナイルバレーとデルタ地域の地下水帯水層、再生水資源で、これらの水源は互いに水のやりとりを行っている。水資源灌漑省の調査では、年間の水バランスは 585 億 m^3 となっている。エジプトの場合、ほとんどの水資源をナイル川に負っているといっても過言ではなく、ナイル川の水質をいかに保全していくかが大きなテーマである。一方、ナイルバレー以外（砂漠のオアシス等）の地下水は、かなり多くの量が貯水されているが、残念ながら化石水で、非再生水資源である。

表 5.13: ナイル川の水バランス

項目	水バランス(10 億 m^3 /年)	
	流入	流出・消費
アスワンハイダムの放流	55.50	
降雨	1.00	
海水からの流入	2.00	
流入計	58.50	
農業セクターでの使用		40.82
工業セクターでの使用		0.91
家庭での水使用		0.45
蒸発		3.00
蒸発・使用計		45.18
淡水の navigation		0.26
ファイユームの排水ターミナル		0.65
デルタ地域の排水（地中海）		12.41
流出計		13.31

出典：水資源灌漑省

表 5.14: 全国水資源利用状況及び開発計画

		単位	2000 年		2017 年	
			数値	比率	数値	比率
前提条件	人口	1,000 人	68,166		89,000	
	灌漑面積	フェダーン*	8,167,723		12,000,000	
水資源	ナイル川	10 億 m ³ /年	55.50	82.3	64.50	76.4
	洪水流量	10 億 m ³ /年	1.00	1.5	1.0	1.2
	地下水 (Sinai)	10 億 m ³ /年	0.50	0.7	0.50	0.6
	地下水 (Delta)	10 億 m ³ /年	4.80	7.1	7.50	8.9
	灌漑水再利用	10 億 m ³ /年	4.90	7.3	8.40	10.0
	下水処理再利用	10 億 m ³ /年	0.70	1.0	2.50	3.0
	合計	10 億 m ³ /年	67.40	100.0	84.40	100.0
水利用	灌漑用水	10 億 m ³ /年	50.66	75.2	60.0	71.1
	生活用水	10 億 m ³ /年	3.94	5.8	8.80	10.4
	工業用水	10 億 m ³ /年	5.90	8.8	12.50	14.8
	河川航行及び 河口流下	10 億 m ³ /年	6.90	10.2	3.10	3.7
	合計	10 億 m ³ /年	67.40	100.0	84.40	100.0
	一人当たり 生活用水量	L/日・人	158		270	

1 フェダーン ; 0.42 ha

出典：“エジプト・アラブ共和国シャルキア県北西部上水道整備計画 基本設計調査報告書”

エジプトでも、人口の増加、生活水準の向上、新しい土地の開発、工業の振興に伴い必要な水の量は増加している。1999 年時点で、一人当たりの利用できる水の量は 900 m³/年/人だが、2017 年には、670m³/年/人、2025 年には、536m³/年/人に下落すると見込まれている。以上のように今日のエジプトの大きな課題は、増加する人口、発展する工業に伴う水需要を賄う水供給をいかに行うかである。

地下水を含む淡水の水質汚染のモニタリング・評価は、主に水資源灌漑省が担当している。ナイル川の水質はナセル湖及びナイル上流の水質などにたぶんに影響を受けている。ナイル川下流の水質は、以下の要因により、変化する。

1. 異なる堰 (Barrage) により調整される動水学的変化
2. 農業排水の戻り
3. 生活排水、産業排水

個別の汚染源及び水質汚染の状況を以下に述べる。

(2) 下水処理の状況

1) 地方(Rural area)での下水処理

エジプト全体では、10 百万 m³/日の家庭排水が発生していると推定され、約 16 億 m³/年が下水として処理されている。下水は主に都市部で発達しており、カイロ市では、77%

の人口が下水道に接続しているが、エジプトの約半数が居住するルーラルエリアでは、95%の住民は下水道、汚水処理施設に接続していない。

表 5.15: エジプトの上水道・下水道に接続している人口の比率

Governorate	人 口 (千人)	上水道・下水道に接続している 人口の比率(%)	
		上 水	下 水
Cairo	6,810	80.49	75.03
Alexandria	3,339	90.03	60.56
Port Said	472	89.42	41.83
Suez	418	63.24	89.38
Urban Sub-total	11,030	80.42	66.60
Damietta	914	88.94	45.87
Daqahlia	4,224	77.89	44.43
Sharqia	4,281	54.00	28.96
Qalybia	3,301	54.54	22.46
Kafr-El-Sheikh	2,224	66.89	16.01
Gharbia	3,406	69.34	18.33
Menofia	2,706	52.69	6.03
Behira	3,994	51.60	10.88
Ismalia	715	57.63	23.97
Lower Egypt Sub-total	25,819	62.52	23.50
Giza	4,784	71.05	39.14
Beni Suef	1,859	38.35	4.71
Faiyum	1,990	49.37	12.07
Minya	3,310	31.99	2.95
Asyut	2,802	49.74	3.90
Sohag	3,123	45.67	4.38
Qena	2,442	43.71	4.00
Aswan	974	41.61	6.88
Luxor	361	55.47	9.10
Upper Egypt Sub-total	21,646	37.27	9.98
Red Sea	157	46.57	9.92
New Valley	142	80.34	68.60
Matroh	212	54.52	12.45
North Sinai	252	74.54	22.08
South Sinai	55	33.61	24.75
Frontier Sub-total	818	62.15	26.48
Total	59,313	59.75	26.25

出典: EcoConServ, 'The Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt', 2005

地方では、一般的に腐敗槽が用いられ、汚水は部分的に浄化されている。人口密度が高く、地下水位の高いデルタ地域のルーラルエリアでは、部分的にしか浄化されていない汚水が地下浸透し、地下水汚染による健康被害のリスクがある。上エジプト地方では、生下水がそのまま農業排水路に流れ込み、農業排水路はナイル川に排水している。汚水処理設備のある地域でも、流入量が設計能力を超えており、処理施設からの排水の水質

が悪くなっている。このことは、結果的に農業排水の水質悪化に繋がってくる。灌漑のために、農業排水に表流水を混ぜることは、健康被害のリスクを伴うことになる。



写真 5.14: 用水路の汚染状況

2) 都市部における下水処理

カイロなど都市部の下水道には、工場排水や商業施設からの排水も流入しているの
で、下水には、重金属、有機汚染物質も存在している。これらは、下水汚泥に濃縮され
た形で存在するケースもあり、下水汚泥の安全な処分、再利用にも問題がある。National
Water Resources Plan, 2002 によれば、2017 年までに 17 億 m³/年の能力の下水施設が整備
されることになっているが、人口が増加し、汚水量も増加するために、未処理下水によ
る水質汚染のリスクは軽減しないと想像される。

表 5.16: 下水道のカバー率の見込み

年度	人口 (百万人)	下水サービス人口 (百万人)	下水サービスの無い人口 (百万人)
1997	60	18	42
2017	83	39	44

出典：EcoConSery, ‘Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt’, Feb. 2005

表 5.17: Governorate 別下水処理プラントの設計処理能力と実際の処理水量(2002 年)

Governorate	実際の下水水量 (単位: 1,000m ³)	平均能力 (単位: 100m ³ /時)	設計能力 (単位: 100m ³ /時)
Beni-Suef	756	5	6
Fayoum	10,389	15	16
Menia	20,867	93	131
Asyout	9,947	123	157
Suhag	10,870	64	99
Qena	357,318	426	836
Aswan	26,820	718	1,122
Luxur	41,300	540	740
ElWadi ElGidid	8,340	12	17

Governorate	実際の下水量 (単位:1,000m ³)	平均能力 (単位:100m ³ /時)	設計能力 (単位:100m ³ /時)
Matrouh	475	13	69
North Sinai	31,098	43	80
South Sinai	3,587	11	61
Cairo	1,903,293	2354	2,989
Alexandria	2,552,102	2508	6117
Port-Said	36,606	611	687
Suez	606,587	2,920	4,340
Damietta	66,547	88	88
Dakahlia	226,886	345	1,075
Sharkia	77,899	4,868	5,187
Kalyoubia	96,540	1,850	2,027
Kafr-ElSheikh	72,738	804	823
Gharbia	84,435	2,906	8,530
Menoufia	384,143	632	1,613
Behera	335,574	655	1,525
Ismailia	21,883	335	672
Giza	46,415	1,337	13,828
合計	6,511,648	22,213	49,501

注：メインのステーションのみの集計。下水をメインステーションにくみ上げている補助的なステーションの値は入っていない。

出典：Arab Republic of Egypt Central Agency for Public Mobilisation and Statistics, 'the Statistical Year Book 1995-2003', June 2004

今回調査の際に、USAID の支援で建設された下水処理場を見学した。プラントは活性汚泥処理方式、処理水量が 2,350m³/日、処理前 BOD500mg/L で処理後 BOD50 mg/L であった。余剰汚泥は隣接する都市ごみ処分場にダンプングしていた。聞き取りでは、下水処理場の中には、簡単な沈降+広い土地を利用した好気・嫌気酸化池の下水処理場も多く、処理水水質が基準を満足していないケースもある。ギザ市などを通ると、排水路は有機質、フミン質などで汚濁し黒色に呈色しており、生活排水の汚染が酷い状況であることは実感できる。今後は、都市部、郊外部の下水の整備を進めるとともに、農村部、郊外部での簡易、安価なし尿、生活排水処理装置の開発、普及がエジプトでも期待される。

(3) 都市下水、工業排水、地下水

1) 都市下水

ナイル川の汚染原因の内一番大きな原因は、ルーラルエリアでの生下水の流入と考えられる。これら生下水は、家庭から直接流入する場合と、下水・し尿/汚泥運搬トラックから廃棄する場合がある。



写真 5.15: カイロ市内における用水路の汚染状況

2) 工業排水

エジプト全体で 24,000 の工場があると見積もられているが、内約 700 が大きな工場であり、その多くはカイロとアレキサンドリアに立地している。約 3.9 億 m³/年の産業排水がナイル川、用水路、排水路又は下水道に排出されている。約 34 の大規模工場がアスワンとカイロの間に立地しているが、表 5.18 は法律 48/1982 年の排水基準を超えている 10 の工場の状況を表している。工場排水が直接下水道に排出されることにより、水質の汚染だけでなく、下水処理場への負荷増にも繋がっていると指摘されている。

表 5.18: ナイル川に排水している大規模工場(アスワン～カイロ)の排水水質

汚染源	法律 48/1982 年の基準値と排出濃度 (太字は基準値を超えたもの)								
	pH (6-9)	BOD 30 mg/L	COD 40 mg/L	TDS 1,200 mg/L	TSS 30 mg/L	Oil & Grease 5mg/L	Nitrate 30 mg/L	In-organ Phosp. 1 mg/L	Fe 1 mg/L
Kima Factory (Aswan)	9.4	4	55	1,920	15	6.4	450	0.20	0.11
Kom Imbou Sugar Factory	5.7	83	657	410	67	9.3	2.1	0.06	0.85
Idfou-1 Sugar Factory	9.3	410	1,440	365	65	5.6	2.2	0.04	0.23
Idfou-2 Sugar Factory	5.2	81	600	225	42	5.6	1.3	0.04	0.74
Qous Sugar Factory	7.5	77	189	240	22	--	1.0	0.15	0.40
Sohag Oil Factory	7.6	8.5	33	1,374	145	7.3	3.5	0.04	0.39

法律 48/1982 年の基準値と排出濃度 (太字は基準値を超えたもの)									
汚染源	pH (6-9)	BOD 30 mg/L	COD 40 mg/L	TDS 1,200 mg/L	TSS 30 mg/L	Oil & Grease 5mg/L	Nitrate 30 mg/L	In-organ Phosp. 1 mg/L	Fe 1 mg/L
Coca Cola Bottling Factory	11.3	83	256	737	39	5.9	3.5	0.14	0.27
Elhwamdia Sugar Factory	1.1	440	3,850	8,192	60	17.6	10	7.50	--
Salt and Soda Factory	--	130	155	--	387	9.4	--	--	--
Talkha Fertilizer Factory	10.2	98	204	1,350	67	7.6	128	--	--

注：--; Not Available

出典：水資源灌漑省、データは 2000 年 2 月のもの

3) 地下水

水資源灌漑省はオランダ政府の援助で、地下水水質モニタリングネットワークを作った。この地下水水質モニタリングネットワークによると、ナイル川デルタの埋め立て地では、地下水中に高濃度の TDS、硫酸基、硝酸塩が検出されている。また、これらの地下水は塩度が高く、塩度が高い地域は埋め立て地から中央部の古い土壌の地域へと広がる兆しを見せている。ナイルデルタの中央部やナイルバレー及び砂漠地域では、地下水質は良好に保たれている。

しかし、地下水汚染の場合、汚染物質の移流・拡散速度は表流水にくらべ、桁違いに遅い。広域モニタリングで有害物質地下水汚染が顕在化した時は、もう汚染が相当広まっている可能性が高く、一度地下水が汚染されれば、自然に浄化されることは少ない。また、土壌・地下水汚染の場合は、その修復には多大の時間と費用が掛かる。従って、地下水汚染の場合、広域の環境モニタリングも必要であろうが、汚染リスクの考えられる地域での特定の有害物質を対象としたモニタリングも今後必要であると考えられる。特に工業地域での塩素系有機溶剤など有害物質による地下水汚染、廃棄物処分場周辺の地下水汚染などである。今回、地下水研究所に面談調査を行ったが、上記有害物質汚染の本格的なモニタリングはこれからの様である。

(4) 農業排水

1) 農業排水路の水質汚染

エジプト全体では、灌漑用水・排水路総延長は 55,000km にも及ぶ。ナイル川及びこれら灌漑用水・排水路水質汚染はエジプト環境問題のなかでも重要な問題である。ナイル川及びこれら灌漑用水・排水路水質のモニタリングは多くの省庁の機関が関わっているが、その目的、サンプリング場所、モニタリングパラメーターが異なっており、比較

が難しいし、その多くが定常的かつ継続的には実施されていない。灌漑用水・排水路水質モニタリングは最近行われる様になったに過ぎず、上エジプト地域におけるこれら水路のモニタリングデータは限られている。多くの場合、モニタリングパラメーターは基本的なものであり、農薬、重金属などがモニタリングパラメーターに含まれる場合は少ない。

汚染原因としては、農業排水だけでなく都市下水、工業排水も含まれる。



写真 5.16: 農業用排水路に見られる汚染
(固形廃棄物、下水、動物の死体)

エジプト最大の用水使用セクターである農業も水質汚染の大きな原因になっている。農業耕作地からの浸出水、排水はいわばノンポイントソース汚染源である。これが排水路などに集められ、合流することによりナイル川、デルタ北部地域の汽水湖、農業用水（農業排水の再利用や、農業排水を農業用水に混ぜる場合）、地下水を汚染することになっている。農業排水の主な汚染物質は、塩類、リン、窒素、残存肥料成分などであるが、前述のごとく家庭排水や産業排水も流入しているケースでは、病原菌、大腸菌、有害有機・無機物質などが存在している。

エジプトでは、農業耕作地の排水路のメンテナンス、改修は The Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP)が担当している。その役割は以下である。

- 最適な作物の収穫のための用水計画の策定
- 排水が不良なため作物の生産障害のある地域の調査
- これらの地域での効率的かつ効果的な排水路の設計、建設及びO&M
- 排水路のオーナーシップ、管理責任をユーザー（農民）に移転する

EPADP は、地表に施工された排水路及び地表下に埋設された排水路を設置し、農業耕作地が水に浸たり、塩水化するのを防いでいる。農業排水路を備えた2.5百万ヘクタールの耕作地の建設が1973年に開始され、2010年には終了の予定である。

2) 上エジプトの農業排水路の水質

USAID の資金で行われた農業政策改革プログラムの中で調査された結果によると、アスワンから Delta Barrage までの上エジプトのナイル川に排水している農業排水路は 67 あり、大きな 43 の農業排水路の内、10 箇所しか法律 48/1982 年の排水基準を満たしていないことが記載されている。表 5.19 に 43 箇所の農業排水路の水質を表す。また表 5.20 には有機物質負荷（COD 負荷、BOD 負荷）、無機物質負荷を示す。有機汚濁負荷の最大箇所は、Com Ombo 排水路で、COD 負荷が 21.8 トン/日、BOD 負荷が 5.97 トン/日である。次いで El-Berba 排水路の COD 負荷が 17.3 トン/日、BOD 負荷が 6.5 トン/日。この二つで全体の農業排水路の有機物質負荷の 76%を占めている。¹

表 5.19: 農業用排水路の水質(上エジプト)

No.	排水路名	位置 (km)	排水量 百万 m ³ /日	COD mg/l	BOD mg/l	DO mg/l	TDS mg/l	FC MPN/100ml	Heavy Metals mg/l
	基準値			15 mg/l	10 mg/l	5 mgO ₂ /l	500 mg/l	5.00E+03	3 mg/l
1	Khour El sail Aswan	9.9	0.10	102	32.80	1.91	1190	3.25E+04	0.31
2	El Tawansa	37.3	0.01	8	1.01	6.16	710	3.50E+03	0.50
3	El Ghaba	46.6	0.19	11	1.00	7.8	570	1.85E+03	0.75
4	Abu Wanass	47.2	0.20	7	1.28	7.03	463	3.00E+03	0.39
5	Main Draw	48.9	40 l/s	17	1.48	7.34	460	3.00E+04	0.61
6	El Berba	49.1	0.15	113	42.70	3.85	414	2.25E+04	0.70
7	Com Ombo	51.0	0.14	151.6	41.50	2.25	325	2.25E+04	2.15
8	Menaha	55.0	-	4	1.52	7.86	285	7.50E+03	0.26
9	Main Ekleet	57.0	0.02	4	1.53	9.21	340	1.50E+03	2.44
10	El Raghama	64.7	0.04	10	1.55	8.56	390	1.75E+03	0.30
11	Fatera	70.5	0.78	5	2.04	7.7	564	3.50E+03	0.54
12	Khour El sail	70.8	0.17	2	1.05	9.07	500	2.00E+03	0.34
13	Selsela	73.9	50 l/s	3	1.25	6.38	380	3.20E+03	1.26
14	Radisia	99.9	0.13	16	3.06	9.02	1430	2.30E+03	0.22
15	Edfu	116.2	0.27	15	1.59	9.49	817	3.00E+03	2.37
16	Houd El Sebaia	139.5	0.05	16	1.83	6.77	495	1.75E+04	0.76
17	Hegr El Sebaia	149.1	0.05	19	2.55	7.82	670	4.50E+03	0.51
18	Mataana	187.7	0.12	39	3.15	6.45	613	1.75E+04	1.29
19	El Zeinia	236.0	NA	NA	NA	*	*	*	NA
20	Habil El Sharky	237.7	0.08	30	1.78	8.45	560	4.00E+02	1.06
21	Danfik	251.6	0.01	34	2.52	8.51	367	1.50E+03	1.05
22	Sheikia	265.3	0.06	37	1.72	7.55	662	3.75E+03	4.68
23	El Ballas	270.7	0.01	144	10.78	9.17	1395	1.50E+04	0.59

¹表 5.19 を元に計算すると、Esta での COD/BOD 値が最も高くなるが、参照元 (UDAID) の計算で間違えている可能性がある。EcoConServ 社によると、Com Ombo の排水量が 0.14 百万 m³/日ではなく、1.4 百万 m³/日である可能性があるとしている。

No.	排水路名	位置 (km)	排水量 百万 m ³ /日	COD mg /l	BOD mg /l	DO mg/l	TDS mg/l	FC MPN/100ml	Heavy Metals
	基準値			15 mg/l	10 mg/l	5 mgO ₂ /l	500 mg/l	5.00E+03	3 mg/l
24	Qift	275.9	0.03	30	1.60	9.11	375	2.50E+03	0.39
25	Hamed	331.2	0.07	11	1.00	7.18	1015	9.00E+02	0.35
26	Magrour Hoe	340.4	0.06	21	3.24	8.2	185	1.60E+03	1.05
27	Naga Hammadie	377.8	0.21	13	2.17	8.11	375	3.30E+03	1.67
28	Mazata	392.8	0.01	10	2.19	8.37	495	2.50E+02	0.23
29	Essawia	432.7	0.07	9	2.43	6.61	200	1.50E+03	0.51
30	Souhag	444.6	0.05	9	2.81	7.42	440	8.00E+02	0.38
31	Tahta	486.4	0.01	21	2.01	7.86	980	1.40E+03	0.29
32	El Badary	525.4	0.12	6	3.27	7.25	255	9.00E+02	0.48
33	Bany Shaker	588.6	0.02	13	2.25	7.47	485	1.00E+04	0.30
34	El Rayamoun	637.4	NA	21	15.85	2.77	290	1.50E+03	0.16
35	Etsa	701.2	0.57	100	38.00	1.58	575	3.50E+04	0.19
36	Absoug	780.5	0.19	29	1.89	7.34	640	3.00E+03	0.34
37	Ahnasia	807.2	0.54	14	1.31	7.08	610	3.75E+03	0.26
38	El Saff	871.3	NA	NA	NA	*	*	*	NA
39	El Massanda	879.6	0.14	45	4.99	5.57	715	3.00E+03	0.19
40	Ghamaza El Soghra	884.5	0.06	42	2.52	6.37	235	9.50E+02	0.46
41	Ghamaza El Kobra	885.0	0.05	32	3.79	7.39	290	7.50E+02	0.28
42	El Tibeen	898.1	0.02	25	15.20	3.71	840	3.25E+04	0.39
43	Khour Sail Badrashin	910.2	NA	NA	NA	*	*	*	NA

注) FC : 糞便性大腸菌数, * : 不明

出典 : EcoConServ, "Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt", 2005 を元に作成

表 5.20: 有機及び無機汚染物質によるナイル川への環境負荷(上エジプト)

No.	排水路	位置 (km)	排水量 (千 m ³ /day)	COD (kg /day)	BOD (kg/day)	Heavy metals (kg/day)
1	Khour El sail Aswan	9.9	98.84	1,008.14	324.19	30.33
2	El Tawansa	37.25	6.48	5.19	0.66	3.25
3	El Ghaba	46.55	194.09	213.50	19.41	146.34
4	Abu Wanass	47.15	199.06	139.34	25.48	78.33
5	Main Draw	48.85	3.46	5.88	0.52	2.11
6	El Berba	49.1	152.82	17,268.66	6,525.41	107.20
7	Com Ombo	51	143.87	21,809.93	5,970.40	309.12
8	Menaha	55	NA	NA	NA	NA
9	Main Ekleet	57	20.17	8.07	3.09	49.17
10	El Raghama	64.65	44.71	44.71	6.93	13.35
11	Fatera	70.45	779.49	389.75	159.02	418.20
12	Khour El sail	70.75	170.39	34.08	17.89	58.02

No.	排水路	位置 (km)	排水量 (千 m ³ /day)	COD (kg /day)	BOD (kg/day)	Heavy metals (kg/day)
13	Selsela	73.85	4.32	1.30	0.54	5.45
14	Radisia	99.85	130.7	209.12	39.99	29.08
15	Edfu	116.2	268.9	403.35	42.76	637.43
16	Houd El Sebaia	139.5	48.99	78.38	8.97	37.26
17	Hegr El Sebaia	149.1	49.54	94.13	12.63	25.24
18	Mataana	187.7	122.50	477.75	38.59	158.21
19	El Zeinia	236	NA	NA	NA	NA
20	Habil El Sharky	237.7	79.12	237.36	14.08	84.22
21	Danfik	251.55	8.22	27.96	2.07	8.66
22	Sheikia	265.3	59.83	221.37	10.29	279.79
23	El Ballas	270.7	6.38	91.92	6.88	3.79
24	Qift	275.9	32.64	97.91	5.22	12.74
25	Hamed	331.2	67.07	73.78	6.71	23.24
26	Magrour Hoe	340.35	58.71	123.29	19.02	61.50
27	Naga Hammadie	377.8	214.9	279.37	46.63	359.21
28	Mazata	392.75	5.87	5.87	1.29	1.33
29	Essawia	432.7	74.20	66.78	18.03	37.732
30	Souhag	444.55	47.5	42.75	13.35	18.26
31	Tahta	486.4	6.28	13.18	1.26	1.83
32	El Badary	525.4	119.94	71.96	39.22	57.03
33	Bany Shaker	588.6	19.60	25.48	4.41	5.97
34	El Rayamoun	637.4	NA	NA	NA	NA
35	Etsa	701.15	567.98	5,679.76	2,158.31	105.36
36	Absoug	780.5	194.39	563.72	36.74	66.97
37	Ahnasia	807.2	541.65	758.31	70.96	138.93
38	El Saff	871.3	NA	NA	NA	NA
39	El Massanda	879.6	141.48	636.66	70.60	26.24
40	Ghamaza El Soghra	884.5	59.62	250.39	15.02	27.21
41	Ghamaza El Kobra	884.95	48.04	153.72	18.21	13.62
42	El Tibeen	898.1	20.17	50.43	30.66	7.80
43	Khour Sail Badrashin	910.15	NA	NA	NA	NA
合計			4,811.92	51,663.21	15,785.41	3,449.52

出典：EcoConServ, “Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt”, 2005 を元に作成

3) デルタ地域の農業排水路の水質

デルタ地域の農業排水路には、農業排水、家庭排水、産業排水などが排出され汚染されているほか、塩分濃度が上昇し(塩分濃度(1985年);2,400mg/L、(1995年);2,750mg/L)、地下水の塩水化が進行している。塩水化は北へ行くほど進行しており、デルタ地域南部で、750-1,000 mg/L だが、中部で 2,000 mg/L、北部は 3,500-6,000 mg/L にも達する。2000年発行の Drainage Research Institute によれば、デルタ地域及びファイユームの排水路は年間約 136 億 m³ の排水が流入している。内訳は、90%が農業セクターの非特定汚染源からの排水、6.2%が市場、大きなアパートなど家庭系特定汚染源からの排水、3.5%が家庭系非特定汚染源からの排水、その他となっている。もっとも流入排水量が多いのが、

Bahr El-Baqar 排水路で、約 30 億 m³/年で、COD、BOD で表される有機汚濁物質量も同排水路が最大である。代表的な排水路の水質状況は、添付資料を参照の事 (Chap. 5.1.3, pp36)。

表 5.21: 農業用排水路の流入内訳(デルタ地域)

単位 : (1,000m³/day)

排水路	家庭排水量 (Point source)	産業排水量	家庭排水量 (Non-Point source)	農業排水量	合計
Bahr El-Baqar	184	64	123	4,522	6,549
Bahr Hados	80	6	208	4,836	5,130
Faraskour	2	0	13	187	203
El-Serw El-Asfal	8	0	19	509	535
El-Gharbia Main	157	44	293	3,928	4,422
Tala	0	0	45	1,087	1,134
Sabal	79	0	40	1,196	1,315
No. 8	0	0	42	470	512
Bahr Nashart	22	14	109	969	1,114
No. 7	13	0	40	390	442
No. 1	39	21	78	1,205	1,343
No. 9	0	0	88	596	684
Zaghloul	0	0	2	123	125
Edko	20	7	57	4,232	4,317
Borg Rashid	0	0	0	311	311
El-Umoum	25	0	82	5,163	5,270
Abu-Keer	0	23	16	622	660
El-Batts	22	0	26	1,468	1,517
El-Wadi	3	0	13	1,600	1,617
Total (m ³ /day)	2,312	180	1,295	33,413	37,200
Total (Billion m ³ /year)	0.84	0.066	0.47	12.2	13.6
% Ratio	6.20%	0.50%	3.50%	89.70%	

用水路の状況



写真 5.17: 用水路のポンプステーション(アレキサンドリア)

エジプトでは、デルタ地域を中心に 32 箇所ものポンプステーションがある。その内、8 箇所は水質悪化のため停止せざるを得なくなっている。水質悪化の原因は、未処理の生活排水や工場排水、農業排水が流れ込んでいるほか、固形廃棄物等が投げ込まれているとされている。



写真 5.18: 用水路の管理状況(撮影場所:アレキサンドリア)

用水路は定期的に浚渫されるが、浚渫した後の堆積物・ゴミなどは用水路の脇に積み上げられ、そのまま放置される(写真右)。放置された堆積物・ゴミは、暫くすると再び用水路へ戻ってしまう(写真左)。上水用、排水用、農業用水路を問わず、同じような状況である。(また、写真にはないが、井戸に家庭のゴミを捨ててしまう住民もいるようである。)

(5) デルタ地域北部汽水湖の汚染

デルタ地域北部地中海沿岸には、マンサラ湖、マリユート湖、エデク湖、ブルルス湖の4つの汽水湖がある。もうひとつシナイ半島に北部、地中海沿岸に汽水湖のバルダウイル湖がある。バルダウイル湖はラムサール条約に登録された湿地を持ち、まだ汚染のない湖であるが、他の4つの汽水湖は水質汚染が進んでいる。



図 5.7: 汽水湖の位置

● マンサラ湖

マンサラ湖は、デルタ地域の北部縁に位置し、地中海とは砂浜で仕切られているに過ぎない。湖水と地中海の海水は3点で接し、互いに行き来がある。他の汽水湖と同様に産業排水、家庭排水、農業排水などで汚染されている。Bahr El Baqar水路はカイロの東部から170kmの距離を、SS、栄養塩、バクテリア、重金属、有害有機物質等を運んでくる。水路表面からは、メタン、硫化水素などが泡だっているのが観察される。

水質汚染により、漁獲高が減少している。マンサラ湖は、かつては、エジプト全体の30%の漁獲高を誇っていたが、最近では水揚げされた魚介類の化学物質、細菌汚染の風評が絶えない。マンサラ湖から汚染した水を飲料水として、利用する場合は、腸の病気に繋がっている。この地域では、魚、鳥などの生物の種類が減少している。湖の干拓により、住民の数が増加していることも、環境に悪影響を与えている。

● マリユート湖

マリユート湖は、砂の堤で5つに分割され、総面積は約17,000フェダン、デルタ地域北部では、一番小さい湖であるが、もっとも汚染されていると思われる。深度は3-5mの範囲にある。地中海までの距離が20mしかなく、地中海への排水による湖の浄化が行い難いことも水質汚染の進行の原因になっている。唯一の地

中海の放流点は Mex ポンプ ステーションで、このポンプで放流することにより、湖の水位を海拔 2.2-2.4m に維持している。

汚染の原因は農業排水路からの流入水だが、石油精製所や数多くの工場排水も直接に湖に流入している。流入水の内訳は、Omum 排水路からの農業排水の流入が 60%、Nubariyah 運河からの農業排水の流入が 22%、未処理の工場排水と一部処理された下水が 13%。

湖流入水の水質を次表に表すが、この表では、重金属など有害物質の汚染状況は不明である。湖の底質には、高濃度の重金属が含まれている。夏の時期、特に湖の東の部分は嫌気性になり、アンモニア、硫化水素などが発生するとされている。

表 5.22: マリユート湖の水質

Parameter	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Standard according to Law 48/ 1982
Temperature (°C)	29.5	25.7	25.6	26	27.6	26.8	Not to exceed 5 ° C more than ambient (35°C)
Turbidity (NTU)	20	4	40	32	12	0	Maximum 50 NTU
pH	7.1	7.8	7.2	8.5	8.0	8.0	7.0-8.5
Salinity (%)	0.1	0.28	0.28	0.22	0.38	0.28	No standard
Dissolved Oxygen (mg/l)	0.5	0.5	3.1	6.9	6.8	8	Minimum 4 mg/l
COD (mg/l)	227	44	73	132	117	7.5	No standard
TDS (mg/l)	1,139	2,444	3,869	4,930	5,260	3,849	Maximum 650 mg/l

Key:

- Sample 1: Basin 1 from in front of the discharge point of the Western wastewater treatment plant
- Sample 2: Center of basin 1
- Sample 3: Omum Drain
- Sample 4: Center of basin 2
- Sample 5: Navigational channel
- Sample 6: Basin 3

● エデク湖

エデク湖はアレキサンドリア市東 40km、ロゼッタ市西方 18km に位置し、深度は 1.0-1.5m と浅く、地中海とは、1 箇所 El Meadia で流入、流出がある。浅い部分の開発が行われており、この部分の面積は減少傾向にある。(19 世紀末は 51,000 フェダンあったが、現在は 19~20,000 フェダンに減っている。) ベヘイラ Governorate で排水路網の建設が始まった 1920 年以来、エデク湖は 20 万フェダンの集水域からの排水を受け入れる貯蔵庫の役割を果たしてきた。排水は、湖の南

及び東から流入してきて、海水は西側の地中海の出口付近の水質に影響を与えている。アスワン ハイ ダムの建設以降、湖への排水量は増加している。

エデク湖の流入水の内訳は、90%が農業排水路からの排水で、10%が海水である。塩分濃度がかなり低下しているため、湖の生物及び化学成分の変化をもたらしている。農業排水路は3系統あり、これらの排水は先述の様に、未処理の家庭排水、工場排水などが混じっている。

(6) 海洋汚染

1) 紅海、スエズ運河、スエズ湾、アカバ湾などにおける海洋水質汚染

① 背景

紅海は、アフリカとアラビア半島を分ける様に細長く、延びている。その長さは1,932kmにもなり、船舶が航行でき、南のインド洋と北の地中海を結んでいる。平均の幅は280km、周辺国はエジプト、スーダン、エチオピア、イエメン、サウジアラビア、ヨルダン、イスラエルにも及んでいる。ほとんど閉鎖海域で、狭く、河川の流入は無い。面積は約438千km²、平均深度は491mとなっている。紅海の最も深い海盆は、深度100m程度の浅い溝状台地地形により、アデン海と分けられている。紅海とスエズ湾、アカバ湾はユニークで貴重なエコシステムを形成している。紅海は貴重で、ユニークな環境であるだけに留まらず、生物多様性に富み、科学的、生態学にも貴重で美しく、観光資源としても、有効である。紅海の天然資源は、特に石油生産、船舶の航行、観光、漁業などの分野で、この地域及びエジプトに大きな経済的寄与をしていると言える。

一方、アカバ湾は、紅海の北に位置し、暖かい水域で、長さ180km、幅は平均8kmである。その海底は、狭い大陸棚を伴う深い海盆を形成し、海底の畝により分けられた二つの海溝から成っている。北側の海溝は深度1,100m、南側の海溝は深度1,420mである。また、アカバ湾の最も深い場所は、深度1,829mで、湾の東側沿岸に位置している。

アカバ湾は、強烈な気温とほとんど雨の降らない乾燥地域に囲まれており、ユニークな生物の進化をもたらし、国際的にも貴重なさんご礁や海洋エコシステムを形作っており、公害やその他の環境インパクトの影響を受けやすい環境にあると言える。アカバ湾は、また、周辺4カ国（エジプト、イスラエル、ヨルダン、サウジアラビア）に運輸、観光産業などの分野で経済的効果をもたらしている。

スエズ湾は、最も深いところでも64mと深度が比較的浅く、海底も平坦である。それで、紅海の表流水の満ちた浅い海盆上に、この湾は広がっていると言える。スエズ湾の公害のリスクが一番高いのは、油汚染である。



写真 5.19: スエズ湾の油汚染

シナイ半島はエジプトの国家安全上の戦略的な地域である。シナイ半島の南に位置するシャルム・イッシュェーフ地域は、多様な生物種及びその他の天然資源ゆえ自然保護地域に指定されている。シャルム・イッシュェーフは、不毛な砂漠地域で、植生は限られており、多様な風景、透き通った空、浅いさんご礁を伴うきれいな海水が特徴的である。シナイ半島全体は、初期の地質年代に侵食された溪谷（又はかれ谷）が、深く刻まれている。これらの溪谷は、台地を壊し、分離された一連の山塊を形作っており、その中にオアシスが点在している。これら水域の気温、風、降雨量、潮汐、水の流れ、水温、塩分濃度、溶存酸素濃度、酸度/塩基度、栄養塩類など海洋学的及び気象学的特長は、添付資料を参照の事（Chap.5.2, pp41-58）。

② エジプトの湾岸環境保全体制

エジプトは観光産業が発展しており、エジプトの GDP の約 12% を占める。2000 年には、5.5 百万人の観光客が上ナイル地方、カイロ、紅海などのリゾートを訪れ、約 45 億 US\$ のお金をエジプト国内に落としていると見込まれている。紅海などのリゾート地域では、多くのホテルが建設され、観光に携わる多くの人たちがリゾート地域に移り住む様になった。このような観光開発は、紅海、アカバ湾、スエズ湾などの地域の海洋環境に重大な影響をもたらしている。

エジプトの湾岸環境保全を担当している機関を以下に纏める。

表 5.23: エジプトの湾岸環境保全を担当している機関

省 庁／機 関	管 轄
水資源灌漑省 Shore Protection Authority (SPA)	<ul style="list-style-type: none"> ● 沿岸線保全管理 ● EEAA と連携し、湾岸 setback 地域内での活動の規制

省庁／機関	管轄
環境省＊ 環境庁（EEAA）	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家総合湾岸地域管理（ICZM）計画の調整 ● EIA のレビュー、評価 ● SPA と連携し、湾岸 setback 地域内での活動の規制 ● 海洋環境モニタリングの実施 ● Governorates と連携し、法律 4／1994 の執行 ● 海洋保護地域の管理 ● 他の機関と連携し、油流出事故対策計画の策定
観光省 Tourism Development Authority(TDA)	法律 7／1991 及び大統領令 374/1991 に従い、 <ul style="list-style-type: none"> ● 観光開発計画の策定及び優先順位付け ● 観光開発計画実施のレビュー、評価 ● 観光開発プロジェクトに対し予備的な用地配分の実施 ● 観光開発のためのインフラ整備プロジェクトの実施 ● 関係機関として EIA に参加
石油省 Egyptian General Petroleum Corporation (EGPC)	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発及びコンセッション付与
行政区 Governorates	<ul style="list-style-type: none"> ● 自治体の開発計画策定 ● 自治体内の環境に関する活動への調整 ● 環境庁（EEAA）と連携し、インスペクションと法の執行を行う ● 関係機関として EIA に参加
企画省	<ul style="list-style-type: none"> ● 湾岸諸地域の総合開発計画の策定

* Ministry of State for Environmental Affairs

出典：Tarek M. Genena, 'A Consultant Report on the Country Environmental Analysis', Dec. 2003

2) 汚染の程度

環境庁では、デンマーク国際開発庁（DANIDA）の支援を受けた Environmental Information and Monitoring Program(EIMP)で湾岸水質のモニタリングを行った。2003 年には、紅海沿岸で合計 5 回のサンプリング調査が行われた。

① スエズ湾地域

スエズ湾の海洋環境は、El-Kabanon 排水路の直接排水（農業、産業、家庭排水の混合）で影響を受けている。約 120 千 m³/日の下水が同排水路を通じて、スエズ湾に排出されている。この下水排水は 93.76 トン/年のアンモニア、0.305 トン/年の硝酸、0.397 トン/年の亜硝酸、52.93 トン/年の無機リン酸、0.409 トン/年の銅、3.65 トン/年の亜鉛、0.120 トン/年の鉛を含んでいる。

スエズ湾地域では、Ras Gharib ビーチがバクテリアによる水質汚染に苦しんでいる。これは、Ras Gharib 市の下水が直接スエズ湾に排水しているのが、原因である。その他の地域で高濃度のバクテリアが検出されているのは、Kabanon ビーチ（排出原因は、肉加工工場排水）Raks ビーチ（排出原因は、港の近く）、Attaka 港（排出原因は、造船所）である。アンモニア、硝酸、リン酸などの栄養塩類やクロロフィル a の濃度は、スエズ市の周辺で高い値になっている。

調査によると、下水以外にスエズ湾での製油所、肥料工場、火力発電所排水を排出源とする重金属汚染も起こっているとされているが、亜鉛濃度は 7.2 から 147.7 $\mu\text{g/l}$ 、銅が 10 から 62.2 $\mu\text{g/l}$ 、鉛が 0.7 から 12.1 $\mu\text{g/l}$ 、カドミが 0.01 から 1.27 $\mu\text{g/l}$ である。Arabia サンプルングステーションは最高の濃度を記録、Ain Sokhna ステーションが最も濃度が低かった。

2003 年に海草を使った微量金属の汚染調査が行われた。分析は、底質、海水、海草について行われた。海水中の年平均の溶解、粒子状及び総カドミ濃度は、それぞれ 0.272、0.166 と 0.438ppb であった。一方底質中のカドミ含有量は、5.670ppm。鉛の場合、海水中の年平均の溶解、粒子状及び総鉛濃度は、それぞれ 1.096、2.085、3.181ppb で、底質は 29.748ppm。銅の場合、海水中の年平均の溶解、粒子状及び総鉛濃度は、それぞれ 0.972、0.782、1.561ppb で、底質の平均は 8.785ppm、最大は 10.454ppm、最低は 3.506ppm であった。最後に亜鉛は、海水中の年平均の溶解、粒子状及び総鉛濃度は、20.76、258.54、279.30ppb で、底質は 22.771ppm。この調査では、底質は、カドミに汚染されている。鉛はカドミよりは程度が低いが見られる。金属濃度は産業活動と関係していると結論付けている。

スエズ湾の Ain Sukhna 地域では、石油起源の慢性的な汚染が見られる。特に SUMED パイプライン社の海上及び陸上の受け入れターミナルの近くでは、汚染がある。

スエズ湾では、スエズ港から Ain Sukhna にかけて栄養塩類の測定が 2003 年に実施された。硝酸性窒素濃度は、0.650 $\mu\text{g/l}$ から 25.780 $\mu\text{g/l}$ の範囲にある。最も高かったのは、El-Nasr の肥料工場と El-Kabanon 下水道からの排水地点であった。El-Nasr の肥料工場は、日糧 1,500 トンの窒素塩を製造し、塩を含む 14,000 m^3 /日の排水を排出する。海水中の硝酸性窒素濃度は、0.150–3.740 $\mu\text{g/l}$ であり、これは 1999 年の値（不検出–2.90 $\mu\text{g/l}$ ）より高かった。他方、アンモニア濃度は 0.57-89.29 $\mu\text{g/l}$ 、平均 9.952 $\mu\text{g/l}$ で、硝酸性窒素同様、1999 年のデータ（0.14–19.39 $\mu\text{g/l}$ ）よりも高くなった。最後にリン酸濃度は 0.22–1.64 $\mu\text{g/l}$ で、1999 年データ（0.04-1.21 $\mu\text{g/l}$ ）より高くなった。

② アカバ湾地域

シャルム・イッシュェーフ地域での下水の問題は少ない。すべてのホテルでは、法律 4/1994 年基準にあう如く、排水処理プラントを設置するか市の下水道に接続している。排水処理フローは、3 次処理、最低でも 2 次処理設備が設置していると思われ、下水汚泥は市のダンプング処分場に運搬され、浸出液も処理されている。シャルム・イッシュェーフ地域内のシャルム・イッマヤでは、推奨されているガイドライン値は 100cfu/100ml に対し、総大腸菌数は 9-26 cfu/100ml であった。シャルム・イッマヤでは糞便性大腸菌は、古い 200 以上のボート停泊地で検出されている。これらのボートからは、廃棄物は直接海に排水される（どのボートも排水・し尿の貯留タンクは付帯していないし、港湾設備にはこれらの受け入れ設備は無い。）1999 年以降これらのボートは新しい栈橋に移動した結果、総大腸菌数は減少している。1999 年にエルシャルムに新しい港（TRAVCO 港）が出来、法律により、停泊する 300 のボートは腐敗タンクを付帯する

ことが義務付けられた。溜まったし尿などは、棧橋にある市の特別性し尿受け入れタンクにポンプ流送されている。しかし、80%のボートしかこのシステムに接続していない。残りのボートはまだ、排水をアカバ湾に無処理で直接排出しており、湾及び周辺の生態に悪影響を及ぼしている。

1999年のシャルム・イッマヤ リハビリ プロジェクトの間、湾の底質中の重金属含有量が分析されたが、一般的に重金属含有量はかなり高かった（銅；7.3ppm、亜鉛；68.9ppm、カドミ；3.5ppm、鉛；20.8ppm）。一方、対照地域の重金属含有量はそれぞれ、4.8、29.4、1.2、5ppmであり、これに比べ2-4倍含有量が高かった。また、湾底質の微量重金属含有量は、対照地域に比べ明らかに高かった。対照サンプルの大部分は、1983年-1984年にかけて取られた。これら底質対照サンプル中の含有量は、銅；13-80mg/乾量-kg、亜鉛；15-100mg/乾量-kg、カドミ；0.1-2mg/乾量-kg、鉛；0.8-15mg/乾量-kg。一方シャルム・イッマヤの海水サンプルの濃度は、銅；0.08-0.115mg/l、亜鉛；0.131-0.509mg/l、カドミ；0.143-0.1692mg/l、鉛；0.390-0.533mg/lである。

1999年にシャルム・イッマヤで底質及び海水中の石油系総炭化水素濃度が分析された。表面及び深い海水中の石油系総炭化水素濃度は351.3-295.3ppbであり、対照地域の濃度は43.1-32.2ppbであった。海上付近の海水中の濃度は、185.6-591.8ppbで深い部分の濃度は134.5と618.7ppbであった。次に浅い部分(0-20cm)から深い部分(20-40cm)の底質の石油系総炭化水素濃度が分析された。対照地域も含め、濃度の高い箇所は浅い方のサンプルから検出された。最も低い値を示したのは対照地域サンプルで14と6ppm、最も高かったのは潮間帯の底質サンプルで、1,263.5ppm、最低は干潮域の底質サンプルの57.1ppmであった。

③ 紅海その他の地域

紅海その他の地域でもバクテリア汚染源は未処理の下水、村落からの排水、観光村、レクリエーションボートなどである。一般的に溶存酸素濃度は基準値以内に収まっているが、大きな町、港、多くの観光村がある場所では、基準を超えるケースもある。これらの地域では都市ごみの海への投棄も大きな環境問題である。調査結果では、この様なごみはサファリボートやダイビングボートからの物が多い。例えば、船のクッションに使用している廃タイヤ屑、空の飲料缶、ガスライター、ガラス瓶、空の樽などである。

3) 公害の原因及び自然汚染など

① アカバ湾

アカバ湾の環境汚染の原因は、主として観光と海上交通であり、これらにより海洋、帯水層地下水、土壌汚染、騒音公害、さんご礁及びエコシステムの破壊が起こっている。さらに、湾岸の町や観光地域の人口増加に起因する排水（下水）、都市ゴミ管理に関連した環境問題は、深刻さを増している。即ち、人為的な環境汚染原因は、観光、船舶の通行、下水処理、都市ゴミ管理、フェリー、養殖、クルーズボートなどである。一

方自然起因の環境汚染の恐れは、洪水と南からの風である。

- **観光**

1996年にアカバ湾の観光地域には、500千人の観光客が訪れたが、2017年には、その数は、3百万人を超えると見込まれている。1980年代からの比較的急速な観光客の数の増加は、外貨獲得の手段として、観光開発に対する興味が拍車を掛けた。ホテル、ショッピングセンター、ダイビングボート、リゾート設備などの観光インフラはさんご礁破壊のリスクとなっているが、最も恐ろしい脅威は、純然たる無知であろう。多くのスクーバダイビングクラブが教育、ガイド無しにダイバーをさんご礁に送っている。シャルム・イッシュェーフやダハブでは、年間約6千人以上のダイバーが訪れ、さんご礁を傷つけているし、さんご礁の写真家もさんご礁破壊の大きな原因になっている様である。

- **船舶通行**

少し古いデータだが、1985年から1991年までの間に、年間平均1,600の船舶が、石油、鉱物、化学品を含む1千3百万トンから2千万トンの積荷を積んで、ティラン海峡を通り、アカバ湾を通行した。当地域の油の貯蔵能力不足及び大事故による油の流出が大きな問題である。また、たびたび起こる小規模な油流出や、フェリーや輸送船から投機される家畜の死体により、水域は汚染されている。さんご礁は船舶の運航ミスにより傷つけられることもある。

しかし、一度の大きな事故より、日々繰り返される小規模な積荷運搬船やプレジャーボート、はしけ、などからの少量の漏れ、油分を含んだバラスト水の排出が大きな汚染になっている。実に油流出の97%が4,000L以下の少量の油流出である。港湾付近で起きるこれらの少量の油流出は、すでに健全なさんご礁の生育を阻害している。

- **排水（下水）管理**

アカバ湾地域の都市部は生物処理設備の付帯した下水道が整備されているが、ダハブやヌエバアでは、インフラの整備が悪いことやメンテナンス不良のため十分な下水サービスが提供されていない。その人口は両地域の人口の60%に達するとみられる。その他の地域では、砂漠に排出される前の処理は十分ではない。一般的に中東地域の下水処理システムは芳しくない。しばしば、野外の沈降池と大差の無い程度のものである。下水（の排出）は場所により高濃度の窒素地域を生ぜしめ、藻の繁殖、溶存酸素濃度低下を招くため、さんご礁への影響も多大である。

- **都市廃棄物管理**

南シナイ、ヌエバア港、その他の観光リゾートでは、現在150トン/日の都市ゴミが発生している。2017年には、220トン/日に増加すると見込まれている。都市ゴミのダンピング処分場は、沿岸道路の近くの砂漠地域にあり、回りはフェンスが無い。収集と処分の効率性を上げることが重要であり、これは都市ゴミの野焼きによる大気汚

染の軽減にも繋がる。

- フェリーの運行

ヌエバア港の油輸送は少なく、大きな問題はアカバとヌエバアを結ぶアカバ湾フェリーからの船上ゴミの投棄である。これらのゴミの多くは非生物分解性で、波により岸辺へと運ばれ、さんご礁及びシナイ半島沿岸に問題を起こしている。同じような問題がエジプトと国境を接する三ヶ国の陸地で発生する都市ゴミから発生している。

- 養殖

エジプトの国境を越えたイスラエル領エイラット地域では、養殖が盛んであるが、養殖棚に囲まれた海水の汚染がすでに起こっている。これはエジプトのタバ地域の富栄養化の影響が出ている。

- クルーズボート

シャルム・イッマヤやシャルム・イッシューフの小さな港では、クルーズボートなどによる水質汚染が顕在化している。港を占領する小さな船舶、ダイビングボートなどからの油や汚泥などが原因である。船からの汚水、ゴミが見境なく、港内に捨てられるため、明らかに、有害な影響が近くのビーチにも及んでいる。これらボートの増加が地域の環境汚染への脅威となっている。

- 洪水

砂漠地域の洪水は散発的に大量の水を供給する。この様な洪水は、1950年代、1979年、1980年に発生した。

- 南からの風

アカバ湾の通常の嵐は風速 23 から 41m/s という日本の台風なみの風が吹いており、風力発電の好適地となっている。

② スエズ湾

- 観光

沿岸部の観光によるマイナスの影響は、スエズ運河内の湖やアイン・スクナで見られる。これらの影響は沿岸部の生物生育場所の工事や浚渫などによる物理的な破壊や沿岸部リゾートからの汚水の排出である。特に都市発展計画、観光開発計画に関して適正な土地利用計画、効率的なゾーニングや環境査察の手順が十分でなく、この地域の多くの場所で問題が大きくなっている。

- 船舶通行

スエズ運河及びスエズ湾の水質汚染の主要な原因の一つが航行する船舶からの汚染であり、原油タンカーはスエズ運河及び北部スエズ湾の決定的な原因となっている。

これらの船舶からバラスト水、タンク洗浄水や港での荷下ろし、積み込みの際の日々繰り返される流出、沈没船からの油などの流失、スエズ湾を通過する船舶からの漏れなどが海洋汚染に繋がっている。その他、油性汚泥、ビルジ排水、厨芥ごみなども原因となっている。

歴史的にスエズ湾は、常に紅海へのエジプトの入り口であった。活発化するここでの経済活動は、地域全体の都市化を進めてきた。立地条件が良いことから、スエズ湾の西側から南側にかけて、いくつもの工場が建てられた。この様にスエズ湾全体がスエズ運河の南側入り口の様相を呈してきた。スエズ運河を経て地中海に抜けるために毎日 100 隻以上の船舶、タンカーがスエズ湾で待機している。

● 排水（下水）管理

スエズで最初の下水道は、1920 年代半ばに整備された。その後、下水道は拡張、変更され、テウフィク港の地域に広がり、サービスイリアは、スエズ市の都市部の 70% に及んだが、1967 年に戦争が勃発した。戦争の間下水道に大きなダメージを受けた。1995 年 8 月まで、下水処理プラントは 5 エーカーの最初沈殿池を含んでいるが、低レベルで、効率も低いものであった。排水は、スエズ運河から 6km 南の El-Kabanon 排水路（開渠）を経てスエズ湾に排水されていた。下水道は家庭排水及び商業施設からの排水の 98% を処理し、2% は直接スエズ湾へ排水されていた。1999 年度、冬場の排水量は 75 千 m³/日で、夏は 85 千 m³/日に増加した。

新しい下水処理場（処理能力；260 千 m³/日）が建設され、100% 運転されてきた。このプラントの排水は、BOD、TSS の排水基準を満足するものである。フローは 4 基の爆気酸化池と 2 基の機械分離と沈降池をもつ。沈降した汚泥は、6-12 ヶ月毎に浚渫され、乾燥池に運ばれ、農業目的で利用されるまで、貯留される。

しかし、都市下水の Timsah 湖及びスエズ湾への排出は依然として、管理上の問題を抱えている。この地域、特に Timsah 湖及びスエズ湾では、下水の排出で栄養塩類濃度、BOD 濃度の上昇のため、人口密集地、主要な港、観光施設では富栄養化が起きている。

● 産業活動

スエズの工業発展は、既存の石油及び石油化学産業を中心に行われてきたが、今日では、グラスファイバーボート製造、機械、機械組み立て、鉄鋼、船舶解体、セラミックタイル、デニム衣料製造などの工場が建てられている。産業排水、火力発電所、塩製造プラントからの温水排水や Ain Sukhna のホテルの脱塩プラントからの排水、肥料工場やセメント工場からの鉱物ダスト、スエズ市の食品工場からの化学及び有機性廃棄物などが、スエズ湾や周辺水域の汚染原因になっている。

肥料、無機化学工場の El-Nasr は 1,000 トン/日の硝酸アンモニウム、500 トン/日の硝酸カルシウム、50 トン/日の硫酸アンモニウムに加え、アンモニウム水、硫酸、硝酸などを製造している。この工場はスエズ市の南西 8km、内陸部に 2km 入った位置にある。この工場では、表流水を工場の冷却水として使用し、塩分濃度は低い排水

(2.5%) を 60 千トン/日排水している。予期される様に、この排水には、アンモニア、
燐酸、硝酸に加えて相当の銅、亜鉛、鉛などの金属が含まれている。一方セメント工
場はスエズ市の南 40km にあるが、キルン排煙などから鉛 10g/m³、カドミ 600mg/m³
が排出されていると見込まれている。この工場は、スエズ湾の沿岸 5km 内陸部に位
置しているので、北西の風に乗り汚染物質が海のエコシステムに影響を与えている。

- 浚渫及び埋め立て

海の浚渫及び埋め立てもこの地域の環境汚染の原因の一つである。これら活動から
発生する堆積物が、底生性生物を死滅させ、これらは波より運ばれ、懸濁し、最も生
産的な沿岸エコシステムである、海草が繁茂する場所や扶養されている海洋生物の群
生地が悪い影響を与える。

- 沿岸及び沖合い石油掘削

スエズ湾では、沿岸及び沖合い石油掘削が広範囲に行われている。リグや石油掘削
船からの石油の漏れが湾の中央部、南部の潮間帯に大きな影響を与えている。岸辺の
岩類は漏れた油で覆われ、いくつかの砂浜では、風で吹かれた薄い砂の層の下には、
油の層が見られる。油の漏れだけでなく、石油掘削そのもの自体にも問題がある。石
油掘削時の泥水、岩の練り粉は懸濁し、おそらく数 km の深さまで汚濁しているであ
ろう。これらの汚濁物質は、造礁性のさんご礁を死滅させる。

スエズには、El-Nasr Petroleum Co.と Suez Petroleum Co の二つの大きな石油製
油所がある。これらはスエズ市南 3-5km の Zeitia 地域にある。大気環境の汚染は主
として二酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物、一酸化炭素などである。これら製油所の
バーナーは古く、燃焼は完全に行われていないため、温室効果ガスの排出係数が高く
なっている。排煙中の砒素、カドミ、コバルト、バナジウム、ニッケル、銅などの重
金属含有量も含まれている。

- 火力発電所

スエズ南部 8km にある Atapa 火力発電所は出力 900MWh で設計され、エジプトで
最も大きな火力発電所の一つである。その冷却水はスエズ湾に 1km 入った水路から
取水されている。冷却排水量は、200m³/h で、一方下水の排水は 100m³/日であり、
その量は多い。

- 漁業

スエズ湾の海洋資源の持続ある発展にとって、不適切な資源管理と法執行が弱いこ
とは、大きな障害になっている。漁業が環境に与える影響はデータ不足で、よく分か
らない。漁業従事労働者へのインタビューによれば、漁獲高が下がり、取れる魚介類
のサイズが小さくなってきているようである。このことは、魚の取りすぎ及び資源の
枯渇を物語るものと思われる。こんにちの状況は、破壊的な漁業の方法、最大可能な
漁獲高を越えた漁獲、不適切な漁業管理、既存規則の執行が弱いことなどが原因と考