

## 5 環境問題の現況

### 5.1 自然環境

#### (1) 自然環境の課題と計画

##### 1) 生物多様性

##### ① 動植物相

エジプトは砂丘、オアシス、サンゴ礁やマングローブ等の沿岸や海洋環境等の豊富な自然資産と多くの珍しい種を有している。エジプトの動物、植物は1万8千種と見積もられるが、今日まで生物多様性の喪失の定量化された明確な統計がない。国内の動植物確認種数は、脊椎動物では、哺乳類132種、鳥類514種、爬虫類98種、魚類460種、無脊椎動物では昆虫類が7,000種以上、植物では種子植物で2,700種となっている。そのうち絶滅危惧種として動物44種、植物では砂漠に生育する2種が記録されている。

表 5.1: エジプトの動植物種

分類		科数	種数	絶滅危惧種数
脊椎動物	哺乳類	24	132	6
	鳥類	68	514	17
	爬虫類	19	98	6
	魚類	101	460	14
無脊椎動物	昆虫類	309	7,308	1
	軟体動物	106	466	
	環形動物	11	44	
	甲殻類	19	107	
	短尾類の甲殻動物	22	185	
	腔腸動物	13	42	
	棘皮動物	52	253	
植物	種子植物	133	2,700	2
	シダ植物	12	25	
	菌類	64	600	

出典：IUCN 「絶滅の危機にある種リスト」(Red List)

森林（自然林）の分布は、Gebel Elba（北緯22°～22°30′の高山地帯）のアカシアを主体とした熱帯雨林及び紅海沿岸のマングローブ林に限られる。これらの地域にはElba、Ras Mohamed、Nabq、Abu Galumといった自然保護区が設置されている。

## (2) 生物多様性減少の現状

### 1) 生物多様性減少の要因

生物多様性減少の主な要因は、土地開発や農地の拡大、過剰な放牧による生息環境の消失、デルタ地域の湿地等に見られる生息環境の汚染、農薬の過剰使用等による生息環境の汚染、狩猟や釣り、観光等による生息地の攪乱である。

生息環境の消失では、農地や畜産の拡大によりアフリカライオン等の哺乳類や猛禽類やガン・カモ類といった鳥類等の生息場所が失われている他、沿岸部の土地開発により海岸の砂地に生息するトビネズミ等が脅威にさらされている。土地の汚染ではヒメチョウゲンボウ(写真 5.4 参照)等の猛禽類等の鳥類が、水質汚染ではオジロワシやコフラミンゴ等の鳥類が影響を受けている。また、レジャー等の狩猟によって、アフリカライオン、フェネックギツネ等の哺乳類、カモ類やシギ類等の鳥類が、生計のための狩猟によって多くの鳥類やウミガメの仲間、ベラやハタ等の魚類が減少している。観光等による人為的攪乱では、沿岸部に生息する鳥類等に脅威が及んでいる。

表 5.2: 生物多様性減少の要因

影響要因	脅威にさらされている主な絶滅危惧種	
生息環境の消失・悪化	哺乳類	トビネズミの仲間 ( <i>Allactaga tetradactyla</i> )、キツネの仲間 ( <i>Vulpes rueppelli</i> 等)、アフリカライオン ( <i>Panthera leo</i> ) 等
	鳥類	ハヤブサ・ワシ等の猛禽類 ( <i>Falco cherrug</i> , <i>Haliaeetus albicilla</i> 等)、シギ・チドリ類 ( <i>Vanellus gregarius</i> , <i>Numenius tenuirostris</i> 等)、ガン・カモ類 ( <i>Anser erythropus</i> , <i>Oxyural leucocephala</i> 等) 等
	爬虫類	ウミガメの仲間 ( <i>Chelonia mydas</i> )
	魚類	ハタの仲間 ( <i>Epinephelus coioides</i> , <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> )
生息環境の汚染 (土地の汚染)	哺乳類	トガリネズミの仲間 ( <i>Crocidura floweri</i> )
	鳥類	ホオアカトキ ( <i>Geronticus eremita</i> )、カンムリヅル ( <i>Balearica pavonina</i> )、ハヤブサ・ワシ等の猛禽類 ( <i>Falco naumanni</i> , <i>Torgos tracheliotus</i> 等)、ガン・カモ類 ( <i>Otis tarda</i> , <i>Marmaronetta angustirostris</i> ) 等
生息環境の汚染 (水質汚染)	鳥類	カオジロタテガモ ( <i>Oxyural leucocephala</i> )、オジロワシ ( <i>Haliaeetus albicilla</i> )、コフラミンゴ ( <i>Phoenicopterus minor</i> )、等
狩猟 (文化／科学／レジャー)	哺乳類	アフリカライオン ( <i>Panthera leo</i> )、フェネックギツネ ( <i>Vulpes zerda</i> )
	鳥類	ガン・カモ類 ( <i>Anser erythropus</i> , <i>Aythya nyroca</i> 等)、カンムリヅル ( <i>Balearica pavonina</i> )、ハヤブサの仲間 ( <i>Falco cherrug</i> )、シギ類 ( <i>Gallinago media</i> 等)

影響要因	脅威にさらされている主な絶滅危惧種	
狩猟（食料）	爬虫類	ウミガメの仲間（ <i>Chelonia mydas</i> ）
	鳥類	ホオアカトキ（ <i>Geronticus eremita</i> ）、シマアオジ（ <i>Emberiza aureola</i> ）、メジロカモメ（ <i>Larus leucophthalmus</i> ）等
	魚類	ベラの仲間（ <i>Cheilinus undulatus</i> ）、ハタ類（ <i>Epinephelus marginatus</i> 、 <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> ）等
人為的攪乱（レクリエーション、観光）	鳥類	メジロガモ（ <i>Aythya nyroca</i> ）、オジロワシ（ <i>Haliaeetus albicilla</i> ）、カモメ類（ <i>Larus audouinii</i> 、 <i>Larus leucophthalmus</i> ）等



トビネズミ  
(*Allactaga tetradactyla*)  
(www.zoofachgeschaefte-ne  
hils.de より引用)



フェネックギツネ  
(*Vulpes zerda*)  
(www.bvet.admin.ch より引用)



オジロワシ  
(*Haliaeetus albicilla*)  
(www.ppp.agencjaekose  
rwis.pl より引用)

写真 5.1: 絶滅が危惧されている生物種の一例

## 2) 二次的自然環境(都市・地方)の状況

人の手により維持されている二次的な自然環境である農業地域等は、大部分がナイルバレイとナイルデルタ地域に広がっている。この地域の独自の生息環境や植生は、ほとんどが農地に置き換わっており、人が作った土地に適応した、タカやハヤブサ、メンフクロウ等の猛禽類やサギ類といった鳥類等が生息している。また、地下水で灌漑された北シナイや西部砂漠オアシスの狭い地域にも同様な環境があり、シジュウカラやシナイキツツキといったエジプトでは他の場所では繁殖が知られていない鳥類も生息している。

耕作地等の二次的な自然環境に生息する種の中には、社会基盤整備等による生息環境の消失、農業用地の汚染、狩猟等の要因により生息が脅かされているものもある。

生息環境の消失や土地の汚染等により、トガリネズミ等の哺乳類、タゲリ、ダイシャクシギといったシギ・チドリ類やガン類、猛禽類等の鳥類が減少している。

## 農業地域の景観

写真 5.2: ナイル川の中州  
(カイロ市内)

市街地付近においても、農耕地と豊かな水辺環境が広がっており、多様な生物の生息場所が確保されていると思われる。



写真 5.3: 農地と水路  
(サッカーラ)

農地内の水路は大部分が自然護岸である。牛やロバによる耕作が主体であり、機械化等による農業形態の変化等に伴う農村地域での生物の生息場所の急激な改変等は少ないと思われる。しかし、集落付近の水路には多量のゴミが廃棄されている場所もあり、環境の悪化が懸念される。



都市近郊を含む農地周辺では、食物連鎖の上位に位置すると考えられるチョウゲンボウの仲間が、また、農地内の水路では魚類等を捕食するヤマセミの仲間やサギ類等の鳥類が頻繁に見られ、農耕地は全般的に多様な生物相を有していると思われる。

表 5.3: 二次的自然環境に生息する主な絶滅危惧種

二次的生息環境	生息している主な絶滅危惧種	
耕作地	哺乳類	トガリネズミの仲間 ( <i>Crocidura floweri</i> 、 <i>Crocidura religiosa</i> )
	鳥類	シギ・チドリ類 ( <i>Vanellus greganus</i> 、 <i>Numenius tenuirostris</i> )、ガン類 ( <i>Anser erythropus</i> 、 <i>Branta ruficollis</i> 等)、ハヤブサ・ワシ等の猛禽類 ( <i>Falco naumanni</i> 、 <i>Aquila clanga</i> 等)、シマアオジ ( <i>Emberiza aureola</i> ) 等
放牧地	鳥類	ガン類 ( <i>Anser erythropus</i> 、 <i>Branta ruficollis</i> 、 <i>Otis tarda</i> 等)、ワシ等の猛禽類 ( <i>Aquila clanga</i> 、 <i>Aquila heliaca</i> 等)、クイナの仲間 ( <i>Crex crex</i> ) 等
農家の庭	哺乳類	スナネズミの仲間 ( <i>Gerbillus amoenus</i> )
人工的な水辺	鳥類	カモ類 ( <i>Oxyural leucocephala</i> 、 <i>Aythya nyroca</i> 等)、ダイシャクシギ ( <i>Numenius tenuirostris</i> )、バスラオオヨシキリ ( <i>Acrocephalus griseldis</i> ) 等
都市域	鳥類	ヒメチョウゲンボウ ( <i>Falco naumanni</i> )



ヒメチョウゲンボウ  
(*Falco naumanni*)  
([www.ittiofauna.org](http://www.ittiofauna.org) より引用)



マミジロゲリ (*Vanellus greganus*)  
([www.oiseaux.net](http://www.oiseaux.net) より引用)

写真 5.4: 二次的環境に生息している鳥類

### 3) 自然保護区

自然保護のための法律 102/1983 は保護区域のネットワークの基礎として制定されており、エジプト環境庁 (EEAA) が法律実施の監視義務母体となっている。

これまでに 21 ヲ所の自然保護区 (国土の約 8%) が設置されており、他の 19 の保護区域を加え、2017 年までに 15% に範囲を広げる予定である。これらの自然保護区によりエジプトの海洋や沿岸域、湿地等の特徴的な自然環境が保護されている。

表 5.4: 自然保護区

名称	タイプ	面積 (km <sup>2</sup> )	布告年	目的	特徴
Ras Mohamed	海洋保護	480	1983	海洋・陸生野生動物の保護	海浜草地とマングローブ、海洋生物、渡り鳥の移動拠点
Zaranik	国際的に重要な湿地	250	1985	渡り鳥の保護	フラミンゴ、ペリカン、シギ等の鳥類
Omayed	生物圏保護	758	1981	保護、持続的な開発と支援	沿岸砂丘、塩分・非塩分の沼沢地とその動植物等
Ahrash	生態系保護	8	1985	地中海沿岸の生態系保護	アカシア、クスノキ等の林
Elba	自然保護、自然公園	35,600	1985	特有の生息環境と生物多様性の保護	紅海のマングローブ、サンゴ礁、塩湖、ジュゴン等
Saluga and Ghazal	自然保護	0.5	1986	貴重な鳥類の保護	広大な低木林、渡り鳥及び留鳥の生息地
St. Catherine	自然公園	5,750	1996	生物多様性の保全	高地の生態系、アイベックス（ノヤギ）、シマハイエナ等
Ashtum El Gamil	自然保護	180	1988	渡り鳥の保護	鳥類の重要な越冬地
Lake Qarun	国際的に重要な湿地	230	1983	海洋及び陸生野生生物の保護	水鳥、魚類等
Wadi El Rayan	保護区域	1,759	1989	特有の生態系、地質学的・文化的資源の保護	海洋化石、カモシカ仲間、スナギツネの仲間、鳥類等
Wadi Al Allaqi	自然保護、生物圏保護	30,000	1989／1993	動植物の遺伝子多様性の維持	一年生・多年生植物、哺乳類、鳥類、無脊椎動物
Wadi El Assuti	保護区域 渓谷	35	1989	砂漠の遺伝子資源の保護	ヤギ・シカの仲間、亜爬虫類、薬草等
El Hassana Dome	保護区域 砂漠	1	1989	地理学的遺跡の保護	北部エジプトの貴重な植物
Petrified Forest	保護区域 砂漠	7	1989	地理学的遺産の保護	石化森林、アカシア林、低木林等
Sannur Cave	保護区域	12	1992	地理学的遺跡の保護	雪花石膏の穿孔による巨大洞窟
Nabq	保護区域 沿岸地域	600	1992	サンゴ礁やマングローブの保護	134種の植物、サギやミサゴの繁殖地等
Abu Galum	野生生物資源	500	1992	サンゴ礁やマングローブの保護	ノヤギ、キツネ等の哺乳類、トカゲやヘビ等
Taba	保護区域 湧水地	3,590	1998	希少動植物の保護	希少動植物、哺乳類、渡り鳥、480種の希少植物 遊牧民の古代遺跡

名称	タイプ	面積 (km <sup>2</sup> )	布告年	目的	特徴
Lake Burullus	保護区域 湖	460	1998	Al Manzara 湖の生物多様性の保護	135 種の陸生・水生植物、渡り鳥等
Nile Islands	保護区域 ナイル川流域	55	1998	ナイル川の 144 の小島の自然保護	16 の行政地域が関与している。
Wadi Digla	保護区域 渓谷	60	1999	Digla 渓谷の特有な自然環境の保護	渓谷の植物、渡り鳥、旅鳥等

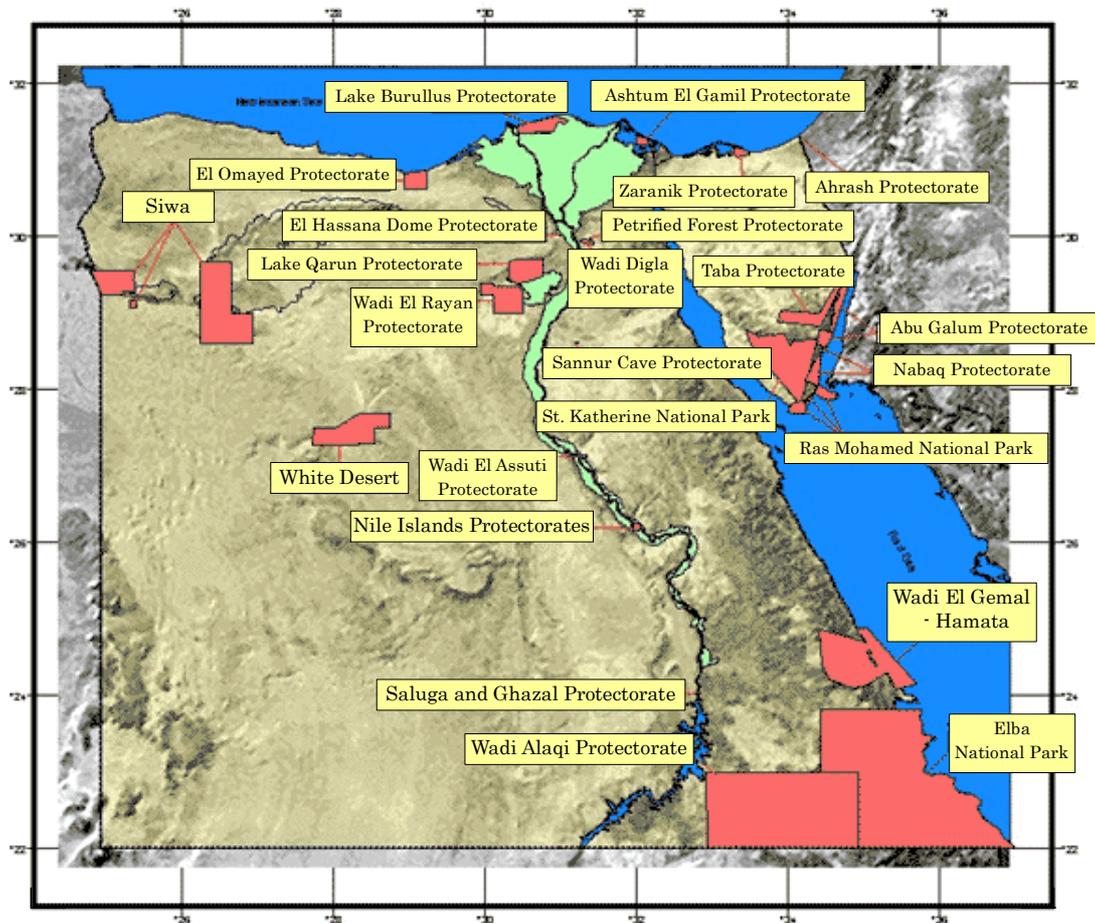


図 5.1: 自然保護区の分布

#### 4) 国際条約

エジプトは生物多様性保全に関し、生物多様性条約（CBD）、ラムサール条約（RAMSER）、ワシントン条約等多数の条約に調印している。このうち、ラムサール条約では、Lake Bardawi と Lake Burullus の 2 ヶ所が登録されている。

表 5.5: 生物多様性に関する国際条約

条 約	締結された都市	締結年
自然状態の動植物保存条約 Convention Relative to the preservation of Fauna and Flora in their natural state	London	1933
地中海の漁業全般に関する審議会設立協定 Agreement for the Establishment of a General Fisheries Council for the Mediterranean	Rome	1951
植物保護の国際条約 International Plant Protection Convention	Rome	1953
油による海洋汚染防止の国際条約 International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil	London	1963
植物防疫に関するアフリカ条約 Phyto-sanitary Convention for Africa	Kinshasa	1968
自然と自然資源の保護のためのアフリカ条約 African Convention on the Conservation of Nature and Natural Resources	Algeria	1968
地中海の汚染防止の条約 Convention for the Protection of the Mediterranean Sea Against Pollution	Barcelona	1976
ワシントン条約 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	Washington	1978
国際捕鯨規制条約 International Convention for Regulation of Whaling	Washington	1981
移住性野生動物種の保護条約 Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals	Bonn	1979
海洋法に関する国際連合条約 United Nations Convention on the Law of the Sea	Montego Bay, Jamaica	1982
地中海特別保護区域に関する議定書 Protocol Concerning Mediterranean Specially Protected Areas	Geneva	1983
ラムサール条約 Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl habitat	Ramsar, Iran	1971
ジッダ条約 Regional Convention for the Conservation of the Red Sea and Gulf of Aden Environment	Jeddah	1990
生物多様性条約 Convention on Biological Diversity	Rio de Janeiro	1992
中東の植物保護機構の設立協定 Agreement for the Establishment of the Near East Plant Protection Organization	Rabat Morocco	1993
国際熱帯木材協定 International Tropical Timber Agreement	Geneva	1994
地中海の特別保護地域と生物多様性に関する議定書 Protocol Concerning Specially Protected Area and Biological Diversity in the Mediterranean	Barcelona	1995

## 5) 国際援助

EEAA は、生物多様性保全を目的とした重要なプロジェクトを様々な国際援助機関との協力により進めており、自然保護区における管理改善計画や生物多様性保護に関する能力構築等のプロジェクトが実施されている。

表 5.6: 国際援助機関によるプロジェクトの例

国際援助機関	プロジェクト	期間
GEF/UNDP	地中海沿岸の湿地保全プロジェクト	1999-2004
EU	アカバ湾保護区の保全プロジェクト	1995-2002
EU	聖キャサリン保護区のプロジェクト	1995-2002
EU/SFD	南シナイ保護区的能力構築プロジェクト	1998-2005
イタリア政府	Wadi El-Rayan 保護区の開発プロジェクト	1998-2001
USAID/GEF	紅海に関する開発プログラム	1998-2001
GEF/UNDP	乾燥地域の医療用植物の保全と持続可能な利用	2000-2005
UNESCO/FAO/UNEP GEF/World Bank	Nasser 湖(アスワンハイダム)の持続的 management	1998-2003
UNESCO/UNEP/CBD GEF/UNDP	エジプトの生物多様性の保護と持続的利用のための能力構築	1998-1999
UNESCO/FAO Japan aid programme GEF	エジプト遺伝子資源機関の設立(自然史博物館、遺伝子バンク、増殖センター)	1998-2003

### (3) 砂漠化・森林保全

#### 1) 砂漠化の現状

エジプトでは砂漠化が進行する傾向にあり、質の悪い水使用による灌漑農地の悪化、北部沿岸地帯とシナイ北部の雨水利用農地の悪化、北部沿岸地帯の過放牧による拡大が見られる。

砂漠化は、その気候と脆弱な生態系により、表層が砂質で薄い砂漠周辺で特に風化が促進される他、人口の増加とこれに伴う国内及び国際市場の需要の拡大による短い休閑期、農薬の過剰使用といった生態系自体の生産力を越えた過度の利用、都市域の拡大によって拡大が進んでいる。また、地下排水施設が不備な場所では土地の塩化が進行している。

砂漠化対処条約 UNCCD が 1994 年に採択され、エジプトも締結国となっている。

UNCCD は砂漠化対策の国家活動計画 (NAP) も策定している。NAP では、エジプトの各農業生態系の特質により、北部沿岸地帯、ナイルバレー、オアシスと南部砂漠地帯、内陸砂漠の 4 つに区分しサブ組織を形成し、対策を示している。

土地利用等との関連による砂漠化のメカニズムの解明等砂漠化対策を推進するため、航空写真、衛星画像、GIS 手法を活用したデータベースの構築の推進が必要とされている。

## 2) 植林の現状

緑化環境の推進はエジプト政府が積極的に取り組んでいる分野であり、多くの都市や地方自治区で実施されている。エジプトにおける森林（人工林）エリアは、2,500ha と推定され、これらは、風や嵐から土壌の浸食等を防止し水路や農地を保護する防風林等、砂漠化を防止する目的で国営と民営双方のセクターにより植林されている。

植林の役割として、以下の項目があげられる。

- 開墾された地域の防風林として、農作物の増収に貢献している。
- 高い経済価値を持つ材木（家具に利用）生産するため下水処理水を活用している。
- 材木以外の生産として、養蜂（ミツバチ）の飼育増殖を目的とした濃密な花の咲く樹木の栽培、カイコの飼育用の樹木の栽培、接着剤（のり）の原材料やヤギ・ヒツジの飼料、梱包材、燃料として利用している。
- 下水による土地の汚染を防止する。
- 地元住民のための仕事の機会を創出する。
- 野生動物の生息場所の提供等、生態系や生物多様性の保全に貢献している。

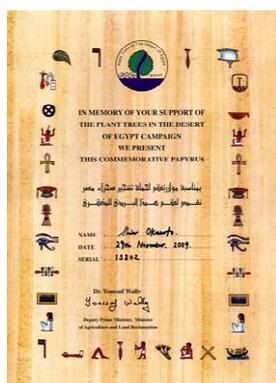


図 5.2: 農業干拓省発行の植林記念パピルス  
(実際は紙)

「砂漠に緑を」キャンペーンが日本・エジプト友好の一貫として推進されており、観光客等が人工林で植林することが出来る。植林した木にはシリアル番号が付けられ、「自分の木」として後に生育状況を確認する事もできる。

## 3) 植林の関係機関

農業干拓省（MALR）を中心に、他の関係機関や大学等が関与している。関係機関において、植林方針の設定、植栽樹木の種子の供給、新品種の導入、植林活動や植林技術の普及等が実施される。エジプトにおける正規の林業教育はアレキサンドリア大学林学部において行われており、種子の収集や処理、樹木の植栽や防風施設の設置、砂丘の安定や木材の利用等のプログラムが実施されている。また、森林調査の発展においては、MALR、アレキサンドリア大学林学部・農学部、砂漠開発センター（DDC）、農業調査センター（ARC）が係わっており、砂丘の安定化のための遮蔽帯、砂漠耕地林システム、種子生産の強化、多目的樹種の開発、林業技術の普及等の役割を担っている。

## 人工林の状況

写真 5.5: 植林地の状況  
(Japanese Friendship Forest)

マツ、ユーカリ、Cupressus 等の樹木が植栽されている。樹木は 3m 間隔で植栽されており、ドリップ式の灌水用配管が設置されている。



写真 5.6: 補植用苗木の栽培

植林地では、ハウス内において苗木栽培が行われている。



写真 5.7: 樹木の生育状況

写真左：6～7年経ったユーカリの木々。既に林の様相を見せている。

写真右：初期の区画は樹木にとって過酷な高塩分濃度の土壌であったが、スタッフの努力により現在では6～7mにまで成長している。写真右は植樹第1号

表 5.7: 植林の関係機関

Ministry of Agriculture and Land Reclamation	農業干拓省
The Agricultural Research Centre	農業調査センター(材木樹木の調査部局)
The Desert Research Centre	砂漠調査センター
University Alexandria	アレキサンドリア大学(林学部)
Environment Affairs Unit	環境関連部局

#### 4) プロジェクトの事例

農業干拓省 (MALR) では高い経済的価値を持つ材木を生産するため下水処理水を利用した植林を実施している。事業は Menoufia、Ismailia、Sinai、New Valley、Aswan、Luxor、Giza、Behira 等の地域で展開され、経済や環境に良い効果を与えている。事業の推進により、エジプトはこの 20 年間に木材消費国から木材生産国に転換できると推測されている。

植林には、アフリカンマホガニー(Khaya)、ユーカリ (Eucalyptus)、Malberries、Cupressus、マツ等の主に外国産樹種の苗木が植栽されており、植栽後 10~30 年で材木に利用できる森林に成長する。間伐や枝打ち等の管理が行われ、間伐材も材木等に利用される。

表 5.8: 下水処理水を利用した人工林のリスト

行政地域	Forest	Area(フェダーン) <sup>1</sup>
イスマイリア	Serabium	1,000
Menoufia	Sadat	500
ルクソール	Luxor	1,700
ケナ	Qena	500
南シナイ	Tour Sinai	200
アスワン	Edfu	300
ニューバレー	Al-Kharga	300
	Paris	100
ギザ	Abu-Rawash	80
アレキサンドリア	9N	60
南シナイ	Sharm El-Shiekh	60
ダハリア	Gamassa	150
ギザ	El Saff	500

<sup>1</sup> フェダーン : 1 フェダーン=42.01a または 1.038 エーカー

表 5.9: 下水処理水を利用した造成中の人工林

行政地域	森林	面積(フェダーン) <sup>1</sup>
アスワン	Ballana	500
アスワン	Nasr-Elnuba	100
アスワン	Wadi El-Alakki	550
Beni Swif	El-Wasta	500
ニューバレー	Mout	700
北シナイ	El-Arish	200
Asyout	Asyout	40
Sohag	Sohag	1,000
Sohag	Al-Kola	250
	Awlad Azaz	267
紅海	Hurgada	200
南シナイ	Noyebaa	200

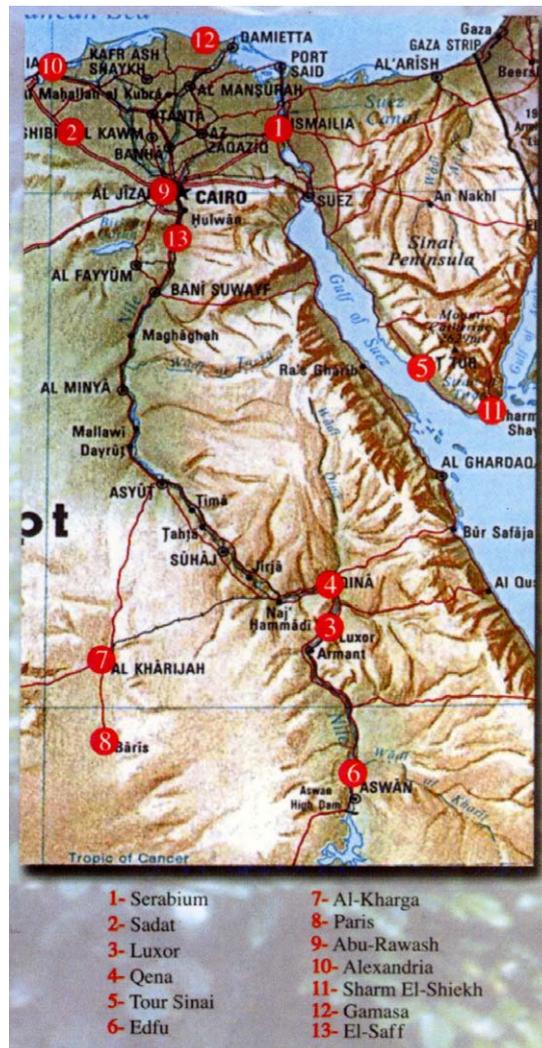


図 5.3: 下水処理水を利用した人工林の分布

## 5.2 大気環境

### (1) 概況

カイロ中心部やアレキサンドリアなど大都市を中心に大気汚染が深刻であり、ある推計によると、1999年における大気汚染による経済損失はGDPの2.1%（64億エジプトポンド）に上っている。この経済損失は、主に健康・生活の質に与える影響を示している。

大気汚染の発生源としては、自然由来の汚染と人為的発生源からの汚染に大別される。人為的発生源については、更に固定発生源と移動発生源に分類することが出来る。固定発生源では、工業施設、火力発電所、商業や市民生活が原因となっているほか、都市廃棄物や農業残渣の焼却なども大気汚染に大きく寄与している。移動発生源は、カイロだけでも150万台に上ると推計されている乗用車、バス、トラックなどからの排気ガスが原因である。

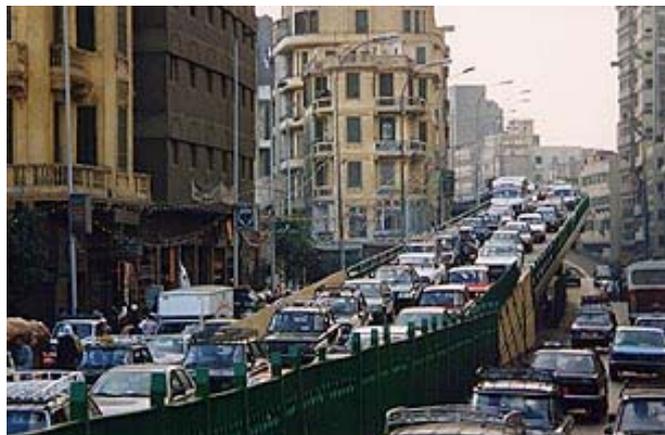


写真 5.8: カイロにおける交通渋滞

また、近年カイロ市民を悩ませている大気汚染に、ブラックスモーク（又は、Black Cloud）現象がある。これは1999年ころから観測されるようになった現象で、特に秋に顕著になる。原因は、固形廃棄物の焼却と農業廃棄物（稲わら等）の焼却が主要原因との見方が有力であるが、温度逆転層が低い位置にある場合など、非人為的要因も関係している事が判明してきた。

大気汚染に関しては、USAIDが1997年以降、CAIP（カイロ大気改善プロジェクト：Cairo Air Improvement Project）を実施してきており、2004年で一通りのプロジェクトを終了した。CAIPの内容及び成果については後述する。

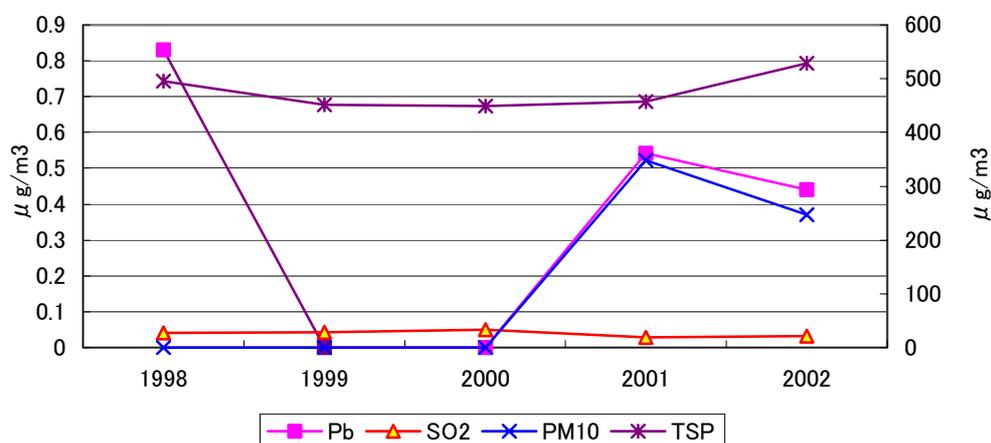
次にエジプトにおける大気環境基準と大気の現状<sup>1</sup>を示す。

<sup>1</sup> 国家大気汚染モニタリングデータベースと大カイロ汚染物質モニタリングの結果はEEAAのHP上（<http://www.eaaa.gov.eg/eimp/>）で毎月公開されている。

表 5.10: 法律4/1994 年にて定められている大気環境基準と  
世界保健機構(WHO)によるガイドライン値

汚染物質	平均値	最大許容値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	時間	WHO	エジプト
二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ )	1 時間	500 (10 min)	350
	24 時間	125	150
	年	50	60
二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )	1 時間	200	400
	24 時間	-	150
	年	40-50	-
オゾン ( $\text{O}_3$ )	1 時間	150-200	200
	8 時間	120	120
一酸化炭素( $\text{CO}$ )	1 時間	30,000	30,000
	8 時間	10,000	10,000
ブラックスモーク( $\text{BS}$ ) (Black Smoke)	24 時間	50	150
	年	-	60
総浮遊粒子( $\text{TSP}$ )	24 hours	-	230
	Year	-	90
粒子 $<10 \mu\text{m}$ ( $\text{PM}_{10}$ )	24 hours	70	70
鉛 ( $\text{Pb}$ )	Year	0.5-1.0	1

出典: EIMP ホームページ (EEAA)、<http://www.eea.gov.eg/eimp/limit%20values.html>



注: Pb のみ左軸、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、TSP は右軸

出典: Arab Republic of Egypt, Central Agency for Public Mobilisation and Statistics, '1995-2003 STATISTICAL YEAR BOOK of A.R.E.', June 2004, pp.374-375

図 5.4: カイロ市における大気汚染物質濃度の推移

## (2) 産業公害

- ・ 旧式の施設を持った工場が 26,000 箇所もある。
- ・ 燃料をマゾット（重油の一種）から CNG への転換を進めており、CIDA のプロジェクトにより、CNG 供給施設の近くに 50 工場を作った。
- ・ 固定発生源で大きな割合を占めるのはセメント業界である。



写真 5.9: レンガ工場(マゾット燃焼)



写真 5.10: 製鉄所(アレキサンドリア)

## (3) ブラックスモーク（又はBlack Cloud）

1999 年秋頃から、カイロではブラックスモーク（Black Cloud）と呼ばれる深刻な大気汚染が観測され始めた。当初は発生原因が不明であったが、CAIP のモニタリング・分析コンポーネントで解析をすすめた結果、1) ゴミおよび農業廃棄物（主に稲わら）の焼却、2) 気象条件、の 2 つの原因が関係していることが判明してきた。



写真 5.11: ブラックスモークの発生状況および原因の一つと考えられている野焼き

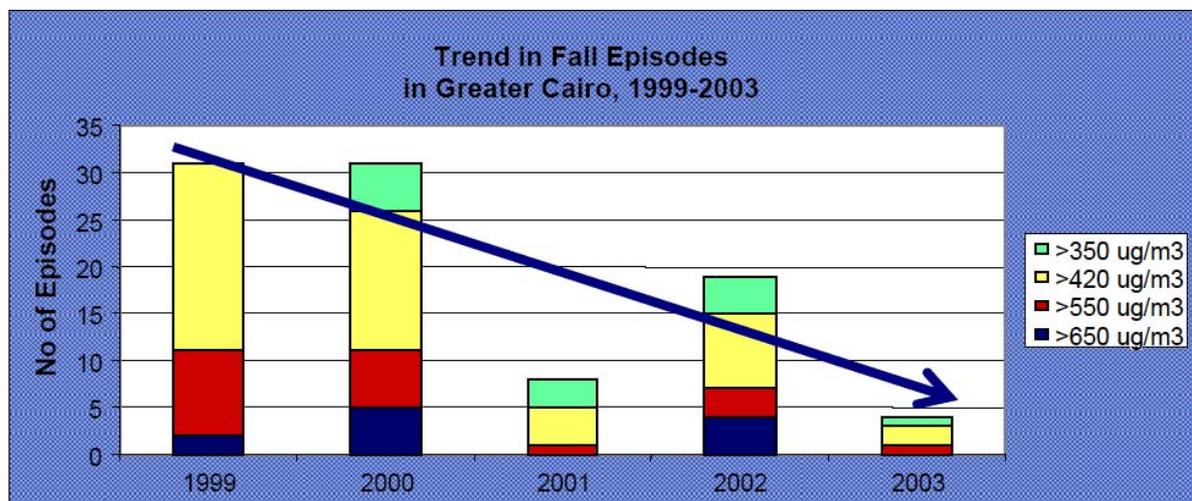
包括的な対処法として、CAIP での燃料転換プログラム、自動車整備、産業公害対策の推進と共に、ブラックスモーク予報を発信、また、農業廃棄物管理プログラムの改善

を進めている。この結果、ブラックスモーク・エピソードの発生は減少傾向にある。(図 5.6 参照)

- 毎年 2.5 百万トンの稲わらが発生するが、その使用法に苦慮している。例えば、材木工場があるが、エジプトでは 2 箇所しかない。
- 稲わらを使用するための技術のほかに、輸送方法などシステム面での対策も必要となる。

Air Quality in Cairo		
	STATUS	PM Concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Most days	Clear	0 - 99
	Normal	100 - 199
	Moderate	200 - 349
Episode day	Attention	350 - 419
	Alert	420 - 549
	Warning	550 - 649
	Emergency	650 +

図 5.5: ブラックスモーク予報



出典：USAID, “Final Report The Cairo Air Improvement Project – Helping millions live healthier lives”, march 2004, p47

図 5.6: カイロにおけるブラックスモーク(Black Cloud)発生状況

表 5.11: 各 Governorate における大気汚染物質の年平均値(その1)

Governorates	Pb "PM10"					PM10					Pb				
	2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998
Cairo	0.214	0.389	0	0	0	246.722	348.68	0	0	0	0.441	0.541	0	0	0.83
Alexandria	0.141	0.164	0	0	0	162	257.606	0	0	0	0.148	0.199	0	0.25	0
Port Said	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0.147	0	0.27	0
Suez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.095	0.14	0	0	0
Dmiatta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.152	0	0	0
Dakahlia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.16	0	0	0
Sharkia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0
Kalyoubia															
Kafr El Sheikh															
Gharbia	0.081	0	0	0	0	251.42	0	0	412.1	0	0.116	0	0	0	0
Behera															
Ismailia															
Beni seuf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.201	0	0	0
Menia	0.058	0	0	0	0	272.888	0	0	0	0	0.132	0.14	0	0.17	0.27
Asiut	0.172	0.27	0	0	0	263.484	289.286	282.65	0	0	0.318	0.256	0	0.2	0.26
Souhag	0.313	0	0	0	0	648.102	0	0	0	0	0.336	0.221	0	0.2	0
Aswan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.144	0	0	0	0

\*Annually Limits allowed : Pb10:70(Microgram/M3)、Pp:1(Microgram/M3)、Smoke:60(Microgram/M3)、SO<sub>2</sub>:60(Microgram/M4)、TSP:90(Microgram/M3)、

Source: Ministry of health & Population

出典 : Arab Republic of Egypt, Central Agency for Public Mobilisation and Statistics, '1995-2003 STATISTICAL YEAR BOOK of A.R.E', June 2004 pp.374-375

表 5.11: 各 Governorate における大気汚染物質の年平均値(その2)

Governorates	T.S.P					SO <sub>2</sub>					Smoke				
	2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998
Cairo	528.79	457.55	448.9	452	495.7	21.22	18.9	32.9	28.08	27.1	72.72	89.98	67.3	86.4	75.66
Alexandria	398.16	478.3	372.9	419.2	0	22.41	17.31	14.3	0	0	19.4	18.31	12	11	0
Port Said	224.63	241.41	170.85	202.7	232.97	0	0	6.5	0	0	24.8	28.18	23.9	32	15.7
Suez	183.62	180.65	0	0	364.53	13.27	17.83	0	0	0	22.62	43.83	0	0	28.5
Dmiatta	196.21	149.63	140.9	163.8	169.79	8.02	10.96	6.5	0	0	24.82	25.65	0	21	24.6
Dakahlia	297.39	376.8	0	332.5	0	0	0	0	0	0	31	30.46	0	35	0
Sharkia	267.94	0	0	0	0	33.54	0	0	0	0	52.51	0	0	0	0
Kalyoubia	0	0	0	0	0	24.23	22.3	0	0	0	21.53	20.61	0	0	0
Kafr El Sheikh	0	0	0	0	0	18.2	0	0	0	0	16.59	0	0	0	0
Gharbia	555.69	594.91	654.9	558	540.6	14.04	1.76	0	0	3	154.72	165.72	175.2	189.5	148.4
Behera	0	0	0	0	0	23.65	0	0	0	0	22.69	0	0	0	0
Ismailia	0	290.06	0	0	0	8.19	8	0	0	11.8	8.5	11.98	0	0	7.55
Beni seuf	477.71	522.75	0	0	0	0	0	0	0	0	26.67	29.04	0	52	0
Menia	567.13	605.39	0	800.6	853.23	32.33	35.01	0	0	21.3	60.11	64.19	0	56	26.85
Asiut	430.6	425.88	0	352.2	438.18	17.2	17.54	0	0	11.1	46.83	42.14	0	44	42.3
Souhag	1100.38	898.27	0	335.6	0	0	0	0	0	2.22	66.4	67.53	0	59	36.02
Aswan	408.6	365.47	0	367.3	354.35	43.1	31	0	0	30.5	33.44	36.62	0	32	29.5

\*Annually Limits allowed : Pb10:70(Microgram/M3)、Pp:1(Microgram/M3)、Smoke:60(Microgram/M3)、SO<sub>2</sub>:60(Microgram/M4)、TSP:90(Microgram/M3)、

Source: Ministry of health & Population

出典 : Arab Republic of Egypt, Central Agency for Public Mobilisation and Statistics, '1995-2003 STATISTICAL YEAR BOOK of A.R.E', June 2004 pp.374-375

表 5.11 から明らかなように、エジプトにおいて最も一般的な大気汚染物質は二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、浮遊粒子状物質 (PM10 或いは TSP)、鉛 (Pb) である。

また、オランダの支援を受けた環境情報モニタリングプログラム (EIMP) が 1999 年からナイル沿岸、デルタ地域、カイロで大気モニタリングを行っており、毎月 EEAA のホームページ上で公開している。

#### (4) カイロ大気改善プロジェクト(CAIP)

カイロ大気改善プロジェクトは、USAID によるプロジェクトであり、1997 年に開始され 2004 年 3 月で終了した。CAIP は、「自動車排ガスと鉛を削減する短期的に結果をもたらす活動と、技術転換のデモンストレーションや市民の意識向上を図るなど長期的な活動」によってカイロ圏の大気改善を図っている。



写真 5.12: 排ガス試験センター(上)  
CNG ステーション(左)



写真 5.13: 鉛精錬の様子:対策前(左)と対策後(右)

主なコンポーネントとその内容、成果を表 5.12 示す。

表 5.12: CAIP のコンポーネントと成果及び今後の動向

	内 容／成 果	対 象	今後の動向						
1	<p><b>輸送機関におけるクリーンな代替燃料 (Clean Alternative Fuel in Transportation)</b></p> <table border="1" data-bbox="304 468 871 1039"> <tr> <td data-bbox="304 468 871 636"> <p>バスの CNG 化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カイロ交通局(CTA)と民間バス会社との協力でバスの燃料転換 (米国の技術移転)</li> <li>・ CNG バス : 50 台</li> </ul> </td> <td data-bbox="903 309 1098 1048" rowspan="4">移動発生源</td> <td data-bbox="1098 309 1396 1048" rowspan="4"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CTA:CNG バス 25 台の購入を計画 (2005 年)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="304 636 871 763"> <p>整備工場 (CNG バス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2 箇所に建設 (キャパは 400 台+)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="304 763 871 904"> <p>人材育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドライバー、整備士、経営者、マネージャー等の研修</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="304 904 871 1039"> <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CNG タクシー : 20,000 台 (1999 年) 、 CNG スタンド : 17 箇所</li> </ul> </td> </tr> </table>	<p>バスの CNG 化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カイロ交通局(CTA)と民間バス会社との協力でバスの燃料転換 (米国の技術移転)</li> <li>・ CNG バス : 50 台</li> </ul>	移動発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CTA:CNG バス 25 台の購入を計画 (2005 年)</li> </ul>	<p>整備工場 (CNG バス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2 箇所に建設 (キャパは 400 台+)</li> </ul>	<p>人材育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドライバー、整備士、経営者、マネージャー等の研修</li> </ul>	<p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CNG タクシー : 20,000 台 (1999 年) 、 CNG スタンド : 17 箇所</li> </ul>		
<p>バスの CNG 化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カイロ交通局(CTA)と民間バス会社との協力でバスの燃料転換 (米国の技術移転)</li> <li>・ CNG バス : 50 台</li> </ul>	移動発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CTA:CNG バス 25 台の購入を計画 (2005 年)</li> </ul>							
<p>整備工場 (CNG バス)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2 箇所に建設 (キャパは 400 台+)</li> </ul>									
<p>人材育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドライバー、整備士、経営者、マネージャー等の研修</li> </ul>									
<p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ CNG タクシー : 20,000 台 (1999 年) 、 CNG スタンド : 17 箇所</li> </ul>									
2	<p><b>自動車排ガステスト (VET: Vehicle Emission Test)</b></p> <p>ライセンス交付時に排ガスの試験と整備を課した。(法的拘束力を持つ)</p> <table border="1" data-bbox="304 1279 855 1630"> <tr> <td data-bbox="304 1279 855 1442"> <p>フェーズ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 民間ガソリンスタンド等に機器を設置し、法的に拘束力を持たない整備を実施</li> <li>・ 市民の意識向上、技術能力向上</li> </ul> </td> <td data-bbox="903 1048 1098 1650" rowspan="2">移動発生源</td> <td data-bbox="1098 1048 1396 1650" rowspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 整備士 / 技術者研修の実施 (来年から)</li> <li>・ プログラムの全国展開を計画中 (4 行政区からカイロへの研修に参加している)</li> <li>・ 法整備 / 改定等</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="304 1442 855 1630"> <p>フェーズ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 50,000 台を対象に公道での試験を実施 (乗用車、軽トラック、二輪車)</li> <li>・ モデル試験センター (現在は国家テクニカルセンタ) の設置</li> </ul> </td> </tr> </table>	<p>フェーズ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 民間ガソリンスタンド等に機器を設置し、法的に拘束力を持たない整備を実施</li> <li>・ 市民の意識向上、技術能力向上</li> </ul>	移動発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 整備士 / 技術者研修の実施 (来年から)</li> <li>・ プログラムの全国展開を計画中 (4 行政区からカイロへの研修に参加している)</li> <li>・ 法整備 / 改定等</li> </ul>	<p>フェーズ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 50,000 台を対象に公道での試験を実施 (乗用車、軽トラック、二輪車)</li> <li>・ モデル試験センター (現在は国家テクニカルセンタ) の設置</li> </ul>				
<p>フェーズ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 民間ガソリンスタンド等に機器を設置し、法的に拘束力を持たない整備を実施</li> <li>・ 市民の意識向上、技術能力向上</li> </ul>	移動発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 整備士 / 技術者研修の実施 (来年から)</li> <li>・ プログラムの全国展開を計画中 (4 行政区からカイロへの研修に参加している)</li> <li>・ 法整備 / 改定等</li> </ul>							
<p>フェーズ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 50,000 台を対象に公道での試験を実施 (乗用車、軽トラック、二輪車)</li> <li>・ モデル試験センター (現在は国家テクニカルセンタ) の設置</li> </ul>									

	内 容／成 果	対 象	今後の動向					
3	鉛汚染対策 (Lead Pollution Abatement)							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉛精錬工場設備の高度化、工場移転</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>国内生産量の 65%を占める企業*の工場移転</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>工場移転 (カイロ郊外)</li> <li>技術的設計の支援、経済分析、処分場の計画</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>中小の精錬工場</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計、財務上の支援</li> <li>技術研修</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>(移転後の) 工場跡地</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>土壌汚染に関する評価</li> <li>クリーンアップ計画の策定</li> </ul> </td> </tr> </table> <p>* CAIP を通じ、排出量の 99%を削減</p>	国内生産量の 65%を占める企業*の工場移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>工場移転 (カイロ郊外)</li> <li>技術的設計の支援、経済分析、処分場の計画</li> </ul>	中小の精錬工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計、財務上の支援</li> <li>技術研修</li> </ul>	(移転後の) 工場跡地	<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌汚染に関する評価</li> <li>クリーンアップ計画の策定</li> </ul>	固定発生源
国内生産量の 65%を占める企業*の工場移転								
<ul style="list-style-type: none"> <li>工場移転 (カイロ郊外)</li> <li>技術的設計の支援、経済分析、処分場の計画</li> </ul>								
中小の精錬工場								
<ul style="list-style-type: none"> <li>設計、財務上の支援</li> <li>技術研修</li> </ul>								
(移転後の) 工場跡地								
<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌汚染に関する評価</li> <li>クリーンアップ計画の策定</li> </ul>								
4	教育及び意識向上 (Education and Raising Awareness)							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般市民を対象とした大気汚染に関する意識向上 (例: 有鉛ガソリンの危険性等)</li> <li>CAIP の各コンポーネントの中における意識向上</li> </ul>	一般市民、各コンポーネントの対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>大気汚染防止戦略における総合情報普及計画への支援 (MSEA)</li> </ul>					
5	モニタリング／分析 (Monitoring/Analysis)							
	<table border="1"> <tr> <td>モニタリングネットワークの設置</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>36箇所 (鉛、PM10、PM2.5)</li> <li>Web 上で大気汚染 (BS) 予報を提供</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>鉛のインベントリ作成</td> </tr> <tr> <td>発生源帰属調査 (Source Attribution Study) の実施</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>自動車、産業、野焼き</li> <li>ブラックスモーク現象の解明</li> </ul> </td> </tr> </table>	モニタリングネットワークの設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>36箇所 (鉛、PM10、PM2.5)</li> <li>Web 上で大気汚染 (BS) 予報を提供</li> </ul>	鉛のインベントリ作成	発生源帰属調査 (Source Attribution Study) の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車、産業、野焼き</li> <li>ブラックスモーク現象の解明</li> </ul>	移動／固定発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>EEAA によるモニタリングの継続</li> </ul>
モニタリングネットワークの設置								
<ul style="list-style-type: none"> <li>36箇所 (鉛、PM10、PM2.5)</li> <li>Web 上で大気汚染 (BS) 予報を提供</li> </ul>								
鉛のインベントリ作成								
発生源帰属調査 (Source Attribution Study) の実施								
<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車、産業、野焼き</li> <li>ブラックスモーク現象の解明</li> </ul>								
6	研修 (Training)							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>220 セッションを実施 (2,800 人が参加)</li> </ul>	関係機関のスタッフ、技術者、マネージャー等	<ul style="list-style-type: none"> <li>各関係機関による能力維持、向上</li> </ul>					

CAIP は 2004 年 3 月で終了しているが、USAID は、今後 4 年間を目標に実施される LIFE (Livelihood & Income from Environment : 環境から生計と収入プロジェクト) プロジェクトのコンポーネントの一つとして、CAIP のフォローアップを行っていく予定である。また、LIFE プロジェクト全体の資金は、3 千 3 百万ドル (1/2US 資金、1/2 エジプト資金) である。

## 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 <sup>3</sup> /年	55.50	82.3	64.50	76.4
	洪水流量	10 億 m <sup>3</sup> /年	1.00	1.5	1.0	1.2
	地下水 (Sinai)	10 億 m <sup>3</sup> /年	0.50	0.7	0.50	0.6
	地下水 (Delta)	10 億 m <sup>3</sup> /年	4.80	7.1	7.50	8.9
	灌漑水再利用	10 億 m <sup>3</sup> /年	4.90	7.3	8.40	10.0
	下水処理再利用	10 億 m <sup>3</sup> /年	0.70	1.0	2.50	3.0
	合計	10 億 m <sup>3</sup> /年	67.40	100.0	84.40	100.0
水利用	灌漑用水	10 億 m <sup>3</sup> /年	50.66	75.2	60.0	71.1
	生活用水	10 億 m <sup>3</sup> /年	3.94	5.8	8.80	10.4
	工業用水	10 億 m <sup>3</sup> /年	5.90	8.8	12.50	14.8
	河川航行及び 河口流下	10 億 m <sup>3</sup> /年	6.90	10.2	3.10	3.7
	合計	10 億 m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/年/人だが、2017 年には、670m<sup>3</sup>/年/人、2025 年には、536m<sup>3</sup>/年/人に下落すると見込まれている。以上の様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 m<sup>3</sup>/日の家庭排水が発生していると推定され、約 16 億 m<sup>3</sup>/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。

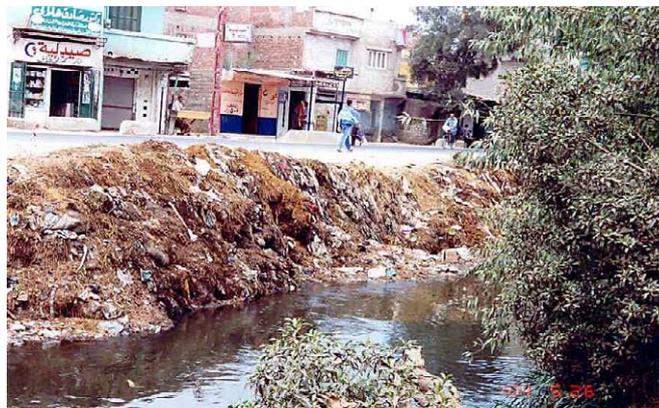


写真 5.14: 用水路の汚染状況

## 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 m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> )	平均能力 (単位: 100m <sup>3</sup> /時)	設計能力 (単位: 100m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> )	平均能力 (単位:100m <sup>3</sup> /時)	設計能力 (単位:100m <sup>3</sup> /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 2,350m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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	<b>1,920</b>	15	<b>6.4</b>	<b>450</b>	0.20	0.11
Kom Imbou Sugar Factory	5.7	<b>83</b>	<b>657</b>	410	<b>67</b>	<b>9.3</b>	2.1	0.06	0.85
Idfou-1 Sugar Factory	<b>9.3</b>	<b>410</b>	<b>1,440</b>	365	<b>65</b>	<b>5.6</b>	2.2	0.04	0.23
Idfou-2 Sugar Factory	5.2	<b>81</b>	<b>600</b>	225	<b>42</b>	<b>5.6</b>	1.3	0.04	0.74
Qous Sugar Factory	7.5	77	<b>189</b>	240	22	--	1.0	0.15	0.40
Sohag Oil Factory	7.6	8.5	33	<b>1,374</b>	<b>145</b>	<b>7.3</b>	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。<sup>1</sup>

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 <sup>3</sup> /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 <sub>2</sub> /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

<sup>1</sup>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 m<sup>3</sup>/日ではなく、1.4 百万 m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /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 <sub>2</sub> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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：EcoConSery, “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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/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 : (1,000m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /day)	2,312	180	1,295	33,413	37,200
Total (Billion m <sup>3</sup> /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言われている。

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km<sup>2</sup>、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"> <li>● 沿岸線保全管理</li> <li>● EEAA と連携し、湾岸 setback 地域内での活動の規制</li> </ul>

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

\* 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 m<sup>3</sup>/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 $\text{m}^3$ /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 m<sup>3</sup>/日で、夏は 85 千 m<sup>3</sup>/日に増加した。

新しい下水処理場（処理能力；260 千 m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>、カドミ 600mg/m<sup>3</sup>  
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、200m<sup>3</sup>/h で、一方下水の排水は 100m<sup>3</sup>/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

えられる。

## 5.4 環境モニタリング

### (1) 大気モニタリング EIMP (Environmental Information and Monitoring Programme)

DANIDA の資金によって実施された EIMP の内、大気環境モニタリングネットワークプログラムについて、記載する。1997 年から 1999 年にかけて、エジプト全国に 42 のモニタリングステーションを作り、大気環境のモニタリングを行った。環境庁の大気環境モニタリングネットワークとなっているが、実際の測定、データ解析などは DANIDA 派遣された技術者の指導を受け、カイロ大学の環境有害軽減センターのラボ (Centre for Environmental Hazard Mitigation, CEHM) とアレキサンドリア大学の大学院研究所 (Institute of Graduate Studies and Research, IGSR) が行った。

表 5.24: EIMP 大気環境モニタリングネットワークプログラムの概要

モニタリングステーション	大カイロ首都圏 ; 14 箇所 アレキサンドリア地域 ; 8 箇所 デルタ地域 ; 7 箇所 スエズ運河地域 ; 3 箇所 上エジプト (ナイル川上流) およびシナイ半島地域 ; 10 箇所 内訳 ; 工業地域 ; 12 箇所、都市中央部 ; 9 箇所、道路沿い ; 3 箇所、住居地域 ; 15 箇所、地方及びバックグラウンド ; 3 箇所
サンプリング機器	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> ; 連続ガスモニター 46 台 SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> 用シーケンシャルサンプラー ; 14 台 TSP 用ハイボリュームサンプラー ; 5 台 降下煤塵用ダストジャー ; 18 台 PM <sub>10</sub> ハイボリュームサンプラー ; 26 台 その他 ; パッシブサンプラー (SO <sub>2</sub> )、気象ステーション
パラメーター	Monitor ; SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> サンプラー ; SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , BS, VOC, TSP, DF, PS

BS; Black Smoke

VOC; Volatile Organic Compounds

TSP; Total Suspended Particulate Matter

DF; Dust Fall

PS; Passive sampler

## (2) 水質モニタリング

淡水の水質モニタリングは、現在、水資源灌漑省が担当している。水資源灌漑省による水質モニタリングは、1976年農業排水路の水質モニタリングから始まった。その後ナイル川の水質モニタリング、地下水モニタリングを開始した。現在はこれらを統合し、国家水質モニタリングプログラムとして実施している。プログラムの目的を以下に示す。

- エジプトに流入する水の水質及びアスワンハイダム、ナセル湖から流れ出る水質の評価を行なう。
- ナイル川及び灌漑水路の水質の季節変化を把握する。
- 既存汚染源に関する灌漑排水の水質変化を量的に把握する。
- 農業で再利用可能な灌漑排水の量、質を検討する。

表 5.25 に国家水質モニタリングプログラムの3つのコンポーネントの概要を表す。ナイル川デルタ灌漑水路・排水路モニタリングは毎月行なっているが、ナイル川モニタリングは年2回、地下水モニタリングは年1回のサンプリングである。モニタリングのパラメーターは以下である。

### 表流水

パッケージA；物理パラメーター、水質パラメーター、酸素使用量（BOD，COD）、栄養塩、主要イオン、重金属、殺虫剤、微生物関連パラメーター

パッケージB；物理パラメーター、水質パラメーター、酸素使用量（BOD，COD）、栄養塩、重金属、微生物関連パラメーター

パッケージC；物理パラメーター、水質パラメーター、酸素使用量（BOD，COD）、栄養塩、重金属、殺虫剤、微生物関連パラメーター

パッケージD；物理パラメーター、水質パラメーター、酸素使用量（BOD，COD）、栄養塩、重金属、微生物関連パラメーター

### 地下水

パッケージE；物理パラメーター、栄養塩、主要イオン、重金属

表 5.25: 国家水質モニタリングプログラム 概要

	ナイル川モニタリング	ナイル川デルタ灌漑水路・排水路 モニタリング	地下水モニタリング
実施機関	Nile Research Institute, NRI	Drainage Research Institute, DRI	Research Institute for Ground Water RIGW
サンプリング頻度	年2回(2月と8月)	毎月1回	年1回
サンプリング箇所	ナセル湖; 4箇所 ナイル川; 18箇所 ダミエッタ支流; 4箇所 ロゼッタ支流; 3箇所 ラヤフス; 2箇所 上エジプトの主要水路; 9箇所 上エジプトの主要排水路; 29箇所	ファイユム県の灌漑水路; 4箇所 デルタ東部の灌漑水路; 19箇所 デルタ中央部の灌漑水路; 11箇所 デルタ西部の灌漑水路; 14箇所 ファイユム県の灌漑排水路; 7箇所 デルタ東部の灌漑排水路; 41箇所 デルタ中央部の灌漑排水路; 35箇所 デルタ西部の灌漑排水路; 32箇所	全国195箇所の観測ポイント(ナイル 地下水涵養地域内の観測井の約60%)
パラメーター	ナセル湖; パッケージB ナイル川; パッケージC ダミエッタ支流; パッケージC ロゼッタ支流; パッケージC ラヤフス; パッケージA 上エジプトの主要水路; パッケージA 上エジプトの主要排水路; パッケージD	ナイルデルタ及びファイユム県の灌漑水路; パッケージA ナイルデルタ及びファイユム県の灌漑排水路; パッケージD	観測井(パッケージD)

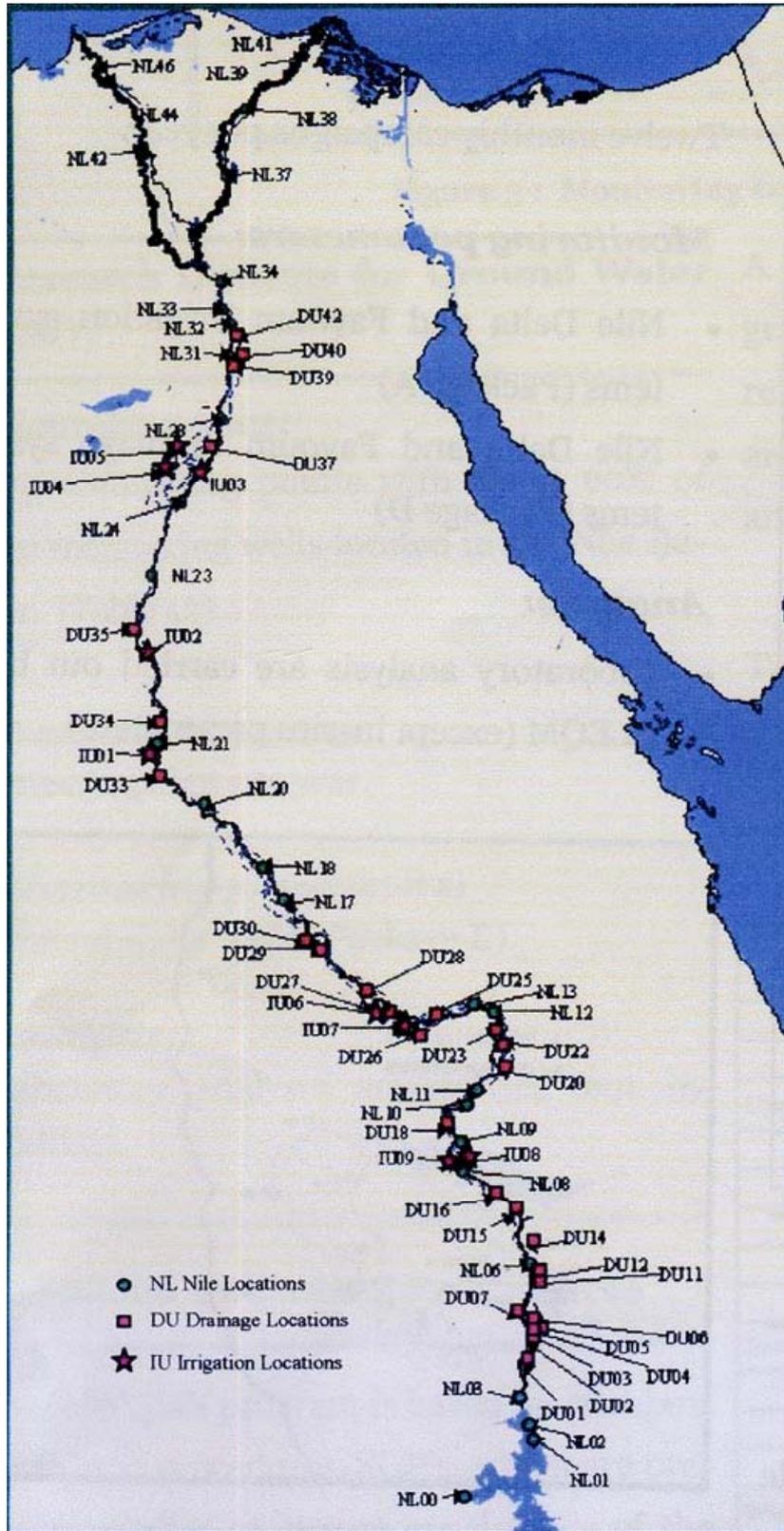


図 5.8: ナイル研究所によるナイル川モニタリング地点

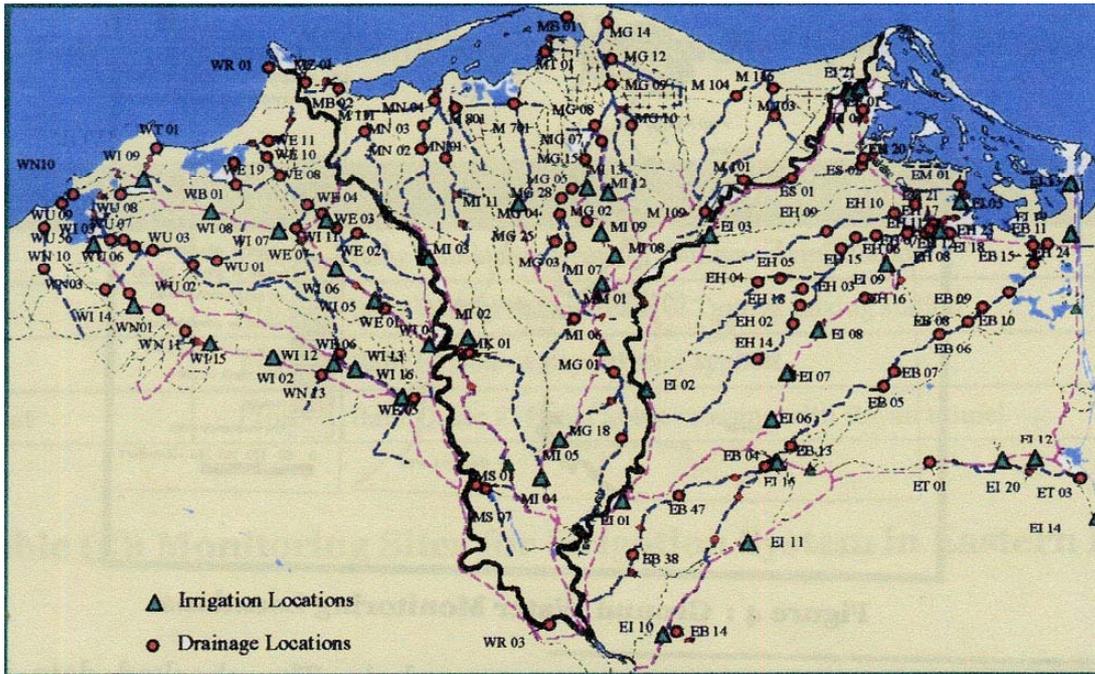


図 5.9: 排水研究所による灌漑水、排水のモニタリング地点

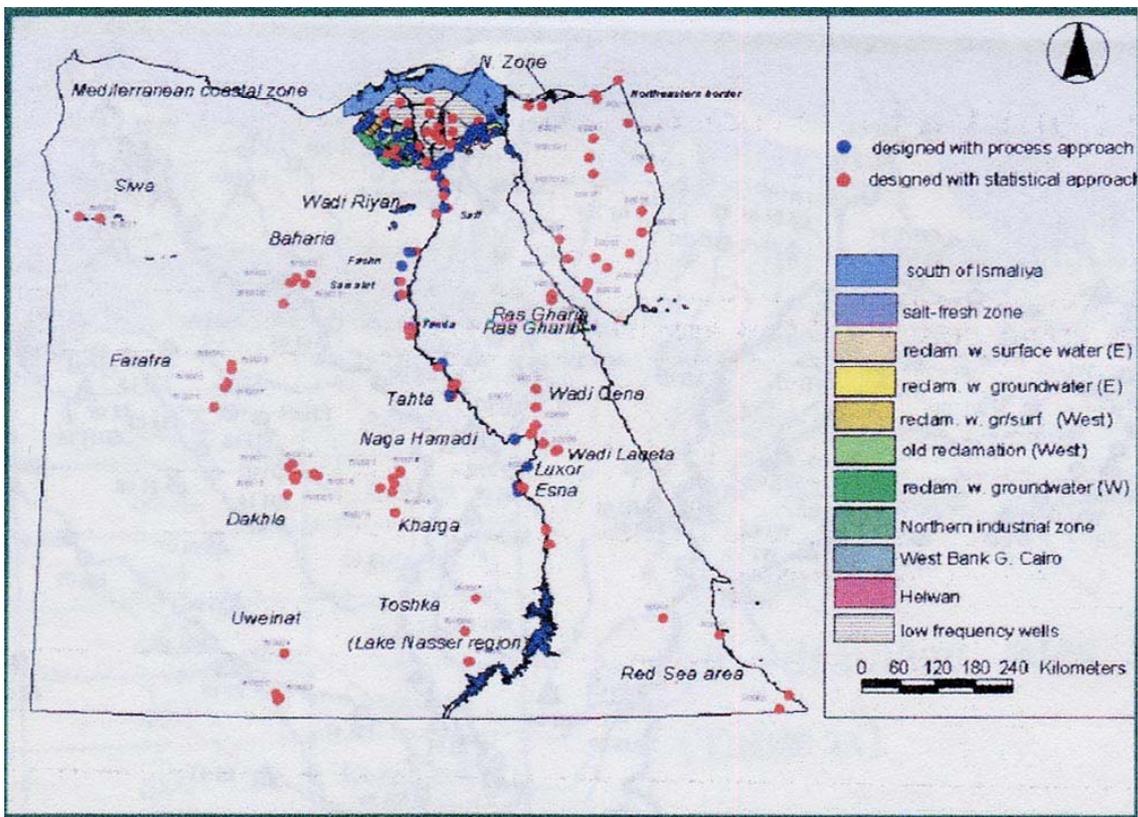


図 5.10: 地下水研究所による地下水モニタリング地点

**(3) 環境モニタリング研修センタープロジェクト  
(Environmental Monitoring and Training Center Project, EMTP)**

エジプト政府は1994年に環境法を制定して環境基準・排出基準を定め、1998年2月より完全施行(既施設にも排出規制を適用)するとともに、環境庁(EEAA)を同法の執行機関と定めた。環境法の施行を控え、環境庁は事業体における環境基準の遵守状況を継続的にモニタリングしていく必要があったが、モニタリング実施の体制を有しておらず、これを早急に整備していくことが不可欠となっていた。このため、エジプト政府は環境庁の下に、標準ラボラトリ及びトレーニングセンターの機能を有するカイロ中央センター(CCC)を中心として、8ヶ所の地域支局(RBO)を設立し、エジプト全土をカバーする環境モニタリング・ネットワーク体制の確立を計画し、無償資金協力スキームで、基本的な機器分析機を入れた後、分析・モニタリングを実効的に行うための技術者訓練を目的としたプロジェクト方式技術協力(環境モニタリング研修センタープロジェクト)が1997年から2002年まで実施された。その後、各地のホットスポットに着目した調査や技術の向上のための反復訓練のため、フォローアップ専門家2名が日本から2002年から2004年10月までの予定で派遣された。通算7年の技術協力で、以下の様な基本的な機器分析機器が設置され、その分析方法、基本的なモニタリング手法の移転が行われた。

表 5.26: EEAA ラボの JICA による主要分析機器の設置状況

		CCC	GC	Alex.	Suez	Tanta	Mansoura
EMTP	AAFL	○	○	○	○	○	○
	AA	○					
	IC	○					
	HPLC	○		○			
	GC-FID	○		○			
	GC-ECD	○		○			
	GC-FPD	○		○			
	GC-MS	○					
無償 ‘2003	AA		○	○	○	○	○
	IC		○	○	○	○	○
	GC-FID				○		

AAFL ; フレームレス原子吸光光度分析器  
 AA ; フレーム原子吸光光度分析器  
 IC ; イオンクロマトグラフィ分析器  
 HPLC ; 液体クロマトグラフィ分析器  
 GC-FID ; ガスクロマトグラフィ-水素炎イオン化検出器  
 GC-ECD ; ガスクロマトグラフィ-電子捕獲型検出器  
 GC-FPD ; ガスクロマトグラフィ-炎光光度検出器  
 GC-MS ; ガスクロマトグラフィ-質量分析装置

## 5.5 廃棄物

### (1) 概況

エジプトでは、全国で年間約 60 百万トンの固形廃棄物が発生していると推計されている。固形廃棄物の内訳を下表に示す。都市ごみの発生量原単位は 0.3-1.0 (kg/人・日) の範囲にある。

表 5.27: エジプトの廃棄物内訳

廃棄物の種類	発生量 (Million ton /year)
主要都市からの都市ごみ	9.3
地方都市及び村からの都市ごみ	5.6
農業廃棄物	3.5
医療廃棄物 (有害・非有害)	0.13
建築廃棄物	4.0
非有害産業廃棄物	5.9
有害産業廃棄物	0.3
水路浚渫汚泥など	29.4
都市污水处理汚泥	2.0

出典 : National Solid Waste Management Programme, December 2000

廃棄物の収集率は 30-60% と高く無く、大量の廃棄物が処分されずに、町中、道路沿いなどの空き地に散乱している。Rural area、特にデルタ地域はナイル川の肥沃なデルタを利用し、昔から農業がさかんであるが、全体に個人の農業用地が多く、廃棄物の処分を行える様な Public な土地が少なく、大量の廃棄物が空き地、農業用・排水路などに捨てられ、問題は深刻である。デルタ地域の Governorates では、収集した廃棄物を遠く離れた砂漠地域で処分することも検討している。



写真 5.20: デルタ地域での廃棄物の散乱状況

表 5.28: 散乱した固形廃棄物の量(数県の例、1999 年)

Governorates(地方自治体)	散乱した固形廃棄物量(m <sup>3</sup> )
Cairo	2,2236,500
Giza	447,050
Qualubya	504,395
Gharbyia	1,235,000
Aswan	386,350
Red Sea	107,022
Kafr El Sheik	225,500
Qena	251,700

出典： National Solid Waste Management Programme, December 2000

カイロ、ギザなどの都市部では伝統的な Zaballeen 組織が都市ごみの選別、リサイクル、処分を行っている。また、民間のリサイクル業者も出始めているが、まだ、十分ではない。コンポストは現在エジプト全土に 56 のコンポストプラントがあり、その数は増えているが、成功した例は少ない。

一方、海外ドナーの支援などを受けて、都市ごみ事業の民活化の動きは活発であり、カイロ、ギザ、アレキサンドリアなどの大きな都市では、国際的な企業が自治体から都市ごみの収集・処分事業を請け負って事業を実施している。また、中小都市では、ローカル業者にごみ事業を請け負わせているところもあるが、オープンダンピングが主体で、ごみ処分場での発煙、発火などが常時見られ、適正には処理されているとは言えない。



写真 5.21: 民間による廃棄物管理(FCC:ギザ及びカイロを担当)

新しくできた 10th of Ramadan City などの工業都市を除き、産業廃棄物専用の処理、処分場はなく、都市ごみなどと混じって処分されている。また、有害廃棄物の処分場はアレキサンドリアに 1 箇所あるに過ぎない。エジプト環境庁では、固形廃棄物戦略を策定しているが、この戦略の 3R 面を具体的に実施する廃棄物の減量化、リサイクルの計画策定が喫緊の課題である。

## (2) 都市ゴミ

表 5.29: 都市ゴミ管理の各機関の役割

機関	役割
環境庁 (エジプト政府)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MSW に関する組織的、法規的な枠組みの設立</li> <li>● 自治体へのガイドライン、能力向上 (Capacity building) 財務的、技術的サポート</li> <li>● ゴミ処分、処理サイト選定の調整</li> </ul>
自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自治体は以下の 4 つに分類される。 Governorates, Markaz, Districts(大きな都市の区の様なもの), Local units (村レベルに存在する) Governorates は多くの Markaz から成る。各 Markaz には、主要な都市、多くの母村 (Mother Village) が在る。母村には、衛星村や (EZAB) 小村落がある。</li> <li>● Governorates は、MSW 管理を実施する Districts、Local units に予算や投資計画を承認し、予算を配分する。 Districts、Local units はまた、通りゴミの清掃、公的な場所のゴミの収集、コンポストプラントの運営、最終処分場の管理を行う。これらの業務を民活する場合は、業者の管理責任がある。 Districts、Local units は、法律 4 / 1994 の第 39 条の遵守をモニタリングする責任がる (都市ごみ収集者に対し、ビンや収集車を清掃し、清潔に保つ責任)。</li> <li>● Districts、Local units では、清掃部や環境改善清掃部などと呼ばれる組織が MSW を担当している。</li> <li>● 環境庁の協力を受け、都市ゴミの処分、処理施設建設の選定を行う。</li> <li>● 都市ゴミの収集、処分などの許可を与える</li> </ul>
水資源灌漑省	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナイル川、その支流 (ロゼッタ、ダミエッタ)、水路の都市ゴミによる汚染の保全</li> <li>● 水路警察を支援し、違反者に罰金などを課す</li> </ul>

出典 : EcoConServe, 'Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt', Feb. 2005

エジプトにおける固形廃棄物の基本的法は法律 38 / 1967 年とそれを改訂した法律 31 / 1976 年である。この法は居住地域、商業、工業施設、公的な場所からの固形廃棄物の収集・処分を規制している。また、地方議会が指定した場所以外のところに廃棄物、排水を排出することを禁止している。Governorate 知事令により定められた市町村にのみ、この法律は適用される。都市ゴミ管理に関する主要な法規を次表に纏める。

表 5.30: 都市ゴミ管理に関する法規

法規及び条	概要
法律 38/1967 年 第 6 条	ごみ収集者には、地方議会が発行する許可が必要
同上 第 8 条	地方議会は居住者に清掃税を課すことができる。収集された金は公的な清掃のための Fund に入る

法規及び条	概要
同上 第 10 条	本法は知事令により定められた町、村に適用される
住宅省令 134/1968 年	Law38/1967 の実施 都市ごみの処分、処理場の仕様及び立地に関する事柄
法律 31/1976 年	家庭や工場より排出される厨芥。固形廃棄物の定義 ごみ容器、運搬方法、収集の頻度などを規定
法務省令 (MoJ3137/1976 年)	Law38/1967 の執行機関（者）を規定 自治体の住居管理者など
法律 4/1994 年	都市ゴミ及び関連施設を新しく設置する際の EIA の必要性など 固形廃棄物の焼却、処分、処理は住民の居住エリア、工業地域、農業耕作地、水路などから離れた指定された地域以外では出来ない Local Units が本法規の規定に従い、環境庁の承認を得て、固形廃棄物の焼却、処分、処理施設の立地を指定できる。
首相令 338/1995 年 第 38 条	環境法 Law4/1994 の実行条例の発布 固形廃棄物の焼却、処分、処理は住民の居住エリア、工業地域、農業耕作地、水路などから離れた指定された地域以外では出来ない 医療機関などでの感染性廃棄物の焼却は条件付きで認める
同上 第 39 条	ごみ容器などの清掃、清潔に保つ義務など

出典：EcoConServe, 'Study on Status of the Environment and Relevant Policies/Measures in Egypt', Feb. 2005

環境大臣と地方開発大臣が共同議長となり、内閣の固形廃棄物管理委員会が設置された。固形廃棄物管理に関係する省庁が参加したこの委員会の事務局は、2000 年 12 月に“廃棄物管理の国家プログラム”を策定したが、次表はプログラムの主要な要素と推定コストである。

表 5.31: 廃棄物の種類と担当官庁及び管理コスト

廃棄物の種類	担当官庁	推定のコスト (百万 LE)
都市固形廃棄物	地方開発省 (自治体) 環境庁 (EEAA)	145
農業廃棄物	農業干拓省	25
医療廃棄物	保健人口省	365
水路の清掃廃棄物	水資源灌漑省	473
都市の汚泥	住宅都市施設省	273.5

出典：Tarek M. Genena, 'A consultant report on the country environmental analysis', Dec. 2003

エジプト政府は、大都市や観光地を抱える Governorates を優先的に都市ゴミ管理の民営化を進めることになった。大カイロ首都圏では、1999 年都市ゴミの野焼きによる大気汚染がクローズアップされた。

二つの方策（長く待たれていた）が実施された。内閣令により、電気使用量に比例して、電気料金と一緒に請求されることになった。ごみ料金は1 から 12LE/軒の額になる。しかし、その実施は地方議会の承認が必要であるが、多くの Governorates では、実際にごみ料金の徴収が始まっている。

もうひとつの方策とは、都市ゴミサービスに経済的インセンティブの導入である。これは、最低5年間の減税措置、廃棄物管理設備の課税除外措置などがある。

アレキサンドリア Governorates はエジプトで初めて、国際的な廃棄物のオペレーション・メンテナンス企業に都市ゴミ、医療廃棄物、非有害産業廃棄物のゴミ事業民間委託を行った。日本の無償援助で建設されたコンポスト工場も、アレキサンドリア Governorates から仏系オペレーション・メンテナンス企業に操業が委託されて、運転中である。（写真 5.22 参照）

表 5.32 は完全に都市ごみ管理を民営化している自治体の民営化の概要である。



写真 5.22: アレキサンドリアのコンポストプラント

表 5.32: 完全に都市ごみ管理を民営化している自治体の民営化の概要

自治体 (Governorate)	都市ゴミ量 トン/日	民営化業者 N;全国的業者 R;地方業者 I;国際企業	年間契約金額 百万 LE	平均コスト LE/トン
アレキサンドリア	2,700	I (仏)	85	86
カイロ	北部	I	52	NA
	東部	I	59.5	NA
	西部	I	55	NA
ギザ	都市部 北部	I (西)	36	70
	都市部 南部	I (西)	44.9	77
スエズ	325	R	9	75
アスワン	435	N&I のコンソーシアム	12	75

出典：Tarek M. Genena, 'A consultant report on the country environmental analysis', Dec. 2003

アレキサンドリア Governorates の成功に続けと多くの Governorates では民営化を推進しようとしたが、都市ゴミの民営化も良くわからないまま入札を行おうとしたり、国際入札が一時中断したり、問題が指摘されている。現状の問題点は以下である。

- Governorates では、都市ゴミ発生量、ごみ質などの基本的なデータ、情報が不十分、精度がわるいまま入札を行う。また、入札図書で契約条件、必要事項などが十分記載されていないケースが多い。
- 経済的原資や徴収方法などが示されていないケースがある。
- Governorates、District などは廃棄物管理の知識が浅く、応札してくる業者、国際企業の評価が出来ない。
- 一般的に、適切な埋め立て処分場サイト候補地が無い。
- オペレーター業者、地方 NGO、ザバレーン\*などの協力が不確実である。
- 例えば 10-15 年間の長期契約期間中のインフレ、外貨交換レートの変動リスクのヘッジ方法がまだ、明らかではない。
- エジプトには、特に地方都市では、都市ゴミ管理の専門家が少ない。中央政府からの専門家の派遣など技術的援助も不十分。

その結果として、地方 Governorates では、テnderのキャンセルや再テnderになったり、民営化自体を延期したり、凍結したりするところも出てきている。

### (3) 国家固形廃棄物管理戦略

2000-2010 の国家固形廃棄物管理戦略が策定されている。この戦略は、総合都市ゴミ管理システムの構築のための枠組みが記載されている。戦略の概要は以下のとおりである。

- 中央政府は、国家戦略の組織及び実行を促進する役割を担う。
- 国家戦略の実行するのは、各 Governorates である。
- 都市ゴミ管理の実施は、Governorates、Local Government(District など)が直接又は民間企業を通じて行う。
- 中央政府及び Governorates の計画は統合され、“政府-公的機関-民間企業-コミュニティ パートナーシップ”を育成するべきである。
- 汚染者負担の原則 (Polluter-Pays Principle : PPP) 又は 100%コストリカバリーは民間企業の参加、体制の持続発展性にとって基本的であり、適用すべきである。
- “reduce, reuse, recycle, recover”の階層を守ることが必要である。
- 戦略を企画、発展、実施のすべての段階で、十分な公的機関の関与が肝要である。
- 戦略はローカルの都市ゴミ管理データの整備が必要で、これらデータが国のデータベースに連結することを重要視している。

---

\* ザバレーンとは、Informal Sector の廃棄物収集・リサイクル業者（個人）の事。

なお、エジプトでは、産業廃棄物は法律で定義されていない。ここでいう“廃棄物”は Governorate が収集・処分している廃棄物で、その中には、工場から発生したいわゆる“産業廃棄物”も含まれているが、Governorate が収集・処分している廃棄物≒都市ごみという使い方をしている。

戦略の中で示されている目標値を以下に示す。

表 5.33: 国家固形廃棄物管理戦略の中の目標値

目標	指示データ	目標値	
		5年	10年
最低収集カバー率	収集効率		
大都市		90%	99%
自治体の首都市		80%	90%
地方都市		70%	80%
大きな村		60%	70%
衛生理め立て処分場	トータルの都市ゴミに対する埋め立てゴミの比率	80%	90%
回収	同上		-
コンポスト		50%	
リサイクル		40%	
発生源での分別	トータルの都市ゴミに対する分別されたゴミの比率	40%	50%
発生源での減量化	一般的な都市ゴミ増加率に対する減量の比率		5%
コスト回収		100%	NA
資金調達	GDP に対する比率	0.35%	-

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

国家固形廃棄物戦略の下、地方 Governorate は以下の目的に沿うアクションプランの策定が期待されている。

- 日々発生する都市ゴミの収集率及び中継運搬率
- 処理率、最終処分率
- 処理、処分すべきゴミの最小化
- 再使用、再資源化率
- 組織構築
- NGO の参加
- 既存の投棄ごみの除去

表 5.34: 都市ゴミ管理に関する外国政府、援助機関などの支援

外国政府、援助機関など	内容
USAID	カイロ（南部地域）Qualubya Governorate の民営化への技術援助
KFW、GTZ（ドイツ）	Qena, Kafr El Sheikh Governorate の都市ゴミプロジェクト F/S 民営化への技術援助
オランダ政府	Fayoum Governorate の 2 つの district に総合固形廃棄物管理プロジェクトを実施

外国政府、援助機関など	内容
DFID (デンマーク)	多くの Governorate に SMW に関する技術援助を実施 (SEAM の一環)
フィンランド	Beni-Suef 市への援助
EU	ランドフィル候補地選定 (複数の Governorate)

#### (4) 地方(Rural area)の都市ゴミ管理

国家固形廃棄物戦略では、ルーラルエリアでの 2005 年までの都市ごみ収集率目標は 60%とされている。しかし、ルーラルエリアでは、以下の様な条件、制限があり、都市ごみ管理システムの革新、財政スキームの構築が必要となってきた。

- コミュニティが互いに離れているし、一つ一つのコミュニティの人口が少ない
- 道路条件が悪く、アクセスが難しい。
- 土地の利用できる度合いが低く、結果として農業用水路・排水路に投棄されている。
- 全体として収入が低い地域であり、都市ごみ管理に対するユーザーfee の徴収が難しいため、都市ごみサービスも行き届かない。
- 自治体のスタッフには、都市ごみ管理に関する知識、経験が不足している。
- 都市ごみ量も少ない割りに、障害が多く、民間オペレーション・メンテナンス企業に魅力が少ない。



写真 5.23: デルタ地帯におけるゴミ処分場の状況(タンタ)

## (5) 有害廃棄物

エジプトの有害廃棄物管理の法的フレームワークは法律 4 /1994 年に規定されている。

- 所管官庁の許可無しに有害物質、有害廃棄物の取り扱いはできない。(29 条)
- 有害廃棄物管理規則、手順は施行規則に定める。(30 条)

有害廃棄物の種類と所管官庁は以下である。

農業省	；	農業廃棄物
工業省	；	産業廃棄物
保健省	；	医薬廃棄物、ラボ廃棄物、家庭からの殺虫剤廃棄物
石油省	；	石油廃棄物
電力エネルギー省核エネルギー庁	；	放射性廃棄物
内務省	；	可燃性・爆発性廃棄物

有害廃棄物別に上記の 6 つの担当官庁がライセンスを出し、ライセンス無しには取り扱いが出来ない。エジプト有害物質情報管理システム (Egyptian Hazardous Substances Information and Management System) が整備され、ガイドラインなどが作られている。

国家環境アクションプラン (2002 年) では、産業廃棄物の発生量は 4~4.5 百万トン/年、有害廃棄物の発生量は 10~15 万トン/年と推定している。有害廃棄物管理は環境庁、6 つの省庁と自治体の環境管理ユニット (Environmental Management Unit, EMU) が担当しているが、EMU はまだ小さな組織であり、能力的にも高いとは言えず、有害廃棄物管理の実際的な法執行体制は弱いと言わざるをえない。



写真 5.24: 医療廃棄物の  
ダンピング状況



写真 5.25: 医療廃棄物が混合している廃棄物

アレキサンドリアでは、フィンランド政府の援助を得て、有害廃棄物管理プロジェクトが実施され、成功したといわれている。現在、その第2フェーズが実施中で、プロジェクトの中で、有害産業廃棄物の管理型処分場が整備され、2004年冬から供用が開始された。この処分場の訪問メモを後に記載する(90ページ参照)。エジプトでは、有害産業廃棄物の処分場はアレキサンドリアに1箇所存在しているだけである。また、病院などは年間25千トンの有害廃棄物を発生している。これら有害廃棄物は一般的には都市ごみに混じって捨てられており、地下水位が高いナイルデルタ地域では、地下水汚染リスクが高いと考えられる。その他、農業で使用される農薬の空き缶が都市ごみ中に混じって捨てられることも環境庁では、問題視している。

工業密集地(工業団地の様なもの)での有害・非有害産業廃棄物管理について、The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City を取り上げ記載する。

### **The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City**

同工業地域は、エジプトで最も古く、2000年時点で最も大きな工業密集地域である。

この工業地域は、エジプト政府の産業振興のため、1979年にLawNo.59/1979により当時の住宅・建設・新コミュニティ省の中にコミュニティ公社を作り、工業地域の整備を始め第一号として作られた。この法律により、この工業地域に進出する工場、居住者に対し、土地の取得、ユーティリティに関して補助を与えるほか新工業地域内のプロジェクトに対し10年間の免税措置を与えている。1999年の半ばまでに11の工業都市が出来、2,352の工場が進出し、約2.7百万人の雇用を提供している。

The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City は1978年から開発がスタートした。現在は4つの開発段階の第二段階にあり、第四段階は、2017年に終了の予定である。現在(1999年半ば)、工場数は961、就業人口は144千人、約50千人が工業地域内に居住し、残りはカイロ、シャルキアなどから通っている。1997年から1998年に掛けて、USAIDの援助で産業環境管理システム(IEMS)の構築を行った。The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City の場合は、上述のコミュニティ公社により作られたCity Development Agency(CDA)により管理、統治されている。

The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City のCDAが都市内の廃棄物管理を行っているが、この都市では、工場の他に約50千人の居住者もおり、廃棄物管理は都市ゴミ、産業廃棄物が問題である。CDAは都市ゴミの収集、運搬業務を最近民営化した。集められた都市ゴミは、町の6km南にある公営の都市ゴミダンピングサイトへ運搬され、処分されている。また、都市内の道路のあちこちに不法投棄が見られる。CDAでは、予算を付けて上記都市ゴミダンピングサイトを衛生埋め立てにすることを計画している。

都市内では、有害廃棄物と非有害廃棄物は分別されず同じ方法で処分されている。ということは、有害廃棄物も上記の都市ゴミダンピングサイトに運ばれ処分されている。

エジプトの有害廃棄物の分類システムは、バーゼル分類などに倣い以下のようになっている。

Egyptian Ministry of Industry Draft Hazardous Waste List(1997)and List of Hazardous Materials	1) リストに記載された廃棄物 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 非特定排出源からの有害廃棄物とされている一般的な有害廃棄物</li> <li>● 特定排出源（20 産業）からの有害廃棄物</li> </ul> 2) 有害特性を持つ有害廃棄物 爆発性など 12 の性質を持つもの 以下の 2 つのリストが付け加えられている。 工業省の許可の必要の無い有害廃棄物、許可の必要な有害廃棄物リスト
-----------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1999 年の調査によれば、The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City では、67 の工場が有害廃棄物と定義された廃棄物を発生し、総発生量は 850 トン/月である。67 の工場の内、17 の工場が 1 トン/月以上の有害廃棄物の発生し、これらだけで 88%を占める。850 トンの内訳は、750 トンが Arabia Steel と Al Ezz Steel の高炉スラグである。その他非鉄金属粉、廃油、炉の廃耐火煉瓦屑、製薬廃棄物、アスベストなどが発生している。

The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City では、都市ゴミを含む非有害廃棄物の分別、再資源化、最終処分施設、有害廃棄物の保管、最終処分施設建設の計画を持っているが、USAID の同工業の廃棄物調査チームは、工業都市以外の非有害廃棄物も含んだ次のようなコンセプトを提案している。

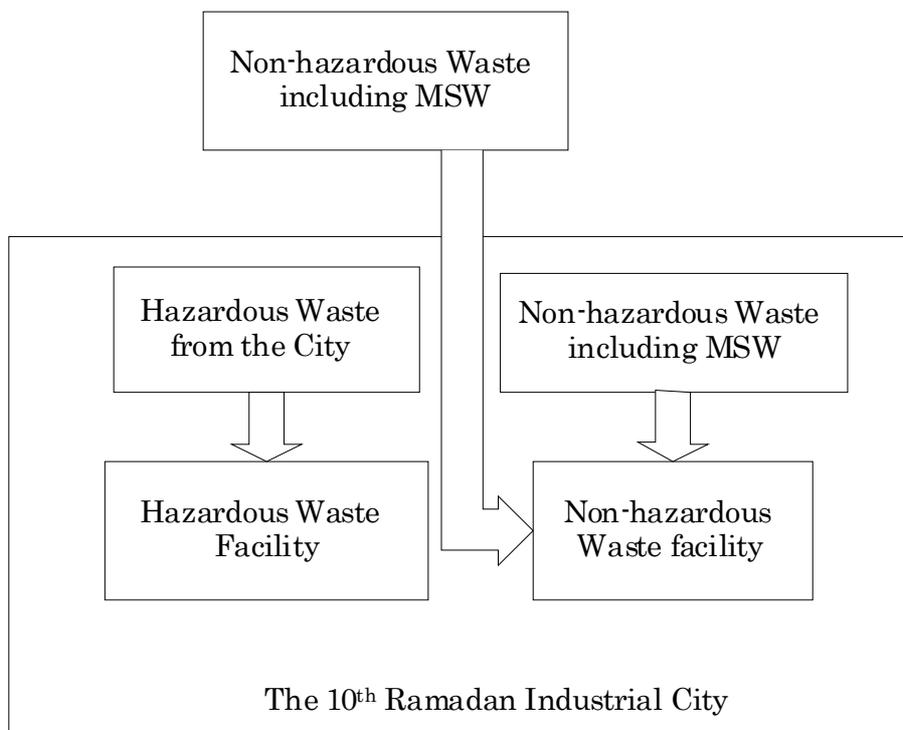


図 5.11: Ramadan 産業都市で計画されている廃棄物処理

なお、The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City の有害廃棄物ランドフィル計画の概要を以下に示す。

表 5.35: The 10<sup>th</sup> Ramadan Industrial City の有害廃棄物埋立処分場の概要  
及び概算コスト

概要	有害廃棄物処理量；1,000 トン/月 寿命；5 年間 廃棄物の嵩比重 1.2 トン/m <sup>3</sup> 覆土は廃棄物の 10% 埋立高さは 5.5m 最終的な埋立は、Ground level（掘り込み式） 面積；10,000m <sup>2</sup>	
Capital cost (千 L.E)	埋立	3,500
	建物及び付帯設備	152
	車両及び重機	620
	設計	427.2
	小計	4,699.2
	臨時費	704.88
	合計	5,404.08
O/M Cost (千 L.E)	人件費	200
	O/M 及び管理費	30
	合計	230

出典：Avijit Dasgupta, et al, 'Hazardous and non- hazardous solid waste management in the 10<sup>th</sup> Ramadan industrial city, Volume 1', June 2000

次にアレキサンドリア Governorate がフィンランドの支援で建設したエジプトで唯一の有害廃棄物最終処分場について記載する。（写真は 92 ページを参照）

● 事業主体；アレキサンドリア Governorate

<概要>

- 施設全体の面積：14 ヘクタール
- 施設：遮水工のある管理型埋め立て処分場、浸出液貯留池、ラボ、管理事務所など
- 物理化学処理プラントは 2005 年 1 月か 2 月に建設開始予定。操業開始は来年の秋の予定
- 浸出液 Holding Pond：浸出液を貯留池で貯留する。当地は乾燥気候（地中海式気候）であり、処理は行わず蒸発させ残渣を埋め立て処分場に処分する方式。物理化学処理施設からの排水もこの浸出液貯留池で蒸発させる計画

<埋立処分地について>

- 処分地の面積：1.4 ヘクター、容量：40,000m<sup>3</sup>

- 処分場の寿命：3,000m<sup>3</sup>/年として一つのセルで10年以上。あと3つセルを作ることが出来る。
- 高さ：3メートルまで積み上げる予定。
- 廃棄物の受け入れを始めたばかりで、現地調査時は、アスベストが梱包し、保管してあった。

<その他>

- 運転コストは：Fee でカバーされるべきだが、スタートしたばかりで、今は十分な廃棄物が入ってこない為、Governorate が職員の給料等を払っている。
- 料金：238 LE/ton（輸送費含み 300LE）
- 問題点としては、当所では現在、熱処理が必要な有機系の有害廃棄物は取り扱えない。現在は焼却炉などの熱処理設備の建設は計画していないが、セメント工場と連携したいと考えている。アレキサンドリア市及び近郊には、2つのセメント工場がある。一つが仏系のセメント大手のラファージュ社（Lafarge）で、もう一つはポルトガル系のセメント工場である。本プラントでは、ラファージュ社（Lafarge）の方が、設備も良く、また有害廃棄物処理の経験も深いため、連携先として適していると判断している。（次ページ写真参照）

## 5.6 その他

### (1) 化学物質

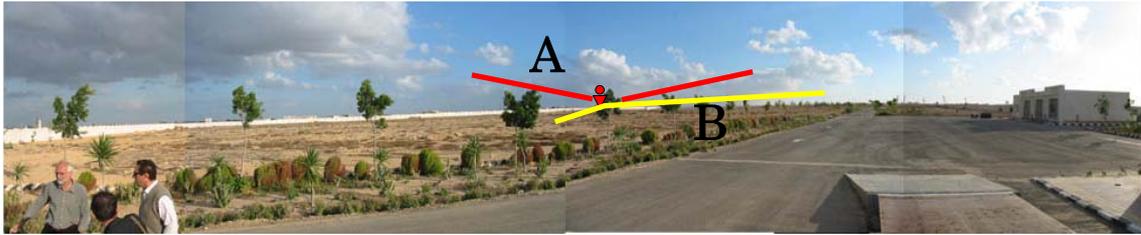
エジプトでは、2002年5月にストックホルム条約に署名し、残留性有機汚染物質（POPs）の対策に乗り出した。地球環境ファシリティの資金支援を受けて、国内実施計画（NIP: National Implementation Plan）の策定に向けたプロジェクトを実施している。

NIPの内容は次のとおりである：

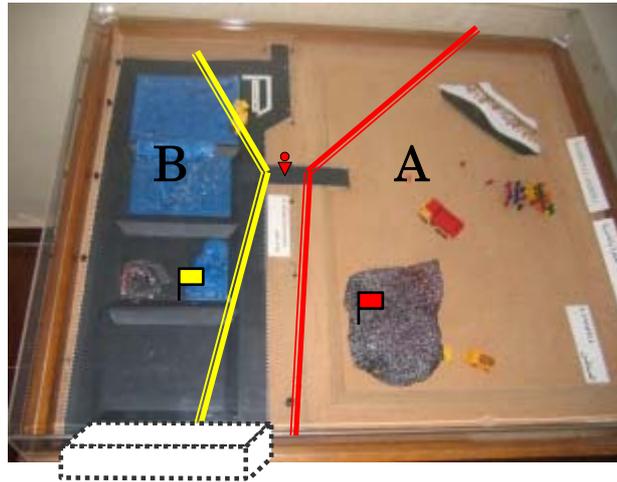
- POPs や POPs で汚染された廃棄物の保管状況の予備的な評価
- 処理を含む安全なハンドリング方法
- 条約の締約国会議（COP）への報告体制の構築
- POPs の汚染サイト調査体制の構築など

このプロジェクトでは、現在までに予備的インベントリーを作成し、セメント、化学、医療形廃棄物など10の発生源が判明している。2005年6月には行動計画が策定される予定である。

また、エジプトは、化学物質に関して表 5.36 に示す条約を締結している。



① 広域全体



② 上写真詳細模型



  は模型との合致地点を示す。  
 は物理化学施設の建設予定場所を示す。  
 蒸発池の左側に物理化学処理施設が建設される予定である。

写真 5.26: 有害廃棄物処分場の様子(アレキサンドリア)

表 5.36: エジプトが締結している化学物質に関する国際条約

条約	締結日
有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約 Basel Convention on The Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal	93年8月1日(加盟)
残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)	2002年5月17日(署名) 2003年5月2日(締結)
有害廃棄物のアフリカへの輸入の禁止及びアフリカ内の有害廃棄物の越境移動及び管理の規制に関する条約 Bamako Convention on the Ban of the Import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa	1991年1月30日(署名)
道路、鉄道、船舶による危険物質の輸送に帰する被害の民事責任に関する条約 Convention on Civil Liability for Damage Caused during Carriage of Dangerous Goods by Road, Rail and Inland Navigation Vessels (CRTD), Geneva, 1989	—
改正 有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約 Amendment to the Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal (Basel Convention), Basel, 1989	2003年12月13日(批准) 1995年9月22日(署名)
産業事故の国境を越えた影響に関する条約 Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents, Helsinki, 1992	—
フォーラム諸島への有害および放射性廃棄物の輸入禁止および南太平洋地域における有害廃棄物の管理および越境の制限に関する条約 (Waigani 条約) Convention to Ban the Importation into Forum Island Countries of Hazardous and Radioactive Wastes and to Control the Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within the South Pacific Region (Waigani Convention), Waigani, 1995	—
道路での危険物の国際輸送に関する欧州協定 European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), Geneva 1957	—
農薬の流通及び使用に関する国際行動規範 FAO International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, Rome, 1985	—
危険物質および有害物質の海上輸送に伴う損害についての責任および補償に関する国際条約 Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea (HNS), London 1996	—

注：— 不明

出典：Countrywatch.com のホームページ: <http://aol.countrywatch.com/> を基に作成

## (2) エネルギー及びCDM

### 1) CDM

エジプトは、1999年3月15日に京都議定書に署名し、2005年1月12日に批准した。(京都議定書は2005年2月16日に発効)。京都メカニズムに対するエジプトのフォーカルポイントとして、EEAAの気象変動ユニットが挙げられている。

また、エジプトにおけるCDM戦略を推進するユニットとされ、現在5名のスタッフが従事しており、能力構築を行う評議会が2004年9月に設置された。

まだ(調査団訪問時点:2004年11月末)具体的なCDMプロジェクトは検討されていないが、2005年2月16日の議定書発効以降は、次のような分野でCDMが予想されている:農園、廃棄物管理、植林、産業。産業では、NOx(アレキサンドリア)、肥料、上エジプトでのプロジェクト、織物(天然ガスへのエネルギー転換)、Wind-farm(アレキサンドリア)でのプロジェクトが予想されている。

### CDM プロジェクト

2002年6月にCDMプロジェクトの可能性を検討している。表5.37にプロジェクトのポートフォリオを示す。

表 5.37: エジプトにおいて検討中の CDM プロジェクト

コード	プロジェクト	初期投資 (百万\$)	GHG 削減量 (トン/年)	CSC (\$/tC)	Pbp (年)
1. 発電					
I.1 風力発電(Wind Farm)による発電					
1.1.1	60MW 風力発電	54	40138	30	No Pbp
I.2 太陽熱による発電					
I.2.1	CDM Integrated 太陽熱コンバインドサイクルシステム 300MW	240	49664	107.5	No Pbp
II. その他の再生可能エネルギー					
II.1 その他の太陽光活用					
II.1.1	PVによる揚水(Toshka)	0.6	39.4	2141	No Pbp
II.1.2	食品脱水(Solar Food Dehydration)	2	1691	156.8	No Pbp
III. 運輸関係プロジェクト					
III.1 鉄道電化プロジェクト					
III.1.1	カイロ-アレキサンドリア間鉄道電化	355	21073	1604.5	No Pbp
III.2 地下鉄					
III.2.1	アレキサンドリア地下鉄	687	11579	3169.9	NoPbp
III.3 水上交通					
III.3.1	ナイル川での貨物の開発	174	31855	97	No Pbp
III.4 輸送機関における天然ガスへの燃料転換					
III.4.1	低効率ディーゼルエンジンに替わるCNG専用エンジンの設置	12.3	2580	-300.6	3.8
IV. エネルギーの効率化					
IV.1 制御システム及び省エネルギー機器					

コード	プロジェクト	初期投資 (百万\$)	GHG 削減量 (トン/年)	CSC (\$/tC)	Pbp (年)
IV.1.1	Zenotex (染物会社)における制御システム及び省エネ機器	1.1	1932	-76.2	6.2
IV.2 廃熱回収					
IV.2.1	Ezz Steel 社における N.G.及びリジェネバーナーの導入	4.0	3956	-21.3	9.5
IV.3 コージェネレーション					
IV.3.1	Beni Soeif セメント	8.3	6336	-125	8.5
IV.3.2	Industrial Investments 社(化学産業)	0.3	185	-174	7.8
IV.3.3	Misr Elmonifia (繊維)	1.6	911	-237	6.3
IV.3.4	Mohm (金属加工)	0.3	369	-133	5.5
IV.3.5	エジプト航空病院(建物)	0.3	59	-488	8.5
V. 廃棄物管理					
V.1 固形廃棄物管理					
V.1.1	有機系廃棄物による飼料の製造	1	377336	-3.9	6.1
V.1.2	有機系固形廃棄物の分解	40	127000	163	No Pbp
VI. 土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF <sup>1</sup> )					
VI.1 下水を活用した植林による新しい都市の保護					
VI.1.1	ラマダン市の周辺 10km に防風林の植林	0.473	1,946	12.29	適用不可
VI.1.2	El-Arish 下水処理場周辺に防風林の植林	0.653	349	32.62	n.a.
VI.2 灌漑・排水路の保全					
VI.2.1	暴風設備による Ei-Hager 用水路及び El-Omom メイン排水路の保全	0.151	281	14.11	n.a.
VI.3 海岸砂丘の安定化					
VI.3.1	北シナイ Governorate における砂防	0.170	1,019	7.11	n.a.
VI.4 道路・高速道路の保全					
VI.4.1	カイロ-アスワン高速道路の一部における植林	0.274	428	17.71	n.a.
網掛け部分 最も可能性が高いと評価されているプロジェクト					

注：GHG (温暖化ガス)、CSC (Cost of Saved Carbon: 炭素削減コスト)、Pbp (Payback Period: 資本回収年数)

出典：TIMS/E2RC, 'Egypt's Strategy on CDM', June 2002

民間においては 1999 年に設立された NGO<sup>2</sup>が、京都議定書に関する活動も行っており、CDM 投資、CDM プロジェクトの発掘と共同実施、資金提供 (石油資本による) の準備を行っている。

<sup>1</sup> Land Use, Land-Use Change and Forestry

<sup>2</sup> Energy Services Business Association (ESBA)

## 2) エネルギー

エジプトにおけるエネルギーセクターは、GDP の 6.7% を占めている。新・再生可能エネルギー局によると、エジプトにおける再生可能エネルギーの割合は 1 % (水力を除く) であるが、2010 年までには 3 % に伸ばしたいとしている。

表 5.38: GDP に占めるエネルギー業界の割合

単位：百万 LEI

年	GDP	エネルギー業界による貢献			割合		
		石油	電力	合計	石油	電力	合計
2001/2002	299,300	14,400	5,800	20,200	4.18%	1.94%	6.75%
2000/2001	290,300	14,000	5,600	19,600	4.82%	1.93%	6.8%
伸び率	3.1%	2.9%	3.6%	3.06%			

出典：エジプト中央銀行、「年次報告書 2001/2002」

### ① 水力発電

エジプトでは電力のおよそ 2 割を水力発電に頼っている。キャパシティとしては、アスワン貯水池：615MW、アスワンハイダム：2,100MW、Esna 水力発電所：90MW である。また、Nagah Hamady 及び Assiut では 165MW のポテンシャルがあるとされている。

### ② 石炭

Bedah, Thoura, Eioun Mousa, Klabcha, Maghara で石炭の採掘が行われている。特に、Maghara には 27 百万トンの埋蔵量があるとされている。エジプトは、1.6 百万トンの石炭を輸入している。

### ③ 太陽エネルギー

エジプトは北緯 22 度～32 度に位置しており、一日に 9～11 時間の日照時間がある。平均で 1,900～2,600 kWh/m<sup>2</sup>/年の太陽光線が降り注いでいる。これまでに、家庭用温水器が 220,000 個製造され、主に砂漠の都市で使われている。温水としての使用のほかに、PV セルによる電力発電にも力を入れている。PV セルで作られた電力は、ポンプ施設、脱塩施設、氷産業、ワクチンの保冷、ナビゲーション、携帯電話の基地、高速道路の案内板、リモートエリアの照明、石油パイプラインのカソード保護などの使用が検討されている。

新・再生可能エネルギー局の次官 (Ms. Laila Abd-El-Kawy) によると、特に、太陽熱利用クーリングシステム (Solar thermal cooling) を、特にシナイ半島で進めたいとしている。また、今後必要な課題として、PV(photo voltaic)セルの効率化、僻地に対するエネルギー戦略の開発(F/S の必要性)、情報収集、太陽光発電を利用した揚水ポンプやナイル川の灌漑等を挙げている。

### ④ 風力発電

エジプトは風力発電に適した地域に恵まれている。スエズ湾では平均 10m/秒、東オワスコ(Owainat)地域では平均 7m/秒の風が吹いている。ウィンドファームと

しては、140MW 分が既に完成しており、205MW 分が現在建設中である。また、2010 年までには既存の施設とあわせて 24 億 KWh/年の発電を行う計画である。(プロジェクト期間を通して、5 千トンの石油を節約する計算である。)

⑤ バイオマスエネルギー

農業、畜産、人糞、固形廃棄物を利用したバイオガスの製造は、高いポテンシャルを有している。これは、廃棄される物質を有効利用することにより環境に優しくまた、安価な熱エネルギー源、肥料となりえる。今後の課題としては、安価な技術の開発、技術移転などが考えられる。この際に考慮に入れなくてはならないのが、近年発生しているブラックスモーク (Black Clouds) の発生である。

さらに、農業廃棄物を利用したバイオ燃料の試験施設なども今後必要とされている。

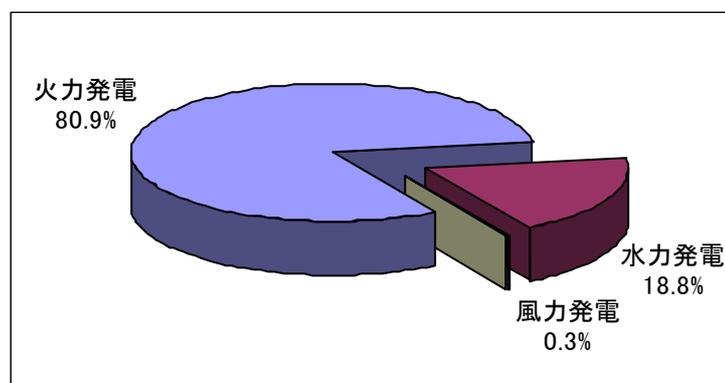
表 5.39: 一次エネルギーの生産量

(MTOE)

一次エネルギー	2001/2002	2000/2001	伸び率
原油	30.784	32.115	(4.14%)
天然ガス	31.729	25.344	25.19%
天然ガス	26.151	20.390	-
縮合物(Condensates)	4.272	3.599	-
LPG	1.306	1.355	-
水力発電	3.277	2.997	-
[T.W.h]	[15.130]	[13.697]	10.46%
石炭	0.025	0.039	(35.9%)
合計	65.815	60.495	8.79%

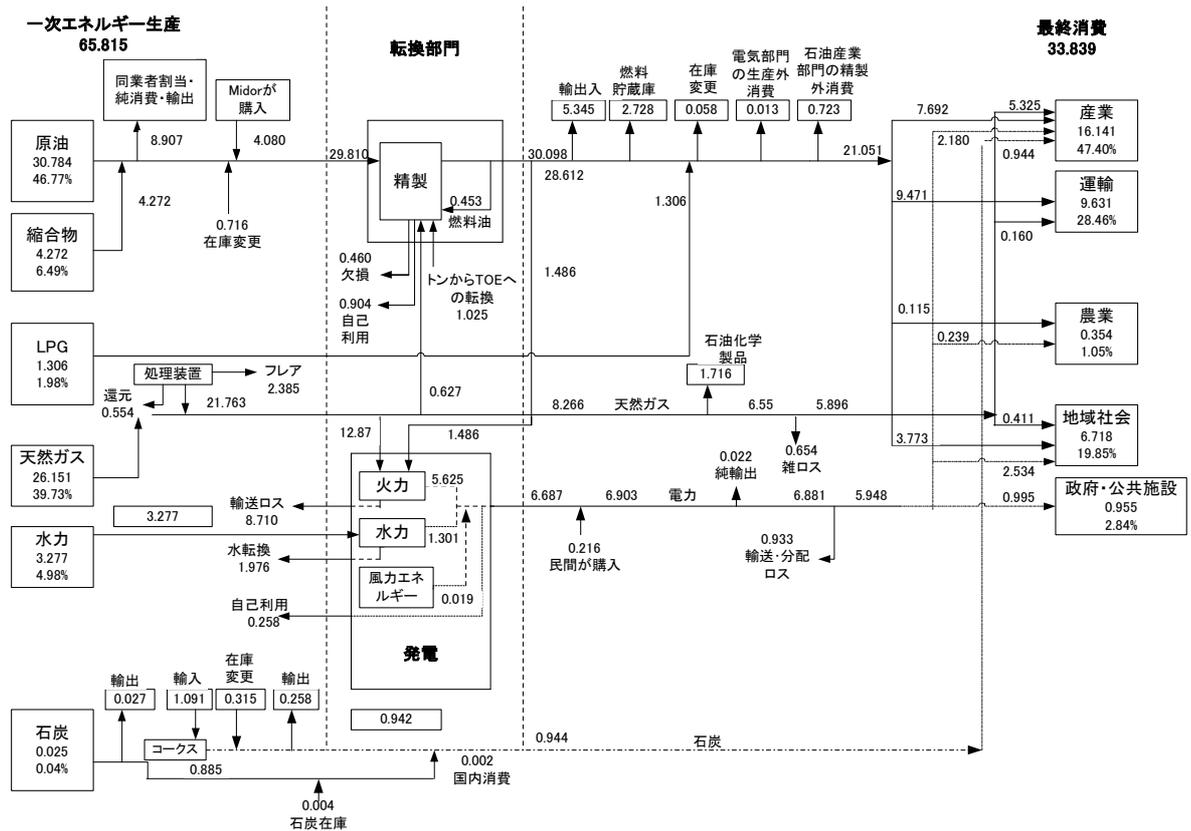
TOE: Tons of Oil Equivalent

出典 : Organization for Energy Planning, 'Energy in Egypt 2001/2002'



出典 : Organization for Energy Planning, 'Energy in Egypt 2001/2002'

図 5.12: 2001/2002 年における電力需要と供給量 (発電方法別)



出典：Organization for Energy Planning, 'Energy in Egypt 2001/2002'

図 5.13: エジプトにおけるエネルギーバランス

### (3) エジプト公害削減対策プロジェクト(EPAP: Egyptian Pollution Abatement Project)

#### 1) クリーナープロダクション

世銀の試算によると、工業セクターを除くエジプトにおける 1999 年度の環境汚染の金額は GDP の 4.8%に達するとしている。工業セクターが除かれた理由は、公害に関するデータが不足していること、環境汚染のインパクトを数値化することが本質的に難しいからとしている。また、エジプト政府は過去数年に渡り、基準の策定など公害防止に関する施策をとってきたが、エジプトの経済状況が良くないこと及び改善しているとはいえ、組織の能力が不十分な故に、法の執行は依然として弱いと指摘している。

エジプトの都市部の大気汚染は主な原因は自動車の排ガスであるが、ヘルワン、アレキサンドリア、スエズなどでの工場からの排煙も原因の一つである。また、水質汚濁では、主要な原因は生活排水ではあるが、特定な地域に立地する工場からの排水も原因の一つであろう。大きな工場と並んで、公害の汚染源として重要なものが鉛 2 次製錬(鉛)、なめし皮 (Cr、COD)、レンガ製造 (SO<sub>2</sub>)、繊維、砕石、石炭、石灰などの中小工場である。エジプト政府はこれらの工場の一部を特にカイロ首都圏から移転させる施策をとってきたが、多くの工場は残っており、多くの汚染物質を排出している。エジプト政

府は近年、他ドナーの支援も利用し、特にこれらの中小工場へ EoP 設備やクリーナープロダクション設備の導入を促進する施策をとってきた。クリーナープロダクションのプロジェクトとしては、DANIDA の援助で行われている産業の環境規則への遵守プロジェクト (Achieving Compliance with Environmental Regulation in Industry, ACI) と世銀、FINNIDA、欧州投資銀行等の支援を受けて実施しているエジプト公害軽減プロジェクト (Egyptian Pollution Abatement Project, EPAP) である。いずれのプロジェクトも C/P は環境庁である。

## 2) EPAP1

図 5.14 に 1997 年から 2005 年 3 月末まで実施された EPAP 1 のコンポーネントを示す。EPAP は、公共および民間の企業を対象としており、産業公害の削減を進めるプロジェクトである。

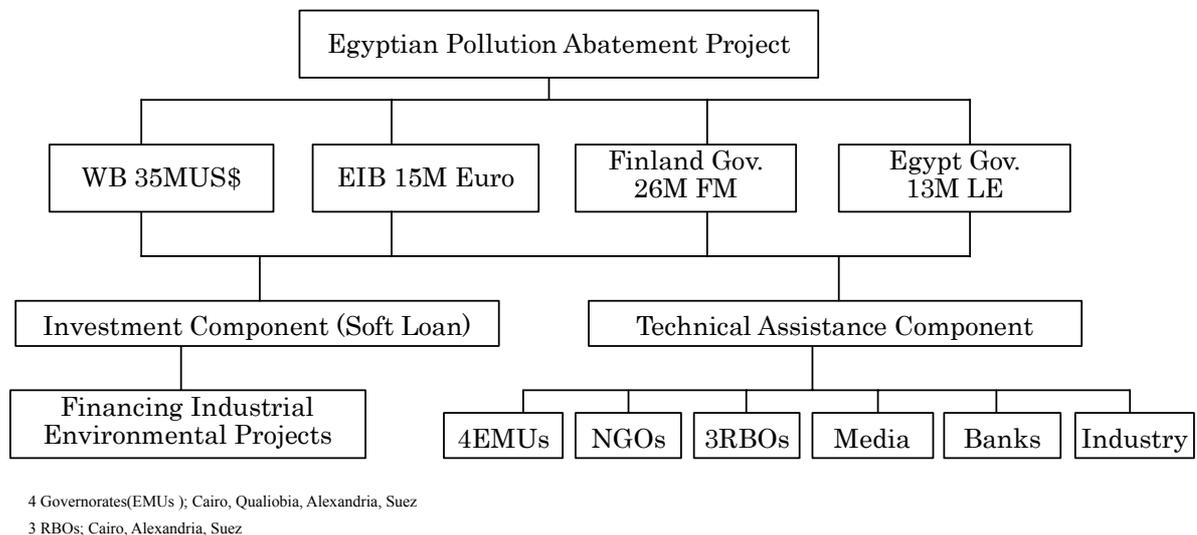


図 5.14: EPAP コンポーネント図

EPAP 1 には、2つのコンポーネントがあり、企業への CP, End of Pipe など設備向けソフトローンコンポーネントと技術協力コンポーネントである。ソフトローンコンポーネントの原資は WB の 35MillionUS\$ と EIB の 15MillionEuro で、技術協力コンポーネントは、フィンランド政府の資金 26MillionFM とエジプト政府の 3MillionLE の資金が原資である。

## 3) EPAP2

上述のように EPAP1 は 2005 年 3 月で終了している。EEAA は、以降の EPAP2 について WB、GEF、炭素基金、JBIC からのローンによる実施を検討中である。EEAA 公害対策課によると、JBIC に正式要請の意向はあるが、エジプト外務省の承認、さらに大統領の同意が必要であり、いつ実現するか分からないとの事であった。対象地域は、大カイロ圏、アレキサンドリア、スエズ運河にある 2 都市 (スエズ及び Ismailia) を予定している。

#### (4) NGOs

NGOs は開発の強力なパートナーとして認識されており、エジプト政府は、一層の市民社会の発展を進めるため、新 NGO 法（法律 153/1999 年）を制定し、NGOs の活発な活動を後押ししている。新 NGO 法に先立つ法律 32/1969 年では NGO が活動できる分野を 7 分野と定めていたが、法律 153/1999 年ではこの制限が取り払われ、また、国際 NGOs がエジプト国内で活動すること、外国人がエジプトの NGO のメンバーに加わること等が認められるようになった。

例えば、環境に関連する NGO として 1999 年に業界団体の代表として組織された EESBA（Egyptian Energy Service Business Association）があるが、この団体では、認証エネルギー管理者の研修、クリーナープロダクション、乗用車の CNG 化、温暖化対策等の推進に力を入れている。

次に、環境に関する NGO のリストを示す。

表 5.40: 国内及び地域的 NGO

組 織	行政区	設立年	主な活動
Friends of Trees Association	カイロ	1973	環境保護、教育、地域開発
Egyptian Association for Packaging Development	カイロ	1974	環境保護
Arab Office for Youth and Environment (AOYE)	カイロ	1978	環境保護及び地域開発
Association for the Protection of the Environment (APE)	カイロ	1984	環境保護
Central Association for Environmental Protection	カイロ	1989	環境保護
Egyptian Association for Development of Local Communities	カイロ	1993	環境保護及び地域開発
Friends of the Environment and Development Association (FEDA)	カイロ	1993	環境保護
Association of Enterprises for Environmental Conservation	カイロ	1996	環境保護及び地域開発
Participation and Conversation Forum for Development	カイロ	2000	環境保護及び地域開発
Liberty Association for Community Development	アレキサンドリア	1966	環境保護及び地域開発
Friends of the Environment Association	アレキサンドリア	1990	環境保護
Egyptian Association for Industry and Environment	アレキサンドリア	1991	環境保護
Association of Commendable Efforts in Shebin El Kom	メノウフィア	1982	環境保護及び地域開発
Association for Development and Environment	イスマイリア	1993	環境保護及び地域開発
Coptic Evangelical Organization For Social Services (CEOSS)	ミニア	1960	環境保護及び地域開発

組 織	行政区	設立年	主な活動
The National Association for Environmental Protection	エルアリッシュ	1989	環境保護
Baladi Association	ポートサイド	1973	環境保護及び地域開発
Association of Islamic Youth	ベニスエフ	1967	環境保護及び職業訓練
Association for Local Community Development	ベニスエフ	1982	環境保護及び地域開発
Association of Environmental Conservation in Fayoum	ファユーム	1991	環境保護
Association for Environmental Protection and Children Protection in Etay El Baroud	ベヘイラ	1996	環境保護及び地域開発
The Women Association for Health Improvement	ソハーグ	1966	環境保護及び医療サービス
Association for Environmental Protection in Assiut	アシュート	1991	環境保護
Association for Development and Environmental Protection in Dakahliya	ダカーリヤ (Dakahliya)	1993	環境保護及び地域開発
Association For Community Development and Environmental Protection in Kafr El Dawar	ベヘイラ	1995	環境保護及び地域開発
Association for Environment and Family Development in Qena	エナ (Qena)	1991	環境保護及び地域開発
Association for Local Community Development	シャーキア (Sharkyia)	1983	環境保護及び地域開発
Association for Community Development in the New Salhyia	シャーキア (Sharkyia)	1984	環境保護及び地域開発
Hurghada Environmental Protection and Conservation Association	ハルガダ (Hurghada)	1992	地上及び海洋生態系、紅海及びその沿岸のサンゴ礁海域の保護と保全

出典：JICA「国別環境情報整備調査報告書（エジプト国）」2002年2月

表 5.41: 国際 NGO

組 織	所在地	設立年	主な活動
Near East Foundation	カイロ	1915	持続可能な開発の推進; 資源の平等な分配及び効率的な利用; 人材可能性の強化; ホスト国におけるサービス配達システムの改善
Cooperative for American Relief Everywhere (CARE)	カイロ	1954	小規模会社の開発; 地域開発; 環境開発及び食料保全
Catholic Relief Services	カイロ	1956	上部エジプトの新旧地域に暮らす人々の社会経済上の困窮を緩和する
Ford Foundation, Cairo Office	カイロ	1957	貧困と不正の軽減; 民主的な価値の強化; 国際的な協力の強化; 人の業績の前進

組 織	所在地	設立年	主な活動
Agricultural Cooperative Development International	カイロ	1963	取引の増加と持続可能な経済発展のための農業関連組織及び自営組織の支援
Medicins Sans Frontiers	カイロ	1975	地方機関との協力を通して環境や衛生に関するサービスを提供する
Institute of Cultural Affairs Middle East and North Africa (ICA)	カイロ	1976	高度に参加型、かつ他の組織と協力して行うプログラムを通しての組織開発
Plan International	カイロ	1980	環境改善の支援; クリニック及び病院の設立と補修
Save the Children/USA	カイロ	1982	汚水、廃棄物、排水のための衛生システムの提供による衛生面でのリスクの軽減
Fredrich-Ebert foundation	ギザ	1976	経済改革及び小規模産業分野での仕事

出典：JICA「国別環境情報整備調査報告書（エジプト国）」2002年2月

表 5.42: NGO ネットワーク

組 織	所在地	設立年	主な活動
Arab Network for Environment and Development (RAED)	カイロ	1978	様々の環境及び開発問題に関する情報の収集、宣伝、交換
The National NGOs Center for Population & Development(NCPD)	カイロ	1995	ネットワーキング、キャンペーンビルディング、プロジェクト提案書の開発、及びプロジェクトを維持するのに必要な資金を通しての地域的なNGOの技術的支援
Cooperation and Development Association for Egyptian and European Youth (CDAEEY)	ギザ	1997	文化事業、教育事業、社会事業、慈善事業及び会議、話し合い、セミナー、訓練プログラム、競技、祭典などを通じた環境レクリエーション、スポーツ活動

出典：JICA「国別環境情報整備調査報告書（エジプト国）」2002年2月