

セネガル国
セネガル衛生公社(ONAS)
セネガル清掃公社(APROSEN)

セネガル国
カオラック市下水・排水・廃棄物処理
プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)
最終報告書
要 約

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 アース アンド ヒューマン コーポレーション

環境
JR
14-073

セネガル国
セネガル衛生公社(ONAS)
セネガル清掃公社(APROSEN)

**セネガル国
カオラック市下水・排水・廃棄物処理
プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)
最終報告書
要 約**

**平成 26 年 3 月
(2014 年)**

**独立行政法人 国際協力機構
(JICA)**

**株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 アース アンド ヒューマン コーポレーション**

カオラック市下水・排水・廃棄物処理プロジェクト

ファイナルレポート

ファイナルレポート構成 (和文)

1 要約

本件調査において使用した通貨換算率は以下の通りである。

基本計画(Master Plan)段階

1.00 ヨーロ	= 655.957 セーファーフラン	= 1.305 米ドル	= 109.545 日本円
1.00 米ドル	= 502.649 セーファーフラン	= 0.766 ヨーロ	= 83.943 日本円
100.00 日本円	= 598.823 セーファーフラン	= 1.191 米ドル	= 0.913 ヨーロ

2012年12月現在

実施可能性調査(Feasibility Study)段階

1.00 ヨーロ	= 657.071 セーファーフラン	= 1.326 米ドル	= 130.100 日本円
1.00 米ドル	= 495.455 セーファーフラン	= 0.754 ヨーロ	= 98.100 日本円
100.00 日本円	= 505.051 セーファーフラン	= 1.019 米ドル	= 0.769 ヨーロ

2013年8月現在

注：出典の明示されていない表および図は、専門家チームが直接収集もしくは独自に解析したデータ/情報によるものである。



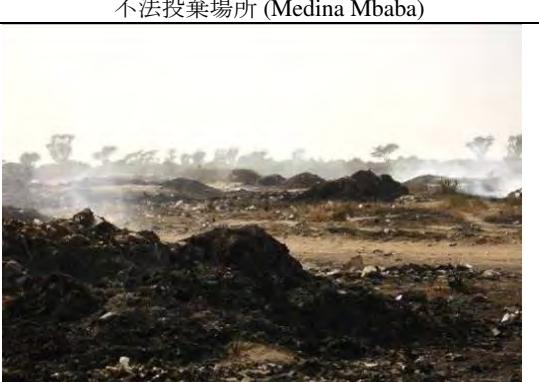
プロジェクト対象地域図



写真集（下水道・衛生改善）

	
浸水の状況(低地)	浸水の状況(排水路未整備地域)
	
移動式ポンプを使用した排水作業	排水路におけるゴミの不法投棄や土砂の堆積(1)
	
排水路におけるゴミの不法投棄や土砂の堆積(2)	家から排水路へ延びる下水管
	
土水路の状況	開水路における堆積物

写真集（雨水排水）

	
朽ち果てたゴミ中継基地(1)	朽ち果てたゴミ中継基地(2)
	
ロバによるゴミ収集車	不法投棄場所とロバによるゴミ収集車
	
不法投棄場所(Medina Mbaba)	医療廃棄物(Bongre)
	
既存最終処分場 (Mbaolakhoune village)	使用手続き中の最終処分場 (Mbaolakhoune village)

写真集 (廃棄物管理)

主要要約

プロジェクトの背景と目的

1. カオラック市は、2012年時点で27万人の人口を擁し、セネガル共和国の中でも有数の地方都市である。しかし、下水、雨水排水および廃棄物の処理は十分でなく、不衛生な環境を呈している。さらに、1979年に策定された衛生改善基本計画は、その後の状況変化にも拘わらず、改訂作業が行われていない現状にある。こうした状況を踏まえれば、衛生環境の改善に向けて、まず従前の基本計画の改訂が必要不可欠である。また、従前の基本計画策定と並行して、1980年代初頭に下水道網ならびに下水処理場が建設されている。一方、雨水排水路網も同じく建設はされているが、市域中心部に限定されている。

廃棄物管理に関しては、機材の劣化が著しく、2007年時点で収集率が25%に留まっている。市には3ヵ所のゴミ中継基地と1ヵ所の最終処分場があるが、これらはすべて屋外投棄ないし投棄埋立方式を取っており、投棄された廃棄物を均す重機や搬入計量機器も整備されていない状況である。現在、こうした状況はゴミ運搬ならびに中継基地や処分場の管理において、悪化の一途を辿っている。

上記のようなカオラック市を取り巻く背景を踏まえて、セネガル共和国政府(以下、セネガル政府)は、日本政府に技術的な支援を要請した。この公的要請を受けて、日本政府は、本件「カオラック市下水・排水・廃棄物処理プロジェクト」の実施を採択した。この結果、日本政府の海外技術援助プログラムの実施を担う国際協力機構(JICA)は、セネガル政府の関係機関と共同してプロジェクトを実施することとなり、2011年11月に開始され、2014年3月に完了した。

2. 本プロジェクトの目的は以下のとおりである。

- (1) カオラック市における下水・雨水排水・廃棄物管理の既存計画と実態を調査・検討する。
- (2) カオラック市の下水・雨水排水・廃棄物管理のための基本計画を作成する。
- (3) 基本計画の中で優先度の高いプロジェクトの実施可能性調査を行う。
- (4) プロジェクトの実施を通じて、セネガル国カウンターパートに、関連する技術を移転する。

プロジェクト対象地域の現状

3. **国家経済：**2011年におけるセネガルの一人当たりのGDPは1,119米ドルであるが、これは2008年の1,136米ドルを下回る値で、2008年から2009年にわたる世界経済危機の影響を受けたものである。この値は、サブサハラ諸国の平均的な値よりもいくらか低くなっている。しかしそれは、2011年に至っても、2009年の経済低迷から脱却できていない。これがサブサハラ諸国との大きな違いとなっている。

この2008年から2009年の経済危機以前、セネガルのインフレ率は急速に増大していた。例えば2007年には5.6%、2008年には6.5%を呈し、2009年には逆に-1.5%を示した。これらの値も、サブサハラ諸国の平均より常に低く、経済成長と同様な傾向を示している。セネガルの最近のインフレ率は2011年で3.2%である。

4. **カウンターパート組織としてのONAS、APROSEN、カオラック市：**セネガル衛生公社(ONAS)は、都市計画・衛生省(Ministry of City Planning and Sanitation)の管轄下にある政府機関である。1996年に設立され、関連法制度の下に、下水および雨水排水のインフラ整備事業の計画、これら整備事業の管理、下水および雨水排水施設の運営・維持管理、オンライン下水処理施設の建設、下水処理料金の管理を主たる業務としている。2010年、ONASの予算は66.2億FCFAであった。また、2009年におけるONASの職員数は182名である。

APROSENは2010年に設立され、技術面では生活省(Ministry of Living)、財政面では財務省(Ministry of Finance)の管轄下にある。APROSENは、廃棄物関係の継続的な監視を強化することにより、衛生的な生活環境を確立、維持していくことを目途としており、その所掌業務は次のとおりである。(1)地方政府の代理として、公共の清掃活動、ゴミの収集・運搬・処分の活動を確立する。(2)廃棄物管理のための機材とインフラ整備を管理する。(3)廃棄物管理の法制化に向けて政府を支援する。(4)生活環境改善のための調査を実施する。APROSENは、本プロジェクト期間内に組織が消滅し、地域計画・地方行政省(Ministry of Regional Planning and Local Government)の管轄下となり、組織解散後も職員は、政府職員として省内に留まっている。

カオラック市の職員は、2011年12月時点で280名(男性196名、女性84名)である。市議会議員は定員70人で、5年に一度、市民の直接投票によって選出される。市長はこの議員の中から互選により選出される。雨水排水路と廃棄物管理の業務に関連する部局は、土木技術部局で、79人の職員で構成されている。近年の3ヵ年、2009年から2011年を見ると、カオラック市の平均的な予算消化額は、16億FCFAであった。

5. **気象：**カオラック市にはセネガル気象庁(ANAMS)管轄の気象観測所があり、長期にわたり気象観測を行っている。1998年から2012年までの14年間の観測日雨量から、年最大日雨量を抽出し、確率解析を行った。その確率日雨量を、ダカールで解析された確率日雨量と比較し、次のような確率降雨強度曲線式、すなわち、2年確率： $I=3,451.2/(T+36.9)$ 、5年確率： $I=4,638.8/(T+36.9)$ 、10年確率： $I=5,427.8/(T+36.9)$ を得た。ここに、Iは降雨強度(mm/時)、Tは降雨継続時間(分)である。これらは、雨水排水管理計画に用いるものである。

2012年の雨期を通じて、JICA調査団は、事務所の屋上に観測機器を設置し、10分間隔で短時間降雨を観測した。この観測結果に基づいて、カオラック市の雨水排水管理のための計画条件を、10年確率降雨で継続時間を3時間と設定した。

6. **水供給：**カオラック市では、深層地下水を4つのポンプ場からポンプアップし、3基の給水塔を介して家庭、商業施設や行政施設に供給している。現在の給水区域は 19.5km^2 、将来の拡張予定区域は 6.6km^2 である。将来の拡張には、さらに1ヵ所のポンプ場と1基の給水塔が必要となる。2011年の日平均水使用量は $17,950\text{m}^3/\text{日}$ 、このうち $14,515\text{m}^3/\text{日}$ が一般家庭用、 $3,435\text{m}^3/\text{日}$ が商業用と見積もることができ、商業用の一般家庭用に対する比率は近年の5年間のデータより、0.20から0.25の範囲にある。

7. **下水道：**カオラック市の下水道網の主要部分は、1982年に策定された旧基本計画の策定作業と並行して1980年代に敷設されたものである。管渠の敷設区域は 3.03km^2 で、カオラック市の中心部に位置している。さらに、地方自治体の支援強化のためのプログラムであるPRECOLにより、市の北東部で下水道網の拡張工事を実施しており、この敷設区域が 0.92km^2 である。PRECOLにより建設中のポンプ場を含んで、5基のポンプ場がある。1980年代には、石綿セメントの管渠が用いられたため、現在、管渠の老朽化や劣化が著しい。したがって、PVC管による敷設替えが、カオラックの下水道における喫緊の課題となっている。

カオラックの下水処理場は、旧基本計画の策定と並行して、1981年に建設され運用を開始した。処理方法は、ラグーンによる処理で、当初の計画は汚水量として $2,000\text{m}^3/\text{日}$ を見込んでいた。2006年にIDBの支援により、 $6,000\text{m}^3/\text{日}$ まで処理量を増大するために、一部既存ラグーンを爆気式ラグーンに改良する工事に着手した。しかし、改良工事は完成せず、IDBから正式な引渡しがないまま、爆気式ラグーンは運転されずに現在に至っている。この結果、いくつかの爆気装置は転倒し、防水シートの一部はめくれた状態のまま放置されている。こうした経緯を経て、現況では5つの池が運用されている。JICA調査団の現地調査によれば、流量調整堰の補修や池の浚渫が実施されれば、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ の処理能力が期待できると判断される。

ONASカオラックの月次レポートによれば、処理場への流入量は、 $1,000$ から $2,000\text{m}^3/\text{日}$ の幅を持っている。この結果、放流水質は、 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 TSS 等の基準を満たすことが出来ていない。この事実は、下水処理場のリハビリなし処理能力強化が喫緊の課題であることを指し示している。

8. **雨水排水 :**雨水排水路網は、1982年の基本計画以前にも、市の中心部に存在していた。従来の基本計画が策定された1980年代以降、主要な雨水排水路が市中心部に建設されていった。カオラック市が管理している排水路網の総延長は、 19.96km および、この内訳は、開水路が 12.38km で、蓋掛け水路が 7.58km である。これらの排水区域の合計は 7.79km^2 である。

開水路のほとんどは、土砂とさまざまなゴミで閉塞している。水路内へのゴミの投棄は、土砂の流入堆積と同様、水路の排水能力を著しく阻害・低下させる。乾期において、排水路の流水は主として家庭雑排水によるものとなり、下水の滞留と水質の悪化をもたらし、悪臭の発生と景観の悪化という都市環境を低下させる要因となっている。

一方、カオラック市では、既存の排水路網の外側で、浸水常襲地域や長時間の湛水が確認されている。具体的には、約10ヵ所の浸水常襲地域が確認されており、本基本計画で検討する雨水排水管理計画においては、こうした地域に主眼を置いて検討された。

9. **廃棄物 :**カオラック市の廃棄物収集および運搬機材の劣化が著しく、2007年には収集率が25%に留まり、市の中心部と公共市場を収集対象とするのみであったが、現在はさらにその状況が悪化している。運搬車両の不足により、2010年には収集率が12%に、さらに2012年には6%に低下している。

現状のカオラック市の一次収集を含む廃棄物収集システムは、主としてROC(ロバが引く車両)に依存しており、一次収集の90%を占めている。ここで収集されたゴミのほとんどは、市内に散在する不法投棄場所に投棄される。一方、残りの10%に相当する市場やバスター・ミナルから出るゴミは市役所によって収集され、Mbadakhouneにある仮の最終処分場に運搬され、投棄されている。市の住宅地域内に多くのゴミの不法投棄場所が存在している。さらに1ヵ所の最終処分場があるが、投棄埋立方式を取っており、ゴミを敷き均す重機もトランクの積載重量を計測する機器も無い状態である。

カオラック市は、2008年にAPROSENの技術的支援の下に、廃棄物管理の基本計画を策定した。市役所はこの基本計画を実施に移そうとしたが、財政的制約のため、いまだ実施に至っていない。イスラム開発銀行(IDB)は、カオラック市の基本計画を引き継ぎ、セネガル4都市の廃棄物管理プロジェクトとして統合し、IDB廃棄物管理プロジェクトを提案した。

10. **環境・社会配慮 :**カオラック市には、「tannes/spots」と呼ばれる浸水常襲地域がある。Dialegne、Medina地区がこれに相当し、住民の生活と衛生状態は、高い酸性と塩分土壤のた

め、危険な状態にあることである。NGOのCARITASによれば、ある特定地区では、このため衛生施設の建設も困難となっている。例えば、砂地盤と地表から1m未満の高い地下水位によって、腐敗槽の建設が困難となっている。こうした地区は、Medina Mbaba、Abattoirs、Touba Kaolackである。また、地下水に含まれる塩分は、タンクや他の建設資材を錆びつかせる原因となっている。

社会的な軋轢に関して、ゴミを運ぶトラックの運転手と、Mbadakhpouneの最終処分場付近の住民との対立がある。カオラック市外縁部の住民は、市の中心部のゴミを自分達の地域に運んでくることに異議を申し立てている。一方、トラックの運転手は、こうした住民の異議を避けるように、夜間にゴミを搬入している。市当局は、正式な最終処分場を提供できないため、こうした争いに介入できていない。不法投棄場所は市内の多くの場所に存在し、同様の問題に直面している。すなわち、付近のコミュニティは、投棄場所からの臭いや風でゴミが舞うことに対する不満のため、NGOやEUが支援するROCプロジェクトの投棄場所の閉鎖を要求している。腐敗槽汚泥の投棄に関しても、投棄先のSing Sing地区において、稻作地の近くの川原で引抜き汚泥を処分しているため、付近の稻作農民との間で軋轢が生じ、また近隣住民の衛生状態に悪影響を及ぼしている。

全般的な計画立案コンセプト

11. 国家の開発計画の流れ：セネガル政府は、2000年に巨額の負債を抱えて以降、貧困削減の総合的な戦略を軸に、国家の開発に取り組んできた。2003年から2005年を計画期間とする「貧困削減のための成長戦略(DSRP-1: Document of Growth Strategy for Reduction of Poverty)」は、過去の通貨切り下げ計画の成長目標を改善し、社会・政治開発計画における負の事象の発生を正すために作成された。セネガルでは、貧困層の比率は依然として相対的に高く、所得配分の偏りも著しいものがあった。これらの事実から、貧困削減や経済成長の成果の再配分のための挑戦を、より効果的に実施できる方策が必要とされた。

DSRP-IIで規定された対象期間である2006年から2010年は、食糧・エネルギー危機や2008年の世界的な経済・財務面での深刻な不況のため、計画されたGDPの力強い成長や生活水準の向上に関する目標がほとんど達成されなかった。2005年から2009年の間の貧困の改善予測は、指標の数値が停滞するのみの結果をもたらし、1人当たりのGDPの成長率も、年平均で0.5%に過ぎなかった。

DSRP-IIの実施に関する評価を踏まえて、新たな5ヵ年国家開発計画「社会経済政策(DPES; Document of Policy on Socio-economy)」が、2011年から2015年を計画期間として策定された。衛生改善に関しては、DPESにて2015年を計画目標年次とし、村落部で63%、都市部で78%のアクセス率を達成することを掲げている。DPESにおける評価では、2010年にセネガルのすべての都市域で、アクセス率は63.1%であったとされている。統計データが無いため、関係する役所の職員やNGOからの聞き取りによれば、現況のカオラック市におけるアクセス率は、50から65%と推察される。現在の改善策の進捗を考えると、2015年の目標である78%をカオラック市で達成するのは難しいと判断される。

12. 計画立案コンセプト：ミレニアム開発目標(MDGs; Millennium Development Goals)の目標年次は2015年である。目標年次が近づいているため、国連開発計画(UNDP; United Nations Development Programme)は、MDGsの後継開発目標を検討している。カオラック市における環境インフラの改良とサービス向上を目指す本プロジェクトの基本計画は、MDGsの改善コンセプトや国家開発計画のコンセプトを網羅するものであることが望ましい。

カオラック市における都市環境インフラ整備について、「カオラック市において、持続可能な都市環境インフラとサービスへのアクセスを、MDGsの達成後も、合理的かつ公平なやり方によって増大させる」というビジョンを設定した。こうして設定したビジョンに沿って、カオラック市の都市環境の全体的な改善目的を、基本計画の作成過程でのステアリングコミティやテクニカルコミティにおける議論を踏まえて、次のように設定した。

- 都市環境インフラの整備更新、下水処理や廃棄物の収集処分といった日常の公共サービスを通して、都市環境の質的向上を図り、統合的かつ有効な方法によって、固体および液体の廃棄物と雨水排水の十全な管理を達成する。
- 雨期の浸水常襲地域において繰り返し発生する洪水・湛水を軽減すべく、都市の雨水排水管理を確立する。
- 下水管渠網と下水処理場を統括する下水部門、雨水排水部門および廃棄物管理部門、これらが、円滑かつ持続的に事業が実施できるよう組織・制度面の改善を行う。
- 住民の環境への意識を高めるキャンペーンや住民参加の行事等を通して、下水やゴミ投棄に関わる人々の行動様式を改善していく。
- 上記の個別目的の達成とともに、これらの相乗効果によって、最終的にカオラック市の健全な都市環境を実現する。

13. 目標年次と計画区域：基本計画の目標年次は、セネガルのカウンターパートとJICA予備調査団の協議に基づいて、2030年とする。プロジェクトの計画区域は、同様に当時の協議に基づき、カオラック市域とする。実務面では、現実的な計画区域は、カオラック市内の地区(District)区分された市街地部分である。したがって、計画区域は、カオラック市の中心部(City Center)であり、該当面積は19.82km²である。

プロジェクトの構成は汚水、廃棄物、雨水排水の3分野であるが、これらの技術的な特性から、それぞれの計画区域は異なってくる。すなわち、廃棄物管理では、行政区分である地区(District)境界に沿ったものになる。一方、雨水排水管理は、自然の地形区分(尾根で分割)に従う。そして污水管理は両者の中間的位置付けとなる。したがって、それぞれの分野で計画区域がわずかに変わってくる。

14. 人口予測：2012年に各地区長のレポートをもとにして、2012年のカオラック市の人口の算出を行った。市中心部(City Center)とは、すでに都市化して、人口密度も稠密になっている中心部を指している。プロジェクトの構成要素の中には、多額の予算を必要とするものもあり、投資の効率性を考えると、この市中心部がプロジェクトの対象区域としては適切であろう。こうした考察のもと、2012年時点の市中心部の人口は245,000人、市域全体では270,000人と推定され、この人口はステアリングコミティで承認された。

過去の地区毎の人口増加率と人口密度の上限値300人/haを設定し、将来の人口を5年間隔で推定した。目標年次である2030年における人口は、市域全体で403,000人、市中心部で382,000人と予測した。

下水・衛生システム改善計画(基本計画)

15. 対象施設・構造物：基本計画において対象となる施設・構造物は、下水処理場と下水道網である。これら両者は、主として1980年代初頭に建設された。下水処理場は2006年にIDBの支援により爆氣式ラグーンに改善される計画であったが、プロジェクトは未完成のままで

で、逆に処理能力は初期の2,000m³/日から1,000m³/日に減少している。こうして、既存の処理場は、流入下水量に対して過負荷運転を余儀なくされている。

一方、下水道網は、1980年代初頭に敷設した管渠は、石綿セメント管を用いているため老朽化が著しい。こうした管渠のリハビリが必要であるとともに、下水処理場の改善とともに管渠網の拡張も必要である。

16. 計画条件：現況のレビューと人口予測結果を踏まえて、段階的整備を進めていく考え方に基づき、計画条件を次のように設定した。

- (1) 人口予測；地区毎の人口予測結果に基づいて、処理場の改善のための代替案に対応し、下水道網の整備代替案における計画人口を算定した。例えば、2030年における計画人口は、3つの代替案に対応して178,000人から379,000人の幅を持つ。
- (2) 汚水発生量；計画区域人口と水使用量を用いて、2030年を例に取れば、水使用量を70L/人日、汚水発生率を85%として、汚水発生量はその他の要素も考慮して75L/人日と推算した。
- (3) 下水道接続率；下水道接続率は、2012年現在で50%と言われており、2030年に向けて増加し、最終的には100%を想定する。
- (4) 汚濁負荷；代表的な汚濁の指標としてBOD₅の負荷量を2030年で40g/人日と設定する。

17. 計画プロセス：下水処理場の改善代替案はこれに付随する下水道網の拡張と一体として検討した。下水処理場の代替案は(1)ラグーンと曝気式ラグーンの組合せ、(2)曝気式ラグーン、(3)オキシデーションディッチ方式の3種を比較検討した。それぞれの処理方式から見た下水道計画人口、建設費用、運用・維持管理費用を比較検討し、曝気式ラグーン方式を最適案として選定した。これについては、2012年12月に開催したステアリングコミティで承認された。

上記の処理場の改善案に関係して、下水道網の整備に関し、次のような構成要素の検討を行った。(1)延長27.7kmの下水道幹線の新規敷設、(2)延長8.0kmの石綿セメント管のリハビリ、(3)5ヵ所の既設ポンプ場のリハビリと、4ヵ所のポンプ場の新設。

下水道網の外側および下水道への未接続家屋の住民は、オンサイト処理施設、とくに腐敗槽(セプティックタンク)に依存している。一方、腐敗槽からの引抜き汚泥の処分は、緊急の環境問題と社会的軋轢を生じており、これは「10. 環境・社会配慮」の項で記しているとおりである。このため、腐敗槽汚泥の処理施設を、処理場内に建設する計画とした。当施設は、予備的処理で引抜き汚泥を、改善したラグーンに放流できる水質まで処理し、下水道網で収集する汚水と併せて、下水処理場の通常の処理工程で処理するものである。

18. 実施計画およびプロジェクト費用：目標年次までの段階的な整備は、3期に分けて、フェーズ1を2020年まで、フェーズ2を2021年から2025年まで、フェーズ3を2026年から2030年までとする。フェーズ1は主として、(1)既存ラグーンの改良、浄化槽汚泥の処理施設、隣接する拡張区域への曝気式ラグーン処理施設の建設、(2)下水道幹線のリハビリおよび新規敷設、(3)3基のポンプ場の新設と3基の既設ポンプ場のリハビリ、から構成される。フェーズ2は主として、下水道枝線の敷設を行う。そして、フェーズ3では、(1)フェーズ1で改良したラグーンに曝気式を導入した処理能力の向上、(2)下水道幹線・枝線のリハビリおよび新規敷設、(3)1基のポンプ場の新設と4基の既設ポンプ場のリハビリ、から成る。

全体事業費は、2012年単価で758億9,700万FCFAであり、現地貨分が646億1,900万FCFA、外貨分が112億7,800万FCFAと見積った。

19. **経済・財務分析：**経済分析は、現地調査で明らかにした支払い意志額(WTP)をもとに、プロジェクトの便益を算定し評価した。現地調査にもとづき、以下の3つのWTP、すなわち、(i) 500FCFA/人月(平均値)、(ii) 1,000FCFA/人月、(iii) 202 FCFA/人月(加重平均値)について評価した。その経済的内部収益率(EIRR)は、便益が非常に低いため、WTPが500FCFA/人月の場合が2.2%で、1,000FCFA/人月の場合は9.1%、202 FCFA/人月の場合は-9.3%となった。

財務分析の主たる目的は、費用便益分析を行い、投資の効率性を検証することにある。プロジェクトの便益は下水道料金の徴収による歳入であり、下水道網の整備が行われている都市では、下水道に接続しているか否かにかかわらず、水道料金の8%をこれに充てている。財務的内部収益率(FIRR)は、下水道料金が極めて低く設定され、便益が小さ過ぎるために、負の値を取り、推算困難である。例えば、FIRRを0%にするためには13.6倍の下水道料金が必要となる。

20. **優先プロジェクト：**前述のフェーズ1のプロジェクト構成に基づいて、次のような優先プロジェクトを早期実施の必要性と早期効果の発現の観点から選定した。

- (1) 下水処理場改善；既存のラグーンのリハビリ、曝気式ラグーンの建設、および腐敗槽汚泥の処理施設の建設。
- (2) 下水道網；老朽化している下水管渠のリハビリ、下水道幹線の新設、および3ヵ所のポンプ場の新設と3ヵ所の既設ポンプ場のリハビリ。

雨水排水管理計画(基本計画)

21. **計画対象区域：**雨期における浸水常襲地域や長期間の湛水は、既設の排水路網の集水区域の外側で発生しており、概ね10ヵ所の浸水常襲地域が現地調査によって確認されている。一方、既設の排水路網の集水区域では、小規模な湛水はあるものの、浸水常襲地域は存在しない。さらに、既設の排水路網は、十分な維持管理を定期的に実施していれば、排水能力も十分あることが調査結果から明らかとなった。

したがって、雨水排水管理の計画対象区域は、既設の排水路網の外側の集水区域に焦点を当てるものとする。ここでは、毎年のように常襲的な浸水が発生している。この結果、対象区域は、市の中心部の外側で、北部、西部、南東部の3地域に大別できる。

22. **計画条件：**現況のレビューと技術の適用性を踏まえて、段階的整備を進めていく考え方に基づき、主たる計画条件を次のように設定した。

- (1) 計画規模；2012年雨期の観測結果に基づいて、10年確率、3時間の継続時間を持つ降雨をカオラック市の雨水排水管理のための計画規模とする。
- (2) 計画降雨；カオラックとダカールの確率日雨量を比較し、ダカールで作成された確率降雨強度曲線式を補正する方式で、カオラックの10年確率の降雨強度曲線式、すなわち、 $I = 5,427.8 / (T + 36.9)$ を作成した。ここに、Iは降雨強度(mm/時)、Tは降雨継続時間(分)である。
- (3) 確率洪水流量；集水区域の面積が10km²よりも小さいことから、合理式の適用が可能である。洪水流量を算定するには、合理式は極めて簡易であり、流出係数と洪水到達時間内の平均降雨強度の両者を用いて算出できる。

23. **計画のプロセス :**構造物的対策の代替案を次のように設定した。(1)自然の地形に沿って分割した5つの排水区(中心部を含む)からの雨水をポンプおよび排水路で排水する、(2)上記の排水区域を3排水区に統合し、ポンプ、雨水貯留池ならびに排水路で排水する、(3)代替案2と同様に3排水区であるが、排水系統を代えて、ポンプ、雨水貯留池ならびに排水路で排水する。これらの代替案を、機械・電気施設の信頼性、建設費用における実施可能性、環境に対する負の影響の大きさ、将来の拡張に対する柔軟性を比較検討し、(3)案を最適案として選択した。

選択した最適案は、北部、西部、南東部の3排水区から構成される。北部排水区の排水施設は、10.09kmの排水路、1ヵ所のポンプ場、貯水容量42,300m³を持つ雨水貯留池から構成される。一方、西部排水区は、12.25kmの排水路、1ヵ所のポンプ場、貯水容量70,000m³を持つ雨水貯留池から構成される。南東部排水区では、1.82kmの排水路を建設し、さらに市中心部の既設排水路3.87kmをリハビリ対象とする。以上の全体事業費は、2012年単価で840億0,200万FCFAであり、現地貨分が736億1,600万FCFA、外貨分が104億8,600万FCFAと見積った。

24. **実施計画 :**目標年次までの段階的な整備を考慮し、3期に分けて、フェーズ1を2020年まで、フェーズ2を2021年から2025年まで、フェーズ3を2026年から2030年までとする。フェーズ1は主として、北部排水区のうち北東部分を除く区域の排水路、ポンプ場、雨水貯留池を対象とする。フェーズ2は、(1)市中心部の既設排水路のリハビリ、(2)西部排水区のうち最上流部を除く区域の排水路、ポンプ場、雨水貯留池の建設、(3)南東部排水区の排水路の建設を対象とする。そして、フェーズ3では、残された区域の排水路の整備を行う。すなわち(1)北部排水区の北東部分、(2)西部排水区の最上流部の区域を対象とする。

25. **経済・財務分析 :**経済分析は、浸水被害の軽減効果を推算し、これをプロジェクトの便益として検討する。具体的には、浸水により経済活動が中断される時間を軽減することによる便益を見込む。経済的な中断時間は、推計された湛水深に応じて推算される。最も深刻な湛水深(70cm)は1~2週間継続するので、それ以下のものは比例配分で推算する。この中断時間を、1人当たりのGDPの予測値を用いて経済価値に換算する。最終的には、この価値に乗数効果を見込んで、便益を推算する。経済的内部収益率(EIRR)は6.7%と推算した。この値は社会的割引率である12%より低いが、このプロジェクトがインフラ整備であることを考えれば、十分合理的であると判断できる。

雨水排水対策は、インフラ整備の一環として実施されるべき地方自治体ないし国家の職務である。したがって、すべての費用は、政府予算によって賄われ、住民から費用を徴収することは不適切である。このことは、財務分析の目的となる便益を算定することが不適切であることを意味している。

26. **優先プロジェクト :**前述のフェーズ1のプロジェクトを優先プロジェクトとして選定する。なお、この構成は、北部排水区のうち北東部分を除く区域で、排水路、ポンプ場、雨水貯留池の建設が対象となる。

廃棄物管理計画(基本計画)

27. **APROSENによるカオラック市の廃棄物管理計画 :**カオラック市は2008年に廃棄物管理基本計画を、APROSENの技術支援の下に策定した。計画年次を2010年としており、その主要な事業項目を列記すると次のとおりである。

- (1) ゴミの一次収集；ROCシステムを3年内に、徐々に三輪車に変更していく。
- (2) 戸別収集；各家庭から中継基地までの収集・運搬に三輪車を導入する。
- (3) 中継基地；中継基地を3ヵ所から4ヵ所に増やす。
- (4) 運搬システム；スキップトラック、コンテナートラクターおよびダンプトラックを導入し、中継基地に収集した廃棄物を最終処分場へ運搬する。
- (5) 最終処分地；最終処分地の場所は行政的な決定を見ていないが、衛生埋立方式による廃棄物の最終処分を行う。

この基本計画は市の財政的な制約によって、いまだ実施されていない。

28. IDBプロジェクト：IDBは、カオラックを始め、Dakar、Tivaouane、Toubaの4都市を対象に廃棄物管理プロジェクトを進めている。カオラック分の費用は、900万米ドル(45億FCFA)であり、その内訳は次のとおりである。

- (1) インフラ基盤整備(衛生埋立処分場1ヵ所、中継基地1ヵ所、収集地点20ヵ所)：540万USD(27億FCFA)
- (2) ゴミ収集運搬機材(ダンプトラック等6台、トラクター2台等)：145万USD(7億3,000万FCFA)
- (3) 組織支援と能力強化(市の税収制度改善、技術部門の訓練、住民啓蒙)：14万USD(7,000万FCFA)
- (4) エンジニアリングおよびコンサルティングサービス：38万USD(1億9,000万FCFA)
- (5) プロジェクト管理(プロジェクト実施支援、プロジェクト管理ユニットの支援)：44万USD(2億2,000万FCFA)
- (6) プロジェクト予備費：117万USD(5億9,000万FCFA)

29. IDBプロジェクトへの提言：APROSENの基本計画とIDBプロジェクトのレビューを行い、IDBプロジェクトに対して、次のような提言をまとめた。

- (1) 2013年11月時点では、IDBはプロジェクトのプロポーザルに対する政府の回答待ちの状態である。セネガル政府はこのプロジェクトの早期実施を決定すべきである。
- (2) カオラックの廃棄物管理プロジェクトの実施に当って、注意深いモニタリングが必要であり、当局は、プロジェクト完了に向かって必要な行動を取るべきである。
- (3) 当プロジェクトで提案されている機材は、短期的に必要とされているものである。重機は、近々5年間に必要とされるもので、このプロジェクト期間に、中期的および長期的に必要とされる機材の全体計画を立てるべきである。
- (4) 市役所の作業場には熟練の機械工技師が見当たらず、重機の持続的な活用のためには、作業場での器具や修理機材の準備とともに、機械工技師の習熟トレーニングが不可欠である。
- (5) プロジェクトの円滑な竣工や持続性確保のためには、さまざまな関係者、すなわち中央政府、地方政府、地区の活動組織やNGOなどを巻き込み、必要な対策を即時に行えるような組織づくりが必要である。

30. **カオラック市の廃棄物管理全体計画への提言：**APROSENが作成した廃棄物管理の基本計画とIDBプロジェクト文書のレビューを行った後、カオラック市の廃棄物管理に関する予備的調査を実施し、その結果に基づく提言を以下にまとめます。

- (1) 現存のROCシステムを三輪車等に代えていくためには、経済がより活性化し、砂地の道路の舗装を含む社会インフラの整備が不可欠である。ROCシステムの運用および維持管理に関しては、カオラック市は注意深くモニタリングすべきである。
- (2) Mbadakhounの最終処分場で、池に溜まった雨水が衛生埋立地に浸入する恐れがあり、サロウム川までの排水システムの検討を、今後の実施段階において行うべきである。
- (3) IDBプロジェクト実施の完了および持続性確保のために、中央政府、地方政府、国の廃棄物担当組織、CDQおよびNGO等の関連組織が、このプロジェクトに関与し、必要な対応を即座に取れるよう組織化すべきである。
- (4) カオラック市の排出するゴミのコンポスト化やリサイクルを行う中継基地センターを市郊外に建設すべきである。

F/S調査における優先プロジェクト

31. **優先プロジェクト：**以下に示すF/S調査の優先プロジェクトは次のとおりである。

- (1) 下水・衛生改善；下水処理場(既設ラグーンのリハビリ、爆氣式ラグーンの新設、腐敗槽汚泥処理施設の新設)、および下水道網(既設管渠のリハビリ、幹線下水道の新設、3カ所のポンプ場の新設と3カ所の既設ポンプ場のリハビリ)の整備。
- (2) 雨水排水管理；北部排水区の北東部を除く区域の排水路、ポンプ場、雨水貯留池の整備。

プロジェクト実施のための組織の確立

32. **関連組織：**カオラック市の環境および衛生を改善するためには、多くの関連組織を巻き込んで進めていく必要がある。これらの組織の主要なものは、水理・衛生省、カオラック市、政府機関やそれの付属機関、NGOおよびコミュニティ基盤の組織等である。

33. **組織設立の必要性：**プロジェクトに関連した機関・組織の調査結果と、ONASカオラックおよびカオラック市との協議結果を踏まえて、プロジェクト実施のために必要な組織の創設を提案する。これらは、ステアリングコミティ、テクニカルコミティ、および下水道と雨水排水それぞれのプロジェクトの実施ユニット(IU)である。

ステアリングコミティは、カオラック州の知事が議長を務め、高いレベルでの政策的な支援と調整を行い、都市開発、衛生、環境、地方政府等の関連機関の代表で構成される。テクニカルコミティは、技術面からプロジェクトを監理し、技術的課題に関してステアリングコミティを支援する。実施ユニット(IU)は、下水道、雨水排水それぞれのプロジェクト毎に、実施段階で設立され、その構成機関は、実施機関であるONASカオラックおよびカオラック市とする。IU両者はテクニカルコミティのみならずステアリングコミティからも監理される。詳細なIUの職務等は、実質的な実施の条件を踏まえて、建設前の段階でまとめられるべきである。

下水・衛生システム改善プロジェクト(F/S調査)

34. **プロジェクト構成 :**対象とするプロジェクトは、次のとおりである。(1)下水道網整備に関し、12.86km延長の下水道幹線の新設と5.61km延長の管渠の敷設替え、(2)3カ所のポンプ場の新設と、1カ所のリハビリおよび2カ所の機器・機材の更新、(3)下水処理場に関し、12,000m³/日の処理能力を持つ曝気式ラグーンの新設、3,000m³/日の処理能力へ既設ラグーンのリハビリ、処理能力70m³/日の腐敗槽汚泥処理施設の新設。

35. **施設予備設計 :**計画年次は2020年とした。また、予備設計のための地形や土質のデータや情報は現地調査を通して取得した。予備設計では、とくに次のような点に留意した。(1)既設ポンプ場で用いられている機種を踏襲し、ポンプ場の改修には水中ポンプを用いた。(2)下水処理場の拡張予定地として2つの代替案を比較検討した。一つは、現処理場北側に隣接する空地、もう一つは、軍の射撃練習場の一部である。建設費用、環境への影響、運用・維持管理の容易さを指標に比較検討した結果、現処理場への隣接案が優位と判断された。

設計した施設は、次のとおりである。(1)カオラック市中心部の29%を占める5.8km²の下水道区域、これは2020年の人口で見ると市中心部の20%をカバーする。(2)下水処理場はリハビリする既設ラグーンで処理能力3,000m³/日、新規の曝気式ラグーンで12,000m³/日、さらに新規の腐敗槽汚泥処理施設の処理能力が70m³/日となる。

36. **プロジェクト費用 :**全体事業費は、2013年単価で317億1,300万FCFAであり、現地貨分が251億6,200万FCFA、外貨分が65億5,100万FCFAと見積られる。

37. **経済・財務分析 :**経済分析は、支払い意志額(WTP)をもとに、基本計画と同様の手法で、プロジェクトの便益を算定し評価した。経済的内部収益率(EIRR)は、WTPが500FCFA/人月の場合5.2%で、1,000FCFA/人月の場合は13.3%、202 FCFA/人月の場合は-4.2%となる。

財務的内部収益率(FIRR)は、下水道料金が極めて低く設定されており、便益が小さ過ぎるため、基本計画同様、負の領域に入り、推算できない状態となる。逆にFIRRを0%にするためには10.5倍、通常の社会的割引率である12%にするためには35.5倍の下水道料金が必要となる。

38. **環境影響評価 :**本プロジェクトでは、強い強度で、広い拡がりを持ち、主要な影響をもたらすような深刻な悪影響は見出されない。影響が狭い範囲に限定される悪影響は特定されている。すなわち、建設工事期間における交通渋滞と事故および公共インフラの破損であり、運用時の土壤や表流水・地下水への汚染や悪臭問題である。

こうした悪影響に対して、緩和軽減策とモニタリング計画を提案している。例えば、悪臭対策については、下水処理場からの悪臭の拡散を防ぐようにラグーンの配置を再検討しており、周囲に高い密度での樹木の植栽を提案している。さらにモニタリング計画は、処理場周辺の住民に対して事情聴取を行う計画としている。

39. **実施計画 :**実施計画は、計画年次である2020年までにすべての建設工事が完了するように、実施可能な工種と手順に従って策定している。主たる手順と必要期間は次のとおりである。(1)プロジェクトの開始は2014年の11月、(2)計画策定と資金調達に12ヵ月(2014年から2015年)、(3)詳細設計と入札・業者選定に18ヵ月(2015年から2017年)、(4)建設工事に30ヵ月(2017年から2019年)。

40. **プロジェクト評価：**下水・衛生改善のための優先プロジェクトの全体評価は、次のとおりである。

- (1) 下水道の枝線の建設に並行して、地域の衛生状態は徐々にかつ明確に改善されるであろう。腐敗槽汚泥の処理施設の建設は、オンサイト処理に依存している多くの住民に便益をもたらすと思われる。
- (2) ポンプ場に採用した水中ポンプや、污水処理方式として採用したラグーンや爆氣式ラグーンは最も簡易な施設や方式であり、運用・維持管理上の問題は発生しないか、解決可能である。このように提案した施設や方式は、技術的に現地の状況に適したものと考えている。
- (3) すべての提案した施設は、公有地か空地であり、住民移転の問題は発生しない。

雨水排水管理プロジェクト(F/S調査)

41. **プロジェクト構成：**対象とするプロジェクトは、次のとおりである。(1)延長8.28kmのボックスカルバートの排水路、(2)5台の水中ポンプを擁するポンプ場、(3)容量39,000m³の雨水貯留池。

42. **施設予備設計：**計画規模は10年確率洪水とし、予備設計のための地形や土質のデータや情報は現地調査を通して取得した。予備設計では、とくに次のような点に留意した。(1)カオラックの下水道の既設ポンプ場で用いられている機種を踏襲し、ポンプ場には水中ポンプを採用した。(2)雨水貯留池は、元来雨期に自然の池を呈しており、これを人工的な雨水貯留のための施設として機能するよう計画する。池への落下事故を防止する安全対策に留意した。

2012年現在、雨水排水路網は、5.8km²の排水区域を持ち、カオラック市中心部の26%を占めている。2020年に本プロジェクトが完成すると、排水区域は13.2km²に増大し、市中心部の61%をカバーすることとなる。

43. **プロジェクト費用：**全体事業費は、2013年単価で376億4,000万FCFAであり、現地貨分が314億8,000万FCFA、外貨分が61億6,000万FCFAと見積られる。

44. **経済・財務分析：**経済分析は、基本計画と同様な方法を取りながら検討した。経済的内部収益率(EIRR)は3.1%と推算できる。この値は社会的割引率である12%より低いが、このプロジェクトがインフラ整備であることを考えれば、十分合理的であると判断できる。

雨水排水対策は、インフラ整備の一環として実施されるべき地方自治体ないし国家の職務である。したがって、すべての費用は、政府予算によって賄われ、住民から費用を徴収することは不適切である。このことは、財務分析の目的となる便益を算定することが不適切であることを意味している。

45. **環境影響評価：**本プロジェクトでは、強い強度で、広い拡がりを持ち、主要な影響をもたらすような深刻な悪影響は見出されない。影響の拡がりが狭い範囲に限定される悪影響は特定されている。すなわち、建設工事期間における交通渋滞と事故および公共インフラの破損であり、建設後の雨水貯留池への転落問題である。

こうした悪影響に対して、緩和軽減策とモニタリング計画を提案している。例えば、雨水貯留池への転落問題については、雨水貯留池の周囲には転落防止のフェンスを配置してお

り、これにより児童等の転落の防止対策としている。さらにモニタリング計画は、雨水貯留池周辺の住民に対して事情聴取を行う計画としている。

46. **実施計画 :** 実施計画は、計画年次である2020年までにすべての建設工事が完了するよう に、実施可能な工種と手順に従って策定している。主たる手順と必要期間は次のとおりである。(1)プロジェクトの開始は2014年の11月、(2)計画策定と資金調達に12ヵ月(2014年から2015年)、(3)詳細設計と入札・業者選定に18ヵ月(2015年から2017年)、(4)建設工事に36ヵ月(2017年から2020年)。
47. **プロジェクト評価 :** 雨水排水管理のための優先プロジェクトの全体評価は、次のとおりである。
- (1) 本プロジェクトの実施により、カオラック市の北部の浸水区域は、1/10に減少する。
 - (2) 提案している雨水排水系統に用いているボックスカルバートは、住民がゴミを投棄し排水路(開渠)を閉塞させている現状を勘案すると、開渠方式よりも優れていると考えられる。結果として、周辺の衛生状態も改善されることが期待できる。
 - (3) 提案しているボックスカルバート、ポンプ場、雨水貯留池は、複雑な運用・維持管理を必要とせず、簡易な施設である。このように提案した施設は、技術的に現地の状況に適したものと考えている。
 - (4) すべての提案した施設は、公有地か空地であり、住民移転の問題は発生しない。

結論と提言

結論

48. カオラック市の下水道システムは、下水管網、ポンプ場、下水処理場で構成されており、1980年代から供用されている。しかしながら下水道システム、特に下水管渠は老朽化・劣化が進行しており、また、下水処理場は維持管理の不足から本来の処理能力を発揮できず、過負荷の状態になっている。さらに、高い接続料が原因で各戸の下水道接続率は依然低い状況である。
49. カオラック市の下水道と衛生状況を改善するために、マスターplanにおいて3つの代替案を提案し、比較検討を行った。比較検討を行う際、下水道サービス人口、運営・維持管理の容易性/確実性、運営・維持管理費、環境影響の4項目を評価基準とした。ONASの技術面、組織面、財政面のレベルを考慮した結果、目標年次2030年の人口を対象に市を(i)標準下水道エリア(全体面積の66%)、(ii)オンサイト処理エリア(全面積の34%)2つに分割することを計画案の基本とした。
50. 計画設計に基づいて、標準下水道エリアから発生する汚水を処理するための曝気式ラグーンタイプの下水処理場(総処理能力: 21,000m³/日)とオンサイトシステムの利用者のための腐敗槽汚泥処理場の整備をマスターplanとして提案した。そして、2020年を目標年として、新設および改修される下水道幹線管渠、ポンプ場、下水処理場、腐敗槽汚泥処理施設についてのフィージビリティ調査を実施した。
51. カオラック市は低地が点在する地形、水理条件、排水システムの未整備より、洪水・浸水被害を受けやすい。そのため常襲的な浸水地区がある。洪水・浸水は、居住区への被害、交通渋滞、商業活動の混乱を招いている。常襲的な浸水は、排水システムが未整備あるた

め雨水排水が困難である低地で発生している。市中心部については既にカオラック市よって排水管渠、開水路、マンホール等の施設が整備されている。しかしながら、多くの開水路が不法に投棄されたゴミ、堆積汚泥による流下断面阻害により本来の流下能力が損なわれているため改修が必要な状況である。

52. 最も効果的な排水改善策として、浸水地域での排水施設の建設と、既存開水路の本来の機能回復のための浚渫および改修工事がマスタープランとして提案された。
53. 提案されたマスタープランと優先プロジェクトは、技術的、経済的、社会的、環境面の点からも効果的な排水改善策である。提案された排水改善計画を実施することで、浸水被害は軽減し、浸水被害地域も改善される。カオラック市はセネガル国にとって経済的、社会的に重要なエリアであることから、セネガル政府が提案されたプロジェクト実施のための迅速な対応が推奨される。
54. カオラック市の廃棄物管理については、APROSENのマスタープランとIDBプロジェクトの再検討結果を踏まえ、廃棄物管理計画を実施していく上で問題点についての提案を行った。

提　　言

55. 基本計画策定と実施可能性調査を通して、さまざまな課題が浮き彫りになった。基本計画とそれに続く優先プロジェクトの実施可能性調査で描いた健全な都市環境を実現するため、これらの課題は幅広い関係者を巻き込みながら総合的に解決されるべきものである。したがって、これらをプロジェクトの早期実施に向けて以下に整理するものである。

相乗的効果実現への期待

56. 本マスタープランは、汚水、雨水排水、廃棄物というそれぞれの環境要素を統合し、都市環境を取り巻く全体的な課題を改善しようとするセネガルでは最初の試みである。ここには、それぞれの環境要素に対応して、3つの計画で構成されており、下水・衛生改善、雨水排水管理、廃棄物管理の計画が基本計画の中で提案されている。これらの3つの要素は互いに強く関連しあい、影響しあっているため、都市環境を相乗的な効果のもとに改善し、快適な都市環境を実現するためには、これらの計画を並行して実施することが望ましい。

2013年11月現在、カオラック市役所によれば、IDBによる廃棄物管理プロジェクトがまもなく始まるということである。このプロジェクトがカオラック市の直面する廃棄物処理の課題を短期的に改善することに着目しているとしても、市内に散乱しているゴミと数多くの不法投棄場所がプロジェクトの実施を通して改善されるであろう。さらに既設排水路に溜まっているゴミも、供与される重機と運搬車を用いて浚渫され、最終処分場まで運搬されるであろう。この結果、既設排水路の復元と機能回復に大いに寄与するものと期待できる。

こうした改善に続いて、下水処理場、腐敗槽汚泥処理施設、下水道網が、引き続いて建設される。住民の生活に負の影響を及ぼしている汚水処理およびし尿処理の課題が、これらの施設の機能的な稼動によって解決される。最終的に提案している雨水排水路が建設されれば、都市環境は全面的に改善されるであろう。

上記のような構造物的対策を主体とした改善メカニズムは、相乗効果を伴いながら都市環境を改善するのみならず、住民の生活レベルの向上を達成することができる。この結果、

カオラック市における、現在の都市環境が悪化していく負の循環を、健全な都市環境を創出する良好な循環へと変えていくことができるであろう。

下水・衛生システム改善計画

57. 既存下水処理場への汚水の流入量は、現在の処理能力を越えており、一部機能停止しているラグーンも含めた下水処理場のリハビリと、曝気式ラグーンを設ける拡張区域および腐敗槽汚泥処理施設の建設は喫緊の課題である。この改修の後に、下水道網の改善と拡張はより容易となる。
58. 枝線整備は、優先プロジェクトに含まれていない。しかしながら、枝線整備は、基幹施設、すなわち、幹線管渠、ポンプ場、下水処理場の機能の最適化に不可欠である。ONASは、枝線整備に責任を持ち、必要な資金援助機関を見出す必要がある。現在のところ、これまでカオラックにおいて類似プロジェクトに携わってきたWBなどのドナーやADMを通じたセネガル政府等が資金援助機関として想定される。しかし、例えば、2003年以降のカオラックにおける枝線の整備実績、すなわち、WBの約90ha、ADMによるPRECOLエリアでの92ha等を鑑みると、毎年100haに上る枝線の整備は、ONASにとって非常に挑戦的なものである。今後ONASはドナーやセネガル政府から資金を調達するため、これまで以上の果敢な取り組みが求められる。
59. カオラック市の下水道接続率の低さを考慮すると、下水道の各戸接続は、下水道システムを最適化するために、セネガル政府の資金援助によって更に推進されるべきである
60. 下水道に接続していない家庭の腐敗槽から引抜かれた汚泥は、処分池への貧弱な道路のため、乾期においてすら川原に不法に投棄されている。Sing Sing地区の投棄場所周辺の環境は、年々悪化の一途を辿っている。さらに、カオラック市の土壤の非常に低い浸透能力のため、他の地域に比して、腐敗槽からの汚泥引抜きの頻度は、非常に高くなっている。したがって、カオラック市においては、腐敗槽汚泥処理施設の設置は不可欠である。
61. 汚泥引き抜きサービスを実施する企業に対して、各家庭への汚泥引き抜きサービス料金を削減するために腐敗槽汚泥処理施設を利用するようにとの行政指導がONASとカオラック市によって行われることが強く推奨される。
62. 各戸接続への資金援助、行政指導、下水道システムと衛生施設に対する啓発活動が必要不可欠である。下水道への接続や腐敗槽設置の利点、腐敗槽汚泥引き抜きの利点、処理場施設内での腐敗槽汚泥処理場の設置による汚泥引き抜き費用の削減について、住民に情報を発信することが推奨される。
63. 現在、ONASカオラックは下水管渠、ポンプ場、下水処理場での運営・維持管理作業を毎月報告書に記録している。一方で、正確な下水管渠・マンホール・接続管の位置、管渠の高さ情報や土被り等の情報を含む整理された下水道台帳をONASは有していない。プロジェクトの実施と並行して、プロジェクトでの基本図と設計図面を利用した、下水道台帳の作成が望まれる。

雨水排水管理計画

64. カオラック市での洪水・浸水被害の防御と軽減のために提案された整備計画に従い、新たな排水路（ボックスカルバート）・ポンプ場・貯留池の建設を実施されることが望まれる。マスタープランで選ばれた優先プロジェクトについては迅速な対応と計画通りの実施が必要である。

65. 既存排水施設は開水路、蓋掛け水路、マンホールで構成されている。大部分の水路は堆積汚泥と不法投棄されたゴミにより本来の流下能力を失っている。従って、清掃、浚渫等の適切な維持管理作業の実施が強く推奨される。
66. 現在、STCによる年間維持管理計画には清掃対象となる排水路延長のみが記されている。STCは既存排水路位置図や既存排水路の諸元データは有していない。適正な運営・維持管理作業を実行するためには清掃計画が必要であり、そして、清掃計画作成のためには排水施設の基本図と諸元データが必要である。よって、排水施設の基本図と諸元データの作成が望まれる。
67. 大部分の既存開水路は単に掘削しただけの土水路であり、水路形状を一定に維持できない状態であるため、損傷しやすく、崩れやすい。これらの開水路は流下容量が大きく、雨水排水システムの基幹施設と考えられ、雨水排水の改善に効果的に機能しているために、適正な改修により維持されるべきである。
68. さまざまなコミュニティが関与する活動を含む市民参加が、排水施設を改善・維持を目的とした雨水排水管理のための社会啓発活動によって推進されるべきである。
69. マスターープランと優先プロジェクトを実施するためには、様々な関連する中央・地方政府機関や利害関係者との調整が必要であるため、実施機関はマスターープランと優先プロジェクト実施のための調整委員会を組織しなければならない。
70. マスターープランで計画したように、平坦な地形において理想的な雨水排水システムを構築するには、非常に大きな投資が必要である。一方、現在、移動式ポンプが、雨期の浸水常襲地域で湛水している雨水の排除に活用されている。これらの内の2台は、日本の環境・気候変動に対するプログラム無償で供与されたものであり、2013年の雨期には機能を発揮した。こうした対応は、緊急的かつ速やかな対応策として、浸水常襲地域の不便さと大きな投資の間をつなぐ対策として有効であろう。

廃棄物管理計画

71. IDBはカオラック市の廃棄物管理システムの支援をする予定であり、また国連工業開発機関(UNIDO)も地球環境ファシリティ(GEF)の資金を利用して、家庭ゴミに加えて医療・工業廃棄物を含むカオラック市の廃棄物管理を支援する計画があることが、最近の情報からわかっている。雨水排水路に溜まったゴミや市内に多くある不法投棄場所は、不快な悪臭と景観の悪化を伴うため、都市環境悪化の悪循環において、ゴミ問題はその中心に位置している。したがって、この両者のプロジェクトがうまく協力し合い、管理システムが十全に機能すれば、廃棄物管理は、都市環境改善のために期待される相乗効果発揮の推進力となり得るものである。
72. 家庭ゴミの一次収集は、その大部分をロバによるROCシステムに依存している。地域経済活動の活性化とともに、路地を含む道路がアスファルト舗装されるまで、廃棄物管理システムは、一次収集についてROCに依存せざるを得ない。その時まで、ROCの所有団体の機能的統合、ROCサービス区域の重複の無い合理的な配置、ROC運転手の能力向上等が必要である。
73. 中継基地は、既存の不法投棄場所の中から改善策を施して建設される。最初に、中継基地として使用するために、土地の所有権の解決が必要である。その後、中継基地がうまく機能するような管理方法を、持続性を考慮して確立していくかなければならない。

74. 中継基地から最終処分場までの運搬システムも、同様に予算的な裏づけを持った持続性に考慮して管理する必要がある。
75. 最終処分場の完成後は、衛生埋立処理場として重機を使いながら運用していくが、この施設も十分な予算的裏づけを持った持続性の確保が肝要である。
76. 廃棄物管理に用いる重機は、さまざまな性状の廃棄物を対象とするため、一般に損傷を受けやすい。そのため、損傷した重機や運搬トラックを修理する作業工場を立ち上げる必要がある。さらに作業工場を十全に機能させるため、修理工等の労働者のトレーニングが不可欠である。

住民への環境問題についての周知および参加活動

77. ゴミを排水路や道路脇に捨てる住民の習慣・行動は、都市環境を向上させるための障害の一つとなっている。情報・教育・伝達(IEC)キャンペーンは、すでにNGO、コミュニティ組織や市役所を通じて実施されているが、眼に見える効果は現れていない。しかし、こうした努力が実を結ぶのは時間が掛かるため、継続的に続けることが肝要である。

さらに、コミュニティにおける参加型活動も身近な環境の改善に有効である。道路脇や空地に捨てられているゴミの清掃活動や、雨期に発生する小規模な湛水を解消するために、近くの高い場所の土を運んで窪地を埋めるような活動はコミュニティレベルで可能である。こうした活動を継続するとともに、自分の身近な環境に関心を持ち、自ら改善していく意思を培うような意識改革を促進する教育活動が重要である。

都市環境改善の主要関係組織の強化

78. 都市環境の改善における主要な関係組織は、カオラック市とONASカオラックである。両組織ともに実施能力において同様な弱点を持っている。それらは、予算的制約と人的資源の不足である。予算制約については、中央政府が地方政府ないし政府関係機関に補助金等を増やすという方策以外に即効性のある解決策はないであろう。

税金徴収の改革や下水道料金収集システムの改正などの仕組みの改革は、非常に時間がかかる作業である。人的資源の不足については、何らかの能力強化プロジェクトや関連した活動がドナーに要請されるべきであろう。とくに都市環境管理面で、熟練工や技術者が必要である。

実施機関における当面の課題

79. 本調査で対象とした都市環境の改善における実施機関であるONASおよびカオラック市において、基本計画および優先プロジェクトの実現に向けて当面取り組むべき課題を以下に整理する。

実施機関	分野	当面の課題
ONAS	下水道整備 (下水処理場および下水道網)	<u>2014年-2015年</u> 両分野の各プロジェクトの実施に向けて、適したドナーを探し、資金調達方針を策定する。
	雨水排水管理	
カオラック市	廃棄物管理	<u>2014年以降</u> 約4年間のIDBプロジェクトを通して、廃棄物管理システムを確立し、プロジェクト終了後も持続性を確保できるよう人材育成や予算確保を図る。

目 次

プロジェクト対象地域図

写真集

主要要約

目次

ページ

目次	i
表目次	viii
図目次	x
写真目次	xi
略語	xii

第1編 基本計画

1 調査の概要	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 プロジェクト対象地域	2
1.4 プロジェクト工程	2
1.5 プロジェクト団員構成	2
2 プロジェクト対象地域の基本条件	3
2.1 カオラック市の概要	3
2.1.1 はじめに	3
2.1.2 水供給	3
2.1.3 気象	4
2.1.4 その他	6
2.2 経済および関連組織	6
2.2.1 セネガルの経済	6
2.2.2 関連組織	7
2.3 下水	10
2.3.1 下水道網	10
2.3.2 下水処理場	11
2.4 雨水排水	12
2.4.1 既存の雨水排水路網	12

2.4.2 雨水排水路網の維持管理.....	14
2.4.3 洪水浸水の状況.....	14
2.5 廃棄物管理.....	15
2.5.1 廃棄物管理の一般的な状況.....	15
2.5.2 基本計画.....	16
2.5.3 廃棄物管理システムの現状.....	16
2.6 環境社会配慮.....	19
2.6.1 環境面における法制度・基準.....	19
2.6.2 SEA および EIA の手順.....	20
2.6.3 セネガルにおける環境計画と政策概念.....	23
2.6.4 カオラック市における自然および社会環境.....	23
3 全体的な計画コンセプト	24
3.1 国家開発計画の流れ.....	24
3.2 計画のコンセプト	25
3.2.1 ビジョンおよび目的.....	25
3.2.2 計画目標年次および計画区域	25
3.2.3 カオラック市の人口予測.....	26
4 下水・衛生システム改善計画.....	27
4.1 計画立案のためのコンセプト	27
4.1.1 計画目的.....	27
4.1.2 計画上の戦略.....	27
4.1.3 計画目標年次	27
4.2 将来計画フレームの予測	28
4.2.1 関連地区(District)	28
4.2.2 人口	28
4.2.3 将来需要の予測	28
4.2.4 設計条件	30
4.3 下水処理・衛生改善の推進コンセプト	30
4.3.1 下水道システム改善のための代替案比較検討	30
4.3.2 衛生改善のためのオンサイト処理システム	37
4.4 下水道システム改善計画	41
4.4.1 下水道網	41
4.4.2 下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設	43
4.5 運用維持管理計画	44
4.5.1 下水道網	44
4.5.2 ポンプ場	44

4.5.3 下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設	44
4.6 プロジェクト費用の積算	45
4.6.1 建設費用	45
4.6.2 プロジェクト費用	45
4.6.3 運用・維持管理費用	46
4.7 実施計画	46
4.7.1 段階的整備とプロジェクト構成	46
4.7.2 優先プロジェクト	50
4.8 経済分析	51
4.8.1 プロジェクト費用	51
4.8.2 プロジェクト便益	51
4.8.3 推算結果	52
4.9 財務分析	52
4.9.1 前提条件	52
4.9.2 プロジェクト費用	52
4.9.3 プロジェクト便益	53
4.9.4 推算結果	53
5 雨水排水管理計画	54
5.1 計画立案のためのコンセプト	54
5.1.1 計画目的	54
5.1.2 計画区域および計画目標年次	54
5.1.3 計画条件	55
5.1.4 現況排水路の評価	55
5.1.5 雨水排水管理上必要な対策	55
5.2 雨水排水改善のための構造物的対策の検討	56
5.2.1 代替案の設定	56
5.2.2 代替案の比較検討	59
5.3 雨水排水改善施設計画	59
5.3.1 北部排水区の施設計画	59
5.3.2 西部排水区の施設計画	60
5.3.3 南東部排水区の施設計画	62
5.3.4 市中央排水区の施設計画	63
5.4 運用維持管理計画	64
5.4.1 運用維持管理に関わる責任主体	64
5.4.2 運用維持管理方法	64
5.5 プロジェクト費用の積算	65
5.5.1 建設費用	65

5.5.2 プロジェクト費用	65
5.5.3 運用・維持管理費用	66
5.6 プロジェクトの優先順位付けと実施計画	66
5.6.1 プロジェクトの優先順位付け	66
5.6.2 実施計画	67
5.6.3 優先プロジェクト	69
5.7 経済分析	69
5.7.1 プロジェクト費用	69
5.7.2 プロジェクト便益	69
5.7.3 推算結果	70
5.8 財務分析	70
 6 廃棄物管理計画	71
6.1 カオラック市の既存の廃棄物管理基本計画	71
6.1.1 カオラック市の廃棄物管理基本計画の概要	71
6.1.2 カオラック市の廃棄物管理基本計画の現状と評価	71
6.2 提案されている IDB プロジェクト	72
6.2.1 プロジェクトの概要	72
6.2.2 カオラック市に対する廃棄物管理プロジェクト	72
6.2.3 IDB プロジェクトに対する提言	72
6.3 カオラック市廃棄物管理計画のための予備的検討	73
6.3.1 カオラック市の廃棄物管理に関する課題とインタビュー調査結果	73
6.3.2 計画立案のためのコンセプト	74
6.3.3 計画の前提条件	75
6.3.4 廃棄物管理システムの改善コンセプト	78
6.3.5 有害廃棄物	80
6.3.6 財政的な考察	81
6.3.7 提言	82
 7 環境社会配慮	84
7.1 基本計画段階での SEA の実施	84
7.2 代替案のための環境社会配慮	84
7.2.1 環境社会配慮から見た代替案およびプロジェクトの評価	84
7.2.2 基本計画の代替案の比較評価	84
7.2.3 優先プロジェクトの評価	86
7.2.4 ゼロオプションにおける環境影響および予測	89

第2編 実施可能性(フィージビリティ)調査

8 プロジェクトの実施のための組織検討	90
8.1 プロジェクトに関連する組織	90
8.1.1 省庁および国家レベルの機関・組織	90
8.1.2 州レベルの機関・組織	91
8.1.3 市およびコミュニティレベルの機関・組織	93
8.2 関連組織の能力評価	93
8.2.1 背景	93
8.2.2 能力評価結果	93
8.3 プロジェクト実施のための組織	94
9 下水道および衛生改善計画	95
9.1 概要	95
9.1.1 はじめに	95
9.1.2 優先プロジェクトの構成	95
9.2 下水道・衛生施設予備設計	97
9.2.1 設計の前提条件	97
9.2.2 幹線管渠網	97
9.2.3 下水ポンプ場	98
9.2.4 下水処理場	98
9.3 建設計画	107
9.4 コスト積算	107
9.4.1 建設費用とエンジニアリング費用	107
9.4.2 プロジェクト費用	108
9.4.3 運用・維持管理費用	109
9.5 経済財務分析	109
9.5.1 優先プロジェクトの経済分析	109
9.5.2 優先プロジェクトの財務分析	110
9.5.3 ONAS の財務分析	110
9.6 環境影響評価	111
9.6.1 プロジェクト構成	111
9.6.2 環境社会配慮が必要な工事等	111
9.6.3 プロジェクト区域の概観と評価の範囲	111
9.6.4 自然・社会環境への配慮	112
9.6.5 プロジェクトの代替案	112
9.6.6 環境管理とモニタリング	113
9.6.7 実施機関の役割	114

9.7 実施計画	115
9.7.1 基本的考え方	115
9.7.2 実施計画	115
9.7.3 コンサルティングサービス	116
9.7.4 実施スケジュール	116
9.7.5 支払いスケジュール	117
9.8 運用・効果指標	117
9.9 プロジェクト評価	118
10 雨水排水管理計画	119
10.1 概要	119
10.1.1 優先プロジェクトの構成	119
10.2 雨水排水施設の予備設計	120
10.2.1 設計条件	120
10.2.2 設計条件	120
10.2.3 ポンプ場	123
10.2.4 雨水貯留池	124
10.3 建設計画	125
10.4 コスト積算	127
10.4.1 建設費用とエンジニアリング費用	127
10.4.2 プロジェクト費用	127
10.4.3 運用・維持管理費用	128
10.5 経済財務分析	129
10.5.1 優先プロジェクトの経済分析	129
10.5.2 優先プロジェクトの財務分析	129
10.6 環境影響評価	130
10.6.1 プロジェクト構成	130
10.6.2 環境社会配慮が必要な工事等	130
10.6.3 プロジェクト区域の概観と評価の範囲	130
10.6.4 自然・社会環境への配慮	130
10.6.5 プロジェクトの代替案	131
10.6.6 環境管理とモニタリング	132
10.6.7 カオラック市の実施機関としての役割	132
10.7 実施計画	132
10.7.1 基本的考え方	132
10.7.2 実施計画	133
10.7.3 コンサルティングサービス	133
10.7.4 実施スケジュール	134

10.7.5 支払いスケジュール	134
10.8 運用・効果指標	134
10.9 プロジェクト評価	135
11 結論と提言	136
11.1 結論	136
11.2 提言	137

表目次

表 1.1	プロジェクト団員構成	2
表 2.1	カオラック市の近年の平均日水消費量の推移	4
表 2.2	カオラック観測所の月平均気温と月雨量	5
表 2.3	1人当たり GDP	6
表 2.4	インフレーション(GDP デフレータ)の推移	7
表 2.5	カオラック市の予算と支出の推移	9
表 2.6	カオラック市 2008 年廃棄物管理基本計画の目的	16
表 2.7	カオラック市の 2007 年と 2010 年の廃棄物発生と収集処分の比較	16
表 2.8	カオラック市の廃棄物収集運搬システムの現状	17
表 2.9	プロジェクト規模や処理方法に応じて必要となる環境調査の分類	20
表 3.1	人口予測結果	26
表 4.1	1人当りの汚水発生量の予測	29
表 4.2	1人当りの汚濁負荷発生源単位の予測	30
表 4.3	下水管の設計基準と算定式	30
表 4.4	セネガルにおける稼働中の下水処理場	31
表 4.5	適用すべき下水処理方法の概要	31
表 4.6	代替案の概要	36
表 4.7	代替案の比較評価結果	37
表 4.8	腐敗槽汚泥処理計画のための主要なパラメータ	39
表 4.9	新設下水道幹線管渠の概要	41
表 4.10	付け替えすべきアスベスト幹線管渠の概要	42
表 4.11	ポンプ場整備の概要	42
表 4.12	下水処理場改善に関する施設の概要	43
表 4.13	ポンプ場に関する維持管理作業と検査項目	44
表 4.14	下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設の検査と維持管理	45
表 4.15	プロジェクト費用	46
表 4.16	ソフトコンポーネントの概要	50
表 4.17	下水処理場に関する優先プロジェクト	51
表 4.18	プロジェクト内容と期待すべき効果と便益	51
表 4.19	対象区域における生活環境の改善に対する支払い意志額(WTP)	52
表 4.20	下水道料金の歳入合計	53
表 5.1	代替案の施設構成と費用比較	57
表 5.2	代替案の比較評価結果	59
表 5.3	北部排水区における計画排水施設の概要	60
表 5.4	西部排水区における計画排水施設の概要	62
表 5.5	南東部排水区における計画排水施設の概要	62
表 5.6	南東部排水区における計画排水施設の概要	63
表 5.7	プロジェクト費用	65
表 5.8	プロジェクト構成と段階的整備計画	68
表 5.9	優先プロジェクトの対象施設	69
表 5.10	経済活動中断回避による便益の算定	70
表 6.1	カオラック市廃棄物管理基本計画の目的	71
表 6.2	カオラック市廃棄物管理基本計画の概要	71
表 6.3	廃棄物管理のためのカオラック市域のゾーン区分	77
表 6.4	廃棄物管理のためのカオラック市域のゾーン区分	77
表 6.5	カオラック市の廃棄物発生量の予測	78

表 6.6	カオラック市の廃棄物収集率と収集量の予測	78
表 7.1	基本計画における下水道整備の代替案の比較評価結果	85
表 7.2	基本計画における雨水排水管理の代替案の比較評価結果	86
表 7.3	下水道・衛生システム改善の優先プロジェクトの評価結果	87
表 7.4	雨水排水管理の優先プロジェクトの評価結果	88
表 7.5	ゼロオプション下での状況の概要	89
表 9.1	F/S 調査対象の幹線管渠網	95
表 9.2	F/S 調査対象のポンプ場	95
表 9.3	F/S 調査対象の下水処理場および腐敗槽汚泥処理施設	96
表 9.4	代替案における詳細配置計画	100
表 9.5	拡張区域の代替案における比較評価結果	101
表 9.6	腐敗槽汚泥処理施設の計画諸量と設計仕様	102
表 9.7	既設ラグーンのリハビリのための計画諸量	103
表 9.8	既設ラグーンのリハビリのための施設仕様	104
表 9.9	曝気式ラグーンの計画諸量	104
表 9.10	曝気式ラグーンの施設仕様	105
表 9.11	主要な建設機材	107
表 9.12	プロジェクト費用	109
表 9.13	年間運用・維持管理費用	109
表 9.14	下水道料金からの歳入合計	110
表 9.15	下水道・衛生改善プロジェクトにより想定される負の影響	112
表 9.16	下水処理場拡張区域の地点比較	112
表 9.17	拡張区域の下水処理方法の比較	113
表 9.18	発生汚泥処理方法の比較	113
表 9.19	下水道・衛生システム改善プロジェクトにおける軽減緩和策とモニタリング計画	114
表 9.20	下水道・衛生システム改善プロジェクトにおける運用・評価指標	117
表 10.1	F/S 調査対象プロジェクトの構成	119
表 10.2	ボックスカルバートの排水路計画の法線の概要	122
表 10.3	ボックスカルバート排水路の概要	122
表 10.4	雨水貯留池の主要諸元	125
表 10.5	主要な建設機材	127
表 10.6	プロジェクト費用	128
表 10.7	年間運用・維持管理費用	128
表 10.8	カオラック市の排水路清掃作業のための予算	129
表 10.9	雨水排水管理プロジェクトにより想定される負の影響	131
表 10.10	雨水排水システムの施設組合せの比較検討結果	131
表 10.11	雨水排水路の形状比較	131
表 10.12	雨水排水管理プロジェクトにおける軽減緩和策とモニタリング計画	132
表 10.13	雨水排水管理プロジェクトにおける運用・効果指標	135

図目次

図 1.1	プロジェクト全体工程	2
図 2.1	カオラック州の行政構造	3
図 2.2	カオラック市の近年の水消費量の推移	4
図 2.3	カオラック観測所の月平均気温と月雨量(観測期間: 1971 年—2000 年)	5
図 2.4	国際収支の経年変化	7
図 2.5	ONAS の組織	8
図 2.6	カオラック市の組織	9
図 2.7	下水道網と下水道敷設区域の現状(含 PRECOL)	10
図 2.8	カオラック下水処理場の現状	11
図 2.9	既設雨水排水路網	13
図 2.10	浸水常襲地区とその状況	15
図 2.11	カオラック市におけるゴミ最終処分場および中継基地の位置図	18
図 2.12	戦略的環境評価(SEA)の標準的手続き	21
図 2.13	環境影響評価(EIA)の標準手続き	22
図 3.1	国家開発戦略における改善衛生施設の利用率の推移	24
図 4.1	下水道計画区域設定に関する流れ	27
図 4.2	下水道整備計画に関連する地区(District)	28
図 4.3	既設下水処理場と本計画で提案している拡張区域	32
図 4.4	代替案の平面配置計画(下水道網)	34
図 4.5	代替案の平面配置計画(下水処理場)	35
図 4.6	腐敗槽汚泥の処理プロセス	40
図 4.7	腐敗槽汚泥の処理システムの流れ	41
図 4.8	下水道網整備の平面配置	43
図 4.9	下水道整備における段階的整備とプロジェクト構成	46
図 4.10	プロジェクト構成(幹線管渠とポンプ場)	47
図 4.11	下水道網整備区域の将来人口と接続人口および下水流入量と下水処理場能力	48
図 4.12	下水処理場の段階的整備計画	49
図 4.13	優先プロジェクトの位置(下水道網整備とポンプ場整備)	50
図 5.1	雨水排水管理計画の対象区域	54
図 5.2	雨水排水改善のための代替案1	57
図 5.3	雨水排水改善のための代替案2	58
図 5.4	雨水排水改善のための代替案3	58
図 5.5	北部排水区における計画排水施設の位置図	60
図 5.6	西部排水区における計画排水施設の位置図	61
図 5.7	南東部排水区における計画排水施設の位置図	62
図 5.8	市中央排水区におけるリハビリ対象排水施設の位置図	63
図 5.9	プロジェクトのパッケージ化	67
図 6.1	カオラック市の廃棄物収集のためのゾーン区分と収集・運搬・処分システム	76
図 9.1	優先プロジェクトの対象施設の位置図	96
図 9.2	代替案1の拡張区域の位置図	99
図 9.3	拡張区域のラグーン修正配置図	99
図 9.4	代替案1の拡張区域の位置図	100
図 9.5	腐敗槽汚泥処理施設の構成	102
図 9.6	腐敗槽汚泥処理施設の平面および断面図	103
図 9.7	既設下水処理場のラグーンの構成変更	104
図 9.8	拡張区域の曝気式ラグーンの構成	105

図 9.9	曝気式ラグーンの平面および断面図	105
図 9.10	カオラック処理場 一般平面図	106
図 9.11	下水道・衛生改善施設建設の実施スケジュール	117
図 10.1	計画排水施設の位置図	119
図 10.2	ボックスカルバートによる雨水排水施設の法線と計画流量	121
図 10.3	路面排水の流入施設の概念	122
図 10.4	計画ポンプ場平面図	123
図 10.5	雨水貯留池の平面図	124
図 10.6	雨水貯留池の標準横断図	125
図 10.7	ボックスカルバートの掘削のための標準横断図	126
図 10.8	雨水排水管理施設建設の実施スケジュール	134

写真目次

写真 2.1	土砂とゴミで閉塞している雨水排水路	14
写真 2.2	雨水排水路に流入する家庭下水	14
写真 6.1	最終処分場の現状(2012 年 11 月現在)	80

略語

組織、プログラム・プロジェクト

ADB	: Asian Development Bank
BASD	: Banque Asiatique de Développement
	: アジア開発銀行
ADM	: Municipal Development Agency
	: Agence de Développement Municipal
	: 地方開発庁
AfDB	: African Development Bank
BAD	: Banque Africaine de Développement
	: アフリカ開発銀行
AGETIP	: Public Works and Employment Agency
	: Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public contre le sous-emploi
	: 公共事業公社
ANAMS	: Senegal National Meteorological Agency
	: Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal
	: セネガル国立気象局
ANSD	: National Statistics and Demography Agency
	: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
	: 国立統計人口局
APROSEN	: National Agency for the Cleanliness of Senegal
	: Agence Nationale pour la Propreté du Sénégal
	: セネガル清掃公社
APROFES	: Association for the Promotion of Senegalese Women
	: Association pour la Promotion de la Femme Sénégalaise
	: セネガル女性地位向上協会
ASDES	: Senegalese Association for Fair and Common Development
	: Association Sénégalaise pour un Développement Equitable et Solidaire
	: セネガル公正連帯開発協会
BOAD	: West African Development Bank
	: Bank Ouest Africaine De Developpement
	: 西アフリカ開発銀行
BTC	: Belgian Technical Cooperation
CTB	: Coopération Technique Belge
	: ベルギー技術協力機構
CBO	: Community-Based Organization
OCB	: Organisation Communautaire de Base
	: 地域市民組織
CDQ	: Committee for the District Development
	: Comité de Développement de Quartier
	: 地区開発委員会
CODEKA	: Committee for Development of Kaolack City
	: Comité de Développement de la Commune de Kaolack
	: カオラック市開発委員会
CRD	: Regional Development Committee
	: Comité Régional de Développement
	: 地域開発委員会
DEEC	: Directorate of Environment and Classified Establishments
	: Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
	: 環境保護局

DREEC	Regional Division of Environment and Classified Establishments Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés 州環境保護局
DTGC	Department of Geographical works and Mapping Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques 地理地図局
EU	European Union
UE	Union Européenne 欧州連合
GIE	Economic Interest Group Groupements d'Intérêt Economique 経済利益団体
IDA	International Development Association Association internationale de développement 国際開発協会
IDB	Islamic Development Bank
BID	Banque Islamique de Développement イスラム開発銀行
IMF	International Monetary Fund
FMI	Fonds Monétaire International 国際通貨基金
IU	Implementation Unit Unité de mise en œuvre 実施ユニット
JICA	Japan International Cooperation Agency Agence japonaise de coopération internationale 国際協力機構
LVIA	Lay Volunteers International Association Association internationale des volontaires laïcs 一般ボランティア国際協会
MEF	Ministry of Economy and Finance Ministère de l'Économie et des Finances 経済財政省
MEPN	Ministry of Environment and Nature Protection Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature 環境自然保護省
ONAS	National Office of Sanitation of Senegal Office National de l'Assainissement du Sénégal セネガル衛生公社
PAER	Kaolack Regional Environmental Action Plan Plan d'Action Environnemental Régional de Kaolack カオラック地域環境アクションプラン
PAQPU	Dakar Peri-urban On-site Sanitation Program Programme d'Assainissement Autonome des Quartiers Périurbains de Dakar ダカール周辺地区自家下水処理プログラム
PCLSLB	Project of Social Housing and Slum Prevention Projet de Construction de Logements Sociaux et de Lutte contre les Bidonvilles 社会住宅建設及びスラム街対策プロジェクト

PEPAM	: Millennium Drinking Water and Sanitation Program : Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire : 飲料水と下水衛生に関するミレニアムプログラム
PLT	: Long Term water supply Project : Projet eau à Long Terme : 給水長期プロジェクト
PMU	: Project Management Unit
UGP	: Unité de Gestion de Projet : プロジェクト管理ユニット
PNAE	: National Environmental Action Plan : Plan National d'Action pour l'Environnement : 環境行動国家計画
PNGD	: National Program for Solid Waste Management : Programme National de Gestion des Déchets : 廃棄物管理国家プログラム
PRECOL	: Program of Strengthening and Equipping Local Government : Programme de Renforcement et d'Equipement des Collectivités Locales : 地方政府強化整備プログラム
PSE	: Water Sector Project : Projet Sectoriel Eau : 水セクタープロジェクト
S/C	: Steering Committee
C/P	: Comité de Pilotage : 運営委員会
SDE	: Senegalese Water : Sénégalaise Des Eaux : セネガル水道会社
SENELEC	: Senegal Electric Power Supply Company : Société Nationale d'Électricité : 国営電力会社
SONES	: National Water Company of Senegal : Société Nationale des Eaux du Sénégal : セネガル水道公社
SOPROSEN	: Company for the Cleanliness of Senegal : Société pour la Propreté du Sénégal : セネガル衛生会社
SRA	: Regional Sanitation Service : Service Régional de l'Assainissement : 州衛生局
STC	: Service Technique Communal : Service Technique Communal : 市技術部局
T/C	: Technical Committee
C/T	: Comité Technique : 技術委員会
UCG	: Solid Waste Management Coordination Unit : Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides : 廃棄物管理調整ユニット
UN	: United Nations
ONU	: Organisation des Nations Unies : 国際連合

UNDP	: United Nations Development Programme
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
	: 国連開発計画
WB	: World Bank
BM	: Banque Mondiale
	: 世界銀行

技術用語

AL	: Aerated Lagoon
LA	: Lagunage Aéré
	: 曝気式ラグーン
ASP	: Activated Sludge Process
PBA	: Procédé à Boues Activées
	: 活性汚泥法
BOD ₅	: Biochemical Oxygen Demand
DBO ₅	: Demande Biologique en Oxygène
	: 生物化学的酸素要求量
B/S	: Balance Sheet
	: Bilan
	: 貸借対照表
COD _{Cr}	: Chemical Oxygen Demand
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
	: 化学的酸素要求量
EA	: Environmental Audit
AE	: Audit Environnemental
	: 環境監査
EIA	: Environmental Impact Assessment
EIE	: Etude d'Impact sur l'Environnement
	: 環境影響評価
HRT	: Hydraulic Retention Time
TRH	: Temps de Rétention Hydraulique
	: 水理学的滞留時間
IEC	: Information, Education and Communication
IEC	: Information, Education et Communication
	: 情報・教育・コミュニケーション
OD	: Oxidation Ditch
FO	: Fossé d'Oxydation
	: オキシデーションディッチ
P/L	: Profit-and-Loss
	: Profits et pertes
	: 損益
RC	: Reinforced Concrete
	: Béton armé
	: 鉄筋コンクリート
SEA	: Strategic Environmental Assessment
EES	: Evaluation Environnementale Stratégique
	: 戰略的環境アセスメント
STP	: Sewage Treatment Plant
STEP	: Station d'Epuration des eaux usées
	: 下水処理場

SLSC	: Standard Least Squares Criterion : Critère des moindres carrés standard : 標準最小二乗規準
SWM	: Solid Waste Management
GDS	: Gestion des Déchets Solides : 固形廃棄物管理
TSS	: Total Suspended Solids : Total des Solides en Suspension : 総浮遊物質
T-N	: Total Nitrogen : Azote total : 全窒素
T-P	: Total Phosphorus : Phosphore total : 全リン
T/S	: Transfer Site : Site de transfert (relais) : 中継基地
PET	: Polyethylene Terephthalate : Polyéthylène Téréphtalate : ポリエチレンテレフタレート
PS	: Pumping Station
SP	: Station de Pompage : ポンプ場
PVC	: Polyvinyl Chloride : Polyvinylchloride : ポリ塩化ビニル

その他

CM	: Cubic Meter : Mètre cube : 立方メートル
DPES	: Document of Economic and Social Policies : Document de Politique Economique et Sociale : 経済社会政策文書
DSRP	: Poverty Reduction Strategy Paper : Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté : 貧困削減戦略文書
EIRR	: Economic Internal Rate of Return
TREI	: Taux de Rentabilité Economique Interne : 経済的内部收益率
E/N	: Exchange of Notes : Echange de Notes : 交換公文
FC	: Foreign Currency : Monnaie étrangère : 外貨
FCFA	: Franc of the African Financial Community : Franc de la Communauté Financière Africaine : アフリカ金融共同体フラン

FIRR	: Financial Internal Rate of Return
TRFI	: Taux de Rentabilité Financière Interne : 財務的内部収益率
F/S	: Feasibility Study
E/F	: Etude de Faisabilité : フィージビリティ・スタディ（実施可能性調査）
GDP	: Gross Domestic Product
PIB	: Produit Intérieur Brut : 国内総生産
GNI	: Gross National Income
RNB	: Revenu National Brut : 国民総所得
IEE	: Initial Environmental Assessment
EEI	: Evaluation Environnementale Initiale : 初期環境評価
IRR	: Internal Rate of Return
TRI	: Taux de Rendement Interne : 内部収益率
JET	: JICA Expert Team
EEJ	: Equipe d'Experts de la JICA : JICA 調査団（JICA 専門家チーム）
L/A	: Loan Agreement
A/P	: Accord de Prêt : 借款契約
LC	: Local Currency : Monnaie locale : 現地通貨（内貨）
LPSERN	: The Environment and Natural Resources Sector Policy Letter : Lettre de Politique Sectorielle de l'Environnement et des Ressources Naturelles : 環境及び天然資源セクター政策文書
MDGs	: Millennium Development Goals
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le Développement : ミレニアム開発目標
M/P	: Master Plan : Plan Directeur : マスター プラン（基本計画）
NPV	: Net Present Value
VAN	: Valeur Actuelle Nette : 正味現在価値
NGO	: Non-governmental Organization
ONG	: Organisation Non Gouvernementale : 非政府組織
O&M	: Operation and Maintenance : Exploitation et maintenance : 運営維持管理
OP	: Operational Policy
PO	: Politique Opérationnelle : 業務政策

ROC	: Garbage Transportation by Carts
	: Ramassage des Ordures par Charrettes
	: カート（荷車）によるゴミ収集
SCF	: Standard Conversion Factor
FCS	: Facteur de Conversion Standard
	: 標準変換係数
TOR	: Terms of Reference
	: Termes de Référence
	: 委託事項
USD	: United States Dollar
	: Dollar des Etats-Unis
	: 米ドル
VAT	: Value Added Tax
TVA	: Taxe à la Valeur Ajoutée
	: 付加価値税
WTP	: Willingness-To-Pay
VDP	: Volonté De Payer
	: 支払意思額

第1編 基本計画

1 調査の概要

1.1 背景

カオラック市は、2012年時点で27万人の人口を擁し、セネガル共和国の中で有数の主要都市である。しかし、下水、雨水排水および廃棄物の処理は十分でなく、不衛生な環境を呈している。さらに、1979年に策定された衛生改善基本計画は、その後の状況変化にも拘わらず、改訂作業が行われていない現状にある。こうした状況を踏まえれば、衛生環境の改善に向けて、まず従前の基本計画の改訂が必要不可欠である。また、従前の基本計画策定と並行して、1980年代初頭に下水道網ならびに下水処理場が建設されている。一方、雨水排水路網も同じく建設はされているが、市域中心部に限定されている。

廃棄物管理に関しては、機材の劣化が著しく、2007年時点で収集率が25%に留まっている。市には3ヵ所のゴミ中継基地と1ヵ所の最終処分場があるが、これらはすべて屋外投棄ないし投棄埋立方式を取っており、投棄された廃棄物を均す重機や搬入計量機器も整備されていない状況である。現在、こうした状況はゴミ運搬ならびに中継基地や処分場の管理において、悪化の一途を辿っている。

カオラック市は、こうした状況に対して、セネガル清掃公社(APROSEN)の技術的支援を得て、2008年に廃棄物管理の基本計画を策定した。この基本計画は、市の財政逼迫によって、実現には至っていない。しかし、イスラム開発銀行(IDB)は、このカオラック市の基本計画や他の3都市の計画を統合して、これら4都市の廃棄物管理プロジェクトを形成した。こうした現状を受けて、本基本計画の廃棄物管理の部分は、APROSENによる基本計画とIDBが提案しているプロジェクトのレビューを行い、将来において必要とされる行動計画に対する提言に留めるものとする。

上記のようなカオラック市を取り巻く背景を踏まえて、セネガル共和国政府(以下、セネガル政府)は、日本政府に技術的な支援を要請した。この公的要請を受けて、日本政府は、本件「カオラック市下水・排水・廃棄物処理プロジェクト」の実施を採択した。この結果、日本政府の海外技術援助プログラムの実施を担う国際協力機構(JICA)は、セネガル政府の関係機関と共同してプロジェクトを実施することとなり、2011年11月に開始され、2014年3月に完了した。

1.2 目的

本プロジェクトの目的は以下のとおりである。

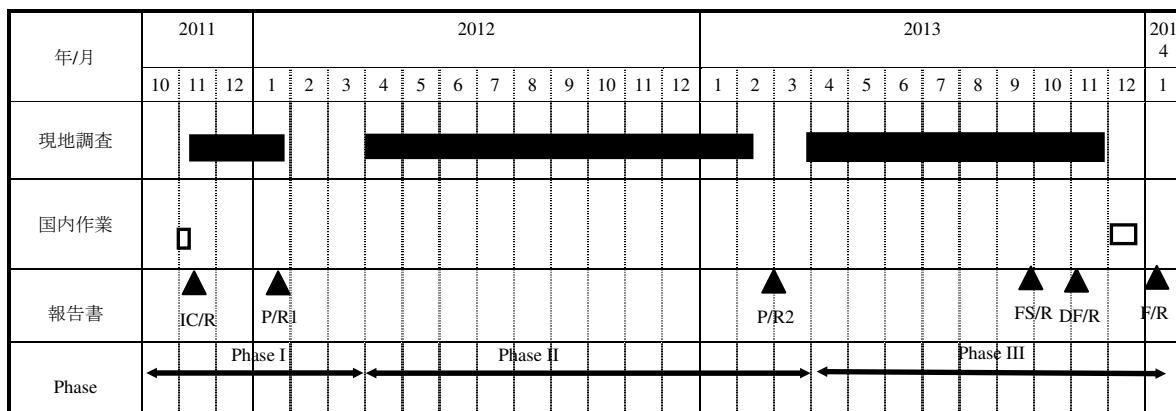
- (1) カオラック市における下水・雨水排水・廃棄物管理の既存計画と実情を検討する。
- (2) カオラック市の下水・雨水排水・廃棄物管理のための基本計画を作成する。
- (3) 基本計画の中で優先度の高いプロジェクトの実施可能性調査を行う。
- (4) プロジェクトの実施を通じて、セネガル国カウンターパートに関する技術を移転する。

1.3 プロジェクト対象地域

プロジェクト対象区域は、カオラック市域である。

1.4 プロジェクト工程

プロジェクトの全体工程は図 1.1 に示すとおり、期間は約 27 ヶ月である。また、図に示すとおりプロジェクトの進捗に沿って、さまざまなレポートを提出する。



凡例 : IC/R: Inception Report; P/R1: Progress Report 1; P/R2: Progress Report 2; FS/R: Feasibility Study Report;
DF/R: Draft Final Report; F/R: Final Report

Phase I : 下水、雨水排水、廃棄物管理に係る基礎データ収集。

Phase II : 下水、雨水排水、廃棄物管理のマスタープラン策定

Phase III: 優先プロジェクトの Feasibility Study の実施

図 1.1 プロジェクト全体工程

1.5 プロジェクト団員構成

本プロジェクトに関わった団員は、表1.1のとおりである。

表 1.1 プロジェクト団員構成

氏名	担当
森下 甲子弘	総括/下水道計画(I)/雨水排水
下河内 仁	副総括/下水道施設/下水道計画(II)
日下 浩二	下水道管渠(基本計画)
安岡 幸四郎	下水道管渠(F/S)
藤本 和良	排水施設
柿沼 潤	環境社会配慮
伊藤 達二	施工計画/積算
伊藤 恵悟	廃棄物管理
谷島 誠	経済・財務分析/組織・制度
川本 剛	業務調整/下水道管渠補助
羽田 瑞以	通訳

2 プロジェクト対象地域の基本条件

2.1 カオラック市の概要

2.1.1 はじめに

カオラック市は、カオラック州の州都で、首都ダカールから 190km 南東に位置しており、東西を走る国道 1 号、南北に走る国道 4 号と 5 号が交差する交通の要衝である。さらに、当市は隣国のマリ、ガンビア、ギニア、ギニアビサウの国境に至る重要な交通拠点でもある。当市の市域はサロウム川の右岸に拡がり、面積は 145.14km^2 である。カオラック市は地形的に極めて平坦で、地質的には主として砂地盤と塩分を含む土壌に覆われている。

カオラック市は次図に示すような行政構造の中にあり、2012 年時点では 43 地区(District)に分かれている。この地区の数は、都市化に伴い変化する性格を有している。

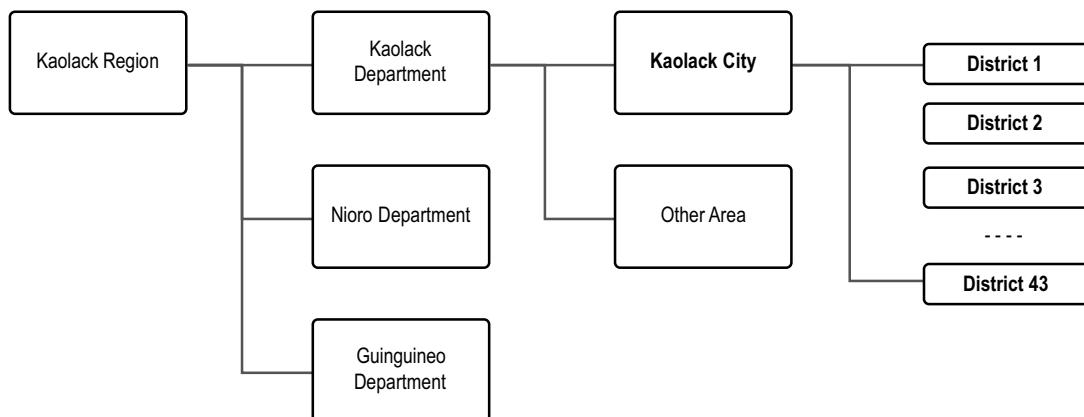


図 2.1 カオラック州の行政構造

カオラック市の人口については、さまざまな資料から情報収集を試みた。こうした人口はそれぞれの見方に応じて異なっており、この点については「3 全体的な計画コンセプト」で議論する。

2.1.2 水供給

カオラック市では、深層地下水をポンプアップし、給水塔を介して生活用、営業用、公官庁用に供給している。現在の給水区域は 19.5km^2 、将来の拡張予定区域は 6.6km^2 である。セネガル水公社(SDE)から提供された 2007 年 1 月から 2011 年 8 月までのデータによると、市の水消費量は都市化の進展とともに、徐々に増大しており、表 2.1 および図 2.2(左)に示すとおりである。2011 年の日平均水消費量は $17,950\text{m}^3/\text{日}$ 、このうち $14,515\text{m}^3/\text{日}$ が生活用、 $3,435\text{m}^3/\text{日}$ が営業用と見積もることができ、営業用の生活用に対する比率は近年の 5 年間のデータより、0.20 から 0.25 の割合にあると見積もれる。

図 2.2(右)に示すように、2011 年の一般家庭の 1 人当たりの水消費量は、45-70L/人日であり、平均は 58 L/人日である。

表 2.1 カオラック市の近年の平均日水消費量の推移

	単位	2007	2008	2009	2010	2011
生活用	m ³ /日	9,845	10,195	10,615	14,326	14,515
営業用 ¹⁾	m ³ /日	2,373	2,229	2,076	3,654	3,435
合計	m ³ /日	12,218	12,424	12,691	17,980	17,950
営業用の生活用に対する比率	率	0.241	0.219	0.196	0.255	0.237

注 1) 営業用には公官庁用も含む。

出典 : JICA 調査団

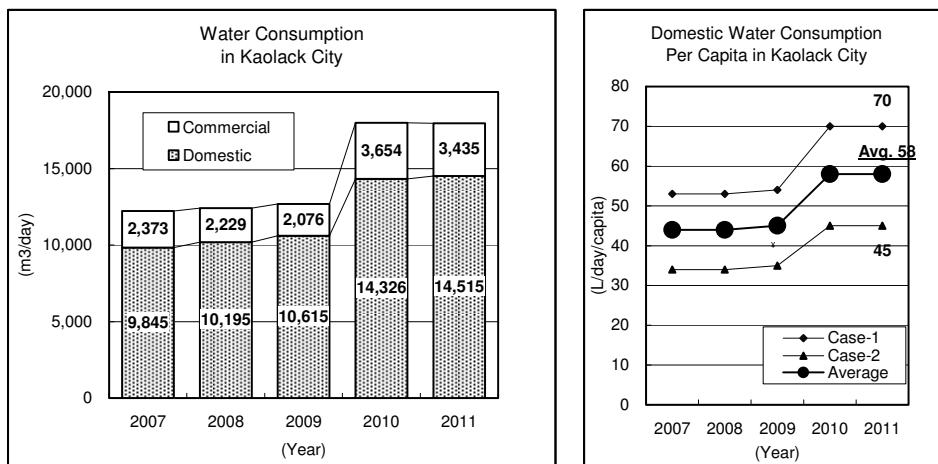


図 2.2 カオラック市の近年の水消費量の推移

2.1.3 気象

(1) データと出典

カオラック市にはセネガル気象庁(ANAMS)管轄の気象観測所があり、その位置は西経 16°04'、北緯 14°08'、標高 6m である。この観測所では、次のような 2 種の気象観測データを整理している。すなわち、1971 年から 2000 年までの長期間の月単位の気象観測結果の年表、1998 年から現在に至る観測月報である。いずれも日雨量である。

さらに、JICA 調査団は雨水排水計画に使用する短時間雨量データ入手するため、調査団が現地滞在していた 2012 年の雨期を対象に、10 分間隔の短時間雨量を観測した。これら日雨量と短時間雨量の両者を活用しながら、本プロジェクトの雨水排水計画の基礎条件量を検討した。

(2) 長期間の月気温ならびに雨量

長期間のデータに基づいて最高、平均、最低の月気温と月雨量を整理したものが、表 2.2 および図 2.3 である。これらが示すように、北東風が卓越する 12 月から 4 月までの乾期と南西風が卓越する 6 月から 10 月までの雨期の 2 つの気候に明瞭に分かれる。年雨量は概ね 560mm で、主として 6 月から 10 月に集中する。雨期にはほぼ最高気温 35°C、最低気温 25°C 前後を変動し、乾期には最高気温が 35 から 40°C、最低気温は 20°C 前後を変動する。

月雨量に関しては、年間総量の40%が8月に降り、87%が7月から9月の3ヶ月に集中している。

表 2.2 カオラック観測所の月平均気温と月雨量

	気温 (°C)			雨量 (mm)
	最高	平均	最低	
1月	34.4	26.0	17.6	1.0
2月	37.1	27.9	18.7	1.0
3月	38.8	29.4	20.0	0.0
4月	40.3	30.7	21.1	0.0
5月	39.8	31.0	22.2	3.0
6月	37.2	30.6	23.9	31.0
7月	34.7	29.6	24.4	122.0
8月	33.3	28.7	24.1	222.0
9月	33.7	28.8	23.9	139.0
10月	36.2	29.9	23.6	40.0
11月	37.1	29.0	20.9	1.0
12月	34.6	26.2	17.8	1.0
合計				561.0

出典：セネガル国立気象局（ANAMS）

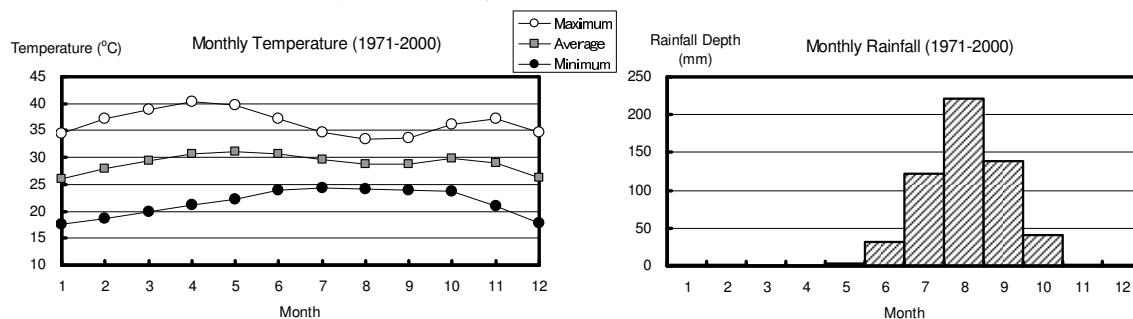


図 2.3 カオラック観測所の月平均気温と月雨量(観測期間:1971 年－2000 年)

(3) 計画雨量

ANAMS のカオラック気象観測所における観測日雨量を用いて、雨水排水計画のための確率統計解析を実施した。年最大日雨量資料の観測期間は14年間(1998年－2012年)である。この結果とダカールにおける既往調査結果の確率日雨量と比較し、ダカールの確率降雨強度曲線式を修正する方式で、カオラックの確率降雨強度曲線式を算出し、2年確率； $I = 3451.2/(T+36.9)$ 、5年確率； $I = 4638.8/(T+36.9)$ 、10年確率； $I = 5,427.8/(T+36.9)$ を得た。ここに I は mm/hr で示される降雨強度、 T は分で示される降雨継続時間である。

一方、JICA 調査団は観測機器を事務所の屋上に設置して、2012年の雨期を通して10分間隔の短時間雨量を観測した。この観測雨量の解析結果をもとに、カオラック市の雨水排水計画の計画降雨を10年確率雨量で継続時間3時間と設定した。

2.1.4 その他

カオラック市の汚水および雨水を最終的に受け入れているのは、市の南側に位置するサロウム川である。サロウム川は、流向が周期的に変化する感潮河川である。この河川の流量や水質等に係るデータは得られなかつたが、約 300m に達する川幅や、川を往来する大型の船舶から、カオラック処理場からの放流水を希釈するには十分な流量を有していると想定される。サロウム川には、水質環境基準が設定されていないことから、ONAS では、セネガル国における排水基準、すなわち、 $BOD_5=40\text{mg/l}$, $COD_{Cr}=100\text{mg/l}$, $TSS=50\text{mg/l}$, 糞便性大腸菌=2,000CFU/100ml の遵守を目標に、カオラック処理場の水質管理を行っている。

カオラック市においては、このサロウム川以外に目立った表流水は見当たらないが、サロウム川は、感潮河川であるがゆえに、塩分濃度が高く、飲料水や農業利用には向きである。むしろ、その水は、川岸に設けられた大規模な塩田に導かれており、そのため、カオラック周辺は塩の一大産地となっている。

カオラック市の市街地周辺では、大規模な農業用の灌漑施設はなく、浅井戸を用いた小規模な農地が点在するのみである。

2.2 経済および関連組織

2.2.1 セネガルの経済

(1) GDP

セネガルの 1 人当たりの GDP は、2011 年で 1,119USD であり、これは 2008 年の 1,136USD を依然として下回っている。セネガルも 2008 年から 2009 年にかけて、リーマンショックに端を発し世界を襲った経済危機の影響を少なからず受けている。この値は、サハラ砂漠以南の、いわゆるサブサハラの開発途上国の平均よりも下位に位置している。**表 2.3** に示すように、セネガル経済は、2009 年以降、復興しておらず、2011 年は悪化しており、これらがサブサハラの開発途上国との格差を拡大している要因である。

表 2.3 1 人当たり GDP

年	2007	2008	2009	2010	2011
セネガル	986	1,136	1,055	1,034	1,119
サブサハラアフリカ	1,097	1,220	1,131	1,293	1,424

出典：世界銀行、単位：米ドル/一人

(2) インフレーション

上記の経済危機以前には、**表 2.4** に示すようにセネガルのインフレは急速に進行していたが、2009 年にはそれが負の値を示している。デフレータの値も、常にサブサハラの開発途上国の値を下回っており、この傾向は上記の表と同様である。

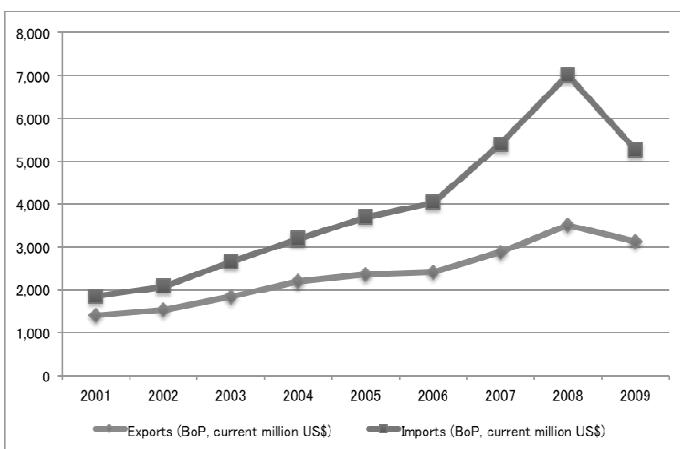
表 2.4 インフレーション(GDP デフレータ)の推移

年	2007	2008	2009	2010	2011
セネガル	5.6	6.5	-1.5	1.4	3.2
サブサハラアフリカ	7.3	11.0	4.2	6.9	8.0

出典：世界銀行、単位：%

(3) 国際収支

セネガルの国際収支は、近年常に輸入超過で、その差も拡大している。



出典：世界銀行、単位：100 万米ドル

図 2.4 国際収支の経年変化

2.2.2 関連組織

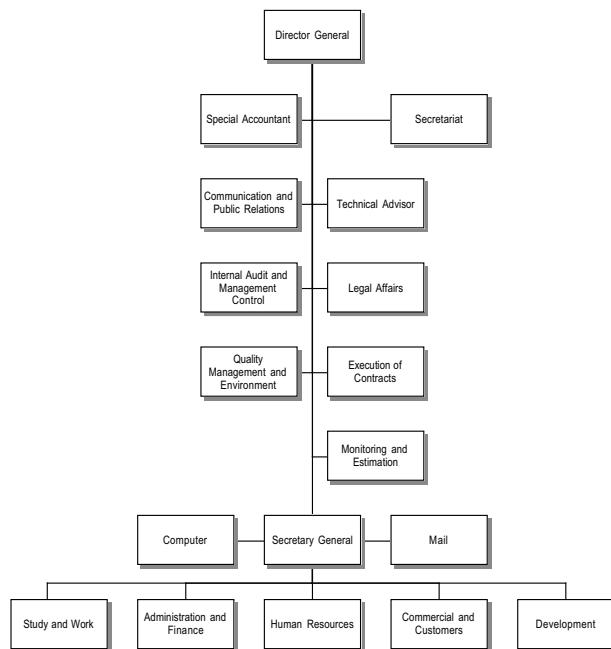
(1) セネガル衛生公社(ONAS)

セネガル衛生公社(ONAS)は、水理・衛生省(Ministry of Hydraulics and Sanitation)の管轄下にある政府機関である。1996 年に設立され、関連法制度の下に、次のような業務を所掌している。

- 下水および雨水排水のインフラ整備事業の計画
- これら整備事業の管理
- 下水および雨水排水施設の運営・維持
- オンサイト下水処理施設の建設
- 下水処理場から発生するスラッジの活用
- 下水処理料金の管理

ONAS の予算において、通常支出は徴収する料金により賄われるべきである。一方事業の初期投資については政府予算によって賄われている。ONAS は 3 ヶ月毎に運営状況を政府に報告する義務を負っている。2010 年、ONAS の予算は 66.2 億 FCFA であるが、実際の支出は 72.3 億 FCFA であった。このように予算は通常、負の収支を呈している。

2009年における ONAS の職員数は 182 名である。このうち管理職が 30%以上を占めており、労務職は極めて少ない。ONAS の組織を次図に示す。



出典： ONAS

図 2.5 ONAS の組織

(2) セネガル清掃公社(APROSEN)

APROSEN は 2010 年に設立され、技術面では生活省(Ministry of Living)、財政面では財務省(Ministry of Finance)の管轄下にある。APROSEN は、継続的な監視を強化することにより、衛生的な生活環境を確立維持していくことを目途としており、その所掌業務は次のとおりである。

- ・ 地方政府の代理として、公共の清掃活動、ゴミの収集・運搬・処分の活動を確立する。
- ・ 外部環境に許容される、生物化学的な廃棄物や食肉処理場からの廃棄物の処理方式を開発する。
- ・ 廃棄物管理のための機材とインフラ整備を管理する。
- ・ 廃棄物管理の法制化に向けて政府を支援する。
- ・ 生活環境の改善のための調査を実施する。
- ・ 廃棄物管理における情報と公共教育を提供する。

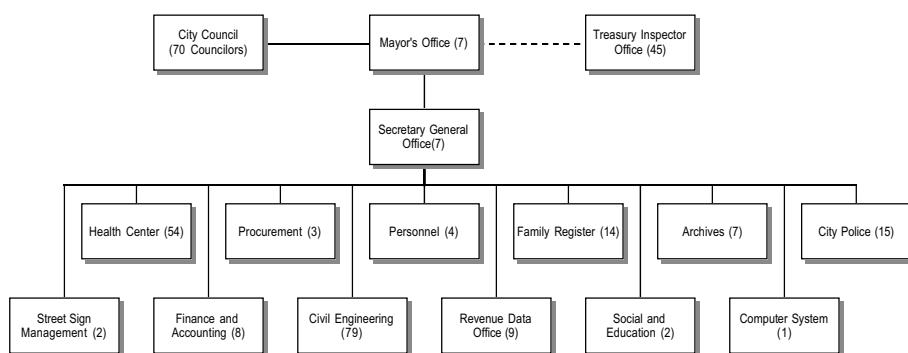
APROSEN は 11 人の管理職と 46 人の一般職員から構成されている。

APROSEN は、本プロジェクト期間内に組織が消滅し、カオラックの APROSEN は 2013 年 2 月時点で機材の貸出しと普及活動を行っているのみである。国会は、APROSEN 解散後の後継組織を決定する段階にある。2013 年 2 月現在、APROSEN は地域計画・地方行政省(Ministry of Regional Planning and Local Government)の管轄下にあり、組織解散後も職員は、政府職員として省内に留まる予定である。

(3) カオラック市

市議会議員は定員 70 人で、5 年に一度の市民の直接投票によって選出される。市長はこの議員の中から互選により選出される。

市の職員は、2011 年 12 月時点で 280 名(男性 196 名、女性 84 名)である。職員の昇進については定期的昇進と特別な昇進の 2 種類がある。定期昇進については、2 年毎に自動的に昇進する。特別昇進は、市長によって特命された 8 人の市政アドバイザーの意思決定による。職員採用は、市長によりなされる。規則により、市長が交代する際でも、市長が採用した職員を解雇することは出来ない。



注：括弧内は職員数
出典：カオラック市

図 2.6 カオラック市の組織

セネガルの会計年度は、1 月 1 日より 12 月 31 日である。予算がすべて消化されず、残余金が残った場合、翌年に持ち越すことが出来るシステムとなっている。予算案は市議会で承認された後、経済財務省(Ministry of Economy and Finance)で最終的に認可される。このように、地方自治体の予算は、中央政府により最終的に制御されている。通常、経済財務省により予算が認可され、市の会計に入金されるのは、会計年度が始まって数ヵ月後である。したがって、会計年度の当初に必要な職員の賃金等といった運営費用を支出するために、残預金の持ち越しは不可欠である。

他の多くの開発途上国に見られるように、予算案が承認されたとしても、実際に配布される予算は、通常それよりも低い額となっている。こうした状況下では、市が立てた計画通りに事業を実施することは極めて困難となる。近年の予算総額と支出総額の推移を次表に示す。

表 2.5 カオラック市の予算と支出の推移

単位：10 億 FCFA

年	2009	2010	2011
収入	1.69	1.91	1.79
支出	1.56	1.70	1.57

出典：カオラック市

2.3 下水

2.3.1 下水道網

カオラック市の下水道網の主要部分は、1982年に策定された旧基本計画¹の策定作業と並行して1980年代に敷設されたものである。その他の部分は、その後2000年代に実施されたWBとIDBによる拡張事業によるものである。さらに、地方自治体の支援強化のためのプログラムであるPRECOLにより、2012年時点での北東部で下水道網の拡張工事を実施している。

現在、図2.7に描いているように、PRECOLの対象区域を除き、幹線下水道が延長7.97km、4基のポンプ場が設置されている。管渠網の敷設区域は3.03km²で約17,330人が管渠に接続している。管渠への接続率は、ほぼ50%である。市中心部の面積19km²および2012年の人口245,000人と比較すると、下水道敷設区域は面積にして16%、人口にして7%をカバーしていることになる。

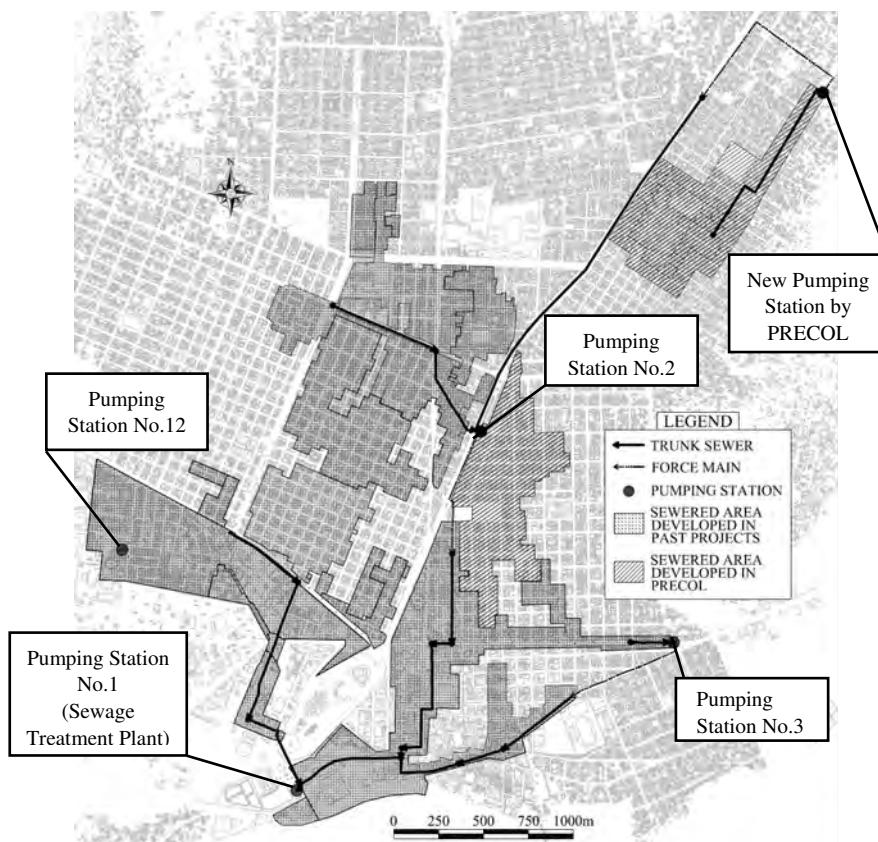


図2.7 下水道網と下水道敷設区域の現状(含PRECOL)

現在の下水道網が抱えている課題は、(1)管渠の閉塞に対する維持管理対策、(2)既設管の老朽化・劣化対策である。通常業務として実施している主要な維持管理活動は、手動ないし水圧式による下水管の目詰まり除去である。一方、当時敷設した下水管はアスベスト材で出来ており、老朽化が著しく、ジェット噴流による閉塞除去方式では、劣化が進み破損の恐れすらある。これら

¹ 本計画は、イタリア政府の援助を受けて、水利省下水道局 (Ministère de l'Hydraulique, Direction de l'Assainissement)により策定された。

のアスベスト管は 1980 年代に敷設され、今までに付け替え作業がなされておらず、老朽化が著しく、至るところで管渠自体の破壊がしばしば発生している。

2.3.2 下水処理場

カオラックの下水処理場は、旧基本計画の策定と並行して、1981 年に建設され運用を開始した。処理方法は、ラグーンによる処理で、当初の計画は汚水量として $2,000\text{m}^3/\text{日}$ を見込んでいる。2006 年に IDB の支援により、 $6,000\text{m}^3/\text{日}$ まで処理量を増大するために、一部既存ラグーンを曝気式ラグーンに改良する工事に着手した。しかし、改良工事は完成せず、IDB から正式な引渡しが受けられず、曝気式ラグーンは運転されずに現在に至っている。この結果、いくつかの曝気装置は転倒し、防水シートの一部はめくれた状態のまま放置されている。

処理場は、図 2.8 に示すように、ポンプ、沈砂池、ラグーンおよび塩素処理槽から構成されている。ポンプ施設は、 $75\text{m}^3/\text{h}$ と $95\text{m}^3/\text{h}$ の 2 基のポンプから成っている。沈砂池は、IDB の支援で建設され、 18m^2 の面積を有し、ポンプ施設の下流に位置している。しかしながら、沈砂池は、IDB 支援プロジェクトが引き渡しなかった関係から、浚渫ポンプが機能していないため、砂と汚泥で満杯となっている。

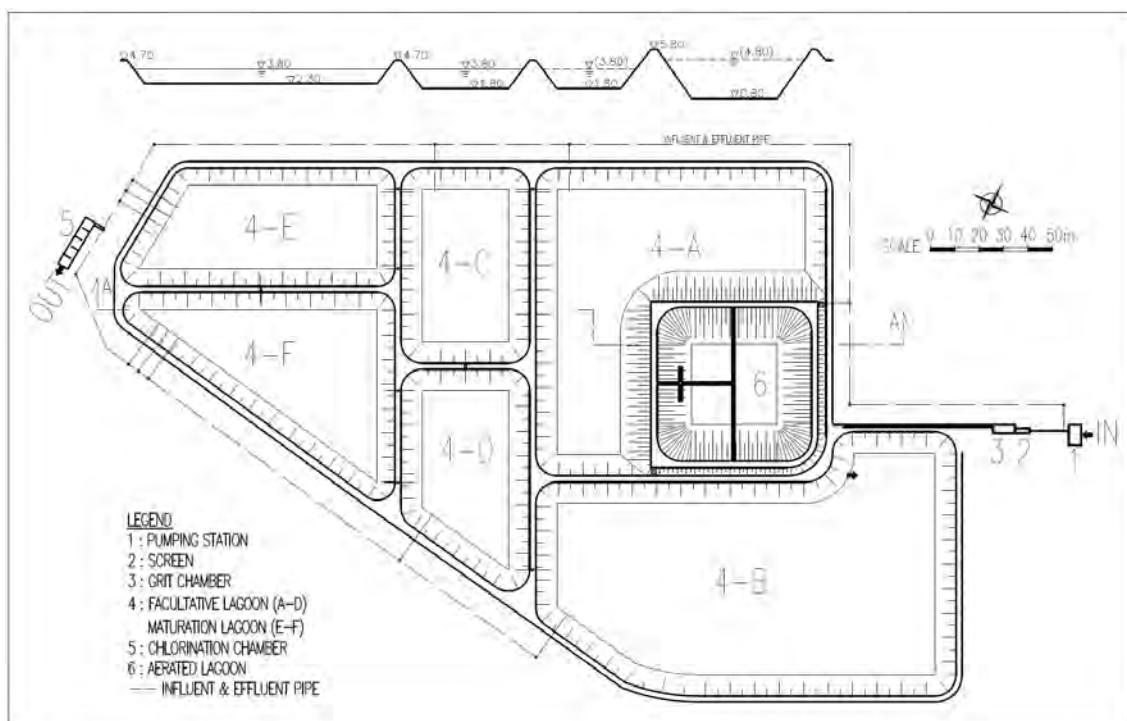


図 2.8 カオラック下水処理場の現状

ラグーンは、本来 6 つの池から構成され、4 つの池が通性池、残り 2 つが熟成池であり、通性池 1 池分(図 2.8 における 4-A 池)は、干からびて機能していない。通性池において、有機物と浮遊物が生物分解と沈降作用によって分離され、さらに通性池で分離されなかった残留有機物は、熟成池において分解されると同時に殺菌が行われ、殺菌の補完施設である 40m^3 の容量を持つ塩素処理槽で殺菌を完了後、処理水は最終的にサロウム川に放流される。

当初計画では、計画汚水量 $2,000\text{m}^3/\text{日}$ の流入に対して、ラグーンの汚水滞留時間は 36 時間に設定しており、これは長めの滞留時間であり、過負荷の流入に対しても対処が可能である。現況では 5 つの池が運用されており、流量調整堰の補修や池の浚渫がなされるならば、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ の処理能力が期待できる。

処理場への流入量に関しては、雨期には一般的に $2,500\text{m}^3/\text{日}$ を越えており、乾期には変動が大きく $1,000\text{m}^3/\text{日}$ から $2,500\text{m}^3/\text{日}$ の振れ幅を持っている。

流入と放流の水質については、年 3 回サンプリングしており、検査項目は 10 項目である。これらは、水温、pH、TSS、 COD_{Cr} 、 BOD_5 、T-N、T-P、電気伝導度、塩分濃度、糞便性大腸菌である。

2011 年から 2012 年までの流入水質は、 BOD_5 が $60\text{-}420\text{mg/l}$ 、 COD_{Cr} が $243\text{-}960\text{mg/l}$ 、TSS が $94\text{-}507\text{mg/l}$ の範囲にあった。これらのデータは、処理場が機能停止している期間や下水管渠の維持補修のための清掃期間の異常値は除いている。一方放流水質について、2 年間の BOD_5 検査結果は 45mg/l から 120mg/l と放流基準の 40mg/l をすべて上回っている。しかし処理場が過負荷となっていると思われる乾期の放流水質は、 70mg/l から 120mg/l とあまり悪化していない。 COD_{Cr} や TSS に関しては、同じく 2 年間で放流基準を満たしているものが 0% と 25% である。こうした放流水質を改善するには、まずラグーン内の浚渫が緊急に必要である。糞便性大腸菌も常に放流基準を上回っており、塩素滅菌が不十分であることを示している。

2.4 雨水排水

2.4.1 既存の雨水排水路網

1982 年の基本計画²は 2000 年を目標年次としており、雨水排水と下水の両者とも、段階的整備計画を定めている。しかしながら、この基本計画について、現在入手できるものは概要書のみである。その中には、雨水排水管理の計画諸元や、排水路の縦断図や横断図を含む設計図書が含まれておらず、入手困難である。

さらに、既設の排水路網に関するデータも極めて限定的である。カオラック市から提供されたデータは、カオラック市が維持管理している 34 箇所の既設排水路のリストのみである。これには、既設排水路に関する構造物的タイプ、水路の幅と深さ、水路長のような基本的な情報が入っていない。したがって、既設排水路の実態調査を実施し、その現状を把握した。ONAS から提供されたのは既設排水路の位置図のみで、水路諸元の情報は入っていない。既設排水路の位置を図 2.9 に示す。この図にはカオラック市が管理する 34 箇所以外の水路も示されている。カオラック市によると、これらは自然土水路と過去に埋設された排水管渠であり、排水管渠については実態調査時に確認することができなかった。これらの 34 箇所以外の水路については、将来排水計画をする際の参考にしたいというカオラック市の強い意向により、図にそのまま記載した。

² 本計画は、イタリア政府の援助を受けて、水利省下水道局 (Ministère de l'Hydraulique, Direction de l'Assainissement) により策定された。

雨水排水路網は、カオラック市の中心部に敷設されている。カオラック市が管理している排水路網の総延長は、19.96kmに及び、この内訳は、開水路が 12.38kmで、蓋掛け水路が 7.58kmである。これらの排水区域の合計は 7.79km²である。

開水路のほとんどは、写真 2.1 に示すように、土砂とさまざまなゴミで閉塞している。水路内へのゴミの投棄は、土砂の流入堆積と同様、水路の排水能を著しく阻害・低下させている。また、多くの家庭下水が、写真 2.2 に示すように、開水路に流入しており、とくに乾期において、排水路の流水は主として家庭雑排水によるものとなり、下水の滞留と水質の悪化をもたらし、結果的に悪臭の発生と景観の悪化という都市環境の低下要因となっている。

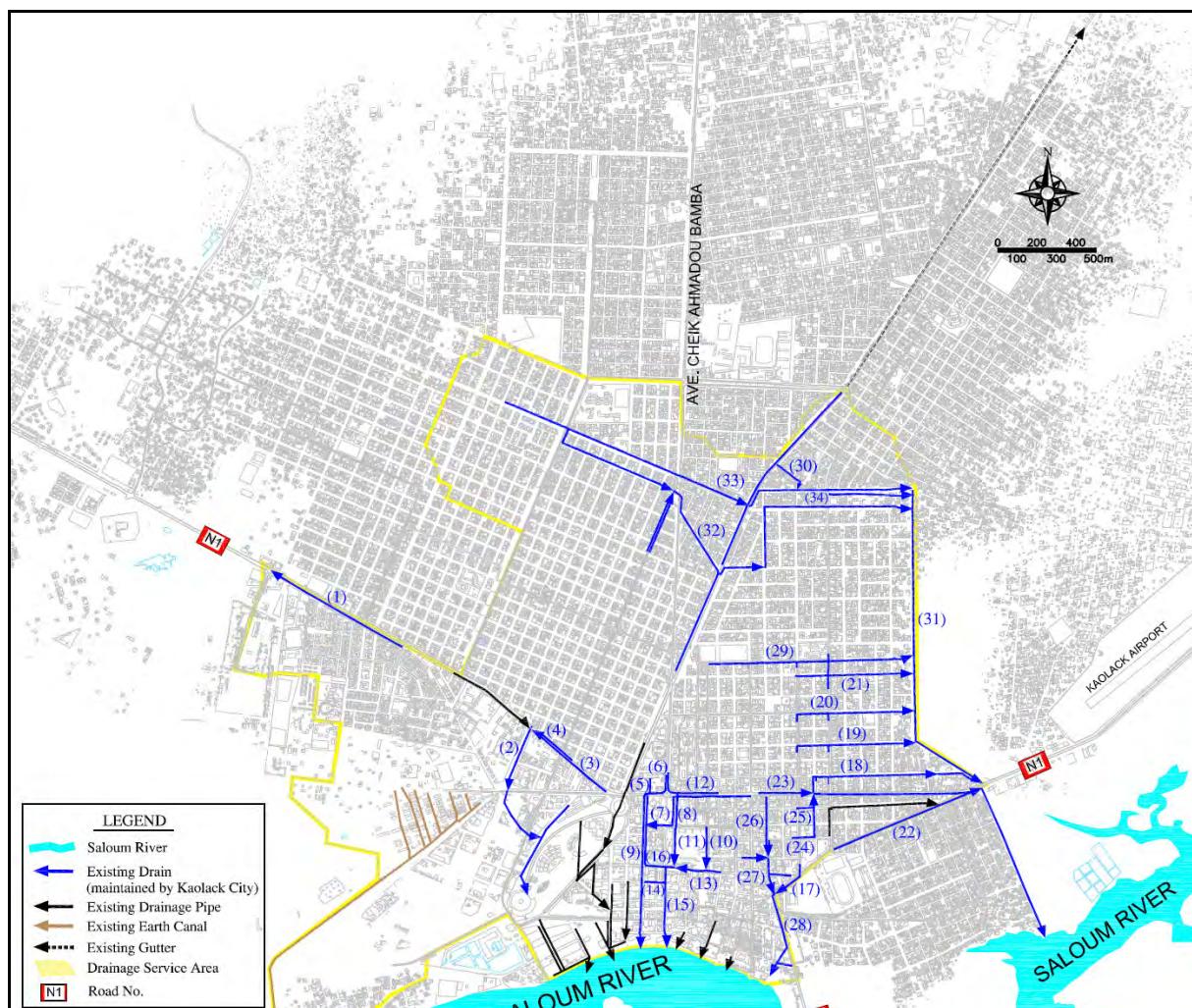


図 2.9 既設雨水排水路網



Drain No. (32)



Drain No. (21)

写真 2.1 土砂とゴミで閉塞している雨水排水路



Drain No. (18)



Drain No. (19)

写真 2.2 雨水排水路に流入する家庭下水

2.4.2 雨水排水路網の維持管理

カオラック市は、雨水排水路網の運用・維持管理の責任を持っており、市の技術サービス部局 STC(Service Technique Communal)が実際の運用・維持管理業務を行っている。STC は 99 人の職員を擁し、年 1 度、雨期前に雨水排水路網の清掃を行う維持管理計画を立てている。この清掃作業は、民間業者を選定し、契約により委託している。2011 年には、1,040 万 FCFA をこの作業に充てている。清掃作業には、水路内のゴミを除去し、処分場に搬出する作業を含んでいる。

2.4.3 洪水浸水の状況

カオラック市には、湛水深や湛水時間のような洪水浸水状況をモニターするシステムは無い。それ故、過去の洪水浸水に関する情報は極めて限定的である。本プロジェクトでは、各家庭に対するインタビュー調査で、浸水状況を把握した。浸水常襲地区については、こうした現地調査と STC、ONAS および消防署との協議により特定した。この結果、10 地区の浸水常襲地区を特定し、これらの浸水の特徴を図 2.10 に掲載する。

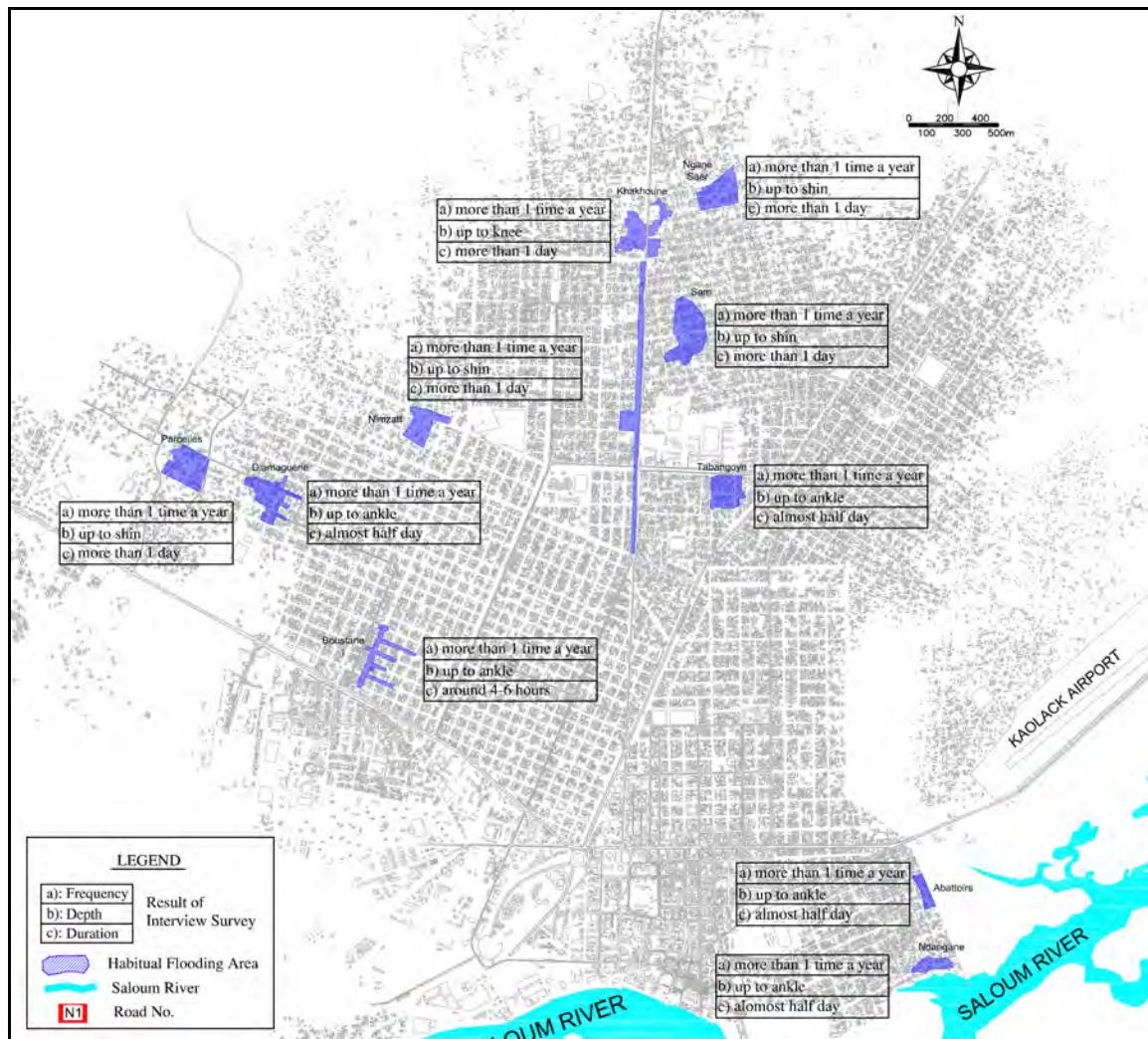


図 2.10 漫水常襲地区とその状況

2.5 廃棄物管理

2.5.1 廃棄物管理の一般的状況

カオラック市の廃棄物収集および運搬機材の劣化は著しく、2007年には収集率が25%に留まり、市の中心部と市場を収集対象とするのみであるが、現在はさらに悪化している。市の内部には、多くのゴミ不法投棄場が存在している。1ヵ所の最終処分場があるが、投棄埋立方式を取っており、ゴミを敷き均す重機もトラックの積載重量を計測する機器も無い状態である。

一方、2008年にセネガル清掃公社(APROSEN)によって、カオラック市の廃棄物管理の基本計画が策定された。市役所はこの基本計画を承認し、これを実施に移そうとした。

カオラック市では、雨水排水同様、技術サービス部局が廃棄物の管理も担当している。技術サービスは、清掃・道路建設、電力、木工、レンガ工、機械、排水、および土地収用の7つのセクションに分かれており、このうちの清掃・道路建設が廃棄物の管理を担当し、契約により業者に作業を委託している。

予算に関しては、市の一般会計から充当されており、清掃・道路建設の予算は 2010 年において 24,200 万 FCFA で、技術サービスの予算の 65.7%を占めていた。一方、支出は 12,600 万 FCFA で、予算額の 52.2%であった。

2.5.2 基本計画

カオラック市は APROSEN の技術的支援の下に、2008 年に廃棄物管理の基本計画を策定し、これに基づいて「廃棄物の持続的管理のための運用計画、2007-2008 年」を作成した。

基本計画は、次表に示すように、廃棄物管理そのものに加えて、道路清掃、ゴミの一次収集を含む収集作業、最終処分、情報・教育・伝達キャンペーン等を網羅するものとなっている。技術サービス部局によると、この基本計画は市の廃棄物管理の総合計画として活用されている。

表 2.6 カオラック市 2008 年廃棄物管理基本計画の目的

全体目的	持続的な廃棄物管理の実現。
道路清掃	道路を良好な状態で維持する。
収集	適切な収集方法および最終処分場への運搬方法の適用。
最終処分	関連法令の準拠、技術・環境問題に適応した最終処分場の建設。

出典：カオラック市

2.5.3 廃棄物管理システムの現状

(1) 収集・運搬システム

2007 年、市によるゴミ収集は限られており、Leona、Kasnack Noro、Kasnack Sud、Kassaville、Bongre の 5 地区および中央市場を対象とするのみであった。当時、市にはゴミ収集と運搬用に 5 台のコンパクター(積載量 : 16m³/台)があり、4 台で 5 地区を、残り 1 台で中央市場の収集・運搬をそれぞれ担当していた。2007 年当時、市のゴミ発生量は、発生原単位 0.49kg/人日を用いて算出すると 125t/日と見積られ、一方収集量は 30t/日であった。さらに 2010 年になると、コンパクター(積載量 : 20m³/台)は 2 台に減少し、収集対象地区は変更されていない。この状況を比較整理したものが、次表である。

表 2.7 カオラック市の 2007 年と 2010 年の廃棄物発生と収集処分の比較

年	廃棄物発生量 ¹⁾ (t/日)	総収集量 (t/日)	収集率 (%)	収集用機材	収集地区
2007	125	30	25	5 コンパクター (容量: 16 m ³ /車)	Leona, Kasnack Noro Kasnack Sud, Kassaville Bongre, including central markets
2010	136	17	12	2 コンパクター (容量: 20 m ³ /車)	

注：廃棄物発生量は 0.49 kg/人/日から算出。

出典：APROSEN、カオラック市

上表で明らかなように、収集率が 2007 年の 25%から 2010 年には 12%に落ち込んでいる。2010 年に使用したコンパクターは、委託契約による民間会社が所有していたものであり、その 1 台は破損し、残り 1 台のみで収集・運搬作業を行っている。この結果、2011 年には収集率は、半分の 6%に低下した。

このように市の廃棄物の収集運搬システムは貧弱であり、非公式に市民団体がグループを形成し、1世帯当たり³750FCFA/月の収集費用で家庭から出るゴミを収集している。これらは、いわば1次収集システムで、そのほとんどが、ROCと呼ばれるロバが引く収集車を用いた方式で、市内に散在する不法投棄場所に収集ゴミを投棄している。これら2種類の収集の状況を整理したものが、次表である。

表 2.8 カオラック市の廃棄物収集運搬システムの現状

エリア	ステージ		
	Pre-collection (各戸)	Collection (各戸から最終処分場あるいは中継地)	Mbadakhoune にある最終処分地への輸送
市のサービスが利用可能なエリア	2台のコンパクターによる (収集エリア：5地区、7マーケット、2バスステーション)。	コンパクターによる輸送(2011年) レンタルトラックによる輸送(2012年)	コンパクターによる輸送(2011年) レンタルトラックによる輸送(2012年)
非公式の市民団体によりサービスが可能なエリア(市のサービスは利用不可)	ロバが引く収集車による (ROCシステム)。	不法投棄場所への投棄。	最終処分場への輸送は無し。

(2) ゴミ中継基地

ゴミ中継基地は、ROCシステムや一輪車等を使って1次収集されたゴミを、一時的に仮置きする場所であり、カオラック市には Diamaguene Extention、Ndargoundaw(Down Dialegne)および Ngane Saer の3ヵ所の中継基地がある(図 2.11 参照)。しかし、現在2ヵ所は機能しておらず、Ngane Saer 地区のみ運用されている。

(3) 不法ゴミ投棄場所

2011年後半における現地調査で、カオラック市における12ヵ所の主たる不法ゴミ投棄場所を確認した。これらの中には、Dialegne 地区や Medina 地区のように低平な窪地に位置し、いわゆる浸水常襲地区に相当する箇所も含まれている。これらの地区的低所得層は、自分たちの家屋を雨期の浸水から防ぐため、土の代わりにゴミを用いて土地の嵩上げや小規模な土堤を構築している。一方、APROSEN は 2011 年にカオラックを含む 4 都市のゴミ投棄場所等を調査し、カオラック市では、71ヵ所の不法投棄場所を特定している。

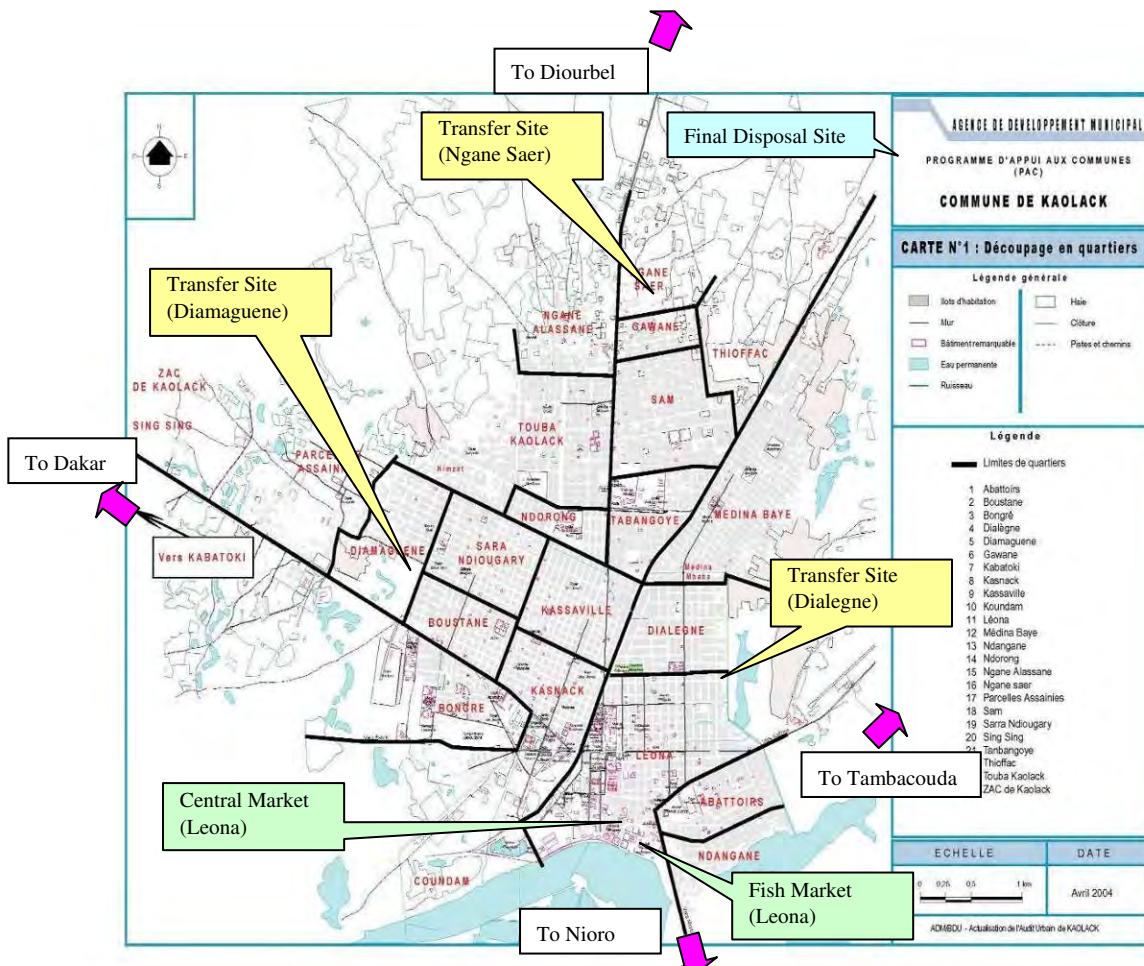
(4) 最終処分場

カオラック市の廃棄物管理に位置付けられている最終処分場は、図 2.11 に示すように、Thiofack 地区に隣接するカオラック州の Mbadakhoune 地方行政区⁴に位置している。本処分場は、カオラック市の北約 6 km の地点に位置し、その面積は約 15 ha で、2009 年まで建設資材の採石場として利用されていたが、2011 年後半には市によってトラックが市内のゴミを運び込み、投棄埋立てを実施していた。現場を見る限り、投棄ゴミの自然発火、医療廃棄物の

³ カオラック市におけるゴミ収集料金の1家庭あたりの月平均値は1,000 FCFAであり、この値は最小値である。

⁴ 本地区は、図 2.1 における”Other area”に帰属する。

選別等に関する環境面からの配慮は全くなされていない。さらに、最終処分場にあるべきフェンス、管理事務所、ブルドーザやホイールローダーのような重機も整備されていない。カオラック市によれば、2台の登録されたコンパクターのみが最終処分場に進入が可能であり、他の民間のゴミ収集トラックは侵入できないとのことである。現地調査時には、10人程度のゴミ選別者が働いており、鉄製品や強化プラスティック等の有価物の選別を行っていた。



Source: ADM, Kaolack City, APROSEN Kaolack

図 2.11 カオラック市におけるゴミ最終処分場および中継基地の位置図

2011年9月、カオラック市とMbadakhoune 地方行政区は、Mbadakhoune の最終処分場としての利用に関して、口頭にて合意を取り付けた。しかし、最終処分場として土地利用に関わる法的権限を持つための両者の公的書面の署名には至っていない。換言すれば、市は公的な最終処分場を有していないとも言える。

情報・教育・伝達キャンペーンについては、清掃の年行事として、2007年、2008年、2009年に、カオラック市、カオラック州、APROSEN、NGOs、学生、ボランティア等の協賛で環境キャンペーンが実施された。しかし、その後の2010年と2011年には、こうした催しは実施されていない。

(5) 工業廃棄物および医療廃棄物の現状

カオラック市では、4つの主要な工場が稼動している。そのうちの2つは落花生油の工場で、他に食塩工場とプラスティック工場がある。市の技術サービス部局によると、工業廃棄物は、セネガルの環境基準に従って、適切に処理されているとのことである。

カオラック市には1つの大きな病院と数多くのクリニックや診療所が存在する。病院には医療廃棄物用の焼却炉が備わっている。市内には焼却炉が備わっている診療所が2ヵ所ある。病院では、焼却炉から取り出された灰は病院内の特定の場所に埋めて処理している。

2.6 環境社会配慮

2.6.1 環境面における法制度・基準

国家環境法(法律 No.200-01、2001年1月15日)の第5章「影響調査」に、戦略的環境評価(SEA)、環境影響評価(EIA)、環境監査(EA)を含め、48条から54条に環境に関する影響調査の委任について規定されている。第49条では、影響評価に関する定められた手続きと環境管理局(DEEC)への評価レポートの提出について規定しており、第38条Aおよび第44条Aにおいて、環境影響評価の調査方法を含めた行政的手続きについて述べている。環境影響調査の範囲ならびに区分は次のとおりである。

- (1) カテゴリー1：プロジェクトが環境に明らかに影響を及ぼすもので、環境影響評価は、経済・財務分析においても環境面での考慮を含める。さらに環境面での解析をもとにした評価が必要である。この分類に入る都市環境分野でのプロジェクトは、(a)インフラ整備および(b)廃棄物管理・処理等である。
- (2) カテゴリー2：プロジェクトの環境面への影響が限定的なもので、影響は軽減策の実施や設計変更によって軽減することが出来る。このカテゴリーのプロジェクトには、初期環境調査が必要である。都市環境分野で、これに該当するプロジェクトは、(a)小規模灌漑・排水プロジェクトや(b)都市や村落の水供給・衛生改善プロジェクトである。

さらに、環境法令は、表2.9にまとめるように、下水や廃棄物管理において、その規模や手法に応じた必要な調査方法を規定している。

表 2.9 プロジェクト規模や処理方法に応じて必要となる環境調査の分類

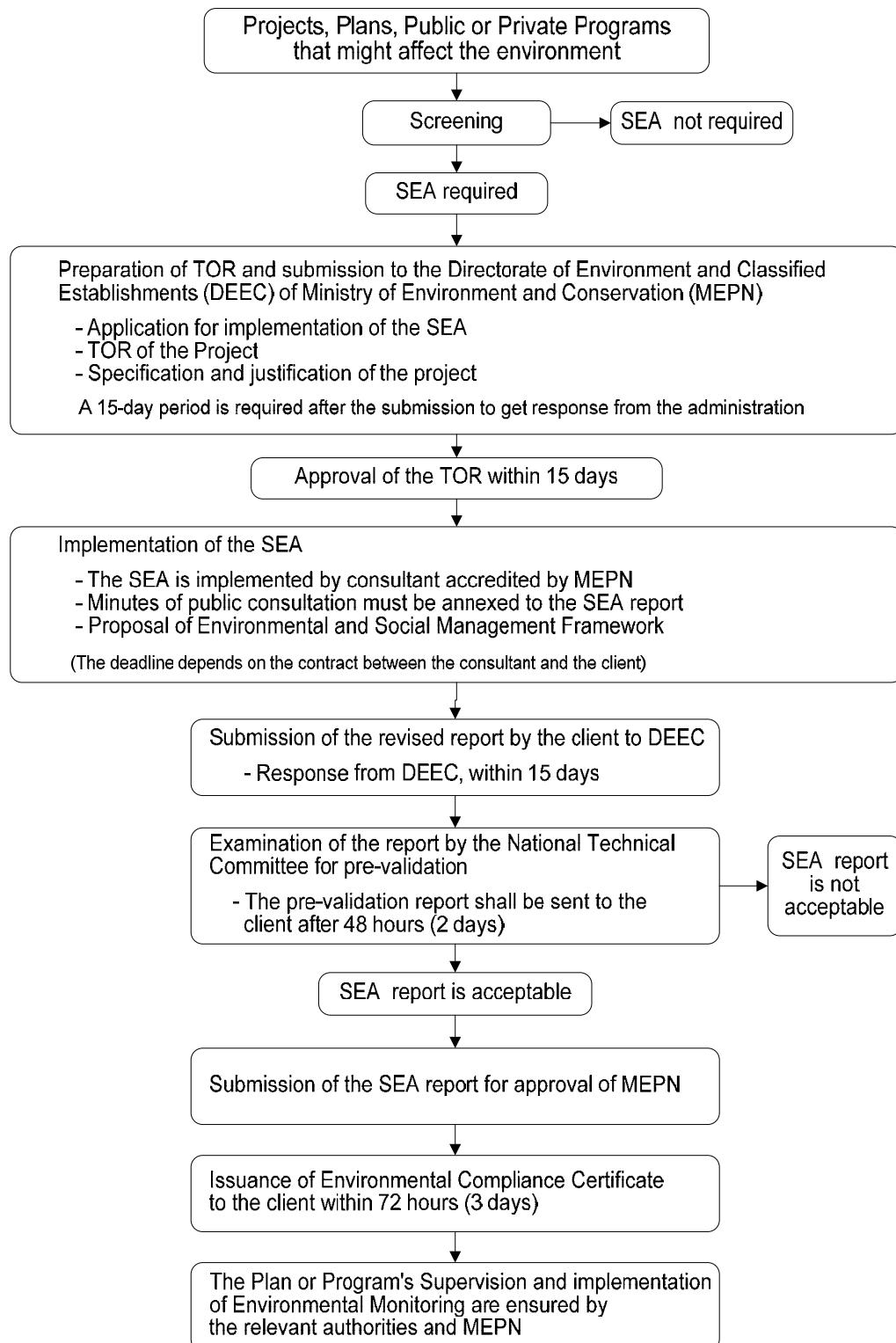
施設	施設の分類	要求される調査	必要となる手続き
下水道施設 (日処理量)	5000人以上あるいはそれと同等。	EIA	承認
	500人以上5000人未満あるいはそれと同等。	IEE	承認
廃棄物管理	廃棄処理前の分類、分別施設	EIA	承認
	廃棄物除去・処理・査定施設	EIA	承認
	焼却や共同焼却施設	EIA	承認
	埋立て	EIA	承認

2.6.2 SEA および EIA の手順

SEA と EIA の手続きについて、環境影響評価のガイドラインでは、その違いが明瞭ではない。さらに SEA と EIA 実施上の詳細な手順についても、このガイドラインでは触れていない。これらの手続きに関して、担当部局で確認したものが図 2.12 と図 2.13 である。この図から、SEA と EIA の主要な違いは、公聴会開催の有無であり、公聴会は EIA に必須となっている(公聴会の開催とその後 48 時間以内の DEEC による報告)。

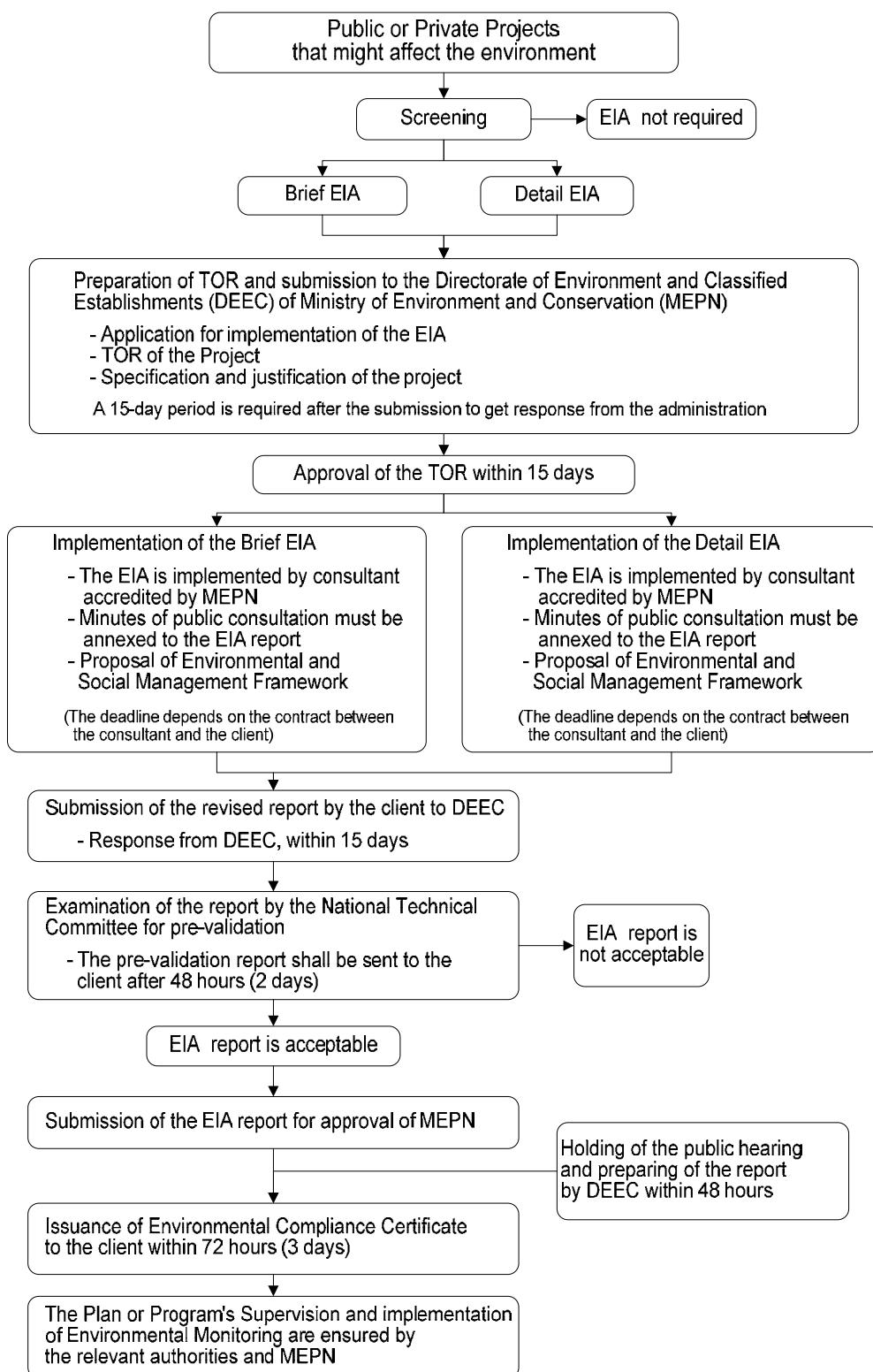
DEEC ないし DEEC の州の出先機関である DREEC に提出する SEA と EIA に関する公的な書類の書式というものは決まっていない。通常、プロジェクトの報告書等をもとに、SEA ないし EIA の TOR を作成し、発注者と登録コンサルタントが一緒に DEEC/DREEC に提出する。なお、この TOR の提出先は、DEEC か DREEC いずれか定められていない。

カオラックの DREEC によれば、環境影響評価の州の技術協議会の議長が州知事であることから、TOR のコピーや SEA/EIA 関係の報告書は、州政府事務所に提出するのが良いとアドバイスされている。したがって、本プロジェクトに係る SEA に係る TOR 等の申請書類は 2012 年 1 月 2 日に DEEC に提出され、これらのコピーは DREEC と州政府事務所にも提出した。SEA レポートは、最終的に 2013 年 1 月に DEEC に承認された。



出典：DEECへのインタビュー、JICA調査団

図 2.12 戰略的環境評価(SEA)の標準的手続き



出典：DEECへのインタビュー、JICA調査団

図 2.13 環境影響評価(EIA)の標準手続き

2.6.3 セネガルにおける環境計画と政策概念

1997年に策定された国家環境行動計画(PNAE; The National Environment Action Plan)を改訂しながら、セネガルの環境政策は、環境および天然資源部門の政策文書(LPSERN; The Environment and Natural Resources Sector Policy Letter, 2009-2011)に示されている。この文書は2009年に承認され、環境および天然資源における手を加えるべき戦略的方向性とその分野を指し示している。環境分野における評価結果に基づけば、環境政策の最終到達目標は、持続的開発の見地から、貧困削減に寄与すべく環境と天然資源の十全な管理を確立することとされている。

2.6.4 カオラック市における自然および社会環境

(1) 自然環境

カオラック市には、「tannes/spots」と呼ばれる洪水常襲地帯がある。APROSENのレポート(2007)によれば、Diallgne、Matar Medina 地区がこれに相当し、住民の生活と衛生状態は、高い酸性と塩分土壤のため、危険な状態にあるとのことである。

砂地盤と地下水位が高く、塩分を含むこともカオラック市の状況悪化の一因である。ある特定地区では、このため衛生施設の建設も困難となっている。例えば、腐敗槽の建設は、砂地と地表から1m未満の高い地下水位によって困難である。こうした地区は、Medina Mbaba、Abattoirs、Touba Kaolackである。また、地下水に含まれる塩分は、タンクや他の建設資材を錆び付かせる原因となっている。

(2) 社会環境

腐敗槽の引抜き汚泥の処分は、Sing Sing 地区の稻作農民との争いの原因となっている。特に雨期には、道がぬかるむため、処分池までトラックが進入できず、稻作農地の近辺に処分せざるを得ない。このため、近隣の住民に衛生上、負の影響を与えていている。

さまざまな環境保全の法令や規制にもかかわらず、それらに関する情報や知識は、住民に十分伝わっていない。さらに、住民の環境保全に対する行動様式を変えていくことは極めて困難であり、長い時間を要する作業である。例えば、NGO団体や協会団体が、訓練やラジオ放送を介して衛生の改善対策を、地区開発協議会(CDQs)に対して実施してきた。ASDESは学校の清掃活動を支援してきたが、清掃は女子の仕事という伝統的な性的偏見により厳しい制約を受けた。この結果、女子生徒のみがこうした活動に参加せざるを得なかつた。基本となる教育システムにしても、環境改善に影響を与えている。

日本の草の根無償で支援されたプラスティック再利用工場は、環境保全と収入増に対する活動の好事例である。しかし、再利用できるプラスティックは硬質なものに限られ、ペットボトルなどの軟質のプラスティックは新たな切断機が必要となるため、再利用されていない。

3 全体的な計画コンセプト

3.1 国家開発計画の流れ

セネガル政府は、2000 年に巨額の負債を抱えて以降、貧困削減の総合的な戦略を通して、政府は国家の開発に取り組んできた。2003 年から 2005 年を計画年次とする「貧困削減のための成長戦略(DSRP-1: Document of Growth Strategy for Reduction of Poverty)」は、過去の通貨切り下げ計画の成長目標を改善し、社会・政治開発計画における負の事象の発生を正すために作成された。セネガルでは、貧困層の比率は依然として相対的に高く、所得の分布偏りも著しいものがあった。これらの事実から、貧困削減や経済成長の成果の再配分への挑戦を、より効果的に実施できる方策が必要とされた。

DSRP-II で規定された対象期間である 2006 年から 2010 年は、食糧・エネルギー危機や 2008 年の世界的な経済・財務面での深刻な不況のため、計画された GDP の力強い成長や生活水準の向上に関する目標がほとんど達成されなかった。2005 年から 2009 年の間の貧困の改善予測は、指標の数値が停滞するのみの結果をもたらし、1 人当たりの GDP の成長率も、年平均でわずか 0.5% であった。

DSRP-II の実施に関する評価を踏まえて、新たな 5 カ年国家開発計画「社会経済政策(DPES; Document of Policy on Socio-economy)」が、2011 年から 2015 年を計画年次として策定された。衛生改善に関しては、DPES では 2015 年の計画目標年次で、村落部で 63%、都市部で 78% のアクセス率を達成することを掲げている。DPES における評価では、2010 年にセネガルのすべての都市域で、アクセス率は 63.1% であったとされている。DSRP-II と DPES の数値を参考にしながら、都市部と村落部での改善衛生施設へのアクセス率の推移を実績値と計画値で示したものが図 3.1 である。都市と村落いずれにしても、多くのプロジェクトの支援の下、経年的に改善衛生施設へのアクセス率が増加していることは明らかである。

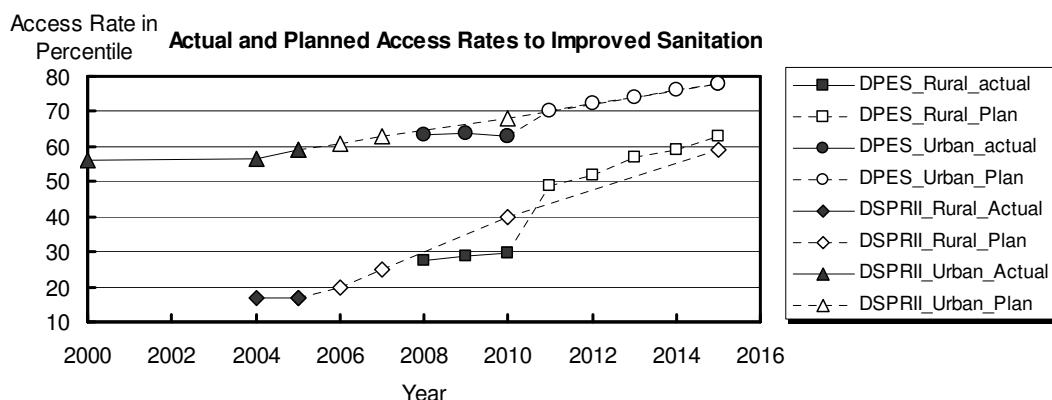


図 3.1 国家開発戦略における改善衛生施設の利用率の推移

実際にカオラック市のアクセス率を調べたが、統計資料の不備のため直接数値を把握できず、関連行政組織への聞き込みと衛生改善プロジェクトを実施している NGO との協議によって、ほぼ 50-60% という結果を得た。さらに 2015 年の目標であるアクセス率 78% の達成は、カオラック市の現状を見る限り極めて困難であろうとのことであった。

3.2 計画のコンセプト

3.2.1 ビジョンおよび目的

ミレニアム開発目標(MDGs; Millennium Development Goals)の目標年次は2015年に設定されている。目標年次が近づいているため、国連開発計画(UNDP; United Nations Development Programme)は、MDGsの後継段階を検討している。カオラック市における環境インフラの改良とサービス向上を目指す本プロジェクトの基本計画は、MDGsの改善コンセプトや国家開発計画のコンセプトを網羅するものであることが望ましい。

カオラック市における都市環境インフラ整備について、「カオラック市において、持続可能な都市環境インフラとサービスへのアクセスを、MDGsを越えながら、合理的かつ公平なやり方によって増大させる」というビジョンを設定した。こうして設定したビジョンに沿って、カオラック市の都市環境の全体的な改善目的を、基本計画の作成過程でのステアリングコミティやテクニカルコミティにおける議論を踏まえて、次のように設定した。

- 都市環境インフラの整備更新、下水処理や廃棄物の収集処分といった日常の公共サービスを通して、都市環境の質的向上を図り、統合的かつ有効な方法によって、固形および液体の廃棄物と雨水排水の十全な管理を達成する。
- 雨期の浸水常襲地域にて繰り返し発生する洪水湛水を軽減すべく、都市の雨水排水管理を確立する。
- 下水管渠網と下水処理場を統括する下水部門、雨水排水部門および廃棄物管理部門、これらが、円滑かつ持続的に事業が実施できるよう組織・制度面からの改善を行う。
- 住民の環境への意識を高めるキャンペーンや住民参加の行事等を通して、下水やゴミ投棄に関わる人々の行動様式を改善していく。
- 上記の個別目的の達成とともに、これらの相乗効果によって、最終的にカオラック市の健全な都市環境を実現する。

3.2.2 計画目標年次および計画区域

基本計画の目標年次は、セネガルのカウンターパートと JICA 予備調査団の協議に基づいて、2030 年とする。プロジェクトの計画区域は、同様に当時の協議に基づき、カオラック市域とする。実務面では、現実的な計画区域は、カオラック市内の地区(District)区分された市街地部分である。したがって、通常の計画区域は、カオラック市の中心部(City Center)であり、該当面積は 19.82km² である。

プロジェクトの構成は汚水、廃棄物、雨水排水の3分野であるが、これらの技術的な特性から、それぞれの計画区域は異なってくる。すなわち、廃棄物管理では、行政区分である地区(District)境界に沿ったものになる。一方、雨水排水管理は、自然の地形区分(尾根で分割)に従う。そして汚水管理は両者の中間的位置付けとなる。したがって、それぞれの分野で計画区域がわずかに変わってくる。

3.2.3 カオラック市の人口予測

2012年に各地区長のレポートをもとにして、2012年を現時点とする人口の算出を行った。市中心部(City Center)は、すでに都市化して、人口密度も稠密になっている中心部を指している。プロジェクトの構成要素の中には、多額の予算を必要とするものもあり、投資の効率性を考えると、この市中心部がプロジェクトの対象区域としては適切であろう。こうした考察のもと、2012年時点の市中心部の人口は245,000人、市域全体では270,000人と推定され、この人口はステアリングコミティで承認された。

過去の地区毎の人口増加率と人口密度の上限値300人/haを置いて、将来の人口を5年間隔で推定した。目標年次である2030年における人口は、市域全体で403,000人、市中心部で382,000人であり、これらを次表に示す。

表 3.1 人口予測結果

年	市域全体	市中心部
2012	270,000	245,000
2015	291,000	270,000
2020	335,000	314,000
2025	373,000	352,000
2030	403,000	382,000

4 下水・衛生システム改善計画

4.1 計画立案のためのコンセプト

4.1.1 計画目的

計画目的は、次のとおりである。

- (1) 技術的な適用性、汚水の集水・処理の効率性、ONAS の人的資源の能力、費用効率などを考慮しながら、下水道網、ポンプ場、下水処理場を含む現況下水道システムを改善更新する。
- (2) カオラック市の水環境のみならず、住民の衛生状態を改善する。

4.1.2 計画上の戦略

本計画における下水道計画区域の設定に関する検討の流れを図 4.1 に示す。

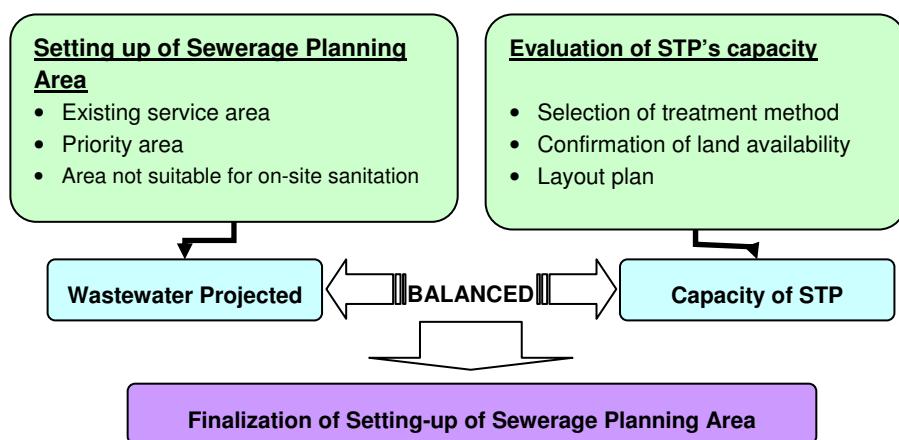


図 4.1 下水道計画区域設定に関する流れ

4.1.3 計画目標年次

基本計画の目標年次は 2030 年であるが、これを 3 期に分けて段階的に実施する。

- 短期目標(フェーズ 1) : 2020 年まで
- 中期目標(フェーズ 2) : 2021 年から 2025 年
- 長期目標(フェーズ 3) : 2026 年から 2030 年

4.2 将来計画フレームの予測

4.2.1 関連地区(District)

下水道計画に関連する地区を図示したものが図 4.2 である。これには、カオラック市の中心部を包含しており、この件については、テクニカルおよびステアリングの両コミティで、ONAS カオラック事務所と合意を見ている。この区域の概略面積は、約 19km²である。



図 4.2 下水道整備計画に関連する地区(District)

4.2.2 人口

下水道人口は、3.2.3 にて予測したカオラック市の人口に基づいて算出している。

4.2.3 将来需要の予測

(1) 人口当りの汚水発生量

汚水発生量を算出するため、次のような基礎条件を整理した。

- (i) 家庭用水消費量：2011年における58l/人日の家庭用水消費量が、カオラック市の住民の生活水準の向上に合わせて、計画目標年次まで直線的に伸びていくと想定する。目標年次におけるカオラック市の住居地域における典型的な値として、70l/人日と設定する。中間段階としての2015年、2020年、2025年の値は、2011年と2030年の値から内挿して求める。
- (ii) 商業・業務用水量：商業・業務用水量は、家庭用水との比率を2007年から2011年の5年間の最大値の0.25を用いて算定する。すなわち、商業・業務用水量を家庭用水量の25%相当と想定する。
- (iii) 汚水発生率：庭の散水、洗濯、庭での皿洗い等、下水道網に流入しない水利用形態の量的予測が必要である。汚水発生率を用水量の85%、残り15%は下水道網に流入しないと設定する。
- (iv) 地下水流入量：1994年のダカールにおけるJICA調査における地下水侵入量の予測方法を参考に、10%の地下水流入量を見込む。

上記のような考察・条件設定を踏まえて、1人1日当たりの汚水発生量を、2015年、2020年、2025年、2030年について算定した結果を次表にまとめる。

表 4.1 1人当たりの汚水発生量の予測

項目	単位	2012 (現在)	2015	2020	2025	2030	備考
水需要							
生活用水	lpcd	59	61	64	67	70	(a)
営業・公官庁用水量	lpcd	15	15	16	17	18	(a)×25%
合計	lpcd	74	76	80	84	88	
汚水発生率	%	85	85	85	85	85	
発生汚水量 ¹⁾	lpcd	63	65	68	71	75	
地下水流入量	%	10	10	10	10	10	

注 1) 営業汚水量を含む

(2) 汚濁負荷量の発生

代表的な有機汚濁負荷としてBOD₅を設定し、これを下水処理場の設計の基本パラメータとする。基本計画では、IDBのプロジェクトと同様に計画年次に対して、BOD₅負荷原単位を40g/人日と設定する。この原単位は家庭排水と商業排水の汚濁原単位いずれをも含むものとする。一方、2012年の28g/人日の値は、2011年に観測されたカオラック下水処理場への年平均BOD₅流入量と下水道サービス人口を用いて算出した値である。COD_{Cr}とTSSの濃度については、下水処理場の補足的設計パラメータとして用いるが、2011年にモニタリングで得られた三者のBOD₅: COD_{Cr}: TSS = 1.00:2.00:1.25の関係を用いて算定する。下記の表は、1人当たりのBOD₅発生源単位および3種のパラメータの年次毎の推移を予測したものである。

表 4.2 1人当りの汚濁負荷発生源単位の予測

項目	単位	2012 (現在)	2015	2020	2025	2030	備考
BOD ₅ 負荷原単位	gpcd	28	30	34	36	40	(a)
発生汚水量	lpced	63	65	68	71	75	(b)
地下水量	%	10%	10%	10%	10%	10%	(c)
濃度							
BOD ₅	mg/l	404	420	455	461	485	(d) ¹⁾
COD _{Cr}	mg/l	808	840	910	922	970	(d)×2.00
TSS	mg/l	505	525	569	576	606	(d)×1.25

注 1) : (d)=(a)/{(b) × (100+(c))/100} × 1,000

4.2.4 設計条件

(1) 下水道網

下水道網は自然流下を基本として設計する。汚水の滞留や汚物と土砂の堆積防止を考慮した流速を確保できることと、汚水量の時間的変動に対応できることを目的に、余裕を加味した時間最大汚水量をもとに、下水管の管径を設計する。主要な設計基準と算定式は次表のとおりである。

表 4.3 下水管の設計基準と算定式

項目	基準と算定式
流量計算	自然流下：マニング式 圧送：ヘーゼン・ウィリアムス式
流速	最小 0.6 m/秒、最大 3.0 m/秒
計画時間最大汚水量と余裕	計画時間最大汚水量：計画日平均汚水量の2倍 余裕：(i) 口径600 mmまで:100% 以上、(ii) 口径700 mm以上: 50%から100%
土被り	1.0m以上
管種、係数	管径 < 500mm: PVC管、n = 0.010 (粗度係数) 600 mm ≤ 管径: コンクリート管、n = 0.013 (粗度係数) 圧送管: 鋳鉄管、C = 110 (流速係数)

(2) 下水処理場

下水処理場は、放流基準である BOD₅=40mg/l、COD_{Cr}=100mg/l、TSS=50mg/l および糞便性大腸菌=2,000CFU/100ml を満たすように設計する。

4.3 下水処理・衛生改善の推進コンセプト

4.3.1 下水道システム改善のための代替案比較検討

(1) 汚水処理方法の選定

下水処理計画区域の設定に先立ち、汚水処理方法の比較とカオラック下水処理場の処理能力の評価を土地の有用性を考慮しながら実施する。

現在、セネガルでは9カ所の下水処理場が稼動しており、3種類の処理方法が採用されている。それらは、(i)活性汚泥法(4処理場)、(ii)曝気式ラグーン(1処理場)、(iii)ラグーン(5処理場)であり、これらを整理したものが表4.4である。3手法のうち、活性汚泥法は多くの処理場で採用されているが、これらは首都ダカールとその近郊で採用されているのみである。さらに、いくつかの活性汚泥法の処理場は規模が小さく、それらはコミュニティプラントに位置付けられるものである。実際問題として、ダカールと近郊のティエス以外の都市では、ラグーンか曝気式ラグーンの処理方式が採用されている。

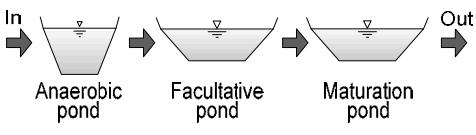
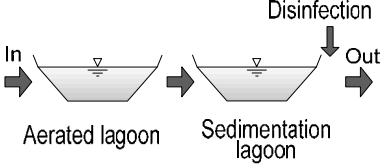
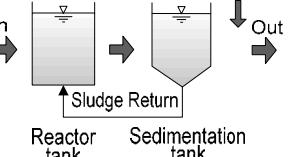
表4.4 セネガルにおける稼働中の下水処理場

処理場名	処理方法	対象人口(人)	処理能力(m ³ /day)
Cambérène	ASP	200,000	19,200
SHS (Guediawaye)	ASP	Unknown	595
Niayes (Pikine)	ASP	Unknown	875
Rufisque	Lagoon	45,403	2,856
Keur saib ndoye (Thies)	ASP/Lagoon	70,000	3,000
Saint-Louis	Lagoon	20,000	600
Saly	Lagoon	600	1,020
Luga	Lagoon	20,000	600
	AL	12,000	720
Kaolack	Lagoon	20,000	390

注：ASP:活性汚泥法、AL:曝気式ラグーン法

現地調査結果に基づくと、カオラック下水処理場は、汚泥の堆積や流量調整堰の不具合によって、ラグーンの機能的稼動が困難となっている。これに加えて、曝気式ラグーンは引渡しすら行われておらず、稼動できる状態には無い。こうした状況を考慮すると、活性汚泥法の適用は、時期尚早と言わざるを得ず、カオラック下水処理場の改善方法について、ラグーン、曝気式ラグーン、最大限でオキシデーション・ディッヂ(簡易な活性汚泥法の一つ)を想定することとする。次表は、これら3種の処理方法の概要を示している。

表4.5 適用すべき下水処理方法の概要

処理方法	処理の流れ	概要
ラグーン		<ul style="list-style-type: none"> 機械類なしで汚水が処理される。酸素は光合成によって供給され、汚水は浄化される。 3種の中で運営・維持管理が最も容易であり、処理コストも最も安いが、必要用地面積は3種中、最大である。
曝気式ラグーン		<ul style="list-style-type: none"> ラグーン方式と比較すると、エアレーターを設置することで処理効果があがり、必要用地面積も削減できる。 運営・維持管理はOD法より容易。
オキシデーション・ディッヂ(OD)		<ul style="list-style-type: none"> 無終端水路によって汚水を循環させる。標準活性汚泥法に比べ施設は簡易であり、維持管理も容易である。 必要用地面積は曝気式ラグーンの場合よりも小さい。 建設費は3種の中で最も高い。

(2) 下水処理場の拡張および処理能力

下水処理場の拡張について、さらに別の場所に設置することは、運用維持管理面で非効率となり、さらに余分なスタッフも必要となる。さらに、下水処理場はサロウム川の近くに設置すべきであり、さもなければ放流のためのポンプ施設が必要となる。したがって、処理能力の向上のためには、隣接している空地(次図参照)の取得が最も好ましいと考えられる。図 4.3 には、既存エリア(9.0 ha)を実線で示し、拡張エリア(合計 11.3 ha)を破線で示している。土地所有者は、既存エリアが ONAS である。拡張エリアは、公有地と私有地からなる。



図 4.3 既設下水処理場と本計画で提案している拡張区域

(3) 下水道網の拡張

下水道網の拡張、下水道幹線の平面的配置および下水管渠の設計を、次のような事項を考慮しながら検討する。

- 自然地形に沿った集水区域界、行政地区(District)の境界、現況の下水道敷設区域を考慮して、下水道網の拡張区域を検討する。
- 新規の下水道網は、ポンプ場を含む既存の下水道網を利用すべく、それによって建設コストを抑えるよう、既存システムに接続するよう検討する。
- 下水管渠とポンプ場は、2030 年目標時点で 100%接続を前提とした計画汚水量を流下させるような容量とする。
- 新規のポンプ場は、住民移転を避けるため、空地に計画する。

(4) 代替案の設定

上記の事項を考慮しながら、次のような代替案を設定する。

(b) ゼロ・オプション

低い下水道への接続率、下水処理場の機能低下、不適切な腐敗槽汚泥の処理等、下水道を取り巻く現状の課題やカオラック市の急速な都市化を考えると、適切な技術的を用いた対策の実施が必要とされる。したがって、ゼロ・オプションは、ここでは対象としない。

(c) 代替案 1

下水道網の拡張は、ラグーンと曝気式ラグーン方式の処理能力(総処理能力は $Q=15,000\text{m}^3/\text{day}$ 、図 4.5 参照)に応じた下水道網の拡張を設定する。この代替案では、計画下水処理区域を、図 4.4(左上)に示すように、カオラック市の南部に拡張する。さらに、3 機のポンプ場 (PS No.1North、PS Boustane、PS Darou Salam Ndangane)を新設する。幹線下水管渠は、圧送管も含めて延長 15.0km である。

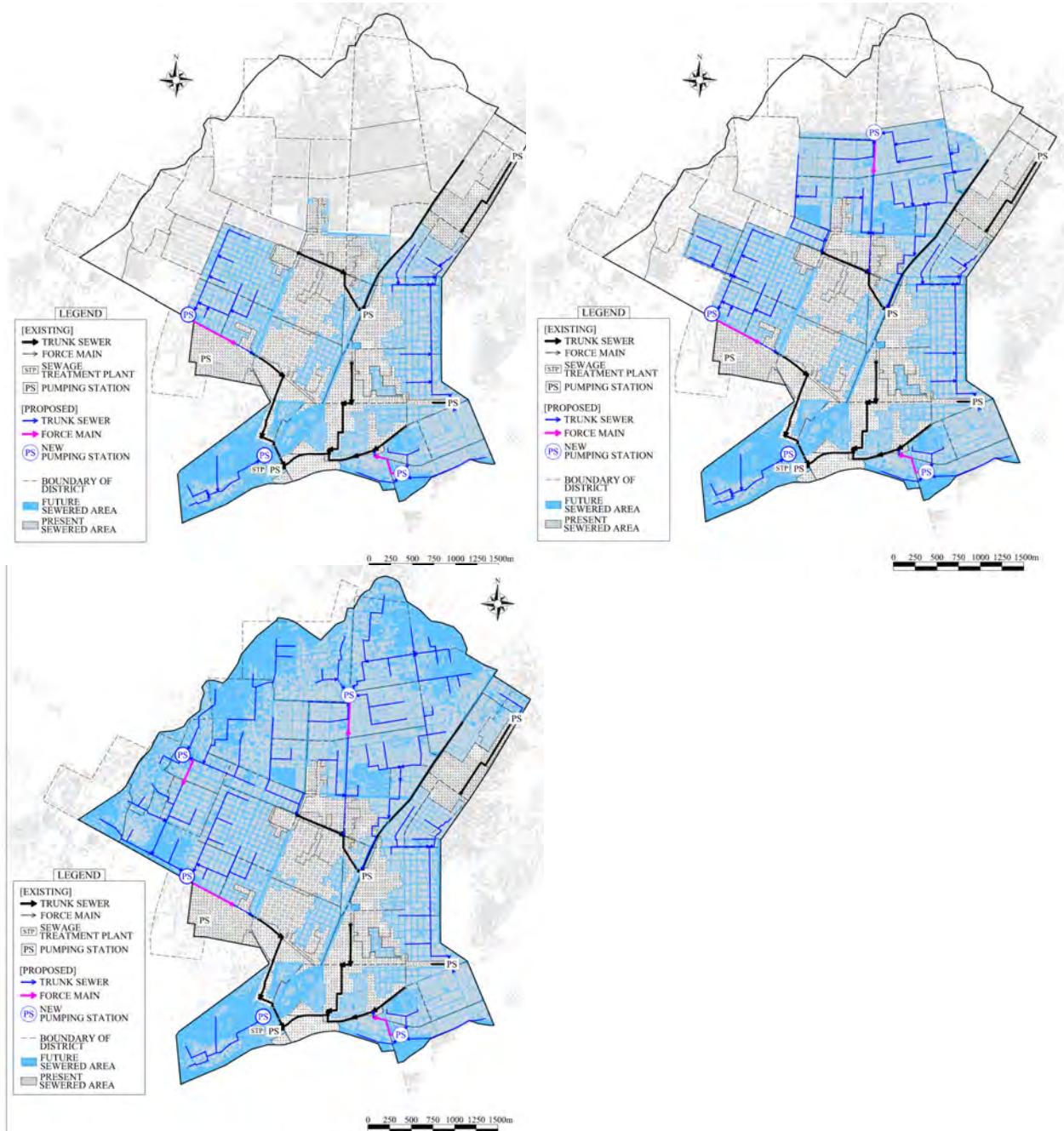


図 4.4 代替案の平面配置計画(下水道網)

注：左上；代替案1、右上；代替案2、左下；代替案3

(d) 代替案2

下水道網の拡張は、曝気式ラグーン方式の処理能力(総処理能力は $Q=21,000\text{m}^3/\text{day}$ 、図 4.5 参照)に応じた下水道網の拡張区域を設定する。この代替案では、計画下水処理区域を、図 4.4(右上)に示すように、代替案 1 に加えて Touba Kaolack Ndorong Sadaga、Keur Maloum、Gawane、Diamaguene 地区に拡張する。さらに、4 機のポンプ場(代替案 1 に加えて PS Touba Kaolack)を新設する。幹線下水道管渠は、圧送管も含めて延長 27.7km である。

(e) 代替案 3

この代替案は、図 4.4(左下)に示すように、本来のカオラック市の中心部すべてをカバーする。処理方式は、オキシデーション・ディッチ方式(図 4.5 参照)で、総処理能力は $Q=32,000 \text{m}^3/\text{day}$ である。この代替案では、5 機のポンプ場(代替案 2 に加えて PS Darau Salam Diamaguene)を新設する。幹線下水道管渠は、圧送管も含めて延長 45.1km である。

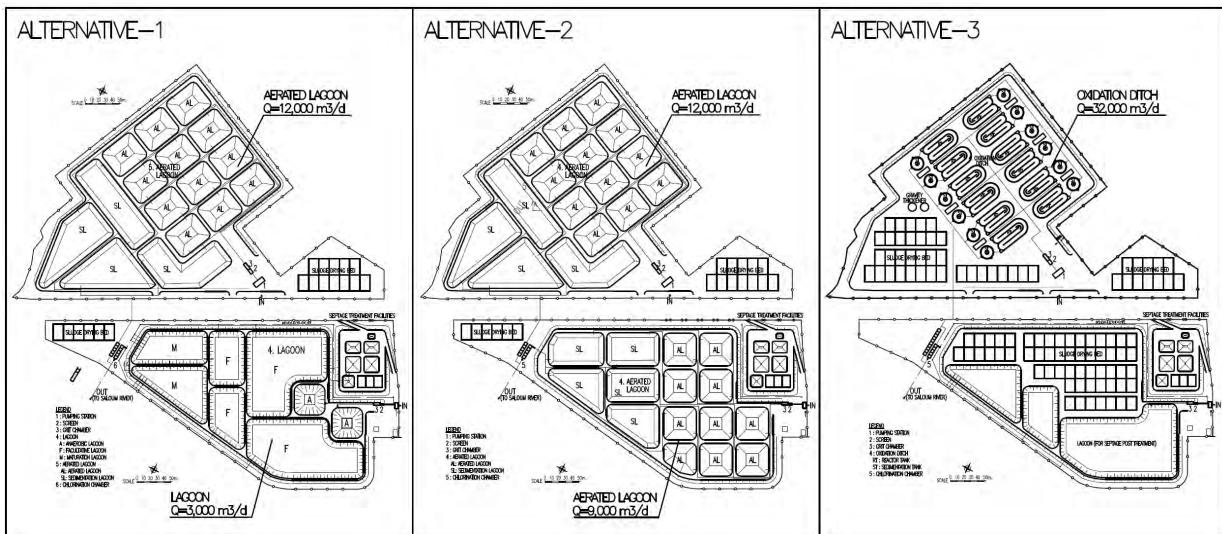


図 4.5 代替案の平面配置計画(下水処理場)

(5) 代替案の概要

建設費と運転・維持管理費を含んだ各代替案の比較を表 4.6 に示す。

表 4.6 代替案の概要

	代替案 1	代替案 2	代替案 3	
下水道エリアの模式図				
下水道サービスエリア (ha)	1,020	1,340	1,930	
新設幹線総延長 (km)	15.0	27.7	45.1	
新設ポンプ場箇所数	3	4	5	
下水処理方式と 処理能力 (m³/day)	ラグーン : 3,000 曝気式ラグーン: 12,000 合計 : 15,000	曝気式ラグーン: 21,000 合計 : 21,000	オキシデーション・ディッチ: 32,000 合計 : 32,000	
下水道接続人口 (2030 年)	178,000	252,000	379,000	
汚水発生量 (2030 年) (m³/d)	14,685	20,790	31,270	
普及率 (%) ¹⁾	下水道 オンサイトシステム	47% 53%	66% 34%	
建設費 (百万 FCFA)	幹線 ポンプ場 処理場 ³⁾ 小計 枝線 ⁴⁾ 合計	5,950 2,316 6,042 14,308 11,757 26,065	8,954 3,148 9,459 21,561 17,720 39,281	14,170 4,671 22,065 40,906 28,875 69,781
維持管理費 (百万 FCFA)	下水管渠とポンプ場 ⁵⁾ 下水処理場 ³⁾ 合計	375 433 808	504 741 1,245	750 1,255 2,005

Legend: :STP : Existing service area : Expansion area : Boundary of city center

注:

- 1) 下水道普及率は市中心部の人口 382,000 人に対する割合。
- 2) 地形上の理由より標準下水道の整備に適さないエリアがあるため下水道普及率は 100% にならない。
- 3) 汚泥処理施設を含む。ラグーン、曝気式ラグーンの建設費は積上げ方式による。オキシデーション・ディッチは報告書「Study on Urban Drainage and Wastewater Systems in Dakar City and its Surroundings」 in 1994, JICA にある算定式 $C=1.5 \times 912 \times Q^{0.79}=1.368 Q^{0.79}$ (C: mil FCFA, Q=1,000 m³/day)に物価上昇を考慮して算出した。
- 4) 枝線の建設費は、拡張エリアや既存枝線未整備エリアにおける枝線延長を 260 m/ha と仮定して算出した。
- 5) 下水管渠の維持管理費は幹線と枝線を含む。

(6) 代替案の比較検討

代替案の比較検討結果を以下に記す。

(a) 評価基準

代替案は次のような項目で比較する。

- 下水道計画人口
- 運用・維持管理の容易さ、施設の信頼性
- 運用・維持管理費用
- 環境影響

(b) 代替案の比較

上記の基準に即し、ランクを 1 から 3 まで区分し、1 を最も好ましくない評価として、それぞれの代替案を総合的に評価したものを表 4.7 に整理する。

代替案 1 は運用・維持管理の容易さと施設の信頼性、および運用・維持管理費用に、高い評価を与えることが出来る。しかし、下水道計画人口に見られる下水道網の拡張性について限界がある。

代替案 3 は、こうした下水道計画人口に対して、最も好ましい案である。しかし、オキシデーションディッチ方式は、他の方式と比較して、施設運用に対する高い知識と経験を必要とするため、運用・維持管理の容易さと施設の信頼性に低い評価を与えざるを得ない。さらに、運用・維持管理費用を要するため、ONAS に大きな負担を負わざるを得ない。また、下水道網がカオラック市中心部すべてをカバーしていくため、規模が大きく長期にわたる下水道工事が必要となり、環境・社会面での影響も、代替案 2 と比較して大きくなる。

一方、代替案 2 では、代替案 3 よりも下水道計画人口は低いものの、市中心部の 66%以上をカバーしている。現状で、カオラック市では約 50%程度の家庭が腐敗槽を用いているため、2030 年時点でカオラック市中心部では、下水道の整備と腐敗槽を併せれば、約 80⁵%以上が衛生状況が改善されるとみなされる。また、運用・維持管理費用については、代替案 2 は代替案 3 よりも、好ましい。

これらの比較結果を、総合的に勘案すると、代替案 2 が最適と判断できる。したがって、下水道改善計画は代替案 2 に沿って検討を進める。

表 4.7 代替案の比較評価結果

	代替案 1	代替案 2	代替案 3
下水道サービス人口	1	2	3
運営・維持管理の容易性/確実性	3	2	1
運営・維持管理費	3	2	1
環境影響	1	3	2
合計	8	9	7
評価順位*	2 nd	1 st	3 rd

注: *「1st」が最も好ましい案

4.3.2 衛生改善のためのオンサイト処理システム

(1) 背景

2011 年 11 月現在、カオラック市では、1,600 の家庭/建物が下水道に接続している。1 家庭の平均構成を 10 人と想定すると、現況の下水道普及人口は 16,000 人と推算され、2012 年のカオラック市中心部の人口 249,000 人に対して 6.4%に相当する。このことから、残り 93.6%の

* 下水道普及区域(人口比 66%)と オンサイトエリア(人口比 34%)の 50%が衛生施設を保有するとし、80%以上を得る。

人々は、現在何らかのオンサイト処理の頼っているものと推察できる。ここでいう市中心部は、周辺 4 地区、Kabatoki、Lyndiane、Sama Moussa、Sing Sing を除く市街地部を指している。

カオラック市の市街地における主要なオンサイト浄化施設は、礫を敷いた浸透槽に接続した 2 連の処理槽を持つ腐敗槽である。浸透式トイレや掘抜きトイレは、土壤の浸透能が低いため、市街地では普及していない。また、法制度的には腐敗槽の設計と敷設に関しては ONAS の許認可が必要であるが、ONAS カオラックによれば、彼らの許認可なしに、住民は勝手に自分たちの敷地に合った規模で腐敗槽を設置しているのが実情のようである。一方、浸透式トイレや掘抜きトイレは、カオラック市の外縁に拡がる村落部では、一般的な処理方法となっている。

合併処理を行う場合のみとは限らないが、通常の一般家庭では、し尿のみならず台所、洗濯、風呂の汚水も併せて腐敗槽の中で処理し排出する。汚泥は腐敗槽の底に徐々に溜まり始め、処理能力は腐敗槽の有効容量が減少するにつれて低下していく。したがって汚泥は 2 年から 5 年毎に引き抜く必要がある。各家庭では汚泥の引抜きを行う責任があるが、十分な頻度で行われているかどうかについては定かではない。腐敗槽に溜まった汚泥を引抜く基準等は定まっておらず、すべて家主の意思によるものとなっている。

こうした状況下で、カオラック市では引抜かれた汚泥は、何らの処理もされず、外部環境に排出されている。引抜き汚泥はトラックにより運搬され、郊外の Sing Sing 地区にある汚泥処分池に排出している。乾期にはサロウム川の川原にある素掘りの処分池に放流されているが、雨期には道路がぬかるむため、トラックは池まで行くことが出来ず、途中の川原に投棄されている。一方、Baay Pelles と言われる人力による引抜きも、引抜き料金が廉価であるため、カオラックでは一般的である。人力による引抜き後に、その汚泥は、家々の近辺に掘られた穴の中に投棄される。実態聴取によると、トラックによる引抜きでは、住民は 1 回につき 30,000FCFA を支払っているが、人力による引抜きに対しては 3,000 から 5,000FCFA 程度とのことである。一方、専門家チームによる聞き取り調査によるカオラックにおける 1 家庭当りの月収は、145,285 FCFA である。

こうした汚泥投棄の方法は、市街地近郊に十分広大な土地が余っている場合、世界的に適用されている土壤処理ないし土壤投棄の一種とみなされる。しかし、こうした方法は、社会・環境面から簡易な手法として、投棄場所付近の住民やコミュニティから受け入れられて初めて実施できる処理方法である。カオラック市では、とくに雨期において汚泥投棄により環境の劣化が生じており、周辺住民も現在の投棄方法に対し反対意見を表明している。こうした事情から、適切な引抜き汚泥の処理方法を検討したものである。

(2) 腐敗槽汚泥の特徴

腐敗槽汚泥は、腐敗槽から引き抜かれた固液混合体で、腐敗槽の中に蓄積した汚泥とスカム(浮きかす)から構成されるため、高濃度の汚濁物質である。典型的な腐敗槽は、居住生活から排出される浮遊物質、油やグリースの 60-70%を貯留し、浮遊物質の大部分は腐敗槽の底に沈降し、油やグリースおよびその他の比重の軽い成分は流入管口と流出管口の間に溜まる。時間の経過とともに、これら汚泥とスカムは腐敗槽容量の 20-50%に達する。

汚泥の発生率は、文献の中では非常に広い値を示している。2005年に実施された IDA によるカオラック、サンルイ、ルーガの 3 都市の F/S 調査結果によると、計画汚泥発生率は、0.3 l/人日を採用している。通常、先進国では 200-300 l/人年と言われているが、この値は 110 l/人年に相当し、低目の値となっており、先進国と開発途上国の水利用や生活スタイルの違いによるものであろう。

ここでは、この F/S レポートをもとに、それを踏襲して次のような腐敗槽汚泥の汚濁負荷を設定する。

- BOD₅: 3,540 mg/l
- COD_{Cr}: 1,700 mg/l
- TSS: 7,555 mg/l
- N-NH₄: 816 mg/l

(3) 現状に適した腐敗槽汚泥の処理方法の選定

通常、腐敗槽汚泥の処理は、次のような 3 種の方式が適用されている。それらは、(a)土壤への投棄、(b)下水汚水との共同処理、(c)単独処理である。こうした処理方式の中から、ここでは、すでに 1980 年代より稼動している下水処理場があるため、下水汚水との共同処理方式を採用する。前処理については、既存の処理場と同様に安定化池を用いた処理方式を提案する。この方式は、特に当地のように強い日光と高い気温の熱帯地域に適した処理方式である。

(4) 腐敗槽汚泥処理計画

腐敗槽汚泥、下水処理場に流入可能な処理すべき目標、必要な処理プロセスを整理すると、次表のようになる。

表 4.8 腐敗槽汚泥処理計画のための主要なパラメータ

パラメータ	計画値	出典/備考
発生汚泥原単位	0.3 l/capita day	セネガルでの標準値
計画人口	230,000 people	本 M/P における計画値
発生日汚泥量	70 m ³ /day	0.3 l/capita day × 230,000 people
腐敗槽汚泥の BOD ₅ 濃度	3,540 mg/l	ONAS Camberene 処理場でのデータ参照
BOD ₅ 日負荷量	250 kg/day	3,540 mg/l × 70 m ³ /day

2005年に実施された F/S レポートを参照し、下水処理場が受け入れ可能な腐敗槽汚泥の負荷を次のように設定する。

- 目標とする下水処理場の能力は、4.7.1 で後述するように、第一段階の整備目標である 2020 年とする。これ以降は、処理場の能力が向上し、そのため受け入れ可能負荷も増大する。このため、汚泥処理システムもより簡易なものとなる。したがって、計画対象年次は、クリティカルな 2020 年を設定するのが適切である。
- 現況のラグーンと機能停止している曝気式ラグーンは改善され、嫌気性池、通性池、熟成池から構成され、2020 年にはその能力が 3,000m³/日に増強される予定である。
- ONAS カンベレンの水質試験所の検査結果から、安全側の数字である BOD₅ 流入濃度 240mg/l を、下水処理場への受け入れ可能な腐敗槽汚泥の前処理後の許容水質とする。

- これをもとに、2020年のBOD₅流入負荷は、720kg/日(= 240mg/l × 3,000 m³/日)と推算できる。
- IDAのF/S レポートに従い、受け入れ可能な前処理による腐敗槽汚泥の負荷を下水処理場の処理能力の10%に設定し、前処理後に処理場に排出するBOD₅負荷を72kg/日以下に落とすこととする。

(5) 腐敗槽汚泥処理施設計画

腐敗槽汚泥処理プロセスを図4.6に示す。これは汚水の安定化池システムを用いた標準的なプロセスである。嫌気性池からの処理水の水質が基準値72 kg/日を越えた場合、次の通性池による処理が必要となる。

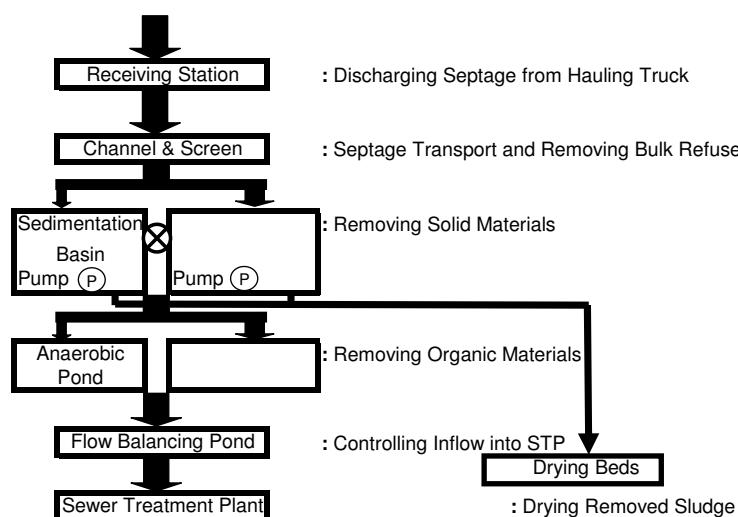


図 4.6 腐敗槽汚泥の処理プロセス

最終的な腐敗槽汚泥処理施設のシステムをまとめたものが次図である。本施設の設置に必要な面積は約0.8haであり、これは、場内道路や盛土部分を含むものである。本施設は、ONASによって運営維持管理される。腐敗槽汚泥を運搬するバキュームカーの業者および、カオラック市の住民は、腐敗槽汚泥処分施設までの運搬距離が小さくなる結果として運搬費用が安価となることから、共に便益を享受できることとなる。

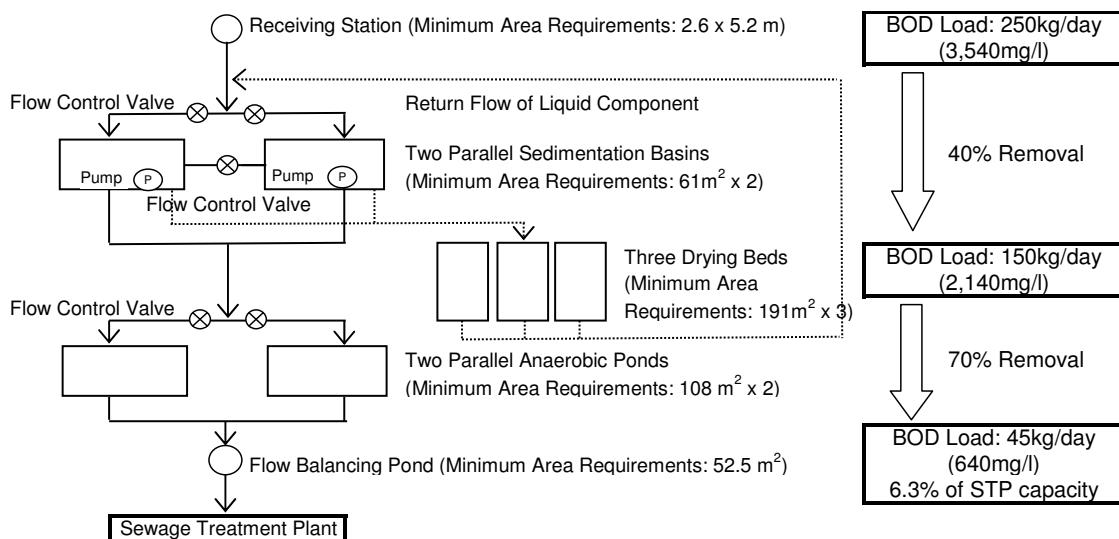


図 4.7 廃棄槽汚泥の処理システムの流れ

4.4 下水道システム改善計画

4.4.1 下水道網

下水道網改善のためには、3種の工種から構成される。すなわち、新規の下水管の敷設、既設下水管の付け替え、ポンプ場の新設とリハビリである。これらをまとめると、表4.9から表4.11、図4.8のようになる。なお、本M/Pでは、拡張エリアと既存枝線未整備エリアでの枝線整備は、その地区内における典型的な街区の状況を考慮し、260 m/haとする。

表 4.9 新設下水道幹線管渠の概要

管径 (mm)	管渠総延長 (km)	土被り (m)
幹線 (自然流下)	200	12.8
	250	5.1
	300	1.8
	400	5.4
	500	0.9
	合計	26.0
幹線 (圧送)	150	1.0
	200	0.7
	合計	1.7

出典：JICA 調査団

表 4.10 付け替えすべきアスベスト幹線管渠の概要

区間	延長 (m)	敷設替えの理由
(1) No.2 ポンプ場上流	570	堆積汚泥による機能低下
(2) No.3 ポンプ場上流	280	著しい管状態の悪化
(3) 下水処理場上流	710	同上
(4) Bongré から Kasnack district (National Road 沿い)	500	同上
(5) 区間(1)の上流	690	流下能力不足 (2030年時の流量に対して)
(6) No.2 ポンプ場から区間(3)の上流	2,140	同上
(7) No.3 ポンプ場から区間(3)の上流	1,800	同上
(8) 区間(4)の下流から No.1 ポンプ場	1,280	同上
合計	7,970	

出典 : JICA 調査団

表 4.11 ポンプ場整備の概要

	ポンプ場名	計画流入量 (m ³ /min)	ポンプ仕様		能力(m ³ /min)	備考
			m ³ /min	台		
交換/改修	PS No.1 South	12.0	3.0	2	12.0	
			6.0	1		
			6.0	1	予備	
	PS No.2	12.9	3.2	2	12.9	
			6.5	1		
			6.5	1	予備	
	PS No.3	4.2	2.1	2	4.4	
			2.1	1	予備	
	PS No.12	0.3	0.3	1	0.3	
			0.3	1	予備	
	PS Médina Baye	1.3	1.3	1	1.3	
			1.3	1	予備	
新設	PS No.1 North ¹⁾	15.9	4.0	2	16.0	土地所有者: 公有地 必要面積: 100 m ²
			8.0	1		
			8.0	1	予備	
	PS Touba Kaolack	2.6	1.3	2	2.6	土地所有者: 公有地 必要面積: 200 m ²
			1.3	1	予備	
	PS Darou Salam Ndangane	1.8	0.9	2	1.8	土地所有者: 公有地 必要面積: 150 m ²
			0.9	1	予備	
	PS Boustane	3.8	1.9	2	3.8	土地所有者: 私有地 必要面積: 200 m ²
			1.9	1	予備	

注: 1) 下水処理場の拡張エリア内に設置される。

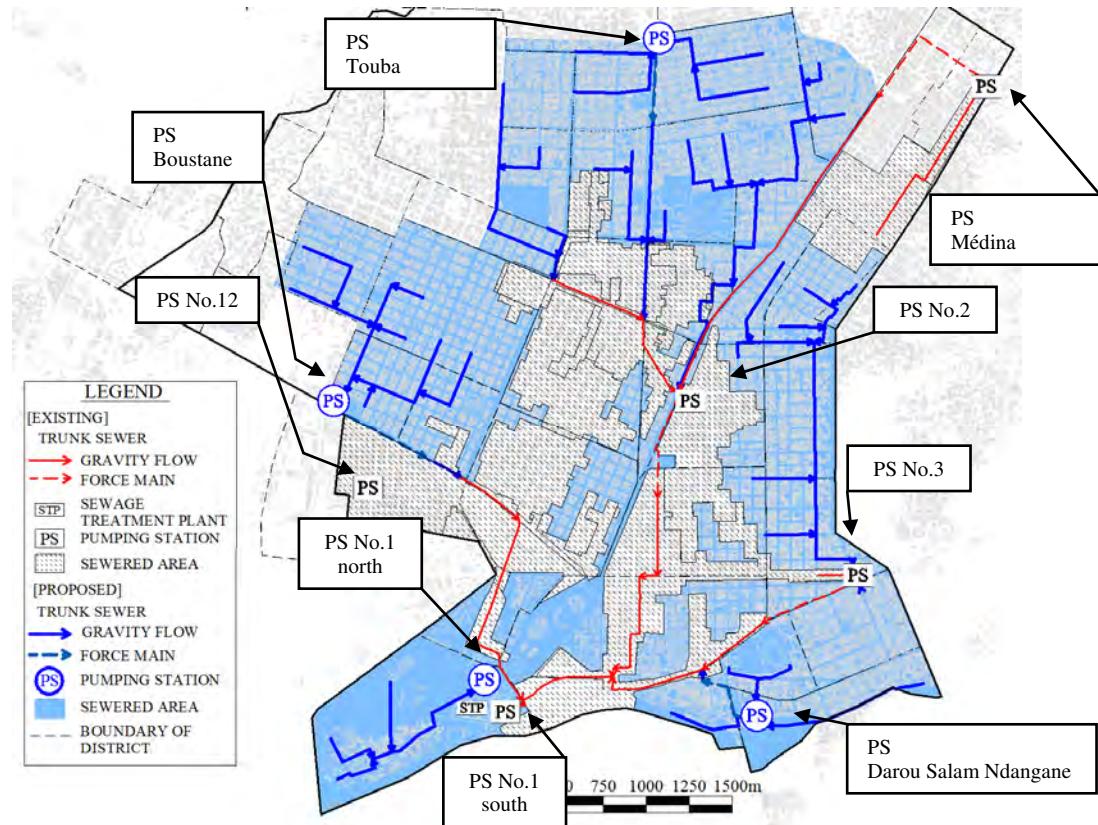


図 4.8 下水道網整備の平面配置

4.4.2 下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設

下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設の整備計画の概要を表 4.12 にまとめた。汚水処理施設は、曝気式ラグーンと沈殿ラグーンおよび塩素処理槽から成る。蓄積された汚泥は、沈殿ラグーンで上澄水と分離される。曝気式および沈殿ラグーン内に蓄積する汚泥は、浚渫後、汚泥乾燥施設で乾燥させる。腐敗槽汚泥の処理施設は、既設の P1 ポンプ場の北隣の拡張区域に設置する。この処理施設の排水は、隣接するラグーンに放流し処理する。

表 4.12 下水処理場改善に関する施設の概要

	仕様		備考
腐敗槽汚泥処理施設			
受泥槽、流入水路&スクリーン	2.6 m (幅) × 5.2 m (長) × 0.8 m (深さ) × 1 (箇所)		新設
沈殿池	8.0 m (幅) × 8.0 m (長) × 2.0 m (深さ) × 2 (池)		同上
嫌気性池	10.0 m (幅) × 11.0 m (長) × 3.0 m (深さ) × 2 (池)		同上
流量調整池	7.5 m (幅) × 7.5 m (長) × 2.0 m (深さ) × 1 (池)		同上
汚泥乾燥床	191 m ² × 3 (床)		同上
下水処理施設			
曝気式ラグーン	面積 970 m ² × 4.0 m (深さ) × 12 (池) エアーレート 7.5 kw × 5 (台) × 12 (池)	新設 (能力: $Q=12,000 \text{ m}^3/\text{day}$)	
沈殿ラグーン	面積 4,550 m ² × 2.0 m (深さ) × 4 (池) ¹⁾		
塩素接触槽	5.0 m (幅) × 25.6 m (長) × 2.0 m (深さ)		リハビリ

		仕様	備考
曝気式ラグーン	既存エリア	面積 875 m ² × 4.0 m (深さ) × 10 (池) エアレーター 7.5 kw × 5 (台) × 10 (池)	新設
沈殿ラグーン	既存エリア	面積 2,680 m ² × 2.0 m (深さ) × 4 (池) ¹⁾ (能力: Q=9,000 m ³ /day)	
塩素接触槽		5.0 m (幅) × 19.2 m (長) × 2.0 m (深さ)	新設
汚泥乾燥床		面積 270 m ² × 0.3 m (深さ) × 15 (床) 面積 360 m ² × 0.3 m (深さ) × 6 (床)	新設

注: 1) 深さ 2.0 m は、汚泥堆積深さを含む。

4.5 運用維持管理計画

4.5.1 下水道網

改善・整備すべき下水道網の清掃についての作業量を見積り、これをもとに下水道網拡張後に必要な清掃作業を整理すると次のようになる。

- すべての下水道管渠は、現況レベルより劣化しないよう、少なくとも 5 年毎には清掃する。
- 清掃作業は、ウォータージェット付きのバキューム清掃車で実施する。
- このバキューム清掃車に属する清掃チームを少なくとも 1 組、ONAS カオラックに組織する。

4.5.2 ポンプ場

ポンプ場の維持管理作業は、下水道網を十全な状態に保つために、必要不可欠である。維持管理作業と検査項目を整理すると次表のようである。

表 4.13 ポンプ場に関する維持管理作業と検査項目

		項目
計画点検	1年に一度	-機電施設の詳細な状態点検。 -コンクリート構造物、建築物の劣化状況。 -以前の点検時との状況比較。
	1ヶ月に一度	-最大出力時時の状況。 -種々の運転モードでの状況。 -補助動力による運転状況。
毎日		-運転休止時の状態。 -運転時の状態。
スクリーンと沈砂池の維持管理作業		-スクリーンに付着したゴミ、浮遊物等の除去。 -沈砂池に堆積した汚泥の除去。
自然災害後の点検		-災害によるダメージ状況。 -装置の運転可否。 -コンクリート構造物、建築物の状態。

4.5.3 下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設

下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設の検査項目と維持管理作業は、次表のとおりである。

表 4.14 下水処理場と腐敗槽汚泥処理施設の検査と維持管理

	項目	点検周期
腐敗槽汚泥処理施設		
スクリーン	残渣の除去。	毎日
ラグーン	浮遊物、水草の除去。	2週間に一度
汚泥乾燥床	汚泥厚さのチェック	1週間に一度
	汚泥除去	3週間に一度
下水処理場		
流入渠	流入量の記録	毎日
曝気式ラグーンと 沈殿ラグーン	水位、臭気、水温の確認	毎日
	盛土部分からの水漏れ	必要に応じて
	浮遊物、水草の除去	2週間に一度
	エアレーターの清掃と整備	1年に 12回
	汚泥除去	少なくとも 1年に一度
塩素接触槽	消費塩素量の確認	毎日
水質モニタリング ¹⁾	pH, DO, BOD ₅ , TSS, COD _{Cr} , 糞便性大腸菌	少なくとも 1年に 4回 ²⁾

注: 1) 水質サンプルは、これまでと同様、カンベレン処理場の試験室に送り分析するものとする。

2) 乾季 2回と雨季 2回。

4.6 プロジェクト費用の積算

4.6.1 建設費用

建設費用は、ONAS ダカール、ONAS カオラックおよび 1994 年の JICA 調査報告書「The Study on Urban Drainage and Wastewater Systems in Dakar City and its Surroundings」からの情報をもとに算出した。建設費用の積算に関する主要な条件は、次のとおりである。

- 建設費用は 2012 年単価で積算する。
- 2012 年までの物価上昇率である 3%/年を、過去のプロジェクトの費用についてのデータに適用する。
- 直接建設費の他にすべての必要な費用を建設費用に含める。
- セネガルで最も一般的な工法である開削工法の単価を、さまざまな掘削工事に適用する。
- 費用は、セネガルでの調達の可能性に応じて、外貨と内貨に分ける。

4.6.2 プロジェクト費用

建設コスト以外のプロジェクト費用に関わる項目とその割合は、セネガルないし他の国の過去のプロジェクトを参考に設定する。さらに、2014 年から 2030 年のプロジェクト期間における物価上昇率は、世銀の用いている過去 10 年間のインフレ率を用いる。さらに、プロジェクト費用に、付加価値税(VAT)18%を加える。以下が、プロジェクト費用の主要な項目である。

- 直接建設費用
- エンジニアリング費用およびプロジェクト管理費用：それぞれ建設費用の 10% と 2%
- 物理的予備費：建設費用およびエンジニアリング費用の 10%
- ソフトコンポーネント：専門家による支援
- 2014 年から 2030 年のプロジェクト期間における物価上昇：インフレ率は年当り、内貨 3%、外貨 2%

総プロジェクト費用は、2012年価格で758億9,700万FCFAと見積られ、このうち内貨部分が646億1,900万FCFA、外貨部分が112億7,800万FCFAである。これらの詳細を表4.15に示す。

表 4.15 プロジェクト費用

費目	工事種	内貨分 (百万 FCFA)	外貨分 (百万 FCFA)	合計 (百万 FCFA)
直接工事費	幹線管渠	新設	5,514	0
		敷設替え	3,440	0
		小計	8,954	0
	ポンプ場		1,259	1,889
	下水処理場（腐敗槽汚泥処理施設を含む）		6,621	2,838
	枝線管渠		17,720	0
	小計		34,554	4,727
	技術サービス費		1,186	2,766
	事業管理費		790	0
物理的予備費			3,912	435
ソフトコンポーネント			31	126
物価上昇予備費			14,253	1,504
付加価値税			9,893	1,720
合計(百万 FCFA)			64,619	11,278
				75,897

4.6.3 運用・維持管理費用

下水道施設の年間運用・維持管理費用は、概ね12億4,500万FCFAである。

4.7 実施計画

4.7.1 段階的整備とプロジェクト構成

下水道網整備区域を9区域に分けて、整備に関わる裨益人口と人口密度、地域的緊急性、および環境影響を考慮して、次図のようにそれぞれ2つのパッケージから成る2時期のプロジェクト構成を設定した。

プロジェクト	ゾーン	パッケージ	項目	Phase 1 (-2020)	Phase 2 (2021-2025)	Phase 3 (2026-2030)
Project-1	Zone 3,5,6,7	Package P1-1	主要施設 ¹⁾ の建設	[■]		
		Package P1-2	枝線管渠敷設とソフトコンポーネント		[■]	
Project-2	Zone 1,2,4,8,9	Package P2-1	主要施設 ¹⁾ の建設			[■]
		Package P2-2	枝線管渠敷設とソフトコンポーネント			[■]

注: 1) 幹線管渠、ポンプ場、下水処理場

図 4.9 下水道整備における段階的整備とプロジェクト構成

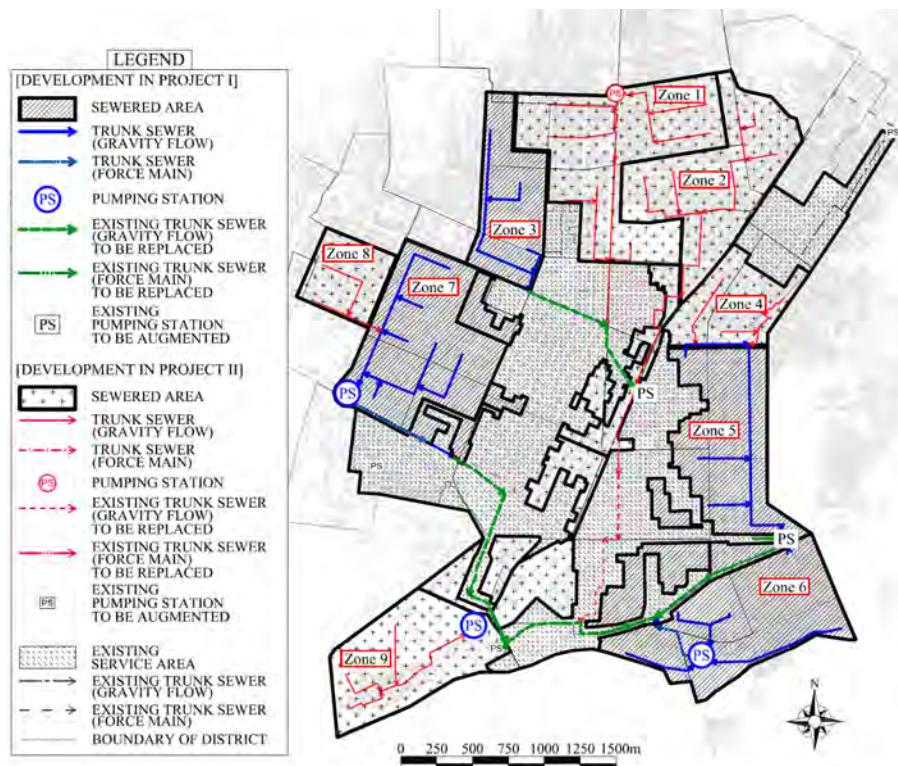


図 4.10 プロジェクト構成(幹線管渠とポンプ場)

下水処理場の段階的整備については、次のような点を考慮した。

- 下水道網の整備に伴い、下水道への接続率、下水道裨益人口および下水処理場への流入下水が増加するため、段階的整備による下水処理場の処理能力は時系列的変化に対応して流入下水の増加を包絡したものとなる。
- カオラック市の現況の下水道への接続率を考慮し、現況の下水道区域と PRECOL 区域とともに、当初の接続率は 50%を想定する。この接続率は直線的に増加し、2030 年には 100%の接続率とする。

こうした検討のもとに、下水道整備区域の人口、下水流入量と処理能力の関係を整理したものが 図 4.11 である。また、下水処理場の段階的整備を図示したものが 図 4.12 である。

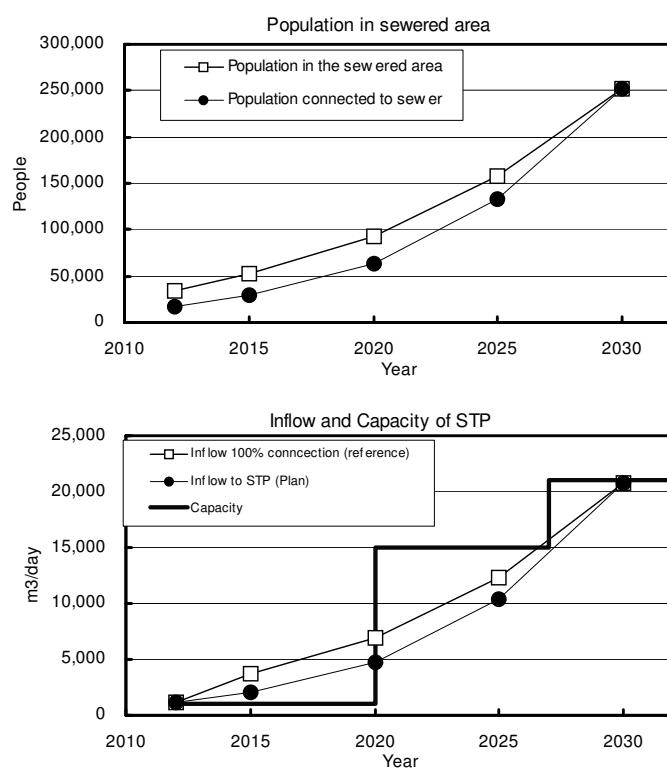


図 4.11 下水道網整備区域の将来人口と接続人口および下水流入量と下水処理場能力

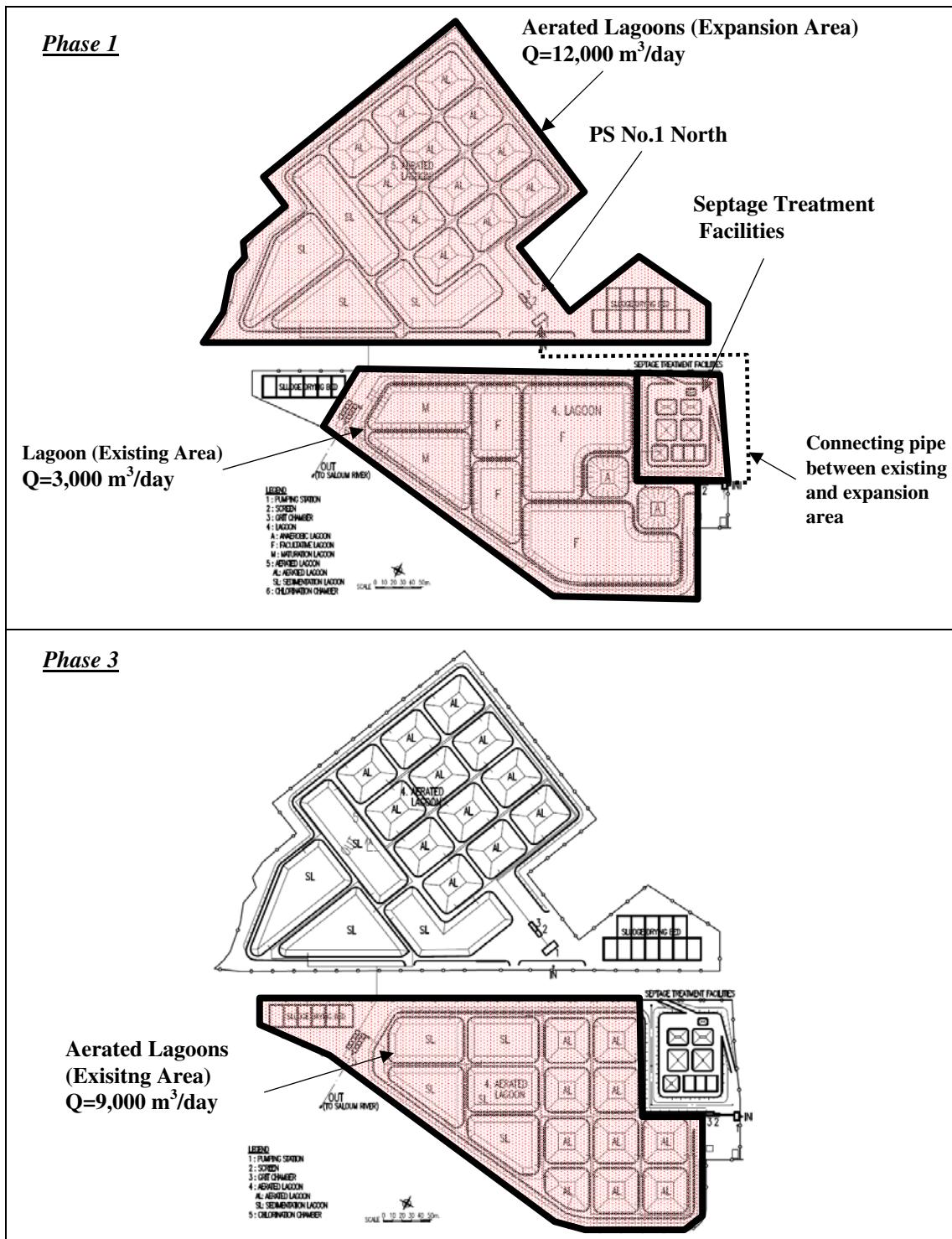


図 4.12 下水処理場の段階的整備計画

さらに、下水道施設、とくに下水道網の適正な機能発揮を図るために、整備区域の接続率の増加が不可欠である。また、下水道網整備区域外のオンサイト処理区域についても、腐敗槽整備により衛生状態を改善すべきである。それ故、ソフトコンポーネントによる活動を提案しており、下水道整備区域内での下水道への接続率の向上、オンサイト処理区域での腐敗槽の設置促進を図

るものである。このソフトコンポーネントは、下水道への接続と腐敗槽設置の促進キャンペーンで構成される。これらの活動を次表に整理する。

表 4.16 ソフトコンポーネントの概要

	活動
下水道接続キャンペー ン	<ul style="list-style-type: none"> キャンペーンに必要な資料作成（下水道のメカニズム、下水道を利用するこ との利点、接続料金等について）。 下水道サービス地区での ONAS による下水道接続促進説明会開催への支援。
腐敗槽設置および汚 泥引抜きキャンペー ン	<ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽設置状況調査の実施。 キャンペーンに必要な資料作成（腐敗槽設置の利点、設置費用、汚泥引抜き の利点、適切な汚泥引抜き方法、腐敗槽汚泥処理施設建設による汚泥除去費 用の削減等について）。 対象地区における ONAS による腐敗槽設置促進および適切な汚泥引抜き方法 に係る説明会開催への支援

4.7.2 優先プロジェクト

基本計画の中から、実施の緊急性と効果発現の容易性を考慮して、優先プロジェクトを選定する。下水道網整備の優先プロジェクトは、幹線下水管渠の新設(12.330km)、幹線下水管渠の付替え(5.830km)、6基のポンプ場の新設と改良(新設 3基、改良 3基)であり、これらを図 4.13 に示す。

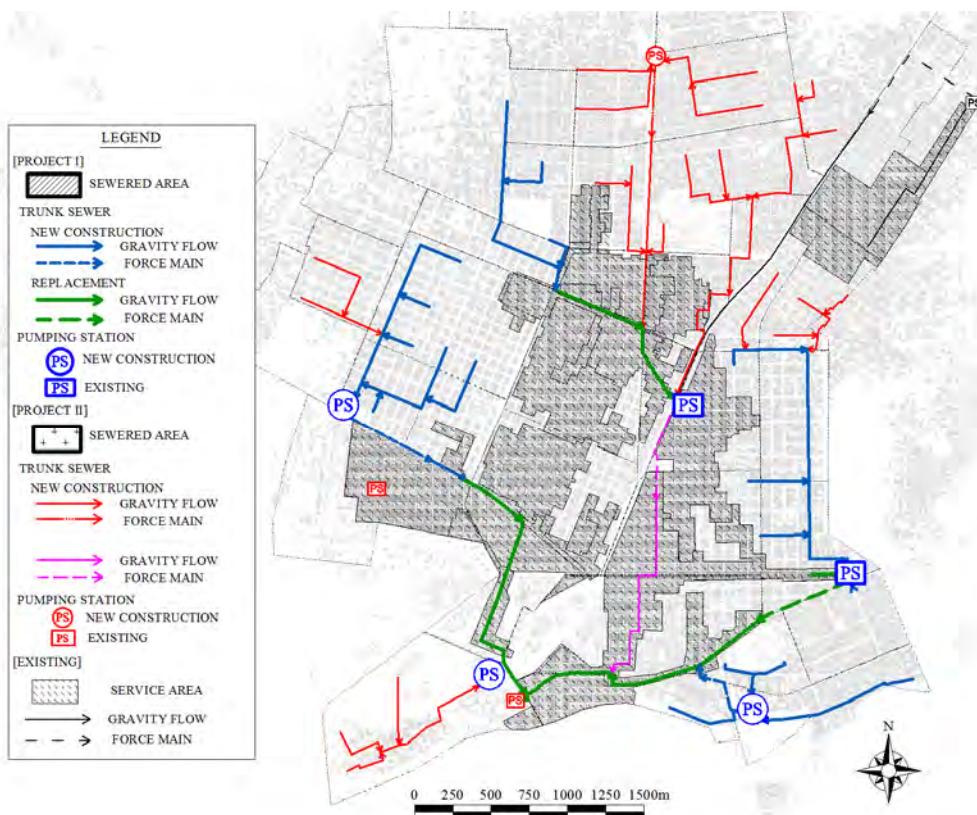


図 4.13 優先プロジェクトの位置(下水道網整備とポンプ場整備)

下水処理場の優先プロジェクトは、既設処理場のラグーンを嫌気性池、通性池、熟成池へ改良(処理能力 3,000m³/日)と拡張エリアにおける新規の曝気式ラグーンの建設(処理能力 12,000m³/日)、および腐敗槽汚泥処理施設の設置から成り、これらを整理すると次表のようになる。

表 4.17 下水処理場に関する優先プロジェクト

	施設名	容量	備考
新設	曝気式ラグーン	12,000 m ³ /day	塩素接触槽を含む。
	腐敗槽汚泥処理施設	70 m ³ /day	BOD ₅ 負荷 : 250 kg/day
	処理場間の接続管	380 m	
改修	ラグーン	3,000 m ³ /day	

4.8 経済分析

経済分析を行う際の主要な前提条件を整理すると次のようである。

- 評価期間 : 2014 年から 2060 年(プロジェクト終了後 30 年間)
- 標準変換係数(SFC) : 0.84(世銀の同種のプロジェクトを参照)
- 単価基準年 : 2012 年
- シャドー為替レートと賃金率 : 1(世銀の同種のプロジェクトを参照)
- 社会的割引率 : 12%(世銀の同種のプロジェクトを参照)

4.8.1 プロジェクト費用

次のような項目を費用の中に含んでいる。

- 建設費
- エンジニアリング・サービス費
- 物理的予備費
- プロジェクト管理費
- ソフトコンポーネント費
- 運営・維持管理費

M/P 段階では、取得すべき土地を政府所有地とみなし、土地取得費は含んでいない。なお、上記の費用は、経済コストに換算している。

4.8.2 プロジェクト便益

プロジェクト内容と期待すべき効果と便益を整理したものが次表である。

表 4.18 プロジェクト内容と期待すべき効果と便益

プロジェクトの内容	期待すべき効果	便益
下水処理場の処理能力の増強	地域の衛生状況の改善	地域住民の生活環境改善
既存下水道管網の改修と下水道管網の拡張	地域の衛生状況の改善	地域住民の生活環境改善
腐敗槽汚泥処理施設の建設	地域の衛生状況の改善	地域住民の生活環境改善
能力強化(キャパシティ・デベロップメント(ソフトコンポーネント))	下水道・衛生施設管理能力の向上	それぞれのプロジェクトの効果発揮を促進するため付加的な便益は生じない。

生活環境の改善という観点からの便益については、それぞれのプロジェクト内容個別に取り扱うのではなく、(a)下水処理場の処理能力向上、(b)既設下水道網のリハビリおよび区域拡張、(c)腐敗槽汚泥処理施設の設置という個別のプロジェクトを統合して考えるべきである。ソフトコンポーネントは、それぞれのプロジェクトの効果発揮を促進し、付加的な便益は生じないため、これについては、別途に検討は行わない。

本プロジェクトは、プロジェクト対象区域において、生活環境の改善という有益な効果を発揮し、これは支払い意志額によって推算することが出来る。対象とする人口は、下水道への接続人口と腐敗槽を設置している家庭の人口の和である。対象区域における支払い意志額は次表のとおりである。

表 4.19 対象区域における生活環境の改善に対する支払い意志額(WTP)

	2012	2015	2020	2025	2030
対象人口(千人)	-	169	259	339	403
支払い意志額が 500FCFA の場合(FCFA/人/年)	6,000	6,196	6,522	6,849	7,175
支払い意志額が 500FCFA の場合の合計(百万 FCFA/年)	-	0	1,690	2,324	2,892
支払い意志額が 1000FCFA の場合(FCFA/人/年)	12,000	12,392	13,044	13,697	14,350
支払い意志額が 1000FCFA の場合の合計(百万 FCFA/年)	-	0	3,380	4,649	5,783
重み付きの平均支払い意志額(FCFA/人/年)	2,429	2,508	2,640	2,772	2,904
重み付きの平均支払い意志額の合計(百万 FCFA/year)	-	0	684	941	1,170

4.8.3 推算結果

経済的内部収益率(EIRR)は、支払い意志額(WTP)が 500FCFA の場合 2.2%で、1,000FCFA の場合は 9.1%となる。また重み付きの平均 WTP (202FCFA)を用いると、この値が低いため、-9.3%となる。1,000FCFA の値は、現在ゴミの予備収集に払っている金額と同レベルの金額であり、この金額は教育・普及キャンペーンによれば、実現可能と考えられる。

4.9 財務分析

4.9.1 前提条件

財務分析の主要な前提条件は次のとおりである。

- 評価期間：2014 年から 2060 年(プロジェクト終了後 30 年間)
- 単価基準年：2012 年
- 為替レート：FCFA1.00=JPY0.1487
- 社会的割引率：12%(世銀の同種のプロジェクトを参照)

4.9.2 プロジェクト費用

次のような項目を費用の中に含んでいる。

- 建設費
- エンジニアリング・サービス費
- 物理的予備費
- プロジェクト管理費
- ソフトコンポーネント費
- 付加価値税(VAT)
- 運営・維持管理費

M/P 段階では、取得すべき土地を政府所有地とみなし、土地取得費は含んでいない。なお、上記の費用は、経済コストに換算している。

4.9.3 プロジェクト便益

プロジェクト便益は、下水道区域の人々から徴収する水道料金の 8%に相当する下水道料金と下水道区域外の腐敗槽汚泥の引抜き料金から成る。しかし、下水道料金は現在、下水道への接続するしないに関わらず徴収しているため、下水道料金は便益推算の目的から、すべての人々に適用している。

現在、各家庭の下水道料金は、 20m^3 までの水道使用量に対して各家庭は $10\text{FCFA}/\text{m}^3$ 、 21m^3 から 40m^3 までの水道使用量に対して $45.65\text{FCFA}/\text{m}^3$ である。カオラック市で 2012 年のデータをもとに、各家庭の平均人数 9.45 人をもとに単位下水道料金を算出する。この値をもとに、下水道料金を何倍すれば、財務的内部收益率(FIRR)がどのように動くかを検討する。

表 4.20 下水道料金の歳入合計

	2012	2015	2020	2025	2030
対象人口(千人)	–	169	259	339	403
水需要量(lpcd)	74.0	76.0	80.0	84.0	88.0
平均料金(FCFA/ m ³)	11.98	12.87	14.51	15.99	17.34
合計水需要量(千 m ³ /年)	–	4,682	7,566	10,406	12,944
歳入合計(百万 FCFA)	–	0	111	166	225

4.9.4 推算結果

FIRR は、下水道料金が極めて低く設定されており、便益が小さ過ぎるため、前述の値では推算できない。例えば、FIRR を 0%にするためには 13.6 倍、通常の社会的割引率である 12%にするためには 49.0 倍の下水道料金が必要となる。

5 雨水排水管理計画

5.1 計画立案のためのコンセプト

5.1.1 計画目的

2.4 で記した雨水排水に関する現状の課題に基づいて、雨水排水管理計画の目的を次のように設定する：(i) 新たな排水路を敷設し、降雨による浸水と被害を軽減する、(ii) 既設の排水路の本来の排水機能を回復させ維持する、(iii) 住民に対して都市の環境衛生状態を改善する。

5.1.2 計画区域および計画目標年次

(1) 計画区域

雨水排水管理計画の対象区域は、T/C や S/C での議論を経て了承されたカオラック市中心部、約 24km² の区域である。この区域は、地形による尾根を通る境界線で区切られた排水区域となる。この計画区域を図 5.1 に示す。

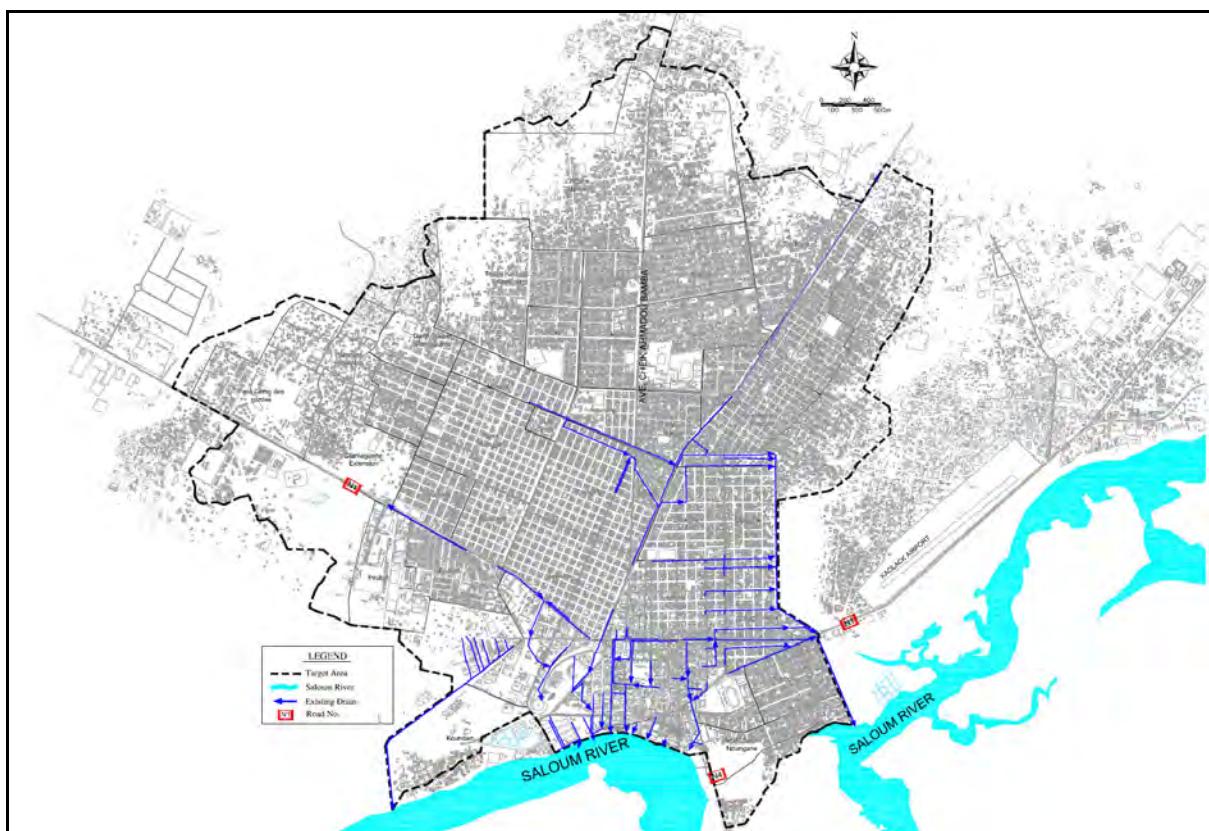


図 5.1 雨水排水管理計画の対象区域

(2) 計画目標年次

基本計画の目標年次は 2030 年であり、3 期に分けて段階的に整備する。すなわち、(i) 2020 年までの短期計画(フェーズ 1)、(ii) 2021 年から 2025 年までの中期計画(フェーズ 2)、(iii) 2026 年から 2030 年までの長期計画(フェーズ 3)とする。

5.1.3 計画条件

(1) 計画規模

2012 年雨期の短時間雨量の観測結果に基づき、本計画では 10 年確率規模の整備とし、降雨継続時間は 3 時間とする。

(2) 計画降雨

カオラックとダカールの確率日雨量を比較し、ダカールで作成された降雨強度曲線式を 10 年確率の日雨量比率で補正し、次のようなカオラックの 10 年確率降雨強度曲線式を作成した： $I=5,427.8/(T+36.9)$ 。ここに、I は降雨強度(mm/hr)、T は継続時間(分)である。

(3) 計画流量

各排水区域の規模が 10km² 以下であるため、こうした小規模な排水区域への適用が有利な合理式を用いて計画流量を推算する。本式では、流出係数と洪水流達時間内の降雨強度という二つのパラメータのみで容易に洪水流量が推算できる。

5.1.4 現況排水路の評価

2.4 で述べたように、敷設されている既設の排水路は、全長 19.96km に及んでおり、12.38km が開水路、7.58km が蓋掛けの水路である。10 年確率規模の洪水流量をもとに、マニングの公式を用いて、現況水路の流下能力を評価した。この結果、既設排水路は 10 年確率の洪水流量に対して、十分な排水能力を有していることが確認された。

5.1.5 雨水排水管理上必要な対策

カオラック市の排水改善を達成するには、構造物的対策と非構造物的対策を総合的に実施する必要がある。

(1) 構造物的対策

構造物的対策は、雨水排水路の敷設、ポンプ場の建設、雨水貯留池の建設、既存水路の改良等を含む浸水防止対策である。

(2) 非構造物的対策

非構造物的対策は、運用・維持管理の観点から組織の改善、排水路の清掃計画を立案、住民への啓蒙等、構造物的対策を支え持続可能にするための対策である。

5.2 雨水排水改善のための構造物的対策の検討

5.2.1 代替案の設定

図 5.2 から図 5.4 に示すような施設と排水路のレイアウトの 3 つの代替案を考え、これらを比較評価して最適案を選定する。

(1) ゼロオプション

雨水排水問題の改善に対して、関係する政府機関が全く対応を取らなければ、計画年次 2030 年には浸水問題が深刻化する。将来の洪水・浸水に対して改善対策を検討しないケースがゼロオプションである。

(2) 代替案 1

代替案 1 を図 5.2 に示す。この代替案は、新規排水路の建設、ポンプ場の建設および既存排水路の改善から成る。計画区域は、北部、北西部、西部等の 5 排水区に区分している。北部と西部の排水区には、新たな排水路とポンプ場を計画する。北西部の排水区は、ポンプにより中央部の既設の排水路に接続する。このため、既設の排水路は、拡張、掘削および構造的強化の改良が必要となる。南東部の排水区には、既設水路に接続する 2 本の排水路の新設が必要である。この代替案は、雨水貯留池は考慮していない。

(3) 代替案 2

代替案 2 を同じく図 5.3 に示す。排水区の数、排水路の配置、ポンプ場の数と位置は、代替案 1 と同じである。しかし、この代替案は、雨水貯留池を含んでおり、この結果、下流の排水路とポンプ場の規模は小さくなっている。

(4) 代替案 3

代替案 3 も同様に図 5.4 に示す。この代替案は、排水路新設、ポンプ場の建設、雨水貯留池の設置、既設排水路の改善から成る。この代替案では、排水区は 4 つに分かれる。西部の排水区は、中央部の既設排水路には接続しないため、ポンプ場も必要なくなる。西部の排水区の大部分の雨水排水は、雨水貯留池に流入する。この代替案は、他の代替案よりもポンプ場の数が少なくなる。

これらの代替案の施設の概要と概算費用を比較したのが表 5.1 である。

表 5.1 代替案の施設構成と費用比較

項目	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
排水路 径(m)(幅×高さ) 総延長(km)	1.3×1.3~8.0×2.0 28.38	1.3×1.3~8.0×2.0 28.38	1.3×1.3~3.2×3.2 28.31
ポンプ場 箇所数 総排水容量(m ³ /s)	3 41.93	3 28.67	2 21.85
貯留池 箇所数 総貯水量(m ³)	0 0	2 70,300	2 112,300
建設費 (10億 FCFA)	52.53	47.56	42.96
運用・維持管理費 (百万 FCFA/年)	33	35	35

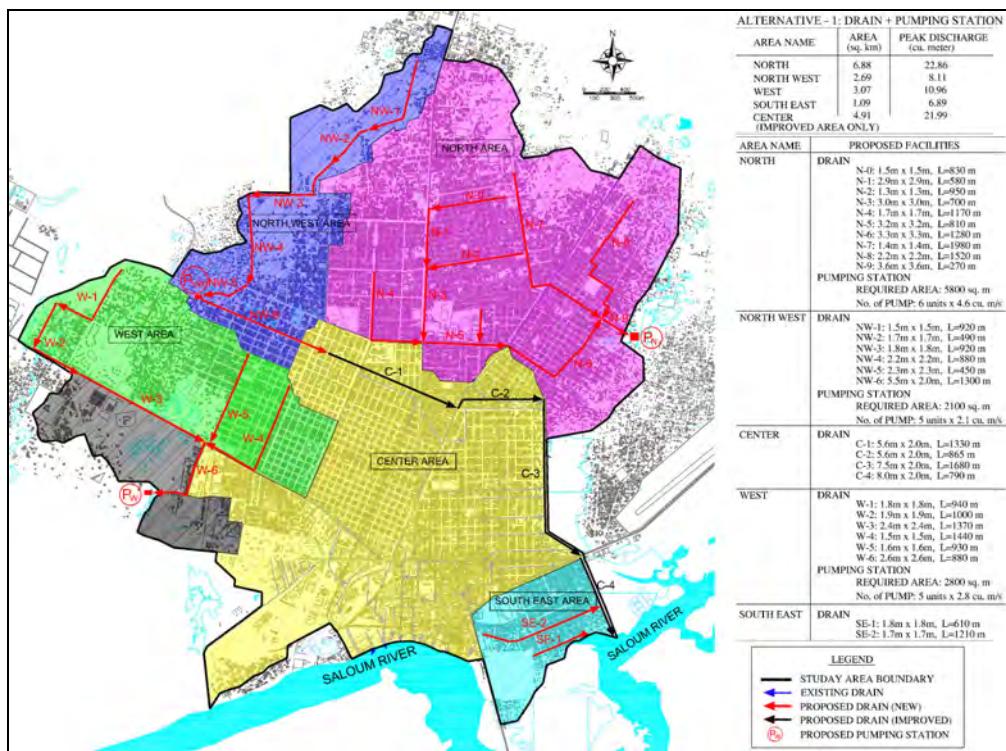


図 5.2 雨水排水改善のための代替案1

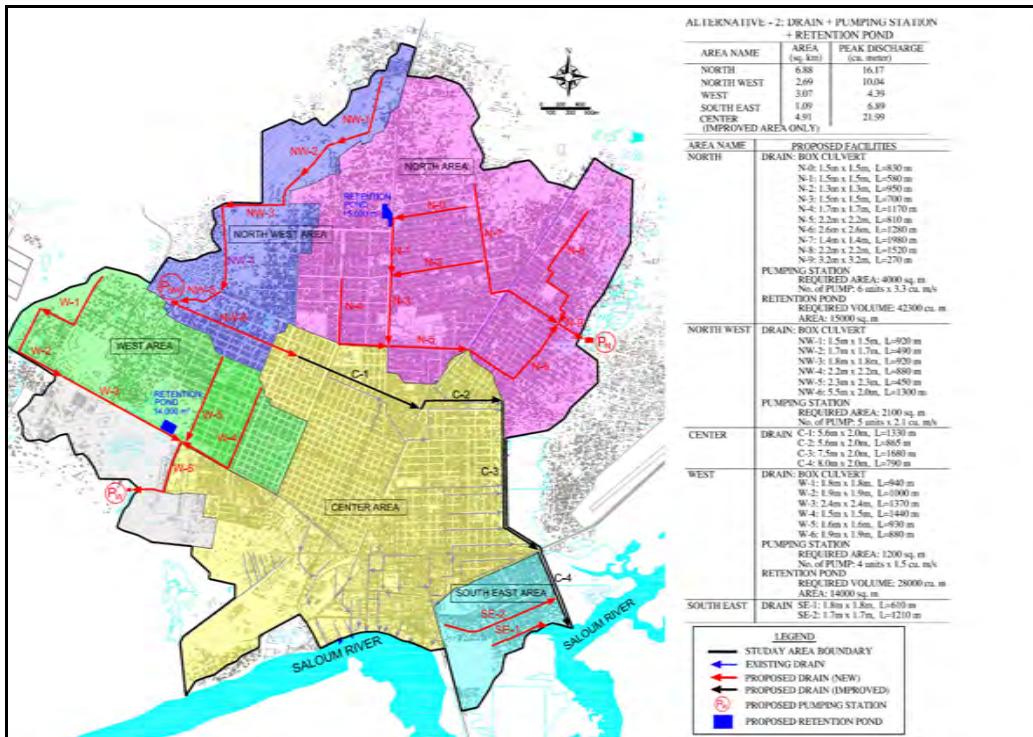


図 5.3 雨水排水改善のための代替案2

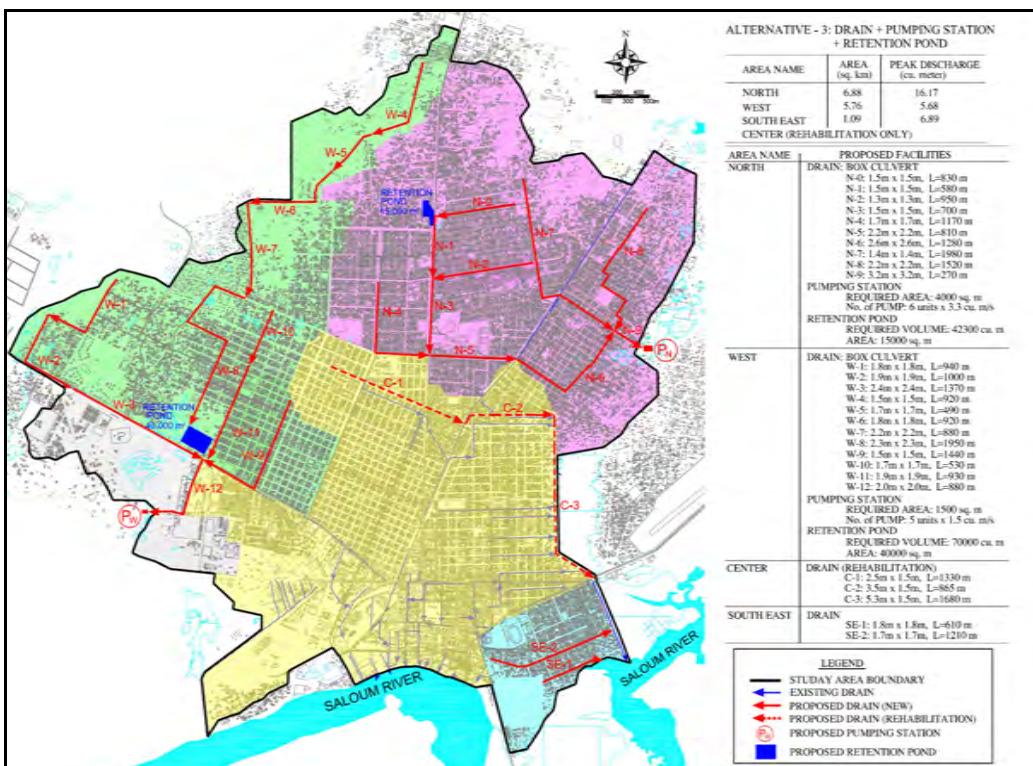


図 5.4 雨水排水改善のための代替案3

5.2.2 代替案の比較検討

それぞれの代替案に対して、下水道整備計画同様、評価項目を設定して点数評価を行った。下表に示すように点数を 1 から 3 点として、1 点が最も好ましくないものと評価した。この結果、最も点数が高い代替案 3 が最適案として選定された。

表 5.2 代替案の比較評価結果

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3
信頼性・確実性(電力・動力を必要とする電気、機械設備への依存度)	1	2	3
実現性を高めるためのコスト面での評価	1	2	3
環境への影響	1	2	3
将来の拡張性	3	2	1
合計点	6	8	10
評価順位*	3 rd	2 nd	1 st

注： *「1st」 が最も好ましい案

5.3 雨水排水改善施設計画

代替案の比較検討結果に基づいて、代替案 3 に沿って施設計画の予備設計を行う。

5.3.1 北部排水区の施設計画

北部排水区の集水面積は、6.88km² である。現在、雨水排水施設は無く、Ngane Saar、Ngane Alassane、Gawane、Touba Kaolack、Sam および Ndarong Sadaga 地区に地形的な凹地が存在し、雨期に浸水による深刻な被害が発生している。計画雨水排水路の配置、ポンプ場および雨水貯留池の計画位置を示したものが図 5.5 である。ポンプ場の候補用地は公有地で現在、居住者を含む住居、商業施設等は無い。雨水貯留池の候補用地は私有地と公有地が混在しているが、現時点で住居、商業施設等は無く、居住者も存在しない。

N-1 排水路の上流端に、新たな雨水貯留池を計画し、新設排水路の規模縮小を図る。この雨水貯留池は、Khakhone と呼ばれており、雨期には湛水し池のような性状を呈する凹地である。新規のポンプ場は、Medina Baya 地区の東側で標高の低い場所に位置し、北部排水区からのすべての雨水を集水出来るように計画している。これらの計画施設の一覧を表 5.3 にまとめる。

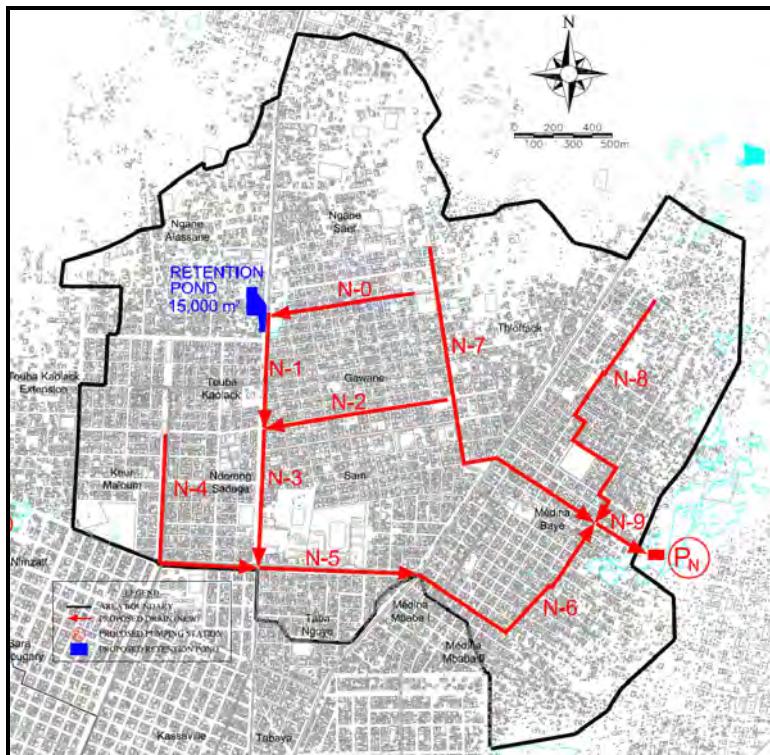


図 5.5 北部排水区における計画排水施設の位置図

表 5.3 北部排水区における計画排水施設の概要

コンポーネント	諸元
<u>排水路</u>	
N-0	1.5m × 1.5m, L= 830 m
N-1	1.5m × 1.5m, L= 580 m
N-2	1.3m × 1.3m, L= 950 m
N-3	1.5m × 1.5m, L= 700 m
N-4	1.7m × 1.7m, L= 1,170 m
N-5	2.2m × 2.2m, L= 810 m
N-6	2.6m × 2.6m, L= 1,280 m
N-7	2.2m × 2.2m, L= 1,980 m
N-8	3.2m × 3.2m, L= 1,520 m
N-9	1.4m × 1.4m, L= 270 m
ポンプ場 (P_N)	ポンプ台数: 6 台 × 3.3 m³/s、用地面積: 4,000 m²、ポンプ揚程: 3.2m
貯留池	必要貯留水量: 42,300 m³、用地面積: 15,000 m²

5.3.2 西部排水区の施設計画

この排水区は、カオラック市の中心部の西部の 11 地区を含み、集水面積は 5.76km² であり、緩やかに南西に傾斜した地形上にある。この排水区にも、雨水排水施設は無く、そのため Parcelles Assainies、Nimzatt、Diamaguene および Boustane のそれぞれの地区で浸水常襲区域が存在する。計画雨水排水路の配置、ポンプ場および雨水貯留池の計画位置を示したものが図 5.6 である。

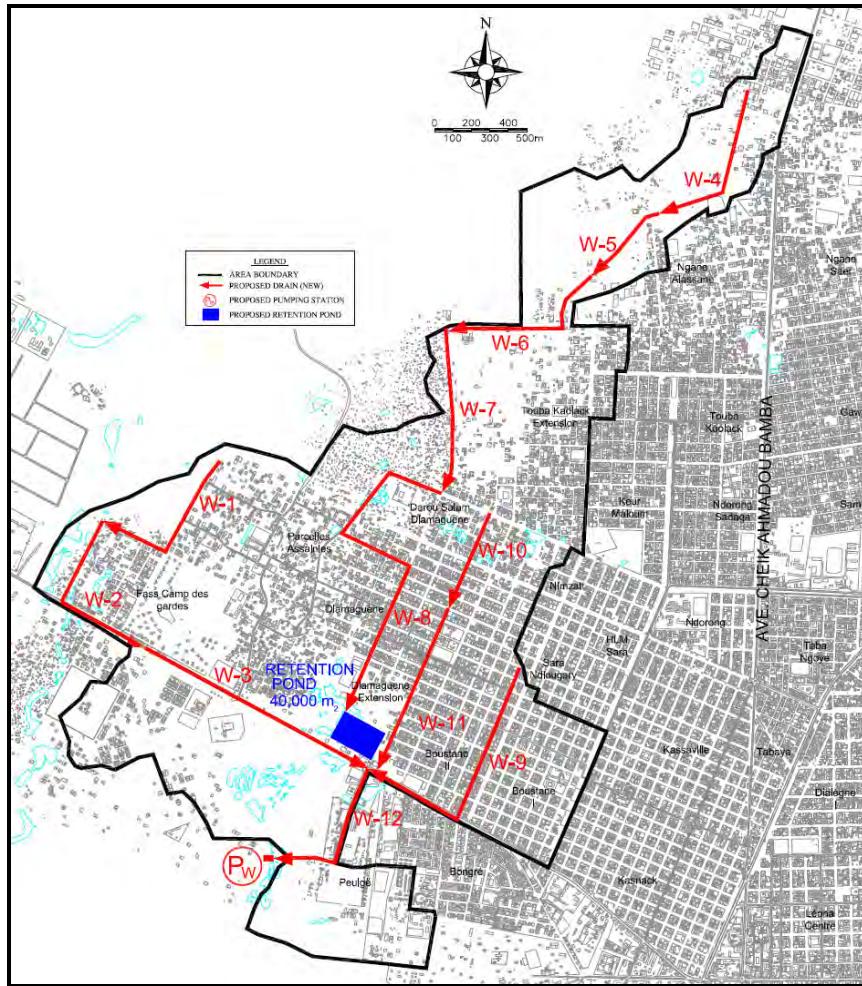


図 5.6 西部排水区における計画排水施設の位置図

Diamaguene Extention 地方に、新たな雨水貯留池を計画し、新設排水路の規模縮小を図る。この雨水貯留池は低地に位置し、雨期には湛水し池のような性状を呈する窪地である。新規のポンプ場は、Peulge 地区の西側で標高が低く、現在空地となっている場所で、北部排水区からのすべての雨水を集められるように計画している。ポンプ場、貯留池の候補用地とともに、公有地で現在住居、商業施設等の建物は無く、居住者もいない。雨水は自然の池に流入しており、この土地は、用地補償問題を避けることができると考えられる。これらの計画施設の一覧を表 5.4 にまとめた。

表 5.4 西部排水区における計画排水施設の概要

コンポーネント	諸元
<u>排水路</u>	
W-1	1.8m × 1.8m, L= 940 m
W-2	1.9m × 1.9m, L=1,000 m
W-3	2.4m × 2.4m, L=1,370 m
W-4	1.5m × 1.5m, L= 920 m
W-5	1.7m × 1.7m, L= 490 m
W-6	1.8m × 1.8m, L= 920 m
W-7	2.2m × 2.2m, L= 880 m
W-8	2.3m × 2.3m, L=1,950 m
W-9	1.5m × 1.5m, L=1,440 m
W-10	1.7m × 1.7m, L= 530 m
W-11	1.9m × 1.9m, L= 930 m
W-12	2.0m × 2.0m, L= 880 m
ポンプ場 (P _w)	ポンプ台数: 5 台×1.5m ³ /s、用地面積: 1,500m ² 、 ポンプ揚程: 4.0m
貯留池	必要貯留水量: 70,000 m ³ 、用地面積: 40,000 m ²

5.3.3 南東部排水区の施設計画

南東部排水区はサロウム川に沿った集水面積 1.09km² の排水区である。この排水区にも、雨水排水施設は無く、そのため Abattoirs および Darou Salam の地区で浸水常襲区域が存在する。計画雨水排水路の配置を示したものが図 5.7 である。計画雨水排水路は、既設の雨水排水路に接続する。この計画排水施設の概要を表 5.5 にまとめると。



図 5.7 南東部排水区における計画排水施設の位置図

表 5.5 南東部排水区における計画排水施設の概要

コンポーネント	諸元
<u>排水路</u>	
SE-1	1.8m × 1.8m, L= 610 m
SE-2	1.7m × 1.7m, L=1,210 m

5.3.4 市中央排水区の施設計画

市中央排水区は、1980 年代より雨水排水路網の整備が進んでいる。総延長 19.96km の排水路が整備されており、このうち 12.38km が開水路、7.58km が蓋掛け水路である。これら排水路網の排水区域は 7.8km² である。既設排水路は、10 年確率降雨に対して十分な排水能力を有しているが、部分的に素掘りの土水路部分や弱い構造があり、さらに元來の断面が土砂とゴミで閉塞している。それ故、カオラック市からの強い要望もあり、雨水が多く流集される幹線水路に対して、基本計画では本来の排水路断面に戻し、排水能力を保全するために、既設排水路の復元・補強工事を提案するものである。とくにこの工事の対象を土水路等機能低下の著しい区間とし、コンクリート水路への改修を提案する。この対象区間を図 5.8、リハビリの概要を表 5.6 に示す。

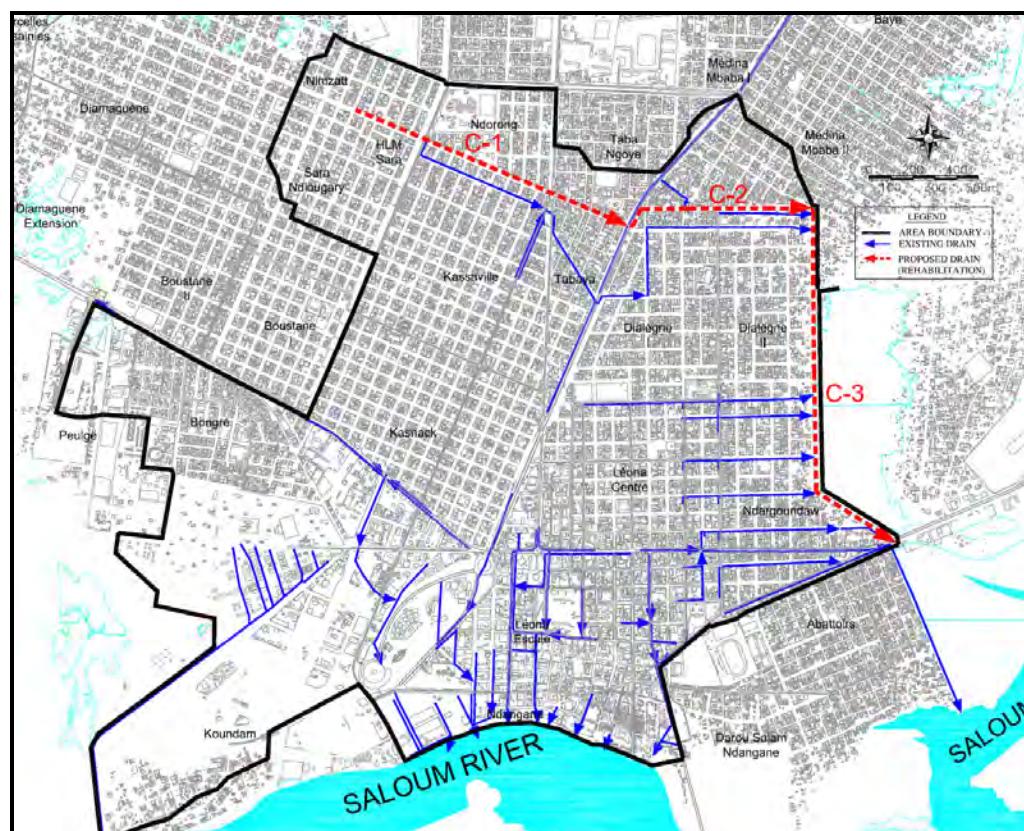


図 5.8 市中央排水区におけるリハビリ対象排水施設の位置図

表 5.6 南東部排水区における計画排水施設の概要

コンポーネント	諸元
C-1	2.5m × 1.5m, L=1,330 m
C-2	3.5m × 1.5m, L= 865 m
C-3	5.3m × 1.5m, L=1,680 m

5.4 運用維持管理計画

5.4.1 運用維持管理に關わる責任主体

カオラック市の技術サービス部局(STC)が、排水路、ポンプ場、雨水貯留池といった雨水排水施設の管理主体である。

5.4.2 運用維持管理方法

(1) 雨水排水路網

雨水排水路網の運用維持管理作業は、次のような項目となる。

(a) 維持管理と検査

「発展途上国における下水道施設管理適正化指針(案)」(2001年、(社)国際建設技術協会)では、とくに問題が無い場合、下水道の検査頻度は約5年毎とされている。日本の都市部においては、通常3年から7年の頻度で検査が実施されている。

現地踏査では、既設排水路網の多くが土砂とゴミで閉塞しており、こうした状況を勘案すると、本プロジェクトで提案している矩形暗渠に対しては3年から5年の頻度で検査を実施するのが適切である。

(b) 清掃および浚渫

矩形管渠に堆積するゴミや汚泥は、流下能力を阻害するため、定期的な検査で堆積が確認された際には清掃・浚渫を実施する。

(c) 排水管渠の更新と修繕

排水管渠が劣化している場合は、適当な年限で更新ないし修繕する。事前に事故を予防するため、検査や調査に基づいて、更新・修繕計画を立てておくことが肝要である。

(2) ポンプ場および雨水貯留池

ポンプは、雨水排水システムの中で、重要な基幹施設である。ポンプ場が機能しない場合、洪水湛水による深刻な被害を発生させる。それ故、ポンプ場の運用・維持管理のための特性を理解する必要がある。カオラック市には排水ポンプ場が無いため、新たにポンプ施設の機材を導入する際に製造元や納入業者による初期の機器操作に関する指導を通して、ポンプ場の管理者に技術移転を行うものとする。

雨水貯留池は、豪雨時に一時的に雨水を貯留する施設である。雨期が始まる前に年に一度、貯留池の清掃を行うことが好ましい。STCは10人程度の清掃班を組織すべきである。雨水貯留池は、オープンスペースであるため、清掃班は中に入つて堆積物やゴミを人力でショベル等を用いて除去・清掃する。あるいは、現地検査に基づいて民間業者に契約して清掃作業を行うことも可能である。

5.5 プロジェクト費用の積算

5.5.1 建設費用

建設費用は、ONAS ダカール、ONAS カオラックおよび 1994 年の JICA 調査報告書「The Study on Urban Drainage and Wastewater Systems in Dakar City and its Surroundings」からの情報をもとに算出した。建設費用の積算に関する主要な条件は、次のとおりである。

- 建設費用は 2012 年単価で積算する。
- 2012 年までの物価上昇率である 3%/年を、過去のプロジェクトの費用についてのデータに適用する。
- 直接建設費の他にすべての必要な費用を建設費用に含める。
- セネガルで最も一般的な工法である開削工法の単価を、さまざまな掘削工事に適用する。
- 費用は、セネガルでの調達の可能性に応じて、外貨と内貨に分ける。

5.5.2 プロジェクト費用

建設コスト以外のプロジェクト費用に関わる項目とその割合は、セネガルないし他の国の過去のプロジェクトを参考に設定する。また、2014 年から 2030 年のプロジェクト期間における物価上昇率は、世銀の用いている過去 10 年間のインフレ率を用いる。さらに、プロジェクト費用に、付加価値税(VAT)18%を加える。以下が、プロジェクト費用の主要な項目である。

- 直接建設費用
- エンジニアリング費用およびプロジェクト管理費用：それぞれ建設費用の 10%と 2%
- 物理的予備費：建設費用およびエンジニアリング費用の 10%
- 2014 年から 2030 年のプロジェクト期間における物価上昇：インフレ率は年当り、内貨 3%、外貨 2%

総プロジェクト費用は、2012 年価格で 840 億 200 万 FCFA と見積られ、このうち内貨部分が 735 億 1,600 万 FCFA、外貨部分が 104 億 8,600 万 FCFA である。これらの詳細を表 5.7 に示す。

表 5.7 プロジェクト費用

費目	工事項目	内貨分 (百万 FCFA)	外貨分 (百万 FCFA)	合計 (百万 FCFA)
直接工事費	排水路	35,153	0	35,153
	ポンプ場	2,736	4,104	6,840
	貯留池	962	0	962
	小計	38,851	4,104	42,955
技術サービス費		1,289	3,007	4,296
事業管理費		859	0	859
物理的予備費		4,253	472	4,725
物価上昇予備費		17,050	1,303	18,353
付加価値税		11,214	1,600	12,814
合計(百万 FCFA)		73,516	10,486	84,002

5.5.3 運用・維持管理費用

雨水排水施設の年間運用・維持管理費用は、プロジェクト竣工後、概ね 3,465 万 7 千 FCFA である。この費用の内訳は、ポンプ場に 1,545 万 7 千 FCFA、矩形管渠に 420 万 FCFA、雨水貯留池に 1,500 万 FCFA となる。

5.6 プロジェクトの優先順位付けと実施計画

5.6.1 プロジェクトの優先順位付け

計画区域は、北部、中央部、西部および南東部の 4 排水区に区分されている。雨水排水改善計画は、それぞれの排水区で立案しており、各排水区はいくつかのパッケージに分けることが可能である。こうしたプロジェクトのパッケージ化を検討するに当って、建設工事の規模、プロジェクト区域の現状、社会的影響を考慮した。各プロジェクトのパッケージに対して、それぞれの優先順位付けが必要である。まず、プロジェクトの構成とパッケージ化した排水系統を図 5.9 に示す。

プロジェクトのパッケージへの優先順位を付与するに当って、次のような評価項目によって、総合評価した。それらは、(i) 排水区の人口、(ii) 排水区内の浸水常襲区域、(iii) 住民の要求に基づいたカオラック市からの整備要望、(iv) 環境に対する影響の度合いである。これらを用いて優先順位付けを行った。

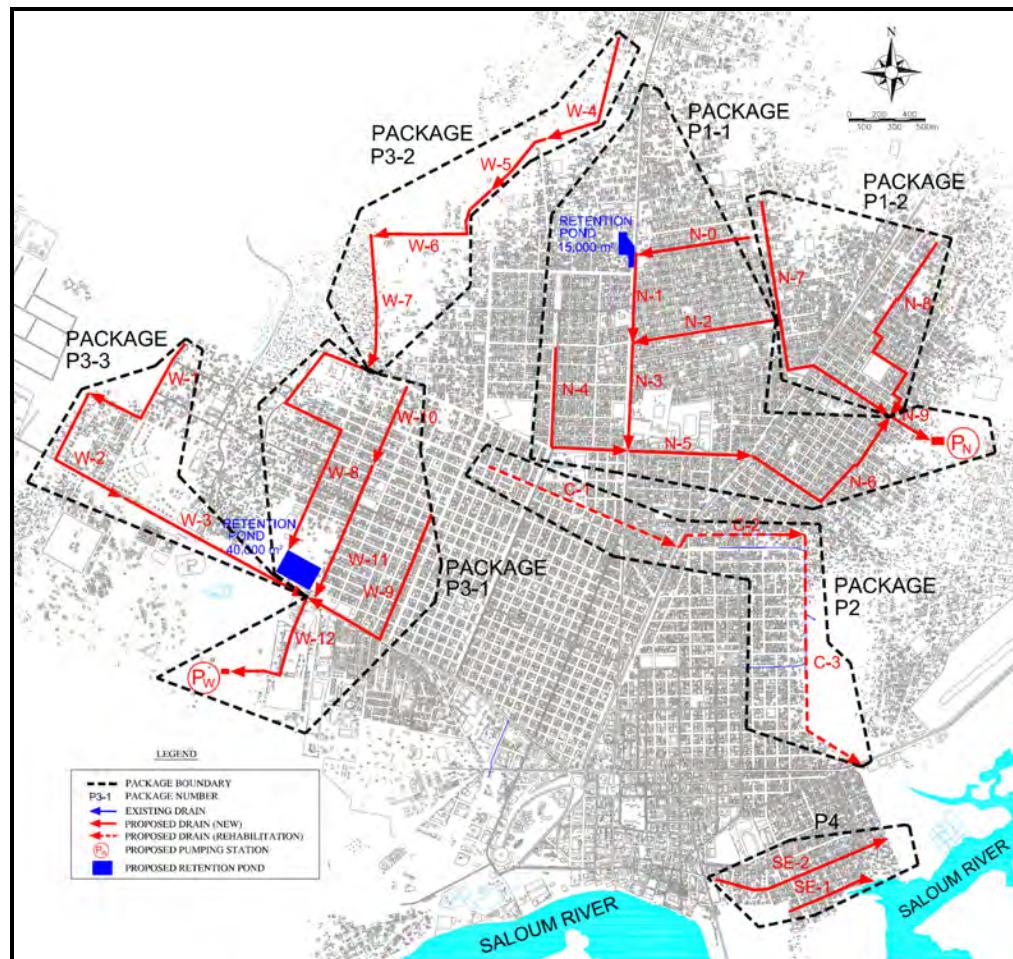


図 5.9 プロジェクトのパッケージ化

5.6.2 実施計画

プロジェクトの段階的実施計画は、次のような考え方のもとに検討する。

- すべてのプロジェクトは、3つの段階に分け、完成年次は計画目標年次である 2030 年とする。
- 対策実施には、優先順位を考慮して段階的整備を考える。

雨水排水計画のプロジェクトパッケージとその実施計画を、それぞれの段階の当初に詳細設計および入札作業を行うことを前提に検討し、それらをまとめたものを表 5.8 に整理する。

表 5.8 プロジェクト構成と段階的整備計画

プロジェクト	パッケージ	実施時期	コンポーネント	諸元	備考
Project-1 (北部)	P1-1	Phase 1 2017~2020 年	排水路 N-0 N-1 N-2 N-3 N-4 N-5 N-6 N-9	1.5m × 1.5m, L= 830 m 1.5m × 1.5m, L= 580 m 1.3m × 1.3m, L= 950 m 1.5m × 1.5m, L= 700 m 1.7m × 1.7m, L= 1,170 m 2.2m × 2.2m, L= 810 m 2.6m × 2.6m, L= 1,280 m 1.4m × 1.4m, L= 270 m	新設
		2017~2019 年	ポンプ場 (P _N)	ポンプ台数: 6 台 × 3.3 m ³ /s 用地面積: 4,000 m ² ポンプ揚程: 3.2 m	新設
		2018 年	貯留池	必要貯留量: 42,300 m ³ 用地面積: 15,000 m ²	新設
	P1-2	Phase 3 2027~2029 年	排水路 N-7 N-8	2.2m × 2.2m, L= 1,980 m 3.2m × 3.2m, L= 1,520 m	新設
Project-2 (市中央)	P2	Phase 2 2022~2024 年	開水路 C-1 C-2 C-3	2.5m × 1.5m, L= 1,330 m 3.5m × 1.5m, L= 865 m 5.3m × 1.5m, L= 1,680 m	改修
Project-3 (西部)	P3-1	Phase 2 2022~2025 年	排水路 W-8 W-9 W-10 W-11 W-12	2.3m × 2.3m, L= 1,950 m 1.5m × 1.5m, L= 1,440 m 1.7m × 1.7m, L= 530 m 1.9m × 1.9m, L= 930 m 2.0m × 2.0m, L= 880 m	新設
		2022 年	ポンプ場 (P _w)	ポンプ台数: 5 台 × 1.5 m ³ /s 用地面積: 1,500 m ² ポンプ揚程: 4.0 m	新設
		2023 年	貯留池	必要貯留量: 70,000 m ³ 用地面積: 40,000 m ²	新設
	P3-2	Phase 3 2028~2030 年	排水路 W-4 W-5 W-6 W-7	1.5m × 1.5m, L= 920 m 1.7m × 1.7m, L= 490 m 1.8m × 1.8m, L= 920 m 2.2m × 2.2m, L= 880 m	新設
	P3-3	Phase 3 2027~2030 年	排水路 W-1 W-2 W-3	1.8m × 1.8m, L= 940 m 1.9m × 1.9m, L= 1,000 m 2.4m × 2.4m, L= 1,370 m	新設
Project-4 (南東部)	P4	Phase 2 2024~2025 年	排水路 SE-1 SE-2	1.8m × 1.8m, L= 610 m 1.7m × 1.7m, L= 1,210 m	新設

5.6.3 優先プロジェクト

基本計画の第1段階で提案しているプロジェクトを優先プロジェクトとする。表5.8に示すプロジェクト1のパッケージP1-1は、基本計画の最優先であるため、引き続き実施するF/S調査の優先プロジェクトとして選定する。この優先プロジェクトの施設構成を表5.9にまとめる。

表5.9 優先プロジェクトの対象施設

プロジェクト	パッケージ	コンポーネント	諸元	備考
Project-1 (North Area)	P1-1	排水路		
		N-0	1.5m × 1.5m, L= 830 m	新設
		N-1	1.5m × 1.5m, L= 580 m	
		N-2	1.3m × 1.3m, L= 950 m	
		N-3	1.5m × 1.5m, L= 700 m	
		N-4	1.7m × 1.7m, L= 1,170 m	
		N-5	2.2m × 2.2m, L= 810 m	
		N-6	2.6m × 2.6m, L= 1,280 m	
		N-9	1.4m × 1.4m, L= 270 m	
		ポンプ場 (P _N)	ポンプ台数: 6台 × 3.3 m ³ /s 用地面積: 4,000 m ² ポンプ揚程: 3.2 m	新設
		貯留池	必要貯留量: 42,300 m ³ 必要用地面積: 15,000 m ²	新設

5.7 経済分析

5.7.1 プロジェクト費用

次のような項目を費用の中に含んでいる。

- 建設費
- エンジニアリング・サービス費
- 物理的予備費
- プロジェクト管理費
- 運営・維持管理費

M/P段階では、取得すべき土地を政府所有地とみなし、土地取得費は含んでいない。なお、上記の費用は、経済コストに換算している。

5.7.2 プロジェクト便益

雨水排水プロジェクトの便益は、浸水・湛水により経済活動が中断されることによる便益を見込む。経済的な中断時間は、推計された湛水深に応じて推算される。最も深刻な湛水深(70cm)は1から2週間継続するので、それ以下のものは比例配分で推算する。この中断時間を、1人当たりのGDPの予測値を用いて経済価値に換算する。最終的には、この価値に乗数効果

を見込んで、便益を推算する。世銀のデータをもとに、乗数は 10.75 を用いた。この便益の算定結果を表 5.10 に示す。

表 5.10 経済活動中断回避による便益の算定

	2012	2015	2020	2025	2030
Total Affected Population	6,216	13,180	24,787	36,394	48,001
Per Capita GDP Projection (US\$)	1,166	1,204	1,267	1,330	1,394
Total Down Duration (days × persons)	20,795	34,159	68,781	118,897	187,274
Total Time Value (US\$)	66,410	112,646	238,768	433,392	715,167
Total Time Value with Multiplier Effect (US\$)	716,628	1,215,559	2,576,545	4,676,734	7,717,369
Total Time Value with Multiplier Effect (million FCFA)	371	629	1,333	2,419	3,992

出典: JICA 調査団、世界銀行

5.7.3 推算結果

経済的内部収益率(EIRR)は 6.7%と推算できる。この値は社会的割引率である 12%より低いけれども、このプロジェクトがインフラ整備であることを考えれば、十分合理的であると判断できる。

5.8 財務分析

雨水排水対策は、インフラ整備の一環として実施されるべき地方自治体ないし国家の職務である。したがって、すべての費用は、政府予算によって賄われ、住民から費用を徴収することは不適切である。このことは、財務分析の目的となる便益を算定することが不適切であることを意味している。例えば、世銀のレポート(Report No. 66451-SN) 「Project Appraisal Document for a Stormwater Management and Climate Change Adaptation Project, April 12, 2012」によれば、「排水システムは、強制的な支出により直接的に、ないしは雨水排水管理を行う民間サービスとの契約により間接的に、国家あるいは自治体の予算により管理すべき、社会的な資産とみなされる。このため、洪水防御対策は、財務的な分析の対象とはならない。」と言われている。

6 廃棄物管理計画

6.1 カオラック市の既存の廃棄物管理基本計画

6.1.1 カオラック市の廃棄物管理基本計画の概要

カオラック市は 2008 年に廃棄物管理基本計画を、APROSEN の技術支援の下に策定し、「Study for the Operational Implementation System of Solid Waste Sustainable Management in Kaolack City, Vol I and II, 2007,2008」を報告書としてまとめている。カオラック市の技術支援部局によると、総合的なアプローチとして市では活用している。**表 6.1** と **表 6.2** に基本計画の目的と概要を整理する。

表 6.1 カオラック市廃棄物管理基本計画の目的

全体目的	持続的な廃棄物管理の実現。
道路清掃	道路を良好な状態で維持する。
収集	適切な収集方法および最終処分場への運搬方法の適用。
最終処分	関連法令の準拠、技術・環境問題に適応した最終処分場の建設。

出典：カオラック市

表 6.2 カオラック市廃棄物管理基本計画の概要

調査名	SWM Master Plan by APROSEN/ Kaolack City
調査実施年	2007/2008 (1.5 年)
調査費用	818,125,000 FCFA
法令	環境法 (law N°2001-01 of 15 Jan. 2001) とその他関連法令
目標年	2010 年 (4 年間: 2007~ 2010)
目標収集率	100% (2010 年)
想定廃棄物発生量	125 t/日 (2007 年), 129 t/日 (2008 年), 132 t/日 (2009 年), 136 t/日(2010 年)
ゾーニング	Zone 1~Zone 6
廃棄物管理 プレ収集/収集:	ROC システムは 3 年以内に別の方法に移行される。 各戸収集: ROC と三輪車による (59 units) 中継基地: 4 (Zones 1, 3, 4, 5), コンテナ: 16 廃物ボックス (10m × 9m size): 11 共同収集: コンテナ (15m ³): 34 公共コンテナ (12m ³ , マーケットとバス・ステーション): 22
輸送:	スキップトラック: 6 コンテナトラクター: 2 ダンプトラック: 1
処分場:	処分場の場所は未定だが、Mbadakhoune は候補地にあげられている。 汚泥処分地: 2 埋立地 170m × 150m × 5m (深さ) 汚泥と粘土の 2 層とする。 ブルドーザ: 1, ホイールローダ: 1, ダンプトラック: 1
備考:	このマスターplan の内容は財政的問題より実施されていない。

6.1.2 カオラック市の廃棄物管理基本計画の現状と評価

この基本計画はあるものの、実際には実施主体であるカオラック市の財政的な問題から実施に移されていない。現在、IDB はカオラック市を含む主要 4 都市の廃棄物管理をまとめた廃棄物管理プロジェクトを提案している。

基本計画の中で、Mbadakhoune 最終処分場からサロウム川への雨水排水に関して触れておらず、雨期には最終処分場でも雨水湛水が発生し、衛生埋立に影響を及ぼす危険性が大である。今後のプロジェクト実施段階では、衛生埋立地からの雨水排水に関する調査を実施することを提案する。

また、基本計画ではロバを用いた一次収集システム(ROC システム)を、3 年間でトライシクルに変更することが提案されているが、これを実施するには、地域経済がより活性化し、砂の未舗装道路が舗装される等のインフラ整備の進捗が条件となる。したがって、現行の ROC システムの運営・維持に関しては、十分なモニタリングのもとに改善が必要である。

6.2 提案されている IDB プロジェクト

6.2.1 プロジェクトの概要

2010 年 12 月までに完了し APROSEN で承認された都市廃棄物管理に関する基本計画に基づいて、Dakar、Kaolack、Tivaouane、Touba の 4 都市を対象に、IDB は廃棄物管理のプロジェクトを形成した。カオラックの廃棄物管理計画については、2011 年 5 月に IDB より承認され、これら 4 都市を含め、2011 年 6 月に IDB とセネガル側で公式に合意された。プロジェクトの予算は、3,500 万 USD(175 億 1,000 万 FCFA)である。

6.2.2 カオラック市に対する廃棄物管理プロジェクト

IDB による廃棄物管理プロジェクトに選定された 4 都市のうちのカオラック市に関して、プロジェクトは 5 つのコンポーネントから構成されている。これらは、(i)インフラ基盤整備、(ii)ゴミ収集運搬機材、(iii)組織支援と能力強化、(iv)エンジニアリングおよびコンサルタントサービス、(v)プロジェクト管理である。

IDB はこのカオラック市のプロジェクトに対して、総額 900 万 USD(45 億 FCFA)で、次のような費用配分を考えている。なお、算定時の為替レートは 1USD を 500FCFA で見積っている。

- インフラ基盤整備(衛生埋立処分場 1 カ所、中継基地 1 カ所、収集地点 20 カ所) : 900 万 USD(45 億 FCFA)
- ゴミ収集運搬機材 : 145 万 USD(7 億 3,000 万 FCFA)
- 組織支援と能力強化 : 14 万 USD(7,000 万 FCFA)
- エンジニアリングおよびコンサルティングサービス : 38 万 USD(1 億 9,000 万 FCFA)
- プロジェクト管理 : 44 万 USD(2 億 2,000 万 FCFA)
- プロジェクト予備費 : 117 万 USD(5 億 9,000 万 FCFA)

6.2.3 IDB プロジェクトに対する提言

以下が IDB プロジェクトに対する提言である。

- カオラック市の廃棄物管理プロジェクトは、2011 年 6 月に IDB とセネガル政府で承認され署名されたものであるが、新政権はこのプロジェクトの早期実施を決定すべきである。2012 年 11 月時点では、IDB はプロジェクトのプロポーザルに対する政府の回答待ちの状態である。本プロジェクトの現地調査終了時点(2013 年 11 月)においても、まだ、IDB は政府の回答待ちということである。

- カオラックの廃棄物管理プロジェクトの実施に当って、注意深いモニタリングが必要であり、当局は、プロジェクト完了に向かって必要な行為を即座に取るべきである。
- 当プロジェクトで提案されている機材は、短期的に必要なものである。ここで上げられている重機は、近々5年間に必要とされるもので、このプロジェクト期間に、中期および長期に必要とされる機材の全体計画を立てるべきである。
- 市役所の作業場には熟練の機械工が見当たらず、重機の持続的な活用のためには、作業場での器具や修理機材の準備とともに、機械工の習熟トレーニングが不可欠である。
- プロジェクトの円滑な竣工や持続性確保のためには、さまざまな関係者、すなわち中央政府、地方政府、地区の活動組織やNGOなどを巻き込み、必要な対策を即時に行えるような組織が必要である。

6.3 カオラック市廃棄物管理計画のための予備的検討

6.3.1 カオラック市の廃棄物管理に関する課題とインタビュー調査結果

(1) カオラック市の廃棄物管理における課題

カオラック市の廃棄物管理の実態、APROSENによる基本計画とIDBプロジェクトのレビュー結果を踏まえ、課題を整理すると次のようになる。

- ゴミ収集率は、年々低下しており、2007年に25%、2010年に12%、2011年に6%、2012年に6%以下となっている。こうした収集率の経年的低下に対して、ハードとソフトの対策、行政組織的なサポート等を有効に組み合わせた方策が必要である。
- カオラック市は砂地盤の道路が主であり、また雨期には浸水区域が多く見られるため、ロバの引くROCシステムや手押し一輪車がより適している。動力式三輪車は、ASDESによれば2007年に機械的な問題が生じることを経験しており、ゴミ収集のための使用には技術的に信頼性が低いと言わざるを得ない。
- ゴミ質から見ると、50%以上が砂と石である。コンパクターなどの重機は、砂成分の多いゴミを収集を行うと、損傷を受けやすい。ASDESによれば、こうしたゴミ収集機材の活用は十分な注意が必要とのことである。
- 既存の不法投棄場所を行政がコントロールし、適した場所のみ指定すべきである。
- 廃棄物運搬システムは、中継基地と最終処分場の間をつなぐものである。全体から見ると、ゴミ発生源から最終処分場をつなぐ適した運搬システムの確立が肝要である。
- 最終処分場は、2030年の目標年次までの廃棄物処分のための容量を確保できるよう計画されるべきである。
- 廃棄物管理に関わる広範な関係者に対して、情報・教育・伝達(IEC)キャンペーンを通じて、能力強化を図るべきである。これら関係者は、市役所、APROSEN、関係機関、市民、NGOおよび関係する民間業者である。
- 廃棄物管理の全体的なシステムを円滑に管理できるよう、組織強化を図るべきである。

(2) インタビュー調査結果

2012年1月にJICA専門家チームにより、カオラック市の100世帯に対し、インタビュー調査を実施した。主たる調査結果をまとめると次のようである。

- ゴミの一次収集は、民間組織による ROC システムの利用が全体の 89%に達している。これらのうちの 6%が空地や水路に収集ゴミを投棄している。
- 一般家庭の約 67%が少なくとも週 2 回のゴミの一次収集に依拠している。
- 90%の家庭がゴミの一次収集のための費用を負担できる。
- 54%の家庭が、ゴミの一次収集に 1,000FCFA/月を支払えると回答している。
- 77%の家庭が、現在のゴミ一次収集に満足している。
- 94%の家庭が、水路や空地へのゴミの投棄による環境悪化に対して無関心である。
- 98%の家庭が、ゴミの収集サービスに対して、市役所よりも民間組織に信頼を寄せている。

6.3.2 計画立案のためのコンセプト

(1) 廃棄物管理計画のコンセプト

カオラック市の廃棄物管理の予備計画を検討するに当って、次のような事項を考慮した。

- 廃棄物収集率を 2020 年に 60%以上、2030 年に 100%と想定する。
- すべての市中心部を対象とし、ゴミの収集・運搬・処分システムを検討する。なお、郊外の Zone 6(後掲図 6.1 参照)は自家処理区域とする。
- 新たな収集・運搬システムを次のように提案する。
 - * 一次収集システムとしての ROC システムは、収集地点から中継基地までの街路が舗装されるまで運営維持する。三輪車や三輪トラック等の車両は、2030 年まで徐々に増やしていく。
 - * 中継基地は、既存の 3 地点から 10 地点まで増やし、このうち一つはコンポスト化やリサイクルを行うセンターとする。これは、APROSEN の基本計画や IDB プロジェクトの中でも提案されている。
- 中継基地から最終処分場までの運搬手段を改善する。
- カオラック市と最終処分場の位置する Mbadakhoune Rural Community は、現在合意のサインを交わす段階にある。衛生埋立方式は、日本で福岡方式と言われる福岡大学と福岡市で開発した方式が推奨できる。準好気性の埋立構造により、開発途上国でも入手可能な材料を活用でき、簡易で廉価な方式で、環境にも優しい方式である。
- カオラック市を廃棄物管理上二つの区域、収集対象区域(市中心部)と周辺部(郊外、Zone 6)に分ける。周辺部は最終処分場より約 16km 離れているため、自家処理区域とする。

(2) 関連する法令

国家環境法(The National Environmental Code、Law No. 200-01、2001 年 1 月 15 日)の第 1 章に「廃棄物」および「廃棄物管理」の定義があり、第 3 章の 30 条から 43 条にわたって「廃棄物管理」の使命が述べられている。「廃棄物」とは、固体、液体、気体または生産・変換過程からの残渣、他のあらゆる物質を利用する際の残渣を言い、法令で取り除くべき物質とされている。そして「廃棄物管理」とは、収集、運搬、貯留、再生利用、施設の監視を含む廃棄物の除去と

定義されている。第3章では、生物医学的廃棄物を含む廃棄物のすべてのカテゴリーを対象としている。

一方、地方自治法(The Local Government Code, Law No. 96-06, 1996年3月22日)があり、1996年12月27日の法令No.96-1134によって、環境および天然資源の管理に関して、州やその下の地方自治体に権限を委任することが確認されている。したがって、廃棄物管理の責任主体は、地方政府である。

カオラック市という地方政府に法令により責任、職責、権限、制限等が委ねられていることは、廃棄物管理計画を立案する際の要点となる。廃棄物管理の方針設定に当って、関与するそれぞれの組織の責務を明らかにすべきであり、それらは次のようにであろう。

- 中央政府は、財源・技術開発・立法化等を提供する責任を有する。
- 地方政府は、廃棄物管理サービスに供する施設やそれに関する規定を提供する責任を有する。
- サービスによる被益者は、適切な廃棄物の排出とその処理対価を支出することで地方政府に協力する責任を有する。

カオラック市の有効な廃棄物管理システムを確立するには、地方政府の責任が最も重要となる。

(3) 計画目標

カオラック市のより良い生活環境を達成するために、次のような計画目標を設定する。

- 公共清掃の改善
- 公衆の健康・衛生状態の改善
- 環境保全

2010年12月のIDBプロジェクトドキュメントには、廃棄物管理プロジェクトの目的は、「環境面・技術面で実施可能で、社会的に受容でき、感染症の危険を取り除き、健康的かつ清潔な環境を保障するために適した都市廃棄物の持続的な管理の確立を通して、公衆衛生と環境の改善を図ること」と記述されている。

6.3.3 計画の前提条件

(1) 地域別の廃棄物収集処理システム

カオラック市の廃棄物管理基本計画によれば、市域を6つのゾーン(Zone)に区分しており、これらを図6.1に、表6.3に該当する地区(District)を示す。



出典 : Kaolack City, ADM, APROSEN.

Notes: Zoning system (Zone 1 to Zone 6) を中継基地とともに表示。

“Illegal Waste Disposal Sites”、“Improvement of Existing Transfer Site”および“Potential Transfer Site”は、ゴミの収集地点でもある。

図 6.1 カオラック市の廃棄物収集のためのゾーン区分と収集・運搬・処分システム

表 6.3 廃棄物管理のためのカオラック市域のゾーン区分

ゾーン	地区	備考
ゾーン 1	1.Leona Center, 2.Leona Escale, 3.Ndangane, 4.Darou Salam Ndangane, 5.Abattoirs, 6.Ndargoundaw, 7.Dialogne I, 8.Dialogne II	8 地区
ゾーン 2	1.Medina Mbaba I, 2.Medina Mbaba II, 3.Medina Bave, 4.Taba Ngove, 5.Sam	5 地区
ゾーン 3	1.Thioffack, 2.Gawane, 3.Ngane Saer, 4.Ngane Alassane	4 地区
ゾーン 4	1.Touba kaolack, 2.Touba kaolack Extension, 3.Ndorong Sadaga, 4.Keur Maloum, 5.Ndorong, 6.Tabaya, 7.Kassaville, 8.Nimzatt, 9.HLM Sara, 10.Sara Ndiougary, 11.Diamaguene Extension, 12.Diamaguene, 13.Darou Slam Diamaguene, 14.Fass Camp des Gardes, 15.Parcelles Assainies	15 地区
ゾーン 5	1.Kasnack, 2.Boustane I, 3.Boustane II, 4.Bongre, 5.Peulge, 6.Koundam, 7.Sama Moussa	7 地区
ゾーン 6	1.Sing-Sing, 2.Lyndiane, 3.Kabatoki, 4.Ngade	4 地区 Self-Disposal ゾーン
合計		43 地区

出典 : APROSEN 報告書 2008 年、カオラック市、JICA 調査団

注 : 地区数は 2012 年に 43 地区に増加された。

(2) 将来廃棄物発生量の予測

2030 年までの廃棄物発生量を、3.2.3 で行った人口予測をもとに推計する。廃棄物発生量推算には、次項のように人口と 1 人当りの GDP の予測を用いる。

(a) カオラック市の人口予測

最も廃棄物の発生量に関係してくるのは、人口の変化である。カオラック市の人団予測結果を表 6.4 に示す。

表 6.4 廃棄物管理のためのカオラック市域のゾーン区分

ゾーン	年				
	2012	2015	2020	2025	2030
ゾーン 1	52,248	54,490	58,500	62,881	67,669
ゾーン 2	37,335	38,381	40,221	42,193	44,306
ゾーン 3	26,886	31,375	40,686	52,930	65,973
ゾーン 4	98,780	110,189	135,737	151,292	158,123
ゾーン 5	38,097	39,985	43,473	47,101	50,006
ゾーン 6	16,654	16,654	16,654	16,654	16,654
市中心部 (ゾーン 1-ゾーン 5)	253,346	274,419	318,618	356,397	386,076
合計 (市全域)	270,000	291,000	335,000	373,000	403,000

出典 : カオラック市、JICA 調査団

(b) GDP と廃棄物発生量の関係

GDP は社会福利、工業技術、輸入物資等の社会状況を示す重要な指標の一つである。GDP の成長率は、したがって開発途上国では 1 人当りの廃棄物発生量に大きな影響を与えると思

われる。そして社会福利の向上は、ゴミ質の変化にも影響を与える。1人当たりのGDPの成長率は2012年に1.09%、2030年に0.92%と予測される。

1人当たりのGDP成長率に比例して、1人当たりの廃棄物発生量も増大すると想定する。この想定のもと、2012年から2030年に向けて発生量を、カオラックの廃棄物管理基本計画の2007年の0.49kg/人日を基準に、2012年には0.52kg/人日、2030年には0.60kg/人日と予測する。

(c) 将来の廃棄物発生量の予測

2030年までの廃棄物発生量を区域毎に推算したものを表6.5に示す。

表 6.5 カオラック市の廃棄物発生量の予測

ゾーン	2012	2015	2020	2025	2030
ゾーン1	27.0	29.1	32.7	36.6	40.9
ゾーン2	19.3	20.5	22.5	24.6	26.8
ゾーン3	13.9	16.7	22.7	30.8	39.9
ゾーン4	51.1	58.8	75.8	88.1	95.6
ゾーン5	19.7	21.3	24.3	27.4	30.2
ゾーン6	8.6	8.9	9.3	9.7	10.1
合計	139.7	155.2	187.2	217.2	243.5

出典：JICA調査団、単位：トン/日

注：

家庭廃棄物：(推定人口) × (推定日廃棄物発生量) × (GDP成長率)。

営業廃棄物：家庭廃棄物の一部として考慮。

マーケット：0.01 kg/capita/day/market (APROSEN報告書(2008年)より)。

道路：家庭廃棄物に含まれる。

廃棄物収集率が100%というのは理想的な姿である。カオラック市の現状の収集率は、例えば、2010年:12%、2011年:6%、2012年:6%以下と非常に低いものの、これを2020年および2030年に向けて、環境・衛生状態を徐々に改善していくために、2020年に60%以上、2030年に100%の目標を掲げるものとする。目標とする収集率と収集量をまとめたものが表6.6である。

表 6.6 カオラック市の廃棄物収集率と収集量の予測

年	2013	2015	2020	2025	2030
収集率(%)	20	40	65	90	100
廃棄物量(トン/日)	26	59	116	187	233

6.3.4 廃棄物管理システムの改善コンセプト

(1) 収集計画

CARITAS(NGO)によれば、カオラック市で約110のロバの引くゴミ収集車(ROC)が登録されており、これらはCDQ(Committee for District Development)、GIE(Economic Interest Group)、民間組織によるものである。全市域の43地区(District)のうち39地区で稼動しており、ROCの数はわずかながらも年々増加している。カオラック市では、市役所がわずかに公共市場とバスセンターのゴミを収集しているため、ROCシステムは廃棄物管理上、市域の大部分で稼動し

ており、1次収集で非常に重要な役割を果たしている。そのため、市役所は廃棄物管理における ROC システムの重要性をより認識し、収集・運搬システムにこれら民間組織を支援すべきである。ちなみに、ASDES および CARITAS によれば、ROC の数は 2009 年に 109、2013 年には 123 に増加している。

(2) 中継基地

Ndargoundaw、Ngane Sar、Diamaguene の 3 地区に既設の中継基地がある。しかし、Ndargoundaw と Diamaguene の 2 つの中継基地はすでに廃棄されており、残りの Ngane Sar も維持管理が非常に劣悪である。これらの中継基地の改善および改修が必要であると同時に、確固とした収集計画のためには、より多くの中継基地の設置が必要である。

カオラック市には、10 カ所の中継基地候補地点がある。これらは、既設の中継基地に加え、新規に提案する地点(7 地点⁶)を含み、これらは、まず調査団で現存の不法投棄場所の中から適地を予備選定し、APROSEN とともに現地踏査により最終選定した箇所である。これらの中継基地を前出の図 6.1 に併記している。

(3) 収集地点

新たな収集システムのために、カオラック市は各地区(District)においてゴミ収集地点を定め、住民が自ら手押し一輪車等で搬入し、人力でコンテナに投入する方式を考えている。収集地点は、住居より徒歩で搬送できる距離に設置されるべきである。カオラック市は新たな収集システムを立ち上げる前に、住民の協力の下に、それぞれの地区で収集地点の適地を決定したいとのことである。

未舗装で砂地のため、8 トンや 10 トンクラスの大型の収集車量は、雨期には泥濘に車輪を取られ、スリップするため、推奨できない。したがって、各地区の適切な地区収集地点を定め、収集地点の清掃を含めて、住民自らが搬入できるシステムを確立することを提案する。こうした収集地点についても、前出の図 6.1 に示している。

(4) 最終衛生埋立処分場

2012 年 11 月現在、最終処分場用地の使用について、未だにカオラック市と Mbadakhoune Rural Community との間に正式の合意はなされていない。最終処分のための土地のリース契約のサイニングに 1 年以上を要している。

Mbadakhoune の処分場は、以前土砂採取場として利用されていた場所にあり、水の溜まっている池を含めて、10 数 ha にわたる土地は、2m から 4m の低い標高に位置している。最終処分場として借地すべき全体区域は明確ではなく、現状は写真 6.1 に示すとおりである。土地の境界、土地の面積、借地期間等を含む詳細な情報を、両者が合意に達した後には、公開すべきである。ただし、面積は 15 ha 程度と想定される。

⁶ 7 地点のうち、1 地点は、建設位置が特定されていなかったため、図 6.1 に表示していない。

将来、最終処分場の排水系統の整備が必要である。2012年11月には、湛水している水面は最高水位近くに達しており、水際は現在の投棄埋立地に接している。したがって、ある水位以下(例えば標高 0m)の余剰水をサロウム川に排出する排水システムを建設することにより、最終処分場が浸水せず、機能を十全に発揮できるよう計画すべきである。この排水システムは、最終処分場の設計段階を含む実施段階で考慮されるべきである。



写真 6.1 最終処分場の現状(2012年11月現在)

6.3.5 有害廃棄物

カオラック市によれば、現在、市に対して有害廃棄物の管理に関する具体的な規制の指導はなされていない。市当局は、現状において、工業廃棄物や医療廃棄物の有効な管理は困難であるという認識を持っている。以下は、2012年5月に実施した工場や医療施設に対するインタビュー調査結果に基づくものである。

(1) 工業廃棄物

市役所の技術サービス部局によると、工業廃棄物は、原因者負担の原則に基づいて、工場側で適切にコントロールし処分されている。カオラックの工場は、さほど近代的なものは無い。2012年5月に調査団は、次のような主たる工場にインタビュー調査を実施した。

- SUNEOR : 食用ピーナッツ・オイル工場
- NOVASEN : 同上
- SALIN DU SALOUM : 食塩工場
- USINE KOUDAME : プラスティック再生工場

調査団は工場のすべての状態を検査することは出来なかつたが、これらの工場からは有害廃棄物は排出されておらず、月毎にそれぞれの工場で彼らの責任の下に処理されている。廃棄物の貯留施設は厳しい監視の下に管理され、管理者の許可なくして立ち入りはできない。訪問者は責任者の同伴によってのみ立ち入ることができる。

(2) 医療有害廃棄物

セネガルにおける生物医学的廃棄物管理に関して、すべての活動を規制する目的の法令が制定されている(Decree No.2008-1007, 2008年7月18日)。この法令は、あらゆるレベルの医療施設に適用される。これらは、病院、保健所、コミュニティの保健所、医療検査機関、クリニック、保健相談所、動物治療施設、廃棄物を管理している工業・検査施設などである。いかなる生物医学廃棄物のオペレーションも保健関係の省からの認可が必要である。カオラック市には、1つの州立病院といくつかの小さなクリニックと保健施設がある。

州立病院には1つの焼却施設があり、使用されている。また保健施設には2つの焼却施設がある。病院では、焼却施設からの焼却灰は、病院内の決められた場所に埋められている。カオラック市の医療廃棄物の発生量は1.5t/日と見積られ、2030年には2.3t/日に増加すると予測される。

(3) 提言

調査を通してカオラック市の有害廃棄物管理システムに関する提言をまとめると次のようになる。

- 将来的には、有害廃棄物の焼却灰用の分離した区画を最終処分場内に建設すべきである。
- 有害廃棄物に関する関係省庁による環境管理および協力法に基づき適切に運用、基準を強化すべきである。
- 有害廃棄物の管理システムのための関連する政策ないしガイドラインは、カオラック市役所を通じて、中央政府により実施されるべきである。
- 生物医学的廃棄物の管理を含む有害廃棄物の適切な処理システムは、環境法や法令に遵守する必要がある。

6.3.6 財政的な考察

(1) 基本原則

一般家庭への廃棄物管理の費用は、次のように2つのカテゴリーに分類される。これらは、(i) 彼らの生活のために公共サービスを継続的に行うための、社会資本の整備の一環としての車両や施設を含む資本投資、(ii) 資本投資あるいは民間サービスにより提供される各家庭へのサービスの運用費用である。

これらの定義を考慮すると、廃棄物管理に関わる一般的な原則は次のようになる。

- 原則として、公共サービス(資本投資)は、税収によるか中央政府の補助金により財源確保すべきである。
- 運用費用は、税収よりもむしろゴミ収集料金により可能な限り充当すべきである。
- 投入費用の回収は、予算システムの改善や廃棄物管理の運用の効果的な改良によって段階的に進めるべきである。
- 費用対効果の改善後、ゴミ収集料金により運用費用が完全に補完できない場合、税収や補助金により不足分を補填すべきである。

(2) 非政府組織の参加

廃棄物管理サービスの実施のために、地方政府はコミュニティ組織、NGO、協同組合等と協力することが可能である。低所得層へのサービスや二次製品の再生に関して、それらは考慮されるべきである。

多くの開発途上国において、非政府組織は、低所得者世帯に対する廃棄物収集を行っている。とくに、多数の住民が都市域へ流入し、都市周辺部に居住するため、政府組織による適切なゴミ収集が出来ないラテンアメリカ諸国では、この傾向が顕著である。こうした地域では、ロバによる車両や古いダンプトラックにより個人が収集している例が一般的である。これらの収集業者は、公的処分場までの遠距離の運搬は困難なため、不法投棄しがちである。

カオラック市では、ROC システムが同様な状況に直面している。このため、収集業者の権利と責任を明確にし、この収集活動を協同組合化し会員協定のもとに組織化する試みを行ってみることも価値がある。

6.3.7 提言

- 現存の ROC システムを三輪車等に代えていくためには、経済がより活性化し、砂地の道路の舗装を含む社会インフラの整備が不可欠である。ROC システムの運用および維持管理に関しては、カオラック市は注意深いモニタリングを行うべきである。
- カオラック市の廃棄物管理プロジェクトは 2011 年 6 月に承認され、IDB とセネガル政府間でサイニングが行われたが、新政府に対して、プロジェクトの早期実施の意思決定を行うことを望む。2012 年 11 月現在、IDB は新政府による対応待ちの状態である。
- IDB による廃棄物管理プロジェクトの実施に当っては、その進捗を注意深くモニターすべきであり、プロジェクト完了に向けて必要な対応を即座に取るべきである。
- IDB プロジェクトで供与される機材の数は、短期計画的な緊急に必要な台数であり、中期ないし長期の管理計画に耐えうるものではない。重機の数も、5 年程度の短期計画に対応したものである。したがって、中期計画を含む全体的な廃棄物管理計画の策定が必要であり、この中で将来的に必要となる機材の数量も明らかにすべきである。
- 市役所の作業場には熟練の機械工は居ないようであり、十分な工具等の器具、機械的機材を備えた作業場と知識を有した機械工を養成する実務トレーニングが必要である。
- Mbadakhoune の最終処分場で、池に溜まった雨水が衛生埋立地に浸入する恐れがあり、サロウム川までの排水システムの検討を、今後の実施段階において行うべきである。
- IDB プロジェクト実施の完了および持続性確保のために、中央政府、地方政府、国の廃棄物担当組織、CDQ および NGO 等の関連組織が、このプロジェクトに関与し、必要な対応を即座に取れるよう組織化すべきである。
- 現状の廃棄物管理システムを改善するために、市民を含む上記のような関連組織が、IEC キャンペーンを通して、自らの能力強化を図る必要がある。
- 市の廃棄物管理には民間業者との契約の導入も考慮されるべきである。
- IDB は、カオラック市の廃棄物管理システムの構造物対策に対する支援を行う予定である。また、国連工業開発機関(UNIDO: United Nations Industrial Development Organization)が 地球環境ファシリティ(GEF: Global Environmental Facility)を用いて、カオラック市の、

家庭・医療・産業の廃棄物管理に係る支援を行うことが、最近の情報からわかっている。カオラック市の廃棄物管理問題は、これらのプロジェクトと協調して解決すべきである。

7 環境社会配慮

7.1 基本計画段階での SEA の実施

セネガルの環境法、環境影響評価に関する法令に従って、DEEC により認定されたコンサルタント(iDEV)とともに、2012年1月より、戦略的環境評価(SEA)を実施した。

SEA レポートについての最初のテクニカルコミティは、カオラックにて 2012 年 6 月 25 日に開催され、いくつかのコメントや提言がコミティよりなされた。DEEC はそれらを総括し、提案文書をコンサルタントに送った。第 2 回のテクニカルコミティは、DEEC の提案文書に従った修正がなされているか否かの確認とその認証のため、同年 11 月 7 日に開催された。会議には調査団と iDEV の人間を除き、25 名の参加者があり、さらに修正された SEA 報告書を検討した。最終的に、コミティは、いくつかの条件(追加的修正)付きで SEA 報告書を承認した。その後、SEA の報告書は 2013 年 1 月に最終承認された。したがって、SEA 報告書に記載された内容と提言は、基本計画策定に参照および活用すべきである。

7.2 代替案のための環境社会配慮

7.2.1 環境社会配慮から見た代替案およびプロジェクトの評価

セネガルの環境法令(例えば大統領令 No.9471(2001 年 11 月 28 日)には影響評価の TOR が記載)、本調査の SEA レポートおよび JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づいて、調査団は評価基準に照らして、とくに注意すべき環境と社会経済への影響を選定した。その後、環境社会配慮の観点から代替案の影響を比較するための評価表を作成し、基本計画の最適な代替案を選定した。

評価表は DRECC に提出され、討議した結果、DRECC は、代替案の自然および社会経済への影響への見通しの評価を承諾した。なお、実施可能性調査(F/S)では、セネガルの環境法令による区分に従って、詳細な環境影響評価(EIA)ないし初期環境調査(IEE)が実施される。

さらに、DRECC と調査団は、代替案比較を環境社会面のみならず、財政面と技術面からも行うこととに合意した。DRECC は調査団に対して、EIA ガイドラインの「Annex 4 4.1A : 調査実施の使命目的と方法論の再確認」を参考することと、調査の各実施数段階での説明の確認がなされた。

環境および社会配慮の評価は、さまざまな関連図書・報告書のレビューのみならず、調査団の各担当専門家と実施した対象区域における現地調査の結果も踏まえて行った。

7.2.2 基本計画の代替案の比較評価

(1) 下水道整備

下水道整備に関する代替案(4.3.1 参照)を比較評価したものが表 7.1 であり、環境社会面から総合的に評価すると、代替案 2 が最も好ましいといえる。

表 7.1 基本計画における下水道整備の代替案の比較評価結果

	予想される影響	評価ポイント	代替案ごとの評価		
			1	2	3
自然環境	生態系	生物への影響（森林、農地、水生生物）	+	++	++
	大気汚染	大気への影響（種々のガス、粉塵）	-	-	--
	気候変動	気候変動への影響（CO ₂ の排出量、メタン）	--	-	-
	土壤汚染	土壤汚染への影響	+	++	++
	浸食/塩類化	浸食/塩類化への影響	-	-	-
	水質汚染	排出される水の影響	+	++	++
	悪臭	地元住民への影響	--	-	-
	騒音/振動	地元住民への影響	-	-	--
	廃棄物	地元住民への影響（土壤、廃材料）	-	-	--
社会経済的環境	経済	経済損失への影響（医療費、生活妨害等）	+	++	++
	保健衛生	水系感染症への影響（コレラ、腸チフス）	+	++	++
	感染症とリスク	HIV /エイズや呼吸器疾患の感染症への影響	-	-	--
	土地利用	土地利用への影響（効果的な土地利用、土地の価値）	+	++	++
	事故	地域社会への影響	-	-	--
	対立	地元住民への影響（汚泥・汚物の不法排出）	+	++	++
	交通	交通への影響（交通規制、渋滞発生）	-	-	--
	女性/弱者	女性や弱者への影響	+	++	++
	移転	地域社会への影響	No	No	No
正と負の影響の項目の総数			++	0	8
			+	8	0
			-	7	9
			--	2	0
			No	1	6
プラス(+)とマイナス(-)の総数			No	1	1
プラス(+)とマイナス(-)の差引			+	8	16
			-	11	9
				-3	+7
					+1

注：

- ++ 重大な正の影響
- + 正の影響
- 負の影響
- 重大な負の影響
- No 影響無し

(2) 雨水排水管理

雨水排水管理に関する代替案(5.2.1 参照)を比較評価したものが表 7.2 であり、同様に環境社会面から総合的に評価すると、代替案 3 が最も好ましいといえる。

表 7.2 基本計画における雨水排水管理の代替案の比較評価結果

	予想される影響	評価ポイント	代替案ごとの評価		
			1	2	3
自然環境	生態系	生物への影響（森林、農地、水生生物）	No	+	++
	大気汚染	大気への影響（種々のガス、粉塵）	--	--	-
	気候変動	気候変動への影響（洪水や干ばつの影響）	+	+	++
	土壤汚染	土壤汚染への影響	+	+	+
	浸食/塩類化	浸食/塩類化への影響	-	-	--
	水質汚染	排出される水の影響	+	+	+
	悪臭	地元住民への影響	No	No	No
	騒音/振動	地元住民への影響	--	--	-
	廃棄物	地元住民への影響（土壤、廃材料）	-	-	--
社会経済的環境	経済	経済損失への影響（浸水）	++	++	++
	保健衛生	水系感染症への影響（マラリア、下痢）	++	++	++
	感染症とリスク	HIV /エイズや呼吸器疾患の感染症への影響	--	-	-
	土地利用	施設候補地での土地利用への影響（乾季、雨季の土地活用）	+	+	++
	事故	地域社会への影響	--	-	-
	対立	洪水によって引き起こされる地元住民への影響（避難時の盗難等）	++	++	++
	交通	交通への影響（交通規制、渋滞発生）	--	-	-
	女性/子供/弱者	女性、子供、弱者への影響	+	+	+
	移転	地域社会への影響	No	No	No
正と負の影響の項目の総数			++	3	3
			+	5	6
			-	2	5
			--	5	2
			No	3	2
プラス(+)とマイナス(-)の総数			+	11	12
			-	12	9
プラス(+)とマイナス(-)の差引				-1	+3
					+6

注：

- ++ 重大な正の影響
- + 正の影響
- 負の影響
- 重大な負の影響
- No 影響無し

7.2.3 優先プロジェクトの評価

(1) 下水道・衛生システムの改善の優先プロジェクトの評価

下水道・衛生システムの改善に関わる優先プロジェクトの 2 つのパッケージを評価したものが表 7.3 であり、これらを環境社会面から総合的に評価すると、段階的整備計画(4.7.1 参照)で選定した Project-1 が計画と同様に最も好ましいといえる。

表 7.3 下水道・衛生システム改善の優先プロジェクトの評価結果

	予想される影響	評価ポイント	プロジェクト	
			1	2
自然環境	生態系	生物への影響（森林、農地、水生生物）	++	+
	大気汚染	大気への影響（種々のガス、粉塵）	-	-
	気候変動	気候変動への影響（CO ₂ の排出量、メタン）	-	-
	土壤汚染	土壤汚染への影響	++	+
	浸食/塩類化	浸食/塩類化への影響	-	-
	水質汚染	排出される水の影響	++	+
	悪臭	地元住民への影響	-	-
	騒音/振動	地元住民への影響	-	-
	廃棄物	地元住民への影響（土壤、廃材料）	--	-
社会経済的環境	経済	経済損失への影響（医療費、生活妨害等）	++	+
	保健衛生	水系感染症への影響（コレラ、腸チフス）	++	+
	感染症とリスク	HIV /エイズや呼吸器疾患の感染症への影響	-	-
	土地利用	土地利用への影響（効果的な土地利用、土地の価値）	++	+
	事故	地域社会への影響	-	-
	対立	地元住民への影響（汚泥・汚物の不法排出）	++	+
	交通	交通への影響（交通規制、渋滞発生）	--	-
	女性/弱者	女性や弱者への影響	++	+
	移転	地域社会への影響	No	No
正と負の影響の項目の総数			++	8
			+	0
			-	7
			--	2
			No	1
プラス(+)とマイナス(-)の総数			++	0
			+	8
			-	9
プラス(+)とマイナス(-)の差引		+5	-1	

注：

- ++ 重大な正の影響
- + 正の影響
- 負の影響
- 重大な負の影響
- No 影響無し

(2) 雨水排水管理の優先プロジェクトの評価

雨水排水管理に関わる優先プロジェクトの7つのパッケージを評価したものが表7.4であり、これらを環境社会面から総合的に評価すると、段階的整備計画(5.6.1 参照)で選定した Project P1-1 が計画と同様に最も好ましいといえる。

表 7.4 雨水排水管理の優先プロジェクトの評価結果

	予想される影響	評価ポイント	プロジェクト						
			P1-1	P2	P3-1	P4	P1-2	P3-3	P3-2
自然環境	生態系	生物への影響（森林、農地、水生生物）	+	No	++	No	No	No	No
	大気汚染	大気への影響（種々のガス、粉塵）	-	-	--	-	-	--	-
	気候変動	気候変動への影響（洪水や干ばつの影響）	++	+	++	+	+	+	+
	土壤汚染	土壤汚染への影響	++	++	++	+	+	+	+
	浸食/塩類化	浸食/塩類化への影響	--	-	--	-	-	-	-
	水質汚染	排出される水の影響	++	++	++	+	+	+	+
	悪臭	地元住民への影響	No	No	No	No	No	No	No
	騒音/振動	地元住民への影響	-	-	--	-	-	--	-
	廃棄物	地元住民への影響（土壤、廃材料）	--	-	--	-	-	-	-
社会経済的環境	経済	経済損失への影響（浸水）	++	+	++	+	+	+	+
	保健衛生	水系感染症への影響（マラリア、下痢）	++	+	++	+	+	+	+
	感染症とリスク	HIV /エイズや呼吸器疾患の感染症への影響	-	-	--	-	-	--	-
	土地利用	施設候補地での土地利用への影響（乾季、雨季の土地活用）	++	+	++	+	+	+	+
	事故	地域社会への影響	-	-	--	-	-	--	-
	対立	洪水によって引き起こされる地元住民への影響（避難時の盗難等）	++	+	++	+	+	+	+
	交通	交通への影響（交通規制、渋滞発生）	-	-	--	-	-	--	-
	女性/子供/弱者	女性、子供、弱者への影響	++	++	++	++	+	+	+
	移転	地域社会への影響	No	No	No	No	No	No	No
正と負の影響の項目の総数			++	8	3	9	1	0	0
			+	1	5	0	7	8	8
			-	5	7	0	6	7	1
			--	2	0	7	1	0	6
			No	2	5	2	3	3	3
プラス(+)とマイナス(-)の総数			+	17	11	18	9	8	8
			-	9	7	14	8	7	13
プラス(+)とマイナス(-)の差引			+8	+4	+4	+1	+1	-5	+1

注：

- ++ 重大な正の影響
- + 正の影響
- 負の影響
- 重大な負の影響
- No 影響無し

7.2.4 ゼロオプションにおける環境影響および予測

(1) ゼロオプション

カオラック市における現状の環境管理は深刻な困難に直面している。雨水排水システムは、住民の家庭汚水の流入やゴミ投棄のために機能劣化している。一方、下水道網は 1980 年代に敷設したアスベスト管の劣化が著しい。こうしたカオラック市の現状を整理すると表 7.5 のようになる。

表 7.5 ゼロオプション下での状況の概要

施設	下水道	雨水排水	廃棄物管理
現況（サービスカバー率）	6%	38.5%	6%
問題点	<ul style="list-style-type: none">- アスベスト管の劣化、老朽化。- 下水処理場能力の減少。	<ul style="list-style-type: none">- 堆積汚泥、ゴミによる水路の流下能力低下。	<ul style="list-style-type: none">- ロジスティックの不足。- 労働人口の不足。- 組織と財源の不足。- NGO の問題解決能力の不足。

技術的、社会経済、社会衛生面を見ると、こうした状況は、以下のように引き続き悪化していくように思われる。

- 社会インフラと施設は引き続き劣化していく。
- 水系伝染病や非衛生起源の伝染病が流行し、悪臭や不快さが継続する。
- 健康被害や欠勤・欠席による費用増に関連して経済的損出が発生する。

(2) 環境予測

上記のようにゼロオプションは、実施するに値しないと判断できる。将来を考えると、次のように悪化した状況が想定できる。

- 水系伝染病の蔓延および生活環境の悪化
- 健康被害や欠勤・欠席による費用増に関連して経済的損出が発生
- 社会インフラが未整備のための就業機会の減少
- 浸水問題や不健康な環境に抗議する人口の増加

第2編 実施可能性(フィージビリティ)調査

8 プロジェクトの実施のための組織検討

8.1 プロジェクトに関連する組織

カオラック市の環境および衛生の改善を目的とする本プロジェクトには、多くの組織が関係してくれる。これらは、主として水理・衛生省(Ministry of Hydraulics and Sanitation)、カオラック市を始めとして多くの政府組織ならびに省庁に付属する都市開発関連組織である。さらに NGO やコミュニティ組織もこの範疇に入る。

8.1.1 省庁および国家レベルの機関・組織

本プロジェクトに関係する国家レベルの省庁および機関は次のとおりである。

(1) 水理・衛生省(Ministry of Hydraulics and Sanitation)

都市衛生局(Department of Urban Sanitaion) : ONAS と協力して、都市衛生プログラムの計画、実施とモニタリングの責任を持つ。

衛生公社(ONAS) : 1996 年に設立された衛生管理の責任を持つ工業・商業性を有する公的組織である。カオラック市の下水道網、下水処理場およびポンプ場を管理している。

セネガル水道公社(SONES)及びセネガル水道会社(SDE) : SONES は、水道システム資産を保有し、SDE は、都市地域においてその経営を行う民間企業である。SONES は、新規投資の決定を行い、また、SDE を監督する。他方、SDE は、経営、通常のメンテナンス、既存システムの拡張、料金の請求・徴収を担当している。

(2) 環境・持続的開発省(Ministry of Environment and Suatainable Development)

清掃公社(APROSEN) : 廃棄物管理の公的サービスを使命とし、その主体である地方自治体を支援する公的組織である。APROSEN は、廃棄物管理のために、自治体に技術的および資材の支援を行っている。しかし、APROSEN は 2012 年に解散し、廃棄物管理調整ユニット(UCG)に移管された。

環境保護局(DEEC) : 次のような環境関連の活動に責任を有している。これらは、(i) 汚染や不快なものに対する防止および制御、(ii) 環境に影響を与えるさまざまな団体や組織の監視活動、(iii) 環境に関する法的文書の作成、(iv) プロジェクトにおける環境管理の遵守の検査および監視、(v) EIA の検証のためのテクニカルコムティにおける SEA 報告書の検証である。

(3) 都市開発・住宅省(Ministry of Urban Development and Housing)

都市開発・建築局(Department of Urban Development and Architecture)：都市計画の調査・報告書作成、地方政府の都市開発の基本計画策定作業の支援、建築基準の策定や都市計画の制御などを行う。

(4) 地域計画・地方政府省(Ministry of Rigional Planning and Local Governments)

廃棄物管理調整ユニット(UCG)：2011 年に設立され、2012 年に新たな組織が出来るまでの間の APROSEN の役割を暫定的に継承している。廃棄物管理国家プログラム(PNGD)が 2013 年 7 月に設立され、UCG の役割は PNGD に移管統合された。

廃棄物管理国家プログラム(PNGD)：地方政府の廃棄物管理の改善の支援を最終目的とする。この組織の使命は(i) 廃棄物セクターの法令の改正、(ii) 廃棄物管理に関するインフラ整備の実現、(iii) 不法投棄の削減、(iv) 地方政府の技術的・財政的支援、(v) 周知と能力強化、(vi) 関連プログラムの調整・監視・評価である。

(5) 改革・浸水区域開発省(Ministry of Restructuring and Development of Inundation Areas)

社会的住宅建設とスラム化防止プロジェクト(PLSLB)：浸水区域に対して被災住民を安全な土地に移し、住宅と必要な社会インフラを提供することによって、被災住民の救済を目的として、2006 年に設立された。現在までに洪水により家を失った 5,000 世帯のうち、2,000 世帯に対して住宅を提供している。

(6) 開発のための NPO

地方開発庁(ADM)：1997 年に設立された民間の NPO である。契約ベースで地方開発のより良い管理を確立するための活動を行うことを目的としている。

公共事業公社(AGETIP)：公的組織ではなく、民間の NPO である。政府やドナーからの支援無しに、提供したサービスの対価によって運営されている。主として道路、水供給、衛生、保健所、病院、学校等の小規模インフラ整備を行っている。

8.1.2 州レベルの機関・組織

カオラックに関連して州レベルの関連機関を整理すれば次のようにある。

(1) カオラック州知事

州知事は、州レベルでの大統領の代理である。法令や規則を強化する責任を有し、州の社会経済開発の責任者である。環境に関しては、知事は開発プロジェクトの環境監視コミティの議長であり、州の環境行動計画や土地開発計画を承認する権限を有する。

(2) カオラック県知事

県知事は県におけるあらゆる公的サービスの調整を行う。市長や市議会による活動の法的整合性を検証し、市役所が取った行為に対して承認する権限を有する。衛生法によって、県知事はカオラック県の下水および雨水排水管理の基本計画を承認する権限を有する。

(3) カオラック州環境保護局(DREEC)

州の環境保護局は、開発プロジェクトの州環境監視コミティの事務局の役割を果たす。カオラック州の環境保護局は、カオラック市議会とも協力関係にあり、技術的な支援を行っている。

(4) カオラック州衛生局(SRA)

都市域において、衛生局は衛生施設の運営機関である ONAS の公共サービスを監督する。しかし、ONAS は公共の公社であり高い自主性を持っているため、両者の協力は必ずしも効果的に行われてはいない。

(5) カオラック州の APROSEN

APROSEN は、カオラックの廃棄物管理の責任団体である市議会に技術と資材の支援を行っている。2012 年 APROSEN が無くなったので、後継は UCG と思われるが、未だ州の組織は無い。

(6) カオラック州都市計画・建築局

当組織の使命は、都市計画文書の作成、都市開発基本計画の策定に関して地方政府を支援、都市開発・住宅省の州における代表としての州に関わる建築基準の制定や都市計画の制御である。

(7) カオラック州地域計画局

地域計画・地方政府省の州における代表として、地域計画の実施や調整に責任を持つ。

(8) カオラック州衛生局

水理・衛生省の州における代表として、衛生法の適用、衛生に関わる予防策や住民周知の実施、廃棄物管理における相談員の教育等に責任を持つ。

(9) カオラック州開発プロジェクトの環境監視コミティ

2010 年 8 月 13 日の指令により、カオラック州知事は開発プロジェクトに対して州環境監視コミティを立ち上げた。議長は州知事、事務局は DREEC である。このコミティは環境の課題に対する技術的な支援を行う。

(10) カオラック州開発コミティ(CRD)

州知事が議長となり、州開発コミティは州の開発に対して協議・調整および住民参加の組織化を行う。

8.1.3 市およびコミュニティレベルの機関・組織

(1) 市長および市政府

市長は、命令、安全、治安、公衆衛生に関して市の警察権を有している。計画については、市役所が、市の投資計画および環境行動計画を作成する。廃棄物管理は市役所の責任下にある。

(2) NGO およびコミュニティ基盤の組織

カオラック市のプロジェクト区域には、数は少ないが、地方開発における衛生分野で多くの現地経験を有している NGO とコミュニティ基盤の組織(CBO)がある。こうした組織は、CARITAS、ASDES、およびカオラック市開発コミティ(CODEKA)であり、とくに廃棄物管理に多くの経験を有している。

8.2 関連組織の能力評価

8.2.1 背景

組織の能力評価は、2012 年に開かれた SEA の公聴会の一環として、チェックリストを用いた公開インタビューで行われた。これらのインタビューは、衛生面での課題の把握に有効であった。この公開インタビューは、プロジェクトにより引き起こされるであろうさまざまな悪影響についての意見、提案等の聴取を目的としたものである。

8.2.2 能力評価結果

能力評価の結果を総括すると次のようになる。

- 政府組織は、ステアリングコミティや公的な協議等を監督する組織である。そのため、環境管理における能力強化活動からの便益を受ける組織である。
- 省庁の州の出先機関は、衛生分野では多くの経験を有しているが、人的、財政的、機材の提供等に関しては限定的である。
- 地方政府は、廃棄物の収集処分に携わっており、比較的多くの雇人が居るが、その実施能力は未だ小さい。それ故、機材、技術、組織についての強化が必要である。
- NGO や CBO は、経験と専門知識を積み上げているが、彼らの予算が少ないため、依然として実施能力は限られている。

8.3 プロジェクト実施のための組織

プロジェクトに関連した機関・組織の調査結果と、ONAS カオラックおよびカオラック市との協議結果を踏まえて、プロジェクト実施のために必要な組織の創設を提案する。これらは、ステアリングコミティ、テクニカルコミティ、および下水道と雨水排水それぞれのプロジェクトの実施ユニット(IU)である。上記 2 つの IU に続く 3 番目の IU は、IDB の廃棄物管理プロジェクトに対しても必要となろう。それぞれの組織の構成等を以下に記す。

(1) ステアリングコミティ

ステアリングコミティは、カオラック州の知事が議長を務め、高いレベルでの政策的な支援と調整を確保する。都市開発、衛生、環境、地方政府等の関連機関の代表で構成する。ステアリングコミティは、プロジェクト全体の監理、政策支援・戦略的な計画策定の確保、他の都市開発プログラムとの調整に対する責任を負う。ステアリングコミティの機能を円滑化するため、ONAS カオラックが事務局的役割を果たすこととなる。

(2) テクニカルコミティ

テクニカルコミティは、技術面からプロジェクトを監理し、技術的課題に関してステアリングコミティを支援する。コミティは月 1 回程度開催し、その結果をステアリングコミティに報告する。

(3) 各プロジェクトコンポーネントに対する実施ユニット

実施ユニット(IU)は、下水道、雨水排水それぞれのプロジェクト毎に、実施段階で設立する。実施機関である ONAS カオラックおよびカオラック市から構成される。IU 両者はテクニカルコミティのみならずステアリングコミティからも監理される。詳細な IU の職務等は、実質的な実施の条件を踏まえて、建設前の段階でまとめられるであろう。その職務等の概要は、次のとおりである。

- コンサルタント技術者の協力を得ながら建設工事業者を監理する。
- コンサルタント技術者からの要求に対し、検討の上承認する。
- IU 会議は建設業者とコンサルタントの出席の下、建設工事の進捗を確認するため、定期的(例えば、週 1 回)に開催する。
- テクニカルコミティやステアリングコミティに参加して、適宜報告する。

IU は、建設工事が完了すると解散し、そのスタッフは実施機関の運用・維持管理チームに雇用されるのが望ましい。

9 下水道および衛生改善計画

9.1 概要

9.1.1 はじめに

基本計画で議論したように、カオラック市の下水道は 1980 年代より建設されたものであるが、現在、老朽化と機能低下により著しく劣化している。さらに、目標年次における予測人口や汚水発生量は、急速な都市化と下水道区域における下水流入量の増加を指し示している。こうした状況を考慮して、フィージビリティ調査(F/S)は、基本計画で選定された優先プロジェクトに焦点を当てて、カオラック市の下水道および衛生システムの改善と拡張のために実施するものである。

9.1.2 優先プロジェクトの構成

優先プロジェクトの構成を表 9.1 から表 9.3 に示し、それらの位置図を図 9.1 に示す。マスタープランで示したように、基幹施設(幹線管渠・ポンプ場・処理場)に着目して、フィージビリティ調査を実施することにしたため、枝線整備は本優先プロジェクトには含まれていない。

表 9.1 F/S 調査対象の幹線管渠網

幹線	管径 (mm)	総延長 (m)	備考
新設	200 - 500	12,862.6	
改修 (敷設替え)	250 - 1,000	5,608.1	
合計		18,470.7	

表 9.2 F/S 調査対象のポンプ場

	流入量 ¹⁾ (m ³ /min)	仕様		能力 (m ³ /min)	全揚程 (m)	備考
		m ³ /min	台			
新設						
No.1 North ポンプ場	15.9 (15.9)	4.0	2	16.0	12	土地所有者: 公有地 必要用地: 100 m ²
		8.0	1			
		8.0	1	予備		
Darou Salam Ndangane ポンプ場	1.6 (1.8)	0.9	2	1.8	12	土地所有者: 公有地 必要用地: 150 m ²
		0.9	1	予備		
Boustane ポンプ場	2.8 (3.8)	1.9	2	3.8	10	土地所有者: 私有地 必要用地: 200 m ²
		1.9	1	予備		
リハビリ						
No.1 South ポンプ場	4.0 (12.0)	3.0	2	6.0	13	土地所有者: ONAS 必要用地: 100 m ²
		6.0	1	予備		
ポンプの更新						
No.2 ポンプ場	5.7 (12.9)	3.2	2	6.4	15	土地所有者: ONAS 現用地: 700 m ²
		6.5	1	予備		
No.3 ポンプ場	2.9 (4.2)	2.1	2	4.2	13	土地所有者: ONAS 現用地: 500 m ²
		2.1	1	予備		

注 1) カッコ内は 2030 年時点の流入量。

表 9.3 F/S 調査対象の下水処理場および腐敗槽汚泥処理施設

施設名	能力/数量	備考
新設		
曝気式ラグーン	12,000 m ³ /日	
腐敗槽汚泥処理施設	70 m ³ /日	BOD ₅ 負荷 : 250 kg/日
接続管渠(管径 800 mm)	382 m	
改修		
ラグーン	3,000 m ³ /日	

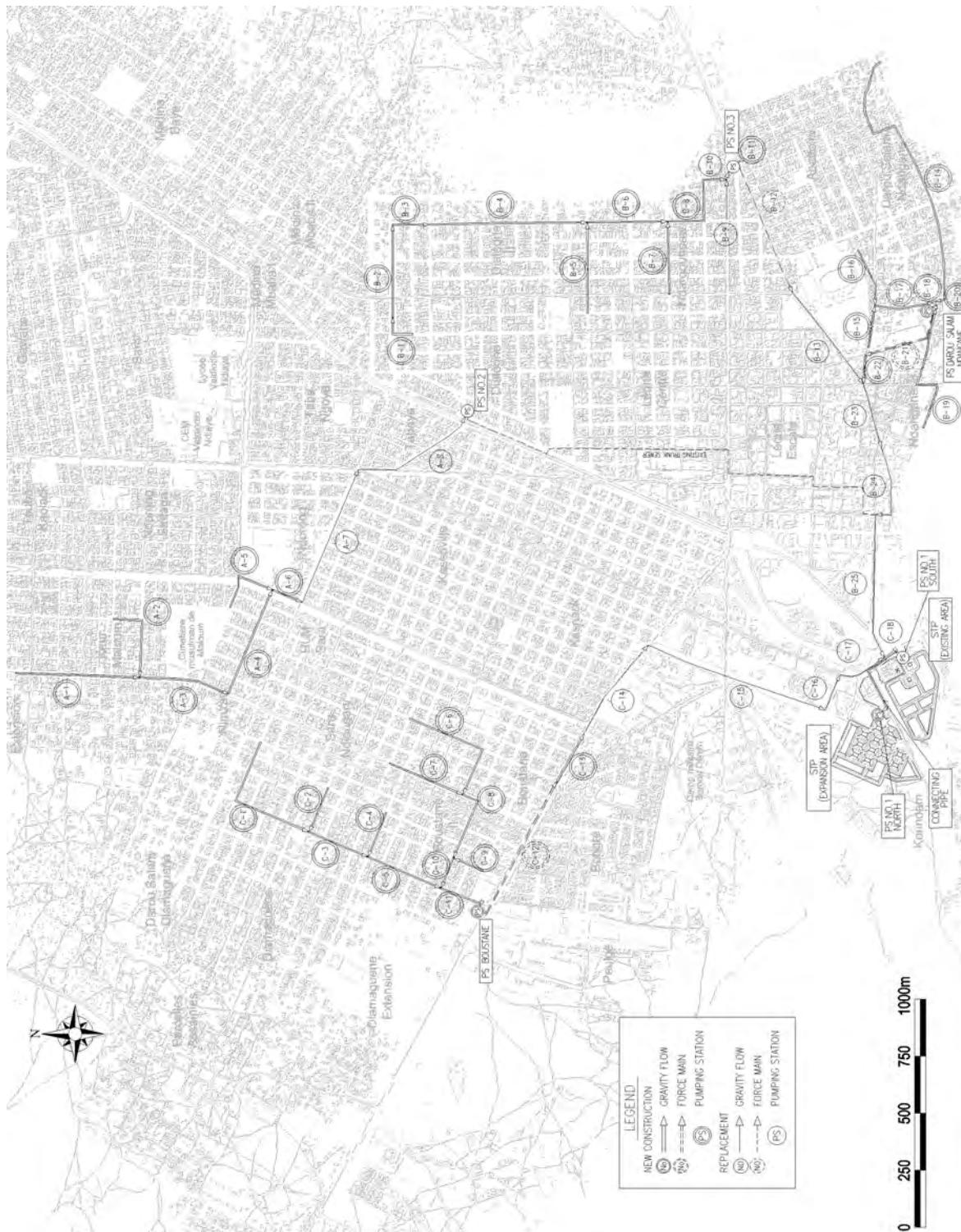


図 9.1 優先プロジェクトの対象施設の位置

9.2 下水道・衛生施設予備設計

9.2.1 設計の前提条件

(1) 計画年次

基本計画で議論したように 2020 年を計画年次としている。

(2) 基本データ

予備設計には、次のような基本データを採用した。

(a) 地形図

F/S の当初に地形図測量を実施し、50m 区間毎の主要地点を測量した地形横断、および縦断測量の成果を利用して、下水道網と関連施設の設計を行った。

(b) 土質

ボーリングと土質解析を行い、土質の性状を明らかにした。

(c) 参考図書と文献

原則的には、設計条件は、カオラック市やセネガル国内の他都市(ダカール市)等の設計図書や設計事例を元に設定した。そのような設計図書や事例等がない場合は、次のような図書およびガイドラインを参照し、施設設計に供した。(i) The Study on Urban Drainage and Wastewater Systems in Dakar City and its surroundings, JICA, 1994, (ii) Urban Storm and Wastewater Sanitation Master Plan in Kaolack, Sanitation Department, Ministry of Hydraulic, 1982, (iii) Guideline for Planning and Design of Sewerage Facilities, Japan Sewage Works Association, 2009, (iv) Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries, Duncan Mara, (v) Wastewater Stabilization Ponds, Principles of Planning & Practice, WHO, and (vi) Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy.

(3) 施設規模の設定

基本計画で用いた汚水流入量を用いて、施設規模を検討した。

9.2.2 幹線管渠網

(1) 設計条件

次のような条件の下、下水道網を設計した。

- 下水道の円管の材質を次のように設定する。(i) 600mm 以上の径について鉄筋コンクリート管、(ii) 600mm 未満の径について PVC 管、(iii) 圧力管について鋳鉄管を用いる。
- 「Guideline for Planning and Design of Sewerage Facilities, Japan Sewage Works Association, 2009」に従って、最低限の土被りを 1.0m とする。

- 土砂の堆積沈降を防ぐため最小流速を 0.6m/s、管への損傷を防止するため最大流速を 3.0m/s とする。
- 余裕率は、時間最大汚水量に対して、600mm 以下の管渠で 100%、700mm 以上の管渠で 50~100% とする。
- 下水管の支持のため、直接基礎を採用する。
- 主要な接続部や管径の変化する部分、および管渠の維持管理と流入管との接続のために 35m の間隔に鋳鉄製の蓋をもつマンホールを設置する。

(2) 幹線管渠網の予備設計

幹線管渠網のルートについては図 9.1 に掲載している。予備設計を行った管渠総延長は、新設管 12,863m、既設管渠のリハビリ 5,608m である。

9.2.3 下水ポンプ場

表 9.2 に示すように、3 カ所の新規ポンプ場の建設、2 カ所のポンプ場の増強、1 カ所のリハビリが必要である。すべてのポンプは、既存のポンプ場に設置されているように、水中ポンプを採用する。ディーゼルの発電機を、緊急電源用にすべての新設ポンプ場に設置する。PSNo.2 と PSNo.3 は、ポンプを付け替え、容量を増強する。

9.2.4 下水処理場

基本計画に記載しているように、既存の下水処理場を改善し拡張する。その方式は(i) 既設の処理場内のラグーンのリハビリ、(ii) 拡張区域に曝気式ラグーンの新設、(iii) 腐敗槽汚泥の処理場新設であり、この予備設計を行う。

(1) 拡張区域の代替案検討

図 9.2 に示すのは、既存の下水処理場と拡張区域の 2 つの代替案である。代替案 1 は、基本計画で検討した既存の下水処理場に隣接した拡張区域である。拡張区域には、沈殿ラグーンと曝気式ラグーンを建設する。

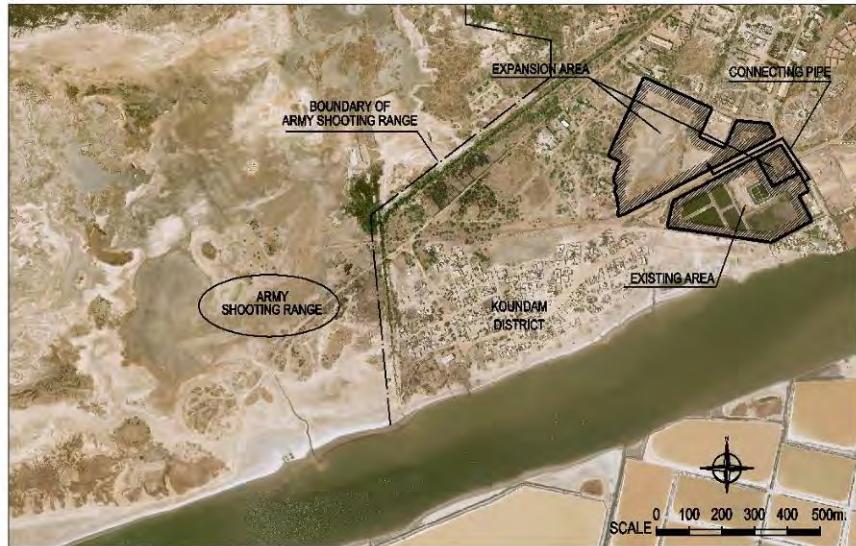
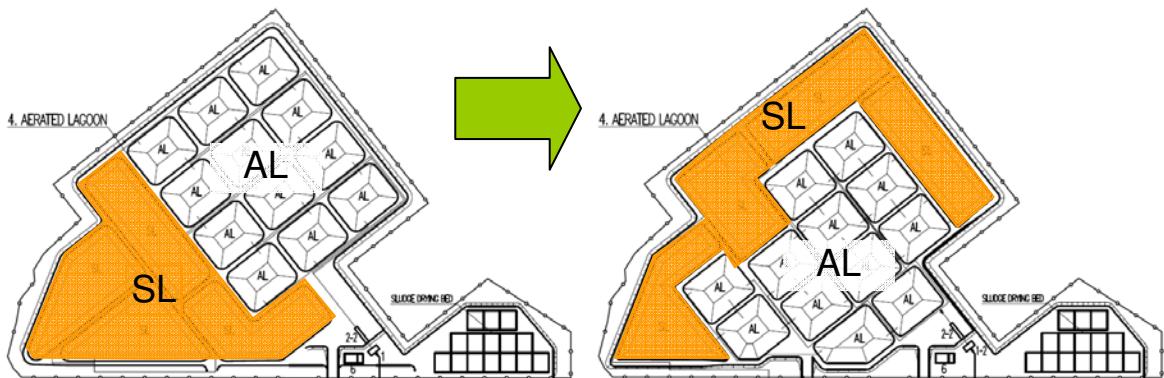


図 9.2 代替案1の拡張区域の位置図

これらのラグーンの配置は、基本計画で提案したものを修正し、曝気式ラグーンを中心配置し、それを取り囲むように沈殿ラグーンを配置している。これは、臭気の拡散を防ぐためであり、その配置を図 9.3 に示す。また腐敗槽汚泥処理施設は、既設処理場に隣接して設置する。



Note: AL: Aerated lagoon, SL: Sedimentation lagoon

図 9.3 拡張区域のラグーン修正配置図

代替案 2 は、セネガルの環境法の規制に基づくと、付近の住家や建物から 500m 以上距離を置くことであることから、遠隔に設置したものである。これを図 9.4 に示す。代替案 2 は、軍の射撃場に位置するが、この他に既設の下水処理場と運動可能な位置が無いため選定した。この代替案では、拡張区域に曝気式ラグーン等と腐敗槽汚泥処理施設を計画する。

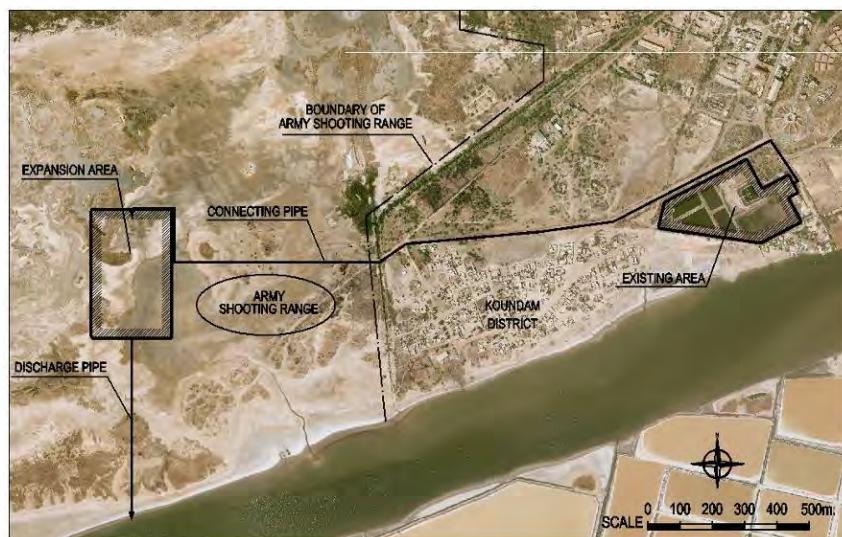


図 9.4 代替案1の拡張区域の位置図

表 9.4 は、こうした 2 つの代替案における施設配置を検討したものであり、併せて既設下水処理場との接続管渠の延長も記載している。

表 9.4 代替案における詳細配置計画

	代替案 1	代替案 2
拡張エリア (レイアウト)		
施設	曝気式ラグーン (処理能力: 12,000 m³/日) -	曝気式ラグーン (処理能力: 12,000 m³/日) 腐敗槽汚泥処理施設
既設エリア (レイアウト)		
施設	ラグーン (処理能力: 3,000 m³/日) 腐敗槽汚泥処理施設	ラグーン (処理能力: 3,000 m³/日) -
接続管渠	382 m (管径 800 mm)	2,500 m (管径 800 mm)

詳細配置計画に基づいて、2 つの代替案を(i) 建設費用、(ii) 運用・維持管理費用、(iii) 環境への影響、(iv) 運用・維持管理の容易さ、(v) プロジェクトの完成時期に関して比較評価した。

それぞれの比較項目に、良い方に+2、他に+1を付与し、合計得点で比較した。これを表 9.5 に示す。

この比較評価表に記すように、代替案 1 が代替案 2 より優れており、代替案 1 に従って下水処理場の予備設計を進める。

表 9.5 拡張区域の代替案における比較評価結果

項目	代替案 1	代替案 2
建設費 (百万 FCFA)	9,120 +2	10,876 +1
年間運営・維持管理費 (百万 FCFA)	500 +2	547 +1
環境への影響	いくつかのエリアで環境への影響が代替案 2 よりも大きくなる。しかし、深刻な潜在的影響、つまり、臭気の拡散については、提案された曝気式および沈殿ラグーンのレイアウトと処理場用地の境界線上にユーカリなどの樹木を植栽することにより最小限に抑えることが可能となる。更に、カオラックのデータよりカオラックの風向きは北・南・西向きが支配的であるため、近隣地域 (Koundam地区) の人々への影響は非常に限られている。 また、本F/S調査内で実施されたEIAにおいて、(i) セネガルの環境法の規制(500m条項)は、工業地域内には、適用されないこと。 (ii) 本処理場の拡張エリアは、工場地域に帰属すること、が明らかになった。	拡張エリア近辺での環境への影響は代替案 1 よりも小さい。
運営・維持管理の容易性	拡張エリアは既存処理場用に近接しているため運営・維持管理作業は代替案2より容易である。 +2	拡張エリアが既存処理場から2.5 km離れているため、代替案1よりも運営・維持管理が困難となる。 +1
プロジェクト完工までに要する期間	軍射撃場用地内での処理場用地確保が必要であるため代替案2よりも完工までの期間が短くなる。 +2	軍射撃場用地内での処理場用地確保に要する時間が必要となる。 +1
評価	最適案 合計: +9	次点案 合計: +6

(2) 腐敗槽汚泥処理施設

腐敗槽汚泥の処理施設は、既設のラグーンに隣接した区域に計画する。この処理施設で処理された汚泥からの汚水は、リハビリされた下水処理場に放流され、一般下水と同様に処理される。汚泥処理施設の構成は、図 9.5 に示すように、バキュームカーからの引抜き汚泥を、搬入槽で受け、水路とスクリーンを経て沈砂池に導き、その上澄み水は嫌気性池で処理され、調整池を経てリハビリされるラグーンに流入する。沈砂池に溜まった汚泥は、ポンプアップされ、汚泥乾燥床に送られる。

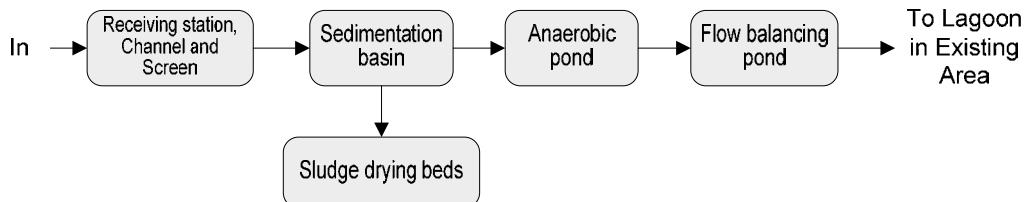


図 9.5 廃敗槽汚泥処理施設の構成

腐敗槽汚泥処理場の処理能力は、 BOD_5 負荷 250kg/日を基準に設計しており、これは 230,000 人の排出量に相当する。この人口は、2030 年までに腐敗槽に依存すると予測される人口の最大値を取ったものである。腐敗槽汚泥処理施設の計画諸量と設計仕様をまとめたものが表 9.6 である。また、腐敗槽汚泥処理施設の平面および断面図を図 9.6 に示す。

表 9.6 廃敗槽汚泥処理施設の計画諸量と設計仕様

パラメータ	単位	設計条件	備考
流入汚泥			
汚泥量	m ³ /day	70	
BOD_5 負荷	kg/day	250	
BOD_5 濃度	mg/l	3,540	
設計諸元			
受泥槽および水路とスクリーン		[受泥槽] 2.6 m (幅) × 2.0 m (長) × 0.8 m (深) × 1 (箇所) [漸縮区間:流末] 0.5 m (幅) × 1.5 m (長) × 2 (箇所) [水路とスクリーン] 0.5 m (幅) × 1.7 m (長) × 2 (箇所)	余裕高: 0.5 m スクリーン目幅 25.0 mm
沈殿池		8.0 m (幅) × 8.0 m (長さ) × 2.0 m (深さ) × 2 (箇所)	余裕高: 0.5 m
嫌気性池		10.0 m (幅) × 11.0 m (長さ) × 3.0 m (深さ) × 2 (箇所)	余裕高: 0.5 m
流量調整池		7.5 m (幅) × 7.5 m (長さ) × 2.0 m (深さ) × 1 (箇所)	余裕高: 0.8 m
汚泥乾燥床		194 m ² × 3 (箇所)	

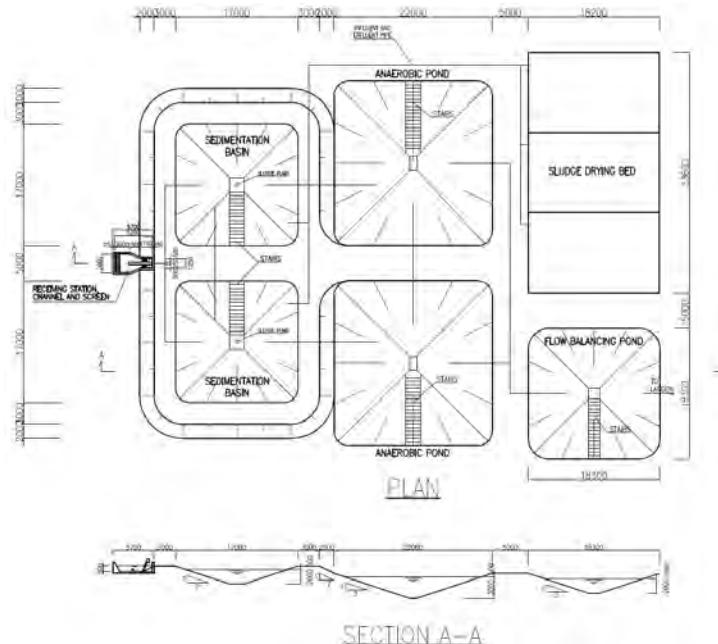


図 9.6 廃敗槽汚泥処理施設の平面および断面図

(3) 既設ラグーンのリハビリ

既設ラグーンのリハビリは、引渡しされていない曝気ラグーンを撤去し、通常の嫌気性池、通性池、熟成池といった一連のラグーンに復元する。

(a) 設計条件

設計条件を表 9.7 にまとめる。流入量と水質は、流入下水と腐敗槽汚泥処理施設による処理水の両者を考えている。ラグーンは放流水質基準である BOD_5 が 40mg/l 以下、TSS が 50mg/l 以下、 COD_{Cr} が 100mg/l 以下、糞便性大腸菌が 2,000CFU/100ml 以下を満たすように設計している。

表 9.7 既設ラグーンのリハビリのための計画諸量

パラメータ	単位	設計条件		備考
流入				
下水	m ³ /日		3,000	
腐敗槽汚泥処理施設による処理水	m ³ /日		70	
合計	m ³ /日		3,070	
水質				
		流入	排出	
BOD_5	mg/l	489 ¹⁾	40	
TSS	mg/l	611	50	$611=489 \times 1.25^2)$
COD_{Cr}	mg/l	978	100	$978=489 \times 2.00^2)$
糞便性大腸菌	CFU/100 ml	1.0×10^7	2.0×10^3	3)

注: 1) 489 mg/l の BOD_5 は (i) 下水: 3,000 m³/日 ($BOD_5=485$ mg/l) と (ii) 腐敗槽汚泥処理施設による処理水: 70 m³/day ($BOD_5=640$ mg/l)。

2) 流入 $BOD_5:TSS:COD_{Cr}=1.00:1.25:2.00$ (マスター・プラン参照)

3) 粪便性大腸菌の流入値は、2011 年のモニタリングデータをもとに設定した。

(b) 施設構成

既設の通性池ラグーンは、機能していない曝気式ラグーンも含めて、図 9.7 に示すような構成に従い施設復旧する。既設の通性池ラグーンと機能していない曝気式ラグーンをリハビリにより、嫌気性池ラグーンと通性池ラグーンに変更する。

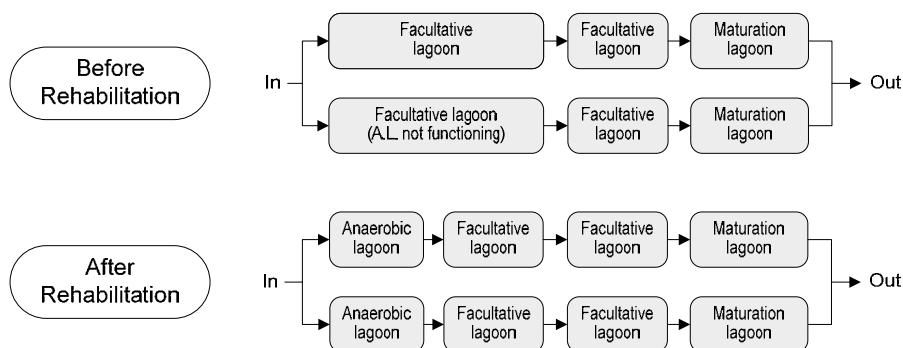


図 9.7 既設下水処理場のラグーンの構成変更

(c) 施設仕様

施設の仕様をまとめたものが表 9.8 である。

表 9.8 既設ラグーンのリハビリのための施設仕様

施設	諸元	水理学的滞留時間(日)
嫌気性池	面積 $900 \text{ m}^2 \times 3.0 \text{ m}$ (深さ) $\times 2$ (池)	1.8
通性池	面積 $9,685 \text{ m}^2 \times 2.0 \text{ m}$ (深さ) $\times 2$ (池) 面積 $2,795 \text{ m}^2 \times 2.0 \text{ m}$ (深さ) $\times 2$ (池)	16.6
熟成池	面積 $3,810 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$ (深さ) $\times 2$ (池)	4.0

(4) 拡張区域の曝気式ラグーン

曝気式ラグーンを以下のような条件等により、拡張区域で計画する。

(a) 設計条件

曝気式ラグーンは、処理能力を $12,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、放流水質基準の BOD_5 が 40 mg/l 以下、TSS が 50 mg/l 以下、 COD_{Cr} が 100 mg/l 以下、糞便性大腸菌が $2,000 \text{ CFU}/100\text{ml}$ 以下を満たすように設計する。これらを表 9.9 に整理する。

表 9.9 曝気式ラグーンの計画諸量

パラメータ	単位	設計条件		備考
流入				
下水	$\text{m}^3/\text{日}$		12,000	
水質				
		流入	排出	
BOD_5	mg/l	485	40	
TSS	mg/l	606	50	$606 = 485 \times 1.25^{1)}$
COD_{Cr}	mg/l	970	100	$970 = 485 \times 2.00^{1)}$

パラメータ	単位	設計条件		備考
糞便性大腸菌	CFU/100 ml	1.0×10^7	2.0×10^3	2)

注: 1) 流入濃度 $BOD_5:TSS:COD_{Cr} = 1.00:1.25:2.00$ はマスタープランで設定した比率を用いた。
2) 糞便性大腸菌の流入値は、2011年のモニタリングデータをもとに設定した。

(b) 施設構成

曝気式ラグーンは、図 9.8 に示すように、曝気式ラグーン、沈殿ラグーン、塩素処理槽から構成される。塩素処理後、処理水はリハビリ後の既設ラグーンからの処理水と合わせて、新たな放流管によりサロウム川に放流される。



図 9.8 拡張区域の曝気式ラグーンの構成

(c) 施設仕様

曝気式ラグーン、塩素処理槽、放流管の仕様は表 9.10 のとおりである。また、曝気式ラグーンの標準的な平面および断面図を、図 9.9 に示す。

表 9.10 曝気式ラグーンの施設仕様

施設	諸元	水理学的 滞留時間	備考
曝気式ラグーン	面積 $972 m^2 \times 4.0 m$ (深さ) $\times 12$ (池)	3.7 日	余裕高 1.0 m
エアレーター	7.5 kw $\times 5$ (Nos.) $\times 12$ (lagoons)	-	
沈殿ラグーン	面積 $4,570 m^2 \times 2.0 m$ (深さ) $\times 4$ (Nos.) ¹⁾	1.5 日	余裕高 0.5 m
汚泥乾燥床	面積 $270 m^2 \times 0.3 m$ (深さ) $\times 15$ (箇所)	-	余裕高 0.2 m
塩素接触槽	5.0 m (幅) $\times 25.6 m$ (長さ) $\times 2.0 m$ (深さ)	30 min	
放流管	管径: 1,000 mm $\times 250$ m	-	

注: 深さ 2.0 m はスラッジ分の余裕 1.0 m を含む。

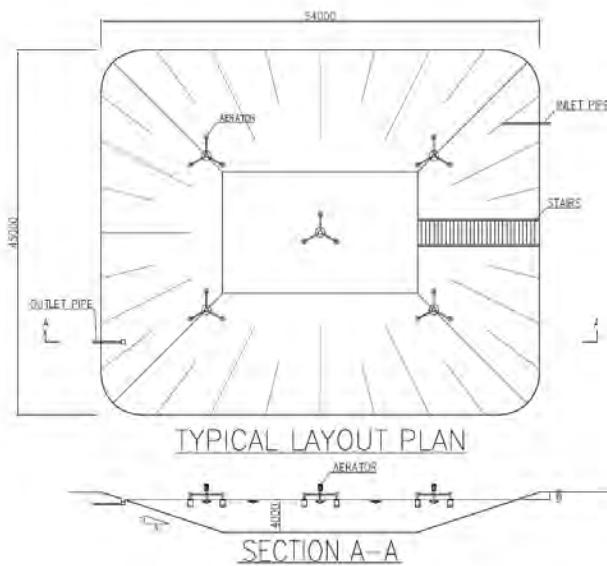


図 9.9 曝気式ラグーンの平面および断面図

上記の各施設に関する記述を踏まえた、カオラック処理場の一般平面図を図 9.10 に示す。

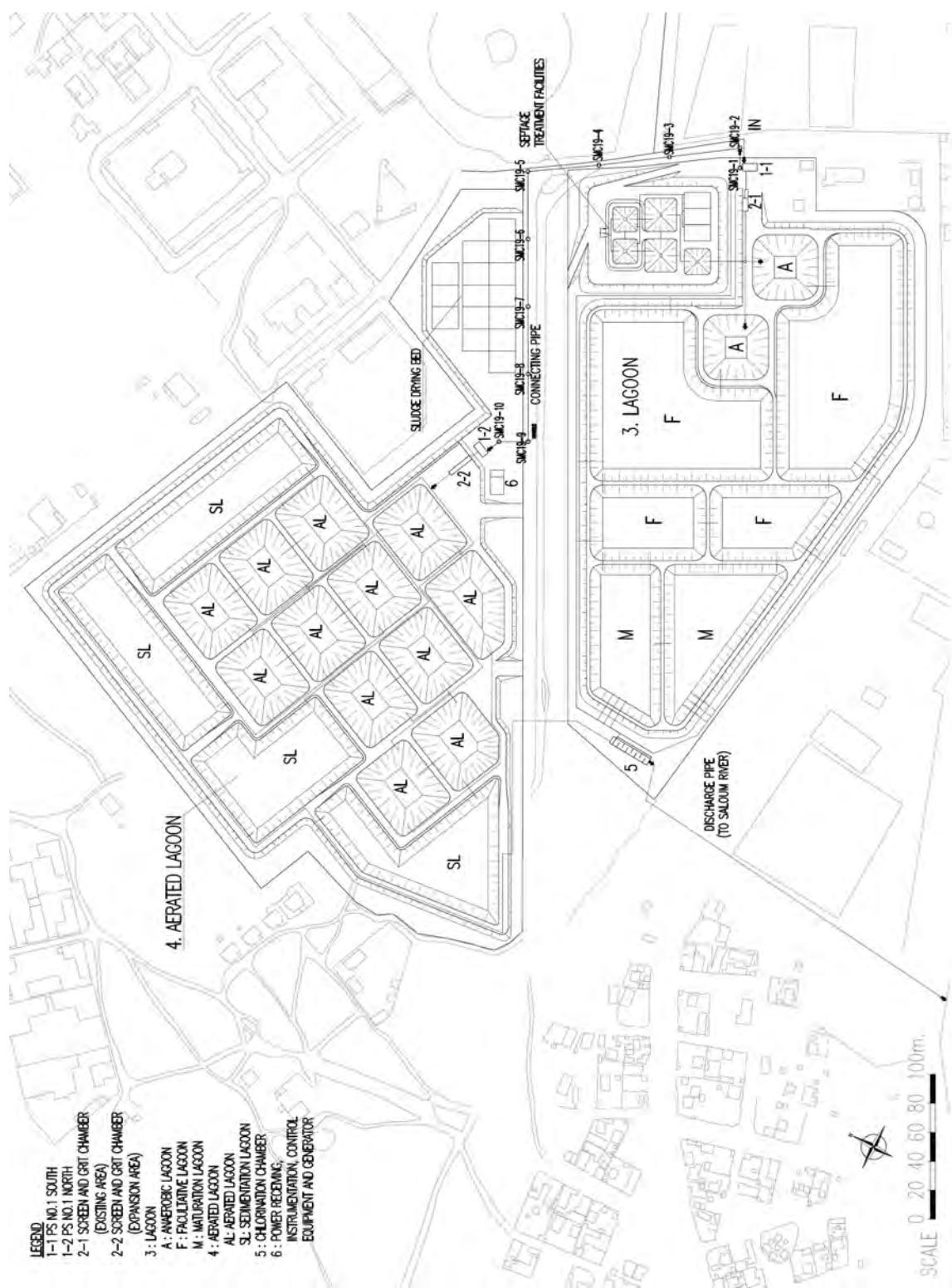


図 9.10 カオラック処理場 一般平面図

9.3 建設計画

(1) 基本的考え方

セネガルにおける建設資材、建設工法、機械および電気器具等のさまざまな制約を考慮に入れ、下水道網・下水ポンプ場・下水処理場建設の条件を次のように設定した。

- 一般的に開削工法を適用する。
- 地下水位以下の掘削について、水中ポンプを用いた水位低下対策を採用する。
- コンクリートおよびアスファルトについて、現場でのバッティングプラントを建設する。
- 開削工法適用に当って、道路に十分な幅が取れない場合、交通量確保のため一時的な迂回路を設けて既存道路を開削する。
- 鋼材による仮設支保工の使用は、スペース的な制約のためポンプ井と RC 径 800mm の接続管の建設のみに限定する。
- 砂材は下水管渠上面 300mm までに使用し、残り路盤面までの埋め戻しは掘削土を選択して使う。とくに路盤材は注意深く選択する。
- 余りの掘削土とコンクリート廃材は、カオラック市の中心から約 15km 離れた処分場に搬送する。
- 砂材の採取場所は、カオラック市中心より 20km 離れた地点にある。

(2) 主要な建設機材

建設工事に用いる主要な機材は表 9.11 のとおりである。

表 9.11 主要な建設機材

工種	建設機材
土工	(1) 0.7~1.2 m ³ 掘削機、(2) 10 トン・ダンプトラック、(3) 3~16 トン・ブルドーザ、(4) 1 トン乾式圧縮造粒機、(5) タンピングランマー
杭基礎工	(1) せん孔機、(2) 20~50 トン・トラッククレーン
コンクリート工	(1) 20~25 トン・トラッククレーン、(2) コンクリートポンプトラック、(3) 1 m ³ コンクリートホッパー(ベースマシーン 20~25 トン・クレーン)
道路工	(1) 大型ブレーカー、(2) 12~16 トン・ブルドーザ、(3) 1 m ³ ホイールローダ、(4) モーターグレーダ、(5) 10 トン・マカダムローラー、(6) 20 トン・タイヤローラー、(7) アスファルト舗装車、(8) コンクリート舗装車
機械工	(1) 20~25 トン・トラッククレーン、(2) 100 トン・クローラークレーン

9.4 コスト積算

9.4.1 建設費用とエンジニアリング費用

(1) 建設費用

建設費用は、ONAS ダカール、ONAS カオラック、セネガル業者ならびに日本業者からのさまざまなコストに関する情報をもとに算出した。建設費用の積算に関する主要な条件は、次

のとおりである。優先プロジェクトとして選定されていない枝線の建設費用は、ここには含まれていない。

- 建設費用は 2013 年単価で積算する。
- 物価上昇率は 3%/年を、過去のプロジェクトの費用についてのデータに適用する。
- 費用は、セネガルでの調達の可能性に応じて、外貨と内貨に分ける。

(2) エンジニアリング費用

エンジニアリング費用は、セネガルの業者から得た情報に基づき、次のように算出する。

- エンジニアリング費用は 2013 年単価で積算する。
- コンサルタントサービスの期間は、(i) 詳細設計・建設着手までのサービス : 18 カ月、(ii) 施工監理 : 30 カ月を想定する。
- 年当りの物価上昇は、外貨 2.0%、内貨 3.0%を見込む。
- 物理的予備費 10%を見込む。

9.4.2 プロジェクト費用

プロジェクト費用の算定条件は次のとおりである。

- 年当りの物価上昇は、建設費用の外貨 2.0%、内貨 3.0%
- 物理的予備費は、建設費用の 10%
- 用地取得費用は、下水処理場に関し 25,000 FCFA/m²、ポンプ場に関し 10,000 から 12,500 FCFA/m²、これには建設費用と同等の物価上昇と予備費を含む
- プロジェクト管理費用は、建設費、エンジニアリング費および用地取得費用の合計の 2%
- 付加価値税は 18%
- 輸入税は 9%
- プロジェクト期間の年金利は、建設費用に 1.4%、エンジニアリング費用に 0.01%
- フロント・エンド・フィーは、建設費用、エンジニアリング費用およびプロジェクト期間の年金利の合計の年率 0.2%

以上の条件下で算定した総プロジェクト費用は、2013 年価格で 317 億 1,300 万 FCFA と見積られ、このうち内貨部分が 251 億 6,200 万 FCFA、外貨部分が 65 億 5,100 万 FCFA である。これらの詳細を表 9.12 に示す。

表 9.12 プロジェクト費用

費目	工事項目	内貨分 (百万 FCFA)	外貨分 (百万 FCFA)	合計 (百万 FCFA)
直接工事費	幹線管渠網	5,774	0	5,774
	ポンプ場 ¹⁾	213	386	599
	下水処理場			
	曝気式ラグーン ²⁾	3,964	3,413	7,377
	腐敗槽汚泥処理施設	385	52	437
	ラグーンのリハビリ ³⁾	1,217	89	1,306
	小計	5,566	3,554	9,120
	合計	11,553	3,940	15,493
物価上昇予備費		1,824	395	2,219
物理的予備費		1,338	434	1,772
技術サービス費		2,127	1,164	3,291
用地取得費		3,270	0	3,270
事業管理費		521	0	521
付加価値税		4,100	0	4,100
輸入税		429	0	429
建中金利		0	571	571
フロント・エンド・フィー		0	47	47
合計(百万 FCFA)		25,162	6,551	31,713

注: 1) Boustane ポンプ場, Darou Salam Ndangane ポンプ場, No.2 ポンプ場, No.3 ポンプ場のコスト。No.1 North と No.1 South ポンプ場のコストは、下水処理場部分に含んだ。

2) No.1 North ポンプ場を含む。3) No.1 South ポンプ場を含む。

9.4.3 運用・維持管理費用

下水道・衛生改善施設の年間運用・維持管理費用を算定し、表 9.13 にまとめた。この費用は、清掃作業、汚泥処理、電気料金、人件費を含んでいる。

表 9.13 年間運用・維持管理費用

施設	費用(百万 CFCA)
下水管渠網とポンプ場	289
下水処理場 ¹⁾	500
合計	789

注: 1) No.1 North, South ポンプ場の運営・維持管理費を含む。

9.5 経済財務分析

9.5.1 優先プロジェクトの経済分析

プロジェクト費用は表 9.12 に示すとおりである。一方、プロジェクトの効果は対象区域の生活環境の改善効果であり、それは住民の支払い意志額(WTP)によって推算できる。調査団による社会経済調査結果は、すでに第 1 編の基本計画の表 4.19 に示している。

経済的内部収益率(EIRR)は、WTP が 500FCFA の場合 5.2% で、1,000FCFA の場合は 13.3% となる。また加重平均 WTP の 202FCFA を用いると、この値が低いため、-4.2% となる。1,000FCFA の値

は、現在ゴミの予備収集に払っている金額と同レベルの金額であり、この金額は教育・普及キャンペーンによれば、実現可能と考えられる。

9.5.2 優先プロジェクトの財務分析

プロジェクト便益は、下水道区域の人々から徴収する水道料金の 8%に相当する下水道料金と下水道区域外の腐敗槽汚泥の引抜き料金から成る。しかし、下水道料金は現在、下水道への接続するしないに関わらず徴収しているため、下水道料金は便益推算の目的から、すべての人々に適用している。

現在、各家庭の下水道料金は、 $20m^3$ までの水道使用量に対して各家庭は $10FCFA/m^3$ 、 $21m^3$ から $40m^3$ までの水道使用量に対して $45.65FCFA/m^3$ である。カオラック市で 2012 年のデータをもとに、各家庭の平均人数 9.45 人をもとに単位下水道料金を算出する。この値をもとに、下水道料金(表 9.14 参照)を何倍すれば、財務的内部収益率(FIRR)がどのように動くかを検討する。

表 9.14 下水道料金からの歳入合計

	2012	2015	2020	2025	2030
対象人口(千人)	-	169	259	339	403
水需要量(lpcd)	74.0	76.0	80.0	84.0	88.0
平均料金(FCFA/m ³)	11.98	12.87	14.51	15.99	17.34
総水需要量(千 m ³ /年)	-	4,682	7,566	10,406	12,944
総歳入(百万 FCFA)	-	0	103	126	148

FIRR は、下水道料金が極めて低く設定されており、便益が小さ過ぎるため、前述の値では推算できない。例えば、FIRR を 0%にするためには 10.5 倍、通常の社会的割引率である 12%にするためには 35.5 倍の下水道料金が必要となる。

9.5.3 ONAS の財務分析

ONAS は、下水道整備の実施機関であり、財務諸表(貸借対照表(B/S)および損益計算書(P/L))と報告書を毎年政府に提出している。

ONAS は、過去 3 年の損益計算書によると 40 億 FCFA 以上の欠損を出している。これは、営業利益の半分以上を占めている。この欠損は毎年 10 億 FCFA 以上の営業補助金により、削減されている。損益計算書による収入は非常に低く、これは財務分析による下水道料金の低さと一致している。ONAS の会計担当の長の説明によると、欠損の場合、政府の補助が義務付けられているが不十分であり、通常の欠損額が予測されると、この額は特別収益の中の特別活動項目に戻されるとのことである。

下水道料金の低さについては総資本回転率(TAT)からも見ることができる。年間売上収益を総資本で除したもので、売上収益を出すために如何に有効に資本が活用されているかを示す指標である。この回転率が 1 以下であれば、主として低い収益性のために資本のある部分が売上に寄与していないことを表している。ONAS の TAT は 0.04 から 0.05 と収益性が極めて低く、これは総資本が 20 年から 25 年間の売上収益に相当していることを示している。

下水道料金は、SDE の水道料金とともに徴収しており、水道収入が増えれば、下水道収入も増加する仕組みとなっている。水道料金による収入を増加させるには、二つの方法がある。一つは水道料金を上げる方式ともう一つは無収水量を減らす方法である。政策的理由により、水道料金の値上げは非常に困難である。無収水量を減らすことも同様に困難である。無収水率は現在 20% 程度であり、1 人当たりの GDP が同レベルである開発途上国、例えば、パキスタンの 40% に比べて、非常に低い値であり、漏水等が少ないことを物語っている。

9.6 環境影響評価

9.6.1 プロジェクト構成

プロジェクトは、次のような 2 つから構成される。

- 新規の下水道管渠網とポンプ場の建設から成る下水道システムの改善
- 下水処理場のリハビリと拡張

9.6.2 環境社会配慮が必要な工事等

環境社会配慮が必要な工事等を整理すると次のようである。

- 既設のアスベスト管の撤去
- 掘削工事
- 新設管の敷設
- ポンプ場、下水処理場および腐敗槽汚泥処理施設のリハビリないし新設

9.6.3 プロジェクト区域の概観と評価の範囲

(1) Koudum 地区の下水処理場

既設の下水処理場とその拡張区域は、Koudum 地区に位置し、この地区には 279 世帯 2,322 人が住んでいる。当地区はカオラック市の都市化区域の一部であり、行政機関や商業区域も含んでいる。処理場の拡張区域は、工業地域に位置し、プラスティックの再生工場があるが、他の広い区域は空地である。市役所は、最も大きな観光用ホテル(Hotel Relais)や処理場に隣接して、水浴場を建設する計画を持っている。当地区に、特定の民族、国立公園、自然公園、貴重種や歴史的遺産は存在しない。

(2) Darou Salam Ndangane 地区のポンプ場

計画ポンプ場は Darou Salam Ndangane 地区に位置しており、カオラック市の南東の商業・工業の中心である。ポンプ場は、市場から 200m、Nioro につながる国道から 100m 離れており、多くのゴミが散乱し、砂地の土地である。ポンプ場予定地に隣接してダンプ トラックの修理工場がある。

(3) Boustane 地区のポンプ場

計画ポンプ場は Boustane 地区にあり、カオラック市の西部で、ダカールにつながる国道 1 号線のダカールに向かって右側に位置している。この区域は、カオラックの交通センターの一つであり、バスター・ミナルが国道の南側にある。計画地点は、イスラム学校の土地に属している。

9.6.4 自然・社会環境への配慮

下水道・衛生改善プロジェクトが、自然・社会環境に与える負の影響を整理したものが、表 9.15 である。

表 9.15 下水道・衛生改善プロジェクトにより想定される負の影響

フェーズ	影響	影響度	影響範囲	重大性
自然環境				
建設中	サイト内の廃棄物の破片の飛散	低	ローカル	低
	汚水の流出や廃油による土壌汚染			
	下水浸透による水質汚染			
	悪臭公害 (H_2S)			
	野生動物の一時的な変位			
	空気の質の低下			
供用期間	サイトからの排水による土壌、表面/地下水の汚染	高	ローカル	高
	悪臭公害			
	施設の故障等による汚水の垂れ流し			
	ライニングの不良による下水漏れ			
社会環境				
建設中	アスベストの吸入	低	ローカル	低
	既存下水サービスの一時的な中断			
	(主に汚染された水による) 感染症の発生			
	渋滞や事故の誘発			
	公共インフラの破損			
供用期間	乾季中の臭気	高	ローカル	高
	処理場機能停止による河川の汚染 (機械・電気施設の停止時)			

9.6.5 プロジェクトの代替案

(1) 拡張区域の地点制定

下水処理場の拡張区域は 2 つの代替案を比較検討し、表 9.16 に示す Site No.1、既設下水処理場に隣接した区域を選定した。

表 9.16 下水処理場拡張区域の地点比較

拡張区域	評価
No.1 用地 (Koundam エリア)	用地が既存処理場に近接しているため No.2 用地の場合と比較すると接続管延長は短い。現時点では用地の大部分が州政府の所有となっている。既存処理場の動作不良の場合、河川汚染の危険性は No.2 用地の場合よりも低くなる。 この用地はカオラック市中心部に位置しているので、近隣への悪臭問題が懸念される。

拡張区域	評価
No.2 用地 (軍射撃場、 Koundam エリア)	用地は Koundam エリアにあり、Koundam subdivision にあるネットワークに接続することが可能となる。しかしながら、既存処理場から離れているため接続管の工費が高くなる。この用地は現在軍の射撃場となっているため用地取得が容易でない。また接続管が機能不全となった場合の悪影響が懸念される。

(2) 拡張区域の下水処理方法

下水処理方法は、(i) 曝気式ラグーン、(ii) ラグーン、(iii) 活性汚泥法の 3 方法を比較した。**表 9.17** に示すように、ラグーン方式を選定するには土地が広くなく、活性汚泥法には多くのエネルギーが必要となるため、曝気式ラグーン方式を選定した。

表 9.17 拡張区域の下水処理方法の比較

方法	評価
曝気式ラグーン (F/S で提案)	エネルギー消費はラグーンシステムより多いが、必要用地面積は小さく、処理水の再利用の可能性が高い。
代替案 1 (ラグーン)	ラグーンシステムはエネルギーを必要とせず、維持管理費が安価であるが、必要用地面積が大きい。
代替案 2 (活性汚泥法)	この代替案は上記 2 案より必要用地面積が小さいが、エネルギー費、建設費、維持管理費が最も高い。

(3) 拡張区域の下水処理方法

EIA レポートでは、発生汚泥の処理方法を比較検討している。**表 9.18** に示すように、必要な土地の広さと運用・維持管理の労働負荷を考慮すると、沈砂池と乾燥床方式が最適と判断される。

表 9.18 発生汚泥処理方法の比較

方法	評価
Sedimentation basin and drying beds (Proposed method in F/S)	BOD ₅ , COD _{Cr} , TSS の除去率が高く、処理後の汚泥量が少ないが、ポンプと管渠の維持管理作業が必要となる。
代替案 1 (Unplanted drying beds)	運営・維持管理は容易であり、BOD ₅ , COD _{Cr} , TSS 除去率も高いが、液状汚泥量が多いため、乾燥に時間を要する。
代替案 2 (Constructed wetlands: planted drying beds)	It might be good for landscape and odor is reduced. However, removal rate is depending on the varieties of plant and needs additional activities to keep the plants in healthy condition. 景観が良く、臭気の問題も少ないと、除去率は植物の品種による。また好状態で植物を維持するための維持管理作業が必要となる。

9.6.6 環境管理とモニタリング

下水道・衛生システム改善プロジェクトによる想定される負の影響に対して、モニタリング計画とともに緩和軽減策を提案する。影響の度合いが強くかつ重要な項目に対して、**表 9.19** にモニタリング計画と緩和軽減策をまとめた。

表 9.19 下水道・衛生システム改善プロジェクトにおける軽減緩和策とモニタリング計画

フェイズ	影響	軽減/最小化の方策	モニタリング計画
自然環境			
供用期間	サイトから排出される汚水による土壤、表面/地下水の汚染	<ul style="list-style-type: none"> 処理場周辺の土壤、地表水の汚染を防ぐため、切り回しのためのポンプや管渠等の予備施設を設置する。 ラグーン表面のライニング。 排水管の水密性保持。 	水質分析 (BOD ₅ , COD _{Cr} , TSS, fecal coliform) [周期:少なくとも一年に4回]
	(特に処理場サイトで予測される) 悪臭公害	<ul style="list-style-type: none"> 処理場拡張エリアにおける曝気式ラグーンを沈殿ラグーンの内側に配置する。 処理場用地境界にユーカリなどの樹木を植える。 	処理場周辺でのインタビュー調査 [周期:問題発生時]
	施設の故障等による汚水の垂れ流し	<ul style="list-style-type: none"> 切り回しのためのポンプや管渠等の予備施設の設置。 緊急用発電機の設置。 	施設の監視 [周期:毎日]
	ライニング不良による下水漏れ	<ul style="list-style-type: none"> ラグーン表面のライニング。 	ラグーン表面の確認 [周期:1年に一度]
社会環境			
建設中	渋滞や事故の誘発	<ul style="list-style-type: none"> できるだけ迅速な掘削土の除去と移動 建設現場での迂回道路、交通標識、看板、警告灯の設置 	交通量と交通渋滞量の調査 [周期:三ヶ月ごと]
	公共インフラの破損	<ul style="list-style-type: none"> 下水管敷設のための公共道路掘削エリアの最小化 実用可能な仮設材の利用。 	監視 [周期:三ヶ月ごと]
供用期間	乾季中の臭気	<ul style="list-style-type: none"> 処理場拡張エリアにおける曝気式ラグーンを沈殿ラグーンの内側に配置する。 処理場用地境界にユーカリなどの樹木を植える。 	処理場周辺でのインタビュー調査 [周期:問題発生時]
	処理場機能停止による河川の汚染 (機械・電気施設の停止時)	<ul style="list-style-type: none"> 切り回しのためのポンプや管渠等の予備施設の設置。 緊急用発電機の設置。 	監視 [周期:施設の不具合は生じた際]

9.6.7 実施機関の役割

(1) ONAS

ONAS は汚水処理の責任を負っており、この組織の州の代表としての ONAS カオラックは、プロジェクトの実施とモニタリングの主体である。ONAS カオラックのすべての意思決定は、ダカールの ONAS 本部に依存している。

ONAS カオラックは銀行口座を有しておらず、現金も保持していない。そのため、すべての運用・維持管理費用は ONAS 本部によって管理されている。下水処理場の修理の場合、ONAS 本部がダカールの業者と直接契約し、カオラックにエンジニアが派遣される。資金は、直接 ONAS 本部から業者に支払われる。すべての人事も ONAS 本部のコントロール下にある。

こうした背景から、2006 年に完成を見なかった IDB プロジェクトと同様なリスクを回避するためには、プロジェクトの効果的な実施とモニタリングに対して、ダカールの ONAS 本部と

十分な意見交換を図り、財務および人的資源の管理に関して詳細な合意を形成する必要がある。

(2) NGO

住民への周知や参加についてのソフトコンポーネントは、プロジェクト効果を強化するためには重要である。カオラック市には、DEEC/DRECC あるいは EU のようなドナーと共に環境改善の活動を行ういくつかの NGO がある。例えば、ASDES は学校の清掃や廃棄物管理に携わり、CARITAS は硬質プラスチックのリサイクルでトイレを作ったり、貧しい人々にそれらを配布し、使い方を教えたりしている。これらの NGO との協調は、モニタリングを含めたプロジェクトに不可欠である。

9.7 実施計画

9.7.1 基本的考え方

実施計画は、2020 年までにすべての建設事業が完成するように、実施可能な工法と事業費を考慮して策定する。提案されているプロジェクトの実施計画は次のようにある。

- 想定されるプロジェクトの開始を 2014 年 11 月とする。
- プロジェクトの完成を 2020 年とする。

ローンプロジェクトを前提として、実施計画は WB、AfDB、IDB 等から収集した情報とデータに基づいて検討する。プロジェクト着工に先立って、準備期間を次のように設定する。

- ファンドのアレンジ(E/N、L/A)およびコンサルタントの調達 : 12 カ月
- 詳細設計、入札、建設業者との契約 : 18 カ月

9.7.2 実施計画

下水道・衛生施設の実施計画作成に当って、次のような点に考慮する。

- カオラックの年降水量は、主として 7 月から 9 月に集中し、約 560mm である。雨期における月雨量は 120mm から 220mm にわたる。日本や東南アジアに比較すると、こうした雨量は極めて少ない。したがって、生産活動に与える影響はほとんど無い。JICA の費用積算マニュアルに基づいて、通常の状態として休業率 1.35 を適用する。さらに、労働者および機材の地域係数は、アフリカ地域における値を用い、単純労働に 2.0、熟練労働に 3.5、機械による作業に 70% を適用する。
- 原則として、下水道網に対する工事は、下流から上流に向かって進める。
- 下水道網、ポンプ場、下水処理場の工事は、一斉に開始する。これにより 30 カ月以内ですべての建設工事を完成することができる。優先プロジェクトのスコープに含まれていない枝線整備も本優先プロジェクトと同時に進めていくことが可能である。しかし、工事箇所の重複・近接等が想定されるため、交通の確保や事故防止等に関わる調整が必要となる。

- 工事量と順序から判断すると、18kmに及ぶ下水道網の工事が、明らかにクリティカルパスとなる。下水道網の工事に関して、次のような作業手順を取る。(i) 既存道路の取り壊し、(ii) 剣削、(iii) 下水道管下部を搬入砂で充填、(iv) 管渠敷設、(v) 管渠の周りを砂で充填、(vi) 管上部を選択した剣削土で充填、(vii) 下層路盤に細粒分充填、(viii) 路盤に骨材充填、(ix) 路面整正

9.7.3 コンサルティングサービス

(1) サービスの範囲

コンサルティングサービスの範囲は次のとおりである。

- 詳細設計：レビューから詳細設計まで
- 建設前の準備：建設業者選定まで ONAS の支援
- 建設中：施工監理

(2) 報告書作成

次のような報告書を作成し、ONAS に提出：(i) インセプション、(ii) バイマンスリー、(iii) ディフィニティブプラン、(iv) 詳細設計、(v) 事前審査、(vi) 入札審査、(vii) 運用・維持管理マニュアル、(viii) 環境管理・監視計画、(ix) サービス完了

(3) 作業計画

コンサルティングサービスは次のようなスケジュールで進めていく。

- 詳細設計 : 12 カ月
- 施工業者の選定 : 6 カ月
- 建設工事 : 30 カ月
- 技術移転 : 1 カ月

プロジェクト遂行のためには、合計 48 カ月のコンサルタントサービスが必要である。

(4) 必要な専門家

合計で、32 人の専門家、290.4 人月のアサインメントが、コンサルティングサービスに必要となる。このうち、15 人(113.8 人月)は海外の専門家、17 人(176.6 人月)は国内の専門家である。

9.7.4 実施スケジュール

図 9.11 は、詳細なプロジェクト実施スケジュールである。

Works	Detailed Items	Years		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		2014	2015							
E/N, L/A, Procurement	Fund Arrangement and Procurement of Consultant		[Hatched]							
Detailed Design, Tender	Contract of Contractor				[Hatched]					
Construction Project	Sewage Network(A-1～A-8)							[Solid]		
	Sewage Network(B-1～B-25)						[Solid]	[Solid]		
	Sewage Network(C-1～C-18)						[Solid]	[Solid]		
	Pumping Stations						[Solid]	[Solid]		
	Sewage Treatment Plant						[Solid]	[Solid]		

図 9.11 下水道・衛生改善施設建設の実施スケジュール

9.7.5 支払いスケジュール

2014 年から実施スケジュールに合わせて、費用の支払いスケジュールを設定する。合計費用は、317 億 1,300 万 FCFA で、外貨分が 65 億 5,100 万 FCFA、内貨分が 251 億 6,200 万 FCFA である。

9.8 運用・効果指標

下水道・衛生改善の分野での優先プロジェクトの実施効果を評価するために、プロジェクト完成 2 年後の 2022 年を目標年次として、表 9.20 に示すような指標を設定した。

表 9.20 下水道・衛生システム改善プロジェクトにおける運用・評価指標

指標	単位	年		備考
		2012 (現在)	2022 (目標年)	
(1) 運用指標				
汚水処理人口	人	17,330	91,600	
汚泥処理人口	人	-	118,800 ¹⁾	
施設使用率(下水処理場)	%	Overloaded	47	
流入 BOD ₅ 濃度	mg/l	377	454	
排出 BOD ₅ 濃度	mg/l	88	40	
BOD ₅ 処理効率	%	77	91	
(2)-1 効果指標(プロジェクトエリア)				
下水道普及率	%	30	75	
下水道接続率	%	15	68	
下水道幹線総延長	km	7.96	20.61	
(2)-2 効果指標(市中心部)				
下水道普及率	%	13	36	
下水道接続率	%	6	28	
下水道幹線総延長	km	13.61	26.26	

注: 2022 年の全ての値は、マスター プランでの 2020 年と 2025 年の値を補完して算出した。プロジェクト地域の人口は、既存サービスエリア内の人口を含んでいます。

1) この値はオンラインサイト処理地区人口の 50%に相当する。この 50%は、関係機関や NGO からの聞き取りにより明らかとなった数値である。

9.9 プロジェクト評価

以上の検討結果を踏まえて、優先プロジェクトである下水道・衛生改善プロジェクトの評価を行い、その結果を以下にまとめる。

- 下水道網、ポンプ場、下水処理場、それぞれの整備により $15,000\text{m}^3/\text{日}$ の下水処理能力と 848ha の区域を幹線下水管渠網がカバーすることとなる。この結果、下水枝線の敷設とともに徐々に、しかし着実に当地域の衛生状態は改善されていくであろう。枝線整備については、ONAS が実施機関となる。この枝線整備の資金調達については、これまでカオラックにおいて類似プロジェクトを手掛けてきた、WB などのドナーや、ADM を通じたセネガル政府からの援助が想定される。腐敗槽汚泥処理施設の設置は、腐敗槽に依存している住民に裨益効果を産むものと考えられる。
- ポンプ場や下水処理場に適用している技術は、すでに既設のポンプ場で稼動している水中ポンプタイプを採用しており、運用・維持管理面で技術的に適した方式である。さらに下水処理場でも、最も簡易な方式であるラグーンと曝気式ラグーンの処理方式を取っている。
- すべての計画施設は、道路や空地に立地しており、移転の必要性は無い。
- 建設工事中、とくに下水道管渠敷設の際の交通遮断や、騒音、塵埃、振動といった負の影響は避けがたい。しかし、これらについては、実用面から可能な限り、迂回路、散水、低振動タイプの建設機材の導入等により緩和・軽減策を取ることにより、影響を最小化することができるであろう。
- 優先プロジェクトの実施に当っては、セネガル政府の財政支援が不可欠である。
- 現在のカオラック市における低い下水道接続率を勘案すると、その下水道システムを最適化するために、政府の援助等により各家屋からの下水道接続を促進する必要がある。また、宅地内の下水道接続に係る費用は、5~10 FCFA とされており、これは、1家庭あたりの平均月収 12 万 FCFA の 42~83% に相当し、各家庭への金銭的負担を強いる。よって、この費用に対するセネガル政府による援助も必要である。
- ONAS やカオラック市による指導により、腐敗槽汚泥業者が確実に腐敗槽汚泥処理施設を利用し、結果的に汚泥引き抜き料金を引き下げるよう働きかける必要がある。

10 雨水排水管理計画

10.1 概要

10.1.1 優先プロジェクトの構成

対象プロジェクトの構成を表 10.1 に、それらの位置図を図 10.1 に示す。

表 10.1 F/S 調査対象プロジェクトの構成

施設	諸元 (幅 × 高さ, 延長)		備考
排水路	N-0	1.7m × 1.7m, L= 761.5 m	新設
	N-1	2.0m × 1.8m, L= 568.2 m	
	N-2	1.2m × 1.2m, L= 970.5 m	
	N-3	2.2m × 2.0m, L= 711.1 m	
	N-4	1.6m × 1.6m, L= 1,151.5 m	
	N-5	2.5m × 2.4m, L= 859.6 m	
	N-6	2.7m × 2.6m, L= 1,265.5 m	
	N-9	2.9m × 2.9m, L= 374.3 m	
	N-PE	(2.1m × 1.6m) × 3, L= 1,619.5 m	
	Pumping Station (P_N)	ポンプ台数: 5 台 × 3.2 m³/s 用地面積: 4,300 m² ポンプ揚程: 3.2 m	
貯留池		貯留容量: 39,000 m³ 池底面積: 14,250 m² 池の深さ: 2.5 m	新設

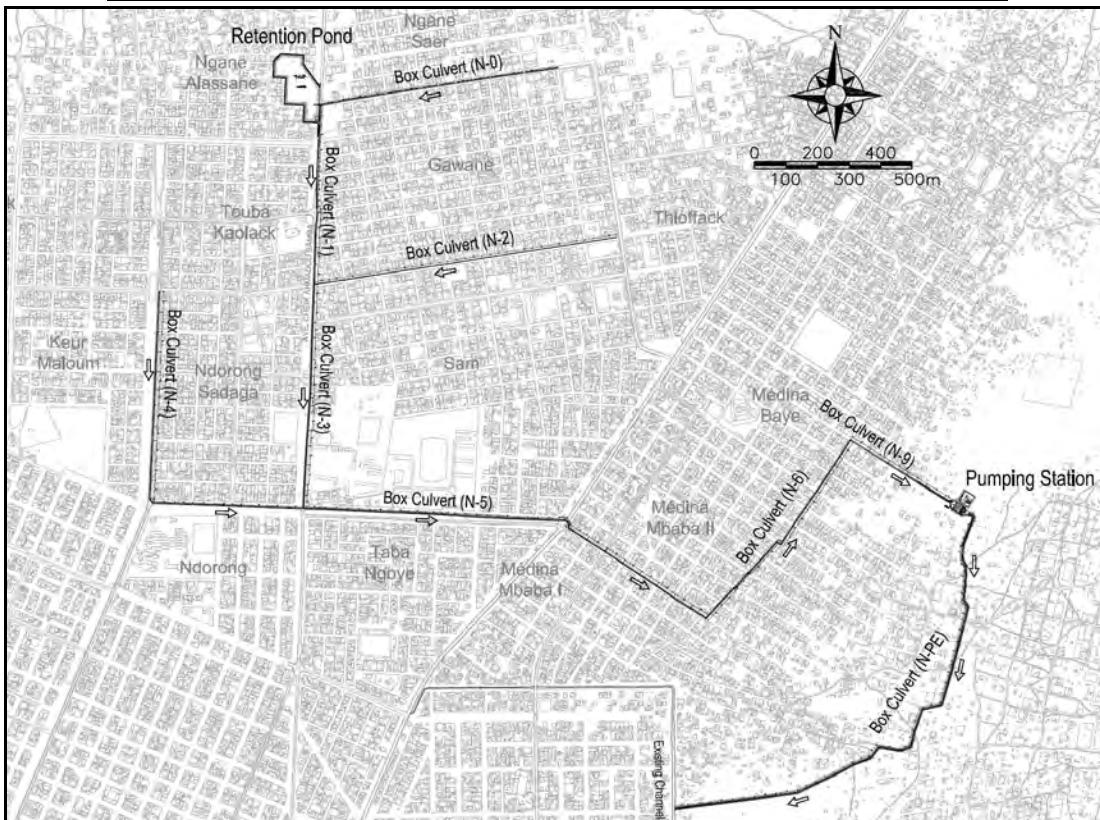


図 10.1 計画排水施設の位置図

10.2 雨水排水施設の予備設計

10.2.1 設計条件

(1) 計画規模

10年確率規模降雨とする。

(2) 基本データ

予備設計には、次のような基本データを採用する。

(a) 地形図

F/S の当初に地形図測量を実施し、50m 区間毎の主要地点を測量した地形横断、および縦断測量の成果を利用して、雨水排水路の設計を行う。

(b) 土質

ボーリングと土質解析を行い、土質の性状を明らかにした。これらは、ボックスカルバート、ポンプ場、雨水貯留池の設計および建設手法の検討に利用する。

(c) 参考図書と文献

次のような図書およびガイドラインを、施設の設計に参考する。(i) The Study on Urban Drainage and Wastewater Systems in Dakar City and its surroundings, JICA, 1994, (ii) Urban Storm and Wastewater Sanitation Master Plan in Kaolack, Sanitation Department, Ministry of Hydraulic, 1982, (iii) Guideline for Planning and Design of Sewerage Facilities, Japan Sewage Works Association, 2009, (iv) The Standard Civil Design Drawings, Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism, Japan.

(3) 水理解析

雨水排水施設の計画流量は、基本計画時に算出したものを用いる。

10.2.2 設計条件

(1) ボックスカルバートの新規敷設の際の基本方針

新規にボックスカルバートを敷設する際に次のような配慮が必要であり、これをもとに設計する。

- ボックスカルバートは、原則として、現場打ちのコンクリートにより建設する。
- 最低限の土被り厚を 0.5m とする。これを満たさない場合は、必要な加重と応力に耐えるかどうかを解析し、ボックスカルバートを設計する。

- 縦断勾配は、上流に向かって緩勾配から急勾配に変化させる。土砂等の沈降・堆積を防止するため、最小の流速を 0.8m/s とし、エネルギーの散逸を抑えるため、最大流速を 3.0m/s とする。
- 土質と地質の状態を考慮して、ボックスカルバートの基礎は直接基礎とする。
- マンホールは、主要な分岐点、口径の変化点、家庭や建物から流入管の接続を除く管渠の接続部に計画する。

(2) 排水路法線および計画流量

ボックスカルバートによる雨水排水系統を図 10.2 に示すが、ほとんどが道路の下に配置される。総延長は 8,280m で、図には 10 年確率の計画流量を併記する。

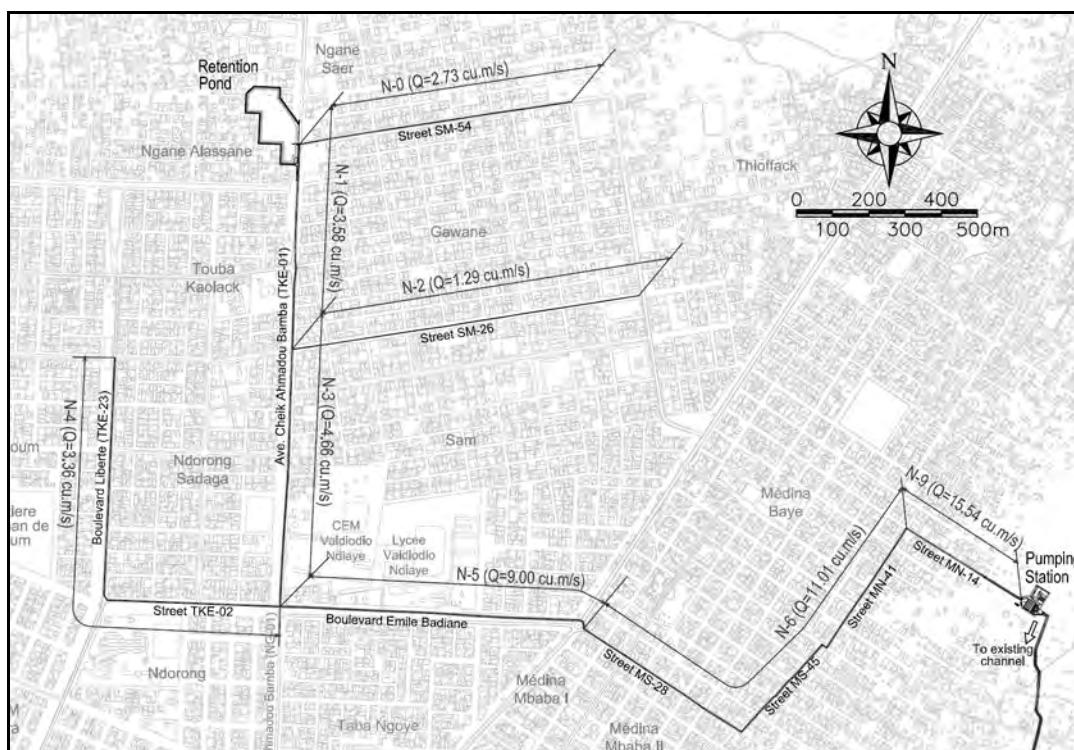


図 10.2 ボックスカルバートによる雨水排水施設の法線と計画流量

(3) 予備設計

排水施設の設計条件に沿って、ボックスカルバート排水路の設計を行う。ボックスカルバートの法線に関する情報を表 10.2 に、主要な諸元を表 10.3 にまとめた。

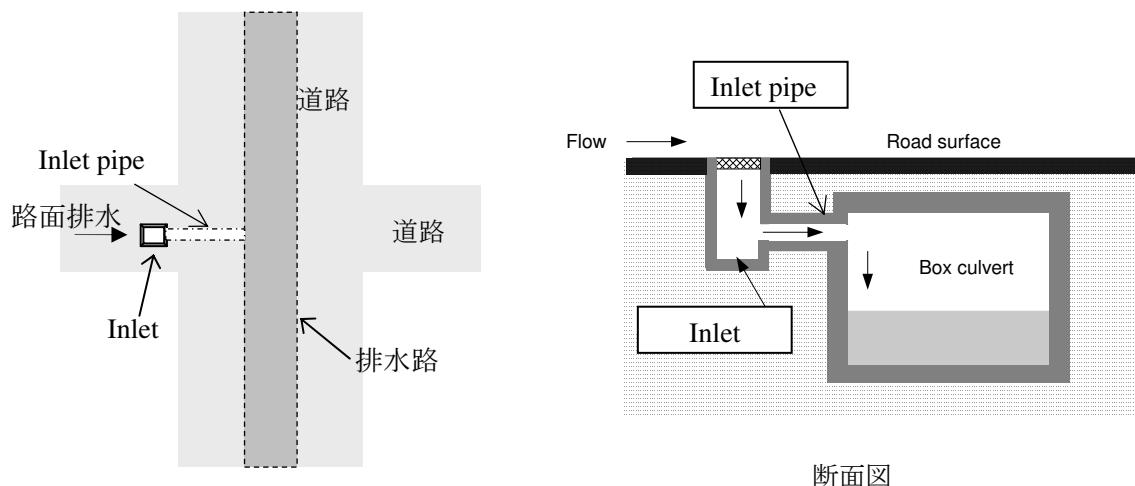
表 10.2 ボックスカルバートの排水路計画の法線の概要

排水路線番号	道路番号/道路名	舗装状況
N-0	Street SM-54	アスファルト
N-1	Ave. Cheik Ahmadou Bamba (TKE-01)	アスファルト
N-2	Street SM-26	未舗装
N-3	Ave. Cheik Ahmadou Bamba (TKE-01)	アスファルト
N-4	Boulevard Liberte (TKE-23), Street TKE-02	コンクリート
N-5	Boulevard Emile Badiane	アスファルト
N-6	Street MS-28, Street MS-45, Street MN-41	未舗装
N-9	Street MN-14	未舗装
N-PE	No street number	未舗装

表 10.3 ボックスカルバート排水路の概要

排水路線番号	寸法(幅 × 高さ)	延長(m)	マンホール数
N-0	1.7m × 1.7m	761.5	14
N-1	2.0m × 1.8m	568.2	13
N-2	1.2m × 1.2m	970.5	18
N-3	2.2m × 2.0m	711.1	15
N-4	1.6m × 1.6m	1,151.5	20
N-5	2.5m × 2.4m	859.6	17
N-6	2.7m × 2.6m	1,265.5	22
N-9	2.9m × 2.9m	374.3	6
N-PE	(2.1m × 1.6m) × 3	1,619.5	28
合計		8,281.7	153

道路面の排水をボックスカルバートにスムースかつ効果的に流入させるために、流入口と流入管を交差点で設置する。これらの概念を図 10.3 に示す。



Inlet のイメージ図

図 10.3 路面排水の流入施設の概念

10.2.3 ポンプ場

(1) 新規ポンプ場建設の考え方

ポンプ場は、「Guideline for Planning and Design of Sewerage Facility, Japan Sewage Works Associations, 2009」を参考に設計する。経済的な設計を考えて、ポンプ場は流末の低地に配置する。

(2) 新規ポンプ場の計画予定地

ポンプ場は、カオラック市の北部流域の雨水を排除する機能を持っている。計画ポンプ場は、ボックスカルバートの計画排水系統の流末に位置している。計画ポンプ場は、カオラック市役所と利用可能な用地についての討議を踏まえて図 10.1 に示した位置としている。必要な敷地面積は、約 4,300m²である。計画予定地は公有地である。

(3) 予備設計

計画ポンプ場に対する計画流量は、基本計画で検討したもの用いる。必要なポンプ容量は 16.0m³/s である。ポンプ場は、運用・維持管理と敷地面積を考慮して、3.2m³/s 容量のポンプ 5 基を配置する（ポンプ揚程:3.2m）。ポンプの型式は、必要な面積、運用、設置工事、維持管理を考えて、水中ポンプを選定する。計画ポンプ場の平面図を図 10.4 に示す。

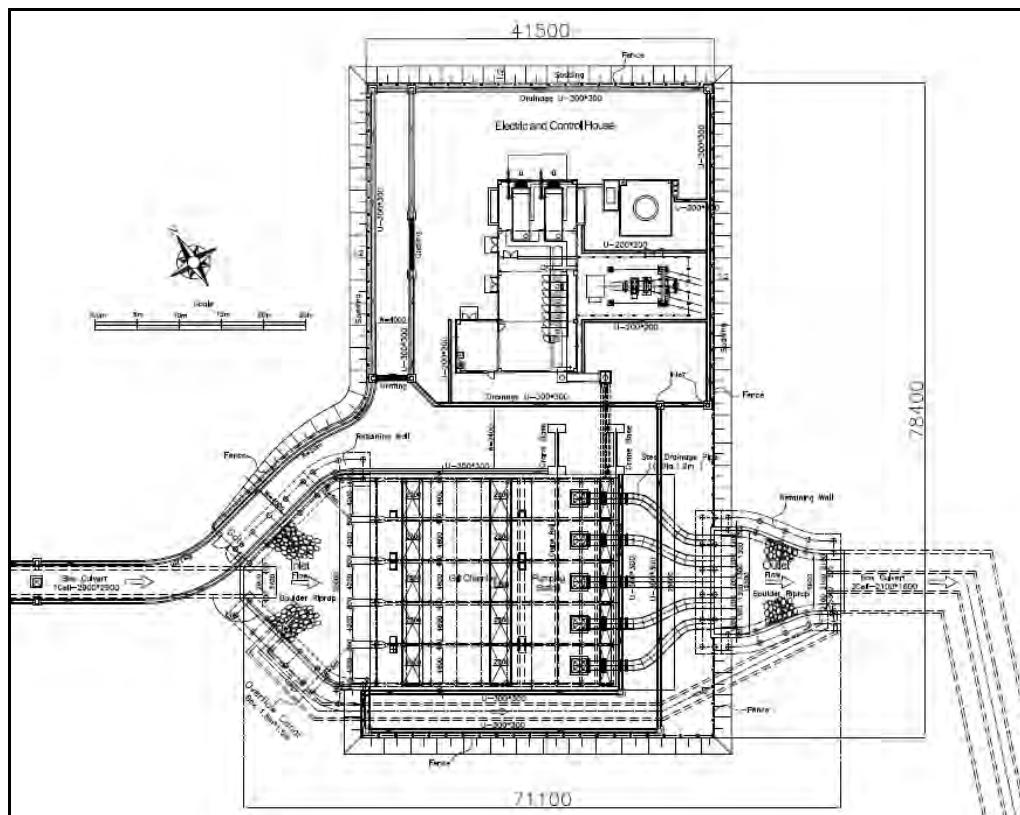


図 10.4 計画ポンプ場平面図

10.2.4 雨水貯留池

雨水貯留池は、一時的に雨水排水を貯留し、洪水ピーク流量を低減させる洪水調節施設である。

(1) 雨水貯留池設計の考え方

施設設計は、洪水調節機能を満たすべく、水理的な検討により、「Technical Standards for Planning and Design of Stormwater Retention Pond (Draft), Japan Sewage Works Associations」を参考に設計する。地形特性および現地の状況を考慮して、掘削型式による貯留池を検討する。

(2) 計画予定地

雨水貯留池の計画予定地は図 10.1 に示している。計画予定地は低地に位置しており、雨期においては、雨水排水は道路面を伝って、地形に沿って流下している。計画予定地は、公有地部分と私有地部分がある。

(3) 予備設計

前述の設計基準に従って、雨水貯留池の設計を行い、一般平面図を図 10.5、主要な諸元を表 10.4 に示す。

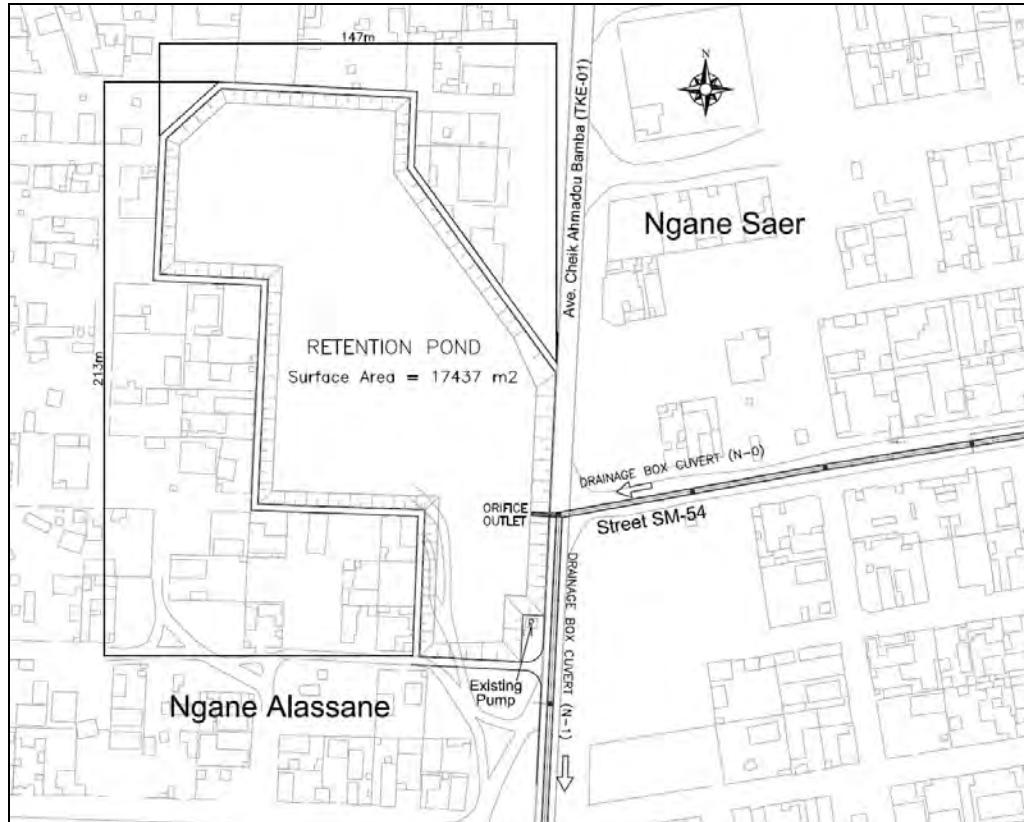


図 10.5 雨水貯留池の平面図

表 10.4 雨水貯留池の主要諸元

池表面積 (m ²)	池底面積 (m ²)	底地盤高 (EL.m)	可能貯水量 (m ³)	管理用道路地盤高 (EL. m)
17,437 ⁷	14,250	0.85	39,000	3.35

- 雨水貯留池の余裕高は計画洪水位から最小限 0.6m を取る。
- 雨水貯留池の周囲の土手は、建設工事等が容易なように、2.5m 幅を取り、最終的にはコンクリートで覆う。
- 掘削工事は、斜面の安定を考慮して、垂直 1 に対して水平 2 の勾配を取る。
- 雨水貯留池の周囲は、防護のため格子状のワイヤーフェンスで囲む。
- 侵食防止と斜面の安定確保のため植生工を施す。斜面部分に当地の植生を植える。
- 雨水貯留池の標準横断を図 10.6 に示す。

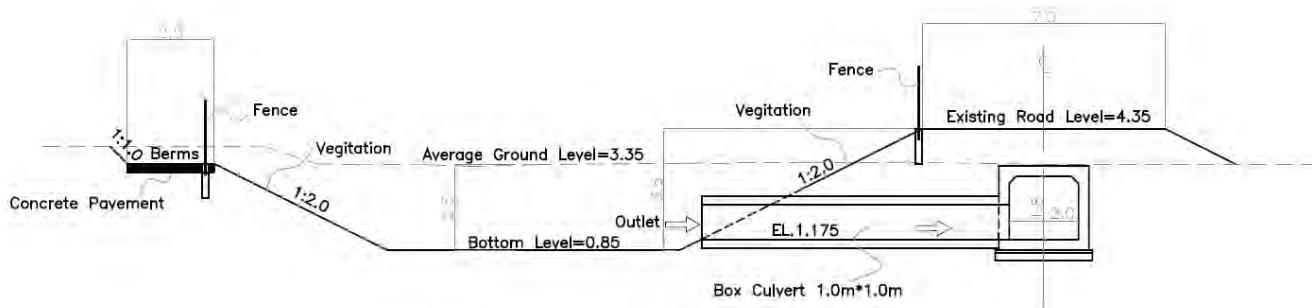


図 10.6 雨水貯留池の標準横断図

- 雨水貯留池の最下流に 1.0m 四方のオリフィスを設け、放流口とする。放流量は次式による。

$$H \leq 1.2D \quad Q = 1.75 \times B \times H^{3/2}$$

$$H \geq 1.8D \quad Q = C \times B \times D \times \sqrt{2g(H - D/2)}$$

1.2D < H < 1.8D の水位においては、放流量 Q は上記 2 式による値を直線補完して算出する。

ここに、

Q = 放流量 m³/sec

C = 流量係数 (=0.6)

B, D = B: 放流口の幅, D: 水深(ともに m)

H = 放流口の有効水頭(オリフィス中心から水面までの水深(m))

g = 重力加速度(m²/sec)

10.3 建設計画

(1) 一般的状況

雨水排水施設の建設計画を検討するために、セネガルにおける建設資材の入手可能性に関する情報を収集し検討する必要がある。建設資材に関して、とくに留意すべき点は、次のとおりである。

⁷ マスター プランでは概略検討により池表面積は 15,000m² と算出されていた。

- 入手可能な鋼材が限られており、仮設に鋼材を用いた土工や構造物建設はセネガルでは一般的ではない。
- ポンプ機材のような機械は、海外から輸入する必要がある。
- 商業的なコンクリートおよびアスファルトのバッチングプラントは存在しない。ダカールの大手の建設会社が、彼ら自身のバッチングプラントを保有しているのみである。

(2) 建設計画

セネガルの一般的な状況を踏まえて、雨水排水ボックスカルバート、ポンプ場、雨水貯留池といった排水施設の建設条件を次のように考える。

- 原則的に開削工法を適用する。
- 地下水位以下の掘削について、水中ポンプを用いた水位低下対策を採用する。
- 図 10.7** にボックスカルバートの掘削標準断面を示すが、カルバートの脇に 1m の余裕を取り、作業用のスペースとする。斜面の安定のため、1m 幅の仮の土手を作り、土手上部の掘削法勾配を 1:1 に取る。

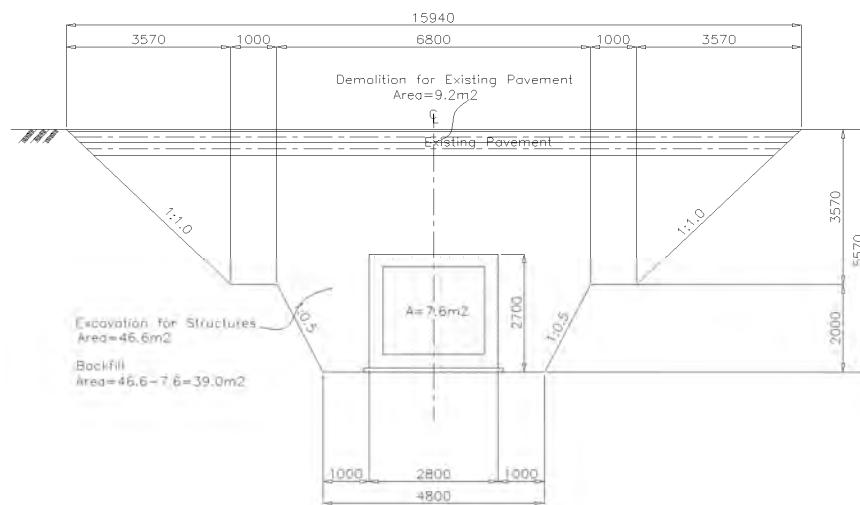


図 10.7 ボックスカルバートの掘削のための標準横断図

- コンクリートおよびアスファルトについて、現場でのバッチングプラントを建設する。
- 開削工法適用に当って、道路に十分な幅が取れない場合、交通量確保のため一時的な迂回路を設けて既存道路を開削する。
- ボックスカルバートの開削工法の幅を考えると、大量の掘削土が発生し、掘削現場の傍に仮置きする用地は無いと考えられる。したがって、カオラック市の中心から約 15km 離れた処分場に搬送する必要がある。そのため、採石場からの搬入土を用いて、埋戻しを行う。
- 掘削土とコンクリート廃材は、カオラック市の中心から約 15km 離れた処分場に搬送する。
- 搬入する砂材の採取場所は、カオラック市中心より 20km 離れた地点にある。

- ボーリングデータによると、ポンプ場の予定地より下流の土質状態が軟弱である。計画しているボックスカルバート N-PE(延長 1,619.5m)の施工には、搬入土を用いた土壌の置き換えによる土質改良を考える。

(3) 主要な建設機材

建設工事に用いる主要な機材は表 10.5 のとおりである。

表 10.5 主要な建設機材

工種	建設機材
土工	(1) 0.7~1.2 m ³ 挖削機、(2) 10 トン・ダンプトラック、(3) 3~16 トン・ブルドーザ、(4) 1 トン乾式圧縮造粒機、(5) タンピングランマー
杭基礎工	(1) せん孔機、(2) 20~50 トン・トラッククレーン
コンクリート工	(1) 20~25 トン・トラッククレーン、(2) コンクリートポンプトラック、(3) 1 m ³ コンクリートホッパー(ベースマシーン 20~25 トン・クレーン)
道路工	(1) 大型ブレーカー、(2) 12~16 トン・ブルドーザ、(3) 1 m ³ ホールローダ、(4) モーターグレーダ、(5) 10 トン・マカダムローラー、(6) 20 トン・タイヤローラー、(7) アスファルト舗装車、(8) コンクリート舗装車
機械工	(1) 20~25 トン・トラッククレーン、(2) 100 トン・クローラークレーン

10.4 コスト積算

10.4.1 建設費用とエンジニアリング費用

(1) 建設費用

建設費用は、ONAS ダカール、ONAS カオラック、セネガル業者ならびに日本業者からのさまざまなコストに関する情報をもとに算出した。建設費用の積算に関する主要な条件は、次のとおりである。

- 建設費用は 2013 年単価で積算する。
- 物価上昇率は 3%/年を、過去のプロジェクトの費用についてのデータに適用する。
- 費用は、セネガルでの調達の可能性に応じて、外貨と内貨に分ける。

(2) エンジニアリング費用

エンジニアリング費用は、セネガルの業者から得た情報に基づき、次のように算出する。

- エンジニアリング費用は 2013 年単価で積算する。
- コンサルタントサービスの期間は、(i) 詳細設計・建設着手までのサービス：18 カ月、(ii) 施工監理：36 カ月を想定する。
- 年当りの物価上昇は、外貨 2.0%、内貨 3.0%を見込む。
- 物理的予備費 10%を見込む。

10.4.2 プロジェクト費用

プロジェクト費用の算定条件は次のとおりである。

- 年当りの物価上昇は、建設費用の外貨 2.0%、内貨 3.0%
- 物理的予備費は、建設費用の 10%
- 用地取得費用は、ポンプ場に関し 15,000 FCFA/m²、雨水貯留池に関し 12,500 FCFA/m²、これには建設費用と同等の物価上昇と予備費を含む
- プロジェクト管理費用は、建設費用、エンジニアリング費用および用地取得費用の合計の 2%
- 付加価値税は 18%
- 輸入税は 9%
- プロジェクト期間の年金利は、建設費用に 1.4%、エンジニアリング費用に 0.01%
- フロント・エンド・フィーは、建設費用、エンジニアリング費用およびプロジェクト期間の年金利の合計の年率 0.2%

以上の条件下で算定した総プロジェクト費用は、2013 年価格で 376 億 4,000 万 FCFA と見積られ、このうち内貨部分が 314 億 8,000 万 FCFA、外貨部分が 61 億 6,000 万 FCFA である。これらの詳細を表 10.6 に示す。

表 10.6 プロジェクト費用

費目	工事項目	内貨分 (百万 FCFA)	外貨分 (百万 FCFA)	合計 (百万 FCFA)
直接工事費	排水路	15,295	0	15,295
	ポンプ場	1,621	3,120	4,741
	貯留池	426	0	426
	合計	17,342	3,120	20,462
物価上昇予備費		2,937	298	3,235
物理的予備費		2,028	342	2,370
技術サービス費		2,479	1,301	3,780
用地取得費		379	0	379
事業管理費		604	0	604
付加価値税		5,372	0	5,372
輸入税		339	0	339
建中金利		0	1,037	1,037
フロント・エンド・フィー		0	62	62
合計(百万 FCFA)		31,480	6,160	37,640

10.4.3 運用・維持管理費用

雨水排水施設の年間運用・維持管理費用を算定し、表 10.7 にまとめた。この費用は、清掃作業、汚泥処理、電気料金、人件費を含んでいる。

表 10.7 年間運用・維持管理費用

施設	費用(百万 FCFA)	備考
排水路	2.9	清掃距離: 4km/年
ポンプ場	10.5	電気代、人件費、雑費を含む。
貯留池	5.7	清掃回数: 1 回/年
合計	19.1	

10.5 経済財務分析

10.5.1 優先プロジェクトの経済分析

プロジェクト費用は表 10.6 に示すとおりであり、プロジェクトは湛水による経済活動の中止・停滞の減少という有益な効果を発揮する。湛水深と継続期間の詳細は、基本計画編の中の表 5.10 に示している。

経済的内部収益率(EIRR)は、3.1%と推算される。この値は、社会的割引率である 12%より下回っているが、このプロジェクトがインフラ整備であることを考えれば、十分合理的な値と判断できる。優先プロジェクトの EIRR が基本計画での EIRR 6.7%より低い理由は、2012 年に人口密度が高く、その後に人口の伸びが止まるような区域を優先プロジェクトの対象としているためである。基本計画は、2012 年の人口密度が低く、その後人口が伸びていく区域を多く対象にしている。このため、EIRR に違いが生じている。

10.5.2 優先プロジェクトの財務分析

雨水排水対策は、インフラ整備の一環として実施されるべき地方自治体ないし国家の職務の一つである。したがって、すべての費用は、政府予算によって賄われ、住民から費用を徴収することは不適切である。このことは、財務分析の目的となる便益を算定することが不適切であることを意味している。

(1) カオラック市の歳入の見直し

市の予算は、最終的には中央政府、経済財務省(MEF)によってコントロールされている。予算のすべてが使われているわけではない。会計年度で何らかの残余金が発生し、そのいくらかは、次年度に持ち越される。通常の予算は、新会計年度で数ヵ月が経過した後、市役所の会計に MEF より配分されるため、残余金は年度当初の職員の賃金や必要な支払いに充てされることになる。

排水路清掃のための予算は表 10.8 のとおりである。

表 10.8 カオラック市の排水路清掃作業のための予算

年	予算	消化予算	%
2005	19,122,950	19,080,000	99.78%
2006	14,659,280	14,640,000	99.87%
2007	10,000,000	0	0.00%
2008	19,999,976	19,998,564	99.99%
2009	10,000,000	9,917,699	99.18%
2010	10,000,000	5,031,048	50.31%
2011	15,000,000	4,548,192	30.32%
2012	23,000,000	7,085,000	30.80%

出典: 経済財務省、カオラック市

予算消化の割合が 2010 年以降低くなってしまっており、これは経済停滞による税収の低下によるものである。2012 年でさえ、予算消化の割合は低く、1/3 以下である。このように、雨水排水システムの改善のためには、中央政府の支援なり補助金の投入を強く要請する。

10.6 環境影響評価

10.6.1 プロジェクト構成

雨水排水改善プロジェクトは次のような施設構成となっている。

- 雨水排水路の整備(延長 8.3km)
- 雨水貯留池の整備(敷地面積 15,000m²)
- 排水ポンプ場の建設

10.6.2 環境社会配慮が必要な工事等

環境社会配慮が必要な主要な工事等を整理すると次のようである。

- 建設資材の供給(砂、セメント、鋼材等)
- 浚渫、掘削、排水路・雨水貯留池・排水ポンプ場の建設
- 清掃後の廃材等の運搬・処分
- 建設工事に伴う道路の遮断

10.6.3 プロジェクト区域の概観と評価の範囲

(1) Touba Kaolack の雨水貯留池

計画雨水貯留池は、Touba Kaolack 地区の Khakhoun に位置しており、国道 4 号線の西側に隣接している。用地は凹地状で利用されておらず、雨期には自然の池のような状態を呈している。Touba Kaolack 地区はカオラック市北部周縁に位置し、人口密度が低く、社会経済・文化関係の施設も少ない。計画予定地には、現時点で、不法滞在を含めた住民はおらず、住宅や商業地等もないため、住民移転は不要である。

(2) Medina Baye の排水ポンプ場

排水ポンプ場は、Medina Baye 地区の Medina Fass2 に位置し、雨水貯留池と同様カオラック市の北部周縁にある。この地区の中心は文化的な遺産としてのモスクがある。予定地はモスクより東 350m、モスクの東側の道路より 300m に位置している。予定地周辺は広大な裸地で湿地状の土地であり、現地では tannes と呼ばれる不毛の土地である。雨期には車両によりアクセスするのは困難である。計画予定地には、現時点で、不法滞在を含めた住民はおらず、住宅や商業地等もないため、住民移転は不要である。

10.6.4 自然・社会環境への配慮

雨水排水管理プロジェクトが、自然・社会環境に与える負の影響を整理したものが、表 10.9 である。

表 10.9 雨水排水管理プロジェクトにより想定される負の影響

フェーズ	影響	影響度	影響範囲	重大性
自然環境				
建設中	炭化水素および廃油による土壤汚染	低	ローカル	低
	土壤侵食			
	掘削・建設中の埋立廃棄物の回収率	高	ローカル	高
	空気の質の低下			
供用期間	公共インフラの破損と劣化	低	ローカル	低
	乾季中の排水路への垂れ流し	高		
	雨水貯留	低	ローカル	高
社会環境				
建設中	粉塵の吸入	低	ローカル	低
	(主に汚染された水による) 感染症の発生			
	渋滞や事故の誘発	高	ローカル	高
	公共インフラの破損			
供用期間	怪我や事故 (例: 開水路に落ちる)	高	ローカル	低

10.6.5 プロジェクトの代替案

(1) 雨水排水システム

F/S 調査の中で、雨水排水システムの代替案比較を行っており、表 10.10 に示すように、提案している排水路と雨水貯留池とポンプ場の組合せ案が最も費用的に優位であることが分かる。

表 10.10 雨水排水システムの施設組合せの比較検討結果

案	排水路延長 (km)	貯留池 (箇所数)	ポンプ場 (箇所数)	建設費
F/S で提案された案	8.3	1	1	低
代替案 1	8.3	0	1	中
代替案 2	8.3	0	2	高

(2) 雨水排水路

雨水排水路の形状、開水路か暗渠かの比較検討を行い、暗渠(ボックスカルバート)が最も適していると判断した。この結果を表 10.11 に示す。

表 10.11 雨水排水路の形状比較

排水路形状	評価
F/S で提案された排水路 (ボックス・カルバート)	ボックス・カルバートは道路下に埋設されるため建設後、景観に変化は無い。また、住民による水路へのゴミ投棄のリスク低い。
代替案 1 (開水路)	建設費は F/S 案より安く、維持管理も容易であるが、住民によりゴミ投棄のリスクがあり、プロジェクトサイトの衛生状況の悪化の可能性がある。排水路清掃のための IEC (情報・教育・コミュニケーション) が要求される。

10.6.6 環境管理とモニタリング

雨水排水管理プロジェクトによる想定される負の影響に対して、モニタリング計画とともに緩和軽減策を提案する。影響の度合いが強くかつ重要な項目に対して、表 10.12 にモニタリング計画と緩和軽減策をまとめた。

表 10.12 雨水排水管理プロジェクトにおける軽減緩和策とモニタリング計画

フェーズ	影響	軽減/最小化の方策	モニタリング計画
自然環境			
建設中	公共インフラの劣化と破損	<ul style="list-style-type: none"> 排水路敷設のための公共道路掘削エリアの最小化。 実用可能な仮設材の利用。 	監視 [周期:三ヶ月ごと]
供用期間	雨水貯留	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な堆積物の除去。 ポンプ場吐け口部の汚泥やゴミの除去。 	監視 [周期:三ヶ月ごと]
社会環境			
建設中	渋滞や事故の誘発	<ul style="list-style-type: none"> できるだけ迅速な掘削土の除去と移動 建設現場での迂回道路、交通標識、看板、警告灯の設置 	交通量・渋滞量の監視 [周期:三ヶ月ごと]
	公共インフラの破損	<ul style="list-style-type: none"> 排水路敷設のための公共道路掘削エリアの最小化。 実用可能な仮設材の利用。 	監視 [周期:三ヶ月ごと]
供用期間	怪我や事故	貯留池用転落防止フェンスの維持。	監視 [周期:問題発生時]

10.6.7 カオラック市の実施機関としての役割

雨水排水管理の責任主体はカオラック市で、これに技術支援を ONAS カオラックが行い、またカオラック消防署が雨期の支援活動を行っている。カオラック市は、環境関連業務に 2 億から 3 億 FCFA 程度の予算を付けており、資機材や人件費も含む道路清掃や衛生のために支出されている。州の環境コミュニティも市の環境改善活動を支援している。

10.7 実施計画

10.7.1 基本的考え方

実施計画は、2020 年までにすべての建設事業が完成するように、実施可能な工法と事業費を考慮して策定する。提案されているプロジェクトの実施計画は次のようにある。

- 想定されるプロジェクトの開始を 2014 年 11 月とする。
- プロジェクトの完成を 2020 年とする。

ローンプロジェクトを前提として、実施計画は WB、AfDB、IDB 等から収集した情報とデータに基づいて検討する。プロジェクト着工に先立って、準備期間を次のように設定する。

- | | |
|-----------------------------------|---------|
| • ファンドのアレンジ(E/N、L/A)およびコンサルタントの調達 | : 12 カ月 |
| • 詳細設計、入札、建設業者との契約 | : 18 カ月 |

10.7.2 実施計画

雨水排水施設の実施計画作成に当って、次のような点に考慮する。

- カオラックの年降水量は、主として7月から9月に集中し、約560mmである。雨期における月雨量は120mmから220mmである。日本や東南アジアに比較すると、極めて少ない雨量である。したがって、生産活動に与える影響はほとんど無い。JICAの費用積算マニュアルに基づいて、通常の状態として休業率1.35を適用する。さらに、労働者および機材の地域係数は、アフリカ地域における値を用い、単純労働に2.0、熟練労働に3.5、機械による作業に70%を適用する。
- 原則として、ボックスカルバート排水路の工事は、下流から上流に向かって進める。
- ボックスカルバート排水路、ポンプ場、雨水貯留池の工事は、一斉に開始する。これにより36ヵ月以内ですべての建設工事を完成することができる。
- 工事量と順序から判断すると、8.3kmに及ぶボックスカルバート排水路の工事が、明らかにクリティカルパスとなる。この工事に関して、次のような作業手順を取る。(i)既存道路の取り壊し、(ii)掘削、(iii)捨コンクリート、(iv)基礎の鉄筋型枠工、(v)基礎コンクリート打設、(vi)側壁部分の鉄筋型枠と足場作製、(vii)側壁コンクリート打設、(viii)頂版の鉄筋型枠と支保工、(ix)頂版コンクリート打設、(x)搬入土による埋戻し、(xi)下層路盤に細粒分充填、(xii)路盤に骨材充填、(xiii)路面整正。

10.7.3 コンサルティングサービス

(1) サービスの範囲

コンサルティングサービスの範囲は次のとおりである。

- 詳細設計：レビューから詳細設計まで
- 建設前の準備：建設業者選定までONASの支援
- 建設中：施工監理

(2) 報告書作成

次のような報告書を作成し、ONASに提出：(i)インセプション、(ii)バイマンスリー、(iii)ディフィニティブプラン、(iv)詳細設計、(v)事前審査、(vi)入札審査、(vii)運用・維持管理マニュアル、(viii)環境管理・監視計画、(ix)サービス完了

(3) 作業計画

コンサルティングサービスは次のようなスケジュールで進めていく。

- 詳細設計 : 12ヵ月
- 施工業者の選定 : 6ヵ月
- 建設工事 : 36ヵ月
- 技術移転 : 1ヵ月

プロジェクト遂行のためには、合計 54 カ月のコンサルタントサービスが必要である。

(4) 必要な専門家

合計で、31 人の専門家、322.8 人月のアサインメントが、コンサルティングサービスに必要となる。このうち、15 人(125.8 人月)は海外の専門家、16 人(197.0 人月)は国内の専門家である。

10.7.4 実施スケジュール

図 10.8 は、詳細なプロジェクト実施スケジュールである。

Works	Detailed Items	Years								
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
E/N, L/A, Procurement	Fund Arrangement and Procurement of Consultant		[Hatched]							
Detailed Design, Tender	Contract of Contractor			[Hatched]						
Construction Project	Drainage Box Culvert(N-0～N-3)				[Solid Black]					
	Drainage Box Culvert(N-4～N-9,N-PE)				[Solid Black]					
	Pumping Station				[Solid Black]					
	Retention Pond					[Solid Black]				

図 10.8 雨水排水管理施設建設の実施スケジュール

10.7.5 支払いスケジュール

2014 年から実施スケジュールに合わせて、費用の支払いスケジュールを設定する。合計費用は、376 億 4,000 万 FCFA で、外貨分が 61 億 6,000 万 FCFA、内貨分が 314 億 8,000 万 FCFA である。

10.8 運用・効果指標

雨水排水管理の分野での優先プロジェクトの実施効果を評価するために、プロジェクト完成 2 年後の 2022 年を目標年次として、表 10.13 に示すような指標を設定した。

表 10.13 雨水排水管理プロジェクトにおける運用・効果指標

運用・効果指標	単位	年		備考
		2012 (現在)	2022 (目標年)	
(1) 運用指標				
ポンプ容量 (North ポンプ場)	m ³ /s	-	11.1	
貯留池貯留量	m ³	-	39,000	
(2)-1 効果指標 (プロジェクトエリア)				
最大降雨時浸水面積	ha	20	2 ⁸	
排水路総延長	km	0	8.3	
(2)-2 効果指標 (市中心部)				
最大降雨時浸水面積	ha	35	73.4	
排水路総延長	km	20.0	28.3	

10.9 プロジェクト評価

以上の検討結果を踏まえて、優先プロジェクトである雨水排水管理プロジェクトの評価を行い、その結果を以下にまとめる。

- カオラック市北部の浸水区域は、計画雨水排水施設を建設することにより、約 1/10 に縮小する。
- ボックスカルバートによる雨水排水システムは、住民の水路へのゴミ投棄を防止するため、既設の開水路よりも優位である。この結果、プロジェクト区域の衛生環境は向上する。
- 計画のボックスカルバート、ポンプ場、雨水貯留池は、高度な技術を要しないため、技術的にも適した方式といえる。
- すべての計画施設は、道路下や空地に建設を予定しており、住民移転は発生しない。
- 下水道施設の敷設と同様に、ボックスカルバートの敷設に伴い、工事期間中の交通遮断や騒音、塵埃、振動等の負の影響が発生することを避けられない。しかし、これらについては、実用面から可能な限り、迂回路、散水、低振動タイプの建設機材の導入等により緩和・軽減策を取ることにより、影響を最小化することができるであろう。
- 優先プロジェクトの実施に当っては、セネガル政府の財政支援が不可欠である。

⁸ 排水計画は 10 年確率降雨を対象としているが、計画降雨を超える雨、降雨パターン異なる雨、土地利用の変更等の不確定要素による浸水発生は避けることができないと考えられるため、現在の 10%程度の浸水エリアが 2022 年時点でも残存すると想定した。

11 結論と提言

11.1 結論

カオラック市の下水道システムは、下水道管網、ポンプ場、下水処理場で構成されており、1980年代から供用されている。しかしながら下水道システム、特に下水管渠は老朽化・劣化が進行しており、また、下水処理場は維持管理の不足から本来の処理能力を発揮できず、過負荷の状態になっている。さらに、高い接続料が原因で各戸の下水道接続率は依然低い状況である。

カオラック市の下水道と衛生状況を改善するために、マスタープランにおいて3つの代替案を提案し、比較検討を行った。比較検討を行う際、下水道サービス人口、運営・維持管理の容易性/確実性、運営・維持管理費、環境影響の4項目を評価基準とした。ONASの技術面、組織面、財政面のレベルを考慮した結果、目標年次2030年の人口を対象に市を(i)標準下水道エリア（全体面積の66%）、(ii)オンサイト処理エリア（全面積の34%）2つに分割することを計画案の基本とした。

計画設計に基づいて、標準下水道エリアから発生する汚水を処理するための曝気式ラグーンタイプの下水処理場（総処理能力：21,000m³/日）とオンサイトシステムの利用者のための腐敗槽汚泥処理場の整備をマスタープランとして提案した。そして、2020年を目標年として、新設および改修される下水道幹線管渠、ポンプ場、下水処理場、腐敗槽汚泥処理施設についてのフィージビリティ調査を実施した。

カオラック市は低地が点在する地形、水理条件、排水システムの未整備より、洪水・浸水被害を受けやすい。そのため常襲的な浸水地区がある。洪水・浸水は、居住区への被害、交通渋滞、商業活動の混乱を招いている。常襲的な浸水は、排水システムが未整備あるため雨水排水が困難である低地で発生している。市中心部については既にカオラック市によって排水管渠、開水路、マンホール等の施設が整備されている。しかしながら、多くの開水路が不法に投棄されたゴミ、堆積汚泥による流下断面阻害により本来の流下能力が損なわれているため改修が必要な状況である。

最も効果的な排水改善策として、浸水地域での排水施設の建設と、既存開水路の本来の機能回復のための浚渫および改修工事がマスタープランとして提案された。

提案されたマスタープランと優先プロジェクトは、技術的、経済的、社会的、環境面の点からも効果的な排水改善策である。提案された排水改善計画を実施することで、浸水被害は軽減し、浸水被害地域も改善される。カオラック市はセネガル国にとって経済的、社会的に重要なエリアであることから、セネガル政府が提案されたプロジェクト実施のための迅速な対応が推奨される。

カオラック市の廃棄物管理については、APROSENのマスタープランとIDBプロジェクトの再検討結果を踏まえ、廃棄物管理計画を実施していく上での問題点についての提案を行った。

11.2 提言

基本計画策定と実施可能性調査を通して、さまざまな課題が浮き彫りになった。基本計画とそれに続く優先プロジェクトの実施可能性調査で描いた健全な都市環境を実現するため、これらの課題は幅広い関係者を巻き込みながら総合的に解決されるべきものである。したがって、これらをプロジェクトの早期実施に向けて以下に整理するものである。

相乗的効果実現への期待

- 本マスタープランは、汚水、雨水排水、廃棄物というそれぞれの環境要素を統合し、都市環境を取り巻く全体的な課題を改善しようとするセネガルでは最初の試みである。ここには、それぞれの環境要素に対応して、3つの計画で構成されており、下水・衛生改善、雨水排水管理、廃棄物管理の計画が基本計画の中で提案されている。これらの3つの要素は互いに強く関連しあい、影響しあっているため、都市環境を相乗的な効果のもとに改善し、快適な都市環境を実現するためには、これらの計画を並行して実施することが望ましい。
- 2013年11月現在、カオラック市役所によれば、IDBによる廃棄物管理プロジェクトがまもなく始まるということである。このプロジェクトがカオラック市の直面する廃棄物処理の課題を短期的に改善することに着目しているとしても、市内に散乱しているゴミと数多くの不法投棄場所がプロジェクトの実施を通して改善されるであろう。さらに既設排水路に溜まっているゴミも、供与される重機と運搬車を用いて浚渫され、最終処分場まで運搬されるであろう。この結果、既設排水路の復元と機能回復に大いに寄与するものと期待できる。
- こうした改善に続いて、下水処理場、腐敗槽汚泥処理施設、下水道網が、引き続いて建設される。住民の生活に負の影響を及ぼしている汚水処理および尿処理の課題が、これらの施設の機能的な稼動によって解決される。最終的に提案している雨水排水路が建設されれば、都市環境は全面的に改善されるであろう。
- 上記のような構造物的対策を主体とした改善メカニズムは、相乗効果を伴いながら都市環境を改善するのみならず、住民の生活レベルの向上を達成することができる。この結果、カオラック市における、現在の都市環境が悪化していく負の循環を、健全な都市環境を創出する良好な循環へと変えていくことができるであろう。

下水・衛生システム改善計画

- 既存下水処理場への汚水の流入量は、現在の処理能力を越えており、一部機能停止しているラグーンも含めた下水処理場のリハビリと、曝気式ラグーンを設ける拡張区域および腐敗槽汚泥処理施設の建設は喫緊の課題である。この改修の後に、下水道網の改善と拡張はより容易となる。
- 枝線整備は、優先プロジェクトに含まれていない。しかしながら、枝線整備は、基幹施設、すなわち、幹線管渠、ポンプ場、下水処理場の機能の最適化に不可欠である。ONASは、枝線整備に責任を持ち、必要な資金援助機関を見出す必要がある。現在のところ、これまでカオラックにおいて類似プロジェクトに携わってきたWBなどのドナーやADMを通じたセネガル政府等が資金援助機関として想定される。しかし、例えば、2003年以降のカオラックにおける枝線の整備実績、すなわち、WBの約90ha、ADMによるPRECOLエリアでの92ha

等を鑑みると、毎年 100ha に上る枝線整備を行うのは、ONAS にとって非常に挑戦的なものである。今後 ONAS はドナーやセネガル政府から資金を調達するため、これまで以上の果敢な取り組みが求められる。

- カオラック市の下水道接続率の低さを考慮すると、下水道の各戸接続は、下水道システムを最適化するために、セネガル政府の資金援助によって更に推進されるべきである
- 下水道に接続していない家庭の腐敗槽から引抜かれた汚泥は、処分池への貧弱な道路のため、乾期においてすら川原に不法に投棄されている。Sing Sing 地区の投棄場所周辺の環境は、年々悪化の一途を辿っている。さらに、カオラック市の土壤の非常に低い浸透能力のため、他の地域に比して、腐敗槽からの汚泥引抜きの頻度は、非常に高くなっている。したがって、カオラック市においては、腐敗槽汚泥処理施設の設置は不可欠である。
- 汚泥引き抜きサービスを実施する企業に対して、各家庭への汚泥引き抜きサービス料金を削減するために腐敗槽汚泥処理施設を利用するようとの行政指導が ONAS とカオラック市によって行われることが強く推奨される。
- 各戸接続への資金援助、行政指導、下水道システムと衛生施設に対する啓発活動が必要不可欠である。下水道への接続や腐敗槽設置の利点、腐敗槽汚泥引き抜きの利点、処理場施設内での腐敗槽汚泥処理場の設置による汚泥引き抜き費用の削減について、住民に情報を発信することが推奨される。

現在、ONAS カオラックは下水管渠、ポンプ場、下水処理場での運営・維持管理作業を毎月報告書に記録している。一方で、正確な下水管渠・マンホール・接続管の位置、管渠の高さ情報や土被り等の情報を含む整理された下水道台帳を ONAS は有していない。プロジェクトの実施と並行して、プロジェクトでの基本図と設計図面を利用した、下水道台帳の作成が望まれる。

雨水排水管理計画

- カオラック市での洪水・浸水被害の防御と軽減のために提案された整備計画に従い、新たな排水路（ボックスカルバート）・ポンプ場・貯留池の建設を実施されることが望まれる。マスターplanで選ばれた優先プロジェクトについては迅速な対応と計画通りの実施が必要である。
- 既存排水施設は開水路、蓋掛け水路、マンホールで構成されている。大部分の水路は堆積汚泥と不法投棄されたゴミにより本来の流下能力を失っている。従って、清掃、浚渫等の適切な維持管理作業の実施が強く推奨される。
- 現在、STC による年間維持管理計画には清掃対象となる排水路延長のみが記されている。STC は既存排水路位置図や既存排水路の諸元データは有していない。適正な運営・維持管理作業を実行するためには清掃計画が必要であり、そして、清掃計画作成のためには排水施設の基本図と諸元データが必要である。よって、排水施設の基本図と諸元データの作成が望まれる。
- 大部分の既存開水路は単に掘削しただけの土水路であり、水路形状を一定に維持できない状態であるため、損傷しやすく、崩れやすい。これらの開水路は流下容量が大きく、雨水排水システムの基幹施設と考えられ、雨水排水の改善に効果的に機能しているために、適正な改修により維持されるべきである。

- さまざまなコミュニティが関与する活動を含む市民参加が、排水施設を改善・維持とした雨水排水管理のための社会啓発活動によって推進されるべきである。
- マスター・プランと優先プロジェクトを実施するためには、様々な関連する中央・地方政府機関や利害関係者との調整が必要であるため、実施機関はマスター・プランと優先プロジェクト実施のための調整委員会を組織しなければならない。
- マスター・プランで計画したように、平坦な地形において理想的な雨水排水システムを構築するには、非常に大きな投資が必要である。一方、現在、移動式ポンプが、雨期の浸水常襲地域で湛水している雨水の排除に活用されている。これらの内の 2 台は、日本の環境・気候変動に対するプログラム無償で供与されたものであり、2013 年の雨期には機能を発揮した。こうした対応は、緊急的かつ速やかな対応策として、浸水常襲地域の不便さと大きな投資の間をつなぐ対策として有効であろう。

廃棄物管理計画

- IDB はカオラック市の廃棄物管理システムの支援をする予定であり、また国連工業開発機関(UNIDO)も地球環境ファシリティ(GEF)の資金を利用して、家庭ゴミに加えて医療・工業廃棄物を含むカオラック市の廃棄物管理を支援する計画があることが、最近の情報からわかっている。雨水排水路に溜まったゴミや市内に多くある不法投棄場所は、不快な悪臭と景観の悪化を伴うため、都市環境悪化の悪循環において、ゴミ問題はその中心に位置している。したがって、この両者のプロジェクトがうまく協力し合い、管理システムが十全に機能すれば、廃棄物管理は、都市環境改善のために期待される相乗効果発揮の推進力となり得るものである。
- 家庭ゴミの一次収集は、その大部分をロバによる ROC システムに依存している。地域経済活動の活性化とともに、路地を含む道路がアスファルト舗装されるまで、廃棄物管理システムは、一次収集について ROC に依存せざるを得ない。その時まで、ROC の所有団体の機能的統合、ROC サービス区域の重複の無い合理的な配置、ROC 運転手の能力向上等が必要である。
- 中継基地は、既存の不法投棄場所の中から改善策を施して建設される。最初に、中継基地として使用するために、土地の所有権の解決が必要である。その後、中継基地がうまく機能するような管理方法を、持続性を考慮して確立していかなければならない。
- 中継基地から最終処分場までの運搬システムも、同様に予算的な裏づけを持った持続性に考慮して管理する必要がある。
- 最終処分場の完成後は、衛生埋立処理場として重機を使いながら運用していくが、この施設も十分な予算的裏づけを持った持続性の確保が肝要である。
- 廃棄物管理に用いる重機は、さまざまな性状の廃棄物を対象とするため、一般に損傷を受けやすい。そのため、損傷した重機や運搬トラックを修理する作業工場を立ち上げる必要がある。さらに作業工場を十全に機能させるため、修理工等の労働者のトレーニングが不可欠である。

住民への環境問題についての周知および参加活動

- ゴミを排水路や道路脇に捨てる住民の習慣・行動は、都市環境を向上させるための障害の一つとなっている。情報・教育・伝達(IEC)キャンペーンは、すでに NGO、コミュニティ組織や

市役所を通じて実施されているが、眼に見える効果は現れていない。しかし、こうした努力が実を結ぶのは時間が掛かるため、継続的に続けることが肝要である。

- さらに、コミュニティにおける参加型活動も身近な環境の改善に有効である。道路脇や空地に捨てられているゴミの清掃活動や、雨期に発生する小規模な湛水を解消するために、近くの高い場所の土を運んで凹地を埋めるような活動はコミュニティレベルで可能である。こうした活動を継続するとともに、自分の身近な環境に关心を持ち、自ら改善していく意思を培うような意識改革を促進する教育活動が重要である。

都市環境改善の主要関係組織の強化

- 都市環境の改善における主要な関係組織は、カオラック市と ONAS カオラックである。両組織ともに実施能力において同様な弱点を持っている。それらは、予算的制約と人的資源の不足である。予算制約については、中央政府が地方政府ないし政府関係機関に補助金等を増やすという方策以外に即効性のある解決策はないであろう。
- 税金徴収の改革や下水道料金収集システムの改正などの仕組みの改革は、非常に時間がかかる作業である。人的資源の不足については、何らかの能力強化プロジェクトや関連した活動がドナーに要請されるべきであろう。とくに都市環境管理面で、熟練工や技術者が必要である。

実施機関における当面の課題

- 本調査で対象とした都市環境の改善における実施機関である ONAS およびカオラック市において、基本計画および優先プロジェクトの実現に向けて当面取り組むべき課題を以下に整理する。

実施機関	分野	当面の課題
ONAS	下水道整備 (下水処理場および下水道網)	2014年－2015年 両分野の各プロジェクトの実施に向けて、適したドナーを探し、資金調達方針を策定する。
	雨水排水管理	
カオラック市	廃棄物管理	2014年以降 約4年間のIDBプロジェクトを通して、廃棄物管理システムを確立し、プロジェクト終了後も持続性を確保できるよう人材育成や予算確保を図る。