

コンゴ民主共和国
水道公社 (REGIDESO)

コンゴ民主共和国
キンシャサ市州給水システム緊急改善
及びンガリエマ浄水場拡張計画
準備調査報告書

平成21年12月
(2009年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 東京設計事務所

序 文

独立行政法人国際協力機構は、コンゴ民主共和国のキンシャサ市州給水システム緊急改善及びンガリエマ浄水場拡張計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年3月1日から5月16日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、コンゴ民主共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成21年7月26日から8月6日ならびに平成21年10月17日から10月29日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成21年12月

独立行政法人 国際協力機構
経済基盤開発部長 黒柳 俊之

伝 達 状

今般、コンゴ民主共和国におけるキンシャサ市州給水システム緊急改善及びンガリエマ浄水場拡張計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成21年2月より平成21年12月までの10ヵ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、コンゴ共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成21年12月

株式会社 東京設計事務所

コンゴ民主共和国

キンシャサ市州給水システム緊急改善及び
ンガリエマ浄水場拡張計画協力準備調査団

業務主任 武智 昭



対象地域位置図

現地写真集



写真-1 現況施設及び拡張施設の配置計画

コンゴ川（写真上部）の原水を取水施設（取水管、取水ポンプ）にて汲み上げ、浄水施設に導水し処理を行う。
 拡張用地は、既存浄水場（写真黄線内）に隣接した用地を確保（写真赤線内）するが、敷地面積に制限があること、住宅地に近接しているため騒音に配慮することが必要である。
 既存浄水場へのアクセスは、公道から Utex Africa の敷地内に入り敷地内の専用道路を利用する。



写真-2 拡張浄水場用地全景

拡張浄水場の用地全景を示す。用地内には構造物はなく障害物は少ない。

	
<p>写真-3 コンゴ川に突出した既存取水管 No. 1 既存取水管は、鋼管に孔が開いており使用できない。ゴミが取水口に溜まるため潜水夫がゴミ除去をしている。</p>	<p>写真-4 コンゴ川に突き出た最下流の取水管 No. 2 鋼製の支持材が錆により腐食して危険である。現在は稼働していない。</p>
	
<p>写真-5 最下流の取水塔 No. 2 (稼働していない) 鋼管の穴をゴムバンドで補修した跡がある。サイフォンが機能しないため稼働していない。</p>	<p>写真-6 取水塔 No. 1 の水中ポンプ 水中ポンプが故障したため撤去中の様子。水中ポンプは REGIDESO では修理ができないため維持管理面に難がある。</p>
	
<p>写真-7 最上流の取水ポンプ室 No. 3 窓、階段が設置されておらず、取水ポンプへのアクセスは可搬式の階段を使っている。</p>	<p>写真-8 取水ポンプ室 No. 3 内部の横軸ポンプ 中古の横軸ポンプが据え付けられている。横軸ポンプは維持管理が容易とのこと。ポンプ室は非常に狭い。</p>
	
<p>写真-9 既着水井 (使用されていない) 既着水井の容量が小さく、水が溢れるため使用されていない。拡張用地に隣接しており、工事時に支障となるため、本プロジェクトで撤去する。</p>	<p>写真-10 着水分配井 新しく作られた着水分配井、既設の4つの沈澱池へ原水を供給しているが、凝集剤の攪拌に問題があるとのこと。</p>

	 <p>老朽化している電動弁</p> <p>電動弁が破損</p>
<p>写真-11 既存沈殿池 既存沈殿池は円形クラリファイア方式で、大小2池ずつ計4池ある。</p>	<p>写真-12 沈殿池の排泥弁類 沈殿池の排泥作業の様子。電動弁のモーターに錆がみられ、一部破損しているため、本プロジェクトで改修する。</p>
	
<p>写真-13 急速ろ過池 既存急速ろ過池の逆洗方式は空気洗浄方式が用いられており、8池×3系列の計24池ある。</p>	<p>写真-14 急速ろ過池（空気洗浄中） 下部集水装置の劣化のため、ろ過砂が流出している。ろ過砂の流出により洗浄強度も高くなっている。</p>
 <p>下部集水装置の破損</p>	 <p>錆による腐食</p>
<p>写真-15 急速ろ過池の下部集水装置 下部集水装置が破損で、めくれ上がり、ろ過砂が流出し稼働できないため、本プロジェクトで改修する。</p>	<p>写真-16 急速ろ過池の下部集水装置 逆洗ポンプは老朽化している。下は浄水池で、フート弁が錆により腐食しているため、本プロジェクトで改修する。</p>
 <p>空気作動弁の不調</p>	 <p>エアチューブ等の老朽化</p>
<p>写真-17 急速ろ過池の空気作動弁類 ろ過池の弁類は錆、漏水、破損等により空気作動では操作できない弁があるため、本プロジェクトで改修する。</p>	<p>写真-18 急速ろ過池のろ過池弁類操作台 弁類の操作台は4台×3系列の計12台ある。エアチューブ等が老朽化しているため、本プロジェクトで改修する。</p>

	
<p>写真-19 硫酸アルミニウム溶解機及び注入ポンプ 溶解機モーターの破損により稼動していない。現在は1台運転であり機器が停止すると、薬品注入ができなくなるため、本プロジェクトで改修する。</p>	<p>写真-20 次亜塩素酸カルシウム溶解槽とミキサー ミキサーの破損により稼動していない。現在は1台運転であり機器が停止すると、薬品注入ができなくなるため、本プロジェクトで改修する。</p>
	
<p>写真-21 次亜塩素酸カルシウム注入ポンプ 注入ポンプ（右）のモーターを中古品に取替えて運転するなど老朽化しているため、本プロジェクトで改修する。</p>	<p>写真-22 消石灰溶解槽と移送ポンプ 移送ポンプは、石灰の粉で白く変色し錆が見られ、老朽化しているため、本プロジェクトで改修する。</p>
	
<p>写真-23 送水ポンプ室 送水ポンプ室には、送水ポンプ設備、ろ過池の逆洗ポンプとブロワ、薬品注入設備が併設されている。ポンプ室の地下は、浄水池となっている。</p>	<p>写真-24 送水ポンプ モーターの故障により取外されている送水ポンプ。既存送水ポンプは、老朽化しており、施設拡張により能力不足となるため本プロジェクトで更新する。</p>
	
<p>写真-25 送水ポンプ室2階の梁・柱 送水ポンプ室内の梁・柱のコンクリートが剥落しているため、本プロジェクトで補強する。</p>	<p>写真-26 送水ポンプ室1階の電気盤類 送水ポンプの動力盤、制御盤等の電気盤類が1階にある。この上階に薬品注入設備が設置されている。</p>



シンガリエマ浄水場 改修施設及び拡張施設 完成予想図

略 語 集

略語	邦語	仏語表記
AfD	フランス開発庁	Agence Francaise de Développement
A/P	支払授權書	Autorisation de Paiement
B/A	銀行取極め	Arrangement Bancaire
CDF	コンゴ フラン	Franc congolais
CFU	コロニー形成単位 (菌集落単位)	Unité formant colonie
CTB	ベルギー開発協力公社	Agence belge de coopération au développement
DFID	英国国際開発庁	Ministère Britannique du Développement International
DRC	コンゴ民主共和国	République Démocratique du Congo
DSCRIP	成長及び貧困削減に関する戦略文書	Document de la Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté
E/N	交換公文	Echange de Notes
FRP	繊維強化プラスチック	Plastique renforcé de fibres
EU	欧州連合	Union Européenne
G/A	贈与契約	Accord de Don
GEEC	コンゴ環境調査グループ	Groupe d'Etudes Environnementales du Congo
G. L.	地表面または標高	---
GNI	国民総所得	---
GTZ	ドイツ連邦政府技術協力機関	Agence Allemande Pour la Cooperation Technique
IEE	環境影響評価書 (簡易調査)	---
JICA	独立行政法人国際協力機構	Agence Japonaise de Coopération Internationale
KfW	ドイツ復興金融公庫	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km/時	キロメートル毎時 (速度の単位)	---
kw	キロワット (電力の単位)	---
L/人・日	一人一日当たり給水量 (給水原単位)	Litre par personne par jour
m/日	メートル毎日 (速度の単位)	Mètre par jour
m ³ /日	立方メートル毎日 (水量の単位)	Mètre cube par jour
m ³ /時	立方メートル毎時 (水量の単位)	Mètre cube par heure
m ³ /分	立方メートル毎分 (水量の単位)	Mètre cube par minute
mAq	水柱メートル (圧力の単位)	Centimètre d'eau, pression en mH2O
MDGs	ミレニアム開発目標	Objectifs du Millenaire pour le Développement
mg/l	ミリグラム毎リットル (濃度の単位)	milligramme par litre
NTU	比濁計濁度単位 (濁度の単位)	Unité de Turbidité Néphélogométrique
O&M	運転維持管理	Opération & Maintenance
OCTP	通信・郵便公社	Office Congolais de Télécommunication et Poste
OJT	実地訓練	Formation sur le tas
OVD	道路・排水局	Office des Voiries et Drainage
PAP	優先行動計画	Plan d'actions prioritaires
PDM	プロジェクト計画の概要表	Matrice du Dessin du Projet
PEE	環境予備調査	---

略語	邦語	仏語表記
pH	ペーハー値（水素イオン指数）	Potentiel d'hydrogène
PMURR	緊急マルチセクター改善・再建プログラム（キンシャサ市水道整備長期計画含む）	Programme Multisectoriel d'Urgence pour la Réhabilitation et la Reconstruction
PVC	ポリ塩化ビニル	Polychlorure de vinyle
RC	鉄筋コンクリート	Béton Armé
REGIDESO	水道公社	Régie de Distribution d'Eau
RVF	河川航路公社	Régie de Voie Fluviale
SNEL	電力公社	Société Nationale d'Electricité
SNHR	国家給水サービス	Service National d'Hydraulique Rurale
STW400B	日本鋼管協会の水輸送用塗覆装鋼管基準	---
SUS	ステンレス鋼	Acier inoxydable
TOR	環境影響評価方法書	---
USAID	米国国際開発庁	Agence des Etats-Unis pour le Développement International
USD	米国ドル	Dollar des Etats-Unis
Utex Africa	ユーテックス・アフリカ（繊維会社）	---
WB	世界銀行	Banque Mondiale
WH/m ³	処理水量当りの消費電力量	---
WHO	世界保健機関	Organisation Mondiale de la Santé

要 約

1. 国の概要

コンゴ民主共和国（以下「コ」国と記載）はアフリカ大陸のほぼ中央部に位置し、国土面積は約 234.5 万 km²、人口約 6,240 万人（2007 年、WB）を有する。国土の大半はコンゴ川流域に広がる熱帯雨林で東部は大地溝帯に接している。

「コ」国の経済は、1970 年代初期までは、順調な経済発展を遂げたが、銅価格の低迷、対外債務の増大等によって 1970 年代末期以降経済困難に直面した。さらに、1991 年の内政混乱以降、1997 年のモブツ政権の崩壊、1998 年のコンゴ（民）紛争の勃発等のために経済は壊滅状態となった。2002 年 3 月、WB・IMF の協力の下、貧困削減戦略文書暫定版が策定され、2006 年 7 月に最終版である「成長及び貧困削減に関する戦略文書」発表された。

2006 年の選挙により正式に就任したジョゼフ・カビラ大統領は、同国の復興のために、マクロ経済の安定、経済改革の推進に努めている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「コ」国の首都であるキンシャサ市における 2005 年の人口は 622 万人、給水率は 76%と推定されるが、一人あたりの生産水量は約 50 L/人・日に過ぎず、さらに漏水率を考慮すれば配水量は 30 L/人・日程度と推定され、共同水栓による給水サービスの水準に過ぎない。また、給水区域の縁辺部、標高が高い地区では水圧が不足しており、こうした地域での断水が日常化している。

この事態に対応するため「コ」国の上水道を管轄する REGIDESO（水道公社）はキンシャサ市水道整備長期計画を作成し 2005 年から 2027 年までの需要予測を行い、需要に対応した供給能力を確保するための浄水場の新設・拡張による供給能力増強計画を作成している。しかしながら、2009 年までに実施された能力増強は同計画における 2012 年までの計画増強量 266,000 m³/日の 55%に留まっている。さらに、ンガリエマ浄水場の供給量 80,000m³/日は、現在のキンシャサ市全体の供給量 486,000 m³/日のうち 16%をカバーし、給水区域の人口 92 万人を擁する。同浄水場は建設後 20 年から 50 年経過しており、浄水を給水区域に送る心臓部ともいえる送配水ポンプ等の主要機器の老朽化により、こうした機器の故障がいつでも起こりうる状態であるため現状能力そのものも脆弱である。したがって、需要増に応じた供給量の増強に確かな見通しが見えないだけでなく、現状の供給能力が減少する可能性すらある。

こうした背景から、「コ」国政府は、我が国に供給能力増強計画の実施のための無償資金協力を要請した。本要請を受け、我が国は 2008 年 6 月から 8 月に予備調査を実施し、以下に示す要請内容を確認した。

- 施設建設：
- 既存ンガリエマ浄水場の取水施設の改修
 - ンガリエマ浄水場拡張・整備（80,000 m³/日から 110,000 m³/日に増強）
 - キンシャサ市 6 コミューンの配水管網整備
 - REGIDESO 技術者に対する技術指導（漏水管理/対策、浄水場運営維持管理）
- 機材調達：
- 上記施設に関連する機材

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

予備調査の結果を踏まえ、日本政府は協力準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構は2009年3月1日から5月16日まで協力準備調査団を現地に派遣し、「コ」国関係者と協議を行うとともに調査対象地域における現地調査を実施した。

現地調査の結果、浄水場の改修及び拡張には、緊急性が高いことが確認されたものの、配水管網整備については REGIDESO が敷設するための予算確保の確認が取れなかったこと、日本側が施工するには施工対象地区の治安状況に課題があることからスコープの対象外となり、平成21年7月26日から8月6日まで実施された概略設計概要説明調査の現地説明を経て、プロジェクトスコープは下記のとおりとなった。

- 施設建設 : • 既存ンガリエマ浄水場の改修
 • ンガリエマ浄水場拡張（取水施設、浄水施設）
- ソフトコンポーネント : • 浄水場運転管理能力の強化

調査団は帰国後の国内作業の後、平成21年10月17日から10月29日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、協議結果をもとに本報告書をまとめた。その調査結果の概要とプロジェクトの内容を以下に示す。

① 設計基準

「コ」国には浄水場設計に係る設計基準は存在しないため、施設設計は「日本水道施設設計指針、2000年」に準拠した施設設計を行うものとした。また、「コ」国には耐震基準は無いものの、地震の発生は観測されており、日本の耐震基準に準拠した施設設計を行うものとした。飲料水の水質基準についても「コ」国独自のものは存在せず、WHOの基準が準用されており、本プロジェクトでもWHOの基準に準拠した。

② 取水施設の改修

取水施設の改修は、取水能力を現状の80,000 m³/日から拡張後110,000 m³/日に増強することが目的である。既存取水施設は3ヶ所あるが、既存施設を増強するには既存取水塔のスペース、構造上の制約、取水ポンプ運転管理上の問題があるため、新規取水施設を建設することとした。

③ 既存浄水施設の改修

調査結果によれば既存施設の土木構造物は使用可能であり、機器類の老朽化による不調、故障発生の危険性が問題と認識された。したがって、基本的には浄水フロー等には変更を加えず、老朽化し不調を来している機器類の交換、耐用年数が過ぎ特に故障時の影響が大きい機器類の交換を改修の対象とした。

④ 拡張施設の計画浄水量

要請水量である30,000 m³/日を計画水量とした。ただし、浄水過程でのロスをもとに見込み、施設設計上の水量は31,500 m³/日とした。

⑤ 拡張施設の浄水処理プロセス

拡張施設は既存浄水場に隣接して建設され、既存浄水場の運転要員により維持管理される。したがって、既存処理プロセスと同一の凝集・沈澱・ろ過とした。

⑥ 拡張用地の周辺環境

拡張用地の周辺では Utex Africa が住宅開発を行っており、拡張施設は高級住宅に隣接して建設されることになる。現在、空き地となっている部分に浄水施設が建設されることになるため、極力低層な浄水施設となるよう景観配慮が必要である。また、回転機器等の採用にあたっては騒音の発生も考慮した。

⑦ ソフトコンポーネント

浄水場の拡張はンガリエマ浄水場に隣接した用地に拡張施設を建設することとしたが、敷地面積が限られていること、住宅地と隣接するため騒音等への配慮が必要なことから、凝集沈澱池、急速ろ過池は既存浄水場と異なる方式を採用した。

ンガリエマ浄水場では既存施設を適切に維持管理しており、維持管理能力は高いと判断されることから、新方式の維持管理は問題ないものと考えられる。しかしながら、拡張部分の運転管理にあたっては、既存のノウハウでだけでは適切な運転に困難を伴うと考えられるため、新方式の原理の理解を深めるとともに、実際の運転管理の計画、実施ができるよう技術指導を行い拡張施設の円滑な運転開始を支援することが妥当である。

⑧ 環境社会配慮

「コ」国の環境法では事業実施に当たり、予備調査段階、概略設計段階、詳細設計段階で環境影響調査書を作成し、これを環境省の審査機関である GEEC に提出し承認を受け、工事着手前までに環境許可を取得することが必要である。したがって、既存浄水場の改修には必要ないが、拡張施設の建設に関しては、REGIDESO は環境許可をプロジェクト開始までに取得することがプロジェクト実施の前提条件となる。

本プロジェクトの目的とプロジェクト実施による効果は次の通りである。

本プロジェクトは、ンガリエマ浄水場の 80,000 m³/日の既存施設を改修することにより老朽化した施設の故障を未然に防止し、ンガリエマ浄水場給水区域の人口 92 万人の給水の安定性を向上することが目的である。加えて、浄水生産能力を 30,000 m³/日増強することにより、給水量を増加させることが目的である。

本プロジェクトを実施することにより、下表の直接効果が期待できる。また、間接効果として、水系感染症の低下、疾病リスクが低下する等の衛生改善効果、断水時間の減少、水汲み時間の減少等の生活向上効果や消火用水、商業用水、工場用水等を確保することによる社会経済活動の安定・発展効果が期待できる。

プロジェクト実施による直接効果

	直接の効果	ンガリエマ浄水場給水区域への効果
既存施設の改修	● 浄水機器不調による浄水量の減少（約 9%と推定）の回復。	一人あたり給水量を現況 51.4 L/人・日から 56.5 L/人・日に増加。→5.1 L/人・日の増加。
	● 送水ポンプ故障による送水量の減少（約 22.5%と推定）を未然防止。	送水ポンプが故障した場合に、一人あたり給水量が現況 56.5 L/人・日から 43.8 L/人・日に減少する。→13.0 L/人・日の減少を未然防止。
施設の拡張	● 浄水量が 80,000 m ³ /日から 110,000 m ³ /日に増加。	一人あたり給水量を現況 56.5 L/人・日から 77.7 L/人・日に増加。→21.2 L/人・日の増加。

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトは、改修工事を単年度で実施し、工期は詳細設計、入札期間も含めて 18.0 ヶ月である。また、拡張工事を A 型国債で実施し、工期は詳細設計、入札期間も含めて 32.5 ヶ月である。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な概略事業費は、「コ」国側負担事業費 0.07 億円と見積もられる。

「施工・調達業者契約認証まで非公表」

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトはンガリエマ浄水場の給水区域の人口 92 万人に対して、既存施設の改修により機器故障等による給水量の大幅な減少を未然に防止し、さらに施設拡張により給水量を増加させる。その効果は、現在給水区域内にありながら、日常的な断水に悩まされている低所得者層により顕著に発現される。

なお、本プロジェクトにおいて改修・拡張される浄水施設は、REGIDESO により維持管理される。これまで REGIDESO は既存施設を適切に維持管理していることから、新たに採用する浄水方式の維持管理に関する技術指導を実施することにより、維持管理上の問題は予想されない。

以上より、本プロジェクトは我が国の無償資金協力による協力対象事業として妥当なものであるといえる。

コンゴ民主共和国
キンシャサ市州給水システム緊急改善及びビンガリエマ浄水場拡張計画
準備調査報告書

序文
伝達状
対象地域位置図
現地写真集
完成予想図
略語集
要約

目 次

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-2
1-1-3 社会経済状況	1-3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-4
1-3 我が国の援助動向	1-5
1-3-1 基本方針	1-5
1-3-2 実績	1-6
1-4 他ドナーの援助動向	1-7

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-2
2-1-3 技術水準	2-3
2-1-4 既存施設・機材	2-4
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-9
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-9
2-2-2 自然条件	2-11
2-2-3 環境社会配慮	2-18
2-2 その他	2-21

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要	3-3

3-2 協力対象事業の概略設計	3-7
3-2-1 設計方針	3-7
3-2-1-1 要請内容	3-7
3-2-1-2 基本方針	3-9
3-2-1-3 設計方針	3-10
3-2-2 基本計画	3-13
3-2-2-1 既存施設の改修	3-13
3-2-2-2 ンガリエマ浄水場の拡張	3-15
3-2-3 概略設計図	3-26
3-2-4 施工計画／調達計画	3-37
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3-37
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項	3-37
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分	3-38
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3-38
3-2-4-5 品質管理計画	3-39
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-39
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-41
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画	3-41
3-2-4-9 実施工程	3-45
3-3 相手国側分担事業の概要	3-47
3-3-1 一般的な負担事項	3-47
3-3-2 プロジェクトに固有の負担事項	3-47
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-48
3-4-1 プロジェクト施設の維持管理	3-48
3-4-2 プロジェクト施設の維持管理体制	3-48
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-49
3-5-1 協力対象事業の概略事業費 - 「施工・調達業者契約認証まで非公表」	3-49
3-5-2 運営・維持管理費	3-50
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-53

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果	4-1
4-2 課題・提言	4-2
4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言	4-2
4-2-2 他ドナーとの連携	4-3
4-2-3 技術協力	4-3
4-3 プロジェクトの妥当性	4-4
4-4 結論	4-4

附 図

図 2-1	REGIDESO キンシャサ州局の組織図	2-1
図 2-2	キンシャサ州局西部浄水部の組織図	2-1
図 2-3	既存浄水場平面図	2-4
図 2-4	既存取水施設の構成	2-7
図 2-5	ンガリエマ浄水場の河川水位模式図	2-9
図 2-6	土地区画図	2-10
図 2-7	降水量と気温の関係	2-11
図 2-8	コンゴ川流域と水資源流出量の割合	2-11
図 2-9	キンシャサ港における過去 10 年間の測定水位	2-12
図 2-10	地形測量・地質調査位置図	2-16
図 3-1	キンシャサ市水道整備長期計画による需給予測	3-3
図 3-2	ンガリエマ浄水場の給水範囲	3-5
図 3-3	新規取水施設の模式図	3-17
図 3-4	処理プロセスフロー	3-18
図 3-5	拡張浄水場の配置計画図	3-22
図 3-6	ソフトコンポーネントの実施工程	3-44
図 3-7	想定される実施工程	3-46

附 表

表 1-1	現状のキンシャサ市内の浄水場の生産能力 (2008 年)	1-4
表 1-2	ザイール共和国時代の給水分野の無償資金協力実績	1-6
表 1-3	技術協力実績	1-7
表 1-4	他ドナー国・機関の援助実績 (給水分野)	1-8
表 2-1	REGIDESO の年間収支	2-2
表 2-2	REGIDESO の水道料金体系	2-3
表 2-3	既存施設諸元	2-5
表 2-4	既存取水施設の概要	2-8
表 2-5	既存取水施設の問題点の整理	2-9
表 2-6	水質試験仕様	2-12
表 2-7	水質分析結果	2-15
表 2-8	地形測量の仕様	2-14
表 2-9	標準貫入試験結果表	2-17
表 2-10	室内試験結果	2-17
表 2-11	プロジェクト実施に伴う影響調査結果	2-18
表 3-1	キンシャサ市水道整備長期計画による浄水場新設・拡張計画	3-2
表 3-2	水供給量が 2009 年レベルで停滞した場合の不足水量	3-4
表 3-3	ンガリエマ浄水場の改修・拡張による給水区域への効果	3-5
表 3-4	プロジェクトの概要	3-6

表 3-5	プロジェクトスコープ絞り込みのための優先順位	3-7
表 3-6	本プロジェクトのコンポーネント	3-8
表 3-7	既存浄水場の問題点と改修計画	3-13
表 3-8	改修工事の概要	3-15
表 3-9	取水方式の比較	3-16
表 3-10	凝集沈澱池形式の比較	3-19
表 3-11	ろ過池の逆洗浄方式の比較	3-20
表 3-12	管理事務所の仕様	3-22
表 3-13	拡張工事の概要	3-23
表 3-14	概略設計図面一覧	3-26
表 3-15	日本側、「コ」国側の施工区分	3-38
表 3-16	主要工事用資材の調達区分	3-40
表 3-17	主要建設機械の調達区分	3-41
表 3-18	ンガリエマ浄水場拡張部分うち既存浄水場と方式の異なる施設	3-41
表 3-19	成果達成度の確認方法	3-43
表 3-20	ソフトコンポーネント活動計画	3-44
表 3-21	ソフトコンポーネント成果品一覧表	3-45
表 3-22	日本側負担経費総括表	3-49
表 3-23	「コ」国側の負担経費総括表	3-50
表 3-24	電力費	3-51
表 3-25	薬品費	3-51
表 3-26	維持管理費	3-52
表 3-27	用途別の水道料金	3-52
表 3-28	総生産費の計算	3-53
表 3-29	プロジェクトの収支バランス (拡張 30,000 m ³ /日)	3-53
表 4-1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1

添付資料

添付資料-1	: 調査団員・氏名
添付資料-2	: 調査行程
添付資料-3	: 関係者 (面会者) リスト
添付資料-4	: 討議議事録 (M/D)
添付資料-5	: 技術討議録
添付資料-6	: 事業事前計画表 (概略設計時)
添付資料-7	: ソフトコンポーネント計画書
添付資料-8	: ンガリエマ浄水場既存施設の調査診断結果
添付資料-9	: 要請された6 コミュニ配水管網の調査結果
添付資料-10	: 要請されたジャスティス通りの管路調査結果
添付資料-11	: 配水管網解析結果
添付資料-12	: 収集資料リスト

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

コンゴ民主共和国（以下「コ」国と記載）はアフリカ大陸のほぼ中央部に位置し、国土面積は約 234.5 万 km²、人口約 6,240 万人（2007 年、WB）を有する。国土の大半はコンゴ川流域に広がる熱帯雨林で東部は大地溝帯に接している。

首都であるキンシャサ市は「コ」国最大の都市で、コンゴ川の河口より上流 250km に位置し、標高は 275m から 645m の範囲で南部の丘陵地帯から北部のコンゴ川に向かってなだらかな傾斜を呈している。

「コ」国の給水事業は、農村部は SNHR (Service National d'Hydraulique Rurale : 国家給水サービス)、都市部は REGIDESO (Régie de distribution d'eau : 水道公社)、により運営されている。USAID (米国国際開発庁)¹によれば、SNHR は国全域に 17 の事務所を持ち、全国の給水サービスを担当しているが、施設、制度とも貧弱で農村部の給水率は 2006 年で 29% に過ぎない。今後の給水率の改善が望まれるが、水道事業への投資は首都のキンシャサに集中しており、農村部における急速な改善は望めないのが現状である。

REGIDESO が管轄する都市部の給水普及率は 2006 年で 82% であるが、都市間での差が大きく、ンブジ・マイ市は人口 300 万人を有する町であるが水道設備は皆無で、サブサハラ以北において最大の無給水都市となっている。「成長及び貧困削減に関する戦略文書 (DSCR)」では 2015 年の給水率の目標を全国平均で 49% に設定されており、2006 年の給水普及率は 46% と数値上は目標達成が可能と考えられる。

キンシャサ市における 2005 年の人口は 622 万人、給水率は 76% と推定されるが、一人あたりの生産水量は約 50 L/人・日に過ぎず、さらに漏水率を考慮すれば配水量は 30 L/人・日程度と推定され、共同水栓による給水サービスの水準に過ぎない。また、給水区域の縁辺部、標高が高い地区では水圧が不足しており、こうした地域での断水が日常化している。

この事態に対応するため「コ」国の REGIDESO はキンシャサ市水道整備長期計画 (PMURR)²を作成し 2005 年から 2027 年までの需要予測を行い、需要に対応した供給能力を確保するための浄水場の新設・拡張による供給能力増強計画を作成している。しかしながら、2009 年までに実施された能力増強は同計画における 2012 年までの計画増強量 266,000 m³/日の 55% に留まっている。さらに、ンガリエマ浄水場の供給量 80,000 m³/日は、現在のキンシャサ市全体の供給量 486,000 m³/日のうち 16% を負担し、給水区域の人口 92 万人を擁する。

¹ Democratic Republic of the Congo Water and Sanitation Country Profile
<http://www.hip.watsan.net/page/3342>

² PMURR: Programme Multisectoriel D' Urgence Pour la Rehabilitation et la Reconstruction "PMURR", Plan Directeur D' Alimentation en Eau Potable de la Ville de Kinshasa, BCMI-No 11.06, Decembre 2007

同浄水場は建設後 20 年から 50 年経過しており、浄水を給水区域に送る心臓部ともいえる送配水ポンプ等の主要機器の老朽化により、こうした機器の故障がいつでも起こりうる状態であるため現状能力そのものも脆弱である。したがって、需要増に応じた供給量の増強に確かな見通しが見つからないだけでなく、現状の供給能力が減少する可能性すらある。

1-1-2 開発計画

「コ」国においては国家レベルの開発計画として以下の 3 つの開発計画がある。

- 成長及び貧困削減に関する戦略文書 (DSCR)
- 政府の開発 5 本柱 (5 Chantier RD Congo)
- 優先行動計画 (Plan d'actions prioritaires)

各々の概要は以下のとおりである。

① 成長及び貧困削減に関する戦略文書 (DSCR)

「コ」国の「成長及び貧困削減に関する戦略文書」は 2006 年 7 月にその最終版が発表され、以下の 5 項目を戦略の柱としてあらゆる開発援助の最上位計画に位置づけている。

- グッドガバナンスと恒久平和
- マクロ経済安定化と成長
- 社会サービスへのアクセスの改善と脆弱性削減
- ヒト免疫不全ウイルス/後天性免疫不全症候群 (HIV/AIDS) 対策
- コミュニティの活性化推進

上述の戦略の 5 本柱 (第 3 柱) の中で、「社会サービスへのアクセスの改善と脆弱性削減」が、水と衛生セクターに関わるものであり、このセクターの再建に高い優先度が与えられている。短期的に、人々の水需要を満たし、健康的な生活を実現できるように特に注意を払われているのが、この水と衛生セクターである。水と衛生セクターでは数値目標として、以下が掲げられている。

- 飲料水へのアクセスを 2005 年の 22% から 2008 年には 26.9%、2015 年には 49% に改善する。
- 衛生施設へのアクセスを 2005 年の 9% から 2008 年には 15%、2015 年には 45% まで改善する。

② 政府の開発 5 本柱 (5 Chantier RD Congo)

現大統領であるジョゼフ・カビラ大統領は、2006 年 12 月に就任し、就任直後の 2007 年 1 月にこの開発 5 本柱を発表した。大統領は「コ」国の復興のために、マクロ経済の安定、経済改革の推進に努めており、その 5 本の柱として、

- 道路・インフラ整備
- 水とエネルギー
- 保健
- 教育
- 雇用促進・住宅開発

を掲げている。この5本柱の中でも、「水とエネルギー」は国家の重要目標として掲げられており、ミレニアム開発目標（MDGs）達成のために政府はこれらセクター開発を重要課題としている。

③ 優先行動計画(Plan d'actions prioritaires)

2007年6月に採択された「優先行動計画」である。これはDSCRPに述べられている5つの柱を推進するために、「コ」国政府及びドナーが協同して策定したものである。この中では社会サービスへのアクセスの改善と脆弱性削減の一環として都市部における水アクセスの向上を目標の一つに挙げている。

このようにいずれの開発計画の中でも水セクターの重要性は高く、その中でも都市部の給水サービスの向上には高い優先度が与えられている。

1-1-3 社会経済状況

1997年5月、ローラン・デジレ・カビラ議長率いるコンゴ・ザイル開放民主勢力同盟は首都キンシャサを制圧し、この結果、同議長が大統領に就任し、国名をザイル共和国からコンゴ民主共和国に変更した。しかし、1998年8月初めに再度、同国東部地域で反政府勢力が武装蜂起し、ルワンダやウガンダ等周辺諸国が介入した複雑な国際紛争に発展した。1999年8月に紛争当事国間で停戦合意が成立したものの、その後も断続的に戦闘が行われ、不安定な状態が続いた。

2001年1月、カビラ大統領が殺害され、息子のジョセフ・カビラ将軍が大統領に就任すると、同大統領の下で国内和平交渉（国民対話）が進展し、2002年12月プレトリア包括和平合意が成立、2003年6月に紛争当事者が参加しての暫定政権が発足した。

2005年12月の国民投票で憲法が圧倒的多数で承認され、2006年7月30日及び10月29日の大統領及び国民議会選挙の投票が成功裏に実施され、独立後初の民主的政権への移行が実現した。2007年2月に発足したギゼンガ首相率いる新政府は、国際社会からの支援を得つつ、経済発展、民主主義と平和の定着の実現に向けて取り組んでいる。

こうした取り組みは一定の成果を収め、東部では紛争による難民の発生等の不安定要素を抱えているものの、本プロジェクトの対象地域が存在する西部では比較的安定した状態となっている。

「コ」国の経済は、2007年の国民1人あたりのGNIは、140 USD（WB）で、産業構造は1次産業42.5%、2次産業28.4%、3次産業29.1%（いずれも2007年、対GDP比、WB）である。

輸出の約 9 割がコバルト・ダイヤモンド・金等で占められ、1970 年代初期までは、順調な経済発展を遂げたが、銅価格の低迷、対外債務の増大等によって 1970 年代末期以降経済困難に直面した。さらに、1991 年の内政混乱以降、1997 年のモブツ政権の崩壊、1998 年のコンゴ（民）紛争の勃発等のために経済は壊滅状態となった。2002 年 3 月、WB・IMF の協力の下、貧困削減戦略文書暫定版が策定され、2006 年 7 月に最終版である「成長及び貧困削減に関する戦略文書」発表された。

2006 年の選挙により正式に就任したジョゼフ・カビラ大統領は、同国の復興のために、マクロ経済の安定、経済改革の推進に努めている。

しかしながら、「コ」国の経済状況は、他のアフリカ諸国と比べても極めて低い水準にあり、警察官、医療従事者等の公務員の給与不払いも多く、国民に経済的な不満が鬱積している。また、各階層での統治能力・制度に混乱が残っており、プロジェクトの実施に際しては一定のリスクは避けることはできず、リスク対応を組込んだ計画を作ることが必要である。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

キンシャサ市では表 1-1 に示すように主要な 4 つの浄水場により約 400,000 m³/日を生産し、622 万人（2005 年推定人口）に給水している。一人あたりの生産水量は約 50L/人・日に過ぎず、これは公共水栓を前提とした給水システムの水準と同程度であり、各戸給水を前提とした都市水道としては圧倒的に水量が少ない。加えて、配水システムは配水区が分離せずキンシャサ市全体が一つの配水区を構成するような非効率なものであり、配水管の老朽化による漏水率は現状 40%近いと推定されている。

このように、キンシャサ市の水道では早急な浄水場の増設と配水管網の整備が急務となっている。

表 1-1 現状のキンシャサ市内の浄水場の生産能力（2008 年）

浄水場*	建設時期（拡張時期）	設計容量（m ³ /日）
ルクンガ浄水場	1939 年	40,000
ンガリエマ浄水場	1952 年、1990 年	80,000
ンジリ浄水場**	1972 年、1983 年	220,000
ルカヤ浄水場	2006 年	36,000
	合計	376,000

*： 水源はこの他にマルク浄水場、ミテンディ湧水、キンコール井戸、その他の井戸があるが、規模が小さい（合計で 4,623 m³/日）。

**： ンジリ浄水場は 2009 年 7 月に 110,000 m³/日の増設が完了し、現在の設計容量は 330,000 m³/日である。

さらに、表 1-1 の浄水場の内、ンガリエマ浄水場は 1952 年建設で、1939 年建設のルクンガ浄水場に次ぐ古い浄水場である。ルクンガ浄水場はすでに改修されているが、ンガリエマ浄水場は小規模な改修は行われているものの、主要機器は建設当時のもので、いつ壊れてもおかしくはないという状況にある。したがって、現状の給水能力を確保するためにはンガリエマ浄水場の早急な改修が必要となる。

こうした背景から、「コ」国政府は、我が国に供給能力増強計画の実施のための無償資金協力を要請した。本要請を受け、我が国は2008年6月から8月に予備調査を実施し、以下に示す要請内容を確認した。

- 施設建設： ● 既存ンガリエマ浄水場の取水施設の改修
● ンガリエマ浄水場拡張・整備（80,000 m³/日から110,000 m³/日に増設）
● キンシャサ市6コミュニティの配水管網整備
● REGIDESO 技術者に対する技術指導（漏水管理/対策、浄水場運営維持管理）
- 機材調達： ● 上記施設に関連する機材

予備調査の結果を踏まえ、日本政府は協力準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構は2009年3月1日から5月16日まで協力準備調査団を現地に派遣し、「コ」国関係者と協議を行うとともに計画対象地域における現地調査を実施した。

現地調査の結果、浄水場の改修及び拡張には緊急性が高いことが確認されたものの、配水管網整備についてはREGIDESOが敷設するための予算確保の確認が取れなかったこと、日本側が施工するには施工対象地区の治安状況に課題があることから協力の対象外となり、プロジェクトスコープは下記のとおりに確定した。

- 施設建設： ● 既存ンガリエマ浄水場の改修
● ンガリエマ浄水場拡張（取水施設、浄水施設）
- ソフトコンポーネント： ● 浄水場運転管理能力の強化

調査団は帰国後の国内作業の後、平成21年10月17日から10月29日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、その結果をもとに本報告書をまとめた。

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 基本方針

1991年9月の暴動以来、我が国による二国間援助は草の根・人間の安全保障無償資金協力を除き原則として中断され、国際機関を通じた緊急・人道支援が主体となっていたが、2003年度以降、3度の食糧援助と同国初の民主的選挙の成功に向けた選挙支援・警察支援を実施してきた。2006年12月の民主政府樹立を受け、2007年2月には経済協力政策協議において、二国間援助を本格的に再開することが決定され、①DSCRП及びドナー共通の援助戦略である国別援助枠組みに沿って援助を実施すること、②当面の重点分野は、DSCRПの柱である社会サービスへのアクセス改善とすること、③地域の状況に応じ、依然不安定な情勢が続く東部に対しては国際機関を通じた緊急・人道支援を中心とした支援、西部（キンシャサ市州及びバ・コンゴ州）に対しては二国間援助を本格的に再開し、選択と集中によるインパクトのある協力を実施すること、④平和の定着とガバナンス向上に資する支援を実施していくこととなった。二国間援助の本格的再開に当たっては、2007年8月にキンシャサ市にJICA駐在員事務所を開設し、実施体制の強化が図られた。

援助の重点分野は以下の三分野で、本プロジェクトは「社会サービスへのアクセス改善支援」分野の中で、首都キンシャサ市の給水サービスを改善することにより基礎生活環境改

善及びコミュニティ開発に資するものである。

① 社会サービスへのアクセス改善支援

長きにわたる内戦により、国民の生活に不可欠な上水施設・道路等の経済インフラ及び学校・病院等の社会インフラの疲弊が著しく、また、こうした問題を背景として貧困問題が拡大していることから、平和の配当を国民が早期に実感しうるよう、同国国民に直接裨益し、最もニーズの高い保健、水・衛生、教育分野を中心に基礎生活環境改善及びコミュニティ開発に資する協力を実施していく。

② 平和の定着とガバナンス向上支援

ポスト・コンフリクト国に対する支援として、同国で進められている治安セクター改革の動向を注視し、国際機関等とも連携しつつ、警察分野での支援を継続するとともに、司法分野での協力可能性についても検討する。

③ 経済開発支援

民主化移行に伴う平和の配当を国民に実感させるためには、経済開発への支援は極めて重要であることから、復興計画の策定・実施等への支援、経済インフラの整備などに関する協力を、他ドナーとも調整しつつ実施していく。

1-3-2 実績

水分野に関連する援助は表 1-2 に示す無償資金協力がザイール共和国時代に実施されている。ザイール共和国時代には 1987 年～1989 年まで REGIDESO に総裁技術顧問として専門家が派遣され、この間に REGIDESO の技術者を対象とした研修員受け入れが行われた。

また、2008 年からは本プロジェクトと対象地域を同じくするキンシャサ市で表 1-3 に示す都市復興の開発調査を実施中である。

表 1-2 ザイール共和国時代の給水分野の無償資金協力実績

(単位：億円)

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1984 年～1985 年	ザイール共和国ムバンザ・ヌグング飲料水供給計画	15.00	揚水施設、送水ポンプ場、配水池の建設、ならびに揚水ポンプ、送水ポンプ、受配電設備、薬注設備、配管材料、給水管の機材調達。
1987 年～1988 年	ザイール共和国キンペセ・ルカラ地区飲料水供給計画	12.67	キンペセ市の既存給水施設の改修・拡張と、ルカラ市の給水施設の建設。
1988 年～1989 年	ザイール共和国バ・ザイール州地下水開発計画	10.59	バ・ザイール州（現バ・コンゴ州）の掘削機・付属機材、井戸機材の調達と 140 井の建設。
1989 年～1990 年	ザイール共和国ゴマ市飲料水供給計画	18.03	取水施設、導水施設、浄水施設、送水施設、配水施設の建設と、公共用水栓（2,000 ヶ所）の機材調達。3 期に分割して実施予定であったが第 3 期（1991 年）に暴動勃発のため工事中止。

表 1-3 技術協力実績

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
開発調査	2008 年～ 2009 年	コンゴ民主共和国キンシャサ 特別州都市復興計画調査	キンシャサ特別州における都市開発 計画の策定に資する地理情報基盤デ ータの整備及びパイロットコミュニ ティにおける地理情報基盤データを活 用した開発計画の策定

1-4 他のドナーの援助動向

表 1-4 に水分野の他のドナー国・機関の援助実績を示す。

いずれも、REGIDESO に関連するプロジェクトであるが、WB、KfW は REGIDESO の組織強化に重点を置いている。特に WB は 2008 年 7 月に決定された REGIDESO の営利企業体への移行³に伴い、REGIDESO の経営改善を目的した経営コンサルタントの派遣を準備している。なお、WB の援助は上記の経営改善の他、キンシャサ市、ルムンバシ市、マタディ市の浄水場建設も念頭に置いている。キンシャサ市の浄水場建設はキンシャサ市水道整備長期計画の浄水場増設の一部をなすもので本プロジェクトと重複するものではない。

また、キンシャサ市水道整備長期計画の浄水場増設について、REGIDESO は中国政府の援助も模索する動きがみられる。

³ 2008 年 7 月 7 日付の法令 08/007 では各省に付随していた公共企業体は営利企業体、公共施設、公的機構に改組される。2009 年 10 月現在移行作業中である。REGIDESO はこれまでエネルギー省の管轄下であったが、今後はエネルギー省の管轄を離れ、商法に則った経営をする。ただし、エネルギー省大臣は役員会のメンバーとなるため、無償資金協力で建設された施設の資産管理等については 2 国間の約束が担保されると考えられる。

表 1-4 他ドナー国・機関の援助実績（給水分野）

（単位：千 USD）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2006 年～ 2009 年	欧州連合（EU）	配水管網整備	14,000	無償	キンシャサ市内のコミュニティの 2 次、3 次配管 500km の敷替え、42,000 件の個別給水栓の設置。
2006 年～	ベルギー技術公社（CTB）、欧州連合（EU）、英国国際開発庁（DFID）、フランス開発事業団（AfD）の協調	給水衛生改善パイロットプロジェクト	36,700	無償	キンシャサ市都市部、バ・コンゴ州村落部の井戸、管路、給水タンク、公共水栓の建設。
2006 年～	ドイツ連邦開発機構（KfW）	REGIDESO 組織改革	6,000	技術援助	REGIDESO の独立した企業経営を可能とするための地方分権の提案。
2007 年～	英国国際開発庁（DFID）	水供給設備、衛生設備整備プロジェクト	139,000	無償	村落部に焦点をあてた水と衛生を改善する事を目的とした水供給施設整備、衛生施設整備、教育整備を複合したプロジェクト。
2008 年～	ドイツ連邦政府技術協力機関（GTZ）	「水法」策定並びに水道改革	不明	技術援助	トレーニングセンターの有効利用、水の情報管理、モニタリングシステムの構築。
2009 年～	世界銀行（WB）	REGIDESO 機構改革	30,000	無償	マネージメント契約による REGIDESO 本部、地方局の経営管理状況の改善。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁はエネルギー省であり、実施・運営機関は REGIDESO（水道公社）である。REGIDESO は、「コ」国における公共企業体の一つであり、本部と 11 の州局があり、本プロジェクトはキンシャサ州局が担当する。キンシャサ州局の組織図を図 2-1 に示す。キンシャサ州局は東部、西部の浄水部と配水部、キンシャサ全体の料金管理部で構成されるが、本プロジェクトはンガリエマ浄水場を対象とするため、西部浄水部が担当部局となる。

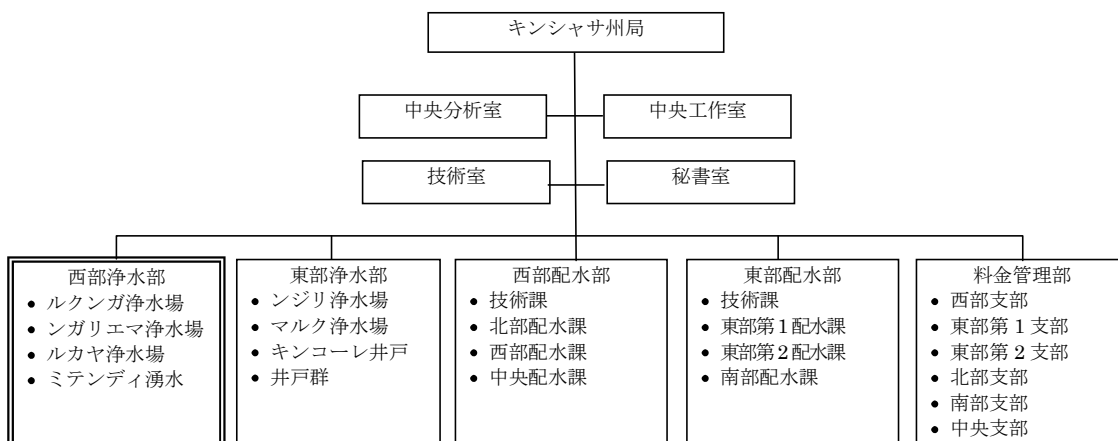


図 2-1 REGIDESO キンシャサ州局の組織図

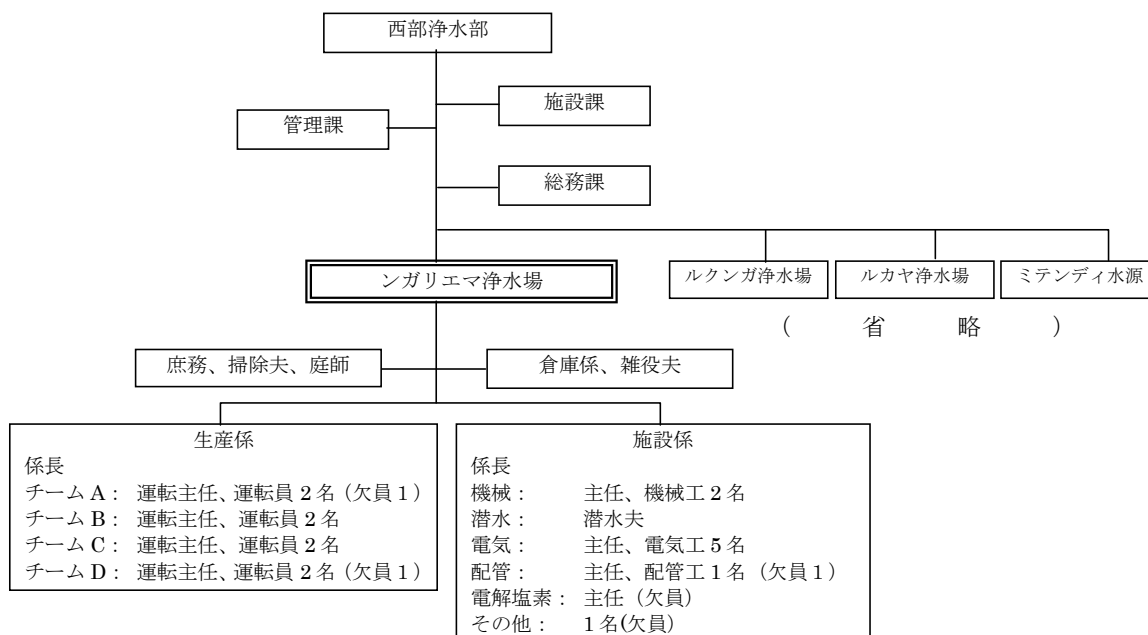


図 2-2 キンシャサ州局西部浄水部の組織図

西部浄水部の組織は図 2-2 に示すとおりであり、浄水施設を運転する生産係、維持管理を行う施設係に分かれる。生産係は4チームで構成され、1チーム12時間勤務で2交代の24時間運転体制で運転されている。施設係は原則昼間の勤務であるが、1名が交代で夜勤を行い夜間の故障に備えている。現状で若干の欠員があるが、十分な運転、維持管理体制といえる。

2-1-2 財政・予算

(1) 収支

REGIDESO は 80 年代において最もパフォーマンスが良い公共企業体であったが、15 年前から外的、内的要因によりサービスがかなり悪化し、システム更新のための投資が出来ない状況が続いている。その要因として、現状のシステムの老朽化の問題に加えて、料金収入水量（有収水量）が非常に低いレベルに留まっていることが挙げられる。

REGIDESO は全国の水道を管掌しているが、その中で、財務的に良好な都市は、キンシャサ、ルブンバシ、マタディーのみであり、他の 94 地域は財務的に危機的な状況である。WB は REGIDESO の組織強化に重点を置いており、これら 3 都市をさらに改善することにより、3 都市の収益が他の 94 都市の改善にまわせるような状況になることを想定している。

REGIDESO の年間収支を表 2-1 に示す。過去 3 年間収支は赤字であるが、この主要な原因は政府機関の水道料金の不払いにあるといわれている。政府機関の未払いのため、2008 年の料金徴収率は 49%に留まっているので、政府機関の支払いが実行されれば、黒字化することは可能である。WB は REGIDESO の構造改革の一環として、政府機関の未払い分の一定額と今後の一定期間の政府機関の水道料金を資金援助することになっている。

表 2-1 REGIDESO の年間収支

(単位 百万 CDF)

	費目	2006 年	2007 年	2008 年
収入	料金収入、自社工事等	82,364	66,763	116,759
	利子、引当金回収、その他収入	9,332	1,797	1,746
	収入計	91,696	68,560	118,505
支出	薬品、電気、輸送、その他	16,934	18,602	22,024
	人件費	16,271	18,101	21,501
	税金、利子、その他	37,394	18,278	15,521
	償却費	4,371	4,086	43,050
	その他損失	30,052	33,967	34,953
	支出計	105,022	93,033	137,049
期間収支		-13,326	-24,472	-18,545

(会計年度は 1 月 1 日より 12 月 31 日)

(2) 水道料金体系

REGIDESO の料金体系を表 2-2 に示す。家庭用の各戸給水栓には水道メータが敷設されることになっているが、多くの水道メータが故障している、あるいはメータが無い給水栓が多く存在している。その場合、水道使用量を計量できない状況となるので、下表の従量制の

料金体系は適用されず、料金は定額制として算定される。REGIDESO の顧客サービス、営業担当者が、当該給水栓の存在している地区において計量された平均水使用量をその地区の定額料金の基礎としている。

表 2-2 REGIDESO の水道料金体系⁴

分類	料金 (USD/m ³)
家庭用 10m ³ /月以下	0.23
25m ³ /月以下	0.42
40m ³ /月以下	0.54
40m ³ /月以上	0.61
中間－ソーシャル	1.11
中間－農業	1.24
中間－その他	1.31
商業 100 m ³ 月以下	2.12
1000m ³ /月以下	2.54
1000m ³ /月以上	2.98
工業	3.80
政府機関	0.85

2-1-3 技術水準

プロジェクト対象であるンガリエマ浄水場について特筆されるべきことは、本浄水場が1952年に建設され、その後拡張を経た現在において、当初建設施設を含めたほぼ全ての施設が運転されていることである。この間、必ずしも最適な機材によって交換されていない回転機器類や弁類も散見されるが、多少の効率低下はあるものの運転が放棄された施設はない。このことは、REGIDESOの維持管理能力が潜在的に高いことを示しているといえる。

よって、施設拡張による維持管理については、これまでのREGIDESOの活動実績及び経験から判断すると、浄水場の運転要員の増員を前提として、性能検査時の設備機器の取扱い説明及びソフトコンポーネントによる技術指導を適切に行うことにより、継続的な施設の運転維持管理は可能と判断される。

⁴ 本表は1998年3月19日の省令による。実際の料金は毎年USDをCDFに換算した単価を適用している。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 既存浄水施設

ンガリエマ浄水場は、1952年に建設され、その後沈殿池、ろ過池を追加しながら、現在は施設能力80,000m³/日の浄水場となっている。浄水場はコンゴ川とゴンベ川沿いに位置し、水源はコンゴ川であり、処理した浄水をキンシャサ市北部・中央部に主に配水している。本浄水場の施設配置を図2-3に示す。

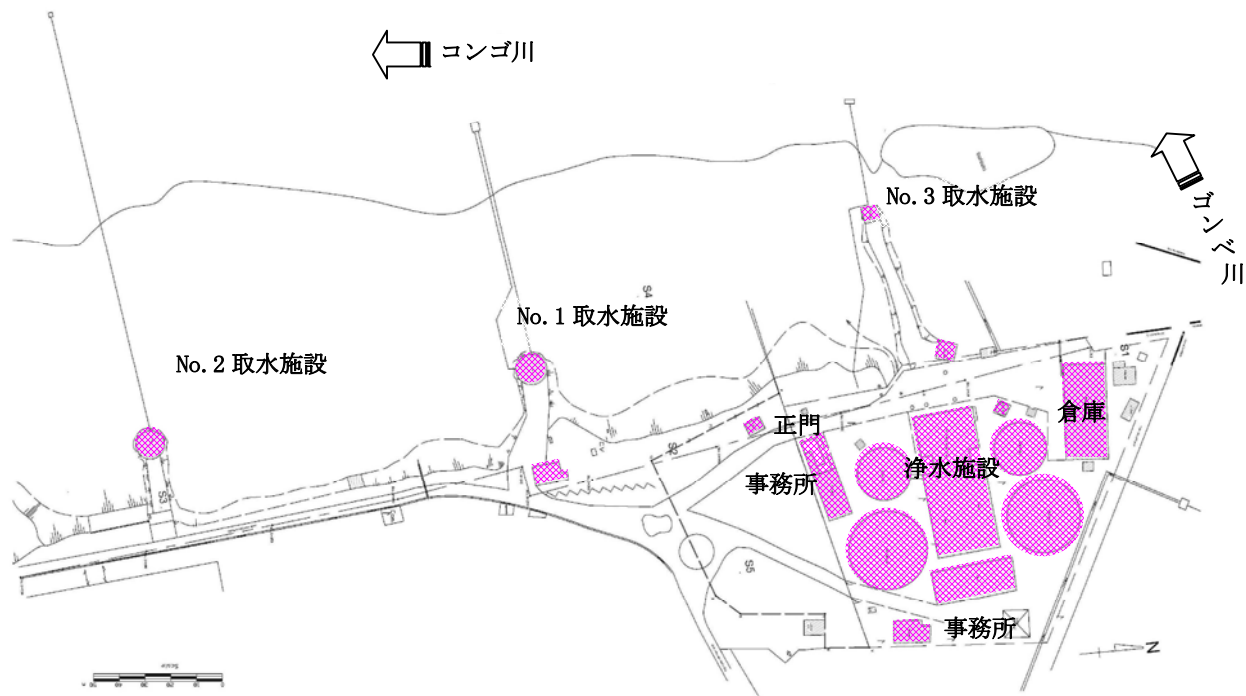


図 2-3 既存浄水場平面図

1) 浄水施設概要

ンガリエマ浄水場における既存施設の諸元を表2-3に示す。既存施設を機能で大きく分けるとコンゴ川の水を取水し浄水施設まで導水するための取水施設と、導水された原水を飲料用水として処理するための浄水施設に区分される。このうち取水施設の詳細については次節に示す。

ンガリエマ浄水場は運転開始以来57年が経過し、土木構造物以外のほとんどの機器が老朽化しているが、維持管理状況は良好であり、機器の修理を繰り返す、廃棄機材の部品を再利用する、運転技術で対応する等の工夫により、故障したまま放置されたような施設や機材はほとんどなく、ほぼ設計時の機能を保っている。

しかしながら、あらゆる設備で老朽化が進んでおり、ろ過池が機能しなくなる、必要な送水量を確保できなくなるという致命的な故障がいつでも起こりうる状態である。

表 2-3 既存施設諸元

名称	区分・構造・形式・能力		数量
No2 取水施設	C	取水管 鋼管 φ700×L186m	1本
	C	RC造取水塔 内径7.9m、ケーシング内径4m	1本
	M	水中モーターポンプ 1,200m ³ /時(20m ³ /分)×H18m×(90kw×2)	2台
No1 取水施設	C	取水管 鋼管 φ650×L92m ×1本 鋼管 φ600×L92m ×~1本	2本
	C	RC造取水塔 内径7.9m、ケーシング内径4m	1本
	M	水中モーターポンプ 1,200m ³ /時(20m ³ /分)×H18m×(90kw×2) 1,500m ³ /時(25m ³ /分)×H18m×134kw	2台
No3 取水施設	C	取水管 鋼管 φ600×L44m	2本
	C	RC造ポンプ室 半地下式 幅5.3m×長さ5.7m	1室
	M	横軸ポンプ 1,000m ³ /時(16.7m ³ /分)×H20m×75kw	2台
着水井	C	RC造 91.67m ³ (+流出井38.54m ³)	1井
着水分配槽	C	RC造 29.12m ³ (+分水井8.0m ³ ×4)	1井
沈澱池	C	RC造スラッジブランケット型円形クラリアイアー φ21m×600m ³ /時,150 ⁻¹ 分×2池	4池
		φ28m×1,200m ³ /時,150 ⁻¹ 分×2池	
ろ過池	C	RC造 水-空気併用 L8.54m×W3.7m×H1.95m×8池 ×3群 ろ過面積31.6m ² 、ろ過砂単層80cm~120cm、ろ過速度5.0~5.4m/時	24池
	M	逆洗ポンプ 10m ³ /分×H7m×18kw	2台
	M	ブロワ 1,830m ³ /時×H0.3m×22kw	2台
浄水池	C	RC造 地下式1,200m ³	1池
凝集剤注入設備(硫酸アルミニウム)	A	注入機室 浄水池の上屋2階	1室
	M	溶解設備 溶解機102.0m ³ /時×0.20kw	1台
	M	注入ポンプ 15m ³ /時×H15m×0.20kw ×1台 50m ³ /時×H5m×0.20kw ×1台	2台
アルカリ剤注入設備(消石灰)	A	注入機室 倉庫に併設	1室
	M	溶解設備 RC造溶解槽~2基、攪拌機~2基	1式
	M	注入ポンプ 25m ³ /時×1.5kw	2台
	M	貯留設備 ライムサチュレーター	1基
	M	水供給ポンプ 15m ³ /時×H15m×1.5kw 50m ³ /時×H5m×1.5kw	2台
消毒設備(次亜塩素酸カルシウム)	A	注入機室 送水ポンプ室に併設	1室
	C	溶解設備 RC溶解槽2.3m ³ ×2槽、攪拌機×1台	1式
	M	注入ポンプ 1,880L/時×1.1kw 2,500L/時×1.5kw	2台
配水施設	A	RC造ポンプ室 浄水池の上屋	1棟
	M	送配水ポンプ 750m ³ /時(12.5m ³ /分)×H90m×290kw	6台
	M	エアチャンバー 水撃防止タンク×2+コンプレッサー×1	1式
管理事務所	A	事務所 事務所、水質検査室	1棟
	A	水質検査室 送配水ポンプ室に併設	1室
	A	事務所 訓練プラントを改造、水質検査室	1棟
	A	倉庫 消石灰注入室に併設	1棟

凡例 C：土木構造物、A：建築構造物、M：機械設備、E：電気設備

2) 浄水施設の問題点

ンガリエマ浄水場の運転管理は、計量設備が正常に稼動していないことから、ポンプ容量とその運転時間記録から浄水量を推計し運転報告書 (RAPPORT D' EXPLPITATION) に記録している。浄水場の停電時間は、同報告書の取水ポンプの稼動記録 (2008年) から月当たり15時間程度と推定される。

同報告書と「添付資料-8: ンガリエマ浄水場既存施設の調査診断結果」に示す施設の調査結果から、ンガリエマ浄水場の浄水施設には以下のような問題点があげられる。

- 着水井

着水井にて凝集剤を注入し重力式攪拌を行っているが、攪拌がうまく行えていないため、沈澱池にて原水 pH の低下現象が見られる。

- 沈澱池

自動排泥弁が破損しており、現在は運転員が沈澱池内の汚泥濃度を測定して、数時間に1回の排泥弁の開閉作業を行っている。

- ろ過池

ろ過池 No. 18 の底板 (下部集水装置) が一部めくれ上がっており稼動していない。また、他のろ過池は下部集水装置のストレーナー目詰まりにより、逆流洗浄水が均一にろ過池全体に供給されていない。このため、ろ過砂の流出が顕著であるため砂層の追加が不可欠である。さらに、ろ過池に付随する空気作動弁類及び弁操作台も老朽化しているため、常に急速ろ過池 2 池分は不調を抱えている。

- 浄水池

既存の浄水池は浄水規模に比べて非常に小さく、現在は池容量が 22 分程度と送配水ポンプ運転の調整機能程度となっている。創設当初は配水池を市内に設置して、浄水場では調整機能を持たないという設計思想であったことが想定される。

- 送配水ポンプ

送配水ポンプは、6 台中 1 台は故障のため撤去されているので 5 台運転となっている。そのうち 2 台は EU により新しいポンプに取替えられており、3 台の古い送配水ポンプが存在する。1 台の故障により送水量は 18,000 m³/日 (約 22.5%) 低下することから重要な設備である。

- 薬注施設

薬品溶解設備、注入設備に関わる機械・電気系設備の老朽化が見られる。これらの機器は予備設備がない状態で運転していることから、機器が故障した場合は浄水場の稼動停止に繋がる重要な設備である。

- 事務所及び水質試験室

事務所及び水質試験室が 3 箇所に分散していることから、管理が非常に煩雑となっている。

- 計量施設

浄水場における原水取水量、浄水配水量を計量する軽量設備は設置されていない。

(2) 既存取水施設

既存取水施設は、コンゴ川に突き出す形で3箇所設置(位置は図2-3参照)されており、コンゴ川の下流側からNo.2、No.1、No.3と呼ばれている。下流側2箇所の取水施設は、本浄水場が建設された1950年代に建設されたもので、最上流の取水施設No.3は、2004年にREGIDESOにより建設されたものである。現在、最下流のNo.2取水施設は使用されておらず、上流側の2ヶ所の取水施設(No.1とNo.3)が稼動している。

1) 取水施設の構成

取水施設の構成は、河川内に落としこまれた取水口(図2-4の①)からポンプ井(同③)まで、取水管(同②)が露出配管されており、ポンプ井へ取水管が落としこまれている。ポンプ井側の取水管には真空ポンプ(同④)が取り付けられており、コンゴ川の河川水位が低い時に、ポンプ井まで導水するためのサイフォン形成設備となっている。ポンプ井には水中モーターポンプ(同⑤)が設置されており、浄水施設の入口となる着水井(同⑥)までコンゴ川原水を導水するように構成されている。

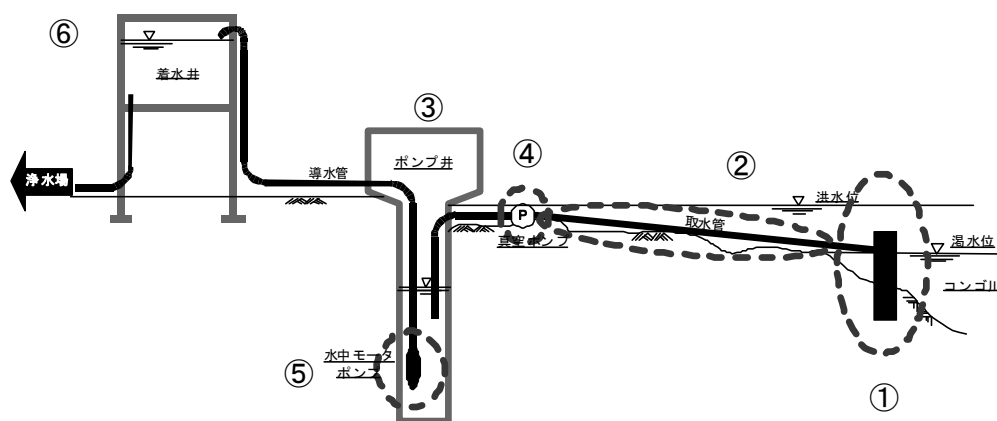


図2-4 既存取水施設の構成

注) 取水施設No.3は、⑤水中モーターポンプが横軸ポンプとなっている。

2) 取水施設概要

取水施設の概要を下流側から説明し、表2-4に取水施設の概要をまとめる。

①最下流のNo.2取水施設は、取水管の腐食により穴が開いており、サイフォンが機能しないことから現在は使用されておらず、水中モーターポンプも撤去されている。取水管の腐食に対しては、ゴムバンドを巻いて対応しているが根本的な解決に至っていない。

サイフォンが機能しない原因は、取水管に開いた穴から空気が流入し、管内が真空状態とならないためにサイフォンが形成されないことによる。このため、取水管が水没する状態では問題ないが、乾期の水位低下時には利用できなくなる。また、取水口にビニール袋や雑草等の夾雑物が入ってくることも原因の一つとなっており、スクリーンのようなもので取水口を囲む等の対策が必要である。

②No. 1 取水施設は、2 本の取水管の内、1 本は No. 2 取水施設と同様な理由で使用できないため、残りの 1 本で取水している。取水ポンプである水中モーターポンプは既に 15 年以上使用されている。取水井の上部構造である取水塔内に設置されている電機パネルのうち 2 台が新規のものに取り替えられており、これは 2007 年 12 月に EU によって設置されたものである。

③一番上流側の No. 3 取水施設は、2004 年に REGIDESO により建設された取水施設であり、浄水場に最も近い位置にある。No. 1 及び No. 2 の取水施設との大きな違いは、水中モーターポンプではなく、横軸ポンプを採用しており中古ポンプが設置されている。水中モーターポンプは故障すると水密性の問題があるため REGIDESO では修理ができないことから、横軸ポンプの方が維持管理が容易とのことである。

なお、ポンプ室は現在に至るまで未完成状態であり、ドアや窓、ピットへ下りる階段が未整備のままである。またピット内には漏水があり、取水ポンプの操作盤がピット内に設置されているため漏電、感電の危険がある。

表 2-4 既存取水施設の概要

No	No. 2 取水施設	No. 1 取水施設	No. 3 取水施設
現況	1,200m ³ /時の水中モーターポンプ 2 台の構成となっている。現在は使用されていない。	1,200m ³ /時と 1,500m ³ /時の水中モーターポンプ 2 台の構成となっている。	2004 年に REGIDESO が建設したもので、1,000m ³ /時の中古の横軸ポンプ 2 台による取水方式となっている。
取水方式	サイフォン式取水管→取水井→取水塔（ポンプ）		サイフォン式取水管→半地下式ポンプ室（ポンプ）
ポンプ形式	水中モーターポンプ		横軸ポンプ
取水ポンプ能力 (1 台予備とした取水量)	1,200m ³ /時×2 台 (28,800m ³ /日)	1,200 m ³ /時×1 台 1,500m ³ /時×1 台 (28,800~36,000m ³ /日)	1,000m ³ /時×2 台 (24,000m ³ /日)
問題点	水中モーターポンプの故障は水密性の問題があるため修理ができず、維持管理に難がある。		電気盤がピット内にあり、漏電の危険性がある。ドア、窓ガラスがない。
継続使用の可否	大規模な改修が必要	大規模な改修が必要	小規模な改造が必要
ポンプ増強	可能	可能	スペース的に不可

3) 既存取水施設の問題点

前述の既存取水施設における概要から、取水施設の主な問題点を整理すると、

- ① 図 2-5 に示すとおりコンゴ川の水位変動（約 5m）が大きい。
- ② 取水口が浮遊・流下するゴミ等により閉塞される。
- ③ 取水管（鋼管）が破損し、穴があいている。
- ④ 真空ポンプが故障すると乾季の取水ができない。
- ⑤ 水中モーターポンプは、REGIDESO では補修ができないため運転・維持管理が難しい。
このため、維持管理の容易な横軸ポンプへの変更が望ましい。

となる。これらの問題点に対して想定される対応策は表 2-5 のようにまとめられる。

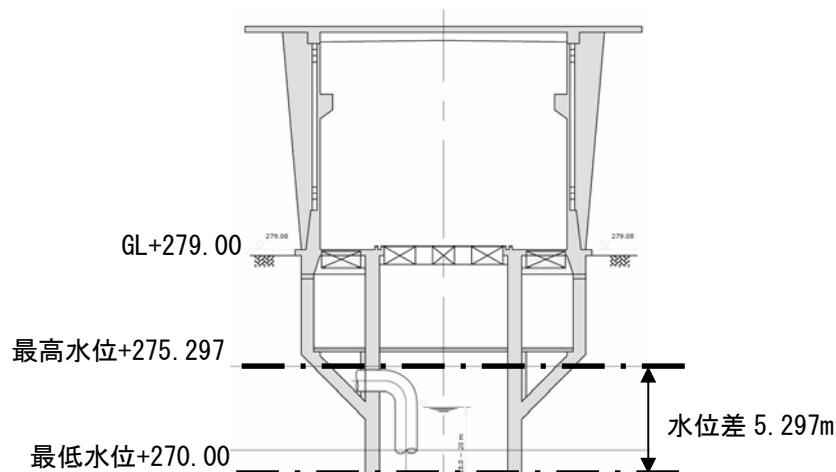


図 2-5 ンガリエマ浄水場の河川水位模式図

表 2-5 既存取水施設の問題点の整理

	問題点	想定される対応策
①	コンゴ川の水位変動（約 5m）が大きい。	サイフォンが形成できる水位差は、理論的には-10.33m、現実的には-6m 程度である。このため、取水ポンプは、最低水位の条件から+276.0m以下に設置しなければならない。
②	取水口が浮遊・流下するゴミ等に閉塞される。	ゴミによる取水口の閉塞対策には、取水口を囲むようなスクリーンの設置が望ましい。
③	取水管（鋼管）が破損し、穴があいている。	取水管の破損は交換が必要である。川の流木による破損防止から鋼管が望ましい。
④	真空ポンプが故障すると乾季の取水ができない。	真空ポンプが故障しても施設運用に支障がないように、運転用と予備用として 2 系統化が望ましい。
⑤	水中モーターポンプは、REGIDESO では補修ができないため運転・維持管理が難しい。このため、維持管理の容易な横軸ポンプへの変更が望ましい。	既存取水ポンプ塔の構造、スペース的な条件から横軸ポンプの採用は難しい。 <ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ設置高の制限から、φ 4 m ケーソン内部にポンプを設置しなければならない。 ・横軸ポンプを 2 基設置するには、ケーソン部分の取壊・改造が必要である。 ・上屋がケーソンと連結した構造であるため、上屋基礎の改造が必要である。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 拡張用地

ンガリエマ浄水場及び拡張用地の区画図を図 2-6 に示す。区画番号 No. 2651 及び No. 27183 がンガリエマ浄水場の既存施設のある用地である。No. 2652 は既存浄水場に隣接した用地であり、Utex Africa から使用権を取得した拡張用地である。

施設拡張にあたっては、区画番号 No. 27183 は河川敷であるため、土地の盛土と護岸用擁壁の設置など土地の造成が必要という経済的な観点から、また、河川断面を減少させるべきでないという河川管理の観点から施設建設には適さない。これ以外の陸側の土地はすでに

住宅地となっているため拡張用地として取得できる可能性は少なく、利用できる用地は No. 27183 の一部と No. 2652 のみに限定されている。

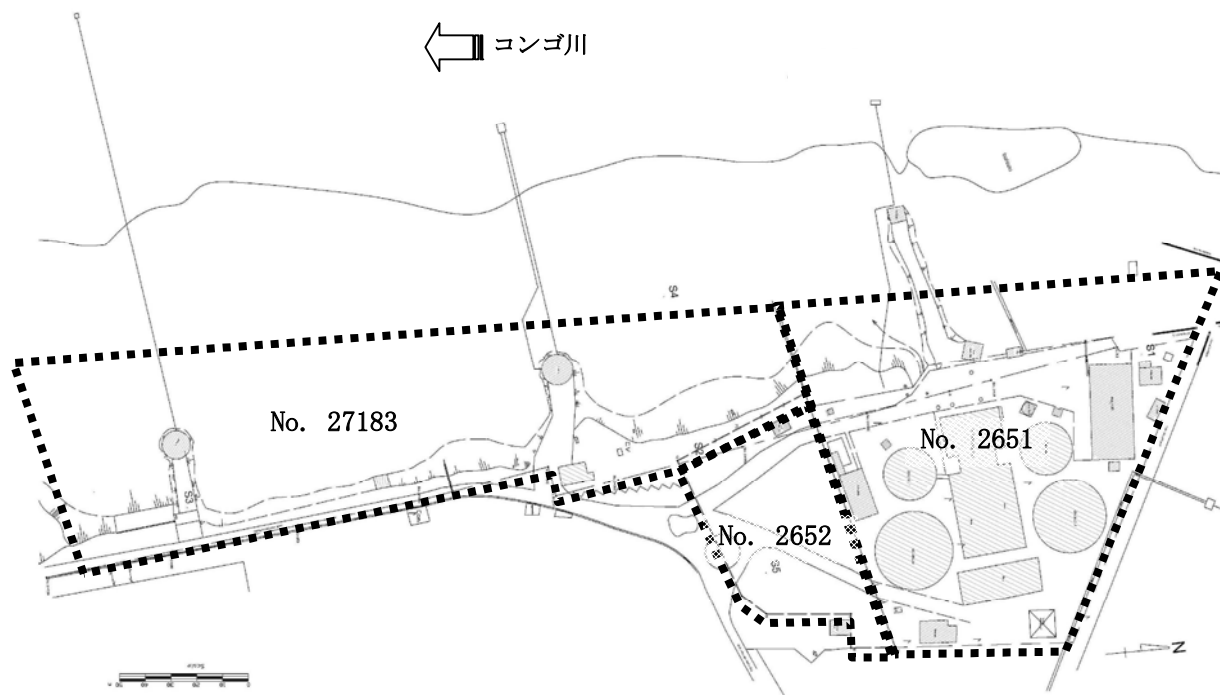


図 2-6 土地区画図

(2) 道路

キンシャサ市は東西 6km にわたる市内幹線道路の「6 月 30 日通り」を中心として、官庁、商店、高級住宅等が建ち並び、ゴンベ地区には外国人も多く住んでいる。ンガリエマ浄水場へのアクセスは、「6 月 30 日通り」の起点から南西方向に延伸する公道から、Utex Africa 敷地内道路を通過し浄水場へ至る。この敷地内道路は、Utex Africa が管理する道路で入口にゲートが設けられており、ゲートには警備員が配置されている。このため工事時の資材搬入にあたっては Utex Africa の協力を取り付けるとともに、住宅地の専用道路であるため、工事中は、騒音、埃の発生や住人の通行を妨げない配慮が必要となる。

(3) 電気

ンガリエマ浄水場には、SNEL(電気公社)より電力が供給されている。受電方式は 6.6kV の二系統受電(ゴンベⅡより一系統、Utex Africa 工場より一系統)となっている。現在の単位消費電力量は 266.0 WH/m³(2008 年浄水場の運転記録実績値)であり、現状の受電容量で拡張分をまかなうことは可能である。

(4) 水道

拡張浄水場の水張り試験、場内配管の水圧試験等に必要の水は、既存の原水を取水することで対応できる。また、施設の洗浄に必要な水は、必要に応じて既存浄水場より浄水が供給される。

2-2-2 自然条件

(1) 気候

キンシャサ地域の気候は、5月～10月までの乾期と、11月～4月までの雨期に分かれている。キンシャサ市の年降水量は1,500～1,600mmであり、気温は一年を通して安定しており、年平均気温は約25～26℃である。雨期乾期の区別が顕著であるが、雨期の月平均降雨量は200mm前後で通常の建設工事には問題ないが、コンゴ川の流量増加に伴い河川水位が上昇するため、取水施設等の河川工事は雨期をなるべく避けるべきである。

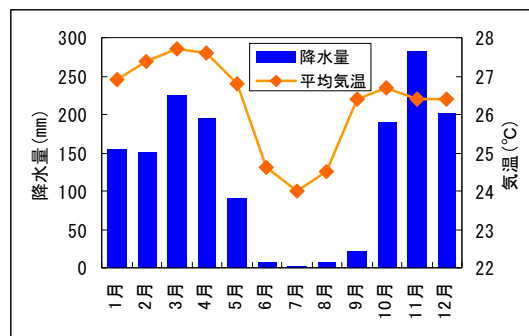


図 2-7 降水量と気温の関係

出典：ンジリ観測所、2003～2007年

(2) 水文⁵

コンゴ川は、流域面積が3,747,320 km³でその流域は9カ国に及ぶ。流域の平均降水量は1,470mmであり、その流出量は合計で56,000m³/秒と算定されており、その内64%が「コ」国起源となっている。キンシャサ地点におけるコンゴ川の平均流量は40,000m³/秒とされ、ンガリエマ浄水場拡張後の平均取水量は1.27m³/秒(110,000m³/日)で、コンゴ川に対する流量割合は0.003%程度と問題とならない水量である。



図 2-8 コンゴ川流域と水資源流出量の割合

(3) コンゴ川の水位

コンゴ川の水位はキンシャサ港に設置された測定所で、標高272.12mを基準として観測されている。過去の最高水位は6.26m(1961年12月17日)で最低水位は-0.47m(1905年7月22日)である。

図 2-9 に示す過去10年間の水位データでは、最高水位が5.27m(1999年12月10日)、最低水位が0.15m(2004年7月31日)と記録されており、その差は5.12mとなっている。

ンガリエマ浄水場における取水施設と河川水位の関係は図 2-5 に示したとおりである。

⁵ 「PMURR」BCMI-第11.06号最終報告書(2007年12月、WB)より抜粋

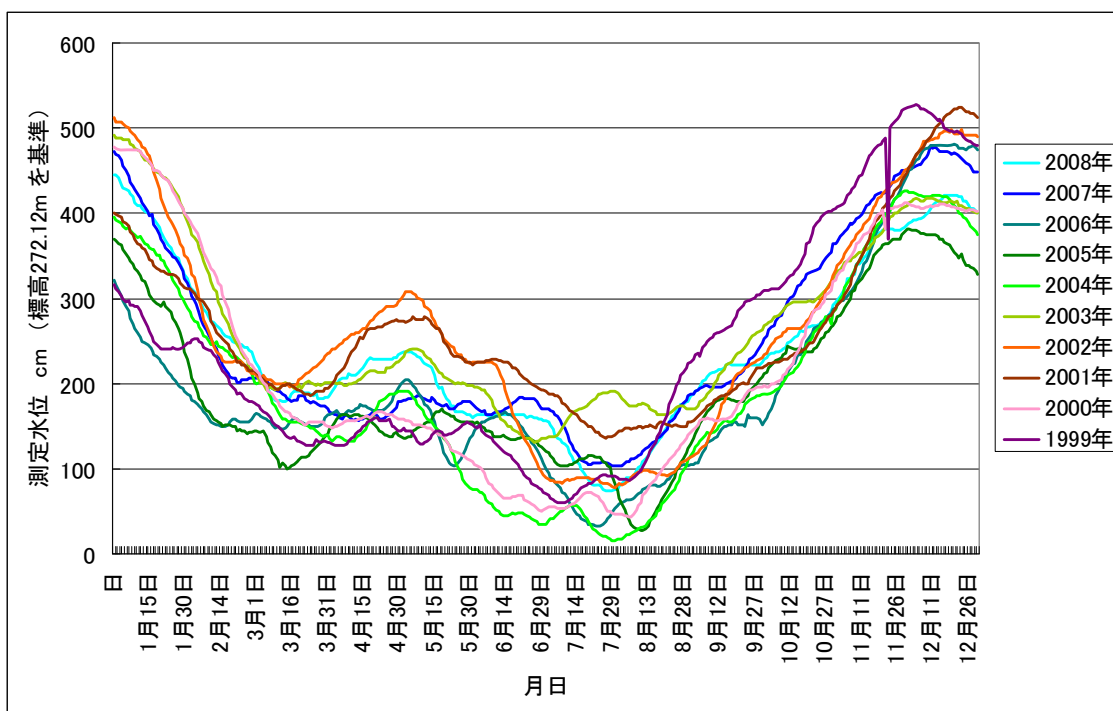


図 2-9 キンシャサ港における過去 10 年間の測定水位
出典：河川航路公社 (RVF) より入手

(4) 水質

水質試験は水源水質の安全性の確認と給水水質の把握を目的として本調査にて実施した。水源水質は、予備調査によれば重金属等の有害物質は基準以下とされているが、その再確認のために、取水口での採水サンプルの重金属等を対象に分析した。給水水質は浄水場出口及び市内の給水栓水での配水過程での汚染に関する大腸菌群、残留塩素を対象に分析した。

水質試験は表 2-6 に示す検水につき一回実施した。採水した検水はキンシャサ大学薬学部の水質試験室に持込み分析した。

表 2-6 水質試験仕様

採水点	検体数	分析項目
コンゴ川取水点	2カ所	色度、臭気、味、濁度、蒸留物、水温、硬度、水素イオン濃度、大腸菌、電気伝導率、カルシウム、マグネシウム、塩素、アンモニウム濃度、硝酸イオン濃度、亜硝酸イオン濃度、鉄、硫酸イオン、マンガン、銅、鉛、フッ素、ナトリウム、亜鉛、カドミウム、クロム、砒素
ンガリエマ浄水場浄水池出口	1カ所	pH、色度、濁度、臭気、大腸菌群数、残留塩素
市内給水栓	対象コミュニティで各1カ所、計6カ所	pH、色度、濁度、臭気、大腸菌群数、残留塩素

<水質調査結果>

水質測定結果を表 2-7（ページ 2-15 参照）に示す。この結果から、原水、配水水質を評価すると以下ようになる。

① ンガリエマ浄水場原水水質

2つの検水とも同一河川の近傍であるため、ほぼ同様の水質を示している。濁度、色度ともにやや高めであるが、大陸河川の下流域で土砂混入が多いことを考慮すれば原水濁度、色度は正常域と判断できる。

pHは6.4から6.5と中性域であるが、アルカリ度が低めであることから、凝集剤添加によるpH低下を防ぎ、凝集剤の適性pH域を保持するために、アルカリ添加が必要となることが予想される。実際に現在のンガリエマ浄水場では消石灰が注入されている。

溶解物質の指標となる蒸発残留物は200mg/l程度で正常域であり、重金属類はいずれもWHOの基準以下で、予備調査の結果と照合しても重金属汚染はないと判断される。

したがって、コンゴ川の原水は濁質除去を目的とする浄水処理を適切に実施することにより適正な飲料水を生産することが可能である。

② 配水水質

各給水栓での濁度はオゾンを除き2NTU以下で良好であるが、配水の安全性は細菌学的な観点から問題が多い。すなわち、多くの給水栓で総細菌、大腸菌群が検出⁶され、ンギリンギリ、ブンブ、セレンバオでは尿尿による直接汚染の可能性を示す糞便性大腸菌も検出されている。

細菌汚染を防ぐための塩素注入は各浄水場で実施され、各給水栓水質でも適正あるいは痕跡程度の残留塩素が検出されているが、劣悪な配水・給水環境から、残留塩素の消毒効果を越える細菌汚染が起こっていると推察される。

したがって、浄水場では適切な飲料水を送水しているものの、地域的な低水圧、低水量、頻繁な断水、不衛生な野外給水栓の環境等から、配水過程で細菌汚染が広がっているものと判断できる。

(5) 地形

既存浄水場及び拡張用地の地形把握を目的に、本調査にて地形測量を実施した。平面測量、縦横断測量の範囲は、図 2-10（ページ 2-16 参照）に示すように既設浄水場に近接するゴンベ川河口からコンゴ川下流のNo.2取水塔間及び既存浄水場及び拡張用地全域にて実施した。

また、最適な取水口の位置把握を目的に河川測量を実施した。測量範囲は既設取水口先端から200mまでを深淺測量範囲として実施した。調査時(2009年4月)のコンゴ川の流速は、

⁶ 表 2-7 の細菌数は、ゴンベ、カサブブ、ンガリエマではゼロであるが、一般細菌数のゼロは考え難く、採水・分析に問題があったと推察される。

河岸から沖合い 200m で 2.5～3 ノット (4.6km～5.5km/時)、河岸から沖合い 50～100m の既設取水口付近では 0.5～0.8 ノット (1.0km～1.5km/時) であった。

表 2-8 地形測量の仕様

種別	範囲	規模
平面測量	既存浄水場及び拡張用地	4ha (約 425m × 100m)
縦横断測量	上記用地の縦横断	平面測量範囲の 10m ピッチ、既設構造物及び地表変化点の標高
河川測量	河床高	河川護岸から 200m 幅で 3 測線を中心に 500m

(6) 地質

地質調査は地質の深度状況、平面状況の把握を目的に、地表から支持地盤までの約 15～20m の 5 箇所 (図 2-10 参照) のボーリングを実施した。また、地耐力の把握を目的に粘性土をサンプリングして、粒度試験、含水量試験、液性・塑性限界試験、単位体積・重量試験、一軸圧縮試験、圧密試験などの室内試験を実施した。

<地質調査結果>

標準貫入試験結果を表 2-9 (ページ 2-17 参照) に、室内試験結果を表 2-10 (ページ 2-17 参照) に示す。

地質状況は、地表面から約 2m 深は黒色の粘土質表土で覆われ、約 7m 深付近までは砂質土または比較的固いシルト質粘性土である。この粘土質層以深は一部帯水した砂層であり、地表より 19m～20m 付近でキンシャサ特有の” Inkisi” と呼ばれる赤色の砂基盤岩が見られる。

また、ゴンベ川に近いボーリングサンプル (S1) では、深度 5～7m 付近で黒色植物繊維が混入する土層があり、この付近に構造物を築造する場合は、圧密沈下の対策が必要である。実際に、既設倉庫は 5～7cm 程度の不同沈下が見られる。

キンシャサ大学薬学部 (Université de Kinshasa, Faculté de Sciences Pharmaceutiques) で実施
 表2-7 水質分析結果

採水日 (2009年)	4月10日		4月10日		4月17日		4月16日		4月16日		4月16日		4月14日		4月13日		4月10日	
	原水 (取水栓)	16.4	原水 (取水栓)	19.2	水栓水 Ngiri Ngiri	0.8	水栓水 Bambu	1	水栓水 Selembao	0.6	水栓水 Ozone	9.1	水栓水 Gombe	1.3	水栓水 KasaVubu	1.6	水栓水 Ngalima	1.4
濁度		NTU																
色度		Hazen																
pH																		
水温																		
蒸発残留物																		
アルカリ度																		
アルカリ度																		
全硬度																		
カルシウム硬度																		
COD																		
塩素イオン																		
亜硝酸イオン																		
硝酸イオン																		
アンモニア性窒素																		
カルシウムイオン																		
マグネシウムイオン																		
全鉄																		
2価鉄																		
マンガンイオン																		
硫酸イオン																		
ナトリウムイオン																		
銅																		
鉛																		
亜鉛																		
カドミウム																		
6価クロム																		
ヒ素																		
アルミニウム																		
残留塩素*																		
総細菌数																		
大腸菌群数																		
糞便性大腸菌群数																		

*:残留塩素のみ4月30日に測定



图2-10 地形測量・地質調査位置図

表2-9 標準貫入試験結果表

深度 (m)	ボーリング記号				
	S1	S2	S3	S4	S5
2.00	8	2	7	2	16
3.00	13	2	1	13	25
4.00	36(26)	5	8	34(25)	29
5.00	9	12	3	39(27)	20
6.00	22(19)	36(26)	35(25)	30(23)	35(25)
7.00	> 50	> 50	19(17)	76(46)	52(34)
8.00	> 50	> 50	69(42)	> 50	78(47)
9.00	> 50	24(20)	> 50	17(16)	77(46)
10.00	> 50	> 50	> 50	74(45)	> 50
11.00	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
12.00	> 50	44(30)	> 50	25(20)	> 50
13.00	> 50	46(31)	> 50	17(16)	39(27)
14.00	> 50	> 50	> 50	> 50	45(30)
15.00	> 50	35(25)	> 50	> 50	18(17)
16.00	-	18(17)	-	-	39(27)
17.00	-	38(27)	-	-	50(33)
18.00	-	> 50	-	-	39(27)
19.00	-	> 50	-	-	> 50
20.00	-	> 50	-	-	> 50

注) () 内数値は補正後のN値を示す。

表 2-10 室内試験結果

1	サンプル番号	S2-E5	S2-E10
2	性状	黒茶色粘土	白色粘土
3	採集深度 (m)	2.50-3.00	2.50-3.00
4	含水比 (%)	28.5	14.5
5	単位体積重量(g/cm ³)	2.61	2.63
6	<u>粒度</u>		
	- Ø max (mm)	0.5	0.5
	- 細粒分 (%)	49	38
7	<u>土粒子の特性 (%)</u>		
	- 液性限界 "LL "	21.5	17.6
	- 塑性限界 "LP "	18.7	—
	- 塑性指数 "IP "	2.8	—
8	<u>一軸せん断</u>		
	- 粘着力 "C _v " (bars)	0.3	0.0
	- 安息角 "φ _v "	17	25
9	<u>変形特性</u>		
	- 変形係数 E ₀	0.6634	0.9958
	- 圧密係数 σ _{p0} (bars)	1.1	1.5
	- 圧縮指数 C _c	0.15	0.08
	- 透水係数 e ₀ K (cm/s)	1.8x 10 ⁻⁷	5.610 ⁻³

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境社会配慮に関する制度

「コ」国における環境社会影響評価は、世界銀行が進める PMURR (緊急マルチセクター改善・再建プログラム) を実施するために、自らの環境社会影響評価ガイドラインを導入し、インフラ整備とともに環境に係る様々なプロジェクトを実施している。

世界銀行は、PMURR 開始後にコンゴ民を通じて環境コンサルタントを雇用し、環境社会影響評価と環境社会管理計画のための運用マニュアルを整備するとともに、プロジェクトごとに提出される評価書を審査する組織として環境省内に GEEC を設立した。さらに、環境社会影響評価システムを機能させるために、環境コンサルタントはインフラ整備を担う諸機関の職員に対して訓練を行った。

これらの環境社会配慮に係る手続きは、2006年12月10日に施行された環境省令に基づき、全てのプロジェクトに適用される。ところが、環境社会配慮に係る審査システムが導入されたものの、正式な法制度は未整備のままであり、審査手続きを担当する GEEC は、これまでの審査実績は少なく、業務成熟度は低いとされる。

(2) 審査手続きの状況

「コ」国の環境社会影響評価は、PMURR における環境社会影響評価の運用マニュアルとして整備されており、世界銀行の環境社会影響評価ガイドラインが基本となっている。本調査では、REGIDESO が実施する環境社会影響調査を補強する目的で、JICA 環境社会配慮ガイドラインによる調査を併せて実施した。

環境社会配慮に係る手続きは、環境社会影響に関して訓練を受けた REGIDESO の環境担当者が、前述の運用マニュアルに従い、カテゴリ分析を行いカテゴリ B と評価された。また、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づくカテゴリ分類が行われ、プロジェクト実施に伴う影響は、住民移転を伴わない土地収用、河川敷での畑作など、「重大ではないが一定の望ましくない影響が想定される」カテゴリ B と評価された。

これらの結果は、(3) に後述するプロジェクト実施に伴う影響調査結果としてまとめられ、REGIDESO の環境担当者が事前環境社会分析書として GEEC に提出し、2009年4月にカテゴリ B であると認定された。

GEEC によりカテゴリ B と判断されたプロジェクトは、影響診断 (IEE レベル調査) と環境影響評価書の提出が義務づけられている。これを受けて、REGIDESO は 2009年4月にステークホルダーミーティング (利害関係者の意見交換会) を開催し、環境許可取得のための TOR 案を作成して GEEC に提出した。

REGIDESO は概略設計概要説明時の討議議事録に基づき、2010年3月末までに、環境影響評価書を GEEC に提出し承認を受けなければならないため、第2回目のステークホルダーミーティングの開催と、環境コンサルタントを雇用し、IEE レベルの環境影響評価書とモニタリング項目、方法、指標等をまとめた環境社会管理計画書の作成を行う予定となっている。

提出された環境影響評価書を GEEC が審査し、受理・承認された場合に、事業が承認される。

(3) 環境社会影響調査結果

本プロジェクトの実施に伴う環境社会影響調査は、2009年3月から4月までに、REGIDESOの環境担当者と協力準備調査団員との共同で実施された。

影響調査分析は、REGIDESOの環境担当者がPMURRの運用マニュアルに従い実施した。前述のとおり当該調査の補強のため、JICA環境社会配慮ガイドラインに基づき、協力準備調査団員による調査も併せて実施し、影響調査分析の結果は表2-11のようにまとめられた。

プロジェクト実施に伴う環境社会への影響は、工事範囲が既設浄水場内と隣接する拡張用地内に限られること、住民移転を伴わない土地収用、景観配慮、工事期間中の不法耕作地への保障など、その影響は限定的であることからカテゴリBと評価された。

表 2-11 プロジェクト実施に伴う影響調査結果

環境項目	評価区分***		調査結果
	取*	浄**	
公害			
大気汚染	D	D	工事期間中の建設重機による排気ガスの影響が想定されるが、影響は極めて小さい。
水質汚染	D	D	既存・拡張浄水場の洗浄排水はコンゴ川に返送されるが、洗浄排水には濁質以外の汚染物質がないこと、コンゴ川の流量が膨大で希釈されることから影響は極めて小さい。
土壌汚染	D	D	浄水場で使用される薬品は、コンクリートの床上に貯蔵されるため直接地中に浸透しない。
廃棄物	D	B	機器交換後の撤去機材が発生し、廃棄に当たっては適切な処分と管理が必要である。
騒音・振動	D	D	住宅地と近接する拡張浄水場では、ブロワを使用しない低騒音型の処理方式を採用するため、影響は極めて小さい。また、近隣の住宅建設では建設重機による騒音・振動はこれまで問題となっていない。
地盤沈下	D	D	ボーリング調査結果を反映した、適切な設計・施工を行うことにより地盤沈下は発生しない。
悪臭	D	D	悪臭を発生する原因は見当たらない。
自然環境			
地形・地質	D	D	浄水場は河川敷より一段高い位置であり、雨期の高水位時でも浸水しない。
土壌浸食	D	D	コンゴ川岸において土砂堆積はあるが、取水口の位置が河川内にあるため問題とならない。
自然災害 (洪水、地震)	D	D	雨期の高水位時でも施設は浸水しない。また、地震の発生は非常に少ない。
水資源	B+	D	施設拡張により取水量が約30%増加するが、コンゴ川の流量が膨大であることから影響は極めて小さい。取水施設は、浄水場の場内排水の放流口位置が、取水口の上流側から下流側へ移動されることから、汚水を含んだ河川水の取水が解消されるため正の影響がある。
地下水	D	D	地下水へ影響を及ぼす原因は見当たらない。

環境項目	評価区分***		調査結果
	取*	浄**	
動植物及び生物多様性	D	D	キンシャサ市域では絶滅危惧種などは報告されていない。
社会環境			
非自発的住民移転	D	D	拡張用地は空き地であり、民家や不法占拠者は存在しないため、住民移転は発生しない。
土地使用と現地資源の利用	D	D	拡張用地は空き地であり、Utex Africa から REGIDESO へ使用権が移転された。
既存インフラへの被害	D	D	拡張用地は空き地であり、既存構造物は存在しないため、影響はない。
歩行者、車の通行と交通渋滞	D	D	住宅地の専用道路であるアクセス道路は、工事期間中は、騒音、埃の発生や住人の通行を妨げないように、浄水場内に工事車両の退避スペースを確保するため、工事期間中の影響は極めて小さい。
樹木・街路樹	D	D	拡張施設の建設には約 20 本の樹木の伐採が必要であるが、これらの樹木は観賞用または果物であるため影響は極めて小さい。
景観	D	B	拡張用地の東側・南側に隣接する住宅からコンゴ川が見えなくなるため、住民に事業を説明して理解を得るとともに、住民の視界に入る位置では極力低層施設となるよう配慮する。また、用地境界を緑化するなど景観に配慮する。
文化・歴史遺産	D	D	対象地域には文化遺産、貴重建造物は存在しない。
利益と損害の分配の誤り	D	D	土地取得費用は、土地問題省が土地評価額を決定し必要な行政手続きを行っている。
雇用	B+	B+	工事により雇用が創出されるなど正の影響がある。
貧困層、社会的弱者	D	B	取水施設付近の沈没船に居住する約 140 名の漁師は、工事期間中は REGIDESO の敷地である河川敷内を自由に往来できなくなる。工事実施に当たっては十分な説明が必要である。
生計	D	B	雨期に冠水する河川敷内で、付近に住む約 15 家族（主に女性達）が乾期に野菜などを耕作している。REGIDESO の土地である河川敷を不法に使用しているが、工事実施に当たっては十分な説明と合意が必要である。
女性と子供の役割	B	D	工事期間中は、REGIDESO の土地である河川敷を不法に使用し、野菜を耕作して収入を得ている女性達に影響を及ぼすため、工事実施に当たっては十分な説明が必要である。
事故の危険	D	D	浄水場で使用する薬品のうち次亜塩素酸カルシウムは、可燃物のため倉庫に保管されている。倉庫には消火器が設置されており安全対策はなされている。
作業上の安全	D	D	浄水場の作業員は、手袋、ブーツ、安全靴等による安全対策をしなければならない。
公衆衛生	D	D	浄水場にて適切な浄水処理を行うことにより、水系感染症の低下、疾病リスクが低下する等の衛生改善に間接的に寄与する。
感染症	D	D	浄水場にて適切な浄水処理を行うことにより、水系感染症の低下、疾病リスクが低下する。

* 取水施設の建設による影響を示す。

** 浄水施設の建設による影響を示す。

*** 評価区分は、“A” 重大な影響が見込まれる、“B” 多少の影響が見込まれる、“C” 不明（検討の必要がある）、“D” 影響がほとんどない（IEE は不要）、“+” 正の影響、“なし” 負の影響を示す。

(4) 影響項目とその緩和策

環境社会影響調査の結果、本プロジェクト実施に伴う環境社会に影響を与える可能性のある項目は、表 2-11 の評価区分「B」の項目に絞られた。その影響項目と緩和策を下記に整理する。

・廃棄物

影響 : 機器交換後に撤去機材が発生する。

緩和策 : 交換された古い機材は REGIDESO のワークショップにて再利用される。廃棄される場合は、「コ」国の環境省令に基づき環境影響評価書とともに提出される環境社会管理計画に基づいて適切に処分される。

・景観

影響 : 施設拡張により浄水場に隣接する住宅からコンゴ川が見えなくなる。

緩和策 : 拡張施設は、極力低層な浄水施設となるよう設計計画に反映する。また、浄水場の外縁部を出来るだけ緑化するよう景観に配慮した計画とする。

・貧困層、社会的弱者、生計、女性と子供の役割

影響 : 工事期間中は、沈没船の住民は河川敷内を自由に往来できなくなる。また、付近に住む約 15 家族（主に女性達）は、不法耕作地における乾期の野菜栽培が行えなくなるため、収入に影響を与える。

緩和策 : 第 1 回目のステークホルダーミーティングにおいて、浄水場の改修及び拡張工事について説明がなされた。また、不法耕作地については、REGIDESO が工事着手前までに関係者に説明し、補償内容を決定する。

2-2 その他

「コ」国の水道普及率は 2006 年で全国平均 46%であり、普及率の向上には今後多くの投資が必要であるが、現状では自己資金による投資に多くは望めないため、海外援助や投資等に多くを頼らなければならないのが実状である。実際に紛争終結後、WB、EU をはじめ多くの国々が水道セクターへの支援を行っているが投資効率の観点から、支援はキンシャサ市に集中している。

REGIDESO はキンシャサ市の給水状況の改善、将来の需要増への対応のために 2027 年を目標年次としたキンシャサ市水道整備長期計画 (PMURR) を策定し、浄水場の拡張新設計画を実行しようとしている。これまで、2005 年から開始された同計画のいくつかの浄水場の拡張が実施されているが、2012 年までの目標水量の 55%を達成したに過ぎず、「コ」国は目標達成のために更なる援助を模索しており、今後多くの国の援助が期待される。

本プロジェクトはンガリエマ浄水場の改修、拡張を通じて、ンガリエマ浄水場の給水区域の状況を改善することを直接的な目的としている。したがって、キンシャサ市全体としてみれば、給水量の増加の一翼を担うプロジェクトと位置づけることができる。

