

ナクル上下水道整備に係る合同評価

第三者評価実施者：滋賀県琵琶湖研究所 中村正久氏
同研究所 辻村茂男氏
(財)山階鳥類研究所 柿澤亮三氏

評価報告：2001年 3月
現地調査：2000年11月

1 事業概要と円借款/開発調査/無償資金協力による支援

1) 背景

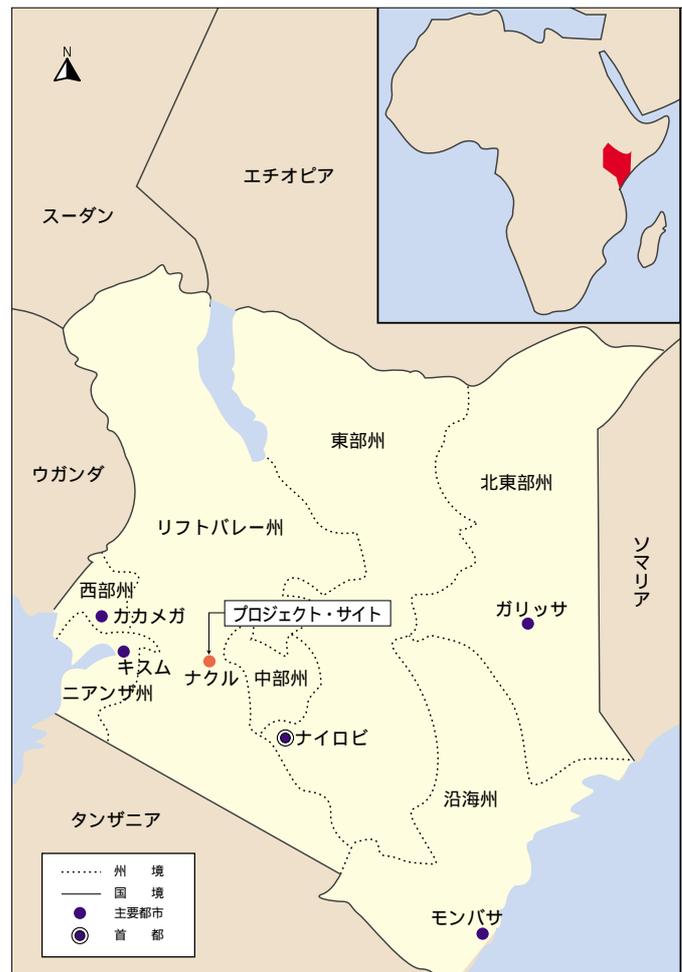
我が国はケニアへの支援の一環として、有償資金協力（円借款）により大ナクル地域東部地区の上水道整備を行う「大ナクル上水事業」を実施し、引き続いて開発調査「ナクル市下水道施設修復・拡張計画調査」及び無償資金協力「ナクル市下水道施設修復・拡張計画」によって、ナクル市内の下水・排水処理施設の修復・拡張を行った。上水と下水・排水は密接不可分な関係にあり、両者が互いに効果的に整備されることにより、都市環境インフラとして最大限の効果を発揮することができる。そのため、今回、上下水事業の効果を総合的に評価するために、国際協力銀行と国際協力事業団（以下「JICA」）が合同で評価を実施することとした。

また、これら事業の最大の受益地であるナクル市は、人口約36万人を抱えるケニア第四の都市であり、フラミンゴの生息地として有名なナクル湖（ラムサール条約保護対象地）を擁するケニアの代表的な観光地である。ナクル湖は流出河川を持たない閉鎖湖であり、ナクル市及びその周辺地域で発生する生活排水や産業廃水は全て同湖に流入するため、湖水の汚染が懸念されている。そこで、本評価では、事業の実施によるナクル湖の水質や生態環境への影響についても調査することとした。

2) 目的

「大ナクル上水事業」（以下「上水事業」）は、ケニア リフト・ヴァレー州の州都であるナクル市を中心とする大ナクル地域東部地区（以下「事業対象地域」）の上水道を整備することにより、同地区の水不足事情を改善し、生活水準の向上並びに経済の発展を図ろうとするもの。

「ナクル市下水道施設修復・拡張計画」（以下「下水事業」）は、給水量増加に伴う下水量の増加によりナクル湖の水質悪化が懸念され、上水事業の給水が制限される状況にあったため、ナクル市市街部からの汚濁負荷を軽減しナクル湖の水質改善に資することを目的として、下水処理施設の修復・拡張、水質試験所の整備等を行うもの。



3) 事業範囲

上水事業は、事業対象地域における1995年までの水需要に対処すべく、円借款により17,000m³/日規模の上水道施設を整備するもの。

<上水事業の計画概要>

取水・導水・浄水・送水・配水施設の新設、 既存施設の修復

下水事業は、ナクル市内2ヶ所の下水処理施設の修復、拡張に加え、ナクル湖の水質保全のため、雨水滞水池、水質試験所等を整備するもの。

<下水事業の計画概要>

既存下水処理場の修復・拡張(2ヶ所) 雨水滞水池の新設、 ポンプ場の修復、 水質試験所の建設及び水質試験機材の調達、 維持管理用資機材(車輛等)の調達

4) 借入人/実施機関

(円借款)借入人:ケニア共和国政府

実施機関:ケニア水資源開発省(Ministry of Water Development: MOWD)

(無償資金協力)実施機関:ケニア地方自治省(Ministry of Local Government: MOLG)

5) 協力概要

円借款承諾額/実行額	5,017百万円/4,984百万円 (緊急下水施設拡張工事 ^注 に係る実施設計・施工管理費を含む)
交換公文締結/借款契約調印	1986年12月/1987年3月
借款契約条件	金利3.5%、返済30年(うち据置10年)、部分アンタイト
貸付完了	1994年9月
無償資金協力金額	(第1期)1,421百万円、(第2期)1,383百万円
交換公文締結	(第1期)1994年8月、(第2期)1995年5月

(第1期はタウン処理場、第2期はンジョロ処理場を対象とするもの)

2 評価結果

上水事業

上水事業の施設は計画通りに完成しており、その機能に特段の問題はない。また、社会調査の結果、受益者は総じて健康・衛生状態等において便益を得ている。ナクル市では用水購入コストより低い水道料金設定等により水道事業体であるナクル上下水道会社(NAQWASS)の経営状況が悪く、用水購入先である国家水道公社(NWCPC)から十分な給水が受けられず、評価時点の給水量は、計画供給量の6~7割の達成率である。しかしな

注 上水事業のアプレイザル当時、給水を開始するとナクル湖へ流れ込む汚水量も必然的に増加することから、給水量増加に伴い発生する下水に対する措置はケニア側による対応課題とされていたが、ケニア側は独自に下水対策を実施できなかったため、ナクル湖の水質悪化が懸念された。このため、1990年4月にケニア政府は既存下水道施設の修復・拡張に係る無償資金協力を日本政府に要請した。日本政府は上記協力を支援する前提として、ケニア政府側に適切な環境配慮の実施を求め、ナクル市における給水開始が延期されるとともに、かかる事態に対処するため、既往円借款資金(上水事業の円借款資金及び1991年及び1993年に円借款供与された「金融セクター調整計画」及び「輸出促進計画」の見返り資金)を利用し、緊急的に6,000m³/日規模の下水処理施設が整備されることとなったもの。

がら、本事業による供給水量はナクル市の上水供給の3割近くを占めるものであり、同市の水不足解消に一定の効果を挙げていると言える。一方、水質検査・管理体制等に改善の必要性が見られるものの、供給水質については、これまで特に問題は発生していない。無収水率については正確なデータが存在しないものの、実施機関によれば盗水や漏水等により6割程度であると見込まれている。

本事業の持続的・自立的な効果発現のためには、ナクル市における水道事業体の経営改善（メーター設置、料金回収システムの改善等による無収水率の改善、水道料金の値上げ等）による本上水事業からの供給水量の増加（計画供給量の達成）が必要である。

下水事業

下水事業の施設は基本設計通りに完成しており、その機能に特段の問題はない。しかしながら、下水処理施設は修復・拡張によってかつての過負荷状態は解消されたものの、下水接続率の低さ、下水管網からの漏水に加え、ナクル市における給水量が計画当初の見込を下回っているため、下水処理場への流入水が少なく、稼働率は処理容量の7割程度に留まっている。処理水の水質には特段の問題はなく、本下水処理事業はナクル湖の水環境への負荷の低減に貢献していると言える。

下水事業そのものは直接的に経済的な利益を生むものではないため、一般に優先順位が低く扱われる可能性があり、そのような中で、施設・機材を適正に維持管理しつつ、持続的・自立的な効果発現を実現していかなければならない点に本分野の事業の難しさがある。まずは、現在必ずしも活動が活発でない水質試験所について、ケニア側に運用計画の策定とそのための整備を促し、早急に活性化を図る必要がある。また、処理水質維持のためには、施設・機材の有効活用・維持管理の他に、処理場に流入してくる工場排水の規制にも力を入れる必要があり、下水・廃水処理に関する総合的な取り組みが望まれる。

環境インパクトにかかる第三者評価

本評価では、上下水道事業の実施によるナクル湖への環境インパクトについて、第三者評価を実施しており、その報告概要は以下の通りである。

ナクル湖とその集水域の総合的な保全について：琵琶湖研究所 中村正久氏

わが国による一連の協力が対象としたナクル市中心部の環境インフラ整備という意味で、当初の目的に添ってこれらの施設の機能が発揮されていることは別項で述べられている通りである。この協力の一環として建造された浄水施設や下水処理施設はナクル市の発展にとって欠くべからざる都市インフラであり、ナクル市の都市化・産業化や人口集中を促進する重要な要素となっている。一方、環境インフラ整備と地域全体の持続的発展との関連性に注目すると、整備対象区域外におけるベーシックサービスレベルとのギャップの拡大や、増大する人口を扶養するための周辺森林地域の急速な農地化やこれに伴う農薬使用の増大等の懸念が指摘される。すなわち、ナクル市及び周辺域を一体的に保全していく必要性が増している。本事業によって整備された施設は、今後のナクル湖及びその集水域の一体的保全を考える上でも非常に重要であり、水質試験所の機能強化、有害化学物質対策、ナクル湖流域の一体的保全のための科学的知見の蓄積といったフォローアップ策の検討が必要である。

ナクル湖の自然環境と近年の生態系変化について：琵琶湖研究所 辻村茂男氏

閉鎖湖であるナクル湖は「アルカリ・ソーダ湖」、「富栄養湖」、「水位変動の激しい湖」という3つの大きな特徴をもつ。「アルカリ・ソーダ湖」、「富栄養湖」であることは、小型フラミンゴの餌である植物プランクトン「スピルリナ」の増殖に、反対に「水位変動の激しい湖」であることは、スピルリナの減少に寄与する。水位変動によりスピルリナが減少すれば、小型フラミンゴは、より餌がある別のアルカリ・ソーダ湖に移動するため、一時的に

一つの湖から小型フラミンゴがいなくなることは自然なことであり、小型フラミンゴの生態から考えた場合、リフト・ヴァレーに点在するアルカリ・ソーダ湖沼群全体として、安定した餌が供給されているかどうかの視点が大切である。

近年、水位変動の他に、有機汚濁、重金属汚染もスピルリナ減少に影響を与えるのではないかと指摘がされている。また、重金属汚染については、フラミンゴの大量死の原因とも言われている。下水事業は有機汚濁や重金属汚染の防止に貢献していると考えられるが、重金属汚染については、下水処理場がもともと重金属処理を目的としていないこと、処理場を通らない排水も多いことなどから、処理場のみでは対応が困難であり、より確実に負荷を削減するためには、工業廃水の一時処理の義務づけ、農薬の使用法の指導など、下水事業とは別の新たな取り組みが必要である。ナクル湖の環境を守っていくためには、総合的な環境保全計画の立ち上げを早急に行う必要がある。

ナクル湖の水環境の変化がフラミンゴおよび数種の水鳥におよぼす影響：(財)山階鳥類研究所 柿澤亮三氏

東アフリカのコフラミンゴ個体群は、本種の世界最大の個体群であるが、個体数、生態など明らかになっていない部分が多い。一方、ナクル湖の水位の変動は大きく、「大ナクル上水道事業」実施によって予測される水位変化の幅を大きく越えるものである。ナクル湖の水位変動とフラミンゴの飛来数は、水位が上昇する時に個体数も増える傾向があるが、それとは無関係に増減することもあった。また、フラミンゴの飛来数はナクル湖の水位だけによって制御されるものではなく、他の近隣ソーダ湖の状態や繁殖行動の影響を大きく受けている。このことから水質の変化の指標生物としてフラミンゴを用いることは適切とは言えない。水質変化の指標動物として有効なのは、魚食性鳥類であり、それらを指標に用いると、ナクル湖の水質が悪化している恐れがあると推測された。

3 教訓

本事業はナクル市における水道事業体の財務状況の問題から、同市への上水供給量が計画通り達成されていない。これについては、アプレイザル時から財務内容向上の必要性が認められており、ケニア政府も上下水道事業の民営化による経営改善努力を試みたものの、結果的には十分な改善が図れなかった。水道料金の値上げは多分に政治的要素が強く実現が難しい分野ではあるが、一方で効率的な料金徴収システムの確立やメーター設置、違法取水の取締強化による無収水率の削減等、現場レベルでの経営努力によって改善可能な点も多くあることから、これらの改善を図るために、案件形成、アプレイザルの段階から水道事業の経営強化のための施策（マネジメント・コンサルティング・サービスの実施やJICA専門家によるフォローアップ等）を検討しておく必要があったと考えられる。

4 提言

1) 運営・維持管理における改善事項

本評価の結果、上下水道の運営・維持管理面で以下の改善すべき点が確認された。事業効果の持続的発現のため、ケニア側関係機関の早急な対応が必要である。

無収水・漏水の削減、水道料金の適正化等の実施によるナクル市への給水量確保

浄水場等における水質管理体制の改善

下水処理施設及び雨水滞留池における適切な維持管理業務の実施

水質試験場の有効活用（運営・活動内容等の改善による水質モニタリング機能の強化）

2) ナクル湖集水域の総合的な環境保全計画の策定

ナクル湖の環境保全の観点では、本事業により整備された下水処理施設がナクル湖の汚染防止に貢献していることが認められたが、ナクル市及びその周辺域から発生する農業排水、工業排水、都市ゴミ、産業廃棄物等の影響など、下水処理施設の処理対象を越えた要因によってナクル湖の汚染が進んでいることが懸念される。ナクル湖への負荷を削減するためには、産業廃水の一次処理の義務づけ、農薬の使用法の指導等、本事業とは別の新たな取り組みが必要であり、ナクル市及びその周辺域を一体的に保全していくという視点に基づいた総合的な環境保全計画の策定が必要である。その際、ナクル湖周辺の人為活動と、ナクル湖及びその周辺の自然環境とを結び付けるキーワードは「水」という認識から、「水の管理」を切り口として計画の策定にあたることが望ましい。

主要計画 / 実績比較

(「大ナクル上水事業(円借款)」)

項目	計画	実績
1.事業範囲 取水施設の新設 導水施設の新設 浄水施設の新設 送水施設の新設 配水施設の新設 既存施設の修復	施設容量17,000 m ³ /日 導水管 約2.7kmの敷設等 (ポンプアップ方式) 施設能力17,000 m ³ /日 送水管 約44.2kmの敷設等 配水池、配水管網整備等 取水・浄水・配水施設	施設容量18,000 m ³ /日 導水管 約9.5kmの敷設等 (自然流下方式) 施設能力18,000 m ³ /日 送水管 約49kmの敷設等 配水池、配水管網整備等 浄水・配水施設
2.工期 ・コンサルティング・サービス ・本体工事(上水) ・本体工事(緊急下水施設拡張工事)	1986年11月～1990年6月 1988年7月～1990年6月 当初計画なし	1987年10月～1994年10月 1990年1月～1992年1月 1994年1月～1994年9月
3.事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	3,512百万円 127百万KSh(ケア・シリング) 5,481百万円 5,017百万円 1 KSh = 15.6円(1985年8月)	3,540百万円 446百万KSh(ケア・シリング) 5,092百万円 ^{注1} 4,979百万円 1 KSh = 3.48(1992年末) ^{注2}

注1 事業費には緊急下水施設拡張工事(ンジョロ下水処理場6,000 m³/日ライン整備)に係る実施設計・施工管理費が含まれる。

注2 換算レートは実施機関からの報告書に記載されたものを使用。



上水事業プロジェクト



下水事業プロジェクト



浄水場



ンジョロ下水処理場



ナクル湖とフラミンゴ