

ケニア共和国  
ナクル湖集水域管理プロジェクト  
準備調査報告書

平成22年6月  
(2010年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部



# 目 次

目 次

表リスト

図リスト

本調査の適用為替交換レート

プロジェクト位置図

略語表

第1章 協力準備調査の概要	1
1-1 協力準備調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 団員の構成	1
1-3 調査日程	1
1-4 調査項目	2
1-5 調査方法	3
1-6 主要面談者	4
第2章 ナクル湖集水域管理プロジェクトに係る調査結果	7
2-1 プロジェクトの要請背景	7
2-2 ナクル湖集水域の社会・経済環境及び自然環境	8
2-2-1 ナクル湖集水域内の人口	8
2-2-2 集水域内の土地利用	9
2-2-3 ナクル湖集水域の地形	10
2-2-4 ナクル湖集水域の水文環境	12
2-3 国家開発計画と本要請プロジェクトの関連性	16
2-4 ナクル湖集水域管理にかかわる法制度	18
2-5 ナクル湖集水域管理に関連する組織の概要	22
2-5-1 ナクル湖集水域管理に関連する中央政府組織	22
2-5-2 ナクル湖集水域管理に関連する地方行政組織	27
2-5-3 ナクル湖集水域管理に関連する大学、市民団体など	29
2-6 ナクル湖集水域管理体制	33
2-7 ナクル湖集水域管理に関連する取り組み	36
2-7-1 SUMAWA プロジェクト	36
2-7-2 LNCDP	38
2-7-3 NEMP プロジェクト	40
2-7-4 ROSA プロジェクト	42
2-7-5 フランス開発庁 (AFD) /ナクル市 (MCN) による廃棄物管理計画	42
2-7-6 住民組織 (CBO) による活動	43
2-7-7 マウ森林の保全にかかわる事業	44
2-7-8 土地利用計画にかかわる事業 (Nakuru Local agenda 21 Project)	49

2-8	地域住民の意識	50
2-8-1	ナクル市内における聞き取り調査	50
2-8-2	ナクル District (Njoro 川流域) の住民意識	52
2-9	環境モニタリング実施体制	54
2-9-1	水量・水質にかかわるモニタリング実施体制概要	54
2-9-2	水資源管理庁 (WRMA) による環境モニタリング体制と実施能力	59
2-9-3	水質試験所 (WQTL) の分析体制と実施能力	63
2-9-4	流域内降雨観測体制	65
2-9-5	汚染源対策実施体制	66
2-10	環境汚染に起因する健康影響の発生状況	66
2-10-1	ナクル District における水因性疾患	66
2-10-2	フラミンゴに関する関連調査	67
第3章	ナクル市 (MCN) 下水集水システム拡張計画に係る調査結果	69
3-1	無償資金協力の要請背景	69
3-2	要請概要	69
3-3	ナクル市 (MCN) における汚濁物質/有害物質の発生状況	70
3-3-1	ナクル湖の水質の経年変化	70
3-3-2	水質規制	72
3-3-3	汚濁負荷	75
3-4	下水道事業の執行体制	77
3-4-1	リフトレバー水道サービス委員会 (RVWSB)	77
3-4-2	ナクル市 (MCN)	77
3-4-3	ナクル上下水道会社 (NAWASSCO)	78
3-5	既存下水処理場の機能診断・問題点の把握	81
3-5-1	設計諸元	81
3-5-2	各施設の配置図	81
3-5-3	機能診断	82
3-6	既存下水道施設 (管渠、下水処理場、ポンプ場等) の維持管理の概況	88
3-6-1	汚水管	88
3-6-2	雨水排水路	90
3-6-3	ポンプ場	90
3-6-4	下水処理場	90
3-7	衛生施設の現状	91
3-7-1	衛生施設の概要	91
3-7-2	バキューム車による汲み取りの現況	91
3-8	下水道整備に対する住民意識	93
3-9	アフリカ開発銀行 (AfDB) によるナクル市 (MCN) 上下水道整備事業の概要確認	95
3-9-1	事業の概要	95
3-9-2	無償要請請求額費とアフリカ開発銀行 (AfDB) 支援事業費の比較	97

3-10	衛生改善の方策に関するコスト比較	97
3-11	要請事業実施による裨益対象者と裨益効果	106
3-11-1	これまでの下水道整備により得られた裨益効果	106
3-11-2	今度の要請事業を実施した場合に想定される裨益効果	107
3-11-3	接続率向上対策	108
第4章	協力の方向性	115
4-1	技術協力プロジェクト実施の妥当性・実施に向けた留意点	115
4-1-1	技術協力プロジェクト実施の妥当性と基本計画調査の必要性	115
4-1-2	開発計画調査型技術協力のスコープ	116
4-1-3	開発計画調査型技術協力実施にあたっての留意点	117
4-2	無償資金協力実施の妥当性・実施に向けた留意点	119
4-2-1	無償資金協力実施の妥当性と基礎調査の必要性	119
4-2-2	基礎調査のスコープ	120
4-2-3	基礎調査実施にあたっての留意点	121
付属資料		
1.	収集資料リスト	125



## 表 リ ス ト

表 2-1	ナクル湖集水域内の人口（1999年現在）	8
表 2-2	ナクル湖集水域の土地利用変化	10
表 2-3	ナクル湖主要流入河川流域面積	10
表 2-4	ケニア国家開発計画の内容	16
表 2-5	ナクル湖集水域管理関連法令	18
表 2-6	ナクル湖集水域管理関連中央政府組織	22
表 2-7	ケニア行政機関の階層制度	27
表 2-8	MCN 環境部業務内容	28
表 2-9	ナクル地域（District）内の行政組織（2008年2月現在）	29
表 2-10	ナクル湖流域内の WRUA	30
表 2-11	MCN あるいは流域で活動を展開する NGO	32
表 2-12	ナクル湖集水域管理に係る機関及びそれらの業務内容	33
表 2-13	SUMAWA プロジェクトの主な活動及び成果	37
表 2-14	NEMP の評価	40
表 2-15	マウ森林回復のための緊急事業（2008年11月策定）	45
表 2-16	緊急事業及び中期計画実施の予算案（1/2）	46
表 2-17	緊急事業及び中期計画実施の予算案（2/2）	46
表 2-18	聞き取り調査概要	50
表 2-19	住民の意識する政策課題	51
表 2-20	Njoro 川流域の住民意識—課題認識とランキング	53
表 2-21	環境モニタリング実施機関	54
表 2-22	環境モニタリングの責任機関と既存データ	55
表 2-23	流域管理にかかわる関連機関と環境モニタリング能力評価	57
表 2-24	表流水モニタリング観測所	59
表 2-25	流域内ポアホールの分布	61
表 2-26	WRMA の保有水質分析機材リスト	62
表 2-27	WRMA の新規水質分析機材リスト	63
表 2-28	WQTL の保有水質分析機材リスト	63
表 2-29	モニタリングにかかわる採水と分析の役割分担	64
表 2-30	ナクル湖流域の降雨観測所	65
表 2-31	工場廃水対策の役割分担	66
表 2-32	年齢別罹患率	67
表 3-1	要請された污水管の管径と延長	69
表 3-2	所得者層別污水管埋設延長	70
表 3-3	ナクル湖の水質（2005～2010年）	72
表 3-4	水質基準	73
表 3-5	水質モニタリング実施業種及び企業数（2005～2010年）	76
表 3-6	NAWASSCO の財務状況	80

表 3-7	水道料金表	80
表 3-8	水道メーター使用料金表	80
表 3-9	下水道料金表	81
表 3-10	流入下水及び処理水質	81
表 3-11	Old Town 下水処理場及び Njoro 下水処理場への流入量	82
表 3-12	下水処理場への流入量	84
表 3-13	汚水発生率	85
表 3-14	取水許容量及び平均取水量	86
表 3-15	Old Town 下水処理場における処理状況 (2005~2010 年)	87
表 3-16	Njoro 下水処理場における処理状況 (2005~2010 年)	87
表 3-17	排泥サービスを行う民間会社	92
表 3-18	必要な汲み取り車の検討	93
表 3-19	聞き取り調査概要	94
表 3-20	AfDB 支援による下水道整備事業の路線別延長及び工事単価	96
表 3-21	所得者層別汚水管理設延長及び新設管への接続可能戸数	96
表 3-22	要請された汚水管の管径と延長	97
表 3-23	コスト比較のための条件設定	98
表 3-24	汚水管への接続率及びセプティックタンクの設置率の推移	99
表 3-25	汚水管への接続費	100
表 3-26	負担者・事業主体組織別初期投資及び維持管理費	101
表 3-27	衛生改善の方策に関するコスト比較-負担者・事業主体組織：住民	102
表 3-28	衛生改善事業・方策のコスト比較-負担者・事業主体組織： MCN、NAWASSCO (仮定 1)	103
表 3-29	衛生改善事業・方策のコスト比較-負担者・事業主体組織： MCN、NAWASSCO (仮定 2)	104
表 3-30	衛生改善事業・方策のコスト比較-負担者・事業主体組織： MCN、NAWASSCO (仮定 3)	105
表 3-31	衛生改善事業・方策のコスト比較-各仮定のまとめ	106
表 3-32	MCN 下水道施設修復・拡張計画による裨益効果	106
表 3-33	要請事業を実施した場合の裨益効果	107
表 3-34	MCN における水因性疾患 (2008 年)	108
表 3-35	Block 別下水道普及率 (2010 年 4 月)	110
表 3-36	Block 1 及び Block 13 の所得者層別下水道普及率 (2010 年 4 月)	112
表 3-37	所得者層別水道使用量、水道料金、徴収率 (2010 年 4 月)	112
表 4-1	基礎調査の概要	121



## 図 リ ス ト

図 2-1	MCN の経年人口増加状況	8
図 2-2	ナクル集水域土地被覆状況の変遷	9
図 2-3	ナクル湖へ流入する主要河川	11
図 2-4	ナクル湖集水域内の月平均降水量	12
図 2-5	ナクル湖集水域内の年間降水量の変化	12
図 2-6	Njoro 川からナクル湖への月間流入量の経年変化	13
図 2-7	ナクル湖湛水域面積の経年変化	14
図 2-8	ナクル湖への月別流入土砂量観測結果 (2007 年)	14
図 2-9	ナクル湖水質の経年及び月変化	15
図 2-10	ナクル湖へ飛来するフラミンゴ数の変化	16
図 2-11	WRMA の組織概要	24
図 2-12	WRMA のリフトバレー集水域地域事務所組織図	25
図 2-13	MORDA の組織図	26
図 2-14	MCN 環境部の組織図	28
図 2-15	Njoro WRUA の組織図	31
図 2-16	新規 Transfer Station 及び最終処分場位置図	43
図 2-17	マウ森林内の森林ブロック分布図	48
図 2-18	マウ森林位置図	49
図 2-19	表流水モニタリング観測所の位置	60
図 3-1	所得者層別污水管理設区域	70
図 3-2	ナクル湖の採水箇所	71
図 3-3	ナクル湖における水質経年変化	71
図 3-4	RVWSB 組織図	77
図 3-5	NAWASSCO 全体の組織図	79
図 3-6	NAWASSCO 技術部門の組織図	79
図 3-7	Old Town 下水処理場の配置図	82
図 3-8	Njoro 下水処理場の配置図	82
図 3-9	流入水路の断面	83
図 3-10	月別污水管の修復数	89
図 3-11	污水管及び処理場の維持管理体制	89
図 3-12	Pit latrine の断面図	91
図 3-13	セプティックタンクの断面図	91
図 3-14	上下水道管網図	109
図 3-15	Block 別所得者層の分布	109
図 3-16	Block 別下水道普及率	110
図 3-17	エコサントイレの一般図	113
図 3-18	バイオセンターの断面図	114

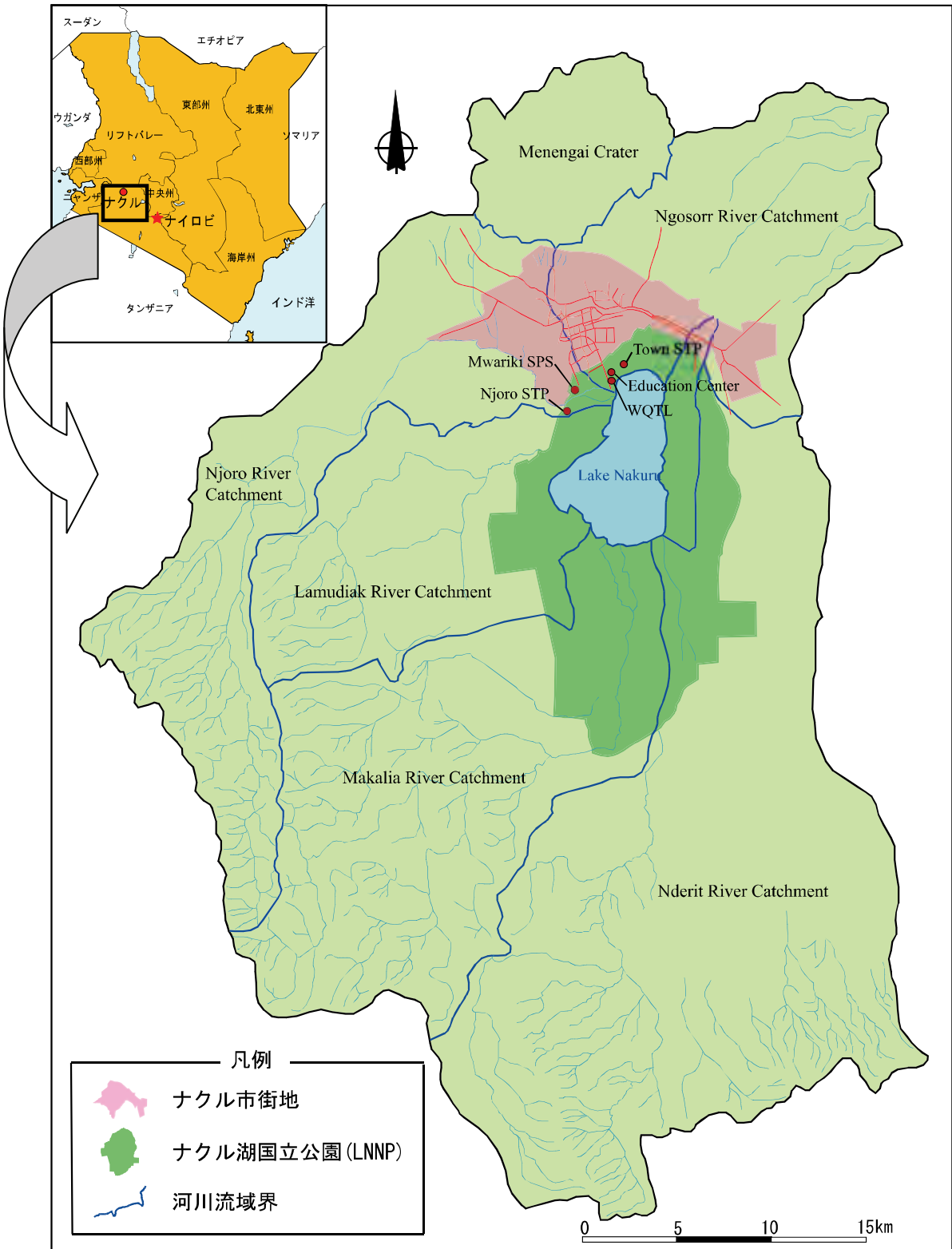
本調査の適用為替交換レート

1.00US ドル = KES 79.35 = JP¥. 91.10

1 円 = KES 0.87

(2010 年 6 月現在)

# プロジェクト位置図





## 略 語 表

AFD	: Agence Française de Development フランス開発庁
AfDB	: African Development Bank アフリカ開発銀行
CACC	: Catchment Area Advisory Committee
CBO	: Community Based Organization (s)
CMS	: Catchment Management Strategy
CTII	: CTI Engineering International Co., Ltd.
DEC	: District Environmental Committee
DEO	: Nakuru District Environmental Office under NEMA
DOE	: Department of Environment under Municipal Council of Nakuru
DOHSS	Directorate of Occupational Health and Safety Services
ENSDA	: Ewaso Ng'iro South Development Authority
EOJ	: Embassy of Japan in Kenya
F/S	: Feasibility Study
FGD	: Focus Group Discussion
GL-CRSP	Global Livestock Collaborative Research and Support Program
JICA	: Japan International Cooperation Agency
KES	: Kenya Shilling
KFS	: Kenya Forest Service
KMD	: Kenya Meteorological Department
KWS	: Kenya Wildlife Service
LANWAMP	: Lake Nakuru Watershed Management Project
LNCDP	: Lake Nakuru Conservation and Development Project
LNNP	: Lake Nakuru National Park
M/M	: Minutes of Meetings
MCN	: Municipal Council of Nakuru
MEMR	: Ministry of Environment and Mineral Resources
MOA	: Ministry of Agriculture
MOF	: Ministry of Finance
MOFW	: Ministry of Forestry and Wildlife
MOH	: Ministry of Health (now, Ministry of Health and Sanitation)
MOLG	: Ministry of Local Government
MORDA	: Ministry of Regional Development Authority
MOU	: Memorandum of Understanding
MRBMI	: Mara River Basin Management Initiative
MWRMD	: Ministry of Water Resources Management and Development
NARAD	: Norwegian Agency for Development Cooperation
NAWASSCO	: Nakuru Water and Sanitation Services Company, Ltd.

NBA	: Nakuru Business Association
NCC	: Nakuru County Council
NEAP	: National Environment Action Plan
NEMA	: National Environment Management Authority
NEMP	: Project for Improvement of Environmental Management Capacity of Nakuru Municipality and Surrounding Areas
NWSS	: National Water Service Strategy
PCS	: Pollution Control Section
PDM	: Project Design Matrix
PRA	: Participatory Rural Appraisal
PRENSEN	: The Project for Rehabilitation and Expansion of Nakuru Sewerage Network
PROMARA	: USAID's Mau Forest Initiative
PwC	: Pricewaterhouse Coopers
QA/QC	: Quality Assurance/Quality Control
ROSA	: Resource Oriented Sanitation Concepts for Peri-urban Area in Africa (ROSA) Project
RVWSB	: Rift Valley Water Service Board
SAPS	: Special Assistance for Project Sustainability
SCEP	: Sustainable Community Environment Program
SUMAWA	: Sustainable Management of Rural Watersheds (sumawa) Project
USAID	: United States Agency for International Development
USEPA	: United States Environmental Protection Agency
VECs	: Village Environment Committees
WCK	: Wildlife Club of Kenya
WHO	: World Health Organization
WQTL	: Water Quality Testing Laboratory
WRMA	: Water Resources Management Authority
WSB	: Water Service Board
WSS	: Water Supply and Sanitation
WWF	: World Wide Fund for Nature
WWTP	: Wastewater Treatment Plants

## 第1章 協力準備調査の概要

### 1-1 協力準備調査団派遣の経緯と目的

2009年度の要望調査において、ケニア共和国（以下、「ケニア」と記す）政府より技術協力プロジェクト「ナクル湖集水域管理プロジェクト」について実施の要請があった。本調査は、同案件の実施の可能性を検討するための基礎情報の収集と内容確認を行うことを目的とするものである。

あわせて、同じく要請のあった無償資金協力「ナクル市下水集水システム拡張計画」についても案件の要請背景、要請概要、その他基礎的情報を収集し、協力の方向性について検討を行うこととした。

### 1-2 団員の構成

1	総括	河澄 恭輔	JICA ケニア事務所 次長
2	水質保全計画/水文観測	鎌田 寛子	JICA 国際協力専門員
3	流域管理/組織制度	乙川 牧彦	建設技研インターナショナル 常務執行役員
4	環境モニタリング/住民意識調査	村松 康彦	建設技研インターナショナル 環境・都市部 次長
5	汚水処理/雨水排水	佐藤 伸幸	建設技研インターナショナル 環境・都市部 次長
6	協力企画	栗元 優	JICA 地球環境部 環境管理第二課

### 1-3 調査日程

5月16日（日）～6月7日（月）（23日間） \*河澄団員は現地参加。

	鎌田、栗元	乙川	村松	佐藤
5/16（日）		21：40 成田（EK319）→4：35 ドバイ		
5/17（月）		10：45 ドバイ（EK719）→14：45 ナイロビ 17：00 JICA ケニア事務所		
5/18（火）		水灌漑省 国家環境管理庁（NEMA） アフリカ開発銀行（AfDB） 水資源管理庁（WRMA） ナクルへ移動		
5/19（水）		ナクル市（MCN）タウンクラーク WRMA、WSRB MCN、NEMA ナクル郡地方事務所、リフトバレー水道サービス委員会（RVWSB）、ナクル上下水道会社（NAWASSCO）との合同ミーティング Site visit to Njoro and Town sewage treatment plants, urban drainage、水質試験所（WQTL）		
5/20（木）		WRMA ナクル市環境局（MCN-DOE） WQTL		RVWSB、 NAWASSCO
5/21（金）		ケニア野生生物公社（KWS） エガートン大学		RVWSB、 NAWASSCO

5/22 (土)		ナクル湖周辺地域の視察	
5/23 (日)	20:50 成田 (QR803) →05:15 ドーハ	資料整理	
5/24 (月)	8:05 ドーハ (by QR532) →13:15 ナイロビ JICA ケニア事務所 大使館	MCN-DEO (乙川) ナイロビへ移動 (村松) 佐藤団員に合流	MCN、 NAWASSCO、 RVWSB
5/25 (火)	環境鉱物資源省 (MEMR) 水灌漑省 NEMA ナクルへ移動	MCN-DEO、WQTL、 KWS	MCN、 NAWASSCO、 RVWSB
	団内打合せ		
5/26 (水)	MCN NEMA Nakuru ケニア野生動物公社 (KWS)	インタビュー調査	MCN、 NAWASSCO、 RVWSB
5/27 (木)	RVWSB (Sewerage) NAWASSCO、RVWSB	インタビュー調査	MCN、 NAWASSCO、 RVWSB
5/28 (金)	ワークショップ		
5/29 (土)	ナクル湖周辺地域の視察		
5/30 (日)	資料整理		
5/31 (月)	NEMA ナクル郡地方事務所 NAWASSCO、RVWSB		
6/1 (火)	ナイロビへ移動	ナクルでの補足調査	
6/2 (水)	MEMR、NEMA KWS 水灌漑省	ナクルでの補足調査	
6/3 (木)	JICA ケニア事務所 大使館 NCC	ナクルでの補足調査	
6/4 (金)	ナイロビでの補足調査 (Bio-Center, Kibera area, Nairobi, managed by Umande Trust)		ナクルでの補足調査
	14:15 ナイロビ (QR533) →19:15 ドーハ	ナイロビでの補足調査	ナクルでの補足調査
6/5 (土)	1:05 ドーハ (QR802) →19:30 成田	ナイロビでの補足調査 ナイロビへ移動	
6/6 (日)		16:40 ナイロビ (EK720) →22:40 ドバイ	
6/7 (月)		3:15 ドバイ (EK318) →18:00 成田	

#### 1-4 調査項目

##### 1-4-1 技術協力プロジェクト「ナクル湖集水域管理プロジェクト」

- (1) 要請概要・背景
- (2) ナクル湖集水域管理にかかわる既存の法律・制度
- (3) ナクル湖集水域の流域管理実施体制
- (4) ナクル湖集水域内の環境モニタリング実施体制
- (5) 流域管理にかかわる各関係機関のキャパシティ
- (6) 学術会 (エガートン大学)、他ドナー [アフリカ開発銀行 (African Development Bank :



AfDB)、フランス開発庁 (Agence Française de Development : AFD)] 等のナクル湖集水域管理に関連する取り組みの現状把握と今後の計画の確認

- (7) 対象地域における環境保全活動の実績の確認
- (8) 環境に対する住民意識の調査
- (9) その他基本情報

#### 1-4-2 無償資金協力「ナクル市下水集水システム拡張計画」

- (1) 要請概要・背景
- (2) 給水施設の給水量データの入手
- (3) 汚濁物質/有害物質の発生状況
- (4) 既存下水処理場の機能 (水量、水質、設備の運転維持管理等) の確認
- (5) 下水道の整備状況、下水道接続率等の確認
- (6) 接続率向上のためのケニア政府の取り組み、関連する制度の確認
- (7) 雨水管/汚水管の維持管理の現状と問題点の把握
- (8) AfDB によるナクル市上水道整備事業 (下水道コンポーネントあり) の実施状況等確認
- (9) 感染症等衛生面の現状の確認
- (10) 効果的な汚水処理方法の検討
- (11) その他基本情報

### 1-5 調査方法

#### 1-5-1 技術協力プロジェクト「ナクル湖集水域管理プロジェクト」

- (1) 要請プロジェクトにかかわる基礎情報を収集し、要請内容詳細の確認を行う。
- (2) プロジェクト実施のために必要な実施体制 (関係機関の本プロジェクトに従事できる人員体制の整備、プロジェクト活動にかかわる予算の確保、前回プロジェクトで構築された環境モニタリング体制が継続されていることの確認等) を検討し、実施体制確保のための「前提条件 (ケニア側負担事項)」を明確にする。
- (3) 収集した情報を基に、案件実施の必要性・妥当性、想定される協力内容、今後整理すべき事項等の検討を行う。

#### 1-5-2 無償資金協力「ナクル市下水集水システム拡張計画」

- (1) 要請プロジェクトにかかわる基礎情報を収集し、要請内容詳細の確認を行う。
- (2) 事業実施の前提となる下水処理場の機能診断、下水管の敷設の状況、下水管への接続の状況等を確認する。
- (3) 対象区域における効果的な汚水処理方式について、幾つかの代替手法も含めた概略検討を行う。
- (4) 収集した情報を基に、本件に係る協力準備調査の実施の必要性・妥当性、想定される協力内容、今後整理すべき事項等の検討を行う。

## 1-6 主要面談者

### 国家環境管理庁 (National Environment Management Authority : NEMA)

1	A. Muusya Mwinzi	Director General
2	Ayub Macharia Ndaruga	Director, Environmental Education, Information & Public Participation
3	Catherine N. Mbaisi	Chief Environmental Awareness & Public Participation Coordinator
4	Edward Juma Masakha	Provincial Director Environment Rift Valley Province
5	Simon C. Toui	Ag. Deputy Provincial Director of Environment Rift Valley Province
6	Joseph M. Kopejo	District Environmental Officer, Nakuru
7	Morres Mwangi	Assistant of District Environmental Officer, Nakuru

### 水灌漑省 (Ministry of Water and Irrigation)

1	Philip Olum	C.E.O
2	I. G. Kimani	Desk Officer Asia and Pacific
3	Lawrence N. Simitu	Director of Water Service
4	Peter O. Mangiti	Head, Donor Coordination

### 環境鉱物資源省 (Ministry of Environment and Mineral Resources : MEMR)

1	Alice Akinyi Kaudia	Environment Secretary
---	---------------------	-----------------------

### 水資源管理庁 (Water Resources Management Authority : WRMA)

1	Matagaro Wilfred	Regional Director
2	Kimeu Musad	Sub-regional Manager-Naivasha
3	Joseph M. Kinya	Regional Technical Manager
4	David K. Mutai	Ag. Regional Technical Manager & Groundwater Officer
5	Joseph Wendott	Water Pollution Control, Rift Valley Province
6	Rose Mathenge	Chemist, Rift Valley Province
7	John Munyao	Surface Water Monitoring, Rift Valley Province
8	Tabitha Ngatia	Project Officer, Rift Valley Province
9	Patrick Kareithi	Enforcement, Rift Valley Province
10	Rose Mallongw	Water Quality Office, Rift Valley Province
11	Juliana Cheptoo	Stakeholder relation, Rift Valley Province

### リフトバレー水道サービス委員会 (Rift Valley Water Service Board : RVWSB)

1	Japheth Mutai	Chief Executive Officer
2	Samson M. Kitwili	Technical Service Manager

3	Henry K. Cheruiyot	Project Engineer
---	--------------------	------------------

ナクル市 (Municipal Council of Nakuru : MCN)

1	Sammy Ngige Kimani	Director, Department of Environment
2	George Gachomba	Head Pollution Control Section
3	Noral Mulama	Deputy Head Pollution Control Section
4	Marry Gikunjn	Deputy Chief, Public Health Office
5	Solomon Mbugva	Information Officer

Nakuru County Council (NCC)

1	Edward Tikani	Head Environment Office
2	Stephen N. Kamou	Environment Officer
3	Mable Nyagago	Secretary

ナクル上下水道会社 (Nakuru Water and Sanitation Services, Co.,Ltd. : NAWASSCO)

1	John Cheruiyot	Managing Director
2	Anthony Chege	Distribution Manager
3	Paul Kihumba	Sewer Superintendent
4	Evans Jumba	Manager of Old Town Sewage Treatment Plant
5	Andrew Kulecho	Chief Technologist, WQTL
6	Ngatia Waweru	WQTL

ケニア野生生物公社 (Kenya Wildlife Service : KWS) - Lake Nakuru National Park (LNNP)

1	Anne W. Kahihia	Assistant Director, Central Rift Conservation Area
2	John Ngangi	Senior Program Officer
3	Elema Hapichis	District Warden-Naivasha
4	Joseph Dadacha	Deputy Park Warden
5	Lydia Kisoyan	Senior Warden
6	Bernard Kuloba	Research Scientist
7	Alice Bett	Research Scientist

World Wide Fund for Nature (WWF)

1	Mohamed Awer	Country Director, WWF Kenya Office
---	--------------	------------------------------------

Practical Action

1	Isaack Oenga	Team Leader Infrastructure Services Practical Action-Eastern Africa
2	Paul Chege	Area Coordinator

		Nairobi/Nakuru Center
--	--	-----------------------

Sustainable Community Environment Program (SCEP)

1	Jonathan Kimuge	Director
2	Evas Abondo	Field Coordinator

Flamingo Net

1	Jackson Raini	Chief Executive Officer
---	---------------	-------------------------

Statistical section of Provincial Office

1	Stanley Wambua	Officer
---	----------------	---------

Njoro WRUA

1	Ernest Cheruiyot	Chairman
2	Eliud Maritim	Vice Chairman

Ewaso Ng'iro 南部開発庁 (Ewaso Ng'iro South Development Authority : ENSDA)

1	Peter Knyanjui	Field Officer
---	----------------	---------------

エガートン大学 (Egerton University)

1	Gilbert O. Obwoyere	Chairman Department of Natural Resources
2	Abdillahi A. Abound Ph. D.	Professor of Socio-ecology, Department of Natural Resources, Faculty of Environment and Resources Development
3.	Kennedy Nyabuti Ondimu Ph. D.	Associate Professor of Geography & Dean, Natural Resources, Faculty of Environment and Resources Development
4	Benebict M. Mutua	Dean, Faculty of Environment and Resources Development
5	Steve Omondi Oduor	Biological Science Department, Lecturer/Researcher

アフリカ開発銀行 (African Development Bank : AfDB)

1	John Sifuma	Water and Sanitation Expert
---	-------------	-----------------------------

## 第2章 ナクル湖集水域管理プロジェクトに係る調査結果

### 2-1 プロジェクトの要請背景

ナクル湖はフラミンゴに代表される多様な野生動物の生息地として世界的に有名であり、ナクル湖及びその周辺 188km<sup>2</sup>の地域は 1986 年に国立公園に指定され、1990 年に国際的に重要なラムサール湿地帯に登録された。このようにナクル湖及びその周辺はケニアの観光振興のために重要な資源であり、更に国際的に貴重な自然遺産としての価値を有する。

他方、ケニアは長期国家開発計画として「Kenya Vision 2030」を策定し、2030 年までに経済成長を通じて国民に質の高い生活水準の提供を可能とする新規工業中進国となることをめざすとしている。このような経済成長政策を反映して、ナクル湖集水域（集水面積 1,572km<sup>2</sup>）における社会・経済活動が増大し都市域・農耕地の拡大及び人口増加が進行している（2-2-1 参照）。

ナクル湖集水域内の社会・経済活動の増大に伴って、ナクル湖集水域内の自然植生域が減少し、集水域の保水能力や土壌保全能力が減退しつつある。その結果として、渇水時にはナクル湖への河川流入量が著しく減少しその一方で洪水期にはナクル湖への多量の土砂流入が発生し、湖の生態系に深刻な影響を与えている（2-2-2 参照）。同時に集水域からナクル湖への固形廃棄物や農薬等の汚濁物質の流入も湖の水環境に深刻な影響を与える一因となっている。

ナクル湖の自然環境保全は極めて重要な課題であり、持続可能な自然環境の維持にはナクル湖集水域全体の環境管理が必要となる。先に述べた「Kenya Vision 2030」においても、今後の経済成長を支えるために持続可能で健全な環境の保全の必要性が指摘されている。

ナクル湖及びその周辺の環境管理能力強化を目的に、わが国の技術協力により 2005～2009 年「ケニア共和国ナクル地域における環境管理能力向上プロジェクト（Nakuru Environmental Management Project : NEMP）」が実施され、更には NGO やエガートン大学により、ナクル湖環境改善に係る各種の基礎的研究・調査がこれまで実施されてきた。これらの能力向上プロジェクトや研究・調査を通じて特に水質管理に係る基礎情報の集積と関係機関・ステークホルダーの能力向上に一定の成果を得ることができた。しかしながら、ナクル湖集水域全体の水環境管理を実現するまでには至っておらず、今後これまでの成果を更に発展させ、ナクル湖集水域全体の環境管理の達成が必要とされている。

以上の状況にかんがみ、ケニア政府はわが国政府に対してナクル湖集水域環境管理に係る能力向上を目的とした技術協力を要請した。技術協力の対象となる主たる項目は以下のとおり。

- ・ ナクル湖集水域の環境管理に係る実施調整能力の強化
- ・ ナクル湖集水域の環境管理を目的とした環境ゾーニングの開発
- ・ ナクル湖集水域における水質、気象、水文情報を統合する観測システムの構築
- ・ 国家環境管理委員会ナクル地方事務所〔NEMA-Nakuru District Environmental Office under NEMA (DEO)〕を事務局とする集水域管理委員会の創設
- ・ 集水域管理委員会の効果的な運営実現のための NEMA-DEO への実地訓練の実施
- ・ 集水域管理の理解を深めることを目的とした関係機関及び集水域管理委員会メンバーに対するトレーニングの実施

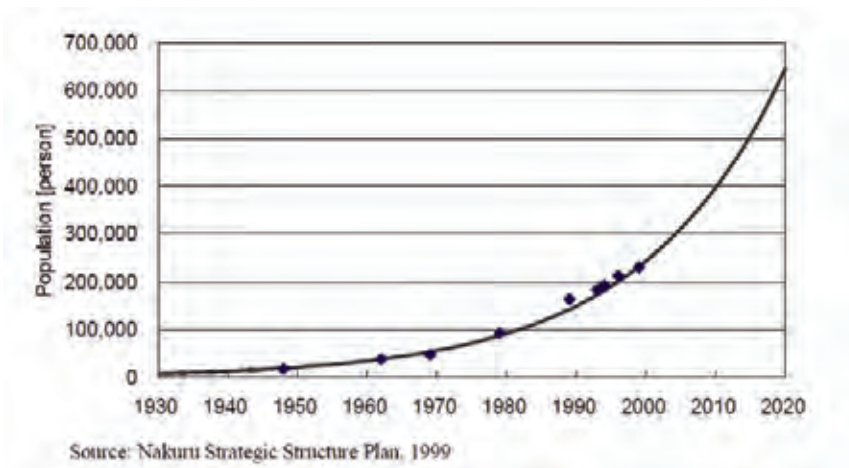
## 2-2 ナクル湖集水域の社会・経済環境及び自然環境

### 2-2-1 ナクル湖集水域内の人口

ケニアの人口統計は10年ごとに実施される国勢調査結果に基づいている。最新の国勢調査は2009年に実施されているが、本調査実施時点では同調査の結果はいまだ公開されていない。このため本調査では1999年までの国勢調査結果に基づいてナクル湖集水域の人口を概観するものとする。

1999年の国勢調査結果によれば、MCNの人口は、表2-1に示すとおり23万人であり、ケニアにおいてナイロビ、モンバサ、キムスに次ぐ第4番目の人口を有する都市と位置づけられる。さらにナクル湖集水域内に位置するMCN以外の人口22万人を加えて、集水域全体の人口は45万人と推定される。人口密度に関していえば、MCN及びナクル湖集水域はそれぞれ881人/km<sup>2</sup>及び170人/km<sup>2</sup>であり、ケニア全国平均の49.2人/km<sup>2</sup>に比べかなり高い値となっている。

さらにMCNの人口は図2-1に示すとおり増加の一途をたどっており、1989~1999年の10年間の人口増加率は3.2%（1989年の16万4,000人から1999年の23万1,000人に増加）と、ケニア全平均（2.9%）に比べ高い人口増加率を示している。



出典：「NEMP」環境現状報告書

図2-1 ナクル湖MCNの経年人口増加状況

表2-1 ナクル湖集水域内の人口（1999年現在）

範囲	面積 (km <sup>2</sup> )	人口	密度 (人/km <sup>2</sup> )	集水域全人口に占める割合
MCN	263	231,262	881	51%
MCN 以外	1,310	222,161	170	49%
全集水域	1,572	453,423	288	100%

出典：

1. 人口及びMCN面積：Special Assistance for Project Sustainability (SAPA) for Greater Nakuru Water Supply Project
2. ナクル湖集水面積及びMCNを除く集水域面積：本調査団推定

## 2-2-2 集水域内の土地利用

集水域内上流には、南西部に位置するマウ森林やその他幾つかの森林が存在する。しかしながら集水域内の森林域は減少の一途をたどっており、表 2-2 及び図 2-2 に示すとおり 1930 年当時は集水域の約 65%の地域が森林であったが、1998 年には 15%まで減少している。このような大幅な森林域の後退は、上述したとおり集水域の保水能力や土壌保全能力の減少を招き、集水域の水環境に深刻な影響を与えていると考えられる。1998 年の土地被覆図によれば、約 14km<sup>2</sup>の範囲で植林が行われており、森林域の回復の努力がうかがえる。しかしながらこの植林範囲は集水域全体の 1%にも満たず森林域の回復に十分な効果を与えているとはいえない状況にある。

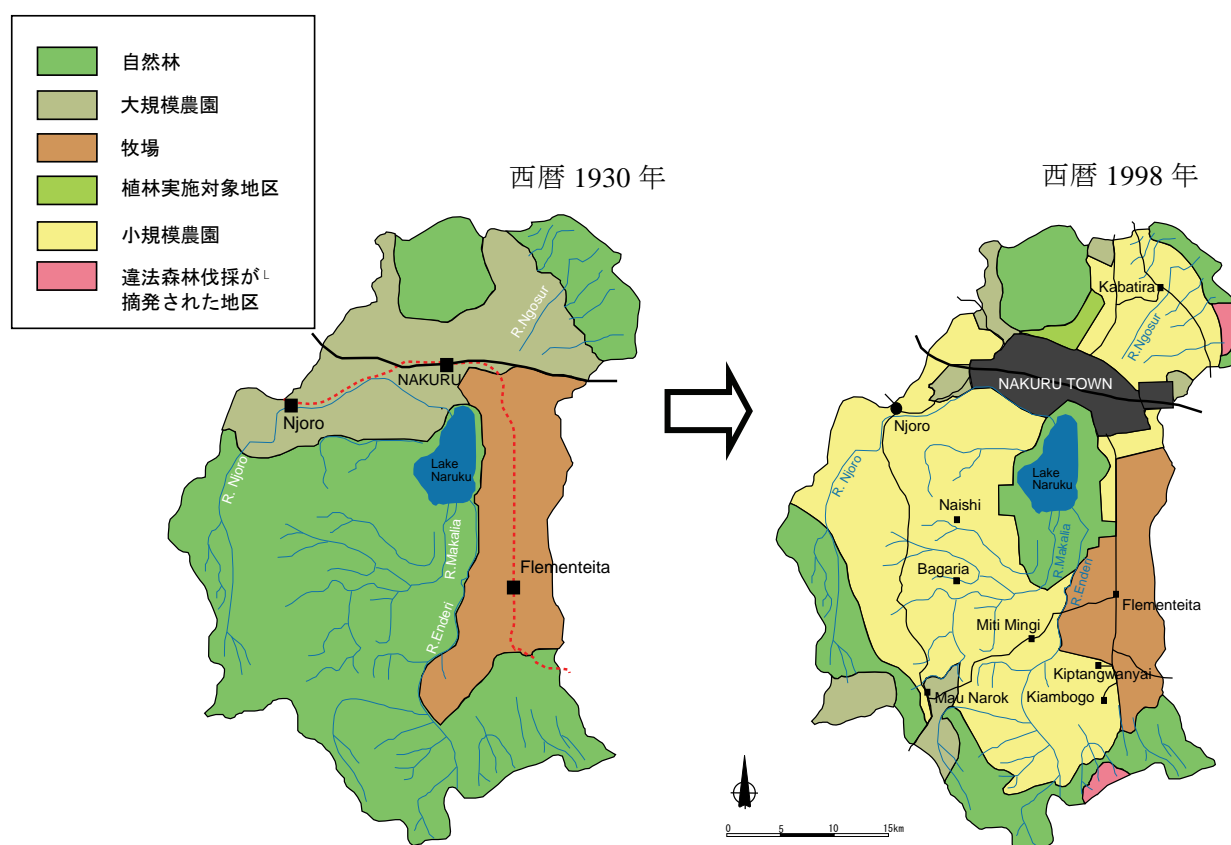


図 2-2 ナクル集水域土地被覆状況の変遷

1930 年代に南西部中流域にあった広範囲の森林域は小規模農園に開墾されており、現在この小規模農園の範囲は全集水域の約 51%を占めるまでになっている。この小規模農園の耕作対象は主に葉野菜や低木果実であり、天水による耕作が行われているのみであり大規模な河川取水はない。したがって、上述した渇水期における河川からナクル湖への流入量の減少は、この小規模農園の存在が主たる影響因子とは考え難い。一方上述のとおり、集水域内の森林域は減少の一途をたどっており、その結果集水域の保水能力が大きく減退しナクル湖への流入量減少の主要な原因になっているのではないかと現段階では考えられる。

集水域の北部は 1930 年当時の大規模農場として利用されていたが、現在は MCN の市街地と小規模農場に変わっている。特に MCN の市街地が大幅に拡大しつあり、同市からナクル湖への人為的な影響（湖への汚水や固形廃棄物の流入）を最小限にする対策に配慮する必要がある。

表 2-2 ナクル湖集水域の土地利用変化

土地利用区分	1930年の土地利用情況		1998年の土地利用状況	
	面積 (km <sup>2</sup> )	占有率	面積 (km <sup>2</sup> )	占有率
自然森林	1,015	64.5%	401	25.5%
植林地	0	0.0%	14	0.9%
大規模農園	313	19.9%	86	5.5%
小規模農園	0	0.0%	802	51.0%
牧 場	244	15.5%	150	9.6%
違法伐採地	0	0.0%	15	1.0%
市街地	0	0.0%	103	6.6%
計	1,572	100.0%	1,572	100.0%

出典：図 2-1 の土地被覆図（NEMP において作成）に基づき、本調査団が推定

### 2-2-3 ナクル湖集水域の地形

ナクル湖集水域はアフリカの大地溝帯であるリフトバレー内に位置し、標高 3,000m 以上の山脈に東西を囲まれている。また集水域の北側には Menengai Crater（標高 2,272m）があり、その南側斜面に MCN が広がり更に、その斜面を下るとナクル湖となる。集水域内の最低標高に位置するナクル湖でさえ、その湖底標高は EL. 1,759m を有する。ナクル湖への主要流入河川として Njoro 川、Lamudiak 川、Makalia 川、Nderit 川、Ngosorr 川の 4 河川が存在する（図 2-3 参照）。

これら 4 河川のうち Njoro 川及び Makalia 川は集水域南西部に位置するマウ森林に源を発し、一方 Nderit 川及び Ngosorr 川はそれぞれ集水域南部に位置する Eburru Hill 及び集水域北東部に位置する Bahati 森林を水源とする。これら 4 河川の流域面積は表 2-3 に示すとおり。

表 2-3 ナクル湖主要流入河川流域面積

河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )
Njoro 川	302
Lamudiak 川	179
Makalia 川	312
Nderit 川	556
Ngosorr 川	155
その他*	68
計	1,572

出典：SAPs for Greater Nakuru Water Supply Project

注：そのほかには残留域及びナクル湖湖面を含む

上記 4 河川のうち Njoro 川のみが乾期でもナクル湖への流入が期待できる河川であり、残りの 3 河川は乾期には流水が干上がるか地下に浸透するため表流水として湖に流入することはない。さらに Njoro 川も渇水年の乾期には河川水が干上がり湖に流入しない場合がある。KWS か



らの情報によれば、最近では 2009 年の乾期に Njoro 川の河川水が干上がったとのことである。一方、ナクル湖北岸には幾つかの泉が存在し、それらの最大の泉は Baharini Spring (約 5,000～6,000m<sup>3</sup>/日の湧水量を有する) と呼ばれている。これらの泉は乾期のナクル湖の貴重な淡水供給源となっている。

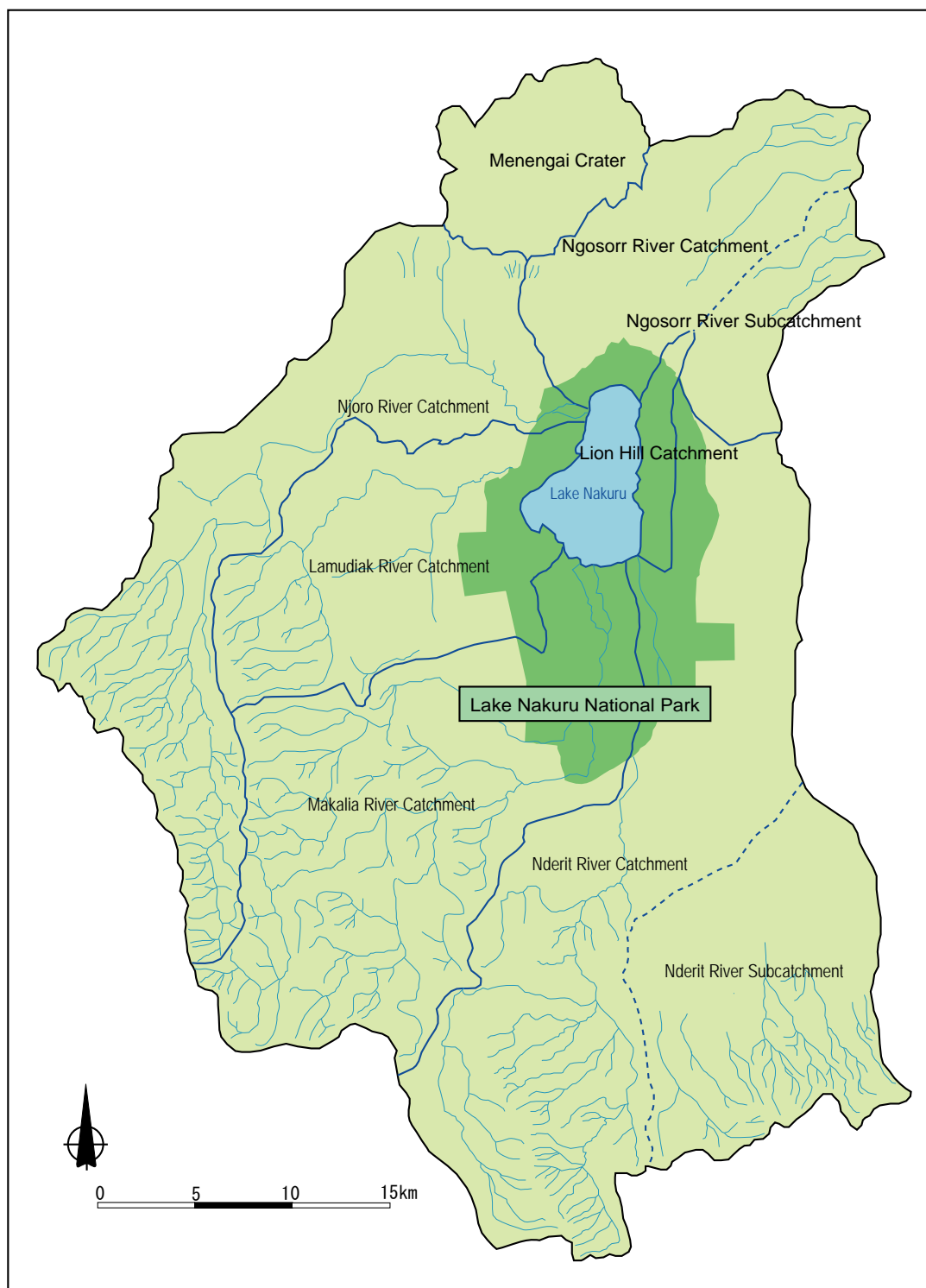
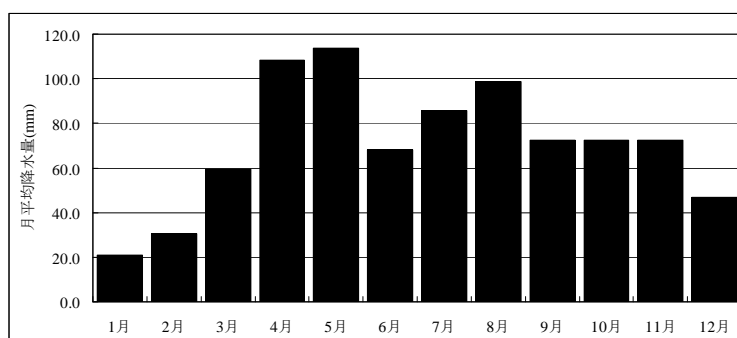


図 2 - 3 ナクル湖へ流入する主要河川

## 2-2-4 ナクル湖集水域の水文環境

### (1) 降水量

ナクル市内に位置するナクル気象観測所の月平均雨量（1958～1976年及び1994～1999年の通算24年間の平均）は図2-4に示すとおりである。同図に示すとおり、最小月雨量は1月及び2月に発生し、3月以降月雨量は増加する。

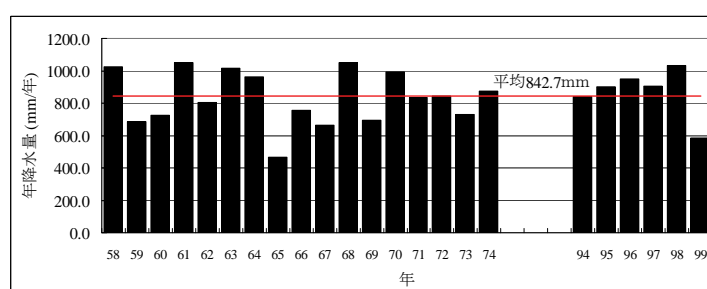


出典：Flamingonet (NGO)

図2-4 ナクル湖集水域内の月平均降水量

最も月降水量の多い月は4月及び5月であり、次いで7月及び8月に2番目のピークが発生する。

上記のMCN気象観測所の1958～1976年及び1994～1999年の通算24年間の年降水量の経年変化は図2-5に示すとおりであり、経年平均で843mmの年間降水量がある。また年間降水量は、年によって400～1,000mmの変動幅をもつが、極端な経年の年降水量の減少・増加の傾向は認められない。



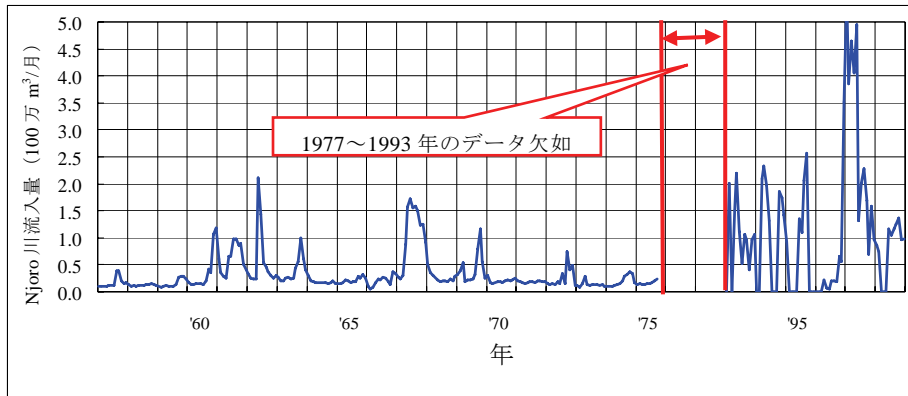
出典：FlamingoNet (NGO)

図2-5 ナクル湖集水域内の年間降水量の変化

### (2) ナクル湖への河川流入量及び湖面積

乾期にナクル湖への最も多量の河川流入量を供給しているNjoro川の月別の流出量の経年変化は図2-6に示すとおりとなる。同図に示すとおり、1976年以前は乾期でも定常的にNjoro川からナクル湖への流入水があったことが分かる。しかしながら、1994年以降のNjoro川の流況をみた場合、洪水期の4、5月及び7、8月に極端に多量のNjoro川からの流出が発生しているが、その一方で1、2月の乾期に河川からの流出が全く発生しない干上がった状態が発生している。月別の降水量や年間降水量に極端な経年的な変化がみられな

いことが確認されている。さらに灌漑等の目的で Njoro 川からの取水が極端に増加していることはない。これらのことから考えて、Njoro 川の最近の流況の変化（すなわち洪水期に流出が極端に増え、乾期に河川水が干上がる現象）は、集水域の保水能力が減少していることが主たる原因と考えられる。さらにこの保水能力の減少は、Njoro 川の水源であるマウ森林域の縮小にあると思われる。

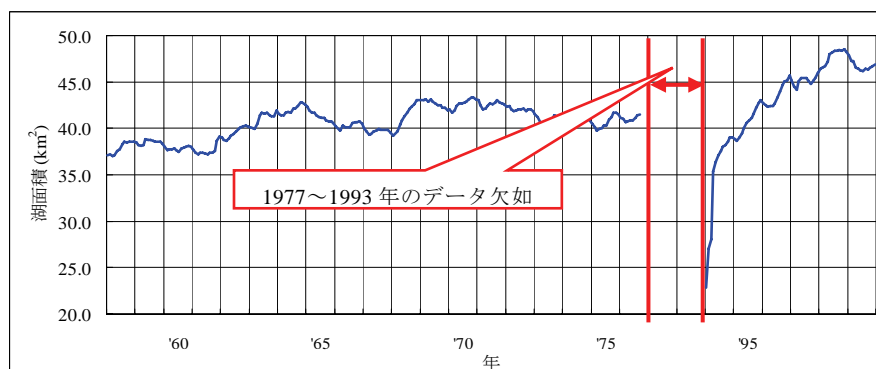


出典：Flamingo Net（NGO）

注：上図の Njoro 川からの流入量は WRMA による観測結果を元データとしているが、当調査団はそのデータを調査期間中に WRMA より入手することができなかった。代わりに Flamingo Net が過去に WRMA より入手したデータに基づき上図を作成した。当調査団が Flamingo Net から入手したデータでは 1977～1993 年の情報及び 2000 年以降のデータが欠如していたが、その理由は不明である。

図 2-6 Njoro 川からナクル湖への月間流入量の経年変化

ナクル湖の湖面積は、図 2-7 に示すとおり 1958～1976 年の間は  $40\text{km}^2$  前後を比較的小さな変動幅で変化していたことが分かる。しかしながら 1994 年に至り湖面積は、 $25\text{km}^2$  まで極端に縮小している。この湖面積の縮小は先に述べた集水域の保水能力の減退と密接に関係している可能性が考えられる。ただし、図 2-7 の湖面積の変化は Flamingo Net（NGO）から入手した情報に基づいて推定しているが、別途の情報（SAPS for Greater Nakuru Water Supply Project の最終報告書に記載された情報）によれば 1994 年の乾期にナクル湖は干上がり、引き続き 1995 年及び 1996 年にも同様の現象が発生したと報告されている。さらに 1933、1950、1953 年には 1 年を通して湖が全く干上がったとの情報もあり、集水域の保水能力の減少の可能性については更なる検討が必要と思われる。



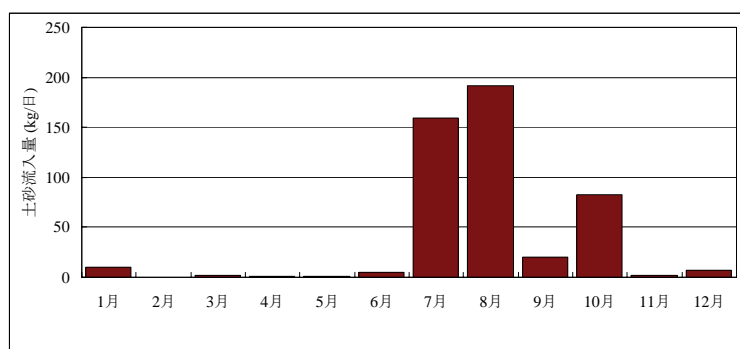
出典：Flamingo Net（NGO）

注：上図の湖面積は KWS による観測結果を元データとしているが、当調査団はそのデータを調査期間中に KWS より入手することができなかった。代わりに Flamingo Net が過去に KWS より入手したデータに基づき上図を作成した。当調査団が Flamingo Net から入手したデータでは 1977～1993 年の情報及び 2000 年以降のデータが欠如していたが、その理由は不明である。

図 2-7 ナクル湖湛水域面積の経年変化

### (3) ナクル湖への流入土砂量

KWS は 2007 年に 4 つのナクル湖への流入河川（Njoro 川、Lamudiak 川、Makalia 川、Nderit 川、Ngosorr 川）に対して、懸濁物質量（TSS）検査を行い、その結果に基づき、図 2-8 に示すナクル湖への月別土砂流入量を推定した。



出典：KWS

図 2-8 ナクル湖への月別流入土砂量観測結果（2007 年）

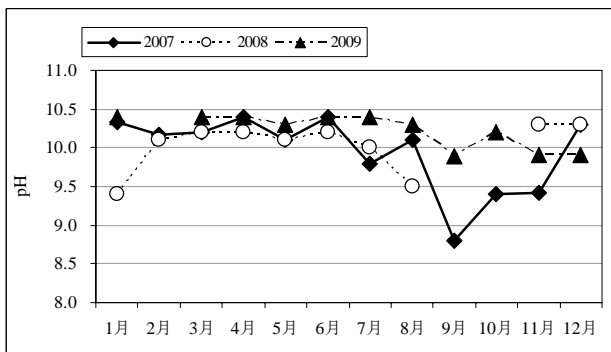
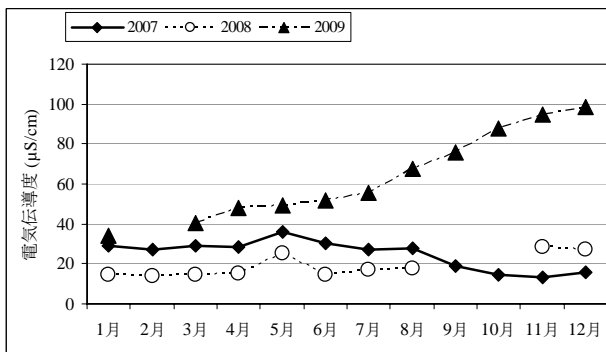
同検査結果によれば、年間の総流入土砂量として 840 万  $m^3$  の土砂流入量が算出される。この土砂流入量はナクル湖面積  $40km^2$  に対して平均約 20cm の堆砂があったことになり、測定や推定誤差を考慮したとしても相当量の土砂がナクル湖に流入していると考えられる。またナクル湖への土砂流入が、特に近年増加の傾向にあるとの情報を上記の KWS から得ており過剰な土砂流入が湖の水環境悪化の一因になっている可能性が考えられる。た

だし、この情報を裏づける KWS の明確な説明や土砂流入量の経年的変化を示す観測データを得ることはできなかった。KWS からの情報はおそらく正確な観測結果に基づくものではなく毎年の湖の状況（河川流入部の土砂堆積状況等）から導かれたものではないかと考えられる。

#### (4) ナクル湖の水質

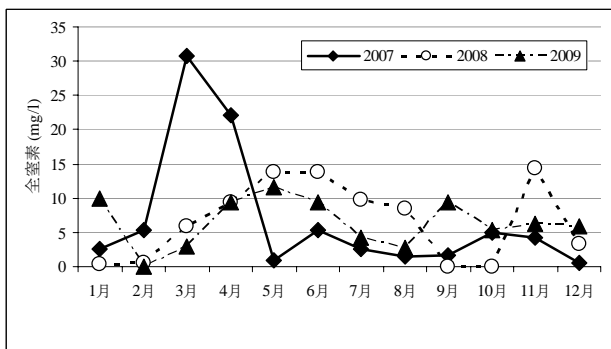
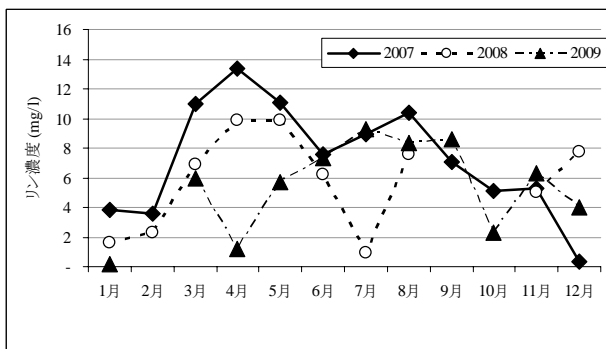
ナクル湖は水深 4m 以下と極めて浅く、また閉鎖湖であり湖からの流出河川は存在しない。このため湖からの流出は蒸発か浸透に限られる。このような特性に起因してナクル湖は以下のアルカリソーダ湖の水質特性を有する。

- ・ 高い pH 値を有する [pH9 以上、図 2-9 (1) 参照]
- ・ 高い塩分濃度を有する [電気伝導度 20~100 $\mu$ S/cm、図 2-9 (2) 参照]
- ・ 富栄養化が進んでいる [リン濃度 2~14mg/L、全窒素濃度 5~15mg/L、図 2-9 (3) 及び (4) 参照]
- ・ 時系列的な水質の変化が大きい [図 2-9 (1) ~ (4) 参照]



(1) pH の月別変化

(2) 電気伝導度の変化



(3) 全リン濃度の変化

(4) 全窒素濃度の変化

出典：NEMP

図 2-9 ナクル湖水質の経年及び月変化

(5) ナクル湖へ飛来するフラミンゴ数の変化

KWS が調査したナクル湖へのフラミンゴ飛来数は図 2-10 に示すとおりであり、経年平均で 30 万羽以上が飛来している。しかしながら年によってフラミンゴ数は大きく変動しており、変動と集水域・湖の水文環境の変化との因果関係を調べ必要な対策を検討する必要がある。

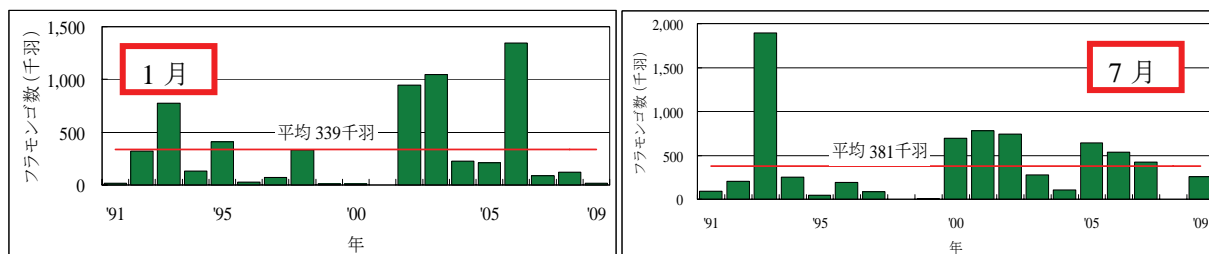


図 2-10 ナクル湖へ飛来するフラミンゴ数の変化

2-3 国家開発計画と本要請プロジェクトの関連性

ケニアの 2030 年までの長期国家開発計画として「Kenya Vision 2030」が 2007 年に策定された。さらにこの国家開発計画で明示された目標のうち、特に「環境」及び「上下水道」部門の目標に対する具体的な行動計画として、それぞれ「国家環境行動計画 (National Environment Action Plan : NEAP) 2009-2013」及び「National Water Service Strategy (NWSS) 2007-2015」が策定されている。これら国家開発戦略・計画の詳細は表 2-4 に示すとおりとなる。

表 2-4 ケニア国家開発計画の内容

国家開発計画名	内容
Kenya Vision 2030 <sup>1)</sup>	国家計画・開発省 (Ministry of Planning and National Development) が作成した、ケニアにおける社会、経済、政治全般に係る基本的な長期国家開発戦略。この「Kenya Vision 2030」によれば、「2030 年までに国民に対して健全な環境を担保し、かつ質の高い生活水準の提供を可能とする新規工業中進国になることをめざす」としている。
NEAP 2009-2013 <sup>2)</sup>	「Environmental Management Coordination Act 1999」に基づき、MEMR が作成した環境保全に係る 2009～2013 年の期間に実施すべき具体的なアクションプラン (通称 NEAP)。この NEAP は持続可能な環境保全を担保するアクションプランとして 5 年ごとに策定されることが義務づけられている。NEAP で記載されたアクションプランは、官・民セクターにより実施され、NEMA がそれら官・民セクターの監督・調整を行うこととしている
NWSS 2007-2015 <sup>3)</sup>	「Water Act, 2002」に基づき、水灌漑省が作成した上下水道整備に係る 2007～2015 年に実施すべき具体的なアクションプラン。

1) Vision 2030 by Ministry of Planning and national Development in 2007

2) National Water Services Strategy 2007-2015 by Ministry of Water and Irrigation in 2007

3) National Environment Action Plan 2009-2013 by Ministry of Environment and Mineral Resources, National Environment and Management Authority, in 2008

上記の国家開発計画はさまざまな分野を対象としているが、それらのうち特に「森林保全」「観光」「水と衛生」の分野における開発目標及び目標達成のために提案された事業内容は本要請プロジェクトと極めて密接な関連を有する。具体的な関連性は以下に述べるとおり。

#### (1) 森林保全

「Kenya Vision 2030」では集水域内の社会・経済活動の拡大に伴って荒廃しつつある集水域の保水能力や土壌保持能力を回復し、持続可能な自然環境を創出することを環境部門の重点課題としている。この課題に対応する目的から、2012年までに植林により現在の森林域を50%増加し、2030年までに国土の10%を森林でカバーする目標を掲げている。

上記目標達成のために、特に国内の5つの主要水源地（マウ森林、ケニア山、Aberdare山脈、Cherangani丘、Elogon山）の植生回復事業の実施を国家の重点課題としている。またNEAPでは上記の植林事業のための具体的な行動計画として、植林対象域の目録・図化の作成並びに実際の植林事業を提案している。

これら植生回復事業対象域のうち、マウ森林はまさに本要請プロジェクト（要請1：技術協力プロジェクト「ナクル湖集水域管理プロジェクト」）が対象とするナクル湖集水域の重要な水源であり、同時に植生回復事業は本要請プロジェクトでも重要な事業構成要素といえる。

#### (2) 観光

サファリツアーに代表される観光は、ケニアのGDPの約10%を産み出し、同時に約9%の正規雇用を創出する極めて重要な産業である。さらに同国の観光人口は2002年の100万人から2006年には160万人に増加しており、有望なケニアの成長産業といえる。

上記の背景から、「Kenya Vision 2030」では今後も高い観光収入を得るために観光の質・量を充実する必要があるとし、特に観光産業に重大な影響を及ぼす野生生物の生息域及び移動域の保全事業の実施を重要な課題として取り上げている。一方、本要請プロジェクト対象地域の最下流域に位置するナクル湖国立公園はケニアにおける有数のサファリパークであり、同公園への2003年の年間入場者数は約15万人（<http://www.webkenya.com/eng/safari/nakuru.php>に表示された値）を記録した。この入場者数は全国総観光者数の約15%に相当し、Nairobi National Parkに次ぐ第2位の値である。同時にナクル湖及びその周辺はラムサール条約に登録された国際的に貴重な湿地帯である。このため湖を含む集水域の環境保全は重要な国家事業と位置づけられる。

#### (3) 水と衛生

ケニアでは全人口の57%しか安全な上水給水を受けておらず、特に都市部貧困層の人口及び農村部の人口のうち安全な上水給水を確保している割合はそれぞれ20%及び40%にとどまっている。

このような上水整備の遅れに起因して、ケニアでは水質のコントロールを受けていない水が通常の水道料金の5～20倍の価格で販売されている。また国全体の下水道や浄化槽（トイレに用いるセプティックタンク）等の衛生施設の普及はいまだ全人口の50%にとどまる状態にある。

以上の状況にかんがみ、「Kenya Vision 2030」は、「すべての国民が2030年までに安全な水と衛生を確保する」という目標を掲げている。またNWSSはこの目標達成に向けて以下の事

業を 2015 年までに実施するとしている。

- ・ 現在安全な上水水源をもたない人口の 50%が、2015 年までには安全な上水水源を入手可能な状態とする。特に都市部貧困層に対する安全な上水給水を優先課題とする。
- ・ 2015 年までに都市部人口の 40%及び農村部人口の 10%が下水道サービスを受けることが可能な状態を達成する。
- ・ 2015 年までに特に貧困層を含む都市域人口の 77.5%及び農村部人口の 72.5%が浄化槽（トイレに用いるセプティックタンク）等の衛生施設を完備する状態を達成する。

本要請プロジェクト（要請 2：無償資金協力「ナクル市下水集水システム拡張計画」）が目的とする下水道システム拡張は、ケニア第 4 の人口を有する MCN の下水衛生環境を改善する目的で実施するものであり、まさに上記の「Kenya Vision 2030」及び NWSS の掲げる目標に沿った事業内容であるいえる。

さらに「Kenya Vision 2030」は、上述の集水域の荒廃に対する監視体制を強化し水資源保全を担保する必要から、水文・気象観測網の充実が重要としている。この課題に関連して、「Kenya Vision 2030」は現在稼動していない 600 カ所の水文・気象観測所の修復を行い、既存の観測網の国土カバー率 30~40%を 70%まで上げることを 2030 年までの達成目標としている。本要請プロジェクト（要請 1：技術協力プロジェクト「ナクル湖集水域管理プロジェクト」）においても既往の水質観測網に新たに水文・気象観測網を併合した統合観測システムの整備が重要な要件となっており、「Kenya Vision 2030」の開発目標に沿った事業内容といえる。

#### 2-4 ナクル湖集水域管理にかかわる法制度

ナクル湖集水域管理に直接かかわる主要な法令は、1) The Environmental Management and Co-ordination Act、2) Water Act、3) Wildlife Act、4) Environmental by law 及び 5) Physical Planning を挙げることができる。これらの概要を表 2-5 に示した。

表 2-5 ナクル湖集水域管理関連法令

法令		主要関連政府機関	施行年	概要及び本事業との関係
環境管理調整法	The Environmental Management and Co-ordination Act	NEMA	2000 年	本事業提案者である NEMA-DEO は本法令を基礎に設立され、関連主務官庁の調整が主な業務となる。
水法	Water Act	WRMA WRSB	2003 年	流域管理の主務官庁が WRMA であることを規定している。
野生生物保護法	Wildlife Act	KWS	1976 年	法令には KWS が流域管理を行うことは明記されていないが、国立公園が流域の最下流に位置しており、上流の人為的活動が野生生物保護に影響を与えるため、KWS は流域管理にかかわる活動を行うことができる。



MCN 環境条例	Environmental bylaw of MCN	MCN	2006 年	MCN はナクル市内の土壌流亡対策などの流域管理にかかわる責務も有する。
地域計画法	Physical Planning Act	Ministry of Land	1996 年	土地省の Office of the Director of Physical Planning が地域計画の主務官庁である。

#### (1) 環境管理調整法 (EMCA)

環境管理調整法 (The Environmental Management and Co-ordination Act : EMCA) は、1999 年に制定され、2000 年より施行されている。ケニアの環境行政を司る機関として第 4 条に国家環境評議会 (National Environmental Council) を設立し、政策立案、国家目標の制定、環境保護政策策定、行政機関及び NGO との協力体制確立を行うこととしている (第 5 条)。

さらに NEMA の設立は第 7 条において規定され、その機能は、第 9 条に規定されるように環境管理行政執行のための総合的な監督・調整とされ、さまざまな環境管理活動を行うほかの主務官庁間の調整を行い、開発政策、開発計画策定実施において環境配慮を取り込むことにより、合理的かつ適切に環境資源を活用し、持続的にケニア国民の生活の質改善に資するとされている。本報告書の他の箇所でも述べられているように、WRMA、KWS など流域管理を行う機関が複数存在するが、本プロジェクトにおける NEMA の役割は、本条項より主に主務官庁間の調整となる。第 9 条には、更に種々の土地利用ガイドラインの見直しを行うこと、土地利用の変遷を評価し自然資源の質・量への影響を評価すること、環境管理にかかわり調査研究を行いその成果を公表すること、環境管理のために必要な財務的・人的資源の動員を行い、またそれをモニターすること、他の主務官庁と協力し環境教育にかかわる事業を展開することなどが NEMA の機能として規定されている。

第 12 条では、EMCA に規定されている責務を他の主務官庁が規定された時間内に実施するよう指示を与えること、仮に上記指示が達成されない場合は NEMA が業務を代行しそれにより発生する費用は当該主務官庁に請求できる旨記載されている。

上位計画の節で述べた NEAP は、第 37 条以降に規定されており、更に Province ごとにまた District ごとにそれぞれの環境委員会 (Environmental Committee) が環境行動計画を 5 年ごとに策定することが規定されている。

流域管理及び河川管理にかかわる NEMA の役割については、第 42～45 条に規定されており、第 42 条では、河岸管理、湖岸管理、湖沼及び海岸管理にかかわる規制、基準を環境大臣が官報により告示することができる旨規定されている。また湖沼及び河川の管理に関しては、NEMA が主務官庁と協議のうえガイドラインを発行すること、更に丘陵地帯、山岳地帯、森林における規制・手続き・ガイドライン及び対策を策定し、これら地域での集水域の保全を図り、土壌流亡を防止し、居住を制限することを規定している。

一方、郡環境委員会 (District Environmental Committee : DEC) も、その管轄区域内で環境の脅威に曝されている丘陵地帯及び山岳地帯の同定をすることとされており、本事業を実施するにあたり NEMA に加え、DEC も重要な役割を果たすことを示唆する条項である。特に第 46 条では DEC の役割として、植林地帯の特定、優先づけなども規定されている。また NEMA はこれら流域における土壌流亡対策などのガイドライン発行の責務を負っており、こ

れらガイドラインは官報で公示されること、またその内容として適切な農法、土地の家畜飼養頭数の収容能力、土壌流亡対策、土砂災害地域における予防措置などが規定されている。さらに上記のガイドライン実施のモニタリングは DEC の役割とされている。

排水基準及び排水許可などにかかわる規定は、第 72～77 条に記載されており、Legal Notice No. 120 Environmental Management and Co-ordination (Water Quality) Regulations、2006<sup>1</sup>の制定の基礎を形づくっている。

## (2) 水 法 (The Water Act)

水法は、2002 年 10 月に官報で告示され、2003 年に施行されている。水法は、これまでのケニア水資源管理に斬新な変化をもたらしている。本法第 3 条では、水資源が国家に帰属することをまず明記している。それに引き続く第 7 条以降の Part III は水資源管理にかかわるもので、ここで WRMA の設立が規定されており、水資源管理にかかわる規定は第 44 条まで続く。Part IV は上下水にかかわる規定で第 45～78 条までを含み、水道サービス委員会 (Water Service Board : WSB) の設立は第 46 条に規定されている。Part V は、水利用許可証発行に伴う課金、Water Service Trust Fund などについて割かれている。

WRMA の権限及び機能は、第 8 条によると、水資源の割り当てのための手法及び手続きなどを策定すること、国家水資源管理戦略の実施状況をモニターすること、水利用許認可を行い、水利用許可証に規定されている許認可条件の実施状況をモニターすること、水資源の質を規制し保全すること、流域 (water catchment) の管理保全を行うこと、国家水資源管理戦略に基づき課金を決定すること、水資源にかかわる情報を収集管理し公開すること、水資源のより良い管理のために他の機関と連絡をすること、水資源管理にかかわる事項を大臣に進言することの 10 項目とされている。本条項は、流域管理の主務官庁が WRMA であることを示している。NEMA との管掌区分は、NEMA が流域の土地資源であるとするれば、WRMA は水を所管することになり、流域管理は本来水と土壌を一体的に管理することが重要であるという点にかんがみれば、NEMA と WRMA が一致協力し、事業を進めることが前提となることを示している。

WRMA の最上位の職員は第 9 条に示されるように Chief Executive Officer であり、WRMA の組織は、以下の節で述べることとする。また、WRMA は、官報で告示した流域ごとに地域事務所を設立することが第 10 条で明記されている。国家水資源管理戦略の策定は、大臣が行うことになっており、官報で公示し、定期的に見直すことが求められている。

第 15 条には Catchment Management Strategy (CMS) の策定は WRMA の責務と規定され、水資源の管理、利用、保全及び規制の戦略を規定することとされている。さらに同条項の第 5 項において、CMS は、水資源利用者組合 (Water Resources Users Associations : WRUA) の設立を促すこととされ、WRUA は水利用者の利害関係の調整、協調的な水資源管理の実施を行うこととされている。

第 16 条では官報で告示された集水域ごとに Catchment Area Advisory Committee (CAC) を設立することを規定し、そのスタッフは 15 人未満とされ、その役割として水資源保全及び利用、許可証の発行にかかわること、その他水資源管理にかかわることにつき、WRMA の職員

<sup>1</sup> 詳細は以下のサイトを参照 (2010 年 6 月 17 日)。

[http://www.nema.go.ke/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=56](http://www.nema.go.ke/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=56)

にアドバイスをすることとされている。本 CAC の構成は、当該地域の水資源管理関係行政機関の代表者、地域の行政代表者、農家あるいは牧畜農家の代表者、民間企業代表者、水資源管理に関与する NGO 代表者及びその他妥当な能力を有する者とされている。一方、WRMA は、CAC の事務局として CAC の支援をすることが求められている。

### (3) 野生生物保護法

現在のケニアの野生動物保護政策は、「ケニア野生動物管理政策に関する声明の将来」と題する 1975 年第 3 号会期報告書に根本的な起源を見いだすことができる。本政策を実施するための法的枠組みとして 1976 年に The Wildlife (Conservation and Management) Act が策定され、当時の狩猟部門とケニア国立公園を統合し野生生物保護管理部門 (Wildlife Conservation and Management Department : WCMD) が設立され、更に 1989 年に現在の KWS の誕生へ至っている。

上記のように複数回の改定を経て現在に至っているが、The Wildlife Act は、その第 3 条において KWS の設立を規定している。KWS の役割は、1989 年以来改定されていないが、以下の 12 の責務が規定されている。

- すべての動物相及び植物相の保護・管理にかかわる政策策定
- 国立公園、国立保護地域及び他の野生生物保護地域設立にかかわる政府への助言
- 国立公園及び国立保護地域の管理
- 国立公園及び国立保護地域の管理計画策定と実施、また観光産業保護及びケニア居住者の教育目的のための動植物の自然状態における展示
- 啓発活動の実施とそれに基づく野生生物保護政策の支援獲得
- 野生生物保護・管理の目標達成をめざした野生生物の維持
- 野生生物の保全及び管理のための研究及び研究の調整の実施
- 野生生物の保護及び管理のために必要となる投入人員の評価と雇用
- 中央政府、地方政府及び土地所有者に対する野生生物の保護及び管理にかかわる最も適切な方法の勧告、人類の生存に必要な都市部以外の地域での生態的評価あるいは管理を行うための政府機関としての機能
- 当該大臣との協議のうえで、野生生物保護にかかわる国際条約・規約を管理、調整
- 野生生物保護にかかわるサービスのために寄付、贈与、遺贈の募集・受領
- 野生生物による破壊から農業及び畜産を保護するための農家及び牧畜農家に必要な支援

KWS の責務として流域管理にかかわる事業を行うことは法令には明記されていないが、ナクル湖流域の場合、ナクル国立公園が流域の最下流に位置しており、上流の農業及び工業などの人為的活動が公園内の野生生物保護に影響を与えるため、上記条項は KWS が流域管理にかかわる活動を実施することを可能としている。

### (4) 環境条例

Local Government Act の 201 節に基づき MCN の環境保護にかかわる活動を規定している。環境政策手法は一般に極めて多様性に富んでおり、直接規制的手法、枠組み規制的手法、経済的手法、自主的取組手法、情報的手法、手続き的手法などが組み合わせて実施されるが、本環境条例は、一貫して命令・管理型の規制・監督手法を踏襲していることが条文の端々か

ら読み取ることができる。

MCN の環境管理官の指名は第 5 条に規定されており、その権限・責務は第 6 条の項目 (b) に規定されている。なかでも重要なものは、汚染源の立入調査、定期立入調査、物品の押収などの権限を有し、更に環境局長の承認があれば工場閉鎖命令を出すことができ、汚染源に対し環境汚濁防止の措置を講じさせること、逮捕令状の有無にかかわらず事務官あるいは警察官の協力があれば環境条例に違反したと判断される者を逮捕することができる。

それに引き続く第 8 条では、刑事訴訟手続きについて規定されている。

第 14 条以下は、MCN が行う環境保護にかかわる責務が定義されており、流域管理プロジェクトとのかかわりでは、第 15 条において丘陵・山岳地帯及び森林地帯の持続的な利用のために必要となる規制・ガイドラインなどを作成し、自然資源の管理と流域保全を行い、土壌流亡対策を実施し、居住を制限するとしている。さらに第 16 条では、そのために MCN が環境破壊の危機に曝されている地域の特定を行うこととされている。管轄内の土地利用計画・ゾーニングについては、第 21～27 条に規定されており、工場地域、商業地域、住居地域及びその他地域の 4 つの区域について規定されている。

ナクル市内の衛生管理、固形廃棄物管理、道路清掃、有害化学物質や有害廃棄物の管理、環境影響評価の実施について第 30～220 条にわたり規定されている。

## 2-5 ナクル湖集水域管理に関連する組織の概要

### 2-5-1 ナクル湖集水域管理に関連する中央政府組織

ナクル湖集水域管理に関連する中央政府組織について概要を表 2-6 にまとめた。

表 2-6 ナクル湖集水域管理関連中央政府組織

関連機関	概要
NEMA	2000 年 1 月に環境管理調整法に基づいて MEMR の下に設立された政府組織。同組織の地方事務所であるリフトバレー州環境事務所及びナクル及び Molo 地区事務所が事業の主たる実施機関となる可能性がある。
WRMA	2005 年 7 月に水法に基づいて設立された水灌漑省の下に設立された水資源の管理を行う公団の 1 つであり、ナクル湖集水域では、リフトバレー集水域地域事務所及び Naivasha Sub Regional Office が直接事業に参加する可能性がある。
KWS	森林野生動物省の管轄下にあり、ナクル湖国立公園を含むケニア内のすべての自然国立公園を管理する政府組織。これまでナクル湖の水環境保全や湖の環境に重大な影響を与えるマウ森林の保全活動を実施してきた実績を有する。
ENSDA	地方開発省傘下の開発公団の 1 つであり、Njoro WRUA (Njoro 川流域水資源利用者組合) の植林活動に対する資金援助を行うなど、事業実施段階において重要となると考えられる公団の 1 つ。総合的な地方計画管理を行うことによって、公平な資源の開発、地方経済の活性化を図ることが業務内容である。

(1) 国家環境管理庁 (NEMA)

1999年に「The Environmental Management and Co-ordination Act, 1999」が制定され、同法を通じて「NEMA」の創設が決定された。現在、NEMAの本部はナイロビにおかれ、ケニアにある6つの州ごとに州事務所 (Provincial Office) が、更に Provincial Office の下に通常複数の District Office が配置されている。ナクル湖集水域に関しては、Rift Valley Provincial Environmental Office 及び2つの District Office (Nakuru District Environmental Office 及び Molo District Environmental Office) が管轄している。これら地方事務所の人員配置は以下のとおりである。

- ・ Provincial Environmental Office (PEO) : Provincial Director 及び Deputy Provincial Director の2名が配置されている。
- ・ DEO : Nakuru DEO 及び Molo DEO にそれぞれ District Officer 1名とアシスタント2名が配置されている。

NEMAは現在組織再編成を実施中であり、特に地方事務所の人員強化を2010年7月までに完了する予定としている。この人員強化を通じて PEO 及び DEO の人員はそれぞれ4名及び3名に増員する見通しである。

NEMAに求められる基本的な役割と与えられた権限は、環境に係るすべての問題・課題・活動に対して監督並びに調整を行うことにある。特に集水域の環境管理に関して、NEMAは土地管理・開発に関連する関係機関との協議を通じて丘陵・山岳地帯及び森林域の持続可能な活用のための規則やガイドラインの策定を行う役割・権限を有する。それら規則やガイドラインは森林やその他の天然資源の過剰な採取を規制し、水源域の保水力の保全や急傾斜地の土壌浸食の防止に役立つと期待されている。

上記の役割を集水域管理に係る業務に加え NEMA は中央及び地方レベル (Province 及び District レベル) で以下のようなさまざまな業務を実施している。

- ・ 土地利用ガイドラインの作成とレビュー
- ・ 適切な環境管理と保全のための調査の実施
- ・ 環境分野における管理、関係国際協定・条約・合意の批准、法制並びにその他の手段に関する政府への助言
- ・ 環境分野における調査・研究の実施とそれら調査・研究結果に関連する情報の収集、照合、公開
- ・ 環境管理に係る資金及び人的資源の活用と監視
- ・ 法律で特定された事業活動や事業計画に対する環境検査
- ・ 環境悪化を起こす可能性のある事故の防止のための手順や安全対策の作成
- ・ 環境教育の促進
- ・ 環境管理に係るマニュアル、基準、ガイドライン等の作成
- ・ 天然資源管理や環境保護に従事する団体への助言と技術的支援

上記の業務を効果的に実施するために、NEMA本部は5年ごとにケニアの環境課題に係る分析と管理に係るアクションプランを提案し NEAP として取りまとめている。さらに地方事務所も同様に5年ごとに Provincial Environmental Action Plan 及び District Action Plan を作成し、地方レベルでの固有の環境問題に対するアクションプランを策定している。

NEMA の地方レベルの活動を支えるもうひとつの大きな要素として Provincial

Environmental Committee 及び District Environmental Committee の存在が挙げられる。これらの環境管理に係る政府機関のほかに農民や商業従事者や NGO 等の民間団体代表者が参加している。NEMA-PEO 及び DEO は委員会の事務局としての機能を果たし、特に環境管理に係る関係機関及びステークホルダーに対する具体的な調整のツールとして委員会を利用している。

## (2) 水資源管理庁 (WRMA)

WRMA は、2005 年 7 月に水法に基づき水灌漑省の下に設立された水資源の管理を行う官庁の 1 つである。本部をナイロビに置き、全国 6 カ所に地域事務所を有している。6 カ所の地域事務所にはそれぞれ流域諮問委員会 (Catchments Area Advisory Committees : CAAC) が設立され、その支援の下に流域管理の業務を実施している。さらに各地域事務所の下には各流域を管轄する Sub Regional Office が設置され、Sub Regional Office は各流域の WRUA と密接に連携して事業の実施を行うことになっている。これら WRMA の組織概要を図 2-11 に示した。

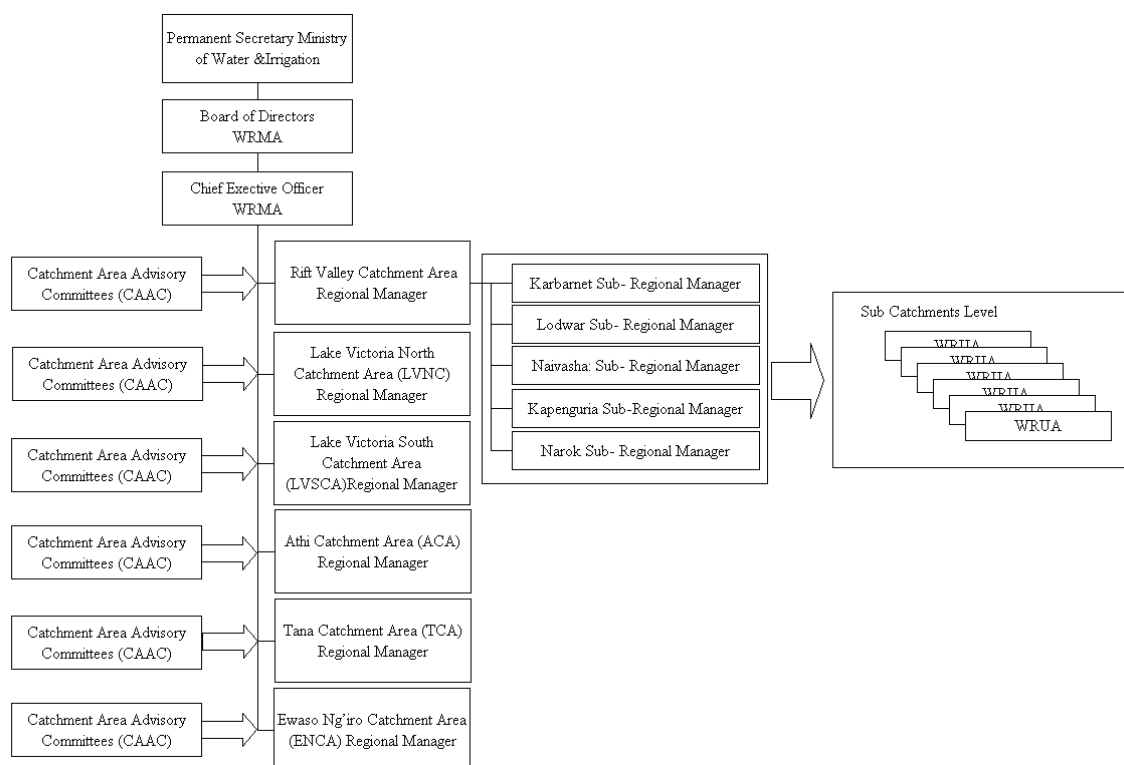


図 2-11 WRMA の組織概要

MCN には 6 つの地域事務所のうちリフトバレー集水域地域事務所が位置している。リフトバレー集水域地域事務所は、所長 (Regional Manager) の下に Regional Technical Manager が配置され、更にその下に Surface Water Officer などのそれぞれの専門分野を扱う職員が各 1 名、合計 8 名 (現在 Regional Technical Manager と Regional Groundwater Officer は兼務) が配置されている。彼ら地域事務所の職員は、いずれも水理や化学などの分野で大卒以上の資格を有している。

リフトバレー集水域地域事務所に属する Sub Regional Office は、以下に示した 5 つの事務所があり、ナクル湖流域は Naivasha Sub Regional Office の所管となっている。Naivasha Sub Regional Office は、ナクル湖のほかに Lake Naivasha 及び Lake Elementaita の集水域を管理している。

- Karbarnet Sub Regional Office
- Lodwar Sub Regional Office
- Naivasha Sub Regional Office
- Kapenguria Sub Regional Office
- Narok Sub Regional Office

なお、Sub Regional Office の所長 (Sub Regional Manager) は、リフトバレー集水域地域事務所の所長 (Regional Manager) によって指名されることとなっており、各 Sub Regional Office には約 15 名の職員が配置され、通常、Catchment Management Officer、Water Right Officer (permitting)、Database Assistant、Assistant Accountant、Driver/Messenger、Secretariat 及び Office Assistant が各 2 名ほど配置されており、彼らの多くは Kenya Water Institute の卒業生である。なお、Kenya Water Institute は、1960 年に当時の公共事業省水利部の下に設立された大学校がはじまりで、現在も政府系の教育機関として水分野の専門家を輩出している。また WRMA のリフトバレー集水域地域事務所組織図を図 2-12 に示した。

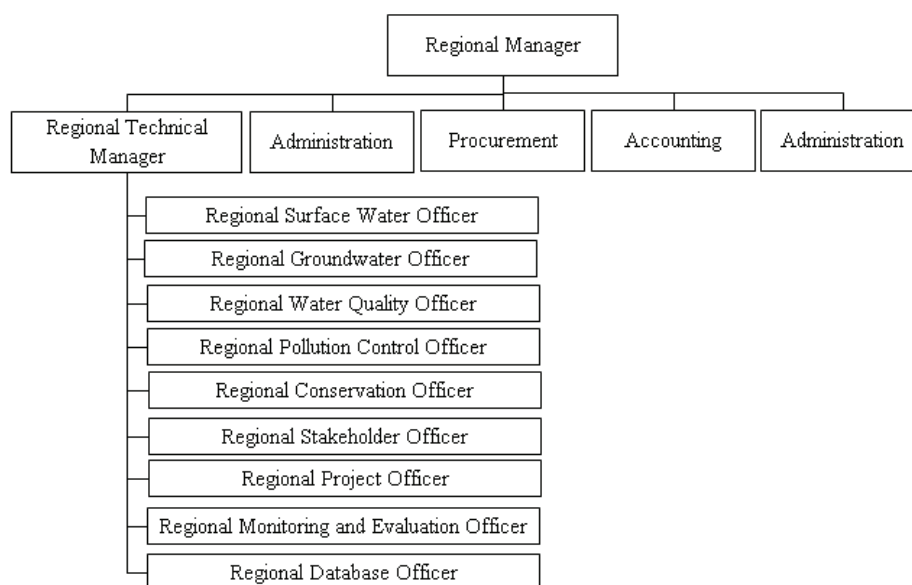


図 2-12 WRMA のリフトバレー集水域地域事務所組織図

### (3) ケニア野生動物公社 (KWS)

KWS はケニアの国立公園の生態系保全並びに公園運営を担当する政府機関であり、国立公園の 1 つであるナクル湖及びその周辺の自然環境保全に重要な役割を果たしている。2005～2009 年にわが国の技術協力を通じて実施された「NEMP」では MCN 及び NAWASSCO とともに主要なプロジェクト実施機関として湖の水質保全に係る各種調査や水質改善のための教宣活動を続けてきた。さらに WWF (NGO) と協力して、過去 10 年以上の間ナクル



湖の水環境に深刻な影響をもつマウ森林の保全協力やナクル湖に生息するフラミンゴの生態に係る研究活動を続けてきた実績を有する。

(4) Ewaso Ng'iro 南部開発庁 (ENSDA)

ENSDA は地方開発省 (Ministry of Regional Development Authority : MORDA) に属する地域開発庁の 1 つであり、2003 年に設立された比較的新しい組織で、政策策定、地方開発庁の指導・支援を行うことを主な業務としている。地方開発庁の歴史は MORDA よりも古く、1970 年にまでさかのぼる。国内に以下 6 つの地方開発庁がある。

- ・ Tina and Athi Rivers Development Authority (TARDA)
- ・ Kerio Valley Development Authority (KVDA)
- ・ Lake Basin Development Authority (LBDA)
- ・ Ewaso Ng'iro North Development Authority (ENNDA)
- ・ Ewaso Ng'iro South Development Authority (ENSDA)
- ・ Coast Development Authority (CDA)

MORDA の役割は、総合的な地方計画管理を行うことによって、公平な資源の開発、地方経済の活性化を図ることである。省の方針として、地域の均衡的な開発を図るために参加型の計画策定と実施することが特徴である。省の地方開発にかかわる政策は Economic Recovery Strategy for Wealth and Employment Creation (ERSWEC)、The Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP) 及び National Development Plan に基づいている。以下に MORDA の組織図 (図 2-13) を示した。

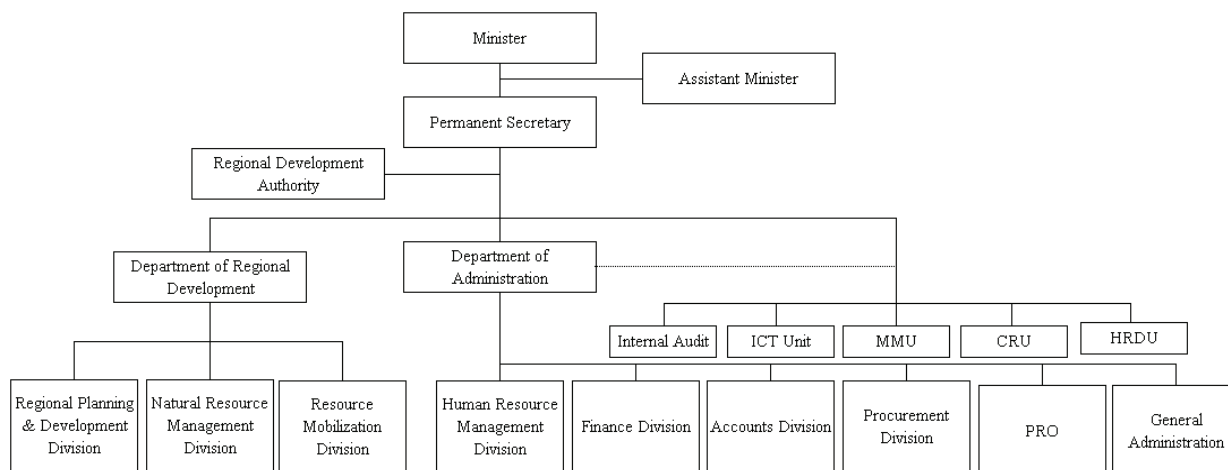


図 2 - 13 MORDA の組織図

ENSDA は、上記のとおり、MORDA に属する 1 つの地方開発庁であり、その管轄区域は、1) Narok north、2) Narok South、3) Kajiando、4) Oloitoktok、5) Transmara and parts of Naivasha Nakuru、6) Molo、7) Nyandarua North 及び 8) Nyandarua South districts の 8 つの区域が含まれる。



## 2-5-2 ナクル湖集水域管理に関連する地方行政組織

ナクル湖集水域には、都市部を管轄する MCN 及び農村部を管轄する NCC の行政組織が関係している。各行政組織の記述に入る前に、ここでは、まずケニアの地方行政組織を概観する。ケニアの行政組織は表 2-7 に示したとおり、全国が 69 の District に分割され、各 District は City Council、Municipal Council、Town Council あるいは Country Council のいずれかが統治している。上記のとおり、ナクル湖集水域には Municipal Council と County Council の 2 つがあり、前者は都市部の管理を行い、一方、後者は農村部の管理を行うことになっている。

表 2-7 ケニア行政機関の階層制度

7 Provinces & Nairobi Area			
69 Districts			
地方行政機関			
都 市			地 方
3×City Council ナイロビ、キスム、モンバサ	43×Municipal Council	62×Town Council	67×County Council

出典：Adapted from Peltola, 2008

ナクル湖集水域は Rift Valley Province の Nakuru District のほぼ中央部に位置し、ナクル湖の周辺に各行政機関の管轄区域が分布している。

Nakuru Municipality は、MCN が管轄する Nakuru District の政治経済の中心であり、当該地域の最大の人口稠密地帯であり、州政府及び中央政府の District Office などが集中している。しかし、土地面積の比較でいえば NCC が管轄するそれ以外の地域が大きな面積を占めている。

一方、NCC には 1) Nakuru North District、2) Bahati District、3) Rongai District、4) Njoro/Molo District の 4 つの Districts がナクル湖集水域に位置しており、これらはナクル湖を取り囲むように分布している。ただし、NCC は Naivasha 集水域に位置する Naivasha District も管轄している。なお、Naivasha District は、2010 年 6 月 1 日をもって、Naivasha District 及び Gilgil District に再分割された。ちなみに District 以下には、Division、Location、Sub-location 及び Village が階層構造を形成しているが、今回の調査では、時間制約からこれら地方行政単位についての情報収集は行わなかった。

1999 年に実施された国勢調査の結果からは Nakuru Municipality、Naivasha Municipality、Molo Town 及び Nakuru County に属する人口として合計 118 万 7,039 人が登録されており、ケニアで 2 番目の人口を擁し、7,242km<sup>2</sup>の面積を有している。2009 年に国勢調査が実施されているが、本調査実施時点では、2009 年国勢調査の結果はいまだ公開されていない。

ナクル湖集水域管理プロジェクトにおいて、MCN で直接関与する可能性があるのは環境部であり、以下の図 2-14 に組織図を示した。Deputy Director of Environment の下に 2 名の Assistant Director が配置され、それぞれ清掃課及び公害管理課からなるより技術的な課題を扱う業務と戦略的環境管理及び調整・環境教育などの課題を扱う業務をそれぞれ担当している。

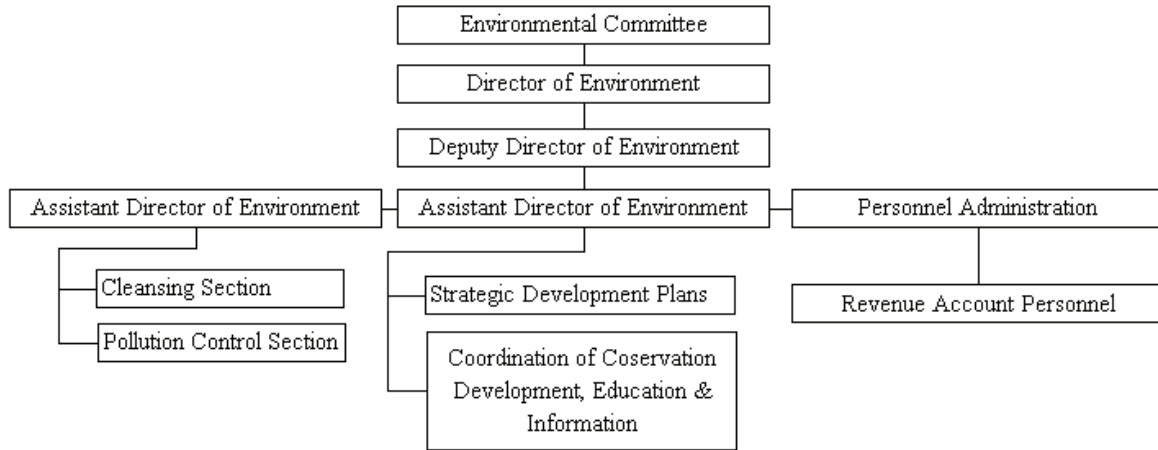


図 2-14 MCN 環境部の組織図

清掃課は、固形廃棄物管理、道路清掃、投棄場の管理などの業務を行っている。一方、環境管理課は、労働衛生、排水・大気・水質などのモニタリング、法令実施、EIA などの業務を実施しており、いずれも大卒以上の職員である。環境管理課は現在 5 人の職員が勤務していることを確認したが、今回の調査では、清掃課の職員数は確認していない。表 2-8 に MCN 環境部業務内容を示した。

表 2-8 MCN 環境部業務内容

Cleansing Section	Pollution Control Section
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Solid Waste Management</li> <li>✓ Street Cleansing</li> <li>✓ Litter Picking</li> <li>✓ Conservancy</li> <li>✓ Public Convenience</li> <li>✓ Drain Blockage</li> <li>✓ Removal</li> <li>✓ Disposal Grounds</li> <li>✓ Management Sanitary Lane</li> <li>✓ Drain Cleansing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Industrial Health &amp; Safety</li> <li>✓ Environmental Quality Monitoring (Water, Air, Trade Effluent, Wastes, Pesticides, Noise, Radiation &amp; Toxic Chemical)</li> <li>✓ Law &amp; Administration</li> <li>✓ Environmental Impact Assessment/Audit</li> </ul>

一方、NCC においては、4 つの部署 (Works Department、Social Services Department、Environment Department、Civic Department) があり、MCN と同様に環境部が直接プロジェクトに関与すると考えられる。

NCC 管轄下にある Division 及び Location を示した。なお、ケニアでは、1999 年以降、地方政府の吸収合併が繰り返されており、以下の表 2-9 に示した行政単位は、必ずしも現在の行政区分とは一致していないことに注意が必要である。

表 2-9 ナクル地域 (District) 内の行政組織 (2008 年 2 月現在)

Divisions	Locations		
Nakuru Municipality	Baruti	Central Nakuru	Kaptembwo
	Lake Nakuru	Lanet	
Bahati	Bahati	Dundori Bahati	Kabazi
	Solai		
Rongai	Boror	Kampi Ya Moto	Lenginet
	Makongeni	Rongai	
Njoro	Kihingo	Nessuit	Ngata
	Njoro		
Molo	Molo	Sachangwan	
Naivasha	Hell's Gate	Longonot	Malella
	Malewa	Moindabi	Naivasha East
	Naivasha Town	Ndabibi	
Gilgil	Gilgil	Karunga	Kiambogo
	Miti Mingi		
Elburgon	Elburgon	Mariashoni	Turi
Kamara	Kamara	Mau Summit	Sirikwa
Keringet	Chebara	Chemamer Keringet	Kapsimbeiywo
	Keringet	Kipsonoi	Nyota
	Silibwet	Temiyotta	Tinet
Kuresoi	Kerusoi	Kiptororo	Mkulima
Lare	Bagaria	Gichobo	Lare
	Naishi		
Mau Narok	Mau Narok	Sururu	
Mauche	Kapkembu	Mauche	Teret
	Tuiyotich		
Mbogoini	Maji Tamu	Subukia	Weseges
Olenguruone	Amalo	Cheptuech	Emitik
	Kaplamai Nakuru	Kiptagich	Sinendet

出典 : United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, February 2008

### 2-5-3 ナクル湖集水域管理に関連する大学、市民団体など

#### (1) 水資源利用者組合 (WRUA)

WRUA は、Water Act の Part III 第 15 条 (5) に記載されているように、利害衝突の解決、水資源の協同管理のために設立されるものである。設立手続きは、法令には詳細が記載されておらず、自由度が与えられている。そのことによって水利用者が自主的に組織化を図ることが可能となっており、WRUA からの一方的な指示によって設立されるものではないといえることができる。

ナクル湖集水域には、4つの流域があり、現在、それぞれ WRUA が設立済みあるいは設立手続き申請中の状況にある。Njoro WRUA は、河川総延長約 50km のところ、最上流部のマウ森林に Nessui Chapter（上流から約 15km を担当）、隣接する下流部に Njoro Chapter（同様に 10km）、Ngata Chapter（10km）、更に Barut Chapter（15km）と 4つの地域別組織に分かれている。最終的にはナクル湖に注ぎ込む最下流域の Barut Chapter の議長が Njoro WRUA の議長を兼ねている。ナクル湖流域内の WRUA を表 2-10 に示した。

6月2日に WRMA の Project Officer に伴われ Njoro WRUA の議長、副議長及び Njoro WRUA 担当の ENSDA 職員を訪問し聞き取りを行った。議長は、元軍の情報技術者であり、2000年より当該地域に居住するようになり、WRUA は 2006年に正式に設立された。政府が WRUA の支援を開始する前より、本議長は地域の活性化のためのさまざまな活動を行っており、地域住民に WRUA 設立の意義を説明し、実際に組織が立ち上がるまで6年を要した点を強調された。Njoro WRUA 設立の背景には、あとに述べる「ナクル湖集水域管理に関連する取り組み」の節においても記載するように「Sustainable Management of Rural Watersheds (SUMAWA) プロジェクト」の支援を受けている点は重要であろう。現在、Njoro WRUA には約 300名の会員が所属しており、現在も増加傾向にある。先に述べた自主的な組織化という点では、議長は、ENSDA が Njoro WRUA の支援に参加した際、ENSDA からの積極的な関与を断った経緯に触れ、あくまでも住民の自主的な活動であって、政府機関は外部者として資金援助などの支援をすることが適切である点を指摘している。議長のこの指摘は、流域管理プロジェクトにおける JICA の役割について貴重な示唆を与えるものであると考えられる。

Njoro WRUA は、現在、主に河川沿いの地域の植林活動を行っており、最上流部には 6カ所、中流域にも同様に 6カ所のナーサリーが設立されており、最下流の Barut Chapter には 12カ所のナーサリーが設立されている。育苗の費用は、一部が WRUA の会費から賄われ、ビニールなどの資材費などは ENSDA 及び WRMA からの支援で購入している。ちなみに入会費は、現在、1人当たり 100KES、献金として 200KES を支払うことになっている。

河川沿いに土地を所有している個人に配布され、植林が進められており、河川沿いには建設資材あるいは燃料に利用される樹木が植えられており、将来、河川沿いから内陸に植林を進めていく予定であり、換金作物などを増やし収入増加をめざしている。

表 2-10 ナクル湖流域内の WRUA

水利組合名	登録状況
1. Njoro Water Resources Users Association	登録済
2. Makalia Water Resources Users Association	登録申請中
3. Endorit Water Resources Users Association	登録済
4. Ngussur Water Resources Users Association	不明

Njoro WRUA の組織体制は、図 2-15 に示したように議長及び副議長の下に財務、調達、管理、モニタリング部門が設立されており、各部門に 5人のスタッフが配置されている。

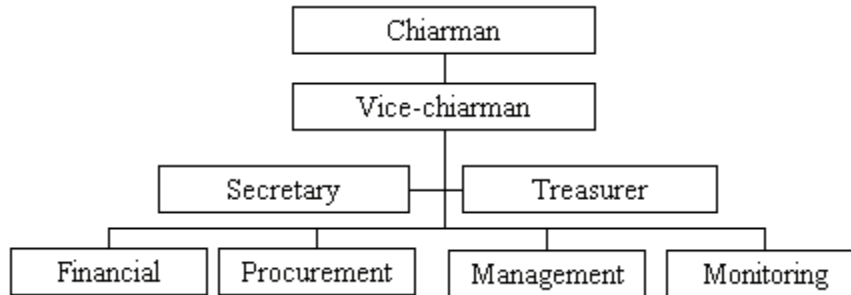


図 2 - 15 Njoro WRUA の組織図

(2) エガートン大学

エガートン大学は Njoro に本拠を置く、国立大学の 1 つである。流域管理にかかわりエガートン大学が近年参加した海外支援のプロジェクトは以下のとおりであり、その内容は 2-7 節に記載した。

- ・ SUMAWA Project
- ・ Resource Oriented Sanitation Concepts for Peri-urban Area in Africa (ROSA) Project

また、当大学は Mau Complex Regional Centre of Expertise (RCE) を 2009 年マウ・コンプレックス内に設立し、当該地域住民が持続的に土壌管理を行えるよう技術情報普及を行い、生態保全に資することを目標として活動を行っている。また気候変動対策も本活動の主要な課題の 1 つである。本提案事業を実施するにあたり本大学は、以下の分野で参加することが可能と考えられる。

- ・ 流域の水理、生態、社会経済学的基礎調査
- ・ 上記 RCE を活用した印刷物、電子出版物の作成、ドラマ及び音楽などを活用したコミュニティ教育普及プログラムの作成と実施
- ・ 流域管理に焦点をあてた特定のステークホルダー（女性、青年、身障者及び宗教団体など）のための人材教育の実施
- ・ NGO、住民組織（Community Based Organization : CBO）など地域のネットワーク形成

(3) NGO など

流域内で活動する主要な NGO には Practical Action、Flamingo Net 及び SCEP がある。以下表 2-11 にこれらの概況をまとめた。

表 2-11 MCN あるいは流域で活動を展開する NGO

NGO	NGO の概要
Practical Action <sup>2</sup>	<p>Practical Action は本部を英国に置く国際 NGO であり、以前 Intermediate Technology Development Group (ITDG) という名称で活動していたが、現在は名称を Practical Action とし、事務所はナクル市内の聖公会の施設に移設している。主な活動分野は 1) 貧困層の災害、紛争、環境破壊などの脆弱性低減、2) 貧困層のための市場創設、3) 貧困層の上下水道、住宅、電気などの公共サービスへのアクセス向上、4) 貧困層のための新規技術導入の 4 分野に焦点をあてている。ナクル市内では、これまで廃棄物、上下水、エネルギー分野の活動にかかわってきている。</p>
Flamingo Net <sup>3</sup>	<p>2006 年設立の NGO でナクル湖流域生態系の長期的保全をめざして設立された。主な活動は以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 環境教育・保全活動</li> <li>2) 固形廃棄物管理活動</li> <li>3) ヤギ酪農プロジェクト</li> <li>4) 養蜂プロジェクト</li> <li>5) マウ森林保全プロジェクト</li> </ol> <p>上記以外に国際ロータリークラブとの協力で雨水貯留による渇水対策プロジェクトや節エネルギー事業などを実施している。</p>
SCEP <sup>4</sup>	<p>SCEP は、地域コミュニティに焦点をあてた参加型計画策定、コミュニティリーダーの育成、ジェンダーイシュー主流化のための社会経済調査及び計画策定、基本的人権、政策、民主化、政府政策の説明責任及び透明化の支援などの活動を行っている。近年の本 NGO が関与したプロジェクトの例は以下を挙げることができる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Environmental Conservation and Management Awareness (ECMAC)</li> <li>2. Nakuru community development project</li> <li>3. Nakuru Environment management Project (NEMP)</li> <li>4. Water and Sanitation project in South Sudan Upper Nile state</li> <li>5. Community water supplies and management in Kisumu and Siaya Districts.</li> <li>6. Water projects in Mt. Elgon, Bomet ,Baringo and Siaya Districts</li> <li>7. Keiyo community development Trust fund's</li> <li>8. ASAL/SARDEP in Keiyo – Marakwet</li> <li>9. Participatory poverty Assessment in Baringo District</li> <li>10. Lake Victoria Environment management project -Nandi District</li> <li>11. Peri-urban community based water and sanitation improvement in Nairobi, Kericho and Eldoret municipalities.</li> </ol>

<sup>2</sup> [http : //practicalactionpublishing.org/home](http://practicalactionpublishing.org/home)

<sup>3</sup> [http : //flamingonet.org/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=13&Itemid=26](http://flamingonet.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=13&Itemid=26)

<sup>4</sup> [http : //scepafrika.org/](http://scepafrika.org/)

## 2-6 ナクル湖集水域管理体制

既存のナクル湖集水域管理体制は、その目的によって「①土地利用管理体制」「②低水管理体制」「③水質管理体制」並びに「④水文・気象モニタリング体制」の4つのグループに大別される。これらの集水域管理体制には表 2-12 に示すとおり複数の組織が関与しているが、特にそれらの中核となる NEMA 及び WRMA は 2000 年以降に創設された比較的新しい組織であり、いまだそれらの活動の歴史が浅く、求められる機能を十分に発揮されていない状態にある。さらに集水域管理業務に係る類似の機能を有する機関が複数存在するが、それら組織間の連携が十分ではなく以下の(1)～(4)に述べるとおり統一された集水域管理が実施されていないと評価できる。

表 2-12 ナクル湖集水域管理に係る機関及びそれらの業務内容

管理区分	関係機関	集水域管理実施内容
土地利用管理	NEMA	土地利用ガイドラインの作成や Environmental Committee のメンバー間の調整を通じて、過剰な都市域や耕作地の拡大を抑制し集水域の水環境保全（水源林等の保全）を図る。
	WRMA	集水域管理計画(Sub-catchment Management Plan)の策定を通じて、集水域内の適正な水資源保全及び開発を促す。さらに WRUA が実施する河川沿いの植林活動の支援・監督を通じて集水域の森林保全を図る。
	Kenya Forest Service (KFS)	「Kenya Vision 2030」で掲げた「2030年までに国土の10%を森林域でカバーする」という目標を達成するために、集水域内のマウ森林をはじめとする国有林域の過剰な森林伐採を規制するとともに植林事業を実施する。
	MCN	ナクル湖集水域の土地利用・開発状況をモニター可能な GIS データベースシステム (NEMP において開発) を管理する。さらに MCN の行政区 (ナクル市) の土地利用・保全・開発計画を策定し行政区内の土地用途指定を行う。
	NCC	ナクル湖集水域内にある NCC の行政区 (MCN 郊外) 土地利用・保全・開発計画を策定し、行政区内の土地用途指定を行う。
	KWS	上記 KFS の植林活動に資金援助を行う。
低水管理 (集水域内の水利用管理)	WRMA	「①集水域内の水利用者の把握」「②集水域内の適正な水供給配分管理の実施」「③水利用者間の利害の調整」を含む低水管理業務を実施する。
	MCN	ナクル湖集水域の水利用者・利用量台帳として利用可能な GIS データベースシステム (NEMP において開発) を管理する。
	WSB	集水域内の上水給水計画を策定し、併せて NAWASSCO が担当する実際の上水給水サービスを監督する。
	Ministry of Agriculture (MOA)	集水域内の大規模灌漑施設の開発・管理を担う。ただし、ナクル湖集水域にはいまだ大規模灌漑施設は存在せず、更に新規施設の建設計画はなく、いまのところナクル湖集水域における低水管理には関与してはいない。

水質管理	MCN	ナクル市内における生活排水及び工場廃水に対する水質モニタリングを行う。さらに工場立入検査の権限を有し、違法なナクル市内の工場廃水の規制を行う。
	WRMA	主要河川水、地下水、ナクル湖水を対象にした水質モニタリングを行い、モニタリング結果のデータベースを管理する。併せてナクル市外における生活排水・農耕地・工場からの排水の水質モニタリング並びに必要な規制を行う役割を担う。
	KWS	WRMA とは独立してナクル湖の水質モニタリングを実施し、併せてナクル湖水質保全・浄化のための住民に対する教宣活動を実施する。
	NEMA	工場廃水処理に係る申請書の受付・審査・認可業務を担う。さらに Province 及び District 単位の Environmental Committee の事務局として表流水及び地下水の水質保全に係る関係機関への調整業務を実施する。
	WSB	上下水道施設の開発・管理を担当する政府機関として、MCN の下水道整備事業計画を策定し、下記 NAWASSCO が行う下水道サービスを監督する。
	NAWASSCO	上下水道サービス業者として、ナクル市内の下水道整備を行い、MCN に位置する 2 カ所の下水処理場への汚水流入水及び処理場からの流出水の水質モニタリング及び必要な処理を実施している。併せて、水質試験所 (Water Quality Testing Laboratory : WQTL) を通じて水質分析委託業務を行っている。
水文・気象モニタリング	WRMA	河川、地下水、ナクル湖の水位及び流量モニタリングを実施する。
	KWS	ナクル湖の水位並びに湖への流入河川流量・土砂流入量を観測する。
	KMD	降雨をはじめとした各種気象の観測を行いデータ集積・整備する。

上記 4 つの集水域管理体制の詳細は以下のとおり。

(1) 土地利用管理体制

NEMA、WRMA、KFS 等の異なる事業実施主体により集水域の保水・土壌保持能力維持を目的とした各種植林・森林保全活動が実施されている。NEMA は、先の 2-5-1 で述べたとおり環境に係るすべての問題・課題・活動に対して監督並びに調整を行う役割を担う。これに関連して NEMA は土地利用ガイドラインの作成や Province 及び District 単位の Environmental Committee のメンバー間の調整を通じて過剰な都市域や耕作地の拡大を抑制し、既存の森林を保全する機能を有する。しかしながら、ナクル湖集水域における具体的な土地利用ガイドラインはいまだ作成されておらず、実質的な機能はいまだ発現されていない。

WRMA は集水域管理計画の策定や WRUA による河川沿いの植林活動を通じて、集水域内の適正な水資源管理を図る役割を担う。しかしながら上記の土地利用ガイドラインと同様にいまだナクル湖集水域に対する集水域管理計画は策定されていない。

KFS は「Kenya Vision 2030」で掲げた目標 (2-3 で述べた 2030 年までに国土の 10% を森林



域でカバーするという目標)を達成するための活動として、植林による集水域内のマウ森林をはじめとする国有林の拡大に着手している。この植林活動には KWS も資金援助を通じて参画している。

上記の中央政府に属する NEMA、WRMA 及び KFS に加えて、ナクル湖集水域を管轄する地方政府である MCN 及び NCC も土地利用・保全・開発計画を策定し行政区内の土地利用指定を行う権限を有する。特に MCN は 1999 年に Nakuru Strategic Structural Plan を策定し、その行政対象域であるナクル市内の用途別土地利用規制を行っている。一方、NCC に関しては、インタビュー調査の結果によればその行政区 (MCN 郊外) のゾーニングに深く関与していない状況がうかがえる。特に NCC は行政区内にあるマウ森林等の国有林の保全には強い関心があるが、いまのところ NCC の関与は皆無であるとのことである。

さらに NEMA 及び WRMA へのインタビュー調査によれば、上記の NEMA、WRMA 及び KFS の植林活動はそれぞれが連動した内容となっておらず、今後より統合的な植林・森林活動が必要と考えられる。

2005 年 2 月～2009 年 2 月にかけて実施した NEMP を通じてナクル湖集水域をカバーする GIS データベースが構築された。同データベースを通じて容易に集水域内の土地利用状況を把握することが可能であり、ナクル湖集水域の土地利用を効果的に管理するための有効なツールとしてデータベースの活用が期待できる。しかしながら、現在このデータベースは MCN のみの管理・利用にとどまり、他の関連機関が集水域管理のために活用する状態には至っていない。さらに GIS データベースは土地利用の変化に応じて更新していかなければならないが、MCN の財源不足により更新作業は行われていない。

## (2) 低水管理体制

WRMA は適正な水資源管理の一環として正常な河川維持流量と地下水の保全を行う役割を有する。この役割を果たすために WRMA には「①集水域内の水利用者の把握」「②集水域内の適正な水供給配分管理の実施」「③水利用者間の利害の調整」を含む低水管理の実施が求められる。しかしながら、WRMA による上記の低水管理の作業の基礎となるべき水利用者・利用量台帳の作成・更新や水配分計画は未着手の状態にある。

将来的には、上記の GIS データベースに低水管理のための基礎情報を入力・更新し、そのデータベースを活用することにより効果的な低水管理が可能と期待できる。この実現のためには、GIS データベースを管理する MCN と低水管理を担当する WRMA との情報の共有化が必要となる。

## (3) 水質管理体制

ナクル湖集水域内の水質モニタリングは、MCN、WRMA、及び KWS が担当している。これら機関のうち MCN はナクル市内の生活排水及び工場廃水のモニタリングを担当している。一方、WRMA は主要河川水、地下水、ナクル湖水を含む表流水・地下水を対象にした水質モニタリングを行うと同時に、ナクル市外に位置する農耕地や工場の廃水モニタリングも担当している。さらに KWS は WRMA とは独立してナクル湖の水質モニタリングを実施し、併せてナクル湖水質保全・浄化のための住民に対する教宣活動を実施している。

上記の水質モニタリング実施機関のうちMCN及びKWSは実際のサンプリング及び水質分析をNAWASSCOが管理するWQTLへの委託している。一方、WRMAは独自のWQTLを有し、水質サンプリング及び水質分析ともに直営での実施となっている。

以上の水質モニタリング体制に加えて、MCN及びWRMAは自身の水質モニタリング結果に基づきそれぞれナクル市内及び市外に位置する工場に対して必要な廃水規制を実施する機能を有する。一方、NEMAは工場廃水モニタリングを実施していないが、工場廃水に係る申請書の受付・審査・認可業務を担当している。さらにNEMAは工場立入検査の権限を有し、違法な工場廃水の規制を行っている。

関連する機関からのインタビューを通じて確認した水質管理体制に係る主要問題点・課題は以下のとおり。

- ・ MCN、WRMA 及び KWS による水質モニタリングの結果は、共通情報として統合されていない。より有効なモニタリング結果活用のために上記の GIS データベースを活用した情報の統合化・共有化が必要である。
- ・ MCN 及び WRMA は、それぞれナクル市内及び市外の違法な工場廃水水質に対してそれを規制する権限と役割を有する。同様に NEMA も工場の位置にかかわらず、その廃水水質に対して規制する権限を有する。このように MCN、WRMA と NEMA の違法な工場廃水規制に係る役割分担が明確でない。
- ・ 上記のとおり MCN は、WQTL に水質モニタリング業務を委託しているが、財源不足から委託費を賄うことが難しく、十分な水質モニタリングができない状況にある。

#### (4) 水文・気象モニタリング（降雨、河川流量、地下水位等の観測）体制

WRMA は河川、地下水、ナクル湖の水位及び流量モニタリングを実施している。一方、KWS は独自にナクル湖の水位並びに湖への流入河川流量・土砂流入量を観測している。さらに気象庁（Kenya Meteorological Department : KMD）（Ministry of Information, Transportation and Communication 傘下の機関）により降雨をはじめとした各種気象データの観測が行われている。これらのデータは、集水域内の水環境の変化を表す重要な指標値であり、それら水文・気象データと上記の水質モニタリング結果を統合することにより統合的なナクル湖集水域の水環境の変化を把握することが可能となる。

さらに集水域の土地利用変化と統合された水文・気象・水質データとの時系列的变化との相関性を分析することにより、土地利用変化が集水域の水環境に及ぼす影響の度合いを評価することが可能となる。しかしながら、いまだ水文・気象並びに水質モニタリングデータは統合されたデータベースとして整理されておらず、評価に供する情報として利用できる体制にはない。この統合されたデータベースの整理にあたっては、やはり上述の既存 GIS データベースの活用が有効と考えられる。

## 2-7 ナクル湖集水域管理に関連する取り組み

### 2-7-1 SUMAWA プロジェクト

Global Livestock Collaborative Research and Support Program (GL-CRSP) SUMAWA プロジェクト

ト<sup>5</sup>は、Njoro 川流域を対象とした学際的調査と住民参加手法を活用した流域管理のための協力プロジェクトであり、以下に記載した米国とケニアの大学及び政府機関が調査団を形成して 2003 年より 2007 年にかけて行われた。

- ・ 米国の大学（ワイオミング大学、カリフォルニア大学デービス校及びユタ州立大学）
- ・ ケニアの大学（エガートン大学及びモイ大学）
- ・ ケニア政府（Kenya Fisheries Department, and KWS）。

本研究協力プロジェクトは、Njoro 川流域を対象にして、1) Watershed Hydrology、2) Ecology、3) Stakeholder Engagement、4) Socio Economics の 4 分野のチーム構成で、生態学的、水理学的調査を行うとともに、政策実施に伴う植生の変化などの観点からの研究調査を行ったものであり、これらに基づき種々のシミュレーションモデルを導入し政策支援を行っている。本報告書で特に重要と考えられる活動及び成果は以下の表 2-13 のようにまとめられ、これら結果に基づき United States Environmental Protection Agency（USEPA）で広く利用されている水理・土壌流亡などにかかわる各種環境シミュレーションモデルを適用し、更に現 WRMA 職員を対象にした統合水資源需給予測プログラム（WEP21）の技術指導を行った。

表 2-13 SUMAWA プロジェクトの主な活動及び成果

活動分野	成果など（特に提案プロジェクトとの関係）
Watershed Hydrology	水量、水質、降雨のモニタリングステーションを設立し、Njoro 川流域の GIS データベース化を確立した。さらに 2003 年に流域上流から下流のナクル湖までのサンプリングを行い水量・水質の分析を行った。リモートセンシングを導入し、過去 31 年間の植生変化を明らかにした。2 次データとして 1989～2001 年までの人口統計データ、1956～2000 年までのナクル湖の水位データ、ナクル湖の水質データ、1994 年及び 1995 年の重金属汚染データ、Njoro 川水質データ、ナクル湖プランクトン生産量データ、野生生物の変動、観光客数のデータなどを収集分析した。また保健衛生にかかわる情報収集から水因性疾患が多いことを確認した。70 カ所の土壌断面調査に基づきデジタル土壌図を作成した。
Ecology	2004 年に通常 2～3 回/月の頻度でサンプリングを行い水質、底質の調査、また同頻度でプランクトン、栄養塩類、野生生物数、底生大型無脊椎動物などの構成、空間的・時間的分布、密度及び水量バランスなどを定期分析した。さらに住民の取水地点の同定、水消費量、土壌流亡及び取水の影響評価を 2004 年 9 月に実施した。
Stakeholder Engagement	ステークホルダーワークショップを流域内の 6 つのコミュニティを対象に開催し、更に流域全体についても同様に 2 日間かけて開催した。さらに参加型手法（Participatory Rural Appraisal : PRA）を用いて水利用、女性の役割などを考察し、女性の水汲みにおける役割の重要性、一方で男性は家畜飼育の責任を有することなど性別・年齢別の役割分担を調査した。これら調査事項より、その後の流域資源活用のための課題を分析した。EMCA などの法令についても入手し、住民との協議に用いている。

<sup>5</sup> SUMAWA PROJECT については以下のウェブサイトを参考にした。

<http://www.uwyo.edu/sumawa/default.htm>

<http://www.developmentcommons.org/wiki/index.php/SUMAWA>

Socio Economics	<p>2003年には、保健衛生、家畜生産状況評価、農業生産物及び資材価格、農業生産方法、農業生産技術の分析、15世帯の小規模農家の聞き取り調査、土地所有制度、民族構成と課題（民族間の軋轢など）の評価、土壌採取と肥沃度評価、GISデータ化などを行った。</p> <p>2004年には、380世帯の聞き取りを行い、土壌流亡にかかわる意識調査を行い、農業普及所からの技術情報は不十分であるが、学校教育などを通してある程度の土壌流亡対策技術について知っていることが示されている。</p>
--------------------	---

2004年の年次報告では、Njoro川の上流部のみの現象と断りつつも、PRA実施時に住民が消極的であった旨記載してある。これは、当該地域が比較的新規移住者であり、コミュニティ形成が未熟であったことに起因しているとされている。

日本政府に要請があげられたプロジェクトは、ナクル湖流域で環境モニタリングを行うことの重要性が強調されており、この観点では、SUMAWAプロジェクトとNEMAによる事業提案は重複する部分があることは否めない。しかし、SUMAWAプロジェクトは、Njoro川流域のみを対象としており、ナクル湖への近年の環境インパクトの変化を流域全体で評価し、対策を策定・実施することが重要であるという点にかんがみれば、Njoro川流域以外の地域におけるプロジェクトが重要となってくる。特にSUMAWAプロジェクトを基にしてNjoro WRUAの設立支援が行われ、現在、植林などの活動を自ら行っている現状をみれば、まずNjoro WRUAの支援を継続すること、更にNjoro川以外の流域に活動を広げていくことによって、資源が効率的かつ効果的に活用することが可能になると判断される。しかし、既に水理・土壌流亡などのシミュレーションモデルあるいは生態評価などについて学術的ではあるものの技術支援が行われている以上、同様の技術支援を行う意義は低いと考えられる。今回の調査ではSUMAWAプロジェクトに関しては文献調査が主体となったが、シミュレーションモデルがどの程度現地機関に定着しているか評価することが今後必要である。

## 2-7-2 LNCDP

WWF-Lake Nakuru Conservation and Development Project (LNCDP<sup>6</sup>)は、森林保全を目的として薪炭材の利用削減、土壌流亡対策、流域の水質汚染削減を主な課題として活動を行った。本事業は1988～1992年までをパイロット期間としており、その後2008年6月までを事業期間とされている<sup>7</sup>。

プロジェクト目標は以下の5つであり、本事業によりナクル市内の38工場が資源節約・廃棄物削減に乗り出し、MCNはEco-city宣言を行い、15年戦略的構造計画を策定した。

- ・ 経済的に実施可能かつ保全に資する土地利用・開発を通じ、ナクル湖集水域を長期的に保全する。
- ・ 住民の環境意識向上を図り、特にナクル湖国立公園の人為的影響について教育普及を図る。
- ・ ナクル湖集水域の環境保全及び持続的な土地利用を促進する。

<sup>6</sup> LNCDPについては以下の資料を参考にした。Eric Odada, Jackson Raini and Robert Ndeti, Lake Nakuru Experience and Lessons Learned Brief (2010年7月7日以下サイトよりダウンロード: [http://www.ilec.or.jp/eg/lbmi/pdf/18\\_Lake\\_Nakuru\\_27February2006.pdf](http://www.ilec.or.jp/eg/lbmi/pdf/18_Lake_Nakuru_27February2006.pdf))

<sup>7</sup> [http://wwf.panda.org/who\\_we\\_are/wwf\\_offices/eastern\\_southern\\_africa/our\\_solutions/projects/?uProjectID=KE0069](http://wwf.panda.org/who_we_are/wwf_offices/eastern_southern_africa/our_solutions/projects/?uProjectID=KE0069)

- ・ 集水域の水理状況及び湖への人間活動の影響を定期観測しナクル湖の長期生態モニタリングのガイドラインを確立し、水管理のための提言を導く。
- ・ 集水域内の地域計画策定段階で環境管理政策を反映する。

本事業の主な成果は、1) 集水域の環境保全上の課題を特定した、2) 土地利用と環境破壊の関係を明らかにした、3) ナクル湖及び地域資源への脅威に関し、就学児童、都市住民を積極的に普及活動に動員し、情報普及を図った点とされ、特にナクル湖集水域管理事業にかかわり重要と考えられる成果は以下のとおりである。

- ・ 流域内 2,000 農家より 41 の無職の若者及び 14 の代表者を選定し、持続的農法についての集中的訓練を施した。さらにこれら訓練参加者を通して 4 万の農家に技術移転を行った。
- ・ 上記の自発的な地域活動に基づき、更に 90 村落の農家を中心に、村落普及サービスの基礎を村落環境委員会（Village Environment Committees : VECs）の指導の下に構築し、リーダーシップと保全活動についての訓練を施した。
- ・ 彼らは更に参加型手法により村落自然資源管理計画の策定に携わり、その後 48 村落において計画が実行に移された。
- ・ VECs の調査によると、調査対象地域の 1) 56%の農家が土壌保全活動に着手したか既に完了し、2) 63%の農家が間作を導入し、3) 河川に隣接する地域に土地を所有する 66%の農家は河川沿いに緩衝地帯を設け、4)31%の家屋において省エネ型調理機材を導入し、30~50%の木材の消費を削減し、5) 土壌の水食<sup>8</sup>を削減するために 16%の農場において小規模貯水池を建設したことを報告している。
- ・ 12 の住宅団地（Residential Estate）において、MCN の支援も受けつつ環境・保健委員会を組織し、廃棄物管理の活動を監視し、KWS・宗教団体・青年会との協力の下で定期的な清掃活動を行った。
- ・ Directorate of Occupational Health and Safety Services（DOHSS）との協力により、ナクル市内の 22 の工場で汚染活動が開始され、データベースを作成し、情報交換を行った。8 つの先駆企業は更に廃棄物削減計画を策定し実施した。
- ・ ナクル湖及び湖への流入河川のモニタリングプログラムも、本プロジェクトの活動の 1 つであり、降雨計及び流量計を設置した。さらに降雨、流量及び水質の簡易なものについて、地域社会参加型のモニタリングのための訓練も施されている。KWS のナクル事務所は、水質、土砂流亡、栄養塩類、藻類の変遷データ、底生大型無脊椎動物、流況等を含む 10 年間のモニタリングデータベースを確立した。

さらに土壌管理、表土流出対策、河岸安定化を行って水保全を実現する種々の事業が地域コミュニティにより提案されていることが、Odada らによる Lake Nakuru Experience and Lessons Learned Brief の第 3 ドラフト報告書に記載されている。なお、ドラフト中の文書であるため解釈には注意が必要ではある。また、ナクル湖では 1993、1995 年及び 1997~2000 年にかけて発生したフラミンゴの大量死について原因究明活動も行われており、「2-10 環境汚染に起因する健康影響の発生状況」の節でその結果を述べる。

LNCDP は、SUMAWA プロジェクトと同様に河川の水位モニタリング活動を行い、観測シス

<sup>8</sup> 水が地表を次第に破壊すること、またその作用。

テムの導入を試みているが、事業完了後、モニタリングが持続的に継続されているという話は、調査期間中に聞くことができなかった。事業が完了して資金が提供されなくなった場合にも現地の資金によりモニタリングが行われるシステムを確立することが重要であろう。その点、まず自動観測システムのような維持管理費がかかるシステムは導入すべきではなく、水位標のような簡易かつ安価な機材を設置することが必要である。特に高価な機材は盗難にあうリスクも高まることから避けるべきであろう。一方、水資源の管理を担当する WRMA は人員が限られているという実態をかんがみれば WRMA が提案するように WRUA の人的資源を最大限活用することが重要と考えられる。WRUA のメンバーにとっては、地域コミュニティが提案する事業が水保全を目的としていることに示されるように、水資源の枯渇は彼ら自身の生存にかかわる問題であり、WRUA のメンバーにとっても水量のモニタリングは意義があるからである。WRUA は WRMA とも密接な関係にあり、WRUA のメンバーが水位標のデータを WRMA に報告するシステムができあがれば安価なモニタリングシステムが確立できると期待される。

LNCDP は、ナクル湖流域を対象としている点、更に SUMAWA プロジェクトと並び河川のモニタリングプログラムを実施している点において、NEMA により提案されたナクル湖集水域管理プロジェクトとは、少なくとも表面上重複していると判断される。WWF は LNCDP を既に完了しており担当者がいないため、今回の現地調査ではナクル湖国立公園内の WWF 事務所においても LNCDP にかかわる情報を得ることができなかった。そのため両プロジェクトの重複点を明確にすることは困難であった。

### 2-7-3 NEMP プロジェクト

NEMP プロジェクトについては、事業についての詳しい記述をここでは避けるが、Project Design Matrix (PDM) の成果指標に応じて、現地調査で聞き取った範囲で評価を表 2-14 に記載する。

表 2-14 NEMP の評価

成 果	評 価
成果 1: 信頼できるデータを得るための適切な水質モニタリングプログラムが開発・実施される。	WQTL は、現在、NAWASSCO に属する分析機関として NAWASSCO をはじめナクル市内の委託分析を行っている。現在、財務的には NAWASSCO から年間 233 万 3,088.00KES (2010/2011) の予算を受け取り運営がされている。委託分析による収入に関するデータは入手できなかったが、予算書類には、ラボの運営に必要な試薬購入費に加えグラブや白衣などの消耗品費、ピーカーなどの資機材費も含まれており、持続的に運営されていると判断される。分析データは、WQTL から各機関に向けて、逐次報告がなされており、MCN、NAWASSCO、KWS の各機関でそれぞれに有効に活用されている。上下水道供給及びその施設管理を管轄する NAWASSCO では上水道の品質確保や下水処理施設の運営状況の確認に、KWS では野生生物の生息地の環境保護に、また MCN では汚染者の取り締まりに、それぞれデータが活用されている。



成 果	評 価
<p>成果 2：効果的な環境管理を実施するためのツール及び仕組みが整備され、活用される。</p>	<p>MCN の汚染管理課（Pollution Control Section：PCS）に対して作成された「工場査察マニュアル」「工場廃水対策指導ガイドライン」などは、実際の査察時に活用されており、特に比較的若い PCS の職員は NEMP 実施により技術情報へのアクセシビリティが向上し、業務の効率が向上したことを指摘している。</p> <p>MCN 管轄域内に、現在、工場は 40 カ所あり、立入調査は平均して 5 件/月行っており、毎年 1 回は各工場で行うこととなる。作成されたガイドラインは、ナクル市内に特徴的な皮なめし工場などに特化し、かつ簡易であり、実際に利用されることを想定して設計されているために上記のような若手職員の評価が得られたものと考えられる。ただ、MCN の環境条例で規定されている排水基準がしばしば厳しすぎるために工場の財務能力では基準を達成できないケースがあることを PCS の職員は指摘し、その場合は、可能な範囲の対応をとるよう指導しているという。</p> <p>Command and Control の基本的原則に立てば本来、排水基準を満足しない工場からの排水は認めるべきではないが、現場において柔軟な対応をし、所与の条件で持続可能かつ効果的な対策を実施していると解釈することができる。PCS の業務は MCN 区域内の 40 工場が対象であり、その地理的位置関係は職員全員が把握しており、現在行われている PCS の工場査察実施のためには GIS データベースが活用されるケースは少ないようである。なお、供与された GIS データベースは、現在、MCN の Municipal Information Office がデータ管理を行っており、そのデータは原則公開となっている。</p> <p>KWS あるいは NAWASSCO などからの依頼があった場合には、Municipal Information Office はデータ加工を行い情報の提供が行われ、本 GIS データベースは有効に活用されていると考えられる。</p>
<p>成果 3：ナクル湖集水域のより良い管理のための調査・活動に対して、主要関連機関及び利害関係者の間で協力体制が確立する。</p>	<p>プロジェクトに直接関与した MCN-DOE、NAWASSCO、KWS 及び関係 NGO などでは現在も密接な協力が行われていると見受けられた。ただ三者会議は、事業完了後、MCN 環境部の担当職員が海外研修（2009 年 9 月～2010 年 1 月まで）で不在にしている間及びその後の 1 カ月は開催されていなかった。今回の調査時点で、既に三者間で、今後、3 カ月に 1 回の頻度で会議を定期的に行うことを合意している。NEMP 実施時点では、WRMA が関与していなかったが、工場排水の規制に関していえば、MCN はナクル市内を、一方、WRMA はそれ以外の地域の工場を管轄しており、連携することは重要であろう。両機関の排水基準は共通でないが、これは周辺居住者や湖への環境インパクトを考えれば当然のことであろうが、技術的に適切な排水基準の設定に協力して取り組むことが重要であろう。</p>
<p>成果 4：官民の関係者による環境管理への取り組み態勢が向上するよう、教育・啓発活動が行われる。</p>	<p>環境に係る意識啓発は、NEMP 以前から KWS などによっても活発に行われており、住民の聞き取り調査においても、ナクル湖の自然環境についてなんらかの知識・関心をもっていることが見いだされた。特に学校教育のなかでナクル湖の自然と流域について知識を得たと回答した住民も多く、NEMP で行った水環境啓発教材が市内の小学校に配布されていることは今後重要な意味をもつと期待される。</p>

また、MCN 及びその周辺で活動する NGO において、JICA による NEMP の評価について聞き取りを行ったところ、ナクル湖流域管理プロジェクトでは、広範囲のステークホルダーの参加が不可欠であり、特に流域に居住している一般住民とのコンサルテーションも必要となることにかんがみ、本 NGO は地域で最も普及している情報伝達手段であるラジオを活用してプロジェクト情報を提供することが必要ではないかとの示唆を得た。

#### 2-7-4 ROSA プロジェクト

ROSA プロジェクト<sup>9</sup>は、EU の第 6 次フレームワークプログラム Global Change and Ecosystem を主題としたエコサンの普及のための調査プロジェクトであった。本案件は、オーストリアの BOKU 大学を代表とし、ケニア側はエガートン大学及び MCN 環境部が参画し、他の東アフリカ諸国（タンザニア、ウガンダ、エチオピア）も事業に参加した。事業実施期間は 2006 年 10 月～2010 年 3 月で、事業目的は以下 5 つにまとめられる。

- ・ し尿資源の循環利用に注目し資源循環型の衛生管理の概念を普及し、持続的に地域の衛生環境改善を実現し、ミレニアム開発目標達成に貢献する。
- ・ 東アフリカ 4 カ国の 4 つのモデル都市において上記資源循環型の衛生概念を導入する。
- ・ 上記モデル地域都市近郊地帯において資源循環型の衛生概念を導入する際の課題を特定する。
- ・ 戦略的に衛生管理を実施するための現地で普及可能となる枠組みを開発する。
- ・ 東アフリカ地域において資源循環型衛生改善のためのネットワークを構築する。

ナクル湖に対する汚濁負荷の大部分が人口稠密地帯である MCN 管轄区域において発生しているという現実を考えれば、ナクル湖流域管理プロジェクトから派生する事業案の 1 つとしてエコサンなどの資源循環型の衛生管理手法を普及することも重要となる場合も想定される。その点、エガートン大学の本事業における経験を活用すれば事業実施の効率性を高めることができる。

しかし、住宅密集地帯であるためにエコサンから発生する固形廃棄物を肥料として利用するとしても隣接する地域に農耕地がなく輸送費用が追加的に発生する。また非伝統的なトイレ形態を導入することに対する抵抗感があるなどの問題もあり、エコサンの推進には注意が必要である。

#### 2-7-5 フランス開発庁 (AFD) / ナクル市 (MCN) による廃棄物管理計画

Ministry of Local Government (MOLG) はケニア中核都市に対する固形廃棄物管理に関する改善プログラムの第一段階の対象としてモンバサ市と MCN を選定した。これを受けて MCN では既存の Gioto 最終処分場 (Open Dumping Site) が飽和状態にあることから、同処理場を閉鎖して新たに Transfer Station と最終処理場 (Sanitary Land Fill Site) を設けるプロジェクトを 2008 年より開始した。新規 Transfer Station 及び最終処分場は図 2-16 に示すとおり。

<sup>9</sup> [http://rosa.boku.ac.at/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://rosa.boku.ac.at/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)



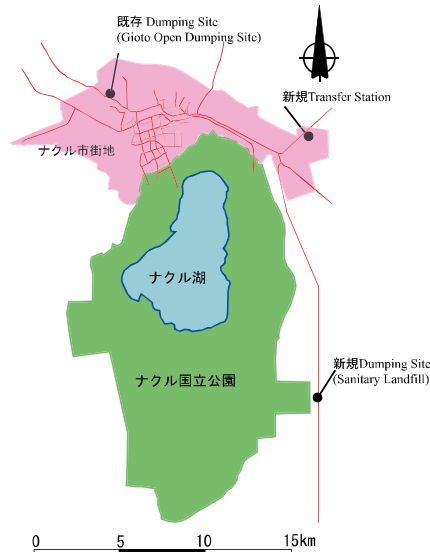


図 2-16 新規 Transfer Station 及び最終処分場位置図

さらにこれら構造物対応に加えて、プロジェクトを通じて MCN 環境部職員の固形廃棄物管理能力向上プログラムやコミュニティベースの適正な廃棄物投棄に係る教宣活動を推進している。プロジェクトは現在進行中であり、2011 年の完成を予定している。

同プロジェクトの実施担当機関は MCN-DOE 並びに MOLG であり、AFD からの借款援助が導入されている。プロジェクト資金規模は総額 1,700 万ユーロ（上限値）でありそのうちケニア側の負担が 700 万ユーロと見積もられている。

#### 2-7-6 住民組織（CBO）による活動

CBO は、自治体が住民参加的な福祉・公共サービスを提供する際にその実施手段として活用されている。例えば MCN では、固形廃棄物の回収は、多くの場合これら CBO が各世帯から回収のあと、分別し、処分場に運ぶことになっている。聞き取りを行った世帯では、週に 2 度、各家庭の廃棄物が回収されており、確実に定期的に回収されることから、多くはそのサービスに満足していると回答している。ただ、ナクル市内全域で、このようなサービスが行き渡っているわけではない。地域によっては回収されない、あるいは不十分な地域もあり、違法に投棄される場合もある。そのため集中豪雨の際に一気に雨水溝を通じてナクル湖に向かって流される場合もあり、ナクル湖国立公園の境界域において、廃棄物が散見され、KWS ではこうしたゴミ回収活動を実施している。

CBO の活動は、固形廃棄物の回収のみに限らず、環境教育、植林、道路清掃などさまざまな住民福祉活動に関与している。さらに MCN などの地方公共団体のみならず、NEMA などの省庁も必要に応じてそのサービス提供手段として活用している。

CBO の提供するサービスは、一般に財務的に効率的でありかつ効果的に住民のニーズに合致したサービスを提供することができる点が強みと考えられており、それは地域住民自身がそのサービス提供に参加しているために、より住民のニーズを適切に把握していることが理由と考えられる。一方で、その活動は戦略的でないこと、技術的な人的資源に限りがあること、地域的な組織であるために他地域の CBO と協力する機会に乏しいことなどが弱みと考えられている。

## 2-7-7 マウ森林の保全にかかわる事業

マウ森林はリフトバレーに位置する 41 万 6,542ha<sup>10</sup>の森林地帯であり、降水量が多いこと、またケニアの多くの主要河川<sup>11</sup>の最上流部に位置し 6 つの湖<sup>12</sup>に注ぎ込んでおり、ケニアで最も重要な集水域と考えられている。さらに本流域は白ナイル川へも注ぎ込んでいることから、マウ森林における急速な人口増大と森林伐採の影響は、ケニアのみならず他の流域国へも及びかねず、将来、ケニアの国際関係にも影響を及ぼす可能性がある。これら状況からマウ森林の問題は、現在、国をあげての優先課題と認識されている。近年の政府による活動を時系列にみると以下のようなになる。

- ・ 2008 年 5 月：首相及び関連省庁（森林、野生生物、灌漑、土地関係）の大臣及び事務次官、更にマウ森林区域からの議員が参集して諮問会議が開催された。
- ・ 2008 年 7 月 15 日：首相及び 10 人の閣僚をはじめその他関係者合計 300 名が参加しステークホルダー会議を開催し、タスクフォース形成に至った。
- ・ 2008 年 7 月 31 日：本タスクフォースを、マウ森林の破壊を早急に停止する効果的な管理組織と位置づけ、森林内に居住する住民の移転手段を整え、森林及び重要な流域の機能回復を行い、これらを実現するために必要な予算措置を図り、マウの生態系の持続性を確保することを目的としている。さらに本タスクフォースは、法令の実施と啓発、境界の決定、土地所有と移転、生活手段の確保及び回復にかかわる 4 つの委員会を形成した。
- ・ 2009 年 3 月：タスクフォースの業務内容を規定した。
- ・ 2009 年 7 月 30 日：タスクフォースの業務内容が閣議決定に至った。

ケニア政府は、2008 年 11 月策定の森林野生生物省作成のマウ森林回復計画に従い、緊急事業及び短・中期事業として以下の活動を提案している。なお 3 年間の総額事業費として 2008 年時点で 8,149 万 US ドルと見積もられている。なお、2010 年 4 月の時点で、本計画は UNEP の支援を受け、精査ののち、**Rehabilitation of the Mau Forest Ecosystem Program Document**<sup>13</sup>として再構成されたが、その報告書を読む限りにおいては、現在のところ具体的な資金めどは立っていないと推定される。なお表 2-15 にマウ森林回復のための緊急事業を表にまとめた。

<sup>10</sup> Rehabilitation of the Mau Forest Ecosystem, A Project Concept prepared by the Interim Coordinating Secretariat, Office of the Prime Minister, on behalf of the Government of Kenya, September 2009  
以下のサイトからダウンロードした。

[http://www.kws.org/export/sites/kws/info/maurestoration/maupublications/Mau\\_Forest\\_Complex\\_Concept\\_paper.pdf](http://www.kws.org/export/sites/kws/info/maurestoration/maupublications/Mau_Forest_Complex_Concept_paper.pdf)

<sup>11</sup> 以下の河川：Nzoia, Yala, Nyando, Sondu, Mara, Kerio, Molo, Ewaso Ngiro, Njoro, Nderit, Makalia, Naishi

<sup>12</sup> Natron, Turkana, Baringo, Naivasha, Nakuru 及び Victoria

<sup>13</sup> 以下のサイトからダウンロードした。

[http://www.unep.org/roa/kcp/Mau/Docs/ProgrammeDoc\\_Mau.pdf](http://www.unep.org/roa/kcp/Mau/Docs/ProgrammeDoc_Mau.pdf)

表 2-15 マウ森林回復のための緊急事業（2008年11月策定）

	分野	課題
緊急事業	1. 効果的に機能する制度構築	タスクフォースは、米国国際開発庁（United States Agency for International Development : USAID）の支援を受け、法律・制度上の課題の調査を行っている。本調査に基づきマウ森林の事業実施の調整を行うための暫定事務局を首相府に設立した。将来、マウ森林管理を担う機関が設立されることになり、本機関は水、エネルギー、観光、野生生物保護、農業及び森林などの関連機関の代表者からなる委員会が指導することになる。
	2. マウ森林コンプレックスの戦略的管理	マウ森林の戦略的管理計画は、現況把握のうえで、2030年ビジョンなどの上位計画との整合を図り策定される。
	3. 啓発活動	住民に対する情報普及が不足していることが課題の1つであり、マウ森林保全の重要性を知らしめる啓発活動が重要である。
	4. 境界線の確定と森林ブロックの譲渡証書の発行	ケニア調査所（Ministry of Lands 傘下）が調査を行い、境界線の確定を行い、公示されることになっている。調査対象は、マウ森林を形成する22カ所の森林ブロックであり、1ブロック当たり平均260万KESと見積もられ、合計で7,300万KESと見積もられている。
	5. モニタリング及び法令施行	モニタリングの実施は重要であり、調査完了後に、森林境界線の決定を行う必要がある。その際、生物保護の目的から柵で囲うなどの対策も必要になるケースも想定される。境界線決定後に、これ以外の活動を開始することが必要となる。
	6. 住民移転	住民移転が必要である点は、ケニア政府内で一般的な合意事項となっている。現在、マウ森林コンプレックス内には、合計2,500世帯（South Western Mauに1,683世帯、Ol Pusimoruに300～500世帯、更にMaasai Mauに211世帯）が違法に居住し生計を営んでいる。さらにMaasai Mau Trust Landには、追加的に2,147世帯が裁判で決定された境界を越えて居住しているが、彼らが移転対象となる。
	7. 生活手段の支援と開発	住民移転の対象となった世帯に対しては、適切な支援が行われる必要がある。すなわち生存に欠かせない水、住居及びエネルギーなどの支援が政府あるいはNGOによって検討される必要がある。ワールドビジョン及びWWFは、既に水関係の支援を開始しており、森林境界に居住する住民に対しても支援が拡大されることになっている。農村住民のほとんどはエネルギー源を薪などに頼っているため、アグロフォレストリーの推進も重要な課題となる。
短・中期事業	8. 森林管理計画、森林生態系回復	マウ森林の回復の目標は、住民移転完了後には、単に森林生態系を回復することのみならず、森林周辺区域に居住する住民の生活再建が重要な課題となる。住民は、森林保護官として雇用されるなど雇用機会の増大という便益を受けると期待され、更に森林自体が生み出す産物の販売などにより収入増大が期待される。

出典：Rehabilitation of the Mau Forest Ecosystem, A Project Concept prepared by the Interim Coordinating Secretariat, Office of the Prime Minister, on behalf of the Government of Kenya,

September 2009

これら緊急計画及び短・中期計画の費用は以下表 2-16 のように概算されている。

表 2-16 緊急事業及び中期計画実施の予算案 (1/2)

(単位: US ドル)

活 動	1 年目	2 年目	3 年目	全 体
1. 効果的に機能する制度構築				
マウ森林管理機関の設立	40,000	97,000		137,000
マウ森林保全のための KFS の早期組織改革	2,000,000	2,000,000	1,700,000	5,700,000
マサイマウトラストランドの契約			7,000	7,000
小 計	2,040,000	2,097,000	1,707,000	5,844,000

表 2-17 緊急事業及び中期計画実施の予算案 (2/2)

(単位: US ドル)

活 動	1 年目	2 年目	3 年目	全 体
2. マウ森林コンプレックスの戦略的管理				
戦略計画策定と実施	80,000			80,000
小 計	80,000	0	0	80,000
3. 啓発活動				
住民に対する森林保全のための啓発計画策定と実施	100,000	150,000	150,000	400,000
小 計	100,000	150,000	150,000	400,000
4. 境界線の確定と森林ブロックの譲渡証書の発行				
マウ森林を形成する 22 カ所の森林ブロックの調査と譲渡証書の発行	1,000,000			1,000,000
境界線データの整理と将来計画策定		300,000	400,000	700,000
小 計	1,000,000	300,000	400,000	1,700,000
5. モニタリング及び法令施行				
法令執行部局の強化	7,000,000	7,000,000	7,000,000	21,000,000
モニタリング及び法令施行にかかわるインフラ整備	3,000,000	2,000,000	1,000,000	6,000,000
小 計	10,000,000	9,000,000	8,000,000	27,000,000
6. 住民移転				
住民移転の計画策定 (事務所設立、測量、評価及び住民移転計画の完成)	900,000			900,000
マウ森林からの移転	1,450,000			1,450,000
移転地確保と補償				

活 動	1 年目	2 年目	3 年目	全 体
小 計	2,350,000	0	0	2,350,000
7. 生活手段の支援と開発				
Community Forest Association の設立支援	150,000	200,000	200,000	550,000
アグロフォレストリーの普及支援	1,000,000	1,000,000	1,000,000	3,000,000
生活改善の代替手段の検討	200,000	900,000	900,000	2,000,000
農家レベルでのエネルギー保全方法の普及	150,000	100,000	100,000	350,000
小 計	1,500,000	2,200,000	2,200,000	5,900,000
8. 森林管理計画、森林生態系回復				
森林・土壌資源のインベントリー作成	314,000	600,000	600,000	1,514,000
過去の植林地域の見直しと商業伐採地域の許可	41,000	700,000	700,000	1,441,000
8 万 5,000ha の流域回復	10,000,000	10,000,000	10,000,000	30,000,000
マウ森林区域外の調査と危険区域の公示	144,000			144,000
森林・水資源のモニタリングシステム及び炭素ベースラインの構築	2,000,000	1,589,000		3,589,000
小 計	12,499,000	12,889,000	11,300,000	36,688,000
9. 予算確保				
事業提案書の策定と協調会議開催	40,000	20,000	20,000	80,000
財務的持続性確保	85,000			85,000
小 計	125,000	20,000	20,000	165,000
10. 事業管理				
事業管理費用	500,000	500,000	500,000	1,500,000
小 計	500,000	500,000	500,000	1,500,000
合 計	30,154,000	27,059,000	24,277,000	81,490,000

出典：Rehabilitation of the Mau Forest Ecosystem, A Project Concept prepared by the Interim Coordinating Secretariat, Office of the Prime Minister, on behalf of the Government of Kenya, September 2009

注：「移転地確保と補償」にかかわる予算は、調査完了後に計上される。

1、2年目及び全体の縦の合計値はあっていないが、そのまま記載した。

また同報告書には、援助機関によるほかのプロジェクトもマウ森林保全に資することの重要性が強調されており、世界銀行による天然資源管理事業及び Norwegian agency for Development Cooperation (NARAD) 及び USAID によるマラ川流域管理イニシアティブ (Mara River Basin Management Initiative : MRBMI) もまた流域の水量及び水質の改善及び生物多様性の維持に資する案件であることが触れられている。

なお図 2-17 にマウ森林内の森林ブロックの分布図を示した。





している。

マウ森林の位置図を図 2-18 示した。

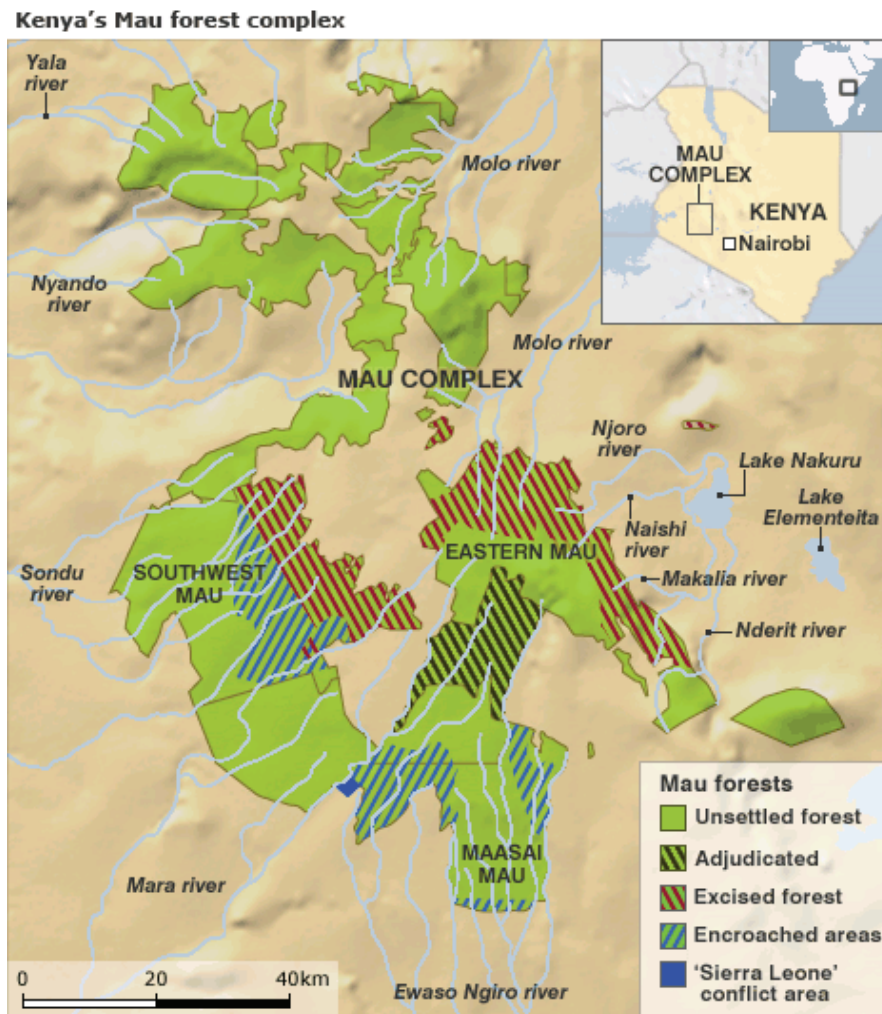


図 2-18 マウ森林位置図

#### 2-7-8 土地利用計画にかかわる事業 (Nakuru Local agenda 21 Project)

Nakuru Local agenda 21 Project は、Agenda 21 の 28 章の実施にかかわる UN-HABITAT による能力開発をめざしたプロジェクトであり、ケニアの MCN をはじめ、セネガル、モロッコ、ベトナム、ブラジル、キューバ及びペルーで同様に支援が行われた。

MCN における事業は、ベルギー ルーベンカトリック大学が UN-HABITAT の委託を受け 1995 年に開始されている。本プロジェクトは、以下 8 つの課題に取り組んでおり、本事業の支援により Nakuru Strategic Structure Plan が策定され、1999 年に承認され、2002 年に正式に関連組織の立ち上げに至っている。

- MCN の土地計画部の創設
- 不安定地盤地帯の地質調査の実施
- バスターミナルの空間利用計画の再調整
- 市が運営していた住宅提供の再開

- ・ 住民参加による固形廃棄物管理事業
- ・ 緑化プロジェクト
- ・ 市の財務基盤強化
- ・ ゾーニング委員会の創設

本事業は、計画策定後もナクル市内の数々の関連事業につながっており、市営住宅改善事業（フラミンゴフェーズ 1）、公園及びクレータ境界地域計画、持続的な都市開発のための情報センター設立、水販売店（kiosk）の設立、商業中心区域の計画策定などを行ってきている。

## 2-8 地域住民の意識

### 2-8-1 ナクル市内における聞き取り調査

本調査は、本来、第 3 章の「ナクル市下水集水システム拡張計画に係る調査結果」にかかわり、住民の支払可能額の概況を把握することを主目的としており、本節は、それとともに住民の環境意識、特に流域管理にかかわる意識も併せて聞き取りを行っているため、これらデータを用い住民の環境意識について定性的な評価を試みる。

調査期間の制約から 2010 年 5 月 26、27 日の 2 日間を聞き取り調査にあてることとし、10 人を対象に聞き取りを行うこととした。サンプル抽出方法は有意抽出とし、更に便宜的抽出法とスノーボール・サンプリングを組み合わせ、聞き取り世帯を選定することとした。まず NAWASSCO 職員と協力し、ブロックごとの標準的な所得及び上下水サービスへのアクセスを考慮してブロック 2、3、11、16、24、25 を選定し、ブロックから聞き取り世帯を便宜的に決定した。さらに現場でスノーボール・サンプリングを適用し同一ブロックより複数世帯を選定した。質問票は事前に作成したものの、基本的には半構造的面接方法（Semi-structured Interview）を採用した。

聞き取り世帯の概要を以下の表 2-18 に示した。世帯収入を世帯員数で割り、1 人当たり収入の順番に並べ 1～10 の番号を割り振りサンプル ID とした。なお、ID9 及び ID10 の聞き取り対象者は、事業実施者であり、一般世帯との比較は適切ではないものの、ID9 は本人の協力により本人の収入データを入手しているため記載した。

表 2-18 聞き取り調査概要

ID	ブロック	地域所得分類	教育	年齢	世帯員数	月世帯収入 (KES)	月 1 人当たり収入 (KES)
1	24	低	初等	27	5	7,200	1,440
2	24	低	初等	46	8	12,500	1,563
3	25	中	なし	65	5	9,000	1,800
4	3	中	初等	58	4	12,000	3,000
5	25	中	中等	67	3	13,500	4,500
6	2	中	大学	45	5	30,000	6,000
7	3	中	中等	75	4	28,000	7,000
8	25	中	大学	55	4	80,000	20,000
9	11	高	大学	25	1	22,500	22,500
10	16	中～高	大学	40	-	-	-



聞き取り世帯の月世帯収入は、7,200KES から 8 万 KES の幅があることが認められ、概観して低所得から高所得まで広く分布している。なお、2009 年に Pricewaterhouse Coopers による報告<sup>14</sup>（調査実施は 2007 年）では、1,700 世帯の無作為抽出による聞き取りを行っており、月世帯収入は 2,000KES 以下の世帯から 2 万 KES 以上の分布を示しており、大きな違いはないと判断される。表中で地域所得分類は、NAWASSCO が採用している一般的な所得類型に基づくが、聞き取り対象者の月 1 人当たり収入とほぼ連動しているといえる。なお、市内におけるブロックの位置については第 3 章に示した。

表 2-19 には、まず犯罪、雇用などの社会問題について順位回答形式で政府政策の優先課題について聞いた結果と環境問題について同様の聞き取り結果を一覧にまとめた。本聞き取りでは、優先度が高い課題について 1 を、また優先度が低い課題については 5 を割り当てるものとし、それらの中間に位置する課題は重要度に応じて 2~4 の数値を割り当てるものとした。そのため各回答者によりスケールが異なることは避けられず住民ごとの比較は注意が必要である。5 つの社会問題について、まず注目すべきことは、いずれの世帯も犯罪に対して脅威を抱き、優先的な政策課題と位置づけている点である。いずれの世帯も夜間に犯罪が多発しており、それらが教育と雇用に連結する課題であると認識しており、この点、MCN 及び KWS が、市内や公園内の清掃などに若年層を動員し、活動を行っていることに高い評価をしている。

表 2-19 住民の意識する政策課題

ID	ブ ロ ッ ク	社会問題					環境問題							
		犯 罪	環 境	雇 用	教 育	交 通	湖 流 域	絶 滅 危 機 種	森 林 保 全	衛 生	水	固 形 廃 棄 物	騒 音	大 気
1	24	1	2	2	3	5	1	4	1	1	1	3	4	5
2	24	1	1	3	3	5	4	1	2	1	1	1	2	3
3	25	1	4	2	5	3	1	1	1	1	1	3	5	4
4	3	2	1	5	1	1	1	1	1	5	3	5	5	5
5	25	3	3	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4
6	2	1	1	1	1	3	1	1	2	4	5	5	5	5
7	3	3	3	2	4	4	2	2	2	4	5	5	3	4
8	25	1	1	2	3	3	1	1	2	1	2	1	2	4
9	11	2	1	1	2	4	4	5	4	1	2	1	2	3
10	16	1	5	2	4	1	3	4	2	5	5	4	5	5
合計		11	13	15	18	18	8	10	10	19	20	23	24	26

各個人の相対的な順位回答であるため世帯間の比較には注意を要するものの、環境問題も犯罪に続いて重要な課題と認識している点も重要な事項である。一方、聞き取り調査地域の住民は MCN の中心部へ比較的アクセスしやすいことを強調しつつ交通問題への評価は低い結果と

<sup>14</sup> Rift Valley Water Service Board Institutional Support Project, Water Supply and Sewer Handling Service Tariff Study Nakuru Service Area- Revised Draft Report, PricewaterhouseCoopers, Consulting Services, Infrastructure & Utilities, July 2009

なっている。

環境問題に関しては、湖の流域管理に関する意識が比較的高い結果となった。本調査は、調査目的を認識した NAWASSCO 職員がスワヒリ語への通訳として関与していることから、本項目については特に丁寧な説明が行われたと考えられ、この結果の解釈には十分な注意が必要である。しかし、半構造的面接方法を採用して住民の関心に合わせてある程度自由に議論を行っており、その議論のなかで住民は、森林の伐採が進み、土壌が流亡した結果、地域の自然環境のバランスが崩れているという認識を一般に共有している。テレビあるいはラジオなどによりそのような知識を得たと想定されたが、聞き取りのなかで住民が強調したのは学校教育と並び「常識」あるいは「神から与えられた知識」という言葉で表現する非常に一般的な住民意識であると推定された。聞き取り世帯の一部はナクル湖が国立公園に指定される前にしばしば湖を訪れた経験を有する者、小学校あるいは KWS の環境教育の一環でナクル湖を訪問した者も半数以上確認された。また ID9 の住民は、ナイロビ出身で現在ナクル市内のホテルで勤務しているが、現在も毎週ナクル湖に出かけていると回答している。一方、ID5 の住民は、5 年前にナクル湖の入場料が上昇したことを指摘し、最近では訪問回数が減少したことを強調した。さらに ID2 の住民は、ナクル出身ではなく比較的最近、MCN に転居したばかりであることもあり、一度もナクル湖を訪問したことがないと回答した。

ナクル湖の利用に関して、レクリエーションなどの間接的利用価値を認識しナクル湖保全のために支払う意思があるかという問いに対し、尺度型回答形式で回答してもらったところ、高所得層である ID9、10 及び中間層である ID5 の住民からは Strongly Agree という回答を得ており、ID6 及び ID2 は Agree という回答を得ている。なお、この際、幾ら払うかという質問はしていないので、住民が想定している支払額は大きなばらつきがある。一方、将来世帯のためにナクル湖を保全するための支出についての同様の問いにおいては、上記質問事項とは若干評価が下がるものの回答のあった 7 住民は Strongly Agree あるいは Agree のいずれかであり、ナクル湖の遺産価値<sup>15</sup>をある程度認識していると推察された。また野生動物の存在などに価値を見だし、ナクル湖の存在価値<sup>16</sup>についての評価も同様に高かった。

## 2-8-2 ナクル District (Njoro 川流域) の住民意識

前述の SUMAWA プロジェクトでは PRA を用いて Njoro 川流域の住民にとっての地域的な課題と優先度を分析しており、その結果を表 2-20 にまとめた<sup>17</sup>。調査は Nessuit、Barut、Rumwe 及び Mwigito の 4 地区で行っており、各課題についてのランキングを示している。なお本表におけるランキングは、流域ごとに「河川水量の不足」から「インフラ整備」までの 21 課題に対して住民にとっての優先度を示しており、1 が最も重要と認識された課題であり、数値が増えるほど重要性が低くなる。

地域によって違いが大きい、「河川水量の不足」「水質・水量」「水因性疾患」などの課題が一般に優先度が高い課題として認識されている。SUMAWA プロジェクトの報告書では、これ

<sup>15</sup> 遺産価値は、現在の世代が利用することはないが、将来世代に自然環境を残すことで得られる価値を示している。

<sup>16</sup> 存在価値は、存在するという情報によって得られる価値であり、例えば、現在世代も将来世代も生態系を利用することなくとも、そこに原生な生態系が存在するだけで価値があると考えられる場合、この生態系は存在価値をもつ。

<sup>17</sup> Francis K.Lelo, Wanjiku Chiuri, and Marion W.Jenkins, Managing the River Njoro Watershed, Kenya: Conflicting Laws, Policies, and Community Priorities, International WorKESop on "African Water Laws: Plural Legislative Framework for Rural Water Management in Africa", 26-28 January 2005, Johannesburg, South Africa

ら課題に関し、実行可能な流域管理政策の欠如が根本原因としている。なお、SUMAWA プロジェクト報告書の本文では、家畜衛生の課題が重要課題と記述しているが、表に示された結果では優先度が低い結果となっている。一方、「行政（NCC）の能力」「治安」「失業」「河岸保護計画の欠如」「廃棄物投棄」「家畜衛生」「土壌流亡対策にかかわる技術普及」などの課題は低い優先度を与えられている。

表 2-20 Njoro 川流域の住民意識—課題認識とランキング

課 題	住民の認識	ランキング			
		Nessuit	Barut	Rumwe	Mwigito
河川水量の不足	季節的に河川が干上がる（Barut）。代替手段の欠如、河川保護が不十分、上流の貯水池の容量不足（Barut）、旱魃、上流での灌漑、採砂、家畜の過剰飼養、外部者の販売目的の取水、水利用者の過剰（Barut）、河川流況の障害	3	1	7	
低収入	搾乳及びトウモロコシ生産、農業雇用及び製材所（閉鎖）など限られた業種への過度な依存、仲買人による中間搾取、小麦の貯蔵施設の欠如、市場へのアクセシビリティ			1	
水質・水量	悪化した河川水質、特に 1～2 月の乾期における河川状況は深刻、河川の土砂堆積	3			1
水因性疾患	表面流出に伴う河川の水質汚濁、車両洗浄水の混入、河川における洗濯及び水浴び、トイレ施設の不足、土壌流亡、採砂活動、河川への廃棄物の投棄		2		3
住民間の協力	リーダーシップの欠如、共通価値の欠如			2	
薪炭林の不足	森林伐採、各自圃場における植林の失敗、製材所の閉鎖			4	2
河川水質汚濁	水因性疾患の発生、取水地点の不足、下水施設の未整備、ゴミ回収制度の未整備	3		8	
河川敷から採砂	失業、砂利用者の増加、法執行能力が不十分、道路の破壊、土地の価値の減価、斜面崩壊のリスク		3		
給水にかかわる組織的脆弱性	低収入、所得増加事業に取り組むために必要な技術の低さ、組合員間の信頼感の欠如、リーダーシップ不足、事業管理能力の欠如			3	
洪水	河川の土砂堆積、土壌流亡、採砂、圃場及び河川敷の植生破壊に伴う河川への土砂の流入、薪炭林としての河川敷の樹木伐採、樹皮などの採取による樹木の倒木		4		
電 気	村落には電気は通っているが、家屋に接続されていない				4
行政（NCC）の能力	汚水管理施設の欠如、廃棄物回収システムの欠如			5	
治 安	失業、泥酔				5
失 業	就業機会の欠如				5

課 題	住民の認識	ランキング			
		Nessuit	Barut	Rumwe	Mwigito
河岸保護計画の欠如	知識の欠如、河岸の土地所有権の欠如			6	
廃棄物投棄	態 度				6
家畜衛生	プラスチック類、家畜疾病、動物薬の値段				7
土壌流亡対策にかかわる技術普及	普及員を見たことがない、急傾斜、テラスの欠如				8
地方道路	土壌流亡に伴う道路表面の穴、橋の不足、カルバートの不足	1			8
飼料の季節的不足	—			9	
インフラ整備	汚水処理施設の欠如、橋の不足、貯蔵庫不足	2		10	

出典：M.W. Jenkins, F.K. Lelo, K.W. Chiuri, W.A. Shivoga and S.N. Miller. Community Perception and Priorities for Managing Water and Environmental Resources in the River Njoro Watershed in Kenya

## 2-9 環境モニタリング実施体制

### 2-9-1 水量・水質にかかわるモニタリング実施体制概要

流域内で定期的に環境モニタリングを実施している機関は、WRMA 及び KWS の 2 機関であり、表 2-21 に各機関の役割分担の概要を示した。WRMA は独自にサンプリングを行い、分析ラボを有していることから主要な水質項目については分析を行うことができる。一方、KWS は、WQTL に委託しサンプリング及びモニタリングを行っている。

表 2-21 環境モニタリング実施機関

	河 川		地下水		ナクル湖	
	水 量	水 質	水 量	水 質	水 量	水 質
WRMA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KWS					✓	✓

KWS はナクル湖国立公園内のモニタリングに特化しているが、WRMA は、法令上、ナクル湖のみならず河川及び湖沼を含む表流水及び地下水、更には工場排水まで管轄しており、水の管理に関しては非常に広い業務範囲を有している。その意味においてはナクル湖流域全体の環境モニタリングについて WRMA は非常に重要な働きをすると期待される。

さらに WRMA のリフトバレー集水域地域事務所の職員は大卒以上の学歴を有し、各専門分野での経験を豊富に有していることから考えると一般にそのモニタリング能力は高いと判断することができる。しかし、以下にも述べるとおり、リフトバレー集水域地域事務所の管轄区域は、リフトバレー集水域全域をカバーしており、大卒以上の技術系職員の人数が限られていることが課題である。

なお、種々の研究機関や NGO が、WRMA によるモニタリングデータを借用し、論文を外部に発表するなどした過去の経緯があることから、WRMA はデータの取り扱いに極めて慎重になっている。そのためモニタリングデータを入手するためには事前にリフトバレー集水域地域事務所の Regional Director 宛にレターを提出することが必要で、レターに応じて必要なデータを提供する仕組みとなっている。

また、以下にも述べるが、過去の長期データはまだデータベース化されておらずペーパーベースの古い記録が書庫に保管されているという状況にある。そのため過去のモニタリングデータを入手・確認するためには、時間と労力をかけて調査することが必要となる。今回の調査では、時間的制約からそのような調査を行うことができず、WRMA からのモニタリングデータの入手・確認は不十分なものとなった。

しかし、今回の調査期間に、WRMA などのモニタリングデータに対して独自にエクセルを用いてデータベース化している NGO と接触することができ、それに基づき WRMA のモニタリングデータの入手可能性について表 2-22 にまとめた。なお、この NGO から提供されたデータについても、WRMA の立場からは WRMA の承認を経ずして目的外にデータが使われているという認識の可能性も十分あることから、NGO から入手したデータの取り扱いについては、慎重な対応が必要である。また流域管理にかかわる関連組織と環境モニタリング能力評価を表 2-23 にまとめた。

表 2-22 環境モニタリングの責任機関と既存データ

項目		責任機関	期間及び測定項目
湖水位 (m)		KWS (一部、WWF の支援)	今回の調査は 1956～2001 年までのデータを確認できた。また 2007 年より継続してデータ収集が行われている。
流入河川水量	Njoro	WRMA	今回の調査では NGO の協力により 1990～1992 年まで、及び 1994～2002 年までのデータについて確認できた。
		KWS	2007 年より定期モニタリングを行っている。
	Makalia	WRMA	今回の調査では NGO の協力により 1991～1993 年までのデータについて確認できた。
		KWS	2007 年より定期モニタリングを行っている。
	Nderit	WRMA	モニタリングは行われているが、今回の調査では確認できなかった。
		KWS	2007 年より定期モニタリングを行っている。
	Lamudiak	WRMA	今回の調査では確認できなかった。
		KWS	今回の調査では確認できなかった。
降雨量		Kenya Meteorological Department.	古くは 1918 年からの観測が行われているが、詳細は KMD における聞き取りが必要である。

項目		責任機関	期間及び測定項目
湖水質		KWS	系統的にデータを収集しているのは 2007 年からである。今回、KWS より 2007 年 1 月～2010 年までの月別データを確認できた。測定項目は気温、水温、河川流量、水素イオン指数、電気伝導度、塩分濃度、溶存酸素、アルカリ度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、オルソリン酸、全リン、懸濁物質質量である。
		WRMA	2007 年以前のデータについては、WRMA が所有している可能性があるので、確認が必要である。
流入河川水質	Njoro	WRMA	古くは 1985 年から計測が行われており、2010 年現在もモニタリングを行っている。(測定項目は水素イオン指数、濁度、鉄、マンガン、伝導度、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、硬度、リン酸、カルシウム、フッ素、アルカリ度、塩素、硫酸、亜硝酸、硝酸、総溶解固形物)
		KWS	2007 年から定期的にモニタリングを行っている。(測定項目は気温、水温、河川流量、水素イオン指数、電気伝導度、塩分濃度、溶存酸素、アルカリ度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、オルソリン酸、全リン、懸濁物質質量)
	Makalia	WRMA	1991 年から計測が行われていることが確認された。(測定項目は水素イオン指数、濁度、鉄、マンガン、伝導度、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、硬度、リン酸、カルシウム、フッ素、アルカリ度、塩素、硫酸、亜硝酸、硝酸、総溶解固形物)
		KWS	2007 年から定期的にモニタリングを行っている。(測定項目は気温、水温、河川流量、水素イオン指数、電気伝導度、塩分濃度、溶存酸素、アルカリ度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、オルソリン酸、全リン、懸濁物質質量)
	Nderit	WRMA	1991 年から計測が行われていることが確認された。(測定項目は水素イオン指数、濁度、鉄、マンガン、伝導度、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、硬度、リン酸、カルシウム、フッ素、アルカリ度、塩素、硫酸、亜硝酸、硝酸、総溶解固形物)
		KWS	2007 年から定期的にモニタリングを行っている。(測定項目は気温、水温、河川流量、水素イオン指数、電気伝導度、塩分濃度、溶存酸素、アルカリ度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、オルソリン酸、全リン、懸濁物質質量)
	Lamudiak	WRMA	今回の調査では確認することができなかった。
		KWS	計測は行われていない。



表 2-23 流域管理にかかわる関連機関と環境モニタリング能力評価 (1/2)

関連機関	流域管理にかかわる業務、活動内容	ナクフル湖流域管理にかかわる重複分野	モニタリング能力
<p>NEMA District Office</p>	<p>NEMA の機能は、環境管理行政執行のための総合的な監督・調整である。また土地管理・開発に関する関係機関との協議を通じて丘陵・山岳地帯及び森林域の持続可能な活用のための規則やガイドラインの策定を行う役割・権限を有している。河岸管理、湖岸管理、湖沼及び海岸管理にかかわる規制、基準を環境大臣が官報により告示する。さらに湖沼及び河川の管理に関しては、NEMA が主務官庁と協議のうえガイドラインを発行すること、更に丘陵地帯、山岳地帯、森林における規制・手続き・ガイドライン及び対策を策定し、これら地域での集水域の保全を図り、土壌流出を防止し、居住を制限することが規定されている。</p>	<p>ナクフル湖流域では、上流の山岳地帯における森林伐採に起因して、表土流出が発生し、保水力低下、流況変化が発生している。流域で発生している現象自体が、土壌・水の 2 媒体が関与しているため、NEMA と WRMA との事務分掌が重複し、特に事業実施時の資金及び人的資源の投入等について明確な合意が必要となる。さらに、環境教育の促進も、NEMA の主要な業務の 1 つであり、この点、KWS がナクフル湖の保全のために取り組んでいる環境教育との分掌も課題の 1 つである。</p>	<p>環境モニタリングの実施主体ではない。 また、PEO で 2 名、DEO で District Officer 2 名とアシスタント 2 名が配置されているのみで、事業実施主体としては極めて脆弱な機関といえる。</p>
<p>WRMA</p>	<p>WRMA の権限及び機能は水資源の割り当てのための手法及び手続きなどを策定すること、国家水資源管理戦略の実施状況をモニターすること、水利用許認可を行い、水利用許認可証に規定されている許認可条件の実施状況をモニターすること、水資源の質を規制し保全すること、流域の管理保全を行うこと、国家水資源管理戦略に基づき課金を決定すること、水資源にかかわる情報を収集管理し公開すること、水資源のより良い管理のために他の機関と連絡をすることとされている。</p>	<p>ナクフル湖流域管理にかかわる重複分野 ナクフル湖流域では、上流の山岳地帯における森林伐採に起因して、表土流出が発生し、保水力低下、流況変化が発生している。流域で発生している現象自体が、土壌・水の 2 媒体が関与しているため、NEMA と WRMA との事務分掌が重複し、特に事業実施時の資金及び人的資源の投入等について明確な合意が必要となる。さらに、環境教育の促進も、NEMA の主要な業務の 1 つであり、この点、KWS がナクフル湖の保全のために取り組んでいる環境教育との分掌も課題の 1 つである。</p>	<p>以下に示した環境管理及び点源管理を行う人材の質という点では、十分な能力を有し、合理的な手法で管理を行っていると判断される。 - 環境水 (河川・湖沼を含む表流水及び地下水) - 水質・水量のモニタリング - 工場の排水管理 しかし、大卒以上の職員は「リフトバレー集水域地域事務所」に限られ、少数の技術系職員がリフトバレー集水域全体の広範な分野 (河川・湖沼を含む表流水及び地下水の水質・水量のモニタリング、工場の排水管理) を担当しなければならず、特定地域の特定の課題に集中的に取り組むことが難しい。 一方、分析ラボは、現在、職員 1 人が分析を行っていること、またラボの運営に Quality Assurance/Quality Control (QA/QC) が導入されていないため客観的に分析方法の妥当性を保証することができない体制となっている。2010 年に本省より新規に分析機材が送付され、倉庫に保管されているが、現在、それら機材を運用する適切な部屋を確保できていない。また、これら機材が設置されても、分析担当の職員が 1 名であることから、分析能力が著しく向上するとは考えにくい。</p>

表 2-23 流域管理にかかわる関連機関と環境モニタリング能力評価 (2/2)

関連機関	流域管理にかかわる業務、活動内容	ナクル湖流域管理にかかわる重複分野	モニタリング能力
KWS	<p>流域管理にかかわる業務、活動内容</p> <p>KWS の役割は、1) 動物相及び植物相の保護・管理にかかわる政策策定、2) 国立公園、保護地域など設立にかかわる政府助言、3) 国立公園等の管理、4) 上記の管理計画策定と実施、観光産業保護、ケニア居住者の教育のための動植物の展示、5) 啓発活動の実施とそれによる野生生物保護政策の支援獲得、6) 野生生物の維持、7) 野生生物の保全・管理のための研究・調整、8) 野生生物の保護・管理に必要となる投入人員の評価・雇用、9) 中央政府、地方政府、土地所有者に対する野生生物の保護・管理の方法勧告、人の生存に必要な都市部以外の地域での生態的評価・管理、10) 関連国際条約・規約の管理・調整、11) 寄付、贈与、遺贈の募集・受領、12) 野生生物による農業及び畜産を保護するための支援</p>	<p>ナクル湖流域管理にかかわる重複分野</p> <p>KWS の責務として流域管理にかかわる事業を行うことは法令には明記されていないが、ナクル湖流域の場合、ナクル国立公園が流域の最下流に位置しており、上流の農業及び工業などの人為的活動が公園内の野生生物保護に影響を与えるため、KWS は、啓発活動を活発に行い、ナクル湖の保全に必要となる上流域の保全活動の実施を行ってきている。</p> <p>事業実施段階になると、NEMA の環境教育・啓発活動との調整、WRMA が WRUA を通じて実施する植林活動との調整が必要となる。</p> <p>ナクル湖の水量・水質モニタリングにかかわり、WRMA との情報共有がどの程度密接に行われているか今回の調査では明らかにならなかった。</p>	<p>モニタリング能力</p> <p>ナクル湖及びナクル湖へ流入する河川の環境モニタリングを実施しているが、水質の分析(物理化学性及び生物)は NAWASSCO 傘下の WQTL に委託している。</p> <p>ナクル湖国立公園には、湖沼学及び生物学を専門に研究する職員も 1 名ずつ配置されており、WRITL が提出する分析結果の評価・対策策定を行う能力はある。</p>
MCN	<p>ナクル市内の広範な環境管理の責務を有する。汚染源の立入調査、定期立入調査、物品の押収などの権限を有し、更に工場閉鎖命令を出すことができ。またナクル市内の衛生管理、固形廃棄物管理、道路清掃、有害化学物質や有害廃棄物の管理、環境影響評価の実施を行う。</p>	<p>流域管理プロジェクトとのかかわりでは、丘陵・山岳地帯及び森林地帯の持続的な利用に必要となる規制・ガイドラインなどを作成し、自然資源の管理を行い流域を保全し、土壌流出対策を実施し、居住を制限するとしている。環境破壊の危機に曝されている地域の特定を行うことも責務であり、土地利用計画・ゾーニングについては、工場地域、商業地域、住居地域及びその他地域の4つの区域について規定している。ただし、これらは MCN の管轄内に限る。工場の排水管理にかかわり、MCN との情報共有がどの程度密接に行われているか今回の調査では明らかにならなかった。</p>	<p>工場などの点源管理を行っているが、環境モニタリングは実施していない。</p> <p>点源管理にかかわり工場排水の水質分析は、NAWASSCO 傘下の WQTL に委託している。</p>
NCC	<p>流域内の MCN を除く Districts (Nakuru North, Bahati, Rongai, Njoro/Molo) を統括する位置にあり、今回の調査では十分な聞き取りを行うことはできなかったが、業務は MCN と基本的に違いはないと推定される。</p>		<p>環境モニタリングの実施主体ではない。</p>



## 2-9-2 水資源管理庁 (WRMA) による環境モニタリング体制と実施能力

### (1) 表流水モニタリング観測所

WRMA はナクル湖流域内に 14 カ所の河川流量の Staff Gauge を有していたが、現在、定期モニタリングを行っているのは、表 2-24 に示した 3 カ所の計測地点のみである。これはナクル湖集水域に焦点をあてた詳細なモニタリングを行うためには、リフトバレー集水域地域事務所の職員数が不十分であるためと考えられる。これら計測地点では、3 カ月に 1 回の頻度で水質及び水量の計測が行われている。なお、稼動していない各観測所の現状については情報を入手することはできなかった。

表 2-24 表流水モニタリング観測所

河川名称	RGS Number	Status
Njoro	2FC05	Non-Operational
	2FC16	Non-Operational
	2FC18	Non-Operational
	2FC19	3 カ月に 1 回の頻度で計測継続
Makalia	2FC14	Non-Operational
	2FC21	Non-Operational
Enderit	2FC15	Non-Operational
	2FC22	Non-Operational
Little Shuru	2FC11	3 カ月に 1 回の頻度で計測継続
Baharini Springs	2FC17	Non-Operational
Nhosur	2FC06	3 カ月に 1 回の頻度で計測継続
West Case	2FC12	Non-Operational
Sewerage Effluent	2FC13	Non-Operational
Lake Nakuru	2FC14	Non-Operational

2010 年 5 月 19 日に MCN で開催された Joint Meeting で使用された WRMA のプレゼンテーション資料に基づき表流水モニタリング観測所の位置図を図 2-19 に示したが、必ずしも表 2-24 と一致していない。5 月 19 日以降、複数回にわたり WRMA にて同様の地図データを要請し、入手しているが、いずれも文書で示される定期モニタリング地点と地図上に示される定期モニタリング地点が一致していなかった。

これらデータは、リフトバレー集水域地域事務所にて入手したものであるが、本地域事務所は、前述のとおり Regional Technical Manager の下に 8 名の技術系職員が配置されているものの、表流水モニタリングのデータ管理を担当する職員は、Regional Surface Water Officer、Regional Water Quality Officer 及び Regional Monitoring and Evaluation Officer の計 3 名と人員が極めて限られている。これら 3 名でリフトバレー集水域地域事務所の全水域を担当することになるため人員不足は否めず、ナクル湖流域の水質データの管理も他の水域と同様に適切に行われていないと判断される。先に述べた WWF-LNCDP 及び SUMAWA な

どの援助プロジェクトにより観測所が追加的に設けられているものの、モニタリングが継続していないという観察とも一致するものである。現在、収集したデータは、GIS データベース化されている段階であるが、リフトバレー集水域地域事務所で GIS を扱うエンジニアが 1 名であるため、個々の水域のデータ入力及び分析が滞っており、データ入力の品質管理が不十分と推定される。なお図 2-19 に表流水モニタリング観測所の位置を示した。

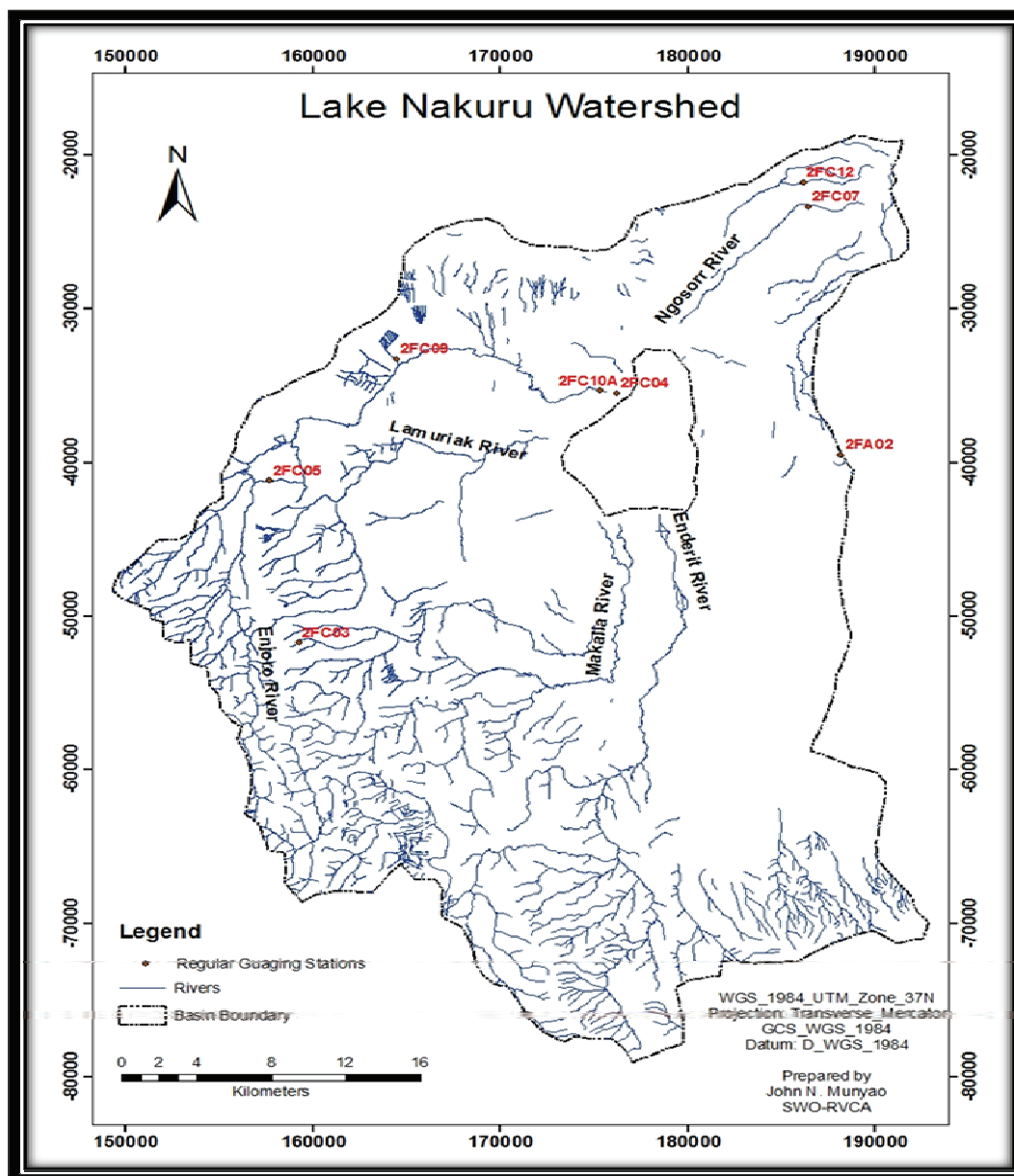


図 2-19 表流水モニタリング観測所の位置

(2) 地下水モニタリング観測所

地下水の水質及び水量のモニタリングも WRMA の責務であるが、WRMA によって行われている地下水モニタリングについての情報は今回の調査では入手することができなかった。表 2-25 に流域内に分布するボアホールを示した。

表 2 - 25 流域内ボアホールの分布

BH/No.	地 域	深 度 (m)	WRL (m)	WSL (m)	Yield (m <sup>3</sup> /hr)	DIA. (cm)	設立時期
152	Nakuru	67	48	67	18	15	1941.11.19
204	Nakuru	76	26	61	16	16	1942.10.30
287	Njoro	160	70	128	4	15	1943.10.16
306	Ronda	73	18	67	14	15	1944.08.04
307	Ronda	70	13	14	10	15	1947.04.26
855	Ngata	173	69	162	6	15	1949.04.49
858	Nderit	151	116	143	11	15	1949.05.07
993	Njoro	198	-	-	7	-	1949.11.18
1022	Ronda	127	81	113	9	15	1950.01.04
1080	Lanet	160	107	148	9	15	1950.05.08
1190	Ronda	172	79	171	9	15	1950.10.28
1250	Greensted	168	149	160	7	15	1950.12.07
1490	Ronda	54	29	53	15	15	1951.07.21
1558	Prairie	135	125	129	-	15	1951.10.26
1584	Nderit	86	8	-	11	15	1951.11.14
1763	Nakuru	129	91	98	23	25	1952.05.03
1805	Nakuru	130	92	-	22	20	1952.06.15
2007	Nakuru	108	99	106	8	15	1953.09.06
2128	Nakuru	135	32	37	-	20	-
2129	Nakuru	183	49	182	-	20	1956.12.09
2210	Ngorika	143	51	136	10	15	1954.03.04
2278	Nakuru	123	102	105	-	15	1954.10.02
2930	Nakuru	127	91	91	19	30	1959.09.28
3874	Nakuru	71	54	67	-	30	1972.11.30
4116	Nakuru	252	144	210	8	-	1975.03.05
4369	Nakuru	166	-	93	3	20	1977.08.26
4370	Lanet	180	42	99	11	20	1977.10.12
4502	Nakuru	112	51	90	2	15	1978.10.04
4510	Kabatini	148	29	96	-	25	1978.11.11
4512	Kabatini	150	28	100	13	25	1979.01.31
4610	Nakuru	150	42	102	-	25	1978.07.20
4979	Nakuru	150	-	-	27	20	-
5111	Lanet	189	100	19	24	15	1981.12.23
5143	Lanet	165	35	60	18	20	1982.09.28
7628	Nakuru	120	89	90	15	10	1987.10.06
8166	L.N.Park	110	41	43	2	15	-
8516	Njoro	169	158	160	5	15	-

出典：Land Use Hydrology of Lake Nakuru Catchment, Phase I, prepared by Department of Agricultural Engineering, Egerton University in collaboration with Wild Wide Fund for Nature, May 1992

注：静水位（Water Rest Level：WRL）、揚水時動水位（Water Struck Level：WSL）

深度、WRL、WSL、Yield 及び DIA の数値は、いずれも小数点以下の数値を四捨五入して記載した。

### (3) 水質モニタリング実施能力

WRMA が有する水質分析ラボは、当初 Ministry of Water に属する Provincial Water Testing Laboratory であったものであり、現在は WRMA にその資産が引き継がれ運営が行われている。WRMA の水質分析ラボは表 2-26 に示した分析機材を有し、現在、訓練を受けた 1 名の専属スタッフが配置され日常的に水質分析を行っている。分析可能な水質パラメーターは、BOD、COD、溶存酸素、濁度、pH、硝酸、亜硝酸、アンモニア、オルソリン酸、マグネシウム、カルシウム、大腸菌群数である。試験に使う水は水道水を蒸留して使っており、必要なガラス器具及び分析試薬など、定量分析を行うための最低限の条件は満たしていると考えられる。しかし、本ラボの施設は手狭で老朽化していること、また交通量の多い道路に面しておりかつ空調が設置されていないため実験台及び実験器具に著しい粉塵が観察された。微量分析を行っているわけではないので粉塵の存在が分析値に直接影響を与えることはないと考えられるが、化学天秤やガラス器具の接続部分に粉塵が入り込み、定量分析の正確さが損なわれている可能性がある。

表 2-26 WRMA の保有水質分析機材リスト

	機材名称	数量	機材の使用状況など
1	ウォータバス	1	使用可能
2	蒸留装置	1	使用可能
3	ジャーテスト	1	使用可能
4	化学天秤	1	使用可能
5	HACH 水質分析計	1	使用可能
6	滴定装置	1	使用可能
7	COD 計	1	使用可能
8	砒素分析計	1	UNICEF より供与（未使用）

注：番号は NEMP 報告書に基づく

ナイロビの WRMA 本部では今後本ラボを強化する意向であり、表 2-27 に示した機材が本省より送付され、現在、WRMA の倉庫に保管されている。ただ、上記のようにラボの建物が古く、手狭であるために、これら機材を設置する場所を決めかねている。一時的には、倉庫をそのまま使うことも可能ではないかと考えられるが、そのためには現在倉庫として使われている場所に実験台を新たに設置し、配電及び水道などを確保する必要があり、特に分析データの正確さを確保するためには粉塵の影響を受けず、気温・湿度が大きく変化しない環境が必要と判断される。

表 2-27 WRMA の新規水質分析機材リスト

番号	機材名称	数量	機材の使用状況など
1	BOD 計測システム	1	新規購入品
2	BOD 培養装置	1	新規購入品
3	イオン計	1	新規購入品
4	デジタルカメラ	1	新規購入品
5	フッ素計	1	新規購入品
6	フッ素電極	1	新規購入品
7	フッ素標準液	1	新規購入品
8	マグネティックスターラー	11	新規購入品
9	炎光光度計	1	新規購入品
10	化学天秤	1	新規購入品
11	減圧乾燥容器	1	新規購入品
12	硝酸電極	1	新規購入品
13	多項目水質分析計	1	水素イオン指数、全溶存固形物量、温度、電気伝導度
14	多項目水質分析計	1	水素イオン指数、溶存酸素、温度
15	多項目水質分析計	1	全リン及び他栄養塩類
16	低温保管庫	1	新規購入品
17	薄膜ろ過装置	1	ハンドバキューム装置、クランプ、漏斗、スタンドなど
18	薄膜ろ過用ポンプ	1	新規購入品
19	冷蔵庫	1	新規購入品

## 2-9-3 水質試験所 (WQTL) の分析体制と実施能力

WQTL は、NEMP によってラボ能力の強化が図られ、現在、表 2-28 に示した分析機材を所有している。

表 2-28 WQTL の保有水質分析機材リスト

番号	機材名称	数量	機材の使用状況など
04-EQ04	Fax machine	1	Canon MPC-75
04-EQ07	Digital camera	1	Sony DSC-P73
05-EQ03	Atomic absorption spectrometry	1	Solaar S2 Double Beam AA Spectro
05-EQ03	AA Lamps	1	AA Lamps for Cr, Pb, Cu, Cd, Zn, Fe, Ni, Mn, Hg, As
05-EQ04	Multi-parameter portable meter	1	WTW multi 350i
05-EQ05	UV-vis spectrophotometer,	1	Janway model 6505
05-EQ06	Incubator	1	20-80degreeC
05-EQ07	Refrigerator,	1	400-500 L
05-EQ08	Deep freezer,	1	200 L

05-EQ09	Kjeldahl Nitrogen digestion unit	2	Multi units (3-6) with heating mantle
05-EQ10	Hot plate with stirrer	3	17.8×17.8cm
05-EQ11	Inflatable rubber dingy with motor	1	Excel marine
05-EQ12	wader	4	Size 8,9,19,11
05-EQ13	Reference book	1	Std method for wastewater
05-EQ14	Desktop PC	1	MS-XP,
05-EQ15	Photocopier	1	A3 Monochrome
06-LP01	Micro Pipette	2	Pipetman 10ml
06-EQ01	Oil Content Analyzer	1	Horiba OCMA-310
06-EQ02	Water Purifier	1	ELGA Process Water
06-EQ03	Ultrasonic cleaners	1	Ultrawave U2800D
06-EQ04	Ultrasonic pipette washer	1	Yamato AW-31
06-EQ05	Pharmaceutical Refrigerator	1	Sanyo MPR-414FS
06-EQ06	Water sampler	2	KC Denmark Model-11000
06-EQ08	Microscope	1	Krus Model MBL 2100
06-EQ09	Digital camera	1	Canon
08-EQ01	desktop computer	1	MECER
09-EQ01	pH/Ion meter	1	EDT model DR-359TX with Fluoride prove

注：番号は NEMP 報告書に基づく。

WQTL では、現在、委託業務という形で KWS によるナクル湖のモニタリング及び MCN によるナクル市内の工場モニタリングを行っており、採水と分析にかかわる役割分担は表 2-29 のとおりである。なお、WQTL は NAWASSCO に属しており、水道及び下水処理場にかかわるモニタリングは、WQTL が採水から分析まで一貫して行っている。

表 2-29 モニタリングにかかわる採水と分析の役割分担

機 関	分析対象	採水	分析
KWS	ナクル湖及び流入河川	WQTL	WQTL
MCN	工 場	MCN	WQTL

WQTL は ISO を近日中（インタビュー時点では 6 月末との回答）に取得する予定であり、分析業務の QA/QC に取り組んでおり、分析結果の品質を客観的に保証することができるナクル湖流域の唯一の機関といえることができる。現在、ラボのスタッフは 6 名体制で運営しており、NAWASSCO より予算の割り当てがあり、2009/2010 年予算では 643 万 2,270KES の予算配分があったと報告されている。なお、KWS からの委託分析の分析項目は、気温、水温、河川流量、pH、電気伝導度、塩分濃度、溶存酸素、アルカリ度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、オルソリン酸、全リン、懸濁物質質量である。一方、MCN による工場排水の分析については、詳細な情報を得ることができなかった。



#### 2-9-4 流域内降雨観測体制

降雨観測体制は、KMDにより確立されている。1992年のエガートン大学による調査では、ナクル湖流域の降雨観測所として表2-30のとおり19カ所が記載されているが、Elementaitaなど地名から流域外と推定される観測所も含まれていること、またKMDのウェブサイト (<http://www.meteo.go.ke/obsv/>) には、ナクルの地名が記載された他の多くの観測所もあることから、今後、流域界を明らかにしたあと、流域内に分布する観測所を特定する必要がある。

表2-30 ナクル湖流域の降雨観測所

No.	観測所番号	名称	開始時期
1	9036076	Technology Farm, Nakuru	1922
2	9036147	Elementeita, Soyambu Estate	1932
3	9036150	Gigil, Kikopei Ranch	1918
4	9036227	Elementaita Nderit Ranch	1953
5	9036236	Nakuru Lanet Police Post	1956
6	9036252	Menengai Forest Station	1960
7	9036261	Nakuru Met.Station	1964
8	9036310	Pwani Daniel Farm	1972
9	9036320	Naishi Rangers Post	1974
10	9036332	A.D.C. Ol Jorrai Ranch	1980
11	9036337	Sururu Forest Station	1981
12	9036304	Mirangini Chiefs Office	-
13	9035000	Njoro Ogilgai Farm	1922
14	9035021	Njoro Plant Breeding Stn.	1928
15	9035092	Egerton University	1943
16	9035119	Nessuit Forest Station	1949
17	9035232	Likia Forest Station	1960
18	9035233	Teret Forest Station	1960
19	9035254	Kinana Farm, Njoro	1964

出典：Land Use Hydrology of Lake Nakuru Catchment, Phase I, prepared by Department of Agricultural Engineering, Egerton University in collaboration with Wild Wide Fund for Nature, May 1992

一方、上述のSUMAWAプロジェクトの2005年年次報告書には、降雨観測についての調査の結果、Njoro流域内に分布する観測所はデータが蓄積されている観測所は数が限られている旨記載があり、観測所があるものの、定期的に観測が行われ、データが解析されているケースは限られている可能性もある。また、今回の調査では、これら降雨観測所の分布にかかわる情報は入手できなかったが、同報告書には、地理的分布に偏りがある旨記載されている。2005年にSUMAWAプロジェクトの活動として3カ所の新規自動観測所設置がNjoro流域内で行われ、ケ

ニア気象観測ネットワークに取り込まれていると記載されている。維持管理の責任主体は KMD と考えられる。

- ・ Sigaon Primary School (Njoro 流域上流)
- ・ Egerton University (Njoro 流域中流)
- ・ KWS (Njoro 川下流域)

#### 2-9-5 汚染源対策実施体制

工場廃水のモニタリングは、ナクル市内に分布する工場については、基本的に MCN の環境管理課が、一方、MCN 外の地域の汚染源については WRMA が対処することとなっている（表 2-31 参照）。

表 2-31 工場廃水対策の役割分担

	ナクル市内工場		ナクル市外工場	
	水量	水質	水量	水質
WRMA			✓	✓
MCN	✓	✓		✓

#### 2-10 環境汚染に起因する健康影響の発生状況

##### 2-10-1 ナクル District における水因性疾患

本節では、ナクル District における水因性疾患の発生状況について述べる。ナクル市内の水因性疾患の発生については、本報告書「第 3 章 ナクル市下水集水システム拡張計画に係る調査結果」において述べるため、本節では、ナクル District を対象に記載する。なお、情報が限られていることから、まず 2000 年 1 月～2001 年の 6 月までナクル州立総合病院（Nakuru Provincial General Hospital）及び Njoro 保健所（Njoro Health Centre）の調査結果<sup>18</sup>について記載したのち、上述の SUMAWA プロジェクトにおいて実施された PRA に基づき Njoro 川流域内の住民の意識について記述する。

##### (1) ナクル District における調査

ナクル District 内上記 2 機関における 2 万 8,128 名の外来患者のうち 1,568 の症例が腸チフス、胃腸炎、アメーバ症あるいは赤痢など水因性疾患と診断された。調査を行った 2 機関における疾病状況から分析したところ、56/1,000 が水因性疾患であり、病院別で比較すると州立病院で 39/1,000、保健所で 17/1,000 と算出された。これら水因性疾患の罹患には、季節性があり、通常 3 月及び 5 月に発生することが確認された。

上記 1,568 症例のうち比較が可能な 1,423 症例について年齢別で比較すると表 2-32 のようになり、0～19 歳までの若年層に特に多いことが示されている。

<sup>18</sup> Hlupheka P Chabalala, Hailemariam Mamo, Prevalence of Water-borne Diseases within the health facilities in Nakuru District, Kenya, A dissertation submitted for the requirement of Certificate in Applied Epidemiology in the Department of Community Health, Faculty of Medicine of the University of Nairobi, October 2001



表 2-32 年齢別罹患率

年 齢	数	割合 (%)
0～19	450	31.6
20～29	400	28.1
30～39	294	20.7
40～49	148	10.4
50 以上	131	9.2
計	1,423	100.0

また、症例別で比較すると腸チフスが 49%、胃腸炎が 29%、アメーバ症が 18%、赤痢が 4%であったと報告されている。これら症例の 48%が男性罹患患者であり、52%が女性罹患患者であり、胃腸炎及び腸チフスの罹患患者に女性が多い結果となった。

## (2) SUMAWA プロジェクトにおける Njoro 川流域の PRA 調査

表 2-20 Njoro 川流域の住民意識—課題認識とランキングに示したように Njoro 川流域の住民の水因性疾患に関する意識は高く、地域で重要な問題と考えられていると判断される。水因性疾患の発生について、住民は「表面流出に伴う河川の水質汚濁、車両洗浄水の混入、河川における洗濯及び水浴び、トイレ施設の不足、土壌流亡、採砂活動、河川への廃棄物の投棄」などの理由があると認識している。またこれらと並び河川水質の悪化が認識され、水因性疾患との関連についても意識していると判断される。

### 2-10-2 フラミンゴに関する関連調査

ナクル湖におけるフラミンゴの大量死について、本調査を開始するにあたり工場からの重金属を含む排水が疑われたため、現地で動物学の専門家のインタビューを行い関連試料を入手した。2006 年に出版された Kotut ら<sup>19</sup>の論文では、複数の湖の試料分析を行いシアノバクテリアの生成する anatoxin-a 及び microcystins などのシアノトキシン類が大量死の主要な原因であると推定しており、以下にその要約を示す。なお、ナクル湖は飲料水源として利用されていないが、シアノバクテリアは、人間にも同様に毒性を有するため本節に記載することとした。

- 2001～2003 年にかけてケニアの湖沼における植物性プランクトンの種の多様性について調査を行った。その結果、12 の水域において毒性物質を生成するシアノバクテリアが検出された。淡水域ではミクロキスティス属 (Microcystis) 及びアナベナ属 (Anabaena) が主要な植物プランクトンであり、アルカリ性水域ではアナベナ属 (Anabaena) 及びアナベノプシス属 (Anabaenopsis) が優先種であった。シアノバクテリアが大量発生した 7 つの湖及び 1 つのホットスプリングにおいて microcystins 及び anatoxin-a が広範囲な濃度で検出された。細胞吸着型の microcystins は、試料 1g 当たり乾物換算で 1.6～19800  $\mu$ g の幅で検出され、anatoxin-a は検出限界以下のものから 1260  $\mu$ g (同単位) の幅であった。アルカリ塩湖では、フラミンゴの死体から採取した胃の内容物及び肝臓組織から microcystins 及び anatoxin-a が検出された。ソナチ湖 (Lake Sonachi) 及びボゴリア湖が

<sup>19</sup> Kiplagat Kotut, Andreas Ballot and Lothar Krienits, Toxic Cyanobacteria and their toxins in standing waters of Kenya : Implications for water resource use, Journal of Water and Health, 04.2, 2006 : 233-245

ら採取した *A.Fusiformis* の純粋培養系統からは microcystins 及び anatoxin-a が検出され、ソナチ湖、ゴリア湖及びナクル湖からは同様の検定で anatoxin-a が検出された。ビクトリア湖内のニャンザ湾及びバリゴ湖においては、シアノバクテリア濃度は World Health Organization (WHO) の飲料水質基準の上限値である  $1.0 \mu\text{g/L}$  以上の濃度で検出された。上記の結果からボゴリア湖及びナクル湖のフラミンゴの大量死は、シアノトキシン類が原因であったと推定される。本論文では、シアノバクテリアの発生抑制のために必要な水資源利用方法、曝露量低減、富栄養化低減のための提言を行った。

なお、上記論文によると、ナクル湖では 1993、1995、1997 年及び 2000 年に大量死が報告され、Kairu ら<sup>20</sup>及び Nelson ら<sup>21</sup>など初期の論文では金属類による汚染が原因と疑われていたが、重金属汚染の影響が少ないボゴリア湖においてもフラミンゴの大量死が報告されていることから、それ以外の原因が探られ 1999 年頃から細菌類の毒性物質の可能性が指摘<sup>22</sup>されていた。同種のシアノバクテリアは、Old Town 下水処理場の熟成池においても検出されており、柵を破って施設に侵入する野生動物が同様の被害にあう可能性もある<sup>23</sup>。

また東アフリカのフラミンゴは、その総数は 150 万～400 万羽とされ、いまだに正確な生息数が明らかになっていない<sup>24</sup>。これはフラミンゴが夜間にアルカリ性塩湖の間を移動すること、またタンザニアとケニア間で計測方法が統一されていないことに起因しているとされている。また同文献には、レッサーフラミンゴがそれまで観察されたことのない湖に突然姿を現す（例えばケニアのオリイデン湖）ことがしばしば報告されており、衛星を使った追跡調査を行っているがいまだにその理由が明らかになっていないとされている。

上記のようにレッサーフラミンゴの生態が明らかになっていない時点で、ナクル湖のフラミンゴ数の変動について、種々の検討を行うことは誤解を招き、政策判断を誤らせる危険性もあることから慎重な検討が必要である。

---

<sup>20</sup> Kairu, J.K., 1996, Heavy metals residues in birds of Lake Nakuru, Kenya, *Afr.J.Ecol.*34, p.397-400

<sup>21</sup> Nelson, Y.M., Thampy, R.J., Motelin, G.K., Raini, J.A., Disante, C.J. and Lion, L.W., 1998 Model for trace metal exposure in filter-feeding flamingos at alkaline Rift Valley lakes, Kenya. *Environm.Toxicol.Chem.*20, 2320-2309

<sup>22</sup> Kock, N.D., Kock, R.A., Wambua, J., Kamau, G.J. and Mohan, K., 1999, Microbaterium avuim-related epizootic in free-ranging Lesser Flamingos in Kenya. *J.Wildlife Dis.*35, 297-300

<sup>23</sup> Kiplagat Kotut, Andreas Ballot, Claudia Wiegand, Lothar Krienits, 2010, Toxic cyanobacteria at Nakuru sewage oxidation ponds- A potential threat to wildlife, *Limnologica*, 40, p.47-53

<sup>24</sup> Robert Koenig, ORNITHOLOGY : The Pink Death : Die-Offs of the Lesser Flamingo Raise Concern, *Science* 22 September 2006 : p 1724-1725.