

ケニア共和国  
環境・水・天然資源省  
水資源管理庁

ケニア共和国  
全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

最終報告書

要 約

平成 25 年 10 月  
(2013 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

環境
JR
13-201

ケニア共和国  
環境・水・天然資源省  
水資源管理庁

ケニア共和国  
全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

最終報告書

要 約

平成 25 年 10 月  
(2013 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

# 最終報告書

## 【 報告書の構成 】

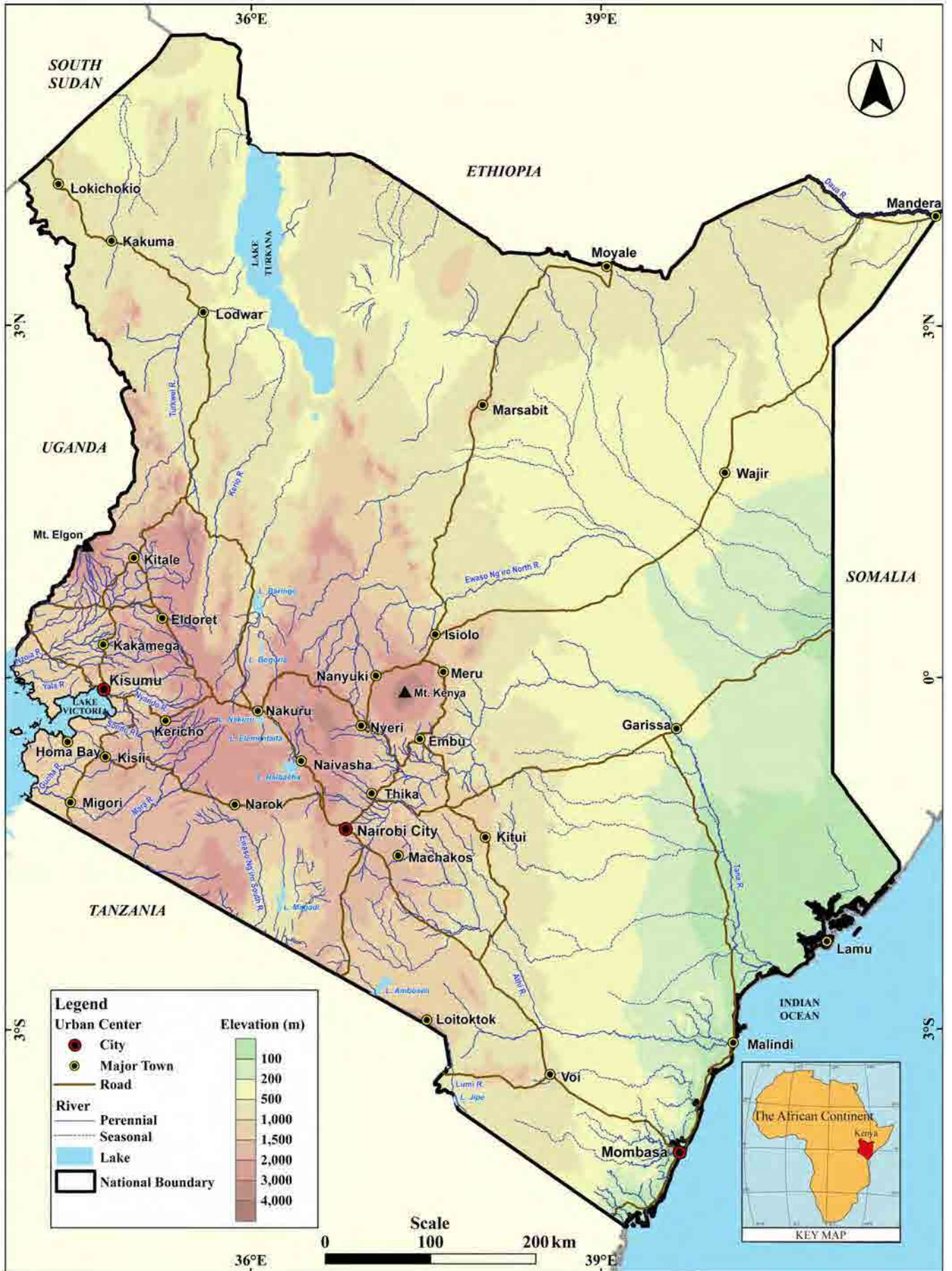
- 第1巻 要約
- 第2巻 主報告書 (1/2)  
パートA：全体方針とフレームワーク  
パートB：ビクトリア湖北流域区  
パートC：ビクトリア湖南流域区  
パートD：リフトバレー流域区
- 第3巻 主報告書 (2/2)  
パートE：アティ流域区  
パートF：タナ流域区  
パートG：エワソンギロ北流域区  
パートH：アクションプラン
- 第4巻 セクトラル・レポート (1/3)  
A：社会経済  
B：水文・気象  
C：上水道開発計画  
D：下水道開発計画
- 第5巻 セクトラル・レポート (2/3)  
E：灌漑開発計画  
F：水力開発計画  
G：水資源開発計画  
H：水資源管理計画  
J：洪水・渇水災害管理計画
- 第6巻 セクトラル・レポート (3/3)  
K：環境管理計画  
L：法組織制度  
M：データベース GIS  
N：パイロット活動
- 第7巻 データ集  
パートA：水文データ  
パートB：灌漑調査データ  
パートC：再委託業務成果

### 適用通貨換算率

US\$1.00 = KSh 85.24 = ¥ 79.98

(2012年11月1日)

# 要約



調査位置図

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

最終報告書  
要 約

調査位置図

略語表

目 次

	頁
<b>1. 序</b> .....	<b>1</b>
1.1 プロジェクトの背景.....	1
1.2 プロジェクトの目的.....	1
1.3 プロジェクトの概要.....	2
1.3.1 対象地域と計画の目標年次.....	2
1.3.2 プロジェクトの成果.....	2
<b>2. 自然条件と社会経済条件</b> .....	<b>3</b>
2.1 自然条件.....	3
2.2 社会経済条件.....	3
<b>3. 国家水政策と国家開発目標</b> .....	<b>4</b>
3.1 国家水政策.....	4
3.2 国家開発計画.....	4
<b>4. ケニアの水資源量</b> .....	<b>5</b>
4.1 将来気候予測.....	5
4.2 水資源賦存量.....	6
4.3 持続可能な地下水利用可能量.....	7
4.4 利用可能水資源量.....	7
<b>5. 水需要と水収支</b> .....	<b>8</b>
5.1 水需要予測のための基本条件.....	8
5.2 水需要.....	9
5.3 利用可能水資源量と水需要量のバランス.....	10

<b>6.</b>	<b>計画策定のための全体方針</b> .....	<b>12</b>
6.1	全国水資源マスタープラン 2030 の目的と内容構成 .....	12
6.2	水配分方針.....	13
6.3	上水道開発計画.....	14
6.4	下水道開発計画.....	16
6.5	灌漑開発計画.....	17
6.6	水力開発計画.....	18
6.7	水資源開発計画.....	19
6.8	水資源管理計画.....	21
6.9	洪水・渇水災害管理計画.....	23
6.10	環境管理計画.....	24
<b>7.</b>	<b>ビクトリア湖北流域区水資源マスタープラン</b> .....	<b>26</b>
7.1	流域区概要.....	26
7.2	水資源、水需要および水配分 .....	26
7.3	上水道開発計画.....	28
7.4	下水道開発計画.....	30
7.5	灌漑開発計画.....	31
7.6	水力開発計画.....	33
7.7	水資源開発計画.....	33
7.8	水資源管理計画.....	36
7.9	洪水・渇水災害管理計画.....	38
7.10	環境管理計画.....	40
<b>8.</b>	<b>ビクトリア湖南流域水資源マスタープラン</b> .....	<b>41</b>
8.1	流域概要.....	41
8.2	水資源、水需要および水配分 .....	41
8.3	上水道開発計画.....	43
8.4	下水道開発計画.....	45
8.5	灌漑開発計画.....	46
8.6	水力開発計画.....	48
8.7	水資源開発計画.....	48
8.8	水資源管理計画.....	51
8.9	洪水・渇水災害管理計画.....	54
8.10	環境管理計画.....	55
<b>9.</b>	<b>リフトバレー流域区水資源マスタープラン</b> .....	<b>57</b>
9.1	流域区概要.....	57
9.2	水資源、水需要および水配分 .....	58

9.3	上水道開発計画.....	60
9.4	下水道開発計画.....	62
9.5	灌漑開発計画.....	64
9.6	水力開発計画.....	65
9.7	水資源開発計画.....	65
9.8	水資源管理計画.....	68
9.9	洪水・渇水災害管理計画.....	71
9.10	環境管理計画.....	72
<b>10.</b>	<b>アティ流域区水資源マスタープラン.....</b>	<b>74</b>
10.1	流域区概要.....	74
10.2	水資源、水需要および水配分.....	74
10.3	上水道開発計画.....	76
10.4	下水道開発計画.....	78
10.5	灌漑開発計画.....	80
10.6	水力開発計画.....	81
10.7	水資源開発計画.....	81
10.8	水資源管理計画.....	84
10.9	洪水・渇水災害管理計画.....	87
10.10	環境管理計画.....	88
<b>11.</b>	<b>タナ流域区水資源マスタープラン.....</b>	<b>90</b>
11.1	流域区概要.....	90
11.2	水資源、水需要および水配分.....	90
11.3	上水道開発計画.....	92
11.4	下水道開発計画.....	94
11.5	灌漑開発計画.....	95
11.6	水力開発計画.....	97
11.7	水資源開発計画.....	97
11.8	水資源管理計画.....	100
11.9	洪水・渇水災害管理計画.....	103
11.10	環境管理計画.....	105
<b>12.</b>	<b>エワソングロ北流域区水資源マスタープラン.....</b>	<b>106</b>
12.1	流域区概要.....	106
12.2	水資源、水需要および水配分.....	106
12.3	上水道開発計画.....	107
12.4	下水道開発計画.....	109
12.5	灌漑開発計画.....	111



12.6	水力開発計画.....	112
12.7	水資源開発計画.....	113
12.8	水資源管理計画.....	114
12.9	洪水・渇水災害管理計画.....	117
12.10	環境管理計画.....	119
<b>13.</b>	<b>事業費概算.....</b>	<b>120</b>
13.1	事業費積算の基本条件.....	120
13.2	提案事業の概算事業費.....	120
<b>14.</b>	<b>経済評価.....</b>	<b>122</b>
14.1	経済評価のための基本条件.....	122
14.2	提案事業の経済評価.....	123
<b>15.</b>	<b>実施計画.....</b>	<b>125</b>
15.1	実施の優先順位付けのための基準.....	125
15.2	提案事業の実施計画.....	125
15.3	提案事業の実施時の留意事項.....	126
<b>16</b>	<b>財政面.....</b>	<b>127</b>
16.1	政府予算.....	127
16.2	財務分析.....	128
<b>17.</b>	<b>組織制度強化計画.....</b>	<b>128</b>
17.1	水セクターの現行組織制度.....	128
17.2	基本文書.....	129
17.3	提案のアクション.....	129
<b>18.</b>	<b>WRMA 地域事務所のアクションプラン.....</b>	<b>130</b>
18.1	WRMA 地域事務所の水資源管理に係る現状の課題.....	130
18.2	提案するアクションプラン.....	131
<b>19.</b>	<b>提案計画のサブセクター別まとめ.....</b>	<b>133</b>
<b>20.</b>	<b>提 言.....</b>	<b>133</b>

表 目 次

	頁
表6.3.1 都市給水システムの開発対象となる137都市.....	T-1
表6.4.1 下水道開発対象となる95都市 .....	T-1
表6.5.1 政府灌漑関係諸機関および本調査提案の大規模灌漑計画 (1/3)-(3/3).....	T-2
表6.8.1 水資源モニタリングのためのWRMA観測所目標数、実績、ならびに提案する観測地点数 .....	T-5
表7.2.1 充足可能な水需要量 (2030年) .....	T-6
表7.3.1 都市給水システムの開発計画 (LVN流域区) .....	T-7
表7.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (LVN流域区) .....	T-8
表7.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (LVN流域区) .....	T-8
表7.4.1 下水道開発計画 (LVN流域区) .....	T-8
表7.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (LVN流域区) .....	T-9
表7.5.1 流域区別灌漑開発可能面積 (2030年) .....	T-10
表7.5.2 選定された大規模灌漑プロジェクト(1/2)-(2/2).....	T-11
表7.7.1 提案のダム .....	T-13
表7.7.2 提案の導水施設 .....	T-14
表7.7.3 2030年の水需給バランス (LVN流域区) .....	T-15
表7.7.4 基準点での自然流量、維持流量、水需要量、開発水量と利水安全度.....	T-16
表8.3.1 都市給水システムの開発計画 (LVS流域区) .....	T-17
表8.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (LVS流域区) .....	T-18
表8.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (LVS流域区) .....	T-18
表8.4.1 下水道開発計画 (LVS流域区) .....	T-18
表8.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (LVS流域区) .....	T-19
表8.7.1 2030年の水需給バランス (LVS流域区) .....	T-20
表9.3.1 都市給水システムの開発計画 (RV流域区) .....	T-21
表9.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (RV流域区) .....	T-21
表9.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (RV流域区) .....	T-21
表9.4.1 下水道開発計画 (RV流域区) .....	T-22
表9.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (RV流域区) .....	T-22
表9.7.1 2030年の水需給バランス (RV流域区) .....	T-23
表10.3.1 都市給水システムの開発計画 (Athi流域区) .....	T-24
表10.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (Athi流域区) .....	T-25
表10.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (Athi流域区) .....	T-25
表10.4.1 下水道開発計画 (Athi流域区) .....	T-25
表10.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (Athi流域区) .....	T-26

表10.7.1	2030年の水需給バランス（Athi流域区） .....	T-27
表11.3.1	都市給水システムの開発計画（Tana流域区） .....	T-28
表11.3.2	大規模地方給水システムの開発計画（Tana流域区） .....	T-29
表11.3.3	小規模地方給水システムの開発計画（Tana流域区） .....	T-29
表11.4.1	下水道開発計画（Tana流域区） .....	T-29
表11.4.2	オンサイト処理施設の利用者数と必要個数（Tana流域区） .....	T-30
表11.7.1	2030年の水需給バランス（Tana流域区） .....	T-31
表12.3.1	都市給水システムの開発計画（ENN流域区） .....	T-32
表12.3.2	大規模地方給水システムの開発計画（ENN流域区） .....	T-32
表12.3.3	小規模地方給水システムの開発計画（ENN流域区） .....	T-32
表12.4.1	下水道開発計画（ENN流域区） .....	T-33
表12.4.2	オンサイト処理施設の利用者数と必要個数（ENN流域区） .....	T-33
表12.7.1	2030年の水需給バランス（ENN流域区） .....	T-34
表13.2.1	開発計画の概算事業費 .....	T-35
表13.2.2	管理計画の概算事業費 .....	T-36
表19.1.1	2030年の水需要に対する水配分案のまとめ .....	T-37
表19.1.2	上水道開発計画のまとめ .....	T-38
表19.1.3	下水道開発計画のまとめ .....	T-39
表19.1.4	灌漑開発計画のまとめ .....	T-40
表19.1.5	水力開発計画のまとめ .....	T-41
表19.1.6	水資源開発計画のまとめ .....	T-42
表19.1.7	流域区別の水資源管理計画 .....	T-43
表19.1.8	洪水・渇水災害管理計画のまとめ .....	T-44
表19.1.9	環境管理計画のまとめ (1/2)-(2/2) .....	T-45

図目次

	頁	
図1.3.1	WRMA流域区 .....	F-1
図2.2.1	地方政府の行政界 .....	F-2
図4.1.1	将来気候予測と水資源開発計画策定の流れ .....	F-3
図5.3.1	サブ流域別の2010年水需要に対する水不足量 .....	F-4
図5.3.2	サブ流域別の2030年水需要に対する水不足量 .....	F-5
図6.8.1	森林の現況と植林可能地域 .....	F-6
図6.9.1	洪水災害管理計画検討対象地区 .....	F-7
図7.3.1	上下水道開発計画対象都市 .....	F-8
図7.5.1	灌漑開発計画 .....	F-9

図7.6.1	水力開発計画 .....	F-10
図7.7.1	ダムおよび導水計画 .....	F-11
図7.7.2	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVN流域区) (1/2)-(2/2) .....	F-12
図7.8.1	提案の水資源モニタリングネットワーク .....	F-14
図7.9.1	洪水・渇水災害管理計画 .....	F-15
図7.10.1	環境管理計画 .....	F-16
図8.7.1	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS流域区) (1/5)-(5/5) .....	F-17
図9.7.1	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (RV流域区) (1/4)-(4/4) .....	F-22
図10.7.1	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Athi流域区) (1/2)-(2/2) .....	F-26
図11.7.1	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Tana流域区) (1/3)-(3/3) .....	F-28
図12.7.1	基準点における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (ENN流域区) .....	F-31
図15.2.1	上水道開発計画の実施スケジュール(1/6)-(6/6).....	F-32
図15.2.2	下水道開発計画の実施スケジュール(1/6)-(6/6).....	F-38
図15.2.3	灌漑開発計画の実施スケジュール(1/6)-(6/6).....	F-44
図15.2.4	水力開発計画の実施スケジュール.....	F-50
図15.2.5	水資源開発計画の実施スケジュール(1/2)-(2/2).....	F-51
図15.2.6	水資源管理計画の実施スケジュール(1/6)-(6/6).....	F-53
図15.2.7	洪水・渇水災害管理計画の実施スケジュール(1/2)-(2/2).....	F-59
図15.2.8	環境管理計画の実施スケジュール(1/2)-(2/2).....	F-61
図17.1.1	水灌漑省下の水セクターに関する制度的枠組みの現状.....	F-63
図18.2.1	WRMA地域事務所アクションプランの実施スケジュール.....	F-64
図19.1.1	ビクトリア湖北流域区の開発計画.....	F-65
図19.1.2	ビクトリア湖北流域区の管理計画.....	F-66
図19.1.3	ビクトリア湖南流域区の開発計画.....	F-67
図19.1.4	ビクトリア湖南流域区の管理計画.....	F-68
図19.1.5	リフトバレー流域区の開発計画 .....	F-69
図19.1.6	リフトバレー流域区の管理計画 .....	F-70
図19.1.7	アティ流域区の開発計画 .....	F-71
図19.1.8	アティ流域区の管理計画 .....	F-72
図19.1.9	タナ流域区の開発計画 .....	F-73
図19.1.10	タナ流域区の管理計画 .....	F-74
図19.1.11	エワソンギロ北流域区の開発計画.....	F-75

---

図19.1.12	エワソングロ北流域区の管理計画.....	F-76
図19.1.13	リフトバレー流域区の開発計画および管理計画拡大図.....	F-77
図19.1.14	タナ流域区の開発計画および管理計画拡大図.....	F-78

## 略語集

ACA	: Athi Catchment Area
ASAL	: Arid and Semi-arid Land
BHN	: Basic Human Needs
BOPA	: Budget Outlook Paper
CAAC	: Catchment Areas Advisory Committee
CMIP3	: Phase 3 of Coupled Model Intercomparison Project
CMS	: Catchment Management Strategy
DIAS	: Data Integration and Analysis System
DOC	: Disaster Operation Centre
ENN	: Ewaso Ng'iro North
GCM	: General Circulation Model
GDP	: Gross Domestic Product
GPS	: Global Positioning System
JICA	: Japan International Cooperation Agency
KenGen	: Kenya Electric Generating Company
KFS	: Kenya Forest Service
KMD	: Kenya Meteorological Department
KWS	: Kenya Wildlife Service
LCPDP	: Least Cost Power Development Plan
LVN	: Lake Victoria North
LVS	: Lake Victoria South
M/P	: Master Plan
MDNKOAL	: Ministry of State for Development of Northern Kenya and Other Arid Lands
MORDA	: Ministry of Regional Development Authorities
MWI	: Ministry of Water and Irrigation
NDOC	: National Disaster Operation Centre
NIB	: National Irrigation Board
NWCPC	: National Water Conservation and Pipeline Corporation
NWMP	: National Water Master Plan
O&M	: Operation and Maintenance
RBO	: River Basin Organization
RV	: Rift Valley
SCMP	: Sub-catchment Management Plan
SHER	: Similar Hydrologic Element Response
SRI	: System of Rice Intensification
TARDA	: Tana and Athi Rivers Development Authority
WKCDD&FMP	: Western Kenya Community Driven Development & Flood Mitigation Project
WRM	: Water Resources Management
WRMA	: Water Resource Management Authority
WRUA	: Water Resources Users Association
WSTF	: Water Services Trust Fund
WWF	: World Wide Fund for Nature

## 単位

## Length

mm	=	millimeter
cm	=	centimeter
m	=	meter
km	=	kilometer

## Area

ha	=	hectare
m <sup>2</sup>	=	square meter
km <sup>2</sup>	=	square kilometer

## Volume

l, lit	=	liter
m <sup>3</sup>	=	cubic meter
m <sup>3</sup> /s, cms	=	cubic meter per second
CM	=	cubic meter
MCM	=	million cubic meter
BCM	=	billion cubic meter
m <sup>3</sup> /d, cmd	=	cubic meter per day
BBL	=	Barrel

## Weight

mg	=	milligram
g	=	gram
kg	=	kilogram
t	=	ton
MT	=	metric ton

## Time

s	=	second
hr	=	hour
d	=	day
yr	=	year

## Money

KSh	=	Kenya shilling
US\$	=	U.S. dollar
¥	=	Japanese Yen

## Energy

kcal	=	Kilocalorie
kW	=	kilowatt
MW	=	megawatt
kWh	=	kilowatt-hour
GWh	=	gigawatt-hour

## Others

%	=	percent
o	=	degree
'	=	minute
"	=	second
°C	=	degree Celsius
cap.	=	capital
LU	=	livestock unit
md	=	man-day
mil.	=	million
no.	=	number
pers.	=	person
mmho	=	micromho
ppm	=	parts per million
ppb	=	parts per billion
lpcd	=	litter per capita per day

## 注記事項

1. 本マスタープランは2012年11月までの現地調査によってケニア政府・関係機関より得られた資料・データをもとに作成している。利用した個々のデータの出典等については本文中に記載している。
2. 本マスタープランに記載のケニア政府省庁名ならびに関係機関名は、2012年11月末現在の名称を用いている。
3. 今後適宜更新されるべき情報について

本マスタープランに記載した以下の情報は、今後適宜更新を行うことが必要である。

### (1) 提案事業に係る情報

提案の開発事業（プロジェクト）の諸元ならびに実施スケジュールは、プロジェクトの実施に向け変更されると想定されるので、かかる変更が明確になった時点で更新を行う必要がある。

### (2) 水需要に係る情報

本マスタープランで予測した水需要は、本マスタープランで提案しているプロジェクト以外で水需要予測に大きく影響するような大規模開発プロジェクト等が策定された場合には、水資源開発・管理に影響があるので更新が必要である。

## 4. 費用算定のための通貨換算率

本マスタープランで提案の開発計画ならびに管理計画の概算事業費ならびに運転維持管理費用の算定は、2012年11月1日現在の以下の為替レートを用いて行った。

### 適用通貨換算率

**US\$1.00 = KSh 85.24 = ¥ 79.98**

**(2012年11月1日)**



## 要 約

### 1. 序

#### 1.1 プロジェクトの背景

ケニア政府は、国際協力機構（JICA）の技術協力を受けて 1992 年に適切な水資源開発・管理を目指して「全国水資源マスタープラン」を策定し、以来、同マスタープランの提案を実行してきている。

2002 年には水法（Water Act 2002）が施行され、ケニア政府は水セクターのリフォームを実行してきている。水資源管理分野では、2003 年に国家水資源管理の責任組織である水資源管理庁（WRMA）が設立され、水資源管理が行政単位から流域単位に変更された。

2007 年には、目標年次を 2030 年とした国家開発計画である「ビジョン 2030」が策定された。水は同ビジョンにおいて提案された開発活動を支える基本的な資源として規定されている。ビジョンを達成するためには、環境保全に配慮しつつ生活用水や灌漑用水、産業用水の増加する水需要を賄うための水資源開発・管理の適切な実施体制および計画が必須である。

世界的な気候変動はケニアにおいても大きな問題となっており、近年、洪水および渇水のリスクが増加してきているようである。ケニア政府は、国家気候変動対応戦略を策定した。国家開発を支える最も重要なセクターの一つである水セクターにおいても気候変動対応策を考える必要がある。

このように、水セクターを取り巻く状況は大きく変化しており、水資源マスタープランの更新が必要となった。

ケニア政府の要請により、日本政府は「ケニア国全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト」への技術協力を決定し、JICA に水灌漑省および関係機関と協力の下、本プロジェクトの実施を委託した。

#### 1.2 プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は以下のとおりである。

- 1) 2050 年を目安とした気候変動の影響による水資源の脆弱性、水資源利用可能量等の評価をする。
- 2) 2030 年を目標年次とした、持続可能な水資源開発、利用及び管理のための統合水資源開発・管理マスタープランを 6 流域別に策定する。
- 3) 2022 年を目標年次とした、WRMA 地域事務所の水資源管理能力強化のためのアクションプランを策定する。
- 4) 上記マスタープラン及びアクションプランを策定することにより、調査手法・解析・計画策定・水資源開発・管理に係る技術が移転する。

## 1.3 プロジェクトの概要

### 1.3.1 対象地域と計画の目標年次

本プロジェクトの対象地域はケニア全国であり、図 1.3.1 に示すように国家水資源管理戦略(National Water Resources Management Strategies 2007-2009) において規定されている以下の 6 流域区 (Catchment Area) に分割される。これらの流域区は WRMA の水資源管理単位である。

- a) ビクトリア湖北流域区 (18,374 km<sup>2</sup>)
- b) ビクトリア湖南流域区 (31,734 km<sup>2</sup>)
- c) リフトバレー流域区 (130,452 km<sup>2</sup>)
- d) アティ流域区 (58,639 km<sup>2</sup>)
- e) タナ流域区 (126,026 km<sup>2</sup>)
- f) エワソングロ北流域区 (210,226 km<sup>2</sup>)

(注：各流域区の面積は WRMA の各流域区管理戦略による。)

本プロジェクトで策定する「ケニア全国水資源マスタープラン 2030」の計画目標年次は 1.2 節のプロジェクトの目的に述べたように 2030 年である。

### 1.3.2 プロジェクトの成果

本プロジェクトは、2 つのフェーズに分け実施された。フェーズ 1 は基礎調査分析、フェーズ 2 はマスタープランの策定である。調査期間は全体で 37 カ月である。フェーズ 1 は 2010 年 10 月から 2012 年 12 月にかけて実施され、フェーズ 2 は 2012 年 2 月から 2013 年 10 月にかけて実施された。

本プロジェクトの成果は本報告書の巻頭に示すように、以下の 7 巻にまとめられている。

- 第 1 巻 エグゼクティブサマリー
- 第 2 巻 メインレポート (1/2)
- 第 3 巻 メインレポート (2/2)
- 第 4 巻 セクトラルレポート (1/3)
- 第 5 巻 セクトラルレポート (2/3)
- 第 6 巻 セクトラルレポート (3/3)
- 第 7 巻 データブック

メインレポートは各流域別の水資源マスタープランをとり求めたものであり、セクトラルレポートは関連各分野の検討成果を取りまとめたものである。データブックは本プロジェクトで使用したデータや現地再委託調査成果等を取りまとめている。

エグゼクティブサマリーはメインレポートの要約である。

## 2. 自然条件と社会経済条件

### 2.1 自然条件

ケニア国は、位置図に示すようにアフリカ大陸の東部に位置し、中央部を赤道が通過している。北はソマリア、エチオピアおよび南スーダン、西はウガンダ、南はタンザニアと国境を接している。国土面積は 582,646 km<sup>2</sup> で、陸地面積が 571,416 km<sup>2</sup> と国土面積の 98% を占め、水面積は 11,230 km<sup>2</sup> である。水面積の大半はビクトリア湖とトゥルカナ湖である。また、陸地面積の内、約 490,000 km<sup>2</sup> (陸地面積の 85%) は乾燥地もしくは半乾燥地である。残りの約 81,000 km<sup>2</sup> は非乾燥地であり、利用可能な土地で、ケニア経済および住民生活を実質的に支えている。

また、ケニアは氷河に覆われた山から砂漠まで多様な地形的特徴を有している。標高もインド洋の海水面からケニア山山頂の 5,199 m まで変化する。ケニアの気候は熱帯収束帯の動きおよび地形的起伏により支配されている。降雨はビクトリア湖や複雑な地形のリフトバレー、ケニア山やエルゴン山等の高山の影響を受ける。インド洋に面する海岸線は比較的湿潤な熱帯となっている。海岸線の内陸には、乾燥地もしくは半乾燥地が広がっている。ケニアの気候には、一般に長期 (3月-5月) と短期 (10月-12月) の2つの雨期がある。全国平均の年降雨量は 680 mm であり、乾燥地の約 200 mm から湿潤地域の約 1,800 mm まで変化する。

### 2.2 社会経済条件

ケニア国の行政区分は、2010年制定の新憲法以前は、州、地域、地区、村であったが、新憲法制定により、大きくは中央政府と地方分権された地方行政区 (County) に変更された。新憲法により設置された地方行政区は 47 ある。図 2.2.1 に新しい地方行政区の行政界を示す。

2009年の国勢調査によれば、2009年時点のケニア国の人口は 3,860万人であり、1999年の人口に比し約 35%増加している。年増加率は 3.0%である。人口密度は 68人/km<sup>2</sup>である。2009年時点では、全人口の 67.7% (2,610万人)が地方部に住み、32.3% (1,250万人)が都市部にすんでいる。

ケニアの経済は、農業と観光に大きく依存している。2012年の経済調査によれば、2008年以来の経済ショックから着実に回復しており、世界銀行のケニア経済展望によれば 2012年の GDP 成長率は 5.0%と推定されている。農業セクターは GDP の約 24%を担い、観光セクターは輸出の約 17%を担っている。

政府の収入は、2012年の経済調査によれば、2011/12年度の収入は前年度比 15.1%増加し、KSh 7,662億に達すると予想されている。一方、支出は前年比 35.2%増加し、KSh 9,099億と予想されている。水セクターの予算は、KSh 248億で増加傾向にあるものの政府予算 KSh 8,382億の 3.0%を占めるにすぎない。開発予算でみると、約 54%を外部資金に頼っている。水セクター内では、灌漑サブセクターへの予算配分が大きく、2012/13年度のセクター予算の約 39%を占める。

ケニア総合世帯予算調査 2005/2006によれば、大人一人当たりの月支出額は全国平均で KSh 3,432であるが、都市部では KSh 6,673、地方部では KSh 2,331であり、格差が大きい。GDP 成長率および物価上昇率から 2012年の大人一人当たりの月支出額を推定すると都市部は約 KSh 175,000、地方部は約 KSh 61,000となる。また、同調査によれば 2005/2006年時点での貧困ライン<sup>1</sup>以下の人口は全人口の約 47%と推定されている。

<sup>1</sup> ケニア統計局 (KNBS) によれば、一人当りの月収入が都市部においては KSh 2,913、地方部においては KSh 1,562

### 3. 国家水政策と国家開発目標

#### 3.1 国家水政策

ケニアの現国家水政策は、1999年に水資源開発および管理に関する国家政策（国家水政策 1999）として策定された政策である。この国家水政策に基づき、2002年に水法が制定された。現国家水政策は、水セクターの持続的な開発および管理を達成すること、および水セクターの活動の範囲を示すために必要な方策、および水セクターに関連するすべての活動と行為者を一致させるために必要な方策を示すことを目的としている。

現国家水政策は、水資源管理、給水および下水道開発、組織制度および水セクターの財政の基本4分野について、以下のような具体的な目標を掲げている。

- a) 利用可能な水資源を保護、保全し、持続可能で、合理的に、かつ経済的な方法で配分する。
- b) 種々の水需要を満たすよう良質で十分な量の水を、貧困削減に配慮しながら、また排水の安全性確保と環境保護を確実にしながら、供給する。
- c) 水セクターの体系的な開発および管理を達成するための組織制度を構築する。
- d) 効率的な水資源管理、給水および下水道開発のための健全で、持続可能な財政システムを確立する。

本マスタープランは上記の政策目標を念頭に策定することとする。

本マスタープランは国家水政策 1999、および 2002 年制定の水法にもとづいて策定することでケニア側と合意している。なお、現在、2010年に制定された新憲法に沿って国家水政策 2012 としての改定作業が行われている。

#### 3.2 国家開発計画

ケニア政府は 2007 年に、2008 年から 2030 年までを対象期間とした新しい国家開発の青写真である「Kenya Vision 2030」（以下、ビジョン 2030）を策定した。ビジョン 2030 は、ケニア国を 2030 年までに工業化された中進国に発展させ、全ての住民が質の高い生活を送れることを保障することを目指している。

ビジョン 2030 は経済、社会および政治の 3 本の柱から構成されている。経済的柱は 2012 年からの年 10% の GDP の成長であり、社会的柱は清潔で安全な環境の下、社会的公平を有する公正で結束した社会の構築としている。政治的柱は、民主的政治体制の実現およびケニア住民の権利と自由の保護である。

ビジョン 2030 では、水セクター関連の国家開発目標として以下を掲げている。

- a) 給水および衛生分野：2030 年までに、すべての住民に安全な水供給と、適切な衛生環境を利用およびこれらへのアクセスを可能ならしめる。
- b) 農業分野：農業生産増大のため、2030 年までに 120 万 ha の新規灌漑開発を目指す。
- c) 環境分野：2030 年までに清潔で、安全で、持続可能な環境を持つ国家を目指す。

---

を貧困ラインとしている。（Sectoral Report (A) Socio-economy Section 6.2 Poverty）

- d) エネルギー分野：より多くのエネルギーの供給とエネルギーセクターの効率性の向上を目指す。

また、より具体的な目標として 2008-2012 年の中期計画を策定し、フラッグシッププロジェクト<sup>2</sup>が提案されている。これらのプロジェクトは本調査に於いても考慮する。

## 4. ケニアの水資源量

### 4.1 将来気候予測

ケニア国の将来の水資源量は気候変動に影響されるであろうことから、本調査では気候変動の影響を定量的に評価し、将来水資源量を推定することとした。将来の気候変動予測は、データ統合・解析システム(DIAS)から入手した、第3次結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP3)による17種の大気循環モデル(GCM)の2045年から2065年の期間の結果を基に2050年を目安とした将来気候(以下、2050年気候)を予測した。温室効果ガス排出シナリオは、物理的に妥当と考えられ、当該地区の気候変動の潜在的な幅が現実的と考えられるA1Bとした<sup>3</sup>。将来気候予測と水資源開発計画策定の流れを図4.1.1に示す。

温室効果ガス排出シナリオのA1Bに対応したGCMデータとケニアの気候特性の再現性を考慮し、入手した17GCMsから11GCMsを将来気候変動予測に使用するモデルとして選定し、2050年を目安とした気候変動を予測した。2030年の将来気候は、1990年の現在気候と2050年のバイアス補正された将来気候との内挿補間法で予測した。

11GCMsのマルチアンサンブル解析によれば、将来の気温上昇は避けられないものと予測される。現在気候に対して、2030年で1℃程度、2050年で2℃程度様に上昇するものと予測される。これにより、2030年および2050年の平均年降水量および平均年蒸発散量は下表のように増加するものと予測される。但し、将来気候変動予測は不確性を含んでいることに留意する必要がある。なお、蒸発散量の推定<sup>4</sup>は、種々の気象データが十分ではないことを勘案し、気温データのみで推定可能なHamon法で蒸発散量を推定し、さらに気象統計値にもとづきFAO Penman-Monteith法により補正を行った蒸発散量についても推定した。

#### 平均年降水量および蒸発散量の予測値

(単位：mm/year)

項目	2010年	2030年	2050年
平均年降水量	679	750	801
平均年蒸発散量 (Hamon 法)	549	613	659
平均年蒸発散量 (FAO Penman-Monteith 法による補正)	608	675	723

注：数値は11モデルのアンサンブル平均であり、全国平均である。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.1 節参照)

<sup>2</sup> High Grand Falls 多目的貯水池、Mzima 給水などのプロジェクトが提案されている。

<sup>3</sup> 詳細は Sectral Report (B), 4.1~4.5 節参照。

<sup>4</sup> 詳細は Sectral Report (B), 5.5 節参照。

## 4.2 水資源賦存量

将来気候予測結果に基づいて、水資源賦存量を算出した。前記の2蒸発散量算定方法に対し、年間の降水量から蒸発散量を差し引き対象流域の面積を乗じて算出した。さらに、流出解析モデルである Similar Hydrologic Element Response (SHER)モデルを用いて表流水流出量と地下水涵養量を推定した。解析結果を全国および6流域区でまとめると現在および将来気候下での表流水流出量と地下水涵養量は以下の通りである。

### 国家水資源賦存量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

蒸発散量推定方法	項目	2010年	2030年	2050年
Hamon 法	水資源賦存量	76,610	80,474	83,583
	表流水流出量	20,637	24,894	26,709
	地下水涵養量	55,973	55,580	56,874
FAO Penman-Monteith 法 による補正	水資源賦存量	42,107	44,301	45,996
	表流水流出量	20,637	24,894	26,709
	地下水涵養量	21,470	19,407	19,287

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.2.1 節参照)

上表に見られるように、FAO Penman-Monteith 法による補正に対する水資源賦存量は、蒸発散量が大きくなることから Hamon 法に対する水資源賦存量を大きく下回る結果となる。表流水流出量は観測値でキャリブレーションしていることから変化はなく、結果として水資源賦存量が少なくなれば地下水涵養量も少なくなる。しかしながら、蒸発散量の正確な推定のための気象データが不足していることから、どちらの方法が妥当かは現時点では結論付けられない。水資源開発計画は、少ない地下水涵養量で地下水開発計画を策定しておくことが適当と判断する。したがって、本調査では水資源賦存量および地下水涵養量は FAO Penman-Monteith 法による補正に対する値を採用する。

### 流域区別の年表流水流出量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	面積 (km <sup>2</sup> )	2010年	2030年	2050年
ビクトリア湖北	18,374	4,626	4,969	5,455
ビクトリア湖南	31,734	4,773	5,749	7,005
リフトバレー	130,452	2,457	3,045	3,794
アティ	58,639	1,198	1,334	1,711
タナ	126,026	5,858	7,261	7,383
エワソングロ北*	210,226	1,725	2,536	1,361
合計	575,451	20,637	24,894	26,709

注：\* 2030年から2050年への流出量の減少については、降雨量の90%が蒸発散するという地域特性に大きく影響されていると思われる。詳細については、Sectoral Report (B), 5.4.1 節を参照

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.2.1 節参照)

### 流域区別の年地下水涵養量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	面積 (km <sup>2</sup> )	2010 年	2030 年	2050 年
ビクトリア湖北	18,374	1,326	1,251	1,612
ビクトリア湖南	31,734	2,294	2,111	2,126
リフトバレー	130,452	1,126	1,126	1,209
アティ	58,639	3,345	3,303	3,649
タナ	126,026	7,719	6,520	5,840
エワソングロ北	210,226	5,660	5,095	4,851
合計	575,451	21,470	19,407	19,287

注：蒸発散量は FAO Penman-Monteith 法による算定値を採用した。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.2.1 節参照)

### 4.3 持続可能な地下水利用可能量

地下水涵養量は必ずしもすべてが利用可能なわけではない。持続可能な地下水利用可能量を推定することは極めて難しいが、Ponce (2008) および U. S. Geological Survey Circulars 1186 and 1200 (1998 and 1999) の研究によれば、持続可能な地下水利用可能量は水文、生態系、社会経済、文化等への影響を勘案し、地下水涵養量の 10% 程度が妥当ではないかといわれている。したがって、本調査でも地下水涵養量の 10% を持続的利用可能量とした。但し、河川流出への影響が懸念される河川沿いの地区 (1 km 幅) は地下水利用が制限されるべきであるので、利用可能量からは除外している<sup>5</sup>。また、本調査では既存の水利用目的の最も深い井戸が 400~500 m であることから、この深さを最大とみなし、これより深い位置に存在する地熱水などの利用は考慮しないこととする。各流域区別の地下水の持続的利用可能量は以下のように推定される。

### 流域区別の持続可能な地下水利用可能量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	面積 (km <sup>2</sup> )	2010 年	2030 年	2050 年
ビクトリア湖北	18,374	116	108	140
ビクトリア湖南	31,734	203	188	190
リフトバレー	130,452	102	102	109
アティ	58,639	305	300	332
タナ	126,026	675	567	508
エワソングロ北	210,226	526	475	449
合計	575,451	1,927	1,740	1,728

注：推定された地下水涵養量の 10% と仮定 (沿川部 1km は地下水利用が制限される区域と仮定)

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.2.2 節参照)

持続可能な地下水利用可能量の推定に用いた 10% については、暫定的な数値であり、より詳細な検討に基づき慎重に決定する必要がある。

### 4.4 利用可能水資源量

利用可能水資源量は、表流水流出量に持続可能な地下水利用可能量を加えたものである。これが本調査における利用可能水資源量の最大値となる。6 流域区の利用可能量は以下のようにまとめられる。

<sup>5</sup> 地下水利用可能面積 = 流域面積 - (沿川距離 × 1km 幅) としている。

### 流域区別の利用可能水資源量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	面積 (km <sup>2</sup> )	2010 年	2030 年	2050 年
ビクトリア湖北	18,374	4,742	5,077	5,595
ビクトリア湖南	31,734	4,976	5,937	7,195
リフトバレー	130,452	2,559	3,147	3,903
アティ	58,639	1,503	1,634	2,043
タナ	126,026	6,533	7,828	7,891
エワソングロ北	210,226	2,251	3,011	1,810
合計	575,451	22,564	26,634	28,437

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 5.2.3 節参照)

## 5. 水需要と水収支

### 5.1 水需要予測のための基本条件

#### (1) 水需要予測対象と予測対象年

水資源開発・管理の計画に必要な将来水需要は生活、産業、灌漑、家畜、野生生物および内水面漁業の各用水について予測を行った。さらに、水消費を伴わないが、発電用水についても予測を行った。

水需要予測の対象とした年は 2030 年と 2050 年である。計画目標年次である 2030 年の水需要は本マスタープランの計画の基礎となるものである。また、2050 年の水需要は気候変動を考慮した将来の水資源の脆弱性の評価を行うためのものである。また、水利用の現状を把握するため 2010 年の水需要についても推定した。

#### (2) 人口

第 2 章で述べたように、2009 年時点のケニア国の人口は 38.6 百万人であり、1999 年国勢調査時点の 28.7 百万人より 35% 増加している。平均年増加率は約 3% である。住民の多くは地方部に住み、地方人口は全人口の 67.7% を占めている。2009 年の国勢調査データおよびビジョン 2030 の増加率予測を基に 2030 年の全人口を 6,784 万人と予測した。都市人口と地方人口の比率はビジョン 2030 にもとづき 67.8 : 32.2 とした。都市人口が地方人口を大きく上回ることになる。

2050 年の人口については、ケニアには 2030 年以降の長期人口予測がないこと、また、本調査での予測は難しいことから国連の 2011 年度の予測値を用いることとした。都市人口と地方人口の比率は 2030 年と同様に 67.8 : 32.2 とした。下表に予測人口を示す。

### 人口予測

(単位：百万人)

年	2010 年		2030 年		2050 年	
	人口	%	人口	%	人口	%
都市部	13.08	33.9	46.02	67.8	65.69	67.8
地方部	25.45	66.1	21.82	32.2	31.20	32.2
合計	38.53	100.0	67.84	100.0	96.89*	100.0

注：\*国際連合世界人口予測 2011 年改訂版

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 6.2 節、および Sectoral Report (A), 3.2.3 節参照)



### (3) GDP 成長率

2011 年の予算見通し（Budget Outlook Paper (BOPA) 2011）によれば、世界経済の低迷と国内マクロ経済の厳しさから 2012 年度の GDP の成長率は 6.1%と予想しているが、中期的には 7%の伸びを期待している。一方、ビジョン 2030 事務局によれば 2030 年までの GDP の成長率を下表のように想定している。同ビジョン 2030 では想定する高い成長率は主要社会基盤の建設および原油の輸出が実現することにより達成できるとしている。

#### 2030 年までの GDP 成長率予測

(単位：%/年)

年	成長率	年	成長率	年	成長率	年	成長率
2010	4	2016	10	2022	10	2028	8
2011	5	2017	10	2023	10	2029	8
2012	6	2018	10	2024	9	2030	8
2013	7	2019	10	2025	9		
2014	8	2020	10	2026	9		
2015	9	2021	10	2027	9		

出典：Kenya Vision 2030 事務局（Main Report Part A, 6.2 節、および Sectoral Report (A), 4.2 節参照）

2050 年の水需要予測のための 2050 年までの GDP の成長率は、ビジョン 2030 の実行によってケニアの経済は成熟段階に達するものと想定し、2031 年以降は平均年成長率 4%が達成されるものとした。

## 5.2 水需要

ビジョン 2030 の国家開発目標および前述の社会経済フレームワークに基づき、生活、産業、灌漑、家畜、野生生物および内水面漁業の各用水に対する将来水需要の予測を行った結果を、現在水需要推定値とともに以下に示す。但し、将来水需要は利用可能水資源量に基づく水収支検討と充足可能な水需要値に調整する前（灌漑用水量はビジョン 2030 で目指す新規灌漑開発面積 120 万 ha に対応する需要量）のものである。

#### 分野別水需要

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

項目	2010 年 (a)	2030 年 (b)	(b)/(a) (%)	2050 年 (c)	(c)/(a) (%)
生活用水	1,186	2,561	216	3,657	308
産業用水	125	280	224	613	490
灌漑用水	1,602	18,048	1,127	18,048	1,127
家畜用水	255	497	195	710	278
野生生物用水	8	8	100	8	100
内水面漁業用水	42	74	176	105	250
合計	3,218	21,468	667	23,141	719

出典：JICA 調査団（Main Report Part A, 6.10 節、および Sectoral Report (G), 3.3.1 節(3)参照）

また、上記水需要を流域区別に整理すると下表のようになる。

### 流域別水需要

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	2010年 (a)	2030年 (b)	(b)/(a) (%)	2050年 (c)	(c)/(a) (%)
ビクトリア湖北	228	1,337	586	1,573	690
ビクトリア湖南	385	2,953	767	3,251	844
リフトバレー	357	*1,494	418	*1,689	473
アティ	**1,145	**4,586	401	**5,202	454
タナ	891	8,241	925	8,476	949
エワソングロ北	212	2,857	1,348	2,950	1,392
合計	3,218	21,468	667	23,141	719

注： \*＝エチオピアからの灌漑用水供給分 560 百万 m<sup>3</sup>/年を含む。

\*\*＝タンザニアからの灌漑用水供給分として 2010 年は 114 百万 m<sup>3</sup>/年、2030 年と 2050 年は 154 百万 m<sup>3</sup>/年を含む。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 6.10 節参照)

なお、上記の需要をもとに水収支検討を行った後の充足可能な 2030 年の水需要量は表 7.2.1 に示すとおりである。

### 5.3 利用可能水資源量と水需要量のバランス

現在および将来の利用可能水資源量と水需要量を対比すると以下のとおりである。将来水需要量のうち灌漑用水量はビジョン 2030 で目指す新規灌漑開発面積 120 万 ha に対応する需要量とした。

#### 流域別利用可能水資源量と水需要量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	2010年			2030年			2050年		
	水資源量 (a)	水需要量 (b)	(b)/(a)	水資源量 (c)	水需要量 (d)	(d)/(c)	水資源量 (e)	水需要量 (f)	(f)/(e)
ビクトリア湖北	4,742	228	5%	5,077	1,337	26%	5,595	1,573	28%
ビクトリア湖南	4,976	385	8%	5,937	2,953	50%	7,195	3,251	45%
リフトバレー	2,559	357	14%	3,147	1,494	47%	3,903	1,689	43%
アティ	1,503	1,145	76%	1,634	4,586	281%	2,043	5,202	255%
タナ	6,533	891	14%	7,828	8,241	105%	7,891	8,476	107%
エワソングロ北	2,251	212	9%	3,011	2,857	95%	1,810	2,950	163%
合計	22,564	3,218	14%	26,634	21,468	81%	28,437	23,141	81%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 6.11 節参照)

上記表から、現在はアティ流域区で水需要量が多いことから水需要/水資源比<sup>6</sup>が 40%以上となり、厳しい水需給バランス状態であることが分かる。

計画目標年次の 2030 年では、全流域区で水需要量が増加し、厳しい水収支状態になると予想される。特にビクトリア湖北流域区を除く流域区では水需要/水資源比が 40%以上で厳しい水不足が予想され、全体水需要の大半を占める灌漑水需要を落とさざるを得ないものと考えられる。一方、ビクトリア湖北流域区では水需要/水資源比が 40%以下であり、適切な水資源開発を行なうことにより水需給バランスを取ることが出来るものと判断される。

<sup>6</sup> OECD は、この比が 40%を超えた場合、高度な水ストレス状態にあるとしている。

2050年の水収支については、気候変動の影響を考慮して、利用可能水資源量が2030年に比し、約7%増加することから全体の水需要/水資源比は2030年とほぼ同じである。しかしながら、予測の不確実さを考慮すると参考にとどまる。

利用可能水資源量は、前出の表流水流出量と持続可能な地下水利用可能量の合計値であり、理論的に利用可能な水資源量といえる。しかしながら、水資源は地域的、時間的に偏在しており、実際に利用できる水資源量は上記の利用可能水資源量よりも少ないと考えられる。

各流域区をサブ流域に細分し、サブ流域内での水収支検討を6.7節(2)項に示す検討基本条件と既存水資源施設下で2010年と2030年に対し行った。検討の結果算定された年不足量をサブ流域ごとにそれぞれ図5.3.1と図5.3.2に示す。2010年ではごく一部のサブ流域で水需要が満足されているが大半のサブ流域では水不足がみられる。計画目標年次の2030年においては、大幅な水需要増加のため全てのサブ流域で水不足の増加が見られる。

算定された年不足量と年水需要量に対する比率を2010年と2030年につき流域区別に以下に示す。

### 流域区別水需要量と水不足量

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

流域区	2010年			2030年		
	水需要量 (a)	水不足量 (b)	(b)/(a) (%)	水需要量 (c)	水不足量 (d)	(d)/(c) (%)
ビクトリア湖北	228	27	12	1,337	371	28
ビクトリア湖南	385	150	39	2,953	1,304	44
リフトバレー	357	92	26	1,494	867	58
アティ	1,145	745	65	4,586	4,153	91
タナ	891	336	38	8,241	5,822	71
エワソングロ北	212	68	32	2,857	2,442	85
合計	3,218	1,418	44	21,468	14,959	70

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 6.10 節、Sectoral Report (G) 3.3 および 3.4 節参照)

上表から、2010年の現状ではアティ流域区の水不足/水需要比が65%と他流域区の同比を大きく上回っている。同流域区はナイロビおよびモンバサの2大都市を抱えているためである。

2030年には、大幅な水需要増加のため全ての流域区で2010年に比べ水不足/水需要比が大きくなる。特に、リフトバレー、タナおよびエワソングロ北流域区の同比の増加が著しい。

将来の水不足に対処するためには、以下のアクションが必要である。

- a) 将来の水需要を可能なかぎり満足させるためには最大限の水資源開発を促進する。
- b) 節水、効率的な水使用、水資源の有効利用といった水需要の増加抑制策を大々的に導入する。特に、水資源量に余裕のない流域区においては全水需要量の80%を占める灌漑用水需要の抑制が重要である。
- c) 水資源利用可能量に見合った開発計画を策定する。

## 6. 計画策定のための全体方針

### 6.1 全国水資源マスタープラン 2030 の目的と内容構成

#### (1) 目的

本調査で策定の全国水資源マスタープラン 2030 は、国家の社会経済開発活動に合った水資源開発および管理のフレームワークを提示することを目的としている。

国家水政策およびビジョン 2030 の目標に従い、本マスタープランにおける水資源開発・管理の具体的な目標は以下の通りとする。

##### 1) 水資源開発の目標

- a) 生存に必要不可欠な水資源、また環境保護のための水資源、国際約束された水資源および流域間導水は基本的な要求として確保する。
- b) すべての住民に安全な水供給と適切な衛生環境を利用およびアクセス可能ならしめる。
- c) 農業生産の増加のため、水資源の許す範囲で灌漑開発が国家目標達成に向けて最大限に行なわれる。
- d) 家畜、野生生物、内水面漁業に十分な量の水が供給される。
- e) 水力開発が水資源の有効利用のため多目的プロジェクトの一部として最大限に行われる。
- f) 目標の利水安全度は、生活・産業用水供給は 10 年渇水に対応し、灌漑用水供給は 5 年渇水に対応するものとする。

##### 2) 水資源管理の目標

- a) すべての水資源を、利害関係者を含め、水への持続的なアクセスおよび公平な分配を保証し、環境の持続可能性を確保することにより、効率的で効果的な方法で管理、規制および保全する。
- b) 住民の命および財産を守るため、洪水および渇水による人的・経済的被害を最小限にする。
- c) 自然環境の保全のため、水資源開発活動による自然環境への影響を最小限にする。
- d) 水資源管理の組織制度を国家水政策に基づき国家および地方レベルで強化する。

#### (2) 内容構成

本マスタープランは、WRMA の水資源管理単位である流域区別に計画案を取りまとめることとするが、基本的構成は以下の通りである。

##### 開発計画

- a) 上水道計画
- b) 下水道計画
- c) 灌漑開発計画
- d) 水力開発計画
- e) 水資源開発計画

### 管理計画

- f) 水資源管理計画
- g) 洪水・渇水災害管理計画
- h) 環境管理計画

### 組織制度

- i) 組織制度強化計画

開発計画および管理計画は各流域区別に取りまとめるが、組織制度強化計画は国家レベルのアクションであり、流域区別には策定しない。

本マスタープランでは、上記の 5 つの開発計画を策定するが、それは水セクターの各サブセクターの 2030 年の水需要と水利用を把握するためであり、開発計画を策定することが最終目的ではない。

次節以降に 6 流域区に共通に適用される計画策定のための全体方針を述べる。

## 6.2 水配分方針

水法 2002 (Water Act 2002) に基づき水資源管理庁 (WRMA) により作成された「水配分ガイドライン (初版、2010 年 3 月)」によれば、水配分方針に関する要求事項は以下のとおりとなっている。

- a) 水配分で考慮されるべき水需要は、生態系からのニーズ、ベーシックヒューマンニーズ<sup>7</sup> (BHN)、国際的な水配分義務や流域間導水、および水利権付与により利用される各種水需要 (生活・灌漑・家畜・エネルギー・産業・観光・レクリエーション・野生生物・養殖) の四つである。生態系からのニーズおよびベーシックヒューマンニーズからなる維持流量、国際的な水配分義務と流域間導水を除く水需要は公平な分配基準によって行われる。
- b) 水配分上、維持流量 (Reserve) が最も高い優先度を有する。
- c) 生活用水は、水法 2002 に従いに維持流量を除くその他の水需要より高い優先度を有する。
- d) 上記以外の水配分優先度については、水法 2002 には規定していないが、既存の合法的水利用、効率と公益、Catchment Management Strategies に記載の優先度、他の水利用や水資源への影響の可能性、水資源の質、申請者による既存・将来投資、申請の重要度、維持流量として必須の水資源、水利用期間について考慮しなければならない。

上記「水配分ガイドライン」および将来水需要にもとづき、MWI および WRMA と協議の上、本マスタープランでの水配分方針を以下の通りとした。

<sup>7</sup> Water Resources Management Rules 2007 によればベーシックヒューマンニーズには飲料、調理、洗濯、入浴、基本衛生に係る水量が含まれ、一人一日当たり 25 リットルとしている。

### 本マスタープランにおける水配分の優先度

優先度	水需要
1	生態系からのニーズおよびベーシックヒューマンニーズからなる維持流量
2	既存の水利用（生活・産業・灌漑・水力発電）および既存の流域間導水（国際的な水配分義務は、現在国際取り決めがないため本マスタープランでは考慮しない。）
3	新規生活・産業用水
4	新規家畜・野生生物・内水面漁業用水
5	新規灌漑用水
6	水力発電用水

出典：JICA 調査団（「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」およびMWI・WRMAとの協議に基づく）

維持流量は「水配分ガイドライン」に規定の自然流況曲線の95%流量値とするが、適用する発生頻度はWRMAと協議の上、10年確率とした。

国際河川や湖のケニア国内の水資源は、本調査に於いてはビジョン2030達成のために必要な資源として計画に取り入れているが、実際の水資源開発に於いては、現在、MWIにて作成中の「Transboundary Water Policy」に基づいて関係国と国際的取り決めが行われるものとする。

## 6.3 上水道開発計画

### (1) 開発目標

2009年の国勢調査データによれば、登録給水事業者から給水を受けている住民は28%にすぎず、また、湧水や井戸水を利用する住民も37%と少ない。これらの湧水や井戸水利用には、安全でない水も含まれていると思われるがその割合は不明である。

既存の都市給水システムによる、1人当たりの給水実績（無収水を除く）は、36リットル/人/日であり、低所得者層に各戸給水を行う場合の国家基準が60リットル/人/日であることから、給水水準の向上が必要である。また、無収水率の全国平均は45%とかなり高い水準であり、効率的な水利用のためには無収水率を減らすことが求められる。

ビジョン2030は、2030年までにすべての住民に安全な水と適切な衛生環境を利用およびアクセス可能ならしめることを目標に掲げている。この方針および「水サービス戦略2009」に基づき、本マスタープランにおける上水道開発の2030年へ向けての目標は以下の通りとする。

- a) 都市部および地方部への安全な水の給水率を100%まで増加させる。
- b) 都市部の給水は登録業者による配水管給水とし、給水率を100%まで増加させる。
- c) 単位給水量のレベルは国家基準を満たすレベルとする。
- d) 効率的な水使用のため、無収水率<sup>8</sup>を20%にまで低下させる。

上記目標を達成するための2030年における給水人口および給水率の具体的目標値は以下の通りとする。

<sup>8</sup> 現況の無収水率（45%）を20%まで改善することは、かなり高い目標であるとの意見もあるが、ケニア政府側との協議の結果、ビジョン2030の実現のために必要と判断し、「水サービス戦略2009」に記載の20%を目標として設定した。

### 2030年における給水人口および給水率

(単位：百万人)

給水方法	配水管給水	湧水/浅井戸/深井戸	合計
都市部給水人口	46.0 (100%)	0.0 (0%)	46.0 (100%)
地方部給水人口	4.7 (22%)	17.1 (78%)	21.8 (100%)
合計	50.7 (75%)	17.1 (25%)	67.8 (100%)

注：湧水/浅井戸/深井戸の給水人口は、流域区ごとに特性を考慮して設定している。

出典：JICA 調査団（ケニアビジョン 2030、水サービス戦略 2009 に基づく。Sectoral Report (C), 3.4.3 節参照）

#### (2) 計画の全体方針

給水の現状および開発目標を勘案の上、6 流域区の上水道開発計画策定における共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 上水道システムは、配水管給水による都市給水システム、同じく配水管給水による大規模地方給水システムおよび各個人、コミュニティもしくは組織により運営される小規模地方給水システムを考える。
- b) 安全でない水源の利用はすべて上記の安全な水源への利用に切り替える。
- c) 都市給水システムは、2009 年国勢調査において 10,000 人以上の人口を持つ 137 都市を対象とする<sup>9</sup>。都市給水システムは、生活用水および都市部の産業用水を給水するものとする。
- d) 都市給水システムの水源は、表流水を主と考えるが、水需要量の 5%程度（水収支検討により確定）は地下水の利用を考える。
- e) 都市給水システムは原則として各都市ごとに計画するが、同一の水源を複数の都市が利用する場合はまとめて 1 つの給水システムとする。
- f) 単位給水量は国家基準を満たす以下のレベルとする。

#### 計画単位給水量

対象地域	生活水の単位給水量	商業用水および公共用水の比率	無収水率	単位給水量
1) 都市給水（Nairobi 市、Mombasa 市、Kisumu 市）	92 リットル/人/日	27%	20%	146 リットル/人/日
2) 都市給水（その他の地域）	75 リットル/人/日	27%	20%	119 リットル/人/日
3) 大規模地方給水	50 リットル/人/日	22%	20%	76 リットル/人/日
4) 小規模地方給水	36 リットル/人/日	22%	20%	55 リットル/人/日
5) 乾燥地域における小規模地方給水	28 リットル/人/日	20%	20%	42 リットル/人/日

出典：JICA 調査団（MWI Design Manual、Guidelines for Water Allocation 2010 (WRMA) に基づく）

(Main Report Part A, 6.3.2 節、および Sectoral Report (C), 3.4.3 節参照)

- g) 大規模地方給水システムの水源は、表流水と地下水の利用可能量を勘案して決める。
- h) 小規模地方給水システムの水源は、地下水と湧水を考える。
- i) 無収水比率は、施設のリハビリテーションやメーターの取り付けにより現在の 45% から 2030 年には 20% に減じるものとする。
- j) 沿岸部において表流水、および地下水が十分に確保できない場合には海水淡水化を考慮する。

<sup>9</sup> 表 6.3.1 参照。

## 6.4 下水道開発計画

### (1) 開発目標

2009年の国勢調査によれば、下水道普及率は都市部で18%、全人口に対してはわずかに6%である。前述のように、ビジョン2030は、2030年までにすべての住民に安全な水の供給と適切な衛生環境を利用およびアクセス可能ならしめることを目標に掲げている。この方針および「水サービス戦略2009」に基づき、本マスタープランにおける下水道開発の2030年へ向けての目標は以下の通りとする。

- a) 適切な衛生施設の普及率を100%にまで増加させる。(下水道システムと個別処理施設)
- b) 下水道システムの整備率は、都市人口に対し80%まで増加させる。
- c) 下水道システムでカバーされない住民に対しては個別処理を考える。

上記目標を達成するための2030年における衛生施設の普及率の具体的目標値は以下の通りとする。

#### 2030年における衛生施設のサービス人口および普及率

(単位:百万人)

項目	下水道システム	個別処理	合計
都市部	36.8 (80%)	9.2 (20%)	46.0 (100%)
地方部	0.0 (0%)	21.8 (100%)	21.8 (100%)
合計	36.8 (54%)	31.0 (46%)	67.8 (100%)

出典：JICA調査団（ケニアビジョン2030、水サービス戦略2009に基づく）  
(Main Report Part A, 7.4.1節、およびSectoral Report (D), 3.1節参照)

### (2) 計画の全体方針

衛生施設普及の現状および開発目標を勘案し、6流域区の下水道施設開発計画（個別処理を含む）策定における共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 下水道システムは、2030年までに都市人口の80%（36.8百万人）をカバーするものとする。
- b) 計画の対象とする都市は、人口の多い都市、既に下水道計画を持っている都市、および環境問題を引き起こす可能性の考えられる都市とし、表6.4.1に示す95都市とする。
- c) 下水道システムの能力は、下表に示す単位汚水発生量により決定する。

#### 計画単位汚水発生量

地区	生活用水の 単位給水量	商業用水および 公共用水の比率	汚水発生 比率	単位汚水 発生量
Nairobi, Mombasa, Kisumu	92 リットル/人/日	27%	80%	93.4 リットル/人/日
その他の都市	75 リットル/人/日	27%	80%	76.2 リットル/人/日

出典：JICA調査団（MWI Design Manualに基づく）  
(Main Report Part A, 7.4.2節、およびSectoral Report (D), 3.2節参照)

- d) 下水道システムでカバーされない地域の住民は、個人もしくはコミュニティで個別処理施設を設置するものとする。
- e) 個別処理施設についてはピットラトリンのような不適切な衛生施設は、すべてセプティックタンクのような適切な衛生施設に改善されるものとする。



## 6.5 灌漑開発計画

### (1) 開発目標

ビジョン 2030 では、国家経済を支える農業セクターを強化し、農作物の生産性向上を図るため灌漑開発を促進する方針が示された。開発目標は、2030 年までに 120 万 ha の新規灌漑開発を行うことである。これには、政府が実施する大規模灌漑、小農対象の小規模灌漑、および民間投資による民間灌漑を含む。この開発目標を実現する方策の検討に先立ち、農業省が公表している農耕適地情報をもとに、水灌漑省の灌漑排水マスタープラン灌漑適地の既存情報、既存および将来の灌漑地区の分布、耕作地の分布を参考にしつつ、新規灌漑開発目標面積 120 万 ha を満たす流域別の灌漑開発目標面積を暫定的に下表の通り想定した。利用可能な水資源量には限りがあることから、この暫定配分面積に対して、実際に開発可能な面積を後述する水収支検討により算定すると下表のとおりである。

### ビジョン 2030 に対する暫定配分面積と水収支検討結果に基づく新規灌漑開発可能面積

(単位: ha)

流域区	LVNCA	LVSCA	RVCA	ACA	TCA	ENNCA	Total
1. 灌漑開発目標面積*	90,786	186,978	63,493	233,628	482,450	142,665	1,200,000
2. 新規灌漑開発可能面積**	168,913	113,206	92,166	46,108	161,799	41,483	623,675
差異 (=2-1)	+78,127	-73,772	+28,673	-187,520	-320,651	-101,182	-576,325
3. 既存灌漑面積 (2010 年)	1,876	13,218	9,587	44,898	64,425	7,896	141,900
合計 (=2+3)	170,789	126,424	101,753	91,006	226,224	49,379	765,575

注： \* = 農耕適地（農業省）に基づき想定したビジョン 2030 に対する暫定配分値（水収支計算実施前）

\*\* = 本調査での水収支計算に基づき算定した新規灌漑開発可能面積

出典： JICA 調査団（Main Report Part A, 6.5.2 節、および Sectoral Report (E), 3.4 節参照）

開発可能な面積は、LVN 流域区および RV 流域区では暫定配分面積を超えるが、その他の流域区では暫定配分面積に達することが困難となっている。ケニア国全体では、新規灌漑開発目標面積 120 万 ha に対して、623,675 ha が新規開発できる最大面積となる。したがって、本調査での新規灌漑開発も目標値は 623,700 ha とする。これは開発目標面積の約 52%にとどまる。

### (2) 計画の全体方針

ケニア全土の約 85%は乾燥地ないし半乾燥地で、灌漑に利用可能な水資源が限られている。5.3 節に述べたように、水収支の予備検討結果によれば、政府が設定した 120 万 ha の新規灌漑開発目標の実現に向けて、最大の灌漑開発をおこなうためには節水を考慮した灌漑開発が不可欠である。よって、6 流域区の灌漑開発計画策定における共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 利用可能な水資源を最大限に利用した最大灌漑開発計画とする。
- b) 水の効率的使用のため、灌漑効率が高い節水灌漑方式を導入するものとする。即ち、畑作にはスプリンクラーやドリップ灌漑を、稲作には節水型稲作法（System of Rice Intensification: SRI など）を導入する。

灌漑方式としては、表流水灌漑、地下水灌漑および小ダム・ため池による灌漑を考える。

表流水灌漑開発は、取水堰およびダム貯水池により最大開発を行うものとし、開発可能面積は利用可能表流水と灌漑用水量に基づく水収支検討により決定する。計画にあたっては、表 6.5.1 に示す政府灌漑関連機関所有の灌漑計画も考慮する。

地下水灌漑開発は、灌漑に利用可能な地下水を最大限に利用するものとし、サブ流域別に灌漑可能面積を求める。地下水灌漑は小規模灌漑および民間灌漑により実施されると想定されるが、現時点ではその比率が不明であるため、それぞれ 50% ずつの比率で面積を配分する。

また、表流水や地下水が不足する地域に対しては小ダム・ため池による灌漑開発を考える。小ダム・ため池による灌漑開発面積は、既存の灌漑面積に対する既存の小ダム・ため池灌漑面積の比率（約 1.6%）を参考に、将来的にこの比率が 4% に増加するものと想定し算出する。流域区別の面積配分については、農耕適地の流域区別比率に基づくものとする。

乾燥地・半乾燥地では、気候に合った作付パターンおよび年間作付率（100%）を設定することにより、これらの地域での灌漑開発に配慮した計画とする。

節水灌漑方式の導入は、畑作・稲作のいずれについても以下の割合と効率を想定する。

### 節水灌漑割合と効率

項目	割合/効率
節水灌漑比率	将来的に達成可能な目標値として、表流水灌漑は灌漑面積の 50%、地下水灌漑は灌漑面積の 100% を想定する。
総合灌漑効率	表流水灌漑については、従来型灌漑（効率 60%）、スプリンクラー灌漑（効率 70%）、ドリップ灌漑（効率 90%）を 2 : 1 : 1 の比率とし、総合効率を 70% とする。 地下水灌漑については、スプリンクラー灌漑（効率 70%）とドリップ灌漑（効率 90%）を 1 : 2 の比率とし、総合効率を 83% とする。
年間作付率	大規模ダム灌漑：160% 取水堰灌漑：160%（LVN および LVS 流域区）、130%（RV および Tana 流域区（ただし、乾燥・半乾燥地は 100%））、100%（Athi および ENN 流域区） 小規模ダム及びため池灌漑：100% 地下水灌漑：160%

出典：JICA 調査団（Sectoral Report (E), 4.2 節参照）

本調査では灌漑開発面積を最大化するために、上述のように節水灌漑方式の導入を前提に灌漑開発計画を策定している。仮に、想定した節水灌漑方式が導入されない場合には、総合灌漑効率が低下するため、2030 年の新規開発可能灌漑面積は 623,700 ha から 530,800 ha へ減少する（約 15% 減）。ビジョン 2030 の目標を最大限に近づけるためにも、節水灌漑方式を積極的に導入し、灌漑開発面積を最大化することが望まれる。

## 6.6 水力開発計画

### (1) 開発目標

2012 年 5 月に公表された国家エネルギー政策（National Energy Policy）（案）では、水力開発の気候変動対応策として、電源構成における水力発電の比率を適切な水準に下げることや、今後の水力開発を水資源の有効利用の観点から多目的開発として実施することなどが謳われている。また、将来的に水需給の逼迫が予想され、生活用水や灌漑用水など、他の水利用者との調整も必要となってくる。

国家エネルギー政策（案）には、将来の水力開発の数値的国家目標は示されていない。一方、表 19.1.5 に示すように地方開発省（MORDA）、ケニア発電会社（KenGen）などが有する既存の水力開発個別計画のうち、2030 年までに実施が想定される計画の設備容量の合計は 1,381 MW である。この値は最小コスト電力開発計画 2011-2031 に記載の水力開発ポテンシャル 1,449 MW に近似して

おり、この開発計画値（合計 1,381 MW）は妥当なものだと判断される。したがって、本マスタープランにおける水力開発の 2030 年に向けての目標を 1,381 MW とする。

その他本調査で提案する多目的ダムについて発電コンポーネントの可能性を考慮する。

## (2) 計画の全体方針

本調査における水力開発の目標は水資源の有効利用を考慮し、水力開発ポテンシャルを最大限に開発することである。水力開発方針の現状および国家エネルギー政策（案）の方針に沿い、6 流域区の水力開発計画策定における共通の基本方針は以下の通りとする。

- a) 国の水力開発計画の基本文書である最小コスト電力開発計画 2011-2031 に含まれる計画を取り上げる。
- b) 水資源の有効利用のため、多目的開発の発電コンポーネントとしての水力開発を考える。

b)については既存計画を含め、経済性の面から水力発電セクターとして多目的ダムの開発費用の負担が可能と思われる開発規模を 10 MW 以上と想定し同規模以上の発電計画のみをとりあげることとする。

## 6.7 水資源開発計画

### (1) 開発目標

水資源開発の目標は、生活、産業、灌漑、家畜、野生生物および、内水面漁業の各用水の 2030 年時点での水需要を最大限に満たすことである。

目標の利水安全度は、6.1 節の目標に述べたように、生活・産業用水給水は 10 年渇水に対応し、灌漑用水給水は 5 年渇水に対応するものとする。この目標安全度は、1992 年「全国水資源マスタープラン」でも採用されており、MWI および WRMA との協議を経て採用した。

### (2) 計画の全体方針

将来の水需要の大幅な増加を念頭に置き、6 流域区の水資源開発計画策定における共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 利用可能な表流水および地下水を使い、水需要を満たすため最大限の水資源開発を行う。
- b) 現在の水利用状況、水資源の利用可能量を勘案し、生活用水の水源は表流水を優先的に考え、表流水の利用が難しい場合は地下水とする。産業用水は表流水と地下水利用を半々とする。灌漑用水は水需要量が多いことから表流水を主水源とし、地下水は小規模灌漑において利用する。家畜用水、野生生物用水および、内水面漁業用水は水需要量が少ないことから表流水を水源とする。
- c) 資源の有効活用を図るため、多目的開発、流域間導水、流域内導水、節水、水の再利用等を含めた水資源開発を行う。
- d) 6.2 節に述べたように「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010 年 3 月）」に従った水配分方針に基づく水配分を行う。
- e) 気候変動の影響を考慮するため、解析結果に基づく水資源量を用いた計画とする。
- f) 水力発電については 6.6 節に述べた計画の方針に基づき、多目的ダム計画に取り組む。

屋根集水・岩集水<sup>10</sup>などの雨水貯留は、生活・家畜用水需要に対する補助供給手段として、あるいは渇水時の備えとして、積極的に進めることとする。洪水による地下水の人工涵養については、現時点で計画策定に必要な情報が不足していること、また地域性が強いことから本マスタープランでは考慮しないこととする。地域によって異なる水文、水理地質状況を考慮したさらなる調査が必要である。

水質の観点から、飲料水として不適切なレベル以上のフッ素や塩分などを含む地下水が分布する地域では、地下水は飲料水以外の生活用水に利用するものとする。

将来の水需要充足のための具体的な水資源開発施設の計画基準を以下のとおりとする。

- a) 生活用水、産業用水、灌漑用水などの比較的大規模な需要を満たす必要がある場合はダムを計画する。ダムは 2030 年に予想される大規模な水需要を満たすために重要な役割を担う。ダムは限られた水資源を有効に活用するため、可能な限り多目的開発とし、洪水調節機能を持たせることとする。利用可能な河川水は時間的、地域的に変化するが、ダムは水不足時の水を確保することに貢献する。
- b) 導水計画は分割流域内、または流域内で需要に対して表流水、地下水の手当ができない場合で、その計画が技術面、経済面、環境面において妥当であることが条件となる。導水は水源地域の水需要を満たした上で考慮する。特に流域間導水については、実施に際して国家レベルの承認を得る必要がある。
- c) 小ダム・ため池などによる天水利用（Water Harvesting）は、主として水需要量が小さく需要が点在している地方生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水の水需要充足のために用いる。
- d) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

ダムの貯水容量は水需要に対する供給不足分を補給する目的で実施した水収支計算により計画される。上記の水資源開発施設は開発による自然・社会環境への負の影響を最小化するように計画される必要がある。流域の荒廃は、土砂の堆積や利用可能水資源の減少を招くことから、流域の保全が重要である。また、流域保全はコミュニティを巻き込んで行う必要がある。さらに、節水や水の再利用も限られた水資源を管理する上で重要である。

それぞれの水需要に対して水配分を行うために 6.2 節で述べた水配分方針に従うことが必須である。特に維持流量については生態系ならびにベーシックヒューマンニーズの観点から厳格に維持される必要がある。

気候変動の影響を水資源開発に反映させるため、気候変動の影響を考慮した水資源量を予測した。

水収支検討に用いた基本条件は以下のとおりである。

- a) 表流水の配分は 6.2 節の水配分方針および優先順位に従って行う。
- b) 維持流量（Reserve）は、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010 年 3 月）」および WRMA との協議結果を踏まえ、各河川の現況自然流量流況曲線の 95% 流量値（10 年確率値）とする。
- c) 戻し流量（Return Flow）は、水力発電：100%、都市生活用水供給<sup>11</sup>：25%、米作灌漑：5%とする。

<sup>10</sup> 岩を利用した雨水集水の一つ。

<sup>11</sup> 戻し流量の比率 25%の前提条件は、1) 取水した水の 80%が都市給水システムを通して水利用者まで届く（無収

- d) 全国を 204 の分割流域（サブ流域）に分けて水収支計算を行う。
- e) 水収支計算の計算間隔は NWMP（1992）と同様、月単位とする。
- f) 地下水は水収支計算モデルには含めていないが、地下水によって供給される部分は水収支計算の前に需要分から差し引くことにより考慮している。

水資源は国家レベルで、開発計画ならびに水資源管理計画は流域単位で行われるべきである。個別プロジェクトは、環境影響評価(EIA)の実施を通じて問題点の調整を図りつつ実施されていく。水資源開発プロジェクトへの地方行政区（County）の参画については、関連する法律に基づいて行われる。

## 6.8 水資源管理計画

### (1) 管理目標

「WRMA の使命」によれば、水資源管理の目標は、すべての水資源を、利害関係者を含め、水への持続的なアクセスおよび公平な分配を保証し、環境の持続可能性を確保しながら、効率的で効果的な方法で管理、規制および保全することである。

この目標の達成のためには、モニタリングを通じて水資源を量・質ともに正確に把握し、正しく評価し、水利権により公平に配分することが必要である。また、水資源の保全の観点から、流域保全活動も重要である。

WRMA では、水資源のモニタリング<sup>12</sup>のため表流水、地下水および雨量の観測を行っているが、表 6.8.1 に示すように、表流水の観測地点数は目標 223 カ所に対し 146 カ所、地下水は 202 カ所に対し 92 カ所、雨量は 301 カ所に対し 216 カ所にとどまっている。主な理由は、予算と人員の不足である。モニタリングデータはデータベースに格納されているものの、評価業務を担当する要員の不足から水資源の評価については十分に行われておらず、モニタリングデータが有効に活用されていないという課題がある。水利権の発給・管理上の問題は、水利権の発給数に対する有効水利権数の比率が流域区によりバラツキはあるが全国平均で 37%と低いことである。水利権の最新版管理が必要である。

流域保全については、森林荒廃やそれに伴う土壌侵食の増加、地方部における小規模水源の荒廃が問題となっている。森林の減少率は、本調査での推定によれば 1990 年から 2010 年の 20 年間に約 30%（1990 年比）である。一方、土壌侵食および小規模水源の荒廃については、問題は指摘されているものの具体的な調査は行われておらず、状況は把握されていない。

### (2) 計画の全体方針

水資源管理の目標および現状を考え、6 流域区の水資源管理計画策定における共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 表流水と地下水の量と質および雨量のより効率的なモニタリング体制を構築する。
  - 表流水観測は、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているかどうかの観点で見直しを行う。

水率:20%)、2) 給水された水の 80%が下水処理施設に届く(汚水発生率:80%)、3) 下水処理場流入水の 40%が処理されたのち表流水に戻る。

<sup>12</sup> 詳細は Sectoral Report (H), 2.3 節参照。

- 主要河川の流況を代表する地点に、水資源開発・管理に資する基準点を設定する。
  - 基準点に於いては、渇水時において維持すべき正常流量を設定し、モニタリングを行う。(正常流量は、当該地点での維持流量に下流域の水利流量(水需要量)を加えたものとし、生活用水・産業用水供給は10年渇水に対応し、灌漑用水供給は5年渇水に対応する流量とする。)
  - 地下水観測は、将来的に地下水需要の伸びる地域を対象とする。本マスタープランでは、上水道計画と下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測を行うことを基本とする。
  - 雨量観測は、既存の観測所の配置および気候区分にもとづく観測密度(湿潤地域 500-1,000 km<sup>2</sup>/観測所、半乾燥地域 3,000-5,000 km<sup>2</sup>/観測所、乾燥地域 8,000-10,000 km<sup>2</sup>/観測所)を考慮して、観測所の配置を見直す。
  - 表流水観測頻度は、水位が1日2回、流速計を用いた流量測定が月1回、水質が4半期に1回(重要な地点<sup>13</sup>については、月1回)とする。地下水観測頻度は、水位が月1回、水質が4半期に1回とする。雨量観測頻度は、毎日1回とする。
- b) 水資源の量・質の評価体制を強化する。
- 水資源のモニタリングデータをもとに水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、WRMA 地域事務所で表流水、地下水、雨量の観測データ、水利権発給データ、推定水資源賦存量から流域区全体の最新の水資源利用可能量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。
- 具体的には、以下の項目を実施し、各項目の結果の整合性を検証する。
- 流量観測値に基づく流域各地点の河川流量の算定
  - 発給水利権量に基づく流域内での水利用量の把握
  - 利水安全度としている1/10年確率渇水年の水資源量の算定
  - 雨量の観測値に基づく流出解析による流域の総水資源量の把握
- c) 水利権の発給・管理システムを改善する。
- 将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の正確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。
  - 将来にわたって適切な水利権発給業務を行うため、「水配分ガイドライン(WRMA、初版、2010年3月)」などの基準類を水需要の将来予測や利用可能水資源量などを踏まえて改定を行う。
  - 流域区の水利権発給・管理業務の実態を踏まえて、円滑な業務実施のため担当者の増員を考慮する。
- d) 森林回復、小規模水源保全および土壌侵食防止といった流域保全活動を実施する。
- 流域の水資源の保全ため、水源林を中心に植林による森林面積の回復を目指す。植林計画策定に当たっては、ビジョン2030の目標値である国土面積の10%の森林被覆率を目標値とする。
  - 各流域区の植林予定面積は、図6.8.1に示す森林の現況をもとに植林可能地域を特定し、ビジョン2030の目標値である10%の被覆率となるよう調整した。流域区別の植林予定面積を下表に示す。

<sup>13</sup> Sectoral Report (H), 3.3.2 節参照。

### 流域区別の植林予定面積

流域区	面積 (km <sup>2</sup> )	森林面積 2010年 (ha)	被覆率 2010年	植林面積 (ha)	森林面積 2030年 (ha)	被覆率 2030年
ビクトリア湖北	18,374	107,000	5.8%	234,000	341,000	18.5%
ビクトリア湖南	31,734	159,000	5.0%	412,000	571,000	18.0%
リフトバレー	130,452	261,000	2.0%	1,006,000	1,267,000	9.7%
アティ	58,639	120,000	2.0%	868,000	988,000	16.8%
タナ	126,026	446,000	3.5%	1,366,000	1,812,000	14.4%
エワソングロ北	210,226	184,000	0.9%	592,000	776,000	3.7%
合計	575,451	1,277,000	2.2%	4,478,000	5,755,000	10.0%

出典：JICA 調査団（ビジョン 2030、衛星画像解析結果に基づく）  
（Main Report Part A, 7.8.2 節、および Sectoral Report (H), 3.2 節(4)参照）

- 小規模水源の保全については、その実態が把握されていないので、場所、規模、水利用、水質、植生、管理方法、課題などを調べる実態調査を提案する。
- 土壌浸食防止についても、その実態は明らかではない。土壌浸食の場所、規模、現状、必要な対策などを調べる実態調査を提案する。

## 6.9 洪水・渇水災害管理計画

### (1) 管理目標

ケニア国における洪水災害管理体制は、1997-1998年のエルニーニョのよる洪水以前は大規模な氾濫の発生頻度が低かったこともあり、十分には確立されていない。一方、渇水災害管理体制は政府が長期にわたり注力してきたことから一応確立されていると言える。特に、渇水危機対応体制として、ケニア食糧保障監理グループおよび危機対応センターが組織されている。RV、Athi、Tana、ENNの4流域区においては河川水位に基づく取水制限が行われているが、他の2流域区（LVN、LVS）においては取水制限の必要性が生じておらず、制限は行われていない。貯水池を対象とした渇水調整はこれまで実施されておらず、渇水被害の軽減には不十分な点もある。将来的な気候変動の影響を考慮すると、洪水・渇水共に被害が増大する可能性があり、今後の洪水・渇水災害への対策が急務となっている。

本マスタープランにおける洪水・渇水災害管理計画は、洪水および渇水による人的・経済的被害を最小限にすることを目標とする。また、本計画は防災の観点から災害発生以前の対応である「予防（Preparedness）」に焦点を当てるものとする。

### (2) 洪水災害管理計画の全体方針

洪水災害管理の現状および目的を勘案の上、6流域区の洪水災害管理計画策定に共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 構造物対策と非構造物対策を効果的に組み合わせる。
- b) 構造物対策は、主に人口密集地を対象に、堤防、ダム、遊水池、河道改修、都市内排水対策等を考える。
- c) 非構造物対策としては、洪水予警報システム、避難行動、水防活動、洪水ハザードマップ作成、コミュニティ防災等を考える。
- d) 洪水時に氾濫しやすい河川沿いの牧草地、水田や畑地における遊水効果により洪水の流出を遅らせる考え方を取り入れる。

- e) 本洪水災害管理計画の検討対象地区は、ケニア国における主要な計画や戦略文書を尊重するとともにそれらと整合性を図りながら本計画に取り込むという観点から、Flood Mitigation Strategy (MWI, June 2009)、NWCPC Strategic Plan 2010-2015、ならびに NWMP (1992)において洪水常襲地区と特定されている以下の 21 地区<sup>14</sup>とする。

#### 洪水災害管理計画検討対象地区

流域区	検討対象地区
ビクトリア湖北	1. Yala Swamp
ビクトリア湖南	2. Kano Plain, 3. Sondu Rivermouth, 4. Kuja Rivermouth, 5. Kisumu
リフトバレー	6. Middle/Lower Turkwel, 7. Lower Kerio, 8. Nakuru, 9. Narok, 10. Mogotio
アティ	11. Downmost Athi, 12. Lumi Rivermouth, 13. Nairobi City, 14. Kwale, 15. Mombasa
タナ	16. Lower Tana, 17. Ijara
エワソングロ北	18. Middle/Lower Ewaso Ng'iro North, 19. Wajir, 20. Mandera, 21. Isiolo

出典：JICA 調査団（Flood Mitigation Strategy (MWI, June 2009)、NWCPC Strategic Plan 2010-2015、ならびに NWMP (1992) に基づく。Main Report Part A, 7.9.2 節、および Sectoral Report (J), 4.2 節参照）

- f) 具体的な計画策定に十分な洪水に関するデータがないため、本マスタープランではアイデアを提示するものとする。計画に必要な洪水に関する基礎資料・情報（氾濫位置、湛水深、氾濫範囲、氾濫時間、洪水流量、河川状況、地形図など）の収集のため上記 21 検討対象地区の洪水調査を早期に実施することを提案する。

### (3) 渇水災害管理計画の全体方針

渇水災害管理の現状および目標を勘案の上、6 流域区の渇水災害管理計画策定に共通の全体方針は以下の通りとする。

- 渇水時の水紛争を避け、より効果的な取水制限を行うため、現在 4 つの流域区で行われている河川水位による取水制限に代わり、既存および新規提案の貯水池の取水制限ルールによる取水制限とする。取水制限ルールは、新規貯水池の建設や水需要の変化に伴い将来に亘って適宜見直しが必要になることを念頭に置いたものとする。
- 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリングは水資源管理計画の一環として実施する。
- 渇水被害を最小限とするため、取水制限に関する協議の場としての法的地位を持つ流域渇水調整協議会を設置する。
- 渇水に早期に備えるため、渇水予報を早期に入手できるよう渇水早期予測システムを構築する。

## 6.10 環境管理計画

### (1) 管理目標

水資源開発は人口の急速な伸びと経済成長による水需要を満たすため必要である。しかしながら、水資源開発プロジェクトやそれに伴う水利用は河川や湖の流況を変えることになり、河川や湖の生態系に望ましくない影響を与える懸念もあることから、環境面の持続性を確保しながら行われなければならない。

<sup>14</sup> 図 6.9.1 参照。



本マスタープランにおける環境管理計画は、水資源開発・利用による自然環境への影響<sup>15</sup>を最小限にすることを目標とするものとする。

## (2) 管理計画の全体方針

環境管理の目標は、水資源開発・利用による自然環境への影響を最小限にすることである。現在、ケニアでは「水配分ガイドライン (WRMA、初版、2010年3月)」によって河川維持流量は自然流量流況曲線の95%流量として設定されている。同ガイドラインによれば、環境流量は生態系からのニーズ (Ecological needs) として規定されており、ベーシックヒューマンニーズとともに河川維持流量の一部として認識されている。しかしながら、環境流量の値は、明示されていない。環境流量は、河川や湖の生態系保全のために必要な流量であり、また水資源開発計画に大きく影響することから、環境の基礎情報に基づいた河川/湖沼ごとの環境流量の設定が重要である。適正な環境流量の設定を提案するとともに、環境流量の維持や適正度の確認のみならず、水資源開発・利用による自然環境への影響を把握するため、継続的な環境モニタリングを提案する。また、環境流量の設定に必要な環境調査もあわせて提案する。

上記の目標及び環境管理の現状を勘案の上、6流域区の環境管理計画策定に共通の全体方針は以下の通りとする。

- a) 環境調査に基づき、主要な河川および湖の重要な地点の環境流量を定める。
  - 水資源開発・管理に重要な地点
  - 流量の大きく変化する地点 (本川と主要支川の合流点)
  - 重要もしくは貴重な生態系が存在する地点
  - 環境調査項目は河川流量、湖水位、水温、pH、DO、SS、BOD、大腸菌群数、水生動植物、および水生動植物の重要な生息地・生育地とする。
- b) 水資源開発・利用による自然環境への影響を把握するため、主要な河川および湖の重要な地点において環境モニタリングを行う。
  - 流域の生態系を代表する地点
  - 希少な生態系の存在する地点 (河口域、閉鎖性水系等)
  - 大都市の位置する地点
  - 保護区地上流の地点
  - 主要な湖
  - 国際河川・湖

環境モニタリングの項目と頻度は下表に示すとおりとする。このモニタリングにより、環境への影響が観測された場合は、WRMAは速やかに環境保全の責任機関であるケニア国家環境管理局 (NEMA) 及び環境鉱物資源省 (Ministry of Environment and Mineral Resources) に報告を行い、これらの責任機関によって環境へのインパクトを最小限にするべく、必要な対応がとられるものとする。

<sup>15</sup> 本マスタープランでの提案事業に対する戦略的環境アセスメント (SEA) は今後 WRMA が実施することになっている。

### 提案の環境モニタリング項目と頻度

対象	モニタリング項目		頻度
河川	河川流量	定点観測	月 1 回
	水質	水温, pH, DO, SS, BOD, 大腸菌群数	4 半期
湖沼	湖沼水位	定点観測	月 1 回
	水質	水温, pH, DO, SS, COD, 大腸菌群数, T-N, T-P, 微生物相 (動植物プランクトン)	4 半期

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 7.10.2 節、および Sectoral Report (K), 3.2.2 節参照)

## 7. ビクトリア湖北流域区水資源マスタープラン

### 7.1 流域区概要

ビクトリア湖北 (Lake Victoria North; LVN) 流域区は、図 1.3.1 に示すようにケニアの西部に位置し、北をエルゴン山、東をチェランガニ丘陵とマウ森林に囲まれている。本流域区は西側でウガンダ国と国境を接し、南西部はビクトリア湖に面している。流域区の面積は 18,374 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 3.2% を占める。流域区の人口は、2010 年時点で 697 万人で、全人口の 18.1% を占める。人口密度は 379 人/km<sup>2</sup> と高い。流域区は、エルゴン山頂の標高 4,321m からビクトリア湖の標高 1,134 m に展開し、1,000 m 以上の高地である。

本流域区内の主な河川は、Nzoia 川、Yala 川、Malaba 川、Malakisi 川および Sio 川である。Nzoia 川は流域区内最大の河川で、流域面積は 12,853 km<sup>2</sup> と流域区の 70% を占める。Yala 川は第 2 の河川で、流域面積は 3,259 km<sup>2</sup> である。両河川ともビクトリア湖に注ぐ。Sio 川はウガンダ国との国境に沿ってビクトリア湖に注ぎ、Malaba 川と Malakisi 川は、ウガンダ国へ流れ込む国際河川である。これらの 3 つの国際河川の総流域面積は 2,301 km<sup>2</sup> で、本流域区の 12.5% を占める。また、ビクトリア湖は世界第 2 の大きさの淡水湖であり、ケニア、タンザニアおよびウガンダに跨っている。

本流域区の気候は湿潤であり、年降雨量は 1,200-1,800 mm、流域区平均年降雨量は 1,420 mm である。水資源賦存量は 59.5 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は 855 m<sup>3</sup>/年/人となる。

### 7.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、LVN 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

#### 利用可能水資源量 (LVN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	4,626	116	4,742
2030	4,969	108	5,077
2010 年値に対する比率	107%	93%	107%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B, 3.2 節参照)

一方、LVN 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

### 水需要量 (LVN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	169	6	18	26	0	9	228
2030	424	19	817	61	0	16	1,337

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

### 水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (LVN流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	4,742	5,077
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	228	1,337
水需要量/利用可能水資源量	5%	26%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	27	371
水不足量/水需要量	12%	28%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B, 3.4 節(1)、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状では、水需要量は利用可能水資源量の 5%と小さいが、計画目標年次の 2030 年には 26%に達すると予想される。この比率は通常水ストレス比と呼ばれ、40%以上で水ストレスが高い状況下におかれている、と判断される。流域区内で地域的な差があるものの流域区全体で見ると水ストレスが高い状態とは言えず、水資源量に余裕があるように見える。しかし、水不足量は現状の 27 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 371 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加することから、水資源の有効利用と適切な水資源開発が必要である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

### 水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (LVN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	424	363	61
産業用水	19	10	9
灌漑用水	1,359	1,332	27
家畜用水	61	61	0
野生生物用水	0	0	0
内水面漁業用水	16	16	0
合計	1,879	1,782	97

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.4.3 節(2)参照)

灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に記述しているビジョン 2030 に対する暫定目標の 90,786 ha の新規開発を 168,913 ha に増加させ得る結果となった。

この水配分案は、LVN 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 7.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

LVN 流域区内の総人口は、現在（2010 年）696 万人（都市人口 153 万人、地方人口 543 万人）である。LVN 流域区は、6 つの流域区の中で最も人口密度が高いが、特定の地域に人口は集中しておらず、流域区全域に人口が分布している。2009 年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は下表のように推定できる。

給水施設へのアクセス状況（LVN流域区）

（単位：％）

給水方式	登録業者による 配水管給水	井戸、湧水	未登録業者から の購入	表流水 (未処理)
都市人口	31	53	3	13
地方人口	5	70	0	25
全人口	11	66	1	22

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C), 2.3.3 節参照）

安全でないと評価される水源（未登録業者からの購入と、未処理の表流水）を利用している住民の比率は 23%になる。井戸や湧水を利用している住民の比率は 66%と多数を占めており、これは 6 流域の中で最も高い比率である。井戸や湧水のなかには、汚染に対して保護されていない施設も含まれているが、その比率は不明である。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 618 万人増加、地方人口は約 78 万人減少し、総人口は 1,236 万人になると予測される。都市の配水管による給水の比率は現在 31%であり、この比率を 100%まで引き上げ、更に都市人口の増加に対応するためには、都市給水システムの大規模な開発が必要である。

#### (2) 開発戦略

本流域区は地下水利用率が高い地域であるが、ケニア国内の五大水源林であるエルゴン山とチェランガニ丘陵からの豊富な表流水も利用可能である。都市給水はこの表流水源を優先的に利用し、地方給水は地下水を優先的に利用する方針とする。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、LVN 流域区では 32 都市（Urban Centres）を対象に整備を行う。2030 年までに、流域区内に必要な都市給水システムの給水能力は 782,000 m<sup>3</sup>/日であるが、現在の給水能力は、工事中の施設も含めても 135,000 m<sup>3</sup>/日であり、647,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業によって、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ 20 都市（総給水能力：135,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備の修復工事を行う。
- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 20 都市においては、既存の給水能力では 2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業（総給水能力：556,000 m<sup>3</sup>/日）を実施する。

- c) 都市給水システムの新設事業： 給水システムが整備されていない 12 の都市については、新規給水システム（総給水能力：91,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、LVN 流域区内では、9 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 45,000 m<sup>3</sup>/日の 12 の都市給水事業が計画されている<sup>16</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。

- a) 大規模地方給水の整備事業： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。11 地方行政区（Counties）の 178 万人を対象に、地方行政区ごとで事業を実施する。
- b) 小規模地方給水の整備事業： 小規模地方給水は、11 地方行政区の 401 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、及び衛生施設の改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルであるため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、LVN 流域区の都市給水システム開発計画は表 7.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 7.3.2 及び表 7.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。LVN 流域区の上水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 上水道開発計画の概要（LVN 流域区）

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	20 都市	135,000	6.57
	拡張事業	20 都市	556,000	
	新設事業	12 都市	91,000	
	全体	32 都市	782,000	
地方給水	大規模地方給水事業	11 地方行政区	184,000	5.79
	小規模地方給水事業	11 地方行政区	220,000	
	全体	11 地方行政区	404,000	

出典：JICA 調査団（表 7.3.1、表 7.3.2、表 7.3.3 をもとに作成）

上記の上水道開発により、2030 年の上水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030 年における上水道整備状況（LVN 流域区）

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010 年	0.77		4.59	5.36
	2030 年	6.57	1.78	4.01	12.36
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	135,000	10,000	144,000	289,000
	2030 年	782,000	184,000	220,000	1,186,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等	-
対象地域		32 都市	11 地方行政区		-

<sup>16</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

出典：JICA 調査団（2030 年の値は表 7.3.1~表 7.3.3 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照）

水収支計算の結果、提案する上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 5 つの新規ダムの建設と、1 つの既存流域内導水の拡張が必要である。

## 7.4 下水道開発計画

### (1) 下水道開発の現状

2009 年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

#### 衛生施設へのアクセス状況（LVN流域区）

（単位：％）

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 （個別処理施設）	ブッシュ等 （未処理）
都市人口	7	92	1
地方人口	0	95	5
全人口	2	94	4

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく）（Sectoral Report (D), 2.3.2 節参照）

下水道システムの整備は進んでおらず、サービス人口は 2%にも満たない。流域区内には小規模な下水処理場が 8 カ所あり、総処理能力は約 21,000 m<sup>3</sup>/日である。流域区内の 94%の住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には、改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率は現時点では不明である。また、4%の住民はブッシュ等を利用し、衛生施設を有していない。

### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、LVN 流域区内の 19 都市 (Urban Centres) を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備は以下の 3 種類の事業により行う。

- a) 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道システムを持つ 7 都市（総処理能力：21,000m<sup>3</sup>/日）に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備の修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。
- b) 下水道施設の拡張事業： 上述の 7 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム（下水管渠、ポンプ場）、および下水処理場の拡張事業（総処理能力：230,000m<sup>3</sup>/日）を実施する。
- c) 下水道の新設事業： 下水道整備対象都市のうち、12 都市では、下水道は全く整備されていないため、新規の下水道システム（総処理能力：209,000m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、LVN 流域区内では、下水処理能力 17,000 m<sup>3</sup>/日、5 つのの下水道整備事業の計画がある<sup>17</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 633 万人用の個別処理施設が必要である。現在の人口の 94%（約 654 万人）は個別処理施設を利用している。しかしながら、新設家屋の施設整備

<sup>17</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとし、施設の新設は、流域区内の 11 の地方行政区それぞれで実施する。

### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、LVN 流域区の下水道開発計画は表 7.4.1 に、個別処理施設計画は表 7.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道計画対象都市を示す。LVN 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 下水道開発計画の概要 (LVN流域区)

事業タイプ		対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	7 都市	21,000	6.03
	拡張事業	7 都市	230,000	
	新設事業	12 都市	209,000	
	全体	19 都市	460,000	
セプティックタンク等 (個別処理施設)		11 地方行政区	-	6.33

出典：JICA 調査団 (表 7.4.1 および表 7.4.2 をもとに作成)

流域区内の都市人口 771 万人 (2030 年) に対して、下水道整備率は約 78% となり、これは全国下水道整備目標の 80% とほぼ同じ数値である。上記の下水道開発により、2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における下水道整備状況 (LVN流域区)

処理方式		下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	0.14	6.54
	2030 年	6.03	6.33
処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	21,000	---
	2030 年	460,000	---
実施機関		登録業者	個別、集落等
対象地域		19 都市	11 地方行政区

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 7.4.1、表 7.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照)

## 7.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

LVN 流域区は、ケニアで最も降雨量が多く利用可能な灌漑水源に恵まれている。農耕地面積 (2011 年) は 78 万 ha あり、耕作地の殆どが天水農業である。流域区内の既存の灌漑面積 (2010 年) は合計 1,876 ha で、内訳は、大規模灌漑が 363 ha (19%)、小規模灌漑が 1,327 ha (71%)、民間灌漑が 186 ha (10%) である。灌漑の対象作物は、米および園芸作物である。農耕地面積に占める灌漑面積はわずかに 0.2% である。既存灌漑施設には維持管理が十分ではなく、改修・改善が必要なものが多い。

### (2) 開発戦略

6.5 節で述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 河川水が豊富な流域の特徴を踏まえ、河川から直接取水する最大灌漑開発を実施するとともに、ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発も最大限推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業を発展させるため、灌漑の導入により天水農業地域の土地生産性の向上を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図り、最大灌漑開発を行う。

### (3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、LVN 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

#### 2030 年の灌漑面積 (LVN 流域区)

(単位 : ha)

灌漑の タイプ	既存灌漑 面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	363	12,600	65,770	78,370	0	0	78,370	78,733
小規模灌漑	1,327	41,638	0	41,638	1,784	3,700	47,122	48,449
民間灌漑	186	41,637	0	41,637	1,784	0	43,421	43,607
合計	1,876	95,875	65,770	161,645	3,568	3,700	168,913	170,789

出典 : JICA 調査団 (Main Report Part B, 4.4.3 節参照)

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 90,786 ha (全国での目標値 120 万 ha に対する LVN 流域区の割当て分) に対し、水収支検討の結果、7.7 節に提案の水資源開発により上表に示すように 78,127 ha 増の 168,913 ha の新規灌漑開発が可能である。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画 (500 ha 以上) は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 5 計画、および本調査提案の 3 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 6 計画 (合計 78,970 ha) が LVN 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。

- a) Lower Nzoia 灌漑計画 (10,470 ha 新規開発、水源施設は取水堰 + Nzoia 42A 多目的ダム)
- b) Lower Sio 灌漑計画 (6,600 ha 新規開発、水源施設は取水堰)。
- c) Upper Nzoia 灌漑計画 (24,000 ha 新規開発、水源施設は Nzoia 34B 多目的ダム)
- d) Moi's Bridge 灌漑計画 (19,800 ha 新規開発、水源施設は Moi's Bridge 多目的ダム)
- e) Kibolo 灌漑計画 (11,500 ha 新規開発、水源施設は Kibolo 多目的ダム)

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 1,359 百万 m<sup>3</sup>/年となる。



## 7.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

LVN 流域区の既存水力発電所は、Nzoia 川上流の支川に位置する Sosiani 小水力発電所（400 kW）のみであり、10 MW 以上の中・大規模水力発電所はない。本流域区の水資源は豊富であるが、1990 年以降は水力開発に関する十分な調査が行われていない。

### (2) 開発戦略

本流域区には最小コスト電源開発計画(LCPDP)に記載の計画はないので、6.6 節で述べた全体方針に基づき、主要河川である Nzoia 川、Yala 川に計画されている多目的ダム計画の発電コンポーネントを本流域区の水力開発計画とする。

### (3) 提案の水力開発計画

上記開発戦略に従い、本流域区で提案される水力開発計画は以下の 3 計画となる。その位置を図 7.6.1 に示す。

水力開発計画（LVN流域区）

計画名	河川	出力	目的
Nzoia (34B)多目的ダム計画	Nzoia 川	16 MW	給水、灌漑、洪水防御、水力発電
Nzoia (42A) 多目的ダム計画	Nzoia 川	25 MW	洪水防御、水力発電
Nandi Forest 多目的ダム計画	Yala 川	50 MW	給水、灌漑、水力発電
合計		91 MW	

出典：JICA 調査団（MORDA、LBDA からの情報に基づく。Main Report Part B, 4.5.3 節参照）

上記計画のうち、Nzoia (34B)および Nzoia (42A)多目的ダム計画については、その水力発電コンポーネントについては調査精度が低いと判断されることから、再検討が必要と思われる。

## 7.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

LVN 流域区の流域面積は 18,374 km<sup>2</sup>（全国の 3.2%）である。流域区平均年雨量は 1,420 mm と 6 流域区中最も多く、水資源量の豊富な流域区である。現在の利用可能水資源量は表流水が 4,626 百万 m<sup>3</sup>/年、利用可能地下水が 708 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 4,969 百万 m<sup>3</sup>/年に増加するが、利用可能地下水は 704 百万 m<sup>3</sup>/年となり、ほぼ変わらない。

LVN 流域区の現在の主たる水需要は、人口 696 万人（全国の 18.1%）に対する生活用水供給である。人口は流域区全体に分散していて、流域区内で給水システムが整備されているのは 20 都市である。人口の 66%が井戸を利用している。農業に関しては多雨を利用した天水農業が盛んであり灌漑面積は 1,876 ha（全国の 1%）と他流域区に比べ小さい。LVN 流域区における現在の水需要量合計は 228 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。

現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として LVN 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、5 ダム（全て生活用水用、合計貯水容量 24 百万 m<sup>3</sup>）、流域内導水および流域間導水各 1 カ所、小ダム・ため池 270 基（生活家畜用水用、合計貯水容量 8 百万 m<sup>3</sup>）、井戸 1,776 本（主に

生活用水用、合計取水量 41 百万 m<sup>3</sup>/年) がある。建設中のダムは無い。これら既存水資源開発施設による現在の LVN 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、概略ではあるが Nzoia 川基準点(1DA02)で 1/7、Yala 川基準点(1FG01)で 1/7 と算定される。

## (2) 開発戦略

7.3 節および 7.5 節で述べたように 2030 年には、LVN 流域区の予測人口は 1,236 万人に達し、また灌漑面積を 193,551 ha に拡張する計画とした結果、2030 年予測水需要量は 2,048 百万 m<sup>3</sup>/年となる。これは現在水需要量の 9.0 倍であり飛躍的に増大することとなる。7.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは 2030 年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた LVN 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 豊富な表流水の開発を流域区全体で進めることを基本とする。
- b) 既存 Moiben ダムから Eldoret/Iten 地域への既存流域内導水を計画に取り込み、同地域の将来生活用水の需要増に対処する。また、新規 Nandi Forest ダムによる LVS 流域区への流域間導水計画も取り込み、水力発電、灌漑に加え生活用水需給がひっ迫している Kisumu への水供給を図る。なお、Nandi Forest ダムから LVS 流域区への流域間導水量は 8.2 節に示す LVS 流域区の水需要量として取り扱う。
- c) 流域区全体に広がる比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要を満たすため、ダムによる水資源開発を流域の各所で推進する(候補ダムとしては NWMP (1992)でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる)。
- d) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、流域区全体にわたり小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。
- e) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

## (3) 提案の水資源開発計画

6.7 節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、LVN 流域区の 2030 年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

水資源開発の現状と新規計画 (LVN流域区)

施設		数量	目的	規模・容量	備考
ダム	既存	5 基	生活用水	貯水容量合計 24 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	7 基	生活・産業・灌漑用水、発電、洪水防御	貯水容量合計 1,080 百万 m <sup>3</sup>	
流域内導水	既存	1 カ所	生活用水	Moiben ダムから Eldoret/Iten へ、導水量 5 百万 m <sup>3</sup> /年 (既存流域間導水を含む)	
	新規	1 カ所	生活用水	Moiben ダムから Eldoret/Iten へ、導水量 5 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
流域間導水	既存	1 カ所	生活用水	Moiben ダムから Tambach へ	
	新規	1 カ所	生活・灌漑用水、発電	Nandi Forest ダムから LVS 流域区へ、189 百万 m <sup>3</sup> /年	
小ダム・ため池	既存	270 基	生活家畜用水	合計貯水容量 8 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	3,620 基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 181 百万 m <sup>3</sup>	
井戸	既存	1,776 本	生活用水	合計取水量 41 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	560 本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 56 百万 m <sup>3</sup> /年	

注： 本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典： JICA 調査団 (Main Report Part B, 4.6.1 および 4.6.3 節参照)

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で、表 7.7.2 に提案導水計画の詳細を一覧で示す。また、図 7.7.1 にダムおよび導水計画の位置を示す。

上記の水資源開発施設による LVN 流域区の将来(2030 年)の水需給バランスを表 7.7.3 に示す。

LVN 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年 (既存施設) および 2030 年 (既存施設+新規開発施設) のそれぞれに対し以下のように算定される。

基準点での利水安全度 (LVN 流域区)

基準点	現在(2010 年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030 年)利水安全度 (既存施設+新規開発施設)
Nzoia 川(1DA02), Webuye	1/7	1/5
Yala 川(1FG01), Bondo	1/7	1/10

出典： JICA 調査団 (Sectoral Report (G), 4.4 節参照)

Nzoia 川基準点(Webuye) の 2030 年の利水安全度は、下流水需要が灌漑用水のみであることから 1/5 となり、Yala 川基準点(Bondo)では、下流水需要が生活用水のみであることから 1/10 となる。この内 Nzoia 川基準点では 2030 年の利水安全度が 1/5 と現在の 1/7 から低下するものの、目標とする安全度は確保している。この低下は将来水需要量が大幅に増大することに起因している。今後は目標の利水安全度を確保すべく適切な水資源開発・管理が肝要である。

各基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 7.7.2 に各基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、7.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 7.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

LVN 流域区では、主要河川である Nzoia 川、Yala 川流域を中心とする水資源モニタリング体制が整っている。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 75% (21 カ所)、地下水 69% (9 カ所)、雨量 80% (52 カ所) であり、モニタリングは比較的良好に行われている。

水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が 71% (表流水 67%、地下水 79%) と高く、概ね良好に実施されているが、さらなる改善が必要である。

流域保全については、五大水源林のうち、エルゴン山、チェランガニ丘陵、マウ森林などが主要河川である Nzoia 川および Yala 川の水源地となっているが、森林面積の減少が著しい。本調査での解析結果<sup>18</sup>によれば、1990 年に比べて約 30% の森林面積が減少している。また、本流域区では、森林伐採に起因する土砂流出が問題となっている。

### (2) 管理戦略

6.8 節で述べた全体方針に基づき、LVN 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の 4 つの観点から以下の通りとする。

#### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

表流水の観測は、流域の主要 2 河川である Nzoia 川、Yala 川、ならびに主要支川を対象に見直しを行い効率的な体制とする。また、水資源開発・管理に資するための基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測は、流域区の全体が湿潤地域という気候区分とそれによる観測密度を考慮して観測所配置を見直し、適正な観測体制とする。

地下水の観測は、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域である、上水道計画と下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

#### 2) 水資源評価

全体方針に述べたように、水資源モニタリングデータをもとに水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、WRMA 地域事務所で流域区全体の最新の水資源利用可能量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

#### 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように、将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の正確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用

<sup>18</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3 節 Land Use Analysis 参照。

実態と水資源利用可能量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

#### 4) 流域保全

全体方針に従い、エルゴン山、チェランガニ丘陵、マウ森林を中心に植林による森林面積の回復を目指す。また、本流域区で問題となっている森林伐採による土砂流出の抑制を考慮する。

### (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

#### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.2 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は、WRMA の目標値 28 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているかどうかの観点で見直しを行い、Nzoia 川に 15 カ所、Yala 川に 6 カ所、Sio 川、Malaba 川、Malakisi 川に各 1 カ所の合計 24 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.1.2 に示すように Nzoia 川、Yala 川に各 1 カ所、合計 2 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 2 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象各河川の低水管理を行うことになる。

#### 基準点正常流量 (LVN 流域区)

(単位: m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Nzoia 川 (1DA02)	16.1 (=15.9+0.2)	19.5 (=15.9+3.6)
Yala 川 (1FG01)	6.8 (=6.7+0.1)	6.9 (=6.7+0.2)

出典: JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.3.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量 (水需要) と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節 (2) 計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 65 カ所に対し、42 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 13 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで上水道計画と下水道計画の両方の対象である 19 都市において合計 19 カ所（各都市 1 カ所）での観測専用井による地下水観測体制を提案する。

## 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Kakamega にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Kitale、Eldoret、Siaya の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは LVN 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、Kakamega の水質試験所を維持し、水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

## 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- a) 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- b) 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。
- c) 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、LVN 地域事務所、ならびに Kitale、Eldoret、Siaya 支所の水利権担当者を現行の 5 名から 2 名増員し、合計 7 名の管理体制とすることを提案する。具体的には Eldoret および Siaya 支所の担当者を各 1 名増員する。

## 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ビジョン 2030 の森林被覆率目標値（10%）達成のため、LVN 流域区においては、約 23 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林（Gazetted Forest）については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

土壌侵食防止については、全体方針に述べたように、まず、荒廃地の実態調査を行うことを提案する。

## 7.9 洪水・渇水災害管理計画

### (1) 洪水災害管理の現状

LVN 流域区は LVS 流域区と並んでケニア国でも最も洪水に脆弱な流域と言える。このような背景から、西部ケニア コミュニティ主導型開発 洪水被害軽減プロジェクト（WKCDD&FMP）が 2007 年から実施されている。このプロジェクトは統合洪水管理の概念に基づいて実施されており、多目的ダム建設、堤防の新設・リハビリ、河川改修、早期洪水予警報システムの設立 等を含めた様々なコンポーネントから成り立っている。そのため、プロジェクト完了後にはこれらの構造物・非構造物対策が効果を発揮し洪水被害が軽減することが期待されている。

しかしながら、現在プロジェクトが進行中にもかかわらず、観測機器の盗難や故障など、維持管理上の問題が発生している。また、WRMA 地域事務所、ケニア気象局（KMD）、危機対応センタ

一 (DOC) との共同により構築されている早期洪水警報システムについては、プロジェクト終了後の運用体制が決まっていないなどの課題もある。

現在までに、Nzoia 川には左岸 16.6 km、右岸 16.2 km、および Yala 川には右岸 9 km の堤防が建設済みであり、通常規模の洪水に対しては洪水防御に寄与しているものの、2008 年の大洪水時には破堤したこともある。その際には十分な水防活動が行われず、結果として氾濫域が拡大したとも言われている。

## (2) 渇水災害管理の現状

LVN 流域区では過去に渇水被害は報告されていない。現在、流域区内には 5 基の上水道目的のダムが運用されているが、貯水池の取水制限を含めた渇水管理は特に実施されていない。

## (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e) で示した通り、LVN 流域区の検討対象地域は Yala Swamp のみである。ここでは上述の WKCDD&FMP により重要地区は治水構造物により洪水が防御される見通しとなっており、一方で超過洪水に対する被害軽減策としてコミュニティ防災システムも導入されつつある。

したがって、Yala Swamp では WKCDD&FMP により計画されている構造物対策を本計画に取り込む方針とし、一方、非構造物対策については既存・進行中の洪水被害対策における運用上の課題に対して重点的に取り組む方針とする。

## (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、LVN 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルールを作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

## (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき LVN 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) WKCDD&FMP で計画されている治水構造物対策の実施
- b) Nzoia 川流域における早期渇水警報システムの WRMA 地域事務所が主導し KMD との共同による運用
- c) Nzoia 川および Yala 川下流域の既存・計画堤防のための水防計画の作成

また、渇水災害管理戦略に基づき LVN 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) LVN 流域区内の 5 基の既存ダムおよび 7 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) LVN 流域区内の 2 水系における流域渇水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期渇水予測システムの確立（上記合計 12 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・渇水災害管理計画を示す。

## 7.10 環境管理計画

### (1) 環境管理の現状

LVN 流域区には、Nzoia 川、Yala 川の 2 つの主要河川が流れており、アフリカ最大の淡水湖であるビクトリア湖に流入している。両河川には、WRMA の流量・水質の観測所が設定されているが、これらのデータでは河川の水環境の経年的変化を把握するには不十分である。

本流域区の主要な水源の一つとなっているビクトリア湖では、移入種による湖沼生態系の破壊や生活排水の流入による水質汚染・富栄養化、降水量の減少による水位低下が進行している。Yala Swamp での灌漑事業などの開発事業は Victoria 湖の富栄養化の進行や河川に生息する湖上性魚類に影響を与える可能性があり、環境モニタリングによる監視が必要である。

また、本流域北部にはケニアの重要な水源林である五大水源林のうち、Nzoia 川の水源であるエルゴン山とチェランガニ丘陵、Yala 川の水源であるマウ森林の一部が位置している。これらの水源林は人口増加による森林の違法伐採や開墾により荒廃が見られ、水資源の保全に大きな影響を与えている。

なお、本流域区の人口密度は高く、開発計画の策定にあたっては社会環境問題への配慮が必要である。

### (2) 管理戦略

6.10 節で述べた全体方針に基づき、流域区内主要河川及び湖に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

本マスタープランで提案される開発事業は本流域区の主要河川である Nzoia 川と Yala 川に集中していることから、環境流量設定と環境モニタリングをこの 2 河川に対して提案する。さらに水環境の悪化しているビクトリア湖に対しては環境モニタリングを提案する。

### (3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図 7.10.1 に対象地点の位置を示す。

環境流量設定地点及び環境モニタリング地点 (LVN流域区)

対象	対象地点		流域で提案される主な開発計画
Nzoia 川	環境流量	1 Nzoia 川下流 : LVN-F1	Nzoia (42A)ダム、Teremi ダム
		2 基準点 (Webuye Town) : LVN-F2	Nzoia (34B)ダム、Kibolo ダム
		3 Moi's Bridge Town : LVN-F3	Siyoi ダム、Moi's Bridge ダム
	環境モニタリング	4 Nzoia 川下流 : LVN-M1	Nzoia (42A)ダム、Teremi ダム
		5 基準点 (Webuye Town) : LVN-M2	Nzoia (34B)ダム、Kibolo ダム
Yala 川	環境流量	1 基準点 (Yala Town) : LVN-F4	Nandi Forest ダム、Yala Swamp Irrigation
		2 Nandi Forest ダム下流: LVN-F5	
	環境モニタリング	3 Yala Swamp : LVN-M3	
Victoria 湖	環境モニタリング	1 Nzoia 川流入地点 : LVN-M4	-
		2 Yala 川流入地点 : LVN-M5	

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B, 4.9.3 節参照)



また、環境流量設定のための環境調査（流量、水質、生態系）は、Nzoia 川、Yala 川の 2 河川を対象として実施するものとする。

## 8. ビクトリア湖南流域水資源マスタープラン

### 8.1 流域概要

ビクトリア湖南（Lake Victoria South; LVS）流域区は、図 1.3.1 に示すようにケニアの南西部に位置し、北部はビクトリア湖北流域区、東部はリフトバレー流域区、南部はタンザニア、西部はビクトリア湖に接している。また、五大水源林<sup>19</sup>（Five Water Towers）であるマウ森林が流域区の北東部に横たわっている。流域区の面積は 31,734 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 5.5% を占める。2010 年時点の流域区の人口は約 737 万人で国全体の人口の約 19.1% を占める。人口密度は 232 人/km<sup>2</sup> と高い。流域区は、マウ森林にあるロンディアニ山頂の 3,009 m からビクトリア湖の 1,134 m に展開し、1,000 m 以上の高地である。

流域区的主要な河川はマウ森林を水源とする、Nyando 川、Sondu 川、Kuja 川、Mara 川の 4 河川である。Nyando 川、Sondu 川および Kuja 川はビクトリア湖に流入し、流域面積はそれぞれ、3,604 km<sup>2</sup>、3,474 km<sup>2</sup>、6,843 km<sup>2</sup> である。これら 3 つの河川の流域面積の合計は LVS 流域区面積の 43.9% を占める。Mara 川はマサイマラ自然保護区内を流下し、国境を越えてタンザニア国内でビクトリア湖へ注いでいる。Mara 川の流域面積は 9,107 km<sup>2</sup> で、LVS 流域区面積の 28.7% を占める。残りの地区はビクトリア湖のウイナム湾沿いの小流域群である。ビクトリア湖は世界第 2 の大きさの淡水湖であり、ケニア、タンザニアおよびウガンダに跨っている。

LVS 流域区の気候は湿潤であり、年降雨量は 1,200-1,800 mm であり、流域区平均の年降雨量は 1,280 mm である。水資源賦存量は 70.7 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は 959 m<sup>3</sup>/年/人となる。

### 8.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、LVS 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

#### 利用可能水資源量（LVS 流域区）

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	4,773	203	4,976
2030	5,749	188	5,937
2010 年値に対する比率	120%	93%	119%

出典：JICA 調査団（Main Report Part C, 3.2 節参照）

一方、LVS 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

<sup>19</sup> ケニアの五大水源林は、(1) ケニア山、(2) アバデア山地、(3) マウ森林、(4) エルゴン山、(5) チェランガニ丘陵の 5 つを指し、山地部に位置する国内で最も大きい森林群である。五大水源林は Tsavo 川を除く国内主要河川の水源となっている。Sectoral Report (K) 2.3.1 (5) 参照。

### 水需要量 (LVS 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	165	10	155	43	3	9	385
2030	464	41	2,324	106	3	15	2,953

出典：JICA 調査団 (Main Report Part C, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

### 水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (LVS 流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	4,976	5,937
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	385	2,953
水需要量/利用可能水資源量	8%	50%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	150	1,304
水不足量/水需要量	39%	44%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part C, 3.4 節(1)、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状では、水需要量は利用可能水資源量の 8% と小さいが、計画目標年次の 2030 年には 50% と 40% を超える水ストレス比が予測され、流域区全体で見ると水ストレスが高い状態で水資源に余裕は無いことが予想される。水不足量は現状の 150 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 1,304 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加し、水資源の有効利用と適切な水資源開発が必要である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

### 水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (LVS 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	464	374	90
産業用水	41	21	20
灌漑用水	1,158	1,107	51
家畜用水	106	106	0
野生生物用水	3	3	0
内水面漁業用水	15	15	0
合計	1,787	1,626	161

出典：JICA 調査団 (Main Report Part C, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.5.3 節(2)参照)

灌漑用水を除く水需要については賄えるものの、灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に記述しているビジョン 2030 に対する暫定目標の 186,978 ha の新規開発を 113,206 ha に抑えざるを得ない結果となった。

この水配分案は、LVS 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 8.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

LVS 流域区内の総人口は、現在（2010年）737万人（都市人口185万人、地方人口552万人）であり、Kisumu 周辺地域と Kisii 周辺地域に都市人口が集中している。2009年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は下表のように推定できる。

給水施設へのアクセス状況（LVS流域区）

（単位：％）

給水方式	登録業者による配水管給水	井戸、湧水	未登録業者からの購入	表流水（未処理）
都市人口	26	38	7	29
地方人口	7	42	1	50
全人口	12	41	2	46

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C), 2.3.4 節参照）

安全でないと評価される水源（未登録業者からの購入や、未処理の表流水）を利用している住民の比率は、48%、井戸や湧水を利用している住民の比率は 41%となる。井戸や湧水のなかには、汚染に対して保護されていない施設も含まれているが、その比率は不明である。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 614 万人増加、地方人口は約 79 万人減少し、総人口は 1,272 万人になると予測される。都市の配水管による給水の比率は現在 26%であり、この比率を 100%まで引き上げ、さらに都市人口の増加に対応するためには、都市給水システムの大規模な開発が必要である。

#### (2) 開発戦略

上水道開発を検討するにあたり、流域区内を、人口が集中している Kisumu 及び周辺地域、Kisii 及び周辺地域、その他の地域の 3 つに分け、それぞれの特徴を活かした都市給水システムを整備する。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、LVS 流域区では 25 都市（Urban Centres）を対象に整備を行う。Kisumu 及び周辺地域の 6 都市、及び Kisii 及び周辺地域の 7 都市については、共同で水源を利用するため、それぞれ 1 つの都市給水システムとして検討を行う。他の 12 都市は、それぞれ独立した給水システムを構築する。以下の 3 種類の事業により都市給水システムを整備する。

2030 年までに、流域内に必要な都市給水システムの給水能力は 785,000 m<sup>3</sup>/日であるが現在の給水能力は、工事中の施設分も含めても 120,000 m<sup>3</sup>/日であり、664,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業し、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ 21 都市（総給水能力：120,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備の修復工事を行う。
- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 21 都市において、既存の給水能力では、2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業（総給水能力：570,000 m<sup>3</sup>/日）を実施する。

- c) 都市給水システムの新設： 給水システムが整備されていない4都市については、新規給水システム（総給水能力：94,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、LVS 流域区内では、21 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 301,000 m<sup>3</sup>/日の 27 の給水事業が計画されている<sup>20</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。

- a) 大規模地方給水の整備： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。14 地方行政区の 267 万人を対象に、地方行政区ごとで事業を実施する。
- b) 小規模地方給水の整備： 小規模地方給水は、1 地方行政区の 379 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、衛生的な施設への改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルであるため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、LVS 流域区の都市給水システム開発計画は表 8.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 8.3.2 及び表 8.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。LVS 流域区の上水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 上水道開発計画の概要（LVS流域区）

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	21 都市	120,000	6.26
	拡張事業	21 都市	571,000	
	新設事業	4 都市	94,000	
	全体	25 都市	785,000	
地方給水	大規模地方給水事業	14 地方行政区	277,000	6.46
	小規模地方給水事業	14 地方行政区	208,000	
	全体	14 地方行政区	485,000	

出典：JICA 調査団（表 8.3.1~表 8.3.3 に基づく）

上記の上水道開発により、2030年の上水道整備状況は、2010年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における上水道整備状況（LVS流域区）

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010 年	0.88		3.02	3.90
	2030 年	6.26	2.67	3.79	12.72
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	120,000	26,000	150,000	296,000
	2030 年	785,000	277,000	208,000	1,270,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等	-
対象地域		25 都市	14 地方行政区		-

出典：JICA 調査団（2030年の値は表 8.3.1~表 8.3.3 をもとに作成、2010年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照）

<sup>20</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

水収支計算の結果、提案する上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 9 つの新規ダムと LVN 流域区内に 1 つの新規ダムの建設が必要である。

## 8.4 下水道開発計画

### (1) 下水道開発の現状

2009 年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

#### 衛生施設へのアクセス状況 (LVS 流域区)

(単位：%)

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)	ブッシュ等 (未処理)
都市人口	4	89	7
地方人口	0	80	20
全人口	1	82	17

出典：JICA 調査団 (2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (D), 2.3.3 節参照)

下水道システムの整備は進んでおらず、サービス人口は 1%にも満たない。流域区内には小規模な下水処理場が 4 カ所あり、総処理能力は 20,531 m<sup>3</sup>/日である。流域区内の 82%の住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には、改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率については現時点では不明である。また、17%の住民はブッシュ等を利用し、衛生施設を有していない。

### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、LVS 流域区内の 19 都市 (Urban Centres) を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備事業は以下の 3 種類の事業により行う。

- 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道施設を持つ 3 都市 (総処理能力：22,000m<sup>3</sup>/日) に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備の修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。
- 下水道施設の拡張事業： 上述の 3 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム(下水管渠、ポンプ場)、および下水処理場の拡張事業 (総処理能力：171,000m<sup>3</sup>/日) を実施する。
- 下水道の新設事業： 下水道整備対象のうち、16 都市では下水道は全く整備されていないため、新規の下水道システム (総処理能力：291,000m<sup>3</sup>/日) を建設する。
- WSBs からの情報によると、LVS 流域区内では、下水処理能力 53,000 m<sup>3</sup>/日、7 都市を対象とした下水道整備事業の計画がある<sup>21</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 670 万人用のオンサイト処理施設が必要である。現在の人口の 82% (約 604 万人) はオンサイト処理施設を利用している。しかしながら、新設家

<sup>21</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

屋の施設整備とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとする。施設の新設は、流域内の14の地方行政区それぞれで実施する。

### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、LVS 流域区の下水道開発計画は表 8.4.1 に、オンサイト処理施設計画は表 8.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道開発対象都市を示す。LVS 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 下水道開発計画の概要 (LVS流域区)

事業タイプ		対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	3 都市	22,000	6.02
	拡張事業	3 都市	171,000	
	新設事業	16 都市	291,000	
	合計	19 都市	484,000	
セプティックタンク等 (個別処理施設)		14 地方行政区	-	6.70

出典：JICA 調査団 (表 8.4.1 および表 8.4.2 に基づく)

流域区内の都市人口 799 万人 (2030 年) に対して、下水道整備率は約 75%になる。全国下水道整備目標の 80%よりも低くなるのは、LVS 流域区には比較的小規模な都市が多いため、整備の優位度が若干低いためである。上記の下水道開発により、2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における下水道整備状況 (LVS流域区)

処理方式		下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	0.07	6.04
	2030 年	6.02	6.70
必要処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	22,000	---
	2030 年	484,000	---
実施機関		登録業者	個別、集落等
対象地域		19 都市	14 地方行政区

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 8.4.1、表 8.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照)

## 8.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

LVS 流域区の雨量は多く年間 1,200~1,800 mm 程度あるが、流域の南部は半乾燥気候である。農耕地面積 (2011 年) は 55 万 ha で、その殆どが天水で栽培されている。主要作物は、メイズなどの食糧作物および園芸作物であり、ビクトリア湖畔では米の生産も盛んである。既存の灌漑面積 (2010 年) は合計 13,218 ha で、内訳は、大規模灌漑が 1,800 ha (14%)、小規模灌漑が 10,225 ha (77%)、民間灌漑が 1,193 ha (9%) である。農耕地面積に占める灌漑面積の割合は 2.4%である。既存の灌漑施設は、予算不足による不十分な維持管理のため機能がかなり低下している。

(2) 開発戦略

6.5 節で述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 河川水および開発可能な土地資源が豊富な流域の特徴を踏まえ、河川から直接取水する最大灌漑開発を行うとともに、ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発を最大限推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業を発展させるため、灌漑の導入により天水農業地域の土地生産性の向上を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図り、最大灌漑開発を行う。

(3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、LVS 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

2030 年の灌漑面積 (LVS 流域区)

(単位 : ha)

灌漑の タイプ	既存灌漑 面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	1,800	1,800	73,772	75,572	0	0	75,572	77,372
小規模灌漑	10,225	14,477	0	14,477	3,434	4,590	22,501	32,726
民間灌漑	1,193	11,700	0	11,700	3,433	0	15,133	16,326
合計	13,218	27,977	73,772	101,749	6,867	4,590	113,206	126,424

出典 : JICA 調査団 (Main Report Part C, 4.4.3 節参照)

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 186,978 ha (全国での目標値 120 万 ha に対する LVS 流域区の割当て分) に対し、水収支検討の結果、8.7 節に提案の最大限の水資源開発を行っても、利用可能な水資源量の制約から新規灌漑開発可能面積は上表に示すように 73,772 ha 減の合計 113,206 ha となる。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画 (500 ha 以上) は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 7 計画、および本調査提案の 3 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 8 計画 (合計 75,572 ha) が LVS 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。

- a) Kano Plain 灌漑計画 (15,000 ha 新規開発、水源施設は Magwagwa 多目的ダム)
- b) Lower Kuja 灌漑計画 (40,500 ha 新規開発、水源施設は取水堰および Katiemo 多目的ダム)
- c) Nandi Forest 灌漑計画 (7,272 ha 新規開発、水源施設は Nandi Forest 多目的ダム)
- d) Amala 灌漑計画 (5,000 ha 新規開発、水源施設は Amala 多目的ダム)

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 1,158 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

## 8.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

LVS 流域区の既存水力発電所は Sondu 川に位置する Sondu/Miriu 水力発電所 (60 MW) と Sangoro 水力発電所 (21 MW)、ならびに Gucha-Migori 川に位置する Gogo Falls 水力発電所 (2 MW) である。これらの発電所は洪水を調節できるような貯水池を有さず、河川を横断する堰を用いて取水、発電を行う流れ込み式の水力発電所である。したがって、河川流量の少ない乾季には出力が低下する。また、洪水調節機能や乾季における水供給の機能は有しない。

### (2) 開発戦略

本流域区には最小コスト電源開発計画(LCPDP)に記載の計画はないので、6.6 節で述べた全体方針に基づき Sondu 川に計画されている多目的ダム計画の発電コンポーネントを本流域区の水力開発計画とする。

### (3) 提案の水力開発計画

上記開発戦略に従い、本流域区で提案される水力開発計画は以下の 1 計画となる<sup>22</sup>。その位置を図 7.6.1 に示す。

水力開発計画 (LVS流域区)

計画	河川	出力	目的
Magwagwa 多目的ダム計画	Sondu 川	115 MW	給水、灌漑、水力発電
合計		115 MW	

出典：JICA 調査団 (MORDA、LBDA からの情報に基づく。Main Report Part C, 4.5.3 節参照)

Magwagwa 多目的ダム計画は、Sondu/Miriu、Sangoro の両水力発電所の上流に位置し、ダムの貯留効果により下流発電所の出力増加に貢献することが期待されている。

## 8.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

LVS 流域区の流域面積は 31,734 km<sup>2</sup> (全国の 5.5%) である。流域区平均年雨量は 1,280 mm と 6 流域区中 LVN 流域区に次いで二番目に多く、水資源量の豊富な流域区と言える。現在の利用可能水資源量は表流水が 4,773 百万 m<sup>3</sup>/年、利用可能地下水が 874 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 5,749 百万 m<sup>3</sup>/年に増加するが、利用可能地下水は 868 百万 m<sup>3</sup>/年とほぼ変わらない。

LVS 流域区の現在の主たる水需要は、人口 737 万人 (全国の 19.1%) に対する生活用水供給と面積 13,218 ha (全国の 9%) への灌漑用水供給である。人口は Kisumu および Kisii 周辺への集中が見られるものの流域区全体に分散している。流域区内で給水システムが整備されているのは 21 都市である。人口の 41% が井戸を利用している。LVS 流域区における現在の水需要量合計は 385 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。

<sup>22</sup> 発電と灌漑を目的とした既存の Gucha ダム拡張計画が NIB によって考慮されているが、既存ダムの所有者であるケニア発電会社 (KenGen) との調整がなされていないため、本調査では取り上げないこととした。



現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として LVS 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、2 ダム（全て水力発電用、合計貯水容量 1 百万  $m^3$ ）、流域内・流域間導水無し、小ダム・ため池 544 基（生活家畜用水用、合計貯水容量 5 百万  $m^3$ ）、井戸 489 本（主に生活用水用、合計取水量 36 百万  $m^3$ /年）がある。建設中のダムは無い。これら既存水資源開発施設による現在の LVS 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、概略ではあるが Nyando 川基準点(1GD03)で 1/2、Sonde 川基準点(1JG05)で 1/5、Gucha 川基準点(1KB03)で 1/2、Migori 川基準点(1KC03)で 1/3、Mara 川基準点(1LA04)で 1/20 と算定される。

生活用水供給用ダムが無いこともあり Kisumu および Kisii 周辺では生活用水の需給がひっ迫している。

## (2) 開発戦略

8.3 節および 8.5 節で述べたように 2030 年には、LVS 流域区の予測人口は 1,272 万人に達し、また灌漑面積を 156,797 ha に拡張する計画とした結果、2030 年予測水需要量は 2,016 百万  $m^3$ /年となる。これは現在水需要量の 5.2 倍に相当する。8.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは 2030 年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。また、隣接する RV 流域区的生活用水に対する水源地として本流域区は重要である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた LVS 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 豊富な表流水の開発を流域区全体で進めることを基本とする。
- b) 隣接する RV 流域区は、Nakuru 圏の生活用水を自流域区で確保出来ないため隣接する本流域区 Itare ダムおよび Londiani ダムからの流域間導水を既存計画などに従い検討する。また Amala ダムから RV 流域区への発電・灌漑・生活用水用の既存導水計画を取り込む。さらに LVN 流域区 Nandi Forest ダムの流域間導水計画も取り込む。なお、Itare ダム、Londiani ダムおよび Amala ダムから RV 流域区への流域間導水量は 9.2 節に示す RV 流域区の水需要量として取り扱う。一方、Nandi Forest ダムから LVS 流域区への導水量は 8.2 節に示す LVS 流域区の水需要量として取り扱う。
- c) ほぼ流域区全体に広がる比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要を満たすため、ダムによる水資源開発を流域の各所で推進する（候補ダムとしては NWMP (1992) でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる）。
- d) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、流域区全体にわたり小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。
- e) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

## (3) 提案の水資源開発計画

6.7 節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、LVS 流域区の 2030 年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

### 水資源開発の現状と新規計画（LVS流域区）

施設		数量	目的	規模・容量	備考
ダム	既存	2 基	水力発電用	貯水容量合計 1 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	10 基	生活・産業・灌漑用水、発電、洪水防御	貯水容量合計 1,000 百万 m <sup>3</sup>	
流域間導水	既存	無			
	新規	1 カ所	生活用水	Itare, Londiani ダムから RV 流域区へ、導水量 41 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1 カ所	生活・灌漑用水、発電	Amala ダムから RV 流域区へ、82 百万 m <sup>3</sup> /年	
小ダム・ため池	既存	544 基	生活家畜用水	合計貯水容量 5 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	3,880 基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 194 百万 m <sup>3</sup>	
井戸	既存	489 本	生活用水	合計取水量 36 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1,250 本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 125 百万 m <sup>3</sup> /年	

注：本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典：JICA 調査団（Main Report Part C, 4.6.1 および 4.6.3 節参照）

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で、表 7.7.2 に提案導水計画の詳細を一覧で示す。また図 7.7.1 にダムおよび導水計画の位置を示す。

上記の水資源開発施設による LVS 流域区の将来(2030 年)の水需給バランスを表 8.7.1 に示す。

LVS 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年（既存施設）および 2030 年（既存施設＋新規開発施設）のそれぞれに対し以下のように算定される。

### 基準点での利水安全度（LVS 流域区）

基準点	現在(2010 年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030 年)利水安全度 (既存施設＋新規開発施設)
Nyando 川(1GD03), Ahero	1/2	1/5
Sondu 川(1JG05), Sondu	1/5	1/20
Gucha 川(1KB03), Rongo	1/2	1/10
Migori 川(1KC03), Migori	1/3	1/5
Mara 川(1LA04), Masai-Mara	1/20	1/10

出典：JICA 調査団（Sectoral Report (G), 4.5 節参照）

Nyando 川基準点(Ahero)と Migori 川基準点(Migori)の 2030 年の利水安全度は、下流水需要が灌漑用水のみであることから 1/5 となる。Gucha 川基準点(Rongo)と Mara 川基準点(Masai-Mara)の 2030 年の利水安全度は、下流水需要が生活用水のみであることから 1/10 となる。一方、Sondu 川基準点(Sondu)では Magwagwa 水力発電所からの一定の放流を受け、1/20 となる。この内 Mara 川基準点では 2030 年の利水安全度が 1/10 と現在の 1/20 から低下するものの、目標とする安全度は確保している。この低下は将来水需要量が大幅に増大することに起因している。今後は目標の利水安全度を確保すべく適切な水資源開発・管理が肝要である。

各基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 8.7.1 に各基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、8.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 8.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

LVS 流域区では、主要河川である Nyando 川、Sondu 川、Gucha-Migori 川、Mara 川流域を中心とする水資源モニタリング体制が整っている。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 79% (30 カ所)、地下水 50% (15 カ所)、雨量 82% (53 カ所) であり、地下水観測の達成率がやや低い。

水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が 82% (表流水 80%、地下水 97%) と高く、概ね良好に実施されているが、さらなる改善が必要である。

流域保全については、五大水源林のうち、マウ森林が主要河川である Nyando 川、Sondu 川、および Mara 川の水源地となっているが、森林面積の減少が著しい。本調査での解析結果<sup>23</sup>によれば、1990 年に比べて約 40% の森林面積が減少している。また本流域区では、湧水や湿地などの小規模水源の荒廃、ならびに森林伐採に起因する土砂流出が問題となっている。

### (2) 管理戦略

6.8 節で述べた全体方針に基づき、LVS 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の 4 つの観点から以下の通りとする。

#### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

効率的なモニタリング体制とするため、流域の主要 4 河川である Nyando 川、Sondu 川、Gucha-Migori 川、Mara 川、ならびに主要支川の代表地点を網羅しているかどうかの観点で観測地点の見直しを実施する。また水資源開発・管理に資する基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測所は、流域区の大半を占める湿潤地域、および流域区南東部の半乾燥地域という気候区分と、それらによる観測密度を考慮して配置を見直す。

地下水のモニタリングは、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域として、上水道計画と、下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

#### 2) 水資源評価

全体方針に述べたように水資源モニタリングデータをもとに利用可能水資源量および水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、地域事務所流域区を全体の最新の水資源量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

<sup>23</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3 節 Land Use Analysis

### 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の的確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用実態と利用可能な水資源量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、流域区の水利権発給業務の実態を踏まえて円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

### 4) 流域保全

全体方針に従い、マウ森林を中心に植林による森林面積の回復を目指す。また、本流域区で問題となっている小規模水源周辺の植生回復、ならびに森林伐採による土砂流出の抑制を考慮する。

## (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.4 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は WRMA の目標値 38 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているかどうかの観点で見直しを行い、Nyando 川に 5 カ所、Sondu 川に 5 カ所、Gucha-Migori 川に 4 カ所、Mara 川に 3 カ所、Kisumu 市付近の Victoria 湖に 1 カ所、その他 Victoria 湖 Winum 湾沿いの小流域群に 5 カ所の合計 23 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.2.4 に示すように Nyando 川、Sondu 川、Guch 川、Migori 川、Mara 川に各 1 カ所、合計 5 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 5 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象各河川の低水管理を行うことになる。

## 基準点正常流量 (LVS 流域区)

(単位: m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Nyando 川 (1GD03)	2.0 (=1.6+0.4)	6.1 (=1.6+4.5)
Sondu 川 (1JG05)	10.6 (=10.4+0.2)	15.8 (=10.4+5.4)
Gucha 川 (1KB03)	1.3 (=0.4+0.9)	1.4 (=0.4+1.0)
Migori 川 (1KC03)	1.9 (=1.5+0.4)	3.8 (=1.5+2.3)
Mara 川 (1LA04)	4.4 (=4.3+0.1)	4.4 (=4.3+0.1)

出典: JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.4.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量 (水需要) と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節 (2) 計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 65 カ所に対し、50 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 30 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで上水道計画と下水道計画の両方の対象である 19 都市において合計 19 カ所 (各都市 1 カ所) での観測専用井による地下水観測体制を提案する。

## 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Kisumu にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Kisumu、Kericho、Kisii の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは LVS 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、Kisumu の水質試験所を維持し、水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

## 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン (WRMA、初版、2010 年 3 月)」などの基準類の改定を行う。
- 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、LVS 地域事務所、ならびに Kisumu、Kericho、Kisii 支所の水利権担当者を現行の 4 名から 3 名増員し、合計 7 名の管理体制とすることを提案する。具体的には LVS 地域事務所、Kisumu および Kericho 支所の担当者を各 1 名増員する。

#### 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ケニアビジョン 2030 植林目標値（10%）達成のため、LVS 流域区においては、約 41 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林 (Gazetted Forest) については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

小規模水源の保全および土壌侵食防止については、全体方針に述べたようにまず荒廢地および小規模水源の実態調査を行うことを提案する。

### 8.9 洪水・渇水災害管理計画

#### (1) 洪水災害管理の現状

LVS 流域区は長年に亘り深刻な洪水被害を受けてきた背景から、2009 年に Nyando 川流域統合洪水管理計画が策定された。これに続き、Nyando 川流域を対象としたコミュニティ防災システムが JICA の支援により確立された。同システムでは非構造物対策に加えて、小規模構造物対策を組み合わせた洪水対策が実施され、コミュニティが主体的に洪水被害を軽減するための準備が整っている。しかしながら、現在のシステムでは、洪水の発生は近傍河川水位の目視による確認のみに基づいており、洪水伝達速度の速い Nyando 川流域では避難活動のための十分なリードタイムが確保されていないことが課題となっている。

WRMA による洪水管理は上述のニヤンド川流域に限定されており、Sondu 河口や Kuja 河口のような他の洪水脆弱地域においては洪水管理は特に実施されていない。

現在までに Nyando 川には両岸合計で 15.1 km の堤防が建設済みであり、通常規模の洪水に対しては洪水防御に寄与しているものの、2006 年の大洪水時には破堤したこともある。その際には十分な水防活動が行われず、結果として氾濫域が拡大したとも言われている。

#### (2) 渇水災害管理の現状

LVS 流域区では過去に渇水被害は報告されていない。現在、流域区内には 2 基の水力発電目的のダムが運用されているが、貯水池の取水制限を含めた渇水管理は特に実施されていない。

#### (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e) で示した通り、LVS 流域区内の検討対象地域は Kano Plain、Sondu 河口、Kuja 河口、および Kisumu である。

Kano Plain (Nyando 川下流域) においては上述の通り 2009 年に統合洪水管理計画が策定済みである。同計画でも提案されている通り、Kano Plain は多目的ダムを含めた治水構造物により洪水を防御する方針とする。さらに、既存堤防に対して水防計画を作成することにより破堤や越水を防ぎ、氾濫域の縮小を図る。一方で、人的被害を軽減するために、住民の避難活動に十分なリードタイムを確保できるよう、テレメトリー式の観測機器を導入し既存のコミュニティ防災システムを改善する。

Sondu 河口および Kuja 河口地域については人口密集地が少ない傾向にあることから、構造物対策を必要としない。したがって、これら地域では上流域の水位観測を基にした簡易な洪水予測と併せたコミュニティ防災システムを確立する方針とする。

Kisumu 市街地で発生する洪水は、河川氾濫による洪水ではなく、むしろ都市排水不良の問題である。Kisumu の高い人口密度を考慮し、排水システムを改善することとする。

#### (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、LVS 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルールを作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

#### (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき LVS 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Nyando 川流域統合洪水管理計画で計画されている治水構造物対策の実施
- b) Nyando 川流域における洪水予警報システムの設立
- c) Nyando 川下流域の既存堤防のための水防計画の作成
- d) Sondu 河口および Kuja 河口におけるコミュニティ防災システムの確立
- e) Kisumu における都市排水整備

また、渇水災害管理戦略に基づき LVS 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) LVS 流域区内の 2 基の既存ダムおよび 10 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) LVS 流域区内の 5 水系における流域渇水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期渇水予測システムの確立（上記合計 12 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・渇水災害管理計画を示す。

## 8.10 環境管理計画

### (1) 環境管理の現状

LVS 流域区はビクトリア湖のウイナム湾に面しており、流域区内の 6 つの河川がウイナム湾に流入している。これらの河川や Kisumu 市等から流入している生活排水や工業排水に含まれる有害物質や、上中流域の耕作地からの栄養塩類がウイナム湾の水質汚染や富栄養化の要因となっている。特に、主要河川である Nyando 川、Sondu 川の 2 河川からの流入は大きな負荷となっている。両河川に対し、WRMA の流量・水質の観測所が設定されているが、これらのデータでは河川の水環境の経年的変化を把握するには不十分である。

また、本流域区内には Masai-Mara 国立保護区が位置しているが、同保護区は自然生態系の面から国際的にも重要な地域として注目されている。同保護区の主たる水資源である Mara 川は WWF の取り組みにより、ケニア国内で唯一、環境流量の研究が行われた河川である。しかし、住民とケニア野生生物サービス（KWS）間での水利用の対立や乾燥による過度の草地化などが報告されており、同地域の課題となっている。

本流域区には五大水源林の中で最も広い面積を持つマウ森林が位置している。同水源林は違法伐採や開墾の影響で五大水源林の中でも森林面積の減少が著しく、水資源の保全に悪影響を与えている。

なお、本流域区の人口密度は高く、開発計画の策定にあたっては社会環境問題への配慮が必要である。

## (2) 管理戦略

6.10 節で述べた全体方針に基づき、流域区内主要河川及び湖に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

本マスタープランで提案される開発事業は本流域区の主要河川である Nyando 川、Sondu 川、Gucha-Migori 川に集中していることから、環境流量設定と環境モニタリングをこの 3 河川に対して提案する。また、Masai-Mara 国立保護区の生物的な重要性から Mara 川についても同様に環境流量設定と環境モニタリングを提案する。さらに、ビクトリア湖ウイナム湾に対しては、湾内の主要地点、及び湾に面した主要都市である Kisumu 市及び Home Bay の両都市を環境モニタリングの対象とする。

## (3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図 7.10.1 に対象地点の位置を示す。



環境流量設定地点及び環境モニタリング地点 (LVS流域区)

対象	対象地点		流域で提案される主な開発計画
Nyando 川	環境流量	1 基準点 (Ahero Town) : LVS-F1	Nyando(Koru)ダム、Londiani ダム、Kano Plain Irrigation
		2 Muhoroni 市付近 : LVS-F2	
	環境モニタリング	3 基準点 (Ahero Town) : LVS-M1	
		4 Muhoroni 市周辺 : LVS-M2	
Sonde 川	環境流量	1 基準点(Sonde ダム上流) : LVS-F3	Magwagwa ダム、Itare ダム
		2 Itare 川合流地点: LVS-F4	
	環境モニタリング	3 基準点(Sonde ダム上流) : LVS-M3	
		4 Itare 川合流地点: LVS-M4	
Gucha - Migori 川	環境流量	1 両河川の合流点 : LVS-F5	Bunyonyu ダム、Ilooitere ダム、Katiemo ダム、Lower Kuja Irrigation
		2 基準点 (Gucha 川) : LVS-F6	
		3 基準点 (Migori 川) : LVS-F7	
	環境モニタリング	4 両河川の合流点 : LVS-M5	
		5 基準点 (Gucha 川) : LVS-M6	
		6 基準点 (Migori 川) : LVS-M7	
Mara 川	環境流量	1 基準点(Masai-Mara 国立公園上流) : LVS-F8	Amala ダム
	環境モニタリング	2 基準点(Masai-Mara 国立公園上流) : LVS-F8	
ビクトリア湖	環境モニタリング	1 Nyando 川流入口付近 : LVS-M9	-
		2 Sondu 川流入口付近 : LVS-M10	-
		3 Gucha 川流入口付近 : LVS-M11	-
Kisumu 市/ Homa Bay 市	環境モニタリング	1 Kisumu 市 (主要排水地点:Kibos 川下流) : LVS-M12	-
		2 Homa Bay (主要排水地点) : LVS-M13	-

出典：JICA 調査団 (Main Report Part C, 4.9.3 節参照)

また、環境流量設定のための環境調査 (流量、水質、生態系) は、Nyando 川、Sonde 川、Gucha-Migori 川の 3 河川を対象として実施するものとする。

## 9. リフトバレー流域区水資源マスタープラン

### 9.1 流域区概要

リフトバレー (Rift Valley; RV) 流域区は図 1.3.1 に示すように、ケニアの中西部に位置し、いわゆるリフトバレー渓谷を流下する河川を含む集水域である。南北方向に約 800 km、東西方向に 100 ~ 300 km と細長い形をした流域である。北部で南スーダン、ならびにエチオピアと、東部でエワソングロ北流域区、タナ流域区、アティ流域区、南部でタンザニア国、西部でウガンダ国、ビクトリア湖北流域区、ビクトリア湖南流域区と接している。流域区の中央部は五大水源林 (Five Water Towers) のうち、チェランガニ丘陵、マウ森林、およびアバデア山地に囲まれている。流域区の面積は 130,452 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 22.7% を占める。流域区の人口は、2010 年時点で 486 万人で、全人口の 12.6% を占める。人口密度は 37 人/km<sup>2</sup> と低い。流域区の地形は北部の Turkana 湖の標高 375 m から中央部の標高 3,000 m を超える山地、さらに南部に位置する Magadi 湖の標高 579 m と変化する。

流域区には北から順に Turkana、Baringo、Bogoria、Nakuru、Elementaita、Naivasha、Magadi と大地溝帯に沿って 7 つの湖がある。Baringo 湖および Naivasha 湖のみが淡水湖であり、その他はすべて塩湖である。

Turkana 湖はその北端をエチオピア国と接しており、表面積約 6,400 km<sup>2</sup> の国内最大の湖である。Turkana 湖に流入する主な河川は、Turkwel 川と Kerio 川である。Turkwel 川はチェランガニ丘陵を

水源とし、流域面積 19,820 km<sup>2</sup> を有する。Kerio 川は、マウ森林を水源とし流域面積 13,928 km<sup>2</sup> を有する。Turkana 湖に流入する河川の総流域面積は約 7 万 km<sup>2</sup> とリフトバレー流域区の半分以上を占めるが、Turkwel 川と Kerio 川以外は季節河川である。Turkwel、Kerio の両河川についても、季節によっては下流区間で伏流して Turkana 湖に流入している。

Magadi 湖は 8,349 km<sup>2</sup> の流域面積を有するが、同湖に流入する河川は伏流している。Baringo 湖は 6,530 km<sup>2</sup> を有し、Perkerra 川、Mala 川などの河川が流入している。さらに、Naivasha 湖が流域面積 3,128 km<sup>2</sup> と続き、以下、Nakuru 湖 (1,624 km<sup>2</sup>)、Bogoria 湖 (1,137 km<sup>2</sup>)、Elementaita 湖 (543 km<sup>2</sup>) の順となっている。これらのうち、唯一の淡水湖である Naivasha 湖は流域人口の増加に伴う水利利用の急増により乾季の水位低下が著しい。

本流域区の気候は、北部は乾燥地域であり、中央部は湿潤地域、南部は半乾燥地域である。年降雨量は、北部で 200-700 mm、中央部で 700-1,200 mm、南部で 700-800 mm であり、流域区平均年降雨量は 510 mm である。水資源賦存量は 35.8 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は 737 m<sup>3</sup>/年/人となる。

2012 年 6 月から 2013 年 2 月にかけて日本政府の支援により実施された Turkana 湖北西部地域を対象とした地下水ポテンシャル調査<sup>24</sup>ではリモートセンシング技術と物理探査技術を統合し、地下水のポテンシャル地点を推定し、さらにさく井による確認作業を行って地下水源としてのポテンシャルの推定が行われた。(調査対象地域は Turkana County (地方行政区) の北部および中部で、調査対象面積は 36,000 km<sup>2</sup>)

同調査内容については、解析の詳細条件や水質面での情報が不足しているため、本マスタープランへの適用は行わないが、後述の 20 章 提言の部分に記載の通り、地下水ポテンシャル情報の精査のために活用していくことが望まれる。

## 9.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、RV 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

### 利用可能水資源量 (RV 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	2,457	102	2,559
2030	3,045	102	3,147
2010 年値に対する比率	124%	100%	123%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part D, 3.2 節参照)

一方、RV 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

<sup>24</sup> 本マスタープランの現地調査は 2012 年 11 月末で終了し、その時点までの情報をもとに報告書の取りまとめを行っている。しかしながら、2013 年 8 月にドラフトファイナルレポートの説明を実施した時点で、Turkana 湖北西部地域を対象とした地下水ポテンシャル調査が実施されたとの情報があり、ケニア政府側から報告書へ記載するよう要望があったため掲載した。

### 水需要量 (RV 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	129	10	143	70	1	4	357
2030	264	23	1,075	123	1	8	1,494

出典：JICA 調査団 (Main Report Part D, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

### 水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (RV 流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	2,559	3,147
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	357	1,494
水需要量/利用可能水資源量	14%	47%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	92	867
水不足量/水需要量	26%	58%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part D, 3.4 節(1)参照、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状では、水需要量は利用可能水資源量の 14% と小さいが、計画目標年次の 2030 年には 47% に達すると予想される。この値 (水ストレス比) は 40% を超えており、流域区全体で見ると、水ストレスが高い状態と言える。水不足量は、現状の 92 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 867 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加することから、水資源の有効利用と適切な水資源開発が必要である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

### 水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (RV 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	264	213	51
産業用水	23	12	11
灌漑用水	1,393	*1,377	16
家畜用水	123	123	0
野生生物用水	1	1	0
内水面漁業用水	8	8	0
合計	1,812	1,734	78

注：\* = エチオピアからの灌漑用水供給分 560 百万 m<sup>3</sup>/年を含む。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part D, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.6.3 節(2)参照)

灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に記述しているビジョン 2030 に対する暫定目標の 63,493 ha の新規開発を 92,166 ha に増加させ得る結果となった。

この水配分案は、RV 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 9.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

RV 流域区内の総人口は、現在（2010 年）486 万人（都市人口 141 万人、地方人口 345 万人）である。RV 流域区の中央に位置する Nakuru 地域と Nainasha 地域に都市人口が集中している。2009 年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は下表のように推定できる。

給水施設へのアクセス状況（RV流域区）

（単位：％）

給水方式	登録業者による配水管給水	井戸、湧水	未登録業者からの購入	表流水（未処理）
都市人口	52	22	19	7
地方人口	14	37	4	45
全人口	28	32	9	31

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C) ,2.3.5 節参照）

安全でないと評価される水源（未登録業者からの購入と、未処理の表流水）を利用している住民の比率は、40%となり、他の流域区に比べてかなり高い比率である。井戸や湧水を利用している住民の比率は 32%となっている。井戸や湧水施設の中には改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率については現時点では不明である。登録業者による配水管給水を受けている人口は、28%にすぎない。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 308 万人増加、地方人口は約 49 万人減少して、総人口は 745 万人になると予測される。都市の配水管による給水の比率は現在 52%であり、この比率を 100%まで引き上げ、さらに都市人口の増加に対応するためには、都市給水システムの大規模な開発が必要である。

#### (2) 開発戦略

本流域区は上水道開発を検討するにあたり、流域内を、都市人口が集中している流域中央部の Nakuru 及びその周辺の湿潤地域、流域北部に広がる乾燥地域、そして、南部の半乾燥地域の 3 つの地域に分け、それぞれの特徴を活かした都市給水システムを整備する。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、RV 流域区では 13 都市（Urban Centres）を対象に整備を行う。Nakuru 周辺の 7 都市（Nakuru, Naivasha, Gilgil, Molo, Njoro, Eldama Ravine, Ol Kalou）は、複数の水源を共同で利用できるように、1 つの給水システムとして検討を行う。他の 6 都市は基本的に独立した給水システムを構築する。

2030 年までに、流域内に必要な都市給水システムの給水能力は 398,000 m<sup>3</sup>/日であるが、現在の給水能力は、工事中の施設分も含めても 129,000 m<sup>3</sup>/日であり、269,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業によって、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ 10 都市（総給水能力：129,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備の修復工事を行う。

- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 10 都市において、既存の給水能力では 2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業（総給水能力：254,000 m<sup>3</sup>/日）を実施する。
- c) 都市給水システムの新設： 給水システムが整備されていない 3 都市については、新規給水システム（総給水能力：15,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、RV 流域区内では、9 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 135,000 m<sup>3</sup>/日をもつ 4 の都市給水事業が計画されている<sup>25</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

都市給水の水源は、表流水源を優先するが、Nakuru や Naivasha 周辺では、比較的規模の大きな地下水源を利用しているため、この流域の都市給水システムの地下水源への依存率は 46%程度と、他の流域に比べて比率が極めて高い。Nakuru 周辺地域のうち、Nakuru、Naivasha、Gilgil、Njoro 周辺地域では、地下水依存率は今後減少するもの、他の流域と比べても比率の高い 10%を目標とした。他の地域は、他流域と同じく 5%を目標とした。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。それぞれの開発方針は以下の通りである。

- a) 大規模地方給水の整備： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。18 地方行政区の 170 万人を対象に地方行政区ごとで事業を実施する。
- b) 小規模地方給水の整備： 小規模地方給水では、18 地方行政区の 241 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、衛生的な施設への改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルであるため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、RV 流域区の都市給水システム開発計画は表 9.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 9.3.2 及び表 9.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。RV 流域区の上水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 上水道開発計画の概要（RV流域区）

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	10 都市	129,000	3.34
	拡張事業	10 都市	254,000	
	新設事業	3 都市	15,000	
	全体	13 都市	398,000	
地方給水	大規模地方給水事業	18 地方行政区	178,000	4.11
	小規模地方給水事業	18 地方行政区	120,000	
	全体	18 地方行政区	298,000	

出典：JICA 調査団（表 9.3.1、表 9.3.2、表 9.3.3 をもとに作成）

上記の上水道開発により、2030年の上水道整備状況は、2010年に比べて以下のように改善される。

<sup>25</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

### 2030年における上水道整備状況 (RV流域区)

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010年	1.36			2.91
	2030年	3.34	1.70	2.41	7.45
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010年	129,000	7,000	78,000	214,000
	2030年	398,000	178,000	120,000	696,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等	-
対象地域		13 都市	18 地方行政区		-

出典：JICA 調査団 (2030年の値は表 9.3.1~表 9.3.3 をもとに作成、2010年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照)

水収支計算の結果、提案する上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 9 つの新規ダムと LVS 流域区内に 2 つの新規ダムの建設が必要である。

#### 9.4 下水道開発計画

##### (1) 下水道開発の現状

2009年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

#### 衛生施設へのアクセス状況 (RV 流域区)

(単位：%)

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)	ブッシュ等 (未処理)
都市人口	10	87	3
地方人口	0	59	41
全人口	4	69	27

出典：JICA 調査団 (2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (D), 2.3.4 節参照)

下水道システムの整備は進んでおらず、サービス人口は 2%にも満たない。Nakuru、Naivasha、Molo には小規模な下水処理場が 4 カ所あり、総処理能力は、約 18,393 m<sup>3</sup>/日である。流域区内の 69%近い住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には、改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率は現時点では不明である。また、27%の住民は、ブッシュ等を利用し、衛生施設を有していない。

##### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、RV 流域区内の 9 都市を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備は以下の 3 種類の事業により行う。

- a) 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道システムを持つ 3 都市 (総処理能力：18,000m<sup>3</sup>/日) に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備を中心とした修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。
- b) 下水道施設の拡張事業： 上述の 3 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム(下水管渠、ポンプ場)、および下水処理場の拡張事業 (総処理能力：150,000 m<sup>3</sup>/日) を実施する。
- c) 下水道システムの新設事業： 下水道整備対象都市のうち、6 都市では下水道が全く整備されていないため、新規の下水道システム (総処理能力：72,000 m<sup>3</sup>/日) を建設する。

- d) WSBs からの情報によると、RV 流域区内では、下水処理能力 106,000 m<sup>3</sup>/日、7 都市を対象とした下水道整備事業の計画がある<sup>26</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 429 万人用の個別処理施設が必要である。すでに現在の人口の 69% (約 335 万人) はオンサイト処理施設を利用している。しかしながら、新設家屋の施設整備とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとし、施設の新設は、流域内の 18 の地方行政区それぞれで実施する。

### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、RV 流域区の下水道開発計画は表 9.4.1 に、個別処理施設計画は表 9.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道開発対象都市を示す。RV 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 下水道開発計画の概要 (RV流域区)

事業タイプ		対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	3 都市	18,000	3.16
	拡張事業	3 都市	150,000	
	新設事業	6 都市	72,000	
	全体	9 都市	240,000	
セプティックタンク等 (個別処理施設)		18 地方行政区	-	4.29

出典：JICA 調査団 (表 9.4.1、表 9.4.2 をもとに作成)

流域区内の都市人口 449 万人 (2030 年) に対して、下水道整備率は約 70%になる。全国下水道整備目標の 80%よりも低くなるのは、RV 流域区は比較的小規模な都市が多いため、整備の優勢度が若干低いためである。上記の下水道開発により、2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における下水道整備状況 (RV流域区)

処理方式		下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	0.19	3.35
	2030 年	3.16	4.29
処理能力(m <sup>3</sup> /日)	2010 年	18,000	---
	2030 年	240,000	---
実施機関		登録業者	個別、集落等
対象地域		9 都市	18 地方行政区

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 9.4.1、表 9.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照)

<sup>26</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

## 9.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

RV 流域区は南北約 800 km に広がり、流域中央の湿潤な高原地帯の南北方向に向かって河川が発達し、下流に行くほど降雨が減少し半乾燥地、さらには乾燥地となる。農耕地面積（2011 年）は 30 万 ha で天水によるメイズの生産量が多い。既存の灌漑面積（2010 年）は合計 9,587 ha で、内訳は、大規模灌漑が 774ha（8%）、小規模灌漑が 5,791 ha（60%）、民間灌漑が 3,022 ha（32%）である。農耕地面積に占める灌漑面積の割合は 3.2%である。既存の灌漑施設は(民間灌漑を除く)、予算不足による不十分な維持管理のため機能が低下しており、改修・改善が必要である。

### (2) 開発戦略

6.5 節で述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 開発可能な土地資源が豊富な一方、利用可能な乾季の河川流量が限られている流域の特徴を踏まえ、貯水ダムによる半乾燥地・乾燥地での最大灌漑開発を行い、さらに、小規模ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発を最大限推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業を発展させるため、灌漑の導入により半乾燥地・乾燥地の天水農業地域および未利用地での土地生産性の向上を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図り、最大灌漑開発を行う。

### (3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、RV 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

#### 2030 年の灌漑面積（RV 流域区）

(単位：ha)

灌漑の タイプ	既存灌漑 面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	774	7,000	71,850	78,850	0	0	78,850	79,624
小規模灌漑	5,791	5,335	0	5,335	1,046	2,890	9,271	15,062
民間灌漑	3,022	3,000	0	3,000	1,045	0	4,045	7,067
合計	9,587	15,335	71,850	87,185	2,091	2,890	92,166	101,753

出典：JICA 調査団（Main Report Part D, 4.4.3 節参照）

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 63,493 ha（全国での目標値 120 万 ha に対する RV 流域区の割当て分）に対し、水収支検討の結果、9.7 節に提案の水資源開発により上表に示すように 28,673 ha 増の 92,166 ha の新規灌漑開発が可能となる。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画（500 ha 以上）は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 30 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 9 計画（合計 78,850 ha）が RV 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。



- a) Arror 灌漑計画（10,850 ha 拡張、水源施設は取水堰および Arror 多目的ダム）
- b) Turkwel 灌漑計画（5,000 ha 改修拡張、水源施設は既設の Turkwel 発電ダム）
- c) Lower Ewaso Ng'iro 灌漑計画（15,000 ha 新規開発、水源施設は Oletukat 多目的ダム）
- d) Todonyang-Omo 灌漑計画（35,000 ha 新規開発、水源施設はエチオピアの Gibe 3 ダム）

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 1,393 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

## 9.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

RV 流域区における既存水力発電所としては、流域区北部の Turkwel 川上流に位置する Turkwel 水力発電所（106MW）がある。本流域区は南北に細長い、水力ポテンシャルを有する地域は流域区中南部の湿潤地域に限定される。

### (2) 開発戦略

本流域区には最小コスト電源開発計画(LCPDP)に記載の計画はないので、6.6 節で述べた全体方針に基づき主要河川に計画されている多目的ダム計画の発電コンポーネントを本流域区の水力開発計画とする。

### (3) 提案の水力開発計画

上記開発戦略に従い、本流域区で提案される水力開発計画は以下の 6 計画となる。その位置を図 7.6.1 に示す。

#### 水力開発計画（RV流域区）

計画名	河川	出力	目的
Embobut 多目的ダム計画	Turkwel 川	45 MW	給水、灌漑、水力発電
Arror 多目的ダム計画	Arror 川	80 MW	給水、灌漑、水力発電
Kimwarer 多目的ダム計画	Kerio 川	20 MW	給水、灌漑、水力発電
Oletukat 多目的ダム計画	Ewaso Ng'iro South 川	36 MW	給水、水力発電
Leshota 多目的ダム計画	Ewaso Ng'iro South 川	54 MW	給水、水力発電
Oldorko 多目的ダム計画	Ewaso Ng'iro South 川	90 MW	給水、灌漑、水力発電
合計		325 MW	

出典：JICA 調査団（MORDA、KVDA、ENSDA からの情報に基づく。Main Report Part D, 4.5.3 節参照）

上記計画のうち、Ewaso Ng'iro South 川に計画されている Oletukat、Leshota、ならびに Oldorko 多目的ダム計画の 3 計画は、その発電コンポーネントの事業費がかなり低めに見積もられている。現在 F/S 調査が進行中であるが、事業費の見直しが求められる。

## 9.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

RV 流域区の流域面積は 130,452 km<sup>2</sup>（全国の 23%）である。流域区内の年間雨量は地域差が大きく、北部トゥルカナ湖付近で 200 mm 程度である一方五大水源林に隣接する高原地帯では 1,000 mm 程度に達する。流域区平均年雨量は 510 mm と 6 流域中 ENN 流域区と並び最も少ない。現在の水

資源量は表流水が 2,457 百万 m<sup>3</sup>/年、利用可能地下水が 1,402 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 3,045 百万 m<sup>3</sup>/年に増加するが、利用可能地下水は 1,392 百万 m<sup>3</sup>/年とほぼ変わらない。

RV 流域区の現在の主たる水需要は、人口 486 万人（全国の 12.6%）に対する生活用水供給、面積 9,587 ha（全国の 7%）への灌漑用水供給、および家畜用水供給である。人口は流域区中部の Nakuru 周辺に集中しており北部は少ない。流域区内で給水システムが整備されているのは 10 都市である。人口の 32% が井戸を利用している。RV 流域区における現在の水需要量合計は 357 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。

現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として RV 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、5 ダム（水力発電用 1 ダム、生活用水用 4 ダム、合計貯水容量 1,653 百万 m<sup>3</sup>、内水力用が殆どを占める）、流域間導水 1 カ所、小ダム・ため池 660 基（生活家畜用水用、合計貯水容量 12 百万 m<sup>3</sup>）、井戸 2,094 本（主に生活用水用、合計取水量 115 百万 m<sup>3</sup>/年）がある。これら既存水資源開発施設による現在の RV 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、概略ではあるが Turkwel 川基準点(2B21) で 1/20、Kerio 川基準点(2C16)で 1/7、Ewaso Ng'iro South 川基準点(2K06)で 1/2、Malewa 川基準点(2GB01)で 1/3 と算定される。また、建設中のダムが 1 基（貯水容量 10 百万 m<sup>3</sup>、流域内導水を含む）ある。

Nakuru 圏は生活用水の需給がひっ迫している一方自流域区の水資源が限られているので、隣接する LVS 流域区から導水が必要である。

## (2) 開発戦略

9.3 節および 9.5 節で述べたように 2030 年には、RV 流域区の予測人口は 745 万人に達し、また灌漑面積を 146,492 ha に拡張する計画とした結果、2030 年予測水需要量は 2,146 百万 m<sup>3</sup>/年となる。これは現在水需要量の 6.0 倍であり飛躍的に増大することとなる。9.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは 2030 年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。特に Nakuru 圏の増大する生活用水の確保が課題である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた RV 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 隣接する LVS 流域区 Itare ダムおよび Londiani ダムからの流域間導水施設の検討を既存計画などを基に行い Nakuru 圏への用水供給を図る。また、LVS 流域区 Amala ダムからの発電・灌漑・生活用水供給用流域間導水計画を取り込む。なお、Itare ダム、Londiani ダムおよび Amala ダムから RV 流域区への流域間導水量は 9.2 節に示す RV 流域区の水需要量として取り扱う。
- b) 流域区の中中部・南部に主として広がる比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要を満たすため、ダムによる水資源開発を流域区中南部で推進する（候補ダムとしては NWMP (1992) でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる）。
- c) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、雨量が極端に少ない流域区最北部を除いた全域の小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。

- d) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

(3) 提案の水資源開発計画

6.7 節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、RV 流域区の 2030 年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

水資源開発の現状と新規計画 (RV流域区)

施設	数量	目的	規模・容量	備考
ダム	既存	5 基	生活用水、発電	貯水容量合計 1,653 百万 m <sup>3</sup>
	新規	10 基	生活・産業・灌漑用水、発電、洪水防御	貯水容量合計 659 百万 m <sup>3</sup>
流域間導水	既存	1 カ所	生活用水	Kirandich ダムから Kabarnet へ、導水量 1 百万 m <sup>3</sup> /年
	新規	1 カ所	生活用水	LVS 流域区 Itare, Londiani ダムから Nakuru 圏へ、41 百万 m <sup>3</sup> /年
	新規	1 カ所	生活・灌漑用水、発電	LVS 流域区 Amala ダムから、82 百万 m <sup>3</sup> /年
小ダム・ため池	既存	660 基	生活家畜用水	合計貯水容量 12 百万 m <sup>3</sup>
	新規	3,640 基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 182 百万 m <sup>3</sup>
井戸	既存	2,094 本	生活用水	合計取水量 115 百万 m <sup>3</sup> /年
	新規	160 本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 16 百万 m <sup>3</sup> /年

注： 本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part D, 4.6.1 および 4.6.3 節参照)

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で、表 7.7.2 に提案導水計画の詳細を一覧で示す。また図 7.7.1 にダムおよび導水計画の位置を示す。

上記の水資源開発施設による RV 流域区の将来(2030 年)の水需給バランスを表 9.7.1 に示す。

RV 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年 (既存施設) および 2030 年 (既存施設+新規開発施設) のそれぞれに対し以下のように算定される。

基準点での利水安全度 (RV 流域区)

基準点	現在(2010 年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030 年)利水安全度 (既存施設+新規開発施設)
Turkwel 川(2B21), Lodwar	1/20	1/20
Kerio 川(2C16), Kolowa	1/7	1/10
Ewaso Ng'iro South 川(2K06), Narok	1/2	1/20
Malewa 川(2GB01), Naivasha	1/3	1/10

出典：JICA 調査団 (Sectoral Report (G), 4.6 節参照)

Turkwel 川基準点(Lodwar)および Ewaso Ng'iro South 川基準点(Narok)の 2030 年の利水安全度は 1/20 である。これは、Turkwel 川基準点では Turkwel 水力発電所からの一定放流、Ewaso Ng'iro South 川基準点では Oletukat, Leshota, Oldorko の各水力発電所からの一定放流を受けるためである。Kerio 川基準点(Kolowa)および Malewa 川基準点(Naivasha)では、下流水需要が生活用水のみであることから 1/10 となる。

各基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 9.7.1 に各基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、9.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 9.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

RV 流域区では、大地溝帯 (Rift Valley) 沿いに位置する 7 つの湖、ならびに主要河川である Turkwel 川、Keiro 川、Ewaso Ng'iro South 川を中心とする水資源モニタリング体制が整っている。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 61% (25 カ所)、地下水 65% (24 カ所)、雨量 75% (45 カ所) であり表流水ならびに地下水観測の達成率がやや低い。水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が 42% (表流水 32%、地下水 68%) と低く、管理の強化が必要である。流域保全については、五大水源林のうち、チェランガニ丘陵が主要河川である Turkwel 川の、マウ森林が主要河川である Ewaso Ng'iro South 川の水源地となっているが、森林面積の減少が著しい。本調査での解析結果<sup>27</sup>によれば、1990 年に比べて約 40% の森林面積が減少している。また本流域区では、湧水や湿地などの小規模水源の荒廃が問題となっている。

### (2) 管理戦略

6.8 節で述べた全体方針に基づき、RV 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の 4 つの観点から以下の通りとする。

#### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

効率的なモニタリング体制とするため、7 つの湖および流域の主要河川である Turkwel 川、Kerio 川、Ewaso Ng'iro South 川、ならびに主要支川の代表地点を網羅しているかどうかの観点で観測地点の見直しを実施する。また水資源開発・管理に資するための基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測所は、流域区北部の大部分を占める乾燥地域、中西部および南部に位置する半乾燥地域、およびナクルを中心とする中央高地を含む湿潤地域という気候区分と、それらによる観測密度を考慮して配置を見直す。

地下水のモニタリングは、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域として、上水道計画と、下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

<sup>27</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3 節 Land Use Analysis 参照。

## 2) 水資源評価

全体方針に述べたように水資源モニタリングデータをもとに利用可能水資源量および水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、地域事務所流域区全体の最新の水資源量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

## 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の的確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用実態と利用可能な水資源量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、流域区の水利権発給業務の実態を踏まえて円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

## 4) 流域保全

全体方針に従い、マウ森林、チェランガニ丘陵を中心に植林による森林面積の回復を目指す。また、本流域区で問題となっている小規模水源周辺の植生回復を考慮する。

### (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

#### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.6 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は WRMA の目標値 41 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているかどうかの観点で見直しを行い、Tukwel 川に 2 カ所、Keiro 川に 2 カ所、Ewaso Ng'iro South 川に 2 カ所、7つの湖に各 1 カ所、ならびにそれらの湖に流入する河川群に合計 10 カ所の合計 23 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.1.6 に示すように Tukwel 川、Keiro 川、Ewaso Ng'iro South 川、および Naivasha 湖に流入する Malewa 川に各 1 カ所、合計 4 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 4 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象各河川の低水管理を行うことになる。

#### 基準点正常流量 (RV 流域区)

(単位: m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Turkwel 川 (2B21)	0.3 (=0.0+0.3)	0.3 (=0.0+0.3)
Kerio 川 (2C16)	0.1 (=0.0+0.1)	0.1 (=0.0+0.1)
Ewaso Ng'iro South 川 (2K06)	0.1 (=0.0+0.1)	0.1 (=0.0+0.1)
Malewa 川 (2GB01)	0.1 (=0.0+0.1)	2.0 (=0.0+2.0)

出典: JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.5.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量（水需要）と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節（2）計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 60 カ所に対し、47 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 37 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで提案の上水道計画と下水道計画の両方の対象である 10 都市において合計 10 カ所（各都市 1 カ所）での観測専用井による地下水観測体制を提案する。

## 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Nakuru にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Lodwar、Kapenguria、Kabarnet、Naivasha、Narok の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは RV 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、流域区北部、西部の水質観測データのタイムリーな分析・評価を行うため Nakuru の水質試験所に加えて、Lodwar、Kapenguria の 2 カ所に水質試験所を設置する。各水質試験所には水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

## 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- a) 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- b) 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。
- c) 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、RV 地域事務所、ならびに Naivasha、Narok、Kabarnet、Kapenguria、Lodwar 支所の水利権担当者を現行の 6 名から 9 名増員し、合計 15 名の管理体制とすることを提案する。具体的には Naivasha および Lodwar 支所の担当者を各 3 名、Kabarnet 支所の担当者を 2 名、Kapenguria 支所の担当者を 1 名増員する。

## 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ケニアビジョン 2030 植林目標値（10%）達成のため、RV 流域区においては、約 101 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林（Gazetted Forest）については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

小規模水源の保全については、全体方針に述べたようにまず小規模水源の実態調査を行うことを提案する。

## 9.9 洪水・渇水災害管理計画

### (1) 洪水災害管理の現状

RV 流域区における洪水被害は主に五大水源林付近の町で発生している。特に Narok では河川氾濫による洪水と都市排水不良による洪水の両方が課題となっている。この複雑な洪水原因のため、Nairobi-Narok-Bomet を繋ぐ主要道路が洪水時には頻繁に通行不能となる。また、Mogotio は比較的小規模な町であるが、Melo 川が Mogotio 市街地を通り抜けるため洪水被害が市街地に及ぶ。現時点では、主要水位観測所における洪水危険水位の設定や治水構造物の建設も確認できず、系統的な洪水管理は実施されていないと言える。

### (2) 渇水災害管理の現状

RV 流域区の大部分は、Nakuru 周辺の流域区中央部を除いて、北側は乾燥地帯、南側は半乾燥地帯に分類される。

地方政府およびコミュニティレベルの渇水管理としては、乾燥地帯資源管理プロジェクト（第 2 期）が 2010 年 12 月に完了し、RV 流域区内のすべての乾燥および半乾燥地帯に分類される District に対して、地方レベルの渇水災害管理のための制度的枠組みが構築された。

他方、流域区レベルの渇水管理としては、WRMA 地域事務所が渇水時の河川取水制限を実施しているが、RV 流域区内では取水制限のための基準河川水位は明確に定められていない。このことは、渇水時に必要となるアクションを開始するタイミングが明確にならないという点で運用上の課題であると言える。

現在、流域区内には 5 基の水力発電/灌漑/上水道目的のダムが運用されているが、貯水池の取水制限を含めた渇水管理は特に実施されていない。

### (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e) で示した通り、RV 流域区内の検討対象地域は Turkwel 中下流、Kerio 下流、Nakuru、Narok、および Mogotio である。このうち、市街地は Nakuru と Narok のみである。また、Turkwel 中下流、Kerio 下流については、河川氾濫による洪水が発生することは確認されているものの、深刻な洪水被害はほとんど報告されていないため、本計画の対象外とする。

Narok では、上述の主要交通への影響、高い人口密度や洪水の高い発生頻度を考慮し、治水構造物により洪水を防御する方針とする。さらに、構造物対策のみでは超過洪水に対して安全性が確保できないことから、ハザードマップ・避難計画の作成により人的被害を軽減する方針とする。Narok 市街地で発生する都市洪水は、高い人口密度を考慮し、排水システムを改善することとする。

Mogotio では洪水を下流へ逃がすことが効果的であるため、河川改修等の構造物対策により Melo 川の流下能力を向上させる方針とする。さらに、構造物対策のみでは超過洪水に対して安全性が確保できないことから、ハザードマップ・避難計画の作成により人的被害を軽減する方針とする。

Nakuru 市街地で発生する洪水は、河川氾濫による洪水ではなく、むしろ都市排水不良の問題である。Nakuru の高い人口密度を考慮し、排水システムを改善することとする。

#### (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、RV 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルールを作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

#### (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき RV 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Narok におけるハザードマップおよび避難計画の作成と併せた治水構造物対策の実施
- b) Mogotio におけるハザードマップおよび避難計画の作成と併せた治水構造物対策の実施
- c) Narok における都市排水整備
- d) Nakuru における都市排水整備

また、渇水災害管理戦略に基づき RV 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) RV 流域区内の 5 基の既存ダムおよび 10 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) RV 流域区内の 7 水系における流域渇水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期渇水予測システムの確立（上記合計 15 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・渇水災害管理計画を示す。

### 9.10 環境管理計画

#### (1) 環境管理の現状

RV 流域区の河川は季節河川や小河川が多く淡水資源に乏しい流域区である。主要河川は Turkwel 川、Kerio 川、Ewaso Ng'iro South 川であるが、Kerio 川、Ewaso Ng'iro South 川も下流が季節河川となっている。これらの河川に対し、WRMA の流量・水質の観測所が設定されているが、これらのデータでは河川の水環境の経年的変化を把握するには不十分である。

本流域区にはケニア国内の数少ない淡水湖である Naivasha 湖、フラミンゴの生息地として有名な Nakuru 湖など代表的なアルカリ湖が 7 つ存在する。それらの湖と周辺の湿地は世界遺産、国立公園、保護区などに指定されており、自然環境の面から特に重要な資源となっている。

これらの湖の中で市街地と湖が近接している Nakuru 湖と Naivasha 湖では、人口増加に伴い生活排水等による汚染が大きな問題となっている。Naivasha 湖は重要な淡水資源であるが、農業排水や生活排水の流入による水質汚染が進んでいる。Nakuru 市からの生活排水や工業排水による汚染は隣接する Nakuru 国立公園の生態系に大きな影響を与える可能性がある。また、Turkana 湖、Baringo 湖や Bogoria 湖などでも近年水質汚染が報告されており、これらの湖に対して環境モニタリングに基づいた適切な対策が必要である。

本流域区には五大水源林のうち、マウ森林、チェランガニ丘陵、アバデア山地の 3 つの水源林が位置しているが、他の流域区同様に森林面積の減少が水資源の保全に大きな影響を与えている。



(2) 管理戦略

6.10 節で述べた全体方針に基づき、流域区内主要河川及び湖に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

本マスタープランで提案される開発事業は本流域区の主要河川である Turkwel 川、Kerio 川、Ewaso Ng'iro South 川に集中していることから、環境流量設定と環境モニタリングをこの3河川に対して提案する。また、大型哺乳類・両生類、鳥類などの野生生物の生息地として重要性の高い6つのアルカリ湖や重要な淡水資源である Naivasha 湖に対しても環境流量（湖沼の適正水位）設定と環境モニタリングを提案する。

Nakuru 湖、Naivasha 湖に近接する都市である Nakuru、Naivasha については現在も水質汚染の現状が報告されているが、今後、人口増加などの影響により状況が悪化する可能性があるため、環境モニタリングの対象とする。

(3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図 7.10.1 に対象地点の位置を示す。

環境流量設定地点及び環境モニタリング地点（RV流域区）

対象	対象地点		流域で提案される主な開発計画
Turkwel 川	環境流量	1 基準点(Lodwar Town) : RV-F1	Embobut ダム、Turkwel Irrigation
		2 Suam 川合流点(Turkwel ダム下流) : RV-F2	
	環境モニタリング	3 基準点(Lodwar Town) : RV-M1	
		4 Suam 川合流点(Turkwel ダム下流) : RV-M2	
Kerio 川	環境流量	1 基準点(Arror 川合流点下流) : RV-F3	Kimwarer ダム、Arros ダム、Murung-Sebit ダム
	環境モニタリング	2 South Turkana 国立保護区下流 : RV-M3	
		3 基準点(Arror 川合流点下流) : RV-M4	
Ewaso Ng'iro South 川	環境流量	1 基準点 (Narok Town) : RV-F4	Upper Narok ダム、Oletukat ダム、Leshota ダム、Ololorko ダム
	環境モニタリング	2 Ewaso Ng'iro South 川下流: RV-M5	
Turkana 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F5	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M6	
Baringo 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F6	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M7	
Bogoria 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F7	Waseges ダム
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M8	
Nakuru 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F8	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M9	
Elementaita 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F9	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M10	
Naivasha 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F10	Malewa ダム
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M11	
Magadi 湖	環境流量	1 代表地点 : RV-F11	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : RV-M12	
Nakuru /Naivasha	環境モニタリング	1 Nakuru (主要排水地点) : RV-M13	-
		2 Naivasha (主要排水地点) : RV-M14	

出典：JICA 調査団（Main Report Part D, 4.9.3 節参照）

また、環境流量設定のための環境調査（流量（水位）、水質、生態系）は、Turkwel 川、Kerio 川、Ewaso Ng'iro South 川の 3 河川及び Naivasha 湖を除く 6 つの湖を対象として実施するものとする。

## 10. アティ流域区水資源マスタープラン

### 10.1 流域区概要

アティ（Athi）流域区は、図 1.3.1 に示すようにケニア国南部に位置し、北をタナ流域区、東をインド洋、南をタンザニア国、西をリフトバレー流域区に囲まれている。五大水源林の一つであるアバデア山地が流域区北端に位置している。流域区の面積は 58,639 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 10.2% を占める。流域区の人口は 2010 年時点で 979 万人で、全人口の 25.4% を占める。人口密度は 167 人 / km<sup>2</sup> である。流域区の地形はアバデア山地内の高地における標高 2,600 m から沿岸部の標高 0 m まで変化する。流域区は大きく 2,600-1,500 m の上流域、1,500-500 m の中流域、および 500-0 m の沿岸部の 3 つに分類される。

本流域区の主要河川である Athi 川は最上流部において Nairobi 市南東部から北東方向に向かって流下し、Ol Doi Ny Sapuk 国立公園の北側で流向を南東へ変え、隣接する Tana 川流域区との流域界に沿って流下し、Malindi の北郊でインド洋に注ぐ。Athi 川の流域面積は 37,750 km<sup>2</sup> で、流域区の 64.4% を占める。Lumi 川および Jipe 湖、Chala 湖はタンザニア国へ流出し、逆に Umba 川はタンザニア国から本流域区に流入する。その他の河川としては Rare 川、Mwachi 川、Pemba 川、および Ramisi 川などがインド洋に注いでおり、流域面積は合計 19,493 km<sup>2</sup> である。

また、本流域区には Mzima、Kikuyu、Njoro Kbwa、Nol Turesh などの湧水地点がある。本流域区の気候はアティ川上流部の湿潤地域を除き、半乾燥地域に分類されている。年降雨量は、中央部での 600 mm からアティ川上流部での 1,200 mm まで変化する。流域区平均年降雨量は 810 mm である。水資源賦存量は 45.4 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は 464 m<sup>3</sup>/年/人となる。

### 10.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、Athi 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

#### 利用可能水資源量（Athi 流域区）

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	1,198	305	1,503
2030	1,334	300	1,634
2010 年値に対する比率	111%	98%	109%

出典：JICA 調査団（Main Report Part E, 3.2 節参照）

一方、Athi 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

### 水需要量 (Athi 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	519	93	498	25	3	7	1,145
2030	941	153	3,418	59	3	12	4,586

出典：JICA 調査団 (Main Report Part E, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

### 水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (Athi 流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	1,503	1,634
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	1,145	4,586
水需要量/利用可能水資源量	76%	281%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	745	4,153
水不足量/水需要量	65%	91%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part E, 3.4 節(1)、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状の水需要量は利用可能水資源量の 76%と、流域区全体で見ると既に水ストレス比が 40%を超え、水ストレスが高い状態にある。この水ストレス比が計画目標年次の 2030 年には 281%に達すると予想される。一方、水不足量は現状の 745 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 4,153 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加する。水資源の有効利用と適切な水資源開発が必須である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

### 水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (Athi 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	941	819	122
産業用水	153	77	76
灌漑用水	917	*882	35
家畜用水	59	59	0
野生生物用水	3	3	0
内水面漁業用水	12	12	0
合計	2,085	1,852	233

注： \* = タンザニアからの灌漑用水供給分 154 百万 m<sup>3</sup>/年 (地下水) を含む。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part E, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.7.3 節(2)参照)

灌漑用水を除く水需要については賄えるものの、灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に述べているビジョン 2030 に対する暫定目標の 233,628 ha の新規開発を 46,108 ha に抑えざるを得ない結果となった。

この水配分案は、Athi 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 10.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

Athi 流域区内の総人口は、現在（2010年）979万人（都市人口 651万人、地方人口 328万人）である。人口は、Nairobi 及び Mombasa 周辺地域に集中している。2009年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は下表のように推定できる。

給水施設へのアクセス状況（Athi流域区）

（単位：％）

給水方式	登録業者による配水管給水	井戸、湧水	未登録業者からの購入	表流水（未処理）
都市人口	63	18	17	3
地方人口	28	34	3	35
全人口	54	22	13	11

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C), 2.3.6 節参照）

安全でないと評価される水源（未登録業者からの購入と、未処理の表流水）を利用している住民の比率は 24%、井戸や湧水を利用している住民の比率は 22%となっている。井戸や湧水のなかには、汚染に対して保護されていない施設も含まれているが、その比率は不明である。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 1,122 万人増加、地方人口は約 47 万人減少して、総人口は 2,054 万人になると予測される。都市の配水管による給水の比率は現在 63%であり、6 流域中で最も都市給水システムが普及した流域であるが、1,075 万人の都市人口増に対応するために、最も大規模な開発が必要となる。現在、世銀の資金で "Feasibility Study and Master Plan for Developing New Water Sources for Nairobi and Satellite Towns" と "Water Supply Master Plan for Mombasa and Other Towns Within the Coast Province" が実施中で、Nairobi と Mombasa を含む広域を対象とした上水道システムの水源開発計画が検討中である。これらの調査で考慮している水源開発計画と、本マスタープランの水源計画に違いはない。

#### (2) 開発戦略

上水道開発を検討するにあたり、都市人口が密集している Nairobi 及び周辺地域、Mombasa 及び周辺海岸地域、その他地域の 3つの地域に分け、それぞれの特徴を活かした給水システムの構築を図る。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、Athi 流域区では 32 都市を対象に都市給水システムを整備する。Nairobi 及び周辺地域（16 都市）、Mombasa 及び海岸地域（9 都市）は、それぞれ複数の水源を共同で利用する水道システムを構築し、地域内の都市人口に給水する。これらの地域では人口集中が進み、水需要も莫大であるため、流域外を含む遠距離からの導水を積極的に検討する。他の 7 都市は、基本的に独立した水道システムを構築する。

2030 年までに、流域内に必要な都市給水システムの給水能力は 2,260,000 m<sup>3</sup>/日であるが、現在の給水能力は、工事中の施設分も含めても 699,000 m<sup>3</sup>/日であり、1,560,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業によって、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ 30 都市（総給水能力：699,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの

設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備の修復工事を行う。

- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 30 都市のうち 29 都市では、既存の給水能力だけでは、2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業（総給水能力：1,542,000 m<sup>3</sup>/日）を実施する。
- c) 都市給水システムの新設： 給水システムが整備されていない 2 都市については、新規給水システム（総給水能力：19,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、ACA 流域区内では、21 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 1,215,000 m<sup>3</sup>/日の 31 の都市給水事業が計画されている<sup>28</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。

- a) 大規模地方給水の整備事業： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。10 地方行政区の 204 万人を対象に、地方行政区ごとで事業を実施する。
- b) 小規模地方給水の整備事業： 小規模地方給水は、10 地方行政区の 200 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、衛生的な施設への改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルであるため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、Athi 流域区の都市給水システム開発計画は表 10.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 10.3.2 及び表 10.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。Athi 流域区の上水道開発計画の概要は、以下の通りである。

上水道開発計画の概要（Athi流域区）

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	30 都市	699,000	17.01
	拡張事業	29 都市	1,542,000	
	新設事業	2 都市	19,000	
	全体	32 都市	2,260,000	
地方給水	大規模地方給水事業	10 地方行政区	209,000	4.04
	小規模地方給水事業	10 地方行政区	110,000	
	全体	10 地方行政区	319,000	

注：Athi 流域区の上水道計画には Thika（2030 年の人口 51 万人）への給水を含めている。Thika は Tana 流域区に位置しているが、現在も Athi 流域区の上水道システムから給水を受けている。

出典：JICA 調査団（表 10.3.1、表 10.3.2、表 10.3.3 をもとに作成）

上記上水道開発により、2030 年の上水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

<sup>28</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

### 2030年における上水道整備状況（Athi流域区）

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010年	5.29			7.44
	2030年	17.01	2.04	2.00	21.05
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010年	699,000	100,000	108,000	907,000
	2030年	2,260,000	209,000	110,000	2,579,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等.	-
対象地域		32 都市	10 地方行政区		-

出典：JICA 調査団（2030年の値は表 10.3.1~表 10.3.3 をもとに作成、2010年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照）

水収支計算の結果、ナイロビ周辺の上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 8 つの新規ダムと Tana 流域区内に 5 つの新規ダムの建設、および Tana 流域区からの既存流域間導水の拡張が必要である。モンバサ及び海岸域の上水道システムの水源確保のためには、本流域区内に 3 つの新規ダムの建設と 2 つの既存流域内導水の拡張、さらに海水淡水化プラントの導入も必要である。また、その他地域の水源確保のために、さらに 4 つの新規ダムの建設が必要である。

#### 10.4 下水道開発計画

##### (1) 下水道開発の現状

2009年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

#### 衛生施設へのアクセス状況（Athi流域区）

(単位：%)

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)	ブッシュ等 (未処理)
都市人口	30	69	1
地方人口	0	77	23
全人口	22	71	7

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (D), 2.3.5 節参照）

下水道サービス人口は、流域人口の 22%に達しており、本流域区の下水道（個別処理施設）の整備は他の流域以上に進んでいる。Nairobi、Mombasa の周辺地域を中心に下水処理場は 8 カ所あり、総処理能力は約 222,000 m<sup>3</sup>/日である。流域区内の 71%の住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には、改善が必要な不適切なものも含まれて入ると思われるが、比率は現時点では不明である。また、7%の住民は、ブッシュ等を利用しており、衛生施設を有していない。

##### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、Athi 流域区内の 25 都市を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備は以下の 3 種類の事業により行う。

- a) 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道システムを持つ 6 都市（総処理能力：244,000m<sup>3</sup>/日）に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備を中心とした修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。

- b) 下水道施設の拡張事業： 上述の 6 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム(下水管渠、ポンプ場)、下水処理場の拡張事業（総処理能力：715,000m<sup>3</sup>/日）を実施する。
- c) 下水道システムの新設事業： 下水道整備対象都市のうち、19 都市では下水道は全く整備されていないため、新規の下水道システム（総処理能力：430,000m<sup>3</sup>/日）を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、Athi 流域区内では、下水処理能力 396,000 m<sup>3</sup>/日、15 都市を対象とした下水道整備事業の計画がある<sup>29</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 428 万人の個別処理施設が必要である。すでに現在の人口の 71%（約 695 万人）はオンサイト処理施設を利用している。しかしながら、新設家屋の施設整備とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとし、施設の新設は流域内の 10 の地方行政区それぞれで実施する。

### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、Athi 流域区の下水道開発計画は表 10.4.1 に、個別処理施設計画は表 10.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道開発対象都市を示す。Athi 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 下水道開発計画の概要（Athi流域区）

事業タイプ		対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	6 都市	244,000	16.26
	拡張事業	6 都市	715,000	
	新設事業	19 都市	430,000	
	全体	25 都市	1,389,000	
セプティックタンク等（個別処理施設）		10 地方行政区	-	4.28

出典：JICA 調査団（表 10.4.1、表 10.4.2 をもとに作成）

流域内の都市人口 1,773 万人（2030 年）に対して、下水道整備率は約 92%になる。全国下水道整備目標は 80%よりも高くなるのは、Athi 流域区には大規模な都市が集中しているため、整備の優位度が高くなっているためである。上記の下水道開発により、2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における下水道整備状況（Athi流域区）

処理方式		下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	2.15	6.95
	2030 年	16.26	4.28
処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	244,000	---
	2030 年	1,389,000	---
実施機関		登録業者	個別、集落等
対象地域		25 都市	10 地方行政区

出典：JICA 調査団（2030 年の値は表 10.4.1、表 10.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照）

<sup>29</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

## 10.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

Athi 流域区は、Athi 川上流高原地帯は降雨が多く首都 Nairobi を中心に人口が多く灌漑農業開発も進んでいるが、中下流地域は乾燥気候で利用可能な河川水が少ない。一方、タンザニアに接する Athi 流域区南西部では、キリマンジャロ山の東北斜面から流出する表流水および地下水が利用できる。農耕地面積（2011 年）は 88 万 ha で、園芸作物、豆類およびメイズの生産量が多い。既存の灌漑面積（2010 年）は合計 44,898 ha で、その内訳は、小規模灌漑が 13,524 ha（30%）、民間灌漑が 31,374 ha（70%）である。農耕地面積に占める灌漑面積の割合は 5.1%である。既存の灌漑施設は、不十分な維持管理のため機能がかなり低下しており、近年、改修・改善が開始されている。

### (2) 開発戦略

6.5 節で述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 利用可能な水資源が極めて限られている流域の特徴を踏まえ、既存灌漑地区の改修による灌漑効率の向上を図るとともに、貯水ダムによる既存灌漑地区の灌漑面積の拡張を最大限推進する。さらに、小規模ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発を推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業をさらに発展させるため、灌漑の効率的利用を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図る。

### (3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、Athi 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

2030 年の灌漑面積（Athi 流域区）

（単位：ha）

灌漑のタイプ	既存灌漑面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	0	5,280	32,000	37,280	0	0	37,280	37,280
小規模灌漑	13,524	35	0	35	2,309	4,140	6,484	20,008
民間灌漑	31,374	35	0	35	2,309	0	2,344	33,718
合計	44,898	5,350	32,000	37,350	4,618	4,140	46,108	91,006

出典：JICA 調査団（Main Report Part E, 4.4.3 節参照）

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 233,628 ha（全国での目標値 120 万 ha に対する Athi 流域区の割当て分）に対し、水収支検討の結果、10.7 節に提案の最大限の水資源開発を行っても、利用可能な水資源量の制約から新規灌漑開発可能面積は上表に示すように 187,520 ha 減の 46,108 ha となる。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画（500 ha 以上）は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 13 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 4 計画（合計 37,280 ha）が Athi 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。



- a) Kibwezi 灌漑計画（17,000 ha 改修拡張、水源施設は Thwake 多目的ダム）
- b) Kanzal 灌漑計画（15,000 ha 拡張、水源施設は Munyu 多目的ダム）

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 925 百万  $m^3$ /年となる。

## 10.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

Athi 流域区は 6 流域区の中で最も水力ポテンシャルに乏しいこともあり、現状では、同流域区には水力発電所は存在しない。

### (2) 開発戦略

本流域区には最小コスト電源開発計画(LCPDP)に記載の計画はないので、6.6 節で述べた全体方針に基づき Athi 川に計画されている多目的ダム計画の発電コンポーネントを本流域区の水力開発計画とする。

### (3) 提案の水力開発計画

上記開発戦略に従い、本流域区で提案される水力開発計画は以下の 2 計画となる。その位置を図 7.6.1 に示す。

#### 水力開発計画（Athi流域区）

計画	河川	出力	目的
Munyu 多目的ダム計画	Athi 川	40 MW	灌漑、水力発電
Thwake 多目的ダム計画	Athi 川	20 MW	給水、灌漑、水力発電
合計		60 MW	

出典：JICA 調査団（MORDA、TARDA からの情報に基づく。Main Report Part E, 4.5.3 節参照）

上記計画の水力発電コンポーネントについては調査精度が低いと判断されることから、再検討が必要と思われる。

## 10.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

Athi 流域区の流域面積は 58,639  $km^2$ （全国の 10.2%）である。流域区内の年間雨量は地域差が大きく、西部山岳地帯で 1,200 mm を超える一方タンザニアに接する南部では 500 mm 程度である。流域区平均年雨量は 810 mm と 6 流域中 ENN 流域区、RV 流域区に次いで少ない。現在の水資源量は表流水が 1,198 百万  $m^3$ /年、利用可能地下水が 333 百万  $m^3$ /年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 1,334 百万  $m^3$ /年に増加するが、利用可能地下水は 330 百万  $m^3$ /年とほぼ変わらない。

Athi 流域区の現在の主たる水需要は、人口 979 万人（全国の 25.4%）に対する生活用水供給と面積 44,898 ha（全国の 32%）への灌漑用水供給である。人口は Nairobi および周辺地域と Mombasa および周辺海岸地域に集中している。流域区内で給水システムが整備されているのは 30 都市であ

る。人口の22%が井戸を利用している。Athi 流域区における現在の水需要量合計は1,145百万 $m^3$ /年と推定される。

現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として Athi 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、7ダム（全て生活用水用、合計貯水容量10百万 $m^3$ ）、流域内導水7カ所、流域間導水3カ所、小ダム・ため池1,326基（生活・家畜・灌漑用水用、合計貯水容量12百万 $m^3$ ）、井戸5,351本（主に生活用水用、合計取水量230百万 $m^3$ /年）がある。これら既存水資源開発施設による現在の Athi 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、概略ではあるが Athi 川中流基準点(3DB01)で1/2、Athi 川下流基準点(3HA12)で1/1と算定される。また、建設中のダムが1基（合計貯水容量1百万 $m^3$ 、流域内導水を含む）ある。

Nairobi および周辺地域と Mombasa および周辺海岸地域での生活用水の需給ひっ迫は深刻である。

## (2) 開発戦略

10.3 節および 10.5 節で述べように 2030 年には、Athi 流域区の予測人口は2,054万人に達し、また灌漑面積を96,158 haに拡張する計画とした結果、2030年予測水需要量は2,124百万 $m^3$ /年となる。これは現在水需要量の1.9倍に相当する。10.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは2030年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。特に Nairobi および周辺地域と Mombasa および周辺海岸地域の増大する生活用水の確保が重要かつ喫緊の課題である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた Athi 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 隣接する Tana 流域区最上流部ダム群からの流域間導水施設の検討を既存計画をもとに行い、Nairobi および周辺地域への生活用水供給に資する。なお、この Tana 流域区ダム群からの流域間導水量は 10.2 節に示す Athi 流域区の水需要量として取り扱う。
- b) 主に流域区北西部、Athi 本川沿いおよび東部海岸付近（Mombasa を含む）に広がる比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要を満たすため、ダムによる水資源開発を夫々の需要地付近で推進する（候補ダムとしては NWMP (1992) でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる）。
- c) Athi 川最上流部のダムは、増大する Nairobi 首都圏の生活用水将来需要を満たすための貴重な供給源として利用するために、Nairobi 生活用水供給専用とする。これらのダムは、Upper Athi、Stony Athi、Kikuyu、Ruaka、Kamiti 1、Ruiru-A、Ndarugu ダムで全て計画ダムである。
- d) Mombasa および周辺海岸地域への生活用水供給のためのダムに加え、既存の湧水あるいは Athi 本川からの流域内導水を補強することや、海水淡水化についても既存計画をもとに検討する。
- e) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、流域区全体にわたり小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。
- f) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

### (3) 提案の水資源開発計画

6.7 節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、Athi 流域区の 2030 年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

#### 水資源開発の現状と新規計画 (Athi流域区)

施設	数量	目的	規模・容量	備考	
ダム	既存	7 基	生活用水	貯水容量合計 10 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	16 基	生活・産業・灌漑用水、発電、洪水防御	貯水容量合計 1,689 百万 m <sup>3</sup>	
流域内導水	既存	7 カ所	生活用水	合計導水量 65 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1 カ所	生活用水	Mzima Springs から Mombasa へ、導水量 37 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
	新規	1 カ所	生活用水	Athi 本川から、導水量 31 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
流域間導水	既存	3 カ所	生活用水	合計導水量 184 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1 カ所	生活用水	Tana 流域区から、Nairobi へ導水量 168 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
小ダム・ため池	既存	1,326 基	生活・家畜・灌漑用水	合計貯水容量 12 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	1,880 基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 94 百万 m <sup>3</sup>	
井戸	既存	5,351 本	生活用水	合計取水量 230 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	350 本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 35 百万 m <sup>3</sup> /年	
海水淡水化	既存	無			
	新規	-	生活用水	生産量 93 百万 m <sup>3</sup> /年	

注： 本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part E, 4.6.1 および 4.6.3 節参照)

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で、表 7.7.2 に提案導水計画の詳細を一覧で示す。また図 7.7.1 にダムおよび導水計画の位置を示す。

上記の水資源開発施設による Athi 流域区の将来(2030 年)の水需給バランスを表 10.7.1 に示す。

Athi 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年 (既存施設) および 2030 年 (既存施設+新規開発施設) のそれぞれに対し以下のように算定される。

#### 基準点での利水安全度 (Athi 流域区)

基準点	現在(2010 年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030 年)利水安全度 (既存施設+新規開発施設)
Athi 川中流(3DB01), Wamunyu	1/2	1/5
Athi 川下流(3HA12), Epiya Chapeyu	1/1	1/10

出典：JICA 調査団 (Sectoral Report (G), 4.7 節参照)

Athi 川中流基準点(Wamunyu)の 2030 年利水安全度は、下流水需要が灌漑用水が主であることから 1/5 となり、Athi 川下流基準点(Epiya Chapeyu)では下流水需要が生活用水のみであることから 1/10 となる。

各基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 10.7.1 に各基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、10.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 10.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

Athi 流域区では、主要河川である Athi 川とその支川、およびインド洋に直接流入する河川群などからなる水資源モニタリング体制が整っている。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 58% (18 カ所)、地下水 35% (25 カ所)、雨量 66% (33 カ所) と達成率が低く、特に地下水観測所の達成率が低い。

水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が 40% (表流水 42%、地下水 38%) と低く、管理の強化が必要である。流域保全については、五大水源林のうち、アバデア山地が主要河川である Athi 川の水源地となっているが、森林面積の減少が著しい。また、沿岸部の政府指定林である Arabuko Sokoke、Shimba Hills などにおける森林面積の減少も著しい。本調査での解析結果<sup>30</sup>によれば、1990 年に比べて約 53% の森林面積が減少している。また本流域区では、湧水や湿地などの小規模水源の荒廃が問題となっている。

### (2) 管理戦略

6.8 節で述べた全体方針に基づき、Athi 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の 4 つの観点から以下の通りとする。

#### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

効率的なモニタリング体制とするため、Athi 川上流部に集中している観測網について代表地点を網羅しているかどうかの観点で観測地点の見直しを実施する。また水資源開発・管理に資するための基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測所は、流域区の大部分を占める半乾燥地域、および流域区北西端の Nairobi を中心とする地域を含む湿潤地域という気候区分と、それらによる観測密度を考慮して配置を見直す。

地下水のモニタリングは、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域として、上水道計画と、下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

<sup>30</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3 節 Land Use Analysis 参照。

## 2) 水資源評価

全体方針に述べたように水資源モニタリングデータをもとに利用可能水資源量および水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、地域事務所で流域区全体の最新の水資源量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

## 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の的確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用実態と利用可能な水資源量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、流域区の水利権発給業務の実態を踏まえて円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

## 4) 流域保全

全体方針に従い、アバデア山地、ならびに沿岸部の政府指定林などを中心に植林による森林面積の回復を目指す。また、本流域区で問題となっている小規模水源周辺の植生回復を考慮する。

### (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

#### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.8 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は WRMA の目標値 31 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているか同課の観点で見直しを行い、Athi 川上流部および支川に 10 カ所、国際河川である Namanga 川、Lumi 川に各 1 カ所、国際湖沼である Jipe 湖、Chala 湖に各 1 カ所、中流部の河川 4 カ所、中流部に位置する湧水地点 2 カ所、沿岸部に流入する河川群に 6 カ所の合計 26 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.2.8 に示すように Athi 川本川に合計 2 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 2 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象河川の低水管理を行うことになる。

#### 基準点正常流量 (Athi 流域区)

(単位: m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Athi 川中流域 (3DB01)	8.7 (=8.6+0.1)	8.7 (=8.6+0.1)
Athi 川下流域 (3HA12)	9.0 (=8.9+0.1)	9.0 (=8.9+0.1)

出典: JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.6.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量（水需要）と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節（2）計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 50 カ所に対し、38 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 71 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで上水道計画と下水道計画の両方の対象である 24 都市において合計 24 カ所（各都市 1 カ所）での観測専用井による地下水観測体制を提案する。

## 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Machakos にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Kiambu、Nairobi、Kibwezi、Loitoktok、Mombasa の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは Athi 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、流域区中部、沿岸部の水質観測データのタイムリーな分析・評価を行うため Machakos の水質試験所に加えて、Mombasa に水質試験所を設置する。各水質試験所には水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

## 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- a) 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- b) 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。
- c) 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、Athi 地域事務所、ならびに Kiambu、Nairobi、Kibwezi、Loitoktok、Mombasa 支所の水利権担当者を現行の 6 名から 10 名増員し、合計 16 名の管理体制とすることを提案する。具体的には Mombasa 支所の担当者を 3 名、Athi 地域事務所および Nairobi 支所の担当者を各 2 名、Kiambu、Kibwezi、Loitoktok 支所の担当者を各 1 名増員する。

## 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ケニアビジョン 2030 植林目標値（10%）達成のため、Athi 流域区においては、約 87 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林（Gazetted Forest）については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

小規模水源の保全については、全体方針に述べたようにまず小規模水源の実態調査を行うことを提案する。

## 10.9 洪水・渇水災害管理計画

### (1) 洪水災害管理の現状

アティ川流域区では海岸地帯において毎年のように豪雨による洪水が発生している。Sabaki 川下流としても知られる Athi 最下流は、乾期のみの小規模移住集落が多数存在する場所であり、雨期には頻繁に浸水している。Taita Taveta County では、Taveta 市街地南側に位置する Lumi 下流部に沿った小規模集落において洪水が発生しやすい。現時点では、主要水位観測所における洪水危険水位の設定や治水構造物の建設も確認できず、系統的な洪水管理は実施されていないと言える。

### (2) 渇水災害管理の現状

アティ川流域区の大部分は、Nairobi や Machakos 周辺の最上流域部を除いて、半乾燥地帯に分類される。

地方政府およびコミュニティレベルの渇水管理としては、乾燥地帯資源管理プロジェクト（第 2 期）が 2010 年 12 月に完了し、アティ川流域区内のすべての乾燥および半乾燥地帯に分類される District に対して、地方レベルの渇水災害管理のための制度的枠組みが構築された。

他方、流域区レベルの渇水管理としては、WRMA 地域事務所が渇水時の河川取水制限を実施しているが、アティ川流域区内では取水制限のための基準河川水位は明確に定められていない。このことは、渇水時に必要となるアクションを開始するタイミングが明確にならないという点で運用上の課題であると言える。

現在、流域区内には 8 基の上水道目的のダムが運用されているが、貯水池の取水制限を含めた渇水管理は特に実施されていない。

### (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e) で示した通り、アティ川流域区内の検討対象地域は Athi 最下流、Lumi 河口、Nairobi、Kwale、および Mombasa である。

Athi 最下流では、雨期には住民が浸水被害の及ばない場所へ移動するため大規模な集落は存在せず、治水構造物による洪水対策は不要である。したがって、この地域では上流域の水位観測を基にした簡易な洪水予測と併せたコミュニティ防災システムを確立する方針とする。

Lumi 河口は小規模集落での氾濫被害が多いため、上述の Athi 最下流の場合と同様に、コミュニティ防災システムを確立する方針とする。

Kwale 地方行政区では、最も洪水被害を受けるのがタンザニアとの国境付近を流れる Umba 川下流に位置する Vanga である。ここでは河道沿いに市街地が形成されていることが衛星画像から確認できる。したがって、治水構造物により市街地を守る方針とする。

Nairobi および Mombasa 市街地で発生する洪水は、河川氾濫による洪水ではなく、むしろ都市排水不良の問題である。Nairobi および Mombasa の極めて高い人口密度を考慮し、排水システムを改善することとする。

#### (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、Athi 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルールを作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

#### (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき Athi 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Athi 最下流におけるコミュニティ防災システムの確立
- b) Lumi 河口（Jipe 湖流入点付近）におけるコミュニティ防災システムの確立
- c) Kwale の Vanga におけるハザードマップの作成と併せた治水構造物対策の実施
- d) Nairobi における都市排水整備
- e) Mombasa における都市排水整備

また、渇水災害管理戦略に基づき Athi 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Athi 流域区内の 8 基の既存ダムおよび 16 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) Athi 流域区内の 6 水系における流域渇水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期渇水予測システムの確立（上記合計 24 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・渇水災害管理計画を示す。

### 10.10 環境管理計画

#### (1) 環境管理の現状

Athi 流域区の主要河川は Athi 川であり、同河川及びその支流がこの流域区の主要な水源である。それぞれ WRMA の流量・水質の観測所が設定されているが、これらのデータでは河川の水環境の経年的変化を把握するには不十分である。Athi 川とその支川である Nairobi 川は、最上流部に位置する Nairobi 市街地の不適切な排水処理および水源周辺への不法な廃棄物投棄からの負荷が非常に大きく、環境モニタリングによる監視が必要である。また、市内における過剰な地下水利用も大きな問題となっている。

本流域区のタンザニアとの国境には国際河川である Lumi 川及び国際湖沼である Jipe 湖、Chala 湖が位置している。この 2 つの湖はカバやクロコダイルの生息する生態系を有しており、特に Jipe 湖には同湖のみに生息する絶滅危惧種の魚類が生息している。これらの湖では、近年塩化が進み、水位の低下も著しいとされており、環境モニタリングが必要である。加えて、重要な自然資源である Amboseli 国立公園がタンザニアとの国境付近に位置しており、同公園内には乾季と雨季で大きく水位が変わる Amboseli 湖がある。

沿岸域には、ケニア第二の都市である Mombasa 市が位置しているが、同市街地からの排水や廃棄物の不法投棄による水質汚染や海洋保護区（Marine Reserve）に繁茂するマングローブ林への影響が懸念されている。



(2) 管理戦略

6.10 節で述べた全体方針に基づき、流域区内主要河川及び湖に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

Athi 流域での水資源開発事業は Athi 川を中心に、Nairobi 川、Lumi 川、Mwachi 川、Kaiti 川などの複数の河川で提案されている。これらの全ての河川に対して将来的には適切な環境流量が設定されるべきであるが、本環境管理計画ではこれらのうち、代表的な河川として本流である Athi 川と国際河川である Lumi 川の 2 河川で環境流量設定と環境モニタリングを提案する。また、Chala 湖と Jipe 湖は国際湖沼かつ重要な生態系であることから、同様に環境流量設定と環境モニタリングを提案する。また、重要な自然資源である Amboseli 湖も環境モニタリングの対象とする。

ケニアの 2 大都市である Nairobi 市及び Mombasa 市からの工業排水や生活排水は既に周辺の環境に影響を及ぼしており、この 2 市及び Nairobi の影響を受ける Nairobi 川も環境モニタリングの対象とする。

(3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図 7.10.1 に対象地点の位置を示す。

環境流量設定地点及び環境モニタリング地点 (Athi流域区)

対象	対象地点		流域内で提案される主な開発計画
Athi 川	環境流量	1 基準点 (Tsavo 川合流地点) : ACA-F1	Upper Athi ダム、Ruiru-A ダム、Kamiti 1 ダム、Kikuyu ダム、Stony Athi ダム、Ndarugu ダム、Thwake ダム、
		2 Tsavo 国立公園上流 : ACA-F2	
		3 基準点(Kangunda Town) : ACA-F3	
	環境モニタリング	4 基準点 (Tsavo 川合流地点) : ACA-M1	
		5 Tsavo 国立公園上流 : ACA-M2	
		6 基準点(Kangunda Town) : ACA-M3	
Lumi 川	環境流量	1 基準点 : ACA-F4	Lake Chala ダム、Taita Taveta Irrigation
	環境モニタリング	2 基準点 : ACA-M4	
Nairobi 川	環境モニタリング	1 Nairobi 市下流 : ACA-M5	Ndarugu Irrigation, Munyu Irrigation
Chala 湖	環境流量	1 代表地点 : ACA-F5	-
	環境モニタリング	2 代表地点 : ACA-M6	
Jipe 湖	環境流量	1 代表地点: ACA-F6	Lake Chala ダム、Taita Taveta Irrigation
	環境モニタリング	2 代表地点: ACA-M7	
Amboseli 湖	環境モニタリング	1 代表地点 : ACA-M8	
Nairobi 市 /Mombasa 市	環境モニタリング	1 Nairobi 市(主要な排水地点) : ACA-M9	-
		2 Mombasa 市(主要な排水地点) : ACA-M10	-

出典 : JICA 調査団 (Main Report Part E, 4.9.3 節参照)

また、環境流量設定のための環境調査 (流量 (水位)、水質、生態系) は Athi 川、Lumi 川の 2 河川、Chala 湖、Jipe 湖、Amboseli 湖の 3 つの湖を対象として実施するものとする。

## 11. タナ流域区水資源マスタープラン

### 11.1 流域区概要

タナ（Tana）流域区は、図 1.3.1 に示すようにケニア国南東部に位置し、北をエワソングロ北流域区、東をソマリア国とインド洋、南西と南をアティ流域区、西をリフトバレー流域区に囲まれている。五大水源林のうち、ケニア山とアバデア山地が流域区西部に位置している。流域区の面積は 126,026 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 21.9% を占める。流域区の人口は 2010 年時点で 573 万人で、全人口の 14.9% を占める。人口密度は 45 人/km<sup>2</sup> である。流域区はケニア山頂の標高 5,199 m から沿岸部の標高 50 m 以下の地域まで展開する。流域区は大きく標高 1,000 m 以上の上流部、1,000-300 m の中流部、および 300 m 以下の下流部の 3 つに分けられる。

タナ川はケニア山を水源とする流域区で最大の河川であり、国内で最長の河川である。タナ川の流域面積は 95,884 km<sup>2</sup> であり、流域区の 76.1% を占める。流域区の上流部に Masinga、Kamburu、Gitaru、Kindaruma、Kiambere の 5 つの水力発電所があり、合計設備容量 563.2 MW、貯水池の総貯水容量は 2,331 百万 m<sup>3</sup> である。5 つの水力発電所は国内の年間発生電力量の 36% を供給する重要な電源である。Tana 川は、これらの貯水池群を流下した後、北東方向に流れ、徐々に流れを東に変えながら、Garissa 橋を過ぎた後、さらに南へ流下し、インド洋に注ぐ。

Tana 川上流域の南西端に位置する Chania 川、および Thika 川は、それぞれ Sasuma Dam、Thika Dam により河川水を Athi 川流域区へ送水し、首都 Nairobi の水源としての役割を果たしている。

Tana 川の中・下流部では、Nihunguthu 川、Maua 川、Tiva 川、Laga Bunda 川などの支川が Tana 川本川に流れ込んでいるが、これらの支川はほとんどが季節河川である。

Tana 流域区東部には、伏流しソマリア国へ流れる流域（13,281 km<sup>2</sup>）とインド洋へ直接流下する流域（17,253 km<sup>2</sup>）が存在し、流域区の 24.2% を占める。

本流域区の気候は、流域区上流部は湿潤、中央部、沿岸部は半乾燥、残りの地域は乾燥地域に区分される。年降雨量は、北東部の 500 mm からケニア山周辺部の 1,600 mm まで変化する。流域区平均年降雨量は 840 mm である。水資源賦存量は 135.8 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は 2,369 m<sup>3</sup>/年/人である。

### 11.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、Tana 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

#### 利用可能水資源量（Tana 流域区）

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	5,858	675	6,533
2030	7,261	567	7,828
2010 年値に対する比率	124%	84%	120%

出典：JICA 調査団（Main Report Part F, 3.2 節参照）

一方、Tana 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

### 水需要量 (Tana 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	146	5	696	34	1	9	891
2030	343	42	7,770	69	1	16	8,241

出典：JICA 調査団 (Main Report Part F, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

### 水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (Tana 流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	6,533	7,828
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	891	8,241
水需要量/利用可能水資源量	14%	105%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	336	5,822
水不足量/水需要量	38%	71%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part F, 3.4 節(1)、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状では、水需要量は利用可能水資源量の 14% と小さいが、計画目標年次の 2030 年には 105% に達すると予想される。この値 (水ストレス比) は 40% を大幅に超えており、流域区全体で見ると水ストレスが非常に高い状態である。水不足量は現状の 336 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 5,822 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加する。水資源の有効利用と適切な水資源開発が必要である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

### 水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (Tana 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	343	303	40
産業用水	42	21	21
灌漑用水	2,697	2,546	151
家畜用水	69	69	0
野生生物用水	1	1	0
内水面漁業用水	16	16	0
合計	3,168	2,956	212

出典：JICA 調査団 (Main Report Part F, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.8.3 節(2)参照)

灌漑用水を除く水需要については賄えるものの、灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に述べているビジョン 2030 に対する暫定目標の 482,450 ha の新規開発を 161,799 ha に抑えざるを得ない結果となった。

この水配分案は、Tana 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 11.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

Tana 流域区内の総人口は、現在（2010 年）573 万人(都市人口 104 万人、地方人口 469 万人)である。Tana 流域は、他の流域に比べて地方人口の比率が比較的高く、総人口の伸びも比較的低い。2009 年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は、下表のように推定できる。

給水施設へのアクセス状況（Tana流域区）

（単位：％）

給水方式	登録業者による配水管給水	井戸、湧水	未登録業者からの購入	表流水（未処理）
都市人口	58	16	6	20
地方人口	29	27	3	42
全人口	34	25	4	37

出典：JICA 調査団（2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C), 2.3.7 節参照）

安全でないと評価される水源（未登録業者からの購入と、未処理の表流水）を利用している住民の比率は、41%になる。井戸や湧水を利用している住民の比率は 25%である。井戸や湧水のなかには、汚染に対して保護されていない施設も含まれているが、その比率は不明である。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 530 万人増加、地方人口は約 66 万人減少して、総人口は 1,037 万人になると予測される。都市の配水管による給水の比率は現在 58%であり、比較的整備率は高い。また、Tana 川上流域では、将来の需要も考慮した上水道計画が進められており、Tana 流域区は最も都市給水の計画が進んでいる流域と言える。

#### (2) 開発戦略

上水道開発を検討するにあたり、本流域区内を、人口が集中している Tana 川上流域、人口密度の低い乾燥地帯、その他の地域の 3つの地域に分け、それぞれの特徴を活かした給水システムの構築を図る。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、Tana 流域区では、23 都市（UrbanCentres）を対象に整備を行う。2030 年までに、流域内に必要な都市給水システムの給水能力は 543,000 m<sup>3</sup>/日であるが、現在の給水能力は、工事中の施設分も含めても 106,000 m<sup>3</sup>/日であり、437,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業によって、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ、15 都市（総給水能力：106,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備を中心とした修復工事を行う。
- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 15 都市のうち 14 都市の既存の給水能力では、2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業（総給水能力：349,000 m<sup>3</sup>/日）を実施する。
- c) 都市給水システムの新設： 給水システムが整備されていない 8 都市については、新規給水システム（総給水能力：88,000 m<sup>3</sup>/日）を建設する。

- d) WSBs からの情報によると、Tana 流域区内では、18 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 880,000 m<sup>3</sup>/日をもつ 10 の都市給水事業が計画されている<sup>31</sup>。この給水能力は、2030 年までに拡張、新設が必要な能力の約 2 倍であり、過大であると思われる。本調査では、6.3 節の方針に基づいて計算した規模の事業を提案する。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。

- a) 大規模地方給水の整備： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。16 地方行政区の 224 万人を対象に、地方行政区ごとで事業を実施する。
- b) 小規模地方給水の整備： 小規模地方給水では、16 地方行政区の 272 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、衛生施設の改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルのため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、Tana 流域区の都市給水システム開発計画は表 11.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 11.3.2 及び表 11.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。Tana 流域区の上水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 上水道開発計画の概要 (Tana流域区)

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	15 都市	106,000	4.90
	拡張事業	14 都市	349,000	
	新設事業	8 都市	88,000	
	全体	23 都市	543,000	
地方給水	大規模地方給水事業	16 地方行政区	211,000	4.96
	小規模地方給水事業	16 地方行政区	145,000	
	全体	16 地方行政区	356,000	

注：Tana 流域区の上水道計画には Thika (2030 年の人口 51 万人) への給水を含めていない。Thika は Tana 流域区に位置しているが、現在も Athi 流域区の上水道システムから給水を受けている。

出典：JICA 調査団 (表 11.3.1、表 11.3.2、表 11.3.3 をもとに作成)

上記の上水道開発により、2030 年の上水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030 年における上水道整備状況 (Tana流域区)

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010 年	1.95		1.43	3.38
	2030 年	4.90	2.24	2.72	9.86
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	106,000	149,000	72,000	327,000
	2030 年	543,000	211,000	145,000	899,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等	-
対象地域		23 都市	16 地方行政区		-

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 11.3.1~表 11.3.3 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照)

<sup>31</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

水収支計算の結果、提案する上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 4 つの新規ダムの建設と 1 つの新規流域内導水の建設、および 2 つの既存流域内導水の拡張が必要である。

## 11.4 下水道開発計画

### (1) 下水道開発の現状

2009 年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

#### 衛生施設へのアクセス状況 (Tana流域区)

(単位：%)

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)	ブッシュ等 (未処理)
都市人口	7	90	3
地方人口	0	87	13
全人口	2	87	11

出典：JICA 調査団 (2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (D), 2.3.6 節参照)

下水道システムの整備は進んでおらず、サービス人口は 2%にも満たない。Thika、Nyeri、Muranga などの 6 都市には小規模な下水処理場が 6 カ所あり、総処理能力は約 32,343 m<sup>3</sup>/日となっている。流域区内の 90%近い住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には、改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率は現時点では不明である。また、11%の住民は、ブッシュ等を利用し衛生施設を有していない。

### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、Tana 流域区内の 18 都市を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備は以下の 3 種類の事業により行う。

- a) 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道施設を持つ 4 都市 (合計処理能力：32,000m<sup>3</sup>/日) に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備の修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。
- b) 下水道施設の拡張事業： 上述の 4 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム(下水管渠、ポンプ場)、下水処理場の拡張事業 (総処理能力：118,000m<sup>3</sup>/日) を実施する。
- c) 下水道の新設： 下水道整備対象のうち、14 都市では下水道は全く整備されていないため、新規の下水道システム (総処理能力：248,000m<sup>3</sup>/日) を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、Tana 流域区内では、下水処理能力 98,000 m<sup>3</sup>/日、12 都市を対象とした下水道整備事業の計画がある<sup>32</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 513 万人用のオンサイト処理施設が必要である。すでに現在の人口の 87% (約 499 万人) はオンサイト処理施設を利用している。しかしながら、

<sup>32</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

新設家屋の施設整備とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとし、施設の新設は流域内の16の地方行政区それぞれで実施する。

### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、Tana 流域区の下水道開発計画は表 11.4.1 に、オンサイト処理施設計画は表 11.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道計画対象都市を示す。Tana 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

#### 下水道開発計画の概要 (Tana流域区)

事業タイプ	対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	6 都市	32,000
	拡張事業	6 都市	118,000
	新設事業	12 都市	248,000
	全体	18 都市	398,000
セプティックタンク等 (個別処理施設)	16 地方行政区	-	5.13

出典：JICA 調査団 (表 11.4.1、表 11.4.2 をもとに作成)

流域内の都市人口 634 万人 (2030 年) に対して、下水道整備率は約 82%になる。Tana 流域区に下水道整備の優先度が高い大規模な都市が多いため、全国下水道整備目標の 80%よりも若干高くなっている。上記の下水道開発により 2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における下水道整備状況 (Tana流域区)

項目	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	0.11
	2030 年	5.24
必要処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	32,000
	2030 年	398,000
実施機関	登録業者	個別、集落等
対象地域	18 都市	16 地方行政区

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 11.4.1、表 11.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照)

## 11.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

Tana 流域区の 76.1%を占めるタナ川は、ケニア最大の河川である。上流域は高原地帯で湿潤気候だが中下流域は半乾燥ないし乾燥気候である。開発可能な土地資源および水資源に恵まれている。農耕地面積 (2011 年) は 100 万 ha で、園芸作物、豆類およびメイズの生産量が多い。既存の灌漑面積 (2010 年) は合計 64,425 ha で、その内訳は、大規模灌漑が 11,200 ha (17%)、小規模灌漑が 14,823 ha (23%)、民間灌漑が 38,402 ha (60%) である。農耕地面積に占める灌漑面積の割合は 6.4%である。既存の灌漑施設は、不十分な維持管理のため機能がかなり低下し、特にタナ川沿いのポンプ灌漑施設が機能低下している。

(2) 開発戦略

6.5 節に述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 開発可能な土地資源が豊富でタナ川の河川水も豊富な流域の恵まれた特徴を踏まえ、大規模貯水ダムによる半乾燥地・乾燥地での最大灌漑開発を行い、さらに、小規模ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発を最大限推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業を発展させるため、灌漑の導入により半乾燥地・乾燥地の天水農業地域および未利用地での土地生産性の向上を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図り、最大開灌漑発を行う。

(3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、Tana 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

2030 年の灌漑面積 (Tana 流域区)

(単位 : ha)

灌漑の タイプ	既存灌漑 面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	11,200	4,961	131,000	135,961	0	0	135,961	147,161
小規模灌漑	14,823	0	0	0	10,054	5,730	15,784	30,607
民間灌漑	38,402	0	0	0	10,054	0	10,054	48,456
合計	64,425	4,961	131,000	135,961	20,108	5,730	161,799	226,224

出典 : JICA 調査団 (Main Report Part F, 4.4.3 節参照)

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 482,450 ha (全国での目標値 120 万 ha に対する Tana 流域区の割当て分) に対し、水収支検討の結果、11.7 節に提案の最大限の水資源開発を行っても、利用可能な水資源量の制約から新規灌漑開発可能面積は上表に示すように 320,651 ha 減の 161,799 ha となる。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画 (500 ha 以上) は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 15 計画、および本調査提案の 1 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 4 計画 (合計 135,961 ha) が Tana 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。

- a) High Grand Falls 灌漑計画 (106,000 ha 新規開発、水源施設は High Grand Falls 多目的ダム)
- b) Kora 灌漑計画 (25,000 ha 新規開発、水源施設は Kora ダム)

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 2,697 百万 m<sup>3</sup>/年となる。



## 11.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

Tana 流域区は、上流域に Masinga (40 MW)、Kamburu (94.2 MW)、Gitaru (225 MW)、Kindaruma (40 MW)、Kiambere (164 MW) の貯水池式発電所群を擁し、総設備容量 563.2 MW、年間発生電力量 2,313 GWh (2005 年～2010 年平均) と国の電力供給の 36%を担っている。既存の発電所群は、建設から 30 年以上経過したものが多く、貯水池の堆砂や発電設備の老朽化が問題となっている。

### (2) 開発戦略

6.6 節で述べた全体方針に基づき、最小コスト電源開発計画(LCPDP)に記載の Tana 川に位置する計画、ならびにケニア発電会社 (KenGen) が独自に計画している Karura 水力開発を本流域区の水力開発計画とする。

### (3) 提案の水力開発計画

上記開発戦略に従い、本流域区で提案される水力開発計画は、以下の通りとなる。その位置を図 7.6.1 に示す。

水力開発計画 (Tana流域区)

計画名	河川	出力	目的
High Grand Falls 多目的ダム計画	Tana 川	Stage 1: 500 MW Stage 2: +200 MW	給水、灌漑、水力発電
Karura 水力発電計画	Tana 川	90 MW	水力発電
合計		790 MW	

出典：JICA 調査団 (MORDA、LBDA、KenGen からの情報に基づく。Main Report Part F, 4.5.3 節参照)

Karura 水力発電計画については、2013 年 1 月現在、F/S 調査が KenGen により行われている。

## 11.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

Tana 流域区の流域面積は 126,026 km<sup>2</sup> (全国の 21.9%) である。流域区内の年間雨量は地域差が大きく、北西部山岳地域で 1,400 mm を超える一方 Tana 川中流部では 500 mm 程度である。流域区平均年雨量は 840 mm と 6 流域区中 LVN 流域区、LVS 流域区に次いで三番目の大きさである。現在の水資源量は表流水が 5,858 百万 m<sup>3</sup>/年、利用可能地下水が 879 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 7,261 百万 m<sup>3</sup>/年に増加するが、利用可能地下水は 873 百万 m<sup>3</sup>/年とほぼ変わらない。

Tana 流域区の現在の主たる水需要は、人口 573 万人 (全国の 14.9%) に対する生活用水供給と面積 64,425 ha (全国の 45%) への灌漑用水供給である。流域区内で給水システムが整備されているのは 15 都市である。人口の 24%が井戸を利用している。Tana 流域区における現在の水需要量合計は 891 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。

現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として Tana 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、7 ダム (Nairobi への生活用水用 2 ダム、水力発電用 5 ダム、合計貯水容量 2,218 百万

m<sup>3</sup>、内水力用が殆どを占める)、流域内導水 2 カ所、流域間導水 2 カ所、小ダム・ため池 622 基 (生活・家畜・灌漑用水用、合計貯水容量 27 百万 m<sup>3</sup>)、井戸 1,587 本 (主に生活用水用、合計取水量 68 百万 m<sup>3</sup>/年) がある。これら既存水資源開発施設による現在の Tana 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、概略ではあるが Tana 川上流基準点(4BE10)で 1/1、Thika 川基準点(4CC03)で 1/7、Tana 川下流基準点(4G01)で 1/2 と推定される。また、建設中のダムが 1 基 (貯水容量 1 百万 m<sup>3</sup>) がある。

## (2) 開発戦略

11.3 節および 11.5 節で述べたように 2030 年には、Tana 流域区の予測人口は 1,037 万人に達し、また灌漑面積を 235,736 ha に拡張する計画とした結果、2030 年予測水需要量が 3,239 百万 m<sup>3</sup>/年となる。これは現在水需要量の 3.6 倍に相当する。11.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは 2030 年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。特に Tana 川下流域の大規模灌漑および Lamu 港開発に伴う用水の確保が大きな課題である。また Athi 流域区 Nairobi および周辺地域の生活用水に対する水源地として本流域区は重要である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた Tana 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 隣接する Athi 流域区 Nairobi および周辺地域の生活用水需要を Athi 自流域区では満たすことが出来ないため本流域区最上流部ダム群からの流域間導水を既存計画に従い検討する。なおこの流域間導水量は 10.2 節に示す Athi 流域区の水需要量として取り扱う。
- b) 主に流域区西部に広がる比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要に対応し同地域で、ダムによる水資源開発を推進する (候補ダムとしては NWMP (1992) でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる)。
- c) Tana 川下流域に位置する大規模灌漑および Lamu 港開発にともなう水需要を満たすために High Grand Falls ダムを計画に取り込む。
- d) Kitui、Mwingi への生活用水供給は現行の既存ダムからの供給システムを補強する。
- e) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、流域区全体にわたり小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。
- f) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

## (3) 提案の水資源開発計画

6.7 節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、Tana 流域区の 2030 年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

水資源開発の現状と新規計画（Tana流域区）

施設		数量	目的	規模・容量	備考
ダム	既存	7 基	生活用水、発電	貯水容量合計 2,218 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	11 基	生活・産業・灌漑用水、発電、洪水防御	貯水容量合計 5,729 百万 m <sup>3</sup>	
流域内導水	既存	2 カ所	生活用水	Masinga, Kiambere ダムから、導水量 4 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1 カ所	生活用水	Masinga ダムから Kitui へ、導水量 23 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
	新規	1 カ所	生活用水	Kiambere ダムから Mwingi へ、導水量 2 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
	新規	1 カ所	生活・産業用水	High Grand Falls ダムから Lamu へ、導水量 69 百万 m <sup>3</sup> /年	
流域間導水	既存	2 カ所	生活用水	Sasumua, Thika ダムからナイロビへ、導水量 181 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1 カ所	生活用水	Athi 流域区へ、168 百万 m <sup>3</sup> /年	拡張
小ダム・ため池	既存	622 基	生活・家畜・灌漑用水	合計貯水容量 27 百万 m <sup>3</sup>	
	新規	3,020 基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 151 百万 m <sup>3</sup>	
井戸	既存	1,587 本	生活用水	合計取水量 68 百万 m <sup>3</sup> /年	
	新規	1,440 本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 144 百万 m <sup>3</sup> /年	

注：本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典：JICA 調査団（Main Report Part F, 4.6.1 および 4.6.3 節参照）

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で、表 7.7.2 に提案導水計画の詳細を一覧で示す。また図 7.7.1 にダムおよび導水計画の位置を示す。

上記の水資源開発施設による Tana 流域区の将来(2030 年)の水需給バランスを表 11.7.1 に示す。

Tana 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年（既存施設）および 2030 年（既存施設＋新規開発施設）のそれぞれに対し以下のように算定される。

基準点での利水安全度（Tana 流域区）

基準点	現在(2010 年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030 年)利水安全度 (既存施設＋新規開発施設)
Tana 川上流(4BE10), Tana Rukanga	1/1	1/10
Thika 川(4CC03), Thika	1/7	1/10
Tana 川下流(4G01), Garissa	1/2	1/5

出典：JICA 調査団（Sectoral Report (G), 4.8 節参照）

Tana 上流基準点(Tana Rukanga)および Thika 川基準点(Thika)の 2030 年の利水安全度は、下流水需要が生活用水のみであることから 1/10 となり、Tana 下流基準点(Garissa)では、下流水需要が灌漑用水主体であることから 1/5 となる。

各基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 11.7.1 に各基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、11.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 11.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

Tana 流域区では、主要河川である Tana 川を中心とする水資源モニタリング体制が整っているが、水資源量が豊富で水利用の盛んな上流部に観測所が集中している。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 62% (28 カ所)、地下水 34% (14 カ所)、雨量 71% (25 カ所) と特に地下水観測所の達成率が低い。

水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が 17% (表流水 15%、地下水 47%) と 6 流域の中で最も低く、管理体制の強化が必要である。流域保全については、五大水源林のうち、ケニア山、アバデア山地が主要河川である Tana 川の水源地となっている。ケニア山、アバデア山地ともに比較的良好に森林の保全が図られているが、その他の小規模政府指定林における森林面積の減少が著しい。本調査での解析結果<sup>33</sup>によれば、1990 年に比べて約 11% の森林面積が減少している。また本流域区では、森林伐採に起因する土砂流出が問題となっている。

### (2) 管理戦略

6.8 節で述べた全体方針に基づき、Tana 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の 4 つの観点から以下の通りとする。

#### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

効率的なモニタリング体制とするため、Tana 川上流部に集中している観測網について代表地点を網羅しているかどうかの観点で観測地点の見直しを実施する。また水資源開発・管理に資するための基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測所は、流域区東部の大部分を占める乾燥地域、中西部の半乾燥地域、ケニア山、アバデア山地を中心とする湿潤地域という気候区分と、それらによる観測密度を考慮して配置を見直す。

地下水のモニタリングは、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域として、上水道計画と、下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

#### 2) 水資源評価

全体方針に述べたように水資源モニタリングデータをもとに利用可能水資源量および水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、地域事務所で流域区全体の最新の水資源量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

<sup>33</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3 節 Land Use Analysis 参照。

### 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の的確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用実態と利用可能な水資源量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、流域区の水利権発給業務の実態を踏まえて円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

### 4) 流域保全

長期的に安定した水資源量確保のため、水源林の維持回復を目的として、植林による森林面積の回復を目指す。植林計画策定に当たっては、ビジョン 2030 の目標値である国土面積の 10% の森林被覆率を考慮する。また、本流域区で問題となっている森林伐採による土砂流出の抑制を考慮する。

## (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.10 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は WRMA の目標値 45 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているか同課の観点で見直しを行い、Tana 川上流部本川、および支川に 16 カ所、中流部本川、および支川に 8 カ所、下流部本川に 2 カ所の合計 26 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.2.10 に示すように Tana 川本川に 2 カ所、上流部支川の Thika 川に 1 カ所、合計 3 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 3 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象各河川の低水管理を行うことになる。

### 基準点正常流量 (Tana 流域区)

(単位 : m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Tana 川上流域 (4BE10)	14.2 (=13.5+0.7)	14.4 (=13.5+0.9)
Thika 川 (4CC03)	9.8 (=8.4+1.4)	10.1 (=8.4+1.7)
Tana 川下流域 (4G01)	57.0 (=53.5+3.5)	153.2 (=53.5+99.7)

出典 : JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.7.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量 (水需要) と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節 (2) 計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 35 カ所に対し、47 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 41 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで上水道計画と下水道計画の両方の対象である 18 都市において合計 18 カ所 (各都市 1 カ所) での観測専用井による地下水観測体制を提案する。表 6.8.1 に WRMA の目標配置数と提案数の対比を示す。

#### 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Embu にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Muranga、Kerugoya、Meru、Kitui、Garissa の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは Tana 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、流域区東部の水質観測データのタイムリーな分析・評価を行うため Embu の水質試験所に加えて、Garissa に水質試験所を設置する。各水質試験所には水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

#### 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- a) 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- b) 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン (WRMA、初版、2010 年 3 月)」などの基準類の改定を行う。
- c) 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、Tana 地域事務所、ならびに Muranga、Kerugoya、Meru、Kitui、Garissa 支所の水利権担当者を現行の 7 名から 8 名増員し、合計 15 名の管理体制とすることを提案する。具体的には Muranga、Kerugoya、Meru 支所の担当者を各 2 名、Kitui および Garissa 支所の担当者を各 1 名増員する。

#### 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ケニアビジョン 2030 植林目標値（10%）達成のため、Tana 流域区においては、約 137 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林 (Gazetted Forest) については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

土壌侵食防止については、全体方針に述べたようにまず荒廃地の実態調査を行うことを提案する。

### 11.9 洪水・渇水災害管理計画

#### (1) 洪水災害管理の現状

Tana 川中流域から下流域にかけては雨期に Tana 川に沿って広範囲に亘る浸水が発生し、ケニア国ではビクトリア湖周辺地域に続いて洪水被害が大きいとされている。近年の大洪水としては、2006-2007 年に Tana 川からの氾濫により Garissa 市街地が 1 m 以上の浸水深となり、住民は 2-4 ヶ月間に亘り避難生活を強いられた。また、Garissa より下流の氾濫域には大規模な集落は存在しないものの、Tana 川に沿って浸水域は 3-5 km 幅に広がり下流域の住民は避難活動のための正確な警報情報を必要としている。

Tana 流域区では洪水管理を明記した政策文書は作成されていないが、現行の WRMA 地域事務所による主な洪水管理としては、43 カ所の水位観測所のうち Garissa および Garsen の 2 カ所で 3 段階の洪水危険水位 (Alert、Alarm、Flood) を設定している。

他方、Tana 川には 5 基の発電用ダムが運用されており、大規模放流前には発電事業者の KenGen からダム所有者の TARDA を経由して、地方行政機関から住民へ警報情報を周知する仕組みとなっている。

緩流河川である Tana 川では洪水到達時間が長いため、通常、Tana 川下流域の住民は、行政機関からの情報または自己判断に基づき、従来からの経験により避難活動を行っている。

#### (2) 渇水災害管理の現状

Tana 川流域の大部分は、Embu および Muranga 周辺の最上流域部を除いて、下流域部は乾燥地帯、中流域部は半乾燥地帯に分類される。Tana 流域区はこのため、洪水と渇水の両方に対して脆弱であると言える。

地方政府およびコミュニティレベルの渇水管理としては、乾燥地帯資源管理プロジェクト（第 2 期）が 2010 年 12 月に完了し、Tana 流域区内のすべての乾燥および半乾燥地帯に分類される District に対して、地方レベルの渇水災害管理のための制度的枠組みが構築された。

他方、流域区レベルの渇水管理としては、Garissa および Thika の 2 カ所の水位観測所において 2 段階の渇水危険水位 (Alert、Alarm) を設定している。河川水位が危険水位まで低下すると、WRMA 地域事務所は河川からの取水を調整することにより渇水調整を実施している。

現在、流域区内には 8 基の水力発電/上水道目的のダムが運用されているが、貯水池の取水制限を含めた渇水管理は特に実施されていない。

### (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e)で示した通り、Tana 流域区内の検討対象地域は Tana 川下流および Ijara である。Tana 川下流の範囲はいずれの文書でも明確に定義されていないため、本計画においては Garissa から Tana 川河口までの範囲を対象とする。このとき、Ijara は Tana 川下流に含まれるため、Tana 川下流と併せて取り扱うこととする。なお、市街地は Garissa のみである。

市街地として洪水被害が深刻な Garissa は、長期間の浸水により影響を受ける人口が大きいことから河川構造物により洪水を防御する方針とする。さらに、構造物対策のみでは超過洪水に対して安全性が確保できないことから、ハザードマップ・避難計画の作成により人的被害を軽減する方針とする。

Garissa より下流側の Tana 川下流については、大規模な市街地が存在しないこと、また Tana 川の緩やかな洪水特性や住民の従来からの防災能力に着目し、コミュニティ防災体制を構築することで人的被害を軽減する方針とする。このシステムは上流域の水位観測を基にした簡易な洪水予測を採用するものである。

また、既存発電ダムからの放流警報に関する課題に対しては、Tana 川沿いの住民は情報が正確に伝われば自ら避難できる能力を備えていることから、警報情報の確実な伝達に着目し警報システムの改善を図る方針とする。

### (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、Tana 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルール作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

### (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき Tana 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Garissa におけるハザードマップおよび避難計画の作成と併せた治水構造物対策の実施
- b) Garissa より下流側の Tana 川下流におけるコミュニティ防災システムの確立
- c) 既存発電ダムからの放流警報システムの改善

また、渇水災害管理戦略に基づき Tana 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Tana 流域区内の 8 基の既存ダムおよび 10 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) Tana 流域区内の 1 水系における流域渇水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期渇水予測システムの確立（上記合計 18 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・渇水災害管理計画を示す。



## 11.10 環境管理計画

### (1) 環境管理の現状

Tana流域区の主要河川であるTana川の上流には五大水源林であるアバデア山地とケニア山を水源とする多くの支川が流入し、豊かな水資源が維持されているが、High Grand Falls Multipurpose Development Projectのような上流域での大型開発はTana川に沿って位置するKora国立公園やMwingi国立保護区など直下流の自然資源への影響が懸念される。また、中～下流域にはArawale保護区、Tana River Primate国立保護区が位置しており、今後、中流域の主要都市であるGarissaの人口増加による影響を監視するため、環境モニタリングが必要である。また、河口付近位置するTana Deltaは保護区には指定されていないが、重要な湿地生態系を有し、注目されている。

五大水源林であるアバデア山地の大半は本流域区に位置しているが違法伐採等による環境悪化が著しく、水資源管理の面からも早急な対策が望まれる。

### (2) 管理戦略

6.10節で述べた全体方針に従い、本流域区内主要河川及び湖に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

本マスタープランで提案される開発事業は、本流域区の主要河川であるTana川上流域に集中していることから、Tana川とAthi流域区への導水事業が計画されている支川Chania川の2河川に対して環境流量設定と環境モニタリングを提案する。

### (3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図11.10.1に対象地点の位置を示す。

環境流量設定地点及び環境モニタリング地点 (Tana流域区)

対象	対象地点		流域内で提案される主な開発計画
Tana川	環境流量	1 基準点(Garissa Town 下流) : TCA-F1	Maragua4ダム、Thibaダム、High Grand Fallsダム、Masalani Irrigation, Tana Delta Irrigation
		2 Meru 国立公園上流 : TCA-F2	
		3 基準点(Masinga ダム上流) : TCA-F3	
	環境モニタリング	4 Tana Delta : TCA-M1	
		5 Tana River Primate 国立保護区上流: TCA-M2	
		6 基準点(Garissa Town 下流) : TCA-M3	
		7 Meru 国立公園上流: TCA-M4	
		8 基準点(Masinga ダム上流) : TCA-M5	
Chania川	環境流量	1 基準点(Thika Town 下流) : TCA-F4	Ndiaraダム、Karimenu2ダム、Thika3Aダム、Chania-Bダム、Yattaダム
	環境モニタリング	2 基準点(Thika Town 下流): TCA-M6	

出典：JICA 調査団 (Main Report Part F, 4.9.3 節参照)

また、環境流量設定のための環境調査 (流量、水質、生態系) は、Tana川、Chania川の2河川を対象として実施するものとする。

## 12. エワソングロ北流域区水資源マスタープラン

### 12.1 流域区概要

エワソングロ北 (Ewaso Ng'iro North; ENN) 流域区は、図 1.3.1 に示すようにケニア国北東部に位置し、北をエチオピア国、東をソマリア国、南をタナ流域区、西をリフトバレー流域区に囲まれている。流域区の面積は 210,226 km<sup>2</sup> で、国土面積の約 36.5% を占める。流域区の人口は 2010 年時点で 382 万人で、全人口の 9.9% を占める。人口密度は 18 人/km<sup>2</sup> と低い。流域区はケニア山頂の標高 5,199 m から Lorian Swamp の標高 150 m の地域に展開し、流域区の大半が標高 1,000 m 以下の地域に属する。

Ewaso Ng'iro North 川はケニア山を水源とする、流域区で最大の河川であり、流域区南部を東に向かって流下し、Lorian Swamp の前で伏流し、ソマリア国に流出する。Ewaso Ng'iro North 川の流域面積は 81,749 km<sup>2</sup> で、流域区の 39% を占める。

本流域区の気候は Ewaso Ng'iro North 川上流部が湿潤地域と半乾燥地域、その他の地域は乾燥地域に区分される。年降雨量は、北部の 400 mm から Ewaso Ng'iro North 川上流部のケニア山周辺部の 1,000 mm まで変化する。流域区平均年降雨量は 510 mm である。水資源賦存量は 73.8 億 m<sup>3</sup>/年と推定され、一人当たり水資源賦存量は人口が少ないため 1,933 m<sup>3</sup>/年/人となる。

### 12.2 水資源、水需要および水配分

4.4 節に述べたように、ENN 流域区の現在(2010 年)および将来(2030 年)の利用可能水資源量は以下のように推定される。将来の水資源量は将来の気候変動の影響を考慮したものである。

#### 利用可能水資源量 (ENN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	表流水	地下水	合計
2010	1,725	526	2,251
2030	2,536	475	3,011
2010 年値に対する比率	147%	90%	134%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part G, 3.2 節参照)

一方、ENN 流域区の現在および将来の水需要量は以下のように推定、予測されている。将来水需要量は 5.2 節に述べたように、ビジョン 2030 の国家開発目標および社会経済フレームワークに基づき算定した。ただし、この将来水需要量は水資源量の制約を考慮する前の値である。

#### 水需要量 (ENN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

年次	生活用水	産業用水	灌漑用水	家畜用水	野生生物用水	内水面漁業用水	合計
2010	58	1	92	57	0	4	212
2030	125	2	2,644	79	0	7	2,857

出典：JICA 調査団 (Main Report Part G, 3.3 節参照)

上記の水需要量の利用可能水資源量に対する比率と、5.3 節で述べた既存水資源施設下での水収支検討結果である水不足量の水需要量に対する比率を、現在および将来について以下に示す。

水需要量の利用可能水資源量に対する比率と水不足量の水需要量に対する比率 (ENN 流域区)

項目	2010 年	2030 年
利用可能水資源量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	2,251	3,011
水需要量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	212	2,857
水需要量/利用可能水資源量	9%	95%
水不足量 (百万 m <sup>3</sup> /年)	68	2,442
水不足量/水需要量	32%	85%

出典：JICA 調査団 (Main Report Part G, 3.4 節(1)、Sectoral Report G, 3.4.2 節参照)

現状では、水需要量は利用可能水資源量の 9% と小さいが、計画目標年次の 2030 年には 95% に達すると予想される。この値 (水ストレス比) は 40% を超えており、流域区全体で見ると水ストレスが高い状態で水資源に余裕は無い。水不足量は現状の 68 百万 m<sup>3</sup>/年が 2030 年には 2,442 百万 m<sup>3</sup>/年と大幅に増加する。水資源の有効利用と適切な水資源開発が必要である。

次節以降で提案の水資源開発計画に基づき、水収支計算を行った結果、充足が可能な水需要量は表 7.2.1 に示す通りとなった。また、水需要量に対する表流水および地下水の配分案は以下のようになる。

水収支検討後の 2030 年の水需要に対する水配分案 (ENN 流域区)

(単位：百万 m<sup>3</sup>/年)

用途	水需要量 (2030 年)	水配分	
		表流水	地下水
生活用水	125	42	83
産業用水	2	1	1
灌漑用水	539	432	107
家畜用水	79	79	0
野生生物用水	0	0	0
内水面漁業用水	7	7	0
合計	752	561	191

出典：JICA 調査団 (Main Report Part G, 3.4 節(3)、Sectoral Report (G), 4.9.3 節(2)参照)

灌漑用水を除く水需要については賄えるものの、灌漑開発については水収支検討の結果、6.5 節に述べているビジョン 2030 に対する暫定目標の 142,665 ha の新規開発を 41,483 ha に抑えざるを得ない結果となった。

この水配分案は、ENN 流域区の今後の水資源管理において基礎データとして参考にされるべきものである。

### 12.3 上水道開発計画

#### (1) 上水道開発の現状

ENN 流域区内の総人口は、現在 (2010 年) 382 万人 (都市人口 74 万人、地方人口 308 万人) である。2009 年国勢調査データから、住民の給水施設へのアクセスの現状は下表のように推定される。

### 給水施設へのアクセス状況 (ENN流域区)

(単位：%)

給水方式	登録業者による配水管給水	井戸、湧水	未登録業者からの購入	表流水(未処理)
都市人口	48	26	13	13
地方人口	20	44	7	30
全人口	26	40	8	26

出典：JICA 調査団 (2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (C), 2.3.8 節参照)

安全でないと評価される水源 (未登録業者からの購入と、未処理の表流水) を利用している住民の比率は 34%、井戸や湧水を利用している住民の比率は 40%になる。なお、井戸や湧水施設のなかには、汚染に対して保護されていない施設も含まれているが、その比率は不明である。

計画目標年次の 2030 年までに、都市人口は約 102 万人増加、地方人口は約 44 万人減少して、総人口は 440 万人になる。ENN 流域区は、ほとんどが乾燥地帯であり、人口増加は他の流域に比べると少ないと予測されている。また、地方人口の比率が他の流域に比べて高い。このため、他の流域区に比べると、必要となる都市給水システムの開発規模は小さい。

#### (2) 開発戦略

本流域区は、上水道開発を検討するにあたり、流域区内を、大半を占めている北部の乾燥地帯と、南部の湿潤地域の 2 つに分け、それぞれの特徴を活かした給水システムの構築を図る。

都市給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、ENN 流域区では 12 都市 (Urban Centres) を対象に都市給水システムを整備する。2030 年までに、流域内に必要な都市給水システムの給水能力は 124,000 m<sup>3</sup>/日であるが、現在の給水能力は、工事中の施設分も含めても 32,000 m<sup>3</sup>/日であり、92,000 m<sup>3</sup>/日の給水能力が不足する。2030 年までに、以下の 3 種類の事業によって、都市給水システムを整備する。

- a) 既存上水道のリハビリ事業： 都市給水システムを持つ 6 都市 (総給水能力：32,000 m<sup>3</sup>/日) に対して、無収水率 20%の達成を目指して、全てのユーザーに対する水道メータの設置と、漏水のおそれのある老朽管の更新を行う。さらに、浄水場やポンプ場の機械電気設備の修復工事を行う。
- b) 都市給水システムの拡張事業： 上述の 6 都市の全ては、既存の給水能力では、2030 年の水需要を満たすことはできないため、給水システムの拡張事業 (総給水能力：61,000 m<sup>3</sup>/日) を実施する。
- c) 都市給水システムの新設事業： 給水システムが整備されていない 6 都市については、新規給水システム (総給水能力：31,000 m<sup>3</sup>/日) を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、ENN 流域区内では、2 都市及び周辺地域を対象に、総給水能力 22,000 m<sup>3</sup>/日の 6 の都市給水事業が計画されている<sup>34</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

地方給水については、6.3 節で述べた全体方針に基づき、「大規模地方給水」と「小規模地方給水」に分けて整備事業を考える。

- a) 大規模地方給水の整備： 大規模地方給水は、都市部以外で比較的人口が集中した地域や、個人あるいはコミュニティレベルでの地下水利用が難しい地域を中心に整備を行う。14 地方行政区の 116 万人を対象に、地方行政区ごとで事業を実施する。

<sup>34</sup> Sectoral Report (C), 2.4 節参照。

- b) 小規模地方給水の整備： 小規模地方給水では、14 地方行政区 の 220 万人を対象に、個人あるいはコミュニティレベルで深井戸/浅井戸/湧水の新規設置工事、衛生的な施設への改善工事を行う。これらは事業実施者が個人あるいはコミュニティレベルであるため、本マスタープランの事業提案には含めない。

### (3) 提案の上水道開発計画

上記開発戦略に従い、ENN 流域区の都市給水システム開発計画は表 12.3.1 に、大規模地方給水システムと小規模地方給水システムの開発計画は表 12.3.2 及び表 12.3.3 に示す通りである。また、都市給水システム開発対象都市を図 7.3.1 に示す。ENN 流域区の上水道開発計画の概要は、以下の通りである。

#### 上水道開発計画の概要 (ENN流域区)

事業タイプ		対象地域	総給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	給水人口 (百万人)
都市給水	リハビリ事業	6 都市	32,000	1.04
	拡張事業	6 都市	61,000	
	新設事業	6 都市	31,000	
	全体	12 都市	124,000	
地方給水	大規模地方給水事業	14 地方行政区	119,000	3.36
	小規模地方給水事業	14 地方行政区	101,000	
	全体	14 地方行政区	220,000	

出典：JICA 調査団 (表 12.3.1、表 12.3.2、表 12.3.3 をもとに作成)

上記上水道開発により、2030 年の上水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

#### 2030年における上水道整備状況 (ENN流域区)

項目		都市給水	大規模地方給水	小規模地方給水	合計
給水人口 (百万人)	2010 年	0.99		1.53	2.52
	2030 年	1.04	1.16	2.20	4.40
給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	32,000	7,000	77,000	116,000
	2030 年	124,000	119,000	101,000	344,000
実施機関		登録業者	登録業者	個別、集落等	-
対象地域		12 都市	14 地方行政区		-

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 12.3.1~表 12.3.3 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (C), 2.3 節参照)

水収支計算の結果、提案する上水道システムの水源確保のために、表 7.7.1 および 7.7.2 に示すように本流域区内に 4 つの新規ダムの建設が必要である。

## 12.4 下水道開発計画

### (1) 下水道開発の現状

2009 年国勢調査データから、流域区内の住民の衛生施設へのアクセス状況は下記のように推測される。

### 衛生施設へのアクセス状況 (ENN流域区)

(単位：%)

処理方式	下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)	ブッシュ等 (未処理)
都市人口	9	82	10
地方人口	0	57	43
全人口	2	62	36

出典：JICA 調査団 (2009 国勢調査データに基づく。Sectoral Report (D), 2.3.7 節参照)

下水道(個別処理施設)の整備は進んでおらず、サービス人口は2%にも満たない。Isiolo と Nyahururu には小規模な下水処理場があり、総処理能力は、約 4,600 m<sup>3</sup>/日である。流域内の 90%近い住民は、セプティックタンク等の個別処理施設を利用している。これらの施設の中には改善が必要な不適切なものも含まれていると思われるが、比率は現時点では不明である。また、10%近い住民はブッシュ等を利用し、衛生施設を有していない。

#### (2) 開発戦略

下水道開発については、6.4 節で述べた全体方針に基づき、ENN 流域区内の 5 都市を対象として、下水道整備をすすめるものとする。下水道整備事業は以下の 3 種類の事業により行う。

- a) 既存下水道施設のリハビリ事業： 下水道施設を持つ 2 都市 (総処理能力：5,000m<sup>3</sup>/日) に対して、下水処理場及びポンプ場の機械電気設備の修復工事、破損した下水管渠のリハビリ工事を行う。
- b) 下水道施設の拡張事業： 上述の 2 都市全てで、既存の下水処理能力では、2030 年に予測される汚水発生量に対応することはできない。汚水収集システム(下水管渠、ポンプ場)、下水処理場の拡張事業 (総処理能力：27,000 m<sup>3</sup>/日) を実施する。
- c) 下水道の新設事業： 下水道整備対象都市のうち、3 都市では下水道は全く整備されていないため、新規の下水道 (総処理能力：30,000 m<sup>3</sup>/日) を建設する。
- d) WSBs からの情報によると、ENN 流域区内では、下水処理能力 7,000 m<sup>3</sup>/日、2 都市を対象とした下水道整備事業の計画がある<sup>35</sup>。これらの既存計画は本計画に取り込むものとする。

下水道整備区域外では、下水道に接続できない 358 万人用の個別処理施設が必要である。現在の人口の 62% (約 240 万人) は個別処理施設を利用している。しかしながら、新設家屋の施設整備とともに、既存の不衛生な施設の改善を行うものとし、施設の新設は流域区内の 14 の地方行政区それぞれで実施する。

#### (3) 提案の下水道開発計画

上記開発戦略に従い、ENN 流域区の下水道開発計画は表 12.4.1 に、個別処理施設計画は表 12.4.2 に示す通りである。また、図 7.3.1 に下水道開発計画対象都市を示す。ENN 流域区の下水道開発計画の概要は以下の通りである。

<sup>35</sup> Sectoral Report (D), 2.4 節参照。

### 下水道開発計画の概要 (ENN流域区)

事業タイプ		対象地域	総処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	サービス人口 (百万人)
下水道システム	リハビリ事業	2 都市	5,000	0.82
	拡張事業	2 都市	27,000	
	新設事業	3 都市	30,000	
	全体	5 都市	62,000	
セプティックタンク等 (個別処理施設)		14 地方行政区	-	3.58

出典：JICA 調査団 (表 12.4.1、表 12.4.2 をもとに作成)

流域区内の都市人口 176 万人 (2030 年) に対して、下水道整備率は 47% となる。全国下水道整備目標の 80% よりも低いのは、ENN 流域区には小規模な都市が多く、整備の優先度が低いためである。現在、個別処理施設さえ有していない人口が 36% もあり、個別処理施設の普及が優先される。上記の下水道開発により、2030 年の下水道整備状況は、2010 年に比べて以下のように改善される。

### 2030年における下水道整備状況 (ENN流域区)

処理方式		下水道システム	セプティックタンク等 (個別処理施設)
サービス人口 (百万人)	2010 年	0.07	2.37
	2030 年	0.82	3.58
必要処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	2010 年	5,000	---
	2030 年	62,000	---
実施機関		登録業者	個別、集落等
対象地域		5 都市	14 地方行政区

出典：JICA 調査団 (2030 年の値は表 12.4.1、表 12.4.2 をもとに作成、2010 年の値は Sectoral Report (D), 2.3 節参照)

## 12.5 灌漑開発計画

### (1) 灌漑開発の現状

ENN 流域区は流域を南西部の高地を除く大半が半乾燥ないし乾燥気候帯に属している。農耕地面積 (2011 年) は 19.4 万 ha で、主な作物は園芸作物およびメイズである。既存の灌漑面積 (2010 年) は合計 7,896 ha で、その内訳は、小規模灌漑が 6,223 ha (79%)、民間灌漑が 1,663 ha (21%) である。農耕地面積に占める灌漑面積の割合は 4.1% である。既存の灌漑施設は、不十分な維持管理のため機能がかなり低下しており、改修・改善事業が必要である。

### (2) 開発戦略

6.5 節で述べた全体方針に基づき、本流域区の灌漑開発戦略は以下のとおりとする。

- a) 開発可能な土地資源が豊富な一方、利用可能な乾季の河川流量が限られている流域の特徴を踏まえ、貯水ダムによる半乾燥地・乾燥地での最大灌漑開発を行い、さらに、小規模ダムおよび地下水を水源とする灌漑開発を最大限推進する。
- b) 地域の基幹産業である農業を発展させるため、灌漑の導入により半乾燥地・乾燥地の天水農業地域および未利用地での土地生産性の向上を図り、農業生産を増大させる。
- c) 水資源の効率的な利用のために、節水灌漑方式を導入し、水生産性の向上を図り、最大灌漑開発を行う。

### (3) 提案の灌漑開発計画

水収支計算の結果、ENN 流域区における最大可能灌漑開発面積は、節水灌漑方式の導入を前提として、以下のように算定される。

#### 2030 年の灌漑面積 (ENN 流域区)

(単位 : ha)

灌漑の タイプ	既存灌漑 面積 2010 年	新規灌漑面積						合計 灌漑面積 2030 年
		表流水灌漑			地下水 灌漑	小ダム・ ため池	新規灌漑 面積合計	
		河川水	ダム	合計				
大規模灌漑	0	4,202	22,000	26,202	0	0	26,202	26,202
小規模灌漑	6,233	0	0	0	7,166	950	8,116	14,349
民間灌漑	1,663	0	0	0	7,165	0	7,165	8,828
合計	7,896	4,202	22,000	26,202	14,331	950	41,483	49,379

出典 : JICA 調査団 (Main Report Part G, 4.4.3 節参照)

6.5 節で想定した暫定配分の新規灌漑面積 142,665 ha (全国での目標値 120 万 ha に対する ENN 流域区の割当て分) に対し、水収支検討の結果、12.7 節に提案の最大限の水資源開発を行っても、利用可能な水資源量の制約から新規灌漑開発可能面積は上表に示すように 101,182 ha 減の 41,483 ha となる。表 7.5.1 に流域区別灌漑開発可能面積を示す。

大規模灌漑計画 (500 ha 以上) は、表 6.5.1 に示す政府灌漑関係諸機関から提供された 3 計画、および本調査提案の 1 計画について水収支計算を行った結果、表 7.5.2 に示す 3 計画 (合計 26,202 ha) が ENN 流域区における実施可能な計画として取り上げられた。選定した計画の位置を図 7.5.1 に示す。大規模灌漑計画のうち、5,000 ha 以上の計画は以下のとおりである。

#### a) Kihoto 灌漑計画 (18,000 ha 新規開発、水源施設は Kihoto 多目的ダム)

提案の新規灌漑開発および既存灌漑に対する 2030 年の水需要量は、表 7.2.1 に示すように 539 百万 m<sup>3</sup>/年となる。

## 12.6 水力開発計画

### (1) 水力開発の現状

ENN 流域区には水力発電所は存在しない。また、将来計画もない。

### (2) 開発戦略

本流域区には、最小コスト電源開発計画 (LCPDP) に記載の計画および発電コンポーネントを含む多目的ダム計画は存在しないことから、開発戦略は考えない。

### (3) 提案の水力開発計画

現状と開発戦略に記載の通り、本流域区で提案される水力開発計画はない。



## 12.7 水資源開発計画

### (1) 水資源開発の現状

ENN 流域区の流域面積は 210,226 km<sup>2</sup> (全国の 36.5%) である。流域区内の年間雨量は地域差が大きく、南西部山岳地域で 1,400 mm を超える一方流域北東部あるいは北西部は 200 mm 程度の少雨地帯である。流域区平均年雨量は 510 mm と 6 流域区中 RV 流域区とならび最も雨量が少ない流域である。現在の水資源量は表流水が 1,725 百万 m<sup>3</sup>/年、利用可能地下水が 1,401 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。2030 年には気候変動の影響により表流水が 2,536 百万 m<sup>3</sup>/年に増加するが、利用可能地下水は 1,391 百万 m<sup>3</sup>/年とほぼ変わらない。

ENN 流域区の現在の主たる水需要は、人口 382 万人 (全国の 9.9%) に対する生活用水供給、面積 7,896 ha (全国の 6%) への灌漑用水供給、および家畜用水供給である。流域区内で給水システムが整備されているのは 6 都市である。人口の 40% が井戸を利用している。ENN 流域区における現在の水需要量合計は 212 百万 m<sup>3</sup>/年と推定される。

現在の水需要を満たすための既存水資源開発施設として ENN 流域区では、河川からの直接取水施設に加え、小ダム・ため池 615 基 (生活家畜用水用、合計貯水容量 10 百万 m<sup>3</sup>)、井戸 1,147 本 (主に生活用水用、合計取水量 35 百万 m<sup>3</sup>/年) がある。既存のダム、流域間導水は無い。これら既存水資源開発施設による現在の ENN 流域区における利水安全度は水収支計算の結果、Ewaso Ng'iro North 川基準点(5ED01)でおよそ 1/1 と算定される。建設中のダムが 1 基 (貯水容量 4 百万 m<sup>3</sup>) ある。

### (2) 開発戦略

12.3 節および 12.5 節で述べたように 2030 年には、ENN 流域区の予測人口は 440 万人に達し、また灌漑面積を 77,148 ha に拡張する計画とした結果、2030 年予測水需要量は 965 百万 m<sup>3</sup>/年となる。これは現在水需要量の 4.5 倍に相当する。12.2 節に示すように、この水需要増と水資源の地域的・時間的偏在により現在に比べ大きな水不足が発生し、既存水資源開発施設だけでは 2030 年の水需要を満たすことができないことから新規水資源開発が必要である。

6.7 節で述べた水資源開発に係る全体方針に加え、流域区の現状と課題を踏まえた ENN 流域区の開発戦略を、流域区内での水需要と水資源のバランスのとれた水資源開発を目指すべく以下のとおりとする。

- a) 流域区南西部に集中する比較的大規模な生活・産業・灌漑水需要を満たすために同地域で、ダムによる水資源開発を推進する (候補ダムとしては NWMP (1992) でリストアップされたダムおよびケニア政府により計画設計されたダムをフラッグシッププロジェクトも含め取上げる)。
- b) 個々の需要量が小さく流域区内に広く点在する地方部の生活・家畜・小規模灌漑・野生生物・内水面漁業用水用に、雨量が極端に少ない流域区最北西部と東部を除く全域の小河川に小ダム・ため池を建設し表流水を有効利用する。
- c) 井戸による地下水利用は主として生活・産業・灌漑用水の需要を充足する目的で、表流水の手当ができない場所において行う。

### (3) 提案の水資源開発計画

6.7節で述べた水資源開発計画に係る全体方針および上記の開発戦略に基づき、ENN流域区の2030年の水資源量および水需要量を用いて水収支計算を行った。その結果水不足を補うため、河川からの直接取水施設に加え、以下の水源施設が必要となる。

#### 水資源開発の現状と新規計画（ENN流域区）

施設	数量	目的	規模・容量	備考
ダム	既存	無		
	新規	5基	生活・産業・灌漑用水、発電	貯水容量合計 522 百万 m <sup>3</sup>
小ダム・ため池	既存	615基	生活家畜用水	合計貯水容量 10 百万 m <sup>3</sup>
	新規	1,820基	地方生活・家畜・灌漑・野生生物・内水面漁業用水	合計貯水容量 91 百万 m <sup>3</sup>
井戸	既存	1,147本	生活用水	合計取水量 35 百万 m <sup>3</sup> /年
	新規	1,560本	生活・産業・灌漑用水	合計取水量 156 百万 m <sup>3</sup> /年

注： 本計画における利水安全度は生活用水供給 1/10、灌漑用水供給 1/5 である。

出典：JICA 調査団（Main Report Part G, 4.6.1 および 4.6.3 節参照）

表 7.7.1 に提案ダムの詳細を一覧で示す。また図 7.7.1 にダムの位置を示す。

上記の水資源開発施設による ENN 流域区の将来(2030年)の水需給バランスを表 12.7.1 に示す。

ENN 流域区の水資源管理のために提案した基準点における利水安全度は 2010 年（既存施設）および 2030 年（既存施設+新規開発施設）のそれぞれに対し以下のように算定される。

#### 基準点での利水安全度（ENN流域区）

基準点	現在(2010年)利水安全度 (既存施設)	将来(2030年)利水安全度 (既存施設+新規開発施設)
Ewaso Ng'iro North 川(SED01), Archers' Post	1/1	1/5

出典：JICA 調査団（Sectoral Report (G), 4.9 節参照）

Ewaso Ng'iro North 川基準点(Archers' Post)での 2030 年の利水安全度は、下流水需要が灌漑用水のみであることから 1/5 となる。

基準点における自然流量、維持流量、水需要量、開発水量および利水安全度は表 7.7.4 に示すとおりである。図 12.7.1 に基準点での 2010 年と 2030 年の流況を示す。

なお、12.2 節に述べた水資源量配分値は、上記水資源開発計画を取り込んだ水収支検討の結果である。

## 12.8 水資源管理計画

### (1) 水資源管理の現状

ENN 流域区では、流域北西部の Ewaso Ng'iro North 川の上流部を中心とする水資源モニタリング体制が整っている。表 6.8.1 に示すように観測所の設置数は、WRMA の目標観測地点数に対して表流水 60%（24 カ所）、地下水 50%（5 カ所）、雨量 31%（8 カ所）と特に雨量観測の達成率が低い。

水資源の評価については、上記モニタリングデータを用いて正確な水資源量を把握することはほとんど行われておらず、評価体制の確立が必要とされている。

水利権の発給・管理については、有効水利権/発給水利権の割合が28%（表流水19%、地下水90%）と低く、管理の強化が必要である。流域保全については、五大水源林のうち、ケニア山北麓、および Marsabit 西部の政府指定林の荒廃が著しい。本調査での解析結果<sup>36</sup>によれば、1990年に比べて約16%の森林面積が減少している。また本流域区では、湧水や湿地などの小規模水源の荒廃、ならびに森林伐採に起因する土砂流出が問題となっている。

## (2) 管理戦略

6.8節で述べた全体方針に基づき、ENN 流域区の水資源管理戦略は、a) モニタリング、b) 水資源評価、c) 水利権発給・管理、d) 流域保全の4つの観点から以下の通りとする。

### 1) モニタリング

観測項目は表流水、地下水、雨量とし、表流水および地下水は、水量および水質の観測を行うものとする。

効率的なモニタリング体制とするため、Ewaso Ng'iro North 川上流部に集中している観測網について代表地点を網羅しているかどうかの観点で観測地点の見直しを実施する。また水資源開発・管理に資するための基準点を設定する。基準点に於いては、管理指標である正常流量を設定し、低水管理を行うものとする。

雨量観測所は、流域区の大部分を占める乾燥地域、ケニア山、アバデア山地周辺の湿潤地域、および湿潤地域の周辺に位置する半乾燥地域という気候区分と、それらによる観測密度を考慮して配置を見直す。

地下水のモニタリングは、全体方針に従い、将来的に地下水需要の伸びる地域として、上水道計画と、下水道計画の双方を持つ地域で専用観測井による観測体制とする。

### 2) 水資源評価

全体方針に述べたように水資源モニタリングデータをもとに利用可能水資源量および水利権発給可能量を把握するため、また、水資源開発の必要性などを判断するため、地域事務所流域区全体の最新の水資源量、ならびに水質を把握できる体制を構築する。

### 3) 水利権発給・管理

全体方針に述べたように将来的な水需要の増加に備えて、水利用実態を反映した発給水利権量の的確な把握ができるよう、発給水利権の最新版の管理を徹底する。また、水利用実態と利用可能な水資源量を反映した水利権発給業務を行えるよう、「水配分ガイドライン（WRMA、初版、2010年3月）」などの基準類の改定を行う。さらに、流域区の水資源発給業務の実態を踏まえて円滑な水利権発給・管理業務を行うため水利権担当者の増員を考慮する。

<sup>36</sup> Sectoral Report (B) Meteorology and Hydrology, 8.3節 Land Use Analysis 参照。

#### 4) 流域保全

全体方針に従い、ケニア山および流域西部の政府指定林を中心に植林による森林面積の回復を目指す。また、本流域区で問題となっている小規模水源周辺の植生回復、ならびに森林伐採による土砂流出の抑制を考慮する。

### (3) 提案の水資源管理計画

上記の管理戦略に基づいて提案する具体的計画は以下のとおりである。

#### 1) モニタリング

提案の表流水、地下水、雨量の観測所、および基準点の配置案は図 7.8.1 および図 19.1.12 に示す通りである。表流水観測所および地下水観測所に於いては、水量および水質の観測を行い、雨量観測所に於いては雨量のみを観測する。また、表 6.8.1 に WRMA の観測所目標配置数と提案数の対比を示す。

表流水観測所は WRMA の目標値 40 カ所に対し、流域の主要な河川、湖、湧水の代表地点を網羅しているか同課の観点で見直しを行い、Ewaso Ng'iro North 川上流部に 10 カ所、流域中西部の湧水地点 2 カ所、国際河川である Daua 川に 1 カ所の合計 13 カ所を配置する観測体制とする。また、主要河川の流況を代表する基準点として、図 19.2.12 に示すように Ewaso Ng'iro North 川の 1 カ所の代表的表流水観測所を選定した。

6.8 節 (2) 計画の全体方針により、上記 1 カ所の基準点の正常流量は以下のように算定される。これらの正常流量を基本に対象河川の低水管理を行うことになる。

#### 基準点正常流量 (ENN 流域区)

(単位: m<sup>3</sup>/sec)

基準点	正常流量 (維持流量+基準点下流の水需要量)	
	2010 年	2030 年
Ewaso Ng'iro North 川 (5ED01)	3.0 (=1.6+1.4)	6.5 (=1.6+4.9)

出典: JICA 調査団 (Sectoral Report (H), 3.8.2 節参照)

上記正常流量は、次項で述べるモニタリングに基づく水資源評価において、毎年の発給水利権量 (水需要) と維持流量に基づき見直しを行い、必要に応じ更新する。基準点における実測流量が正常流量値を下回る場合には、上流域における過剰取水や異常渇水による維持流量の低下などが考えられる。原因を特定し、取水の監視強化や渇水調整などの措置を講じる必要がある。

雨量観測所は、6.8 節 (2) 計画の全体方針に基づく見直しの結果、WRMA 目標数 26 カ所に対し、34 カ所の観測体制を提案する。

地下水観測所は WRMA の目標値 10 カ所に対して、将来的に地下水需要が伸びると予想され、本マスタープランで上水道計画と下水道計画の両方の対象である 5 都市において合計 5 カ所 (各都市 1 カ所) での観測専用井による地下水観測体制を提案する。

## 2) 水資源評価

水資源量の評価体制の構築については、Nanyuki にある WRMA 地域事務所の水文専門家をリーダーとし、Nanyuki、Rumuruti、Isiolo、Marsabit、Mandera の各地域支所の水文担当者を加えて水資源評価チームを結成する。評価チームは ENN 流域区全体を対象とし、毎年度水資源量の評価を実施する。

水質の評価については、流域区北部、西部の水質観測データのタイムリーな分析・評価を行うため Nyeri (Tana 流域) の水質試験所に加えて、Marsabit、Wajir の 2 カ所に水質試験所を設置する。各水質試験所には水質管理業務に必要な水質専門家を配置し、表流水、および地下水モニタリング時の水質の評価が適切に行われる体制を整える。

## 3) 水利権発給・管理

水利権発給・管理業務については以下の活動を提案する。

- a) 発給されている水利権の最新版の管理を行う。具体的には水利権データベースの定期的な更新、および水利権の失効時期を通知する体制とする。
- b) 将来の水需要、及び水資源量に基づく「水配分ガイドライン (WRMA、初版、2010 年 3 月)」などの基準類の改定を行う。
- c) 水利権発給・管理業務を円滑に行うため、ENN 地域事務所、ならびに Nanyuki、Rumuruti、Isiolo、Marsabit、Mandera 支所の水利権担当者を現行の 8 名から 4 名増員し、合計 12 名の管理体制とすることを提案する。具体的には Marsabit 支所の担当者を 2 名、Nanyuki および Mandera 支所の担当者を各 1 名増員する。

## 4) 流域保全

森林回復のための植林については、ケニアビジョン 2030 植林目標値 (10%) 達成のため、ENN 流域区においては、約 59 万 ha の植林を提案する。その内、政府指定林 (Gazetted Forest) については、KFS による実施を想定する。図 6.8.1 に森林の現況と植林可能地域を示す。

小規模水源の保全および土壌侵食防止については、全体方針に述べたようにまず荒廃地および小規模水源の実態調査を行うことを提案する。

## 12.9 洪水・渇水災害管理計画

### (1) 洪水災害管理の現状

ENN 流域区はほぼ全域が乾燥地帯に分類されるものの、ここでも流域区各地で洪水被害が報告されている。Isiolo では河川氾濫による洪水と都市排水不良による洪水の両方が課題となっている。Mandera には 2 つの洪水の原因があり、ひとつはエチオピアとの国境となっている Daua 川からの氾濫、もうひとつはソマリアから流入し Mandera 市街地を通り抜け Daua 川へ注ぐ 2 本の支川からの氾濫である。

近年では Daua 川沿いに NWPC が堤防を建設するなど、少しずつではあるが洪水防御対策が進められている。しかしながら、主要水位観測所における洪水危険水位の設定は確認できず、系統的な洪水管理は実施されていないと言える。

## (2) 渇水災害管理の現状

ENN 流域区の大部分は、五大水源林周辺を除いて乾燥地帯に分類されており、ケニア国では最も渇水被害が深刻な流域区である。

地方政府およびコミュニティレベルの渇水管理としては、乾燥地帯資源管理プロジェクト（第 2 期）が 2010 年 12 月に完了し、ENN 流域区内のすべての乾燥および半乾燥地帯に分類される District に対して、地方レベルの渇水災害管理のための制度的枠組みが構築された。

他方、流域区レベルの渇水管理としては、5 カ所の水位観測所において 3 段階の渇水危険水位（Normal、Alert、Alarm）を設定している。河川水位が危険水位まで低下すると、WRMA 地域事務所は河川からの取水を調整することにより渇水調整を実施している。

現在、流域区内には 1 基の上水道目的のダムが建設中である。

## (3) 洪水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針 e) で示した通り、ENN 流域区内の検討対象地域は Ewaso Ng'iro North 川中下流、Wajir、Mandera、および Isiolo である。ここで、Wajir County の南側境界線は Ewaso Ng'iro North 川に沿っているため、Wajir は同河川中下流の一部として取り扱う。このうち、市街地は Mandera と Isiolo のみである。また、Ewaso Ng'iro North 川中下流については、河川氾濫による洪水が発生することは確認されているものの、深刻な洪水被害はほとんど報告されていないため、本計画の対象外とする。

Isiolo の高い人口密度を考慮し、Isiolo では治水構造物により洪水を防御する方針とする。さらに、構造物対策のみでは超過洪水に対して安全性が確保できないことから、ハザードマップ・避難計画の作成により人的被害を軽減する方針とする。Isiolo 市街地で発生する都市洪水は、高い人口密度を考慮し、排水システムを改善することとする。

Mandera では上述の両方の氾濫とも国際河川が原因であるため、治水のために上流域にダムを建設することは困難である。このため、Mandera 市街地は河川改修、遊水地、またはそれらの組み合わせにより守る方針とする。さらに、構造物対策のみでは超過洪水に対して安全性が確保できないことから、ハザードマップ・避難計画の作成により人的被害を軽減する方針とする。

## (4) 渇水災害管理戦略

6.9 節で述べた全体方針に基づき、ENN 流域区における渇水管理戦略は、既存および新規貯水池の取水制限ルールを作成、渇水調整協議会の設置および早期渇水予測システムの構築とする。

## (5) 提案の洪水・渇水災害管理計画

上記の洪水災害管理戦略に基づき ENN 流域区における洪水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) Mandera におけるハザードマップおよび避難計画の作成と併せた治水構造物対策の実施
- b) Isiolo におけるハザードマップおよび避難計画の作成と併せた治水構造物対策の実施
- c) Isiolo における都市排水整備

また、渇水災害管理戦略に基づき ENN 流域区における渇水災害管理計画を下記の通り提案する。

- a) ENN 流域区内の 1 基の既存ダムおよび 5 基の計画ダムを対象とした貯水池の取水制限規則の策定（基準貯水位の設定および取水低減率の決定を含む）
- b) 河川維持流量や正常流量に対応する基準河川水位のモニタリング（水資源管理計画の一環として実施）
- c) ENN 流域区内の 1 水系における流域洪水調整協議会の設立とその法的地位の確立
- d) 取水制限への利用を目的とした早期洪水予測システムの確立（上記合計 6 基のダムの貯水率変動を予測）

図 7.9.1 に洪水・洪水災害管理計画を示す。

## 12.10 環境管理計画

### (1) 環境管理の現状

ENN 流域区はほとんどが乾燥・半乾燥地域（ASAL 地域）に属しており、水資源に乏しい流域である。同流域の主要な河川としてはケニア山を水源とする Ewaso Ng'iro North 川が挙げられる。同河川流域には Lusai 国立公園等の 4 つの保護区が位置している。また、伏流後の下流域にも同河川の地下水脈により、まとまった面積で湿地帯及び植物帯が存在しており、この流域の重要な保全対象となっていることから、適切な環境流量の設定や環境モニタリングが必要とされる。

また、西部には五大水源林であるケニア山以外にも比較的大きな面積の政府指定林が点在しているが、他の森林と同様に伐採や開墾による荒廃が見られ、水源林としての機能が低下している。

### (2) 管理戦略

6.10 節で述べた全体方針に基づき、流域区内主要河川に対し、環境流量の設定と環境モニタリングを提案する。

本マスタープランで提案される開発事業は本流域区の主要河川である Ewaso Ng'iro North 川上流及び支川である Ewaso Narok 川、Suguroi 川の上流域に集中していることから、環境流量設定と環境モニタリングを本川である Ewaso Ng'iro North 川に対して提案する。

### (3) 提案の環境管理計画

上記の管理戦略及び全体方針で述べた地点選定基準に基づき、本流域区における環境管理計画の環境流量設定と環境モニタリングの対象地点は以下のとおりとする。図 7.10.1 に対象地点の位置を示す。

環境流量設定地点及び環境モニタリング地点（ENN流域区）

対象	対象地点		流域で提案される主な開発計画
Ewaso Ng'iro North 川	環境流量	1 基準点 (Archers' Post Town) : ENN-F1	Archers' Post ダム、Isiolo ダム、Kihoto ダム、Rumuruti ダム、Nyahururu ダム
		2 Ewaso Narok 川合流点下流 : ENN-F2	
	環境モニタリング	3 基準点 (Archers' Post Town) : ENN-M1	
		4 Ewaso Narok 川合流点下流 : ENN-M2	

出典：JICA 調査団（Main Report Part G, 4.9.3 節参照）

また、環境流量設定のための環境調査（流量、水質、生態系）は、Ewaso Ng'iro North 川を対象として実施するものとする。

## 13. 事業費概算

### 13.1 事業費積算の基本条件

上水道開発、下水道開発、灌漑開発、水力開発および水資源開発の各計画で提案された開発事業と、水資源管理、洪水渇水災害管理および環境管理の各計画で提案された管理事業に対し事業費を算定した。開発事業に対しては、初期投資に相当する開発事業費に加え維持管理費・更新費を求めた。管理事業に対しては、ケニア政府が管理業務に必要な経常費と開発費を求めた。

事業費算定の目的は、提案事業の概算事業費を求め、マスタープランレベルの経済評価と資金調達の検討に資するためであり、この概算値をベースにした事業推進を目的とするものではない。

事業費の算定手法は以下のとおりである。

- a) 開発事業費は、過去の実績値から求めた事業単価、ないしはケニア政府が算定した事業費を基に算出した。
- b) 開発事業の維持管理費は、過去の実績値をベースにした単価あるいは事業費のパーセンテージから算出した。
- c) 開発事業の更新費は、過去の実績値をベースにした事業費のパーセンテージを用い算定した。
- d) 管理事業の経常費は、過去の実績値をベースにした単価あるいは事業費のパーセンテージから算出した。
- e) 管理事業の開発費は、過去の実績値をベースにした単価から算出した。

事業費算定の価格水準は 2012 年 11 月 1 日現在である。

### 13.2 提案事業の概算事業費

開発計画で提案された事業の流域区別の事業費と維持管理費は表 13.2.1 に示すとおりである。6 流域区の事業費を合計すると以下のようになる。



開発計画の概算事業費<sup>37</sup> (6流域区合計)

開発計画	提案事業	種類	事業費 (百万 KSh)	維持管理費 (百万 KSh/年)
上水道*	都市給水 (137 都市)	リハビリ	70,920	-
		新設・拡張	1,018,098	41,991
		小計	1,089,018	41,991
	地方給水 (47 地方行政区)	リハビリ	9,087	-
		新設・拡張	189,762	8,392
		小計	198,849	8,392
小計			1,287,866	1,287,867
下水道*	下水道システム (95 都市)	リハビリ	17,502	-
		新設・拡張	458,981	25,128
	小計			476,483
灌漑**	大規模灌漑 (432,235 ha)	新設・拡張	725,567	2,178
	小規模灌漑 (109,278 ha)	新設・拡張	70,617	353
	民間灌漑 (82,162 ha)	新設・拡張	159,283	1,592
	小計			955,467
水力	水力発電 (14 事業) (1,381 MW)	新設・拡張	290,464	1,453
合計			3,010,278	81,089

注： \* リハビリテーション対象の既存の給水及び下水道施設の維持管理費は必要データが不足しているため見積っていない。

\*\* 既存灌漑施設のリハビリテーションは必要であるが、その費用は必要データが不足しているため見積っていない。

出典：JICA 調査団 (表 13.2.1 および Main Report Part B~G, 5.2 節参照)

なお、ダム事業費とその維持管理費は、原則として関係する上水道・灌漑・水力事業間で、必要貯水池容量の割合で割振り、上記表の費用に加えてある。また、導水事業の建設費・維持管理費も、関連する上水道事業の上記費用に含まれている。個々のダム事業および導水事業の事業費はそれぞれ表 7.7.1 と表 7.7.2 に示す。

また、管理計画で提案された事業・活動に対する流域区別の管理事業費と経常費 (維持管理費を含む) は表 13.2.2 に示すとおりである。6 流域区の事業費を合計すると以下ようになる。

<sup>37</sup> 事業費、維持管理費算定の詳細は、上水道については Sectoral (C) 第 5 章、下水道については Sectoral (D) 第 4 章、灌漑については Sectoral (E) 第 5 章、水力については Sectoral (F) 第 4 章に記載している。

管理計画の概算事業費<sup>38</sup> (6流域区合計)

管理計画	提案事業	開発事業費 (百万 KSh)	経常費 (百万 KSh/年)
水資源管理	モニタリング (表流水 135 カ所、地下水 95 カ所、雨量 258 カ所)	665	714
	水資源評価 (6 流域区毎)	293	-
	水利権発給・管理 (水利権データベースシステムの更新 (5 年毎))	144	-
	流域保全 (植林 4,478,000 ha ほか)	353,762	-
	流域フォーラムの運営 (6 流域区、年 2 回開催)	-	6
	小計	354,864	720
洪水・渇水災害管理	コミュニティ防災 (5 カ所)	865	6
	避難計画 (3 カ所)	90	0.5
	洪水予警報システム (2 カ所)	1,512	8
	水防計画 (2 カ所)	60	0.3
	ハザードマップ (6 カ所)	180	0.9
	発電ダム放流警報 (1 カ所)	30	0.2
	河川改修 (F/S 実施のための費用 (6 カ所))	958	-
	小計	3,695	15.9
環境管理	環境流量 (36 カ所)	325	-
	環境モニタリング (50 カ所)	-	6.4
	小計	325	6.4
合計		358,884	742.3

出典：JICA 調査団 (表 13.2.2 および Main Report Part B~G, 5.2 節参照)

## 14. 経済評価

### 14.1 経済評価のための基本条件

本マスタープランにおける提案事業の経済評価は、上水道 (都市給水のみ対象)、下水道、灌漑 (大規模灌漑のみ対象)、水力発電の 4 つのサブセクターの事業について実施した。経済評価のための基本条件は以下のとおりとした。

#### a) 価格水準

投資費用および維持管理費用は、2012 年 11 月 1 日時点における価格水準で見積もる。為替レートは US\$1.0= KSh 85.24= ¥79.98 を適用する。

#### b) 社会割引率

社会割引率は国内経済に対する資本の機会費用で表す。本調査では、ケニア国の水分野のプロジェクトにおいて広く用いられている 10%を適用する。

#### c) 施設の経済耐用年数

施設の経済的耐用年数は、一般的な耐用年数である上水道および下水道施設は 30 年、灌漑および水力発電施設は 50 年とする。また、ダムの耐用年数は一般的に用いられている 50 年とし、導水路については 30 年とする。

<sup>38</sup> 開発事業費、経常費算定の詳細は、水資源管理については Sectoral (H) 第 4 章、洪水・渇水災害管理については Sectoral (J) 第 6 章、環境管理については Sectoral (K) 第 4 章に記載している。

d) 多目的ダムの費用配分

多目的ダムの費用は原則として、各サブセクターの貯水容量に応じて上水道、下水道、灌漑、水力発電の各サブセクターに配分する。

e) 経済費用

積算した財務費用は経済費用に変換する。国際的に取引される商品やサービス財については世界銀行が発行している『物価と価格予測』に記載された国際価格に基づいて評価した。また、国際的に取引されない商品やサービス財については、ケニア国 GDP における税の割合が約 11% であること、水セクターのプロジェクトで広く用いられている換算係数が概ね 0.90 であることから、0.90 の標準変換係数を適用して財務費用を経済費用に変換する。

f) 経済便益

経済便益の算定方法は各サブセクターのセクターレポートに記載しているが、上水道、下水道、灌漑、水力発電の各サブセクターについて、それぞれの代表的経済便益項目を設定し、経済便益を算定する。

## 14.2 提案事業の経済評価

上述の基本条件に基づき、各サブセクターの経済費用および経済便益を流域区別に以下のように算定した。経済評価対象期間は、施設の経済的耐用年数に基づき、上水道および下水道事業は 30 年、灌漑および水力発電事業は 50 年とした。

### サブセクター別の経済費用

(単位：10 億 KSh)

サブセクター/ 流域区	LVN	LVS	RV	Athi	Tana	ENN
上水道	126.8	142.3	87.5	455.8	114.4	19.5
下水道	70.3	74.1	35.6	183.5	58.7	9.2
灌漑	59.8	98.2	82.9	33.1	253.9	34.2
水力発電	25.0	44.2	54.4	7.5	142.0	--

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B~G, 6.2 節参照)

### サブセクター別の経済便益

(単位：10 億 KSh)

サブセクター/ 流域区	便益項目	LVN	LVS	RV	Athi	Tana	ENN
上水道	- 住民の支払額の節減 - 給水量の増加	194.2	205.9	88.2	454.0	127.3	29.8
下水道	- 住民の支払額の節減 - 支払能力に応じた支払意思額 - 公衆衛生の向上	94.3	94.6	47.6	231.3	82.2	12.0
灌漑	- 農業生産額の増加	101.0	90.6	100.2	28.6	181.6	28.4
水力発電	- 施設容量の増加 - 発生エネルギーの増加	22.6	36.1	72.1	11.3	137.6	--

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B~G, 6.2 節参照)

上記の経済費用および経済便益を基に、流域区別にサブセクター全体の経済的内部収益率 (EIRR) を計算すると以下のとおりである。

サブセクター別の内部収益率

(単位：%)

サブセクター/ 流域区	LVN	LVS	RV	Athi	Tana	ENN
上水道	14.0	13.3	9.3	7.7	10.2	14.1
下水道	11.3	10.6	11.3	10.4	11.9	11.1
灌漑	17.2	10.7	13.5	10.2	8.3	9.9
水力発電	10.9	10.3	15.3	16.9	11.8	--

出典：JICA 調査団 (Main Report Part B~G, 6.2 節参照)

割引率が 10% であることから、EIRR が 10% 以上のサブセクターの事業は全体として経済的にファイジブルと評価される。EIRR が 10% 以下のサブセクターの事業はその必要性を十分に検討しつつ実施することが求められる。留意点は以下のとおりである。

(1) 上水道サブセクター

- a) LVN、LVS、Tana、ENN 流域区の上水道プロジェクトは、大規模ダムや送水管のような建設費用の高い構造物を必要としないことから、EIRR が高い。但し、Tana 流域区は、Lamu 上水道プロジェクトに建設費用の高い送水管が含まれていることから、EIRR が若干低くなっている。
- b) RV と Athi 流域区では、Nairobi とその周辺都市、Mombasa と周辺海岸地域、及び Nakuru 地域の上水道プロジェクトが大規模ダムや延長の長い送水管の建設を必要とするため、EIRR が 10% を下回る。上水道プロジェクトを十分に検討し、住民のニーズを十分に考慮しながら進めるべきである。

(2) 下水道サブセクター

- a) 下水道プロジェクトの EIRR は全体的に 10% を若干上回っている。環境保護や公衆衛生、水の再利用への貢献等を十分に検討した上で進めていくべきである。

(3) 灌漑サブセクター

- a) LVN、LVS、RV および Athi 流域区の灌漑サブセクターの EIRR は 10% を上回り収益率は高いと評価される。
- b) Tana 流域区の灌漑セクターは多額の経済便益を創出すると期待されているが、導水施設等の建設費が多額であるため EIRR は低い。施設設計及び事業費についてプロジェクト実施前に慎重に検討するべきである。
- c) ENN 流域区の灌漑セクターの事業はダムの建設費用が高いため収益率は低いが、本流域区の灌漑事業は将来の食料供給量確保の観点から重要であり、慎重に検討した上で、推進すべきである。

(4) 水力発電サブセクター

- a) LVN を除く全ての流域区において、EIRR は 10% を上回っており、水力発電事業の収益率は高いと評価される。LVN では、Nandi 地区の森林地帯における多目的ダムプロジェクト（発電用に利用）の建設費が高いため、EIRR が低くなっている。

## 15. 実施計画

### 15.1 実施の優先順位付けのための基準

上下水道、灌漑、水力発電と水資源開発計画で提案された開発事業と、水資源管理、洪水・渇水災害管理と環境管理計画で提案された管理事業・活動に対し、目標年次である2030年までに提案事業を円滑に実現するためのロードマップとして実施プログラムを策定した。

提案事業は実現可能性があると評価された事業からなり、それら事業の実施の方向性と目標を明確にした実施プログラムとすべく、2030年までの実施期間を短期（2013/14-2017/18）、中期（2018/19-2022/23）、長期（2023/24-2030/31）の三つに分けた。

事業実施の時期・順位を検討するに際し、開発計画および管理計画の夫々に対し、提案事業の実施の優先順位付けをおこなった。

開発計画の提案事業に対する優先順位付けの基準として以下を採用した。

- a) 工事資金が付いているか、詳細設計が済んでいるか等、事業の熟度が高い事業に優先度を与える。
- b) 同等の熟度とみなせる事業間では、①リハビリなど事業効果の発現が早いとみなせる事業、ないしは②裨益人口が大きいあるいは高い経済性を持つ事業に優先度を与える。
- c) 水源開発事業の実施時期は、その事業からの水供給が計画されている上水道や灌漑事業との関連も加味した。水力発電事業は水源開発事業に付随して実施することとした。

管理計画の提案事業に対する優先順位付けの基準として以下を採用した。

- a) 水資源管理計画では、水資源の管理に必須な表流水・地下水・雨量と水質などの基礎情報を観測・収集する事業・活動に優先度を与える。
- b) 洪水・渇水災害管理計画のうち洪水管理に対しては、①効果の発現が早い非構造物対策に優先度を与える、②洪水調節機能を持つ多目的ダムは、利水事業と整合を持たせた実施計画に従う、また③都市排水事業は事業の熟度が高いものに優先度を与える。渇水管理は、ダムによる流量管理の計画のうち既存ダムを利用した計画に優先度を与える。
- c) 環境管理計画では、河川の環境流量を設定するための環境調査と環境流量設定および環境モニタリング地点の設定を、開発計画の実施前に行う。

### 15.2 提案事業の実実施計画

上述の実施の優先順位付けの基準に基づき、提案事業の実実施プログラムを策定した。なお、実施プログラムの策定に際しては、以下の点に配慮した。

- a) 提案事業は2030年までにすべて完成する。
- b) ケニア政府の実実施スケジュールと整合性を取る。
- c) 他セクターのスケジュールとの関連性に配慮する
- d) 事業費が平準化するような実施スケジュールとする。

図15.2.1～15.2.5に各開発計画、図15.2.6～15.2.8に各管理計画の実実施スケジュールを示す。また、提案事業のセクター別の期別（短期、中期、長期）目標達成度は以下のとおりである。

達成度の評価指標は各セクターでの当該期に完成している事業の指標値をもとに評価した。

個々のプロジェクトの実施に際しては補償問題を含む環境影響評価（EIA）が実施されるものとする。

### 提案事業によるセクター別の期別目標達成度

サブセクター	達成度評価指標	短期		中期		長期		開発目標値 2013-2030
		2013-2017	%	2018-2022	%	2023-2030	%	
上水道	給水能力 (m <sup>3</sup> /日)	230,396	6.3%	1,613,236	44.1%	1,811,194	49.6%	3,654,826
	累計 (m <sup>3</sup> /日)	230,396	6.3%	1,843,632	50.4%	3,654,826	100.0%	
下水道	処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	218,987	8.1%	413,726	15.3%	2,062,769	76.5%	2,695,481
	累計 (m <sup>3</sup> /日)	218,987	8.1%	632,712	23.5%	2,695,481	100.0%	
灌漑	灌漑面積 (ha)	62,427	10.0%	150,626	24.2%	410,622	65.8%	623,675
	累計 (ha)	62,427	10.0%	213,053	34.2%	623,675	100.0%	
水力発電	設備容量 (MW)	615	44.5%	436	31.6%	330	23.9%	1,381
	累計 (MW)	615	44.5%	1,051	76.1%	1,381	100.0%	
水資源	貯水容量 (百万 m <sup>3</sup> )	5,456	50.7%	2,052	19.1%	3,256	30.2%	10,764
	累計 (百万 m <sup>3</sup> )	5,456	50.7%	7,508	69.8%	10,764	100.0%	

出典：JICA 調査団（図 15.2.1～15.2.5 の実施スケジュールに基づいて作成）

なお、流域別の実施スケジュールは Main Report Part B～G の 7.3 節に記載した。

### 15.3 提案事業の実施時の留意事項

提案の開発事業、ならびに管理事業・活動を円滑に実施するためには関係機関やステークホルダーとの調整などが不可欠である。以下に代表的な留意事項を列記する。詳細については各セクターレポートの提言の部分に記載している。

#### (1) 上下水道開発計画

- a) 浄水施設、および処理施設建設のための用地取得の早期実施。

#### (2) 灌漑開発計画

- a) 節水灌漑の導入に向けてインセンティブの考慮が必要。
- b) 灌漑開発計画の実施時に事業の諸元が WRMA のガイドラインを満たしているかどうかの確認が重要。

#### (3) 水資源管理計画

- a) 長期予報データに関するケニア気象局との情報共有による洪水・渇水予報、水資源管理業務の効率化が重要。
- b) 流域保全活動において、植林に関する KFS と WRMA の明確な役割分担の確認を行い、効率化を図ることが重要。

#### (4) 環境管理計画

- a) 環境関連データベースの構築による関係機関・省庁間での情報共有が重要。

## 16 財政面

### 16.1 政府予算

#### (1) 政府予算

2012年度の政府予算は下表のとおりである。水セクターの予算は政府予算の約2.8%を占めているが、その開発予算はGDPの1%以下である。また、水セクターの外部資金は政府予算とほぼ同額で、政府予算の約2.8%程度である。

#### 水セクターの政府予算（2012年）

項目	金額(10億 KSh)	GDP比	政府予算比
政府予算全体	838.2	24.0%	-
MWI, 開発予算	16.9	0.5%	2.0%
MORDA, 開発予算	5.6	0.2%	0.7%
MOE, 開発予算(水力)*	1.3	0.0%	0.2%
水セクターの利用可能政府予算**	23.8	0.7%	2.8%
MWI, 外部資金	23.7	0.7%	2.8%

出典：Budget Policy Statement 2012, Ministry of Finance; the data from the Ministry of Water and Irrigation; the data from KenGen

注：\* 水力開発予算の20%と想定。

\*\* 外部資金は除く。

#### (2) 2030年までに利用可能な政府予算の算定

本マスタープラン実施に利用可能と考えられる2030年までの政府予算は以下の条件で算定した。

- 開発事業に利用可能な政府予算は、水セクターの政府予算のみとする。
- 将来の政府予算および支出は、GDPの伸びに比例して増加するものと想定する。
- 水セクターの政府予算もGDPの伸び<sup>39</sup>に比例して増加するものと想定する。ただし、多目的ダムを含む地域開発のための予算は2013/14年度から政府予算の1.0%（現在0.7%）に増加するものとする。

2030年までに利用可能な水セクターの政府予算は、上記条件に基づき以下のように算定される。

#### 水セクターの2030年までの利用可能な政府予算

(単位：10億 KSh)

項目	2030/31	2013/14-2030/31	政府予算比
政府予算全体	4,024.6	38,687.3	-
MWI, 開発予算	80.5	859.8	2.2%
MORDA, 開発予算	40.2	300.9	0.7%
MOE, 開発予算(水力)	4.7	86.0	0.2%
水セクターの利用可能政府予算	125.4	1,246.7	3.2%

出典：Budget Policy Statement 2012, Ministry of Finance; the data from the Ministry of Water and Irrigation; the data from KenGen

<sup>39</sup> 5.1節参照。

## 16.2 財務分析

2030年までに必要な開発資金額とGDPの伸びに比例して増加するものと想定した利用可能な政府予算を比較すると以下のとおりである。各サブセクターともGDPの伸び率による政府予算の増加では必要な投資額を賄うことはできないことがわかる。

### 必要開発資金と利用可能な政府予算

(単位：10億 KSh)

サブセクター	必要開発資金	利用可能な政府予算	比率
上水道	1,287.9	561.5	43.6%
下水道	476.5	30.9	6.5%
灌漑 <sup>(*)</sup>	796.2	580.4	72.9%
水力発電	290.5	74.0	25.5%
合計	2,851.1	1,246.7	43.7%

注：\* 民間部門は除く。

出典：JICA 調査団 (Main Report Part A, 9.4 節参照)

上記比較から、以下のことが言える。

上水道サブセクターでは、政府予算で必要開発資金の約44%が賄えると予測されるが、民間資金や、政府予算以外の資金調達であるODA資金等を積極的に導入することが考えられる。

下水道サブセクターは、通常、多くを政府予算にたよるが、利用可能な政府予算では、必要開発資金の6.5%しか賄えない。下水道サブセクター用の政府予算を、上記以上に増やす必要がある。

灌漑サブセクターでは、民間事業を除いて、ほとんどを政府予算で賄うことが一般的である。利用可能な政府予算は必要開発資金の73%程度と予測される。大規模灌漑開発については、ODA資金などの活用も考えられる。

水力発電サブセクターは、財務的にフィージブルなプロジェクトを中心に、ODA資金や民間資金を活用することで、徐々に政府予算の比率を抑えることが考えられる。

以上より、以下のことが考えられる。

- a) 水力発電サブセクターおよび上水道サブセクターでは、さらなる民間資金、ODA資金の活用を行う。これにより、政府予算を下水道サブセクターにまわすことが可能になると考えられる。民間資金投入の可能性については個別プロジェクトの具体的な計画策定時に検討を行うものとする。
- b) ケニアでは、水セクターの政府予算がGDPの0.2-0.3%にすぎず、アフリカ諸国の平均値がGDPの0.7%であることを考えると、増加させる余地があると考えられる。

## 17. 組織制度強化計画

### 17.1 水セクターの現行組織制度

水セクターの現行の組織制度は図17.1.1に示すとおりである。水灌漑省は法律の制定、政策の立案、水セクター内の調整と指導および管理と評価を所管し、水資源管理庁はMWIの管轄下にあり、水資源の規制および管理、国家レベルおよび地方レベルでの政策策定への貢献を責務としている。WRMAは本部と6つの地域事務所からなる。CAACsは地域レベルでの水問題を調整するための



WRMA への助言機関である。WRMA 地域事務所の下には支所があり、地区レベルで水資源管理を行っている。

## 17.2 基本文書

2010 年制定の新憲法に基づく現国家水政策と現水法の改定は 2013 年 1 月現在完了していない。したがって、本マスタープランの組織制度計画は 1999 年策定の現国家水政策と 2002 年制定の現水法に基づいて策定した。

## 17.3 提案のアクション

水資源管理に関わる組織制度上の現状および将来の課題に基づき、組織制度強化のため、以下の 8 つの戦略的アクション<sup>40</sup>の実行を提案する。

### 1) アクション 1：水資源管理の具体的枠組みの明確化

灌漑用水の供給の規制は現在の水資源管理の枠組みに含まれていない。水法、土地法、灌漑法、環境管理調整法等に規定の権限の重複や齟齬が現場の水資源管理における紛争を引き起す原因となっている。灌漑用水と上水は、統合水資源管理の観点から、灌漑法やその他の法律との整合性を取りながら、一体として規制されるべきである。

### 2) アクション 2：国家レベルおよび地方レベルで水資源の独占的・一元的管理

将来の大幅な水使用量の増加に応じ、流域内、流域間の導水を含む水資源開発が必要となるが、開発に伴う水利権付与にあたっては、地域間の紛争を回避する枠組み（法制度）を設けることが必要となる。地方レベルだけの水利権管理組織ではこのような問題は解決できない。国家レベルおよび地方レベルで水資源を独占的にまた一元的に管理する権限と機能を確認することを提案する。このために国家機関の現在の権限と機能は強化されるべきである。WRMA は水利権の付与や規制のため全ての水セクター関連部署や様々な水利用者を規制する権限を持つべきである。

### 3) アクション 3：水利権と水資源開発計画の一元管理

将来の水需要増加や気候変動に備えて水供給の安全度を確保するためには、水資源開発計画の段階から水利権の適正な付与がなされることが重要であり、すべての水利権と水資源開発計画をリンクさせた水利権の一元的規制および行使体制の構築を提案する。この新たな水利権管理体制の下では、公共、民間もしくはセクターにかかわらず、すべての取水が登録されることになる。

### 4) アクション 4：水資源の科学的・量的な管理体制の構築

アクション 2, 3 を実施するためには、ステークホルダーが信頼でき、透明で説明責任を担保できる科学的・定量的な水資源管理体制を構築する必要がある。この体制は、水利権の付与、流量のモニタリングと取水記録及び水利権の管理の三つの管理項目と関連する水資源開発計画とをリンクし、統合的に実施する必要がある。

<sup>40</sup> 詳細については Sectoral Report (L) 参照。

#### 5) アクション 5 : 供給管理と需要管理

ビジョン 2030 の達成のためには、供給側と需要側のそれぞれ一方からの水管理では不十分である。供給側管理としては、表流水と地下水の開発を支援、促進する水資源開発促進法や費用便益配分を規定する特定多目的ダム法のような法制度の整備を提案する。需要側管理としては、節水、再利用、損失低減、水利権転換・取引等により、灌漑、生活、工業用水の効率的で、有益な水利用を法的に促進することを提案する。

#### 6) アクション 6 : WRMA 地域事務所の能力開発

WRMA 地域事務所の現在のスタッフおよび能力ではアクション 2 および 3 を実行するには十分ではない。水利権規制の下部組織としての WRMA 地域事務所の能力開発を提案する。なお、技術面での能力開発はアクション 2、3 および 4 と一体的に行うべきである。

#### 7) アクション 7 : WRUA の設立促進および強化

現在の水利用者組合 (WRUA) の組織率と能力は水資源にかかわる紛争解決や協調的管理には十分ではないので、設立の促進と能力開発を提案する。また、WRUA は管理者ではなく、水利用者もしくは水供給者としての立場を維持すべきである。

#### 8) アクション 8 : 国家および地方レベルの水資源管理組織の財政状況の改善<sup>41</sup>

水灌漑省 (MWI) は WRMA およびその地域事務所に対し、現在および将来の水資源管理を主に水利権料および水料により行うよう指導している。しかしながら、WRMA の管理業務は予算不足のため十分には行えていない。効果的な政府予算手当てにより、国家レベルおよび地方レベルの水資源管理組織の財務状況を改善し、水資源管理業務が円滑に行われる体制を確保することを提案する。

本マスタープランでは、上記の 8 つのアクションを提案したが、これらは水利権紛争や環境へのインパクトを避けるためにもできる限り早期に実施することを勧める。特に、アクション 3 と 4 は WRMA 本部および地域事務所の組織強化の一環として試験的にも実施することが望ましい。この試験的アクションは本マスタープランの水資源開発および管理計画を活用して行うことができる。

## 18. WRMA 地域事務所のアクションプラン

### 18.1 WRMA 地域事務所の水資源管理に係る現状の課題

本調査で提案の水資源管理の円滑な実施のためには、実際の管理業務を担当する WRMA 地域事務所の水資源管理能力および体制の強化が必要である。本調査では、タナ流域区において i) 流域ガバナンス向上のための流域フォーラムの設立および運営に係る支援、ii) 水文情報マネジメント強化に係る支援、iii) 水利権データベース運用管理改善に係る支援、および iv) 洪水・渇水災害管理改善に係る支援についてパイロット活動を行い、その活動成果を踏まえ 2022 年<sup>42</sup>までの WRMA 地域事務所のアクションプランを取りまとめた。

<sup>41</sup> 詳細については、Main Report A, 8.3.2 (8) 参照

<sup>42</sup> 2022 年はケニアビジョン 2030 の中間目標年である。

タナ流域区におけるパイロット活動および本調査を通じて抽出された WRMA 地域事務所の水資源管理に係る主な課題は以下のとおりである。

- (1) 流域ガバナンス向上のための流域フォーラムの設立・運営に係る課題
  - a) 流域フォーラムの法的位置付けの確立
  - b) 流域全体としての組織力を高めるための流域内での水資源利用者組合（WRUA）の設立の促進とフォーラムへの参加の促進
- (2) 水文情報マネジメント強化に係る課題
  - a) 水文観測上の問題（洪水流量実測データの不足、地下水観測専用井の不足、観測員の技量不足など）
  - b) 水文観測データ管理のためのコンピュータ、周辺機器などのシステムリソースの不足
- (3) 水利権データベース運用管理にかかわる課題

水利権許可ルールについては、Water Act 2002、および Water Resource Management Rules 2007 に規定され統一されているものの、手続きの習熟、リソース不足など運用面での課題がある。具体的には以下の通りである。

- a) 水利権発給・管理業務に必要なコンピュータなどのシステムリソースの不足、およびネットワーク環境の不備
  - b) 水利権発給・管理業務に関する手続きの習熟ならびにシステム操作スキルに関する WRMA 職員のキャパビル
- (4) 洪水・渇水災害管理改善に係る課題
 

(洪水災害管理)

    - a) 洪水管理に関する関連機関との情報共有・連携の不足
    - b) 洪水情報伝達システムの欠如
    - c) 洪水の実態調査と解析の欠如

(渇水災害管理)

    - a) 渇水時の水利用を調整するシステムの欠如
    - b) 過去の渇水被害に関する情報の不足

## 18.2 提案するアクションプラン

前節で述べた課題を踏まえ、また、タナ流域区以外の流域区の WRMA 地域事務所に対しても、アンケートの形式で水資源管理に関する現状と課題の調査を実施した。事務所により若干の差はあるものの、水資源管理に関する能力強化という点では、タナ川流域でのパイロット活動を通して認識した課題とほぼ同様の傾向が見られた。したがって、本節で提案のアクションプランは 6 地域事務所すべてに適用できるものとする。

WRMA 地域事務所の 2022 年までのアクションプランを以下の通り提案する。

- (1) 流域ガバナンスの向上のための流域フォーラムの設立・運営に係るアクション
  - a) WRMA の 6 地域事務所において「流域フォーラム」を立ち上げる。その法的な位置付けについては、水灌漑省および WRMA 本部がアクションを取るものとする。

- b) 各地域事務所において「流域フォーラム」開催のための予算を確保し、定期的にフォーラムを開催する。(年2回)。
  - c) 各地域事務所において水資源利用組合(WRUA)の設立を促進し、流域フォーラムへの参加を促す<sup>43</sup>。
- (2) 水文情報マネジメントの強化に係るアクション
- a) 水文観測の改善
    - i) 盗難・破壊活動対策として既存の鋼製量水標をコンクリート製に置き換える。
    - ii) 既存の表流水、地下水、雨量観測所の自動観測化
    - iii) 年最低1回のモニタリング地点パトロールの実施
    - iv) 正確な水位流量曲線作成のための洪水流量測定用機器の導入
    - v) より信頼のおける水文観測のためのWRUAメンバーの水文観測活動への参加
    - vi) 地下水観測専用井の設置
  - b) 水質観測と排水規制の改善
    - i) 「水質モニタリングガイドライン」の公表
    - ii) 産業排水に対する排水処理計画(EDCP)の作成の指導徹底
    - iii) 主な水域、地点に対する要求水質基準(Water Resources Quality Objectives)の設定
  - c) 水文データベース管理の改善
    - i) 現作業環境の評価に基づくコンピュータ、関連周辺機器などのシステムリソースの拡張
    - ii) 既存の水文データベースシステムの更新(5年毎)
  - d) トレーニングコースの開設
    - i) 流量観測手法に関する講習
    - ii) 水質試験所における表流水、地下水の水質分析に関する講習
    - iii) 水文データベースの操作に関する講習
- (3) 水利権データベース管理の改善に係るアクション
- a) 水利権管理の改善
    - i) 現作業環境の評価に基づくコンピュータ、関連周辺機器などのシステムリソースの拡張
    - ii) 現作業環境の評価に基づく通信環境(事務所間、事務所内)の整備・拡張
    - iii) GPSを用いた地図情報を含む水利権情報管理システムの構築
    - iv) 既存の水利権データベースシステムの更新(5年毎)
  - b) トレーニングコースの開設
    - i) 水利権データベースの操作に関する講習
    - ii) 水利権発給・管理の手続きに関する講習
- (4) 洪水および渇水災害管理の改善に係るアクション
- a) 洪水情報管理の改善

---

<sup>43</sup> WRUAの設立促進により、コミュニティレベルでの水資源管理業務への積極的な参加と組織的な強化が期待される。

- i) 気象局 (KMD)、地方開発省 (MORDA)、発電会社 (KenGen)、灌漑開発庁 (NIB)、地方政府、コミュニティなどとの情報共有システムの確立と明確な役割分担、ならびに情報の流れの確定
  - ii) 数値解析に基づく主要都市での洪水ハザードマップの作成
  - iii) 過去の洪水被害を蓄積するための洪水被害データベースの構築
  - iv) 洪水の危険性を周知するための色付き量水標の設置
  - v) WRUA の作成するサブ流域管理計画 (SCMP) への洪水対策の取り込み
  - vi) 洪水常襲地域を対象とした洪水調査・解析
- b) 渇水情報管理の改善
- i) 流域渇水調整協議会の設置
  - ii) 貯水池の取水制限ルール作成
  - iii) 過去の渇水被害を蓄積するための渇水被害データベースの構築
  - iv) WRUA の作成するサブ流域管理計画 (SCMP) への渇水対策の取り込み

提案のアクションプランの実施スケジュールを図 18.2.1 に示す。

## 19. 提案計画のサブセクター別まとめ

第7章から12章に於いて、6流域区の各流域区別に水配分案、各開発計画（上水道開発、下水道開発、灌漑開発、水力開発、水資源開発）および各管理計画（水資源管理、洪水・渇水災害管理、環境管理）を取りまとめている。本章では、水配分案のまとめとともに、提案の開発計画および管理計画を各サブセクター別にとりまとめた。

表 19.1.1 に水配分案のまとめ、表 19.1.2～19.1.6 に各開発計画のまとめ、表 19.1.7～19.1.9 に各管理計画のまとめを示す。また、図 19.1.1～19.1.14 に提案の開発計画と管理計画の計画位置を示す。

## 20. 提言

本マスタープランの目的は、ケニア国の社会経済開発活動に合った水資源開発および管理のフレームワークを提示することである。本マスタープランが、今後の持続的な水資源開発・管理に活用されることが期待される。

本マスタープランの活用および提案の各計画の実施に係る提言および留意事項は以下のとおりである。

### (1) 水資源マスタープランの定期的更新と基礎データの蓄積

本マスタープランは1992年に策定した水資源マスタープランの更新であり、20年が経過している。1.1節に記載の水セクターを取り巻く環境の変化に適切に対応するためには、今後、10年程度での更新が望ましい。また、今回の更新に際しては水資源マスタープラン策定に必要な基礎情報・データの蓄積が十分でないことが明らかになった。次回の水資源マスタープラン更新に向けて各分野で必要な基礎情報・データを継続的に収集し、データベースに蓄積していくことを勧める。

継続収集すべき具体的な情報としては、以下の項目があげられる。

- ・現状の水利用状況に関するデータ（各サブセクターの正確な現況給水量データ、既存灌漑面積、灌漑効率、作付率など）
- ・適切な計画策定のために必要な情報（水資源量、水利権量、水資源開発情報、洪水関連情報、環境流量、河川維持流量など）、
- ・水需要予測のための社会経済基礎データ（行政区別人口予想、工業用水需要予測に関する産業基礎データ、家畜頭数および必要日水量、野生生物頭数、内水面漁業面積など。）

## (2) 計画策定に必要な調査の早期実施

本マスタープラン調査中に関連データの不足による計画の策定が困難であった分野は以下のとおりである。調査の早期実施とデータの蓄積が推奨される。

- ・洪水管理計画策定のための洪水調査<sup>44</sup>
- ・水資源管理計画における流域保全計画策定のための土壌侵食<sup>45</sup>の実態調査、ならびに小規模水源の荒廃状況の調査<sup>46</sup>

## (3) 水資源モニタリングおよび評価の継続的实施

水資源の質と量のモニタリングおよび評価は水資源管理の基本であり、継続的に行うことが求められる。信頼できる水資源データにより、適切な水資源管理が可能となる。本マスタープランでは、利用可能水資源量、現在および将来水需要量、水収支計算に基づく水配分案、水資源モニタリングネットワークなど水資源管理のための基本情報を提示しているが、継続的な水資源のモニタリングと評価による最新のデータにもとづく、公平な水配分および適切な水利権の発給が望まれる。

ビジョン 2030 達成に向けて、将来水需要は現在水需要の 4 倍程度に増加すると予測され、将来の水需給バランスの確保は極めて厳しい状況となるものと予想される。水需要を満たすための着実な水資源開発とともに、水の効率的な使用や節水を促す方策や公平な水配分を実現する管理が重要となってくる。そのためには、継続的な観測地点の整備や適切な人員配置など、WRMA の運営体制の継続的な強化が必要となってくる。

地下水ポテンシャルについては、マスタープラン策定段階で地下水ポテンシャル図を一般的な情報として作成した。詳細な地下水ポテンシャル情報はさらなる調査や研究によって精査していく必要がある。

## (4) 水資源管理に係る組織制度強化のためのアクション

本マスタープランの組織制度強化計画では、水資源管理に係る組織制度強化のための 8 つの戦略的アクションを提示している。今後の水需要の増加にともなう水利権紛争の回避や適切な水資源管理のためにも早期に実行することを勧める。

<sup>44</sup> 調査項目としては、洪水発生場所、水深、面積、洪水の発生時刻、洪水流量、河川の状況、地形図などが挙げられる（Sectoral (J) Flood and Drought Management 7.4 節(1)参照）。

<sup>45</sup> 調査項目としては、発生場所、規模、現在の状況、必要な対策などが挙げられる（Sectoral (H) Water Resources Management 3.2 節(4)3) 参照）。

<sup>46</sup> 調査項目としては、場所、規模、水利用状況、水質、植生、管理手法、主な課題などが挙げられる（Sectoral (H) Water Resources Management 3.2 節(4)2) 参照）。

## (5) 財政面

財政面での概略検討によれば、水セクターの政府予算が GDP の伸びに比例して伸びるとしても提案の計画の実施に必要な資金の 44%程度を賄えるにすぎない。水セクターの政府予算は現在、GDP の 0.7%であるが、この比率を 1%程度まで増加させるとともに民間資金や ODA 資金の活用を行い必要資金を調達することを提言する。

## (6) 国家水政策および水法の改定

現国家水政策は 1999 年に、水法は 2002 年に制定されており、現在有効な基本文書である。しかし、これらの文書は 2010 年制定の新憲法との調整のため改定の手続きが行われている。新国家水政策および新水法が施行された折には、本マスタープランの組織制度等の関連部分をレビューすることを提言する。

## (7) 各サブセクターの開発マスタープランの策定

本マスタープランで提案の開発計画はビジョン 2030 の開発目標を基礎としているが、ビジョン 2030 には水セクターの各サブセクターの全体開発計画は具体的に示されていない。将来水需要をより明確にするためにも、ビジョン 2030 にもとづく各サブセクターの全体開発計画（上下水道開発マスタープラン、灌漑開発マスタープラン、水力開発マスタープラン、都市開発マスタープラン、地域開発マスタープランなど）を策定することを提言する。

## (8) 国際河川の水資源管理

現時点では、流域関係国との国際的な取り決めは行われていないことから、本マスタープランでは国際的な水配分は考慮していない。国際河川のケニア国内の水資源は本マスタープランにおいては、ビジョン 2030 を達成するために必要な資源として計画に取り込んでいる。しかしながら、国際河川流域での水資源開発事業の実施に際しては流域関係国との合意形成が必要である。現在、MWI にて作成中の「Transboundary Water Policy」に基づいて流域関係国と国際的取り決めがなされるものとして本マスタープランを策定している。本マスタープラン実施のための重要事項であるため、「Transboundary Water Policy」を早期に完成させることを提言する。

## 附表



表6.3.1 都市給水システムの開発対象となる137都市

No.	LVNCA	LVSCA	RVCA	ACA	TCA	ENNCA
1	Eldoret	Kisumu	Nakuru	Nairobi	Lamu	Isiolo
2	Vihiga	Rongo	Naivasha	Mombasa	Nyeri	Nanyuki
3	Kitale	Kericho	OI Kalou	Ruiru	Kitui	Nyahururu
4	Mumias	Bomet	Molo	Kikuyu	Thika	Mandera
5	Kimilili	Kisii	Narok	Kangundo-Tala	Embu	Wajir
6	Kakamega	Migori	Gilgil	Machakos	Meru	Rumuruti
7	Kapsabet	Suneka	Njoro	Mavoko	Matuu	Moyale
8	Bungoma	Ahero	Eldama Ravine	Malindi	Makuyu	Rhamu
9	Busia	Kipkelion	Lodwar	Karuri	Chuka	Elwak
10	Luanda	Homa Bay	Mai Mahiu	Ngong	Muranga	Takaba
11	Item/Tambach	Londiani	Kakuma	Kiambu	Garissa	Maralal
12	Webuye	Nyamira	Kabarnet	Limuru	Chogoria	Marsabit
13	Kapenguria	Keroka	Lokichogio	Ukunda	Maragua	
14	Bondo	Oyugis		Kitengela	Wanguru	
15	Siaya	Muhoroni		Wundanyi	Runyenjes	
16	Yala	Awasi		Kilifi	Kerugoya/Kutus	
17	Malaba	Kehancha		Mtwapa	Maua	
18	Malakisi	Awendo		Juja	Mwingi	
19	Chwele	Kendu Bay		Ongata Rongai	Sagana	
20	Butere	Mbita Point		Taveta	Karatina	
21	Kiminiini	Tabaka		Mariakani	Othaya	
22	Usenge	Litein		Voi	Madogo	
23	Moi's Bridge	Sotik		Kajiado	Msalani	
24	Nandi Hills	Nyansiongo		Kwale	Hola	
25	Lumakanda	Ogembo		Kiserian		
26	Matunda			Loitokitok		
27	Ugunja			Githunguri		
28	Port Victoria			Wote		
29	Ukwala			Watamu		
30	Nambale			Mitto Andei		
31	Burnt Forest			Masambweni		
32	Malava					
Total	32 UCs	25 UCs	13 UCs	31 UCs	24 UCs	12 UCs

Source: JICA Study Team, based on Census 2009

表6.4.1 下水道開発対象となる95都市

No.	LVNCA	LVSCA	RVCA	ACA	TCA	ENNCA
1	Eldoret	Kisumu	Nakuru	Nairobi	Lamu	Isiolo
2	Vihiga	Rongo	Naivasha	Mombasa	Nyeri	Nanyuki
3	Kitale	Kericho	OI Kalou	Ruiru	Kitui	Nyahururu
4	Mumias	Bomet	Molo	Kikuyu	Thika	Mandera
5	Kimilili	Kisii	Narok	Kangundd-tala	Embu	Wajir
6	Kakamega	Migori	Gilgil	Machakos	Meru	
7	Kapsabet	Suneka	Njoro	Mavoko	Matuu	
8	Bungoma	Ahero	Eldama Ravine	Malindi	Makuyu	
9	Busia	Kipkelion	Kabarnet	Karuri	Chuka	
10	Luanda	Homa Bay		Ngong	Muranga	
11	Item/Tambach	Londiani		Kiambu	Garissa	
12	Webuye	Nyamira		Limuru	Chogoria	
13	Kapenguria	Keroka		Ukunda	Maragua	
14	Bondo	Oyugis		Kitengela	Wanguru	
15	Siaya	Muhoroni		Wundanyi	Runyenjes	
16	Malaba	Awasi		Kilifi	Kerugoya/Kutus	
17	Malakisi	Kehancha		Mtwapa	Maua	
18	Moi's Bridge	Awendo		Juja	Mwingi	
19	Matunda	Kendu Bay		Ongata Rongai		
20				Taveta		
21				Mariakani		
22				Voi		
23				Kajiado		
24				Kwale		
25				Kiserian		
Total	19 UCs	19 UCs	9 UCs	25 UCs	18 UCs	5 UCs

Source: JICA Study Team, based on Census 2009

表 6.5.1 政府灌漑関係諸機関および本調査提案の大規模灌漑計画 (1/3)

a) Project Proposed by Government Authorities

No	Name of Project	County	Irrigation Area (ha)	Type of Project* <sup>1</sup>	Water Source Facility* <sup>2</sup>	Project Status as of Oct. 2012* <sup>3</sup>	Executing Agency
<b>LVNCA</b>							
1.	Lower Nzoia Irrigation	Busia & Siaya	10,470	New	Weir	On-going	NIB
2.	Lower Sio Irrigation	Busia	6,600	New	Weir	On-going	NIB
3.	Nandikinya-Magombe-Makunda Irri.	Busia	600	New	Pumping	Proposed	LBDA
4.	Sabwani-Kapsitwet-Namanjalala Irri.	Trans Nzoia	800	Reh+Ext	Weir	Proposed	LBDA
5.	Yala Swamp Drainage & Irrigation	Siaya	4,600	New	Weir	F/S done	LBDA
	Total		23,070				
<b>LVSCA</b>							
1.	Ahero and West Kano Irrigation	Kisumu	1,800	Reh+Ext	Pump/Weir	F/S done	NIB
2.	Kano Plain Irrigation (Magwagwa Multi-dam)	Nyamira/Kericho	15,000	New	Multi-dam	F/S done	LBDA
3.	Kimira-Oluch Irrigation	Homa Bay	1,474	New	Weir	On-going	LBDA
4.	Lower Kuja Irrigation	Migori	7,800	New	Weir	D/D done	NIB
5.	Nandi Irrigation (Nandi Forest Multi-dam)	Vihiga/Nandi	7,272	New	Multi-dam	D/D on-going	LBDA
6.	Nyando Irrigation (Nyando Multi-dam)	Kericho	3,000	New	Multi-Dam	Proposed	LBDA
7.	South West Kano Irrigation	Kisumu	1,200	Reh	Weir	On-going	NIB
	Total		37,546				
<b>RVCA</b>							
1.	Ainabkoi Kamwosor Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
2.	Arror Irrigation (Arror Multi-dam)	Elgeyo Marakwet	10,000	New+Ext	Multi-dam	F/S done	KVDA
3.	Chebaram-Kimose Irrigation	Baringo	650	New	Dam	Proposed	KVDA
4.	Chesegon Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
5.	Chesongoch Irrigation	Elgeyo Marakwet	1,000	New	Dam	Proposed	KVDA
6.	Embobut Irrigation	Elgeyo Marakwet	2,000	Ext	Multi-dam	Proposed	KVDA
7.	Embolot Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
8.	Embomon Irrigation	Elgeyo Marakwet	800	New	Dam	Proposed	KVDA
9.	Kakuma Irrigation	Turkana	700	New	Dam	Proposed	KVDA
10.	Katilu Irrigation	Turkana	5,060	Reh+Ext	Weir	Proposed	NIB
11.	Kimwarer Irrigation	Baringo	2,000	New	Multi-Dam	Proposed	KVDA
12.	Kipkukutia Irrigation	Baringo	600	New	Dam	Proposed	KVDA
13.	Lomut Irrigation	West Pokot	850	New	Dam	Proposed	KVDA
14.	Lower Ewaso Ng'iro Irrigation (Oletukat/Oldorko Multi-dam)	Kajiado	15,000	New	Multi-dam	F/S on-going	ENSDA
15.	Mogil Kiptunos Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
16.	Muringa Banana Irrigation	Turkana	1,446	New	Weir	Proposed	KVDA
17.	Murung-Sebit Irrigation	West Pokot	850	New	Dam	Proposed	KVDA
18.	Namerit Irrigation	Turkana	2,000	New	Dam	Proposed	KVDA
19.	Nauwia Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
20.	Norera Irrigation	Narok	2,000	New	Dam	F/S on-going	ENSDA
21.	Oke-Kipsaa Dam Irrigation	Baringo	1,080	New	Dam	Proposed	KVDA
22.	Oldekesi Irrigation	Narok	2,000	New	Weir	Proposed	ENSDA
23.	Olkejuado Dry Land Irrigation	Kajiado	3,000	New	Dam	Proposed	ENSDA
24.	Perkera Irrigation Extension	Baringo	3,000	Reh+Ext	Weir/Dam	F/S on-going	NIB
25.	Suswa Flood Mitigation Irrigation	Narok	4,000	New	Weir	Proposed	ENSDA
26.	Todonyang-Omo Irrigation (Gibe 3 Multi-dam in Ethiopia)	Turkana	35,000	New	Multi-dam	Proposed	KVDA
27.	Torok Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
28.	Tunyo Irrigation	Elgeyo Marakwet	500	New	Dam	Proposed	KVDA
29.	Turkwel Irrigation	West Pokot	5,000	New	Dam (E)	F/S done	KVDA
30.	Turkwel & Kerio Valley Irrigation	Elgeyo Marakwet	30,000	New	Weir/Dam	F/S on-going	NIB
	Total		131,536				

Source: Information from government authorities

Note: \*<sup>1</sup>: Reh = Rehabilitation, Ext = Extension; \*<sup>2</sup>: Multi = Multipurpose, E = Existing

\*<sup>3</sup>: On-going = projects financed for construction, Proposed = projects having no detailed information for evaluation.

表 6.5.1 政府灌漑関係諸機関および本調査提案の大規模灌漑計画 (2/3)

a) Project Proposed by Government Authorities (contd.)

No	Name of Project	County	Irrigation Area (ha)	Type of Project* <sup>1</sup>	Water Source Facility* <sup>2</sup>	Project Status as of Oct. 2012* <sup>3</sup>	Executing Agency
ACA							
1.	Burangi Irrigation	Kilifi	1,200	New	Weir	Proposed	CDA
2.	Ilchilal Irrigation	Kajiado	600	Ext	Weir	Proposed	ENSDA
3.	Kanzal Irrigation Extension	Makueni	3,500	Ext	Weir	Proposed	NIB
4.	Kavunyalalo Irrigation	Kilifi	8,240	New	Weir	F/S on-going	NIB
5.	Kayatta Irrigation Extension	Machakos	3,500	Ext	Weir	Proposed	NIB
6.	Kibwezi Irrigation Extension (Munyu Multi-dam)	Makueni	15,000	Ext	Multi-Dam	Proposed	TARDA
7.	Kibwezi Irrigation Extension (Munyu Multi-dam)	Makueni	15,000	Ext	Multi-Dam	Proposed	TARDA
8.	Kibwezi Greater Irrigation Extension (Thwake Multi-dam)	Makueni	42,000	Ext	Multi-Dam	Proposed	NIB
9.	Mt. Kilimanjaro Irrigation	Kajiado	1,500	Reh+Ext	Springs	Proposed	ENSDA
10.	Olkishunki Irrigation	Kajiado	2,000	New	Multi-Dam	Proposed	ENSDA
11.	Raare Irrigation	Kilifi	700	New	Dam	F/S on-going	CDA
12.	Rwabura Irrigation Extension	Kiambu	4,360	Ext	Weir/Dam	D/D on-going	NIB
13.	Sabaki Irrigation Extension	Kilifi	3,000	Ext	Weir	F/S on-going	NIB
14.	Sabaki Uмба River Basins Integrated Irrigation	Kilifi, Kwale	80,000	New	Weir/Dam	F/S on-going	CDA
15.	Taita Taveta Irrigation	Taita Taveta	3,780	Reh+Ext	Weir	F/S on-going	TARDA
	Total		184,380				
TCA							
1.	Bura Pump Irrigation Extension	Tana river	800	Ext	Weir	On-going	NIB
2.	Bura West Irrigation Extension	Tana river	5,500	Reh+Ext	Weir	D/D done	NIB
3.	High Grand Falls Irrigation (High Grand Falls Multi-dam)	Garissa/ Tana River	106,000	New	Multi-dam	F/S done	TARDA/ NIB
4.	Hola Pump Irrigation Extension	Tana River	800	Ext	Pump	On-going	NIB
5.	Hola Irrigation Greater Extension	Tana River	3,500	Reh+Ext	Weir	D/D on-going	NIB
6.	Kaggari-Gaturi-Keini Irrigation	Embu	6,600	Ext	Dam	D/D done	NIB
7.	Kanzalu Irrigation	Machakos	4,055	New	Weir/Dam	Proposed	TARDA
8.	Kiambere Irrigation	Embu	10,000	Ext	Weir/Dam	F/S on-going	TARDA
9.	Kunati Irrigation	Meru	1,050	New	Weir	Proposed	NIB
10.	Masinga Irrigation	Machakos	10,000	New+Ext	Weir/Dam	F/S on-going	TARDA
11.	Mitunguu Irrigation Extension	Meru	10,000	Reh+Ext	Weir/Dam	F/S done	NIB
12.	Mwea Irrigation Extension (Thiba Dam)	Kirinyaga	9,485	Ext	Weir/Dam	On-going	NIB
13.	Tana Delta Irrigated Sugar	Tana River	20,000	New	Weir	D/D done	TARDA
14.	Tana Delta Irrigation Extension (Rice)	Tana River	10,000	Reh+Ext	Weir	D/D done	TARDA
15.	Thanantu Irrigation	Meru	2,500	New	Weir/Dam	Proposed	TARDA
	Total		200,290				
ENNCA							
1.	Kieni Irrigation	Nyeri	3,500	New	Weir	F/S on-going	NIB
2.	Kom (Wajir) Irrigation (Archer's Post Multi-dam)	Isiolo/Samburu	2,146	New	Multi-dam	F/S on-going	ENNDA
3.	Lorian Swamp Cotton Irrigation	Wajir	1,800	New	Weir/Dam	F/S on-going	ENNDA
	Total		7,446				

Source: Information from government authorities

Note: \*<sup>1</sup>: Reh = Rehabilitation, Ext = Extension; \*<sup>2</sup>: Multi = Multipurpose, E = Existing

\*<sup>3</sup>: On-going = projects financed for construction, Proposed = projects having no detailed information for evaluation.

表 6.5.1 政府灌漑関係諸機関および本調査提案の大規模灌漑計画 (3/3)

b) Projects Proposed in This Study

No	Name of Project	County	Irrigation Area (ha)	Type of Project* <sup>1</sup>	Water Source Facility* <sup>2</sup>	Project Status as of Oct. 2012* <sup>3</sup>	Executing Agency
LVNCA							
1.	Upper Nzoia Irrigation (Nzoia 34B Multi-dam)	Bungoma	24,000	New	Multi-dam	Proposed	
2.	Moi's Bridge Irrigation (Moi's Bridge Multi-dam)	Bungoma	19,800	New	Multi-dam	Proposed	
3.	Kibolo Irrigation (Kibolo Multi-dam)	Kakamega	11,500	New	Multi-dam	Proposed	
	Total		55,300				
LVSCA							
1.	Lower Kuja Irrigation (Stage-2) (Katieno Multi-dam)	Migori	32,700	New	Multi-dam	Proposed	
2.	Amala Irrigation (Amala Multi-dam)	Bomet	5,000	New	Multi-dam	Proposed	
3.	Ilooiterra Irrigation (Ilooiterra Multi-dam)	Narok	3,000	New	Multi-dam	Proposed	
	Total		40,700				
TCA							
1.	Kora Irrigation (Kora Multi-dam)	Tana river	25,000	New	Multi-dam	Proposed	
	Total		25,000				
ENNCA							
1.	Kihoto Irrigation (Kihoto Multi-dam)	Laikipia	18,000	New	Multi-dam	Proposed	
	Total		18,000				

Source: JICA Study Team based on Information from government authorities

表6.8.1 水資源モニタリングのためのWRMA観測所目標数、実績、ならびに提案する観測地点数

a) Surface Water Level

Catchment Area	Target	Operational	% of Operational	Proposed Number in NWMP 2030	Difference between Target and Proposed
LVNCA	28	21	75%	24	-4
LVSCA	38	30	79%	23	-15
RVCA	41	25	61%	23	-18
ACA	31	18	58%	26	-5
TCA	45	28	62%	26	-19
ENNCA	40	24	60%	13	-27
Total	223	146	65%	135	-88

b) Surface Water Quality

Catchment Area	Target	Operational	% of Operational	Proposed Number in NWMP 2030	Difference between Target and Proposed
LVNCA	24	24	100%	24	0
LVSCA	61	47	77%	23	-38
RVCA	20	18	90%	23	3
ACA	31	26	84%	26	-5
TCA	45	18	40%	26	-19
ENNCA	40	24	60%	13	-27
Total	221	157	71%	135	-86

c) Groundwater Level

Catchment Area	Target	Operational	% of Operational	Proposed Number in NWMP 2030	Difference between Target and Proposed
LVNCA	13	9	69%	19	6
LVSCA	30	15	50%	19	-11
RVCA	37	24	65%	10	-27
ACA	71	25	35%	24	-47
TCA	41	14	34%	18	-23
ENNCA	10	5	50%	5	-5
Total	202	92	46%	95	-107

d) Groundwater Quality

Catchment Area	Target	Operational	% of Operational	Proposed Number in NWMP 2030	Difference between Target and Proposed
LVNCA	11	10	91%	19	8
LVSCA	17	13	76%	19	2
RVCA	8	8	100%	10	2
ACA	18	18	100%	24	6
TCA	41	14	34%	18	-23
ENNCA	10	3	30%	5	-5
Total	105	66	63%	95	-10

e) Rainfall

Catchment Area	Target	Operational	% of Operational	Proposed Number in NWMP 2030	Difference between Target and Proposed
LVNCA	65	52	80%	42	-23
LVSCA	65	53	82%	50	-15
RVCA	60	45	75%	47	-13
ACA	50	33	66%	38	-12
TCA	35	25	71%	47	12
ENNCA	26	8	31%	34	8
Total	301	216	72%	258	-43

Source: WRMA Performance Report No. 1 (July 2010), JICA Study Team

表7.2.1 充足可能な水需要量 (2030年)

a) Present Water Demand

(Unit: MCM/year)

Catchment Area	2010						
	Domestic	Industrial	Irrigation	Livestock	Wildlife	Fisheries	Total
LVNCA	169	6	18	26	0	9	228
LVSCA	165	10	155	43	3	9	385
RVCA	129	10	143	70	1	4	357
ACA	519	93	498	25	3	7	1,145
TCA	146	5	696	34	1	9	891
ENNCA	58	1	92	57	0	4	212
Total	1,186	125	1,602	255	8	42	3,218

b) Future Water Demand before Water Balance Study

(Unit: MCM/year)

Catchment Area	2030						
	Domestic	Industrial	Irrigation	Livestock	Wildlife	Fisheries	Total
LVNCA	424	19	817	61	0	16	1,337
LVSCA	464	41	2,324	106	3	15	2,953
RVCA	264	23	1,075	123	1	8	1,494
ACA	941	153	3,418	59	3	12	4,586
TCA	343	42	7,770	69	1	16	8,241
ENNCA	125	2	2,644	79	0	7	2,857
Total	2,561	280	18,048	497	8	74	21,468

c) Satisfiable Future Water Demand after Water Balance Study

(Unit: MCM/year)

Catchment Area	2030						
	Domestic	Industrial	Irrigation	Livestock	Wildlife	Fisheries	Total
LVNCA	424	19	1,359	61	0	16	1,879
LVSCA	464	41	1,158	106	3	15	1,787
RVCA	264	23	1,393	123	1	8	1,812
ACA	941	153	917	59	3	12	2,085
TCA	343	42	2,697	69	1	16	3,168
ENNCA	125	2	539	79	0	7	752
Total	2,561	280	8,063	497	8	74	11,483

Note: Future water demand includes present water demand.

Source: JICA Study Team

表 7.3.1 都市給水システムの開発計画 (LVN 流域区)

	Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
						Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1	Eldoret	1,105,499	131,554	36,400	11,800	48,200	83,354	0
2	Vihiga	597,496	71,102	60	0	60	71,042	0
3	Kitale	534,528	63,609	10,000	0	10,000	53,609	0
4	Mumias	503,318	59,895	1,680	15,000	16,680	43,215	0
5	Kimilili	477,847	56,864	3,200	1,800	5,000	51,864	0
6	Kakamega	461,945	54,971	16,000	0	16,000	38,971	0
7	Kapsabet	436,952	51,997	3,800	0	3,800	48,197	0
8	Bungoma	281,225	33,466	7,000	0	7,000	26,466	0
9	Busia	261,664	31,138	7,400	0	7,400	23,738	0
10	Luanda	248,400	29,560	0	0	0	0	29,560
11	Iten/Tambach	212,992	25,346	1,100	0	1,100	24,246	0
12	Webuye	208,119	24,766	7,000	0	7,000	17,766	0
13	Kapenguria	171,382	20,394	1,680	0	1,680	18,714	0
14	Bondo	168,472	20,048	1,125	0	1,125	18,923	0
15	Siaya	61,452	7,313	2,100	0	2,100	5,213	0
16	Yala	32,277	3,841	2,400	0	2,400	1,441	0
17	Ugunja	36,455	4,338	385	0	385	3,953	0
18	Ukwala	26,110	3,107	360	0	360	2,747	0
19	Malaba	108,112	12,865	2,200	0	2,200	10,665	0
20	Malakisi	85,993	10,233	0	0	0	0	10,233
21	Chwele	72,115	8,582	0	1,200	1,200	7,382	0
22	Butere	64,332	7,656	0	0	0	0	7,656
23	Kiminini	60,330	7,179	0	0	0	0	7,179
24	Usenge	58,861	7,004	0	0	0	0	7,004
25	Moi's Bridge	58,266	6,934	0	0	0	0	6,934
26	Nandi Hills	50,942	6,062	0	0	0	0	6,062
27	Lumakanda	44,681	5,317	0	1,200	1,200	4,117	0
28	Matunda	37,643	4,480	0	0	0	0	4,480
29	Port Victoria	33,027	3,930	0	0	0	0	3,930
30	Nambale	24,872	2,960	0	0	0	0	2,960
31	Burnt Forest	24,792	2,950	0	0	0	0	2,950
32	Malava	20,488	2,438	0	0	0	0	2,438
	Total	6,570,585	781,900	103,890	31,000	134,890	555,624	91,386
							647,010	

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.77 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 7.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (LVN 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	1.13	135,000	15,000	15,000	169,000
Rural Pop.	0.65	49,000			
Total	1.78	184,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.77 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 7.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (LVN 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
11	3,888,000	4,007,252	119,252	220,399

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

表 7.4.1 下水道開発計画 (LVN 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1 Eldoret	1,105,499	84,239	4,800	0	4,800	79,439	0
2 Vihiga	597,496	45,529	0	0	0	0	45,529
3 Kitale	534,528	40,731	800	0	800	39,931	0
4 Mumias	503,318	38,353	0	0	0	0	38,353
5 Kimilili	477,847	36,412	0	0	0	0	36,412
6 Kakamega	461,945	35,200	2,700	0	2,700	32,500	0
7 Kapsabet	436,952	33,296	2,500	0	2,500	30,796	0
8 Bungoma	281,225	21,429	4,500	0	4,500	16,929	0
9 Busia	261,664	19,939	3,000	0	3,000	16,939	0
10 Luanda	248,400	18,928	0	0	0	0	18,928
11 Iten/Tambach	212,992	16,230	0	0	0	0	16,230
12 Webuye	208,119	15,859	2,700	0	2,700	13,159	0
13 Kapenguria	171,382	13,059	0	0	0	0	13,059
14 Bondo	168,472	12,838	0	0	0	0	12,838
15 Malaba	108,112	8,238	0	0	0	0	8,238
16 Malakisi	85,993	6,553	0	0	0	0	6,553
17 Siaya	72,115	5,495	0	0	0	0	5,495
18 Moi's Bridge	58,266	4,440	0	0	0	0	4,440
19 Matunda	37,643	2,868	0	0	0	0	2,868
Total	6,031,965	459,636	21,000	0	21,000	229,693	208,943

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009



表 7.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (LVN 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
11	6,540,000	6,330,000	-210,000	1,266,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

表7.5.1 流域区别灌溉開發可能面積 (2030年)

(Unit: ha)

Category	Existing Irrigation Area in 2010	New Irrigation Area in 2030					Total Irrigation Area in 2030	
		Surface Water Irrigation			Ground water Irrigation	Water Harvesting Irrigation*2		Total New Irrigation Area
		Weir*1	Dam	Total				
LVNCA								
Large Scale Irrigation	363	12,600	65,770	78,370	0	0	78,370	78,733
Small Scale Irrigation	1,327	41,638	0	41,638	1,784	3,700	47,122	48,449
Private Irrigation	186	41,637	0	41,637	1,784	0	43,421	43,607
Total	1,876	95,875	65,770	161,645	3,568	3,700	168,913	170,789
LVSCA								
Large Scale Irrigation	1,800	1,800	73,772	75,572	0	0	75,572	77,372
Small Scale Irrigation	10,225	14,477	0	14,477	3,434	4,590	22,501	32,726
Private Irrigation	1,193	11,700	0	11,700	3,433	0	15,133	16,326
Total	13,218	27,977	73,772	101,749	6,867	4,590	113,206	126,424
RVCA*3								
Large Scale Irrigation	774	7,000	71,850	78,850	0	0	78,850	79,624
Small Scale Irrigation	5,791	5,335	0	5,335	1,046	2,890	9,271	15,062
Private Irrigation	3,022	3,000	0	3,000	1,045	0	4,045	7,067
Total	9,587	15,335	71,850	87,185	2,091	2,890	92,166	101,753
ACA*4								
Large Scale Irrigation	0	5,280	32,000	37,280	0	0	37,280	37,280
Small Scale Irrigation	13,524	35	0	35	2,309	4,140	6,484	20,008
Private Irrigation	31,374	35	0	35	2,309	0	2,344	33,718
Total	44,898	5,350	32,000	37,350	4,618	4,140	46,108	91,006
TCA								
Large Scale Irrigation	11,200	4,961	131,000	135,961	0	0	135,961	147,161
Small Scale Irrigation	14,823	0	0	0	10,054	5,730	15,784	30,607
Private Irrigation	38,402	0	0	0	10,054	0	10,054	48,456
Total	64,425	4,961	131,000	135,961	20,108	5,730	161,799	226,224
ENNCA								
Large Scale Irrigation	0	4,202	22,000	26,202	0	0	26,202	26,202
Small Scale Irrigation	6,233	0	0	0	7,166	950	8,116	14,349
Private Irrigation	1,663	0	0	0	7,165	0	7,165	8,828
Total	7,896	4,202	22,000	26,202	14,331	950	41,483	49,379
TOTAL								
Large Scale Irrigation	14,137	35,843	396,392	432,235	0	0	432,235	446,372
Small Scale Irrigation	51,923	61,485	0	61,485	25,793	22,000	109,278	161,201
Private Irrigation	75,840	56,372	0	56,372	25,790	0	82,162	158,002
Total	141,900	153,700	396,392	550,092	51,583	22,000	623,675	765,575

Note: \*1 = including weir irrigation, pump irrigation and spring irrigation.

\*2 = by small dam and water pan

\*3 = including the Todonyang-Omo irrigation project (35,000 ha) to be supplied water by a dam in Ethiopia.

\*4 = including existing irrigation areas (11,339 ha) and proposed irrigation areas (5,280 ha) to be supplied water from the outside of the Athi river basin.

Source: JICA Study Team

表 7.5.2 選定された大規模灌漑プロジェクト (1/2)

No	Name of Project	County	Sub-basin Code	Irrigation Area (ha)	Project Type* <sup>1</sup>	Water Source Facilities* <sup>2</sup>		Present Status* <sup>3</sup> (Oct. 2012)	Estimated Cost* <sup>4</sup> (KSh mil.)	Executing Agency
						Type	Name of Dam			
LVNCA										
1.	Kibolo Irrigation	Kakamega	1CE	11,500	New	Dam	Kibolo	Proposed	6,435	LBDA
2.	Lower Nzoia Irrigation	Busia & Siaya	1EF	10,470	New	Weir/M-dam	Nzoia 42A	D/D done	6,334	NIB
3.	Lower Sio Irrigation	Busia	1AH	6,600	New	Weir	-	D/D done	5,566	NIB
4.	Moi's Bridge Irrigation	Bungoma	1BE	19,800	New	Multi-dam	Moi's Bridge	Proposed	13,585	LBDA
5.	Upper Nzoia Irrigation	Bungoma	1BG	24,000	New	Multi-dam	Nzoia 34B	Proposed	13,728	NIB
6.	Yala Swamp Drainage & Irrigation	Siaya	1FG	4,600	New	Weir	-	F/S done	2,317	LBDA
	Weir Irrigation under construction			1,400	Reh+Ext	Weir	-	On-going	560	
Total				78,370					48,525	
LVSCA										
1.	Ahero and West Kano Irrigation	Kisumu	1HD	1,800	Reh+Ext	Weir	-	F/S done	871	NIB
2.	Amala Irrigation	Bomet	1LB1	5,000	New	Multi-dam	Amala	Proposed	2,860	LBDA
3.	Ilooiterra Irrigation	Narok	1KC	3,000	New	Multi-dam	Ilooiterra	Proposed	1,716	LBDA
4.	Kano Plain Irrigation	Nyamira/Kisumu	1JG1	15,000	New	Multi-dam	Magwagwa	D/D on-going	14,300	LBDA
5.	Lower Kuja Irrigation (Stage-1)	Migori	1KB	7,800	New	Weir	-	D/D done	6,578	NIB
6.	Lower Kuja Irrigation (Stage-2)	Migori	1KB	32,700	New	Multi-dam	Katieno	Proposed	17,160	NIB
7.	Nandi Forest Irrigation	Nyando/Kisumu	1HA2	7,272	New	Multi-dam	Nandi Forest	F/S done	15,730	LBDA
8.	Nyando Irrigation	Kericho	1GD	3,000	New	Multi-dam	Nyando	Proposed	1,716	LBDA
Total				75,572					60,931	
RVCA										
1.	Arror Irrigation	Elgeyo Marakwet	2CC	10,850	New+Ext	Multi-dam	Arror	F/S done	7,865	KVDA
2.	Embobut Irrigation	Elgeyo Marakwet	2BB	2,000	Ext	Dam	Embobut	Proposed	1,001	KVDA
3.	Kimwarer Irrigation	Baringo	2CB	2,000	New	Multi-dam	Kimwarer	Proposed	1,144	KVDA
4.	Lower Ewaso Ng'iro Irrigation	Kajiado	2KB	15,000	New	Multi-dam	Oletukat	F/S on-going	8,580	NIB/ENSDA
5.	Norera Irrigation	Narok	2KA	2,000	New	Dam	Upper Narok	F/S on-going	1,144	ENSDA
6.	Oldekesi Irrigation	Narok	3KA	2,000	New	Weir	-	Proposed	1,373	ENSDA
7.	Perkera Irrigation Extension	Baringo	2EE	3,000	Reh+Ext	Weir/Dam	Perkera (E)	F/S on-going	2,217	NIB
8.	Todonyang-Omo Irrigation	Turkana	2AB	35,000	New	Multi-dam	Gibe 3 in Ethiopia	Proposed	24,310	KVDA
9.	Turkwel Irrigation	West Pokot	2BD	5,000	New	Dam (E)	Turkwel (E)	F/S done	3,575	KVDA
	Weir Irrigation under construction			2,000	Reh+Ext	Weir	-	On-going	800	KVDA
Total				78,850					52,009	

表 7.5.2 選定された大規模灌漑プロジェクト (2/2)

No	Name of Project	County	Sub-basin Code	Irrigation Area (ha)	Project Type* <sup>1</sup>	Water Source Facilities* <sup>2</sup>		Present Status* <sup>3</sup> (Oct. 2012)	Estimated Cost* <sup>4</sup> (KSh mil.)	Executing Agency
						Type	Name of Dam			
ACA										
1.	Kanzalu Irrigation Extension	Makueni	3DA	15,000	Ext	Multi-dam	Munyu	Proposed	6,050	NIB
2.	Kibwezi Irrigation Extension	Makueni	3FA	17,000	New+Ext	Multi-dam	Thwake	Proposed	6,800	NIB/TARDA
3.	Mt. Kilimanjaro Irrigation	Kajiado	3G	1,500	Reh+Ext	Spring	-	Proposed	484	ENSDA
4.	Taita Taveta Irrigation	Taita Taveta	3J	3,780	Reh+Ext	Weir	-	F/S on-going	1,815	TARDA
Total				37,280					15,149	
TCA										
1.	High Grand Falls Irrigation	Garissa/Tana River	4EB	106,000	New	Multi-dam	High Grand Falls	F/S done	242,000	TARDA
2.	Hola Irrigation Expansion	Tana River	4GF	800	Reh+Ext	Pump	-	On-going	402	NIB
3.	Hola Irrigation Greater Extension	Tana River	4GF	4,161	Reh+Ext	Weir	-	F/S on-going	3,146	NIB
4.	Kora Irrigation	Tana River	4GB	25,000	New	Dam	Kora	Proposed	12,870	TARDA
Total				135,961					258,418	
ENNCA										
1.	Kieni Irrigation	Nyeri	5BC	4,202	New	Weir	-	F/S on-going	2,200	NIB
2.	Kihoto Irrigation	Laikipia	5BC	18,000	New	Multi-dam	Kihoto	Proposed	7,700	ENNDA
3.	Kom (Wajir) Irrigation	Isiolo/Samburu	5DA	4,000	New	Multi-dam	Archer's Post	F/S on-going	2,000	ENNDA
Total				26,202					11,900	
Grand Total				432,235					446,932	

Note: \*1: Reh = Rehabilitation, Ext = Extension; \*2: Multi = Multipurpose, E = Existing; \*3: F/S = Feasibility study, D/D = Detailed design,

\*4: Irri. Cost = Construction cost for irrigation system (excluding cost allocation of multipurpose dam)

Source: JICA Study Team, based on information from government authorities

表7.7.1 提案のダム

Catchment Area	Name of Dam	Sub-basin	Relevant County	Purpose <sup>1)</sup>	Effective Storage (MCM)	Yield (m <sup>3</sup> /s)	Study Stage <sup>2)</sup>	Estimated Cost (KSh million)
LVNCA	1 Siyoi	1BC	Trans-Nzoia, West Pokot	W (Kapenguria)	4.1	4.7	D/D to be completed in 2013	2,898
	2 Moi's Bridge	1BE	Trans-Nzoia	W (Moi's Bridge, Matunda), I (19,800 ha)	214.0	11.4	NWMP 2030	5,114
	3 Nzoia (34B)	1BG	Bungoma,	I (24,000 ha), P (16 MW), F	203.7	33.4	D/D to be completed in 2013	4,006
	4 Kibolo	1CE	Uasin Gishu	W (Lumakanda), I (11,500 ha)	40.0	21.7	NWMP 2030	5,455
	5 Teremi	1DB	Bungoma	W (Kimilili, Bungoma, Chwele)	3.0	36.2	NWMP 2030	3,580
	6 Nzoia (42A)	1EE	Siaya	I (10,470 ha), P (25 MW), F	395.0	93.1	D/D to be completed in 2013	8,694
	7 Nandi Forest	1FD	Nandi	W (Yala, Kisumu in LVSCA), I (7,272 ha in LVSCA), P (50 MW)	220.0	74.1	D/D completed	17,474
	Total				1,079.8	274.7		47,221
LVSCA	8 Londiani	1GC	Kericho	W (Londiani, Kipkerion and RVCA)	25.0	2.6	Pre-F/S done in 2012	6,137
	9 Nyando (Koru)	1GD1	Kisumu, Kericho	W (Muhoroni, Awasi, Ahero, Kisumu), I (3,000 ha), F	86.6	4.6	Preliminary Design ongoing	19,179
	10 Kibos	1HA	Nandi	W (Kisumu), F	26.0	1.0	NWMP 2030	8,950
	11 Itare	1JA	Nakuru	W (Litein and RVCA)	20.0	0.0	NWMP 2030	5,114
	12 Magwagwa	1JG	Bomet, Nyamira	W, I (15,000 ha), P (115 MW), F	445.0	20.2	D/D completed	20,202
	13 Bunyunyu	1KB	Kisii	W (Rongo, Tabaka, Suneka, Kisii, Awendo, Ogembo, Keroko)	6.3	0.1	Final Design completed	2,046
	14 Katiemo	1KB	Migori	I (40,500ha)	201.0	21.5	Pre-F/S done	5,455
	15 Ilooierte	1KC	Narok	W, I (3,000 ha)	13.6	2.6	Proposed by ENSDA	1,449
	16 Sand River (Naikara)	1LA3	Narok	W, F	20.0	0.1	NWMP 2030	5,711
	17 Amala	1LB1	Bomet, Narok	W, I (5,000 ha and RVCA)	175.0	4.8	NWMP 2030	20,031
	Total				1,018.5	57.5		94,274
RVCA	18 Murung-Sebit	2BB	West Pokot	I (850 ha), F	40.0	10.1	Proposed by KVDA	6,819
	19 Kimwarer	2CB	Elgiyo Marakwet	W, I (2,000 ha), P (20 MW)	107.0	4.3	Pre-F/S done	13,638
	20 Arror	2CC	Elgiyo Marakwet	W, I (10,850 ha), P (80 MW), F	62.0	3.0	D/D completed	11,422
	21 Embobot	2CC	West Pokot	W, I (2,000 ha), P (45 MW)	30.0	10.1	Pre-F/S done	3,239
	22 Waseges	2EB	Baringo	W	4.0	0.2	NWMP 2030	3,239
	23 Malewa	2GB	Nyandarua	W (Naivasha)	34.0	1.4	NWMP 2030	4,262
	24 Upper Narok	2KA	Narok	W (Narok), I (2,000 ha), F	29.0	2.2	NWMP 2030	5,967
	25 Oletukat	2KA	Narok	W, P (36 MW)	300.0	4.7	F/S, D/D to be completed in 2013	38,784
	26 Leshota	2KB	Narok	W, P (54 MW)	33.0	1.6	F/S, D/D to be completed in 2013	7,842
	27 Oldorko	2KB	Narok	W, I (15,000 ha with Oletukat Dam), P (90 MW)	20.0	6.4	F/S, D/D to be completed in 2013	2,898
	Total				659.0			98,110
ACA	28 Upper Athi	3AA	Machakos	W (Nairobi)	24.0	0.2	NWMP 2030	2,813
	29 Stony Athi	3AB	Machakos	W (Nairobi)	23.0	0.2	F/S and M/P ongoing	4,006
	30 Kikuyu	3BA	Nairobi	W (Nairobi)	31.0	1.3	NWMP 2030	4,092
	31 Ruaka (Kiambaa)	3BA	Nairobi	W (Nairobi)	4.0	0.9	D/D completed	1,961
	32 Kamiti 1	3BB	Kiambu	W (Nairobi)	16.0	0.1	F/S and M/P ongoing	6,308
	33 Ruiru-A (Ruiru 2)	3BC	Kiambu	W (Nairobi)	18.0	0.9	NWMP 2030	6,990
	34 Ndarugu	3CB	Kiambu	W (Nairobi)	300.0	0.3	F/S and M/P ongoing	5,029
	35 Munyu	3DA	Machakos	I (15,000 ha), P (40 MW)	575.0	8.8	F/S done	10,229
	36 Mbuuni	3EA	Machakos	W (Machakos, Kangundo Tala)	10.0	0.4	NWMP 2030	2,557
	37 Kiteta	3EB	Makueni	W	16.0	0.2	Pre-F/S done	2,983
	38 Thwake	3FA	Makueni, Kitui	W, I (17,000 ha), P (20 MW)	594.0	29.5	Final Design completed	8,439
	39 Olkishunki	3FA	Kajiado	W	1.2	0.1	Proposed by ENSDA	1,364
	40 Pemba	3HC	Kwale	W (Kwale)	19.0	0.5	NWMP 2030	5,455
	41 Lake Chala	3J	Taita Taveta	W (Taveta), F	6.0	0.0	D/D ongoing	1,534
	42 Rare	3LA	Kilifi	W (Mombasa)	36.0	0.1	D/D to be completed in 2013	3,580
43 Mwachui	3MA	Kwale	W (Mombasa, Mtwapa)	16.0	0.2	Preliminary Design completed	4,262	
	Total				1,689.2	43.6		71,602
TCA	44 Maragua 4	4BE	Muranga	W (Nairobi in ACA)	33.0	3.1	F/S and M/P ongoing	6,990
	45 Ndiara	4CA	Kiambu	W (Nairobi in ACA)	12.0	2.5	NWMP 2030	6,990
	46 Chania-B	4CA	Kiambu	W (Nairobi in ACA)	49.0	0.0	NWMP 2030	14,065
	47 Karimenu 2	4CA	Kiambu	W (Nairobi in ACA)	14.0	8.4	F/S and M/P ongoing	3,665
	48 Thika 3A	4CC	Kiambu	W (Nairobi in ACA)	13.0	2.3	F/S and M/P ongoing	3,239
	49 Yatta	4CC	Kiambu,	W (Matuu)	35.0	0.7	D/D completed	1,364
	50 Thiba	4DA	Kirinyaga, Embu	I (9,485 ha)	11.2	4.5	D/D completed	7,416
	51 High Grand Falls	4FB	Kitui, Tharaka	W (Garissa, Madogo, Hola, Masalani, Lamu), I (106,000 ha), P (700 MW), F	5,000.0	81.5	D/D completed	89,161
	52 Kora	4GA	Tana River, Isiolo	I (25,000 ha)	537.0	165.5	NWMP 2030	13,127
	53 Mutuni	4HA	Kitui	W (Kitui)	17.0	0.4	NWMP 2030	3,239
54 Kitimui	4HA	Kitui, Machakos	W (Kitui)	8.0	0.3	NWMP 2030	4,859	
	Total				5,729.2	269.3		154,115
ENNCA	55 Nyahururu	5AA	Nyandarua	W (Nyahururu, Rumuruti)	11.0	0.4	NWMP 2030	852
	56 Rumuruti	5AA	Laikipia	W (Rumuruti)	1.0	0.3	NWMP 2030	938
	57 Kihoto	5BC	Laikipia	I (18,000 ha)	389.0	16.4	NWMP 2030	13,894
	58 Isiolo	5DA	Isiolo	W (Isiolo)	21.0	0.0	F/S ongoing	2,642
	59 Archers' Post	5DA	Isiolo, Samburu	W, I (4,000 ha)	100.0	36.2	NWMP 2030	17,900
	Total				522.0	53.2		36,226
	Grand Total				10,697.7	698.3		501,548

Note: 1) W=Domestic and industrial water supply, I=Irrigation, P=Hydropower, F=Flood control  
2) D/D=Detailed Design, F/S=Feasibility Study, Pre-F/S=Pre-Feasibility Study, M/P=Master Plan  
Source: JICA Study Team based on data from MWI, NWCP, NIB, MORDA, RDAs, WSBs

表7.7.2 提案の導水施設

Catchment Area	Water Transfer Scheme	Relevant County	Purpose	Capacity, Dimensions	Estimated Cost (KSh million)	Data Sources	
LVNCA	1	Moiben Dam to Eldoret/Iten (Expansion)	Elgiyo Marakwet, Uasin Gishu	W	Capacity of 10 MCM/year, Pipeline of 600 mm dia, 60 km long	3,069	NWMP 2030
	2	Nandi Forest Dam to LVSCA	Nandi, Kisumu	W, I, P	Capacity of 173 MCM/year	(Included in dam cost)	MORDA
	Total					3,069	
LVSCA	3	Itare and Londiani Dams to RVCA	Nakuru	W	Capacity of 41 MCM/year, Tunnel of 14.5 km long, Pipeline of 120 km long	25,742	RVWSB
	4	Amala Transfer from Amala Dam to RVCA	Narok	W, I, P	Capacity of 82 MCM/year, Tunnel of 3.8 km long	2,301	ENSDA
	Total					28,043	
ACA	5	Second Mzima Pipeline from Mzima Springs to Mombasa (Expansion)	Taita Taveta, Kwale	W	Capacity of 100,000 m <sup>3</sup> /day (37 MCM/year), Pipeline	35,289	CWSB
	6	Sabaki Scheme (Expansion)	Kilifi	W	Capacity of 85,000 m <sup>3</sup> /day (31 MCM/year), Pipeline	15,002	CWSB
	Total					50,291	
TCA	7	TCA to Nairobi in ACA (Expansion)	Muranga, Kiambu, Nairobi	W	Capacity of 168 MCM/year, Tunnels and pipelines	74,244	AWSB
	8	Tana River (High Grand Falls Dam) to Lamu Port	Garissa, Lamu	W	Capacity of 69 MCM/year, Pipeline	26,936	CWSB
	9	Masinga Dam to Kitui (Expansion)	Machakos, Kitui	W	Capacity of 23 MCM/year, Pipeline of 300 mm dia, 70 km long	1,790	NWMP 2030
	10	Kiambere Dam to Mwingi (Expansion)	Kitui	W	Capacity of 2 MCM/year, Pipeline of 300 mm dia, 30 km long	767	NWMP 2030
	Total					103,737	
Grand Total						185,140	

Note: W=Domestic and industrial water supply, I=Irrigation, P=Hydropower  
Source: JICA Study Team based on the data collected from MORDA, RDAs and WSBs.

Table 7.7.3 2030年の水需給バランス (LVN 流域区)

(Unit: MCM/year)

No.	Sub basin	CA (km <sup>2</sup> )	Major Domestic Demand Centre	Domestic and Industrial																Irrigation						Livestock			Wildlife			Fisheries			Summary														
				Demand		Demand (Domestic)		Demand (Industrial)		Deficit		Surface Water				Groundwater		Balance		Demand		Deficit		Surface Water		Groundwater		Balance		Demand		SW		Balance		Demand		SW		Balance		Demand		Surface Water		Groundwater		Balance	
				Demand	Demand (Domestic)	Demand (Industrial)	Deficit	River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater	Balance	Demand	Deficit	River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater	Balance	Demand	SW	Balance	Demand	SW	Balance	Demand	SW	Balance	Demand	SW	Balance	Demand	River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater	Balance									
1	IAA	203		1.7	1.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	4.6	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	7.1	4.4	0.0	0.0	1.1	1.7	0.0												
2	IAB	285	Malakasi	7.1	6.8	0.3	-0.5	4.8	0.0	0.0	1.9	0.3	0.0	4.2	0.0	3.7	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	12.4	8.6	0.0	0.0	3.5	0.3	0.0												
3	IAC	112		1.5	1.5	0.0	-0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.9	0.0	2.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	4.2	1.9	0.0	0.0	1.1	1.3	0.0												
4	IAD	254	Malaba	6.5	6.3	0.2	-0.9	3.8	0.0	0.0	0.9	1.8	0.0	4.8	0.0	3.6	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	12.5	7.4	0.0	0.0	2.6	2.5	0.0												
5	IAE	184		1.3	1.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	4.3	0.0	2.5	0.0	0.0	0.3	1.6	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	2.6	0.0	0.0	1.0	2.7	0.0													
6	IAF	403		3.5	3.4	0.0	-0.1	0.5	0.0	0.0	0.1	2.9	0.0	8.2	0.0	6.2	0.0	0.0	0.6	1.4	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	13.6	6.7	0.0	0.0	2.6	4.2	0.0												
7	IAG	347		3.1	3.0	0.0	-0.1	0.5	0.0	0.0	0.1	2.4	0.0	7.7	0.0	5.2	0.0	0.0	0.6	1.9	0.0	1.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	12.4	5.7	0.0	0.0	2.4	4.3	0.0													
8	IAH	512	Busia, Nambale	21.2	20.4	0.8	-4.5	12.3	0.0	0.0	4.5	4.5	0.0	8.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.8	2.4	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	31.3	17.0	0.0	0.0	7.3	6.9	0.0													
9	IBA	637		2.2	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	3.7	0.0	1.2	0.0	0.8	1.7	0.0	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	7.7	2.2	0.0	0.0	2.6	2.9	0.0													
10	IBB	755		4.2	4.0	0.2	0.0	1.7	0.0	0.0	2.6	0.0	18.4	0.0	15.2	0.0	0.9	2.3	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	25.2	16.8	0.0	0.0	3.5	4.9	0.0														
11	IBC	771	Kapenguria	11.3	10.9	0.4	-1.1	7.1	1.1	0.0	0.0	3.1	0.0	13.7	0.0	10.5	0.0	0.0	0.9	2.3	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	27.1	17.5	1.1	0.0	3.0	5.4	0.0													
12	IBE	1,153	Moi's Bridge	13.3	12.9	0.4	-1.0	7.1	1.0	0.0	0.0	5.1	0.0	182.2	-102.7	77.9	102.7	0.0	1.4	0.3	0.0	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	198.4	85.0	103.7	0.0	4.2	5.4	0.0												
13	IBD	687	Matunda	7.0	6.7	0.3	-1.8	3.6	0.0	0.0	1.8	1.6	0.0	13.2	0.0	12.4	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	22.8	16.0	0.0	0.0	5.2	1.6	0.0													
14	IBG	914	Kimini, Kitale	39.1	37.4	1.6	-9.4	25.6	6.4	0.0	3.0	4.0	0.0	215.6	-139.9	74.6	139.9	0.0	1.1	0.0	0.0	2.7	2.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	257.8	100.2	146.3	0.0	7.3	4.0	0.0													
15	IBH	581	Kimilili	28.2	27.0	1.2	-3.7	19.9	3.7	0.0	4.0	0.6	0.0	6.2	0.0	5.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	36.5	25.5	3.7	0.0	6.7	0.6	0.0													
16	ICA	718		4.4	4.1	0.3	0.0	2.1	0.0	0.0	2.3	0.0	8.1	0.0	6.2	0.0	0.0	1.4	0.4	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	14.9	8.3	0.0	0.0	3.9	2.7	0.0														
17	ICB	657	Eldoret	53.7	51.2	2.5	-13.5	34.9	8.5	5.0	1.7	3.6	0.0	6.0	0.0	4.7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	62.2	39.6	8.5	5.0	5.4	3.6	0.0													
18	ICC	664		3.0	2.9	0.1	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	10.0	0.0	8.1	0.0	0.0	1.3	0.6	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	15.4	9.5	0.0	0.0	3.8	2.2	0.0													
19	ICD	517		2.6	2.6	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	1.0	0.6	0.0	11.8	0.0	10.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	16.5	11.7	0.0	0.0	4.1	0.6	0.0													
20	ICE	258	Lumakanda	4.0	3.9	0.2	-1.0	1.5	1.0	0.0	1.2	0.3	0.0	110.0	-16.4	93.0	16.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	115.1	94.5	17.4	0.0	2.8	0.3	0.0													
21	IDA	528	Webuye	14.3	13.7	0.5	-0.5	9.3	0.5	0.0	3.7	0.7	0.0	80.8	-33.8	46.0	33.8	0.0	1.0	0.0	0.0	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	97.4	55.3	34.3	0.0	7.1	0.7	0.0													
Reference Point (IDA02)																																																	
22	IDB	728		7.2	7.1	0.1	0.0	3.2	0.0	0.0	3.1	0.9	0.0	24.1	0.0	22.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	34.3	25.9	0.0	0.0	7.5	0.9	0.0													
23	IDC	351		4.4	4.3	0.1	0.0	1.7	0.0	0.0	2.3	0.5	0.0	15.9	0.0	15.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	21.9	16.8	0.0	0.0	4.6	0.5	0.0													
24	IDD	368	Bungoma, Chwele	19.4	18.6	0.8	-1.9	13.7	1.9	0.0	3.3	0.5	0.0	17.2	0.0	16.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	38.5	30.2	1.9	0.0	6.0	0.5	0.0													
25	IEA	441	Malava	4.2	4.0	0.2	0.0	1.4	0.0	0.0	2.2	0.6	0.0	18.9	0.0	18.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	24.7	19.5	0.0	0.0	4.7	0.6	0.0													
26	IEB	382	Kakamega	28.4	25.2	3.2	-0.2	22.3	0.0	0.0	5.7	0.5	0.0	32.9	0.0	32.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	64.0	54.5	0.0	0.0	9.0	0.5	0.0													
27	IEC	237		2.4	2.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.5	0.3	0.0	11.4	0.0	10.9	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	15.3	11.5	0.0	0.0	3.4	0.3	0.0													
28	IED	131	Mumias	24.9	23.8	1.1	-7.1	15.0	0.0	0.0	9.7	0.1	0.0	0.8	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	26.5	15.6	0.0	0.0	10.8	0.1	0.0													
29	IEE	395		2.6	2.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.8	0.4	0.0	126.6	-64.5	61.4	64.5	0.0	0.7	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	130.9	61.8	64.5	0.0	4.2	0.4	0.0													
30	IEG	554	Ugunja, Butere	10.7	10.3	0.3	-1.3	5.1	0.0	0.0	2.2	3.4	0.0	39.4	-15.9	22.5	15.9	0.0	1.0	0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	52.9	27.6	15.9	0.0	6.1	3.4	0.0													
31	IEF	426	Ukwala, Port Victoria	6.7	6.6	0.1	-0.4	3.8	0.0	0.0	0.4	2.5	0.0	54.3	0.0	51.0	0.0	0.0	3.8	2.6	0.0	1.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	62.7	54.8	0.0	0.0	2.9	5.1	0.0													
32	IFA	238	Burnt Forest	2.3	2.2	0.1	-0.2	1.4	0.0	0.0	0.2	0.7	0.0	5.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.4	1.2	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	8.3	4.9	0.0	0.0	1.5	1.8	0.0													
33	IFB	370		1.6	1.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	8.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	11.1	7.6	0.0	0.0	2.1	1.4	0.0													
34	IFC	272	Kapsabet	21.0	20.1	1.0	-3.5	15.2	0.0	0.0	3.9	1.9</																																					

表 7.7.4 基準点での自然流量、維持流量、水需要量、開発水量と利水安全度

Catchment Area	Reference Point	River Name	Catchment Area at Reference Point (km <sup>2</sup> )	Naturalised River Flow (1/10 Drought Discharge) *3	Reserve (m <sup>3</sup> /s) *1	Present (2010) Water Demand (m <sup>3</sup> /s) *2		Future (2030) Water Demand (m <sup>3</sup> /s) *2		Yield of Water Resources Development (m <sup>3</sup> /s)	Present (2010) Water Supply Reliability	Future (2030) Water Supply Reliability
						Upstream of Reference Point	Downstream of Reference Point	Upstream of Reference Point	Downstream of Reference Point			
LVNCA	1DA02	Nzoia	8,417	15.8	15.9	1.8	0.3	22.6	2.7	23.2	1/7	1/5
	1FG01	Yala	2,388	6.5	6.7	0.7	0.1	3.7	4.4	7.3	1/7	1/10
LVSCA	1GD03	Nyando	2,625	1.5	1.6	0.9	0.7	3.3	2.1	3.8	1/2	1/5
	1JG05	Sondu	3,318	10.1	10.5	0.7	0.1	7.2	4.3	10.7	1/5	1/20
	1KB03	Gucha	1,114	0.3	0.4	0.6	0.2	6.0	1.9	7.1	1/2	1/10
	1KC03	Migori	3,046	1.4	1.5	0.3	0.5	2.2	3.6	5.0	1/3	1/20
	1LA04	Mara	1,475	4.1	4.3	0.3	0.1	3.4	0.1	3.1	1/20	1/10
RVCA	2B21	Turkwel	13,510	0.0	0.0	1.7	0.9	15.2	1.0	13.6	1/20	1/20
	2C16	Kerio	3,710	0.0	0.0	1.1	0.7	10.2	9.4	17.8	1/7	1/10
	2K06	Ewaso Ng'iro South	581	0.0	0.0	0.1	0.4	1.6	2.3	3.4	1/2	1/20
	2GB01	Malewa	1,596	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	0.6	1.1	1/3	1/10
ACA	3DB01	Athi (Middle)	6,813	8.1	8.6	13.1	0.1	23.3	0.1	10.2	1/2	1/5
	3HA12	Athi (Lower)	25,203	8.7	8.9	19.1	0.1	38.5	0.1	19.4	1/1	1/10
TCA	4BE10	Tana (Upper)	3,915	13.4	13.5	5	0.1	6.7	0.5	2.1	1/1	1/10
	4CC03	Thika	1,321	8.5	8.5	1.5	0.7	1.6	1.0	0.5	1/7	1/10
	4G01	Tana (Lower)	32,892	53.2	53.5	30.7	0.1	148.7	10.3	128.2	1/2	1/5
ENNCA	5ED01	Ewaso Ng'iro North	14,300	1.5	1.6	3.2	1.7	24.4	5.5	25.0	1/1	1/5

Note: \*1 = Reserve was set at 95% value of the naturalized present daily flow duration curve with a probability of once in 10 years.  
 \*2 = Water demand was estimated by averaging the monthly demands of all water users during active irrigation period.  
 \*3 = 1/10 drought discharge is the 355-day (97.3%) value of the naturalized daily flow duration curve with a probability of once in 10 years.

Source: JICA Study Team



表 8.3.1 都市給水システムの開発計画 (LVS 流域区)

Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects			
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)	
Kisumu and Surrounding Area								
1	Kisumu	1,457,208	212,752	22,400	24,000	46,400	166,352	0
2	Ahero	255,366	30,389	0	0	0	0	30,389
3	Awasi	172,268	20,500	100	0	100	20,400	0
4	Muhoroni	173,451	20,641	720	0	720	19,921	0
5	Kipkelion	235,382	28,010	280	0	280	27,730	0
6	Londiani	217,220	25,849	0	0	0	0	25,849
	Sub-total	2,510,895	338,141	23,500	24,000	47,500	234,403	56,238
Kisii and Surrounding Area								
1	Rongo	519,406	61,809	320	2,000	2,320	59,489	0
2	Kisii	411,773	49,001	7,500	12,000	19,500	29,501	0
3	Suneka	255,809	30,441	0	0	0	0	30,441
4	Keroka	209,679	24,952	600	0	600	24,352	0
5	Awendo	80,193	9,543	0	2,000	2,000	7,543	0
6	Tabaka	52,467	6,244	150	0	150	6,094	0
7	Ogembo	11,674	1,389	600	0	600	789	0
	Sub-total	1,541,001	183,379	9,170	16,000	25,170	127,768	30,441
Other Area								
1	Kericho	512,485	60,986	12,960	0	12,960	48,026	0
2	Bomet	421,478	50,156	450	0	450	49,706	0
3	Migori	267,297	31,808	1,056	15,000	16,056	15,752	0
4	Homa Bay	218,278	25,975	3,500	2,000	5,500	20,475	0
5	Nyamira	209,750	24,960	3,200	0	3,200	21,760	0
6	Oyugis	178,454	21,236	1,920	0	1,920	19,316	0
7	Kehancha	151,564	18,036	320	0	320	17,716	0
8	Kendu Bay	74,234	8,834	720	0	720	8,114	0
9	Mbita Point	60,351	7,182	0	0	0	0	7,182
10	Litein	45,823	5,453	5,453	0	5,453	0	0
11	Sotik	42,113	5,011	500	0	500	4,511	0
12	Nyansiongo	28,376	3,377	600	0	600	2,777	0
	Sub-total	2,210,203	263,014	30,679	17,000	47,679	208,153	7,182
	Total	6,262,099	784,534	63,349	57,000	120,349	570,324	93,861
							664,185	

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.88 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 8.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (LVS 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	1.73	206,000	26,000	26,000	251,000
Rural Pop.	0.94	71,000			
Total	2.67	277,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.88 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 8.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (LVS 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
14	2,369,000	3,788,577	1,419,577	208,372

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

表 8.4.1 下水道開発計画 (LVS 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects			
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)	
1	Kisumu	1,457,208	136,103	17,800	0	17,800	118,303	0
2	Rongo	519,406	39,579	0	0	0	0	39,579
3	Kericho	512,485	39,051	1,500	0	1,500	37,551	0
4	Bomet	421,478	32,117	0	0	0	0	32,117
5	Kisii	411,773	31,377	0	0	0	0	31,377
6	Migori	267,297	20,368	0	0	0	0	20,368
7	Suneka	255,809	19,493	0	0	0	0	19,493
8	Ahero	255,366	19,459	0	0	0	0	19,459
9	Kipkelion	235,382	17,936	0	0	0	0	17,936
10	Homa Bay	218,278	16,633	1,231	0	1,231	15,402	0
11	Londiani	217,220	16,552	0	0	0	0	16,552
12	Nyamira	209,750	15,983	0	0	0	0	15,983
13	Keroka	209,679	15,978	0	0	0	0	15,978
14	Oyugis	178,454	13,598	0	0	0	0	13,598
15	Muhoroni	173,451	13,217	0	0	0	0	13,217
16	Awasi	172,268	13,127	0	0	0	0	13,127
17	Kehancha	151,564	11,549	0	0	0	0	11,549
18	Awengo	80,193	6,111	0	0	0	0	6,111
19	Kendu Bay	74,234	5,657	0	0	0	0	5,657
	Total	6,021,294	483,887	20,531	0	20,531	171,256	292,101

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 8.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (LVS 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
14	6,040,000	6,700,000	660,000	1,340,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

Table 8.7.1 2030年の水需給バランス (LVS 流域区)

(Unit: MCM/year)

No.	Sub basin	CA (km <sup>2</sup> )	Major Domestic Demand Centre																																		
			Domestic and Industrial										Irrigation						Livestock			Wildlife			Fishes			Summary									
			Demand	Surface Water			Groundwater	Balance	Demand	Deficit	Surface Water				Groundwater	Balance	Demand	SW		Balance	Demand	SW		Balance	Demand	SW		Groundwater	Balance								
				Demand (Domestic)	Demand (Industrial)	Deficit					River Water	Dam	Transfer	Small Dam Water Pans				River Water	Dam			Transfer	Small Dam Water Pans			Small Dam Water Pans	Balance			Small Dam Water Pans	Balance	Small Dam Water Pans	Balance				
1	IGA	454	Yala, Siaya	1.9	1.8	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.3	0.0	6.9	0.0	5.9	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	1.2	1.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.0	10.3	6.5	0.0	0.0	2.2	1.6	0.0	
2	IGB	522		2.2	2.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.9	0.0	16.9	0.0	14.7	0.0	0.0	0.8	1.5	0.0	1.6	1.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.6	0.6	0.0	21.3	15.0	0.0	0.0	3.0	3.3	0.0	
3	IGC	902	Kipkelion, Londiani	26.2	25.0	1.2	-2.1	20.4	2.1	0.0	0.0	3.7	0.0	3.1	0.0	1.5	0.0	1.3	0.3	0.0	2.5	2.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5	0.5	0.0	32.4	21.8	2.1	0.0	4.5	4.0	0.0	
4	IGD	652	Ahero, Awasi, Muhoroni	35.3	29.4	5.9	-4.6	24.3	4.6	0.0	0.0	6.4	0.0	45.9	-13.0	8.6	34.0	0.0	1.0	2.3	0.0	2.5	2.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.0	84.0	32.8	38.6	0.0	3.8	8.7	0.0
Reference Point (1GD03)																																					
5	IGE	371		2.7	2.5	0.2	-0.5	0.8	0.5	0.0	0.0	1.4	0.0	15.7	-33.5	12.4	0.0	0.0	0.5	2.8	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	20.1	13.2	0.5	0.0	2.3	4.2	0.0	
6	IGF	317		1.3	1.3	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	14.4	0.0	9.6	0.0	0.0	0.5	4.3	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	17.3	9.7	0.0	0.0	2.0	5.5	0.0	
7	IGG	385		1.9	1.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.8	0.0	2.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	6.2	2.1	0.0	0.0	2.6	1.5	0.0	
8	IJA	849	Litein	8.1	7.9	0.2	0.0	5.0	0.0	0.0	3.1	0.0	29.1	0.0	24.6	0.0	0.0	1.7	2.8	0.0	2.2	2.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	39.8	29.6	0.0	0.0	4.2	6.0	0.0	
9	IJB	178		1.3	1.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.7	0.0	1.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.4	1.2	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	3.9	0.9	0.0	0.0	1.2	1.9	0.0		
10	IJC	340	Kericho	28.2	24.7	3.5	-3.0	21.2	0.0	0.0	5.7	1.2	10.5	0.0	9.9	0.0	0.0	0.7	0.0	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	40.2	31.1	0.0	0.0	7.9	1.2	0.0		
11	IJD	217		1.8	1.7	0.1	-0.1	0.9	0.0	0.0	0.2	0.7	12.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	15.2	12.4	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0		
12	IJE	581	Nyansiongo	5.8	5.7	0.1	0.0	2.8	0.0	0.0	3.0	0.0	25.3	0.0	19.4	0.0	0.0	1.2	4.8	0.0	3.0	3.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	34.3	22.1	0.0	0.0	4.4	7.8	0.0	
13	IJF	990	Sotik	9.2	9.0	0.2	0.0	4.8	0.0	0.0	4.4	0.0	20.8	0.0	18.8	0.0	0.0	2.0	0.1	0.0	3.6	3.6	0.0	0.1	0.1	0.0	1.0	1.0	0.0	34.8	23.6	0.0	0.0	6.7	4.4	0.0	
14	IJG1	230		3.5	3.4	0.1	-1.2	1.7	0.0	1.2	0.6	143.4	-33.8	7.0	136.0	0.0	0.5	0.0	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.9	0.0	151.0	8.7	136.0	0.0	5.8	0.6	0.0	
Reference Point (1JG05)																																					
15	IJG2	89		0.6	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	6.3	0.0	5.6	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	0.0	8.5	5.8	0.0	0.0	1.8	0.9	0.0	
16	IKA	469		66.7	63.6	3.0	-17.7	41.3	17.7	0.0	1.4	6.2	14.0	0.0	13.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.0	83.4	54.6	17.7	0.0	4.8	6.2	0.0	
17	IKB	3,453	Keroko, Awendo, Ogembo	67.7	65.5	2.2	-2.3	42.9	2.3	0.0	0.0	22.6	0.0	441.0	-156.4	18.2	413.0	0.0	4.9	4.9	0.0	16.6	16.6	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	525.7	61.1	415.3	0.0	21.9	27.5	0.0	
Reference Point (1KB03)																																					
18	IKC	2,921	Migori, Kehancha	35.7	34.5	1.3	-0.6	25.1	0.6	0.0	0.0	10.0	0.0	55.5	-6.1	12.6	31.0	0.0	4.1	7.8	0.0	15.3	15.3	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	106.9	37.8	31.6	0.0	19.7	17.8	0.0	
Reference Point (1FG01)																																					
19	ILA1	924	Bomet	24.5	23.5	1.0	-0.9	18.4	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	9.1	0.0	7.5	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	3.6	3.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	37.4	25.9	0.0	0.0	4.6	6.9	0.0
20	ILA2	1,008		2.0	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.2	0.0	2.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	2.1	0.0	0.0	5.0	1.2	0.0	
Reference Point (1LA04)																																					
21	ILA3	3,024		2.4	2.4	0.0	-0.2	0.5	0.2	0.0	0.0	1.8	0.0	19.3	0.0	15.7	0.0	0.0	2.0	1.5	0.0	8.0	8.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	29.9	16.2	0.2	0.0	10.3	3.3	0.0	
22	ILB1	1,475		4.9	4.8	0.1	0.0	2.1	0.0	0.0	2.8	0.0	60.8	-8.1	14.2	45.0	0.0	1.2	0.4	0.0	4.7	4.7	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	70.5	16.2	45.0	0.0	6.1	3.2	0.0		
23	ILB2	2,677		1.4	1.4	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	19.2	0.0	8.6	0.0	0.0	2.2	8.3	0.0	6.2	6.2	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	27.2	8.7	0.0	0.0	8.8	9.7	0.0	
24	IHA1	350	Kisumu	99.4	80.0	19.4	-55.9	41.3	26.7	15.7	13.5	2.2	0.0	9.9	0.0	9.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	112.5	50.6	26.7	15.7	17.2	2.2	0.0
25	IHA2	543		1.8	1.8	0.0	-1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	89.9	-77.5	10.9	0.0	73.0	0.9	5.1	0.0	2.3	2.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.0	94.3	11.1	0.0	73.0	3.5	6.7	0.0
26	IHB1	487		3.7	3.6	0.0	-0.1	0.7	0.0	0.0	0.7	2.3	0.0	10.1	0.0	9.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.7	0.7	0.0	16.8	10.1	0.0	0.0	4.4	2.3	0.0
27	IHB2	267		1.4	1.4	0.0	-0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	9.8	0.0	9.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0	13.6	9.5	0.0	0.0	2.8	1.2	0.0
28	IHC	336		3.3	3.2	0.0	-0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	5.6	0.0	4.2	0.0	0.0	0.9	0.6	0.0	2.4	2.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	11.8	5.1	0.0	0.0	3.8	2.8	0.0
28	IHD	779	Ovugis, Nyamira, Kendu Bay	31.3	30.1	1.2	-4.5	19.5	0.0	0.0	5.5	6.3	0.0	16.6	0.0	15.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	3.9	3.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	52.3	34.8	0.0	0.0	11.2	6.3	0.0
29	IHE	737		9.5	9.3	0.2	-0.9	2.5	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	13.4	0.0	11.9	0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	3.6	3.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	26.8	14.4	0.0	0.0	5.0	7.4	0.0
30	IHF	861	Homa Bay	14.1	13.6	0.5	-7.7	2.8	0.0	0.0	7.2	4.1	0.0	20.4	0.0	19.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	2.6	2.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	37.6	21.7	0.0	0.0	11.7	4.1	0.0
31	IHG	336	Mbita point	4.7	4.5	0.2	-1.3	2.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	7.3	0.0	6.8	0.0																				

表 9.3.1 都市給水システムの開発計画 (RV 流域区)

Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects			
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)	
Greater Nakuru								
1	Nakuru	1,155,789	137,539	81,791	35,000	116,791	192,374	0
2	Naivasha	851,433	101,320					
3	Molo	204,630	24,351					
4	Gilgil	177,659	21,141					
5	Njoro	118,552	14,108					
6	Eldama Ravine	89,965	10,706					
7	Ol Kalou	332,309	39,545	2,087	2,600	4,687	34,858	0
	Sub-total	2,930,336	348,710	83,878	37,600	121,478	227,232	0
Arid Area								
1	Lodwar	59,544	7,086	3,068	0	3,068	4,018	0
2	Kakuma	45,444	5,408	0	0	0	0	5,408
3	Kabarnet	31,236	3,717	2,496	0	2,496	1,221	0
4	Lokichogio	21,807	2,595	0	0	0	0	2,595
	Sub-total	158,032	18,806	5,564	0	5,564	5,239	8,003
Others								
1	Narok	194,573	23,154	1,880	0	1,880	21,274	0
2	Mai Mahiu	58,689	6,984	0	0	0	0	6,984
	Sub-total	253,262	30,138	1,880	0	1,880	21,274	6,984
	Total	3,341,630	397,654	91,322	37,600	128,922	253,745	14,987
								268,732

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 1.36 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 9.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (RV 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	1.14	136,000	7,000	7,000	171,000
Rural Pop.	0.56	42,000			
Total	1.70	178,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 1.36 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 9.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (RV 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
18	1,320,000	2,403,537	1,083,537	119,700

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

表 9.4.1 下水道開発計画 (RV 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1 Nakuru	1,155,789	88,071	16,200	0	16,200	71,871	0
2 Naivasha	851,433	64,879	933	0	933	63,946	0
3 Ol Kalou	332,309	25,322	0	0	0	0	25,322
4 Molo	204,630	15,593	1,260	0	1,260	14,333	0
5 Narok	194,573	14,826	0	0	0	0	14,826
6 Gilgil	177,659	13,538	0	0	0	0	13,538
7 Njoro	118,552	9,034	0	0	0	0	9,034
8 Eldama Ravine	89,965	6,855	0	0	0	0	6,855
9 Kabarnet	31,236	2,380	0	0	0	0	2,380
Total	3,156,144	240,498	18,393	0	18,393	150,150	71,955

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 9.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (RV 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
18	3,350,000	4,290,000	940,000	858,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

Table 9.7.1 2030年の水需給バランス (RV 流域区)

(Unit: MCM/year)

No.	Sub basin	CA (km <sup>2</sup> )	Major Domestic Demand Centre	Domestic and Industrial											Irrigation											Livestock			Wildlife			Fisheseries			Summary						
				Demand				Deficit				Surface Water			Groundwater			Balance				Demand				Deficit				Surface Water			Groundwater			Balance					
				Demand (Domestic)	Demand (Industrial)			River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater			Demand	Deficit	River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater			Demand	Small Dam/ Water Pans	Balance	Demand	Small Dam/ Water Pans	Balance	Demand	Small Dam/ Water Pans	Balance	Demand	River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans	Groundwater	Balance		
12AA	10,480			0.8	0.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.9	1.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.3	0.0	0.0	2.0	0.8	0.0				
22AB	10,143			2.3	2.3	0.0	-1.2	0.5	0.0	0.0	1.2	0.7	0.0	6.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	6.5	0.0	0.0	5.2	0.7	0.0					
32BA	1,316			2.1	2.1	0.0	-0.5	0.6	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	12.3	0.0	12.1	0.0	0.0	0.1	0.0	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	12.7	0.0	0.0	3.4	1.0	0.0					
42BB	2,116			2.0	2.0	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	86.0	-21.4	66.0	19.9	0.0	0.2	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	92.4	66.2	20.0	0.0	4.5	1.7	0.0					
52BC	3,446			6.1	6.0	0.1	-2.2	2.7	0.0	0.0	2.2	1.3	0.0	112.0	0.0	41.7	70.0	0.0	0.3	0.0	9.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	127.2	44.4	70.0	0.0	11.6	1.3	0.0					
Reference Point (2B21)																																									
62BD	12,943	Lodwar		6.5	6.5	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	18.6	0.0	15.1	0.0	0.0	1.2	2.3	0.0	13.3	13.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	38.5	18.2	0.0	0.0	14.6	5.6	0.0					
72CA	3,770			0.7	0.7	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	2.5	0.0	2.2	0.0	0.0	0.3	0.0	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	2.2	0.0	0.0	3.5	0.2	0.0						
82CB	2,434	Iten/Tambach, Kabarnet		15.1	14.6	0.5	-4.7	6.9	4.7	0.0	0.0	3.5	0.0	42.9	-15.5	26.9	15.7	0.0	0.2	0.1	3.2	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	62.1	33.8	20.4	0.0	4.3	3.6	0.0					
Reference Point (2C16)																																									
92CC	11,494			5.7	5.7	0.0	-0.6	0.9	0.6	0.0	0.0	4.2	0.0	182.2	-86.2	33.3	142.5	0.0	0.9	5.4	0.0	13.2	13.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	201.2	34.3	143.1	0.0	14.2	9.7	0.0					
102D	13,108			4.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	19.6	0.0	15.3	0.0	0.0	1.6	2.6	0.0	11.4	11.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	35.2	15.3	0.0	0.0	13.1	7.9	0.0					
112EA	428			4.8	4.0	0.8	-3.2	1.4	0.0	0.0	2.1	0.2	0.0	0.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	2.1	0.0	0.0	3.0	0.2	0.0						
122EB	709			4.4	3.9	0.6	-3.0	1.2	1.7	0.0	1.3	0.2	0.0	1.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.3	0.0	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	7.8	2.7	1.7	0.0	3.2	0.2	0.0						
132FD	470	Eldama Ravine		5.2	5.0	0.2	-2.6	2.0	0.0	0.0	2.6	0.6	0.0	1.8	0.0	1.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	7.8	3.5	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0						
142EE	593			1.0	0.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.8	0.0	2.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	4.3	3.0	0.0	0.0	0.8	0.5	0.0						
152EF	387			0.9	0.9	0.0	-0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	2.3	0.8	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0					
162EC	880			10.9	9.3	1.6	-8.6	7.9	0.0	0.0	2.7	0.3	0.0	2.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.4	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	14.9	9.5	0.0	0.0	5.2	0.3	0.0						
172EG1	389	Molo		12.0	11.5	0.5	-7.7	9.7	0.0	0.0	0.5	1.8	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	13.7	9.9	0.0	0.0	1.9	1.8	0.0						
182EG2	1,298			5.2	4.7	0.6	-3.4	1.5	0.0	0.0	3.4	0.4	0.0	1.8	0.0	1.2	0.0	0.0	0.6	0.0	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	9.3	2.7	0.0	0.0	6.2	0.4	0.0						
192EH	554			0.6	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	2.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.9	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3	0.0	0.0	0.5	1.3	0.0						
202EJ	1,399			1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	3.2	0.0	2.6	0.0	0.0	0.6	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	7.4	2.6	0.0	0.0	3.6	1.3	0.0						
212EK	609			0.7	0.7	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	1.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	3.0	1.1	0.0	0.0	1.4	0.4	0.0						
222FA	543			1.6	1.6	0.1	-1.2	0.3	0.0	0.0	1.2	0.2	0.0	1.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.7	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	4.3	1.2	0.0	0.0	3.0	0.2	0.0						
232FB	140			1.5	1.3	0.2	-1.1	0.3	0.0	0.0	1.1	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.5	0.0	0.0	1.5	0.2	0.0						
242FC	1,484	Nakuru, Njoro		79.8	65.7	14.0	-51.9	27.8	0.0	41.0	9.1	1.8	0.0	4.7	0.0	2.8	0.0	0.0	1.9	0.0	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.6	30.6	0.0	41.0	14.2	1.8	0.0						
252GA	402	Gilgil		9.2	8.8	0.4	-6.7	2.4	5.8	0.0	0.9	0.1	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.5	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	11.2	3.0	5.8	0.0	2.4	0.1	0.0						
262GB	931	Oi Kalou		20.1	19.2	0.8	-2.9	16.9	0.0	0.0	2.9	0.2	0.0	2.2	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	25.5	18.0	0.0	0.0	7.3	0.2	0.0						
Reference Point (2GB01)																																									
272GC	745			5.0	4.9	0.1	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	3.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	1.2	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	10.3	3.7	0.0	0.0	3.2	3.4	0.0						
282GD	1,051	Naivasha		41.2	39.3	1.9	-27.4	8.6	26.8	0.0	0.6	5.2	0.0	3.5	0.0	2.2	0.0	0.0	1.3	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	47.0	10.8	26.8	0.0	4.2	5.2	0.0							
292H-1	5,104	Mai Mahiu		7.8	7.6	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0	19.6	0.0	18.3	0.0	0.0	0.9	0.4	0.0	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	33.9	18.7	0.0	0.0	7.4	12.0	0.0						
302H-2	2,257			2.7	2.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	10.4	0.0	10.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	2.3	3.7	0.0						
312H-3	988			0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.2	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0						
322J	27,556	Lokichogio, Kakuma		9.0	9.0	0.0	-6.6	0.0	0.0	0.0	6.6	2.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	10.0	10.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	16.9	2.4	0.0						
332KA	5,130	Narok		13.9	13.4	0.5	-1.5	8.4	1.5	0.0	0.0	4.1	0.0	40.5	-9.3	4.1	32.0	0.0	3.5	0.9	11.2	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	12.5	33.5	0.0	14.8	4.9	0.0						
Reference Point (2K06)																																									
342KB	1,663			1.2	1.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	240.7	-161.1	8.5	231.0	0.0	1.1	0.1	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	245.2	8.7	231.0	0.0	4.4	1.0	0.0						
352KC	1,999			0.9	0.9	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	9.7	0.0	6.3	0.0	0.0	1.9	1.4	0.0	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	6.4	0.1	0.0	5.0	2.2	0.0						
				287.1	263.7	23.4	-137.8	108.4	41.1	41.0	39.5	62.4	0.0	839.0	-293.6	289.0	511.0	0.0	23.2	15.7	0.0	122.9	122.9	0.0	0.8	0.8	0.0	7.6	7.6	0.0	1,257.4	397.4	552.2	41.0	194.0	78.1	0.0				

Note: Irrigation Demand: Excluding the Todonyang- Omo irrigation project (35,000 ha, 560MCM/year) to be supplied water by a dam in Ethiopia  
 2BB:Embobot Dam, 2CB:Kinwarar Dam, 2CC:Aror Dam and Murung-Sebit 2EB:Wasesges Dam, 2GA:Malewa Dam, 2KA:Upper Narok Dam, 2KB:Oletukat Dam 2KB:Leshota Dam, 2KB:Oldorko Dam  
 2BA: Turkwel Dam  
 Source: JICA Study Team

表 10.3.1 都市給水システムの開発計画 (Athi 流域区)

Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects				
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)		
Greater Nairobi									
1	Nairobi	6,085,297	888,453	570,263	33,420	603,683	961,207	0	
2	Ruiru	896,358	106,667						
3	Kikuyu	875,242	104,154						
4	Kangundd-Tala	820,175	97,601						
5	Mavoko	514,909	61,274						
6	Thika	513,806	61,143						
7	Karuri	404,224	48,103						
8	Ngong	402,242	47,867						
9	Kiambu	315,807	37,581						
10	Limuru	298,455	35,516						
11	Kitengela	218,282	25,976						
12	Juja	151,781	18,062						
13	Ongata Rongai	150,775	17,942						
14	Kiserian	71,913	8,558						
15	Githunguri	50,374	5,994						
16	Machakos	755,281	89,878	3,373	0	3,373	86,505	0	
	sub-total	12,524,922	1,654,769	573,636	33,420	607,056	1,047,713	0	
Mombasa Area									
1	Mombasa	2,644,591	386,110	86,620	0	86,620	449,919	0	
2	Malindi	443,811	52,814						
3	Ukunda	234,651	27,924						
4	Kilifi	183,228	21,804						
5	Mtwapa	182,474	21,714						
6	Mariakani	90,271	10,742						
7	Kwale	74,303	8,842						
8	Watamu	37,639	4,479						
9	Masambweni	17,731	2,110						
	sub-total	3,908,701	536,539	86,620	0	86,620	449,919	0	
Other Area									
1	Wundanyi	185,136	22,031	1,400	0	1,400	30,906	0	
2	Voi	86,340	10,274						
3	Taveta	99,997	11,900	0	0	0	0	11,900	
4	Kajiado	74,803	8,902	0	1,000	1,000	7,902	0	
5	Loitoktok	56,530	6,727	0	0	0	0	6,727	
6	Wote	49,709	5,915	225	300	525	5,690	0	
7	Mitto Andei	22,753	2,708	2,708	0	2,708	0	0	
	sub-total	575,268	68,457	4,333	1,300	5,633	44,498	18,627	
	Grand-total	17,008,891	2,259,765	664,589	34,720	699,309	1,542,130	18,627	
					1,560,756				

Note: Water demand in Thika, which is in Tana Catchment with 61,143 m<sup>3</sup>/day, is satisfied with water supply system of Athi Catchment. The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 5.29 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009



表 10.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (Athi 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	1.23	137,000	37,000	37,000	155,000
Rural Pop.	0.81	62,000			
Total	2.04	209,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 5.29 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 10.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (Athi 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
10	1,126,000	2,001,856	875,856	110,102

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 10.4.1 下水道開発計画 (Athi 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1 Nairobi	6,085,297	568,367	152,000	40,000	192,000	376,367	0
2 Mombasa	2,644,591	247,005	17,100	0	17,100	229,905	0
3 Ruiru	896,358	68,302	0	0	0	0	79,868
4 Juja	151,781	11,566	0	0	0	0	0
5 Kikuyu	875,242	66,693	0	0	0	0	66,693
6 Kangundo-Tala	820,175	62,497	0	0	0	0	62,497
7 Machakos	755,281	57,552	2,000	0	2,000	55,552	0
8 Mavoko	514,909	39,236	12,960	0	12,960	26,276	0
9 Malindi	443,811	33,818	0	0	0	0	33,818
10 Karuri	404,224	30,802	0	0	0	0	30,802
11 Ngong	402,242	30,651	0	0	0	0	0
12 Kiserian	71,913	5,480	0	0	0	0	36,131
13 Kiambu	315,807	24,064	10,000	0	10,000	14,064	0
14 Limuru	298,455	22,742	10,000	0	10,000	12,742	0
15 Ukunda	234,651	17,880	0	0	0	0	17,880
16 Kitengela	218,282	16,633	0	0	0	0	16,633
17 Wundanyi	185,136	14,107	0	0	0	0	14,107
18 Kilifi	183,228	13,962	0	0	0	0	13,962
19 Mtwapa	182,474	13,905	0	0	0	0	13,905
20 Ongata Rongai	150,775	11,489	0	0	0	0	11,489
21 Taveta	99,997	7,620	0	0	0	0	7,620
22 Mariakani	90,271	6,879	0	0	0	0	6,879
23 Voi	86,340	6,579	0	0	0	0	6,579
24 Kajjido	74,803	5,700	0	0	0	0	5,700
25 Kwale	74,303	5,662	0	0	0	0	5,662
Total	16,260,348	1,389,193	204,060	40,000	244,060	714,906	430,225

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 10.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (Athi 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
10	6,950,000	4,280,000	-2,670,000	856,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009



表 11.3.1 都市給水システムの開発計画 (Tana 流域区)

Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects			
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)	
Upstream of Tana Catchment								
1	Nyeri	600,803	71,496	27,000	0	27,000	44,496	0
2	Embu	305,362	36,338	12,000	0	12,000	24,338	0
3	Meru	269,949	32,124	4,500	0	4,500	27,624	0
4	Chuka	218,821	26,040	2,700	0	2,700	23,340	0
5	Chogoria	143,036	17,021	600	0	600	16,421	0
6	Maua	86,713	10,319	0	0	0	0	10,319
7	Makuyu	221,524	26,361	0	0	0	0	26,361
8	Muranga	144,849	17,237	4,848	10,000	14,848	2,389	0
9	Maragua	132,762	15,799	0	0	0	0	15,799
10	Wanguru	120,726	14,366	0	0	0	0	14,366
11	Runyenjes	98,401	11,710	0	0	0	0	11,710
12	Kerugoya/Kutus	97,767	11,634	11,634	0	11,634	0	0
13	Sagana	53,112	6,320	2,358	0	2,358	3,962	0
14	Karatina	42,783	5,091	0	0	0	0	5,091
15	Othaya	25,859	3,077	3,077	0	3,077	0	0
	Sub-total	2,562,468	304,934	68,717	10,000	78,717	142,570	<b>83,646</b>
Arid Area								
1	Garissa	143,348	17,058	12,640	0	12,640	4,418	<b>0</b>
2	Madogo	19,308	2,298	0	0	0	0	<b>2,298</b>
3	Msalani	18,371	2,186	0	0	0	0	<b>2,186</b>
4	Hola	17,553	2,089	1,400	0	1,400	689	<b>0</b>
	Sub-total	198,580	23,631	14,040	0	14,040	5,107	<b>4,484</b>
Other Area								
1	Lamu	1,250,000	108,750	3,400	0	3,400	105,350	<b>0</b>
2	Kitui	551,547	65,634	7,750	0	7,750	57,884	<b>0</b>
3	Matuu	255,467	30,401	702	0	702	29,699	<b>0</b>
4	Mwingi	80,390	9,566	1,417	0	1,417	8,149	<b>0</b>
	Sub-total	2,137,404	214,351	13,269	0	13,269	201,082	<b>0</b>
	Total	4,898,453	542,916	96,026	10,000	106,026	348,759	<b>88,130</b>
							436,889	

Note: It is supplied from ACA in THIKA, which is in Tana catchment with 61,143 m<sup>3</sup>/day of water demand.

The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 1.95 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 11.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (Tana 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	0.93	111,000	149,000	149,000	24,000
Rural Pop.	0.81	62,000			
Total	1.74	173,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 1.95 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 11.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (Tana 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
16	1,287,000	2,717,272	1,439,382	144,913

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

表 11.4.1 下水道開発計画 (Tana 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1 Lamu	1,250,000	95,250	0	0	0	0	95,250
2 Nyeri	600,803	45,781	8,100	0	8,100	37,681	0
3 Kitui	551,547	42,028	0	0	0	0	42,028
4 Thika	513,806	39,152	20,000	0	20,000	19,152	0
5 Embu	305,362	23,269	682	0	682	22,587	0
6 Meru	269,949	20,570	1,000	0	1,000	19,570	0
7 Matuu	255,467	19,467	0	0	0	0	19,467
8 Makuyu	221,524	16,880	0	0	0	0	16,880
9 Chuka	218,821	16,674	0	0	0	0	16,674
10 Muranga	144,849	11,037	1,561	0	1,561	9,476	0
11 Garissa	143,348	10,923	1,000	0	1,000	9,923	0
12 Chogoria	143,036	10,899	0	0	0	0	10,899
13 Maragua	132,762	10,116	0	0	0	0	10,116
14 Wanguru	120,726	9,199	0	0	0	0	9,199
15 Runyenjes	98,401	7,498	0	0	0	0	7,498
16 Kerugoya/Kutus	97,767	7,450	0	0	0	0	7,450
17 Maua	86,713	6,608	0	0	0	0	6,608
18 Mwingi	80,390	6,126	0	0	0	0	6,126
Total	5,235,273	398,928	32,343	0	32,343	118,389	248,195

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 11.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (Tana 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
16	4,990,000	5,130,000	140,000	1,026,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009



表 12.3.1 都市給水システムの開発計画 (ENN 流域区)

Urban Centre	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects			
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)	
1	Isiolo	231,501	27,549	3,220	10,528	13,748	13,801	0
2	Nanyuki	192,282	22,882	10,610	0	10,610	12,272	0
3	Nyahururu	183,483	21,835	4,552	0	4,552	17,283	0
4	Rumuruti	50,661	6,029	0	0	0	0	6,029
5	Mandera	108,071	12,860	1,672	0	1,672	11,188	0
6	Wajir	102,042	12,143	0	0	0	0	12,143
7	Moyale	46,075	5,483	67	1,020	1,087	4,396	0
8	Rhamu	32,494	3,867	0	0	0	0	3,867
9	Elwak	30,031	3,574	0	0	0	0	3,574
10	Takaba	27,305	3,249	0	0	0	0	3,249
11	Maralal	19,546	2,326	798	0	798	1,528	0
12	Marsabit	16,317	1,942	0	0	0	0	1,942
	Total	1,039,808	123,737	20,919	11,548	32,467	60,467	30,803
								91,270

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.99 million. The service population for each urban centre in 2010 is not clear. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 12.3.2 大規模地方給水システムの開発計画 (ENN 流域区)

Item	Service Population in 2030	Water Demand in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects	
				Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
Urban Pop.	0.72	86,000	7,000	7,000	112,000
Rural Pop.	0.45	33,000			
Total	1.16	119,000			

Note: The service population of piped water supply (UWSS+LSRWSS) in 2010 is estimated at 0.99 million.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 12.3.3 小規模地方給水システムの開発計画 (ENN 流域区)

Counties	Service Population in 2010	Service Population in 2030	Difference (2010-2030)	Required Water Supply Amount in 2030 (m <sup>3</sup> /day)
14	1,386,000	2,199,200	813,200	100,943

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009



表 12.4.1 下水道開発計画 (ENN 流域区)

Major Urban Area	Service Population in 2030	Required Capacity in 2030 (m <sup>3</sup> /day)	Current Capacity in 2010 (m <sup>3</sup> /day)	Under Construction (m <sup>3</sup> /day)	Proposed Projects		
					Rehabilitation Works (m <sup>3</sup> /day)	Expansion Works (m <sup>3</sup> /day)	New Construction (m <sup>3</sup> /day)
1 Isiolo	231,501	17,640	2,000	0	2,000	15,640	0
2 Nanyuki	192,282	14,652	0	0	0	0	14,652
3 Nyahururu	183,483	13,981	2,617	0	2,617	11,364	0
4 Mandera	108,071	8,235	0	0	0	0	8,235
5 Wajir	102,042	7,776	0	0	0	0	7,776
Total	817,380	62,284	4,617	0	4,617	27,004	30,663

Note: Data of the service population for each urban centre in 2010 is not available. All urban population of urban centre in 2030 is counted as service population.

Source: JICA Study Team, based on data from WSBs and Census 2009

表 12.4.2 オンサイト処理施設の利用者数と必要個数 (ENN 流域区)

Counties	Users in 2010	Users in 2030	Difference (2010-2030)	Required Units of On-site Facilities*
14	2,370,000	3,580,000	1,210,000	716,000

Note: \* 5 users/facilities

Source: JICA Study Team, based on data from Census 2009

Table 12.7.1 2030年の水需給バランス (ENN 流域区)

(Unit: MCM/year)

No.	Sub basin	CA (km <sup>2</sup> )	Major Domestic Demand Centre	Domestic and Industrial										Irrigation										Livestock			Wildlife			Fisheries			Summary						
				Demand	Demand (Domestic)			Deficit	Surface Water				Groundwater	Balance	Demand	Deficit	Surface Water				Groundwater	Balance	Demand	SW		Balance	Demand	SW		Balance	Demand	Surface Water			Groundwater	Balance			
					Demand (Domestic)	Demand(Industrial)			River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans					River Water	Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans				Small Dam/ Water Pans	Balance			Small Dam/ Water Pans	Balance			Small Dam/ Water Pans	Balance	River Water			Dam	Transfer	Small Dam/ Water Pans
1	5AA	1,314	Rumuruti, Nyahururu	15.0	14.3	0.6	-5.1	7.2	5.1	0.0	0.0	2.6	0.0	3.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.8	1.4	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	20.8	8.3	5.1	0.0	3.4	4.0	0.0			
2	5AB	557		1.9	1.9	0.1	-0.3	0.8	0.0	0.0	1.1	0.0	1.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	5.0	1.2	0.0	0.0	2.1	1.7	0.0				
3	5AD	511		0.6	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	4.9	0.0	4.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	6.7	4.7	0.0	0.0	1.6	0.4	0.0				
4	5AC	1,031		1.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	3.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	5.7	2.1	0.0	0.0	1.9	1.6	0.0				
5	5BA	260		0.5	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	2.4	0.0	1.7	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	3.4	2.0	0.0	0.0	0.6	0.8	0.0				
6	5BB	433		1.3	1.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.7	0.0	6.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	8.3	6.2	0.0	0.0	1.2	0.9	0.0				
7	5BC-1	1,472		3.1	3.0	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	0.0	7.8	0.0	4.2	0.0	0.0	0.7	2.9	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0	13.6	5.8	0.0	0.0	3.4	4.4	0.0				
8	5BC-2	144		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	4.2	0.0	4.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	4.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0				
9	5BD	710		1.4	1.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.6	0.0	1.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	3.6	1.6	0.0	0.0	1.5	0.6	0.0				
10	5BE	1,220	Nyanyuki	11.9	11.4	0.5	-3.9	6.0	0.0	0.0	5.9	0.0	14.8	0.0	12.5	0.0	0.0	0.6	1.8	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	28.5	18.5	0.0	0.0	2.4	7.6	0.0				
11	5DC	1,277		0.5	0.5	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	255.1	-163.8	7.0	247.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	257.0	7.1	247.0	0.0	1.7	1.2	0.0				
12	5DD	1,920		0.5	0.5	0.0	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	28.1	0.0	27.3	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.7	27.5	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0				
13	5DB	1,260		0.8	0.7	0.0	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	4.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.3	0.9	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	5.6	3.0	0.0	0.0	1.1	1.5	0.0				
14	5DA	2,192	Isiolo	14.3	13.8	0.6	-5.7	6.1	5.7	0.0	2.5	0.0	89.9	-46.3	25.4	55.2	0.0	0.5	8.8	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	106.2	31.6	60.9	0.0	2.5	11.3	0.0			
			Reference Point (SED01)																																				
15	5CA	2,374	Maralal	2.3	2.3	0.0	-0.8	0.5	0.0	0.0	1.9	0.0	3.3	0.0	2.2	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	7.7	2.7	0.0	0.0	2.6	2.5	0.0				
16	5CB	2,267		0.8	0.8	0.0	-0.4	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0				
17	5CC	2,983		1.1	1.1	0.0	-0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.9	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.1	0.0	0.0	1.3	0.9	0.0				
18	5EC	21,938	Marsabit	3.9	3.9	0.0	-2.8	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	15.1	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	4.9	0.0	0.0	2.2	14.1	0.0				
19	5ED	20,602		13.3	13.1	0.1	-5.3	0.5	0.0	0.0	12.8	0.0	35.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8	0.0	6.3	6.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	56.1	0.5	0.0	0.0	7.0	48.6	0.0				
20	5FA	17,286		6.1	6.1	0.0	-2.9	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	0.0	0.0	0.0	6.1	20.8	0.0				
21	5EA	26,938	Moyale, Wajir	11.3	11.3	0.0	-7.5	0.0	0.0	0.0	11.3	0.0	5.5	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	8.6	8.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	25.5	1.6	0.0	0.0	8.7	15.2	0.0				
22	5EB	26,049		5.3	5.3	0.0	-2.3	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	12.3	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	6.2	6.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	23.8	2.6	0.0	0.0	6.3	14.9	0.0				
23	5G	20,461	Takaba, Elwak	14.0	14.0	0.0	-6.5	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	17.7	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5	0.0	0.0	0.0	17.8	17.7	0.0				
24	5HA	3,272	Mandera	9.4	9.4	0.0	-6.2	0.0	0.0	0.0	7.6	1.8	11.8	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.2	11.8	0.0	0.0	11.6	1.8	0.0				
25	5HB	6,946	Mandera	2.9	2.9	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	7.2	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	7.2	3.4	0.0				
26	5J	37,169		2.9	2.9	0.0	-1.4	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	4.1	4.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	15.2	0.0	0.0	0.0	4.2	11.0	0.0				
27	5FB	8,000		1.3	1.3	0.0	-0.7	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.5	0.0	0.0	1.8	2.3	0.0				
				127.6	125.4	2.1	-54.4	25.4	11.9	0.0	7.8	83.6	0.0	539.7	-210.1	122.9	302.2	0.0	7.1	107.5	0.0	79.2	79.2	0.0	0.4	0.4	0.0	7.0	7.0	0.0	753.9	148.3	313.0	0.0	101.5	191.1	0.0		

Note: 5AA: Nyahururu Dam and Rumuruti Dam. 5DC, 5DD: Khoto . 5DA: Isiolo Dam and Archers' Post Dam  
Source: JICA Study Team

表13.2.1 開発計画の概算事業費

Catchment Area	Development Plan	Proposed Project	Project Cost (KSh million)	O&M Cost (KSh million/ year)
LVNCA	Water Supply	Urban Water Supply for 32 UCs	144,158	6,101
		Rural Water Supply for 11 Counties	33,082	1,584
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 19 UCs	75,855	4,094
	Irrigation	Large Scale Irrigation (78,370 ha)	82,194	247
		Small Scale Irrigation (47,122 ha)	30,451	152
		Private Irrigation (43,421 ha)	84,178	842
	Hydropower	3 projects	26,442	132
Total		476,360	13,152	
LVSCA	Water Supply	Urban Water Supply for 25 UCs	159,868	6,289
		Rural Water Supply for 14 Counties	49,780	2,259
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 19 UCs	79,895	4,313
	Irrigation	Large Scale Irrigation (75,572 ha)	128,257	385
		Small Scale Irrigation (22,501 ha)	14,540	73
		Private Irrigation (15,133 ha)	29,338	293
	Hydropower	1 project	46,055	230
Total		507,733	13,842	
RVCA	Water Supply	Urban Water Supply for 13 UCs	101,393	2,721
		Rural Water Supply for 18 Counties	43,847	1,645
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 9 UCs	38,810	2,073
	Irrigation	Large Scale Irrigation (78,850 ha)	109,959	330
		Small Scale Irrigation (9,271 ha)	5,991	30
		Private Irrigation (4,045 ha)	7,842	78
	Hydropower	6 projects	57,120	286
Total		364,962	7,163	
ACA	Water Supply	Urban Water Supply for 32 UCs	531,130	21,865
		Rural Water Supply for 10 Counties	39,543	1,637
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 25 UCs	207,704	10,688
	Irrigation	Large Scale Irrigation (37,280 ha)	33,977	102
		Small Scale Irrigation (6,484 ha)	4,190	21
		Private Irrigation (2,344 ha)	4,544	45
	Hydropower	2 projects	7,961	40
Total		829,049	34,398	
TCA	Water Supply	Urban Water Supply for 23 UCs	129,488	4,145
		Rural Water Supply for 16 Counties	10,723	217
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 18 UCs	64,152	3,422
	Irrigation	Large Scale Irrigation (135,961 ha)	324,875	975
		Small Scale Irrigation (15,784 ha)	10,200	51
		Private Irrigation (10,054 ha)	19,491	195
	Hydropower	2 projects	152,886	765
Total		711,815	9,770	
ENNCA	Water Supply	Urban Water Supply for 12 UCs	22,981	870
		Rural Water Supply for 14 Counties	21,874	1,051
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 5 UCs	10,067	538
	Irrigation	Large Scale Irrigation (26,202 ha)	46,305	139
		Small Scale Irrigation (8,116 ha)	5,245	26
		Private Irrigation (7,165 ha)	13,890	139
	Hydropower	No project	0	0
Total		120,362	2,763	
Total	Water Supply	Urban Water Supply for 137 UCs	1,089,018	41,991
		Rural Water Supply for 47 Counties	198,849	8,393
	Sanitation	Sewerage (off-site treatment) for 95 UCs	476,483	25,128
	Irrigation	Large Scale Irrigation (432,235 ha)	725,567	2,178
		Small Scale Irrigation (109,837 ha)	70,617	353
		Private Irrigation (82,721 ha)	159,283	1,592
	Hydropower	14 projects	290,464	1,453
Grand Total		3,010,281	81,088	

Source: JICA Study Team

表13.2.2 管理計画の概算事業費

Catchment Area	Management Plan	Proposed Plans	Development Cost (KSh million)	Recurrent Cost* (KSh million/ year)
LVNCA	Water Resources Management	Monitoring	117	127
		Evaluation	30	-
		Permitting	18	-
		Watershed Conservation (234,000 ha)	18,486	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	FFWS (1 location)	30	0.2
		Flood Fighting (1 location)	30	0.2
	Environmental Management	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (5 locations)	35	-
		Environmental Monitoring (5 locations)	-	0.8
	Total			18,746
LVSCA	Water Resources Management	Monitoring	124	123
		Evaluation	30	-
		Permitting	18	-
		Watershed Conservation (412,000 ha)	32,548	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	FFWS (1 location)	1,482	7
		CBDM (2 locations)	311	2
		Flood Fighting (1 location)	30	0.2
	Environmental Management	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (8 locations)	49	-
		Environmental Monitoring (13 locations)	-	2.4
Total			34,592	136
RVCA	Water Resources Management	Monitoring	103	120
		Evaluation	63	-
		Permitting	27	-
		Watershed Conservation (1,006,000 ha)	79,474	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	Hazard Map (2 locations)	60	0.3
		Evacuation Plan (1 location)	30	0.2
		River Training Works (cost for F/S) (2 locations)	320	-
	Environmental Management	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (11 locations)	98	-
		Environmental Monitoring (14 locations)	-	1.6
Total			80,175	123
ACA	Water Resources Management	Monitoring	128	137
		Evaluation	54	-
		Permitting	27	-
		Watershed Conservation (868,000 ha)	68,572	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	Hazard Map (1 location)	30	0.2
		CBDM (2 locations)	309	2
		River Training Works (cost for F/S) (1 location)	156	-
	Environmental Management	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (6 locations)	61	-
		Environmental Monitoring (10 locations)	-	1.6
Total			69,337	142
TCA	Water Resources Management	Monitoring	125	137
		Evaluation	54	-
		Permitting	27	-
		Watershed Conservation (1,366,000 ha)	107,914	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	Hazard Map (1 location)	30	0.2
		Evacuation Plan (1 location)	30	0.2
		CBDM (1 location)	457	2
		Hydropower Dam Warning (1 location)	30	0.2
	Environmental Management	River Training Works (cost for F/S) (1 location)	154	-
Setting of Environmental Flow Rate including Survey (4 locations)		62	-	
Total	Environmental Monitoring (6 locations)	-	0	
			108,883	141
ENNCA	Water Resources Management	Monitoring	67	69
		Evaluation	63	-
		Permitting	27	-
		Watershed Conservation (592,000 ha)	46,768	-
		Operation of Catchment Forum	-	1
	Flood and Drought Disaster Management	Hazard Map (2 locations)	60	0.3
		Evacuation Plan (1 location)	30	0.2
		River Training Works (cost for F/S) (2 locations)	328	-
	Environmental Management	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (2 locations)	14	-
		Environmental Monitoring (2 locations)	-	0
Total			47,357	71
Total	Water Resources Management	Monitoring	665	714
		Evaluation	293	-
		Permitting	144	-
		Watershed Conservation (4,478,000 ha)	353,762	-
		Operation of Catchment Forum	-	6
	Flood and Drought Disaster Management	CBDM (5 locations)	1,077	6
		Evacuation Plan (3 locations)	90	0.5
		FFWS (2 locations)	1,512	7
		Flood Fighting (2 locations)	60	0.3
		Hazard Map (6 location)	180	0.9
Environmental Management	Hydropower Dam Warning (1 location)	30	0.2	
	River Training Works (cost for F/S) (6 locations)	958	-	
	Setting of Environmental Flow Rate including Survey (36 locations)	325	-	
	Environmental Monitoring (50 locations)	-	113	
Grand Total			359,096	848

Note: \* Recurrent cost includes operation and management costs.

Source: JICA Study Team

表19.1.1 2030年の水需要に対する水配分案のまとめ

(Unit: MCM/year)

Catchment Area	LVNCA			LVSCA			RVCA		
	Water Demand	Water Source		Water Demand	Water Source		Water Demand	Water Source	
		Surface	Groundwater		Surface	Groundwater		Surface	Groundwater
Domestic	424	363	61	464	374	90	264	213	51
Industrial	19	10	9	41	21	20	23	12	11
Irrigation	1,359	1,332	27	1,158	1,107	51	1,393	1,377	16
Livestock	61	61	0	106	106	0	123	123	0
Wildlife	0	0	0	3	3	0	1	1	0
Fisheries	16	16	0	15	15	0	8	8	0
Total	1,879	1,782	97	1,787	1,626	161	1,812	1,734	78
Available Water Resources	5,077	4,969	108	5,937	5,749	188	3,147	3,045	102
Ratio of Water Demands	37.0%	35.9%	89.8%	30.1%	28.3%	85.6%	57.6%	56.9%	76.5%

Catchment Area	ACA			TCA			ENNCA		
	Water Demand	Water Source		Water Demand	Water Source		Water Demand	Water Source	
		Surface	Groundwater		Surface	Groundwater		Surface	Groundwater
Domestic	941	819	122	343	303	40	125	42	83
Industrial	153	77	76	42	21	21	2	1	1
Irrigation	917	882	35	2,697	2,546	151	539	432	107
Livestock	59	59	0	69	69	0	79	79	0
Wildlife	3	3	0	1	1	0	0	0	0
Fisheries	12	12	0	16	16	0	7	7	0
Total	2,085	1,852	233	3,168	2,956	212	752	561	191
Available Water Resources (*)	1,634	1,334	300	7,828	7,261	567	3,011	2,536	475
Ratio of Water Demands	127.6%	138.8%	77.7%	40.5%	40.7%	37.4%	25.0%	22.1%	40.2%

Water Demand Category	Total			Present Water Sources**		
	Water Demand	Water Source		Water Demand	Water Source	
		Surface	Groundwater		Surface	Groundwater
Domestic	2,561	2,114	447	1,186	724	462
Industrial	280	142	138	125	62	63
Irrigation	8,063	7,676	387	1,602	1,602	n.a.
Livestock	497	497	0	255	255	n.a.
Wildlife	8	8	0	8	8	0
Fisheries	74	74	0	42	42	0
Total	11,483	10,511	972	3,218	2,693	525
Available Water Resources (*)	26,634	24,894	1,740	30,452	24,894	5,558
Ratio of Water Demands	43.1%	42.2%	55.9%	10.6%	10.8%	9.4%

Note: \* Deficit of Athi Catchment Area is to be met by 472 MCM/year of inter-basin transfer and 93 MCM/year of desalination.

\*\* The data on groundwater use for irrigation and livestock are not available.

Source: JICA Study Team

表19.1.2 上水道開発計画のまとめ

Catchment Area		LVNCA			LVSCA			RVCA		
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Urban Water Supply	Rehabilitation	20 UCs	135,000	6.57	21 UCs	120,000	6.26	10 UCs	129,000	3.34
	Expansion	20 UCs	556,000		21 UCs	571,000		10 UCs	254,000	
	New Construction	12 UCs	91,000		4 UCs	94,000		3 UCs	15,000	
	Total	32 UCs	782,000 (135,000)		25 UCs	785,000 (120,000)		13 UCs	398,000 (129,000)	
Rural Water Supply	LSRWSS	11 Counties	184,000 (10,000)	5.79	14 Counties	277,000 (26,000)	6.46	18 Counties	178,000 (7,000)	4.11
	SSRWSS	11 Counties	220,000 (144,000)		14 Counties	208,000 (150,000)		18 Counties	120,000 (78,000)	
	Total	11 Counties	404,000 (154,000)		14 Counties	485,000 (176,000)		18 Counties	298,000 (85,000)	

Catchment Area		ACA			TCA			ENNCA		
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Urban Water Supply	Rehabilitation	30 UCs	699,000	17.01	15 UCs	106,000	4.90	6 UCs	32,000	1.04
	Expansion	29 UCs	1,542,000		14 UCs	349,000		6 UCs	61,000	
	New Construction	2 UCs	19,000		8 UCs	88,000		6 UCs	31,000	
	Total	32 UCs	2,260,000 (699,000)		23 UCs	543,000 (106,000)		12 UCs	124,000 (32,000)	
Rural Water Supply	LSRWSS	10 Counties	209,000 (100,000)	4.04	16 Counties	211,000 (149,000)	4.96	14 Counties	119,000 (7,000)	3.36
	SSRWSS	10 Counties	110,000 (108,000)		16 Counties	145,000 (72,000)		14 Counties	101,000 (77,000)	
	Total	10 Counties	319,000 (208,000)		16 Counties	356,000 (221,000)		14 Counties	220,000 (84,000)	

Total				
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Urban Water Supply	Rehabilitation	102 UCs	1,221,000	39.12
	Expansion	100 UCs	3,333,000	
	New Construction	35 UCs	338,000	
	Total	137 UCs	4,892,000 (1,221,000)	
Rural Water Supply	LSRWSS	47 Counties	1,178,000 (299,000)	28.72
	SSRWSS	47 Counties	904,000 (629,000)	
	Total	47 Counties	2,082,000 (928,000)	

Note:

- 1) LSRWSS: large scale rural water supply system, SSRWSS: small scale rural water supply system
- 2) For Urban Water Supply and LSRWSS, the figures in parentheses indicate the total capacities of existing water supply systems (including systems under construction)
- 3) For SSRWSS, the figures in parentheses indicate estimate of water consumption, by applying unit rate of 50 L/p/day.

Source: JICA Study Team

表19.1.3 下水道開発計画のまとめ

Catchment Area		LVNCA			LVSCA			RVCA		
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Sewerage	Rehabilitation	7 UCs	21,000	6.03	3 UCs	22,000	6.02	3 UCs	18,000	3.16
	Expansion	7 UCs	230,000		3 UCs	171,000		3 UCs	150,000	
	New Construction	12 UCs	209,000		16 UCs	291,000		6 UCs	72,000	
	Total	19 UCs	460,000 (21,000)		19 UCs	484,000 (22,000)		9 UCs	240,000 (18,000)	
On-site Treatment Facilities		11 Counties	--	6.33	14 Counties	--	6.70	18 Counties	--	4.29

Catchment Area		ACA			TCA			ENNCA		
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)	Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Sewerage	Rehabilitation	6 UCs	244,000	16.26	6 UCs	32,000	5.24	2 UCs	5,000	0.82
	Expansion	6 UCs	715,000		6 UCs	118,000		2 UCs	27,000	
	New Construction	19 UCs	430,000		12 UCs	248,000		3 UCs	30,000	
	Total	25 UCs	1,389,000 (244,000)		18 UCs	398,000 (32,000)		5 UCs	62,000 (5,000)	
On-site Treatment Facilities		10 Counties	--	4.28	16 Counties	--	5.13	14 Counties	--	3.58

Total				
Type of Project		Target Area	Required Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Service Population (million persons)
Sewerage	Rehabilitation	27 UCs	342,000	37.53
	Expansion	27 UCs	1,411,000	
	New Construction	68 UCs	1,280,000	
	Total	95 UCs	3,033,000 (342,000)	
On-site Treatment Facilities		47 Counties	--	30.31

Note: The figures in parentheses indicate the total capacities of existing sewerage systems (including systems under construction).

Source: JICA Study Team

表 19.1.4 灌漑開発計画のまとめ

Type of Project	LVNCA			LVSCA			RVCA		
	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)	Irrigation Area (ha)	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)	Irrigation Area (ha)	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)	Irrigation Area (ha)
Large Scale Irrigation	6		78,370	8		75,572	9		78,850
Small Scale Irrigation		11	47,122		12	22,501		14	9,271
Private Irrigation		11	43,421		12	15,133		14	4,045
Total	6	11	168,913	8	12	113,206	9	14	92,166

Type of Project	ACA			TCA			ENNCA		
	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)	Irrigation Area (ha)	Large Scale Irrigation Projects (nos)	County (nos)	Irrigation Area (ha)	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)	Irrigation Area (ha)
Large Scale Irrigation	4		37,280	4		135,961	3		26,202
Small Scale Irrigation		10	6,484		15	15,784		10	8,116
Private Irrigation		10	2,344		15	10,054		10	7,165
Total	4	10	46,108	4	15	161,799	3	10	41,483

Type of Project	Total			Existing Irrigation Area		
	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Target Counties (nos)*	Irrigation Area (ha)	Large Scale Irrigation Projects (nos)	Relevant Counties (nos)	Irrigation Area (ha)
Large Scale Irrigation	34		432,235	9		14,137
Small Scale Irrigation		47	109,278		7	51,923
Private Irrigation		47	82,162		7	75,840
Total	34	47	623,675	9	7	141,900

Note: \* One county belongs to plural catchment areas, but total number of counties in Kenya is 47.

Source: JICA Study Team



表19.1.5 水力開発計画のまとめ

LVNCA						LVNCA						LVNCA					
No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose	No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose	No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose
1	Nzoia (34B) Multipurpose Dam Development Plan	M	Nzoia River	16 MW	Water Supply, Irrigation, Flood Control, Hydropower	1	Magwagwa Multipurpose Dam Development Plan	M	Sondu River	115 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower	1	Embobut Multipurpose Dam Development Plan	M	Turkwel River	45 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower
2	Nzoia (42A) Multipurpose Dam Development Plan	M	Nzoia River	25 MW	Flood Control, Hydropower							2	Arror Multipurpose Dam Development Plan	M	Arror River	80 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower
3	Nandi Forest Multipurpose Dam Development Plan	M	Yala River	50 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower							3	Kimwarer Multipurpose Dam Development Plan	M	Kerio River	20 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower
												4	Oletukat Multipurpose Dam Development Plan	M	Ewaso Ng'iro South River	36 MW	Water Supply, Hydropower
												5	Leshota Multipurpose Dam Development Plan	M	Ewaso Ng'iro South River	54 MW	Water Supply, Hydropower
												6	Oldorko Multipurpose Dam Development Plan	M	Ewaso Ng'iro South River	90 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower
Sub-total				91 MW		Sub-total				115 MW		Sub-total				325 MW	

ACA						TCA						ENNCA					
No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose	No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose	No.	Name of Plan	Type of Plan	River	Installed Capacity	Purpose
11	Munyu Multipurpose Dam Development Plan	M	Athi River	40 MW	Irrigation, Hydropower	13	High Grand Falls Multipurpose Dam Development Plan	M, L	Tana River	Stage 1: 500 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower						
12	Thwake Multipurpose Dam Development Plan	M	Athi River	20 MW	Water Supply, Irrigation, Hydropower					Stage 2: +200 MW							
						14	Karura Hydropower Development Project	O	Tana River	90 MW	Hydropower						
Sub-total				60 MW		Sub-total				790 MW							

Total	
No. of Plans	Total Installed Capacity
14 plans	1,381 MW

Note: Type of Plan

M: Hydropower Component of Multipurpose Dam Development

L: Proposed Project in Least Cost Power Development Plan (LCPDP)

O: Others (Proposed by Private Company etc.)

Source: JICA Study Team, based on information from MORDA, LBDA and KenGen.

表19.1.6 水資源開発計画のまとめ

Catchment Area	LVNCA			LVSCA			RVCA		
Facilities	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks
Dam	7 nos	1,080 MCM		10 nos	1,000 MCM		10 nos	659 MCM	
Small Dam and Water Pan	3,620 nos	181 MCM		3,880 nos	194 MCM		3,640 nos	182 MCM	
Inter-basin Water Transfer	1 no	189 MCM/year	From Nandi Forest Dam to LVSCA	2 nos	123 MCM/year	From Itare & Londiani Dams to RVCA, and from Amala Dam to RVCA (From Nandi Forest Dam)	-	-	(From Itare, Londiani and Amala Dams)
Intra-basin Water Transfer	1 no	5 MCM/year	From Moiben Dam to Eldoret	-	-		-	-	
Borehole	560 nos	56 MCM/year		1,250 nos	125 MCM/year		160 nos	16 MCM/year	
Desalination	-	-		-	-		-	-	

Catchment Area	ACA			TCA			ENNCA		
Facilities	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks	Quantity	Total Volume/Yield	Remarks
Dam	16 nos	1,689 MCM		11 nos	5,729 MCM		5 nos	522 MCM	
Small Dam and Water Pan	1,880 nos	94 MCM		3,020 nos	151 MCM		1,820 nos	91 MCM	
Inter-basin Water Transfer	-	-	(From TCA)	1 no	168 MCM/year	From TCA to Nairobi	-	-	
Intra-basin Water Transfer	2 nos	68 MCM/year	From Mzima Springs & Athi River	3 nos	94 MCM/year	From Masinga Dam to Kitui, from Kiambere Dam to Mwingi, and from High Grand Falls Dam to Lamu	-	-	
Borehole	350 nos	35 MCM		1,440 nos	144 MCM/year		1,560 nos	156 MCM/year	
Desalination	1 no	93 MCM/year	Mombasa	-	-		-	-	

Total			Existing Facilities		
Facilities	Quantity	Total Volume/Yield	Facilities	Quantity	Total Volume/Yield
Dam	59 nos	10,679 MCM	Dam	26 nos	3,906 MCM
Small Dam and Water Pan	17,860 nos	893 MCM	Small Dam and Water Pan	4,037 nos	74 MCM
Inter-basin Water Transfer	4 nos	480 MCM/year	Inter-basin Water Transfer	5 nos	185 MCM/year
Intra-basin Water Transfer	6 nos	167 MCM/year	Intra-basin Water Transfer	10 nos	74 MCM/year
Borehole	5,320 nos	532 MCM/year	Borehole	13,758 nos	525 MCM/year
Desalination	1 no	93 MCM/year	Desalination	-	-

Source: JICA Study Team

表19.1.7 水資源管理計画のまとめ

Catchment Area	LVNCA	LVSCA	RVCA
1) Monitoring Networks - Surface Water Monitoring - Rainfall Monitoring Stations - Groundwater Monitoring Stations - Reference Point	24 locations 42 locations 19 locations 2 locations	23 locations 50 locations 19 locations 5 locations	23 locations 47 locations 10 locations 4 locations
2) Evaluation of Water Resources	a) Formulation of water resources evaluation team in LVN Regional office b) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratory in Kakamega.	a) Formulation of water resources evaluation team in LVS Regional office b) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratory in Kisumu.	a) Formulation of water resources evaluation team in RV Regional office b) Establishment of additional water quality test laboratories in Lodwar and Kapenguria for timely analysis of water quality c) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratories in Nakuru, Lodwar and Kapenguria.
3) Improvement of Water Permit Issuance and Control	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current five to seven.	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current four to seven.	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current six to 15.
4) Watershed Conservation (Forestation, Small Water Sources Conservation and Soil Erosion Control)	a) Forestation of 234,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Soil Erosion Control	a) Forestation of 412,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Small Water Sources Conservation c) Soil Erosion Control	a) Forestation of 1,006,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Soil Erosion Control
Catchment Area	ACA	TCA	ENNCA
1) Monitoring Networks - Surface Water Monitoring - Rainfall Monitoring Stations - Groundwater Monitoring Stations - Reference Point	26 locations 38 locations 24 locations 2 locations	26 locations 47 locations 18 locations 3 locations	13 locations 34 locations 5 locations 1 locations
2) Evaluation of Water Resources	a) Formulation of water resources evaluation team in Athi Regional office b) Establishment of additional water quality test laboratory in Mombasa for timely analysis of water quality c) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratories in Machakos and Mombasa.	a) Formulation of water resources evaluation team in Tana Regional office b) Establishment of additional water quality test laboratory in Garissa for timely analysis of water quality c) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratories in Embu and Garissa.	a) Formulation of water resources evaluation team in ENN Regional office b) Establishment of additional water quality test laboratories in Marsabit and Wajir for timely analysis of water quality c) Enhance evaluation of water quality in water quality test laboratories in Nyeri, Marsabit and Wajir.
3) Improvement of Water Permit Issuance and Control	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current six to 16.	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current seven to 15.	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current eight to 12.
4) Watershed Conservation (Forestation, Small Water Sources Conservation and Soil Erosion Control)	a) Forestation of 868,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Small Water Sources Conservation	a) Forestation of 1,366,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Soil Erosion Control	a) Forestation of 592,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Small Water Sources Conservation c) Soil Erosion Control
Catchment Area	Total		
1) Monitoring Networks - Surface Water Monitoring - Rainfall Monitoring Stations - Groundwater Monitoring Stations - Reference Point	135 locations 258 locations 95 locations 17 locations		
2) Evaluation of Water Resources	a) Formulation of water resources evaluation team in each regional offices of WRMA. b) Establishment of additional six water quality test laboratories in total in RVCA, ACA, TCA and ENNCA.		
3) Improvement of Water Permit Issuance and Control	a) Maintenance of the latest version of issued permits b) Revision of standards such as water allocation guidelines based on future demand and water resources c) Increase of water right officers from the current 36 to 72.		
4) Watershed Conservation (Forestation and Soil Erosion Control)	a) Forestation of 4,478,000 ha to achieve Kenya Vision 2030 target forest recovery of 10%. b) Small Water Sources Conservation c) Soil Erosion Control		

Source: JICA Study Team

表 19.1.8 洪水・渇水災害管理計画のまとめ

Catchment Area	LVNCA	LVSCA	RVCA
Flood Management Plan	a) Nzoia R. Basin: Flood control by dams, dikes and river improvement b) Nzoia R. Basin: Operation of early flood forecasting and warning system c) Nzoia and Yala R. Basins: Preparation of flood fighting plans for dikes	a) Kano Plain: Flood control by dams, dikes and river improvement b) Kano Plain: Establishment of early flood forecasting and warning system c) Nyando R.: Preparation of flood fighting plan for dikes d) Mouth areas of Sondu and Kuja Rivers: Community-based disaster management e) Kisumu City: Provision of urban drainage measures	a) Narok: Flood control by river improvement and dam, and preparation of flood hazard map and evacuation plan b) Mogotio: Flood control by river improvement and preparation of hazard map c) Narok: Provision of urban drainage measures d) Nakuru: Provision of urban drainage measures
	Target Area * <u>1.</u> Yala Swamp (a/b/c)	Target Area * <u>2.</u> Kano Plain (a/b/c), <u>3.</u> Sondu Rivermouth (d), <u>4.</u> Kuja Rivermouth (d), <u>5.</u> Kisumu (e)	Target Area * <u>8.</u> Nakuru (d), <u>9.</u> Narok (a/c), <u>10.</u> Mogotio (b)
Drought Management Plan	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 2 Basin Drought Conciliation Councils c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 5 dams and proposed 7 dams)	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 5 Basin Drought Conciliation Councils c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 2 dams and proposed 10 dams)	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 7 Basin Drought Conciliation Councils c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 5 dams and proposed 10 dams)
Catchment Area	ACA	TCA	ENNCA
Flood Management Plan	a) Kilifi (Downmost Athi): Community-based disaster management b) Taveta (Lumi Rivermouth): Community-based disaster management c) Kwale (Vanga): Flood control by river training and preparation of hazard map d) Nairobi: Provision of urban drainage measures e) Mombasa: Provision of urban drainage measures	a) Garissa: Flood control by river structure and dam, and preparation of flood hazard map and evacuation plan b) Lower Tana: Community-based disaster management c) Kiambere Dam: Improvement of discharge warning system	a) Mandera: Flood control by river structures, and preparation of flood hazard map and evacuation plan b) Isiolo: Flood control by river structures and preparation of flood hazard map c) Isiolo: Provision of urban drainage measures
	Target Area * <u>11.</u> Downmost Athi (a), <u>12.</u> Lumi Rivermouth (b), <u>13.</u> Nairobi City (d), <u>14.</u> Kwale (c), <u>15.</u> Mombasa (e)	Target Area * <u>16.</u> Lower Tana (a/b/c), <u>17.</u> Ijara (a/b/c)	Target Area * <u>20.</u> Mandera (a), <u>21.</u> Isiolo (b/c)
Drought Management Plan	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 6 Basin Drought Conciliation Councils c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 8 dams and proposed 16 dams)	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 1 Basin Drought Conciliation Council c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 8 dams and proposed 11 dams)	a) Monitoring reference water levels which correspond to reserve or normal discharge (as a part of WRM plan) b) Establishment of 1 Basin Drought Conciliation Council c) Early Drought Forecasting based on long-term rainfall prediction d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 1 dam and proposed 5 dams)
Plan	Total		Note: * The underlined numbers that are provided to each target area name correspond to the table “Proposed Areas Subject to Flood Disaster Management Plan” shown in Section 6.9 (2) e). Source: JICA Study Team
Flood Management Plan	17 areas		
Drought Management Plan	d) Water Use Restriction Rule for Reservoirs (Existing 29 dams and proposed 59 dams)		

表 19.1.9 環境管理計画のまとめ (1/2)

Catchment Area	Target	Proposed Setting Point		Reserve*1 (m <sup>3</sup> /s)	Monitoring Point of WRM*2		
LVNCA	Nzoia River	Environmental flow rate	1	Lower reaches of the Nzoia River : LVN-F1	34.1	1EE01	
			2	Reference point (Webuye Town) : LVN-F2	15.9	1DA02	
			3	Moi's Bridge Town : LVN-F3	2.5	1BB01	
	Yala River	Environmental monitoring	4	Lower reaches of the Nzoia River : LVN-M1	34.1	1EE01	
			5	Reference point (Webuye Town) : LVN-M2	15.9	1DA02	
			1	Reference point (Yala Town) : LVN-F4	6.7	1FG01	
	Lake Victoria	Environmental monitoring	2	Downstream of Nandi Forest Dam: LVN-F5	5.1	1FE02	
			3	Yala Swamp : LVN-M3	-	1FG03	
	LVSCA	Nyando River	Environmental flow rate	1	Near river mouth of the Nzoia River : LVN-M4	-	-
2				Near river mouth of the Yala River : LVN-M5	-	-	
Environmental monitoring			1	Reference point (Ahero Town) : LVS-F1	1.7	1GD03	
			2	Near Muhoroni Town : LVS-F2	1.9	1GD07	
Sondeu River		Environmental flow rate	3	Reference point (Ahero Town): LVS-M1	1.7	1GD03	
			4	Near Muhoroni Town : LVS-M2	1.9	1GD07	
		Environmental monitoring	1	Reference point (Upstream of the Sondu Dam) : LVS-F3	10.5	1JG05	
			2	Confluence point with the Itare River : LVS-F4	3.7	1JF08	
Gucha - Migori River		Environmental flow rate	3	Reference point (Upstream of the Sondu Dam) : LVS-M3	10.5	1JG05	
			4	Confluence point with the Itare River : LVS-M4	3.7	1JF08	
			1	Confluence point of both rivers : LVS-F5	2.4	1KB05	
		Environmental monitoring	2	Reference point (Gucha River) : LVS-F6	0.4	1KB03	
			3	Reference point (Migori River) : LVS-F7	1.5	1KC03	
			4	Confluence point of both rivers : LVS-M5	2.4	1KB05	
Mara River		Environmental flow rate	5	Reference point (Gucha River) : LVS-M6	0.4	1KB03	
			6	Reference point (Migori River) : LVS-M7	1.5	1KC03	
Lake Victoria		Environmental monitoring	1	Reference point (Upstream of the Masai-Mara National Park) : LVS-F8	4.3	1LA04	
			1	Reference point (Upstream of the Masai-Mara National Park) : LVS-M8	4.3	1LA04	
Kisumu City and Homa Bay Town		Environmental monitoring	1	Near river mouth of the Nyando River : LVS-M9	-	-	
			2	Near river mouth of the Sondu River : LVS-M10	-	-	
RVCA		Turkwel River	Environmental flow rate	3	Near river mouth of the Gucha River : LVS-M11	-	-
				1	Kisumu City (Main discharge point: Lower reaches of the Kibos River): LVS-M12	-	-
			Environmental monitoring	2	Homa Bay Town (Major discharge point) : LVS-M13	-	-
				1	Reference point (Lodwar Town) : RV-F1	0.0	2B21
	Kerio River	Environmental flow rate	2	Confluence point with the Suam River (Downstream of the Turkwel Dam) : RV-F2	0.0	-	
			3	Reference point (Lodwar Town) : RV-M1	0.0	2B21	
		Environmental monitoring	4	Confluence point with the Suam River (Downstream of the Turkwel Dam) : RV-M2	0.0	-	
			1	Reference point (Downstream of confluence with the Arror River) : RV-F3	0.0	2C16	
	Ewaso Ng'iro South River	Environmental monitoring	2	Downstream of the South Turkana National Reserve : RV-M3	-	-	
			3	Reference point (Downstream of confluence with the Arror River) : RV-M4	0.0	2C16	
	Lake Turkana	Environmental flow rate	1	Reference point (Narok Town) : RV-F4	0.0	2K06	
			2	Lower reaches of the Ewaso Ng'iro South River: RV-M5	0.0	2K04	
	Lake Baringo	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F5	-	2B13	
			2	Representative point : RV-M6	-	2B13	
	Lake Bogoria	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F6	-	2EH1	
			2	Representative point : RV-M7	-	2EH1	
	Lake Nakuru	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F7	-	2EB10	
			2	Representative point : RV-M8	-	2EB10	
	Lake Elementaita	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F8	-	2FC04	
			2	Representative point : RV-M9	-	2FC04	
	Lake Elementaita	Environmental monitoring	1	Representative point : RV-F9	-	2FA08	
			2	Representative point : RV-M10	-	2FA08	

表 19.1.9 環境管理計画のまとめ (2/2)

Catchment Area	Target	Proposed Setting Point		Reserve* <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Monitoring Point of WRM* <sup>2</sup>		
RVCA (Contd.)	Lake Naivasha	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F10	-	2GD06	
		Environmental monitoring	2	Representative point : RV-M11	-	2GD06	
	Lake Magadi	Environmental flow rate	1	Representative point : RV-F11	-	New	
		Environmental monitoring	2	Representative point : RV-M12	-	New	
	Nakuru and Naivasha towns	Environmental monitoring	1	Nakuru Town (Main discharge channel) : RV-M13	-	-	
			2	Naivasha Town (Main discharge channel) : RV-M14	-	-	
ACA	Athi River	Environmental flow rate	1	Reference point (Confluence point with the Tsavo River) : ACA-F1	8.9	3HA12	
			2	Upstream of Tsavo national parks : ACA-F2	9.8	3F09	
			3	Reference point (Kangundo Town) : ACA-F3	8.6	3DB01	
		Environmental monitoring	4	Reference point (Confluence point with the Tsavo River) : ACA-M1	8.9	3HA12	
			5	Upstream of Tsavo national parks : ACA-M2	9.8	3F09	
			6	Reference point (Kangundo Town) : ACA-M3	8.6	3DB01	
	Lumi River	Environmental flow rate	1	Reference point : ACA-F4	0.0	3J15	
		Environmental monitoring	2	Reference point : ACA-M4	0.0	3J15	
	Nairobi River	Environmental monitoring	1	Downstream of Nairobi City : ACA-M5	1.1	3BA29	
	Lake Chala	Environmental flow rate	1	Representative point : ACA-F5	-	3J12	
		Environmental monitoring	2	Representative point : ACA-M6	-	3J12	
	Lake Jipe	Environmental flow rate	1	Representative point : ACA-F6	-	3J02	
		Environmental monitoring	2	Representative point : ACA-M7	-	3J02	
	Lake Amboseli	Environmental monitoring	1	Representative point : ACA-M8	-	-	
	Nairobi and Mombasa cities	Environmental monitoring	1	Nairobi City (Main discharge point): ACA-M9	-	-	
			2	Mombasa City (Main discharge point) : ACA-M10	-	-	
	TCA	Tana River	Environmental flow rate	1	Reference point (Downstream of Garissa Town) : TCA-F1	53.5	4G01
				2	Upper reaches of the Meru National Park : TCA-F2	52.1	4F13
3				Reference point(Upstream of Masinga Dam) : TCA-F3	1.5	4BE01	
Environmental monitoring			4	Tana Delta : TCA-M1	42.7	4G02	
			5	Upstream of the Tana River Primate National Reserve : TCA-M2	-	-	
			6	Reference point (Downstream of Garissa Town) : TCA-M3	53.5	4G01	
			7	Upstream of the Meru National Park : TCA-M4	52.1	4F13	
			8	Reference point (Upstream of Masinga Dam) : TCA-M5	1.5	4BE01	
Chania River		Environmental flow rate	1	Reference point (Downstream of Thika Town) : TCA-F4	8.5	4CC03	
		Environmental monitoring	2	Reference point (Downstream of Thika Town): TCA-M6	8.5	4CC03	
ENNCA	Ewaso Ng'iro North River	Environmental flow rate	1	Reference point (Archers' Post Town) : ENN-F1	0.0	5ED01	
			2	Downstream of confluence point with the Ewaso Narok River: ENN-F2	1.3	5DC02	
		Environmental monitoring	3	Reference point (Archers' Post Town) : ENN-M1	0.0	5ED01	
			4	Downstream of confluence point with the Ewaso Narok River: ENN-M2	1.3	5DC02	
Total	Environmental flow rate	36 points		-			
	Environmental monitoring	50 points		-			

Note: \*1 Reserve includes the water for ecological needs and basic human needs as mentioned in WRMA Guidelines for Water Allocation.

\*2 WRM = Water Resource Management

Source: JICA Study Team referring to existing water resources monitoring points.

附 圖



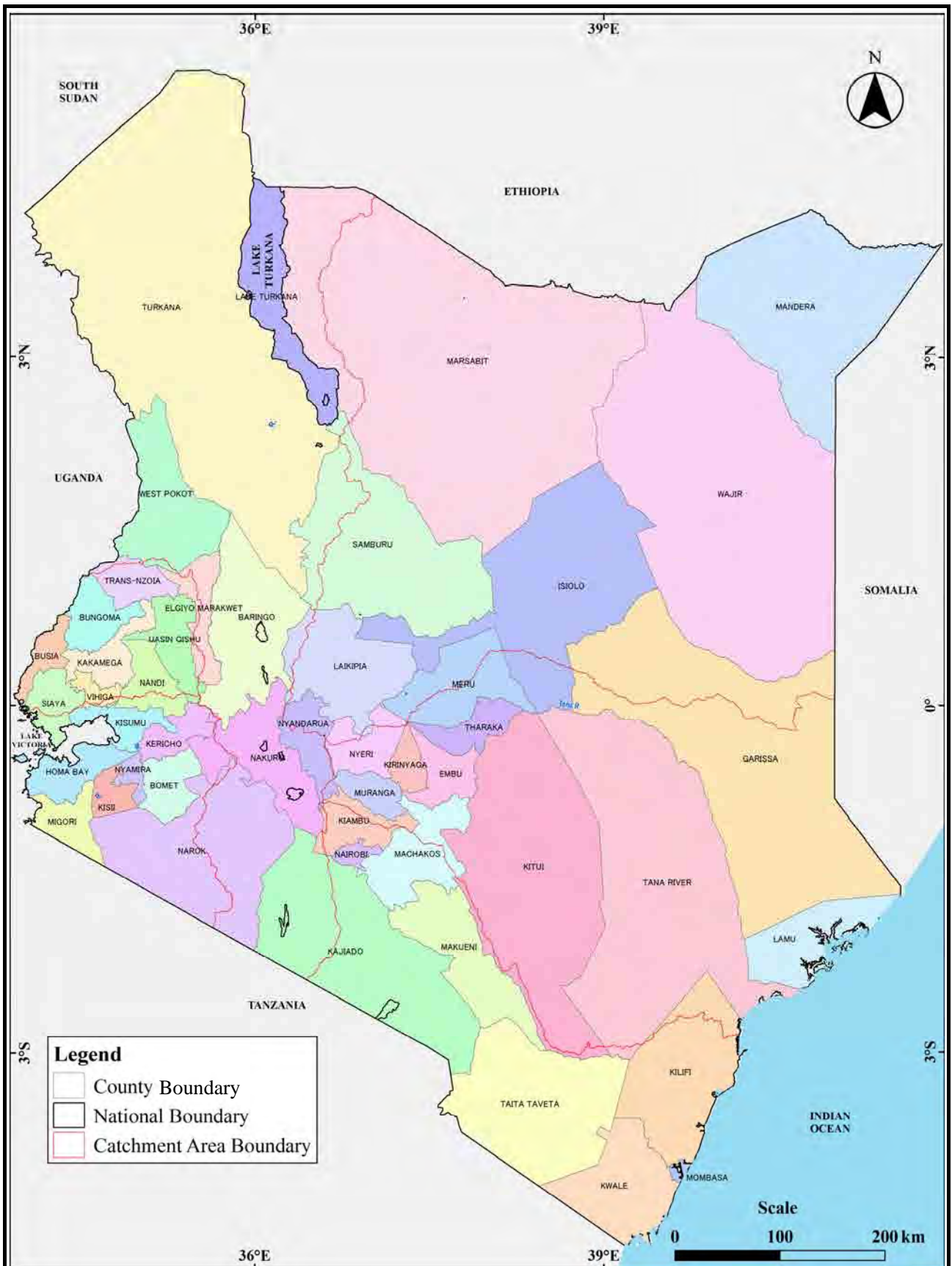
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 1.3.1  
WRMA 流域区



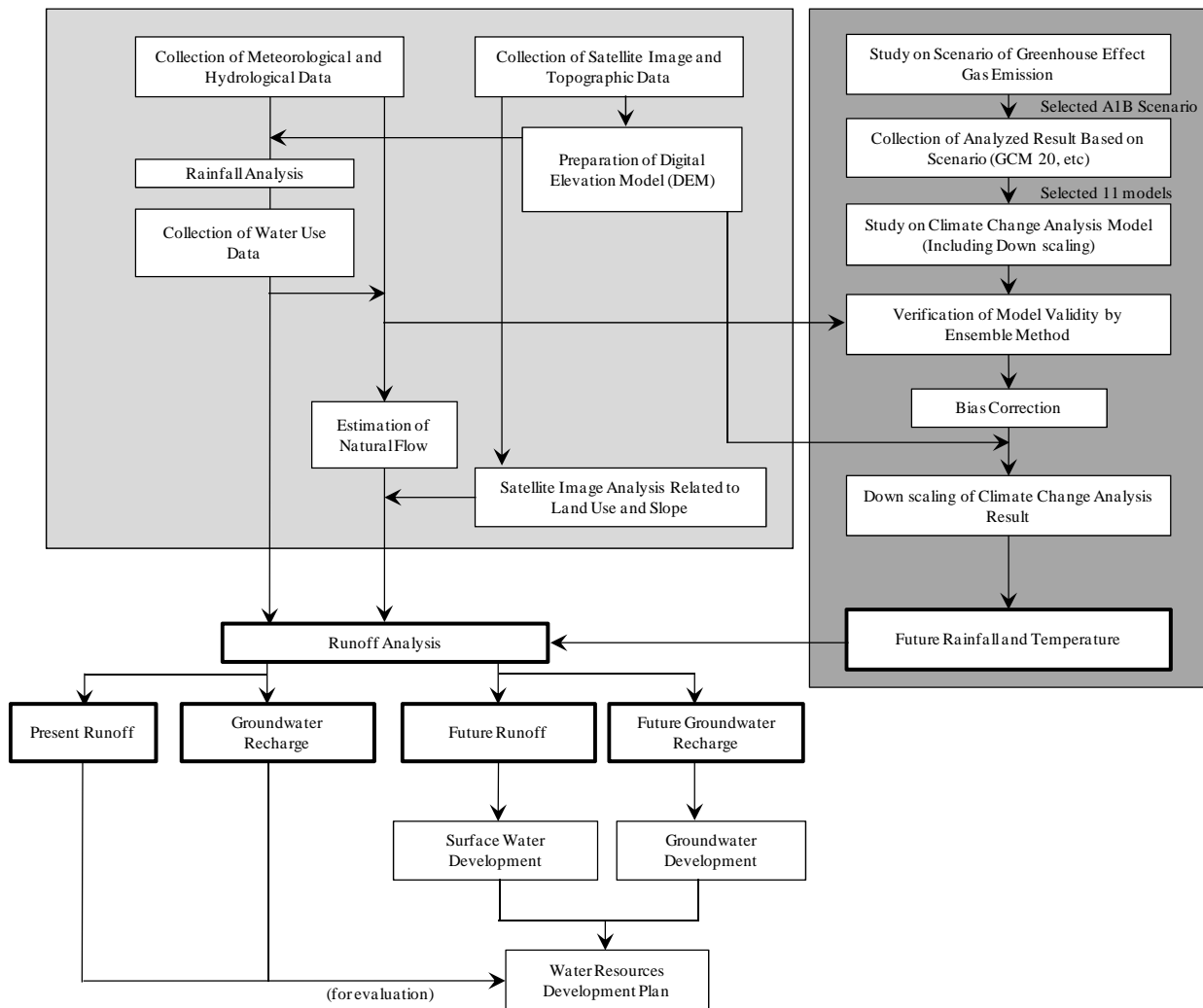


Source: JICA Study Team based on GIS data from Kenya National Bureau of Statistics

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

図 2.2.1  
地方政府の行政界

国際協力機構

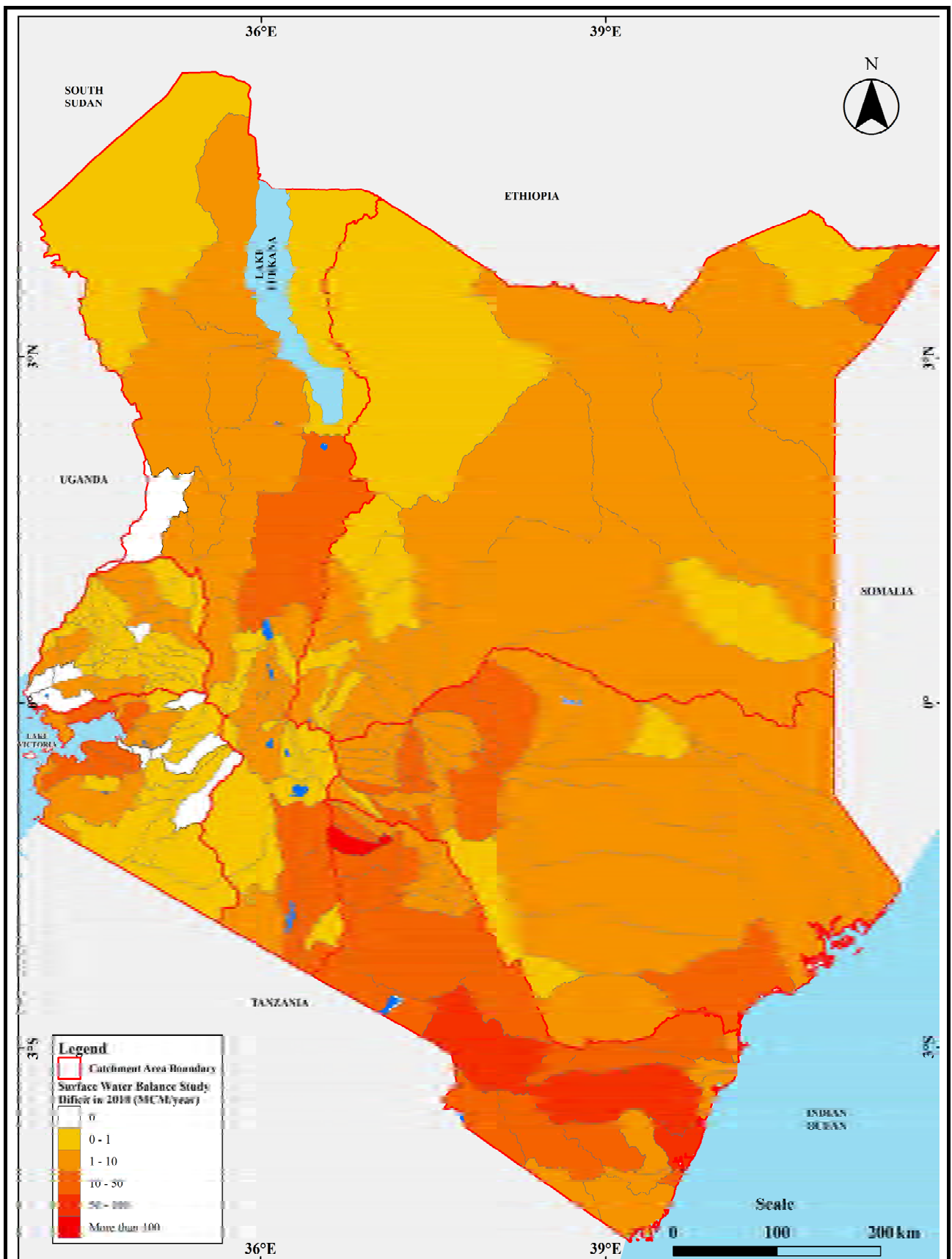


Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 4.1.1  
将来気候予測と水資源開発計画策定の  
の流れ

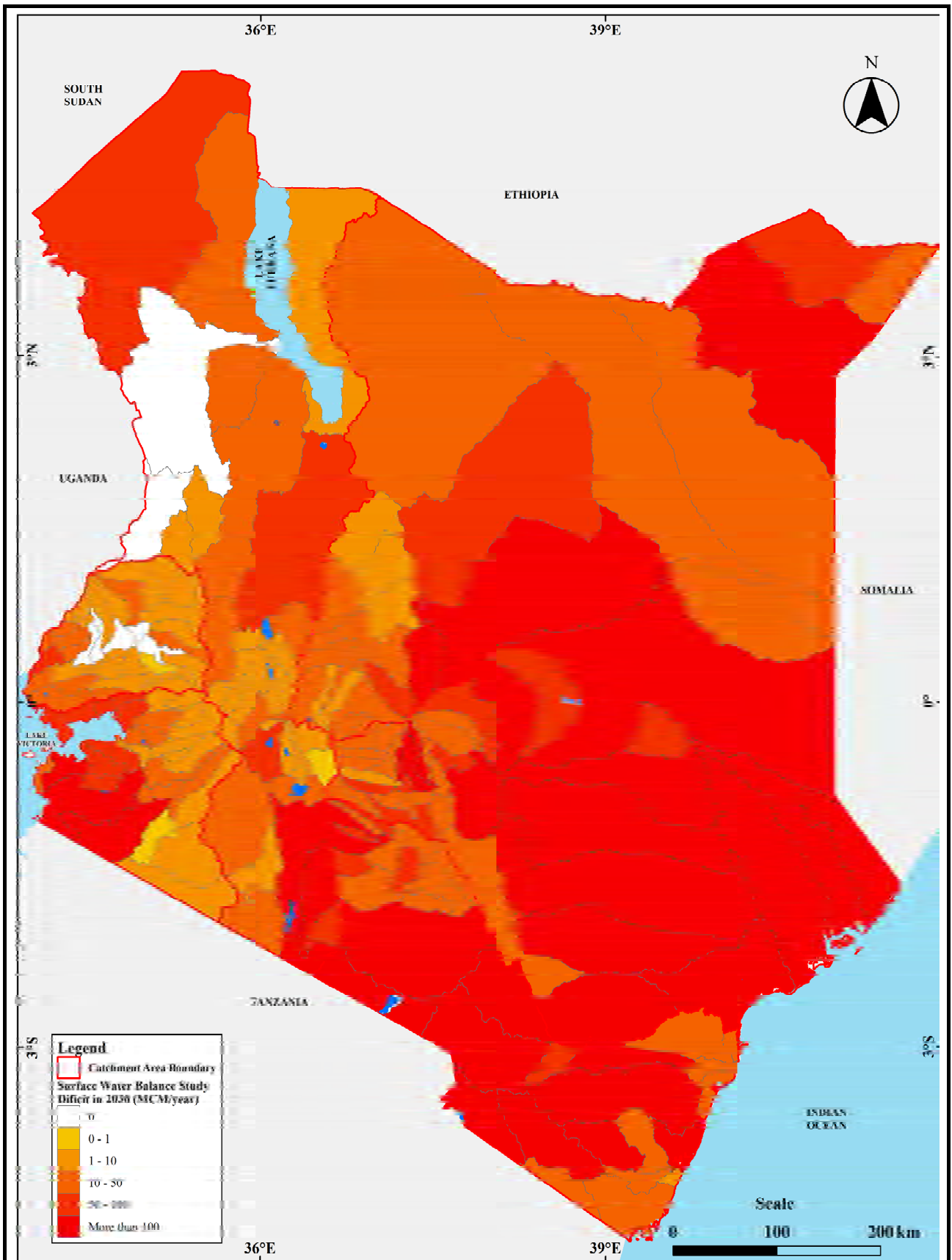


Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 5.3.1  
サブ流域別の 2010 年水需要に対する水不足量

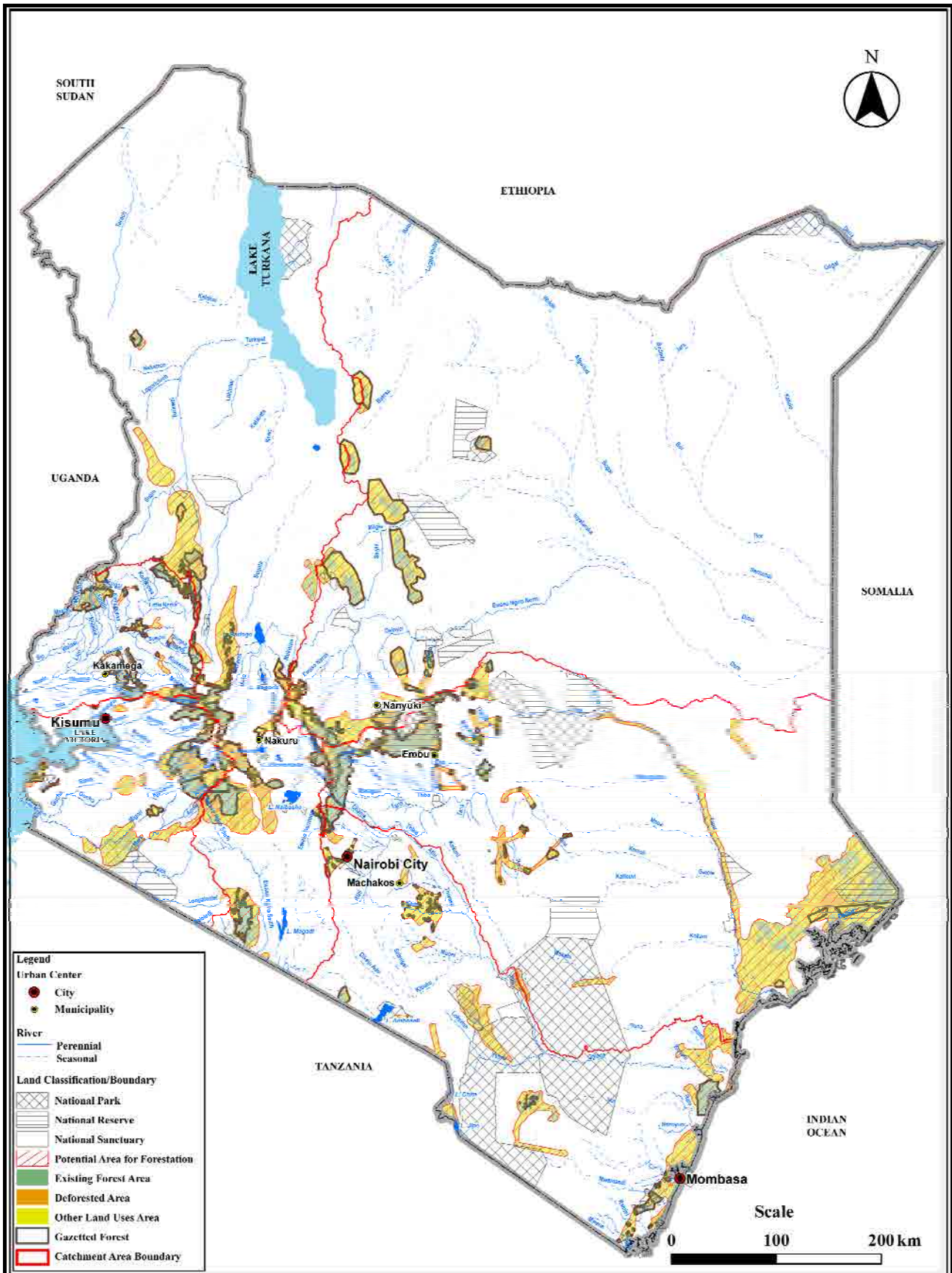


Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 5.3.2  
サブ流域別の 2030 年水需要に対する水不足量



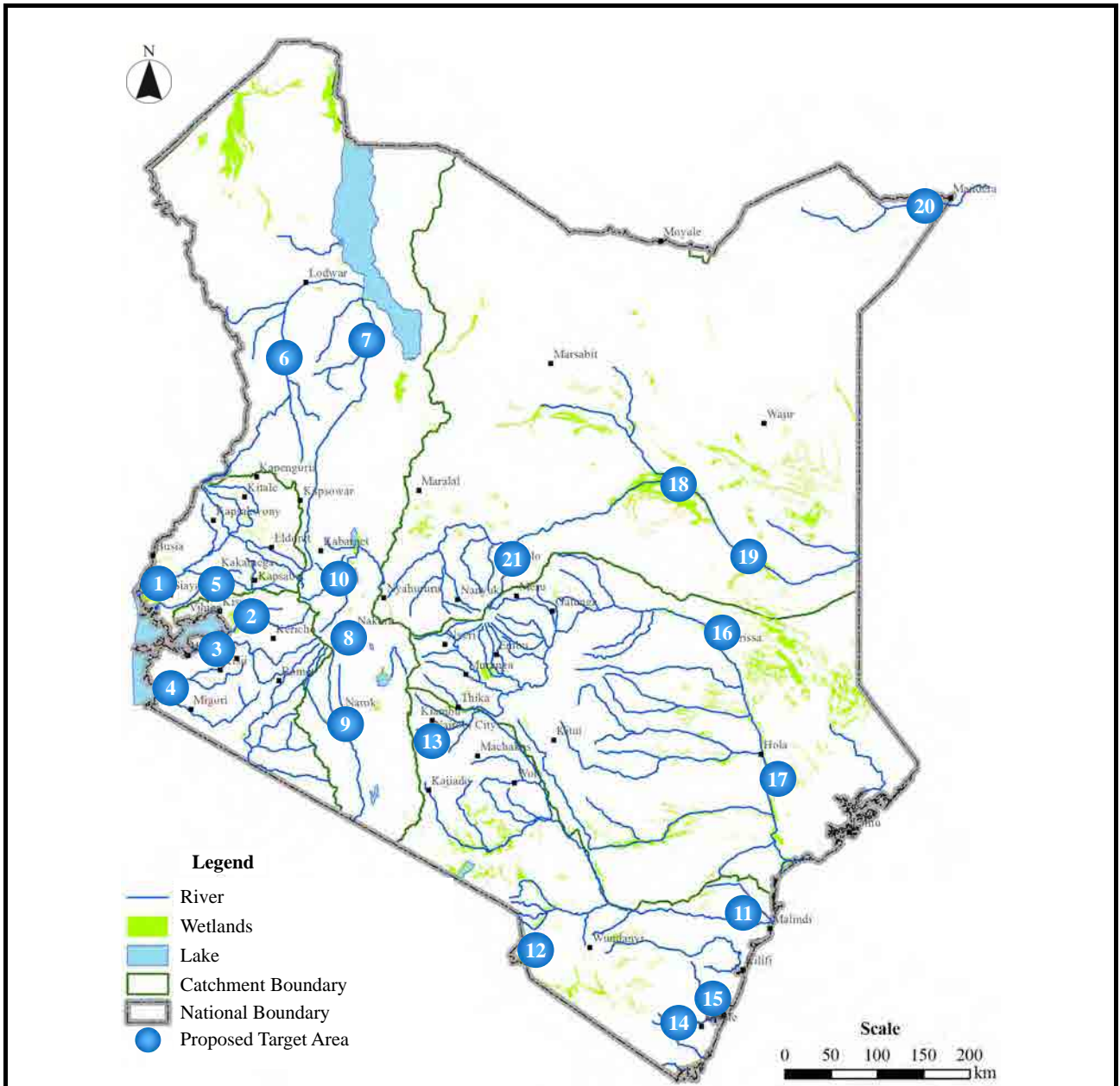
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 6.8.1  
森林の現況と植林可能地域

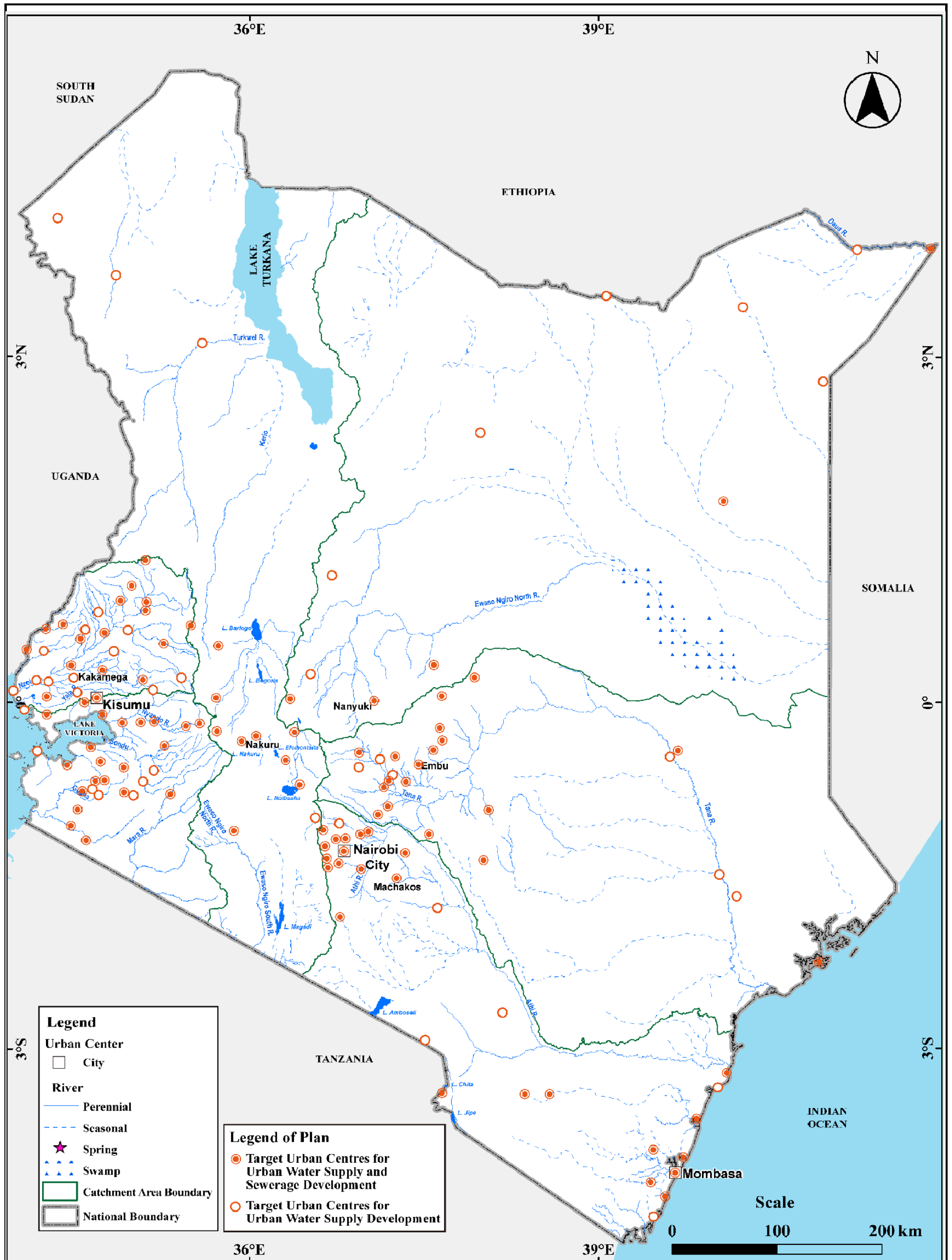




Catchment Area	Proposed Target Area
Lake Victoria North	1. Yala Swamp
Lake Victoria South	2. Kano Plain, 3. Sondu Rivermouth, 4. Kuja Rivermouth, 5. Kisumu
Rift Valley	6. Middle/Lower Turkwel, 7. Lower Kerio, 8. Nakuru, 9. Narok, 10. Mogotio
Athi	11. Downmost Athi, 12. Lumi Rivermouth, 13. Nairobi City, 14. Kwale, 15. Mombasa
Tana	16. Lower Tana, 17. Ijara
Ewaso Ng'iro North	18. Middle/Lower Ewaso Ng'iro North, 19. Wajir, 20. Mandera, 21. Isiolo

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト	<b>図 6.9.1</b> 洪水災害管理計画 検討対象地区
国際協力機構	



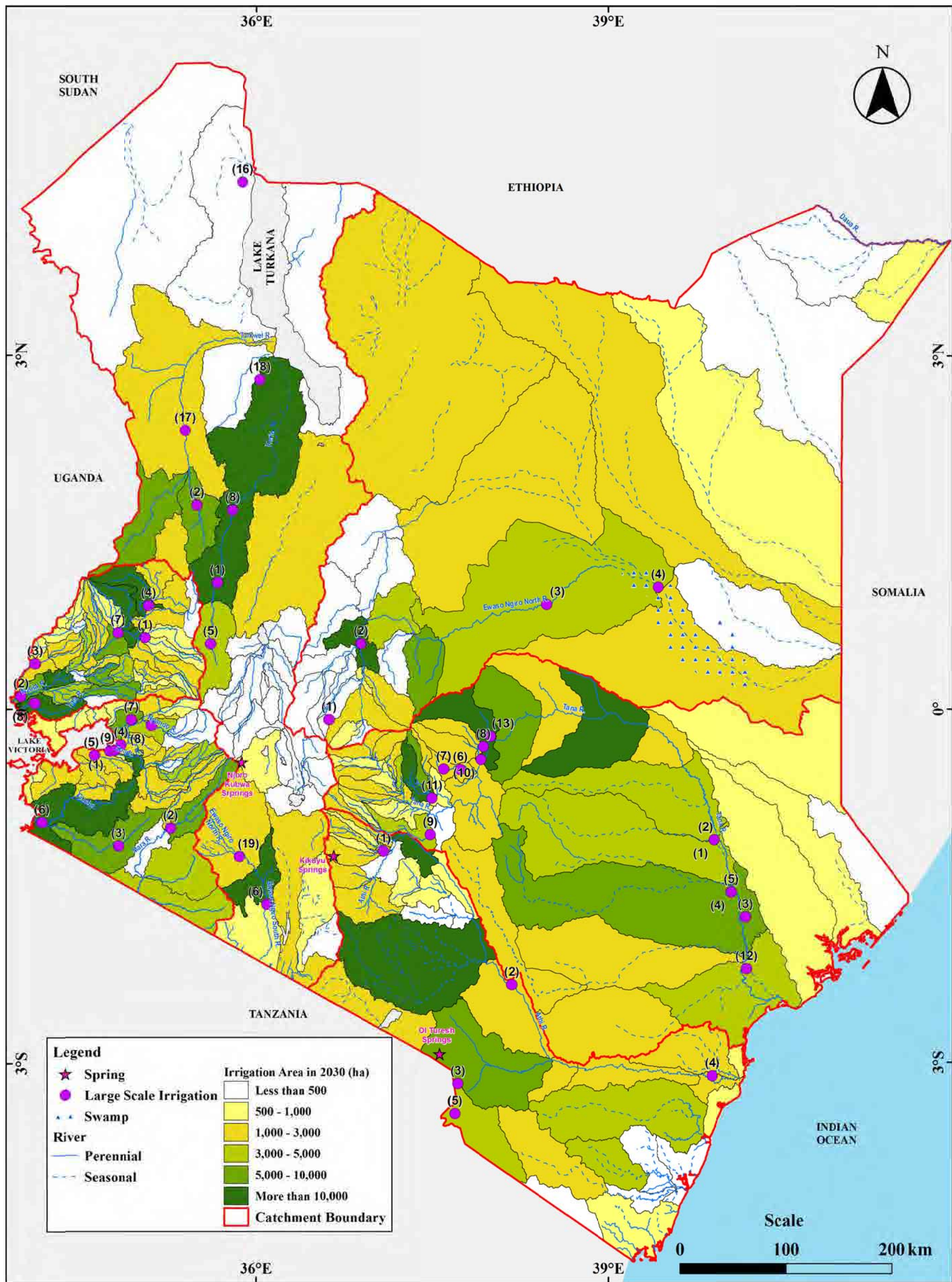
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト

図 7.3.1

上下水道開発計画対象都市





LVNCA		LVSCA		RVCA		ACA		TCA		ENNCA	
No	Name of Project	No	Name of Project	No	Name of Project	No	Name of Project	No	Name of Project	No	Name of Project
1.	Kibolo Irrigation	1.	Ahero and West Kano Irrigation	1.	Arror Irrigation	1.	Kanzalu Irrigation Extension	1.	High Grand Falls Irrigation	1.	Kieni Irrigation
2.	Lower Nzoia Irrigation	2.	Amala Irrigation	2.	Embobut Irrigation	2.	Kibwezi Irrigation Extension	2.	Hola Irrigation Expansion	2.	Kihoto Irrigation
3.	Lower Sio Irrigation	3.	Iloiterre Irrigation	3.	Kimwarer Irrigation	3.	Mt. Kilimanjaro Irrigation	3.	Hola Irrigation Greater Extension	3.	Kom (Wajir) Irrigation
4.	Moi's Bridge Irrigation	4.	Kano Plain Irrigation	4.	Lower Ewaso Ng'iro Irrigation	4.	Taita Taveta Irrigation	4.	Kora Irrigation		
5.	Upper Nzoia Irrigation	5.	Lower Kuja Irrigation (Stage-1)	5.	Norera Irrigation						
6.	Yala Swamp Drainage & Irrigation	6.	Lower Kuja Irrigation (Stage-2)	6.	Oldekesi Irrigation						
		7.	Nandi Forest Irrigation	7.	Perkera Irrigation Extension						
		8.	Nyando Irrigation	8.	Todonyang-Omo Irrigation						
				9.	Turkwel Irrigation						

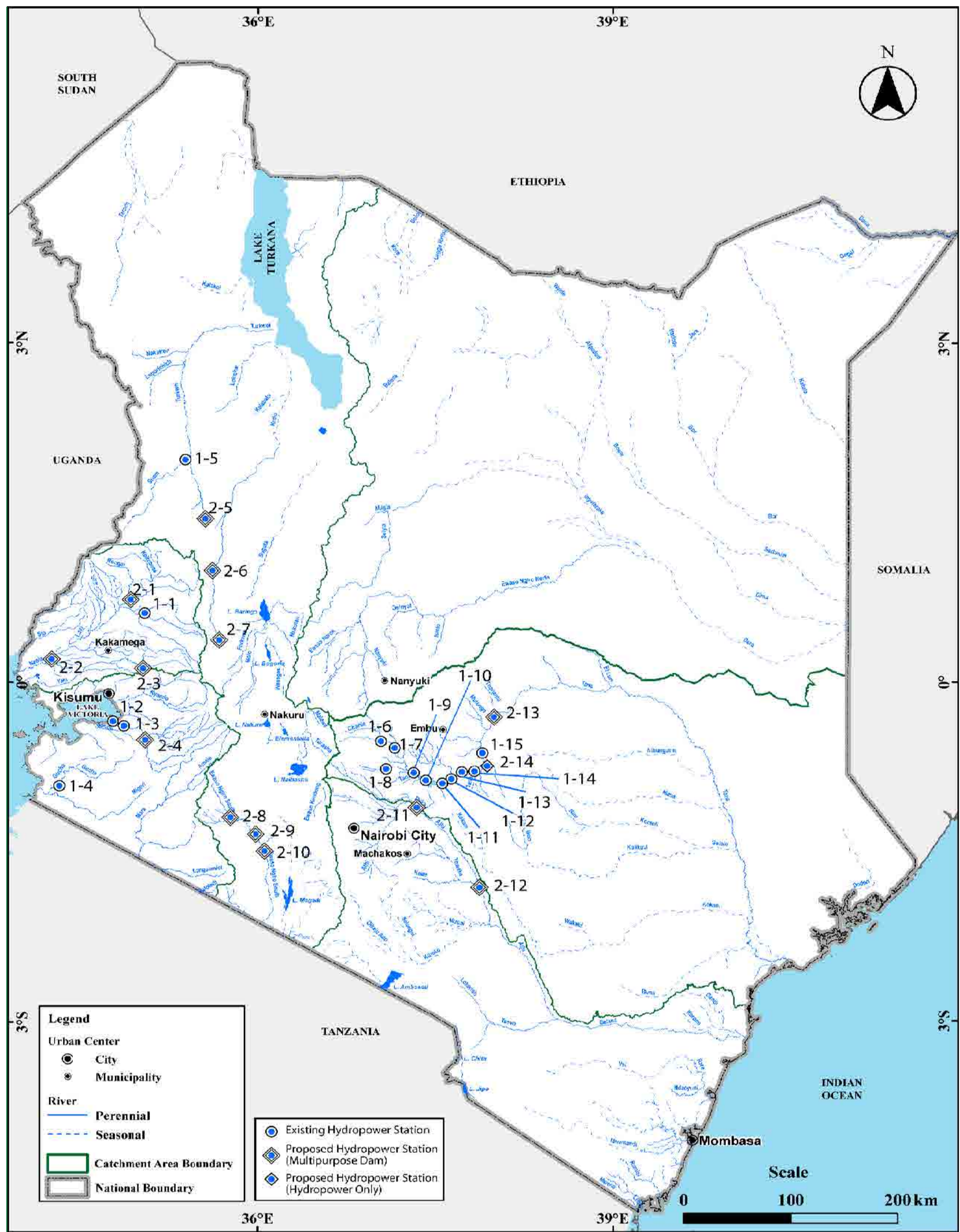
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト

図 7.5.1  
灌漑開発計画

国際協力機構

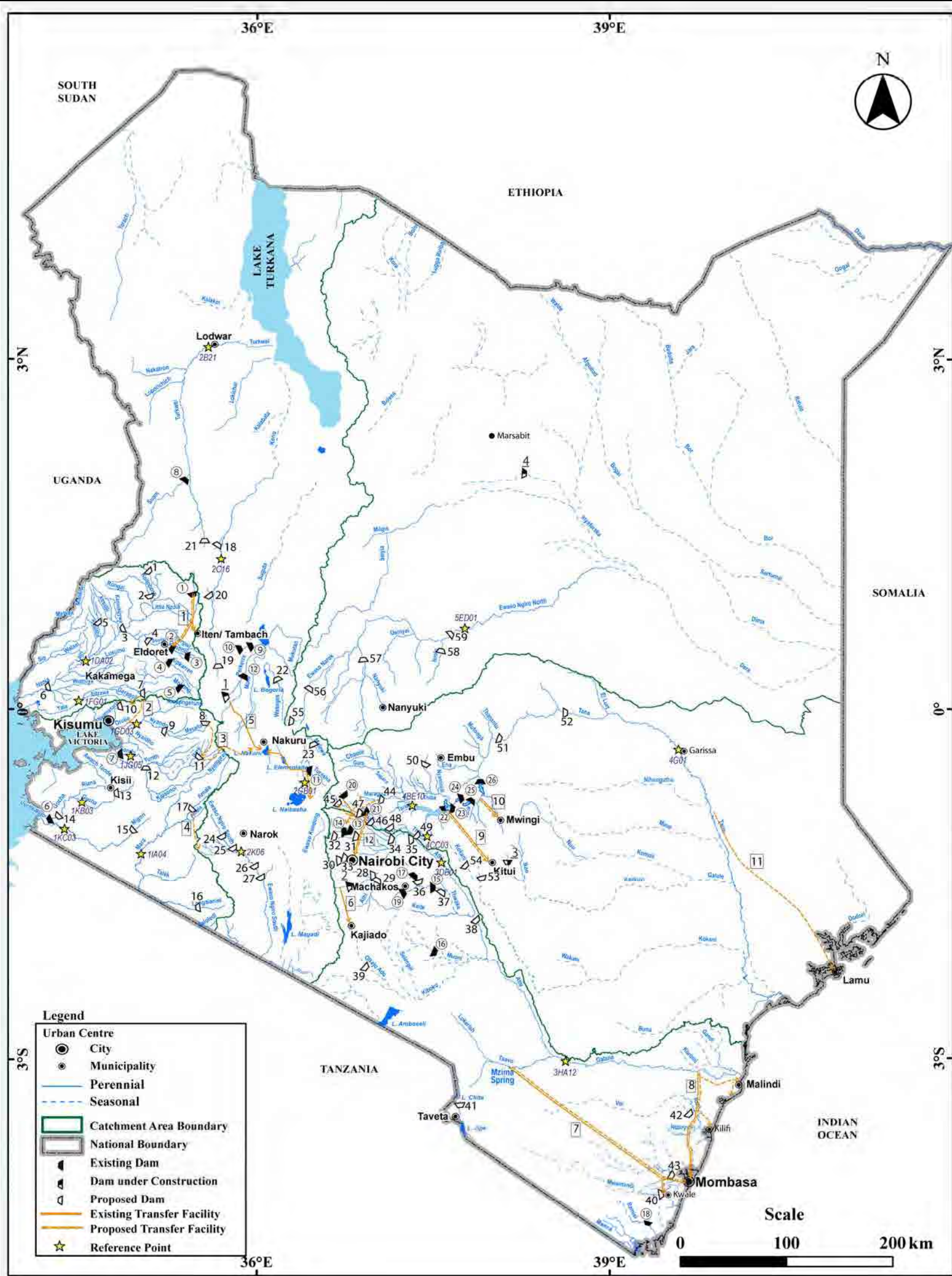




No.	Existing Hydropower Stations	Installed Capacity	No.	Proposed Hydropower Stations	Installed Capacity
1-1	Sosiani	0.4 MW	2-1	Nzoia (34B)	16 MW
1-2	Sangoro	21 MW	2-2	Nzoia (42A)	25 MW
1-3	Sondu/Miriu	60 MW	2-3	Nandi Forest	50 MW
1-4	Gogo Falls	2 MW	2-4	Magwagwa	115 MW
1-5	Turkwel	106 MW	2-5	Embobut	45 MW
1-6	Sagana	1.5 MW	2-6	Arror	80 MW
1-7	Mesco	0.35 MW	2-7	Kimwarer	20 MW
1-8	Wanji	7.4 MW	2-8	Oletukat	36 MW
1-9	Tana	14.8 MW	2-9	Leshota	54 MW
1-10	Ndula	2 MW	2-10	Oldorko	90 MW
1-11	Masinga	40 MW	2-11	Munyu	40 MW
1-12	Kamburu	94.2 MW	2-12	Thwake	20 MW
1-13	Gitaru	225 MW	2-13	High Grand Falls	(Stage 1) 500 MW
1-14	Kindaruma	40 MW			(Stage 2) +200 MW
1-15	Kiambere	164 MW	2-14	Karura	90 MW
Total		778.65 MW	Total		1,381 MW

Source: JICA Study Team





Existing Dams													
①	Moiben (Chebara)	②	Twin Rivers	③	Ellegirini	④	Kipkarren	⑤	Lessos	⑥	Gogo Falls	⑦	Sondu/Miriu
⑧	Turkwel	⑨	Chemeron	⑩	Kirandich	⑪	Turasha	⑫	Aram	⑬	Ruiru	⑭	Bathi
⑮	Mulima	⑯	Manooni	⑰	Muoni	⑱	Kikoneni	⑲	Maruba	⑳	Sasumua	㉑	Thika (Ndakaini)
㉒	Masinga	㉓	Kamburu	㉔	Gitaru	㉕	Kindaruma	㉖	Kiambere				
Dams under Construction													
1	Chemususu	2	Kiserian	3	Umaa	4	Badasa						
Proposed Dams													
1	Siyoi	2	Moi's Bridge	3	Nzoia 34B	4	Kibolo	5	Teremi	6	Nzoia 42A	7	Nandi Forest
8	Londiani	9	Nyando (Koru)	10	Kibos	11	Itare	12	Magwagwa	13	Bunyonyu	14	Katieno
15	Iloiterre	16	Sand River (Naikara)	17	Amala	18	Murung-Sebit	19	Kimwarer	20	Aror	21	Embobut
22	Waseges	23	Malewa	24	Upper Narok	25	Oletukat	26	Leshota	27	Oldorko	28	Upper Athi
29	Stony Athi	30	Kikuyu	31	Ruaka (Kiambaa)	32	Kamiti I	33	Ruiru-A (Ruiru 2)	34	Ndarugu (Ndarugu 1)	35	Munyu
36	Mbuuni	37	Kiteta	38	Thwake	39	Olkishunki	40	Pemba	41	Lake Chala	42	Rare
43	Mwachi	44	Maragua 4	45	Ndiara	46	Chania-B	47	Karimenu 2	48	Thika 3A	49	Yatta
50	Thiba	51	High Grand Falls	52	Kora	53	Mutuni	54	Kitimui	55	Nyahururu	56	Rumuruti
57	Kihoto	58	Isiolo	59	Archers' Post								
Water Transfer Schemes													
1	Moiben Dam to Eldoret/ Iten/ Tambach (Expansion)	2	Nandi Forest Dam to LVSCA (New)	3	Itare and Londiani Dams to Nakuru (New)	4	Amala Transfer from Amala Dam to RVCA (New)						
5	Chemususu Dam to Nakuru (Under Construction)	6	Kiserian Dam to Kajiado (Under Construction)	7	Mzima Springs to Mombasa (Expansion)	8	Sabaki Scheme from Athi River to Mombasa (Expansion)						
9	Masinga Dam to Kitui (Expansion)	10	Kiambere Dam to Mwingi (Expansion)	11	High Grand Falls Dam to Lamu (New)	12	TCA to Nairobi in ACA (Expansion)						

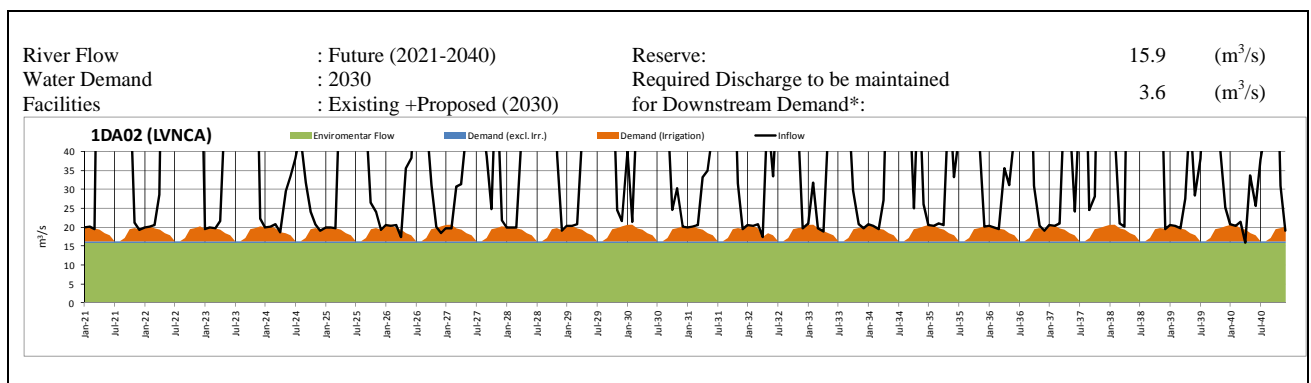
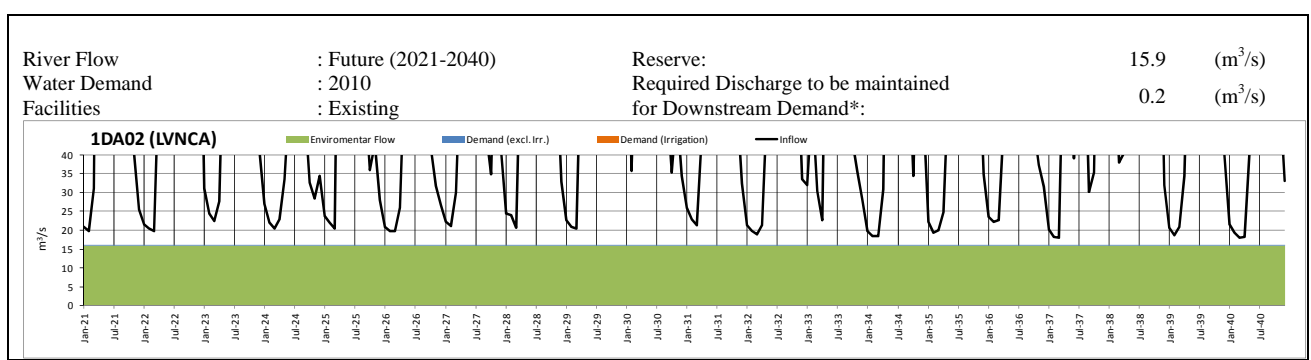
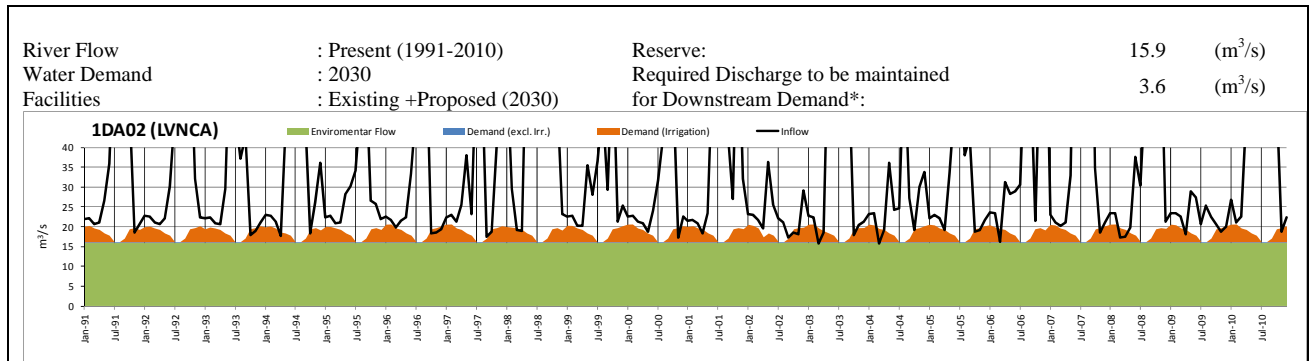
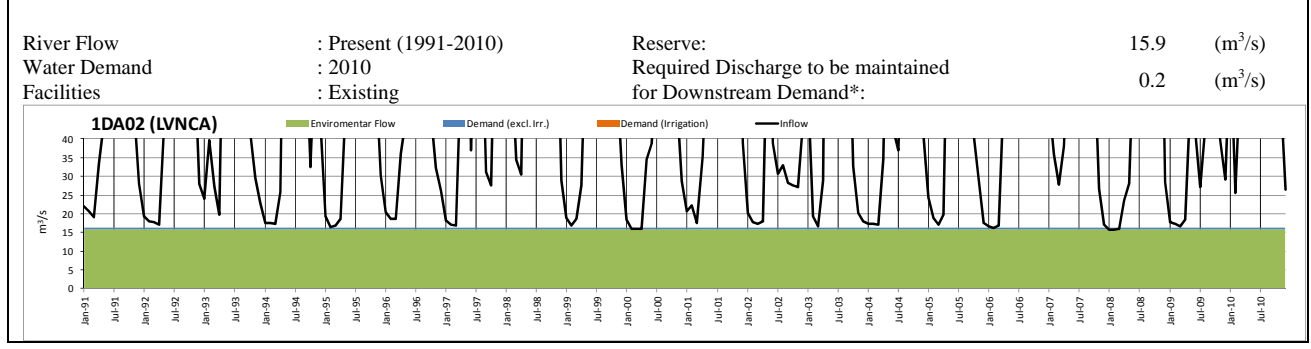
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト  
国際協力機構

図 7.7.1 ダムおよび導水計画

River Name: Nzoia River (LVNCA)

Reference Point: 1DA02



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, May and June.

Source: JICA Study Team

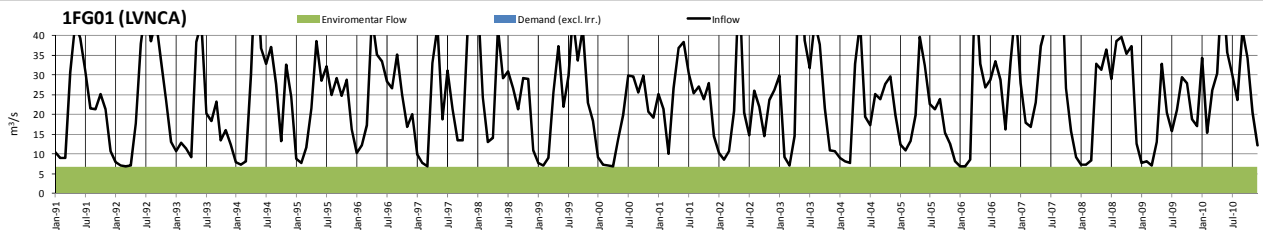
全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト  
  
国際協力機構

図 7.7.2  
基準点(1DA02)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVN 流域区) (1/2)

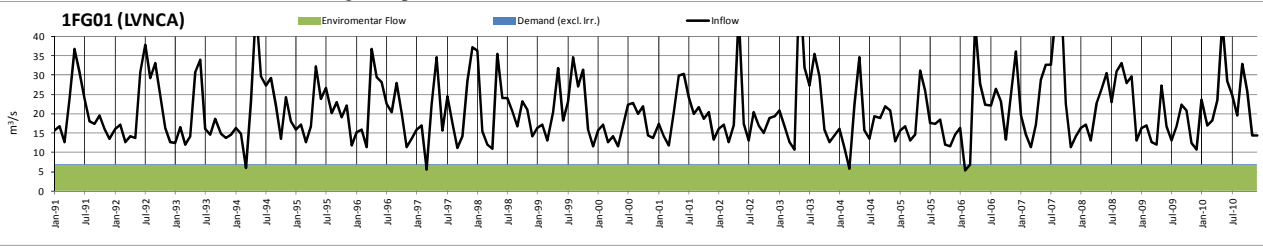
River Name: Yala River (LVNCA)

Reference Point: 1FG01

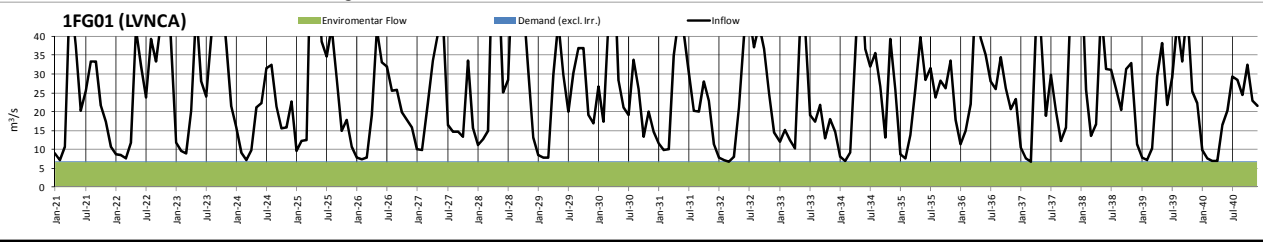
River Flow	: Present (1991-2010)	Reserve:	6.7	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



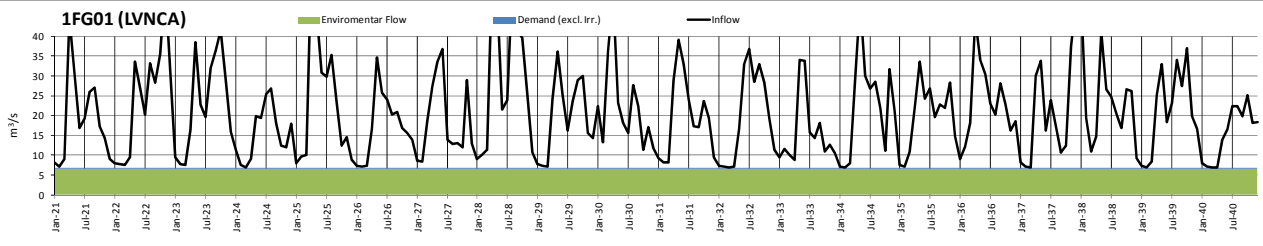
River Flow	: Present (1991-2010)	Reserve:	6.7	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.2	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River Flow	: Future (2021-2040)	Reserve:	6.7	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River Flow	: Future (2021-2040)	Reserve:	6.7	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.2	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



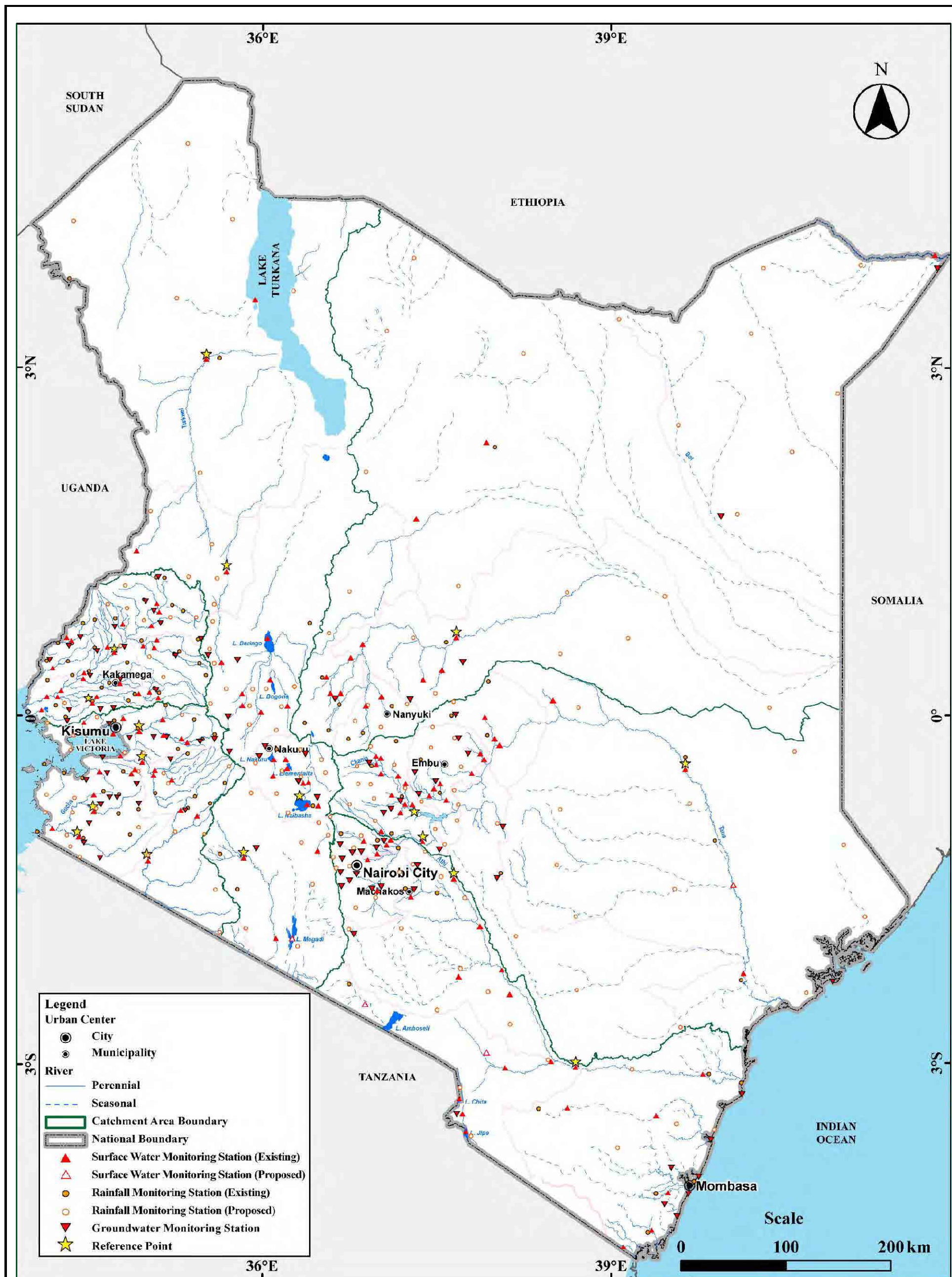
Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 7.7.2 (2/2)  
基準点(1FG01)における現在と将来の水  
需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVN  
流域区) (2/2)





Source: JICA Study Team

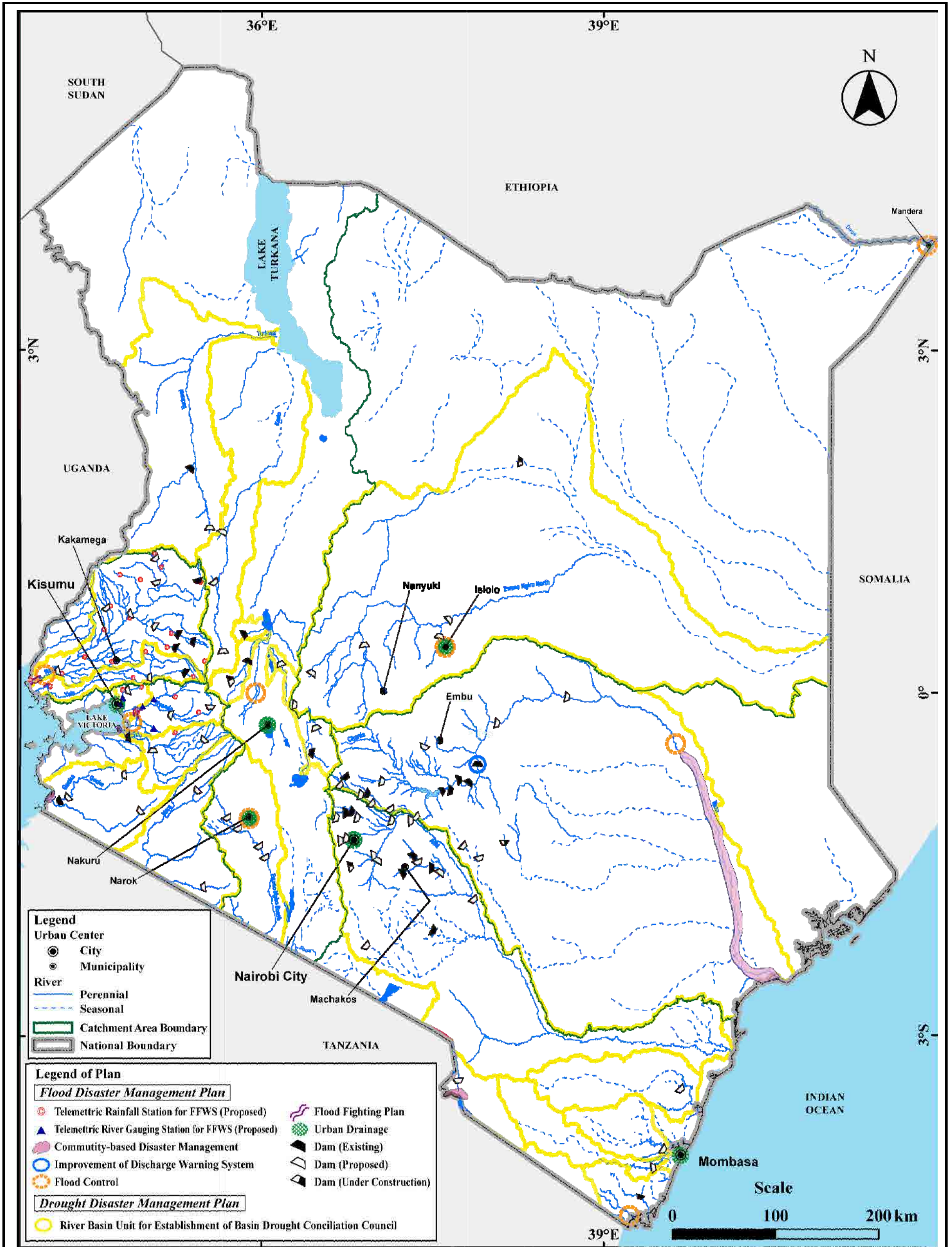
全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト

図 7.8.1

国際協力機構

提案の水資源モニタリングネットワーク





Source: JICA Study Team

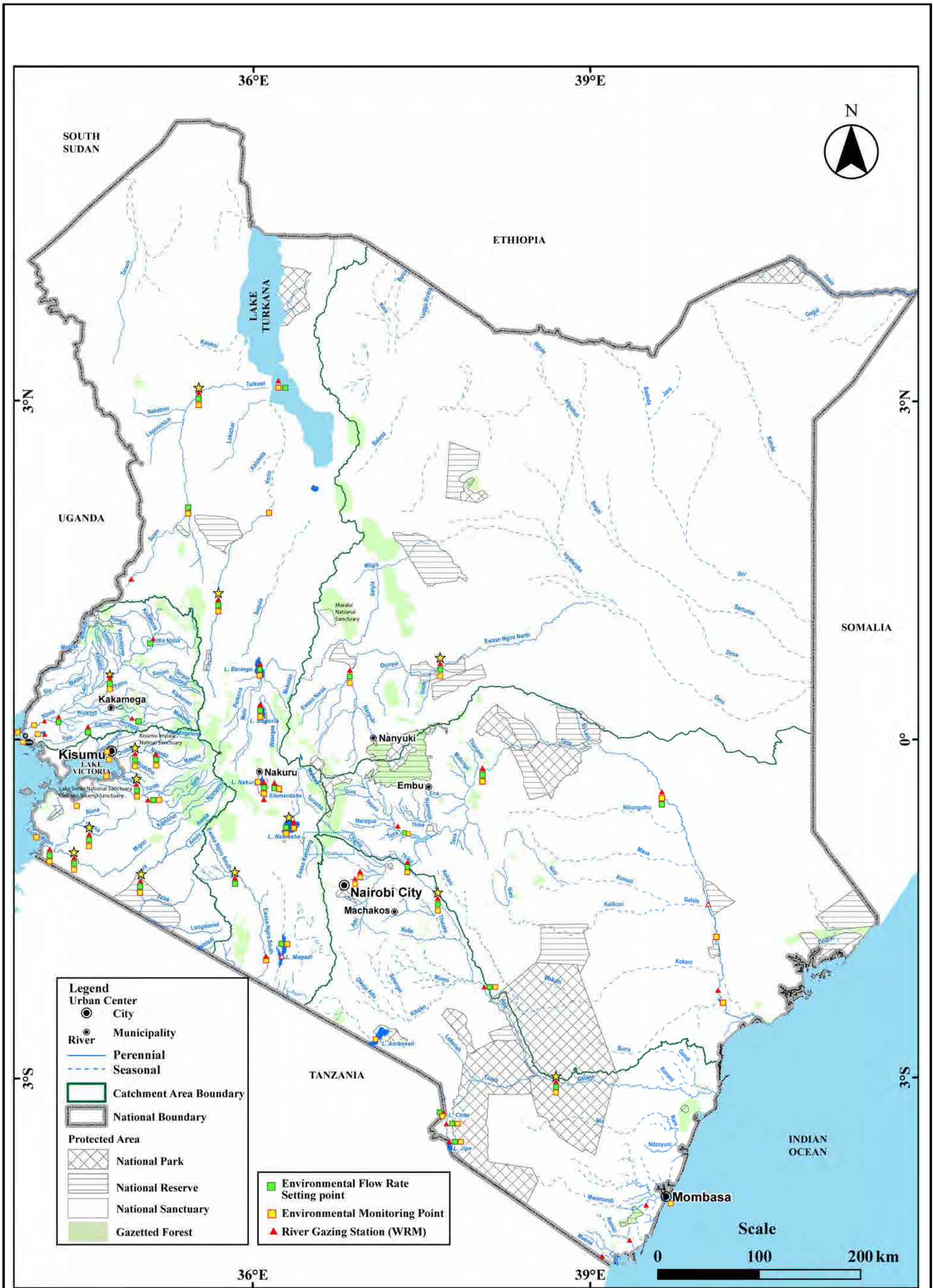
全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト

国際協力機構

図 7.9.1

洪水・渇水災害管理計画





Source: JICA Study Team

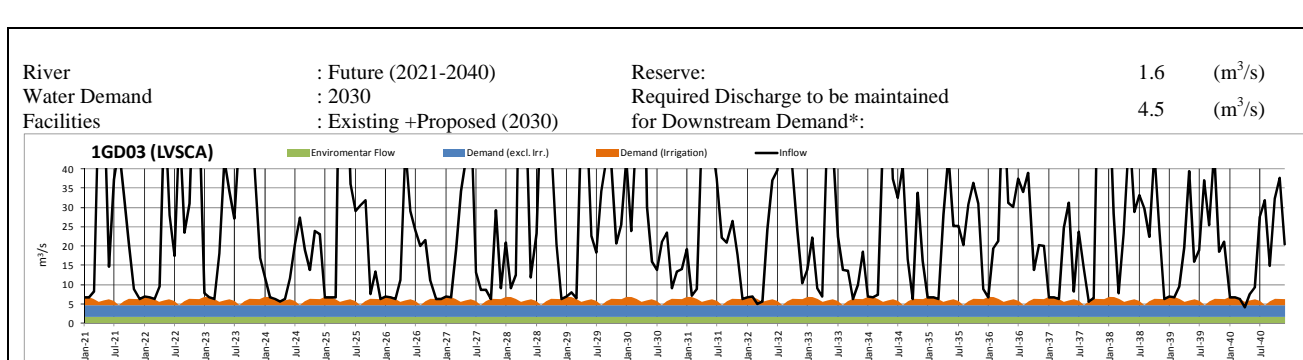
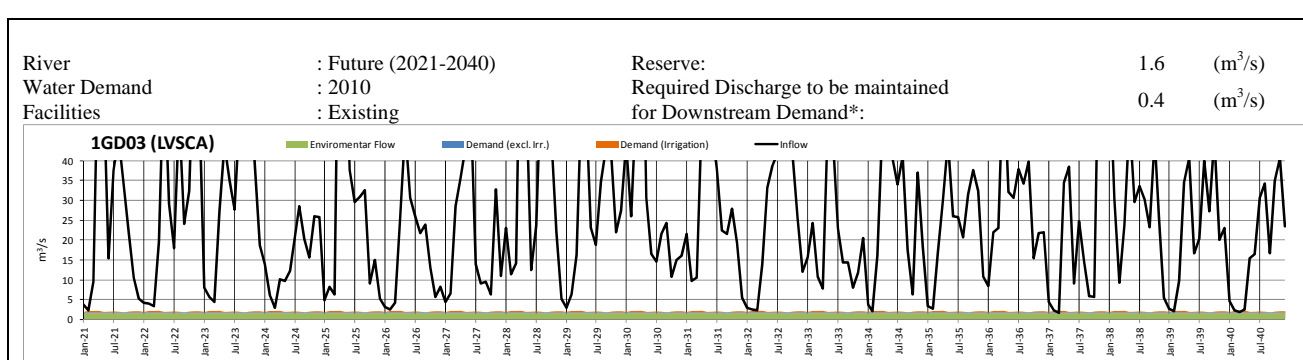
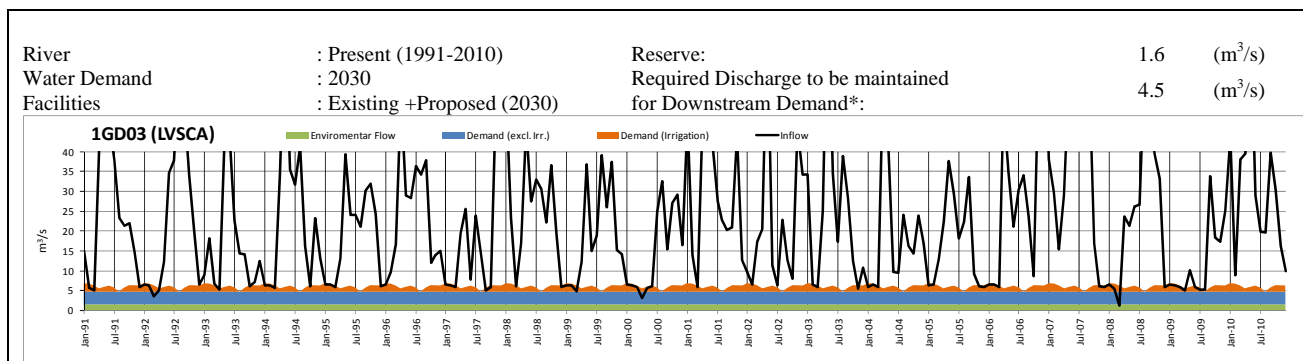
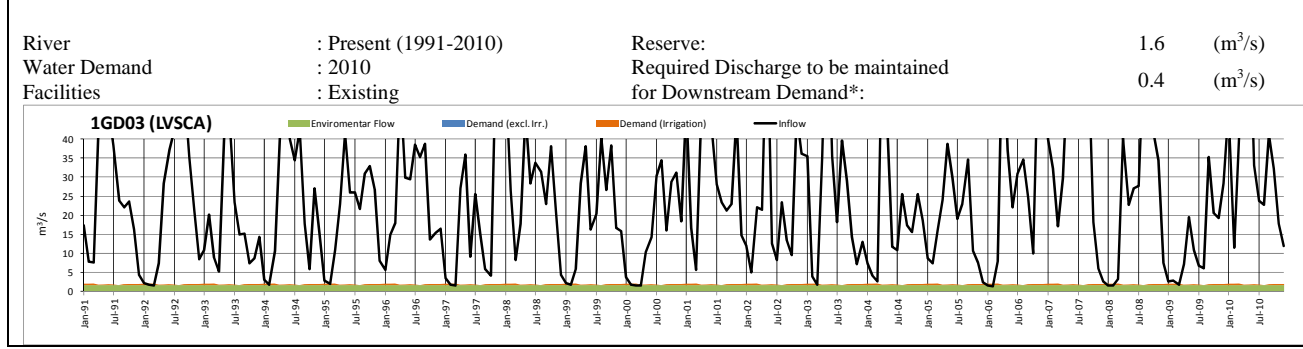
全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト

図 7.10.1  
環境管理計画

国際協力機構

River Name: Nyando River (LVSCA)

Reference Point: 1GD03



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, May and June.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

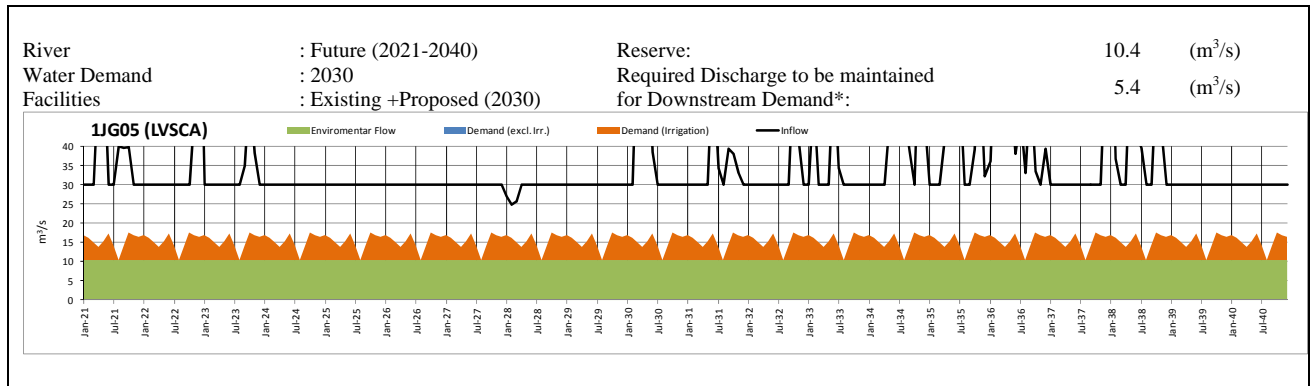
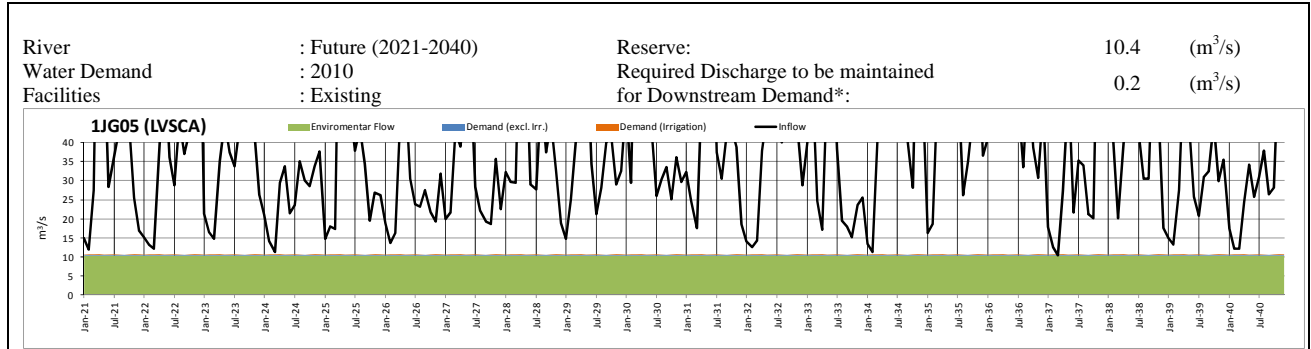
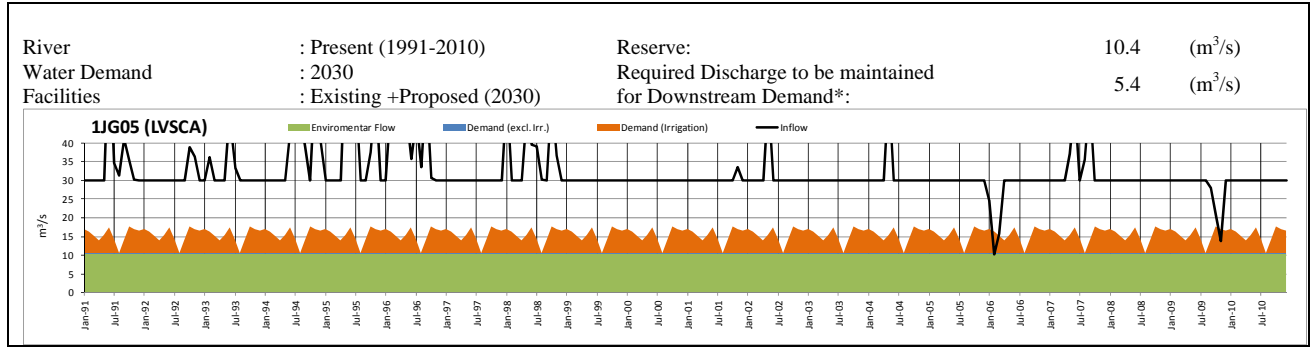
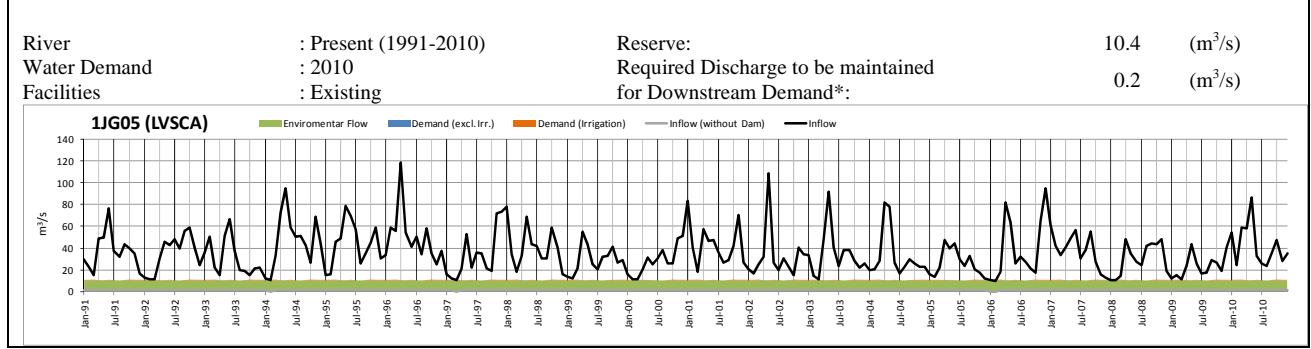
国際協力機構

図 8.7.1  
基準点(1GD03)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS 流域区) (1/5)



River Name: Sondu River (LVSCA)

Reference Point: 1JG05



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, May and June.  
Hydropower discharge is constant from the proposed Magwagwa Dam.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

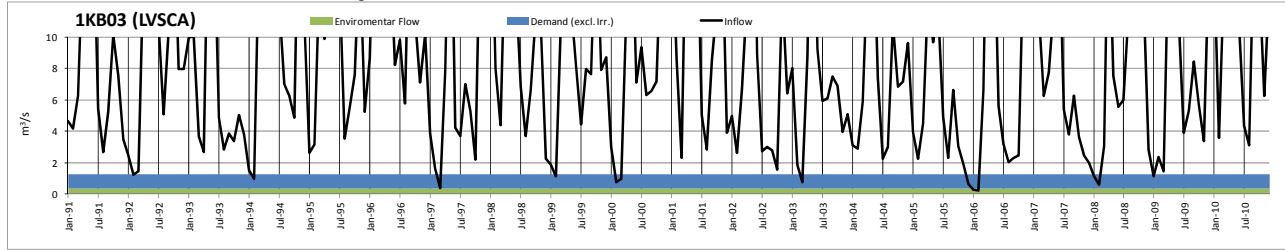
図 8.7.1

基準点(1JG03)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS 流域区) (2/5)

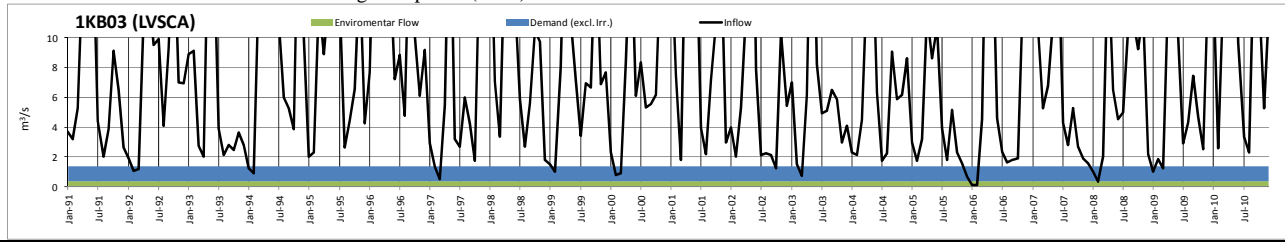
River Name: Gucha River (LVSCA)

Reference Point: 1KB03

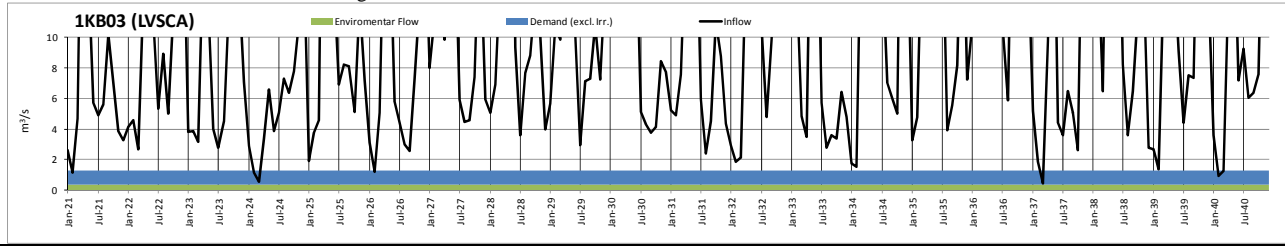
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.9	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



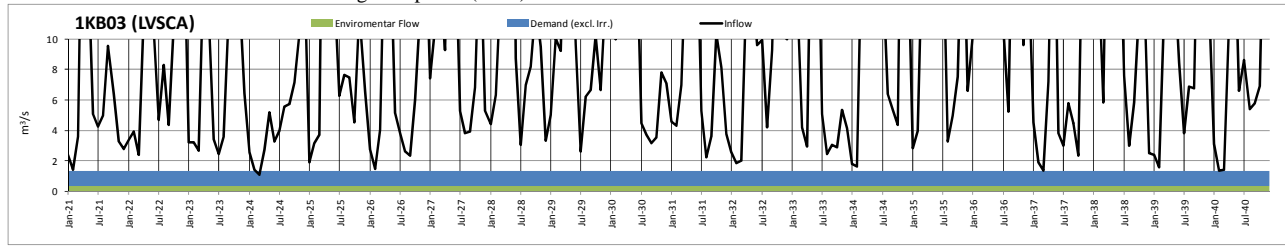
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	1.0	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.9	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	1.0	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

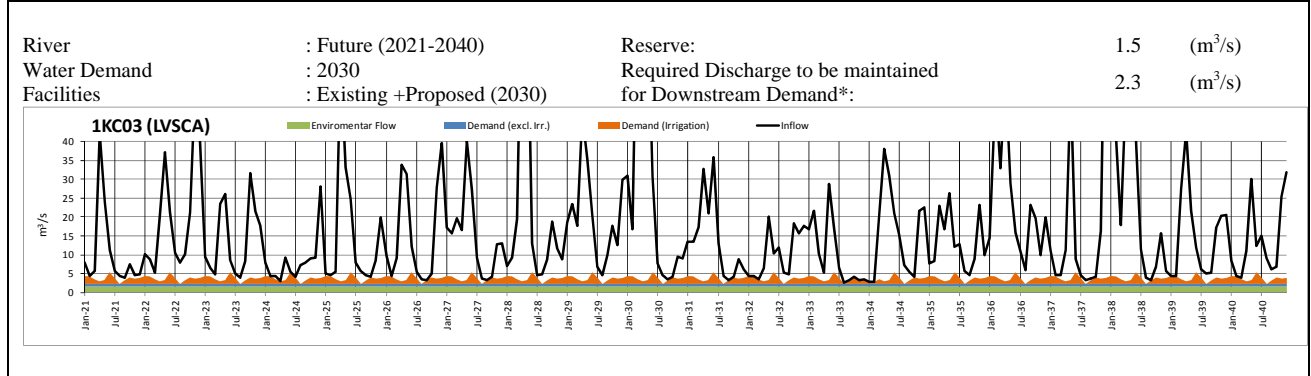
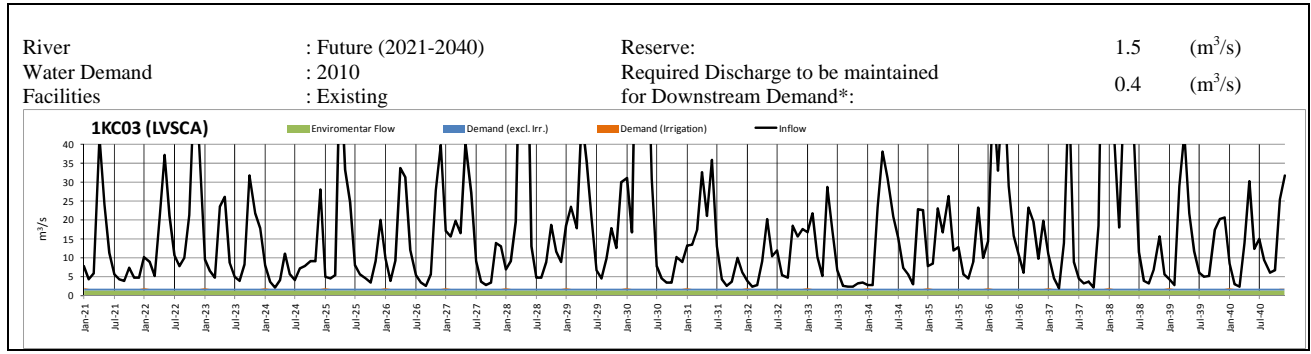
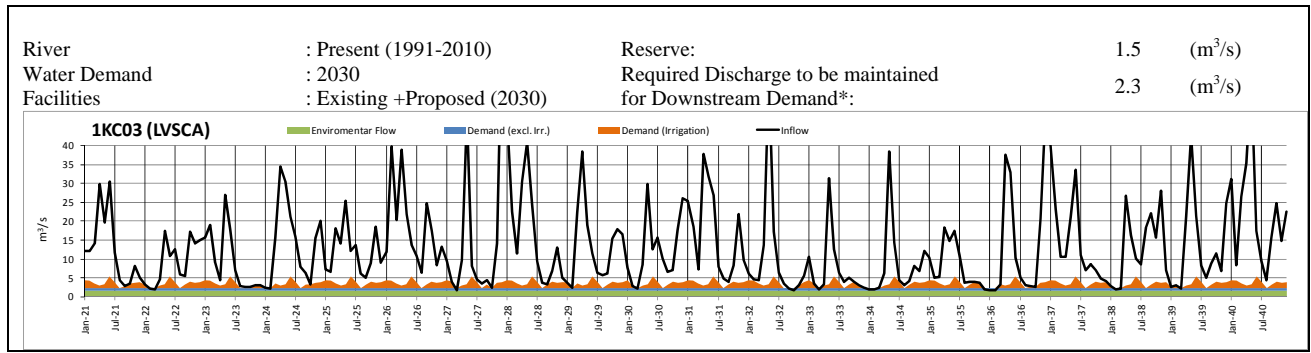
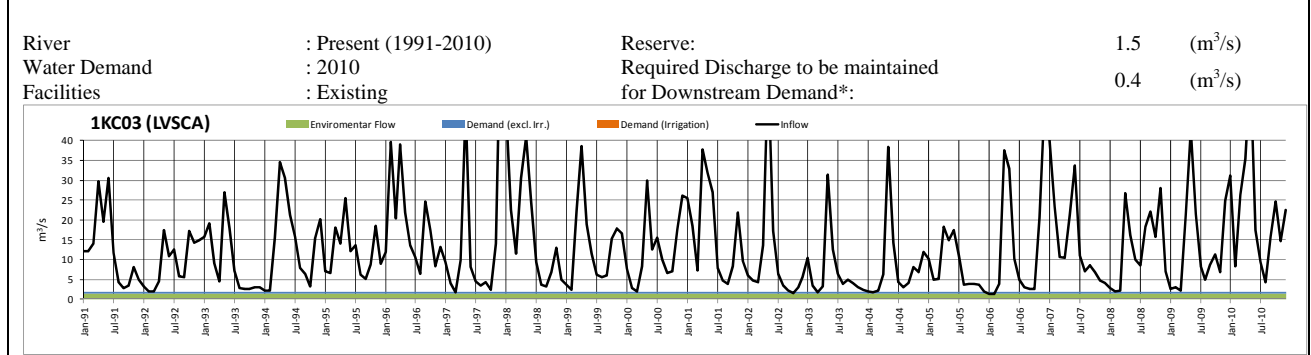
国際協力機構

図 8.7.1

基準点(1KB03)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS 流域区) (3/5)

River Name: Migori River (LVSCA)

Reference Point: 1KC03



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, May and June.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

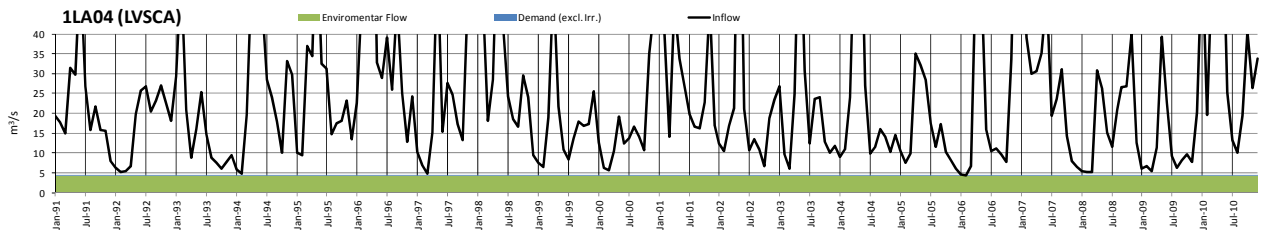
図 8.7.1

基準点(1KC03)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS 流域区) (4/5)

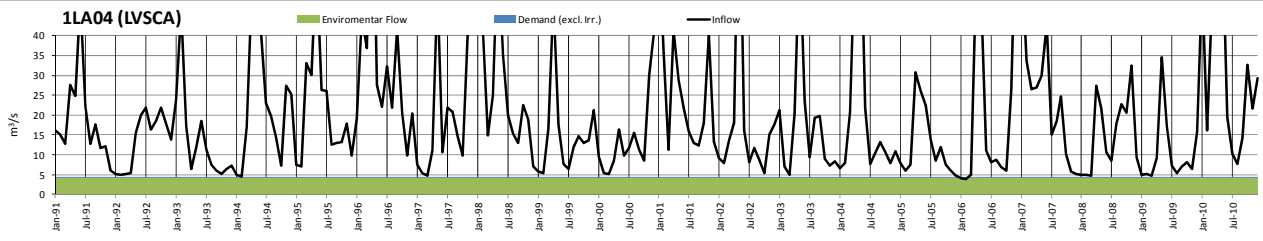
River Name: Mara River (LVSCA)

Reference Point: 1LA04

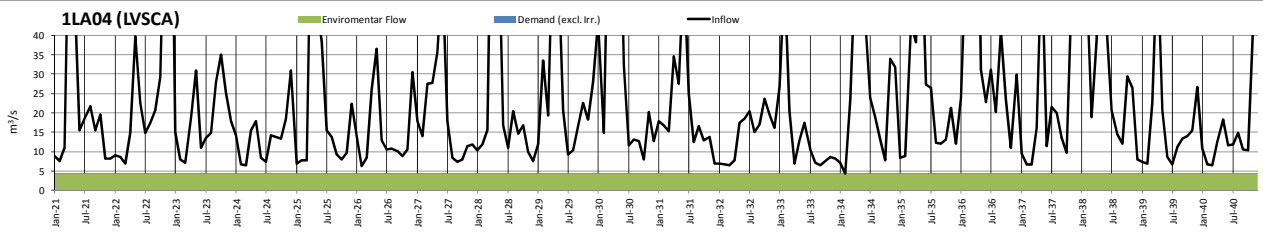
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	4.3	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



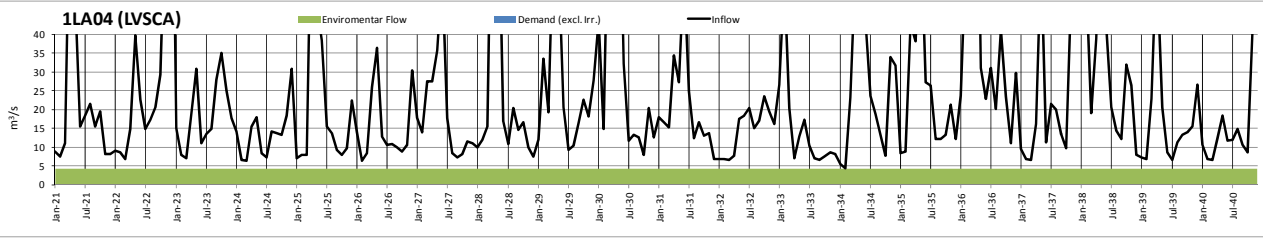
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	4.3	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	4.3	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	4.3	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

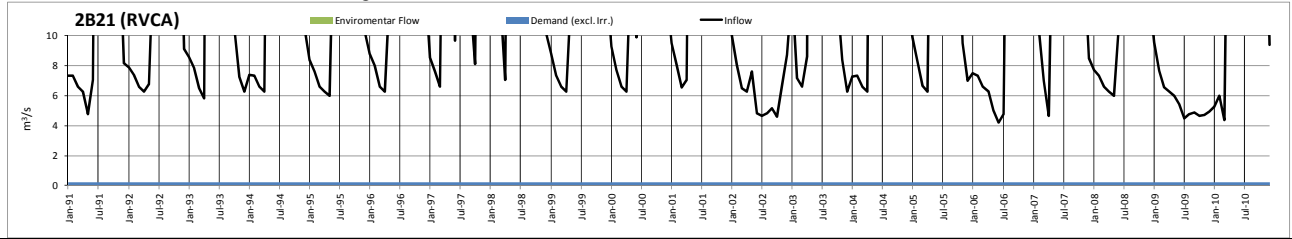
図 8.7.1

基準点(1LA04)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (LVS 流域区) (5/5)

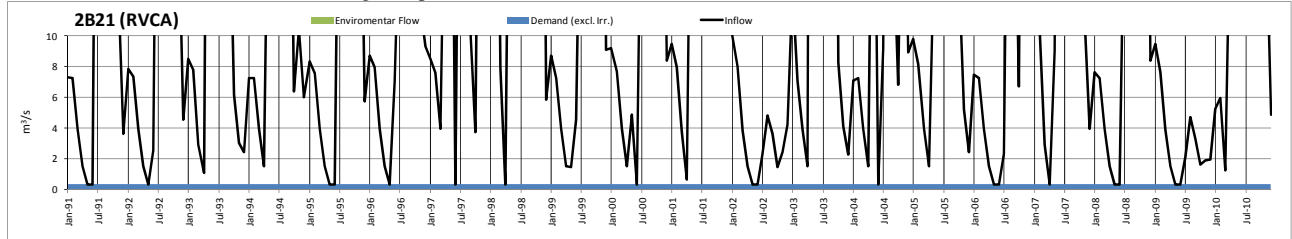
River Name: Turkwel River (RVCA)

Reference Point: 2B21

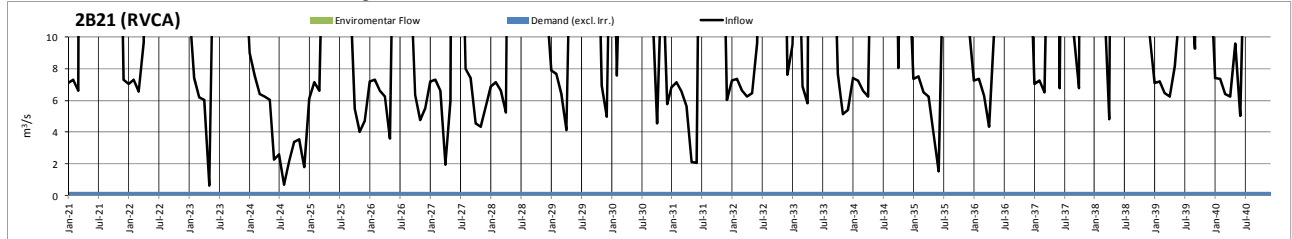
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.3	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



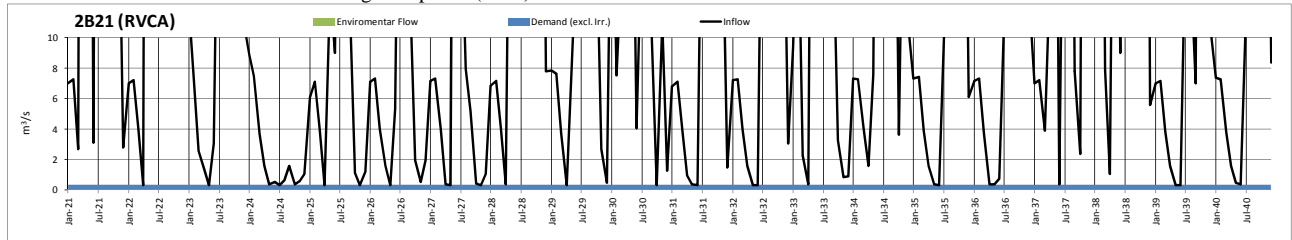
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.3	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.3	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.3	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

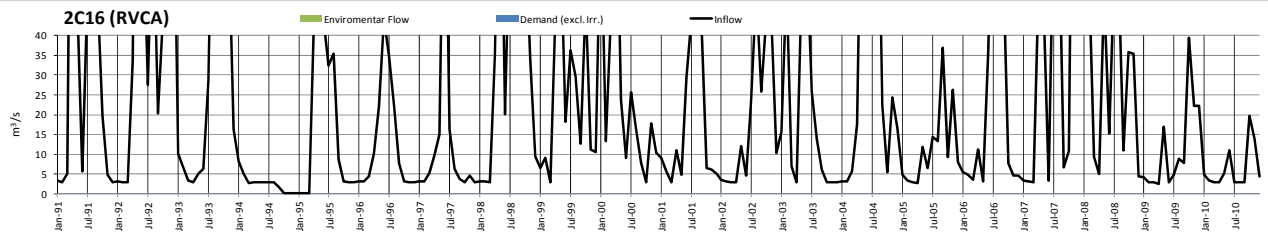
図 9.7.1

基準点(2B21)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (RV 流域区) (1/4)

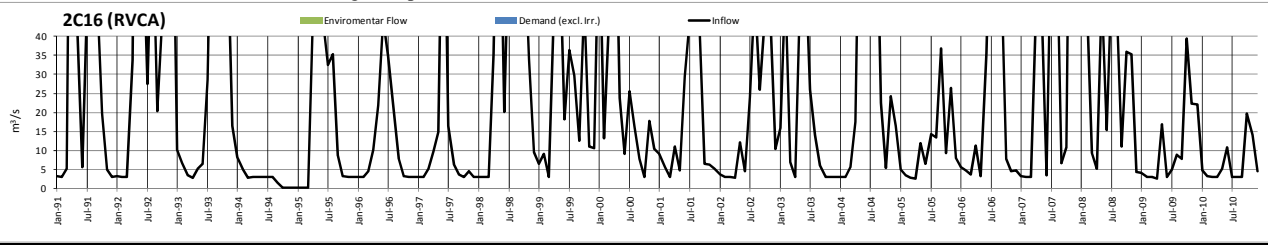
River Name: Kerio River (RVCA)

Reference Point: 2C16

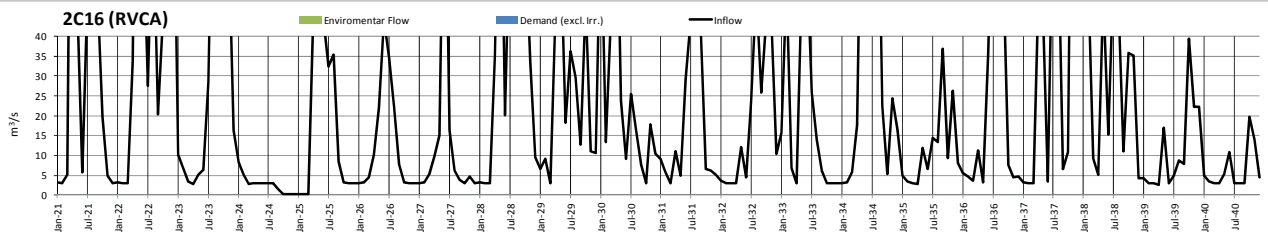
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



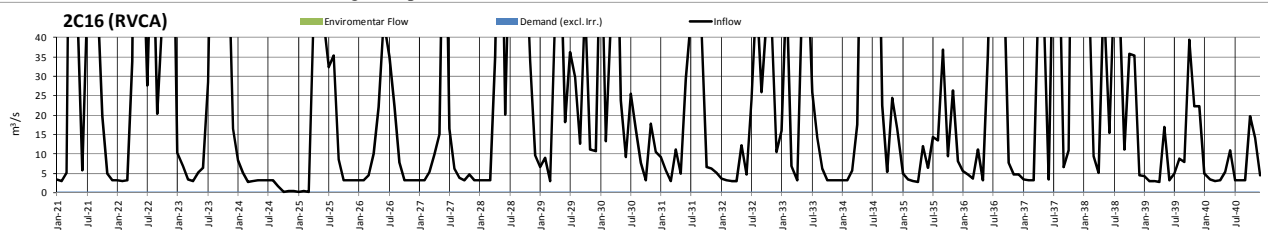
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	0.0	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

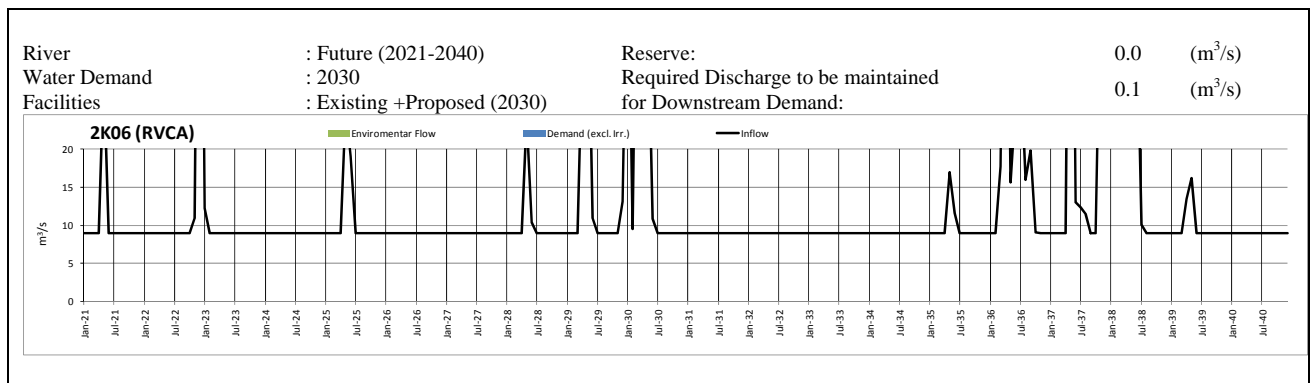
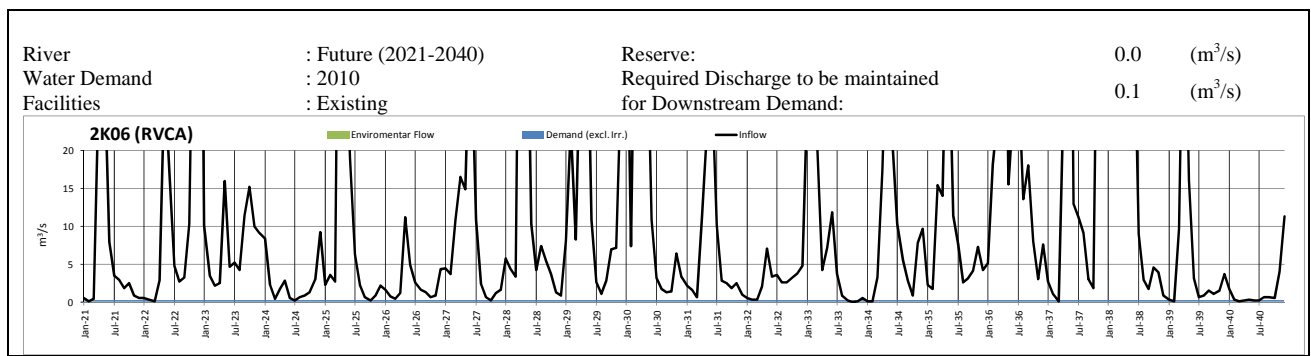
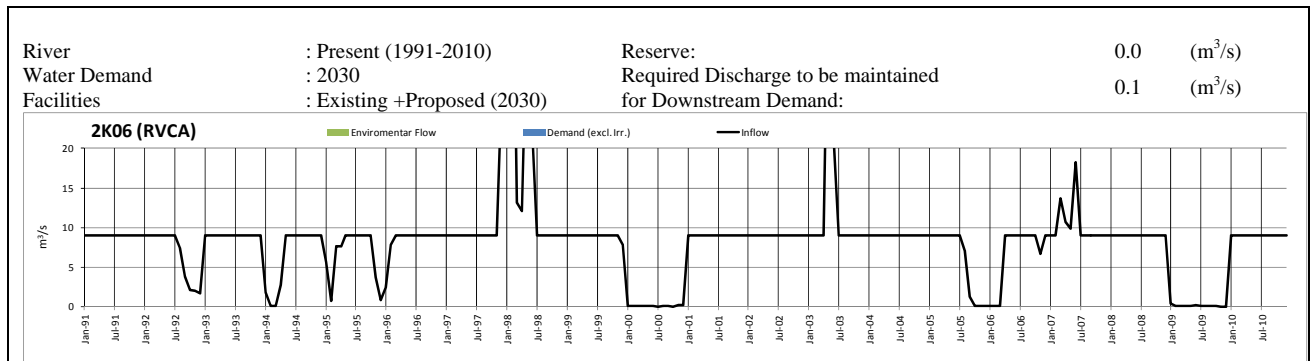
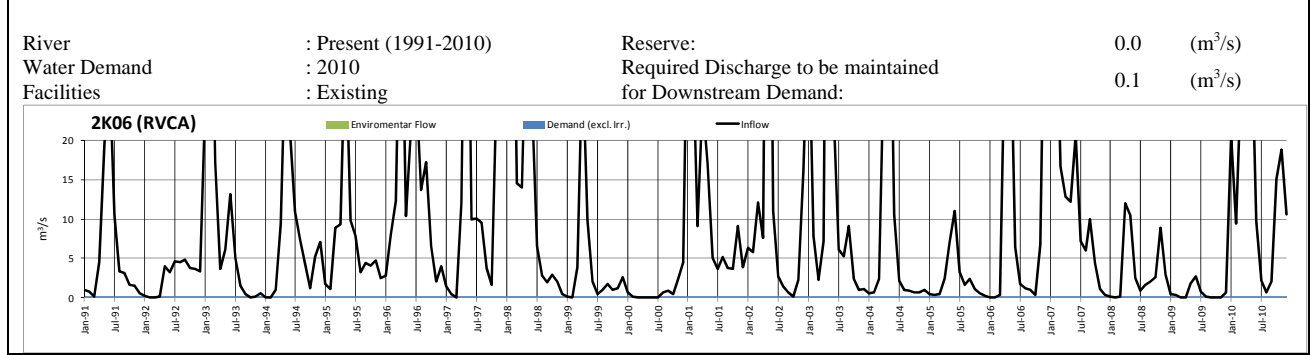
全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 9.7.1  
基準点(2C16)における現在と将来の  
水需要と施設の組み合わせ毎の流況  
(RV 流域区) (2/4)

River Name: Ewaso Ng'iro South River (RVCA)

Reference Point: 2K06



Note: Hydropower discharge is constant from the proposed Oletukat Dam.

Source: JICA Study Team

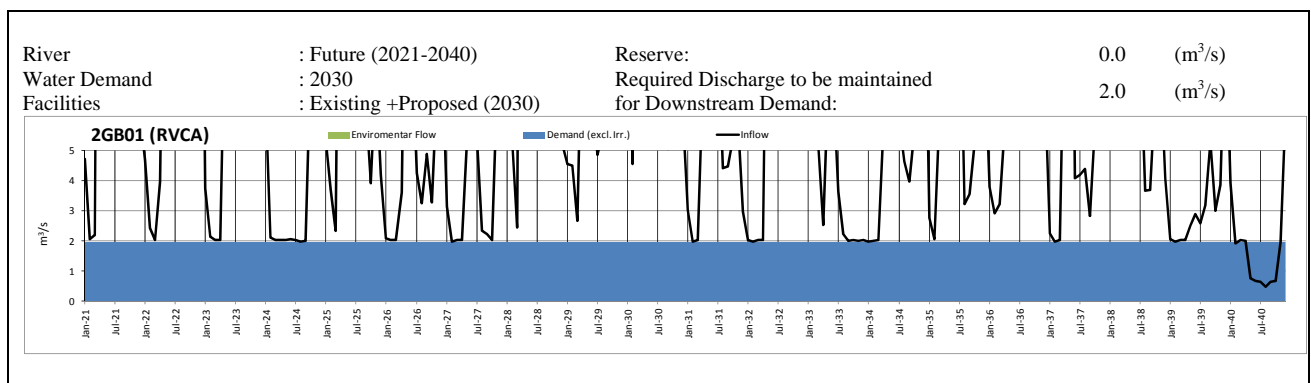
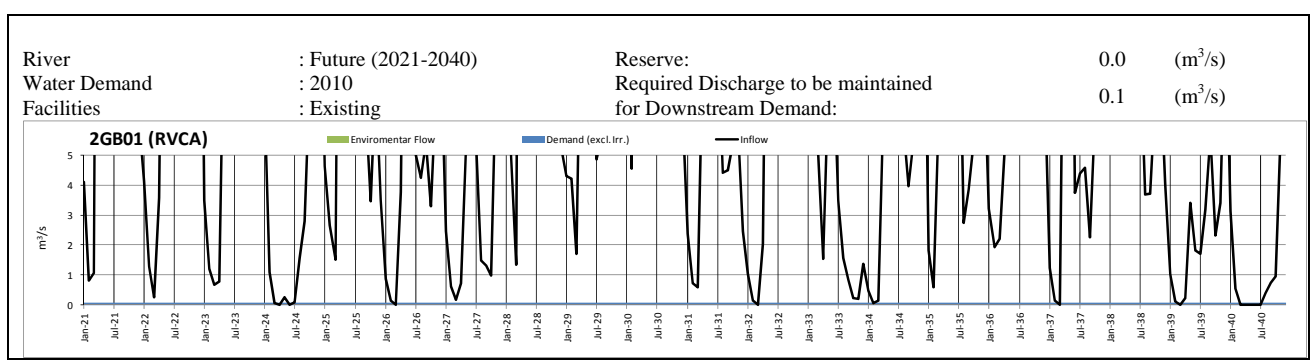
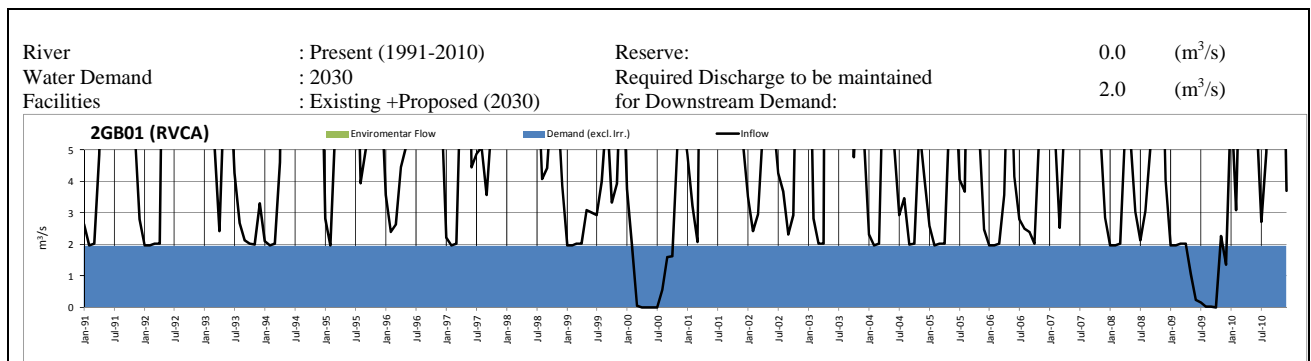
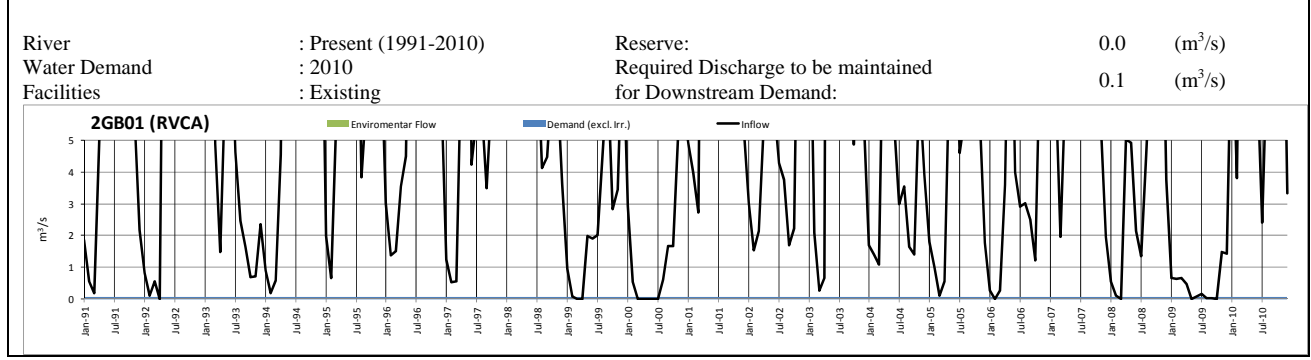
全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

図 9.7.1  
基準点(2K06)における現在と将来の  
水需要と施設の組み合わせ毎の流況  
(RV 流域区) (3/4)

River Name: Malewa River (RVCA)

Reference Point: 2GB01



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

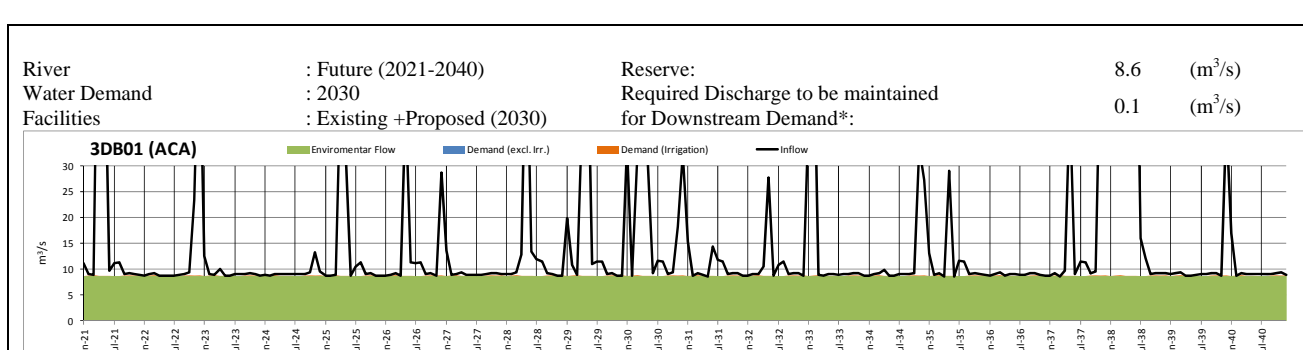
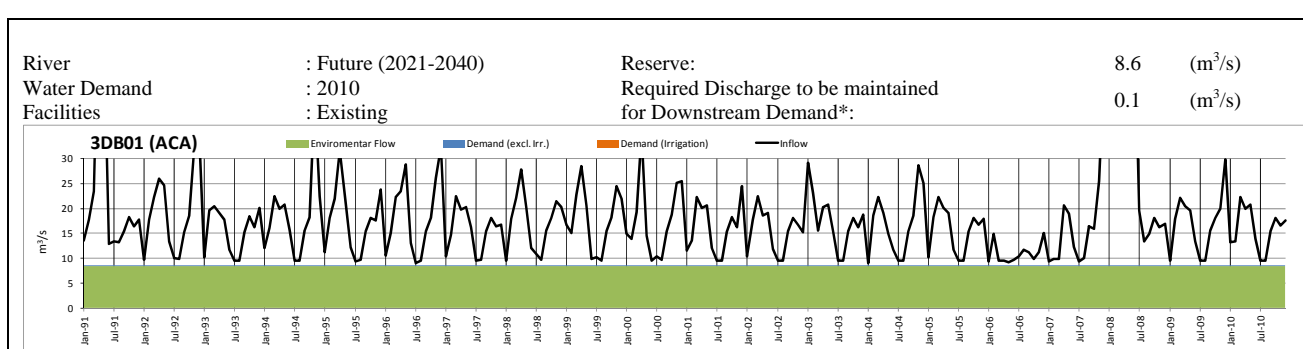
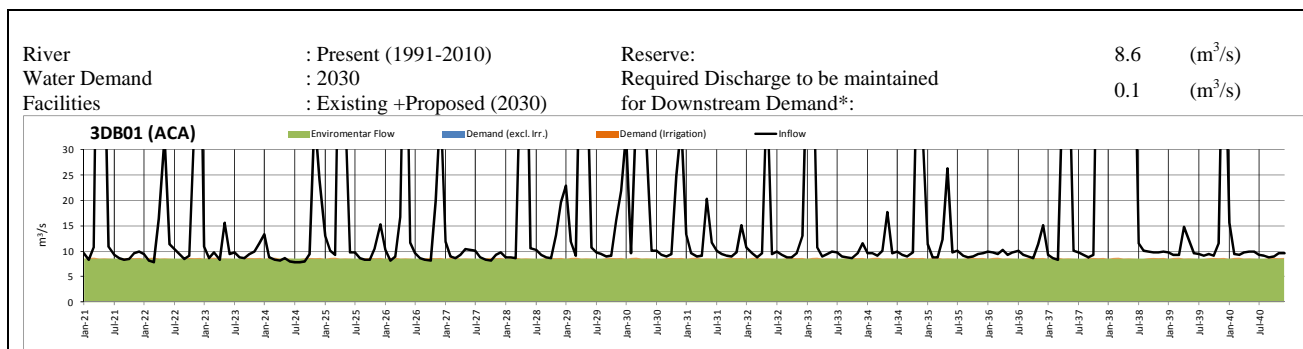
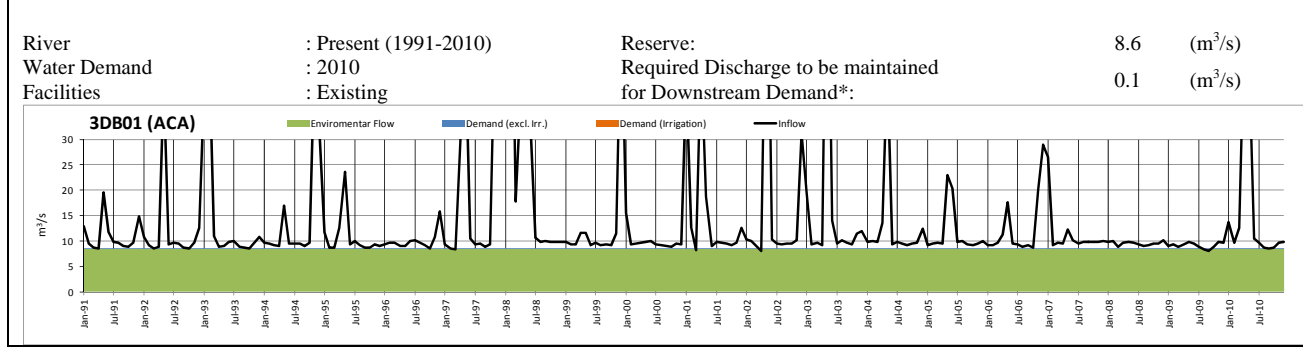
国際協力機構

図 9.7.1  
基準点(2GB01)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (RV 流域区) (4/4)



River Name: Athi River (middle) (ACA)

Reference Point: 3DB01



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during May, June, and July.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

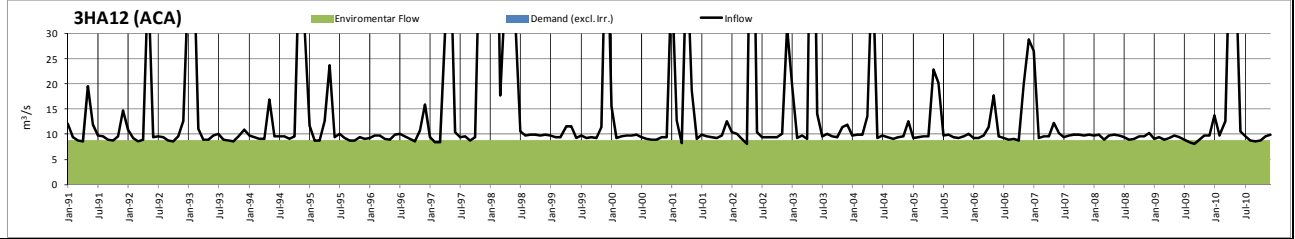
国際協力機構

図 10.7.1  
基準点(3DB01)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Athi 流域区) (1/2)

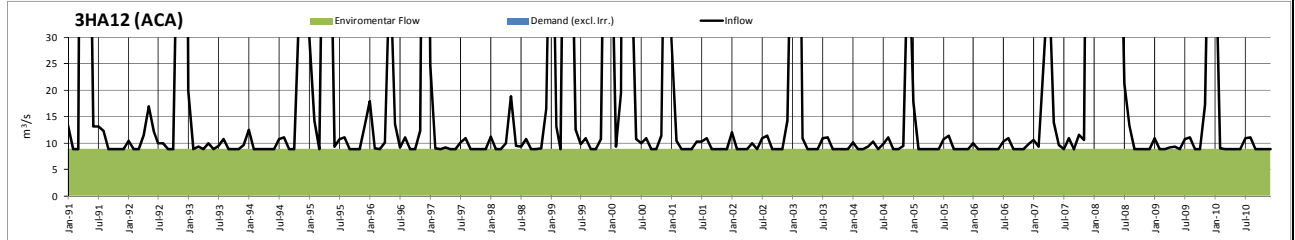
River Name: Athi River (lower) (ACA)

Reference Point: 3HA12

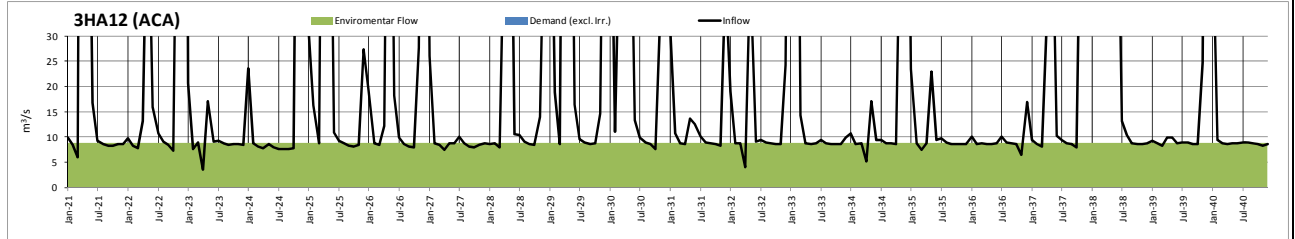
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	8.9	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



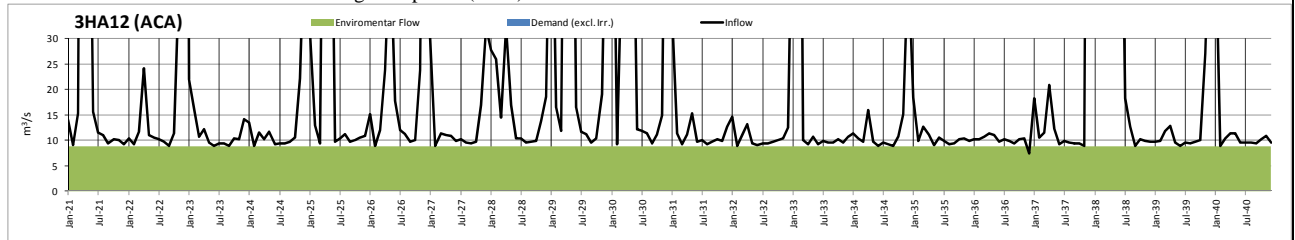
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	8.9	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	8.9	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	8.9	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	0.1	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing + Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

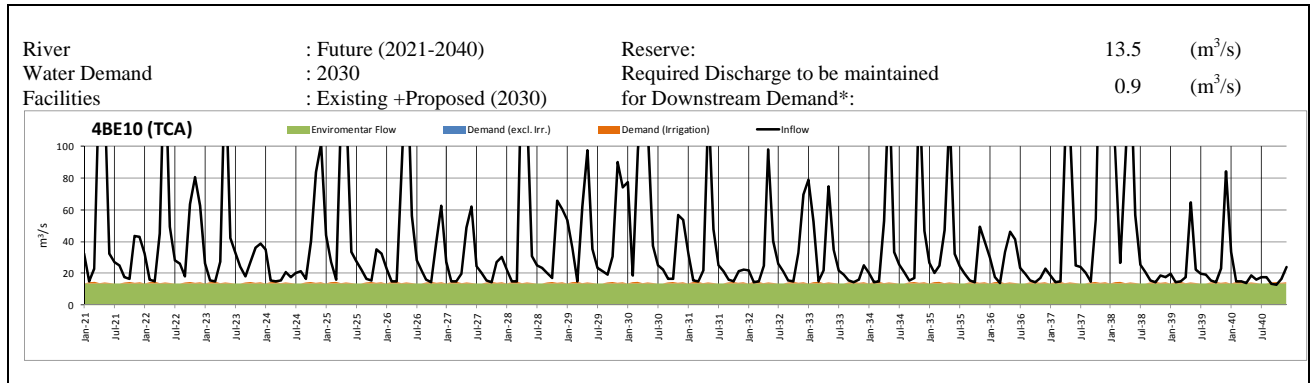
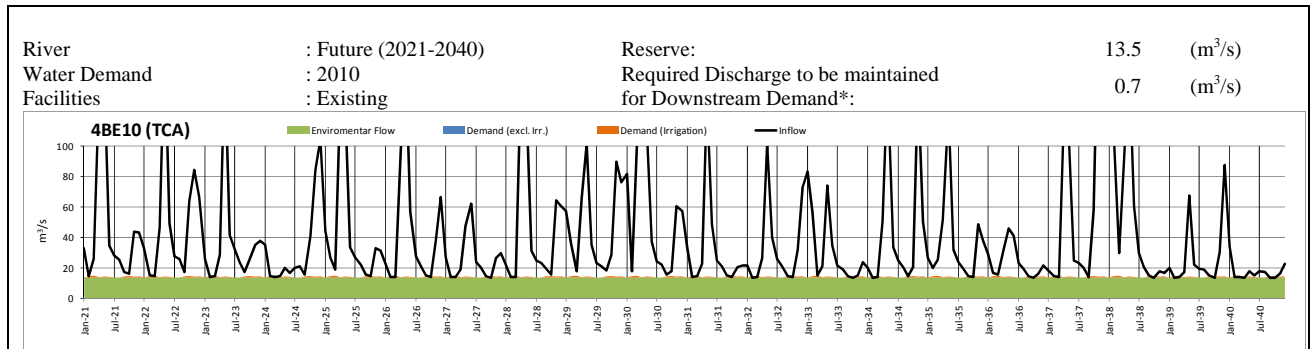
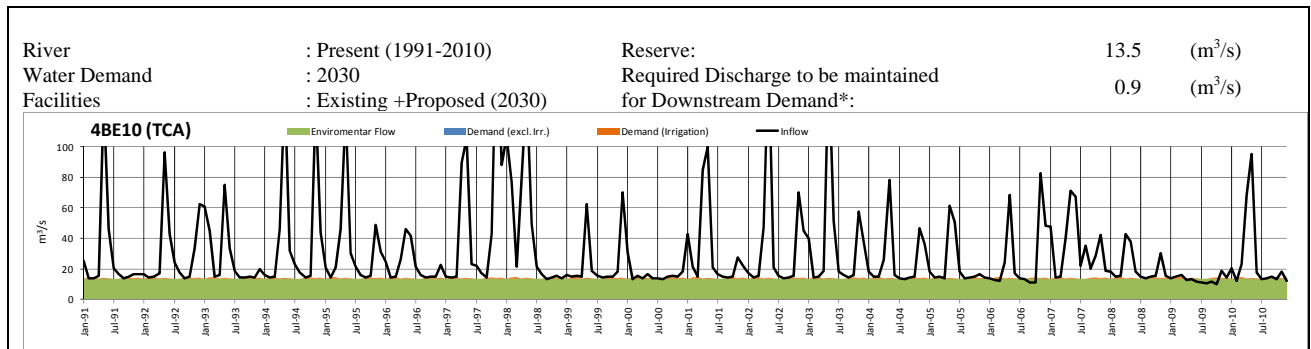
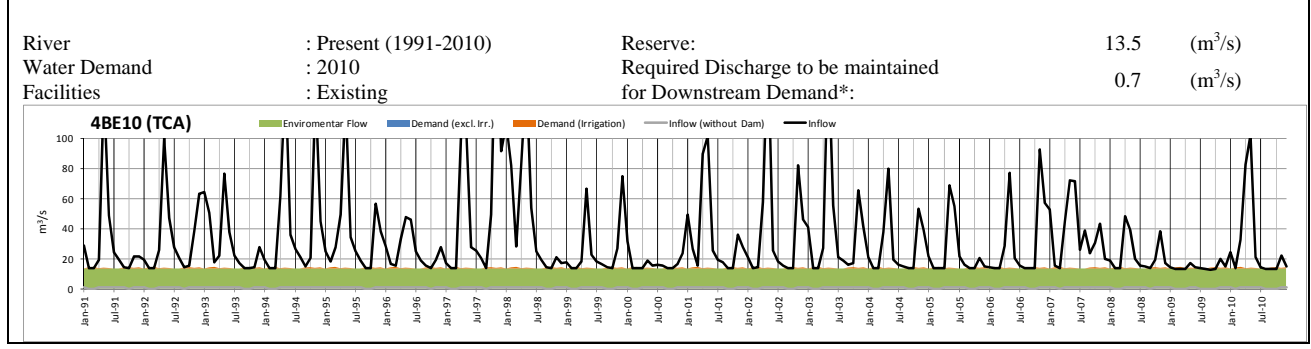
国際協力機構

図 10.7.1

基準点(3HA12)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Athi 流域区) (2/2)

River Name: Tana River (upper) (TCA)

Reference Point: 4BE10



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, and May.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

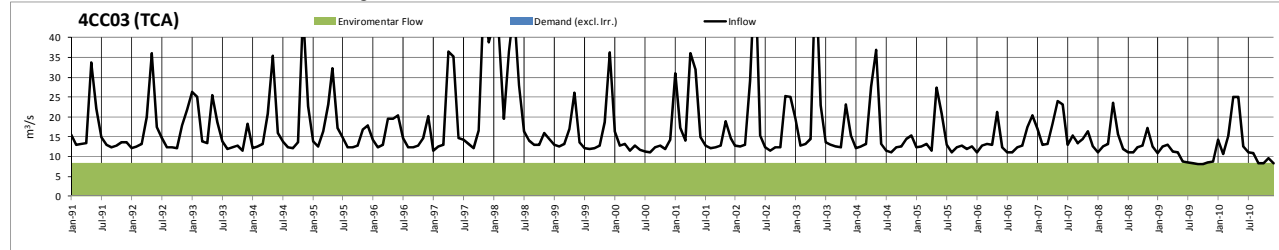
図 11.7.1

基準点(4BE10)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Tana 流域区) (1/3)

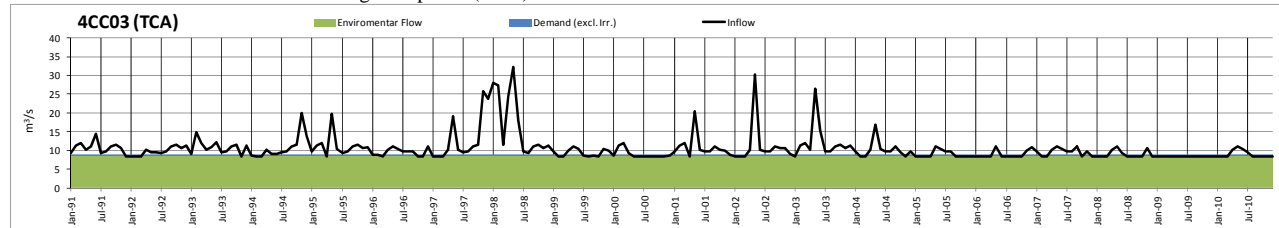
River Name: Thika River (TCA)

Reference Point: 4CC03

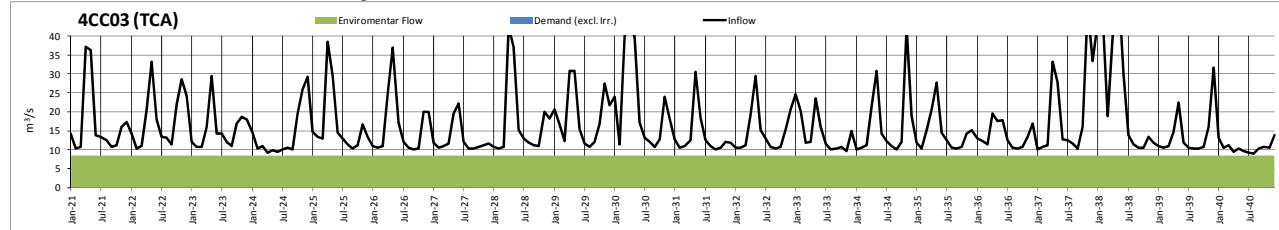
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	8.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	1.4	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



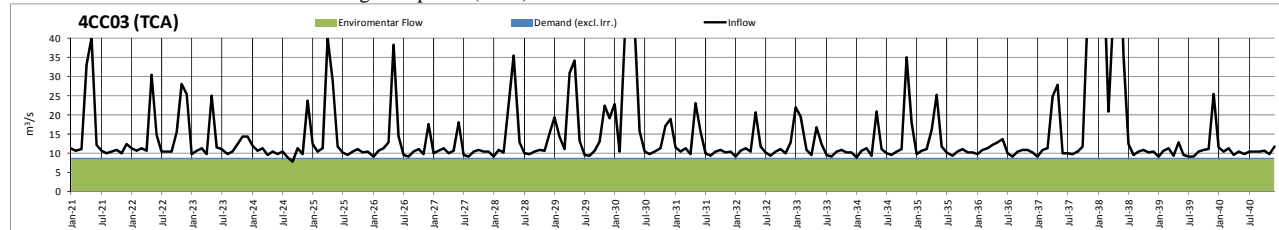
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	8.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	1.7	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	8.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	1.4	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	8.4	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	1.7	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand:		



Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

国際協力機構

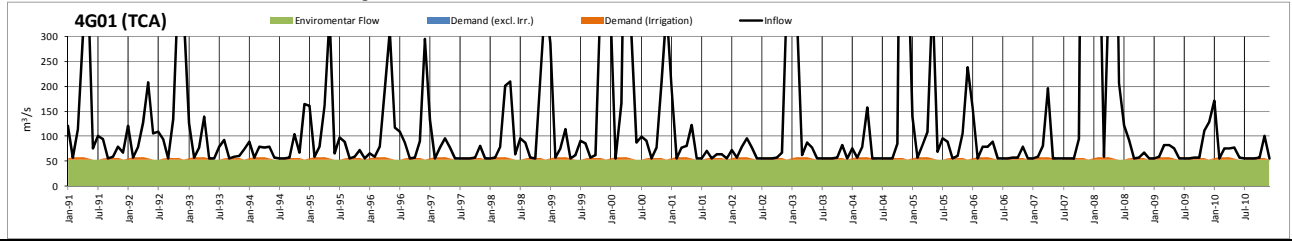
図 11.7.1

基準点(4CC03)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Tana 流域区) (2/3)

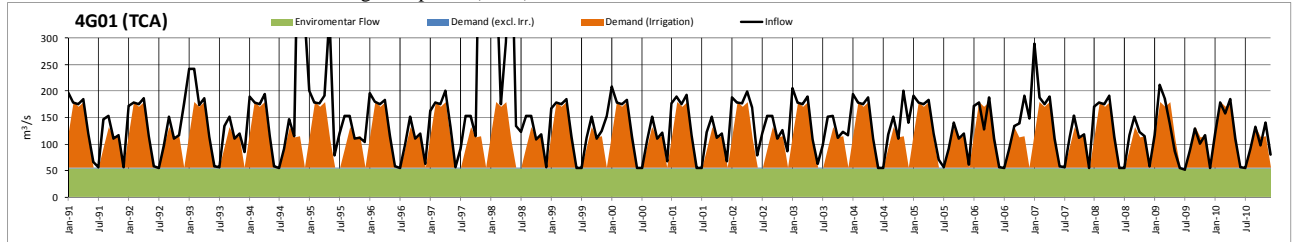
River Name: Tana River (lower) (TCA)

Reference Point: 4G01

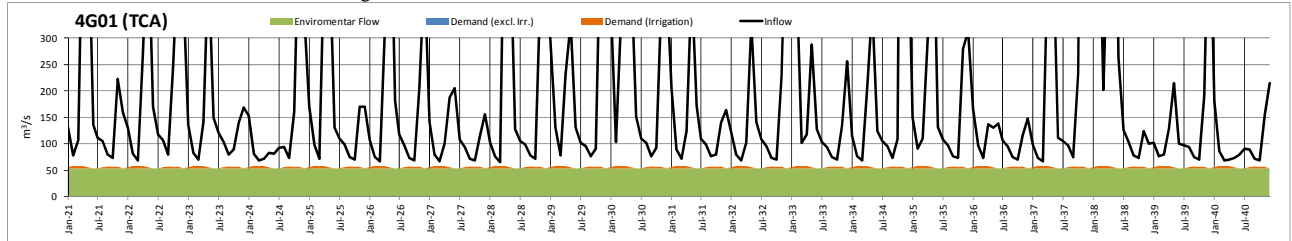
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	53.5	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	3.5	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand*:		



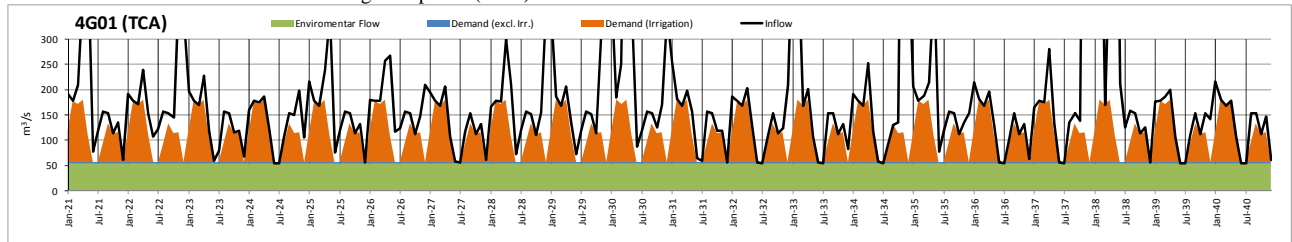
River	: Present (1991-2010)	Reserve:	53.5	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	99.7	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand*:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	53.5	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2010	Required Discharge to be maintained	3.5	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing	for Downstream Demand*:		



River	: Future (2021-2040)	Reserve:	53.5	(m <sup>3</sup> /s)
Water Demand	: 2030	Required Discharge to be maintained	99.7	(m <sup>3</sup> /s)
Facilities	: Existing +Proposed (2030)	for Downstream Demand*:		



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, and May.

Source: JICA Study Team

全国水資源マスタープラン 2030  
策定プロジェクト

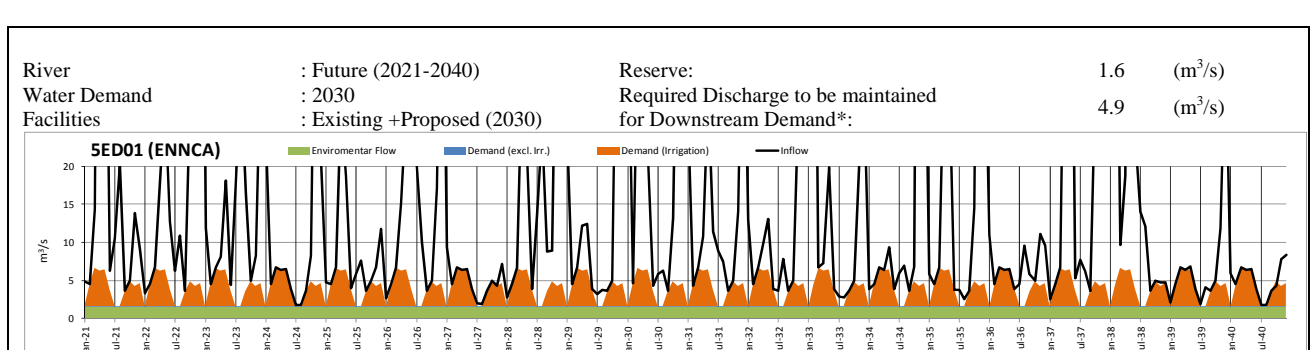
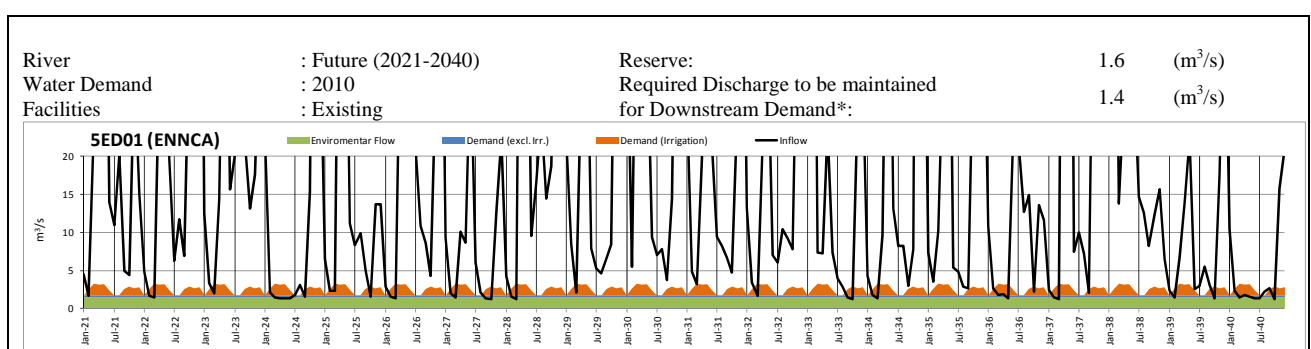
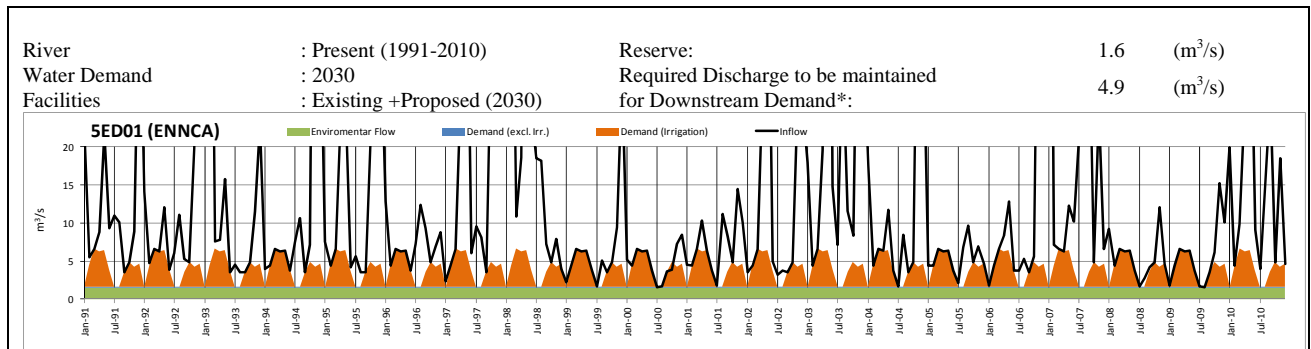
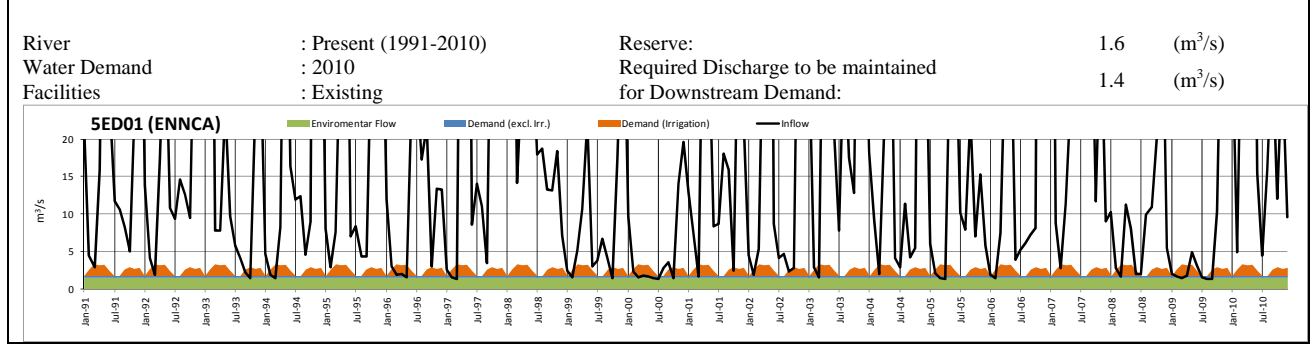
国際協力機構

図 11.7.1

基準点(4G01)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況 (Tana 流域区) (3/3)

River Name: Ewaso Ng'iro North River (ENNCA)

Reference Point: 5ED01



Note: \* Irrigation water demand is the average irrigation water demand during March, April, and May.

Source: JICA Study Team

<p>全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト</p>	<p>図 12.7.1 基準点(SED01)における現在と将来の水需要と施設の組み合わせ毎の流況(ENN流域区)</p>
<p>国際協力機構</p>	