社会開発調査部報告書

JICA LIBRARY
1100250[8]
24169

ケニア国
全国水資源開発計画調査

要約報告書

国際協力事業団
24169

平成４年７月

国際協力事業団

調査報告書リスト

要約報告書

主報告書

1. Vol. 1 水資源開発及び利用計画の策定
2. Vol. 2 マスターアクションプラン（全国）
3. Vol. 3 マスターアクションプラン（州及び県別）

分野別報告書

1. A 社会経済
2. B 水文
3. C 地下水
4. D 上工水供給計画
5. E 農業およびかんがい開発計画
6. F 畜産、野生動物および内面漁業
7. G 洪水防御計画
8. H ダム開発計画
9. J ダム地質
10. K 地形測量－11ダムサイト
11. L 電力開発計画
12. M 総合水資源開発計画案
13. N 環境保全
14. P 法制及び組織
15. Q データベース
16. R リモートセンシング
17. S ＧＩＳ解析

データブック

1. DB.1 水文データ（調査サポーティングデータ）
2. DB.2 地下水データ（揚水試験及び井戸調査データ）
3. DB.3 地下水データ（調査サポーティングデータ）
4. DB.4 地形測量データ
5. DB.5 かんがい／排水計画インベントリーデータ
6. DB.6 都市用水供給計画：プロジェクト・シート

序文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国の全国水資源開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年1月から平成4年5月までの間、4回にわたり、日本工営株式会社の加藤道人氏を団長とし、同社、株式会社建設技術研究所及び株式会社建設企画コンサルタントから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ケニア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成4年7月

国際協力事業団
総裁　柳谷謙介

国際協力事業団ケニア全国水資源開発計画調査団

伝　達　状

国際協力事業団

総裁　　柳谷　謙介　　殿

ケニア全国水資源開発計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書はケニア政府がその国家的開発目標にしたがい、実施して行く水資源開発・管理事業に寄与すべき資料として作成いたしました。

本調査の成果は大別して２つの成果で構成されております。第１の水資源開発利用計画案（主報告書第１巻）は、国家水資源開発政策に基づき、2010年を目途とする将来の水資源開発の全体的方向づけを示すマスタープランとして提示しております。この計画の中では、ケニアがその社会・経済的発展のための国家目標を果すべきであるならば、今や水資源開発事業は鋭意実施すべき時機に来ていることを明らかにしております。

第２の成果であるマスターアクションプラン（主報告書第２及び３巻）では、ケニアの国民生活の向上と国家の経済発展にとって最も重要な資源の１つである水資源が、国土の多くの個所において深刻な逼迫を提しつつある現状に鑑み、一貫的水資源開発・水管理事業を果すために政府がとるべき諸措置について提言しております。併せて、具体的実施計画のシナリオを提言いたしました。

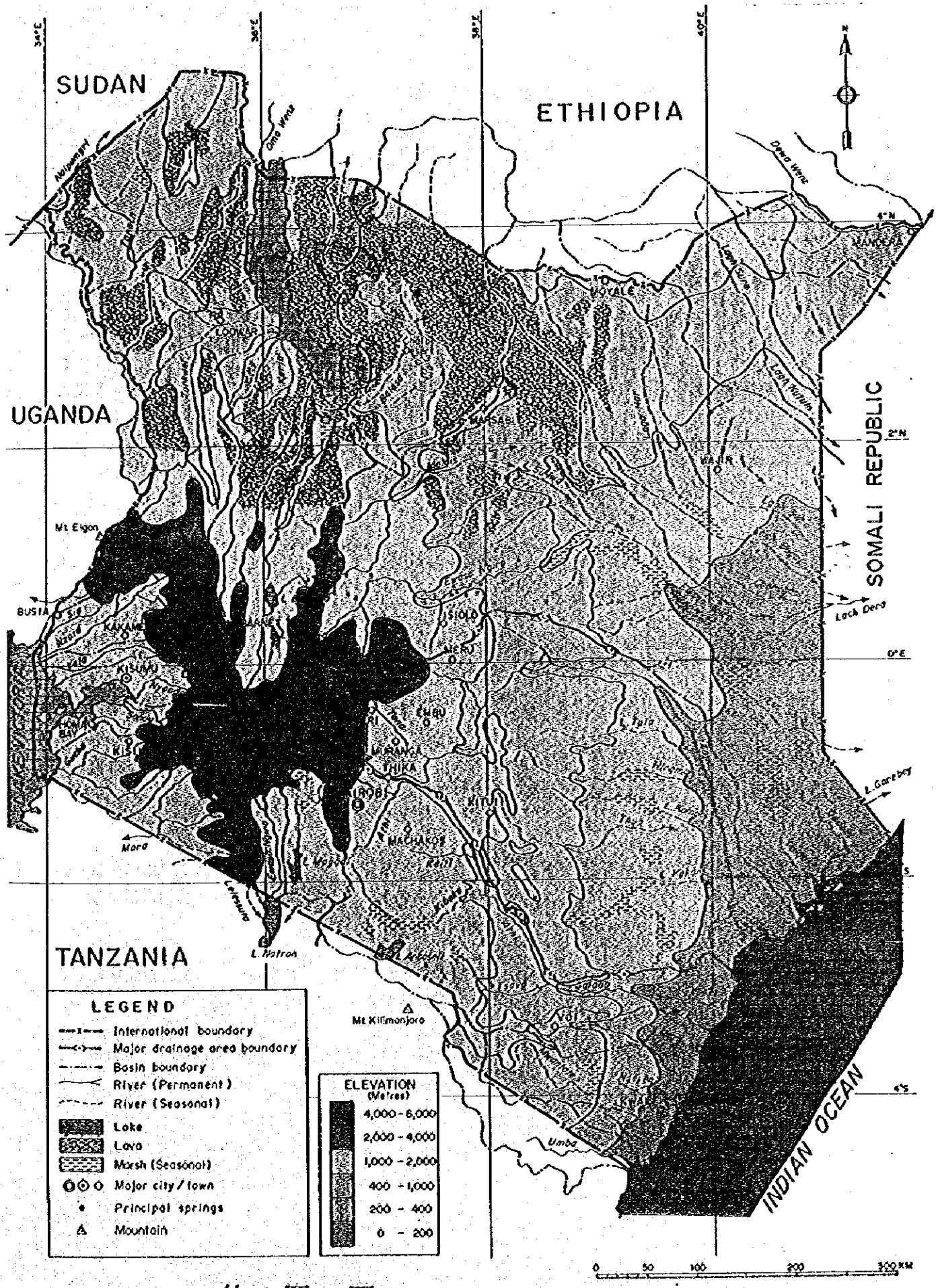
本報告書を提出にするあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援を賜わった貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在ケニア日本大使館の諸賢、ならびにケニア政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。

本調査の成果が、ケニアにおける今後の水資源開発のために、また、ひいては同国の発展のために、少なからず活用されるならば、これに優る光栄はないと存じる次第であります。

平成４年７月

調査団　総括担当

加藤　道人


SUDAN
ETHIOPIA
UGANDA
SOMALI REPUBLIC
TANZANIA
INDIAN OCEAN
Mt Elgon
Mt Kilimanjaro
L. Natron
Lake Dera
L. Garsbey
Umba
Mara
Lerusuna
Nile
Tana
Dawa Wenz
Ganana Wenz
Nolpempy
Lake Rudolf
MANDERA
MOYALE
LODWAR
MARSABIT
WAJIR
BUSIA
KAKAMEGA
KISUMU
KISII
NAKURU
SIOLO
MERU
EMBU
MURANGA
THIKA
NAIROBI
KITUI
MACHAKOS
KAJIADO
LAMU
MALINDI
KILIFI
MOMBASA
0 50 100 200 300 KM
LEGEND
International boundary
Major drainage area boundary
Basin boundary
River (Permanent)
River (Seasonal)
Lake
Lava
Marsh (Seasonal)
Major city / town
Principal springs
Mountain
ELEVATION (Metres)
4,000 - 6,000
2,000 - 4,000
1,000 - 2,000
400 - 1,000
200 - 400
0 - 200

位置図

調査の大要

調査の目的

本調査（ケニア国全国水資源開発計画調査）は１９９０年１月から約２.５年間にわたってケニア政府関係者の協力の下、国際協力事業団（JICA）が組織した調査団によって実施したものである。調査は、ケニア国の国家社会経済開発の指標に沿った水資源開発の計画及び実施に関わるフレームワーク・プランを策定することを目的として実施した。具体的には、調査において将来の水需要及び開発のニーズを予測し、開発可能な水資源賦存量の算定を行い、またそれらの予測指標に基き国家水資源開発指標を定め、その達成のための水開発プログラムを立案したものである。

国家水資源開発指標

１．河川低水流量の維持	：	・河川最小流量の保全を計ること。そのために各主要河川に河川維持流量を定めるべきこと。
２．上工水供給	：	・2010年までに全国民に対し安全かつ恒常的水供給の配備を計る。
３．下水処理施設	：	・主要都市において適切な下水処理施設の配備を計る。
４．農業及びかんがい開発	：	・食料自給の達成を計る。 ・農業生産性向上及び農民民生向上のためのかんがい計画の振興を計る。
５．畜産用水開発及び野生動物保全	：	・所要生産量（乳製品及び食肉）に対応する畜産振興を計る。そのための十分な水供給を計る。 ・野生動物保護のための用水源の保全を計る。
６．水力発電開発	：	・国家電力開発計画に則し、経済的妥当性を有する水力発電開発の実施。
７．河川及び洪水防禦事業	：	・民生安定のための洪水防御、河川改修及び都市排水事業の実施。

水資源開発案の提言

提言する開発案は本報告書の末尾に添付する全国水資源開発図に示す。個々の開発計画については本文第4章にリストしている。

1．上工水供給

(1) 都市用水供給　：　158の都市への用水供給計画の実施
(2000年時点で人口5,000人以上の都市)

(2) 地方用水供給　：　全国を対象とし、2000年までに安全かつ恒常的水源の確保及び2010年までに配水施設の設置

2．下水処理　：　上記158の都市を対象とし、公共下水道を含む適切な下水処理設備の設置

3．かんがい開発計画

(1) 大規模かんがい開発　：　18プロジェクトの実施
(2) 小規模かんがい開発　：　全国土に分散する140の計画の実施（1991年9月現在の計画案）

4．畜産開発及び野生動物保全

(1) 畜産用水開発　：　畜産育成のための表流水源の確保及び種々の水源施設の開発
(2) 乾燥地遊牧業の振興　：　乾燥地遊牧地区において約560の地下水井戸（深井戸または浅井戸）による給水施設の開発。もって雨期遊牧活動の拡大を計る。
(3) 野生動物用水　：　自然水源及び既存用水施設の保全

5．水力発電開発　：　経済的妥当性のある6つの水力開発計画の実施

6．河川及び洪水防御

(1) 洪水防御事業　：　経済的妥当性の認められる5つの計画の実施
(2) 都市排水事業　：　主要都市47における排水施設の建設
(3) 小規模河川改修事業　：　問題の発生に応じ随時河川改修の実施。当面は問題地点毎の小規模工事。主として都市部河川が対象となろう。
(4) タナ川河道安定対策工　：　長期的河川改修に向けてパイロット事業としての河道安定対策工事の逐次実施（主として蛇行矯正及び河岸洗掘防止工の試験的実施）

事業費の算定

1．上述した開発案の実施に要する事業費は下記のとおり算定された。

	開発セクター	推定事業費（百万） US$換算	K£換算
(1)	上工水供給事業	7,576	9,546
(2)	下水処理事業	705	888
(3)	かんがい開発事業	973	1,226
(4)	畜産用水開発事業	755	951
(5)	水力発電開発事業	1,034	1,304
(6)	河川及び洪水防御事業	1,067	1,343
	計	12,110	15,258

（注意）US$1＝KShs25.2＝K£1.26 (1991年2月換算レート)

2．極めて概略の推定であるが、現在の予算規模がＧＤＰの伸びに従って増加すると仮定すれば、2010年までに使途できる開発予算額は累計総額6,300百万US$あるいは7,950百万K£と目される。仮にこの数字が実際的であるとすると、得られる財源は極端に不足する。ケニア政府は極力多くの財源を水開発事業に配分することが望まれる。これは上記に設定した国家水資源開発指標を達成するために欠くべからざる要件である。

マスターアクションプラン

1．提言した水開発計画案を実施するために今後展開すべきアクションプランを策定した。アクションプランにおいては、上記に掲げた開発目標を2010年までに達成すべきとし、その中間過程における2000年の開発需要にも対応することを基本的指標としている。

2．本調査ではまた縮小財源シナリオに対応する実施計画案も検討した。

縮小財源シナリオ：

- シナリオＡ－財源が所要開発事業費のおよそ50％しか得られないケース
- シナリオＢ－財源が所要開発事業費のおよそ75％しか得られないケース

上工水供給－開発規模縮小シナリオ：

- 上工水供給計画において、2010年までの開発規模を“2000年時点の需要を充たす程度”まで圧縮するケース

ただし、これらのシナリオは財源手当をどうしても緊縮せねばならない場合に適用すべき代替的実施計画案として位置づけられるべきものであり、目標としては上記１の達成努力を計るべきである。

今後の調査プログラムの提言

開発計画案の実施にあたっては、開発プロジェクトの投資前調査及び種々の周辺調査が必要となる。本調査では下記の提言を行っている。

(a) 個別プロジェクトの投資前調査及び設計	:	提言された開発プロジェクトの全てについて行う
(b) 流域総合水資源開発調査	:	9つの主要流域を対象とする
(c) 都市用水供給のための地下水源開発調査	:	22の乾燥地中小都市を対象とする
(d) 各県（District）別水開発プランの策定	:	全41県を対象とする（加えて最近設けられた6県についても行う）。
(e) データ集積及び水管理のための調査	:	全国を対象とする

- 表流水管理のための諸調査
- 地下水管理のための諸調査
- 水質調査及び汚染管理のための調査
- 開発計画及び水管理を促進するための諸補助調査

(f) 環境関連調査

・環境保全ガイドラインの策定	:	全国を対象
・特定地区環境調査	:	流域水資源調査でカバーされない3つの特定地区の地域環境調査

法制及び組織に関わる提言

ケニアの法制度・組織上の全体的フレームワークには特に重大な問題はないと考える。しかしながら、法制の実施および水資源・水利用管理面において改善して行くべき点を多々残している。本調査では、特にマスタープランで提言する諸事業の形成及び実施に関わる事項を中心とし、それらの改善点について提言を行っている。

実施における留意事項

本調査では、国家水資源開発指標（２０１０年）を達成するための必要な水資源開発計画案を策定した。実施面においては前述した如く財政面での制約条件がある点、今後いかに実施を進めて行くかについてはケニア政府内で十分検討の必要がある。また、実施においては社会・環境面への影響を特に配慮する必要がある。

注記事項

本報告書の主旨：

本調査の主要な目的はケニア国において一貫的水資源開発の計画及び実施に資するためのフレームワーク案を策定することにある。併せて個別プロジェクトの吟味も行った。但し、本調査で提言する計画案は全国レベルのマスタープランとして形成したものであり、必ずしも各地方レベルの詳細まで踏み込んだものではない。それらの詳細については、以降の各々の河川流域調査、District別水資源調査あるいはプロジェクト別調査において吟味されるべきものとして提言している。

Districtsの区分：

本調査においては、種々の統計データ、特に社会経済データの収集の便宜の点から全土を調査当初時の41 Districtsに区分して作業を行っている。調査期間中、６つのDistrictが当初のDistrictから分離され、新しいDistrictとして加えられた。本報告書ではそれらの６つの新Districtのデータは各々該当する旧Districtに含めて扱っている。

	当初District	分離した新District	本報告書における取扱い
1.	Machakos	Makueni	Machakos/Makueni
2.	Kisii	Nyamira	Kisii/Nyamira
3.	Kakamega	Vihiga	Kakamega/Vihiga
4.	Meru	Tharaka-Nithi	Meru/Tharaka-Nithi
5.	Kericho	Bomet	Kericho/Bomet
6.	South Nyanza	Migori	South Nyanza/Migori

（注）上記のうち、下段３Districtは極く最近分離設立された。報告書中では旧District名のみを使用している。

本調査に用いた行政区分図は、全国土ベースで得られる区分図としては最新の土地住宅計画省測量局作成（1986年）のものを用いている。同区分図では41 Districts、233 Divition、976 Location の区分となっている。

データ及び情報：

本報告書で使用しているデータ及び情報は、1990－1991年期間に主としてナイロビの中央政府機関から収集した資料類から抽出したもの、あるいは収集資料に基づく解析結果によっている。データ類のある部分は幾つかの関係機関あるいは地方事務所の保有しているデータと相違があり得るかも知れない。相違する部分については、以降行われる関連プロジェクトの詳細調査において吟味／調整される必要がある。

開発費用の表示：

開発費用及び便益の算定は、1991年価格ベースで当時の為替レートUS＄１＝KShs25.2に基づいてUS＄表示で行った。開発費用はK£／KShsでも表示しているが、同換算レートに基づいて算出した。

目　次

調査の大要

頁

1．はじめに …… 1

1．1　調査の目的及びフレームワーク …… 1
1．2　調査の成果 …… 1
1．3　謝辞 …… 2

2．開発案策定のためのマクロフレームの設定 …… 3

2．1　社会経済指標予測 …… 3
2．2　水資源開発のニーズの概念 …… 3
2．3　水需要予測 …… 4
2．4　水資源賦存量及び水収支 …… 4
　2.4.1　水資源賦存量 …… 4
　2.4.2　地区別水資源量－水需要バランス（面的バランス） …… 5

3．国家水資源開発施策及び開発指標 …… 7

3．1　水開発政策の設定 …… 7
3．2　水文計画基準年 …… 7
3．3　上工水供給 …… 7
3．4　下水処理 …… 8
3．5　農業及びかんがい …… 8
　3.5.1　農業開発 …… 8
　3.5.2　かんがい開発 …… 11
3．6　畜産開発及び野生動物 …… 11
　3.6.1　畜産開発 …… 11
　3.6.2　野生動物保全 …… 12
3．7　水力発電 …… 12
3．8　河川及び洪水防御事業 …… 12

4．開発案の策定（計画期間2010年まで） …… 13

4．1　上工水供給 …… 13
4．2　下水処理施設 …… 13
4．3　かんがい …… 18
4．4　畜産、野生動物及び内面漁業 …… 20
　4.4.1　畜産用水開発 …… 20
　4.4.2　野生動物用水 …… 21
　4.4.3　内面漁業（養漁池） …… 21
4．5　水力発電計画 …… 21
4．6　河川及び洪水防御計画 …… 23
4．7　水源計画 …… 26

頁

4．8　事業費の算定 …… 31
4．9　事業の経済評価 …… 31
4．10　環境問題に関わる考察 …… 32

5．アクション・プランの提言（計画期間2000年まで） …… 35

5．1　開発計画案の実施 …… 35
5.1.1　マスタープランの実施（提言計画案） …… 35
5.1.2　財源規模に伴う開発代替シナリオ …… 35
5.1.3　財源確保の提言 …… 39
5．2　開発推進のための今後の調査に関わる提言 …… 40
5.2.1　今後の調査の提言 …… 40
5.2.2　今後検討を要する水源開発計画案 …… 42
5．3　実施体制の提言 …… 46

6．法制組織面に関わる提言 …… 47

6．1　法制度 …… 47
6.1.1　現行法制度に関わる事項 …… 47
6.1.2　法制度の履行 …… 48
6．2　事業の計画・実施に関わる事項 …… 48
6.2.1　上工水供給 …… 48
6.2.2　下水処理施設 …… 49
6.2.3　農業／かんがい …… 49
6.2.4　畜産開発及び野生動物保全 …… 50
6.2.5　水力発電 …… 50
6.2.6　河川及び洪水防御事業 …… 51
6.2.7　多目的開発へのアプローチ …… 52
6．3　水資源及び水利用管理 …… 53
6.3.1　表流水管理 …… 53
6.3.2　地下水管理 …… 55
6.3.3　水質管理 …… 55
6.3.4　国際河川の水利用 …… 56
6.3.5　流域保全 …… 58

付表リスト

		頁
表－1．1	調査報告書リスト	2
表－2．1	社会経済指標予測値	3
表－2．2	将来水需要予測値	4
表－3．1	主要作物生産量予測	9
表－3．2	かんがい開発ポテンシャル	11
表－3．3	畜産開発量予測	11
表－4．1	都市水道計画一覧（158 都市）	14
表－4．2	地方水道水源別開発計画案	13
表－4．3	大規模かんがい計画	18
表－4．4	畜産用水水源別開発計画案	20
表－4．5	水力発電計画	21
表－4．6	洪水防御プロジェクト	23
表－4．7	都市排水計画一覧（47都市）	25
表－4．8	ダム開発計画一覧（28ダム）	27
表－4．9	流域間導水計画一覧	29
表－4．10	流域内導水計画一覧	29
表－4．11	開発事業費の算定	31
表－4．12	開発事業の経済効率評価	32
表－5．1	開発事業費支出計画	35
表－5．2	所要開発事業費と予測財源の比較	37
表－5．3	2010年までの開発事業費予算の予測	36
表－5．4	縮小財源シナリオにおける事業費及び事業達成指標	38
表－5．5	開発規模縮小シナリオにおける上工水供給計画の事業費及び事業達成指標	39
表－5．6	事業費財源	40
表－5．7	今後の調査研究に要する費用算定	42
表－5．8	多目的ダム開発案（将来計画）	43
表－5．9	流況改善のためのダム計画案（将来計画）	43
表－5．10	代替開発あるいは追加開発案として将来検討を要するダム計画	44
表－5．11	大規模導水計画案（将来計画）	46
表－6．1	国際河川流域に対するアクションの提言	58

付図リスト

		頁
図－2．1	水需要量－水資源賦存量バランス	6
図－3．1	将来土地利用試案	10
図－4．1	都市水道計画位置図（需要地）	16
図－4．2	地方水道／畜産用水水源別開発計画案	17
図－4．3	大規模かんがい計画位置図	19
図－4．4	電力系統計画図	22
図－4．5	洪水氾濫地区位置図	24
図－4．6	ダム計画位置図	28
図－4．7	導水計画位置図	30
図－6．1	ケニア国内の国際河川流域	57

付属資料リスト

		頁
付属資料－1	本調査関係者リスト ……	59
付属資料－2	提言する実施計画案（マスターアクションプラン）……	61
付属資料－3	代替財源シナリオＡにおける実施計画案（縮小財源シナリオＡ：50%）……	89
付属資料－4	代替財源シナリオＢにおける実施計画案（縮小財源シナリオＢ：75%）……	96
付属資料－5	開発規模を縮小した場合の上工水供給事業の実施計画案 ……	105
付属資料－6	今後の調査研究プログラムの提言 ……	119

巻末添付図

1．水資源開発計画図

2．水文情報図

ABBREVIATION

CBK	Coffee Board of Kenya
CBS	Central Bureau of Statistics
CRF	Coffee Research Foundation
CSS	Computer Service Section of MOWD
DAO	District Agricultural Officer
DC	District Commissioner
DDC	District Development Committee
DO	District Officer
DRSRS	Department of Resource Surveys & Remote Sensing
EAMD	East Africa Meteorological Department
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Geographical Information System
GRDP	Gross Regional Domestic Product
GTZ	German Agency for Technical Cooperation
HCDA	Horticultural Crops Development Authority
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
ICDC	Industrial and Commercial Development Corporation
IDA	International Development Association
ILUS	Integrated Land Use Survey
IPC	Investment Promotion Center
IRS	Integrated Rural Survey
JICA	Japan International Cooperation Agency
KBS	Kenya Bureau of Standard
KIRDI	Kenya Industrial Research & Development Institute
KIE	Kenya Industrial Estates Limited
KMD	Kenya Meteorological Department
KPCU	Kenya Planters' Cooperative Union
KPLC	Kenya Power and Lighting Co.
KS	Kenya Standard
KSA	Kenya Sugar Authority
KSB	Kenya Sisal Board
KSS	Kenya Soil Survey
KTDA	Kenya Tea Development Authority
KVDA	Kerio Valley Development Authority
KWAHO	Kenya Water and Health Organization
LBDA	Lake Basin Development Authority
LU	Livestock Unit
MOA	Ministry of Agriculture
MOCSS	Ministry of Culture and Social Services
MOE	Ministry of Energy
MOED	Ministry of Education
MOENR	Ministry of Environment and Natural Resources
MOF	Ministry of Finance
MOH	Ministry of Health
MOHANH	Ministry of Home Affairs and National Heritage
MOI	Ministry of Industry
MOL	Ministry of Labour
MOLD	Ministry of Livestock Development
MOLG	Ministry of Local Government
MOLH	Ministry of Lands and Housing
MOMDE	Ministry of Manpower Development and Employment
MOPND	Ministry of Planning and National Development
MOPW	Ministry of Public Works
MORD	Ministry of Region Development
MORDASAW	Ministry of Reclamation and Development of Arid, Semi-arid and Wasteland
MORST	Ministry of Research, Science and Technology
MOSM	Ministry of Supplies and Marketing
MOTC	Ministry of Transport and Communication
MOTW	Ministry of Tourism and Wildlife
MOWD	Ministry of Water Development
NCC	Nairobi City Commission
NCPB	National Cereals and Produce Board
NES	National Environment Secretariat
NIB	National Irrigation Board
NMWP-I	National Master Water Plan (Stage I)
NWCPC	National Water Conservation and Pipeline Corporation
NWMP	National Water Master Plan
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund of Japan
OP	Office of the President
PC	Provincial Commissioner
PPCSCA	Presidential Permanent Commission on Soil Conservation and Afforestation
ROK	Republic of Kenya
RTPC	Rural Trade and Production Center
RWSDP	Rural Water Supply Development Project
SEFC	Small Enterprise Financial Corporation
SOK	Survey of Kenya
SP1	Sessional Paper No.1 of 1986 on Economic Management for Renewed Growth
SWAP	Surface Water Extraction Permit
TARDA	Tana and Athi River Development Authority
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nation Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UNPEP	United Nation Population Fund Programme
UON	University of Nairobi
USAID	United States Agency for International Development
WHO	World Health Organization

ABBREVIATION OF MEASURES

Length

mm	=	millimetre
cm	=	centimetre
m	=	metre
km	=	kilometre

Area

ha	=	hectare
m^2	=	square metre
km^2	=	square kilometre

Volume

l, lit	=	liter
m^3	=	cubic metre
m^3/s, cms	=	cubic meter per second
MCM	=	million cubic metre
m^3/d, cmd	=	cubic metre per day

Weight

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

Time

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

Money

Kshs.	=	Kenya shilling
K£	=	Kenya pound (Kshs.20)
US$	=	U.S. dollar
USc	=	U.S. cent

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

1．はじめに

1．1　調査の目的及びフレームワーク

ケニアでは近年の急速な発展に伴ない水資源利用の面で種々のひずみが生じはじめてきた。以前は水が豊富であると考えられていた地域でも水不足が増大しつつある。

従来ケニアでは水資源の開発・管理の権限は多くの公共機関に分散されてきた。諸機関の業務を綜合的に調整するシステムを欠いているために、多岐に亘る水資源の開発管理が個々ばらばらに行われる実情にある。このために水利用に競合が生じ、また諸機関の活動や機能に重複を生じる可能性がある。この様な状況から、水およびその他の資源の効率的利用をはかるために、水資源開発・管理を総合的な立場から検討することが必要となった。

本調査は日本国国際協力事業団（ＪＩＣＡ）が組織した調査団がケニア国関係者と協力の上1990年1月から約2.5年間に亘り実施したものである。調査は、国家社会経済開発全体計画に沿う水資源開発に関わる計画及び実施案のフレームワークを策定したものである。取組みとしては、将来の水需要量を予測し、得られる水資源賦存量を吟味の上、国家水資源開発指標を達成するために必要な水開発案を策定するという手法をとった。

提言した計画案には具体的プロジェクト名を挙げているが、フレームワーク案の要素として提示したものであって、本調査では個々のプロジェクトの詳細については吟味していない。詳細は以降の調査において検討される必要がある。

他方、水開発案の実施においては、財政上の制約も考えられるところ、幾つかの財政縮小シナリオに基く実施計画案も吟味した。また、実施においては環境面への対処が重要であるので、この点についての配慮事項も述べている。

1．2　調査の成果

本調査は，ケニア国水資源開発事業に関し、(ｉ)マスタープランの策定(計画期間：2010年まで)及び(ii)今後１０年のアクションプランの提言(計画期間：2000年まで)をとりまとめたものである。調査成果は、(ｉ)1冊の要約報告書、(ii)3冊のメイン・レポート（主報告書）、(iii)１７冊のセクトラル・レポート（分野別報告書）及び(iv)6冊のデータブックにとりまとめて、水資源開発省（MOWD）に提出した。本報告書は全体調査の要約報告書である。報告書のリストを表－1.1に示す。

表－1.1　調査報告書リスト

シリアル No.	報告書	Vol.No.	報告書内容
1.	要約報告書		
2.	主報告書	Vol.1	水資源開発及び利用計画の策定
3.	〃	Vol.2	マスターアクションプラン（全国）
4.	〃	Vol.3	マスターアクションプラン（州及び県別）
5.	分野別報告書	A	社会経済
6.	〃	B	水　文
7.	〃	C	地下水
8.	〃	D	上工水供給計画
9.	〃	E	農業およびかんがい開発計画
10.	〃	F	畜産、野生動物および内面漁業
11.	〃	G	洪水防御計画
12.	〃	H	ダム開発計画
13.	〃	J	ダム地質
14.	〃	K	地形測量－11ダムサイト
15.	〃	L	電力開発計画
16.	〃	M	総合水資源開発計画案
17.	〃	N	環境保全
18.	〃	P	法制及び組織
19.	〃	Q	データベース
20.	〃	R	リモートセンシング
21.	〃	S	ＧＩＳ解析
22.	データブック	DB.1	水文データ（調査サポーティングデータ）
23.	〃	DB.2	地下水データ（揚水試験及び井戸調査データ）
24.	〃	DB.3	地下水データ（調査サポーティングデータ）
25.	〃	DB.4	地形測量データ
26.	〃	DB.5	かんがい／排水計画インベントリーデータ
27.	〃	DB.6	都市用水供給計画；プロジェクト・シート

１．３　謝辞

本調査のためにケニア政府側において、ステアリング・コミッティー及びテクニカル・サブコミッティーが形成された。また本調査を実施した日本国国際協力事業団（ＪＩＣＡ）においては作業監理委員会を設け、調査の運営にあたらしめた。ケニア側コミッティー委員および作業監理委員、併せて調査団員リストを付属資料－１に示す。

作業遂行にあたり、調査団はステアリング・コミッティー、テクニカル・サブコミッティー及び作業監理委員会から多くの指導と作業上の助言を得た。調査団はこれに対し多大な謝意を表するものである。また、調査団はケニア政府の各関係機関及びその地方事務所からもデータ提供、意見交換において協力を得た。この点においても謝意を述べる次第である。

2．開発案策定のためのマクロフレームの設定

将来の水資源開発計画案を策定するため、社会経済指標、水需要量、水資源賦存量及び水収支等について2010年までのマクロフレームの設定を行った。

2．1　社会経済指標予測

2010年までの社会経済指標を下記のとおり予測した。

表－2．1　社会経済指標予測値

（単位：千人）

		1990年	2000年	2010年	(対1990年)
人口：	当初予測（千人）	24,396 *1	34,795 *1	47,816	(196%)
	ー都市	4,778	9,098	15,965	(334%)
	ー地方	19,618	25,697	31,851	(162%)
	修正予測*2（千人）	22,749	30,712	40,305	(177%)
	ー都市	3,965	7,933	12,698	(320%)
	ー地方	18,784	22,779	27,607	(147%)
GDP：	総額（US$×$10^6$）	7,188	12,807	18,922	(263%)
(1989価格)	人口1人当り(US$)	316	415	468	(149%)
食糧生産量：	メイズ　（千トン）	2,744	3,631	4,700	(171%)
(主要4項目)	小麦　（　〃　）	286	424	590	(206%)
	牛肉　（　〃　）	175	249	339	(194%)
	ミルク　（　〃　）	1,709	2,345	3,176	(182%)

（注）　＊1　ケニア政府公式計画値（1989年センサス暫定値発表前）
　　＊2　1989年センサス暫定値に基く修正値

人口については調査末期に1989年人口センサス暫定集計値が発表されたので（1991年5月）、当初予測値から下方修正を行い（上記の修正予測の項）、これを本調査に採用した。尚、上記の諸予測値は本調査における水需要量算定の為の係数として算定したものであり、追って発表されるであろう政府公式予測値によって置きかえられるべきものである。特に人口予測は本調査における水需要算定のために行ったものであることを付記する。

2．2　水資源開発のニーズの概観

将来においても主たる水利用セクターは、生活用水／工業用水供給、かんがい、畜産／野生動物及び水力発電であろうと思われる（特に前者の2つが大量水利用者である）。

明確な統計値は明らかにされていないが、現況国民の半分以上が公共水道からの水供給を受け得ていない状況にある。都市水道施設はオーバロードの状態にあり、他方地方住民の多くは水源へのアクセスが困難な状態におかれている。水汲みは地方部の女性たちの1つの重い労働負荷のままとなっている。

主要作物（メイズ、小麦、ソルガム／ミレット、米）は通常気象年においては食糧自給を為し得るに近いレベルにある。しかしながら、かんがい地（53,000ha）は全農地（4.65百万ha）の1.1%に過ぎず、殆どの農地は天候に左右される不安定な生産状態下におかれている。2010年の食糧必要量は現在の2倍近いもの

になるが、必要な農業生産を果たすには、かんがい開発の一層の重要性を認識する必要がある。

2010年における畜産生産必要量も現在のほぼ2倍規模となる。野生動物の保全は将来の観光事業振興のためにも増々重要である。他方、既存の畜産／野生動物用水源施設は、乾燥年において極めて脆弱なものとなっている。改良の必要がある。

水力発電は全電力供給力の70%を占めるほどケニアでは主力電力源となっている。将来開発に有望と目される幾つかの水力計画が残っている。地熱資源とともに、水力発電開発はケニアの将来の自国内エネルギー源確保の点で重要であるところ、最大開発が進められるべきと考えられる。

2．3　水需要予測

上述の社会経済マクロ指標に基き、セクター別に2010年までの水需要量の予測を行った。

表－2．2　　将来水需要予測値

水需要セクター		1990　年	2000年	2010　年	(対1990年)
(a) 上工水	(1,000m³／日)				
－Urban		573	1,169	1,906	(332%)
－Rural		532	749	1,162	(218%)
－Industry		219	378	494	(226%)
計		1,324 *1	2,296	3,562	(269%)
人口1人当り	(リットル/日)	58	75	88	(152%)
(b) かんがい	(1,000m³／日)	3,965	7,810 *3	11,655	(294%)
(c) 畜産	(1,000m³／日)	326	427	621	(191%)
(d) 野生動物	(1,000m³／日)	44 *2	61 *3	78	(　－　)
(e) 内面養漁池	(1,000m³／日)	21 *2	21	21	
総計	(1,000m³／日)	5,680	10,615	15,937	
	(百万m³／年)	2,073	3,874	5,817	

(注)　*1．上記（a）の1990年数値は理論的需要量。必ずしも需要が満たされているわけではない。
　　*2．上記（d）、（e）は乏しいデータに基く概略算定値であり、参考値として示した。野生動物の頭数は将来とも同数と仮定。将来水需要は一定と見なした（予測のためのデータ不在）。
　　*3．かんがいの2000年数値は、実際の実施の進歩によって不定。上表には1990年と2010年の中間値を示してある。

2．4　水資源賦存量及び水収支

2.4.1　水資源賦存量

ケニア全土の水資源量は大まかに算定して下記のとおりである。

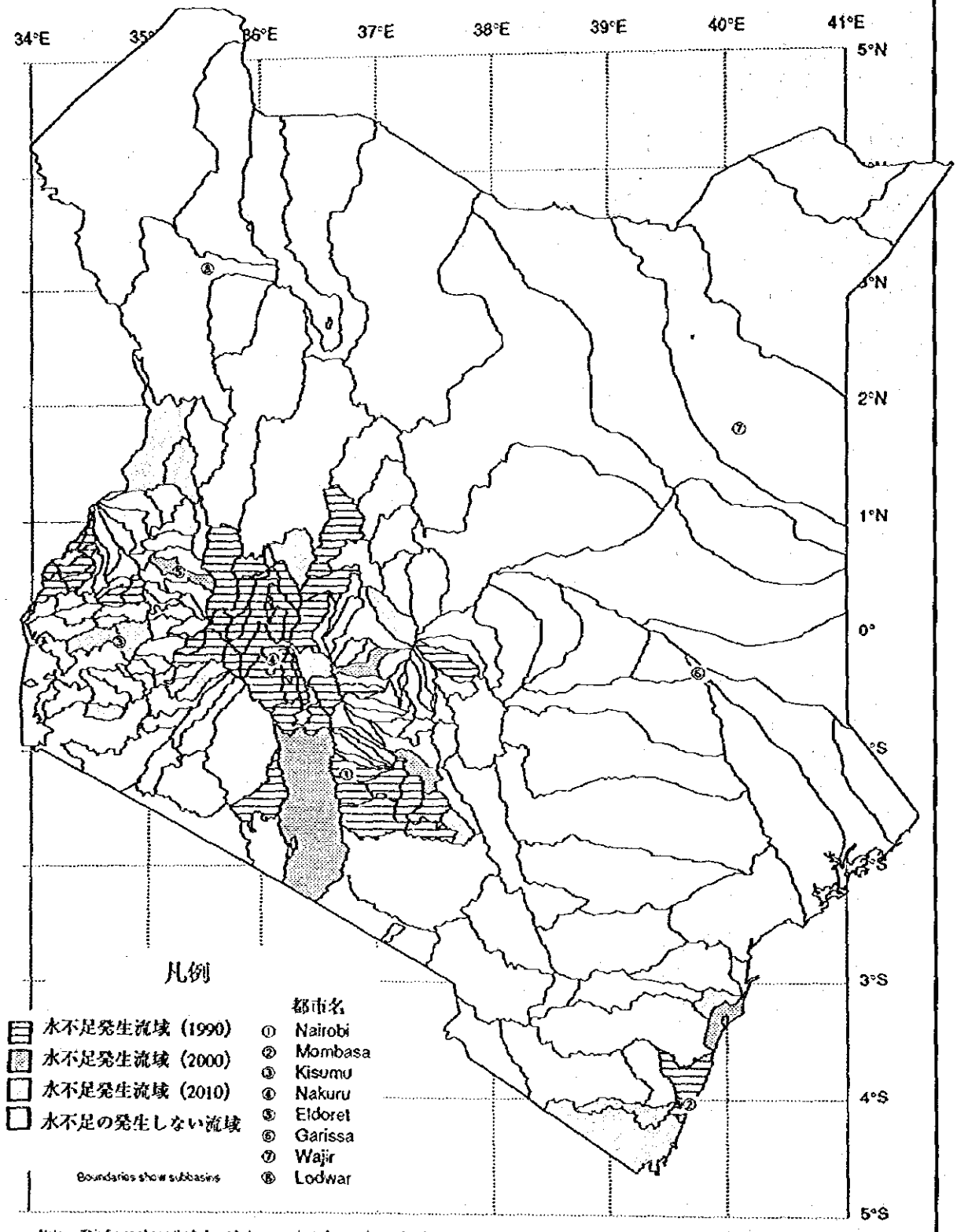
（a）表流水	19,590	百万m³	(流量データの得られる常流河川のみ)
（b）地下水	619	百万m³	
(深井戸水源)	(193	百万m³)	
(浅井戸水源)	(426	百万m³)	
計	20,209	百万m³	

一方、前述第２．２節で算定した1990年水需要量は 2,073百万m3で上記水資源賦存量の約10%に相当し、また2010年水需要量は 5,817百万m3で28%に相当する。即ち、単純な全国の水収支計算上は、2010年までの需要に対し水資源賦存量は十分である算定となる。

2.4.2 地区別水資源量－水需要バランス（面的バランス）

ケニアの特色的事項として、水資源賦存地及び水需要地ともに地勢的に遍在することが挙げられる。図－２．１に地区別の水資源量（表流水源及び地下水源の合計）と水需要量（2010年）のバランスを示す。多くの地区で自地区内水源不足を生ずることがわかる。この面的水収支バランスを初期参考情報として念頭におき以下の計画案策定を進めた。

Fig. 2.1



Note : This figure shows the balance between projected water demand and potential available water "on area basis". Even in the areas classified above as "no deficit", there may still be water shortage on local area basis

図 - 2.1　水需要量-水資源賦存量バランス

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3．国家水資源開発施策及び開発指標

3．1　水開発政策の設定

国家水資源施策策定の目的は、諸公共機関による水資源開発／管理に係る行為が、全般の国家的開発政策に沿って展開されるよう方向づけるとともに、諸部門の開発行為を水資源の利用可能性に照らし、またそれを保全する様に調整することである。

国家水資源政策の基本的目的は、国民を水資源の拘束から解放することにより、国家の経済発展、地域開発、環境及び社会福祉の改善に貢献することにある。

具体的目標は下記のとおり。

(1) 主要河川における必要流量を維持することにより正常な水利用を確保すること。

(2) 公共上水道を拡充することにより社会福祉を改善し、また工業の発展を支えること。

(3) かんがい施設を拡充することにより食糧の自給率を引きあげ、農民の実質所得を向上させること。

(4) 畜産育成及び野生動物保全のために恒常的水源を手当てすること。

(5) 安定的自国内電源確保を計るべく水力発電資源の開発を進めること。

(6) 洪水防御事業により人命を保護し洪水被害を減少させること。

3．2　水文計画基準年

(1) 上工水供給	：	都市水道	1/10渇水年（MOWD設計基準：96%確率日流量にほゞ相当）
		地方水道	1/2 渇水年（MOWD基準：96%確率月平均流量にほゞ相当） 長期的には1/10渇水年に改善する。
(2) かんがい	：	1/5 渇水年	
(3) 河川維持流量	：	既往最小日流量（本調査暫定値） 長期的には各河川別正常流量の算定を要す	

3．3　上工水供給

(1) 開発の指標	：	2010年までに全土において“安全かつ恒常的水供給システム”の配備
－都市水道	：	2000年及び2010年の需要に各々適応する上工水供給システムを配備する。
－地方水道	：	2000年までに“安全かつ恒常的水源”へのアクセスを計る。 －原則として水源での水供給 －水源で得られる水は必ずしもポータブル（Potable）ではない。
	：	2010年までにパイプ給水による供給システムを配備する。

－水は各戸配水及び共同水栓の組み合せで供給する
－水質に応じて水処理を行う。従って供給する水はポータブル。

(2) 施設計画　：

－都市水道　：　パイプ配水網による水供給
－主要地方水道：　パイプ配水網による水供給
－地方水道　：　共同水栓による水供給

(3) 開発の優先順序　：

－現行プロジェクト：現行５ケ年間計画プロジェクト（現況施設のリハビリ及び増強計画を含む）
－現況計画中プロジェクトのうち優先度が高いもの
－新規プロジェクト：
都市水道　：(i) 観光中心地（ナイロビ、モンバサ地区等）
(ii) 水不足が見込まれる地方主要都市；10,000人以上の都市あるいは各県中心都市
(iii) その他の地方都市（人口10,000人以下）
地方水道　：(i) 全土均等的開発を進めるべきことに鑑み、各県(District)間の優先づけは行わない。
(ii) 各県内においては、下記の要素をもって優先づけが行われて良い。
－水開発コストの小さい地区（経済性）
－恒常的水源に恵まれない地区（地区別均等開発）
－地下水水質不良地区（降雨貯留の推進）

(4) 非施設的対策　：

(a) 漏水及びUnaccounted-for-water の削減
(b) 節水対策　：　－傾斜料金制度の導入
－各戸給水及びメーター計測の推進
(c) コスト回収策　：　－都市水道　：　全費用の回収
－地方水道　：　O&M コストの回収

３．４　下水処理

長期的には全国民が適切な下水処理施設の便宜を受けあるいは処理設備を持つよう施策が為されるべきである。本調査においては、当面2010年までの間、施策の優先度は都市部に与えられるものと考えた。原則として、下水処理設備は上工水供給事業に付随する形で一体的に施されるべきことを提言する。

３．５　農業及びかんがい

3.5.1 農業開発

(1) 農業開発指標　：　食糧自給の達成

食糧自給は基本的に下記の２策により達成可能と推算する。

(i) 単位面積あたりの増産
(ii)作付面積の拡大
主要作物について数字を上げると以下のとおりである。

表－3．1　主要作物生産量予測

作　物	現在（1990年） 生産量 (1,000 トン)	収穫量 (トン/ha)	作付面積 (1,000ha)	2010年 所要生産量 (1,000 トン)	収穫量 (トン/ha)	作付面積 (1,000ha)
メイズ	2,762	1.8	1,500	4,700	2.8	1,679
小　麦	298	2.1	140	590	3.4	173
ソルガム/ミレット	219	0.8	270	547	1.5	364
米	44	2.9	15	205	3.0	68
計			1,925			2,284

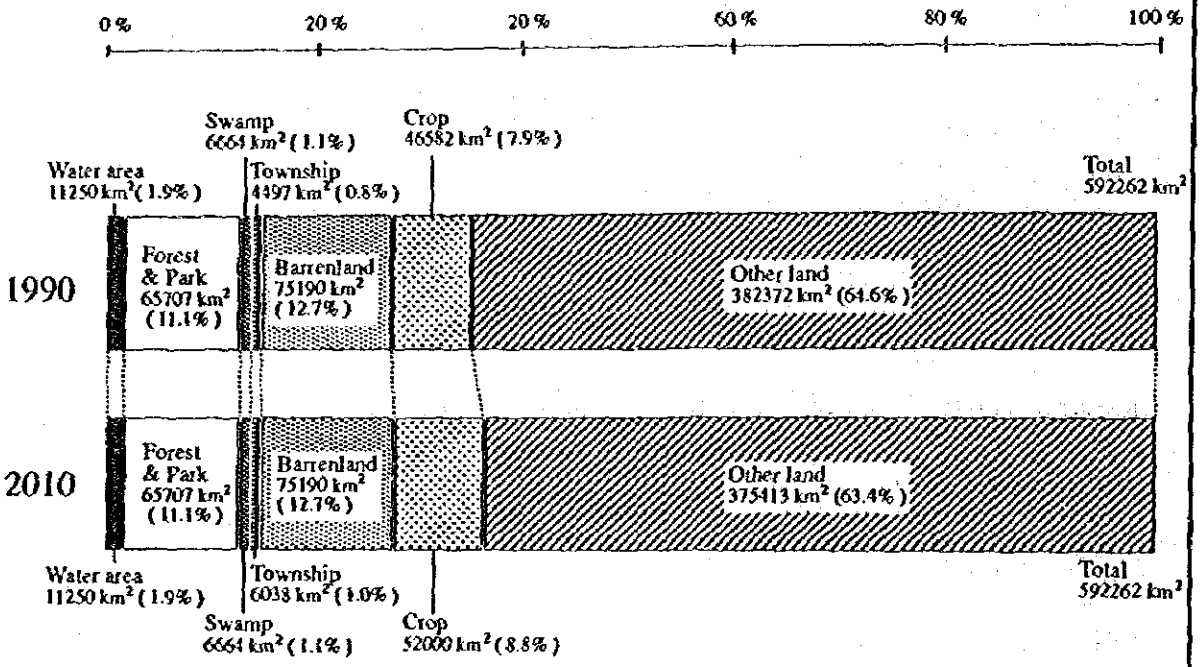
上記主要作物の他、コーヒー（275,000ha)、茶（124,000ha)及びその他の作物（約2.0 百万ha）を含めた総作付面積は2010年時点で約5.2 百万haと見込まれる。図－3．1に本水資源マスタープランにおいて想定した土地利用プランを示す。

(2) 農業ポテンシャル

本調査で行った予備的な農業適地評価結果によれば、ケニアにはメイズ適地として約 5.0百万ha、小麦適地1.4 百万ha、ソルガム／ミレット適地 7.2百万ha、米作適地 1.3百万haと試算された。農業適地ポテンシャルとしては十分にあると言える。

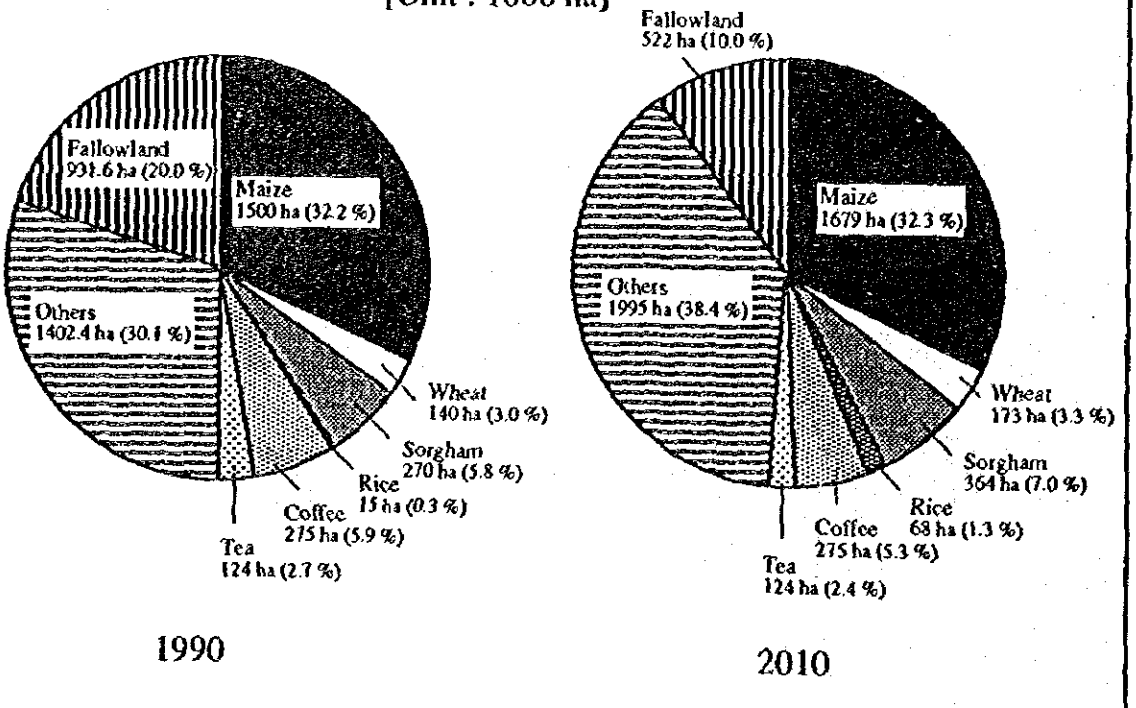
Fig. 3.1

Overall Land Use



Breakdown of Crop Land

[Unit : 1000 ha]



図－3.1 将来土地利用試案

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3.5.2 かんがい開発

(1) かんがい開発ポテンシャル

土地及び水資源の観点から、かんがい開発可能地区は以下の如く算定される

表－3．2　かんがい開発ポテンシャル

水　源	畑作かんがい適地	うち米作適地
表流水	470,000ha	340,000ha
地下水	1,500ha	1,000ha

現況かんがい面積は上記の14％（65,000ha）であることに鑑み、国土は十分の将来かんがい開発ポテンシャルを有すると目される。

(2) かんがい開発の役割

食糧自給は天水農業の振興によっても為し得ると目されるが、かんがい事業の重要性を認識すべきところとして、(i) より経済的な農産物生産を通じ国家経済開発に寄与すべきこと、(ii) 農民の家計収入の改善に寄与すること、(iii) 旱魃に対する安全性、及び (iv) 食糧自給への効率的寄与などがあげられる。

(3) かんがい開発指標及び優先順序

－小規模かんがい計画　：　投資額が小さいこと、地方村落振興効果があることから優先的に実施する
－大規模かんがい計画　：　費用便益指標が大きい順に実施すべきこと（経済性）

3．6　畜産開発及び野生動物

3.6.1 畜産開発

(1) 畜産品生産必要量

2010　年までの食肉、乳産品需要を支えるには下記の畜産開発が必要と考えられる。

表－3．3　畜産開発量予測

（単位：1000頭）

家畜（主要種のみ）	1990年	2000年	2010年	1990年比増加率
乳　牛	2,798	3,302	3,896	(139%)
肉　牛	9,133	10,960	13,152	(144%)
羊及び野羊	15,626	18,751	22,502	(144%)
ラクダ	719	849	1,002	(139%)

(2)　水開発量

上記の畜産に要する用水の需要量は第2．2節に推定したとおりである。本水資源開発計画においては、この畜産用水需要に対する水資源配分を検討する。

3.6.2 野生動物保全

野生動物の生態系が保全されるべき地区において、用水源の保全あるいは開発を行う。

3．7　水力発電

水力発電開発はエネルギー省(MOE)／ケニア電力会社(KPC)が定める電力投入計画の一環として実施されるべきものである。本調査においてはMOE/KPCの計画に挙げられている水力発電候補プロジェクトを取り上げるものとする。基本的には、代替火力に競合し得るプロジェクトを投入計画の対象とする（経済性の見地から）。

3．8　河川及び洪水防御事業

(1) 洪水防御プロジェクト

2010　年までは、当面経済性のあるプロジェクトのみを実施する方針とする。

(2) 都市部排水事業

ナイロビ、モンバサ、その他主要地方都市から逐次整備を開始すべきと考える。

(3) その他の河川改修事業

問題の生じている河川について必要に応じて改修を進めて行く方針とする。都市部河川から着手して行くことになろう。

4．開発案の策定（計画期間2010年まで）

4．1　上工水供給

(1) 都市水道

2000年時点で人口5,000人以上になると目される158の全Urban Centerにパイプ給水施設を整備する。ここに、実現については相当の財源が得られることが前提となる。計画対象都市及び計画概要を表－4.1.に示す。計画としては、各々の都市における現況施設を表中に示す需要量（2000及び2010年）に見合う施設規模まで拡大することを意味する。また、都市位置を図－4.1に示す。

(2) 地方水道

2010年までに全983 Locations(1986年時点区分）のRural Centersにパイプ給水施設（主要地方センター）またはポイント給水施設（その他の小地方センター）を整備する。但し、地区によっては降雨貯留施設（屋根集水、露岩地集水等）にとゞまるところもある。地方水道の水源計画の概要を次表に示し、また図－4.2に示す。

表－4.2　地方水道水源別開発計画案

水　　源	水開発量 (m³／日)	(%)	施設数　＊
表流水源（河川、湧泉等）	695,627	60.0	－
深井戸	144,530	12.5	4,576本
浅井戸	162,142	14.0	30,510本
屋根集水（降雨貯留）	43,876	3.8	1,139,271軒
小規模ダム	34,977	3.0	664個
サブサーフェースダム（河床貯留）	2,171	0.2	389個
サンドダム（河床貯留）	1,917	0.2	354個
ロック・キャッチメント（露岩地降雨貯留）	2,147	0.2	292個
既設パイプラインからの取水	72,333	6.1	－
計	1,159,720	100.0	

（注）　＊　各々の施設に想定した標準施設計画案に基く。屋根集水は一軒あたり3m³タンク換算。
　　－　本調査では算定不可。個別計画の積み上げにより算定可能。

4．2　下水処理施設

上工水供給施設の配備に伴い、都市部においては適切な形での下水処理施設を設ける。汚水処理については下記三つのメニュー案を想定した（概略費用算定のため）。

	人口規模	想定した施設（%） 公共下水道	浄化槽	浸透式屎尿槽
(a)	100,000人以上	50	25	25
(b)	10,000人以上	25	50	25
(c)	5,000～10,000人	25	25	50

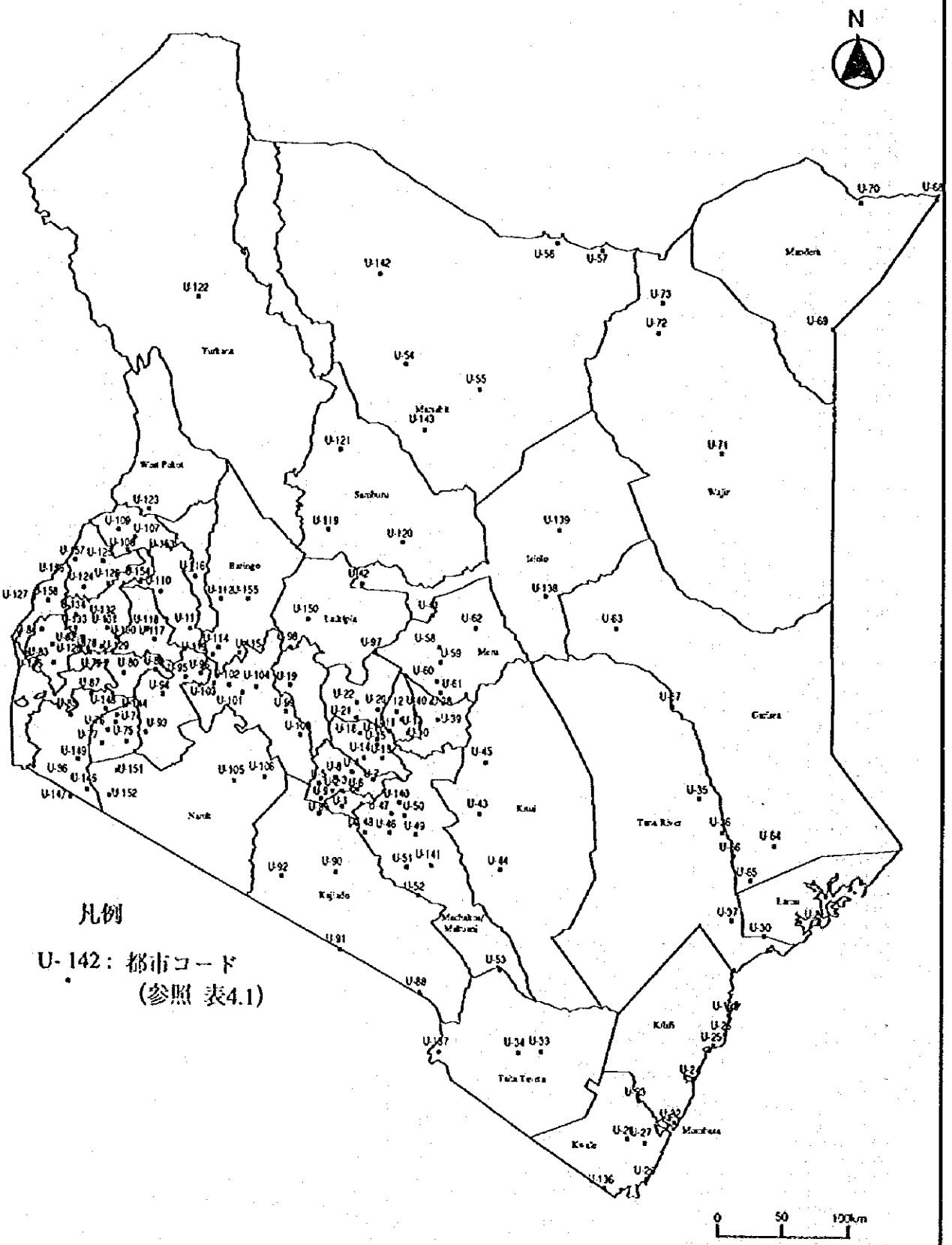
表-4.1 都市水道計画一覧(158都市)(1/2)

コード	ロケーション	都市名	都市コード	流域	人口(2010)	水源計画	需要量(m3/day) 1990	2000	2010
110.0	Nairobi	Nairobi	U- 1	3BA	3,465,400	Thika Dam, Ndarugu, Ruiru A, Chania B	332,826	552,294	802,168
211.1	Kiambaa	Karuri	U- 2	3BA	46,400	Kiambaa Dam (Rui Ruaka R.)	2,554	5,070	7,557
211.4	Kiambu Municipality	Kiambu	U- 3	3BA	16,600	Kiambaa Dam (Rui Ruaka R.)	1,589	3,212	4,803
212.1	Ngenda	Gatundu & Ngenda	U- 4	3BD	2,000	Thiririka River	170	332	460
213.1	Limuru	Limuru	U- 5	3BA	4,600	Chania P/L	931	1,699	2,337
214.1	Ruiru	Ruiru	U- 6	3BC	40,900	Ruiru River	2,602	5,076	7,456
214.4	Thika Municipality	Thika	U- 7	3CB	217,500	Chania River (Lower)	11,134	24,737	39,416
215.1	Githunguri	Githunguri	U- 8	3BC	14,100	Ruiru river	671	1,523	2,444
216.6	Kikuyu	Kikuyu	U- 9	3BA	22,500	Kikuyu Dam	4,561	8,081	10,567
221.1	Tebere	Wanguru	U- 10	4DA	1,500	Thiba River	181	341	490
222.2	Kiine	Sagana	U- 11	4BC	11,100	Ragati River	518	1,191	1,950
222.3	Inoi	Kerugoya	U- 12	4DA	34,100	Kiringa River	1,395	3,263	5,443
223.2	Kabare	Kutus	U- 13	4DA	23,500	Thiba River	935	2,150	3,575
231.4	Muruka	Kandara	U- 14	4CC	1,800	Thika River	103	193	272
232.3	Ngindu	Muragua	U- 15	4BF	91,200	Githanji river	5,183	9,545	13,813
233.4	Iyego	Kangema	U- 16	4BD	3,900	Mathioya River	219	415	590
234.3	Mbiri	Murang'a	U- 17	4BD	70,100	Maragua river	3,841	7,992	12,449
235.1	Makuyu	Makuyu	U- 18	4BF	16,500	Motoho river	745	1,589	2,499
241.3	Ol Kalou	Ol Kalou	U- 19	2GB	37,900	Malewa River	2,740	4,316	6,662
254.2	Konyu	Karatina	U- 20	4BA	20,700	Ragati River	975	2,152	3,606
256.1	Karima	Othaya	U- 21	4AD	18,400	Tuthi river	702	1,623	2,796
257.0	Nyeri Municipality	Nyeri	U- 22	4AC	370,700	Chania River	15,539	35,042	59,718
311.2	Mariakani	Mariakani	U- 23	3MB	33,100	2nd Mzima P/L	3,954	7,518	10,502
313.2	Tezo	Kilifi	U- 24	3LA	54,500	Rare reservoir	2,119	5,288	8,994
314.3	Gede	Watamu	U- 25	3HD3	9,200	Sabaki pipeline	306	801	1,389
314.4	Malindi Town	Malindi	U- 26	3LB	159,800	Sabaki Pipeline & Rare Dam	5,818	14,805	25,408
314.6	Magarini	Mambrui	U- 135	3HD2	14,400	Sabaki river	466	1,024	2,092
321.1	Shimba North	Kwale	U- 27	3MC	15,200	Marere pipeline	547	1,455	2,325
323.1	Kinango South	Kinango	U- 28	3MC	5,800	Marere pipeline	318	660	885
324.1	Msambweni	Msambweni	U- 29	3K	34,500	Boreholes + Mkurumuji river	1,298	3,394	5,427
324.5	Lungalunga	Lungalunga	U- 136	3K	8,200	Umba river	441	959	1,404
331.0	Witu	Witu	U- 30	4GG	12,500	Mkondo wa Cumbi river	494	1,146	1,983
333.2	Lamu Town	Lamu	U- 31	4KB	34,000	P/L from Tana River + B/H	1,691	3,751	6,317
340.0	Mombasa	Mombasa	U- 32	3MD1	904,400	2nd Mzima/Mwachi Dam, Pemba Dam	100,256	151,634	202,823
351.1	Taveta	Taveta	U- 137	3J	28,900	Njoro Spring	2,234	3,890	5,449
352.4	Voi	Voi	U- 33	3LA	36,000	2nd Mzim pipeline	2,177	4,257	6,565
353.2	Werugha	Wundanyi	U- 34	3LA	8,000	Sigaso/Manguri River	403	803	1,237
362.3	Bura	Bura & Madogo	U 35	4GE	2,800	Tana River	149	334	450
363.3	Zubaki	Hola	U- 36	4GF	34,800	Tana River	1,374	3,615	5,862
364.1	Balisa	Garsen	U- 37	4GG	11,700	Tana River	570	1,272	1,882
411.8	Kangaari South	Runyenjes	U- 38	4EC	6,100	Ena river	407	821	1,228
412.1	Nthawa	Siakago	U- 39	4EC	800	Ena River	50	88	120
413.7	Embu Municipality	Embu	U- 40	4DC	72,900	Lower Rupingazi River + Upper Rupingazi	3,010	7,201	11,899
421.1	Central	Isiolo	U- 41	5DA	88,100	Boreholes + Spring	3,023	9,559	18,914
421.2	Oldonyonyiro	Ol Doinyo Ng'iro	U- 42	5DD	17,600	Ewaso Ngiro River	788	2,064	3,681
422.1	Garbatula	Garbatula	U- 138	5FA	7,600	Boreholes	340	898	1,590
423.1	Merti	Merti	U- 139	5ED	22,700	Ewaso Ngiro	1,021	2,668	4,757
431.4	Changwithya	Kitui	U- 43	4HA	40,800	Masinga Dam	1,560	4,017	6,759
433.2	Mutomo	Mutomo	U- 44	4HA	1,600	Sub-Surface dam on Tiva river	87	178	242
434.4	Mwingi	Mwingi	U- 45	4ED	32,000	Kiambere Dam	1,076	2,879	4,888
441.1	Muvuti	Machakos	U- 46	3EA	356,400	Athi River P/L	14,309	33,750	56,631
441.2	Mitaboni	Mitaboni	U- 47	3AC	114,000	Kaaihara River	4,288	10,248	17,295
442.3	Settlement Area	Athi River	U- 48	3AB	98,200	Upper Athi Dam	4,891	10,907	17,649
444.3	Kiteta	Usuni/Town	U 49	3EB	700	Tana river	37	74	105
445.1	Kangundo	Kangundo	U- 50	3EA	43,900	Pipeline from Athi River	1,695	4,037	6,812
445.2	Matungulu	Tala	U- 140	3EA	6,400	Pipeline from Athi river	667	1,299	1,951
447.4	Kilungu	Nunguni	U- 51	3FA	1,000	Kyangonyo river	62	117	151
448.1	Makueni	Wote	U- 141	3EC	9,000	Kaiti river + Nzaui river	431	995	1,629
448.3	Nzaui	Emali	U- 52	3FA	800	Nol Tresh P/L	50	89	121
449.4	Mtito Andei	Mtito Andei & Kibwezi	U- 53	3FB	13,500	Pipeline from Athi river	557	1,264	2,049
451.1	North Horr	North Horr	U- 142	5J	6,300	Boreholes	314	795	1,244
452.2	Kargi	Kargi	U- 54	5J	16,600	Boreholes + Subsurface Dam	764	1,910	3,290
453.1	Korr	Korr	U- 143	2GD	17,200	Boreholes	1,030	2,166	3,411
454.1	Mountain	Marsabit	U- 55	5EC	43,700	Boreholes +Small dams/Sub surface dam/S	2,203	5,350	9,078
455.2	Sololo	Sololo	U- 56	5EB	14,300	Boreholes	658	1,652	2,832
456.1	Moyale	Moyale	U- 57	5EA	26,200	Boreholes + Small Dam	1,493	3,548	5,956
461.4	Ntima	Meru	U- 58	4FA	319,900	Kathita river	13,209	31,863	53,093
463.1	Nkuene	Nkubu	U- 59	4FA	20,300	Thingithu River	737	1,843	3,102
464.1	Chogoria	Chogoria	U- 60	4EB	2,900	North Mara River	161	329	443
464.3	Karingani	Chuka	U- 61	4EB	12,400	Tungu river	590	1,244	1,894
467.2	Maua	Maua	U- 62	4FB	12,400	Ura river	590	1,244	1,894
513.1	Malogashe	Mudo Gashe	U- 63	5FA	6,700	Boreholes + Subsurface Dam	359	773	1,141
515.2	Ijara	Ijara	U- 64	4KB	3,200	Boreholes + Small dam	173	409	545
515.3	Kotile	Kotile	U- 65	4GG	3,200	Boreholes/Subsurface Dam/Tana	173	409	545
515.4	Masalani	Masalani	U- 66	4GF	3,200	Tana River	173	409	545
519.1	Sankuri	Garissa	U- 67	4GC	115,300	Tana River	4,852	12,392	20,030
521.1	Mandera	Mandera	U- 68	5GB	18,100	Daua River	1,222	2,285	3,602
523.1	Elwak	Elwak	U- 69	5GA	24,400	Boreholes	1,730	2,876	4,242
524.2	Rhamu	Rhamu	U- 70	5H	10,200	Daua River	727	1,202	1,772
533.4	Wajir Township	Wajir	U 71	5FA	75,500	Boreholes + Ewaso Ngiro River	3,428	7,459	12,493
536.1	Buna	Buna	U- 72	5EA	18,700	Boreholes(Lago Bor river)	1,087	2,040	3,094
537.2	Bute	Bute	U- 73	5EA	6,100	Boreholes + Small Dams	353	664	1,008
611.2	Erange	Manga	U 74	1JE	2,100	Bunyunyu Dam	136	252	320

表-4.1 都市水道計画一覧(158都市)(2/2)

コード	ロケーション	都市名	都市コード	流域	人口(2010)	水源計画	需要量(m3/day) 1990	2000	2010
611.5	East Kitutu	Keroka	U- 75	1KB	6,100	Bunyunyu Dam	596	1,079	1,537
612.2	East Mugirango	Nyamira + Kebirigo	U- 144	1HD	32,400	Kuja river	1,671	3,322	5,090
615.0	Kisii Municipality	Kisii	U- 76	1KA	138,500	Bunyunyu Dam	7,815	15,630	24,020
617.1	Majoge Chache	Ogembo	U- 77	1KB	2,700	Kuja river	162	296	412
622.1	West Kisumu	Maseno	U- 78	1HB	50,600	Edzawa Dam	7,413	13,794	19,534
622.5	East Kisumu	Kisumu & + Kibos...	U- 79	1HB	578,700	Kibos dam	26,032	54,693	83,344
623.2	South East Kano	Ahero	U- 80	1GD	26,900	Nyando river	1,784	3,279	4,864
625.2	Muhoroni	Muhoroni	U- 81	1CD	26,700	Nyando River	1,422	2,937	4,720
632.4	West Sakwa	Bondo	U- 145	1EE	8,600	Yala river	763	1,231	1,771
633.2	East Gem	Yala	U- 82	1FE	6,500	Yala river	683	1,216	1,751
634.1	East Alego	Siaya	U- 83	1FG	57,200	Yala River	3,245	6,283	9,778
635.4	North Ageya	Ukwala	U- 84	1EF	2,700	Nzoia River	152	284	411
641.1	Kanyada West	Homa Bay	U- 85	1HF	73,900	Lake Victoria	3,945	8,308	12,741
644.3	Suna East	Migori	U- 86	1KC	24,100	Migori river	1,321	2,781	4,253
646.3	Bukira East	Kehancha + Taranganya	U- 146	1KC	9,800	Migori river	555	1,038	1,481
646.8	Bugumbe West	Nyabikaye	U- 147	1KC	9,300	Boreholes	525	980	1,405
647.4	Central Kasipul	Oyugis	U- 148	1HD	9,800	Isanta river(Awach Tende)	624	1,155	1,629
648.1	Central Karachuonyo	Kendu Bay	U- 87	1HD	8,700	Lake Victoria	635	1,311	1,974
649.4	South Sakwa	Awendo/Sare	U- 149	1KB	11,000	Sare river	1,082	2,015	2,877
711.1	Odomongi	Oloitokitok	U- 88	3G	24,500	Nol-Turesh Spring	698	2,098	4,034
712.1	Ngong	Ngong	U- 89	2H	81,800	Kerarapon Spring	2,614	7,278	13,474
713.1	Eldamat	Kajiado	U- 90	3FA	34,100	Kiserian P/L	973	2,916	5,617
713.5	Namanga	Namanga	U- 91	3N	27,300	Namanga Spring	779	2,342	4,496
714.1	Magadi	Magadi	U- 92	2H	16,000	Olaibortoto river	524	1,484	2,781
723.1	Kipketudo	Sotik	U- 93	1JF	16,600	Kipsonoi river	1,295	2,443	3,640
725.5	Kericho Township	Kericho	U- 94	1JC	145,000	Dimlich Dam, Kimugung Dam	8,034	16,924	27,497
726.1	Kipkelion	Kipkelion	U- 95	1GC	7,800	Nyando river	330	730	1,210
727.1	Londiani	Londiani	U- 96	1GC	11,300	Londiani dam	504	1,058	1,816
731.5	Nanyuki	Nanyuki	U- 97	5BE	114,900	Liki river	4,489	11,167	20,546
733.4	Rumuruti	Rumuruti	U- 150	5AA	8,200	Rumuruti Dam + Borehole	485	1,015	1,651
733.9	Nyahururu Township	Nyahururu	U- 98	5AA	60,000	Nyahururu dam + Borehole	2,642	6,505	11,055
743.2	Gilgil	Gilgil	U- 99	2GA	73,800	Turasha P/L & Malewa Dam	2,325	6,340	12,065
744.1	Naivasha	Naivasha	U- 100	2GD	194,500	Turasha P/L & Malewa Dam	6,151	16,752	31,924
746.1	Njoro	Njoro	U- 101	2FC	46,000	Itare Dam	1,463	3,999	7,608
747.3	Elburgon	Elburgon	U- 102	2EC	62,700	Itare Dam	1,953	5,363	10,239
747.5	Molo South	Molo	U- 103	1BG1	55,100	Itare Dam	1,813	4,892	9,259
749.0	Nakuru Municipality	Nakuru	U- 104	2FC	869,900	Turasha P/L + Malewa Dam + Itare Dam	34,623	86,813	151,718
752.1	Lower Melili	Narok	U- 105	2KA	85,700	Upper Narok Dam	2,084	7,240	14,516
752.5	Keekonyoike	Nairagie Ngare	U- 106	2H	2,500	Nasampolai river	82	230	413
754.4	Uasin Gishu East	Kilgoris	U- 151	1KC	16,200	Poroko river	541	1,526	2,686
755.1	Siria East	Lolkorian	U- 152	1KC	8,400	Migori river	279	788	1,391
762.3	Kitale	Kitale	U- 107	1BG	249,200	Koitobos river	9,391	23,346	40,985
762.4	Kiminini	Kiminini/Saboti+Spr.Kitu	U- 108	1BG	4,200	Kabeyan river	211	450	642
763.5	Endebess	Endebess/Kwanza	U- 109	1BE	6,700	Koitobos river	348	723	1,029
771.2	Moi's Bridge	Moi's Bridge	U- 153	1BE	10,100	Nzoia river	464	975	1,577
772.4	Turbo West	Turbo	U- 154	1CB	14,000	Sosiani river	644	1,342	2,185
772.5	Eldoret Municipality	Eldoret	U- 110	1CB	486,800	Moiben Dam + Nzoia river	20,374	47,755	84,415
774.6	Olare	Burnt Forest	U- 111	1CC	7,200	Kipkaren river	330	687	1,124
812.5	Kabarnet Mosop	Kabarnet	U- 112	2EH	34,700	Kirandich Dam	1,475	3,249	5,558
814.3	Maji Mazuri	Maji Mazuri	U- 113	2ED	19,200	Maji Mazuri river	765	1,745	2,991
814.5	Eldama Ravine	Eldama Ravine	U- 114	2EF	20,700	Chemususu Dam	902	1,965	3,372
815.1	Lembus Soi	Mogotio	U- 115	2EG2	10,700	Molo river /Chemususu Dam	436	975	1,662
816.2	Marigat	Marigat	U- 155	2EE	8,600	Perkerra river	452	871	1,340
822.4	Kiptuilong	Iten+Tambach	U- 116	2CB	19,700	Moiben Dam	952	2,035	3,194
831.3	Chemelil	Nandi Hills	U- 117	1FD	4,200	Mokong River	877	1,687	2,463
832.2	Chemundu	Kapsabet+Baraton	U- 118	1FC	56,300	Mokong river	2,114	5,238	9,002
841.4	Maralal	Maralal	U- 119	5CA	74,800	Loikas/Yamo river	3,036	7,296	13,177
842.4	Wamba	Wamba	U- 120	5DD	15,600	Boreholes	593	1,449	2,651
843.6	Elbarta	Baragoi	U- 121	2D	13,500	Boreholes + Sub surface dam	512	1,265	2,294
853.5	Lodwar	Lodwar	U- 122	2BD	33,400	Boreholes & sub surface dam	1,890	4,543	7,881
861.5	Kapenguria	Kapenguria/Makutano	U- 123	2BC	48,200	Kapenguria River	1,846	4,332	7,538
911.4	Malakisi	Mawalie + Malakisi	U- 156	1AB	10,700	Malakisi river	627	1,376	2,084
912.4	Musikoma	Bungoma	U- 124	1AG	142,700	Kuywa River	5,098	13,776	23,563
913.1	Kimilili	Kimilili	U- 125	1DB	31,500	Kimilili River	955	2,735	4,795
914.2	Webuye	Webuye	U- 126	1DA	128,700	Nzoia River	4,054	11,472	19,991
916.1	Cheptais	Chaptais	U- 157	1AA	10,000	Sasuri river	468	1,076	1,675
921.5	South Teso	Busia	U- 127	1AH	70,200	Sio river	2,105	6,489	11,313
922.2	Central Bukhayo	Nambale	U- 158	1AH	8,100	Sio river	308	791	1,233
931.3	West Bunyore	Luanda	U- 128	1FF	12,600	Edzawa river	690	1,563	2,478
932.5	Central Maragoli	Vihiga+Majengo	U- 129	1FF	14,400	Edzawa River (Kimondi River)	801	1,591	2,332
933.1	Shamakhokho	Kaimosi	U- 130	1FE	1,300	Galagoli river	188	358	438
934.3	West Isukha	Khayega	U- 131	1EB	1,400	Yala river	188	360	513
935.4	Kakamega Municipality	Kakamega	U- 132	1EB	187,500	Isiukhu River, Mukulusi Dam	7,834	18,648	30,259
939.2	Central Marama	Butere	U- 133	1BG	7,400	Viratsi River	366	758	1,121
93A.4	Central Wanga	Mumias	U- 134	1DD	75,900	Nzoia River	3,885	7,923	11,814

Fig. 4.1



凡例

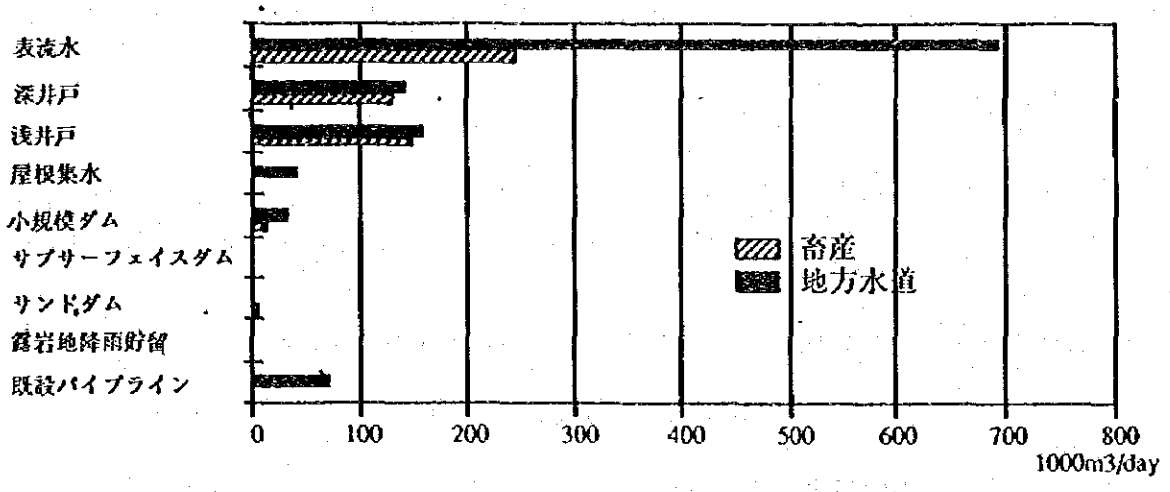
U-142：都市コード
(参照 表4.1)

図 - 4.1　都市水道計画位置図（需要地）

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 4.2

地方水道及び畜産用水のための水資源開発計画



(単位 m3/day)

水源	上水	畜産	計
表流水	695,627	248,489	944,116
深井戸	144,530	133,675	278,205
浅井戸	162,142	151,320	313,462
屋根集水	43,876	0	43,876
小規模ダム	34,977	14,404	49,381
サブサーフェイスダム	2,171	3,473	5,644
サンドダム	1,917	4,256	6,173
露岩地降雨貯留	2,147	0	2,147
既設パイプライン	72,333	3,114	75,447
計	1,159,720	558,731	1,718,451

地方水道及び畜産用水のための水源別割合

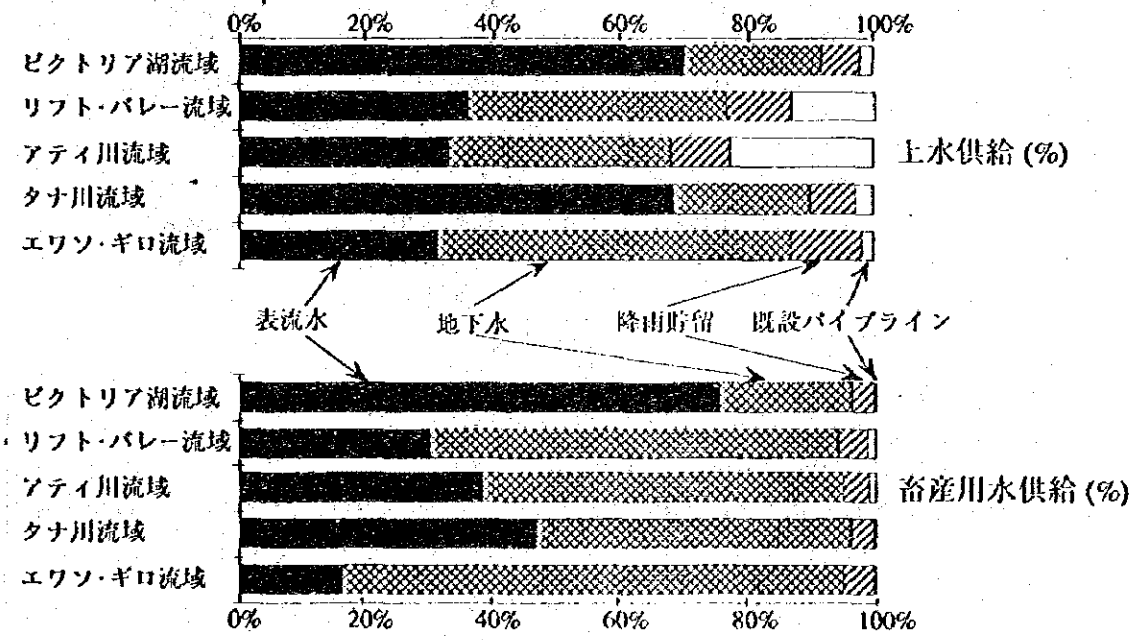


図 - 4.2 地方水道／畜産用水水源別開発計画案

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

費用算定においては、公共下水道コストのみを開発費用として算入し、他は各戸住民負担と見なした。下水処理施設は、上工水供給を対象とした158の都市に計画する。

4．3　かんがい

下記のかんがい計画を2010年までに実施することを提言する。

(1) 大規模かんがい計画

下記の18計画（500ha以上）を実施する。かんがい総面積は約110,000haである。

表－4．3　大規模かんがい計画

かんがい計画名	かんがい面積	河川流域	水　源	主要作物
Arror	1,340	Kerio	Arror River	M,V,F
Bunyala Extension (Lower Nzoia)	10,480	Nzoia	Nzoia River	Ct,M,B,R
Kano Plain	25,640	Nyando	Sondu/Miriu dam Magwagwa dam	M,R,Ct,B
Kanzalu	4,055	Tana	Munyu dam or Ndarugu dam	M,B,Cf,R
Kibwezi	13,200	Ati	Yatta dam	M,B,Ct,V
Kimira	2,000	Awach Kibuon	Awach Kibuon River	R,M,Ct,B
Kunati	1,050	Tana	Thanantu River	Ct,M,V,T
Lower Ewaso Ngiro	10,000	Ewaso Ngiro South	Oldorko dam	M,B
Lower Kuja	1,900	Kuja	Kuja River	M,B,Ct,V
Lower Rupingazi	1,800	Tana	Rupingazi River	Ct,T,M,V
Mwea Extension	2,900	Tana	Thiba dam	R,Hc
Sabaki Extension	3,000	Athi	Sabaki River	M,B,Ct
Taita Taveta	3,780	Lumi	Lumi River/Springs	M,B
Tana Delta	12,000	Tana	Tana River	R
Thanantu	2,520	Tana	Tanantu River	Ct,M,T,F
Turkwel	600	Turkwel	Turkwel River	Ct,M,B,F
Upper Nzoia	7,550	Nzoia	Nzoia River	F,M,V
Yala Swamp	7,540	Yala	Yala River	R
計	111,355			

（注）　M:Maize、B:Beans、V:Vegetable、F:Fruits、R:Rice、Ct:Cotton、Cf:Coffee、T:Tobacco、Hc:Horticulture

上記かんがい計画の位置図を図－4．3に示す。

(2) 小規模かんがい計画

提言する実施プロジェクトは140計画であり、総面積にして約7,000haである。計画地点は23のDistricts に分散している。概略位置を本報告書末尾に添付した「水資源開発計画図」に示す。

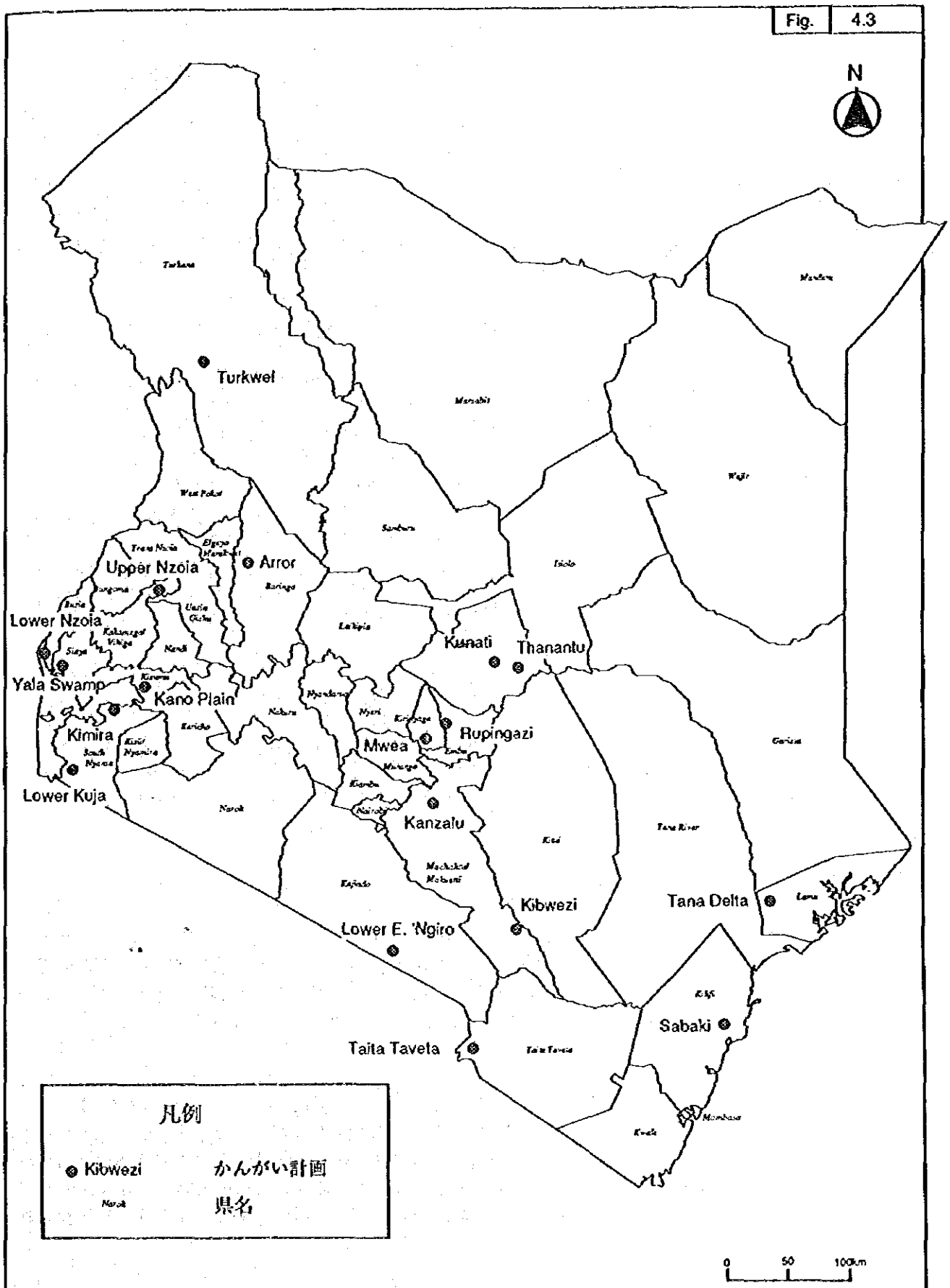


図 - 4.3 大規模かんがい計画位置図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

4．4　畜産、野生動物及び内面漁業

4.4.1　畜産用水開発

(1) 畜産用水水源開発

表流水、地下水、降雨貯留施設によって供給する。給水は原則として水源地でのポイント供給として計画する。水源別計画案の概要を下表に示し、また前出の図－4．2に示した。

表－4．4　畜産用水水源別開発計画案

水　　源	水開発量 (m³／日)	(%)	施設概略数＊
表流水源（河川、湖沼、他）	248,489	44.5	-
深井戸（地下水）	133,675	23.8	4,582本
浅井戸（地下水）	151,320	27.1	27,030本
小規模ダム	14,404	2.6	688個
サブサーフェース・ダム（河床貯留）	3,473	0.6	527個
サンドダム（河床貯留）	4,256	0.8	608個
既設パイプラインからの給水	3,114	0.6	-
計	558,731	100.0	

(注)　＊　各施設別に定めた標準施設計画案に基く。
　　－　本調査では算定不可。個別計画の積み上げにより算定可能。

乾燥地においては、地方生活用水供給のための水道施設が配備された場合、一部の畜産用水は同施設から供給されるものとした。即ち、中ポテンシャル地区（半乾燥地）では畜産用水需要量の20%、低ポテンシャル地区（極乾燥地）では50%の用水を供給できる施設として計画する。施設コストは前出第4．1節の地方水道施設コストに見込んである。

(2) 遊牧振興のための水源開発

乾燥地遊牧振興のため、遊牧地区（植生図上のbushland, grassland)を対象として平均25km四方に1本の水供給施設を計画する。極めて粗い算定によれば、長期的には全国で約560本の水供給ポイントが必要と目される。本検討では仮案として地下水（深井戸または浅井戸、風力ポンプ設備）による水供給を想定したが、場所により小規模ダムあるいは溜池 (Water Pan) が可能であれば後者施設の方が望ましいと考える。

この水供給計画案は多分に議論の生ずる要素がある点、注意深い段階的アプローチを要する；即ち (i) 第一に計画地に雨季牧草が得られるか否かの調査を行い、(ii) 第二に乾燥地における水供給ポイントの設置は時としてオーバーグレージング、ひいては乾燥地の生態系破壊をもたらすことがあるので当該地における水供給の適否の環境的評価、次いで (iii) 水供給ポイントの設置計画…というようなステップを踏む必要がある。本計画は実験的要素があるところから、計画量の30%のみが2000年までに試行されるものと想定した。

4.4.2 野生動物用水

(1) 水源保全

本調査では特に施設計画の検討は行っていないが（データ／情報不足）、下記の提言を行う。

－National Park 及びGame Reserve内の乾季河川流量の確保（野生動物の生態系不詳の場合、原則として地区内河川からの域外転流は行わない）

－既設用水施設のリハビリテーション

(2) 将来用水開発

全国のNational Park 及びGame Reserve 31ヶ所（データ入手分）のうち13ヶ所が何らかの人口用水施設（ウォーターホール、深井戸、小規模ダム）を有し、また12ヶ所が今後の対策（深井戸、小規模ダム、サブサーフェースダム等）を必要と見做している。本調査では特に野生動物の水源対策を検討していないが、前出第4.4.1 に示した畜産用水開発に類似する水源対策を適用し得ると考える。

4.4.3 内面漁業（養漁池）

本調査では特に施設計画に関わる提言は行わない。全体水利用量に対し内面漁業水利用分は比較的小さく（前述第２．２節参照）、また多くの場合取水は高水位豊水期に行われているところ、乾季水収支上の大きな問題を呈さないと思われるのでこのセクターの水利用上の重要度は小さい。

４．５　水力発電計画

現行のＫＰＣによる電力開発計画によれば下記の６つの水力計画が有望プロジェクトとして取り上げられており、2010年までの投入予定が目されている。水力計画地点位置を図－４．４に示す。

表－４．５　水力発電計画

プロジェクト	河川名	MW	完成年	備考
Sondu/Miriu No.1	Sondu	60	1997	多目的（かんがい）
No.2*		20.6	1998	第二発電所の設置
Low Grand Falls **	Tana	120	2000	発電
Oldorko	E.Ngiro South	72	2002	多目的（かんがい、上工水）
Magwagwa*	Sondu	120	2003	多目的（かんがい）
Gitaru#3 増設	Tana	72.5	2003	発電
Mutonga **	Tana	60	2005	発電
計		525.1		

(注)　* 最近のフィージビリティ調査に基く。 他の５計画はＩＢＲＤ調査結果に基く。

** 代替案としてHigh Grand Falls計画がある。

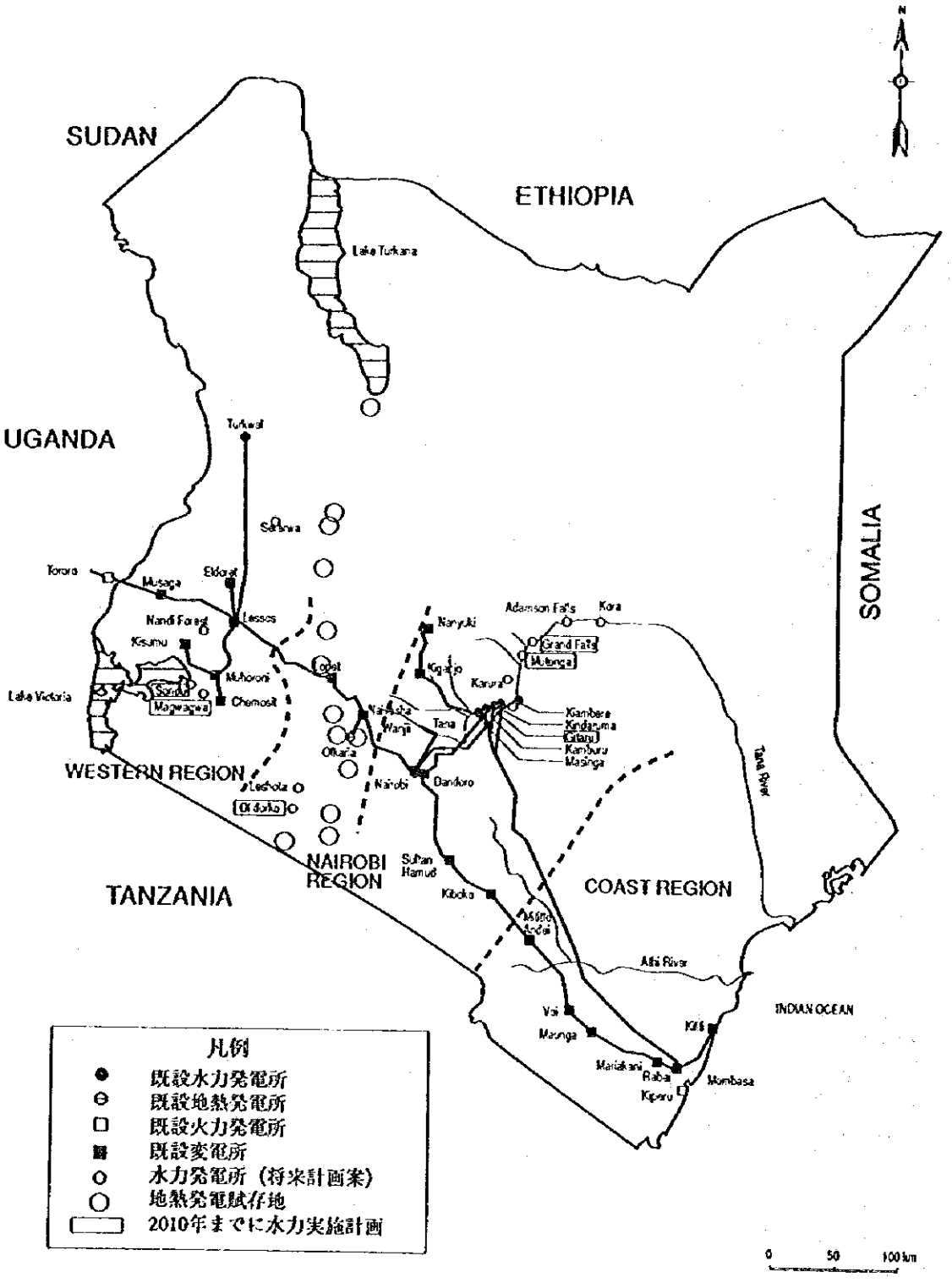


図 - 4.4　　電力系統計画図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

4．6　河川及び洪水防御計画

(1) 洪水防御プロジェクト

経済性の認められる次の５つのプロジェクトを実施する。図－４．５に計画地点位置を示す。
同図には合せて全国の主要氾濫地区も示してある。

表－４．６　洪水防御プロジェクト

プロジェクト	河川	設計洪水 (第１期)	防御地区	実施時期
Kano Plain	Nyando	25　年	農耕地	2000　年迄
Nairobi City	Nairobi,etc	25　年	市街地	〃
Yala Swamp	Yala/Nzoia	25　年	農耕地	2010　年迄
Kuja Rivermouth	Kuja	25　年	〃	〃
Lumi Rivermouth	Lumi	25　年	〃	〃

(2)　その他の河川関連事業

(a) 都市排水プロジェクト

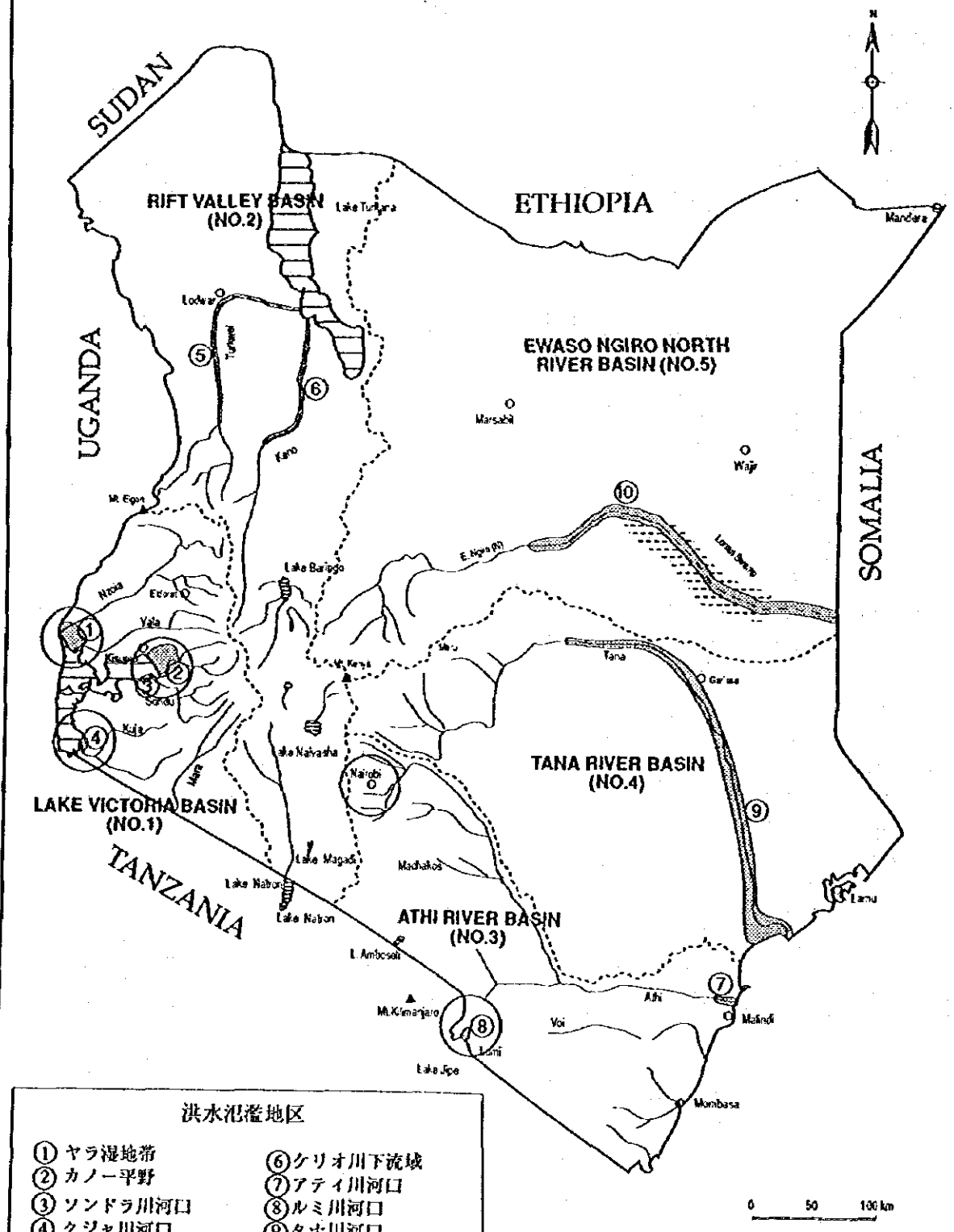
全国47の主要都市（各District中心都市及び2010年時点で人口100,000人以上のその他６都市）から逐次整備することを提言する。都市名は表－４．７に示す。新たに設立された６つのDistrict都市については、今後の開発状況に基づき以降の検討課題とする。

(b) 小規模河川改修

今後、特に都市部河川をはじめとして民生向上のための河川改修に関わる事業の必要性が生じて来よう。これに対し、現時点で個々の計画位置は不特定なるも予算を見込むことを提言する。計画は問題の発生に応じ逐次提言されるものとする。

(c) タナ川河道安定対策工

タナ川下流地区の土地資源、水資源の将来開発のためには長期的な河川改修事業を要するが、その布石としてパイロットプロジェクトをとり上げることを提言する。当面の主たる工事は蛇行矯正及び河岸洗掘防止である。



洪水氾濫地区

① ヤラ湿地帯
② カノー平野
③ ソンドラ川河口
④ クジャ川河口
⑤ タークウエル中下流域
⑥ ケリオ川下流域
⑦ アティ川河口
⑧ ルミ川河口
⑨ タナ川河口
⑩ エワソ・ギロ中下流域

2010年までの実施計画地点

図 - 4.5　洪水氾濫地区位置図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 4.7　都市排水計画一覧（　４７都市　）

	都市名	都市の位置	District		Location名	都市面積 (km2)	事業費 (1000 $)	備考
1	Nairobi	110	Nairobi			90.00	360,000	*1
2	Kiambu	210	Kiambu	211.4	Kiambu Municipality	1.62	12,920	
3	Thika	210	Kiambu	214.4	Thika Municipality	1.85	14,800	*1
4	Kerugoya	220	Kirinyaga	222.3	Inoi	0.96	7,680	
5	Murang'a	230	Murang'a	234.3	Mbiri	5.25	31,500	
6	OlKalou	240	Nyandarua	241.3	OlKalou	0.75	5,980	
7	Nyeri	250	Nyeri	257.0	Nyeri Municipality	1.64	13,120	*1
8	Kilifi	310	Kilifi	313.2	Tezo	0.62	4,940	
9	Malindi	310	Kilifi	314.4	Malindi	0.95	7,600	*1
10	Kwale	320	Kwale	321.1	Shimba North	0.90	7,200	
11	Lamu	330	Lamu	333.2	Lamu Town	0.88	7,000	
12	Mombasa	340	Mombasa	340.0	Mombasa	11.64	46,550	*1
13	Voi	350	Taita Taveta	352.4	Voi	1.15	9,200	
14	Wundanyi	350	Taita Taveta	353.2	Werugha	0.28	2,240	
15	Hola	360	Tana River	363.3	Zabaki	0.93	7,400	
16	Embu	410	Embu	413.7	Embu Municipality	0.95	7,600	
17	Isiolo	420	Isiolo	421.1	Central	0.45	3,600	
18	Kitui	430	Kitui	431.4	Changwithya	0.46	3,640	
19	Machakos	440	Machakos	441.1	Muvuti	2.76	22,080	*1
20	Mitaboni	440	Machakos	441.2	Mutituni	0.20	1,600	*1
21	Marsabit	450	Marsabit	454.1	Mountain	0.11	840	
22	Meru	460	Meru	461.4	Ntima	0.34	2,700	*1
23	Garissa	510	Garissa	519.1	Sankuri	0.80	6,400	*1
24	Mandera	520	Mandera	521.1	Mandera	0.06	500	
25	Wajir	530	Wajir	532.4	Wajir Township	0.19	1,540	
26	Kiii	610	Kisii	615.0	Kisii Municipality	2.64	21,080	*1
27	Kisumu	620	Kisumu	622.2	Central Kisumu	5.58	33,480	
28	Siaya	630	Siaya	634.1	East Alego	0.12	960	
29	Homa Bay	640	South Nyanza	641.1	Kanyada West	1.15	9,180	
30	Kajiado	710	Kajiado	713.1	Ildamat	1.16	9,240	
31	Kericho	720	Kericho	725.5	Kericho Township	1.17	9,360	*1
32	Nanyuki	730	Laikipia	731.5	Nanyuki	1.96	15,640	*1
33	Naivasha	740	Nakuru	744.1	Naivasha	0.90	7,200	*1
34	Nakuru	740	Nakuru	749.0	Nakuru Municpality	12.95	51,800	*1
35	Narok	750	Narok	752.1	Lower Melili	0.81	6,440	
36	Kitale	760	Trans Nzoia	762.3	Kitale	4.20	25,200	*1
37	Eldoret	770	Uasin Gishu	772.5	Eldoret Municipality	8.58	34,320	*1
38	Kabarnet	810	Baringo	812.5	Kabarnet Mosop	0.16	1,280	
39	Iten	820	Elgeyo-Marakwet	822.4	Kipluilong	0.33	2,640	
40	Kapsabet+Baraton	830	Nandi	832.2	Chemundu	1.64	13,120	
41	Maralal	840	Samburu	841.4	Maralal Urban	0.70	5,600	
42	Lodwar	850	Turukana	853.5	Lodwar	0.22	1,760	
43	Kapenguria/Makutano	860	West Pokot	861.1	Kapenguria	0.35	2,800	
44	Bungoma	910	Bungoma	912.4	Kanduyi	1.87	14,960	*1
45	Webuye	910	Bungoma	914.2	Webuye	0.23	1,840	*1
46	Busia	920	Busia	921.5	South Teso	0.11	900	
47	Kakamega	930	Kakamega	935.4	Kakamega Municipality	2.07	16,560	*1
	Total cost						873,990	

Notes:　都市面積は１：５０、０００地形図による
*1　２０１０年の予測人口が１０万人以上の都市

４．７　水源計画

各セクター別の開発のニーズ及び計画案を踏まえ、流域別（表流水）あるいは地区別（地下水）に水収支計算を行った。併せて水不足地区には、他流域からの導水計画を検討した。その結果、策定した水源計画案は以下のとおりである。

(1) ダム計画（都市用水供給、大規模かんがい及び水力発電）

本調査では2010年までの実施対象ダムとして２８のダムを提言している。表－４．８に選定した28のダムの計画概要を示し、また図－４．６に計画位置図を示している。計画ダムの目的別内訳は、上工水供給目的のダムが19地点、かんがい目的が２地点、水力発電目的が２地点及び多目的ダムが5地点となっている。上記計画のうち、幾つかのダムについては、代替ダム計画案も考えられるところ、実施に至るまで十分な比較調査が必要である（後述第 5.2.2節参照）。

(2) 地下水開発（都市用水供給）

全国158の都市（municipal and urban centers）のうち、乾燥地区に位置する22の都市については近傍に表流水源がないため明らかに地下水開発が有利と見なされる（都市名は付属資料６．３参照）。この場合問題となることは、仮に全水需要量が平均的に算定される安全揚水量（30－80m³／日）によってまかなわれるとすると、ほとんどの都市において半径数10kmに及ぶ広大な範囲の井戸群を要するという非実際的な試算となる。もってこれらの乾燥地都市については、地下水源の最大開発が必要と目されるので大量の揚水を可能とする帯水層を探ることを含む賦存量調査を行うことから着手する必要がある。調査の実施案については後出の第 5.2.1節に述べている。
所要の地下水源が得られない場合を想定し、本調査では併せて代替水源対策（主として表流水導水計画案）の試案の提言を行っている（セクトラルレポートD参照）。

(3) 地方用水（生活用水及び畜産用水）水源計画

全国976のLocation（1986年時点の区分に基く）毎に地方水道及び畜産用水の水源計画の試算を行った。提言した施設は前述の第４．１節及び第４．４節に示す如く基本的に小規模施設としている。

(4) 導水計画（Water Transfer Schemes)

導水計画は主として都市用水供給を対象として検討を行った。　導水計画は（ｉ）流域間導水（inter-basin water transfer) と（ii）流域内導水（intra-basin water transfer) がある。下流域への影響を及ぼす度合が大きい点において（ｉ）の実施には十分の調査を有する。提案された導水計画案を表－４．９と４．10及び図－４．７に示す。

表-4.8 ダム開発計画一覧 （２８ダム）

番号	ダム計画（本調査） ダムサイト	流域	目的	水道 供給都市名	かんがい かんがい計画	水力発電 水力発電計画	備考
ビクトリア湖流域							
1 *1	Moiben	1BA	W*2	Eldoret/Iten	–	–	詳細設計段階
2	Mukulusi	1EA	W	Kakamega	–	–	小規模ダム
3	Londiani	1GC	W	Londiani	–	–	
4	Kibos	1HA	W	Kisumu/Maseno	–	–	
5	Itare	1JA	W	Nakuru/Molo/Njoro /Elburugon/Rongai /Mogotio	–	–	
6 *1	Sondu/Miriu	1JG	P, I	–	Kano Plain	Sondu/Miriu	流れ込み式 詳細設計段階
7	Magwagwa	1JG	P, I	–	Kano Plain	Magwagwa	多目的ダム
8	Bunyunyu	1KB	W	Kisii	–	–	
リフトバレー流域							
9 *1	Chemususu	2ED	W	Eldama Ravine	–	–	詳細設計段階
10 *1	Kirandich	2EH	W	Kabarnet	–	–	詳細設計段階
11	Malewa	2GB	W	Nakuru/Gilgil/ Naivasha	–	–	
12	Upper Narok	2KA	W	Narok	–	–	
13	Oldorko	2KB	P, I, W	Magadi	Lower E.Ngiro	Oldorko	多目的ダム
アティ川流域							
14	Upper Athi	3AA	W	Athi River	–	–	
15 *1	Ruaka (Kiambaa)	3BA	W	Rural Centres	–	–	ダム直下流の地方水道
16	Ruiru- A	3BC	W	Nairobi	–	–	
17	Kikuyu	3BA	W	Kikuyu	–	–	
18	Ndarugu	3CB	W, I	Nairobi, Ruiru, Kiambu	Kanzalu	–	多目的ダム
19	Yatta	3FB	I	–	Kibwezi Ext.	–	
20	Rare	3LA	W	Malindi	–	–	流域外貯水池
21	Mwachi	3MB	W	Mombasa	–	–	
22	Pemba	3HC	W	Mombasa	–	–	流れ込み式
タナ川流域							
23	Chania- B	4CD	W, I	Nairobi	–	–	多目的ダム
24	Thiba	4DA	I	–	Mwea Ext.	–	
25	Mutonga	4FA	P	–	–	Mutonga	
26	Low Grand Falls	4FB	P	–	–	L. Grand Falls	
エワソ・ギロ川流域							
27	Rumuruti	5AA	W	Rumuruti	–	–	
28	Nyuhururu	5AA	W	Nyuhururu	–	–	小規模ダム

Note: *1 ダム計画 （詳細設計中）
*2 W：水道 I：かんがい P：水力発電

Fig. 4.6

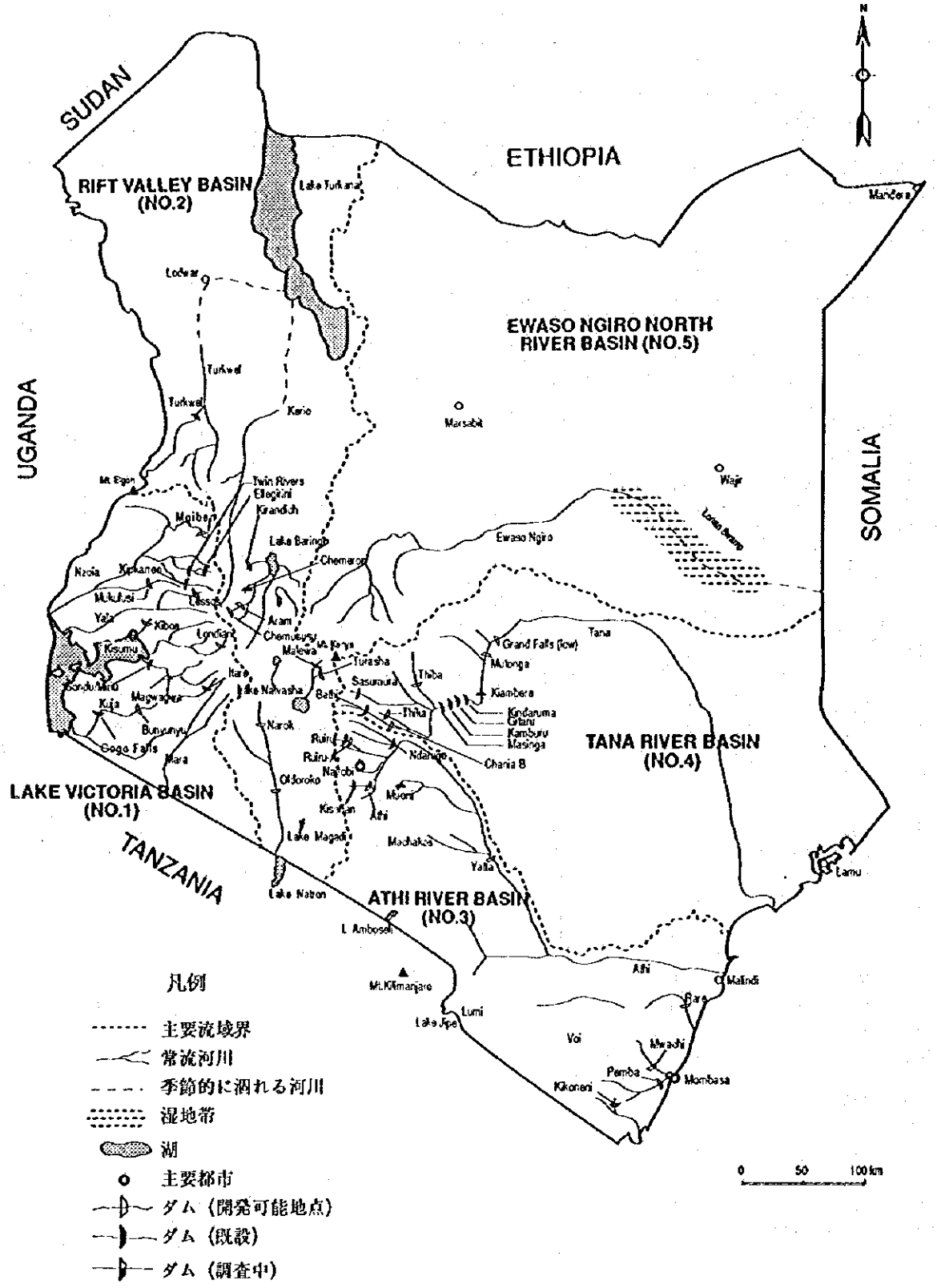


図 - 4.6　ダム計画位置図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

表 4.9 流域間導水計画一覧

番号	流域間導水 流域	水源	流域	需要地	開発水量 (m3/day)	備考
1	1BA	Moiben Dam	2CB	Iten & Tambach	2,538	
2	1FF	Edzawa River	1HB	Maseno	17,407	
3	1JA	Itare Dam	2EC	El burgon	9,664	
			2EG1	Molo	8,715	
			2FC	Njoro	7,049	
			2FC	Nakuru	86,400	
4	2GB	Malewa Dam	2FC	Nakuru	17,951	
5	2EH	Kirandich Dam	2CB	Kabarnet	4,147	
6	2KB	Oloibortoto River*	2H	Magadi	2,328	
7	3AA	Kiserian Dam	3FA	Kajiado	5,377	
8	3G	Second Mzima*	3LA	Voi	5,235	
			3MD2	Mombasa	25,920	
9	3HC	Sabaki Extension*	3MD2	Mombasa	25,920	Alternative for Mwachi Dam
			3LB	Malindi	18,005	Alternative for Rare Dam
10	4CA	Chania B Dam	3BA	Nairobi	65,664	
11	4CA	Komu transfer*	3CB	Ndarugu Dam	691,200	
12	4CA	Komu transfer*	3DA	Munyu Dam	691,200	Alternative for Ndarugu Dam
13	4CB	Thika Dam System	3AA	Nairobi	224,640	
14	4DE	Masinga Dam**	4HA	Kitui	5,470	
15	4GF	Tana River*	3KB	Lamu	5,719	
16	5ED	Ewaso N'giro River	5EA	Wajir	6,235	

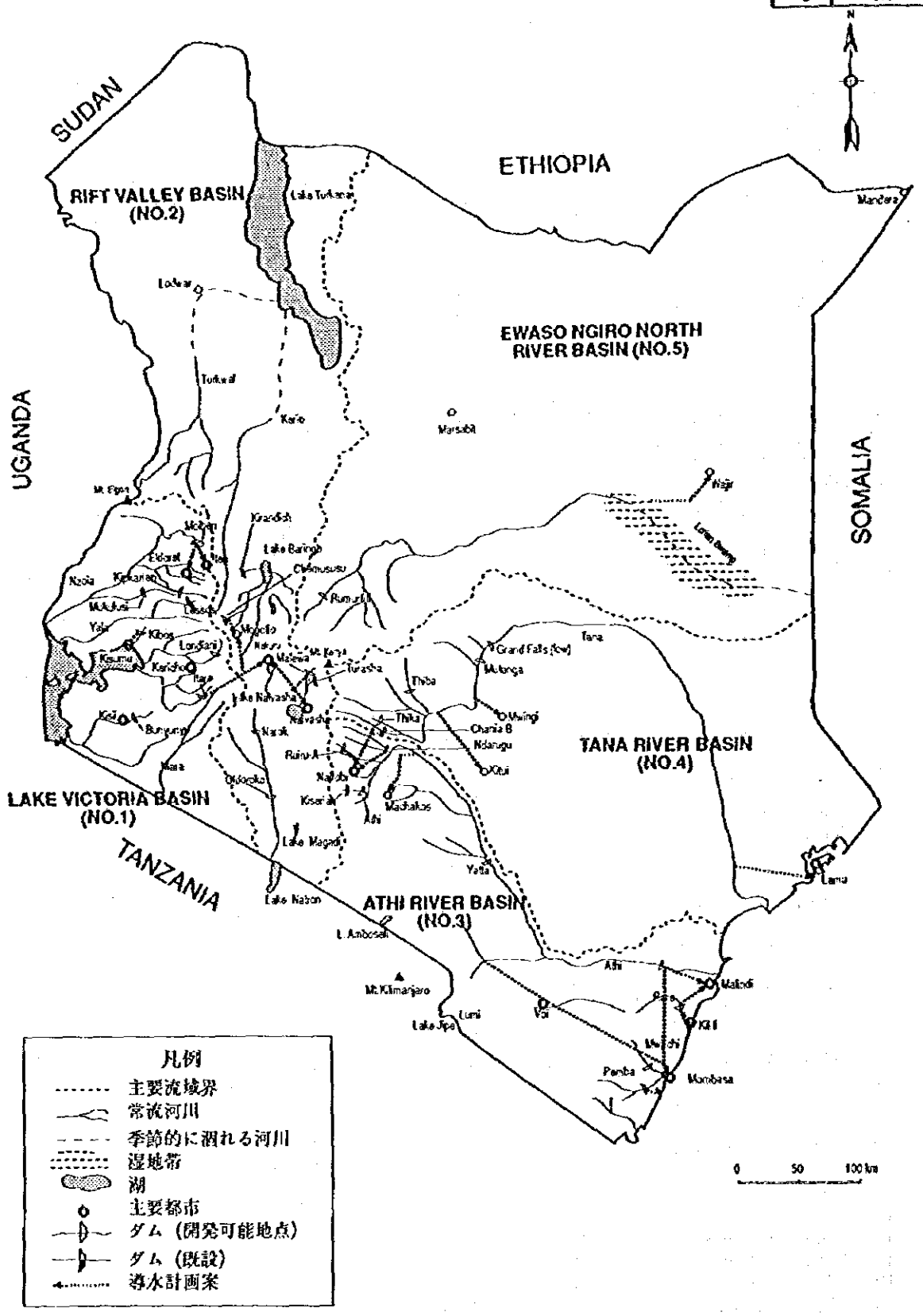
Note : "*" 導水案 (ダムなし)
"**" 既設ダム
流域間導水 : ある河川流域から他の河川流域への導水

表 4.10 流域内導水計画一覧

番号	流域内導水 流域	水源	流域	需要地	開発水量 (m3/day)	備考
1	1AG	Sio River*	1AH	Busia	8,928	
2	1BA	Moiben Dam	1CB	Eldoret	51,000	
3	1EA	Mukulusi Dam	1EB	Kakamega	27,027	
4	1GC	Londiani Dam	1GC	Londiani	1,663	
5	1HA	Kibos Dam	1HA	Kisumu	72,432	
6	1KB	Bunyunyu Dam	1KA	Kisii	20,153	
			1KB	Keroka	1,376	
7	2ED	Chemususu Dam	2EF	Eldama Ravine	5,596	
			2EF	Mogotio	1,209	
8	2GB	Malewa Dam	2GC	Gilgil	11,096	
			2GD	Naivasha	29,336	
9	2KA	Upper Narok Dam	2KA	Narok	13,248	
10	3AA	Upper Athi Dam	3AA	Athi River	11,002	
11	3BA	Kikuyu Dam	3BA	Kikuyu	9,239	
12	3BA	Kiambaa Dam	3BA	Karuri	7,431	
			3BA	Kiambu	4,209	
13	3BC	Ruiru A Dam	3AA	Nairobi	25,920	
14	3CB	Ndarugu Dam	3BA	Nairobi	299,163	
15	3AC	Munyu Dam	3BA	Nairobi	299,163	Alternative for Ndarugu Dam
16	3DA	Athi River*	3EA	Machakos	53,078	
17	3DA	Athi River*	3EA	Kangundo	6,619	
18	3DA	Athi River*	3EA	Tala	1,872	
19	3FA	Athi River*	3FC	Mtito Andei	2,015	
20	3MC	Pemba Dam	3MD2	Mombasa	2,592	
21	3MB	Mwachi Dam	3MD1	Mombasa	103,445	
22	3LA	Rare Dam	3LB	Malindi	9,768	Alternative for Sabaki P/L
23	5AA	Nyahururu Dam	5AA	Nyahururu	8,415	
24	5AA	Rumuruti Dam	5AA	Rumuruti	1,539	

Note : "*" 導水案 (ダムなし)
流域内導水 : 同一の河川流域内であるが、ある Sub-basin (支流域) から他の Sub-basin への導水

Fig. 4.7



Note :Water transfer schemes with relatively long pipeline are shown.

図 - 4.7　　導水計画位置図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

4．8　事業費の算定

2010年までの需要に対応するための事業（上工水供給、畜産）あるいは国家経済開発の観点から望ましいとされる事業（かんがい、水力発電、河川／洪水防御）に関わる開発事業費は次表のとおり算定される。

表－4．11　開発事業費の算定

開発セクター	開発事業費 (百万US$)	(百万K£換算)
1．上工水供給		
(a)　都市水道	4,949	6,236
(b)　地方水道	2,627	3,310
小計	7,576	9,546
2．下水処理施設	705	888
3．かんがい開発		
(a)　大規模かんがい計画	963	1,213
(b)　小規模かんがい計画	10	13
小　計	973	1,226
4．畜産用水開発		
(a)　畜産用水開発	670	844
(b)　乾燥地遊牧用水開発	85	107
小　計	755	951
5．水力発電計画	1,034	1,304
6．河川及び洪水防御		
(a)　洪水防御計画	63	79
(b)　都市排水	874	1,101
(c)　小規模河川改修	90	113
(d)　タナ河下流河道安定対策工	40	50
小　計	1,067	1,343
計	12,110	15,258

(注) ダム及び導水計画のコストは各々のセクター開発費用に算入

4．9　事業の経済評価

上工水供給、かんがい、水力発電及び洪水防御計画の4つのセクターについてマスタープラン調査レベルでの予備的経済評価の試算を行った。試算結果は以下のとおりである。

表－4．12　開発事業の経済効率評価

開発事業		経済的内部収益率（%）
(a) 上工水供給		
－都市水道	:	極小（0以下）*
－地方水道	:	極小（0以下）*
(b) かんがい（18大規模かんがい計画）	:	9.6
(c) 水力発電（5計画）**	:	14.1
(d) 洪水防御（5計画）	:	10.1

(注) ＊　全計画の平均値は負の値。但し、42の都市水道計画は正数値を示す。
＊＊　Gitaru #3 増設を除く。

上記の如く、上工水供給のセクターにおいては、極めて低い収益率が算定されている。しかしながら、このセクターの事業はbasic human needsに関わる事業であり、経済効率のみで評価されるべきではない。国民所得の向上とともに国民の支払い能力が上昇し、事業として財政的自立のできる水道料金の設定ができるようになるまで、政府のグラント支援が与えられるべきと考える。

4．10　環境問題に関わる考察

(1) ダム計画

ダム及び貯水池建設に伴い多様な社会・環境問題が発生するが、上述第4．7節(1)項に提言した28のダムについては極めて重大な社会環境上の影響を及ぼす要素は含んでいない。しかし、実施にあたってはネガティブな影響を縮小する為の工夫・対策を鋭意行うことは重要である。

(a)	用地補償・住民移転問題	:	Magwagwa　及びNdarugu ダム
(b)	森林の水没・伐開問題	:	Itare, Mukulusi　及びUpper Narok ダム
(c)	貯水池水質・衛生問題	:	Oldorko, Mwachi, Pemba　及びRareダム
(d)	下流部水利用への配慮	:	Oldorko　及びMalewaダム

(2) かんがい計画

かんがいについては地区特有の問題発生の割合は小さく、ほゞ共通して発生する問題要素が大きい。しかしながら、各々の計画毎に特に配慮を要する事項として下記があげられる。

(a)	衛生上の問題	:	Kano,Kanzalu,Kimira,Ewaso Ngiro, Mwea　及びTana Delta計画
(b)	下流地区水利用問題	:	Ewaso Ngiro　及び Turkwel計画
(c)	下流地区水質問題	:	Kano,Kimira,Kuja　及びTana Delta計画
(d)	ASAL植生への影響	:	Ewaso Ngiro　及びTurkwel 計画

提言した18計画のうち、Ewaso Ngiro及びTurkwel計画は地点固有の問題要素（上記(b)及び(d)が主要素）が顕著である。計画そのものは否定しないが、実施に向けては慎重な環境配慮が必要である。

(3) 洪水防御計画

前述第4．4節(1)項で挙げた5つのプロジェクトについては派生する社会・環境問題は小さい。提言さ

れている工事が既設河道あるいは堤防の改修工事であること、また新設堤防の場合でも河道近傍における住民の居住が少ないことによる。

(4) 流域間導水計画（Water Transfer Schemes)

(a) 流域間導水に伴う問題

問題の発生は大きく２つに分類できる。

(i) 転流元河川の下流域流量の減少
(ii) 転流先河川・湖沼における水文環境（水量、水質）の変化

上記いずれの問題も閉鎖流域（closed basin) において顕著に発生する。よって本調査においては特に下記点について留意した。

(i) 転流元河川としては水量豊富で下流域に特に重大な水不足問題を生じない河川に限定する（Nzoia, Yala, Nyando, Sondu及びTana川等）。

(ii) 閉鎖流域からの転流は原則として行うべきではない（但し例外としてMalewa川のケースがある。後述）。このことは特に乾燥地区の生産拠点（ASAL key production area）の用水源となっている河川において重要である（Turkwel, Kerio, Ewaso Ngiro North 及び Ewaso Ngiro South の各河川。また、閉鎖流域ではないがMara川）。

(iii) 閉鎖流域への導水は、当該地区に水不足が生じている場合受益地のニーズを充たすという観点から事業として必要なケースが発生する。問題は最終集水地である湖沼において水文環境上の２次的問題を発生させることにある。しかし、このことは導水計画自体を全面的に否定することではない。 個別流域毎に適正導水量を判定することを前提として導水開発計画は推進されて良いと考える。

(b) 閉鎖流域への導水計画における対応（ナクル導水計画の例）

当面、早急な対策を要する代表的事例としてナクル一導水計画がある。フェーズＩ計画においては環境問題はさほど顕著なものではないが、フェーズ II 以降の計画実施に伴う環境影響は多大であると分析されるので対策を併行することが必要である。対策案としては下記が考えられる。

(i) 水利用総量の抑制（非施設的対策）：
－ナクル一湖流域内開発の抑制：開発規制の設定（地方条令による）
－流域内開発抑制の振替のための流域外地区の地域開発の実施
－ナクル一湖流域内水道・下水道料金の特別設定：水利用量抑制及び施設的対策費用の地元負担を目的として

(ii) 施設的対策：
－下水道施設の完備（水質劣化防止）……既設処理場の改修／拡張は可及的早期に実施の必要がある。
－下水処理後用水の域外導水（ポンプ揚水／かんがい利用）……比較的高コストの事業となる難点がある。

－雨季流出水の捕足及び転流（流出水の域外転流のための排水工の設置、及び洪水貯留ダムを設け貯留水のかんがい利用を計る）

上記（i）及び（ii）に対する基本方策を定めるための"地域水利用計画策定調査"を早期に開始する必要がある。この調査における重要なポイントの１つは、上述した如くナクルー湖流域外に開発行為を振り向けるための総合地域開発案を策定することである。調査地域としては、ナクルー、エレメンテイタ及びナイバシャの３つの湖沼流域を含むものとする。

ナクルー湖保全計画立案にあたっては、ラムサル条約に定められている条項への配慮が必要である。

5．アクション・プランの提言（計画期間2000年まで）

5．1　開発計画案の実施

5.1.1　マスタープランの実施（提言計画案）

前出第２．２節にあげた水需要を充たし、第３章に述べた国家水資源開発の指標を達成する為には、第４．１～４．８節にリストアップした事業を全て実施する必要がある。1992年を準備期間とし、事業を1993年～2010年の18年間に実施した場合の所要開発事業費の推移を表－５．１に示す。

表－５．１　開発事業費支出計画

（単位：百万US$、百万K£）

開発セクター		累計事業費		期間別事業費			
		2000年まで	2010年まで	1993-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
1.上工水供給	US$	3,470	7,576	1,517	1,953	2,069	2,037
	K£	4,372	9,546	1,911	2,461	2,607	2,567
2.下水処理施設	US$	420	705	242	178	128	157
	K£	529	888	305	224	161	198
3.かんがい計画	US$	201	973	77	124	300	472
	K£	253	1,226	97	156	378	595
4.畜産用水開発	US$	252	755	94	158	251	252
	K£	318	951	118	200	316	317
5.水力発電計画	US$	542	1,034	99	443	492	-
	K£	683	1,304	125	558	621	-
6.河川／洪水防御	US$	624	1,067	110	514	217	226
	K£	785	1,343	139	646	273	285
計	US$	5,509	12,110	2,139	3,370	3,457	3,144
	K£	6,940	15,258	2,695	4,245	4,356	3,962

上記試算によれば、1993－2000年期において年間あたり約US$ 690百万（K£ 870百万）、2001－2010年期において約US$ 660百万（K£ 830百万）の開発費用を支える年間財源が必要となる。

提言する各々の開発プロジェクトの実施プログラムは、付属資料－２に示してある。

5.1.2　財源規模に伴う開発代替シナリオ

(1) 開発事業費予算の予測

下表（表－５，２）に上記で算定した2010年までの所要開発事業費と想定される2010年までの財源予測値の比較を示す。予測される2010年までの財源規模は累計値にして6,309百万US$ または7,951百万K£である。予測値算出の根拠は表－５，３に示すが、基本的には現在の財源規模がＧＤＰの伸びに従って増加して行くものとして算定した。

表 - 5.3　２０１０年までの開発事業費予算の予測

(単位：百万 K£)

項目	1989 Provisional	1990 1990/91	1995 1995/96	2000 2000/01	2005 2005/06	2010 2010/11
1. GDP（１９８９年ベース）*1 (間接税控除後)	7,330.5	7,762.8	10,351.5	13,832.1	16,805.0	20,435.8
2. 開発事業費支出	3,522.7	3,700.4	4,742.8	6,100.0	7,411.0	9,012.2
1) 経常支出	2,516.2	2,653.8	3,463.4	4,520.1	5,491.6	6,678.0
2) 開発事業費支出	1,006.5	1,046.5	1,279.4	1,579.9	1,919.5	2,334.2
a) 各国援助	548.9	560.2	620.5	687.3	835.0	1,015.4
b) 自国援助	457.7	486.3	658.9	892.6	1,084.5	1,318.8
3. 資本投資費用	665.9	678.3	743.6	815.2	990.4	1,204.4
a) 純固定資本形成支出費用	603.4	613.5	666.3	723.6	879.1	1,069.0
4. 水開発関連事業予算	225.4	232.8	273.7	322.3	391.6	476.2
a) 水資源開発省	75.2	78.5	96.9	119.6	145.3	176.7
b) 水資源開発関連の各省	150.1	154.3	176.9	202.7	246.3	299.5
5. 水資源開発関連の累計予算 (1992年以降)	-	-	1,284.0	2,795.0	4,608.9	6,813.9
a) 水資源開発省	-	-	446.0	996.5	1,669.5	2,487.6
b) 水資源開発関連の各省	-	-	838.0	1,798.5	2,939.4	4,326.4
対US$(百万US$)*2 換算値						
総支出予算総額	-	-	1,188.8	2,587.8	4,267.3	6,308.9
1) 省別予算（累計）						
a) 水資源開発省	-	-	412.9	922.7	1,545.8	2,303.2
b) 水資源開発関連の各省	-	-	775.9	1,665.2	2,721.5	4,005.7
2) セクター別予算（累計）*3						
a) 上工水供給	-	-	489.1	1,064.8	1,755.8	2,595.9
b) 下水処理施設	-	-	41.6	90.5	149.2	220.5
c) かんがい開発	-	-	113.8	247.6	408.4	603.7
d) 畜産用水開発	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
e) 水力発電	-	-	541.7	1,179.3	1,944.6	2,874.9
f) 洪水防御	-	-	2.6	5.7	9.4	13.8

出典：A.01, A.13 and A.12（セクトラルレポートA）

（注）*1 参照 Table A5.1（同）

*2 換算レート：KShs21.6/US$ (1989年12月)

*3 Table A2.48 に示す Distribution (1) に従って配分

表－5．2　所要開発事業費と予測財源との比較

（単位：百万US$、百万K£）

開発セクター	所要開発事業費 (A)		財源予測額 (B)		比率（%）
	(百万US$)	(百万K£)	(百万US$)	(百万K£)	(B／A)
1. 上工水供給	7,576	9,546	2,596	3,271	34.3
2. 下水処理施設	705	888	220	278	31.3
3. かんがい計画	973	1,226	604	761	62.1
4. 畜産用水開発	755	951	－	－	-
5. 水力発電計画	1,034	1,304	2,875	3,623	278.0
6. 河川／洪水防御	1,067	1,343	14	18	1.3
計	12,110	15,258	6,309	7,951	52.1

(注)　上記財源予測額(B)は比較の１指標としてとりあげたもの。即ち、上記の開発事業費(A)は本調査で吟味したプロジェクトのみの新規開発費用を示すが、(B)の財源予測額にはその他の付帯的事業の開発費用をも一部含む。この点を考慮して比較する必要がある。

(2) 縮小財源シナリオ

上記のとおり、開発予算は水力発電を除く殆どのセクターにおいて極端に不足する。これを勘案し下記の２つの開発代替シナリオを吟味した。

代替シナリオ－A　：　財源が所要事業費のおよそ50%しか得られないケース
（水開発セクターに得られる予算が現況（上表の52%）とほぼ同じレベルのケース）

代替シナリオ－B　：　財源が所要事業費のおよそ75%しか得られないケース
（提言計画案（全開発案）シナリオと代替シナリオ-Aの中間のケース）

この場合の2010年までの総開発事業費用及び関連する事業達成指標は表－５．４のとおりである。選定されたプロジェクトの詳細は代替シナリオ－A及びB別に各々付属資料－３及び４に示す。

(3) 上工水供給の開発縮小シナリオ

上記(1)で策定した財源縮小シナリオにおける上工水供給計画の大きな難点は、実施プロジェクト数をしぼらねばならないため、開発が特定数のプロジェクトに限られるようになること、また地域的に偏る結果になることである。これは便益を受け得ない地域あるいは人々にとって公平でない。

代替案としては、各々の地区における開発計画規模を圧縮し、その代りより多くの計画を実施するという規模縮小開発シナリオが考えられる。この考えに基き、「開発規模を2000年までの水需要量に見合う程度」までに圧縮し、これを2010年までに実施するというケースを検討した。このことは2000年時点需要量を超える水需要については節水あるいは給水制限で対応せねばならないことを意味する。この考えは、ナイロビ、モンバサといった大都市を含む全ての計画に適用した。

この場合の所要事業費及び事業達成指標を表－５．５に示す。また、この開発シナリオにおける実施計画案を付属資料－５に示してある。

表 - 5.4 縮小財源シナリオにおける事業費及び事業達成指標

項目	提言開発案（全開発案）シナリオ (Chapter 4)		代替案 (シナリオ A)		代替案 (シナリオ B)	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
開発事業費						
上工水供給						
- US$ million	3,470	7,576	2,081	4,330	2,606	5,685
- K£ million	4,372	9,546	2,622	5,456	3,284	7,163
下水処理施設						
- US$ million	420	705	353	588	371	620
- K£ million	529	888	445	741	467	781
かんがい計画						
- US$ million	201	973	201	486	200	598
- K£ million	253	1,226	253	613	252	754
畜産用水計画						
- US$ million	252	775	128	371	192	566
- K£ million	318	951	161	475	242	713
水力発電計画						
- US$ million	542	1,034	542	1,034	542	1,034
- K£ million	683	1,304	683	1,304	683	1,304
河川改修／洪水防御						
- US$ million	624	1,067	235	504	462	798
- K£ million	785	1,343	296	635	582	1,005
合計						
- US$ million	5,509	12,110	3,540	7,319	4,373	9,301
- K£ million	6,940	15,258	4,460	9,224	5,510	11,720
事業達成指標						
上工水供給						
(a) 都市水道						
- No. of cities/towns	151	158	42	42	65	66
- No. of beneficiaries(million)	8	13	6	10	8	13
(%)	100	100	77	77	100	100
(b) 地方水道						
- No. of beneficiaries(million)	10	28	9	18	14	28
(%)	100	100	39	65	61	100
下水処理施設						
- No. of cities/towns	151	158	42	42	66	66
- No. of beneficiaries(million)	8	13	6	10	8	13
(%)	100	100	77	77	100	100
かんがい計画						
(a) 大規模かんがい計画						
- Irrigation area (thousand ha)	15	111	15	58	15	83
(%)	100	100	100	52	100	75
(b) 小規模かんがい計画						
- Irrigation area (ha)	3,506	7,012	3,506	7,012	3,506	7,012
(%)	100	100	100	100	100	100
畜産用水開発						
(a) 畜産用水開発						
- Livestock served (mill. Lu)	3.8	11.2	1.9	5.6	2.9	8.4
(%)	100	100	50	50	75	75
(b) 乾燥地遊牧用水開発						
- No. of water points (No)	171	559	0	0	0	0
(%)	100	100	0	0	0	0
水力発電計画						
- No. of schemes (No)	2	6	2	6	2	6
(%)	100	100	100	100	100	100
河川改修／洪水防御						
(a) 主要洪水防御計画						
- No. of schemes (No)	2	5	1	2	1	3
(%)	100	100	50	40	50	60
(b) 都市排水						
- No. of cities/towns (No)	5	46	0	2	1	13
(%)	100	100	0	4	20	28
(c) 小規模河川改修						
(%)	100	100	50	50	75	75
(d) タナ川下流河道安定対策工						
(%)	100	100	50	50	75	75

（%）：全開発案の達成指標に対する%

表－5．5　開発規模縮小シナリオにおける上工水供給計画の事業費及び事業達成指標

項　　目		財源代替シナリオA		財源代替シナリオB	
		2000年	2010年	2000年	2010年
事業費：					
上工水供給	(百万US$換算)	1,904	3,837	3,032	5,788
	(百万K£換算)	2,399	4,835	3,821	7,293
下水処理施設	(百万US$換算)	203	407	310	563
	(百万K£換算)	256	513	390	709
事業達成指標：					
上工水供給					
(a) 都市水道					
－事業実施都市数		81	87	143	151
－受益者数	(百万人)	7	11	8	13
	(%)	88	88	100	100
(b) 地方水道					
－受益者数	(百万人)	14	28	14	28
	(%)	88	88	61	100
下水処理施設					
－事業実施都市数		88	88	152	158
－受益者数	(百万人)	7	11	8	13
	(%)	88	88	100	100

(注) 開発規模は2000年需要を充たすだけの規模まで圧縮する。

5.1.3 財源確保の提言

上述の開発代替シナリオ（即ち財源規模シナリオ）のどれを選定すべきかの勧告については本調査の範疇を超える。本調査としての提言は、第5.1.1節で述べたマスタープラン（全開発案）の実施に向けて可能な限りの手配が為されるべきということであり、そのためにケニア政府は水開発セクターに対して最大限の財政的配分を与えるべきということである。財源手当なくして、前出第３章で掲げた国家水資源開発指標の達成は出来ない。

開発事業費は次表に示す財源から調達されるものと考える。

表－5．6　事業費財源

	都市水道	地方水道	下水処理施設(都市)	かんがい開発	畜産用水開発	水力発電開発	河川／洪水防御事業
(a) グラント							
－ケニア政府予算	○	○	○	○	○	○	○
－国際機関・外国援助	○	○	○	○	○	○	－
－NGO	－	○	－	○	○	－	－
(b) ローン							
－国内公的機関	○	○*1	○*1	○	○	○	○
－国際機関・外国援助	○	－	○	○	－	○	○
(c) 諸資金源							
－リボリング・ファンド	－	○	－	○	○	－	－
－生活共同体*2	－	○	－	○	○	－	－
－私企業供託*3	○	○	○	－	○	－	－
－被便益者供託*4	○	○	○	－	○	－	－
(d) その他							
－ボランタリーサービス*5	○	○	○	○	○	○	○

(注)　＊1　各戸給栓接続、屋根集水施設、浄化槽等個人向け低利ローン
　　＊2　既存あるいは新設の生活共同体が計画に深く参画する場合の資金供出の可能性
　　＊3　地元有力企業からの資金供出のケース
　　＊4　地域の特定の被便益者からの資金供出
　　＊5　ボランティアベースの労働力提供等
　　－　主要な財源とはなり得ないが可能性としてないわけではないケース

財源不足は上工水供給事業において最も深刻と目される。財源増加を計るためには、上工水供給事業の主務機関であるMOWD及びNWCPCが中心となって経済的事業計画（プロジェクト）の形成を行うとともに、財源確保をより積極的に推進する必要がある。同時に水道料金の徴収の徹底及び料金体系の改訂を通じ水道事業の採算性を改善し、現況の運営維持費の補填の為に用いられている経常予算（Recurrent Expenditures）を圧縮し、開発予算（Development Expenditure）に廻すための努力も肝要である。

MOLG及び地方自治体などのその他関係機関もMOWD/NWCPCに協調して同様な努力を果たすべきと考える。生活共同体あるいはNGOからの事業協力も水供給セクターの財源的負荷を軽減するのに貢献しよう。

5．2　開発推進のための今後の調査に関わる提言

5.2.1　今後の調査の提言

(1) 実施プロジェクトの調査及び設計

個別プロジェクトの実施にあたっては、投資前調査及び設計を要するが、第4章で提言した全てのプロジェクトについて調査・設計を進める。調査・設計の実施プログラムは付属資料－6．1に示してある。

(2) 流域別水資源開発調査

流域一貫開発／水利用を意図として、主要流域別に流域開発マスタープランを策定する必要がある。流域水資源開発において重要なことの１つは、最適水利用の検討を通じて多目的開発計画案を吟味すること、また流域水収支の検討結果を踏まえ導水計画の必要性及び可能性を吟味することである。総水資源賦存量の２８％もの水量を有効開発するには（前出第 2.3.1参照）欠かせない調査であると考える。LBDA,KVDA,TARDA は既に調査を実施しているが、ほゞ10年毎の見直しが必要であろう。この調査は９つの主要流域に対して行うものとし、提言するプログラムを付属資料－６．２に示す。

この調査の実施機関は流域開発公社であるが、MOWDも河川管理者として調査に対し適切な協力と調整を計るべきと考える（後出第6.2.7節参照）。

(3) 都市水道計画のための地下水開発調査

第４．７節(2) で述べた如く、乾燥地に位置する22の都市はその水供給源を主として地下水に頼らざるを得ないが、恐らくは水開発必要量に比し地下水源は充分でないことが懸念される。よって、これら22の都市について有望な帯水層の発掘を含む地下水源ポテンシャルを判定するための詳細調査を提言する。プログラムを付属資料－６．３に示している。

(4) District別水資源調査

現況、MOWDがオランダの協力を得て進めているDistrict別WRAP調査（Water Resources Assessment and Planning)は極めて有用な実効をあげている。同様な調査が全てのDistrictについて行われることを提言する。

その成果の集積をもとに本調査（NWMP）がレビューされることが望まれる。提言するプログラムを付属資料－６．４に示す。

(5) データ収集及び水管理の推進

効率的開発実施のためには適正な計画案策定を要し、またそのためには正確かつ適切なデータ及び情報を集積しておく必要がある。同様なことが将来の水管理実施についても言える。この努力は、関係各省庁によって鋭意なされているが、体系的に集積努力が必要とする調査を付属資料－６．５に示した。

提言したプログラムは、（ｉ）表流水管理、（ii）地下水管理、（iii）水質監視及び汚染防止、及び（iv）開発推進に伴う種々の付帯的対策に関連するデータ収集及び管理行為に関わるものである。

(6) 環境調査

環境調査項目として提言するのは下記の２項である。

(a) 環境影響評価及び環境保全管理に関わるガイドラインの作成

(b) マラ川流域、ジベ湖（チャラ湖を含む）及びトルカナ湖の地域環境調査
これらの地区は前出第５．２節(2) で提言した流域水資源調査でカバーされない地区であるので、この項において特に提言したものである。

提言する調査プログラムを付属資料－6．6に示す。その他の環境問題については各々流域水資源調査、District別水資源調査及び個別プロジェクト調査において吟味されるものと考える。

(7) 調査費用の算定

上述(1)-(6)に示した諸調査の実施には約1,225百万US$あるいは1,543百万K£の資金を要する。調査項目別の推定費用は下表のとおりである。

表－5．7　今後の調査研究に要する費用算定

調査プログラム	推定費用 百万US$換算	百万K£換算
(1) 個別プロジェクトの投資前調査及び設計	751.9	947.4
(2) 流域水資源調査	25.5	32.1
(3) 都市水道計画地下水源調査	51.0	64.3
(4) District 別水資源調査	59.0	74.3
(5) データ収集及び水管理	47.0	59.2
(6) 環境調査*	7.5	9.5
(7) その他の調査**	282.6	356.1
計	1,224.5	1,542.9

(注)：＊　プロジェクト調査、流域調査、District水資源調査等で行われる環境調査は含まない。
＊＊上記(1)~(6)の合計の30%

本章において提言した諸調査プログラムは主要な項目はカバーするが、必ずしも全項目をカバーするものではない。提言した事業計画案を実施する課程でその他の雑多な調査が必要とされると目される。上表の項目(7)はそれら調査の費用として見込んだものである。概略の費用支出計画を付属資料－6．7に示してある。

5.2.2 今後検討を要する水源開発計画案

本調査では2010年までの対象計画としてとりあげた水源開発案（前出第4.7節）以外にも高い開発の可能性を有する水源計画案がある。これらの計画案についても開発のメリットを吟味するため今後調査を行う必要がある。

(1) 多目的ダム開発

下記にリストする計画は将来の多目的ダム開発案として今後の検討に値する。

表－5．8　多目的ダム開発案（将来計画）

プロジェクト	河川流域	開発の目的	備考
Nyando Dam	Nyando	D.I.P.F	Greater Rift　導水計画においてもとり上げられている
Nandi Forest Dam	Yala	D.I.P	カノー平野かんがいへの導水
Kimwarer Dam	Kerio	D.I.P	ケリオ渓谷開発案の１つ
Sererwa Dam	Arror	D.I.P	〃　〃
Munyu Dam	Athi	D.I.P	Ndarugu Dam　の代替案
High Grand Falls Dam	Tana	P.I.F	Low Grand Falls　及びMutonga Damsの代替案
Adamson's Falls Dam	Tana	P.I.F	タナ川下流域開発に貢献
Kora Dam	Tana	P.I.F	〃　〃

（注）D：上工水供給、I：かんがい、P：水力発電、F：洪水防御

(2) 流況改善ダム

下流域への流量補給のためのダム計画が必要となるかも知れない（後述第6.3.1節 (5) 参照）。その可能性のある流域としては以下がある。

表－5．9　流況改善のためのダム計画案（将来計画）

河川流域	計画ダム	備考
Kerio	Kamukuny Dam	Subsurface dam　としての開発案も考えられる
Athi	Yatta Dam	かんがい計画に加え、下流部流況改善目的
Ewaso Ngiro North	Kihoto,Dam	かんがい＋水力発電＋流況改善
	Archer's Post Dam	

(3)　提言した28ダム計画以外のダム計画案

表－5．10には2010年までの投入ダムとして提言した28のダム以外のダム計画案を示してある。これらのダムの幾つかは、28ダム計画に対する代替案あるいは新たな開発案として今後の検討を要することとなるかも知れない。

都市用水供給目的としては、2010年までの投入計画として19のダムを提言した（前出第4.7(1) 節）。これに加え表－5．10には別の19ダム計画案をリストしている。これらの計画も今後の検討の対象になろう。

(4) 大規模導水計画

既往調査において幾つかの大規模導水計画の試案が挙げられている（表－5．9）。計画案は巨大投資を要し、また転流元河川の下流開発便益とのトレードオフあるいは社会環境上の問題を含むので慎重な調査を要する。

表 - 5.10 代替開発あるいは追加開発案として将来検討を要するダム計画　（1／2）

番号	ダム計画（本調査） ダムサイト	流域	代替開発あるいは追加開発案 ダムサイト	流域	目的	本道 供給都市名	かんがい かんがい計画	水力発電 水力発電計画	備考
ビクトリア湖流域									
1 *1	Moiben	1BA			W	Eldoret/Iten	–	–	
2			Moi's Bridge	1BE	P, I, W		–	Moi's Bridge	inter-basin/transfer
3			Hemsted Brg.	1BD	W, I, P	Great Rift W/S	Upper Nzoia	Hemsted Brg.	inter-basin/transfer
4			Kibolo	1CE	W	–	–		
5			Webuye Falls	1DA	P	–	–	Webuye Falls	
6			Teremi	1DB	P	–	–	Teremi	rural hydro-electricity
7	Mukulusi	1EA			W	Kakamega	–	–	small dam
8			Kimondi	1FC	W, I	Great Rift W/S	–	–	inter-basin/transfer
9			Nandi Forest	1FD	I, P, W	–	Yala Swamp/ Kano Plain	Nandi Forest	multipurpose
10			Mushangumbo	1FE	P	–	–	Mushangumbo	
11	Londiani	1GC			W	Londiani	–	–	
12			Nyando	1GD1	W, I, F	Great Rift W/S	Kano Plain	–	inter-basin w/transfer
13	Kibos	1HA			W	Kisumu/Maseno	–	–	
14	Itare	1JA			W	Nakuru/Molo/Njoro /Elburugon/Rongai /Mogotio	–	–	
15			Timbilil	1JC	W	Kericho	–	–	
16			Sisei	1JF	W	–	–	–	
17 *1	(Sondu/Miriu)	1JG			P, I	–	(Kano Plain)	Sondu/Miriu	run-of-river type weir detailed design stage
18	Magwagwa	1JG			P, I	–	Kano Plain	Magwagwa	multipurpose
19	Bunyunyu	1KB			W	Kisii	–	–	
20			Katieno	1KB	W	–	–	–	
21			Namba Kodero	1KC	W, P	–	–	Namba Kodero	
22			Amala	1LB1	W	Nakuru	–	–	
リフトバレー流域									
23			Kimwarer	2CB	W, P, I	–	Kimwarer	Kimwarer	multipurpose
24			Kipsang	2CB	W	–	–	–	
25			Arror	2CC	W	–	–	–	
26			Seterwa	2CC	P, I, W	–	Arror	Arror	multipurpose
27			Waseges	2CC	W	–	–	–	
28			Kamukuny	2CC	W, I	–	–	–	flow augment,
29 *1	(Chemususu)	2ED			W	Eldama Ravine	–	–	detailed design stage
30			Aram	2EE	W	–	–	–	run-of-river type weir
31			Ratat	2EE	W	–	–	–	
32 *1	(Kirendich)	2EH			W	Kabarnet	–	–	detailed design stage
33	Malewa	2GB			W	Nakuru/Gilgil/ Naivasha	–	–	
34	Upper Narok	2KA			W	Narok	–	–	
35	Oldorko	2KB			P, I, W	Magadi	Lower E.Ngiro	Oldorko	multipurpose
36			Leshota	2KB	P, W	–	–	Leshota	
アティ川流域									
37	Upper Athi	3AA			W	Athi River	–	–	
38	Ruiru- A	3BC			W	Nairobi	–	–	
39	Kikuyu	3BA			W	Kikuyu	–	–	
40	Ndarugu	3CB			W, I	Nairobi, Ruiru, Kiambu	Kanzalu	–	multipurpose
41			Munyu	3DA	W, I, P	Nairobi	–	Munyu	multipurpose
42			Mbuuni	3EA	W	Machakos	–	–	
43			Kitetu	3EB	W	rural	–	–	
44			Thwake	3FA	I, W	–	–	–	
45	Yatta	3FB			I	–	Kibwezi Ext.	–	
46			Tsavo	3G	W	Tsavo	–	–	
47			Bar-icho	3HD	W	–	–	–	
48	Rare	3LA			W	Malindi	–	–	off-stream reservoir
49	Mwachi	3MB			W	Mombasa	–	–	
50	Pemba	3HC			W	Mombasa	–	–	run-off-river type weir

..... continued

表 - 5.10 代替開発あるいは追加開発案として将来検討を要するダム計画　（2／2）

番号	ダム計画（本調査）		代替開発あるいは追加開発案		目的	水道	かんがい	水力発電	備考
	ダムサイト	流域	ダムサイト	流域		供給都市名	かんがい計画	水力発電計画	
タナ川流域									
51			Maragua	4BE	W	–			
52	Chania- B	4CA			W, I	Nairobi	(small irri.)	–	multipurpose
53			Ndiara	4CA	W	–	–	–	
54	Thiba	4DA			I, W	–	Mwea Ext.	–	
55	Mutonga	4FA			P	–	–	Mutonga	
56	Low Grand Falls	4FB			P	–	–	L.Grand Falls	
57			High Grand Falls	4FB	P, W, I	–	–	H.Grand Falls	multipurpose
58			Adamson Falls	4GA	P, W, I	–	–	Adamson Falls	multipurpose
59			Kora	4GB	P, W, I	–	–	Kora	multipurpose
60			Umas	4HA	W	–	–	–	
61			Mutuni	4HA	W	–	–	–	
62			Kitimui	4HA	W	–	–	–	
エワソ・ギロ川流域									
63	Rumuruti	5AA			W	Rumuruti	–	–	
64	Nyuhururu	5AA			W	Nyuhururu	–	–	small dam
65			Archers Post	5DA	W, I, P	–	–	–	flow augment.
66			Crocodile Jaw	5DC	P, W, I	–	–	Crocodile Jaw	flow augment.
			Kirium	5DC	P	–	–	Kirium	
67			Kiboto	5BC	W, I	–	–	–	flow augment.
68			Nundoto	5CA	W	Maralal	–	–	small dam
69			Lag-Bor	5EA	W	–	–	–	*2
70			Buna	5EA	W	Buna	–	–	*2
71			Habaswein	5EC	W	Habaswein	–	–	*2
72			Meri	5EC	W	Meri	–		*2
73			Modogashe	5FA	W	–	–	–	*2
74			Dadab	5FA	W	–	–	Oldorko	*2
75			Kutulo-Elwak	5GA	W	–	–	Leshota	*2
76			Takaba	5GA	W	–	–		*2
77			Mandera	5GB	W	Mandera	–		*2
78			Neboi-Mandera	5GB	W	–	–		*2
79			Rham Mandera	5GB	W	–	–		*2
80			Arabic	5GB	W	–	–		*2
81			Fino	5GB	W	–	–		*2
82			Kalatiyo	5H	W	–	–		*2
83			Markamari	5H	W	–	–		*2

Note: *1 ダム計画　（詳細設計中）
*2 MOWDによって提言された将来検討を要するサイト。但し、詳細な情報はない。

表－５．１１　大規模導水計画案（将来計画）

プロジェクト	転流元河川	転流先河川	開発の目的
－Greater Rift Water Transfer Plan	Nyando 又は Nzoia	Rift Valley 地区	上工水供給、かんがい（予備調査段階）
－Nzoia-Kerio/Suam Double Water Transfer	Nzoia	Kerio 及び Suam	発電、かんがい（予備調査段階）
－Amala Diversion	Amala	Ewaso Ngiro South	発電、かんがい　（試案段階）
－Mbalambala Diversion	Tana	Ewaso Ngiro North	Ewaso Ngiro North 下流地区開発（アイデア段階）

上記計画案のうちでは、従前の調査結果によれば比較的有望と目されるNzoia-Kerio/Suam Transfer Planの調査が先行するに値すると考える。

５．３　実施体制の提言

(1) 実施機関

付属資料－２から６に示した諸プロジェクトあるいは調査研究の実施に関わる機関としては現行体制下において最も適切な機関を示してある。全体として現行機関は各々に有効に機能しており、本調査では大きな組織変革は提言しない。たゞ、実施機関が各々のセクターにおいて比較的多数に上がるので実施機関の間での協調及び役割りの分担はつとに重要である。この点に関する若干の提言は後述の第６章に記述している。

(2) 優先プロジェクトの選定

各実施機関が抱える実施上の問題は多岐にわたるが、問題を集約すれば（ｉ）財源の不足、(ii) 要員の不足及び (iii) 車輌・機器を含む物理的設備の不足につきると言える。３項のうち、最大の根源は（ｉ）にある。

財源不足は一朝一夕には解消し得ないところ、当面の実際的アプローチとしては財源の効率的使用を行う他はない。即ち、優先プロジェクトあるいは優先行政行為を選定し逐次実施して行く方法を意味する。５０のプロジェクトを各々少い年間予算で１０年かけて実施するより、１０のプロジェクトを２年単位で５サイクルに分けて実施する方が実効性が大きい。

(3) 要員増強

政府の全体方針として小コスト組織の形成を目指すべきところゆえ、要員の増強は慎重であるべきと考える。将来的には現行MOWDあるいはNWCPC が有する実施機能は一部を除き逐次民間コンサルタント及び民間施工業者の活用に切り変えて行き、自機関の要員数の縮小を計って行く努力をすべきと思われる。他の省庁についても同じことが言えよう。

但し、前出第５．１節に述べた如く、将来の開発事業量は大幅に伸びる見通しであるので、実施に関わる管理要員の最小限の増強は必要であろう。本調査において増強を要する分野及び要員数試案を検討した。試案は主報告書Vol.2 に示してある。

6．法制組織面に関わる提言

ケニアの水資源開発･水行政に関わる法制度そのものについては、既存文献(WHO 調査1973他)も述べている如く大局的に大きな問題はないと目される。問題は法体系よりむしろ法制度の実施(implementation)及び水資源・水利用管理(management) にある。よって、本調査ではこれらの点に重きをおいて幾つかの提言を行った。また、本調査の意図するところとして、本調査の主目的であるNational Water Master Planの策定及び実施に関わる法制組織上の側面を検討することを中心とした。

6．1　法制度

6.1.1　現行法制度に関わる事項

(1) Water Act

中心的法律となっている "Water Act"は現在水資源省が細部改訂を検討しており、Attorney General Chamberとの協議調整を終え、現在閣議レベルの審査段階にある（1992年5月）。提案されている改訂は全体的に妥当であると考える。この改訂によって運用上の改善が為されると期待される。

(2) Tana and Athi Rivers Development Authority (TARDA) Act

現行Act によればTARDA はタナ川／アティ川流域の開発に関わる "advice and coordination"機関として位置づけられている。ビクトリア湖流域開発公社（LBDA）、ケリオ渓谷開発公社(KVDA)などと同様実施機関として法制上改訂される必要がある。

(3) Water (Water Undertakers)Rules

このRules に示す原則はNon-gazetted Water Undertakers及びLocal Authority Water Undertakers を含む全てのWater Undertakersに一様に適用されるべきである。

(4) Lakes and Rivers Act

現況の規則は河川・湖沼における浚渫と蒸気船運航に関わる事項が中心となっているが、将来的には河川・湖沼管理に関わる法令条項が付加されるべきである。この場合、MOWDがこのAct に深く関って来ることになる。（現況、このAct は運輸通信省の運用下にある）。

(5) Local Government Regulation

このRegulationによりLocal Authoritiesは上水道・下水道・排水事業を行う権限を付与されているが、同時にWater Act に基くwater undertakerとしての全ての義務を履行する立場にある。この点において２つの法律の運用上の総合性を計る必要がある。

(6) 環境評価／管理ガイドラインの制定

ケニアにはEnvironmental Management Report(NES,1978) の中に示される簡単なガイドラインがあるのみ

で、体系的な環境評価及び環境保全管理に関わるガイドラインがない。早急に策定されるべきである。当面はガイドラインとして作成するが、いずれ法制化することも必要であろう。

6.1.2 法制度の履行

水資源開発・水利用の適正な運営のためには現行法制度の厳格かつ積極的履行が必須である。前述の如く、この面の努力が最も不足しているとの報告があり、改善が必要である。
履行を計るためには、（i）地方機関への履行権限の積極的移譲、（ii）執行要員の訓練及び（iii）現行法制度の積極的活用（いたづらに新則設定ではなく）の３つが肝要であると考える。

6．2　事業の計画・実施に関わる事項

6.2.1 上工水供給

(1) 実施機関

上水道事業に関与する機関は多岐にわたるが基本的には現行体制及び法制の有効的活用で良かろうと考える。長期的には下記の役割分担への方向づけが望ましい。

水資源省(MOWD)	：	上水道・下水道・水質管理を中心とする水資源開発／水利用／河川開発に関わる総合計画、管理機関として機能。
水資源開発公団(NWCPC)	：	水資源省事業の実施機関として、現行MOWDが有する実施機能を逐次肩代りして行く。併せてBulk Water Supplier としての機能を存続する。
その他の関係省	：	現行、下記の各省が水道事業に関与している。

－地方自治省	(MOLG)	：	地方都市水道
－運輸通信省	(MOTC)	：	鉄道用水給水
－観光野生動物省	(MOTW)	：	野生動物保護のための用水開発
－畜産開発省	(MOLD)	：	畜産用水開発
－文化社会福祉省	(MOCSS)	：	村落共同体給水
－土地住宅省	(MOLH)	：	移住地給水
－乾燥地開発省	(MORDASAW)	：	ASALプロジェクト水道

各々の省が開発のニーズを最も適格に把握し事業計画を行えるところ、現行のまゝの実施体制が適当と思われる。但し、技術的側面（設計、実施）については、MOWD及びNWCPC の協力をより積極的に求めるべきだろう。

流域開発公社	：	MOWD/NWCPC の参加を求め上水道水源開発を含む多目的開発計画を推進すべきである。
地方自治体	：	給水システムのＯ＆Ｍを主任務とし、併せてシステムの拡充（サービスエリアの拡充）及び自地区水源開発を推進。大規模水源開発はNWCPC に委託し、給水を受けることが効率的であろう。
ＮＧＯ	：	村落給水事業に多大な貢献を示している。今後ともMOWDは技術・行政両面においてNGO を支援すべきである。

(2) 上水道施設の運営維持（O＆M）

現況、多様な機関あるいは組織によって運用維持管理されている（MOWD, NWCPC, 地方自治体、村落共同体、NGO他）。長期的には受益者の自治支援機関である地方自治体（Town Authorities/County councils）がO＆Mを継承して行くべきと考える。大量導水施設（Bulk Water Supply)についてはNWCPCが今後とも運用管理して行くものと考える。

(3) 上水道施設の運用改善

上水道施設の投資コスト回収策（Cost recovery)の一環として以下の３点を提言する。

（ｉ）各戸給水及びメーター計測の推進
(ii) 主要上水道システムにおける漏水削減：漏水検知体制の形成
(iii) 傾斜料金制度の導入

(4) 水需要の分散化

本調査の指摘するところとして、多くの地区において需要と近傍水源量のバランスが極めてクリティカルになって来ることが明らかにされた。下記の地区において特に顕著であり、特別の注目を要する。

－工業発展を伴う大都市　：　ナイロビ及びモンバサ
－特定の環境上の問題に直面している都市　：　ナクルー（第４．10節参照）
－水源量がクリティカルである地区　：　乾燥地に位置する22都市（第４．７節参照）
（注）上記の他にもクリティカルな地区はある。上記は代表的な地区として取り上げた。

これらの地区においては、水需容量の伸びを抑制あるいは分散するべく、積極的対策が必要と思われる。対策案としては、(i) 全体的施策として地域の開発の抑制、(ii) 開発行為、特に工業開発の他地区への振り向け、(iii) 節水を促すための水道料金の高め設定などが考えられる。

6.2.2 下水処理施設

下水処理施設は各々の地方自治体地区内に配備されること、また受益者は当該地区に居住する人々に限られることに鑑み、事業主体は現行どおり各地方自治体であるべきと考える。
MOWDは中央行政機関として、政策決定を行うと共に地方自治体に対し技術的支援を行う。

6.2.3 農業／かんがい

(1) 実施機関

このセクターでは農業省（Ministry of Agriculture; MOA)が行政管理者として、また主たる実施機関として全国の農業／かんがい開発にあたっている。その他の主要機関としては国家かんがい局（National Irrigation Board ; NIB)及び６つの流域開発庁が、大規模かんがい計画を実施している。この現行体制は、全体として良好に機能していると言える。

(2) かんがい計画及び水利用統合管理

全てのかんがい事業に関わる情報（計画、実施、運用上の情報）は１つの中央機関によって一元管理されるべきである。管理機関としては現行組織下ではMOA が適当である。かんがい事業インベントリー及び水利用実態は定期的にアップデートされ、水利配分局（Water Apportionment Board；WAB）に報告される必要がある。かんがいセクターは現況及び将来とも最大の水利用者であることに鑑み、本件の履行は全国水管理遂行上重要である。

6.2.4 畜産開発及び野生動物保全

(1) 実施機関

畜産開発及び野生動物保全のための水開発については、各々、畜産開発省（MOLD）及び観光野生動物省（MOTW）が水資源省の技術的協力を得て実施している。畜産開発については地方開発省（MOLG）及びエネルギー省（MOE）傘下の流域開発庁及び乾燥地開発省（MORDASAW）も各々の担当地区の畜産開発プロジェクトを実施する。現行の実施体制は良好に機能しており、今後とも省庁間の緊密な協力が継続されるべきである。

(2) 水開発施設インベントリー・リスト

本調査においては、畜産及び野生動物用水に関わる施設インベントリー・リストを入手することが出来なかった。将来開発のベースライン・データとして、また水利用管理のためのデータとして、関係省庁（MOLD及びMOTW）がインベントリーを作成することが必要と考える。

6.2.5 水力発電

(1) 実施機関

電力セクターではエネルギー省（MOE）が行政管理者として電力、石油燃料、風力、バイオガス、太陽光、地熱及び薪炭開発を含むエネルギーセクターの政策決定を行っている。電力開発事業は、下記の６つの機関が協調して運営にあたっている。

－ケニア電力会社（KPC）	：	－ウガンダからの買電 －２小水力及びオルカリア地熱発電所所有 －水力・地熱開発
－ケニア電力電灯会社 (KPLC)	：	－火力・水力を含む発電施設及び送電施設の運転及び売電 －他機関からの買電
－タナ川開発会社(TRDC)	：	－Kamburu,Gitaru及びKindaruma 水力発電所を所有
－タナ／アティ川流域開発庁(TARDA)	：	－Masinga 及びKiambere水力発電所を所有
－ケリオ渓谷開発庁(KVDA)	：	－Turkwel 水力発電所を所有
－ビクトリア湖流域開発庁(LBDA)	：	－現況発電施設は未所有

(2) 水力発電計画の実施

水力発電開発については、KPC が流域開発庁と協調の上、計画・実施を行っている。現行の実施体制に大きな問題はない点、今後ともKPC が水力開発の主導的役割りを果して行くと思われる。

今後、水力発電セクターと他セクターとの水利用強調はより重要となって来よう。既存の水力発電用大型ダムは流域開発庁が所有している。このことは将来必要に応じ貯水池の多目的利用を計る上で好ましいことと言える（但し、このことは発電便益の為に貯水池を運用することを否定するものではない）。

6.2.6 河川及び洪水防御事業

(1) 河川管理者の設定

水資源・水利用管理については多くの機関によって分担され、また関係機関間の責任の分担も現行法制度の下で明瞭である。一方、河川管理という概念が現況体制下ではない。今後、河川の利用また河川施設も増加すると目されるところ、河川管理に関わる責任機関を定める必要がある。本調査では水資源省(MOWD)が責任機関として機能するよう提言する。

他方、洪水防御事業については、MOWDが責任機関であることがWater Act に示されている。

(2) 河川事業の実施機関

前節において河川事業の責任機関としてMOWDを挙げた。しかるに現況、実情において幾つかの流域開発庁 (LBDA,TARDA等) が河川改修事業を実施している。また、Local Government Regulation において、地方自治体が都市排水事業者として権限を与えられている。
これらの事実に鑑み、実際的運営として以下の事項を原則とすることが適当と思われる。

(i) 河川の総合管理はMOWDの責任において行うが、MOWDは一部の河川事業（たとえば河川改修事業、洪水防御事業等）を原則としてプロジェクトベースで流域開発公社あるいは地方自治体に委託して良い。

(ii) その他の河川構造物（ダム、取水堰、橋梁等）は現状どおり各関係機関によって実施されて良いが、全ての構造物について事前にWAB（水利権許可者）及びMOWD（河川管理者）に報告し、承認を受けるべきこと。

現状、諸事業は概ね上記のコンセプトで実施されているが、事業者間において上記原則がより明確に理解されるよう、努める必要がある。

(3) 河川及び河川施設インベントリーの整備

現在、この種のインベントリーは存在しないので逐次整備して行くべきと考える。インベントリーは水文諸元（流域降雨量、基準点における河川流量、水利用、洪水記録、河川水質等）及び構造諸元（河川平面・縦断・横断面データ、河岸土地利用及び河川施設）に関わる情報を含む。インベントリー・リスト作成には多大な時間と費用を要する。さして緊急を要さない点、長年をかけて整備して行くべき事項と考える。

(4) 河川保全／改修事業

河川保全事業は、河道の安定した状態を形成し、維持しまた復旧するために必要な事業である。河川保全事業は例えば下記の作業を含む。

(a) 河道の保全維持（河岸浸蝕防止、河床安定を含む）
(b) 過度に集積した土砂の除去
(c) 流水の障害となる植生等の除去
(d) 流入土砂の抑制工事
(e) 河道疎通能力保持のための河道改修あるいは築堤工事

現況、一部地域において(c)、(e)等の工事が行われているが、多くの努力は払われていない。さしあたりは都市河川をはじめとして逐次事業が推進されて行くべきと考える。生じている問題把握のために、河川管理者による定期的インスペクションを行う必要がある。

(5) 河川構造物の運用及び維持

今後多くの河川構造物が築造されて行くだろう。Water Act によれば、築造者は施設の運用維持に責任を有し、ダム破損等について水利配分局（WAB)への報告義務がある。また、WAB は適宜施設を検査し補修指示を出す権限が与えられている。

しかし、これらは水利権(Water Permit)が関連する施設に限られる。現行規定を拡大し、将来的には全ての河川施設についてWAB(水利権認可者）又はMOWD（河川管理者）に同様の権限を付保し、また施設運用者には施設の安全及び利用状況（特に水利用）について一定の報告義務を与えるべきであろう。

現況、河川施設に関わる計画、保全及び運用に関する基準がない。将来的には一定の基準に基く施設の建設・管理を計るため河川管理施設基準を定めるべきであろう。これに基く種々の許認可はMOWDが行うよう制度化することを提言する。

(6) 洪水氾濫地区管理

広く知られる如く洪水被害軽減を施設的対策のみによって計ることは経済的ではない。下記の非施設的方策も併用せられるべきである。

(a) 常習的洪水氾濫地区における土地利用規制
(b) 洪水予知警報システムの導入
(c) 洪水時防災体制の形成 (Flood fighting)
(d) 洪水時避難・救済システムの形成

これらの体制は一朝一夕には形成し得ないので、年月をかけて逐次必要地区毎に形成して行く他はない。MOWDは当面(b)の形成を計るため洪水氾濫のある河川において水文観測及び洪水予測モデルの構築（当面は水位相関法）を開始すべきである。

6.2.7 多目的開発へのアプローチ

ケニアは、必ずしも水資源が豊富と言える国ではない。本調査の結果、その水資源量は2010年までの需要を充たすには十分であることが判明しているが、水需要はその後も増加して行く。今後とも計画的水資源開発を進めることが重要である。

(1) 流域一貫的水開発／水利用管理の概念の導入　：

これは表流水、地下水双方を含む。このためには流域別に総合水資源開発案を策定し、定期的にアップデートする（たとえば１０年おき）。

(2) 多目的開発プロジェクトの形成　：

多目的プロジェクトは多くの場合、複数目的の水利用を計る点、単目的プロジェクトに比しより経済的開発をもたらすので推進されるべきである。セクター間のコストアロケーションの手法としては分離費用－残余便益法の適用が指針となろう。

(3)　最適ダム開発規模の選定　：

ケニアの如く乾燥地国ではダムは特に有用な水資源開発の手段である。ダムは１適地に１つのダムしか築り得ないことに鑑み、長期的観点からの最適ダム開発規模の選定が重要である。必ずしも全てのケースについて該当はしないだろうが、基本的には経済的範囲で最大規模開発が望ましいと考える。これは、特に今後とも水需要が増大して行くアティ川、タナ川、ビクトリア湖流域のダム開発について言える。

(4) 関係機関間の調整

多目的プロジェクトは流域開発庁によって形成され提言されて来ることが最も望ましいので原則としてその方向とすべきである。しかし、他方ではKPC, NIB あるいはNWCPC などの機関から提言されることもあるだろう。いずれの場合にせよ、調整機関の設置が必要である。本調査ではその調整機関として特別委員会がプロジェクト毎に形成されることを提言する。委員会においては、水資源配分及び水利用調整の責任機関として、WAB と共にMOWDが主導的役割を果たすべきと考える。但し、MOWDは関係する流域開発公社との緊密な意見交換を計りつつ調整を進めることが要件である。

６．３　水資源及び水利用管理

6.3.1　表流水管理

(1) 水文データ管理

(a) 水文観測

水資源省(MOWD)は現在約９００の河川水位観測所を運営しているが、財源不足の為多くの観測所が正常に機能していない。よって、当面は観測網の縮小によって対応するしかない。

他方、ケニアの水資源利用の特色として流域上流部の小河川や湧水が多く利用されている。このことは、大河川のみならず小河川においても水文観測を要することを意味し、長々期的には水文観測網を拡大して行く必要がある。財源手当ての強化を配慮すべきである。

(b) データの管理

データのプロセシング及び管理はMOWD本省によって一元的に行われている。現行システムは当面適当であるが、将来的には一部作業（データ入力等）は地方事務所に分化して行くことを考えるべきである。

(c) 地方ハイドロロジストの訓練

水文観測データの精度については、各州県に配置されているハイドロロジストの技術・意欲に負うところが大きい。この面における訓練（たとえば毎年のセミナー）が重要である。

(d) 水文データの発給

水文データはMOWD内部他部署、他省庁あるいは民間の要望に応じ迅速に供与される必要がある。このための効率的データ発給体制を構築すべきである。データ供与にはある種のフィーを課しても良かろう。

(2) 水利権認可

現況、水利配分局(WAB)には約25,000の水利権データが保管されているが、実際に存続している水利権数は不明である（本調査のレビューでは、約15,000であると算定された）。実際の水利用においては、違法取水や過剰取水があると報告されている。また、幾つかの河川においては、過大な水利権が認可されているとの報告もある。

これらの弊害を除くために下記の方策が必要である。

(a) 水利権データの再整備

(b) 実際の水利用状況調査（当初は水不足の顕著な河川、追って全河川について）

(c) 自然流量の算定及び認可可能水量の把握

上記作業は多大な調査解析要員のインプットを要するので１つのプロジェクトとして提言されて良い。

上記データ管理はWABが行っているが、WABは十分の技術要員を保持しないため、今後一層のMOWDの技術的協力が必要である。

(3) 水利用管理

前述の如く、過剰取水、浪費的水利用(mis-use)あるいはその他の違法取水が多大であると言われる。よって、水利用のモニタリング及び管理はWAB ひいてはMOWDの重大な任務である。

(a) Water Bailiff 任務の強化

水利用モニタリング／管理の履行は地方に配置されているWater Bailiffの活動如何による。彼らの技能訓練と共に活動強化の為の財源処置（要員増強、車輌等機器供与）が必要である。

“適正な水利用”は“水開発コストの減少”に繋がることを目すべきである。

(b) 水利用の報告義務

Water Act によれば、水利権保有者はWABの指示に基き、水利用計測装置を備え、かつ取水記録を保持することを義務づけられている。MOWD/WABはこの点における運用強化を計るべきである。

(c) 罰則の強化

水利用における違反者には罰則規定（罰金又は収監）がある。WABは罰則履行を強化すべきである。水利権の廃止が最も有効な罰則適用であろう。

(4) 河川維持用水

Water(General)Rules は補償流量（compensation water）の規定を与えている。補償流量には、河川の正常な機能を保持するための河川維持用水をも含む概念とすべきである。河川維持用水は河川毎、今後の調

査（たとえば流域マスタープラン）において逐次算定して行く必要がある。

(5) 渇水時流量補給の必要性

上流地区の開発に伴い、流域下流部に水不足が生ずる懸念がある。まずは、適正な上流部開発及び水利用管理によって対処すべきだが、尚、不測の状況が生じる可能性がある。
下流部の村落住民あるいは家畜の水利用に障害が生じてはならない。MOWDは下流部への流量補給策（たとえば前述の流況改善ダム計画）を長期点視点として考慮しておく必要がある。

6.3.2 地下水管理

(1) 地下水利用認可

現況規定では一部の地下水開発には水利権取得が必要ないとされている（たとえば表流水源から９２ｍ以上、他の井戸から８０５ｍ以上離れた地下水開発。但し、穿孔許可は必要）。一元的水資源開発／水利用管理を為すためには、この除外規定を外し全ての地下水開発について水利権取得の義務を課すべきであろう（但し、浅層手掘り井戸を除く。たとえば１０ｍ以下）。井戸データは井戸施工業者がWAB宛掘削後30日以内に提出するよう義務づけられている。井戸データの重要性に鑑み、この義務事項の履行は徹底されるべきである。

(2) 水利用管理

地下水利用状況に関する情報が皆無である。表流水と同様、逐次実態把握して行くべきである。全ての井戸について計測を義務づけるのは非実際的であるので、主要利用者（公共水道事業者及び大量取水を行っている工場等）に限って実施すべきであろう。

(3) 地下水データ管理

地下水開発に関わるデータはMOWD地下水課が管理している。現況データの品質及びデータベース機能の逐次改善を計って行くことが必要である。監理して行くべきデータとしては、

(a) 井戸インベントリー・リスト
(b) 水質データ
(c) 揚水試験データ

(4) 地下水源賦存量の算定

今後の種々の調査を通じ、長期的に国土の地下水源賦存量の把握を行うこと。

(a) シュミレーション・モデルによる地下水収支解析
(b) 地域別水質ガイドライン策定の為の水質データの収集・解析

6.3.3 水質管理

(1) 水質モニタリング・プログラム

現況、MOWD水質汚染防止課が全国１２０地点においてモニタリング作業を進めている。最大の障害