

No.

# ケニア共和国 グランドフォールズ水力発電計画 予備・事前調査報告書

1993年12月

国際協力事業団  
鉱工業開発調査部

ケニア共和国  
グランドフォールズ水力発電計画  
予備・事前調査報告書

1993年12月

国際協力事業団

407  
643  
MPN

鉱調資
JR
93-187



ケニア共和国  
グランドフォールズ水力発電計画  
予備・事前調査報告書

JICA LIBRARY



1114094(4)

1993年12月

国際協力事業団  
鉱工業開発調査部

国際協力事業団

26411

ケニア共和国グランドフォールズ水力発電計画  
予備・事前調査報告書

目 次

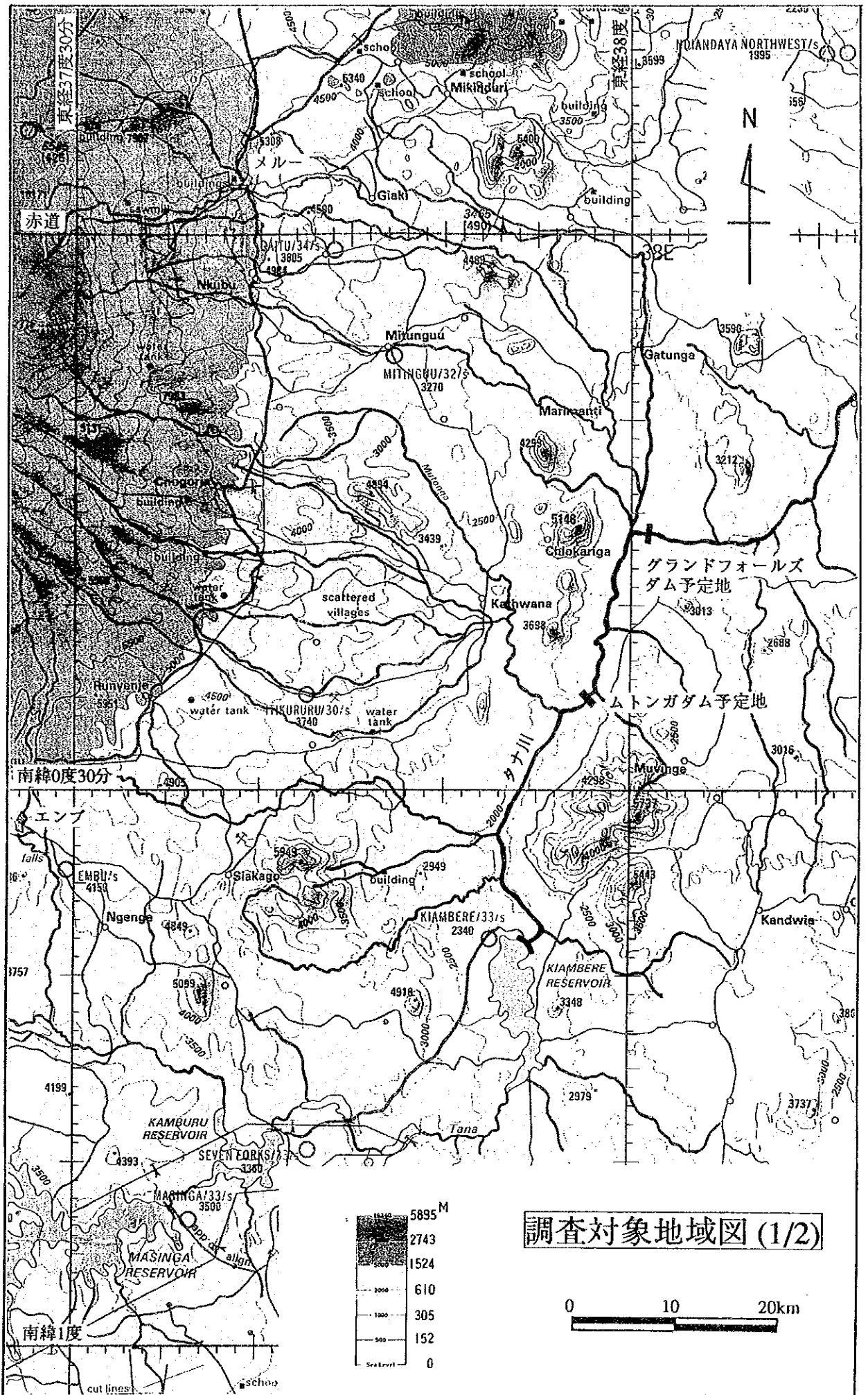
位置図	
写真	
I. 序論	I-1
1. 要請の経緯と背景	I-1
2. 要請案件の概要	I-2
3. 調査の目的	I-3
4. 調査団の構成	I-3
5. 調査日程	I-4
6. 現地面談者	I-5
II. S/Wに関する協議及び合意事項	II-1
1. 協議内容	II-1
2. S/W要約	II-2
3. M/M要約	II-3
4. 署名済S/W及びM/M	II-x
III. 電力事情	III-1
1. 電力開発に係わる政策	III-1
2. 電力需給の推移	III-2
3. 電力設備の概況	III-3
4. 電力事業の形態	III-5
5. 電気料金体系	III-6
6. 電力需要予測	III-8
7. 電力開発計画	III-9
IV. タナ川開発の現状と計画	IV-1
1. 既設水力発電プロジェクト	IV-1
2. 水力発電開発計画	IV-3
3. 水力以外の水資源開発計画	IV-6
V. 調査地域の概要	V-1
1. 位置及び領域	V-1
2. 気候・水文	V-1
3. 地形・地質	V-1

VI. 現地調査 .....	VI-1
1. 調査方針 .....	VI-1
2. 調査工程 .....	VI-1
3. 計画地点へのアプローチ等 .....	VI-1
4. MUTONGA計画地点 .....	VI-2
5. GRANDFALLS計画地点 .....	VI-3
6. 上流既設発電所 .....	VI-4
VII. 本格調査に係わる参考情報及び資料 .....	VII-1
1. サイトへのアクセス .....	VII-1
2. 宿泊施設 .....	VII-1
3. 気候、風土病、治安 .....	VII-2
4. 環境調査 .....	VII-2
5. 地形調査 .....	VII-4
6. 地質調査 .....	VII-7
7. 気象、水文調査 .....	VII-10
8. 設計 .....	VII-10
VIII. 環境影響予備調査 .....	VIII-1
1. 環境影響予備調査の目的と手順 .....	VIII-1
2. 環境問題の背景 .....	VIII-1
3. 環境に係わる政府機関及び非政府機関 .....	VIII-7
4. 予測される環境影響 .....	VIII-13
5. 環境影響調査(本格調査)について .....	VIII-16
6. 参考資料 .....	VIII-18
IX. 収集資料リスト .....	IX-1
1. 日本にて参考とした資料 .....	IX-1
2. 現地(ケニア)にて収集した資料 .....	IX-1

資料 1 :QUESTIONNAIRES PREPARED BY JICA TEAM

資料 2 :ANSWERS TO THE QUESTIONNAIRES

資料 3 :ケニア国政府の要請書



東経37度30分

赤道

南緯0度30分

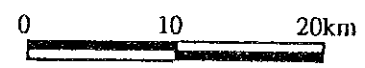
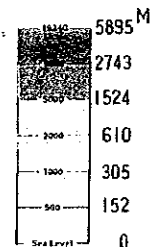
南緯1度

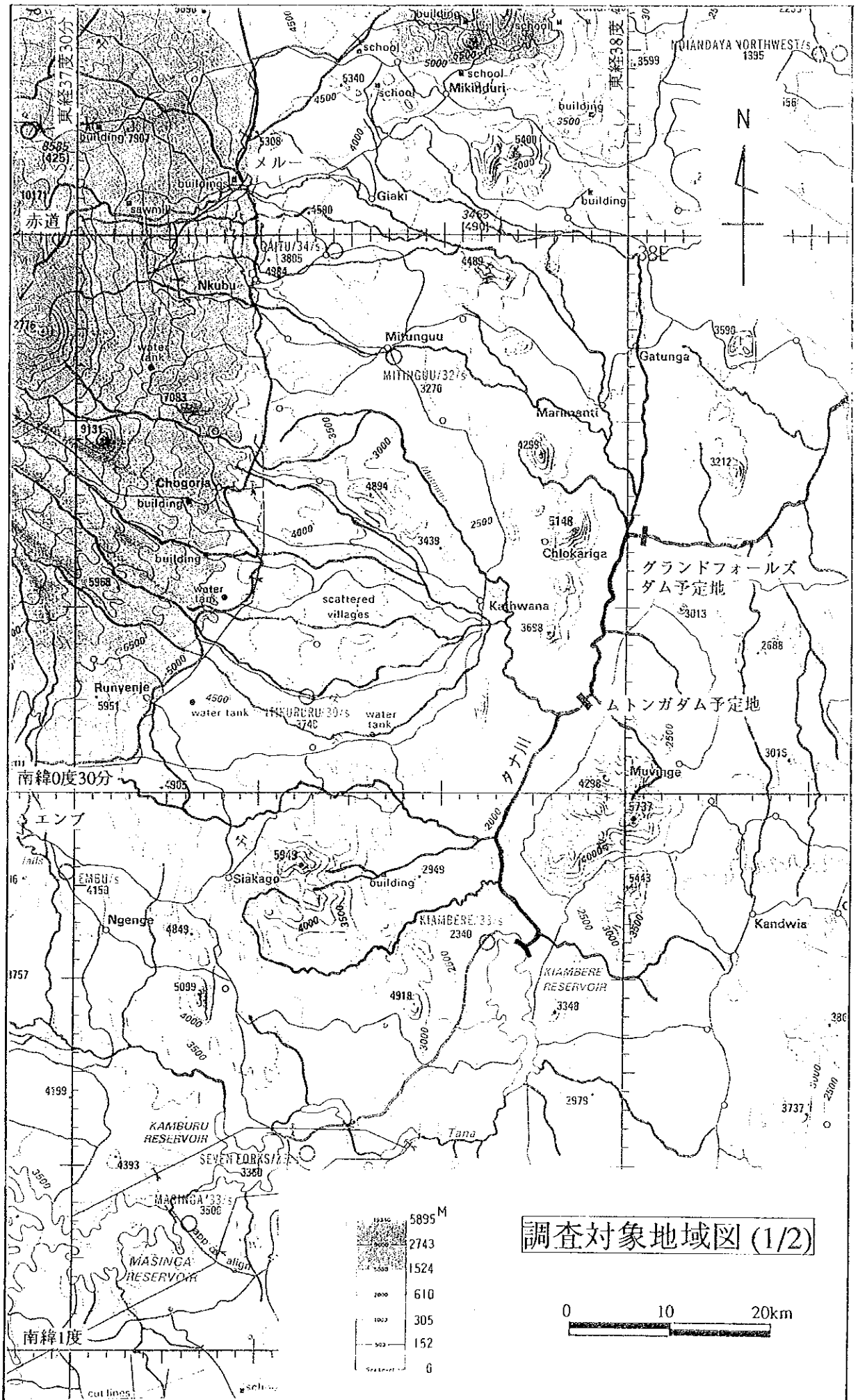
MOIANDAYA NORTHWEST/S  
1995

グランドフォールズ  
ダム予定地

ムトンガダム予定地

調査対象地域図 (1/2)

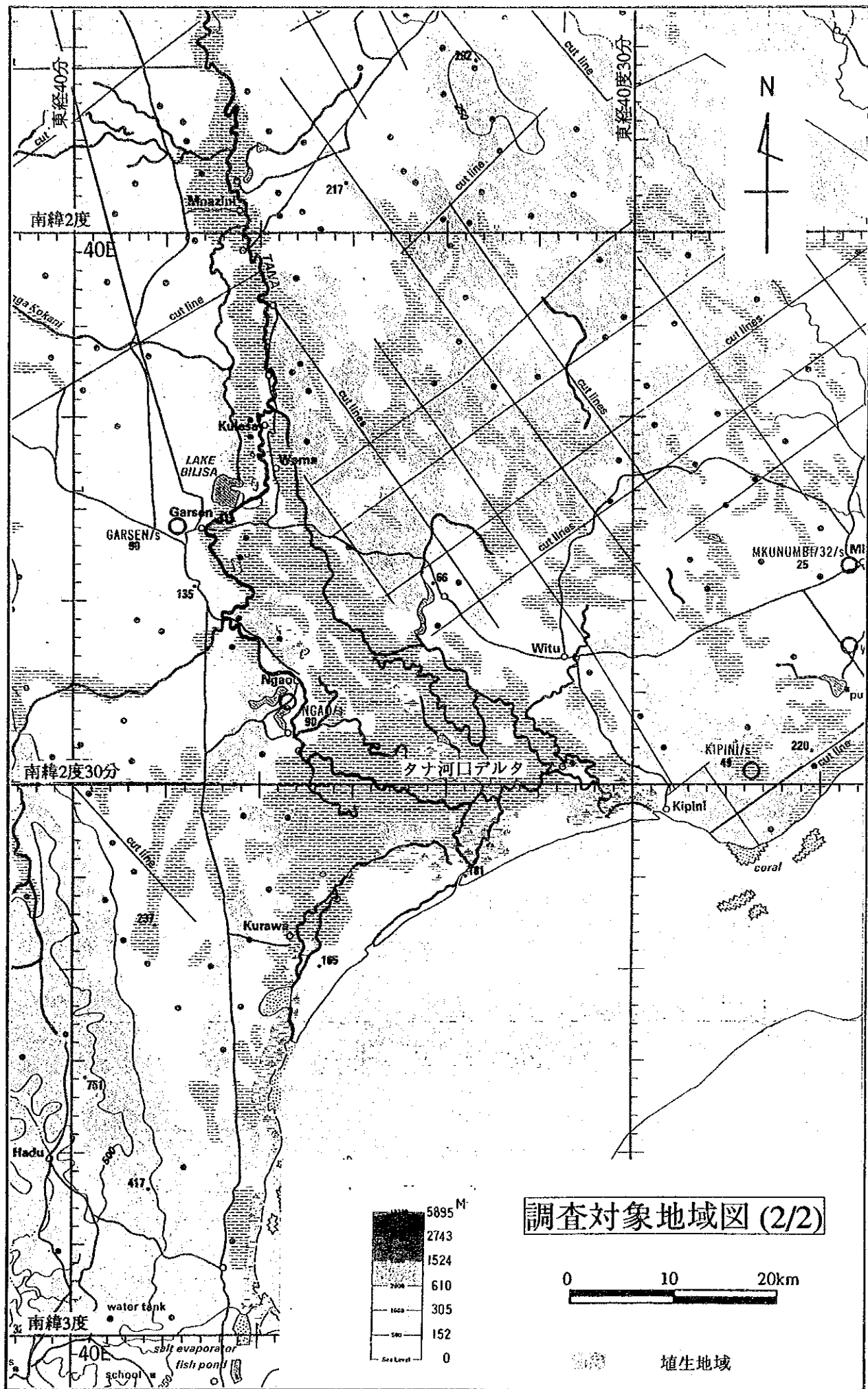




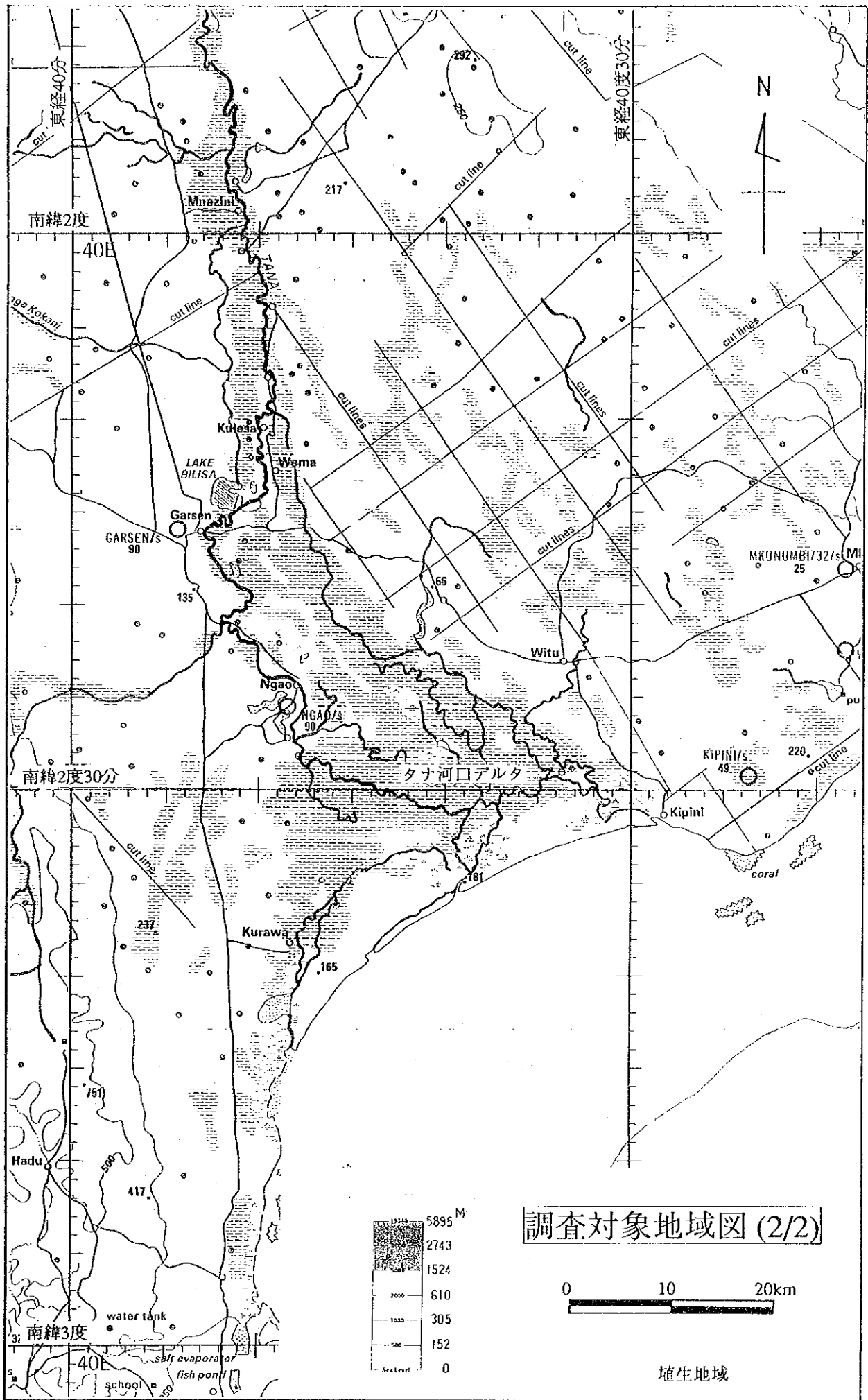
調査対象地域図 (1/2)











調査対象地域図 (2/2)

植生地域



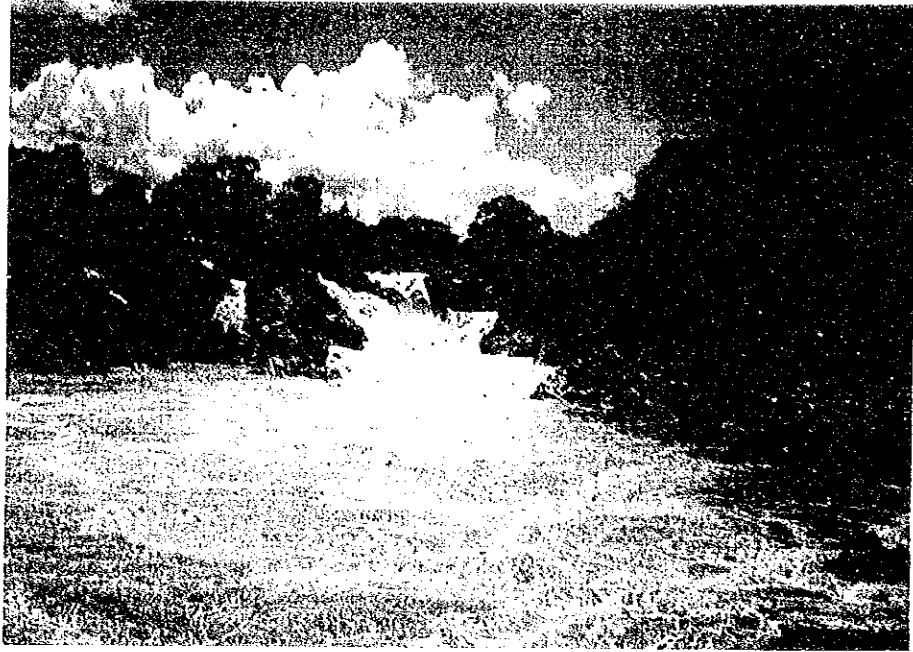


写真-1 グランドフォールズ滝  
グランドフォールズ滝は、滝というより瀬である。



写真-2 グランドフォールズ滝の北西方向にある丘陵





写真-3 タナ川左岸支流のムトンガ川



写真-4 グランドフォールズ滝上流域





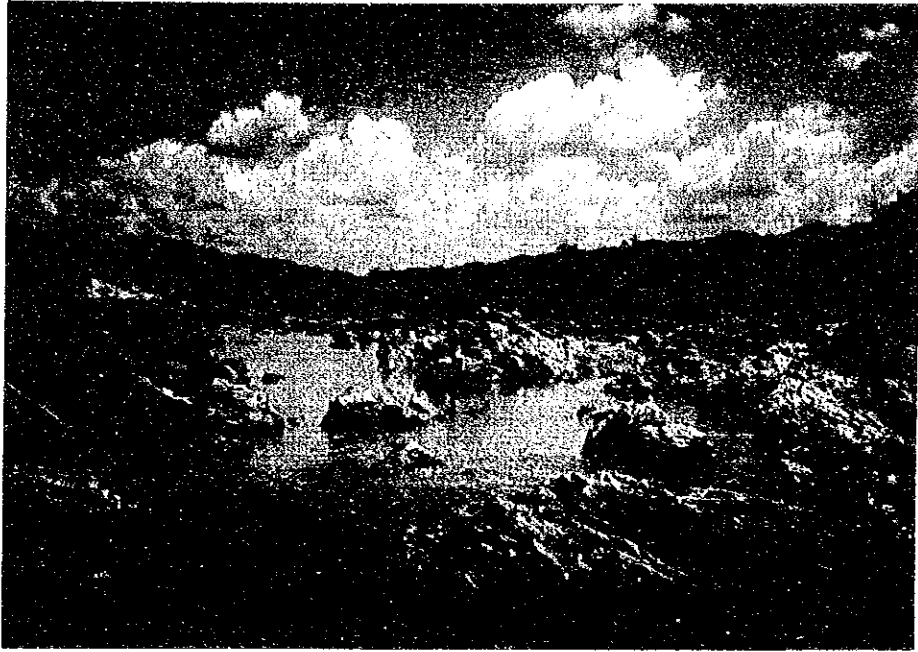


写真-5 グランドフォールズダム計画サイト上流

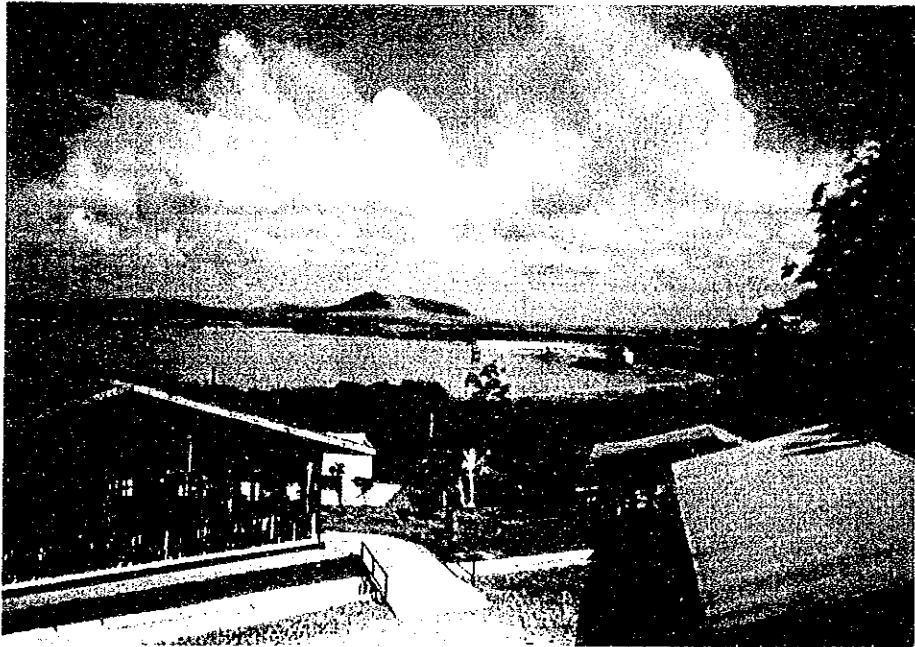


写真-6 タナ川上流のマシंगाダム貯水池



# I. 序 論



## I. 序論

### 1. 要請の経緯と背景

非産油途上国であるケニア共和国は国産資源の開発を重点目標としており、エネルギー分野においては石油探査を進める一方、水力発電及び地熱発電の開発を最優先課題のひとつとして積極的に進めてきている。

ケニア電力系統に接続されている総発電設備容量は836MW(可能発電容量633.7MW)であり、この他系統に接続されていない発電設備容量4MW及びウガンダからの輸入電力30MWがある。近年ウガンダにおける電力需要の増加に伴い、輸入電力は常時電力として期待できない状況にある。発電設備の内訳を見ると、水力発電設備が総設備容量の75%、1989/90年における年間発電電力量の87%を占めており、水主火従の電力設備構成となっている。

1972年から1989年までの電力需要(発電所内使用量を除いた発生発電量)は1972年における899GWH/Yから1989年における2,748GWH/Yまで増加した。年平均増加率において6.6%とかなり高い増加率になっているが、1987年から1988にかけて1.5%、1988年から1989年にかけて1.3%と低い増加率に留まっている。この主な理由は電力需要がほぼ最大可能供給力まで伸びたことによる。1991年に107MWの設備容量を持つタークウェル水力計画が系統に投入された。

「ケ」国の電力需要は近年世界銀行により実施された「Kenya National Power Development Plan」によると1995年に754MW、2000年に1,018MW、2005年に1,369MW、2009年に1,727MWまで伸びると予想されている。従い、今後の電力発電施設の拡充が必要であり、かかる状況のもと本件グランドフォールズ水力発電計画は同「Kenya National Power Development Plan」及びJICAが実施した「全国水資源開発マスタープラン」(1992年)において早急に実施すべき計画として位置付けられており、同国政府は1992年11月、我が国政府に対し本件開発調査の実施につき正式要請越した。

これを受けて、要請内容・背景及び「ケ」側の実施体制を確認し、実施細目(S/W)の署名のための前提条件を整備するとともに、今後の本件水力発電計画の内容を検討することを目的として1993年5月30日から6月17日まで予備調査団を派遣した。

その後、このような背景に基づき、先方機関との協議及び関連情報・資料の収集レビュー等を通じてS/Wを署名・交換することを目的として8月6日から8月16日まで事前調査団を派遣した。

上記要請の背景から、グランドフォールズ水力発電開発を行うことで電力供給力の強化及び電力供給信頼性の向上を図ることは、増加するエネルギー需要を満たすと同時に、石油輸入のための膨大な外貨支出の抑制、工業化の推進、生活水準の向上を高めるもので、ケニア国にとって有益であると考えられる。

しかしながら、本件のような大規模ダム開発は植生、生態系等自然環境に対する影響のみならず、現地住民の社会環境にも影響を与えることも十分に予想されるところ、経済性のみを重視するのではなく、的確な緩和措置や環境対策も併せ計画推進することが必須であろう。

## 2. 要請案件の概要

本件水力発電計画の存在するタナ川は「ケ」国における最大・最重要の河川である。タナ川流域はナイロビ地域を上流域に含むアティ川流域の北側に位置しており、ナイロビ地域に隣接していると共に、流域内には同国の人口の20%が居住し、同国の主要農業地帯である他、水力発電の最も重要で有望な地域として認識されている。

なお本件水力発電計画は大きく分けて①High Grand Falls Dam単独、②Mutonga DamとLow Grand Falls Damの2つの組合せが計画されており、後者の中では更に③Low Grand Falls Dam単独、④Mutonga Dam単独の場合も考えられている。

これらの計画は「ケ」国における2つの異なる考え方が背景となっている。一方は少しでも安価な電気をできるだけ早く供給する必要があるとの認識からLow Grand Falls Dam計画を推進する立場であり、他方はタナ川の水資源は「ケ」国の生命線であるところ、最大限に利用すべきとの認識にたちHigh Grand Falls Dam計画を推進する立場である。

3つのダム of 計画諸元は以下のとおり。

項 目	単 位	Mutonga	L G Falls	H G Falls
Installed Capacity	MW	60	120	180
Firm Capacity	MW	40.8	88.3	141.4
Gross Head	M	37	68	106
Reservoir Capacity (Gross)	million M <sup>3</sup>	112.2	1359	5324
Reservoir Capacity (Firm)	million M <sup>3</sup>	62.2	701	5094
Mean Flow	M <sup>3</sup> /Sec	112.0	133.2	133.2
Firm Energy	GWH/Yr	210	482	692
Average Energy	GWH/Yr	262	594	802
Catchment Area	Km <sup>2</sup>	15,329	17,459	17,459
Reservoir area	Km <sup>2</sup>	11	67	161.4
Crest Elevation	M	554.0	516.0	555.0
Dam Height	M	42.0	79.0	117.0
Dam Embankment Volume	million M <sup>3</sup>	0.87	5.82	22.0
FSL	M	550.0	512	550.0
Mini. Water Level	M	542.0	500	535.0
Tailwater Level	M	513.0	443.8	443.8
Capital Cost	million US\$	159	306	598
Capacity Cost (Installed)	US\$/KW	2,677	2,572	3,357
Capacity Cost (Firm)	US\$/KW	3,898	3,460	4,231
Energy Cost (Firm)	US\$/KWH	0.099	0.085	0.129
Energy Cost (Average)	US\$/KWH	0.085	0.073	0.123

### 3. 予備・事前調査の目的

ケニア共和国タナ川におけるグランドフォールズ水力発電計画の本格調査の実施に際し「ケ」側の要請内容・背景及び実施体制を確認し、実施細目(S/W)署名のための前提条件を整備するとともに、今後の本件水力発電計画の内容を検討することを目的として予備調査団を派遣し、その後、「ケ」側先方機関との協議及び関連情報・資料の収集レビュー等を通じてS/Wを署名・交換することを目的として事前調査団を派遣した。

### 4. 団員構成

#### (予備調査)

- ・ 下村 則夫 (団長／統括) JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課長
- ・ 堀口 和弘 (電力開発行政) MITI資源エネルギー庁公益事業部発電課
- ・ 井本 浩之 (調査企画) JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課
- ・ 入江 章演 (水力発電計画) 株式会社アイ・エヌ・エー
- ・ 岡田 弘 (推力発電土木) 株式会社アイ・エヌ・エー
- ・ 山崎 典和 (環境) 株式会社アイ・エヌ・エー

#### (事前調査)

- ・ 下村 則夫 (団長／総括) JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課長
- ・ 井本 浩之 (調査企画) JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課
- ・ 岡田 弘 (水力発電土木) 株式会社アイ・エヌ・エー



5. 調査日程

(予備調査)

5月30日	日	成田→パリ	移動日
5月31日	月	パリ→機内泊	移動日
6月1日	火	ナイロビ着	国内打合せ
6月2日	水	ナイロビ市内	JICA事務所・大使館と打合せ、 大蔵省・エネ省・KPCと協議
6月3日	木	ナイロビ市内	TARDA・KPCと協議、移動
6月4日	金	サイト	現地踏査(ムトンガ)
6月5日	土	サイト	現地踏査(グランドフォールズ)
6月6日	日	サイト	現地踏査(既設発電所キアンベレダム視察)、移動
6月7日	月	ナイロビ市内	IUCN・KWS・KPCと協議、OECF打合せ
6月8日	火	ナイロビ市内	TARDA・KPC・エネ省と協議、 JICA事務所・大使館へ報告
6月9日	水	ナイロビ市内	TARDA・KPCにて資料収集、 ローカルコンサルタントと打合せ
6月10日	木	ナイロビ市内	WWFと協議、TARDA・TPCにて資料収集
6月11日	金	ナイロビ市内	TARDA・KPCにて資料収集、NMKと協議
6月12日	土	ナイロビ市内	TARDA・KPCにて資料収集、資料整理
6月13日	日	ナイロビ市内	資料整理
6月14日	月	ナイロビ市内	TARDA・KPC・NMKと協議、JICA事務所へ帰国報告
6月15日	火	ナイロビ→機内泊	ローカルコンサルタントと打合せ、移動
6月16日	水	アムステルダム経由→	移動日
6月17日	木	成田着	帰国

(事前調査)

8月6日	金	成田→チューリッヒ	移動日
8月7日	土	チューリッヒ→機内泊	移動日
8月8日	日	ナイロビ着	国内打合せ
8月9日	月	ナイロビ市内	事務所・大使館と打合せ、 大蔵省・エネ省・KWS・TARDAと協議
8月10日	火	ナイロビ市内	S/W協議、IUCN(NGO)と協議
8月11日	水	ナイロビ市内	S/W協議、KPCと協議、ローカルコンサルタント調査
8月12日	木	ナイロビ市内	S/W協議、ローカルコンサルタント調査
8月13日	金	ナイロビ市内	S/W協議、署名、JICA事務所帰国報告
8月14日	土	ナイロビ→ロンドン	移動日
8月15日	日	ロンドン→機内泊	移動日
8月16日	月	成田着	帰国

6. 主要面談者

・ JICAケニア事務所

長島 俊一	所長
青木 澄夫	次長
牧野 耕司	所員

・ 在ケニア日本国大使館

堀江 正彦	公使
阪井 清志	一等書記官
小糸 正樹	一等書記官

・ OECFケニア事務所

瀬山 周平	首席駐在官
-------	-------

・ エネルギー省

Mr. G. M. Miingi	Deputy Secretary, in charge of Development Projects
Mr. G. A. Owvor	Principal Economist
Mr. H. O. Ngiela	Electrical Engineer

・ 大蔵省

Mr. Jamen L. Lavuna	Undersecretary
Mr. Ongalo	Director, External Resources Department
Mr. Chiboli I. Shakaba	Under Secretary, External Resources Department

・ KPC/KPLC (Kenya Power Company / Kenya Power & Lighting Company)

Mr. James Njevu	Chairman, KPC & TARDA
Mr. Samuel K. Gichuru	Managing Director
Mr. M. A. Gupta	Corporate Planning Manager
Mr. Mwangi. D. M	Senior Engineer

・ TARDA (Tana & Athi Rivers Development Authority)

Mr. D. M. Masika	Managing Director
Mr. Abdulrazaq A. Ali	Deputy Managing Director
Mr. A. M. M. Arimi	Chief, Operations & Technical Services
Mr. Colin Read	Project Engineer

・ KWS (Kenya Wildlife Service)

Mr. Anderson Koyo	Wetlands Coordinator
Mr. G. Irangi	Warden II

・ IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)

Dr. G. W. Howard	Coordinator, Regional Wetlands Programme
------------------	--

- WWF (World Wide Fund for Nature)  
Dr. Holly T. Dublin      Scientific Officer

## II. S/Wに関する協議及び合意事項



## II. S/Wに関する協議及び合意事項

### 1. 協議概要

予備調査団及び事前調査団は同調査の要請元であるエネルギー省をはじめ、ケニア側実施機関であるTARDA他関係各機関との協議を予定通り実施した。これらを通じ、予備調査団は「ケ」側の要請の背景・内容の確認、関連情報・資料の収集を行い、その後の事前調査団がS/W及びM/Mに署名・交換した。

#### (1) 実施機関

正式要請書におけるケニア側実施機関はKPC(Kenya Power Company)であると明記されているものの、予備調査ではエネルギー省に表敬訪問した際にTARDA(Tana and Athi Rivers Development Authority)が実施機関であるとの言及があった一方、予備調査団帰国時には「KPCが実施機関と決定した」との連絡を越すなどケニア側内部で十分な調整が取れておらず、事前調査団の派遣直前まで混乱があったように見受けられた。

最終的にはエネルギー大臣の決定によりTARDAが本件調査におけるケニア側実施機関であるとして決定された。わが方としても電力開発にのみ責任を有するKPCよりも環境を含む河川流域全体に責任を有するTARDAの方が実施機関として相応しいとの認識を持っていたところ、この決定は好ましいものであると判断した。

なお本件調査の実施にはKPCの協力が必要不可欠で、今後両機関の十分な関係が図られることが求められているところであるが、KPCも本件に係る協力を了承している。

#### (2) 環境配慮

本件に係る環境問題で特に留意すべき課題として①下流域デルタ地帯の生態系、自然環境への影響、②水没地点及びその周辺地域の生態系、自然環境への影響、③住民移転による社会環境への影響が考えられる。特にタナデルタ地帯はラムサール条約、大規模な観光開発をめぐる議論等からケニア国内外の注目を集めており、慎重・十分な対応が求められている。しかしながら実際には本件ダムサイトはタナ川河口から700Kmの上流にあり、貯水池の運用が適切になされ、且つ適正水量が維持されれば、デルタ地帯への影響は限られたものになると予想されるばかりか、本件計画により上流ダム群の運用をも含む河川管理計画を策定することで逆にポジティブな影響を作り出すことができる可能性もある。

とはいえ環境問題に対しては十分に慎重な対応をとることは時代の要請でもあり、本格調査ではプロジェクトの及ぼすネガティブな影響を出来得る限り正確に予測して、予測される影響の緩和措置、回避措置、及び避けられない影響の修復措置などを積極的に調査・検討していく必要がある。そのためには政府機関のみではなく、住民の意見、更にプロジェクトの影響が予想される地域の生態系等について詳しい知識を有しているNGO等も巻き込んで行くことが不可欠であり、本件についてもケニア側の理解を得ることができた。

以上を踏まえ、本プロジェクトを環境に最大限配慮したものとするため、本格調査開始とともにまず初期環境影響調査をNGO等の協力を得ながら実施し、その結果を公表すると共に調査結果をプロジェクト選定調査ステージ及びF/Sステージに最大限反映させるのみならず、その時点で仮に重大なネガティブインパクトがあることが明らかになれば、その対応につきわが方との合意がなされた場合のみ調査を継続出来るとの内容をS/Wに記載することをケニア側に求めた。本件は事前調査における焦点になるであろうと予測していたが、予備調査においてわが方が環境配慮につき十分な対応をとる必要がある旨繰り返し申し入れていたこと、

及びケニア国内においても大統領自らタナデルタの環境保全について言及するなど意識の高まりもあることからケニア側の抵抗はなく、若干の表現の変更をすることでわが方の目的を十分達成する内容で合意することが出来た。

### (3) High Grand Falls計画とLow Grand Falls計画について

ケニアにおいては2つの異なる立場からこれら2つの計画が構想されている。少しでも安価な電気をできるだけ早く供給する必要があるとの認識にたち、Low Grand Falls計画を推進する立場と、タナ川の水資源はケニアの生命線であり、最大限に利用すべきであるとの認識からHigh Grand Falls計画を推進する立場である。

High Grand Falls計画か、またはLow Grand Falls計画のいずれが取捨選択されるのかは本格調査の結果を待ち検討されるべきで、ケニア政府が判断することになるが、その際に重要な点はFinanceの鍵を握る世界銀行の意向が本計画の方向性を大きく左右することになると予想されることである。従って計画当初から世界銀行を何らかの方法でInvolveしていくことが必要であり、ケニア側において世界銀行との十分な意見調整が行われるよう申し入れ、ケニア側も了承した。JICAとしても世界銀行との年次協議の場において意見調整するのみならず、世界銀行本部とも今後コンタクトを図る等、計画の実現化へ向けてケニア側をサポートしていくことが重要となろう。

## 2. S/W要約

### I. 導入部

ケニア側の要望により、定型フォームに加え「ケニア政府はTARDAを実施機関として指名した。」との文言を入れた。

### II. 調査の目的

### III. 調査内容の範囲

#### 1) 初期環境影響調査ステージ

- ・ データ収集及びレビュー
- ・ 現地調査
- ・ 初期環境影響評価(住民移転、社会・経済調査、環境調査、その他)
- ・ 勧告及び提案

「プロジェクト選定調査及びF/Sは初期環境調査の結果を最大限に考慮し、実施されるものとする。初期環境調査において重大なネガティブインパクトがあることが明らかになれば、その対応につきJICAとTARDAとの間で合意がなされた場合のみ調査を継続できる。」

#### 2) プロジェクト選定調査ステージ

ケニア側から表現ぶりについて「プロジェクト選定調査」に「Pre-F/S」を付け加えたいとの要望があった。調査内容に変更がないことを前提としてこれを了承した。

- ・ データ収集及びレビュー
- ・ 現地踏査
- ・ 航空写真図化

- ・ 電力事情調査
- ・ 他プロジェクトにおける水資源総合利用調査
- ・ 初期設計準備
- ・ 開発シナリオ準備
- ・ 開発シナリオ比較分析
- ・ 勧告及び提案

### 3) スキームの選択

ケニア側の提案により以下の文言を挿入した。

「プロジェクト選定調査ステージ/Pre-F/Sステージの終了時、TARDAはその勧告及び提案、更にケニア国の“Long term development needs”を考慮し、F/Sステージではどのプロジェクトを調査すべきかを決定する。」

### 4) F/Sステージ

- ・ 地形測量
- ・ 地質・地球物理学調査
- ・ 水文・気象調査
- ・ 運用調査
- ・ 効率調査
- ・ 主構造物、機械、電気設備設計
- ・ 送電線、サブステーション設計
- ・ アクセスロード設計
- ・ 建設計画
- ・ コスト概算
- ・ 経済分析
- ・ 環境影響調査
- ・ 結論及び勧告

## 3. M/M要約

1. グランドフォールズ水力発電計画に関する事前調査団が1993年8月8日より8月14日までケニア共和国を訪れ、本プロジェクトに係る実施細目について協議を行った。
2. 協議はケニア側を代表してMr. Read(Project Engiener, TARDA)と日本側を代表して下村事前調査団長との間で行われた。
3. M/Mは8月13日に双方で同意されたS/Wに付属するものである。
  - (1) 要請あった本格調査TOR詳細についてはインセプションレポートのなかで述べ、その後JICA調査団とTARDAとの協議により最終決定される。
  - (2) JICA調査団はケニア国内においては同国法令の従うところにより活動する。
  - (3) 初期環境影響調査はKWS及びその他関係する政府機関、NGOの協力を得て実施される。
  - (4) 初期環境影響調査結果はレポートにまとめ、公表の上、ワークショップを開催し内容につき協議する。

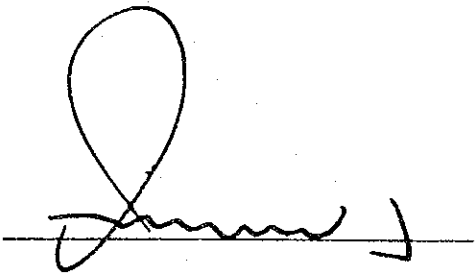


- (5) 環境のネガティブインパクト対策については、実情に即した実行計画をプロジェクトデザインの具体化に生ずる必須条件の変化を考慮して実行する。
  - (6) 水文・気象測定所の設置／修復は水文・気象調査に有効ならしめるため本格調査第一段階で実施する。
  - (7) 現地踏査はトレンチング、ピットイング、地質調査も含むものとする。
  - (8) プロジェクト選定調査ステージでは将来Low Grand FallsダムをHigh Grand Fallsダムに嵩上げすることを含む規模拡張の実用性及び実行可能性についても初期レベルの調査を行う。
  - (9) 調査団員に対する医療サービスとは当該地域において標準の可能なサービスを指す。
  - (10) タナデルタの航空写真測量は日本側の予算状況を考慮して実施する。
5. TARDAはJICAに対し調査を実施していく上で必要な機材の供与を求めた。
  6. TARDAはC/Pに対する技術移転を求めた。
  7. JICAは本格調査団の派遣に先んじてインセプションレポートをTARDAに送付する。
  8. TARDAは調査の進捗について、世界銀行及びその他融資機関に対し各ステージのレポートと併せ報告することとする。

SCOPE OF WORK  
FOR  
FEASIBILITY STUDY  
ON  
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF KENYA

AGREED UPON BETWEEN  
TANA AND ATHI RIVERS DEVELOPMENT AUTHORITY  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

13TH AUGUST, 1993 NAIROBI



MR. D. W. MASIKA  
MANAGING DIRECTOR  
TANA AND ATHI RIVERS  
DEVELOPMENT AUTHORITY



MR. NORIO SHIMOMURA  
LEADER  
PREPARATORY STUDY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

## I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "the Government of Kenya"), the Government of Japan decided to conduct the Feasibility Study on Mutonga / Grand Falls Hydropower Project in the Tana river basin in the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency ( hereinafter referred to as "JICA" ), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the concerned authorities of the Government of Kenya.

The Government of Kenya has appointed the Tana and Athi Rivers Development Authority (hereinafter referred to as "TARDA"), as the implementing agency.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the study is to carry out the Feasibility Study on Mutonga / Grand Falls Hydropower Project in the Tana river basin.

## III. SCOPE OF THE STUDY

The Study will be carried out in the following three stages:

1. Initial Environmental Impact Study Stage
2. Definitive Plan / Prefeasibility Study Stage
3. Feasibility Study Stage

Definitive Plan / Prefeasibility Study and Feasibility Study are to be carried out taking maximum account of the results of the Initial Environmental Impact Study .

In case a serious negative environmental impact is identified in the Initial Environmental Impact Study Stage, implementation of succeeding stages of the Study will only proceed after agreeing an appropriate action plan between JICA and TARDA.

The details of the respective stages are as follows:

### 1. Initial Environmental Impact Study Stage

(1) Data Collection and Review

Collection and review of all existing data, reports and other relevant information in regard to the environmental issues

(2) Site survey

Site survey and reconnaissance including aerial photo survey

(3) Initial Environmental Impact Assessment

1) Study on resettlement in and around dam/reservoir area

2) Social and economic study in and around dam/reservoir area

3) Ecological study covering the area around the dam/reservoir and between the dam site and the sea

4) Others

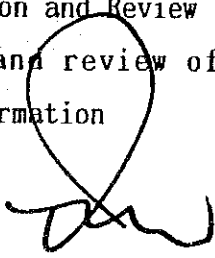
(4) Recommendation and Suggestion to the Project

Recommendation and suggestion to the Project planning based on the result of the initial environmental impact assessment

### 2. Definitive Plan / Prefeasibility Study Stage

(1) Data Collection and Review

Collection and review of all existing data, reports and other relevant information



- (2) Site Reconnaissance  
Site reconnaissance from the view points of topography, geology, hydro-meteorology and other aspects
- (3) Aerial-Photo Mapping  
Aerial photogrammetric mapping of the proposed dam and reservoir areas
- (4) Power Survey
  - 1) Study on institutional framework and management of power supply
  - 2) Study on existing power supply system
  - 3) Study on power demand forecast and role of the Project in the total power system in Kenya
  - 4) Study on power balance including power expansion program in the basin and in Kenya
- (5) Study on other reservoir based Water Use Schemes  
Study on other reservoir based water use schemes besides hydropower development projects, such as irrigation, water diversion, water supply, tourism and others
- (6) Preparation of Preliminary Design  
Preparation of the preliminary design and preliminary cost estimate of the High Grand Falls, Low Grand Falls and Mutonga Hydropower Projects respectively
- (7) Preparation of Development Scenario  
Preparation of the development scenario for the High Grand Falls, Low Grand Falls and Mutonga Hydropower Projects respectively, in consideration of total water use
- (8) Comparative Analysis of Development Scenario  
Comparative analysis of the development scenario and identification of the first priority project taking account of technical, economic and financial aspects and an analysis of the water releases and flood attenuation, upon the delta wetlands area in particular, for each development scheme.
- (9) Conclusions and Recommendations

### 3. SCHEME SELECTION

At the end of the Definitive Plan / Prefeasibility Study Stage, TARDA will decide which project shall proceed to the Feasibility Study Stage, taking into account the Prefeasibility Conclusions and Recommendations and the long term development needs of the Country.

### 4. FEASIBILITY STUDY STAGE

The following works are to be carried out on the identified project:

- (1) Topographic Survey
  - 1) 1/1,000 contour map for main sites of structures
  - 2) Longitudinal and cross section surveys at dam and powerhouse sites, along waterway and transmission line
- (2) Geological and Geophysical Survey
  - 1) Geological mapping
  - 2) Core drilling
  - 3) Seismic prospecting
  - 4) Construction material survey
- (3) Hydro-meteorological Survey
  - 1) Installation/rehabilitation of hydro-meteorological stations
  - 2) Hydro-meteorological observation
  - 3) Hydro-meteorological study and analysis
- (4) Operation Study
  - 1) Study on the optimum water use and power generation program
  - 2) Study on preliminary operation rule in conjunction with other major existing reservoirs
- (5) Optimization Study  
Optimization study on project size taking into account power, irrigation, flood control, etc.
- (6) Design of Main Structures, Mechanical and Electrical Plant
- (7) Design of Transmission Lines and Substations
- (8) Design of Access Road

- (9) Construction Program
  - 1) Construction plan and schedule
  - 2) Survey on conceivable transportation route
- (10) Cost Estimate
- (11) Economic Analysis
  - Economic and financial analyses
- (12) Environmental Impact Study
  - Carry out detailed Environmental and Socio-Economic Impact Study considering the results of the Feasibility Study Stage
- (13) Conclusions and Recommendations
  - Conclusions of the evaluation of the project and recommendations

IV. STUDY SCHEDULE

The total period required for the Study will be approximately 24 months. A tentative time schedule is shown in Appendix I as attached hereto.

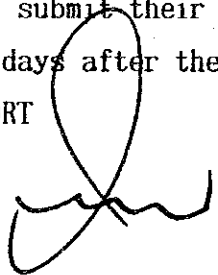
V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the TARDA in accordance with the tentative time schedule in Appendix I.

- |   |           |
|---|-----------|
| (1) INCEPTION REPORT                          | 30 copies |
| (2) INITIAL ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY REPORT | 50 copies |
| (3) PROGRESS REPORT NO. 1                     | 30 copies |
| (4) INTERIM REPORT                            | 30 copies |
| (5) PROGRESS REPORT NO. 2                     | 30 copies |
| (6) DRAFT FINAL REPORT                        | 50 copies |

TARDA will submit their comments on the Draft Final Report to JICA within 30 days after the receipt of the Draft Final Report

- |                  |           |
|------------------|-----------|
| (7) FINAL REPORT | 50 copies |
|------------------|-----------|




## VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertaking by TARDA and JICA is detailed in the Appendix II as attached hereto.

## VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF KENYA

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Kenya shall take necessary measures:
  - (1) to secure the safety of the Japanese Study Team,
  - (2) to permit the members of the Japanese Study Team to enter, leave and sojourn in Kenya for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,
  - (3) to exempt the members of the Japanese Study Team from taxes, duties and other charges including preshipment inspection and importation fees on equipment, machinery and other materials brought into Kenya for the conduct of the Study,
  - (4) to exempt local consultants or contractors from value added tax charged on all subcontracts with Japanese Study Team engaged for purpose of carrying out activities necessary for the implementation of the Study
  - (5) to exempt the members of the Japanese Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese Study Team for their services in connection with the implementation of the Study,
  - (6) to provide necessary facilities to the Japanese Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Kenya from Japan in connection with the implementation of the Study,
  - (7) to secure permission for entry into private properties or restricted area for the implementation of the Study,



- (8) to secure permission for the Japanese Study Team to take all data and documents including maps and photographs related to the Study out of Kenya to Japan,
  - (9) to provide medical services as needed. These expenses will be chargeable on members of the Japanese Study Team.
2. The Government of Kenya shall indemnify the members of the Japanese Study Team against any actions or claims resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese Study Team.
  3. TARDA, as implementing agency for the project, shall collaborate with Kenya Power Company and also coordinate the activities of other concerned governmental and non-governmental organizations, in order to ensure the smooth implementation of the Study.
  4. TARDA shall, at its expense, provide the Japanese Study Team with the following, in cooperation with other concerned organizations:
    - (1) counterpart personnel,
    - (2) suitable office space with necessary furniture in Nairobi,
    - (3) credentials or identification cards,
    - (4) appropriate number of vehicles with drivers, if possible

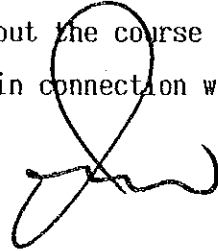
#### VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

1. To dispatch, at its own expense, Study Teams to Kenya
2. To pursue technical transfer to the Kenyan counterpart personnel in the course of the Study
3. To hand over background data to TARDA used in the study for the purpose of technology transfer.

IX. OTHERS

JICA and TARDA shall consult with each other throughout the course of the Study in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.



APPENDIX I TENTATIVE SCHEDULE 1 / 2

ORDER OF MONTH CALENDAR YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	94/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	95/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>1. INITIAL ENVIRONMENTAL STUDY</b>																									
(1) Data Collection and Review	[Bar chart showing activity from month 2 to 4]																								
(2) Site Survey	[Bar chart showing activity from month 2 to 4]																								
(3) Aerial Photo Survey	[Bar chart showing activity from month 2 to 4]																								
(4) Initial Environmental Impact Assessment	[Bar chart showing activity from month 3 to 6]																								
(5) Recommendations and Suggestions	[Bar chart showing activity from month 5 to 6]																								
(6) Consultation	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
<p style="text-align: center;">JICA WORK IN KENYA : [Bar chart from month 17 to 21]</p> <p style="text-align: center;">JICA WORK IN JAPAN : [Bar chart from month 18 to 21]</p> <p style="text-align: center;">KENYAN WORK : [Bar chart from month 19 to 21]</p> <p style="text-align: center;">CONSULTATION : [Bar chart from month 20 to 21]</p>																									
<b>2. DEFINITIVE PLAN / PREFERABILITY STUDY</b>																									
(1) Data Collection and Review	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(2) Site Reconnaissance	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(3) Aerial-photo Mapping	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(4) Power Survey	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(5) Study on other Water Use	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(6) Preparation of Preliminary Design	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(7) Preparation of Development Scenario	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(8) Comparative Analysis of Development Scenario	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(9) Conclusion and Recommendations	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								
(10) Consultation	[Bar chart showing activity from month 6 to 7]																								

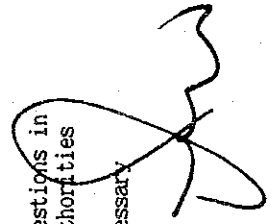
APPENDIX I TENTATIVE SCHEDULE 2 / 2

ORDER OF MONTH CALENDAR YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	94/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	95/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3. FEASIBILITY STUDY STAGE																									
(1) Topographic Survey																									
(2) Geological Survey																									
(3) Hydro-meteorological Survey																									
(4) Operation Study																									
(5) Optimization Study																									
(6) Design of Main Structures																									
(7) Design of Transmission Lines and Substations																									
(8) Access Road (9) Construction Program																									
(10) Cost Estimate																									
(11) Economic Analysis																									
(12) Environmental Impact Study																									
(13) Conclusion and Recommendations																									
4. REPORT PRESENTATION																									
5. REPORT DISCUSSION AND WORKSHOP																									

WORK ITEM	CONTRIBUTION BY IARDA	CONTRIBUTION BY JICA
-----------	-----------------------	----------------------

1. INITIAL ENVIRONMENTAL  
IMPACT STUDY STAGE

- |                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| (1) Data Collection and Review      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition, review and analysis of data, information and reports</li> </ul>   |
| (2) Site Survey                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Assignment of counterpart personnel and guide</li> <li>· Facilitate acquisition of permissions</li> <li>· Coordination with local population and NGOs, when necessary</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Obtain permissions</li> <li>· Site survey</li> <li>· Aerial photographic survey (including control point survey for mapping)</li> </ul>  |
| (3) Initial Environment Assessment  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Assignment of counterpart personnel and guide</li> <li>· Coordination with local population and NGOs, when necessary</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Social, Resettlement, Economic and Ecological study in and around dam/reservoir area</li> <li>· Ecological study covering the area between the dam site and the sea</li> </ul> |
| (4) Recommendations and Suggestions | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Review recommendations and suggestions in collaboration with concerned authorities and JICA</li> <li>· Coordination with NGOs, when necessary</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Preparation of recommendations and suggestions</li> </ul>  |




2. DEFINITIVE PLAN /  
PREFEASIBILITY STUDY STAGE

- |   |  |  |
|---|--|--|
| (1) Data Collection and Review                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition, review and analysis of data, information and reports</li> </ul>  |
| (2) Site Reconnaissance                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Assignment of counterpart personnel and guide</li> <li>· Facilitate acquisition of permissions and other necessary arrangements</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Obtain permissions</li> <li>· Site reconnaissance</li> </ul>  |
| (3) Aerial Photo Mapping                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of permissions and other necessary arrangements</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Obtain permissions</li> <li>· Selection of mapping area</li> <li>· Aerial photographic mapping</li> </ul>                         |
| (4) Power Survey  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Study on power supply, demand and balance including institutional framework and management</li> </ul>                             |
| (5) Study on other Water Use Schemes besides Hydropower | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Coordination with concerned authorities of the Govt of Kenya, when necessary</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Study on other water use schemes such as irrigation, water diversion, water supply, etc.</li> </ul>                               |
| (6) Preparation of Preliminary Design of Alternatives   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Preparation of preliminary design of alternatives and preliminary cost estimation on each alternative</li> </ul>                  |
| (7) Preparation of Development Scenario                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> <li>· Coordination with concerned authorities of the Govt of Kenya, when necessary</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Hydrological and hydraulic analysis considering the total water use</li> <li>· Comprehensive study on each alternative</li> </ul> |

WORK ITEMCONTRIBUTION BY TARDACONTRIBUTION BY JICA

- (8) Comparative analysis on Alternatives
- Facilitate acquisition of necessary data, information and reports
  - Making final decision in collaboration with concerned authorities of the Govt. of Kenya and JICA
- Acquisition of necessary data, information and reports
  - Comparative study and evaluation of alternatives

3. FEASIBILITY STUDY STAGE

## (1) Topographic Survey

- Facilitate acquisition of necessary data, information and reports
  - Facilitate acquisition of permissions and other necessary arrangements
  - Assignment of counterpart personnel and guide
- Acquisition of necessary data, information and reports
  - Obtain permissions
  - Selection of survey area
  - Carry out ground survey
  - Aerial photographic mapping

## (2) Geological and Geophysical Survey

- Facilitate acquisition of necessary data, information and reports
  - Facilitate acquisition of permissions and other necessary arrangements
  - Assignment of counterpart personnel and guide
- Acquisition of necessary data, information and reports
  - Obtain permissions
  - Selection of survey area and location
  - Site reconnaissance
  - Carrying out of core drilling
  - Carrying out of seismic prospecting
  - Preparation of geological map
  - Carrying out of construction material survey
  - Assessment of geological survey result

## (3) Hydro-meteorological Survey

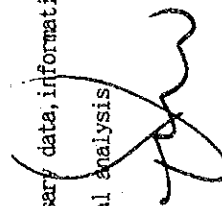
- Facilitate acquisition of necessary data, information and reports
  - Installation/Rehabilitation of hydro-meteorological stations and carrying out hydro-meteorological observation
- Acquisition of necessary data, information and reports
  - Review and study of data
  - Hydrological analysis
  - Guidance on installation/rehabilitation of stations

## WORK ITEM

## CONTRIBUTION BY TARDA

## CONTRIBUTION BY JICA

- |   |  |  |
|---|--|--|
| (4) Operation Study   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Review and study of the optimum water use and power generating program</li> </ul> |
| (5) Optimization Study  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Optimization studies on project size</li> </ul>                                   |
| (6) Design of Main Structure, Mechanical and Electrical Plant | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Design of main structures, Mechanical and Electrical Plant</li> </ul>             |
| (7) Design of Transmission Line and Sub Stations              | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Design of transmission line and sub stations</li> </ul>                           |
| (8) Design of Access Road                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Design of Access Road</li> </ul>  |
| (9) Construction Program                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Preparation of construction plan and schedule</li> </ul>                          |
| (10) Cost Estimate  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Cost estimate</li> </ul>  |
| (11) Economic Analysis  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Facilitate acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Assignment of counterpart personnel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acquisition of necessary data, information and reports</li> <li>· Economic and financial analysis</li> </ul>  |



WORK ITEM

CONTRIBUTION BY TARDA

CONTRIBUTION BY JICA

(12) Environmental Impact Study

- Facilitate acquisition of necessary data, information and reports
- Compensation
- Review recommendations and suggestions in collaboration with concerned authorities and JICA
- Coordination with NGOs, when necessary

- Acquisition of necessary data, information and reports
- Detailed study and review on socio-economics, resettlement and ecology
- Preparation of recommendations and suggestions

(13) Conclusions and Recommendations

- Review conclusions and recommendations in collaboration with concerned authorities and JICA
- Coordination with NGOs, when necessary

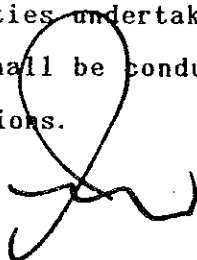
- Preparation of conclusions and recommendations



13th August, 1993

MINUTES OF MEETING  
ON  
THE SCOPE OF WORK FOR FEASIBILITY STUDY  
ON MUTONGA / GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF KENYA

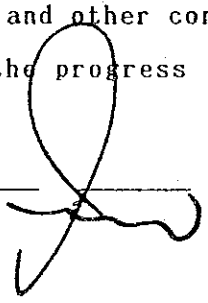
1. The Preparatory Study Team organized by Japan International Cooperation Agency visited Kenya from 8th to 14th August, 1993 for the purpose of agreeing the Scope of Work regarding the Feasibility Study on Mutonga / Grand Falls Hydropower Project in Kenya.
2. In connection with the above, a series of meetings were held between the Kenyan Side represented by Mr. C. Read, Project Engineer, The Tana and Athi Rivers Development Authority and the Japanese Side headed by Mr. N. Shimomura, Leader of the JICA Preparatory Study Team. (The list of attendants is attached in the Appendix.)
3. These Minutes of Meeting supplement the Scope of Work agreed upon between TARDA and JICA dated 13th August, 1993 and should be read in conjunction with that document.
4. As a result of the discussions, both Sides have confirmed the following:
  - (1) The details of the proposed terms of reference for the JICA Study Team will be described in the Inception Report and they will then be finalized in discussions between TARDA and the JICA Study Team.
  - (2) All activities undertaken by the JICA Study Team within the Republic of Kenya shall be conducted in accordance with relevant Kenyan laws and regulations.



- (3) The Initial Environmental Impact Study will be carried out in collaboration with Kenya Wildlife Service and other concerned Governmental and Non-Governmental organizations.
- (4) The results of the Initial Environmental Impact Study Stage are to be compiled in the Initial Environmental Impact Study Report. The Report will be available to the public and a workshop will be held to discuss the contents of the Report.
- (5) With reference to the agreed action plan to offset any identified negative environmental impact, it is agreed that up-dating of the action plan will be carried out to take account of changing requirements as the project design crystallises.
- (6) Installation/rehabilitation of hydro-meteorological stations will be carried out in the first stage where it is effectively used for the Initial Environmental Impact Study.
- (7) Site Reconnaissance activities will include trenching, pitting and geological survey.
- (8) The Prefeasibility Study Stage shall include investigations into the practicalities and viability of developing the Low Grand Falls option with provision for raising to the full High Grand Falls option at a later date.
- (9) Medical services which are to be provided to members of the JICA Study Team by TARDA means services normally available in the area of work.
- (10) Aerial photography of the Delta Wetlands area will be considered in the Japanese fiscal year 1994/1995.

5. TARDA requested JICA to provide the equipment necessary for the implementation of the Study as scheduled in the attached appendix.
6. TARDA requested that technical training be provided to counterpart personnel throughout the implementation of the Study.
7. JICA will send a copy of the Project Inception Report to TARDA in advance of the arrival of the JICA Study Team, provisionally scheduled for January / February 1994.
8. It was agreed that the World Bank and other concerned Funding agencies should be appraised by TARDA of the progress of the Study and should receive copies of the Stage Reports.

---



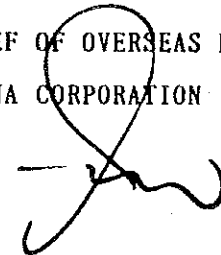
LIST OF THOSE ATTENDING

KENYAN SIDE

- 1 . MR. C. READ PROJECT ENGINEER, TANA AND ATHI RIVERS DEVELOPMENT AUTHORITY
- 2 . MR. A. M'ARIMI CHIEF OF OPERATIONS AND TECHNICAL SERVICES, TARDA
- 3 . MS. J. N. ONGEUU AUTHORITY SECRETARY, TARDA
- 4 . MR. J. N. KAINDI ENGINEERING SERVICES MANAGER, TARDA
- 5 . MR. O. K. BOBOTTI HYDROLOGIST, TARDA
- 6 . MR. P. C. KAMAU PLANNING MANAGER, TARDA
- 7 . MR. M. M. GATERI PRINCIPAL PLANNING COORDINATOR, TARDA
  
- 8 . MR. D. M. MWANGI CHIEF ENGINEER, KENYA POWER COMPANY
- 9 . MR. M. A. GUPTA CORPORATE PLANNING MANAGER, KENYA POWER COMPANY
  
10. MR. J. N. GITHINJI ELECTRICAL ENGINEER, MINISTRY OF ENERGY
11. MR. O. W. NDIRANGU ELECTRICAL ENGINEER, MINISTRY OF ENERGY
12. MR. G. A. OWUOR PRINCIPAL ECONOMIST, MINISTRY OF ENERGY

JAPANESE SIDE

- 1 . MR. NORIO SHIMOMURA DIRECTOR, ENERGY AND MINING DEVELOPMENT STUDY DIVISION,  
MINING AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT STUDY DEPARTMENT,  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
- 2 . MR. HIROYUKI IMOTO STAFF, ENERGY AND MINING DEVELOPMENT STUDY DIVISION,  
MINING AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT STUDY DEPARTMENT,  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
- 3 . MR. HIROSHI OKADA SECTION CHIEF OF OVERSEAS DEPT, REGISTERED CONSULTING  
ENGINEER, INA CORPORATION



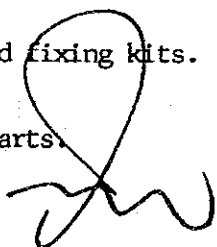
EQUIPMENT REQUIRED FOR THE STUDY OF  
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

1. Automatic Recording Rain Gauges:

- 4 in number Automatic Chart recording rain gauges.
- Tilting siphon type with 24 hours clocks.
- 1000 in number recording charts per year.
- 8 in number spare recording pens.
- 2 in number automatic recording rain gauges will be installed in each of Kazita Catchment and Mutonga Catchment to improve on spatial recording of rainfall intensity in these two major contributors of flow to Mutonga and Grand falls sites. Total daily rainfall record is provided from manual (standard) rain gauges which are fairly widespread over but not so the rainfall intensity which is recorded from a few Meteorological stations in the catchments.
- Estimated cost of the 4 automatic recording rain gauges is US \$ 2,500 x 4 = US \$ 10,000.

2. Automatic Water Level Recorders:

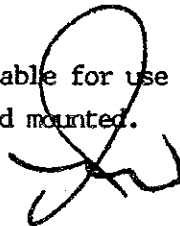
- 2 in number automatic water level recorders complete with cable float and counter-weight accessories.
- Strip Chart water level recorders type with 32 days clocks and variable verticle scale ratios. Installable in a shelter over a stilling well.
- 4 spare pen stylus.
- 2 repair and fixing kits.
- 48 strip charts.



- Estimated cost is US \$ 3,000 x 2 = US \$ 6,000.
- The 2 water level recorders will be installed at both the last Kazita river gauging station (4F19) before Kazita joins Tana River and at Tana Grand falls (4F13). The two stations have had stilling well type of water level recorders but owing to poor accessibility and lack of transport leading to long periods of lack of attendance the stations got vandalised.
- Re-installation of a water level recorder at Kazita (4F19) is essential to provide continuous recording of the flow levels and consequently of the discharge into Grand falls.
- Re-installation at Tana Grand falls (4F13) is essential to provide reference water levels for combined discharges from Main Tana river flow releases at Kiambere dam, river discharges from both Mutonga river at Mutonga last gauging station and Kazita river discharge at the latter last gauging station.

3. Current Meter:

- 1 in number flood gauging current meter complete with propellers calibrated on 20mm diameter rod, middle pieces for 25kg, 50kg and 100kg while cable supported.
- 2 in number counters with re-chargeable power packs.
- Portable single drum winch with armoured 40m. gauging reel and a set of 6 current meter traveller pulley blocks.
- Estimated cost of current meter and accessories is US \$ 12,000.
- The current meter and accessories will be used in measuring the river flow velocities at Kazita, Mutonga and even Tana Grand falls.
- 2 in number current meters are available for use to measure low and medium flows when rod mounted.



.../3



4. Personal Computer With Printer:

- 3 in number PC-IBM compatible computers with printers for processing, storing and printing data and information collected and collated for the entire feasibility study.
- The first 1 in number PC with printer would be used for storing, processing and printing the hydrometeorological data, sediment, water demand data and related land use pertinent to the study.
- The second and the third i.e. 2 in number PC with printers would be used for the storage, processing and printing of data and information on the power survey and social-economic respectively.
- Estimated cost is US \$ 5,000 x 3 = US \$ 15,000.

5. Rubber Inflatable Boat (Dinghy):

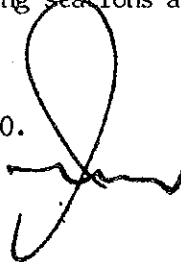
- 1 in number inflatable rubber boat complete with oars (2), pump, floor boards and packing bag. It will be used for river crossing of portable cableway, personnel and carry out velocity measurements during medium and low flows.
- The boat capacity is for 4 people and a maximum of 60kg of equipments.
- 5 in number light life-jackets.
- Repair kit with patches and bonding materials.
- Estimated cost is US \$ 6,000.

.../4



6. Four-Wheel Drive Winched Vehicle:

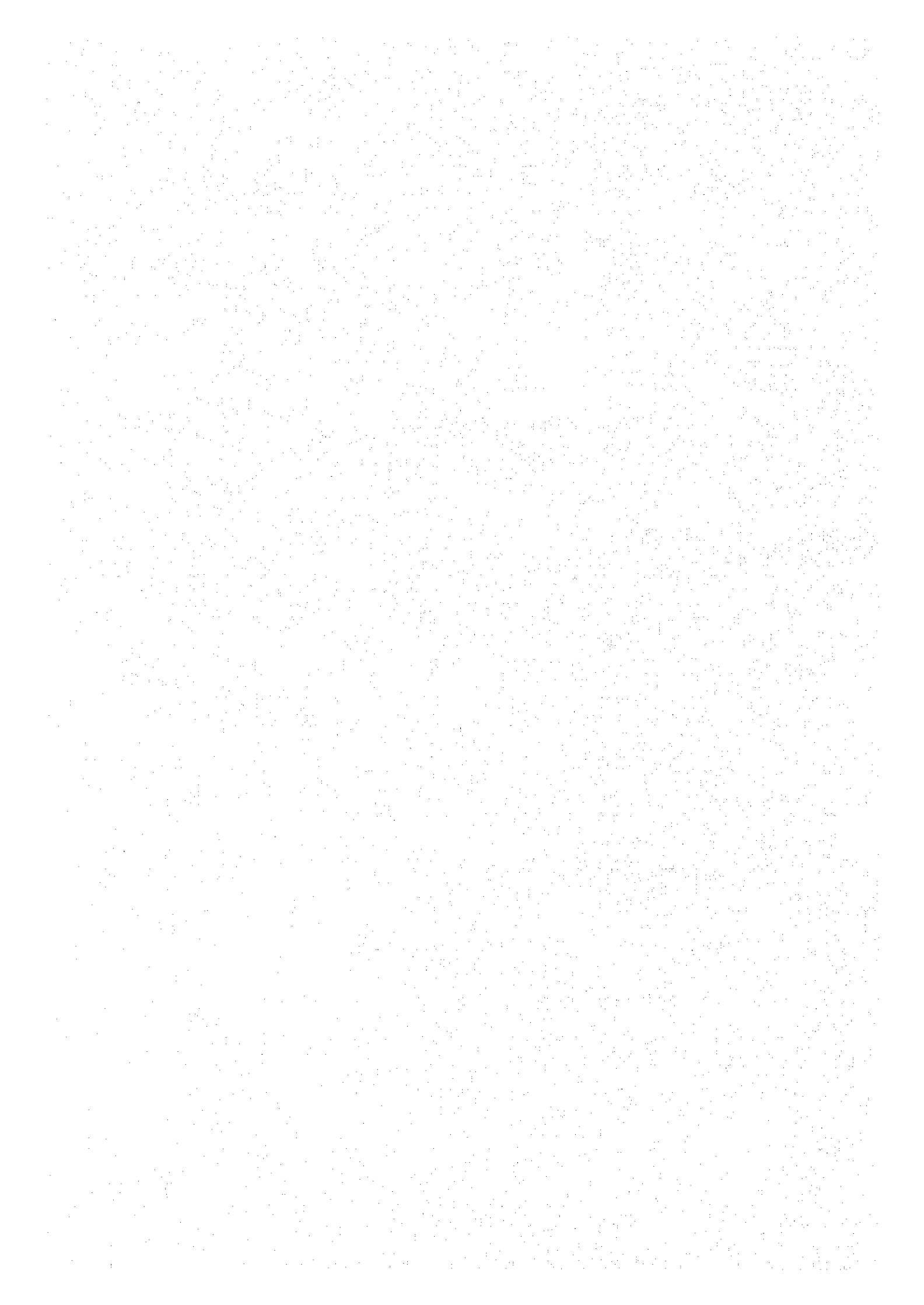
- 1 in number 4-wheel Drive Station wagon long chassis vehicle with winch, a seating capacity for five people and a roof-rack.
- The vehicle will be used for sites reconnaissance, hydro-meteorological installation/rehabilitation of stations and actual measurements at the gauging stations at Tana Grand falls, Kazita and Mutonga.
- Estimated cost of vehicle US \$ 60,000.



---



### III. 電力事業



### III. 電力事情

#### 1. 電力開発に係わる政策

当プロジェクトの開発に係わる基本政策としては、次のような国家開発計画にまとめられている。

- \* National Development Plan for the period 1989 to 1993 (6th)
- \* National Development Plan for the period 1994 to 1998 (7th)
- \* Regional Development Plan (in and around the project area)

但し、7th Planは、現在作成中で未発行との事である。

6th Planによると、エネルギーについては次のように記述されている。

エネルギーは、経済活動の速度を維持するのに最も基本的な投入資材の一つである。第六次計画期間中に国家のエネルギー需要は年4.4%の割合で成長すると予測される。現在ケニアは三つのエネルギー源に依存している。それらは、薪炭、石油及び水力発電である。エネルギー開発の長期目標は自給自足と適当な場所へのエネルギー発生源を集中させる事である。全体のエネルギー政策目標は次のものから成る。

- \* 安価で適切なエネルギーの入手可能性の確保
- \* あらゆるタイプのエネルギーの保存の助長
- \* 国産の燃料、特に石油に関する調査の拡大
- \* 水力、地熱発電の急速な開発の継続
- \* 農業と植林で木材生産の増大、薪炭利用での熱効率の向上
- \* 可能な地域における家庭内燃料の転換奨励
- \* 国家のエネルギー調和拡大のため、代替エネルギー源の導入、輸入エネルギー依存度の削減

又、Regional Development Planは、各District毎に作成されており、National Development Planに準拠し期間も同じである。

又、電力開発に関する具体的な計画／政策は、国家電力開発計画にまとめられている。

- \* National Power Development Plan (1989 - 2006)
- \* 1990 Interim Update of National Power Development Plan (1991 to 2010)

1991-2010の計画は、1989-2006の計画をアップデートしたものである。1991-2010の中間計画から下記のような主要関連ポイントをまとめた。

- \* 1990年現在の設備容量は、657MW(水力496MW、火力113MW、地熱45MW)であるが、Kipevuの1ユニットの故障を含めると、実際には632MWである。又、渇水期の容量としては、476MW (2570GWH/Year)となる。

- \* 増加設備としては先般投入された、Turkwel reservoirのみであり、1996年末には、743MW(水力602MW、火力96MW、地熱45MW)となる。但し、FIRM容量としては、567MW(2898GWH)となる。さらにその後新たな設備増加がないと、現在の設備の老朽化により、容量は次第に減少する事が予測される。
- \* 現在の容量は、通常時は需要量を満たしているが、渇水年には不足する状態にある。今後の需要予測としては、次のようになっている。

年	ピーク容量(MW)	必要発生電力量(GWH)
1990/1991	560	3150
1991/1992	591	3313
1994/1995	710	3963
1999/2000	959	5321
2004/2005	1290	7127
2009/2010	1727	9501

- \* つまり、1990/1991から2009/2010までにピーク容量で1167MW、発生電力量で6351GWHの増加が必要になる。現在の約2倍の新たな設備が必要という事になる。但し、これは、今後予測される平均的な経済成長(年平均6%)の場合であり、高成長(6.86%)の場合は、各々1765MW及び7964GWHとなり、低成長(4.71%)の場合では、805MW及び4400GWHとなる。
- \* 現時点でのケニアの残された包蔵水力は、1400MW及び6000GWHであり、タナ川が40%、ビクトリア湖が30%、その他が30%である。その中で、現在最も有力なのが、SONDU川のMIRIUプロジェクトで平均単価はUS\$ 30 Mills/KWHとなっている。それに引き続くのが、LOW GRANDFALLSのUS\$ 50 Mills/KWH、OLDORKOのUS\$58 Mills/KWH、EWASO NGIRO SOUTH RIVERのUS\$ 53 Mills/KWH、MAGWAGWAのUS\$ 56 Mills/KWH及びMUTONGAのUS\$ 58 Mills/KWHとなっている。
- \* MIRIUプロジェクトの後、提案されている火力発電プロジェクトの前に、包括的な水力発電マスタープランを実施し、次の優先順位を検討すべきであるが、その前に、GRANDFALLS、MUTONGA、及びOLDORKOの各フェージビリテスタデイを行う必要がある。
- \* GRANDFALLS及びMUTONGAは、落差の有効利用を確保するために、一緒に検討されるべきである。又、両者を包含するHIGH GRANDFALLS代替案との比較検討も行うものとする。

## 2. 電力需給の推移

ケニアの電力生産能力は、1992年6月末現在、ウガンダよりの輸入分30MWを含み817.8MWであるが、系統内の尖頭負荷は、566MW 総発電電力量は、3386GWHである。

需要端消費電力量は、1992年現在2760GWHであるが、用途別では一般家庭用877GWH、中規模商工業用567GWH、大規模商工業用1198GWHである。下表に用途別消費電力量の推移を示す。

表用途別消費電力量の推移(単位;GWH)

	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
一般家庭小規模商工業用	633	678	729	780	823	877
中規模商工業用	536	555	516	554	585	567
大規模商工業用	919	985	1046	1130	1178	1198
非尖頭負荷時用	111	110	113	117	109	104
街灯用	9	12	14	14	14	14
計	2208	2340	2418	2595	2708	2760
年伸び率%		6.0	3.3	7.3	4.4	1.9

出所:KPLC年次報告書より作成

### 3. 電力設備の概況

#### (i) 発電設備

ケニアの全発電設備は、1992年6月現在817.8MWである。電源別に分類すれば、水力628.5MW、火力93MW、地熱45MW、ガスタービン43.5MW、ディーゼル4MWで、水力は全体の約77%を占めている。各発電所の設備容量及び発電量の推移(出所:KPLC年次報告書より作成)は、次ページの表の通りである。

地点名	Installed (MW)	Effective (MW)	GWH 1986/87	GWH 1987/88	GWH 1988/89	GWH 1989/90	GWH 1990/91	GWH 1991/92
水 力								
Tana /KPC	14.4	12.4	77	82	77	94	80	72
Wanji /KPC	7.4	7.4	54	46	57	55	44	42
Kamburu /TRDC	91.5	84.0	415	432	400	382	431	402
Kindarua /TRDC	44.0	44.0	191	223	214	216	201	206
KP & LC	6.2	6.2	20	21	25	21	20	19
UEB /Import	30.0	0.0	211	154	112	174	134	240
Masinga /TARDA	40.0	40.0	199	182	103	124	181	185
Kiambere /TARDA	144.0	144.0		211	794	863	962	872
Turkwel /KVDA	106.0	106.0					74	166
Gitau /TRDC	145.0	145.0	836	841	779	762	794	811
水 力 計	628.5	589.0	2004	2192	2561	2691	2894	3016
火 力								
Kipevu	93.0	19.0	168	208	25	97	74	75
地 熱								
Olkaria	45.0	33.0	374	348	322	336	298	272
ガスタービン								
Flat-Nbi South	13.5	12.0	17	13	1	0	4	3
JBE- Kipevu	30.0	0.0	27	52	20	10	17	0
ディーゼル								
Interconnected Stations	4.0	1.0	5	3	2	2	0.3	3
系統内計	814.0	654.0	2596	2816	2932	3136	3287	3370
単 独 ディーゼル	3.8	3.5	9	10	11	12	14	16
総 計	817.6	657.5	2605	2827	2943	3148	3301	3386

(ii) 送変配電設備

KPLCの系統内各地区の電力販売量及びその推移は、下表の通りである。1992年の総売電量2760GWHのうち、ナイロビ地区で53%を占めている。

表地区別年度別電力販売量(単位:GWII)

地区名	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Nairobi	1190	1245	1275	1360	1436	1467
Coast	499	536	564	613	615	616
Central Rift	117	126	137	142	159	170
West Kenya	306	338	340	241	258	272
Mt.Kenya	95	95	101	110	113	110
North Rift				129	128	126
合計	2208	2340	2418	2595	2708	2760

出所;KPLC年次報告書より作成

系統内発電所と需要地を結ぶ送配電線の全長は、1992年現在15,194kmに及んでいる。容量別送配電線の延長を下表に示す。

表送配電線の延長(単位;km)

電 圧	1987	1988	1989	1990	1991	1992
220kv	633	633	633	657	877	877
132kv	1975	1977	1977	1980	1980	1980
66kv	398	400	408	444	451	451
40kv	113	113	113	113	113	126
33kv	2813	3194	3268	3300	3342	3451
11kv	7152	7252	7440	7627	7870	8309
TOTAL	13084	13568	13838	14121	14633	15194

出所;KPLC年次報告書より作成

KPLCの、発電送変電設備の概要を図III-1に示す。

4. 電力事業の形態

ケニアにおける発電送電事業は、エネルギー・地方開発省(MOERD)所管の下に、次の各機関により運営されている。

- ・ KENYA POWER AND LIGHTING COMPANY (KPLC)
- ・ KENYA POWER COMPANY (KPC)
- ・ TANA RIVER DEVELOPMENT COMPANY (TRDC)
- ・ TANA AND ATHI RIVER DEVELOPMENT AUTHORITY (TARDA)



KPLCは、当初私企業としてケニアの各都市に電気を供給していたEAST AFRICA POWER AND LIGHTING COMPANY(EAP&L)を受け継いだもので、全国規模の送電網で結ばれた火力発電所、小水力及び送電線を所有し、その運転を行っている。

KPCは、1954年にUGANDA ELECTRICITY BOARD(UEB)より電力を購入する目的で設立され、その目的のため、西部国境からナイロビまでの、132kvの送電線を所有している。更に、KPCはWANJU及びTANA水力発電所と、これをナイロビに送電するための66kvの送電所、OLKARIA地熱発電所と、それに関連した送電線を保有し、地熱の開発にも責任を持っている。

TRDCは、1964年にタナ川中流部開発のために設立され、現在KAMBURU、GITAU及びKINDARUMA発電所を所有し、これらの発電所とナイロビを結ぶ送電線を保有している。

1974年に、ケニア政府はタナ川総合開発を目指し、TRDCを創設した。1984年に、TRDCは、TARDAと改名され、ATHI川流域も管轄下に入った。現在TARDAは、MASINGA及びKIAMBERE発電所を保有している。両発電所は、水力発電と同時に、下流に対する灌漑用水及び水供給を目的にTANA川の調節機能も持つ貯水池を持っている。

KPLC及びTARDAは、KPCとの協定の基に、発電設備の保守運転に責任を持っている。KPLCは、ケニアにおける唯一の電力公益事業として機能しており、TARDAと共に、MASINGA及びKIAMBERE両貯水池の運転に対する顧問的役割も持っている。

## 5. 電気料金体系

### (1) 電気料金基本システム

電気料金に関しては、KPLCが、エネルギー省の承認の基に、電力条例第149号に基づいて細則を定めている。この細則は、必要に応じKPLCのMANAGING DIRECTORにより、エネルギー大臣が承認して、改定されているが、1993年4月1日改定による料金体系に関する主なポイントは、次のようなものである。

- (a) 消費者は、KPLCと契約を結んで、KPLCの細則に基づいて使用料が計算され料金を支払う。
- (b) Power Factor(力率)が、0.9より低い消費者には、KPLCが0.9以上とするように注意を与えるが、守られない場合は、一定率の電気料金が加算される。
- (c) KPLCによって設置された電気器具は、KPLCにより維持補修される。
- (d) 電気料金は、電源の種類に係わりなく、所定の計算式に基づいた燃料(石油換算)COSTにより、調整が行われる。つまり、石油、ガス等の実際の価格、発生電力総量、ユニット(KWH)当りの燃料消費量、送配電による損失係数、及び別途設定される経済Factorにより計算される。そして、料金に変更があれば、官報等に公表する事になっている。
- (e) KPLCは、各消費者の使用電圧を設定し、管理する。

- (f) 使用者は、KPLCから要求されれば、4.25シリング/KVA以下の割で、使用料金とは別に器具設置に対する料金を支払う。

(2) 電気料金

電気料金には、いくつかの体系／種類に分れて設置されており、その概要を示すと次のようになっている。

METHOD A0:	7000ユニット以下の一般国内消費者 (Fixed Charge 35.00シリング/ユニット)
METHOD A1:	7000ユニット以下の一般外国人消費者 (Fixed Charge 50.00シリング/ユニット)
METHOD B0及びB1:	7000ユニット超過～10000ユニットの一般消費者 240V単相2線又は415V3相4線 (Fixed Charge 240.00シリング/ユニット)
METHOD B2:	7000ユニット超過～10000ユニットの一般消費者 11000V又は33000V (Fixed Charge 1500.00シリング/ユニット)
METHOD B3:	7000ユニット超過～10000ユニットの一般消費者 66000V又は132000V (Fixed Charge 7100.00シリング/ユニット)
METHOD C1:	100000ユニット以下の一般消費者 415V3相4線 (Fixed Charge 240.00シリング/ユニット)
METHOD C2:	100000ユニット以下の一般消費者 11000V又は33000V (Fixed Charge 1500.00シリング/ユニット)
METHOD C3:	100000ユニット以下の一般消費者 66000V又は132000V (Fixed Charge 7100.00シリング/ユニット)
METHOD D:	OFF PEAK一般消費者(中断可能) (Fixed Charge 60.00シリング/ユニット)

METHOD E: 公共及び地方機関の街灯  
(Fixed Charge 130.00シリング/ユニット)

注: 上記には、Fixed Chargeのみを示したがそれに加えて、比例加算/段階加算がある。ここでは、それらの数値は省略した。

他に、VAT(付加価値税)5%が必要。但し、200ユニットまでは、無税。

#### 6. 電力需要予測

1991年のケニヤ国家電力開発計画に基づく電力需要想定は、下表の通りである。これは、2010年までの電力需要の年平均の伸び率を約6%として作成されている。

なお、1972年より1979年までの年伸び率は、8.5%、1979年から1985年までは5.6%、1986年から1990年までは6.6%であった。

表 電力需要想定

(単位:GWH)

年次	家庭用	商工業	非尖頭負荷	小計	地方小規模	合計	電力量	尖頭負荷(MW)	負荷率
92/93	905.5	1921.2	110.1	2936.8	114.6	3051.4	3520.1	628.7	63.9%
93/94	956.1	2039.7	111.5	3107.3	131.7	3239.0	3753.3	668.2	64.1%
94/95	1008.5	2163.8	112.9	3285.2	148.8	3434.0	3963.1	710.1	63.7%
95/96	1064.0	2295.7	114.9	3474.6	165.9	3640.5	4204.3	754.4	63.6%
96/97	1123.9	2436.9	117.5	3678.3	182.9	3861.2	4458.7	801.0	63.5%
97/98	1188.4	2587.7	120.1	3896.2	200.0	4096.2	4729.3	850.6	63.5%
98/99	1257.5	2748.1	122.8	4128.4	217.1	4345.5	5016.6	903.2	63.4%
99/2000	1331.3	2918.5	125.6	4375.4	234.1	4609.5	5321.0	959.1	63.3%
2000/01	1410.2	3099.1	128.4	4637.7	251.2	4888.9	5643.2	1018.2	63.3%
01/02	1494.2	3290.5	131.3	4916.0	268.3	5184.3	5983.9	1080.7	63.2%
02/03	1583.7	3493.2	134.2	5211.1	285.4	5496.5	6344.1	1146.8	63.2%
03/04	1678.9	3707.6	137.3	5523.8	302.4	5826.2	6724.7	1216.7	63.1%
04/05	1780.2	3934.3	140.4	5854.9	319.5	6174.4	7126.7	1290.5	63.0%
05/06	1887.8	4174.1	143.5	6205.4	336.6	6542.0	7551.3	1368.5	63.0%
06/07	2002.2	4427.7	146.7	6576.6	353.7	6930.3	7999.7	1450.9	62.9%
07/08	2123.6	4695.6	150.0	6969.2	370.7	7339.9	8473.1	1537.9	62.9%
08/09	2252.6	4978.8	153.4	7384.8	387.8	7772.6	8973.1	1629.9	62.8%
2009/10	2389.6	5278.1	156.9	7824.6	404.9	8229.5	9501.1	1727.0	62.8%

## 7. 電力開発計画

### (i) 今後開発される主要電源

#### (a) 地熱

ケニア中央部のRIFT VALLEYには、数百万KWの地熱開発の可能性がある。即ち、ナイロビ近くのOLKARIAでは、すでに45KWの発電所が開発され、調査の結果更に110KWの開発が可能であると推定されている。OLKARIAの北方30KMにあるEBURRU地点も有望である。

その他EBURRUからケニアの北辺に及ぶRIFT VALLEYには有力な地点が数多くあるが、調査はまだ十分には行われていない。OLKARIA周辺の地熱発電のCOSTは、US \$ 0.0379~0.0386 /KWHと推定されている。

#### (b) 水力

ケニア全土の確認された包蔵水力は、NATIONAL POWER DEVELOPMENT PLAN(1991 TO 2010)によると、設備出力で1400MW、年間可能発電量は6000GWHである。その中で40%はTANA川流域、30%はLAKE VICTORIA流域にある。

#### (c) 火力

一般的な火力発電所として石炭火力、石油火力、コンバインドサークル発電所、及びディーゼル発電所が検討されている。2000年までに投入される火力は一機当たり30~60MW級で、それ以降は100MW級と考えられている。

### (ii) 電源開発計画

現在、月間の最低負荷は、日最大負荷の約45%であり、ベースロードを越える尖頭負荷は、水力が受け持っている。電力需要の伸びにつれて、これら水力の役割は徐々に減少して行く傾向にあるが、2000年までは全尖頭負荷は、水力が受け持つ事になる。

この事は、将来の電源開発はベースロードやそれに近い需要に対して、出来るだけ安い電気を供給する必要がある事を暗示しており、これらの事から国家電力開発計画では、電源別電源開発計画として次ページの表の案が勧告されている。

年次	水力	地熱	大規模 ディーゼル	ディーゼル	ガスタービン
1990-1991					
1991-1992	TURKWEL				
1992-1993					
1993-1994				90	
1994-1995		2 x 32			
1995-1996					1 X 60
1996-1997		1 x 55			
1997-1998	MIRIU				
1998-1999		1 x 55			
1999-2000			50		
2000-2001	L.G.FALLS				
2001-2002		1 X 55			
2002-2003	OLDORKO		50		
2003-2004	GITAU 3	1 x 55			
2004-2005			100		
2005-2006	MUTONGA				
2006-2007		1 x 55			
2007-2008			100		
2008-2009		1 x 55			
2009-2010			100		
TOTAL	384MW	394MW	400MW	90MW	60MW

(iii) 送・変・配電計画

送電線計画として、1993年までにEMBAKASIからKAIAMBEREまでの220kv送電線、1995年までにRABAIからEMBAKASIまでの220kv送電線、2004年までに海岸地域の火力に対応する220kv送電線等が計画されている。

又、ナイロビ北部に新たな変電所の新設も計画されている。

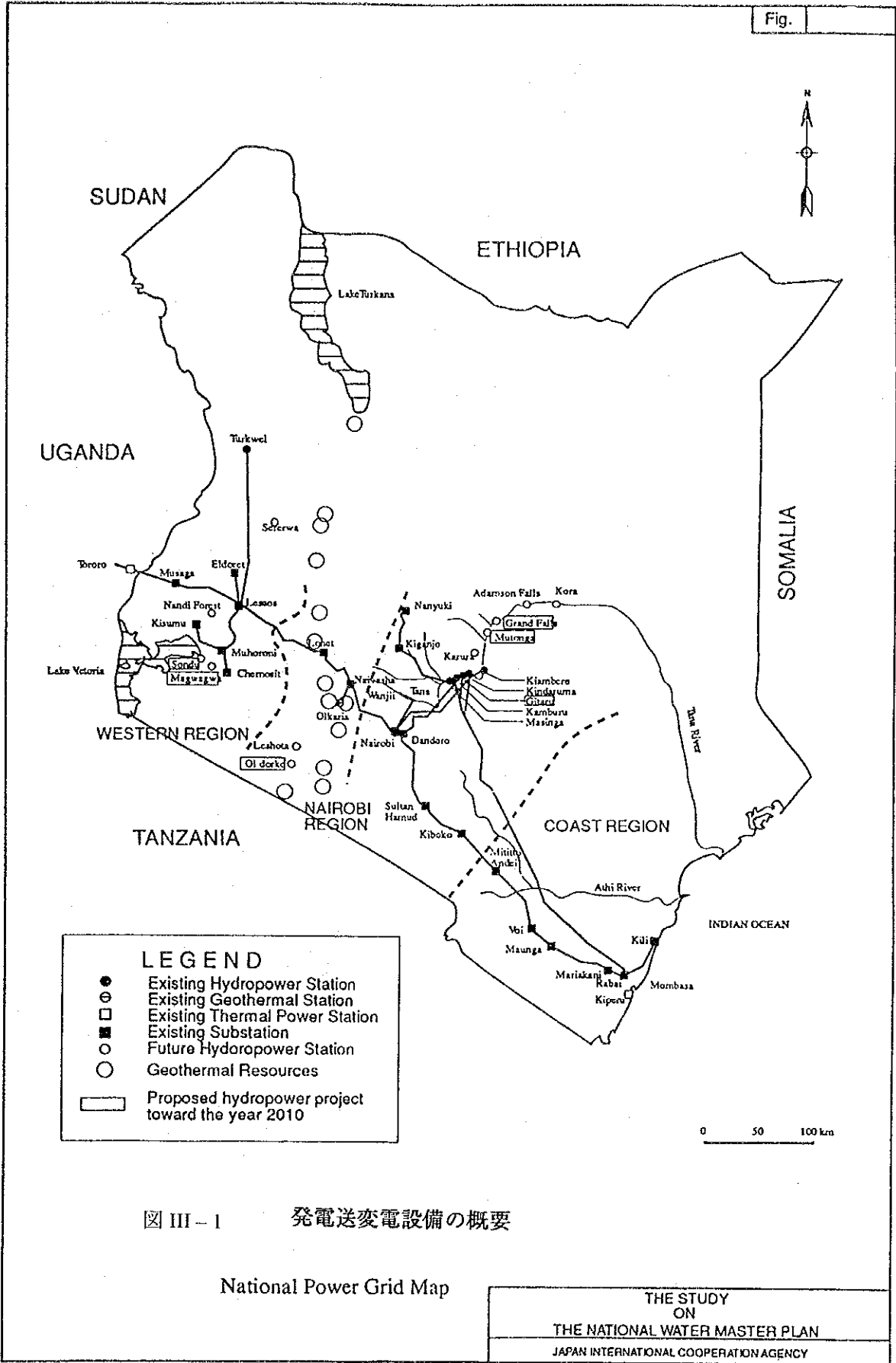


図 III-1 発電送変電設備の概要



#### IV. タナ川開発の現状と計画





#### IV. タナ川開発の現状と計画

##### 1. 既設水力発電プロジェクト

タナ(TANA)川の既設水力発電所(ダム)は、2、3の小規模の発電所を除いて、次の5つである。

- \* Masinga
- \* Kamburu
- \* Gitau
- \* Kindaruma
- \* Kiambere

各プロジェクトの主要諸元及び参考ポイントをまとめると、次の通りである。

##### MASINGA DAM& POWER STATION

Installed Capacity	40MW
Effective Output	40MW
Firm Output	12.9MW
Year Installed	1981
Catchment Area	7335KM <sup>2</sup>
Mean Annual Inflow	61.9M <sup>3</sup> /sec
FSL	EL.1056.5M
Reservoir Area	116.0KM <sup>2</sup>
Storage Capacity (Gross)	1560Million M <sup>3</sup>
Storage Capacity (Live)	1410Million M <sup>3</sup>
Main Dam Type	Rockfill
Main Dam Height	53.0M
Main Dam Volume	5500.0Thousand M <sup>3</sup>
Transmission Line Voltage	132KV
Consultant	WLPU, E&P
Contractor (for Civil)	Mascon
Contractor (Electrical&Transmission)	Clough Smith

##### KANBURU DAM& POWER STATION

Installed Capacity	94.2MW
Effective Output	84.0MW
Firm Output	64.0MW
Year Installed	1974/76
Catchment Area	9520KM <sup>2</sup>
Mean Annual Inflow	91.9M <sup>3</sup> /sec
FSL	EL.1006.5M
Reservoir Area	15.2KM <sup>2</sup>
Storage Capacity (Gross)	150.0Million M <sup>3</sup>

Storage Capacity (Live)	123.0Million M <sup>3</sup>
Main Dam Type	Rockfill
Main Dam Height	56.0M
Main Dam Volume	900.0Thousand M <sup>3</sup>
Transmission Line Voltage	220KV
Contractor (Main civil works)	Zublin Zschokke JV

#### GITAU DAM & POWER STATION

Installed Capacity	145MW
Effective Output	145MW
Firm Output	145MW
Year Installed	1978
Catchment Area	9520KM <sup>2</sup>
Mean Annual Inflow	91.9 M <sup>3</sup> /sec
FSL	EL.924.5M
Reservoir Area	3.1K M <sup>2</sup>
Storage Capacity (Gross)	20Million M <sup>3</sup>
Storage Capacity (Live)	12.5Million M <sup>3</sup>
Main Dam Type	Rockfill
Main Dam Height	30.0M
Main Dam Volume	470.0Thousand M <sup>3</sup>
Transmission Line Voltage	132KV
Contractor (Main civil works)	Skanska

#### KINDARUMA DAM & POWER STATION

Installed Capacity	44MW
Effective Output	44MW
Firm Output	44MW
Year Installed	1968
Catchment Area	9807KM <sup>2</sup>
Mean Annual Inflow	91.9M <sup>3</sup> /sec
FSL	EL.780.4M
Reservoir Area	2.5K M <sup>2</sup>
Storage Capacity (Gross)	16.1Million M <sup>3</sup>
Storage Capacity (Live)	7.5Million M <sup>3</sup>
Main Dam Type	Rockfill
Main Dam Height	24M
Main Dam Volume	292Thousand M <sup>3</sup>
Transmission Line Voltage	132KV
Consultant	WLPU, E&P
Contractor (for Civil)	Mowlem

## KIAMBERE DAM & POWER STATION

Installed Capacity	144.0MW
Effective Output	140.0MW
Firm Output	92.0MW
Year Installed	1988
Catchment Area	11975KM <sup>2</sup>
Spillway Design Discharge	3600M <sup>3</sup> /sec
FSL	EL.700.0M
Reservoir Area	25.0KM <sup>2</sup>
Storage Capacity (Gross)	585.0Million M <sup>3</sup>
Storage Capacity (Live)	485.0Million M <sup>3</sup>
Main Dam Type	Rockfill
Main Dam Height	112.0M
Main Dam Volume	5868.7Thousand M <sup>3</sup>
Transmission Line Voltage	220KV
Consultant	WLPU with E&P
Contractor (for Dam)	Energoprojekt Corporation
Contractor (Power house & Tail Tunnel)	Foundation Co-of Canada Skanska Cementgjuteriet

又、GRANDFALLS (LOW OR HIGH) 及び MUTONGA を含めた各プロジェクトの平面位置及び縦断関係を各々図IV - 1及び図IV - 2に示す。

## 2. 水力発電開発計画

GRANDFALLSの代替案も含めて現在までに計画／検討されているタナ川の水力発電プロジェクトは次の通りである。

既設ダムの嵩上げ、発電機増設

- \* Heightening of Masinga dam
- \* Gitaru additional generating set
- \* Kindaruma additional generating set

新設ダム

- \* Grandfalls (High or Low)
- \* Mutonga
- \* Usueni (Installed Capacity : 60.0KW)
- \* Adamsons Falls (80.0KW)
- \* Kora (110.0KW)

各々、計画案の段階で、具体的に実施の予定があるわけではない。まず、Grandfalls(High or Low)又はMutongaが、実施されるのが優先であると考えられるが実施が遅れるような場合は、既設ダムの発電機増設案が具体化するのではないかと考える。

新設ダムについては、The National Water Master Plan(1992年7月作成)において、全国レベルの検討であるがタナ川の新設ダムも含めて比較検討が行われている。

本報告書は、1992年7月にJICAにより作成されたもので、ケニア国の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提示している。

当GRANDFALLSプロジェクトもこのマスタープランによって、最優先の水力発電プロジェクトとして提案された。

この調査では、2010年までの実施対象ダムとして、28のダムを提案している。そのうち、水力発電目的が2ダム (LOW GRANDFALLS & MUTONGA) で、水力を含む多目的ダムが3ダム (SONDU/MIRIU, MAGUAGUA & OLDORKO) である。

但し、これらは代替案の比較調査が必要という条件付きである。

このうち、LOW GRANDFALLS、MUTONGA及びHIGH GRANDFALLSについては、計画されている各種諸元を以下にまとめておく。但し、各データの数値にはデータによって多少の差があるので、おおよその数値として参考にすべきであろう。

#### LOW GRANDFALLS DAMAND POWER STATION

* Installed Capacity	120MW
* Firm Capacity	88.3MW
* Gross Head (Gross)	68M
* Reservoir Capacity (Gross)	1359Million M <sup>3</sup>
* Reservoir Capacity (Firm)	701Million M <sup>3</sup>
* Mean Flow	133.2M <sup>3</sup> /Sec
* Firm Energy	482GWH/Yr
* Average Energy	594GWH/Yr
* Catchment Area	17459Km <sup>2</sup>
* Reservoir area	67Km <sup>2</sup>
* Crest Elevation	EL.516.0M
* Dam Height	79.0M
* Dam Embankment Volume	5.82Million M <sup>3</sup>
* FSL	EL.512M
* Mini. Water Level	EL.500M
* Tailwater Level	EL.443.8M
* Capital Cost (including Transmission)	306Million USDollar
* Capacity Cost (Installed)	2572\$/KW

* Capacity Cost (Firm)	3460\$/KW
* Energy Cost (Firm)	0.085\$/KWH
* Energy Cost (Average)	0.073\$/KWH
* Schedule	Study
	Design
	Construction
	1993 - 1994
	1995 - 1996
	1997 - 2000

#### MUTONGA DAM AND POWER STATION

* Installed Capacity	60MW
* Firm Capacity	40.8MW
* Gross Head	37M
* Reservoir Capacity (Gross)	122.2Million M <sup>3</sup>
* Reservoir Capacity (Firm)	62.2Million M <sup>3</sup>
* Mean Flow	112.0M <sup>3</sup> /Sec
* Firm Energy	210GWH/Yr
* Average Energy	262GWH/Yr
* Catchment Area	15329Km <sup>2</sup>
* Reservoir area	11Km <sup>2</sup>
* Crest Elevation	EL.554.0M
* Dam Height	42.0M
* Dam Embankment Volume	0.87Million M <sup>3</sup>
* FSL	EL.550.0M
* Mini. Water Level	EL.542.0M
* Tailwater Level	EL.513.0M
* Capital Cost (including Transmission)	159Million USDollar
* Capacity Cost (Installed)	2677\$/KW
* Capacity Cost (Firm)	3898\$/KW
* Energy Cost (Firm)	0.099\$/KWH
* Energy Cost (Average)	0.085\$/KWH
* Schedule	Study 1997 - 1998
	Design 2000 - 2001
	Construction 2002 - 2005

#### HIGH GRANDFALLS DAM AND POWER STATION

* Installed Capacity	180MW
* Firm Capacity	141.4MW
* Gross Head	106M
* Reservoir Capacity (Gross)	5325Million M <sup>3</sup>
* Reservoir Capacity (Firm)	5094Million M <sup>3</sup>

* Mean Flow	133.2M <sup>3</sup> /Sec
* Firm Energy	692GWH/Yr
* Average Energy	802GWH/Yr
* Catchment Area	17459Km <sup>2</sup>
* Reservoir area	161.4Km <sup>2</sup>
* Crest Elevation	EL.555.0M
* Dam Height	117.0M
* Dam Embankment Volume	22.0Million M <sup>3</sup>
* FSL	EL.550.0M
* Mini. Water Level	EL.535.0M
* Tailwater Level	EL.443.8M
* Capital Cost (including Transmission)	598Million USDollar
* Capacity Cost (Installed)	3357\$/KW
* Capacity Cost (Firm)	4231\$/KW
* Energy Cost (Firm)	0.129\$/KWH
* Energy Cost (Average)	0.123\$/KWH
* Schedule	Study
	Design
	Construction
	1993 - 1994?
	1995 - 1996?
	1997 - 2000?

### 3. 水力発電以外の水資源開発計画

#### (1) タナ川の灌漑計画

タナ川の灌漑計画として代表的なものは、つぎの通りである。

- \* Mwea Extension (2900ha)
- \* Tana delta (12000ha)
- \* Kanzalu (4055ha)
- \* Lower Rupingazi (1800ha)
- \* Thanantu (2520ha)
- \* Others

Tana deltaは、Grandfalls計画の下流域に位置しているが、その他の大部分は上流域の支流に位置している。

#### (2) 上工水供給導水路計画

タナ川の上工水供給導水路計画としては、次のような計画案がある。

- \* Thika dam to Nairobi (224,640M<sup>3</sup>/Day)
- \* Masinga dam to Kitui (5,470M<sup>3</sup>/Day)
- \* Tana river to Lamu (5,719M<sup>3</sup>/Day)
- \* Others

具体的な実施計画は、まだできていない段階であるが、Grandfalls 計画の上流から導水する案である点に留意が必要であろう。



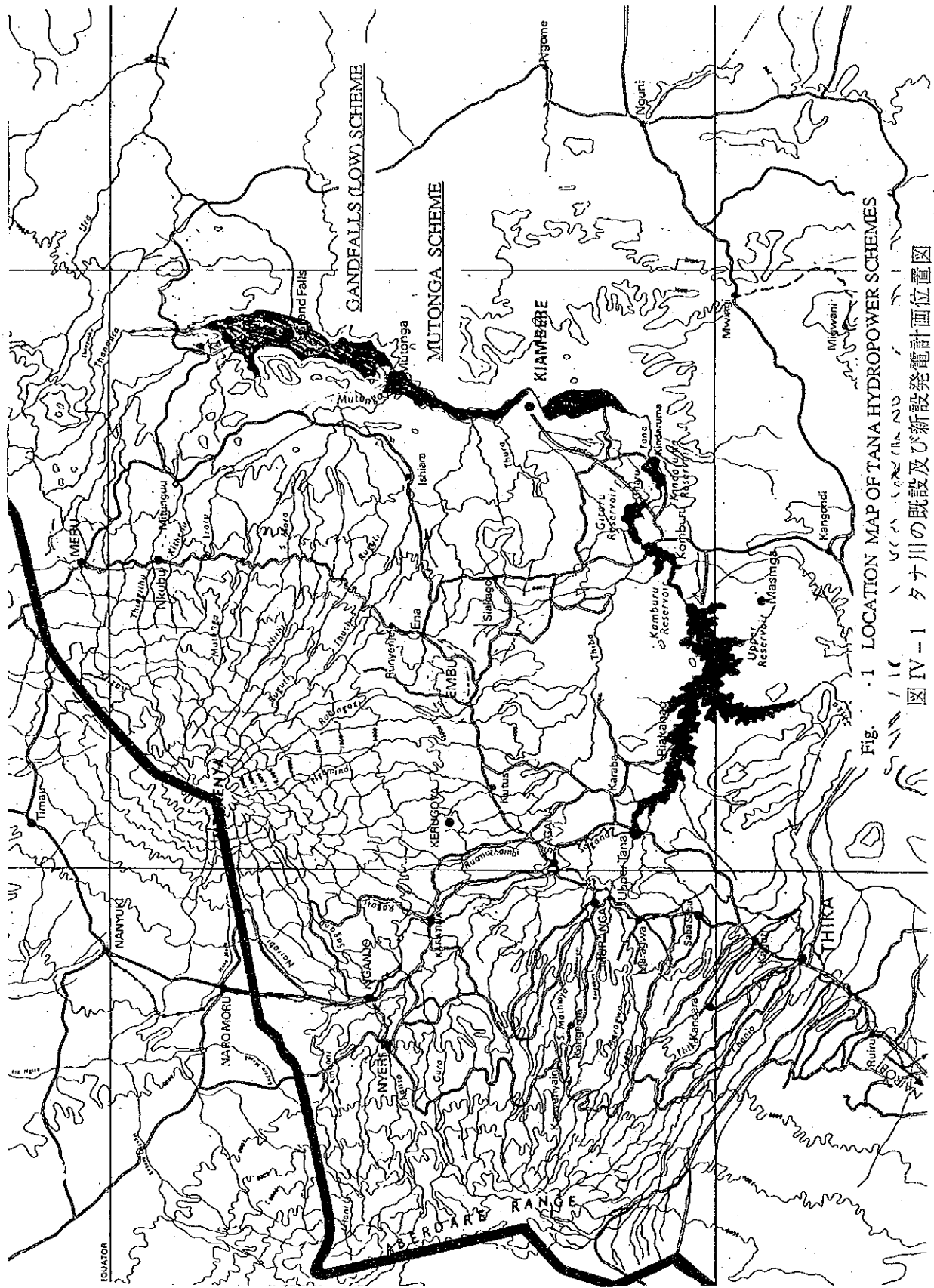


Fig. -1 LOCATION MAP OF TANA HYDROPOWER SCHEMES

図 IV-1 タナ川の既設及び新設発電計画位置図

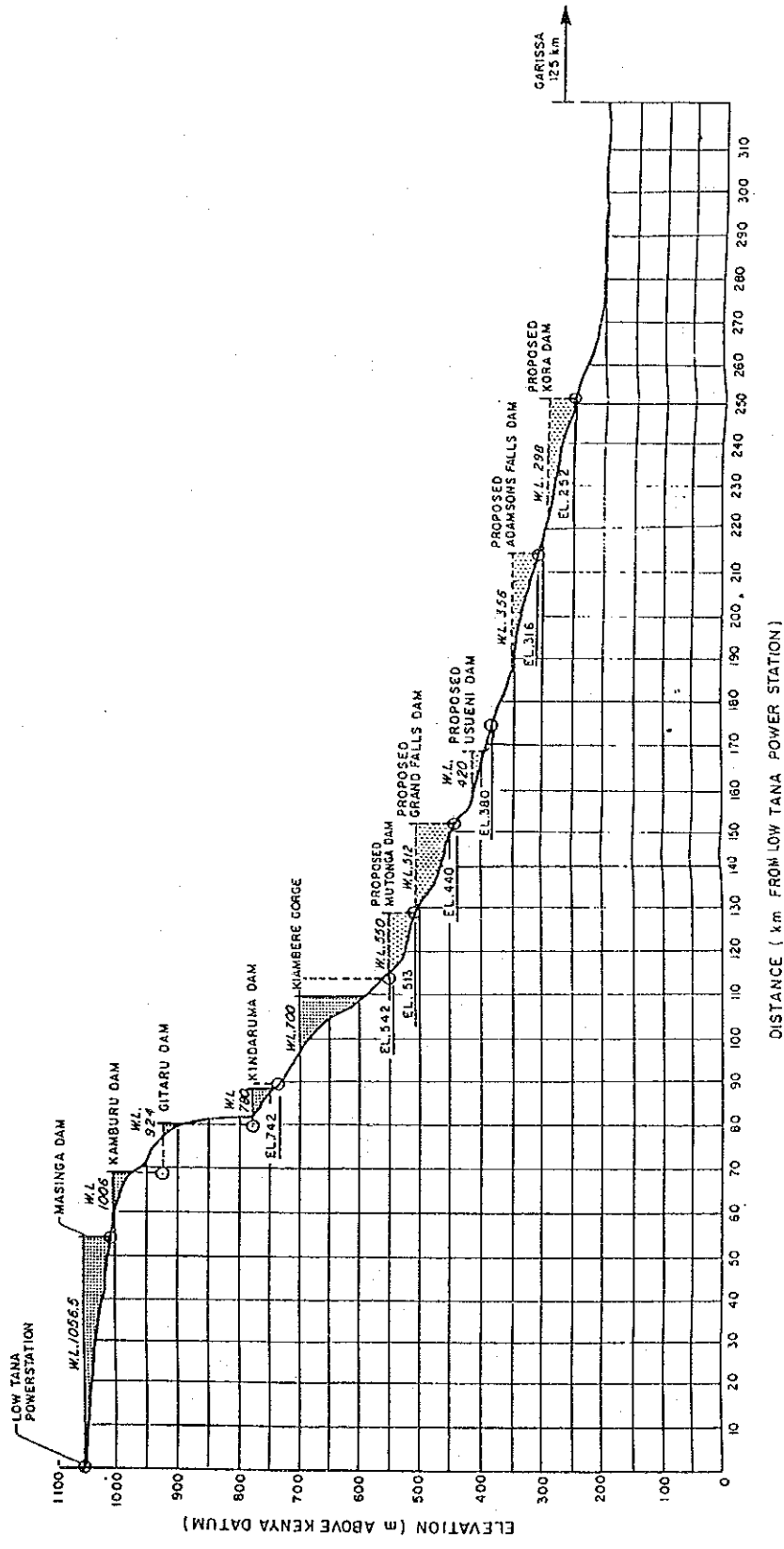
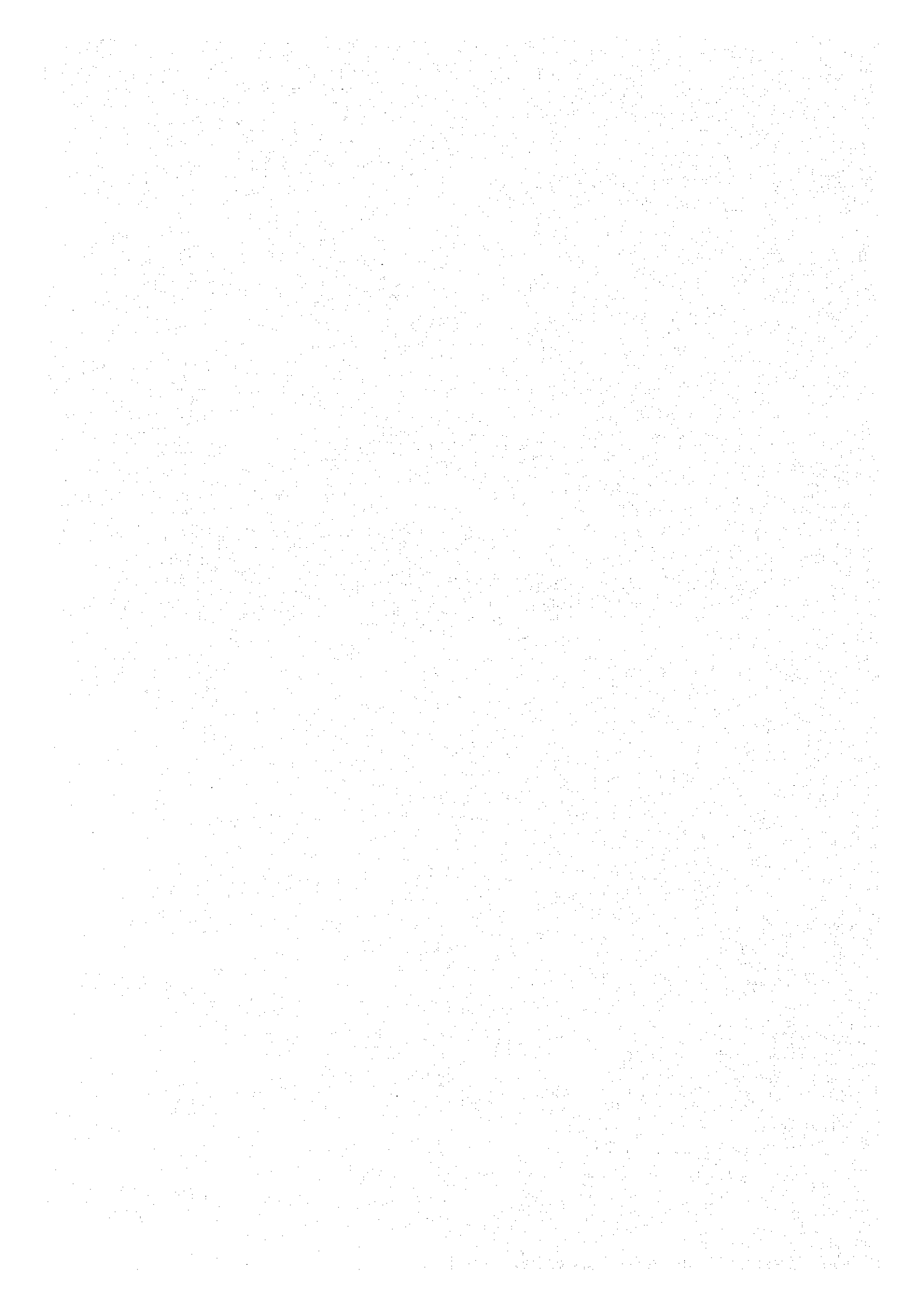


Fig. Tana Hydropower Schemes

図 IV-2 タナ川の既設及び新設発電計画縦断面図



## V. 調査地域の概要



## V. 調査地域の概要

### 1. 位置及び領域

調査対象河川であるタナ川は、ケニア国で最大で最重要な河川である。タナ川流域は、首都ナイロビ地域を上流域に含むAti川流域の北側に位置しており、ナイロビ地域に隣接していると共に、流域内には、ケニア国の人口の約20%が住み、国家の主要農業地帯である他、水力発電の最も重要で有望な地域として認識されている。

ケニア山の南側に位置する、ABERDARE山脈の東側斜面に主要な水源を持ち、多くの支流を集めながら東進して、最後は、MONBASAの北側約160kmでインド洋に注ぐ、集水面積約100,000km<sup>2</sup>(集水面積は、資料により1~2割の差がある。又参考として、我が国最大の利根川は、集水面積約16,840km<sup>2</sup>である。)の大河川である。GRANDFALLSのダムサイトは、最上流のMASINGAダムまでは上流へ約100km、下流のGARRISSAまでは約300km、さらに河口までは蛇行しているので明確でないが、GARRISSAから500~600km程度ある。MUTONGAダムサイトは、GRANDFALLSのダムサイトから、約25km上流に位置している。

タナ河は、4地方(Central, Eastern, North- Eastern及びCoast)又は8県(Muran'ga, Nteri, Kirinyaga, Embu, Meru, Kitui, Tana River及びGarissa)を通して流下している。

### 2. 気候・水文

気候は、上流側から順番に、概略次の様に分れている。

ハイランド区域：750~2000mmで、年2回の雨期がある。

比較的一年中涼しい。

半乾燥区域：250~700mmで、やはり年2回の雨期(量は少ない)がある。

半砂漠区域：100~200mmである。年間をしてかなり暑い。

海岸区域：500~1000mmで、比較的長い雨期があり、湿度と気温が高い。

タナ川流域の最上流域の年間雨量は、1800mm程度になるが、GRANDFALLSを含む、中下流域は、半乾燥地であり、年間平均400mm未満が一般的である。流域全体では、約700mmと計算されている。

この降雨量に対する、平均流出率は、5~6%程度と見積られている。

河川流量は、グランドフォールズのダムサイト付近で、平均約130m<sup>3</sup>/secである。

### 3. 地形・地質

地形的には、流域を大きく区分すると、概略次の4つになる。

ハイランド区域：ケニア山(頂部標高5200m)の東南斜面を含む、標高1000m程度を越える高原地帯である。

森林も含み樹木の密度は比較的高い。

低台地 区域： GRANDFALLSサイトを含む区域で、所どころ小高い山があるものの全体的には低いなだらかな台地状の地形を持つ。

標高200/300m～1000m程度の半乾燥地で、一部を除き樹木はまばらである。

低地帯 区域： 標高200/300m～数10mの比較的なだらかな半砂漠と言える乾燥地帯である。灌木はあるが、高木は一部を除きほとんどない

海岸 区域： 0～数10mの海岸に沿った地帯で、降雨量も比較的多く湿原もあり高温多湿である。タナデルタは、この区域に属する。

タナ川流域の地質は、主としてプレカンブリア紀の片麻岩を基盤として、更新世～完新世の火成岩、及び更新世～完新世の堆積岩から構成されている。

流域の基盤を形成している片麻岩は、ケニア山の出産周辺で露頭しているのが見られる。

GRANDFALLS及びMUTONGAの各ダム計画地点付近は、ロックフィルダムの建設に対して、地形的に適当であり、地質的にも多少の処理は必要だが、技術的に特に問題のない基礎であると予測される。又このような基礎は、一般的に地震に対しても比較的安全な地層と考えられている。

MUTONGAダムサイトは、MUTONGA川とタナ川の合流点から、500m程下流に位置している。代表的な基盤は、マグマの片麻岩が顕著で、数種類の微細～粗の花崗岩質が貫入している。片麻岩の走向は、一貫して、一般的に西側に傾斜した北～北東方向を示している。

又節理は垂直又は急傾斜方向を示している。ダムサイトには、両岸に新鮮な岩が露頭しているが、風化層もあり、右岸側は、河道付近で20m近い深さとなっている。左岸側の風化は右岸程進んでいないようである。又、新鮮な岩盤は、河道から離れるに従って多少深くなっていく傾向も見られる。

GRANDFALLSダムサイト付近の岩は、いくつかの種類の花崗岩から構成されている。

又、この付近は、等斜褶曲になっている点に留意する必要がある。

走向は、北～北東方向で、西側へ約60度の傾斜を示している。節理は花崗片麻岩には多くないが、一部の岩には発達している。さらに、新鮮な岩が河道に露頭しているが、片麻岩の風化はアバット部ではかなり進み、15～35m程度の深さとなっている。

## VI. 現地調査





## VI. 現地調査

### 1. 調査方針

今回調査の対象となっているGrand Fall計画は、Tana川上流部電源開発の一環として、すでに開発された上流5発電所の最下流に位置するKiambere発電所の放水位標高542mとGrand Fallの滝の下流標高440mの間の落差約100mを利用して出力約180MWを得ることを目的とした電源開発計画である。これによりMasinga貯水池より下流のTana川本流の全落差1,056mのうち約60%は開発されることとなる。

現在、本計画はKiambere発電所放水位とGrand Fall下流の落差約100mを1段階で開発する案(High Grand Fall計画)と2段階に分けて開発する案(Low Grand Fall計画とMutonga計画)の2案で検討されている。従って現地調査はGrand FallとMutongaの2つのダムサイト候補地、各々の湛水予定地及びダムサイトへのアプローチを対象として実施し、特に湛水予定池については住民の移転問題、環境への影響を主体に調査を行った。

また1968年より順次開発された上流5発電所の中、比較的貯水池規模の大きいMasinga及びKiambere両発電所のダム貯水池及び発電所について、環境への影響及びそれに対する設計上の配慮等を調査する目的で視察を行った。

### 2. 調査行程

調査は調査対象地域及びアプローチを考慮して6月3日～6月6日の間、3泊4日の日程で実施された。主な行程は表VI-1、及び図VI-1の通りである。

### 3. 調査結果及び所見

#### (1) 計画地点へのアプローチ等

##### (a) Nairobi～Embu(区間距離138km)

NairobiよりEmbu間の通称リカロード(A-2号線)は片側2車線で、Thikaまでの45kmは一部高速有料道もあり全線舗装されている。Thika付近から片側1車線となり全線舗装されているが一部路面の破壊の著しい箇所がある。Thika付近からTana川の上流域標高1100m～1300mに入り、途中Tana川上流域の水田及びTana発電所(出力14.4MW)が見られた。

EmbuではIsac Walton innに宿泊したがホテル内の庭園はよく管理されており、部屋も清潔でMeruに比し、ダムサイトへの距離は若干遠いが、本格調査時の現地調査の拠点の1つと考えられる。

##### (b) Embu～Mutonga計画地点～Meru

EmbuよりB-6号線(Embu～Meruを結ぶ幹線道路片側2車線舗装)でMeruに向い、EnaでC-92号線に入りIshieraを經由してCiangerakに至り、ここでC-93号線を經由して、Mutonga湛水池中最も大きい集落と想定されるIria部落に向った。IshieraからIria迄の道路は巾員7m程度の未舗装道路であるが、路面状態は良好であった。

Iria部落を調査後C-93号を戻り、CiangaでC-92号線に入りGeku~Kathwanaを經由し、途中Mutonga川上流を渡り、Munguni保護林附近から山道に入り、Materi~Kamarandiを經由してMutongaダムサイト予定地に向った。山道に入り道路巾もせまくなり路面も悪いが交通量の少いこともあり1車線の通行には特に支障はなかった。

Tana川本流と支流Mutonga川の合流点の左岸台地より、Mutonga湛水予定地を視察し、Mutongaダムサイトへ徒歩で向った。

Mutongaダムサイト調査後、往路と同じ道路を引返し、B-6号道路を経てMeruに向った。MutongaダムサイトからMeruまでの所要時間は、途中路面はかなり破壊しており、約200km区間3時間45分を要した。MeruではThe meru County hotelに宿泊したが、Embuのホテルより若干劣るものの、一応の設備はととのえており、本格調査時の現地調査拠点の候補地と考えられる。

(c) Meru~Grand Fall計画地点

MeruからC-92号線をEmbuに向い、途中Mitunguuで山道に入り、Marimanti~Gatungaを経て、Tana川の支流Kathita川沿いを南下しKinunku、Karungwaruを経てGrand Fall計画地点に向った。道路巾は5m~7m、無舗装であるが路面はかなり良好であった。MeruからGrand Fall左岸までの距離は約98km、所要時間は2時間40分であった。支流Kathita川とTana川本流の合流点附近で車道は終り、Grand Fallダムサイト予定地約4km区間は徒歩で調査を行った。徒歩による所要時間は往復約3時間であった。

(d) Meru~Kiambreダム・発電所~Masingaダム・発電所

MeruからB-6号線をEmbuに向い、EmbuからB-7号線に入りKiritiri、Kamburuダム、Gitaru発電所を経てKiambreダムに至りダム・地下発電所を見学した。EmbuからKiambreダムまでの所要時間は1時間20分、途中はすべて舗装されており、所々にゲートが設けられ構内の進入をチェックしていた。

KiambreからMasingaまでは、Tana川沿いの構内道路及びB-7号線を經由した。道路状況は、すべて舗装されており良好であった。Masingaより、NairobiまではB-7号線、A-3号線を利用してNairobiに帰着した。

(2) Mutonga計画地点

(a) 湛水予定地

3. (1) (b)で述べた通り、Mutongaダムサイトを調査する前に、Mutonga(High Grand Falls)計画により水没すると思われる集落の中、最も大きい集落と想定されるIria部落を調査した。Iria部落は10戸程度の小規模木造小屋及びブロック造り(約80平方m)の家屋1戸が丘陵の上に点在し、推定人口は40人程であったが、貯水池満水位よりかなり高い(EL.570m)に位置している。部落入口にTana川本流にかけられた橋(スパン約80m)があり、これはTana川左・右岸を結ぶ道路C-93号線がTana川を横断する唯一の橋であるが、標高はEL.550m程度と推定され、Mutonga計画又はHigh grand Fall計画では貯水池背水の影響による架け換えの必要があるかも知れない。

Iria部落調査後、C-93号線を引き返しC-92号線、Mutonga川添いの山道を経由してMutongaダムサイトに向った。ダムサイトの手前1kmの台地から湛水予定地の全貌及びMutonga川とTana川本流の合流点を確認された。湛水予定地は始生代の地層が多年にわたり浸蝕された高原である。一面ブッシュに被われ、雨量の少ないこともあり立木は点在するのみで、所々耕作地がみられた。(Rough grazing with scattered arable land) 視界の中に、家屋が40～50戸点在するのが見られたが、主として丘陵の尾根近く及び斜面に位置している。

(b) Mutongaダムサイト

MutongaダムはTana川とその支流Mutonga川の合流点の直下流に計画されている。13年前に作成されたイギリスのコンサルタントEPDC(Engineering Power Development Consultants Limited)の報告書によれば、予定地域の地質は主としてケニヤの基盤となっている高度に変成した始生代の片麻岩からなり、それに小規模の花崗岩およびペグマタイトの火成岩が貫入し、その他角閃岩、斜長石片麻岩がみられる。河床部を除き、一般に風化が進み、従って調査時においても周辺に基盤らしい露頭はみられなかった。

ダムサイトの地形は、Tana川の左右岸は30～40°の斜面を形成しているが、河床から約20m上った地点から左右岸、特に右岸はなだらかな高原となっている。従って現在提案されているMutongaダムの常時満水位標高550m、ダム天端の標高561mの場合、河床(標高513m)よりの高さは48mのダムにもかかわらず、堤頂長は615mとかなり長いダムとなっている。余水吐はダム本体から分離して左岸の鞍部に計画されているが、ここも、風化がすすみ基盤までのかぶりはかなり大きいものと推定された。ダムはフィルダムで計画されているが、踏査の結果及び既往の資料からみて、築堤材料は近傍から容易に採集出来るものと考えられた。発電所はダム直下のダム式発電所として計画され、右岸に設けられる予定である。

(3) Grand Fall計画地点

(a) 湛水予定地

Grand Fall計画地点へのアプローチは3.(1)(c)で述べた通り、MeruからC-92号線、Tana河の支流Kathita川沿いの山道を経由した。車の通れる山道はダムサイト上流約4kmの左岸台地で終り、ここから徒歩で測水所を調査後、ダムサイトに向った。途中Grand Fallダムによる湛水予定地が望見されたが、全般的な印象として左岸に標高1000m～1300mのNyamatu Hillsが連なる以外は、Mutonga湛水池と同様、平坦な高原で一面のブッシュに被われ所々立木が点在していた。又、1～数軒の集落は、2、3か所確認したが大きな集落は見えなかった。さらに、顕著な地すべりも認められなかった。

(b) Grand Fallダムサイト

Grand FallダムはGrand Fallの滝の下流約4km地点に計画されている。ダムサイト調査の前にダムサイトより上流約3kmに設けられた測水所、及びGrand Fallの滝を視察した。測水はTana川を横断するケーブルで実施され、ケーブル設置ヶ所の左岸にはスタッフゲージが設けられていた。また左岸上流に自記水位測定所が設けられている。いずれも水資源省により管理されているが、同行したカウンターパートによればケーブルはかごの運行が不能となり測水不能、自記水位計も部品の故障により観測は中止されているとのことであった。同測水所は本計画の中核となる測水所であり、従ってその現況及び測水期間等正確なデータを要求し、

後日入手することとした。今年は雨が少いとの事であったが、調査時は大雨季の終りにあたり河川流量は川巾約70m～80mを流速1.5m/秒程度で流下し100m<sup>3</sup>/s以上と推定された。測水所より上流約1km地点にGrand Fallの滝が望見出来たが、滝といっても垂直に落下する滝でなく、大型の瀬であり、ダムサイトはこの流の落差を利用する形で選定されている。

測水所から河岸及び右岸台地をTana川に沿って歩行し、ダムサイト左岸台地に到着した。この地点もEPDCによる予備調査が行われている。それによれば、予定地域の地質はMutongaと同様ケニアの基盤となっている始生代の片麻岩からなっており、所々同時の花崗岩が貫入している。この片麻岩はバライティがあり、これは巾広く異った堆積岩が変成されたことを物語っている。堆積岩の組成により風化に強い片麻岩と風化に弱い粘土質堆積岩の変成した片麻岩があり、前者は流域の尾根を形成し、後者はTana川沿いの高原を形成し、谷に沿って露出している。現地調査の際も、河岸は基盤の露頭がみられたが、台地に上がると風化土で被われ露頭は見られなかった。

ダムサイトの地形は、左右岸共に川沿いを除き、なだらかな高原を形成している。左岸台地の取付部は比較的高い丘陵が迫っているが、右岸台地は平坦な高原及び鞍部となっており、従ってLow grand Fall計画(ダム天端標高519m)の場合でも堤頂長は1800m近くになっている。現地調査は主として左岸台地より右岸及び湛水予定地を視察する形で行われたが、左岸台地も基盤の露頭は殆んど認められず、風化はかなり深部に達しているものと推定された。点在する大塊の転石も主として黒雲母片麻岩であった。余水吐の位置は地形・地質上左右岸いづれの台地も優劣つけ難く、ダム式で計画されている取水口、発電所の位置及び仮排水路の位置とも関連して、将来実施される調査・検討の結果により決定されるものと考えられた。ダム本体も地形・地質を考慮してフィルタイプダムで計画されているが、築堤材料の採取は容易であろう。

#### (4) 上流既設発電所

##### (a) Kiambreダム・発電所

Kiambreダム・発電所はTana川総合開発の一環として計画され、1988年、第5番目の発電所として運転開始したものである。

ダムは主ダムと副ダムに分かれ、主ダムの高さは112m、堤体積は580万トンである。余水吐はサイドスピールウェイで設計され、視察時は雨季の終りに当り、かなりの水量が溢流していた。ダムの設計で特に目新しいものはなかったが、副ダムに付帯して、ゲートなしの予備洪水吐が設けられており、貯水量を確保するためクレスト天端に2m程度の高さで砂利が盛ってあった。日本の様な急流河川では、適用出来ない案であるが、上流に有効容量10億トンのMasinga貯水池のあることもあり、効果的で安全上問題ないと判断したようである。

発電所はTana川の湾曲部を利用して落差をかせぐため、4kmの導水路、15kmの放水路を設け、その中間に地下式として建設されている。地下発としたのは特に環境上の考慮をしたとの説明はなかった。水車はフランシス型2基、発電機72MW2台、合計出力144MWである。地下発の空洞は長さ48.5m、巾20m、最近日本で建設されている揚水発電所の空洞に比し小規模であるが、施工業者がスエーデンの一流業者スタンスカ社、地質も良好という事で、内部は素

掘のままで、ライニングも施工していなかった。日本の一般的な地質、安全基準からは考えられない設計であるが、地下空洞に残っているノミ跡及び地質を見れば充分安全な構造物と考えられた。地下発の上部地表面に運転制御室、屋外変電所が設けられている。いずれも下流Grand Fall計画用のスペースが確保されており、ケニヤ側のGrand Fall開発の意欲がうかがわれた。又構内にワニの養殖場が設けられ、幼年期の飼育が行われていた。

(b) Masingaダム・発電所

MasingaダムはTana川の最上流部に設けられた水系最大の貯水池(全容量1560百万トン)である。計画はケニヤにおける最大の河川であるTana川の水の全国大のレベルで有効に利用する事を目的として策定されている。即ち単に電源開発計画としてだけでなく、農業、上水道も考慮した総合開発として最大の便益を期待して開発されている。

ダムは高さ55m、堤体積49×106トンと中級の規模であるが平坦な高原に設けられたため堤頂長は2100mと比較的長い。ダムのレイアウトは中間の丘陵を利用して左岸・右岸共逆アーチになっていた。左岸に設けられた余水吐はKiambreと同様横溢流ゲートなしで設計されているが、ここでもかなりの溢水がみられた。この溢水を防ぐためか、カナダのコンサルタント、エーカー社の報告書(Nationalpower Development plan 1991 to 2100)には1~2mの嵩上げが勧告されている。

発電所はダム中央部の直下に設けられている。設備出力は2×20MW合計40MWである。丁度、発電中であつたが放水路の水は赤く濁り、貯水池内の堆積微粒土を排出していることをうかがわされた。

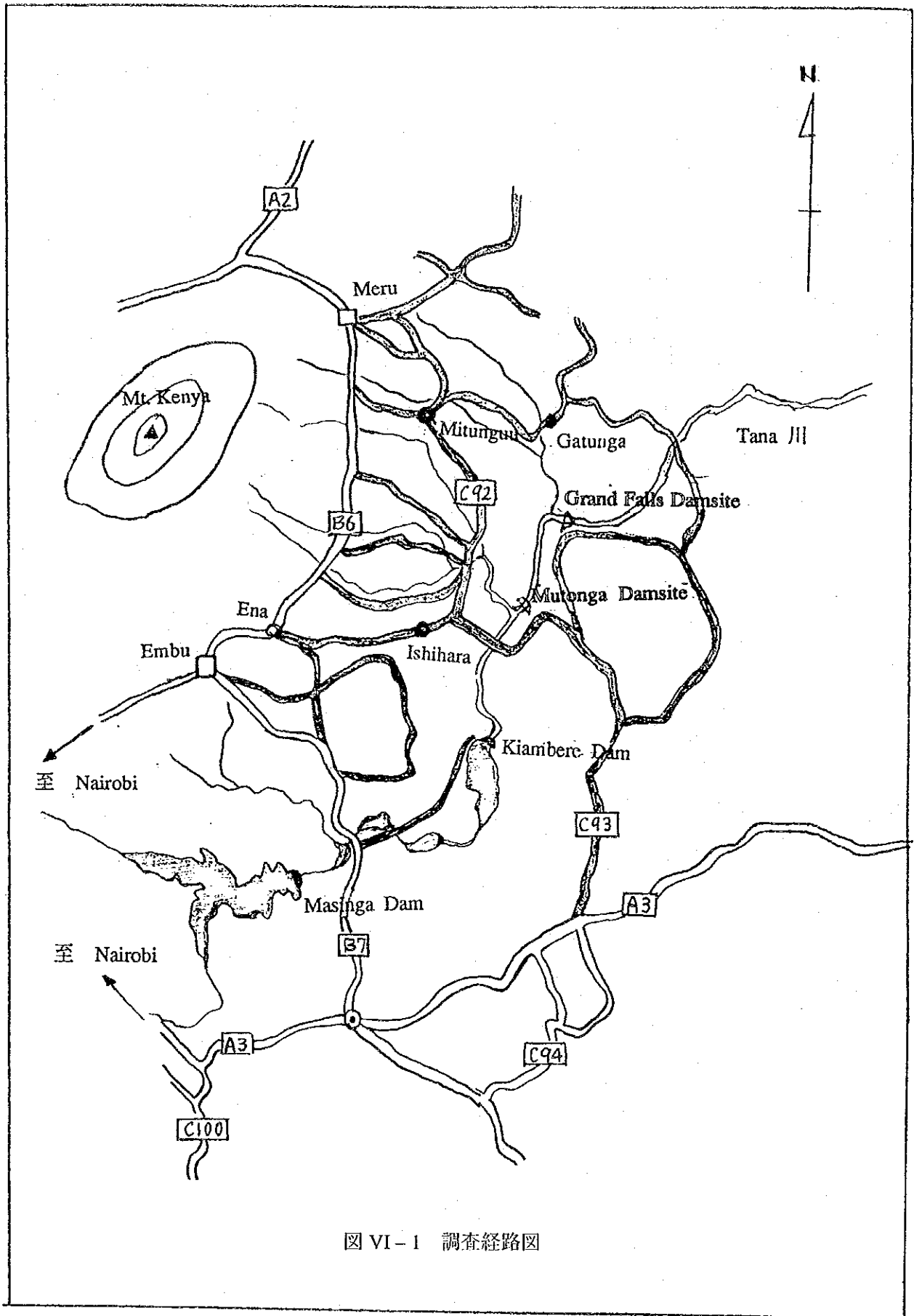


図 VI-1 調査経路図

表 VI-1 移動記録表(1/5)

(1) 6月3日(木)

地点 番号	距離 (km)		時刻	所要時間		地 点	記 事
	区 間	累 計		区 間	累 計		
①	0	0	時/分 15:35	時/分 0	時/分 0	Nairobi	JICA事務所発 標高 1,700m
②	45	45	16:15	40	0:40	Thika	A-2号線、1部有料 標高 1,520m
③	30	75	16:45	30	1:10		Tana流域上流部 標高 1,320m
④	15	86	17:00	15	1:25	Tana 発電所	出力 14.4MW 標高 1,120m
⑤	8	94	17:15	15	1:40	Sagana	A-2号線とB-6号 線の分岐点 標高 1,170m
⑥	44	138	18:00	45	2:25	Embu	Isac Walton Hotel 標高 1,470m



表 VI-1 移動記録表(2/5)

(2) 6月4日(金)

地点 番号	距離(km)		時刻	所要時間		地 点	記 事
	区 間	累 計		区 間	累 計		
①	0	0	時/分 7:50	時/分 0	時/分 0	Embu	Hotel 発
②	17	17	8:10	20	20	Ena	B-6号線よりC-92号線に入る 標高 1,360m
③	28	45	8:45	35	55	Isiara	標高 860m
④	6	51	9:00	15	1:10	Ciangerera	C-92号線より分岐してC-93号線に入る 標高 820m
⑤	12	63	9:25	25	1:35	Iria	Ivia部落 Tana川橋梁 標高 550m
			9:50	25	2:00	Iria 発	C-92号に入りMevn方向に向かう
			10:05	15	2:15	Ciangerera	C-92号に入りMevn方向に向かう
⑥	31	94	10:25	20	2:35	Nulonga川上流 横断	標高 730m
⑦	2	96	10:30	5	2:40	Munguni Forest	C-92号より分岐してMutonga川沿いの山道に入る
⑧	4	100	10:40	10	2:50	Materi	標高 790m
⑨	18	118	11:20	40	3:30	Mutonga川及びTana川の合流点 近くの丘陵	Mutonga 湛水予定地を 遠望
			11:35	15	3:45	同 上 発	

表 VI-1 移動記録表(3/5)

(3) 6月4日(金)

地点 番号	距離 (km)		時刻	所要時間		地 点	記 事
	区 間	累 計		区 間	累 計		
⑩		118	11:45	10	3:55	Mutongaダムサ イト左岸台地	ここから徒歩でダムサ イト調査に向う
⑪			時/分	時/分	時/分	Mutongaダムサ イト	ダムサイト左岸及び河 床調査 標高 585m
			14:00	2:15	6:05	⑩地点	引返しC-92号でMeru に向う
⑫	97	215	17:45	3:45	9:55	Meru	The Meru County Hotel 着 標高 1,580m

表 VI-1 移動記録表(4/5)

(4) 6月5日(土)

地点 番号	距離(km)		時刻	所要時間		地 点	記 事
	区 間	累 計		区 間	累 計		
①	0	0	時/分 8:05	時/分 0	時/分 0	Meru	Hotel 発 C-92号線でBambu方向 に向う
②	16	16	8:40			Mitunguu	C-92号より分岐して 山道に入る 標高 1,460m
③	45	61	9:30			Mavimanti	標高 590m
④	9	72	9:55			Gatunga	
⑤	26	98	10:45			Grand Fallダム サイト左岸台地	標高 550m ここから徒歩で測水所 ダムサイト視察
			11:45			同 上 発	徒 歩
			14:30			同上帰着金	
			15:05			同 上 発	Meruに向う
⑥	103	201	18:30			Meru 着	Hotel 着

表 VI-1 移動記録表(5/5)

(5) 6月6日(日)

地点 番号	距離(km)		時刻	所要時間		地 点	記 事
	区 間	累 計		区 間	累 計		
①	0	0	時/分 8:00	時/分 0	時/分 0	Meru	Hotel 発
②			9:30	1:30	1:30	Embu	
③			10:10	40	2:10	Kamburuダム	
④			10:20	10	2:20	Gilaru発電所	
	190	190	10:55	35	2:55	Kiambre発電所	Kiambre ダム・発電所 見学
⑤	9	199				Kiambreダム	同 上
			12:00	1:05	4:00	同 上 発	余水吐・ワニ養殖物見 学
⑥	81	280	14:00	2:00	6:00	Masingaダム	ダム発電所見学
			15:35	1:35	7:35	同 上 発	
⑦			17:30	1:55	9:30	Nairobi着	



## **VII. 本格調査に係わる参考情報及び資料**



## VII. 本格調査に係わる参考情報及び資料

### 1. サイトへのアクセス

MUTONGA及びGRANDFALLSへのアクセスに関しては、前章VIに、具体的な記述をしてあるが、要点をまとめておく。

#### (a) MUTONGAサイトへ

ナイロビから約140km(車で3時間程度)のEMBUという町が、基点になる。EMBUからサイト(左岸上の台地)までは、大部分未舗装の道を、車(4WDが必要)で3時間程度かかる。降車地からダムサイトまでは、坂道を歩いて20分程度である。

但し、対岸の右岸側に渡るのは、ボートがないと無理で、現状では別ルートで接近する必要がある。ナイロビから直接行く場合はA3及びC93ルートを通してサイト近くまで入る事になるが、EMBUからの場合は、EMBUから1時間半程のIRIA村(ダムサイトの上流2~3km)に架かる橋を渡って右岸側からサイトへ近づく事になる。

#### (b) GRANDFALLSサイトへ

EMBUから入ってもよいが、EMBUから北へ1時間半程度の位置にあるMERUという町を基点にするのが、地理的に近いし一般的である。

MERUからサイトまでは、4WDの車両で、約100kmを2時間半くらいかけて、サイトの左岸下流2km程まで(但し、現状の道路では一部私有地を通る必要があり所有者/管理者との交渉が必要)行き、そこから1時間近く歩く事になる。

但し、MUTONGAと同様に、対岸の右岸側に渡るのは、ボートがないと無理で、現状では別ルートで接近する必要がある。ナイロビから直接行く場合はA3及びC93ルートを通してサイト近くまで入る事になるが、EMBU方面からの場合は、EMBUから1時間半程のIRIA村(ダムサイトの上流2~3km)に架かる橋を渡って右岸側からサイトへ近づく事になる。車でどの程度まで入れるかは未確認であるが、多少(1時間未満?)の徒歩は必要となる。

### 2. 宿泊施設

ナイロビの宿泊については、短期の場合は、ホテルを利用するのが一般的で、高級から低級まで各種のホテルがあり、問題はない。又、多少の不使用期間があっても、アパートメント(日本でいうマンション)を借りる事も考えられる。換算レートとの関係もあるが、アパートメントの場合は、月平均5万円以下で、2~3LDKのものが、十分可能なようである。ホテルに付属しているアパートメントもあり、日本人の中長期滞在者が多く利用しているようである。

サイトには、もちろん宿泊できるような施設はなく、どうしてもサイトに宿泊する必要があるれば、テントを持参する事になると考える。一般の宿泊施設(ホテル)があるのは、各サイトまで徒歩を含めて3.5~4時間位かかる、EMBUかMERUであり、各々高級とはいえないが一応の基準を満たすホテルがある。ナイロビと比べ料金はかなり安い。

又、少々遠いので中途半端な位置かもしれないが、マシंगाダムサイトに快適なホテルがある。



### 3. 気候、風土病、治安

気候については、ナイロビでは一年を通じてほぼ快適といえる。日中少々暑く感じる時もあるが、エアコンは一般に必要なといわれている。むしろ、時期によっては寒いくらいで、セーター類が必要であるという。降雨はナイロビで年平均700～800mm程度であり、4月、5月、11月、及び12月に比較的多い。サイト区域は、標高が低くなる分年間を通じて比較的暑い。降雨の方は、サイト付近では年間500mm程度であるが、MERUやEMBUでは、1000mmを越える。

風土病に関しては、入国時の予防注射が必要ない事からも、特に問題にしなくてもよいと考える。ただ、強いてあげると、マラリアが、ケニアで最も多い病気といわれている。その他の病気としては、呼吸器疾患、皮膚病、回虫、下痢等が多いので、衛生面に気を使う必要がある。病気治療に関しては、ナイロビには信頼出来る施設があり又医師がいると、聞いているが、その他の地域では、十分な施設はないとの事である。

治安に関しては、ナイロビ在住者が、快適な生活を送りながらも第一の問題点としている。

特に、強盗や略奪が多いようで、その中でも車に乗っている時の事件が目立つ。これは、ナイロビ市内に限らず、地方でも危険という。ただ、サイト付近は、比較的治安上問題はないと聞いている。流域では、下流のGARISSA付近から海岸地帯が危険という。

治安に関しては、何か事件があると、どうしても話が広がっていくので、(特に日本人の間では)多少なりとも誇張されがちな感じがする点もあるが、十分に留意すべき事であるのは確かである。

### 4. 環境調査に係わる状況

環境調査については、ケニア政府側と重点的に協議した。

ケニア政府側は、タナ川の既設のプロジェクトでは、特に取り上げるような環境上の問題は事前にも事後にも生じてないし、本計画でも同様に、環境問題は全く生じないとは言わないが少なくとも大きな問題になるような要素はないものと考えている。しかし、環境に係わる評価はその時の各種背景によって変わってくる事やプロジェクトの開発に当たって環境影響評価を実施し関係各機関／組織の同意を得る事の重要性は、JICAチームとの協議を経て、十分認識しているものと判断した。

環境に係る評価は、一般的にネガティブな影響(もしかしたらそういうこともあるかもしれないという程度の可能性であっても)に注目が集まりやすい一方、ポジティブな影響(この方は一般にかなり高い確率での予測が出来る)を見落とす傾向にあるように思われる。開発は悪で現況の保全は善であるというようなイメージも特に先進諸国の人々の間では少なからず広まりつつあるところ、人間の生活レベルの向上や改善のため必要であって且つ本来環境上は健全であると考えられるプロジェクトについても、環境問題に十二分な対応をしておかないとトラブル発生に繋がる事になりうることを考慮しておく必要がある。については環境影響評価は極力中立でかつ開発の必要性との間でバランスの取れた方法で実施すべきと考える。

今回の予備調査は、本格調査時に実施する環境調査の必要性とその内容を確認する事が目的であり、判断の材料として初期的環境予備調査を実施した。VIII.環境予備調査にまとめた通りである。

その評価は別途実施するものとして、本プロジェクトのようなケースで、一般に環境上問題になる可能性がある項目は、次のようなものである。

- \* 住民移転
- \* 水質汚濁(富栄養化、濁水等)
- \* 動物生態系への影響(希少動物の滅亡や減少、魚類への影響等)
- \* 植物生態系への影響(希少植物の滅亡や減少、森林保全等)
- \* 住民の健康への影響(疾病の発生や増加等)
- \* 土壌侵食/斜面崩壊
- \* 地域分断
- \* 景観の変化
- \* 歴史的文化的資産の埋没
- \* 水利権/漁業権への影響
- \* 貯水池による地震の発生
- \* 地下水への影響
- \* 灌漑計画への影響
- \* 工事中の諸問題(騒音、交通事故等)
- \* 下流灌漑への影響
- \* 下流住民水利用への影響
- \* その他

上記の項目には、明らかにポジティブな影響といえる項目は含まれていない。しかし、上記の項目のみでも必ずしもネガティブな影響ばかりとは限らず、ポジティブな影響も十分に考えられる。協議の中で比較的注目されたのは、住民移転問題と下流タナデルタの生態系への影響であるが、前者対してはケニア政府側は特に問題なく処理出来るという考えが一般的で、タナデルタもすでに既設のダム群がある事や700km近く離れている事から問題視するのはおかしいという意見もある。その他の項目も深刻な問題にはならないだろうという見方をしている。又ケニアのNGOも今回接した感触では、当プロジェクトに前向きで協力的な考えを示していると判断した。しかし、時代の流れから環境問題を軽視すると大きなトラブルに結び付く可能性があり、現段階では判定するようなコメントは避けるべきと考える。今後の調査によって答えを煮詰めていく事になろう。

環境調査は、現地の専門会社に依頼する事になるものと考えられるので、下記の現地会社を代表として、調査した。

\* RPS INTERNATIONAL

東アフリカ一帯をマーケットとし、Environmental Studyの他に、Energy, Rural Development Service, Industrial Service, Housing & Property Development関係の調査を請け負っている。Sondur Miriuでは、Socio-Economic Impact Studyをしている。又、エチオピアでは、35000人の移転を含む、水力のPre-F/Sに参加中との事である。いくつか環境に関する質問をして、環境調査に対する基本的な知識と感覚はあると判断した。

\* AFRICAN DEVELOPMENT AND ECONOMIC CONSULTANTS

Economic Development及びその関係の調査を行う会社で、環境調査も一つの対象分野となっている。TANA DELTA IRRIGATIONでは、環境調査を実施している。又、マグワグワでも Socio-Economic and Environmental Impact Assessmentの調査を日本企業の下請けとして実施している。

現段階で、環境調査の項目と数量を設定する事は難しい。必要と考えられる専門家としては、参考例ではあるが、次のように考えられる。

環境予備調査(STAGE 1及び2):

- SENIOR ENVIRONMENTAL SPECIALIST (LEADER)
- ECOLOGICAL SPECIALIST (FAUNA)
- ECOLOGICAL SPECIALIST (FLORA)
- SOCIOLOGIST (RETTLEMENT STUDY)
- ECONOMIST (ECONOMIC IMPACT)
- CIVIL ENGINEER FOR HYDRO-POWER
- OTHER SPECIALIST (HYDROLOGIST, GEOLOGIST, ETC.)

5. 地形調査に係わる状況

下記のような調査／成果品が必要と考えられる。

- \* 貯水池及びダム の地形図(1:5,000又は10,000)
- \* ダム他主要構造物付近の地形図(1:1,000)
- \* ダムサイト付近の河川縦横断面図

航空写真撮影及び図化について、ローカルカンパニーの調査をした。その結果、下記の会社はかなり信頼度が高い業務が可能と判断した。

PHOTO MAP (K) Ltd

この会社は、撮影用飛行機を持ち、航空写真撮影と図化を一貫して出来る会社で、以前にあったGEO SURVEYという会社の成果品を引き継いでいる。こちらの質問等に対して、実に迅速で適格な対応をしてくれた。PHOTO MAPとの協議の結果、次のような事がわかった。

- \* 1979年撮影の1:25000の写真で、必要区域(High Damの場合の貯水池区域及び周辺:約220km<sup>2</sup>)の約80%をカバーしている。又、1987年の1:10000の写真で残りの約20%をカバー出来る。但し、Kalange川の一部がカバー出来ない。
- \* 但し、これらの写真を使用して図化しても、新たに撮影する場合に比べて、費用的にあまり差がでない。又、図化期間の差から、新たに撮影した方が期間的に早い成果品が得られる。

- \* 参考に算定してもらった費用によると、日本の会社がやる場合に比べてかなり経済的である。
- \* 撮影の Best Season は、1～3月である。次は、8～10月が適当。
- \* 成果品作成までの期間は、縮尺等の条件によるが、標準的には、4～7箇月である。

他に、MINISTRY OF NATIONAL PLANNING に属している、KREMU という会社があるが図化はやっていないとの事である。

調査内容については、参考例ではあるが、次のようになるもの考える。

\* 航空写真及び図化

共通条件：

- (1) 写真及び図化の面積；300km<sup>2</sup>

注； High Grandfalls の場合の貯水池面積は、FSL.550.0M で約161km<sup>2</sup>と出ている (National Power Development Plan 1987) が、1/50000 の Map にて概略測ってもらった (ローカルコンサルタント) と、1850Feet (563.88m) の等高線で、約220km<sup>2</sup>であった。写真及び図化面積は、誤差や各種計画検討を考慮して貯水池面積より、幅広く取っておく必要がある。実際には具体的に検討する必要があるが、ここでは、300km<sup>2</sup>と設定した。

- (2) 1979年の1/25000及び1987年の1/10000の航空写真により、約220km<sup>2</sup>の場合で90数%の区域がカバー出来るが新たに写真を取って図化するものとする。その理由は、一部でもカバー出来ない部分が出る他、古い写真を使っても、縮尺等が異なる2種の写真を使うために、費用及び期間の面で必ずしも有利にならない事と、今回は環境調査でも有効活用する事を考えているので、新しい写真が望ましい事である。

オプション1(最も可能性の高い案)：

写真縮尺； 1/20000  
 地図縮尺； 1/5000  
 等高線間隔； 2m

オプション2：

写真縮尺； 1/25000  
 地図縮尺； 1/10000  
 等高線間隔； 2.5m

\* 地形測量

PHASE 2のDEFINITIVE PLAN STUDYの結果により、DAM SITEが設定され、各種の条件も設定されるので、現時点で条件と数量と費用を出す事は難しいが、参考値として標準的な条件を考えて、示すものとする。但し、下記の調査は、STAGE 2で選定される1ヶ所のサイトについて行われるものとする。

### LOW GRANDFALLS :

#### 平面図:

縮尺; 1/1000  
面積; 約5km<sup>2</sup>

#### 縦横断面図:

縮尺; V=1/500 H=1/500  
横断測量線間隔; 標準部最大50m  
横断測量点間隔; 標準部約10m  
DAM; 延長約3km(平均幅約400m)  
SPILLWAY; 延長約1km(平均幅約300m)  
WATERWAY; 延長約1km(平均幅約250m)  
RIVER; 延長約1.5km(平均幅約300m)  
OTHERS; 延長約1km(平均幅約200m)

### MUTONGA :

#### 平面図:

縮尺; 1/1000  
面積; 約2km<sup>2</sup>

#### 縦横断面図:

縮尺; V=1/500 H=1/500  
横断測量線間隔; 標準部最大50m  
横断測量点間隔; 標準部約10m  
DAM; 延長約1km(平均幅約300m)  
SPILLWAY; 延長約1km(平均幅約300m)  
WATERWAY; 延長約0.5km(平均幅約250m)  
RIVER; 延長約1.0km(平均幅約250m)  
OTHERS; 延長約1km(平均幅約200m)

### HIGH GRANDFALLS :

#### 平面図:

縮尺; 1/1000  
面積; 約10km<sup>2</sup>

#### 縦横断面図:

縮尺; V=1/500 H=1/500  
横断測量線間隔; 標準部最大50m  
横断測量点間隔; 標準部約10m  
DAM; 延長約5km(平均幅約600m)  
SPILLWAY; 延長約2km(平均幅約300m)  
WATERWAY; 延長約1.5km(平均幅約250m)

RIVER;	延長約2km(平均幅約300m)
OTHERS;	延長約2km(平均幅約200m)

6. 地質調査に係わる状況

下記のような調査／成果品が必要と考えられる。

地質図作成  
ボーリング調査  
地震探査  
材料調査／試験

このうち、ボーリング調査と地震探査を、現地の会社が実施する可能性が高い。  
下記の2社が代表的な会社と聞き調査した。

\* SKANSKA

スウェーデンに本社がある施工の総合会社であり、ボーリング等の地質調査も実施する。実績から判断して、信頼性が高いと判断した。TANA川の水力発電プロジェクトでは、GITAUとKIAMBEREにOne Contractorとして入っており、関係者からの評価は高い。実際、SKANSKAが建設した、Kiamberの地下発電所の現場を見て、その掘削状況から、技術レベルの高さを確認した。

\* MOWLEM INTERNATIONAL

英国の建築及び土木施工の会社の海外部門の会社である。施工はもちろん、地質調査においてもその実績から、十分に信頼出来ると判断した。JICAの他、日本の会社から受注した、地質調査の実績も十分ある。(TANA DELTA IRRIGATION, MAGWAGWA, SONDU MIRIU, MWEA等)

調査内容については、参考例ではあるが、次のようになるもの考える。

STAGE 2のDEFINITIVE PLAN STUDYの結果により、DAM SITEが設定され、各種の条件も設定される事と、本来地質専門家による現地踏査及び資料分析により検討されるべきものなので、現時点で条件と数量を出す事は難しいが、参考値として標準的な条件を考えて、示しておくものとする。

但し、下記の調査は、STAGE 2で選定される1ヶ所のサイトについて行われるものとする。

LOW GRANDFALLS :

平面図:

縮尺;	1/1,000
面積;	約5km <sup>2</sup>

#### CORE DRILLING

本数(河床部); 2本  
平均深さ(河床部); 約80m  
地質(河床部); 玉石混じり土砂0~5m  
硬岩5m以下

本数(斜面部); 4本  
平均深さ(斜面部); 約50m  
地質(斜面部); 礫混じり土砂0~5m  
軟岩5~20m  
硬岩20m以下

DIAMETER; 66mm  
標準貫入試験(岩盤層を除く); 平均1m深度毎  
透水試験(ルジオンテスト); ステージ長5m

#### 物理探査

測線; DAM SITE L=1KM、4本  
測線; その他(SPILLWAY, QUARRY, BORROW AREA等)  
L=0.5KM、4本  
受振点間隔; 5m

#### 材料調査

EARTH (CORE) MATERIAL及びROCK MATERIALのためのTEST PITTING, TRENCH CUT, AUGER BORING, SAMPLING, 及びLABORATORY TEST(コンサルタントの地質技術者が現地を踏査して調査内容等を決める事になる。)

ROCKFILL (EMBANKMENT VOLUME: 6 MCM)

#### MUTONGA :

平面図:  
縮尺; 1/1,000  
面積; 約2km<sup>2</sup>

#### CORE DRILLING

本数(河床部); 2本  
平均深さ(河床部); 約40m  
地質(河床部); 玉石混じり土砂0~2m  
軟岩2~10m  
硬岩10m以下

本数(斜面部); 2本  
平均深さ(斜面部); 約50m  
地質(斜面部); 礫混じり土砂0~2m  
軟岩2~25m  
硬岩25m以下

DIAMETER; 66mm  
標準貫入試験(岩盤層を除く); 平均1m深度毎  
透水試験(ルジオンテスト); ステージ長5m

物理探査

測線; DAM SITE L=0.5KM、4本  
測線; その他(SPILLWAY, QUARRY, BORROW AREA等)  
L=0.5KM、4本  
受振点間隔; 5m

材料調査

EARTH (CORE) MATERIAL及びROCK MATERIALのためのTEST PITTING, TRENCH CUT, AUGER BORING, SAMPLING,及びLABORATORY TEST(コンサルタントの地質技術者が現地を踏査して調査内容等を決める事になる。)

ROCKFILL ( EMBANKMENT VOLUME: 1 MCM)

HIGH GRANDFALLS :

平面図:

縮尺; 1/1,000  
面積; 約 10km<sup>2</sup>

CORE DRILLING

本数(河床部); 2本  
平均深さ(河床部); 約120m  
地質(河床部); 玉石混じり土砂0~5m  
硬岩5m以下

本数(斜面部); 6本  
平均深さ(斜面部); 約60m  
地質(斜面部); 礫混じり土砂0~5m  
軟岩5~25m  
硬岩25m以下

DIAMETER; 66mm  
標準貫入試験(岩盤層を除く); 平均1m深度毎  
透水試験(ルジオンテスト); ステージ長5m

物理探査

測線; DAM SITE L=1.5KM、4本  
測線; その他(SPILLWAY, QUARRY, BORROW AREA等)  
L=0.7KM、4本  
受振点間隔; 5m