


国際協力事業団  
ケニア共和国  
エネルギー省

ムトンガ/グラントフォールズ水力発電計画調査

最終報告書

要約

平成10年3月

LIBRARY  
  
J 1142336 (5)

日本工営株式会社  
株式会社 バスコインターナショナル

鉦調資  
J R  
98-034

ムトンガ/グラントフォールズ水力発電計画調査  
最終報告書  
要約  
平成10年3月  
J 1142336 (5)  
17  
13  
71



国際協力事業団  
ケニア共和国  
エネルギー省

ムトンガ/グランドフォールズ水力発電計画調査

## 最終報告書

### 要約

平成10年3月

日本工営株式会社  
株式会社 パスコインターナショナル



1142336(5)

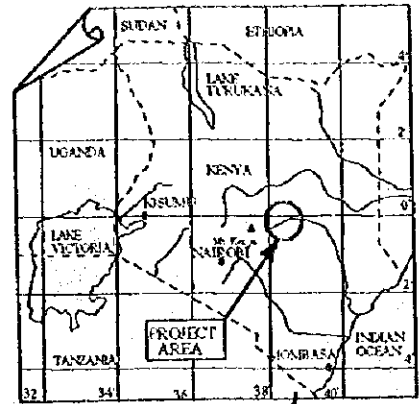
本報告書に用いた外貨交換率は次のとおりである。

US\$ 1.00 = KShs. 54

¥ 1.00 = KShs. 0.45

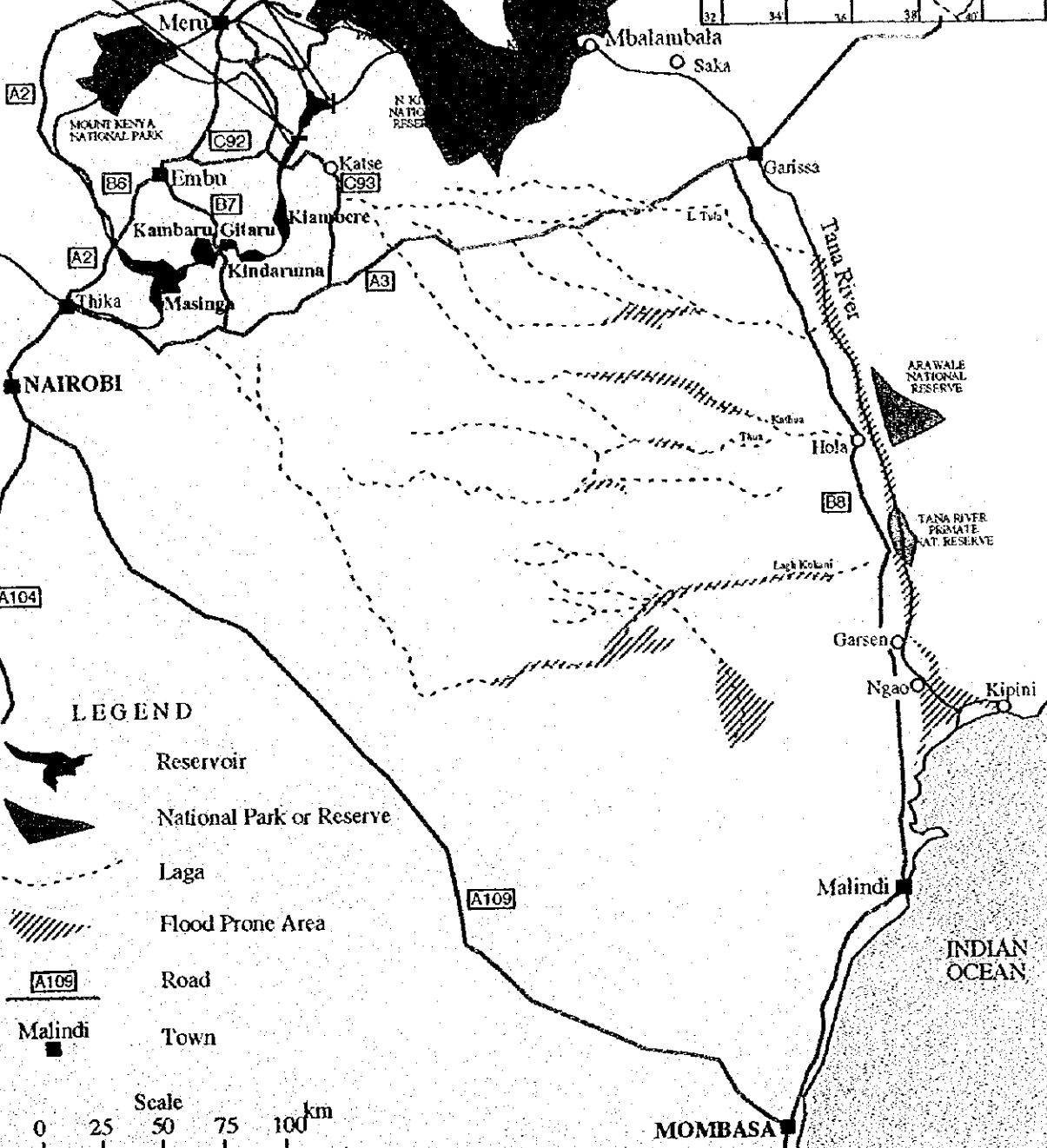
(1997年6月現在)

Kenya Map



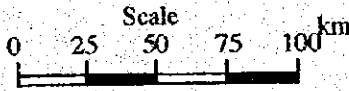
Low Grand Falls

Mutonga

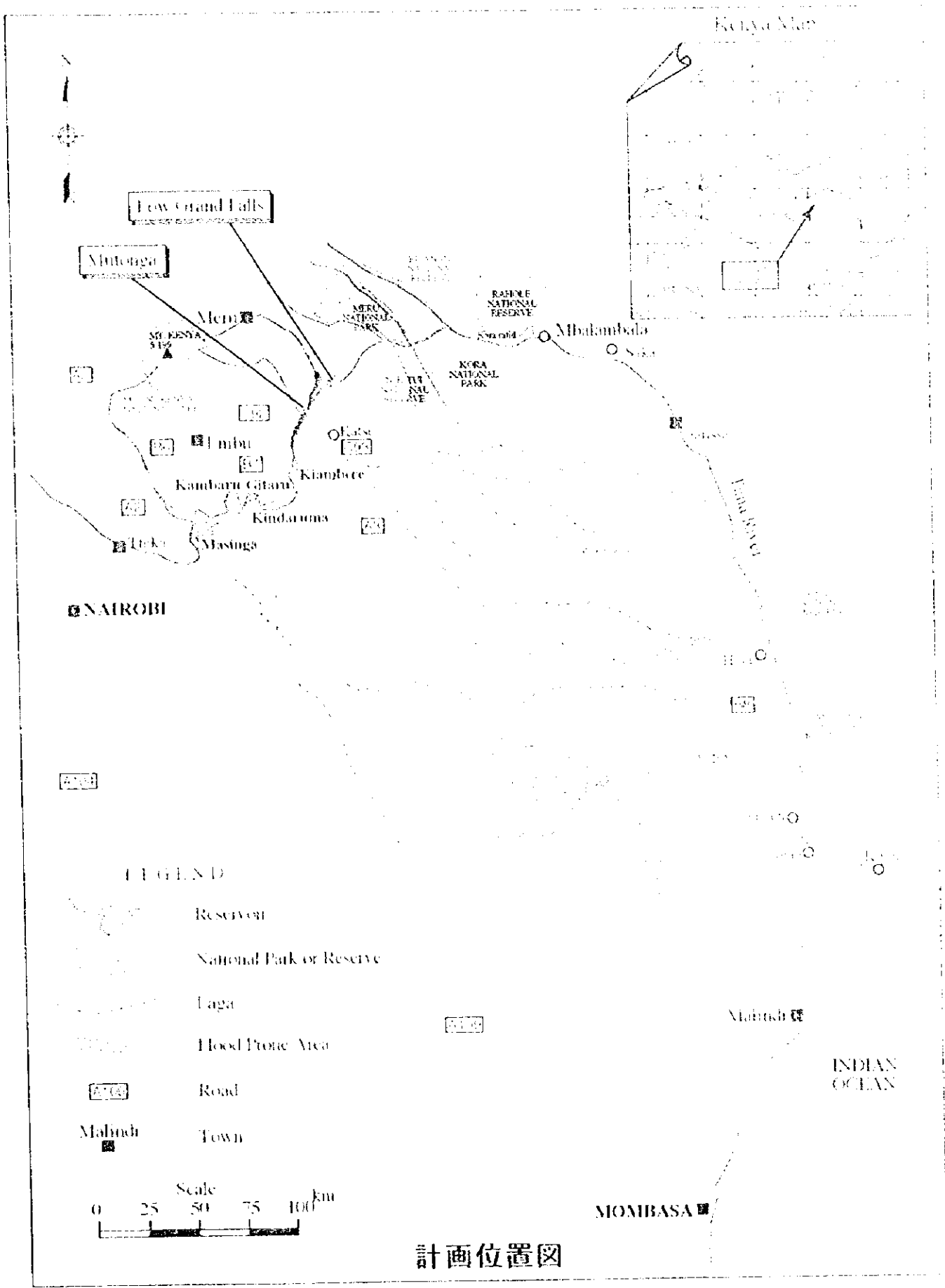


LEGEND

- Reservoir
- National Park or Reserve
- Laga
- Flood Prone Area
- Road
- Town



計画位置図



計画位置図





JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
REPUBLIC OF KENYA  
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

グランドフォールズダム計画地点  
より約4km上流の滝

写真1



# 計画の基本諸元

## 低グラントフォールズ計画

## ムトンガ計画

### 1. 水文及び貯水池

- 流域面積	17,234 km <sup>2</sup>	15,365 km <sup>2</sup>
- 年間平均流量	173 m <sup>3</sup> /sec	157 m <sup>3</sup> /sec
- 常時満水位(FSL)	EL. 512.0 m	EL. 550.0 m
- 最低運転水位(MOL)	EL. 491.4 m	EL. 538.5 m
- 総貯水池容量	12.61 億 m <sup>3</sup>	1.32 億 m <sup>3</sup>
- 有効貯水池容量	9.55 億 m <sup>3</sup>	8.5 千万 m <sup>3</sup>
- ダム設計洪水	5,400 m <sup>3</sup> /sec	4,000 m <sup>3</sup> /sec
- 異常洪水	12,800 m <sup>3</sup> /sec	10,900 m <sup>3</sup> /sec
- 仮排水路設計洪水	2,800 m <sup>3</sup> /sec	1,600 m <sup>3</sup> /sec

### 2. 出力

- 設備容量	140 MW (70 MW x 2 台)	60 MW (30 MW x 2 台)
- 最大使用水量	227.6 m <sup>3</sup> /sec	175.0 m <sup>3</sup> /sec
- 有効水頭	69 m	39 m
- 保障出力	134 MW	58 MW
- 年間発生電力量	715 GWh/年	337 GWh/年

### 3. 主要構造物

#### (1) 仮排水路

- 仮排水路トンネル	2 条 x 内径10.5 m x 長さ630m 及び760 m	1 条 x 内径10.5 m x 660 m
------------	------------------------------------	------------------------

#### (2) 主ダム

- ダム型式	複合ダム(コンクリート及 ロックフィルダム)	コンクリートダム
- ダムの天端高さ	EL. 516.5 m	EL. 555.0 m
- ダム高さ	90 m	60 m
- ダム堤体積		
コンクリートダム	1,200,000 m <sup>3</sup>	420,000 m <sup>3</sup>
ロックフィルダム	2,900,000 m <sup>3</sup>	-

#### (3) 洪水吐き

- 型式	ゲート式	ゲート式
- 水門	6 門 x 幅15.0 m x 高さ15.5 m	4 門 x 幅17.5 m x 高さ16.0 m
- 減勢工	水没式バケット型	減勢池

低グラントフォールズ計画

ムトンガ計画

(4) 人工洪水/土砂放流設備		
- 本数	2 条	2 条
- 型式	鉄管路, 幅5.0m x 高さ5.0 m	鉄管路, 幅5.0m x 高さ5.0 m
- 水門	高圧ローラーゲートと予備ゲート	高圧ローラーゲート、下流ラジアルゲートと予備ゲート
(5) 水路		
- ゲート型式	選択取水ゲート	スルースゲート
- 鉄管の内径	内径5.4 m x 長さ90 m	内径4.7 m x 59 m
(6) 発電所		
- 型式	地上式	地上式
- 寸法	幅32mx長さ60mx高さ50m	幅30mx長さ49m高さ44m
(7) 発電設備		
- 最大使用水量	227.6 m <sup>3</sup> /sec	175.0 m <sup>3</sup> /sec
- 有効落差	69 m	39 m
- 水車	フランス型	フランス型
- 発電機	3相準傘型軸同期、 静止励磁型	3相準傘型軸同期、 静止励磁型
- 台数	2 台	2 台
- 定格出力	2x70,000 kW	2x30,000 kW
(8) 送電線		
- 電圧	220 kV 2 回線45km	220 kV 2 回線4 km
- 電線のサイズ	Canary (ACSR 460 mm <sup>2</sup> )	Canary (ACSR 460 mm <sup>2</sup> )

4. 建設期間

- 設計及び入札	3 年	1 年 (低グラントフォールズ工事期間中)
- 本体工事	5 年	4.5年 (低グラントフォールズと半年オーバーラップ)
低グラントフォールズ及びムトンガ		12 年

5. 建設工事費

(US\$ 百万、1997年6月基準)

- 建設工事費 (物価上昇による予備費を除く)	381.6	184.3
合計		565.9
(低グラントフォールズ及びムトンガ)		
- 建設工事費 (物価上昇による予備費を含む)	444.5	234.9
合計		679.4
(低グラントフォールズ及びムトンガ)		

## 目 次

位置図及び写真  
計画の基本諸元

	<u>Page</u>
要約	
本計画.....	S-1
調査の目的.....	S-1
作業進捗.....	S-2
本計画の位置.....	S-3
環境評価.....	S-4
電力調査.....	S-5
最適開発計画.....	S-7
予備設計.....	S-9
工事工程及び工事費.....	S-10
プロジェクト評価.....	S-12
追加環境調査.....	S-13

## 付 表

表 S.1 借款の返済計画

## 付 図

- 図 S.1 タナ川沿の既存及び計画の発電所
- 図 S.2 全体作業工程
- 図 S.3 計画地域近傍地図
- 図 S.4 計画流域内の等雨量線
- 図 S.5 観測値と計算値の日流量に基づく4F13における流況図
- 図 S.6 ムトンガ/低グラントフォールズダムサイトの洪水波形（上流ダムがない場合）
- 図 S.7 貯水池周辺の地質
- 図 S.8 ムトンガダムサイトの地質縦断図
- 図 S.9 低グラントフォールズダムサイトの地質縦断図
- 図 S.10 ムトンガ/低グラントフォールズ貯水池の特別管理地域（SMZ）
- 図 S.11 電力需要予測
- 図 S.12 2012年における電力系統図
- 図 S.13 プロジェクトの一般配置図
- 図 S.14 低グラントフォールズ計画一般平面図
- 図 S.15 低グラントフォールズ計画上流面図及び標準断面図
- 図 S.16 低グラントフォールズ計画人工洪水と土砂放流設備及び発電所
- 図 S.17 ムトンガ計画一般平面図
- 図 S.18 ムトンガ計画上流面図及び標準断面図
- 図 S.19 ムトンガ計画人工洪水と土砂放流設備及び発電所
- 図 S.20 施工計画
- 図 S.21 長期電力開発計画
- 図 S.22 追加環境調査のスケジュール

# 本 文

## 要 約

### 本計画

1. タナ川は、ケニア国最大の河川であり、また最も重要な河川である。タナ川は年間 37.4 億 m<sup>3</sup>の流量を流出し、ケニア国に於ける年間流出量の約 19% を占める。タナ川流域の水は都市用水及灌漑用水に利用され、年間 1.75 億 m<sup>3</sup>を都市用水に 23 億 m<sup>3</sup>を灌漑用水に供給しており、ケニア全体の各々29%と 19%を占める。

タナ川での水力発電開発は、1968 年に完成したキングダルマ(設備容量 44 MW)より開始し、他 4 箇所の発電所カンプル(94.2MW 1975 年完成)、ギタル(145 MW 1978 年完成)、マシंगा(40 MW1981 年完成)、キャンベレ(140 MW1988 年完成)ダム・発電所が建設されている。また、比較的小規模の発電所ワンジイ(7.4 MW)及タナ(14.4MW)がタナ川上流の支流で開発されている。同流域内の既存水力発電所の総発電設備容量は 489 MW に達しており、ケニア電力系統内の総発電設備容量の内 61%を占める。また年間発生電力量は、最小年間発生電力レベルで 2,800 GWh である。タナ川での水力発電開発および河川縦断を図 S.1 に示す。

2. 本計画はキャンベレダム渓谷の下流における水力発電ポテンシャルを開発することを目的としたものである。これ迄種々のマスタープラン調査が行われており 1) キャンベレ開発計画フィージビリティ調査(1980 年)、2) 全国電力開発計画 (1987 年及び 1992 年、国連開発計画/世界銀行)及 3) 全国水資源基本計画調査 (1992 年、JICA)が実施されている。

### 調査の目的

3. ケニア国政府は、自国のエネルギー及水資源開発政策、即ち自国内のエネルギー資源開発及主要食糧作物の自給達成の観点から、ムトンガノグランドフォールズ水力発電計画を開発することを考え、日本政府に実施可能性調査の為の技術協力を要請した。

4. ケニア政府の要請に応え、日本政府は 1993 年 8 月に国際協力事業団の職員より構成されたミッションをケニアに派遣し、相手方機関であるタナ・アティ川開発公団 (TARDA) と、調査の作業範囲 (Scope of Works) を討議した。作業範囲指示書は、水力発電エネルギーの開発と灌漑及都市用水への水供給、更に洪水調節に貢献することを考慮し、以下の 4 開発計画案を比較検討することを計画した。

- ムトンガダム単独開発
- 低グランドフォールズダムの単独開発
- ムトンガダムと低グランドフォールズダムの両ダムの開発
- 高グランドフォールズダムの単独開発

また、調査は次の3ステージに分けられた。

ステージ1： 初期環境影響評価

ステージ2： 代替案選定／プレフィージビリティ調査

ステージ3： 選定された最適案に対するフィージビリティ調査

本調査の目的は、ムトンガ／グランドフォールズ水力発電計画の技術的・経済的に最適な開発計画案を策定することである。また調査の目的は、ダム建設によるダム近郊の環境への影響だけでなく下流環境への影響を含み、広義の環境影響を調査することであった。

### 作業進捗

5. 図S.2に調査の全体工程を示す。ステージ1調査は、1994年2月に開始し調査団をケニア国に派遣した。初期環境影響評価を実施し1994年8月に初期環境影響評価報告書を提出した。第1回ワークショップを1994年9月13日から16日までエンブで開催し初期環境影響評価結果につき討議し、今後の環境調査をどのように実施するか話し合われた。

6. ステージ2調査は、1994年9月に開始し代替案選定の為のプレフィージビリティ調査をおこなった。進捗報告書(1)は、代替案選定とプレフィージビリティ調査の結果、低グランドフォールズダムとムトンガダムの両ダムの開発を選定した。第2回ワークショップを1995年3月20日から22日までナイロビで開催し、プレフィージビリティ調査の結果につき討議した。

7. ステージ3調査は1995年4月に開始した。ステージ3調査はパート1及パート2の二つのパートに分かれ実施された。パート1調査は地形測量、地質調査、送電線調査および規模の最適化検討からなっていた。またパート2調査は予備設計、工事工程及工事費算定およびプロジェクト評価から成っていた。水文解析はフィージビリティ調査レベルに見直された。調査検討結果は中間報告書(1995年3月)と進捗報告書(2)(1996年11月)に纏められ提出され、1997年6月13日から17日に開催されたステアリングコミッティで説明討議され、了承された。ステージ3パート2調査は1997年7月に開始され、10月に最終報告書(案)を提出した。

第3回ワークショップは、1998年1月26日から29日迄ナイロビ市で開催し、最終報告書(案)の技術・上流環境・下流環境につき討議し、協議録にまとめられた。また、ステアリングコミッティが1998年1月20/21日と2月2/3日開かれ、最終報告書(案)の技術／経済・財務／環境評価につき調査団より説明され、質疑応答を行った。2月4日第3回ワークショップの協議録を確認し、ステアリングコミッティと調査団の間で議事録を交わした。

## 本計画の位置

### (1) 開発地点

8. ケニア国で最大河川であるタナ川は、ケニア山とニャンダルア山脈を源流としている。タナ川の集水面積は 100,000 km<sup>2</sup>、河川長約 1,000km であり標高 3,999m のオル-ドリinja山を最高峰とするケニア高地からインド洋に流れる。

ムトンガ/グランドフォールズ水力発電計画はキャンベレ発電所 25km と 50km 下流に位置し、ナイロビの北東約 150km に位置する。ムトンガダムサイトはタナ川とムトンガ川(タナ川の主溪流)との合流直下流に位置する。またグランドフォールズダムはグランドフォールズ急流より 4 km 下流に位置する。プロジェクトの位置を図 S.3 に示す。

タナ川はグランドフォールズから 100km 流下しコラ急流に到達する。河床標高はグランドフォールズダムサイトで 450m コラ急流で 200m であり約 250m の落差をつくる。その後、タナ川は氾濫原を 700km 流下した後インド洋に流れ込む。タナ川の河川幅は約 100m であり、氾濫原を 3 km から 4 km の幅を持ち流下する。

### (2) 気象水文

9. タナ川流域の気温は、最低でケニア山における零度から最高でデルタ地帯の 40℃ まで変化する。月平均気温は、プロジェクト近郊のマリマンテで最高気温 32 度から最低気温 20℃ に変化し、日時気温は 24℃ から 31℃ まで変化する。

10. タナ川流域の降雨量はケニア山周辺の山岳地帯で年間 2,000mm を超え、ガリッサ地点で 300mm 以下である。計画流域の年間雨量の分布は、流域内外 160 地点の雨量観測所により分類でき、年降雨等雨量線を図 S.4 に示す。これによるとプロジェクト流域の北部及西部地域では 2,000mm を超す多量地域があることがわかるが、マシंगाダム下流の右岸では 800mm 以下に減少していることが分かる。流域の年間平均雨量は 1,250mm である。

11. プロジェクトの流域面積は、グランドフォールズダムサイトで 17,234km<sup>2</sup> である。ムトンガ/グランドフォールズダムサイトにおける長期日流量をタンクモデルにより算定した。その結果 1957 年から 1990 年までの 37 年間のムトンガ/グランドフォールズダムサイトにおける年平均流量は 157m<sup>3</sup>/sec と 173m<sup>3</sup>/sec と算定された。既存水位観測所 4F13(グランドフォールズダムサイト)における日単位流況曲線を図 S.5 に示す。

12. プロジェクトの高水解析を貯留関数法により実施し、ムトンガ/グランドフォールズダムサイトにおける洪水波形を推定した。その結果ムトンガ/グランドフォールズダムサイトにおける洪水ピーク流量は、200 年確率で 4,000 m<sup>3</sup>/sec と 4,500m<sup>3</sup>/sec と算定された。また 10,000 年確率洪水で 10,900 m<sup>3</sup>/sec と 12,800 m<sup>3</sup>/sec と算定された。推定された洪水波形を図 S.6 に示す。



13. ムトンガ/グランドフォールズ貯水池における年平均堆砂量は、浮遊土砂測定地点での流量-流砂量関係式を作成し1957年から1990年までの37年間の日流量を基に算定した結果、年平均堆砂量は2.62百万m<sup>3</sup>/年であり、これを流域浸食率に換算すると0.152mm/km<sup>2</sup>となる。

14. ムトンガ/グランドフォールズ計画のダム及び貯水池地域はタナ川の中流域に位置しており、ケニア地域の地質の最古の基盤を成す先カンブリア紀の変成度の高い片麻岩(変成岩)から成っている。ダム設計に関して考慮すべき顕著な断層構造は、貯水池域及びダムサイト域において確認されていない。図S.7にプロジェクト内の地質を表わす。

15. ダムサイトの中一弱風化片麻岩は、中硬岩-硬岩(CM-CH-B)であり、ムトンガダム及びグランドフォールズダム両者の基礎岩盤として十分な強度を持っている。岩盤の風化が深部にまで及んでいるために、場所によっては10m以上の比較的深い掘削が両ダムの基礎掘削として必要となるであろう。上記片麻岩は一般に透水性が低い、基礎処理工(カーテングラウト及びコンソリデーショングラウト又はブランケットグラウト)は両ダムの基礎に必要である。図S.8とS.9にムトンガと低グランドフォールズダムサイトの地質縦断面図を示す。

16. 地震解析の結果は、(a)ムトンガ/グランドフォールズ計画の設計震度は、0.10gが妥当であろうこと、(b)貯水池に起因する地震(RIS)に関しては特別な考慮は必要無いであろうことを示唆した。

## 環境評価

17. 環境影響調査は、プロジェクトの建設による環境への影響を評価するために実施した。環境影響調査は、1)移転、2)貯水池環境、3)下流環境及人口、4)洪水及土砂の下流放流、5)下流河床低下、6)送電線の調査から構成されていた。調査の結果、貯水池周辺3kmに“特別管理地域(SMZ)”を設定しその中に貯水池内住民の移転をすること、またタナ川の下流環境の劣化に対する改善対策を以下の様に提案した(環境評価要約を参照)。

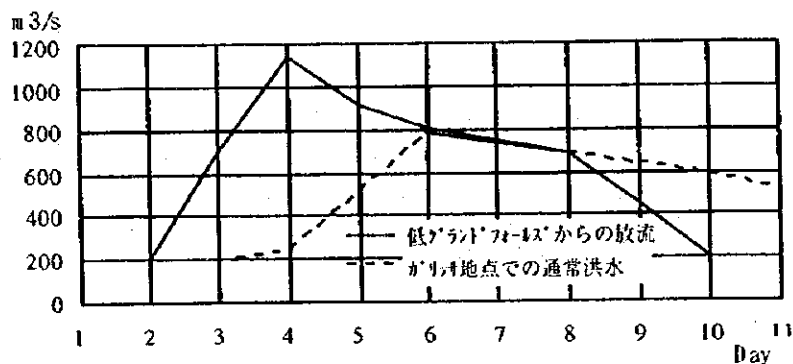
### 移転

貯水池周辺100m幅の緩衝ゾーンを“重点管理地域”とし、貯水池へのアクセスを管理し貯水池を保護することとした。また貯水池内及周辺100mの外周に3km幅の“特別管理地域(SMZ)”を設け、貯水池内及び緩衝ゾーン内の住民移転の大多数をこの中に行うものとした(参照図S.10)。調査検討の結果、2005年に於いて、ムトンガ/グランドフォールズ貯水池内からの移転は1,017家屋6,125人に及ぶと推定された。貯水池内及周辺100mの緩衝ゾーンの土地収用面積は10,600ha、移転費用はKShs. 332百万と推定された。

また、移転を実施する際、移転組織委員会を設置し移転計画及びプログラムを準備し適切な移転管理を実施することが必要である。

#### - タナ川下流環境

タナ川下流環境の生態系と生産系は、年2回発生する通常洪水に大きく依存している。既存の上流5ダム群は、通常の洪水の発生頻度を減少させ、下流環境の劣化に影響を与えている。年2回発生する通常の洪水を維持する対策を持たないダムの建設は、下流環境の劣化を促進する。下流環境の劣化を防止しかつ現状よりも状況を改善するために、通常洪水と土砂放流設備をダム堤体に設置し、かつ制御された洪水を下流に放流する事が必要となる。検討の結果、年2回の通常洪水は、グランドフォールズ下流200kmのガリッサ地点においてピーク流量785m<sup>3</sup>/sec、洪水総量3.9億m<sup>3</sup>と推定され、グランドフォールズ地点で下図に示すように1,100m<sup>3</sup>/sec 4.9億m<sup>3</sup>の人工洪水の放流をおこなうことにより再現可能であることが分かった。



人工洪水は、ガリッサ上下流の氾濫原を一定期間冠水することにより、環境の維持および経済活動のレベルを維持することが可能である。また、人工洪水により下流環境の劣化を防止し、かつ現状よりも状況を改善することが可能となる。従って、人工洪水放流設備を持つ本計画の建設は、発電便益に追加し下流環境へプラスの影響をもたらすことになる。

### 電力調査

18. ケニアは国全体の電力系統は、次の6地域に区分して電力を供給している。

- 1) ナイロビ地区
- 2) 海岸地区
- 3) 中央リフトバレー地区
- 4) 西地区
- 5) ケニア山岳地区

6) 北リフトバレー地区

1995/96年のケニア電力電灯会社 (KPLC) の総販売電力量は 3,269GWh であったが、Nairobi region の販売量は 1,785GWh、Coast region は 719GWh であった。即ち、総販売量の約 75% が Nairobi と Coast region で消費されている。

1996/97年現在、全国の電力系統に接続されている総発電設備容量は 777.6M であった。また、系統に接続されていない発電設備容量 9MW による電力およびウガンダからの輸入電力が供給されている。

発電設備の中では、水力発電設備が大きなシェアを占め、総設備容量の内 77%、有効発電容量の 80%、1996/97年における年間発電電力量の 81% が水力発電によるものであった。次表は 1996/97年における年発電電力を発電型式別に纏めたものである。

発電設備	設備容量 (MW)	有効容量 (MW)	年間発電電力量 (GWh)
水力	601.3	571.1	3,353.6
火力	119.0	86.0	373.7
地熱	45.0	45.0	392.8
ディーゼル (系統内)	12.3	12.0	9.6
ディーゼル (単独)	9.0	-	22.0
ウガンダからの輸入	30.0	0.0	143.8
風力	0.6	0.4	0.5
合計	817.2	714.5	4,296.0

19. 電力需要予測調査を高成長、基準及び低成長の三つのシナリオに対し実施した(図 S.11 参照)。基準シナリオは、1995/96-2019/20年の期間の電力量の伸びが年平均 6.0%、最大電力の伸びが 6.2% で推移しており、安定した成長を維持している。

20. プロジェクトの建設工事工程に合うように、送電線は二つのフェイズに分けて建設される。低グランドフォールズ発電所から既設キャンベレ発電所間の 2 回線 220kV 送電線は、低グランドフォールズ発電所建設中に設置される。またムトンガ発電所から分岐する送電線は、ムトンガ発電所建設中に設置される。プロジェクト内の送電線を図 S.13 に示す。

電力潮流解析の結果、2008年運転開始時の低グランドフォールズ発電所により発電される電力は、既存キャンベレダンロラ間 2 回線送電線と実行中のキャンベレンバカシ 220kV 1 回線送電線により、主にナイロビへ送電される(参照図 S.12)。

また、2012年ムトンガ発電所運転開始時は、ムトンガ発電所で発電した電力を需要地であるナイロビへ送電するために、上記の 3 回線に追加して 220kV 1 回線送電線が必要となる(参照図 S.12)。

## 最適開発計画

21. 本計画はタナ川の水力ポテンシャルを開発し、更にタナ川下流域の灌漑及び都市用水への水供給をするものである。発電開発の観点から開発計画案を検討した結果、経済指標は低グランドフォールズ+ムトンガ計画（低グランドフォールズ計画を始めに建設し次にムトンガ計画を建設する）が、純便益を最大にし且つ内部収益率を最大にする最適開発計画であることが明らかになった。次表が比較検討案の検討結果である。

項目	比較検討案			
	ムトンガ	低グランドフォールズ	低グランドフォールズ+ムトンガ	高グランドフォールズ
建設費(経済費用)(百万US\$)	187.7	362.5	550.2	673.4
設備容量 (MW)	60	140	200	200
保障出力 (MW)	58	134	192	197
年間発生電力 (GWh/yr)	337	715	1,052	1,108
純便益 (百万US\$)	20.2	54.0	67.7	-99.7
内部収益率 (%)	13.4	13.8	13.8	10.1
単位発電費用 (US¢ /kWh)	8.1	7.9	7.9	11.0

更に、逆の建設順序（ムトンガ計画を始めに建設し低グランドフォールズ計画を建設する）について経済比較をした結果、US\$48.8百万の純便益（割引率12%）及び13.4%の内部収益率が得られ、正規の開発順序に比べ低い経済指標を示した。また、低グランドフォールズダムの嵩上げ案についても検討した結果、これもUS\$36.6百万の純便益（割引率12%）及び13.2%の内部収益率となり低い値を示した。

22. 本計画は、下流域に灌漑及び都市用水を供給することにより追加の効果をもたらす。ダムで調整された水を供給することにより灌漑面積が増え、灌漑便益をプロジェクトにもたらす。2020年における上流での水需要を差し引き、下流の灌漑地域の作付けに対する水供給のパターンを考慮し、グランドフォールズダム地点からの河川流量を使用し、低グランドフォールズダム及び高グランドフォールズダムにつき貯水池模擬運転をした。その結果、低グランドフォールズダム及び高グランドフォールズダムの建設による増加する灌漑面積は19,000haおよび41,000haと算定された。またこの場合、低グランドフォールズ+ムトンガ計画の保障出力及び年間発生電力量は48MW及び912GWh/年と算定され、高グランドフォールズ計画については32MW及び968GWh/年となった。

上記の貯水池模擬運転結果を基に経済比較を実施した結果、US\$4.5百万の純便益及び12.1%の内部収益率を持つ低グランドフォールズ+ムトンガ計画が高グランドフォールズ計画（純便益：US\$-88.7百万、内部収益率：10.6%）より経済的であることが分かった。

更に、都市用水への水供給による追加効果を検証した結果、低グランドフォールズ+ムト

ンガ計画による単位水当たりの費用 (1.35US¢/m<sup>3</sup>)が、高グランドフォールズ計画 (3.04US¢/m<sup>3</sup>)より低いことが明らかになり経済的であることが分かった。

23. 環境影響調査は、下流環境の改善と川床低下防止のため年2回通常洪水と土砂の放流を推奨している。年2回通常洪水を下流に放流した場合、発電に使用する水量から人工洪水に必要な流量が差し引かれるため、電力と電力量は減少する。低グランドフォールズ及びムトンガ計画と高グランドフォールズ計画につき貯水池模擬運転をした結果、保障出力及び年間発生電力量は136MW及び871GWh/年と推定され、高グランドフォールズ計画については178MW及び962GWh/年と見積もられた。これを基に経済比較をした結果、次表の通りに纏められた。

項目	単位	低グランドフォールズ+ムトンガ	高グランドフォールズ
保障出力	MW	136.4	178.4
年間発生電力	GWh/yr	870.9	962.3
年間電力便益	百万US\$	78.0	89.5
費用の現在価値	百万US\$	387.9	514.1
便益の現在価値	百万US\$	352.2	376.7
便益/費用		0.91	0.73
便益-費用	百万US\$	-35.7	-137.4
内部収益率	%	11.0	9.4

低グランドフォールズ+ムトンガ計画及び高グランドフォールズ計画とも割引率12%で負の純便益が示される、しかし11.0%の内部収益率をもつ低グランドフォールズ+ムトンガ計画が9.4%の内部収益率の高グランドフォールズ計画よりも経済的に優良であることが明らかになった。

24. ダムの操作水位及び設備容量の最適化及び比較検討の結果、本計画の基本諸元は以下の通りに決定された。

項目	低グランドフォールズ計画	ムトンガ計画
- 常時満水位 (FSL):	EL. 512.0 m	EL. 550.0 m
- 最低運転水位 (MOL):	EL. 491.4 m	EL. 538.5 m
- 有効貯水容量	955 百万m <sup>3</sup>	85 百万m <sup>3</sup>
- 設備容量	140 MW (70 MW x 2台)	60 MW (30 MW x 2台)
- 保障出力	134 MW	58 MW
- 年間発生電力量	715 GWh/年	337 GWh/年
- 最大使用水量	227.6 m <sup>3</sup> /sec	175.0 m <sup>3</sup> /sec

## 予備設計

25. フィージビリティレベルで実施した低ランドフォールズ計画及びムトンガ計画の予備設計の結果、以下の通り纏められる。尚、計画の一般平面を図 S. 13 に示す。

構造物	低ランドフォールズ計画 (参照図 S. 14 から S. 16)	ムトンガ計画 (参照図 S. 17 から S. 19)
(1) 仮排水路	2条 x 内径 10.5 m トンネル	1条 x 内径 11.0 m トンネル
(2) ダム	高さ 90m コンクリート及ロック フィルダムの複合ダム	高さ 60m コンクリートダム
(3) 洪水吐き	幅 105m ゲート付及水没バケッ ト型減勢工	幅 79m ゲート付及減勢池型減勢 工
(4) 人工洪水 及土砂放水設備	2条 x 幅 5.0m x 高さ 5.0m スチ ールコンジットおよび高圧ロー ラーゲートと予備ゲート付	2条 x 幅 5.0m x 高さ 5.0m スチ ールコンジットおよび高圧ロー ラーゲート、下流ラジアルゲー トと予備ゲート付
(5) 水路	内径 5.4 m x 長さ 90m 水圧鉄管	内径 4.7 m x 長さ 60m 水圧鉄管
(6) 発電所	地上式 (幅 32m x 長さ 60m x 高さ 50m)	地上式 (幅 30m x 長さ 49m x 高さ 44m)
(7) 発電設備		
- 最大使用水量	227.6 m <sup>3</sup> /sec	175.0 m <sup>3</sup> /sec
- 有効落差	69 m	39 m
- 水車	フランシス型	フランシス型
- 発電機	3相準傘型軸同期、静止励磁型	3相準傘型軸同期、静止励磁型
- 台数	2台	2台
- 定格出力	2x70,000 kW	2x30,000 kW
(8) 送電線	2回線 220 kV ACSR 460 mm <sup>2</sup>	2回線 220 kV ACSR 460 mm <sup>2</sup>

26. 特に、低ランドフォールズ及びムトンガ計画のコンクリートダムは、下流放流設備を設置し、貯水位 504.0m から最低水位 491.4m までの間 4.9 億 m<sup>3</sup> の貯水容量を利用し下流放流を実施する。また放流設備は砂および磷酸塩及び有機物を含む浮遊砂を下流に放流することも可能である。人工洪水放流操作は年 2 回雨期の開始時期 (4 月及び 11 月) に貯水池に流下してくる土砂を効果的に放流することで実施される。図 S. 16 及び S. 19 に低ランドフォールズ及びムトンガダムの放流設備を示す。

## 工事工程及び工事費

27. 低グラウンドフォールズ及びムトンガ発電計画の建設工事は、各々4パッケージに分けて、入札参加資格制度付国際競争入札により選定された請負業者によって、実施されるものとして計画した。4パッケージは、以下の様に分けられる。

- 1) 仮設工事を含む土木工事
- 2) 水門・鉄管工事
- 3) 発電設備工事
- 4) 送電線・変電設備工事

28. このフィージビリティ調査終了後に融資アレンジを実施した後、1998年7月より2000年6月までの2年間追加環境調査を実施する。その後追加環境調査の結果を受けて、詳細設計の為の融資アレンジとコンサルタント選定をへて、詳細設計と入札書類の準備を2000年10月より2002年3月までの18ヵ月間実施する。詳細設計後工事監理のコンサルタント選定をへて、入札を2002年7月より2003年6月までの12ヵ月間実施する。低グラウンドフォールズ計画の工事は契約後2003年7月に開始し、2008年の7月運転開始すると計画した(工期60ヵ月)。またムトンガ計画は2008年1月着工2012年6月終了とした(工期54ヵ月)。両計画の全体工事期間は9年(工期108ヵ月)として工事実施計画を作成した(図S.20参照)。

29. 低グラウンドフォールズ計画の工事費総額は、物価上昇による予備費を除いた場合381.6百万米ドル、物価上昇による予備費を含んだ場合444.5百万米ドルである。工事費総括を次表にとりまとめた。

項目	外貨分 (1,000US\$)	内貨分 (1,000KShs.)	合計 (1,000KShs.)
直接工事費	228,738	4,248,173	16,600,050
土地収用	0	407,220	407,220
実施機関の工事経費	0	83,000	83,000
技術管理費	29,624	282,300	1,881,996
工事に対する予備費	21,709	463,959	1,636,234
合計(物価上昇分を除く)	280,071	5,484,652	20,608,500 (US\$ 381.6百万)
物価上昇分による予備費	62,849	0	3,393,832
合計(物価上昇分を含む)	342,920	5,484,652	24,002,332 (US\$ 444.5百万)

30. ムトンガ計画の工事費総額は、物価上昇による予備費を除いた場合 184.3 百万米ドル、物価上昇による予備費を含んだ場合 234.9 百万米ドルである。工事費総括を次表にとりまとめた。

項目	外貨分 (1,000US\$)	内貨分 (1,000KShs.)	合計 (1,000KShs.)
直接工事費	119,374	1,970,450	8,416,672
土地取用	0	89,402	89,402
実施機関の工事経費	0	42,083	42,083
技術管理費	10,312	98,264	655,112
工事に対する予備費	10,178	199,836	749,437
合計 (物価上昇分を除く)	139,864	2,400,035	9,952,706 (US\$ 184.3 百万)
物価上昇分による予備費	50,576	0	2,731,080
合計 (物価上昇分を含む)	190,440	2,400,035	12,683,786 (US\$ 234.9 百万)

低グラウンドフォールズ及びムトンガ計画を含むプロジェクトの建設費は、物価上昇による予備費を除いた場合 565.9 百万米ドル、物価上昇による予備費を含んだ場合、679.4 百万米ドルである。

低グラウンドフォールズ及びムトンガ計画の総工事費の年次別支出を、外貨分、内貨分に対して工事実施工程に基づいて次表通り算定した。

年	外貨分 (1,000US\$.)	内貨分 (1,000KShs.)	合計 (1,000KShs.)
2000	2,642	23,760	166,443
2001	8,261	183,266	629,333
2002	3,154	247,731	418,042
2003	45,851	1,012,065	3,488,004
2004	44,581	476,518	2,883,887
2005	54,125	1,010,731	3,933,488
2006	83,911	1,388,796	5,919,993
2007	88,772	1,125,163	5,918,843
2008	59,867	705,609	3,938,443
2009	22,004	312,082	1,500,276
2010	48,197	731,024	3,333,683
2011	61,481	574,563	3,894,546
2012	10,514	93,383	661,143
合計	533,360	7,884,691	36,686,122 (US\$ 679.4 百万)



## プロジェクト評価

### (1) 経済評価

31. 低グランドフォールズ及びムトンガ発電計画の経済的実施可能性は、予備設計を基に算定した建設費の上記年次別支出と維持管理費から成る費用、および貯水池模擬運転操作により算定した年間発生電力量と保障出力を基に代替火力法により算定した便益を、電力量便益は各年、電力便益は代替火力の建設期間に分配したキャッシュフローを作成し評価した。その結果、US\$56.87百万の純便益（割引率12%）及び14.98%の経済的内部収益率(EIRR)が得られた。このEIRRは、ケニアにおける機会費用12%より高く、本計画は経済的に実施可能であることが明かになった。

32. 低グランドフォールズ及びムトンガ発電所の最適投入時期を、他の火力発電所を考慮し検討した。その結果、低グランドフォールズ発電所は2008年に140MWをムトンガ発電所は2012年に60MWを系統に投入することが、最適時期であることが分かった。最適投入時期の結果を図S.21に示す。

### (2) 財務評価

33. 本発電計画の財務的実施可能性は、物価上昇分を含む建設費、予測された1999年平均電力料金KShs. 6.72/kWhを基に近年の電力料金上昇を考慮し年率5%で上昇した2008年のKShs. 10.42/kWh(US\$0.193/kWh)及び低グランドフォールズ及びムトンガ発電所から得られる発生発電量を便益とする条件で、財務的内部収益率(FIRR)によって評価された。その結果、15.1%のFIRRを得、財務的に実施可能であることが示された。

34. 外国からの借款によって実施されるであろう本計画の借款返済能力の検討は、下記の条件により検討され、その結果を表S.1に示す。

- 借款額 : 全コストの85%
- 金利 : 2.3%
- 返済期間 : 30年
- 猶予期間 : 10年

表S.1に示される様に、本計画の歳入と支出の残高は本計画の収入が初めて期待出来る9年目からプラスに転じ、その年から累加された債務を減らし10年目にすべての債務がなくなる。

### (3) 人工洪水

35. 下流環境改善のため、通常洪水と土砂放流を低グランドフォールズダムから行うことが計画される。通常洪水はピーク流量1,100m<sup>3</sup>/sec、4.9億m<sup>3</sup>の放流により再現される。人工洪水を考慮した貯水池模擬運転の結果、低グランドフォールズ及びムトンガ計画の保

障出力及び年間発生電力量は 136.4MW 及び 870.9GWh/年と低下した。この結果経済的內部収益率が 11.2%、純便益が割引率 12%で US\$-15.3 百万と算定された。しかし、プロジェクトは次の点から経済的に実施可能であると考えられる。

- 下流域の自然環境及び生態系は既存の 5 ダムの影響をすでに受けており、年 2 回の通常洪水の減少により下流域の環境は劣化している。洪水放流を考慮しないダム建設は、環境劣化をさらに促進させるであろう。しかし、洪水放流対策を講じたダムの建設は、この負の影響をプラスに転じ、下流環境を改善することになる。

人工洪水放流のプラスの効果が無形便益であるためその価値を数量化できないが、プロジェクトによる計画されている人工洪水の放流はプロジェクトの便益増加に寄与する。

人工洪水の必要放流量 4.9 億 m<sup>3</sup>は低グラントフォールズダムの有効貯水容量の 9.55 億 m<sup>3</sup>の 51%に相当する。締切りダム及び仮排水路の建設費用を含むダム工事費用を上述の率で総工事費から環境改善分として分離すれば、その分発電が受け持つことになる工事費は小さくなる。コストアロケーションを行った結果、経済的內部収益率 (EIRR)は 14.4%と算定され、純便益の現在価値は US\$37.5 百万となった。

- 4.9 億 m<sup>3</sup>は、“定型放流”方式を採用した場合の最大の人工洪水放流量である。下流域からの追加流入を考えた“補足放流”方式を採用した場合、人工洪水の総量は約 12%減少すると推定され、その場合 EIRR は 12.5%と算定される。もし、上流の 7 つの貯水池と各季節の流量を最大に利用できるように上流域の降雨に応じて統合管理できれば、システム全体の発電費は増加させることができる。

## **追加環境調査**

36. 環境影響調査の結果は、現在の既存のダムによるタナ川下流環境の劣化と本計画による影響を考慮し、追加環境調査を遅延なく実施することを推奨している。

追加環境影響調査は長期における全体の環境マネジメントをタナ川氾濫原及びデルタに実施することになり、つぎの工程が考えられる：

- (1) 追加環境影響調査の実施
- (2) 環境マネジメント計画の作成
- (3) 環境モニタリング計画の実施

追加環境影響調査は上記(1)のステップをカバーし、タナ川氾濫原及びデルタにおける自然資源、人間活動および河川体系を考慮し実施されなければならない。追加調査は次の調査を網羅する。

- 1) データ及び資料の収集とレビュー
- 2) 測量調査

- 3) 生態系の価値、機能、影響の調査
- 4) 自然資源の利用及び保護の調査
- 5) 社会経済活動に対する影響の調査
- 6) 開発機会及び制限に対する調査
- 7) マネジメント上の問題の調査
- 8) マネジメントの政策の立案
- 9) トレーニング及び技術移転

また、追加環境影響調査は、1) グランドフォールズ下流域、ガリッサから下流のタナ川氾濫原、15m 深さの沖合い、季節により変化するタナ川の後背地を含む季節的湿地帯、海岸線の自然を網羅するタナデルタと 2) 土砂生産および河川流量に関係するガリッサから上流をカバーする。

調査期間は、調査開始より合計 24 ヶ月であり調査初期において二雨期を網羅し流量と土砂の測定観測を実施し、氾濫原における環境への影響に対する要点を把握するものとする。追加環境影響調査の各々の調査工程を図 S.22 に示す。

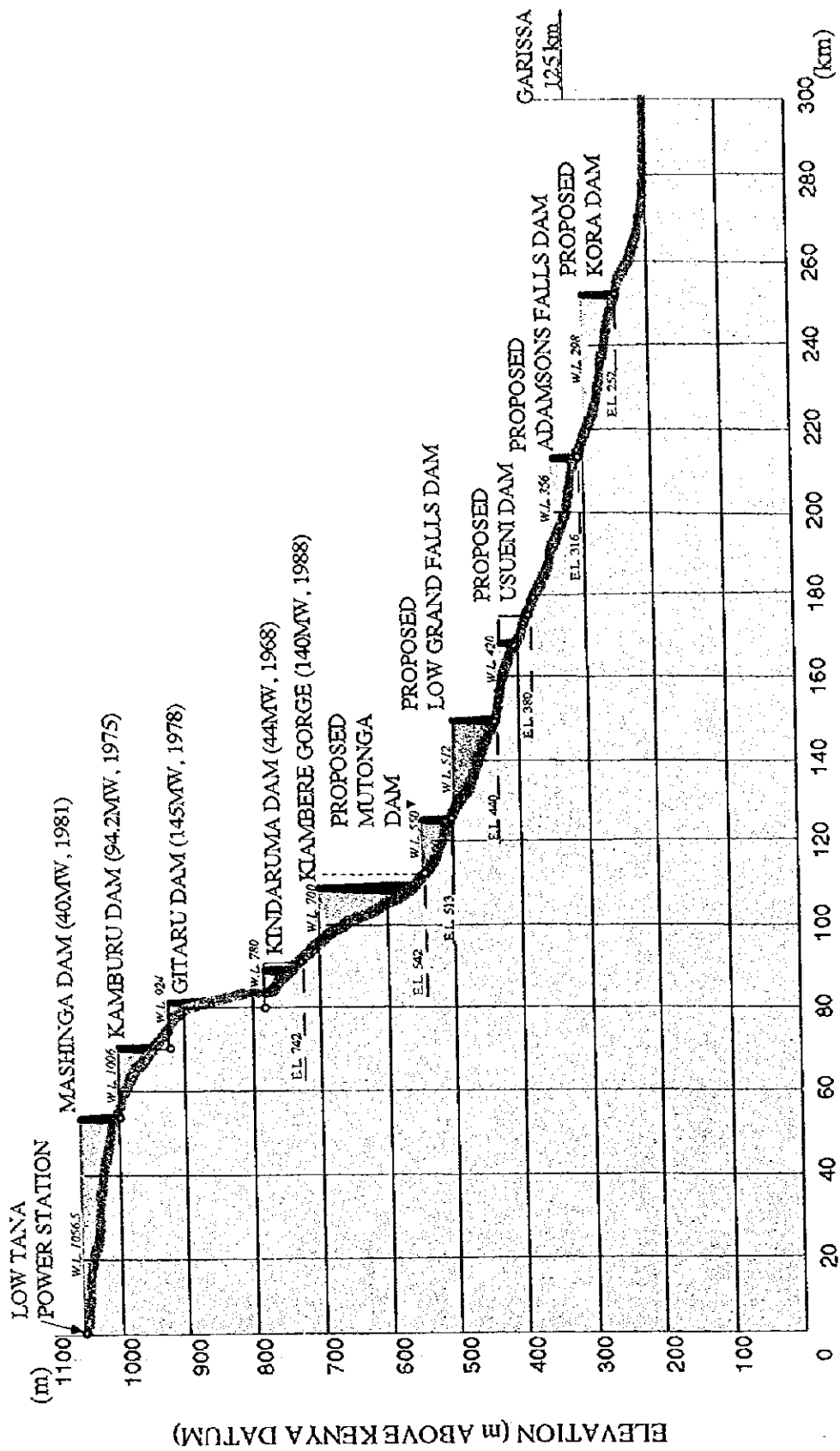
# 付 表

表 S.1 借入の返済計画

Year in order	Initial Investment Cost (LGF) (MTC)	Loan Disburse-ment (MTC)	Expenditure (Incl. Loan Disbursement)			Amount to be expended by the Government			Subsidi-ary and Dis-trib. Cost	Total out-put	Revenue		Cash balance	Accumulated cash balance
			Low-Grand Falls Interest Principal	Mutonga Interest Principal	Total	Low-Grand Falls Scheme	Mutonga Scheme	OMI cost (LGF)			OMI cost (MTC)	Annual revenue		
1	3,082	2,620	0	0	0	462	0	0	0	462	0	-462	-462	
2	11,654	9,906	0	0	0	1,748	0	0	0	1,748	0	-1,748	-2,210	
3	7,742	6,581	0	0	0	1,161	0	0	0	1,161	0	-1,161	-3,372	
4	64,593	54,904	0	0	0	9,689	0	0	0	9,689	0	-9,689	-13,061	
5	53,405	45,394	0	0	0	8,011	0	0	0	8,011	0	-8,011	-21,071	
6	72,842	61,916	0	0	0	10,926	0	0	0	10,926	0	-10,926	-31,998	
7	108,552	92,269	916	0	0	16,283	162	0	0	16,445	0	-16,445	-48,442	
8	108,509	92,233	924	0	0	16,276	165	0	0	16,441	0	-16,441	-64,883	
9	14,108	58,826	11,992	50,002	0	2,116	8,824	1,018	9,009	20,967	57,947	91,674	27,904	
10	2009	27,783	0	23,616	0	0	4,167	2,035	18,018	24,220	110,071	115,894	173,841	
11	2010	61,735	0	52,475	10,754	0	9,260	2,035	18,018	55,158	165,229	115,894	289,735	
12	2011	72,121	0	61,303	10,407	25,845	10,818	2,035	18,018	56,716	221,945	115,894	405,629	
13	2012	13,243	0	10,407	10,052	25,845	1,836	2,035	22,264	52,518	274,464	143,206	548,835	
14	2013		0	10,407	9,689	25,845	0	1,075	26,510	55,465	329,929	170,518	719,353	
15	2014		0	23,616	9,317	25,845	0	1,075	26,510	55,465	385,394	170,518	889,871	
16	2015		8,937	16,908	25,845	25,845	0	1,075	26,510	55,465	440,859	170,518	1,060,389	
17	2016		8,548	17,296	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	510,406	170,518	1,230,907	
18	2017		8,151	17,694	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	579,952	170,518	1,401,425	
19	2018		7,744	18,101	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	649,498	170,518	1,571,943	
20	2019		7,327	18,518	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	719,044	170,518	1,742,461	
21	2020		6,901	18,943	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	788,590	170,518	1,912,979	
22	2021		6,466	19,379	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	858,137	170,518	2,083,497	
23	2022		6,020	19,825	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	927,683	170,518	2,254,015	
24	2023		5,564	20,281	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	997,229	170,518	2,424,533	
25	2024		5,098	20,747	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,066,775	170,518	2,595,051	
26	2025		4,620	21,224	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,136,322	170,518	2,765,569	
27	2026		4,132	21,713	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,205,868	170,518	2,936,087	
28	2027		3,633	22,212	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,275,414	170,518	3,106,605	
29	2028		3,122	22,723	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,344,960	170,518	3,277,123	
30	2029		2,599	23,246	25,845	25,845	0	1,075	26,510	69,546	1,414,507	170,518	3,447,641	
31	2030		3,117	10,964	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,484,054	170,518	3,618,159	
32	2031		2,865	11,216	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,561,969	170,518	3,788,677	
33	2032		2,607	11,474	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,645,611	170,518	3,959,195	
34	2033		2,343	11,738	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,730,014	170,518	4,129,713	
35	2034		2,073	12,008	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,815,014	170,518	4,300,231	
36	2035		1,797	12,284	14,081	14,081	0	1,075	26,510	43,701	1,900,014	170,518	4,470,749	
37	2036						0	1,075	26,510	29,620	1,700,335	170,518	4,641,267	
38	2037						0	1,075	26,510	29,620	1,755,956	170,518	4,811,785	
39	2038						49,707	2,035	26,510	77,292	1,812,248	170,518	4,982,303	
40	2039						2,035	1,075	26,510	79,620	1,842,869	170,518	5,152,821	
1,061	444,487	214,885	377,814	199,652	139,083	377,814	516,807	81,968	199,652	281,620	798,517	66,673	35,233	3,309,952

Interest rate of Loan: 2.30%  
 Capital recovery factor: 0.06294  
 (US\$1,000)

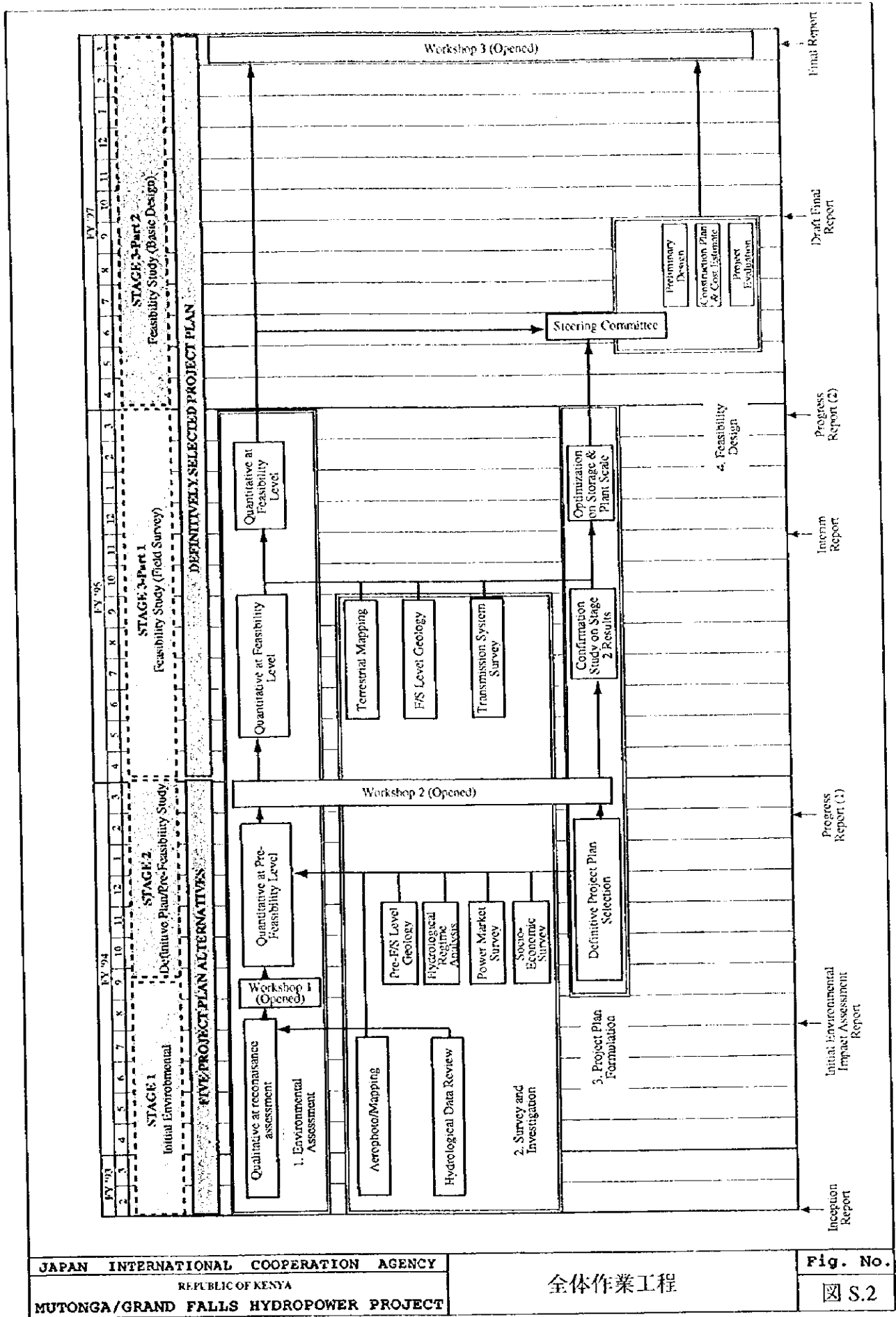
付 図

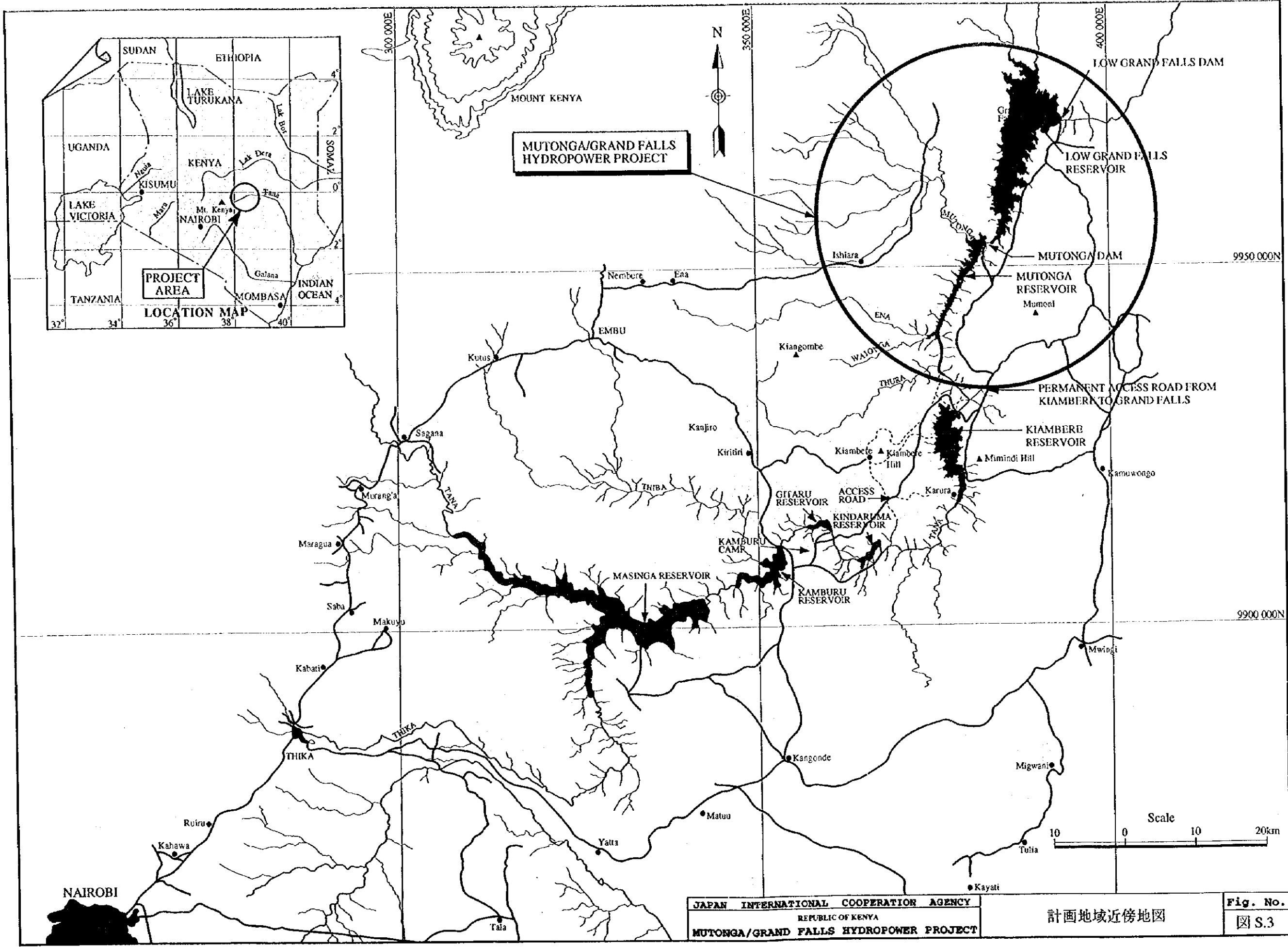


DISTANCE (km FROM LOW TANA POWER STATION)





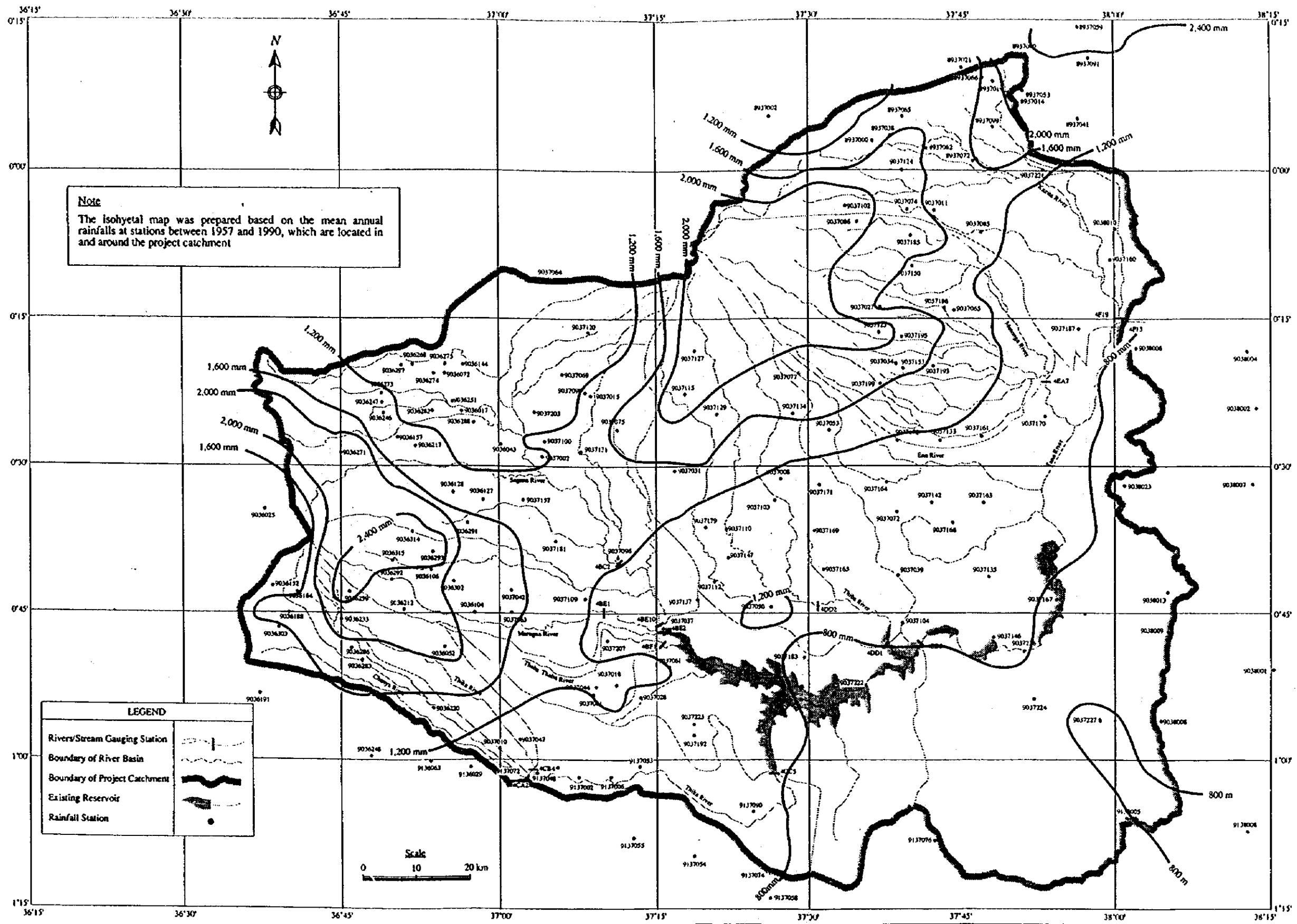




JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 REPUBLIC OF KENYA  
 MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

計画地域近傍地図

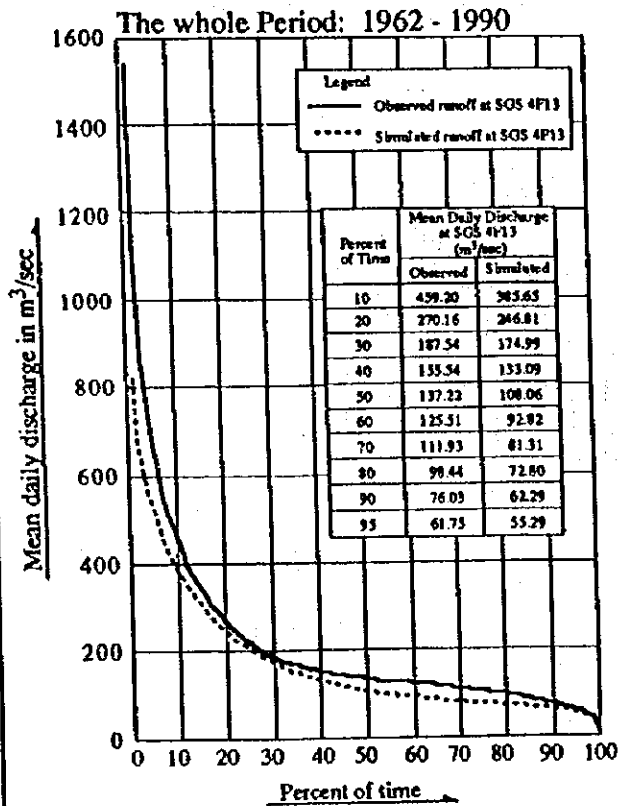
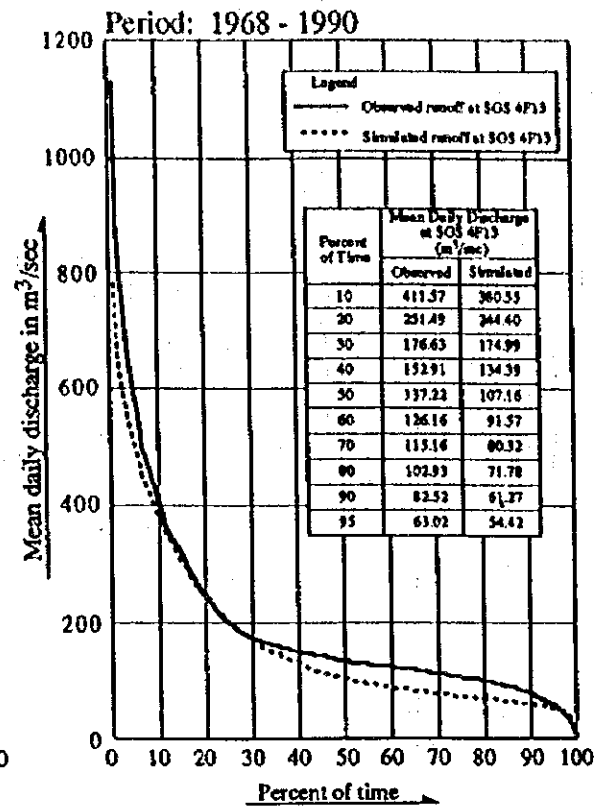
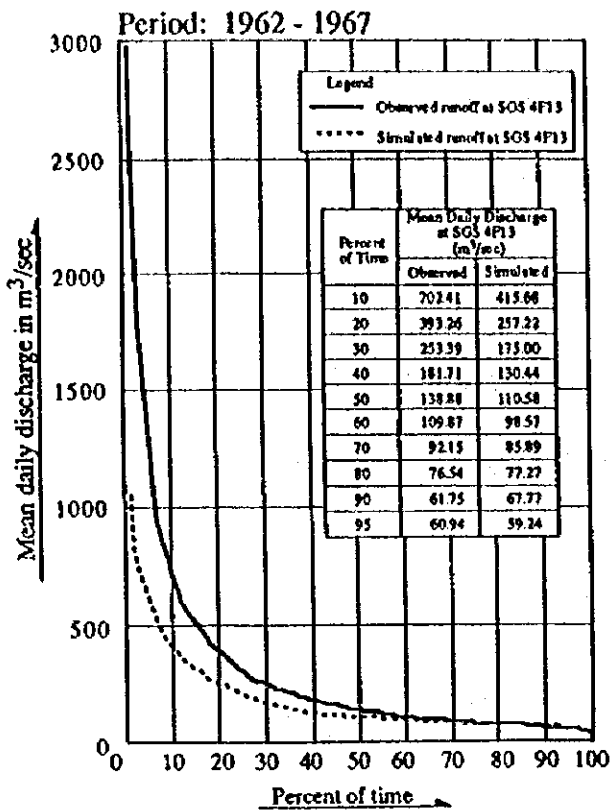
Fig. No.  
 図 S.3



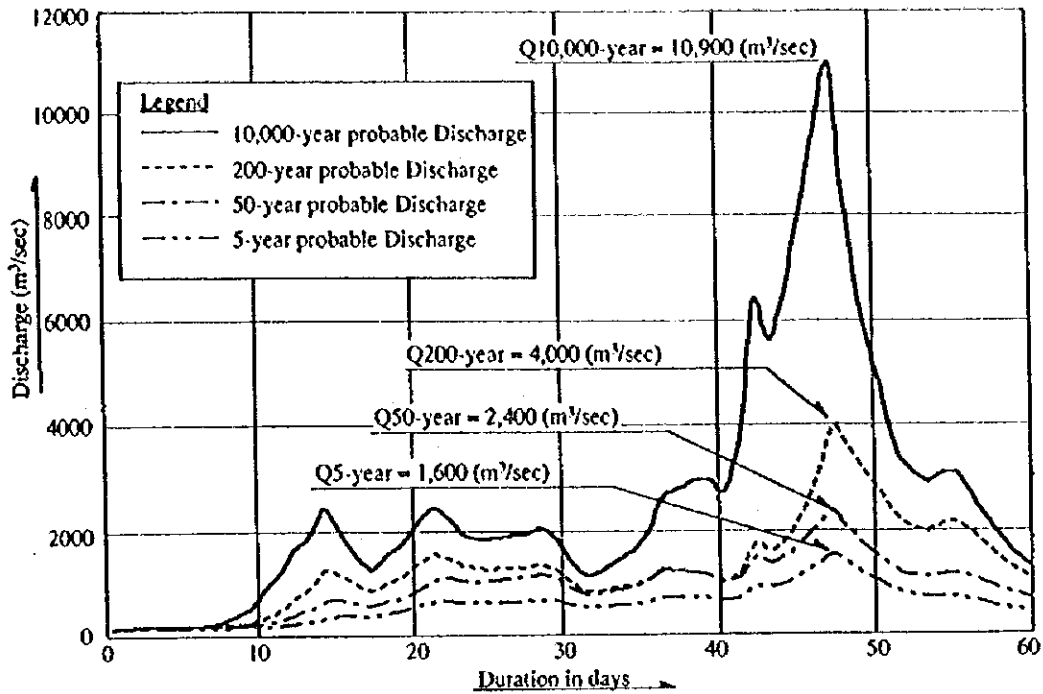
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 REPUBLIC OF KENYA  
 MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

計画流域内の等雨量線

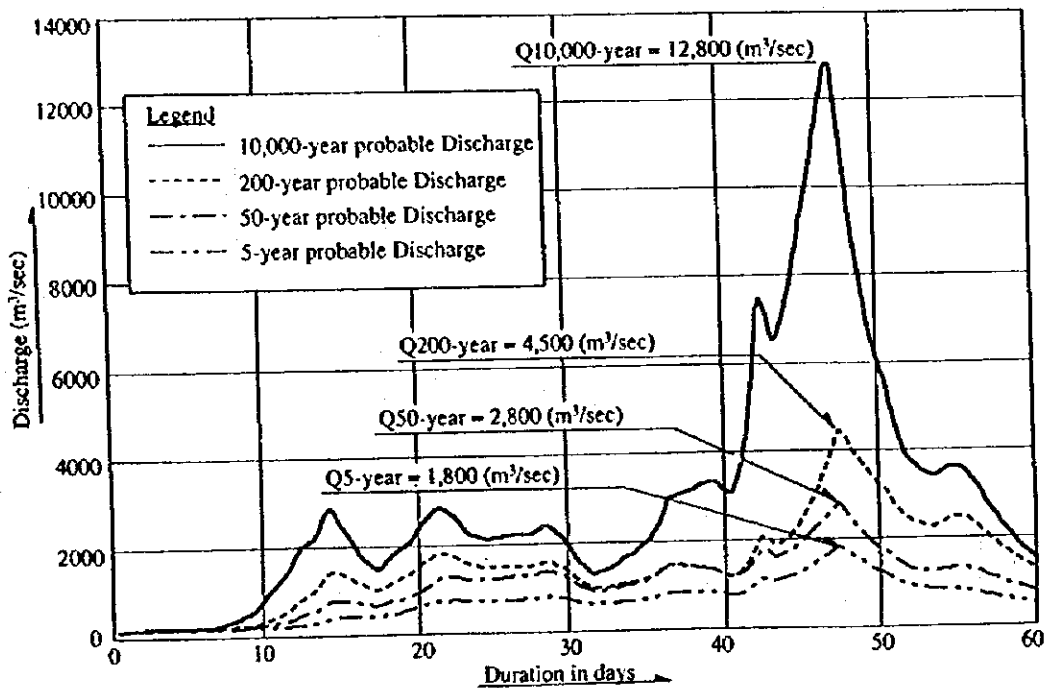
Fig. No.  
 図 S.4



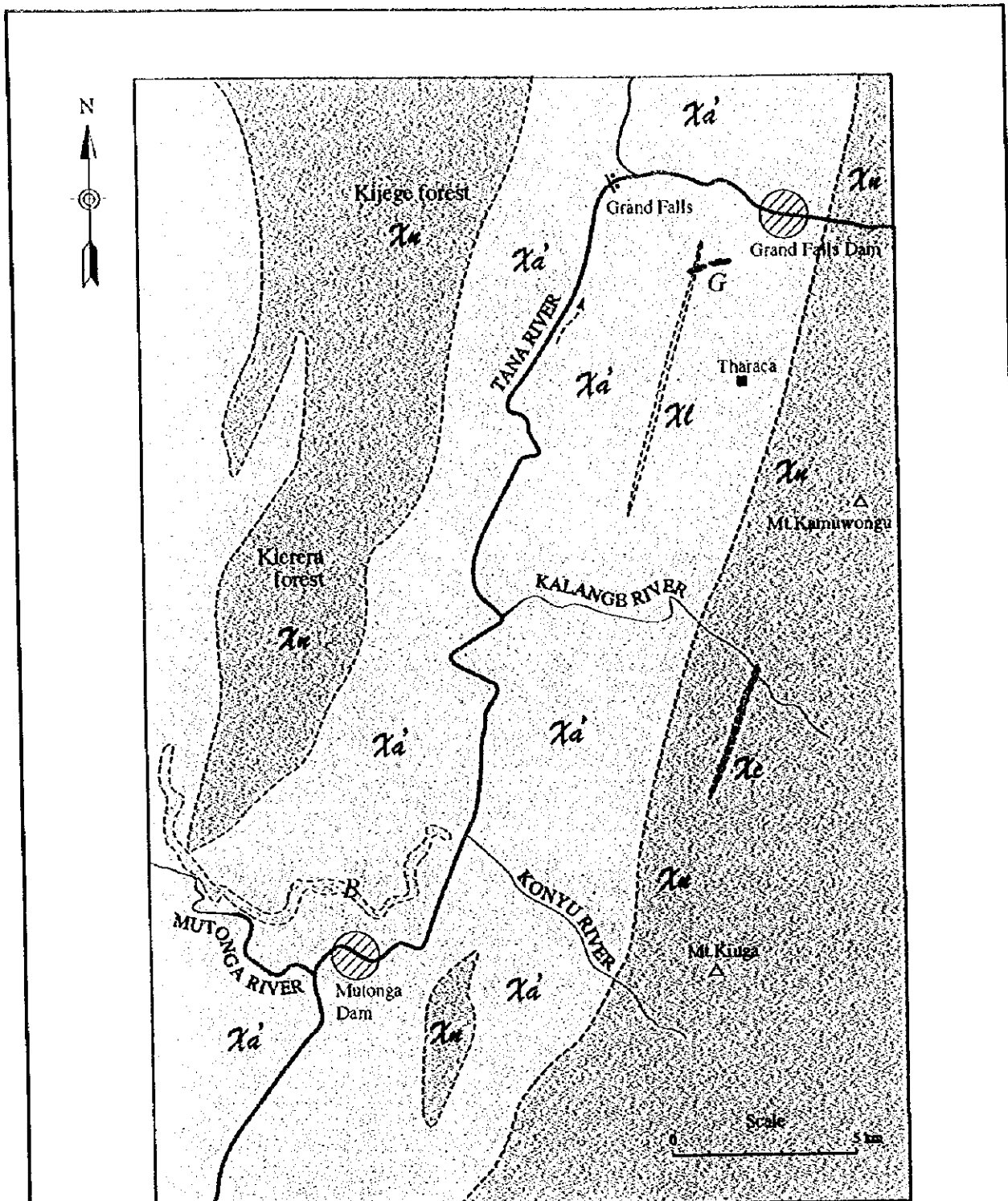
**Note**  
 The "Simulated" and "Simulated runoff" are the mean daily discharges derived by summing up those in the upstream 14 subbasins, which were estimated by means of the Tank Model Method.



Hydrographs of Probable Floods at Mutonga Dam Site



Hydrographs of Probable Floods at Grand Falls Site



From \* Geology of the North Kitui Area.  
 Geological Survey of Kenya.  
 Report No.33, 1/125,000.

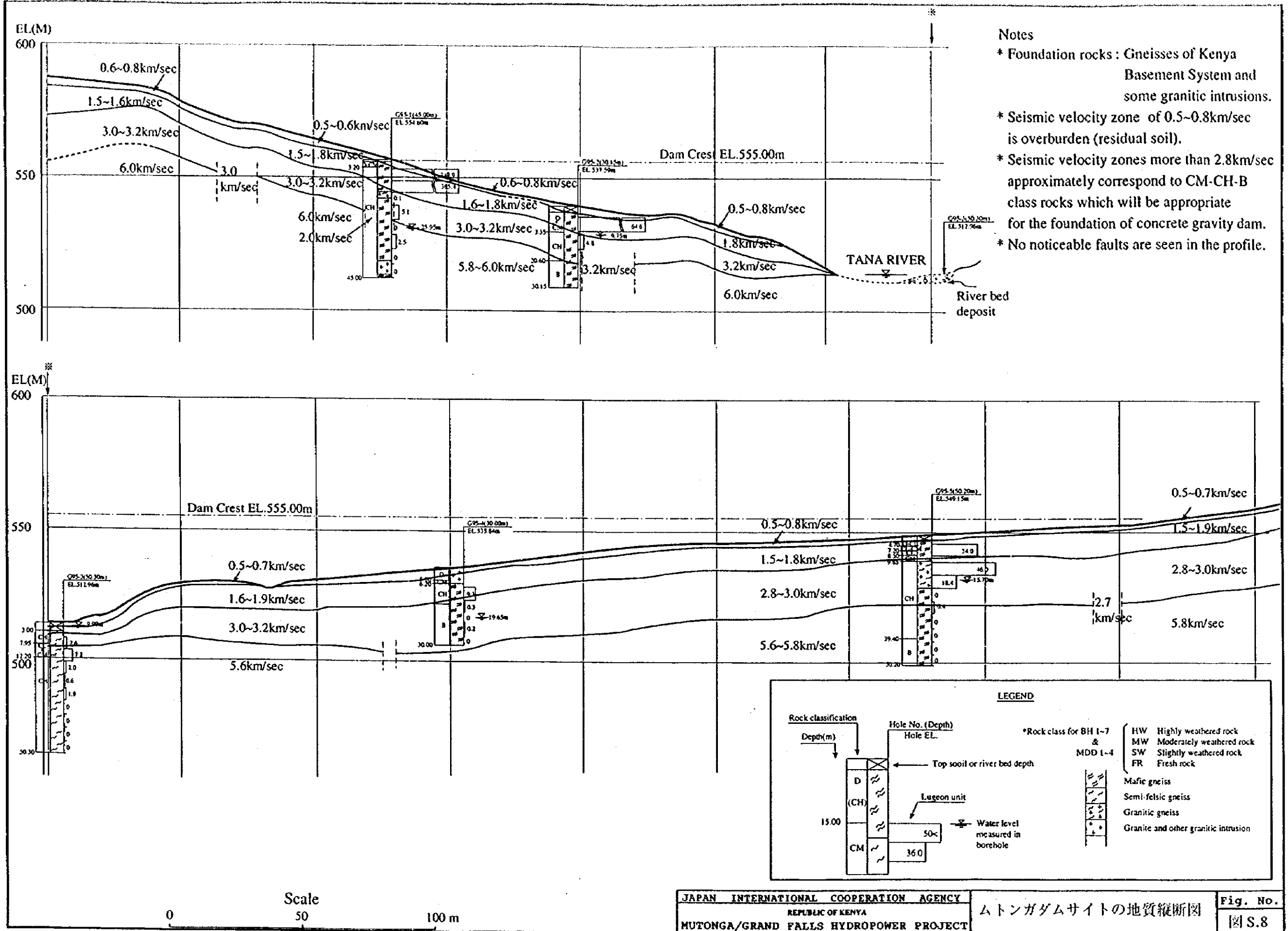
\* A Geological Reconnaissance of the  
 country between Embu and Meru.  
 Geological Survey of Kenya  
 Report No.17, 1/125,000.

**LEGEND**

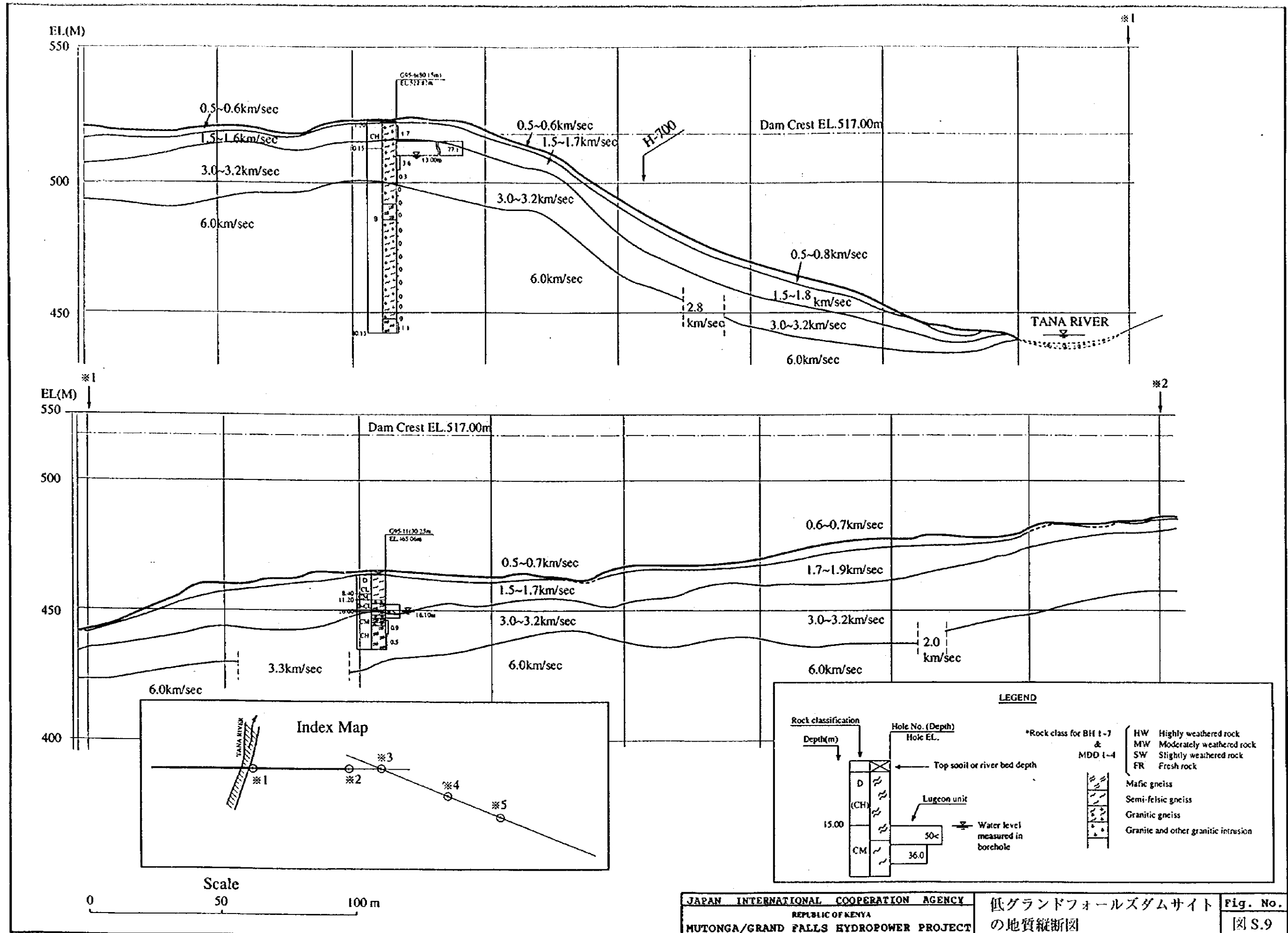
- B**: Basalt (Pleistocene?)
- G**: Granite (Archaean?)
- Xa'**: Granitic gneiss
- Xa**: Semi-pelitic gneiss
- Xl**: Crystalline limestone
- Xc**: Calc-silicate gneiss
- - - Geological boundary

Kenya  
 Basement  
 System  
 (Archaean)






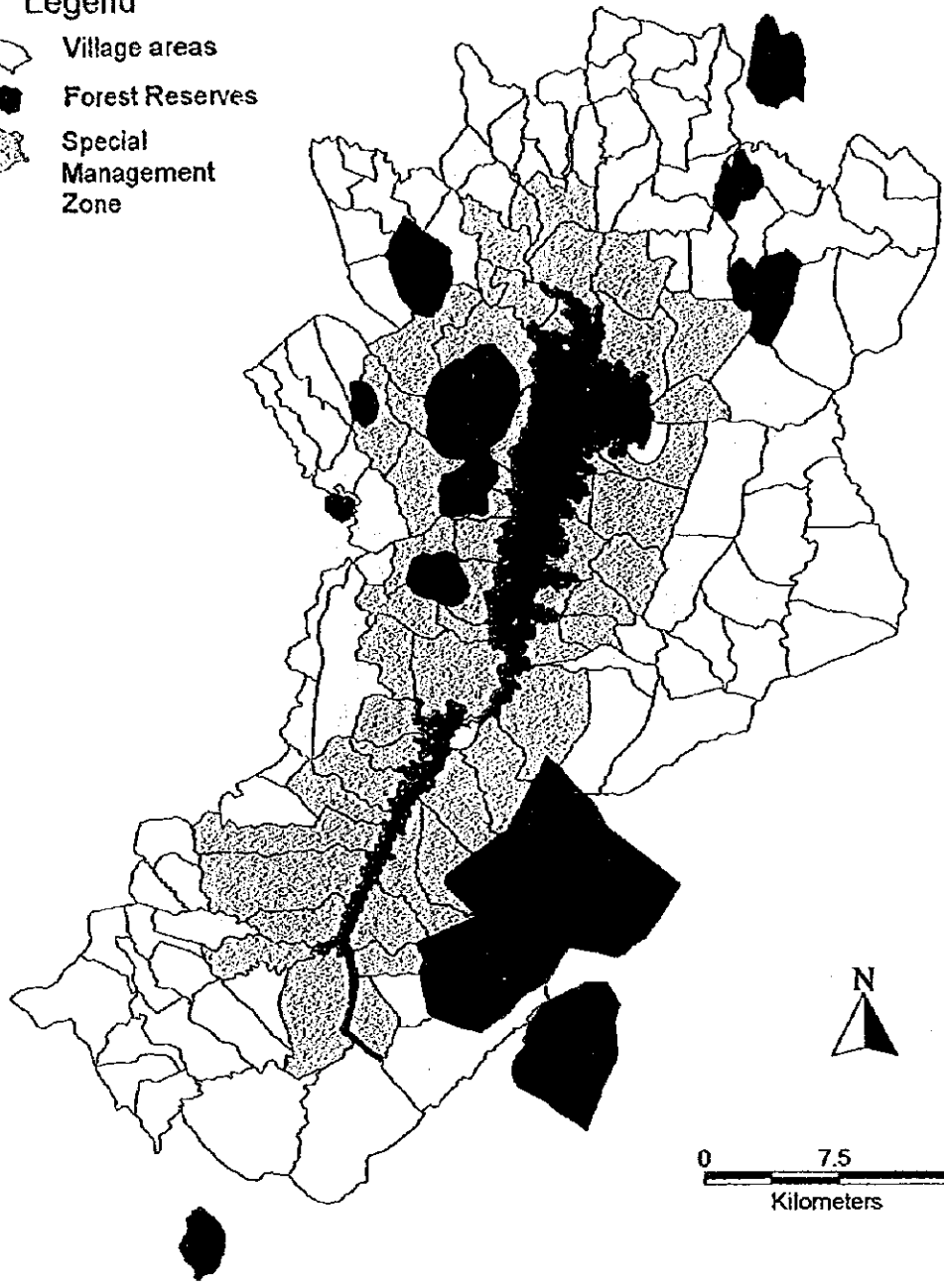






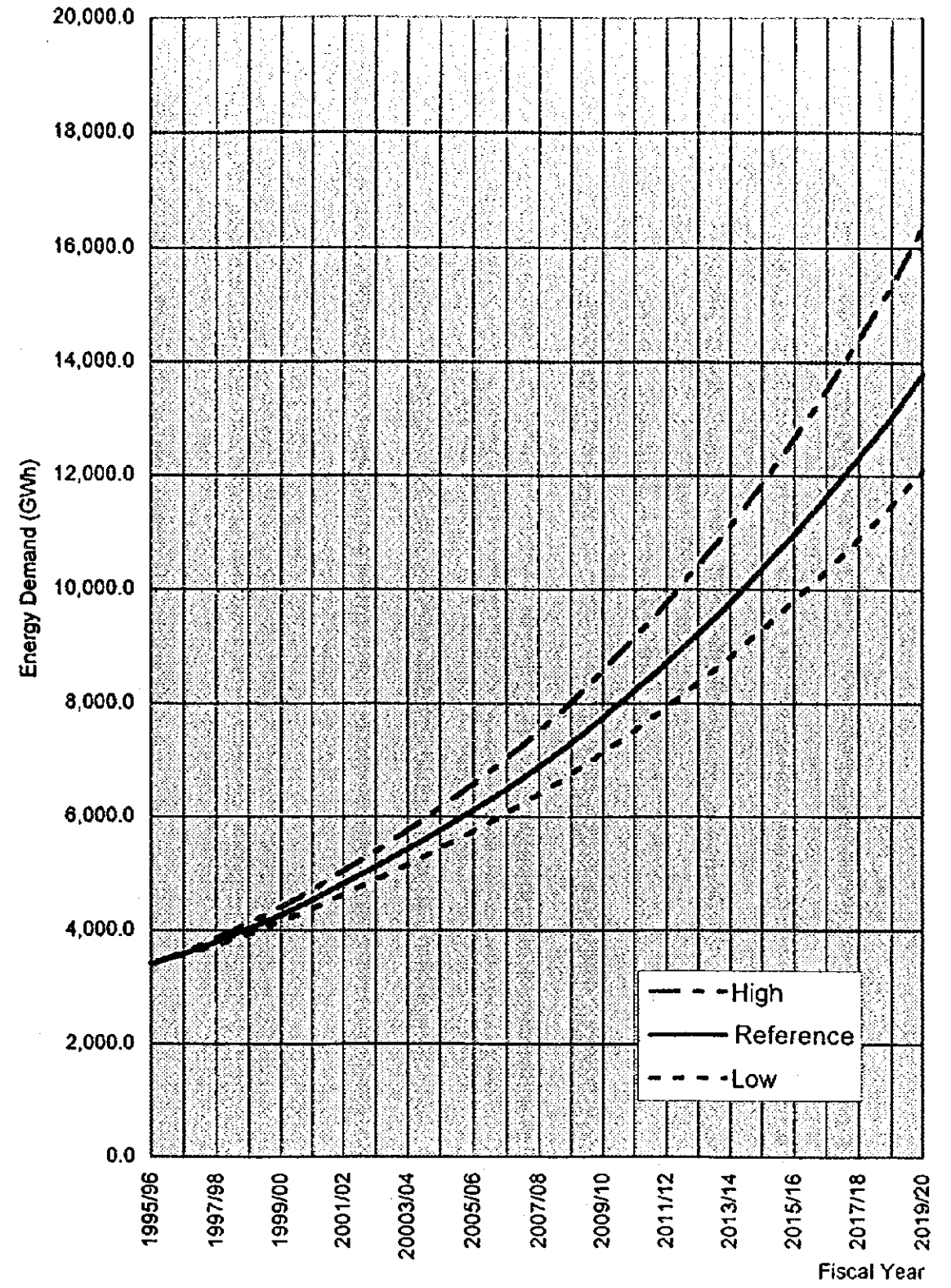
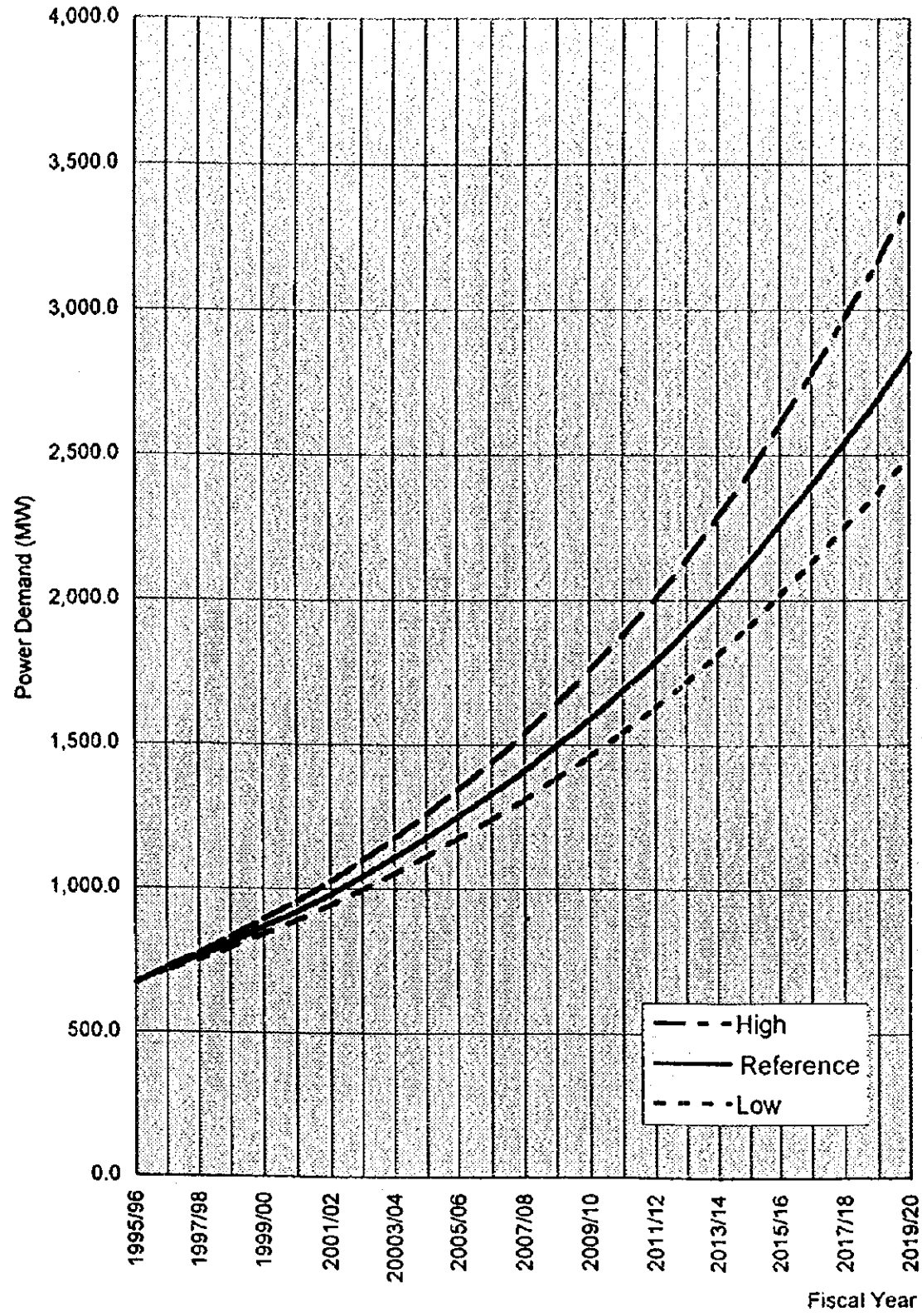
The map indicates village areas, proposed reservoirs, 100 metre buffer and operations zones, forest reserves and the proposed SMZ.

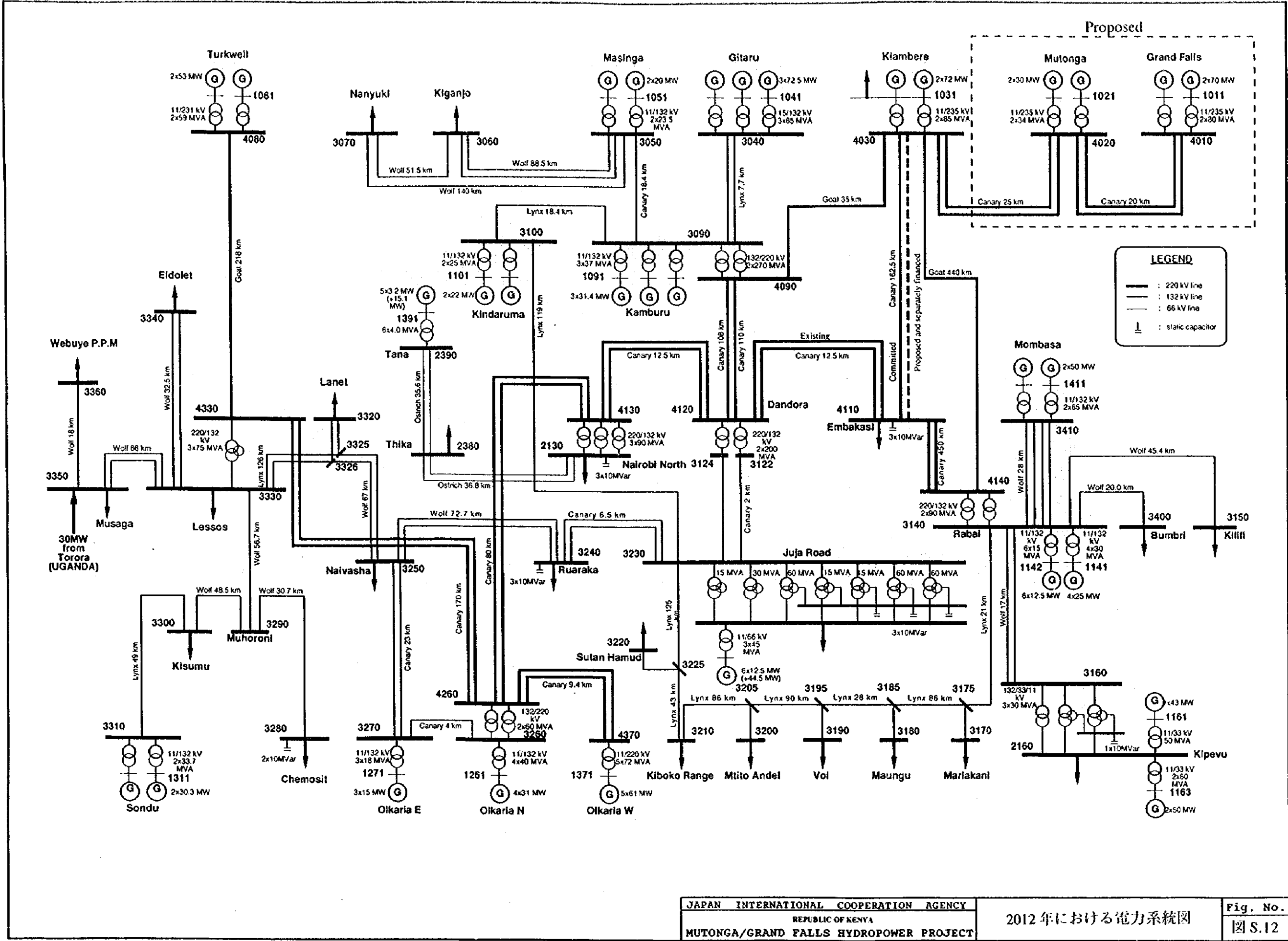
- Legend**
-  Village areas
  -  Forest Reserves
  -  Special Management Zone

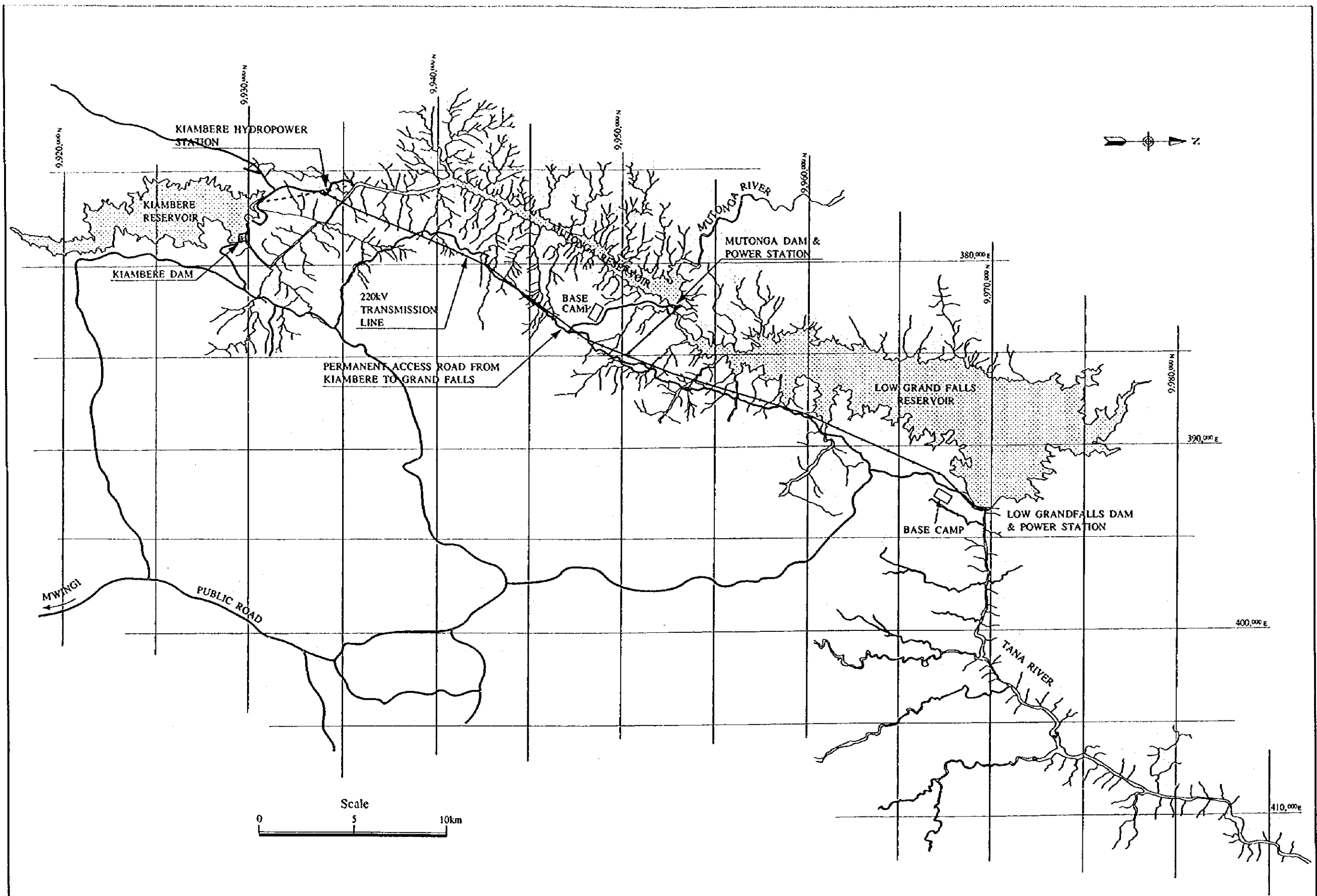


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	ムトンガ/低ランドフォールズ貯水池	Fig. No.
REPUBLIC OF KENYA	のスペシャルマネジメントゾーン	☒ S.10
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT		





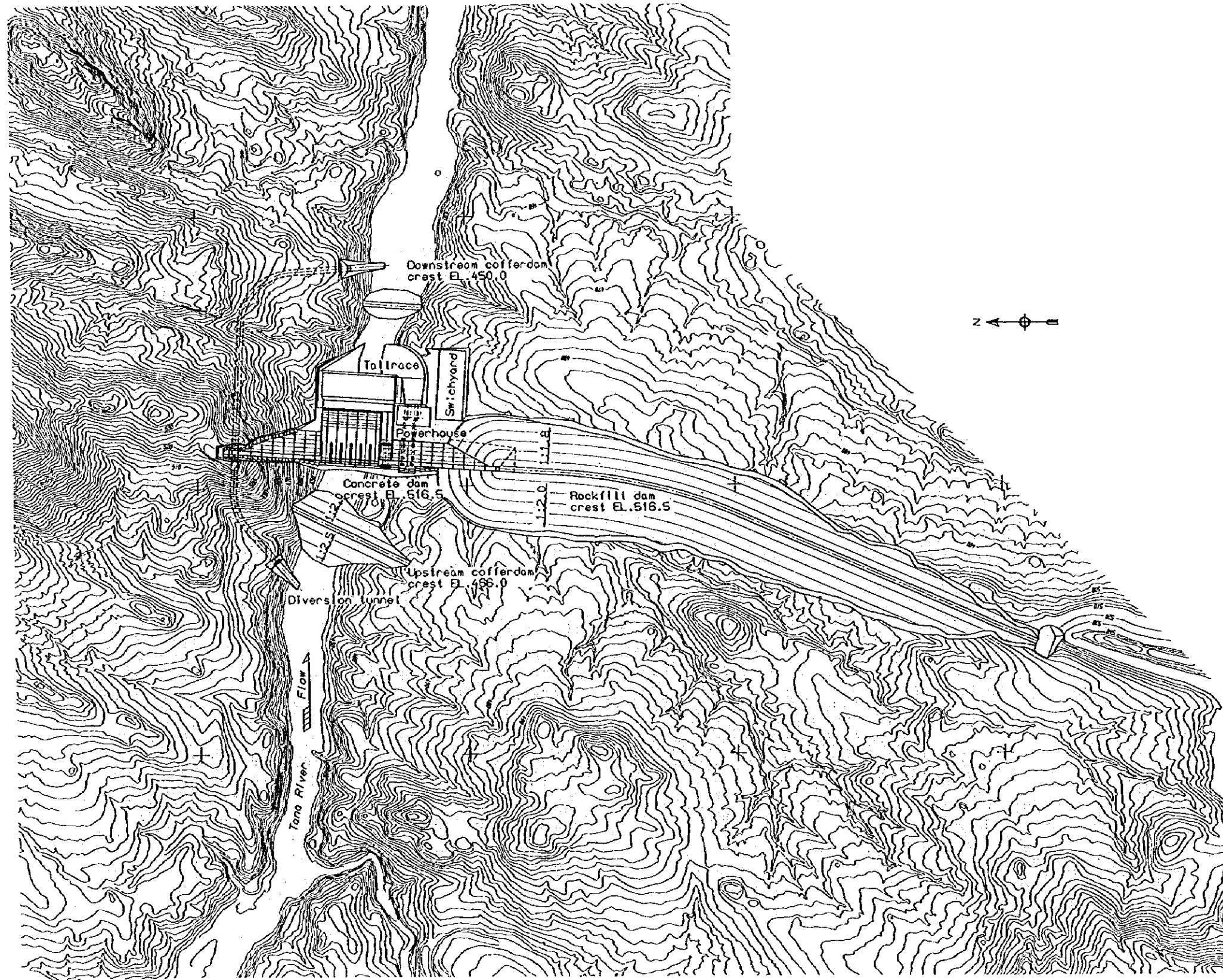




JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 REPUBLIC OF KENYA  
 MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

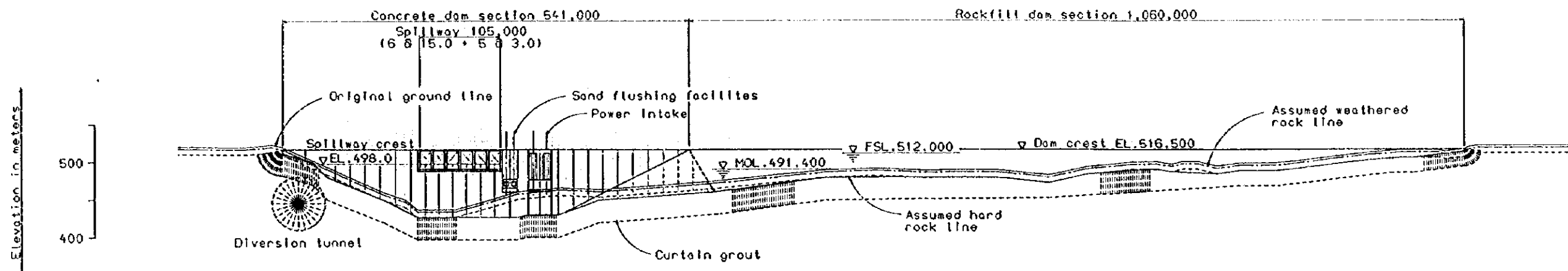
プロジェクトの一般配置図

Fig. No.  
 図 S.13

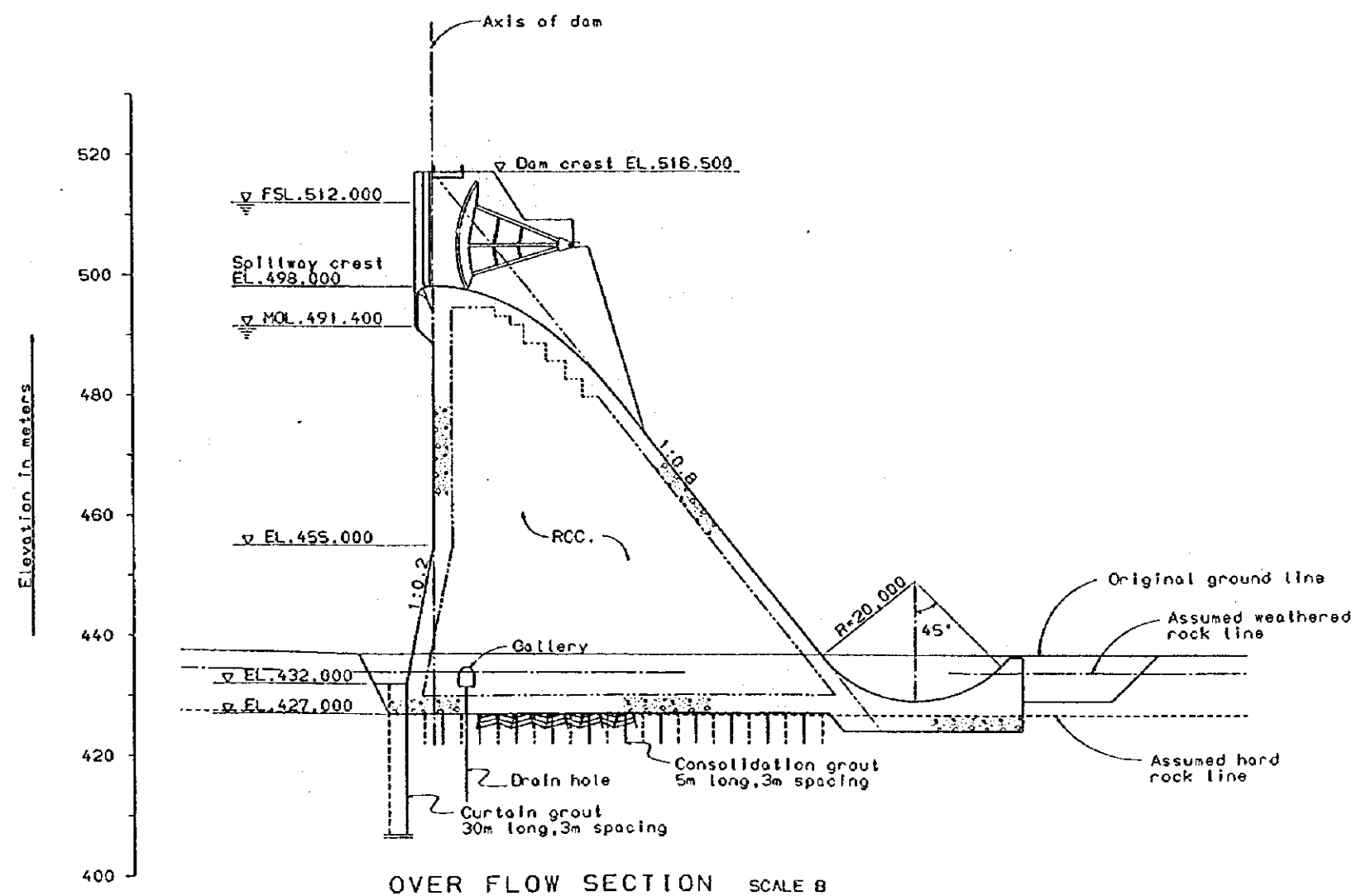


SCALE A 0 400<sup>m</sup>

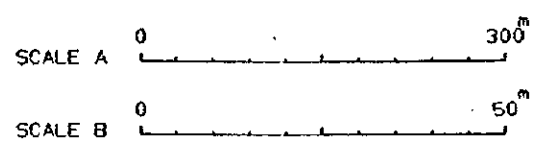
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY REPUBLIC OF KENYA	低グランドフォールズ計画 一般平面図	Fig. No.
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT		図 S.14



UPSTREAM ELEVATION SCALE A

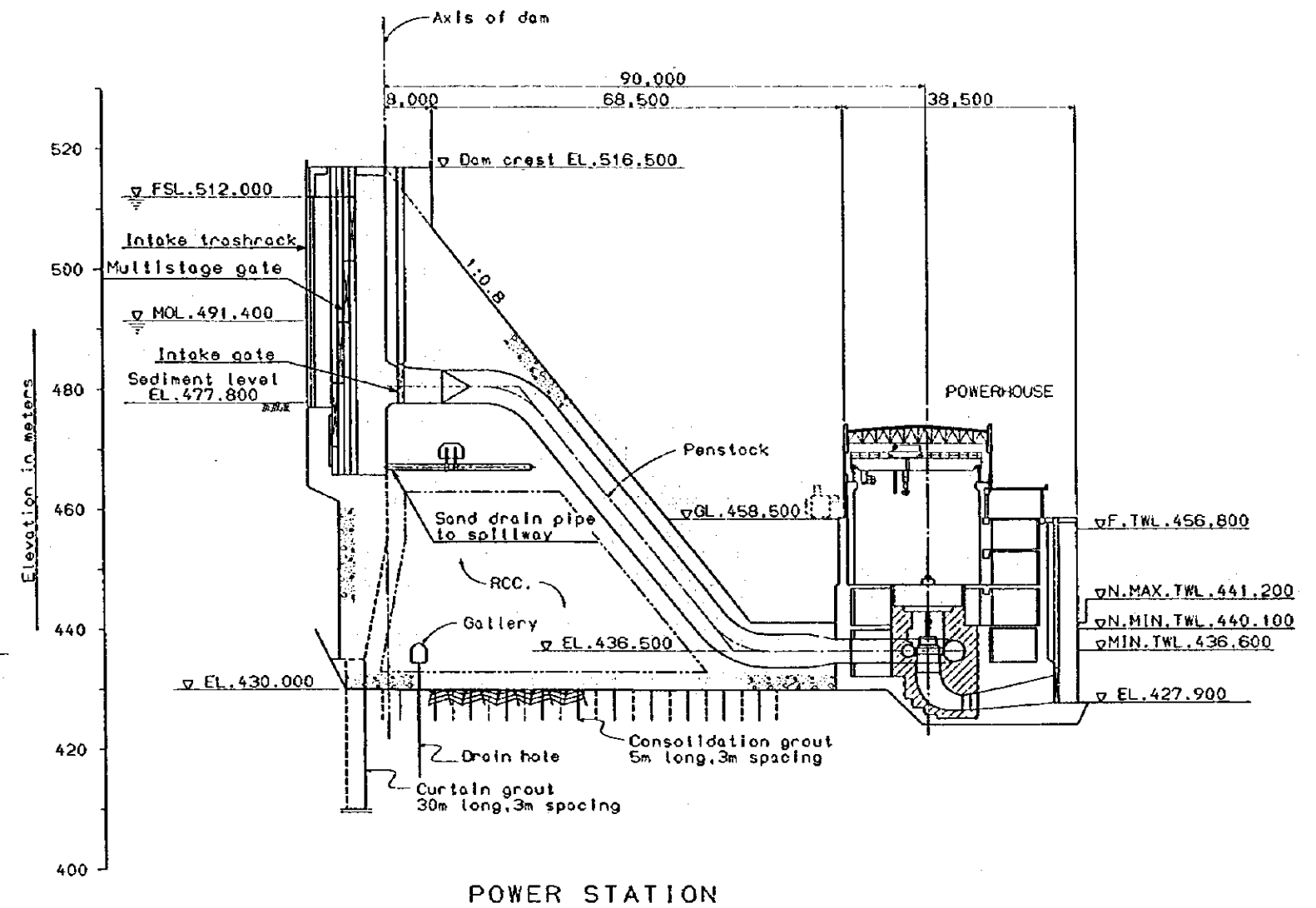
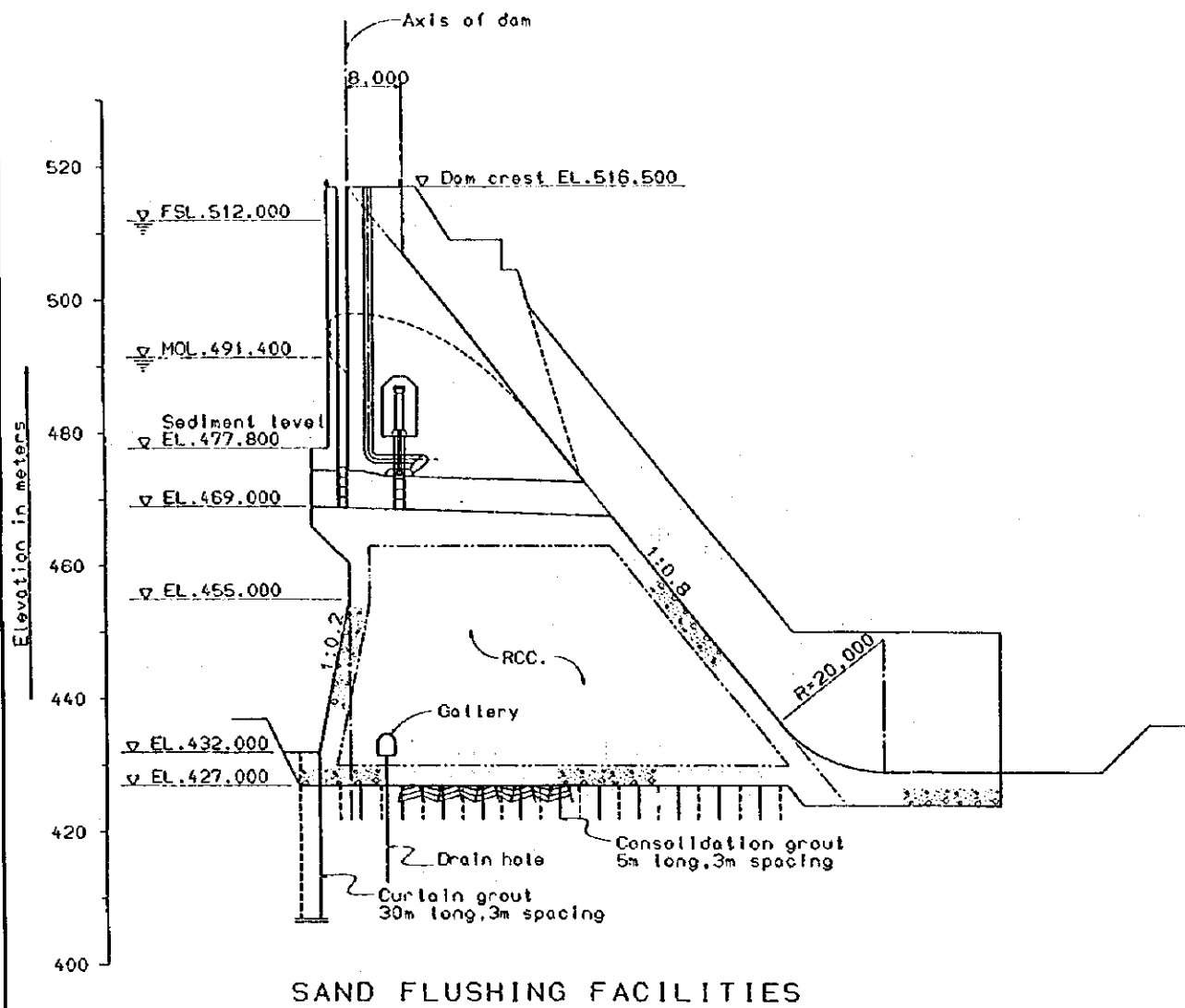


OVER FLOW SECTION SCALE B



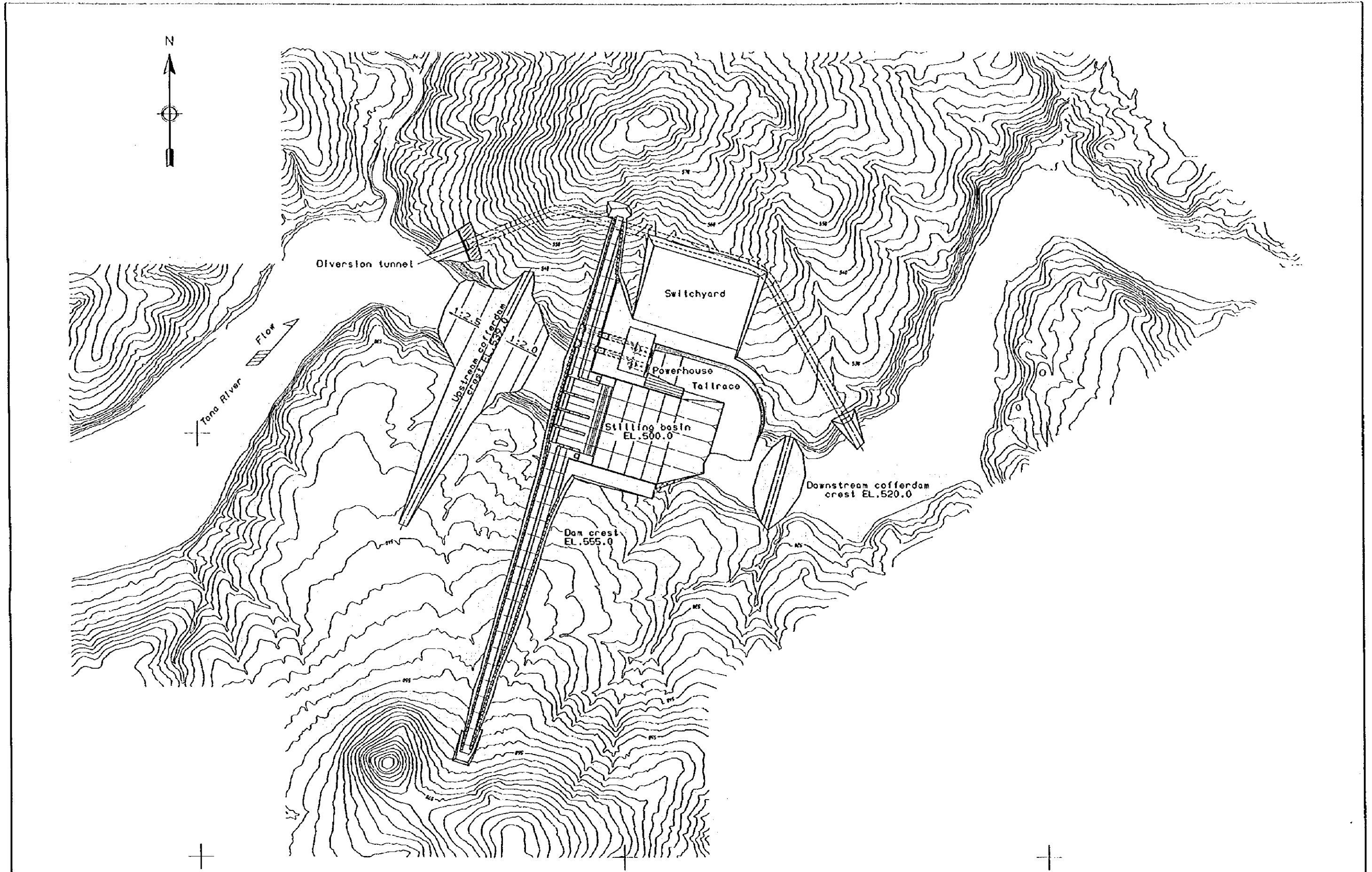
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	低グランドフォールズ計画	Fig. No.
REPUBLIC OF KENYA	上流面図及び標準断面図	図 S.15
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT		





SCALE A 0 50<sup>m</sup>

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	低グランドフォールズ計画	Fig. No.
REPUBLIC OF KENYA	人工洪水と土砂放流設備	図 S.16
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT	及び発電所	

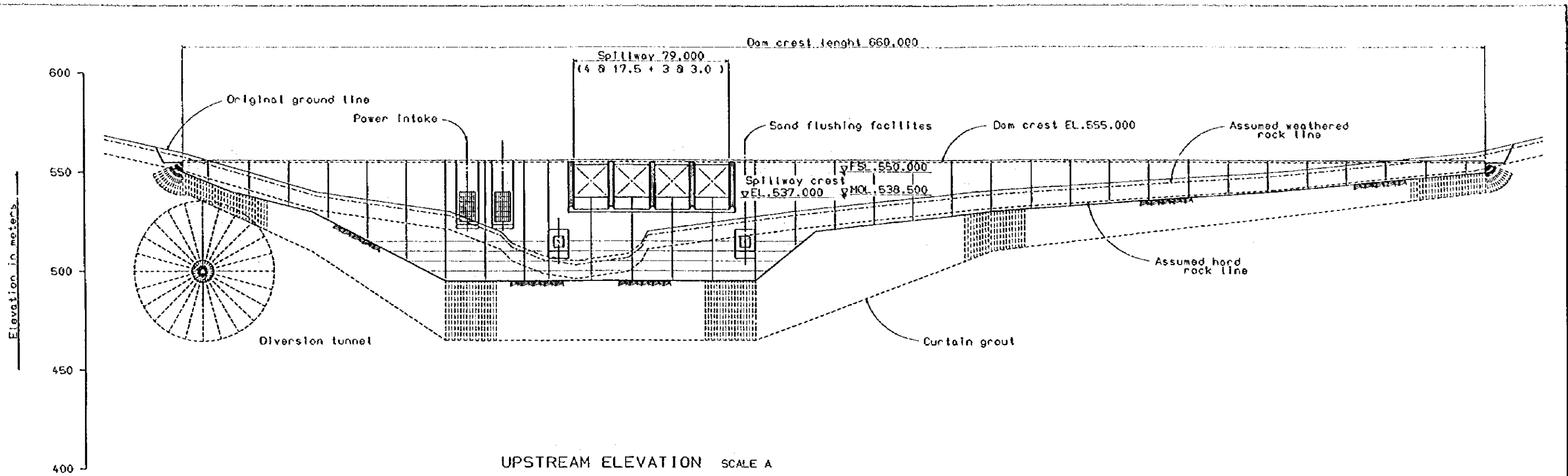


SCALE A 0 200'

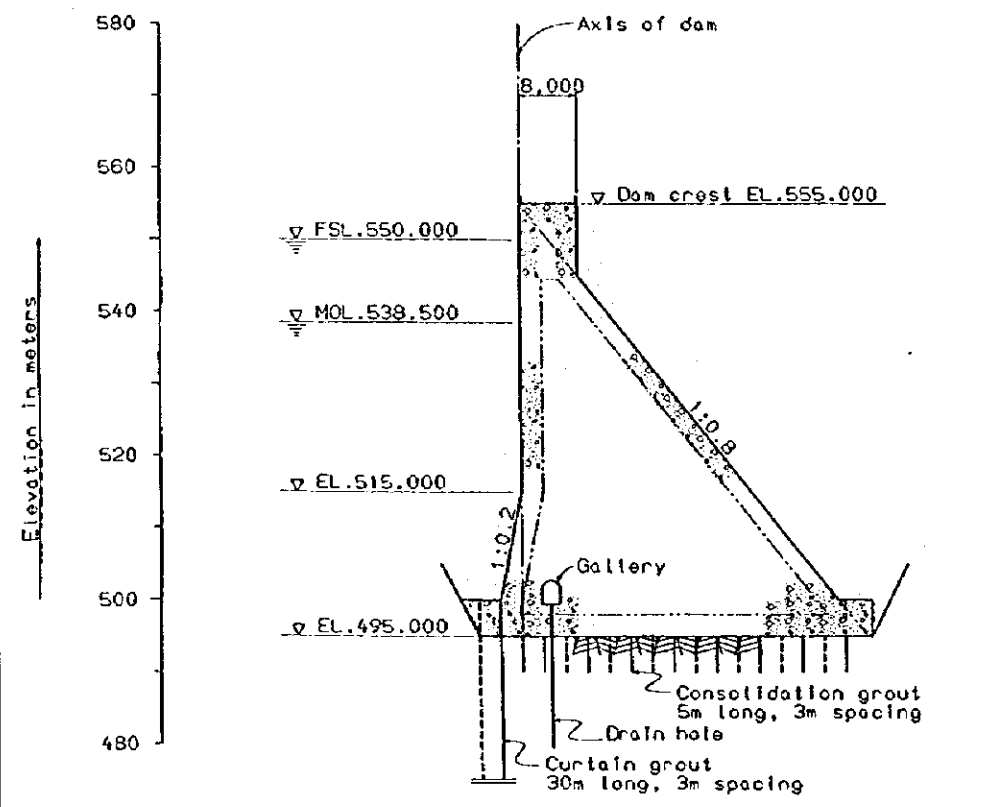
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 REPUBLIC OF KENYA  
 MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT

ムトンガ計画  
 一般平面図

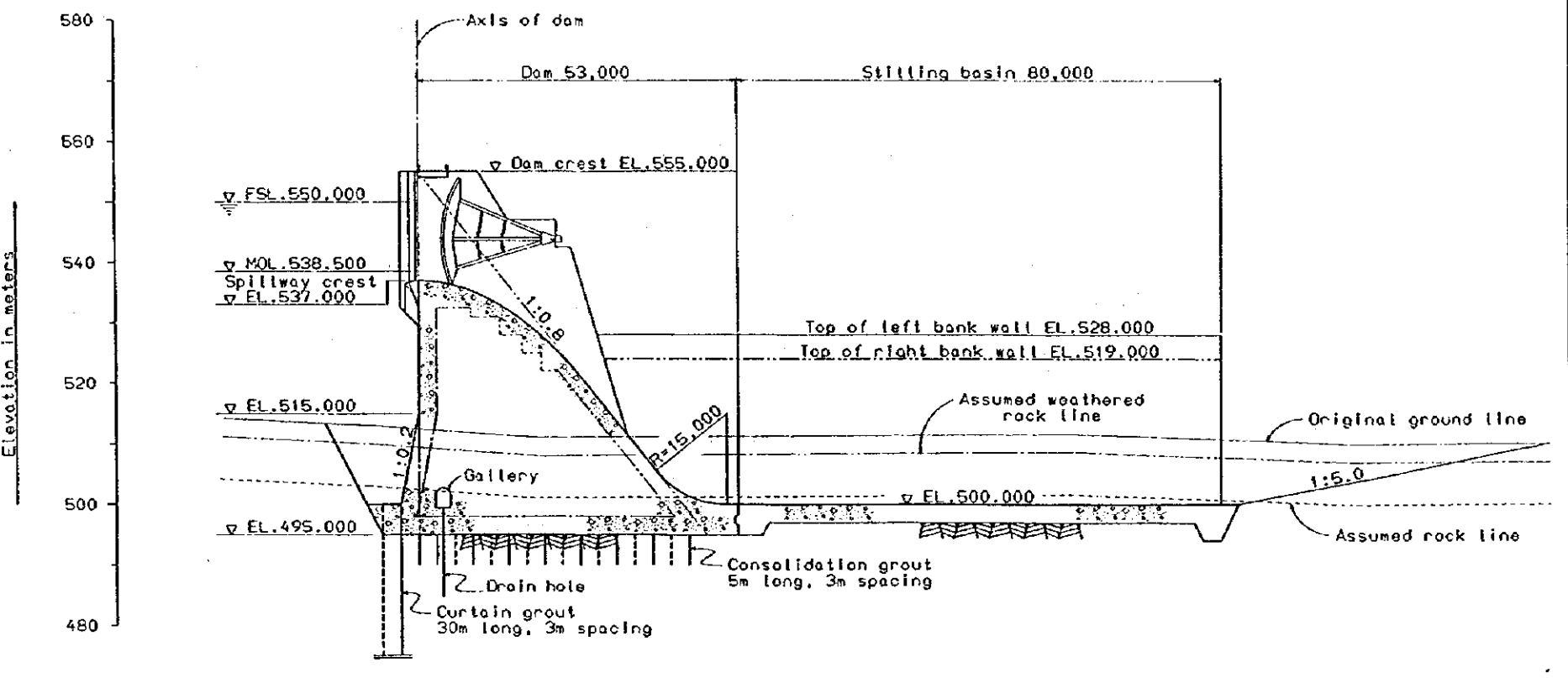
Fig. No.  
 図 S.17



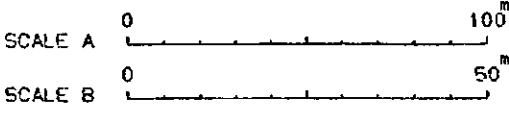
UPSTREAM ELEVATION SCALE A



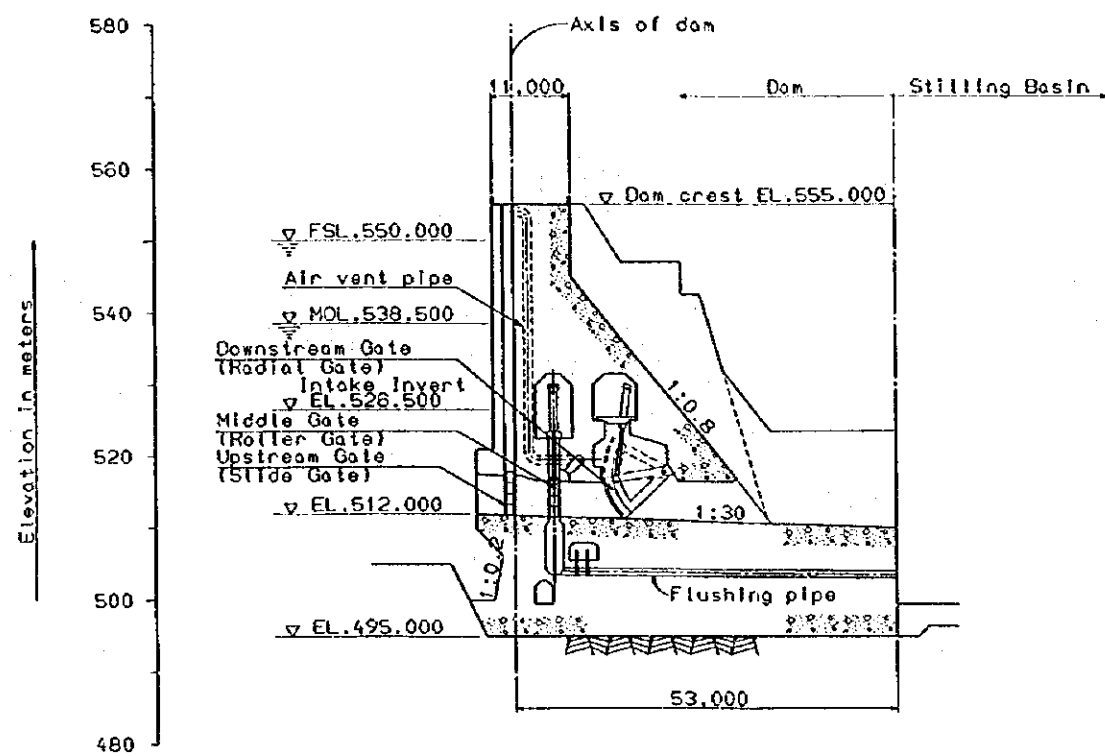
NON-OVER FLOW SECTION SCALE B



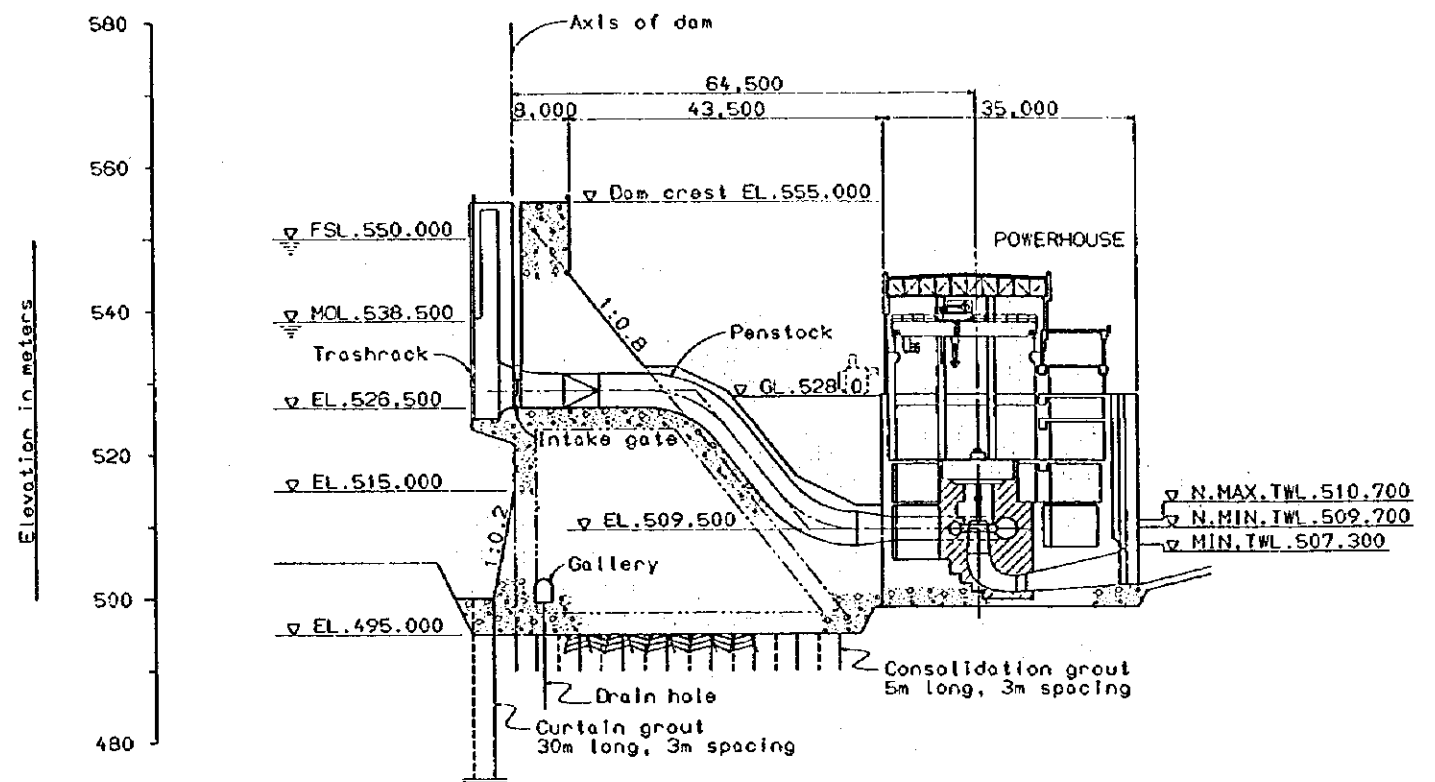
OVER FLOW SECTION SCALE B



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	ムトンガ計画	Fig. No.
REPUBLIC OF KENYA	上流面図及び標準断面図	図 S.18
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT		



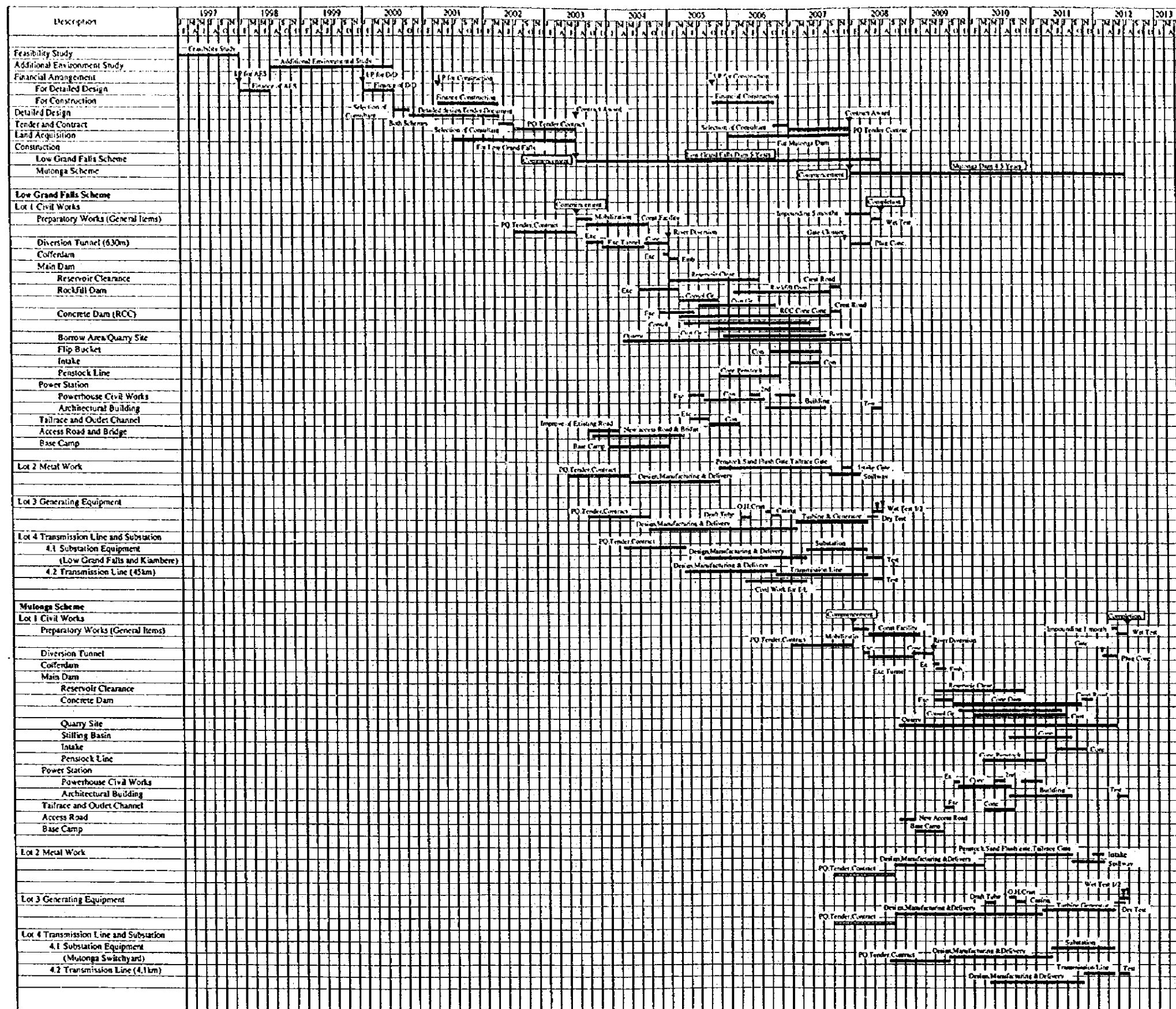
SAND FLUSHING FACILITIES

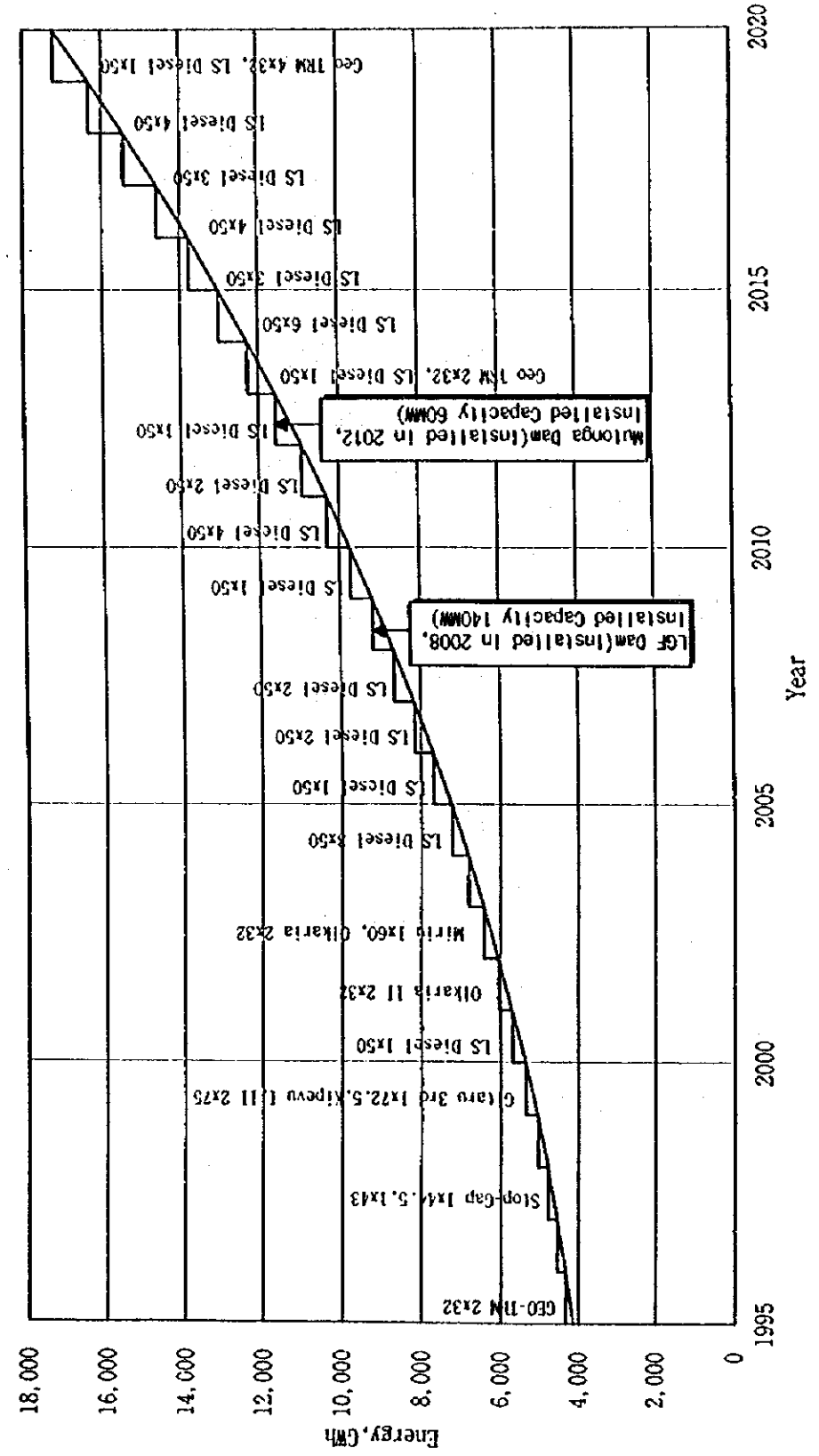
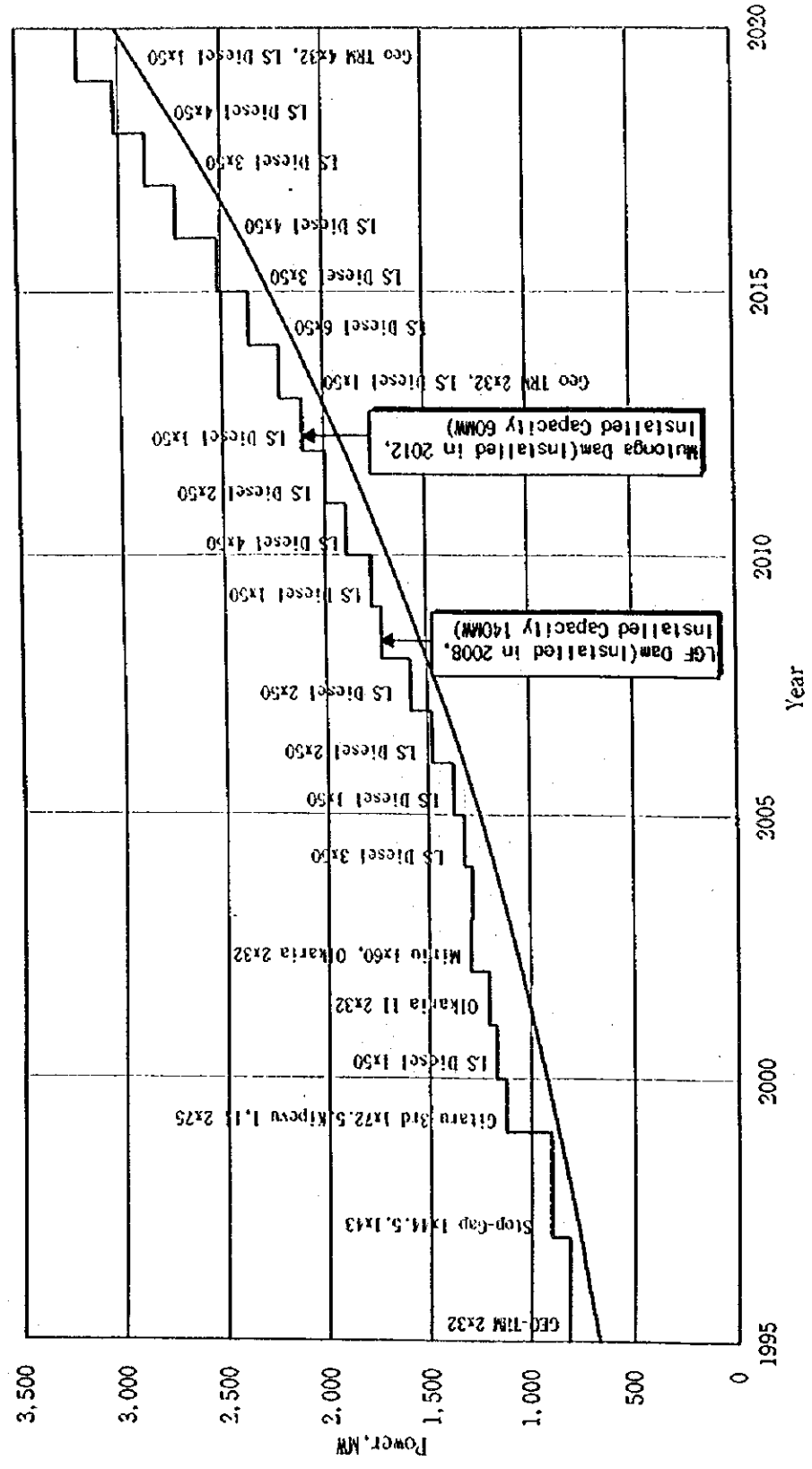


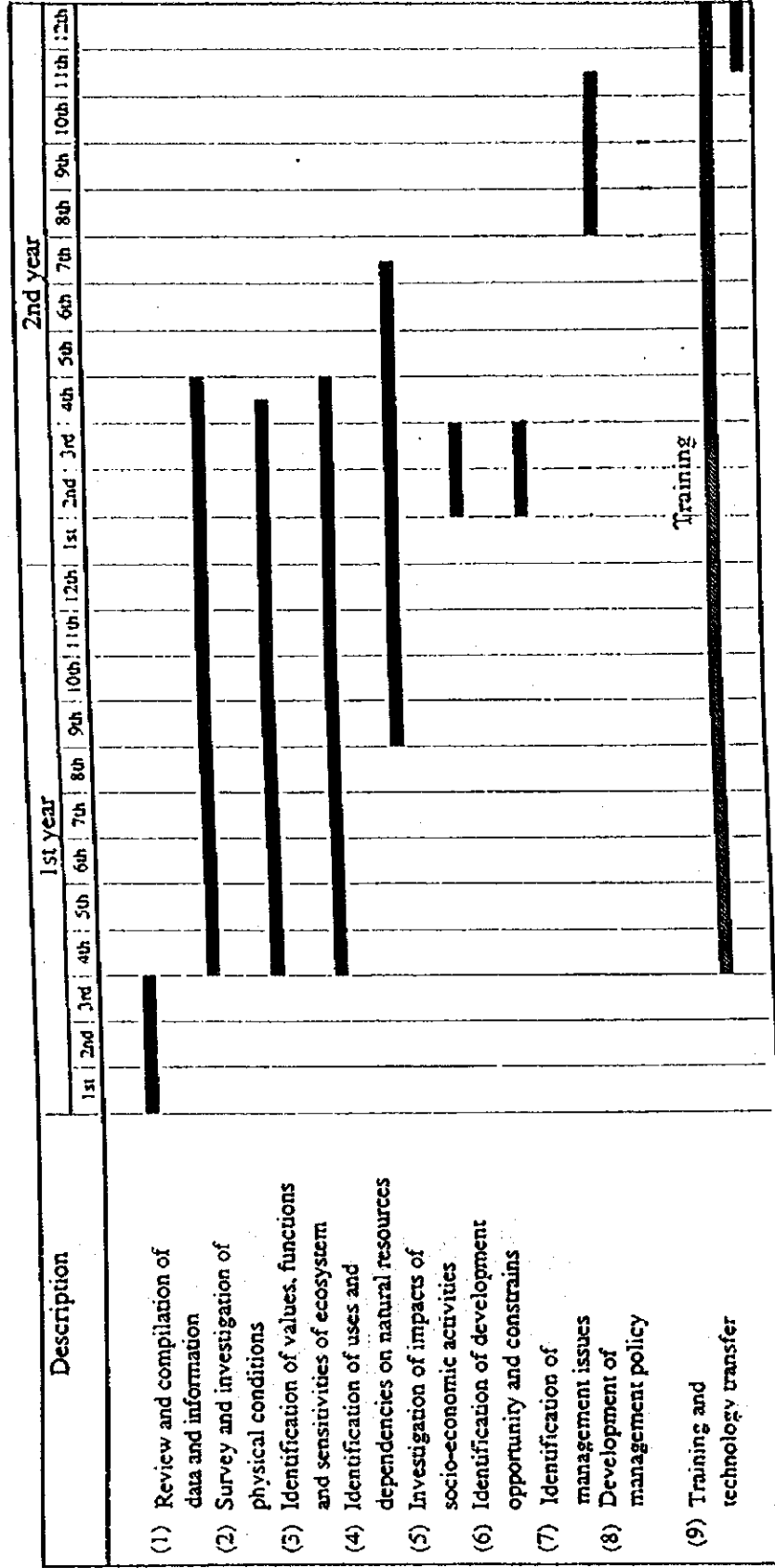
POWER STATION

SCALE A 0 50m

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	ムトンガ計画	Fig. No.
REPUBLIC OF KENYA	人工洪水と土砂放流設備	
MUTONGA/GRAND FALLS HYDROPOWER PROJECT	及び発電所	図 S.19















JICA