

タンザニア連合共和国
キリマンジャロ小水力発電開発計画
事前調査報告書

1987年3月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

タンザニア連合共和国
キリマンジャロ小水力発電開発計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY

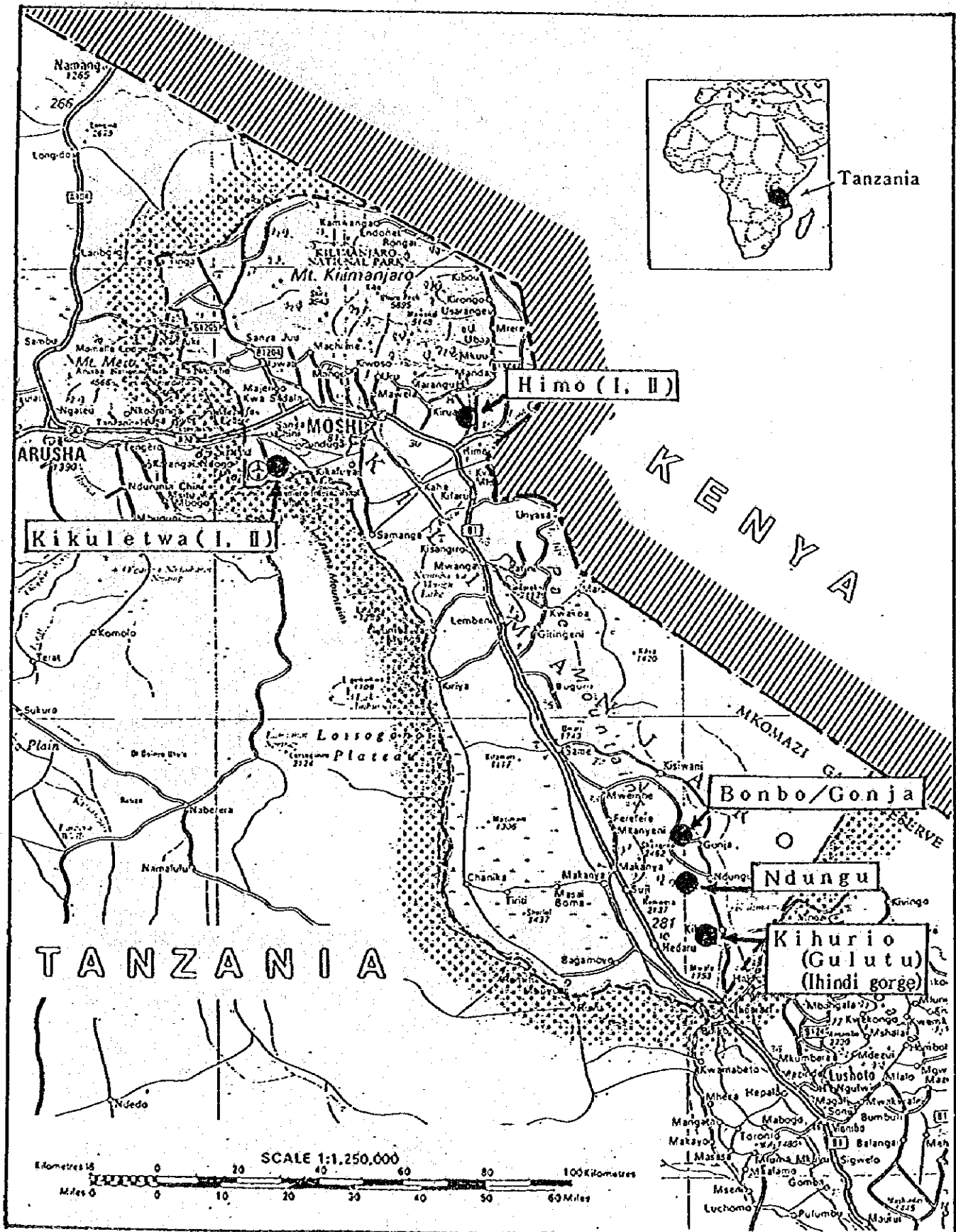


1040044[8]

1987年3月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

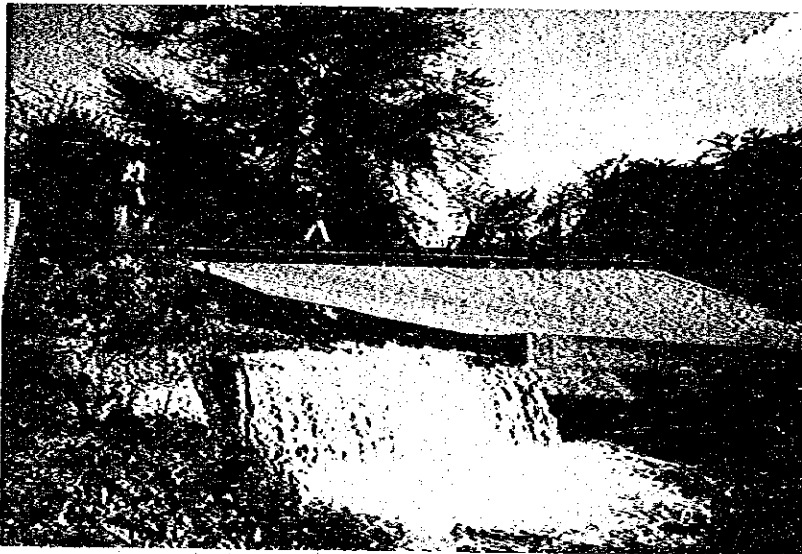
国際協力事業団		
受入 月日	'87.10.02	416
登録 No.	16795	64.3
		MPN



調査候補地点位置図 (Kilimanjaro州)



Kikulet wa 発電所の
Kikulet wa 川取水施設



Kikulet wa 発電所の
Kware 川取水施設



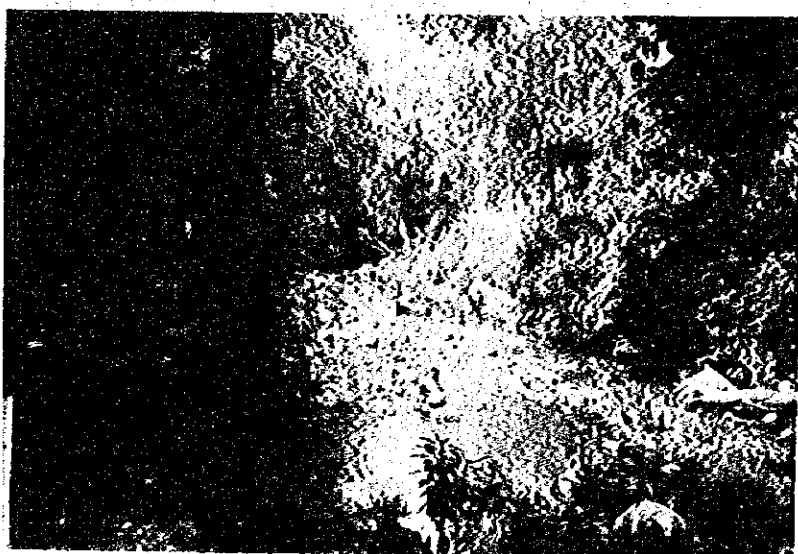
Kikulet wa 発電所



Kikuletwa II
計画地点付近の河川状況



Himo 発電所 (廃止)
(右) 発電所建屋
(左) ペンストック



Himo 発電所付近の
河川状況



Kiburio (Galutu &
Ihindi) 計画のある
Sessemi 川雨後の出水
状況



Nudungu 計画地点付近
前方に見える Yongoma
川上流の滝の上で取水
する計画



Kiyungi 変電所
14.5/19.9 MVA
132/66KV Trans

目 次

位 置 図	
写 真	
1. 総 論	1
1.1 調査の目的	1
1.2 今回調査に至るまでの経緯	1
1.3 調査団員構成及び調査期間	1
1.4 調査地域の概況	4
1.5 タンザニア及び調査地域の電力事情	5
2. 計 画 概 要	9
3. S/W の協議及び合意内容	16
3.1 S/W 協議	16
3.2 合意したS/Wの内容	18
3.3 合意したM/Mの内容	30
4. 電力需要予測	32
4.1 対象地域の電力需要想定	32
4.2 F/S 実施上の留意点	37
5. 地形図及び地質図関係の調査	38
5.1 現 況	38
5.2 F/S実施上の留意点	41
6. 水文関係の調査	42
6.1 現 況	42
6.2 F/S実施上の留意点	47
7. 地質関係の調査	50
7.1 地質概況	50

7.2	調査地点の地質	53
7.3	地 震	54
7.4	タンザニアの地質調査業者	56
7.5	F/S実施上の留意点	56
8.	各プロジェクトサイトの調査結果	57
8.1	現地へのアクセス	57
8.2	プロジェクトサイトの踏査結果	57
9.	F/S関連参考事項	68
10.	現地収集資料リスト	73
11.	質問表及び回答	74
12.	現地訪問先及び面会者リスト	125

1. 総論

1. 総 論

1.1 調査の目的

タンザニア連合共和国（以下タンザニアという）政府は、キリマンジャロ地域の水力資源を有効利用して、より安定した電力供給を行なうためにフィージビリティ調査（以下F/Sという）の要請を昭和62年1月我が国に対して行なった。

上記調査要請に対し、我が方は a) 要請内容の確認、 b) 水力地点の踏査、 c) 既存関連データの収集、 d) タンザニア側関係機関と調査内容、作業分担、スケジュール等についての打合せを行ない Scope of Work(以下S/Wという)として取りまとめ調印することを目的とした事前調査団を派遣した。

1.2 今回調査に至るまでの経緯

タンザニア電力公社（Tanzania Electric Supply Company Ltd.（以下TANESCOという））は、キリマンジャロ地域について概略的な水力予備調査を実施し、0.7～7 MWの9地点をリストアップした。しかしながら、タンザニアは未だ小水力発電計画のF/S実施の技術力、資金力が不足しているため、日本への技術協力要請がなされたものである。

なお、本調査対象のキリマンジャロ地域は、日本の経済・技術協力による送配電網が1984年に完成したこと、農業・工業関係の日本の協力もあって、近年、タンザニア国内では著しい発展を示している。これに伴ない電力需要の伸びも目覚ましい実績を示し、将来においても大きな伸びが予想されている。

これに対応するため、TANESCOは、予備調査によりリストアップされた小水力発電地点について調査を実施し、優望地点を選出し開発しようとしているものである。

1.3 調査団員構成及び調査期間

調査団員は表1.1の通りであり、調査期間は昭和62年3月9日から3月25日までの17日間である。その間、サイト踏査は3月14日から17日までの期間で実施した。詳細は、表-1.2の調査日程参照。

表-1.1 調査団員

	氏名	担当	所 属
団 長	佐藤文三	総 括	国際協力事業団鉦工業計画 調査部 資源調査課 課長代理
団 員	穴田浩一	業 務 調 整	国際協力事業団鉦工業計画 調査部 資源調査課
"	佐藤信雄	土 木	八千代エンジニアリング(株) 第二事業部 水工部
"	柳 治一	地 質	" 顧 問
"	玉井昌幸	電力需給計画	" 第四事業部 建築部

表-1.2 調査日程

日順	月日	曜日	行 程	交通手段	宿 泊 地	調 査 内 容
1	3/9	月	成田	航空機	機中泊	移動(KL868)
2	3/10	火	→ アムステルダム	車	アムステルダム	移動(途中立寄)
3	3/11	水	アムステルダム	航空機	機中泊	移動(KL563)
4	3/12	木	→ ダルエスサラーム	車	ダルエスサラーム (Kilimanjaro Hotel)	<ul style="list-style-type: none"> 日本人使節表敬訪問 JICA事務所との打合せ
5	3/13	金	ダルエスサラーム市内	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> TANESCOと第1回S/W協議, Questionnaire提出 Ministry of Energy & Minerals訪問 Ministry of Finance 訪問
6	3/14	土	ダルエスサラーム → キリマンジャロ → モシ市 → キクルトワル1 既設水力 発電所 → キクルトワル2 発電所計画 予定地点 → モシホテル	航空機 車	キリマンジャロ州 モシ市 (Moski Hotel)	移動(IC569) <ul style="list-style-type: none"> Regional Development Directorate 訪問 TANESCO Kilimanjaro Region 事務所にてS/W打合せ及び現地踏査スケッチマップ確認 既設水力発電所Kikuluta No.1の取水口(2ヶ所)及び発電所調査 Kikuluta No.1の下流に設置されている水位観測所調査 Kikuluta No.2の発電所候補地点を調査
7	3/15	日	モシホテル → Mwangi → Same → Kikomani → Jillegani → Nding → Bombo → Cooja → Kitalwani → Same → モシホテル	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> Galata, Itadi gorge, Nding, Bombo, Cooja の各発電所候補地点周辺の河川地形状況等調査
8	3/16	月	モシホテル → Himo 発電所 候補地点 → モシ市 → Kiyungi 発電所 → モシホテル	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> Regional Land Development Officeにて地形図調査 Himo 発電所候補地点を調査 Regional Water Office にて水位観測所調査 Kiyungi 発電所にてMoski市の電力需要データ入手 TANESCOにて質問表に対する回答入手

表-1.2 調査日程

日次	月 日	曜 日	行 程	交通手段	宿 舎 地	調 査 内 容
9	3/17	火	モントラル →キリマンジャロ飛行場 →ダルエスサラーム	車 航空機	ダルエスサラーム (Kunduchi Beach Hotel)	<ul style="list-style-type: none"> Regional Planning Officer より、キリマンジャロ開発計画を聴取 TANESCOにて資料収集 移動(TC527) Regional water officeにて所産、水位、改良観測所を聴取
10	3/18	水	Kunduchi Beach Hotel →JICA事務所 →TANESCO →Hotel Kilimanjaro	車	ダルエスサラーム (Kilimanjaro Hotel)	<ul style="list-style-type: none"> JICA事務所にて現地調査報告 TANESCOにて第2回S/W協議及び質問表に対する回答入手
11	3/19	木	ダルエスサラーム市内	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> TANESCOにて資料収集 Directory of Surveys and Mappingにて資料収集 Water Sectorにて資料収集依頼
12	3/20	金	ダルエスサラーム市内	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> TANESCOにてS/W協議 TANESCOにて資料収集 Water Sectorにて資料収集 Directory of Meteorologyにて資料収集 Directory of Surveys and Mappingにて資料収集 Coastal and General S.P.Aにて資料聴取 Photomap Internationalにて資料聴取
13	3/21	土	ダルエスサラーム市内	車	同上	<ul style="list-style-type: none"> TANESCOにて資料収集
14	3/22	日	同上	同上	同上	<ul style="list-style-type: none"> 収集資料の整理 S/W、ミーティング準備
15	3/23	月	ダルエスサラーム市内 ダルエスサラーム	車 航空機	 機 中 泊	<ul style="list-style-type: none"> S/W調印 JICA事務所へ報告 Ministry of Energy & Mineralsへ報告 Ministry of Financeへ報告 日本大使館へ報告 TANESCOにて資料収集 移動(LHS35)
16	3/24	火	→ブランタフルト →コペンハーゲン	航空機 航空機	 機 中 泊	<ul style="list-style-type: none"> 移動(SK630) 移動(SK981)
17	3/25	水	→成 田			

1.4 調査地域の概況

(1) 調査地域の概況

キリマンジャロ州は、タンザニアの北東部に位置し、ケニアと国境を接しており、南にTanga州、西にArusha州が隣接する面積約13,200 km²の地域である。州の北部には、赤道直下に万年雪を頂くキリマンジャロ山(標高5,895 m)がそびえ、州の南部にはバレ山脈(標高2,000~2,400 m)が連なり、州の背骨をなすという地勢であるが、同州の自然はこの地勢及び標高によって規定されている。

気温は、海岸地帯に比べるとはるかに涼しく、また土地の高度が増すにつれて涼しくなる。

降水量は高地のキリマンジャロ山腹の南部及び東部が比較的多く(1,000~2,000 mm/年)、バレ山系の頂上も1,000 mm/年程度の降雨量があり、低地は500 mm/年程度である。(1,000 mm/年以上の降雨量のある土地の面積比は8%, 1,000~500 mm/年は57%, 500 mm/年以下は36%)

この地方では雨期(4~5月の大雨期および11~12月ごろの小雨期の年2回)と乾期(7~9月および1~2月ごろの年2回)があり、年間を通じての変化は激しい。

低地は山地に較べ降雨量が少いため乾燥と高温によって特色づけられるサバンナとなっており、年間の雷雨日数(Isokeraunic Level, IKL)は、かなり多く、州都Moshiにおいては、45.4日/年またSameにおいては、25.9日/年の記録がある。(East African Meteorological Dept., East African Community, Nairobi発行の現地収集資料No.7による。)

キリマンジャロ及びバレ山腹に降った雨が流下して山ひだに無数の小河川が形成されているが、乾期には著しく減水する季節的河川(Seasonal River)が多い中で、唯一流量において季節的変動の少ない大きな河川としてPangani川があり、これにはKikuletwa, Nyumba ya Mungu, Hale, Pangani Fallsの4水力発電所が建設されており、最初の2発電所がキリマンジャロ州にある。

キリマンジャロ州は5つの地区(District)に分かれており、面積、人口は下表の通りである。

表-1.3 キリマンジャロ州の概況

	Same	Mwanga	Moshi	Hai	Rombo	合計
面積 (km ²)	5,150	2,641	3,083	1,345	990	13,209
人口 (1986年 推定)	263,730		452,372	227,076	198,242	1,141,420
人口密度 (人/km ²)	338		146.7	168.8	200.2	86.4
所帯数 (1986年 推定)	52,746		90,474	45,415	39,648	228,283

1.5 タンザニア及び調査地域の電力事情

(1) タンザニア全土の電力事情

タンザニアの電気事業は、国営の TANESCO により発電から配電まで一貫した運営がなされている。1986年におけるその発電設備容量は National Grid に連繫しているものといないものとを合計すると 410,045 kW で、その内訳は水力 7ヶ所 253,220 kW、火力 33ヶ所 156,825 kW であり、その発電設備比率は 62:38 で、水主火従の電源構成である。火力はダルエスサラーム地区の Ubungo 市にガスタービン (14.775 MW×1) があるのみで、残りは全部ディーゼル発電所で、汽力発電所はない。ディーゼル発電機の容量は、そのほとんどが 750 kW 以下の小規模のもので、これらは各地方都市に設置されており、主幹系統とは連繫されていない。National Grid に連繫されていないものは合計 26ヶ所 67,972 kW で全体の 16.6% にあたる。(我が方の質問表に対する回答の Appendix-12, 13 参照)

この国の主幹系統は National Grid System と呼ばれる、ダルエスサラーム周辺の発電所群とこれに TANESCO の主力発電所である Kidatu, 204 MW (51 MW×4) が 220 kV 送電線 1 回線で接続される。現在 National Grid の電力はほとんどこの Kidatu の発電力に依存しており、Ubungo 火力 (ディーゼル及びガスタービン) は供給予備力として常時待期の状態にある。この Kidatu 水力発電所を基点として、西部の Mbeya 市、東部のダルエスサラーム市 (首都)、北部の Singida 市及び Kilimanjaro 州並びに Arusha 州へ 220 kV をいしは 132 kV にて送電されている。(電源系統図については、質問事項の回答 Appendix-10, 11 を参照のこと。)

同国には Pangani 川と Great Ruaha 川の 2 大河川があり、前者は Kilimanjaro 州を流れ、Uyumba Ya Mungu と Kikuletwa 水力発電所がこの河川を利用し、後者は Morogoro 州及び Iringa 州を流れ、Kidatu 水力発電所及び現在工事中の Mtera 80 MW (40 MW×2) がこの河川にある。

(2) 調査地域の電力事情

キリマンジャロ州においては 1975 年に完成した Hale-Same-Kiyungi 132 kV 送電線 1 回線にて National Grid System に連繫され電力が供給されており、この州にある Kiyungi 変電所 (132/66 kV, 14.5/19.9 MVA×1, 66/33 kV, 5 MVA×2, 66/33 kV, 10 MVA×1) 及び Same 変電所 (132/33 kV, 5 MVA) にて降圧し需要家へ 33 kV, 11 kV で配電している。又、この Kiyungi 変電所を經由して、1982 年に完成した 132 kV 送電線 1 回線にて Arusha 州へ電力を供給している。

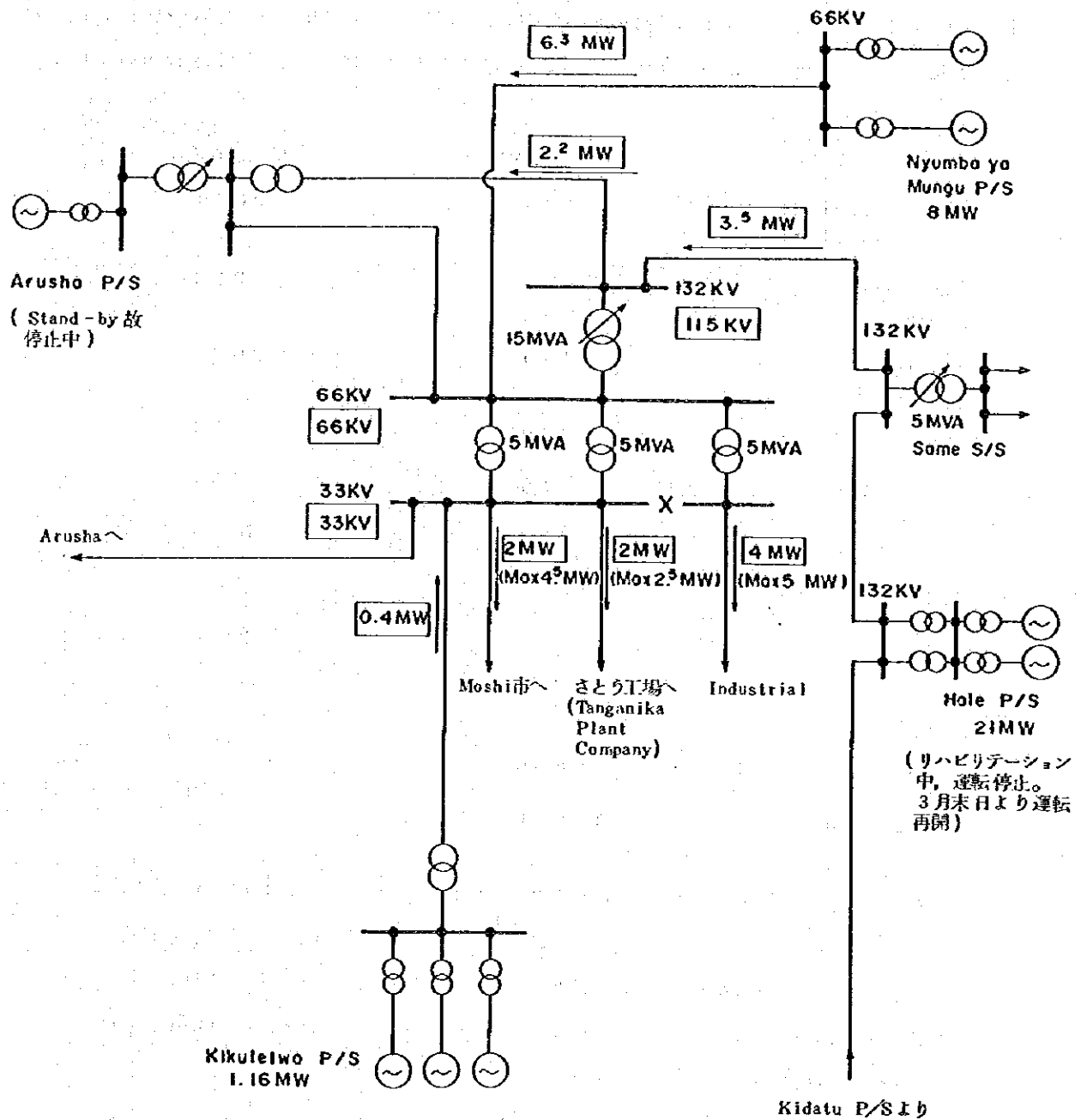
又、1969 年に完成した 66 kV 送電線 1 回線と、完成年度は不明であるが 33 kV 送電線 1 回線も Kiyungi 変電所から Arusha 州へ連繫されている。

同州には Pangani 川の河川を利用した Uyumba Ya Mungu 8 MW (4 MW×2) と Kikuletwa 1.16 MW (0.6 MW, 0.4 MW, 0.16 MW が各 1 台) 水力発電所があり、前者は 66 kV 系統、後者は 33 kV 系統にてそれぞれ Kiyungi 変電所に連繫されている。

本調査期間中の3月16日(月)午後3時半にKiyungi変電所を訪問した時の電力計(MW)の指示値は図-1.1の通りであった。

また監視盤の電圧計によれば、132kV受電電圧は115kVを指示していた。当変電所のSupervisor(Mr. Mzilay)の話によれば、132kVの受電電圧は当地より約360km離れたHale発電所(21MW, 10.5MW×2)が2台共にリハビリテーションのため停止しているので、約900km離れたKidatu発電所より電力を受電しているせいで線路の電圧降下にて115kVまで電圧降下してしまい、2次側電圧を定格値(66kV)まで確保するためには、この変圧器の負荷時タップ切替器を最低タップまで下げて運用しているとのことであった。実際に調査したところ、この変圧器は最低タップの1122/66kVに設定されていた。当変電所を訪問した時刻が一日のうち一番需要が低い時であったが、需要が最大となる時刻には受電電力の増加に伴い、132kV送電線を流れる電流も増加し、線路の電圧降下により、132kV受電電圧は、115kVよりさらに少し降下するとのことであった。

将来、同州の電力需要増加に伴い、132kV受電電圧は現在よりさらに低下することが予想され、変圧器のタップ切替器では保証ができなくなることが想定される。二次側電圧が定格値より低下することは需要家に安定した電力を供給するという点で信頼性に欠けることになることから、National Gridからの電力の供給を極力少なくし、同州の水資源を有効利用した小水力発電所が必要であると考えられる。



(注) □内は電力計(MW), 電圧計(KV)のメーター指示値

図-1.1 Kiyungi 変電所の電力計(MW)及び電圧計(KV)の指示値
(1987年3月16日 PM3:30調査)

(3) 将来計画

TANESCO の将来計画については、現在工事中で1988年竣工予定の Metra 80MW (40MW × 2) のほかには Power Sector Development Plan 1985 to 2010 — Executive Summary (June 1986) (収集資料 Ⅷ15)によれば、下記の水力発電所が計画又は検討されている。

発電所名	設備容量 (MW)	完成年度
Pangani Falls Redevelopment	42.5	2000
Downstream Kihansi	162.0	1994
Upstream Kihansi	45.0	2001
Masigira	80.0	2004
Rumakali	204.0	2007
Ruhudji	250.0	不明
Mpanga	160.0	不明
Iringa	87.0	不明
Stiegler's Gorge		
—Phase 1	300.0	不明
—All phases	1400.0	

送電線の将来計画についても上記レポートによれば下記が計画ないしは検討中である。

送電線区間	電圧	回線数	完成年度
Kidatu—Dar Es Salaam	220kV	1回線	1990
Moshi—Arusha	132kV		* 1990 MID
Singida—Arusha	220kV		* #
Chalinze—Arusha	132kV又は220kV		* #
Vol in Kenya—Arusha	132kV		* #

(注)※ 4つの代案のうち、Chalinze-Arusha が最も可能性大。又、1990年代前半までにタンザニア—ケニアの送電線連繋が計画されている。ザンビア—マラウイ—タンザニアの送電線連繋も検討中である。

2. 計 画 概 要

2. 計画概要

TANESCO は、事前調査に先立ってキリマンジャロ地域について概略的な水力予備調査を実施し、次の9地点をリストアップしている。

- Kikuletwa (I, II)
- Himo (I, II)
- Kihurio (Gulutu, Ihindigorge)
- Ndungu
- Bombo
- Gonja

その内、Kikuletwa 及び Himo はキリマンジャロ州北部に位置し、残りの5地点は同州の南部に位置している。最大出力は700 kW～7,000 kWとなっている。

Kikuletwa I 及び Bombo については既設発電所の修復又は増改設計画であり、残りの7地点については新規に計画するものである。

各地点計画の詳細は表-2.1に示すとおりであるが、Bombo 及び Gonjaについては詳細なデータは不明である。また、Kikuletwa II については、取水・発電地点が各々異なる3案の代替案を設定し、それぞれについて計画諸元を求めている。

Kikuletwa, Himo 地点の立地条件は、水源が万年雪のあるキリマンジャロ山であること、標高が高く比較的雨量が多いこと、火山性の透水性の高い地層が山腹に分布していることから、雨水・融雪水が伏流し、発電計画地域に泉となって湧水があること。特に Kikuletwa 地点については流域面積が約2,000 km²と大きいこともあって年間に亘って河川流量が安定し、湧水流量も豊富である。しかも河川勾配も比較的急であり、特に Kikuletwa 地点は中落差・中使用水量の安定した電力供給のできる発電計画が期待できる。

Kihurio, Ndungu, Bombo, Gonja の各地点は、その水源が独立した小さな Pare 山脈であることもあって、各地点の流域面積は小さく、かつ年間雨量も少なく、乾期には極端に流量が減少する不利な点がある。しかしながら落差を大きくとれる地点も含まれており、一般的に高落差・小使用水量の発電計画となる。

表-2.1 TANESCOレポートによる開発計画概要

項目	地点名 目的	Kikuletwa		Himo		Kihurio		Ndungu	Bombo	Gonja		
		existing Kikuletwa I	Kikuletwa II	Himo I	Himo II	Gulutu	Ihindi gorge	Mgidi falls	existing Boabo			
		Rehabilitation or Redevelopment	Development	Development	Development	Development	Development	Development	Rehabilitation or Redevelopment	Development		
河川名		Kikuletwa Riv.		Himo Riv.		Seseni Riv.		Goca Riv.	Hingilili Riv.			
地形図		1/25万 (AS-37-13 & 14) 1/5万 (56/3, 56/4)		1/25万 (AS-37-13 & 14) 1/5万 (56/2.56/4.57/1.57/3)		1/25万 (SB-37-12) 1/5万 (90/3, 89/4)		1/25万 (SB-37-2) 1/5万 (90/3, 89/4)	1/5万 (89/2, 89/4, 90/1)			
水位・流量観測 期間 位置		1967~75 (No. 1 DD 54 at TANESCO Power Station)		1969~76 (No. 1 DD 11A at Himo)		1963~80 流量 1981~ 水位 (No. 1 DB 2A at Gulutu)		1982/12~ 水位 (at Ndungu) 流量なし	1963~85 水位 1963~75 流量 (at Kiruka)			
平均流量 (最少) m ³ /s		12.77		1.93 (0.34)		(0.41)			0.64 (0.17)			
雨量観測期間		1911~75, 1898~75, 1928~75		1893~75, 1911~75				1937~75				
年平均雨量 mm		993, 881, 1198		1525, 1709				788				
計 画	最大使用水量 m ³ /s	12.4 (11.4)		12.5 (11.4)		3.0 (0.6)		3.0 (0.6)		3.3 (0.5)		
	落差 m	15		(A) 45 (B) 60 (C) 75		45		45		30		
	標高 m	existing 820 (発電所)		(A, B) 745 (C) 730 (発電所)		940 (発電所)		850 (発電所)		545 (発電所)		
	最大出力 kW	1400 (existing 1160)		(A) 4200 (B) 5600 (C) 7000		945		945		700		
	常時出力 kW	1200		3800 5100 6400		190		190		105		
	取水方式	existing 流れ込み式 (C)		流れ込み式		existing 流れ込み式 (RF)		流れ込み式		流れ込み式 (クレスト長120m)		
	水路 m	400 + 700 (閉水路)				800 (閉水路, 暗渠)		1800 (閉水路 or 暗渠)		800 (閉水路)		
	水圧管路 m	26 × 3条		300, 600, 500		300		500		150		
	ユニット容量 kW	フランス水車 600kW 400kW 160kW 発電機 750kVA 500kVA 200kVA 1950年 1937年 1935年 運転開始				315kW × 3unit or 284kW + 662kW		315kW × 3unit or 284kW + 662kW		350kW × 2unit or 240kW × 3unit or 210kW + 490kW		
	送電線					33kW 1km		33kW 1km		5km + 12km		
総コスト	21M TSHS (=1.2M US\$)		160M TSHS (=9M US\$)		38M TSHS (=2.2M US\$)		43M TSHS (=2.5M US\$)		31.5M TSHS (=1.85M US\$)			
KW当り建設費	15,000 TSHS		40,000 TSHS (=2,300 US\$)						87M TSHS (=5.1M US\$)			
送電線	50,000 TSHS (=2,900 US\$)								50,000 TSHS (=2,900 US\$)			
道路	車で発電所に行ける				車で旧発電所まで可				車でSiteに行ける			
摘要									徒歩のみ可 (2km)			
	滝の下近くまで車可											
摘要	<ul style="list-style-type: none"> 全面的に取替修理が必要 240 KWの出力地で1400kWに増強 		<ul style="list-style-type: none"> No. 1の5km下流 		<ul style="list-style-type: none"> 既設 (1924年) 49kW × 2unitがあるが現在は運転不能。 1kmのT/LでKilimanjaro Distribution Networkに結ばれる。 		<ul style="list-style-type: none"> コストには5kmの送電線建設費を含む。 Gulutu Siteの上流約2km コストには7kmの送電線建設費を含む。 		<ul style="list-style-type: none"> 4kmの送電線の建設費約1.2M TSHS (=0.7M US\$) 		<ul style="list-style-type: none"> 送電線12kmの建設が必要 3.6M TSHS (=0.2M US\$) 300,000 TSHS/km (=17,600 US\$/km) 	

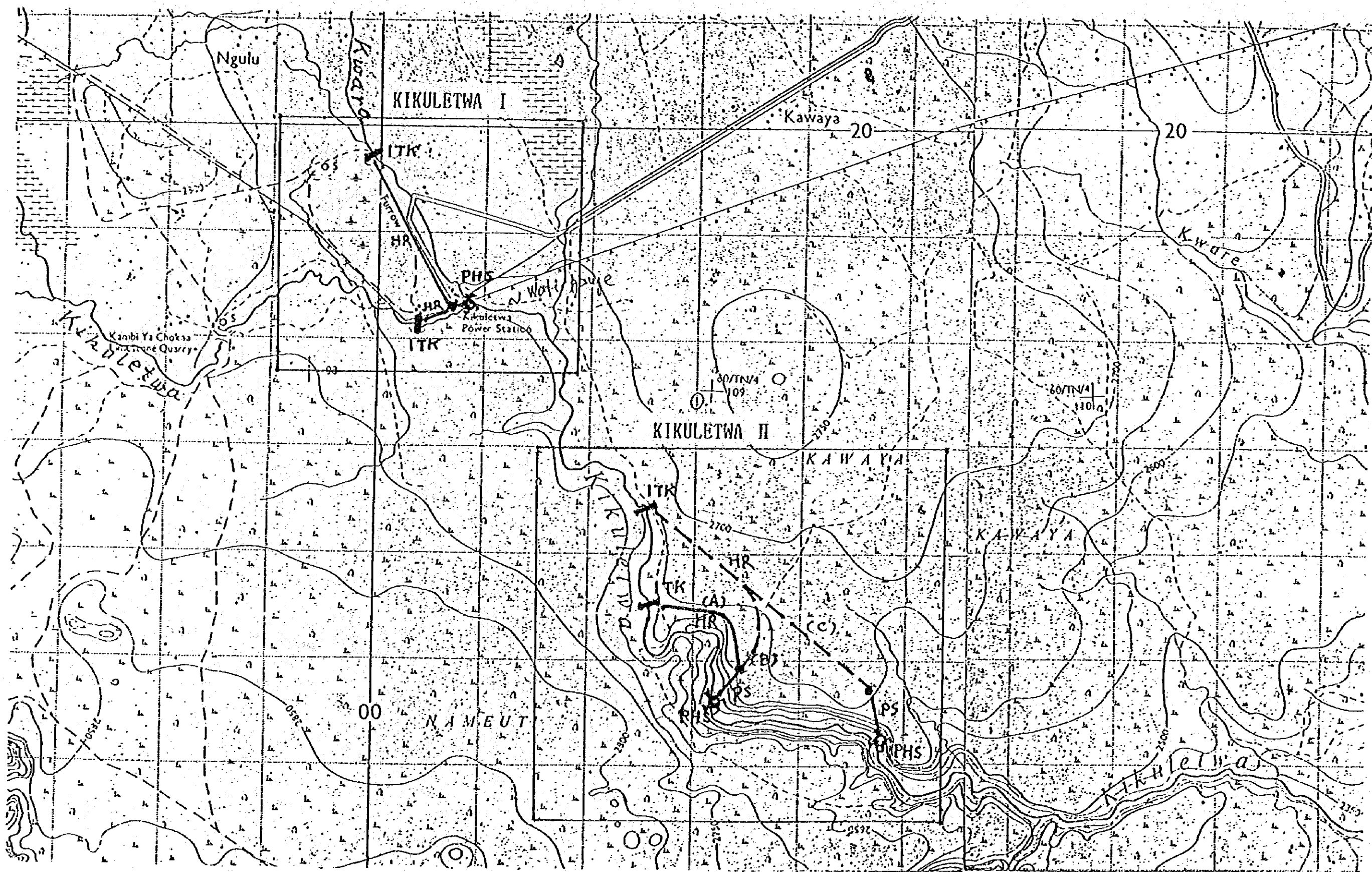


图-2.1 Kikuletwa I & II 地点 (S = 1:50,000)

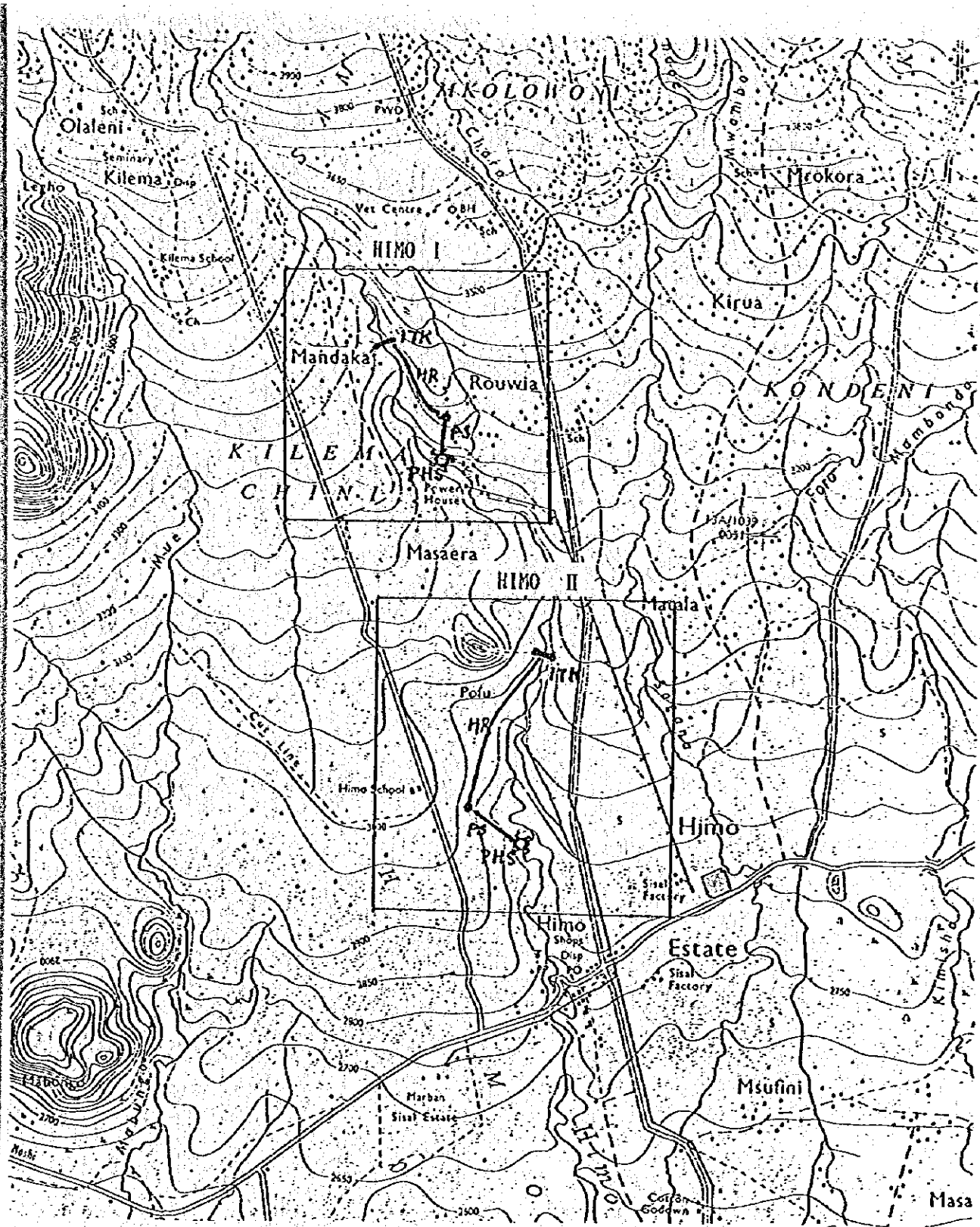


图-2·2 Himo I & II 地点 (S=1:50,000)

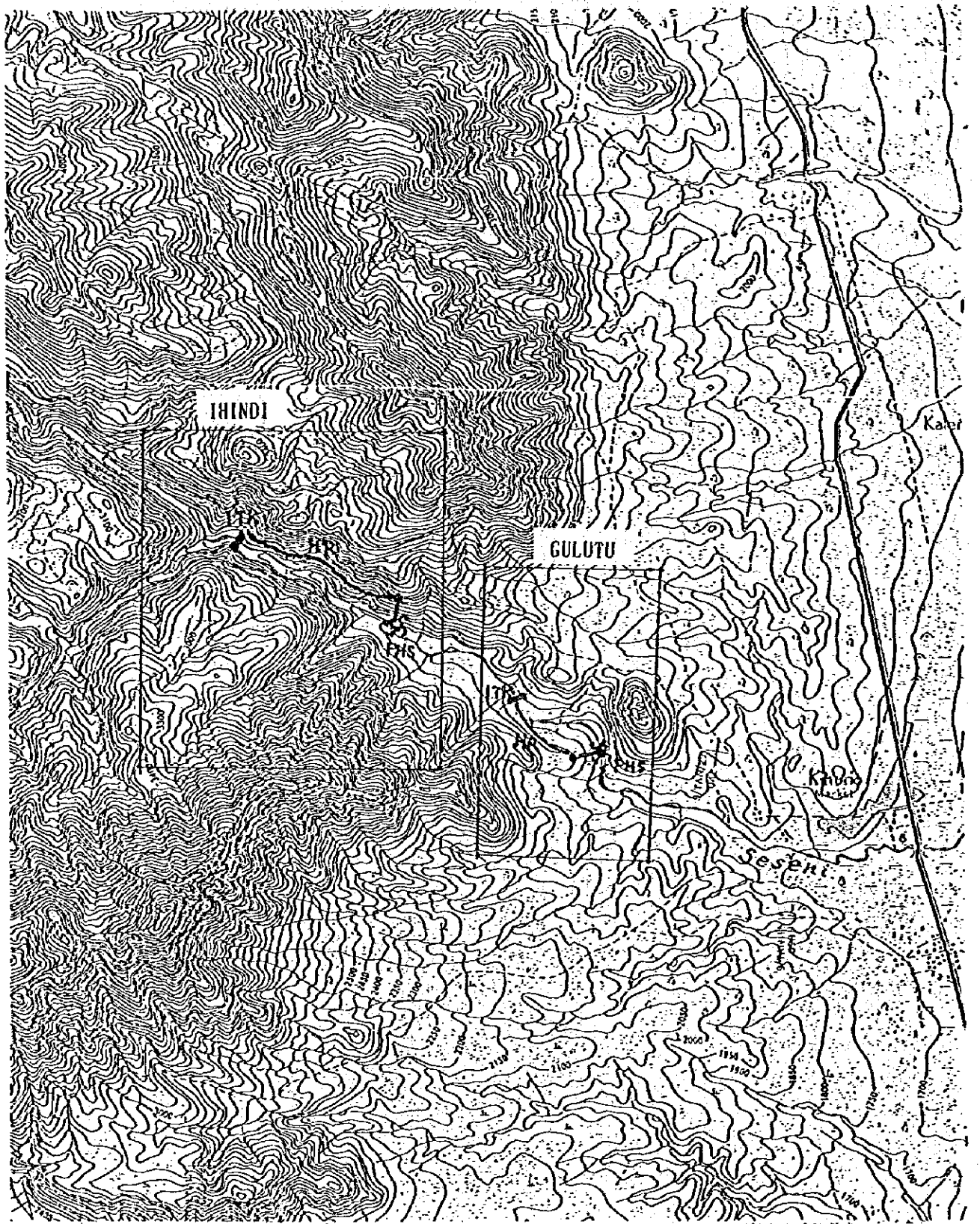


图- 2·3 Kihurio (Gulutu Rapid & Ihindi Falls) 地点
 (S = 1:50,000)

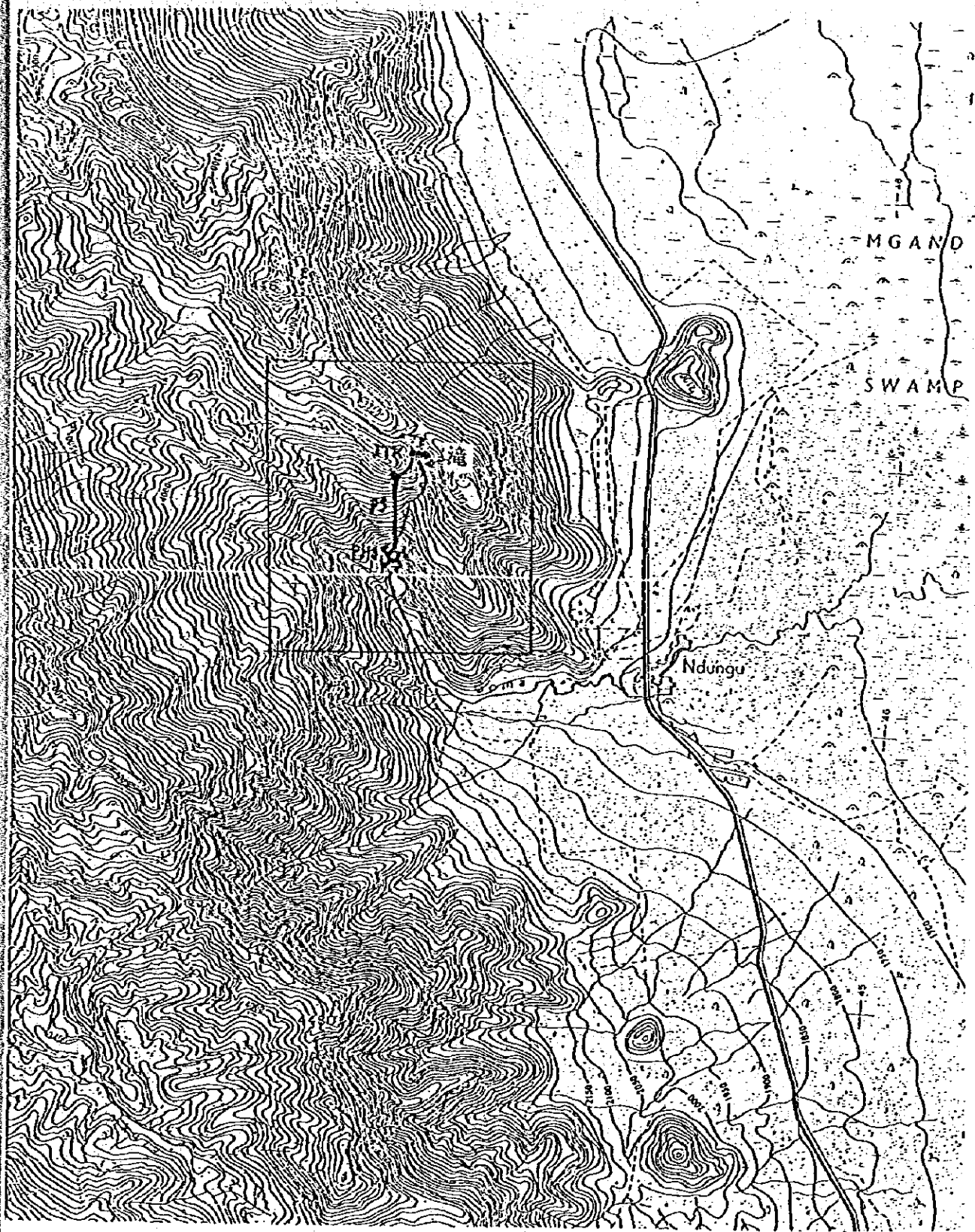


图-2·4: Ndungu (Hugidi Falls) 地点 (S = 1:50,000)



図-2・5 Bombo / Gonja 地点 (位置の詳細は不明)
(S = 1:50,000)

3. S/Wの協議及び合意内容

3. S/Wの協議及び合意内容

3.1 S/W協議

調査団は、3月13日 TANESCOと第一回目の意見交換を行った際、S/W案を先方に提示し、その概略説明を行った。更に3月18日から3月20日までの間S/Wの協議を重ね3月23日 S/Wに署名するに至った。

協議中の主要問題点およびその結果署名したS/Wの概要は以下に示すとおりである。

(1) 協議中の主要問題点

(a) Scope of Study における文章表現の一部を “ in comparison with economic aspect of alternative power supply methods ” とした。

すなわち、本地域がすでに送電線で連繫されていることから、代案としてはディーゼル発電機の比較のみならずキリマンジャロ州に計画される電源（現在のところ具体的な計画はない）あるいは他州に計画される電源から送電線を経由して供給される電力を想定しそれをも含めた経済比較を行うことにしたものである。

(b) Scope of Study 1, (4), (d)として “ Preliminary Survey on Site Elevation ” を追加した。

調査地域の地形図としては1/50,000があるが、等高線の間隔が50フィート（約15m）であること及び精度上の問題もあると考えられるため、今回のような小水力発電開発計画の調査に当っては重要な要素である落差の推定が、地形図だけでは不十分であると考えられたからである。

この業務は、TANESCOが測量部隊を有していること、またタンザニア国内の業者で対応可能とのことであるのでTANESCOの業務とし、JICAが監督指導することとした。

(c) Scope of Study 2, (1), (a)の “ Aerial Survey and Mapping ” については、タンザニア側は実施できず全て外国に委託している状況にある。

南部の Same 地域については、昭和61年度予算でJICAの森林プロジェクトが航空写真を撮影し、昭和62年度予算で図化するので、これを9月以降であれば利用できる。

北部の Kilimanjaro 地域については新規に撮影する必要がある。この場合には上記の森林プロジェクト同様、撮影用の航空機はケニアの航空会社と契約し実施することになり、右はJICA側の分担業務となる。この航空会社名は次のとおりである。

Photomap International

• P.O.Box 30750, Nairobi, Kenya. Tel. 22386 (本社)

• P.O.Box 2448, Dar Es Salaam. Tel. 67545 (ダルエスサラーム支店)

(d) Geological Investigation の内、Seismic Prospecting についてはTANESCOとの協議及び調査の結果、タンザニアにおいてはダイナマイトの入手が極めて困難であることが判

明したため、実施が不可能と判断した。このため、プロジェクトサイトの地質調査に当っては、Drilling Works の追加あるいは Test Pitting and Trench Excavation により行うこととしたものである。

また、Drilling Works はタンザニア国に実施できる事業者がないため日本側で実施することにした。

(e) Scope of Study 3, (7)として、Stability Analysis on Kilimanjaro Network System を追加した。

すなわち、本件小水力発電開発後の同州における送電線及び配電線の電力系統潮流解析及び電圧周波数の改善効果の検討を、最寄りの電源(Hale)から同州の間に限定して行う。

(f) 現地調査機材

業務分担については、S/WのAppendix-IIの通りであるが、F/S実施にあたり必要な機材の内、TANESCOが調達不可能な自記水位計、流速計の供与の要請があった。

それらの台数についてはIdentification Stageの結果から決められるものである。

(g) 自動車

S/WのVII, 2, (4)に記載の通り、現地調査に必要な自動車、運転手、燃料、予備品は、原則としてTANESCOの手配となるが、TANESCOの車輛は台数・整備状況ともに十分ではないので、四輪駆動車2台の供与要請があった。

(h) 技術研修

TANESCOは、技術研修のための研修員の受け入れを要請したので、この要請をMinutes of Meeting(以下M/Mという)に記載した。

研修専門分野	Hydro-planning Engineer	Design Engineering
研修期間	2ヶ月間(1987年中)	2ヶ月間(1988年中)
人数	1人	1人

(2) S/Wの概要

前項で述べた協議過程を経てS/Wを合意した。この合意したS/Wの全文は次節に示すとおりであるが、このS/Wの概要として、目的、調査項目およびスケジュールを示すと以下のとおりである。

本調査の目的は最適な小水力発電計画を策定し、その技術的、経済的、財政的な可能性を評価することであり、調査は次の3ステージから構成される。

- ① Identification Stage
- ② Field Investigation Stage

③ Preliminary Design Stage

この中で、②および③のステージで調査する地点は、①の調査結果に基づいて決定されることになる。

ここで、各ステージごとに調査項目を列挙すると次のとおりである。

① Identification Stage

- Review of Previous studies and data
- Power Demand Forecast
- Identification of Potential Project Site(s)
- Site Reconnaissance
- Review of Potential Project Site(s)
- Selection of Candidate Site for Subsequent Stages

② Field Investigation Stage

- Topographic Surveys
- Geological Investigation
- Hydrological Survey
- Detailed Site Reconnaissance

③ Preliminary Design Stage

- Determination of Optimum Development Scheme
- Preliminary Design
- Cost Estimation
- Implementation Schedule
- Economic and Financial Analyses
- Environmental Assessment
- Stability Analysis

①の Identification Stage は 1987 年 7 月～11 月にかけて現地および国内で作業を実施し、着手時に Inception Report , 現地作業終了時に Progress Report およびステージの終了時に Interim Report を提出する。②の Field Investigation Stage は 1988 年 1 月～3 月にかけて現地で作業を実施する。③の Preliminary Design Stage は 1988 年 4 月～9 月にかけて国内で作業を実施し、ステージの終了後に Draft Final Report および Final Report を提出する。

調査の全体期間は 1987 年 7 月～1988 年 12 月までの 18 ヶ月間である。

3.2 合意した S/W の内容

前述のような経緯で合意署名した S/W の全文及び M/M を以降に示す。

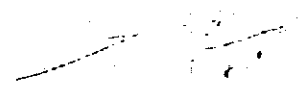
SCOPE OF WORK
FOR
FEASIBILITY STUDY
ON
SMALL-SCALE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
IN
KILIMANJARO REGION
TANZANIA

AGREED UPON BETWEEN
TANZANIA ELECTRIC SUPPLY COMPANY LIMITED
AND

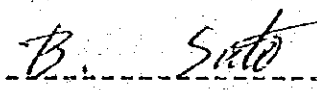
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DAR ES SALAAM

MARCH 23, 1987



S.L. MOSHA
MANAGING DIRECTOR
TANZANIA ELECTRIC SUPPLY COMPANY LTD.



BUNZO SATO
LEADER OF JAPANESE
PRELIMINARY STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Tanzania, the Government of Japan has decided to conduct the Feasibility Study on Small-Scale Hydroelectric Power Development Project in Kilimanjaro Region (hereinafter referred to as "the Study"), and in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programme of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities in Tanzania.

The Tanzania Electric Supply Company Ltd. (hereinafter referred to as "TANESCO") shall act as a counterpart agency to JICA study team and also as a coordinating body to other relevant organizations for the smooth implementation for the Study.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF STUDY

The objective of the Study is to formulate the optimum development plan for small-scale hydroelectric power project to supply power to Kilimanjaro Region and assess the technical, economic and financial feasibility of the project.

III. SCOPE OF STUDY

The Study consists of the following three (3) stages:

1. Identification Stage
2. Field Investigation Stage
3. Preliminary Design Stage

The project site to be studied at the Field Investigation Stage and the Preliminary Design Stage will be decided on a basis of the evaluation on result of the Identification Stage, taking into account the predicted future power and energy demands until the year 2005 and in comparison with economic aspect of alternative power supply methods.

The detailed scope of work at the respective stages are itemized as follows:

I. IDENTIFICATION STAGE

h/r

(1) Review of Previous Studies and Data

Review of the previous studies/surveys, existing data, information and materials relevant to the Study

(2) Power Demand Forecast

Power demand forecast up to the year 2005

(3) Identification of Potential Project Site(s)

Identification of potential project site(s), in consideration of the proposed development plan(s), based on the existing topographic maps and relevant data.

(4) Site Reconnaissance

(a) Ground surface surveys on geology of expected major structure site(s) of the project and its vicinity area(s).

(b) Reconnaissance of access road(s) to the project site(s)

(c) Preliminary hydrological study

(d) Preliminary survey on site elevation

(5) Review of Potential Project Site(s)

(a) Layout of power plant facilities

(b) Power capacity, size and type of all structures and number of generating units

(c) Construction cost and benefit

(6) Selection of Candidate Site for Subsequent Stages

Selection of candidate site, among the potential sites, in consideration of forecasted power demand as of the year 2005 and in comparison with economic aspect of alternative power supply methods.

2. FIELD INVESTIGATION STAGE

Based upon the results of studies at the Identification Stage, the Field Investigation Stage will be conducted as follows:

1/12

- (1) Topographic Surveys
 - (a) Aerial survey and mapping, if necessary.
 - (b) Ground survey on the selected site of hydroelectric power plant facilities and quarry
- (2) Geological Investigation
 - (a) Drilling Works

Drilling works and permeability tests on the sites of dam, intake, headtank/surgetank, penstock, power station and quarry
 - (b) Test Pitting and Trench Excavation

Investigation for concrete aggregate and river-bed materials by test pitting and/or trench excavation
 - (c) Field/Laboratory Tests

Mechanical tests of concrete aggregate and bed-rock and water quality test
 - (d) Preparation of geological maps
- (3) Hydrological Survey
 - (a) Siting and/or installation of hydrological observation stations (rainfall gauging stations and discharge observation stations), if necessary
 - (b) Measurement of discharge and sediments at the above observation stations
 - (c) Hydro-meteorological study on flood/drought, run-off and sediments
- (4) Detailed Site Reconnaissance

All structure site including transmission line route, access road and compensation items

3. PRELIMINARY DESIGN STAGE

Based upon the results of the studies at the Field Investigation Stage, the Preliminary Design Stage will be conducted as follows:

47

(1) Determination of Optimum Development Scheme

(2) Preliminary Design

The design work shall include the following:

(a) All principal structures of civil works such as dam, power station and appurtenant works

(b) All hydraulics steel structures

(c) Electro-mechanical equipment

(d) Transmission line

(e) Diversion work

(f) Site selection of temporary construction facilities.

(3) Cost Estimation

The cost estimation of the various components and its breakdown into local and foreign currency portions.

Preparation of yearly disbursement schedule

(4) Implementation Schedule

Formulation of implementation schedule from detailed design to commercial operation

(5) Economic and Financial Analyses

(a) The economic analysis will include computation of the project cost, operation and maintenance costs, economic analysis of alternative power plant and calculation of economic internal rate of return and sensitivity analysis.

(b) Financial analysis will include determination of financial capital costs, cash flow, evaluation of financial internal rate of return and its sensitivity analysis

(6) Environmental Assessment

(7) Stability Analysis on Kilimanjaro Network System

Subsequent effect analysis on stability of the transmission and distribution network system in Kilimanjaro Region in connection with the proposed small-scale hydropower project.

672

IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be conducted in accordance with the tentative time schedule as shown in Appendix I attached herewith.

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Tanzania:

- | | | |
|-----|--------------------|-----------|
| (1) | Inception Report | 10 copies |
| (2) | Progress Report | 10 copies |
| (3) | Interim Report | 10 copies |
| (4) | Draft Final Report | 20 copies |
| (5) | Final Report | 40 copies |

VI. TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings by JICA and TANESCO is detailed in Appendix II attached herewith.

VII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF TANZANIA

The Government of Tanzania shall accord privileges, immunities and other benefits to the JICA study team and, through the relevant authorities, take necessary measures to facilitate the smooth implementation of the Study.

1. TANESCO shall make necessary arrangements in cooperation with the other relevant authorities for the following:

- (1) to inform the members of the JICA study team of any existing risk in the Study area and to take any measures deemed necessary to secure the safety of the team.
- (2) to permit the members of the JICA study team to enter, leave and sojourn in Tanzania for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements
- (3) to exempt the members of JICA study team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials to be brought into

472

Tanzania for the implementation of the Study

- (4) to arrange customs clearance, handling and storage at the airport and custody of equipment, machines, instruments, tools and other articles to be brought into Tanzania, for the implementation of the Study.
 - (5) to exempt the members of the JICA study team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emolument of allowance paid to the members of the JICA study team for their services in connection with the implementation of the Study.
 - (6) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on the members of the JICA study team.
 - (7) to secure permission to take all data and documents (including photographs) related to the Study to Japan
2. TANESCO shall, at its own expense, provide the JICA study team with the following, in cooperation with other agencies concerned, if necessary.
- (1) available data and information related to the Study
 - (2) counterpart personnel
 - (3) suitable office space with necessary equipment in, and adequate floor space both in Dar es Salaam and in Kilimanjaro
 - (4) necessary vehicles with drivers, fuel and spare parts for carrying out the field survey
 - (5) construction of access road or footpaths for the Study
 - (6) necessary labourers for the Study
 - (7) any other necessary communication facilities during the Study, such as telephone, telex, transceiver etc.
 - (8) credentials or identification cards.
3. TANESCO, on behalf of the Government of Tanzania, shall bear claims, if any arises against the members of

the JICA study team 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 JICA study team.

VIII. UNDERTAKINGS OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall, in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, take the following measures:

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Tanzania
2. to perform technology transfer to the Tanzania counterpart personnel in the course of the Study

IX. CONSULTATION

JICA and TANESCO will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

APPENDIX I

TENTATIVE TIME SCHEDULE

Work in Tanzania by TANESCO
 ##### Work in Tanzania by JICA
 ##### Work in Japan

YEAR	1987	1988
MONTH	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
CALENDAR MONTH	4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1. IDENTIFICATION STAGE		
(1) Review of previous studies and data	#####	
(2) Power Demand Forecast	#####	
(3) Identification of Potential Project Site(s)	#####	
(4) Site Reconnaissance	#####	
(5) Review of Potential Project Site(s)	#####	
(6) Selection of Candidate Site for Subsequent Stages	#####	
2. FIELD INVESTIGATION STAGE		
(1) Topographic Surveys	#####	
- ditto	#####	
(2) Geological Investigation	#####	
- ditto	#####	
(3) Hydrological Survey	#####	
(4) Detailed Site Reconnaissance	#####	
- ditto	#####	
3. PRELIMINARY DESIGN STAGE		
(1) Determination of Optimum Development Scheme		
(2) Preliminary Design		
(3) Cost Estimation		
(4) Implementation Schedule		
(5) Economic and Financial Analyses		
(6) Environmental Assessment		
(7) Stability Analysis		
REPORT		
Inception Report		
Interim Report		
Progress Report		
Draft Final Report		
Final Report		

17

APPENDIX II

Working Item	Undertaking of JICA	Undertaking of TAMESCO
IDENTIFICATION STAGE		
(1) Review of Previous Studies and Data	Review of previous studies, surveys and all relevant data, materials and existing data and materials relevant to the counterpart engineers study	Provision of all relevant data, materials and counterpart engineers
(2) Power Demand Forecast	Analysis and forecast of power demand	Provision of necessary data and counterpart engineers
(3) Identification of Potential Project Site(s)	Identification of potential project site(s)	ditto
(4) Site Reconnaissance	Site reconnaissance and supervision of survey	1. Provision of counterpart engineers, labourers, footpaths and transport facilities 2. Carrying out preliminary surveys on site elevation
(5) Review of Potential Project Site(s)	Review	
(6) Selection of Candidate Site for Subsequent stages	Selection of Candidate Site for Selection	
FIELD INVESTIGATION STAGE		
(1) Topographic Surveys	1. Programming 2. Preparation of specifications 3. Check and decision of control points 4. Supervision of control points survey 5. Carrying out the following: (i) Aero-photographing (ii) Aerial triangulation (iii) Provision of films/maps (iv) Aerial mapping on the scale of 1:5,000 for the project area	1. Provision of assistants and labourers 2. Necessary arrangement for aerial topographic survey 3. Carrying out control points survey
(2) Aerial survey and mapping		

472

Working Item	Undertaking of JICA	Undertaking of TRNESCO
(b) Ground survey	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Determination of locations 3. Supervision of ground survey 4. Dispatch of ground survey advisor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provision of assistants and labourers for ground survey 2. Provision and ascertaining of height at the bench mark available in the nearest terminal to the site 3. Carrying out ground survey by contracting with local contractor(s) 4. Production of survey maps on the scale of 1:500 for the dam site and other main structures' sites if necessary
(c) Geological Investigation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selection of drilling locations 2. Geological assessment of boring cores 3. Carrying out drilling works and permeability tests 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provision of counterpart engineers and labourers
(c) Test pitting and trench excavation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Determination of location 3. Supervision of trench and pit excavation 4. Geological assessment of results of trench and pit excavation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out trench and pit excavation
(c) Field/Laboratory tests	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Preparation of specifications 3. Identification of location for sampling 4. Dispatch of an expert 5. Analysis of data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out the following items by contracting with local contractor(s) <ul style="list-style-type: none"> (1) Provision of labourers for sampling and local transport of sampled materials (2) Preparation of testing devices (3) Carrying out tests
(c) Preparation of geological maps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Field reconnaissance 2. Geological assessment based on results of field geological exploration 3. Preparation of geological maps 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provision of the existing available data on geology and the past earthquake in the vicinity of the Study area
(c) Hydrological Survey (including water quality and sedimentation, flood and drought studies)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planning of hydrological measurement 2. Analysis of data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provision of available hydrological data 2. Installation of measuring instruments 3. Observation and recording 4. Provision of labourers for sediment sampling
(c) Detailed Site Reconnaissance	Site reconnaissance	Assignment of counterpart engineers
PRELIMINARY DESIGN STAGE		
(1) Determination of optimum Development Scheme	Determination	Assignment of counterpart engineer and provision of necessary data
(2) Preliminary design	Preliminary design	ditto
(3) Cost estimation	Preparation of the schedule	ditto
(4) Implementation schedule	Analysis	ditto
(5) Economic and financial analyses	Assessment	ditto
(6) Environmental assessment	Analysis	ditto
(7) Stability analysis		

572

3.3 合意したM/Mの内容

協議されたM/Mの全文を以降に示す。

MINUTES_OF_MEETING

The Preliminary Study Team for the Small-Scale Hydroelectric Power Development Project in Kilimanjaro Region despatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "the JICA team") had a series of discussions with the relevant officials of the Tanzania Electric Supply Company Ltd. (hereinafter referred to as "TANESCO") from March 13 to March 23, 1987. The following are conclusions of the above mentioned discussions:

1. Both sides agreed on the Scope of Work and tentative time schedule
2. With reference to item (6) of sub-article 1 of article III of the said Scope of Work, the candidate site to be studied in the subsequent stages will be decided on the basis of the result of the Identification Stage through discussions between JICA and TANESCO.
3. TANESCO requested water level meter with automatic recorder as well as current meter which are needed for collecting data for the Study. The number of the said equipment will be decided on the basis of the result of the Identification Stage of the Study.

The JICA team stated that they would forward such request to Tokyo.

4. With reference to item (4) of sub-article 2 of article VII of the said Scope of Work, TANESCO requested for two vehicles which are necessary for the smooth and efficient implementation of the Study.

The JICA team stated that they would forward such request to Tokyo.

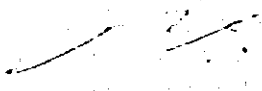
5. In connection with counterpart training, TANESCO requested for the following two training programmes to be implemented in Japan:

TRAINING_FIELD	:	Hydro-planning Engineering
DURATION	:	Two months in 1987
NUMBER_OF_TRAINEES	:	One

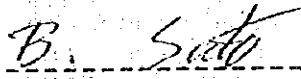
h/v

TRAINING FIELD : Design Engineering
DURATION : Two months in 1988
NUMBER OF TRAINEES : One

The JICA team stated that the above mentioned request would be forwarded to Tokyo.



S.L. MOSHA
MANAGING DIRECTOR
FOR TANESCO



BUNZO SATO
LEADER OF JICA
PRELIMINARY STUDY TEAM.

4. 電力需要予測

4. 電力需要予測

4.1 対象地域の電力需要想定

Kilimanjaro州の年間消費電力量の推移については、質問事項 2.1 に対する回答の Appendix-9 をもとに作成すると、1973年から1986年までの実績値は図-4.1の通りとなり、1987年から2005年までの予想値は図-4.2の通りとなる。

1986年度における業種別年間消費電力量の比率は、住宅28%、街灯1%、商業17%、工場54%で工場の比率が高い。工場用電力は、1973年から1979年までは最小8,254 MWh から最大14,228 MWhの間で変動していたが、1980年から1982年までは同国の経済停滞、外貨不足による原材料の輸入困難に起因した工場稼働率の低下により大きく落ち込んだが、1983年以降は順調に伸びている。

又、住宅、街灯、商業用電力は工場用電力のような落ち込みは無く、1973年以降順調に伸びている。

Kilimanjaro州の消費電力量(GWh)及び最大需要電力(MW)とKilimanjaro州にあるNyumba ya MunguとKikuletwaの2発電所の発生電力量(GWh)及び電力供給力(MW)との関係は、質問事項 2.1 に対する回答として Appendix-9 をもとに作成すると図-4.3の電力需給バランスのようになる。

最大需要電力(MW)については、質問事項 2.1 に対する回答として Appendix-9 に注記の通り、1980年から1986年までのTANESCO 本社のデータバンクには Kilimanjaro州とArusha州の合計になっており、Kilimanjaro州のみ分離することは出来ないとのことゆえ、Kilimanjaro州の正確な最大需要電力(MW)はつかめなかった。しかし、Kiyungi変電所にて収集した1985年、1986年のKilimanjaro州の最大需要電力(MW)は図-4.4の通りとなる。これによれば、1985年には9.7MW、1986年には12.05MWである。この値を基にして、1985年及び1986年度の年負荷率を算出すると、

$$39,400 \text{ MWh} \div (8,760 \times 9.7 \text{ MW}) = 0.463 \quad (1985 \text{ 年度})$$

$$43,300 \text{ MWh} \div (8,760 \times 12.05 \text{ MW}) = 0.41 \quad (1986 \text{ 年度})$$

となるので、1987年以降の最大需要電力(MW)の値は、年負荷率を0.41と仮定して、図-4.3に示した。

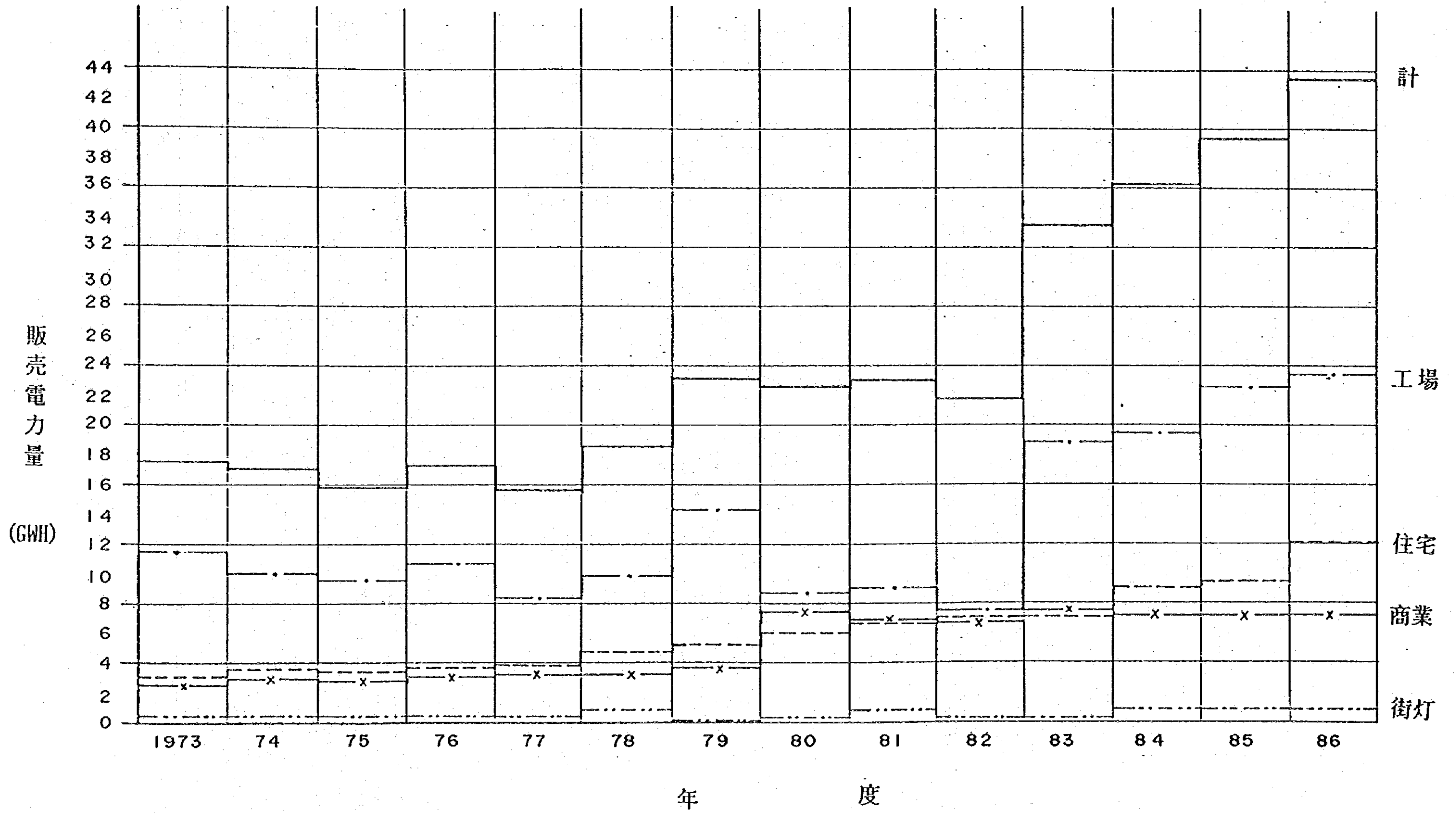


図-4.1 キリマンジャロ地域の年間消費電力量 (実績)

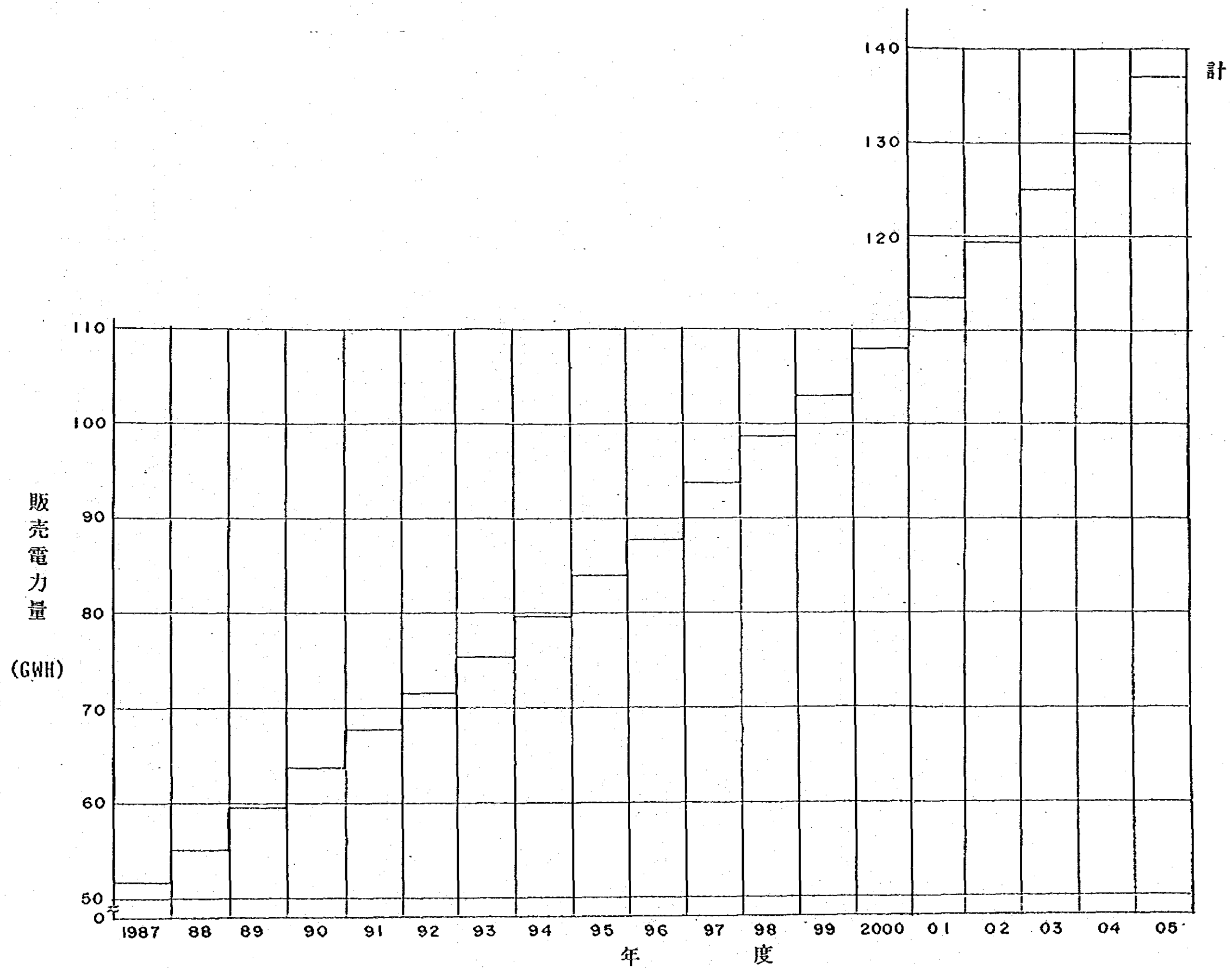


図-4.2 キリマンジャロ地域の年間消費電力量 (予想)

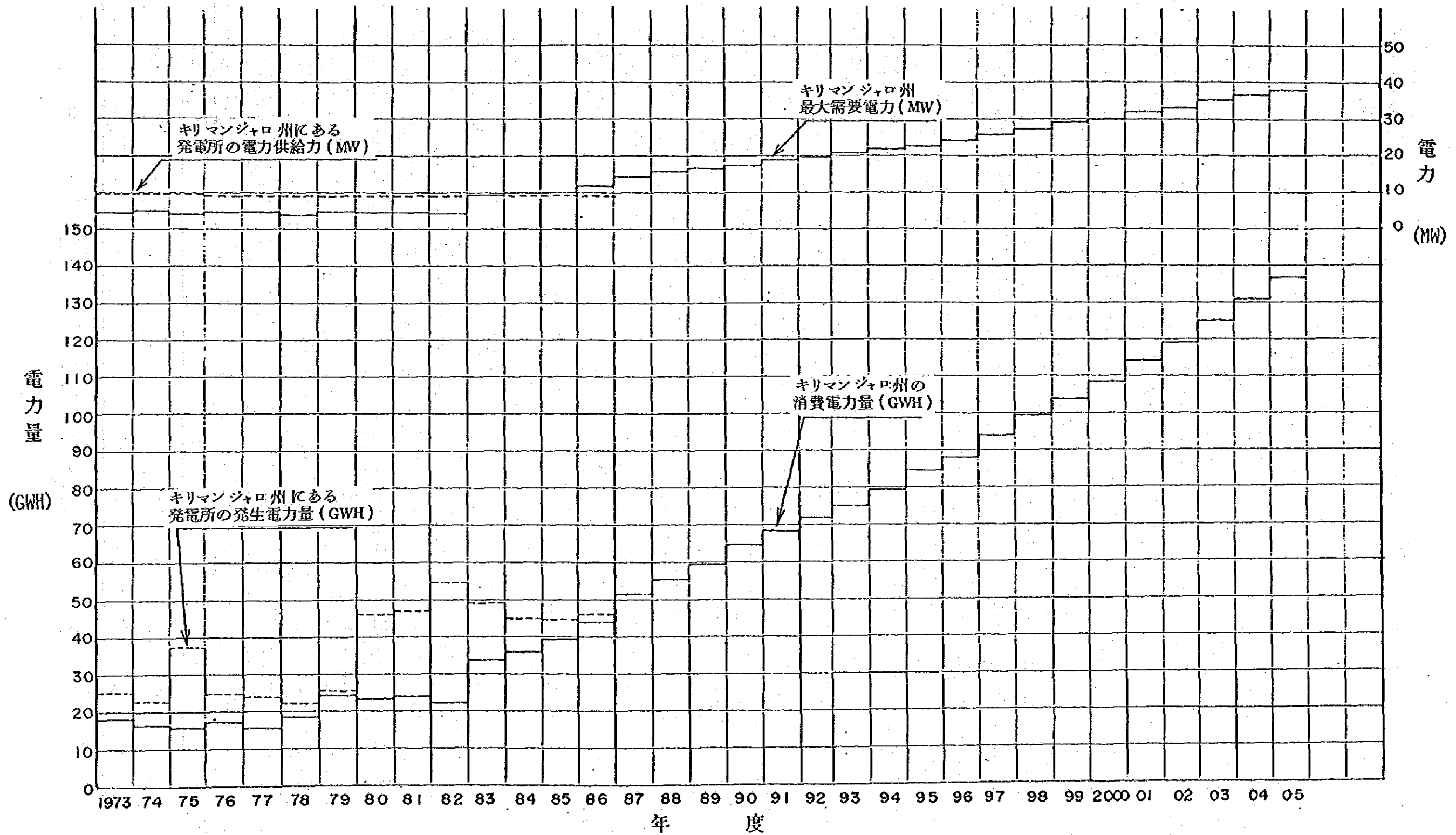


図-4.3 電力需給バランス

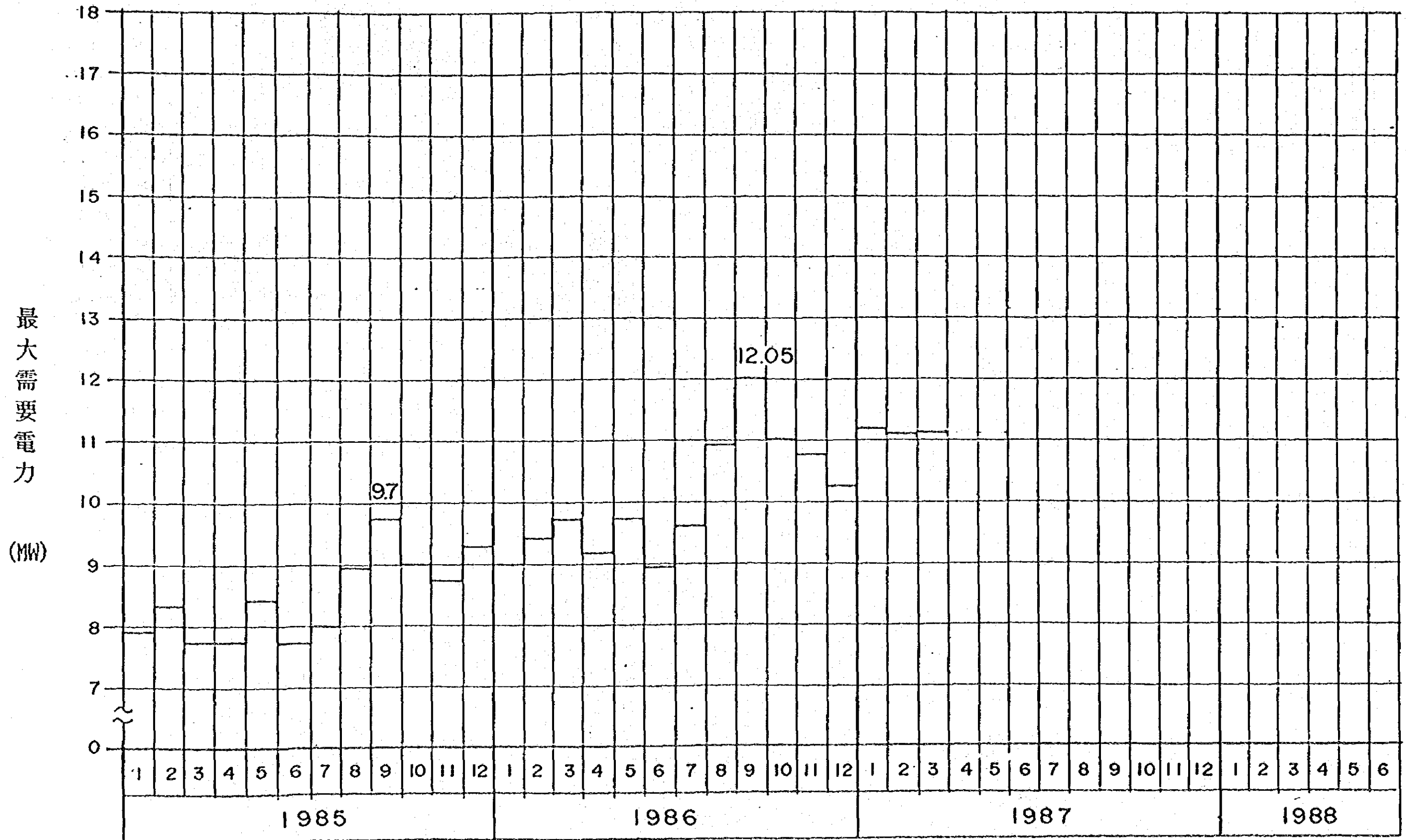


図-4.4 最大需要電力 (MW) (注: Kiyungi変電所にて1978-3-16 調査)

4.2 F/S 実施上の留意点

キリマンジャロ州の年間販売電力量(GWh)及び最大需要電力(MW)は工場の大口電力の動向によって大きく左右される。したがって大口電力の想定にあたっては、今後のキリマンジャロ州開発計画の見通しについて、Moshi市のKilimanjaro Regional DevelopmentのRegional Planning Officer(Mr. Mipango)の意見を聴取し、都市計画、工場設立、農業開発等を参考にして需要を慎重に想定する必要がある。

TANESCO Kilimanjaro RegionのAssistant Regional Manager(Mr. H. Tije)によれば、1987年7月に同州のコカコーラ工場が竣工して1~2MWの電力が必要となる予定であり、又1988年1月には同州の砂糖工場(T.P.C.)のポンプが12台増設となり3MWの電力が必要となる見込みとのことであった。

同州における過去の消費電力量(Wh)及び需要電力(MW)はKiyungi変電所にて記録されているので、ここで収集する必要がある。

又、Same市については、Same変電所に記録があるとのことなので、ここでも収集する必要がある。

5. 地形図及び地質図関係の調査

5. 地形図及び地質図関係の調査

5.1 現 況

(1) 一般地形図

タンザニア国の一般地形図としては、100万分の1、25万分の1及び5万分の1の地形図で全土がカバーされているが、一部等高線の記入されていない部分がある（空中写真に雲が入ったため等高線図化ができなかった由）。標高はフィートで表示されており、5万分の1地形図では等高線間隔は50フィートとなっている。

今回関係する地域は図-5.1の斜線で示す部分に含まれている。25万分の1ならびに5万分の1地形図のうち該当するものの図面番号及び図面表題を表-5.1及び5.2に示す。

これらの地形図はDirectory of Surveyors and Mappingで購入出来るが、ほとんど在庫切れのため青焼きのコピーでしか入手出来ない状況である。

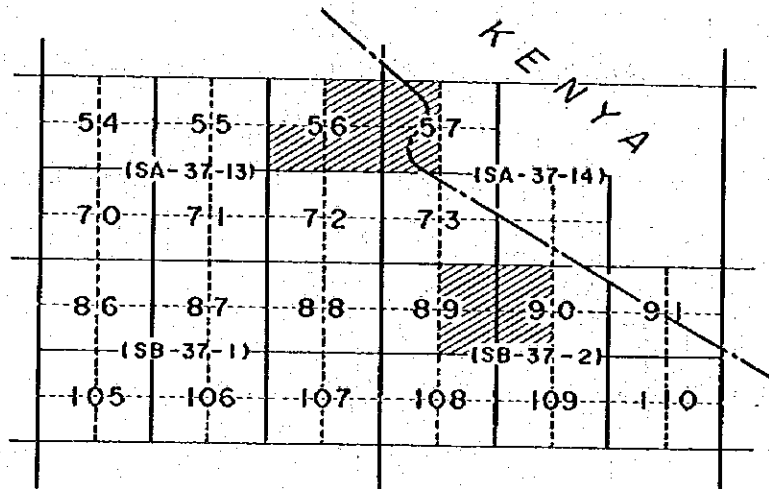


図-5.1 関係地域の地形図の図面番号
(1:50,000及び1:250,000)

表-5.1 25万分の1 地形図番号

シート№	地区名	備 考
SA-37-13	Arusha	青焼きコピー
SA-37-14	Voi	オリジナル及びコピー原図共になく、入手出来ず
SB-37-2	Lushoto	青焼きコピー

表-5.2 5万分の1 地形図番号

シート版	地区名	備考
56/2	Kilimanjaro	オリジナル
56/3	Sanya Chini	青焼コピー
56/4	Moshi	#
57/1	Rombo	#
57/3	Himo-Taveta	#
89/II	Tanganyika	オリジナル
89/IV	#	#
90/1	Tusa Mountains	オリジナル
90/III	Tanganyika	青焼コピー

(2) 地域図 (Pare District)

25万分の1のPare District図があるが、等高線も無く、本件調査には適さない。

(3) タンザニア全域の主要三角点網図 (Trig Diagram)

この図に示されているのは主要三角点のみで、セコンダリーのものや水準点の位置ならびに各地点毎のデータは、ここに示す主要三角点も含めすべてMoshiにあるKilimanjaro州のRegional Survey Officeで入手可能である。

(4) 空中写真及び航測図化

タンザニア国全土の空中写真は1981~1982年撮影の6万3千分の1のものがあり、目下図化のために原版は英国にある。この写真による新しい5万分の1地形図は1988~1989年に完成の予定であるので、本件調査にはタイミング的に利用できない。

次に南部のSame地域については、最近JICAの森林プロジェクトで空中写真撮影が行なわれたので、これが5千分の1地形図の図化に利用できる見込みである。この撮影の飛行ルートは図-5.2に示すとおりである。

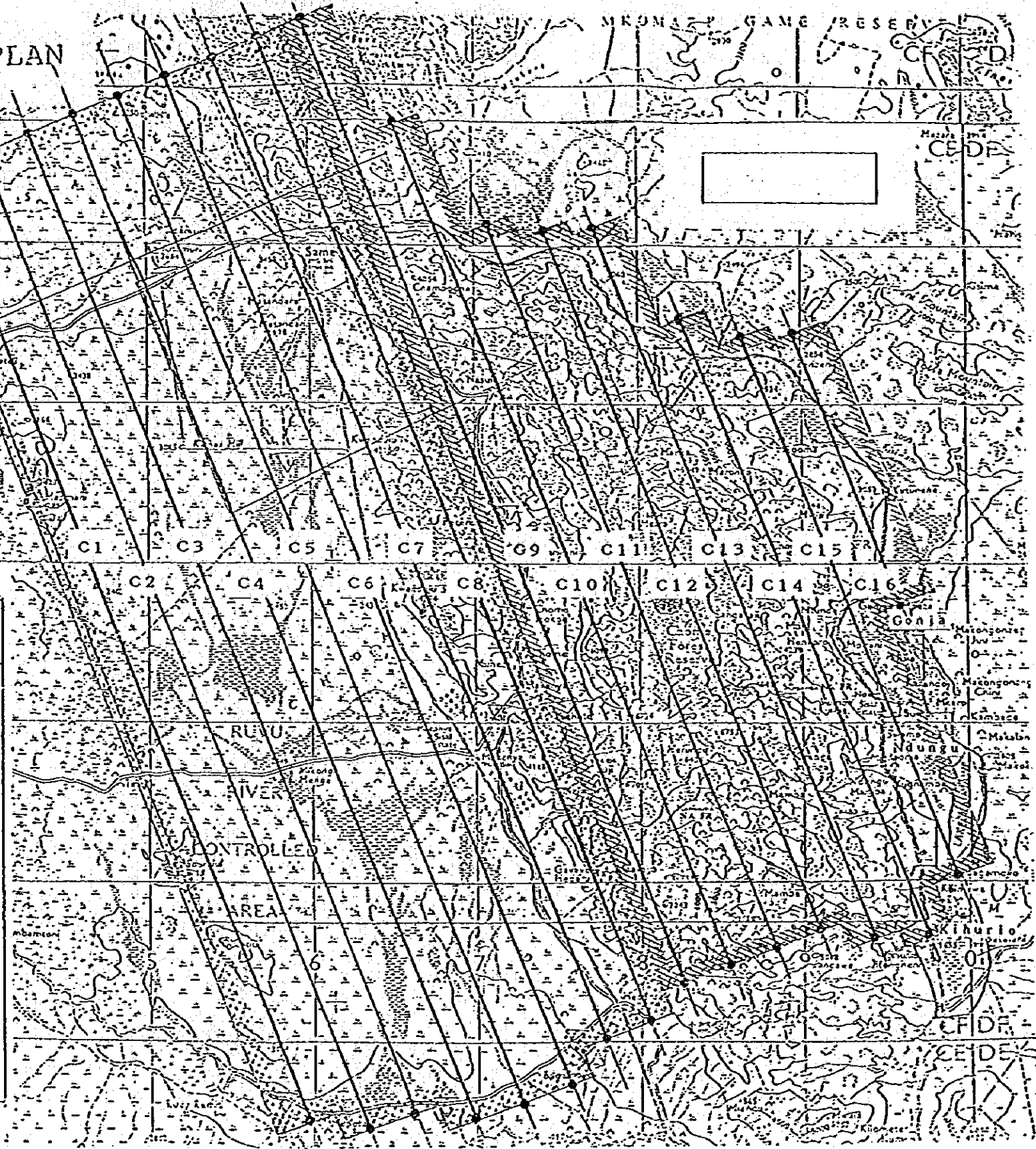
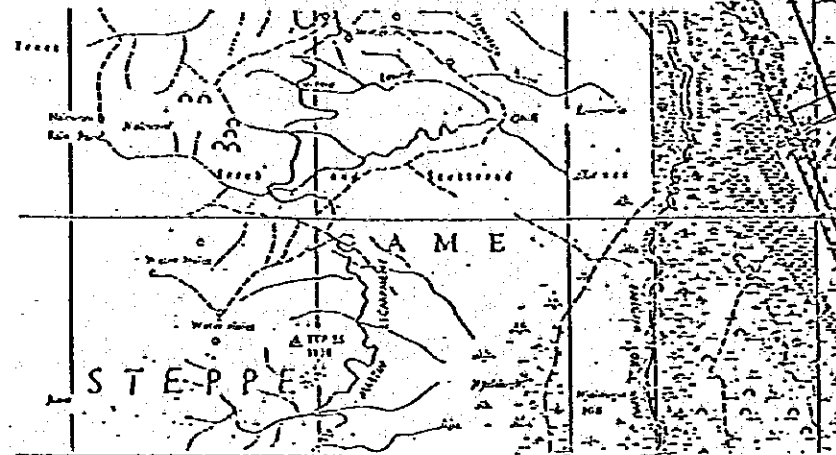
Kilimanjaro地域については、5千分の1地形図作成のために新たに空中写真を撮る必要がある。

(5) 地質図


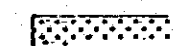
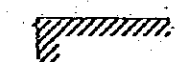
地質に関するPublished Mapは、タンザニア全体の2百万分の1及び25万分の1の地質図が作成されており、購入できるとのことであったが、事前調査時には在庫切れで入手できなかった。DodomaのDépartment of Geologyで入手できる可能性は残っているが、はたして在庫があるかは疑問である。

AERIAL PHOTOGRAPHY FLIGHT PLAN

THE STUDY ON DEVELOPMENT
SURVEY FOR EXPANDED
AFFORESTATION WORK
IN SAME DISTRICT
KILIMANJARO REGION IN
THE UNITED REPUBLIC OF
TANZANIA



LEGEND

-  Aerial Photography Line (Scale 1:20,000)
-  60% Overlap Photograph Area (Flatland)
-  80% Overlap Photograph Area (Mountainous Land)

DATUM PLANE FOR FLIGHT

C1 ~ C8 & C16	2,000 ft. (600m)
C9 ~ C10 & C14~C15	4,000 ft. (1,200m)
C11~C13	6,000 ft. (1,800m)

図-5・2

JICAの森林プロジェクトの空中撮影飛行路線図 (1987実施)

5.2 F/S実施上の留意点

5万分の1地形図を現地で購入する際は、青焼きコピーの場合印画紙を提供する必要があるので、印画紙ロールの準備をしておく必要がある。

6. 水文関係の調査

6. 水文関係の調査

6.1 現 況

(1) 気象・水文特性

TANESCOが予備調査を行った9地点の内、Kikuletwa (I, II), Himo (I, II) の4地点はキリマンジャロ州の北部に位置し、Kihurio (Gulutu, Ihindigorge), Ndungu, Bombo, Gonjaの5地点は南部に位置する。

北部の各サイトは Pangani 川の上流のキリマンジャロ山南麓に位置し、キリマンジャロ山を水源としている (Kikuletwa は西隣りのメルー山も水源としている)。一方、南部に位置する各サイトは Mkomazi 川上流で、パレ山を水源とする右支川群に位置する。図-6.1 にキリマンジャロ州の水系図を示す。

以下に気象・水文特性として、気温、降雨および流量について述べる。

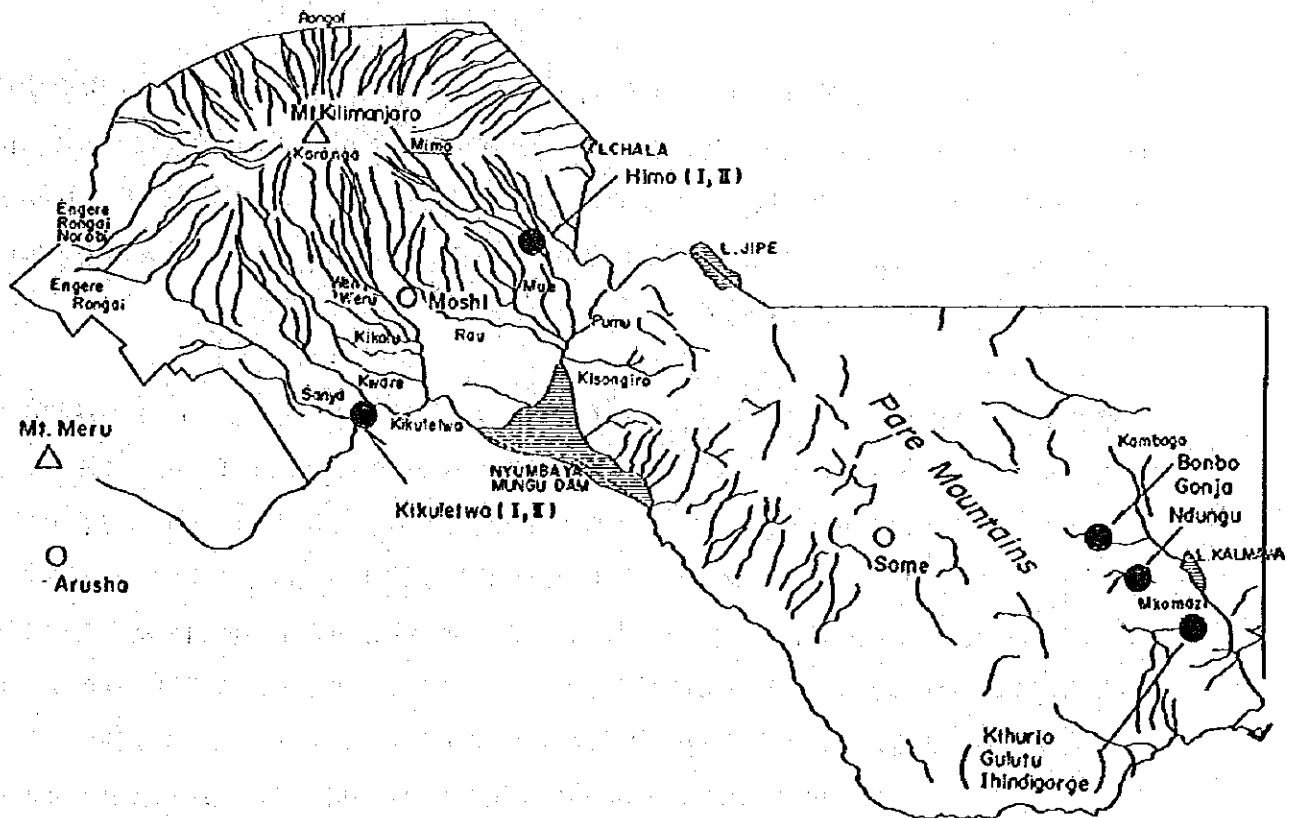


図-6.1 水系図

(a) 気 温

キリマンジャロ州の平均気温は図-6.2に示すように20~25°の範囲内に分布している。首都ダルエスサラームに比べ気温、湿度とも低くすどしやすい。

気温の月分布をみると6月~9月は平均気温が20度程度と低く、1~3月は逆に平均気温

が25度程度と高くなっている。

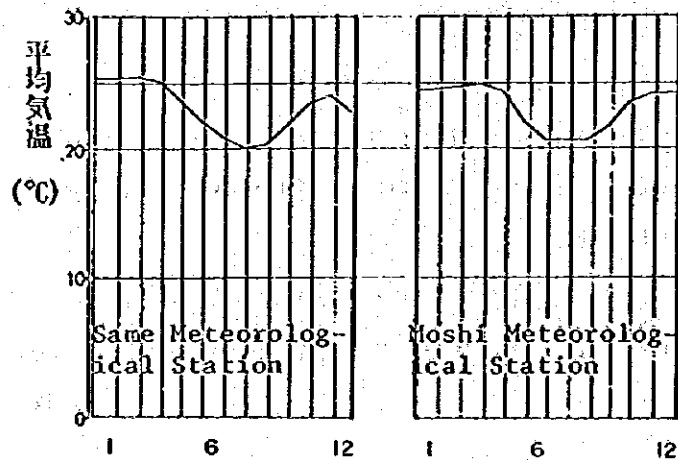


図-6.2 平均気温 出典: Kilimanjaro Region Integrated Development Plan(Oct.1977 JICA)

(b) 降 雨

年雨量の分布は図-6.4に示すとおりである。雨量は、ほぼ400mm~2000mmであり、その分布はキリマンジャロ山南麓が最も多く、次にバレ山周辺といった山地部で多くなっている。山地以外の地域では概ね800mm以下となっている。また、月雨量の状況は図-6.5に示すとおりである。南西の季節風に伴い4月を中心とした時期と11月を中心とした時期の年間2回の雨期がみられる。雨量は前者の時期に多い。

(c) 流 量

各プロジェクト地点近傍の流量を流況図として示すと図-6.6となる。Kikuletwa川の流量が濁水流量(355日流量)で12m³/Sと他河川(概ね0.5m³/S以下)に比べて著しく多く、また流量の変化が少なく安定しているのが特徴的である。これはKikuletwa川の流域面積が大きく、さらにキリマンジャロ山からの融雪水・伏流水の供給を受けているためであると思われる。他の河川は流域面積が小さく、またバレ山を水源とする河川では降雨が少ないため、Kikuletwa川に比べ濁水流量が小さく流況が不安定である。水質的にはキリマンジャロ州内の河川水及び地下水のpH値は概ね7.2~8.5を示し、若干のアルカリ性を示している。現地調査時点の河川表流水は、Kikuletwa川及びHimo川では、ほぼ無色透明であったが、南部バレ山の諸河川は降雨の直後であったためか細粒の土砂を含有しており赤褐色の様相を呈していた。

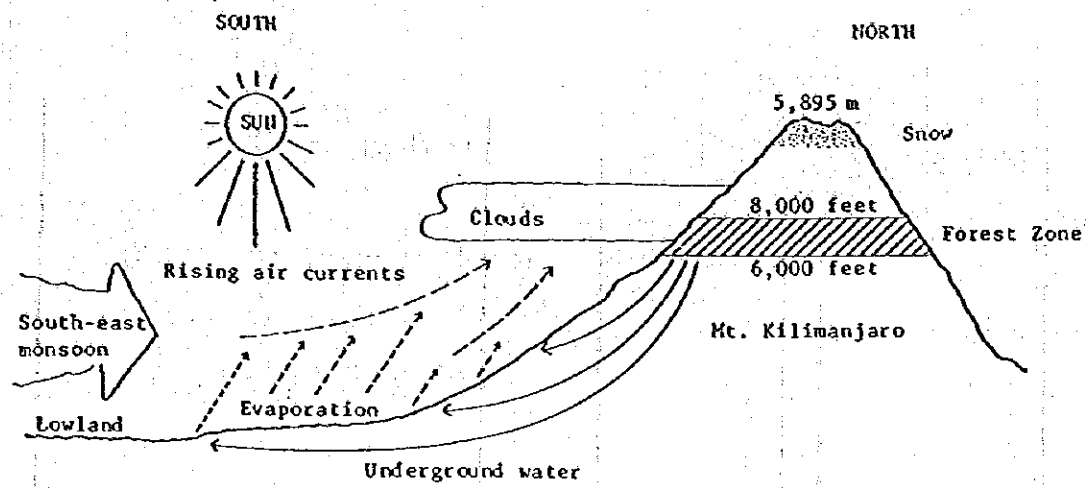


図-6.3 降雨の発生機構 (出典: 図-6.2 と同じ)

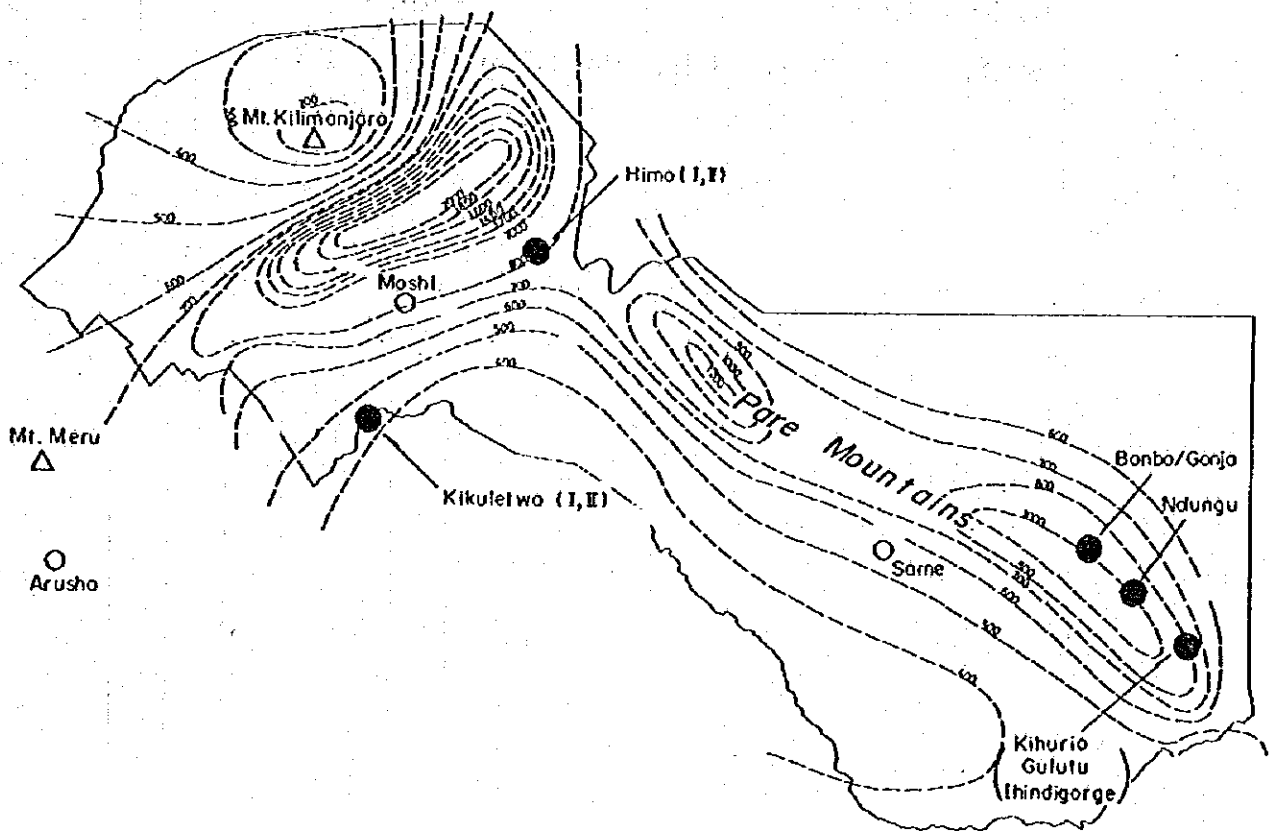


図-6.4 年等雨量線図 (出典: 図-6.2 と同じ)

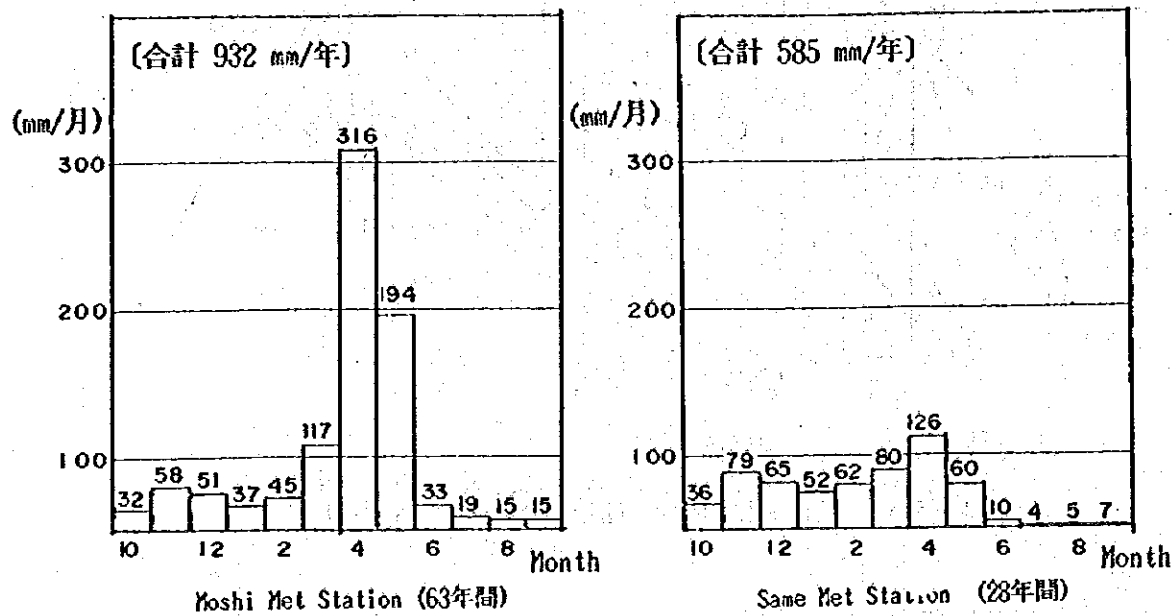
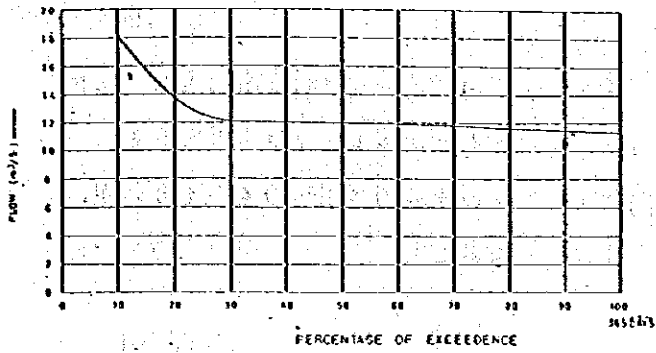
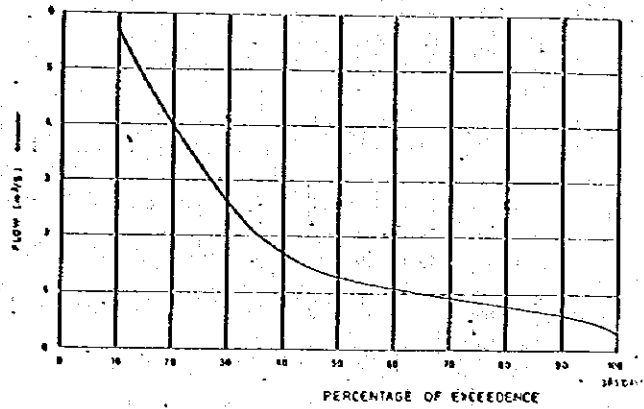


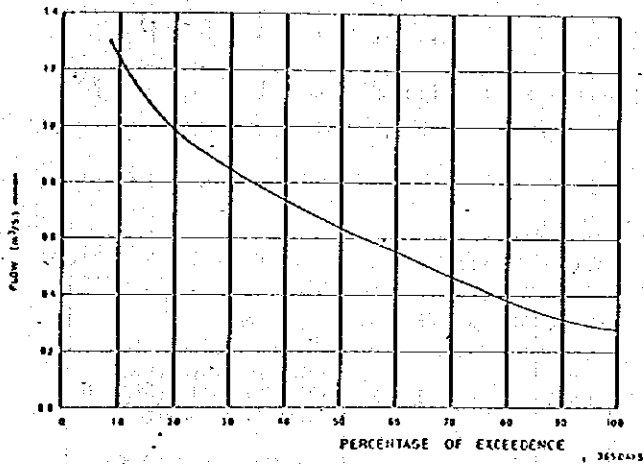
図-6.5 月平均雨量 (出典: Statistical Abstract 1984)



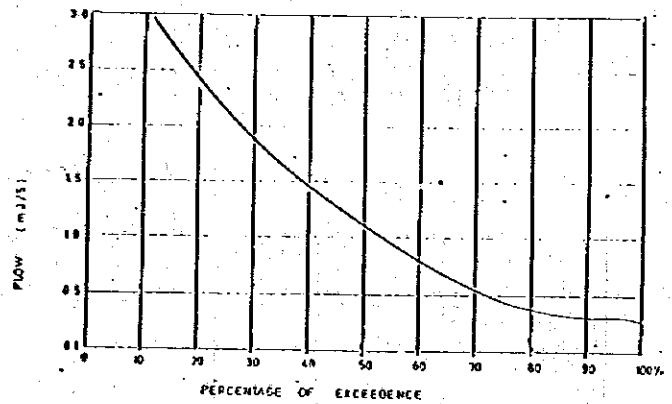
RIKULELWA OF TANESCO POWER STATION FLOW DURATION CURVE 1967-75



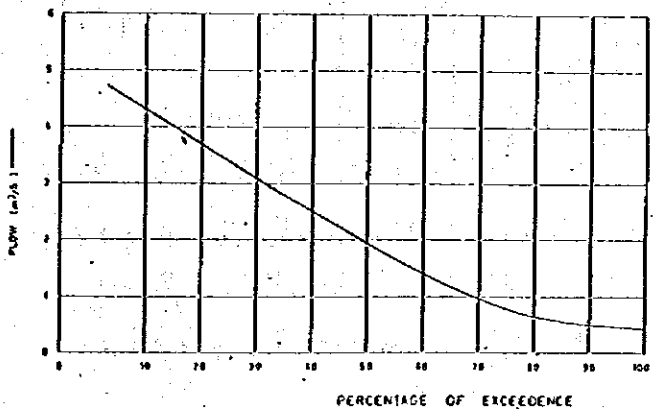
HMO RIVER AT MUSHI / LANGA ROAD BRIDGE
FLOW DURATION CURVE 1969 - 75



HINGIRI RIVER AT KIRUNA : FLOW DURATION CURVE 1963-75



YONGOMA RIVER AT NDUNU FLOW DURATION CURVE (SYNTHESIZED)



SESENTI RIVER AT GULWIVI FLOW DURATION CURVE 1963 - 80

図-6.6 流況図 (各図の縦軸のスケールが違うことに注意)

出典: Small Scale Hydropower Development
in the Kilimanjaro Region Tanzania
TANESCO Dar-Es-Salaam, Tanzania
January 1986