

#### 8.4. 小水力発電ポテンシャル地点調査

小水力発電のポテンシャル地点を調査し、当該地点の包蔵水力の量および開発費用を算出する。水力発電ポテンシャル地点調査は、当初北西部州、北部州およびルアプラ州で実施する予定であった。これは、これらの州は既存電力系統から遠隔地にあたり、かつ山間であり比較的落差が得易いと考えられるためである。しかし、地方政府から小水力発電ポテンシャル地点の情報提供のあった西部州については、追加して調査を実施することとした。

小水力発電ポテンシャル調査は 2 回に分けて実施し、第 1 回調査にて北西部州および西部州、第 2 回調査にて北部州およびルアプラ州の調査を実施する。小水力ポテンシャル調査地点は、カウンターパート、地方政府およびローカルコンサルタントからの情報、および 1:50,000 地形図によるマップスタディーにより選定した。

##### 8.4.1. 小水力発電ポテンシャル調査内容

###### (1) 落差

水力発電のポテンシャル量は、その地点の落差と流量の積であるため、その地点で得られる落差を測定することは特に重要である。そのため、まず取水地点と放水路の位置をおおよそ決定し、トータルステーションを用いて、主に取水口～放水路間の測量を河川沿いに実施する。これにより簡易な地形図を作製し、総落差を決定する。ここでは、有効落差を総落差の 90% とし、ポテンシャルの概算に使用することとする。

###### (2) 設計流量

当該地点の河川流量は、水力発電ポテンシャルを構成するもう一つの主要因であり、自流式水力発電では、水を貯水する設備を持たないため、乾期の河川流量を正確に把握することが特に重要である。

河川流況を把握するには、10 年程度の継続的な河川流量データが必要であるが、今回調査を実施した各地点には当然そのような蓄積されたデータは存在し得ないことから、次のような方法で、当該地点の河川流量データを求める。

- i) 当該水力発電ポテンシャル地点より下流側で最寄りの測水所における流量データ [River flow A] を入手する。
- ii) 測水所のキャッチメントエリアの大きさ [Catchment area A] を把握する。これは通常、流量データに併記されているが、ない場合は 1:50,000 地形図より求める。
- iii) 1:50,000 地形図より、当該水力発電ポテンシャル地点のキャッチメントエリアの大きさ [Catchment area B] を求める。
- iv) 当該水力発電ポテンシャル地点の河川流量 [River flow B] を、次の計算式により算出する。

$$[\text{River flow A}]: [\text{River flow B}] = [\text{Catchment area A}]: [\text{Catchment area B}],$$

$$\text{よって、} [\text{River flow B}] = [\text{River flow A}] * [\text{Catchment area B}] / [\text{Catchment area A}]$$

以上のように既存の流量データを当該水力発電地点の流量データに変換し、これをもとに河

川流況曲線を作成する。今回調査した地点は、基本的に未電化地域へ単独で電力を供給する目的で開発されるため、年間を通して安定した発電電力量を確保する必要がある。そのため、設計流量は、この流況曲線における 80% 可能流量（年間 365 日の 80%（292 日）において、これを下回らない流量）を採用することを基本とする。

### (3) 最大出力算出

水力発電の出力は、次の式により算出される。

$$P=9.8*Q*H*\eta_T*\eta_G$$

ここで、  $P$ : 出力 [kW]

$Q$ : 流量 [ $m^3/s$ ]

$H$ : 有効落差 [m]

$\eta_T$ : 水車効率

$\eta_G$ : 発電機効率

上記の計算において、水車効率 85%、発電機効率 95%を使用することとする。これらは、現在の一般的な技術水準として妥当なものであると言える。

### (4) 建設費用算出

小水力発電ポテンシャル調査で発掘した地点のうち、有望と思われる発電所の概算建設費用を算出する。建設費算出にあたり、堰、導水路、水圧鉄管、放水路、余水路および配電線の長さを概算し、数量算定に使用した。また、設計条件として、下記を使用した。

- 土木構造物のうち、堰、導水路、建物、放水路は石積み造りとする。
- 普通土掘削と岩盤掘削の比率は、2:8 とする。
- 水車発電機は、ザンビアの小水力発電所で広く採用されているヨーロッパ製とする。
- 配電線の電圧は、33kV とする

表 8-7に、建設費用算出に用いた単価一覧表を示す。この単価は 2007 年 7 月に運転を開始した Mwinilunga 郡の Zengamina 小水力発電プロジェクトにおける実績価格、および REA, ZESCO の聞き取り調査により決定した。また、33kV 配電線および配電用変圧器の価格は、第 7 章で用いられている価格から引用した。

概算設計で求めた数量と表 8-7の工事単価より、建設費における直接工事費を算出する。この直接工事費に、コンサルティング費用として 8%、諸経費 25%、工事請負者の利益分として 20% を上乗せし、直接工事費の 153%を総建設工事費とする。この比率はカウンターパートである REA と協議のうえ決定したもので、ザンビア国における間接費用として一般的な数字である。

表 8-7 Unit Price

Item	Unit Price
Access Road	US\$ 30,000 /km
Road maintenance	US\$ 3,000
Masonry	US\$ 150 /m <sup>3</sup>
Concrete	US\$ 600 /m <sup>3</sup>
Rebar	US\$ 1,400 /t
Tunnel boring	US\$ 1,000 /m
Common Excavation	US\$ 10 /m <sup>3</sup>
Rock Excavation	US\$ 60 /m <sup>3</sup>
Steel structure	US\$ 2,800 /t
33kV distribution line	US\$ 36,000 /km
33kV/400V Transformer (100MVA)	US\$ 13,700 /unit

8.4.2. 小水力発電ポテンシャル地点調査結果

(1) 北西部州

北西部州における小水力発電ポテンシャル調査は、2007年5月24日から2007年5月30日  
 で実施した。調査を実施した9地点の位置図を図8-8に示す。各小水力発電ポテンシャル調査結果  
 を以下に記す。

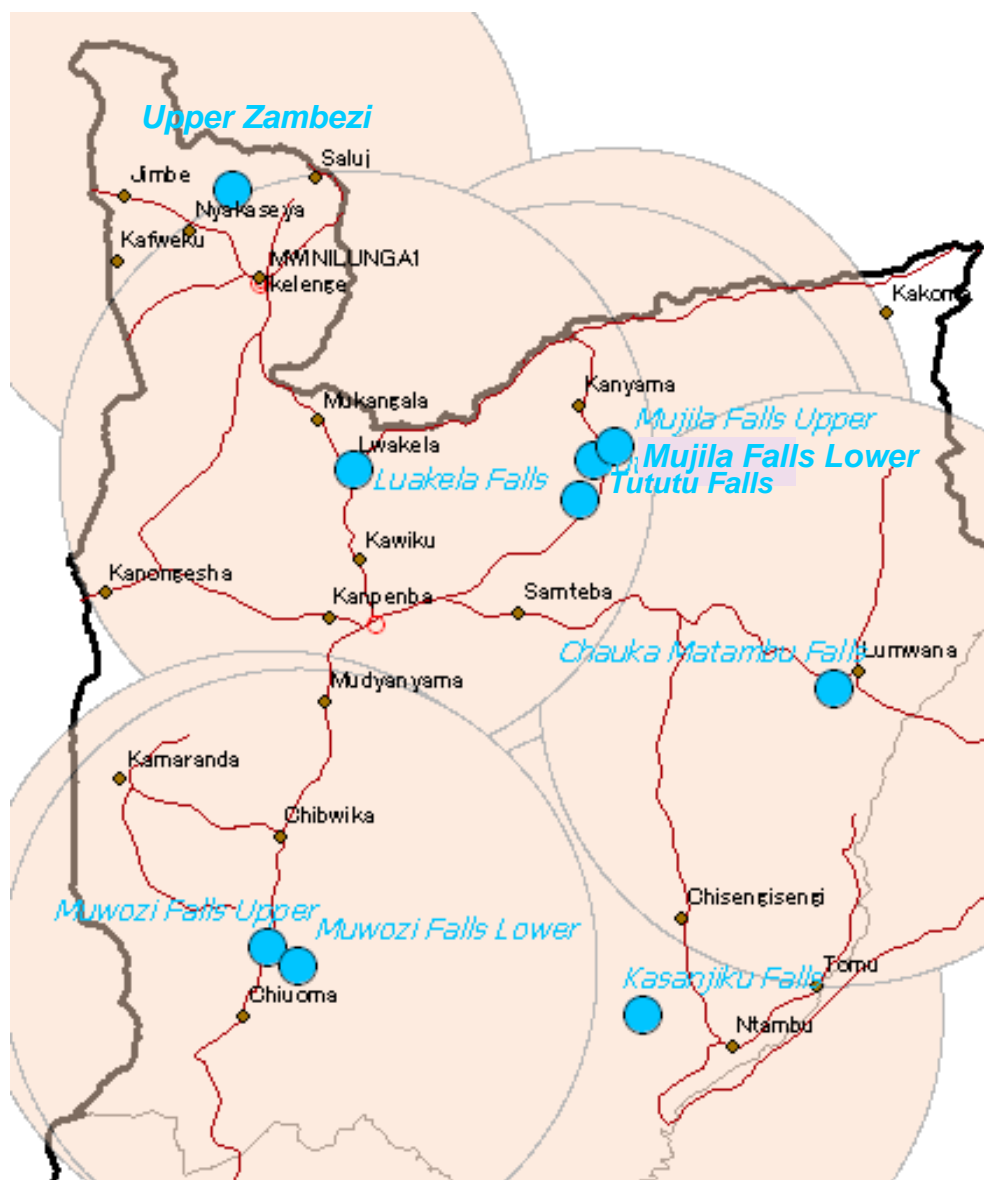


図 8-8 小水力発電ポテンシャル調査地点位置図（北西部州）

(a) Upper Zambezi 地点

Upper Zambezi 地点は、Mwinilunga 郡中心部から北に約 75km、Zambezi 川の最上流に位置する。そのわずか 4.5km 下流には、2007 年に運転を開始したばかりの Zengamina 発電所（出力 700kW）がある。調査を実施した 2007 年 5 月 24 日の流量は約  $10\text{m}^3/\text{s}$  であり、総落差は 9.0m。当地点の流況曲線（図 8-9）より求めた 80%可能流量  $6.44\text{m}^3/\text{s}$  より、設計流量を  $6.0\text{m}^3/\text{s}$  とすると、ポテンシャルは 380kW 程度となる。図 8-10に調査地点の写真を示す。

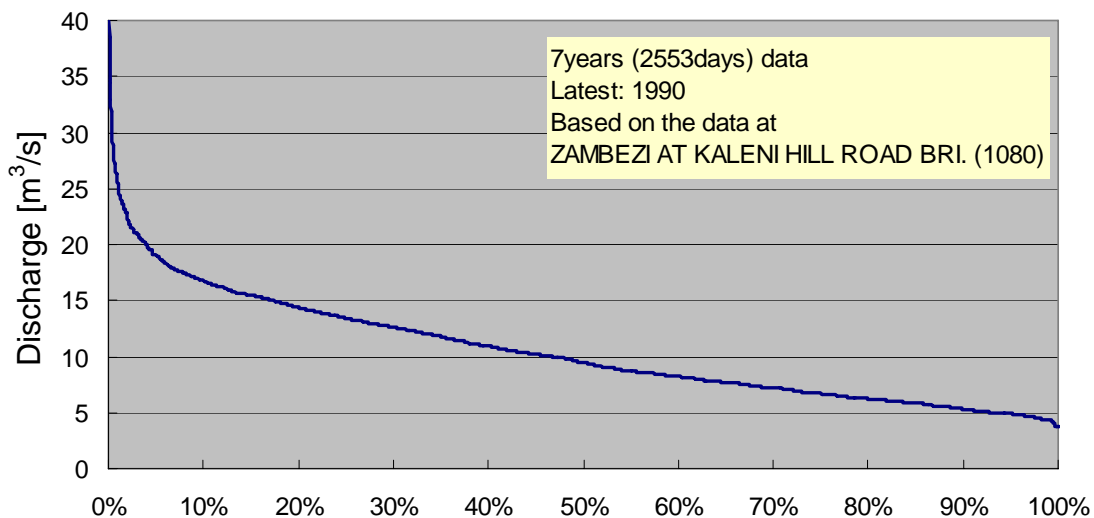
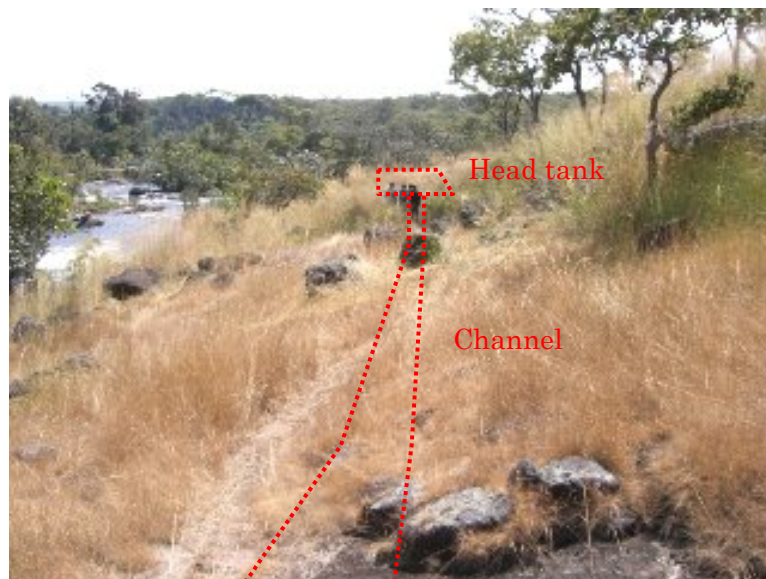


図 8-9 Upper Zambezi 地点流況曲線



a) Main falls



b) Water channel on the right bank



c) View from head tank to powerhouse

図 8-10 Upper Zambezi 地点写真

下流の Zengamina 発電所を所有する Zengamina Power 社は、当地点について高さ 10m のダムを有する調整池式発電所建設の計画をしている。この計画では、ダム高が加わることにより、落差 18m、設計流量  $8.0\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 1,000kW、建設費用 USD3.0 million とされている。この調整池により、水の効率的運用が可能となるため、既設の Zengamina 発電所に 2 号水車 (700kW) を設置し、総出力を 1,400kW まで増強することも視野に入れている。

既設の Zengamina 発電所は、4.5km 南に位置する Ikelenge RGC (潜在需要 1,995kW) および Ikerenge RGC より約 14km 北西に位置する Nyakaseya RGC (潜在需要 483kW) に 33kV 送電線で電力を供給している。しかし、潜在需要を考えると、現状の 700kW では近

い将来に供給力が不足することが懸念される。よって、Upper Zambezi 地点を開発し既設 Zengamina 発電所と連系して、供給力不足を補うことは、当地域にとって非常に有効な電化手段である。地点周辺には、住居や畑などは存在せず、開発による環境面の影響も問題にならない。調査団は当地点を有望であると判断し、380kW の自流水力発電所として当地点の開発費用を算出した。表 8-8 に地点諸元および開発費用を示す。

表 8-8 Upper Zambezi 地点諸元および開発費用

[Design Result]		[Electrified Area]	
Province	Northwestern	Ikelenge RGC	1995 kW
District	Mwinilunga	Nyakaseya RGC	483 kW
Name of the Site	Upper Zambezi		
Name of the River	Zambezi River		
Latitude	S11:06:18		
Longitude	E24:13:41		
Catchment Area	698 km <sup>2</sup>		
80% available discharge	6.44 m <sup>3</sup> /s		
Design Discharge	6.0 m <sup>3</sup> /s		
Gross Head	9.0 m		
Effective Head	8.0 m		
Generation Capacity	380 kW		
Volume of Powerhouse	362 m <sup>3</sup>		
Volume of Weir	216 m <sup>3</sup>		
Length of Channel	142 m		
Length of Penstock	47 m		
Length of Tailrace	30 m		
Length of Spillway	60 m		
Length of Distribution Line	4.5 km		
		[Project Cost Estimation]	
		I. Construction Cost	1,496,720 US\$
		i) Temporary Works	224,360 US\$
		ii) Civil Engineering	677,860 US\$
		iii) Turbine, Gen and Main Transformer	364,000 US\$
		iv) Distribution Line & Transformer	230,500 US\$
		II. Engineering Service Cost	119,738 US\$
		III. Overhead Cost	374,180 US\$
		IV. Profit Margine	299,344 US\$
		Grand Total	2,289,982 US\$

(b) Mujila Falls Lower 地点

Mujila Falls Lower 地点は、Mwinilunga 郡中心部から北東に約 45km、West Lunga 川の支流である Mujila 川上に位置する。調査を実施した 2007 年 5 月 25 日の流量は約 15m<sup>3</sup>/s であった。地点は大小の滝が約 400m の間に連続しており、高さ 5m 程度の取水堰を設けることにより、総落差 18.0m が確保できる。当地点の流況曲線（図 8-11）より求めた 80% 可能流量は 9.21m<sup>3</sup>/s であった。取水堰建設候補地点の直上流側はくぼ地になっており、取水堰により天然の調整池となる。このため、設計流量を若干高めに設定し、10.0m<sup>3</sup>/s とすると、ポテンシャルは 1,400kW 程度になる。図 8-12に調査地点の写真を示す。



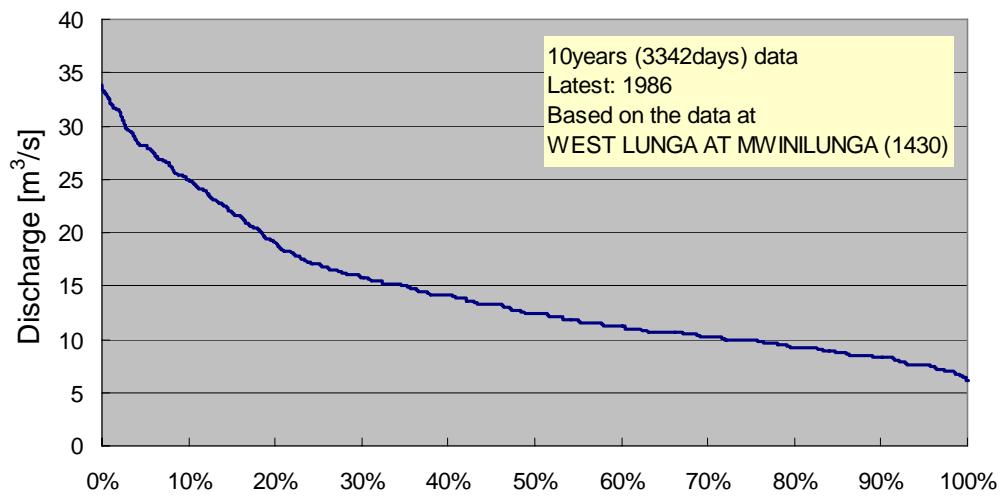


図 8-11 Mujila Falls Lower 地点流況曲線



a) Mujila falls lower



b) Overview of the site





c) Depression contour for natural reservoir

**図 8-12 Mujila Falls Lower 地点写真**

河川は大きく左にカーブしており、取水堰地点から急流部の終点まで、直線で結ぶと 270m 程度しかない。しかし、左岸側は急峻な丘になっており、開水路建設には膨大な掘削が必要となるため、トンネルにて導水することが望ましい。これにより水圧鉄管は非常に短くなり、建設単価を低く抑えることが可能となる。

当地点から北に約 10km のところに、Kanyama RGC（潜在需要 252kW）、Kanyama RGC から東に約 60km に Kakoma RGC（潜在需要 350kW）が存在する。当地点のポテンシャルは、これら RGC に電力を供給するに十分なポテンシャルを有している。

当地点は溪谷に位置しており、開発により影響を受ける民家や畑は存在しない。河川の左岸側の丘には灌木が茂っているが、水路や発電所の建設により大幅な開拓が必要とされる。調査団は、当地点を非常に有望であると判断し、当地点の開発費用を算定した。表 8-9 に Mujila Falls Lower 地点の諸元および開発費用を示す。

表 8-9 Mujila Falls Lower 地点諸元および開発費用

[Design Result]		[Electrified Area]	
Province	Northwestern	Kanyama RGC	598 kW
District	Mwinilunga	Kakoma RGC	350 kW
Name of the Site	Mujila Falls Lower	Mujila Village	234 kW
Name of the River	Mujila River	Kapundu Village	233 kW
Latitude	S11:30:52		
Longitude	E24:46:24		
Catchment Area	1,146 km <sup>2</sup>		
80% available discharge	9.21 m <sup>3</sup> /s		
Design Discharge	10.0 m <sup>3</sup> /s		
Gross Head	18.0 m		
Effective Head	17.1 m		
Generation Capacity	1,400 kW		
Volume of Powerhouse	596 m <sup>3</sup>		
Volume of Weir	450 m <sup>3</sup>		
Length of Channel	210 m		
Length of Penstock	23 m		
Length of Tailrace	20 m		
Length of Spillway	36 m		
Length of Distribution Line	98 km		
		[Project Cost Estimation]	
		I. Construction Cost	6,393,200 US\$
		i) Temporary Works	404,070 US\$
		ii) Civil Engineering	1,070,230 US\$
		iii) Turbine, Gen and Main Transformer	1,158,000 US\$
		iv) Distribution Line & Transformer	3,760,900 US\$
		II. Engineering Service Cost	511,456 US\$
		III. Overhead Cost	1,598,300 US\$
		IV. Profit Margine	1,278,640 US\$
		Grand Total	9,781,596 US\$

(c) Mujila Falls Upper 地点

Mujila Falls Upper 地点は、前項の Mujila Falls Lower 地点と同じく Mujila 川上、Mujila Falls Lower 地点より 4.4km 上流に位置する。調査を実施した 2007 年 5 月 25 日の流量は約 8.0m<sup>3</sup>/s であった。約 100m の間に合計落差 10m の滝が連続しており、これに取水堰の高さと下流の急流部の落差を加え、総落差 14m は確保できる。当地点の流況曲線（図 8-13）より求めた 80% 可能流量 4.14m<sup>3</sup>/s より、設計流量 4.0m<sup>3</sup>/s とすると、ポテンシャルは 420kW となる。図 8-14に調査地点の写真を示す。

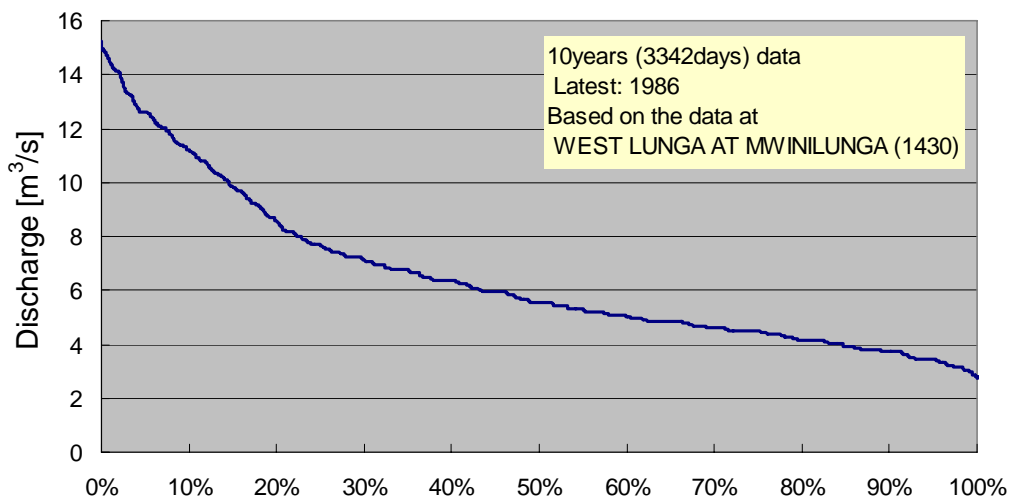
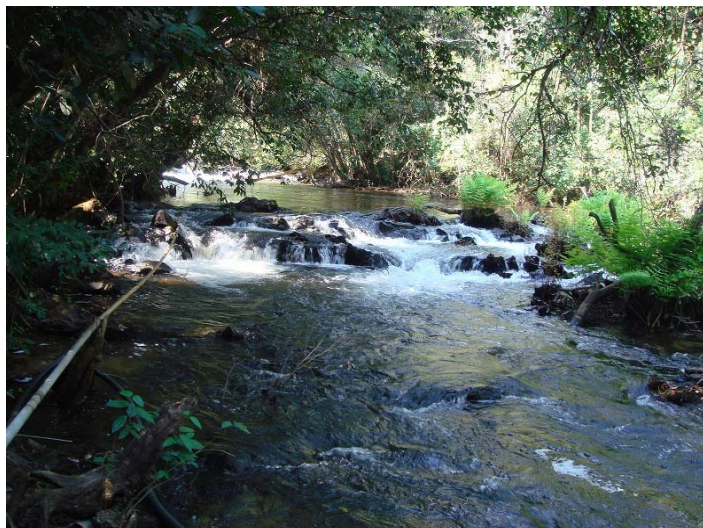


図 8-13 Mujila Falls Upper 地点流況曲線



a) Mujila falls upper



b) Upstream of the falls

**図 8-14 Mujila Falls Upper 地点写真**

当地点は豊富なポテンシャルと開発の容易さから非常に良い地点であるといえるが、近郊には Mujila Falls Lower 地点があり、こちらの方がポテンシャルが大きいため、開発優先順位は高くない。しかし、供給候補地である Kanyama RGC や Kakoma RGC の電力需要が増大し Mujila Falls Lower 地点だけでは供給力が不足するような場合、その出力増強の最優先候補となり得る有力な地点であると言える。

地点周辺では、5 軒の家屋が畜産農業を営んでいる。発電所の構造物そのものは、彼らの生活圏に影響しないものの、アクセス道路はこの集落を横断することになり、また工事による騒音も生活に影響を与える恐れがある。しかし、彼ら自身が電化による畜産農業の生産性向上を強く望んでいるため、開発の障害とはならないと考える。表 8-10に、Mujila Falls Upper 地点の諸元および開発費用を示す。

表 8-10 Mujila Falls Upper 地点諸元および開発費用

[Design Result]		[Electrified Area]	
Province	Northwestern	Kanyama RGC	598 kW
District	Mwinilunga		
Name of the Site	Mujila Falls Upper	[Project Cost Estimation]	
Name of the River	Mujila River	I. Construction Cost	1,479,720 US\$
Latitude	S11:29:32	i) Temporary Works	157,900 US\$
Longitude	E24:48:25	ii) Civil Engineering	466,320 US\$
Catchment Area	515 km <sup>2</sup>	iii) Turbine, Gen and Main Transformer	391,000 US\$
80% available discharge	4.14 m <sup>3</sup> /s	iv) Distribution Line & Transformer	464,500 US\$
Design Discharge	4.0 m <sup>3</sup> /s	II. Engineering Service Cost	118,378 US\$
Gross Head	14.0 m	III. Overhead Cost	369,930 US\$
Effective Head	13.2 m	IV. Profit Margine	295,944 US\$
Generation Capacity	420 kW	Grand Total	2,263,972 US\$
Volume of Powerhouse	393 m <sup>3</sup>		
Volume of Weir	180 m <sup>3</sup>		
Length of Channel	78 m		
Length of Penstock	36 m		
Length of Tailrace	19 m		
Length of Spillway	47 m		
Length of Distribution Line	11 km		

## (d) Tututu Falls 地点

Tututu Falls 地点は、Mujila Falls Lower 地点より南に 7km、Mujila 川の支流である Kapundu 川上に位置する。調査を実施した 2007 年 5 月 25 日の河川流量は、約 1.5m<sup>3</sup>/s であった。総落差は 4.0m であり、設計流量を 1.0m<sup>3</sup>/s とし、ポテンシャルはわずか 30kW である。図 8-15 に調査地点の写真を示す。

当地点の近郊には、Kanyama RGC のある Kanyama 区に属する Kapundu 村がある。これは今回の電化対象ではないが、小学校やクリニックがあり、家屋数も 200 軒ほどあるため、電化のニーズは高い。しかしながら、この村落にも Mujila Falls Lower 地点から十分供給が可能であり、また当地点のポテンシャルはこの需要に対し非常に小さいため、開発の必要性は極めて低い。





図 8-15 Tututu Falls 地点写真

(e) Kasanjiku Falls 地点

Kasanjiku Falls 地点は、Mwinilunga 郡中心より南東に約 80km、Kabompo 川の支流である Kasanjiku 川上に位置する。調査を実施した 2007 年 5 月 26 日の流量は約  $10.0\text{m}^3/\text{s}$  であった。総落差は 10m であり、当地点の流況曲線（図 8-16）より求めた 80% 可能流量  $4.63\text{m}^3/\text{s}$  より設計流量を  $4.5\text{m}^3/\text{s}$  とすると、ポテンシャルは 320kW となる。図 8-17 に調査地点の写真を示す。地点の両岸は灌木に覆われており、開発のために大幅な伐採が要求される。しかし付近に家屋や農地は無く、開発による環境社会面の影響は少ない。

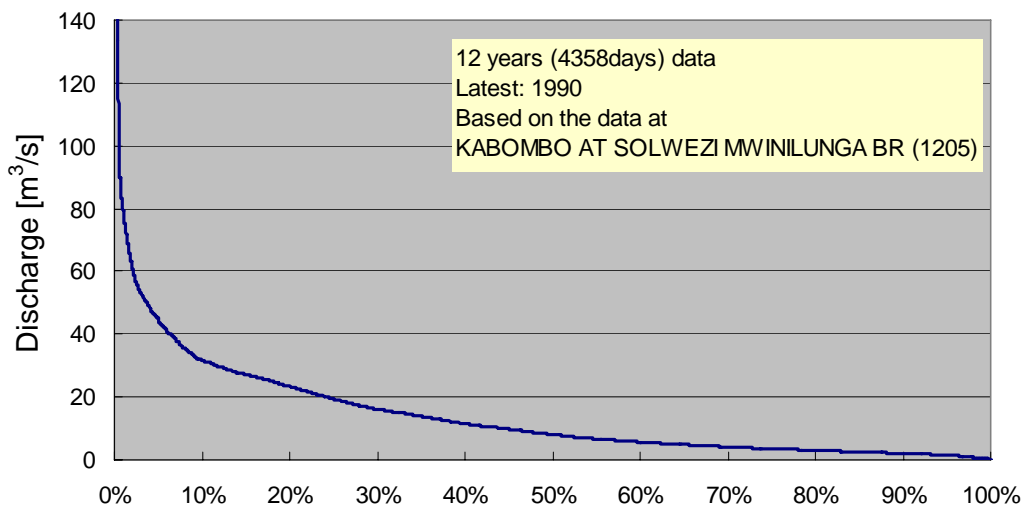


図 8-16 Kasanjiku Falls 地点流況曲線



a) Kasanjiku falls



b) Upstream of the falls



c) Downstream of the falls

**図 8-17 Kasanjiku Falls 地点写真**



当地点から南東に約 15km のところに、Ntambu RGC（潜在需要 532kW）が存在する。この RGC は近年、韓国の支援により大規模な病院が建設されており、電化のニーズは非常に高く、Mwinilunga 郡より提出された、郡内の RGC 電化優先順位においても最優先とされている。当地点のポテンシャルは、潜在需要を完全には満たさないものの、当面の需要を賄うには十分であり、Mwinilunga 郡中心からも離れていることから、開発するメリットは大きい。表 8-11 に Kasanjiku Falls 地点の諸元および開発費用を示す。

表 8-11 Kasanjiku Falls 地点諸元および開発費用

[Design Result]		[Electrified Area]	
Province	Northwestern	Ntambu RGC	532 kW
District	Mwinilunga		
Name of the Site	Kasanjiku Falls		
Name of the River	Kasanjiku River		
Latitude	S12:21:10		
Longitude	E24:50:55		
Catchment Area	1,605 km <sup>2</sup>		
80% available discharge	4.63 m <sup>3</sup> /s		
Design Discharge	4.5 m <sup>3</sup> /s		
Gross Head	10.0 m		
Effective Head	9.0 m		
Generation Capacity	320 kW		
Volume of Powerhouse	314 m <sup>3</sup>		
Volume of Weir	180 m <sup>3</sup>		
Length of Channel	231 m		
Length of Penstock	44 m		
Length of Tailrace	10 m		
Length of Spillway	69 m		
Length of Distribution Line	22 km		
		[Project Cost Estimation]	
		I. Construction Cost	2,301,150 US\$
		i) Temporary Works	470,850 US\$
		ii) Civil Engineering	659,500 US\$
		iii) Turbine, Gen and Main Transformer	324,000 US\$
		iv) Distribution Line & Transformer	846,800 US\$
		II. Engineering Service Cost	184,092 US\$
		III. Overhead Cost	575,288 US\$
		IV. Profit Margine	460,230 US\$
		Grand Total	3,520,760 US\$

## (f) Chauka Matambu Falls 地点

Chauka Matambu Falls 地点は、Mwinilunga 郡中心より東に約 80km、北西部州都である Solwezi と Mwinilunga を結ぶ幹線道路から南に 3.5km 入ったところに位置する。河川は Kabompo 川の支流である West Lumuwana 川で、300m ほどの区間に小さい滝が連続しており、高さ 3m の取水堰の高さを含め総落差は 11.0m となる。調査を実施した 2007 年 5 月 28 日の流量は 4.0m<sup>3</sup>/s 程度であり、当地点の流況曲線（図 8-18）より求めた 80% 可能流量 2.64m<sup>3</sup>/s より、設計流量 2.5m<sup>3</sup>/s とすると、ポテンシャルは 180kW となる。図 8-19 に調査地点の写真を示す。左岸には灌木林およびシダ類の畑も存在し、これらは開発のため伐採範囲に含まれる。また、アクセス道路も近隣の Lumuwana RGC を横断することとなる。ゆえに、当地点を開発するにあたっては、環境社会面の影響を十分に検討する必要がある。

当地点を開発した際の需要地は幹線道路沿いにある Lumuwana RGC（潜在需要

370kW) となる。この RGC はパイナップル産業により近年大きな成長を遂げている。当地点のポテンシャルは、潜在需要を満たさないが、2020 年程度までの需要に対しては十分であり、かつ需要地から非常に近いため建設コストを低く抑えることができることから、開発する価値は十分にある。表 8-12に Chauka Matambu Falls 地点の諸元および開発費用を示す。

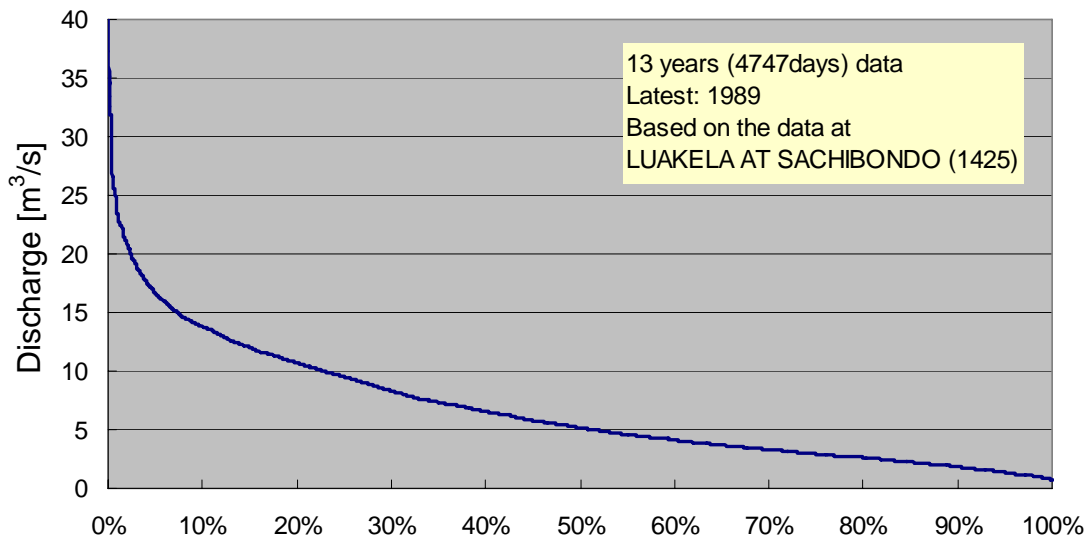


図 8-18 Chauka Matambu Falls 地点流況曲線



a) Main falls



b) Lower falls

図 8-19 Chauka Matambu Falls 地点写真

表 8-12 Chauka Matambu Falls 地点諸元および開発費用

[Design Result]		[Electrified Area]	
Province	Northwestern	Lumwana RGC	371 kW
District	Mwinilunga		
Name of the Site	Chauka Matambu Falls	<b>[Project Cost Estimation]</b>	
Name of the River	West Lumuwana River	I. Construction Cost	1,306,780 US\$
Latitude	S11:51:34	i) Temporary Works	269,930 US\$
Longitude	E25:08:13	ii) Civil Engineering	549,750 US\$
Catchment Area	537 km <sup>2</sup>	iii) Turbine, Gen and Main Transformer	230,000 US\$
80% available discharge	2.64 m <sup>3</sup> /s	iv) Distribution Line & Transformer	257,100 US\$
Design Discharge	2.5 m <sup>3</sup> /s	II. Engineering Service Cost	104,543 US\$
Gross Head	11.0 m	III. Overhead Cost	326,695 US\$
Effective Head	9.1 m	IV. Profit Margine	261,356 US\$
Generation Capacity	180 kW	Grand Total	1,999,374 US\$
Volume of Powerhouse	197 m <sup>3</sup>		
Volume of Weir	600 m <sup>3</sup>		
Length of Channel	175 m		
Length of Penstock	235 m		
Length of Tailrace	25 m		
Length of Spillway	40 m		
Length of Distribution Line	6 km		

(g) Lwakela Falls 地点

Luakela Falls 地点は、Mwinilunga 郡中心より北に約 25km、West Lunga 川の支流である Luakela 川上に位置する。調査を実施した 2007 年 5 月 28 日の流量は約 5.0m<sup>3</sup>/s であった。総落差 7.0m、当地点の流況曲線 (図 8-20) より求めた 80% 可能流量 2.14m<sup>3</sup>/s より、設計流量 2.0m<sup>3</sup>/s とすると、ポテンシャルは 100kW となる。図 8-21 に調査地点の写真を示す。

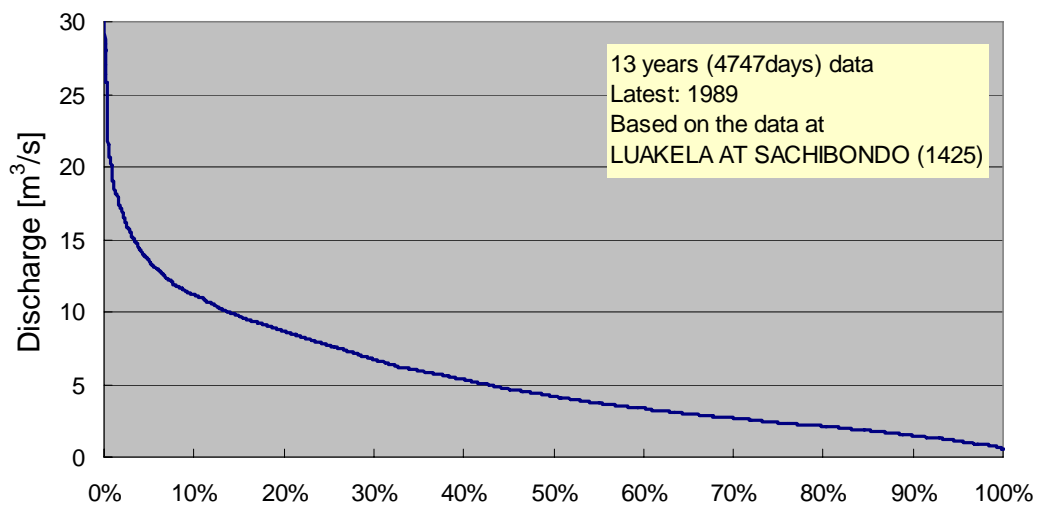


図 8-20 Luakela Falls 地点流況曲線



図 8-21 Lwakela Falls 地点写真

当地点から北西に約 0.5km のところに、Lwakela RGC（潜在需要 257kW）が存在する。当地点のポテンシャルは、潜在需要を満足しないものの、当面の需要は満足できるものと思われる。ただし、ZESCO が変電所建設を予定している Mwinilunga 郡中心から比較的近距离であるため、開発のメリットは大きくない。

(h) Muwozi Falls Upper 地点

Muwozi Falls Upper 地点は、Mwinilunga 郡中心より南に約 60km、West Lunga 川の支流である Muwozi 川上に位置する。総落差は 4.0m、調査を実施した 2007 年 5 月 29 日の流量は約  $1.5\text{m}^3/\text{s}$  であった。設計流量  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  とすると、ポテンシャルは 30kW となる。図 8-22 に調査地点の写真を示す。



当地点から南に約 6km のところに、Chiwoma RGC（潜在需要 418kW）が存在するものの、需要に対しポテンシャルがあまりに小さく、開発の必要性は極めて低い。



図 8-22 Muwozi Falls Upper 地点写真

(i) Muwozi Falls Lower 地点

Muwozi Falls Lower 地点は、前項の Muwozi Falls Upper 地点から約 6km 下流に位置する。総落差は 5.0m、調査を実施した 2007 年 5 月 29 日の流量は約  $1.5\text{m}^3/\text{s}$  であった。設計流量  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  とすると、ポテンシャルは 35kW となる。図 8-23 に調査地点の写真を示す。供給先の候補地は、Muwozi Falls Upper 地点同様 Chiwoma RGC となるが、やはりポテンシャルがあまりに小さく、開発の必要性は極めて低い。

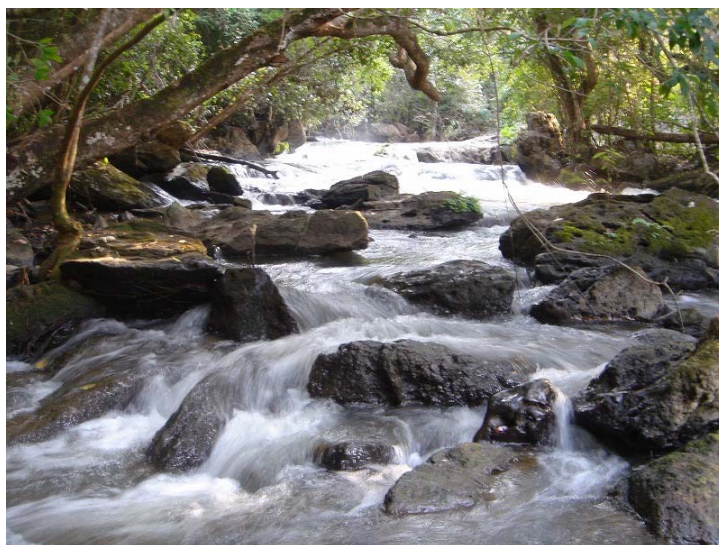


図 8-23 Muwozi Falls Lower 地点写真

(2) 北部州およびルアプラ州

北部州およびルアプラ州における小水力発電ポテンシャル調査は、2007 年 8 月 4 日から 2007 年 8 月 11 日で実施した。調査を実施した 11 地点の位置図を図 8-24 に示す。各小水力発電ポテンシャル調査結果を以下に記す。



図 8-24 小水力発電ポテンシャル調査地点位置図（北部州およびルアプラ州）

(a) Kalambo Falls 地点

Kalambo Falls 地点は、北部州 Mbala 郡の北端、タンザニアとの国境沿いを流れ Tanganyika 湖に流れ込む Kalambo 川上に位置する、ザンビアで 2 番目の高落差を誇る滝であり、国家遺産に指定されている。調査を実施した 2007 年 8 月 4 日の流量は  $1.5\text{m}^3/\text{s}$  程度、て乾期の流量は約  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  であると推定される。滝は断崖絶壁を垂直に落下しており、安全性を考慮して測量は実施しなかったが、落差は 231m という公式データを入手した。設計流量を  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  とし、水力ポテンシャルは約 1,650kW となる。図 8-25 に調査地点の写真を示す。

開発した場合の需要地は、約 35km 離れた Mbala 郡 BOMA が有力である。ここは既に州都 Kasama より 66kV 送電線にて電化されているが、送電線の末端であるため電圧安定性が低く、当該地域の系統安定性向上に貢献できる。最寄の未電化 RGC では、地点から約 43km 離れた Kaluluzi RGC (想定需要 53kW) があるが、Mbala 中心部から約 22km し



か離れていないことから、既設の Mbala 変電所から配電線を延伸する方が経済的である。



a) Kalambo falls (side view)



b) Kalambo falls (from top of a waterfalls)



c) Landscape from top of a waterfalls

**図 8-25 Kalambo Falls 地点写真**

当地点には、左岸側より車にて容易にアクセス可能である。しかし開発に当たっては、導水路のために岩盤を 200m 以上垂直に掘り下げる必要があり、これは莫大なコストを要する。さらに開発時の安全性においても、大いに課題があると言わざるを得ない。また、タンザニアとの国境上に位置すること、および国家遺産に指定されていることから、

開発は難しいと言える。以上より、当地点は大きな水力ポテンシャルを有するものの、地方電化のために開発する必要性は極めて低い。

(b) Mwanbezi Falls 地点

Mwanbezi Falls 地点は、北部州 Mbala 郡中心部より南西約 8km、Mwanbezi 川上に位置する。調査を実施した 2007 年 8 月 4 日の流量は約  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  であり、乾期の流量は  $0.7\text{m}^3/\text{s}$  程度であると予想される。落差は 3.0m 程度である。図 8-26 に調査地点の写真を示す。地点周辺はなだらかな草原地帯であり、開発は容易であると考えられる。しかし、水力ポテンシャルは約 10kW 程度に過ぎず、また電化済みである Mbala 郡中心からも近いことから、開発の必要性はない。



図 8-26 Mwanbezi Falls 地点写真

(c) Namukale Falls 地点

Namukale Falls 地点は、北部州 Mpulungu 郡中心部より東に約 6km、Lunzua 川上に位置する。最下流の Tanganyika 湖まで約 1.5km で、上流には ZESCO の Lunzua 発電所がある。調査を実施した 2007 年 8 月 5 日の流量は約  $4\text{m}^3/\text{s}$  であった。当地点の流況曲線（図 8-27）より求めた 80% 可能流量が  $2.37\text{m}^3/\text{s}$  であることから、設計流量を  $2.3\text{m}^3/\text{s}$  とする。本地点は落差 4m と 10m の滝が連続しており、その上流の急流部の落差を含め、総落差 16m は確保できる。以上より、水力ポテンシャルは 270kW となる。図 8-28 に調査地点の写真を示す。



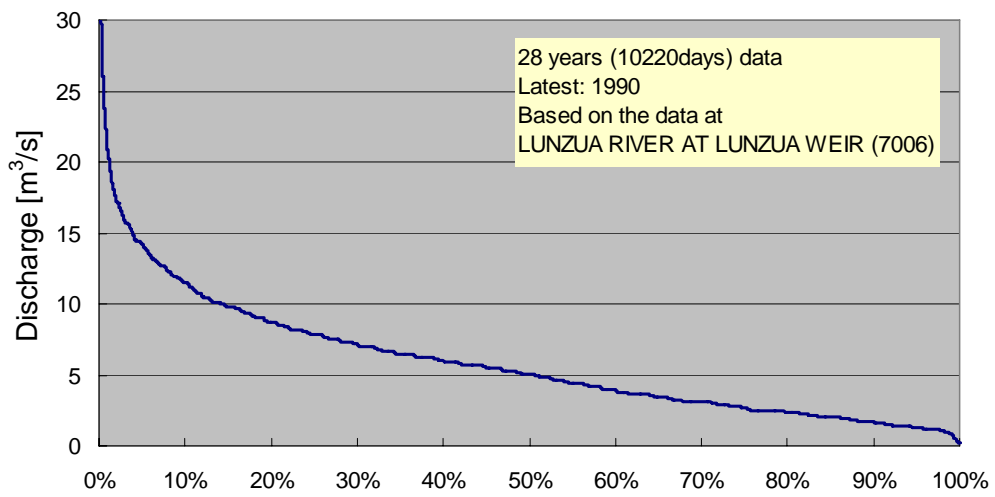


図 8-27 Namukale Falls 地点流況曲線



a) Lakeside village of Lake Tanganyika near Namukale Falls