

4-2 進捗状況

UNDP/FAOによる基本計画におけるPhase IのStage I~Stage IIは、Polgolla頭首工および同発電所の建設、Bowatenna Rおよびかんがい導水路の建設、既存農地132,000エーカー（約53,500ha）、新規地区91,000エーカー（約36,800ha）、計223,000エーカー（90,000ha）のかんがいシステムの造成を内容としている。このプロジェクトは1970年に着手され、Polgolla頭首工、同発電所およびBowatenna Rといった基本施設はすでに完了し、現在かんがいシステムの工事が進行中である。1979年に完了する予定である。基本施設は世界銀行の援助によって、かんがいシステムの一部は第2世銀、スエーデン、カナダ、アメリカおよびイギリスの援助を受けている。

マハヴェリ開発に投入された予算を年代別に表-4-2に示す。

他のプロジェクトについては未着工である。

表-4-2 マハヴェリ川開発予算の推移

単位：百万ルピー

年	決算及び予算			摘 要
	全 体	Polgolla	Bowatenna	
1968/69	0.4	—	—	*1) 内Local 536.0
1969/70	11.3	—	—	Foreign 206.4
1970/71	23.5	10.1	0.4	*2) すべてグラント
1972	64.8	27.1	1.5	
1973	83.6	36.0	7.6	
1974	104.4	98.3	53.4	
1975	130.1	48.0	43.0	
1976	120.9	35.4	22.0	
1977	118.5	10.7	3.2	
1978	*1)*2) 742.4	15.0	10.0	

4-3 各国の援助状況

今後のマハヴェリ開発計画に協力する意思を示した国および機関と協力の内容は下記のとおりである。^{*1)}

オランダ：計画実行のための戦略調査の実施（NEDECOによる）

イギリス：Victoria Project（ダム、発電所、かんがいシステムおよび関連地域の社会的インフラストラクチャーを含む）のF/SおよびD/D，入札書作成。

カナダ：マハヴェリ開発計画の各プロジェクトのF/SおよびMaduru Oya Projectのうち発電所の建設，導水トンネル，システムBのかんがいシステムの実施。

スウェーデン：Kotmale Projectの実施

アメリカ：かんがいシステム，土地改良，社会的インフラストラクチャーの計画，設計。
状況によっては工事の実施。

西ドイツ：Randenigala Projectの実施。

アジア開発銀行：未定

UNDP：Umbrella Program for Sri Lanka 計画により，初期援助としてUS\$ 100万の資金調達済。

世界銀行：上記のUNDPのUmbrella Programの実行およびマハヴェリ開発計画の調整役。

日本：Moragahakanda ProjectのPre-F/SおよびF/Sの実施。

フランス：技術者援助

インド：技術者援助

4-4 スリランカ政府の方針

マハヴェリ開発計画事業は1970年以來，UNDP/FAO マスタープランに提案された Phasing に従って実施されて来た。現在の進捗状況はPhase IのProject I，IIに関する工事はほとんど完了し，Project IIIが進行中である。Phase Iの残工事は1979年までに終えるものとし，新たに主要5大ダムを中心としたプロジェクトの実施を計画している。これによると調査設計業務を1978年から開始し，1983年までに工事を完了するものとし，予算の年度割を各工事について，表3-4に示されるように計上している。これらの工事は多額の費用を要するものであり，年度計画も各国の資金援助の状況に左右されるものではあるが，スリランカ政府は1983年をめぐりとして主要工事完了の方針を固めている。

注) *1) スリランカ政府からの回答を記載したもので，協定書等政府間に交されているはずの書類によつたものではない。

表4-3 マハグェリ川開発予算の年度別

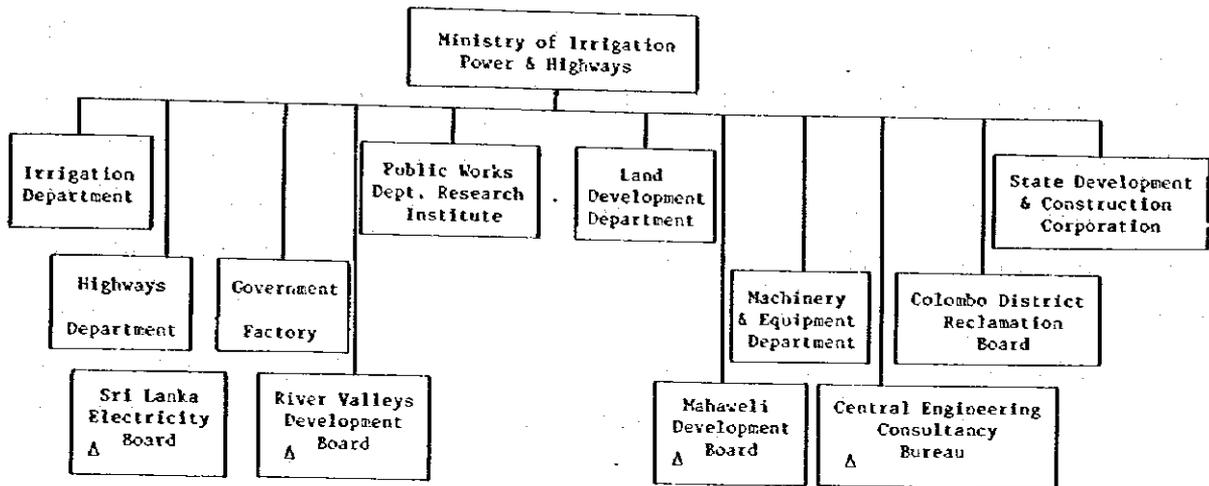
(単位：百万ルピー)

	1978		1979		1980		1981		1982		1983		1983以降						
	Total	Foreign Local	T.	F.	T.	F.	T.	F.	T.	F.	T.	F.	T.	F.	L.				
Stage I	66.7	19.7	7	56	1	283	116	370	220	150	377	219	158	126	97	29	34	25	9
Stage II	396.7	186.7	210	450	170	370	190	495	295	200	455	185	270	85	6.5	78.5	-	-	-
小計	423.4	206.4	217	506	335	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Victoria.R.	18	7	11	142	75	67	167	116	370	220	150	377	219	158	126	97	29	34	25
Kotmale.R.	125	45	80	270	100	170	180	190	495	295	200	455	185	270	85	6.5	78.5	-	-
Randenigala.R.	14	-	14	106	64	42	217	128	89	261	155	406	236	170	91	51	40	75	-
*Rotawela.R.他	-	-	-	25	12	13	71	36	108	54	63	33	30	32	17	15	-	-	75
Moragahakanda.R.	-	-	-	124	59	65	277	114	424	173	251	248	105	143	102	36	66	-	-
Maduru Oya.R.	100	40	60	178	64	114	136	66	70	106	81	55	46	9	-	-	-	-	-
**Uthitija.R.	36	18	18	124	37	87	209	102	258	130	128	188	98	90	72	46	26	-	-
小計	716.4	316.4	400	1,475	746	229	1,563	803	2,022	1,108	914	1,792	922	870	508	253.5	254.5	109	25
Irrigation System C	14	-	14	128	28	100	221	55	335	84	251	201	40	161	40	24	16	-	-
B	12	-	12	88	33	55	363	91	272	140	411	330	80	250	200	40	160	-	-
A	-	-	-	70	27	43	303	76	460	117	343	275	67	208	179	33	146	-	-
D	-	-	-	39	10	29	111	28	170	44	126	101	25	76	53	13	40	-	-
小計	26	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	742.4	316.4	426	1,800	844	956	2,961	1,053	3,538	1,493	2,045	2,699	1,134	1,565	980	362.5	616.5	109	25

*1) 予算執行局の手持資料でオンライン化されたものではない。

注) *は5大計画からはずされている

**はVictoria.R.と一連のものである。



Δ Presently involved in the Mahaweli Project.

- C.E.C.B. Incharge of Head works & Consultant to M.D.B.
- M.D.B. Designs & Construction of Irrigation Development works.
- R.V.D.B. Construction organization, undertakes construction of roads, Camps, Canal Systems etc.
- S.D. & C.C. Construction organization.
- C.E.B. Designs, Construction & Maintenance organization.
- I.D. Government Department carries out Soils, Geological & Hydrological investigation, Designs, Construction of small Dams & Canal system.
- H.D. Designs & Construction of roads & bridges.

昭和 53 年 9 月 28 日にスリランカ国の名称変更及び政府組織の改正に伴い、関係機関の組織は現在下記の通りとなっている。

Minister of Lands and Land Development
 Department of the Land Commissioner
 Land Settlement Department
 Survey Department
 Forest Department
 State Timber Corporation
 Irrigation Department
 Government Factory
 Water Resources Board
 Public Works Department Research Institute
 Land Development Department
 Department of Machinery and Equipment
 State Development and Construction Corporation

Minister of Power and Highways
 Department of Highways
 Director of Works (Regional)
 Ceylon Electricity Board
 Department of Kandyan Peasantry Rehabilitation

Minister of Mahaweli Development
 Mahaweli Development Board
 River Valleys Development Board
 Central Engineering Consultancy Bureau

Minister of Agricultural Development and Research

第5章 モラガハカンダ・プロジェクト

5-1 開発計画

モラガハカンダ・プロジェクトはUNDP/FAO チームにより作成された基本計画の中で Phase I の No.3 プロジェクトに取上げられているように、非常に高い優先度のプロジェクトである。このプロジェクトはマハヴェリ川支流の Amban 川を跨切るダムプロジェクトで河口より上流30マイル(約48Km)の地点に計画されている。有効貯水量 471×10^3 エーカー・フィート(約580百万トン)のダムを建造し、46,200エーカー(18,700ha)の新規開発地区のかんがい及び Elaheera 掛りの用水調節を行うとともに40MWの施設容量の発電所を設置するものである。このダムの貯水は自己流域からの流出水とマハヴェリ川本流から Polgolla 頭首工により分水される水を水源とするものである。

マハヴェリ川開発計画における開発順位は現時点においても、UNDP/FAO チームの基本計画と基本的には変るものではない。つまり、マハヴェリ川水系沿いの開発をまず進め、北部ドライ・ゾーンの開発は段階的には最終段階に行なわんとするものである。しかしながら、北部ドライ・ゾーンの農業開発はスリランカ農業にとって重大な意義を持つものであることには変りない。

モラガハカンダ・ダムはマハヴェリ川開発の初期の段階では、Amban 川およびマハヴェリ川沿いの受益地が特定されるが、N・C・P Canalが完成すれば用水の振り変えが可能である。何故なら、N・C・P Canalの始点がモラガハカンダ・ダムの直下流地点にあり必要な水頭を確保できること、N・C・P Canal 計画が実施に移されることは、Water Balance の実態が明らかにされ、このダムによる北方地域への供給水が確保されることを意味するからである。またこのダムには Elaheera 頭首工掛りの受益地に対して不特定用水の確保と機能も付加される。このようにモラガハカンダ・ダムはマハヴェリ川開発計画全体を通して戦略的な位置と機能を有していると言える。

このダムはコンクリート重力ダム(Amban 川本流に築造)、ロックフィルダムおよびアースダムの3つのタイプからなる複合ダムで、ダムサイトの一部に石灰岩の層が存在すること(漏水対策)、褶曲構造の方向がダム軸と直角方向に交差していること(漏水対策)、地山表面の土層が薄いこと(築堤用土としての土の量が少ない)、コンクリートダムとロックフィルダムの接合部の地山が薄いこと(接合対策)、ダム軸に2本の断層があること等の地質上の特質を有する一方、ダムの貯水は自己流域からの流出水と、マハヴェリ川本流からの Polgolla 頭首工により分水される水を水源とするものである。

5-2 農 業

農業生産において最も重視すべき米の自給率を高める方法は、単位収量を上げるか、耕地面積を拡大するかであるが、現状では全国平均エーカー当たり45ブッシェル程度で、近年でも、顕著な増収は認められない。耕地面積を拡大する場合には、Wet Zoneには余地は無く、前述のごとく15%の耕地化しかされておらず、こゝでかんがい施設さえ整えば高い農業生産性の可能性があるDry Zone、マハヴェリ地域の開発に期待が持たれる。

1. マハヴェリ河開発計画

1969年UNDP/FAOのマスター・プランによれば、かんがい可能地900,000エーカーのかんがい開発を30年間継続して行う計画である。その内、約272,000エーカーは大小のタンクからかんがいされる既存農地であり、その93% (252,960エーカー)で水稻、畑作物、サトウキビの栽培が行なわれ、28,000エーカーでは、天水により陸稲、畑作物、ココナツ、牧草の栽培が行なわれている。新規にかんがい・入植開発される農用地は600,000エーカーとなっている。

すでに、Phase IのPolgolla、Bowatenna、Elaheera、Sudu Gangaの開発は1976年に終了した。Kalawewa、Huruluwewaタンクの規模増大と新農地の開発が現在続けられており、1977年の終りには5,544家族の入植が行なわれた。Phase Iの完成前には91,000エーカーのかんがい可能な農地が造成される計画である。

しかし、1977年11月、スリランカ政府は向う5~6ヶ年で開発の完了を期し、5つのプロジェクトの同時着工による短期開発計画を立案した。そのかんがい計画によると、各かんがいシステム、A~Jまでのかんがい可能面積の合計は682,900エーカーで、その内既耕地は112,500エーカー、新開発農地は570,400エーカーである。新開発地における作付は、水稻二期作が164,200エーカー、水稻一畑作の二毛作が100,200エーカー、畑作物のみの作付けが278,000で、畑作物の比率が高い。その他牧草地拡大を伴った畜産振興、サトウキビの植付拡張による砂糖増産のための開発地も含まれる。

2. モロガハカンダ多目的ダムプロジェクト

モロガハカンダ貯水池の水は既存のElaheera頭首工からElaheera-Kantalai水路によりPolonnaruwa Dist.を東北に進みGilitalewewaとMinneriya Tankに分水され、さらにMinneriya TankよりKaudulla Tank、そしてTrincomalee Dist.のKantalai Tankへと導びかれる。又、本計画地には、別の水系としてアンパン河の池の頭首工より給水されるParakrama Samudraがある。上記の既存水路、貯水池によりかんがいされる既存農地は73,200エーカーで、この多くは1930年代より入植が開始され、1965年までに11,000家族が56,200エーカーの農地に入植している。この地区の農業水準は現在スリランカで最も高いとされている。

本プロジェクトにおける新開発地は、上記かんがいシステムを利用しジャングル地帯を農

地とするもので、Kaudulla Tank Left Bank 地区 (Balance D₁)、Kantalai Tank Right Bank 地区 (A/D)、Parakrama Samudra 地区 (Balance D₂) の計 46,200 エーカーである。

表 5-1 に示すごとく、水稲が主要作物となる地区である。Kantalai 地区にはサトウキビの大規模栽培が計画されている。

表 5-1 Area of Systems and Cropping Pattern

System	Irrigable area	Paddy Paddy	Paddy Upland crop	Upland crop Upland crop	Sugar cane	Total area
Balance D ₁	28,000	10,300	4,300	13,400		59,270
A/D	9,100	9,100				17,910
Balance D ₂	9,100	9,100				24,704
Total	46,200	28,500	4,300	13,400		101,884

3. 受益地の農業開発機構

本計画による受益地の総合的農業開発実施機関は M D B であり、土地取得、入植、農業開発、水の管理、公共施設の設置、かんがいシステムの運用と管理等の業務を行う (図 5-1)。

入植計画：受益農地の配分は、1 農家当り 2.5 エーカーのかんがい可能地と 0.5 エーカーの住居および家庭園用地となっている。かんがいシステムに従い、100~125 戸の農家集団で部落 (Hamlet) を作り、4~5 の部落で村となり、数ヶ村で一つの町の形態をとる。各部落より 3 マイル程度の村の中心地に農協支部、貯蔵施設、農民訓練所等を設け、3,000~4,000 の入植農家戸数が居住する町には農協本部、大規模な貯蔵施設、精米工場、農業サービスセンターを設ける。

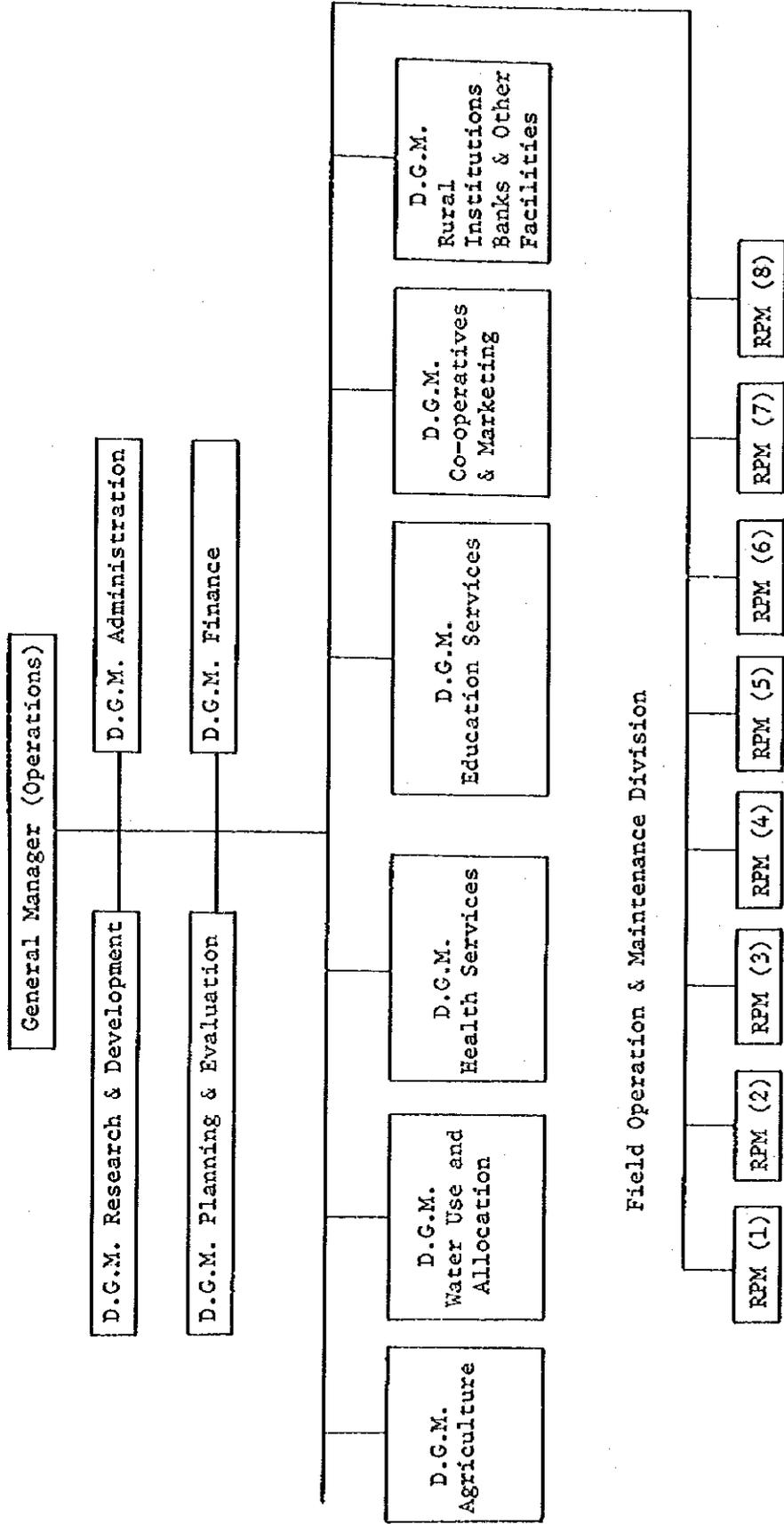
入植者の選考方針では受益地の既存農家、ダム敷内農家をまず優先する。選考基準は①入植農民の年齢が 30~39 才であること、②零細農民であること、③教育があること、④営農の経験があることとされ、Land Officer, Agricultural Officer, Community Development Officer より成る選考委員会が予備選定した後、耕作委員会、農協、地方開発委員会の合議により最終選定される。

入植者に対しては特別補助があり、小屋の建築費 Rs 100、Rs 100 相当の農具、Rs 230 相当の種子と苗木、家計費として 5 ヶ月間 Rs 50/月の支給の他、World Food Aid との協定により、最高 5 人までの家族に対し、12 ヶ月間小麦粉、ダール、乾燥魚、砂糖等の食料が支給される。

受益地 46,200 エーカーに、17,504 家族、107,122 人の入植が予定されている。

農業開発：農業生産の向上は、上記の諸施策と相まって農業技術普及サービス、効果的

5 - 1 Mahaweli Development Board Proposed Organization Chart of the Settlement and Agricultural Development Section



なかんがいシステムおよび農民訓練の強化、農業機械と生産資材の適切な供給、貯蔵、加工および市場施設の設置および有効な販売対策等によって、その成功が期されるものである。

農業開発についての行政的サービスについてはM D B 入植・農業開発部が行うが、農業技術に関する普及はM D B の組織内で農業土地省・農業局が500 農家当り1人のK V S、3,500~4,000 農家当り1人のAgricultural Officer を派遣して、普及、農民訓練、高収量品種の種苗の配布等の活動を行う。

プロジェクト現地事務所 (Resident Project Manager's Division) : 本プロジェクトの既存農地を含む受益地の中心にM D B の出先機関として設けられ、農業技術普及、かんがい (運用管理と維持)、社会開発、土地行政に関する調整と業務を現地で行う (図5-2)。

管轄農地面積は115,000 エーカー、農家戸数36,040 戸、人口234,804 人と計画されている。

公共施設: 入植・農業開発部は各省との協力により、病院、薬局、助産所等の厚生施設、小学校より高校までの教育施設、地方役所、銀行、交通機関、郵便局、電話、警察等を一定単位地区ごとに設置する。

4. 受益地の土壌条件

受益地D₁、A/Dの土壌地図は1969年I DのLand Use Division によって、2インチ=1マイルのスケールで作られている。土壌の分類はその構造を表わすため、土壌の種類と土壌断面の類似性による土壌シリーズによって成されているが、ここでは主要な個々の土壌についてのみ述べる。

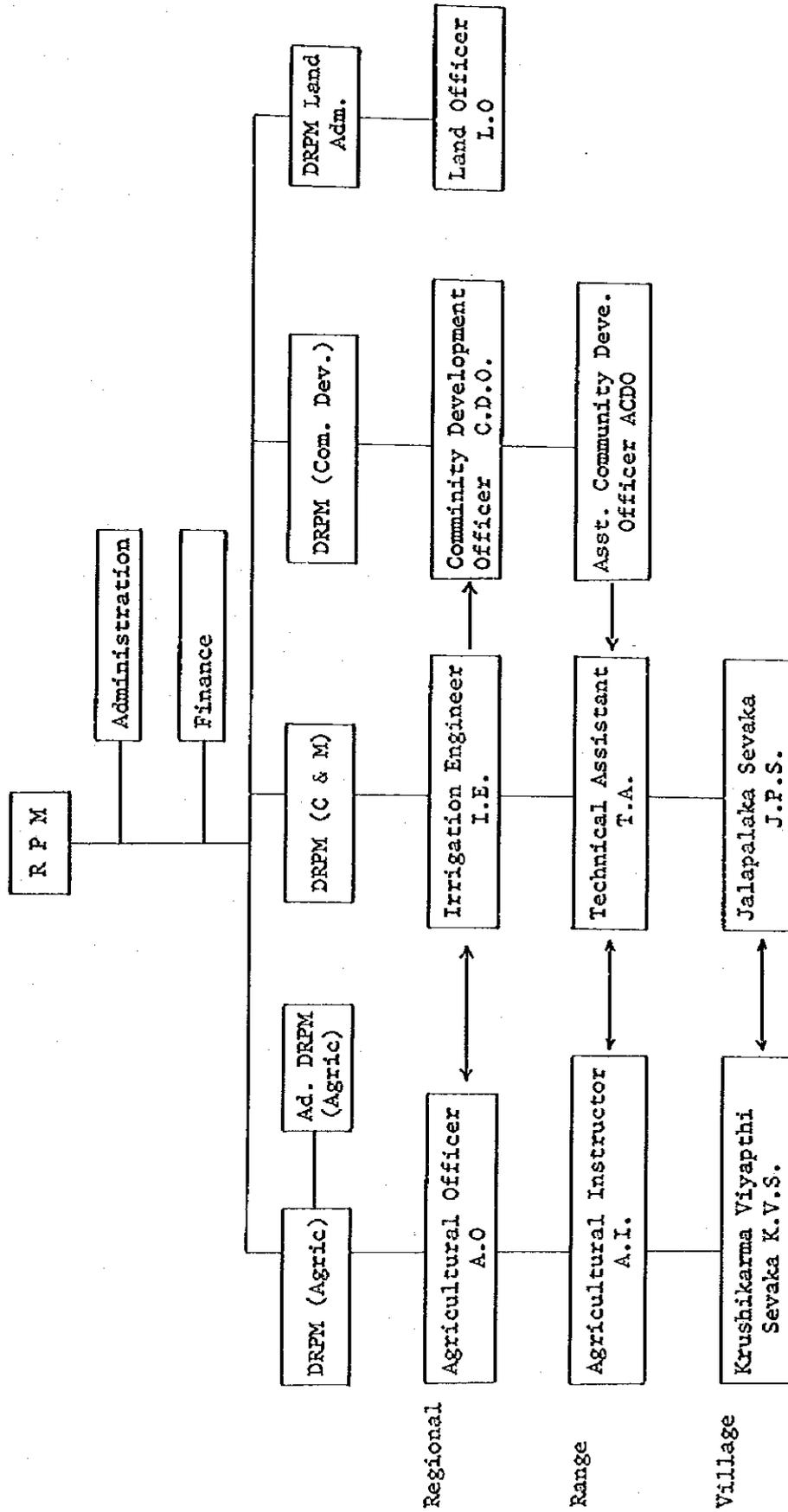
a. Reddish Brown Earths (R B E)

一般に中性 (PH6~7)、Wet Zoneではやや酸性、Dry Zone ではわずかにアルカリ、有機質と窒素含量は少く、磷酸含量も一般に少いが、加里はやや多い。Ca、Mgが十分に含まれ、塩基置換容量は高い。熱帯土壌としては肥沃と言える。一般に透水性は良く、有効容水量は1.7インチ/1フィート・土壌である。湿ると砕け易く、乾燥すると硬くなる。深い土壌では綿、中庸の深さではトウガラシ、玉ネギ、落花生、大豆、ササゲ、リョクトウ、ダール、陸稲、トウモロコシ、モロコシ、サトウキビ、タバコ等の栽培に適する。

b. Low Humic Gley Soil (L H G)

B層にはっきりした班紋がみられる。班紋は鈍い灰色から灰褐色の地に赤、黄、褐色の縞を形づくる。L H Gは開発地区の低地でみられ、R B E、Red Yellow Podzolic SoilはNon Calcic Brown Soilと深く結びついている。PHは中性からやや弱アルカリ

Fig. 5-2 Organization Chart of a Resident Project Manager's Division



性で、時には断面下層に塩分の蓄積がみられる。Maha、Yala ともにかんがいによる稲作に適する。

c. Alluvial Soil

河川による沖積沈殿物より成る土壤で、断面構造はないがA層に有機物の蓄積がみられる。土性、深さ、透水性、色については、かなり多くの変異がある。多くの場合、ロームか粘土で透水性が悪く、PHは中性で、水稲栽培に適する。

d. Solidized Solonetz

下層土が弱アルカリか強アルカリ、有機物、窒素、磷酸の含量は非常に少ない、加里は多い、Ca、とMgに富むがNaの過剰である。可溶性塩類が極度に集積している場合、植物の生育に適さないので排水、リーチングによりNaと塩を除き、土壤改良剤を用いれば稲の栽培が可能である。

表5-2 Soil and Cropping Pattern on System D₁ & A/D

Soil	Drainage	System D ₁		System A/D		Cropping Pattern	
		Average	%	Average	%	Maha	Yala
RBE	Well	13,645	23	5,510	31	Upland crops	Upland crops
	Imperfectly	4,990	8	5,215	29	Paddy sugar cane	Upland rice
LHC	Imperfectly	17,065	29	1,260	7	Paddy	Paddy
Alluvial Soil	Imperfectly	16,540	28	3,760	21	Paddy	Paddy
Solidized Solonets	Imperfectly	2,825	5	-	-	Paddy	Paddy
Sub Total		55,065	93	15,745	88		
RBE, Gravel & Rock	Well	3,670	6	2,165	12	Settlement, Homesteads Building Site	
Other		535	1				
Grand Total		59,270	100	17,910	100		

D₁、A/D 地区では排水不完全な土壤がそれぞれ70、57%を占めているが、計画後は水稲が中心となる地域である。D₂地区の土壤資料は得られなかったが、マハグェリ川左岸の低地で、Mahaには増水により冠水するVillu地帯を含み、主として沖積によるAlluvial Soilが分布する。

5. 作付体系

受益地の土壤、かんがいおよび気象条件により作付体系は決められるが、基本的にはMahaとYalaの各作期に水稲の二期作、水稲と畑作物の二毛作、両期とも畑作物を導入

する3つの作型である。

a. 水稲—水稲

主として、LHGとAlluvial Soilの作型で、Mahaに生育期間4~45ヶ月の品種、BG11—11、BG90—2等の晩生、高収量品種を、Yalaに生育期間3~35ヶ月の品種BG34—8、BG94—1、BG34—6、H4等の早生品種を作付けする。

b. 水稲—畑作物

RBEの不完全排水の土壌地帯の作型で、Mahaに水稲の晩生品種を、Yalaに生育期間がそれぞれ25ヶ月程度の豆類または4ヶ月程度の陸稲、雑穀類、トウガラシ、タマネギ、タバコ、野菜類、綿等を作付けする。

c. 畑作物—畑作物

排水良好なRBE地帯の作型で、Mahaには陸稲、トウモロコシ、モロコシ等の穀類、リョクトウ、ケツルアズキ、ササゲ、落花生、大豆等の豆類、ウリ科、ナス科の野菜およびキャッサバ等を作付けし、Yalaには穀類、豆類、野菜、トウガラシ、タバコ、綿等の作付けが可能である。組み合わせは栽培の難易、労働力、経済性の面で決められる。

d. 畑作物の奨励品種

リョクトウ：25~3ヶ月型—MI—4、MI—1、収量はかんがいすれば、1200ポンド/エーカー、無かんがいで500ポンド/エーカー程度。

ケツルアズキ：25~3ヶ月型—Type 9、MI、収量はエーカー当り、かんがい—1400ポンド、無かんがい—600ポンド。

ササゲ：25~3ヶ月型—MI—35、Bombay、Arlington、収量はエーカー当り、かんがい—1500ポンド、無かんがい—700ポンド。

落花生：110日型—Red Spanish、Vgand Erect、A—20、A—92、MI—1、収量はエーカー当り、かんがい—30 cwt、無かんがい—15 cwt。

大豆：82日型—PBI、90~92日型—Davis、Bossiar、Hardie、Improved Pelican、SJ—2、収量はエーカー当り、1000~2000ポンド。

トウガラシ：4ヶ月型—MI—1、MI—2、収量はエーカー当り、かんがい—15 cwt。

玉ネギ：150日型—Poona Red、収量はエーカー当り4トン。

赤玉ネギ：80~90日型、収量は30 feet²の床当り6~10ポンド。

e. マハグェリ地区における水稲集約栽培法

奨励品種：3ヶ月型—BG34—8、3.5ヶ月型—BG—34—6、BG94—1、4~4.5ヶ月型—BG90—2、BG11—11

施肥：元肥—VIC（硫安15：過石73：塩加24の比率）肥料75kg/エーカー、第

1 回追肥一尿素 25 kg/エーカー、第 2 回追肥一尿素 38 kg (早生) 又は 25 kg (晩生)、
第 3 回追肥一尿素 38 kg (晩生のみ)。

除草：第 2 回目追肥前に除草、播種後 21~30 日、田植後 15 日に MOPA、3-4DP
A、Machete Saturn の使用。

害虫防除：メイチュウ、イネノシントメタマバエには Diazinon、コブノメイガ、シ
ロナヨトウには Monocrotophos 60 EG、ウンカには Carboturan、イネノアザミウ
マには Dimithoate、カメムシには BHC による防除。

6. 目標収量

1969 年、UNDP レポートでは、1967 年のエーカー当り平均収量が 40 ブツセルである
ことから、将来の品種、施肥、農業技術の進歩により、1972 年 55 ブツセル、1978 年に 68 ブ
ツセルの収穫が可能であるとした。1972 年、SOGREAH の Project I、Stage I
の F/S レポートによれば、入植後の 1~5 年間は 46 ブツセル、10~11 年後の開発完了期
には 90 ブツセルに達するとした。また、1976 年、MDB が World Bank Appraisal
Mission に提出した資料では、開発完了期の目標収量を、水稻 90 ブツセル、トウガラシ
15 cwt、落花生 18 cwt、ササゲ 10 cwt、大豆 15 cwt としている。

5-3 かんがい

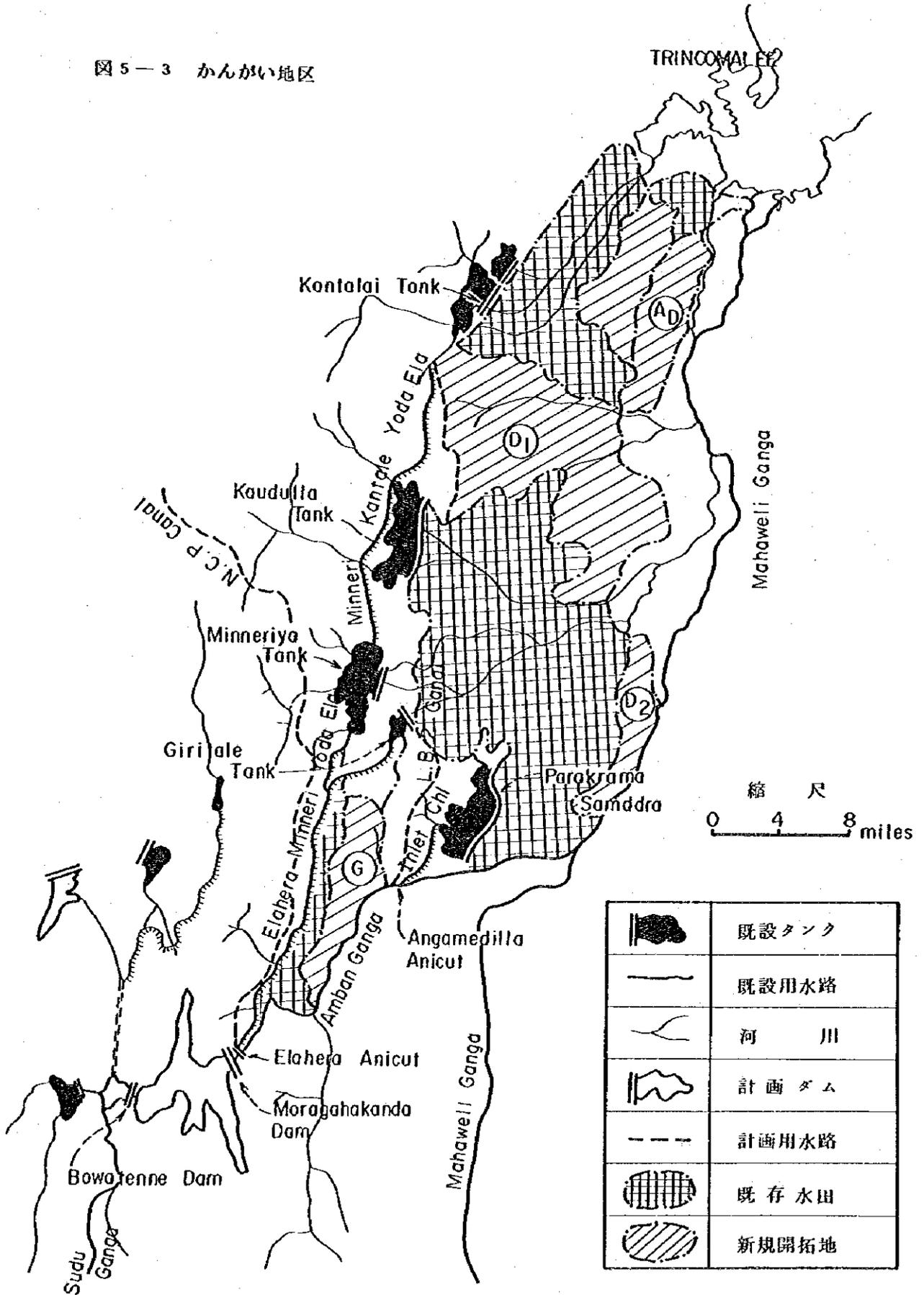
1. 地 域

モラガハカンダ・ダムの支配地域は計画ダムサイト下流の Elahera 頭首工、これに続く
幹線用水路、タンク群とこれらをつなぐ連絡水路等のかんがい組織により、かんがいされる地
域及びこれに隣接する未開拓地からなる。これはマスタープランにて区分されている Syst-
em D₁、D₂、G 及び A/D の地区に当る。これらの地区は一部頭首工下流部を除き、マハヴ
エリ川 Basin 地域の左岸側に属する。この地域は古来よりかんがい組織の発達した所でス
リランカ全島の中でも有数の水田地帯を形成している。これらの既存水田は Parakrama-
Samudra、Minneriya、Kaudulla、Kantalai 等の大規模タンクにより用水が供給され
ている。モラガハカンダダム建設後は Elahera かんがい組織はダムと機能上一体となる。
従って支配面積としては既存水田、新造成農地、未開拓地が包含されることとなる。Mor-
agahakanda Multipurpose Project レポート (1978 年 3 月) によるとダムの受益地区
は未開拓地 46,200 Ac と定めている。支配面積の区分は次のとおり。

ダム支配地域

(a) 既存水田	73,200 Ac (29,645 ha)
(b) 新造成農地	20,000 Ac (8,100 ha)
(c) 未開拓地	46,200 Ac (18,711 ha)
計	139,400 Ac (56,457 ha)

図 5-3 かんがい地区



(a)の水田は System D₁、D₂ G地区における既存水田地区でマハヴェリプロジェクトの進捗に関係なく Elaheera かんがい組織によりかんがいされて来た地域、但し乾期の作付面積は年により変動して来た。(b)は Polgolla Diversion、Bowatenna Complex の完成によりマハヴェリ本流が Amban 川に導入されこのかんがい用水量の増加に見合う分として新たに造成された農地でこの中には Sugar Cane の耕作地域が含まれている。(c)は Project I、Stage III (Polgolla diversion 等) の完了後においても水がかりのない未開拓地でモラガハカンダダム建設により可能となる用水の増加分によってかんがい可能となる地域でモラガハカンダダム、プロジェクトの受益地とされている地区である。

表 5-3 システム別支配面積内訳

(単位 10³ Ac)

System	プロジェクト 中			未開拓地	合 計
	既存耕地	新造成農地	小 計		
D ₁	49.4	13.8	63.2	28.0	91.2
D ₂	19.0	—	19.0	9.1	28.1
G	4.8	6.2	11.0	—	11.0
A/D	—	—	—	9.1	9.1
計	73.2	20.0	93.2	46.2	139.4

2. 用水量

モラガハカンダダムの貯水によりかんがいに利用可能水量は Kotmale ダム建設によるマハヴェリ川の流量調節後は 1396000 Ac-ft (NNDP/FAO のマスタープランによる) と計画されておりこれが支配面積全体に対するかんがい用水量となる。この他に各タンクの自己貯水量が加わるがこれを無視しても支配面積 139,400 Ac に対する全かんがい用水量として十分であると思われる。受益地となる新規開拓地 46,200 Ac についての全かんがい水量はレポート (1978年3月)によると 323,000 ac-ft と推定しているがこれは UNDP/FAO レポートによる次の計画に基礎を置いている。

計画作付体系

		D ₁	D ₂	A/D	Total
Paddy—Paddy	10 ³ Ac s	10.3	9.1	9.1	28.5
Paddy—Upland	"	4.3	—	—	4.3
Upland—Upland	"	13.4	—	—	13.4
合 計		28.0	9.1	9.1	46.2

この計画によると単位タンク用水量 (タンクよりの計画放水量) は全体平均で 7 ft とな

る。

5-4 発 電

(1) 発電計画の全貌と電力需給

マハヴェリ川は国内全包蔵水力の約50%を占めている大河であって、長さは約207マイル、流域面積4,034平方マイル(国の全面積の約16%)で、その流域中820平方マイルは多雨地帯に属していて年平均1,880mm乃至5,430mmの雨量がある。

マハヴェリ川開発計画はUNDP/FAOが調査を担当して1969年にマスタープランを作成し、政府が国の基本的計画として取り上げたものであって、22貯水池による90万エーカーのかんがいと、12地点による5,184MWの発電を30年間に開発する計画となっている。(発電計画は第5-4表参照)この計画の中、マハヴェリ川本流に建設したPolgolla Diversionからマハヴェリ川の支流Amban川への分水隧道を利用して発電するUkuwela発電所(最大出力40MW)およびその放流を貯水するBowatennaダム(当初発電所の計画はなかったが、その後の計画変更により目下40MWのBowatenna発電所を建設中)は既に完成している。

第5-4 マハプエリ川開発計画Master Plan

貯水池名	河川名	流域面積 Mile ²	堰			貯水池		発電所		備考
			堰長 ft.	堰高さ ft.	構造	有効貯水量 10 ⁹ Ac.ft.	調整流量 10 ³ Ac.ft.	最大出力 MW	常時分 可能発電量 10 ⁶ KWH	
1. Polgolla	Mahaweli	499	685	65	コンクリート	1	830	40	168	1976年完成、発電所名は Ukuwela. 当初計画には含まれていない が、現在40MWの発電所建設中 5次プロジェクトとして 建設を促進するもの
2. Bowatenne	Amban Ganga	188	880	137	コンクリート	21	1210	—	—	
3. Victoria	Mahaweli	730	1400	338	コンクリート (アーチ)	390	926	120	469	
4. Morakahakanda	Amban Ganga	315	5070	242	コンクリート ロックフィル, アースフィル	470	1103	40	149	
5. Randeniigala	Mahaweli	900	1740	277	コンクリート	374	562	75	282	
6. Kotmale	Kotmale Oya	217	1927	356	ロックフィル	297	690	150	411	
7. Maduru Oya	Maduru Oya	175 (2337)	1780	150	アースフィル	288 (1819)	562 (3843)	4.5 (3895)	— (1311)	
8. Taldena	Badulu Oya	110	1200	200	アースフィル	56	134	14.5	48	
9. Kalu Ganga	Kalu Ganga	73	8975	165	アースフィル	188	172	1.9	—	
10. Pallewela	Loggal Oya	80	5425	200	アースフィル	46	134	10	34.5	
11. Upper Uma Oya	Uma Oya	195	1110	280	コンクリート (アーチ)	40	205	25.5	95.5	
12. Lower Uma Oya	Uma Oya	273	845	175		31	112	30	113.3	
13. Heen Ganga	Heen Ganga	44	1060	285	ロックフィル	78	160	7	25.5	
合計		3799				2280	6800	518.4	1795.8	
上記以外9地点		3798				1445	2822	—	—	
総計		7597				3725	9622	518.4	1795.8	

1977年にマハヴェリ川開発計画を促進するために5大プロジェクトとして取り上げられたのはモラガハカンダ発電所(最大出力40MW)を含めて合計出力390MWであり、これ等とは別個に建設工事中の3地点190MWと共に5～6年の短年月中に完成することを計画している。これ等現在計画中および工事中の発電所の詳細は第5-5表の通りである。

I.P.H.省による今後の電力需給予想(第5-6表)によれば当面の数年間は供給力が不足気味であるが、上記発電所が引続いて完成する数年間は相当量の供給余力が得られる見通しである。しかしそのままで推移すれば1989年頃から再び供給力に不足を生ずる恐れがある。この需給予想は需要増加率を年11%と見込んでいるので実績増加率8%弱に較べて過大である反面、常時出力は常に確保できることを前提とし、渇水による変動について全く考慮されていないので今後充分検討する必要があるが、仮りに需要増加率を85%、10%渇水として電力需給を検討した結果(第5-7表参照)大勢としてはI.P.H.省の予想と大差のないものが得られた。即ち今後も引き続き発電所の建設を計画しなければならないが、汽力発電所を新設する場合には燃料高のため発電原価が約50cts/kwhとなり、現在の販売実績単価16cts/kwhに較べて極めて割高となるので、引続き水力発電所の建設を検討する必要があるだろう。

第5-5表 計画中心および工事中発電所概要

	河川名	流域面積 Mile ²	堰		構造	貯水池 有効貯水量 10 ³ Ac.ft.	導水塔		水圧鉄管路		有効落差		発電所		完成予定年
			長さ ft.	高さ ft.			長さ ft.	直径 ft.	長さ ft.	直径 ft.	最大出力 MW	常時出力 MW	可能発電量 (内常時分) 10 ³ KWH		
5 大 ア ロ ン エ ク ト	Victoria	730	1,400	338	コンクリート (T-サ)	390	14,720	21	800/1020		609	120	54	645 (526)	1983
	Moragahakanda	315	1,660	242	コンクリート	470	-	-	200	8	174	40	189	206 (165)	1985
	Randenigala	900	1,350	183	コンクリート	374	-	-	260	7.5	244	75	321	330 (264)	1985
	Kotmale	217	2,160	101	コンクリート	297	21,700	14	610	12.5	700	150	476	411 (380)	1986
	Maduru Oya	175	1,740	277	コンクリート	288	-	-	-	-	-	4.6	-	- (-)	-
小計		2,337	1,927	356	コンクリート	1,819						389.5	1,526	(1,337)	
工 事 中	Bowatenna	186	771	103	コンクリート	274	4,065	19	235	14.5	160	40	13	143 (108)	1980
	Canyon		615	135	コンクリート	88	13,208	10	2,755	8	700	30	166	169 (144)	1980
	Samanalawewa		1,400	314	T-サ コンクリート	177	18,500	12.5	480	6	1,080	120	48	600 (420)	1984
小計					3924							190	776	912 (672)	
合計					21,114							579.5	2,302	(2,009)	

注: Bowatenna 貯水池はマハグェリ川開発計画の1期として既に完成しているがMaster Plan にはBowatenna発電所は含まれておらず、その後追加されて目下建設工事中である。

第5-6表

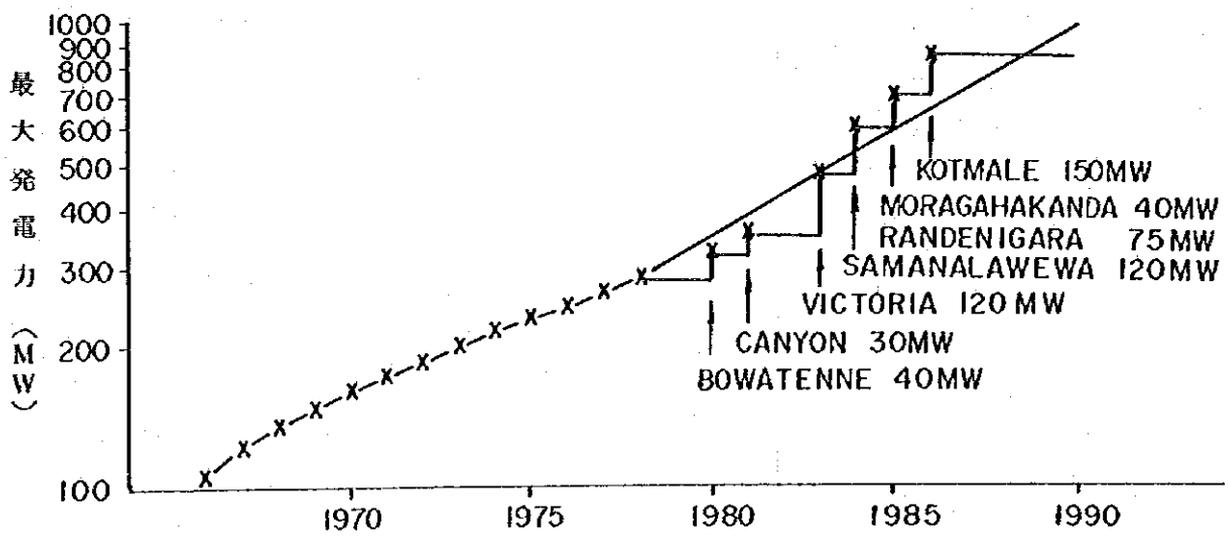
最大発電力
需給バランス

1978.3月

C.E.B.

(単位 MW)

年度	需 要 (発電端)	供給力	供給力増加内容	供給力 過不足
1968	135			
69	147			
70	163			
71	173			
72	185			
73	199			
74	216			
75	230			
76	240			
77	261			
1978	280	280		—
79	310	280		△ 30
80	345	320	BOWATENNA 40MW	△ 25
81	383	350	CANYON 30	△ 33
82	425	350		△ 75
83	472	470	VICTORIA 120	△ 2
84	524	590	SAMANALAWEWA 120	66
85	581	705	MORAGAHAKANDA 40 RANDENIGALA 75	124
86	645	855	KOTMALE 150	210
87	716	855		139
88	795	855		60
89	882	855		△ 27
90	980	855		△ 125



(2) モラガハカダ発電所

今回の調査の対象としたモラガハカダ貯水池はマハヴェリ川支流Amban川にコンクリート重力式ダム、ロックフィルダムおよびアースフィルダムを築造して総容量692,000Ac. ft (有効貯水量470,000Ac. ft)の貯水を行ってかんがいおよび発電に有効に利用しようとする計画である。モラガハカダ発電所はそのコンクリート重力式ダムの直下左岸寄りに発電所建物を建設し、ダムから直接長さ200ft、直径8ftの水圧鉄管路で取水する堰堤式発電所であって、発電後は直接Amban川に放流する。

当発電地点におけるAmban川の流域面積は315平方マイル(816Km²)で年間流量は720,000Ac. ft (8.76億m³)と少いが、マハヴェリ川本流に設けたPolgolla DiversionよりUkuwela発電所を通じて最大2000ft³/秒(56m³/秒)までの水量がAmban川上流に分水される。更にその中の1000ft³/秒(28m³/秒)までの水量は当発電所直ぐ上流のBow-atennaダムよりII地域のかんがい用に分水される。これ等の分水の結果当発電所で使用し得る年間流量は1,470,000Ac. ft (179億m³)に増加するがPolgolla Diversionの更に上流にKotmaleダムが築造されて本流の流量調整が行われると年間流量は更に1,620,000Ac. ft (19.7億m³)にまで増大される計画となっている。しかしこれ等の水利の相互関係は複雑であり、かつ豊満水の変動も大きいので、今後利用可能水量について十分に検討する必要がある。

当発電所は最大出力40MW、常時出力18.9MW、年間可能発電量206百万Kwh (内常時分165.4百万Kwh)の性能を保有する計画である。(第5—8表参照)なお当発電所の直ぐ下流には既設のElaheera取水堰(越流部標高455.5ft)があり、更に将来はNew Elaheera取水堰(溢流部標高470ft.の予定)を設けて新設のN.C.P運河に取水する計画があるので、設計に際してはこれ等によるBack Waterの影響について充分考慮する必要がある。

以上のように当発電所の放水は下流でのかんがい用水としての取水との関連で行なはれるもので発電を主体とした大巾な発電力の調整は難しいと云える。

第5—7表 今後の電力需給校討表

単位：電力量一百万KWH、電力一MW

	英 歳												
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
A. 水力可能発電量(常時分)	1443	1443	1443	1695	1695	1695	2223	2643	3072	3452	3452	3452	3452
完成予定発電所名				Bowatema 108			Victoria 328	Samanu- lawewa 420	Randen- gala 264	Kotmale 380			
および可能発電量				Canyon 104					Moragaha- kanda 165				
B. 上記90%相当量(10%濁水を仮定)	1299	1299	1299	1526	1526	1526	2001	2379	2765	3107	3107	3107	3107
C. 需要電力量(発電端)	1217	1320	1433	1554	1687	1830	1985	2154	2337	2536	2751	2990	3239
D. 電力量過不足(B-O)	82	△21	△134	△28	△161	△304	16	225	428	571	356	117	△132
E. 可能最大発電力	272	272	272	319	319	319	418	497	578	650	650	650	650
F. 需要最大電力(発電端)	261	283	307	333	362	392	426	462	501	543	590	640	695
G. 最大電力過不足(B-F)	11	△11	△35	△14	△43	△73	△8	35	77	107	60	10	△45

- 註 1. 需要電力量および需要最大電力の年増加率は共に8.5%と仮定した。
 2. 可能最大発電力は90%相当発電量より年負荷率54.6%（英歳）として算定した。
 3. 最大電力で50MW程度の供給力不足は汽力およびディーゼル発電所によって補給ができればと思われる。

第5—8表 モラガハカンダ発電所概要

河川	マハプエリ川支流 Amban川					長さ	200ft.(60m)
流域面積		315mile ² (815.9 Km ²)				直径	8ft.(2.4m)
年間流量	Amban川自流のみ	720×10 ³ ac.ft.(876百万m ³)				年平均	153ft.(46.5m)
堰	Polgolla貯水池から分水される場合	1,470×10 ³ ac.ft.(1,788百万m ³)				時	137ft.(41.6m)
	更にKotmale貯水池で流量調整する場合	1,620×10 ³ ac.ft.(1,970百万m ³)				最大	3,632ft. ³ /sec.(102.1m ³ /sec)
	コンクリート重力式	堤長 1,660ft.	高さ 242ft.			時	1,918ft. ³ /sec.(53.9m ³ /sec)
	ロックフィル	1,350ft.	183ft.			最大	40 MW
	アースフィル	2,160ft.	101ft.			時	18.9 MW
貯水池	満水位	640ft.(194.6m)				年平均	206 百万KWH
	最低利用水位	573ft.(174.2m)				時	165.4 百万KWH
	放水路水位	470ft.(142.9m)				水	40 MW×1台
	総静水圧	170ft.(51.7m)					
	総貯水量	692×10 ³ ac.ft.(841.5百万m ³)					
	有効貯水量	470×10 ³ ac.ft.(571.5百万m ³)					

発電用主要機器について当初は10MW4台が計画されていたが、最近40MW1台に変更された。これに伴って発電所建物を含めた全面的な設計変更が必要である。発電所建物用地の地質についてはダム用地と同時にボーリングを現地側で実施する予定となっている。

屋外鉄構ならびに開閉装置類は、発電所建物下流左岸の丘上に建設する計画である。

当発電所の発生電力は132KVに昇圧の上、今回新設する132KV送電線によって、直線距離で約5マイル(8Km)の場所に現在建設工事中のBowatenna発電所の屋外開閉所を経て既設の132KV送電幹線に接続される計画である。送電線の経過地は未定であるが、農村地域で地形、地質等特に問題となる点はないと思われる。

1969年策定のマスタープランでは当地点総建設費Rs5.6億の中、Rs1.95億を発電部門に割り当てられているが、その中発電所建物および主要機器の建設費としてはRs24百万が計上されている。1978年5月の世界銀行による建設費の見直しによれば建設費総額は13.5億Rs(内外貨分Rs9億)に大巾に増加している。

5-5 ダム

5-5-1 ダム堤体

(1) 概要

モラガハカンダ・ダムはマハヴェリ川開発計画で築造が予定されているダム群の中にあって最大の貯水能力を持つダムとして計画されている。本ダムはマハヴェリ川支流Amban川を締切って貯水するもので河口から上流30マイル(約48Km)地点がダムサイトとなっている。水源としてはPolgolla Diversionから分水されるマハヴェリ本流とAmban川の自己流出よりなる。マハヴェリ本流を締切って建設するVictoria、Randenigalaダムと異り、ドライゾーンの比較的平坦な丘陵地帯に築造するダムで主要ダムの中では北部ドライゾーンの受益地に近く位置することもあり、UNDP/FAOのマスタープランでは全ダム群が完成した時点に於て北部地域のかんがい用水源ダムとしての役割を持つことになっている。

表5-9 主要ダムの貯水能力

	総貯水量 百万トン	有効貯水量 百万トン
Moragahakanda Dam	853	580
Kotmale "	395	366
Victoria "	512	481
Randenigala "	756	461

モラガハカンダダムはAmban川をコンクリート重力ダムで締切り、左岸側隣接谷間をそれ

それ、ロックフィルダム、アースダムで締切の計画の複合タイプのダムである。UNDP / FAOのマスタープランによるとダム規模、諸元は次のとおりである。

(2) コンクリートダムは堤頂長506m、最大堤高738mの重力式ダムである。越流部と非越流部からなり、越流部はゲート調節式の余水吐部となっている。ダム下流端に発電室を設ける。ダム底部には工事期間中の排水及び非常放水工としてのコンジット部があり、スルースゲート4門で調節する計画となっている。

(3) ロックフィルダム

中心コア型のロックフィルダムとして計画され堤頂長411m最大堤高55.7mとなっている。基礎には監査廊が設けられ、グラウテング等により基礎岩盤の透水性と石灰岩中に予想される空隙に対処する計画である。

(4) アースダム

アースダムはロックフィルダムの左岸側に位置し、堤頂長658m、最大堤高30.8mの均一型として計画されている。

(5) モラガハカンダ ダム諸元

流域面積	: 315 sq. miles	(816Km ²)
平均年間流入量 (自己流域のみ)	: 720×10 ³ Ac-ft	(888×10 ³ m ³)
計画年間流入量	: 1,396×10 ³ "	(1722×10 ⁶ m ³)
総貯水量	: 692×10 ³ "	(853×10 ⁶ m ³)
有効貯水量	: 470×10 ³ "	(580×10 ⁶ m ³)
堆砂量	: 222×10 ³ "	(274×10 ⁶ m ³)
常時満水位	: 640 ft	(195 m)
最低操作水位(発電)	: 573 "	(173 m)
テール標高	: 470 "	(142 m)
堤頂標高	: 660 "	(200 m)
堤高		
コンクリート	: 242 "	(73.8m)
ロックフィル	: 183 "	(55.7m)
アース	: 101 "	(30.8m)
堤頂長		
コンクリート	: 1,660 "	(506 m)
ロックフィル	: 1,350 "	(411 m)
アース	: 2,160 "	(658 m)

(6) 主要工事数量

a) 基礎掘削 (土砂)	1,030,000 Cuyd	787,000 m ³
b) 基礎掘削 (岩盤)	698,000 Cuyd	534,000 m ³
c) コンクリート	552,000 Cuyd	422,000 m ³
d) ロックフィル	975,000 Cuyd	745,000 m ³
e) アースフィル	1,120,000 Cuyd	856,000 m ³
f) セメント	91,500 トン	
g) 鋼材	730 トン	

(7) 工事費

本ダムの工事費はUNDP/FAOマスタープランにて算出された1968年当時の工事費に物価上昇率を掛け現行価格を推定しておりそれによると総工事費は1350百万ルピー(90百万Usドル)でうち外貨相当分として900万ルピーを計上している。

5-5-2 地質調査

(1) 経 過

モラガハカンダ・ダムサイト付近の地質調査は、UNDP/FAOによる「MAHAW-ELIGANGA IRRIGATION AND HYDRO-POWER SURVEY」の一環として1959年以来実施され、1968年に調査結果が上記報告書のANNEX, VOL. IV, 「ENGINEERING GEOLOGY」の中にまとめられている。

UNDP/FAOで実施した地質調査の内容は、①1 inch to 1/2 mile地形図にもとづく貯水池敷周辺地質図の作成と、②1 inch to 200 ft地形図にもとづいて、最大深度370 ftまでのボーリング40本と9ヶ所のトレンチの結果を含めた地質図の作成であった。

現在利用できる資料は上記の報告書とIDに保管されているボーリング記録(現場透水試験を含む)および電気探査記録である。当時実施されたと思われる弾性波探査資料は失なわれている。

その後、1978年になって、CEOBは貯水池敷の1/10,000及び1/5,000地形図を作成し、現在ダムサイトの1/500地形図を作成中である。また、IDでは発電所計画地点を含む本堤と第一副堤のサイトおよび池敷に1978年7月現在までに29本のボーリングと3ヶ所のトレンチを追加実施した。チームの調査期間中にダムサイト下流側土取場に11本のテストピットを掘削調査した。ボーリング調査はさらにダムサイトで続行中である。

(2) 貯水池敷の地質

モラガハカンダダムサイトから貯水池敷周辺にかけての地形はかなり開析された壮年期後期ないし老年期の丘陵とその間を下刻して流れるAmban川やその支流で形成されている。Amban川はBowatennaダム付近からBlahera付近までは東流するものの、それ以外で

はほぼ南北流となり、また、その支流も南北流の傾向がある。

この河川と丘陵の南北の方向性は主として片麻岩類や結晶質石灰岩の構造に支配されてきたものと思われる。

貯水池敷周辺の地質はシャーロックイト質片麻岩、黒雲母ザクロ石片麻岩、珪石などの片麻岩類と結晶質石灰岩類、これらを買くアブライトなどで構成されている。各種の片麻岩は縞帯状の構成鉱物の配列をみせているが、これら各片麻岩の境界は構成鉱物がある範囲で次第に変化して別種の片麻岩に移りかわるような不明瞭なものもあり、また、節理面で急激に移りかわるようなはっきりしたものもある。結晶質石灰岩と片麻岩類との境界も同様で、ボーリングDM29でみられるように、はっきりとした境界をみせるものもあり、ボーリングDM26のコアのように黒雲母帯の間の石英が次第に方解石にかわって結晶質石灰岩に漸移するような場合もある。

これら片麻岩類や結晶質石灰岩の走行はほぼ南北である。片理面の傾斜は貯水池敷内で西側に 15° — 30° であるが、ダムサイト近傍では背斜軸をはさんで水平からむしろ東側に傾斜しているように観察される。

ダムサイトの南方丘陵には平行した二本の背斜軸とその間にはさまれた向斜軸が南北方向に延びている。他方、ダムサイトの北側では第二副堤左岸側に背斜軸が南北に延びているが、見掛上、この延長が南方丘陵の向斜軸にあたる不都合から、UNDP/FAO報告書「ENGINEERING GEOLOGY」付図 1 inch to 1/2 mile 地質図ではダムサイト周辺に二・三の断層を推定している。

その他の断層として、地質調査所の 1 inch to 1 mile 地質図（未出版原図）によれば北西—南東方向のものがいくつか貯水池敷近傍に推定されているが、比較的貯水池に近いものとしては、ダムサイト上流の Amban 川支流の Kambarawa 川沿いの Kambarawa 部落から東南に延びるものが推定されているだけである。

しかし、いずれの断層も明確に地表で確認されたものは無く、また、地形上破碎帯をしめすような崩壊地形も見られず、貯水池敷内には地すべりや崩壊地をとまなうような顕著な断層は存在しないと考えられる。

ダムサイトの左右両岸から南北に延びて貯水池側と下流側との分水界をなす丘陵は主に片麻岩類より成り、結晶質石灰岩は左岸山地の一部と、右岸の尾根上の一部に分布しているにすぎない。左岸側の結晶質石灰岩は貯水池敷内から下流貯水池敷外まで連続してやや問題が残るが、池敷にみられる結晶質石灰岩は長いレンズ状の団塊として片麻岩の間にはさまれたような形態で分布している。

片麻岩類は非常に固結した強固な岩石であって、新鮮な岩盤は非透水性であり、池敷より漏水を生じるおそれは全くないといってよい。

結晶質石灰岩も岩石それ自体は非透水性であるが、地下水の流通により溶蝕され、空洞のできる性質の岩体であることに注意しなければならない。直径30cm程度のごく小規模な溶蝕洞は露岩上の雨水の流路で、ごく希にはあるが、観察されること、また、後にダム
の地質の項で述べるように、ボーリングで空洞にあたるなど、結晶質石灰岩内部に空洞の
存在する可能性が無いわけではない。

しかし、ダムサイト左岸の結晶質石灰岩は露岩面積が特に大きいにもかかわらず溶蝕洞
の観察は希であること、多数のボーリングのなかで空洞にあたったものは第一副堤左岸の
みであり他に発見されていないこと、結晶質石灰岩の分布地域にドリーネなど溶蝕洞の存
在をしめす陥没地形のみられないこと、顕著な湧泉のないこと、など、連続性ある空洞の
発達をしめすような徴候は今までにみつかってなく、結晶質石灰岩体を通じての漏水の可
能性はきわめて薄いことをしめしている。

また、後に第一副堤サイトの地質の項で述べるように、第一副堤付近の結晶質石灰岩中
の地下水位は Amban 川の河水位よりもかなり高く、貯水位が地下水位以下の場合ダムサイ
ト近傍からの漏水のおそれのないこと、結晶質石灰岩の見掛けの厚さが約 350 ft であり、
分布範囲が限定されること、などから、万一未発見の空洞から漏水が発生しても、その範
囲は限られ、漏水処理は可能である。

前記 UNDP / FAO 報告書「ENGINEERING GEOLOGY」によれば、堤体下の
基礎を通る漏水量は 3500 acre ft/y (0137 m³/sec) と推定しているが、これは健岩を対
象として試算したものであって、鐘乳洞を予想したものではない。

(3) モラガハカランダ ダムサイトの地質

モラガハカランダダムサイトは右岸から丘陵性山稜尾根がせまり、左岸側からは同じよう
に山稜尾根がせまって谷底盆地をせばめた地形であって、ダムサイトとして良好なもので
ある。左岸側からの尾根筋には起伏があって二ヶ所の鞍部（峠）と二ヶ所の孤立丘がある。

Amban 川は右岸側からの尾根と左岸側からの尾根の最先端の孤立丘の間を巾約 50m の河
道で流れている。Amban 河のダムサイトでの河床標高は約 445 ft (136 m)、これより順に、
左岸側第一孤立丘の標高は現在のダム軸上で 649 ft (198 m)、左岸側第一の鞍部の標高
493 ft (150 m)、左岸側第二の孤立丘の標高 831 ft (253 m)、第二の鞍部の標高は 585
ft (178 m) であり、それ以遠は高度を増して高い丘陵となる。

したがって、満水面標高を 640 ft (195 m) とすれば、Amban 川に造る主堤の他に副
堤が二ヶ所必要になる。ここでは便宜的に Amban 川に近い方から第一副堤、第二副堤と
呼んでおく。(付図 GEOLOGICAL MAP OF THE MORAGAHAKANDA
DAM SITE 参照)

ダムサイトの地質調査として UNDP / FAO では地質踏査、物理探査、透水試験を含

むボーリングを行なったが、今日では前記報告書 (ENGINEERING GEOLOGY) の記載、1 inch to 200 ft 地質図とボーリング地質柱状図 (透水試験結果はあるが、地下水位の記載が無い) が利用できるのみで、他の資料は散逸し、ボーリングコアの保存も完全でない。

1978 年に I D ではボーリング調査を開始し、再開後 29 本掘っているが、このボーリングにはダイヤモンドビットを使用しており、コアの採取技術も良好で、採取したコアはダムサイトにきれいに保存してある。透水試験は 65mm (B X サイズ) と 55mm (A X サイズ) の孔で行なわれている。

(a) 本堤サイトの地質

本堤地点では左岸頂部および左岸法尻の発電所計画地点を含め、現在までボーリング 31 本、延 2843 ft (866 m) が実施されている。試掘ビットも掘られているが、風化顕著な岩盤の中にとどまっており、健岩には達していないし横坑は未だ掘られていないので、現在のところ、直接、新鮮な岩盤の状態、節理、風化状態の変化を観察することはできない。

本堤の基礎地質は踏査およびボーリングで知られるかぎりでは、石英質の多い片麻岩であって、通常ダムの基礎として考慮する範囲の深度まで結晶質石灰岩は存在しないと推定される。

右岸斜面では表土および風化岩が上部でおよそ 35 ft、下部で 30 ft とみこまれ、以下健岩となる。中腹には物理探査の結果から小規模な断層が予想されている。

河床部では特に河道部でボーリングが行なわれていないため河床堆積物や風化帯の厚さは不明である。ただ、兩岸でおこなわれたボーリング資料からおよそ 35~40 ft で片麻岩の健岩に達すると推定される。

左岸斜面の表土および風化帯の厚さもほぼ右岸と同様で、下部には片麻岩の健岩がある。左岸斜面上の孤立丘頂部では風化岩の厚さが 38 ft に達し、健岩線は標高 611 ft と推定される。これは計画満水位 (標高 640 ft) よりも低いので本堤と第一副堤とを接続する必要がある。

なお、付帯する計画発電所の基礎についても現在ボーリング調査が行なわれており、深度 25~35 ft で片麻岩の良好な基盤に達する。

透水試験は新鮮な岩盤でボーリング孔長 10 ft ごとに孔口圧力 10—15 psi (7~10 Kg/cm²) をかけて行なわれているが、注水量はきわめて小さく、透水性のきわめて小さいことをしめしている。

以上のように、ダムサイト一帯には透水性小さく、固結した片麻岩が分布し、断層も小規模なものが推定されるだけであり、適切な基礎掘削線を選び基礎処理を行えばコ

ンクリート重力式ダムの築造は充分可能と考えられる。

(b) 第一副堤サイトの地質

第一副堤は Amban 川左岸にある二つの孤立丘の間の鞍部にロックフィルタイプで計画されている。鞍部はダムセンター上で Amban 川よりも約 48 ft (約 14 m) ほど高い。

ボーリングは 17 本、2593 ft (790 m) 実施されている。試掘ビットも 4 ケ所ほどみられたが、いずれも風化岩中にとどまり、新鮮な岩盤に到達していない。

ダム軸の上流部下流部ともに約 350m 離れたところに結晶質石灰岩の露頭があり、また、右岸下流部には片麻岩の露頭がみられる。

右岸斜面は地質踏査から片麻岩が基盤をなすことは明らかであるが、山腹でのボーリング、横坑が無い場合、表土や風化帯の厚さは不明である。しかし、本堤の左岸斜面の状況から推定すると、この第一孤立丘の健岩は薄いものであることが予想される。

鞍部の基盤は結晶質石灰岩である。右岸より山腹下部では片麻岩類の下位に存在すると思われるが、この関係は未だ確認されていない。表土および風化帯の厚さは約 30 ft である。結晶質石灰岩の深度はボーリング DH 118 によると地盤面から 358 ft にもおよぶ。

左岸の第二孤立丘は全体に片麻岩類と結晶質石灰岩の互層であるが、ダムのアバットはボーリング資料によるとすべて結晶質石灰岩である。表土および風化帯の厚さは 30 ~ 45 ft である。

最も重要なことは結晶質石灰岩に空洞のあることがダム軸沿いのボーリング 4 本で知られていることである。UNDP/FAO の報告書ではこの位置に断層を予想しているが、今のところ断層という積極的な根拠はみあたらず、空洞の性質は不明である。

この空洞以外では、透水試験の結果、結晶質石灰岩の健岩の透水性は片麻岩類と同様にきわめて小さいものである。

第一副堤左岸の地下水位は標高 490 ft 付近にあって、発見された空洞よりもやや低く、近傍の Amban 川の水位よりもかなり高い位置にある。

第一副堤上流側約 1000 ft 付近の石灰岩の露岩上に掘られたボーリング孔 (DH 122) でも結晶質石灰岩中の亀裂に被圧水があり、雨季にはわずかに自噴し、乾季には水位低下して孔内に水面がとどまるとのことであるが、調査当時 1978 年 7 月初旬には、岩盤面 (標高 480 ft) の孔口より約 1 inch 下にあり、試みに少量汲み上げたが、汲みあげ後の水位回復は急速であった。

これらの地下水現象は、結晶質石灰岩中に空隙があり地下水を流動させる可能性はあるが、空隙は必ずしも近傍の地表や河川に通じるほど頻度のあるものではないということをしめしている。

したがって、健岩線にはまだ不明な点が残ってはいるが、結晶質石灰岩内の空洞閉塞処理の見込みがつけばロックフィルダムの建設は可能であるといえる。

(c) 第二副堤サイトの地質

第二副堤は左岸の山麓尾根と第二孤立丘との間の鞍部に計画されている。鞍部は Amban 川よりも 140 ft ほど高い位置にある。

今までのところ、ダム軸は地形上の鞍部上におかれ屈曲した形をしているが、ダム軸を必ずしも鞍部に置く必要は無く、鞍部よりも若干貯水池側に谷を下り、堤長最短の位置に置いて良い。堤高はやや高くなるが、堤長は現計画線 2,160 ft の約半分になる。

地質はいずれのダム軸においてもほぼ同様で、左岸山麓は結晶質石灰岩からなり、鞍部・谷底部は片麻岩類、右岸側孤立丘は結晶質石灰岩と片麻岩の互層から構成されている。

第二副堤でのボーリング記録は鞍部に 7 本、延 588 ft (179 m)、堤長最短線付近に 6 本、延 781 ft あるが、左右両岸の堤頂アバット付近には未だ実施してなく、また、結晶質石灰岩の分布していることを考えると、深度不足の気味がある。

表土および風化岩の厚さは、両岸中腹以上は明らかでないが、鞍部ではおよそ 40 ft、堤長最短線付近の谷底部では 30 ft と浅くなっている。ボーリング孔での透水試験結果では、片麻岩・結晶質石灰岩ともに健岩は透水性がきわめて小さい。ただし、地下水位に関する記録は残っていない。

今までのところ、結晶質石灰岩中に空洞も発見されて無く、今までのボーリング結果でみられたような岩盤が続くかぎりフィルダムの築造は可能である。

なお、ダムタイプは次に述べるように、築堤用土の距離が遠く、ロック材が近くで得られる可能性が大きいので、ロックフィルタイプも比較検討すべき事項であろう。

(4) 築堤材料

(a) コンクリート骨材

近傍河川の河床にはコンクリート骨材となるような礫の堆積はほとんどみられないので、原石山から得なければならない。一般に石灰岩はすり減り減量が大きく特に細骨材、砂の生産には効率的でないので、コンクリートの骨材としては片麻岩類が有利である。

周辺で距離的に近く、表土のうすい片麻岩の分布する場所としては、ダムサイト右岸上流約 1 mile の丘陵がある。中腹で行なわれたボーリング DM29 ではほぼ山麓平地の高さまでは片麻岩類で以下結晶質石灰岩となっていて、少なくとも丘陵西側斜面は片麻岩採石の可能性があり、第一に調査すべき対象地域であろう。他にも片麻岩山地はあり、例えば Moragahakanda 西方の丘陵なども調査の候補にあげることができる。

(b) 砂

砂はアンパン川の河床で採取できると思われるが、河床部にはところどころに露岩がみられるところから砂の堆積は浅く、かなり広い範囲から集める必要がある。また、下流地域にゆくにしたいが、砂の粒度が小さくなる傾向がある。

砂の粒度と採取地域を早急に調査する必要がある、その結果によっては、砂の一部は岩石より生産する必要が生じるかも知れない。

(c) ロック材

ロックフィルダムのロック材の石切場としては、第二副堤左岸上流約 1500 ft 付近の斜面が良好のように見える。この付近の斜面は結晶質石灰岩の露岩がかなりみられ、表土かぶりは薄く、また、岩石の節理間隔は広いので、容易に結晶質石灰岩の大塊が得られる見込みである。新鮮な結晶質石灰岩の圧縮強度は $1000 \sim 2000 \text{ Kg/cm}^2$ とかなり大きい。結晶質石灰岩の層間には片麻岩類があるものと思われるが、この圧縮強度もほぼ同様であろう。結晶質石灰岩と片麻岩類の分布、比率は地質調査の行なわれていないので詳細は不明であるが、露頭の状況から結晶質石灰岩が多量に存在するものと思われる。

採取場所はロック材の運搬の便および下流流域外への参透路長を短かくしないためにも計画満水位より上部の斜面を採石場に考えるべきであろう。現在見込まれているロック材の所要量約 100 万 cub.yd は十分に得られると思われる。

(d) アースダム用土・コア材

ダムサイトの周辺の山麓から平坦地には主として残積土と母岩の風化帯がコア材となるような土層を形成している。現地で観察されるかぎりでは片麻岩類の分布域に土層が厚く、結晶質石灰岩上では表土がわずかにかぶっているか、あるいは露岩となっていて、土はあまり期待できない。

UNDP/FAOの当初計画では、用土はダムサイトの上流側下流側の広い範囲から採取する計画となっていたが、この計画には次のような点で問題がある。

第一点は、ダムのすぐ上流側には結晶質石灰岩が分布しているためこの表土を残しておいた方が結晶質石灰岩中に希にあるかも知れない亀裂を閉塞し、漏水防止に役立つであろうということ、第二点は、特に下流側にある用土層が全体に薄いこと、である。下流側では今回の調査中に調査ピットを平坦地に10孔掘ったが、表土の下にある平均の土層の厚さは 85 cm であり、3ヶ所の孔では中間に礫をはさんでいた。また、丘陵部に掘られた1孔は表土直下の風化岩中に礫が多く、良好な用土はない。

以上の状況を考えるならば、用土採取地としては別の場所を考慮してみるべきであろう。

ダムサイトの上流 2 mile 以上の平坦地から山麓にかけては基盤に片麻岩類が分布し、その上にかんりの土層のかぶりが観察されるが、この地域は用土採取地として調査すべきところと思われる。基盤が片麻岩類であれば漏水問題には関係しないと判断される。

第6章 検討事項

6-1 農業

(1) 入植，農業開発計画

農業開発の項で述べたごとく，MDBと関係各省庁との協力により開発が進められるが1974年より進められている既存入植地区Hにみられるごとく，入植後の作付けにかんがい施設の整備が間に合わず，作付けを見送ったり，作付けしても水不足により収穫出来なかった例がある。入植計画では幹線水路が完成した後，作期の3ヶ月前に入植することになっているが，かんがい施設の整備，農地造成，入植については段階的に綿密なスケジュールの立案が必要であろう。

入植農家の早期安定と農業生産性の面から，政府補助のあり方，営農規模についての検討もなされるべきである。

(2) 営農サービス機構

農業普及： 既存農地においては，KVS，と農民との間に余り接触は無く，技術指導が広く成されていない。KVSの養成，機動力の確保により，広範囲な普及活動が本プロジェクトでは望まれる。

農業協同組合： 政府により管理される農協は農民に対する資材供給，資金の貸付け，生産物の集荷，買付けの場でありながら，経営能力の不足，籾米買取り資金の不足，貯蔵，輸送施設の不備等から，農民の利用率は低く，十分な効果を上げていない。農協の運営に当っては，職員の教育，組織と施設の整備，十分な資金の準備が必要であろう。

農業金融： 各作物に対する耕作ローンは，零細農民の再生産資金として有効ではあるが，農民の安易な利用や，作況の不安定から，年々返済率が低下しており，耕作ローンのあり方についての見直しが必要である。しかし，資金の乏しい入植者には，耕作ローンは必要であるので，より効果的な適用が望まれる。

(3) 土壌条件

受益地は一般に肥沃な土壌地帯であり，この地域の農業開発に期待がもたれる。土壌調査による可耕地面積は，本計画の耕地面積より広く，少くともMahaには耕作面積の拡大が考えられる。

各土壌の排水性，肥沃度，Naや塩類集積についての調査が行なわれていないので，尚詳細な調査が必要である。調査資料が不足しているが，D₂地区は沖積性土壌の肥沃な地域である。

(4) 作付体系

計画によると水稻二期作が60%以上を占め、水稻主体の地域である。スリランカでは水稻栽培が経済性の面で最も安定しており、多くの入植者が米作を優先し、畑作地帯でもMahaに陸稲の作付けが考えられる。

畑作物については、前述のごとく種々の作物が考えられるが、保証価格のある作物については、生産物全量の買上げの保証が必要である。他作物については国内、国外の需要動向を調査し、市場開拓を行い、流通のチャンネルを確立する必要がある。また安定した生産を計るために栽培技術の研究と普及体制の確立が必要である。

入植者は作物をその市場性、栽培の難易、生産費、労働力の点等から決める事になるが、現時点で安定した作物としては、豆類、玉ネギ、トゥガラシ、タバコ等が上げられる。

(5) 農業機械化

かんがい施設が充分整備されず、Mahaの降雨に耕作が左右される場合、短期間に作業が集中し、迅速な圃場整備、作付けを行うには、トラクターが必要である。耕起が遅れ栽培適期を失することにより、減収を招くとともに、その後の作付計画を数年に亘り狂わすことになる。

入植時には資金に乏しく、トラクターはもとより、水牛の確保も困難である。これら農業機械の貸出組織又は購入のための特別融資が必要である。トラクター導入については、整備、修理の組織、部品の供給体制が伴う必要がある。

(6) 栽培技術

かんがい： かけ流しかんがいされ、栽培期間を通じて湛水されている。水のかけひきによって、根の活力を高めるとともに、節水を計るべきである。また、各農家が一定期間内一斉に作付けることによって、かなりの節水効果が考えられる。

肥料： 適正基準通りの施肥は資金不足、供給体制の不備より、すぐには達成できない。また、60%の値上りは使用量の低下を招くと考えられる。

田植： 田植は雑草防除や管理の面で効果的で、直播法に比べ収量は高いが、雇傭労働力を最も必要とし、生産費が高くなる。入植地では協同作業等の試みがなされるべきである。

雑草防除が直播栽培でも効果的に行なわれれば高収量も可能であり、直播栽培に関する高収量技術の開発が望まれる。

病害虫防除： 既存入植地において、かなり広範囲なメイチュウ発生がみられたが、効果的な対策は講じられていなかった。開発地区においては、全地域を対象として病害虫防除に関する対策および指導体制の確立が必要である。

(7) 目標収量と農業生産費

各作物について、Polonnaruwa Dist.の平均収量と理想収量と考えられる Maha Illuppallawa 農業研究所の収量より推定して、本受益地区の開発初期および完了期の目標収量を表6-1に示す。

表 6-1 Estimation of Target Yield per Acre

Crop	Sri Lanka	Polonnaruwa	Maha Illuppallum	Target Yield Short Term	Target Yield Full Development
Paddy*	47.17	80.77	150	58	115
Maize**	7.2	15.5	35	12.5	25
Green Gram	5.0	6.0	15	5.0	10
Cow Pea	6.3	10.0	20	7.5	15
Ground Nut	9.9	15.5	38	13.5	27
Soya Bean	8.4	8.0	25	8.0	16
Chillies (Dried)	4.9	3.5	25	7	14
Red Onion	44.2	66.5	160	57	113
Cotton (Seed cotton)			38	10	20

* Yields are average yield (bushels) of Maha 1975/76.

** Unit use CWT except paddy.

1972年より入植の開始されているII地区では、入植後5年を待たずしてエーカ当り80ブッセルというほぼ完了期の目標収量を上げており、本受益地はスリランカでも最も農業技術が進み、平均収量の高いPolonnaruwa Dist.内にあり、早期に目標収量に達すると考えられる。

水稻の農業生産費はTable 14(1977年Maha資料)に示すごとく、Polonnaruwa Dist.の現金経費がエーカ当り1162Rsで、エーカ当り76ブッセルの収量を上げている。生産費と収量との間には相関関係があり、入植農家がRs765の耕作ロ-ンを投入して水稻栽培をすると、ほぼ短期目標収量の58ブッセルを上げる事が出来る。Mahaにエーカ当り純収益としてRs1,555を得ることができる。

畑作物の場合、トウガラシ、タマネギを除いて、豆類等の純収益は水稻に比べ低いく(短期目標収量の場合、エーカ当りRs1,000)、市場の確保、流通機構の整備なしには大規模な作付けは不可能と考えられる。

6-2 かんがい

(1) 水源用水量

かんがい用水源として Amban 川の自己流量, 年間 $720 \times 10^3 \text{ Ac-Ft}$, これにマハヴェリ本流からの取水を加えて計画年間全流量を $1470 \times 10^3 \text{ Ac-Ft}$ とし 90% 頻度として $1103 \times 10^3 \text{ Ac-Ft}$, (Without kotwale Dam) $1396 \times 10^3 \text{ Ac-Ft}$ (With kotwale Dam) と算定している。この算定基準は UNDP / FAO のマスタープランが作成された。1965~1968 年当時に利用可能であった水文データを使用して解析されたものである。これらのデータは 1964 年からさかのぼる。20 年間の期間の観測値である。河川流量はマスタープラン作成後も引き続き観測されており利用可能水源量に関してそれ以後のデータを加えて 30 年間の観測値が利用可能である。1965 年以前と、以後のマハヴェリ川及び Amban 川流量を比較検討して見ると渇水年の増加の傾向が最近の 10 年間に見られる。従って計画用水量の算定に当ってはマハヴェリ全体計画での主要地点での分水計画の検討に加え年別のバラツキも考慮する必要がある、特に渇水年の頻度に関しては十分検討することが必要である。

(2) 用水の現況

モラガハカンドプロジェクトの地域としては (a) 既存田, (b) 新造成農地, (c) 未開拓地を包含する。

この内既存田新造成農地はマハヴェリ川開発プロジェクトの Phase I Project III の事業の完成によりマハヴェリ本流が地区内に導水されこれにより二期作が 100% 達成される事になるとの前提条件でダム建設による増加分は未開拓地 $46,200 \text{ Ac}$ とし、この地区をダム受益地 (With Project) と定めているが現状における (a) (b) 地区のかんがいの状況及び取量を特に渇水年において把握する事が必要である。かんがい施設の機能上からも (c) 地区はダムから放流を既設水路網を通じて取水する事となり、(a) (b) 地区の既得取水優先権等からもモラガハカンド・ダムプロジェクトによる事業効果は (a) (b) (c) の三地区との関連において分析して行く必要がある。

(3) 施設計画

事業地域 (a) (b) のかんがい施設は古来より発達して来たものであり代表的なタンク群との関連もありその組織は複雑である。従って受益地への取水はこの組織の古来よりの取水権、慣行等を十分に考慮に入れたものでなければ実施不可能であり、施設計画に際しては既存施設の全機能を検討する必要がある。

6-3 発電

モラガハカント発電所の出力は前述の如く単に Amban 川の自流のみならず、マハヴェリ

川本流に築造されるKotmaleダムによる流量調整およびPolgolla Diversionから Ukuwela 発電所を通じての分水、或はBowatennaダムからの他地域へのかんがい用の分水によって影響され、その上豊満水に基く変動も相当に大きいのではないかと考えられるので、今後これ等の水文関係の資料を十分に調査して発電所の諸性能を充分検討する必要がある。

発電所主要機器据付台数は当初の10MW4台から40MW1台に最近変更されているが、常時出力が18.9MWであり、その上かんがいとの関連上大巾な出力調整は不可能ではないかと考えられる点および運転保守上の観点から20MW2台案についても併せて検討すべきであると考えられる。なお水車・発電機の停止時にもかんがいに必要な水量を流下し得るような通水設備を準備する必要がある。これ等の設計変更に伴い建物を含めた建設費の再検討が必要である。

マハヴェリ川開発計画その他の電源開発の進展によって発電力が急速に大巾に増加すれば電力系統も複雑化するので、電力需給の円滑化特に事故時に敏速に対処するためには遠隔監視装置等によって給電操作を機械化し一元化する必要がある。C.E.B.では、これに対応するためコロンボ附近に中央給電司令所の建設を意図している模様であるが、個々の発電所等の建設に際しては予めこの点に留意の上設計すべきであろう。

6-4 ダム

(1) 基礎の設計

ダムに関する主要な検討事項は、基礎岩盤の結晶質石灰岩内に予想される空隙に対処する方法であろう。現在までの調査では大きな空洞は発見されておらず、大きな空洞が存在する可能性は少ないと思われる。このような地質条件においては、カーテングラウトによる遮水が有効であると考えられる。グラウトの有効性を増すためにはグラウトキャップもしくは監査廊からのグラウチングを計画すべきであろう。更に短いコンソリデーショングラウトをロックフィルの中心コアの全幅に行い基礎の浸透に対する抵抗力を増強する。以上の基礎処理のために岩盤上の表土・土砂を掘削すれば、直接基礎状況を確認出来るため大きな地質上の問題点は見逃すことはなくなり基礎浸透に対する安全性を確保出来るものと思われる。上記の処理を採用する場合、グラウト数量が工事費内に大きなウェイトを占めるため、F/S段階でグラウト試験を行い孔間隔・グラウト注入量と有効性に一応の見安を得る必要がある。

石灰岩上に建設したダムは、メキシコにBENITO JUAREZダム、MANUEL AVILA GAMAHOダムとPRESIDENTE ALEMAN ダムが建設されており、いずれもグラウトにより処理されている。他の例を以下に示す：

PINOPOLIS DAM (1942年完成)

位置： 米国，サウスカロライナ州南東部

基礎： 約20ft厚さの粘土と砂層の下に泥灰と軟質石灰岩が存在する。

処理： 粘土グラウトを採用し，構成は体積比で10%のセメントを含む砂質粘土である。グラウトが必要と思われる区域に次の手順で注入された；まず80ft間隔で注入し，1孔当り5 cubic yards以下の注入量になるまで間隔を半分ずつ狭くしていった。最小間隔は5ftとする。最近の調査でも最初の貯水の浸透量を越えていない。

GATHRIGHT LAKE PROJECT

位置： 米国，ウェストヴァージニア州

規模： 堤長1,270ft(387.1m)堤高257ft(78.3m)

基礎： 石灰岩質の岩盤

処理： 1967～68年に袖部の土砂を取り除き岩の風化状態を調査した。更に横坑調査が行われ，右袖部はグラウトと横坑を用いての排水で十分であると判断された。一方，左袖部で発見された空洞は最大高さ101ft(30.8m)長さ730ft(222.5m)のコンクリートカットオフウォールを設けて処理された。

(2) 堤体の設計

(a) アースダム(第二副ダム)

アースダム(第二副ダム)は，今回の事前調査でダムサイト近傍の土取場の土層が薄いことが判明したため，ダムタイプを変更することが望ましい。代案として中心コア型ロックフィルダムが考えられる。ダム軸は現計画では左袖部の取付部で約4°曲っているがこの部分には応力集中が生じ引張力が作用する。特に中心コアタイプとして，最適含水比の乾燥側で締固められた剛性の大きいコアの場合好ましくないため，ダム軸を直線とするのが望ましい。

(b) ロックフィルダム(第一副ダム)

設計されたダンプドロックフィルを転圧ロックフィルに変更し，1～1.5mのリフトでまき出し転圧を行うことにより高い内部摩擦角を発揮させることとする。コア天端幅は機械施工の必要性から最低4mは確保すべきである。フィルター等についても施工上幅を漸減してゆくことは施工を難しくするのみで無意味であり幅2mとする。トランジションも同様であり一定幅とする。

監査廊は基礎岩盤を掘削して設ける。突起する形状ではコア内部に応力集中と不等沈下等を生じたハイドロリックフラクチャリングを起し易くなる。一方，トレンチ掘削

を行うことにより基礎岩盤を直接調査することが出来る。

(c) コンクリート重力ダム(本堤)

基礎岩盤は全体に片麻岩で、新鮮な岩盤はコンクリート重力ダムの基礎として良好なものである。左右両袖部の表土および風化帯の厚さは30～38ft(9.1～11.6m)である。左岸上部では満水位の高さまで健岩が達していないため、第二副ダムのロックフィルダムとのコンビネーションダムとなる。比較案としては、ロックフィルとコンクリートダムの接合部に余水吐を移動し、本堤もロックフィルダムとして計画出来る可能性があり、工事費比較と発電施設との関連を考慮して検討すべきであると思われる。

(3) ダムサイトの地質

(a) ダムの基礎岩盤の位置

ダムの基礎岩盤についてはボーリングによる調査がすすめられており、健岩の存在が明らかになってきている。しかしながら、本堤河床部、堤趾部、第一副堤右岸、第二副堤サイトではダムの基盤線を知るうえでボーリングが不足している。また、UNDP/FAOの調査ボーリング資料では孔内水位(地下水位)に関する記録がないため、ボーリングを追加し、健岩までの深さとともに地下水位を確認する必要がある。

さらに、基盤線を決めるにあたって、直接露岩の状況を観察し、風化岩から新鮮な岩盤への移りかわりや推定断層の性格を知って、掘削線の位置や処理工法を判断するとともにこのような性質が地下でどのように連続しているかを求めなければならない。

今までに堤軸線に沿ってピットは掘られているがいずれも風化岩のうちでとまっていた健岩に達していない。また、横坑も掘削されてなく、弾性波探査資料も失なわれているので、基礎岩盤の位置を決定するためにはこれらの調査を追加しなければならない。

(b) 基礎岩盤の強度

ダムの基礎となる岩盤は固結した片麻岩類と結晶質石灰岩であって、フィルタイプダムにとっては止水壁部を除き、表土削剝程度で充分基礎となり得るものと判断される。

新鮮な岩盤はコンクリート重力式ダムにとっても基礎岩盤として充分な強度をもつと思われる。コンクリート重力式ダム築造に必要な強度をもつ岩盤の位置、即ち健岩線は横坑、ボーリング、弾性波速度ではぼしめされるが、ダム設計にあたってはダムの基礎となる岩盤の静弾性係数、せん断強度の数値が必要である。これらの設計値はダムの荷重の比較的大きくかかる左右両岸斜面下部の横坑内での推定健岩線内の代表的な岩盤での測定で求められなければならない。

(c) 基盤の透水性

基礎岩盤の透水性についてはボーリング孔を利用した現場透水試験が行なわれており、新鮮な岩盤の透水性はかなり小さいことが知られている。健岩線の調査のため今後行な

われるボーリングにおいても、ひきつづき現場透水試験が行なわれる。

現在までに行なわれた透水試験結果はI Dに原資料のまま記録が残されているだけで未整理のままであり、ダム基礎の設計のためには整理して使用しなければならない。この整理には地下水位の記録が必要であるが、過去のボーリングには地下水位の記録がないので、今後行なわれるボーリングで地下水位を知りこれを参考としなければならない。

基礎岩盤の浅い部分には新鮮な岩盤といえども当然節理や亀裂があるので、グラウトにより改良することが必要である。また、節理や亀裂ばかりでなく、第一副堤左岸の結晶質石灰岩中に空洞のあることが知られている。このような空洞は地表近くの結晶質石灰岩中の他の場所でも存在する可能性があり、節理亀裂のグラウトと共に空洞閉塞の可能性を検討しておく必要がある。

(4) 築堤材料

築堤材料については、UNDP/FAOによりダムサイト近傍の用土の賦存量と土質の調査が行なわれただけである。

具体的な石材、砂、用土の採取地や材質についての調査は未着手であるので、まず、採取可能地域を概定し、1/2000地形図にもとづいて、踏査、ボーリング、テストピットなどにより、賦存量、採取区域を定め、同時に、材質の試験を行なわなければならない。

今回の調査で、先に述べたように、ほぼ築堤材料の採取できる場所の見込みがついたので、これらの場所を中心に調査をすすめるべきであろう。

用土、石材などの材質試験はコロンのI Dの施設を利用することができる。

第7章 今後必要な調査事項

7-1 農 業

- (1) 入植・農業開発計画： 既存入植地の開発経過の調査および本計画地における入植スケジュールの把握。
- (2) 土 壤： D、G地区の土壌関係資料の集収と調査。各地区、各土壌の排水性、肥沃度、化学性についての調査。
- (3) 作付体系： 畑作物の市場性、需要動向の調査。各作物の各種土壌条件下での灌漑用水量の調査。上記調査による作付体系（作物の組み合わせ）の立案。
- (4) 営 農： 農村調査により農家の技術水準、経営状況の把握。
- (5) 農業機械化と農業資材： トラクター、水牛の普及率とその不足に関する実態調査。牽引力不足に対する将来計画について。農業資材の需要と供給の実情と供給体制についての調査。
- (6) 営農サービス： 普及所、農協の組織、活動、効果に関する実態調査と将来計画についての調査。
- (7) 農業金融： 金融の組織と利用について。返済に関する諸問題についての実態調査。
- (8) 貯蔵と輸送の施設、流通機構についての実態調査と計画案についての調査。

7-2 かんがい

- (1) 計画地区（モロガハカンダ・ダム支配区域）の地形図の確認
- (2) 計画地区内の既設のかんがい排水施設、用排水系統、特に用水状況、用水慣行等の調査
- (3) Elahera Anicut, Elahera-Minneri Yoda Ela 及びMinneri-Kantale Yoda Ela など既存施設の取水能力及び水路の通水能力などの調査
- (4) 既存タンクの貯水能力、流域面積、貯水位、取水口数高などの調査
- (5) モラガハカンダ・ダムへの年、季別流入可能水量の確認

7-3 ダ ム

- (1) ダムサイトの地質調査
- (2) ボーリングおよび横坑

本堤および副堤サイトの基礎岩盤の風化や亀裂の状況の観察、健岩線の位置の確認、岩盤の透水性および地下水位の解明をするため次のようなボーリング（透水試験を含む）および横坑開削を現在までの調査に追加実施する。

本堤サイト

横坑 5ヶ所, 延約650ft

ボーリング 5本, 延約475ft (河床部)

第一副堤サイト

横坑 3ヶ所, 延約500ft

ボーリング 1本, 延約200ft (右岸)

第二副堤サイト

ボーリング 3本, 延約520ft

(堤軸線検討後実施のこと)。

(iii) 弾性波探査

本堤および副堤サイトで堤軸線, 堤趾部などダムサイトの上下流側, 発電所など主要付帯構造物計画位置の弾性波速度, 地質構造と連続性を確認するため, 弾性波探査約4kmの実施。

(iv) グラウト試験

岩盤中に通常存在する節理と結晶質石灰岩中の空洞に主としてセメント剤を注入し, 空洞閉塞, 透水性の改良のためのグラウト試験を第一副堤左岸で実施する。

ボーリング, セメント剤注入, 透水試験6本, 延720ft。

(v) 現位置岩盤セン断試験

本堤サイトの左岸側および右岸側の下部横坑内の想定掘削線内部で, それぞれ4ブロックのセン断試験を行ない, コンクリート重力式ダム基礎のセン断強度を測定する。

(vi) 地質調査のまとめ

1/500地形図にもとづき, 踏査, ボーリング, 透水試験, 横坑, 弾性波探査など諸調査をとりあため, 岩盤の諸性質とその分布, 健岩線の位置の決定, 基礎処理方針の決定を行なうこと, およびダム設計塗上補足調査を生じた場合の指示を行なうこと。

(2) 築堤材料調査

(i) コンクリート骨材調査

踏査による片麻岩類の山地斜面の選定, ボーリング2本以上による岩質と賦存量の確認。石材の材質試験。

(ii) ロック材調査

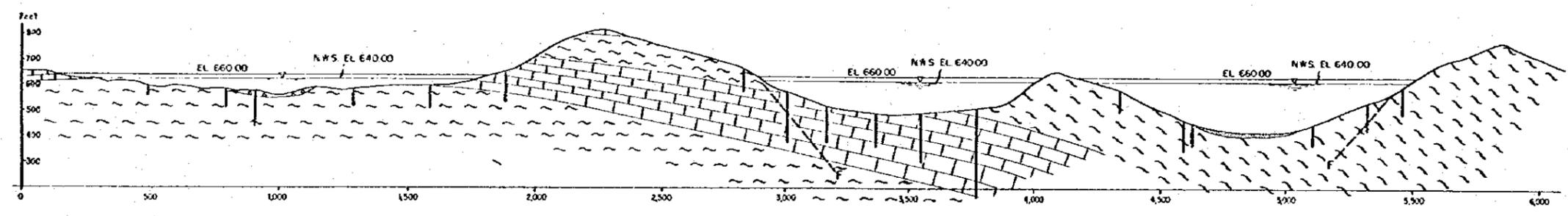
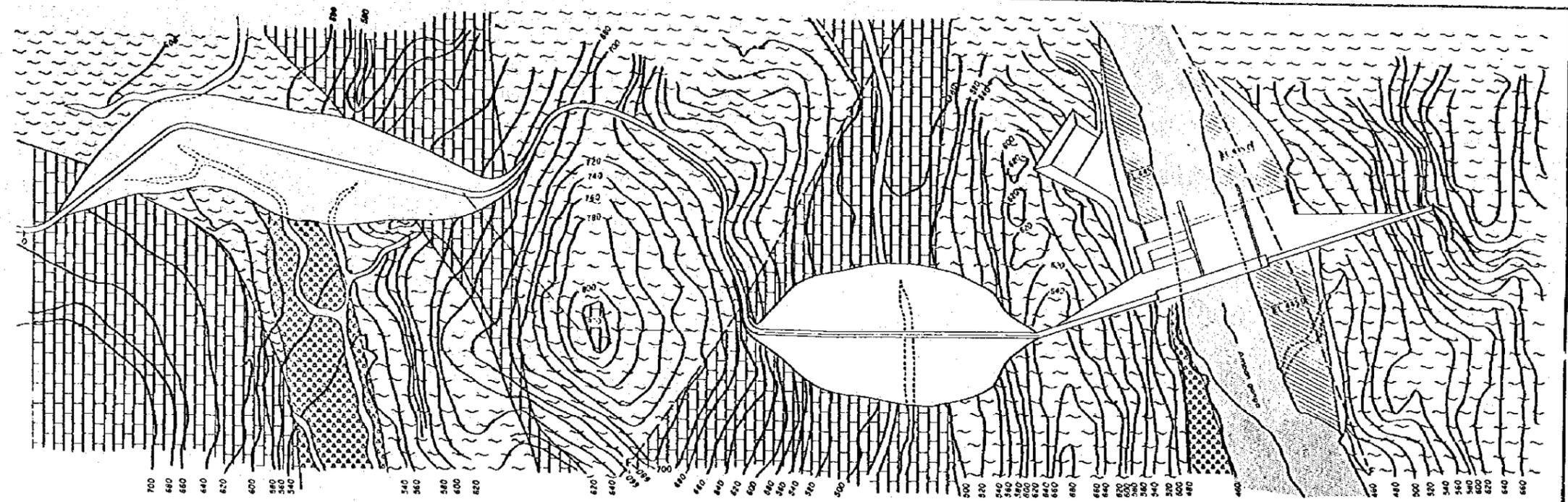
ダムサイト左岸丘陵斜面が距離的に近く, 表土かぶりも薄いのでロック材採石場として良好と考えられるので踏査, ボーリング2本, 延約600ftにより採取域および賦存量を確認し, 石材の材質試験を行なう。

④ 河砂調査

河砂の採取可能区域を踏査により選定し、賦存量を定め、砂の粒度、材質など試験を行なうこと。

⑤ 用土調査

ダムサイトから 2 mile 以上の上流側に比較的良好な土層の発達が見られるので、10本以上のテストピットの掘削とこれを補完するオーガーボーリングにより採取可能区域を定め賦存量を確認するとともに、テストピットから採取した土について土質試験を行なうこと。



- LEGEND**
- RIVER DEPOSIT
 - TALUS DEPOSIT
 - LIMESTONE
 - GNEISSES
 - FAULT
 - DRILLING HOLE



GEOLOGICAL MAP OF THE MORAGAHAKANDA DAMSITE

(UNDP/FAO 世界 資料 制作)

付 属 資 料 1.

SUMMARY MINUTES OF DISCUSSIONS BETWEEN THE GOVERNMENT OF SRI LANKA AND THE JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM FOR THE MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT PROJECT.

At the request of the Government of Sri Lanka, the Government of Japan, through Japan International Co-operation Agency (JICA), dispatched a Team of experts headed by Mr. Akira Arimatsu, Executive Director of JICA to Sri Lanka from 13th June to 23rd July, 1978, to conduct preliminary survey for the possible technical cooperation by Japan to the planning of the Moragahakanda Multipurpose Project of the Mahaweli Ganga Development Program.

During its stay in Sri Lanka, the Japanese Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") visited the Project sites and the area to be covered by it, collected data for further study and discussed on the possible technical and economic study to be conducted by Japan for the planning of the Project with officials of the Ministry of Irrigation, Power and Highways (hereinafter referred to as "MIPH") of the Government of Sri Lanka.

The following is the summary of the discussions made by the officials of MIPH and the Team:

1. The Team found that the subject of the technical and economic study of the Project to be conducted by Japan should be concentrated on the Moragahakanda Multipurpose Project for which the Government of Sri Lanka had requested the Government of Japan.
2. It was agreed that the review and updating of the technical and economic feasibility and the cost estimate of the Project, for which certain studies had already been done by International Agencies and the Government of Sri Lanka, were necessary before a further stage of possible cooperation by the Government of Japan, and this kind of study would be done as the Feasibility Study by JICA.
3. MIPH requested the Team that the Feasibility Study should be started as soon as possible and the draft report thereof including the cost

estimate of the Project should be received by March 1979. The Team informed MIPH that the Feasibility Study in association with the Central Engineering Consultancy Bureau would be started at around the beginning of October 1978 and the draft report could be submitted in March 1979 as requested by MIPH.

4. The scope of the Feasibility Study which has been tentatively defined to include the Moragahakanda multipurpose Reservoir and its benefitted area, will include the following items:
 - i) Determine optimum capacity of the reservoir in both irrigation supply and power generation through a series of study on optimum yield regulating of Mahaweli river and its tributaries.
 - ii) Identify the benefitted area under the Project corresponding to its water availability.
 - iii) Prepare feasibility level layout and design on dams and Hydro unit based on preliminary investigation for dam foundation and embankment materials.
 - iv) Establish suitable overall irrigation and drainage system and practical agricultural development programs in the project area.
 - v) Analyse functional role and weight of Moragahakanda Dam in the Mahaweli Ganga Development Accelerated Program.
 - vi) Estimate project costs and evaluate project economic and financial viability, based on benefit from irrigation and power generation.
5. MIPH informed the Team that it was the strong desire of the Government of Sri Lanka that the construction work of the Project be started as early as possible and that the engineering works necessary for the starting of the construction be conducted immediately. MIPH also told the Team that such engineering works would be desirable to be done on grant basis in view of the economic and financial situation affected by the acceleration of the Development Program.
6. The Team expressed its readiness to convey the wish of the Government of Sri Lanka regarding the engineering works as mentioned above to the Government of Japan and to advise her for positive consideration. As

to the timing of such works, the Team informed MIPH that it would recommend the Government of Japan that these works should be started immediately following the Feasibility Study and completed within one year.

7. It was agreed that MIPH would make arrangements and provide assistance to the Feasibility Study Team whenever necessary to facilitate the smooth and effective performance of the Study. The following matters will be included in these arrangements and assistance to be extended by MIPH:
 - i) MIPH will arrange the provision of the following, the expenditure for which will be borne by the Study Team:
 - a) accommodation for field and desk work.
 - b) labourers for field survey.
 - c) Jeeps with drivers.
 - d) procurement and handling of explosives necessary for the investigation.
 - e) mapping.
 - ii) MIPH will carry out boring, grout test and digging of adits in cooperation with the study Team.
 - iii) MIPH will provide available existing data and materials including reports, papers, maps and serial photographs necessary for the study, and permit the Team to retain copies thereof.
 - iv) In order to facilitate the works of further engineering study, MIPH will prepare additional data and maps necessary for such works by the time of the starting of the Feasibility Study.
 - v) MIPH will provide its staff for fully cooperating with the Team and from time to time reviewing the work upon Team's request.
 - vi) MIPH will give necessary permission required for the study for entering the Project area and for carrying out works which may require use of explosives at the country side.
 - vii) MIPH will arrange for the Government of Sri Lanka to exempt the Study Team for any taxes and duties which may be imposed on

personnel, material and equipment to be brought into Sri Lanka by the Study Team, provided it is exported out of the country after the completion of the Assignment.

Date 20th July, 1978.

T. SIVAGNANAM.
Secretary,
Ministry of Irrigation,
Power & Highways.

A. ARIMATSU.
Leader of the Japanese,
Preliminary Survey Team.

付 属 資 料 2.

REPORT ON PRELIMINARY SURVEY

MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT PROGRAM

SRI LANKA

Japanese Survey Team

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Colombo, July 21, 1978

July 21, 1978

Mr. T. Sivagnanam
Secretary
Ministry of Irrigation,
Power & Highways.

RE: THE RESULTS OF JAPANESE PRELIMINARY
SURVEY FOR THE MAHAWELI GANGA
DEVELOPMENT PROGRAM

Dear Sir,

I have the pleasure to submit herewith the "REPORT ON
PRELIMINARY SURVEY, MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT PROGRAM,
SRI LANKA", containing the outline of the result of the
survey and suggestion for the next phase of the Program, on
behalf of Japanese Preliminary Survey Team for the Mahaweli
Ganga Development Project in the Republic of Sri Lanka.

I take this opportunity to express my heartfelt thanks for
your active cooperation extended to us and I also expect the
friendship and cooperation between the Republic of Sri Lanka
and Japan will be strengthened further.

Yours faithfully

Akira Arimatsu
Leader of
Japanese Preliminary Survey
Team for the Mahaweli Ganga
Development Project

CONTENTS

- I. OBJECTIVES OF THE SURVEY
- II. FINDINGS AND SUGGESTIONS
- III. MEMBERS OF THE TEAM
- IV. SURVEY ACTIVITIES

Annex

- I. LIST OF PARTICIPANTS
- II. LIST OF COLLECTED DATA

I. OBJECTIVES OF THE SURVEY

In response to the request of the Government of Sri Lanka, the Government of Japan decided to send a preliminary team, through the Japan International Cooperation Agency (JICA), for technical cooperation to the planning of a certain project in the Mahaweli Ganga Development Program.

The team stayed in Sri Lanka from June 13th to July 23rd, 1978 and conducted studies in connection with the following objectives:

To discuss with the authorities concerned of the Government of Sri Lanka on the contents of her request for possible technical cooperation by the Government of Japan to a certain project of the Mahaweli Ganga Development Program.

To study the significance of the overall sheme of the Mahaweli Ganga Development Program to the economic development of Sri Lanka.

To select a certain Project in the program for further technical and economic investigations to be taken up as the feasibility study.

II. FINDINGS AND SUGGESTIONS

1. Introduction

The Government of Sri Lanka has given top priority to the implementation of the Mahaweli Ganga Development Program in as short a time as possible.

This strategy aims at solving the two major problems facing Sri Lanka which are the unemployment and need for import substitution in rice and other agricultural products.

The Government set for the goal of achievement in 5 - 6 years by depending largely on the support from Aid Group Members.

Thus the Sri Lanka Government has eagerly requested the Japanese Government's co-operation on accelerating the Mahaweli Program.

In response to the request, the Japanese Government dispatched the pre-feasibility team to Sri Lanka.

The Team has been conducting, since its arrival in Sri Lanka on June 13th, 1978, the field surveys, data collection, observations, conferences and study activities mainly on the Moragahakanda Project with the officials of the Government of Sri Lanka.

Through these activities, the Team's understandings regarding the Program and the Moragahakanda Project are summarized as below:

2. General

- (1) The present basic program is described in "Summary Reports on Mahaweli Development, Sri Lanka" prepared by the Mahaweli Development Board in November 1977.

According to this new program named as "Accelerated Program of Implementation of the Mahaweli Development Project", the rest of the work envisaged under the UNDP/FAO Master Plan has now been re-grouped as twelve projects and can be implemented in 5 to 6 years.

- (2) In May 1978, the Government decided to launch simultaneously the construction of the five major reservoirs including irrigation systems about 340,000 acres of new land.

The major five reservoir projects are as follows:

- (i) Victoria Reservoir and Power plant - Minipe Diversion Complex,
- (ii) Randenigala Reservoir and Power plant,
- (iii) Maduru-oya Reservoir,
- (iv) Kotmale Reservoir and Power plant,
- (v) Moragahakanda Reservoir and Power plant.

Included in these projects would be the irrigation systems, land development, social infrastructure, settlement, agricultural extension and support services for the benefitted area in System C(74,000 acres), System B(118,000 acres),

System A(100,000 acres) and System D(46,200 acres).

- (3) The cost of these projects including land development, social infrastructure and settlement, is estimated at Rs. 9 billion (US\$ 600 million) at 1978 prices, or Rs. 12 billion (US\$ 800 million) at current prices of which about 50% will be foreign component.

These projects are proposed to be substantially completed by the end of 1983 with the provision of about Rs. 8.0 billion in 1978 prices, or Rs. 11.0 billion in current prices over the next 5 - 6 years. (both domestic and foreign resources).

- (4) Organizations for implementing the Mahaweli Project are:

- (i) Cabinet Sub-Committee,
- (ii) the Mahaweli Ganga Development Task Force,
- (iii) the Mahaweli Development Board (MDB),
- (iv) Central Engineering Consultancy Bureau (CECB),
- (v) Irrigation Department (ID),
- (vi) River Valleys Development Board (RVDB), and
- (vii) The Ceylon Electricity Board (CEB).

* (iii) to (vii) belong to the Ministry of Irrigation, Power and Highways.

- (5) Achieving these major five projects would require a lot of senior and middle grade irrigation engineers who have gone abroad. The Government has recently tried to persuade some experienced engineers to return and, at the same time, recruited some foreign specialists.

- (6) Several Projects in the Program have been offered to provide both technical co-operation and financing by the countries as below:

Victoria Reservoir Project United Kingdom

Randenigala Reservoir Project	Federal Republic of Germany
Kotmale Reservoir Project	Sweden
Maduru-oya Project excluding the reservoir	Canada

- (7) The Moragahakanda Multipurpose Project was originally scheduled as the Project 3 in Phase 1 under the UNDP/FAO Master Plan.

The works in Phase 1 were proposed as follows:

- Project 1 Polgolla hydro-unit, with the system in its command, System D-1, G and H (70%)
- Project 2 Victoria hydro-unit, with Minipe Diversion, system C and E
- Project 3 Moragahakanda hydro-unit, and irrigation system A/D, H(30%) D-2 and I/H.

The Moragahakanda Project in the Accelerated Program was briefly described in the paper prepared by the Ministry of Irrigation, Power and Highways in March 1978.

Major components indicated in the paper are:

- (i) A concrete dam across the Amban Ganga section, a rock-fill dam on the first saddle on the L.B. and an earth-fill dam across the second saddle on the L.B.
- (ii) A power house located at the foot of the concrete dam and installed capacity of 40 MW.
- (iii) Benefitted new land of 46,200 acres
(D₁-28,000 acres, A/D 9,100 acres, D₂ 9,100 acres).

The parameters on dams and hydro power unit in this paper follow the UNDP/FAO Team's proposal.

Project cost estimates were up-dated by means of multiplying 1968 year's construction costs by escalation ratio.

3. ENGINEERING AND AGRICULTURAL ASPECTS

(1) Geological Conditions

The Team identified problematic sub-surface condition at damsite by reconnaissance and review of data.

Some core boxes, under additional drillings executed by Irrigation Department indicate poor recovery portions in relation to presumable karsts.

The Team proposed further investigations including drillings with water pressure and grouting tests, so as to clarify foundation treatment against defective portions.

This sub-surface condition would cause to increase construction cost, but would not be a marginal factor.

(2) Dam

Concrete dam and rock-fill dam proposed in the previous study are basically acceptable regarding type and axis, but earth dam should be re-examined on account of the following findings:

- (i) The Team pointed out that proposed soil borrow area, extending down stream from the axis was presumed to be thin soil layer.

Ten borrow pits were thus cut in the area keeping around 500 meters intervals each other.

As the results of survey, thin soil layer, 2-3 feet was recognized insufficient for designed earth dam and center core of rock-fill dam.

Alternative design in connection with additional borrow area should be considered at further study.

- (ii) Two quarry areas for rock material had been proposed at about half a mile upstream from the axis.

Hill portion next to left side of each dam was found to be more advantageous than the said quarry; less distance and down gradient at full loading.

(3) Hydro Unit

The Government promotes hydro power development by constructing the five major dams including Moragahakanda dam. Thermal current cost comes more expensive almost three times than that of hydro power.

The summary report in 1977 indicates that allocation rate of the construction cost of Moragahakanda Project is estimated to be around 35 per cent in power and 65 per cent in irrigation.

Moragahakanda hydro unit will be operated under regulating regime of the overall Mahaweli Unit.

Moragahakanda has advantage of power connection close to Bowatenna Unit.

(4) Irrigation and Agriculture

The benefitted area under the Project is characterized to have the major four tanks limited by canal system.

These four tanks are:

Kaudulla Tank	Capacity 104,000 Ac.feet
Minneriya Tank	Capacity 110,000 Ac.feet
Kantalai Tank	Capacity 109,500 Ac.feet
Parakrama Samudra Tank	Capacity 109,000 Ac.feet
<hr/>	
Total 432,500 Ac.feet	

Total capacity of these tanks corresponds to around 90% of Moragahakanda active storage capacity (470,000 Ac.feet).

Irrigation system for new land is essential to coordinate with the existing system on the base of effective regulating issue (combination with Dam issuing and local yields).

The increase in quality and reliability of irrigation supply would be the main factors which would contribute to increase yields.

The proper management of irrigation water and better cultivation practices would make possible diversification of cropping pattern.

Proposed cropping pattern in Maduru Oya Basin will be adopted in the project area without any remarkable changes at this stage.

- (i) { Upland Rice - Pulses
Upland Rice - Ground nuts
Upland Rice - Chillies

- (ii) Upland Rice - Upland Rice
- (iii) Low land Rice - Low land Rice
- (iv) Sugar cane
- (v) Low land Rice - Upland Rice

(iii), (iv) pattern will require almost twice of water demands comparing with others.

Pattern (i), (ii) are considered to be suitable, in the first instance, for new developed land under the project.

So as to achieve such shortened crop cycles over the project area would require much greater discipline of farm operation.

Farmers in the existing irrigation area will be required in proper water management techniques for efficient use of the irrigation water.

Before construction of the reservoir, such training should be taken up.

The settlement Planning and Development Division of MDB would be responsible for implementing the settlement program in the project area.

Each settler would be given 2.5 acres of irrigable land in one unit and 0.5 acre homestead lot.

At entry of settlers, the new land should be cleared and stumped and irrigation water supply be timed.

Agricultural Development Program in the project area would be referred to the preceding area, Project II System (H).

Paddy production increase per acre exceeded the expected amount in above area, this achievement would be more viable to the project.

4. Data Sources

(1) Mapping

Topographical Map 1:5,000 scale with 2 meter contour covering Moragahakanda Dam catchment area were completed in July 1978

before the Team's leaving.

Map comprises 20 sheets.

These maps cover catchment area but were lack on contour at the area of quarry proposed by the Team.

Another two sheets from dam axis should be added on covering borrow area.

This map was based on aerialphotos 1:40,000 scale altitude of 20,000 ft. taken in 1956.

Map on damsite 1:1,200 scale is also available.

Map on damsite 1:500 scale is going on inking (to be completed by the end of September).

(2) Geological Data

Investigation has been resumed at Moragahakanda Damsite by Irrigation Department: 29 drillings, 3 test pits were added to the previous 40 drillings and 9 trenches executed at the period of UNDP/FAO Team's activities. These data are available.

Core samples of the 29 drillings are well kept in the damsite office.

3 test pits were also identified by the Team at the damsite.

(3) Hydrological Data

Main gauging stations along Mahaweli Ganga and its tributaries have been operated since their commencement indicated in the UNDP/FAO Report.

Amban Ganga gauging station at the damsite and the Flahera Diversion site were identified.

Damsite station has 10 measuring points on flow velocity across the river and its records since 1964.

Diverting discharge records after completion of Polgolla and Bowatenne diversion are available.

Biggest flood records on both stations should be deemed carefully because such flood sometimes caused to discontinue recording.

5. Proposal on further Investigations and Studies

Further studies are called for completion by the end of a Feasibility Team's field survey period.

Site investigations, material testing, laboratory tests and mapping will be carried out by the Sri Lanka Government.

(1) Topography

Aerial photos 1:25,000 scale covering catchment area. Map 1:2,000 scale covering dam axes, quarry and borrow area. Map 1:10,000 scale covering benefitted area.

(2) Geological Investigations and Tests

(i) Adit, drilling and test

(a) Proposed concrete damsite

5 adits, totalling 650 ft. 5 additional drillings at the river bed including water pressure tests, totalling 475 ft.

(b) Proposed Rock fill damsite

3 adits totalling 500 ft. 1 drilling of 200 ft. with water pressure tests and grout test with depth of 120 ft.

(c) Proposed Earth damsite

3 drillings, totalling 520 ft. with water pressure tests.

(ii) Embankment Materials and concrete aggregate

(a) Soil

Borrow area should be determined by conducting the following works: 10 points of test pits (additional points would be added according to soil layer conditions). Laboratory tests.

(b) Rock

Quarry was proposed by the Team at left abutment of earth dam. Drillings, totalling 600 ft. Laboratory tests.

(c) Sand and concrete aggregate

Field investigation for confirmation of available quantity. Laboratory tests.

- (3) In execution of Feasibility Study, its scope of work would be proposed as described in the following "Draft Scope of Work on Moragahakanda Multi-purpose Dam Project".

(DRAFT)

SCOPE OF WORK FEASIBILITY STUDY ON MORAGAHAKANDA
MULTIPURPOSE PROJECT

The Feasibility Study which will be carried out in cooperation with CECB and MDB, will include, but not limited, the following items:

1. Review works already carried out.
2. Clarify optimum yield regulating of Mahaweli Ganga and its tributaries by operation of Polgolla Complex and the major dams proposed.
Review on-going studies in relation to above subject according to necessity.
3. Determine optimum capacity of the Moragahakanda reservoir on both irrigation supply and power generation.
4. Prepare feasibility level layout and design on dams and hydro unit by conducting studies as follows:
 - (1) Review proposed dam axis and previous investigations and test on foundation and embankment materials.
 - (2) Identification of quarry and borrow areas.
 - (3) Alternative study on selecting dam type.
 - (4) Analysis on Amban Ganga flood flow.
 - (5) Carry out the power potential studies, including effective flow, capacity of power plant and annual energy output.
5. Determine location and scope of area to be served under the Project in connection with crop water requirement and system delivery requirement to meet soil conditions.
6. Establish suitable overall irrigation and drainage plan and layout for the proposed Area in relation to the existing tank systems.
7. Review practical agricultural development programs such as;

- (1) Formulation of cropping pattern including crop diversification,
 - (2) Improvement of farming practices, and
 - (3) Improvement of rural institutions and social infrastructures through studies of farmers' organizations, credit system and marketing.
8. Prepare construction schedule.
 9. Estimate project costs giving foreign and local components including adequate allowances for price escalation and physical contingency.
 10. Estimate recurring costs for project operation, maintenance and replacement.
 11. Provide recommendations regarding application of water charges under the project.
 12. Evaluate project economic and financial viability including sensitivity tests.
 13. Review the measures to be taken by the Government of Sri Lanka for the resettlement of inhabitants in the reservoir area and compensation to them, and for re-location of the existing road.

III. LIST OF MEMBERS OF JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM FOR THE MAHAWELI GANCA DEVELOPMENT PROJECT IN THE REPUBLIC OF SRI LANKA

Assignment	Name	Present Position
Leader	Mr. Akira Arimatsu	Executive Director Japan International Cooperation Agency
Development Planning	Mr. Tadashi Sakamoto	Deputy Director Design Division Construction Department Agricultural Structure Improvement Bureau Ministry of Agriculture and Forestry
Cooperation Planning	Mr. Yasumi Yamaguchi	Senior Officer International Cooperation Division International Affairs Department Ministry of Agriculture and Forestry
Irrigation & Hydrology	Mr. Akihiko Yasuda	Section Chief Provincial Project Section Land Development Division Agricultural Structure Improvement Bureau Ministry of Agriculture and Forestry
Dam & Irriga- tion Facilities	Mr. Masamitsu Fujioka	Irrigation and Drainage Engineer Agriculture Development Consultants Association
Geology	Dr. Noboru Miyamoto	Geologist Agriculture Development Consultants Association
Power Generation	Mr. Nobuo Hirosawa	Electrician Mining & Industrial Planning and Survey Department Japan International Cooperation Agency
Agronomy & Soil Science	Mr. Kozo Toshimitsu	Senior Instructor Uchihara International Agriculture Training Center Japan International Cooperation Agency
Coordination	Mr. Yoshihiko Nishimura	Officer Technical Affairs Division Agricultural & Forestry Planning and Survey Department Japan International Cooperation Agency

IV. SURVEY ACTIVITIES

Date	Activity
June 13 (Tue.)	Arrived in Colombo.
14 (Wed.)	Preparation of survey.
15 (Thu.)	Discussion with NEDECO. (2nd Team arrived in Colombo)
16 (Fri.)	Courtesy call on Honorable Minister of Irrigation, Power & Highways and discussion with CECB and ID.
17 (Sat.)	Discussion with Secretary of MIPH.
18 (Sun.)	Started the 1st Field Trip.
19 (Mon.)	Visited Victoria and Randenigala Project Areas.
20 (Tue.)	Visited Polgolla Dam, Ukuwela, Bowatenne construction areas.
21 (Wed.)	Visited Moragahakanda Project Area.
22 (Thu.)	Visited Kotmale Project Area.
23 (Fri.)	Discussion with Secretary of MIPH.
25 (Sun.)	Team Leader left for Japan.
26 (Mon.)	Data Analysis.
27 (Tue.)	Started the 2nd Field Trip. (1st Team conducted the investigation of Geology and Agriculture in Moragahakanda Area)
	2nd Team conducted the survey on Moragahakanda, Yan Oya, Kapirigama, Malwatu Oya.
July 1 (Sat.)	Mr. Hirosawa arrived in Colombo.
3 (Mon.)	Discussion with MIPH.
4 (Tue.)	Started the 3rd Field Trip. (1st Team conducted the investigation of Geology and Hydrology in Moragahakanda Area Mr. Yamaguchi left for Japan)
	2nd Team conducted the survey on Power Generation of Laxapana, New Laxapana, Ukuwela Bowatenne Power Station and Moragahakanda.
8 (Sat.)	3rd Team conducted the Investigation of Agriculture in Project area of the Island.

Date	Activity
July 10 (Mon.)	Discussion with MIPH.
11 (Tue.)	Data analysis.
15 (Sat.)	Team Leader returned from Japan.
16 (Sun.)	4th Field trip by part of the Team to conduct the investigation of Geology.
17 (Mon.)	Preparation of the report.
18 (Tue.)	Discussion with Secretary of MIPH Preparation of the report.
19 (Wed.)	Preparation of the report.
20 (Thu.)	Discussion with Secretary MIPH Signing of Summary Minutes of Discussions between MIPH and the Team.
21 (Fri.)	Submittal of the report.
23 (Sun.)	Leaving Colombo.

Annex I

LIST OF PARTICIPANTS

Name	Post
His Excellency Gamini Dissanayake	Minister of Irrigation, Power and Highways
Mr. T. Sivagnanam	Secretary, Ministry of Irrigation Power and Highways
Mr. K.H.S. Gunatillake	Additional Secretary, MIPH
Mr. N.G.P. Panditharatna	Chief Co-ordinator, Mahaweli Task Force
Mr. Ratna S. Cooke	Special Advisor to the Minister

Central Engineering Consultancy Bureau

Mr. A.N.S. Kulasinghe	Chairman
Mr. G.V. Gunawardena	General Manager
Mr. K. Kulawardarasa	Chief Project Engineer for Moragahakanda
Mr. U.N.S. Wickramaarachchi	Chief Resident Engineer for Moragahakanda
Mr. B. Kumaraparati	Electric Engineer
Mr. Nadarasa	Engineering Designs

Mahaweli Development Board

Mr. Douglas Ladduwahetty	Chairman
Dr. Walter Abeygunawardena	General Manager
Mr. K. Satgunasingham	Deputy General Manager (Engineering)
Mr. Kotalawala	Assistant General Manager (Agriculture)
Mr. Gunawardena	Design Engineering

Name

Post

Irrigation Department

Mr. A. Maheswaran	Director, Irrigation Department
Mr. R.U. Fernando	Deputy Director, ID
Mr. T. Thuraiajah	Chief Engineer (Geology)
Dr. K. Vigneswaran	Chief Engineer (Soil & Concrete)

Ceylon Electricity Board

Dr. Susantha Gunatilleke	Vice Chairman
--------------------------	---------------

River Valleys Development Board

Mr. Tilak Palankumbura	Chairman
------------------------	----------

Ministry of Planning

Mr. S. Velayuthan	Director External Resources
-------------------	-----------------------------

Survey Department

Mr. S.J. Munasinghe	Surveyor General
---------------------	------------------

The World Bank

Mr. Kanok Pranich

Mr. George A. McBride

NEDECO Study Group

Mr. E.H. Mulder

Mr. J.F.P. Kreuze

SOGREAH Consultants

Mr. F. Guigon

Annex II

LIST OF COLLECTED DATA

1. Aide-Memoire, 1977
2. Sri Lanka Appraisal of Mahaweli Ganga Development Project II (March 31, 1977) Document of the World Bank
3. Mahaweli Ganga Irrigation and Hydropower Survey Final Report Volume 1 General
4. " " 2 Feasibility Report for Phase 1 of Development
5. " " 3 Organizational and Management Requirements
6. Volume I Water Resources Administration and Legislation in Ceylon
7. Volume II Climate & Hydrology
8. Volume III Soils
9. Volume IV Engineering Geology
10. Volume V Water Management
11. Volume VI Irrigation (Parts I, II & III)
12. Volume VI Irrigation (Parts IV & V)
13. Volume VII Dams and Hydro Electric Station
14. Volume VIII(A) Agriculture Economics
15. Volume VIII(B) Agriculture Economics
16. Volume IX Hydro Power
17. Volume XI Sociological Aspect
18. Volume XII Forestry and Forest Land Use
19. Volume XIV Agricultural Aspects
20. MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT PROJECT I Feasibility Study for Stage II SOGREAH July 1972
VOLUME I Feasibility Report
21. " " VOLUME II Agriculture
22. " " VOLUME III Land Classification
23. " " VOLUME IV Land Classification
24. " " VOLUME V Engineering Report

25. MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT VOLUME VI Engineering Drawing
26. " " VOLUME VII Settlement Planning and Development
27. " " VOLUME VIII Marketing and Credit
28. Implementation Strategy Study on the Mahaweli Ganga Development Program SRI LANKA NEDECO February 1978
29. Mahaweli Ganga Development Accelerated Programme: Implementation Schedules and Manpower Requirement December 1977
30. Technical Assistance for the Mahaweli Ganga Development Programme 1978
31. The Planning Implications of the MAHAWELI DEVELOPMENT PROJECT in Sri Lanka M W J G Mendis
32. The Five Year Plan N P E
33. Mahaweli Development Board (Mahaweli Development Board) Annual Report 1969/70, 1970/71, 1973, 1974
34. Paper A of the Committee of Inquiry into the Gas Turbine Project and MAHAWELI GANGA DEVELOPMENT PROJECT - MIPH 1970 (Sessional Paper No. III-1976)
35. Agricultural Development of the Victoria Scheme, Mahaweli Development Project, Sri Lanka April 1978
Proposal for Consultancy Services - Hunting Technical Services Limited
36. Contract for Consultant's Services between International Bank for Reconstruction and Development and SOGREAH by W.D. Joshua, Land Use Div. ID
37. Budget Speech 1977 of Felix R. Dias Bandaranaike, Minister of Finance & Justice November 3, 1976
38. Part V - Public Works Administration Report of the Director of Irrigation for the Year 1974 April, 1978
39. Part IV - EDUCATION, SCIENCE AND ART (c) Administration Report of the Director of Agriculture for the Financial Year
40. Parliament of Ceylon 4th Session 1968-69 Irrigation (Amendment) Act, No. 48 of 1968 - December 14, 1968
41. Government of Ceylon Legislative Enactments Irrigation Ordinance 1956 Revision (1969-70)
42. SRI LANKA FOREIGN AFFAIRS RECORD Vol. I July-December 1977
43. Central Bank of Ceylon (Bulletin) 1978 March 1978
44. Review of the Economy-1976 (Central Bank of Ceylon)

45. Annual Report - 1977 (Central Bank of Ceylon)
46. Statistical Abstract of Sri Lanka - 1973 (Dept. of Census & Statistics)
47. Census of Population 1971 Sri Lanka (General Report) (Dept. of Census & Statistics)
48. Census of Population (Volume II: All Island Tables Part II The Economically Active Population) Department of Census & Statistics (1976)
49. Census of Population 1971 (Volume I - Part 18) Polonnaruwa District Department of Census & Statistics (1974)
50. Sri Lanka Year Book (1975)
51. SRI LANKA A SURVEY K M DE SILVA
52. Bulletin on Vital Statistics 1976 Dept. of Census & Statistics
53. Drilling Logs (Moragahakanda Dam) - ID
54. 1/10,000 Topo. Map Reservoir Area
55. 1 inch/100 feet Topo. Map - Dam Site
56. Republic of Sri Lanka Irrigation Department Hydrological Annual 1973/1974
57. Report on the Colombo Observatory for 1967 (with maps and Statistics)
58. Hydro Data Moragahakanda Project.
59. Ceylon Electricity Board Tariffs and Charges Extract from the "Ceylon Government Gazette" No. 14, 998 of February 18, 1972.
60. Canyon Power Project, Final Technical Report by CECB, June 1976
61. Replies to Questionnaire on Samanalawewa Hydro Project (Basic Information as required by Soviet Experts) by CECB - June 1974.
62. Profitability and Resource, Characteristics of Paddy Farming (Agrarian Research and Training Institute)
63. The Agrarian Situation relating to Paddy cultivation in 5 selected Districts of Sri Lanka, Part 3, Part 6 (")
64. Cost of Production of Paddy, Maha 1972-73 (")
65. Cost of Production of Paddy - Yala 1972 (")
66. Economics of Vegetable Production and Marketing - 1974 (")
67. Study of Income Generating Activities for Farm Women-1978 (")

68. Production of other Crops, In Paddy Fields in Yala - 1972 (Agrarian Research and Training Institute)
69. A Study of Agricultural Extension Training and Communication in Colombo District with special Reference to six selected villages in the Class II Coconut Area 1975
70. The effectiveness of Agricultural Extension Methodology - 1977 (Agrarian Research and Training Institute)
71. Cultural Practices, input Requirements & Credit Needs of Paddy Cultivation - 1973/74, Maha Season
72. Subsidiary Food Crops Survey, 1974/75, Maha (")
73. Agriculture in the Peasant Sector of Sri Lanka (Ceylon Studies Seminar, Peradeniya)
74. Agriculture in the Economic Development of Sri Lanka (University of Sri Lanka Peradeniya Campus)
75. Agricultural Implementation Programme - 1977/78 (Ministry of Agriculture and Lands)
76. Half Yearly Report, Maha - 1976/77 (Agricultural Research Station Maha Illuppallama)
77. Research Programme, Yala - 1977 (")
78. Soil and Cropping Potential of System D, of the Mahaweli Development Project - 1978 (Land Use Division Irrigation Dept.)
79. " " Systems A, B, C & A/D (")
80. The Role of Cultivation Committees in Agricultural Planning at Village Level: Agrarian Research & Training Institute
81. Smallholdings of the Coconut Triangle - (ARTI)
82. The Co-operative System and Rural Credit in Sri Lanka
83. Soils of Ceylon and Fertilizer Use C R Panabokke
84. The role of Local Groups in Rural Development - 1977 (Agrarian Research and Training Institute)
85. Group Production - 1977 (")
86. Land Settlement in Sri Lanka 1840-1975 (")
87. New Settlement Schemes in Sri Lanka - 1974 (")
88. The Vhana Colony Village (")

JICA