5－1　農業生産基盤

(1)　水源施設

デワフワ地区の水源はデワフワタンクである。このタンクは灌漑局によって1951年に完成し，1955年，1966年にそれぞれ2フィート嵩上げられ，デワフワプロジェクトの調査時点では8,800AC・FT の貯水能力を持っていた。これらのことから調査時点ではデワフワ地区の水源等基幹施設は十分であり，配水施設（用水路，分水工等）の改良と水管理の合理化によってS.D.Y（Standard Dry Year）においてもMaha期（北東モンスーンで雨量が多く，ドライゾーンの主耕作期）には勿論，Yala期（南西モンスーン期で雨が少ない）にも$\frac{1}{3}$の水田をカンガイできると判断された。

しかし，プロジェクト発足後，1972／73 Maha 期から連続的かつ強度の旱魃に遭遇し，デワフワ農村開発計画チームは各種の調査結果から，①S.D.Y には水源水量が不十分であり，当初の用水計画は修正の必要がある。②デワフワタンクのカンガイ面積当たりの貯留量，タンクの流域面積は，ドライゾーンに多数存在するカンガイ局管理下のタンクに比較して不十分である。等のことを解明した。そこで従来から農民が要望していたナーランダ貯水池からの導水について調査検討し，その可能性を確認したので「An outline of benefits that the Nalanda diversion to Dewahuwa can bring」のReport をスリランカ政府（カンガイ局長）及びマハヴェリボード総裁に提言した。

デワフワプロジェクトは水源対策についての物理的な処置を待たずして終了したが，プロジェクト終了後，スリランカ政府は二つの水源対策を施している。その一つはデワフワタンク余水吐の嵩上げ工事であり，残りの一つは前記のナーランダ貯水池からの導入路工事である。

(a)　デワフワタンクの利用状況

スリランカの降雨はモンスーン性で，降雨量の変動幅が非常に大きい。このため天水による耕作は不安定で，水源は自ずとタンクに依存することとなり，例え雨が降っていてもタンクにある程度の水が貯留されるまでは耕作されていない。この状況はデワフワタンクの Maha 期の通水状況を示した第5－1－1表及び通水開始時のタンク水量を示した第5－1－1図にても明らかである。

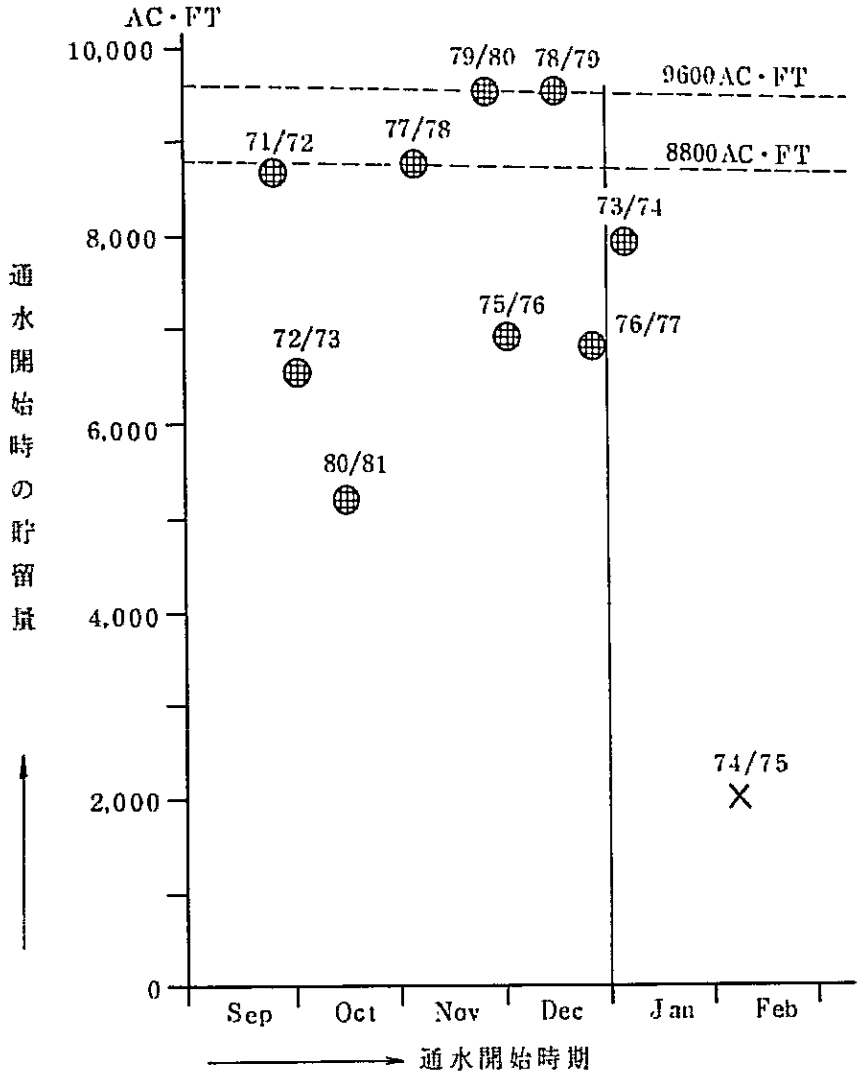
このように，デワフワ地区の水稲作はすべてタンクの水量に左右されているが，第5－1－1表に示す如く，プロジェクト開始前の19年間に3回も収穫皆無の年があり，更に1972／73 Maha 期から連続的な旱魃に遭遇した。

通常年におけるタンク水量も不十分であり，Maha 期の放水時期について見れば，9月下旬のこともあれば甚しい時には2月になることもあって，作付時期の遅れについて第5－1－2図のように収量が低下している。

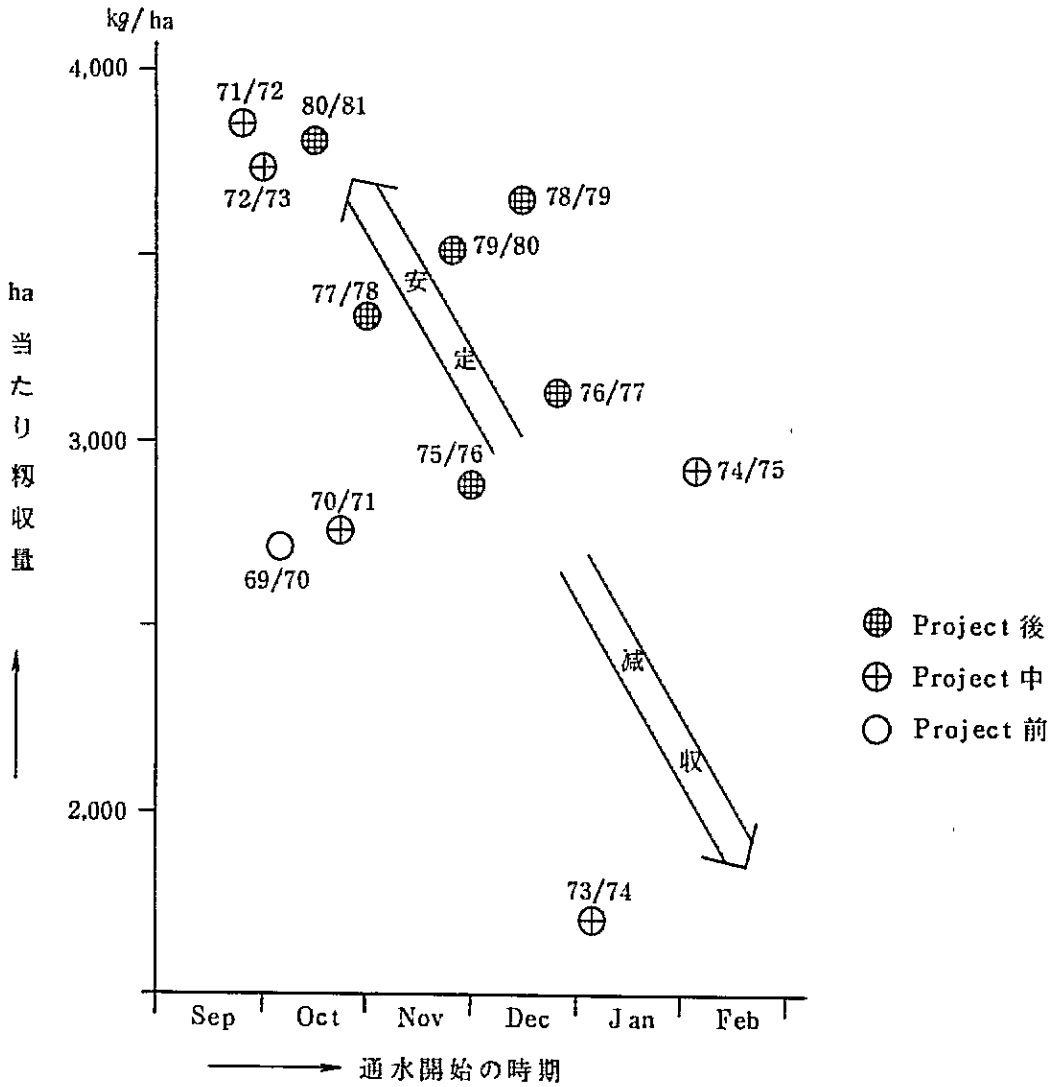
第5－1－1表　Dewahuwa Tank の通水と水稲作（Maha）

区分	年次	通水期間 自	通水期間 至	通水量 (AC・FT)	水稲作付面積(ha)	籾収量 (Kg／ha)	備考
プロジェクト開始前	1951／52	11月					※1
	52／53	—		0		収穫皆無	
	53／54	11月					
	54／55	10月		17450			
	55／56	11月					
	56／57	12月					
	57／58	11月					
	58／59	—		0		収穫皆無	
	59／60	1月					
	60／61	10月		11143			
	61／62	11月		14162			
	62／63	10月		15923			
	63／64	2月		13134			
	64／65	12月				収穫皆無	
	65／66	11月					
	66／67	10月		21975			
	67／68	11月		17551			
	68／69	?			302	2300	
	69／70	10月	4月		〃	2710	
実施中	70／71	10月20日	3月24日	22000	300	2750	※2
	71／72	9月24日	3月31日	20000	302	3850	
	72／73	10月 1日	2月17日	14520	301	3740	水不足
	73／74	1月 6日	4月20日	11460	295	1700	水不足
	74／75	2月18日	?	1250	7	2900	水不足
実施後	75／76	11月30日	5月 6日	15444	302	2860	※3
	76／77	12月25日	4月28日	14381	〃	3120	
	77／78	11月 1日	4月30日	16907	〃	3330	
	78／79	12月15日	5月31日	16559	〃	3640	
	79／80	11月25日	4月25日	14913	〃	3500	
	80／81	10月16日	3月27日	16511	〃	3800	

※1 「セイロンモデル農業開発計画第2次調査報告書」（昭和44年6月）
※2 「スリランカデワフワ村落開発計画総合報告書」（1976年2月）
※3 佐藤専門家の調査記録による。



第5－1－1図　通水開始時のDewahuwa Tank貯水量



第5－1－2図　通水開始時期と収量

(b) デワフワタンク余水吐の嵩上げ工事

デワフワプロジェクト終了後，本地区の旧来からの水源池であるデワフワタンクの容量を増大させるため，余水吐（Spillway）の嵩上げ工事（1フィートの嵩上げ）が行われた。

この工事は1976年に着工し，1978年に完成しているが，これによってタンク容量は8,800AC・FTから9,600AC・FT（1,184万m³）に増大した。しかし，流域面積が小さいことからS.D.Yではこれを有効に利用するだけの流入量が得られず，ナーランダ貯水池からの導入によって本工事の成果が生かされることとなる（カンガイ可能面積の試算の項参照）

なお，この工事は余水吐の嵩上げ工事のみであり，堤体の嵩上げ等は行われていない。従って洪水位から堤項までの余裕高は1つイート減じて4.25フィートとなり，従来に比べて高度なダム操作が要求されることとなろう。

嵩上げ後のデワフワタンクの諸元は次のとおりである。また，水位と貯留量の関係を第5－1－2表に示す。

ダム形式	均一型フィルダム
堤長	43000 feet
堤項幅	15 feet
堤高	604.75 MSL
流域面積	26.0 Sq.Mls
洪水位	600.5 MSL
満水位	598.5 MSL
総貯水量	9600 AC.FT
有効貯水量	9350 AC.FT
死水量	250 AC.FT
余水吐敷高	598.5 MSL（完全越流型）
取水口敷高	570.0 MSL（取水塔型）

第5－1－2表　デワフワタンクの水位－貯留量表

水　位 (FT) Water Levels	貯水量 (AC・FT) Capacity		水　位 (FT) Water Levels	貯水量 (AC・FT) Capacity	
28.5	9600	F.S.L	14	2150	
28	9100		13	1850	
27	8400		12	1575	
26	7870		11	1330	
25	7350		10	1175	
24	6850		9	950	
23	6370		8	770	
22	5850		7	690	
21	5350		6	500	
20	4750		5	400	
19	4200		4	320	
18	3700		3	250	Dead. L
17	3280		2	190	
16	2850		1	140	
15	2500		0	100	

(c)　ナーランダ貯水池からの導水路工事

マハヴェリ川支流 Nalanda Oya に建設されたナーランダム（Dewahuwa 南東15 mile）は，デワフワタンク建設等に伴う Kalawewa Tank への流入量減を補償することを目的の一つとしているが，Kalawewa Tank はマハヴェリ川総合開発事業の System H エリア内にあり，マハヴェリ川総合開発事業の実施によってナーランダダムからの補給を受ける必要性が減じた。

デワフワプロジェクトが提言した「An outline of benefits that the Nalanda diversion to Dewahuwa can bring」はこの余水をデワフワタンクまで導くものであるが，カンガイ局はこの提言を取上げ，独自で計画立案のための調査を実施し，「Feasibility Report of Dewahuwa Augmentation Project（1976年5月）」を作成した。

ナーランダダムからデワフワタンクまでの導水経路は，ナーランダ貯水池の水を Kalawewa Tank へ補給の目的として設置された Ebbawela 調整堰を通じて Welimi-

tiya Oya に放水し，約4.5 mile（7 Km）下流に設けた頭首工により再取水し，導水路（link channel）を通じてデワフワタンクに流入する Kalugalu Oyaに放流するものである（第5－1－3図）

この工事は1976年からスリランカ政府独自で細々と実施されてきた。Welamitiya Oya の頭首工は1979年に完成し，頭首工からKalugalu Oya に通ずる導水路（全長5マイル600フィート）も1981年度当初には2500フィートを残すのみとなっていた。しかし，1981年度のスリランカ政府国家予算が25％カットされたため，マハヴェリ川流域総合開発計画地区以外の全てのプロジェクトの工事が中止されていたものである。

その後，1981年7月，日本政府がマハヴェリ開発計画システムC地区へのクレジット供与をしたことにより，国家予算に余裕ができ，400万ルピーの予算割当をもって同年7月に工事が再開されている。調査団の現地調査時点においても，小松D40Aブルドーザ，CAT－D4Dブルドーザ，CAT955バケットドーザ，CAT613Bモータスクーレーパ等を用いた施工現場を見ることができた（いずれもスリランカの建設業者による施工）。

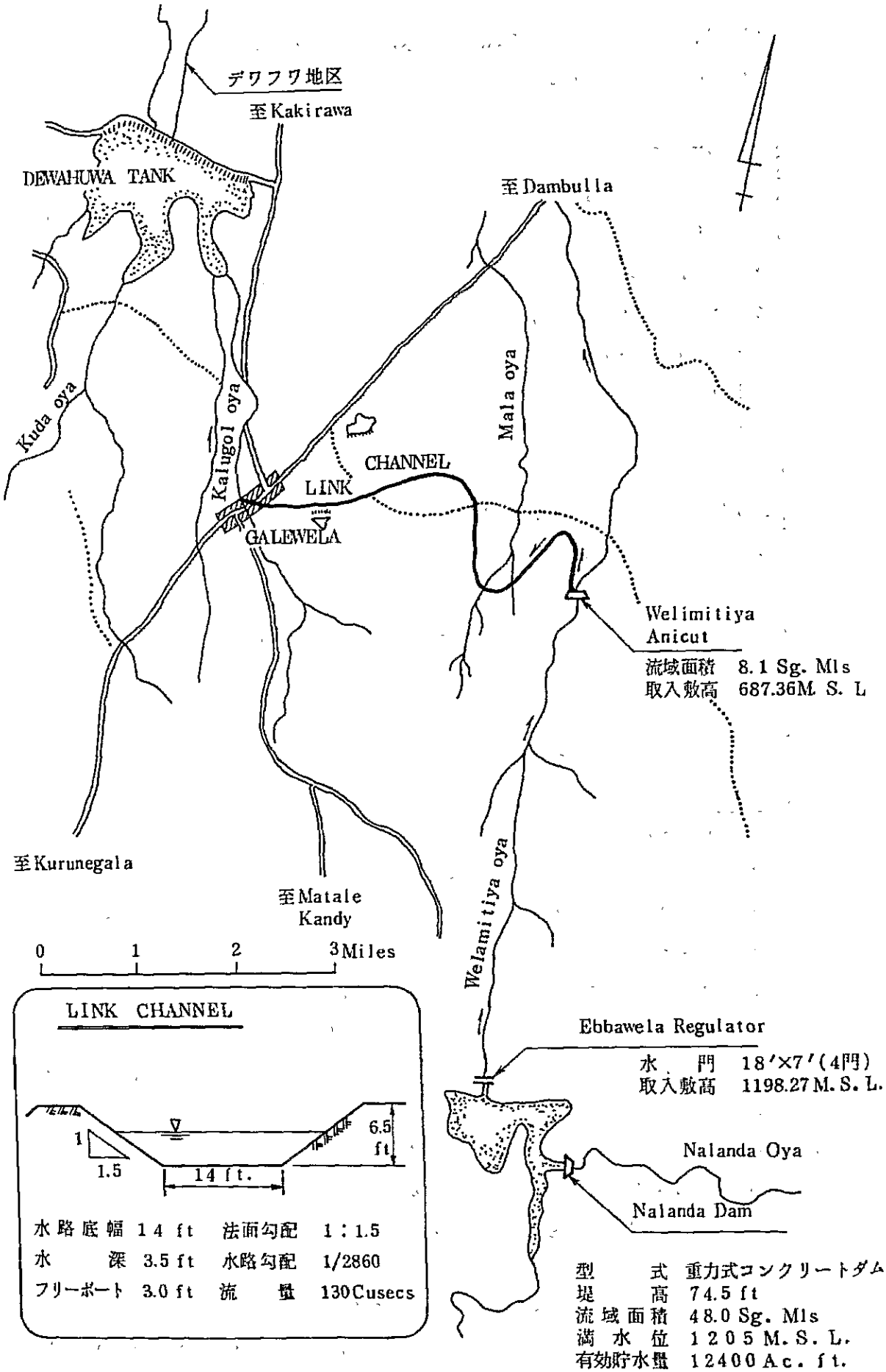
この導水路は1981年中には完成する予定であり，1982年には Kalugalu Oyaの浚渫と一部護岸工事を行い，同年 Maha 期から通水可能となる見込みであるが，次の検討が必要と思われる。

① デワフワプロジェクトが提言した Outline Report には，ナーランダ貯水池の水を有効に利用するためEbbawela 調整堰の改良（現在の調整堰の敷高よりも低位から取水できるようにする）工事が含まれており，この提言はカンガイ局のFSレポートにも採用されているにもかかわらず，その着手予定を確認することはできなかった（現地では" cancel された"という）。従って，FSレポートで期待しているナーランダ貯水池からの分水量（平均年で11,190 AC・FT／年）及びこれに伴う Yala期のカンガイ成功率（85％）は修正する必要があろう。このためには水文学的分野での検討が必要と思われる（カンガイ可能面積の試算の項参照）。

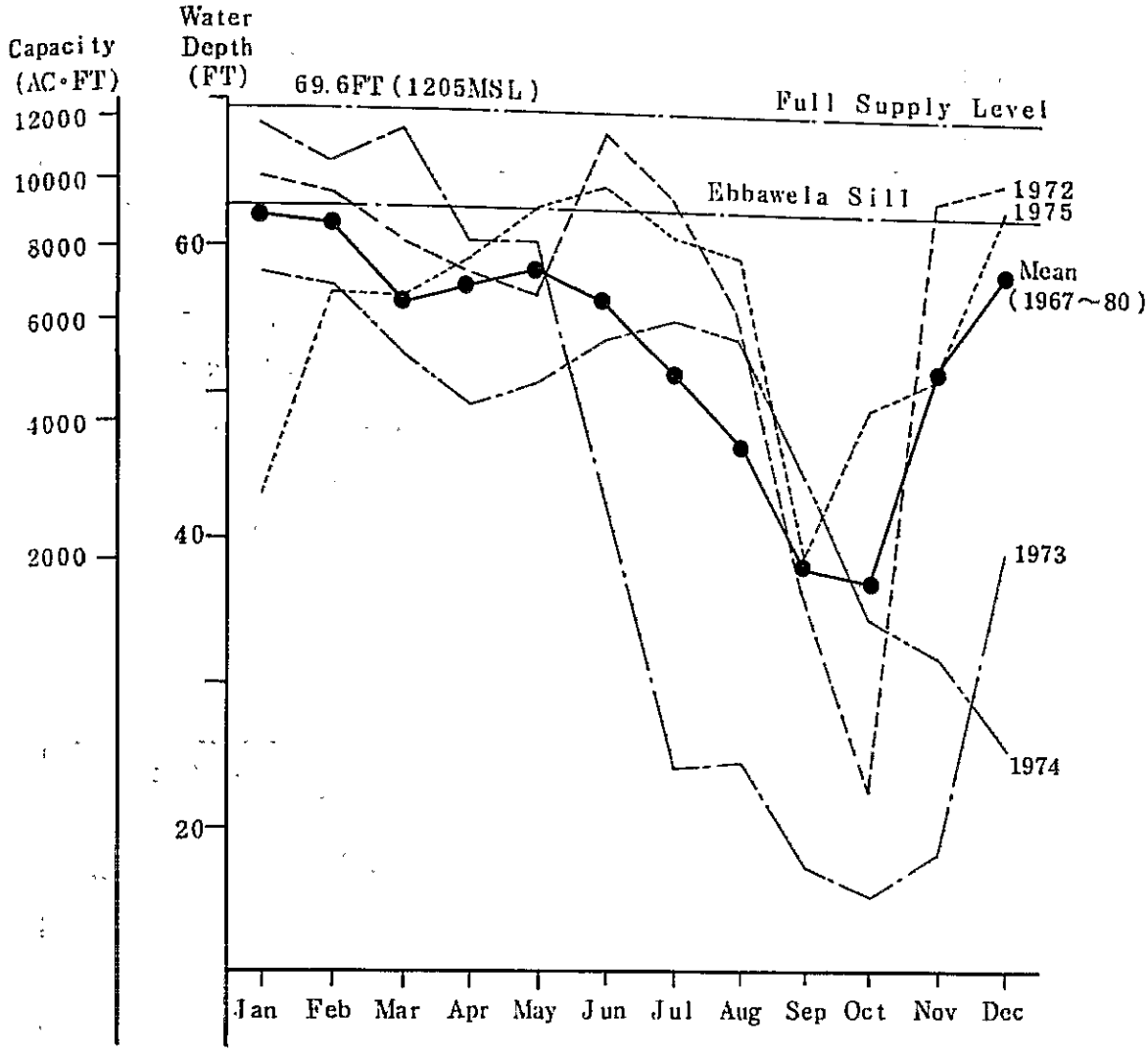
② 第5-1-4図はナーランダダムの水位記録を示したものであるが，過去14年間の平均貯水位はいずれも Ebbawela調整堰の敷高以下であり，デワフワ地区へ導水するためには従来の管理方式を変更しなければならない。また，デワフワタンクの満水時に放流すれば無効放流となるだけである。

ナーランダ貯水池からデワフワタンクまでの導入経路は約20 Kmであるが，基幹水利施設を結ぶ通信施設もなく，ナーランダダムからデワフワタンクまでを一つの系と見なし水管理方式を確立する必要があろう。

注）エカナヤケ・マータレー地区大臣は，「1982年が水が来る。水の使い方（営農を含めて）を教えてほしい」旨述べている。



第5－1－3図 ナーランダ貯水池からの導水経路図



第5－1－4図　ナーランダムの水位記録

（各月1日の水位を集計）

(2) 幹支線水路

デワフワ地区の幹支線水路は，カンガイ局が入植者のために1951年に建設したものである。従ってデワフワプロジェクト発足時には基本的数量は揃っていたが，水路法面の崩壊や分水工から漏水が著しく，プロジェクト期間中に次の事業が行われた。

幹線水路の浚渫工		14,300 m^3
〃	護岩工	2,230 m
〃	分水工改良	47ケ所
〃	水量測定施設の設置	2ケ所
〃	水位調整堰の設置	5ケ所
〃	橋梁架設	3ケ所
支線水路の分水工改良		7ケ所

支線排水路からの反覆利用のためのAnicutの設置　　8ケ所

この事業は，分水工の改良のみでも通水ロスを約7％減じるなど，地区全体の公正な水配分と合理的な水管理に寄与した。

基幹水利施設（ダム～支線水路）の維持管理（オペレーションを含む）はカンガイ局の管理下にあり，デワフワプロジェクト終了後の幹支線水路もカンガイ局の手によって第5−1−3表のように維持管理されている。しかし，資金不足に起因して水路法面の崩壊，構造物の破損と沈下傾斜，石張護岸工の破損等の大部分は放置されている現状であり，水路機能は減退しつつある。

注）① カンガイ局では基幹水利施設のメンテナンス費用として，水田1エーカー当たり年間90RS（デワフワ地区全体で約20万RS）を割当てているが，水管理を行うオフイサーの給料や出張旅費等が含まれており，維持費に使用できる金額は50％弱である。

② エカナヤケ・マータレー地区大臣は，日本に要望する事項の一つとして水路の整備（ライニング）と分水路の修理をあげている。

第5−1−3表　幹支線水路の維持管理実績

年	浚渫（DeSilting）			草刈（Weeding）		
	幹線	支線	経費	幹線	支線	経費
	ft³	ft³	RS.	mile	mile	RS.
1977	1880	250	24,500	9.75	7.0	6,600
1978	6000	900	69,000	〃	5.0	6,500
1979	2830	270	46,500	〃	5.0	18,000
1980	4240	500	150,100	〃	6.75	44,200

年	構造物整備（Structures）			合計（Total Expenditure）
	内容	個所数	経費	
		ケ所	RS.	RS.
1977	3′φヒューム管	1	2,500	33,600
1978	−	−	−	75,500
1979	−	−	−	64,500
1980	分水ゲート	3	65,000	259,300

（対象水路延長：幹線9.75 mile　支線6.75 mile）

(a) 水路法面の崩壊と堆積土砂の現状

デワフワプロジェクトでは，幹線水路の浚渫，崩壊法面の護岸等により水路の通水断面を確保した。これによって水管理面では多大の効果を上げることができたが，エ

バリュエーション調査団報告書（昭和５０年１１月）が指摘しているように，水路施設の管理内容はプロジェクト前とほぼ同様であり，将来に亘る管理内容の向上を目的とした事業は実施されなかった。このため，資金不足に起因して十分な維持管理が行われていなく，水路機能は減退しつつある。

堆積土砂の浚渫について見ると，プロジェクト期間中は施行完了後も通常の維持管理の範ちゅうとして年平均５５０m^3程度の浚渫を実施しているが，プロジェクト後の年間浚渫量は第5−1−3表に見る如く120m^3（幹線水路：１０６m^3，支線水路：１４m^3）程度である。このため各所に土砂堆積が見受けられたが，この量は幹線水路で約2,700m^3（５５０m^3×６年−１０６m^3×６年≒２７００m^3）と見積られ，平均６cmの厚さで堆積していることになる。なお，土砂堆積の一因となっている法面崩壊は，幹線水路の右岸側（宅地及び畑地が隣接している）に多く見受けられた。

土砂堆積と法面崩壊の主な原因は，①道路敷砂利のモンスーン性降雨による流入，②山側（宅地及び畑地）からの降雨時の土砂流の流入，③水牛等家畜の渡河，水浴び等に伴う崩壊等と考えられる。これに対する恒久的対策としては幹線水路のパイプライン化または全面ライニングが有効であろうが，スリランカの現状にマッチしないものと思われる。スリランカ・デワフワ村落開発計画総合報告書（１９７６年２月）に添付されている資料のように，ショルダーデイッチの設置，家畜の渡河施設の設置，水路法面勾配の修正と一部護岸，等がより現実的な対策であろう。

なお，農民は Agrarian Service に水田１エーカー当たり年間６Rs を支払っている。これは水路の修理，農薬や肥料の手配等農業サービス全体に使用されるものであるが，水路維持費の一部が含まれていること，幹支線水路の維持管理はカンガイ局の管理下にあること，等に起因してか，地区の農民には自らの手で管理を行おうとする意欲に欠けているように見受けられた。

(b) 水路構造物の現状

デワフワプロジェクトでは，分水工の改良により通水ロスを減少させ，水位調整堰と水量測定施設の設置により，地区全体の公正な水配分と合理的な水管理に寄与した。

プロジェクト終了後６年を経過したこれら水路構造物の状況は次のとおりであり，小構造物は更新時期にきているように思われる。

分水工：ゲートの鋳鉄部分が破損しているもの，ハンドル部分のコンクリートにクラックが生じているもの，分水後の流出部が浸蝕され，埋設されていたヒューム管が露出しているもの，などが見受けられた。

護岸工：幹線用水路の水量測定施設や水位調整堰の直下流部において，護岸工の低部が浸蝕され，沈下や傾斜の生じているところがあった。また，支線水路の屈曲部に施工された石張護岸工が破損し，浸蝕が進行している個所も見受けられた。

水位調整堰と水量測定施設：比較的良好な管理状態にあり，現在も十分に機能して

いる。しかし1977年に中流部の自記水位計が盗まれ，上流部の水位計は撤収された。この水位計は流速計と共に保管されているが，1977年から使用されておらず残念なことである。なお，水位計のない水量測定施設（パーシャルフリューム）は，ノッチの測定により水管理等に利用されている。

幹線水路の橋梁：現地では「日本橋」と呼ばれ十分に機能している。しかし住居区から水田に行くためには必ず幹線水路を横断しなければならず，農民が架けた丸太橋が数ヶ所に見受けられ，橋梁の数は不足していると云えよう。

(3) 圃場整備

デワフワ地区の農地の平均地形勾配は$1/30$～$1/100$であり，主として人力で造成された圃場は1筆当たり0.055AC（2.2a）と極めて狭小で，漏水や水管理上の用水ロスも多く見られた。このため，デワフワプロジェクトでは水田区画を$1/2$～$1/4$AC（20～10a）に拡大し，水口数を減少せしめるなど，トラクターの可動性の確保と水管理の合理化を図ることを目的として，次のように圃場整備を実施した。

1971年	27AC（10.9ha）	計
1972年	60AC（24.3ha）	340AC
1973年	155AC（62.7ha）	（137.6ha）
1974年	47AC（19.0ha）	
1975年	51AC（20.6ha）	

実施面積は申請面積（435AC）の78％，計画対象面積（771AC）の44％に相当する。

水管理の合理化（用水節減を含む）やトラクター等農機具の効率的運用のためには，地区全体に圃場整備を実施すべきであろうが，プロジェクト終了後は全く実施されていない。これは資金不足によるものであり，デワフワプロジェクトの実施した圃場整備の評価が高いことは次の問答からも判断できよう。

（11月2日　デワフワ地区農民集会にて）

調査団：プロジェクトが実施した圃場整備に不都合なところはないか。

農　民：水が節減できたので非常に良かった。デワフワ全村で実施して欲しい。老人等が働けるよう農産物の加工工場も欲しい。

調査団：農産物の収量はどのように変ってきたか。

農　民：圃場整備後1～2年は減収するが肥料の使い方でカバーできる。肥料の使方を習つたので以前に比べて40％程度増収することができた。今は肥料が入手できないので問題がある。（注：詳細は営農の項参照）

（11月10日　農業省肥料公社にて）

調査団：圃場整備によって減収や用水量増になったとの見方もあるが……。

Mr W.R.B.Rajakaruna：それは間違いである。その証拠としてデワフワで実施された圃場整備はマハヴェリ地区などでコピーされている。

デワフワ地区の支線用水路までの水管理はカンガイ局の手で行われている。地区全体を13のブロックに分割し，6日間に2日間のカンガイ（4日間断水し，その後2日間のカンガイ）を行うローテーションカンガイであるが，圃場整備を実施した圃場では再カン水時にも残水が見られ，未整備圃場では残水が無いと云う。これらのことから圃場整備に伴って用水量が節減されたことは明らかであろう。

なお，プロジェクト時に末端圃場の水管理や作付計画の協定，農協とのパイプ役等に活躍していた耕作委員会は，1977年現政権の発足に伴って解散されている（耕作委員会の詳細については営農の項参照）。

(4) 畑地カンガイ施設

デワフワプロジェクト発足時の畑地カンガイ計画地区は，Village gardenの100Aで，Maha期100%，Yala期50%のカンガイを行う計画であった。しかし1972年の水源量再調査の結果，水量不足が明らかとなり，最終的にはプロジェクト地区に隣接する畑地160AC（65ha）のカンガイ計画に変更された。これはMaha期の水田カンガイによりHevanella Oyaに流出する水量をポンプ揚水して利用するものである。

このような計画変更等に起因して，畑地カンガイ施設の着工は1975年6月となり，協定期間中には末端送水路を施工することができず，事業の効果も確認することができなかった。

デワフワプロジェクトが設置した揚水機の諸元は次のとおりである。

両吸込渦巻ポンプ　（2台）

口　径　200×150㎜

揚　程　53m

揚水量　3㎥/min

（1973年3月製造　高砂ポンプDL1504型）

電　動　機　（2台）

出　力　45KW×4P

回転数　1460RPM

電　圧　480V（50Hz）

（三菱電機製）

真空ポンプ　（1台）

吸込量　0.33㎥/min

吸込圧　600㎜Hg

電動機　0.75KW×4P

（1973年3月製造　高砂ポンプNV型）

スリランカ政府はこの施設を有効に利用するため，プロジェクト終了後も残工事を次のように継続して実施し，1981年には全ての施設が整った。

1976年　送電線工事完了

1977年　入植地区割完了

1978年
1979年　} 配水管工事

1980年　圃場への取水口工事

デワフワプロジェクトでは，ポンプの釜場となる頭首工や配水槽（吐出水槽）も施工しているが，これらの管理状況は良好であり現在も十分に使用できるものと思われる。しかしポンプについてはプロジェクト終結時にも送電線工事が完了していなかったことから，据付後1度も運転されておらず，調査団の現地調査に合せて試運転すべく段取されたが，ピット内配線のショート個所が発見されて通電するには至らなかった。このため，調査団帰国の当日（11月13日）及びその翌週に佐藤専門家の立会いのもとに再度運転テストが実施された。

佐藤専門家は，再度の運転テストの結果を次のように報告している。

① 真空ポンプのモータに絶縁不良が発見されたが，その場で修理できた。しかし，サクションパイプの継手が緩んでいるためか水を吸上げない。

② ポンプ本体は若干の分解整備を要したが，空運転の結果ではパーツ等の交換を必要としないであろう。

③ 真空ポンプ及び渦巻ポンプに配線ミスが発見された（逆回転）

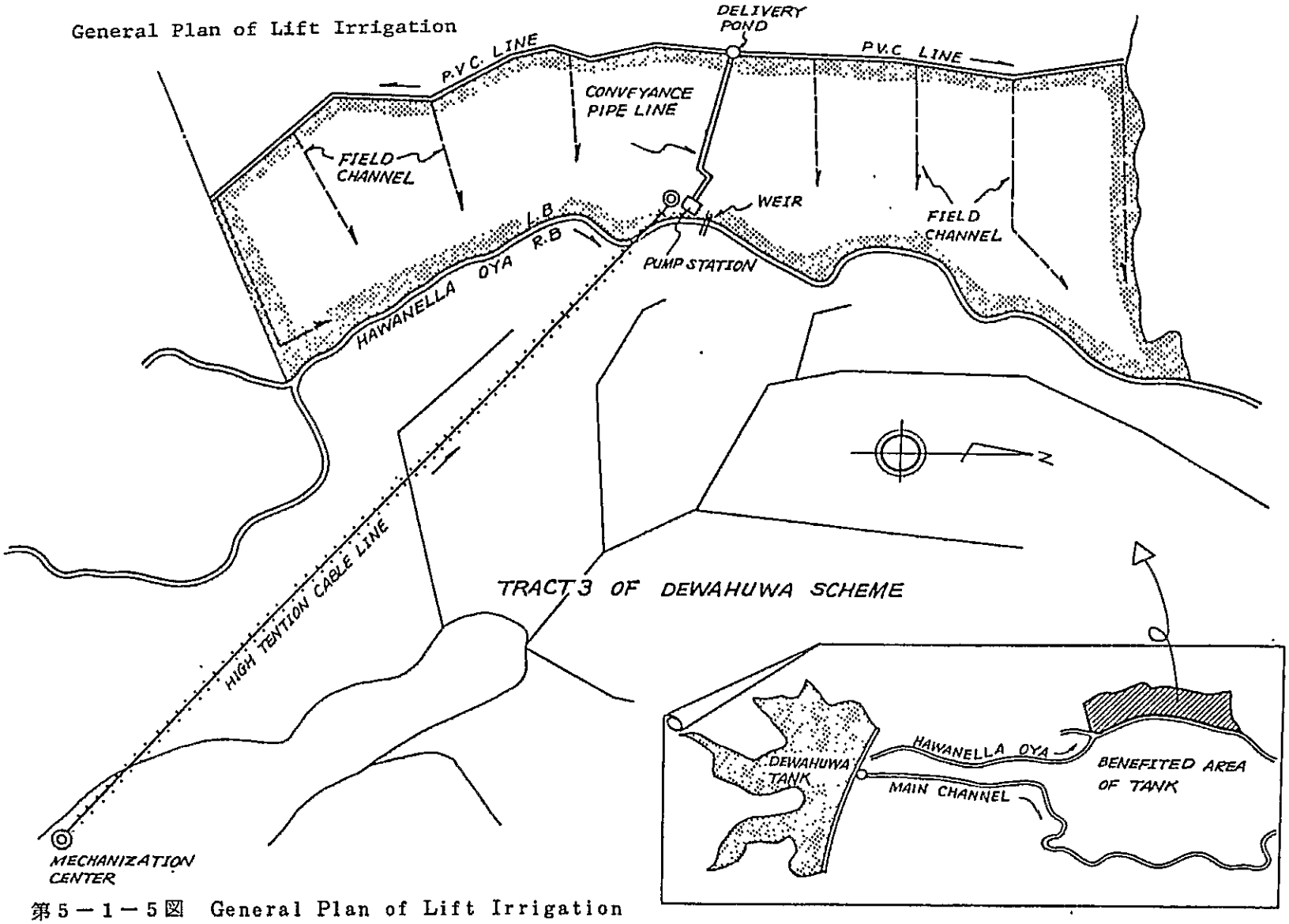
④ パーツリストや操作マニアルが紛失している。

配線ミスと云う初歩的なミスもあるが，最終的にはスリランカのメカニックにより揚水可能と考えられる。

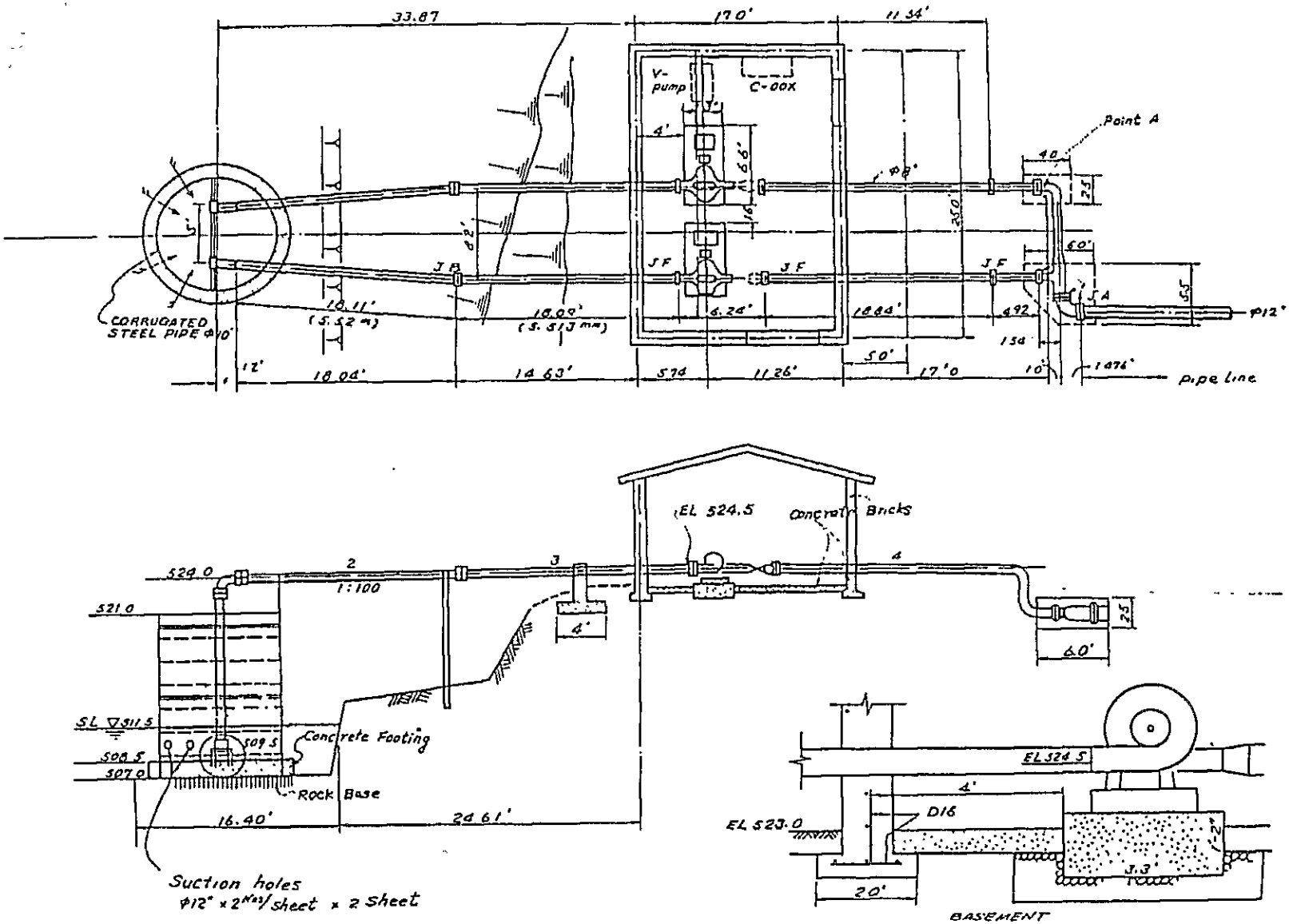
この施設はMaha期のカンガイ計画で設置されたものであるが，Yala期にも使用したい意向である。ナーランダ貯水池からの導水に伴なってデワフワ地区の利用可能水量は増大するが，Yala期の水稲作には不安定な水量であり，これを考慮したYala期畑作営農への水利用は農家経営の安定に寄与するであろう。

スリランカの今後の農業は畑作に移行するものと考えられるが，畑地カンガイの実施例は少ない。デワフワ地区ではこの施設を利用した新しい営農が開始されるわけであり，畑地カンガイ技術と営農面での指導が必要と考えられる。

General Plan of Lift Irrigation



第5－1－5図　General Plan of Lift Irrigation



第5－1－6図 Proposed Pumping Station

(5) ナーランダ貯水池からの導水に伴うカンガイ可能面積の試算

デワフワ農村開発計画チームは，1972／73年Maha期から連続的かつ強度の干魃に遭遇し，デワフワ地区の水源水量が不足であると解明すると共に「An outline of benefits that the Nalanda diversion to Dewehuwa can bring」にてナーランダ貯水池からの導水計画を提言した。スリランカ政府（カンガイ局）はこの提言を取上げて「Feasibility Report of Dewahuwa Augmentation Project」を作成し，1976年から工事を実施しているが，両Reportに計画されているEbbawela調整堰の改良工事の着手予定を確認することができなかった（"cancelされた"と云われている）。

これらのことから，現状における用水量とナーランダ貯水池からの導水に伴うカンガイ可能面積について試算する。

(a) 試算に用いる基礎数値

① 計画基準年

セイロン農業開発計画第二次調査団（1969）は，デワフワ地区のカンガイ用水量の検討に際して，1953年10月から1968年9月まで（15年間）の年雨量を用い，Standard Average year（S.A.Y）としてその間の年平均雨量に近い1963／64年を選び，Standard Dry year（S.D.Y）として年平均雨量75％に当たる1958／59年及び1964／65年を第5－1－4表のように選定している。

第5－1－4表　年間（10月～9月）降雨量

年　次 YEAR	年　雨　量 ANNUAL RAINFALL	備　考 REMARKS
1953／54	93.77 inch	
1954／55	99.28	
1955／56	30.05	
1956／57	66.83	
1957／58	110.45	
1958／59	51.42	S.D.Y
1959／60	77.77	
1960／61	65.66	
1961／62	71.01	
1962／63	61.96	
1963／64	69.86	S.A.Y
1964／65	52.40	S.D.Y
1965／66	64.98	
1966／67	72.72	
1967／68	65.94	
AVERAGE	70.28	S.D＝19.8

その後のプロジェクト期間中に1944年から1974年までの30年間の降雨記録を用い，デワフワ地区の平均降雨量は次のように解析された。

Maha 期（9月～翌年2月）の平均降雨量	42.1 inch
Yala 期（3月～8月）の平均降雨量	18.9 inch
年間平均降雨量	61.0 inch

年間平均降雨量で見ると，15年間統計と30年間統計では10.3 inch（17%）もの差異が見られ，デワフワプロジェクトは，スリランカのようにモンスーンに起因する地域では降雨の変動に主眼をおいた解析が今後の課題であるとしている。

これらのことから，本節で試算する基準年についても検討を要するが，次の理由により1958／59年（S.D.Y）について試算する。

- デワフワ地区の主耕作期はMaha 期であるが，1958／59年Maha 期は収穫皆無であった。
- プロジェクト期間中に解析されたMaha 期平均降雨量の75%降雨量は31.6 inchであり，1958／59 Maha期の降雨量（29.3 inch）に近似する。また年間平均降雨量についても75%程度の降雨年であった。
- プロジェクト期間中に遭遇した1972～74年のような連続的かつ強度の旱魃状態は，第5－1－7図に見られるように36年間の記録の中でも異状であり，この期間は除外すべきであろう。

なお，プロジェクトチームが解析した30年間のMaha 期降雨量の標準偏差（SD）は13.3インチであった。これにより誤差率20%とした場合のMaha期降雨量の変動幅を算出すると，

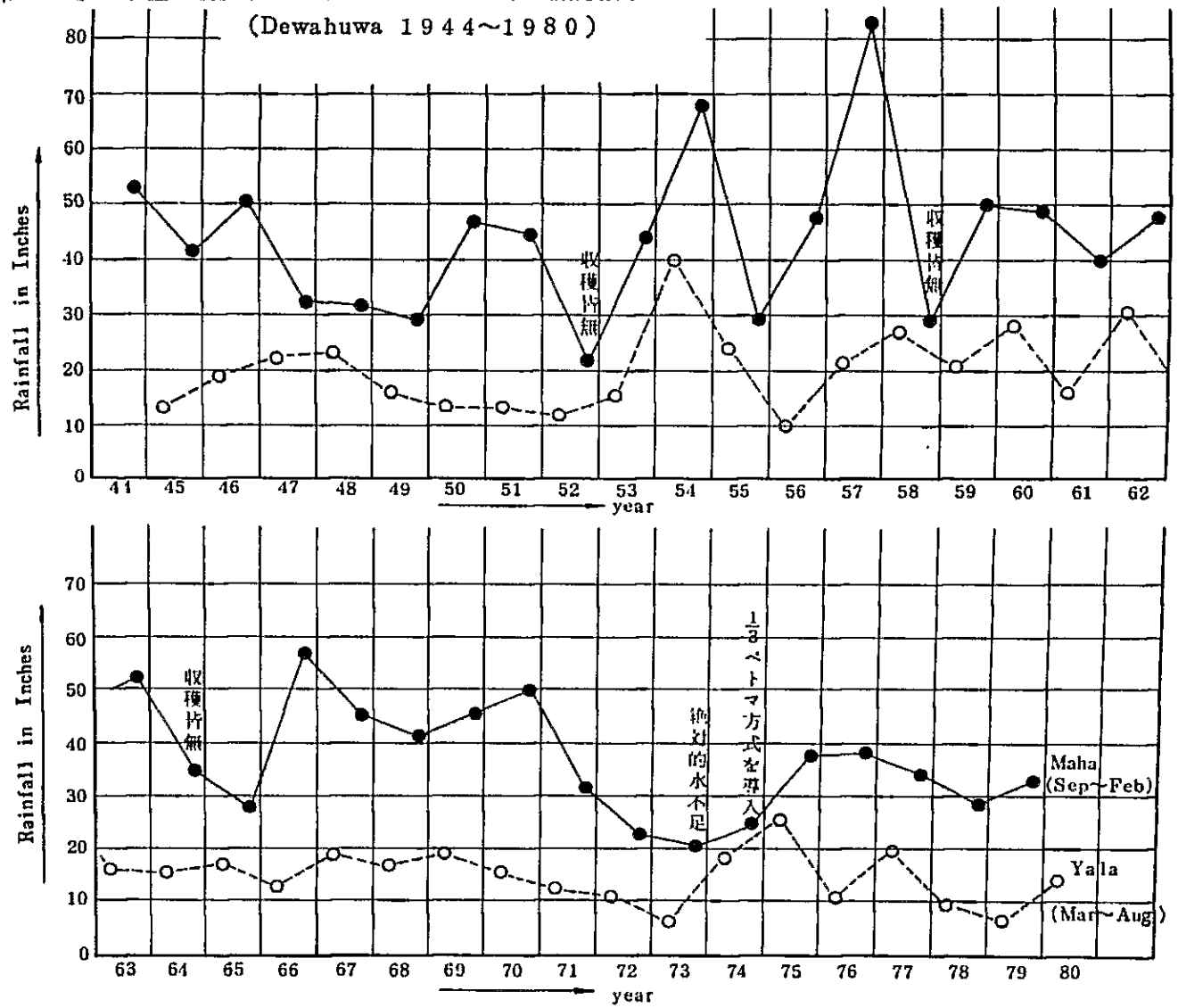
M±1.28 SD＝25.1～59.1 inch

同様に誤差率10%とした場合の変動幅は

M±1.64 SD＝20.3～63.9 inch

即ち，平均降雨量の75%から選定されたS.D.Y の降雨量は，日本のカンガイ計画に採用される値に比較して危険度の大きいものであると云えよう。

第5－1－7図　Results of Maha & Yala Rainfall
(Dewahuwa 1944～1980)



② 純用水量

ここで云う純用水量とは，代掻用水量と減水深のことである。

デワフワプロジェクトの当初計画では，ＦＡＯ"Mahaweli ganga"Project の中で，本地区に隣接するKalawewa 地域のデータが採用されていたが，プロジェクト期間中に詳細な調査が行われ，デワフワ地区の純用水量は表－６の値が妥当であると解明されている。この値はカンガイ局のFeasibility Report にも採用されており，ここでも第５－１－５表の値を用いる。

③ 有効雨量

有効雨量は降雨形態や水管理の方法等によって変化するものであるが，デワフワ地区の過去のProjectではそれぞれ異った値が採用されている。

Project当初計画では，ＦＡＯ"Mahaweli gange Irrigation and Hydro-power Survey" と同様の算出方法で日雨量から求められた。

これによると１９５８／５９年S.D.Yの期別有効雨量は次のとおりである。

Maha 期total　１７.０６ inch …… 総雨量の５９％

Yala 期total　１７.４８ inch …… 〃　８６％

その後，プロジェクト期間中の水収支解析によって，Maha期の有効雨量はMaha 期総雨量の３０％であることが解明された。従ってデワフワプロジェクトが提言したナーランダ貯水池からの導水計画（outline Report）では，１９５８／５９年S.D.Y の値を次のようにしている。

Maha 期total　0.８４ＦＴ（１０.０８ inch）…… 総雨量の３４％

Yala 期total　0.４８ＦＴ（ ５.７６ inch）…… 〃　２７％

しかし，その後に計画されたカンガイ局のFeasibility Report では次の値が採用された（詳細は添付資料参照）。

Maha 期total　１５.８ inch …… 総雨量の５４％

Yala 期total　１０.４ inch …… 〃　５３％

このように３つのReportの採用値には大きな差異があるが，降雨量を考慮した水管理を行うなど，水管理の方法を根本的に変更しない限り有効雨量の増大は期待できないであろう。従って本節ではデワフワプロジェクトが提言した値を用いる。

④ カンガイロス

デワフワプロジェクトが提言したOutline Report 及びカンガイ局が計画したFeasibility Report に採用されたカンガイロス率は３０％である。この値はデワフワ地区の実測結果に基づいて推定されたものであるが，デワフワタンクとそれに接続する下流のカンガイ施設に対する実測結果であり，ナーランダ貯水池からの導水に当たっては放水ロスや搬送ロス等を別途考慮する必要があろう。しかし，木村隆重氏がＦＡＯ専門家としてスリランカに在任中に取りまとめたMahaweli Survey

第5－1－5表　純 用 水 量 （Nett Duty of Water）

期　間 TERMS	内　容 ITEMS	※1 当初計画 F.R(KALAWEWA BASIN)	※2　1974年に修正提案された値 プロジェクト前 before PROJECT	プロジェクト後 after PROJECT	理想計画 IDEAL CONT
圃場準備 Preparation & Sowing to Heading	耕起，代掻，あぜ塗り等に要する水量 Water required for Tilling, Pudding, Levelling, Standing	245 mm	282 mm all by cattle	272 mm	243 mm all by tractor & land consolidation (2340AC)
播種～刈取 form Sowing to Harvesting	蒸散量　Transpiration	309 mm	170 mm	340 mm	340 mm
	蒸発量　Evaporation	165 mm	200 mm	180 mm	180 mm
	浸透量　Percolation	300 mm	1000 mm	810 mm	720 mm
計 Total		1019 mm (3.34 FT)	1652 mm (5.42 FT)	1602 mm (526 FT)	1483 mm (4.87 FT)

※1　Feasibility Report of Dewahuwa Project

※2　An Outline of Benefits that the Narlanda diversion to Dewahuwa can bring

Report によれば，130 Cusecの土水路の浸透損失量は1マイル当たり0.4％程度であり，ナーランダ貯水池からのLink channel では2％程度であることなどを考慮し，ここでは適切な水管理に期待して30％のロスのみとする。

⑤ 月別粗用水量

月別粗用水量は次式にて算出される。

$$粗用水量 = \frac{純用水量 - 有効雨量}{1 - カンガイロス}$$

上式において，純用水量は第5－1－5表のプロジェクト後の値を用いる有効雨量はMaha期Totalが0.84 FT，Yala期Totalが0.48 FTであることから，便宜上降雨量に比例配分させる。

第5－1－6表　月別粗用水量

月 Month	降雨量 R.F (inch)	純用水量 N.D.W (feet)	粗用水量 G.D.W (feet)	月 Month	降雨量 R.F (inch)	純用水量 N.D.W (feet)	粗用水量 G.D.W (feet)
Oct	10.67	0.51	0.29	Apr	9.39	0.69	0.69
Nov	5.29	0.80	0.93	May	7.63	1.29	1.61
Dec	6.81	1.10	1.29	Jun	0.81	1.15	1.62
Jan	4.71	1.59	2.10	Jul	1.51	1.15	1.60
Feb	1.64	0.83	1.12	Aug	0.34	0.87	1.23
Mar	0.72	0.43	0.58	Sep	2.44	0.33	0.39
Maha	29.30	5.26	6.31	Yala	22.12	5.48	7.14

R.F　Rainfall (1985/59)
N.D.W　Nett Duty of Water
G.D.W　Gross Duty of Water

カンガイロスを30％とした場合の月別粗用水量は第5－1－6表のようになる。

⑥ デワフワタンク流域の流出率

デワフワプロジェクトが提言したナーランダ貯水池からの導水計画では，Maha期25％，Yala期20％の流出率としている。この値はプロジェクト期間中に解析された流出率に基づいて採用されたものであり，本節でもこの値を用いる。

なお，デワフワプロジェクトでは，デワフワタンク流域の流出機構を解明するため，タンクに流入する二河川に流量観測施設を設置したが，1977年に機器の一部が盗難に会い，その後の観測は行われていない。この観測結果はドライゾーンの利水計画に役立ったであろうことを考えると，残念である。

⑦ ナーランダ貯水池流域の流出率

ナーランダ貯水池への流入量は，カンガイ局が第5－1－7表のように解析し"Feasibility Report of Dewahuwa augmentation porject (1976)"に採用している。

流出率は降雨の量とその形態，地形条件，降雨時の流域の状況等によって異るものであるが，S.D.YのYala期の流出率が21.3％でデワフワ地区の推測値に近似していることは興味深い。本節では第5－1－7表の値を用いて試算する。

第5－1－7表 ナーランダ貯水池の流入量と流出率

月	S.D.Y (1958/59)			1958/59～1971/72		
	降雨量 (Inch)	流入量 (AC.FT)	流出率 (％)	降雨量 (Inch)	流入量 (AC.FT)	流出率 (％)
Oct	11.29	3140	10.9	12.88	7300	26.6
Nov	10.39	7970	30.0	13.32	11590	31.5
Dec	10.20	11800	45.2	14.23	16380	41.8
Jan	4.68	7880	65.8	7.85	10290	47.6
Feb	2.11	120	2.2	6.95	7590	39.6
Mar	0.90	40	1.7	3.60	4990	50.2
Maha	39.57	30950	30.6	58.83	58140	38.6
Apr	10.60	5860	21.6	9.01	5520	22.2
May	8.87	8930	39.3	5.74	5130	32.4
Jun	7.25	2720	14.7	4.01	2990	27.0
Jul	8.63	4450	20.1	4.18	3930	34.1
Aug	2.36	720	11.9	3.47	3630	37.9
Sep	5.24	830	6.2	5.56	2840	19.2
Yala	42.95	23510	21.3	31.77	24040	29.6
Annual	82.52	54460	25.8	90.60	82180	35.4

（流出率は，流入量から逆算したものである）

(b) 時期別取水可能量とカンガイ可能面積の算定

前項までの基礎数値を用いて，デワフワ地区の水源施設の各段階毎に，時期別取水可能量とカンガイ可能面積を算定する。

① 現況施設のみの場合

デワフワプロジェクト終了後，デワフワタンクの容量は8800AC.FTから9600AC.FT(1184万m^3)に増大された。しかしナーランダ導水路は施工中でもあることから，最初にデワフワタンクのみを水源施設とした場合について検討

する。

1958/59年S.D.Y におけるデワフワタンクへの流入量は，降雨量（Maha期29.30 inch，Yala期22.12 inch）に流出率（Maha 期25％，Yala 期20％）と流域面積（26.0 sq.mile）を乗じて次のように算出される。

Maha 期　$\frac{29.3}{12} \times 0.25 \times 26.0 \times 640 \fallingdotseq 10,200$ AC.FT

Yala 期　$\frac{22.12}{12} \times 0.20 \times 26.0 \times 640 \fallingdotseq 6,100$ AC.FT

Annual　16,300 AC.FT

利用可能量としては上記流入量からタンクロスSpill からの越流量を差引かねばならない。タンクロスは貯水池の利用条件によって異なるが，デワフワプロジェクトによって解明されたMaha 期1220AC.FT，Yala期960AC.FTを用いる。又，貯水池の収支計算を行うと初期貯留量が無い場合にはSpill からの越流が生じないので，降雨流出による タンクの年間利用可能水量は次のようになる。

16300－1220－960＝14120 AC.FT

一方，デワフワ地区2340ACのカンガイに必要な粗用水量は第5－1－6表から次のように算出される。

Maha作　6.31×2340＝14765 AC.FT

Yala 作　7.14×2340＝16708 AC.FT

Annual　AC.FT

従って S.D.Y の降雨流出によるタンク貯水量では，Maha 作のカンガイ用水も不足することが知れる。因みにこの水量でMaha 作可能な面積を求めると，

14120／6.31＝2238AC

となり，この値は全水田面積の95.6％である。なお，水田基盤整備事業がデワフワ地区全域に波及し，トラクターが利用されるならば7.4％の節水が可能（第5－1－5表参照）であり，この場合には全面積の作付が可能である。

次に S.D.Y のような旱魃年において，全面積にMaha 作可能な初期貯留量を求めると，

Maha 期の所要水量	14765AC.FT
Maha 降雨による Tank の利用可能量	8980 AC.FT
必要な初期貯留量	5785 AC.FT

即ち，Maha 期の耕作前には約5800AC.FT の貯留量を必要とし，これ以下の状態で耕作を開始すると不安定な状態となることが知れる。この値は第5－1－1図の実績初期貯留量とおおむね合致し，デワフワ地区の耕作開始時期がタンク水量に制約されていた理由が理解できよう。

なお，Yala 期の初期貯留量が多くても，主耕作期である次のMaha 作に必要な初期貯留量を確保する必要があり，この場合のYala 作のカンガイ可能面積は次のようになる。

$$A = \frac{V - 645.0}{7.14}$$

A：Yala 作可能面積（AC）

V：Yala 作直前のタンク貯留量（AC.FT）

若しこの面積以上のカンガイを行うと，次のMaha 作に必要な初期貯留量が保障されない。

③ Welamitiya Oya の流出量はデワフワ地区に利用可能か

スリランカの降雨はモンスーン型であり，降雨強度が大で持続性に期待できない。そのうえ Welamitiya Oya の流域はかなりの急勾配で降雨は短時間（Rziha式によっても1時間以内）に流出し，基底流出（base flow）は非常に小さいものと考えられる。即ち流出の殆んどが直接流出であり，これを有効に利用するためにはデワフワプロジェクトが提案したように頭首工地点にタンクを造り，取水可能量以上の流量を貯留する必要があろう。

頭首工地点の下流には水田が存在することもあって，ここでは Welamitiya Oya の流出量はデワフワ地区に利用できないものと考える。

なお，デワフワ地区の降雨と流出率を用いて，Welamitiya Oya の流出量を推則すると次のようになる（集水面積 8.1 Sq. Mls）。

Maha 期 $\frac{29.3}{12} \times 0.25 \times 8.1 \times 640 \fallingdotseq 3166$ AC.FT

Yala 期 $\frac{22.12}{12} \times 0.20 \times 8.1 \times 640 \fallingdotseq 1910$ AC.FT

Annual 5070 AC.FT

③ ナーランダ貯水池から Welamitiya Oya への放流可能量

ナーランダ貯水池の水は1982年Maha 期から利用できる見込みである。しかし，デワフワプロジェクトの Outline Report やカンガイ局のFeasibility Report に記載されている Ebbawela 調整堰の改良工事は着工されておらず，着工の見込みも薄いものと考えられる。このため，Ebbawela 調整堰が現在のままであるとした場合の利用可能水量について検討する。

第5-1-8表は，ナーランダ貯水池から Welamitiya Oya への放流可能量について試算したものである。本表において①～⑤までの数値はカンガイ局の Feasibility Report を引用した。従って，④の中には Nalanda Oya 直接掛りの240 AC の水田に必要なカンガイ用水も含まれている。⑤が Ebbawela 調整堰からの放流可能量

第5－1－8表　ナーランダ貯水池からの放流可能量

（1958/59　S.D.Y）

月 Month	① 降雨量 Rainfall (inch)	② 流入量 Runoff Discharge (AC・FT)	③ タンクロス Evapr.loss (AC・FT)	④ ナーランダ川直接放流量 Nalanda Sluice demand (AC・FT)	⑤ 月別収支 ⑤＝②－③－④ (AC・FT)	⑥ Welamitiya 川への放流可能量 (AC・FT)
Oct	11.29	3140	232	219	2689	672
Nov	10.39	7970	232	284	7454	1864
Dec	10.20	11800	232	389	11179	2795
Jan	4.68	7880	232	590	7058	1765
Feb	2.11	120	232	380	－492	0
Mar	0.90	40	232	313	－505	0
Maha	39.57	30950	1392	2175	27383	7096
Apr	10.60	5860	310	381	5169	1043※1
May	8.87	8930	310	628	7992	1998
Jun	7.25	2720	310	625	1785	446
Jul	8.63	4450	310	599	3541	885
Aug	2.36	720	310	526	－116	0
Sep	5.24	830	310	351	169	13※2
Yala	42.95	23510	1860	3110	18540	4385
Annual	82.52	54460	3252	5285	45923	11481

※1　（5169－492－505）×0.25　　※2　（169－116）×0.25

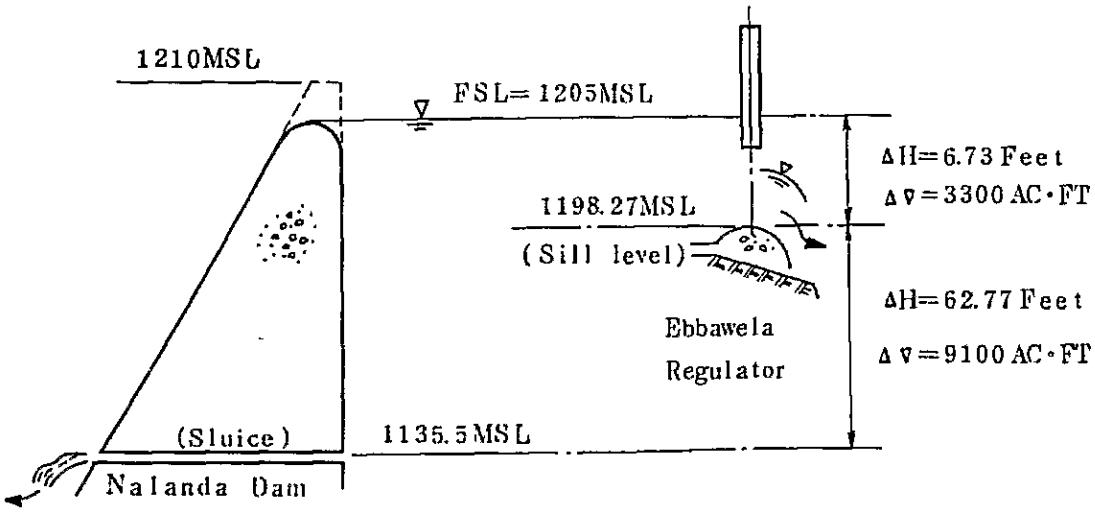
であるが，この中には洪水時のSpillからの越流量も含まれており，カンガイ用水としての利用可能量を分離しなければならない。このためには適確なダム操作の推測と詳細な水文解析が必要であるが，本節では次のように推測した。

第5−1−9表は，スリランカのドライゾーンにおけるダムの利用回数（⑧欄）を求めたものであるが，おおむね1.5〜2.5回程度と云えよう。また，貯水容量当たりの集水面積が大であるほど利用回数が大きい傾向にある。

ナーランダ貯水池の水位と貯水量の関係は第5−1−9図のとおりであり，Ebbawela 調整堰の改良が行われていないので，デワフワ地区を主体として考えたナーランダ貯水池の容量は3300AC.FTとなる。一方，ナーランダ貯水池の集水面積は48Sq.Mlsであるから，貯水容量1000AC.FT当たりの集水面積は14.5Sq.Mlsで，第5−1−9表の他のダムに比べて著しく大きい。従って年間3〜4回程度の利用回数が期待できよう。これらのことから⑥欄は利用回数3.5回程度（Nalanda直接掛を除く）として算定したものである。

以上により，Welamitiya Oyaへの放流可能量は年間約11500AC.FTと推定したが，推定過程で見るとおりマクロな推測であり，これを詳細に解析するためには詳細な水文解析とダムの水収支解析が必要である。また，Nalanda直接掛りの水量を加えた利用回数は5.1回となり，この値を満足するためには高度のダム操作が要求されよう。

なお，デワフワプロジェクトが提案したEbbawela調整堰の改良工事は，バイパスによって低位部（1185MSL）に取水口を追加するもので，FSLまでの貯水量は約8000AC.FTとなるものであった。



第5−1−9図　Nalanda Dam 水位関係模式図

第5－1－9表　ドライゾーンのダムの利用回数

項　　目	デワフワ地区	バダビヤ地区	ガルオヤ地区	ウダワラウエ地区	マハカナダラマ地区
① カンガイ面積　(AC)	2340	14300	121000	30000	6000
② 水田換算面積　(AC)	2340	14300	116000	25000	6000
③ 営農形態	1期作	2期作	2期作	2期作	2期作
④ ダムの数　(個)	1	1	21	2	1
⑤ ダムの延集水面積 (Sq.Mls)	26	208	685	519	126
⑥ ダムの延貯水容量 (1000AC・FT)	9.6	81	1050	232	34
⑦ 粗用水量　(1000AC・FT)	15	192	1560	336	81
⑧ ダムの利用回数　(回)	1.6	2.4	1.5	1.4	2.4
⑨ 貯水容量当たりの集水面積 (Sq.Mls/1000AC・FT)	2.7	2.6	2.6	2.2	3.7

1. ①～⑥は，海外技術協力を終えて ― スリランカからの報告 ― 真勢　徹　による。(P58)
2. ②は，畑地カンガイ面積を水田に換算し，①を水田面積で表示したものである。
3. 1期作の⑦＝6.31×②　2期作の⑦＝(6.31＋7.14)×②
4. ⑧＝⑦／⑥　9＝⑤／⑥

④ ナーランダ貯水池からの導水に伴うカンガイ可能面積

ナーランダ貯水池から Ebbawela調整堰を通して放流できるカンガイ用水量は，S.D.Y において11480 AC.FT と推測された。このうちデワフワ地区での利用可能量は，Welamitiya Oya 及び Link channel 沿いに存在する680ACの既存水田への補給水量を差引いて求める。

補給水量はYala 期の必要水量の1/2として

$$7.14 \times 680 \times 1/2 \fallingdotseq 2430 \text{ AC.FT}$$

従って，デワフワ地区でのナーランダ貯水池から利用可能量は，

$$11480 - 2430 = 9050 \text{ AC.FT}$$

デワフワタンク流域の降雨流出による利用可能量は14120 AC.FTであったから，デワフワ地区での年間利用可能量は23170 AC.FTと推測される。このうち，Maha 作に必要な水量は14770 AC.FT であるから，Yala 作可能面積は次のようになる。

$$\frac{23170 - 14770}{7.14} = 1177 \text{ AC.FT}$$

この面積は，デワフワ地区全水田面積の50.3％に相当する。

以上の検討によって，次のことが云えよう。

ア．ナーランダ貯水池からの導水に伴って，S.D.Y の Yala 期においても50％のカンガイが可能と推測される。但し，Nalanda ダムと Welamitiya Oya の頭首工の管理が重要なポイントである。

イ．ナーランダ貯水池や Welamitiya Oya からの取水可能量等，水文学的分野で解明すべき事項が多い。

ウ．適確な水管理を行い，水の有効利用を図るため，ナーランダダムからデワフワタンクまでを1つの系と見なした水管理方宜の確立が必要である。

第5－1－10表　デワフワタンクの水収支

（1958／59 S.D.Y）

月	① Welamitiya 川への放流量 (AC・FT)	② 導水路周辺耕地への補給量 (AC・FT)	③＝①－② デワフワ地区での利用可能量 (AC・FT)	④ デワフワ地区の降雨量 (inch)	⑤ デワフワタンク流域の流出量 (AC・FT)	⑥ デワフワタンクロス (AC・FT)	⑦＝③＋⑤－⑥ 利用可能量 (AC・FT)	⑧ 粗用水量 (AC・FT)	⑨＝⑦－⑧ 月別収支 (AC・FT)	⑩ 累計 (AC・FT)	
Oct	672	142	530	10.67	3699	203	4026	679	3347	3347	2340AC (100%)
Nov	1864	394	1470	5.29	1834	203	3101	2176	925	4272	
Dec	2795	591	2204	6.81	2361	203	4362	3019	1343	5615	
Jan	1765	373	1392	4.17	1446	203	2635	4914	－2279	3336	
Feb	0	0	0	1.64	569	203	366	2621	－2255	1081	
Mar	0	0	0	0.72	250	203	47	1357	－1310	－229	
Maha	7096	1500	5596	29.30	10159	1218	14537	14766	－229	－	
Apr	1043	221	822	9.39	2604	160	3266	812	2454	2225	1177AC (50.3%)
May	1998	422	1576	7.63	2116	160	3532	1895	1637	3862	
Jun	446	94	352	0.81	225	160	417	1907	－1490	3272	
Jul	885	187	698	1.51	419	160	975	1883	－926	1446	
Aug	0	0	0	0.34	94	160	－66	1448	－1514	－68	
Sep	13	3	10	2.44	677	160	527	459	68	0	
Yala	4385	927	3458	22.12	6135	960	8633	8404	229	－	
Annual	11481	2427	9054	51.42	16294	2178	23170	23170	0	－	

(c) 畑地カンガイ用水

Hevanella Oya 対岸に設置された畑地カンガイ施設は，Maha の水田カンガイにより Hevanella Oya に流出する水量をポンプ揚水するものである。

揚水機（φ２００㎜×１５０㎜，４５KW）２台のうち１台は予備として計画され，揚水量は 6.64 ㎥/min（3.91 FT³/s）であるが，水源水量の実測結果は第5-1-11表のとおりであり，Maha 期には十分に取水可能であることが確認されている。

このように，この施設はMaha 期のカンガイ計画で設置されたものであるが，現地では Yala 期にも使用したい意向である。しかし，Yala 期の Hevanell Oya の水量は若干不足するであろう。それは S.D.Y における水田カンガイ可能面積は５０％であり，Hevanella Oya の流量もおおむね 1/2 に減少すると推測されるためである。

スリランカの今後の農業は畑作に移行するものと考えられ，水源水量の不安定な Yala 水稲作の一部を畑作に転換するなど，畑作を含めた営農形態と水利用方式の検討が必要であろう。

第5-1-11表 Discharge through Havanella Oya in Maha Season (1973/74)

Date	at Tract-2 (beside No.1)		at Tract-3 (beside No.40)	
	in cusec	in ㎥/sec.	in cuses	in ㎥/sec.
24. 12. 73	not measured		37.8	1.07
31. 12. 73	-do-		14.8	0.42
1. 1. 74	-do-		11.3	0.32
4. 1. 74	-do-		7.8	0.22
10. 1. 74	-do-		14.8	0.42
15. 1. 74	11.9	0.34	15.0	0.43
21. 1. 74	12.6	0.36	16.1	0.46
28. 1. 74	11.0	0.31	15.3	0.43
4. 2. 74	10.5	0.30	14.6	0.41
11. 2. 74	7.5	0.21	11.3	0.32
18. 2. 74	6.8	0.19	11.3	0.32
24. 2. 74	6.1	0.17	10.8	0.31

5－2 営　農

Dewahuwa計画における営農と農民組織の両建による農業生産向上のプロジェクトは，主としてMaha期における水稲栽培について行われていたが，プロジェクト終了後は，農民の農業技術の向上等から，Maha期における水稲および畑作，さらにYala期においても，畑作が行われている。

営農の現況及び農民組織，指導体制の現況と問題点は次のとおりである。

(1) 水稲栽培

プロジェクト計画では，それまでの直播主体の粗放的栽培から，トラクターによる耕起，直播から移植への栽植様式の改善，さらに農業協同組合を通じての種子，肥料等の生産資材の供給増による，政府新奨励品種の導入，施肥量の増大に重点をおいた，指導が行われた。その結果1973／74及び1974／75の両Maha期は，旱魃に見舞われて，用水が不足したことから，作付面積，収量とも低調であったが，プロジェクト終了時には，移植が全体の85％に達し，作付品種は政府奨励品種がほぼ全面積に作付された。また施肥面積は，全農家の80％が行うようになった。

プロジェクト終了後も，プロジェクトによる技術指導の成果と，用水に恵まれたこともあって，作付は安定しており，移植栽培が全体の90％行われている。作付品種も一部更新され，新奨励品種が全面積に導入されている。施肥はほぼ全農家が行っているが，プロジェクトにより統合整備された農業協同組合が，分散したことにより，肥料が円滑に供給されないことから，施肥量はプロジェクト当初に比較し減少している。そのため収量がプロジェクト地区外の下流地区に比較し，やや劣っている現状である。

1980／81 Maha期は，降雨に恵まれたため，プロジェクト開始以来始めて，81 Yala期にベトマ方式により直播を主体にした栽培が行われ275Kg／10aの収量に達した。

(2) 水田畑作及び畑かん

プロジェクトでは，灌漑施設の改善，Maha期における適切な水管理等によって，Yala期にもタンクに相当量の用水を確保して，水田裏作（稲作も含む）営農を行なう他，ポンプ灌漑による畑灌を計画していた。しかし，プロジェクト期間中は，降雨に恵まれなかったため，用水が不足し，水田畑作は，トウモロコシ，豆類等の補助食糧作物の展示栽培（1～10 ha）にとどまった。又，畑灌は予定地区の農民の同意が得られなかったことから，1975年に計画が変更された。1976年から1980年までに関連する諸施設の工事が実施された。

展示栽培にとどまっていた，水田畑作は，プロジェクト終了後も，Yala期の用水に，恵まれないため，20～50 ha の作付けにとどまっているが，1981 Yala期には用水に恵まれたため，ベトマ方式により水稲186ha，畑作物が58 ha 作付けされた。

畑灌は関係施設は，完成しているものの，関連するナーランダダムからの導水路が，

完成していないことから，現在Maha期において天水により，豆類を主体に栽培が行われている。

(3) 畑　作

プロジェクト中は，栽培技術が未熟なこと等からMaha期において，トウモロコシ，豆類，野菜，トウガラシ等が15～50 ha 程度作付けされているが，プロジェクト終了後は，100～150 ha 作付けされている。

主要作物は，トウモロコシ，トウガラシ，大豆，グリーングラムで，他にナス，トマト等の野菜が作付されている。

(4) 農業機械

① トラクター

計画では，5戸の農家10 ha を1区画とする共同利用方式をとることとし，グループごとに2輪トラクター1台，数グループに1台の防除機をセットとして配置する予定であった。そのため，2輪トラクター40台，防除機20台，その他ロータリウイダーが供与された。

しかし，プロジェクト地区内の農家は，機械に関する知識が乏しく，又運転技術が未熟なこと，さらにはグループ結成が進まなかったこと等から，機械のグループ配分は延期され，プロジェクトによる集中管理と青年団の運転によって利用されていた。

プロジェクト終了後1978年11月のサイクロンにより，機械センターが全壊したこと，グループによる共同利用が進まなかったこと等から供与されたトラクター等は，1979年11月～80年6月にかけ，デワフワ村農民に払い下げられ，現在は全て個人所有となっている。なお，プロジェクト地区内には，供与台数40台のうち15台が払下げられている。

② 機械化センター

農業機械の保守管理及び整備のため，修理ヤード，部品庫，講堂等からなるセンターが，1972年6月に完成し，供与トラクター等の管理運営を行っていた。しかし，1978年の11月のサイクロンによりセンターの屋根が全壊する被害を受け，施設としては，利用不可能となった。

復旧修理には，相当の経費を要することから，その後においても修理されず，現在も当時のままである。なお，一部分使用可能な棟は，現在，地区内青年団が集会所として利用している。

(5) 農民組織

① 農業協同組合

プロジェクト開始前，デワフワ地区には，マータレ県に属するブルナウェワ農業協同組合，デワフワ農業協同組合と，アヌラダプラ県に属するブドゲヒンネ農業協同組合の三農業協同組合が設置されていた。農業協同組合は，組合員に対する耕作資金の

貸付け，肥料，種子等の生産資材の供給を行なう他に，政府の配給品取扱いに終始し，組合員も全農家の 1/5 前後が加入している程度で，資金構成においても弱体であった。

このため，プロジェクトの目標であった，生産，生活の両面での高度成長を，実現するために不可欠な，信用，物資供給，農産物の販売，営農指導及び農業機械等を実施させるべき方針を貫くためには，本格的な総合農業協同組合（Multipourpose Co-operative Socity ）を設置する必要があった。

プロジェクトでは，地区内に独立していた三農業協同組合を合併の上，デワフワ農業協同組合とし，旧デワフワを本所とし，他は支所として設置した。その結果，組合機能が強化されて，肥料，種子等の生産資材の供給が円滑に行われるようになった。

プロジェクト終了後，1976年にマータレー県，アヌラダプタ県の政治的理由により合併設置された農業協同組合は，再び合併前の状態に戻り，プロジェクト地区内のブルナウエワも資金面，機能面等組合運営が弱体化し，肥料，種子等の生産資材の供給が円滑に行われていない現状である。特に運営資金が不足しているため，物資運搬用のトラックの購入ができないため，生産資材の供給が円滑に行われていない。

1980／81 Maha 期の水稲収量が，地区外のブドヒンネに比較し，低収にとどまった要因も，肥料の供給不十分な面に起因している。

このため，地元農民を始め，マータレー県大臣も円滑な物資供給体制の整備を強く望んでいる。又，農業省内におかれても，信用，物資補給及び農業普及が一元化したA.S.C（Agrarian Service Center ）の設置を検討している。

② 青年団

1970年2月農業後継者としての，意識の高揚及び農業機械の運転技術習得，生活改善の担い手となることを目的に結成された。活動内容は，主として男子はトラクターの運転，女子は田植を行った。又，展示圃場の共同耕作により栽培技術の向上がなされた。

プロジェクト終了後も，団員の年令が14～25才と制限されているため，結成当時のメンバーは 2/3 程退団したが，新人の入団により活動が受継がれている。又，供与トラクターを共同で購入し（4台），展示圃の共同耕作を行っている。（1980／81 Maha，26ha，1981 Yala 16ha の畑作実施） さらに，結成当時から田植の普及に一役果たしていた女子会員による田植も，女子会員を中心に1班20名の田植班を毎年4班編成し，地区内農家の田植を担っている。なお，共同耕作による収益金で供与されたマイクロバスを利用し，視察旅行等の学習活動も行われている。

③ 耕作委員会

1958年の水田法に基づき設置されていたが，委員は地主や富農が多く組織的には，実質的な活動が行われていなかった。地区内における水管理，作付計画の協定，農業協同組合と農民，プロジェクトチームと農民とのパイプ役等を果たす者が必要であっ

たため，プロジェクトにおいて，耕作委員会の機能の強化を図るため，地区内各水系別に１１地区に分担し，農民の互選により１２名の委員を選出し委員会を設置した。

しかし，１９７７年のスリランカ政府総選挙後の政策変更により，１９７８年に全国的に耕作委員会制度は廃止された。そのため，耕作委員会で果たしていた役割は，1979年８月に成立した。農業サービス法に基づくAgrarian Service Center に所属する耕作官（Cultivation officer）により行われている。

⑥ 指導体制

プロジェクト地区における指導体制は，１９６６年以来実施してきた，入植地に対する特別農業指導体制と同じく，プロジェクトマネージャー，農業技師，農業指導員（営農，農業機械，生活改善），農業普及員，灌漑局ＴＡ，農業協同組合監督官等からなる１２～１５名の，農業総合開発プロジェクトチームにより濃密な指導体制がとられていた。しかし，１９７７年以降農業政策の変更により，プロジェクト地区に対する農業局職員の，特別配置は廃止することとなり，現在は，農業普及員（ＫＶＳ）１名，灌漑局ＴＡ（Technical Assistant）１名の配置である。

しかし，政府は１９８２年予算要求で，既でに終了した特別農業指導地に対し，再度，水管理を中心としたウォーターマネージメントプロジェクトチームを組織し，現地の関係機関担当者による一体的指導体制を計画している。

(6) 耕作資金

スリランカの農民は全体的に，資本蓄積が不足で，水稲栽培の大半が，People's Bank を通じて，政府が融資する水稲耕作資金を得て，耕作を開始するのが一般的である。この資金を借りて返さない農家（翌年は融資対象から除外される）が毎年増加し，その未返済額は，１９７１年には国家予算の１０％にも達した。プロジェクト地区であるデワフワもその例外ではなかった。このため何らかの対策を構じなければ，農家は飯米の残りを種子とし，無肥料で散播による栽培を行い，収量の増収は期待できないことが明確であった。

従って，プロジェクトにおいては，地区内の農家負債整理を断行すると共に，耕作資金受給資格喪失者（Defaulter）に対し，種籾，肥料，農薬は現物で，耕起，移植，除草，収穫，脱穀，籾運搬はサービスで前貸し拡大信用制度）して，収量の増大が図られた。又，併せて営農面での濃密指導，監督面の強化が図られた。

しかし，１９７３／７４，１９７４／７５のMaha における旱魃による営農不振のため，Defaulter が多くなっていることから，生産資材のサービスによる拡大信用制度，若しくは何らかの特別融資が必要である。なお，当初の生産性極限化計画が成果を収めた背景には，営農面での濃密指導，監督が伴ったことが特徴的であったことから，今後においても，単にサービス及び特別融資による，金銭的，物質的な恩恵を与えるだけでなく，営農面での濃密指導，監督が必要と思われる。

(7) 営農実態対比表

項目	プロジェクト終了時	現況

営農状況

作付状況

項目＼年次	70/71 Maha	71 Yala	71/72 Maha	72 Yala	72/73 Maha	73 Yala	73/74 Maha	74 Yala	74/75 Maha	75 Yala	75/76 Maha	76 Yala	76/77 Maha	77 Yala	77/78 Maha	78 Yala	78/79 Maha	79 Yala	79/80 Maha	80 Yala	80/81 Maha	81 Yala
水稲作付面積 (ha)	300		302		301.2		295		7.2		302		302		302		302		302		302	186
移植面積 (%)	43.0		66.8		84.0		11.5		5.8		85.0		90.0		90.0		90.0		92.0		92.0	2.0
直播面積 (%)	57.0		33.2		16.0		88.5		94.2		15.0		10.0		10.0		10.0		8.0		8.0	98.0
収量(籾重)(Kg/10a)	275		385		374		170		290		286		312		333		364		350		380	275
補助食糧作物作付面積 (ha)		展 1				展 9 一般 4		展10 一般 3	117	展 2 一般 8		20		50		50		30		35		58
畑作作付面積 (ha)	15	20	16	31	29	35	50	38	108	132	80	140	−	−	−	−	−	−	−	150	100	−

水稲

① プロジェクト期間及び終了時は，Mara 期における栽培が主で 74／75 Maha の異常干ばつ年に全面積の 2.2 % 程度の作付けであったが，他の期間はほぼ全面積に作付けされていた。（プロジェクト期間平均 300 ha）

② 栽植様式は，プロジェクト前の直播主体の栽培から移植栽培へ移行しており，75／76 Maha には移植栽培が 85 % に拡大した。

又，移植栽培のうち，プロジェクトの指導による並木植が 72／73 Maha には 28.3 % に達したが，73／74 Maha

① プロジェクト終了後 76／77 Maha から 80／81 Maha までは，Maha 期における降雨量に恵まれたため，各年次ともほぼ全面積に作付けされている。又，81 Yala にはプロジェクト開始以来始めて 186 ha 作付けされた。

② 栽培様式は，90 % が移植栽培であり，プロジェクト終了後，コンスタントに実施されていることから移植栽培がほぼ定着したものと考えられる。

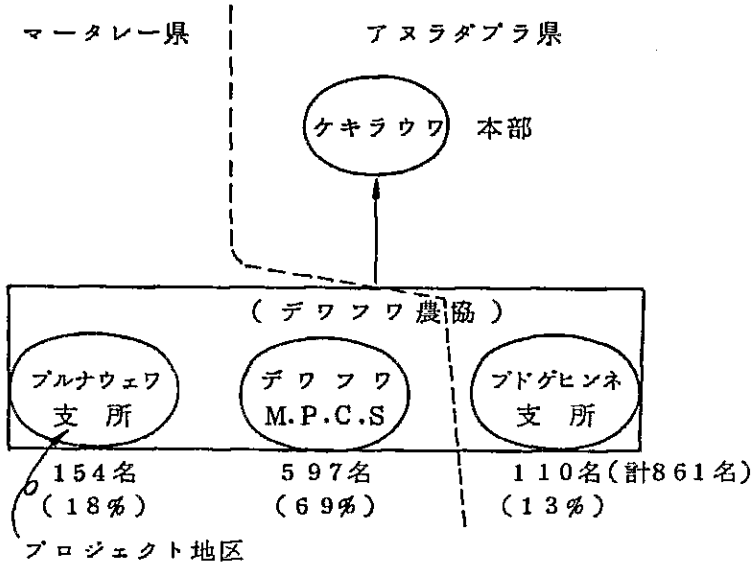
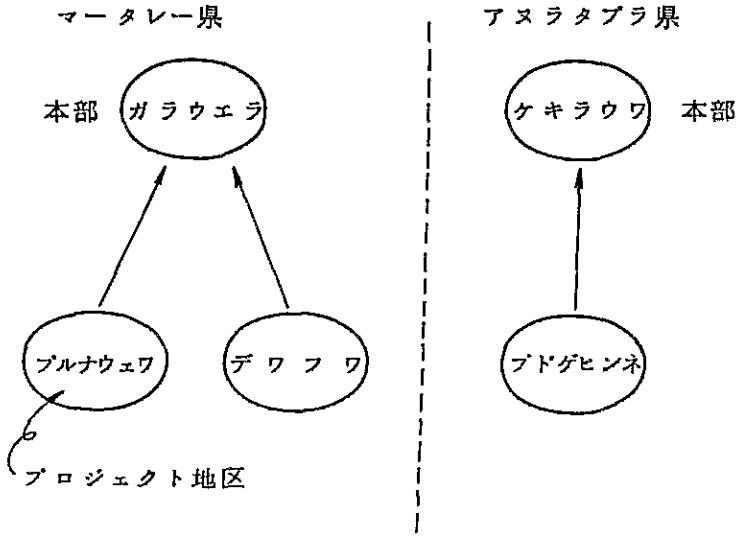
又，プロジェクトの指導による並木植は，慣行の乱雑植からの移行が難しく，ほぼ 10 % 程度にとどまっているが，

項　　目	プロジェクト終了時	現　　況
	には６％程度にとどまった。	一般地域2.1％（「スリランカの農業」国際農林業協力協会1980.3）に比較し，多く実施されている。
	③　作付品種は高収量品種である。BG11−11，H−4，H−8 が全体の９８％に達した。	③　プロジェクト終了後も高収量品種である BG11−11（生育期間4〜4.5カ月，白，丸形小粒種），旧奨励品種の H−4（生育期間4〜4.5カ月，赤大粒種）及びBG34−8（生育期間3カ月，白中粒）が作付けされている。
	④　施肥は，全農家の８０％が行っており，施肥量はプロジェクト開始直後は ha当りN16.6トン，P10〜12.6トン，K 4.9〜7.7トン施用されていた。 73／74 Mahaには用水不足から適切な栽培管理ができなかったため，N 5.5トン，P 4.2トン，K 3.5トンの施用にとどまった。	④　現在，プロジェクト地域内ではほぼ全農家が施用を行っており，施肥量も ha当りN10トン，P 3.08トン，K 3.03トン施用されている。
	⑤　収量は，73／74Mahaには用水量が不足したため低収にとどまったが，プロジェクト期間の平均収量は277Kg／10a（籾収量）であった。	⑤　プロジェクト終了後においては，プロジェクトによる指導の成果と，用水に恵まれたこともあって安定した収量推移を示しており，平均348Kg／10aとなり，80／81 Mahaには 380Kg／10aに達した。 プロジェクト開始以来始めて作付けされた81 Yala の収量は275Kg／10aであった。
水　田　畑　作	Yala期における水田畑作は，トウモロコシ，豆類等の補助食糧作物の展示栽培にとどまった。（1〜10 ha）	用水不足等の悪条件ではあるが，毎年20〜50 ha 作付けされており，81 Yalaには用水に恵まれたため，前記水稲の他，畑作物が58 ha 作付けされた。 81 Yalaに作付けされた作物及び作付面積は次のとおりである。

項　　目	プロジェクト終了時	現　　況
		豆類　大豆　18 ha カウピー　5 グリーングラム　12 野菜　トマト　2 ナス　6 オクラ　1 その他　唐辛子　12 その他　2 計　58
畑　　作	Maha期における畑作で，トウモロコシ，豆類，野菜，唐辛子等が15～50 ha 程度作付けされていた。	75／76 Maha 以降は100～150 ha作付されており，80／80 Maha には100 ha作付された。 主な作物は，トウモロコシ，唐辛子，大豆，グリーングラムで他に野菜類が作付された。
畑かんがい	① プロジェクト計画では，Yala 期において40 ha の畑灌を計画していたが，その後における水量調査の結果，水量不足が判明したことと，当該地区の農民の同意が得られなかったことから73年9月この計画を中止した。 ② 75年6月 Hevanella Oya 対岸64 ha に畑灌を行うことが決定され，76年に揚水機場，頭首工等の工事が開始され，圃場への配管等関連施設は80年までに全て完了した。	① ナーランダ導水路工事の完成を待つのみ，現在，Maha 期にのみ一部作付けされている。 ② 圃場配分も終了しているが，地区内占領耕作者とのトラブルがあり政治的解決が必要である。

項　　目	プロジェクト終了時	現　　況
農業機械		
農業機械	① プロジェクト計画では，5戸の農家 10haを1区画とする機械の共同利用方式をとることとし，各グループ毎に2輪トラクター（トレーラー付）1台，脱穀機1台及び数グループに1台の防除器をセットとして配置することとしていた。（2輪トラクター40台，防除器20台，ロータリ除草器） ② しかし，入植農民の機械に関する知識が乏しく，又運転技術が未熟なこと，さらには，グループ結成が進まなかったこと等から，機械のグループ配分は延期されプロジェクトによる集中管理運営が行われた。 ③ プロジェクト期間中のトラクターの利用状況は，地区内青年団による運転で，第1耕起が作付面積の85%，第2耕起が35%程度利用された。	① プロジェクト終了後78年11月のサイクロンにより機械化センターが全壊したこと等から，供与された農業機械は，79年11月～80年6月にかけデワフワ農民に払下げされ全て個人所有となっている。 ② 現在プロジェクト地区内におけるトラクターの所有台数は2輪トラクター25台（うち供与トラクターの払下げ分15台）（デワフワ村全体で45台），4輪トラクター10台（全村20台）となっている。 ③ トラクターによる耕起は，第1耕起，第2耕起とも65%前後であり，第3耕起（代掻）及びその他は水牛により行われている。 又，4輪トラクターは生産資材等の運搬用として使われ，耕起等には使用されていない。 ④ 全体的にトラクターの所有台数が増加している中で，所有台数の少ないプロジェクト地区では，外部からの賃耕に依存している。 ⑤ 脱耕作業は，70%がトラクターで30%が水牛により行われている。
機械化センター	① 農業機械の維持，管理及び整備のため，修理ヤード，部品庫，講堂等からなる機械化センターが72年6月に完成し，供与農機の保管管理等を行っていた。 ② 78年11月のサイクロンにより当センターの屋根が全	78年11月のサイクロンにより全壊したままであり，センターとしては利用不可，一部使用可能な棟は，現在，地区青年団が集会所として利用している。

項　　目	プロジェクト終了時	現　　況
	壊する被害を受け施設として利用不可能となった。 ③　復旧修理は，資金不足等のため行われなかった。	
農民組織 農業協同組合	①　プロジェクト開始前の農協は耕作資金の貸付けと肥料，種子等の生産資材の供給を行うほか，政府の配給品取扱いに終始し，組合員も地区内の1/5前後が加入しているのみで資金構成においても弱体であった。 ②　プロジェクト計画の目指す当地区の生産，生活両面での高度成長を実現するための不可欠な信用，物資供給，農産物販売，加工等を担当し，営農指導や農業機械化，さらには農村工業も農協系列下で実施させるという方針を貫くためには，本格的な多目的農協（M.P.C.S）を設置する必要があった。 ③　そのためプロジェクト開始前デワフワ地区内に独立存在していた3農協を合併してデワフワ農協（M.P.C.S）とし地区内農協を本所とし，他は支所とした。 ④　合併により農協機械が強化され，生産資材等の供給が円滑に行われるようになった。	①　プロジェクト終了後76年に両県の政治的理由により統合設置されたデワフワ農協は，合併前の状態に戻った。 ②　そのため農協は資金面，機械面等その運営が弱体化し，生産資材等の供給が円滑に行なわれていない。特に農業側から肥料が十分入手できないという声があった。

項　　目	プロジェクト終了時	現　　況
青　年　団	 ① プロジェクト開始と同時に70年2月農業後継者としての意識の高揚及び農業機械の運転技術の習得並びに生活改善の担い手となることを目的として組織された。 ② 活動内容は，男子会員はトラクター，女子会員は田植を行った。 又，展示圃場における共同耕作により，作物栽培技術の習得を行った。 学習活動としては，供与されたマイクロバスを利用して視察研修旅行を実施された。	 ① 団員の年令を14～25才までと制限しているため，発足時のメンバーは2/3程退団したが，新人の入団により活動内容は結成当時のものが受け継がれている。（現在の団員数，男子30名，女子30名） ② 供与トラクターを共同で購入し（4台），展示圃において共同耕作を行っている。（80／81 Maha 26ha の畑作，81 Yala 16ha 畑作） ③ 女子団員を中心に1班20名程度の田植班を毎年4班編成し，地区内農家の田植を行っている。

項　目	プロジェクト終了時	現　況
耕作委員会	① プロジェクト地域を各水系別に１１区域に分担し，農民の互選により，１２名の委員からなる耕作委員会を設置した。 ② 活動内容は，水管理及び作付計画等の協定，農協と農民，プロジェクトと農民とのパイプ役を果たした。	① プロジェクト終了後７８年農業政策の変更により耕作委員会制度が廃止された。 ② 耕作委員会で果たしていた役割は現在A.S.C（Agrarian Serrice Center）に所属するC.O（Cultivation Officer）が行っている。
指導体制	① プロジェクト地域における指導体制は全期間を通じプロジェクトマネージャー他１５名の技術者を配置し指導に当った。 ② その構成は，プロジェクトマネージャー，農業技師，農業指導員（営農，農機，生活改善），農業普及員，灌漑局T.A，農協監督官であった。	① 農業政策の変更によりプロジェクト地区に対する農業局職員の特別配置をとり止めた。 ② 現在，Extension Workar 1名，Irrigation Technical Assistant 1名のみである。（一般地域と同じ） ③ 1979年から世銀方式による普及活動方式が導入された。

	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
プロジェクトマネージャー	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
農業技師	1	1	1									
農業指導員　営農	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
農機	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
生改	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
農業普及員	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
灌漑局 T.A	1	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1	1
農協監督官	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

6. デワフワ村落開発協力アフターケアーの方向

6. デワフワ村落開発協力アフターケアーの方向

6－1　日本式稲作技術の定着と普及の成果

(1)　1980／81 Maha期の水稲収穫は，10a当り380Kg（政府奨励品種）となり，プロジェクト実施中の最高収量水準を回復しているとともに，プロジェクト地区を含む全デワフワ地区の田植率は90％以上，又，デワフワ近隣地区でも60％程度と見られスリランカ国平均2.2％を大幅に上廻っている状況にある。

(2)　一方，デワフワタンクの水使用状況を見ると，プロジェクト開始前は，豊水年とはいえ20,000 A.F を要していたが，プロジェクト開始後は16,000 A.F 程度で満足すべき収量をあげることが出来るようになったことから他地域に見られない水管理の良さがうかがえた。

(3)　圃場整備を実施した地域では，概して，施肥量も多く機械化率も高い傾向があり，水田技術の高度化がうかがえ圃場整備の効果がでている。又，未実施地域からも圃場整備実施の要望がつよく出されている。

(4)　プロジェクトで組織した農民青年団は，プロジェクト終了後も展示栽培，田植班を組織しての田植作業の能力確保及び視察旅行などの形で，幅広い活動を継続している。

(5)　畑作物の栽培・宅地利用の野菜栽培及びYala期の水田での補助食糧作物や野菜栽培は，その作付面積を徐々に増している。

(6)　受益水田への水路の土砂浚渫，草刈等は農民の手によって行われており，水路管理の認識が高まっている。

(7)　スリランカ政府により農民に売却された二輪トラクター及び農民が独自に購入したトラクターの運転はプロジェクト当時養成したオペレーターにより支障なく行われており小さな修理部品の交換等も養成したメカニックを通じ行われている。

この様にプロジェクトを通じて移転された技術は定着・普及しつつあり，その事業効果は極めて大きいものがあったと思われる。

6－2　デワフワ村落開発計画プロジェクト終了後の問題点

(1)　1975年プロジェクトが終了してからも営農の専門家が一年間残り，栽培技術の普及につとめ，プロジェクトの機能を維持した。その後もカウンターパートが在留して引続き1977年まで指導にあたってきたが，スリランカ政府の組織改変に伴ない Special Project の廃止によって特別指導員の配置がなくなった後は地区農民は二県に跨がる行政区の谷間に置かれ十分な生産資材の供与と技術指導が受けられない状況になっている。

(2)　プロジェクト期間に襲われた1973／74両年の異常旱魃による経済的被災を十分に回復しているとはいえず更に渇水の不安から大幅な投資とそれに基づく機械化耕作の導入，施肥量の拡大，用水を多く必要とする多収穫品種の採用，Yala 期の水田耕作及び

畑かん事業等，プロジェクトが狙いとした先進的な新技術の導入に踏み切れていない現状にある。

(3) 以上のようにプロジェクト終了後も所期の成果をあげ得ていない最大の阻害要因は宿命的なデワフワ地区の農業用水の恒常的不足であったが，ナーランダ導水路工事の完成により恒常的水不足は解消され，上記6－1の成果を現出し得る可能性を有していると判断される。また，二県に跨がる行政区から生ずる諸問題についてはスリランカ政府も認識しておりその解決策について目下検討中である。更に水管理の重要性も認識されこの分野での日本の技術を高く評価している。加えて農業技術の教示や経営の相談を農民一人一人とひざを交えて行った普及方法はデワフワ村民だけでなくスリランカ政府技術者に深い感銘を与え日本人専門家及びその技術に対して強い信頼感と親日感情があるように感じた。スリランカ政府はデワフワ村落開発計画事業地区における農業用水の確保がなされたいま，日本政府がどのようなプロジェクトを再開してくれるだろうかと大きい関心をもっている。

6－3 考えられる技術協力の内容

デワフワ村落開発プロジェクトとして協力した経緯，現地調査及びスリランカ政府関係職員等よりの意見聴取を通じて得られた本件協力に必要な内容としては以下のようなものが想定される。

(1) 地区内用水路，分水施設の整備

ナーランダ用水路工事によって農業用水が確保されるが資金不足等で水路管理が十分でないので末端までの配水が適時できるよう用水系統の施設を整備する必要がある。

(2) 地区全域（2,236エーカー）の圃場整備の実施

地区大臣及び農民から全地域の圃場整備実施要望が強く出されている。事実，整備済みの水田と未整備地区の水田に種々営農上の較差が生じており圃場整備の効果を高く評価している。一方マハヴェリ河開発地区においても開発技術を模索中なのでデワフワ地区で再度圃場整備の効果について実証する必要がある。

(3) 農業サービスセンター設置と運営

デワフワ地区は二県に跨がり，農業サービスが受けにくい状況にあるのでスリランカ政府が検討しているデワフワ農業サービスセンター設置が可能となるような協力内容を検討する必要がある。

(4) 総合的水管理システムの確立

ナーランダダムからデワフワ地区までをひとつの系とした総合的水管理システムを確立して限られたかんがい水の有効利用とかんがい施設の操作維持管理を図るために必要な水管理に関する指導及び実践的な訓練が必要である。

(5) 作物栽培技術の導入確立（二期作のデモンストレーション）

Maha 期の水稲栽培技術は定着・普及しつつあるが，Yala 期の水稲及び補助食糧作物の栽培技術の確立を図るため通年的作付体系の確立と技術指導が必要である。

(6) 生産資機材運搬用トラックの供与

デワフワ地区は既存の農業サービスセンターから遠距離にあり，又，生産資機材の運搬手段がないため営農に支障をきたしている。依って現存の農協単位に運搬用トラックの供与が望まれる

6－4 アフターケアーの方向

前述したように，スリランカ政府はデワフワ村落開発プロジェクトの再開をアフターケアーとして望んでいることが今回の調査の結果判明した。しかし現行制度のアフターケアーの範囲を起える内容なのでその要請に対応する我方の対処方針について早急な検討が望まれる。

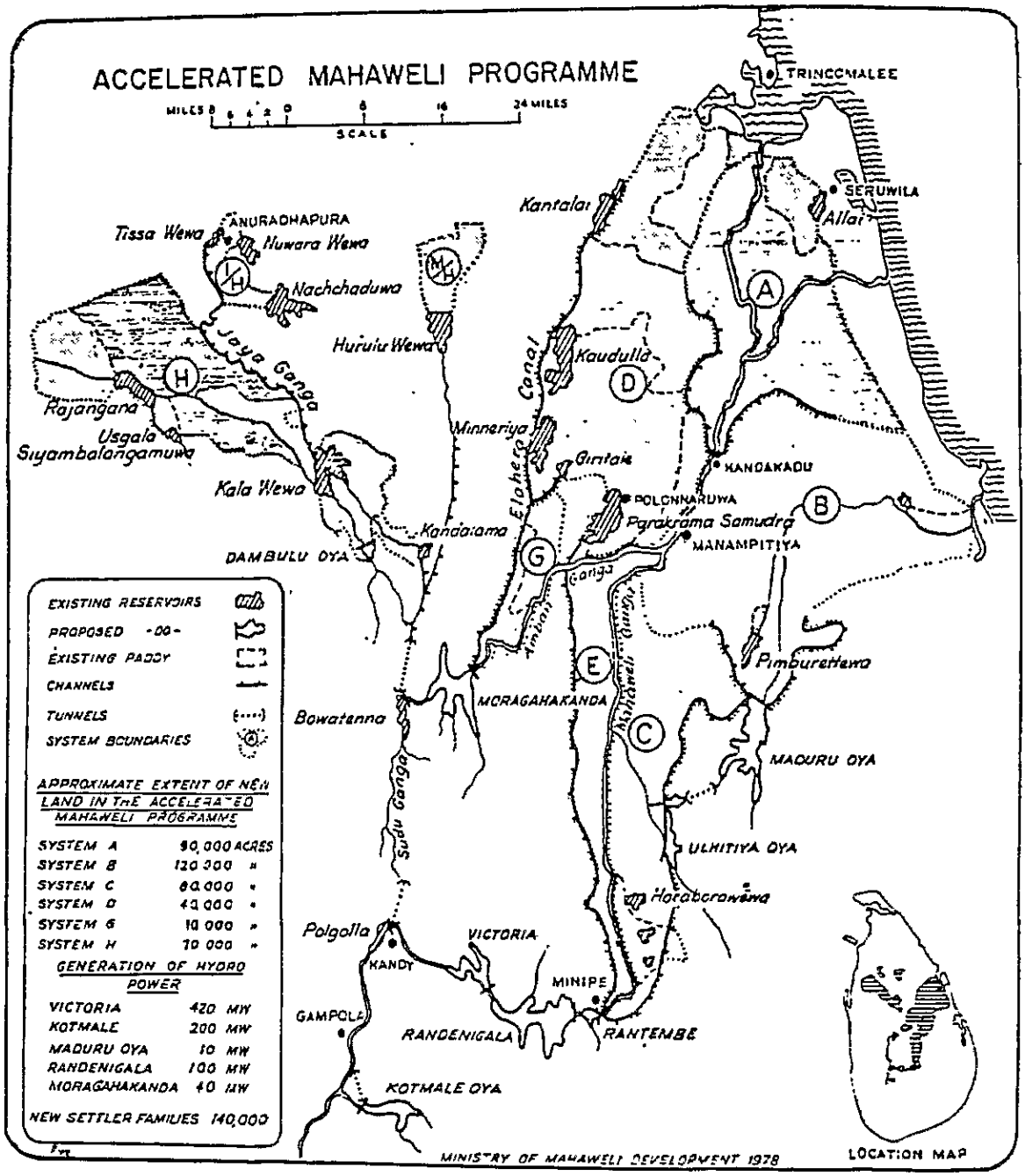
以　上

7. マハヴェリ地区の概況

7. マハヴェリ地区の概況

7－1 マハヴェリ川開発計画の概要

スリ・ランカ政府は，失業と食糧不足の問題を解決する方策として，この国最大の河川であるマハヴエリ川の開発計画の実施計画の実施を最重点施策として推進している。マハヴエリ川開発計画は，1965年から1968年の4年間を要して，UNDP／FAO調査団とスリ・ランカ技術者によって「マハヴエリ川開発基本計画」が作成された。この開発計画の骨子は，ドライゾーンの約36万ha（うち新規開発27万ha）をかんがいし，500メガワットの電力開発を主目的としたものである。基本計画においては，実施に要する期間を30年を見込んでいたが，スリ・ランカ政府は，失業及び食糧問題解決による国民経済再建課題の重要且つ緊急性にかんがみ，マハヴエリ川開発計画に含まれている諸プロジェクトの中から重点的プロジェクトを選定し，これを5～6ケ年間（1977年7月選挙の結果誕生したジャヤワルディナ新政権の存続期間中）に完成させるよう建設促進計画を立てた。この計画実施には，世銀及び主要先進国の協力を得て，Polgolla－Bawatenna Complexは完成し，アハヴエリ川の水は，島北西部（H地区），流域地区（D地区）に導水されている。建設促進計画事業内容としては，主要5大ダム建設，約14万ha（A～E，G，H地区）を対象とするかんがい施設，新規農地造成及び発電となっている。(第7-1-1図Accelerated Mahaweli Programme参照）


ACCELERATED MAHAWELI PROGRAMME
MILES 8 6 4 2 0 8 16 24 MILES
SCALE
TRINCOMALEE
SERUWILA
Allai
Kantalai
ANURADHAPURA
Tissa Wewa
Nuwara Wewa
Nachchaduwa
Jaya Ganga
Huruluwewa
Kaudulla
Rajangana
Usgala Siyambalangamuwa
Minneriya
Giritale
Kala Wewa
Kandalama
Elahera Canal
KANDAKADU
POLONNARUWA
Parakrama Samudra
MANAMPITIYA
DAMBULU OYA
Pimburettewa
MORAGAHAKANDA
Bowatenna
Mahaweli Ganga
MAOURU OYA
ULHITIYA OYA
Horabaraweva
Polgolla
VICTORIA
KANDY
MINIPE
GAMPOLA
RANDENIGALA
RANTEMBE
KOTMALE OYA
EXISTING RESERVOIRS
PROPOSED -DO-
EXISTING PADDY
CHANNELS
TUNNELS
SYSTEM BOUNDARIES
APPROXIMATE EXTENT OF NEW LAND IN THE ACCELERATED MAHAWELI PROGRAMME
SYSTEM A 90,000 ACRES
SYSTEM B 120,000 "
SYSTEM C 80,000 "
SYSTEM D 40,000 "
SYSTEM G 10,000 "
SYSTEM H 10,000 "
GENERATION OF HYDRO POWER
VICTORIA 420 MW
KOTMALE 200 MW
MADURU OYA 10 MW
RANDENIGALA 100 MW
MORAGAHAKANDA 40 MW
NEW SETTLER FAMILIES 140,000
MINISTRY OF MAHAWELI DEVELOPMENT 1978
LOCATION MAP

第7－1－1図

7－2　システムH地区

マハヴエリ開発計画の中で最優先すべき地区として，主要かんがい施設工事はすでに完了しており，現在，入植者自身による開田作業が進められている。この開田作業の進捗に合わせて，圃場内配水路試験工事，水田用水量の研究，水管理組織の実験的運営などを実施しつつある。システムH地区は，9つのゾーンに分けられ，調査団は，そのうち，H－4，H－5及びH－7の圃場を視察した。(第7-2-1図 Mahaweli H地区参照)

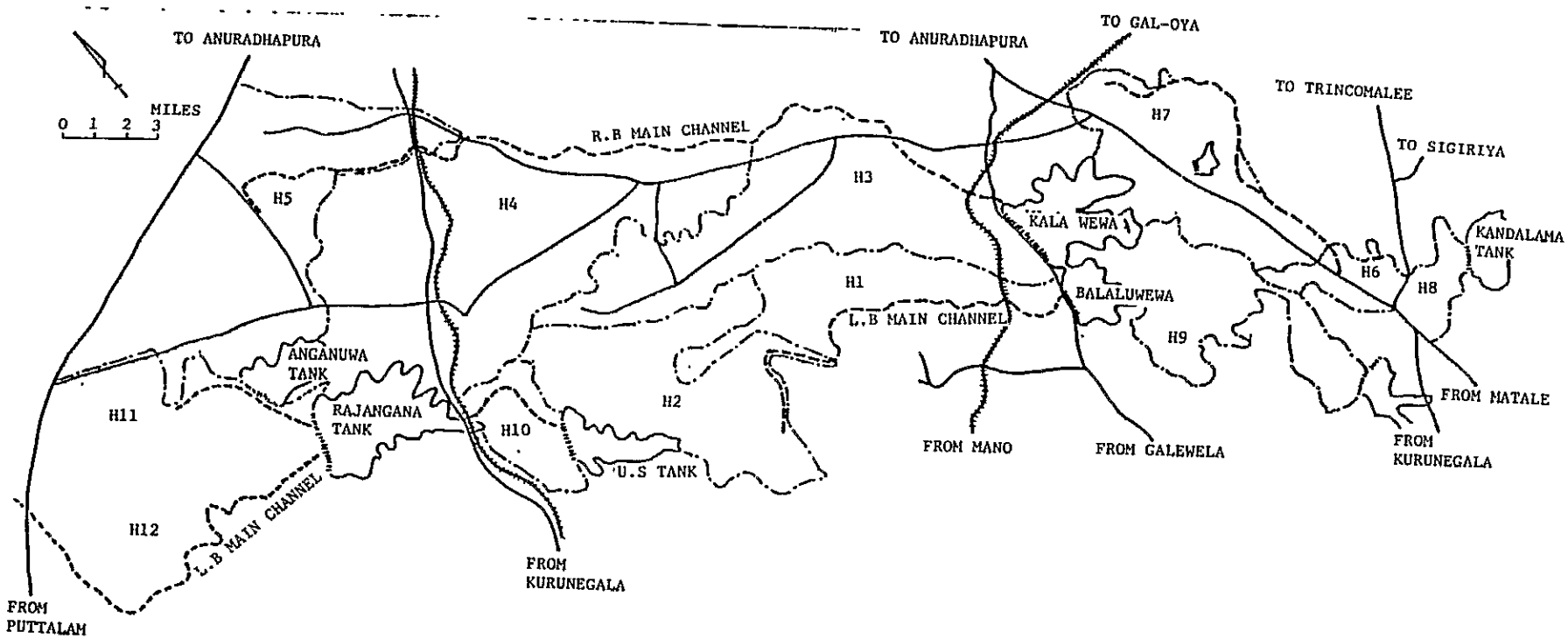
(1)　H地区における政府の対応ぶり

ア)　Agricultural Research Station

これは乾燥地帯のMaha illuppallama（アヌラダ県）にあって，乾燥地帯の水稲の栽培，育種，畑作物，園芸作物，飼料作物の栽培・育種，土壌肥料，水管理，病理，昆虫，農場管理とほとんどあらゆる分野を取扱っている。また，マハヴェリ開発地域内にあるので，同開発地域での水管理（水田用水量の研究を含む），作物栽培法，営農計画等も研究の対象となっている。

イ)　Pilot Project Farm

Kalankuttiya にあたりUSAIDのResearch ProjectでMahaweli Authority, Irrigation Department に属し，2～3年前から水田用水の節約方法（湛水かんがい方式でなく，間断かんがいにより土壌を湿潤状態に保つ方式）について，作物栽培法の面から研究している。



第7－2－1図 Mahawel： H地区

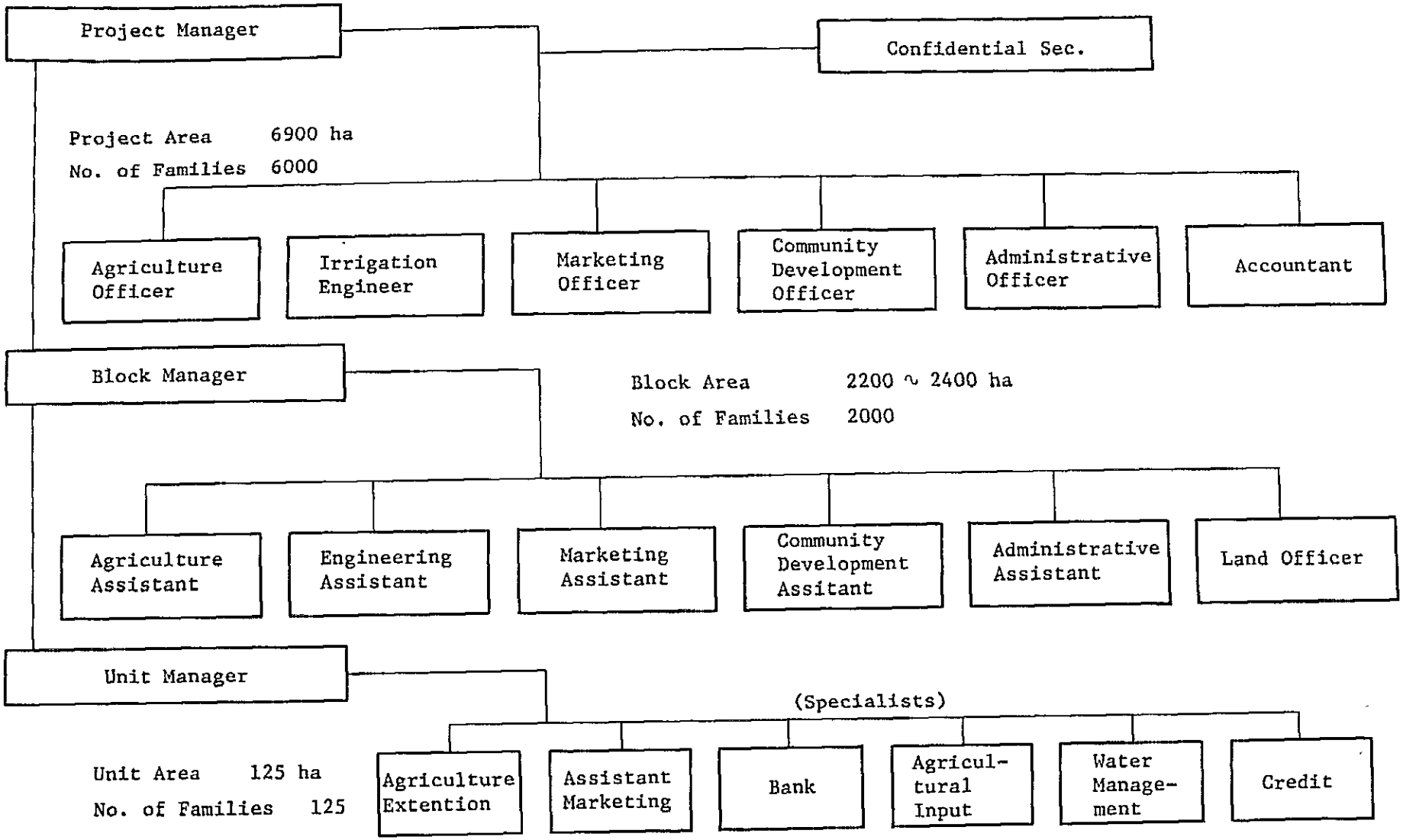
ウ) パイプライン・プロジェクト

H　4地区内のブロック404に，USAIDの援助による実験圃場があり，米カリホルニア州立大学の退官教授（John L. Merrian）が指導して，セミクローズドタイプのパイプラインを設け，末端水管理の実験を，本年のMaha期から実施しようとしている。施工は国内業者であるIndian Hume Pipe Companyによるものである。

エ) 水管理組織の実験的運営（Nochchiyagana地区）

従来は，5000haを扱うBlock managerのもとに，作物，水管理，Marketing等の専門職員を配置していたが，H－5地区では6,900haを扱うProject manager，2,000ha程度を扱うBlock managerそして125haを扱うUnit managerを置き，Unit段階に各種の専門職員を配置している。Project managerは3人のBlock managerを，Block managerは20人のUnit managerを擁している。このようにして，直接農家の相談にのれるようになり，あらゆるサービスが行き届いている模様で，良好に運営されていると説明を受けた。（第7－2－2図参照）

又，農家は，1ft³/s（28.3ℓ/s）の分水支線を自から管理するような仕組みになっている。



第7－2－2図　II－5地区水管理組織

(2) H地区における主なる問題点とその対策の方向

ア) 水田消費水量が多い

プロジェクト完成後のH地域は，マハヴェリ本流からの導水によっているが，しばしば水不足が発生しているといわれている。これは，末端水路での損失が大きいこと，畦畔には，多数のカニ穴があって漏水が大きいこと，高位部水田の鉛直浸透量が大きいこと，代かきが長期に亘ること等に起因していると思われる。

イ) 降雨の有効利用が困難

Maha 期においても，貯水池からの水田補給水が多いという現象は，降雨状況と貯水池操作とが結びついていないからだと思われる。雨量観測精度を高め，モニタリングのシステムを確立する必要があろう。

ウ) 農家のかんがいに対する認識不足

多くの入植者は，Wet Zoneから来ており，水に対する安易な考えが，末端施設や圃場の未整備とあっまって水管理を困難にしている傾向がある。

以上の主な問題に対処するためには，①末端水路の整備，②高位部水田の漏水防止対策，③末端水路（D，F canal）の流量表示，④降雨の有効利用をはかるための観測及び通信設備 ⑤作目の選択とその作付体系の確立⑥畜力の普及⑦農民へのかんがい知識の教育，⑧水管理組織の確立 等々の技術的方策についての検討を行うために長期調査員の派遣が要望される。

7－3 システムC地区

システムCは，マハヴエリ川流域地区のひとつで，Minipe 取水堰を起点としてマハヴエリ川右岸下流に広がる地区である。地区は1～6のゾーンに分けられ，ゾーン1は既成田地区，ゾーン2は，ECの協力により事業が着手され，ゾーン3～6は，未開のジャングル地帯となっている。1981年7月，日本政府が，有償資金援助協力をこのシステムC地区に行ったことにより，ゾーン3～6の幹線，支線用排水路等の設計業務が発注されようとしている。一方，システムC地区内の水源調整用タンクの建設及び地区内の幹線道路工事の進捗は順調で，1983年からの入植開始に備えて，急ピッチで事業を実施している様子がうかがえた。このシステムC地区内に，地区を代表され得るゾーン302地区をPilot Project area として，日本政府に無償協力を要請すべく準備を進めている模様である。

8. 専門家の居住環境

8. 専門家等の居住環境

コロンボ市は人口 170万人であり専門家等外国人の居住にあたり，生活環境としては申し分のない処である。一方キャンディ市はスリランカ第二の都市で人口 110万人であり，近代都市としての機能は十分備えているが，専門家子弟の教育という点では日本人学校，アメリカンスクールともコロンボに存在するだけであるという問題がある。しかしその他の地方都市は，子弟教育，保健医療，通信，住居の点で居住には不適であるといえる。

8－1 気　候

首都コロンボのある南西部は年間降雨量2,200㎜以上のウェットゾーンと呼ばれる地域であるが，セイロン島の $2/3$ を占める島北部，東部，南部はドライゾーンと呼ばれる乾燥地帯で年間降雨量は1778㎜以下である。コロンボ周辺の年平均気温は27℃で，年間を通じあまり気温の変化はない。

8－2 治　安

治安については全く問題がない。夜間外出上特別な注意も必要ない。

8－3 対日感情

同じ仏教国という事，及び従来の日本の協力が国民の間に理解されており非常に良好である。

8－4 言　語

公用語としてシンハリ語，タミール語，英語が併用されている。英語は英国統治時代の影響もあり，官庁，ビジネス関係では全く問題はない。

8－5 住宅事情

コロンボ市内，及びキャンディ等地方主要都市ではホテルも揃っており，宿泊料も適当である。しかしその他の地方都市では外国人が宿泊できるホテルは皆無である。農業プロジェクトサイトには，官営のサーキットドンガローが建てられており利用できる。

8－6 食生活

日本料理店はコロンボに2軒あるだけである。日本人のコックがおり味はまあまあであるが値段は若干高い。中華料理店はコロンボ，キャンディに大分あるようである。しかし地方都市ではスリランカ風カレー料理しかない。独特の香辛料をふんだんに使い最初は抵抗があるが，訓れると結構いける。

8－7　保健衛生

入国に際し，種痘，コレラは義務づけられていない。東部及び南東部はマラリヤや2汚染地域となっているが雨期を除けば特に神経質になる必要はないと思われる。

8－8　医　療

日本の協力により健設されたキャンディのペラディニア病院，及びコロンボに建設予定の総合病院がある。しかし地方都市その他では医療施設，医師とも充分とはいい難い。

8－9　通　信

日本の協力によりコロンボ市内，及び地方主要都市間の電話網はかなり改善されたが，その普及率はまだ低い。

8－10　教　育

コロンボ市内には日本人学校があり，小学部と中学部に分かれている。その他にアメリカンスクールがある。その他の都市では外国人子弟教育の施設はない。

9. 付　属　資　料

9. 付属資料

1. AN OUTLINE OF BENEFITS NALANDA DIVERSION CAN BRING
2. FEASIBILITY REPORT OF DEWAHUWA AUGMENTATION PROJECT
3. MONTHLY RAINFALL OF DEWAHUWA
4. TANK STRAGE OF DEWAHUWA
5. WATER ISSUE FROM SLUICE (1967 ∿ 1980 Dewahuwa Tank)
6. TANK-STRAGE AND WATER ISSUE (1967 ∿ 1980 NALANDA DAM)
7. NALANDA OYA RESERVOIR

AN OUTLINE OF BENEFITS NALANDA DIVERSION CAN BRING.

MAY, 1974

DEWAHUWA PROJECT

OPTIMUM USE OF WATER AVAILABLE IN NALANDA AND DEWAHUWA

In the near future, when the diversion of water from Mahaweli Ganga to N.C.P. is realized the storage in Nalanda Reservoir, which has hitherto being used for supplementing Kalaweva and Elahera Schemes, can be found with alterante use. The following scheme, as shown in Fig. 1, proposed with the aim of solving the problem of insufficiency of water for paddy fields under Dewahuwa. Nalanda, and Welamitiya - Galewela areas; may also be considered as a plan for optimum use of Nalanda water, including opening up new areas for rice cultivation. This plan may be considered in the context of assuring water for both Maha and Yala, thereby elevating the conditions of the benefited areas towards patterns of development in other proposed sehemes by way of providing water for Maha and Yala.

The main points of the proposed scheme can be summerized as follows: -

Benefited area	about	3,000 Ac.
New acreage		510 Ac.
Increased yield of paddy	about	200,000 Bushel/year
Net earnings	about	Rs. 4,200,000 /year.
Construction cost	about	Rs. 6,000,000

Main Items of Constructions: -

Improvements to channel at Ebbawala Regulator	- 1 Mile
Proposed anicuts	- 2 Nos.
Proposed channel (Q = 100 cusec)	- 7 Miles.
Proposed Tank (Capacity 3,000 Ac. ft.)	- 1 No.

Explanatory Note:

How much of water can be expected from Nalanda Reservoir?

As shown in Table - 1, the minimum annual discharge from Reservior sluice and Ebbawela regulator during the last 7 years is about 30,000 Ac. Ft. (by 1968 records); and out of this quantity we can expect about 20,000 Ac. Ft. (by 1971 records) for optimum use during a standard Dry Year (S.D.Y.) even without taking into account the flood discharge. We can also compare the above figures (30,000 Ac. Ft.) with those of Table - 3, according to which the yield from Nalanda catchment during a S.D.Y. is also found to be 30,000 Ac. Ft. based on the rainfall and coefficient of run-off data at Dewahuwa. Hence, it will be reasonable to adopt the following figures.

Annual Yield from Nalanda Catchment in S.D.Y. is about 30,000 Ac. Ft.

Useful Yield out of above 30,000 Ac. Ft. is about 20,000 Ac. Ft.

How much of water can be expected for use in Dewahuwa?

By means of field investigations on evaporations transpiration and percolation carried out at Dewahuwa after starting the Project, and by the results of experiments of paddy cultivation in Mahailluppallama, the net duty of water for Maha cultivation in Dewahuwa area is found to be 5.26 Feet per Acre. As shown in Table - 2.

Then, out of this value, deducting the available rain fall to paddy field in Maha season, and adding the loss of water at channels as 30% (after improvements to off takes done by the Project) gross duty of water in Maha will be as follows: -

$$\frac{5.26 - 0.84}{0.70} = \underline{6.31 \text{ Ft./Ac. - Maha}}$$

That is to say, that the water requirement for the whole of Dewahuwa area of 2,340 Ac. is,

$$6.31 \text{ Ft./Ac.} \times 2{,}340 \text{ Ac.} = \underline{15{,}000 \text{ Ac. Ft.}}$$

Similarly, gross duty of water in Yala is

$$\frac{5.48 - 0.48}{0.70} = \underline{7.14 \text{ Ft./Ac. - Yala}}$$

As against this, the annual yield from Dewahuwa catchment can be taken as 16,000 Ac. Ft. in S.D.Y. as shown in Table - 3.

Therefore; 16,000 Ac. Ft. (Annual yeild from Dewahuwa catchment) - 15,000 Ac. Ft. (Water requirement for Maha)

= 1,000 Ac. Ft. will be left over for Yala cultivation in a S.D.Y. The broken line in Fig. 2 shows the present water balance in Dewahuwa Tank.

Fig. 2 shows water balance in Dewahuwa Tank, assuming Dewahuwa Tank to be replenished from December to March when Nalanda has plenty of water and Dewahuwa is below full capacity. This replenishment which is calculated at 10,100 Ac. Ft. annually is also shown in Fig. - 2.

Accordingly, Yala cultivation in Dewahuwa scheme will be as follows; -

$$\frac{\underline{10,100 \text{ Ac.Ft.(From Nalanda) - 1,000 Ac.Ft.(Surplus of Maha)}}}{7.14 \text{ Ft./Ac. (gross duty for Yala)}}$$

$$= \underline{1,555 \text{ Ac.}}$$

How are the field conditions around Nalanda and Dewahuwa?

As mentioned above, annual available yeild from Nalanda will be 20,000 Ac. Ft. and quantity made available to Dewahuwa will be 10,100 Ac. Ft., leaving a big surplus of water at Nalanda.

Table - 4 shows acreages under Nalanda, under Welamitiya Tank, between Nalanda and Dewahuwa bordering the proposed canal; and under Dewahuwa Tank, that will be benefited including new areas that can be taken up. Table also shows the total quantities of water necessary for each area during Maha and Yala; and compares the present requirements with the proposed duties. Total Maha cultivation will be 3,740 Acres and Yala 2,955 Acres, with a total Annual requirement of 45,000 Ac. Ft.

As against the above, the total useful yeild from the catchments of Nalanda, Dewahuwa and other places related to the diversion can be summed up as follows;

From Nalanda catchment ---------- 20,000 Ac. Ft.

From Welamitiya Oya catchment -

$$6.1 \text{ sq. miles} \times \frac{16{,}000 \text{ Ac. Ft.}}{25.5 \text{ sq. miles}} = 3{,}800 \text{ Ac. Ft.}$$

From Mala Oya catchment

$$4.2 \text{ sq. miles} \times \frac{16{,}000 \text{ Ac. Ft.}}{25.5 \text{ sq. miles}} = 2{,}700 \text{ Ac. Ft.}$$

Yeild made use of in Galewela area = 2,500 Ac. Ft.

Water available for re-use from Galewela area

4,200 Ac. Ft.
(increased duty for Galewela area) x 40%
= 1,700 Ac. Ft.

From Dewahuwa catchment = 16,000 Ac. Ft.

Total 46,700 Ac. Ft.

Therefore; total quantity of useable water) 46,700 Ac. Ft.) > Total quantity of water requirement 45,000 Ac. Ft.

Hence, we can recomment that above proposals of water distribution are undoubtedly feasible technically and economically.

GENERAL

- Yeild from Nalanda Catchment is liable to fluctuate, but as the above calculations are completely based on S.D.Y. (standard Dry Year), the normal year will always be on the stable (excess) side as for as the water balance is concerned.

- The merits of the proposed diversion will become larger as the water diverted from Nalanda through Galewela to Dewahuwa can be re-used on its way to Kalawewa as drainage water.

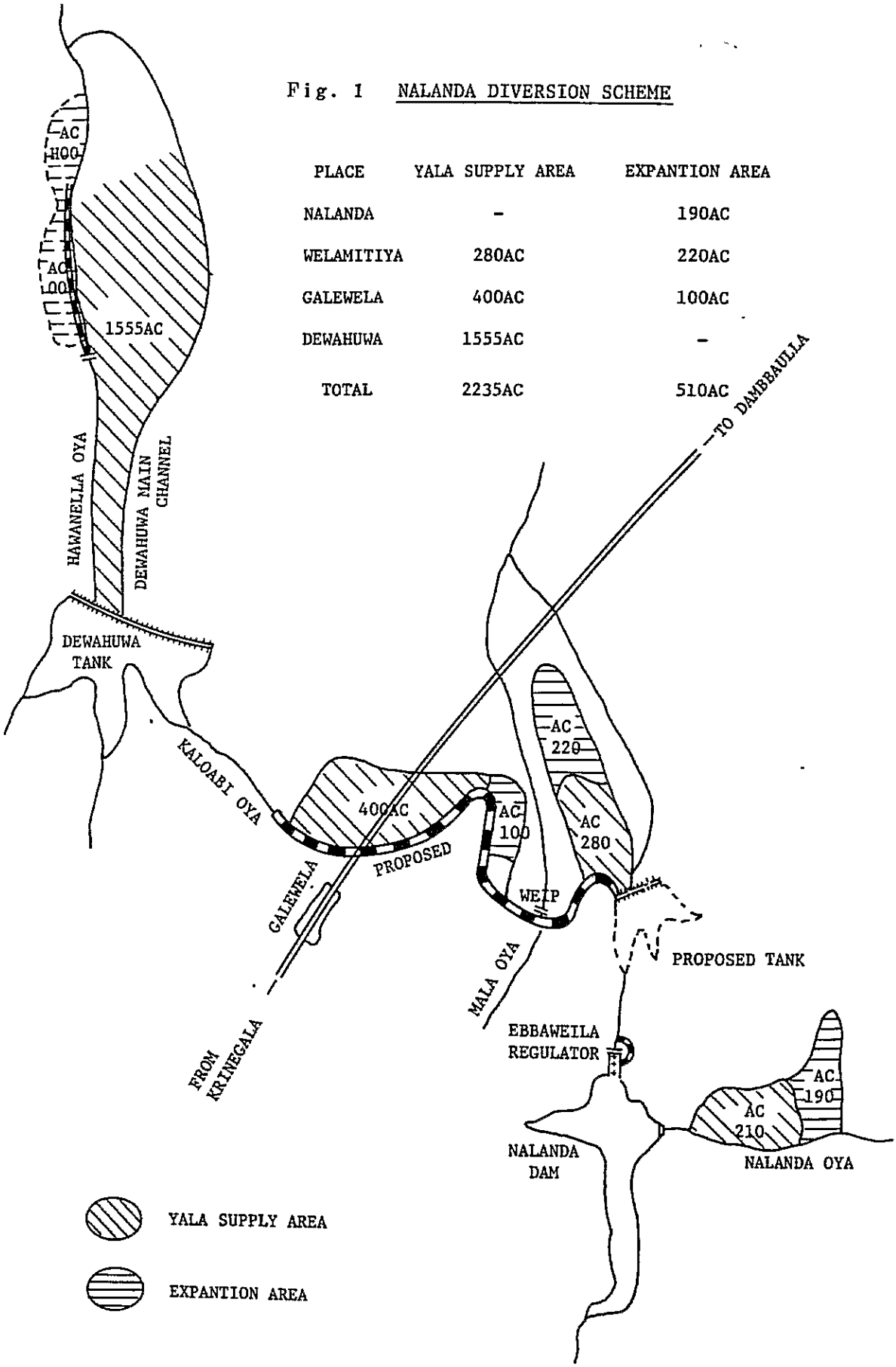
The new proposal to re-use drainage water on L.B. of Havanella Oya (for young Farmers) is one such example. Water requirement for this area is not included in the above calculations as that requirement will be met by drainage water from Dewahuwa.

Position of water availability in Dewahuwa is shown in Fig. - 3 compared with those of other tanks in Anuradhapura district. According to this map, it can be concluded that water availability in Dewahuwa for 2,340 Acres of paddy as regards catchment yeild and tank capacity on "per-acre -of-paddy field" basis, is insufficient in comparison with other Tanks.

SriLanka Japan Rural Development
Project, Dewahuwa
03-05-1974
K/-

Fig. 1 NALANDA DIVERSION SCHEME

PLACE	YALA SUPPLY AREA	EXPANTION AREA
NALANDA	-	190AC
WELAMITIYA	280AC	220AC
GALEWELA	400AC	100AC
DEWAHUWA	1555AC	-
TOTAL	2235AC	510AC



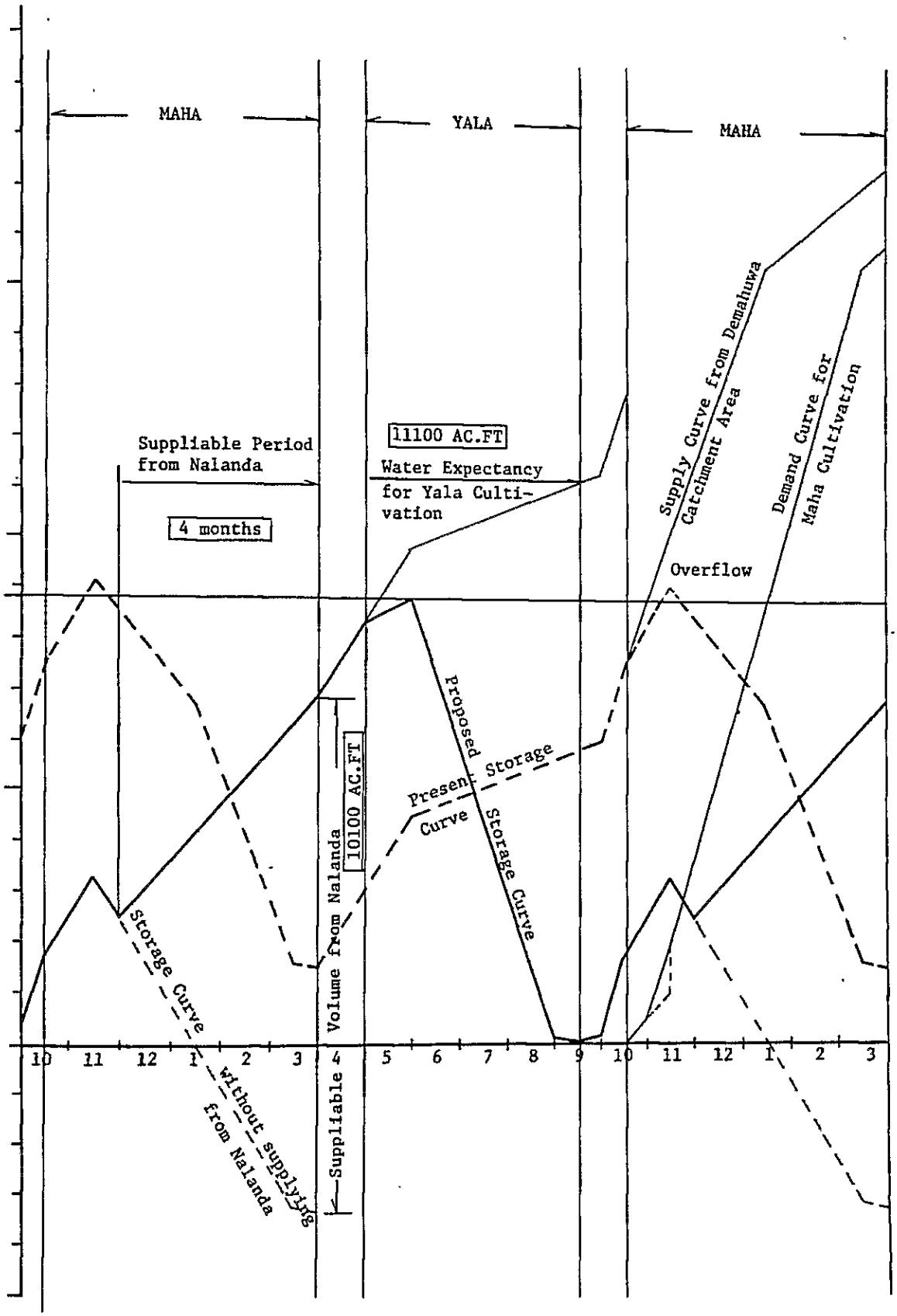


Fig. 2 Water Balance of Dewahuwa Tank

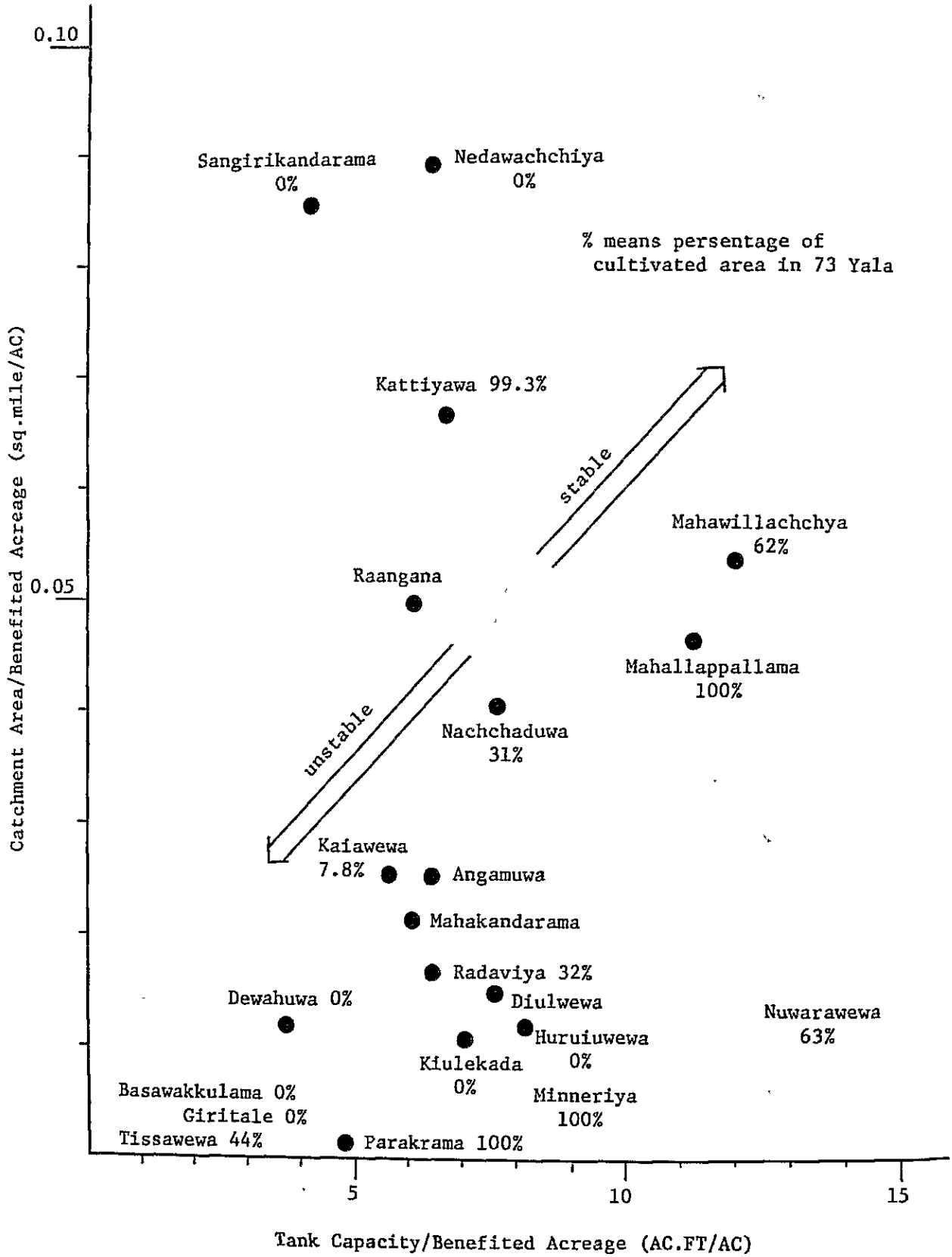


Fig.3 Characteristics of Tanks in Anuradhapura District

Table-1 Discharge of Water from Nalanda Reservoir (1967 ∿ 1973)

Year / Discharge / Month	1967			1968			1969			1970			1971			1972			1973			Average		
	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice	from Regulator		from Sluice
	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT	Days	AC.FT	AC.FT
Jan.	2	1600	10800	0	0	6800	20	6800	500	0	0	2800	22	6100	1900	30	10000	900	8	1700	1000	12	3700	3500
Feb.	0	0	9700	0	0	5000	0	0	1100	16	2900	0	28	6100	1600	29	9600	900	0	0	1700	10	2600	2800
Mar.	0	0	10700	0	0	6400	0	0	4500	0	0	2800	31	1600	1800	0	0	1100	0	0	3300	4	200	4400
Apr.	0	0	7900	0	0	2000	0	0	800	7	800	2600	11	4100	1700	0	0	800	0	0	1000	3	700	2400
May	0	0	1700	0	0	1500	0	0	1400	0	0	1500	21	4400	1900	0	0	300	0	0	9000	3	600	2500
Jun.	0	0	3000	0	0	1500	0	0	1600	0	0	3100	5	800	1800	0	0	3200	0	0	7000	1	100	3000
Jul.	0	0	900	0	0	1200	0	0	4700	0	0	7400	3	400	2400	0	0	5500	0	0	1000	0	100	3300
Aug.	0	0	10400	0	0	2300	0	0	2700	0	0	3800	0	0	2400	0	0	5900	0	0	1200	0	0	4100
Sep.	0	0	2000	0	0	600	0	0	900	0	0	1700	17	6500	1200	0	0	2600	0	0	200	2	900	1300
Oct.	0	0	500	0	0	800	0	0	1400	0	0	2100	29	9400	900	7	800	1900	-	-	-	6	1700	1300
Nov.	0	0	2800	0	0	1000	0	0	1800	0	0	6400	30	6000	900	28	10500	1600	-	-	-	10	2800	2400
Dec.	0	0	19700	5	1100	1000	9	3600	3600	23	7600	1800	20	15800	1600	21	9200	1500	-	-	-	18	6200	4900
Year's total	2	1600	80100	5	100	30100	29	10400	25000	46	11300	36000	217	61200	20100	115	40100	26200	(8)	(1700)	(25400)	64	19600	35900
Total discharge	AC.FT 81700			AC.FT 31200			AC.FT 35400			AC.FT 47300			AC.FT 81300			AC.FT 66300			AC.FT (27100)			AC.FT 55500		

Table-2 Net Duty of Water

TERMS	ITEMS	*1 (KALAWEWA FR BASIN)	before PROJECT	after PROJECT	*2 IDEAL CONT	REMARKS
Preparation & Sowing to Heading	Water required for tilling peating leveling standing	245mm	all by cattle 282mm	272mm	all by tractor 243mm	*2 If the land consolidation is performed in the whole area of Dewahuwa (2.340AC), and tractor ploughing is proctised completely, seepage from ridges will be decreased and duration of preparation will be shortened. It means IDEAL CONT.
from Sowing to Harvesting	transpiration	340 x 910kg/10a = 309mm	340 x 500kg/10a = 170mm	340 x 1000kg/10a = 340mm	340 x 1000kg/10a = 340mm	
	evaporation	3.3mm x 100days x 0.5 = 165mm	4 x 100 x 0.5 = 200mm	4 x 90 x 0.5 = 180mm	4 x 90 x 0.5 = 180mm	
	percolation	3mm x 100days = 300mm	10 x 100 =1000mm	9 x 90 = 810mm	8 x 90 = 720mm	
	total	1,019mm (3.34FT)	1,652mm (5.42FT)	1,602mm (5.26FT)	1,483mm (4.87FT)	

*1. F.R = Feasibility Report of Dewahuwa Project

Table-3 Yield from Catchment Area

	F.R.	latest 2 years	*S.D.Y.	(reference) Nalanda S.D.Y.	Remarks
Rainfall from April to middle of October	842mm (33.1")	400mm (15.7")	550mm (21.7")	- do -	Discharge in Nalanda S.D.Y. was calculated based on the rainfall and coefficient of run off data at Dewahuwa.
Runoff coeff	20%	20%	20%	- do -	
yield	9000 AC.FT	4300 AC.FT	6000 AC.FT	11100 AC.FT	
Rainfall from middle of Oct. to Mar.	943mm (37.1")	600mm (23.6")	750mm (29.5")	- do -	
Runoff coeff	25%	25%	25%	- do -	
yield	21600 AC.FT	12300 AC.FT	16000 AC.FT	18900 AC.FT	
Total yield	21600 AC.FT	12300 AC.FT	16000 AC.FT	(30000 AC.FT)	

* S.D.Y. = Standard Dry Year

Table-4 Water Requirement for Arable Land Surrounding Nalanda and Dewahuwa

		Present Requirement			Increased Requirement			Total Requirement		
		Maha	Yala	Sub	Maha	Yala	Sub	Maha	Yala	Total
	AC	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT	AC.FT
Nalanda	210	1300	1500	2800	-	-	-	1300	1500	2800
	190	-	-	-	1200	1400	2600	1200	1400	2600
	Sub 400	1300	1500	2800	1200	1400	2600	2500	2900	5400
Welamitiya	280	1800	-	1800	-	2000	2000	1800	2000	3800
	220	-	-	-	1400	1600	3000	1400	1600	3000
	Sub 500	1800	-	1800	1400	3600	5000	3200	3600	6800
Galewela	400	2500	-	2500	-	2900	2900	2500	2900	5400
	100	-	-	-	600	700	1300	600	700	1300
	Sub 500	2500	-	2500	600	3600	4200	3100	3600	6700
Dewahuwa	(1555) 2340	15000	-	15000	-	11100	11100	15000	11100	26100
Total		20600	1500	22100	3200	19700	22900	23800	21200	45000

FEASIBILITY REPORT

OF

DEWAHUWA AUGMENTATION PROJECT

Irrigation Department

May 1976

CONTENTS

SUMMARY AND CONCLUSIONS

1.0 INTRODUCTION

1.1 Purpose of Project

1.2 History of Dewahuwa Tank

1.3 Sri Lanka - Japan Rural Development Project

1.4 The paramount need for more water

1.5 Reasons for present proposals

1.6 Proposed by the Japanese Irrigation Experts

1.7 Proposal by the Irrigation Department

2.0 HYDROLOGY

2.1 The Catchment Area

2.2 Rainfall

2.3 Stream Flows

2.4 Floods

2.5 Duty of Water

2.6 Operation Stuidies

2.7 Canal Capacities

3.0 PROJECT FEATURES

3.1 Welimitiya Anicut

3.2 Ebbawela Regulator - Improvements

3.3 Statistical Data

4.0 ECONOMIC ANALYSIS

4.1 Procedure Adopted

4.2 Brief Description of Project

4.3 Resource Allocation

4.4 Opportunity Costs

4.5 Cost to the Economy

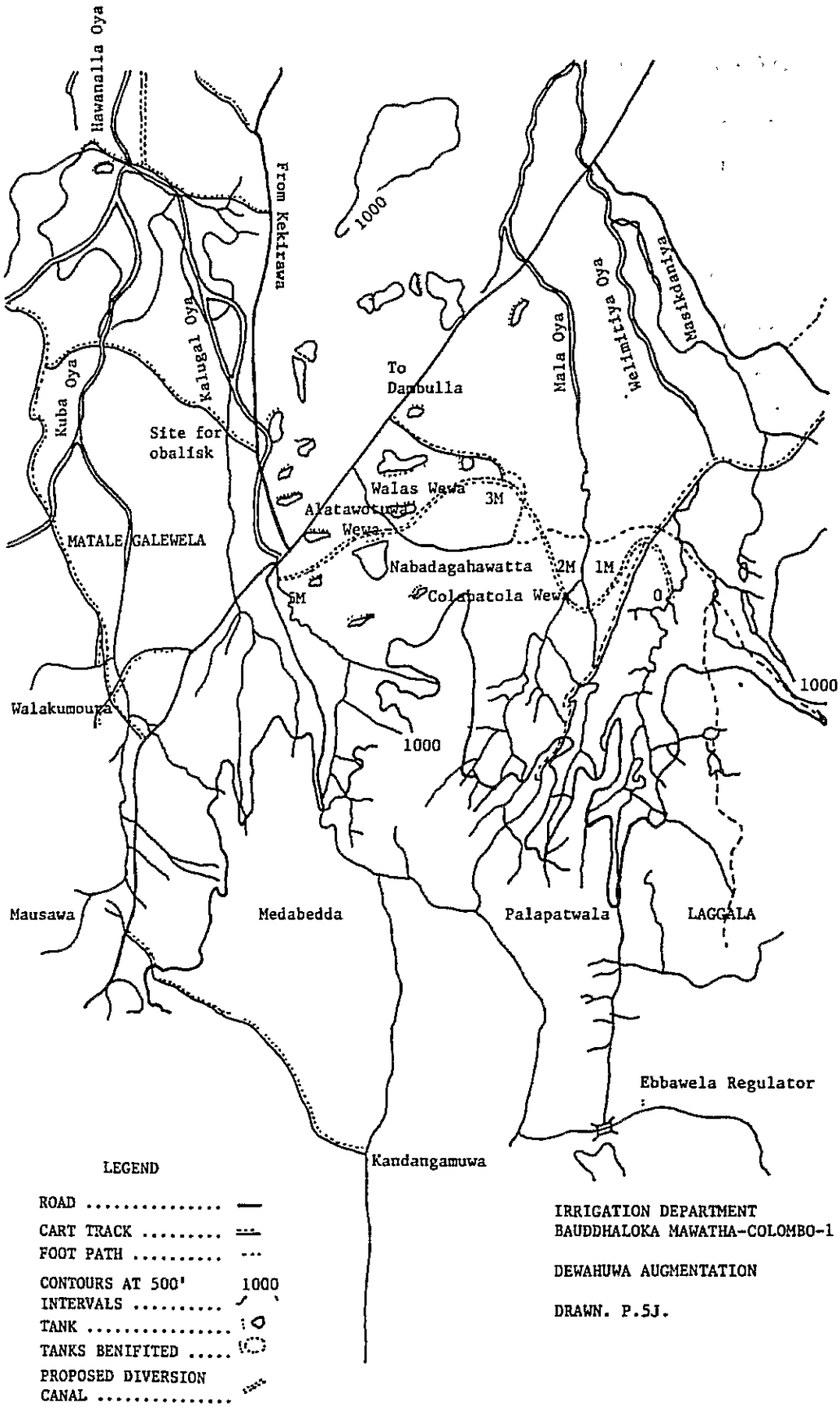
4.6 Cost Stream

4.7 Benefits

4.8 Comparison of Benefits and Costs

4.9 Foreign Exchange Savings

4.10 Conclusions



SCALE: 1 MILE TO AN INCH

Dewahuwa Augmentation Project

Summary and Conclusions

The major problems facing Sri Lanka are a worsening foreign exchange situation and increasing unemployment. The foreign exchange used for the import of food items such as rice is considerable and import substitution of rice is a major economic objective. The main avenue for increasing employment is in intensive irrigated agriculture in the dry zone of Sri Lanka.

The Dewahuwa Tank is a major tank in the Dambulla electrate having an acreage of 2,340 acres of paddy under it. It does a failry successful Maha season, but the Yala season cannot be done in most years due to lack of water. In October 1970, the Government of Sri Lanka and the Japanese Government lauched the Sri Lanka Rural Development Project in the area with a view to bringing up the living standards of the people of this area. The Japanese Irrigation Experts working in the area have now emphasized the paramount need for more water in the area.

With the Kalawewa and Elahera augmentation direct from the Mahaweli Ganga via the Polgolla and Bowatenne complexes, the Nalanda Reservoir waters can be diverted to the existing fields in the Dewahuwa region. The diversion will only mean a cutback in the new land development under the Mahaweli Project. However, it may be accepted in principle that the provision of water to existing schemes should take precedence over the construction of new acreages under the Mahaweli Project.

The Japanese Irrigation Experts prepared a report entitled 'An outline of Benefits that the Nalanda diversion to Dewahuwa can bring', where they advocated the diversion, together with a 3,000 Ac. ft. reservoir across the Welamitiya Oya at Welamitiyawa. The Irrigation Department has prepared this feasibility report on similar lines as other reports prepared for various schemes in the island. The Department proposal is to effect an annual diversion of 11,190 Ac. ft. through the Ebbawala Regulator of the Nalanda Reservoir, into the Welimitiya Oya (near Galewala), upstream 1800 RP. or the existing anicut on this Oya and a 5 miles long link channel

to Dewahuwa. The Dewahuwa reservoir can at present cater for 2,340 acres during Maha and about 360 acres during Yala. With the link canal 680 acres of existing paddy along the link canal and the entire extent of 2,340 acres under Dewahuwa can be adequately fed for both Maha and Yala.

The catchment areas at Nalanda Dam, Welamitiya anicut and Dewahuwa Dam are 48.0, 8.1 and 26.0 sq. mls. respectively. The total annual rainfall at Nalanda is 90.6 ins. with 58.8 inches during the North East monsoon and 31.8 ins. during the South West monsoon. The mean annual yield for Nalanda is 82,000 ac. ft. for Welamitiyawa, 10,452 ac. ft. and for Dewahuwa, 27,600 ac. ft. The 100 year design flood hydrograph for Welamitiya anicut site has a peak discharge of 6,100 cusecs and a flood volume of 3,400 ac. ft. There is also a flood flow of 7,450 cusecs coming from the Nalanda catchment.

In the operation studies the duty of water at the field was taken as 5.26 ac. ft. for Maha and 5.48 ac. ft. for Yala. These duties are based on values obtained by the Japanese experts.

The delivery requirements was obtained by allowing for effective precipitation and a conveyance loss of 30%. The operation studies showed that at present Dewahuwa reservoir can irrigate 2,340 acres in Maha and 360 acres in Yala. The studies also revealed that with 21,640 Ac. ft. out of a total available diversion of 73,072 ac. ft. (i.e. 30%) being diverted to Dewahuwa from Nalanda the full acreage of 680 acres under the link canal and 2,340 acres under Dewahuwa can be cultivated for both Maha and Yala with 85% success by seasons. In this study, the Welimitiya Oya waters, the diversion necessary is 11,190 ac. ft. The canal capacity is 125 cusecs.

The total cost of the project is estimated at Rs. 6.85 millions.

The economic analysis was made, taking into account the opportunity costs of foreign exchange and unskilled labour. The capital costs, cultivation costs and O.M. & R. costs were compared with the benefits from the additional crop acreage under paddy. At a social discount rate of 10% the benefit cost ratio is 1.46 assuming 85% success by seasons. The internal rate of return is over 28%. The foreign exchange saving on the additional 181,000 bushels of paddy is Rs. 4.81 million without FEECS, annually.

The Dewahuwa Augmentation Project is technically feasible and economically very attractive. It will bring immense benefits to the poor peasants of the area as well as to the country. The Dewahuwa Augmentation Project is highly recommended for immediate implementation.

DEWAHUWA AUGMENTATION PROJECT

1.0 INTRODUCTION

1.1 Purpose of Project

The major problems facing Sri Lanka are, a worsening foreign exchange situation and increasing unemployment. The foreign exchange used for the import of food items such as rice is considerable and import substitution of rice is a major economic objective. As regards unemployment, the main avenue of additional employment has to be in intensive agriculture in the dry zone of Sri Lanka. The Dewahuwa Tank is a major tank in the Dambulla Electrorate which has an acreage of 2,340 acres under it. It does a fairly successful Maha season, but the Yala season cannot be done due to the lack of water, and the cultivators suffer much hardship during the drought years. The cultivators of Dewahuwa Scheme have been constantly agitating for some augmentation scheme. To help these cultivators and to help the country to achieve its objectives of impor substitution and more employment, the feasibility of the proposal to augment the supplies to Dewahuwa tank was investigated.

1.2 History of the Dewahuwa Tank

Dewahuwa tank is said to have been originally built by King Dutugemunu during the 2nd century B.C., while he was marching northward at the head of the Sinhalese army to challenge enemy forces encamped at Katawewa some twelve miles further north. Legend says that the King laboured himself in carrying stones for the embankment and the Gods in appreciation placed a string around the King neck. Hence the name Dewahuwa (Dewa for God and Huwa for string in Pali). The tank was breached in the 10th century and remained neglected until restoration was commenced in 1946 and settlement was done in 1948.

1.3 Sri Lanka - Japan Rural Development Project

Although the tank was restored, it was found that only the Maha cultivation was fairly successful for the 2,340 acres under the scheme and no Yala crop was possible in most years. The incomes of the settlers are meager and their standard of living poor. The water was insufficient and the little water available was poorly managed.

The Government of Sri Lanka sought the help of the Japanese Government and an agreement was signed between the two Governments on October 19, 1970 to launch on the Sri Lanka Japan Rural Development Project. The aim of the project was to increase the agricultural and agroindustrial productivity so that direct benefit would be brought to the actual tillers of the soil while increasing the living standards of the inhabitants as a whole.

The cost of the rural development project is Rs. 7 million. The basic method of attaining the aim of the project is by means of better water management, increased input of fertilizer, introduction of farm machinery and revitalization of farmers organizations. Modern and scientific techniques will be introduced so that they would take firm roots in the project area. Farm machinery such as two wheel tractors, bulldozers and irrigation pumps would be used. The use of the correct doses of fertilizer and other agrochemicals would be taught to the farmers especially the youth in this rural community, so that they could lead the community towards a better life.

1.4 The paramount need for more water.

The Sri Lanka Japan Rural development project has been going on for about four years. Average yields of 70 bushels per/acre have been achieved, but in the drought years the yields have been as low as 30 bushels. Lack of water was the cause of low yields and no amount of sophisticated water management methods can help if there is no water to manage. Every one in Dewahuwa has been hard hit by the drought of 1973 and 1974.

The following extracts taken from a letter writtn by the Japanese Irrigation Expert Mr. N. Shimuzu to the Director of Irrigation on the necessity of water supply to Dewahuwa are relevant.

Under the present circumstances with the present capacity of the tank and the capacity of its catchment area, we can barely manage the Maha Paddy cultivation only, even if we could carry out a best water management, and for the Yala cultivation we cannot expect any more water and again. It goes without saying that a most proper water saving in the region is definitely necessary, but it takes a very long time for the farmers to be fully accustomed and versed to the techniques and custom. Therefore, we think it the best way to secure more water supply as a first step, and to make the farmers be versed to water saying as a second step and the reaching the stages where there is water surplus, we should expand the irrigation scheme with this water in surplus. This method we think would be the best and most practical.

1.5 Reasons for present proposals

The paramount need for the area is more water. The only source of water is the Nalanda Oya Reservoir water which can be diverted to this region through the Ebbawala Regulator. The Chairman of the Mahaweli Development Board in a letter to the S/I.P. & H states. "However, I see no objection to the waterpresently diverted from Nalanda Reservoir into Kala Oya Basin being diverted to Dewahuwa, though this could result in cutting back a corresponding acreage from the development in Stage II and III of Project 1 of the Mahaweli Ganga Development.

However, the present proposals go a little further and allow for the diversion of 11,190 ac. ft. of the available Nalanda waters after feeding the existing acreage of 210 acres under Nalanda Sluice. The diversion will benefit only existing acreages. With the Kalawewa and Elahera augmentation direct from the Mahaweli Ganga by the Polgolla and Bowatenne complexes, there will be no water storages in Kalawewa and Elahera and hence the Nalanda

water can be diverted to Dewahuwa. It will only mean a cutback in the new land development under Stages II and III of Project 1 of the Mahaweli Ganga Development.

It is proposed to restrict the diversion of the Nalanda waters only to the existing lands along the link canal from Ebbawela Regulator to Dewahuwa now under village tanks, and the existing land under Dewahuwa in order to keep the cubtack in the acreage under Project 1 of the Mahaweli Ganga Development to a minimum.

As the project area under Dewahuwa is already developed with the necessary infrastructure, any investment connected with the diversion of the Nalanda waters would bring immediate benefits and should prove more economical. It would also enhance the value of the present investment of Rs. 7.0 million on the Sri Lanka - Japan Rural Development Project. It may be accepted in principle that the provision of water to existing schemes should take precedence over the construction of new acreages.

It may also be mentioned that part of the waters diverted to Dewahuwa can be reused at Kalawewa as the water from Dewahuwa scheme drains into the Kalawewa Reservoir.

1.6 Proposal by the Japanese Irrigation Experts.

In May 1974 the Japanese Irrigation Experts attached to the Rural Development Project prepared 'An outline of Benefits that the Nalanda Diversion to Dewahuwa can bring". Here the Japanese experts advocated the diversion of the Nalanda waters to Dewahuwa and Welamitiya Galawala areas. Taking a standard dry year as the basic year, they have computed that a 3,000 ac. ft. reservoir can give cultivation success to 2,235 acres of existing land and 510 acres of new land. However, they proposed an inlet channel below the Ebbawela regulator to tap off water at a lower level than the sill of the regulator. The waters flowing through the Ebbawela regulator would be stored temporarily in a reseroir to be

constructed across the Welamitiya Oya and then transferred by a link canal to Dewahuwa. (The capacity of Dewahuwa itself cannot be increased as it would cause heavy inundation). The supply from Nalanda will be during the 4 months December to March and the Dewahuwa Reservoir would be full at the end of May to cater for the Yala crop.

1.7 Proposal by the Irrigation Department.

The Irrigation Department undertook to prepare a feasibility report for the scheme on similar lines to other reports for various schemes in the Island. The Department considered the fact that the Polgolla and Bowatenne complexes will provide sufficient water to the Kalawewa and Elahera regions for many years to come. The Nalanda waters will only be required when the development of the new acreages under Kalawewa and Elahera are completed. Hence it was felt that the Nalanda waters could be used to augment the Dewahuwa Tank and any existing lands on route.

Again the Welamitiya Oya drains into Kalawewa and the Nalanda Reservoir also augments the Kalawewa. Thus the anicut easily across Welamitiya Oya would serve the purpose of diverting the Nalanda waters and its own waters to Dewahuwa. All the necessary storage could be obtained at Nalanda and there is no necessity for additional storage. To confirm this an operation study for both the tank and the anicut was done.

The final proposal for Welamitiyawa is an anicut together with a 5 mile, 1,500 ft. long link channel to Dewahuwa. The additional acreage benefitted would be 680 existing acres along the link canal and an additional extent of 1,980 acres at Dewahuwa for Yala with 85% success. The 210 acres under Nalanda Reserveir will continue to be fed.

2.0 HYDROLOGY

2.1 The catchment area.

The Nalanda Oya catchment originates in the hills of Rilagala; elevation 3900 MSL. The catchment area at the Nalanda dam, 48 sq. miles in extent, is steep and rectangular in shape and is densely cultivated in tea, rubber and home garden with large patches of paddy in the valley.

The welamitiya Oya catchment originates in the hills around Nalanda rock at elevation 1700 MSL. The catchment area of 8.1 sq. miles is in fairly steep ground and is mostly in jungle with isolated patches of paddy in the valleys. The Oya at the anicut site has an elevation of 687 MSL.

The Dewahuwa catchment originates ground Omaragala elevation 1500 MSL and is fairly steep in the initial reaches but flattens out after Horagawa. There is coconut and homegardens will paddy in the valleys up to Horabawa. Thereafter the area is in jungle intersperesed with numerous small village tanks and paddy, the slope of the land being flat. The Kuda Oya and the Kalugal Oya drain into Dewahuwa. The drainage from the Dewahuwa fields flows into Kalawewa through the Hawanella Oya.

2.2 Rainfall

During the winter months in the Northern hemisphere excessive cooling of the large land mass of Asia coupled with the comparatively warm waters in the Indian Ocean gives rise to the movement of dry cool air masses over the land mass of Asia. The movement is in a South Westerly direction. The dry cool air leaves the land mass of Asia behind and enters the Bay of Bengal, continuing to move in the same South Westerly direction and collecting ample supplies of moisture while journeying over the water surface of the Bay of Bengal. The Island of Sri Lank lies in the direct path of this air mass and most of the moisture collected is deposited over the greater part of the Island. Where conditions are favourable very intense precipitations are experienced.

Again during the summer months in the Northern hemisphere heating of the large land mass of the continents of Asia causes rain bearing winds to impinge on the south western quarter of the island. The balance three quartors of the island lie in the rain shadow during the period March to September, and is known as the dry zone of Sri Lanka.

Nalanda, Welamitivawa and Dewahuwa reservoir are in this dry zone. The rainfall station at Galewala which is the nearest to the Welamitiyawa anicut site was discontinued in 1963. Hence the rainfall data for Welamitlyawa is taken as that for Nalanda and the mean monthly values are given below. This is an the higher side and is not truly representative of the catchment but has been adopted due to lack of more reliable data.

Month	Rainfall in inches	Month	Rainfall in inches
October	12.88	April	9.01
November	13.32	May	5.74
December	14.23	June	4.01
January	7.85	July	4.18
February	6.95	August	3.47
March	3.60	September	5.36
	58.83		31.77

Average for North East Monsoon	58.83 ins.
Average for South East Monsoon	31.77 ins.
Average annual rainfall	90.6 ins.

Table 1 gives the monthly figares at Nalanda.

2.3 Stream Flows

The stream flows of Nalanda Oya and Dewahuwa were determined from reservoir replenishment data for these tanks maintained by the Hydrology Division. In the absence of data for the Welamitiya Oya, the yield of the Welamitiya Oya was obtained by

using an intermediate value of the yields per square derived for Nalanda and Dewahuwa. The period taken was from 1958/59 to 1970/71.

The mean annual yield for Nalanda is 82,200 ac. ft. for Welamitiyawa is 10,452 ac. ft. and Dewahuwa is 27,600 ac. ft. The monthly yields year by year from 1959 to 1971 are given in Tables 2, 3 and 4.

2.4 Floods

There are no flood records for the Welamitiya Oya available. The design flood has been obtained from a unit hydrograph derived synthetically assigning appropriate values to "Synder's constants". The 100 yr. storm pattern to be imposed on this unit hydrograph has been derived from the rainfall records of Kurunegala Meteorological Station. The 100 year design flood hydrograph was then derived. This 100 yr. hydrograph has a peak flood discharge of 6100 cusecs and a flood volume of 3400 ac. ft.

Besides the flood from its own catchment, there is flood flow of 7,450 cusecs coming through the Ebbawela Regulator from the Nalanda catchment. This discharge also has to be considered in the design of the Welamitiya anicut.

2.5 Duty of Water

For the purpose of the present report the duty of water for irrigation is defined as the quantity of water that has to be released from the reservoir to irrigate an acre of the crop under consideration; in this case paddy.

The monthly consumptive use values were based on studies done by the Japanese Experts and are given below:

Monthly consumptive Use Values in Ac.ft.

October	0.51	April	0.69
November	0.80	May	1.29
December	1.10	June	1.15
January	1.59	July	1.15
February	0.83	August	0.87
March	0.43	September	0.33
	5.26		5.48

The total consumptive use is 10.74 Ac. ft. This figure is on the high side as the topography of the land is steep and the land also drains well.

In computing the effective precipitation Re the rainfall figures for Nalanda were used for both Nalanda and Welamitiyawa areas and the rainfall figures for Dewahuwa tank were used for Dewahuwa area. The relationship adopted for computing the effective monthly precipitation is given below: -

TABLE 1

Rainfall in inches at Nalanda

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept.
1959	11.29	10.39	10.20	4.68	2.11	0.90	10.60	8.87	7.25	8.63	2.36	5.24
1960	13.69	13.01	9.88	10.35	17.98	1.11	11.67	5.28	4.39	9.83	1.18	5.63
1961	12.18	20.30	6.23	8.16	7.91	3.02	7.16	7.22	5.33	4.35	4.40	3.85
1962	10.99	12.96	13.64	8.89	5.05	4.18	9.65	12.55	1.77	4.63	4.44	5.12
1963	18.33	9.15	11.55	11.16	5.64	6.41	10.89	3.48	3.72	6.16	2.25	4.10
1964	8.61	18.67	19.25	11.84	11.64	4.77	4.12	4.75	3.18	7.66	2.45	5.08
1965	7.40	11.38	12.38	5.62	8.99	4.33	11.84	8.18	2.51	0.93	8.26	1.41
1966	15.27	13.14	10.33	6.42	0.76	5.93	7.08	0.28	2.32	1.03	1.04	11.27
1967	11.97	17.49	12.48	6.37	9.34	4.22	4.58	2.10	7.35	1.29	1.77	2.06
1968	16.87	19.62	18.96	5.00	1.13	6.97	6.40	1.92	5.38	5.62	1.24	3.76
1969	14.53	12.05	13.04	6.59	3.55	2.35	9.45	3.26	2.05	0.59	7.83	3.71
1970	19.77	4.80	17.07	7.87	15.49	1.41	12.17	4.57	2.51	2.86	1.56	5.67
1971	12.04	15.17	16.00	12.60	7.26	4.25	13.73	3.87	6.97	2.35	8.91	13.05
1972	7.38	8.45	28.17	4.30	0.47	0.64	6.84	14.08	1.68	2.84	0.97	5.07
Total	180.34	186.56	199.18	109.85	97.32	50.49	126.18	80.41	56.21	58.57	48.66	75.02
Mean for the month	12.88	13.32	14.23	7.85	6.95	3.60	9.01	5.74	4.01	4.18	3.47	5.36

Mean Rainfall during N.E.Monsoon (Oct. March)	58.83'
- do - S.W. " (Apr; Sept.)	31.77'
Mean Annual Rainfall	90.60

TABLE 2

Yield at Nalanda Reservoir site in 1000 Ac.ft

YEAR	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1959	7.88	0.12	0.04	5.86	8.93	2.72	4.45	0.72	0.83	3.14	7.97	11.80	54.46
1960	11.16	17.24	6.23	8.29	1.71	1.56	18.79	9.45	9.66	6.71	7.71	21.12	119.63
1961	5.99	9.45	4.70	2.36	7.46	6.25	3.76	5.35	2.48	13.05	27.98	4.36	93.21
1962	13.24	7.05	6.74	6.21	16.26	5.21	7.15	5.56	2.79	2.39	6.21	11.61	90.42
1963	21.49	8.44	6.96	7.57	1.62	3.04	3.03	3.39	1.48	13.55	19.29	14.41	100.03
1964	24.22	14.95	3.69	8.16	10.23	2.84	0.29	3.68	2.37	4.08	11.14	30.41	116.05
1965	3.68	6.11	7.43	5.84	8.75	3.56	2.47	3.85	0.62	2.17	11.33	7.93	63.74
1966	8.08	3.90	8.29	4.59	4.32	3.23	2.96	1.46	3.16	9.75	10.13	17.63	77.50
1967	17.16	16.19	9.67	6.47	0.21	2.16	1.39	5.25	0.39	14.90	23.55	21.41	118.75
1968	8.65	2.49	3.84	1.11	0.56	0.30	1.36	1.53	0.78	4.70	11.30	46.51	83.14
1969	2.07	2.32	1.36	2.29	0.24	0.41	3.22	1.35	0.62	4.37	6.63	1.65	26.51
1970	2.68	4.14	3.96	3.06	1.48	3.93	0.68	1.46	1.37	12.19	0.95	11.50	47.40
1971	7.52	6.24	1.97	9.98	4.89	3.68	1.52	4.11	10.37	4.09	10.47	12.71	77.55
Total	133.82	98.64	64.88	71.79	66.66	38.89	51.08	47.15	36.90	94.89	150.62	213.05	1068.39
Mean for the mongh	10.3	7.6	5.0	5.5	5.1	3.0	3.9	3.6	2.8	7.3	11.6	16.3	32.1

Avereage annual yield = 82,180 Ac.ft.

TABLE 3

Yield at Welamitiya Oya dam site in 1000 Ac.ft.

YEAR	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1959	1.00	0.02	0	0.75	1.13	0.35	0.57	0.09	0.11	0.41	1.01	1.50	6.93
1960	1.42	2.19	0.79	1.05	0.22	0.20	2.38	1.20	1.20	0.85	0.88	0.66	15.19
1961	0.76	1.20	0.59	0.30	0.95	0.79	0.48	0.68	0.32	1.66	3.55	0.30	11.86
1962	1.68	0.89	0.86	0.79	2.07	0.66	0.91	0.71	0.35	0.30	0.79	1.48	11.49
1963	2.72	1.07	0.88	0.96	0.21	0.39	0.38	0.43	0.19	1.69	1.94	1.63	12.69
1964	3.08	1.90	0.47	1.04	1.30	0.36	0.04	0.47	0.30	0.52	1.42	3.98	14.88
1965	0.47	0.78	0.94	0.74	1.11	0.45	0.31	0.49	0.08	0.28	1.44	0.99	8.08
1966	1.02	0.50	1.05	0.58	0.55	0.41	0.37	0.19	0.40	1.24	1.29	2.24	9.84
1967	2.18	2.06	1.23	0.82	0.03	0.28	0.18	0.67	0.05	1.89	2.99	2.27	15.10
1968	1.09	0.32	0.49	0.14	0.07	0.04	0.17	0.19	0.09	0.60	1.44	5.91	10.55
1969	0.26	0.30	0.17	0.29	0.03	0.05	0.41	0.16	0.08	0.56	0.84	0.21	3.37
1970	0.34	0.55	0.51	0.39	0.19	0.50	0.08	0.19	0.17	1.55	0.12	1.46	6.03
1971	0.96	0.79	0.23	1.27	0.62	0.47	0.19	0.52	1.32	0.52	1.33	1.62	9.86
Total	16.92	12.55	8.23	9.12	8.48	4.85	6.47	6.00	4.69	12.06	19.14	27.20	135.90
Mean for the month	1.3	0.9	0.6	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5	0.4	0.9	1.5	2.1	10.5

Average annual yield = 10,450 Ac.ft.

TABLE 4

Yield at Dewahuwa Tank in 1000 Ac.ft.

YEAR	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1959	0.75	0.19	0.03	0.81	0.89	0.19	0.19	0.12	0.07	0.42	1.26	1.16	6.08
1960	2.96	7.42	1.49	3.35	1.97	0.23	2.92	0.95	0.09	1.75	0.84	1.57	22.54
1961	2.95	1.79	0.69	0.92	0.23	0.04	0.41	0.19	0.44	4.78	8.06	5.28	25.78
1962	3.15	1.12	2.40	3.25	3.99	0.70	0.52	0.36	0.55	1.65	3.05	4.50	24.84
1963	8.59	3.67	1.36	3.83	0.22	0.20	0.25	0.10	0.19	4.26	3.31	5.08	31.06
1964	21.24	4.71	2.43	1.18	0.49	1.55	0.44	0.13	0.14	0.69	4.39	18.32	55.71
1965	0.42	1.06	0.13	1.45	1.58	0.15	0.02	0.02	0.07	0.56	3.11	0.89	9.48
1966	6.70	0.35	1.33	1.15	0.24	0.12	0.06	0.06	0.31	1.71	8.24	6.70	26.97
1967	3.17	2.93	1.44	1.13	0.69	0.26	0.68	0.40	0.02	3.81	14.35	7.31	36.19
1968	1.74	0.15	2.42	0.92	0.27	0.18	0.19	0.11	0.015	5.35	3.72	22.34	37.44
1969	1.86	1.69	1.86	1.54	0.62	0.14	0.07	0.40	0.07	2.62	3.77	4.83	19.47
1970	4.69	7.70	1.54	2.05	0.37	0.44	0.27	0.99	0.87	6.14	6.54	6.89	38.49
1971	3.69	0.47	0.39	4.70	0.94	0.49	0.27	0.71	0.99	0.87	4.51	4.26	22.29
Total	61.91	33.25	17.51	26.28	12.10	4.69	6.29	4.54	3.86	34.61	65.15	89.13	339.34
Mean for the month	4.8	2.5	1.3	2.0	0.9	0.4	4.9	0.3	0.3	2.7	5.0	6.9	27.6

Average annual yield = 27,640 Ac.ft.

$R \leq 1.0''$	$R_e = 0$
$1.0 \leq R \leq 14.5''$	$R_e = (R - 1) \times 0.67$
$R > 14.5''$	$R_e = 9.0''$

where R = Total monthly precipitation in inches

R_e = Mounthly effective precipitation.

The monthly evaporation losses from the resorveirs were taken as follows, using average values. Studies were made for an anicut and a tank across Welamitiya Oya at Welamitiyawa.

Nalanda tank	- 232 Ac. ft.	from October	to March
	- 310 Ac. ft.	from April	to September
Welamitiyawa Tank	- 60 Ac. ft.	from October	to March
	80 Ac. ft.	from April	to September
Dewahuwa Tank	- 380 Ac. ft.	from October	to March
	510 Ac. ft.	from April	to September

The delivery requirement in Ac. ft. was then obtained by using the formula.

$$D_E = \frac{C - R_e}{70} \times 100 \times \text{Irrigable area.}$$

where C = consumptive use.

R_e = effective precipitation

and assuming a conveyance less of 30% in the reservoir releases.

2.6 Operation Studies

An operation study performed for Dewahuwa tank only showed that the tank was capable of cultivating a full Maha crop and about 360 acres for Yala with 85% success by seasons. The period of study was 58/59 to 70/71.

An operation study was next done with the capacity of Welamitiyawa tank at 5000 Ac. ft. and water was supplied from Nalanda Reservoir to Welamitiyawa tank and Dewahuwa Tank in the following manner. During the months October to March, the total requirements of water to feed the 680 existing irrigated acres between Welamitiyawa and Dewahuwa and the 2,340 acres under Dewahuwa were drawn from the local inflows and from Nalanda and the tanks kept full at the end of March. From April to September, the Nalanda waters were used sparingly and water was delivered to the existing irrigated 3,020 acres, only when the Welamitiyawa and Dewahuwa tanks could not cope with the demand. A success of 85% by seasons was arrived at and the minimum water requirements from Nalanda obtained. The mean monthly values of the operation studies made are given in Table 5. Only 14% of the available Maha yield at Nalanda is sent in Maha to Dewahuwa and 19.5% of the Yala yield in Yala.

An operation study was next done with an anicut at Welamitiyawa. The water of Welamitiya Oya was not diverted to Dewahuwa but send down wholly Kalawewa. The total requirements of water to feed Welamitiyawa and Dewahuwa and the 2,340 acres under Dewahuwa were drawn from the Dewahuwa and Nalanda tanks. A success of 85% by seasons was aimed at and the mean annual water requirement from Nalanda obtained. The mean monthly values of the operation studies made are given in Table 6. It is seen that 21,400 Ac. ft. is required from Nalanda. If the water of Welamitiya Oya (10,450 Ac. ft.) is sent to Dewahuwa, then the requirement from Nalanda is 11,190 Ac. ft. Since the Nalanda waters will not be needed by Kalawewa or Elahera for many years to come, the anicut proposal can be taken up as it is cheaper.

An abstract of the operation study for the anicut proposed follows.

Abstract of Operation Study

	Nalanda Res.	Welamitiyawa Anicut	Dewahuwa Res.
Catchment area (Sq.Mls)	48	8.1	26
Mean Annual yield Ac.ft.	82,180	10,450	27,640
Gross Reservoir Capacity	12,400	-	8,800
Dead Storage Ac. ft.	9,100	-	250
Active storage Ac. ft.	3,300	-	8,550
Ratio of active reservoir capacity to yield	15%	-	31%
Period of study	13 years	13 years	13 years
Inflow dated based tank replenishment data of	Nalanda	Intermediate value	Dewahuwa
Crop - paddy	210 Acs.	680 Acs.	2340 Acs.
Percentage success according to months	100	100	94
Percentage success according to seasons	100	100	85

Monthly duties Ac.ft./Ac.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
	0.51	0.80	1.10	1.59	0.83	0.43
	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
	0.69	1.29	1.15	1.15	0.87	0.33

2.7 Canal Capacities

Table 6 gives the maximum monthly quantity of water required to be transferred from Welamitiyawa to Dewahuwa during the period 1959 to 1971. The maximum is 8796 Ac. ft., but this occurred in the first year in December when the tank were assumed empty in the previous October. The next value is 6340 Ac. ft. in January. Allowing for 30 days of flow, a 125 cusec canal should suffice to transfer this flow from Nalanda to Dewahuwa.

TABLE 5

Mean Monthly values for Nalanda Reservoir in Ac.ft., Tank proposal

Month	Mean Monthly yield I_N	Evapr. loss	Nalanda sluice demand	Total demand Q_N	$(I_N - Q_N)$	Qty. sent to Dewahuwa	Balance available at Nalanda	Maximum in any one month to Dewahuwa from Welamitiyawa
Oct.	7,298	232	219	451	6,847	2,315	4,532	6,474
Nov.	11,585	232	284	516	11,069	1,525	9,544	6,653
Dec.	16,246	232	389	621	15,625	826	14,799	5,761
Jan.	10,294	232	590	822	9,472	1,316	8,156	6,827
Feb.	7,587	232	380	612	6,975	1,637	5,338	5,597
Mar.	4,605	232	313	545	4,060	69	3,997	640
Apr.	5,522	310	381	691	4,831	55	4,776	453
May	5,126	310	628	938	4,188	66	4,122	858
June	2,800	310	625	935	1,865	651	1,214	5,303
July	3,928	310	599	909	3,019	1,421	1,598	6,338
Aug.	3,626	310	526	836	2,790	1,188	1,602	4,000
Sept.	2,992	310	351	661	2,331	290	2,041	1,381
					73,072	11,351	61,713	

$I_N - Q_N$ Oct. - Mar. = 54,088

Qty. sent to Dewahuwa Oct. - Mar. = 7,688

$$\% = \frac{7688}{54088} = 14\%$$

$I_N - Q_N$ Apr. - Sept. = 19,026

Qty. sent to Dewahuwa Apr. - Sept. = 3,673

$$\% = \frac{3673}{19026} = 19.5\%$$

N.E. 1. Mean Monthly values obtained from operation studies over the period 1958/59 to 1970/71 are given in this table and in table 6.

2. Quantity sent to Dewahuwa in table is with the use of Welamitiya Waters.

TABLE 6

Mean Monthly values for Nalanda Reservoir in Ac.ft., Anicut proposal *

Month	Mean Monthly yield (I_N)	Evapr. loss	Nalanda sluice demand	Total demand (Q_N)	(I_N - Q_N)	Qty. sent to Dewahuwa **	Balance available at Nalanda	Maximum in any one month to Dewahuwa
Oct.	7,298	232	219	451	6,847	2,000	4,847	4,232
Nov.	11,585	232	284	516	11,069	1,025	10,044	3,509
Dec.	16,246	232	389	621	15,625	1,150	14,475	8,796***
Jan.	10,294	232	590	822	9,472	2,710	6,762	6,058
Feb.	7,587	232	380	612	6,975	1,050	5,925	3,817
March	4,605	232	313	545	4,060	600	3,460	1,376
April	5,522	310	381	691	4,831	660	4,171	2,203
May	5,126	310	628	938	4,188	2,700	1,488	5,680
June	2,800	310	625	935	1,865	2,740	875	4,935
July	3,928	310	599	909	3,019	3,025	6	6,340
Aug.	3,626	310	526	856	2,790	2,510	280	4,094
Sept.	2,992	310	351	661	2,331	1,470	861	3,183
					73,072	21,640	51,432	

* Obatained from operation study 1958/59 to 1970/71

** Quantity sent to Dewahuwa is without use of Welamitiya Oya water

*** Not considered as it occurred during first year of operation studies with both tanks empty.

Design value for canal taken as 6340 Ac.ft.

$I_N - Q_N$ Oct. - Nov. = 54,088

Qty. sent to Oct. - Nov. = 8,535 to Dewahuwa

$\% = \frac{8,535}{54,088} = 16\%$

$I_N - Q_N$ Apr. - Sept. = 19,026

Qty. sent Apr. - Sept. = 13,105 to Dewahuwa

$\% = \frac{13,105}{19,026} = 69\%$

**** Quantity sent to Dewahuwa, when 10,450 Ac. ft. of Welamitiya local inflows are used is 21,640 - 10,450 = 11,190 Ac.ft.

3.0 PROJECT FEATURES

3.1 Welimitiyawa Anicut

The proposal is to make use of the existing Welimiti Oya Anicut - I/5 (10.95 x 3.00) which consists of a concrete structure 125 ft. wide across the Welimiti Oya with the Left Bank Main Canal irrigating about 100 aeres. The first 250 ft. of the Main Canal is carried in a 2 1/2 ft. dia. concrete pipe. The Anicut is founded on rock.

The improvements to headwork consists of demolition of the left abutment and providing 3 Nos. 5 ft. x 4 ft. Uncontrolled ipening to admit water into a silt reach. The existing pipe line will be demolished and a concrete crest wall will be constructed with a 2 planked bays 5 ft. x 5 ft. to serve as silt reach. The head sluiee will be located at the end of the Silt Reach and will consist of a twin conduit 4 ft. x 4 ft. each with steel control gates fitted to the up-stream side of the conduit. The existing canal will be demolished and a new canal of capacity 130 cusecs and length 5 M. 1,300 ft. will be constructed to replenish Dewahuwa Tank and irrigate the existing 680 acres of existing lands along the canal route. The canal is in double banking to avoid interference with the existing drainage pattern as this forms the source of supply to several village tanks along the canal.

3.2 Ebbawela Regulator - Improvements

The Nalanda reservoir incorporates a regulator (Ebbawela regulator) to divert water into Welimitiya Oya catchment. The regulator at present has 4 gates 18 ft. wide x 7 ft. high and is capable of discharging 7,450 cusecs into the Welimitiya Oya at high flood. However, as the level of the regulator is high, it is proposed to construct a separate low level regulator adjoinging the Ebbawela structure to permit diversion of about 130 cusecs during the dry seasons.

It is also proposed to construct a half a mile long approach canal to this low level outlet.

3.3 STATISTICAL DATA

Nalanda Reservoir

Catchment Area	= 48.0 Sq. Mls.
Average Annual Yield	= 82,184 Ac. ft.
High Flood Level	= 1,208 M.S.L.
Full Supply Level	= 1,205 M.S.L.
Area of water surface at HFL	= 780 Acs.
Capacity (Gross) at HSL	= 12,400 Ac. ft.
Live Storage	= 12,400 Ac. ft.
Dead Storage at Sluice Level	= Zero almost
Storage at Ebbewala regulator level	= 9,100 Ac. ft.

Dam (Concrete)

Length	= 402' 6"
Top Width	= 7 ft.
Base Width	= 80 ft.
Bund Top Level	= 1,210 MSL
Maximum Height	= 74.5 ft.

Sluice

Sill Level of Sluice	= 1,135.5 MSL
Size	= 2 Nos. 36" Diameter Steel Pipes

Spillway

High Level Spillway

Length	= 145' 0"
Crest Level	= 1,206 MSI

Low Level Horse She Shape Spillway

Length	= 156' 0"
Crest Level	= 1,205 MSL

Ebbawala Regulator

Size	= 4 Nos. of 18' x 7' H
Sill Level	= 1,198.27 MSL
Capacity at HFL (1,208 MSL)	= 7,450 Cusecs
Capacity of Nalanda Reservoir at sill of regulator (1,198.27 MSL)	= 9,100 Ac.ft.

Ebbawela Channel

Length 2,300'	= Bed width 100 ft.
Side slopes 2 on 1	= Cradient .0007

Welimitiya Anicut (Existing)

Catchment Area	= 8.1 Sq. Mls.
Max. Annual Yield	= 15,190 Ac. ft.
Minimum Annual Yield	= 3,370 Ac. ft.
Average Annual Yield	= 10,452 Ac. ft
Full Supply Level	= 690.36 MSL
Sill Level	= 687.36 MSL

Design Flood

100 year peak flood discharge	= 6,100 Cusecs
Flood volume	= 3,390 Ac. ft.

L.B. Sluice

Discharge	= 130 Cusecs
Sill Level	= 687.36 MSL

Link Channel

Earthern Channel	= Bed Width 14 ft.
Lengyh 5 M. 1,300 ft.	= Full Supply Depth 3.5'
Side Slopes 1 on 1.5	= Free Board 3 ft.
Gradient 0.00035	= Capacity 130 Cusecs

Dewahuwa Reservoir

Catchment Area	= 26.0 Sq. Mls.

Average Annual Yield	= 27,642 Ac. ft.
High Flood Level	= 599.5 MSL
Full supply Level	= 597.5 MSL
Area of water surface at FSL	= 1,010 Acs.
Capacity (gross) at FSL	= 8,800 Ac. ft.
Live Storage	= 8,550 Ac. ft.
Dead Storage	= 250 Ac. ft.

Dam

Type	= Rolled earthfill homogenous section
Length	= 4,300 ft.
Top Width	= 15 ft.
Bund Top Level	= 604.75 MSL

R.B. Sluice

Tower type	
Sill level	= 570 MSL
Head of water	= 27.5'
Size	= 3' 0 (Hume pipe)

Spillway

Clear everfall type	
Length	= 600'
Crest level	= 597.5 MSL

4.0 ECONOMIC ANALYSIS

4.1 Procedure Adopted

In determining the economic worth of Dewahawa augmentation project, the objective considered was the promotion of domestic consumption present and future or the aggregate consumption. The national income includes both consumption and investment but investment is desired for the sake of future consumption. For example the increased quantities of paddy produced by the Dewahuwa augmentation project will promote domestic consumption in the near

future. Other objectives such as reduction of unemployment, the balance of trade payments and the redistribution of income to the Dewahuwa region were considered secondary to the main objective of the promotion of domestic consumption.

The costs and benefits were analysed with this objective in mind. The costs and benefits were determined as they occur year by year over a 50 year period of analysis. They were then brought to a common point of time by the use of present values and a discount rate of 6% and 10% and the benefits and costs compared by optaining the benefit cost ratio. The internal rate of return which is the rate percent at which the present worth of benefits equals the present worth of costs during the 50 year life of the project, was also found.

4.2 Brief Description of Project

The Dewahuwa augmentation project which is a pure irrigation project, will ensure the full irrigation requirements for the Yala season for an existing paddy acreage of 680 acres between Welamitiyawa anicut and Dewahuwa reservoir and 2340 acres under Dewahuwa reservoir. At present the Dewahuwa reservoir can irrigate about 360 acres for Yala. Thus the increase in crop acreage for Yala is 2660 Acs.

There will be no new settlement as the project will feed only existing paddy acreages. There will be very little acquisition in the pondage of Welamitiya Oya anicut. The income from the few patches of chena in the reservoir bed is ignored in the economic analysis.

4.3 Resources Allocation

The resources used by the project or the costs of the project were allocated into five categories namely,

(i) Foreign Component (F.C.)
(ii) Domestic Materials (D.M.)
(iii) Skilled Labour (S.L.)
(iv) Unskilled Labour (U.L.)
(v) Transfers.

All farm labour was assumed to be unskilled. Land acquisition was taken as a transfer cost. The percentage allocation of resources used is geven below: -

Percentage Allocation of Resources

		F.C.	D.M.	S.L.	U.L.	Trans-fers	Percentage Cost to the economy.
1.	Headworks	60	10	15	15		150
2.	Diversion Canal	40	10	20	30		120
3.	Lowering Ebbawala Regulator	40	10	20	30		120
4.	Contingencies	50	05	15	30		130
5.	Cultivation	40	10	10	50		106
6.	O & M. Cost	15	10	15	60		75

4.4 Oppotunity Costs

Adjustments have to be made for the opportunity costs of resources used, such as foreign component and unskilled labour. In estimating the value of these resources reference has to be made to the alternative opportunities for their use.

An opportinity cost may differ from the actual market price of a resource. In the case of foreign exchange, the official exchange rate is not a true measure of the value of foreign exchange to its users on account of its searcity value. The Ministry of Planning estimates that the opportunity cost of foreign exchange

is double its official value. Again when unskilled labour is drawn into a project, output in the rest of the economy does not suffer, as adequate labour can yet be found for other projects from the available pool of unemployed. The opportunity cost of unskilled labour is taken as one third of its market value.

4.5 Cost to the economy

The percentage cost to the economy is thus equal to 2 x foreign component + demestic materials + silled labour + 1/3 unskilled labour. The actual cost of the item is multiplied by the percentage cost to the economy to give the cost of the resource to the economy. The percentage cost to the economy of the various items of cost are given in the table under resources allocation.

As mentioned earlier costs and benefits in any given year will be different if they are valued at another point in time. The cost and benefits to the economy are discounted at a rate known as the social rate of discount. This discount rates is a measure of what the society as a whole desires in respect of substitution between present consumption and future comsumption. For analysis of projects the Ministry of Planning has suggested rates of 6% and 10%.

4.6 The Cost Stream

(a) Capital Costs - The cost of the anicut at Welaitiyawa and the canal to Dewahuwa Reservoir together with other connected works will be Rs. 6.85 Million as given under cost estimates. There will be no expenditure on Land Development or Land Settlement.

The construction period is assumed to be two years and the phasing of the costs in these two years is given below. The cost of acquisition has not been included.

Item	Cost Rs. Cts
1. Headworks	316,138.00
2. Diversion Canal	5,230,000.00
3. Lowering of Ebbawela Regulator	600,000.00
4. Contingencies	703,862.00
	6,850,000.00

(b) Operation, Maintenance and Replacement Costs

In order to maintain the maximum intensity of cultivation, the irrigation system has to be maintained efficiently. A seasonal operation and maintenance cost of Rs. 50/= per acre has been allowed from the 3rd year to the end of the project life. The total cost for (1980 + 680) acres under the project is Rs. 133,000/=for the Yala season, since only the benefit from the Yala crop will be considered. The cost to the economy is Rs. 100,000/= for the Yala season, and this has been allowed for from the 3rd year onwards, vide percentage cost to the economy under 4.3.

(c) Cultivation Costs - The costs of cultivation per acre per season were taken as given below: -

Item	Total Cost in Rs.	Foreign Cost in Rs.
Seeds	34	21
Fertilizers	304	216
Pesticides	188	96
Weedicides	36	22
Farm machinery	88	34
Contingencies	64	39
	714	428
Farm labour	328	
	1,042	

Say Rs. 1,050/= per acre for a yield of 80 bushels per acre. The cultivation cost was assumed to be made from the 3rd year onwards. The total annual cost is 2,660 x 1,050 = Rs. 2.793 million. The annual cost to the economy is Rs. 2.96 million, vide percentage cost to the economy under 4.3.

The total costs to the economy and their present value at 6% and 10% are given in Table 7.

4.7 Benefits

The primary benefits from the cultivation of 2,660 acres in the Yala season were only considered in the evaluation. The yields are assumed to be 80 bushels per acre and the benefit will be obtained from the 3rd year onwards. The annual additional benefit at the guaranteed price of Rs. 33/= per bushel will be Rs. 2660 x 80 x 33 = Rs. 7.02 million. Allowing for 85% success the benefit is Rs. 5.95 million. In view of the work done for 5 years by the Sri Lanka - Japan Rural Development Project amongst the farmers of Dewahuwa, it can be obtained from the 3rd year onwards. The present values of these benefits are given in Table 7.

The indirect benefits are due to the increased economie activity in the area. There will be benefits to the owners of rice mills, shops and transport. Light industries such as the manufacture of furniture and bricks will be induced by the project.

4.8 Comparison of Benefits and Costs

The net precast values and the benefit cost ratio is as follows:

N.P.V. at 6% = 31.1 Million Rupees
N.P.V. at 10% = 15.2 Million Rupees
Benefit cost ratio at 6% = 1.61
Benefit cost ratio at 10% = 1.46

The internal rate of return is over 28% as shown in Table 8.

4.9 Foreign Exchange Savings

Assuming a World Market price of Rs. 33/30 per bushel (£ 150 per metric ton of rice) the price of 181,000 bushels of paddy is 5.95 million rupees assuming 85% success by seasons. The foreign component of the cultivation cost of 2,660 Acs. for yala is 2,660 x 428 = 1.14 million Rs. Thus the foreign exchange saving is 4.81 million rupees without FEECS.

4.10 Conclusion:

The scheme is both technically sound and economically feasible. It has a benefit cost ratio of 1.46 at 10% interest and an internal rate of return of 28%. At full development the project will annually yield an additional 181,000 bushels of paddy giving a gross income of Rs. 5.95 million at guaranteed prices. An annual foreign exchange saving of Rs. 4.81 million using world market prices without FEECS will be obtained by the Project.

There will be employment opportunities growth of secondary industries and other indirect benefits. This scheme will bring immense benefit to the poor peasants of the area as well as the country. The scheme is highly recommended for immediate implementation.

付属資料　3

Monthly Rainfall of Dewahuwa (1967 ∿ 1980)

Year / Rainfall / Month	1967		1968		1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980	
	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch	days	inch
Jan.	?	?	09	4.37	?	3.95	12	5.50	?	?	-	-	-	-	-	-	05	3.01	09	3.18	03	2.14	04	0.78	03	2.36	-	-
Feb.	?	?	-	-	06	3.50	14	10.52	?	?	01	0.70	-	-	03	0.81	02	1.60	01	0.38	05	1.36	01	2.06	02	1.22	-	-
Mar.	06	4.96	17	5.96	04	1.51	06	3.17	08	01.58	-	-	01	0.08	04	2.42	05	5.16	04	1.85	08	2.07	05	2.14	02	0.50	04	3.07
Apr.	10	4.96	11	4.31	16	8.78	16	8.10	18	19.88	07	0.89	0.4	1.29	09	7.70	13	6.25	16	7.42	21	7.18	06	2.76	07	1.62	14	7.42
May	09	2.95	04	1.42	08	2.18	?	?	06	01.35	10	03.81	01	0.23	07	4.65	04	5.43	01	0.14	20	5.12	10	2.30	05	2.30	03	1.15
Jun.	10	4.97	11	3.07	05	0.45	10	0.62	12	02.93	-	-	-	-	02	0.76	11	2.88	02	0.38	08	0.22	-	-	02	0.84	04	0.86
Jul.	03	0.45	12	1.97	01	0.02	09	0.95	05	01.02	-	-	01	0.23	05	2.14	09	4.10	03	0.28	05	2.34	02	1.50	01	0.75	02	0.10
Aug.	08	1.10	06	0.16	11	6.56	01	0.05	06	02.97	-	-	01	1.01	01	0.76	13	2.06	03	0.62	08	2.45	02	0.24	02	0.40	05	0.80
Sep.	06	1.14	11	4.58	06	1.97	12	8.27	13	03.74	-	-	03	0.88	11	3.57	06	10.17	01	1.23	03	0.90	03	0.04	08	6.41	04	7.10
Oct.	11	14.08	18	13.20	23	20.63	16	9.96	11	06.34	11	01.79	12	4.01	06	2.10	17	6.99	19	10.35	21	19.62	11	4.05	14	8.56	12	8.78
Nov.	21	9.76	19	7.64	14	3.39	22	14.10	12	03.80	09	04.34	11	1.51	06	8.08	22	11.05	24	15.34	17	5.54	12	11.82	26	14.64	19	17.79
Dec.	17	16.27	16	8.15	27	15.34	?	?	20	16.09	11	5.96	23	13.29	08	5.73	07	5.93	16	7.73	14	5.71	12	8.91	11	3.80	12	10.93
Year's total	101	60.64	134	54.83	121	64.33					49	17.49	57	22.53	62	38.72	114	64.63	99	48.90	133	54.65	68	36.60	83	43.40	79	58.00

付属資料　4

Tank Storage of Dewahuwa

Month	Day \ Year	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Average	Hensa
Jan.	1st		8,240		8,185		8,600		7,720	1,910	6,730	7,670	7,720	8,680	7,566	7,302	1,876
	15th		8,295		8,800		8,240		7,566	1,910	6,175	7,100	7,150	7,870	6,850	6,996	1,849
Feb.	1st		7,000	3,650	8,350		7,050	1,525	6,275	2,090	5,750	5,650	6,225	6,730	5,400	5,475	1,965
	15th		5,600	3,335	8,700		6,070	530	5,280	2,150	4,630	4,570	4,690	5,500	3,780	4,570	1,960
Mar.	1st	5,700	3,650	1,850	8,600	5,700	4,020	400	4,690	1,700	3,250	3,860	4,020	4,400	2,420	7,302	1,876
	15th	4,020	2,150	770	7,870	5,450	2,850	238	4,080	2,340	1,790	2,970	2,815	3,560	1,500	3,029	1,885
Apr.	1st	3,740	1,330	400	7,200	4,300	2,370	238	2,675	2,060	738	1,500	1,475	1,940	770	2,188	1,796
	15th	3,560	1,575	1,245	8,020	4,750	2,270		3,780	2,030	1,760	1,175	1,146	1,205	890	2,570	1,948
May	1st	4,400	2,120	1,850		8,295	2,300		3,090	2,150	1,730	1,225	850	834	1,500	2,529	1,979
	15th	4,800	2,210	2,150		8,535	6,275		1,970	2,090	1,475	1,940	1,850	500	1,675	2,956	2,247
Jun.	1st	4,800	2,210	2,300	8,185	8,800	6,730		1,730	2,420	1,426	2,000	1,820	120	1,650	3,399	2,684
	15th	3,820	2,210	2,340	7,458	8,800	6,730		1,600	2,570	1,330	2,090	1,790	190	1,625	3,273	2,560
Jul.	1st	3,605	2,210	2,180	7,000	8,800	6,690		1,600	2,500	1,245	1,910	1,730	190	1,575	3,172	2,520
	15th	2,850	2,210	2,030	6,590	8,800	6,650		1,575	2,380	1,215	2,240	1,354	186	1,525	3,047	2,487
Aug.	1st	2,030	2,210	1,850	5,500	8,700	6,590		1,550	2,380	1,195	2,150	1,225	178	1,330	2,838	2,395
	15th	1,450	2,210	1,700	3,860	8,600			1,525	2,300	1,146	2,150	1,030	190	1,215	2,281	2,090
Sep.	1st	770	2,120	2,030	2,930	8,800			1,500	2,300	1,059	2,000	606	170	1,117	2,117	2,156
	15th	380	2,030	1,940	3,010	8,700	6,650		1,426	2,240	998	1,880	400	320	998	2,382	2,419
Oct.	1st	380	1,970	1,880		8,700	6,530		1,378	3,650	950	1,760	250	1,030	4,350	2,736	2,506
	15th	370	2,120	4,020		7,720	5,000		1,378	3,650	1,450	4,080	238	1,059	5,350	3,036	2,209
Nov.	1st	5,500	3,605	6,850		5,850	3,090	578	1,310	4,200	2,340	8,800	1,940	2,500	5,700	4,020	2,303
	15th	5,210	3,090	5,960		4,200	2,500	722	1,475	5,000	5,350	8,800	3,375	4,750	7,458	4,453	2,178
Dec.	1st	5,450	2,780	4,800		3,170	2,270	950	1,525	7,250	7,350	8,130	9,600	9,600	9,600	5,575	3,089
	15th	8,420	3,250	4,140		8,800	1,117	1,195	1,575	6,275	6,950	7,250	9,600	3,680	9,600	5,535	3,074

付属資料　5

Water Issue from Sluice (1967 ∿ 1980 Dewahuwa Tank)

Year / ITEMS / Month	1967		1968		1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980	
	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT	days	AC.FT
Jan.			31	1750			24	0400							26	1650	-	-	28	3319.50 ⊛	31	4346.40 ⊛	28	2797.60	31	5175.65 ⊛	25	3812.10 ⊛
Feb.			29	1400	25	1710	24	0400					16	1085	20	1765	05	0450	17	3020.0 ⊛	19	2182.90 ⊛	24	2868.55	26	3252.20 ⊛	21	2842.60 ⊛
Mar.	23	1880	26	1500	25	1430	31	1400					-	-	19	1910	05	0640	17	2806.8 ⊛	22	2672.95 ⊛	25	1900.50	18	2941.05 ⊛	19	2591.10 ⊛
Apr.	03	0090	-	-	-	-	-	-					-	-	11	0830	01	0030	05	619.15 ⊛	07	778.80 ⊛	11	0923.30	10	1691.15 ⊛	-	-
May	-	-	-	-	-	-	-	-					-	-	14	1360	04	0465	04	248.30	-	-	-	-	11	676.20	-	-
Jun.	29	1195	-	-	10	0160	30	1135					-	-	03	0130	-	-	-	-	05	61.50 ⊛	02	0030	-	-	-	-
Jul.	31	1515	-	-	22	0300	24	1450					-	-	-	-	-	-	-	-	09	184.75 ⊛	12	0465	-	-	-	-
Aug.	31	1228	-	-	07	0175	23	2490					-	-	-	-	-	-	-	-	09	135.50 ⊛	08	0535	-	-	-	-
Sep.	13	370	-	-	04	0090	06	0430					-	-	-	-	-	-	-	-	08	125.00 ⊛	05	0206	-	-	-	-
Oct.	-	-	08	200	09	420			31	2785			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	1692.10 ⊛
Nov.	23	1575	30	790	30	2000			30	2640			-	-	-	-	01	105.0 ⊛	06	0359.30 ⊛	26	4050.35 ⊛	-	-	05	669.40 ⊛	30	4001.50 ⊛
Dec.	29	840	25	1410	24	0980			07				-	-	-	-	31	5325.25 ⊛	27	4040.85 ⊛	31	4366.70 ⊛	15	2823.08		4516.75 ⊛	21	3195.50 ⊛

⊛ NOTE: Calculations Based on Parshal Flume Readings.

付属資料　6

TANK-STORAGE AND WATER-ISSUE (1967 ∿ 1980: Nalanda Dam)

ITEMS / MONTH	1967				1968				1969				1970			
	1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE	
	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT
JANUARY	68'.8"	11934	28	4704	67'.8"	1434	13	7436	66'.6"	11800	31	720	68'.9"	11978	31	775
FEBRAURY	65'.8"	10466	28	4592	68'.0"	11600	28	4704	61'.6"	8300	14	336	68'.1"	11642	28	700
MARCH	67'.6"	11300	31	5208	52'.4"	8936	31	4960	63'.5"	9410	8	2816	68'.0"	11600	31	775
APRIL	65'.6"	10400	30	4920	55'.6"	6275	30	690	55'.2"	6245	-	-	68'.1"	11642	30	750
MAY	62'.0"	8800	31	2108	52'.5"	5198	31	682	58'.6"	7375	4	272	68'.5"	11810	31	775
JUNE	57'.10"	7133	30	2040	48'.9"	4350	30	630	N-A	N-A	-	-	67'.11"	11550	30	750
JULY	55'.6"	3275	24	552	43'.6"	2900	19	380	N-A	N-A	-	-	65'.9"	10506	31	5084
AUGUST	54'.0"	5700	31	9920	44'.0"	3000	3	408	42'.0"	2600	31	1643	53'.6"	5504	31	2015
SEPTEMBER	21'.9"	-	5	75	33'.9"	1325	-	-	35'.7"	1560	9	180	44'.8"	3160	30	610
OCTOBER	16'.2"	-	-	-	40'.3"	2260	-	-	35'.6"	1550	19	171	43'.0"	2800	31	620
NOVEMBER	49'.6"	4350	30	630	N-A	N-A	-	-	69'.0"	12100	30	770	49'.4"	4300	30	4320
DECEMBER	68'.10"	12015	31	23064	68'.0"	11600	-	-	63'.0"	9200	31	744	61'.0"	8300	31	720

ITEMS / MONTH	1971				1972				1973				1974			
	1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE	
	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPT FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT
JANUARY	67'.10"	11500	31	775	64'.8"	10036	-	-	68'.4"	11768	14	350	58'.0"	7200	31	744
FEBRAURY	66'.10"	10930	28	672	63'.6"	9452	-	-	65'.8"	10464	28	672	57'.2"	6866	28	644
MARCH	63'.10"	10930	31	744	60'.5"	8125	-	-	18'.11"	-	-	-	52'.8"	5226	31	9796
APRIL	59'.10"	7760	30	720	58'.3"	7275	-	-	60'.1"	8025	-	-	49'.4"	4300	15	315
MAY	69'.3"	12200	31	775	56'.8"	6682	-	-	80'.4"	8100	-	-	50'.8"	4700	31	4712
JUNE	66'.1"	10642	30	720	68'.0"	11600	30	750	43'.10"	2970 .	-	-	53'.10"	5630	30	575
JULY	67'.11"	11550	31	775	63'.2"	9284	31	1519	24'.0"	-	17	255	55'.0"	6100	23	529
AUGUST	64'.6"	9950	30	720	55'.10"	6390	31	4712	24'.6"	-	18	756	54'.0"	5700	23	529
SEPTEMBER	67'.9"	11450	30	750	36'.0"	1610	30	1560	17'.6"	-	-	-	44'.7"	3147	-	-
OCTOBER	67'.2"	11100	-	-	22'.6"	N-A	31	450	15'.3"	-	-	-	34'.6"	1398	13	234
NOVEMBER	63'.9"	9578	-	-	63'.6"	9345	30	720	18'.2"	-	11	440	32'.0"	1150	30	480
DECEMBER	63'.6"	9450	6	432	65'.0"	10200	23	552	39'.2"	2104	20	360	25'5"	-	31	465

ITEMS / MONTH	1975				1976				1977				1978			
	1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE	
	WATER DEPT FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPT FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPT FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPT FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT
JANUARY	42'.6"	2700	-	-	63'.4"	9388	31	744	57'.2"	4866	31	2108	47'.9"	3939	31	1798
FEBRUARY	56'.5"	6595	-	-	64'.3"	10036	29	744	52'.7"	5498	28	616	52'.7"	5498	28	1792
MARCH	56'.4"	6566	-	-	51'.10"	8720	31	9796	48'.6"	4100	28	588	54'.3"	5799	-	-
APRIL	59'.3"	7661	-	-	51.'0"	4800	30	660	47'.6"	3875	22	462	56'.7"	6653	-	-
MAY	62'.6"	9000	31	744	57'.10"	7130	31	10292	45'.2"	3292	29	603	56'.7"	6653	29	667
JUNE	64'.2"	9784	30	720	36'.7"	1708	27	407	32'.4"	5326	30	660	57'.11"	7163	30	713
JULY	61'.0"	8300	31	744	32'.7"	1325	24	408	48'.3"	4051	31	651	54'.2"	5760	31	713
AUGUST	59'.7"	7908	31	21328	27'.10"	-	23	1725	41'.6"	2605	31	1705	51'.7"	4968	31	660
SEPTEMBER	39'.10"	2190	30	1620	-	-	-	-	32'.9"	1222	30	-	50'.0"	4500	-	-
OCTOBER	49'.0"	4200	31	1922	23'.4"	-	17	-	27'.0"	-	31	1426	49'.0"	4200	31	651
NOVEMBER	51'.3"	4872	30	630	45'.4"	3334	30	8880	52'.0"	5090	30	660	58'.6"	7350	30	720
DECEMBER	63'.2"	9284	31	844	52'.0"	5090	31	4588	55'.6"	6325	3	1984	63'.9"	9573	31	744

ITEMS / MONTH	1979				1980			
	1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE		1st of MONTH		ISSUE FROM SLUICE	
	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT	WATER DEPTH FT.	STORAGE AC.FT	DAYS	AC.FT
JANUARY	65'.08"	10299	30	720	66'.04"	10732	31	744
FEBRAURY	62'.06"	9000	28	672	62'.09"	4097	28	672
MARCH	61'.02"	8384	30	720	56'.02"	1510	14	1064
APRIL	60'.06"	8150	30	720	54'.8"	5964	15	345
MAY	59'.06"	7775	30	720	60'.0"	8150	31	720
JUNE	57'.04"	6932	30	560	60'.2"	8050	30	720
JULY	42'.09"	2753	31	620	56'.05"	6600	30	975
AUGUST	34'.10"	1470	27	486	49'.06"	4350	31	1860
SEPTEMBER	32'.3"	1194	-	-	43'.10"	2970	30	600
OCTOBER	49'.0"	4200	15	315	49'.08"	4400	30	961
NOVEMBER	59'.0"	7550	30	720	59'.10"	7774	30	1020
DECEMBER	68'.02"	11684	31	775	68'.04"	11768	31	1116

NALANDA OYA RESERVOIR - CAPACITY AGAINST DIFFERENT WATER LEVELS

AS PER AREA - CAPACITY DIAGRAM

FEET	AC.FT	
69.6	12400	F.S.L
69	12100	
68	11600	
67	11000	
66	10600	
65	10200	
64	9700	
63	9200	
62	8800	
61	8300	
60	8000	
59	7550	
58	7200	
57	6800	
56	6450	
55	6100	
54	5700	
53	5800	
52	5090	
51	4800	

FEET	AC.FT
50	4500
49	4200
48	4000
47	3750
46	3500
45	3250
44	3000
43	2800
42	2600
41	2410
40	2210
39	2880
38	1900
37	1780
36	1610
35	1490
34	1350
33	1250
32	1150
31	1050
30	950

JICA