

スリランカ民主社会主義共和国
マハベリ開発省

モラガハカンド農業開発計画実施調査

主報告書
(PHASE-1)

昭和63年5月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1066351[6]

17816

国際協力事業団

17816

スリランカ民主社会主義共和国
マハベリ開発省

モラガハカンダ農業開発計画実施調査

主報告書
(PHASE-I)

昭和63年5月

国際協力事業団

REPORT

VOLUME-I	MAIN REPORT
VOLUME-II	ANNEXES
ANNEX-A	GENERAL ECONOMY
ANNEX-B	METEOROLOGY AND HYDROLOGY
ANNEX-C	SOIL AND LAND CLASSIFICATION
ANNEX-D	SOCIO- AND AGRO-ECONOMY
ANNEX-E	AGRICULTURE
ANNEX-F	IRRIGATION AND DRAINAGE
VOLUME-III	ANNEXES
ANNEX-G	POWER GENERATION
ANNEX-H	WATER BALANCE
ANNEX-I	FOUNDATION AND CONSTRUCTION MATERIAL
ANNEX-J	OPTIMUM SCALE OF DAM AND POWER STATION
ANNEX-K	PRELIMINARY DESIGN OF MORAGAHAKANDA DAM
ANNEX-L	CONSTRUCTION PLAN AND COST ESTIMATE
ANNEX-M	PROJECT EVALUATION
VOLUME-IV	DRAWINGS

序 文

日本国政府は、スリランカ国政府の要請に基づき、1978年に実施した同国のモラガハカダ農業開発計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年2月から3月にわたって、日本工営株式会社 矢野 信一氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、スリランカ国政府関係者と協議を行い、その協力を得て計画地域の現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに1978年に実施したF/Sのアップデートされた結果をとりまとめて本報告書を完成させた。

本報告書がスリランカ国の国家経済の発展に寄与するとともに、ひいては両国間の一層の友好と親善に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力ご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和63年5月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介 殿

日本国政府とスリランカ民主社会主義共和国政府との間で合意された実施調査に関する実施細則に基づき、モラガハカンダ農業開発計画実施調査報告書（Phase-I）を提出いたします。

本主報告書では、現地調査及び国内での検討結果に基づき昭和54年に作成されたモラガハカンダ農業開発計画をアップデートしました開発計画について述べております。また、農業開発計画立案のための詳細な検討結果については、付属報告書に記述いたしました。

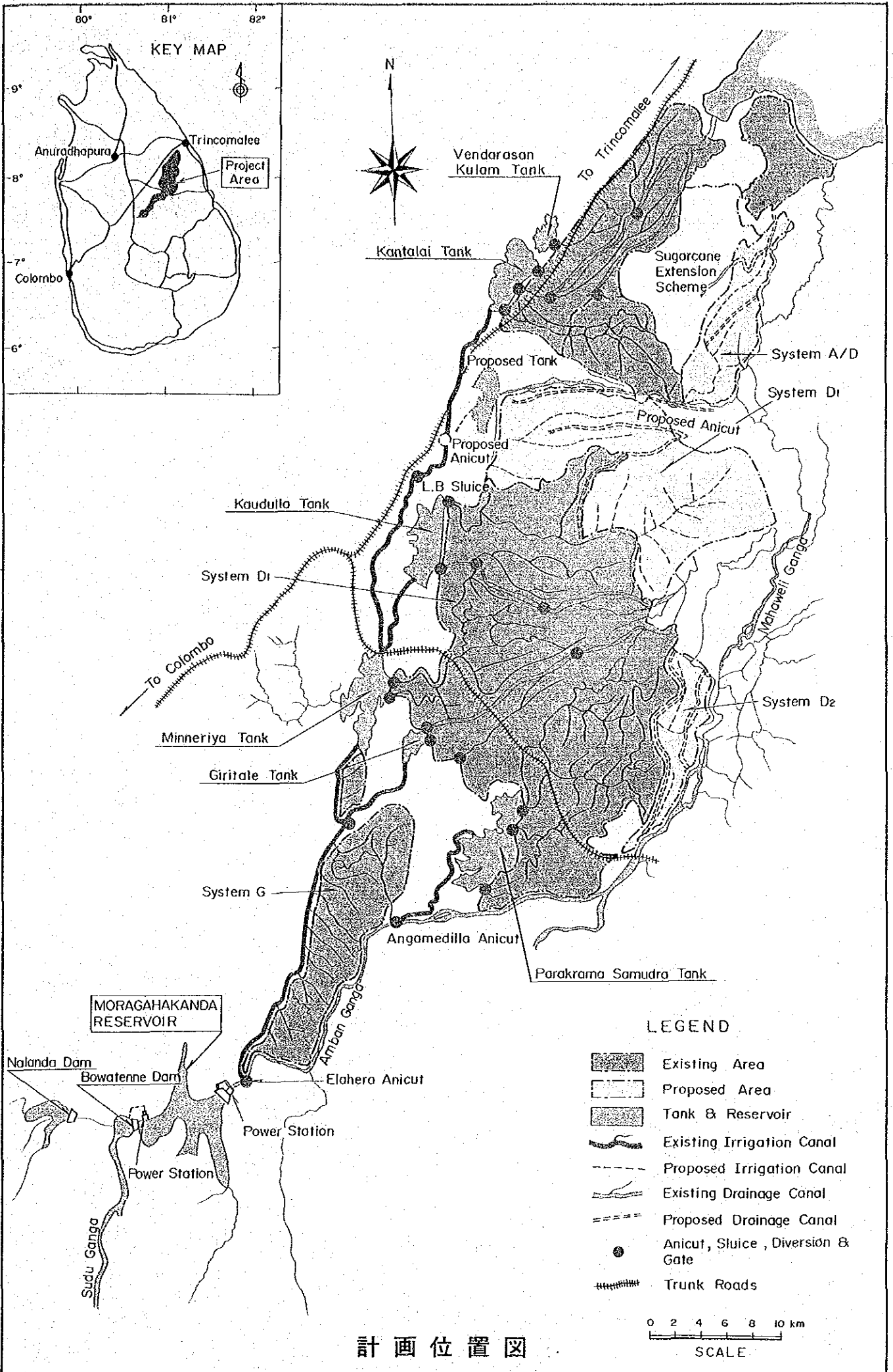
今回の実施調査によって、本計画が技術的にも経済的にも十分妥当性を持つものであることが明確になりましたので、本計画の早期実現を熱望いたします。また、本計画が計画地域のみならずスリランカ経済に大きく貢献するものと確信いたす次第であります。

本報告書を提出するにあたり、現地調査及び国内作業において多大な援助と協力を頂きました貴事業団を始め、外務省、農林水産省、在スリランカ国日本大使館及びスリランカ政府の関係各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

最後に、調査団といたしましては、本調査の成果が将来にわたり、微小なりともスリランカ国に貢献できれば幸いと存じます。

昭和63年5月

モラガハカンダ農業開発計画実施調査
調査団長 矢野 信一



計画位置図

要 約

はじめに

1. スリランカ民主社会主義共和国は、食糧自給の達成、雇用機会増進、電力不足解消の為、マハベリ河開発計画を1960年代に提唱した。1968年には、UNDP/FAOの援助で365,000haの農業開発及び500MWの電源開発を含むマハベリ河開発計画のマスター・プランがまとめられ、この計画に基づきスリランカ政府は、1968年から開発事業を推進してきた。
2. 1977年には、スリランカ政府は早期に事業効果達成のため、促進計画を採択した。この計画は、マハベリ河開発促進計画 (AMDP) と呼ばれ、A, B, C, D, G, H, I H, MHの8システムから成る約204,000haの農業開発及びコタマレ、ビクトリア、ランディネガラ、モラガハカンダ、マドゥル・オヤのダム建設による設備容量470MWの電源開発が含まれている。この促進計画に基づき、マハベリ河に4ヶ所、マドゥル・オヤに1ヶ所の総発電容量473MWの多目的ダム及びシステムB, C, H, MH, I Hの総面積94,000haの灌漑計画をほぼ完成した。
3. 1978年から1986年にかけて、スリランカ政府はマハベリ河開発促進計画に基づき、主にマハベリ河本流掛りの農業開発事業及び電源開発を実施してきたが、1986年になり、モラガハカンダ農業開発計画の実施をはかる為、1979年に行なわれたフィージビリティ・スタディー (F/S) のアップデート、及びアンバン河流域、NWDZ、及びNCDZを含む総合農業開発計画調査を日本政府に要請した。この要請に応じて日本政府は、F/Sのアップデート及びモラガハカンダ農業開発計画調査の実施を決定した。
4. 本報告書は、現地調査及びシステムD, A/D, G地区、62,200haの灌漑及び26MWの電源開発に関するF/Sのアップデートを取りまとめたものである。

計画の背景

5. 1986年におけるスリランカの人口は約1,610万人で、人口密度は245人/Km²である。1981年から1986年における人口増加率は1.66%で、2001年には人口が2,000万人を越すと予測されている。1985年における失業者数は、就業人口の14%に相当する約80万人と推定されている。今後産業の活性化に何らかの抜本的対策が取られない限り、1989年には失業率は19%に達すると予測されている。
6. 1986年における国内総生産 (GDP) は1,637億ルピー、成長率は4.8%、国民1人あたりのGDPは、10,157ルピー (360米ドル) に過ぎない。農業はこの国の経済に

とって重要な役割を果たしており、GDPの27%を占め、全就業人口の約45%を占めている。また一方では、1986年における農産物輸出額は158億ルピーで、総輸出額の46%に相当する。

7. 主食である米の生産は近年漸増しており、近い将来には自給を達成すると予測されている。1986年における茶、ココナッツ、ゴム等のプランテーション産品は総輸出額の42%を占めているが、繊維及び縫製をはじめとする工業製品が近年顕著な伸びを示している。
8. スリランカ政府は(1) 基幹食糧の自給達成、(2) 作物の多様化による農産物輸出の拡大、(3) 雇用機会及び収入の増加による生活水準の向上を一貫して掲げている。
9. スリランカの全ての電力供給はセイロン電力庁(Ceylon Electricity Board:CEB)によって行なわれており、1987年における設備容量は1,116MWで、その内訳は水力発電が916MW、火力発電が200MWである。1986年における発生電力量は2,650GWhで、うち約95%が水力発電によるものである。

計画地区

10. 本計画地区はスリランカ北東部、ポロンナルワ、トリンコマレー両郡にまたがっており、1968年のUNDP/FAOのマスタープランに於いて設定されたシステムD、G、A/Dにまたがる地域である。総面積は約118,000haで、うち水田が41,000ha、砂糖きび畑が3,000ha、低湿地及び灌木林が57,000ha、農家屋敷その他が17,000haである。計画地区は標高60mから10mの間に広がり、緩らかな起伏を呈している。
11. モラガハカンダ・ダム計画地点は、アンバン河のエラヘラ頭首工より約2km上流の狭谷に位置する。この地区はジャングルに覆われており、緩らかな地形を呈している。
12. 本計画地区での利用可能な水資源は、アンバン河流域からの流出、既存の5タンクへの流出、及び1975年に完成したボルゴラ分水トンネルを通して分水された水である。モラガハカンダ・ダム計画地点及びアンガメディラ頭首工地点での流域面積は、それぞれ782km²と1,363km²であり、その年平均流出量は776百万m³及び1,440百万m³である。既存の5タンクへの自流域よりの平均流入量は321百万m³である。マハベリ河のボルゴラ分水工地点での流域面積は1,292km²であり、年平均流出量は約2,440百万m³で、前回の報告書によればそのうち1,282百万m³がマハベリ河からアンバン河水系へ分水される。さらに、システムH、IH、MH地区及びデワフワ地区へそれぞれ年平均520百万m³と27百万m³が分水される。

13. 計画地区における気候は、熱帯モンスーン気候であり、当地区の西約50Kmに位置するマハ・イルパルマ気象台での年平均気温は25℃から28℃で年較差は小さい。地区中央に位置するヒングラゴダ雨量観測所での年平均降雨量は約1,650mmで、うち75%が10月から3月にかけてのマハ期に降る。年平均蒸発量は2,000mmを越す。
14. 計画地区内の人口は、1981統計年で177,000人で、人口密度は150人/km²と推定され、うち91%に相当する162,000人がポロンナルワ郡に属している。1971年から1981年にかけての移住を除く平均人口増加率は2.7%で、同年の国家人口増加率に比べて約1.6倍となっている。1981年におけるポロンナルワ郡の労働人口は84,100人で、うち61%が農業部門に従事している。
15. 計画地区の土壌は主として沖積土(20%)、赤褐色土壌(50%)及び低腐植グライ土壌(25%)からなっている。灌漑排水施設が整備され、適切な運営がなされれば、これらの土壌は全般的に農業開発に適している。
16. ミンネリア、ギリタレ、カウドゥラ、カンタライ、パラクラマ・サムドゥラの5タンクにより水源に恵れた計画地区では、稲作が全般的に普及している。灌漑用水の不足から、マハ期の作付率は85%(34,200ha)、ヤラ期の作付率は66%(26,700ha)である。緑豆、とうがらし、落花生等の畑作物作付率は、マハ期には僅か1%(350ha)であり、ヤラ期には極めて少い。
17. 灌漑水田での平均粗単位収量は、マハ期には4.7トン/ha、ヤラ期には4.0トン/haで、大規模灌漑地区全国平均の4.0トン/ha、3.8トン/haに比べてかなり高い値を示している。1984年から1987年にかけての大規模貯水池灌漑地区での年平均粗収量は、マハ期には164,000トン、ヤラ期には107,000トンである。砂糖きび生産は灌漑用水不足から近年減少しており、1986年の生産量は約83,000トンである。
18. 農業普及活動は、農業開発庁及び農業支援局のもとに農業普及員(Kursi Vapti Seveka: KVS)が行っている。それぞれのKVSは計画地区内では200戸-300戸の農家を対象として普及活動を行なっている。ヒングラゴダ及びポロンナルワには農業局の種子部付属種子センターが2ヶ所あり、この種子センターでは計画地域内の保証種籾需要の約10%を生産している。
19. アンバン河にはエラヘラ、アングメディラの2つの既存頭首工がある。エラヘラ頭首工で取水された灌漑用水は、エラヘラ-ミンネリア水路を通してミンネリア、ギリタレ、カウドゥラ、カンタライの4つの既存タンクへ配水され、システムG、D1の34,000haの既耕作地に送られている。アングメディラ頭首工で取水された水は既存のパラクラマ・サムドゥラ・タンクを通してシステムD2の約10,100haの既耕作地に送られている。

計 画

20. 本計画は、土地及び水資源の有効利用により農業便益を最大にするように策定した。

以下に計画の基本構想を示す。

- ・ 安定した水の供給及び適切な灌漑排水管理により、生産性の安定及び増産
- ・ 通年灌漑による多様化した作付体系の導入
- ・ 新規農地開発に伴う農業生産量の増加
- ・ ダム及び発電所の建設による水力発電
- ・ 農業開発による農村での雇用機会の増加
- ・ 新規農地開発地区へのランドレス農民の入植
- ・ 生活水準の向上、及びより均等な所得の分配と福祉の達成

21. 計画地区約118,000haのうち、土地の適性、地形、土地利用の現況、灌漑・排水性を考慮して62,200haを新規灌漑計画対象地区とする。

22. 農民の作物に対する習熟度、土壌条件、気候条件、市場予測を考慮して、水稲を本計画地区に大巾に導入した。水稲の作付面積はマハ期、ヤラ期においてそれぞれ55,000ha、44,000haとした。農民の収入を向上させるため、特にヤラ期において玉ねぎ、とうがらし、野菜等の畑作物を導入した。政府の開発計画によると、約7,200haの砂糖きびの作付も計画している。

23. 事業実現後は以下に載げる作物の収量が期待される。

作物	面積 (ha)	収量 (トン/ha)	生産量 (1,000トン)
水 稲 (マハ期)	55,000	6.0	330,000
水 稲 (ヤラ期)	44,000	6.0	264,000
砂糖きび	7,200	85.0	612,000
とうがらし	3,100	1.9	5,890
玉 ね ぎ	2,900	15.0	43,500
野 菜	3,000	12.0	36,000
豆 類	1,700	1.5	2,550
甘 し ょ	300	12.0	3,600

24. 計画地区62,200haの年平均灌漑用水量は、1.821百万 m^3 と推定した。送水損失及び管理損失は、用水量の30%と見込んだ。新規開発地区でのピーク灌漑用水量は1.91 $l/s/ha$ と算出した。設計排水量は、地形や植生により4.5 $l/s/ha$ から3.1 $l/s/ha$ と変化する。

25. 1986年におけるC E Bの総発生電力量は 2,650GWh であり、ピーク電力及び年間負荷率はそれぞれ540MW 及び56.1%である。C E Bの電力需要予測によると、将来の需要の伸びは年約9.5 %である。2002年には約 2,018MWのピーク電力及び10,430GWh の発生電力量が必要と予測されている。

26. モラガハカンダ・ダム計画地点は、アンバン河の既存エラヘラ頭首工の上流約2 Km に位置する。灌漑用水量に関する種々の代替案が、計画作付体系、有効流出量、貯水容量、建設費、便益に基づき検討された。その結果、最適なダム及び発電所の諸元は以下の通りとなった。

－貯水池

高水位	EL. 195.0m
低水位	EL. 170.0m
有効貯水量	686 百万m ³

－ダム

	主ダム	第1副ダム	第2副ダム
堤頂標高	199.0m	197.5m	199.0m
堤長	490.0m	396.0m	490.0m
最大堤高	72.0m	62.5m	42.0m
ダム型式	ロックフィル式	コンクリート重力式	ロックフィル式
ダム体積	2,430 × 10 ³ m ³	376 × 10 ³ m ³	430 × 10 ³ m ³

－発電所

設備容量	26MW
最大使用水量	56.6m ³ / s
定格落差	54.8m
年間発生電力量	145.3GWh

27. 灌漑排水システムの改良及び農業開発のおもだった諸元を以下に載げる。

－改修及び改良

エラヘラ－ミンネリア水路	22km
幹支線水路	38km

－新規建設

支線及び小支線水路	116Km
管理用道路及び連絡道	147Km

- 末端開発		
伐	開	17,400ha
	一次均平作業	13,900ha
	末端圃場施設	13,900ha
- 排水路		
	幹支線排水路	91Km
- コミュニティー開発		17,000世帯

28. 設計、入札及び契約審査、入植をも含めた事業実施期間は約7年で、ダム及び発電所の実質工事期間は4年を要する。
29. 総事業費は工事予備費及び物価上昇予備費を含んで約310 百万米ドルである。換算レートは1米ドル=30.5ルピー=140 円とした。以下に事業費の概要を示す。

(単位:百万米ドル)

項目	ダム・発電	灌漑	計
(1) 直接工事費	120	95	215
(2) 用地補償及び管理費	8	5	13
(3) 技術経費	10	8	18
小計	138	108	246
(4) 工事予備費	21	16	37
計	<u>159</u>	<u>124</u>	<u>283</u>
(5) 物価上昇予備費	12	15	27
合計	<u>171</u>	<u>139</u>	<u>310</u>
(同円換算:百万円)			(¥ 43,400)

30. 事業実施後、灌漑施設の適切な水管理及び農業改善により、年間35.7百万米ドルの農業経済便益の増加が見込まれる。さらに、モラガハカンダ発電所の操業開始に伴い、年間8.3 百万米ドルの発電便益が期待される。
31. 事業実施の経済的妥当性は経済内部収益率 (EIRR) により評価した。その結果、経済内部収益率は13.0%となり、経済的妥当性を示している。

32. 前述の直接便益に加え、農業生産活動を通しての種々の副次的便益・波及効果、及びその他社会経済波及効果が期待される。特に農村地域では、事業実施により、また農産加工の導入により雇用機会のかなりの増大が期待される。

勸 告

33. 62,200haの農業開発及び26MWの電源開発を行う本計画は、技術的、経済的に妥当なものである。さらに、社会経済的便益を計画地区のみならずスリランカ全土にもたらす。特に、モラガハカンダ・ダムは 686百万 m^3 の有効貯水量を持ち、計画地区での通年灌漑を保証し、さらに将来、NCP地区への水供給をも可能にする。従って本計画の早期の実現を推奨する。
34. マハベリ河水系の水資源開発は、農業及び発電を通して非常に重要な効果を国家経済にもたらす。この事からも水資源の有効かつ有益な利用が重要である。農業開発で土地の潜在力を最大限に引き出すには、農産加工産業を助長する種々の作物導入計画を考慮する事が重要である。これに関連して、職員数及び予算を増加し、特に農業普及活動、流通、作物管理の制度強化を提案する。
35. ポルゴラ分水工におけるマハベリ河本流の年間流出量は、近年かなり少なくなっており、この結果特にピクトリア、ランディネガラの既存貯水池で水不足が生じている。ポルゴラ分水工からアンバン河水系への分水政策は、マハベリ河全体の水管理にとって非常に重要である。しかし、本川からNCDZ地区への分水量約550 百万 m^3 を含めアンバン河水系への分水量がたとえ約875 百万 m^3 となったとしても、既存の5つのタンクの自己流域流出量を合せたアンバン河水系の年平均流出量は、計画地区62,200haの灌漑用水量をほぼ満足する。
36. 現在、NCDZ地区（システムH, I, IH, MH）での既存灌漑水田は、特にヤラ期における水不足に陥っており、作付面積は50%以下となっている。スリランカ政府の選択可能な代替案であるが、もし計画地区の新規農業開発地区13,900haの一部を削減すれば、ポルゴラでの分水量及びモラガハカンダ貯水池での利用可能水をNCDZ地区の既存灌漑地区に供給可能である。もしこの代替案が採用されれば、この地区は追加投資を必要としない事からより大きな便益を受けることになる。現在、ポルゴラ分水政策により、アンバン河水系へ年間875 百万 m^3 の分水が行なわれている。マハベリ河下流域への平均年間流出量は、ピクトリア、ランディネガラ、ランタンベでの発電用水及びシステムA, B, C, Eでの農業用水の需要以上である。そこで、ピクトリア、ランディネガラ及びランタンベの各貯水池からの無効放流を最小限におさえ、下流域の水需要に合せた放流を行うような貯水池操作基準の策定が望まれる。これによる余剰水はポルゴラでの分水量を増加することにより、より有効に使用することができ、

NDCZ地域の開発に多大な便益をもたらすであろう。

37. 近い将来、米の自給が達成されることから、稲作から多様化畑作物への転換が農業開発において非常に重要となる。さらに、一般的に水稻の灌漑用水量より畑作物の灌漑用水量は少ない。従って将来の農業開発に於いては、下記の点を十分に考慮する必要がある。

i) 農産加工を推奨する観点からも、ヤラ期のみならずマハ期に於いても、より多様化作物の導入を計る。これにより、農村地区の雇用機会を実質的に増加させ、又流域内の利用可能灌漑用水量の節約が可能となる。

ii) カル河も入れたエラヘラ頭首工からアンガメディラ頭首工間のアンバン河の年平均流出量は、パラクラマ・サムドゥラ計画地区約13,000haの灌漑用水量の約2倍となっている。概略調査は、Phase IIにて実施するが、カル・ガンガ貯水池計画の実現後、カル河の余剰水は、計画中のNCP水路又は他の方法によって、NCDZ地区へ送水可能となる。

計画施設概要

ダム、発電所

流域面積	782 Km ²
湛水面積	40.5Km ²
有効貯水量	686 百万m ³
高水位	E1.195m
低水位	E1.170m

ダム諸元

	<u>主ダム</u>	<u>第 1 副ダム</u>	<u>第 2 副ダム</u>
型 式	ロックフィル式	コンクリート重力式	ロックフィル式
堤頂標高	E1.199.0m	E1.197.5m	E1.199.0m
最大堤高	72.0m	62.5m	42.0m
堤 長	490m	396m	490m
ダム体積	2.430×10 ³ m ³	376×10 ³ m ³	430×10 ³ m ³

余水吐

型 式	越流堰型；静水池
ゲート	4門, 17.5m×8.5 m
設計洪水流入量	4.650 m ³ /sec. (200年確率の1.2 倍)
設計洪水量	3.400 m ³ /sec.

圧力鋼管

内 経	3.900 mm-3.200 mm
延 長	87m

発電所 (第 1 期のみ)

設備容量	26 MW
タービン	縦軸フランシス型 1基
発電機	30.5MVA 1基
定格落差	54.8m
最大流量	56.6m ³ /sec.
常時尖頭出力	16.1 MW
年間発生電力量	145.3 GWh

送電線

電 圧 132 KV、一回線
延 長 16km

農業開発

計画地区

既耕作地 44,100 ha (109,000 ac) (EEC 4,100ha 含む)
新規開発地内の他計画 4,200 ha (砂糖公社)
モラガハカンダ新規造成地 13,900 ha (34,400 ac)
計 62,200 ha (153,800 ac)

水需要

平均年間用水量 1,821 百万m³
単位灌漑用水量 1.91Q /sec/ha

灌漑・排水施設

項 目	シ ス テ ム			
	D 1	D 2	A/D	そ の 他
A. 既存施設改修				
1. エラヘラ頭首工	-	-	-	改修せず
2. アンガメディラ頭首工	-	改 修	-	-
3. エラヘラ-ミンネリヤ水路	-	-	-	21.6km
4. 幹支線水路	16.3km	22.1km	-	-
5. 圃場施設改修	28,000ha	10,100ha	-	-

項 目	シ ス テ ム			
	D 1	D 2	A/D	そ の 他
B. 新規建設				
1. 支線水路	41.6km	19.9km	23.6km	—
2. 小支線水路	8.1km	22.9km	—	—
3. 幹線排水路	44.1km	32.5km	14.8km	—
4. 構造物	190箇	95箇	118箇	—
5. 管理用道路	50km	43km	24km	—
6. 集落間連絡道	24km	5km	2km	—
7. 末端開発	9,100ha	2,200ha	2,600ha	
ジャングル伐開	11,400ha	2,700ha	3,300ha	—
一次均平作業	9,100ha	2,200ha	2,600ha	
末端水路	630km	150km	180km	—
末端排水路	540km	130km	150km	—
圃場道路	450km	110km	130km	
C. 入植計画				
1. 入植農家	9,100世帯	2,200世帯	2,600世帯	—
2. 入植非農家	2,000世帯	500世帯	600世帯	—

事業費及び便益

単位：百万円

項 目	ダム・発電所	灌 漑	合 計
A. 事業費			
1. 直接工事費	120	95	215
2. 土地補償費、一般管理費、 技術経費	18	13	31
3. 予備費	33	31	64
計	171	139	310
B. 年間便益増	8.3	35.7	44.0

経済内部収益率 (EIRR) : 13.0%

スリランカ民主社会主義共和国
モラガハカンダ農業開発計画調査
(Phase-I)

目 次

第1章 序 言	1
1.1 はじめに	1
1.2 計画の背景	1
1.3 調査業務	4
1.4 謝 辞	4
第2章 計画の背景	5
2.1 国土及び人口	5
2.2 国家経済	5
2.3 農 業	6
2.4 電 力	7
2.5 交通・運輸	8
2.6 農業支援活動	8
第3章 計画地区	11
3.1 位 置	11
3.2 地域経済	11
3.3 社会基盤	12
3.4 自然条件	12
3.4.1 地 形	12
3.4.2 地 質	13
3.4.3 土 壤	14
3.4.4 気 候	15
3.4.5 水 資 源	15
3.5 土地利用形態及び農業	18
3.5.1 人 口	18
3.5.2 現況土地利用	19
3.5.3 現況作付体系及び耕種法	19
3.5.4 作物収量及び生産量	20
3.5.5 畜 産	21

3.6	農業支援活動	21
3.6.1	農業普及	21
3.6.2	種子の増産	22
3.6.3	農業金融	22
3.6.4	協同組合	22
3.6.5	農産物流通	23
3.6.6	入植基準	25
3.7	灌漑・排水システム	26
3.7.1	灌漑システム	26
3.7.2	排水システム	27
第4章	土地及び水資源開発	29
4.1	開発構想	29
4.2	灌漑可能地区	29
4.3	農業開発	29
4.3.1	計画作付体系	29
4.3.2	耕種計画	32
4.3.3	予測収量及び生産量	32
4.3.4	市場及び価格予測	33
4.3.5	作物収支	35
4.3.6	入植	35
4.4	灌漑・排水計画	36
4.4.1	灌漑用水量	36
4.4.2	排水量	36
4.5	電力需要	37
4.5.1	既存の電力システム	37
4.5.2	電力需要の過去の傾向	38
4.5.3	需要予測	38
4.5.4	発電拡充計画	38
4.6	水資源開発計画	39
4.6.1	灌漑用水需要	39
4.6.2	水力発電用水需要	39
4.6.3	必要貯水容量	39
4.6.4	ダム計画の最適化	40
4.6.5	将来の発電設備設置計画	42

4.7	計画施設	42
4.7.1	モラガハカンダ・ダム	42
4.7.2	発電施設	43
4.7.3	灌漑排水施設	44
4.7.4	社会基盤施設とコミュニティー開発施設	47
4.8	実施計画	48
4.9	今後の調査	49
第5章	組織及び運営	50
5.1	事業実施組織	50
5.2	事業運営・維持管理組織	51
5.3	農業支援活動	51
第6章	事業費算定	53
6.1	積算基準	53
6.2	事業費	53
6.3	年次別事業費	54
6.4	年間運営・維持管理費	54
6.5	更新費	54
第7章	事業評価	55
7.1	概 要	55
7.2	経済評価	55
7.2.1	算定条件	55
7.2.2	経済費用	55
7.2.3	経済便益	56
7.2.4	経済内部収益率 (EIRR)	58
7.2.5	感度分析	58
7.3	財務分析	59
7.3.1	財務費用	59
7.3.2	農家純収入及び支払能力	59
7.3.3	財務評価	59
7.4	間接的便益及び社会・経済的效果	61
7.4.1	一 般	61
7.4.2	外貨節減	61

7.4.3 雇用機会の増加	61
7.4.4 内水面漁業	61
7.4.5 地域農産加工	62
7.4.6 農家屋敷での栽培作物	62
参考資料	63

表 目 次

表1-1	調査団、カウンターパート名簿	64
表3-1	土壌分類	65
表3-2	土地分級基準	66
表3-3	開発地区の土地分級	67
表3-4	月平均気象データ（マハ・イルパルマ）	68
表3-5	月平均流出及び分水可能水量（1950～1977年）	69
表3-6	タンク別月平均流入量	70
表3-7	現況土地利用	71
表3-8	計画地区内現況作付面積	72
表3-9	既存灌漑システムでの稲作収量	73
表3-10	計画地区内稲作生産高	74
表3-11	既存小灌漑システムでの稲作収量（ボロンナルワ郡）	75
表3-12	カンタライ製糖工場の生産実績	75
表3-13	家畜数（1982年）	76
表3-14	既存及び新規灌漑面積	76
表3-15	既存タンク諸元	77
表4-1	土壌分類及び灌漑可能地区	78
表4-2	耕種計画	79
表4-3	目標単位収量及び生産量	80
表4-4	食糧需要（2000年）	81
表4-5	食糧供給量（2000年）	82
表4-6	農産物生産経済収支	83
表4-7	農産物生産財務収支	84
表4-8	計画入植者及びセンター数	85
表4-9	タンク別月平均用水量（1950～1977年）	86
表4-10	既存発電容量（1987年）	87
表4-11	ピーク電力・電力消費・ロス・発生電力量統計	88
表4-12	モラガハカンダ・ダムの灌漑用水需要量	89
表4-13	既耕地48,300haの灌漑用水不足量	90
表4-14	灌漑地区62,200haの灌漑用水不足量	91
表4-15	開発規模のケース別経済比較	92
表4-16	システム別社会基盤施設開発計画	93
表6-1	事業費概要	94
表6-2	年次別事業費計画表(1/4～4/4)	95

表6-3	更新費及び耐用年数	97
表6-4	O & M資機材	98
表7-1	年次別資金計画	99
表7-2	経済費用と便益表	100
表7-3	農家収支及び支払い能力	101
表7-4	灌漑計画のキャッシュフロー（灌漑のみ）	102
表7-5	事業計画のキャッシュフロー（発電・灌漑）	103

目 次

図3-1	土壌図（システムD1新規開発地区）	104
図3-2	土壌図（システムD2新規開発地区）	105
図3-3	土壌図（システムA/D新規開発地区）	106
図3-4	気候特性（マハ・イルパルマ）	107
図3-5	水源系統図	108
図3-6	土地利用図	109
図3-7	センターのランク別の活動	110
図4-1	計画作付体系	111
図4-2	タンク別月平均灌漑用水量	112
図4-3	灌漑排水システム	113
図4-4	電力供給網	114
図4-5	ピーク需要・発生電力量及び消費電力量	115
図4-6	電力需要及び設備容量計画（1988-2002）	116
図4-7	水力発電及び火力発電計画（1988-2002）	117
図4-8	灌漑システム概要図	118
図4-9	灌漑排水網位置図(1/3~3/3)	119
図4-10	灌漑系統図(1/3~3/3)	122
図4-11	末端水路整備基本図	125
図4-12	センター計画位置図	126
図4-13	実施計画	127
図5-1	マハベリ開発庁組織図	128
図5-2	事業実施組織図	129
図5-3	維持管理組織図	130
図5-4	事業センター事務所詳細組織図	131

添 付 図 面

図面-1	モラガハカング・ダム位置図
図面-2	モラガハカング・ダム一般図
図面-3	第1副ダム平面図
図面-4	第1副ダム横断図
図面-5	発電所
図面-6	ヨダ・エラ取水工
図面-7	カルガンガタンク平面図、縦断図及び横断図
図面-8	カルガンガ取水堰
図面-9	建設工程表

略 語 集

CB	Central Bank of Sri Lanka
CEB	Ceylon Electricity Board
CECB	Central Engineering Consultancy Bureau
CISIR	Central Institute for Scientific and Industrial Research
DA	Department of Agriculture
DCS	Department of Census and Statistics
FAO	Food and Agriculture Organization - United Nations
FD	Forest Department
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
GOJ	Government of Japan
GOSL	Government of Sri Lanka
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (World Bank)
ID	Irrigation Department
IDB	Industrial Development Board
JICA	Japan International Cooperation Agency
MADR	Ministry of Agricultural, Development and Research
MASL	Mahaweli Authority of Sri Lanka
MEA	Mahaweli Economic Agency
MECA	Mahaweli Engineering and Construction Agency
MFP	Ministry of Finance and Planning
MLLD	Ministry of Lands and Land Development
MMD	Ministry of Mahaweli Development
MTI	Ministry of Trade and Industries
NCDZ	North Central Dry Zone
NCP	North Central Province
NCRB	North Central River Basin
NWDZ	North-Western Dry Zone
RVDB	River Valley Development Board
SEDZ	South-Eastern Dry Zone
SD	Survey Department
UNDP	United Nations Development Programme
WMP	Water Management Secretariat
GA	Government Agent Division

AGA	Assistant Government Agent Division
GS	Grama Sevaka Division
T&V	Training and Visit System
KVS	Kursi Vapthi Sevaka (GS level instructor)
CRCS	Comprehensive Rural Credit Scheme
MPCS	Multi-Purpose Co-operative Societies
ASC	Agrarian Service Centre
NCRCS	New Comprehensive Rural Credit Scheme
AI	Agricultural Instructor
PMB	Paddy Marketing Board
MRKFED	Co-operative Marketing Federation
FCD	Food Commissioner's Department
CWE	Co-operative Wholesale Establishment

REPORT

MGDP	Master Plan of Mahaweli Ganga Development Project (UNDP/FAO, 1968)
AMDP	Accelerated Mahaweli Development Programme (NEDECO, 1977)
ISS	Implementation Strategy Study (NEDECO, 1978)
HCP	Hydrological Crash Programme (NEDECO, 1981)
TDS	Transbasin Diversion Study (Electrowatt, 1981 & 1984)
MWRMP	Mahaweli Water Resources Management Project (ACRES, 1986)

單位

Length

mm	=	Millimeter
cm	=	Centimeter
m	=	Meter
km	=	Kilometer
ft	=	Foot
yd	=	Yard

Area

cm ²	=	sq.cm	=	Square centimeter
m ²	=	sq.m	=	Square meter
ha	=		=	Hectare
km ²	=	sq.km	=	Square kilometer

Volume

cm ³	=	cu.cm	=	Cubic centimeter
l	=	lit	=	liter
kl	=		=	Kiloliter
m ³	=	cu.m	=	Cubic meter
gal.	=		=	Gallon
MCM	=		=	Million Cubic Meters

Weight

mg	=	Milligram
g	=	Gram
kg	=	Kilogram
ton	=	Metric ton
lb	=	Pound

Time

sec	=	s	=	Second
min	=		=	Minute
h	=		=	Hour
d	=		=	Day
y	=		=	Year

Electrical Measures

V	=	Volt
A	=	Ampere
Hz	=	Hertz (cycle)
W	=	Watt
kW	=	Killowatt
MW	=	Megawatt
GW	=	Gigawatt

Other Measures

%	=	Percent
PS	=	Horsepower
°	=	Degree
'	=	Minute
"	=	Second
°C	=	Degree centigrade
10 ³	=	Thousand
10 ⁶	=	Million
10 ⁹	=	Billion (milliard)

Dirived Measures

m ³ /s	=	m ³ /sec	=	Cubic meter per second
cusec	=		=	Cubic feet per second
mgd	=		=	Million gallon per day
kWh	=		=	Kilowatt hour
MWh	=		=	Megawatt hour
GWh	=		=	Gigawatt hour
kWh/y	=		=	Kilowatt hour per year
kVA	=		=	Kilovolt ampere
BTU	=		=	British thermal unit

Money

Rs.	=	Sri Lanka Rupees
US\$	=	US dollar
Yen	=	Japanese Yen

換 算 率

	<u>From Metric System</u>		<u>To Metric System</u>
Length	1 cm	=	0.394 inch
	1 m	=	3.28 ft = 1.094 yd
	1 km	=	0.621 mile
			1 inch = 2.54 cm
			1 ft = 30.48 cm
			1 yd = 91.44 cm
			1 mile = 1.609 km
Area	1 cm ²	=	0.155 sq.in
	1 m ²	=	10.76 sq.ft.
	1 ha	=	2.471 acres
	1 km ²	=	0.386 sq.mile
			1 sq.ft = 0.0929 m ²
			1 sq.yd = 0.835 m ²
			1 acre = 0.4047 ha
			1 sq.mile = 2.59 km ²
Volume	1 cm ³	=	0.0610 cu.in
	1 lit	=	0.220 gal. (imp.)
	1 kl	=	6.29 barrels
	1 m ³	=	35.3 cu.ft
	10 ⁶ m ³	=	811 acre-ft
			1 cu.ft = 28.32 lit
			1 cu.yd = 0.765 m ³
			1 gal. (imp.) = 4.55 lit
			1 gal. (US) = 3.79 lit
			1 acre-ft = 1,233.5 m ²
Energy	1 kWh	=	3,413 BTU
			1 BTU = 0.293 Wh
Temperature	°C	=	(°F-32) 5/9
			°F = 1.8°C + 32
Derived Measures			
	1 m ³ /s	=	35.3 cusec
	1 kg/cm ²	=	14.2 psi
	1 ton/ha	=	891 lb/acre
	10 ⁶ m ³	=	810.7 acre-ft
	1 m ³ /s	=	19.0 mgd
			1 cusec = 0.0283 m ³ /s
			1 psi = 0.703 kg/cm ²
			1 lb/acre = 1.12 kg/ha
			1 acre-ft = 1,233.5 m ³
			1 mgd = 0.0526 m ³ /s

交 換 レ ー ト

US\$1.0 = J. Yen 140.0 = Rs. 30.5

第 1 章 序 言

1.1 はじめに

本報告書は、1987年10月にマハベリ開発省と国際協力事業団との間で合意された業務協定書 (S/W) に従い、1988年2月から3月にかけて実施された現地調査をもとに1978年に実施されたF/S のアップデート (一次調査) の結果を取りまとめたものである。本計画の全体基本構想は基本的には1978年に実施されたF/S に従い、主に工事費と便益をアップデートしたものである。

マハベリ河の水をボルゴラで分水するに当って、国家レベルでの灌漑による便益と発電による便益を最大なものとするようないくつかのボルゴラ分水政策がある。このボルゴラでの分水政策が本計画の便益に重大な意味をもつことは周知の事実であるが、時間的制約とS/W の範囲により、アップデートは前回のF/S で立案された基本構想に従い、計画を構成する主要な諸元の変更は行わずに実施した。これらの分水案については更に第2次調査 (マスタープラン) で検討する予定である。

1.2 計画の背景

スリランカ民主社会主義共和国における農業は、GDP・外貨収入・雇用の面で国家経済の中で重要な位置を占めている。農業生産は、1986年において44,000百万ルピーにのぼり、その年のGDP 164,000 百万ルピーの27%を占めている。また農業就業人口は、230 万人に達し、全就業労働人口の45%を占めている。更に農産物の輸出額は15,800百万ルピーに達し、総輸出額34,000百万ルピーの46%にあたる (参考資料1 参照)。

食糧の自給 (特に米) 及び失業者対策は政府の緊急課題であり、政府の奨励により1986年には米 (粳) の生産は自給水準に近い2.6 百万トンに達した。しかしながら、米の生産は今なお乾期の灌漑用水不足から天候に左右されやすい。また、失業者問題は今なお政府にとって重大な課題であり、1985年には失業率は14%まで低下したものの、もし経済成長を促す抜本的対策が取られない限り、1989年には同国の失業率は19%に達すると予想されている (参考資料2 参照)。

1960年代にスリランカ政府は、食糧自給、雇用機会増大、及び電力不足解消の為、豊富な水資源に恵まれたマハベリ河とその支流から分水された水で中部、北中部地域の農業開発を行うマハベリ河開発計画を提唱した。1968年にはUNDP/FAOの援助で365,000ha の農業開発と500MW の電源開発から成るマハベリ河開発計画のマスタープランがまとめられ、この計画に基づきスリランカ政府は、1968年からマハベリ河流域の開発事業を推進してきた。

しかしながらこのマスタープランの実施期間は30年以上を要し、1977年スリランカ政府は早急に事業効果を達成するため促進計画を採択した。この計画は、マハベリ開発促進計画(Accelerated Mahaweli Development Program:AMDP)と呼ばれ、A, B, C, D, G, H, I H, MHの8システムから成る約204,000haの農業開発及びコタマレ、ピクトリア、ランディネガラ、モラガハカンダ、マドゥル・オヤの5ダム建設による設備容量470 MWの電源開発から成る。

1978年から1979年にかけてスリランカ政府はマハベリ開発促進計画のもとで、国際協力事業団の技術協力によりモラガハカンダ農業開発計画のF/Sを実施した。この計画はマハベリ河の最大の支流であるアンバン河にモラガハカンダ・ダムを建設し、システムD, G, A/Dにまたがる62,200haの農業開発と設備容量26MWの水力発電から成る。

また同時期に、スリランカ政府は最適な開発計画の基本戦略・政策を立案するために、マハベリ開発計画実施戦略調査(Implementation Strategy Study on Mahaweli Development Programme : ISS)を実施した。上記計画の中で灌漑計画策定に当ってモラガハカンダ貯水池は、コタマレ貯水池によってその機能を代替され、以後の開発に当ってはNCP地区の開発調査にあわせ、より詳細な検討が必要であり、また特に末端施設の開発に於ては十分な注意が払われるべきであると提言している。

政府は1979年から1981年にかけて高水・低水データの収集、及びマハベリ河の水資源による開発可能地域に於ける既存の水文データの精度を高めるため、水文緊急計画(Hydrological Crash Programme : HCP)調査を実施した。これにより水文データ・ベース・システムが確立し、今後の水資源開発に利用可能となった。

政府は、1980年から1984年にかけて南東ドライゾーン(SEDZ)及び北西ドライゾーン(NWDZ)、北中部流域(NCRB)の灌漑可能地域をカバーする流域変更調査(Transbasin Diversion Study)を実施した。その中で、マハベリ河とこれらの地域間の配水システムが調査検討され、SEDZ, NWDZ, NCRBの順に開発優先順位が与えられるべきだと提言した。さらにレポートではボルゴラ分水政策は次の2項目、1)モラガハカンダ・ダムの存在を仮定して、NWDZ農業開発地区の拡大が考えられるような分水政策の変更、2)NWDZの一部のNW1の開発に合せた、モラガハカンダの最適有効貯水量のより正確な決定を十分検討するよう提言している。

政府は、1983年から1985年にかけて経済・社会便益を最大にすべくマハベリ水資源運用・管理計画(Mahaweli Water Resources Management Project : MWRP)調査を実施した。これによるとモラガハカンダ・ダムを除いた、すでに実施及び確約されたマハベリ河開発地区とK-Mコンプレックス(水力発電所群：カンヨン、新・旧ラクサパーナ、サマナラ、及びウィマラスレンドラ)を対象とした水収支解析から、システムA, B, D1にお

いて、さらに18,500haの灌漑地区拡張が十分可能であると提言している。さらに、マハベリ河下流域のミニベに於いて年間約470 百万m³の水が新規開発地に利用可能という概略算定結果を報告している。また、システムHは、ポワトネ発電所の第一次電力の発電能力に支障ない限り優先的に水の供給をうけるべきだとしている。既存のアンバン河灌漑地区での灌漑農業育成という社会的・地域的開発便益を考慮するならば、もしシステムD, G, Hに於ける節水が達成できないかぎり、ボルゴラ分水量の相応の減少を正当化できるものではないと報告している。

1977年の促進計画(AMDP)に基づき、政府は1978年からマハベリ河水系における水力発電・灌漑開発計画の実施を始めた。1987年には促進計画に基づきマハベリ河の本流上に4ヶ所、マドゥル・オヤに1ヶ所の総発電容量473MWの多目的ダム及びシステムB, C, H, MH, IHの総面積94,000haの灌漑計画がほぼ完成した。水力発電分野においては、AMDPの目標に近い473MWに到達した。一方、灌漑開発においては進捗が遅れ目標の約46%の94,000haが実施されたにすぎない。

このような状況からスリランカ政府は以下の基本構想の基に農業開発を推進しようとしている。

- ・水力発電と灌漑システムへの最適水配分を考慮し、マハベリ河水系の水資源の最有効利用を計り開発計画の発掘を行うこと。
- ・利用可能水を有効利用し灌漑面積の拡大を計り、既存の灌漑地区での作付率を増加させること。
- ・実施計画、社会経済実態、開発順位決定等における問題点を考慮し、灌漑開発計画の適正な実施計画を策定すること。

既に述べたとおり、システムAとモラガハカンダ農業開発計画を除くマハベリ開発促進計画(AMDP)の主要部分は完成に近い。政府は、AMDPを完成させるべく強力に政策をおし進めてきたが、モラガハカンダ計画はF/S終了から約10年が経過している。この間、スリランカをとりまく社会・経済の状況は大きく変化し、AMDP及びモラガハカンダ・プロジェクトで提案された灌漑開発の実施計画に大きな影響を与えた。

このような状況のもとでスリランカ政府は、日本政府に1978年に行われたモラガハカンダ農業開発計画のF/Sのアップデート及びアンバン河流域、NWDZ、NCDZにおける総合農業開発計画(マスタープラン)の調査を要請した。このスリランカ政府の要請に応じて日本政府は、1987年10月にJICAから事前調査団を派遣した。そして1987年10月28日にJICAとマハベリ開発省の間にモラガハカンダ農業開発計画調査のS/Wが合意、調印された。

1.3 調査業務

JICAとマハベリ省の間で合意したS/Wに基づき、1978年に行われたフィージビリティー・スタディーのアップデートがJICA調査団とMASL, MECA, MEA, ID, DA, CECBから派遣されたカウンターパートと共同で行われた。JICA調査団及びカウンターパートの氏名は表1-1に示した。社会経済、農業及び農業経済状態を見直す為、データ及び情報の収集の現地調査が1988年2月1日から3月28日まで行われた。

これと平行して第2次調査で行われる総合農業開発計画（マスタープラン）を策定する為のデータ及び情報の収集が行われた。

1.4 謝 辞

アップデートの実施にあたってJICA調査団とカウンターパートはコロombo及び現場にて関係諸機関から多大なる協力と支援をうけた。ここに関係各位に対し、調査団の深甚なる謝意をここに記すと共に、この協力の成果が計画地区の農業発展、ひいてはスリランカの社会経済発展に寄与することを念願する。

第 2 章 計画の背景

2.1 国土及び人口

スリランカの国土総面積は、65,510Km² である。全国は9つの県から成り、各県はさらに郡・町と呼ばれる行政区に分けられる。郡は Government Agent Division (A G A) と呼ばれる地方行政区に分けられ、さらに Grama Seveka Division (G S) に細分されている。

スリランカの総人口は 1,610万人であり、人口密度は 245人/Km² である。1981年から1986年の間の年人口増加率は1.66%であり、2001年には 2,060万人に達すると推定されている。1981統計年による全労働人口は509 万人であり、就業率は34.3%であった。1987-1991 の公共事業投資計画書によると、1985年時点の失業率は14%であるが、今後産業の活性化に何らかの抜本的対策が取られない限り、1989年には失業率は19%に増加すると予測されている。

2.2 国家経済

1986年のスリランカの国内総生産 (G D P) は1,637 億ルピーと推定されている。最近5ヶ年の経済動向は比較的安定しており、この間の年平均経済成長率は4.8 %である。しかし、1986年の一人当たり G D P は10,157ルピー (約360 米ドル) に過ぎず、実質年平均成長率は3.3 %である。この間の総 G D P に占める農業分野の割合はほぼ一定で27%前後を占めている。1986年の籾の生産量は259 万トンに達し、近い将来には自給を達成すると考えられる。又農業就業人口は約230 万人である。この間、特に目立った成長率を示した産業は、製造業 (年平均成長率6.6 %)、電気、ガス及び上水道事業 (6.6 %) 及びサービス業 (5.4 %) が挙げられる。

現在スリランカでは、国民の生活水準向上を促進させるため、雇用機会の増大、及び家計収入の増大を達成する為の経済開発政策を反映した国家財政政策が取られている。特に最近以下に示す経済動向が顕著に認められる。(1) 国家財政の歳出が1977年には G D P の約9%を占めていたが、これは1984年を除いて1977年より増加し、毎年 G D P の18%以上の高率を維持している。(2) 財政不足分に合わせるため、政府の財政は国内及び海外からの借款に依存している。近年、財政歳出削減策により G D P に占める純赤字率は、1985年を除き年々減少する傾向にある。これら予算上の制約があるにもかかわらず、政府は経済開発政策の維持を図っている。

1978年以降、コロンボの消費者物価指数は年10%以上の割合で増加していたが、1985年に至り1.5 %迄に一旦低下した。しかし1986年にはその指数は年8%に上昇してい

る。物価上昇の主要な原因として次のような経済要因を挙げることができる。即ち、(1) 輸入依存度が高く、(2) 政府の歳出削減策による公共料金の上昇と、国家助成品目の価格の上昇によるものである。卸売物価指数もまた1978年以降高い上昇率を示していたが、1985年に指数は15.2%まで減少し、さらに1986年には3.0%まで減少している。これらの指数の低下は紅茶及びココナッツ等の農産物の国際市場価格低下によるものである。この結果、1982年から86年の5ヶ年間の卸売物価上昇率は約6.6%に留まっている。

対外貿易は、スリランカの最も重要な経済活動の1つであり、1977年以降輸入自由化政策の遂行により対外貿易量は著しく増大した。従ってスリランカの経済動向は海外の貿易動向と密接に関連し合っており、紅茶、ゴム及びココナッツを主とする農産物の国際市場価格の変動は、国家経済に直接影響を及ぼしている。

スリランカの輸出品目において、プランテーション産品が基幹となっていることには変りはないが、総輸出量に占める割合は徐々に低下している。特に1984年と1985年を除けば、この期間、紅茶の輸出量は、わずかな伸びを示したにすぎない。これに対し、繊維製品や縫製をはじめとする工業製品が顕著な伸びを示し、主要輸出品目となっている。これらの品目が、総輸出額に占める割合は農産物輸出と同程度にまでに達している。また、輸入では国内での自給体制強化により、特に消費物品の比率が低下している。これに対し、特に石油等の輸入量の総輸入量に占める割合が高くなっている。現在、政府の開発政策を反映し、投資関連品目の輸入が高い成長をしている。

2.3 農 業

スリランカの農業が国家経済に及ぼす影響は大きく、1986年においてはGDPの約27%を占め、労働力の約45%を吸収している。農業関連分野をも含めた実質農業労働人口は全国の実質労働人口の50%以上を占める。このことから農業は今後とも基幹産業であり、主要な国家歳入源であろう。

スリランカの気候は通年栽培に適しており、降水量、地形、気温及び土壌のタイプが変化に富んでいることから、多種・多様な作物の栽培が可能である。総輸出額の約46.3%が農産品目によって得られている。主要農産物輸出品目は、紅茶、ゴム、及びココナッツで、1986年の輸出量は、それぞれ21.1万トン、13.8万トン及び3,040百万個である。主要穀物である米(粳)の1986年の生産量は約260万トンであり、その純栽培面積及び生産量は以下の様に要約される。

項 目	ヤラ期	マハ期	合 計
純耕作面積 (1,000ha)	271	469	740
粳生産量 (1,000トン)	900	1,688	2,588
単位収量 (トン/ha)	3.3	3.6	3.5

出典：参考資料1

米をはじめとする食糧の自給達成が政府の提唱する緊急課題の1つである。近年、米の増産はめざましく、米はほぼ自給を達成しつつある。しかしながら、ヤラ期には灌漑用水が不足することから、米の生産は依然として気象条件に左右され易いという弱点を持っている。

ヤラ期の水稻栽培には灌漑が必須であり、またマハ期に於ても水の安定供給のため、補助的な灌漑が必要とされている。スリランカに於ける灌漑水稻栽培の歴史は古く、古代から続く伝統的なタンク・システムによりこの歴史の深さを伺い知ることができる。古くからの因襲的灌漑地区ではマハ期の灌漑用水の補給を第一義とし余ればヤラ期に若干の面積に灌漑する計画のタンクを基盤としている。国内には、貯水容量が2.5百万m³を越すタンクを持つ灌漑地区が180カ所以上存在し、無数の小型貯水池が点在している。これらの水を利用した圃場の維持・管理は農民に委ねられ、主要な頭首工及び幹線水路のみ政府管理下にある。

政府が強調している現政策は、(i)米だけでなく、とうもろこし、砂糖、豆類等の主要食糧・農産物の自給達成、(ii)農産物輸出量の増加及び輸出作物の多様化、(iii)農村地域に於ける生活水準の向上及び雇用機会の増大である。加えて長期政策として政府は、適切な運営体制、水管理体制の改善、適切な作付体系の導入より灌漑農業の面積を拡大し、マハベリ河などの主要河川流域の水資源開発を通して乾燥地域の耕地拡大に主眼を置いている。

2.4 電 力

スリランカの全ての公共電力の供給システムは政府の法令に基づいて設立されたセイロン電力庁 (Ceylon Electricity Board: CEB) により管理・運営されている。CEBは、消費者に対して直接電力及びエネルギーを供給するとともに、スリランカ電力会社 (Lanka Electricity Company: LECO) を通じて間接的にも供給を行っている。

CEBが所有している発電所の総発電設備容量は、1987年時点で1,116MWであり、この内916MWは水力発電、200MWは火力発電である。CEBの発電システムは、水力発電に大きく依存しており、火力発電は、水力発電による電力の不足分を補い、そして水力発電所の更新期間中の不足分の補填に使われている。ピクトリア水力発電所(210MW)の完成後、水力発電による発生電力量は1984、85年の年間総発生電力量である2,260-2,460GWhの92-97%に相当する2,090-2,390GWhにも達し、著しく増加した。1984年に於ては、水力発電による発生電力量の占める割合が大きくなり火力発電の燃料コストが著しく減少した。以上のことは、非産油国であり、さらに貿易赤字国でもあるスリランカにとって水力発電が重要であることを伺い知ることができる。

スリランカの主要電力消費地はコロomboであり、また他の消費地はカトナヤケ自由貿易区、トリンコマレー等、全国各地に点在している。1986年のCEB管轄電力需要は、実績売却電力量で2.231GWhあり、ピーク電力は540MWであった。将来の電力需要は年約9%で伸びるものと予測され、毎年発電所を増設しなくては需要を満たせない状態となる。

政府は引き続き送配電線網を整備し、農村電化を促進している。農村電化事業は外国からの援助の基に実施されている。

2.5 交通・運輸

スリランカの総面積は65,510km²であり、南北の最長距離は約430km、東西の最長距離は約220kmである。幹線道路である国道A-1からA-4は、旧首都コロomboからキャンディ、トリンコマレー、ゴール、アヌラダプーラ等各地方の中心都市へ伸びている。幹線道路はアスファルト舗装されており、橋梁の改修とともに道路の線形整備・拡幅事業は外国からの資金援助のもとに実施されている。

鉄道網はゴール、キャンディ、パティカロア、トリンコマレー、アヌラダプーラ、ジャフナをはじめとする主要な地方の中心都市を結んでいる。北東部及び北部地域の輸送活動は治安上の問題により近年著しく低下している。

海上輸送は主にコロombo、ゴール、及びトリンコマレー港で行われ、コロombo港では近年海上輸送量の増加に対処する為、国際港として必要な港湾の機能整備事業が実施された。1987年には、第一次コロombo港コンテナ・ターミナル拡張プロジェクトが完成した。この港湾設備の拡充に伴ない海上輸送取扱量が増加するものと期待されている。

カトナヤケ国際空港はコロomboの北約18kmの地点に位置する。

2.6 農業支援活動

農業支援活動は、特に政府の開発事業計画の対象となっている小規模農家に対して効果的であり、研究、普及活動、金融、適正な流通、その他の支援活動を通じて生産量の増加、そして生活水準の向上を確実にもたらす。

(1) 試験・研究

従来見られなかった斬新な試験・研究により農業を着実に向上させることを目標とした農業分野の試験研究活動は、7省庁及び大統領府によって所轄される15の試験場・研究所により実施されている。これは次の2つに大別される。即ち(1)

紅茶、ゴム及びココナッツを対象とした歴史のある試験場、及び(2) 各省庁による作物の品種、畜産、水産、林業を対象とした試験研究機関とがある。試験研究活動に関する相互の情報交換はあまり行われていないので、国家レベルの総合的な試験・研究機器を策定し、研究の総合計画を立案するため、1986年に農業開発・研究省(MADR)の基に、農業研究政策委員会(CARP)が設立された。

(2) 普及活動

スリランカ政府機関で農業普及活動にたずさわっている主要組織は以下の6つの機関である。

- ・ 農業開発・研究省(MADR)の農業支援局(DAS) 及び農業開発庁(ADA)
- ・ 地域開発省(MRD) の畜産振興局(DAHPH)
- ・ マハベリ開発省(MMD) のマハベリ開発庁(MASL)
- ・ 土地・土地開発省(MLLD)の土地監督局(LCD) 及び灌漑局(ID)
- ・ ココナッツ産業省(MCI) のココナッツ栽培委員会(CCB)
- ・ プランテーション・産業省(MPI)

これらの組織の中でも、DASは主として水稲及び畑作物の普及活動を行っており、1979年から従来の指導訓練法に代り、全国規模で「訓練・実演見学法」(T & Vシステム)を採用している。この方法は、農業普及員(KVS)が計画的に農民との会合をもち、連絡報告システムの簡素化、2週間毎のKVSの訓練及び1ヶ月毎の普及・研究会議、KVSに対しての頻繁な職場教育、圃場での適応可能な研究活動に重点を置いている。

(3) 金融

農業金融システムは耕作ローン及び流通ローンから成っている。前者は農業融資として商業銀行が農民に耕作を行う為に貸付けるものであり、後者は農産物流通組織に貸付けるものである。

農業融資は一般に次に載げる4つの金融経路で実施されている。

- ・ 国民銀行(The Peoples Bank)は、1973年から実施されている総合農業融資計画(Comprehensive Rural Credit Scheme : CRC S)の一貫として農民に耕作融資を行っている。このCRC S計画は耕作に際し大量に融資を行う時に効果があり、融資機関として機能している協同組合(MPCS)により運営されている。
- ・ セイロン銀行(The Bank of Ceylon)は、農業支援センター(ASC)を通して貸

付けを行っている。このセンターはC R C Sが実施された1973年から農業融資サービスを行っているが、サービス網は小さく、全国をカバーするにはいたっていない。

- ・ハットン国営銀行 (The Halton National Bank) は、C R C Sのもとで農民に対し直接貸付けを行っている為、大都市及びその近郊に範囲が限られている。
- ・新総合農村融資計画 (The New Comprehensive Rural Credit Scheme : N C R C S) は、1986年に従来 of C R C S に代って開始された。この計画での貸付けは、作物を限定せず、農民が灌漑用水の利用可能性、生産物の市場価格及び収益性を考慮して選択したいかなる作物に対しても融資対象とし、柔軟性を持っており、地域開発銀行 (Regional Rural Development Bank : R R D B) 及び成長融資協同組合 (Thrift and Credit Co-operative Society : T C C S s) を通して融資している。

(4) 流 通

購入、貯蔵、加工、流通、輸入、融資、及び市場価格設定等の農産物流通は、関係省庁と公社、及びその他の機関によって管理され、公共及び民間の2大流通組織で運営されている。

籾の公共流通において農業開発・研究省 (M A D R) は、籾流通局 (Paddy Marketing Board : P M B) 及びその他機関・組織の中で指導的立場にある。さらに共同組合 (Multi-purpose Co-operative Societies : M P C S s) 及び食糧省食糧委員会 (Food Commissioner : F C) も公共流通に於いて重要な役割を担っており、前者は買い付け、後者は販売をそれぞれ行っている。民間自由市場においては一般に(1) 農家単位の農産物仲買業者、(2) 行商人、(3) 精米業者、等がある。政府の輸入自由化政策施行により、米の公共流通組織の占めるシェアは生産高の約10%にまで減少した。

助成金作物に関しても、米と同様にその流通は公共及び民間から成っている。しかしながら、これら作物の公共流通は籾流通局に代って流通局 (Marketing Development : M D) 、共同組合流通連合 (Co-operative Marketing Federation : C M F) 及び協同組合卸売組織 (Co-operative Wholesales Establishment : C W F) が行っている。

第3章 計画地区

3.1 位置

本計画地区は、スリランカ北東部ポロンナルワ及びトリンコマレ両郡にまたがり、東端をマハベリ河とアンバン河に、西端を国道A-6によって囲まれた地域である。灌漑計画地区はUNDP/FAOのマスタープランにて計画されたシステムD、G、A/Dにまたがる地域にあたる。

計画地区の総面積は117,900ha(291,000acres)で、6つの地域に分けられている。これらは5つの既存タンクより灌漑される地区、及びエラヘラーミネリア水路から直接灌漑される地区から成っている。

この計画の主要水源であるモラガハカング・ダムの計画地点は、アンバン河の既存エラヘラ頭首工の約1.6Kmの上流、ポロンナルワとマタレ郡境の近くの狭谷に位置する。

3.2 地域経済

ポロンナルワ郡は、スリランカの典型的な農村地帯に位置し、その基幹産業は稲作をはじめとする農業である。ポロンナルワ郡は国土の5.0%に相当する3,293 Km²の面積をもち、1986年の人口は全国の1.8%に相当する294,000人、1985/1986年の粗生産量は全国生産量2,588千トンの9.4%にあたる243千トンあげた。郡別の生産量はクルネガラ郡、アンバラ郡に次いで全国第3位であり、単位収量は同年のマハ期には第2位、ヤラ期には第4位であった。この地域には、主要輸出作物である茶、ゴム、ココナッツ等のプランテーション農場はなく、地域経済は稲作農業により成り立っている。

畑作物は一般に農家の庭先で栽培されており、データによる比較は容易ではない。しかしながら、これら畑作の中でとうがらしは地域経済に貢献しており、全国生産量の6.5%を占めている。この地域での他の畑作物はそれほど大きな生産量をあげていない。

家畜及び家禽の生産は農家の生産する殺物に依存しており、大規模な飼育はごく稀である。水牛及び畜牛は1982年でそれぞれ60,800頭、81,140頭で全国総数の6.8%及び4.8%である。このことから、家畜及び家禽の生産も地域経済に貢献をしている。

このポロンナルワ郡には多数のタンク及び溜池があり、内水面漁業も盛んである。1981年の漁獲高は約3,400トンで、全国内水面漁業総漁獲高の11.7%にあたるが、海水漁を含めた全国漁獲高に対しては1.7%にすぎない。

この地域の工業化は遅れており、わずかな工場があるだけである。製造工業調査によれば、主要製造工業は繊維及び皮革産業である。これらの生産高は、1981年で65百万ルピーであり、この分野での全国生産高の2.0%をあげているが、全国工業製品総生産高に対しては0.3%に過ぎない。工場労働者数は全国製造業労働者の0.7%にあたる1,070人である。繊維及び皮革産業以外の製造業は、地域経済としては、無視出来る規模である。

3.3 社会基盤

計画地区と将来の主要市場となるコロンボ、キャンディー、トリンコマレー等を結ぶ主要交通手段は、道路及び鉄道である。コロンボとトリンコマレーを結び、計画地区西端を走る国道A-6及び計画地区内を通る国道A-11は、それぞれアスファルト舗装され、比較的良く整備されている。エラヘラ-ミネリア水路沿いの舗装道路、村落-国道間及び村落間の舗装道路は、農業生産資材及び農産物の物流に利用されている。ポロンナルワ郡の道路密度、すなわち面積あたりの道路延長は $0.26\text{km}/\text{km}^2$ で全国平均の $0.39\text{km}/\text{km}^2$ より低い。現在、米をはじめとする農産物の輸送の殆どはトラック輸送である。

地方自治体の上水道設備は、ほんのわずかであり、大半の家庭の飲料水は井戸水に頼っている。農村の電化もまた全国水準から遅れている。1984年には162の公立及び私立の学校があり、その生徒数は64,600人であった。1986年の病院もしくは診療所の数は16で、そのベッド数は648であった。このことは18,000人に1軒の割で病院もしくは診療所がある事になり、全国平均の32,000人に1病院の割と比べればかなり良好な環境である事を示している。

3.4 自然条件

3.4.1 地形

スリランカの地形は標高750 m以上の高位、標高750m-90mの中位、及び90m以下の低位の3段の準平原から成り立っている。高位準平原はヌワラ・エリアを中心とするいわゆる中央高地に相当し、中位及び低位準平原は中央高地をとりまいて海岸線まで徐々に低くなりながら分布している。

マハベリ河は高位準平原に源を發し、中位及び低位準平原上を流れインド洋へと注いでいる。計画地区はモラガハカンダ・ダムとその貯水池域、及び農業地域に分けられ、前者はマハベリ河最大の支流アンバン河に位置し、後者はマハベリ河下流及びアンバン河下流左岸の低位準平原に位置する。

モラガハカンダ・ダム計画地点は、アンバン河中流域の標高 150m-600m のなだらかな山地又は丘陵地形である。アンバン河はマタレ、ナウラ周辺の山岳地帯に源を発するスドゥ川、ナーランダ川等の支流を持っている。山岳、丘陵の連続性などは南北方向に顕著な方向性をもつ地質構造であり、河川の流路はこれを反映している。

モラガハカンダ・ダム計画地点は、南北方向にのびる山稜を狭く切って流れるアンバン河の狭谷に位置している。そのすぐ上流は盆地状地形が形成している。ダムサイトの河床標高は約 135m である。ダムサイトの北側の山陵には標高がそれぞれ 150m、180m の 2 鞍部がある。ダム計画地点はジャングルに覆われる緩やかな傾斜の山容を呈し、地滑り・山崩れのない良好な地形をしている。

農業地帯はマハベリ河下流、及びアンバン河下流の左岸に広がり、緩やかな起伏を持つ典型的な低位準平原である。計画地区システム D 1 の標高は 60m-10m でジャングルに覆われ、システム D 2 及び A/D は標高 30m-6m の湿地帯で、マハ期には冠水する地域もある。マハベリ河とその支流は低位準平原を蛇行しており、その流況も複雑である。

3.4.2 地 質

計画地区の地質は先カンブリア紀のハイランド統、カンブリア紀のヴィジャヤン統などの非常に古い時代の結晶質変成岩類を主とする岩石より構成されている。モラガハカンダ・ダム計画地点の地質はハイランド統に属し、農業地帯は両者にまたがる。

ハイランド統は岩類の違いによりコンダライト岩石群、チャーノカイト岩石群、カドゥガンナワ片麻岩の 3 群に区別されている。ヴィジャヤン統は先カンブリア紀の変成作用により形成されたハイランド統が、更にカンブリア紀になって再変成を受けて造られた岩である。これら統の区分は変成の程度によってなされているため、その分布状況には漸移帯というような中間的な岩石類、また両者が共に入り組んで分布しているような地域がある。この漸移帯がマハベリ河の兩岸に 16km-19km の幅で南北に分布し、その西側がハイランド統、東側がヴィジャヤン統の分布域である。

ハイランド統の分布地域の地質構造は北北東から南南西方向の多数の平行に走る褶曲構造を呈している。ヴィジャヤン統や漸移帯でも多数の褶曲構造の発達が見られるが、その方向性はハイランド統の地域より、一定していなく、連続性も小さい。また地層の傾斜は両統共、一般に緩い。

以上の岩盤上には第 4 紀の堆積層が分布する。これらはマハベリ河とその支流に沿って分布する河床堆積層、及び計画地域ほぼ全体をおおう茶褐色または、赤褐色のシルト、ローム層等である。河床堆積層は一般に砂質シルト、粘土などを主とし、まれにれき

層を伴う未固結層である。層の厚さはダムサイト地点では6-8mであり、農業計画地域でも同様と考えられる。河床以外を覆っている土砂やロームの堆積物もまた未固結層であり、殆ど現地性堆積物であると考えられる。一方ダムサイトにおいては、この厚さは1-2mであり、農業計画地域でも、同じか、若干厚い程度であると推定される。

3.4.3 土 壤

前回のJICA調査報告書によると、計画対象地区全体117,900haの土壤は赤褐色土壤(Reddish Brown Earth : RBE, 50%)、低腐植グライ土壤(Low Humic Gley Soils : LH, 25%)、沖積土壤(Alluvial Soils, 20%)、ソロネッツ土壤(Solonetz, 2%)及びリソゾル土壤(Lithosole, 3%)に分類される。ソロネッツ土壤とリソゾル土壤以外の土壤は全般的に農業に適している。

沖積土壤は、マハベリ河沿の沖積地に分布しており、システムD1、D2及びA/Dに見られる。この土壤の土性は一般的に見て重粘土から粗砂まで広い範囲に及んでおり、地形や河川との位置関係によって異なる。これらの土壤のおよそ3/4は排水性の不良な土壤と区分され、水稲栽培にも適した土壤と判断できる。残りは排水性の良好な、あるいは適度に排水性の良好な沖積土壤で、河川の自然堤防や氾濫原に分布する。

赤褐色土壤の約60%は、排水性が良く、残り40%は不良である。排水性の良好な赤褐色土壤は、システムD、G及びA/Dの斜面上部に分布しており、乾燥地域での栽培が可能な種々の畑作物の栽培に適している。排水性の不良な赤褐色土壤は地形的に凹地に分布しており、水稲、砂糖きび、及び牧草の栽培にも適している。

低腐植グライ土壤はシステムD、A/D及びGの旧沖積平野低地部に発達している。一般にこの土壤は赤褐色土壤と地表面の水移動が土壤の生成作用に及ぼす影響の度合により連続して出現し、土壤の性質から判断すると水稲栽培に最も適していると言える。

この他に、ソロネッツ土壤とリソゾル土壤が存在する。ソロネッツ土壤に分類される塩類質土壤はシステムDの新規開発地区内の一部に存在し、リソゾル土壤は山地及び残丘地に出現する。これらの土壤は有効土層が薄いために灌漑農業には不適とされている。

前回のJICA調査団は、計画対象地域の中の新規開発対象地区であるシステムD1、D2の一部及びA/Dについて詳細に土壤調査・分析を実施している。土壤分類の結果及び分布状況は表3-1及び図3-1から図3-3に示す通りである。

土地分級は、スリランカ国の分級基準(表3-2参照)に基づいて実施された。その結果新規開発対象地域のほぼ90%が農業適地と判断され、この内30%が畑作に適し、

し、約29%が畑及び水田の両方に適し、そして残り41%が水稻栽培に最も適した土地であると評価されている。

3.4.4 気 候

計画地区における気候は、乾期と雨期の明瞭な熱帯モンスーン気候である。マハ・イルパルマ気象観測所での平均気温は25℃から28℃で年較差は小さく、日平均最高気温は28℃から33℃、日平均最低気温は20℃から24℃である。年平均相対湿度は約80%で変化は小さく、9月の75%から12月の88%の間で変化している。またマハ期の10月から3月にかけての雨期には北東の風が吹き、ヤラ期の4月から9月にかけての乾期には南西の風が吹く。月平均日最大風速は11月の5.5 km/hrから6月の16.4km/hrの間で変化している。

計画地区の中央に位置するヒングラクゴダ降雨観測所での年平均降雨量は、およそ1,650mm(65inches)であり、北東モンスーン期のマハ期には年間降雨量の75%が降り、残りは南西モンスーン期のヤラ期に降る。年間降雨量の変化はかなり大きく2,830mm(111inches)から970mm(38inches)の間で変化している。

年平均蒸発量は2,000mm(80inches)を越え、月平均蒸発量は11月の120mm(4.8 inches)から7月の230mm(9inches)の間で変化し、年間平均蒸発散能は1,850mm(73 inches)と推定される。これら計画地区における気候の特徴を表3-4、図3-4に示す。

3.4.5 水資源

本計画での利用可能な水資源は、アンバン河水系からの自己流出、及び1975年に完成したボルゴラ分水トンネルを通してマハベリ河から分水される水である。ボルゴラから分水された水とアンバン河上流の水は、ボワトナ貯水池に一旦溜められ、一部は他の水系に位置するカラウェワ地区のシステムH、IH及びMHの48,600haの灌漑地区に再分水され、更に一部はボワトナ貯水池の約10km上流に位置するナーランダ貯水池からも分水され、灌漑面積1,220haのデワフワ地区に送られる。本計画での利用可能な水量はアンバン河流域の流出量と、ボルゴラ分水量から上記2地区への分水量を差引いた残りの水量である。

ボルゴラでマハベリ河からアンバン河へ分水された水は、設備容量38MWのウクウェラ発電所で水力発電に利用される。さらに、アンバン河下流域への放流水を利用して設備容量40MWのボワトナ発電所で発電に利用される。

ボワトナ貯水池の下流にはエラヘラ及びアングメディラの2つの既存頭首工がある。エラヘラ頭首工で取水された水は、ミンネリア、ギリタレ、カウドゥラ、カンタライ

の4つのタンクにエラヘラーミネリアーガンタライ水路を通して送水され、システムG、D1の既耕作地へ送られる。アンガメディラ頭首工より取水された水はパラクラマ・サムドゥラに一旦溜められ、システムD2の既耕地で利用される。これらの系統図を図3-5に示す。

(1) 水 文

マハベリ河のボルゴラ分水工地点での流域面積は1,292 km²で、最寄りの流量観測所は分水工の下流16kmにあるグルデニヤにある。ボルゴラにおける1950年から1977年の年平均流出量は2,439 百万m³ (77m³/sec)で、年間変動量は大きく1976年の1,322 百万m³ (42m³/sec)から1975年の3,208 百万m³ (102m³/sec)と変化している(表3-5及びANNEX-B 参照)。

アンバン河のダム計画地点での流域面積は782km²で、流量観測所は計画地点から2km上流にあり、その流域面積は779 km²である。流量記録は、計画地点と流域面積がほぼ同じであることから、そのまま計画地点の流出量として、年平均776 百万m³ (25m³/sec)を採用した(表3-5及びANNEX-B 参照)。

アンガメディラでの流域面積は1,363km²で、NEDECOの推定によれば、年平均自然流出量は1,440 百万m³ (46m³/sec)で、1974年の775 百万m³ (25m³/sec)から1977年の2,363 百万m³ (75m³/sec)との間で変化している(参考資料3及び表3-5、ANNEX-B 参照)。

ダム計画地点での洪水流量は、100年確率で3,480 m³/sec、200年確率で3,880 m³/secである(ANNEX-B 参照)。またマハベリ河下流は洪水通水能力に限界があり、湿地帯が形成されている。マハベリ河上流の一連のダム群が完成すれば湛水回数は減るものの定期的な浸水は起こるのである。

マハベリ河とアンバン河の水の電気電導度は475 μmho/cm以下で、それぞれC1、C2に分類され、またナトリウム吸着比(Sodium Adsorption Rate: SAR)は、合衆国塩類試験所の基準によれば10以下で、S1に分類される。塩及びアルカリ度の面からは、灌漑に支障はない。

(2) ボルゴラ分水

ボルゴラ分水トンネル及びポワトナ・ダム・灌漑トンネルは、マハベリ河からアンバン河、更にカラ・オヤへの分水を可能にしている。これらの計画にはそれぞれ設備容量38MW、40MWのウクウェラ、ポワトナ水力発電所が含まれている。

マハベリ河開発の、ある段階までは、灌漑と発電の最大の便益は、ボルゴラから本川下流への放流を最少にし、ボルゴラにおいて可能な限り分水することにより達成された。しかし、この状況はマハベリ河本川下流の灌漑開発及び発電開発に伴い僅かながら変化してきている。ボルゴラにおける分水政策は、マハベリ河水系における水資源開発の最も重要な点であるが、これらの調査は第1次調査のS/W外であり、次の第2次調査において検討されよう。

現段階では1978年のF/Sで策定された分水政策に従った。UNDP/FAOのマスタープランの分水政策では、ボルゴラ・トンネルの最大分水量は $56.6\text{m}^3/\text{sec}$ (2,000 cusec) 下流への最小責任放流量は $4.25\text{m}^3/\text{sec}$ (150 cusec) と規定されている。この分水政策に基づくと、平均分水可能水量は1,282 百万 m^3 と算定され、1976年の963百万 m^3 から1960年の1,513 百万 m^3 の間で変化している。

ボルゴラから下流への最小責任放流量を $4.25\text{m}^3/\text{s}$ (150 cusec) とするUNDP/FAOの政策を採用すれば、コタマレ貯水池の完成に伴い、コマタレの流量調整により、ボルゴラ分水可能水量を増加することが出来る。またコタマレ貯水池の有無による年平均分水可能水量は、それぞれ1,538 百万 m^3 、1,282 百万 m^3 である。これら月平均分水可能水量を表3-5に詳細をANNEX-IIに示した。前回の調査では、ダム計画地点への流入量、及び全ての施設計画はコタマレ・ダムを考慮せず計画されている。

(3) 他の流域への分水

ボルゴラ分水で増えたアンバン河の水はボワトナ貯水池に一旦溜められ、その一部が設計流量 $28.3\text{m}^3/\text{sec}$ (1,000 cusec) の灌漑トンネルを経て既耕地48,600 haを持つシステムH、I H及びMHのカラウエワ地区に分水されている。

前回のF/Sでは、システムH、I H及びMHに於いて当初計画以上に灌漑面積が拡張された為の灌漑用水不足を考慮して、分水を最大限にするように分水政策を改定した。発電用の放流量は3時間ピーク発電として1日1.03百万 m^3 と制限した。政策の改定により年平均分水可能水量は、519 百万 m^3 と算定された。この場合、1960年は235 百万 m^3 から1956年には862 百万 m^3 の間で変動する(表3-5及びANNEX-II参照)。

更にボワトナ貯水池の約10km上流のナーランダ貯水池からは、1,220haの既耕地を持つデワフワ地区に分水されている。この年間分水量は平均で26.6百万 m^3 であり、月間平均分水可能水量は表3-5に示すとおりである。

(4) タンクへの流入量

計画地区にはエラヘラーミネリアーカンタライ水路によって連結されているミネリヤ、ギリタレ、カウドゥラ、カンタライのタンク及びパラクラマ・サムドゥラ・タンクの5つの既存のタンクがある。それぞれの自己流域からタンクへの年平均総流入量は321 百万 m^3 で、それぞれのタンクへの月平均流入量を表3-6に示す(ANNEX-B 参照)。

(5) 利用可能な水資源

ポルゴラ、ボワトナに於ける分水政策にもとずいて、モラガハカンダ・ダム計画地点への年平均流入量を算定すると 1,552百万 m^3 となる。この量は1977年の907 百万 m^3 から1960年の 2,242百万 m^3 の間に変化している(1950-1977記録より)。ダムサイトに於ける月平均流入量を表3-5に示し、詳細をANNEX-H に記した。

ダム計画地点下流の残流域からの流出は、アングメディラで取水され、灌漑に利用される。これらは全て本調査の対象となっており、詳細はANNEX-II に記した。

3.5 土地利用形態及び農業

3.5.1 人 口

計画地区内の人口は1981統計年で177,000 人と推定され、この人口の92%に相当する162,000 人がポロンナルワ郡内に、8%に相当する15,000人がトリンコマレー郡に在住している。ポロンナルワ及びトリンコマレー郡の全人口はそれぞれ262,000 人及び256,000 人であるので、各郡の計画地区人口比率はポロンナルワ郡で62%、トリンコマレー郡で6%となる。

1971年から1981年の10年間の計画地区の平均人口増加率は4.6 %であり、ポロンナルワ郡全体では3.1 %となるのに対して、同期間のスリランカ全国の人口増加率は1.6 %に過ぎない。従って、計画地区及びポロンナルワ郡は、全国平均と比較するときわめて高い人口増加率を示している。

1981統計年に於て、ポロンナルワ郡全体で登録されている労働者人口は84,100人で、その内61%に相当する51,300人が農業に従事している。この割合は全国平均の約50%より明らかに高い数字である。非農業労働者人口の内訳は、8,800 人(10%)が工業、14,600人(17%)がサービス業となっており、雇用労働者の9割が男性、1割が女性である。

3.5.2 現況土地利用

計画地区内の既存耕地は44,400haで、調査対象地区全体の38%を占める。残りの73,500haは、農家屋敷(homestead)、湿地、貯水池、森林等非農業用地である。この地域の耕地は水田(41,400ha)及び砂糖きび畑(3,000ha)が主である。計画地区の水田は2つのタイプに大別される。即ち(1)大貯水池による灌漑地区(41,300ha)、(2)小規模溜池を利用した灌漑地区(300ha)である。大規模灌漑地区の水源は、エラヘラ頭首工及びアンガメディラ頭首工で取水されるアンバン河で、原則として通年灌漑が行なわれている。小規模灌漑地区は、小支川を水源とし、マハ期のみ灌漑が行なわれている。砂糖きび畑も同様に通年灌漑が行われている。しかしながら、耕作地の作付率は低く、1985年から1987年の平均は146%である。ヤラ期のみならずマハ期にも用水不足が発生し、低い作付率となっている事から、作付率の増加は計画地区内の農業潜在力を引き出す為の重要な鍵となっている。

計画地区の現況土地利用状況を表3-7及び図3-6に示す。

3.5.3 現況作付体系及び耕種法

計画地区内では現在、ミンネリヤ、パラクラマ・サムドラ、カウドゥラ及びカンタライを始めとする大規模貯水池を利用した水稲栽培が発達している。計画地区内の主要作物は水稲である。水稲栽培期はマハ期(10月-3月)及びヤラ期(4月-9月)で、年間に2回耕作する。しかしながら、灌漑用水の供給が不十分であることから、大規模貯水池による灌漑地区内でも十分な作付が行われていない。マハ期の水稲作付率は約85%(34,200ha)、ヤラ期は66%(26,670ha)である。1984/85マハ期から1987年ヤラ期までの畑作はマハ期に於ては約1%(350ha)、またヤラ期に於ては100haで緑豆、とうがらし、カウピー、落花生が栽培されている(表3-8参照)。

砂糖きびは、スリランカ砂糖公社がカンタライ砂糖農園に於て栽培を実施している。1986年のカンタライ・タンクの決壊、民族闘争及び灌漑用水不足により、1985年から1987年の期間平均作付面積は、灌漑面積(3,000ha)の55%に相当する1,650haであった。

計画地区での水稲はマハ期に於ては移植により、ヤラ期に於ては直播により栽培されている。主要品種はBG-379-2及びBG-34-8である。1ヘクタール当りの播種量は約100Kgである。施肥量は、現在、1ヘクタール当たり窒素約120Kg、リン酸約40-50Kg及びカリ50Kgで、リン酸とカリ以外はほぼ十分と考えられる。

害虫駆除は、大きな害虫被害が確認された時点で時々実施される。収穫は手刈により行われ、脱穀はほとんどが4輪トラクターの踏みつけによって行われている。全必要

労働力は70-90人・日/haと見積られる。

緑豆は計画地区の代表的な畑作物であり、M1-1及びM1-4品種が主に栽培されている。播種量は約20Kg/haである。施肥量は窒素約50Kg/ha, リン酸約20Kg/ha, 及びカリ約10kg/haである。総必要労働力は230人・日/haである。

砂糖きびは農園(エステート)作物として栽培されている。主な品種はインド産C0775である。生育期間は新植(PLANT CANE)で12ヶ月, 株出し(RATOON CANE)で11ヶ月であり、一般に株出し砂糖きびは新植後2回収穫される。挿苗量(SEED CANE)は12.4トン/ha、施肥量は窒素100Kg/ha, リン酸40Kg/ha及びカリ約60Kg/haである。

水稲及び畑作物の生産費は農業局農業経済事業部が1987年に出版した「農作物生産費」(Cost of Cultivation of Agricultural Crops)に示されている。この報告書によると、作物生産費は以下の様に要約される。

・ 灌漑水稲(マハ期)	11,692 (ルピー/ha)
・ 灌漑水稲(ヤラ期)	9,678 (ルピー/ha)
・ 灌漑緑豆(ヤラ期)	12,883 (ルピー/ha)

砂糖きびの生産費は砂糖公社出版の各種報告書によると、砂糖公社所轄区域に於て、42,327ルピー/ha、委託栽培地区で24,623ルピー/haである。

3.5.4 作物収量及び生産量

本計画地区はスリランカでも最も稲作の進んだ地域の1つである。1984年から1987年の期間のポロンナルワ郡の大規模貯水池を利用した灌漑システムの水稲の平均収量はヤラ期で4.0トン/ha, マハ期で4.7トン/haであり、全国レベルの収量(ヤラ期3.8トン/ha, マハ期4.0トン/ha)と比較すると高収量をあげている(表3-9参照)。1984/85 マハ期から1987ヤラ期までの計画地区内の大規模貯水池灌漑地区での平均生産量は、マハ期で164,000トン、ヤラ期で107,000トンである(表3-10参照)。

計画地区内の小規模貯水池灌漑システムは、ポロンナルワ郡に存在し、マハ期にのみ貯水池の水を利用して水稲栽培が行われる。1986/87 マハ期の平均収量は表3-11に示す様に3.2トン/haである。近年の水稲(籾)単位収量は相当高いが、その潜在単位収量には達していない。その主たる理由は以下の通りである。

- ・ 特にヤラ期における灌漑用水不足。
- ・ リン酸及びカリの施肥量不足。

- ・ 短期間生育型の品種の栽培。
- ・ 灌漑排水施設老朽化に起因する非効率な水管理

カンタライ砂糖工場の砂糖生産量は表3-12に示す様に年々減少し、1985年から1987年の砂糖きびの平均単位収量及び生産量はそれぞれ40トン/ha、66,400トンである。この原因として以下の理由が考えられる。

- ・ 砂糖きび畑への灌漑用水不足。
- ・ 民族闘争。
- ・ カンタライ・タンクの決壊。
- ・ 設備機械の部品の不足、また機械及び備品の型式及び機種の不統一による修理の困難性。

主要畑作物である、とうがらし及び緑豆の単位収量はそれぞれ1.5トン/ha、1.0トン/haであるが、これらは僅かの土地で生産される為、生産量は微々たるものである。ココナッツやバナナなどの果樹類は自家消費を目的として自家菜園で栽培されている。

3.5.5 畜産

トリンコマレー及びポロンナルワ郡の1982年の水牛は79,200頭で、畜牛は132,000頭である(表3-13参照)。水牛は水稲栽培の整地、耕起及び脱穀に使用されるが、作業の動力として最近ではハンド・トラクターや四輪トラクターなどの農業機械が次第に畜力に取って代りつつある。雄牛は特に農産物の搬送や畑作地帯の耕作に使われる。

3.6 農業支援活動

3.6.1 農業普及

農業支援局 (Department of Agrarian-Service: DAS) は全国を対象とした農業普及事業を主として担当している。DAS は各地方行政区 (AGA Division) に農業支援局次長をおき、次長はAGA事務所の指導員を対象に月1回の会合を開き、普及活動計画についての指導、伝達を行っている。さらにAGAの指導員 (Agricultural Instructor: AI) もまた末端行政府 (Grama Seveka: GS) の指導員 (Kursi Vapthi Sevaka: KVS) を対象に、2週間ごとに会合を開いている。1人のKVSは12~18人の篤農家 (Contract Farmers: CFs) を通じて約750農家を指導している。また、KVSはCFsと週2度の会合を持ち、予定表に基づき普及活動の指導を行なっている。これらの会合でKVSはCFsに作付のカレンダー等の特別の指導をする。農家 (FFs) は一般にデモンストレーションや定期の会合でCFsの指導を受けている。

農業開発庁 (Agricultural Development Authority : ADA) も農業支援センター (Agrarian-Service Center : ASC) を通じ、同様の普及活動を行っている。ASCには、DASにおけるKVSと同様に、栽培指導員 (Cultivation Officers : CO) が農民に直接指導を与えている。

1987年現在、ポロンナルワ郡には、次の様な農業指導員が組織化されている：DASのもとに4人の特別指導員、9人のAI及び62人のKVS、及びADAのもとに、ASCの9人の地区指導員と58人のCOが配置されている。

3.6.2 種子の増産

品種改良は、農業局の研究プログラムにそって行われ、改良品種の大部分は農業局種子部で生産され、さらに32の種子部附属種子生産農場で増殖されている。稲、トマト、豆、ジャガイモをはじめ、殆どの保証種子は指定生産者によって生産される。種子処理は14の種子処理場及び全国網をもつ種子部で行われ、この種子部は全国種籾需要量の約10%を生産している。

3.6.3 農業金融

ポロンナルワ郡では、セイロン銀行が協同組合 (Multi-Purpose Cooperative Society : MP CS) と同様に、農業融資の重要な窓口となっている。セイロン銀行は総合農業融資政策 (CRCS) の一環として、稲作に対する融資を行っている。1986年には、7,250人の農民に対し、3,300万ルピーの融資を行った。しかし、1986年以前には未返済率が10%未満であったものが、同年には850万ルピーすなわち、全融資額の約25%が未返済となっている。

新総合農村融資計画 (NCRCS) は、1986年のヤラ期から活動を開始している。その実績は当年の作物に対する総融資額の僅か0.4%ではあるが、今後耕作に対する大量融資機関として期待されている。水稻に対する融資額は多少の変動はあるとしても今後共更に伸びるであろうが、NCRSでの畑作物に対する融資はそれ以上に伸びると予想されている。このように新総合農村融資計画は、作物の多様化政策をも支援する組織である。

3.6.4 協同組合

協同組合組織は、今なお農村部では機能している。協同組合 (Multi-Purpose Co-operative Societies : MP CSs) は従来、組合員への貸付け、生産資材の供給、普及活動及び流通を支援してきたが、政府の市場開放政策により社会的役割は次第に減少して来ている。1982年現在ポロンナルワ郡には9つの協同組合があり、現在、以下に載

げる支援活動を行っている。

- ・ 政府の社会福祉政策の一環として、低所得者層の最低生活を保障するために支給される食糧給付券の提示に応じて、農村の低所得者に対する食糧と灯油（燃料、照明用）の無料給付。1987年には郡全体で 150,040枚支給した。その内訳は次の通りであった：0-8才の児童に対し35,650枚；12才以上成人に対し69,810枚；灯油券が30,620枚。
- ・ 総合農村融資計画（CRCS）のもとで、農村銀行を通じて農民に対する耕作融資業務。これは、今なお農民にとって最も一般的な農業金融組織である。
- ・ 農村居住者に対する生活必需品の供給。未開発地に於いては唯一の必需品の流通機関となっている。
- ・ 生活のみならず農業普及の情報源としての機能。農業普及の公式機関ではないが、ある地域ではその歴史的背景から情報伝達機関として機能している。

ポロンナルワ郡には、1987年現在29,000人の協同組合員がおり、同年の郡の人口は299,000人であったので、人口の約10%が組合員となっていた。

3.6.5 農産物流通

スリランカには以下に載げる7つの主たる大農産物流通組織がある。

- ・ 粃流通局（Paddy Marketing Board : PMB）
- ・ 流通局（Marketing Department : MD）
- ・ 協同組合流通連合（Co-operative Marketing Federation : MARKFED）
- ・ 協同組合卸売組織（Co-operative Wholesale Establishment : CWE）
- ・ 協同組合（Multi-Purpose Co-operative Societies : MPCSSs）
- ・ 食糧委員会（Food Commissioner's Department : FCD）
- ・ 民間企業

粃流通局は、水稲、とうもろこし、とうがらし、大豆、豆類、ごま、落花生の最低価格を支える事によって価格安定を行う政府機関として1971年に設立された。食糧委員会は輸入穀物小売価格の最高限度を決定し、定価販売を行う。粃流通局の全水稲生産量に占める取扱量は約10%に減少したものの、協同組合、農業支援委員会、民間業者から買い付け、民間精米所との契約ベースで精米を行っている。この精米された米は、消費者の為の米販売センターをはじめ、協同組合、陸軍、海軍、警察、病院等へ販売される。

流通局は、野菜をはじめとする農産物も扱っているが、その扱ひ量は少なく流通に与える影響は小さい。協同組合流通連合は果実及び野菜取引量の約8-10%を協同組合

を通して買い付け、都市部の主要市場で販売を行っており、豆類、とうがらし、胡椒、じゃがいも、玉ねぎ、米、香辛料及び果実も扱っている。

協同組合卸売組織（CWE）は、地方でのとうがらし及び玉ねぎの買い付け及び販売において最も重要な公的機関となっている。さらに、これらを協同組合（MPCS）及びその小売店に販売している。協同組合は、農家からの水稻の買い付けに関しては最も一般的な公的機関で、殆どの場合流通局の代理機関として動いている。

民間流通に於いては、精米業者、雑貨店、農産物仲買業者、仲買人、卸売業者、小売業者が重要な役目を担っており、農産物流通の約90%を扱っている。精米業者は米生産者にとっては最も大きな取引相手である。又、穀物に関しては、雑貨店が生産者にとって最も大きな市場となる。

地方農産物仲買業者はこれら生産物を都市の仲買人を通して卸売業者に販売を行ったり、大都市の業者に代って農産物の買い付けを行う。市場に出回っている果実及び野菜の販路は、地方農産物仲買業者によって買い付けられ、仲買業者は大都市市場の卸売業者でもある仲買人に生産物を販売する。

主農産物の1987年の生産者出荷価格は以下の通りである。

水 稻	4.4 ルピー/Kg
緑 豆	14 ルピー/Kg
とうがらし	31 ルピー/Kg
砂糖きび	500 ルピー/トン
赤玉ねぎ	8.3 ルピー/Kg

政府は、1948年から価格安定の為に、米に対する価格保障体制及び助成金付与作物に対する最低価格保証体制を実施している。1962年から作物増産の為に、肥料の使用奨励として助成金が支払われており、1988年には尿素の小売価格の36%が、重過リン酸石灰の50%及び塩化カリ肥料の28%がそれぞれ助成金である。1987年の農産物に対する政府保証価格の詳細を以下に載げる。

項目	政府保証価格
水 稲	3.35ルピー/kg
とうもろこし	4.00ルピー/kg
落花生	7.00ルピー/kg
とうがらし	28.00ルピー/kg (1等)
	26.00ルピー/kg (2等)
カウピー	8.50ルピー/kg
赤玉ねぎ	2.30ルピー/kg (在来品種)
	3.05ルピー/kg (ベタナ種: Vethaian)
尿 素	2.990ルピー/トン
重過リン酸石灰 (TSP)	2.990ルピー/トン
塩化カリ肥料 (MP)	2.890ルピー/トン
種 粉	6.3ルピー/kg

1982年の農業統計によれば、計画地域の農家の耕地面積は、1世帯当り平均 1.1 haであり、これは次のように作付されている：稲作はマハ期 0.9ha、ヤラ期0.73ha；畑作はマハ期に0.06ha、ヤラ期に0.04ha。この農家の農業収入は年約14,300ルピーと見積られる。

3.6.6 入植基準

入植農家は農業開発計画により開発される新規開発地に入植する。この入植者に対する農業活動及び生活環境整備を支援する為には、農業経営の援助及び支援施設が不可欠である。マハベリ開発庁は、マハベリ開発計画にて既にいくつかの入植計画を実施しており、入植基準は各要点毎に整備されている。「システムC開発計画-1981」から引用、修正した入植政策を以下に載げる。

- 本計画では農民以外の非農家、すなわち開発運営担当職員、学校及び、病院等社会施設の職員も入植する。さらに農業労働力を組織し、流通及び農業関連サービスを提供するための非農家入植者も必要となる。このことから入植計画においては、十分な土地の柔軟性を持たせて確保しておくべきである。
- 農業生産と流通及びソーシャル・サービスに必要な、社会基盤施設はマハベリ地区の基準に基づくものとする。これら施設は必要となった時点で、かつ農業開発計画に沿って整備される。

- ・ 入植計画は既存の町に対する影響を考慮する。新しいサービスセンターの役割は地域に立脚した観点から整備する必要がある。
- ・ マハベリ地区の基準に基づき、センターの規模に応じて入植者のグループ分けを行う。これらセンターの規模別による施設の概要を図3-7に示す。以下に載げた基準を基に段階別にセンターの建設を行う。

項 目	総農家人口	センター規模 (ha)	センター間距離 (Km)
タウン・センター (プロジェクト・センター)	8,000-12,000	100	16-40
エリア・センター (ブロック・センター)	2,000	21	7-14
ヴィレッジ・センター	1,000	8	4-5
ハムレット・センター	250	6	2-3
集 落	8-15	-	0.5-1.5

3.7 灌漑・排水システム

3.7.1 灌漑システム

アンバン河にはエラヘラとアングメディラの2つの既存取水施設がある。エラヘラ頭首工で取水された水はミネリア、ギリタレ、カウドゥラ、カンタライの4つの既存タンクを結ぶエラヘラ-ミネリア水路を通してシステムG, D1の34,000ha(84,000 acres)の既耕作地に送られる。アングメディラ頭首工で分水された水は、パラクラマ・サムドゥラ・タンクに一旦溜められて、システムD2の10,100ha(25,000 acres)の既耕作地に送られる。これらの取水工、水路、タンクの起源は古代にまでさかのぼる。また、計画地区内の全てのシステムはポロンナルワ、トリンコマレー行政区内にあり、システムD1, D2は灌漑局(ID)によって、システムGはマハベリ農業経済局(Mahaweli Economic Agency: MEA)によってそれぞれ維持管理されている。これら各組織に於ける既存の灌漑システムの現況を表3-14に示す。

1947年に設営されたエラヘラ入植地区のあるシステムGには1,900haの既耕地があり、エラヘラ-ミネリア水路から直接取水された水によって灌漑されている。1979年に旧入植地域の改修が開始され、1986年に完成した。旧入植計画地区とアンバン河の間にある4,100haの新規農業開発は、1979年に開始され、1988年には完成する予定である。ポルゴラーボウトナ・コンプレックスが完成した後でも、後節4.6.3で述べられている様に

システムGはヤラ期には水不足に直面する。

システムD1, D2はポロンナルワ、トリンコマレー両郡に位置し、古い起源を持つ5つのタンクがある。ミンネリア・タンクは3世紀に築造され、1950年代には改修され、その容量は7,300haを灌漑できるよう137百万 m^3 に増大した。ギリタレ・タンクもまた7世紀に造られ、1950年代に3,000ha(7,500 acres)をうるおす為、25百万 m^3 (18,800acre-feet)有するタンクに嵩上げされた。12世紀に造られたパラクラマ・サムドゥラ・タンクは1940年代に修復され、10,000ha(25,000 acres)をうるおす貯水容量136百万 m^3 (110,000acre-feet)に、カウドゥラ・タンクは1950年代に修復され、5,300ha(13,000 acres)をうるおす貯水容量128百万 m^3 (104,000 acre-feet)にそれぞれ改修された。カンタライ・タンクは7世紀に造られ、その容量は9,700ha(23,900 acres)をうるおすタンク容量136百万 m^3 (110,000acre-feet)である。現在、これらのタンクと灌漑排水施設は灌漑局(ID)によって維持管理されている(表3-15参照)。

ポロンナルワ郡においては灌漑組織維持管理事業(Irrigation System Management Project: ISMP)が1986年からUSAIDの援助のもとでスリランカ政府によって着手されている。この計画は農業生産の増産を達成するため、既存灌漑システムの水管理及び維持・管理の改良を行い、これに伴う小農家の収入を増やし、生活水準を全体的に高めることを目的としている。この現在進行中の計画は6つの目的を持っている。すなわち(1)農民組織の開発、(2)O&Mの改良、(3)財務管理の改良、(4)聞き取り、評価、フィードバック、(5)訓練能力の向上、(6)調査・研究であり、1991年に完成の予定である。ポロンナルワ郡における単位面積当りの改修費用は、1986年の物価水準で1ヘクタール当たり約166米ドルであり、ISMPの総単価の30%である。

カンタライ・タンクシステムにおいて世界銀行の援助のもとに貯水タンク及び導水路の改修が進んでおり、1990年には完成する。このシステムの改修は、カンタライ・タンクとバン・エラ・タンクの復旧及びミンネリヤ-カンタライ導水路とバン・エラ導水路の通水能力を高める改修である。

ポルゴラーボワトナ・コンプレックスの完成の後にはシステムG, D1, D2に於ける水不足は減少するであろうが、開発が進むにつれて、既耕地は後節4.6.4に記されているように年間降雨量が970mm(38 inches)から2,830mm(111 inches)とかなり大きく変化することから、灌漑用水不足に直面するであろう(ANNEX-B及びH参照)。

3.7.2 排水システム

現在、オヤ又はガンガと呼ばれている自然の小川や河川は、本計画における主要幹線排水路となり、これらの排水路は最終的にはマハベリ河に合流する。マハベリ河の通

水能力が小さく、平らで標高が低いことからマハベリ河沿いの低湿地はマハ期には度々冠水する。この地域にはマハベリ河沿いに洪水堤防が無い事から、マハ期のたびに両岸に数キロメートルにわたって氾濫している。

システムA/D地区には、マハベリ河沿いに堤防が築かれているが、低地では排水が悪く、河口に近いという地形状況から湿地状態であると思われる。本計画地区においては、排水を目的とした河川改修は行なわれておらず、小河川は河道通水能力が小さく、蛇行しているので、マハ期には河道沿いの既存水田一面にしばしば氾濫している。

第4章 土地及び水資源開発

4.1 開発構想

灌漑面積62,200haの計画地区は、既耕作地44,100ha、砂糖きび拡張計画地区4,200ha及び新規農業開発地区13,900haで構成されており、計画に当ってはその事業便益を最大にするようにし、以下の基本的開発構想をもとに策定した。

- (1) 安定した灌漑用水の供給、適切な排水改良、及び灌漑農業の導入による土地生産性の安定及び向上。
- (2) 通年灌漑を可能にし、多様化した作付体系の導入。
- (3) 農業開発適地の新規農用地拡大による農産物の増産。
- (4) ダム建設による電力供給。
- (5) 農業開発による農村地域での雇用機会の増大。
- (6) 新規農業開発地へランドレス農家の入植。
- (7) 農家収入の増加及び農家の生活水準改善の達成。

4.2 灌漑可能地区

計画地区は、農耕地と村落、道路、河川等の非農耕地に分類される。総面積117,900 haの計画地区のうち44,100haは既耕地として利用され、4,200haは砂糖公社の拡張計画地区であり、13,900haは新規灌漑地区である。新規灌漑地区のシステムD1、D2及びA/Dの面積はそれぞれ9,100ha、2,200ha、2,600haである。各タンク系統毎の既存灌漑地区及び新規灌漑地区の面積を表3-14に、各システム毎の土壌分類を表4-1に示した。

既耕地は、登録された耕作地 (Under Specification)と、不法耕作地 (Under Unauthorized) とからなり、登録耕作地は事業実施に際し、最初から灌漑地区として計画・設計されたものである。不法耕作地は事業実施後に拡張された農耕地であり、ヤラ期には、灌漑用水不足にみまわれている。表3-14に示されているように、総耕作地面積44,100haのうち、7,600haが不法耕作地である。本計画では、登録及び不法両耕作地を、既存耕作地として取り扱った。

4.3 農業開発

4.3.1 計画作付体系

作物及び作付体系は、基本的に以下の条件のもとに決定した。

- ・ 農業開発に対する国家政策
- ・ 気候及び土壌条件による作物適性
- ・ 国内市場での市場流通性
- ・ 単位面積当りの収益性
- ・ 農民の作物栽培に対する精通度・習熟度

これらの状況をふまえて、(1) 水稲、(2) とうがらし、(3) 玉ねぎ、(4) 砂糖きび、(5) 野菜、(6) 豆類、(7) 甘しょ、の7作物を選定した。

作付体系及び作付面積は、以下の手順で決定した。

- (1) 年間作付率は、現況の146%をふまえて、砂糖きび地区を除き200%とする。
- (2) 本事業ではまず計画地区及び周辺住民の必要な水稲、とうがらし、玉ねぎ、野菜、豆類、甘しょ等の需要を満たす。

作物	需要* (トン)	予想収量 (トン/ha)	面積 (ha)
水稲	99,430	6	16,600
とうがらし	1,830	1.9	1,000
玉ねぎ	4,070	15	300
野菜	35,850	12	3,000
豆類	2,540	1.5	1,700
甘しょ	4,400	12	300

* 詳細は後節4.3.4 参照

- (3) 砂糖きびの栽培面積は、カンタライ砂糖工場の拡張計画に基づき7,200haとする。
- (4) 野菜、豆類、甘しょは、計画地区及び周辺住民の消費用として供給されるものとする。
- (5) 砂糖きびを除く作物の作付面積は、作物の単位面積当りの収益性を考慮して決定する。
経済価格で定義される各作物の単位面積当り収益性及びその順位は以下に示すとおりである。

作物	ha当り経済収益 (ルピー)	順位
玉ねぎ	71,608	1
とうがらし	23,584	2
水稲	19,999	3

玉ねぎ、とうがらしの国内需要のうちで、本計画が占める予測市場需要量は、玉ねぎ 44.8×10^3 トン、とうがらし 6.0×10^3 トンと推定される。詳細は、後節4.3.4で述べるが、これら作物の予想収量に基づき、計画地区内及びその周辺の農民による消費をも含めた計画作付面積を、玉ねぎ2,900ha、とうがらし3,100haとした。

2000年における粉の予想国内需要量は、 4.21×10^6 トンと推定される。これは、計画地区が完全に開発された場合でも、その増産分の米の販路が確保できる事を示している。従って水稲の予想作付面積を99,000haとした。

- (6) とうがらし、玉ねぎ、野菜、豆類、甘しょの畑作物はヤラ期にのみ栽培するものとした。

本計画における計画作付体系の概要を図4-1及び以下に示す。

作物		栽培面積 (ha)
ヤラ期	マハ期	
水稲	水稲	44,000
玉ねぎ	水稲	2,900
とうがらし	水稲	3,100
甘しょ	水稲	300
野菜	水稲	3,000
豆類	水稲	1,700
砂糖きび	砂糖きび	7,200
計		62,200
全体作付率		188%
砂糖きびを含まない作付率		200%

4.3.2 耕種計画

計画地区の潜在的土壌生産力を十分に引出すためには、適切な耕種計画が最も重要な要素となる。本事業は、灌漑・排水及びその附帯施設を完成させることにより通年灌漑を行い、単位収量の向上及び作物の増産が可能な基盤を整備するものである。この様な状況のもとにおいて、計画地区の農民はリスクなしで適量の農業資材を投入することができる。以下に奨励される農業投入資材を載げる。

(単位: kg/ha)

	水稲	玉ねぎ	とうがらし	砂糖きび	野菜 ⁽¹⁾	豆類 ⁽²⁾
種子	107	8.4	1.85	12.4 ⁽³⁾	41	26
肥料						
窒素	120	104	150	98	28	25
リン酸	80	108	100	43	199	60
カリ	80	92	100	60	74	60
農業 (ルピー/ha)	298	2,678	4,131	1,116	1,955	623
人夫(人・日)	87	552	229	18,565 ⁽⁴⁾	346	229

(1) ササゲにて代表

(2) 緑豆にて代表

(3) トン/ha

(4) 人夫及び機械経費(ルピー)

耕種計画の詳細を表4-2に示す。

4.3.3 予想収量及び生産量

前節にて説明した様に、安定した通年灌漑を導入することにより、農民は不安定な灌漑用水、または天水もしくは河川流出水に頼らざるを得ないというリスクが減り、少ないリスクで必要量まで農業投入資材を増加することが可能となる。作物の単位収量を「事業を実施しない」場合と「事業を実施しない」場合について、それぞれ推定した。「事業を実施しない」場合の予想単位収量は水稲を除き、現在の収量を同等とし、水稲の「事業を実施する」場合の単位収量は、過去の動向及び現在実施中の灌漑運営改修計画(ISMP)の目標収量をもとに推定した。水稲の予想収量は、マハ期、ヤラ期ともに計画完成時で、6.0トン/haとした。砂糖きびの収量は、新植(Plant Cane)及び株出し(Ratoon Cane)ともに平均85トン/haとした。とうがらし、玉ねぎ、豆類、野菜、甘しょの目標

収量はそれぞれ1.9 トン/ha、15.0トン/ha、1.5 トン/ha、12.0トン/ha、12.0トン/haと算定した。

「事業を実施しない」場合の将来の予想収量は、それぞれ水稲で3.2-5.0 トン/ha、豆類で1.0 トン/ha、砂糖きびで39トン/ha、とうがらしで1.5 トン/haとした。

本計画実施後の予想生産量は改善された灌漑農業のもとで算定すると、米（籾）の年間生産量は、594,000トン、また砂糖キビの生産量は年595,000 トン、代表的畑作物であるとうがらし及び玉ねぎはそれぞれ 5.9千トン、43.5千トンとなる。本計画で選定した作物の年間生産量は表4-3に示すとおりである。

4.3.4 市場及び価格予測

(1) 市場流通

計画地区内にて選定した作物の予測市場流通量は、事業完成後、目標収量を達成すると考えられる2000年時点のものを算定した。

野菜類、豆類及び甘しょ類の予測市場流通量は、計画地域内外の住民によって消費されるものとし、水稲、とうがらし、玉ねぎ及び砂糖きびについては全国的に消費されるものとした。

西暦2000年における各作物の需要量は、次式により予測した。

$$D = T \times Q \times (1 + I \times G)^n$$

上式において、

D：2000年における各作物の予測需要量

T：2000年における人口

Q：1985年における各作物の1人当り消費量

I：各作物の需要の所得弾性値

G：所得増加率

n：年数（=15年）

各作物の需要予測結果を、表4-4に示す。一方、2000年における各作物の供給予測量は過去の生産量の傾向を基に算定した。結果は表4-5に示すとおりである（ANNEX-E 参照）。

マハベリ河流域の、近年の農業開発による生産量の飛躍的な伸びを反映している経験式をもとに、全国レベルの粉供給量を4.18百万トンと予測した。この中には本計画地区内で生産される粉も含まれている。一方、2000年における粉の国内需要量は4.21百万トンと予測され、計画地区内で生産される粉を含めた需給バランスは保たれると考えられる。

とうがらしの国内需要量は2000年で、7.76万トンと予測され、一方、計画地区での生産量を含めたとうがらしの国内供給量は7.76万トンと予測した。本計画によって供給されとうがらしの市場流通量は、農業開発・研究省(MADR)によって設定されたポロンナルワ地方における目標生産量を考慮すると、国内総市場流通量の7.7%と予測され、6千トンと算定される。

国内における玉ねぎの需要量と供給量は、2000年においてそれぞれ17.25万トン及び8.3万トンと算定される。本計画による市場流通量は、2000年における需給の差の50%に相当する4.48万トンと予想される。

砂糖きびに関しては、スリランカは現在大量の砂糖を輸入している。過去5年間の砂糖の輸入量は、年間26.3万トンから38.8万トンの範囲にあり、平均32.6万トンである。本計画では、59.5万トンの砂糖きび、又は5.1万トンの砂糖の生産を目標としており、これは平均輸入量の16%に相当する。したがって本計画によって生産される砂糖は、輸入量の減少に大きく貢献すると予想される。

野菜類、豆類及び甘しょ類の予測市場流通量は本計画地域内及び周辺の住民による消費量に相当する。2000年における各作物の需要量は豆類；2.5千トン、野菜類；35.9千トン、甘しょ類；4.5千トンと予測される。

(2) 価格予測

輸入農産物(米及び砂糖きび)及び農業投入資材(尿素、重過リン酸石灰及び塩化カリ肥料)等の経済価格は、世界銀行(IBRD)が予測した2000年における国際価格を基に算定した。その他の非貿易農産物及び投入資材の経済価格は標準変換係数(SCF = 0.85)を考慮し、1987年における農家庭先価格の85%とした。未熟練労働者の経済賃金は、潜在賃金率(Shadow Wage Rate)を考慮し、現行農作業員の賃金の70%とした。農業生産物及び投入資材の財務価格は、原則として1987年における農家庭先価格を採用した。

代表的な農産物及び投入資材の経済・財務価格は下記に示す通りである(詳細はANNEX-E 参照)。

(単位:ルピー/トン)

種 類	経済価格	財務価格
水 稲 (籾)	5,500	4,400
砂 糖 き び	389	500
と う が ら し	26,000	31,000
玉 ね ぎ	7,100	8,300
野 菜 類	3,700	4,300
豆 類	12,000	14,000
尿 素	7,638	2,990
重過リン酸石灰(TSP)	7,607	2,990
塩化カリ肥料(MP)	4,984	2,890

4.3.5 作物収支

本計画に於て選定された各導入作物の収支は、事業を「実施する場合」と「しない場合」の推定生産費及び総収入に基づき試算した。この結果は表4-6及び表4-7に示すとおりである。

4.3.6 入 植

各々の入植家族に対しては1.0haの灌漑耕作地及び0.2haの自家菜園付き敷地が、前節3.6.6で述べた政府の入植計画に基づき割当てられる。さらに各センターごとに商業、サービス業及び政府職員等の約50名の非農家が入植する。入植者及びセンター数を表4-8に示すとおりである。

モラガハカンド計画貯水池内には、現在約900世帯が居住している。ダム工事完成後は、この地区が水没することになる。追って、これらの世帯を優先的に新規開発計画地区内に移住させる必要がある。

新規農地造成地区は、既存のコロニー地区の下流域に展開している。このコロニーには多数の入植者の第2世代が居住しており、その大部分は不完全雇用状態にある。また第2世代の一部は新規農地造成地区内に居住している。この状況をふまえて、新規農地造成地区内の居住者と既存のコロニーでの余剰人口の再入植に第2優先権を与えて、コロニー下流地域の開発地区へ入植させる。もし、この施策が基本的に採用されれば、カウドゥラ、カンタライ、バラクラマ・サムドゥラへの入植者は殆ど、この上流にある既存コロ

ニーからの移動であろう。

新規農地造成地区の中で、カウドゥラは、面積において特別大きく、又上流にある既存のカウドゥラ・コロニーは比較的開発が遅れている。従って、既存のギリタレ及びミネリア・コロニーの余剰人口をカウドゥラの造成地に入植させる事は可能となろう。ギリタレ及びミネリアは、他のコロニーと異なり土地に関する限り、入植者収容力がなく、一方、既存カンタライ・コロニー地区はパラクラマ・サウドゥラ地区よりも過疎地域となっている。

上述の入植者選別法は、同じ灌漑システムのもとにある既存灌漑地区と新規農地造成地区との調和を考慮した、本開発計画の下流域開発の基本路線に沿ったものである。これは又、事業運営ユニットの構成に好結果をもたらすものと考えられる。

4.4 灌漑・排水計画

4.4.1 灌漑用水量

各タンクから取水される灌漑粗用水量は、前節4.3.1で提案されている作付体系をもとに、蒸発散量、作物係数、消費水量、有効雨量、地下浸透を計算し、灌漑効率を考慮して決定した。

既存耕作地48,300haへの平均粗用水量は年間1,429百万 m^3 で、このうちの62%すなわち887百万 m^3 がヤラ期に必要とされ、月平均最高用水量は220百万 m^3 (82 m^3 /sec)である。また、新規開田を含む全計画地区62,200haの粗用水量は年間1,821百万 m^3 で、このうちの62%に相当する1,121百万 m^3 がヤラ期に必要で、月平均最大用水量は276百万 m^3 (103 m^3 /sec)である(表4-9及び図4-2, 3及びANNEX-F参照)。

送水損失及び管理損失は灌漑粗用水量の30%を見込み、新規開田地区でのピーク用水量は1.91 Q /sec/ha (0.0273cusec/acre)と計算した。

4.4.2 排水量

各々の河川についての設計洪水量は、ジャングル、水田、畑作地のそれぞれの流出係数を適用して、灌漑局(I D)より設定された計画地区の近くのアヌラダプーラの5年確率降雨強度曲線の降雨データをもとに算出した。設計洪水量は、地形や植生により変化し、4.5 Q /sec/ha (0.065cusec/acre)から3.1 Q /sec/ha (0.044cusec/acre)と算定した(ANNEX-F参照)。

4.5 電力需要

4.5.1 既存の電力システム

セイロン電力庁 (CEB) はスリランカ電力会社 (Lanka Electricity Company : LECO) を通じて消費者に直接的・間接的に電力を供給している。LECOは、CEB から大口電力供給を受けていた218 の地方公官庁が、従来取り扱っていた自治体内の小口電力供給業務を引き継ぎ、これを増進すべく1983年に設立された。

CEBの電力供給システムは水力発電が主で、火力発電は水力発電の不足した時及び水力発電の操業運転開始時期までの期間の不足を補う予備とされている。

1987年におけるCEBの総発電設備容量は1,116MW で、うち916MW が水力発電で、200MW が火力発電である。CEBによれば、これらの施設のうち、水力発電は、通常の降雨条件下であれば、年間3,682GWhの発電が可能であり、火力発電は1次電力量1,265GWhの発電可能と推定している。既存の発電設備容量及び発生電力量は表4-10に示すとおりである。

スリランカにおける送電網は220kV, 132kV, 66kVを使用しており、220kV と132kV は幹線用送電線に、66kVは短距離の送電にのみそれぞれ使用されている。1985年末での送電網の総延長は1,593kmで、1987年末の変電所数は31ヶ所である。

発電・送電システムにおける負荷制御は、コロンナワにあるCEBのシステム・コントロール・センターで集中管理されている。又、既存のCEBの電力システムは図4-4に示すとおりである。

1986年におけるCEBのシステムの電力需要を以下に示す。

売却電力量 (GWh)	2,231	(100%)
- 家庭	369	(16.5 %)
- 中軽工業	480	(21.5 %)
- 重工業	445	(20.0 %)
- 商業及びホテル	381	(17.1 %)
- 地方公官庁	543	(24.3 %)
- 街燈	13	(0.6 %)
損失電力量 (GWh)	421	
発生電力量 (GWh)	2,652	
ピーク電力 (MW)	540	
年間負荷率 (%)	56.1	

4.5.2 電力需要の過去の傾向

ピーク電力需要、売却電力量、電力量の過去16年間の傾向を表4-11及び図4-5に示した。

消費電力量は1965年から年平均9%の割合で増加して来たが、過去6年間は発電容量不足、特に1980年及び1981年における供給の不足が原因で8%の低い伸びとなっている。1983年には長期の干魃によるダム貯水量の減少及び石油価格高騰による火力発電コストが上昇し、電力消費の伸び率をおさえる結果となった。

4.5.3 需要予測

1987年にCEBが発刊した長期発電拡充計画-1987 (Long Range Generation Expansion Plan-1987)によると、電力需要の伸びは1988年から1990年は8.2%、1991年から1995年は10.0%、1996年から2000年は9.5%、2001年以降は8.5%と予測されている。ピーク電力需要と電力量の予測は次表及び表4-6、表4-7に示した。

年	ピーク電力 (MW)	発生電力量 (GWh)	負荷率 (%)
1988	593	2,986	57.5
1990	682	3,495	58.5
1995	1,089	5,629	59.0
2000	1,714	8,861	59.0
2002	2,018	10,431	59.0

4.5.4 発電拡充計画

長期発電拡充計画では、前節4.5.3にて述べた様に、経済的に最適な増強計画を選択できるよう、多岐にわたる拡充計画の検討を行なった。

この拡充計画によれば、キャニオン 第2期 (30MW)、ランテンベ (49MW)、サマナラウエワ (120MW) の3つの水力発電所が1992年までに操業開始することになっている。そして1993年以降は水力発電所の開発計画は無いが、火力発電がシステムに取り入れられる事になっており、その内訳はディーゼル発電 440MW、石炭火力発電900MWと計画されている。

さらに1988年におけるピーク電力需要及び設備容量は、図4-6に示す様に593

MW、1,146 MWである。このことから1988年における予備電力は93%であるが、電力需要の伸びに伴い、1996年には31%に減少するであろう。水力発電を主としたCEBシステムの予備電力はその降雨特性をふまえ、少なくとも25%から30%が必要である。

このような状況から、事業評価は後章7に述べるが、モラガハカンダ水力発電が経済的妥当性を有するならば、1996年には計画中の火力発電代替として、同水力発電所の導入の可能性が大である。

4.6 水資源開発計画

4.6.1 灌漑用水需要

計画地区には5つの大きな既存タンクがあり、総貯水能力は563 百万 m^3 である。これら各タンクの操作基準は、詳細をANNEX-II に示すが、1950年から1977年までの記録をもとにモラガハカンダ計画貯水池の貯水容量を最少限にするように設定された。タンクの操作基準ではタンクの水をヤラ期の5月から8月の4ヶ月間に大部分放流し、マハ期の10月から1月に貯留することになっている。

計画中のモラガハカンダ貯水池における灌漑のみの年平均水需要量は、約1,260 百万 m^3 (40 m^3 /sec)で、720 百万 m^3 (23 m^3 /sec)から1,556 百万 m^3 (49 m^3 /sec)の間で変動している。月平均水需要量は105 百万 m^3 (40 m^3 /sec)で、77百万 m^3 (30 m^3 /sec)から144 百万 m^3 (56 m^3 /sec)の間で変動している。灌漑用水の月間水需要量を表4-12に示す。

4.6.2 水力発電用水需要

モラガハカンダ貯水池に貯わえられた水は、主に灌漑に使用され、前節4.6.1で述べた様に殆ど年間を通して既存のタンクへと放流される。貯水池から放流された水はダム建設によって生じる水頭差を利用して水力発電に利用可能である。この水頭差を利用した「水力発電のある場合」と「灌漑のみの場合」のモラガハカンダ貯水池の最適化の検討は後節4.6.4で述べる。

4.6.3 必要貯水容量

4,200haの砂糖きび畑の拡張計画地区を含む既耕地48,300haを対象に、既存のタンクを最大限に利用して、各々の頭首工地点での流域からの有効流出量と灌漑用水量の水収支を検討した。その結果は、表4-13に示されている様に、水不足発生回数が、28回のヤラ期間中23回、マハ期間は5回とかなり頻繁に生じている。又、システムG, D1,

D2はボルゴラーボワトナ・コンプレックスの完成後も灌漑用水不足にみまわれることを、この収支結果は示している（ANNEX-J 参照）。

5つの既存タンクと連結したモラガハカンダ貯水池の水収支は、まず最初に灌漑計画地区62,200haの灌漑用水のみを対象に試算した。この水収支計算の結果から、水不足発生頻度を20%以下、不足量を少なくとも10%の確率では、62,200haの灌漑に必要なモラガハカンダ貯水池の有効貯水容量は、606 百万 m^3 の容量を必要とする（表4-14 参照）。以下に灌漑用としてのダムの計画諸元を示す。

項 目	
高 水 位	EL. 188 m
低 水 位	EL. 154 m
有効貯水量	606 百万 m^3
無効貯水量	42 百万 m^3
総貯水容量	648 百万 m^3

4.6.4 ダム計画の最適化

水力発電を「考慮しない場合」と「考慮した場合」のダム計画の最適化の検討を行い、以下の6つの代替案について検討した。詳細はANNEX-J にまとめた。

ケース	有効貯水量 百万 m^3	高水位 EL. m	低水位 EL. m	水力発電		
				設備容量 MW	プラント ファクター	発電最大流量 m^3 / s
1-1	606	188	154	0	0	0
1-2	606	188	154	23	0	56.6
2-1	686	195	170	26	0.23	56.6
2-2	686	195	170	42	0.14	91.7
3-1	802	200	175	28	0.36	56.6
3-2	802	200	175	69	0.14	138.1

水収支試算に採用した月間操作基準を以下に示す。

- ・貯水池水位が操作水位より高い場合は、灌漑用水量か、常時発電量を維持するために必要な流量か、どちらか大きい方を放流する。
- ・貯水池水位が操作水位より低い場合は、基本的に常時発電量を維持するように放流する。
- ・貯水池水位が低水位になり、かつ灌漑用水量が流入量より大きい場合は、流入量を調整せず、流入量をそのまま放流する。

上記6つの代替案は、最適ダム規模を選定する為に経済純便益（便益－コスト：B－C）の観点から評価し、経済便益・コスト比（B／C）も参考の為にそれぞれのケースについて計算した。表4－15から判るように最大の経済純便益はケース2－1であり、最大純便益は41.1百万米ドルである。このことから最大純便益法により、高水位・EL.195m、低水位・EL.170mの貯水池及び発電設備容量26MWとする計画が、最大純便益をうみ、最適計画規模として推奨される。最適計画諸元は以下の通りである。

－貯水池

高水位	EL 195.0m
低水位	EL 170.0m

－ダム	主ダム	第1副ダム	第2副ダム
堤頂標高	199.0m	197.5m	199.0m
堤長	490.0m	396.0m	490.0m
最大堤高	72.0m	62.5m	42.0m

－発電所

設備容量	26MW
最大流量	56.6m ³ /sec
定格落差	54.8m
常時尖頭出力	16.1MW
一次電力量	66.4GWh
二次電力量	78.9GWh
年間発生電力量	145.3GWh

4.6.5 将来の発電設備設置計画

最適化の検討結果、26MWの設備容量は、現況の仮定のもとでは最も経済的な水力発電規模である。

一方将来、マハベリ河水系からモラガハカンダ貯水池を経て、発電後、NCP水路により北部地域を開発する計画案がある。これに関連して他にもう1台の26MWのピーク発電施設が可能性として考えられ、この場合は逆調整池の建設が必要不可欠となろう。各開発段階に応じて概略経済分析がなされ、その結果、最初の発電施設の運転開始から5年後に将来の追加の発電施設の設置が経済的に有望である。常時尖頭出力は設備容量26MWから生ずる14MWから設備容量52MWから生ずる23MWへと増大する(ANNEX-J 参照)。よって26MWの追加設備ができるための施設は現段階において建設する事を提唱する。

4.7 施設計画

4.7.1 モラガハカンダ・ダム

モラガハカンダ・ダムは、主ダム、第1副ダム、第2副ダムの3つのダムから成っている。主ダムはアンバン河本流に建設され、余水吐を有する第1副ダムは主ダムの左岸アバットメントに隣接し、第2副ダムは第1副ダムの左岸アバットメント側にある鞍部に位置している。

ダムサイトの地質は、主に片麻岩類と石灰岩質岩類に大別される。片麻岩類は石英・長石・片麻岩、チャノカイト、グラニュライト等から成り、石灰岩類は結晶質石灰岩(Limestone)と石灰質片麻岩から構成されている。これらの境界は漸移変化する為、明確に区別できない。6mから12mの厚さの堆積層の下の地質状態は、かなり強固で水密性の高い新鮮な岩であることから、石灰岩質岩類の中に空洞・開口亀裂のある可能性があるものの、ダムサイトにおける特別な地質上の問題は無い。

ダムの最適規模の決定に当り、前節4.6.4において述べた最大便益法により発電所の設備容量及び貯水池の高水位、低水位を変化させた幾つかの代替案について経済比較を行った(詳細はANNEX-J 参照)。この比較結果、ダムの最も経済的な開発規模は貯水池高水位EL.195m、低水位EL.170mを持つレイアウトに決定した。

次に主要構造物の最適レイアウトの決定に当り、建設費が最小になるよう幾つかのダムタイプの組合せによる代替案について比較検討を行った。この比較の結果、最少建設費となるダム型式は主ダムがロックフィル型、第1副ダムがコンクリート重力型、第2副ダムがロックフィル型に決定した(ANNEX-J 参照)。

貯水池の高水位、低水位はそれぞれEL.195m、EL.170mに設定した。この貯水池の利用水深は25m、有効貯水量は686 百万 m^3 である。また貯水池には洪水調節用余裕高として高水位から0.6 m高い所を異常高水位として、22百万 m^3 の洪水調節容量を持たせた。

主ダムは、堤高72m、堤長 490mのセンターコア型ロックフィルダムである。堤頂幅10m、堤頂標高 199mと設定した。堤体の法面勾配は上流側を1 : 1.8 , 下流側を1 : 1.6 で設定し、総堤体積は 243万 m^3 である。

第1副ダムは堤高62m、堤長 396mのコンクリート重力式である。堤頂幅は6 mで、堤頂標高は高水位から2.5 mの余裕高を持たせた197.5 mとした。堤体の法面勾配は上流側を1 : 0.05, 下流側を1 : 0.75と設定し、総コンクリート量は37.6万 m^3 である。このダムには余水吐、取水施設、発電施設が設けられる。

第2副ダムは堤高42m、堤長490 mのセンターコア型ロックフィルダムである。堤頂幅10m、堤頂標高199.0 mと設定した。堤体の法面勾配は上流側を1 : 1.8 , 下流側を1 : 1.6 と設定し、堤体積は43万 m^3 である。

余水吐は第1副ダムの中央に設けられており、200年確率洪水量の1.2倍のピーク洪水流入量4,650 m^3 /sec に対し、高水位上 0.6mの異常高水位時の余水吐設計洪水量は 3,400 m^3 /sec と設定した。標高187 mの越流部には高さ8 m、幅17.5mのラジアルゲート4門を設ける。

3組の河川放水施設が第1副ダムの余水吐部分に設けられる。低水位時における放水施設出口での最大流量は灌漑用ピーク用水量と同じである。これらの施設は発電所が休止する時、もしくは下流への放水量が最大発電流量より多くなった時に操作する。

4.7.2 発電施設

発電施設は取水口、圧力鉄管、発電所、発電機器、送電線からなっている。

前節4.7.1 で述べた様に、発電所の最適規模は設備容量又は発電効率を変化させ、幾つかの堤高に対して検討して決定した。この検討の結果、発電設備の最適規模は貯水池の高水位がEL.195m、低水位がEL.170mのもとで26MWの発電容量に決定した。

2組の取水口は余水吐の左側非越流部上流に設けられ、各々の取水口での最大取水量は56.6 m^3 /sec に設定している。固定型鋼製トラッシュラックは、縦横各6 mのベルマウス型取入口に取りつけられる。総延長87mの2本の圧力鋼管が設けられ、この内径