

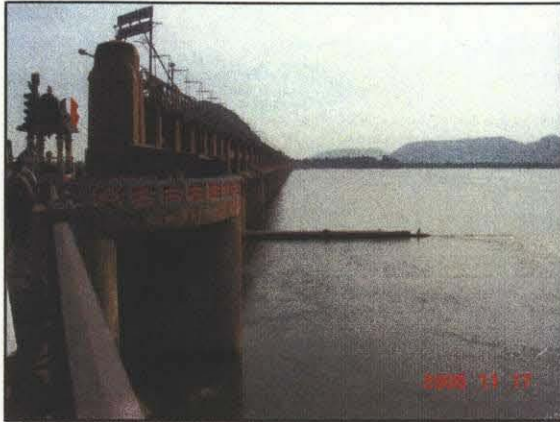
インド共和国

プロジェクト・ファインディング調査報告書

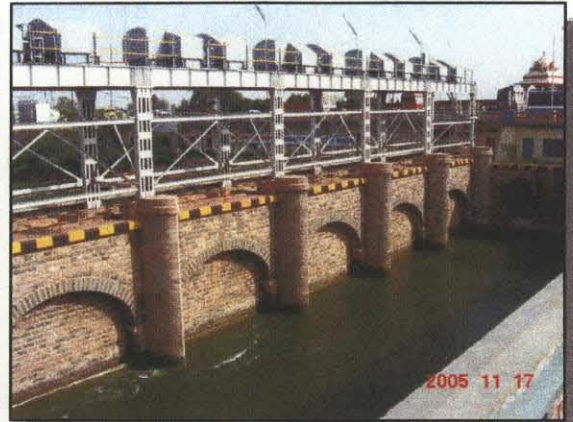
クリシュナ・ゴダバリデルタ灌漑近代化計画
小規模灌漑改修計画（フォローアップ）
トウンガバドゥラ灌漑近代化計画（フォローアップ）

平成 18 年 2 月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会



プラカサム頭首工 (Prakasam Barrage)
クリシュナ川に建設されている頭首工



取水工 (Eastern Delta)
294 千 ha を灌漑している



レイベス水路 (Ryves Canal)
Easten Delta で一番大きい水路
堤体が全体的に沈下している



レイベス水路の決壊箇所
緊急工事により Side Wall が造られた



取水ゲート (Pamarru Channel)
150 年以上も前に建設された取水ゲート。



受益農民とのミーティング



コマムール水路 (Commamuru Canal)
Western Delta で一番大きい水路
30km-80km で堤体の崩壊が頻発している。



NH 水路 (NH Channel)
コマムール水路からの支線水路。
石積みがなされているが崩壊が進んでいる。

Godavari Delta System (アンドラプラディッシュ州) 写真



アーサーコットン頭首工 (Sir Arthur Cotton Barrage)
ゴダバリ川に建設されている頭首工



ゴダバリ中央水路
80 千 ha を灌漑している。

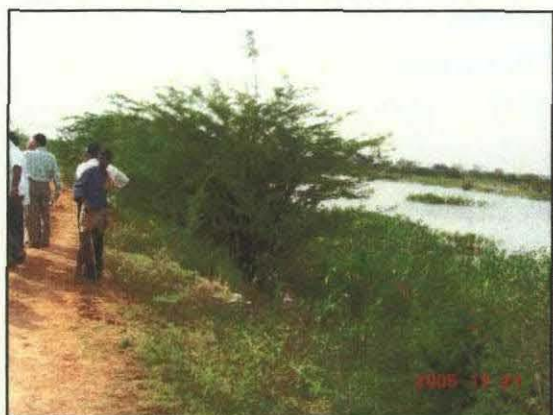


ロック (Lock in Central Main Channel)
150 年以上も前に建設された取水ゲート。



受益農民とのミーティング

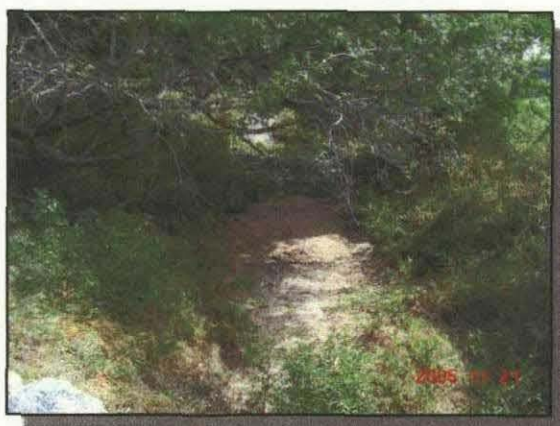
Minor Irrigation Project (アンドラプラディッシュ州) 写真



タンク (Minor Nalla Cheru)
小規模灌漑用のタンク



圃場 (Minor Nalla Cheru)
カリフに米の栽培を行っている。



導水路 (Minor Nalla Cheru)
崩壊が進んでおり現在は機能していない。

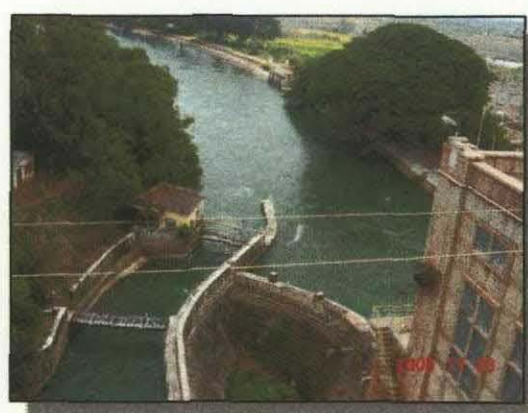


受益農民とのミーティング (Minor Nalla)

Tunga Bhadra Dam (カルナタカ州) 写真



トゥンガバドゥラダム (Tunga Bhadra Dam)
全景



メイン水路
水路始点

政府関係者面談 写真



面談 (アンドラ・プラデッシュ州)
S.P Tucker (Principal Secretary)



面談 (カルナタカ州)
H.S. Mahesh (Secretary)



面談 (連邦政府水資源省)
J. Hari Narayan (Secretary, MoWR)



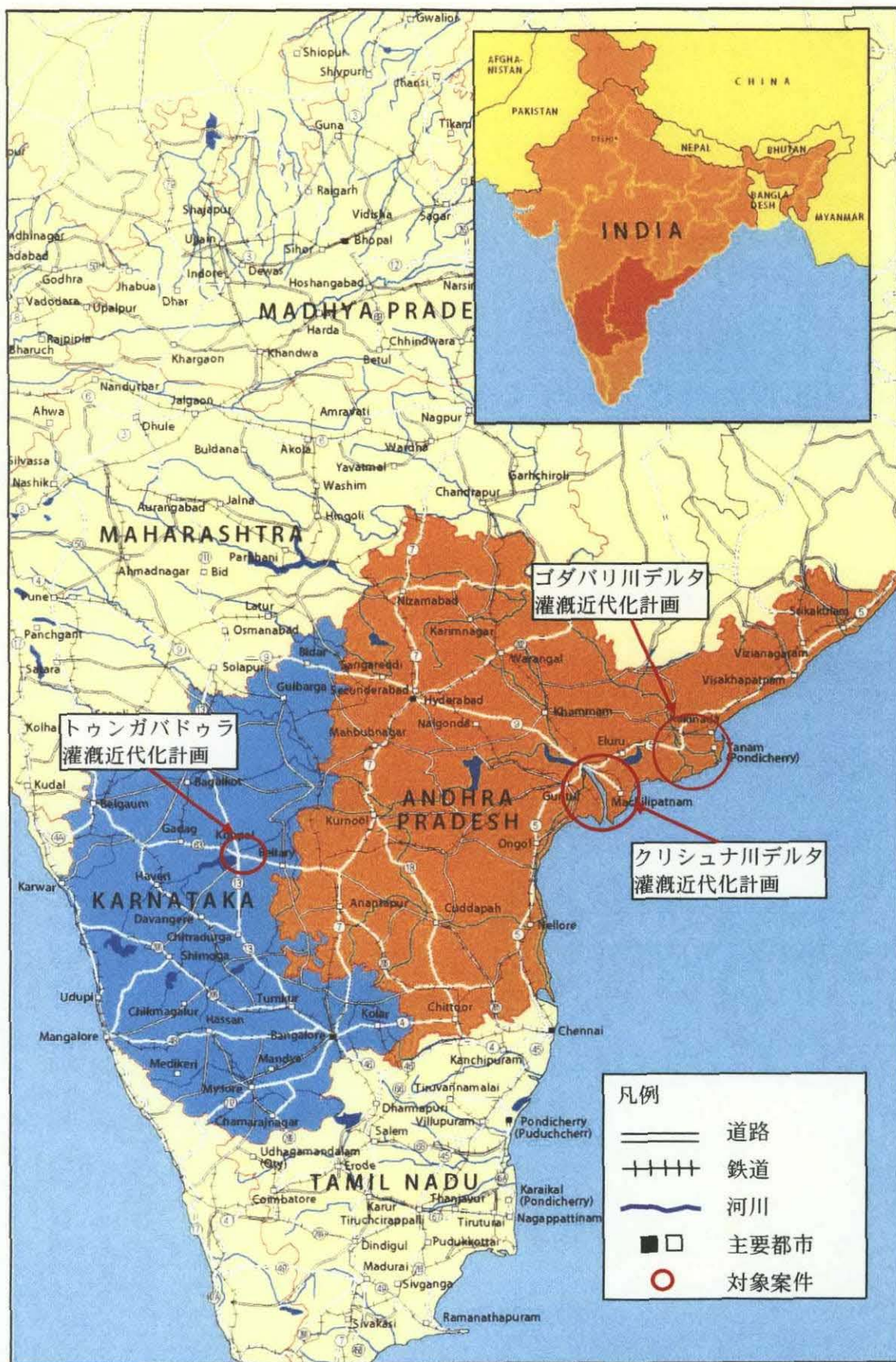
面談 (中央水委員会)
R. K. Khanna (Chief Engineer, PPO)



日本大使館 面談
Hiroyuki Terasaki (一等書記官)

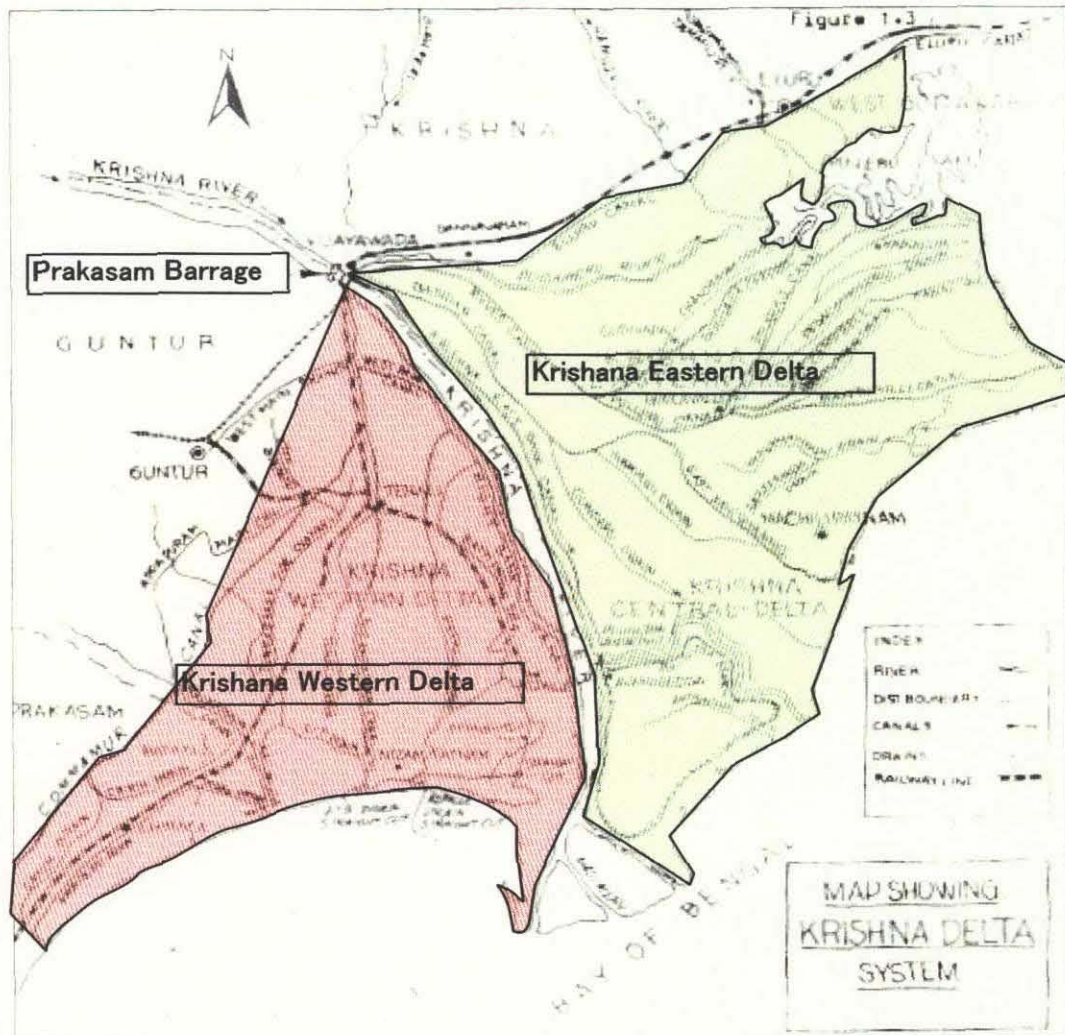


JBIC 面談
Kikuo Nakagawa (インド所長)

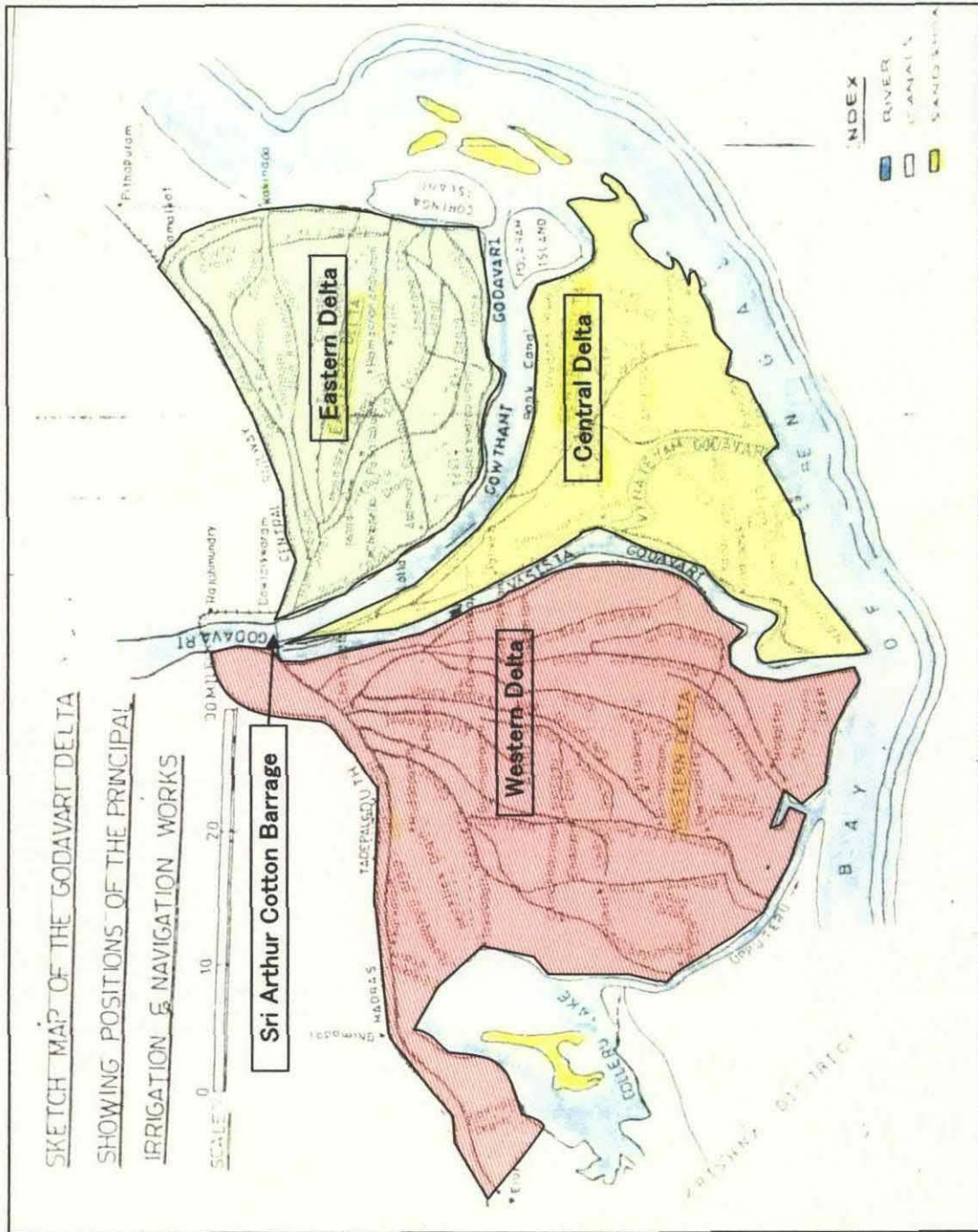


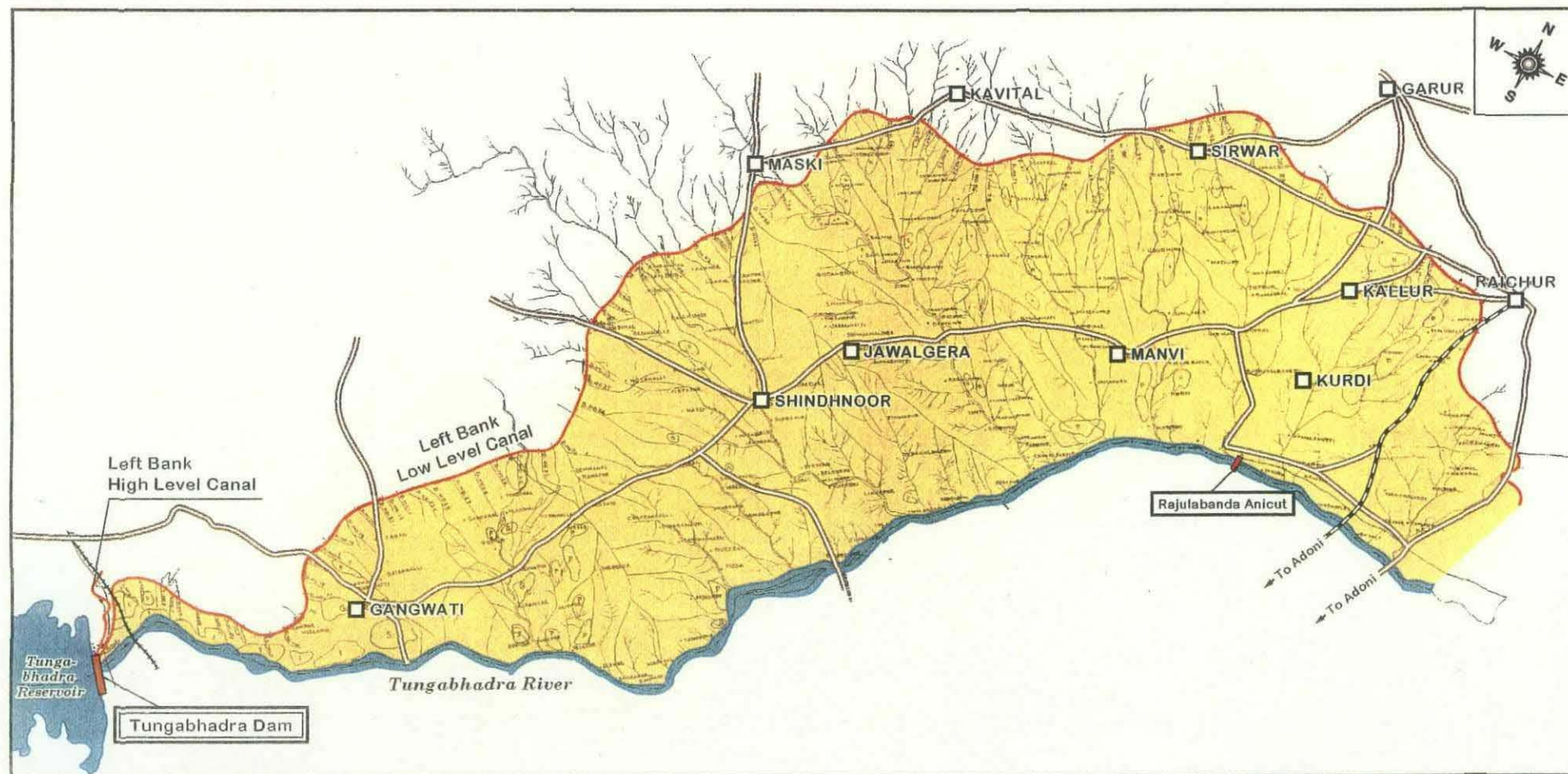
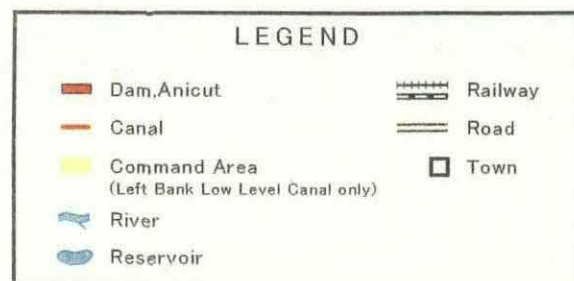
対象案件位置図

クリシュナ川デルタ灌漑近代化計画概要図



ゴダバリ川デルタ灌漑近代化計画概要図





トウガバドゥラ灌漑近代化計画概要図
(Left Bank Low Level Canalのみ)

まえがき

本報告書は、社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会(ADCA)が平成17年11月に実施したインド国のプロジェクト・ファインディング調査/プロジェクト・フォローアップ調査の結果を取りまとめたものである。調査対象は下記の3案件である。

アンドラ・プラデッシュ州：クリシュナ・ゴダバリデルタ灌漑近代化計画
小規模灌漑改修計画（フォローアップ）

カルナタカ州： トゥングアバドゥラ灌漑近代化計画（フォローアップ）

本調査の実施に当たり、ADCAは平成17年11月15日から11月28日の14日間に亘り、日本工営㈱の下記4名から成る調査団を派遣した。

遠矢 勇作	団長/灌漑開発
大内 実	水資源開発
栗本 直樹	灌漑開発（1）
インデル・モハン	灌漑開発（2）

調査団は、インド国水資源省、アンドラプラデッシュ州灌漑局、カルナタカ州灌漑局と上記案件に係る意向を確認すると共に、資料収集、現場踏査を実施した。

本調査では、政府関係機関より多大なる協力を得て、調査業務を効率的かつ円滑に遂行することができた。また、在インド日本大使館、国際協力機構インド事務所、国際協力銀行ニューデリー事務所より貴重な助言を戴いた。ここに深甚なる感謝の意を表する次第である。

平成18年2月

プロジェクト・ファインディング調査団

遠矢 勇作

プロジェクト・ファインディング調査報告書

インド国

調査地区写真

調査対象位置図

まえがき

目 次

	ページ
1. インド国一般情勢.....	1
1.1 農業セクターの一般情勢	1
1.2 国家農業政策	1
1.3 国家水資源政策	2
2. クリシュナ川デルタ灌漑近代化計画.....	3
2.1 計画の背景	3
2.2 計画地区の概要	3
2.3 利用可能水量と灌漑システムの現状	5
2.4 開発計画の概要	7
2.4.1 計画の必要性.....	7
2.4.2 計画の内容.....	8
2.4.3 概算事業費と事業便益.....	9
2.5 本事業実施の妥当性	9
3. ゴダバリ川デルタ灌漑近代化計画.....	10
3.1 計画の背景	10
3.2 計画地区の概要	10
3.3 開発計画の概要	11
3.4 概算事業費	11
3.5 本事業実施の妥当性.....	11
4. アンドラプラデッシュ州小規模灌漑改修事業（フォローアップ調査）.....	12
4.1 計画の背景	12
4.2 計画の目的	12
4.3 計画地区	12
4.4 計画の内容	13
4.5 計画実施の効果	13

4.6 事業費概算	14
4.7 事業実施の妥当性	14
5. トウンガバドゥラ灌漑近代化事業（フォローアップ調査）	15
5.1 事業の概要・沿革	15
5.2 事業の内容	15
5.3 事業実施にあたっての留意点.....	16

添付資料

1. 調査行程	A - 1
2. 面会者リスト	A - 2
3. 調査者名並びに経歴	A - 4

英文報告書

Fact Finding Report on Modernization of Krishna and Godavari Delta Systems

第1章 インド国一般情勢

1.1 農業セクターの一般情勢

インド国の人口は、10.7 億人、また人口の年伸び率は 1.7%である。人口のおよそ 2/3 は農業により生計を立てているが、農業セクターのインド GDP(約 5,700 億ドル)に占める割合は 22%に過ぎない。農業およびその関連セクターの 2004～05 年の伸び率は 1.1%であった。また、1 農家当りの耕作面積は、1960-61 年に 2.7ha であったが、1991 年には 1.6ha に、更に 2001 年には 1.4ha に減少している。このような状況に鑑み、農業生産性の向上が、人口増加と農村の収入確保の観点から重大となっている。

インド全体の耕作可能面積は、約 186 百万 ha であり、その内 142 百万 ha は耕作されている。過去 3～4 年は耕作面積の増加はない。灌漑面積は、約 53 百万 ha であり、耕作面積の 38%を占めている。灌漑面積(16.7 百万 ha)の約 32%が公的な水路システムにより灌漑されているが、残りは全て民間の深井戸および浅井戸によるものである。

インドの 1 人当りの平均穀物消費量は、550 グラム/日である。中国およびアメリカ合衆国の消費量は、それぞれ、980 グラム、2850 グラムであり、インドよりかなり多い。現在のレベルでは、インドの総穀物消費量は約 210 百万トンであり、これは、丁度、現在の生産量に匹敵している。2050 年における穀物消費量は、人口増加を考えると、450 百万トンに達するものと想定される。

水資源はインドの巨大な国土および人口から見て極めて希少な資源である。1 人当りの年間利用可能水量は 1950 年には 5,200 m³であったが、1991 年には 2,200 m³に低下している。更に、2000 年には 1,800 m³になり、2025 年には 1,340 m³に達すると予想されている。国際標準では、利用可能水量が 1,000 m³/日/人以下になると水飢饉が発生するとしている。現在の趨勢が続くならば、インドは 2030 年にはそのレベルに達するものと想定される

農業を主体とする州においては、より効率的な水管理なしには経済開発の目標を達成するのは困難となろう。

1.2 国家農業政策

インド政府は、第 10 次 5 カ年計画 (2002-07) を策定した。同計画では、2002～07 年の GDP の成長率 8.0%を目標としている。また、貧困率も 2007 年までに 5%、2012 年までに 15%減少させると共に、単純労働に加え高質な雇用を確保することが 5 カ年計画の主な社会指標目標となっている。貧困削減および雇用機会創出に当っては、インド政府は農業セクターを重視し、特に農業労働者を含む農村の貧困層の支援を強化することとしている。

農業開発において最も重視されているのは、既存農地における作付率の向上である。この達成に問題となるのは、灌漑用水の確保である。しかし、インドの水資源も厳しい状況にある。過去の莫大な灌漑投資にもかかわらず農地のたった 40%しか灌漑されていないのである。

灌漑事業に対する公的投資は過去連続して減少している。これは、主に、中央および州レベルでの原資不足による。また、新規灌漑予定プロジェクトが位置的にまた環境的にも困難なところにあることも灌漑開発を難しくしている。

1.3 国家水資源政策

インド政府水資源省は、1987 年に水資源政策を策定した。その後、同政策の改定が行われ国家水資源会議で承認されたのち 2002 年 4 月に発表された。同政策には、多くの項目が含まれるが、特に重要と考えられる項目を列記すると下記のとおりである。

- (1) 水は貴重な国家資源であり、その利用計画、開発および利用は国家的な展望を踏まえて行う。
- (2) 水不足地域への水の供給は、それぞれの地域/流域の必要性を考慮した後流域変更などの手段で行う。
- (3) 水資源開発計画は、可能な限り、社会的弱者救済などを含む人間・環境問題を考慮した総合的アプローチを伴った多目的なものにすべきである。
- (4) 水の配分に当っては、「飲み水」を最優先とし、灌漑、水力発電、環境、農産加工、工業、水運およびその他の順で優先する。
- (5) 既存水資源施設の物理的/財政的持続性に重点を置く。個々の水利用者が負荷する「水代」は、少なくとも、初期には同施設の維持管理費をまた最終的には建設投資額の一部をもまかなえるように決めるべきである。
- (6) 多様な水利用に対する水資源管理は効率的かつ明確な方法で政府諸機関と共に水利用者およびその他のステークホルダーを含む参加型アプローチによるべきである。
- (7) 多目的水資源開発プロジェクトの計画、開発および管理への民間セクターの関与は、それが妥当と判断される場合は、奨励されるべきである。

第 2 章 クリシュナ川デルタ灌漑近代化計画

2.1 計画の背景

クリシュナ川デルタ灌漑事業は、アンドラプラデッシュ州の主要灌漑事業の 1 つであり、過去一世紀以上に亘りインド国における米生産/供給において大きな役割を果たしてきた。開発地区は、同州東部のクリシュナ・ゴダバリゾーンと呼ばれるクリシュナ川河口に広がる肥沃な沖積土壌を有する平坦地である。

本灌漑事業は、1833 年の旱魃による悲惨な飢饉に対処するため当時の「東インド会社」により計画されたものである。1852～1855 年にクリシュナ川に取水堰が建設されるとともに灌漑用水路網が整備され、約 235,000 ha の農地に用水供給がスタートした。その後、人口の増加による穀物への需要増に対応するため灌漑施設の改善・拡張が行われ、現在の灌漑面積は 485,000 ha となっている。

2.2 計画地区の概要

(1) 位置および面積

計画地区は、クリシュナ川の両岸に広がっており、左岸側の東部・中部デルタと右岸側の西部デルタからなっている。計画地区は、左岸側ではクリシュナ(Krishna)および西ゴダバリ(Godavari)行政区の一部をカバーしており、また右岸側ではグントール(Guntur)およびプラカサム(Prakasam)行政区の一部を含んでいる。各行政区の面積、人口および貧困率をまとめると下記のとおりである。

関連行政区のデータ

	項 目	西ゴダバリ 行政区	クリシュ ナ行政区	グントー ル行政区	プラカサ ム行政区
1	地理的面积 (km ²)	7,742	8,727	11,391	17,626
2	人 口 (2001 センサス)	3,796,144	4,218,416	4,405,521	3,054,941
3	貧困層家族率	47%	30%	30%	35%

(2) 気 候

計画地区は、熱帯性の半乾燥ないし湿潤地帯に位置している。同地区は、夏、南西モンスーン、北東モンスーンおよび冬の 4 季節を有している。南西モンスーンは 6 月中旬に始まり、9 月下旬まで続く。また、北東モンスーンは 10 月に始まり、通常、11 月末に終了するが、時には 12 月末まで続くこともある。平均年降雨量は、800～1,100mm である。

年平均気温は約 28℃である。夏、冬の平均気温はそれぞれ 31℃、24℃である。相対湿度は年間を

通じ高く、特にモンスーン期には95%以上になる。10月、11月には、ベンガル湾に発生した低気圧が上陸することがある。少なくとも年間平均1個の低気圧が上陸し、受益地およびその近隣に豪雨、強風、雷雨などにより大きな災害をもたらしている。

(3) 土壌および土地利用

計画地区は、傾斜 1/5,000～1/10,000 の極めて平坦な地形を有している。土壌は、主として沖積土壌および黒色土壌からなっており、部分的には赤色ローム、海岸砂丘および塩・アルカリ土壌が分布している。面積は、865,000 ha であり、この内、森林 33,000 ha、農地が 528,000 ha である。クリシュナ灌漑システムにより灌漑されている面積は 485,000 ha である。

(4) 農 業

作付けは2期に亘って行われている。主要作はカリフ(Kharif)作と呼ばれ、6月～11月のモンスーン期に行われる。裏作またはラビ(Rabi)作は、11月～3月のポストモンスーン期に行われる。カリフ作の作物は、水稻、甘蔗、バナナ、うこん、唐辛子、野菜などである。ラビ期の作物は、水稻、黒豆、落花生、野菜、マスタード、コエンドロ、牧草、緑肥などである。更に、最近の研究結果を反映し、短期の夏作が2月中旬～4月中旬が行われ、緑豆、黒豆などのマメ科作物やゴマ、落花生、ヒマワリなどの油脂作物が作付されている。カリフ期に多種の作物が作付されているが、主要作物は水稻であり、全作付面積(422,000 ha)の95～98%を占めている。各行政区毎の作付面積は下記のとおりである。

作付面積 (1,000ha)

S.No	行政区	カリフ	ラビ	合計
1	クリシュナ	271	110	381
2	西ゴダバリ	24	9	33
3	グントール	165	67	232
4	プラカサム	28	11	39
	合 計	488	197	685

クリシュナデルタの農民は、革新的であり、古くから改良農法を実践してきた。実際、1960年代の半ばには、多収穫水稻品種を導入した。輸入品種である多収穫品種(T-1、IR など)は現地の気候条件に合わぬため、州農業大学やインド農業研究所などで開発された品種が導入され、平均収量は 2.78 t/ha から 4.16 t/ha へ増加した。

計画地区の自然条件は野菜類の生産に適しており、クリシュナおよびグントール行政区のかなりの面積で野菜生産が行われている。生産された野菜は、近隣の町のみならずハイデラバードのような離れた大都市に対しても毎日供給されている。

(5) 流通・貯蔵

受益地区には十分な流通・貯蔵施設がある。流通局の農産物流通委員会は、それぞれの作物について流通施設を拡大しつつある。インド食料会社は、農民から購入したコメを倉庫に貯蔵する手は

ずを整えている。

2.3 利用可能水量と灌漑システムの現状

(1) クリシュナ水紛争裁定 (KWDT)

灌漑用水源であるクリシュナ川は、インド大陸西部に源を発し、大陸を西から東へ横断し、ベンガル湾に注ぐ大河です。総延長は 1,392 km であり、関連する州はマハラシュトラ、カルナタカ、アンドラプラデッシュの 3 州である。流域面積は、259,000 km²、最大洪水量は 1903 年 10 月に観測された 33,700 m³/sec である。

クリシュナデルタ計画への水配分は、2003 年に中央政府によって設立されたクリシュナ川水紛争裁定委員会により決定されている。同委員会は、流域を共有する 3 州（アンドラ・プラデッシュ、カルナタカおよびマハラシュトラ）の水利権を考慮し、クリシュナデルタのカリフ作 425,000 ha およびラビ作 15,000 ha に対し 51.31 億 m³/年の灌漑用水を保障している。

(i) カリフ作 425,000 ha の灌漑用水	4585 百万 m ³
(ii) ラビ作 15,000 ha の灌漑用水および予備:	433 百万 m ³
(iii) プラカサム取水ダムでの蒸発損失	113 百万 m ³
合 計	<u>5131 百万 m³</u>

現在、カリフ作の灌漑面積は 485,000 ha、ラビ作 197,000 ha であるが、都市化により約 3,000 ha が減少しつつある。従って、近代化事業実施後の面積は、カリフ 422,000 ha、ラビ 150,000 ha になるものと予想される。これは上記裁定委員会の要求に沿ったものになるであろう。

(2) プリチンタラにおける貯水池の建設

プラカサム取水ダムの上流部に位置するナガルジュナサガル計画(Nagarjunasagar Project)の灌漑開発が未完成であることから、現在ナガルジュナサガルダムよりクリシュナデルタへ給水されている。しかし、この給水は、同計画が進捗しつつあることから長期に続くことは期待できない。従って、クリシュナデルタへの給水用に貯水池が必要となる。

ナガルジュナサガルダムとプラカサム取水ダムの間の流域からの流出水が若干期待できるので、これをクリシュナデルタに利用することが提案されている。この流出水は、雨季のみに見られるものであり、カリフ作に対しては有効には利用できない状況である。従って、この流出水をプリチンタラダムを建設することにより貯水することが提案されている。(但し、この建設費用はクリシュナ近代化事業費には計上していない。)

(3) 灌漑システムの現状

クリシュナ取水堰およびプラカサム取水ダム

クリシュナデルタ灌漑システムのオリジナル事業（1852-55）では、クリシュナ川に建設された

クリシュナ取水堰が含まれていた。当時の灌漑面積は、235,000 ha である。また、当時は鉄道・道路が未発達であったため、灌漑用水路は農産物の輸送のための舟運にも利用できるよう設計されていた。

上記取水堰完成後間もなく、河川の低水期には十分な水量が水路へ取り込めないことが明らかとなった。取水を容易にするため堰頂に石積み壁とストップログが設置されたが、洪水期には度々損傷を受ける状態であった。1952 年の大洪水時には、堰は完全に崩壊した。最終的には、この取水堰を廃止し、現在の取水ダムが 1954-57 に建設された。

この取水ダムの建設により取水が容易となり、灌漑面積も初期の 235,000 ha から現在の 485,000 ha へ増加した。

灌漑用水路

この取水ダムに関連し 2 本の幹線用水路、すなわち左岸のクリシュナ東部幹線水路と右岸の西部幹線水路が設置されている。左岸のクリシュナ東部幹線水路は、クリシュナおよび西ゴダバリ行政区に位置する東部・中部デルタに灌漑用水を供給している。同幹線水路は 1.6 km 下流においてクリシュナ・エルル水路、ライプス水路およびバンダール水路の 3 本の水路に分岐している。ライプス水路は再度ポルラジ、キャンプベルおよびバントウミリの 3 本の水路に分岐している。バンダール水路からは、その下流において東岸水路が分岐している。これらの幹線水路の総延長は、378km である。

クリシュナ西幹線水路は、取水ダムの右岸に発し、12.47km 下流においてクリシュナ西岸水路が、また 20.8km 地点でコマムール水路、西側水路、ニザムパトナム水路および東側水路に分岐している。西岸水路はクリシュナ川の洪水防止堤沿いに配置され、同堤防が水路左岸堤をかねている。これらの水路の総延長は、307km である。全ての水路システムには関連する支線水路、3 次水路などが完備している。

殆どの幹線水路は切り土により建設されているが、支線水路、3 次水路などは切土と盛土がバランスするように建設されている。灌漑面積は初期の 235,000 ha から現在の 485,000 ha に次第に増加し要水量も増加したが、水路堤防の嵩上げによってこれに対処してきた。初期の建設以来、水路の大規模な改良工事は行われていない。全ての水路は土水路であり、砂質土の部分ではかなりの漏水が見られる。また、都市部を通過する水路は、家畜や人々により破壊されやすい状況にある。

水路構造物

殆どの水路構造物は損傷を受けており、修理または改良工事が必要である。また、水位調整ゲート（レギュレーター）、横断排水工、橋梁、余水吐などの追加構造物も必要としている。効果的な水管理のため、量水施設の新設および既存落差工などでの水位計の設置が必要がある。

排水システム

既存の川、小川などが余剰水を海へ排出する排水路として機能している。クリシュナデルタにはこのような各種の排水路が約 4,369 km 存在している。排水路は大きく大規模（集水面積 51.8 sq. km 以上）、中規模（集水面積 13~51.8 sq. km）および小規模（集水面積 13 sq. km 以下）の 3 種類に

区分される。大規模排水路は 924 本、中規模 924 本、小規模 2521 本が存在する。

2.4 開発計画の概要

2.4.1 計画の必要性

近代的な灌漑農業では灌漑用水や他のインプットが不可欠である。150 年の歴史をもつクリシュナデルタ灌漑システムは、他の古いシステムと同様に、このような厳しい要求に応えるようには出来ていない。従って、水路システム、取水システムおよびその他に施設の機能の効率化のためなんらかの改良を必要としている。既存システムの欠陥を技術面、農業面および運営面に区分すると下記のとおりである。

I. 技術面

- ① 用水供給を停止することなく取水ダムのゲートを補修するための施設の欠如、
- ② 取水用スルースゲートの破損
- ③ 幹線、支線および 3 次水路の荒廃
- ④ 古く荒廃した CM および CD 施設、その他の構造物によりかなりの水量が捨てられていること
- ⑤ 水路堤防の荒廃
- ⑥ 頭首工における水調整能力の欠如、また水路沿いの調整池の欠如
- ⑦ 不十分な排水施設
- ⑧ 不十分な通信網

II. 農業面

- ① 田植えの遅れによる収量減
- ② 塩土壌への注意不足
- ③ 土壌中の亜鉛不足

III. 運営面

- ① 適切な運営計画の欠如
- ② 望ましい水利用効率の未達成

上記したクリシュナデルタシステムの欠陥・不足は、その復旧のためのシステム近代化が緊急に必要であることを示している。近代化により、農地は充分かつタイムリーな水供給を最も経済的かつ効率的に受けることができ農業生産が増大するであろう。

灌漑システムの近代化とは、包括的な言葉であり、水路施設の近代化、必要とする施設の新設、

十分な末端施設整備、適切な水管理、十分なシステムメンテナンスなどはもちろんのこと、作付け体系/カレンダーや灌漑用水量の見直しなども含むものである。近代化事業では、全体的な灌漑効率の改善を達成するとともに作物生産性の向上を図ることが期待されている。クリシュナデルタシステム近代化を提案するに当たっては、これら全ての要因を検証している。

2.4.2 計画の内容

クリシュナデルタシステム近代化事業の目的は、1) 最適な灌漑用水供給ができるように基幹システムの効率を向上させること、2) 灌漑用水および生活用水の不足を払拭すること、3) 農民の生活水準を向上させること、および4) 地域の急速な経済発展を誘導することである。

プロジェクトのコンポーネントをまとめると下記のとおりである。

- ① 既存プラカサム取水ダムおよび付属施設の改善、
- ② 水路断面を基準にあわせ再掘削すること、
- ③ 水路堤防を基準にあわせ高くすると共に拡幅すること、
- ④ 基幹水路および支線水路の堆積土砂の排除、
- ⑤ 砂質土壌地区および盛り土区間の水路へのライニング、
- ⑥ 排水横断工およびその他施設の建設、
- ⑦ 支線水路網の改善、
- ⑧ 排水路の改善、
- ⑨ E-Mail および VHF 通信システムの確立、
- ⑩ 河川水と排水の混合利用の促進
- ⑪ 農道の改善と新設
- ⑫ 土壌の亜鉛不足の解消および塩の除去のための農業資材投入

事業の主要工事計画は下記のとおりである。

プラカサム取水ダム：クリシュナ東部および西部幹線水路の取水スルースの建設、余水吐調整ゲートの修理・更新、土砂吐スルースゲートの修理、ビジャワダ火力発電所への給水ポンプ設置、および排水用ポンプ設置

幹線および支線水路システム：水路の改良工事およびライニング

幹線水路改良工事	567 km
支線・三次水路改良工事（ライニングを含む）	145 km

幹線および支線水路の構造物建設：下記の構造物の新設

調整ゲート	109 箇所
-------	--------

橋梁	220 箇所
アンダートンネル	39 箇所
スルース	614 箇所
エスケープ	37 箇所
排水路	3,714km

2.4.3 概算事業費と事業便益

事業費は、直接工事費、用地取得費および管理・技術費を含むものである。近代化事業は、2つのユニットの分けられており、ユニット-1 はブラカサム取水堰、ユニット-2 は水路システムから成っている。全ての工事材料、労力および建設機械はインド国内で調達するものとする。

概算総事業費は、ユニット-1: Rs. 459 百万、ユニット-2 Rs. 9,478 百万、合計 Rs. 9,997 百万 (1995-96) と見積もられている。

近代化事業では、灌漑地を幾つかのゾーンに分割し、水稻作付を南西モンスーンの開始直前の6月中旬より開始し9月末までに終了するよう計画されている。早期作付を奨励するため、苗代準備を早めに行うこととし、必要な灌漑用水を水路または地下水により確保する。

作付計画の変更、新しい農業技術の適用などにより、収量が増加することが期待されている。現在の米(モミ)収量 2.78~4.159 t/ha が、4.448~4.991 t/ha に増加する見込みである。

また、近代化事業により、1) 基幹システムの効率が向上し、最適な灌漑用水供給が実現すると共に、2) 灌漑用水および生活用水の不足が減少し、3) 農民の生活水準も向上する、また 4) デルタ地区に急速な経済発展を誘導することが期待される。

2.5 本事業実施の妥当性

既存の灌漑施設は約 150 年前に建設されたものである。その後多くの維持・改良工事が行われてはいるが、老朽化は防ぎようもなく多くの欠陥が顕在化している。したがって、同システムを本来の健全な姿に戻すための近代化事業が喫急の課題となっている。

近代化事業を行うことにより最も経済的かつ効率的であり、また充分かつ時期を得た灌漑用水の供給が可能となる。また、作付体系の見直しも可能となり、水利用効率および農業生産性の向上に寄与することが期待される。更に、農家収入の増加により農民の生活水準の向上および貧困削減も期待されている。

尚、本事業の内容については、既に中央政府技術委員会の承認が得られており、実施のための手続は進められている。今後必要とされるのは、事業費積算および環境に関する承認取得であるが、事業の性質から見て、これらも容易に進むものと思われる。

本事業は、日本の円借款対象事業として適当と判断される。

第 3 章 ゴダバリ川デルタ灌漑近代化計画

3.1 計画の背景

ゴダバリ川デルタ灌漑事業は、クリシュナ川デルタと同様、アンドラプラデッシュ州の主要灌漑事業の 1 つであり、過去一世紀以上に亘りインド国における米生産/供給において大きな役割を果たしてきた。開発地区は、同州東部のゴダバリ川河口に広がる肥沃な沖積土壌を有する地区である。

本灌漑事業は、ゴダバリ川デルタ内の 4 本の支流に取水堰を設置することにより 248,000 ha の農地を灌漑する目的で約 135 年前に建設された事業である。その後、灌漑農地の増加に対処するため、多くの改良・拡張工事が行われてきた。しかし、施設の老朽化は止めようもなく、水路および付帯構造物の状態は悪化しており円滑な灌漑用水の供給に支障を来しつつある。

取水堰については、当初の堰が 1963 年の洪水により破壊されたため、直上流に現在の堰が建設されている。

3.2 計画地区の概要

(1) 灌漑システムおよび灌漑面積

計画地区は、東部デルタ、中央デルタおよび西部デルタの 3 地区からなっている。灌漑システムは、上記 3 地区のそれぞれに建設されており、総灌漑面積は 408,000 ha である。灌漑用水は、取水堰で取水されたのち幹線、支線および三次水路からなる水路網を通じ農地に導かれている。幹線水路の総延長は、3 デルタ合計で、29.4 km、また、支線水路の総延長は 793.3 km、三次水路は 3,790.6 km である。

(2) 農 業

作付けは 2 期に亘って行われている。主要作はカリフ(Kharif)作と呼ばれ、6 月～11 月のモンスーン期に行われる。裏作またはラビ(Rabi)作は、12 月～4 月のポストモンスーン期に行われる。主要作物は、カリフ、ラビ期とも水稻である。甘藷、うこん、バナナ、野菜類などの作物は、限られた面積で部分的に栽培されている。

現在および提案された作付計画を灌漑密度との関連にてまとめると下記のとおりである。

作 期	灌漑密度 (現況)、%	灌漑密度 (提案)、%
1 カリフ	90.0	90.0
2 ラビ	55.0	85.0
3 夏	1.6	50.0
4 永年	9.4	10.0
合 計	156.0	235.0

水稻の単位収量は、現在、3.75～4.65 トン/ha であるが、近代化後の収量は、4.65～5.5 トン/ha に増加するものと予想されている。すなわち、現在の生産高約 226 万トンが 300 万トンに増加す

ると期待されている。

3.3 開発計画の概要

取水堰およびその付帯構造物は、充分機能しており、この近代化事業の対象には含めない。灌漑システムについては、既に 156%にものぼる灌漑密度を達成しており満足すべきレベルにある。観測された水路搬送効率は 80%であり、水利的にも同システムは充分機能している。しかし、過去の灌漑面積の増加に対応するための古い水路および構造物に対する改良は行われておらず、またライニングも施されていないことから水路容量が不十分である。また、老朽化した構造物の更新も必要となる。州政府が提案している近代化事業をまとめると下記のとおりである。

- ① 灌漑用水路の修復
- ② 漏水しやすい地区での用水路のライニング
- ③ より効率的な水管理のための水路調整工の追加設置および舟運用ロックの修復
- ④ ゲート類の更新
- ⑤ 効率的な水管理のための無線通信システムの設置

3.4 概算事業費

事業費は、直接工事費、用地買収費および事務・技術経費からなっている。全ての建設材料、労働力、建設機械はインド国内で調達可能である。これらを前提に、総事業費は 2003 年価格で Rp. 115 億と見積もられている。

3.5 本事業実施の妥当性

クリシュナデルタと同様、既存灌漑施設は約 150 年前に建設されたものであるが、その後多くの改良工事が行われている。施設の老朽化は進行しつつあるものの、現在の灌漑密度が 156%であることから見て、灌漑システムは充分機能していると考えられる。しかし、更に老朽化が進むことは明白であり、近い将来、近代化事業を行う必要がある。また、近代化事業により更に灌漑密度の向上が望め、農業生産性の向上が期待される。

尚、本事業の内容については未だ明確にはなっておらず、今後、詳細な事業内容の検討が必要である。したがって、現時点では、本事業実施についての中央政府の技術委員会の承認も受けていない。

本事業は、将来の円借款対象案件として有望と判断される。

第4章 アンドラプラデッシュ州小規模灌漑改修事業

4.1 計画の背景

アンドラプラデッシュ州においては、歴史的に小規模ため池灌漑が農業開発の重要な役割を果たしてきた。しかし、近年ため池に依存する灌漑地は減少傾向にある。1955 年、ため池による灌漑面積は約 107 万 ha（全灌漑面積の 39%）であったが、2000 年には約 73 万 ha（全灌漑面積の 16%）へ大きく減少した。一般的に言って、ため池灌漑の減少は農村経済にとって脅威である。何故ならば、多くのため池は代替水源のない地域に存在しており、それらの機能低下は灌漑用水のみならず生活用水の不足を来すからである。

このような背景から、インド中央政府は農村社会の参加を通じた伝統的な水利組織の復活を重要な施策の一つとしている。これに関連し、2005/06 年には各地でパイロット事業を開始している。アンドラプラデッシュ州においても 2 箇所のため池灌漑をパイロットとして取り上げられている。

4.2 計画の目的

既存ため池灌漑施設を持続的なものにし、農村復興の一助として貧困層の生活向上を図ることが提案されている。本計画の主目的をまとめると下記のとおりである。

- ① 農民の参加型管理とため池の修復による劣化しつつある水利用施設の保全、
- ② ため池の参加型修復による貧困および土地無し農民社会の経済開発、
- ③ ため池の維持のための水利組合の形成促進、
- ④ 持続性確保のためのため池灌漑農業の改善（農民の訓練や種子、有機肥料などの供与を含む）、
- ⑤ 効率的な水管理の達成、
- ⑥ 植林やチェックダムの建設を含む土壌保全を通じた土壌浸食の防止とため池の堆砂防止および、
- ⑦ 新ため池建設への投資に必要な資金を農民社会から回収することの可能性検討、

4.3 計画地区

アンドラプラデッシュ州政府は、州全体の小規模ため池灌漑についての 7～10 年に亘る長期アクションプランを策定中である。本計画は、カルヌール(Kurnool)、チットール(Chittoor)、アナントプール(Anantpur)、カダパ(Kadapa)、プラカサム(Prakasam)、マハブナガル(Mahbub Nagar)、ランガレディ(Rangareddy)およびメッドク(Medak)の 8 郡（ディストリクト）をカバーするものである。これらの郡は、過去 50 年間のため池灌漑の状況、降雨パターン、全体的な傾向などの特徴に基づいて選定されたものである。

4.4 計画の内容

本計画は、1) 既存ため池の復旧、2) 新規ため池の建設、3) 地下水の涵養、および4) 組織・制度の整備からなっている。

(1) 既存ため池の復旧

灌漑システムは、集水地区、導水路、ため池、放水施設、余水吐、灌漑地区から構成されている。ここに提案する修復事業は、単にこれらの施設を元の状態に戻すだけでなく、より重要なことは、効率的な水管理と改良された作付を容易にすることである。したがって、ため池灌漑修復の手段は物理的なものだけでなくソフト的なものの改良をも含むものである。本計画は、下記に示すようにプロジェクトサイクルに従って実施される。

- ① プロジェクト計画および選定
- ② 農民の組織化
- ③ 資材およびサービスの調達
- ④ エンジニアリングおよび費用見積もり
- ⑤ 修復工事
- ⑥ 水管理
- ⑦ モニタリング

(2) 新規ため池の建設

降雨量および地形によっては新規ため池の建設が可能であり、より多くの農地が灌漑可能となる。利用可能水量については、各小流域の水文状況が検討されており明らかとなっている。

(3) 地下水の涵養

地下水灌漑は継続的に増加しており、結果として多くの地区で地下水の過剰利用となっている。この地下水の過剰利用は、深刻な環境問題を引き起こしており、近い将来灌漑を中止せざるを得ない状況である。このような地区では、ため池などの手段による地下水涵養と水多消費型作物の節水型作物への転換が必要である。

(4) 組織・制度の整備

現在、小規模ため池灌漑セクターは、チーフエンジニアおよびダイレクターを通じ州の次官により管理されている。この既存組織の責任と義務は、大きく拡大する必要がある。すなわち、現在は含まれていない水利用効率、水代徴収、水利用組合の監理、農業生産性などの問題についてもその責務とすることとなる。

4.5 計画実施の効果

本計画を実施することにより下記の効果が期待される。

- ① 20 万 ha の農地に灌漑用水を供給するため池の復旧、

- ② 地下水の涵養と天水農業地域での直接灌漑、
- ③ 農業生産性の向上、
- ④ 土地なし農民/貧困農民の雇用機会の増大と季節移動の防止、
- ⑤ 農民によるため池の維持管理の再開、など

4.6 事業費概算

本計画の実施に必要な期間は約3年間であり、事業費は概算213億Rp(500億円相当)と見積もられている。内訳は下記のとおり。

項 目	開発面積	金 額
1. 新規ため池	100.000ha	8.000 百万 Rp
2. 既存ため池復旧	120.000ha	5.000 百万 Rp
3. 地下水涵養	80.000ha	8.000 百万 Rp
4. 組織・制度整備/農民訓練		300 百万 Rp
合 計	300.000ha	21.300 百万 Rp

4.7 事業実施の妥当性

インドでは灌漑農業の重要性を認識し、早くからその開発に取り組んできた。しかし、大規模灌漑開発を優先し、小規模灌漑は殆ど省みられなかったため多くの農民が貧困状態から脱することが出来ない状態であった。これを反省し、インド政府は近年小規模灌漑の復旧・促進を重要な施策の一つとしている。

アンドラプラデッシュ州においても同様な状態であり、近年策定した灌漑開発戦略中で小規模ため池灌漑の開発を重点施策としている。過去4年間に約3000箇所の小規模灌漑開発を実施したが、資金不足のためその進捗は遅い。

本件は、食料生産のみならず貧困削減に貢献する事業であり、日本の円借款対象案件として適していると判断される。尚、本件は小規模灌漑案件であり、中央政府技術委員会の承認を必要としない。

第5章 トウンガバドゥラ灌漑近代化事業

5.1 事業の概要・沿革

トウンガバドゥラ川はクリシュナ川の主要支流の一つである。1900年初期に構想された同川の開発は、灌漑、発電および治水を目的とした多目的開発であり、紆余曲折の後1958年に完工した。同事業の灌漑コンポーネントは、容量約37.5億 m^3 のトウンガバドゥラ貯水池から発する灌漑水路により、カルナタカ、アンドラプラデッシュ両州の農地を灌漑するものである。

本事業はカルナタカ、アンドラプラデッシュ両州にかかわるので、1953年、中央政府の指導の下、維持管理に従事する「トウンガバドゥラ委員会」が設置された。同委員会は、現在、中央政府が任命した議長の下に3名の委員が置かれている。内訳は、中央政府水資源省代表として財務委員、アンドラプラデッシュ州代表技術委員、およびカルナタカ州代表技術委員である。同委員会の主な役割は、1) 両州にたいする水供給の調整、2) 発電所の維持・管理、3) ダムおよび貯水池の維持、4) 灌漑水路の共用部分の維持・管理、5) 貯水池における漁業の許認可などである。

5.2 事業の内容

トウンガバドゥラダムは、集水面積約28,000 km^2 で高さ29m、堤長1,040mのメイソンリダムである。貯水面積は378 km^2 、総貯水量は37.5億 m^3 、有効貯水量37.2億 m^3 である。3本の幹線用水路が同ダムを源としている。その内、左岸水路についてはカルナタカ州専用であり、また右岸側高位水路(RBHLC)と右岸低位水路(RBLLC)は、アンドラプラデッシュ、カルナタカ共用となっている。これらの水路で灌漑される総面積は、約49万haである。

これらの灌漑システムは、約50年の時を経て老朽化が進んでおり、水利用効率が低下している。また、トウンガバドゥラ貯水池についても堆砂による容量の低下が心配されている。これらの問題への対応策は下記のとおりである。

(1) 灌漑システム

カルナタカ、アンドラプラデッシュ両州関係者ともに灌漑施設の維持管理は適切に実施しているが、老朽化の進行とともに水利用効率が低下し一部地区では水不足が深刻になっている。また、既設水路はライニングが施されておらず漏水による水損失も大きいとの事。トウンガバドゥラダムからの供給水量の増加は協定により不可能であるので、灌漑システムの近代化を行い水効率の向上による水不足の解消を図るのが喫急の課題であろう。

(2) トウンガバドゥラ貯水池

トウンガバドゥラ委員会の資料によると、1953～1993年の堆砂量は5.9億 m^3 （年平均1.5百万 m^3 ）である。同じ堆砂速度が続くとなると、2005年時点の堆砂量は約7.7億 m^3 と推定される。これは貯水池の堆砂容量3.8億 m^3 を超過しており、満砂状態といえる。ダム堤体付近には流入支川は無いので、堆砂は本流流入部からゆっくりと形成されているものと考えられる。したがって、用水供給機能上の問題は発生しておらず、当面は堆砂対策は必要

ないと判断される。

トゥンガバドゥラ委員会は、1989 年、浚渫による堆砂除去を検討したが、約 5.9 億 m³の浚渫費用が 537 億円になること、土捨て場の確保が難しく環境問題を引き起こす可能性があることなどから、技術的・経済的に妥当ではないとしている。

5.3 事業実施にあつての留意点

灌漑システムの近代化については、カルナタカ、アンドラプラデッシュ両州とも早期に必要であるとしている。しかし、詳細な調査は実施されておらず近代化事業の詳細は不明である。両州政府による詳細調査、計画書の作成、事業実施についての中央政府の承認取り付けが早期に行われることが肝要である。また、近代化事業の計画・実施に当っては、トゥンガバドゥラ委員会との調整も必要であろう。

本事業は、円借款の将来候補案件として適していると判断する。

添付資料

調 査 行 程

月 日	曜日	業 務 内 容	宿泊地
11 月 15 日	火	空路：成田発シンガポール経由ハイデラバード着	ハイデラバード
11 月 16 日	水	・アンドラプラデッシュ州水資源省次官表敬 ・灌漑局表敬、情報収集	ハイデラバード
11 月 17 日	木	陸路：ハイデラバード→ビジャヤワダ ・クリシュナ東部デルタ視察 ・情報収集	ビジャヤワダ
11 月 18 日	金	・クリシュナ西部デルタ視察 ・情報収集	ビジャヤワダ
11 月 19 日	土	陸路：ビジャヤワダ→ドウライスワラム→ハイデラバード ・ゴダバリデルタ視察、情報収集	ハイデラバード
11 月 20 日	日	陸路：ハイデラバード→クダッパ ・小規模ため池灌漑現場視察、農家聞き取り調査	ハイデラバード
11 月 21 日	月	陸路：ハイデラバード→クルヌール ・小規模ため池灌漑修復対象地区視察、農家聞き取り調査	クルヌール
11 月 22 日	火	陸路：クルヌール→トゥンガバドゥラダム ・小規模ため池灌漑修復対象地区視察 ・トゥンガバドゥラ灌漑システム低位幹線水路視察	トゥンガバドゥラダム
11 月 23 日	水	・トゥンガバドゥラダム視察 ・トゥンガバドゥラ委員会表敬訪問、情報収集 陸路：トゥンガバドゥラ→バンガロール	バンガロール
11 月 24 日	木	・カルナタカ州水資源省次官表敬、情報収集 空路：バンガロール→ニューデリー	ニューデリー
11 月 25 日	金	・連邦政府水資源省次官表敬 ・中央水委員会訪問、情報収集 ・日本大使館寺崎一等書記官と面談 ・JBIC 事務所訪問 ・JICA 事務所訪問	ニューデリー
11 月 26 日	土	・資料整理	ニューデリー
11 月 27 日	日	空路：ニューデリー→成田	機中泊
11 月 28 日	月	成田着	

面談者リスト

1. Ministry of Water Resources (MOWR)

J. Hari Narayan,	Secretary, Ministry of Water Resources,
R.S. Bisht	Desk Officer

2. Central Water Committee (CWC)

R. K. Khanna	Chief Engineer, PPO
--------------	---------------------

3. Andhra Pradesh State

Irrigation and Command Area Development Department

S.P.Tucker. I.A.S.	Principal Secretary (Irrigation)
Sanjay Gupta, (I.F.S)	Special Commissioner
Swargam Srinivas, (I.F.S)	Special Commissioner (CA & WM)
G. Kishan	Special Commissioner

Krishna Delta System (Irrigation Circle, Vijayawada)

J. Rajendra Prasad	Superintending Engineer
K. Rajendra Prasad	Deputy Superintending Engineer
Ch. Rama Rao	Executive Engineer Krishna Eestern Division
B. Suryanarayana	Executive Engineer Krishna Central Division
L.Jagannadha Rao	Executive Engineer Krishna Western Division

TENALI

G. Rama Krishna	Deputy Executive Engineer Central Sub Division DUGGIRALA
M. Koti Reddy	Deputy Executive Engineer Western Sub Division BAPATLA

Godavary Delta System (Irrigation Circle, Dowlaiswaram)

K.V.S.L.N.Raju	Superintending Engineer
D.Sukurmar	Executive Engineer Godavari Head Works Division
Ch. Venkateswara Rao	Deputy Executive Engineer R.C. Puram Sub Division of Eastern Delta
U.Sai Baba	Deputy Executive Engineer Gannavaram Sub Division, Central Division
Y.Narasimha Rao	Deputy Executive Engineer Gowtam Sub Division, Godavari Head Works Division Central Division

Minor Irrigation Project

Irrigation Branch(I.B.) Division, MAHABOOB NAGAR

V. Narayanar Goud	Executive Engineer
T. Satya Sheela Reddy	Deputy Executive Engineer
G. Damodar Reddy	Assistant Engineer

I.B. Division WANAPARTHY

B. Krishana Reddy	Executive Engineer
M. Jagan Mohan Reddy	Deputy Executive Engineer
P. Shankar Lal	Assistant Engineer

Person Met in LLC

Jallandar	Superintending Engineer
Seshappa	Executive Engineer
Vara Prasad	Deputy Executive Engineer

Other

V.Satya Bhupal Reddy	Executive Director, NGO
----------------------	-------------------------

4. Karnataka State

H.S. Mahesh	Secretary, Water Resource Department
Uday Shankar	Deputy Secretary, Water Resource Department
Palanethra	Technical Assistant to Secy., Water Resource Department

5. Japanese Government

Japanese Embassy

Hiroyuki Terasaki	First Secretary (Finance)
-------------------	---------------------------

Japan Bank for International Cooperation

Kikuo Nakagawa	Chief Representative
Ken Kato	Representative

Japan International Cooperation Agency

Ito Kozo	Deputy Resident Representative
Takashi Kuruachi	Project Formulation Advisor

調査団員並びに経歴

-
- | | |
|-------|---|
| 遠矢 勇作 | 1941 年 12 月 11 日生
1964 年 3 月 九州大学農学部農業工学科卒業
1964 年 4 月 日本工営（株）入社
現在に至る
技術士（農業部門） |
| 大内 実 | 1953 年 9 月 16 日生
1977 年 3 月 九州大学工学部土木工学科卒業
1979 年 3 月 九州大学大学院工学府土木工学科卒業
1979 年 4 月 日本工営（株）入社
現在に至る
技術士（建設部門） |
| 栗本 直樹 | 1971 年 4 月 1 日生
1993 年 3 月 茨城大学農学部生物生産学科卒業
1993 年 4 月 青年海外協力隊、パナマ国派遣
1996 年 2 月 （株）葵エンジニアリング入社
2003 年 5 月 日本工営（株）入社
現在に至る
技術士（農業部門） |
-

**THE GOVERNMENT OF ANDHRA PRADESH
REPUBLIC OF INDIA**

**FACT FINDING REPORT
ON
MODERNIZATION
OF
KRISHNA AND GODAVARI DELTA SYSTEMS**

FEBRUARY 2006

AGRICULTURAL DEVELOPMENT CONSULTANTS ASSOCIATION

**FACT FINDING REPORT
ON
MODERNIZATION
OF
KRISHNA AND GODAVARI DELTA SYSTEMS
IN ANDHRA PRADESH STATE**

1. Background and Government Policies

1.1 Background

India's population is estimated at nearly 1.07 billion and is growing at 1.7 % a year. Nearly two-third of the population depends on agriculture for their livelihood, a sector producing only 22 % of GDP. The total GDP of India is around \$570 billion. The agriculture and allied sector witnessed a meager growth of 1.1 % in 2004-05. The average size of operational holdings dropped from 2.7 ha in 1960-61 to 1.6 ha in 1991 which further dropped down to 1.4 ha in 2001. Thus, increasing land productivity is the main challenge to overcoming population growth and maintaining rural income.

The cultivable area of the country is estimated to be about 186 Million hectares (M.ha) out of which about 142 M.ha is under cultivation. There has practically been no increase in cultivated area in last 3-4 years. The net irrigated area from all sources is about 53 M.ha and represents about 38% of net sown area. Only about 32% of the total net irrigated area (16.7 M.ha) is irrigated by public canal systems, while private tubewells, tanks and shallow tubewells account for the remainder.

The average food grain consumption at present is 550 grams per capita per day where as the corresponding figures in China and USA are 980 grams and 2850 grams respectively. Present annual requirement on the basis of present consumption level (550 grams) for the country is about 210 M.t. which is almost equal to the current production. The requirement of food grains in 2050 would be around 450 M.t. as high demand and about 382 M.t. as low demand as per high and low estimates of population.

Water is a scarce source in view of large area and population. The availability of water per capita was 5200cu.m per annum in 1950, it came down to 2200 cu.m in 1991. It was 1800 cu.m in 2000 and is likely to reduce to about 1340 cu.m in the year 2025. As per the International Standards, when per capita availability is less than 1000 cu.m per year, water scarcity occurs. With the present trend it is just likely to reach such a stage near about the year 2030.

In predominantly agricultural base-states, achieving the targeted level of economic development will not be possible without a considerable emphasis on better water resource management.

1.2 Sector Development Policy of the National Government.

The Government of India (GOI) prepared the Tenth Five Year Plan (2002-07). The plan aims at an indicative target of 8.0 % GDP growth for the period 2002-07. The reduction of poverty ratio by 5% points by 2007 and 15% points by 2012, and the provision of gainful high-quality employment to the addition to the labour force over Tenth Plan period are major social monitorable targets. In the poverty reduction and creation of job opportunity issues, the GOI stresses the agricultural development because growth of this sector is likely to lead to the widest spread of benefits, especially to the rural poor including agriculture labour.

The most important area of focus in the agricultural development is to raise the cropping intensity of the existing agriculture land. The critical problem here is water. However, water resources in the country are also under severe strain. Despite large investments in irrigation in the past, only about 40% of agriculture areas are irrigated.

Public investment in irrigation has fallen significantly over successive plan period. This is largely due to resource constraints faced by government both at the centre and the states. However, resources are not the only problem. Potential irrigation projects are located in areas which are either more difficult or environmentally more sensitive which makes it difficult to implement irrigation projects.

2. Andhra Pradesh State

Andhra Pradesh lies between latitude 12° – 37' N to 19° – 54' N and longitude 76° – 46' E to 84° – 46' E. The state is bounded on the west by Karnataka and Maharashtra, north-west by Madhya Pradesh, north by Orissa and Bay of Bengal in the east. Two of the India's largest rivers, the Krishna and Godavari, cross the state creating large deltas at their outlets into the sea.

The State is the fifth most populous state in the country with an estimated population of 80 million as on 1st January 2005 almost 7.4% of India's total population. About 73% of the population lives in rural areas. The state comprises three regions namely, Coastal Andhra, Rayalaseema and Telangana. The Coastal Andhra is more densely populated than others.

As per advance estimates for the year 2004-05, the Gross State Domestic Product (GSDP) is likely to register a growth rate of 4.96% over 2003-04. The GSDP is expected to touch Rs. 1049 billion. The per capita income at constant (1993-94) prices was Rs.11,333 in 2003-04 which has gone up to Rs.11,722 in 2004-05 against all India average of Rs.12414(advance estimates).

Out of state's total geographical area of 27.44 Mha, the total cultivable land is 15.9 Mha. The net area sown is of the order of 11.8 Mha. The gross cropped area in 2003-04 was 12.36 Mha. Net irrigated area in the state in 2003-04 was 3.63 Mha (canals-1.13, wells-

1.87, tanks-0.49, others-0.14 Mha). The area irrigated by canals works out to only 10.4% of the total net sown area of the state.

The dominant pattern of land ownership in the state is small and privately owned farms. The small holdings, farms are generally fragmented into discontinuous and scattered plots. As per 2000-01 Census the average size of land holdings in the state was 1.25 ha. 60.9% of the holdings were below one hectare and they accounted for 21.6% of the total area. The average size of marginal holdings was only 0.44 ha while that of large holdings was 16.36 ha.

The state lies in tropical region. But by virtue of its location, climate undergoes transition from tropical to sub-tropical and is predominantly semi-arid to arid, except the coastal belt which has humid to sub-humid climate. The maximum and minimum temperatures are 46°C and 8.8°C respectively. It has four main seasons i.e. Hot Weather (Summer) from March to May; South-West Monsoon from June to September (sometimes extended up to October); North-East Monsoon from October to December and Winter from December to January. Andhra Pradesh receives its rainfall both from South-West and North-East Monsoons. The rainfall ranges from 500 mm in South-West to 1100 mm in North-East. The mean annual rainfall for the state is about 900 mm.

The State is blessed with 3 major rivers, the Godavari, the Krishna and the Penner, which have a total drainage area of 70% of the state's land area. In addition, there are 9 interstate rivers and 28 other minor rivers. In the case of Krishna Basin, The Krishna Water Dispute Tribunal (KWDT) has allocated water to riparian states. The major rivers are highly seasonal and more than 90% of the total flows occur between June and December.

3. Modernization of Krishna Delta System

3.1 Background

The Krishna Delta System under Krishna Anicut constructed across the River Krishna, near Vijayawada, is a major irrigation project in Andhra Pradesh, serving irrigation and industrial needs in the Coastal Andhra region in the districts of Krishna, Guntur, West Godavari and Prakasam. It is one of the most important irrigation systems in the state, playing a vital role in the rice production of the nation for over a century.

(i) Within the Project Area

The project serves the irrigation and industrial needs in the districts of Krishna, Guntur, West Godavari and Prakasam. The total population of these districts is around 15.52 million, out of which more than 75 % constitute rural population. The families below poverty line in these districts range from 30 to 47 % and they need social and economic upliftment.

Modernization would result increase in irrigated cropped area by way of restoring the system to a healthy condition under which the contemplated CCA would receive adequate and timely supplies of water in most economical and efficient manner and at the same time result in optimum agricultural production. In this project, apart from the system deficiencies, it is observed that the transplantation is getting always delayed. Better operation of the system and regulated releases of water are essential along with adoption of suitable crop calendar and staggering dates of transplantation. Modernization would also include a review of all agricultural practices including crop pattern and crop calendar, and all aspects of efficient water management with full participation of farmers. This will result in added income to farmers. Economic and social condition of the farmers will improve.

(ii) Other Drought-prone / Scarcity Areas

In this Project, the objective of modernization is not only to achieve better water management and economical utilization of protected water (KWDT) but also to save a part of dependable water allocated through KWDT and utilize the same elsewhere, within the state, for the inescapable need to serve and benefit scarcity and chronically drought prone areas, where the availability of even the drinking water is a pressing problem. The intention is to diminish 821 Mcum (29 TMC) of water from protected allocation of 4585 Mcum (161.9 TMC) for use in upstream drought prone areas of district Mahaboob Nagar. The Mahaboob Nagar district is a scarcity area. Out of the 23 districts of Andhra Pradesh, the percentage of irrigated area in Mahaboob Nagar district is the lowest. The area irrigated through major and medium projects here is only 5.5 % of the total cultivable area of the district. The normal annual rainfall stands 5th lowest in the state. The district can be termed as drought prone area.

The System's diminished allocation of 821 Mcum (29TMC) will be made-good from savings of seepage and operational losses and also with conjunctive use of drain water and canal water through modernization.

The delta system lies between longitude $80^{\circ} - 10'$ E and $81^{\circ} - 31'$ E latitude between $15^{\circ} - 40'$ N and $16^{\circ} - 45'$ N. The Krishna Delta System is the tail end project on the river Krishna.

The delta is formed with the hydraulic deposits of alluvium brought down by the flood waters over ages. The depth of deposits varies from about 5 m to 12 m above sea level. The surface fall ranges from about 1 in 5,000 to 1 in 10,000. The delta was frequently flooded by the river flows, enriching fertility of the soils and facilitated sustained moisture level.

During 1852-55 an anicut was constructed across the river Krishna between Vijayawada on the left bank and Seethanagram on the right bank to serve an ayacut of 0.235 M ha. The project, as constructed, consisted of a masonry body wall resting on wells with rough stone apron and the canal system to serve the command area in the Krishna Eastern Delta and Krishna Central Delta on the left side and Krishna Western Delta on the right side.

With the increase in population the demand of food grains increased. This necessitated the need for developing more irrigated area. Some improvements and extensions were carried out in the existing structure but with the passage of time these were not found adequate. In high floods of 1952 the structure breached. Subsequently, in 1954-57 a Barrage known as Prakasam Barrage was constructed 17.98 m upstream of the existing anicut.

3.2 Project Area

3.2.1 Location

The command area of the project is located on either side of the river Krishna with Eastern and Central Deltas on the left side and Western Delta on the right side. On the left, the project partly covers the districts of Krishna and West Godavari where as part districts of Guntur and Prakasam are services from right side. Particulars of the area served are given below:

Data of the Districts Covered

S.No.	Particulars	West Godavari District	Krishna District	Guntur District	Prakasam District
1	Geographical area (km 2)	351	4,704	2,905	538
2	Population (2001 census)	3,796,144	4,218,416	4,405,521	3,054,941
3	Families below Poverty Line	47%	30%	30%	35%

3.2.2 Weather

The command area lies in the belt of tropical semiarid to humid climate. The area experiences four seasons i.e. summer, south-west monsoon, north-east monsoon and winter. As far rainfall, the area is served by two monsoons. The south-west monsoon starts in the middle of June and continues up to end of September. The north-east monsoon begins in October and continues up to end of November and some times till end of December. The average annual rainfall in the command area ranges between 800 mm and 1100 mm.

The mean annual temperature is about 28⁰ C. The mean summer and winter temperatures remain about 31⁰ C and 24⁰ C respectively. The air is remains humid almost through out the year; the relative humidity is high up to 95% or more in monsoon.

Special weather phenomena:

During October and November, storms originating from the depressions in Bay of Bengal some times cross the east coast of India and move in a westerly to north-westerly direction across the peninsula. On the average at least one storm is experienced in a year. Under their influence the command and the neighborhood areas experience wide spread rains, high velocity winds gales and thunder storm, causing wide spread damage.

3.2.3 Soils:

The soils in the area are alluvial soils, moderately deep to deep black soils, some patches of red loam, coastal sands and disadvantageous soils like saline and saline-alkali soils. The alluvial and B.C. soils are, however, predominant in the area.

3.2.4 Agriculture

Agriculturally there are two major seasons, the kharif and rabi. The kharif crops are grown during monsoon season starting from June to November and the rabi crops are grown during post-monsoon season from November to March. The crops generally grown in the kharif season are paddy, sugarcane, banana, turmeric, vegetables etc. and those grown or planted in the rabi include paddy, black gram, groundnut etc.

Although a number of crops are grown in Kharif season, paddy is the most predominant crop occupying the largest area of about 95-98 %. During rabi season farmers largely prefer black gram than paddy. Some farmers grow groundnut also.

Area in million hectares

S.No	District	Kharif	Rabi	Total
1	Krishna	0.271	0.110	0.381
2	West Godavari	0.024	0.009	0.033
3	Guntur	0.165	0.067	0.232
4	Prakasam	0.028	0.011	0.039
	Total	0.488	0.197	0.685

The delta situation/environment is very conducive for vegetable production with considerable areas located in the districts of Krishna and Guntur. The vegetables grown in this area are exported every day to not only the near by towns but also to far-off cities like Hyderabad.

The farmers of Krishna Delta are progressive and innovative and have taken to improved practices since long. In fact, the high yielding paddy varieties were introduced for the first time in the command area during mid 1960. At that time the yield was to the extent of 1 T/ha. Over the years about 40 rice varieties have been introduced and they have become popular with the farmers. As a result the paddy yield increased, depending upon the soil conditions of the area, ranging from 2.78 T/ha to 4.2 T/ha. After modernization the paddy yield is expected to rise ranging from 4.4 T/ha to 4.8 T/ha. On account of

research development in the area, the farmers have slowly replaced the traditional paddy varieties to high yielding varieties.

In Rabi season, paddy-paddy, paddy-black gram, paddy-groundnut are the common cropping patterns which are followed. The present yield of black gram is 0.803 T/ha which will rise to 0.90 T/ha on modernization.

3.3 Allocations of water for the Krishna Delta Project

3.3.1 Krishna Water Dispute Tribunal (KWDT)

The allocation for the Krishna Delta Project has been decided by the Krishna River Water Dispute Tribunal (KWDT) constituted by the Government of India in 2003. The KWDT, after keeping in view the riparian rights of the co-basin states (Andhra Pradesh, Karnataka and Maharashtra) of the Krishna River, protected 5131 Mcum(181.2 TMC) of water for irrigated needs of 0.425 Mha in kharif and 0.015 Mha in rabi for the Project as detailed below:

(i)	Irrigation needs of 0.425 Mha in kharif:	4585 Mcum (161.9 TMC)
(ii)	Irrigation needs of 0.015 Mha in Rabi and other allowances:	433 Mcum (15.3 TMC)
(iii)	Evaporation losses at Prakasam Barrage:	<u>113 Mcum (4.0 TMC)</u>
	Total:	5131 Mcum (181.2TMC)

At present the area irrigated in Khraif is 0.485 Mha and 0.197 Mha in rabi. On account of urbanization an area of 0.003 Mha is getting reduced. As such in post modernization the area will get reduced to 0.422 Mha in kharif and 0.015 Mha in rabi. This will be in tune with the requirements of KWDT.

3.3.2 Construction of Storage Reservoir at Pulichintala

Pending full development of command area under Nagarjunasagar Project located upstream of Prakasam barrage, at present regulated supplies are being made from Nagarjunasagar reservoir to the Krishna Delta during kharif and also in rabi. This cannot be expected to continue for a long run since the command area under Nagajunasagar is getting developed. Hence it is necessary to impound some water.

The free catchments between Nagarjunasagar Dam and Prakasam Barrage yields some flows and it is proposed to utilize them for the Krishna Delta Project. This yield has been assessed at 2866 Mcum (101.2 TMC). This flow is available only during rains and cannot be utilized effectively even in kharif. The available yield is proposed to be impounded by constructing Pulichintala reservoir after having required clearances from the state and central agencies. The cost of construction of these works has not been included in this estimate of modernization.

3.4 Current Conditions of the Project and Proposed Works

3.4.1 Krishna Anicut

The Krishna Delta System as originally executed (1852-55) consisted of Krishna Anicut across the river Krishna. The System covered an ayacut of 0.235 M ha. Most of the main canals and some of the branch canals were both irrigation-cum-navigation canals. As roads and railways did not exist when the project was constructed, the canals were designed to provide navigation also as a facility for the movement of agriculture produce, goods and traffic. The canals were navigable for 10 to 11 months in a year. This navigation system was a link for through navigation between Kakinada and Madras.

3.4.2 Prakasam Barrage

Within a few years of the completion of the anicut, it became evident that the anicut was not enough with reference to levels of the sills of the head sluices and bed levels of the main canals to draw sufficient supply of water in the non-flood season. In order to mitigate the difficulties stone walls and shutters were constructed above the crest of the anicut which used to get damaged during floods. In high flood of 1952 the structure breached after serving the command area for a period of about one century. Ultimately, the present barrage was then constructed during years 1954-57.

Earlier the anicut used to serve only 0.235 Mha. With the construction of the barrage the cultivable command area gradually increased to 0.485 Mha. The system, being 150 years old, is working at low efficiency. Almost all the structures are in dilapidated condition.

Head Works

Provision of floating bulkheads: When the Prakasam Barrage was built no provision was made for emergency gates. To facilitate repairs to crest gates, floating bulkheads are proposed to be installed. They will also serve the purpose of emergency gates at the time of need. Further to supply water to Vijayawada Thermal Power Plant, water level is required to be maintained up to Full Reservoir Level. One bulkhead is already available now. Two additional bulkhead gates are considered necessary.

Other replacements include: Replacement of river sluice gates, replacement and repairs to spillway gates, reconstruction of head sluice, and installation of pumps for water supply to Vijayawada Thermal Power Station.

3.4.3 Canal System

The Krishna East Main Canal taking off on the left bank of the anicut irrigates the command area in Krishna Eastern and Central Deltas in the districts of Krishna and West Godavari; and the Krishna West Main Canal taking off from the right bank serves the command area of Krishna Western Delta in the districts of Guntur and Prakasam.

Most of the main canals were in cutting where as the branches and distributaries were in balancing depth of cutting and filling. In the course of time the command area increased gradually. The present cultural command area is 0.485 Mha. To accommodate additional discharges only banks were raised. No other improvements of any great magnitude have been carried out to the canal system except for some repairs for the damages caused due to floods and cyclones. The existing canals are unlined. Seepage losses are found to be excessive in the sandy and embankment reaches. The reaches of the canal system in the city area are most vulnerable to damage by the animals and public.

3.4.4 Structures

Most of the structures are damaged and need repairs and improvements. Additional structures such as regulators, under tunnels, bridges, escapes are required on main canals and distributaries. Measuring devices are not available any where in the canal system. Where ever cross regulators and drops are available, they need to be calibrated to asses the flow.

3.4.5 Drainage Systems

The existing rivers, rivulets and streams carry excess water to sea and are functioning as drains. There are about 4369 km of drains of various categories in the Krishna Delta. The drains are broadly classified as major (catchment area over 51.8 sq.km., medium (catchment area 13 to 51.8 sq.km.) and minor (catchment area up to 13 sq.km.) based on the consideration of area they can drain. These drains comprise 924 major, 924 medium and 2521 minor drains.

The state government earlier in 1964 constituted an expert committee and then in 1985. The committees had suggested comprehensive drainage plans, keeping in view the problems. The plans could not be taken up because of lack of resources.

3.4.6 Proposed Agriculture

As per KWDT, during kharif season total area irrigated would be 0.425 Mha out of which about 98 % is expected to cultivated with paddy. Keeping in view the huge size of the area planned to be cultivated in paddy and scarcity of labour it has been proposed to divide the area in four zones and suitably stagger the transplantation operations. In some areas, to facilitate staggering operations, it is proposed to prepare the raising of nurseries starting from the middle of May well before the onset of monsoon which is expected to begin from June. To promote early planting, it is necessary to grow nurseries 3 to 4 weeks ahead of planting time. Water will be made available either through canals or from other sources like ground water or tanks/ponds. This will facilitate smooth agricultural operations and result in more irrigated area and much enhanced yields.

3.5 Deficiencies in the System and Need for Modernization

3.5.1 Deficiencies

In view of para 4, the deficiencies in the system can be classified into engineering, agricultural and management aspects.

I. Engineering Aspects

- (i) Lack of arrangements for carrying out repairs to barrage regulator gates without affecting the water supplies
- (ii) Damaged condition of the head sluices, posing constant threat of breakdown of canal supplies
- (iii) Damaged conditions of main canals, branches and distributaries
- (iv) Old and dilapidated condition of cross masonry and cross drainage works, measuring devices and other structures
- (v) Inadequate standards of canal banks
- (vi) Drainage congestion and inadequate drainage facilities
- (vii) Inadequate communication works.

II. Agricultural Aspects

- (i) Delayed and extended transplantation in late sowing and reduced yields
Lack of attention for saline soils
- (ii) Zinc deficiency

III. Management Aspects

- (i) Lack of operation plan
- (ii) Lack of irrigation management both at tertiary and field level

3.5.2 Need for Modernization

(1) Objectives

The deficiencies and short-comings in the system as detailed above (para 4), call for urgent need for its modernization. The objective of modernization would be to restore the system to a healthy condition under which the contemplated CCA would receive adequate and timely supplies of water in most economical and efficient manner and at the same time result in optimum agricultural production. It is observed that the transplantation is getting always delayed. Better operation of the system and regulated releases of water are essential along with adoption of suitable crop calendar and staggering dates of transplantation. Modernization would include a review of all agricultural practices including crop pattern and crop calendar, and all aspects of efficient water management with full participation of farmers.

(2) Scope for Project Modernization

The following works are proposed to be taken up:

2. Improvement to the existing Prakasam Barrage and appurtenant works
3. Improvement of main canals and distribution system through earth work excavation, desilting, and raising and widening of canal banks where ever required for bringing the canal sections to the designed section
4. Lining of main canals, branches and distributaries in the vulnerable reaches
5. Construction of cross masonry and cross drainage works in place of old and dilapidated structures and construction of additional structures as per requirement
6. Improvement of major, medium and minor drains
7. Establishment of wireless communication system
8. Conjunctive use of river and drain water
9. Improvement to and construction of farm roads
10. Inputs for agriculture, soils and other deficiencies in the command area
11. Management aspects

3.6 Preliminary Cost and Benefits Estimates

3.6.1 Project Costs

Project costs include direct construction costs, land acquisition costs and costs of administration and engineering. The work activities have been divided in two Units. Unit-I consists of Prakasam Barrage and Unit-II covers Canal System. All the material, labour and construction equipment are available locally. The total cost has been worked out around Rs. 9937 million (1995-96)

Abstract of Cost (Preliminary)

Sl.No.	Description of items	Unit I Rs. Million.	Unit II Rs. Million
A.	DIRECT CHARGES		
I.	Works	435.78	8695.41
II.	Establishment charges @8% on I Works less "B" land	18.07	678.84
III.	Tools and Plant generally 0.25% of cost of I Works including cost of land	1.09	21.74
IV.	Suspense	---	---
V.	Receipts and recoveries		(-) 11.64
	Total Direct Charges	454.94	9384.35

B. INDIRECT CHARGES

I.	Abatement of land revenue @5% in cost of land		7.00	
II.	Audit and account charges @1% on cost of I -works	4.36	86.95	
		-----	-----	
	Total indirect charges	4.36	93.95	
		-----	-----	
	Total of direct and Indirect charges	459.30	9478.30	9937.60
		-----	-----	-----

Total for Unit I & Unit II (1995-96) Rs.9937.6 million

3.6.2 Benefits

Under Modernization, it is contemplated to divide the entire delta into zones, re-schedule the paddy planting, prepone transplantation and complete the same by the end of September, starting in the middle of June just before the onset of south-west monsoon. To promote early planting, it is necessary to grow nurseries 3 to 4 weeks ahead of planting time. Water will be made available either through canals or from other sources like ground water or tanks/ponds.

With the change in crop calendar and modern technologies the crops yields will substantially increase. The existing yield of paddy varies from 2780 kg/ha to 4159 kg/ha and is likely to increase ranging from 4448 kg/ha to 4991 kg/ha.

The total water yield as available from all the drains in the Krishna Delta System has been assessed at 2128 Mcum (75.15 TMC), out of which it is proposed to divert 566.3 Mcum (20 TMC) for irrigation purposes by constructing suitable regulators on the drains, for which suitable provision has been made in the modernization project.

3.7 Implementation Schedule

The Project is likely to be completed in 6 years. The year wise requirement is given below:

1 st Year	Rs. 1038 million
2 nd Year	Rs. 1476 million
3 rd Year	Rs. 1987 million
4 th Year	Rs. 1998 million
5 th Year	Rs. 1958 million
6 th Year	<u>Rs. 1480 million</u>
Total	Rs.9937 million

3.8 Approval of the Government of India

The Project is already approved by the Technical Advisory Committee on Irrigation, Flood Control and Multipurpose Projects during its meeting held on 3rd April 1996. The revised cost estimates will only need approvals.

4 Modernization of Godavari Delta System

4.1 Background

The Godavari delta lies between latitude 16°-30' to 17°-0' and longitude 81°-15' to 82°-30'. The delta lies in the belt of tropical semi arid to sub humid climate. The mean annual precipitation varies from 1078 mm to over 1137 mm and is mostly confined to the period from June to November. The mean annual temperature varies from 32° to 45°C. The area is mostly alluvial in nature with patches of light black cotton soils.

The original scheme consisted of anicuts on four arms of the River Godavari at Dowlaishwaram over 135 years ago. The ayacut (command area) proposed then was 0.248 million hectares. Certain improvements and additions were carried out from time to time to meet the growing needs of irrigation water for the increased command area. Due to passage of time the soundness of the structure deteriorated. Extensive damages were caused during floods of 1963. Finally a new Barrage was constructed 24 meters upstream of the existing anicut

4.2 Project Area

The System comprises three canal systems viz. Godavari (i) Eastern Delta, (ii) Central Delta and (iii) Western Delta serving the districts of East Godavari and West Godavari. The Project serves a Culturable Command Area of 0.408 Million Hectares. The irrigation water drawn from the river through main canals taking off from the Barrage is distributed to its command area through a net work of branch canals and distributaries. The length of the main canals in the three deltas is 29.4 km and the length of branch canals is 793.30 km. The length of the distributaries is 3790.6 km

Data of the Godavari Delta System

S.No	Particulars	Area in Hectares					
		Eastern Delta		Central Delta		Western Delta	
		Existing	Proposed	Existing	Proposed	Existing	Proposed
1	Gross command Area	120599	120599	121408	121408	295831	295831
2	Culturable Command Area	110121	110121	84390	84390	214170	214170
3	Net Area Irrigated	103858	110121	84390	84390	214170	214170
4	Intensity of Irrigation	156 %	235 %	156 %	235 %	156 %	235 %

The intensity of irrigation as being presently attained is 156 % which is very good. The objective of achieving intensity of 235 % on modernization appears to be an ambitious target.

4.3 Agriculture

Agriculturally there are two major seasons, the kharif and rabi. The kharif crops are grown during monsoon season starting from June to November and the rabi crops are grown during post-monsoon season from December to April. The area is predominantly a rice growing area in both kharif and rabi seasons. Crops like sugarcane, turmeric, banana, vegetables and such other crops are seen in patches.

The existing and proposed season wise cropping pattern is given below as intensity of irrigation.

Cropping Pattern as Intensity of Irrigation

Season	Intensity being achieved	Intensity as proposed
I. Kharif	90 %	90 %
II Rabi	55 %	85 %
III Summer	1.6 %	50 %
IV Perennial	9.4 %	10 %
	156 %	235 %

The present yields of rice vary from 3.75 tons/ha to 4.65 tons/ha which are expected to rise ranging from 4.65 tons/ha to 5.5 tons/ha on modernization. The present production of rice is around 2.26 million tons which would rise to 3.0 million tons.

4.4 Proposed Works

The Barrage including head sluices for all the three main canals with silt elimination measures in canals and a floating bulk head for carrying out repairs to the gates as and when required are working well and as such these have not been included in the estimate of modernization.

As far irrigation system, an intensity of irrigation of 156 % is already being achieved. This is very good. The present conveyance efficiency as per observations conducted works out to 80% and conveys that the system is broadly working well hydraulically. No improvements have been made to the old channels and distributary system and structures to cope up with the needs of the command area (ayacut). The existing irrigation canals are unlined and the carrying capacities are inadequate. Some old structures also need replacement. The following works have been proposed by the State.

- (i) Remodeling of canals and other channels
- (ii) Lining of branch canals and distributaries in vulnerable reaches
- (iii) Construction of additional regulators and repairs and / reconstruction of locks etc.
- (iv) Providing gates to sluices
- (v) Providing wireless communication system

4.5 Preliminary Costs and Benefits

Project costs include direct construction costs, land acquisition costs and costs of administration and engineering. All the material, labour and construction equipment are available locally. The total cost has been worked out around Rs. 11500 million (2003 prices)

Abstract of Cost (Preliminary)

Sl.No.	Description of items	Costs Rs. Million.
A.	DIRECT CHARGES	
I.	Works	10150
II.	Establishment charges on cost of Works	1141
III.	Tools and Plant	114
IV.	Suspense	---
V.	Receipts and recoveries (-)	10
	Total Direct Charges	11395
B.	INDIRECT CHARGES	
I.	Abatement of land revenue @5% in cost of land	34
II.	Audit and account charges @1% on cost of I -works	70
	Total indirect charges	104
	Total of Direct and Indirect charges	11499
	Say Rs 11500 million	

With the modernization the annual benefits would rise giving a Benefit Cost ratio of 6:1

4.6 Approval of the Government of India

The Project is not yet approved by the Technical Advisory Committee on Irrigation, Flood Control and Multipurpose Projects constituted by the Government of India.