

スリランカ民主社会主義共和国
地方自治・住宅・建設省 水道公社

スリランカ国地方上水道整備計画
フィージビリティ調査報告書

昭和57年12月

国際協力事業団

開 二

82-179

JICA LIBRARY



1030633101

2050

7419

406

15526

スリランカ民主社会主義共和国
地方自治・住宅・建設省 水道公社

スリランカ国地方上水道整備計画
フィージビリティ調査報告書

昭和57年12月

国際協力事業団

| | |
|----------|----------|
| 國際協力事業団 | |
| 受入 月日 | '84.8.27 |
| | 120 |
| 登録No. | 14097 |
| | 61.8 |
| | SDS |

日本国政府は、スリランカ民主社会主義共和国政府の要請に応え、同国アンパライ県内地方都市上水道整備計画にかかるフィージビリティ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、1982年2月17日より5月17日まで株式会社日本水道コンサルタント海外水道部長大山藤夫氏を団長とする調査団をスリランカ国へ派遣した。

調査団はスリランカ国政府関係者と協議の後、同国アンパライ県において必要な調査を実施した。帰国後、引き続き国内において各種検討を行い、本報告書にとりまとめた。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、スリランカ国とわが国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

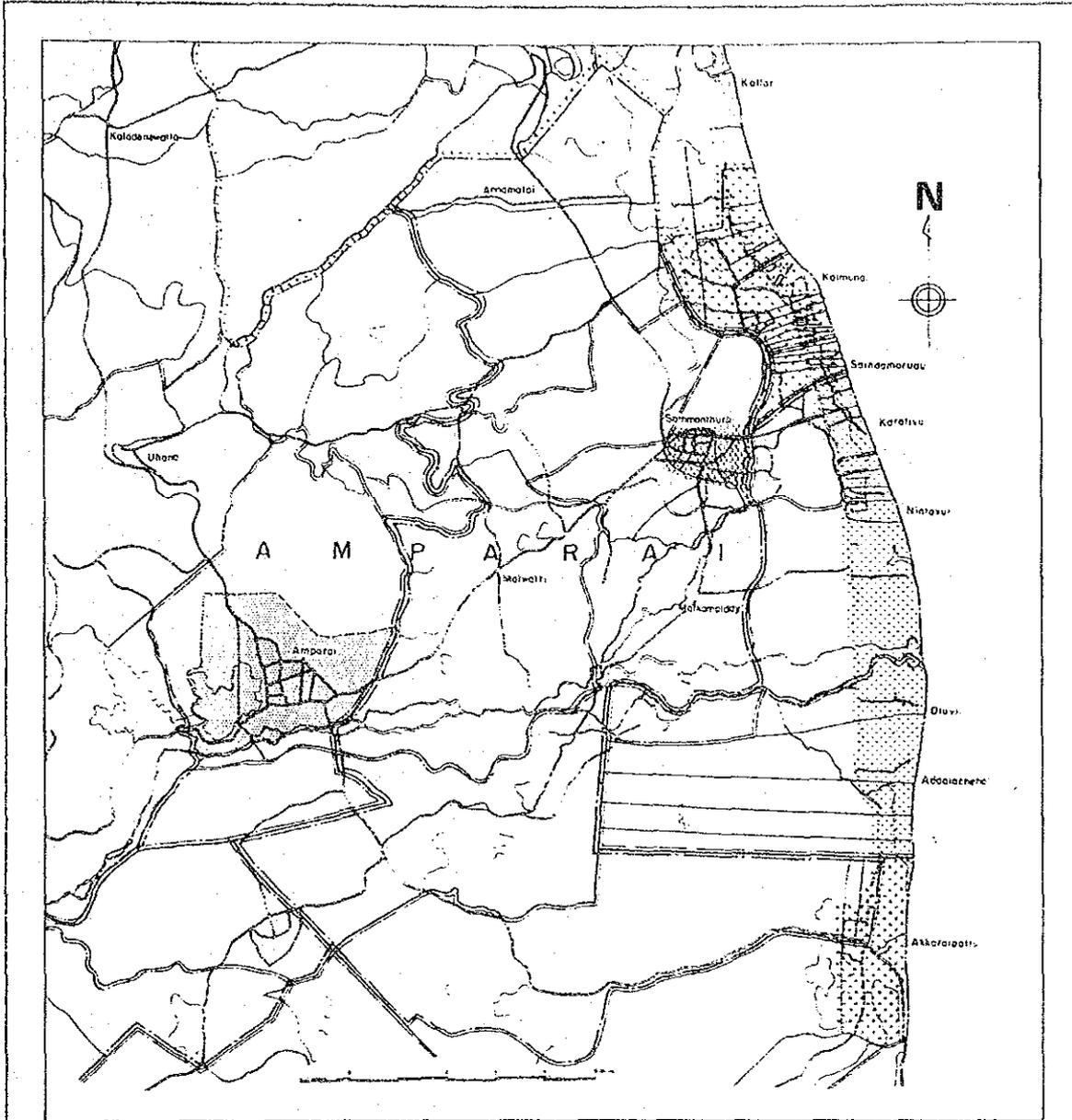
最後に、調査団にご協力とご援助をいただいたスリランカ民主社会主義共和国政府関係者ならびにわが国関係各位に対し深い感謝の意を表する次第である。

1982年12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

LOCATION OF PROJECT AREA



REFERENCE

- +++++ District Boundary
- D.R.O's Division Boundary
- Grama Sevaka Division Boundary
- Municipal, Urban, Town & Village Council Limits
- Electoral District Boundary

Remark

Study Area

- KALMUNAI + SAINDAMARUDU
- AMPARAI U.C.
- AKKARAI PATTU T.C.
- SAMMANTHURAI T.C.
- Coastal area - KARATIVU + NINTAVUR

目 次

概要および勧告

| | |
|-------------------|----|
| 第1章 序 論 | 1 |
| 1.1 調査の背景 | 1 |
| 1.2 調査の目的 | 1 |
| 1.3 調査区域 | 1 |
| 第2章 調査区域の特徴 | 2 |
| 2.1 位 置 | 2 |
| 2.2 地 形 | 2 |
| 2.3 気 候 | 4 |
| 第3章 社会経済状勢 | 6 |
| 3.1 背 景 | 6 |
| 3.2 調査区域と地方自治行政 | 6 |
| 3.3 調査区域の経済 | 7 |
| 3.4 人 口 | 8 |
| 3.5 経 済 基 盤 | 9 |
| 3.6 公衆衛生と火災 | 10 |
| 第4章 人口動態 | 12 |
| 4.1 過去および現在人口 | 12 |
| 4.2 人口推計 | 14 |
| 第5章 既存水道施設 | 16 |
| 5.1 概 要 | 16 |
| 5.2 歴史的経緯 | 16 |
| 5.3 水 源 | 18 |
| 5.4 既存水道施設 | 23 |
| 5.5 施設の運転および維持管理 | 25 |
| 5.6 既存施設の評価 | 25 |
| 5.7 アンパライ浄水場の改造計画 | 26 |
| 第6章 広域水道施設全体計画 | 28 |

| | | |
|------|---------------|----|
| 6.1 | 概 要 | 28 |
| 6.2 | 計画給水区域 | 28 |
| 6.3 | 水需要予測 | 35 |
| 6.4 | 水 源 | 47 |
| 6.5 | 水 質 | 48 |
| 6.6 | 水道施設の概要 | 60 |
| 6.7 | 事業費積算 | 67 |
| 6.8 | 実 施 工 程 | 70 |
| 第7章 | 第1期計画 | 72 |
| 7.1 | 概 要 | 72 |
| 7.2 | 計画給水区域 | 72 |
| 7.3 | 水道施設の概要 | 73 |
| 7.4 | 事業費積算 | 76 |
| 7.5 | 実 施 計 画 | 81 |
| 7.6 | 施工および調達方法 | 83 |
| 7.7 | 住 民 参 加 | 84 |
| 第8章 | 財 政 計 画 | 85 |
| 8.1 | 概 要 | 85 |
| 8.2 | プロジェクトの必要資金 | 85 |
| 8.3 | 財 源 措 置 | 85 |
| 8.4 | 財 務 分 析 | 86 |
| 8.5 | 水 道 料 金 | 86 |
| 8.6 | 受益者の支払能力 | 89 |
| 第9章 | プロジェクトによる効果 | 90 |
| 9.1 | 効 果 | 90 |
| 9.2 | 財 務 評 価 | 90 |
| 第10章 | 組 織 ・ 管 理 機 構 | 92 |
| 10.1 | 概 要 | 92 |
| 10.2 | アンパライ地区の水道事業 | 94 |
| 10.3 | 地方事務所の組織と運営 | 94 |

| | | |
|------|-----------------|-----|
| 10.4 | 組織改善の勧告案 | 95 |
| 10.5 | 運営・管理機構 | 98 |
| 10.6 | 訓練計画 | 102 |
| 10.7 | 地方自治体と保健衛生局との連携 | 103 |
| 10.8 | 将来の組織改善 | 103 |

資料編

| | | |
|----|----------------|---|
| 1. | 業務指示書 | A |
| 2. | 水源 | B |
| 3. | 水質および浄水処理方式の検討 | C |
| 4. | 水道施設の概要 | D |
| 5. | 事業費積算 | E |
| 6. | 関連機関と財政 | F |
| 7. | 図面 | G |

概 要 お よ び 勧 告

1. 一 般 情 勢

計画区域は、東部州 (Eastern Province) のアンパライ行政区 (Amparai District 3,050 km²) の中に位置し、Amparai 地区と Coastal 地区に分けられる。Amparai 地区は海拔 30～60 m の台地に位置し、Coastal 地区はスリランカ東側沿岸部を带状に広がり、海拔は 3～9 m である。気候、人口、社会、経済情勢を以下に述べる。

1) 気 候

年間降雨量 1,119 mm (1980年)

年平均気温 28.4℃ (1981年)

2) 人 口 183,487人 (1981年)

(行政区内の全人口は388,786人)

3) 社会・経済情勢

道 路 : 道路局による舗装、維持管理。

電 力 : セナナヤケ水力発電所より24時間供給。

水 道 : 既存施設は3か所で、現在運転中。

病 院 : 総合病院は2か所。

公衆衛生 : 公衆衛生局が伝染病対策を実施。

2. 既存の水道施設

1) Amparai 水道施設

計画給水量 : 6,500 m³/日

現給水量 : 2,600 m³/日

水 源 : Amparai 貯水池

給水人口 : 15,000人

運 営 : NWSDB

2) Kalmunai 水道施設

計画給水量 : 550 m³/日

現給水量 : 46 m³/日

水 源 : 地下水 (浅井戸)

給水人口 : 10,000人

運 営 : NWSDB

3) Naipuddimunai-Chennaikudi 水道施設

現給水量 : 90 m³/日

水 源 : 地下水(浅井戸)

給水人口 : 2,000人

運 営 : Kalmunai AGA

4) Sammanthurai 水道施設

計画給水量 : 2,200 m³/日

上記の既存配水施設は、将来の水道計画に組み込まれるものとする。

3. 広域水道施設全体計画

計画給水区域は、地形を考慮して Amparai と Coastal の 2 地区に分けられる。5 水源の代替案の比較検討を行なった結果、Amparai 地区は Amparai 貯水池、Coastal 地区は Sambuveli 堰表流水を水源とする。計画は 2 期に分けて実施される。第 1 期計画は、1983 年に開始され 1986 年に完了、第 2 期計画は、各諸元の見直しを含め 1991 年に開始される。

- 1) 目 標 年 次 第 1 期 : 1995 年
 第 2 期 : 2005 年
- 2) 給 水 区 域 1995 年 : 2,732 ka
 2005 年 : 3,325 ka
- 3) 給水区域内人口 1995 年 : 273,100 人
 2005 年 : 287,800 人
- 4) 給 水 人 口 1995 年 : 172,300 人
 2005 年 : 261,100 人
- 5) 日最大給水量 1995 年 : 27,400 m³/日
 2005 年 : 53,900 m³/日
- 6) 水 源 Amparai 地区 : Amparai 貯水池
 Coastal 地区 : Sambuveli 堰表流水

7) 事 業 費

(単位:百万ルピー)

| | 第 1 期 | 第 2 期 | 計 |
|-----|-------|-------|-----|
| 外 貨 | 273 | 239 | 512 |
| 内 貨 | 150 | 142 | 292 |
| 計 | 423 | 381 | 804 |

5. 財 政

本計画を実施するに当たり、投資計画に基づいて収入・支出を推定し、財政状態を調査した。水道料金を最小限に抑えるため、必要な財源は中央政府より無償資金を受け、外貨分の内の配水施設の50%だけが起債で調達される。財務分析の結果、水道料金を最初の5年間はRs 1.80/m³、次の5年間はRs 2.00/m³とすると財政収支が見合うことが判明した。

6. 水 道 料 金

本計画の実施により建設された水道施設を維持・管理していくためには、水道公社(NWSDB)が水道料金による収入を得ることが必要であり、水道施設の維持に必要な費用だけでなく、起債の返済も見込んだ収入を上げなければならない。起債と無償資金の割合を考慮して幾通りかの収入計画を試算した結果、適切な水道料金は最初の5年間はRs 1.80/m³、次の5年間はRs 2.00/m³となった。また、水道使用者を5グループに分け、各々の水道料金を設定した。

7. プロジェクトによる効果

本計画の実施に伴う新規水道施設の建設は、計画区域の現況に効果的な影響を及ぼすことは明らかである。特に、計画区域の環境衛生の向上は数量化こそできないが、大いなるものがある。その他の効果として、雇用機会の増大、商工業活動の活性化等が予想される。当プロジェクトの内部回収率は現在価値法により分析した。その結果、内部回収率は4.91%の妥当な値となった。

8. 組織・管理機構

新規水道施設の建設と維持・管理を行なうため、Batticaloaの地方事務所の強化、改善策が提案された。強化、改善に必要な職員数は、1995年で272名、2005年で282名にのぼる。

9. 既存の Amparai 浄水場の改造

既設沈でん池をバッチ式から連続式に改造し、さらに、沈でん池内にフロック形式池を設け、適切な薬品注入を行うべきである。

10. 水 利 権

本計画の実施を滞りなく進めるために、NWSDBは関連する水利権の確保を計るべきである。

11. 財 務 対 策

NWSDBは、本計画の実施に必要な内貨・外貨の資金調達について手はずを整えねばならない。

12. 運 転 要 員 の 訓 練

現在の運転要員の維持・管理レベルの向上のためには、必要な訓練計画に従って訓練されなければならない。新規採用の職員に対しても同様である。

13. 計 画 の 見 直 し

第1期計画の実施設計に着手する前に、社会・経済情勢の変化を考慮して第1期計画のフィージビリティ・スタディ(F/S)を見直す必要がある。

第 1 章 序 論

1.1 調査の背景

スリランカ国地方上水道整備計画フィージビリティ調査報告書は、1982年2月8日、国際協力事業団（JICA）と（株）日本水道コンサルタントとの間で締結された技術サービスに関する契約条件に基づいて作成されたものである。本調査は、スリランカ政府より日本政府への要請に答えるため、国際協力事業の一環としてJICAを通じて実施に移行された。調査を実行するにあたり、スリランカ側の協議機関としては水道公社（NWSDB）が担当した。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、技術的に妥当で、経済的な広域水道施設の全体計画を立案し、実施予定計画の技術的・財政的な実施の可能性を確かめることである。

計画を実施するに際し、適正規模の投資額を考慮して段階的に計画されるべきである。また、プロジェクトの初期計画に対しては、技術的・財政的に実施可能か否かを調査すべきであろう。JICAとNWSDBとの間で承認された本調査に対する業務範囲を資料-Aに示す。

1.3 調査区域

調査区域は、Amparai U.C., Sammanthurai T.C.とその周辺地区、Kalmunai T.C.とそのまわりのV.C., Akkaraipattu V.C.およびSaindamaruthuとAkkaraipattuとの間の沿岸地域で、総面積93.5km²である。

内陸部、沿岸部の給水区域の地理的状況により、計画給水区域は、Amparai U.C. 地区とCoastal地区（Sammanthurai 地区を含む）に二分される。

第 2 章 調査区域の特徴

2.1 位 置

調査区域は、東部州 (Eastern Province) アンパライ行政区 (Amparai District 面積 $3,050 \text{ km}^2$) の中に位置し、首都コロンボの東方 220 km 、東経 $81^\circ 28'$ から $81^\circ 52'$ 、北緯 $7^\circ 05'$ から $7^\circ 30'$ の間に横たわっており、図-2.1 に示すように下記の地区を含んでいる。

| | |
|---------------------------|--------|
| Amparai Urban Council | : 全 域 |
| Sammanthurai Pattu | |
| Sammanthurai T.C. | : 全 域 |
| Sammanthurai V.C. | : 一部区域 |
| Karavahu Pattu | |
| Kalmunai T.C. | : 全 域 |
| Karavahu North V.C. | : 全 域 |
| Karavahu West V.C. | : 全 域 |
| Karavahu South V.C. | : 全 域 |
| Nintavur Pattu | |
| Karativu V.C. | : 一部区域 |
| Nintavur V.C. | : 一部区域 |
| Akkaraipattu North V.C. | : 一部区域 |
| Akkaraipattu Central V.C. | : 一部区域 |

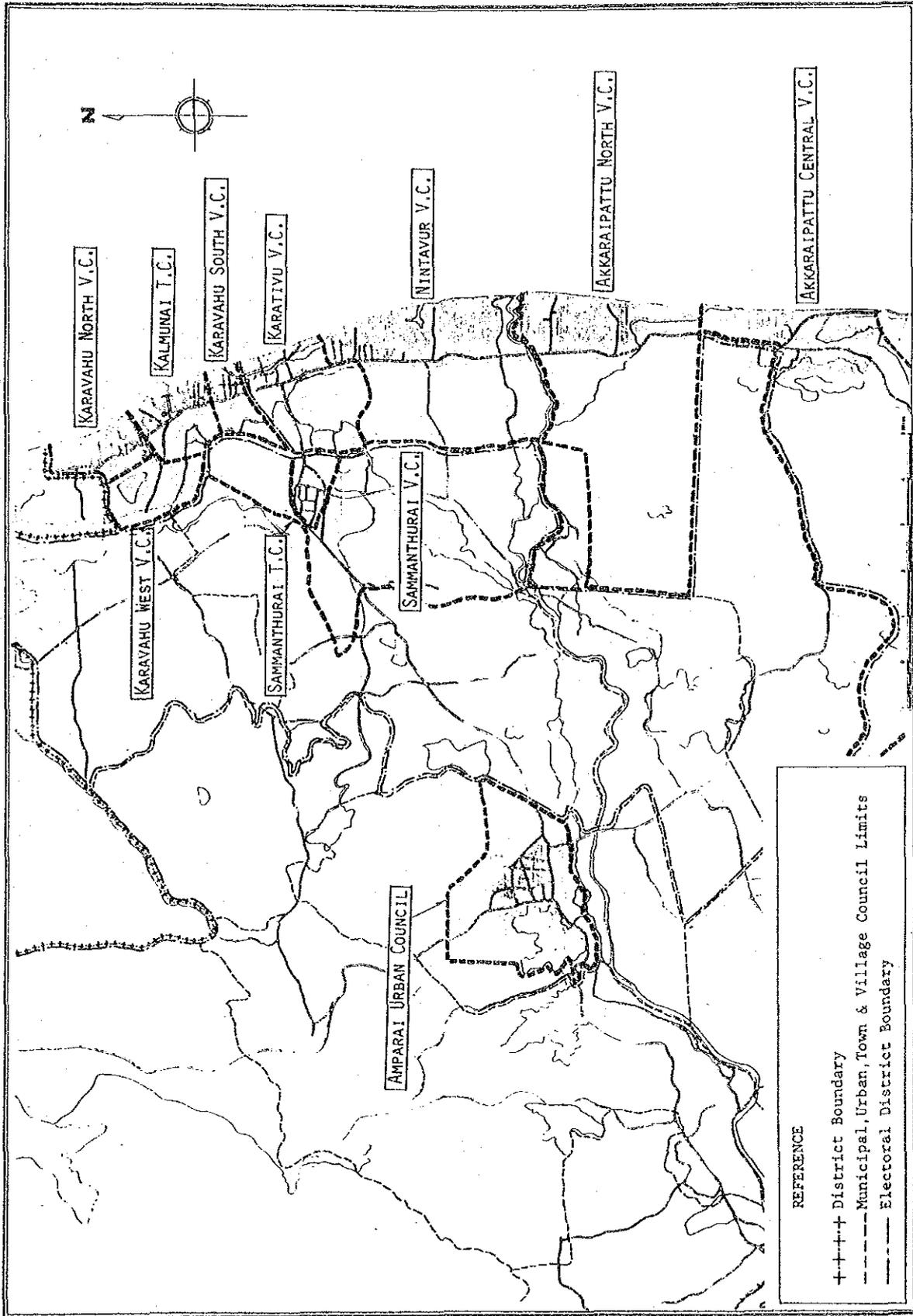
Amparai U.C. 地区は、行政区内の西側の高台に位置し、その他の地区は海岸線に沿って広がっている。

2.2 地 形

調査区域の内、Amparai 地区は海拔 30 m から 60 m の高台に位置し、 300 m から 450 m の山々に囲まれた Senanayake Samudra 湖より海岸に向って傾斜している地形の一部を占めている。Coastal 地区は、海拔 3 m から 9 m の沿岸部に位置している。Gal Oya 川は、高台を西から東へ貫流し、インド洋に注いでいる。調査区域は、セイロン島の中の乾燥地帯

各自治体の位置図

Fig. 2.1 Name of the Councils and their Location



(Dry Zone)に位置し、多くの灌漑用貯水池が散在している。

1950年代に始ったGal Oya計画では、Senanayake Samudra湖(貯水量9.5億 m^3)に源を発する右岸・左岸両水路により、各々の灌漑用貯水池は系統的に連結された。その結果、多量の灌漑用水の供給が可能となり、高台から沿岸部に広がる広大な面積の水田・砂糖キビ畑の開発が促進されてきている。

2.3 気 候

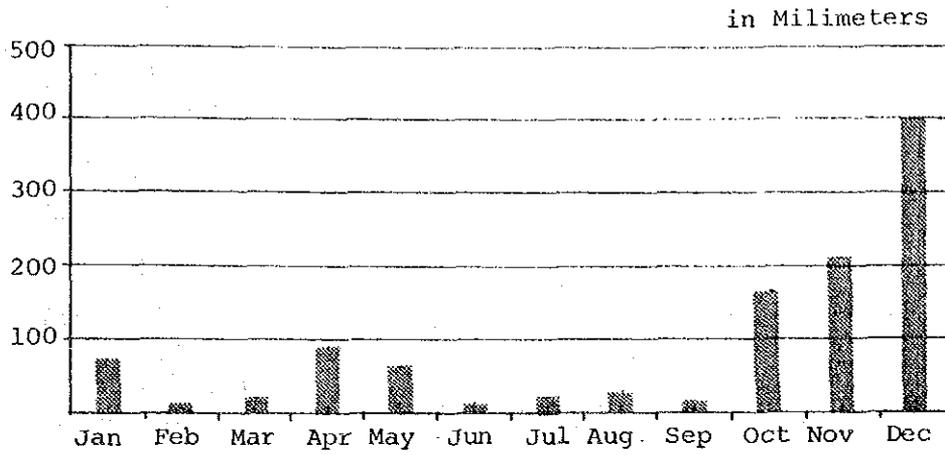
セイロン島には年2回の雨期がある。10月から2月にかけての北東モンスーンの時季と、5月から9月にかけての南西モンスーンの時季である。標高1,800mから2,000mの山々が、コロンボとアンパライとの間に横たわっており、南西モンスーンは山々に遮られ、島の南西部には多量の降雨をもたらす。が、アンパライ地方は乾燥し、降雨量は平均250mm以下である。一方、北東モンスーンは島の東部に多量の降雨をもたらし、期間中の平均降雨量は1,000mmから1,250mmである。過去10年間の年平均降雨量を表-2.1に、月平均雨量を表-2.2に示す。また、1980年の月平均気温を表-2.3に示す。1971年の気象資料によると最高気温は36℃、最低気温は20℃である。

年 間 降 雨 量
Table 2.1 Annual Rainfall in Amparai Area

| | <u>In Milimeter</u> | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <u>Year</u> | <u>1971</u> | <u>1972</u> | <u>1973</u> | <u>1974</u> | <u>1975</u> | <u>1976</u> | <u>1977</u> | <u>1978</u> | <u>1979</u> | <u>1980</u> |
| Rain- fall | - | 1,365 (54") | 1,342 (53") | 1,530 (60") | 1,610 (63") | 1,469 (58") | 1,315 (52") | 1,284 (51") | 1,304 (51") | 1,119 (44") |

月 平 均 雨 量

Table 2.2 Monthly Rainfall in Amparai Area (1980)



月 平 均 氣 溫

Table 2.3 Average Temperature in Amparai Area in 1980

In Degrees Centigrade

Year

| Month | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temp. | 26.2 | 26.3 | 27.6 | 28.8 | 30.1 | 31.0 | 30.6 | 29.7 | 29.0 | 27.9 | 26.7 | 26.1 |

第3章 社会・経済情勢

3.1 背景

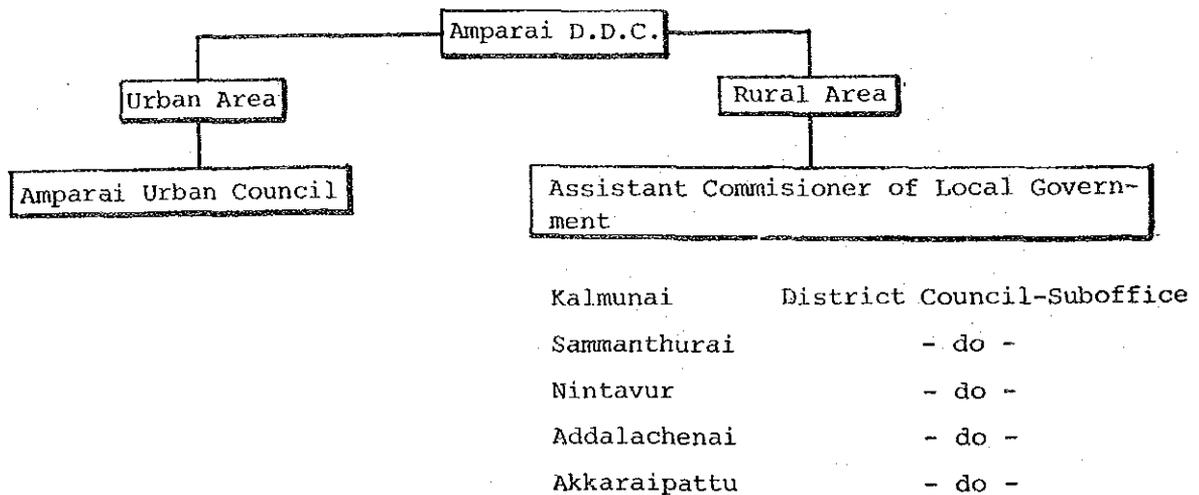
アンパライ行政区 (Amparai District) は、独立後最初の灌漑計画である Gal Oya 計画とともに発展してきたが、現在では、重要な米の産地として知られている。行政的には、新興都市として発展した Amparai 市周辺部と、インド洋沿岸部の Kalmunai, Sammanthurai, Saindamarudu および Akkaraipattu の各町を含んでいる。

1981年の統計資料によると、行政区内の人口は388,786人で、1971年に実施された統計時の人口272,605人と比較すると、過去10年間の増加人口は116,181人で、人口増加率は年3.6%である。行政区内の人口がスリランカの全人口に占める割合は2.6%で、人口密度は130人/km²である。

3.2 調査区域と地方自治行政

調査区域は、行政上 Amparai 市周辺地区と沿岸部地区に分かれている。Amparai 市周辺地区は Urban Council 行政区内にあり、Kalmunai, Sammanthurai, Saindamarudu および Akkaraipattu は、District Development Council (D.D.C.) の行政区内に位置している。以前は Town Council (T.C.) と Village Council (V.C.) があつたが、1980年の法律改正に伴ない T.C. と V.C. は全て D.D.C. に統合された。

この法律改正に伴ない、当行政区においても行政面の変更がなされた。Amparai Urban Council は市周辺地区の行政を独立して監督することになり、一方、T.C. と V.C. は D.D.C. の監督下に置かれることになった。以前の T.C. と V.C. には地方自治省の行政官補が配属され、行政手続き上必要な指導を行なっている。現在の行政組織図を下記に示す。



1982年のD.D.C.の予算書によると15,365,000ルピーの予算を計上している。次にD.D.C.の機能を下記に示す。

- a. 一般行政および事務サービス
- b. 保健サービス事業
- c. 都市計画および用地・建物に関する行政指導
- d. 公共施設事業
- e. 水道事業
- f. 住民福祉事業
- g. 電力事業

一方、Amparai Urban Councilは、Urban Councilの条例や他の法規・条例に従いUrban地区を監督している。1982年のAmparai Urban Councilの予算書によると、2,354,930ルピーの予算を計上している。次にUrban Councilの機能を下記に示す。

- a. 保健衛生および環境衛生事業
- b. 道路の建設と維持管理
- c. 公共福祉と公共事業
- d. 防疫事業
- e. 災害援助事業

3.3 調査区域の経済

アンパライ行政区内の経済基盤は農業であり、人口の80%が農業に、10%がビジネス、5%が漁業、残りの5%がその他の仕事に従事している。農業と建設工事の平均日当を下記に示す。

(単位:Rs/日)

| 作業名 \ 年 度 | 1979年 | 1980年 |
|-------------|-------|-------|
| 水 田 作 業 | 19.10 | 25.77 |
| ココナツ栽培作業 | 17.98 | 22.55 |
| 茶 摘 み 作 業 | 13.20 | 18.27 |
| ゴ ム 採 集 作 業 | 14.50 | 20.51 |
| 大 工 | 27.51 | 36.80 |
| レ ン ガ 工 | 27.08 | 35.70 |

当行政区内の港湾、道路、交通網等の経済基盤は未発達で、経済活動は緒に就いたばかりである。産業としては、機織やレンガなどの小規模家内工業と、農業・漁業に関連した小規模工業があるだけである。

3.4 人 口

アンパライ行政区内の市域部と農村部の人口を下記に示す。

| 区 分 | 人 口 | 比 率 |
|-------|---------|-------|
| 市 域 部 | 53,603人 | 13.8% |
| 農 村 部 | 335,183 | 86.2 |
| 合 計 | 388,786 | 100.0 |

次に、1981年の人口統計による全人口(388,786人)の宗教および人種分類を下記に示す。

| 宗 教 ・ 人 種 名 | | 比 率 |
|-------------|------------|-------|
| 宗 教 | 仏 教 | 37.2% |
| | ヒンズー教 | 19.1 |
| | イスラム教 | 41.6 |
| | キリスト教 | 2.0 |
| | そ の 他 | 0.1 |
| 人 種 | シンハリ | 37.7 |
| | スリランカ・タミール | 20.1 |
| | インド・タミール | 0.4 |
| | ムーア | 41.4 |
| | バーガー | 0.2 |
| | マレ | 0.1 |
| | そ の 他 | 0.1 |

ムーア人はイスラム教徒で、当行政区内全人口の大半を占めている。イスラムの慣習により出生率が高く、この地域の人口増加率3.8%は、スリランカ全体の人口増加率1.7%を大幅に上回っている。

3.5 経済基盤

(1) アンパライ市

現在、市内に入る主要道路は4本あり、全て道路局により管理されている。沿岸道路より Sammanthurai を経由して入るルート、沿岸道路より Akkaraipattu を経由して入るルート、北部より入るルート、さらに Inginiyagala へのバイパス道路を経て Siyambal-anduwa を経由して入るルートである。これらの道路は舗装されており、地域開発の基幹的役割を果たしている。

電力は、市内と一部市外地域に対して Inginiyagala のセナナヤケ水力発電所より常時供給されている。が、発電出力を上回った際には、ラクサーナ水力発電所（Kandy の南方50km）より送電されてくる体制になっている。

水道施設は、Gal Oya 計画の建設時に、住民の需要に合わせて臨時に建設されたものである。その後、必要な修復工事も行われなかったため、現在では十分な機能を果たしていない。

飛行場は、市の北方10kmの所にあり、長さ800mの滑走路を有する。現在、定期便がないので、チャーター便専用として利用されているだけである。

県営病院は2か所あり、1か所は市内にあり約200ベットを有する。他に小規模の診療所（クリニック）や応急措置を施す施設（ディスペンサリー）がある。また、衛生局による医療サービスも行われている。

市内にある学校の教師・生徒数は次のとおりである。

| 区 分 | 学 校 数 | 生 徒 数 | 教 師 数 | 他の雇用者数 |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 小 学 校 | 3 | 2,567 | — | — |
| 中 学 校 | 3 | 2,057 | 188 | 5 |
| 高等学校 | 3 | 814 | — | — |
| 合 計 | 9 | 5,438 | 188 | 5 |

(2) 沿岸部の町村

主要道路が各町村を結び、各町村内にも道路が縦横に設けられている。電力もセナナヤケ水力発電所より常時供給されている。

町には、金細工商、宝石商、織物商、電気商などの商店や食堂が主要道路に沿って軒を連ねている。商業活動はアンパライ市よりも活発である。

本地区には、数カ所の病院と産院があり、合計400ベットを有する。また、民間の診療

所や応急処置を施す施療所もある。

1978年、サイクロンにより壊滅的な被害を受けた沿岸部の各町村は、現在その被害の復興期にあるように見受けられる。

本地区にある学校の教師・生徒数は次のとおりである。

| 区 分 | 学 校 数 | 生 徒 数 | 教 師 数 | 他の雇用者数 |
|-------|-------|--------|-------|--------|
| 小 学 校 | 72 | 27,806 | — | — |
| 中 学 校 | 11 | 11,093 | 1,387 | 33 |
| 高等学校 | 13 | 2,584 | — | — |
| 合 計 | 96 | 41,483 | 1,387 | 33 |

3.6 公衆衛生と火災

3.6.1 公衆衛生

水系伝染病による死亡率は、正確な記録はないが、かなり高いと言われている。また、下記のような水系伝染病の発生が報告されている。

- 1) 下 痢
- 2) 赤 痢
- 3) バクテリア赤痢
- 4) バクテリア腸カタル

保健省は、ユニセフの強力な支援の下に、水系伝染病を予防するため次のような対策を行なっている。

- 1) 伝染病の予防対策
- 2) 溜め込み式便所の設置
- 3) 衛生教育とそのプログラム

世界銀行の1981年版年次報告書によると、スリランカの都市周辺部の80%が水洗化、バケツシステム、溜め込み式トイレのいずれかを採用しているが、地方での水洗化等は8%に満たない。他方、都市周辺部の19%および地方の92%はトイレの施設がない。衛生局の地方事務所は、住民に対し100ルピーでトイレが設置できるようにする等の各種援助を提供している。

3.6.2 火 災

調査区域内での火災の発生は、過去数年間報告されていないし、記録も不明である。また、消防署や消防自動車等の設備も皆無の状態である。

第 4 章 人 口 動 態

4.1 過去および現在人口

スリランカ全体、Amparai D.D.C. および調査区域の国勢調査に基づく人口動態を以下に示す。

4.1.1 国勢調査

各年次の国勢調査での総人口、人口増加、年平均増加率等を表-4.1に示す。

人 口 統 計
Table 4.1 Population, Numerical Increase and Percentage Increase

| Year | Population | Numerical increase over Previous census | Percent increase | Average annual rate of growth (%) |
|------|------------|--|---------------------|--|
| 1871 | 2,400,380 | - | - | - |
| 1881 | 2,759,738 | 359,358 | 15.0 | 1.4 |
| 1891 | 3,007,789 | 248,051 | 9.0 | 0.9 |
| 1901 | 3,565,954 | 558,165 | 18.6 | 1.7 |
| 1911 | 4,106,350 | 540,396 | 15.2 | 1.4 |
| 1921 | 4,498,605 | 392,255 | 9.6 | 0.9 |
| 1931 | 5,306,871 | 808,266 | 18.0 | 1.7 |
| 1946 | 6,657,339 | 1,350,468 | 25.4 | 1.5 |
| 1953 | 8,097,895 | 1,440,556 | 21.6 | 2.8 |
| 1963 | 10,582,064 | 2,484,169 | 30.7 | 2.7 |
| 1971 | 12,711,143 | 2,129,079 | 20.1 | 2.2 |
| 1981 | 14,850,001 | 2,138,858 | 16.8 | 1.6 |

1946年以降の急激な人口増加は、高い出生率に加え、マラリヤ撲滅キャンペーンによる死亡率の著しい低下によりもたらされた。1963年から1981年にかけての人口増加率の低下は、出生率の低下に起因しており、1981年の年平均増加率は1.6%である。

4.1.2 Amparai D.D.C. の人口増加率

国全体の年平均人口増加率は、1971年が2.2%、1981年が1.6%であるが、D.D.C.の増加率は各々3.2%、3.6%である。各年次の人口、年平均人口増加率を表-4.2

に示す。

Table 4.2 人口と年平均増加率
Population and Average Annual Growth
Rate in Amparai D.D.C.

| Year | Population | Average Annual Growth Rate |
|------|------------|----------------------------|
| 1963 | 211,732 | - % |
| 1971 | 272,605 | 3.2 |
| 1981 | 388,786 | 3.6 |

増加率が全国平均値より高いのは、他地区からの移住によるものである。特に Amparai U.C. は、D.D.C. の中心都市であり、自然増 2%、社会増 2% の合計 4% の年平均人口増加率が過去 10 年間続いた。

4.1.3 調査区域の人口増加率

調査区域内の各自治体の人口統計は表-4.3 のとおりであり、年平均人口増加率は 1.9% となる。

調査区域内の人口統計
Table 4.3 Population Growth in Each Council in Study Area

| Area No. | Council Name | Population | | Percent Increase | Average Annual Growth Rate (%) |
|----------------------------|---------------------------|------------|---------|------------------|--------------------------------|
| | | 1971 | 1981 | | |
| 1. | Amparai U.C. | N.A. | 16,531 | - | - |
| 2. | Sammanthurai T.C. | 12,790 | 14,260 | 11.5 | 1.1 |
| 3. | Sammanthurai V.C. | N.A. | 14,384 | - | 4.0* |
| 4. | Kalmunai T.C. | 19,180 | 22,812 | 19.0 | 1.7 |
| 5. | Karavahu North V.C. | - | 19,655 | - | - |
| 6. | Karavahu West V.C. | - | 6,346 | - | - |
| 7. | Karavahu South V.C. | 35,716 | 16,978 | 20.3 | 1.9 |
| 8. | Karativu V.C. | 24,716 | 28,805 | 16.5 | 1.5 |
| 9. | Nintavur V.C. | | | | |
| 10. | Akkaraipathu North V.C. | N.A. | 23,065 | - | - |
| 11. | Akkaraipattu Central V.C. | 27,867 | 37,189 | 33.5 | 2.9 |
| Total (excluding 1,3 & 10) | | 120,269 | 146,045 | 21.4 | 1.9 |

Note: N.A.: Not Available

* : available from Assistant Government Agency (AGA) Division Office

4.2 人口推計

1971年に統計局は、2001年迄の人口予測にあたり3種類の年平均人口増加率を設定した。上限値2.2%、中間値1.8%、下限値1.4%であるが、調査区域内の年平均人口増加率は表-4.3に示したように1.9%であり、統計局の設定した中間値にほぼ等しいので、将来人口予測に調査区域内の過去の人口増加率を採用することは妥当と考えられる。

人口予測は、調査区域内の各自治体毎に過去の人口増加率を基に行なった。但し、増加率が2%を超える場合には、増加人口を受け入れる用地の不足等を考慮して2%とした。また、Karavahu South V.C.は既に飽和状態に達し増加人口を受け入れる余裕がない、と判断されるので人口増加は考えないこととする。

以上より人口予測を行なうと、調査区域内の年平均人口増加率は1.9%となり、その結果を表-4.4に示す。

Table 4.4 調査区域内の人口予測
Population Projection for Study Area

| Area | Population | | | | | | Study Area (ha) | Net Resident Density (Persons/ha) | Annual Growth Rate Adopted (Percent) |
|----------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|---|--|
| | 1981** | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | | | |
| 1. Amparai U.C. | 16,531 | 19,300 | 23,500 | 28,600 | 34,800 | 42,400 | 2,410 | 10 | 4.0 |
| Sub-total | 16,531 | 19,300 | 23,500 | 28,600 | 34,800 | 42,400 | 2,410 | 10 | 4.0 |
| 2. Samanthurai T.C. | 14,260 | 14,900 | 15,700 | 16,600 | 17,600 | 18,500 | 270 | 65 | 1.1 |
| 3. Samanthurai V.C. | 4,800* | 5,200 | 5,700 | 6,300 | 7,000 | 7,700 | 230 | 27 | 2.0 |
| 4. Kalmunai T.C. | 22,812 | 24,400 | 26,500 | 28,900 | 31,400 | 34,200 | 720 | 54 | 1.7 |
| 5. Karavahu North V.C. | 19,655 | 21,200 | 23,300 | 25,600 | 28,100 | 30,900 | 610 | 49 | 1.9 |
| 6. Karavahu West V.C. | 6,346 | 6,800 | 7,500 | 8,300 | 9,100 | 10,000 | 550 | 58 | 1.9 |
| 7. Karavahu South V.C. | 16,978 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 420 | 121 | 0 |
| 8. Karativu V.C. | 28,805 | 30,600 | 32,900 | 35,500 | 38,200 | 41,200 | 1,690 | 27 | 1.5 |
| 9. Ninatavur V.C. | | | | | | | | | |
| 10. Akkaraipattu North V.C. | 21,300* | 23,100 | 25,500 | 28,100 | 31,000 | 34,300 | 1,250 | 21 | 2.0 |
| 11. Akkaraipattu Central V.C. | 32,000* | 34,600 | 38,200 | 42,200 | 46,600 | 51,500 | 1,200 | 44 | 2.0 |
| Sub-total | 166,956 | 177,800 | 192,300 | 208,500 | 226,000 | 245,300 | 6,940 | 39 | 1.6 |
| Total | 183,487 | 197,100 | 215,800 | 237,100 | 260,800 | 287,800 | 9,350 | 31 | 1.9 |

* based on hearing from AGA Division

** population in residential area

第5章 既存水道施設

5.1 概要

NW S D Bは、国内8行政区に地方事務所を有し、東部州(Eastern Province)の Batticaloa地方事務所は、Amparai D.D.C.の既存施設を含め10カ所の水道施設を運営している。調査区域内の既存水道施設の概略を表-5.1に示す。地方事務所の監督の下に、Amparai水道施設とKalmunai水道施設の維持管理、水道料金支払書の送布等を行ない、Sammanthurai水道施設を建設中でもある。1968年に流域開発公社(River Valley Development Board)によって建設されたNaipuddimunai-Chennaikudi水道施設は、現在Karavahu V.C.によって運営されている。

5.2 歴史的経緯

1) Amparai水道施設

Amparai U.C.は1950年代にGal Oya計画の一環として建設され、入植地の建設とともに発展してきた。1954年に建設が始まり、1958年には計画水量6,500 m^3 /日の施設が完成した。水源はAmparai貯水池で、凝集沈殿した後、自然流下方式で給水している。圧力式ろ過装置は、当初の10年間使用していたが、その後の維持管理面や技術面での不備により放棄された。

2) Sammanthurai水道施設

1981年に建設が開始され、現在も工事中である。計画水源はKallarachel堰表流水であるが、事業予算不足のため取水・ろ過施設の建設が留保されている。代替水源として、NW S D Bは電気探査や試験井掘削による地下水調査を行っており、Kallarachel堰の南西1.3 kmの地点で46 m^3 /時の湧水量が計測された。

3) Kalmunai水道施設

1980年に完成し、2井の浅井戸、ばっ気ろ過施設、配水管および21の公共栓を有する。3井の浅井戸の内、1井は塩水化により放棄され、他の2井も取水能力の低下をきたし、朝・昼・夕の各々1時間の給水制限を余儀なくされている。

4) Naipuddimunai-Chennaikudi水道施設

1968年にRiver Valleys Development Boardによって建設され、Karavahu West V.C.地区に給水している。水源はKalmunai T.C.地区にある浅井戸で、施設

調査区域内の既存水道施設
Table 5.1 Existing Water Supply Scheme in the Project Area

| Items | Juguraj W.S.S. | Kalnural W.S.S. | Nalpoddinimal W.S.S. | Sannanthurai W.S.S. (under construction) |
|--|--|--|---|---|
| 1. Existing Water Scheme | | | | |
| Water Production (Design capacity) | 5,500 m ³ /d (1.44 mgd) | 550 m ³ /d (0.12 mgd) | 90 m ³ /d (0.12 mgd) | 2,200 m ³ /d (0.5 mgd) |
| Population served | 15,000 | 10,000 | 2,000 | - |
| Number of house connection and standpost | 2,000 house connections 150 standposts | No house connection 21 standposts | No house connection 11 standposts | No house connection 26 standposts |
| Number of water meters | 13mm 250 installed 13mm 100 reading | - | - | - |
| Raw water pumps | 2 No x 200mm x 150mm x 75 HP | 4 x 0.9 kW x 75mm | 2 Nos: 1 electric and 1 diesel, diameter 100mm | - |
| Raw water transmission main | 300mm (12") L = 1.9km (1.2 mi) | 75mm (3") L = 70m (0.99 mi) | 100mm (4") L = 1.6 km (1 mi) | - |
| Sedimentation basin | 4 basins 25.8m x 25.8m x 3m | - | - | - |
| Filter | - | 2 x 74.4 m ² (800 ft ²) slow filters, filtration rate 4.7 m/d (4 gal/ft ² /hr) | - | - |
| Transmission pumps | 2 Nos x Ø200 ^{mm} (8") Ø150 ^{mm} x 75 HP | 11 kW x 2 Nos | - | - |
| Transmission main | 150 ^{mm} (6") x 90 ^m (300 ft) 2 lines | 150mm (6") 720m (0.45 mi) | - | - |
| Clean water reservoir | V = 570 m ³ (125,000 gal) V = 210 m ³ (50,000 gal) V = 160 m ³ (35,000 gal) x 2 4.1 hrs retention time | V = 140 m ³ (30,000 gal) 6 hrs retention time | V = 90 m ³ (20,000 gal) 24 hrs retention time | V = 680 m ³ (150,000 gal) 7.4 hrs retention time |
| Distribution mains | Total CIP PVC GSP 300mm (12") 1410m 200mm (8") 1580 150mm (6") 8821 100mm (4") 11292 10234 467m 591m 75mm (3") 3737 3349 319 69 | 100mm (4") CI 1230m (0.94 mi) 75mm (3") PVC 3770m (2.34 mi) | 50mm - 38mm (2"-1 1/2") L = 2100m (1.3 mi) | 200mm (8") PVC 230m (0.14 mi) 150mm (6") " 3590m (2.23 mi) 100mm (4") " 870m (0.54 mi) 75mm (3") " 5340m (0.24 mi) |
| 2. Existing Water Sources | | | | |
| For Tank | | | | |
| Capacity | 8,800,000 m ³ (7,140 Mc.ft) | - | - | - |
| Catchment area | 17 km ² (6.6 mi ²) | - | - | - |
| Water surface area | 3.5 km ² (896 acre) | - | - | - |
| Water level: H.W.L., L.W.L. | HMC + 25.67m (87.5 ft M.S.L.) DHC + 22.68m (74.4 ft M.S.L.) | - | - | - |
| Inflow rate | 0.4 (m ³ /sec) (14.5 cusec) | - | - | - |
| For Shallow Well | | | | |
| Dimension | - | Ø6m (20 ft) d = 5.4m (18 ft) 2 Nos | - | - |
| Yield | - | 45 m ³ /d (9,900 gpd) | 90 m ³ /d (20,000 gpd) | - |
| Raw water pumps | - | 4 x 0.9 kW x 75mm | 2 x 100mm | - |
| Supply hours | - | 3 hrs per day | 2 hrs per day | - |

の運営は Kalmunai A G A によって行なわれている。

5.3 水 源

5.3.1 Senanayake Samudra 湖

湖は、Amparai 水道の水源となっている Amparai 貯水池の上流に位置している。1952 年、アメリカ合衆国の援助により Gal Oya 計画の下で灌漑・水道・水力発電などの多目的ダム湖として Inginiyagala に建設された。主なデータを下記に示す。

| | | |
|-------|--|------------|
| 集水面積 | : 995 km ² | |
| 総貯水量 | : 9.5 億 m ³ | |
| 湛水面積 | : 77.9 km ² | |
| 計画高水位 | : +79.20 m | |
| 計画低水位 | : +45.70 m | |
| 有効水深 | : 33.50 m | |
| 発電出力 | : 2.75 MW × 2 基 3.15 MW × 2 基 | 合計 11.8 MW |
| 放水路 | : 右岸～最大設計流量 1.3 m ³ /秒 左岸～ " 4.2 m ³ /秒 | |

放流量は灌漑局 (Irrigation Department) によりコントロールされ、発電後の右岸・左岸水路への放流水は、Gal Oya 川流域の水田や砂糖キビ畑を潤す。水道用には最低 0.7 m³/秒が保証されており、乾期でしかも非灌漑期でも最低 6 m³/秒の水量が河川維持用水として水力発電所を経由して右岸水路に放流されている。

5.3.2 Amparai 貯水池

貯水池は、1900年代に灌漑用として建設され、Gal Oya 計画完了後、水道専用に転用された。主なデータを下記に示す。

| | |
|-------|------------------------|
| 集水面積 | : 1.7 km ² |
| 総貯水量 | : 880 万 m ³ |
| 湛水面積 | : 3.6 km ² |
| 計画高水位 | : +26.68 m |
| 計画低水位 | : +22.68 m |
| 有効水深 | : 4.00 m |

左岸水路への放流水は、Aligalge 貯水池、Himidurawa 貯水池を経由して大部分が北

方ルートを通って Andellaoya 貯水池へ流入、一部分は Kondavattavan 貯水池を経由して Amparai 貯水池に流入する。貯水池には、水草の一種であるサルビニアが繁殖し、風まかせに水面を漂っている。池底に沈んだサルビニアの死骸は、原水に混じって取水されるため、取水ポンプの運転に悪影響を与え、処理水と一緒に蛇口から出てくる状態である。

5.3.3 浅井戸

Kalmunai 浄水場には3井の浅井戸があり、初期の取水能力は $545 \text{ m}^3/\text{日}$ であったが、塩水の浸入により1井は放棄された。他の2井も塩水化のため取水能力が低下し、1日3時間の制限給水を行なっている。井戸の寸法は直径 3.6 m 、深さ 6.0 m 、水深 1.5 m である。調査区域内には、ユニセフによって建設された浅井戸を水源とする水道施設が数カ所ある。

5.3.4 水 質

NWSDB には、コロンボの本部に水質試験室が1カ所あるだけである。水質試験の頻度は、大都市は毎月1回、中都市は2～3カ月に1回、小都市は6カ月に1回で、原水と共用栓からの採水の分析を行なっている。試験項目と水質基準を次頁に示す。

| <u>Physical items</u> | <u>Unit</u> | <u>Highest/Maximum desirable/permissible</u> |
|------------------------|----------------------|--|
| Turbidity | (JTU) | 2 / 10 |
| pH | - | 7.0 - 8.5 / 6.5 - 9.2 |
| Electric conductivity | ($\mu\text{S/cm}$) | - |
| Colour | (Hazen scale) | 5 / 50 |
| Total dissolved solids | (mg/l) | 500 / 1,500 |

| <u>Chemical items</u> | | |
|-----------------------|--------|-----------|
| Total alkalinity | (mg/l) | - |
| Chloride ion | (") | 200 / 600 |
| Nitrate nitrogen | (") | 45 |
| Nitrite nitrogen | (") | - |
| Ammonia nitrogen | (") | 0.5 |
| Albuminoid ammonia | (") | - |
| Iron Total | (") | 0.3 / 1.0 |
| Manganese (as Mn) | (") | 0.1 / 0.5 |

| <u>Chemical items</u> | <u>Unit</u> | <u>Highest/Maximum desirable/permissible</u> |
|--------------------------------------|-------------|--|
| Sulfate ion | (mg/l) | 200 / 400 |
| Magnesium (as Mg) | (") | 50 / 150 |
| Fluorides (as F) | (") | 1.5 |
| Total hardness (as CaCO_3) | (") | 100 / 500 |

Bacteriological items

| | | |
|----------------|-------------|--------|
| Coliform group | (MPN/100ml) | 10 MPN |
|----------------|-------------|--------|

(1) Amparai 貯水池

1980年から1982年にNWSDBで行なわれた水質試験結果を表-5.2に示す。また、現地調査期間中の貯水池の原水と沈でん水の水質分析結果を表-5.3に示す。水質の特徴は、病原菌の汚染の指標である大腸菌群が検出されず、藻類に起因すると思われる濁度が高いことである。原水はカビ臭が非常に強く、水処理も難しい。

(2) Kalmunai の浅井戸

表-5.4に示したように塩水化による塩素イオンおよび硬度が高かった。調査区域の地下水は、総じて高濃度の溶存鉄を含んでいるが、エアレーションと砂ろ過によつて許容量まで除去できる。また、地上からの汚染による大腸菌群は検出されなかった。

Table 5.2 Amparai 貯水池の源水の水質分析結果
Raw Water Quality of Amparai Tank

| Items | 1981 | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Jan. | Feb. | May | June | July | Aug. | Oct. | Nov. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | July | Nov. |
| Turbidity (JTU) | 10 | 60 | 7.6 | 9.4 | 7.2 | 13.5 | 30 | 2.9 | 4.0 | 8.4 | 64 | 10 | 6.0 | 5.8 |
| pH | 7.2 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.8 | 7.2 | 7.2 | 6.5 | 6.8 | 7.6 | 6.2 | 7.6 | 7.0 | 6.7 |
| Electric Conduc- tivity | 110 | 135 | 140 | 135 | 142 | 145 | 195 | 135 | 120 | 150 | 120 | 120 | 200 | 120 |
| Chloride Ion | 40 | 14 | 24 | 22 | 22 | 19 | 28 | 18 | 20 | 24 | 12 | 20 | 36 | 18 |
| Alkalinity | 40 | 48 | 52 | 32 | 56 | 53 | 65 | 52 | 39 | 58 | 40 | 54 | 56 | 54 |
| Dissolved Solids | 74 | 90 | 91 | 86 | 89 | 91 | - | 89 | 80 | 99 | 69 | 78 | 135 | 79 |
| Nitrates | MT |
| Nitrites | MT |
| Free Ammonia | 0.35 | 0.35 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.84 | 0.12 | 0.42 | 0.04 | 0.25 | 0.08 | - | 0.15 | - |
| Albuminoid Ammonia | 1.05 | 0.55 | 0.18 | 0.15 | 0.18 | 0.76 | 0.36 | 0.64 | 0.15 | 0.50 | 0.15 | - | 0.20 | 0.40 |
| Iron | 0.08 | 2.4 | 0.50 | 0.48 | 0.70 | 1.0 | 0.24 | 0.32 | 0.20 | 0.46 | 0.40 | 0.30 | 0.70 | 0.40 |
| Colour | 15 | 45 | 10 | 15 | 15 | 75 | 28 | 8 | 10 | 25 | 30 | 5 | 10 | 20 |

MT: Minute Trace

Source: NWSDB

Amparai 浄水場での水質分析結果
Table 5.3 Water Quality of Amparai W.S.S.

| Item | Raw Water | | | Settled Water | | Stand- post | Stand- post |
|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3 Mar 1982 | 10 Mar 1982 | 24 Mar 1982 | 3 Mar 1982 | 24 Mar 1982 | 3 Mar 1982 | 3 Mar 1982 |
| Distance from Plant | - | | | - | | 800 m | 2,300 m |
| Water Temperature °C | 30.5 | 30.5 | 28.0 | 30.5 | 28.0 | 29.5 | 30.6 |
| pH | 7.4 | 7.0 | 7.4 | 7.4 | 6.8 | 7.2 | 7.2 |
| Turbidity degree | 150 | 85 | 100 | 45 | 75 | 45 | 42 |
| Color " | 20 | 30 | 30 | 15 | 30 | 15 | 15 |
| Alkalinity mg/l | 34 | 35 | 36 | 34 | 30 | 28 | 26 |
| Potassium Permanganate Consumed " | 79.0 | 53.1 | - | 44.2 | - | 41.1 | 47.4 |
| Nitrate Nitrogen " | ND | - | - | ND | - | ND | ND |
| Ammonia Nitrogen " | 0.27 | 0.33 | 0.50 | 0.23 | 0.50 | - | - |
| Hardness " | 27 | - | 28 | 37 | - | 34 | 34 |
| Chloride Ion " | 20 | - | 20 | 22 | - | 21 | 22 |
| Phenols " | ND | - | - | - | - | - | - |
| Iron " | 0.20 | 0.40 (0.15) | 0.50 (0.15) | 0.05 | 0.25 (0.15) | 0.05 | 0.05 |
| Manganese " | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.09 | 0.02 | 0.02 |
| Chromium " | ND | - | - | - | - | - | - |
| Copper " | ND | - | - | - | - | - | - |
| Coliform Group Nos/ml | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | 0 |
| Total Colonies " | 229 | 720 | - | 72 | - | 6 | 6 |
| Residual Chlorine mg/l | - | - | - | 0.2 | - | 0.1 | 0 |

Note: ND : not detected

(): for dissolved iron

Table 5.4 Kalmunai 浄水場での水質分析結果
Water Quality of Kalmunai W.S.S.

| Item | | Raw Water | Finished Water | Standpost (1,600 m) |
|-------------------|--------|------------|----------------|---------------------|
| | | 8 Mar 1982 | 8 Mar 1982 | 8 Mar 1982 |
| pH | | 7.8 | 8.0 | 8.0 |
| Turbidity | degree | < 10 | < 10 | < 10 |
| Colour | " | 3 | 2 | 2 |
| Alkalinity | mg/l | 90 | 70 | 72 |
| Ammonia Nitrogen | " | 0.67 | 0.05 | 0.05 |
| Hardness | " | 350 | - | - |
| Chloride Ion | " | 290 | - | - |
| Iron | " | 1.30 | 0.10 | 0.15 |
| Manganese | " | 0.15 | 0.09 | 0.04 |
| Coliform Group | Nos/ml | 0 | 0 | 0 |
| Total Colonies | " | 21 | 0 | 80 |
| Residual Chlorine | mg/l | - | 2.0 | 0.1 |

5.4 既存水道施設

5.4.1 Amparai 水道施設

Amparai 貯水池から取水される原水は、貯水池の南東部に設けた取水ポンプ場で圧送され、口径 300 mm 導水管を通って浄水場に達する。貯水池から直接取水しているため、池底に堆積したサルベニアの死骸も同時に吸込んでいる。これを防止するため、NWSD B は取水管のまわりに直径 3.0 m の円筒形取水枠の設置を計画している。

市街地の中心部の小高い丘に、1954年と1958年の2度にわたって建設された浄水場は、バッチ式沈でん池4池と、前塩素や硫酸バンドの薬注設備等をもっている。4池の沈でん池は、凝集池と沈でん池を組み合わせたグループと、他の2池の沈でん池のグループに分

けられる。2時間の沈でん・排泥時間を含む1サイクル6時間で浄水処理した後、沈でん処理水は、高架水槽にポンプ圧送される。

6基の圧力式ろ過機は、浄水場建設当初に設置され、約10年間運転されていたが、操作・維持管理等の不備で以降20年間程運転されず、沈でん処理水を給水している状態である。場内には、容量320m³のRC製高架水槽2基と容量800m³の鋼製高架水槽2基が設けられ、自然流下方式により給水している。配水管は、口径150%以上は鑄鉄管、100%以下はPVCとGSPが布設されており、総延長は約33kmに及ぶ。

溶存鉄・マンガンの酸化、および配水管末での残留塩素0.1mg/lの保持を行なうため、3.0mg/lの前塩素処理を行なっている。当初、塩素処理にインド産のサラン粉を使用していたが、現在では国産の塩素ガスを使用している。

5.4.2 Kalmunai 水道施設

計画水量は550m³/日で、1980年に建設された。現在、塩水化による取水量低下のため、2井の浅井戸（直径3.6m、深さ6.0m）から交互に取水しており、1日3時間の制限給水を行なっている。

原水は、高濃度の溶存鉄を含んでおり、除鉄のためにエアレーションと緩速ろ過池を設けている。ばつ気された原水は、緩速ろ過池でろ過された後、送水ポンプ井で前塩素処理が行なわれる。除鉄・塩素処理された水は、容量140m³の高架水槽に貯留され、給水区域内の21カ所の共用栓から給水されている。

5.4.3 Sammanthurai 水道施設

現在工事中であるが、事業予算不足のためKallarachel堰表流水を水源とする取水・浄水施設の建設が留保されている。NWSDBは、電気探査と試験井掘削による地下水調査を行なっており、暫定的に、地下水をSammanthurai T.C. 南部の高架水槽へポンプ圧送し、塩素処理した後、配水することになるであろう。

配水施設には、容量680m³のRC高架水槽と口径75%～200%で総延長10kmの配水管があり、共用栓は26カ所設置されている。

5.4.4 Naipuddimunai - Chennaikudi 水道施設

Karavahu West V.C. に給水するため、1968年に建設された。2井の浅井戸（直径6.0m、深さ5.4m）、容量90m³のRC高架水槽、配水管等の施設を有しており、1日2時間の制限給水を行なっている。

5.5 施設の運転および維持管理

現在、Amparai 水道と Kalmunai 水道は、Regional Manager の監督の下に取水・浄水施設の運転、メーターの読み取り、専用栓の設置等を行なっている。

Amparai 水道は、場長の下に取水・送水・中継ポンプの運転に 12 名、事務所と薬品倉庫およびメーター等の給水資機材管理に 8 名、高架水槽の監視に 8 名、臨時を含む 8 名の作業員、計 40 名の職員で運転・維持管理を行なっている。職員の日課を下記に示す。

- 1) 取水ポンプの運転および沈でん池の間歇的水処理に伴なう送水ポンプの運転
- 2) 硫酸バンドと石灰の注入作業
- 3) スラッジと沈でん池清掃水の排出
- 4) 中継ポンプの運転
- 5) 高架水槽の監視
- 6) 給水装置の修繕
- 7) 管材料、バルブ、給水装置等の管理

総計 2,000 カ所の専用栓に対し、昨年からメーターの設置を行ない、現在までに 250 カ所の設置が終了している。その内の 100 カ所のメーターは、水道料金請求のため毎月 1 回の検針が行なわれている。

Kalmunai 水道は、3 名の職員により運転・維持管理が行なわれている。緩速ろ過池の砂面かき取り作業は 3 人の作業員が月 1 回 3～4 日かけて行なっている。

5.6 既存施設の評価

既存施設の評価を次に列記する。

5.6.1 Amparai 水道施設

- 1) 1950 年代に建設した施設なので老朽化している。
- 2) 取水施設でのサルビニアの死骸の混入取水を防止する必要がある。
- 3) 沈でん効率は、凝集処理工程がなく、更に不適切な薬注量のため良好でない。
- 4) 原水と同程度の水質の沈でん処理水が、住民に給水されている。
- 5) 現在より質の良い水を住民に供給するため、水処理工程の改善が必要である。
- 6) 新規水道施設の完成前に、現施設の改良を早急に行なうべきである。
- 7) 将来、既存の浄水場を配水センターとし、高架水槽を給水区域の内の低地帯への給水に利用する。

8) 将来、既存の配水管路を新規水道施設と一体化し、老朽管を布設替えする。

5.6.2 Kalmunai 水道施設

- 1) 地下水は、浅井戸に隣接したラグーンの塩水の影響を受けている。
- 2) 高架水槽を新規施設でも利用する。
- 3) 配水管路を新規施設に一体化する。
- 4) 浄水場は、新規施設完成の後に廃止する。

5.6.3 Sammanthurai 水道施設

- 1) 取水・浄水施設の建設は、NWSDBの事業予算不足のため留保されている。
- 2) 浄水処理をせずに水道水を簡易に供給するため、電気探査や試験井掘削等による地下水調査を行なっている。が、口径65mm、深さ9.0mの試験井からの地下水は8.0mg/lの鉄、0.21mg/lのマンガンおよび2.67mg/lのアンモニアを含んでおり、これらの除去にエアレーションと緩速ろ過が必要である。
- 3) Sammanthurai 地区には、暫定的に無塩素処理の地下水が供給されるであろう。
- 4) 既存の施設を新規施設に統合する。

5.6.4 Naipuddimunai - Chennaikudi 水道施設

- 1) 容量90m³の高架水槽を新規施設に統合する。
- 2) 浅井戸は、新規施設完成の後に廃止する。

5.7 Amparai 浄水場の改造計画

浄水場の改造にあたり、現在の水処理工程の改善を計るため、以下の提言を行なう。

- 1) 沈でん池をバッチ式から連続式に変えることにより、現在の処理能力2,600 m³/日を5,300 m³/日に増量する。
- 2) 凝集効果を上げるため、既存の沈でん池内に凝集かく拌プロセスを設ける。
- 3) 沈でん池の上澄水のみを引抜く。
- 4) 硫酸バンドと消石灰の溶解槽を備え、適切な薬注率にする。

上記の事項を実現するためには以下のような改善計画が必要である。

- 1) 2池を1組とし、各々を凝集池、沈でん池として使用する。又、短絡流や滞流を防止するため導流壁を設置する。(資料D-19、20参照)
- 2) 急速かく拌を凝集池流入口で原水の残存水頭を利用して行なう。凝集池には水平迂流式の阻流板を設ける。

3) 越流壁を送水ポンプの吸込管のまわりに設ける。

4) 下記に示す溶解槽を設ける。

硫酸バンド溶解槽 : 3.5 m³

消石灰溶解槽 : 0.7 m³

2槽の容量は、各々1日分の薬注量相当とし、注入は自然流下方式とする。

5) 硫酸バンドの注入率の増加によるアルカリ度の低下に対し、pH調整のため薬注率の増加と後アルカリ(消石灰)を行なうべきである。適切な薬注率を下記に示す。

| 薬品名 | 現況 | 改善案 |
|-------|----------|----------|
| 塩素 | 3.0 mg/l | 5.0 mg/l |
| 硫酸バンド | 22.0 | 75.0 |
| 消石灰 | — | 12.0 |

第6章 広域水道施設全体計画

6.1 概要

本章では、アンパライ広域水道施設の全体計画を述べる。計画は2005年までの人口予測を基に調査区域の内陸部、沿岸部の人口密集地を適宜区域分けし、給水区域を設定して進めた。

将来の水需要は、家事用水（専用栓・共用栓使用者数に各々の1人1日当り使用水量を乗じた水量）、商業用水、事務用水、病院用水、学校用水、工場用水と予想される漏水の合計水量である。

将来の水需要に応じるための将来水源として、Amparai地区水道施設にはAmparai貯水池とKondavattavan貯水池、Coastal地区水道施設にはKallarachel, Sambuveli, Kaljodai 堰の表流水を予定し、水源環境、貯水量、流量、原水水質等の調査を行なった。原水水質分析と凝集試験の結果を基に、水処理工程を検討し、適切な薬品注入率を決定した。

地理的条件より、計画給水区域はAmparai地区とCoastal地区に2分される。各々の給水区域に対して、上記5水源の組合せによる幾つかの代替案が考えられる。これらの代替案を比較検討し、建設費、維持管理費等が最小となるような将来計画を策定した。

6.2 計画給水区域

目標年次2005年の計画給水区域を下記に示す。

Amparai地区：Urban Council地域よりAmparai貯水池およびその上流側周辺部を除く。

Sammanthurai地区：T.C.地域およびV.C.地域の北部。

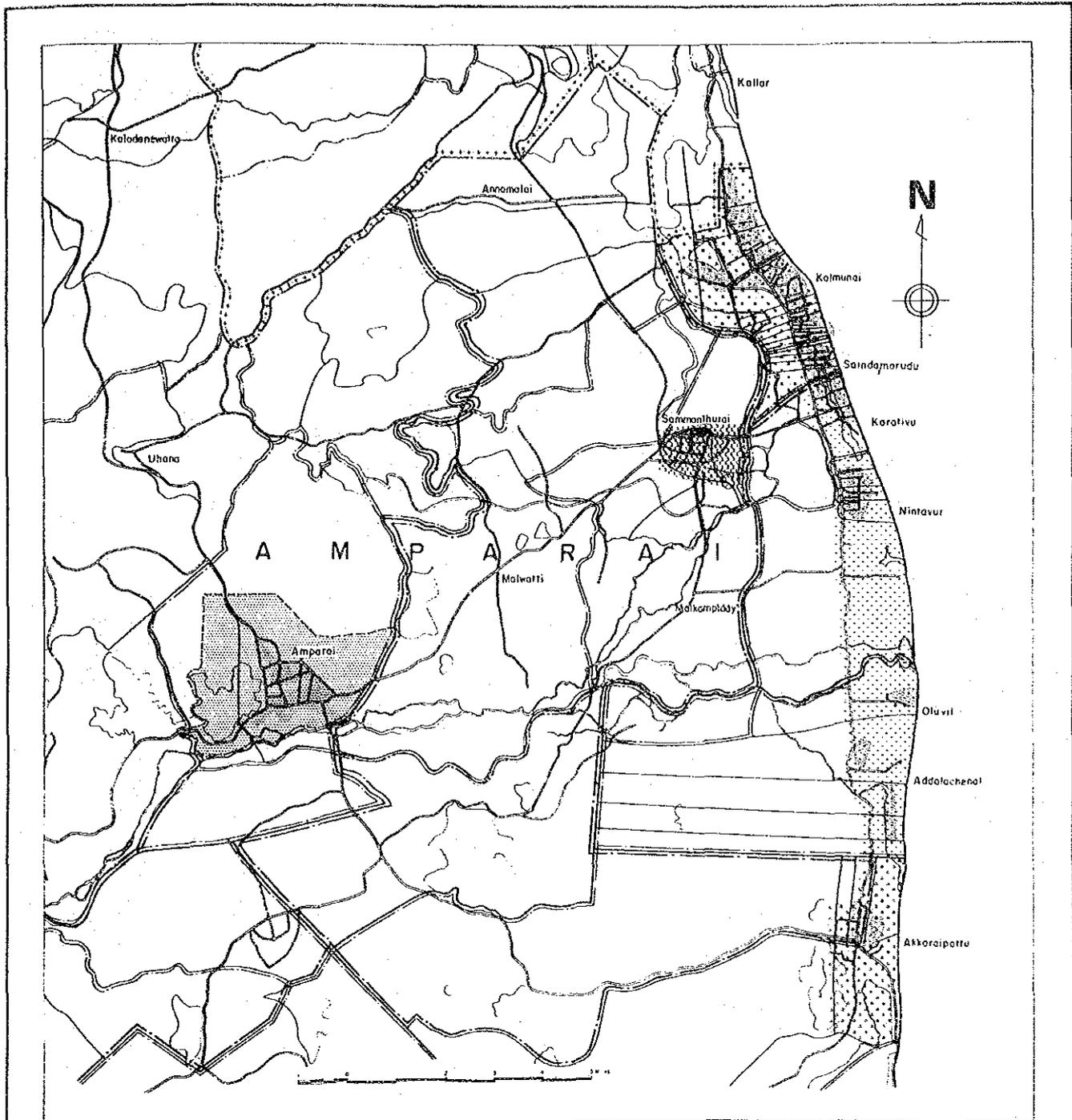
Kalmunai地区：Kaimunai T.C., Karavahu West・North・South V.C.地域より水田とラグーンを除く。

KarativuとNintavur地区：Karativu V.C.地域およびNintavur V.C.地域より水田とラグーンを除く。

AddalachenaiとAkkaraipattu地区：Akkaraipattu North・Central V.C.地域より水田とラグーンを除く。

現在の人家密集地域および1995年と2005年の計画給水区域を各々図-6.1、6.2、6.3に示す。また、計画給水面積は次のとおりである。

現在の密集地域
 Fig. 6.1 Present Congested Town Area



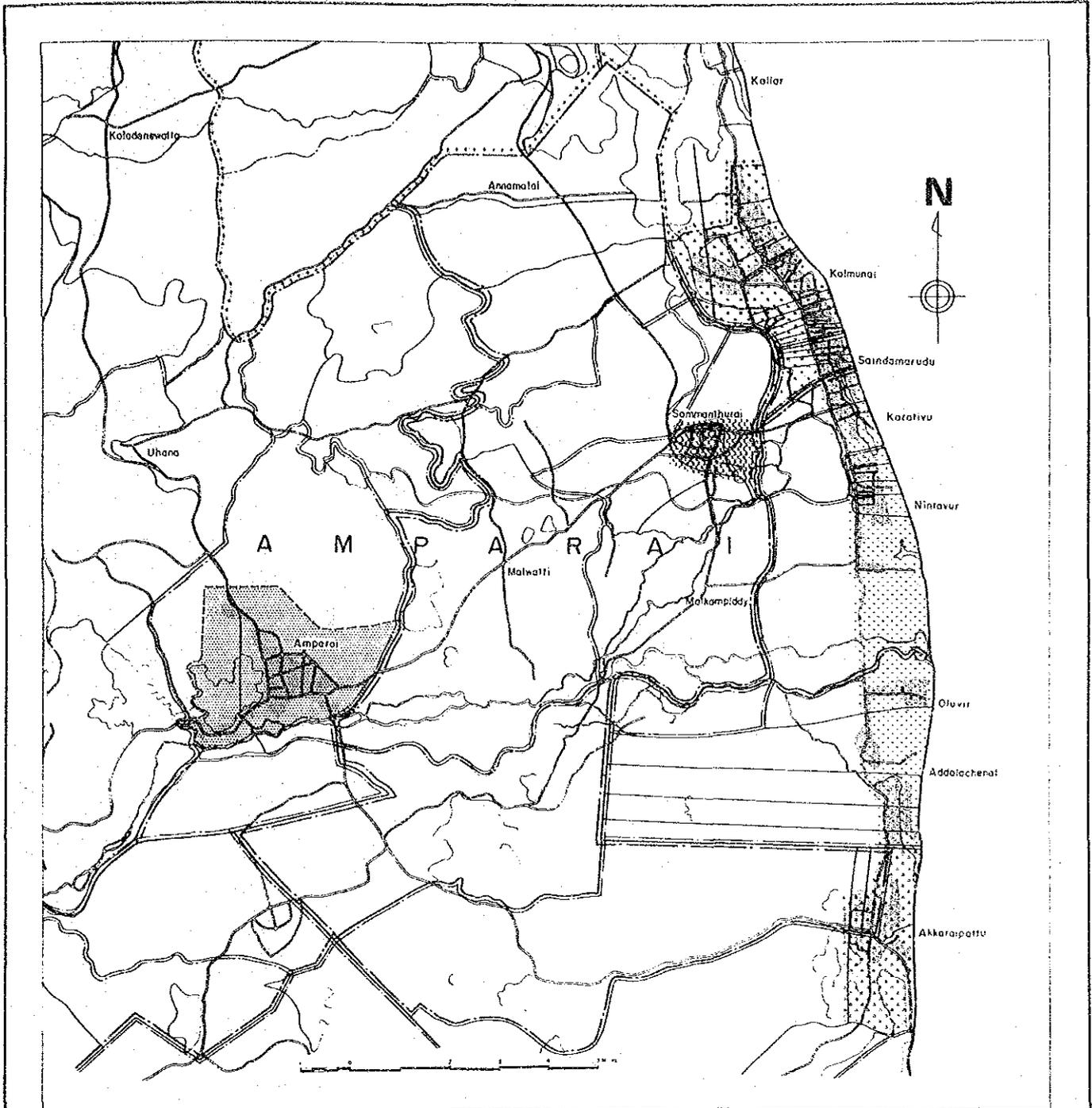
REFERENCE

- +++++ District Boundary
- D.R.O's Divison Boundary
- Grama Sevaka Division Boundary
- Municipal, Urban, Town & Village Council Limits
- Electoral District Boundary
- Congested Area

Remark

- Study Area
- KALMUNAI + SAINDAMARUDU
 - AMPARAI U.C.
 - AKKARAIPATTU T.C.
 - SAMMANTHURAI T.C.
 - Coastal area - KARATIVU + NINTAVUR

目標年次1995年の計画給水区域
 Fig. 6.2 Service Area in the Target Year 1995



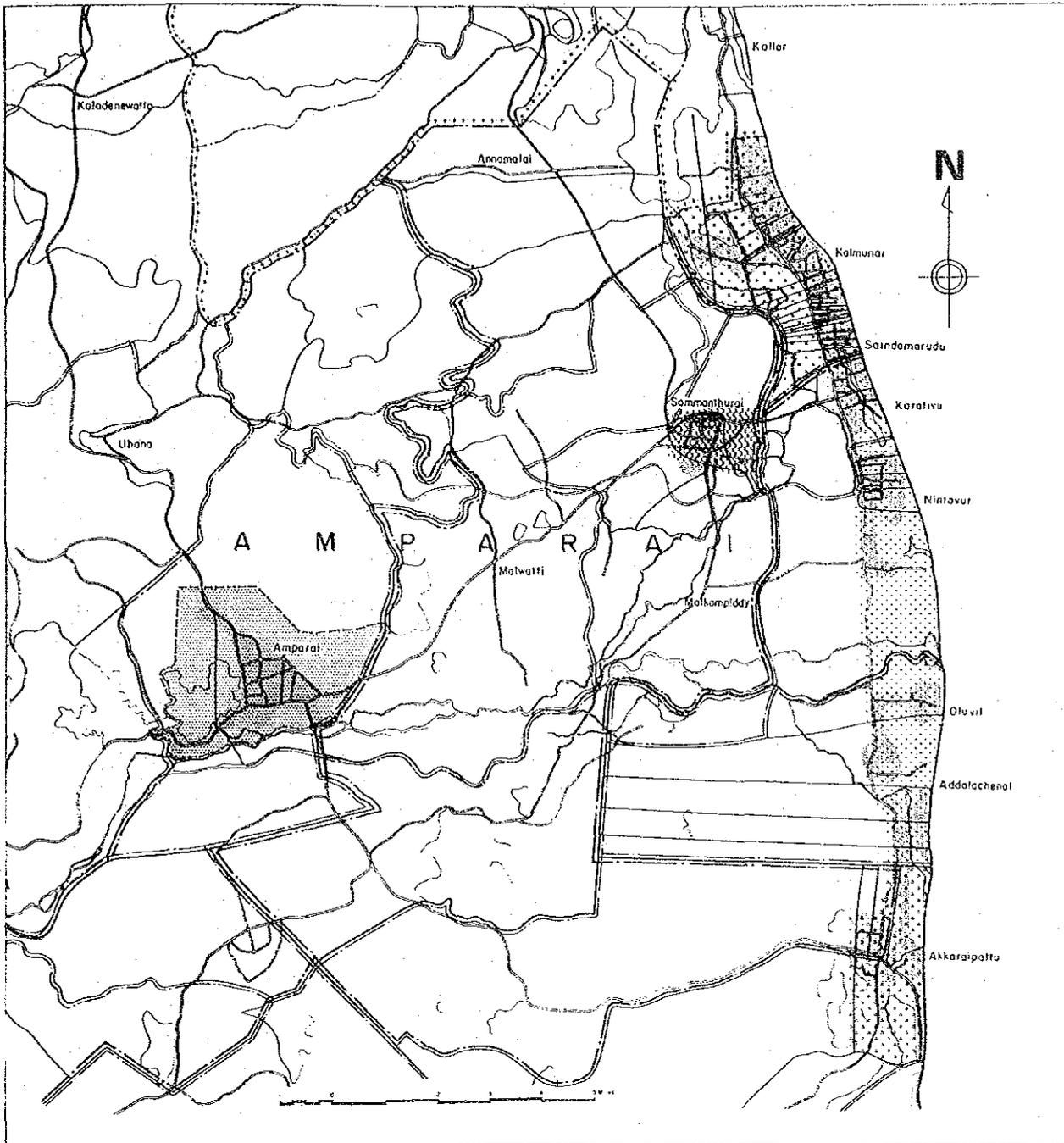
REFERENCE

- +++++ District Boundary
- D.R.O's Divison Boundary
- Grama Sevaka Division Boundary
- Municipal, Urban, Town & Village Council Limits
- Electoral District Boundary
- Service Area

Remark

- Study Area
- KALMUNAI + SAINDAMARUDU
- AMPARAI U.C.
- AKKARAIPATTU T.C.
- SAMMANTHURAI T.C.
- Coastal arera-KARATIVU + NINTAVUR

目標年次 2005 年の計画給水区域
 Fig. 6.3 Service Area in the Target Year 2005



REFERENCE

- +++++ District Boundary
- D.R.O's Divison Boundary
- Grama Sevaka Division Boundary
- Municipal, Urban, Town & Village Council Limits
- Electoral District Boundary
- ▨ Service Area

Remark

- Study Area
- ▨ KALMUNAI + SAINDAMARUDU
 - ▨ AMPARAI U.C.
 - ▨ AKKARAIPATTU T.C.
 - ▨ SAMMANTHURAI T.C.
 - ▨ Coastal arera-KARATIVU+NINTAVUR

| 給水地区 | 目標年次 | |
|------------|--------|--------|
| | 1995年 | 2005年 |
| Amparai 地区 | 527 ha | 672 ha |
| Coastal 地区 | 2,205 | 2,653 |
| 合 計 | 2,732 | 3,325 |

6.3 水需要予測

アンケート調査により、生活用水、業務営業用水等の水使用状況を調べ、さらに Amparai 地区については将来都市計画をも考慮して水需要予測を行なう。

6.3.1 計画給水人口

将来人口は表-4.4に示したとおりであるが、現在の給水人口は Amparai 地区で約15,000人、Kalmunai 地区で約10,000人で、普及率は各々90%、44%である。そこで計画給水人口を算出するため、次のような普及率の設定を行なう。

1985年に Amparai 地区で90%、Coastal 地区で50%、2005年に各々95%、90%とする。また、中間年度においては等差数列的に増加するものとする。現在、受水者は専用栓利用者と共用栓利用者とに分れているが、この比率が将来どうなるかは、現地調査結果を考慮し、下表のように設定した。また計画給水人口を表-6.4に示した。

| 目標年次 | Amparai 地区 | | Coastal 地区 | |
|-----------|------------|-----|------------|-----|
| | 専用栓 | 共用栓 | 専用栓 | 共用栓 |
| 1981~1985 | 60% | 40% | 30% | 70% |
| 2005 | 70 | 30 | 60 | 40 |

6.3.2 生活用水

現在の生活用水原単位は、専用栓利用者が91ℓ/人/日、共同栓利用者が38ℓ/人/日という調査結果が得られた。低水圧で質・量とも不十分な水道なので、専用栓利用者の水使用量が多少低く抑えられている。そこで、新設浄水場が完成し多量の浄水が給水された際には、生活用水原単位の増加が予想される。また NWSDB の将来原単位の採用値40ℓ/人/日を考慮して次のように設定した。

専用栓利用者の生活用水原単位

| | |
|------------------|------------------|
| 1981年 : 135ℓ/人/日 | } 年平均原単位増加率 1.2% |
| 1995年 : 160ℓ/人/日 | |
| 2005年 : 180ℓ/人/日 | |

Table 6.4 計画給水人口
Population Served

| | Served Population Rate | | | Population Served | | |
|----------------------|------------------------|------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | 1985 | 1995 | 2005 | 1985 | 1995 | 2005 |
| | % | % | % | | | |
| Amparai U.C. | 90 | 92 | 95 | 17,400 | 26,300 | 40,300 |
| | H 60 | 65 | 70 | 10,400 | 17,100 | 28,200 |
| | S 40 | 35 | 30 | 7,000 | 9,200 | 12,100 |
| Sanmanthurai T.C. | 50 | 70 | 90 | 7,500 | 11,600 | 16,700 |
| | H 30 | 45 | 60 | 2,250 | 5,200 | 4,100 |
| | S 70 | 55 | 40 | 1,800 | 2,400 | 2,800 |
| Sanmanthurai V.C. | 50 | 70 | 90 | 2,600 | 4,400 | 6,900 |
| | H 30 | 45 | 60 | 800 | 2,000 | 4,100 |
| | S 70 | 55 | 40 | 1,800 | 2,400 | 2,800 |
| Kalmunai T.C. | 50 | 70 | 90 | 12,200 | 20,200 | 30,800 |
| | H 30 | 45 | 60 | 3,700 | 9,100 | 18,500 |
| | S 70 | 55 | 40 | 8,500 | 11,100 | 12,300 |
| Karavahu North V.C. | 50 | 70 | 90 | 10,600 | 17,900 | 27,800 |
| | H 30 | 45 | 60 | 3,200 | 8,000 | 16,700 |
| | S 70 | 55 | 40 | 7,400 | 9,900 | 11,100 |
| Karavahu West V.C. | 50 | 70 | 90 | 3,400 | 5,800 | 9,000 |
| | H 30 | 45 | 60 | 1,000 | 2,600 | 5,400 |
| | S 70 | 55 | 40 | 2,400 | 3,200 | 3,600 |
| Karavahu South V.C. | 50 | 70 | 90 | 8,500 | 11,900 | 15,300 |
| | H 30 | 45 | 60 | 2,550 | 5,400 | 9,200 |
| | S 70 | 55 | 40 | 5,950 | 6,500 | 6,100 |
| Karativu V.C. | 50 | 70 | 90 | | | |
| | H 30 | 45 | 60 | | | |
| | S 70 | 55 | 40 | | | |
| Nintavur V.C. | 50 | 70 | 90 | 15,300 | 24,900 | 37,000 |
| | H 30 | 45 | 60 | 4,600 | 11,200 | 22,200 |
| | S 70 | 55 | 40 | 10,700 | 13,700 | 14,800 |
| Akkaraipattu N. V.C. | 50 | 70 | 90 | 11,500 | 19,700 | 30,900 |
| | H 30 | 45 | 60 | 3,400 | 8,900 | 18,500 |
| | S 70 | 55 | 40 | 8,100 | 10,800 | 12,400 |
| Akkaraipattu C. V.C. | 50 | 70 | 90 | 17,300 | 29,600 | 46,400 |
| | H 30 | 45 | 60 | 5,200 | 13,300 | 27,900 |
| | S 70 | 55 | 40 | 12,100 | 16,300 | 18,500 |
| Total | | | | 106,300 | 172,300 | 261,100 |
| H: House Connection | | | H | 37,100 | 82,800 | 160,700 |
| S: Standpost | | | S | 69,200 | 89,500 | 100,400 |
| | | | <u>Amparai</u> | <u>17,400</u> | <u>26,300</u> | <u>40,300</u> |
| | | | H | 10,400 | 17,100 | 28,200 |
| | | | S | 7,000 | 9,200 | 12,100 |
| | | | <u>Coastal</u> | <u>88,900</u> | <u>146,000</u> | <u>220,800</u> |
| | | | H | 26,700 | 65,700 | 132,500 |
| | | | S | 62,200 | 80,300 | 88,300 |

共用栓利用者の生活用水原単位

各年度にわたり一律40ℓ/人/日

上記の値に基づいて算出した生活用水需要量を表-6.5に示す。

6.3.3 非生活用水

非生活用水は、官公庁・事務所の営業用、学校用、病院用、工場用等であるが、各々の需要水量の算出方法を以下に述べる。

1) 学校用水

小中学校の生徒数は、Amparai D.D.C. 教育局によると、全人口の25.4%を占めている。また、生徒1人当りの使用水量(以下学校用水原単位という)は、アンケート調査の結果4ℓ/人/日であった。

需要水量は、生徒数に学校用水原単位を乗じて得られるが、給水人口に対する生徒数の割合に前記の比率(25.4%)を適用し、また、原単位を1985年が4ℓ/人/日、1995年が10ℓ/人/日、2005年が20ℓ/人/日と設定して算出した需要水量は表-6.6のとおりである。

2) 病院用水

病院用水は、ベッド数にベッド当りの使用水量(以下病院用水原単位という)を乗じて得られる。ベッド数は、過去の人口増加率と同じ率で増加するものと仮定する。Amparai 地区は4.0%、Coastal地区は2.1%の年平均増加率である。が、病院用水原単位については、現在の原単位500ℓ/ベッド/日が将来も不変であると仮定する。以上より病院用水需要量の算出結果を表-6.7に示す。

3) 業務営業用水

業務営業用水は、官公庁、銀行、宗教施設、ホテル、商店、レストラン等の施設数に基づき算出されるが、Amparai U.C. では現在約100m³/日で、生活用水の9%に相当している。従って、将来の行政・流通サービスの増大を考慮し、計画給水区域全域に対して生活用水需要量の10%を見込むものとする。

4) 工場用水

工場用水需要量は、企業の業種により異なり、将来の確とした需要水量を予測することは難しい。Amparai U.C. での現在の工場用水量は、約50m³/日で生活用水需要量の4.5%である。

将来予測値としては、将来良質で豊富な水が供給される時に新しい企業が立地すること

生活用水需要量
Table 6.5 Water Demand for Domestic Consumption

(Unit : m³/d)

| | | 1985 | 1995 | 2005 |
|--------------------------|---|-------|--------|--------|
| Amparai U.C. | | 1,757 | 3,104 | 5,560 |
| | H | 1,477 | 2,736 | 5,076 |
| | S | 280 | 368 | 484 |
| Sammanthurai T.C. | | 530 | 1,088 | 2,068 |
| | H | 320 | 832 | 1,800 |
| | S | 210 | 256 | 268 |
| Sammanthurai V.C. | | 186 | 416 | 850 |
| | H | 114 | 320 | 738 |
| | S | 72 | 96 | 112 |
| Kalunai T.C. | | 865 | 1,900 | 3,822 |
| | H | 525 | 1,456 | 3,330 |
| | S | 340 | 444 | 492 |
| Karavahu North V.C. | | 750 | 1,676 | 3,450 |
| | H | 454 | 1,280 | 3,066 |
| | S | 296 | 396 | 444 |
| Karavahu West V.C. | | 238 | 544 | 1,116 |
| | H | 142 | 416 | 972 |
| | S | 96 | 128 | 144 |
| Karavahu South V.C. | | 600 | 1,124 | 1,900 |
| | H | 362 | 864 | 1,656 |
| | S | 238 | 260 | 244 |
| Karativu V.C. | | 1,081 | 2,340 | 4,588 |
| | H | 653 | 1,792 | 3,996 |
| Nintavur V.C. | | 428 | 548 | 592 |
| | S | 428 | 548 | 592 |
| Akkarapattu North V.C. | | 807 | 1,856 | 3,826 |
| | H | 483 | 1,424 | 3,330 |
| | S | 324 | 432 | 496 |
| Akkarapattu Central V.C. | | 1,222 | 2,780 | 5,762 |
| | H | 738 | 2,128 | 5,022 |
| | S | 484 | 652 | 740 |
| Total | | 8,036 | 16,828 | 32,942 |
| | H | 5,268 | 13,248 | 28,926 |
| | S | 2,768 | 3,580 | 4,016 |
| <u>Amparai</u> | | 1,757 | 3,184 | 5,560 |
| | H | 1,477 | 2,736 | 5,076 |
| | S | 280 | 368 | 484 |
| <u>Coastal</u> | | 6,279 | 13,724 | 27,382 |
| | H | 3,791 | 10,512 | 23,850 |
| | S | 2,488 | 3,212 | 3,532 |

Table 6.6 学校用水需要量
Water Demand for Educational Institution

| Name of Council | 1985 | | 1995 | | 2005 | |
|---------------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|------------------|
| | No. of Pupil | Demand | No. of Pupil | Demand | No. of Pupil | Demand |
| Anparai U.C. | 4,400 | 22 | 6,600 | 66 | 10,100 | 202 |
| Sammanthurai T.C. | 1,900 | 10 | 2,900 | 29 | 4,200 | 84 |
| Sammanthurai V.C. | 700 | 4 | 1,100 | 11 | 1,700 | 34 |
| Kalmunai T.C. | 3,000 | 15 | 5,000 | 50 | 7,700 | 154 |
| Karavahu North V.C. | 2,600 | 13 | 4,500 | 45 | 7,000 | 140 |
| Karavahu West V.C. | 900 | 4 | 1,500 | 15 | 2,300 | 46 |
| Karavahu South V.C. | 2,100 | 10 | 3,000 | 30 | 3,800 | 76 |
| Karativu V.C. | 3,800 | 19 | 6,200 | 62 | 9,200 | 184 |
| Nintavur V.C. | | | | | | |
| Akkaraipattu North V.C. | 2,900 | 15 | 4,900 | 49 | 7,700 | 154 |
| Akkaraipattu Central V.C. | 4,300 | 21 | 7,400 | 74 | 11,600 | 232 |
| Total | 26,600 (22,200) | 133 (111) | 43,100 (36,500) | 431 (365) | 65,300 (55,200) | 1,306 (1,104) |

() shows water demand in Coastal Area

Table 6.7 病院用水需要量
Water Demand for Hospital

| Name of Council | 1981 | | 1985 | | 1995 | | 2005 | |
|---------------------------|------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|--|
| | No. of Bed | No. of Bed | Demand | No. of Bed | Demand | No. of Bed | Demand | |
| Anparai U.C. | 168 | 197 | 99 | 290 | 145 | 430 | 215 | |
| Sammanthurai T.C. | 40 | 44 | 22 | 55 | 28 | 70 | 35 | |
| Sammanthurai V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Kalmunai T.C. | 175 | 192 | 96 | 240 | 120 | 300 | 150 | |
| Karavahu North V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Karavahu West V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Karavahu South V.C. | 12 | 13 | 7 | 15 | 8 | 20 | 10 | |
| Karativu V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Nintavur V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Akkaraipattu North V.C. | - | - | - | - | - | - | - | |
| Akkaraipattu Central V.C. | 36 | 29 | 20 | 50 | 25 | 60 | 30 | |
| Total | 431 | 485 | 244 | 650 | 326 | 780 | 440 | |

を考慮し、Amparai 地区は生活用水の 10%、Coastal 地区は 5%を見込むものとする。

6.3.4 漏水

Amparai と Kalmunai の既存水道施設には、全配水量を計測する親メーターが設置されておらず、Amparai 水道施設での専用栓のメーター設置率は僅か 12%なので、全体の漏水量を把握することは難しい。従って、計画漏水量として、NWSDB が使用している値を採用し、生活用水量の 10%を漏水量と設定する。

6.3.5 水需要予測のまとめ

1) 1日平均給水量

1981年、1985年、1995年および2005年の生活用水・非生活用水・漏水等を含んだ一日平均給水量を表-6.8～6.11に示す。

2) 1日最大給水量

1日最大給水量に対する1日平均給水量の負荷率は、熱帯のジャカルタやバンコク等の大都市水道において0.88～0.90である。が、そのような高負荷率は、需要に対して不十分な給水量のためと考えられる。一般に、季節変動のある地方水道の負荷率は低く、大都市や工業都市水道の負荷率は高い。本計画区域の状況（乾期と雨期があり、居住地域が大部分を占めている）を考慮して、負荷率を多少低めの0.8に設定する。また、1日最大給水量等の諸元を表-6.12に、将来の水需要量を図-6.4に示す。

$$\text{負荷率} = \frac{\text{1日平均給水量}}{\text{1日最大給水量}} = 0.8$$

Table 6.8 1日平均給水量(1981年)
Water Demand in 1981

Unit: m³/d

| | Domestic (1) | School (2) | Hospital (3) | Institu- -tion (4) | Industry (5) | Sub- total (6) | Leakage (7) | Total (8) | Rounded Total |
|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------|------------------|
| Amparai U.C. | 1,040 | 30 | 90 | 100 | 50 | 1,310 | 1,270 | 2,580 | |
| Sanmanthurai T.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Sanmanthurai V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Kalmunai T.C. | 500 | - | - | - | - | 500 | 50 | 550 | |
| Karavahu N.V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Karavahu W.V.C. | 80 | - | - | - | - | 80 | 10 | 90 | |
| Karavahu S.V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Karativu V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Nintavur V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Akkaraipattu N.V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Akkaraipattu C.V.C. | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 1,620 | 30 | 90 | 100 | 50 | 1,890 | 1,330 | 3,220 | |

Table 6.9 1日平均給水量(1985年)
Water Demand in 1985

Unit: m³/d

| | Domestic (1) | School (2) | Hospital (3) | Institu- -tion (4) | Industry (5) | Sub- total (6) | Leakage (7) | Total (8) | Rounded Total |
|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------|------------------|
| Amparai U.C. | 1,757 | 22 | 99 | 176 | 176 | 2,230 | 223 | 2,453 | 2,500 |
| Sammanthurai T.C. | 530 | 10 | 22 | 53 | 27 | 642 | 54 | 706 | 700 |
| Sammanthurai V.C. | 186 | 4 | - | 19 | 9 | 218 | 22 | 240 | 200 |
| Kalmunai T.C. | 865 | 15 | 9 | 86 | 43 | 1,105 | 110 | 1,215 | 1,200 |
| Karavahu N.V.C. | 750 | 13 | - | 75 | 38 | 876 | 88 | 964 | 1,000 |
| Karavahu W.V.C. | 238 | 4 | - | 24 | 12 | 278 | 28 | 306 | 300 |
| Karavahu S.V.C. | 600 | 10 | 7 | 60 | 30 | 707 | 71 | 778 | 800 |
| Karativu V.C. | 1,081 | 19 | - | 108 | 54 | 1,262 | 126 | 1,388 | 1,400 |
| Nintavur V.C. | | | | | | | | | |
| Akkaraipattu N.V.C. | 807 | 15 | - | 81 | 40 | 943 | 94 | 1,037 | 1,000 |
| Akkaraipattu C.V.C. | 1,222 | 21 | 20 | 122 | 61 | 1,446 | 145 | 1,591 | 1,600 |
| Total | 8,036 | 133 | 244 | 804 | 490 | 9,707 | 971 | 10,678 | 10,700 |

Table 6.10 1日平均給水量 (1995年)
Water Demand in 1995

Unit: m³/d

| | Domestic (1) | School (2) | Hospital (3) | Institu- -tion (4) | Industry (5) | Sub- total (6) | Leakage (7) | Total (8) | Rounded Total |
|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------|------------------|
| Amparai U.C. | 3,104 | 66 | 145 | 310 | 310 | 3,955 | 394 | 4,239 | 4,300 |
| Sammanthurai T.C. | 1,088 | 29 | 28 | 109 | 54 | 1,308 | 131 | 1,439 | 1,400 |
| Sammanthurai V.C. | 416 | 11 | - | 42 | 21 | 490 | 49 | 539 | 2,600 |
| Kalmunai T.C. | 1,900 | 50 | 120 | 190 | 95 | 2,355 | 235 | 2,590 | 2,600 |
| Karavahu N.V.C. | 1,676 | 45 | - | 168 | 84 | 1,973 | 197 | 2,170 | 2,200 |
| Karavahu W.V.C. | 544 | 15 | - | 54 | 27 | 640 | 64 | 704 | 700 |
| Karavahu S.V.C. | 1,124 | 30 | 8 | 112 | 56 | 1,330 | 133 | 1,463 | 1,500 |
| Karativu V.C. | 2,340 | 62 | - | 234 | 117 | 2,753 | 275 | 3,028 | 3,000 |
| Nintavur V.C. | | | | | | | | | |
| Akkaraipattu N.V.C. | 1,856 | 49 | - | 185 | 93 | 2,183 | 218 | 2,401 | 2,400 |
| Akkaraipattu C.V.C. | 2,780 | 74 | 25 | 278 | 139 | 3,296 | 330 | 3,626 | 3,600 |
| Total | 16,828 | 431 | 326 | 1,682 | 996 | 20,263 | 2,026 | 22,289 | 22,300 |

1 日平均給水量 (2005 年)
Table 6.11 Water Demand in 2005

Unit: m³/d

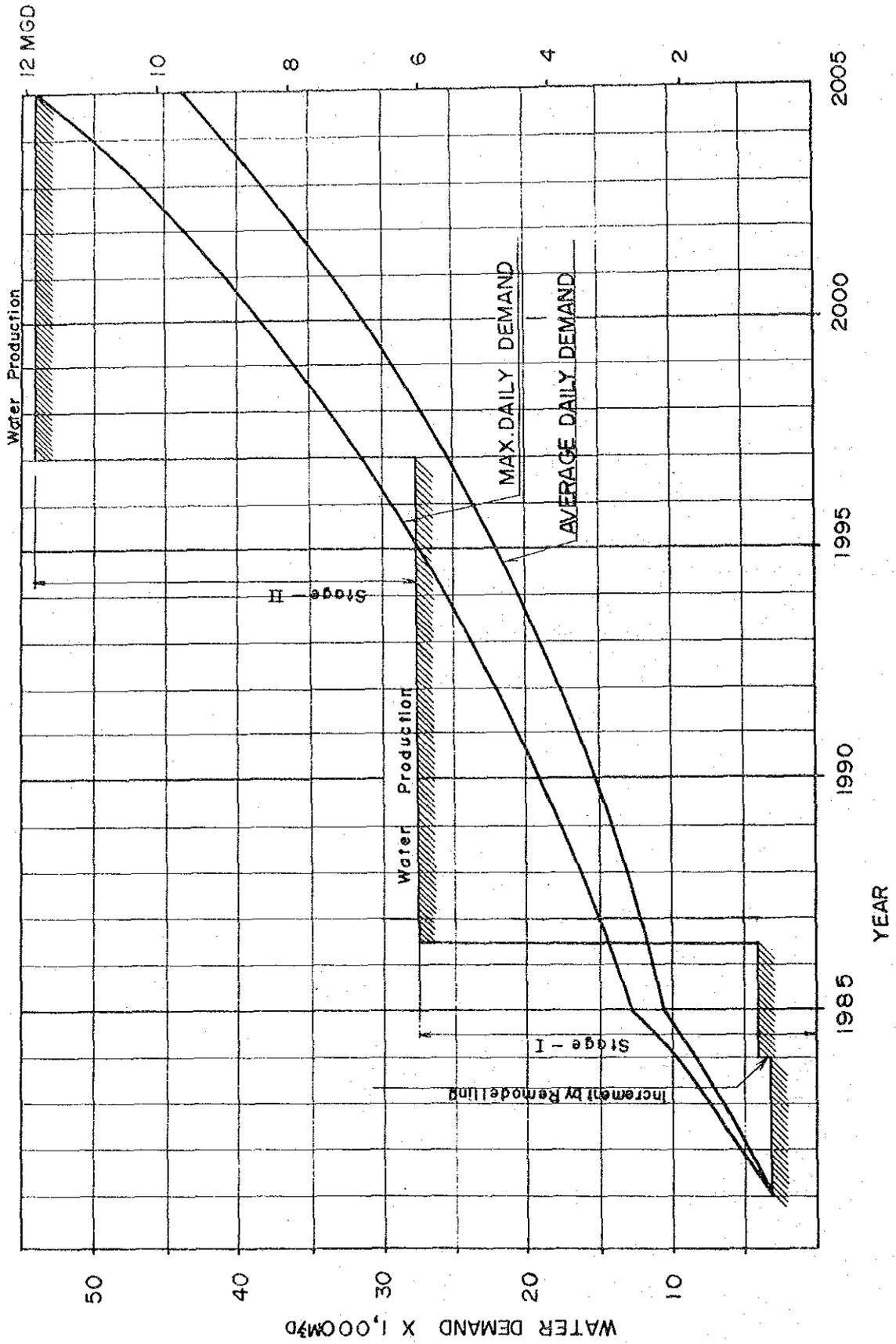
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | Rounded Total |
|---------------------|----------|--------|----------|-------------------|----------|---------------|---------|--------|---------------|
| | Domestic | School | Hospital | Institu- -tion | Industry | Sub- total | Leakage | Total | |
| Amparai U.C. | 5,560 | 202 | 215 | 556 | 556 | 7,089 | 709 | 7,798 | 7,800 |
| Sammanthurai T.C. | 2,068 | 84 | 35 | 207 | 103 | 2,497 | 250 | 2,747 | 2,700 |
| Sammanthurai V.C. | 850 | 34 | - | 85 | 43 | 1,012 | 101 | 1,113 | 1,100 |
| Kalmunai T.C. | 3,822 | 154 | 150 | 382 | 191 | 4,699 | 470 | 5,169 | 5,200 |
| Karavahu N.V.C. | 3,450 | 140 | - | 345 | 173 | 4,108 | 411 | 4,519 | 4,500 |
| Karavahu W.V.C. | 1,116 | 46 | - | 112 | 56 | 1,330 | 133 | 1,463 | 1,500 |
| Karavahu S.V.C. | 1,900 | 76 | 10 | 190 | 85 | 2,271 | 227 | 2,498 | 2,500 |
| Karativu V.C. | 4,588 | 184 | - | 459 | 229 | 5,460 | 546 | 6,006 | 6,000 |
| Nintavur V.C. | | | | | | | | | |
| Akkaraipattu N.V.C. | 3,826 | 154 | - | 382 | 191 | 4,553 | 455 | 5,008 | 5,000 |
| Akkaraipattu C.V.C. | 5,762 | 232 | 30 | 576 | 288 | 6,888 | 689 | 7,577 | 7,600 |
| Total | 32,942 | 1,306 | 440 | 3,294 | 1,925 | 39,907 | 3,991 | 43,898 | 43,900 |

Table 6.12 水需要予測結果の概要
Summary of water demand projection

| Particulars | unit | Year | | |
|---|--------------------|---------|---------|---------|
| | | 1985 | 1995 | 2005 |
| Population Served | | 106,300 | 172,300 | 261,100 |
| Domestic Consumption | (1) m ³ | 8,000 | 16,800 | 32,900 |
| Non-domestic Consumption | (2) m ³ | 1,700 | 3,500 | 7,000 |
| Leakage | (3) m ³ | 1,000 | 2,000 | 4,000 |
| Daily Average Demand (4) = (1) + (2) + (3) | m ³ | 10,700 | 22,300 | 43,900 |
| Daily Average per Capita Demand | lpcd | 101 | 129 | 168 |
| Daily Max. Demand (5) = [(1)+(2)]x1.25+(3) | m ³ | 13,100 | 27,400 | 53,900 |
| Daily Max. per Capita Demand | lpcd | 123 | 159 | 206 |

将来の水需要量
WATER DEMAND PROJECTION

Fig. 6.4



6.4 水 源

本計画の原水取水地点（以下水源という）として、5水源が予定されており、図-6.5、6.6に示すように全てGal Oya川流域に位置している。Senanayake Samudra湖からの放流水は、これら5水源を経由してインド洋に注いでいる。この湖は、灌漑用、発電用、生活用等のための非常に大きな多目的ダム湖であり、集水面積 995 km^2 、貯水量 9.5 億 m^3 に及ぶ。貯留された豊富な水は、年間を通じてGal Oya川流域を潤し、将来にわたり計画需要水量を十分に満たすことが可能である。

6.4.1 将来予定水源

予定されている5水源は、Kondavattaran, Amparaiの2貯水池と、Kallarachel, Sambuveli, Kaliodaiの3カ所の堰での表流水である。概要を以下に述べる。

1) 貯水池

Kondavattaran貯水池とAmparai貯水池は、Amparai地区水道の水源に予定されている。Senanayake Samudra湖から左岸水路への放流水 $42\text{ m}^3/\text{秒}$ は、Aligalge貯水池、Himidurawa貯水池を流下し、その内の $6.0\text{ m}^3/\text{秒}$ はKondavattaran貯水池に流入し、そこから更に $0.5\text{ m}^3/\text{秒}$ の水量がAmparai貯水池に流入している。有効貯水量は、Kondavattaran貯水池が 1.140 万 m^3 、Amparai貯水池が 880 万 m^3 である。詳細は資料-Bに述べる。

両貯水池への十分な流入量と膨大な貯水量を考慮すると、Amparai地区の2005年における需要水量 $0.12\text{ m}^3/\text{秒}$ は、十分に取水可能である。また、現在Amparai貯水池は、灌漑用から水道用専用に転用されている。

2) 表流水

Kallarachel, Sambuveli, Kaliodaiの各堰での表流水は、Coastal地区水道の水源に予定されている。Kondavattaran貯水池からMoravil Aru川への放流水 $4.5\text{ m}^3/\text{秒}$ は、水田や砂糖キビ畑を潤し、Kallarachel堰およびSambuveli堰を流下してインド洋に注いでいる。詳細は資料-Bに述べるように、河川流量は、年間を通じて安定している。河川の流量データがないので、実流量を把握するため1982年3月の乾期に調査団が実測した最小流量は、Kallarachel堰で $1.5\text{ m}^3/\text{秒}$ 、Sambuveli堰で $1.0\text{ m}^3/\text{秒}$ であった。

Senanayake Samudra湖から右岸水路への放流水 $17\text{ m}^3/\text{秒}$ は、水田や砂糖キビ畑を潤し、Kaliodai堰を流下してインド洋に注いでいる。河川流量は年間を通して安定

しており、実測流量は、水田の代掻期中であったが $0.3 \text{ m}^3/\text{秒}$ を記録した。詳細は資料-Bに述べる。

前記のような十分な河川流量と、さらに飲料用水への水配分の優先順位が高いことを考慮すると、2005年における Coastal 地区の水需要量 $0.56 \text{ m}^3/\text{秒}$ は、Kallarachel 堰または Sambuveli 堰で十分取水可能であり、また Akkaraipattu 地区の水需要量 $0.2 \text{ m}^3/\text{秒}$ も Kaliodai 堰で十分取水可能である。NWSDB は水道水利権を得るため、関係各機関と十分に協議を行なう必要がある。

6.4.2 地下水

地下水が取水可能である場合には、水源として大いに考慮すべきであるが、現在、調査区域の深井戸に関する水理・地質データは皆無に近い状態であり、地勢的特徴より被圧地下水の存在の可能性は非常に小さいと考えられる。そのため、恒久水源として本計画に地下水を勧めることはできない。

さらに浅層の地下水は、高濃度の鉄やアンモニア性窒素を含んでいるため、エアレーションとろ過処理が必要となり、建設費は表流水利用の場合と比較してそれ程安くない。また、湧水量が小さく、膨大な数の井戸を水源とすることは、組織的な水道施設を計画する上で不適當であろう。

6.5 水質

前章で述べた予定5水源の水源調査と平行して、各々の水質調査を行なった。さらに、予定水源の上流に位置している Senanayake Samudra, Aligalge および Himidurawa 各湖水の水質調査も同時に行なった。それは、Senanayake Samudra 湖からの放流水が前述の各貯水池や河川を流下しているので、それらの湖水の水質を知って、お互いの相互関係を把握することが非常に重要だからである。

6.5.1 水質の特徴

1) 貯水池の水質

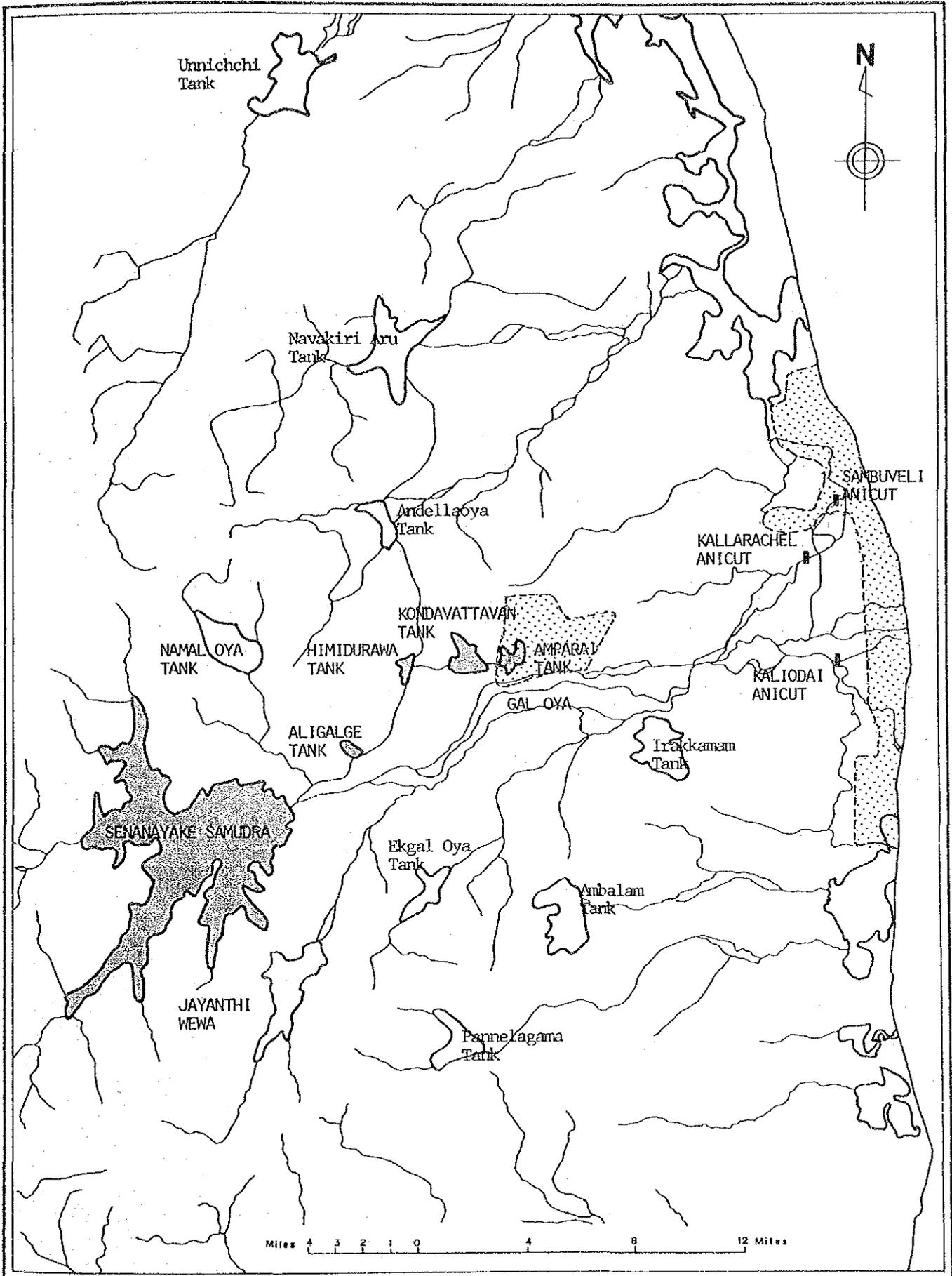
Amparai 貯水池と Kondavattavan 貯水池の水質分析結果を表-6.1.3に示す。また、各貯水池の水質の特徴を以下に述べる。

(a) 植物性プランクトンやサルピニアの分解残分などのため濁度が高い。

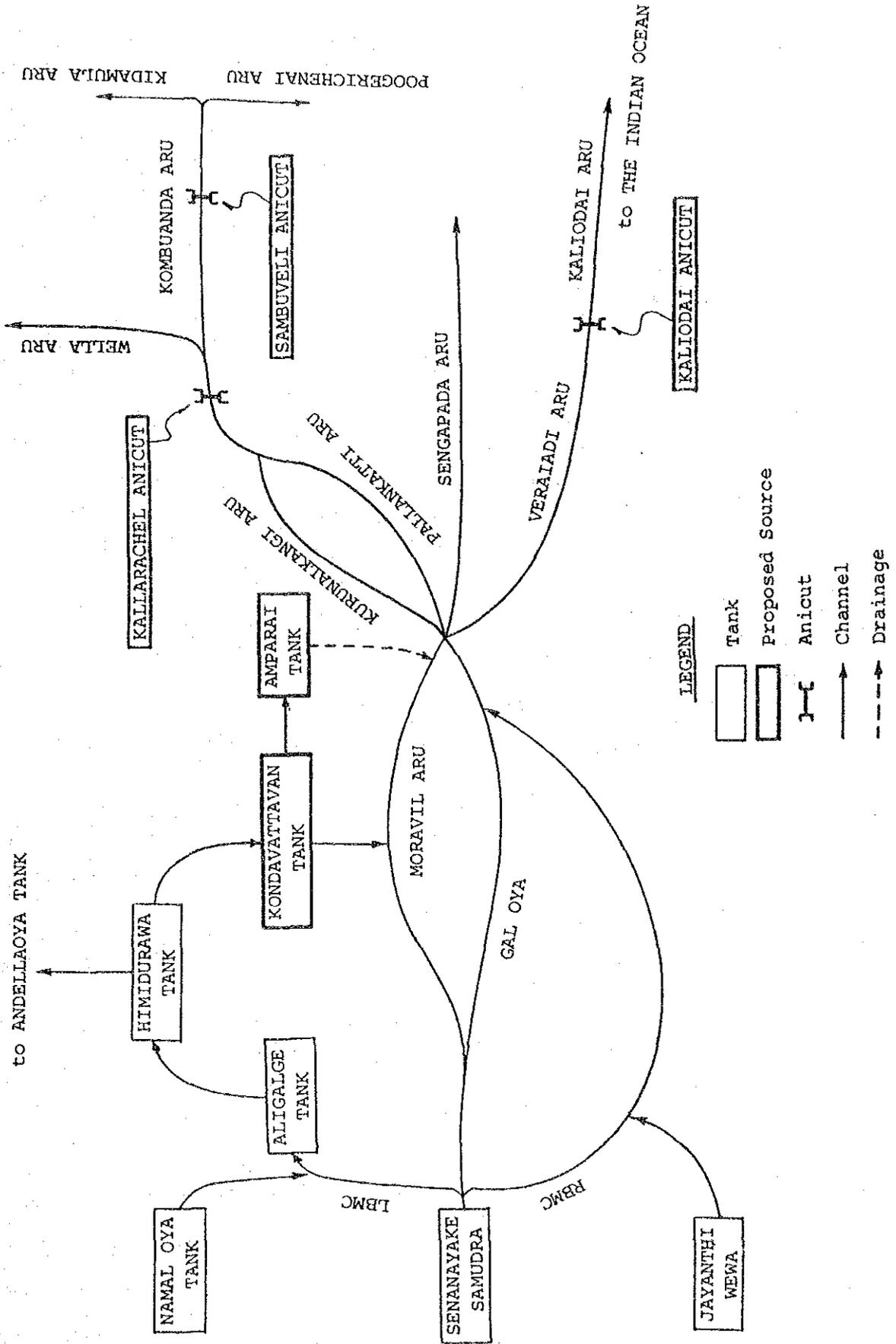
(b) 池水の溶存酸素は過飽和である。

(c) pH 値が高い。

予定水源案内図
 Fig. 6.5 TANKS AND ANICUTS PROPOSED FOR WATER SOURCES



水源の全体模式図
 Fig. 6.6 Schematic Water Flow Chart



各貯水池における水質分析結果
Table 6.13 Water Quality of Tank Water

| Items | Amparai Tank | | | | Kondavattavan Tank | | |
|---------------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | 2 Mar. 1982 | | 9 Mar. 1982 | | 2 Mar. 1982 | 9 Mar. 1982 | |
| Water Depth Sampled | 0 ^m | 0.8 ^m | 0 ^m | 0.8 ^m | 0 ^m | 0 ^m | |
| Water Temperature | °C | 31.0 | 29.5 | 31.5 | 30.5 | 29.6 | 30.5 |
| pH | | 7.6 | 7.4 | 8.8 | 8.6 | 8.6 | 8.8 |
| Turbidity | degree | 75 | 100 | 75 | 75 | 33 | 30 |
| Colour | " | 20 | 20 | 25 | 25 | 15 | 10 |
| Alkalinity | mg/l | 37 | 35 | 33 | 33 | 33 | 30 |
| Potassium Permanganate Consumed | " | 55.3 | 55.3 | - | - | 37.9 | - |
| Nitrate Nitrogen | " | ND | ND | - | - | ND | - |
| Ammonia Nitrogen | " | 0.16 | 0.16 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.07 |
| Hardness | " | 28 | 27 | 26 | 25 | 26 | 24 |
| Chloride Ion | " | 20 | 20 | 18 | 20 | 8 | 8 |
| Phenols | " | ND | ND | - | - | ND | - |
| Iron | " | 0.20 | 0.25 | 0.40 (0.10) | 0.40 (0.10) | 0.15 | 0.25 (0.10) |
| Manganese | " | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.04 |
| Chromium | " | ND | ND | - | - | ND | - |
| Copper | " | ND | ND | - | - | ND | - |
| Coliform Group | Nos/ml | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 2 |
| Total Colonies | " | 25 | 37 | 243 | 504 | 62 | 150 |
| Odour | | musty smell | musty smell | musty smell | musty smell | musty smell | musty smell |
| Dissolved Oxygen | mg/l | 8.2 | 6.8 | 9.0 | 8.8 | 7.0 | 7.0 |

Note: ND : Not detected

(): For Dissolved iron

- (d) 水は緑黄色を呈している。
- (e) 透明度が低く、20 cm～50 cmである。
- (f) かび臭が強い。
- (g) 鉄分およびアンモニア性窒素の含有量がやや高い。

ここで、(a)から(e)は、貯水池の富栄養化による植物性プランクトンの異常増殖に起因しており、(f)はある種の放線菌やプランクトン藻類によるもので、(g)は無酸素状態（池底に沈んだサルベニアやプランクトンの死骸によつて溶存酸素が消費されて起る）で還元された鉄やアンモニア性窒素が溶出してくるためである。

この原水を浄水処理する過程で次のような問題点が予想される。

- (a) 硫酸バンドの注入量が増える。
- (b) フロックが軽いので沈でん池の効率が落ちる。
- (c) 凝集もれしたプランクトンによりろ過池の目詰りを起す。
- (d) アンモニア性窒素が多いので塩素の注入量が増える。

Kondavattavan 貯水池の水質は、Amparai 貯水池とほぼ同等であるが、濁度は1/3～1/4で富栄養化の程度も低い。

2) 表流水の水質

Kallarachel, Sambuveli, Kaliodai の各堰で採水した表流水の水質分析結果と、参考のためにWHOの飲料水基準とを表-6.14に示す。WHOの基準と比較して、濁度、有機物、鉄分および大腸菌群がやや高い値を示しているが、前塩素、凝集沈でん、急速ろ過処理工程によつて容易に基準値まで下げることが可能である。

6.5.2 水処理実験

各貯水池および各堰で採水した原水の水処理実験結果を以下に述べる。

1) 貯水池

Amparai 貯水池

水処理実験結果を表-6.15に示す。藻類、濁度、色度、鉄分の除去のため、硫酸バンド75 mg/lと塩素3～5 mg/lを注入し、1分間の急速かく拌、10分間の緩速かく拌を行ない、比較的良好な凝集結果が出た。しかしながら、前塩素注入と急速ろ過により、かび臭の除去はできなかった。この原水の浄水処理に当り、次のような問題点が予想される。

- (a) 低濁度であるが、多量の硫酸バンドの注入が必要。

各堰における表流水の水質分析結果
Table 6.14 Water Quality of Anicut Water

| Anicut | Sampling Date | Kallarachel Anicut | | Kaliodai Anicut | | Sambuveli Anicut | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
| | | 1982.3 2 | 1982.3 16 | 1982.3 2 | 1982.3 16 | 1982.3 2 | 1982.3 16 |
| Water Temperature | °C | 29 | 29 | 33 | 29 | 30 | 29 |
| pH | | 7.2 | 7.8 | 7.4 | 7.2 | 7.4 | 7.4 |
| Turbidity | Degree | 25 | 20 | 25 | 25 | 45 | 25 |
| Colour | " | 10 | 10 | 10 | 20 | 15 | 10 |
| Alkalinity | mg/l | 52 | 51 | 45 | 48 | 60 | 47 |
| Potassium perman- ganate Consumed | " | 23.7 | - | 23.7 | - | 23.7 | - |
| Nitrate Nitrogen | " | 0.2 | - | 0.6 | - | 0.2 | - |
| Ammonia Nitrogen | " | 0.10 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.10 | 0.07 |
| Hardness | " | 38 | 40 | 34 | 33 | 43 | 36 |
| Chloride Ion | " | 13 | 15 | 11 | 12 | 14 | 12 |
| Phenols | " | ND | - | ND | - | ND | - |
| Iron | " | 0.85 | 0.40 | 1.50 | 0.60 | 1.50 | 0.30 |
| Dissolved Iron | " | - | 0.25 | - | 0.40 | - | 0.25 |
| Manganese | " | 0.03 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 |
| Chromium | " | ND | - | ND | - | ND | - |
| Copper | " | ND | - | ND | - | ND | - |
| Coliform Group | Nos/ml | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| Total Colonies | " | 175 | 806 | 54 | 207 | 154 | 103 |
| Dissolved Oxygen | mg/l | 5.4 | 6.6 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.0 |

Note: ND - Not detection

各貯水池における水処理実験結果
 Table 6.15 Coagulation Tests for Tank Water

| Sample No. | Anparai Tank | | | | | | Kondavatavan Tank | | | | | | unit: mg/l | |
|---|--------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| Items | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Alum Sulfate Dosage | 0 | 30 | 40 | 50 | 50 | 50 | 75 | 75 | 0 | 0 | 30 | 50 | 50 | 50 |
| Chlorine Dosage | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 3 |
| pH | 7.0 | - | - | 6.4 | 6.6 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 8.8 | 6.2 | 7.0 | 6.8 | 6.2 | 6.2 |
| Turbidity (degree) | 80 | 100 | 75 | 55 | 42 | 30 | 25 | 23 | 35 | 35 | 23 | 25 | 25 | 23 |
| Colour (degree) | 30 | - | - | 20 | 7 | 7 | 5 | 5 | 10 | 7 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| Alkalinity | 35 | - | - | 18 | 19 | 8 | 7 | 5 | 30 | 20 | 22 | 23 | 13 | 13 |
| NH ₄ -N | 0.33 | - | - | 0.33 | 0.07 | 0.33 | 0.07 | 0.03 | 0.10 | 0.10 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.03 |
| Iron | 0.40 | - | - | 0.30 | 0.10 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.25 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Odour | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty | musty |
| Total Number of Algae Plankton (group/ml) | 347,000 | - | - | - | - | 147,600 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Residual Chlorine | - | - | - | - | 0 | - | 0.2 | 0.3 | - | - | 0.1 | 1.5 | - | 0.2 |
| T-P * | 0.33 | - | - | - | - | 0.19 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Note : * Test in Tokyo

- Not analyzed

- (b) 濁質は、大部分が植物性プランクトンで構成されているので、フロックが軽く沈んで効率が悪い。
- (c) 有機物やアンモニア性窒素の含有量が多いので、多量の塩素注入が必要。
- (d) かび臭除去のため特別な施設が必要。

Kondavattavan貯水池

水処理実験結果を表-6.15に示す。Amparai貯水池と同様な問題を呈しているが、その度合は小さい。それは、Amparai貯水池よりも富栄養化が進んでいないからである。硫酸バンドと塩素の適正注入率は、各々50mg/l、3mg/lである。

2) 表流水

Kallarachel, Sambuveli, Kaliodaiの各堰で採水した原水の水処理実験結果を表-6.16に示す。凝集は、貯水池に比べ良好な結果を示しており、塩素と硫酸バンドの注入量はより少ない。6.5.1「水質の特徴」で述べたように、原水の濁度、色度、有機物、鉄分および大腸菌群は、水質基準よりやや高い値を示しているが、1.6mg/lの前塩素、20mg/lの硫酸バンド注入、凝集沈でんと急速ろ過処理によって、基準値以下に除去することができる。

高濁度時には、硫酸バンドの注入量を増やすことによつて対応できるであろうが、1,000度を超えた場合には、原水の取水制限等の思い切った対策を講じることが必要である。

6.5.3 浄水処理方式

原水の特性和水処理実験結果を基に、確実な臭気除去と容易な運転・維持管理を考慮に入れ、貯水池と表流水の最適な浄水処理方式を以下に述べる。詳細については資料-Cに述べる。

1) 浄水処理フローチャート

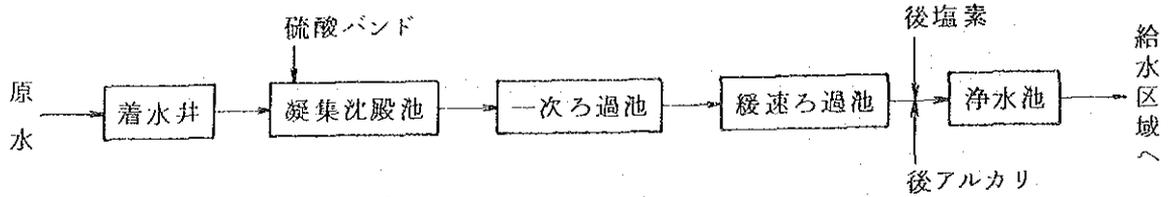
貯水池

AmparaiおよびKondavattavan貯水池の原水の浄水処理フローチャートを図-6.6に示す。臭気除去のため、薬品処理、オゾン処理、生物酸化処理等を比較した結果、2段ろ過法によることが最も経済的で確実であり、運転・管理も容易であるという結論を得た。

各堰における表流水の水処理実験結果
 Table 6.16 Coagulation Tests for River Water

| Sample No. | Sambuveli Anicut | | | | Kallarachel Anicut | | | | Kaliadai Anicut | | | | unit: mg/l | | |
|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 |
| Items | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Alum Sulfate Dosage | 0 | 20 | 30 | 30 | 0 | 20 | 20 | 30 | 30 | 0 | 10 | 20 | 20 | 30 | 30 |
| Chlorine Dosage | 0 | 0 | 1.6 | 1.6 | 0 | 0 | 1.6 | 3.2 | 1.6 | 0 | 1.6 | 0 | 1.6 | 3.2 | 1.6 |
| pH | 7.4 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 7.2 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 7.8 | 7.2 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.8 |
| Turbidity (degree) | 20 | 10 | 5 | 5 | 25 | 10 | 5 | 5 | 5 | 20 | 21 | 10 | 5 | 5 | 5 |
| Colour (degree) | 10 | 5 | 2 | 2 | 20 | 10 | 7 | 5 | 7 | 10 | 7 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| Alkalinity | 47 | 39 | 38 | 36 | 48 | 38 | 40 | 38 | 33 | 51 | 46 | 48 | 48 | 48 | 41 |
| NH ₄ -N | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Iron | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.60 | 0.20 | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.40 | 0.30 | 0.15 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Manganese | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| Odour | musty | slight-ly musty |
| Residual chlorine | - | - | 0.3 | 0.4 | - | - | 0.1 | 2.0 | 0.4 | - | 0.4 | 0 | 0.4 | 1.7 | 0.4 |

図-6.6 浄水処理フローチャート(貯水池)



(a) 1次ろ過処理:

凝集沈殿池で沈んでおらずに通過した植物性プランクトンによる濁質を除去する。
ろ過速度は100~120m/日。

(b) 緩速ろ過(2次ろ過)処理:

かび臭、有機物、アンモニア性窒素、鉄、マンガンを除去する。ろ過速度は5m~15m/日。

(c) 後塩素処理:

残留バクテリア類の殺菌。2次ろ過処理でアンモニア性窒素が除かれるので注入量は少なくて済む。

(d) 後アルカリ処理:

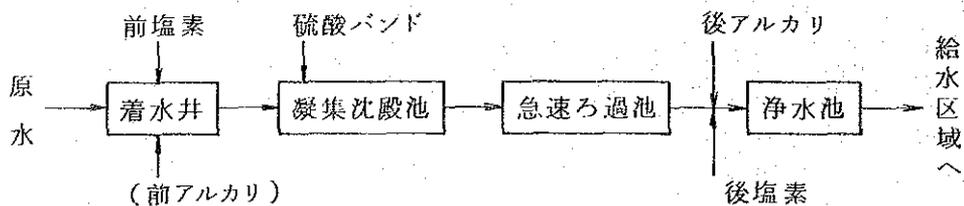
管の腐蝕を防止するためpH調整をする。

表流水

表流水に適用する浄水処理方法を図-6.7に示す。

この水の処理には、前塩素注入、急速ろ過の一般的に用いられている処理方法を採用する。

図-6.7 浄水処理フローチャート(表流水)



(注): ()は高濁度時に行なう

(a) 前塩素処理：

有機物、鉄およびマンガンを酸化する。

(b) 前アルカリ処理：

高濁度時の凝集補助剤として注入する。

(c) 後アルカリ処理：

管内の腐蝕防止のため pH 調整をする。

(d) 後塩素処理：

前塩素注入後、塩素が消費されて残留塩素がなくなった場合に注入する。

6.5.4 薬品注入率

前記浄水処理フローチャートおよび水処理実験結果を基に、湖水、表流水に対する薬注率に表-6.17、6.18に示した値を採用する。

薬注率 (貯水池)
Table 6.17 Chemical Dosage Rate for Tank Water

unit: mg/l

| | Amparai Tank | | | Kondavattavan Tank | | |
|---------|--------------|------------------------------------|---------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| | Alum. | Post-alkali Ca(OH) ₂ | Post-chlorine | Alum. | Post alkali Ca(OH) ₂ | Post-chlorine |
| Maximum | 90 | 15 | 3 | 65 | 15 | 3 |
| Average | 55 | 6 | 2 | 50 | 10 | 1 |

薬注率 (表流水)
Table 6.18 Chemical Dosage Rate for Anicut Water

unit: mg/l

| | Alum. | Pre-alkali Ca(OH) ₂ | Pre-chlorine | Post-alkali Ca(OH) ₂ | Post-chlorine |
|---------|-------|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|---------------|
| Maximum | 100 | (10) | 5 | 35 | 1 |
| Average | 30 | 0 | 2 | 10 | 0.5 |

() : for high turbidity

6.6 水道施設の概要

6.6.1 施設計画の比較設計

将来の水道施設は、投資額と運転・維持管理の両方を含めて最小コストになるように計画される。それは、計画給水区域に対する幾つかの水源と浄水場を組み合わせた代替案を立て、それらの比較設計を行なった上で決定される。

調査区域は、地理的に Amparai 地区と Coastal 地区の2つの給水区域に分けられる。Amparai 地区には2カ所の水源案、Coastal 地区には3カ所の水源案があり、各々の給水区域に対して、次のような幾つかの代替案が考えられる。

Amparai 地区

1) A案:

Amparai 貯水池→浄水場→Amparai 地区へ給水

2) B案:

Kondavattavan 貯水池→浄水場→Amparai 地区へ給水

Coastal 地区

全城を給水区域にした場合 (Case-I) と、全城から Nintavur-Addalachenai 間を除いた地域を給水区域にした場合 (Case-II) を考える。

Case-I

1) C案 (浄水場1カ所)

Sambuveli 堰→浄水場→Coastal 地区全域へ給水

2) D案 (浄水場2カ所)

a. Sambuveli 堰→浄水場→Sammanthurai 地区と Coastal 地区北部へ給水

b. Kaliodai 堰→浄水場→Coastal 地区南部へ給水

3) E案 (浄水場3カ所)

a. Sambuveli 堰→浄水場→Coastal 地区北部へ給水

b. Kallarachel 堰→浄水場→Sammanthurai 地区へ給水

c. Kaliodai 堰→浄水場→Coastal 地区南部へ給水

Case-II

4) F案 (浄水場1カ所)

Sambuveli 堰→浄水場→Coastal 地区へ給水

5) G案 (浄水場2カ所)

a. Sambuveli 堰→浄水場→Sammanthurai 地区と Coastal 地区北部へ給水

b. Kaliodai 堰→浄水場→Coastal 地区南部へ給水

上記代替案を図-6.8.1と6.8.2に模式図で示す。2005年迄の全体計画の各案の建設費（取水・浄水・送水・配水施設）と年間の維持管理費の計算結果を表-6.19に示す。

代替案の経済比較
Table 6.19 Comparison of Costs for Alternative Schemes

unit: Rs 1,000

| Alternatives | | Project Costs | | | | Annual Operation/Maintenance Costs | |
|--------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|------------------------------------|--------|
| | | Construction* | Taxes | Contingency** | Total | | |
| Amparai Area | A | 96,070 | 16,800 | 29,110 | 142,000 | 3,998 | |
| | B | 109,350 | 19,760 | 31,890 | 161,000 | 3,344 | |
| Coastal Area | CASE I | C | 472,970 | 70,200 | 119,830 | 663,000 | 7,965 |
| | | D | 464,960 | 66,670 | 119,370 | 651,000 | 9,137 |
| | | E | 489,520 | 70,480 | 126,000 | 686,000 | 10,152 |
| | CASE II | F | 395,540 | 54,740 | 100,220 | 551,000 | 6,387 |
| | | G | 394,990 | 54,390 | 99,620 | 549,000 | 7,549 |

- Note:
- * Including costs for intake, treatment, transmission and distribution facilities, and engineering costs.
 - ** Including physical and price contingencies.
 - *** Including personnel, power and chemicals, operation/maintenance and other costs.

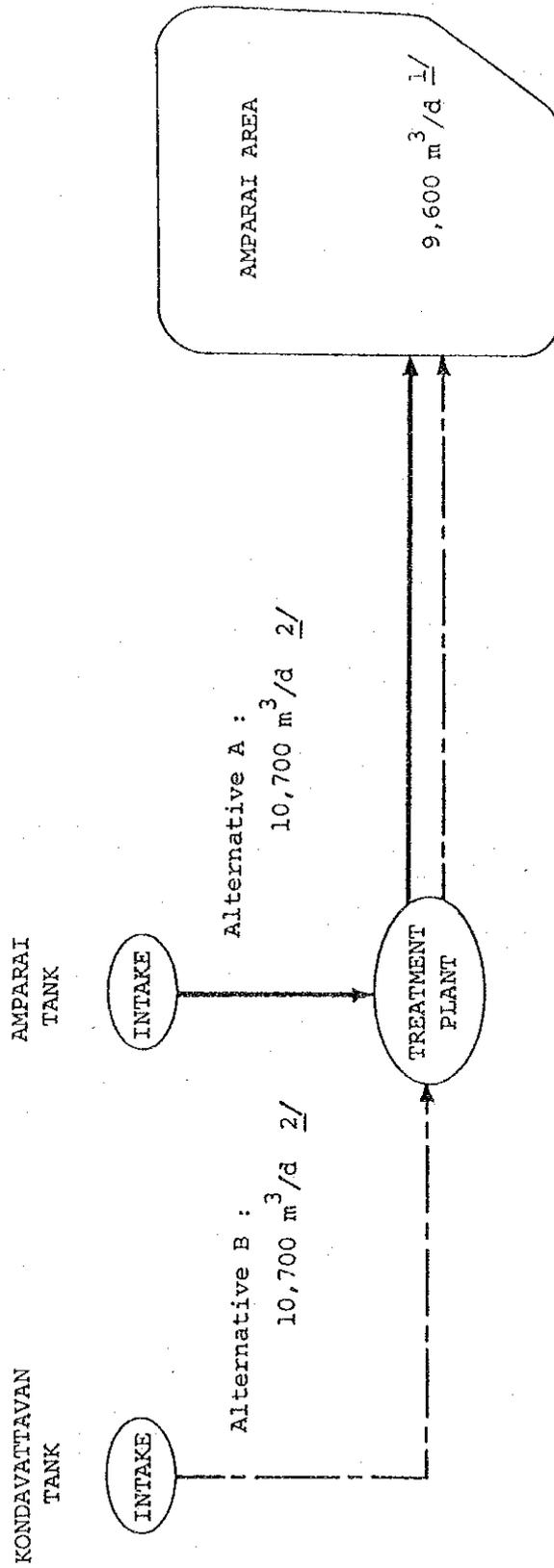
Amparai 地区に対してはA案とB案、Coastal 地区に対してはCase-IのC案とD案とを比較すると、B案とC案の建設費は、A案とD案よりも高いが、年間維持管理費は逆に安い。E案は、建設費、維持管理共に他より高いので比較の対象外とする。

そこで、A案とB案、C案とD案の現在価値計算による比較を行なう。割引率を8%と12%、計算期間を1983年の事業開始から25年間と仮定し、建設費と維持管理費の現在価値計算を行ない、その結果を表-6.20に示す。

Amparami 地区における各代替案の模式図
 AMPARAI AREA

Fig. 6.8.1

SCHEMATIC FLOW CHART FOR ALTERNATIVE SYSTEMS

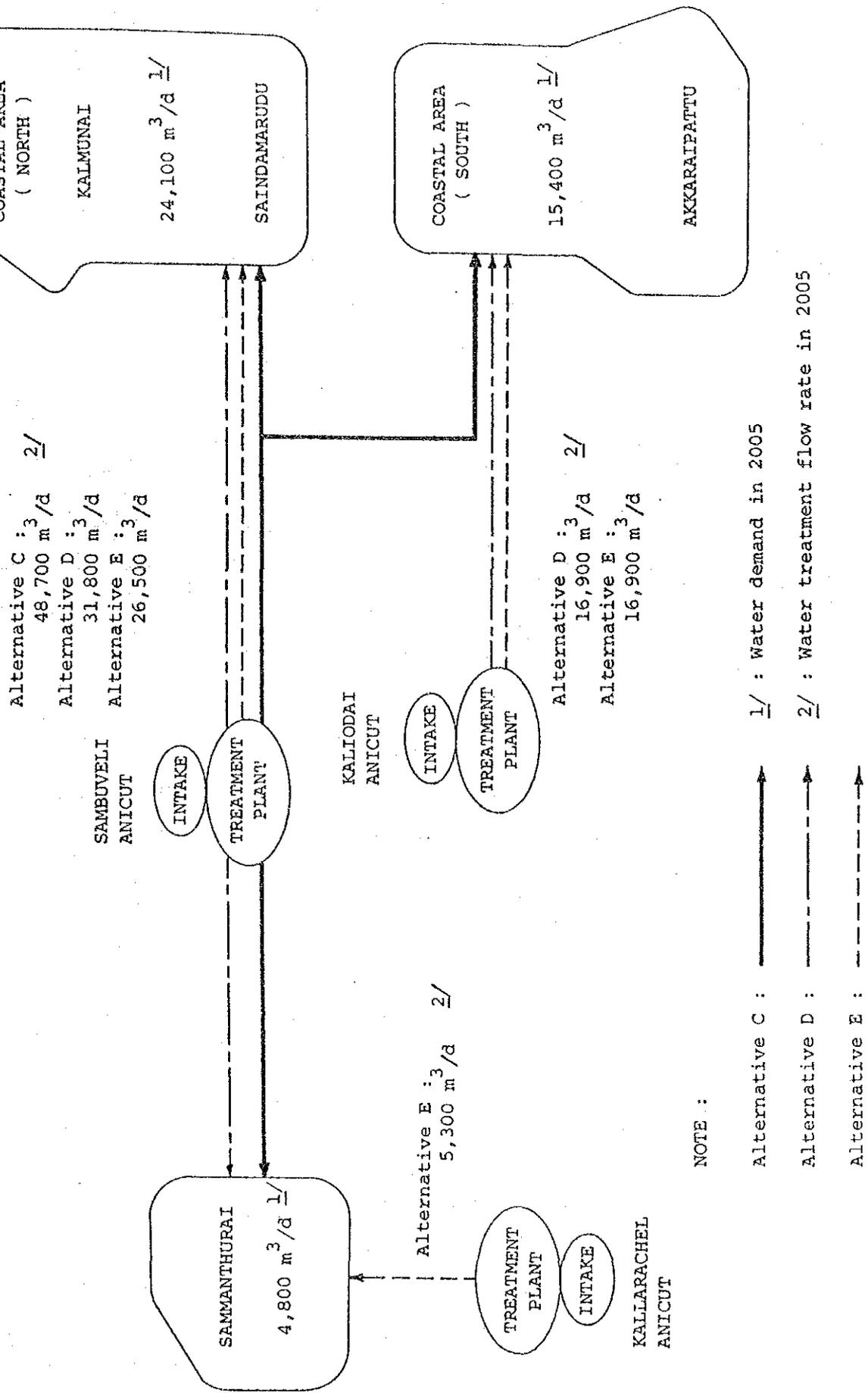


NOTE :

Alternative A : ————→ 1/ : Water demand in 2005

Alternative B : - - - - -→ 2/ : Water treatment flow rate in 2005

Coastal 地区 における 各代 替案 の 模式 図
 Fig. 6.8.2 SCHEMATIC FLOW CHART FOR ALTERNATIVE SYSTEMS
 COASTAL AREA



代替案の現在価値の比較
Table 6.20 Present Worth of Alternatives

Unit: Rs million

| Items | Discount Rate 8% | | | Discount Rate 12% | | |
|---------------|------------------|-----------|---------|-------------------|-----------|---------|
| | Investment | O/M Costs | Total | Investment | O/M Costs | Total |
| Alternative A | 91,228 | 22,875 | 114,103 | 77,395 | 15,142 | 92,337 |
| Alternative B | 102,906 | 20,494 | 123,400 | 87,128 | 13,665 | 100,793 |
| Alternative C | 428,981 | 45,225 | 474,206 | 365,691 | 28,827 | 395,518 |
| Alternative D | 423,684 | 54,264 | 477,948 | 361,994 | 35,990 | 397,984 |

表で明らかなように、A案とC案が他より安い現在価値を示しているので、A案を Amparai 地区水道の、C案を Coastal 地区水道の計画案とする。さらに、次の技術的要素を考慮に入れ、浄水場を1カ所とする案を採用した。

- (a) 浄水場を管理する技術者や各施設の維持管理をする熟練者などの人材を得るのが難しい。
- (b) 1カ所で水質管理ができる。
- (c) 維持管理が安い。
- (d) 部分的に計画を実施する場合でも、その時点における人口増加動態、各給水区域の発展状況、水の消費形態などを基に、将来の浄水施設や配水施設の変更や増設が容易である。
- (e) 広域水道である。

6.6.2 設計基準

全体計画の段階的計画における基本設計の作成に使用される設計基準は、以下に述べるとおりである。現状の水道施設を基にして、通常 NWSDB で使用している基準に対しても十分に考慮している。

1) 計画水量

1日最大給水量 : 1.25×1 日平均給水量

計画取水・浄水量 : 1.1×1 日最大給水量

時間最大給水量 : 2.0×1 日最大給水量 / 24

1日最大給水量に対する1日平均給水量は、乾期および雨期の季節変化を考慮して0.8とした。計画取水および浄水量は沈でん池からの排泥、ろ過池からの洗浄排水を計画浄水量の10%として計上した。時間最大給水量は、水の需要の大半が家事用であるから、1

日の使用の中で相当の時間変化があることを考慮して、1日最大給水量の時間当り給水量の2倍とした。

2) ポンプの予備

取水・送水ポンプ : 常用台数の 50% 予備

薬品ポンプ、その他ポンプ : 常用台数の 100% 予備

ポンプ、モーターの故障修理の困難性を考慮して、上記のような予備率とした。

3) 急速かく拌池

滞流時間 : 計画浄水量の 5 分間以内

かく拌方法 : 上下迂流による水理かく拌

急速かく拌池は、注入した薬品を急速にかく拌するためのものであるから、5分間以内の滞流時間があれば、かく拌池としては十分な容量である。また、機械式かく拌装置は、将来における維持管理面の問題があるので採用しない。

4) 緩速かく拌池

滞流時間 : 計画浄水量の 30 分間

緩速かく拌方法 : 水平迂流式

滞流時間は一般的な実績を基にして 30 分間とした。機械式かく拌装置は、将来の維持管理が難かしいので採用しない。

5) 薬品沈でん池

滞流時間 : Amparai 地区 ~ 計画浄水量の 4 時間

Coastal 地区 ~ 計画浄水量の 3 時間

形式 : 横流式

沈でん池を作る広い用地が入手可能なので、運転、維持管理を容易にするため、横流式沈でん池とした。

Amparai 地区に対して 4 時間の滞流時間としたのは、植物性プランクトンによって構成されている軽いフロックを処理するため、経験上 4 時間としたものである。

6) ろ過池

ろ過速度 : Amparai 地区

1 次ろ過池 : $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{時}$

2 次ろ過池 : $0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{時}$

Coastal 地区 : $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{時}$

形 式 : 重力式

一般的に広く使われている重力式ろ過池を採用する。ろ過速度もまた従来採用されている値を採用する。なお、2次ろ過池のろ過速度は、第1期計画を踏えて再検討を行なう。

7) 高架水槽

滞流時間 : 日最大給水量の2時間

水 深 : 4.5 m

地上からの高さ : L.W.L. で 25.5 m

時間最大給水量を、日最大給水時の2倍にとると、配水池全体の滞流時間は8時間必要である。従って、高架水槽に対して2時間、配水池に対して6時間の滞流時間をとった。高架水槽に対して2時間の滞流時間をとったのは、停電時でも十分給水可能な容量を確保するためである。

8) 浄水池(配水池)

滞流時間 : 日最大給水量の6時間

水 深 : 3.0 m

全滞流時間8時間の内で、浄水池の容量を6時間分とした。

9) 送水管および配水管

流量係数C値 : 130

管 種 : $\phi 50\text{ mm}$ ~ $\phi 250\text{ mm}$ 塩化ビニル管

$\phi 300\text{ mm}$ 以上 ダクタイル管

ダクタイル管の内面はセメントモルタルライニングが施してあり、また、塩ビ管の内面は滑らかで内面腐蝕は考えられないので、C値は130とした。 $\phi 50\text{ mm}$ から $\phi 250\text{ mm}$ 迄をPVCにしたのは、現地産の入手が可能だからである。

10) 残存水圧

本管末端最小水圧 : 1.2 kg/cm^2 (12.0 m)

最小残存水圧を12.0 mとしたのは、給水管、メーターを経て2階建の使用者にも十分に、水が届く圧力を確保するためである。

6.6.3 水道施設計画

1) 計画水量

施設設計の要素となる計画流量は、表-6.2.1のとおりである。

計 画 流 量
Table 6.21 Planned Flow Rate

| Flow Rate | Amparai Tank | | Coastal Area | |
|--|--------------|--------|--------------|--------|
| | 1995 | 2005 | 1995 | 2005 |
| Max. daily demand (m ³ /day) | 5,300 | 9,600 | 22,100 | 44,300 |
| Intake/Treatment (m ³ /day) | 5,900 | 10,600 | 24,300 | 48,700 |
| Transmission (m ³ /day) | 330 | 500 | 1,380 | 2,770 |

2) 水道施設の概要

施設の概要は、7.3「水道施設の概要」で述べる。Amparai 地区水道を表-7.1.1に、Coastal 地区水道を表-7.1.2に示す。

6.7 事業費積算

目標年次2005年の全体計画の事業費を、外貨分と内貨分とに分けて表-6.2.2に示す。総事業費は、用地費、税金および予備費を含めて8.04億ルピーで、そのうち外貨分が5.12億ルピー、内貨分が2.92億ルピーである。

事業費積算において、輸入あるいは現地産の資器材単価と労務単価は、次のような構成になっている。

全体事業費内訳

Table 6.22 Cost Estimates for Total Scheme

Unit: Rsi,000

| Description | Scheme | | | Coastal Area (44,300m ³ /d) 1/ | | | Total | | |
|---------------------------------------|--------|------------|---------|---|------------|---------|---------|------------|---------|
| | F/C | L/C | Total | F/C | L/C | Total | F/C | L/C | Total |
| A. Intake Facilities | 5,280 | 1,110 | 6,390 | 12,580 | 1,950 | 14,530 | 17,860 | 3,060 | 20,920 |
| B. Treatment Facilities | 18,500 | 40,500 | 59,000 | 57,660 | 58,430 | 116,090 | 76,160 | 98,930 | 175,090 |
| C. Transmission Facilities | 12,960 | 1,890 | 14,850 | 119,330 | 15,180 | 134,510 | 132,290 | 17,070 | 149,360 |
| D. Distribution Facilities | 9,800 | 6,050 | 15,850 | 59,130 | 43,150 | 102,280 | 68,930 | 49,200 | 118,130 |
| E. Materials (Cement & Reinforcement) | 14,020 | -14,020 2/ | 0 | 25,980 | -25,980 2/ | 0 | 40,000 | -40,000 2/ | 0 |
| F. Land Acquisition | - | - | - | - | 60 | 60 | - | 60 | 60 |
| G. Engineering | - | - | - | 99,000 | 6,500 | 105,500 | 99,000 | 6,500 | 105,500 |
| Sub-Total | 60,560 | 35,530 | 96,090 | 373,680 | 99,290 | 472,970 | 434,240 | 134,820 | 569,060 |
| H. Duties and Taxes | - | 16,800 | 16,800 | - | 70,200 | 70,200 | - | 87,000 | 87,000 |
| Sub-Total | - | 16,800 | 16,800 | - | 70,200 | 70,200 | - | 87,000 | 87,000 |
| I. Physical Contingency | 6,120 | 5,230 | 11,350 | 37,310 | 16,960 | 54,270 | 43,430 | 22,190 | 65,620 |
| J. Price Contingency | 5,320 | 12,440 | 17,760 | 29,010 | 35,550 | 65,560 | 34,330 | 47,990 | 82,320 |
| Sub-Total | 11,440 | 17,670 | 29,110 | 66,320 | 52,510 | 118,830 | 77,760 | 70,180 | 147,940 |
| Total | 72,000 | 70,000 | 142,000 | 440,000 | 222,000 | 662,000 | 512,000 | 292,000 | 804,000 |

Note : 1/ : (m³/d) shows Maximum daily demand.

2/ : Figures show costs of Cement & Reinforcement in civil works in L/C portion which are transferred to F/C portion.

| 資材、労務 | 構成 |
|--------------|--|
| 輸入資器材 | C I F (コロンボ港)、関税、現地での取扱手数料、輸送費などの現地費用 |
| 現地調達できる輸入資器材 | C I F (コロンボ港)、関税、現地での取扱手数料、輸送費、利潤などの現地費用 |
| 現地産資器材 | 工場渡価格、販売税、取扱手数料、輸送費などの現地費用 |
| 在住外国人 | 報酬、日当およびその他の直接経費 |
| 現地作業員 | 報酬および直接経費 |

内貨分とは、現地貨で支払われる労務費と資器材費である。即ち、現地労務費、現地産資器材費、輸入資器材の取扱手数料と輸送費、在住外国人の現地費用、現地調達できる輸入資器材費等である。一方、外貨分とは、外貨で支払われる費用で、即ち、輸入資器材費（C I F 価格—コロンボ港渡し）、現地調達できる輸入資器材費（特に、セメントと鉄筋）、外国人による役務費等である。

税金は、関税と営業税から成っている。関税は、1981年11月のスリランカ政府官報に記載された関税通達を基にして見積られる。それは品目により5%から100%の税率で輸入価格（C I F 価格）に課税される。主要品目の税率は、平均すると次のようになる。また、営業税は、品目により15%から55%の率で課税される。

| | |
|--------|---------|
| ダクティル管 | : 25% |
| 塩化ビニル管 | : 12.5% |
| ポンプ類 | : 50% |

予備費は、一般予備費と物価上昇に対する予備費から成っている。一般予備費は、資器材費と工事費に対して計上されるもので、その割合は建設費（エンジニアリング・コストを含む）の10%である。物価上昇に対する予備費は、建設費と税金に対して、各計画の全期間を通じて計上される。内貨分に対しては年間10%、外貨分に対しては1984年と1985年が7%、1986年が6.5%、1987年から1995年迄が6%である。

ここで、労務・資器材単価、電力単価、輸送費などのデータの収集および検討を、現地調査期間中に行なった。金額は、1981年12月現在のコロンボ市における実勢単価に基づいている。

6.8 実施工程

当水道計画の実施に際して、目標年次2005年の全施設を一度に建設することは、過剰投資となる。それを避けるため、段階的な建設によって計画を実施すべきである。1995年目標の第1期と、2005年目標の第2期の2段階実施が最適であろう。その理由を次に述べる。

- 1) 一般に、水道施設の計画に当って施設の経済的な規模を考慮すると、目標年次を10年先とするのが良い。
- 2) 1995年の日最大給水量は、最終需要量のほぼ半分に達するので、全体計画を段階的に分けて1995年を目標年次とするのが良い。
- 3) 投資額は財政力に基づいて決定される。
- 4) 内貨予算が容易に準備できる額とする。

第1期計画は、プロジェクトの実施設設計が1983年6月から8カ月間、続いて資器材の調達と建設工事の入札、土木工事、そして1986年8月に完成の予定である。第2期計画は、1991年4月にF/S調査が始まり、引続き融資機関の審査、融資額交渉、実施設計、入札、建設工事の順に実施される予定である。建設期間は28カ月を予定している。

ここで、第2期計画を開始する際に、先ず将来水道計画の見直しを、F/Sの時点で行なう必要がある。それは、人口増加の傾向、水消費量の実態、各給水区域の発展状況などに基づいて行なわなければならない。

計画の実施工程を表-6.23に示す。

全体の実施工程図
Table 6.23 Implementation Schedule

| AMPARAI GROUP OF TOWNS WATER SUPPLY SCHEME | | STAGE I | | | STAGE II | | |
|--|------|---------|------|------|----------|------|------|
| Programme | Year | '82 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
| Feasibility Study | | ■ | | | ■ | | |
| Appraisal & Loan Negotiation | | ■ | | | ■ | | |
| Detailed Design | | | ■ | | ■ | | |
| Tender & Award of Contract | | | ■ | | ■ | | |
| Deliver of Goods | | | ■ | | ■ | | |
| Construction of Civil Works | | | ■ | | ■ | | |
| Installation of Equipment | | | ■ | | ■ | | |
| Test Operation | | | ■ | | ■ | | |
| Installation of Service Connections & Standposts | | | ■ | | ■ | | |

第 7 章 第 1 期 計 画

7.1 概 要

前章で行なった比較設計により、目標年次 1995 年の将来計画水道施設の概要は次のとおりである。

- 1) 原水を Amparai 貯水池より取水し、浄水場で浄水処理した後、Amparai U.C. の給水区域に給水する。
- 2) 原水を Sambuveli 堰上流の Pallanktti Aru 川より取水し、浄水場で浄水処理した後、Coastal 地区 (Sammanthurai を含む) の給水区域に給水する。

本章では、Amparai 地区広域水道計画の施設計画、事業費積算、実施工程、建設方法などに関して、目標年次 1995 年の第 1 期計画について述べる。

7.2 計画給水区域

現在の密集地域を図 6.1 に示す。将来の計画給水区域は、すでに過飽和状態にある。Kalmunai、Karavahu West、Karavahu South 地区を除いた現在の密集地域の外側へ拡大するであろう。1995 年における給水区域は、下記のようなものと推定される。

1) Amparai 給水区域

既存の給水区域は、都市計画の下に新設された道路に沿って北東に広がるであろう。

2) Sammanthurai 給水区域

Sammanthurai T.C. 地区には、家が建て込んでいて拡張できる空地がないので、T.C. 地区に隣接している Sammanthurai V.C. 地区へ広がるであろう。

3) Kalmunai、Karavahu North・West・South 給水区域

これらの地域は、密集地帯で現状以上の拡張は望めないで、将来とも給水区域は変わらないであろう。

4) Karativu、Nintavur 給水区域

両密集地域は、国道 A 4 に沿って現在土地開発が行なわれている南端まで広がるであろう。

5) Akkaraipattu、Addalachenai 給水区域

Akkaraipattu の密集地域はさらに外側へ広がり、Addalachenai の密集地域は、国道 A 4 に沿った Addalachenai V.C. と Nintavur V.C. 地区の土地開発が行なわれている北端まで広がるであろう。

7.3 水道施設の概要

1) 計画水量

1995年における各計画給水区域の日最大給水量、浄水場および送水管の計画流量を表-7.1に示す。

計 画 流 量
Table 7.1 Planned Flow Rate in 1995

| Service Area | Max. Daily Demand | Intake/Treatment Flow Rate | Transmission Flow Rate |
|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| <u>Amparai Plant</u> | <u>5,300</u> m ³ /d | <u>5,900</u> m ³ /day | m ³ /hr |
| Amparai | 5,300 | | 333 |
| <u>Coastal Plant</u> | <u>22,100</u> | <u>24,300</u> | |
| Sammanthurai | 2,500 | | 105 |
| North Coastal* | 12,300 | | 769 |
| South Coastal** | 7,300 | | 456 |

Note: * including Kalmunai, Karavahu North, West and South, Karativu and Nintavur areas.

** including Addalachenai and Akkaraipattu areas.

2) 第1期計画の水道施設

本計画に対して限られた内貨予算を考慮して、内貨分における最大限の可能な減額を試みた。それは以下に述べるとおりである。また、施設規模を表-7.2.1と7.2.2に示した。

a) Coastal地区の中でNintavur-Addalachenai間の配水施設の工事費を第1期計画から第2期計画に移行させた。この地域は、村落が散在し人口がまだ少ないので、水需要もあまり多くないためである。配水施設の建設は、AkkaraipattuとKaravahu Southからの移住の増加が予想される第2期計画で内貨予算に合わせて実行されるべきであろう。

b) Amparai地区の緩速ろ過池のろ過速度は、15 m/日を採用する。それにより、緩速ろ過池の面積が1,600 m² (5 m/日の場合)から600 m²に減少した。緩速ろ過池による臭気除去に関する入手可能な実験データの内、最高のろ過速度は下記に示すように10.75 m/日である。

水道施設規模 (Amparai 地区)

Table 7.2-(1) WATER SUPPLY FACILITIES (AMPARAI AREA)

| Items | Description | Stage-I | Stage-II | Total |
|------------------------------|---|---|-------------------------|---|
| MAX Daily Demand | | 5,300 m ³ /d | 4,300 m ³ /d | 9,600 m ³ /d |
| Intake/Treatment Flow Rates | | 5,900 m ³ /d | 4,800 m ³ /d | 10,700 m ³ /d |
| A. LAND ACQUISITION | | | | |
| 1. Intake | | 100 m ² | - | 100 m ² |
| 2. Treatment Plant Site | | 14,000 m ² | - | 14,000 m ² |
| 3. Elevated Tower Site | | 2,000 m ² | 2,000 m ² | 4,000 m ² |
| B. INTAKE | | | | |
| 1. Intake Bay | 2.0 m x 2.0 m x 3.4 m | 1 | - | 1 |
| 2. Pump House | | 80 m ² | - | 80 m ² |
| 3. Raw Water Pump | 4.1 m ³ /min x 23 m x 30kW | 2 (1) | 1 | 3 (1) |
| 4. Raw Water Main | DIP ø300 | 400 m | 400 m | 800 m |
| C. TREATMENT PLANT | | | | |
| 1. Receiving and Mixing Well | 3.0 m x 5.0 m x 3.5 m with overflow weir and over-and-under baffle plate | 1 (R.T. : 13 mins) | - | 1 (R.T. : 7 mins) |
| 2. Flocculation Basin | 4.0 m x 5.0 m x 3.0 m with around-the-end baffle plate R.T. : 30 mins | 3 | 3 | 6 |
| 3. Sedimentation Basin | 4.0 m x 32.5 m x 4 m with four perforated walls and outlet trough. R.T. : 4 hrs Mean velocity 40 cm/min | 3 | 3 | 6 |
| 4. Rapid Sand Filter | Area of filter bed 24 m ² - do - 21 m ² | 3 - | - 2 | 3 2 |
| | | (F.R. : 5.1 m ³ /m ² /hr) | | (F.R. : 5.0 m ³ /m ² /hr) |
| 5. Slow Sand Filter | Area of Filter bed 200m ² | 3 | 8 | 11 |
| | | (F.R. : 0.6 m ³ /m ² /hr) | | (F.R. : 0.2 m ³ /m ² /hr) |
| 6. Clear Water Reservoir | 18.0 m x 12.0 m x 3.0 m 14.0 m x 12.0 m x 3.0 m R.T. : 6 hrs | 2 - | - 2 | 2 2 |
| 7. Administration Building | Office space for monitoring of treatment process, chemical feeding equipment and laboratory. | 600 m ² | - | 600 m ² |
| 8. Chemical Feeding Facility | Alum, lime and chlorine feeding | 1 | - | 1 |
| D. TRANSMISSION | | | | |
| 1. Pump House | | 50 m ² | 30 m ² | 80 m ² |
| 2. Transmission Pump | 2.8 m ³ /min x 49 m x 30kW | 3 (1) | 3 (1) | 6 (2) |
| 3. Transmission Main | DIP ø350 | 900 m | 900 m | 1,800 m |
| | PVC ø250 | 3,400 m | 3,400 m | 6,800 m |
| E. DISTRIBUTION | | | | |
| 1. Elevated Tower | R.T. : 2 hrs, Total capacity | 250 m ³ | 600 m ³ | 850 m ³ |
| 2. Distribution Pipe | DIP ø350 | - | 10 m | 10 m |
| | DIP ø300 | 100 m | 50 m | 150 m |
| | PVC ø250 | 200 m | 140 m | 340 m |
| | PVC ø200 | 2,800 m | 900 m | 3,700 m |
| | PVC ø150 | 5,600 m | 2,250 m | 7,850 m |
| | PVC ø100 | 800 m | 1,270 m | 2,070 m |
| | PVC ø75 | 1,500 m | 2,530 m | 4,030 m |
| | PVC ø50 | 3,900 m | 6,350 m | 10,250 m |
| | Total length | 14,900 m | 13,500 m | 28,400 m |

Note: () : standby, R.T. : retention time, F.R. : filtration rate

Table 7.2-(2)

水道施設規模 (Coastal地区)
WATER SUPPLY FACILITIES (COASTAL AREA)

| Items | Description | Stage-I | Stage-II | Total |
|------------------------------|--|---|--------------------------|---|
| Max. Daily Demand | | 22,100 m ³ /d | 22,200 m ³ /d | 44,300 m ³ /d |
| Intake/Treatment Flow Rates | | 24,300 m ³ /d | 24,400 m ³ /d | 48,700 m ³ /d |
| A. LAND ACQUISITION | | | | |
| 1. Intake Site | | 150 m ² | - | 150 m ² |
| 2. Treatment Plant Site | | 20,000 m ² | - | 20,000 m ² |
| 3. Elevated Tower Site | | 10,000 m ² | 10,000 m ² | 20,000 m ² |
| B. INTAKE | | | | |
| 1. Intake Bay | 2.0 m x 3.7 m x 4.3 m | 2 | - | 2 |
| 2. Pump House | | 120 m ² | - | 120 m ² |
| 3. Raw Water Pump | 0.5 m ³ /min x 15 m x 37kW | 3 (1) | 3 (1) | 6 (2) |
| 4. Raw Water Main | DIP Ø500 | 850 m | 850 m | 1,700 m |
| C. TREATMENT PLANT | | | | |
| 1. Receiving and Mixing Well | 3.0 m x 8.5 m x 3.6 m with overflow weir and over-and-under baffle plate | 1 (R.T. : 5.4 mins) | - | 1 (R.T. : 3.0 mins) |
| 2. Flocculation Basin | 6.0 m x 11.0 m x 3.0 with around-the-end baffle plate R.T. : 30 mins | 4 | 4 | 8 |
| 3. Sedimentation Basin | 6.0 m x 49.0 m x 4.0 m with four perforated walls and outlet trough. R.T. : 3 hrs | 4 | 4 | 8 |
| 4. Rapid Sand Filter | Area of filter bed 65 m ² - do - 53.4 m ² | 4 - (F.R. : 5.2 m ³ /m ² /hr) | - 4 | 4 4 (F.R. : 5.0 m ³ /m ² /hr) |
| 5. Clear Water Reservoir | 20.0 m x 16.0 m x 3.0 m 20.0 m x 16.5 m x 3.0 m R.T. : 6 hrs | 4 - - | - 4 | - 4 |
| 6. Administration Building | Office space for monitoring of treatment process, chemical feeding equipment and laboratory. | 870 m ² | - | 870 m ² |
| 7. Chemical Feeding Facility | Alum, lime and chlorine feeding | 1 | - | 1 |
| D. TRANSMISSION | | | | |
| 1. Pump House | | | | |
| 1) Transmission Pump House | | 150 m ² | 60 m ² | 210 m ² |
| 2) Booster Pump House | | 90 m ² | 40 m ² | 130 m ² |
| 2. Transmission Pump | | | | |
| 1) Pump for Coastal Area | 6.8 m ³ /min x 52 m x 90kW | 5 (2) | 4 (1) | 9 (3) |
| 2) Pump for Samanthurai | 1.0 m ³ /min x 42 m x 18.5kW | 2 (1) | 1 | 3 (1) |
| 3) Booster Pump | 3.8 m ³ /min x 46 m x 50 kW | 3 (1) | 3 (1) | 6 (2) |
| 3. Transmission Main | | | | |
| | DIP Ø600 | 1,800 m | 1,800 m | 3,600 m |
| | DIP Ø500 | 1,600 m | 1,600 m | 3,200 m |
| | DIP Ø400 | 2,500 m | 2,500 m | 5,000 m |
| | DIP Ø350 | 19,300 m | 19,300 m | 38,600 m |
| | DIP Ø300 | 1,900 m | 1,900 m | 3,800 m |
| | PVC Ø250 | 2,500 m | 2,500 m | 5,000 m |
| | PVC Ø200 | 400 m | 400 m | 800 m |
| E. DISTRIBUTION | | | | |
| 1. Ground Reservoir | R.T. : 6 hrs, Total capacity | 1,800 m ³ | 2,000 m ³ | 3,800 m ³ |
| 2. Elevated Tower | R.T. : 2 hrs, Total capacity | 1,500 m ³ | 1,600 m ³ | 3,100 m ³ |
| 3. Distribution Pipe | | | | |
| | DIP Ø350 | 100 m | 20 m | 120 m |
| | DIP Ø300 | 600 m | 250 m | 850 m |
| | PVC Ø250 | 1,700 m | 860 m | 2,560 m |
| | PVC Ø200 | 8,700 m | 8,020 m | 16,720 m |
| | PVC Ø150 | 23,400 m | 18,100 m | 41,500 m |
| | PVC Ø100 | 13,800 m | 9,640 m | 23,440 m |
| | PVC Ø75 | 27,400 m | 19,350 m | 46,750 m |
| | PVC Ø50 | 68,800 m | 48,060 m | 116,860 m |
| | Total length | 144,500 m | 104,300 m | 248,800 m |

2段ろ過法による臭気除去データ
 Past Data for Removal of Odour by
 Dual Stage Filtration

| Raw Water | Primary Filter | | Slow Sand Filter | | |
|-----------|----------------|----------------------|------------------|----------------------|---------|
| | T.O. | F.R. $\frac{l}{m/d}$ | T.O. | F.R. $\frac{l}{m/d}$ | T.O. |
| 27 | 83.6 | 11 | 8.0 | 0 | 10 days |
| 11 | 83.6 | 5 | 10.75 | 0 | 11 days |
| 8 | 83.6 | 5 | 10.75 | 0 | 12 days |

Note: (1) F.R. $\frac{l}{m/d}$: Average filtration rate.
 (Primary filter: thickness of filter media 500 mm, grain size 3 to 9 mm. Slow sand filter: ordinary media and size.)

(2) T.O. : Threshold odour (degree).

臭気除去効果は、ろ過速度でなく、ろ過面に対する接触時間に関係するものと考えられる。そこで上記の実験結果を考慮し、事業費の中の内貨分を減額するため、ろ過速度を15m/日とする。その場合の遵守事項を次に述べる。

- ① 緩速ろ過池の目詰りを防ぐため、植物性プランクトンによる濁度は、沈でん池と1次ろ過池で除去すべきである。
- ② 濁度の除去を効果的に行なうためには、一年中薬品注入を行なうべきである。NWSD Bの分析結果より、濁度は20~200 mg/lで平均50 mg/lと推定される。平均濁度に対する薬注率は次のとおりである。

硫酸ばんど : 55 mg/l

消石炭 : 6 mg/l

塩素 : 2 mg/l

これにより、ドラフト・ファイナル・レポートで積算した薬品代は、205,000ルピーが447,000ルピー必要となる。

7.4 事業費積算

前章で述べたように内貨予算が限られているため、Nintavur-Addalachenai間の配水施設の建設費を除いた総事業費を下記に、内訳を表-7.3と7.4に示す。

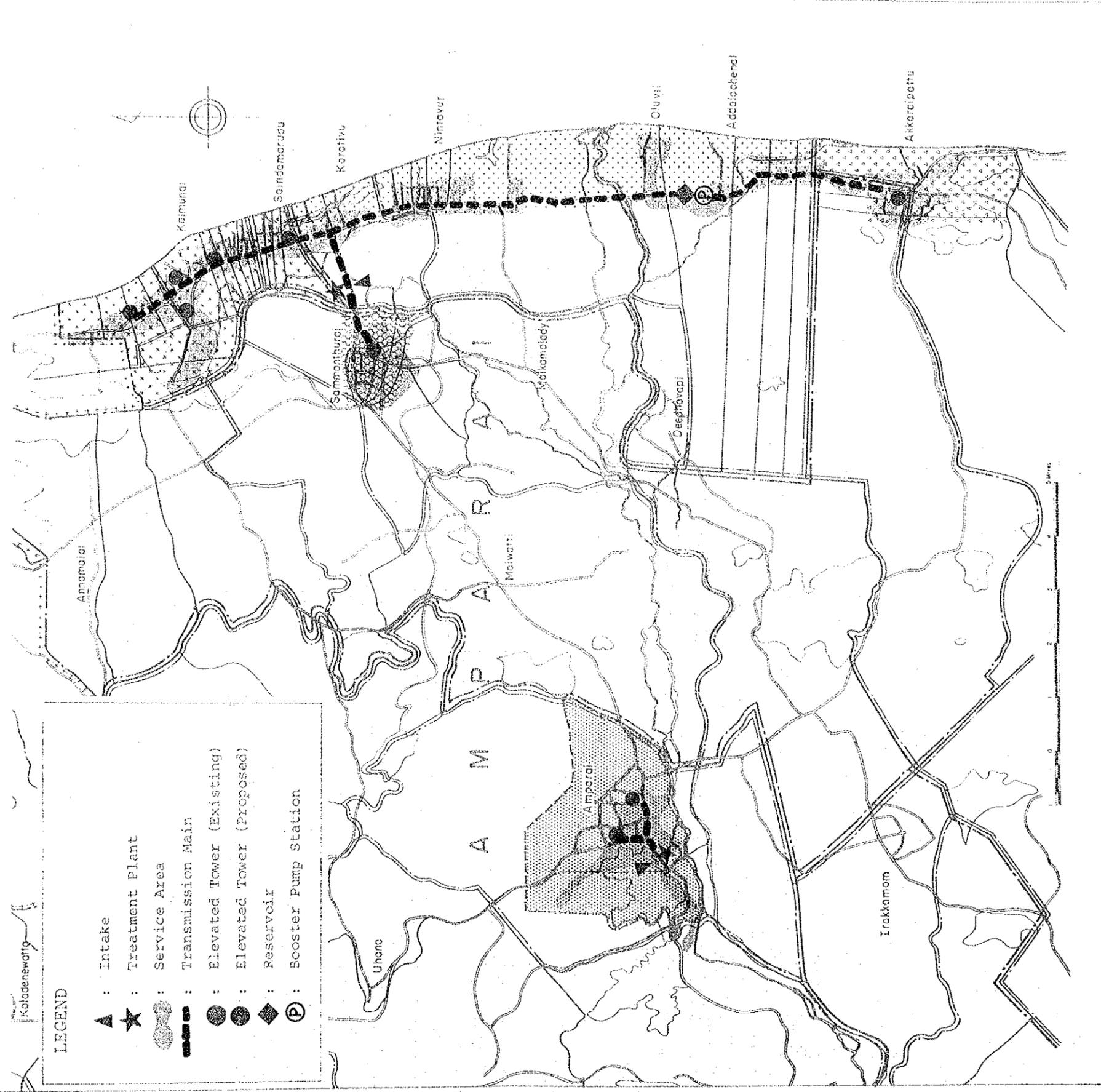
総事業費 : 423,000,000ルピー

外貨分 : 273,000,000ルピー

内貨分 : 150,000,000ルピー

第 1 期計画の水道施設案内図

Fig. 7.1 WATER SUPPLY SCHEME FOR AMPARAI GROUP OF TOWNS IN STAGE I



LEGEND

- ▲ : Intake
- ★ : Treatment Plant
- ▨ : Service Area
- : Transmission Main
- : Elevated Tower (Existing)
- : Elevated Tower (Proposed)
- ◇ : Reservoir
- Ⓟ : Booster Pump Station

REFERENCE

- +++++ District Boundary
- D.R.O's Division Boundary
- Grama Sevaka Division Boundary
- Municipal, Urban, Town & Village Council Limits
- Electoral District Boundary

Remark

- | Study Area | Remark |
|------------|------------------------------------|
| ▨ | KALMUNAI + SAINDAMARUDU |
| ▨ | AMPARAI U.C. |
| ▨ | AKKARAIPATTU T.C. |
| ▨ | SAMMANTHURAI T.C. |
| ▨ | Coastal area - KARATIVU + NINTAVUR |

第1期計画の事業費内訳

Table 7.3 Cost Estimates for Amparai Group of Towns Water Supply Scheme

unit: Rs 1,000

| Description | Programme | | | Coastal Area | | | Total | | |
|---|-----------|---------|--------|--------------|----------|---------|---------|----------|---------|
| | F/C | L/C | Total | F/C | L/C | Total | F/C | L/C | Total |
| A. Intake Facilities | 3,330 | 840 | 4,170 | 6,290 | 1,450 | 7,740 | 9,620 | 2,290 | 11,910 |
| B. Treatment Facilities | 11,310 | 18,720 | 30,030 | 31,480 | 30,950 | 62,430 | 42,790 | 49,670 | 92,460 |
| C. Transmission Facilities | 6,480 | 960 | 7,440 | 60,920 | 7,820 | 68,740 | 67,400 | 8,780 | 76,180 |
| D. Distribution Facilities | 6,170 | 2,630 | 8,800 | 31,360 | 20,650 | 52,010 | 37,530 | 23,280 | 60,810 |
| E. Materials (Cement & Ren- forcement) | 6,340 | - 6,340 | 0 | 12,870 | - 12,870 | 0 | 19,210 | - 19,210 | 0 |
| F. Land Acquisition | - | - | - | - | 60 | 60 | - | 60 | 60 |
| G. Engineering | - | - | - | 55,000 | 2,500 | 57,500 | 55,000 | 2,500 | 57,500 |
| Sub-Total | 33,630 | 16,810 | 50,440 | 197,920 | 50,560 | 248,480 | 231,550 | 67,370 | 298,920 |
| H. Duties and Taxes | - | 10,000 | 10,000 | - | 36,660 | 36,660 | - | 46,660 | 46,660 |
| Sub-Total | - | 10,000 | 10,000 | - | 36,660 | 36,660 | - | 46,660 | 46,660 |
| I. Physical Contingency | 3,430 | 2,680 | 6,110 | 19,730 | 8,730 | 28,460 | 23,160 | 11,410 | 34,570 |
| J. Price Contingency | 2,940 | 6,510 | 9,450 | 15,350 | 18,050 | 33,400 | 18,290 | 24,560 | 42,850 |
| Sub-Total | 6,370 | 9,190 | 15,560 | 35,080 | 26,780 | 61,860 | 41,450 | 35,970 | 77,420 |
| Total Costs | 40,000 | 36,000 | 76,000 | 233,000 | 114,000 | 347,000 | 273,000 | 150,000 | 423,000 |

第1期計画の事業費の投資計画

TABLE 7.4 DISBURSEMENT SCHEDULE FOR PROJECT COSTS FOR STAGE-I SCHEME

Unit: Rs 1.0 million

| Items | Project Cost | | 1983 | | 1984 | | 1985 | | 1986 | |
|---------------------------------------|--------------|--------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | F/C | L/C | F/C | L/C | F/C | L/C | F/C | L/C | F/C | L/C |
| 1. Procurement | 176.55 | - | - | - | - | - | 158.89 | - | 17.66 | - |
| 2. Civil Works and Pipelaying Works | - | 64.81 | - | - | - | 16.20 | - | 32.41 | - | 16.20 |
| 3. Land Acquisition Cost | - | 0.06 | - | - | - | 0.06 | - | - | - | - |
| 4. Engineering Cost | 55.00 | 2.50 | 27.00 | 1.20 | 7.00 | 0.40 | 14.00 | 0.60 | 7.00 | 0.30 |
| Sub-total | 231.55 | 67.37 | 27.00 | 1.20 | 7.00 | 16.66 | 172.89 | 33.01 | 24.66 | 16.50 |
| 5. Duties & Taxes | - | 46.66 | - | - | - | - | - | 42.00 | - | 4.66 |
| 6. Physical Contingency (Approx. 10%) | 23.16 | 11.41 | 2.70 | 0.12 | 0.70 | 1.67 | 17.29 | 7.50 | 2.47 | 2.12 |
| 7. Price Contingency | 18.29 | 24.56 | 2.08 | 0.13 | 0.54 | 12.42 | 13.31 | 10.58 | 2.36 | 1.43 |
| Total | 273.00 | 150.00 | 31.78 | 1.45 | 8.24 | 30.75 | 203.49 | 93.09 | 29.49 | 24.71 |

7.5 実施計画

第1期計画の実施工程を表-7.5に示す。資器材の調達および建設工事は、各々2つの契約に分けられる。さらに、実施工程に合わせて各々を幾つかの契約に細分割することも可能である。

1) 実施設計

1983年6月に実施設計の開始が予定されている。構造物および送・配水管の実施設計は、F/Sレポートの予備設計に基づいて行われ、仕様書や入札書類が作成される。設計図や仕様書は、納入業者や請負業者が、適切な見積りや設計どおりの施工ができるように詳細に作成される。

2) 入札手順

資器材調達は原則として国際競争入札により、建設工事は国内競争入札により決定される。下記に示す一連の入札手続きの間に、融資機関の承認が得られる。

- ① 建設工事請負業者の入札参加資格審査
- ② 融資機関のガイドラインに沿った入札公告
- ③ 入札
- ④ 入札書類の比較検討および審査
- ⑤ 最低入札価格の提示業者との交渉
- ⑥ 契約の締結

3) 調達と入札審査

入札審査は、主にコンサルタントにより、一般条項の承諾、技術水準、入札価格の3項目について行なわれる。一般条項に関して、請負見積書は、入札書類に記されている必要条件および入札業者への指示事項に合致していなければならない。技術水準に関して、必要事項は全て入札書類の図面や仕様書に明記されている。資器材や工事の出来栄は、各条件に合致していなければならない。入札価格に関する計算は厳重にチェックされる。単価は適切で、計算は正確で、さらに合計金額が予算の範囲内であればならない。以上の審査により、コンサルタントは、最低入札価格の提示業者を発注者に推薦する。

4) プロジェクトの監視

請負業者が、工事を契約どおりに履行しているかどうか監視することは、プロジェクトを申し分なく完成させるために必要なことである。監視するための主な留意事項を下記に示す。

(a) 資器材の調達

- ① 調達資器材の製造計画と輸送計画

第1期計画の実施工程図

Table 7.5 Implementation Schedule of Stage I Program

| Description | 1983 | | | | 1984 | | | | 1985 | | | | 1986 | | | |
|---------------------------------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Loan Negotiation/Loan Agreement | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detailed Design | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Approval of T/D by L/A | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Procurement | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tendering/Award of Contract | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| Plant Equipment/Installation | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Pipe Materials | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Civil Works | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tendering/Award of Contract | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| Treatment Plant | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipelaying Works | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Test Operation | | | | | | | | | | | | | | | | |

Abbreviation T/D: Tender document L/A: Lending Agency

Note: The implementation schedule presented here is subject to modification according to the actual need of the Government.

② 工事現場での資器材の配送と据付け

③ 試 運 転

(b) 建設工事の施工

① 契約された全工事の開始・完成年月日と各施設の施工計画

② 資器材と作業員の準備計画

③ 請負業者の契約どおりの履行と工事の出来栄

7.6 施工および調達方法

水道施設の建設には、水道事業体の直営によるか、請負業者によるかの2通りの方法がある。現在、NWSDBは建設資材と労働者を含めた国内工事の契約を行なっている。原則として、2国間または多国間援助のプロジェクトに対して、水道施設の資器材はNWSDBの本部（コロンボ）で国際競争入札により、また、配水管などの布設工事は国内競争入札により決定されるが、援助国の条件によりターン・キー方式が採用される場合もある。第1期計画の建設に際して考慮すべき事項を下記に示す。

1) 国際入札

資器材調達は、融資機関のガイドラインに沿って国際競争入札により決定される。入札に際して、資器材は次のように分類される。入札手順は、7.5.2に述べたとおりである。

(a) 浄水設備

① 取水堰のスクリーン

② ポンプ、モーターおよびその他の付属品

③ 薬注設備

④ 受変電設備を含んだ電気施設

(b) 浄水・送水施設の配管、弁、接合材料および流量計

(c) 配水施設の配管、弁、接合材料、高架水槽の流量計および水道メーター

2) 国内入札

建設工事の請負業者は、コロンボ市に集中しており、地方の主要都市にも支所をもっている。請負業者は、政府への登録と許可を必要とする。政府に登録すると、資本金、資格を有する技師の数、現在および過去の年間契約件数等により請負業者のランク付けが行なわれる。しかる後、浄水設備や配管の布設工事に対して、請負業者が指名推薦される。建設工事の入札は次のように区分される。入札手順は、7.5.2に述べたとおりである。

Amparai 地区水道施設

- (a) 取水・浄水施設と高架水槽の土木工事
- (b) 受変電設備を含んだ管理本館の建築工事
- (c) 送・配水管の布設工事

Coastal 地区水道施設

- (a) 取水・浄水施設の土木工事
- (b) 受変電設備を含んだ管理本館と中継ポンプ施設の工事
- (c) Akkaraipattu 地域の高架水槽と中継ポンプ施設の工事
- (d) 送・配水管の布設工事

7.7 住民参加

水道の存在を住民に認めさせ、さらに理解と協力を求めるには、住民に対して「水道の重要性」の広報活動と教育を行なうことが必要である。それらを実行に移すことにより、水道事業への住民参加が達成され、水道計画に関する政府の政策も大いに浸透するであろう。

水道は、住民に密接に係わりを持った公共サービス事業の一環であるから、NWSDBは、各々の段階での水道の計画・設計・建設に関するプランを持って事業を推進すべきである。住民が水道に対して低い認識しか持っていない場合や、さらに無関心である場合には、それを改め、住民の認識を深め関心をもたれるように仕向けることが大切である。住民の中の学識経験者やリーダーの意見も必要に応じて、NWSDBの初期計画の運営に反映され、そして計画の実施段階で具体化されることが望まれる。水道事業の計画段階において、住民参加は以下のような役割を担うべきであろう。

- 1) 専用栓、公共栓およびその他関連設備の維持管理
- 2) 水質と水道設備（メーターや接続部品を含む）の監視
- 3) 水道水の有効な使用と節水の監視
- 4) 漏水の監視

必要な水道計画を実施するに当り、建設費の捻出はNWSDBにとっては難しい問題であろう。そこで、建設費を減らす方法として、住民参加を考慮することが重要である。それは、例えば、建設費の内貨分に最も影響を与える人件費は、篤志の参加により大いに減額されるであろう。

第 8 章 財 政 計 画

8.1 概 要

財政計画は、投下資金による水道施設の建設工程にそい、水道事業の財務経営の調査を踏えて行なわれる。第 6 章で既述したように、投資規模と財源を考慮して、本計画は、第 1 期計画（1985年～1995年）と第 2 期計画（1996年～2005年）の 2 段階で実施される。そこで、本章では新規水道の実施に伴なう財政状態を分析するため、財務分析を行なう。財政計画は、投資の影響が及ぶ最初の 10 年間に調査の関心を払っているので、第 1 期計画のみに絞った。

8.2 プロジェクトの必要資金

NWSD B は、財源を外国から調達して本計画を実施に移す実施機関である。現在進行中の他プロジェクトの多くは無償資金で実施されており、有償資金のプロジェクトは大都市のみに限られているのが現状である。そこで NWSD B は、当プロジェクトに対して無償資金の融資が行なわれるよう考慮している。当プロジェクトの第 1 期計画の事業費を、外貨分と内貨分とに分けて表 7.3 に、事業費の投資計画を表 7.4 に示した。

8.3 財源措置

スリランカ政府は、事業費の外貨分について 2 国間または多国間融資機関からの調達を考えているが、2 国間融資機関からの調達が最適と思われる。そこでその融資条件を次のように仮定する。

利 子 : 年 2.75 %

元金返還 : 30 年 (10 年据え置きを含む)

現在、地方水道事業の実施に際して、中央政府より資本費に対して無償資金が手当てされている。つまり NWSD B は、取水・浄水・送・配水施設の資本支出に対する政府の無償資金を基に、必要な施設の建設を行なうわけである。当プロジェクトに関し、収入・支出そして水道料金を仮定して幾通りかの財務計画を行なった。主なものとして、次の 3 ケースをあげる。

- 1) 全事業費（内貨・外貨共）が有償資金の場合
- 2) 事業費の内の外貨分が有償資金で、内貨分が無償資金の場合
- 3) 外貨分の内の配水管の 50 % を有償資金で、その他の事業費が無償資金の場合

ケース1)や2)の場合には、NWSDBが水道事業の経営を維持するためには非常に高い水道料金を徴収せねばならない。NWSDBの財務状況や水道使用者の支払能力等を考慮すると、ケース3)が最適であろう。ケース3)の場合には、NWSDBにとって、管理費や利子・負債の償還、減価償却等の支払いも容易であろう。ケース1)と2)の財務計画は資料-Fに示す。

8.4 財務分析

第1期計画を実施するに際し、NWSDBの財政状態をみるため財務分析を行なった。推定される収入と支出を基にして、財政についての調査を試みた。損益計算を表-8.1に、資金計画を表-8.2に示した。収入は、製造原価を考慮して決定した水道料金を有収水量に乗じて得た。水道料金は、製造原価を最小限見込むだけにおさえ、また受益者の支払い能力を考えて検討した。その結果、1980年から1990年は180ルピー/ m^3 、1995年からの5年間は200ルピー/ m^3 と設定した。損益計算では、初めは赤字となるが、後年黒字に転じ、全体としては赤字を解消することができる。そこで赤字の年度には、後年に返済するという条件で赤字の補填を受けることが必要であろう。

8.5 水道料金

水道施設の健全な維持管理を行なうためには、十分な収入を見込むことが必要である。収入は、製造原価に見合うだけでなく、有償資金で調達した返済金の償還も見込まねばならない。無償資金と有償資金の比率を考慮して収入計画を検討した後、適当と考えられる平均水道料金を算定した。その結果、第1期計画の最初の5年間は180ルピー/ m^3 、後の5年間は200ルピー/ m^3 とした。

表-8.3に示すように、水道使用者を5グループに分け、各々の水道料金を設定した。家事用は、さらに使用水量により3グループに分けた。水道料金は、政策にそい、しかも節水という観点からも使用水量に応じて原価が高くなるように設定した。商・工業用の原価は、家事用の2倍以上としたが、公共栓用は、特に1986年の通水後3年間に限り無料とした。

損益計算

Table 8-1 Projected Income Statement

(Unit: Rs 1,000)

| | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Water Production (1,000m ³) | 4,201 | 4,519 | 4,863 | 5,233 | 5,658 | 6,060 | 6,523 | 7,022 | 7,560 | 8,140 | 8,709 |
| Water Sold (1,000m ³) | 1,470* | 3,163 | 3,404 | 3,663 | 3,960 | 4,242 | 4,566 | 4,915 | 5,292 | 5,698 | 6,096 |
| Sales to Production % | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Average Water Rate Rs/m ³ | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| <u>OPERATING REVENUE</u> | | | | | | | | | | | |
| Water Sales | 2,646 | 5,693 | 6,127 | 6,593 | 7,128 | 8,483 | 9,132 | 9,830 | 10,584 | 11,396 | 12,192 |
| Charges for New Connection | 10,478 | 11,440 | 12,480 | 13,572 | 14,664 | 15,834 | 17,082 | 18,486 | 19,942 | 20,228 | 23,062 |
| Total | 13,124 | 17,133 | 18,607 | 20,165 | 21,792 | 24,317 | 26,214 | 28,316 | 30,526 | 31,624 | 35,254 |
| <u>OPERATING EXPENSES</u> | | | | | | | | | | | |
| Personnel Cost | 1,210 | 2,274 | 2,274 | 2,274 | 2,274 | 2,274 | 2,479 | 2,479 | 2,479 | 2,479 | 2,479 |
| Electricity and Fuel | 467 | 749 | 796 | 847 | 904 | 959 | 1,021 | 1,086 | 1,157 | 1,233 | 1,233 |
| Chemicals | 449 | 966 | 1,037 | 1,115 | 1,203 | 1,286 | 1,382 | 1,483 | 1,593 | 1,710 | 1,710 |
| Maintenance | 937 | 1,909 | 1,909 | 1,909 | 1,909 | 1,909 | 1,958 | 1,958 | 1,958 | 1,958 | 1,958 |
| Overhead | 387 | 727 | 727 | 727 | 727 | 727 | 793 | 793 | 793 | 793 | 793 |
| Cost of New Connections | 11,409 | 12,400 | 13,470 | 14,590 | 15,708 | 16,905 | 18,178 | 19,606 | 21,083 | 21,391 | 24,249 |
| Total | 14,859 | 19,025 | 20,213 | 21,462 | 22,725 | 24,060 | 25,811 | 27,405 | 29,063 | 29,564 | 32,422 |
| Income Before Depreciation and Interest (Deficit) | (1,735) | (1,892) | (1,606) | (1,297) | (933) | 257 | 403 | 911 | 1,463 | 2,060 | 2,832 |
| Depreciation | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 | 454 |
| Interest | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 492 | 468 |
| Net Income (Deficit) | (2,687) | (2,844) | (2,558) | (2,249) | (1,885) | (695) | (549) | (41) | 511 | 1,114 | 1,910 |

* Water sold in 1986 is expected half of the water production.

Table 8-2 Projected Cash Flow Statement

資金計畫

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SOURCES OF CASH | | | | | | | | | | | | | | |
| Internal Cash Generation | | | | | | | | | | | | | | |
| Income Before Depreciation and Interest (Deficit) | | | | (1,735) | (1,892) | (1,606) | (1,297) | (933) | 257 | 403 | 911 | 1,463 | 2,060 | 2,832 |
| Total | | | | (1,735) | (1,892) | (1,606) | (1,297) | (933) | 257 | 403 | 911 | 1,463 | 2,060 | 2,832 |
| Loans from National Govt. | | | 18,140 | | | | | | | | | | | |
| National Government Grant | | | | | | | | | | | | | | |
| - Foreign portion | 31,780 | 8,240 | 185,350 | 29,490 | | | | | | | | | | |
| - Local portion | 1,450 | 30,750 | 93,090 | 24,710 | | | | | | | | | | |
| Equity from National Govt. | | | 2,500 | 2,500 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | | | | | | |
| Total | 33,230 | 38,990 | 299,080 | 54,965 | 108 | 394 | 703 | 1,067 | 257 | 403 | 911 | 1,463 | 2,060 | 2,832 |
| APPLICATION OF FUNDS | | | | | | | | | | | | | | |
| Capital Expenditure | | | | | | | | | | | | | | |
| - Foreign portion | 31,780 | 8,240 | 203,490 | 29,490 | | | | | | | | | | |
| - Local portion | 1,450 | 30,750 | 93,090 | 24,710 | | | | | | | | | | |
| Dept Amortization | | | | | | | | | | | | | | |
| - Interest | | | 249 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 492 | 468 |
| - Principal | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 908 | 908 |
| Total Debt Service | | | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 1,400 | 1,376 |
| Repayment of Equity | | | | | | | | | | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Total Application | 33,230 | 38,990 | 296,829 | 54,688 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 498 | 1,498 | 2,400 | 2,376 |
| Cash Surplus Over deficit for year | - | - | 2,251 | 267 | (390) | (104) | 205 | 596 | (241) | (95) | 413 | 86 | (340) | 456 |
| Cash at beginning of year end of year | | | 2,251 | 2,251 | 2,518 | 2,128 | 2,024 | 2,229 | 2,825 | 2,584 | 2,489 | 2,902 | 2,988 | 2,648 |
| | | | 2,518 | 2,518 | 2,128 | 2,024 | 2,229 | 2,825 | 2,584 | 2,489 | 2,902 | 2,988 | 2,648 | 3,104 |

水道料金

Table 8-3 Proposed Water Rate (1986 - 1996)

| Year | Item | Domestic | | | Commercial | Institution | Industry | Standpost |
|----------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------------|------------|-------------|-----------|-----------|
| | | Domestic-1 (0 - 10 m ³) | Domestic-2 (10 - 30 m ³) | Domestic-3 (30 m ³ -) | | | | |
| 1986 - 1990 | Quantity (m ³ /5 years) | 4,739,388 | 1,692,640 | 338,528 | 2,901,668 | 1,301,242 | 784,420 | 3,902,114 |
| | Water Rate (Rs/m ³) | 0.91 | 1.37 | 1.82 | 4.55 | 1.82 | 4.55 | 0.46 |
| 1991 - 1996 | Quantity (m ³ /5 years) | 10,237,609 | 3,656,288 | 731,257 | 6,267,924 | 2,555,290 | 1,515,793 | 5,844,839 |
| | Water Rate (Rs/m ³) | 0.96 | 1.44 | 1.92 | 4.80 | 1.92 | 4.80 | 0.48 |

8.6 受益者の支払能力

水道の恩恵を受ける受益者の支払能力を算定するため、受益者の月平均収入を調査した所、600～800ルピーであった。受益者が従量料金の最初の10m³～15m³を使うものとする、水道料金が1.80ルピー/m³の場合に27ルピー/月、2.00ルピー/m³の場合に30ルピー/月となり、収入に占める割合は、3%台であるから支払能力の範囲内に収まっていると判断される。

第9章 プロジェクトによる効果

9.1 効果

当プロジェクトの実施による直接効果と間接効果のうち、主なものは次のとおりである。

1) 給水人口と給水面積の増加

現在の給水人口は25,000人であるが、当プロジェクトの第1期計画、第2期計画の各目標年次で172,300人、261,100人に増加する。さらに給水区域についても、現在の600haから第1期計画、第2期計画の各目標年次で2,732ha、3,325haに拡大する。

2) 安全な水の供給

現在、既存水道施設に依存している住民は、1日のうち数時間しか給水を受けていない。施設の老朽化や不完全な運転等により、水道水の水質や安全性にも問題がある。当プロジェクトの完成時には、水道水は24時間常時給水され、住民は、必要な時はいつでも衛生的に安全な水を享受することが可能となる。

3) 生活環境の向上と健康的な生活の保障

水道の給水量の不足により、計画区域内の住民の多くは、不衛生な飲料水で不健康な生活を送ることを余儀なくされている。もしも水道が各家庭に普及するようになれば、このような環境は大いに改善され、ひいては生活環境の向上につながるであろう。

4) 雇用機会の増大

当プロジェクトの実施は、浄水・送・配水施設等の大規模な土木工事を伴ない、計画区域における雇用機会の増大をもたらすであろう。

5) 商業活動の奨励による収入の増大

Amparai 地区は、米作や他の農産物の集積センターとして産業戦略上重要な拠点である。また、市周辺部は交通等の要衝として発展しており、将来、商・工業活動を促がす素地があるが、水道の未整備により発展が妨げられている。当プロジェクトの実施により水道整備を図ることは、上記の問題を解消し、計画区域および住民の所得の増大をもたらすであろう。

9.2 財務評価

当プロジェクトの財務評価は、内部回収率を基に行なわれた。初期経費は事業費の総額であり、年間の便益は収入と支出との差である。財務計算を表-9.1に示す。内部回収率は4.91%の妥当な値となった。

内部回收率

Table 9-1 Financial Internal Rate of Return

| INTERNAL RATE OF RETURN 4.91 % | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------|---------------|--------|---------------------|--------------|-------------|---------------|
| YEAR | DISCOUNT FACTOR | INVESTMENT | PRESENT WORTH | INCOME | EXPENDITURE OR COST | DEPRECIATION | NET BENEFIT | PRESENT WORTH |
| 1985 | 1.0000 | 10,140 | 10,140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1986 | 0.9532 | 0 | 0 | 13,129 | 14,059 | 0 | -1,735 | -1,653 |
| 1987 | 0.9066 | 0 | 0 | 17,133 | 19,025 | 0 | -1,892 | -1,710 |
| 1988 | 0.8611 | 0 | 0 | 18,607 | 20,213 | 0 | -1,606 | -1,390 |
| 1989 | 0.8256 | 0 | 0 | 20,165 | 21,462 | 0 | -1,297 | -1,070 |
| 1990 | 0.7870 | 0 | 0 | 21,792 | 22,725 | 0 | -933 | -733 |
| 1991 | 0.7502 | 0 | 0 | 24,317 | 24,060 | 0 | 257 | 193 |
| 1992 | 0.7151 | 0 | 0 | 26,219 | 25,011 | 0 | 403 | 288 |
| 1993 | 0.6816 | 0 | 0 | 28,316 | 27,405 | 0 | 911 | 621 |
| 1994 | 0.6498 | 0 | 0 | 30,526 | 29,063 | 0 | 1,463 | 951 |
| 1995 | 0.6199 | 0 | 0 | 31,629 | 29,569 | 0 | 2,060 | 1,276 |
| 1996 | 0.5909 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,672 |
| 1997 | 0.5628 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,599 |
| 1998 | 0.5365 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,519 |
| 1999 | 0.5114 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,440 |
| 2000 | 0.4879 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,380 |
| 2001 | 0.4646 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,316 |
| 2002 | 0.4427 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,259 |
| 2003 | 0.4222 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,196 |
| 2004 | 0.4029 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,140 |
| 2005 | 0.3836 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,086 |
| 2006 | 0.3657 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 1,036 |
| 2007 | 0.3486 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 987 |
| 2008 | 0.3323 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 941 |
| 2009 | 0.3167 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 897 |
| 2010 | 0.3019 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 855 |
| 2011 | 0.2878 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 815 |
| 2012 | 0.2743 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 777 |
| 2013 | 0.2615 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 741 |
| 2014 | 0.2493 | 0 | 0 | 35,259 | 32,422 | 0 | 2,832 | 706 |
| TOTAL | | | 10,140 | | | | | 10,125 |

第10章 組織・管理機構

10.1 概要

現在、スリランカ国内における水道事業は水道公社（NWSDB）により運営されている。NWSDBは、1974年の国会法第2条の国営水道公社法に基づき、1975年に設立された。NWSDBの任務は、水道事業の発展、整備、運営および監督にあり、あわせて家事用、商業・産業用等の受益者に水道を供給することにある。

NWSDBの設立以前における水道の管理・運営は、各地方自治体によって行なわれていた。そして地方自治体は、地方自治省水道部の行政指導下にあった。現在は、地方自治体の管轄下にある既存上下水道事業をNWSDBの下に移管する過渡期の段階にある。全ての水道事業がNWSDBの管轄下に入ったわけではなく、まだ多くの水道事業が地方自治体によって運営されている。また、NWSDBと地方自治体以外の機関によって管理・運営されている水道事業があるが、これについては資料-Fに述べる。

NWSDBの組織は図-10.1に示したとおりである。NWSDBは、自治大臣より任命された4名の役員からなる役員会で、政策の決定を行なう。4名の役員は、それぞれ技術、財政、公衆衛生および法律の専門家である。総裁は、4名の役員の中から自治大臣の任命を受けて役員会の議長を務め、NWSDBの政策の立案と決定を行なう。

総裁の下には事業管理者（General Manager）がおり、役員会で決定された政策の執行に当たるとともに、NWSDBの技術面での運営に全責任を負っている。事業管理者の下には4名の副事業管理者（Deputy General Manager）がおり、事業管理者を補佐している。副事業管理者は、それぞれ技術、工事、資器材の供給、行政および南西海岸プロジェクトに関する責任を負っている。副事業管理者の下には6名の補佐（Assistant General Manager）が配属されている。

NWSDBの統計調査部によると、NWSDBの職員数は臨時職員をも含めて5,500人を数える。その内の1/5が技術系職員で、残りは管理・事務系職員である。各水道事業の運営に関しては、7カ所の地方事務所所長（Regional Manager）によって管理されている。地方事務所は、NWSDB本部の指揮下であり、その権限は現場調査、プロジェクトの設計および在庫供給に限定されており、政策決定等の権限はNWSDB本部に集中している。現在、NWSDBの組織を強化するため、組織改善の調査がコンサルティング企業によって進められている。

10.2 Amparai District の水道事業

Amparai District の水道事業は、Karavahu West の水道を除き、全て NWSDB の技術指導下であり、Batticaloa の東部地方事務所の管轄下にある。計画区域内の全ての市町村が水道施設を有しているわけではなく、4カ所の水道施設があるだけである。それらは Amparai U.C., Kalmunai T.C., Karavahu West V.C. と Sammanthurai T.C. (現在工事中) である。他の町村には水道施設がないので、住民は飲料水や雑用水を近くの小川や井戸に頼っている。計画区域内の各市町村における水道施設の有無の状況を次表に示す。

計画区域内の水道施設の有無状況
Existence of Water Supply Scheme in Towns

| Names of Towns | Water Supply Scheme | O/M under | Installation of Meter | Tariff System |
|---------------------------|---------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
| Amparai U.C. | Existing | NWSDB | 200 | Assessment Billing for minor portion |
| Kalmunai T.C. | - do - | - do - | No installation | Assessment |
| Kalmunai T.C. | - do - | - do - | No installation | Assessment |
| Karavahu West V.C. | - do - | V.C. | No installation | Assessment |
| Sammanthurai T.C. | Under construction | NWSDB | No installation | - |
| Karativu V.C. | Not existing | - | - | - |
| Nintavur V.C. | - do - | - | - | - |
| Akkaraipattu North V.C. | - do - | - | - | - |
| Akkaraipattu Central V.C. | - do - | - | - | - |

10.3 地方事務所の組織と運営

Amparai 水道は、1950年代に Gal Oya 計画に従事していた労働者に対する当面の需要を満たす目的で建設された。その後、事業は地方土木協会 (Territorial Civil Engineering Organization) の管轄下に、1971年に流域開発公社 (River Valley Development Board) の下に、そして1973年には地方自治省水道部の下に移管された。その後、1975年の水道公社 (NWSDB) の設立に伴ない、NWSDB が維持管理を行なうようになった。Kalmunai 水道は1981年に完成し、NWSDB によって維持管理が行なわれている。Naipuddimunai 水道は1968年に建設され、Karavahu West V.C.

によって維持管理が行なわれている。

前述のように、NWSDBの東部地方事務所は上記既存水道事業の管理を行なっている。東部地方事務所の組織は図-10.2に示すとおりである。同事務所には10名の職員が配属されており、技術者1名、同補佐4名、技師2名、会計1名、事務員2名である。

現在の水道事業数と地方事務所が管轄する領域面積から判断すると、同事務所の職員数が十分であるとは言い難い。各事業施設における職員不足は更に深刻である。技術担当の職員については、能力、経験ともに必ずしも豊富とは言い難く、そのため、水道施設の維持管理が必ずしも満足に行なわれていないのが現状である。

10.4 組織改善の勧告案

10.4.1 概要

Amparai Districtにおける新規水道の建設に伴ない、現行組織の改善が必要である。それは、組織の改善、職員計画、地方自治体との協調等である。

10.4.2 組織改善の目的

組織改善の目的は、現行組織を強化し、水道事業を技術的、財政的、運営管理上の面で強化すること、そして計画区域内の住民に対し衛生的に安全な水を豊富に供給することにある。さらに組織が効果的に機能し、NWSDBの人的・物的資源をより一層有効に運用するため、健全な経営を樹立することにある。

10.4.3 組織の改善

法的に必要な権限と責任により、NWSDBが国内の既存水道事業の運転・管理を開始してから数年間が経過しており、水道施設の技術的・事務的な運営、維持管理の方法や経験が豊富に蓄積されている。法規上の調整や現在の資源の有効な活用という観点から判断すると、全く新規の組織を設立することは、時間的な制約等から難しいと思われる。むしろ、現行組織に多少の改善を加え有効に運営する方が得策であろう。即ち、新規プロジェクトの維持管理に当たり、地方事務所が必要な組織改善を進めることの方が現実的であろう。

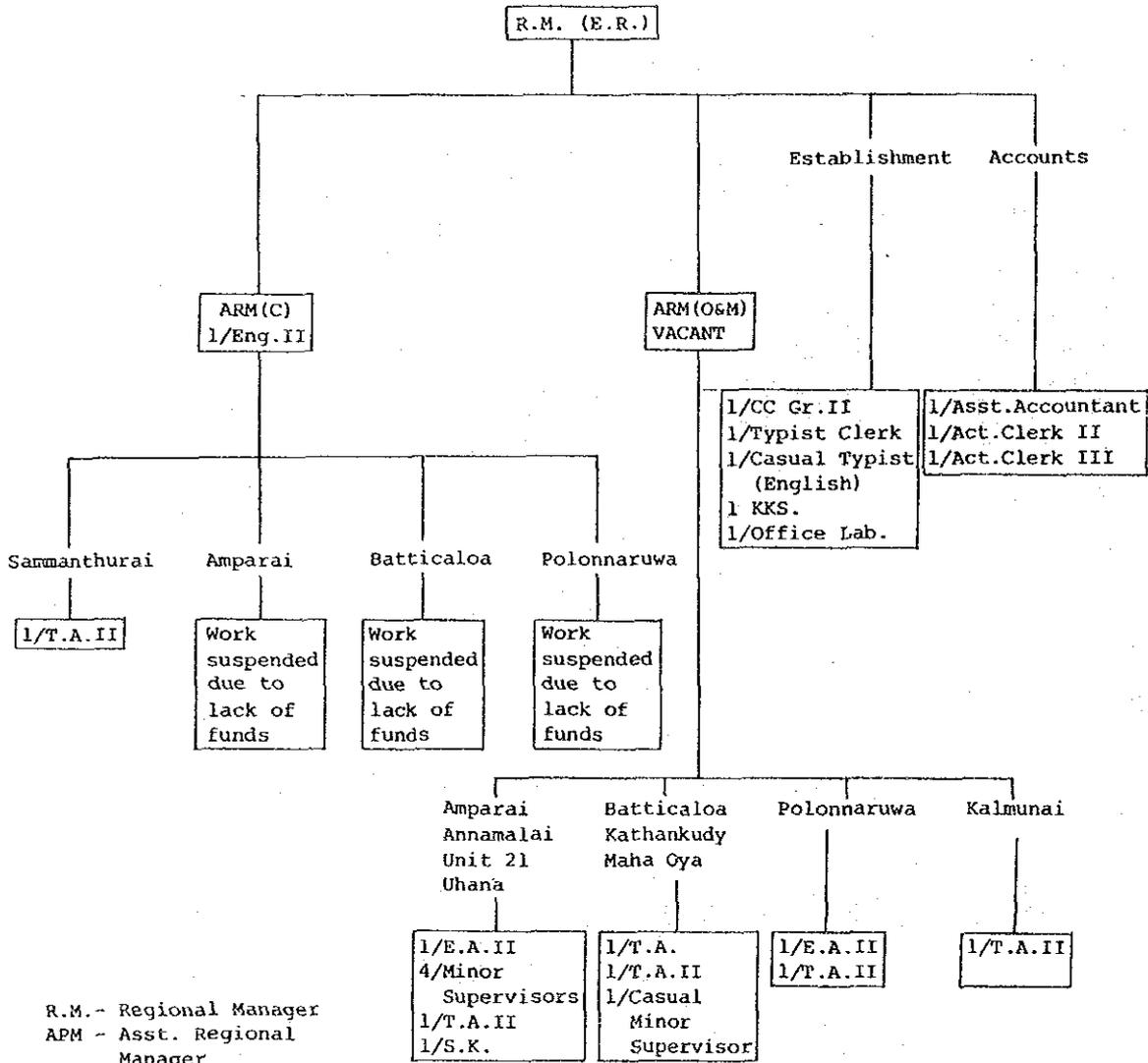
組織の改善案を図-10.3に示す。改善案は、各部門ごとに建設工事から建設後の維持管理を目指したものである。さらに公共事業の一環として、地方自治体と住民との密接な協調を目指した水道の運営を考慮に入れた。次に、組織改善で考慮すべき点を示す。

- ① 信頼にたる技術水準で、住民のために十分な水の供給を行なうことの必要性。
- ② 水道料金徴収のための効果的な財政運営と、維持管理のための十分な資金の

東部地方事務所の組織図

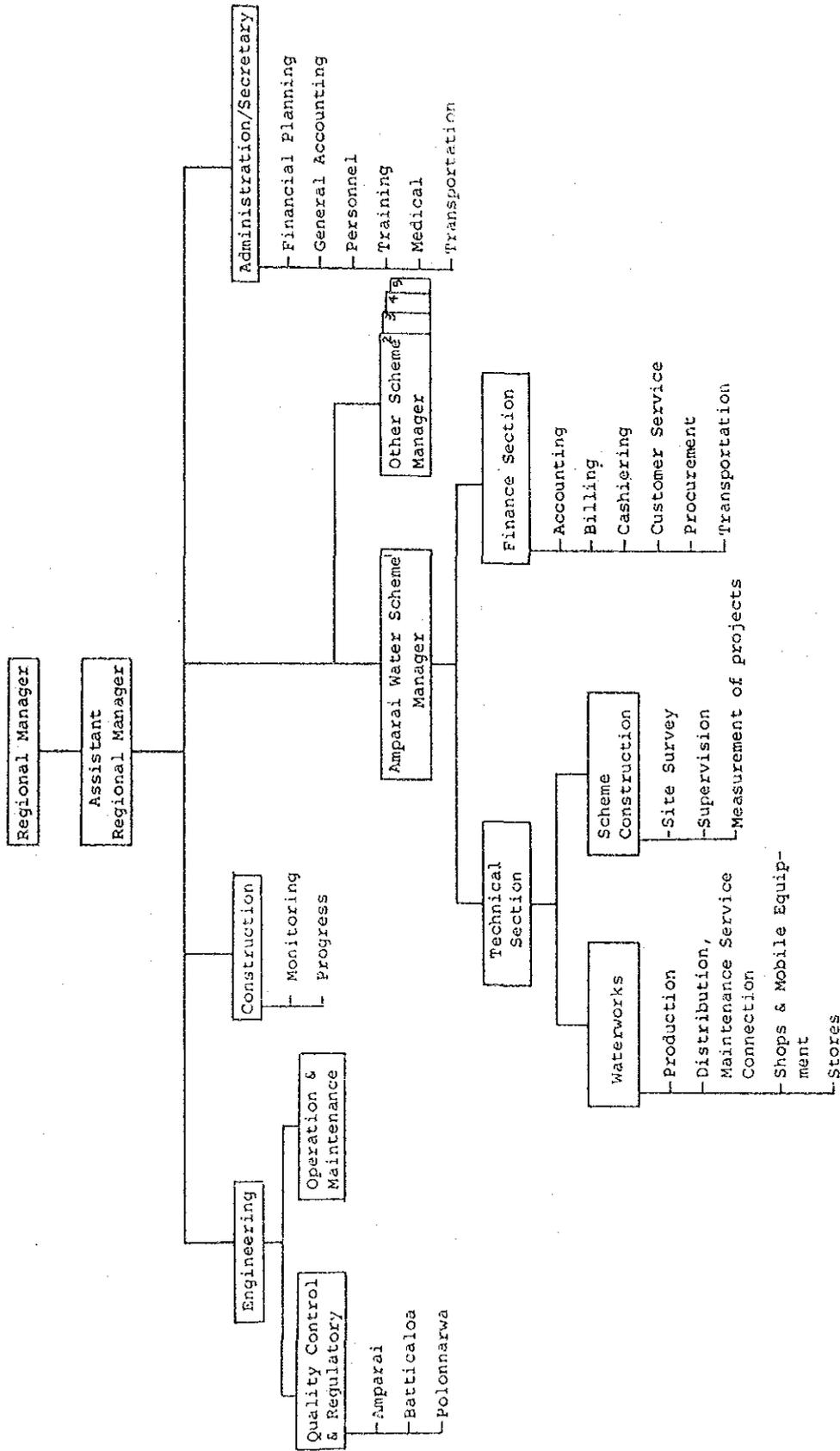
Fig. 10-2 ORGANIZATION CHART

EASTERN REGION - NATIONAL WATER SUPPLY & DRAINAGE BOARD



- R.M. - Regional Manager
- APM - Asst. Regional Manager
- E.A. - Engineering Assistant
- T.A. - Technical Assistant
- C.C. - Chief Clerk
- S.K. - Store Keeper

組織の改善案
 Recommended Organization Modification



準備の重要性。

また、新規組織の目標を次に示す。

- ① 環境の変化に対して適応性のある組織であること。
- ② 施設全体の管理のために有効な協調を得ること。また、システムの目的と目標のために、現実的に立案可能な組織であること。

10.4.4 組織

組織の改善案には、図-10.3に示したように、新たに4部門（エンジニアリング、建設、庶務業務、Amparai地区広域水道事業）の設置が必要である。エンジニアリング、建設、および庶務業務の各部門は、地方事務所の業務のみならず地方事務所の管轄下にある各水道事業にも及ぶ。各水道事業の下には、2部門（技術課と営業・会計業務課）が設けられる。技術課は、水道係と建設係とに分れる。水道係は、浄水・配水施設等の維持管理と在庫管理業務を担当し、建設係は、建設現場の監督を担当する。営業・会計業務課は、会計、水道料金の算定、顧客サービス等を行なう。

この組織改善により、地方事務所は水道事業の管理を直接担当し、技術指導をも行なう。さらにNWSDB本部に対して、日報、月報、年報等による施設管理上の報告書を提出し、また救済措置が必要な場合には指示を仰ぐことになる。

10.4.5 職員配置計画

新規プロジェクトの建設に伴う職員配置計画を検討した。職員数は、第1期計画において1984年に140名、目標年次1995年には272名となる。そして第2期計画においては1996年に272名、目標年次2005年には282名となる。年次別職員配置計画を表-10.1に示す。

10.5 運営・管理機構

新規プロジェクトの建設に伴ない、将来の必要性に見合うように運営・管理機構を改善する必要がある。留意点としてはNWSDB本部と東部地方事務所との内部連絡を緊密にすることである。管理システムの目標は次のとおりである。

- ① 水道事業の効果的運営と健全な計画の遂行のため、業務に関する情報を迅速・正確に管理者に示すこと。
- ② 管理者の判断と指示を必要とする問題に対して、速やかな決裁を得られるように、情報を必要な形式で示すこと。

年次別職員配置計画
Table 10-1 Schedule of Estimated Staff Requirement

| Job Title | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regional Manager | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Asst. Regional Manager | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Secretary-Typist | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Clerk | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sub-Total | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ENGINEERING DIVISION | | | | | | | | | | | | | |
| Division Head | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <u>Operation & Maintenance</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Design Engineer | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Electrical Foreman | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Electrician | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Mechanical Foreman | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Mechanician | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Draftsmen | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <u>Qualify Control & Regulatory</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Laboratory Chief | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Laboratory Assistant | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sub-Total | 12 | 14 | 14 | 14 | 14 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| CONSTRUCTION DIVISION | | | | | | | | | | | | | |
| Division Head | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Monitoring Officer | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sub-Total | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

- to be continued -

| Job Title | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 2000 | 2005 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <u>ADMINISTRATION DIVISION</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Financial Officer | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Personnel Officer | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Administration Officer | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Account Clerk | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Clerk | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Sub-Total | 8 | 11 | 11 | 11 | 11 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| <u>AMPARAI WATER SCHEME</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>AMPARAI</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Manager | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <u>Technical Section</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Section Head | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <u>Waterworks Section</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Clerk | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Chemist | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Assistant Chemist | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Technical Foremen | 10 | 10 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 41 | 41 | 41 | 41 | 44 | 44 |
| Labourer | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Sub-Total | 27 | 27 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 58 | 58 | 58 | 58 | 61 | 61 |
| <u>COASTAL</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Manager | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <u>Technical Section</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Section Head | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Job Title | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <u>Waterworks Section</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Clerk | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Chemist | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Assistant Chemist | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Technical Foremen | 28 | 28 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 77 | 77 | 77 | 77 | 84 | 84 |
| Labourer | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Sub-total | 45 | 45 | 81 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 94 | 94 | 94 | 101 | 101 |
| <u>FINANCE/ADMINISTRATION SECTION</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>AMPARAI</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Accounting Officer | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Billing Officer | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Meter Reader | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Cash Clerk | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Sub-Total | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| <u>COMSTAL</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Accounting Officer | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Billing Officer | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Meter Reader | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Cash Clerk | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Sub-Total | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| <u>CONSTRUCTION SECTION</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Head | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Inspector | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sub-Total | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| TOTAL | 140 | 146 | 219 | 219 | 219 | 265 | 265 | 272 | 272 | 272 | 272 | 272 | 282 |

③ 管理上必要なレポートの準備と提出を義務づけること。

上記目標を実現するためには、次のようなシステムが必要であろう。

勘定科目の統一

管理者が、収入と支出についての状況を把握し十分に管理できるように、勘定科目の整備が必要である。

伝達手続きの整備

管理者に対する伝達手続きを整備する。伝達内容については、問題点を正確に指摘し、作業の進捗状況を正確・詳細に記述すること。

請求書作成と集金業務

請求書作成と集金業務の手続きは、受益者個人の支払債務についての情報を提供している。メーターの検針、請求書作成、集金業務は、迅速な集金を可能にするため密接に連繫されていることが望まれる。

在庫管理

在庫管理は、水道施設の全ての在庫品目に関する情報を提供する。全品目の内で、特に調達から受領までに日数を要し、しかも出入の激しい品目については、注文が十分になされていないなければならない。予備品の不足等により、事業に支障を来たすことがあってはならない。

10.6 訓練計画

水道事業の運営において、職員の定期的な訓練は非常に重要である。各部門の職員が十分に訓練されていれば、各施設の維持管理レベルは大いに向上するであろう。技術、庶務、営業部門の職員に必要な訓練計画を下記に示す。

技 術 部 門

- ・ポンプの運転管理
- ・メーターの設置、テストおよび管理
- ・給水栓の管理業務
- ・配水管とその維持管理
- ・浄水処理
- ・安全対策
- ・漏水防止

- ・装置の維持と簡単な修理

庶務・営業部門

- ・予算措置と執行
- ・会計と財務分析
- ・報告書の作成
- ・情報システム

10.7 地方自治体と保健衛生局との連携

NWSD Bは、国内の水道事業の運営権をもっているが、Amparai District においては、NWSD Bと各地方自治体との業務調整や意見交換は行なわれていない。また、Amparai D.D.C. や U.C. も水道事業には全く参画していない。さらに公衆衛生事業の分野においても保健衛生局との連携も行なわれていない。水道事業は公共事業の一環であることを考えると、地方自治体と保健衛生局が水道事業と関わりをもつことは、水道事業が住民サービスを目指す上にも非常に大切なことである。

従って、NWSD Bは地方自治体と保健衛生局との代表者からなる連絡委員会を設置し、内部の連携と調整を図り、水道事業をより効果的に実施することが強く望まれる。

10.8 将来の組織改善

前述の組織改善案は、現状下で実施するには最適と考えられる。しかし、目標年次2005年迄の諸々の変化に対応した改善案を、将来にわたって柔軟に考慮し対処して行くべきであろう。NWSD Bは、将来の変化に応じた新組織機構の必要性に相当の代価を払うことが強く望まれる。

資 料 編

- A. 業 務 指 示 書
- B. 水 源
- C. 水 質 お よ び 浄 水 処 理 方 式 の 検 討
- D. 水 道 施 設 の 概 要
- E. 事 業 費 積 算
- F. 関 連 機 関 と 財 政
- G. 図 面

業 務 指 示 書

1. 序 文
2. 調 査 目 的
3. 調 査 区 域
4. 調 査 業 務 の 範 囲
5. スリランカ政府の便宜供与
6. 成 果 品
7. 調 査 工 程

1. Introduction

In response to the request of the Government of Sri Lanka for the technical co-operation in conducting the feasibility study on the Water Supply Scheme for Amparai Group of Towns in Sri Lanka, the Government of Japan has agreed to provide the service of a team of Japanese experts to undertake the feasibility study in accordance with laws and regulations in force in Japan with regard to the technical co-operation programmes.

The Government of Japan will take necessary measures through the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical co-operation programmes of the Government of Japan, to dispatch at its own expense the Japanese Study Team to Sri Lanka.

The study Team will carry out the feasibility study in accordance with the Scope of Study herewith, and in close co-operation with the National Water Supply & Drainage Board (hereinafter referred to as "NWSDB") as well as other authorities concerned.

2. Objective of the Study

The objective of the study is to examine and assess the technical and economical feasibility of the Water Supply Scheme for Amparai Group of Towns as the target year of 2005.

3. Study Area

The study area will cover Amparai Urban Council Area, Kalmunai Electorate Area including Saindamarudu town, Sammanthurai Town Area, Akkaraipattu Town Area, Coastal area between Saindamarudu and Akkaraipattu, and their environs. The location map is shown in Appendix 2.

4. Scope of the Study

The study will be composed of field surveys and data collection in Sri Lanka and of analysis works in Japan. The items to be covered by the study are as follows:

- 1) Collection of data and information
- 2) Study of present status of water supply systems
- 3) Study of socio-economic aspects
- 4) Estimation of population
- 5) Estimation of population to be served
- 6) Estimation of water demand
- 7) Study of improvement of existing facilities
- 8) Study of water sources
- 9) Study of required facilities and their layout
- 10) Study of design criteria
- 11) Study of construction materials, labour force, ability of local contractors and construction methods
- 12) Cost estimation for construction, operation and maintenance
- 13) Study of tariff systems
- 14) Study of organization, operation and maintenance plan
- 15) Economic and financial analysis
- 16) Preparation of implementation programme
- 17) Study of Community Participation

5. Undertakings of the Government of Sri Lanka

To facilitate the smooth performance of the study, the Government of Sri Lanka will undertake the followings:

- 1) To be responsible for dealing with claims which may be brought by third parties against the Japanese Study Team members, and shall hold them harmless in respect of claims or liabilities arising the course of or otherwise connected with the discharge

of their duties in the implementation of the study, except when such claims or liabilities arise from the gross negligence or wilful misconduct of the above mentioned individuals.

- 2) To provide adequate protection and the security for the team
- 3) To provide the team with the data and information necessary for the study
- 4) To provide the team with topographic maps available
- 5) To provide the team with suitable office space, office equipment and vehicle with driver necessary for study in Amparai
- 6) To conduct laboratory tests for water quality when necessary
- 7) To conduct soil testing for the foundations of plants when necessary
- 8) To conduct ground survey (contour, and longitudinal sections) in accordance with the specification prepared by the team when necessary
- 9) To make arrangements for accommodation required for field work when necessary
- 10) To arrange for the quick and smooth customs clearance of the survey equipment and materials which the team will bring into the field covering exception from taxes and duties imposed by the Government on the goods brought in by the team members into Sri Lanka
- 11) To enable to take all data and materials concerned out of Sri Lanka to Japan
- 12) To assign the counterpart personnel in the following fields to co-operate with the team in conducting the study effectively:
 - 1) General Planning
 - 2) Water Supply Engineering
 - 3) Surveying
 - 4) Water Resources
 - 5) Finance and Accounting

The number of counterpart personnel and their respective assignment periods should be decided by prior consultation by the team with the authorities concerned at the commencement of the study.

The necessary cost of counterpart personnel should be borne by the Government of Sri Lanka.

- 13) To make the necessary arrangements to obtain the permission of the authorities concerned for the team to conduct the survey in the study area
- 14) NWSDB to obtain the permission from the Ministry of Lands, Land Development and Mahaweli to utilise the sources to be selected by the feasibility study team
- 15) Besides the above, to extend close co-operation to the team in every respect for the smooth execution of the study.

6. Reports

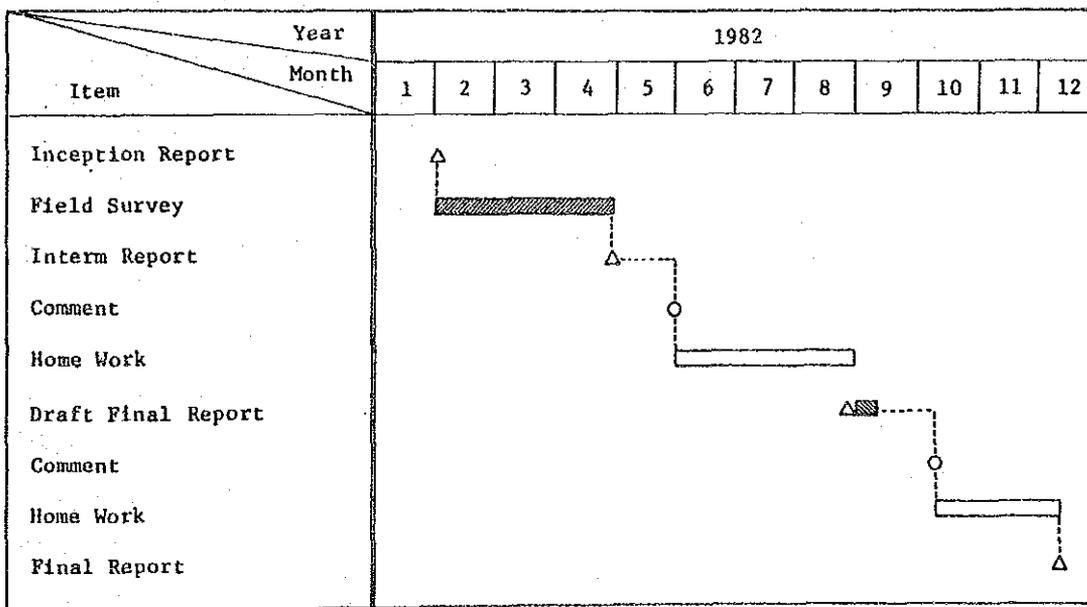
JICA will prepare and present the following reports to NWSDB in the course of the feasibility study:

- 1) Inception Report
20 Copies -
at the beginning of the field survey
- 2) Interim Report
20 Copies -
at the end of the field survey
NWSDB will provide JICA with their comments within one month after receipt of the report through the Japanese Embassy.
- 3) Draft Final Report
20 Copies -
Within three (3) months after receipt of comments on the Interim Report
NWSDB will provide JICA with their comments within one month after receipt of the report through the Japanese Embassy.
- 4) Final Report
40 Copies -
Within two (2) months after receipt of comments on the Draft Final Report

7. Schedule of the Study

The study will be conducted in accordance with the study schedule shown in Table A-1.

調査工程図
Table A-1 Tentative Schedule of Study



Reference: △ presentation of report
 ○ comment on report
 ■ Field survey & discussion
 □ Home work

