



スリ・ランカ民主社会主義共和国  
南部 2 県地下水資源開発計画調査  
事前調査報告書

平成 13 年 1 月

国際協力事業団

社 調 二
J R
01 - 26

## 序 文

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基づき、同国の南部2県地下水資源開発計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成12年12月10日より12月30日までの21日間にわたり、社会開発調査部社会開発調査第二課長代理 藤井 啓造を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにスリ・ランカ民主社会主義共和国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

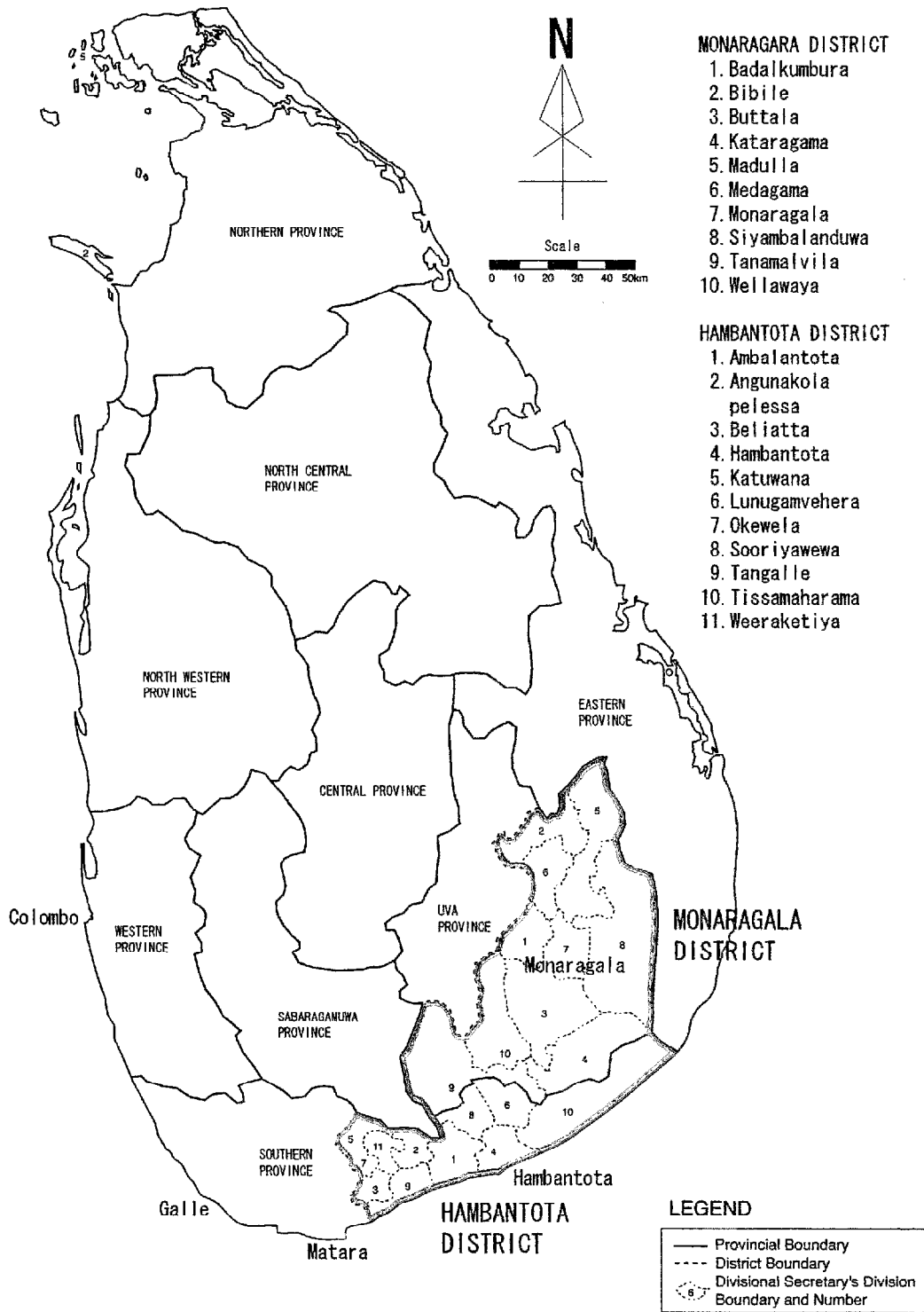
本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成13年1月

国際協力事業団

理事 泉 堅二郎



对象地域位置图

# 目 次

序文

調査対象地地図

写真

第 1 章 事前調査概要.....	1
1 - 1 要請背景・経緯.....	1
1 - 2 事前調査の目的.....	2
1 - 3 調査団の構成.....	2
1 - 4 調査日程.....	3
1 - 5 協議概要.....	4
第 2 章 調査対象地域の概要.....	6
2 - 1 一般概要.....	6
2 - 2 自然状況.....	6
2 - 3 社会・経済状況.....	7
2 - 3 - 1 政治動向.....	7
2 - 3 - 2 民族紛争について.....	8
2 - 3 - 3 経済状況.....	9
2 - 4 水文・地質.....	10
2 - 4 - 1 調査対象地域の地質.....	10
2 - 4 - 2 調査対象地域の水文.....	15
2 - 5 水利用状況.....	23
2 - 5 - 1 水利用現況.....	23
2 - 5 - 2 関連給水計画.....	23
2 - 5 - 3 水利用に関する機構・組織・法制度.....	24
2 - 5 - 4 水利用に関する課題.....	27
2 - 6 地下水資源の現状と課題.....	28
2 - 6 - 1 既存井戸の現状.....	28
2 - 6 - 2 地下水資源関連計画.....	28
2 - 6 - 3 地下水資源に関する機構・組織・法制度.....	30
2 - 6 - 4 地下水資源に関する課題.....	32

2 - 7	調査井掘削要請地区の概況	33
2 - 7 - 1	Hambantota県	33
2 - 7 - 2	Monaragala県	36
第3章	本格調査への提言	40
3 - 1	調査の目的及び基本方針	40
3 - 1 - 1	調査の目的	40
3 - 1 - 2	調査の基本方針	40
3 - 2	調査対象範囲	41
3 - 2 - 1	調査対象範囲	41
3 - 2 - 2	調査井掘削候補地区	45
3 - 3	調査項目と内容	47
3 - 4	調査工程と要員構成	48
3 - 5	調査用資機材	49
3 - 5 - 1	さく井機材	49
3 - 5 - 2	物理探査用機材	50
3 - 5 - 3	調査用資機材のまとめ	51
3 - 6	調査実施上の留意点	52
付属資料		
1 .	T / R、S / W、M / M	59
2 .	主要面談者リスト	87
3 .	Questionnaire	90
4 .	収集資料リスト	170
5 .	ローカルコンサルタントリスト	174

# 第 1 章 事前調査概要

## 1 - 1 要請背景・経緯

- (1) スリ・ランカ民主社会主義共和国 (The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka、以下「ス」国) は、総面積 6 万 5,610km<sup>2</sup>、総人口約 1,700 万人 (1997 年時点) の島国である。1997 年には 1 人当たりの GDP が 800 ドルに達した同国においては、開発に伴う都市化が進み、人口の急増及び都市集中化が問題化している。2025 年には人口が 2,500 万人へ増加するとの見方もあり、各主要都市では水不足がより一層深刻化するものとみられる。
- (2) また一方で、農村部においても水供給に至る開発の必要性が指摘されている。伝統的に表流水を水供給源の中心としてきた「ス」国 (2 度の大モンスーンあり) は、乾季における農村部の慢性的な水不足が大きな問題とされてきた。とりわけ、南部等の乾燥の厳しい地域 (Dry Zone) において、水資源が農業用水と家庭用水の双方に使われている現状があり、水不足の現状をかんがみると、用途別に水を使うような水管理計画が極めて重要となる。
- (3) こうした背景の下、全土にわたり水供給量増加が必然的に望まれるようになり、また同時に、安定した水供給に欠かせない合理的な水資源管理と適正な水資源の活用 (季節変化に伴う水不足等を補うように水供給バランスを勘案して計画された水管理方法の確立) が切望されるに至った。
- (4) 「ス」国の水資源開発の取り組みにおいて、全国土をカバーするような包括的な調査はいまだ実施されていないが、過去に首都圏部、中部などにおける一部地域を対象に、我が国の無償資金協力を含め、国際協力銀行 (JBIC) の有償資金協力などによる水資源に関する開発協力が行われている。また、1996 年には JICA 基礎調査部による「南部地域総合開発計画調査」が行われ、優先プロジェクトの 1 つとして提示されている。
- (5) このような状況を背景として、特に雨量の少ない乾燥地域 (Dry Zone) である南部 2 県を対象に、地下水賦存量調査を含むベースライン調査の要請が「ス」国からなされたものである。
- (6) 今回はこれを受け、地下水賦存量調査、及び同調査結果に基づいた地下水資源開発計画の策定を目的とし、同調査実施のための事前調査団を派遣し、S / W 署名・交換を行った。

## 1 - 2 事前調査の目的

「ス」国Hambantota県及びMonaragala県（東部危険地域は除く）を対象とした地下水賦存量調査、及び同調査結果に基づいた地下水開発計画に関するマスタープラン（M/P）策定に関し、今回は以下の点に留意しつつ、本格調査のS/W協議・署名交換を目的とした事前調査団（S/W協議）を派遣した。

- (1) 本件本格調査の要請内容について、「ス」国Hambantota県及びMonaragala県の地下水資源に係る現状を把握し、本格調査の必要性を明確にする。
- (2) 本格調査のカウンターパート機関（「ス」国水資源局、国家水供給・下水局）の実施体制及び関係機関相互の役割分担を明確にする。
- (3) 本格調査の過程での技術移転の対象者及び内容を明確にする。
- (4) 本格調査実施にあたって必要な情報を収集する。
- (5) (1)～(4)に基づき本格調査の実施方針を策定する。

## 1 - 3 調査団の構成

団員氏名	担当分野	派遣期間	所 属
藤井啓造 Keizo FUJII (Mr.)	総括 Team Leader	2000.12.10 ゝ 2000.12.22	国際協力事業団 社会開発調査部 社会開発調査二課長代理
黒木猛人 Taketo KUROKI (Mr.)	調査企画 Study Planning	2000.12.10 ゝ 2000.12.22	国際協力事業団 社会開発調査部 社会開発調査第二課
木村茂美 Shigemi KIMURA (Mr.)	水文 / 水理 Hydrogeology/ Hydrology	2000.12.10 ゝ 2000.12.30	三井金属資源開発(株) 資源事業部 技師長
西井 理 Osamu NISHII (Mr.)	地質・ボーリング計画 Geology/Boring Plan	2000.12.10 ゝ 2000.12.30	応用地質(株) 海外コンサルティング事業部 技術三部長
吉田 弘 Hiroshi YOSHIDA (Mr.)	給水計画 Water Supply Planning	2000.12.10 ゝ 2000.12.30	吉田エンジニアリング 代表

1 - 4 調査日程

日順	月日	曜日	調査日程	宿泊地	備考
			コンサルタント団員は、7日から国内作業		
1	12/10	日	東京[12:00] - シンガポール[18:15] (SQ997) シンガポール[22:45] - コロンボ[00:20] (SQ402)	コロンボ	
2	12/11	月	JICAスリ・ランカ事務所打合せ 財務・計画省表敬 水資源局表敬 S/W協議(水資源局、国家水供給・下水局)	コロンボ	
3	12/12	火	在スリ・ランカ日本大使館表敬 都市開発・公共事業省表敬 灌漑・水資源省表敬 国家水供給・下水局表敬	コロンボ	
4	12/13	水	AM: S/W、M/M協議(水資源局、国家水供給・下水局等) PM: 移動(To ハンバントータ)	ハンバントータ	移動(約6時間)
5	12/14	木	ハンバントータ県関係機関表敬 現地踏査(既存井他)	ハンバントータ	
6	12/15	金	モナラガラ県関係機関表敬 現地踏査(既存井他)	ハンバントータ	
7	12/16	土	【官団員、西井団員】 移動(To コロンボ) 【木村団員、吉田団員】 現地調査、資料収集・整理	ハンバントータ	移動(約6時間)
8	12/17	日	【官団員、西井団員】 資料収集・整理 【木村団員、吉田団員】 資料収集・整理	コロンボ ハンバントータ	移動(約6時間)
9	12/18	月	【官団員、西井団員】 S/W、M/M協議・署名 【木村団員、吉田団員】 現地調査、資料収集・整理	コロンボ ハンバントータ	
10	12/19	火	【官団員】 JICAスリ・ランカ事務所報告 在スリ・ランカ日本大使館報告 【西井団員】 資料収集・整理 【木村団員、吉田団員】 現地調査、資料収集・整理	コロンボ ハンバントータ	
11	12/20	水	【官団員】 コロンボ[01:35] - シンガポール[07:25] (SQ401) シンガポール[09:50] - 東京[17:05] (SQ012) 【西井団員】 資料収集・整理 【木村団員、吉田団員】 現地調査、資料収集・整理	コロンボ モナラガラ	
12	12/21	木	【西井団員】 資料収集・整理	コロンボ	
13	12/22	金	【木村団員、吉田団員】 現地調査、資料収集・整理	モナラガラ ハンバントータ	
14	12/23	土	【西井団員】 資料収集・整理 【木村団員、吉田団員】 移動(To コロンボ)	コロンボ	移動(約6時間)
15	12/24	日	追加調査・資料収集・整理他	コロンボ	
17	12/26	火			
18	12/27	水	JICAスリ・ランカ事務所報告 追加調査・資料収集・整理他	コロンボ	
19	12/28	木	追加調査・資料収集・整理他	コロンボ	
20	12/29	金	追加調査・資料収集・整理他	コロンボ	
21	12/30	土	コロンボ[01:35] - シンガポール[07:25] (SQ401) シンガポール[09:50] - 東京[17:05] (SQ012)		
			コンサルタント団員は、1月15日まで国内作業		



## 1 - 5 協議概要

事前調査団は、平成12年12月10日より「ス」国内における事前調査を開始し、水資源局（Water Resources Board：WRB）、国家水供給・下水局（National Water Supply and Drainage Board：NWSDB）を中心に協議を行い、これら関係者から有益な情報を収集した。また、調査対象地域である Hambantota 県、Monaragala 県において、現場関係者と意見交換するとともに、井戸を中心とした実際の給水現場の視察等を通して現状把握を行った。

S / W 協議は主に WRB、NWSDB と行い、12月18日に、灌漑・水資源省次官 S. B. Bandusena 氏、WRB 局長 K. Yoganathan 氏、NWSDB 局長 M. L. A. M. Hizbullah 氏及び藤井事前調査団長の4者間で、本格調査に係る S / W 及び M / M に署名を了した。

S / W、M / M に係る協議概要は次のとおり。

### (1) 財務・計画省（援助局）Mr. J. H. J. Jayamaha

調査エリアのうち、東部地区に隣接した部分に関しては、安全確保に問題があるため、調査対象から外す方向である旨の説明を行い、先方よりそれらの地域が地下水の賦存量調査において必要となることもあるので関係機関と確認を行ってほしいとの要望があり、了解した。また、調査の実施にあたっては、関係機関等との情報交換等のためにも、ステアリング・コミッティを設立し、意見交換すべきとの指摘がされ、日本側もその方向で考えている旨説明した。

### (2) 国家計画省（日本担当）Mrs. M. Karunatatne

調査対象エリアの一部は、南部開発エリアとして開発計画が立てられており、同地域での水需要は高くなっている。是非、そのプロジェクトの内容も確認のうえ、調査内容を検討してほしいとの意見が出された。日本側としても、同計画の内容を確認のうえ、同計画の方針に沿った開発計画を検討する旨説明し、今回調査のなかで担当者に会うこととした。

### (3) WRB、NWSDB

S / W 協議にあたり、全体的にはほぼ原案どおりの内容で了承された。先方からの要望は大きく次のとおり。

- 1) T/R（付属資料1）にもあるように、試験井は150m級のを是非とも掘ってほしい。浅井戸（75m以下）はかなりの数が掘られており、既に情報もかなりあるため、深井戸での地下水賦存量を調査したい。
- 2) 調査用資機材について、T/Rにかなりいろいろなものを日本側で用意するよう記載されていたが、その用途について確認してみると必ずしも調査に必要なものばかりではなく、

用途があいまいなものも多々あった。協議の結果、掘削関係機材（物理探査等含む。150 m級）、GIS関連機材、車両が最低限必要との確認を行った。調達するか否かについては、本部に帰国後検討したい。

3) 調査エリアに関しては、日本側の考えどおりで合意し、治安に関する情報は軍関係者等から適宜入手し報告するとの説明があった。

#### (4) 現地関係機関、現地踏査

現地関係者の話等からすると、Hambantota、Monaragala両県とも、飲料水確保の緊急性が1番高く、続いて灌漑用水とのことであった。現地踏査では、先方が考えている緊急度の高い給水ポイント（試掘ポイント候補）を6か所程度見て回った。現在、雨季ということもあり、必ずしも水がないという状況ではなかったが、なかには浅井戸と呼んでいるものの、5、6 m掘っただけの泉の延長のようなものもあり、見た目にも水質はかなり悪く飲料水には適さないと思われる。乾季の状況はかなり厳しいとのことで、その状況を確認する必要はあるが、当該地域の安全な飲料水の確保は急務と考える。ただ、家屋等が広い地域に点在しているため、各個給水は非効率的であり、飲料水用の生産井としては、適当な場所に共有井戸を作ることになると思われる。しかし、今回の調査はあくまでも地下水賦存量調査が主目的であるため、その観点からの試験井の場所を優先検討し、可能な限り将来的な生産井への移行を視野に入れた試掘ポイントの検討を考慮したい。

#### (5) JICAスリ・ランカ事務所

本格調査の実施にあたって、JICAスリ・ランカ事務所 海保所長より次の点について留意するよう指摘があり、本格調査時には配慮する旨回答した。

1) S / W、M / Mでは調査対象地域を限定した形となっていないが、現在危険の可能性が残る東部の4つの地区（District）については、今後2、3か月で危険の可能性が排除されるとは考えにくく、同地区関係者に変な期待をもたせない観点からも、調査対象地域から明確に外す旨、指示書、IC / Rで明記してもらいたい。

2) 本格調査の実施にあたっては、単なる計画づくりではなく、先方が今回調査結果を将来有効に活用できるよう、DB（データベース）の整備等も含め、技術移転を十分行い、先方がこの先どのように村落給水事業を進めていけばよいかなどの方向性についても提言してもらいたい。また、調査後の事業実施（無償との連携等）も視野に入れた調整を是非行ってもらいたい。

3) 本格調査の実施時期について、「ス」国において2001年4月中旬に選挙があるため、本格調査団の派遣は4月下旬以降が望ましい。

## 第2章 調査対象地域の概要

### 2 - 1 一般概要

「ス」国の正式名称は、「The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka (スリ・ランカ民主社会主義共和国)」で、政体は共和制である。かつてはポルトガル、オランダ、英国の統治下にあったが、1948年2月4日英国から独立している。その総面積は6万5,610km<sup>2</sup>(日本の0.17倍)で、首都はコロンボ市に隣接するSr : Jayewardenepura Kotteであるが、実際には、コロンボ市が首都としての機能を果たしている。

人口は、推定で1,904万人(1999年央推定)で、民族構成は、1981年の国勢調査によると、シンハラ人1,098万人、セイロン・タミル人187.7万人、セイロン・ムーア人104.7万人、インディアン・タミル人81.9万人、その他11.4万人となっている。公用語はシンハラ語で、シンハラ語を国語としているのは人口の74%であり、タミル語を国語とする人口は18%である。また英語を使用しているのは人口の約10%であり、政府組織内では通常英語が使用されている。

信仰する宗教は、1981年の調査によると、仏教69.3%、ヒンズー教15.5%、キリスト教7.6%、イスラム教7.6%等となっている。また、成人(15歳以上)の識字率は86.8%であり、初等教育普及率は100%、中等教育は74%、高等教育は4%である。

1990年の調査では、乳幼児死亡率は、1,000人当たり26人、安全な飲料水にアクセスできる人口比率は、都市部で76%、農村部で64%であり、平均67%である。

調査対象2県の面積及び人口は表2 - 1のとおりである。

表2 - 1 調査対象2県の面積及び人口

District	人口(千人)		面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	
	1981年	1994年		1981年	1994年
Hambantota	424	537	2,579	164	208
Monaragala	274	367	5,546	49	66

### 2 - 2 自然状況

「ス」国は、北緯5度55分から9度55分間に位置する南北約430km、東西約220kmの島国である。主要な山地は南部の中心部に集中しており、平野は、北部の先端部に発達している。また、最高峰はPidurutalagala山で、標高2,524mである。

島内には多くの水系が認められ、103の水系に分類されている。最も長い川は、Mahaweli Ganga(全長335km)であって、河川は山岳地帯で多くの滝を構成し、また多くの湖沼が存在する。

スリ・ランカ島は、地質時代にはインド亜大陸から一連の Gondwana 大陸の一部であり、島の大部分が先カンブリア紀の岩石から構成されている。

気候は全島が高温多湿の典型的な熱帯性モンスーン気候で、月間平均気温は季節によって若干変化するが、その原因は降雨が日照を左右するためである。またその地域差は緯度の高低ではなく標高の差によって生じている。低湿地地帯では、年間平均気温は27℃で、1日の温度差は6℃程度である。標高2,400mまでの中央高原地帯では、これより気温は低い。5月から9月に西風が強いと、風下の中央高原東側の地域や東部のなだらかな平野部では乾燥した暖かい風を受け、1日の温度差は9℃、最高気温は平均34℃に達する。

湿度は通常、日中は70%、夜間は90%で、この範囲で変化するが、湿気の少ない北西部や南東部では、日中の湿度は60%まで低下する。年間降水量は、全国平均で2,000mmに達し、これは、全世界の平均降水量の2倍以上であるが、地域的な差が大きく、南西部で5,000mm以上に達する一方、北西部及び南東部では1,200mmに満たない。

モンスーンは5～9月は赤道付近から南西の風が吹き、南西モンスーン期と呼ばれている。この季節には南西海岸から高地にかけて多量の降雨があるが、北東部にはほとんど降雨をもたらさない。調査対象の南部2県でも月降雨量が50mm以下となる。また、11～3月にかけては東風が吹き、この期間は北東モンスーン期である。南部2県ではこの季節には比較的まとまった降雨があり、月降雨量は100mmから200mmに達する。サイクロンは、11月下旬から12月にかけて多く発生し毎年大きな被害をもたらしている。

## 2 - 3 社会・経済状況

### 2 - 3 - 1 政治動向

「ス」国は、独自の言語、宗教をもつ種々の民族によって構成されており、総人口の約74%を占めるシンハラ人と約18%を占めるタミル人がその主力である。宗教は、シンハラ人が仏教、タミル人がヒンズー教を信仰しており、人々の日常生活も宗教に深くかかわっている。これにポルトガル、オランダ、英国とそれぞれ約150年間、計450年に及ぶヨーロッパ植民地支配の影響が混入し、今日の「ス」国の特徴である多民族・多宗教社会が成立している。

「ス」国は、1948年に英国から独立し、独立後は、独立運動を指導した統一国民党（UNP）がまず政権を担当し、そのあと同党から分離した自由党（SLFP）がこれに代わり、この両者が2大政党として交代で政権を担当した。1995年には当時野党であった自由党が中心となって、野党連合政党である人民連合（PA）が結成され、統一国民党と人民連合はシンハラ人中産階級の利益を代表する政党として、「ス」国政界の2大勢力となった。統一国民党はどちらかといえば親欧米色が強く、他方、人民連合の母体である自由党はより民族主義的であり、中国など社会主義諸国との関係を重視してきた。しかし、経済政策面では、ソ連邦が崩壊し市場主義が主流を占めるなかで、両党ともに公官企業の民営化、自由化に前向きであるとしており、両者の違いは以前ほど明確でなくなっている。

## 2 - 3 - 2 民族紛争について

2000年5月、「ス」国政府は全土を対象に「戦時体制」を敷いたと発表した。新たに治安維持法を導入、ストライキやデモなどを禁止し、外国報道陣を含む全メディアの検閲を強化した。クマラトゥンガ大統領は重要でない政府開発事業を凍結し、戦費に回すことを命じた。

多数派のシンハラ人と少数派のタミル人の民族紛争の発端は、1956年の総選挙で登場した自由党のバンダラナーヤカ政権がシンハラ語公用語法を制定したことにさかのぼる。バンダラナーヤカ首相はシンハラ優遇政策を実行し、シンハラ語のみを公用語とし、仏教を国教化しようとした。こうして、軍、警察、行政職などの公職をシンハラ人が占めるようになり、タミル人は医師、法律家など限られた専門分野へ進むようになった。

1970年の総選挙で大勝した自由党のシリマポ・バンダラナーヤカは、1972年に憲法を制定し、それまでの英連邦内の自治領セイロンからスリ・ランカ民主社会主義共和国へ国名を改めた。新憲法は仏教に第1の地位を与えるなど、シンハラ民族主義色が強く出たため、タミル人（主として北部ジャフナ半島を中心としたスリ・ランカ・タミル）の一部は、次第にタミル分離主義を主張するようになった。そのなかで最も過激な分難独立を掲げる集団が、今日でも武力闘争を続けるタミル・イーラム〔開放の虎（LTTE）〕である。

1983年に反タミル大暴動が生じて多くの犠牲者が出ると、タミルゲリラの反撃も激化した。1987年インドのガンジー首相の調停により連邦制を含む合意書の調印、インド平和維持軍の派遣による停戦監視とタミルゲリラの武装解除が実施された。しかし、この調停も不調に終わり1990年にはタミルゲリラと「ス」国軍、インド軍との戦闘が再開した。

1995年の総選挙で左派連合政野の野党人民連合（PA）が僅差で統一国民党（UNP）を破り、左翼政権が成立した。新首相には人民連合の副総裁で選挙運動の責任者であったチャンドリカ・バンダラナヤケ・クマラトゥンガ女史が就任した。引き続き同年に行われた大統領選挙では、クマラトゥンガ首相が圧勝し、大統領に就任。その母親であるバンダラナヤケ女史が3度目の首相ポストに就いた。

クマラトゥンガ政権は当初LTTEとの対話路線を推進したが、1995年にLTTE側が一方的に停戦破棄を通告してからは、当初の路線を180度転換し軍事制圧に乗り出し、ジャフナ半島への本格的な進攻を始め、同市を陥落させた。しかし、LTTEはその指令部を東部のジャングル内に移し、徹底抗戦を続けた。LTTEは1996年1月にコロンボ市中心部にある中央銀行の爆破（死者500人を超す大惨事）、7月にはコロンボ市近郊で列車爆破（同400人以上）など、住民を巻き込んだ無差別テロでジャフナ攻撃への報復を行った。政府は1997月からジャフナ半島への陸路を確保することを目的とした大規模な「ジャヤシクル（確実な勝利）」作戦を開始したが、1998年LTTEの大反撃に会い作戦は失敗に終わった。政府は1999年から新たなLTTE討伐作戦（ラナゴサ作戦）に着手し、北西部地域を中心に戦闘が続いている。

### 2 - 3 - 3 経済状況

「ス」国の1999年の推定人口は1,904万人、人口増加率は1.4%である。人口増加率は年々低下する傾向にある。1999年の労働力人口は665万人である（1998年は663万人）。1999年の失業率は8.8%前後（1998年は9.5%）で、1993年以来一貫して低下している。就労状況を産業別にみると、サービス業47%、農業38%、製造業15%である（1998年）。高賃金と就職先を求めて、毎年15~17万人のスリ・ランカ人が海外へ出稼ぎに出ている。出稼ぎ労働者の約8割は女性であり、その多くは中東で職（女中ほか）に就く。彼女らの本国向けの仕送り額は、1998年には約10億ドルに達している。

「ス」国は宝石、黒鉛に代表されるように、国内の鉱物資源は比較的豊かである。しかし、石油、ガス、石炭などエネルギー資源は産出せず、石油は全量輸入に頼っている。発電は水力が設備出力ベース（1999年1,691MW）で全体の70%を占め、発電電力量ベース（1998年6,184GWh）では67%を占める。家庭（世帯）の電化率は、1991年の33%から1998年には52%まで向上した。しかし、コロンボ市やキャンディ市などの都市部の電化率は95%であるのに対し、農村部は36%にすぎない。また、典型的な水主火従システムのため、例えば1996年のような大旱魃に見舞われると、電力不足（計画停電）に追い込まれる。

「ス」国は1980年代後半に財政赤字、対外経常赤字、高インフレなどマクロ経済危機に陥った。その背景をあげると、紅茶・ゴム・ココナッツの3大プランテーション農業など1次産品への依存度が高いため、海外市況、気象条件など外的要因の影響を受けやすい、過大で非効率的な公共部門を抱えている、多くの途上国と同様に「ス」国も低所得、低貯蓄、低投資から来る経済の悪循環に陥っている、民族紛争による国防支出の増加など財政面への負担と北東部の経済開発の遅れなどである。

このため政府はIMF - 世銀の支援を得て構造調整に着手し、その結果、1994年以降比較的安定した経済成長がみられるようになってきている。この間変化がみられた点は、以下のとおりである。

- (1) GDPに占める農林水産業の構成比が1999年は21.4%へ低下し、製造業とサービス業の割合が高まった。
- (2) 1994年に登場したクマラトゥンガ政権が進める民営化政策により、公的部門の就労者は1994年の133万人から1998年には109万人へ減少した。また、スリ・ランカ・テレコム、エアランカ航空などの国営企業に外国資本が入り、経営の効率化が進んだ。
- (3) 国内の貯蓄率は、GDP比で1994年の15%から1998年には19%へ上昇するとともに、国民貯蓄率も向上した。

スリ・ランカ中央銀行が公表した推定値によれば、1999年の経済成長率は4.3%である。主に米と紅茶の収穫が良好であった結果、農業部門の成長率は4.7%であった。一方、製造業部門の

成長は1999年には鈍かった。これは上半期の工業品輸出の不振によるものである。弱々しい貿易の動きは卸売りや小売業の不振ともなり、サービス部門の成長が3.7%に低下した主な要因であった。電気・ガス・水道や通信部門における力強い成長は経済成長の悪化を食い止めた。なお、1999年のコロombo地区消費者物価指数は前年比4.7%増へと比較的安定した動きとなった模様である。失業率も、1997年の10.4%から1998年は9.7%、そして1999年には8.8%と改善を続けている。しかし、民族紛争はクマラトゥンガ政権下で常態化しており、治安・国防費は財政に重くのしかかっている（表2 - 2参照）。

表2 - 2 主要経済指標

	1995	1996	1997	1998	1999
人口増加率(%)	1.4	1.1	1.3	1.2	1.4
実質GDP成長率(%)	5.5	3.8	6.3	4.7	4.3
1人当たりGDP(ドル)	719	759	814	839	829
コロombo消費者物価上昇率(%)	87.7	15.9	9.6	9.4	4.7
失業率(%)	12.3	11.3	10.4	9.7	8.8
財政赤字のGDP比(%)	8.3	9.8	4.5	8.1	7.5
輸出(100万ドル)	3,807	4,095	4,639	4,735	4,730
輸入(100万ドル)	5,311	5,439	5,864	5,891	5,490
貿易収支(100万ドル)	-1,505	-1,344	-1,225	-1,157	-960
経常収支(100万ドル)	-786	-677	-393	-289	-498
対外債務残高のGNP比(%)	66.7	61.1	54.3	55.6	-

## 2 - 4 水文・地質

### 2 - 4 - 1 調査対象地域の地質

#### (1) 「ス」国の地質概要

図2 - 1 に示すとおり、同国のほぼ9割に相当する地域がプレカンブリア紀の結晶質岩（花崗岩、花崗閃緑岩、片麻岩等）で構成されている。わずかにセイロン島の北西部及び北部の海岸沿いの地域において、新第三紀中新世から第四紀までの新しい時代の堆積岩（石灰岩、段丘礫、河口堆積物、珊瑚礁等）が見られる。また、Puttalamの東方及び南方のごく限られた地域で中生代ジュラ紀の砂岩、頁岩、泥岩層が見られるだけである。

プレカンブリア紀の地質は、それを構成する岩石のタイプ及び地質構造等から、大きく3つの累層群(Complex)に分類されている。それらは、図2 - 1 に示すとおり、NNE-SSWないしN-S方向のベルト状の分布を呈し、北西側からWANNI Complex、HIGHLAND Complex、及びVIJAYAN Complexと呼ばれている。また、Kandy市の周辺にはKADUGANNAWA Complexと呼ばれるもう1つの複合岩体が存在するが、顕著な褶曲及び断層構造によりHIGHLAND Complex内に取り込まれた構造を呈している。

各累相群の特徴は次のとおりである。

1) WANNI Complex

主として、花崗閃緑岩質ないし花崗岩質ミグマタイト、チャーノックイト質片麻岩、及び変堆積岩(変成作用を受けた堆積岩)から成る。変堆積岩及び角閃石を伴う片麻岩、ミグマタイトは複雑な褶曲構造を呈し、約10~11億年前にピンク色のカリ長石に富む花崗岩の貫入を受けている。

2) HIGHLAND Complex

セイロン島中央部の高地を形成する岩体で、高度に変成作用を受けた変堆積岩及び花崗岩質岩源の片麻岩から成り、ザクロ石に富むグラニュライト相を特徴とする変堆積岩、石英質 - 長石質片麻岩、チャーノックイト質片麻岩が特徴的に見られる。

約20~30億年前に形成された地殻を源とし、約20億年前以前に堆積した堆積岩及び約19億~6億5,000万年ごろに貫入した花崗岩体が起源となっている。

HIGHLAND Complexの東縁部は大規模な横臥褶曲と押し被せ断層により、後述するVIJAYAN Complexの西縁部に衝上(デッケ山地の形成)した。現在ではほとんどが浸食されてしまったが、その名残り(離層、クリッペ)は東方のKataragama、Buttala、Maligawira等の地区において根なし地塊の形で見る事ができる。

3) VIJAYAN Complex

角閃石及び黒雲母を含む花崗岩質岩源の片麻岩及び花崗岩を主とし、変珪岩、カルク - 珪質岩を伴う。花崗岩質片麻岩、ミグマタイト、トーナライト質 - 有白色花崗岩質岩等が一般に見られる。変珪岩の年代は約11億年であり、そこに貫入している花崗岩類はそれよりもっと若いと見積られている。

3) KADUGANNAWA Complex

主として、黒雲母 - 角閃石片麻岩、角閃岩から成るが、岩石の起源についてはいまだ定説がない。褶曲軸の一般走向がNW-SEであることからWANNI Complexと関係があると考えられている。褶曲構造により前述のHIGHLAND Complexに取り込まれた分布形態を示す。層構造を示す塩基性岩及び超塩基性岩も一部で見られる。数次にわたる褶曲運動のため、複雑な褶曲構造を呈し、多くのドーム構造や盆地状構造が形成されている。

(2) 調査対象地域の地質

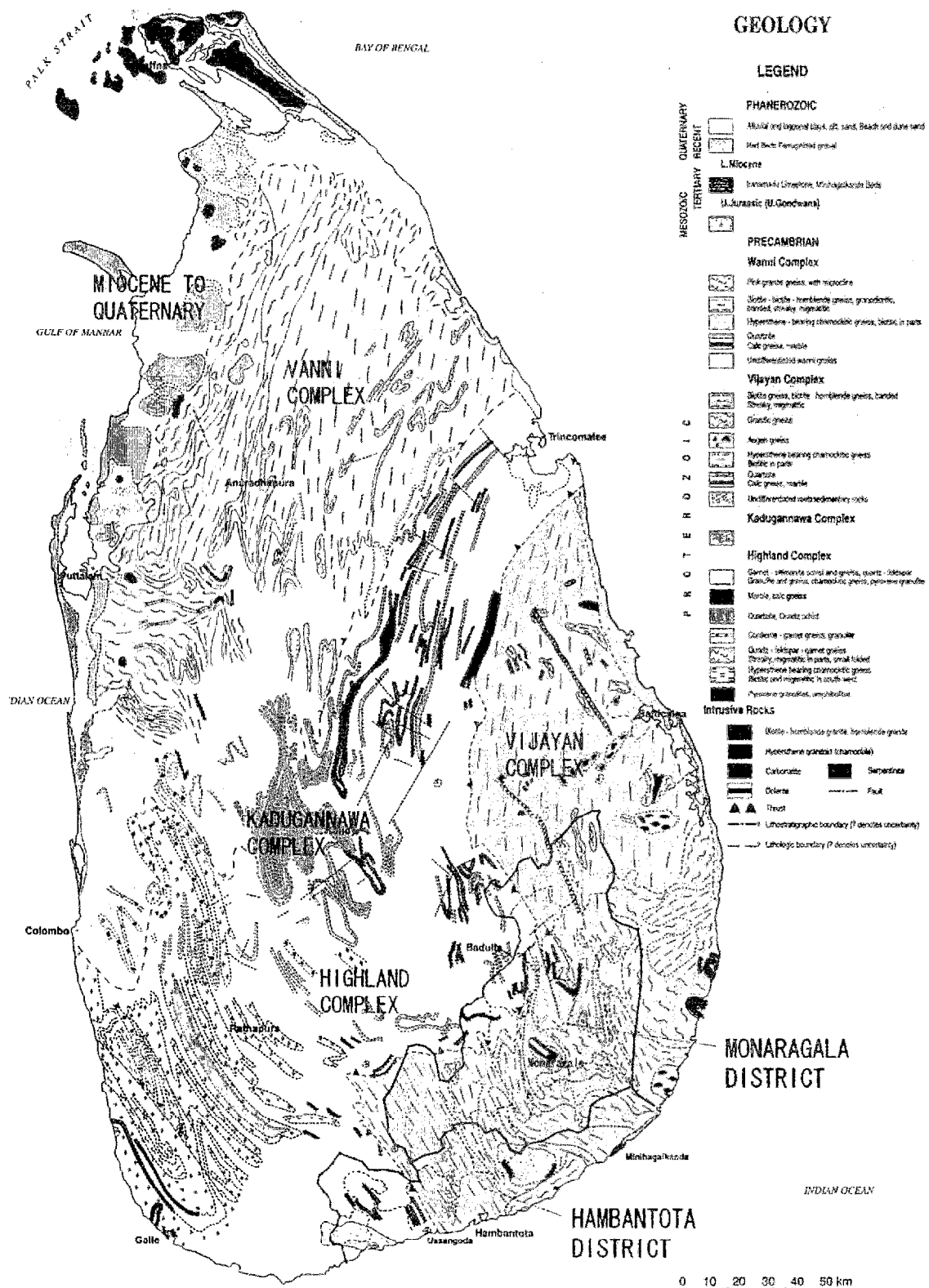
調査対象地域の地質は図2 - 1に示されるとおり、地域の大半がVIJAYAN Complexに属する岩石で占められているが、Hambantota県の西端部とMonaragala県の北西部の山地部においてはHIGHLAND Complex東縁部の岩石が分布している。

Hambantota県においてはHambantota西方のUssangoda付近を境に地層構造が変わり、西側



では地層走向WNW-ESE、南傾斜であるのに対し、同東側の地域ではNWN-SES、西傾斜となっている。

Monaragala県においては全体的にはNWN-SES走向、西傾斜の地層構造であるが、Buttala、Monaragala付近より北西側の山地部では、隣接県のNuwara Eliyaを中心とする山岳地帯を取り囲むような複雑な褶曲構造を呈し、県境付近では断層構造によるとみられる急崖が発達している。対象地域全域にわたって花崗岩質片麻岩やミグマタイトが広く分布するが、山地方面では大理石、珪岩、及び変堆積岩等の地層が発達している。



出典：Atlas of Sri Lanka, 1997より引用・加筆

図2-1 「ス」国の地質図



## 2 - 4 - 2 調査対象地域の水文

### (1) 降雨量

図 2 - 2 に「ス」国における年間平均降雨量の分布を示す。同図に示されるとおり、Hambantota 県の中部～東部の地域は「ス」国のなかで最も降雨量の少ない乾燥地域であり、年間1,000mm以下となっている。Monaragala 県の南部地域は、年間1,000～1,500mmの半乾燥地域であるが、中部～北部の山地部では2,000～3,000mmと比較的降雨量が多くなっている。しかしながら、降雨期が10～12月のモンスーン期に偏る傾向があるため、年間を通じて乾季と雨季の降雨量格差が著しい(表 2 - 3、表 2 - 4 参照)。

表 2 - 3 Hambantota 県における月別降雨量  
(Lat : 6.12N Lon : 81.13E Elev : 15.5m)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1995	77.2	114.0	0.2	207.0	108.2	74.5	19.0	77.7	62.4	83.8	47.6	90.4	962.0
1996	77.1	60.0	4.5	159.2	15.4	54.5	11.1	52.2	85.9	33.0	321.7	73.9	948.5
1997	1.4	53.0	1.2	76.6	92.1	62.5	22.8	27.8	254.5	230.0	469.0	86.3	1377.2
1998	89.1	0.0	0.8	12.3	65.9	28.4	93.3	25.0	43.8	29.2	227.9	269.3	885.0
1999	52.3	76.4	77.0	46.9	108.3	60.5	2.9	31.5	55.1	65.0	218.3	119.2	913.4
平均	59.4	60.7	16.7	100.4	78.0	56.1	29.8	42.8	100.3	88.2	256.9	127.8	1017.2

表 2 - 4 Monaragala 県における月別降雨量  
(Lat : 6.75N Lon : 81.30E Elev : \*\*)

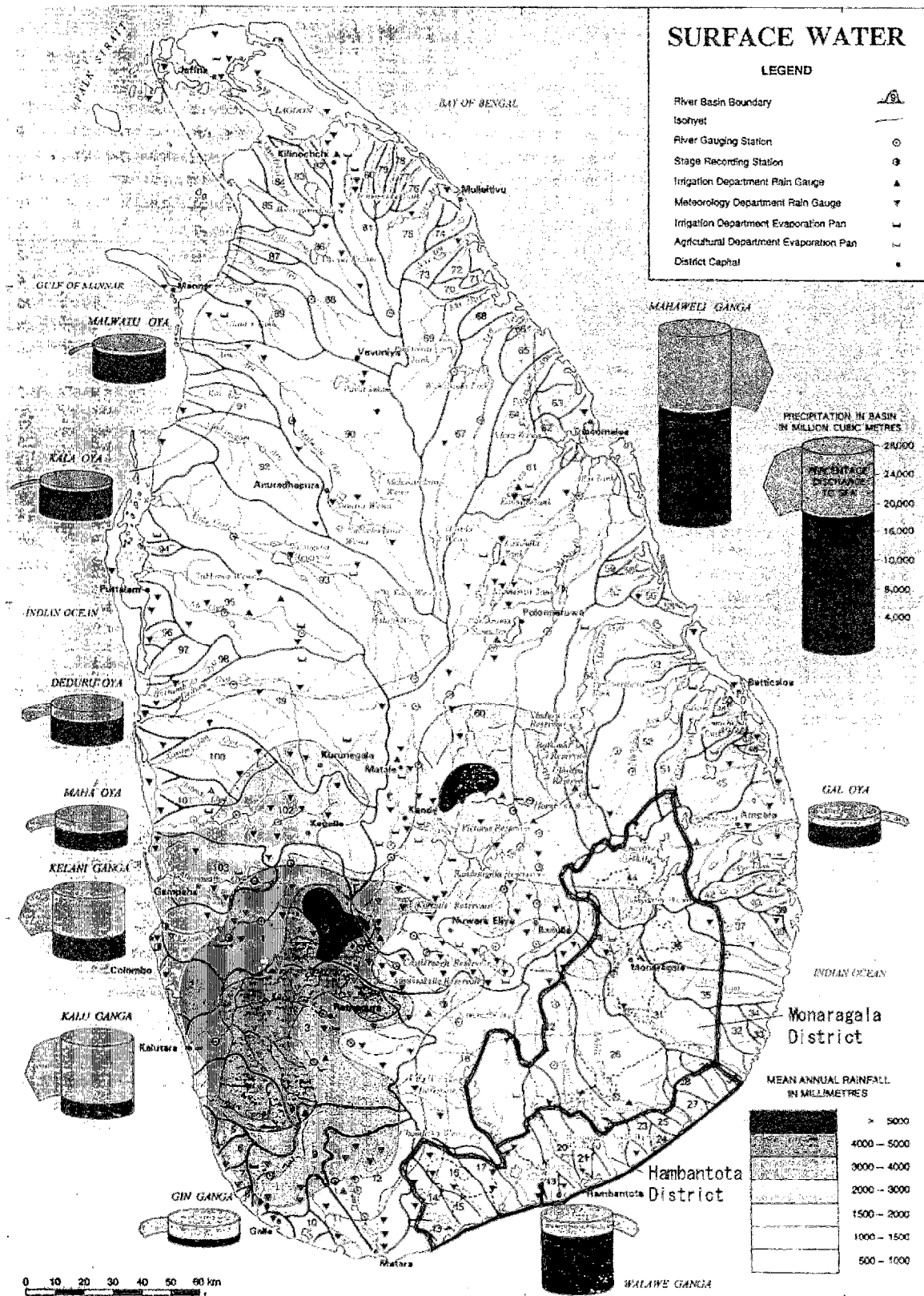
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1995	302.9	120.5	98.2	211.9	127.3	87.1	23.1	13.7	77.4	335.2	255.5	55.2	1708.0
1996	242.6	118.7	65.4	305.9	0.0	53.1	5.9	105.6	78.2	184.1	207.9	259.4	1626.8
1997	0.0	32.5	29.0	243.8	116.6	5.5	99.5	4.4	102.3	509.9	508.4	256.0	1907.9
1998	144.0	0.0	24.0	20.5	151.5	0.0	276.0	111.7	91.7	157.5	363.4	305.8	1646.1
1999	174.2	85.6	64.0	75.3	40.0	17.3	25.5	0.0	121.0	172.3	263.3	26.5	1065.0
平均	172.7	71.5	56.1	171.5	87.1	32.6	86.0	47.1	94.1	271.8	319.7	180.6	1590.8

### (2) 表流水

同じく図 2 - 2 には「ス」国における河川流域の分水界が示されている。このうち、対象地域に関する流域は表 2 - 5 に示す25流域である(No.は、図中の流域番号を示す)。

表 2 - 5 対象地域における河川流域

No.	流域名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	貯水池数	備考
13	Sinimodera Oya	39	9	
14	Kirama Oya	225	206	
15	Rekawa Oya	76	113	
16	Urubokka Oya	352	182	
17	Kachchigala	223	150	
18	Walawe Ganga	2,471	777	下流域のみ
19	Karagan Oya	58	28	
20	Malala Oya	404	378	
21	Embilikala Oya	60	20	
22	Kirindi Oya	1,178	334	
23	Bambawe Ara	80	27	
24	Mahasiliwa Oya	13	5	
25	Butawa Oya	39	18	
26	Menik Ganga	1,287	294	
27	Katupila Ara	87	45	
28	Kurundu Ara	132	35	
29	Nabadagas Ara	109	9	
30	Karambe Ara	47	2	
31	Kumbukkan Oya	1,233	81	
35	Wila Oya	490	65	上流域のみ
36	Heda Oya	611	55	上流域のみ
37	Karanda Oya	427	95	上流域のみ
44	Gal Oya	1,813	191	上流域のみ
51	Unnichchai	350	52	
52	Mundeni Aru	1,295	138	上流域のみ



出典：Atlas of Sri Lanka, 1997より引用・加筆

図2-2 「ス」国における平均降雨量と分水界



### (3) 地下水

図2 - 4に「ス」国における地下水の賦存状況と地質の対比図を示す。「ス」国においては、これまで深度100mを越える井戸がほとんど掘削されていない(北部の中新世～第四紀層分布地域で数か所のみ)ため、深部の地下水賦存状況については実際のところよく知られていない。

同図に示されるとおり、セイロン島の中央部山岳地帯及びHambantota県の西端部においては自然湧水が多く見られ、Monaragala県では北部山麓(HIGHLAND Complexのデッケ周辺部)で見られる。また、成因はよく分かっていないが、Monaragala県の北部(Kivulagama付近)及びHambantota県のMahapelessaで40以上の温泉が自噴している。Mahapelessaにおける温泉は、温度約44で硫化水素臭がして、塩分濃度が高い。これらの温泉は、深部に存在していた地下水が岩盤中の裂かや節理を通り抜けて地表部に達したものと考えられており、深部地下水の存在を間接的に示すものとして注目される。

対象地域においては、これまでの経験から、地表から深さ10m未満のレベルに浅部不圧帯水層が存在することが分かっているが、この帯水層は、水位の季節変動が大きく、乾季には枯渇する所が多い。一般に手掘りによって井戸が掘られているため、硬い岩盤に当たるとそれより深く掘ることができないので、Monaragala県の大半の地域で見られるように地表に岩石が露頭している地域では、ボーリングによる以外深い井戸を掘ることが不可能である。

図2 - 3に風化岩中に掘られた浅井戸と地下水の状況を模式的に示す。

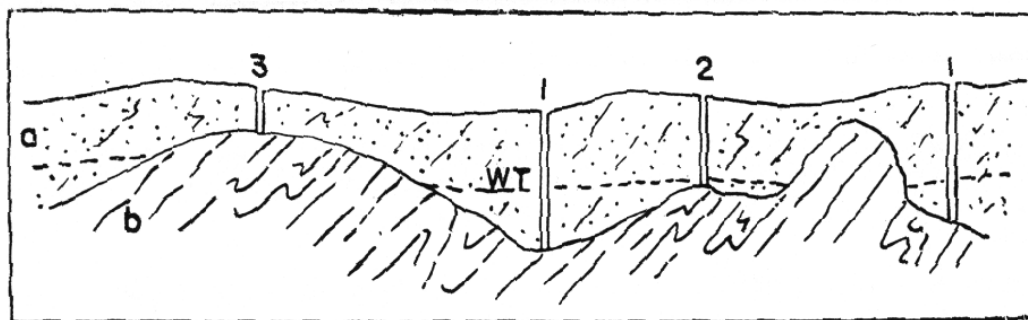


Fig. 12-3. Sketch section showing occurrence of groundwater in pockets in crystalline rocks (a) weathered overburden, (b) bedrock, (WT) water table, (1) good well in pocket of ground water, (2) poor well on margin of pocket, (3) dry well on bedrock.

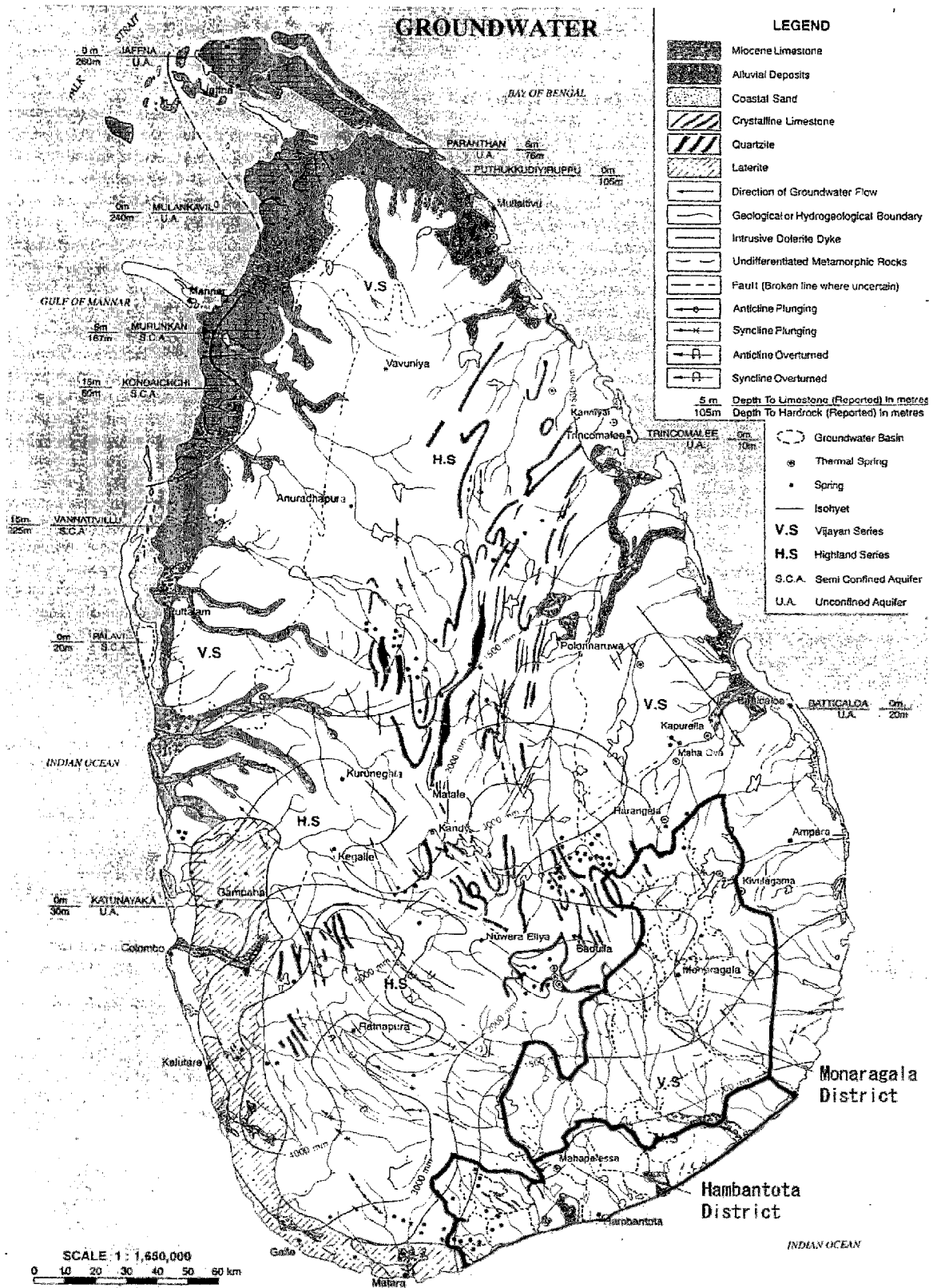
出典：The Geology of Sri Lanka, 1984より引用

### 図2 - 3 井戸と浅部地下水の関係

一方、深部地下水は花崗岩、片麻岩等の岩盤中に発達した裂か、節理等の割れ目に胚胎されており、割れ目を通り路としている。対象地域における優勢な断層の周辺部において



は破碎帯が形成されている可能性が高い。また、対象地域に広く分布している片麻岩帯においては、堆積岩の場合の層理面によく似た面状の割れ目が著しく発達している。



出典：Atlas of Sri Lanka, 1997より引用・加筆

図2-4 「ス」国における地下水賦存状況と地質



## 2 - 5 水利用状況

### 2 - 5 - 1 水利用現況

灌漑・水資源大臣の発表によると、「2025年には人口は2,300万人となり、年間降水量を1人当たりに換算すると1,700m<sup>3</sup>/年/人となる。そのうち、実際に灌漑用水に利用される水量は、約50%の850m<sup>3</sup>/年/人となり、その他の内訳は、工業用5%、家庭用6%、その他4%（残りの35%は、未利用）となる」とのことである。この計算からいくと、家庭用は102m<sup>3</sup>/年/人（約2,801/日/人）となる。

灌漑用水については、海への流出量を減らして利用率を向上させること、家庭用水については、季節変化にかかわらず良い水質の水を安定供給することが望まれる。

### 2 - 5 - 2 関連給水計画

今まで実施された関連プロジェクトには次のものがある。

#### (1) 1997年完了案件

No.	プロジェクト名	援助基金	金額 (Rs Million)
1	Mahaweli Economic Agency of The Mahaweli Authority of Sri Lanka	-	0.183
2	I.R.D.P-Monergala	NORAD	0.079
3	N.W.S.D.B.	NWSDB	0.125
4	N.W.P./W.R.D.P.	-	1.734
5	I.F.A.D. Project	IFAD	0.722
6	I.B.S.P.-Kachcheri,Putta;lam	UNICEF	0.130
7	Government Agent-Vavuniya	G.A.	2.202
8	I.R.D.P.-Badulla	IFAD	2.180
9	G.A.-Vavuniya	G.A.	0.678
10	FORUT	FORUT	0.048
11	UNICEF	UNICEF	0.105

#### (2) 1998年完了案件

No.	プロジェクト名	援助基金	金額 (Rs Million)
1	Mahaweli Economic Agency of The Mahaweli Authority of Sri Lanka	-	
2	I.R.D.P-Moneragla	NORAD	
3	N.W.P./W.R.D.P.	-	
4	I.F.A.D	IFAD	
5	G.A.-Vavuniya	G.A.	
6	I.R.D.P.-Badulla	NORAD	
7	UNICEF	UNICEF	

(3) 1999年完了案件

No.	プロジェクト名	援助基金	金額 (Rs Million)
1	I.F.A.D.	IFAD	2.105
2	G.A.-Vavuniya	G.A.	2.694
3	I.R.D.P-Badulla	NORAD	0.920
4	N.W.S.D.B	NWSDB	0.005
5	Mahaweli Economic Agency-Walawe	-	0.246
6	I.R.D.P.-Badulla	NORAD	0.469
7	UNICEF-Puttalam	UNICEF	1.105
8	D.S.-Vavuniya	-	0.309
9	International Committee of Red Cross	-	5.031

NORAD : ノールウェー援助団体

NWS DB : 国家水供給、下水局

IFAD : 国際農業開発基金

UNICEF : 国連児童基金

G.A. : 政府資金

UNHCR : 国連難民高等弁務官事務所

2 - 5 - 3 水利用に関する機構・組織・法制度

(1) 機構・組織

2000年10月に「ス」国の新しい政府組織が発表され、水関係の組織は次のとおりである  
(The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka、No.1154/15 October 19、  
2000)。

1) Minister of Finance and Planning

- Department of External Resources
- Department of National Planning

2) Minister of Ports Development & Development of The South

- Southern Development Authority

3) Minister of Urban Development, Construction & Public utilities

- National Water Supply and Drainage Board
- Community Water Supply and Sanitation Project

4) Minister of Irrigation and Water Resources Management

- Water Resources Board
- Department of Irrigation

特に関係の深い水資源局 (WRB) 及び国家水供給・下水局 (NWSDB) の組織チャートは図  
2 - 5、図 2 - 6 のとおり。

## ORGANIZATION CHART – WATER RESOURCES BOARD

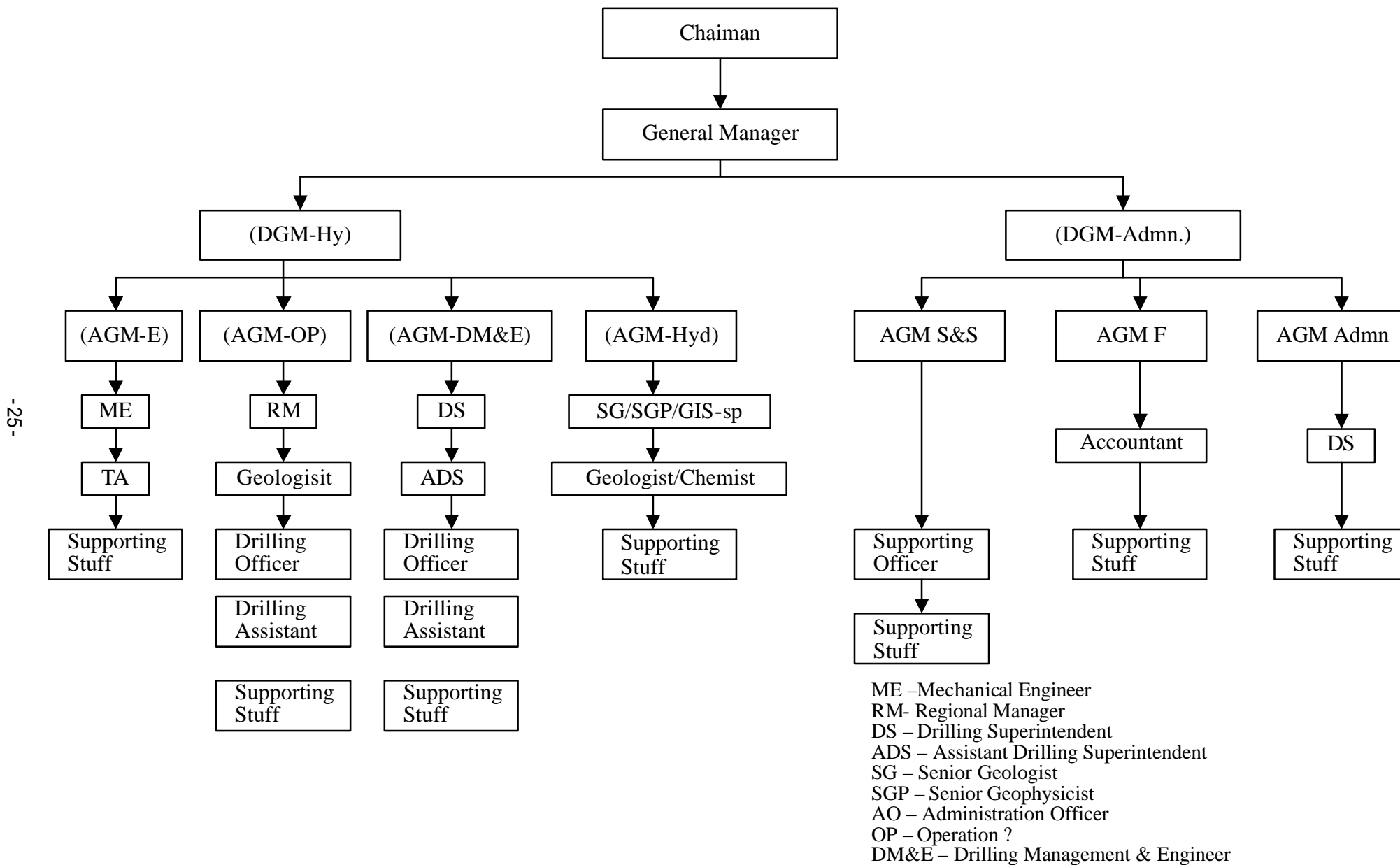


圖 2 - 5 水資源局組織圖

NATIONAL WATER SUPPLY & DRAINAGE BOARD  
ORGANIZATION STRUCTURE

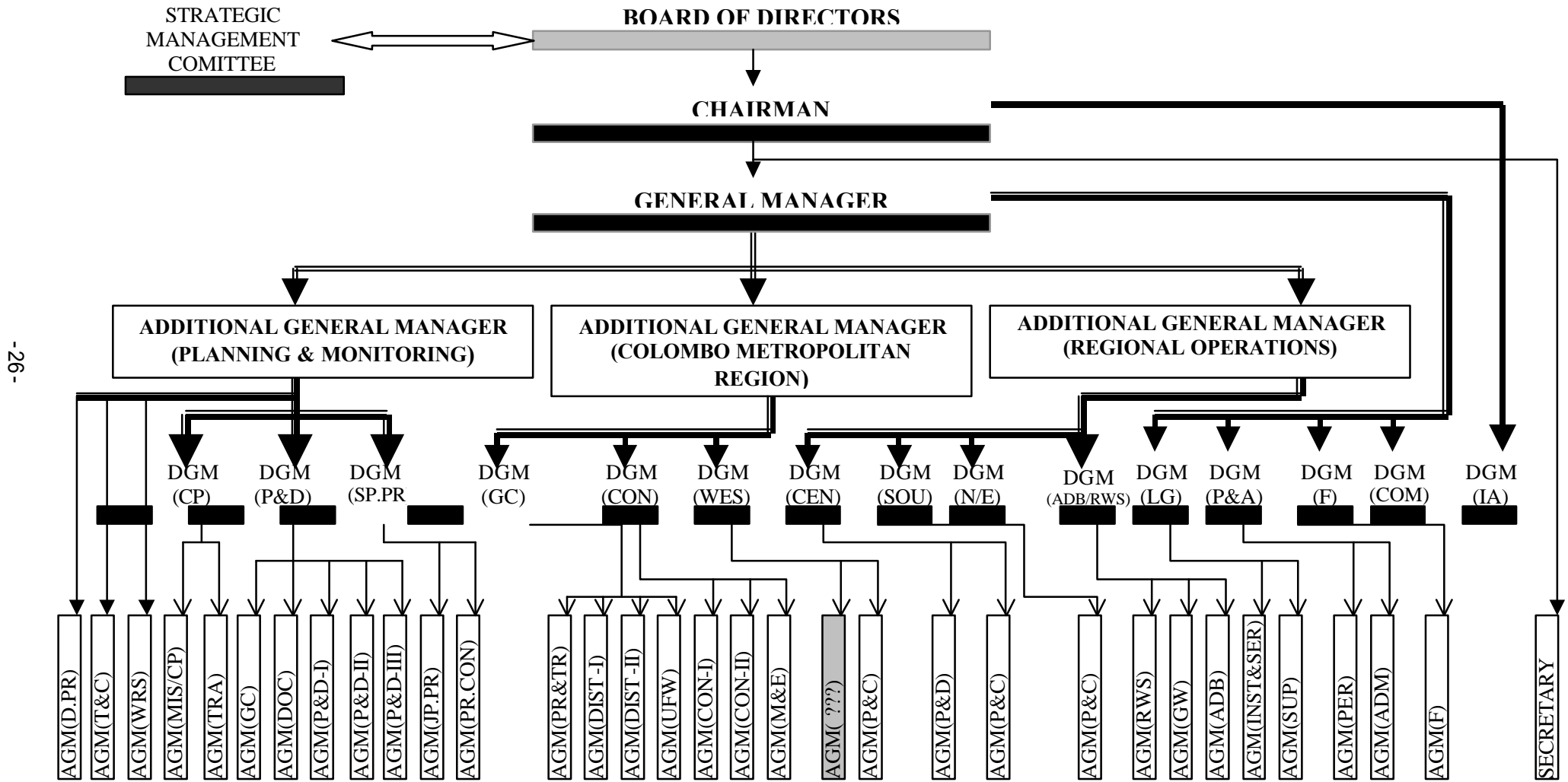


圖 2 - 6 國家水供給・下水道局組織圖

また、「ス」国にて適用されている設計標準は、表2 - 6のとおり。

表2 - 6 設計標準

分野	標準
土木	Local ICTAD/BS Standards
建築	Local ICTAD/BS Standards
管	ISO Standards for DI pipe SIS Standards for PVC pipe
電気	IEE Standards
機器	IEE Standards
機械	ISO/BS Standards
水質試験	WHO Standards
物理試験	A.W.W.A. Standards

## (2) 法制度

具体的な水の分配については、National Water resources Policy and Institutional Arrangementsのなかで取り決められており、概要としては、水資源方針、目的、範囲、原則、戦略等に関するもので、水管理の目的として、「水資源の有効で、現在将来にわたって平等で一定な利用を確実にするところにある」ことが前提となっている。具体的項目は、次のとおり。

- ・ 水利権と分配、資格権利、環境と水需要、水需要優先度、河川範囲と地下水計画、移転、下部分配、需要管理、水利権の移転、費用分配管理、規則的な管理、水節約技術、教育、資本投資、地下水管理、地下水の保持、地下水と表流水の調和、小規模地下水使用の管理、地下水情報制度、地下水質管理、地下水認識と参加、戦略的計画、情報管理、水管理の組織、機構

### 2 - 5 - 4 水利用に関する課題

過去の報告書によると100m程度の井戸で、乾季もかれずに取水できる井戸は2基のみだったとのことで、深井戸での取水の可能性に期待がかかっている。しかし、ある報告によると深度を上げると塩分が濃くなるため、浅井戸を数多く掘削して水量、水質の双方を図るべきとの提言もある。今後、深層の地質状態の解明等により、深井戸からの取水可能性も含め、水質の確認、地域的な水量の分布等を明確にしていくことが望まれる。

また、深井戸からの取水が可能な場合、その水を、灌漑に利用するかどうかについては、次の点を十分に考慮して検討する必要がある。

- (1) 今回の深井戸は、岩盤層（裂か水）からの取水が予想され、同地下水はかん養に時間がかかるため、その取水量は特に留意する必要がある。



- (2) 多量の地下水の取水は、海水の浸入による塩水化の可能性がある。
- (3) 多量の地下水の取水は、沖積地の地盤沈下を起こす危険性がある。
- (4) 取水原価が高価である。

## 2 - 6 地下水資源の現状と課題

### 2 - 6 - 1 既存井戸の現状

「ス」国における地下水開発は、WRB及びNWSDBによりこれまで主として飲料水供給(一部灌漑用水を含む)を目的として実施されてきた。一般に、深度約10～40m未満の浅井戸をボーリングマシンで掘削し、ハンドポンプもしくは一部電動ポンプにより揚水する方式がとられ、もっぱら浅部地下水層が利用されている。この理由はいうまでもなく安上がりで技術的にも容易であることによる。また、住民独自に手掘り井戸(深さ約12m未満)を掘削し、ごく浅い地下水を利用している例も多い。

電動ポンプを使用している井戸の多くは、貯水槽を含む簡易給配水設備を備えている場合が多く見られ、住民は道路に沿って配置されたスタンドパイプから水を得ることができる。しかし、このような配水システムを備えた地区は人口密集地に限定され、大半の農村部ではその恩恵に預かっていない。また、乾季には井戸がれのため給水不能に至ることがしばしば発生している。

「ス」国南部のHambantota県やMonaragala県のような乾燥地域では毎年乾季になると手掘りの浅井戸はもちろんのこと、それよりもやや深いボーリングによる井戸でさえ一定期間水位が低下し、特に1999年にみられたような旱魃時にはほとんどの浅井戸において水が枯渇するなど、時々気象条件に左右される不安定な飲料水供給状態が続いている。また、水質については、鉄分、塩分、フッ素など飲料に適さない過度の化学成分を含有する井戸水が随所に存在し、衛生上の問題点も多い。

なお、既存井戸の詳細については、WRBが作成したデータベースから井戸台帳に相当する資料がある。

### 2 - 6 - 2 地下水資源関連計画

現在、Hambantota県、Monaragala県ではアジア開発銀行(ADB)のローンによるThird Water Supply and Sanitation Sector Projectが実施されている。これはAnuradhapura、Hambantota、Kalutara、Kegalle、Monaragala、Puttalamの6県で給水及び下水環境の改善を図ろうとするものである。その概要を以下に示す。

(1) プロジェクト概要

上記6県において8万世帯を対象に水道施設の新設と改良、10万世帯を対象にTube Well及び手掘り井戸の新設と改良、12万世帯を対象に公衆衛生設備の新設と改善を行う。

(2) 期間

1998年1月～2004年12月(7年間)

(3) 資金

このプロジェクトに必要な費用は1億2,100万USドルとされており、その調達源は表2-7のようになっている。

表2-7 資金源一覧

資金源	内容	金額(百万US\$)	割合(%)
アジア開発銀行	ローン	75.0	62
フランス政府	ローン/グラント	15.0	12
NORAD	グラント	8.0	7
スリ・ランカ政府	予算執行	16.0	13
受益者負担	-	7.0	6
合計		121.0	100

(4) 内容

内容は主に次の4点からなる。

1) 水供給及び下水に関する政策の見直し

- ・ NWSDBの財務状態を悪化させずに、都市部の水道料金で地方の水道料金を賄わないような受益者負担的な水道料金制度の改善
- ・ 下水道料金制度の導入
- ・ 大コロombo圏の上下水道管理制度の統一化

2) 6県のコミュニティとAnuradhapuraのタウンに水供給施設と下水道施設を建設する。

- ・ 予定施設と裨益世帯数の予定数は以下のとおり。
  - ・ 手掘り井戸掘削 12,000世帯
  - ・ 手掘り井戸の復旧 24,000
  - ・ Tube Well掘削 28,000
  - ・ Tube Well復旧 29,000
  - ・ 湧水地点整備 3,000

- ・雨水集水施設整備 8,000
- ・給水管設備 16,000
- ・給水管修理、復旧 71,000
- ・学校、病院の給水施設の整備 300か所

### 3) 継続性のある排、下水施設の整備

予定施設と裨益世帯数は以下のとおり。

- ・くみ取り式便所 20,000世帯
- ・水洗式便所 64,000
- ・便所の復旧 34,000

### 4) 公衆衛生に関する一般住民の意識向上と、水資源管理への住民参加

- ・NWSDB及びLocal Authorityの職員2,000人のトレーニング
- ・NGO及びコミュニティのメンバー1,000人のトレーニング
- ・一般住民500人の公衆衛生教育参加

## (5) 本プロジェクトとの関係

ADBのプロジェクトにおける地下水開発は、浅部地下水を対象とした手掘り、あるいはTube Wellによる開発であり、本格調査の目的である深部の地下水賦存量調査と地下水開発マスタープラン策定とはオーバーラップするものではない。しかし、南部2県のドライゾーンにおいて住民の生活水の供給状態を改善するという目的は一致している。したがって本格調査においては、ADBプロジェクトの進展を注意深く把握し、両プロジェクトが効果的に機能するように配慮することが望ましい。

## 2 - 6 - 3 地下水資源に関する機構・組織・法制度

### (1) 地下水資源に関する機構・組織

地下水資源開発は現在WRS及びNWSDBによって行われている。WRSは、主として全国規模の地下水探査及び井戸掘削を担当し、NWSDBは都市部及び農村部における給配水を担当している。NWSDB自身も掘削機を所有し、井戸掘削を実施できるが、最近NWSDBからはWRSへ井戸掘削を委ねるケースが多いようである。組織については、2 - 5 - 3に示したとおりである。

2000年度半ばごろまでに、WRS、NWSDB、灌漑局、電力公社等の地表水及び地下水関連各部局を統合・再編し、統一的に水資源の開発・管理を行うことが既に閣議決定されており、現在その実施に向けて準備が進められている。本格調査期間中には再編が行われると予想されるので、留意する必要がある。

## (2) 水資源開発に関する政策

毎年の不安定な降水量やますます増大しつつある水需要のために、「ス」国が抱える多くの水資源問題（旱魃、洪水、貯水池の堆砂、水の奪い合い、地下水の過剰揚水、汚染等）に対処するために、「ス」国は下記のような「国家水資源政策並びに制度調整(National Water Resources Policy and Institutional Arrangements)」なる水資源管理政策を策定した。

### 1) 目的

水資源管理の目的は、水資源の有効、効率的、かつ公平な利用を図り、現在及び将来の世代の社会的、経済的かつ環境的水需要に耐えられるようにすることにある。

さらに、以下のような目的をもつ。

- ・国土開発を促進する。
- ・限られた水資源の価値を認識し、その保全を図る。
- ・国民の現在及び将来の水需要を満たすために、効率的な給水システムを通じて平等に水資源を分配できるようにする。
- ・貯水状況を改善するために、給水量、使用人口、使用可能水量等の観点から水分配することが国家的に重要であることを灌漑関係方面に認識させる。
- ・社会的調和を促進し、個人の意志決定を尊重しながら水分配を柔軟に行う。
- ・水利権を与えることにより、水資源開発及び関連セクターへの投資を保護する。
- ・様々な水利用者にとって安全な水質を維持するための水質基準を改善する。
- ・地表水及び地下水資源を総合的かつ流域別に対処し、健全な環境の維持と持続的な水資源利用を図る。

### 2) 適用範囲

国家水資源政策は、「ス」国におけるあらゆる淡水及び塩水に適用される。ただし、海水に対しては適用しない。

### 3) 政策の基本原則

すべての地表水及び地下水は、「ス」国民に代わり国家が所有し、水使用者と協力して政府が管理する。水資源は、適切な方法により、効率、平等及び環境保全を目的として管理される。「ス」国は、開かれた国民参加による水資源管理を行い、強力で良く整備された水資源情報に基づいて決定を下す。

## (3) 水利権

### 1) 権利証

水を使用する権利は権利証(water entitlements)をもって付与される。グループごとの公共施設により給水される小規模使用者及び個人使用者には、権利証を付与しない。

権利証は、個々の水使用内容に応じて、一定期間付与される。水使用者は、権利証の規定を遵守しなければならず、監督を受ける。

#### 2) 環境的及び社会的水使用条件

環境、社会及び文化的な水使用のために、最小限の流量及び貯水量を確保しておくことによって保護される。この水を確保することに関しては、権利証が発行される前に決定される。

#### 3) 水分配上の優先権

小規模な水使用者、社会的及び文化的目的、環境上の重要性等を保護するために、水を保存しなければならない。水利用の権利証は既存の水使用者に対して付与されるが、余剰水がある限り新規応募者に対しても与えられる。旱魃期には、水分配の第1優先権は生活用水に対して与えられる。他の水使用者は、平時の水利権の水量の比率に応じて、残りの水を分配する。

#### 4) 河川流域図又は地下水平面図

河川流域図は水分配状況を示すために作られる。図面は個々の流域又は地下水帯水層別に作成する。図面は権利証発行時及び水資源を担当する様々な政府機関の活動時に発行される。

### 2 - 6 - 4 地下水資源に関する課題

「ス」国において、従来より開発の対象とされている地下水は、主として、浅部の風化帯貯留水（深度約30m程度）及び浅部岩盤中の裂か水（深度約50m程度）である。また、海岸沿いの地域では、砂層中の浸透水を利用している所も見られる。これらの地下水は、既に述べたとおり、季節変化に伴う水位変動が大きいため、最も水需要の多い時期（乾季）に井戸水が枯渇する等の問題がある。

この季節変動の問題を解決する方法は、単純に考えれば、ボーリングマシンを使ってもっと深い井戸を作ればよいわけであるが、実際には次のような難しい別の問題が予想される。

(1) 風化層中の地下水は、不透水性の新鮮な岩盤上に形成されたポケット構造内に貯留されている場合が考えられ(図2-3参照)、この場合には少しぐらい深く掘っても地下水量は改善されない。

(2) 海岸沿い及び海岸から数kmの範囲内の地域では、新鮮な淡水地下水の下位にくさび状に入り込んだ塩水ゾーンが存在するため、淡水ゾーンを突き抜けると途端に塩水が湧出する危険がある。また、雨季の間は淡水だったものが淡水圧が減少する乾季になって塩水に変

わることもあり得る。

したがって、本格調査においては、物理探査及び精密な地質調査によって風化層の層厚変化（新鮮岩までの深度分布）及び海岸沿いの地域においては塩水層の存在予測等に十分配慮されることが望まれる。

既に述べたとおり、「ス」国においては深部地下水の賦存状況に関する知見が極めて少ないので、WRBは本格調査において調査井が掘削されることを切望しており、実現した場合には、まさに「ス」国における深部地下水開発のパイオニア的事業となるであろう。調査井によって得られるであろう知見は、今後の深部地下水開発に生かせるので、WRBとしては、万一、地下水帯を捕捉できないことがあっても学術上は十分に意義があると理解している。この意味から、本格調査に際しては単に生産井目的の井戸掘削に終わることなく、それぞれの掘削地点における地質及び地下水データが地域全体のなかでどのような位置づけになるのか明確にし、将来「ス」国独自に地下水開発を続行する際に役立つ資料作りを心がけることが望まれる。

## 2 - 7 調査井掘削要請地区の概況

### 2 - 7 - 1 Hambantota県

#### (1) KIRINDA地区

Kirinda地区には、約2,000世帯が暮らしている。現在、ボアホールから得られる地下水が唯一の水源となっているが、水量が不十分で水需要を十分に満たしていない。特に乾季の間は、深刻な水不足となっている。将来の水需要を考慮すると、更に2～3か所の井戸掘削が必要と見積られている。

#### (2) BUNDALA地区

Bundala地区には、約240世帯が暮らしている。240世帯のうち、約100世帯はBundala飲料水供給計画によって掘削されたボアホールから飲料水を得ている。現在飲料水として使われている地下水の水質は悪いが（塩分濃度が高い）、この地区にはもっと良質の地下水ポケットがあると考えられている。残り140世帯に対しては、同井戸からの水量が少ないため、飲料水の供給が行われていない。このため、新規の地下水源を開発し、安定的な水供給を行うことが強く望まれている。

#### (3) KELIPURA地区

Kelipura地区はHambantota Salternsから5 kmほどの所に位置している。173世帯がこの地区に居住している。彼らは、飲料水を得るためにKelipura貯水池の水を利用している。Kelipura貯水池は灌漑用に造られたものである。この地区の浅部地下水の水質は悪い。ほと

んどの村人は農夫であり、収入は非常に少ない。乾季の間は、Kelipura貯水池の水位が低下するため、村人は日常生活に必要な水を得るのに過酷な困難に直面している。HambantotaのWater Authority (NWSDB) は、Kelipura地区の住民に1週間に一度給水車で水を供給する措置を講じているが、村人は、この水を飲料のみに使用することを要請されている。万一、この給水方法に不都合が起きた場合には、住民は水を得るために2～3 kmほど歩かなくてはならない。

#### (4) KOTHTHAMALLIYAYA地区

Koththamalliyaya地区は、現在Kirindi川飲料水供給計画にのっとり掘削された井戸から水を得ている。しかしながら、供給されている水量は需要を十分に満たしていない。同計画により5,000世帯(約1万人)が飲料水を供給されているが、残りの1,200世帯(6,000人)への供給は計画止まりとなっている。NWSDBによれば、現在の河川水量は不十分であるため、残りの住民への供給はできないとのことである。

#### (5) VITHARANDENIYA地区

Vitharandeniya地区はTangalleの町からWeeraketiyaの町に向かって約2 kmほどの所に位置している。人口は約5,145人で、住民の大半は日々の生活に必要な水を得るために自分達で掘った手掘り井戸及び公共のハンドポンプ井戸を使用している。しかしながら、毎年乾季の間は手掘り井戸は枯渇してしまうため住民は極度の水不足に悩まされている。乾季には水を得るために遠くまで(1.6 km)歩かざるを得ない。Vitharandeniya村の住民の大半は農民であり、彼らの収入は非常に少ない。乾季の間は、女性の主な仕事が水くみであり、時には数時間もこの目的のために費やすことがある。この地区に作られた公共のハンドポンプ井戸(深さ40～50 m)は、乾季の間も水を供給できるがこの地区の全住民にまかなえるほど十分ではない。固い岩石が地表のごく近くに存在している。したがって、手掘り井戸はあまり深く掘ることができず、せいぜい6 m程度である。深部の地下水はこれまで使用されていない。

#### (6) THALUNNA地区

Thalunna地区の各村落は日常生活の水を得るためにUrubokka川の水を利用している。彼らは、この川の水を浄化することなく直接飲用している。乾季には、Urubokka川の流量も少なくなり、それと同時にThalunna地区の手掘り井戸も枯渇してしまう。したがって、村人は代わりとなる水源を必要としており、時には水を求めて長い距離を歩かなくてはならない。

#### (7) WEDIWEWA地区

Wediwewa地区はSooriyawewa町の近くに位置している。Wediwewa村には約200世帯(1,000人)が居住している。住民のための飲料水設備はない。この地域の手掘り井戸の水質はあまり良くない。村人は約1.6km離れた所にあるWediwewa貯水池から水を汲んでいる。貯水池に水がないときは手掘り井戸の水も枯渇している。手掘り井戸のみが住民が利用できる唯一の水源である。この地域に掘削された公共のハンドポンプ井戸(深さ40~50m)は、限られた量の水しか得られないし、また、いくつかの井戸では水質があまり良くない。村人は、NWSDBの給水車により週2回給水してもらっている。各家族は、このサービスにより週に50ℓの水を得ている。毎年、乾季には、唯一の水源であるWediwewa貯水池の水が枯渇し、その期間中村人は水を求めて少なくとも1~3kmの距離を歩かなくてはならない。村人は、降水に頼る農業を行っている。彼らは稲及びその他の穀物栽培を行っている。ここには、彼らの耕作のための適当な灌漑システムがない。もし、雨が降らなければ土地を耕すこともできない。したがって、収入は雨に依存していることになる。しかしながら、もし、水質の良い地下水源が見つかる可能性があるならば、村人にとり有益となる。地下水は村人に絶えることのない飲み水を供給できるし、もし可能ならば彼らの農地を灌漑することにも利用できる。この設備によって、彼らの収入は増加し、生活水準も向上するであろう。

#### (8) BANDAGIRIYA地区

Bandagiriya地区は内陸部で漁業を営む住民のために新たにつくられた町であり、約1,150世帯が居住している。住民は、自分達が作った手掘り井戸を使用しているが、乾季にはほとんどの井戸が枯れてしまう。この時期には、約2~3kmの距離を歩いて水を得ている。

#### (9) MATTALA地区

Mattala地区の人口は約2,500人である。Mattala地区には飲料水供給施設があるが、個々の水道施設の末端部に位置しているため、住民は1年を通じて十分な水を供給されていない。公共水栓は2か所に設けられているが、供給される水の量は全く不十分である。

特に乾季の間は、水道システムの水源であるLunugamvehera貯水池の水位が低下し、Mattala地区には1滴の水も送水されない。したがって、この地区の住民は日々の生活用水を求めるために厳しい困難を強いられている。Water Authority(NWSDB)によれば、現在の水需要をまかなえる水源がほかにないので、この状態は改善できないとのことである。したがって、Mattala地区の住民には年間を通じて途絶えることのない別の水道システムが必要である。水質の良い深部地下水を見つけることができればこの問題は解決できるであろう。



#### (10) SIYABALAGASWILA地区

Siyabalagaswila地区の人口は約7,250人である。この地区の住民は、灌漑用水の水路から飲み水を得ている。6月から8月の間、水路に流れる水はない。したがって、この地区の住民は極度の水不足によって最低限の飲み水さえ得られない状態に置かれている。灌漑用水路の水は殺虫剤などの化学薬品によって高度に汚染されているので、飲料を目的として水路から水を得ることは村人の健康を害するので危険である。村人は様々な病気に冒される可能性がある。ほかに代わりとなる水源がないので、住民は仕方なく灌漑用水路の水を飲んでいる。したがって、水質の良い水を彼らに供給することが必要である。

#### (11) RANNA地区

Ranna地区はTangalleの町から約8kmの所に位置している、人口約1,500人ほどの小さな町である。住民は手掘り井戸の水を利用しているが、乾季には強度の水不足に悩まされている。また、いくつかの井戸では硬質の水となっている。

### 2 - 7 - 2 Monaragala県

#### (1) ETHIMALE地区

Ethimale地区はMonaragalaから約35kmほどの所に位置する農村であり、極度の水不足に悩まされている。この地区に住む農民は非常に貧しく、耕作のための水は、天水に頼っている。乾季には、飲み水や作物のための水を、遠くの水源から運ばざるを得ない。硬い岩盤が地表付近にあるため、手掘り井戸を十分に深く掘ることができず、6月から10月にかけての乾季にはほとんどの井戸がかれてしまう。Ethimale government hospitalでは、浅井戸の水を利用しているが、雨季の水の多いシーズンでも病院で必要とする飲料水をまかなえない状態である。同病院には入院患者が70人、外来患者数は1日に約250~300人となっている。これまでに浅部の地下水を求めて何度もボーリングが試みられたが、十分な水を得ることができなかった。このため、深部地下水開発へかける期待が大きい。

#### (2) DOMABAGAHAWELA地区

Domabagahawela地区はMonaragalaから約20kmの所に位置し、Ethimaleの場合と同様の飲料水問題を抱えている。乾季の間、既存の手掘り井戸は枯渇してしまうため、長い距離を歩いて水を得ている。この地区では、浅部帯水層から十分な地下水を得ることができない。既存の資料によれば、同地区において深度50mの深井戸から約30ℓ/minの水が得られた。

### (3) HAMBEGAMUWA地区

Hambegamuwa地区は、Monaragalaから最も遠隔地にあり、いまだ電力が供給されていない。約200世帯が居住し、既存の手掘り井戸及び公共のボーリング井戸から水を得ている。乾季にはほとんど手掘り井戸がかれてしまうため、ボーリング井戸だけが水源となっている。

同地区は面積が非常に大きく、また開拓のために移住してきた住民が多いため、これまで10か所に井戸が掘られている。同地区にある病院では、NGOによって掘削された浅井戸の水を利用している。揚水用のポンプは太陽電池を動力源としている。既存のボーリングデータによれば、深度40～50mの位置にある帯水層から50～150ℓ/minの水量が得られている。

### (4) MADULLA地区

Madulla地区には約250世帯が居住し、極度の水不足に悩まされている。硬い岩盤が地表部にまで出ているためごく浅い手掘り井戸しか作れず、そのため雨季の間しか水を得ることができない。同地区に掘削されているボーリング井戸は、掘削機的能力が足りないため平均深度約50m止まりとなっているが、更に深部に地下水層が存在するものと期待されている。

### (5) BODAGAMA地区

Bodagama地区は約300世帯の住民を抱え、極度の水不足に悩まされている地区の1つである。河川などの地表水の水量も限られている。地下水中に含まれるフッ素の濃度が高く、「ス」国の水質基準を超えている場所もある。乾季にはほとんどの手掘り井戸はかれてしまうが、ボーリング井戸（平均深度約50m）の水量も十分でない。

### (6) HULADUWA地区

Huladuwa地区における既存の飲料水供給システムでは全住民の約50%しか、まかなうことができない。

水源は丘陵地にある泉であるが、乾季には水量が少なくなり住民の約40%程度に給水するのが精一杯である。地質学的見地から、同地区には優性な深部地下水層が存在すると考えられているが、いまだこれを確かめる機会が得られていない。

### (7) KATARAGAMA地区

Kataragama地区は「ス」国内で最も水不足に悩んでいる地区の1つである。Kataragama

には著名な寺院があり、観光地として栄えている。特に8月から10月にかけて催される祭典の時期には1日に約2万5,000人もの観光客で賑わう。同地区の人口は約1万人であるが、祭典の開かれるシーズン中は5万人、時として10万人にまで膨れあがる。

Kataragamaを流れるManik Ganga川は、この地区の重要な地表水水源となっている。Manik Ganga水供給計画に基づき飲料水及び灌漑用水が供給されているが、乾季（4～8月）にはManik Ganga川の水も枯渇してしまうため、この期間は飲み水さえ供給できなくなる。祭典は8月から始まるので、特に、Kataragama、Sella Kataragama、及びVedihitikanda等の町では極度の水不足となる。

#### (8) UNAWATUNA地区

Unawatuna地区はMonaragala県のなかでも特に重要な農業地帯である。Buttala郡内にはPelwatta Suger Company Ltd.のサトウキビ工場があるほか、南部には広大なサトウキビ畑が作られている。Unawatunaの町は人口密度が高く、一般の農村住民に加えて、Pelwatta Suger Company Ltd.のサトウキビ会社で働く約2,000世帯の農民が居住している。このため、水需要量が非常に大きく、既存の給水システムではまかないきれなくなっている。また、市街地の外では水道施設がないので、手掘り井戸が枯渇する乾季には、住民は極度の水不足に悩まされている。

Pelwatta Suger Company Ltd.のために掘削された井戸によって、この地区の帯水層からかなり大量の地下水をくみ上げることが可能であることが分かっている。

#### (9) YALABOWA地区

Yalabowa地区はWellawayaの町から約4 kmの位置にある。Yalabowa村内には給水施設は造られていない。住民及びWellawayaの郡長の話によると、飲料水は1週間に1回、Wellawayaの町から運ばれているとのことである。もちろん住民の飲料水及び生活用水をまかなうには不十分である。この地区には手掘り井戸、ボーリング井戸等を含め飲料水供給施設は全く造られていない。

#### (10) BADALKUMBURA地区

Badalkumbura地区は主要な商業地区であり、市街部の人口はおよそ1万5,000人である。現在、Bandalkumbura病院の近くを流れる川から取水しているが、雨季においてさえ水量は十分でない。このため、Meella川を新たな水源とする飲料水供給計画が策定されている。

(11) SEWENAGALA地区

Sewenagala地区はSewenagala、Habaraluwewa、Kiri Ibbanwewa及びMuthuminigamaの4村から成る。住民の大半はSewenagalaサトウキビ畑で働く農民である。ここには灌漑施設は造られていない。主な水源は浅いボーリング井戸であるが、水量は少ない。

## 第3章 本格調査への提言

### 3 - 1 調査の目的及び基本方針

#### 3 - 1 - 1 調査の目的

本格調査の目的は、以下のとおり。

- (1) 「ス」国の要請に基づき、Hambantota県及びMonaragala県（東部危険地域は除く）を対象とした地下水賦存量調査、及び同調査結果に基づいた地下水資源開発計画に関するマスタープラン（M/P）を策定する。
- (2) 本件調査を通じ、「ス」側カウンターパートへ技術移転を行う。

#### 3 - 1 - 2 調査の基本方針

「ス」国からの要請書によれば、地下水資源開発調査の目的として、農村部住民の飲料水、灌漑用水、工業用水、を包含した地下水供給のための開発計画策定を想定している。しかしながら、本件調査団は、「ス」国関係機関との協議及び現地調査を行った結果、「ス」側の本意及び最優先課題は、農村部住民への飲料水供給事情改善にあることが分かり、「ス」側から灌漑用水及び工業用水に関しては本格調査における開発計画策定のスコープから除外してもよいという意見も出された。

また、3 - 2で述べるとおり、このたび、「ス」側から提示された具体的な地下水開発対象候補地区（Hambantota県11地区、Monaragala県11地区）における地下水の利用目的は、すべて飲料水用と特定されていることもあり、本格調査における開発計画策定にあたっては、農村部を対象とする飲料水供給計画に重点を置くことが妥当と考えられる。

「ス」国から要請されたHambantota、Monaragalaの両県は「ス」国南部の乾燥地域に位置し、毎年乾季には井戸がれのために飲料水の確保が非常に困難な状態に置かれている。「ス」国で最も貧困な地域といわれているMonaragala県では、他県に比べてインフラ整備が遅れており、特に深刻である。

これらの地域では、乾季でも枯れない安定的な水資源の獲得を希求し、深井戸による深部地下水資源の開発に対する期待が強まっている。しかしながら、浅井戸に頼ってきたこれまでの経緯から、「ス」国では深度100mを越える深井戸を掘削するための設備・機材が十分でなく、また、深部（特に100m以深）の地下水賦存状況に関する知見も少ないため、深部地下水資源開発調査はある意味でパイロット的役割を担っているともいえる。

また、前述したように、「ス」国には深度100mを越える深井戸を掘削するための設備・機材がなく、技術も十分でないため、本格調査においては同作業における技術移転も十分に行うことが望まれる。

### 3 - 2 調査対象範囲

#### 3 - 2 - 1 調査対象範囲

調査の対象範囲は図3 - 1に示すとおり、南部州（Southern Province）Hambantota県（Hambantota District）及びウバ州（Uva Province）Monaragala県（Monaragala District）両県のほぼ全域である。ただし、両県の東側に隣接するアンパラ県（Ampara District）の県境付近及びヤラ国立公園（Yala National Park）内は、治安上の理由により対象範囲に含めない。



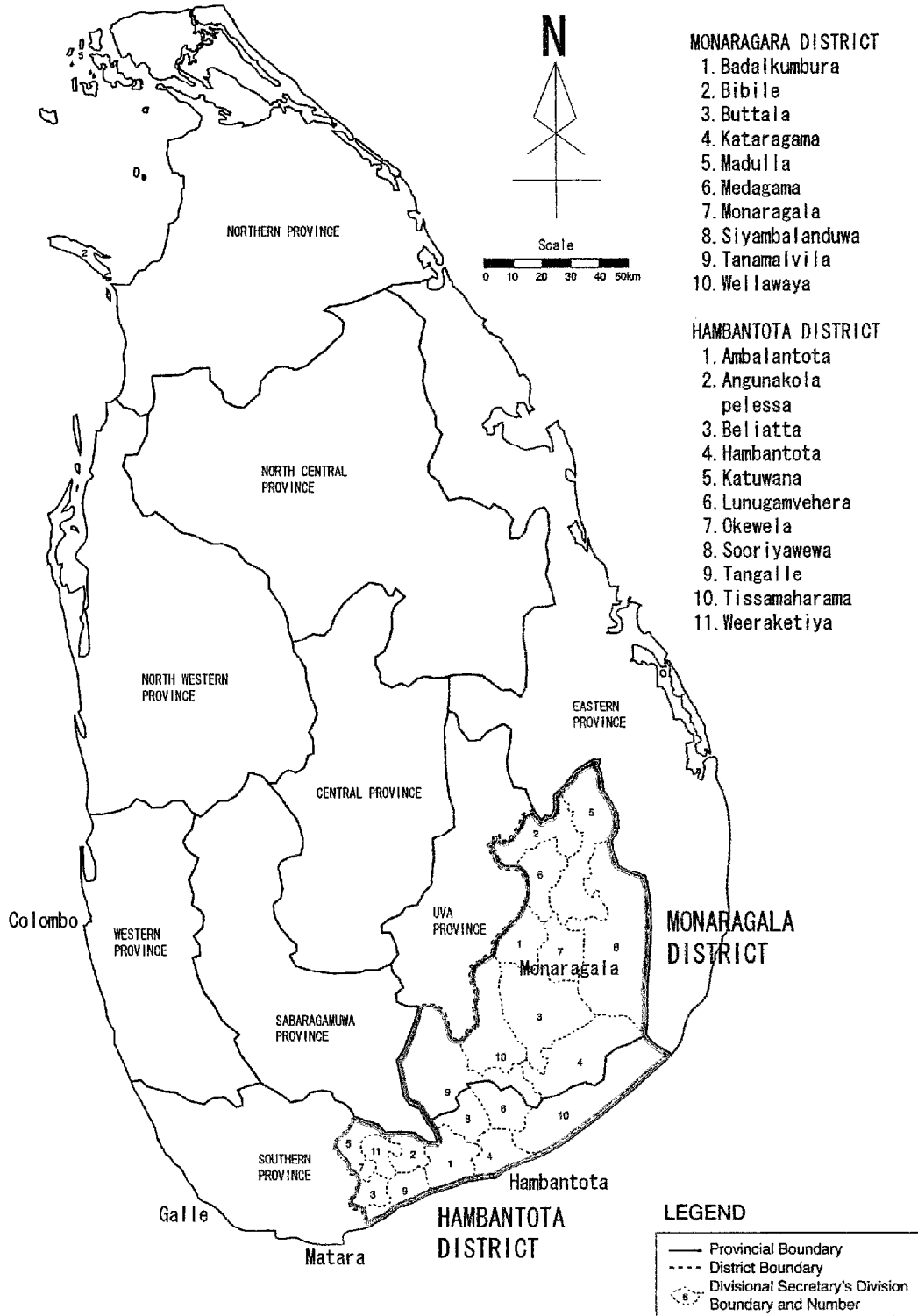


图 3 - 1 調査対象範囲位置図





### 3 - 2 - 2 試験井掘削候補地区

「ス」側からHambantota県及びMonaragala県の2県における優先的な試験井掘削対象地区の候補として、以下の表3 - 1、表3 - 2及び図3 - 2に示すとおり、各県それぞれ11地区まで、合計22地区が要請された。いずれの地区においても住民に対する安定的かつ清浄な飲料水の供給をめざしており、灌漑用水や工業用水計画は一切含まれていない。本格調査団は、試験井掘削地点選定に際しこれらの地区を取り上げるべきか否か、自然条件調査の結果をも踏まえて判断することが望まれる。

なお、各要請地区の現況概要については、第2章を参照。

表3 - 1 Hambantota県における候補地区

No.	行政区名	対象村落名	面積(km <sup>2</sup> )	裨益人口(人)
1	Thissamaharama	Kirinda	30	12,000
2	Thissamaharama	Bundala	20	4,000
3	Hambanthota	Kelipura	6	9,000
4	Tissamaharama	Koththamalliyaya	16	900
5	Tangalle	Vitharandeniya	9	10,000
6	Angunakolapelessa	Thalunna	7	3,305
7	Sooriyawewa	Wediwewa	15	1,000
8	Hambantota	Bandagiriya	16	5,750
9	Lunugamvehera	Mattala	12	2,500
10	Ambalantota	Siyambalagaswila	10	7,250
11	Tangalle	Ranna	12	5,000
	合計		153	60,705

表3 - 2 Monaragala県における候補地区

No.	行政区名	対象村落名	面積(km <sup>2</sup> )	裨益人口(人)
1	Siyabalanduwa	Ethimale	15	1,500
2	Siyabalanduwa	Domabagahawela	8	3,500
3	Thanamalwila	Hambegamuwa	12	4,000
4	Madulla	Madulla	10	6,000
5	Thanamalwila	Bodagama	8	1,500
6	Monaragala	Hulanduwa	5	10,000
7	Kataragama	Katharagama	12	20,000
8	Buttala	Unawatuna	6	2,000
9	Wellawaya	Yalabowa	4	1,500
10	Badalkumbura	Badalkumbura	4	4,000
11	Tanamalwila	Sewenagala	8	8,000
	合計		92	62,000

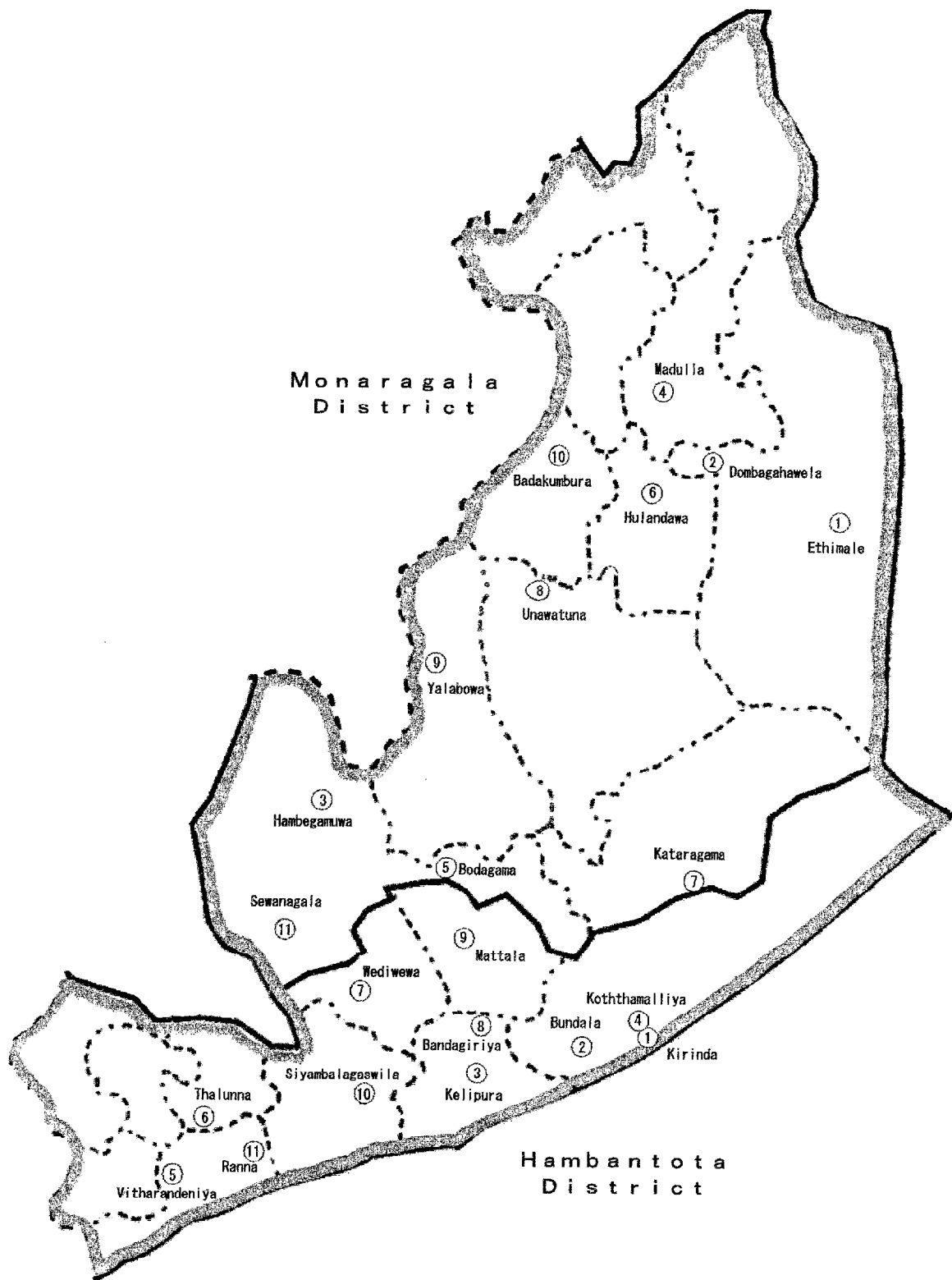


图 3 - 2 試驗井掘削要請地区

### 3 - 3 調査項目と内容

#### (1) Phase 基礎調査

- 1) 既存データ / 情報の収集・分析 (自然状況、社会・経済状況、土地利用計画、環境、関連開発計画 / 政策、地下水資源管理状況、法 / 制度、関連プロジェクト、その他関連情報)
- 2) 現地踏査 (地形・地質、既存井、給水状況等)
- 3) 既存井での地下水位観測
- 4) 測量
- 5) 社会・経済状況調査 (水利用、社会・経済、住民意識、既存井インベントリー、水使用料等)
- 6) 水文・地質解析
- 7) 計画諸元検討

#### (2) Phase 地下水賦存量調査

- 1) 物理探査
- 2) 試験井掘削、調査 (物理検層、揚水試験等)
- 3) 水質分析
- 4) 試験井での地下水位測定
- 5) 測量
- 6) 地下水収支解析
- 7) 井戸台帳作成 (GIS)
- 8) 地下水賦存量評価
- 9) 初期環境影響評価

#### (3) Phase 地下水賦存量評価及び地下水資源開発計画 (M / P) 策定

- 1) 将来水需要予測
- 2) 計画諸元設定
- 3) 地下水モニタリング計画策定
- 4) 地下水資源開発計画策定
- 5) 計画評価

### 3 - 4 調査工程と要員構成

#### (1) 調査工程案

以下のとおり、全体で約22か月とする。

時 期	平成12年度			平成13年度												平成14年度											
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
事前調査(S/W協議)	■																										
実施調査																											
現地作業					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
国内作業				□					□												□				□		
報告書				▲						▲						▲				▲		▲			▲		
				IC/R						P/R(1)						P/R(2)				IT/R	DF/R			F/R			
現地作業監理委員会					■					■						■				■		■					

IC/R : Inception Report  
P/R : Progress Report  
IT/R : Interim Report  
DF/R : Draft Final Report  
F/R : Final Report

#### (2) 要員構成案

団員の分野構成案は次のとおりである。

- 1) 総括 / 地下水資源開発
- 2) 水理地質
- 3) 水文・水収支
- 4) GIS (水理地質)
- 5) 物理探査 1
- 6) 物理探査 2
- 7) さく井指導
- 8) 水質分析 / 環境配慮
- 9) 社会・経済 / WID
- 10) 水利用
- 11) 組織 / 運営・維持管理

### 3 - 5 調査用資機材

#### 3 - 5 - 1 さく井機材

##### (1) 「ス」国におけるさく井機材の現状

「ス」国において、比較的深い(50m以深)堅硬な岩盤中にさく井ができる機材を保有している機関は次の3組織である。

- 1) 水資源局 (WRB)
- 2) 国家水供給・下水局 (NWSDB)
- 3) Tube Wells Ltd.

このうちWRBは調査用の井戸、商業用の井戸、プライベートな井戸、そして灌漑局が依頼する灌漑用井戸のさく井を行っている。NWSDBは水供給スキームへの配水、あるいはスタンドポスト用のさく井を主に担当している。Tube Wells Ltd.は私企業で、WRBとNWSDBが廃棄した古いさく井機を再生して、主に商業用のさく井を行っている。

WRBとNWSDBが保有しているさく井機のうち、最も深くまで掘進できる能力を有するのはTONE TOP300とKOKEN FSW300である。今回の調査ではこれらの機材は地方で稼働中であり、直接機材の状態を確認することはできなかったが、聞き取り調査では6インチのスクリーンを設置するために10インチでの孔径で掘進する場合、到達可能深度は最大120m程度とのことである。またいずれも1980年代前半に装備されているため老朽化が進んでいる模様である。

##### (2) 機材調達の方法

本格調査において200mの試掘井を掘削できる機材が「ス」国にはないため、新たに機材を調達する必要がある。調達方法として、以下のものが考えられる。

- 1) 新規調達
- 2) 調査団による日本からの持ち込み、持ち帰り
- 3) 第三国からのレンタル
- 4) 第三国の業者への現地再委託

WRBには現在100m程度のさく井ができる機材と技術があり、掘削クルーも15チーム程度稼働していることを考えると、M/P策定後もWRBが自らの手で150mから200mのさく井ができるようになることが望ましいと考える。したがって、新規に機材を整備することを提案する。また、この機材整備はWRBの強い要望でもある。

新規に機材を導入する場合、機材の納期が6か月以上かかることから、コンサルタント選定後直ちに機材整備計画を作成、実施することが望まれる。

### 3 - 5 - 2 物理探査用機材

#### (1) 機材の現状

WRBは地表面からの電気探査装置として、スウェーデン製のSAS300を7台、VLF探査装置としてはカナダ製のEM16を2台保有している。NWSDBは同じくSAS300を5台、EM16を1台所有している。

機材はいずれも1970年代後半から1980年代前半に配備されたものであり、かなり老朽化している。SAS300にはブースターが付属しておらず、その通電能力から、Hambantota Monaragala両県の地質状況の下では探査深度は最大100m程度と思われる。また、EM16の探査能力は最大50m程度しか期待できない。なおWRBの物理探査技師は16名である。

孔内電気検層器はWRBは所有していない。NWSDBにはADBローンにより配備されたばかりの総合検層器がある。ただこの検層器はADBプロジェクトに使用される予定のため、本格調査の時期に借用や測定委託をすることはできないと思われる。

これらの探査装置は、さく井前に地盤の比抵抗構造を測定し、フィルターの深度を決定することに用いられる場合が多く、さく井位置を決定することにはあまり用いられていないようである。また、データ解析方法は、カーブマッチング法もしくは定性的な解析にとどまっており、解析ソフトを用いた本格的なデータ処理は行っていない。この分野に対しては我が国からの技術移転が必要と思われる。

また、「ス」国にはボアホールカメラ等の孔壁観測装置はない。

#### (2) 調達の方針

本格調査においてはシュランベルジャー法による垂直電気探査で比較的浅い部分を、TEMあるいはCSAMT法による電磁探査で深部を探査する予定である。これは、200m以深までを垂直電気探査で探査するためには1,000m以上の直線の探査側線を設定しなければならず、試掘井予定地点が決定していない現状では、側線が設置できるかどうか不明のため、効率よく探査を行うために決定したものである。しかし、TEMあるいはCSAMT法の解析はかなり高度な技術を必要とするため、WRBに機材を提供して技術を移転し、この測定を将来継続して実施できるか懸念がある。したがって、今回の本格調査では電磁探査の機材はコンサルタントの持ち込みとする。一方、垂直電気探査は比較的浅い部分を対象とするものの、機材としては200m程度の探査深度に適応できるものを解析ソフトとともに整備し、本格調査終了後もWRBが深部探査を実施できるようにすることが望ましいと考える。

電気検層装置は現在WRBは所有していないが、電気検層は井戸開発には欠かせない測定方法であり、電気探査装置と同じ考えに基づいて、WRBに整備するのが望ましい。

ボアホールカメラ等の孔壁観測装置はコンサルタント持ち込みの損料ベースとする。

### 3 - 5 - 3 調査用資機材のまとめ

さく井機材、物理探査用機材を含めた、本格調査に必要な資機材と現状考えられる調達方法を表3 - 4にまとめる。



表 3 - 4 調査用資機材

< 現地調達 >

資機材名	概略仕様	数量
井戸掘削機材・車両 スペアパーツ類	口径10インチで200m掘削できるもの	1式 12孔分
揚水試験用ポンプ・発電機類 ケーシング、スクリーン類	揚程150m程度200ℓ/min程度	1式 12孔分
深井戸用採水器	200m	2式
ポータブル水位計	200m	2台
自記記録水位計	ケーブル100m、水位変動幅50m程度	12台
水位計用データ収録器	自記記録水位計用	2台
孔内電気検層機器類	ノルマル比抵抗、自然電位、温度検層	1式
ケーブル・ウィンチ	深度200m	1式
GISソフトウェア		2セット
GIS用コンピューター類		2式
GIS用プリンター		2台
事務機器類	複写機、FAX	各2台

< 現地借上げ >

4WD車	現地踏査・物理探査・井戸掘削・井戸観測用	各1台
Pick Upトラック	物理探査用	2台

< 国内調達 >

電気探査測定機器類 付属品、ケーブル類 垂直電探解析ソフト	直流電気探査、探査深度200m程度	1式 1式 1式
携帯用GPS装置		2台
トランシーバー		8台
簡易水質分析キット		2セット
小型インキュベーター	大腸菌用恒温器	1台
大腸菌群用サンプラー		1台
ポータブルpH計		2台
ポータブル伝導度計		2台
残留塩素計		2台

3 - 6 調査実施上の留意点

(1) データベース / GISの整備

現在WRB及びNWSDBでは、地質と地下水を含むその関連情報の、全国的なデータベース整備と、地質図幅のGIS化を個別に進めている。今次本格調査においては、対象地域での地下水

情報とその関連情報を、GIS化することが求められているが、その規格は使用するソフト、ハードを含め、現在WRB及びNWSDBが整備を進めているシステムと、整合性をもたすことが必要である。

また、WRBとNWSDBとが独自に整備しているデータベースを統合し、地下水関連データを一本化する必要がある。

## (2) さく井機材の整備

WRBには1979年代後半から1980年代前半にかけてさく井機材が無償供与されてきたが、最近老朽化が激しく、本調査で計画している150mから200mの井戸が掘削できる機材は現在ないのが現状である。WRBには現在100m程度のさく井ができる機材があり、掘削クレーンも15チーム程度稼働している。したがって新規に機材を導入し、WRBが本調査で試験井の掘削を行い、地下水開発計画の策定が行われたあとも、150mから200mのさく井がWRB自らの手でできるようにすることが望ましい。また、この機材整備はWRBの強い要望でもある。

新規に機材を導入する場合、機材の納期が6か月以上かかることから、コンサルタント選定後直ちに機材整備計画を作成、実施することが望まれる。

## (3) 物理探査における技術移転

WRBは電気探査装置と測定班を保有し、垂直電気探査によって浅井戸におけるスクリーンの位置を決めている。しかし、データ解析法はカーブマッチング法及び見かけ比抵抗曲線による定性的な方法にとどまっており、解析ソフトを用いた本格的なデータ処理について技術移転する必要がある。また、150mから200mの探査ができる機器はなく、電気検層機器もないため、これらの機器を新規に整備することが望ましい。ただし、電磁探査用機器は日本からの持ち込み機材とし、新規に整備はしない。垂直電気探査用機器、電気検層用機器についても上記さく井用機材とともに、コンサルタント選定後直ちに機材整備計画を作成、実施することが望まれる。

## (4) ボアホールカメラ等の利用

試掘井を用いて水理地質調査を実施する際に、岩盤と割れ目の状況を確認するために、岩盤のコアサンプリングを行うのが一般的である。この場合、割れ目の状況を観察するためには特に精密なコアリング技術が必要になる。しかし、調査10地点において200m程度の精密なオールコアボーリングを行うことは、「ス」国におけるコアリング技術、ワイヤライン機材状況からみて技術的、工程的に困難と考えられる。したがって本調査においてはコアリングは行わず、ボアホールカメラ等の孔壁観察機材を用いて正確な柱状図を作成することとする。この場

合、孔壁観察機材は日本から持ち込み、本調査団が観測と柱状図作成を実施する。

#### (5) 国家水資源局 ( National Water Resources Authority : NWRA ) との関係

「ス」国では水需要の急速な増加と近年の不規則な降雨により水不足が深刻化しており、水利権争議や水汚染問題が増加しつつある。「ス」国政府はこれを解決するため国家水資源政策 ( National Water Resources Policy ) を定め、これを実施する政府機関として2001年度中にNWRA、水資源評議会 ( Water Resources Council : WRC ) 及び水資源裁判所 ( Water Resources Tribunal : WRT ) が設置される予定である。これら3機関はどの省庁にも属さず、大統領直轄の機関となる。

NWRAは7人の学識経験者や専門家からなるボードが統括し、以下のことを行うとされている。

- ・ 国家水資源政策の策定
- ・ 長期的な河川流域計画の策定
- ・ 水資源にかかわるデータや情報の管理
- ・ 水使用権発行による水資源の割り当て
- ・ 旱魃、洪水管理に対する提言
- ・ 国民への広報

WRCは関係7省庁の事務局長、灌漑局長、Mahaweli川開発局長、電力局長、NWSDB局長や消費者や各種消費団体の代表などから構成され、主に水利権争議について評議する機関である。また、WRTはNWRAやWRCからは独立して、NWRAが割り当てた水使用権について上訴できる機関である。

現在水資源を取り扱っている公共事業省、電力エネルギー省、灌漑・水資源省などは、特にその形態や役割分担は変えずに、NWRAの監督下に置かれると考えられるので、本格調査におけるカウンターパートやS/Wには変更はないが、南部2県の地下水開発のM/Pを策定することは、NWRAの政策と深くかかわってくると考えられる。

国家水資源政策によれば、NWRAのなかに地下水委員会 ( Groundwater Committees ) が設けられる予定である。また、国家水資源政策のなかに地下水管理政策 ( Groundwater Management Policy ) が制定されている。これは「ス」国の地下水資源管理についてその基本的な考え方をまとめたもので、このなかで地下水を大きく8種の帯水層に分類し、それぞれに管理計画に対する基本方針を定め、NWRAは優先順位の高いものからアクションプランを制定するべきと述べている ( 表3 - 5 参照 )。

表3 - 5 帯水層の問題点と基本方針

帯水層	主な問題点	管理方針	優先度
1 . Jaffnaエリアのカルスト帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浅井戸の過剰開発</li> <li>・農薬汚染、地域汚染</li> <li>・塩害の可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方政府による浅井戸登録</li> <li>・大口需要者への権利付与</li> <li>・節約への危機意識啓蒙</li> <li>・農薬の使用制限</li> <li>・井戸と下水施設の最低限の隔離</li> </ul>	高
2 . 沿岸砂帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・季節変動</li> <li>・地表水の利用が困難</li> <li>・地域的な商業用の大量くみ上げ（ホテル、エビ養殖池）</li> <li>・高い塩害の可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方政府による浅井戸登録</li> <li>・大口需要者への権利付与</li> <li>・節約への危機意識啓蒙</li> <li>・最大井戸密度と揚水量の制限</li> <li>・ドライゾーンでの水保護政策等</li> </ul>	高
3 . 東北地方石灰岩の深部帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エビ養殖池のため1か所のみ開発されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来の開発の規制</li> </ul>	低
4 . 南東地方ラテライト帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市開発、工業開発による地下水開発の増加</li> <li>・地域的な工場汚染、農薬汚染の潜在性が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方政府による浅井戸登録</li> <li>・井戸間距離の規制強化</li> <li>・土地利用計画と水供給システムを考慮した管理計画</li> <li>・節約への危機意識啓蒙</li> </ul>	高
5 . 沖積帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩分による汚染</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地表水との密接な管理</li> <li>・新規裨益者への指導</li> </ul>	ウェットゾーン - 低 ドライゾーン - 中
6 . ドライゾーンの浅部帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・季節変動</li> <li>・援助による開発の進行と既存ユーザーへの影響</li> <li>・農薬汚染の可能性</li> <li>・地表水との密接な関連</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方政府による浅井戸登録</li> <li>・地表水管理システムと地下水管理システムとの密接な連携</li> <li>・最大井戸密度と揚水量の制限に関するガイドライン策定</li> <li>・進行中の井戸開発援助プログラムの調整</li> <li>・節約への危機意識啓蒙</li> </ul>	高
7 . 深部硬岩帯水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・かん養速度が遅く、汚染回復が困難</li> <li>・情報が限られている</li> <li>・開発費用が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大口需要者への権利付与</li> <li>・評価、観測、研究の強化</li> </ul>	中
8 . その他	<p>上記以外の全国の硬岩地域の浅部地下水は乱開発と汚染が激しい</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調査の継続</li> <li>・地方政府による浅井戸登録</li> <li>・地表水管理システムと地下水管理システムとの密接な連携</li> <li>・最大井戸密度と揚水量の制限に関するガイドライン策定</li> <li>・節約への危機意識啓蒙</li> </ul>	中 - 高

この方針はごく基本的なものであって、具体的には何も定められておらず、現時点で本格調査の内容に影響を与えないとは考えられない。しかし本格調査実施中にNWRAが設置された場合は、NWRAのなかに設置される地下水委員会が最終的にはM/Pの検討と承認を行うことになると思われる。したがって、NWRAが設置された場合はカウンターパートとともにNWRAとの連携を図り、議論を重ねて効率的なM/P作りを実施することが望ましい。