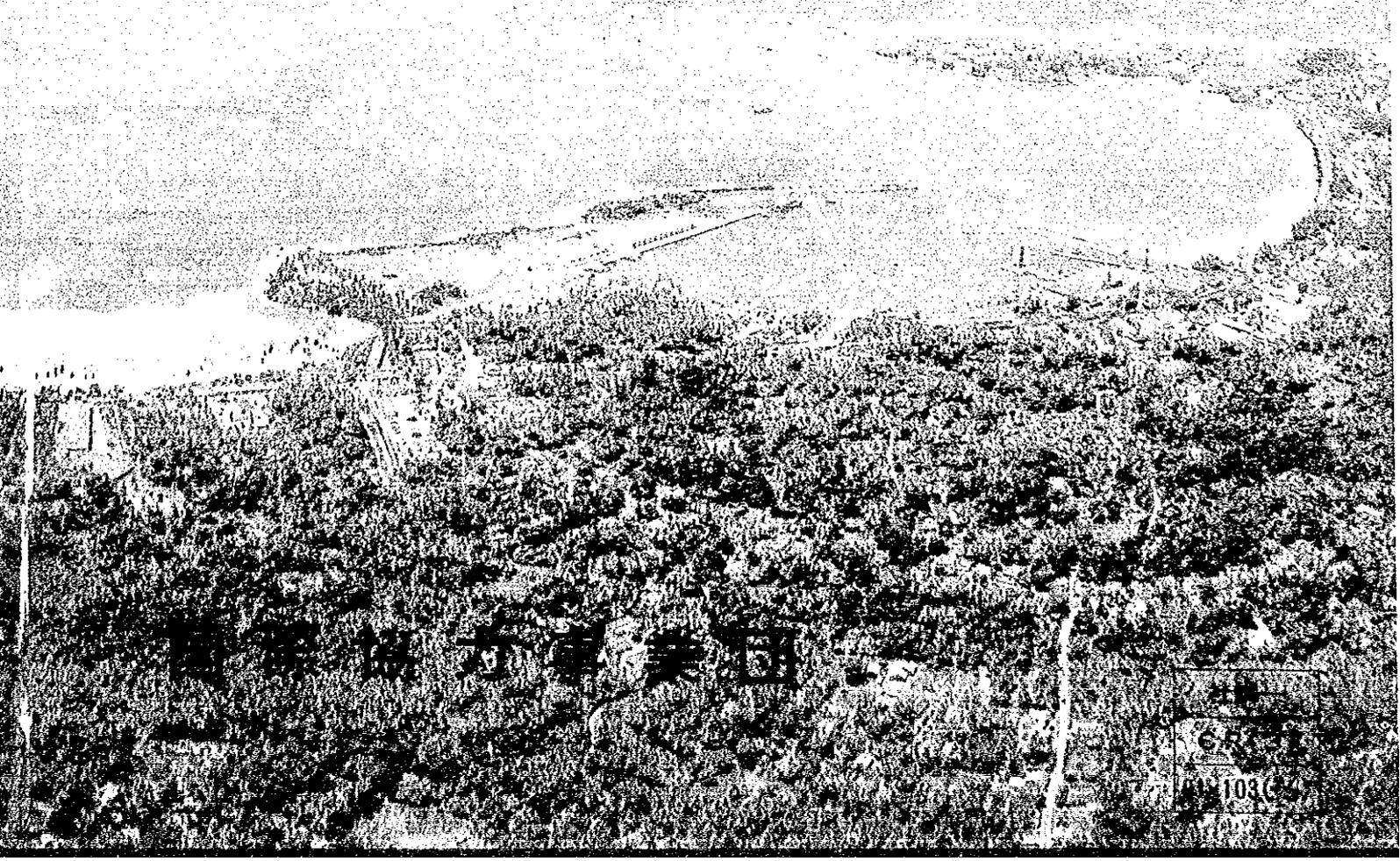


# スリランカ国 ゴール港整備計画調査報告書

平成3年11月



GR  
1086



JICA LIBRARY



1096398(1)

27796



スリランカ国

ゴール港整備計画調査報告書

平成3年11月

国際協力事業団

23376

## 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、同国のゴール港整備計画にかかる開発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いたしました。

当事業団体は、平成2年9月から平成3年9月までの間4回にわたり、(財)国際臨海開発研究センターの常務理事 岡田 靖夫 氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はスリランカ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成3年11月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介



## 伝 達 文

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介 殿

拝啓

ここにスリランカ社会民主主義共和国ゴール港整備計画調査の報告書を提出いたします。

この報告書は、国際協力事業団との契約に基づき、財団法人国際臨海開発研究センター及び株式会社日本港湾コンサルタントが実施した調査結果を取りまとめたものであります。本調査団は平成2月9月から平成3月9月までの間4回にわたって現地調査を実施しました。

本報告書は、この現地調査及び国内作業の結果に基づきゴール港の2005年を目標年次とするマスタープランの策定とともに、1997年を目標年次とする短期整備計画の策定と実地可能性の検討を行ったものであります。

調査の結果、ゴール港の開発はきわめて意義深いものと判断され、本プロジェクトの実施のための必要な措置が取られることを期待するものです。

本調査団のスリランカ滞在中に寄せられた多大なるご協力、ご支援、おもてなしに対し心から感謝いたします。

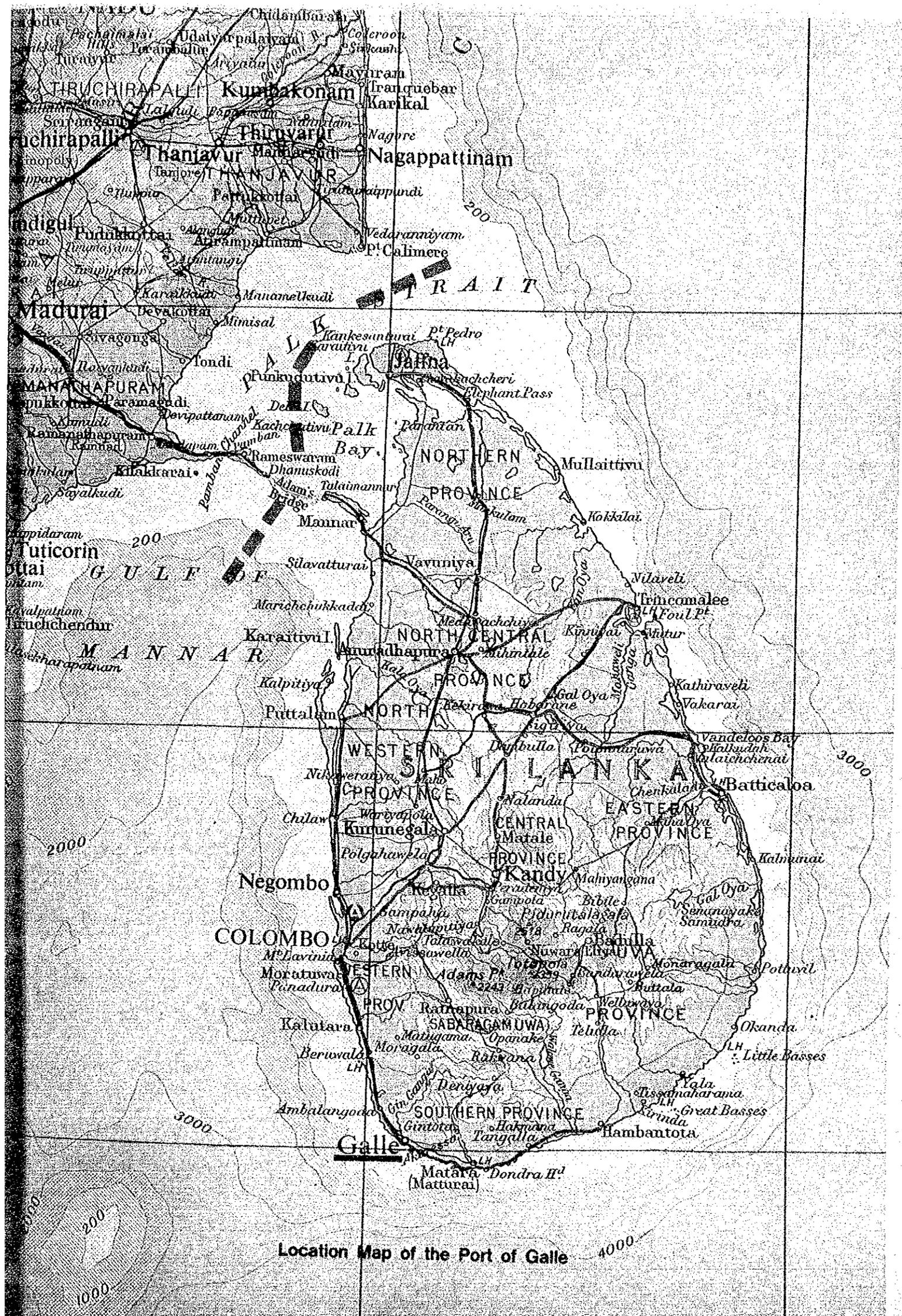
さらに、現地調査の実施や本報告書の取りまとめに当たり有益なご教示ご援助を戴いた国際協力事業団、外務省、運輸省、在コロombo日本大使館並びにJICA事務所の皆様に厚くお礼申し上げます。

敬具

平成3月11日

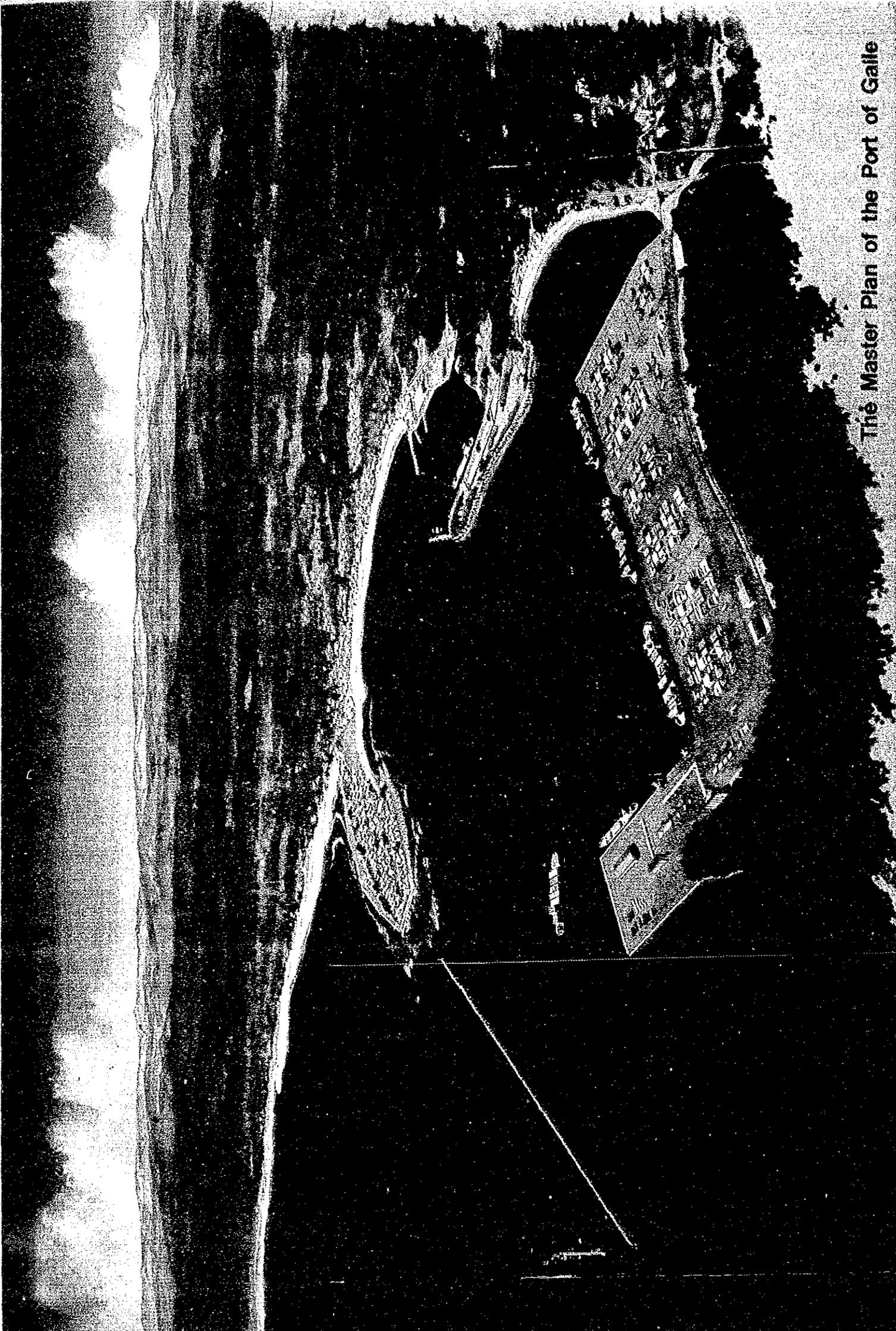
スリランカ国ゴール港整備計画調査団  
団 長 岡 田 靖 夫  
(財)国際臨海研究センター常務理事)





Location Map of the Port of Galle





The Master Plan of the Port of Galle



## 略 語 一 覽

A	ADB	Asian Development Bank
	APL	American President Lines
	ASEAN	Association of South-East Asian Nations
	ave.	average
B	BOD	biochemical oxygen demand
	BOT	build, operate and transfer
	BXCL	Bengal Express Container Line
C	C°	centigrade
	CC	Sri Lanka Cement Corporation
	CCD	Coast Conservation Department
	CFC	Ceylon Fertilizer Corporation
	CFC	conversion factor for consumption
	CFS	container freight station
	CIF	cost, insurance and freight
	COBRA	Continental Britain Asia Container Service
	COD	chemical oxygen demand
	CPC	Ceylon Petroleum Corporation
	CSC	Ceylon Shipping Corporation
	CSL	Ceylon Shipping Lines
D	DL	datum level
	DWT	dead weight tonnage
E	EC	European Community
	EIRR	economic internal rate of return
	EPZ	export processing zone
F	FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
	FIRR	financial internal rate of return
	FOB	free on board
	F/S	feasibility study

G	GB	gigabyte(s)
	GCEC	Greater Colombo Economic Commission
	GDP	gross domestic product
	GNP	gross national product
	GRT	gross registered tonnage
	Gwh	gigawatt(s)-hour
H	ha	hectare(s)
	HP	horsepower
	hr	hour
	HWL	high water level
	HWOST	high water of ordinary spring tide
I	IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
	IMF	International Monetary Fund
J	JCT	Jaye Container Terminals
	JICA	Japan International Cooperation Agency
K	kg	kilogram
	kHz	kilohertz
	km	kilometer(s)
	kv	kilovolt(s)
L	L-M	Little and Mirrlees
	LOA	length over all
	LWOST	low water of ordinary spring tide
M	m	meter(s)
	mm	millimeter(s)
	Mn.	million
	MSL	mean sea level
	MOST	Ministry of Surface and Transport
	M.T.	metric ton(s)
	Mw	megawatt(s)

N	n.a.	not available
	NFS	National Fertilizer Secretariat
	NIES	Newly Industrializing Economics
	NNP	New North Pier
	NWSDB	National Water Supply and Drainage Board
O	OCC	opportunity cost of capital
	OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
	OECF	Overseas Economic Cooperation Fund of Japan
Q	QCT	Queen Elizabeth Container Terminal
	QEQ	Queen Elizabeth Quays
R	r	correlation coefficient
	Rs	Rupees
S	SAARC	South Asian Association of Regional Cooperation
	SCF	standard conversion factor
	SDR	special drawing right(s)
	SLR	Sri Lanka Railways
	SLRTBs	Sri Lanka Regional Transport Boards
	SLPA	Sri Lanka Ports Authority
T	TEU	twenty-foot equivalent unit
U	UAE	United Arab Emirates
	UDA	Urban Development Authority
	UK	United Kingdom
	US	United States
	USA	United States of America
	USAID	United States Agency for International Development
	USSR	Union of Soviet Socialist Republics
W	WDL	work datum level



## 外 貨 交 換 率

1 U S ドル = 41.00   ルピー = 138.85 円



# 目 次

結 論	.....	(1)
提 言	.....	(4)

## 第 I 編 現 況

### 第 1 章 序 論

1-1 調査の背景	.....	1
1-2 調査の目的	.....	1
1-3 調査の概要	.....	2
1-4 調査工程	.....	4
1-5 調査団の編成	.....	4

### 第 2 章 スリランカの概況

2-1 地理・地形	.....	5
2-2 気 候	.....	6
2-3 社会経済活動	.....	6
2-4 輸 送	.....	8

### 第 3 章 南部州の概況

3-1 社会経済活動	.....	16
3-2 産業活動	.....	18
3-3 基盤設備	.....	24
3-4 ゴール市の概況	.....	25

### 第 4 章 ゴール港周辺の自然特性

4-1 スリランカ南西部の自然特性	.....	27
4-2 気 象	.....	28
4-3 海 象	.....	30
4-4 現地調査	.....	39

### 第 5 章 ゴール港の現状

5-1 ゴール港の位置と歴史	.....	55
5-2 ゴール港の土地利用の現況	.....	55
5-3 港湾施設	.....	58
5-4 荷役機械	.....	59
5-5 取扱貨物量	.....	59

5-6	入港船舶	60
5-7	水先案内	62
5-8	港の管理運営	63

## 第 II 編 マスタープラン

### 第1章 ゴール湾及びその周辺における開発ポテンシャル

1-1	開発ポテンシャル	73
1-2	評価	74
1-3	臨海部開発の基本概念	90

### 第2章 工業開発

2-1	概論	98
2-2	現状評価	110
2-3	来発展計画	124
2-4	結語	132

### 第3章 需要予測

3-1	将来の社会経済指標	134
3-2	需要予測の方法	138
3-3	輸出入貨物の需要予測	140
3-4	トランSHIPメント貨物の需要予測	155
3-5	貨物量予測のまとめ	163

### 第4章 マスタープラン

4-1	港湾開発政策	165
4-2	船型とバース諸元	165
4-3	必要バース数	170
4-4	施設、荷役機械の必要規模	172
4-5	他の施設	176
4-6	マスタープランレイアウト	178
4-7	設計、概算工事及び実施計画	203
4-8	環境面への配慮	207
4-9	社会経済的効果	212

## 第 Ⅲ 編 短 期 整 備 計 画

第1章 計画の前提	
1-1 貨物量 .....	213
1-2 船型とバース諸元 .....	215
第2章 主要施設計画	
2-1 バース .....	219
2-2 貯蔵施設、荷役機械 .....	220
2-3 その他の施設 .....	222
2-4 代替案 .....	223
第3章 基本設計	
3-1 設計条件 .....	231
3-2 基本設計 .....	233
第4章 実施計画と工事積算	
4-1 実施計画 .....	245
4-2 工事積算 .....	250
第5章 管理運営計画	
5-1 港湾の建設資金 .....	257
5-2 BOTモデルの概要 .....	257
5-3 港湾の管理運営モデルの分類 .....	257
5-4 港湾の管理運営モデルの選択 .....	260
5-5 管理運営計画 .....	260
5-6 港湾管理システムの勧告 .....	262
第6章 経済分析	
6-1 経済分析の方法 .....	264
6-2 経済分析の前提条件 .....	266
6-3 経済価格 .....	268
6-4 便 益 .....	270
6-5 費 用 .....	273
6-6 評 価 .....	275
第7章 財務分析	
7-1 財務分析の目的 .....	278
7-2 財務分析の手法 .....	278
7-3 財務分析の前提条件 .....	279
7-4 評 価 .....	284

7-5 感度分析 .....	290
7-6 結 論 .....	290

## 付 属 資 料

## 表 目 次

### PART I

Table 2-3-1	Per Capita GNP of Sri Lanka (1985-89).....	7
Table 2-3-2	Exchange Rate Movements.....	8
Table 2-4-1	Cargo Tonnage Handled at Three Ports.....	13
Table 3-1-1	Population of Southern Province (1981-90).....	16
Table 3-1-2	Per Capita GDP of Southern Province (1982).....	17
Table 3-2-1	Production of Agricultural Crops in Southern Province.....	19
Table 3-2-2	Factories in the Southern Province.....	20
Table 3-2-3	Tourist Receipts.....	23
Table 4-3-1	Probability of Significant Wave Height.....	36
Table 4-4-1	Scope of Site Investigation.....	39
Table 4-4-2	Coordinates of Control Points.....	41
Table 4-4-3	Results of Laboratory Tests for Undisturbed Samples.....	54
Table 5-3-1	Present Conditions of Berths.....	58
Table 5-3-2	Present Conditions of Warehouses.....	59
Table 5-5-1	Tonnage of Cargo Handled by Commodities 1980-1989 Port of Galle.....	60
Table 5-6-1	Total No. of Ships Arrived.....	61
Table 5-6-2	Distribution of Ship Size.....	61
Table 5-8-1	Number of Employees at the Port of Galle.....	64
Table 5-8-2	Operational Staff Members, Galle Port, SLPA.....	69

### PART II

Table 1-2-1	Origin and Destination of Transshipment Cargo.....	75
Table 1-2-2	Ton-mile Difference.....	77
Table 1-2-3	Comparison of Topographical Conditions.....	80
Table 1-2-4	Comparison of Socio-Economic Conditions.....	81
Table 1-2-5	Comparison of Oceanographical Conditions.....	82
Table 1-2-6	Necessary Space by Cargo Volume.....	83
Table 1-2-7	Yacht Arrivals in Galle Port.....	89
Table 1-3-1	Description of Coastal Area and Land Area Adjacent to Port.....	95
Table 1-3-2	Alternative Plan of Zone.....	97
Table 2-1-1	Trade ratios of NIES (1987).....	99

Table 2-1-2	Annual Growth Rate of Agriculture at Constant (1982) Factor Cost Prices.....	100
Table 2-1-3	Basic Economic Indicators at Current Factor Cost Prices...	102
Table 2-1-4	Imports by Commodity Groups.....	103
Table 2-1-5	Direction of Imports of SAARC Countries.....	103
Table 2-1-6	Labour Force Estimates.....	104
Table 2-1-7	Employment Estimates.....	104
Table 2-1-8	Unemployment Calculated.....	104
Table 2-1-9	Distribution of Employed Population by Industry Sectors...	105
Table 2-1-10	Migration for Employment Purposes to All Countries 1981...	105
Table 2-1-11	Selecting Type & Size of Industries to be Located.....	108
Table 2-1-12	Industries and Resources.....	109
Table 2-2-1	Employment and External Earnings of the GCED.....	111
Table 2-2-2	Details of EPZ.....	112
Table 2-2-3	Notable Enterprises in Terms of External Earnings.....	113
Table 2-2-4	Outstanding Enterprises.....	115
Table 2-2-5	Issues of Fertilizer by Wholesalers 1988-1989.....	116
Table 2-2-6	Weligama Fertilizer Complex.....	117
Table 2-2-7	Capacity of Cement Suppliers.....	118
Table 2-2-8	Detail of C.C. Galle Factory.....	119
Table 2-2-9	Consumption of Flour.....	120
Table 2-2-10	Per Capita External Earnings.....	122
Table 2-2-11	Contribution to National Economy by Industry.....	123
Table 2-3-1	Types of the Proposed Industries to be Located in the Industrial Zone.....	124
Table 2-3-2	Outline of Koggala EPZ.....	125
Table 2-3-3	Estimated Plant Area in the Industrial Zone.....	126
Table 2-3-4	Consumption of Flour in SAARC.....	126
Table 2-3-5	Trend of Production Capacity.....	127
Table 2-3-6	Outline of Petroleum Tank Yard.....	128
Table 2-4-1	Employment and Cargo Volume by Industrial Activity.....	132
Table 3-1-1	Population in 1997, 2000 ND 2005.....	134
Table 3-1-2	Future Population in the Southern Province in 1997, 2000 and 2005.....	135
Table 3-1-3	Annual Growth Rate of GDP Predicted by the Government (%).....	136
Table 3-1-4	Future Annual Growth Rate of GDP (%).....	136

Table 3-1-5	Future GDP at 1982 Constant Prices.....	137
Table 3-1-6	Future Sectoral GDPs at 1982 Constant Prices.....	137
Table 3-1-7	Future Annual Growth Rate of the GDP of the Southern Province (%).....	137
Table 3-1-8	Future Provincial GDP at 1982 Constant Prices In 1997, 2000 and 2005.....	138
Table 3-3-1	Volume of Wheat/Flour Handled at the Port of Galle.....	142
Table 3-3-2	Future Consumption of Fertilizer in Sri Lanka.....	144
Table 3-3-3	Future Export Volume of Coconuts & Coconut Products.....	150
Table 3-3-4	Ratio of Containerization.....	153
Table 3-3-5	Container Cargo Volume and Number of Containers for Import and Export in Sri Lanka.....	153
Table 3-3-6	Container Cargo Volume and Number of Containers handed at the Port of Galle.....	154
Table 3-3-7	Cargo Volume at the Port of Galle by Commodity.....	154
Table 3-3-8	Cargo Volume at the Port of Galle by Handling Mode.....	155
Table 3-4-1	Transshipment Containers in Sri Lanka.....	162
Table 3-5-1	Total Container Throughput in Sri Lanka.....	163
Table 3-5-2	Total Container Throughput at the Port of Colombo.....	164
Table 3-5-3	Total Cargo Throughput at the Port of Galle.....	164
Table 4-2-1	Container Ship Size distribution (Port of Colombo).....	165
Table 4-6-1	Wave Deformation.....	187
Table 4-6-2	Frequency of Wind Wave Height Occurrence According to Swell Scale.....	188
Table 4-6-3	Coefficient of Diffraction for Wind Wave and Swell.....	191
Table 4-6-4	Degree of Calmness (Critical Wave Height 0.5 m).....	194
Table 4-6-5	Rough Cost Estimates of Master Plan (Alternative 1-5).....	195
Table 4-6-6	Major Works in Five Alternatives.....	196
Table 4-6-7	Evaluation of Alternatives.....	197
Table 4-7-1	Rough Cost Estimates of Master Plan Project (2005) (Alternative No.4).....	205
Table 4-7-2	Implementing Steps for the Master Plan (Alternative No.5).....	206

### PART III

Table 1-1-1	Cargo Volume at the Port of Galle by Commodity.....	213
-------------	---	-----

Table 1-1-2	Cargo Volume at the Port of Galle by Handling Mode.....	214
Table 1-1-3	Total Container Throughput in Sri Lanka.....	214
Table 1-1-4	Total Container Throughput at the Port of Colombo.....	215
Table 1-1-5	Total Cargo Throughput at the Port of Galle.....	215
Table 1-2-1	Distribution of Feeder Vessel Size.....	216
Table 2-4-1	Degree of Calmness (Critical Wave Height $H_c = 0.5$ m).....	226
Table 4-1-1	Available Working Days.....	250
Table 4-2-1	Unit Cost of Local Worker and Fuels.....	252
Table 4-2-2	Unit Cost of Local Materials.....	252
Table 4-2-3	Construction Cost of Short Term Plan.....	254
Table 4-2-4	Breakdown of Procurement Cost of Equipment and Vessels....	255
Table 4-2-5	Annual Investment Plan (Short Term).....	256
Table 5-5-1	The Required Number of Staff at the Container Berth.....	261
Table 5-5-2	Formation of Gang for Handling the Bulk Cargo.....	261
Table 6-2-1	Forecast Cargo Volume in both the "With" and "Without" Case at the Port of Galle.....	268
Table 6-4-1	Cargo Volumes Transferred to Colombo Port.....	271
Table 6-4-2	Savings in Land Transportation Costs.....	272
Table 6-4-3	Earnings of Foreign Currency in Handling Cargoes.....	272
Table 6-5-1	Construction Costs at Economic Prices.....	274
Table 6-6-1	Cost/Benefit Analysis.....	276
Table 7-3-1	Galle Port Revised Investment Plan.....	282
Table 7-4-1	FIRR Calculation.....	285
Table 7-4-2	Projected Financial Statements of the SLPA.....	287
Table 7-5-1	FIRR in Sensitivity Analysis.....	290

# 圖 目 次

## PART I

Figure 1-1-1	Overall Study Flow.....	3
Figure 2-1-1	Democratic Socialist Republic of Sri Lanka.....	5
Figure 2-4-1	Sri Lanka Railways System Map.....	11
Figure 2-4-2	Sri Lanka Road System Map.....	12
Figure 2-4-3	Shipping Lanes from Port of Colombo.....	14
Figure 3-2-1	Location of Fishery Harbour.....	22
Figure 4-3-1	Distribution of Significant Wave Height and Direction (Swell).....	32
Figure 4-3-2	Distribution of Significant Wave Height and Direction (Wind Wave).....	33
Figure 4-3-3	Distribution of Significant Wave Height and Direction (Overall Wave).....	34
Figure 4-3-4	Probability of Significant Wave Height.....	35
Figure 4-4-1	Location Map.....	40
Figure 4-4-2	SLPA's Boring Rig.....	43
Figure 4-4-3	Bathymetric Chart.....	45
Figure 4-4-4	Contour of Basement Surface Chart.....	47
Figure 4-4-5	Contour of Iso-thick Sediment Chart.....	49
Figure 4-4-6	Geological Cross Section.....	53
Figure 5-2-1	Layout of the Port of Galle.....	57
Figure 5-8-1	Organizational Structure of SLPA.....	65
Figure 5-8-2	Organizational Structure of The Port of Galle.....	66
Figure 5-8-3	Relations Among the Agencies Operating the Port.....	66

## PART II

Figure 1-2-1	Tourism Resources in Galle City.....	88
Figure 1-3-1	Proposed Zone of Coastal Area.....	93
Figure 2-1-1	Developing Steps of Industrialization.....	101
Figure 2-3-1	Zoning of Industrial Development Plan.....	130
Figure 2-3-2	Plant Arrangement of Industrial Zone.....	131
Figure 3-2-1	Flow Chart of Demand Forecast.....	139
Figure 4-2-1	Distribution of General Cargo Vessels by D.W.T. in the Port of Colombo.....	167
Figure 4-2-2	Distribution of General Cargo Vessel Size in the World...	168

Figure 4-2-3	Distribution of Bulk Carrier Size.....	169
Figure 4-2-4	Distribution of Grain Bulk Carrier Size by Importing Region.....	169
Figure 4-6-1	Nominated Sites for Port Development.....	180
Figure 4-6-2	Alternative 1.....	182
Figure 4-6-3	Alternative 2.....	183
Figure 4-6-4	Alternative 3.....	184
Figure 4-6-5	Alternative 4.....	185
Figure 4-6-6	Alternative 5.....	186
Figure 4-6-7	Layout of Master Plan.....	200
Figure 4-6-8	Conceptual Full Scale Development Plan.....	202

### PART III

Figure 1-2-1	Distribution of Ship Size (1989).....	216
Figure 1-2-2	Relationship Between DWT and TEU.....	217
Figure 2-4-1	Short Term Development Plan (Alternative 1).....	224
Figure 2-4-2	Short Term Development Plan (Alternative 2).....	225
Figure 2-4-3	Layout of Container Berth.....	228
Figure 2-4-4	Layout of General/Bulk Cargo Berth.....	229
Figure 2-4-5	Oil Berth.....	229
Figure 2-4-6	Layout of New Terminal.....	230
Figure 3-2-1	Typical Cross Section of Southwest Breakwater.....	235
Figure 3-2-2	Typical Cross Section of East Breakwater.....	236
Figure 3-2-3	Typical Cross Section of Container Berth (Excavation of Bed Rock).....	238
Figure 3-2-4	Typical Cross Section of Container Berth (Replacement by Sand).....	239
Figure 3-2-5	Typical Cross Section of Feeder Berth.....	240
Figure 3-2-6	Typical Cross Section of General/Bulk Cargo Berth.....	241
Figure 3-2-7	Plan and Cross Section of Oil Berth.....	243
Figure 3-2-8	Typical Cross Section of Revetment.....	244
Figure 4-1-1	Construction Schedule of Short Term Plan.....	247
Figure 6-1-1	Flow Chart of Economic Analysis Procedure.....	265
Figure 7-4-1	Rate of Return on Net Fixed Assets.....	289
Figure 7-4-2	Debt Service Coverage Ratio.....	289
Figure 7-4-3	Operating Ratio.....	289
Figure 7-4-4	Working Ratio.....	289

# 結 論 及 び 提 言



# 結 論

## 1. ゴール港開発の意義

ゴール港は、国際海運の視点から見て、きわめて優位な位置にある。ゴール港開発の意義の第一は、この点を生かすことにある。まず、コンテナトランSHIPメントの基地としての機能である。コンテナ船はますます大型化してきていると共に、主要航路を航行する大型コンテナ船は寄港地を集約化してきており、この結果主要航路に近接しているコロombo港は優位性を強めているが、さらにそれ以上の地理的優位性を有するゴール港はトランSHIPメント基地としてきわめて高いポテンシャルを持っている。次に、この地理的優位性は南西アジア地区における小麦などのバラ貨物の集散基地として発揮される可能性があり、将来においては国際バラ貨物輸送上期待されるポテンシャルである。コロombo港には物理的に発展限界があること、従って同港の機能の一部を分担する新しい港が必要なことから、本港を開発することはスリランカ国にとってきわめて意義深いことである。

南部開発は、同国にとって最重要施策の一つとなっている。また、本地域は、教育水準が高い優秀な労働力があるのにそれに見合った産業がきわめて乏しく経済的に沈滞している状況にある。従って、同地域にとって産業開発は焦眉の急である。この意味においても産業開発を支援し、地域開発を先導する役割を期待できるゴール港開発はきわめて重要であると考えられる。

## 2. 2005年目標マスタープラン

2005年におけるゴール港の取扱貨物量は、コンテナ貨物713,000TEU、その他貨物1,523,000トンと推計される。既存港域では在来船で運搬される雑貨を主に扱うこととし、コンテナとバラ貨物を主に扱う埠頭をゴール湾内に新たに計画する。

湾内に新たに港湾施設を配置するに当たっては、波や土質といった自然条件や陸域の土地利用、将来への発展可能性等を考慮しつつ検討した。特にゴール湾においては、南西に向けた湾口からほとんど年間を通じて来襲するうねり及び南西モンスーン時の高波対策として、長大な防波堤が必要不可欠であり、また、湾内のほとんど全域の海底は、表層地質に岩盤が散在しており、コンテナ船を初め大型船の受け入れのために相当程度の浚渫がなされねばならない。湾内における港湾施設整備地区の選定のために、5つの港湾施設配置計画代替案を作成し、建設事業費、静穏度、長期的発展性等を総合的に検討し、最も優れている案を選定した。選定された案は、ゴール湾東端の丘陵地前面を埋め立てるもので、当地は既存水深及び岩盤深度が比較的大きく、従って他案に比し浚渫費用が比較的安い。計画内容は、貨物取扱施設としてコンテナ埠頭3バース（水深-14m、延長1,050m）、一般貨物埠頭2バース（水深-14m、-12m、延長510m）、オイルバース1バース（水深-7.5m、延長120m、既存地区防波堤内側）である。航路は幅員300m、水深-14mを計画する。港内の静穏度を確保するため南西防波堤1300mを計画する。その他、必要なコンテナクレーン等の荷役機械、ヤード、倉庫、道路、鉄道、その他施設を計画する。

### 3. 1997年短期整備計画

#### (1) 計画内容

1997年の取扱貨物量は、コンテナ226,000TEU、その他597,000トンと推計される。マスタープラン同様、既存埠頭で主として雑貨を扱うこととし、これ以外の貨物に対応するためコンテナ埠頭1バース（水深-14m、延長350m）、フィーダー埠頭1バース（水深-9m、延長170m）、一般貨物埠頭1バース（水深-12m、延長240m）及びオイルバース1バース（水深-7.5m、延長120m）を計画する。計画位置は東防波堤の基部に近い位置とする。防波堤として南西防波堤1,200m、東防波堤（将来的には、埋め立て護岸となる）165mを計画する。その他取扱貨物量に対応する荷役機械、保管施設等を計画する。

#### (2) 工費及び工期

工費の積算は、施設の基本設計及び工程計画に基づき行った。波浪条件のとりわけ厳しい南西モンスーン時期には、とくに建設機械や作業船の稼働率がきわめて低くなることもあって1997年当初の供用開始を可能にするには工程計画は相当タイトなものとなる。総工費は3億3461万ドルであり、外貨分は2億4529万ドルで73.3%をしめる。

#### (3) 管理運営計画

新規に整備される港湾施設の管理運営及び荷役活動を実施するため新しい組織を設けることとはせず、ゴール港駐在代表者を首席とする現在の組織を拡充強化する。以下にも記すように、財務的に厳しいものがあるため、効率的な運営が図れるよう人員の配置も必要最小限に抑える。

#### (4) 評価

上述した計画を対象として国民経済的観点からプロジェクトを実施する意義があるかどうかを評価する経済分析及びプロジェクト自体の採算性と管理運営主体の財務的健全性を評価する財務分析を行って総合的に評価する。

経済分析は費用便益分析により内部収益率を算出し評価する。このプロジェクトの目的はゴール港開発を通じて南部開発を促進することでありトランシップ貨物の誘致はそれを先導するためである。便益としてはトランシップ貨物については料金収入を、その他貨物については貨物ごとに輸送費の減少分を用い、費用と比較した。防波堤の建設費及び浚渫費については、短期整備計画完了後ゴール港の全体計画完了までに湾内に整備される施設もその恩恵に浴することを考慮して、費用を今回分と以降分とに案分した。こうして、プロジェクトライフを35年として内部収益率を算定すると8.15%となる。この数値自体は国際的に一般の目安となっている数値と比較してフィジブルと判断しうるギリギリの値である。しかし、本プロジェクトの場合、背後地域における港湾関連の雇用や収益増などの間接便益が大いに期待しうるプロジェクトであるので、短期整備期間内に南部開発が進められて

いる他のプロジェクトの実施が計画的に促進され、港湾が積極的に活用されるよう産業開発と港湾開発の連携がとられるならば実施するに値するプロジェクトになると評価される。

財務分析は、ディスカウントキャッシュフロー法により財務的内部収益率を算定し、また財務諸表を作成しこれらを基に評価した。コンテナトランシップ貨物の取扱料金は近隣諸国の料金と比較して値上げの余地があることから20%のアップを、また建設資金の調達は8.5%までを外国政府の低利の借款を原資とする政府からの転貸、残りは国内金融機関からの借入れによるものとする。防波堤及び航路の建設は初期投資として余りに巨額であり、短期計画の中でSLPAが負担することには無理がある。またこれらの施設は直接的にはなんらの便益を生む施設でもないことから建設費用はSLPAの財務から除外する前提に立つこととした。

これらの条件の基に計算すると、財務的内部収益率は4.99%となった。平均調達金利は4.03%とこの値を下回っておりプロジェクトの採算性は保たれる。一方SLPAの財務三表で見るとSLPAの財務的健全性は、コロンボ港の収益に支えられて十分確保される。防波堤の建設費と航路の浚渫費とをSLPAが負担しないという、政府にとってはかなり厳しい条件ではあるが、本条件下で本件プロジェクトの採算性及び管理運営主体の財務的健全性の両面から、本プロジェクトは財務的に実施可能であると判断される。

## 提 言

ゴール港開発計画は、ゴール港の世界海運における地理的優位性をスリランカ国の国益に取り込む最良の方策であることや、南部地域の開発に果たすであろう役割の大きさ等を勘案するときわめて大きな意義を持つ計画である。しかしながら、自然条件が厳しく工事費がかさむこと、長大な防波堤なしには静穏度が確保されないこと及び現在港湾背後地に産業集積がきわめて乏しいことなどから、これを港湾単独プロジェクトとして評価した場合、国民経済的観点からみて非常に厳しいプロジェクトではあるが、南部開発が進められている他のプロジェクトの実施が計画的に促進され、港湾が積極的に活用されるよう産業開発と港湾開発の連携がとられるならば南部開発を先導するプロジェクトとして実施するに値すると判断される。本プロジェクトの実施に当たっては、今後以下に掲げる事項についてさらに検討を深め、見通しを確かめつつ実施すべきことを提言する。

- (1) 本プロジェクトのフィージビリティをたかめていくには、背後地における港を利用する関連産業の育成が不可欠である。従って、南部開発における関連産業の実現性についての検討を深め、港湾利用の促進を具体的にどのようなテンポですすめられるか見極めること。
- (2) コンテナトランシップ貨物の誘致は本プロジェクトスタートの成否を決定する重要な鍵の一つである。従って、建設着手に先だち有力船社など顧客から確実な寄港約束を取り付けるなど、利用見通しを確実なものとする。
- (3) ゴール港開発は南部地域の開発を先導する役割を担う重要なプロジェクトであることから特別な政策判断がなされる必要がある。すなわち、スリランカ国政府としては本件プロジェクトを推進するために財政的な特別措置を検討すること。ちなみに、長大防波堤の建設及び航路の浚渫費用をSLPAに負担させた場合には本プロジェクトは財務的に実施困難である。
- (4) SLPAとしても自助努力が必要である。すなわち、SLPAの財務的健全性を高めていくためコロンボ港の運営効率をより良くし内部留保の蓄積に努めるとともに、新たなバースの建設に伴う財務的变化について十分フォローしていくこと。

# 第 I 編 現 況



# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査の背景

スリランカ国の貿易は同国の経済開発により、増加傾向にある。同国の主要港であるコロンボ港は海運におけるコンテナ化の進展並びに同港が東西航路に於ける優位な位置にあることから、世界海運の中継港として重要な役割を果たしている。

特に、わが国の技術協力によるマスタープランの策定や円借款を利用した港湾施設の建設によって、中継貨物量の急激な増大がもたらされ、現在コロンボ港はスリランカの貿易の進展にばかりでなく外貨の獲得にも貢献している。

港湾取扱貨物量は依然として増加傾向にあることから、SLPAは現在新規の港湾施設の建設にとりかかっている。しかしながら、同港の物理的な条件から港湾施設をさらに拡張していくには多くの問題点があることも認識されている。従って、コロンボ港の補完港のための計画立案の必要性が増加している。

ゴール港はコロンボ港からそれほど遠い位置にあるわけではなく、主要航路にも非常に近接していることから、同港はコロンボ港の補完港としてプライオリティーが高い。

一方、同国の南部地域は比較的開発が遅れており、本地域の開発は同国にとって最も重要な課題の一つである。従って、港湾開発が同地域の開発を先導することが強く期待されている。

上述した状況から、スリランカ国政府は日本国政府に対しゴール港の開発に関する調査の実施について技術協力の要請を行った。

## 1-2 調査の目的

上記に基づき、調査の目的は、次のようにまとめられる。

- (1) 南部 3 州の地域開発を先導するため 2005 年までのゴール港開発のマスタープランを作成すること。
- (2) マスタープランの枠組みの中で、ゴール港短期整備計画のフィージビリティスタディを行うこと。  
短期整備計画は、緊急に必要となる航行安全確保のための防波堤と航路の適切な設置に配慮しながら、1997 年までの期間を対象として作成される。
- (3) 本調査を通して、カウンターパートへ技術移転を行うこと。

### 1-3 調査の概要

- (1) 既存資料と情報の収集と分析
- (2) 自然条件の現地調査と分析
  - 1) 水深測量
  - 2) 地形測量
  - 3) 地質調査
  - 4) ボーリング調査
  - 5) 波浪観測データの分析
  - 6) 波の変形
  - 7) ゴール湾の静穏度の評価
- (3) 概念的代替案の作成
  - 1) 海岸地域開発ポテンシャルの評価
  - 2) 将来の工業開発と需要の分析
  - 3) 1997年と2005年の港湾貨物の需要予測
  - 4) コロンボ港の取扱能力の評価
  - 5) 概念的代替案の採択
- (4) マスタープランの作成
  - 1) 必要な港湾施設の採択
  - 2) 施設配置計画の作成
  - 3) 概略設計、概略積算と概略施工計画
  - 4) 環境影響評価
- (5) 短期整備計画の作成
  - 1) 港湾施設及び港湾関連施設の配置計画
  - 2) 予備設計、施工計画及び積算
  - 3) 港湾管理運営
- (6) 短期整備計画の実施可能性分析
  - 1) 経済分析
  - 2) 財務分析
- (7) 緊急計画の作成

作業フローチャートを図1-1-1に示す。

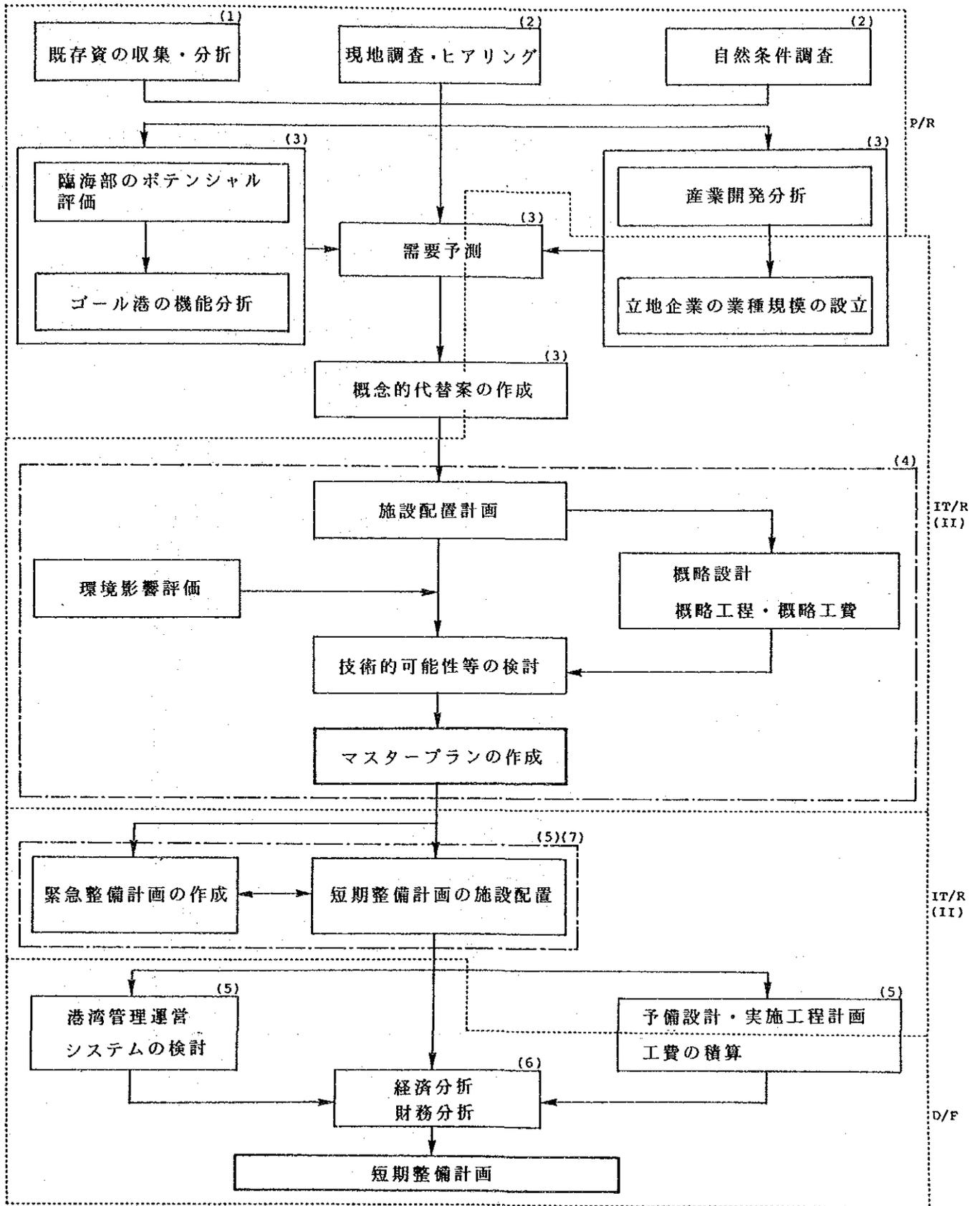


Fig. 1-1-1 調査全体フローチャート

#### 1-4 調査工程

調査は、次の通り実施された。

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| (1) 着手報告書の説明、第1回現地調査、進捗報告書の説明 | : 1990年9月～12月      |
| (2) 中間報告書(I)作成                | : 1990年12月～1991年2月 |
| (3) 中間報告書(I)説明、第2回現地調査        | : 1991年3月～4月       |
| (4) 中間報告書(II)作成               | : 1991年4月～5月       |
| (5) 中間報告書(II)説明、第3回現地調査       | : 1991年5月          |
| (6) 最終報告書案作成                  | : 1991年5月～9月       |
| (7) 最終報告書案説明                  | : 1991年9月          |
| (8) 最終報告書提出                   | : 1991年11月         |

#### 1-5 調査団の編成

JICA調査団は、10名の専門家で構成されており、氏名と業務分担は次のとおりである。

氏名	業務分担
岡田靖夫	団長、総括
勝田穂積	港湾計画
岩田邦彦	地域、臨海開発
亀村利彦	工業立地
亀井幸雄	需要予測、経済分析
植村典央	管理運営、財務分析
市蘭敏郎	港湾施設設計
青野 尚	自然条件Ⅰ(気象、海象)
今村充孝	施工法、積算
島前健治	自然条件Ⅱ(土質、地形)

## 第 2 章 スリランカの概況

### 2-1 地理・地形

スリランカはインド大陸の東南部先端のインド洋に浮かぶ島国で、東経80～82度、北緯6～10度に位置する。その面積は65,000平方kmで、南北に432km、東西に224kmの長さを持つ。

スリランカはインド大陸とマンナール湾のパーク海峡で隔てられており、一番近いところでその距離はわずか30kmであり、アダムスの橋と呼ばれている（図2-1-1参照）。スリランカの北部は平野が多く、南部は山がちで沿岸平野に囲まれている。最も高い所はヌワラエリヤ地区のピドゥルタラガラ頂で2,524mである。

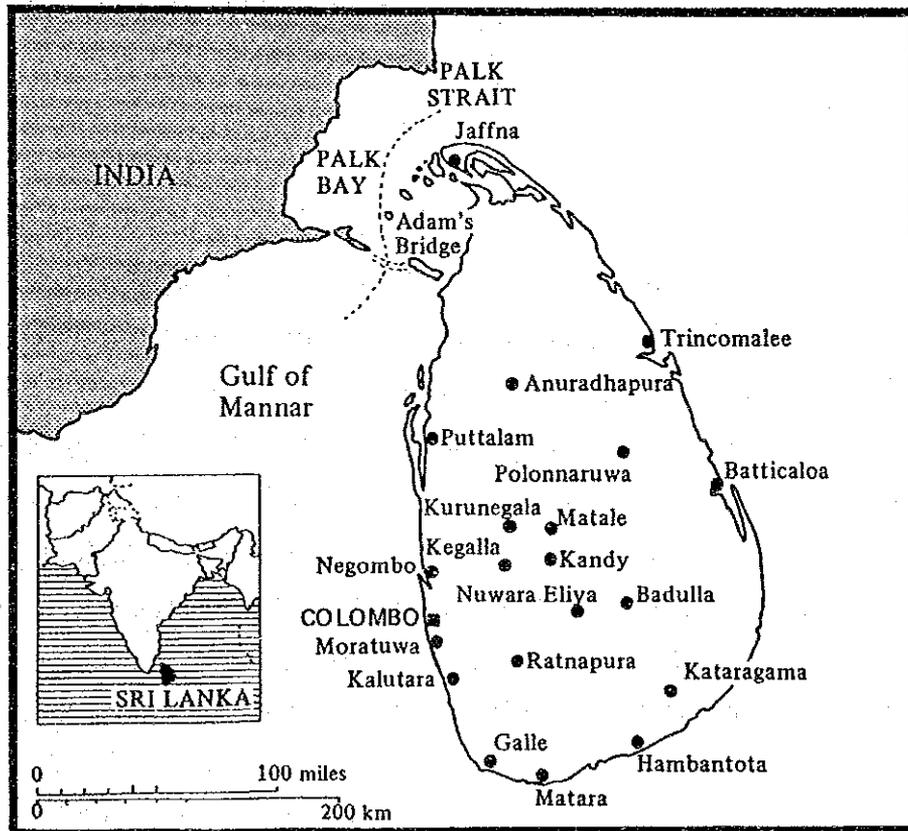


Figure 2-1-1 Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

スリランカは西部州、中央部州、南部州、北西部州、サバラガムワ州、北部州、東部州、ウバ州、中央北部州の9州からなり、同様にコロombo、キャンディなどの25地区からなっている。スリランカの首都は、スリジャヤワルダナプラ（コッテ）である。

## 2-2 気 候

スリランカの気候は時期的に5月から9月の南西モンスーン期、12月から2月の北東モンスーン期、及びそのあいだの中間モンスーン期の4つに分けることが出来る。南西モンスーン期には、4分割した島の南西部では500～4,000mmの降雨量があり、残りの地域の降雨量は500mm以下である。一方、北東モンスーンは島全体に500～2,500mmの降雨量をもたらす。島の南西部は年間を通じて雨が多くなっている。年間降雨量が75インチ(1,905mm)以上の地域はウェットゾーンと呼ばれ、以下の地域はドライゾーンと呼ばれる。

気温は年間を通じてほぼ一定であり、約26度である。1978年のコロンボにおける日最高気温は29.4～32.6度であり、最低気温は22.3～25.5度であった。ヒルカントリーと呼ばれるヌワラエリヤの平均気温は16度程度である。

湿度はかなり高く、平均で75%以上である。

スリランカ各地の30年間の平均年間降雨量と最高・最低気温を付属資料I-2-1に示す。

## 2-3 社会経済活動

### 2-3-1 人 口

スリランカ中央銀行によると、1989年末のスリランカの全人口は、1988年末の1,659万人から少し増えて、1,681万人となっており、1980年から1989年の間における年間平均成長率は約1.5%となっている。付属資料I-2-2に示したデータは1971年及び1981年の人口調査に基づいたものである。

1988年におけるスリランカの人口密度は平方kmあたり257人であり、最も過密な地区はコロンボ(2,871)、ガンパハ(1,096)、最も過疎な地区はムライティブ(36)、バブニヤ(56)である。

スリランカの人口の民族構成は多数民族のシンハラ人と小教民族のスリランカタミール、インドタミール、スリランカムーア、バーガー、マライ人からなっている。1981年の人口調査によると、シンハラ人は全人口の74%を占めており、他の小教民族の割合は上記の順でそれぞれ12.7%、5.5%、7.0%、0.3%、0.3%となっている。同調査はまた、全人口の69.3%が仏教徒であり、15.5%がヒンズー教徒、7.6%がキリスト教徒(その内90%がローマカトリック)、7.5%がイスラム教徒であることを示している。

### 2-3-2 国民収入

1989年スリランカ経済は中程度の経済成長を達成した。スリランカのGDPは1989年当期価格で228,373百万ルピーであり、前年からは12.2%の伸びとなっている。また1982年不変価格では121,729百万ルピーとなっており、成長率は2.3%で前年の成長率2.7%を下回っている。1982～1989年の平均成長率は3.7%であるが、この値は政府の予想を若干下回るものである(民族暴動がその大きな原因と考えられる)。

GDPの部門別構成を付属資料I-2-3に示す。農業部門の付加価値の平均成長率はわずか1.5%で

あったが、これは三大穀物（茶・ゴム・稲）の生産量の伸び悩みが原因である。しかしながら、工業部門では製造業（特に民間）の貢献により、6.0%の成長率を達成した。結果として農業部門のシェアは26.44%から22.7%に減少し、工業部門のシェアは14.4%から16.8%に増加した。そのほか高い成長率を達成した部門は行政・国防部門、金融・不動産部門、鉱業部門であり、低成長部門はサービス部門、建設部門であった。

1989年におけるスリランカGNPの当期価格及び不変価格はそれぞれ222,467百万ルピー、118,791百万ルピーであった。また国民一人当りGNPの当期価格は367USドルであった。

Table 2-3-1 Per Capita GNP of Sri Lanka (1985-89)

Year	1985	1986	1987	1988	1989
US\$	337	354	360	375	367

Source: Central Bank of Sri Lanka

### 2-3-3 貿易

スリランカの貿易の特質は一次産品（茶・ゴム・ココナッツ製品）の輸出と消費財（米・小麦粉・砂糖・ミルク・自動車・オートバイ）、中間財（石油製品・肥料・化学製品・紙・小麦・繊維）及び資本財（機械製品）の輸入である。従って、茶・ゴム・ココナッツ製品の国際価格の変動は、スリランカの貿易収支や国民収入と同様にスリランカ経済に重大な影響を及ぼす。しかしながら、近年工業製品、特に繊維・衣服の輸出の伸びが顕著になっている。

スリランカの貿易収支は赤字が続いているが、減少傾向にある。1989年度の貿易収支の赤字額は24,050百万ルピー（521百万SDR）であるが、前年度の24,102百万ルピー（564百万SDR）に比べるとSDRベースで8%減となっている。輸出額、輸入額、貿易収支を付属資料I-2-4に示す。

1989年の輸出の伸びは、工業製品の伸び（16%）と農業産品の伸び（2%）が反映したものである。これに反して鉱産品は5%の減少であった。このように輸出品の構成は徐々に変化しているが、その中でも顕著なのは工業製品のシェアの伸び（48%→51%）と農業産品のシェアの減（43%→39%）である。織布と衣服は引続き主要輸出品の座を保っており、1989年では全体の31%を占めているが、一方で栽培穀物は35%まで落ち込んで来ている。主な輸出品とそのシェアを付属資料I-2-5に示す。

1989年の輸入の伸びは、消費財の伸び（11%）と中間財の伸び（4%）が反映したものである。これに反して資本財は8%の減少であった。主な輸入品とそのシェアを付属資料I-2-6に示す。

近年における主要通貨に対するスリランカルピーの為替レートを表2-3-2に示す。

Table 2-3-2 Exchange Rate Movements

(Sri Lanka Rupees per Units of Foreign Currency)

Currency	1980	1983	1986	1989	1990
U.S. Dollar	8.9990	25.0000	28.5200	40.0000	39.9200
U.K. Pound Sterling	42.6955	35.8938	41.7691	65.0400	76.3869
German Deutsche Mark	9.2125	9.1050	14.6727	23.7002	25.5955
French Franc	3.9750	2.9744	4.4337	6.9354	7.6351
Japanese Yen	0.0836	0.1071	0.1794	0.2816	0.2766
Indian Rupees	2.2875	2.3531	2.1645	2.3603	2.2939

Source: Central Bank of Sri Lanka

Note: 1) Each value is at the end of the year except 1990.

2) The year of 1990 means the the end of August 1990, to be exact.

#### 2-3-4 物 価

過去5年及び10年におけるスリランカの平均消費者物価上昇率はそれぞれ8.5%と12.6%であり、1989年では11.6%であった。製品別にみると、衣服費と燃料費の値上げが顕著であった。

一方、過去5年におけるスリランカの平均卸売物価上昇率は3.7%であり、1989年では9.0%であった。製品別にみると、燃料費、金属製品と電気器具の値上げが顕著であった。

#### 2-3-5 雇 用

スリランカの現在における雇用と労働市場の情報は不十分である。1970年代の半ばにおいては、雇用機会の不足から失業率は20%を越えていた。しかしながら、政府は1977年に社会経済的開発努力の促進、数多くの開発先導プロジェクトの着手という政策を導入し、1978年にはその20年間で初めて失業率が減少し始めた。スリランカにおける失業問題は、経済成長の停滞に加えて、労働市場への参入者（高い教育と志を持った）の多さによるものである。

1985-86年に統計局によって労働調査が行われた。この調査では労働人口5,972,001人、雇用者数5,131,749人、失業者数840,252人、失業率約14%という結果がでた。

#### 2-4 輸 送

スリランカの鉄道・道路網は、コーヒー、ゴム、ココナッツなどの栽培作物の輸送需要にしたがって発展してきた。そしてコロンボ港の開発は、貿易型経済の開始を予告するものであった。

## 2-4-1 鉄 道

スリランカの鉄道は、運輸省管轄下の政府機関であるスリランカ鉄道（SLR）によって運営されている。鉄道の総延長は1,394kmの広軌に59kmの狭軌を加えたものである。

延長120kmのコロンボ-キャンディ線（広軌）は1865年に建設されたスリランカ最初の鉄道である。そして、橋の架橋、トンネルの掘削などいくつかの段階を経て、鉄道はヒルカントリーを越えウバ州の首都ブッダラまで延びた。また1905年には、コロンボ-キャンディ間のポルガハベラを始点とし、最北部のカンケサンチュライに届く幹線が建設され、その幹線からそれぞれ東海岸のトリンコマリとパティカロア、西海岸のマンナールに届く支線も建設された。広軌の鉄道網は南西部海岸に広がるマタラまでの線（1895年建設）とブッタラムまでの線（1926年建設）をもって完成した（図2-4-1参照）。

1985年においてSLRは1,394kmの鉄道、237台の機関車、1,366台の客車、3,840台の貨車を管理しており、収入はその60%を旅客輸送から、40%を貨物輸送から得ている。

1989年にSLRは16億7千7百万人・kmの乗客を輸送したが、これは1988年の18億5千9百万人・kmと比べると9.8%の減となっている。貨物についても1億7千8百万トン・kmを扱っているが、1988年の1億9千8百万トン・kmに比べると10.1%の減となっている（付属資料I-2-7参照）。

1989年の民族暴動は、スリランカの鉄道にも多大の損害を与えた。全部で50の駅舎と6列車が破壊され、38の橋が損害を受けた。スリランカ中央銀行の見積りによると、被害額は200百万ルピー以上であった。

## 2-4-2 道 路

スリランカの行政と商業の中心地であるコロンボは、歴青舗装されたクラスAの道路網を通して、各地区の首府や主要都市と結ばれている。クラスAの道路の総延長は4,050kmで、クラスBの道路網によって他の重要都市と結ばれている。このクラスBの道路の総延長は4,875kmであり、歴青舗装または碎石舗装となっている。その他にクラスC、DとEの道路網がある。総延長10,409kmのクラスC道路は主に一車線の農道または地方道で、ほとんどが碎石舗装であるが、一部が砂利舗装となっている。総延長5,418kmのクラスD道路は砂利舗装で、一般的には乾期の間自動車走行が可能である。総延長714kmのクラスE道路は乗馬道程度のもので、そのほとんどは自動車走行不可である（図2-4-2参照）。

上述した公道の延長は1985年の統計に基づくものである。

スリランカの道路総延長は86,200kmで、その内29,747kmが歴青舗装である。道路局は上述したように25,466km（1988年では25,684km）を管理しており、地方機関が40,600kmを、他の機関が20,000kmを管理している。自動車走行が可能な道路延長は約30,000kmである。スリランカの道路密度は平方km当り1.31kmで、舗装密度は0.45kmである。自動車交通は急速に伸びており、特にオートバイと私有の小型バスは1975年から1988年の間にそれぞれ10倍、20倍となっている。私有乗用車もまた同時期に92,000台から187,000台に増えている。同様に貨物輸送車は40,000台から109,000台に、トラック・トレーラーは29,000台から85,000台に増えている（付属資料I-2-8参照）。

スリランカの旅客サービスはスリランカ地域輸送局（SLRTBs）と民間会社によって提供されている。SLRTBsは1988年に13,370台のバスを、1989年に13,630台のバスを所有しており、それぞれ15,413人・km、12,980人・kmの乗客を運んでいる（15.8%の減）。貨物輸送はほとんど民間の輸送業者によって、ローリー、バン、トラクター、トラック等を使って行われている。これらの輸送業者によって提供されたサービスの程度を見積るのは困難である。付属資料I-2-9はSLRTBsによる旅客輸送状況を示したものである。

SLRTBsの活動は、民族暴動の影響で1989年に急激に落ち込んだ。376台のバスが破壊され、スリランカ中央銀行はSLRTBsの損害額を322百万ルピーと見積った。民間のサービスも同様に落ち込み、この期間に65台のバスが破壊された。

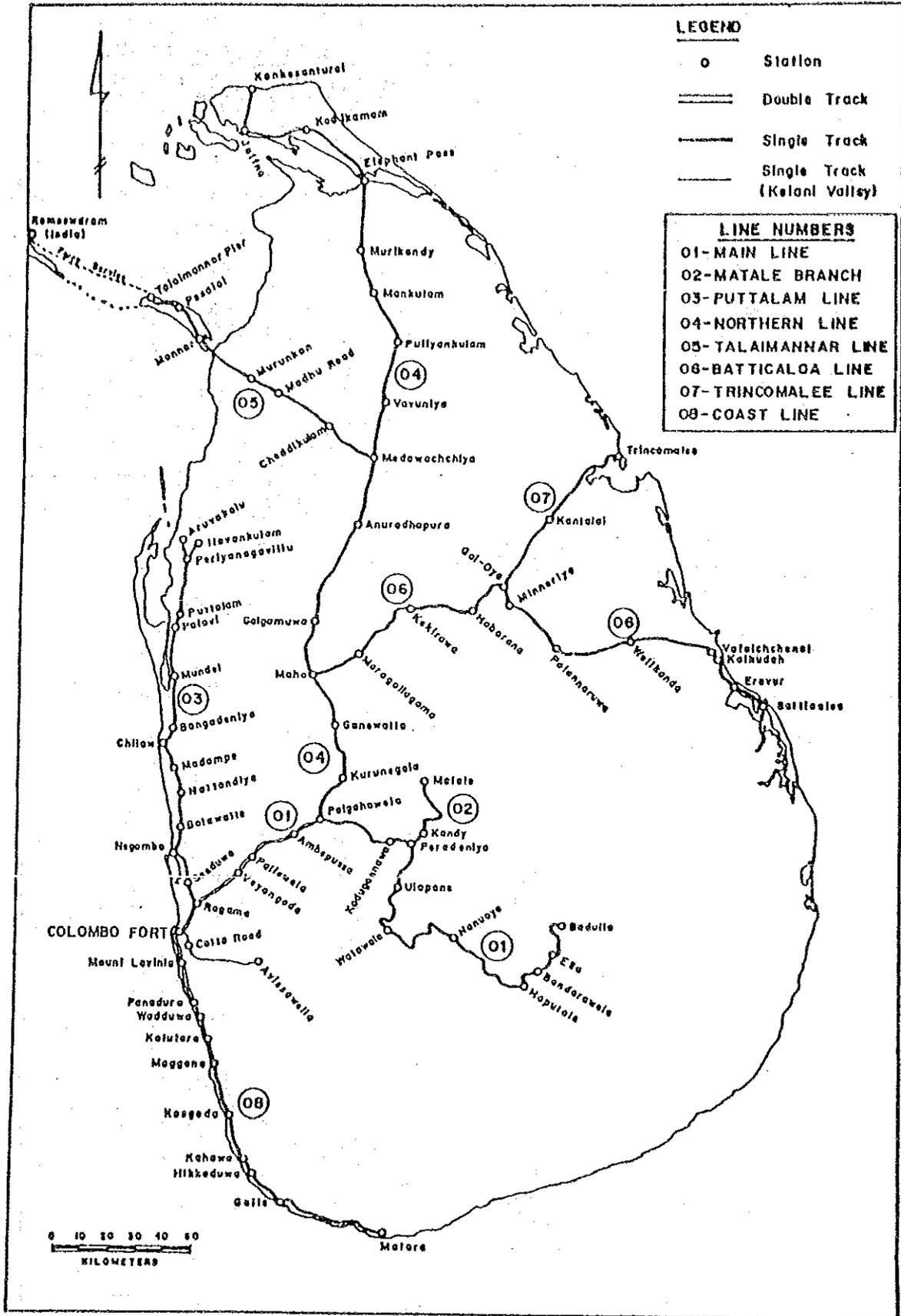


Figure 2-4-1 Sri Lanka Railways System Map

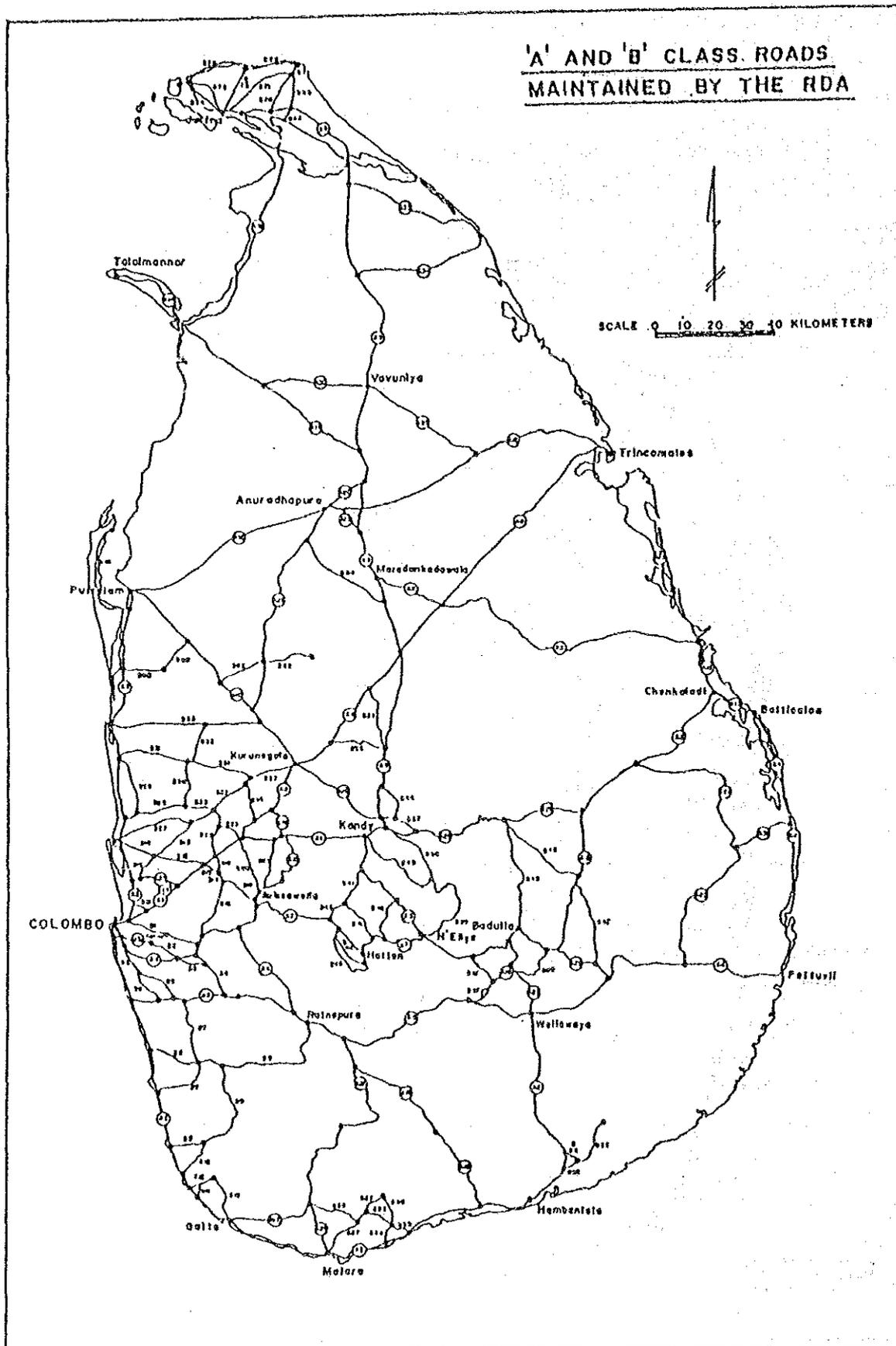


Figure 2-4-2 Sri Lanka Road System Map

### 2-4-3 海上輸送

近年までスリランカの海上輸送は外国の船社によって行われていた。1954年にセイロン・ SHIPPING・ライン (CSL) が創立され、現在はセイロン海運公社 (CSC) の子会社として沿岸の海運サービスとインドや他の国へのフィーダーサービスを行っている。

スリランカにおいて海上貨物はコロンボ、ゴール、トリンコマリの各港で扱っている。これらの港は、1979年に政府所有の法人として発足したスリランカ港湾庁 (SLPA) によって管理、運営されている。近年コロンボ港は、船型の大型化への対応とコンテナ関連施設の充実へ向けてその能力の拡大のために近代化され、この地域のコンテナ・トランSHIPメントの拠点港として十分に機能している (図2-4-3 参照)。

コロンボ港を訪れる船数は1988年の 2,327隻から1989年の 2,548隻に増えたが、貨物量は9%減少して10,429千トンとなっている。この最大の原因は、アメリカン・プレジデント・ライン (APL) がスリランカの民族暴動を理由に、トランSHIPメントの拠点港をコロンボからシンガポールとフジャイラに移したことであった。APLの撤退とは別に、民族暴動はスリランカ自体にとっても貨物量減少の原因となった。しかしながら、この期間ゴール港とトリンコマリ港の貨物取扱量は若干増えている。過去10年間の3港の貨物取扱量を表2-4-1に示す。

Table 2-4-1 Cargo Tonnage Handled at Three Ports

(Unit: '000 Tonnes)

Year	Colombo	Trincomalee	Galle
1980	5,720.1	255.1	46.2
1981	5,186.1	722.8	40.0
1982	5,831.0	576.2	18.3
1983	6,090.2	912.5	38.6
1984	6,637.7	947.2	37.4
1985	7,338.0	1,127.3	69.3
1986	8,517.8	1,180.1	168.9
1987	9,681.7	1,013.9	226.0
1988	11,469.4	873.5	173.7
1989	10,428.9	1,184.2	213.7

Source: Port Statistics, SLPA

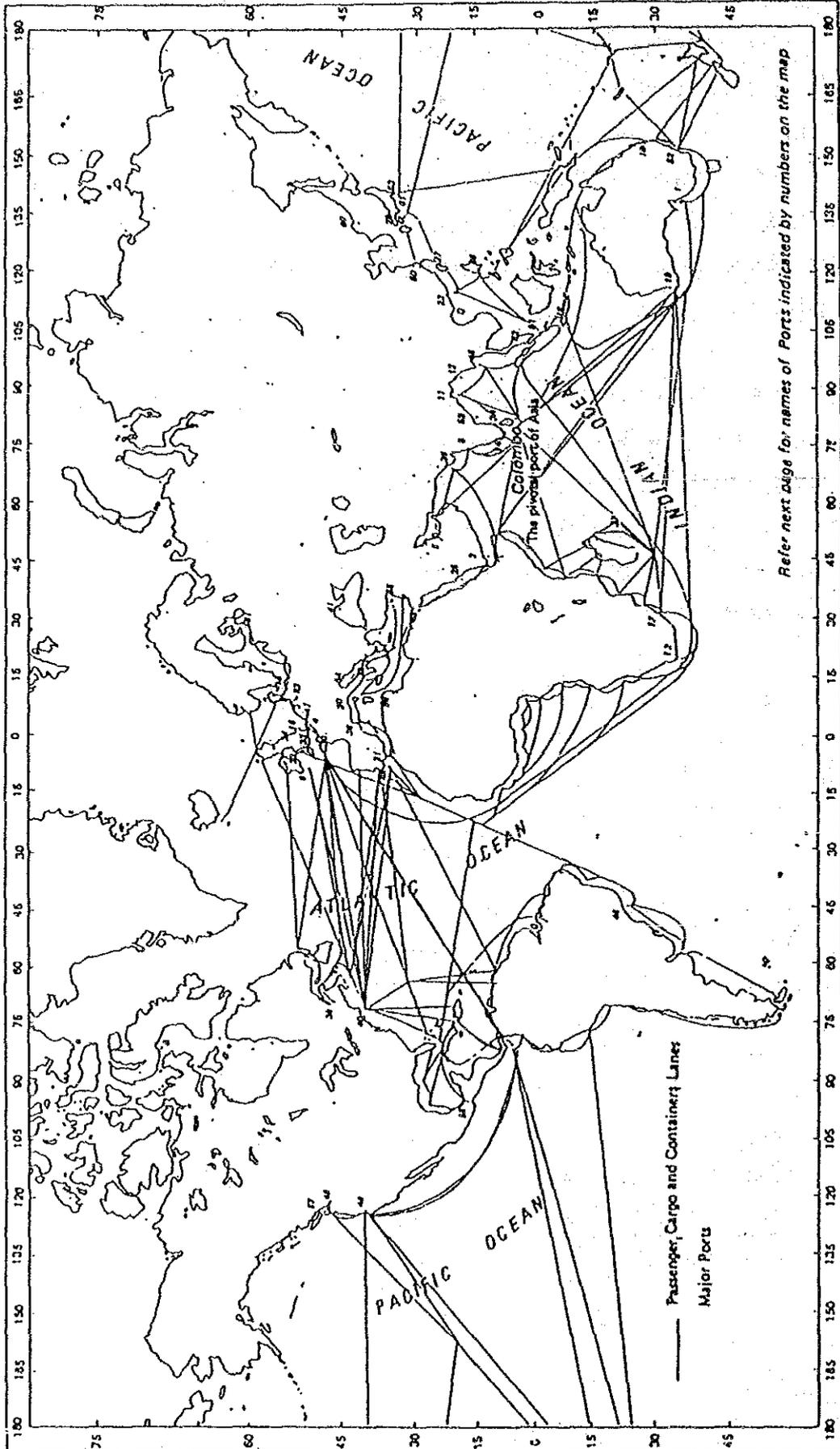


Figure 2-4-3 Shipping Lanes from Port of Colombo

#### 2-4-4 航空輸送

スリランカには、コロンボの北30kmの位置に、1961年に外国の援助で建設された、近代的なカツナヤケ国際空港がある。空港の近代化と拡張は1988年に終了したが、このプロジェクトには第二滑走路の建設、エプロンの拡張、充実した施設の乗客・貨物ターミナルの建設が含まれていた。現在空港は年間百万人以上の乗客を扱う能力がある。

国営のエア・ランカは1979年にエア・セイロンに替わって設立され、現在5機のトライスターと1機のB 737を使用して運営されている。エア・ランカはその国際サービスを19カ国24都市に対して行っている。

エア・ランカは1987年には約58万人、1988年には約72万人の乗客を運んでおり、旅客と貨物の輸送状況を付属資料 I -2-10に示す。

## 第 3 章 南部州の概況

ゴール港の背後圏と目される南部州は、スリランカの9州の1つであり、スリランカの南海岸全域を覆っている。また南部州はゴール（1,650平方km）、マタラ（1,280平方km）、ハンバントタ（2,610平方km）の3地区から成っており、全面積は5,540平方km、そのうち46平方kmが内水域となっている。

ウェットゾーン内に位置するゴールとマタラ地区の1981年から1985年の平均年間降雨量は、それぞれ2,580mm、2,790mmであり、ドライゾーン内のハンバントタ地区では1,320mmとなっている。

### 3-1 社会経済活動

#### 3-1-1 人口

1989年時点の南部州の人口はスリランカ全体の12.5%で、210万人であり、1981年から1989年までの平均年間成長率は1.35%で、全国の1.44%と比べると若干低い値であった。ゴール、マタラ、ハンバントタ地区における人口増加率はそれぞれ1.1%、1.0%、2.3%であり、25地区の中での人口の順位は6位、9位、15位であった。表3-1-1は1981年から1990年までの南部州の人口を示したものである。

Table 3-1-1 Population of Southern Province (1981-90)

(In thousands)

Year	Galle	Matara	Hambantota	Southern Province Sub Total	Share (%)	Sri Lanka
1981	815	644	424	1,883	12.6	14,988
1982	824	650	434	1,908	12.6	15,189
1983	833	657	444	1,934	12.5	15,416
1984	842	663	455	1,960	12.6	15,599
1985	851	670	465	1,986	12.5	15,837
1986	861	677	476	2,014	12.5	16,117
1987	870	684	487	2,041	12.5	16,361
1988	880	690	498	2,068	12.5	16,586
1989	889	697	510	2,096	12.5	16,806
1990	899	704	522	2,125		

Source: 1) Census of Population and Housing

2) Galle Municipal Council

1988年における3地区の人口密度は平方kmあたり547人、569人、188人で、順位は7位、5位、15位であった。

南部州の人々の90%以上がシンハラ人である。また、スリランカ全体の10%にあたるマライ人がハンバントタ地区に住んでいるが、これはハンバントタ地区の人口の1%に過ぎない。そして、南部州の人々の90%以上が仏教徒である。

### 3-1-2 国民収入

スリランカには、マルガ研究所によって行われた「スリランカ南部州の開発促進戦略」（以下マルガ報告書）と呼ばれる報告書を除くと、州別GDPの信頼できる推計値はない。マルガ報告書によれば、1982年における南部州のGDPは9,331百万ルピー（不変価格）で、スリランカ全体の9.9%であり、その時点で人口の割合は12.6%であった。これは南部州の一人当りGDPが国の平均と比べてかなり低いことを表している（表3-1-2参照）。

Table 3-1-2 Per Capita GDP of Southern Province (1982)

	Unit	Southern Province	Sri Lanka
GDP	(Mil.Rs.)	9,331	94,679
Share	(%)	9.86	100.00
Per Capita GDP	(Rs.)	4,890	6,233

Source: Marga Institute

Note: GNP is defined according to international criteria as the sum of GDP and net investment income from abroad. It is difficult to apply this concept at the provincial level.

### 3-1-3 雇 用

本編第2章で述べたように、スリランカにおける雇用の経年変化やパターンの情報は、いくつかの調査結果を寄せ集めたものであり、信頼できる資料や統計はないのが現状である。これらの資料・統計は、情報源が異なっていたり、調査期間が異なっていたりするため比較・整理できないものになっている。

スリランカ中央銀行の調査によると、1989年のスリランカの公共部門と民間部門における雇用はそれぞれ3.9%、3.3%増加している。政府もまた失業率を1994年までに現状の18%から受容できる水準（6%）に引き下げる計画を持っているが、これは経済成長率7~8%が要求される非常に困難な政策である。

南部州は一般にスリランカ経済を特徴づけている慢性的な“高い失業率”と“低経済成長”に最も悪影響を受けている地域の一つである。これは1977年から始まったスリランカの経済急成長の局面において、数ある先導型プロジェクトや大型投資がすべて他の地域で行われたことにも大きな原因がある。

1981年に行われた人口・住宅調査によると、南部州の失業人口は14万8千人で、これはスリランカ全体の16%にもあたる数字であった（南部州の人口は12.6%）。付属資料I-3-1は1990年における南部州及び3地区の失業率を表したもので、ゴール市議会より提供された。南部州の失業率26.0%（ゴール27.4%、マタラ28.0%、ハンバントタ20.2%）は、1989年の国全体の失業率18.0%に比べてかなり高い値である。

### 3-2 産業活動

#### 3-2-1 一般

1982年の南部州の部門別GDPの構成（不変価格）を付属資料I-3-2に示す。南部州における最大生産部門は農業部門で南部州全付加価値の30.3%であった。ちなみにこの時点でスリランカの全農業部門が全GDPに対して占める割合は26.4%（1989年では22.7%）であった。工業部門の割合は9.4%とスリランカ全体の14.4%（1989年では16.8%）と比べてかなり低くなっている。

#### 3-2-2 農業

南部州において農業は中心産業であるが、そのGDPはスリランカ全体の11.3%で人口の割合を若干下回っていた（付属資料I-3-2参照）。しかしながら、耕地面積に着目すると、南部州の面積がスリランカ全体のわずか8.5%であるにもかかわらず、南部州の主要農産物の耕地面積は12.5%（稲）、15.0%（茶）、13.7%（ゴム）、12.0%（ココナッツ）、78.4%（シナモン）と比較的高い割合を占めている。

南部州の主要農産物は上述したように稲、茶、ゴム、ココナッツ、シナモンであり、これらの生産量は表3-2-1に、栽培面積は付属資料I-3-3に示してある。

Table 3-2-1 Production of Agricultural Crops  
in Southern Province

Crops	Unit	Southern Province	Share (%)	Sri Lanka	Year
Paddy	(000 Tons)	295.2	14.3	2,063	1989
Tea	(000 Tons)	31.21	15.0	207.7	1989
Rubber	(000 Tons)	14.95	13.5	110.7	1989
Coconuts	(Mn. Nuts)	264.2	10.6	2,486	1989
Cinnamon	(Tons)	8,146	84.0	9,700	1988

Source: 1) Department of Census and Statistics

2) Galle municipal Council

3) Central Bank of Sri Lanka

### (1) 稲

ゴール及びマタラ地区における稲の耕作は、スリランカの他の稲作地帯と比べると機械化が遅れており、単位面積当たり収穫量もかなり低い水準である。この地区の稲作にとって主要な問題は、不規則的に多い降雨量と地区のある場所、特に沿岸地域に有毒性の鉄分、塩分を含んだ酸性土壌が多いことである。

一方、ハンバントタ地区は南部州の主要稲作地帯であり、機械化が進み、肥料の使用量も多いため、単位面積当たり収穫量も国全体の水準より高い。また灌漑施設も良く整備されており、現在もいくつかのプロジェクトが進行中である。

### (2) 茶

ゴール、マタラの両地区における茶の栽培は、気候がその栽培に適しているせいもあり盛んである。1989年の両地区の茶の生産量の合計はスリランカ全体の15%であった。特に低地産の茶については、その60%をこの両地区で生産しており、その輸出に占める割合も40%となっている。

一方、ハンバントタ地区では茶はほとんど生産されておらず、耕地面積は135haで、これは南部州の茶の耕地面積全体のわずか0.4%に過ぎない。

### (3) ゴム

ゴムの栽培は茶と同様で、ゴール、マタラ両地区では盛んであるが、ハンバントタ地区ではほとんど生産されておらず、栽培面積は南部州全体の0.3%に過ぎない。

最近の情報によると、より高い収益性を求めて栽培作物をゴムから茶に代える農家が増えてきているようである。

(4) ココナッツ

1984年において3地区合わせて50,200haの栽培面積があり、これはスリランカ全体の12.0%である。その面積はハンバントタ地区が最も広く20,809haであり、ゴール地区が最も狭く12,886haである。1989年における南部州の生産量は264百万ナッツで、これはスリランカ全体の10.6%にあたるものである。

(5) シナモン

南部州では香辛料の生産が非常に盛んであり、特にシナモンの生産量はスリランカ全体の84%に及んでいる。

3-2-3 工業

南部州において工業部門は比較的低調であり、多様化もされていない。部門別GDPも付属資料I-3-2に示されているようにスリランカ全体の6.4%に過ぎず、これは人口の割合の約半分である。南部州における工業は主として農産品加工業であるが、他の分野の主な工場を表3-2-2に示す。

Table 3-2-2 Factories in the Southern Province

	Galle	Matara	Hambantota
Public Sector	Plywood Cement	Fertilizer	Salt Tilewalls
Private Sector	Leather Rubber Metal Textile	Metal Soap	
Small Industries	Carpentry Coir Textile	Carpentry Coir Textile Ceramics Lace	

Source: The National Atlas of Sri Lanka 1988

3-2-4 漁業

スリランカは1,561kmの沿岸線を持つ島国で、23万平方kmの経済的排他水域を有している。漁業は沿岸部で行われており、主として大陸棚に限定されている。スリランカの大陸棚の面積は2万8千平方kmであり、南部州とゴール地区のそれは、それぞれ5,100平方km(18.2%)、2,150平方km

(7.7%)となっている。

漁船はスリランカ全体で約2万8千隻あり、そのうち2,945隻(約10%)が南部州に、そのうち770隻(約3%)がゴール地区にある。

スリランカ全体の漁獲量は1989年で205,286トンで、内訳は沿岸で157,411トン、沿海・近海で8,155トン、内水域で39,720トンとなっている。漁獲量が最も多かったのは1983年であるが、その後特に漁業の盛んな北東部を中心とした民族暴動の影響で一時急減した(付属資料I-3-4 参照)。南部州における漁獲量は1983年でスリランカ全体の13.0%、1984年で18.5%となっている。南部州とゴール地区の1989年の漁獲量は、それぞれ34,142トン、12,885トンであった(付属資料I-3-5 参照)。

漁業従事者の数は、南部州で11,370人、ゴール地区で3,590人である。

漁港に関しては、政府の建設計画にしたがって、以下の10カ所に防波堤と岸壁が整った施設が建設された。これらの漁港は図3-2-1に示してあるが、南部州にはゴール港、ミリサ港、タンガラ港、キリンダ港の4港がある。

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Mutuwal (Colombo) | 6. Myliddy               |
| 2. Galle             | 7. Cod-Bay (Trincomalee) |
| 3. Beruwela          | 8. Mannar                |
| 4. Mirissa           | 9. Valachchenai          |
| 5. Tangalle          | 10. Kirinda              |

ゴール港には大規模漁業及び零細漁業に必要なほとんどの施設が整っている。それらは5haの泊地、192mの岸壁、91mの突堤、スリップウェイ、2,400トン能力の冷凍倉庫、1日当り16トンの冷凍施設があり、さらに1日当り50トンの製氷施設と150トン能力の貯氷庫がある。しかしながら残念なことに、これらの冷凍施設は1986年1月から閉鎖されている。

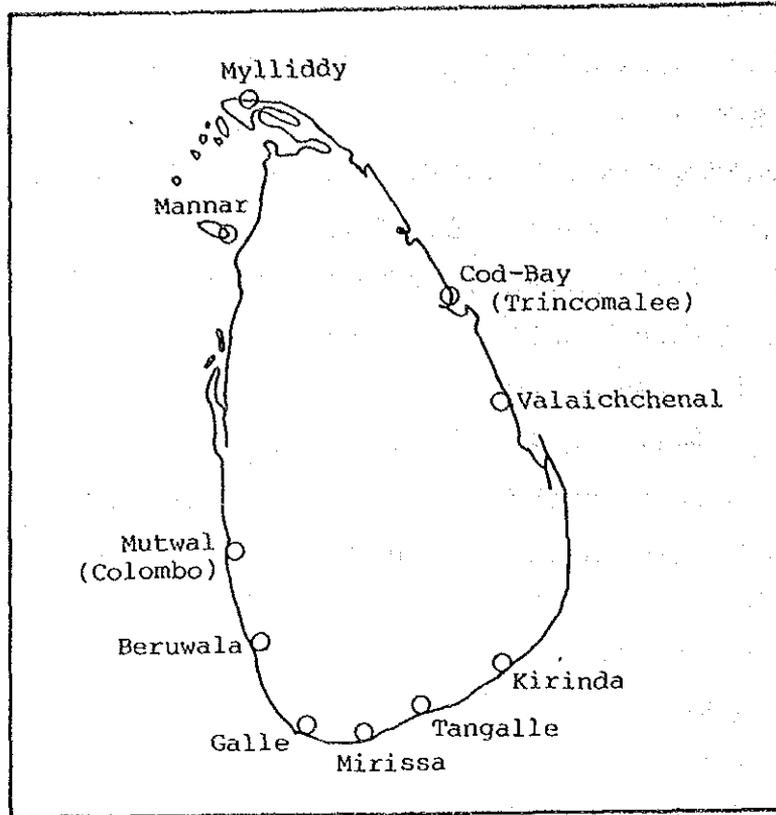


Figure 3-2-1 Location of Fishery Harbour

### 3-2-5 観 光

#### (1) スリランカの現状

スリランカへの観光客数は1982年にピークに達し 407,230人となったが、その後徐々に減少し1987年にはその半数ぐらいいまで落ち込んだ。この現象は1983年に突発した民族暴動によるものであるが、近年はまた若干の回復傾向にある。

世界的にみると、西ヨーロッパからの観光客を第一グループ、アジア諸国からの観光客を第二グループ、北アメリカ・西ヨーロッパ・オーストラリア等からの観光客を第三グループと分けられる。第一グループは継続的に減少傾向にあるが、第二グループは1987年以降ははっきりと増加傾向にある。第三グループは他のグループに比べると非常に少数である（付属資料 I-3-6 参照）。

スリランカの観光収入は全外貨収入の3～4%でその割合は小さいが、スリランカ経済への貢献度は大きい（表3-2-3参照）。

Table 3-2-3 Tourist Receipts

(Unit: Million Rs.)

	1985	1986	1987	1988	1989
Tourist Receipts	2,233	2,300	2,415	2,438	2,750
Foreign Receipts	52,574	53,367	63,142	71,468	82,761
Ratio	4.25%	4.31%	3.83%	3.41%	3.32%

Source: Review of the Economy, Central Bank of Sri Lanka

## (2) 観光資源

スリランカの主要観光資源としては以下の5項目が考えられる。

## 1) 海岸リゾート

スリランカのインド洋側沿岸部、特にコロンボの南側の地域には多くのリゾート地が点在する。これらのリゾートは珊瑚礁で有名なヒッカドゥア、及びベントータ、ゴール、ニゴンボ、マウント・ラビニア等であり、いずれも設備は比較的整っており、西ヨーロッパでは名も知られている。

## 2) 高原リゾート

スリランカの中央部には比較的起伏の緩やかな山々があり、この地域の魅力は風景、滝、適当な気温と新鮮な空気、及び広大な茶のプランテーションである。その中でもヌワラエリヤ高原は代表的なリゾート地で、ゴルフや釣り及び山間ハイキングなどを楽しむことができる。

## 3) 国立野生動物公園

スリランカには4つの国立野生動物公園があり、多くの野生動物や野鳥がその中で自然に保護されている。観光客は、広大な公園内を小型トラックに乗ってドライブしながら、野生象などを観察することができる。

## 4) 古代文化遺跡

歴史的な文化遺跡は古いものでは紀元前5世紀にまで遡ることができる。アヌラダプラ、シギリヤ、ポロンナルワの遺跡が特に有名である。

## 5) 宝石

スリランカは宝石の産地としても有名であり、ルビーは希有であるものの、それにかわってブルーサファイアがスリランカの宝石の王様として知られている。これらに加えて、キャッツアイ・スピネル・トパーズ・ガーネット・アメジスト他多くの宝石を産している。

## 3) 南部州の観光

南部海岸地方は考古学的、歴史的、文化的に価値のある地域であると共に、風光明媚で娯楽性にも富んだ地域である。特に、ゴール、コロンボ間には多くのホテルがあり、海外観光客にとっては

最も著名な海岸・海洋リゾート地区となっている。1989年の統計では、南部州における観光客宿泊日数と宿泊施設の部屋数は共に全国の約30%を占めており、南部州の観光に対して果たしている役割は大きい。しかしながら、ゴールから東側の地域では宿泊設備はまだ量的にも質的にも充分ではない。

### 3-3 基盤設備

#### 3-3-1 運輸・輸送

##### (i) 鉄道

鉄道の南部海岸線は以下の通りである。

軌間： 広軌 (1,676mm)

ルート： コロンボーマタラ

延長： 156.818km

最小半径： 201.2 m

勾配： 0.76%

トンネル： 1カ所

軌道： 複線 (コロンボーパナドゥラ)、単線 (パナドゥラーマタラ)

また列車の重量制限は以下の通りである。

4輪貨車： 20トン

8輪貨車： 66トン

12輪貨車： 75トン

(最大許容軸荷重は16.5トン)

概して軌道の多くの部分の整備状況が悪いので、乗心地も悪く、スピードも遅い。

##### (2) 道路

南部州の主要道路は次の4つからなる。

A 2 : コロンボーゴールーマタラーハンバントターヴェラヴァヤ 310 km

A 17 : ゴールーアクレッサーマダンベ 140 km

A 18 : ベルマドゥラーノナガマ 80 km

A 24 : マタラーアクレッサ 20 km

このうち最も重要な道路はA 2であり、交通量もキャンディを通るA 1道路とブッタラムを通るA 3道路に続いて多い。付属資料 I はスリランカ全体の道路交通量を表したものであるが、コロンボ及びその周辺地区で1日当たり1万台以上、コロンボーカルタラ間で5千~1万台、カルタラーベントータ間で3千~5千台、他の地域で千~3千台となっている。

「スリランカ運輸セクター計画調査」によると、Aクラス道路においてさえその5%は乗心地の悪い道路であり、17%は非常に乗心地の悪い道路である。

A 2道路のコロンボーゴール間においては、コロンボーパナドゥラ間が4車線（モラトゥワ－パナドゥラ間は拡張工事中）、パナドゥラ－ゴール間は2車線となっているが、この区間には下記のような問題点がある。

- －ほとんどの区間に歩行者専用道路や歩道がない。
- －路肩のない部分や住居に非常に近接している箇所がある。
- －車線幅の非常に狭い部分がある。特に橋が問題である。
- －道路が歩行者、自転車、牛車などの混合交通になっている。
- －センターラインがない。

この道路の上述したような現状を考慮すると、ローリーのような大型車の走行にはかなりの障害があると言わざるをえない。

### 3-3-2 上水とエネルギー

#### (1) 上水

水源としては表層水と地下水の2つに分けることができる（表層水とは河川、小川、湖、沼地、貯水池、池の水のことである）。NWSDBが表層水を管理しており、ウォーター・リソース・ボードが地下水を管理している。

スリランカにおいて、上水の供給は産業及び生活の観点から非常に重要である。この上水供給システムを改善するために、マハヴェリ開発が計画され、実施されている。

NWSDBによって行われた最近の調査によると、南部州には十分な水源があり、産業用の新たな上水供給計画はないとのことである。但し、マタラ、ヴェリガマ、ヒッカドゥア、ゴール、タンゴール、ハンバントタ、ランナ及びフンガマ地区において、近い将来外国の援助により修復計画が実施される予定である。

#### (2) エネルギー

スリランカには18の発電所と、電圧を33kVまで落とし各地域に配電するための25の変電所があり、その発電量は家庭、産業、商業施設等の国内需要を賄うには充分の量が確保されている。南部州には変電所が1カ所あるだけであるが、州への供給には充分の能力を持っている。付属資料 I-3-8に発電施設の要約を示す。

### 3-4 ゴール市の概況

#### 3-4-1 地 勢

ゴール市は西部と中部と東部に分けることができる。

ゴール西部は主として、廻りを花崗岩の壁によって囲まれたゴール城砦によって占められている。この城砦は面積が約35ヘクタールあり、海に向かって突き出た形となっている。海側は岩がちであり、沖

合 200mの範囲で所々岩が海面上に顔を出している。

ゴール中部は、ゴール市の中央の背後にある1つの丘を除くとほぼ平坦な地域であり、現在のゴール港はこの地域に属している。ゴール港は岩がちなもとの陸地と埋立地で形成されている。港の西側の沖合 100m付近には岩礁があり、波が砕波している。海岸線は港部分を除いて砂浜であり、港は石積みの防波堤で守られている。

ゴール東部にはルマサラという比較的高い丘がある。丘の東南部はゴール湾の外側に面しており、非常に美しい海岸線をもっている。また丘の西側はかなり険しい岩場となっており、平坦な部分はほとんどない。湾内の地形に関しては第4章で述べるものとする。

### 3-4-2 土地利用

ゴール西部（城砦地区）には、歴史的・考古学的な多くの建築物がある。城砦内には多くの人々が居住しているが、その日常生活の機能はほとんど市の中央部（即ち城砦外）に依存している。また城砦内にはその文化資産を管理するための特殊な規則があり、人々は彼ら自身の家さえも立て替えることを禁じられている。城砦のすぐ外側にはゴール旧港があり、ここは現在水先案内人の待機所となっており、小さな棧橋に水先船が係留されている。

ゴール中部を全体的にみると、主要道路から陸側には居住区域が、更にその背後では、低地では水稲栽培、少し高い位置では茶やゴムのプランテーションで栽培が行われている。ゴール中部の西側はゴール市の中心部であり、行政区域、業務区域、商業区域、及び道路沿いの居住区域から成っており、タウンホール、郵便局、鉄道駅、バスターミナル、市場等がある。またゴール中部の中央部には現在のゴール港があり、東側にはセメント工場が立地しているが、海岸線はあまり利用されていない。西側の海岸線は、ゴール旧港に近接しているところが小型漁船の係留場となっている。

ゴール東部は前述したように丘であるが、また居住区域でもあり、例えばスリランカ港湾庁（SLPA）のゲストハウスなどもその中腹にある。この丘は岩山であるので、SLPAは以前工事用資材の石を切り出したことがある。

### 3-4-3 道路・河川・鉄道

ゴール中部には2車線の舗装道路があるが、この道路は現在のゴール港背後で若干狭くなっている。城砦内には碁盤目状の道路が形成されているが、これらの道路もまた非常に狭い。東部の丘の上には狭い未舗装道路があり、先端部にある給水点まで行くことができる。

ゴール市には2つの川があり、モラゴダ川は現在のゴール港へ、ルヌヴィラ川はゴール湾東部へそれぞれ流れ込んでいる。両川の河口幅は共に20mくらいであったが、調査時における流量はわずかであった。鉄道は主要道路の500mほど陸側を走っており、ゴール駅はゴール中部に位置している。

## 第 4 章 ゴール港周辺の自然特性

### 4-1 スリランカ南西部の自然特性

スリランカの自然条件の概況は第 1 章ゴール湾及びその周辺における開発ポテンシャルで述べたが、ここではスリランカ南西部の自然特性について他地域と比較しながら概説する。

#### 4-1-1 地 形

スリランカは地形上大別して次の 4 つに分けられる。すなわち、海拔 1000m～2500m の中央の高地地域、比較的地形勾配のなだらかな北方の低地地域、比較的地形勾配の急な南西地域及び南東地域である。

南西地域は灌漑の良好な地方であり、地形は長く伸びた平行な起伏からなり、起伏の傾斜は陸側に緩く、海側に急であり、排水路は格子状になっている。

#### 4-1-2 土 壤

スリランカの土壌は大別して赤褐色の土類、赤色から黄色のポドゾル及びその他の土壌に分けられる。南西地域だけは赤色から黄色のポドゾルで他の地域は赤褐色の土類及びその他の土壌である。

ポドゾルは排水性が良く、比較的細粒子の高酸性土で、茶の栽培や地表面侵食防止の植林に適した緩傾斜地上にある土壌である。

#### 4-1-3 気 温

スリランカの低地における年平均気温は約 27℃前後で日変化は ±7℃～±3℃である。全体的にみて北部ほど平均気温は高くなっている。南西部の内陸部では、特に、南西モンスーン期に他の地域に比べて平均気温で約 1℃前後低く、日変化も 3℃と小さくなっている。これは後述の降雨量が南西部で他の地域に比べて多くなっていることと関係しているものと思われる。

#### 4-1-4 風

スリランカでは北半球が冬期に発達するシベリヤ高気圧、南半球が冬期に発生するマスカリン高気圧及び赤道を挟んで南北に移動する熱帯収束線によって生ずる 2 つの季節風の影響をうける。

12月から2月は熱帯収束線はスリランカの南方に移動、北東貿易風による北東季節風が吹く。5月から9月は熱帯収束線はスリランカの北方に移動し、南半球の東南貿易風は赤道を横切って方向を変え、スリランカでは南西季節風となる。この季節風は北東季節風より強く、内陸まで強風が吹く。3月～4月、10月～11月は風は弱く、沿岸部では昼間は海から、夜間は陸からの微風となる。

発達した低気圧やサイクロンの移動主経路は島の北側を通り、島の南側を通ることは非常に希である。

また、経路が南寄りになるほどその規模は小さくなり、島の南西部に位置するゴール港付近ではサイクロンの影響は小さい。

#### 4-1-5 年降雨量

年間降雨量は北部地域の1500m前後に対し、南西地域が多く、特に、内陸部では4000~5000mに達している。季節別には南西モンスーン期の前後に特に集中している。

#### 4-1-6 潮 位

ゴール港の大潮升は54.2cmで、コロombo港の59.0cmに対し、潮高比は0.92と小さくなっている。また、潮時差は+15分である。

#### 4-1-7 波 浪

1980年以來のコロンボ港及びゴール港沖で実施されてきた波浪観測記録によればゴール港の波高はコロombo港より約40cmほど大きくなっている。これは後述のようにゴール港には年間を通じて波高 1.0から 1.5m、周期15秒前後のうねりが南~南南西の方向から到達しているが、島の西側に位置するコロombo港ではこのうねりが地形による波の遮蔽、屈折効果により、減衰していることによるものとおもわれる。

### 4-2 気 象

ゴール気象台(北緯06° 02'、東経80° 13')における過去10年間の観測資料を収集し、以下の項目について整理した。

#### 4-2-1 風

観測場所：ゴール気象台の構内

使用計器：3風杯型風速計(カセラ社製)

設置高：地盤(平均海面上20m)上6m

観測員が5時30分から20時30分まで3時間毎(6回/日)に3分間の風程を読み取り、平均風速(ノット)を求め、風向は矢羽根の観測により8方位で記録している。

最近10年間で観測場所が3回変更されていたため、観測場所が同一で、欠測の比較的少ない3年間(1986年~1988年)の資料を整理対象期間とし、朝夕の2回は欠測が多いため、昼間の4回について風向別の風速の発生頻度を季節別に整理した。(附属資料I-4-1、I-4-2 参照)

いずれのシーズンにおいても卓越風向はSWであり、年間56.6%、特に南西モンスーン期では69.2%を占めている。

風速が20ノットを越える強風は南西モンスーン期以外では観測されておらず、その出現率も0.2%と

非常に小さい。

年間における風速10ノット以上、20ノット以上の出現率をコロombo港と比較すると以下のようになり、ゴール港の風速は非常に小さくなっている。

	10ノット以上	20ノット以上
ゴール港	10.5%	0.1以上
コロombo港	38.0%	1.0以上

註) コロombo港の風観測

観測場所：コロombo港南西防波堤のパイロットステーション

使用計器：3風杯型自記風速計（カセラ社製）

設置高さ：平均海面上17.6m

観測期間：1979年～1984年

#### 4-2-2 気 温

附属資料I-4-3に1980年1月から1989年年12月までの10年間の気温と湿度の平均値と最高最低を示す。

日最高気温の最も高いのは3月と4月の30.9℃、最も低いのは8月の28.4℃であり、その差は2.5℃に過ぎない。各月の日最低気温も23.2℃～25.7℃と最高気温と同様に変化は小さい。

気温の日変化は約3.0℃～7.0℃、年平均5.0℃であり、最も差の大きいのは2月と3月である。

#### 4-2-3 湿 度

湿度は日中の80%に対し夜間は88.6%と高くなっている。月別には日中は2月の72.8%から8月の85%と12%の差があるのに対し、夜間は2月の86%から12月の91.3%と僅かに5%の差と小さくなっている。

#### 4-2-4 降 雨 量

附属資料I-4-4にゴール気象台で観測された1980年～1989年の過去10年間の月別降雨量の記録及び平均値を示す。

年間総降雨量は1550mm～2560mmで平均値は2154.3mmである。季節別には南西モンスーン期前後の4月～6月及び9月～11月が多く、この6ヶ月で年間総降雨量の68%を占めている。月平均降雨量の最高は11月の304.1mm、最低は2月の50.7mmである。10年間での日最大降雨量は192.1mmである。

降雨日数は年平均で174日（一年の約48%）あり、季節別には南西モンスーン期及びその前後が多く14～20日/月、北東モンスーン期は5～11日/月と少なくなっている。

## 4-3 海 象

### 4-3-1 波 浪

防波堤の配置計画の検討や港内泊地の静穏度の検討には港に到達する波浪の特性（波高、周期、波向の発生頻度分布）を知る必要がある。また、防波堤の設計波の算定には長期間にわたる波浪観測記録またはそれに代わる推算結果が必要である。

上記の目的のためスリランカ港務局からの委託によりランカ水理研究所が行っている波浪観測資料及びドイツの技術援助協力により海岸保全局が実施している波浪観測資料を収集し、整理解析した。附属資料 I-4-5 にそれぞれの波高計の設置位置を示す。

#### ランカ水理研究所による観測

観測位置：ゴール湾沖のベル・ブイの近く

設置水深：基本水準面下23m

使用計器：Datawell Waverider Buoy

観測期間：1984年～1990年

記録時間：3時間ごとに20分間

観測項目：波高及び周期

#### 海岸保全局による観測

観測位置：ゴール湾南方沖合8km

設置水深：基本水準面下68m

使用計器：Directional Wave Buoy

観測期間：1989年2月～1993年1月（予定）

記録時間：3時間ごとに30分間

観測項目：うねり・風浪別に波高、周期及び波向

#### (1) ランカ水理研究所による観測結果

1984年5月から1990年9月までの波高観測記録を季節別に波高と周期の発生頻度分布を求めた。

（附属資料 I-4-6 及び I-4-7 参照）

超過確率50%の波高を季節別にみると、北東モンスーン期の12月～2月が最も小さく約0.9mであるのに対して、南西モンスーン期の5月～9月では最も大きく約1.7m、超過確率5%の波高ではそれぞれ約1.2m、2.3mとなっており、超過確率50%～5%の区間では南西モンスーン期の波高は北東モンスーン期の約2倍となっている。周期については季節別変動は波高の変動ほど顕著でなく、いずれの季節も5秒～7秒が最も多く、全体の60%～70%を占めている。

## (2) 海岸保全局による観測結果

海岸保全局による波浪観測は開始されてから未だ日が浅く、第1次現地調査では13ヶ月間の観測資料しか得られなかった。各定時観測結果はうねりと風浪別に解析され、その合成波も求められている以下に、1年間（1989年3月～1990年2月）の観測資料よりうねり、風浪、合成波について季節別に整理した結果を述べる。

註) 第3次現地調査時に得られたその後の1年間（1990年3月～1991年2月）の観測結果と比較した結果の一部を附属資料I-4-8とI-4-9に示す。これらの図によれば1989年の波高は1990年の波高より若干大きくなっているが、波高段階別の発生頻度分布はほぼ同じ傾向を示している。

### 1) うねり

図4-3-1に季節別及び全年のうねり方向別波高出現頻度を示す。（附属資料I-4-10参照）これらの図から明らかなように、うねりの方向は年間を通じてほぼ一定でSSE～SSWの方向に限られている。但し、南西モンスーン期にはW～SW方向からのうねりも若干見られる。年間の最多波向はS方向で63.2%、次いでSSWの28.5%、SSEの6.2%となっている。

波高は南西モンスーン期で最も大きく、最大で2.89mに達している。この季節では波高1.0m、2.0m以上のうねりの発生頻度はそれぞれ88%、8.5%である。

北東モンスーン期は最も波高が小さくなっているが、0.5m以上のうねりが季節を通じて到達している。

波高と周期の相関関係はあまり顕著でなく、約90%のうねりは周期10秒～16秒となっている。

（附属資料I-4-11参照）

### 2) 風浪

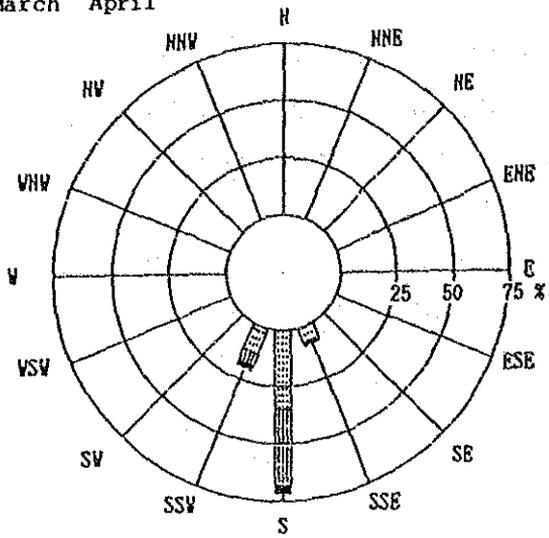
図4-3-2（附属資料I-4-12参照）に風浪の波向別波高出現頻度を季節別に示す。

うねりと同様に風浪も南西モンスーン期で最も大きく、1.5m以上の風浪の出現率は約50%となっている。2.5m以上でも5%の出現率となっており、最大値としては8月に4.22mが観測されている。波向はWSW～Wに集中しており、全体の83.7%を占めている。

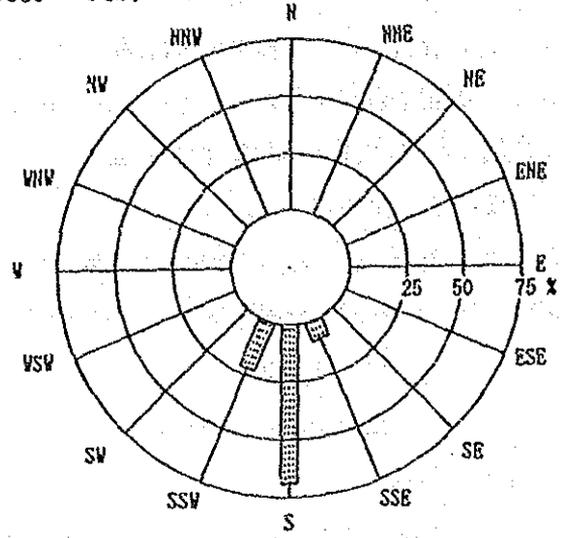
ゴール港は島の南西部に位置しているため北東モンスーン期は最も静穏になる。波高が1.0mを越えるのは19.3%に過ぎず、その方向はSE～ESEに集中しており、島の南端からの廻り込み波である。

波高と周期の相関関係はうねりの場合と異なってかなり良好で、波高が増大するにつれ周期も大きくなっている。超過確率50%の周期は約5.8秒であり、20%の周期は7.0秒となっている。（附属資料I-4-13参照）

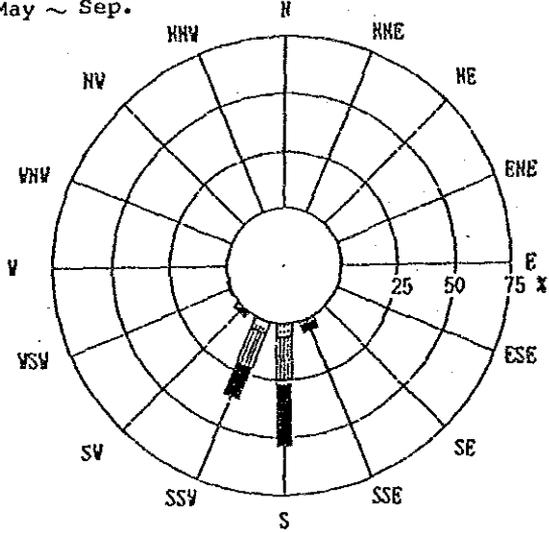
March April



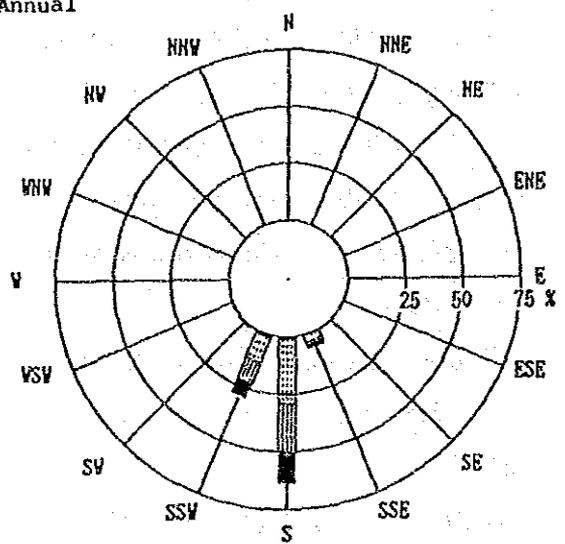
Dec. ~ Feb.



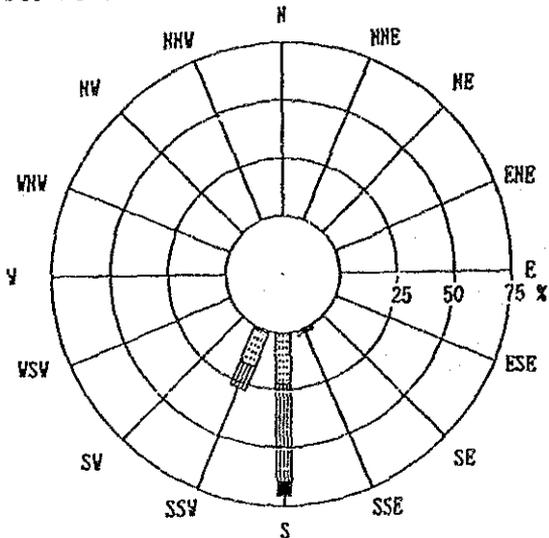
May ~ Sep.



Annual



Oct. Nov.



0.00 m ~ 0.49 m

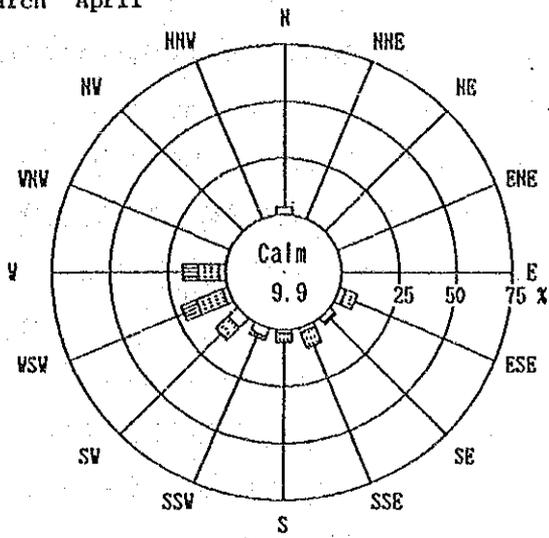
0.50 m ~ 0.99 m

1.00 m ~ 1.49 m

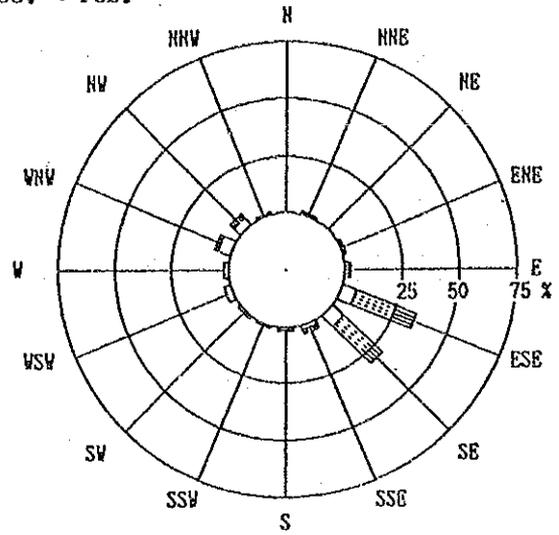
1.50 m ~

Fig. 4-3-1 Distribution of Significant Wave Height and Direction (Swell)

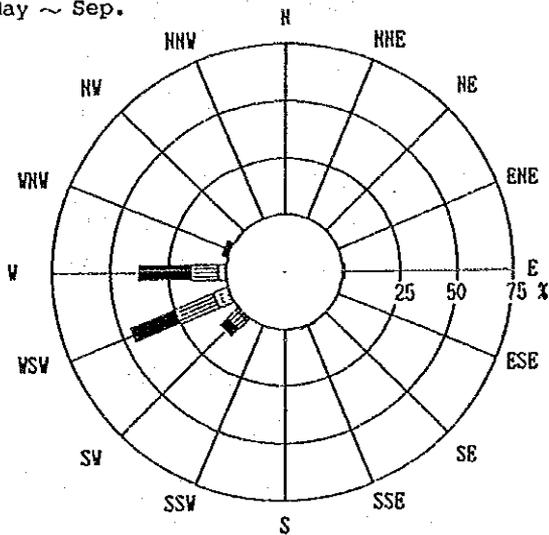
March April



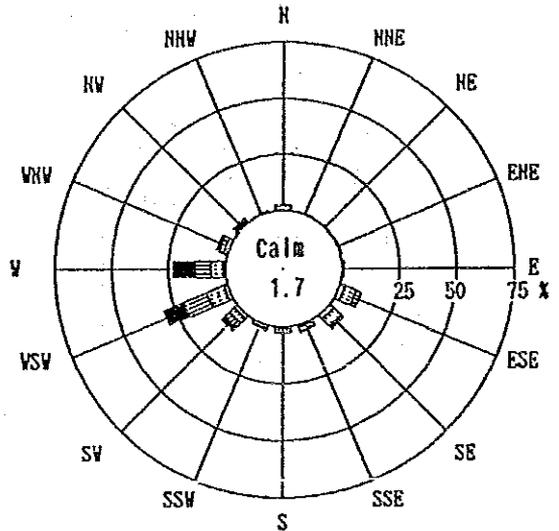
Dec. ~ Feb.



May ~ Sep.



Annual



Oct. Nov.

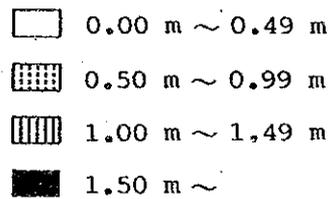
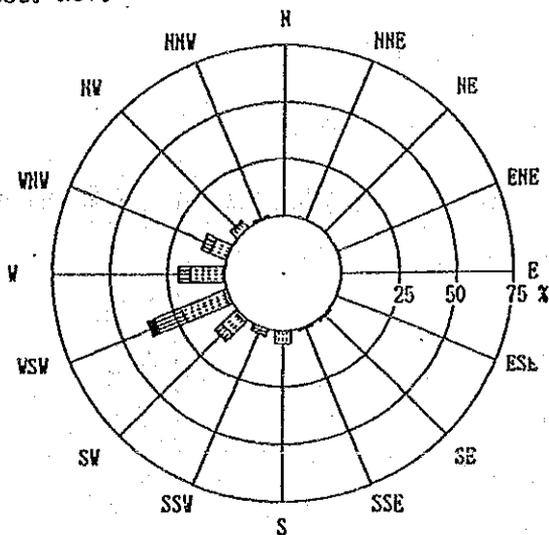


Fig. 4-3-2 Distribution of Significant Wave Height and Direction (Wind Wave)

### 3) 合成波

上述のうねりと風浪をエネルギー合成して全波高を求め、その波向別分布を求めたものが図4-3-3 (附属資料 I-4-14参照) である。

波高 1.0m、1.5m、2.5m以上の出現率はそれぞれ81.6%、51.8%、9.2%となり、その方向はSSW~SWで50.2%、SSE~WSWで90.5%、となっている。最高波の4.28は8月に観測され、その時のうねりと風浪の波高はそれぞれ0.73m、4.22mであった。

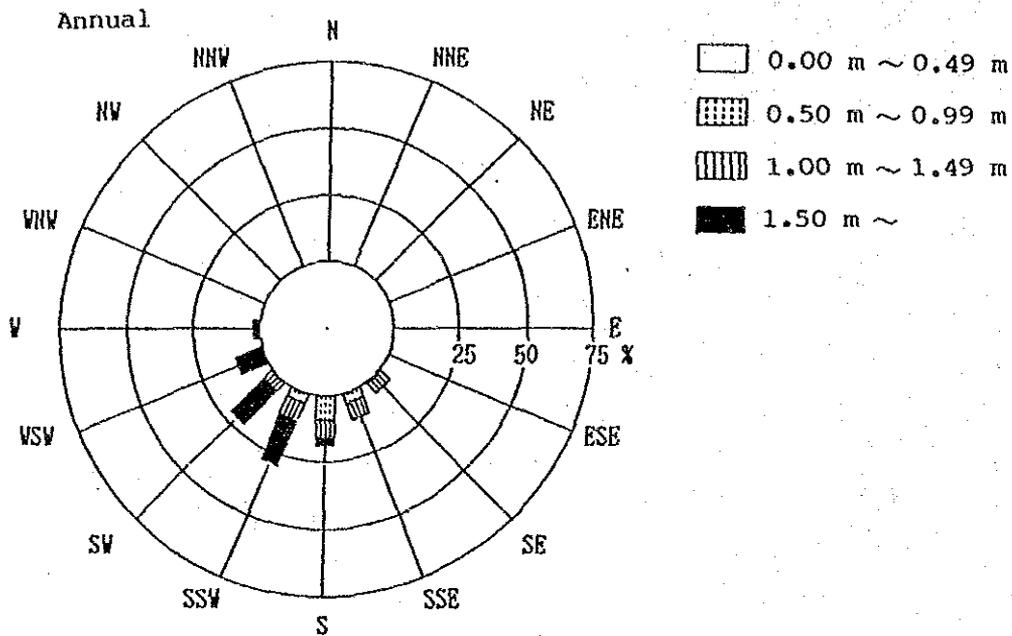


Fig. 4-3-3 Distribution of Significant Wave Height and Direction (Overall Wave)

### (3) 両観測波高の相関関係

両波浪観測結果には波高計の設置場所や観測方法の違いにより差が生じている。1年間の同時観測結果から求めた両者の観測波高の相関関係を次式に示す。

$$H_1 = 1.2539H_2 + 0.2304$$

$$r = 0.8157$$

$H_1$  : 海岸保全局の観測波高 (m)

$H_2$  : ランカ水理研究所の観測波高 (m)

$r$  : 相関係数

上式に示すように $H_2$ が1.0m~3.0mの範囲では $H_1$ は $H_2$ より約50%~30%前後大きくなって

いる。両波高計の設置場所の違いから $H_1$ の方が幾分大きくなることは予想されるが、波の屈折、回折、浅水変形による差では十分に説明することは難しく、両者の観測計器、観測方法の違いにも影響されているものと思われる。(第2編 表4-6-1参照)

(4) 異常時波浪

これまでの波浪観測資料や過去のサイクロンの進行経路等からゴール港沖の異常時波浪の検討を行った。

1) 観測資料による確率波の検討

1984年～1990年間のランカ水理研究所の観測資料より波高が2.7m以上を抽出し、前述の両観測地点の波高の相関関係より $H_1$ を求めると、以下のようなになる。

観測年月	1984年 6月	1984年 6月	1984年10月	1988年 7月
波高( )	3.6m	3.7m	3.7m	4.6m
観測年月	1986年 8月	1986年 8月	1986年 9月	1988年 9月
波高( )	4.2m	3.7m	3.9m	4.0m
観測年月	1989年 5月	1989年 8月	1990年 6月	注) *は海岸保全局による
波高( )	3.5m*	4.3m*	3.9m*	る観測値

上記の11個の資料よりグンベル及びワイブルによる極値統計解析手法を用いて確率波高を求めた結果を図4-3-4及び表4-3-1に示す。有効統計年数としては南西モンスーン期(5月～9月)を1年とし、この期間での欠測月数を考慮し、合計4.5年とした。

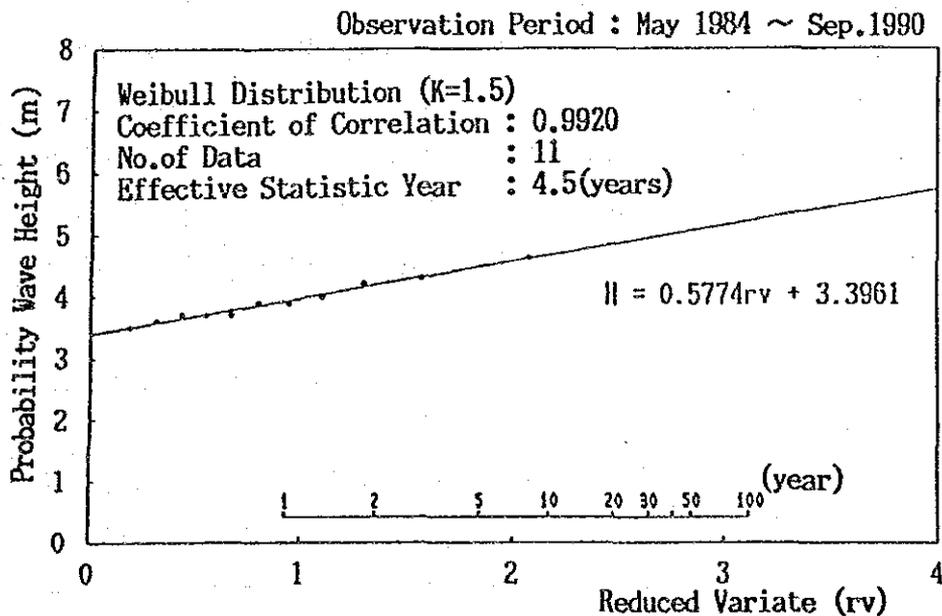


Fig. 4-3-4 Probability of Significant Wave Height

Table 4-3-1 Probability of Significant Wave Height

Return Period (year)	Non-exceeding Probability	Reduced Variate (rv)	Wave Height (m)	Wave Period (sec)
50	0.99182	2.8478	5.0	8.5
40	0.98977	2.7590	5.0	8.4
30	0.98636	2.6423	4.9	8.4
20	0.97955	2.4732	4.8	8.4
10	0.95909	2.1699	4.6	8.3
5	0.91818	1.8436	4.5	8.3
2	0.79545	1.3605	4.2	8.2
1	0.59091	0.9279	3.9	8.1

## 2) 過去のサイクロンによる高波の検討

ベンガル湾の南部で発生した低気圧は通常西に進行し、スリランカの北方で進路を北西～北に変え、段々と発達したものがサイクロンとなって行く。したがって、スリランカの南西に位置するゴール港ではサイクロンの影響はスリランカ北東部に比べて非常に小さい。

最近数10年間でスリランカに最も影響の大きかった1978年11月及び1979年5月のサイクロンでも Indian Daily Weather Map によればスリランカ南西のインド洋分間平均風速で35ノット～40ノット程度である。風の吹送時間を20時間～25時間として、SMB法によりこの時の波浪を推算すると、波高 5.0m～6.0m、周期 9.0秒～9.5秒となる。

## 3) ゴール港の設計波の考察

設計波の再現期間を40年～50年とすると、確率波高は 5.0m となるが、観測期間が短いことを考慮すると若干の割り増しが必要である。また、上述のサイクロンの影響も考慮して、本調査におけるゴール港沖合の設計沖波としては波高 5.5m、周期 9.5秒とする。なお、実施設計時には今後の浪観測資料をもとに再検討するものとする

## 4-3-2 潮位

Indian Tide Table によればゴール港の主要4分潮は以下のようにになっている。

$M_2$	$S_2$	$K_1$	$O_1$
16.1cm	11.0cm	5.1cm	1.4cm

これらの値をもとに各潮位を求めると次のようになる。

H. W. O. S. T. (≒H. W. L.)	0.607m(0.6m)
M. S. L.	0.336m
L. W. O. S. T. (≒L. W. L.)	0.065m(0.1m)
D. L.	0.000m

( ) 内は海図の値である。

現在ゴール港で港湾工事に用いられる基準面(W. D. L.)は平均海面(M. S. L.)下0.43mであり、上記のD. L. より約10cm下になっている。

H.W.O.S.T.	0.607 m	0.701 m
(≒H.W.L.)		
M.S.L.	0.336	0.43
L.W.O.S.T.	0.065	0.159
(≒L.W.L.)		
D.L.	0.000	
		W.D.L. 0.000

#### 4-3-3 潮 流

##### (1) 潮流観測

観測位置：Datawell Waverider Buoyの近く

使用計器：Marsh McBirney 2-D電磁流速計

観測期間：1990年6月～1990年9月

観測時間：6時間毎に8分間

##### (2) 流向別流速出現頻度分布

潮流の流向別の流速出現頻度を附属資料I-4-15及びI-4-16に示す。観測期間中の最大流速は20.3cm/secで、観測値の71.2%は10cm/sec以下であり、ゴール湾口の流速は非常に小さい。

流向は全方向に分散しているが海岸線に平行に近いWNW～WSW及びE～SE方向が多くなっている。

#### 4-3-4 ゴール湾の海岸地形及び漂砂の概況

ゴール湾はスリランカの南西端に位置し、北西～南東約 2.5km、北東～南西約 1.5km、湾口中 1.8km、の楕円形の湾である。海岸から沖合約20kmまで水深約70mの平坦な大陸棚が形成されている。

湾口は南西に開き、湾の北西側は岩礁の上に造られた岬状のフォート地区で、南東側は崖状の岬（ルマサラ丘）で囲まれ、湾口には岩礁が点在している。湾の外側は、両側とも海底勾配は非常にゆるく、海岸線は細砂の砂浜で形成されている。

湾の西側にあるフォート地区前面は沖合約 150mまで干出岩で取り巻かれ、その沖合も比較的水深は浅く、海底には岩礁が点在し、水深変化が著しい。

湾内海岸線の中央部に現在のゴール港が1983年に完成している。港の両側は細砂の砂浜で形成されており、その前面の海底勾配は $1/50 \sim 1/100$ と比較的緩勾配で、巾 100m前後の砕波帯となっている。現ゴール港の航路、泊地浚深時の状況から、湾内の海底には多数の転石が点在していることが予想される。

湾の南東側のルマサラ丘の海岸線は高さ15m～20m前後の崖状で、水際線は岩、礫で形成されている。前面の水深は北西側に比べて深く、岩礁も少ない。

海岸保全局の資料によれば、スリランカ南西海岸は約30cm/年の侵食海岸となっている。来襲する波エネルギーの卓越方向はSSW～WSW方向であり、ゴール湾西側の海岸線はNW方向、東側はESE方向であることから、漂砂の移動方向はゴール湾付近を境界にして、東西に分かれているものと思われる。また、ゴール湾内への漂砂の流入、湾外への流出は東西の両岬で遮断され、殆ど無視できるものと思われる。

外海から湾口に到達した波は湾内に点在する岩礁で砕波され、湾奥への侵入波は回折波となって拡散し、緩勾配の砕波帯内で徐々に砕け、海岸線にほぼ直角に打ち寄せる。従って、湾内での汀線方向の漂砂の移動量は小さく、経年的には汀線も殆ど変化していない。1968年に現ゴール港の西側を埋め立て、旧海岸線沿いに建設された臨港道路の護岸前面の一部が侵食され、護岸背後の土砂が流出しているが、これは緩勾配の自然海浜に急勾配の護岸を建設したため、護岸の基部が高波で洗掘され、護岸背後の埋立土砂が吸い出され沖合に持ち去られたことによるものと思われる。

また、湾内にはモラゴダ川とルヌピラ川が流入しているが、流域面積は合計で50km<sup>2</sup>以下の小河川で、河床勾配も緩く、濁水時には河口は完全に閉塞しており、両河川からの流下土砂量は非常に小さいものと思われる。このことは1983年に完成した現在のゴール港内外の泊地の水深がその後殆ど変化していないことから類推される。

#### 4-4 現地調査

##### 4-4-1 概要

現地調査は、陸域および海底の地形状況ならびに海底の地質・土質状況を把握することを目的として実施した。

調査は1990年10月中旬から11月中旬にかけて実施した。

##### 4-4-2 調査内容

調査は下記の項目から成っている：

- a) 地形測量
- b) 深淺測量
- c) 音波探査
- d) 土質調査

調査内容を表4-4-1に、調査位置を図4-4-1示した。

Table 4-4-1 Scope of Site Investigation

Component	Scope
1 Topographical Survey	Area: approximately 8 square kilometers
2 Hydrographical Survey	Area: whole of Galle Bay Spacing of survey line: 50 meters Total line lengths: 90 kilometers
3 Seismic Prospecting	-ditto-
4 Soil Investigation	Number of borings: 9 points in Galle Bay

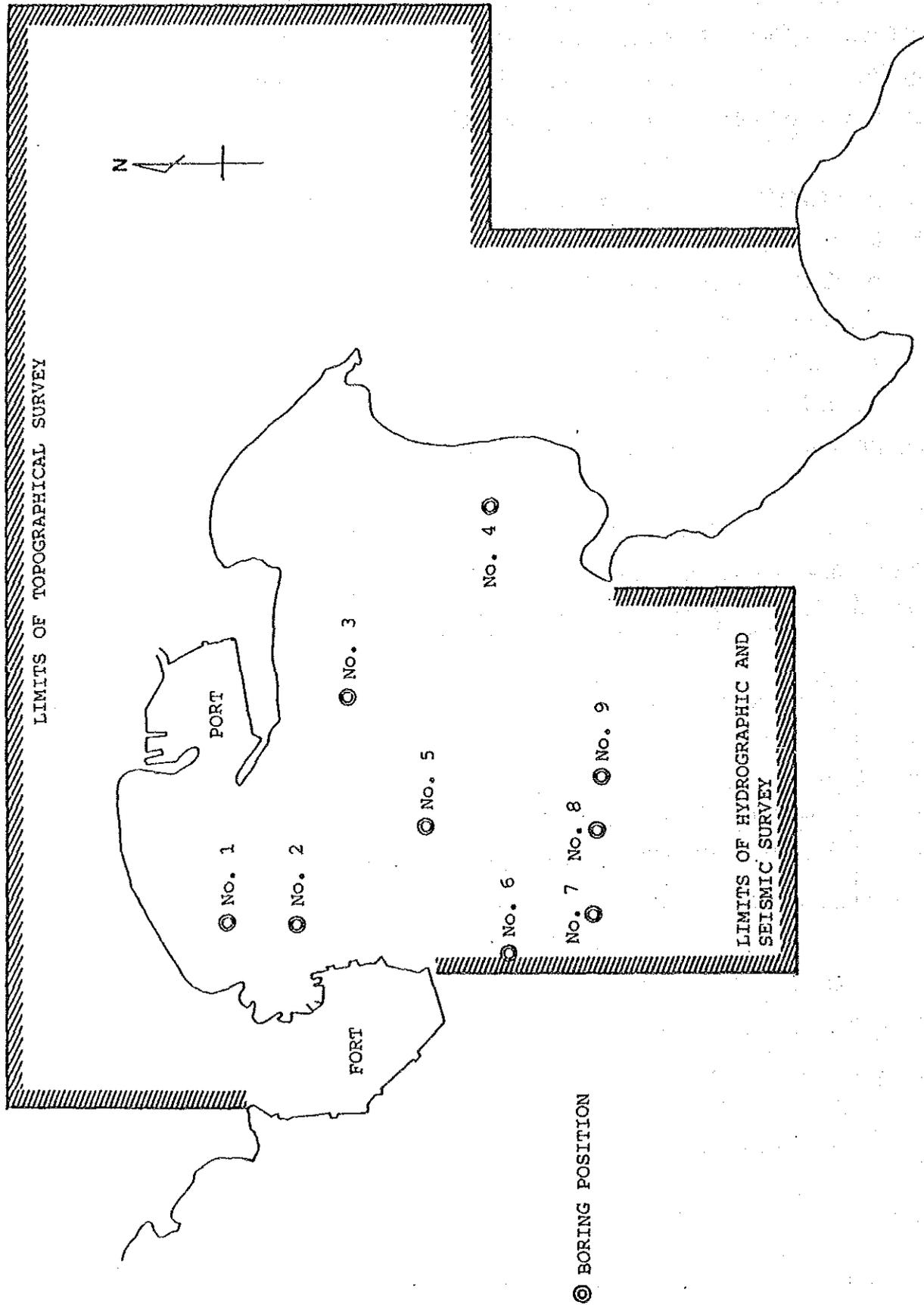


Fig. 4-4-1 Location Map

### 4-4-3 調査方法

#### (1) 地形測量

調査に必要なベース・マップは、下記の既存の地形図等から作成した。

- a) 英国海図 : No819
- b) ゴール市街図 : 40図面
- c) 航空写真 : 1983年および1988年撮影

ゴール市内のベース・マップの編集は、Town Assessment Survey Map (縮尺 1:792) を用いて行った。現地にて、全ての車道・公共事務所・公共広場およびその他の主要な建築物を判読し、ベース・マップ上に展開した。

#### (2) 深淺測量

基準点はゴール湾沿いに多角測量によって設置し、これらの基準点は国家座標を持つ既知点と結合した(表 4-4-2 参照)。水準測量は、仮ベンチ・マーク (TBM) を設置するために、SLPA のバンガロー近くにある既存のベンチ・マークから、大埠頭の端まで実施した。

Table 4-4-2 Coordinates of Control Points

Name of points	Unit: m	
	Northing	Easting
Watering Point '78	91,382.50	140,405.48
Tong Joo '90	92,169.42	140,959.52
Marine Drive '78	93,408.66	139,149.43
Utrecht '78	92,041.64	138,651.57
Gibbet Island '78	92,730.33	139,815.40
Flagstaff Mark	92,563.70	138,633.34
Lighthouse	92,058.40	138,631.09
Clock Tower	92,661.60	138,160.16
All Saint's	92,378.02	138,409.65
Closenburg	92,708.87	140,318.14
Breakwater end	92,879.04	139,464.35

潮位計は大埠頭の橋の邪魔にならない場所に設置し、潮位計の零位は平均海面下0.43mの工事用基準面 : WDL (Work Datum Level . . . Low WATER Ordinary Spring Tide) にあわせた。

深淺測量は、海底地形を知るために音響測深機を用いて行った。測線間隔は50mで、測線の方向は南北とした。測量船はトランシットにより誘導し、測量船の位置は直線誘導一角法によって決定した。

音響測深機としては、200KHzのRatheon DE719B（ナロー・ビーム）を測量船に機装した。

音響測深機の補正はパー・チェック法により行い、パー・チェックは毎日測深作業の前後に実施した。なお、水深は測線に沿って50m毎に読み取った。

### (3) 音波探査

海底地質調査は、サブボトム・プロファイラー（SP-3型）を用いた音波探査法により、深淺測量と同時に実施した。このプロファイラーは、主に送信機、受信機、記録機、送波器、受波器および安定化電源から成っており、音源は主に1 KHz ～ 9 KHz の音響パルスを発生させる磁歪振動型となっている。送信機の主要なエネルギーは36ジュールである。

このプロファイラーは、直下の地質構造を連続的に自動的に断面図として記録し、記録紙上には海底の地層から反射してくるシグナルの強さに対応して濃淡のパターンが時間断面として示される。

記録の解析は、以下の手順によった：

- a) 種々の反射から地質情報を抽出する。
- b) 記録上に示された特性に基づき地層を分類する。
- c) 潮位や調査船のドラフトなどの補正を行い、下記の式により反射面の深さを決定し、地質断面をつくる。この場合、海水および地層中での音速は 1,500m/secと仮定している。

$$D = 1/2 \cdot VT \text{ (m)}$$

V (m/sec) : 海水および地層中での平均測度(1,500m/sec)

T ( sec ) : 音波の発信から受信までの時間

- d) 当該地域における既存の地質情報・地質図および陸域・沿岸域でのボーリング・データを基に、音波探査の記録と実際の地質構造との関係を明らかにして、記録を地質学的に解析する。

### (4) 土質調査

#### a) ボーリング・ヤグラ

ボーリング作業は、SLPAより貸与されたボーリング・ヤグラを用いて行った。ヤグラは、鋼鉄製のバージ船に固定されたクローラー・クレーンで吊り下げて移動することによって、ボーリング予定地点に設置した。

ボーリング機械およびポンプ等は、ヤグラの木製プラットフォーム上に設置した（図4-4-2参照）。

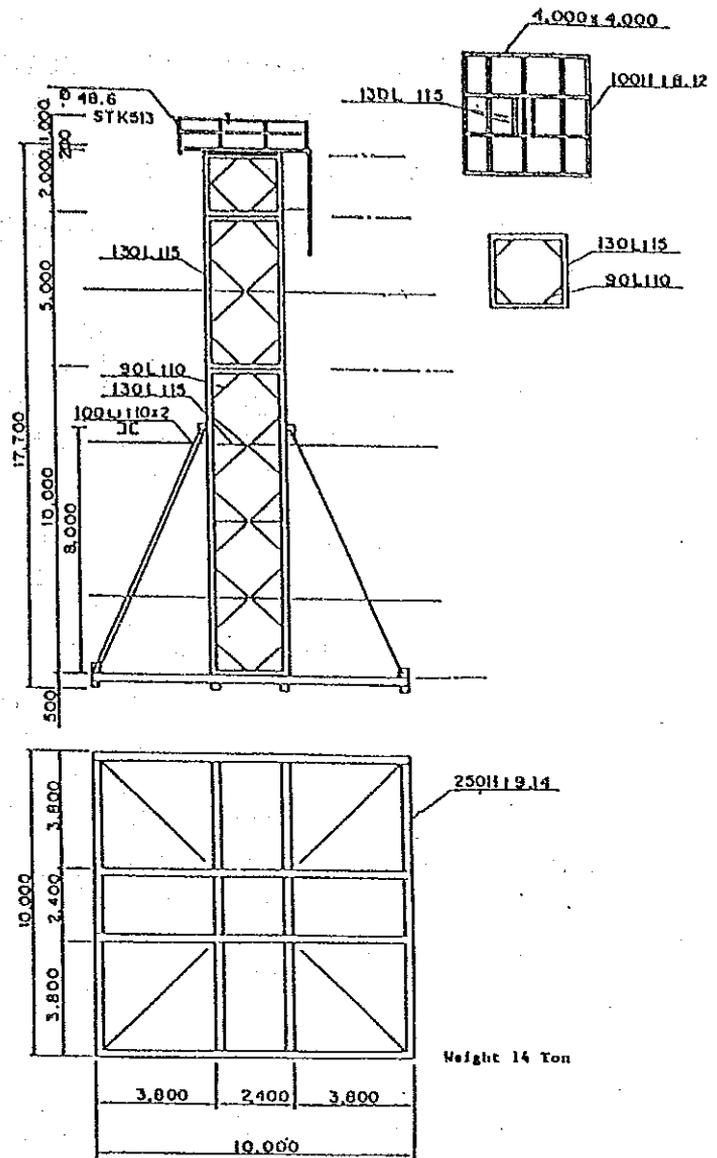


Fig. 4-4-2 SLPA's Boring Rig

b) ボーリング地点の決定

ボーリング作業は、埠頭・航路・防波堤などの予定地点9地点にて実施した。

各ボーリング地点の最終位置は、ヤグラを設置した後、基準点からトランシットにて方向角を測定することにより決定した。

c) 掘削

掘進作業には、移動用架台付きの油圧式ロータリー・マシンを用いた。

表土の掘進は、NX/NWケーシング(76mmφ)を用いて、ウォッシュ・ボーリング法にて実施した。この場合、掘削物を洗い流すために、Bサイズのロッドを通してケーシングの中へ、高圧の

ピストン・ポンプにより海水を送った。

標準貫入試験は、ボーリング孔内で原則として1m間隔にて実施し、攪乱試料をSPTスプリット・チュウブ・サンプラーにて採取した。試験方法は、直径50mmのサンプラーを、760mmの高さから63.5kgのハンマーを自由に落下させて地層中に30cm貫入させることによって行う。今回は、自動落下式ハンマーを使用した。このサンプラーを30cm貫入させるに必要な打撃回数を“N”値と呼んでいる。

粘着性の粘土層においては、直径60mmの水圧式シンウォール・サンプラーを用いて不攪乱試料を採取した。粘土層内にかなりな量の砂が混じっている場合には、この方法では不攪乱試料の採取は不可能である。柱状図に記述してあるように、十分に飽和した有機質粘土層においては、この方法では試料の採取ができなかった。

表土の下の風化岩層においては、タングステン・カーバイド・ビットを用いて掘進し、掘削物は水圧にて洗い流した。

基盤岩層においては、連続的なコアリングが可能なNサイズのダイヤモンド・ビットとダブルチュウブ・コアバーレルを用いて、コア・ボーリングを実施した。この方法では、直径54mmの基盤岩のコアが得られた。

採取した試料を基にその特性を分析し、ボーリング孔内での深度に対応した土質分類およびN値を柱状図に示した。なお、掘削用プラットフォームからの深度の測定に当たっては、潮位の変化を考慮してWDL基準に補正した。

#### 4-4-4 調査結果

##### (1) 地形測量

地形図は縮尺1:10,000にて編集し、この図面を等深線図等のベース・マップとして用いた。

##### (2) 深淺測量

等深線図は縮尺1:10,000で作成し、それを縮尺1:20,000に縮小したものを図4-4-3に示した。

##### (3) 音波探査

調査海域の海底地質は、記録の反射パターン特性から、基盤岩と堆積層の二層に区分できる。

基盤岩の上位面（表面）は、当該地区の何箇所かに浅瀬として広がっている凹凸の激しい地形で特徴づけられる。基盤岩の水深をコンターで示したのが図4-4-4である。

堆積層は、海底から最大15mの厚さで堆積しており、主に粘土層から成っている。堆積層の厚さを示したのが、図4-4-5である。

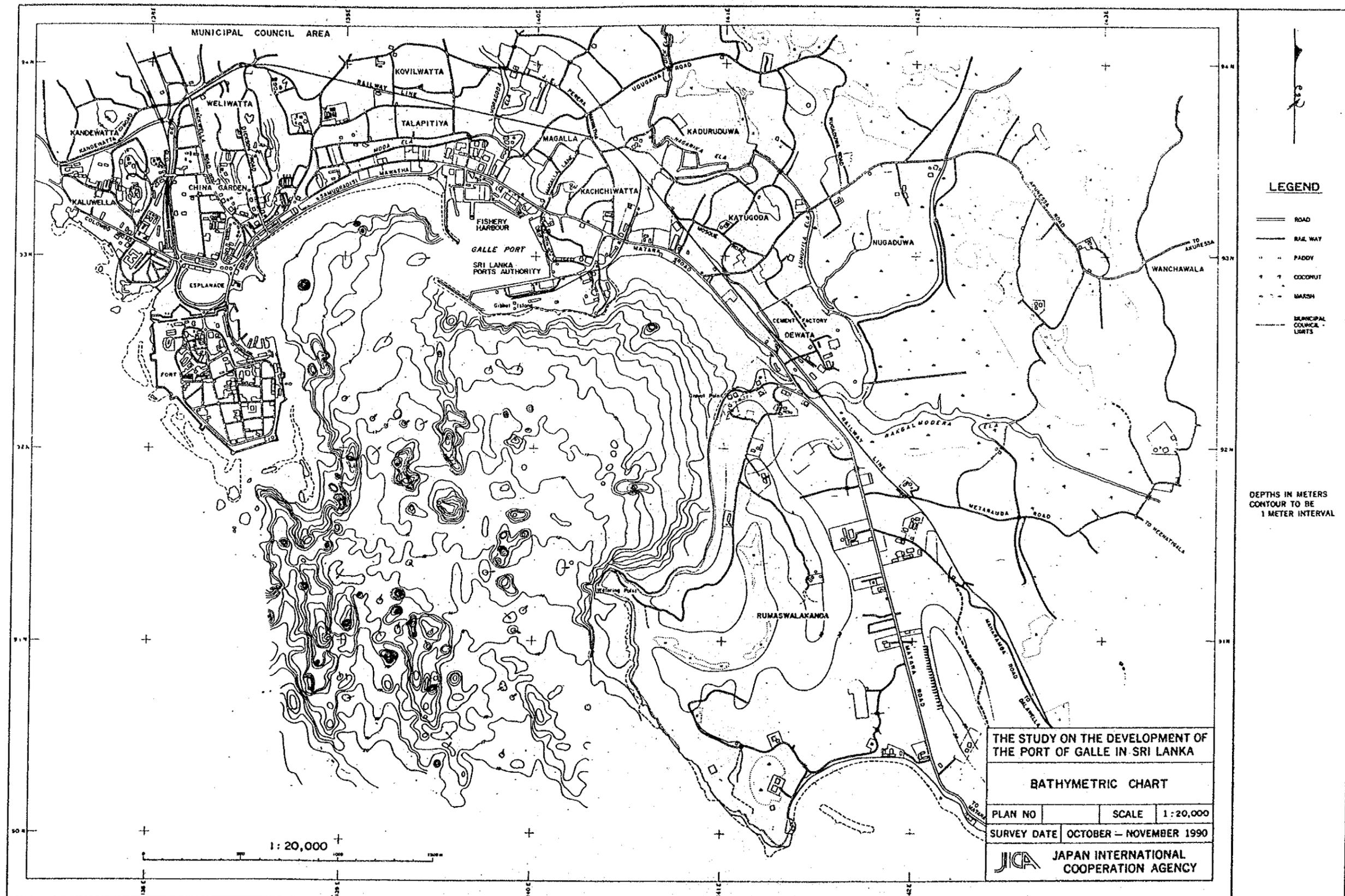


Fig. 4-4-3 Bathymetric Chart



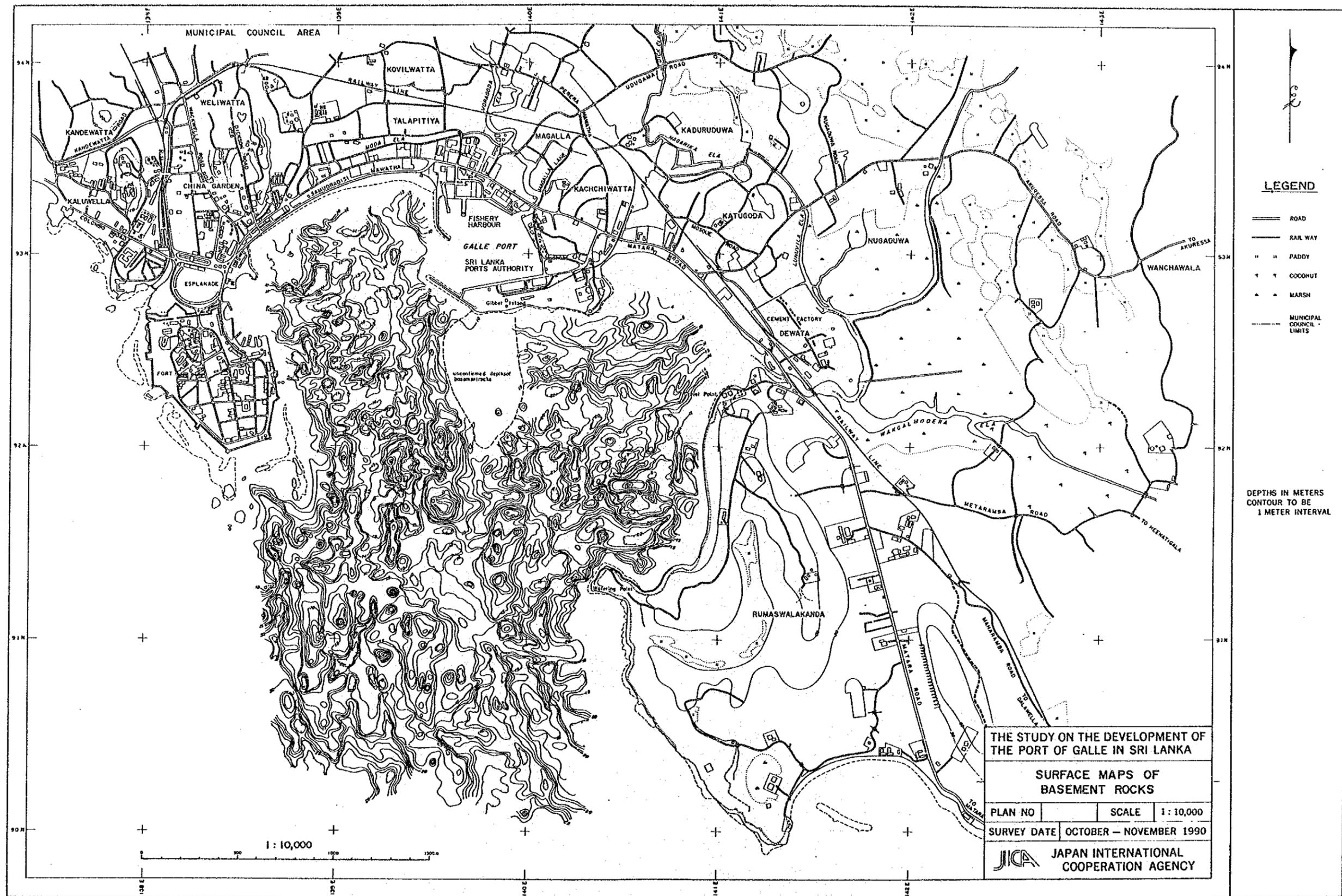


Fig. 4-4-4 Contour of Basement Surface Chart



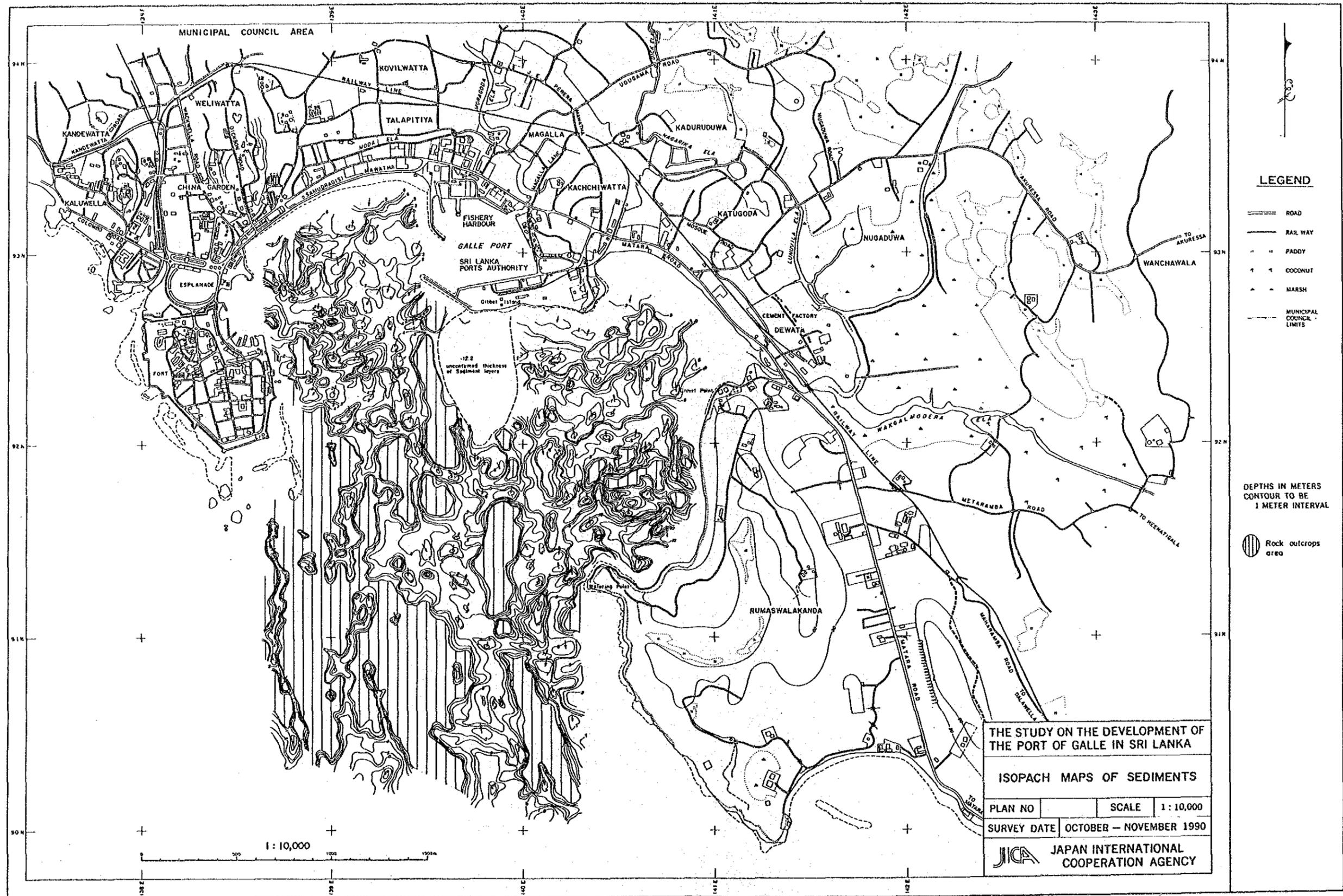


Fig. 4-4-5 Contour of Iso-thick Sediment Chart



#### (4) 土質調査

##### a) BH1およびBH2

両孔とも海底の表層は、層厚が1.20m～2.00mの非常に軟弱な堆積層から成っている（図4-4-6参照）。

表層下には、かなり厚い軟らかな有機質粘土が、BH1ではWDL下9.10m～11.50mに、BH2ではWDL下9.20m～15.50mに分布している。この層の厚さは、断面図（図4-4-6）に見られるごとく、BH1からBH2に向かって厚くなっている。加えてBH2においては14.00m～15.50mに泥岩を挟んでおり、15.50m以深には締まった風化岩の中に高いN値を示している可塑性のある粘土が16.75mまでみられる。

風化岩の厚さは、断面図に示したごとく、BH1においては非常に薄く、BH2において厚くなっている。

BH1およびBH2におけるN値ならびに土質分類からして、風化岩の上部の層は軟らかく圧縮性に富み、構造物の基礎とするには不適當である。BH1の地域においては荷重に耐え得る層はWDL下11.50mより下部の層であり、BH2では16.75mより深い層である。

##### b) BH3

海底の表土は軟弱な堆積層であり、WDL下10.10m～10.90mに0.80mの層厚となっている。その下層部は、14.15mまでカオリンを含んだ軟らかい可塑性のある粘土で、この層は非常に軟らかくN値はほぼゼロである。

14.15mより下部にはカオリンを含んだ粗い石英砂や石英礫に分解した風化岩がみられる。この層は16.90mの深さまで分布しており、中位のN値を示している。17.50mより下部にも同じような風化岩層が分布するが、より多くカオリンを含んでいるためさらに軟らかくなっている。

この地点においては、WDL下22.35mの深度まで硬い基盤岩が見当たらない。

##### c) BH4

海底下の軟弱な堆積層は、WDL下9.90m～12.10mまでの2.20mの層厚をなしており、この下部には12.10m～19.90mまで非常に厚く灰色ないし緑色の軟らかい可塑性のある粘土が分布している。この粘土層は、N値がほぼゼロで非常に圧縮性に富み、どんな構造物の基礎とするにも不適當である。19.90m～21.50mには、非常に圧縮性の高い繊維質の軟らかい泥岩がみられる。

風化岩はWDL下21.50mで出現し、22.40m以深ではかなり締まっている。24.27mでは、標準貫入試験のハンマーが跳ね返るほど硬く、この層はどんな構造物の基礎としても適している。

##### d) BH5

この地域においては、1.00mの層厚の軟らかい堆積層の下には、軟らかい非常に圧縮性のある泥岩がWDL下13.00m～17.60mに分布している。柱状図にみられるように、12.00m～17.60mまでの層は非常に軟らかく、もしもこの地域で航路を掘削するならば容易であろう。

WDL下17.60m以深の地層は硬く締まった風化岩で、18.08mで締まった新鮮な基盤岩となる。

e) BH 6, 7, 8およびBH 9

断面図に示したように(図4-4-6参照)、軟らかい堆積層である表層は、この断面に沿っては海底下に0.6m~0.9mの層厚で、ほぼ一様に分布している。

BH 6からBH 9のこの断面に沿っては、表層以下の地層には軟らかい可塑的な粘土や有機質粘土ならびに泥岩は見当らない。そのかわりに、断面図にみられるように、ほとんどが程度は異なっているが風化されている。

BH 6地域においては、風化岩は非常に粘土化されており、WDL下15.30m~17.90mに分布している。この同じ風化岩は、BH 7においては締まった礫質砂になっており、16.25m~20.25mに分布し、非常に高いN値を示している。

BH 8に向かつてこの風化岩は非常に新鮮になってカオリンが少なくなり、15.40m~17.95mの層においては新鮮な丸石や礫を含むようになる。BH 9地域においては、断面図に示したごとく、風化岩は全く見当らない。

この風化岩層は、BH 6~BH 8において高いN値を示し、基礎として適したかなり締まった地層と思われる。

なお、柱状図はAppendix-4に示してある。

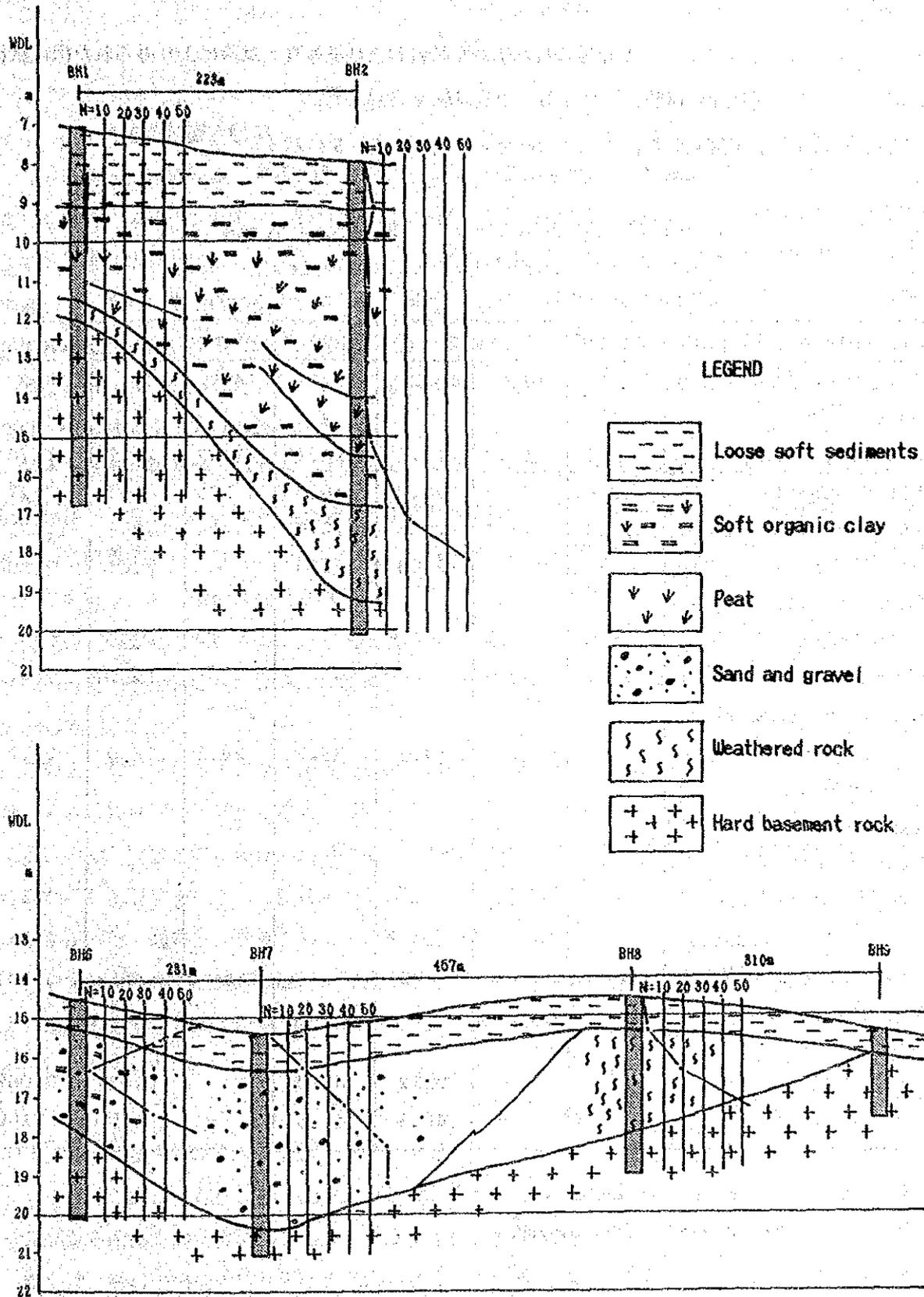


Fig. 4-4-6 Geological Cross Section

(5) 土質試験

シンウオール・サンプラーにより得られた不攪乱試料および標準貫入試験により得られた攪乱試料を用いて、BS（英国土質試験法）により、土質試験を実施した。

土質試験結果は、不攪乱試料についての総括表を表4-4-3に示す。

Table 4-4-3 Results of Laboratory Tests  
for Undisturbed Samples

Bore Hole No.	BH 1	BH 2		BH 3	BH 4		BH 5
Depth(m)	10.1	12.2	16.2	13.9	14.1	18.1	14.0
Item of Laboratory Tests	}	}	}	}	}	}	}
	10.6	12.8	16.75	14.15	14.7	18.9	14.6
Water Content(%)	62.9	79.8	28.8	46.9	105	104	121
Unit Weight(kg/m <sup>3</sup> )	1,450	1,448	1,856	1,675	1,474	1,396	1,373
Specific Gravity	-	-	2.68	2.68	-	2.64	2.50
Atterberg Limits							
Liquid Limit	45.0	40.8	-	-	-	43.6	-
Plastic Limit	22.2	29.9	-	-	-	18.0	-
Unconfined Compression							
Test (Cu) (kN/m <sup>2</sup> )	-	-	54.8	36.7	24.3	26.0	28.2
Triaxial Test							
Cohesion(kPa)	-	24	-	-	-	-	-
Angle of Friction (deg.)	-	4	-	-	-	-	-
Consolidation Test	(See appendix I-4-20)			-	(See appendix I-4-20)		
Grain Size Distribution							
φ50 (mm)	-	-	0.12	0.18	-	0.037	0.069
<0.075mm(%)	-	-	46.3	41.6	-	100	100

[Note] N: Newton = Joule/m

Pa: Pascal = Newton/m<sup>2</sup>