社会開発協力部報告書

№ 4

インドネシア国
カリマンタン－スラウェシ海底ケーブル建設計画調査
報告書
(フェーズ II)

昭和63年10月

国際協力事業団

108
047
SS

JICA LIBRARY
1071527[4]
18219

インドネシア国
カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル建設計画調査
報　告　書

(フェーズ II)

昭和63年10月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団
18219

序　　文

日本国政府は，インドネシア共和国政府の要請に基づき，わが国の技術協力の一環として，同国のカリマンタン－スラウェシ海底ケーブル建設計画調査を行うことを決定し，国際協力事業団がこの調査を実施した。

国際協力事業団は，昭和６２年度に実施されたフェーズ－Ⅰ調査（電気通信調査）に引き続き，フェーズ－Ⅱ調査（海洋調査）として，昭和６３年４月１０日より４月２７日まで，また，昭和６３年６月２１日より８月３１日まで三洋水路測量株式会社　木下不二夫氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は，現地において同国政府関係者と協議を行い，カリマンタン－スラウェシ海底ケーブル建設計画策定に必要な海洋調査を行った。現地調査終了後，国内作業を進め，今般すべての作業が終了し，ここにフェーズ－Ⅱ調査の報告書が完成する運びとなった。

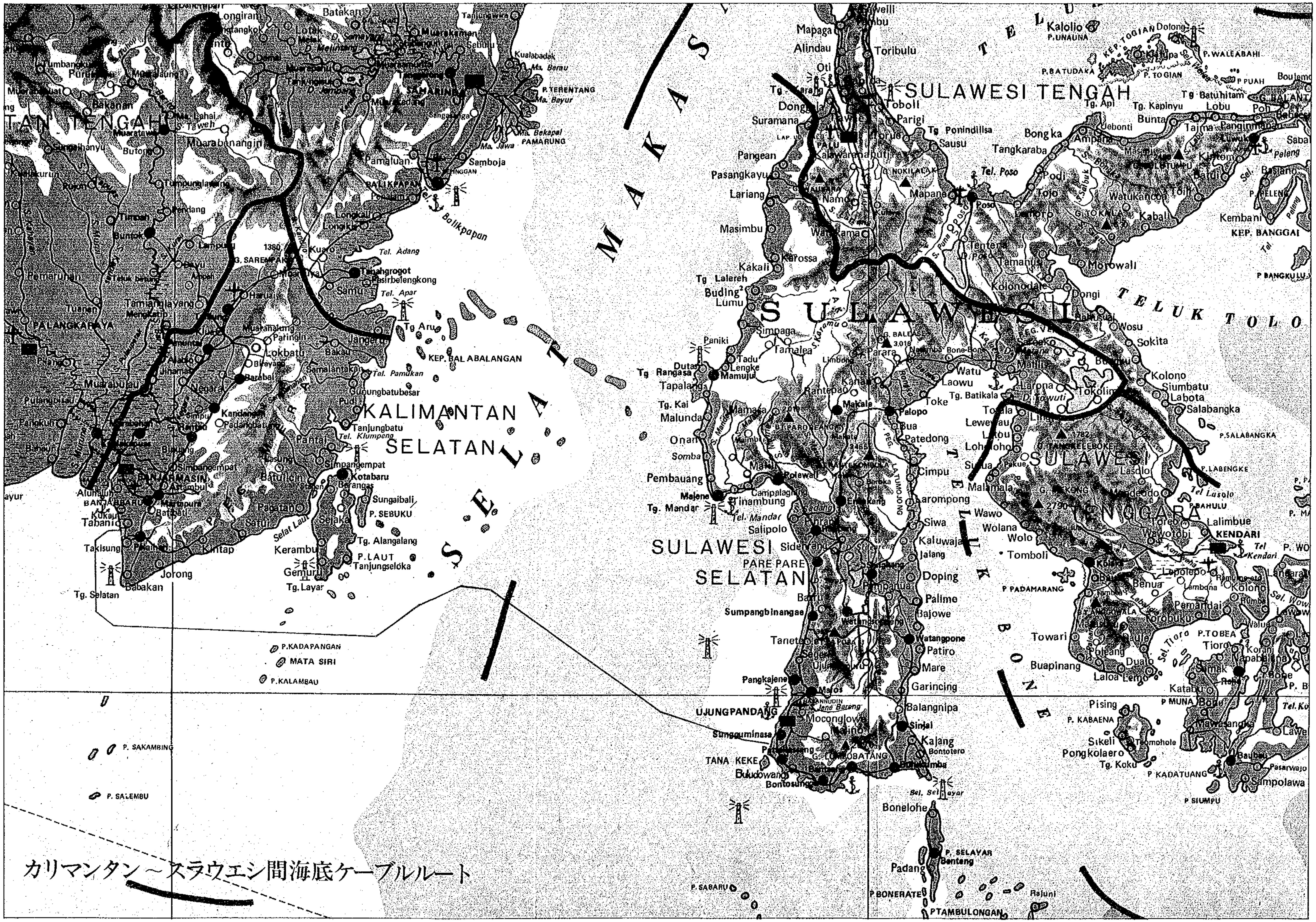
本報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与するとともに，日・イ両国間の友好関係の促進に資することを心から願うものである。

終りに，本調査に御協力ならびに御支援いただいた関係各位に対し心から感謝の意を表すものである。

昭和63年10月

国際協力事業団

総裁　柳谷謙介



カリマンタン～スラウエシ間海底ケーブルルート

インドネシア国カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル
建設計画調査（フェーズ－Ⅱ）

報　告　書

目　次

1　要　約 …… 1

第1章　机上検討 …… 9

1.1　概　説 …… 9

1.2　海底ケーブルルート付近の地形，地質 …… 10

1.3　気象，流況，水温 …… 13

1.4　漁業活動 …… 17

1.5　船舶活動 …… 18

1.6　海洋石油採掘 …… 20

1.7　機雷危険水域 …… 20

1.8　地震活動 …… 23

1.9　鮫によるケーブル被害 …… 23

第2章　沿岸および陸揚地点の調査 …… 27

2.1　概　説 …… 27

2.2　タキスン …… 29

2.2.1　調査方法 …… 29

2.2.2　タキスン陸揚地調査 …… 29

2.2.3　海底地形および地質 …… 30

2.2.4　流況および水温 …… 32

2.3　ポント マラヌゥ …… 46

2.3.1　調査方法 …… 46

2.3.2　ボント マラヌゥ陸揚地 …… 46
2.3.3　海底地形および地質 …… 47
2.3.4　流況および水温 …… 49
2.3.5　磁気探査 …… 59
2.3.6　大地比抵抗調査 …… 59

第3章　海洋部調査 …… 63
3.1　概　説 …… 63
3.2　調査方法 …… 65
3.3　海底地形 …… 66
3.3.1　ジャワ陸棚 …… 77
3.3.2　南マカッサル海盆 …… 80
3.3.3　スラウェシ陸棚 …… 84
3.4　海底地質 …… 86
3.5　流況および水温 …… 105
3.5.1　流　況 …… 105
3.5.2　水　温 …… 109
3.6　船位測定 …… 116
3.7　埋設調査 …… 118

第4章　陸揚点およびケーブルルート …… 121
4.1　ケーブル陸揚点 …… 121
4.2　ケーブルルートその概況 …… 122

付録－1　航海日誌要約 …… 129

付録－2　調査船の概要 …… 139

付録－3　調査機器および調査方法 …… 141

付録－4　底質分析結果 …… 159

付録－5　定点観測位置図 …… 163

付録－6　底質採取記録表 …… 165

付録－7　海洋部航跡図 …… 175

付録－8　沿岸部航跡図 …… 177
（タキスン，ボント マラヌゥ）

付録－9　人工衛星通過頻度図 …… 181
（GPS，NNSS）

付録－10　測地系変換補正値 …… 185
（WGS－72→インドネシア測地系）

付録－11　各種調査の記録および海底写真 …… 187

表　目　次

表１－１	タキスン沿岸部の天候	13
表１－２	ボント マラヌゥ沿岸部の天候	16
表１－３	調査期間中に確認された航行船舶	19
表２－１	調査項目と目的	28
表２－２	概略調査内容	29
表２－３	選定ケーブルルートの地形勾配	31
表２－４	採泥および鉄筋棒貫入試験結果	32
表２－５	調査内容の概要	46
表２－６	選定ケーブルルートの海底地形の勾配	48
表２－７	鉄筋棒貫入テスト結果	48
表２－８	大地比抵抗調査	60
表３－１	調査項目と目的	64
表３－２	調査機器および方法	65
表３－３	起伏の特徴（１３～２００㎞区間）	78
表３－４	起伏の特徴（２００～３９７㎞区間）	80
表３－５	起伏の特徴（６２９～６５８㎞区間）	85
表３－６	マカッサル海盆における堆積状況	91
表３－７(1/3)	海洋部底質採取データ	101
表３－７(2/3)	〃	102
表３－７(3/3)	〃	103
表３－８	ベーン試験によるセン断強度	104
表４－１	選定ケーブルルートのルート長，A／C点位置	127

図　目　次

図S－1	カリマンタン－スラウェシ間海底ケーブルルート	7
図1－1	海底地形，海底堆積物	11
図1－2	地　質　図	12
図1－3	ジャワ海における表層の流況	15
図1－4	石油鉱区図	21
図1－5	未掃海海域図	22
図1－6	マカッサル海峡に生息している鮫	25
図2－1	タキスン陸揚地の地形および断面	35
図2－2	タキスン（L.P）におけるケーブルルートの関係方位	37
図2－3	タキスン沿岸部の水深および等深線	39
図2－4	タキスン沿岸部における海底地形および地層断面	41
図2－5	タキスン沿岸部における露出岩分布	43
図2－6	水温鉛直変化	45
図2－7	ボント マラヌゥ陸揚地の地形および断面	51
図2－8	ボント マラヌゥ（L.P）におけるケーブルルートの関係方位	52
図2－9	ボント マラヌゥ沿岸部の水深および等深線	53
図2－10	ボント マラヌゥ沿岸部における海底地形と地層断面	55
図2－11	流速・流向頻度分布	56
図2－12	時系列流速曲線	57
図2－13	時系列水温変動	57
図2－14	水温鉛直変化	58
図2－15	ボント マラヌゥにおける大地比抵抗測定結果	61
図3－1	選定ケーブルルートの海底地形断面図	67
図3－2	A／C 6付近の地形断面図	69
図3－3	A／C 6付近の水深図	71
図3－4	A／C 8付近の地形断面図	74

図３－５　A／C ８付近の水深図 …… 75
図３－６　選定ケーブルルートの海底断面，傾斜および凹地図 …… 82
図３－７　選定ケーブルルートの海底断面および傾斜図 …… 83
図３－８(1/2)　ジャワ陸棚海底地形および地質図 …… 87
図３－８(2/2)　〃 …… 89
図３－９　マカッサル海盆の海底地形および地質図 …… 93
図３－10　スラウェシ陸棚海底地形および地質図 …… 97
図３－11　底質採取地点図 …… 99
図３－12　流向・流速頻度分布 …… 108
図３－13　水温鉛直変化 …… 111
図３－14　水温鉛直変化 …… 114
図３－15　水温鉛直変化 …… 115
図３－16　埋設調査結果 …… 119
図４－１　カリマンタン－スラウェシ間ケーブルルート断面図 …… 125

要　約

1. 要　約

インドネシア国政府より日本国政府に要請された，インドネシア国カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル建設計画調査に関するフェーズーＩ調査は，海外協力事業団（ＪＩＣＡ）により昭和６２年８月から１１月の間におこなわれた。

このフェーズーＩ調査では，本海底ケーブル建設計画に関する次の諸点の検討がおこなわれた。

＊　トラフィックの予測および必要な回線数の算出

＊　経済性の分析

＊　海底ケーブル計画ルートの設定

＊　海底ケーブルシステムおよびこれに接続される陸上線路の基本設計

＊　建設スケジュール

上記諸点を詳細に調査検討ののち，ＪＩＣＡはカリマンタン～スラウェシ海底ケーブルシステムの全体建設計画を樹立し，フェーズーＩ調査の最終報告書を６３年６月インドネシア国政府に提出した。

カリマンタン（タキスン）とスラウェシ（ボント マラヌゥ）を結ぶ計画ケーブルルートは，フェーズーＩ調査で，既存の海図，海底地質・地形の文献等および両陸揚地の踏査により設定された。

カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル建設計画調査のフェーズーII調査は，前記計画ルートおよび両陸揚地が海底ケーブルの敷設・陸揚に適しているかどうかを，海洋調査および両陸揚地の精測により確認することを目的としたものである。この調査はＪＩＣＡの調査団により６３年４月より８月の間にインドネシア国政府（POSTEL，PERUMTEL）の協力のもとに２段階にわけて実施された。すなわち第１段階は，POSTEL，PERUMTELに対するフェーズーII調査（海洋調査）の実施計画書の提出および説明・協議と，両陸揚地の踏査およびケーブル陸揚点の決定で，これは６２年４月１０日から２７日の間にWITEL－IXおよびXの協力のもとに実施された。　また第２段階は海洋調査であって，これは６月２８日より７月２２日の間にPOSTELおよびPERUMTELの協力のもとに，インドネシア国海軍の支援を得て実施された。

海洋調査の実施許可を海軍から取得したのち，日本船籍の調査船若潮丸は，６３年６月１４日門司を出港し，６月２７日バンジャルマシンに入港した。フェーズーⅡ調査（海洋調査）は，バンジャルマシンで１６名の調査団メンバー，３名のＰＥＲＵＭＴＥＬ立会者，３名の海軍監督官が乗船したのち開始された。海洋調査はタキスン陸揚地の沿岸部調査（陸上部調査を含む），海洋部往路調査，ボント マラヌゥの沿岸部調査（陸上部調査を含む）および復路調査（計画ルートの南側２ｎｍ）の順序でおこなわれた。海洋調査の日程は表Ｓ－１のとおりである。

この海洋調査で次の諸点が明らかとなった。

(1) タキスン陸揚地沿岸部調査で，海岸から約1,５００ｍの計画ルートの海底に岩礁の露出が見られる。

(2) 計画ルート上のＡ／Ｃ ５とＡ／Ｃ ６の間に珊瑚礁が多数海底に露出している。

(3) マカッサル海峡の両側の大陸棚から，海峡底部にいたる斜面は傾斜角度が１０～１３度と急であり，また大陸棚の縁端部は珊瑚礁の露出による海底面の起伏がはげしい。

(4) バラン陸揚地の調査時に，WITEL Ｘおよびタカラ地区の立会者によって，ケーブル陸揚地はバランではなく1.6 km 南のボント マラヌッに存在することが判明した。

上記(2)および(3)については，復路調査の際，より良好なルートを見つけるための補測調査がおこなわれた。その結果，計画ケーブルルートは４個所の新しいＡ／Ｃ点を加えることにより図Ｓ－１に示すとおり一部変更された。またこの変更によりルート長は４ km 増加する結果となった。海洋調査作業およびその結果の詳細については以下の章で述べる。また，上記(4)に記述のとおり，スラウェシ側の陸揚地は本報告ではバランよりボントマラヌッに変更した。

カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル建設計画調査のフェーズーⅡ調査（海洋調査）に参加した関係者は次のとおりである。

(A) インドネシア国政府関係機関と関係者

* POSTEL

Mr. Sri Slamet	BC.T.T.	Deputy Director General
Ir. Rollin		Deputy Director General (former)
Ir. Kesmarihati Sugondo		Planning and Programming
Mr. Suhardi	BC.T.T.	Telecommunication Planning
Mr. Soedarpo	BC.T.T.	Telecommunication Directorate
Mr. Bambang Setiawan		Telecommunication Directorate

* PERUMTEL

Mr. Saleh Gunawan		SUBDITBINPROPEMTEL
Mr. Syonan Sembiring		BINPROTRATEL
Mr. Usman Azyoni		BINPROTRATEL
Mr. Sugeng Winarto		BINPROTRATEL
Mr. Maman		BINPROTRATEL
Mr. Kisworo	BC.T.T.	WITEL IX
Mr. Sugiono		WITEL IX
Ir. Effendi Sutanto		WITEL X
Mr. Soeharto	BC.T.T.	WITEL X
Mr. Tatang Wigena	BC.T.T.	WITEL X
Mr. Joko Ukmono		WITEL X

* NAVY

Mr. Djoko Soetopo Mayor Laut	PUSSURTA ABRI
Mr. Suyadi Mayor Laut	DISHYDROS
Mr. Nugroho Mudjianto Letda Laut	DISHYDROS

(B) 調 査 団

木下不二夫	総括，ルート解析	三洋水路測量株式会社
西山康郎	海底地形分析	〃
久保重明	海底地質分析	〃
徳永信義	船位解析	〃
大塚武次	海象，測深計画	〃
橋本邦俊	磁気探査解析	〃
渡辺幸春	測位	〃
古沢八郎	測位	〃
吉原康行	測深	〃
阿部光博	測深	〃
渡辺泰則	音波探査	〃
秋山邦明	音波探査	〃
大谷彰	海底面探査	〃
家里斉	海底面探査	〃
新田昇	磁気探査,陸上部測量	〃
小山守雄	磁気探査,陸上部測量	〃

(C) 作業監理委員会

関紀男	委員長	郵政省
浅見春雄	委員長（前任者）	〃
永井彰	委員	KDD
山本茂夫	委員	〃
今田敏明	委員	郵政省
梅谷欣一	業務調整	JICA
田口徹	業務調整	(JICA Jakarta)

表S－1　海洋調査日程

June 14th 1988	: Survey vessel (Wakashio-Maru) left Japan
21st	: Survey Team 3 persons arrived at Jakarta
22nd-26th	: Courtesy Call (Japan Embassy, JICA office, POSTEL) * Meeting & Discussion (POSTEL, PERUMTEL, NAVY) * Preparation of ocean survey * Survey Team 13 persons arrived at Jakarta
27th	: Survey vessel arrived at Banjarmasin * Study Team 16 persons left Jakarta and Arrived at Banjarmasin
28th	: Survey Team, counterparts and Naval officers embarked on survey vessel and she left Banjarmasin
June 29th-July 1st	: Takisung landing site, inshore and land survey
July 2nd-6th	: Going run survey to Bonto Marannu (Sulawesi)
7th-11th	: Bonto Marannu landing site, inshore and land survey
12th-21st	: Return run survey to Takisung (Kalimantan)
22nd	: Survey vessel arrived at Banjarmasin
23rd	: Study Team 6 persons, counterparts and Naval officers disembarked from survey vessel * Study Team 16 persons left Banjarmasin for Jakarta
24th	: Survey vessel left Banjarmasin
25th	: Study Team 10 persons left Jakarta

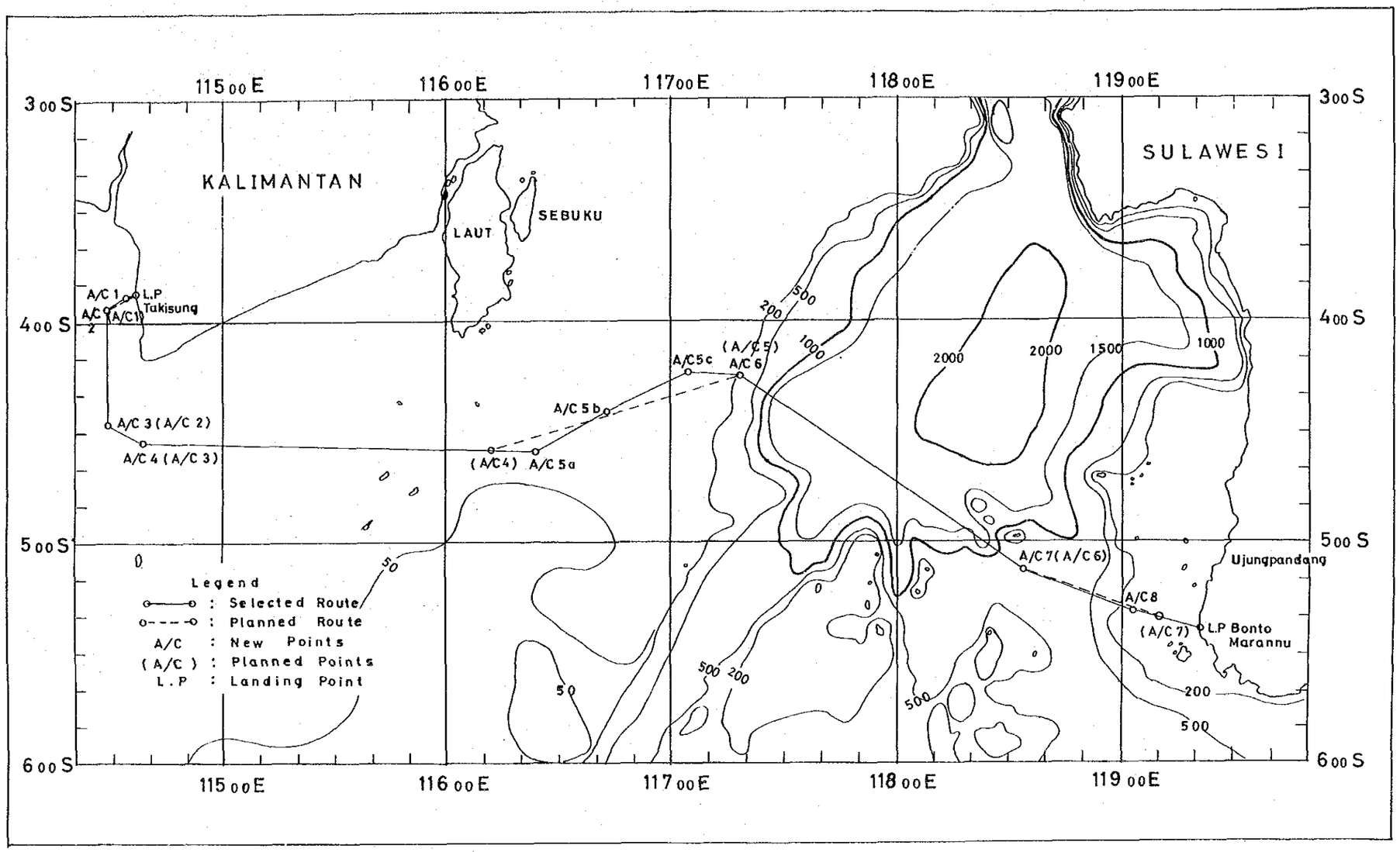


図 S － 1　　カリマンタン－スラウェシ間海底ケーブルルート

第1章　机　上　検　討

第1章　机上検討

1.1　概　説

海洋調査の実施に先立って，調査団は日本においてカリマンタン～スラウェシ海底ケーブルが敷設される海域について綿密な机上検討をおこなった。この検討では，日本およびインドネシアで入手できた多くのデータおよび情報を利用すると共に，今回の海洋調査で得られたデータも机上検討の成果を確認する意味で利用された。本章で使用されているデータ，情報は次の文献等より取得した。

* Ben-Avraham, Zvi, and Emery, K. O. 1973
  Structural frame work of Sunda Shelf.

* Emery, K. O. et al., 1972
  Geological structure and some water characteristics of the Jawa Sea and adjasent continental shelf.

* Katili, J. A. 1975
  Geological emvironment of the Indonesia mineral deposits.

* Hydrographic Department of Ministry of Defence, U. K. 1983
  Indonesia Pilot V. 2

* Petroconsultants, S. A. August 1985
  Petroleum Activity Indonesia.

* Hokuryukan Co. Ltd., November 1987
  Illustrated fishes of the world in colour.

* Nautical charts relating to cable route survey area.

1.2 海底ケーブルルート付近の地形，地質

本海底ケーブル建設計画ルートは，カリマンタンセラタンのバンジャルマシンより，ジャワ海北東部，マカッサル海峡を経て，スラウェシセラタンのボントマラヌッに至る。

現在，カリマンタンとスラウェシは，マカッサル海峡を挟んで2つの島に分かれているが，地質学的に見ると古第三紀頃までスラウェシはカリマンタンの一部であった。

古第三紀の終り頃，スラウェシが南東方向に移動し，地溝帯としてマカッサル海峡が出来たと言われている。

ケーブル計画ルートは，海底地形から見ると，ジャワ海北東部，マカッサル海峡，そしてスラウェシセラタン沿岸部に分かれる。

ジャワ海北東部は平坦なジャワ海の中では，比較的小さな島が数多く見られる海域であり，特にマカッサル海峡に至る付近においては大小の珊瑚礁が分布している。

この海域の海底は，白亜期や古第三紀の基盤岩上に，新第三紀や第四紀の地層が覆い，その厚さは 2,000～4,000mに達しているところもある。最上位の地層は更新世の堆積層であり，氷河期の海面変動による侵蝕と堆積をくり返した複雑な構造を持っている。

ジャワ海北東部の主な底質は図1－1，図1－2によれば，主として泥と砂泥であるが，タンジュン セラタン沖では砂が広く分布している。また，タキスン沿岸部やマカッサル海峡付近においては，露岩しているところもある。

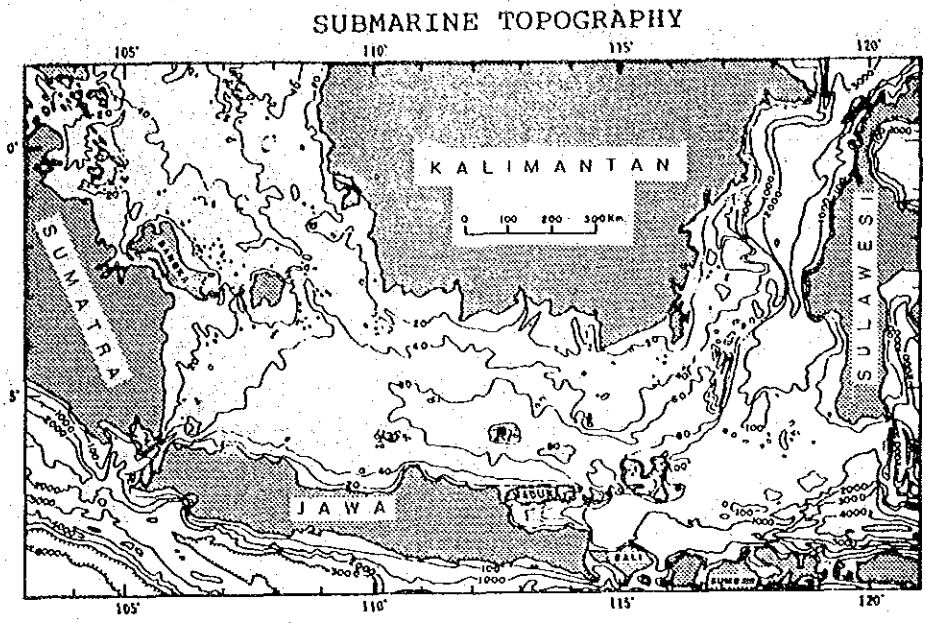
マカッサル海峡は，ケーブルの横断付近において，巾約230kmで，最深部約 1,900mで，その両側の斜面は急しゅんで露岩しているところも数多く見られる。

堆積物は，比較的浅いところでは珊瑚砂であるが，深くなるに従って泥分多く，海峡底は粘土で覆われている。

スラウェシセラタンの西岸の陸棚は，ケーブルルート予定地付近を除いてはきわめて狭い。

ケーブルルート予定地付近においては陸棚の巾は約40kmであり，ほとんどが水深100m以下である。

この陸棚上は数多くの珊瑚礁が見られ，海底は珊瑚砂により覆われている。



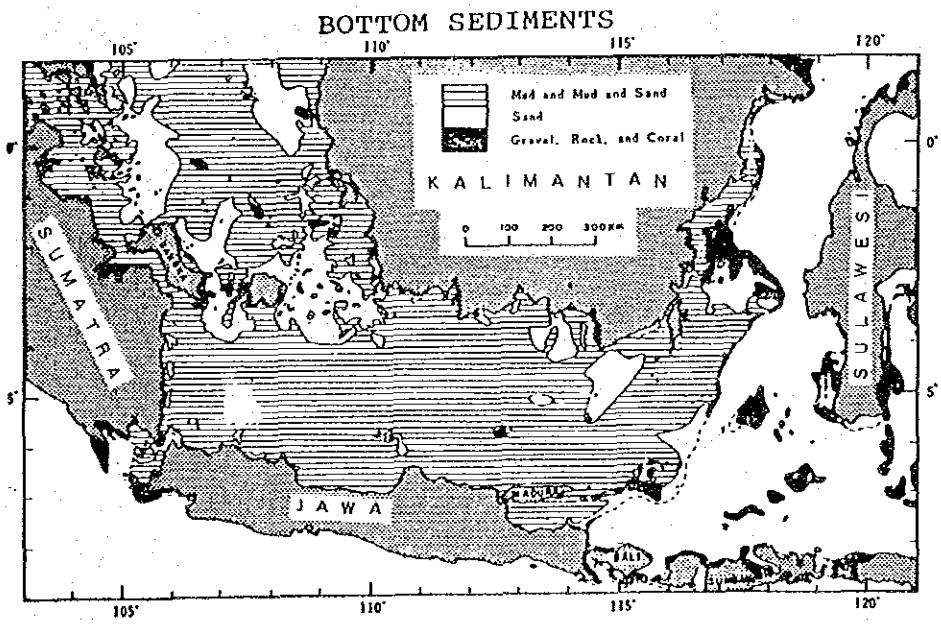
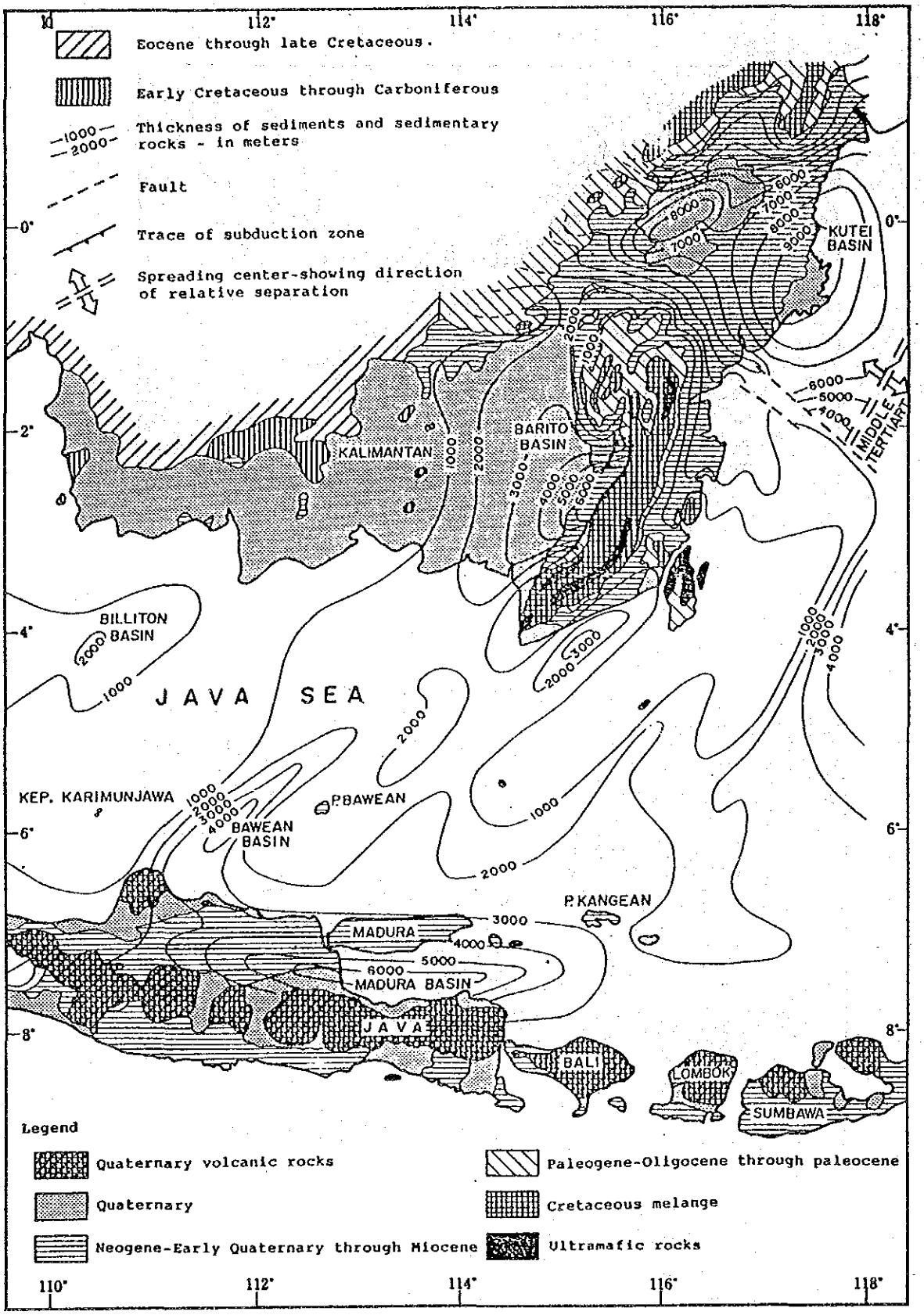


図１－１　海底地形，海底堆積物



Simplified "Tectonic Map of Indonesian Region (W. Hamilton,1978)"

図１－２　地　質　図

1.3 気象，流況，水温

ケーブルルート付近は典形的な季節風気象を示している。すなわち，雨期は北西季節風の吹く１１月から４月であり，乾期は南東季節風の吹く５月から９月までである。

南東季節風期には風は東および南東風が主で，風力は２から４である。しかし海岸の近くでは風は地形等の影響を受けて不規則な変化をする。スコールまたは雷をともなう“あらし”の時は，風力は６～７に達し，また風向も突然変ることがある。然しこの地域では台風またはサイクロンの発生記録はない。気候は熱帯に属し，暑く湿度が高く四季の変化はほとんどなく，雨期の降雨は乾期の３倍以上である。霧の発生はまれであるがはげしい降雨により視界が悪化することが多い。月平均の海水温度は一年間をつうじ25℃から２９℃の範囲で大きな変化はない。

ジャワ海における海流は季節風の影響を受けて変化する（図１－３）。すなわち海流は季節風期における風向の違いによって流向が1年に2回変化する。ジャワ海における海流は太平洋から流れ込んでいるが，北西季節風期では海流は太平洋から南支那海経由，南東季節風期では太平洋からフローレス海経由となる。最大流速は季節風のかわり目に見られるが，３ノットを越ることは少く，通常２ノットまでである。流速は北西季節風期が南東季節風期より少し早く，その値はそれぞれ前者が 1.0～1.5ノット，後者は 0.8ノットである。波やうねりは一般的に小さいが，連続的に吹く季節風の影響で大きくなることがある。

潮汐は海域全体でいちじるしい日潮不等を呈する。この傾向は特にカリマンタンの沿岸で見られる。潮差は満潮時にタキスン陸揚地海岸で約 2.5 m である。

本海洋調査を実施した７月は，南東季節風期の最盛期であったので，調査団ではタキスン沿岸部，海洋部およびポント マラヌゥ沿岸部の気象について詳細な調査をおこなった。この調査は風向，風力および天候について４時間毎に記録した調査船若潮丸の航海日誌をベースとしたものである。

タキスン沿岸部における風向，風力，天候は表１－１に示すとおりである。

表１－１　タキスン沿岸部の天候　（June 27th - July 1st）

Wind Direction	S	SE	ESE	ENE	NNW	Total
Number of record	1	13	1	1	1	17
Percentage	6	76	6	6	6	100

Wind Force	2	3	4	5	6	Total
Number of record	5	10	0	1	1	17
Percentage	29.4	58.6	0	6	6	100

Weather Condition	bc	c	r/d	Total	Remarks
Number of record	4	9	4	17	bc : fine but cloudy c : cloudy
Percentage	23.5	53	23.5	100	r : rain d : drizzle

上表から次の事項を指摘することができる。

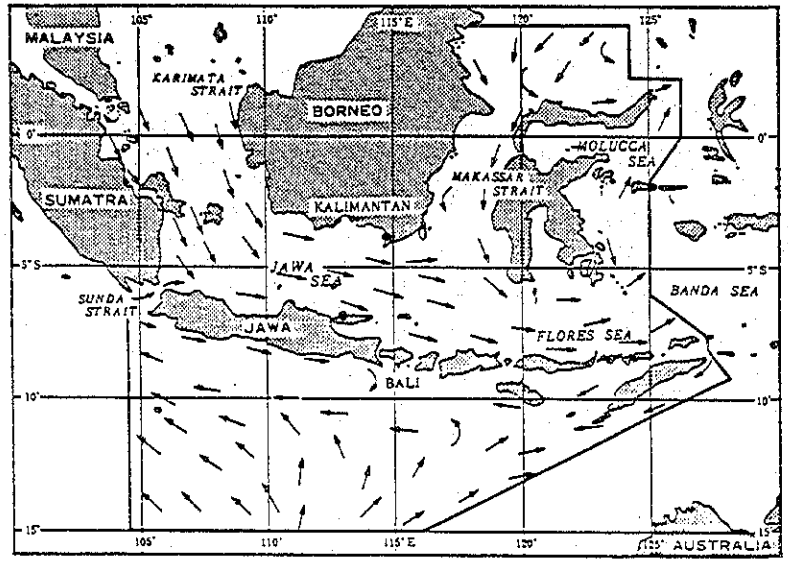
(a) 風向は大部分は南東で，これは典形的な南東季節風期であることを示している。

(b) 風力は大部分が２～３であるが，１０％の確率で５～６に上昇する。この時海況はあらしの状況に変化する。

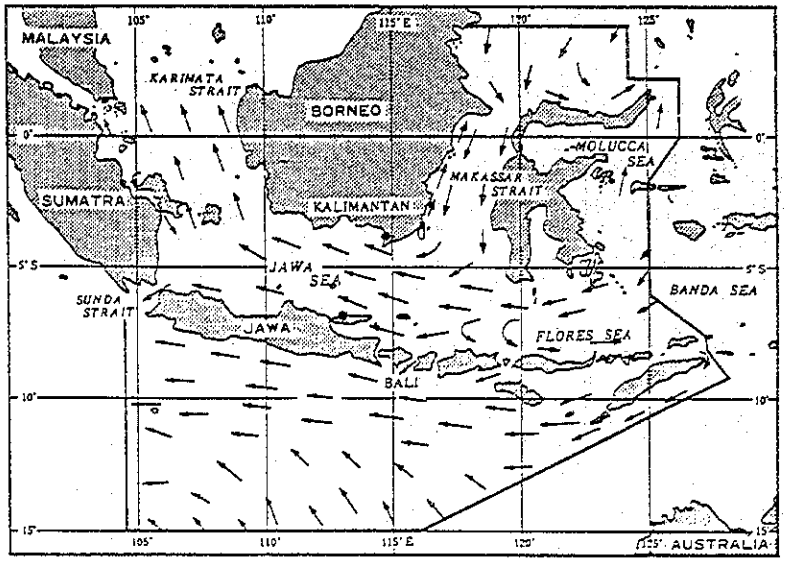
(c) 天候は曇あるいは雨が７３％を記録している。これは湿気を含んだ南東季節風がカリマンタンの高い山に当たって雲を発生することによるものであると考えられる。

なお，タキスン沿岸部での風力と海況を目視観測で述べると，風力が強くなるときは，風向の急変ということはなく，むしろ気圧が２～３mb 下ることが特徴である。この風が強くなるのは正午前後から夕方までつづき，波高は 1.5 ～２m程度となる。このような状態となると小形船による沿岸部調査は困難となった。

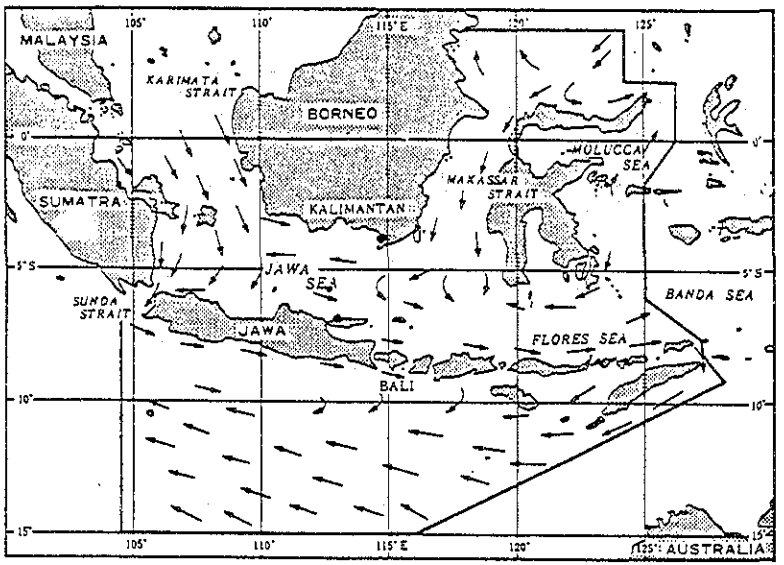
ボント マラヌッ沿岸部における風向，風力および天候の状況を表１－２に示す。



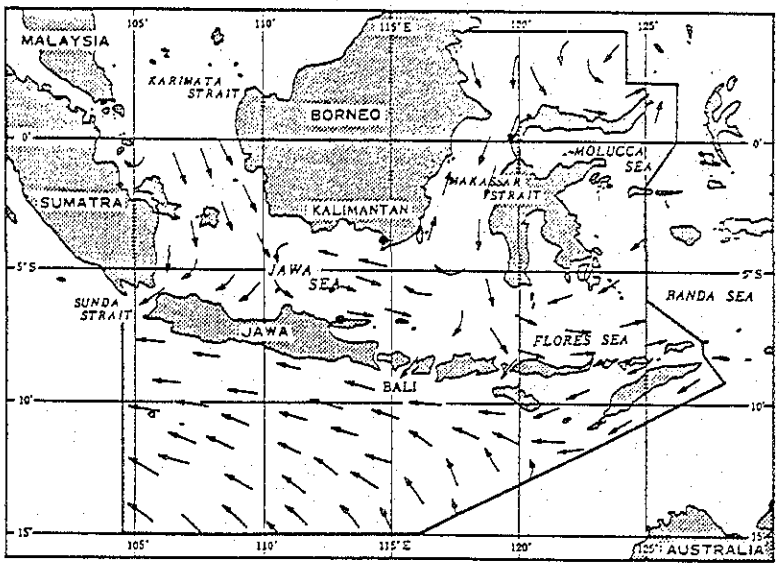
NW Monsoon (February)



SE Monsoon (August)



Monsoon in Transition(April)



Monsoon in Transition(October)

図１－３　ジャワ海における表層の流況（英版 パイロットブックより）

表１－２　ポント マラヌゥ沿岸部の天候　（7 th－11 th July）

Wind Direction	SSE	GE	S	W	N	E	Calm	Total
Number of record	10	5	3	1	1	1	3	24
Percentage	41.6	20.8	12.5	4.2	4.2	4.2	12.5	100%

Wind Force	0	1	2	3	4	5	6	Total
Number of record	3	—	5	5	7	2	2	24
Percentage	12.5	—	20.8	20.8	29.3	8.3	8.3	100%

Weather Condition	b	bc	c	Total	Remarks
Number of record	1	17	6	24	bc：fine bc：time but cloudy
Percentage	4.2	70.8	25.0	100	c：cloudy

ポント マラヌゥでも南東季節風期の影響で東～南東～南々東の風が全記録の６２.４％を占めており，天候は７５％が晴で２５％が曇りであった。またこの地点の風と海況の関係を目視観測すると，午前１０時頃から南東ないし南々東の風が強くなり，午後２時頃には風力４～５の強風となる。これにともない波高も２～2.5ｍと高くなる。この強風は夜間になると弱まり翌朝９時頃までは風力３程度の海面となる。

タキスン沖からポント マラヌゥ間の海洋部の風向，風力および天候は往路調査（7/2～5日）と復路調査（７/１２～７/１９）の際観測された。その結果は次表のとおりである。

Wind Direction	ESE	SE	SSE	S	SSW	W	NW	NNW	NW	E	Total
Number of record	7	40	14	5	1	1	1	1	1	1	72
Percentage	9.7	55.6	19.4	6.9	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	100

Wind Force	2	3	4	5	6	Total
Number of Record	4	28	20	19	1	74
Percentage	5.6	38.9	27.7	26.4	1.4	100

Weather Condition	b	bc	c	*O	r	Total
Number of Record	1	56	6	5	4	74
Percentage	1.4	77.9	8.3	6.9	5.5	100

上表でみると風向は西南西～南東～南々東で他の方向はまれであった。また，風力は２～３が４５％で，４～６の強風が５５％であった。この強風時には海況が悪化し波高は２～３ｍとなった。天候は大部分が晴で，曇りおよび全天曇りは１５％のみであった。また降雨はまれであるがスコールは数回記録された。

1.4 漁業活動

ケーブル障害に最も危険な底曳き，トロール漁業はインドネシアの法令で禁止されている。

今回のルート調査中では両陸揚地点付近の沿岸部や海洋部においても大小多数の漁船に出会った。

タキスン沿岸部では主として１～２トンの手動又は機帆船による刺網漁船が操業していた。その数は予定ルート上の調査船を中心に半径２浬以内に１０隻程度は出漁してお

り，網の方向は沿岸に直角方向に繰り出していた。しかし，ここでは定置網や固定式の漁具は見当らなかった。

ボント マラヌゥ沿岸部は，やはり１～２トンの機帆船タイプの漁船が操業していたが，漁法は一本釣であった。その数はタキスンよりは多く，３０隻程度が陸揚点から２～３浬の海上にて操業をしていた。しかし，ここでも定置網や固定式の漁具は見かけなかった。

海洋部では，操業船のタイプも大型となり，２０～３０トン程度の船が操業していた。漁法は一本釣で，船側でたくさんの糸を海中に垂らしているのが望見出来た。

この漁船で注意したいのは，操業中ないし船の停船時に投錨していることである。この投錨による危険はケーブル工事やケーブル敷設後の障害になることが充分予想される。

これらの漁船の所属港はジャカルタ船籍もみられることから，ケーブル敷設の広報活動を広範囲の漁港に行う必要が考えられる。

1.5 船舶活動

タキスン（カリマンタン側）とボント マラヌゥ（スラウェシ側）の両陸揚点は，いずれもインドネシア国の主要港であるバンジャルマシン港とウジュンパンダン港を北側に控えている。

しかし，陸揚点から港域までは相当の距離があり，出入港船の投錨域や接航，沖出し航路の変針点付近でもなく船舶輸送による障害の可能性は少ないものと考えられる。

今回の両陸揚点を結ぶカリマンタンとスラウェシルートは，マカッサル海峡を横断する。したがって，マカッサル海峡はその北側はスラウェシ海からミンダナオ島南部を経て太平洋，そして，その南側はジャワ海へ連る。更にジャワ海は東方でフローレス海，西方でマラッカ海峡へ通じており，大型，小型の商船貨物船の航路となっている。

この他，今回の調査海域はインドネシア諸島間のルートとも交錯し，航行する船舶の数は比較的多い。

表１－３には今回の調査中に出会った航行船の数と種類をまとめた。

以上の結果からみると，ケーブル工事施工の際の敷設船への航行障害，あるいはケーブル敷設後の船舶の投錨などによる障害は少いものと期待できる。

表１－３　調査期間中に確認された航行船舶

	Takisung-115°	115°-116°	116°-117°	117°-118°	118°-119°	119° Bonto Marannu
Large Vessel (under going)	3	5	1	9	0	3
Small Vessel (under going)	11	11	10	3	1	3
Fishing Boat (in operation)	16	7	40	14	2	57
Total	30	25	51	26	3	63
Mean Number of Vessel Encountered per day	68	12.8	20.4	8.7	1.7	17.5

Large Vessel: Ocean going vessel (eg. Cargo, Passenger, Tanker, Ore carrier, etc.)
Small Vessel: Coasting boat (Cargo, Tug boat, Barge, Local sailing boat)
Fishing Boat: in operation (Gill net, Line fishing, etc.)

1.6 海洋石油採掘

ジャワ海の沿岸における石油採掘は南部を中心に多くの海域でおこなわれている。カリマンタン～スラウェシ海底ケーブル敷設海域では図１－４に示すとおり石油鉱区が４ケ所設定されているが，現在では採掘活動はおこなわれていない。しかしながらプルタミナはカリマンタンの南東沿岸の鉱区で近い将来試掘を計画している。従って，このような石油会社の動向は，本海底ケーブル計画に影響を与えるので十分に注意する必要がある。

また深海洋底からの鉱物資源採取については，マカッサル海峡底部が将来その対象となることが考えられる。このような深海資源の海底からの浚渫は敷設されているケーブルに危害を与える場合がある。

1.7 機雷危険水域

カリマンタン（タキスン）とスラウェシ（ボント マラヌゥ）を結ぶ計画ルート上のスラウェシ陸棚には図１－５に示すように未掃海機雷危険水域が存在している。従って，ボント マラヌゥ陸揚地にケーブルを陸揚するためのケーブルルートは，機雷危険水域を通過せざるを得ない。この水域内のケーブルルート長は約２０ｋｍである。

この機雷危険水域に投下された機雷は，第２次世界大戦中のものであって，４０年以上海底に眠むっていたことになる。従って，それらの電気的機能は死んでいるものと考えられるが，機械的機能は生きている可能性がある。この観点から本海洋調査では危険水域内の調査に当り，調査船アンカー，海底調査機器のように直接海底に接触したり，また海底下に貫入したりする特定の地点でスポット磁気探査を事前におこなった。このスポット磁気探査には磁気センサーが使用されたが，前記特定地点において磁気の異状は認められなかった。

然し，ボント マラヌゥへのケーブル陸揚および危険水域内でのケーブル敷設に際しては，海底ケーブルあるいは工事用機具が直接機雷に接触した場合，機雷爆発の可能性も考えられるので，工事着手前に危険水域内のケーブルルートに沿って磁気探査をおこなうことが必要である。

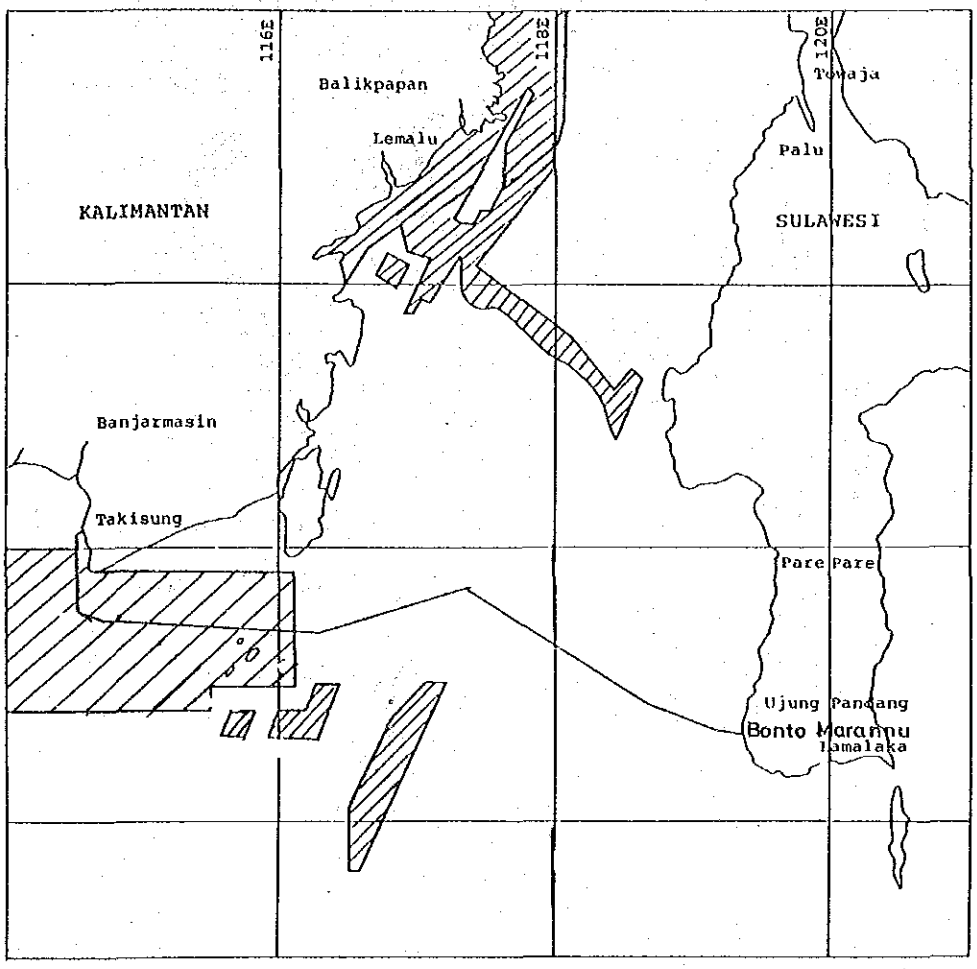

116E
118E
120E
Balikpapan
Lemalu
Towaja
Palu
KALIMANTAN
SULAWESI
Banjarmasin
Takisung
Pare Pare
Ujung Pandang
Bonto Marannu
Lamalaka

図１－４　　石　油　鉱　区　図

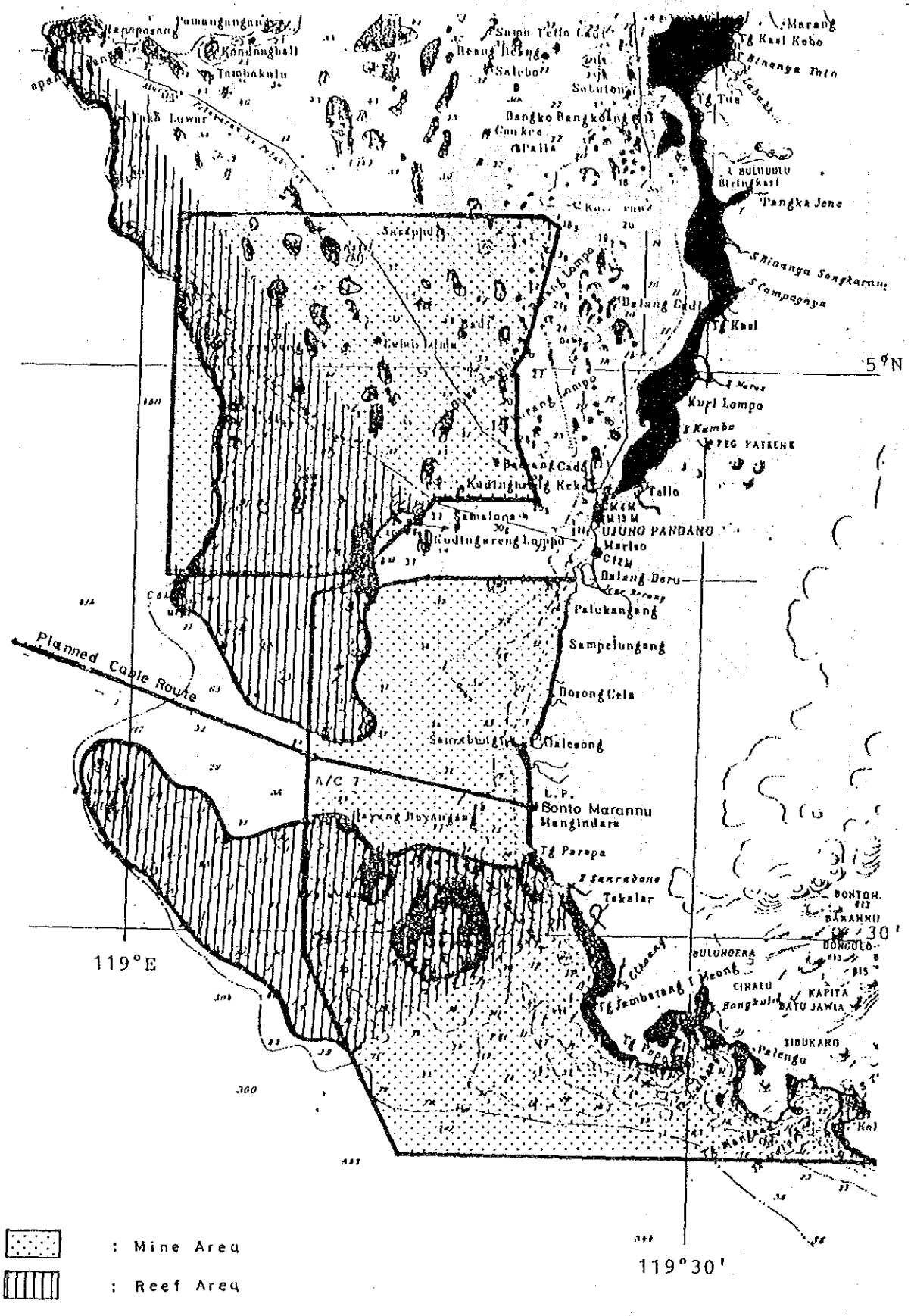

Marang
Tg Kasi Kebo
Tg Tua
Pangka Jene
Kuri Lompo
Tello
UJUNG PANDANG
Marisa
Palukangang
Sampelungang
Dorong Cela
Galesong
Bonto Marannu
Mangindara
Tg Parapa
Takalar
Planned Cable Route
A/C 7
5°N
30'
119°E
119°30'
: Mine Area
: Reef Area
Depth in meter

図1－5　未掃海海域図

1.8 地震活動

ユーラシア，オーストラリヤおよび太平洋プレートの動きによる地層の褶曲作用に起因し，ジャワ海溝周辺地域では多くの火山活動および地震が見られる。世界地震活動地域における地震危険地帯図によれば，北部スラウェシ島がその１つにあげられている。

マカッサル海峡付近の地震観測所において１９８５年観測された地震発生回数はステイション ジェオー フィシイカ ゴオワによって公表されている。この統計によれば，1985年ウジュンパンダンにおいて感知された地震の回数は９３３回となっている。

スラウェシのケーブル陸揚地ボントマラヌゥはウジュンパンダンの南，30kmに位置しているから地震の余波があるものと考えられる。従って陸揚局建物の構造，端局装置等の設置については地震の余波による影響を考慮する必要がある。

１９６８年８月１４日，バル沖合でマグニチュード7.７５の大地震が発生した際３ｍの津波が同地の海岸地帯を襲った記録がある。もしかりに大規模地震がマカッサル海峡の深海底で発生した場合，ボント マラヌゥ陸揚地は津波に襲われることが考えられる。従って，浅海部ケーブルおよび陸上部ケーブルに対し安全措置を講ずることが必要である。

なお，カリマンタン側には大地震およびそれによる被害の記録は現在までに皆無である。

1.9 鮫によるケーブル被害

１９８５年AT & Tがケナリー諸島（スペイン）にＳＬ方式による海洋試験ケーブルシステムを敷設した際に深海用光海底ケーブルを鮫が喰い障害となった。この時以来，この鮫によるケーブル被害から深海用ケーブル（無外装）を保護する対策がとられるとともに，鮫の生息状況の調査が光ファイバー海底ケーブルシステムのルート調査の１つの重要な課題となった。

カリマンタン～スラウェシ海底ケーブルルートはマカッサル海峡を横断しているが，この海峡には数種類の鮫が生息している。それらは，あいざめ（A），えどあぶらざめ（B），はちわれざめ（C）およびあおざめ（D）である。

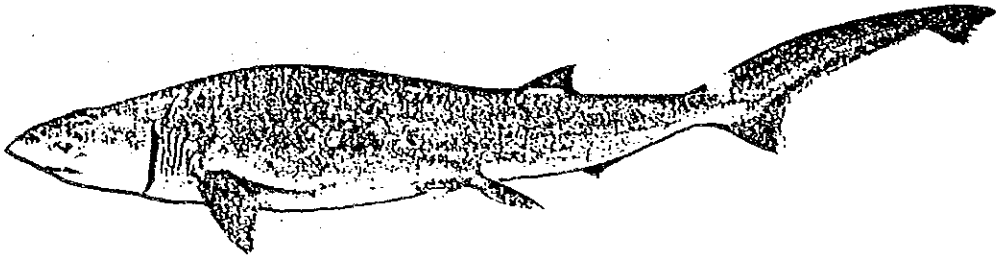
（A）および（B）の鮫は水深３００～４００ｍの水域に生息しており，その体中には油を多く持っている。これらの鮫の油はウジュンパンダの特産品で日本に輸出されて

いる。（C）の鮫は（A），（B）よりもより深い５００ｍの水域に生息している。また（D）の鮫は浅海域に生息していて，時には人を襲う危険な鮫である。

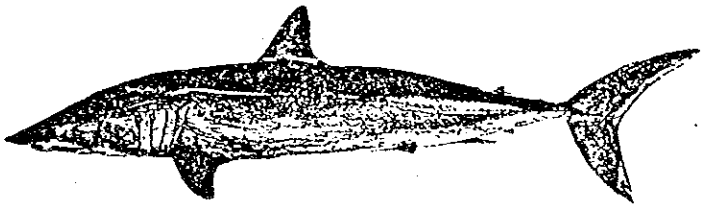
上述のとおりマカッサル海峡には数多くの鮫が生息しているので，この部分に使用される深海ケーブルには鮫による被害を防ぐために必要な対策をほどこす必要がある。

Heptranchias perlo (B)

Alopias superciliosus (C)



Centrophorus atromaginatus (A)



Isurus oxyinchus Rafinesque (D)

図１－６　　マカッサル海峡に生息している鮫

第2章　沿岸および陸揚地点の調査

第２章　沿岸および陸揚地点の調査

2.1　概　　説

沿岸部調査を実施するに先立ち，フェーズーII調査団は１９８８年4月２０日～２４日にかけて両ケーブル陸揚候補地点についてインドネシア関係機関と共に踏査を実施した。ケーブルの両陸揚候補地は，すでにフェーズーI調査団とインドネシア側関係機関と協議の上，決められており，この踏査により候補地点をしぼり決定することにあった。

タキスンの陸揚地点は基本的にはスラバヤ～バンジャルマシン海底ケーブルの陸揚地点と同じ地点とすることになっていた。現地踏査の際，ベルムテル IXより局舎建設用地の関係から，１９８６年２月のＪＩＣＡの実施したスラバヤ～バンジャルマシン海底ケーブルの陸揚地点より大よそ南へ１９０ｍ離れた地点を陸揚げ地点としたいとの希望が述べられた。今回，６月２９日～７月１日までの調査を開始するに当って，この新しいケーブル陸揚候補地点で調査を実施することをインドネシア側関係機関と再確認の上，沿岸部調査を実施した。

タキスン沿岸部調査開始直後に，約1,５００ｍ沖合の海底に露出岩が計画ケーブルルート上に存在していることが判明した。このため，沿岸部ケーブルルートは，この露出岩を避けるために約2°北方へ変更した。

バランの陸揚候補地点については，局舎建設予定地がしぼられていた為，踏査の際，その前面の海岸にインドネシア側関係機関と協議の上決定した。この決定に従って，７月８日～１０日までの現地での沿岸部調査を実施した。

本章では，ケーブル布設および布設後のケーブルシステム保全に支障のないルートを選定し，またケーブル布設に必要な諸資料を得る為に実施した両陸揚地点周辺とルート沿いの沿岸部の海洋調査の結果について述べる。

調査に使用した船舶は若潮丸（５００屯）と現地で傭船したボート（約１０屯）であり，実施した沿岸部調査の項目とその目的を表２－１に示す。

表 2－1　調査項目と目的

調査項目		調査目的
1	海底地形調査	• ケーブル布設および保全に支障となる地形の有無を確認するため。 • ケーブルルート長及びケーブル長を検討するのに必要な地形断面を得るため。
2	海底面探査	• ケーブル埋設に障害となるものの情報を予め得るため。 • ケーブル布設に必要な情報である微地形（サンドウェーブ，リップルマーク等）及び底質分布を明らかにするため。
3	地層探査	• ケーブル保全に特に支障となる礫や露岩域を明らかにするため。 • 埋設工法を適用の可能性を評価するため。
4	底質調査	• 底質試料の肉眼観察，物理・化学的試験を行いこれらの結果からケーブル保護対策の必要性の有無及び埋設する場合の効率などを検討するため。 • 海底面探査あるいは音波探査で得られた情報を確認するため。
5	海底写真撮影 *	• ケーブルルートの海底状況を観察し，ケーブル布設に対する問題点の有無を確認するため。 • 海底面探査あるいは音波探査の情報をチェックするため。
6	水温調査	• 水温はケーブルを通る信号の減衰量や中継器の発光ダイオードの性能に影響を与える。ケーブルシステムの設計の基礎資料を得るため。
7	流況調査	• ケーブルルート周辺の流れの状況を明らかにし，ケーブル布設工事やケーブル保全の資料とするため。 • 既存データと観測データを対比させ，布設工事の時の流況の予想や推定するため。
8	磁気探査 **	• 機雷の未掃海海域において調査時に接触による不測の事態を回避するため。
9	基準点測量	• ケーブル建設の基準となる陸揚地点の地理学上の位置を求めるため。 • ケーブルルートの方向を確定し，調査測線の方向を求めるため。
10	陸揚地点周辺の地形調査	• ケーブル陸揚局舎及び附帯設備の配置等を検討するのに必要な資料として地形平面図を得るため。
11	大地比抵抗測定 **	• ケーブル陸揚地点周辺の大地比抵抗値の水平的・垂直的分布を明らかにし，給電用接地設備を設計するための基礎資料とするため。

*　タキスンでは海底付近がにごり，ほとんど撮影できなかった。

**　バランの陸揚候補地（ボント マラヌゥ）のみで実施した。

2.2 タキスン

2.2.1 調査方法

タキスン沿岸部においては，表２－２に示すような項目について調査を実施した。なお，調査使用機器および調査方法の詳細については巻末の付録において述べる。

表２－２　概略調査内容

調査項目		使用機器	調査範囲
陸揚地調査	・基準点測量	GPS, Microwave Ranging System	海浜付近
	・地形測量	Seodolite, Level	L.PよりTerminal Stationまで
海底地形調査	・水準測量	Level	Tidal zone
	・音響測深	Echo Sounder	沖合5,000m迄
海底面探査		Side scan sonar	沖合5,000m迄
地層探査	・音波探査	Sub-bottom Profiler	沖合5,000m迄
	・Piercing test	Steel rod	沖合5,000m迄で５地点
底質調査		Diver	沖合5,000m迄で５地点

2.2.2 タキスン陸揚地調査

カリマンタン島側陸揚地は，ウジュンパンダン南方約６３km に位置するタキスンの海岸に計画されている。図２－１に平面図および地形断面図を示す。

陸揚地点北側約３５０mにはスンガイ カリンガイアンの，小川が海に注ぎ，海岸線は南北に直線状に伸びる砂浜である。

陸揚地点（以下L.Pという）は，海岸線（高潮時の海岸線を云う）から１０m陸側に

あり周囲よりやや高い場所に設定してある。

L. Pから東側約170m隔てた所にベラハリに通じる道路が走っている。道路沿いに民家が点在している他，付近は平坦で，稲作地，雑木，ヤシの繁る湿地帯からなっている。

L. Pの北側約40mから海岸線沿いに広がる沼地があり，樹木が密生している。

陸揚局は，L.Pから東北東100mの場所に建設が計画されており，L.Pから局舎建設予定敷地までの地形断面は，高低差の少ない低地となっている。

高潮面からの高さは，－0.2～＋1.0m小範囲であり，L.P 点の高さは低潮面上＋3.9m，高潮面上＋0.7mである。

また，最低々潮時にはL.Pから海側へ約80mまで干出する。

L.P点の位置は，本船の位置をGPSによって測定し，同時刻に本船とL.P間の距離をマイクロ波の電波測位機を使用して精測した。測定後船を移動させ同様な方法を計3点で行い，三辺測量により計算し求めた。

調査船に搭載のGPS（本船の位置）と陸上に設置した電波測位機（L.Pと本船の距離）を使用し，海上の3点から三辺測量により求めた。L.Pの経緯度は次のとおりである。

緯　度（S）：　03° 52′ 42

経　度（E）：　114° 36′ 61

L.Pには，コンクリート製柱を埋設してある。

L.Pにおける選択ルートと沖合の孤立した岩礁頂との角度の関係を図2－2に示す。

2.2.3　海底地形及び地質

L.Pから沿岸部調査海域の最遠点（ルートに沿った水平距離5.0km）までの選定ケーブルルートに沿った海底地形・地質断面を図2－3，2－4に示す。

このルートでの大よその勾配を表2－3に示す。

表２－３　選定ケーブルルートの地形勾配

L.Pからの距離（m）	0	～	20	～	160	420	～	1960	～	3260	～	5100
勾　　配		1/13		1/60		1/260		1/500		1/650		1/950
高さ（m）（＝水深）	＋3.9		＋2.3		0		－1		－4		－6	－7.8

ルート上での海底地形の勾配を見る限り，L.P付近でやや急である以外は，沖合へ向うに従って勾配は緩やかになっている。

音響測深と同時に行ったサイドスキャンソーナの記録によれば，図２－４に示すように，ルートの陸から沖合に向って1,500m，3,100mの左側50mおよび200m，沖合2,100mの右側50mに岩が海底上に露出しているのが見られる。

本選定ケーブルルートの音波探査解析結果を図２－５に示す。この解析結果より，本ルート下において，L.Pより2,000m付近までは層理面の見られない表面凹凸の著しい岩石（変堆積岩と推定される）であり，それより沖では層理面の比較的明瞭な堆積岩が基盤を構成している。前者はL.P近くの海岸や1,500m沖合の海底上に露出する変堆積岩と同じものと考えられる。

これらの基盤上を泥岩，そしてその上海底面まで泥または粘土層が覆っている。泥岩はL.Pより2,000mは欠如することが多いが，2000m沖合においては厚いところで10m以上に達するところもある。泥または粘土層の厚さは，その下位の地層の凹凸により左右され，厚いところで10m位のところもあるが，L.Pより1,100m付近，1,430付近では変堆積岩，2,000m付近，3,100～3,150m，3,400m付近，そして3,600～3,950mでは泥岩が海底面近くに達し，その厚さは1m以下となっている。

表２－４に示すように，ダイバーによる採泥および鉄筋棒貫入試験の結果によれば，海底表面は全面的に薄い浮泥により被われており，その下は泥または粘土層となっている。鉄筋棒の貫入深度は約100cm位であり，4,000m地点のみ70cm位であった。

表２－４　採泥および鉄筋棒貫入試験結果

採泥地点 (L.Pよりの距離)	海底底質	鉄筋棒貫入試験
500m	硬質粘土	1.0m<
1000m	〃	〃
2000m	〃	〃
3000m	泥	〃
4000m	〃	0.7m<
5000m	〃	1.0m<

以上のように，当該海域の海底地質調査の結果，ケーブル布設および保全に大きな支障となるものはなかった。しかし，選定ケーブルルート付近には露岩しているところが見られたり，海底面極く近くまで下位の泥岩や変堆積岩が上って来ているところがある。従って，布設する際には，布設ルートの位置については十分に注意を払う必要がある。またケーブル布設に埋設工法が採用される場合は，下位の岩の状態によっては埋設に多少手間取ることも考えられる。

さらに海岸踏査の結果から，海岸決壊や海岸付近のヤシの根が洗われ，倒れているのが見られることから，海浜部のケーブルは比較的深く埋設し，洗い出され移動しないような対策が必要である。

2.2.4　流況および水温

(1)　流　　況

タキスン沿岸部における流況観測は１９８６年２月のＪＩＣＡによってスラバヤ～バンジャルマシン間ケーブルルート調査の際に実施されていたので行わなかった。

参考までに，スラバヤ～ジャンバルマシン間ケーブルルート調査の報告書より当時の観測結果を要約し，下記に述べる。

これらの結果は，当時のタキスンL.Pの西方約3.5km沖合，水深9.8mの測点Ｂ－１において行われた３日間の流況観測より得られたものである。

これらの結果によれば，表層および底層付近における流れは南と北の方向に卓越していた。その最大および平均流速は下表にまとめた。

流　速（1986年2月）測点B－1

観測点＼流速	最　　大	平　　均
海面下 0.5 m層	45.7 cm/s	25.8 cm/s
海底上　1 m層	39.3 cm/s	16.1 cm/s

(2) 水　　温

タキスン沿岸部での水温測定は6測点において7月1日午前10時29分から12時4分にかけて行われた。

全測点で得られた水温は表層から底層まで26.9～27.5℃までの範囲にあった。

全部の測点はケーブルルート沿いにあり，各測点の間隔はT－500とT－1000の間の0.5㎞を除き，1㎞毎であった。

表層（海面下0.5 m）と底層（海底上1 m）の水温を下表にまとめた。

タキスンにおける水温（表層および下層　1988年7月1日観測）

測点名	T－500	T－1000	T－2000	T－3000	T－4000	T－5000
海面下0.5m	26.9℃	26.9℃	27.1℃	27.4℃	27.4℃	27.5℃
海底上　1m	26.9℃	26.9℃	26.9℃	27.4℃	27.4℃	27.4℃
水　深（m）	1.2	2.2	4.1	5.7	6.8	7.8

水温鉛直変化を図2－6をみると，表層から底層まで水温の鉛直的な変動はほとんどみられなかった。しかしながら，各測点でそれをみると沿岸寄りの測点では，沖合の測点にくらべて水温は0.5～0.6℃低かった。この理由としては，沿岸付近と沖合部では低温の河川水の海への流入や水塊の違いなどの影響があるものとみられる。

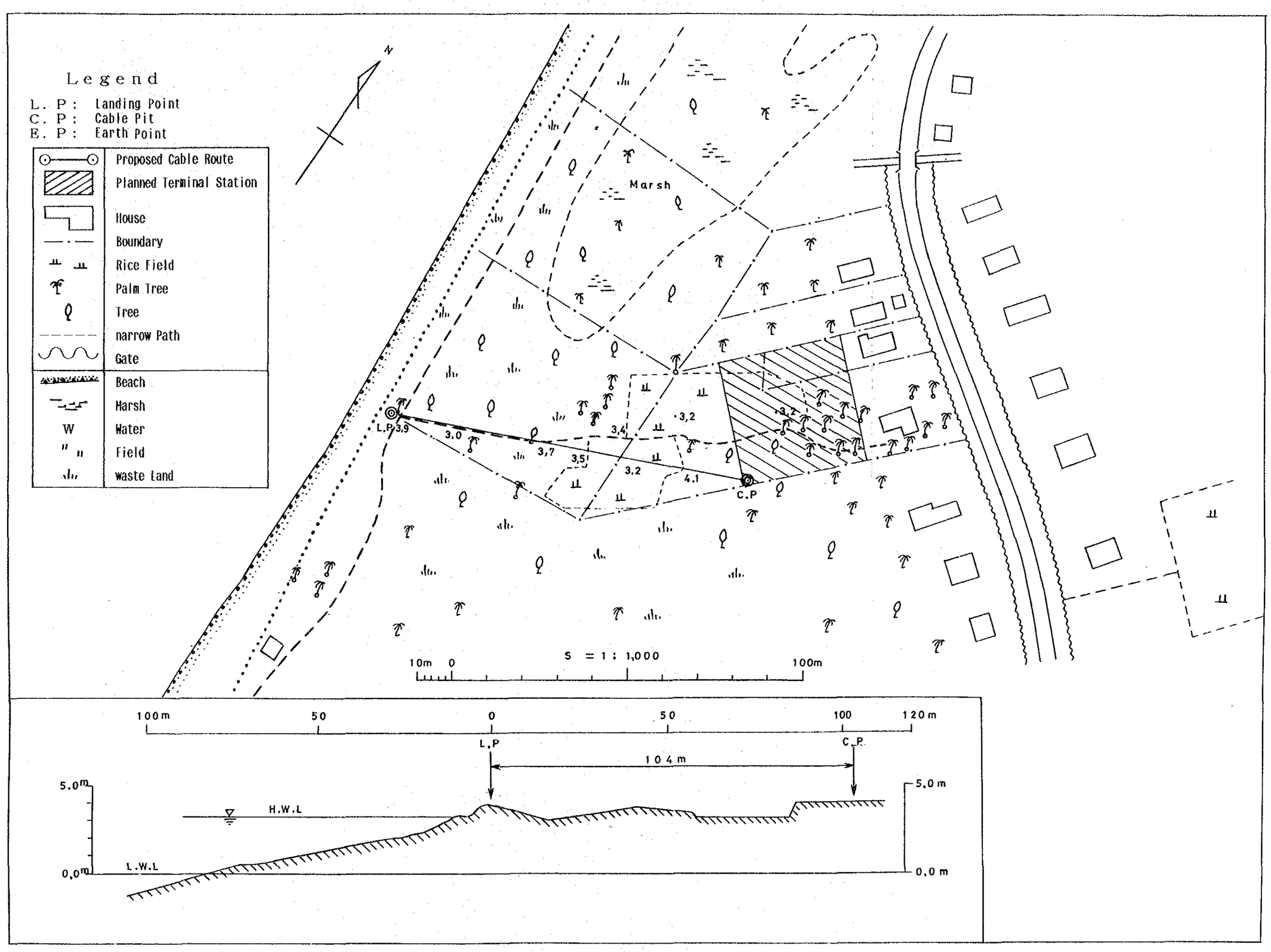


図2－1　タキスン陸揚地の地形および断面

POint	WGS — 72	
	Lotitude	Longitude
L.P	5° 52,42	114° 36,61
C.P	5° 52,40	114° 36,66

L.P : Lanlding point
C.P : Cable pit

1 = 70° 50′ 00″
2 = 225° 13′ 30″
3 = 246° 39′ 20″

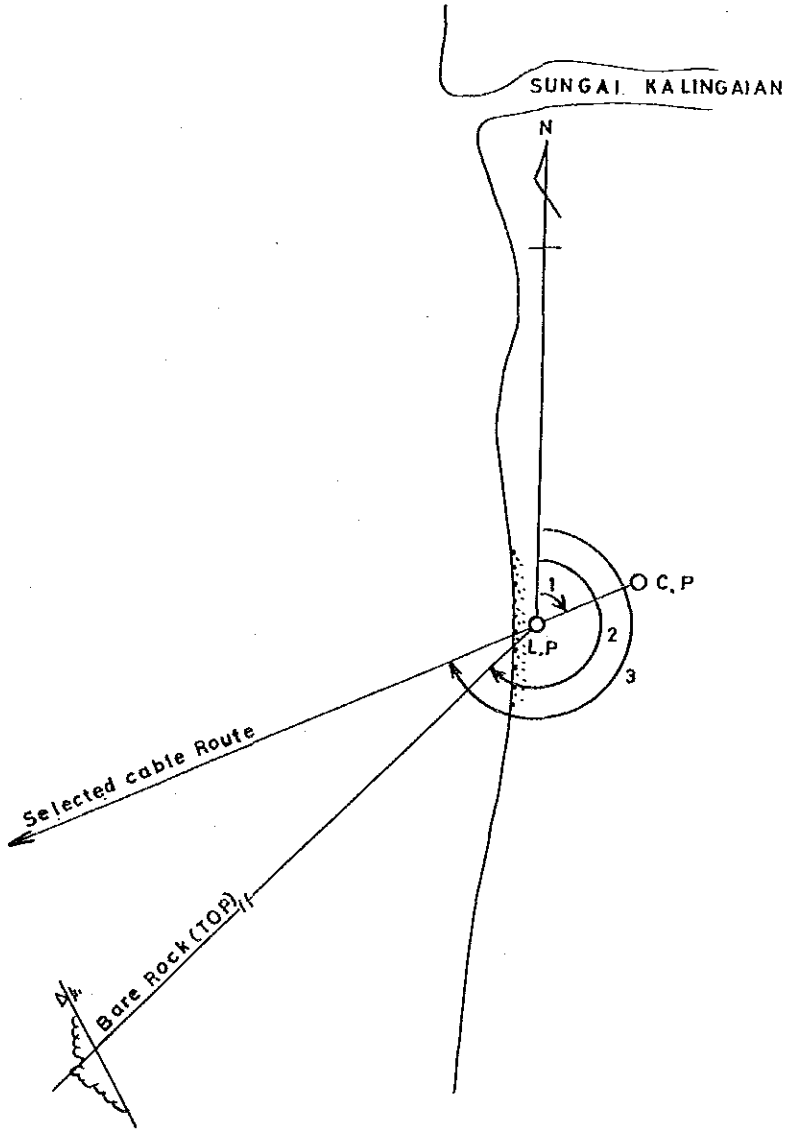


図２－２　タキスン（L.P）におけるケーブルルートの関係方位

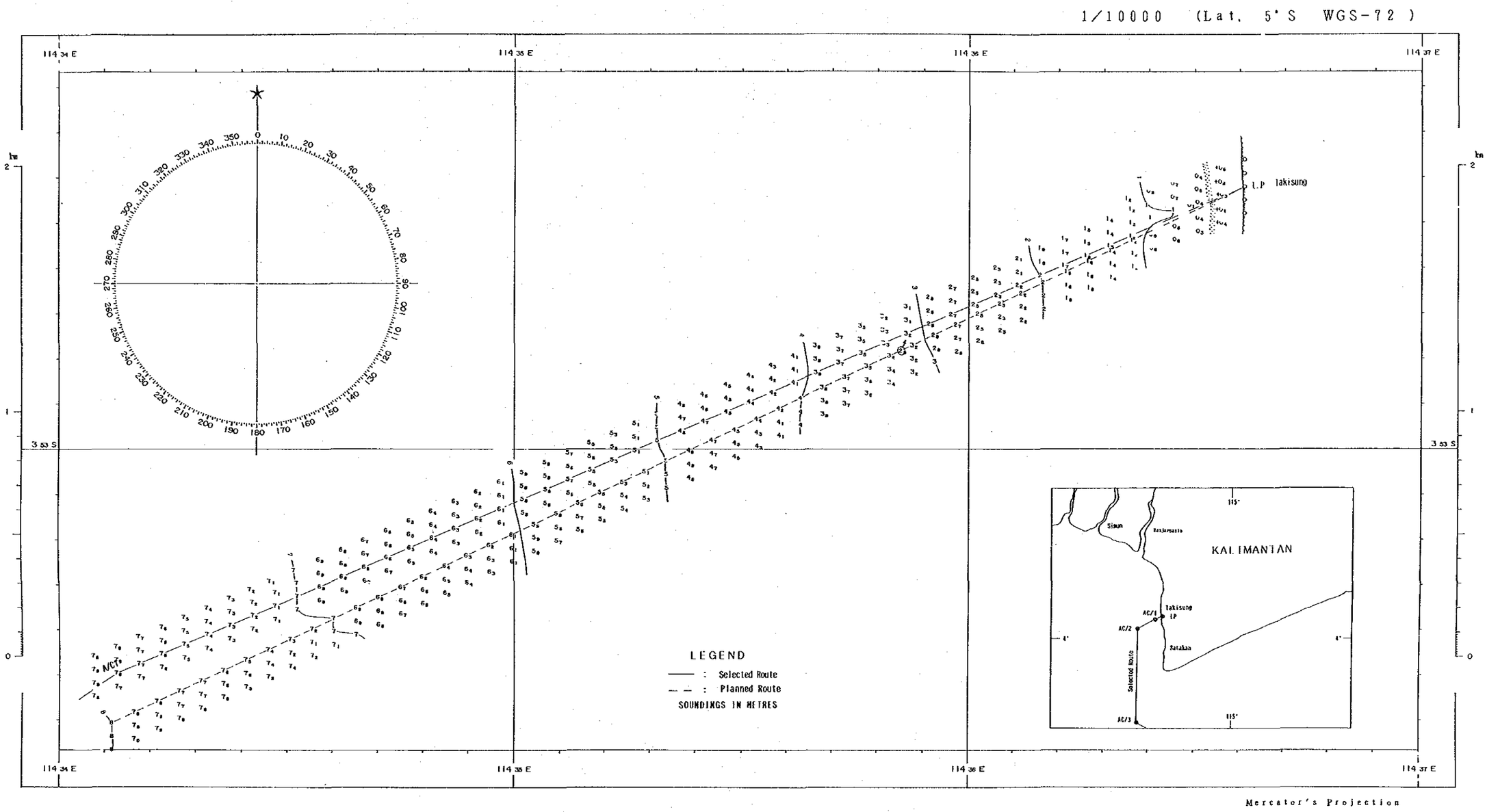


図2－3　タキスン沿岸部の水深および等深線

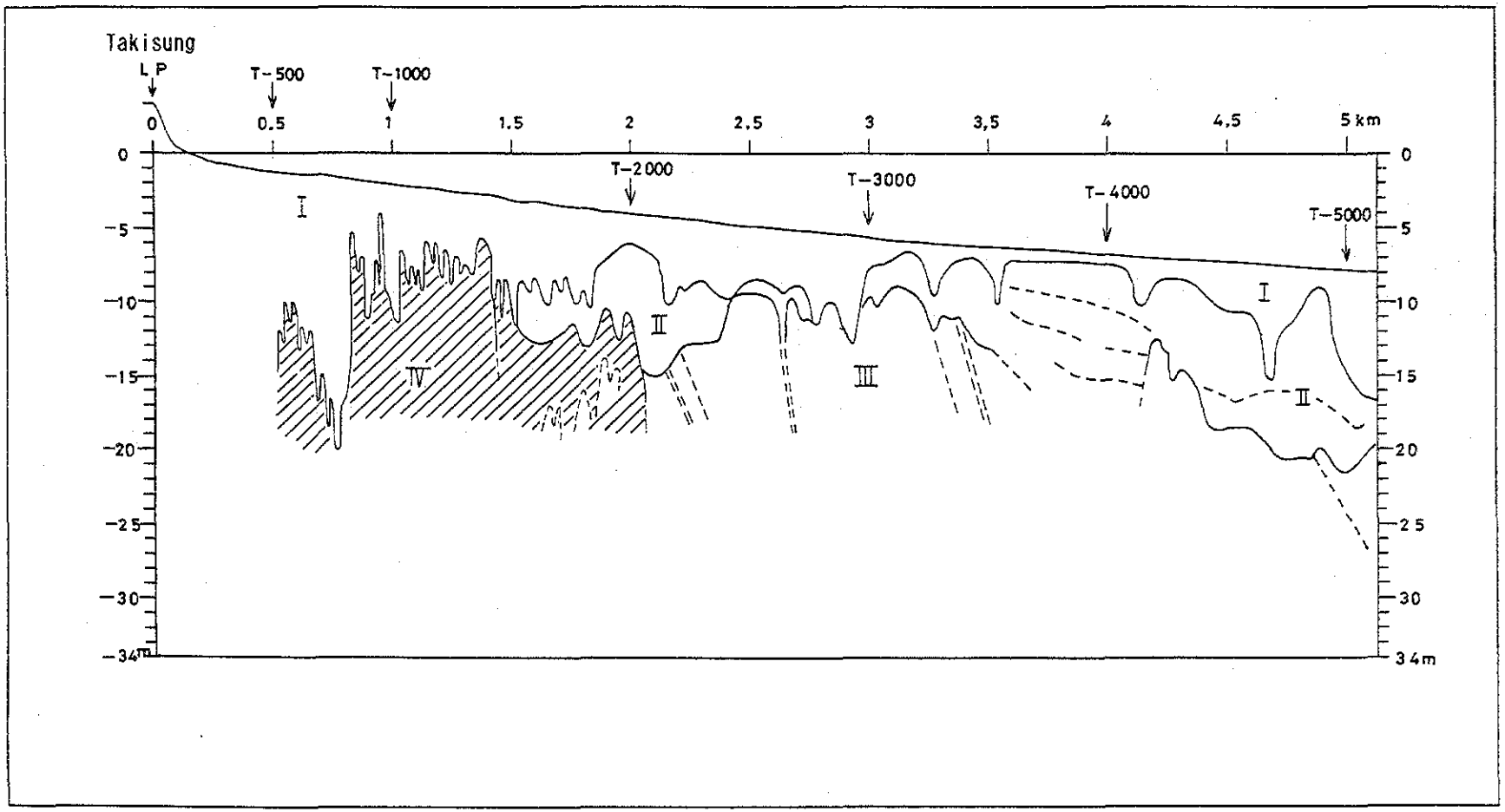


図２－４　タキスン沿岸部における海底地形および地層断面

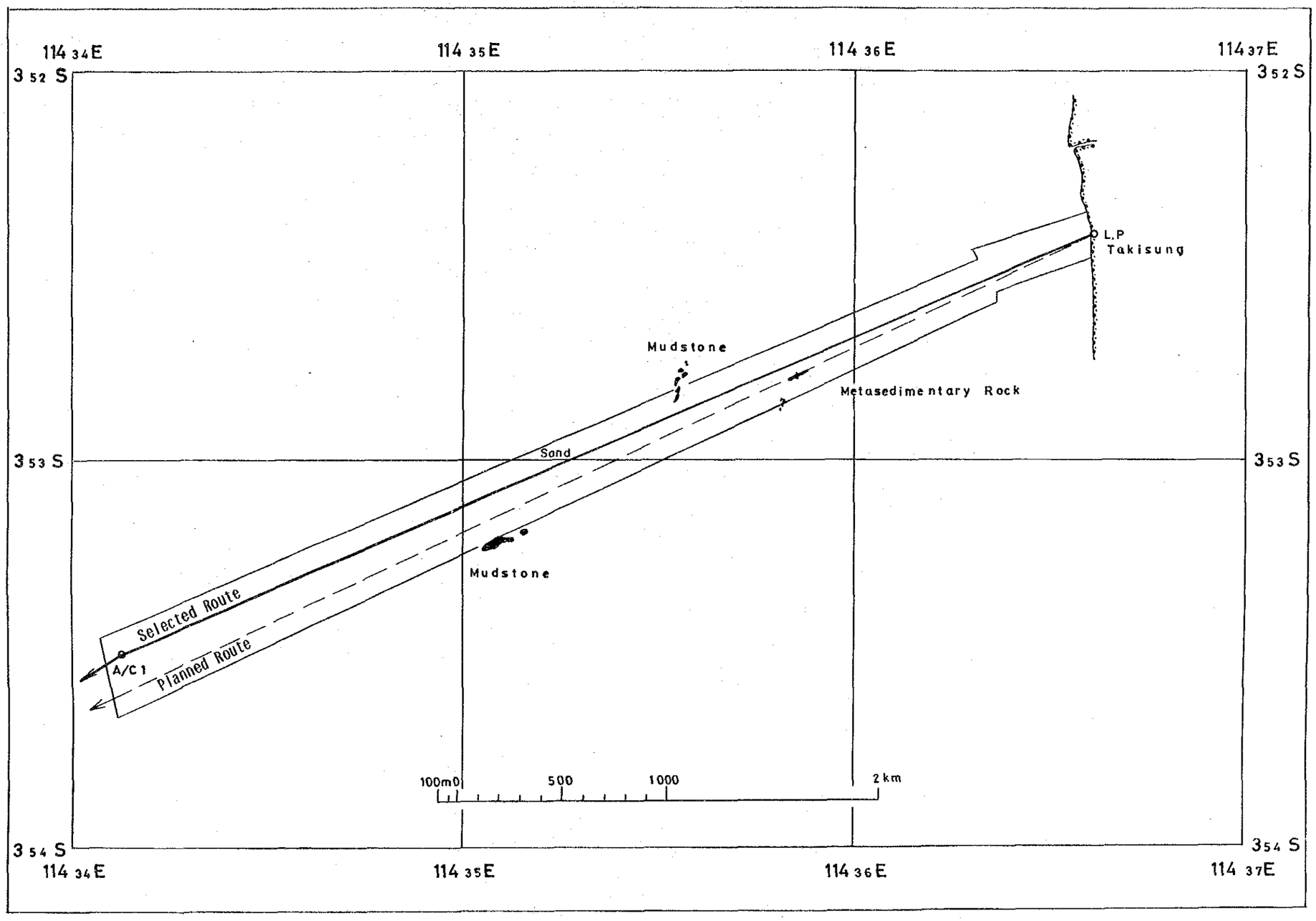


図2－5　タキスン沿岸部における露出岩分布

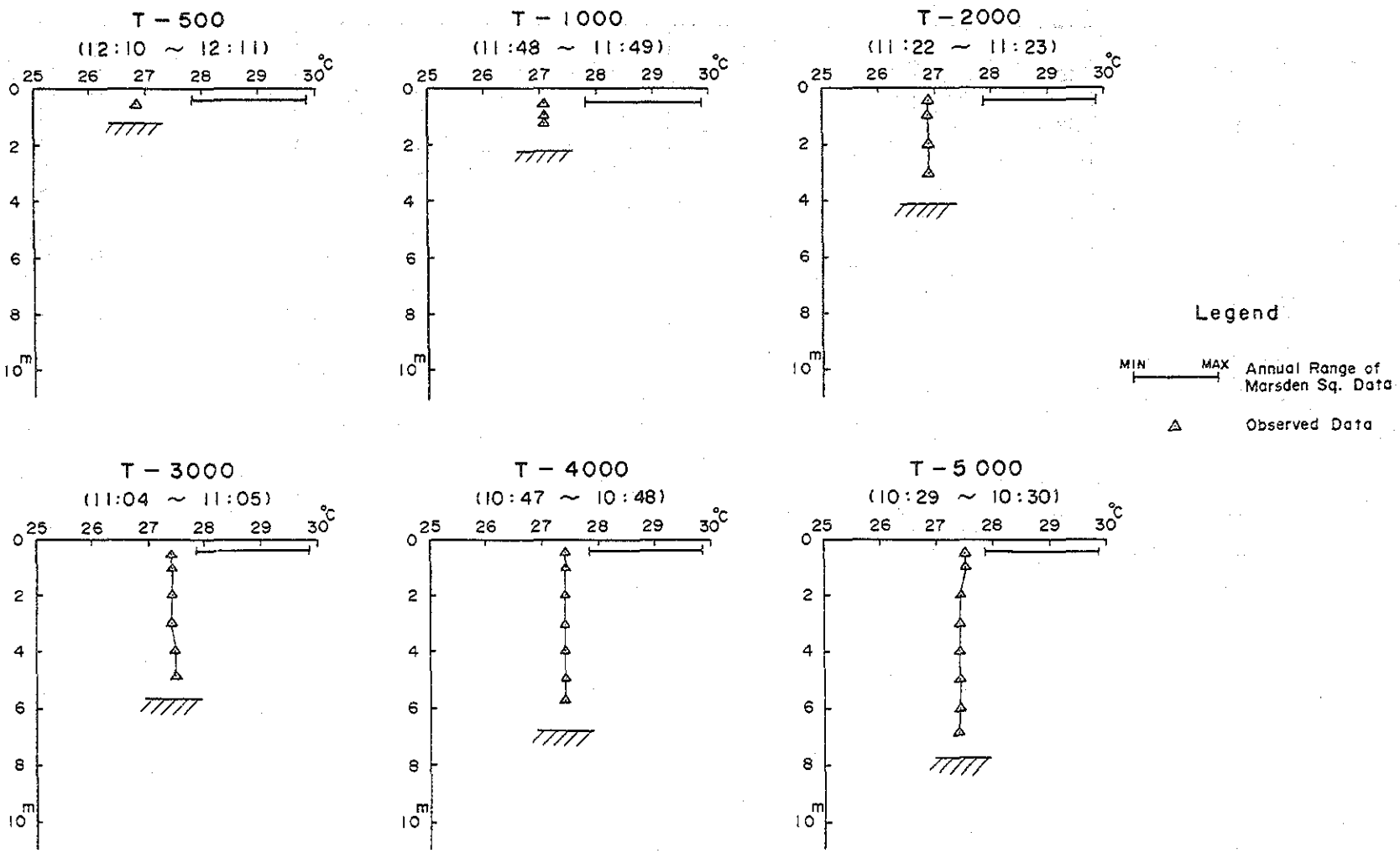


図2－6　水温鉛直変化　Takisung Inshore　(July 1, 1988)

2.3 ポント マラヌゥ

2.3.1 調査方法

タキスン沿岸部においては，表２－５に示すような項目について調査を実施した。なお，調査使用機器および調査方法の詳細については巻末の付録において述べる。

表２－５　調査内容の概要

調査項目		調査機器	調査範囲
陸揚地調査	•基準点測量	GPS, Seodolite	海浜周辺
	•地形測量	Seodolite, Level	L.Pより Terminal siteまで
海底地形調査	•水準測量	Level	Tidal zone
	•音響測深	Echo Sounder	沖合5,000m迄
海底面探査		Side scan sonar	沖合5,000m迄
地層探査	•音波探査	Sub-bottom Profiler	沖合5,000m迄
	•貫入試験	Steel rod	沖合5,000m迄で 5地点
底質調査		Diver	沖合5,000m迄で 5地点
磁気探査		Magnetic Prospector	沖合5,000m迄で 5地点
大地比抵抗調査		Earth Resistance Meter	海浜

2.3.2 ポント マラヌゥ陸揚地

スラウェシ島側陸揚地であるポント マラヌゥはウジュンパンダンから南方約30kmに位置している。ポント マラヌゥを通過する主要道路は未舗装道路であるが自動車の通

行は可能である。

ボント マラヌゥ陸揚地の地形図および地形断面図を図２－７に示す。

陸揚地の沿岸は，広い砂浜海岸であり，ほぼ南北に伸びている。

L.Pは，海岸線から１０ｍ，高潮面から１ｍの高さの付近で最も高い場所に設定されている。L.Pの前面の海岸には顕著な目標となる２本のヤシの木があり，高潮時に波に洗らわれている。

このことから海岸は，波により徐々に浸蝕されつつあると推論される。

L.Pから陸側は，湿地帯と稲作地からなり，平坦な樹木の少ない低地である。陸揚局の建設が計画されている敷地は，L.Pから２３０ｍ離れた稲作地であり主要道路に接している。

L.Pと敷地間の地形断面によると，地盤高はL.Pを除き殆んど高潮時の水面と同じレベルか若しくは，それ以下である。

陸揚地点の位置は，ＧＰＳにより直接観測し，決定した。なお，L.Pにはコンクリート柱を埋設した。

L.Pの経緯度は次のとおりである。

緯　度（S）：　5° 23′ 74

経　度（E）：　119° 21′ 53

L.Pにおける，ケーブルルートとダヤンダンガン島灯台との角度の関係は図２－８に示される。

2.3.3　海底地形および地質

ボント マラヌゥにおいてもタキスンと同様に，沿岸部調査は沖合５ km までについて実施された。調査海域（0.2 km × 5 km）の海底地形を図２－９および選定ケーブルルートの地形地質断面を図２－１０に示す。また選定ケーブルルートについて海底地形の勾配を表２－６に示す。

表２－６から明らかなように，海底地形の勾配は比較的急で，L.Pより比較的短かい距離（L.Pより1.8 km）で水深１６ｍに達する。1.8 km 以遠 3.5 kmの間は，2.9 km と 3.3 km付近のなだらかな傾斜をもつ高まり（比高0.8 m）を除いては平坦な地形を

なしている。この高まりは，後で述べる海底下の基盤の起伏に影響され出来たものと考えられる。3.5 km より沖はなだらかな傾斜（1/500）で徐々に深くなり，沖合5 kmの地点では水深19 mに達する。

またこの調査海域（0.2 km × 5 km）の海底面探査の結果では，1,600～1,800 mにある地形の急斜面以外に特に記録に表われるものはなかった。

表2－6　選定ケーブルルートの海底地形の勾配

L.Pからの距離（km）	0 ～ 0.25	0.25 ～ 0.7	0.7 ～ 1.2	1.2 ～ 1.6	1.6 ～ 1.8	1.8 ～ 2.5	2.5 ～ 3.5	3.5 ～ 5
勾　配	1/40	1/110	1/500	1/150	1/40	平坦	二つの高まり	1/500
高さ（m）	+28	−32	−73	−83	−11	−16	−16	−16
								−19

海底下の状況は図2－10に示すように，基盤は層理面の比較的明瞭な堆積岩からなる。この堆積岩は音波探査の記録パターンから砂泥互層と推定され，この地層内には地殻運動による多くの断層や褶曲が認められる。この基盤は，L.Pより1,750m付近までは泥層そしてさらにその上を現在の海底面を構成する砂層が覆っている。しかし，1,750mより沖合においては泥層はほとんど欠如し，直接砂層が基盤層と接している。この海底面をなす砂層は厚さ1.5～3mであり，沖合1750mより沖では基盤の起伏により，その厚さは変化する。

またダイバーによる鉄筋棒の貫入テストによれば，表2－7に示すように，いずれの地点においても砂層を1m以上貫入していることを確認している。

表2－7　鉄筋棒貫入テスト結果

採泥地点（L.Pよりの距離	底　質　名	鉄筋棒貫入
500m	砂	0.7
1,000m	砂	1.0＜
2,000m	砂，泥	1.0＜
3,000m	細　砂	1.0＜
4,000m	砂，泥	1.0＜
5,000m	砂，泥	1.0＜

2.3.4 流況および水温

(1) 流　況

ボントマラヌゥにおける流況は，ケーブル陸揚地点から約3.3㎞西北西の1測点で，7月8日から11日にかけて測定された。その流況観測は10分間隔で約3日間の連続観測であった。

表層および底層での観測結果は下表にまとめ，流速と流向の出現頻度分布は図2－11に示した。

ボントマラヌゥにおける流況観測結果（水深15.1m）

	卓越流向		流速		ベクトル平均 *	
	北流傾向 (NW~N)	南流傾向 (S~SE)	最大	平均	流向	流速
海面下3m層	30.2%	49.8%	37.6 cm/s	18.9 cm/s	163.1°	4.7 cm/s
海底上1m層	20.5%	50.0%	25.9 cm/s	13.4 cm/s	145.7°	4.1 cm/s

＊全観測期間中における流れは明確な周期で北流と南流を繰返しながら，最後には，表層で流向163.1°，流速4.7cm/s，底層で145.7°，4.1cm/sで流れていくことを意味している。

3日間連続観測における時系列流況変動は，流速曲線として図2－12に示した。上表および流向・流速頻度分布図（図2－11）並びに流速曲線（図2－12）によると，表層および底層における流向の出現頻度は南寄りと北寄りに集中していた。また，流速曲線は半日周潮の影響もうけた卓越する流れの南流と北流が交互に出現していることを示している。

この海域では，マカッサル海峡を通じてジャワ海に入る南方向への流れが周年存在すると報告されている。

しかしながら，今回の調査結果をみる限り，ボントマラヌゥ沿岸に沿う流れは潮汐流の影響をうけて，南流と北流を交互にくりかえししながら最終的には南へ流れていくものとみられる。

なお，観測された流速の最大，平均は表層で37.6cm/s（0.7ノット），18.9cm/s（0.4ノット）ならびに底層で25.9cm/s（0.5ノット），13.4cm/s（0.3ノット）であった。

(2) 水　温

ポント マラヌゥにおける水温測定は7月１０日午前8時３０分から１０時５４分にかけて行われた。表層（海面下 0.5 m）および底層（海底上１m）の水温を下表にまとめた。

ポント マラヌゥにおける水温（1988年7月10日観測）

測　点	B-500	B-1000	B-2000	B-3000	B-4000	B-5000
海面下0.5m	27.2℃	27.2℃	27.2℃	27.3℃	27.6℃	28.0℃
海底上　1m	27.1℃	26.9	26.6℃	26.7℃	26.6℃	26.6℃
水　深（m）	5.4	7.9	16.2	15.6	17.2	19.3

上表によると，全測点での表層の水温は２7.2～２8.0℃の範囲にあったが，沿岸寄りの水温は沖合のそれより低くかった。

底層の水温の範囲は２6.6～２7.1℃で，沿岸寄りの水温は沖合寄りの水温よりやや高かった。また，底層の水温は水深が増加すると共に降下していった。水温鉛直変化図（図２－１４）によると，表層から３mまでの表層付近の層では水温の鉛直的な変動はほとんどなかったが，３m以深の層ではやや大きかった。また，水温の時系列変動は図 2.3.4－3に示した。図２－１３をみると，表層と底層では水温の時系列変動もほぼ同じで，水温差も僅かであった。

経緯度を 1°ごとで区画した海域のマースデンスクェアーデータから最高，最底，平均水温の統計値を水温鉛直変化図（図２－１４）に付記した。実測水温値とマースデンスクェアーデータを比較すると，実測水温は，統計置のそれより 0.2～0.9℃低かった。

この相違は広い海域からとられた統計値と，河川水の流入や複雑な流れのある沿岸域の値とによるものとみられる。

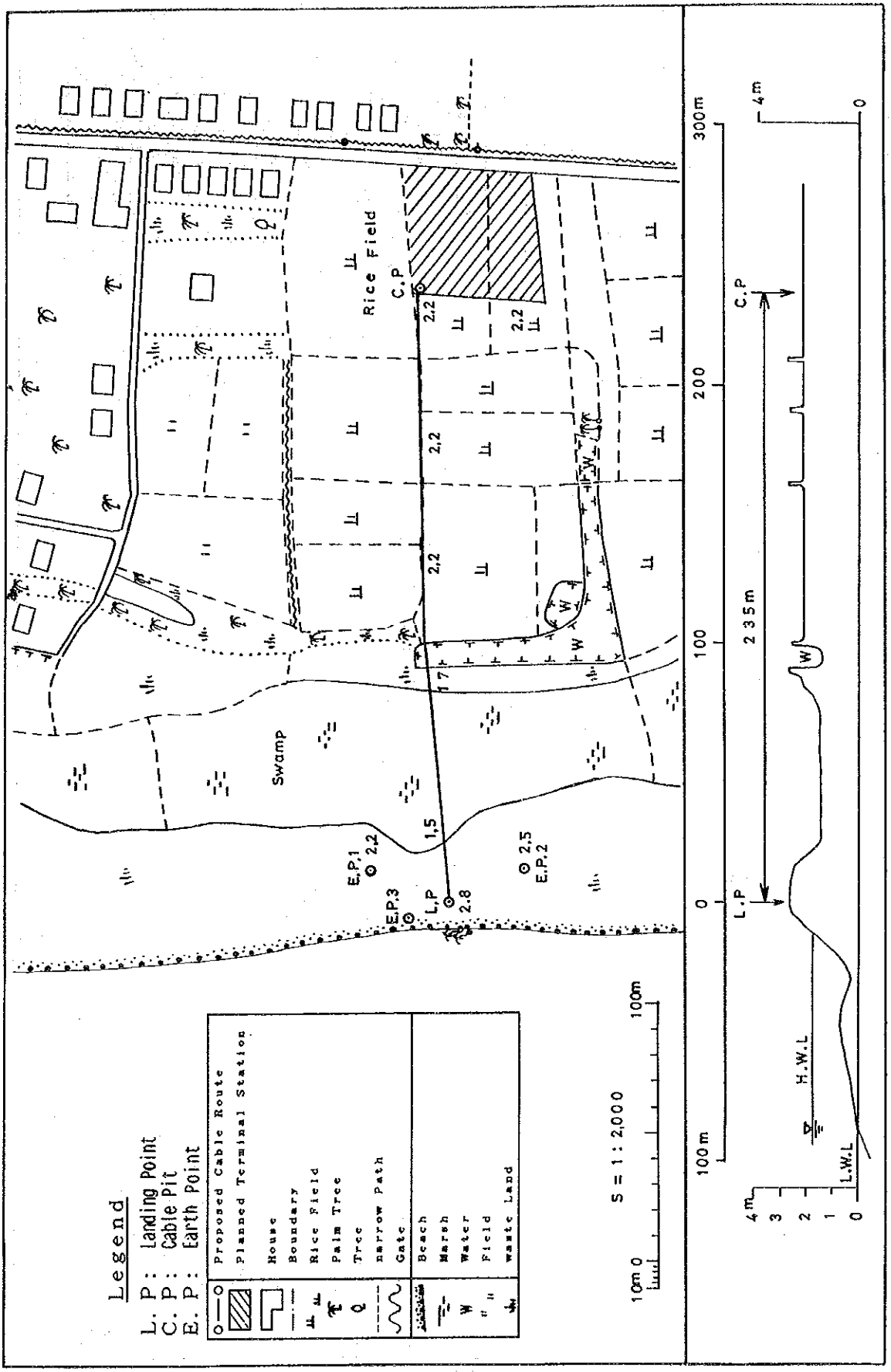


図２－７　　ポント マラヌゥ陸揚地の地形および断面

Point	WGS－72	
	Lotitude	Longitude
L．P	5° 23,74	119° 21,53
C．P	5° 23,72	119° 21,56

L.P : Laniding point

C.P : Cable Pit

1 = 87° 18′ 01″

2 = 269° 36′ 40″

3 = 284° 16′ 16″

4 = 356° 26′ 50″

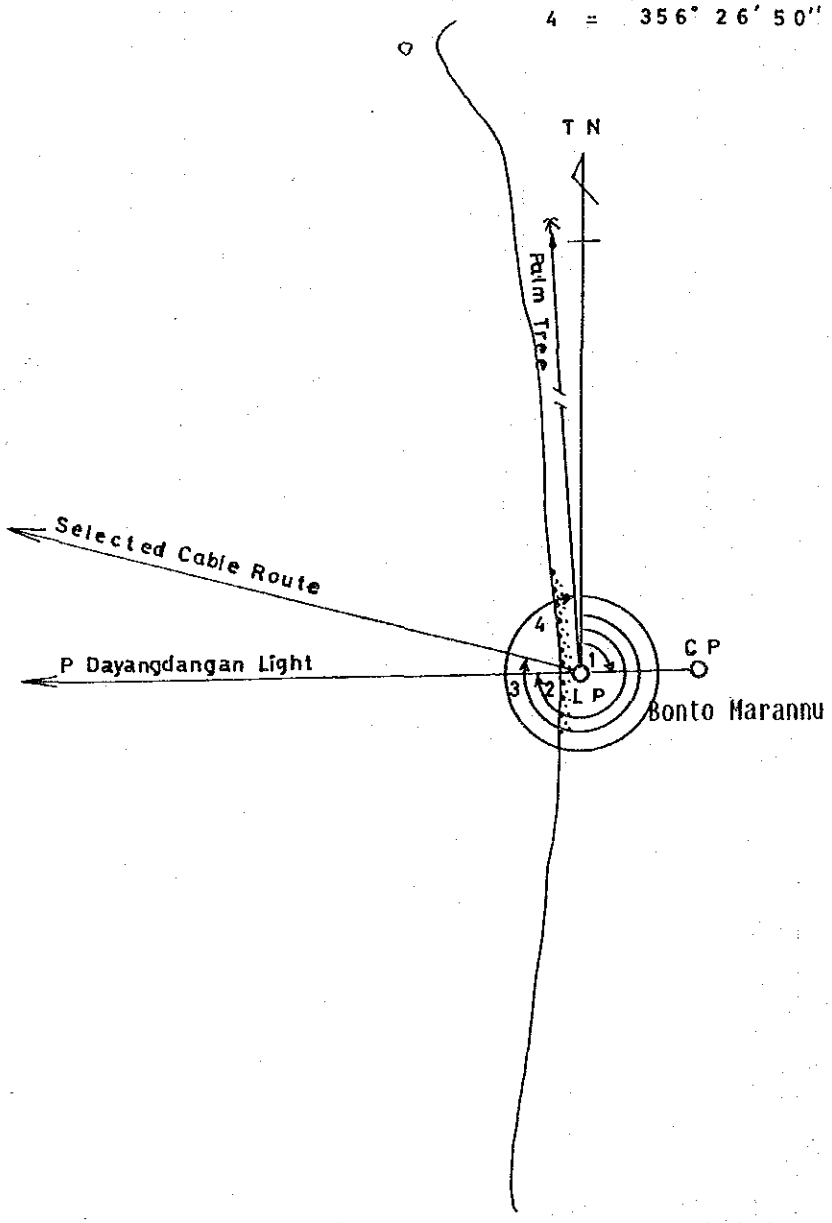


図２－８　ボント マラヌゥ（L.P）におけるケーブルルートの関係方位

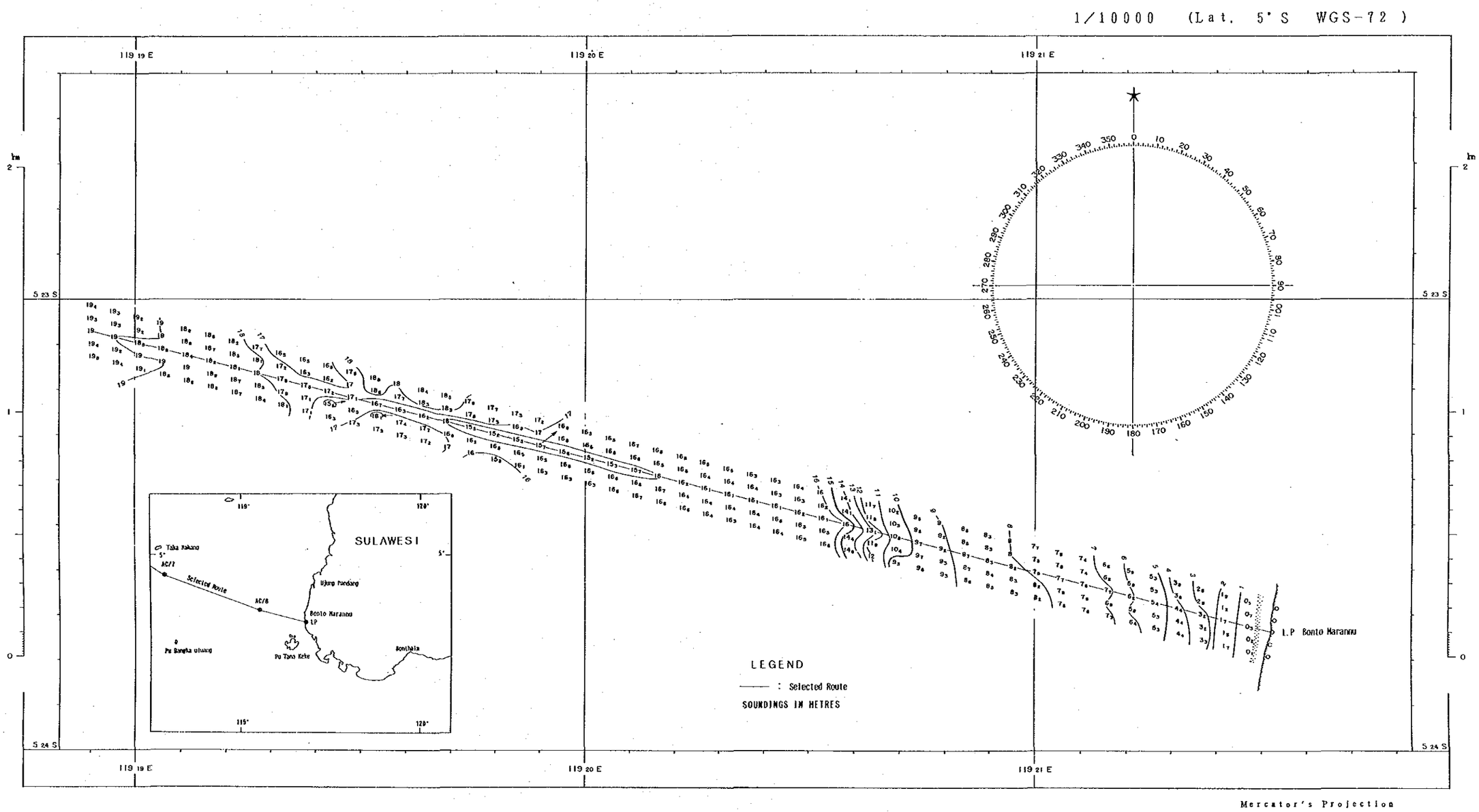


図2－9　ボント マラヌゥ沿岸部の水深および等深線

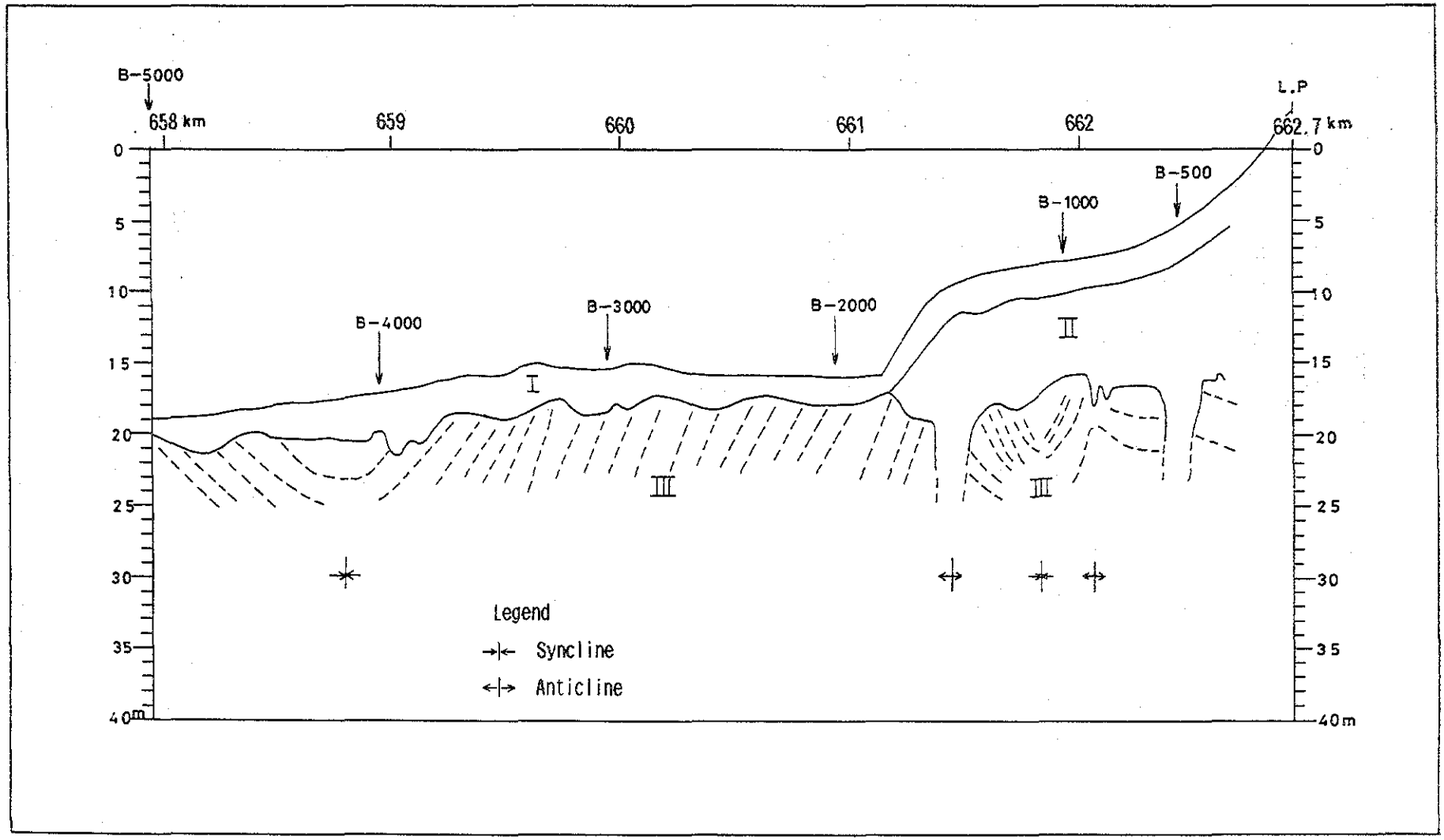
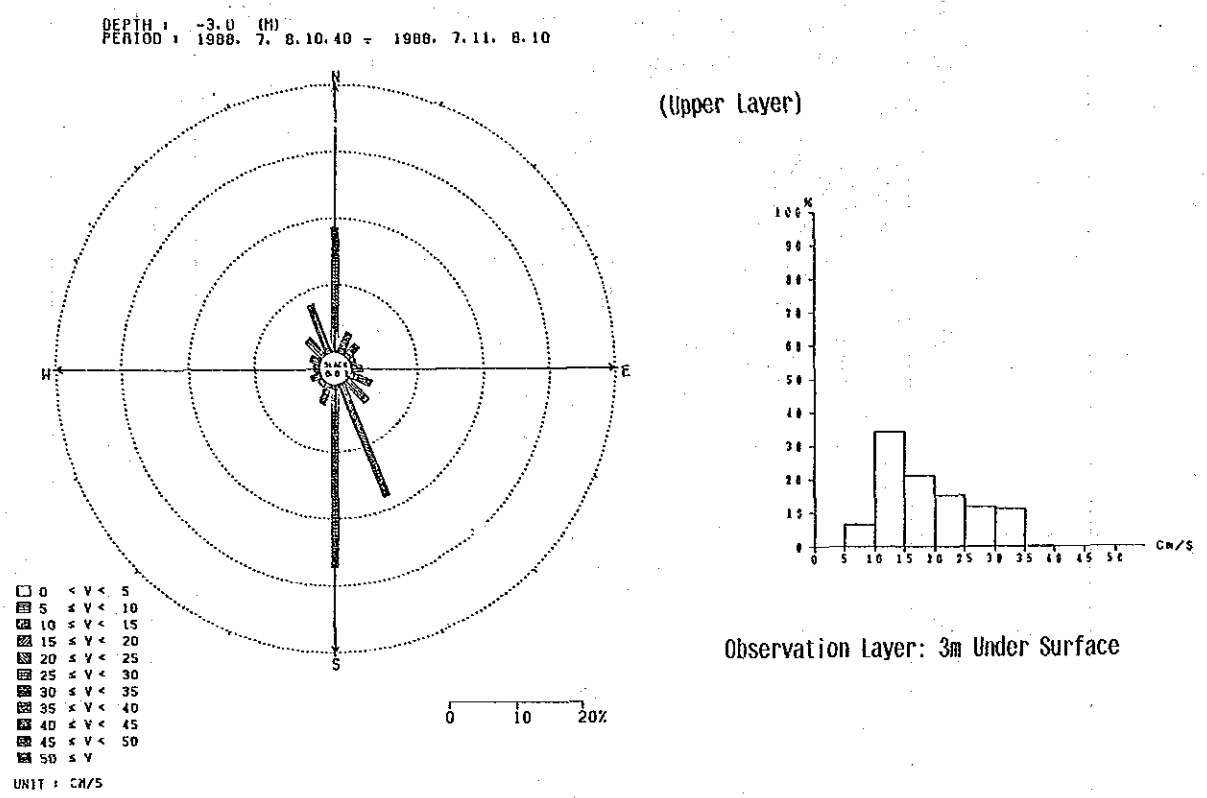
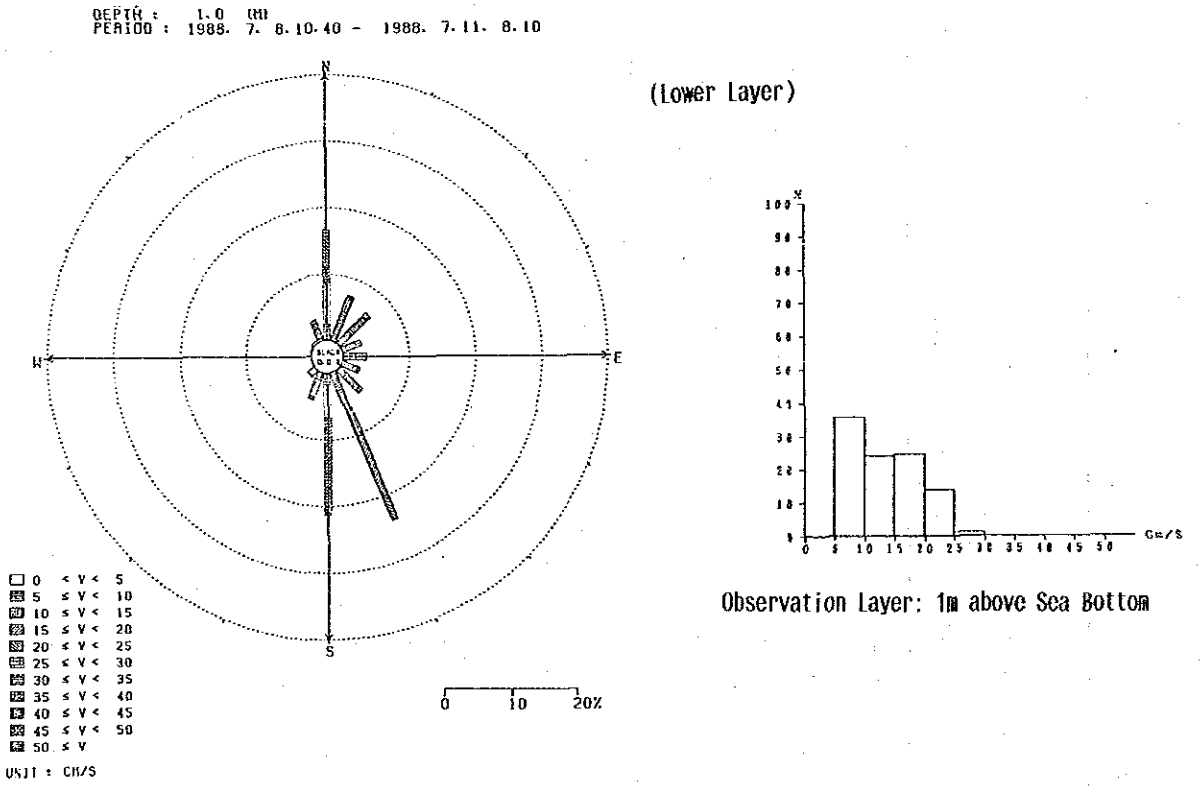


図２－１０　　ボント　マラヌゥ沿岸部における海底地形と地層断面

(Bonto Marannu)

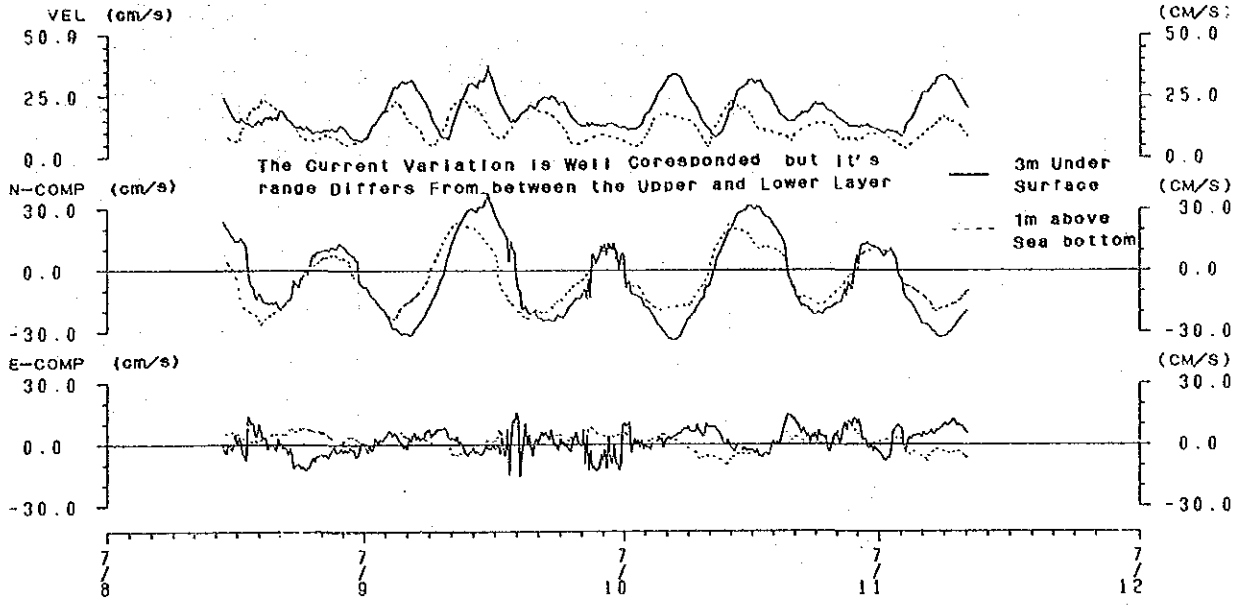


Observation Layer: 3m Under Surface



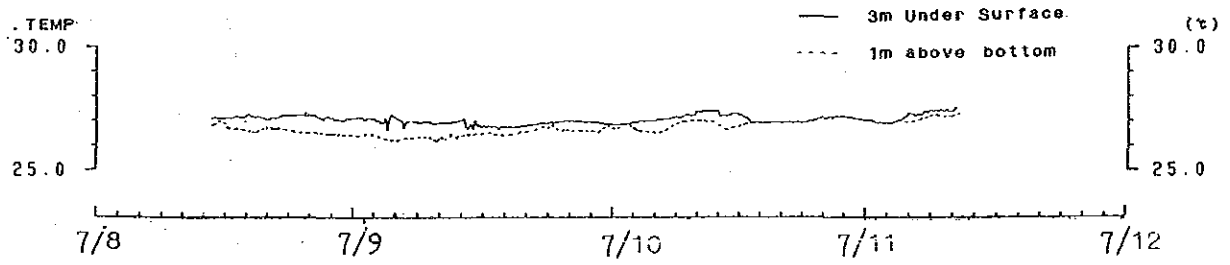
Observation Layer: 1m above Sea Bottom

図２－１１　流速・流向頻度分布



Bonto Marannu

図２－１２　時 系 列 流 速 曲 線



Bonto Marannu

(Figure Was drawn Basing Upon Data Obtained at Current Obs.Station)

図２－１３　時 系 列 水 温 変 動

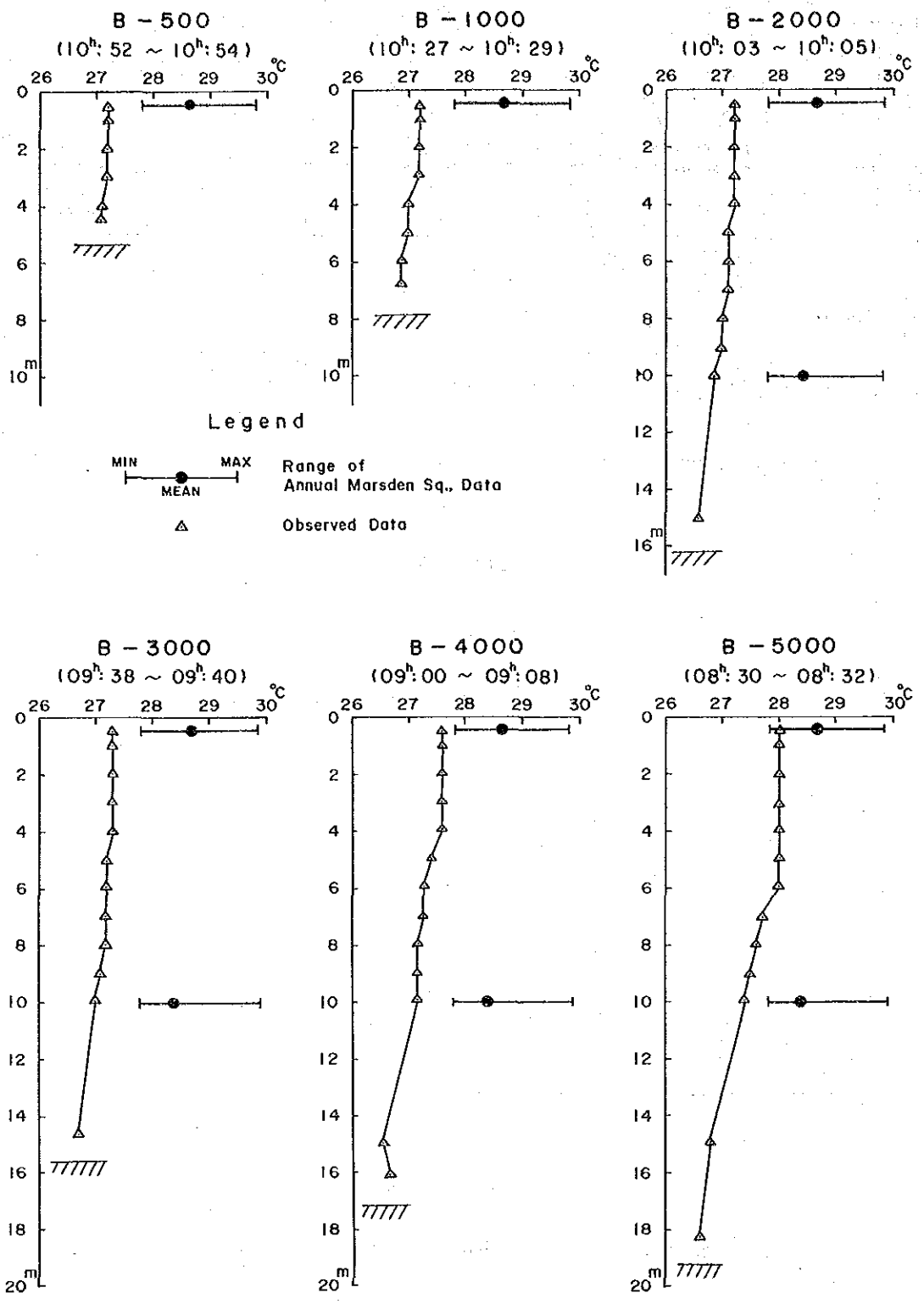


図2－14　水温鉛直変化　Bonto Marannu Inshore

(July 10, 1988)

2.3.5 磁気探査

スラウェシ島のケーブル陸揚地のボント マラヌゥ沿岸には，第二次大戦中に敷設された機雷の危険水域が沖合約２２kmまで広がっている（図１－５機雷危険水域）。このため，海洋調査，特に流況観測や採泥，および調査船の投錨の際に，比較的重い調査機器やアンカーが機雷に触れ，爆発するなどの危険がないように事前に，磁気探査を実施した。

一般に，日本国内では，これらの時間の経過した機雷に対して，これら機雷が鉄で作られていることを利用した磁気探査が行われており，数多くの実績を上げている。今回使用した磁気探査機はフラックスゲートタイプのもので，磁気傾度式のものと同様によく用いられている。

調査に当っては，調査地点の中心に小さなブイを投入し，そのブイを中心に半径１０mの円の内側について，磁気探査機を持ったダイバーによって調査を実施した。

調査したいずれの地点においても，磁気異常は認められず，当初決めた調査地点の変更はなかった。

2.3.6 大地比抵抗調査

大地比抵抗の測定をボント マラヌゥ陸揚地で実施した。これはケーブルシステムの光中継器に電力を供給する給電装置用のアース電極を設置する場所を決めるためのものである。アース電極を設置する場所は接地抵抗が低いことが要求されるので，通常海岸が適切とされている。ボント マラヌゥでは図２－１５に示すように陸揚点付近にE.P１，E.P２およびE.P３の３測線を設定した。測定は，ウェンナ氏の４電極法で前記各ラインについて実施したが，そのデータは表２－８のとおりである。

表2－8　大地比抵抗調査

Line	E.P 1		E.P 2		E.P 3	
a	R	2 Ra	R	2 Ra	R	2 Ra
0.5m	4.2×10	263.76	10.7×10	671.96	3.3×0.1	2.072
1.0m	4.6×1.0	28.89	25.1×1	157.63	13.4×0.01	0.842
1.5m	13.8×0.1	8.67	7.2×1	45.216	11.6×0.01	0.728
2.0m	6.8×0.1	4.27	20.5×0.1	12.874	8.2×0.01	0.515
3.0m	3.5×0.1	2.198	5.7×0.1	3.580	5.1×0.01	0.320
4.0m	15.5×0.01	0.9734	3.8×0.1	2.386	—	—
5.0m	13.5×0.01	0.8478	3.25×0.1	2.041	3.0×0.01	0.188
10.0m	6.0×0.01	0.3768	21.0×0.01	1.319	1.1×0.01	0.069
15.0m	—	—	19.2×0.01	1.206	—	—

各測線の接地抵抗は極めて低い，従って各ラインとも1オーム以下の理想的な海洋接地を容易に建設できる。然し，E.P 3ラインは，波打際に近すぎるので電極設置は困難をともなうと考えられる。従って，ボント マラヌゥにおける海洋接地はE.P 1またはE.P 2ラインに建設することが適当である。海洋接地に必要な電極は6本以下で，それらの埋没深度は5m以上が適当である。

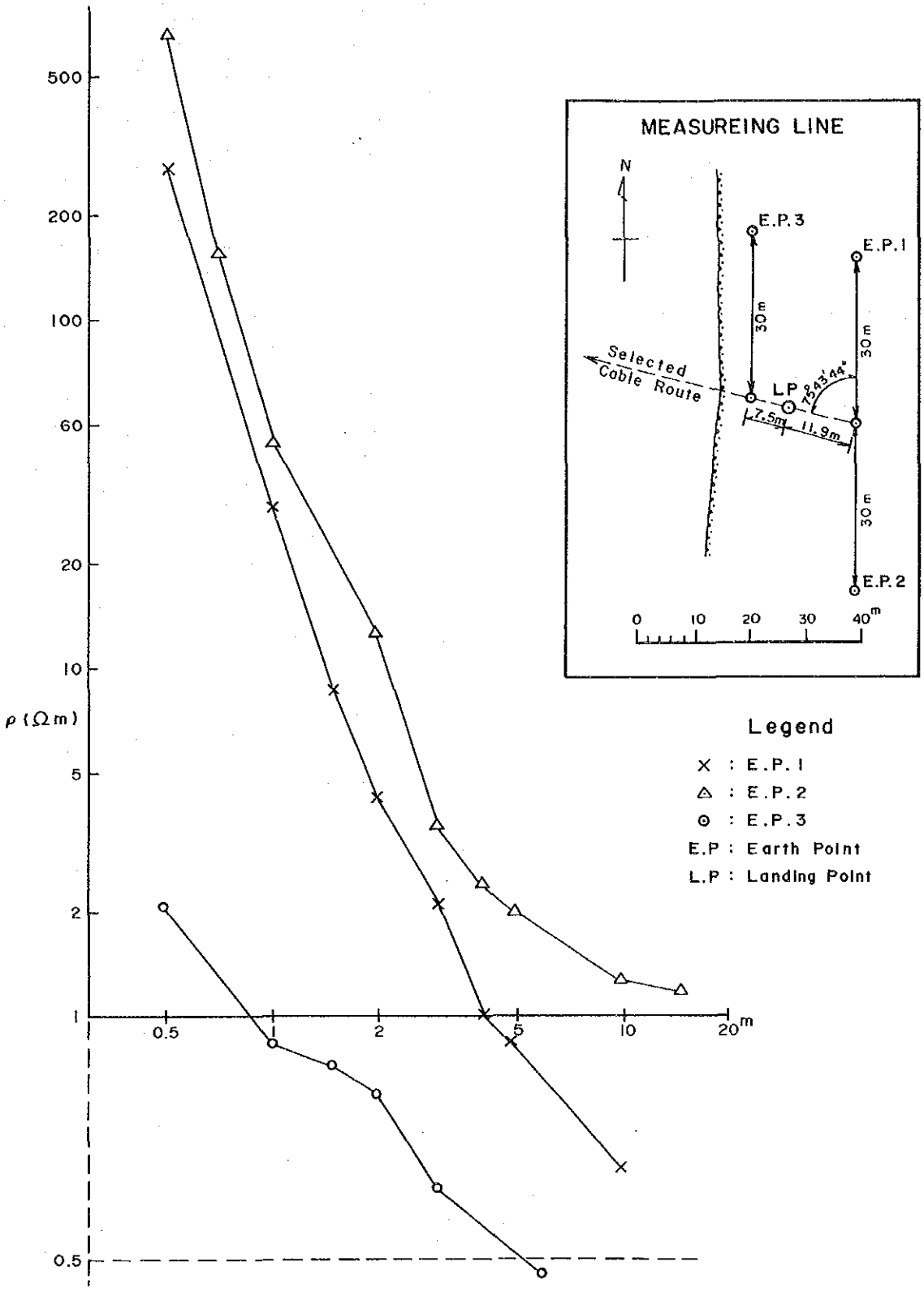


図２－１５　　ボント マラヌゥにおける大地比抵抗測定結果

第3章　海洋部調査

第3章　海洋部調査

3.1　概　説

本計画ケーブルルートはタキスンを一端としてタンジュン セラタンを回り，ジャワ海北東部を経て，マカッサル海峡を横断し，スラウェシ セラタンのボント マラヌゥに至る総計画ルート長６６３kmにおよぶケーブルルートである。

計画ケーブルルートは，フェーズ－Ｉ調査団により既存の海図，地質資料，石油鉱区資料および危険水域等の諸資料について十分に検討された上，インドネシア関係機関と協議し決定されたものである。今回のフェーズ－IIでは，前記の決定にもとずいて，この計画ケーブルルートがケーブル敷設，埋設および敷設後のケーブルシステム保全に支障のないことを確認すること，ケーブル建設に必要な諸資料を得ることにある。

調査は往路と復路の２測線について実施された。往路調査は計画ケーブルルート上で，測深，海底面探査および音波探査などの走航調査を行った。復路調査は海底地形上やむを得ない場合を除いて往路の南側２マイル離すことを原則とし，測深と計画ケーブルルート上での定点観測（採泥，測温，流況観測および埋設調査）を実施した。またさらに復路調査では，ジャワ陸棚およびスラウェシ陸棚がマカッサル海盆に至る縁付近において，傾斜の緩やかなケーブル敷設上安全なルートを求めて補測調査を数多く実施した。

調査に使用した船舶は若潮丸５００トンであり，往路および復路で実施した調査項目と目的を表３－１に示す。

表3－1　調査項目と目的

調査項目		実施時期	調査目的
1	海底地形調査	往路，復路 補測ルート	○ケーブル敷設および埋設に支障となる地形の有無を確認するため。 ○ケーブルルート長およびケーブル長を検討するため。
2	海底面探査	浅海部の往路および補測ルート	○ケーブルルートおよびその周辺の障害物（岩礁・沈船等）の有無を確認するため。 ○測深では，把握できない微地形および底質分布を明らかにするため。
3	音波探査	往路，補測ルート	○ケーブル保全に特に支障となる礫や露岩域を明らかにするため。 ○埋設工法の適用の可能性を評価するため。
4	採泥	往路，補測ルート	○底質試料の肉眼観察，物理・化学的試験を行い，これらの結果からケーブル保護対策の必要性の有無，埋設する場合の効率などを検討するため。 ○海底面探査あるいは音波探査で得られた情報を確認するため。
5	海底写真撮影	復路	○ケーブルルートの海底状況を観察し，ケーブル敷設に対する問題点の有無を確認するため。 ○海底面探査あるいは音波探査で得られた情報をチェックするため。
6	測温	復路	○水温はケーブルを通る信号の減衰量や中継器の発光ダイオードの性能に影響を与える。既存データと観測データを対比させ，通年の水温変化を推定し，ケーブルシステム設計の基礎資料とするため。
7	海潮流調査	復路	○ケーブルルート周辺の流れを明らかにし，ケーブル敷設工事やケーブル保全の資料とするため。 ○既存データと観測データを対比させ，敷設工事時の流況の予想や推定するため。
8	磁気探査	復路	○ポント マラヌゥ側機雷未掃海域において採泥およびアンカリングの際の接触による不測の事態が起らないようにするため（1地点でのみ実施）。

3.2 調査方法

調査ルート沿いの海洋部においては，表３－２に示す項目について調査を実施した。なお，調査機器および調査方法の詳細については，巻末の付録３に記載されている。

表３－２　調査機器および方法

調査項目	調査機器	対象，海域
測位	GPS，NNSS OMEGA，レーダー	沿岸部を除く全海域
海底地形調査	浅海用測深機 深海用測深機	１００ｍ以浅の海域 １００ｍ以深の海域
海底面探査	サイドスキャンソナー	２００ｍ以浅の海域
地層探査	浅海用地層探査機 深海用地層探査機	１００ｍ以浅の海域 １００ｍ以深の海域
底質調査	柱状採泥器 振動式柱状採泥器 ドレッヂャー	泥質堆積物の海域　１０点 ５０ｍ以浅の海域　８点 露岩域　１点
海底写真撮影	深海カメラ	水深15～1300ｍの海域，８点
流況観測	連続自動記録式流向，流速計	水深30～1900ｍの海域，５点
測温	電気水温計 水温センサー付流向，流速計	同上
磁気探査	磁気探査計	ポントマラヌウ沖10㎞の１点
埋設調査	埋設機（1/2モデル）	ジャワ陸棚の１０海里区間

3.3 海底地形

海洋部の調査海域は，海底地形により以下の３海域に分類される。

(1) ジャワ陸棚（スンダ陸棚の一部）

(2) 南マカッサル海盆

(3) スラウェシ陸棚

これらの海域は，断面図と共に図３－１に示される。

海洋調査により取得された資料はケーブルルートとしての適合性を検討するため，船上で直ちに解析された。

調査期間中，ケーブルルートの条件に不適切であると判断された区間については，十分な補測を実施した。（図３－２～図３－５）

補測調査の結果にもとずき以下のとおり一部計画ルートの変更がなされた。

フェーズーＩとフェーズーⅡとのＡ／Ｃ点の関係は以下の表に示す。

フェーズーＩのＡ／Ｃ点	フェーズーⅡのＡ／Ｃ点
T. L. P	T.L.P　（新設点）
――――	A/C 1 （ 〃 ）
A／C 1	A/C 2 （フェーズーＩのA/C 1と同じ）
A／C 2	A/C 3 （フェーズーＩのA/C 2と同じ）
A／C 3	A/C 4 （フェーズーＩのA/C 3と同じ）
A／C 4	――――
――――	A/C 5a（新設点）
――――	A/C 5b（ 〃 ）
――――	A/C 5c（ 〃 ）
A／C 5	A/C 6 （フェーズーＩのA/C 5と同じ）
A／C 6	A/C 7 （（フェーズーＩのA/C 6と同じ）
――――	A/C 8 （（新設点）
A／C 7	――――
B. L. P	B.L.P

（注）　T.L.P ：タキスン陸揚点
　　B.L.P ：ボントマラヌウ陸揚点

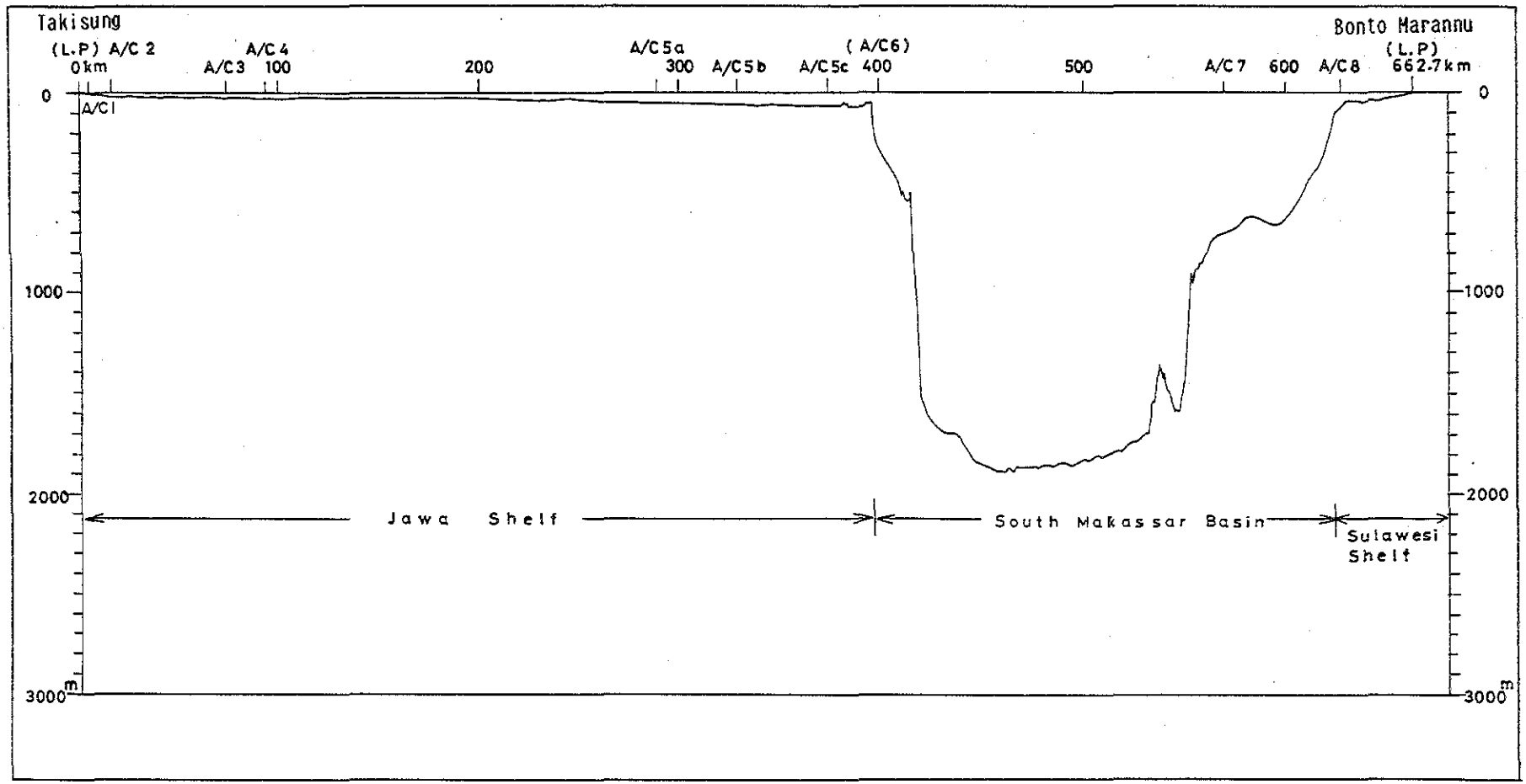


図3－1　選定ケーブルルートの海底地形断面図

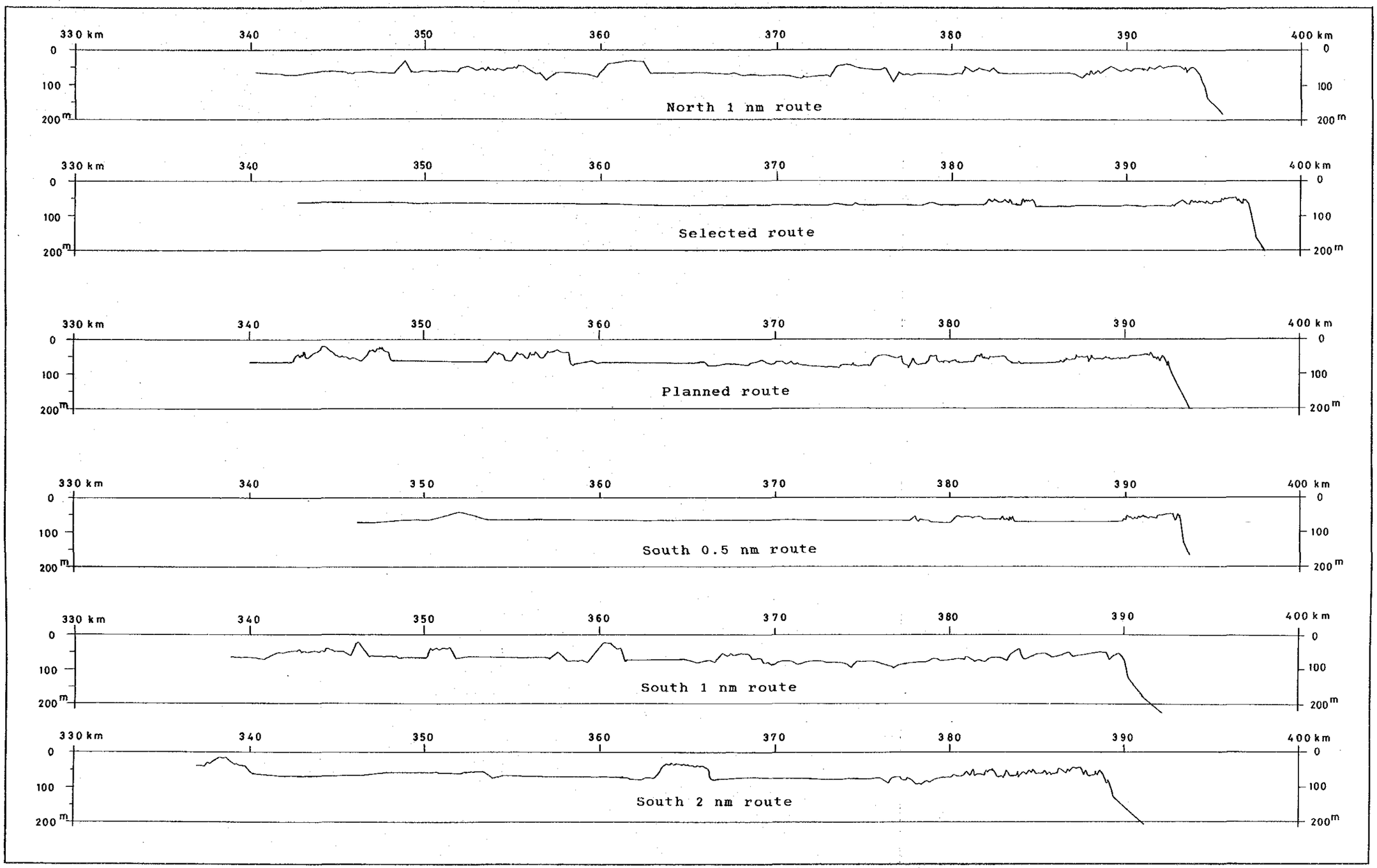
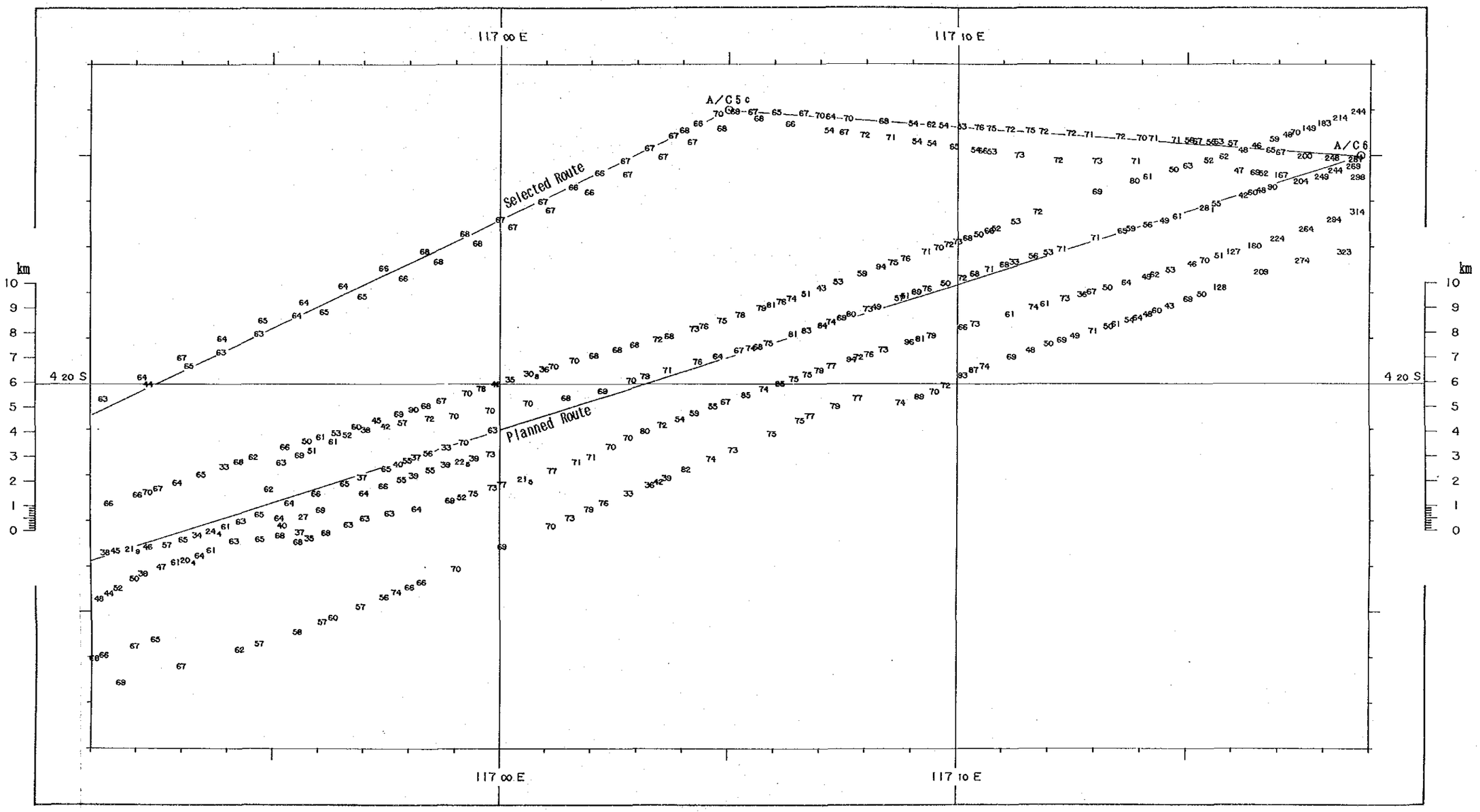


図3－2　A／C 6 付近の地形断面図

1／150000 (Lat. 5° S WGS-72)



Mercator's Projection

図3－3　A／C 6 付近の水深図

(1) T.L.P～A／C 1（フェーズーI）間

フェーズーIですでに陸揚点として決定されていたスラバヤ～バンジャルマシン間のケーブル建設のための既設のL.Pがフェーズ－IIで新らたに約190m南側に変更されたこと，およびそれに伴い沿岸部調査の結果新L.Pの沖合1.5km付近に存在する露岩域が北方に伸び計画ルートの一部に影響を与えることが判明したため，調査ルートはこれを避けるべくやや北寄りに変更し5km地点にA／C 1（フェーズ－II）を設定した。然る後A／C 1（フェーズ－II）よりA／C 1（フェーズ－I）に連結させた。なお，A／C 1（フェーズ－I）は名称をA／C 2（フェーズ－II）に変更し，以下順次番号を繰り下げた。

(2) A／C 5（フェーズ－I）～A／C 6（フェーズ－II）間

珊瑚礁が広範囲に分布するこの区間には，補測調査の結果多数の比高の大きい且つ，急斜面をもつ起伏が確認された。そのため比較的起伏の少ない北側の海域を通過するようルートを変更した。

したがって，A／C 4（フェーズ－I）を東側に約7.5km移動させA／C 5aとし，更にA／C 5b，A／C 5cの2点を追加した後，A／C 5cよりA／C 5（フェーズ－I，フェーズ－IIのA／C 6と同じ）に接続させた。

(3) A／C 6（フェーズ－I）～A／C 7（フェーズ－II）～B.L.P間

A／C 7（フェーズ－I）西側約10km付近の計画ルート上に比高の大きい且つ急斜面をもつ露岩域が存在する。

調査ルートは，これを避けるためより起伏の小さい南側を通過させた，したがって，A／C 7（フェーズ－I）は，ポント マラヌゥ陸揚点を結ぶ延長上に約13.4km西側に移設した。

選定された調査ルート沿いの海底断面図および海底地質断面図を分類された各海域毎に概観し以下に述べる。

なお，各海域は，それぞれ海底地形や傾斜の違いおよび起伏の特徴等により更に分割してある。

以下の記述の中で，場所を示すために使われる距離は，タキスン陸揚地点からの

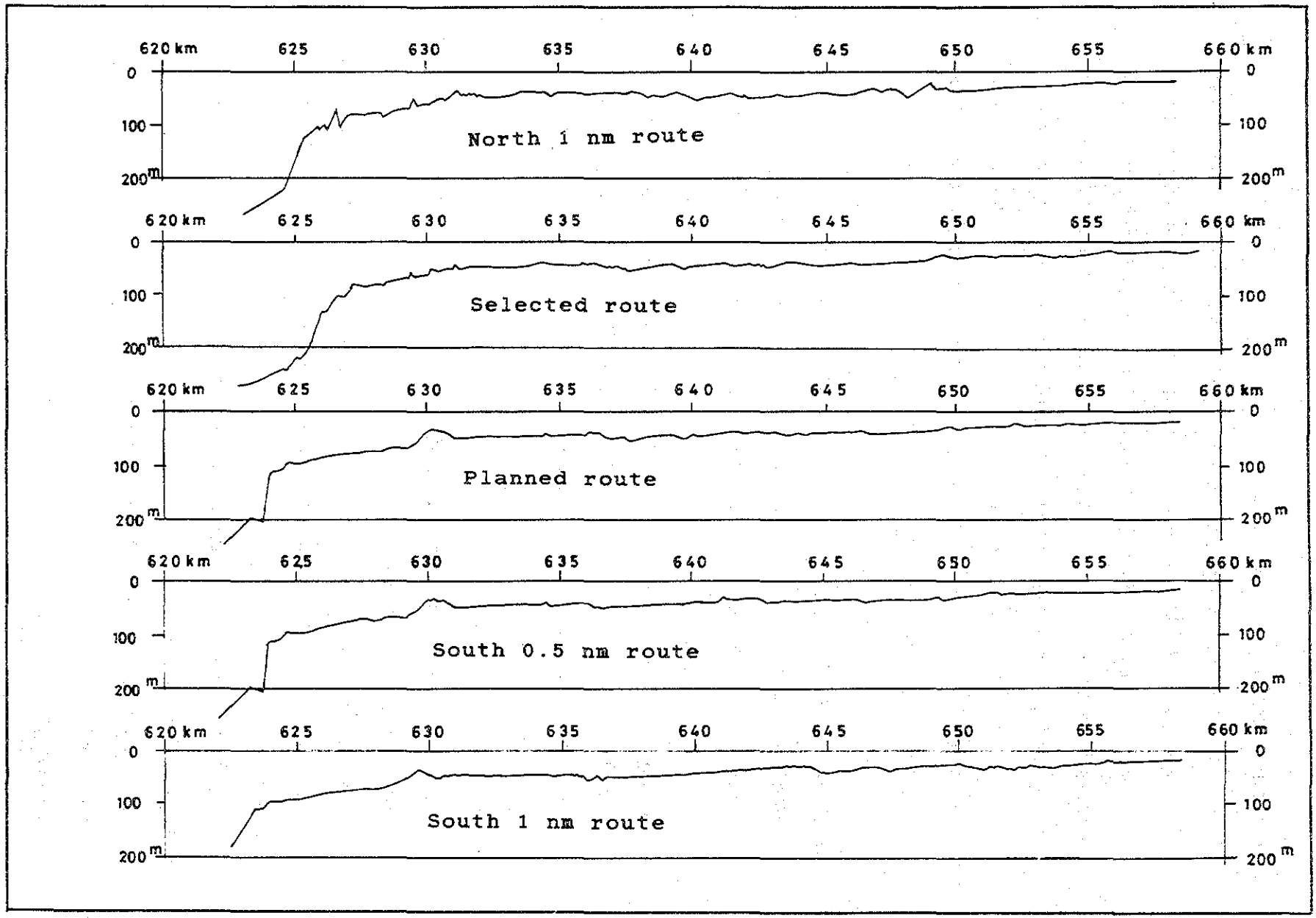


図3－4　A／C 8 付近の地形断面図

1/100000 (Lat. 5° S WGS-72)

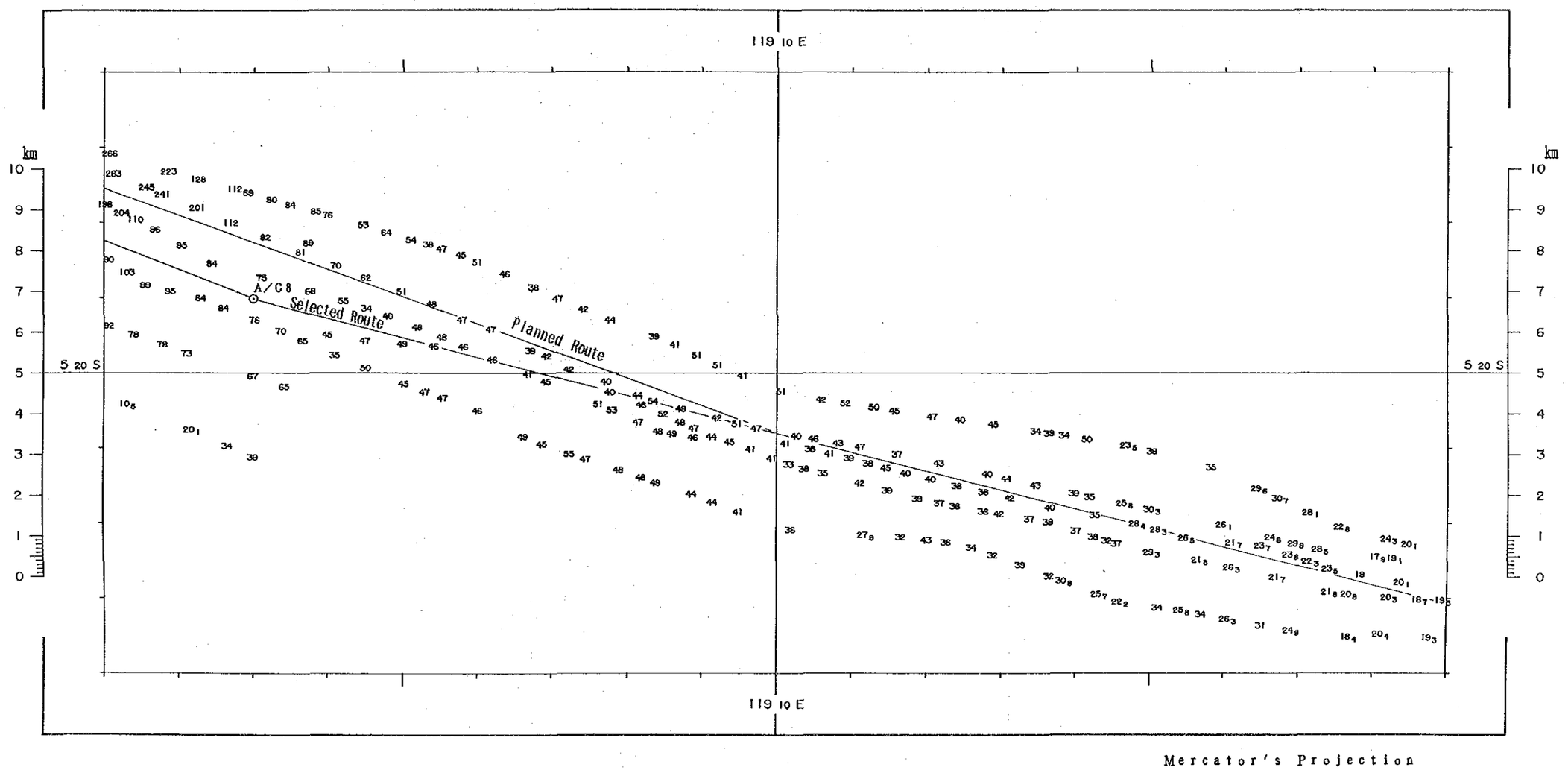


図3－5　A／C 8 付近の水深図

距離を表している。

3.3.1 ジャワ陸棚

ルート沿いのジャワ陸棚の海底地形の特徴は以下に要約される。

(1) ５～１３㎞区間

タキスン沿岸から１２㎞までの海底は極めて平滑である。下り斜面の勾配は1/600から次第に緩るくなり，１３㎞地点で地形変化点に達する。

(2) １３～２００㎞区間

1) 地形変化点から下る斜面の勾配は1/250 に変化する。これより先２００㎞までの区間は約１８５㎞にわたり平均水深２５ｍの浅海域が続く，海底は概して平坦であるが所々に大小の起伏が連続して出現する。これらの起伏の特徴を表３－３に示す。

この区間の海底面状況をサイドスキャンソナーにより詳細に見ると，海底面には測深機では記録に現れ難い小規模な凹地（深さ１ｍ以下）が認められる。

凹地の存在しない１０４～１５４㎞区間を除く他の区間では，小規模の凹地の多い海域と，見られない海域が交互に現われる。

前者の巾は３～１５㎞で，凹地の大きさ，形は各海域により多少違うが大きさは５ｍ×７ｍ～８ｍ×１０ｍの範囲のものが多い。

凹地の数は５～２５個／㎢で，一般には分散し分布しているが，２４～２６㎞に見られるように２５０ｍ×２５０ｍの範囲に大きさ３ｍ×５ｍ位の規模のものが多数集っている場所もある。

2) T.L.Pより４０㎞地点および７４㎞地点の２ケ所付近に高低差１０ｍ，７ｍの谷地形が見られる。それらの谷巾は約４ｍ，３ｍ，斜面の最大勾配はそれぞれ1/20，1/40である。また斜面上にはいくつかの小起伏を伴っている。

3) T.L.Pより１０４㎞地点から１23.5㎞の間（約１５㎞）

比高3.5ｍ且つ緩るい斜面をもつ高まりが存在するが，概ねなめらかである。

4) この区間に存在する多数の起伏の大部分は概ね2°以下の傾斜であるが，小規模の

起伏のいくつかは，3～7°の比較的急な傾斜をもっている。しかしながら凹地の巾と比高の相対関係を考慮すると，ケーブルの布設，埋設には支障ないものと思われる。

表3－3　起伏の特徴（13～200㎞区間）

区間（タキスン陸揚地点からの距離）	比高	起伏の巾	勾配	状況
(㎞) 1.5～38.5	(m) 1.0～5.0	(m) 2,000～4,000	1°以下	海底は緩傾斜面で，且つ長い波長の起伏をもつ。
43.5～72	(1) 1.0～1.5 (2) 1.5～2.5	70～120 300～400	2°(1/30)以下 2°以下	2つの異なるタイプの起伏〔(1)，(2)〕が存在するが各起伏の斜面は急勾配ではない。
87～104	(1) 1.5～2.0 (2) 2.0～4.0	130～150 1,000～1,800	1°～2° 1°以下	2つの異なるタイプ〔(1)，(2)〕の起伏が存在するがその各起伏の斜面は急勾配ではない。
157～166	1.0～2.5 ＊(1.6)	150～200 ＊(40)	2°以下 ＊〔5°(1/12)〕	この区間の起伏は，＊1ケ所の険しい傾斜をもつ小凹地を除き，比較的緩るい傾斜面である。
177～193	(1) 1.0～2.5 (2) 2.5～5.0	60～200 1,000～2,000	Max. 7° 1°以下	起伏の最大勾配は7°であるが，小規模起伏の殆んどは2°以下である。 このタイプの起伏は，長い波長の緩斜面である。

(3)　200㎞より397㎞区間

海底は，200㎞地点付近（水深28m）より徐々に下る緩斜面（平均勾配1/800）に変り，南マカッサル海盆の西端に達する。ジャワ陸棚の縁の水深は70mである。

この区間の海底地形は，上述とほぼ同じ傾向を示すが特徴的な海底の特徴は以下に

要約される。

1) ２００㎞から２８０㎞の区間の海底には，概ね小規模の起伏が連続して出現する。その起伏は，勾配1/13（4.5°）以下，比高４ｍ以下であり，急斜面は存在しない。サイドスキャンの記録では海底面には殆んど全域にわたって小さな凹地が認められる。小さなもので５ｍ×７ｍ，大きいもので１０ｍ×４０ｍである。

これらの凹地は５～２０個／㎢で分散しているのが普通であるが，239.5～260㎞区間には小さな凹地が密集している。

2) ２３9.5㎞から２６０㎞の約２０㎞にかけて高低差１１ｍ（水深３０ｍ）をもつ山地形が存在する。この山地形の上り斜面および頂部には比高２ｍ以下の小起伏を伴っている。

上り斜面の平均勾配は1/375であり，下り斜面は更に緩るく，海底はなめらかである。

3) ２８０㎞地点から３７２㎞間は，測深記録上では３１０㎞地点および３４２㎞地点の２ケ所の各数㎞区間に比高1.5～3.0ｍの小規模の起伏が見られるが，サイドスキャンの記録によれば，３０８～３１７㎞および３６１～３７２㎞の区間を除くほとんどの区間で小さな凹地が見られる。特に３１７～３６１㎞の区間では，数が多く５０個／㎢のところも見られる。その大きさは７ｍ×１３ｍ～７ｍ×２０ｍの範囲のものが多い。

4) ３７２㎞地点から３９７㎞地点間のジャワ陸棚の東縁は，ほぼ南北に延びる広大な珊瑚礁域であり，多くの浅瀬が散在している。特に計画ルート南側に顕著であり全ルートで最も複雑な海底地形を示している。

出現した珊瑚礁の高さは，平均水深より１０～２５ｍ浅く大小の凹凸が多数連続する。起伏の斜面の最大勾配，最大比高はそれぞれ14°（1/4）と１0.5ｍである。

5) ２００㎞から３９７㎞区間の起伏の特徴を表３－４に示す。