

インドネシア共和国
スラバヤ—バンジャルマシン
海底ケーブル建設計画

調査報告書

第三分冊

—海洋調査編—

昭和61年8月

国際協力事業団

インドネシア共和国
スラバヤ—バンジャルマシン
海底ケーブル建設計画
調査報告書

第三分冊

—海洋調査編—

JICA LIBRARY



1034407[5]

昭和61年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86.10.21	108
登録No. 15515	64.7
	SDS

目 次

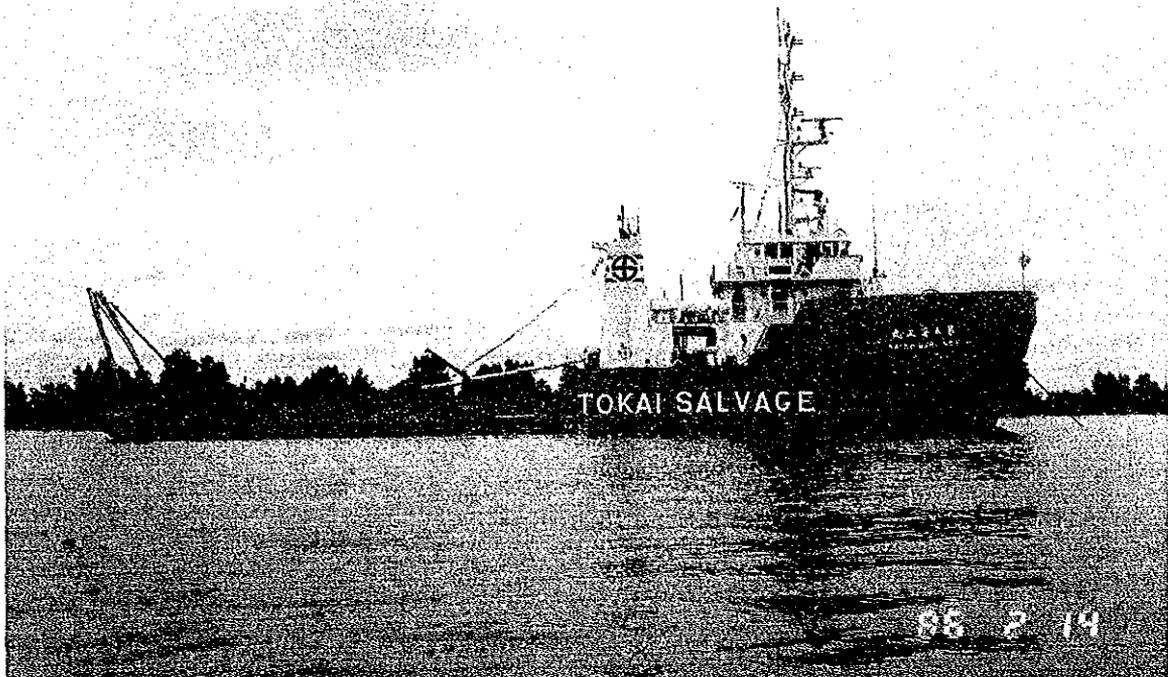
	頁
要 約	1
第1章 机上検討	21
1-1 概 説	23
1-2 ケーブルルート周辺の海底地形と地質	24
1-3 気象, 流況, および水温	28
1-4 漁業活動	31
1-5 船舶活動	32
1-6 海洋石油開発	34
1-7 機雷危険水域	41
第2章 沿岸部調査	43
2-1 概 説	45
2-2 ブミ・アンヤール	47
2-3 タキスン	67
第3章 海洋部調査	83
3-1 概 説	85
3-2 海洋部海底地形・地質調査	87
3-3 流況・水温	100
3-4 船位測定	105
第4章 ケーブル陸揚地と推奨ケーブルルート	107
4-1 ケーブル陸揚地の選定	109
4-2 推奨ケーブルルート	115
4-3 ルート状況	117

第5章	推奨海底ケーブルシステム	119
5-1	推奨ケーブル種別および数量	121
5-2	海底ケーブルシステム建設に関する推奨事項	123

(付 録)

	目	次	頁
付録 1	航海日誌及び磁気探査日誌の要約	.....	127
付録 2	調査船	.....	138
付録 3	調査使用機器と調査方法	.....	144
付録 4	底質試料の物理的および化学的試験	.....	189
付録 5	海洋調査データ (沿岸部, 海洋部)	.....	192
付録 6	海底地形・地質断面図	.....	199
付録 7	海洋部, 沿岸部調査航跡図	.....	200
付録 8	海洋部, 沿岸部調査水深図	.....	203
付録 9	海底写真	.....	206
付録 10	海底面探査結果表	.....	213
付録 11	人工衛星通過頻度図	.....	226
付録 12	サイドスキャンソナー記録例	.....	229
付録 13	ソノプローブ記録例	.....	236
付録 14	スパーカー記録例	.....	239

要 約

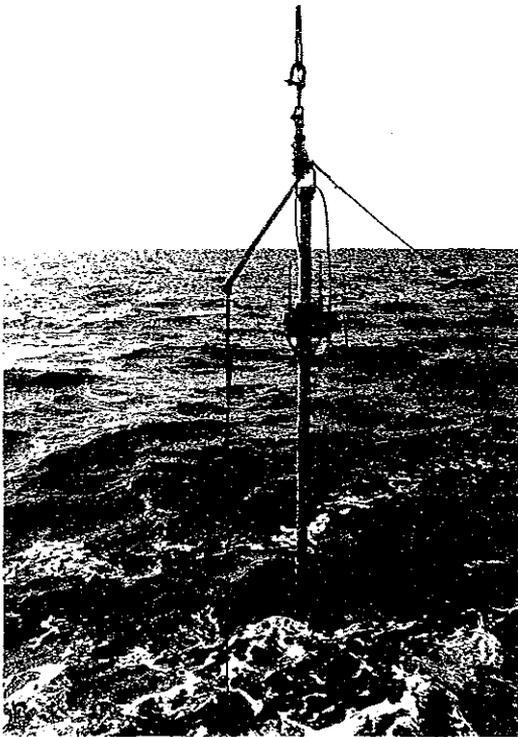


調 査 船 第 5 海 工 丸

総トン数	499.59総トン
主要寸法	48.3×10×3.5メートル
満水喫水	4.6メートル
主 機 関	1600馬力 2基
推 進 器	可変ピッチプロペラ
航海速度	13ノット
航海計器	レーダー, NNSS, オメガ, ロラン
	その他



船位測定作業。NNSSとオメガのハイブリット航法により船位測定を実施



ピストンコアラーの投入作業



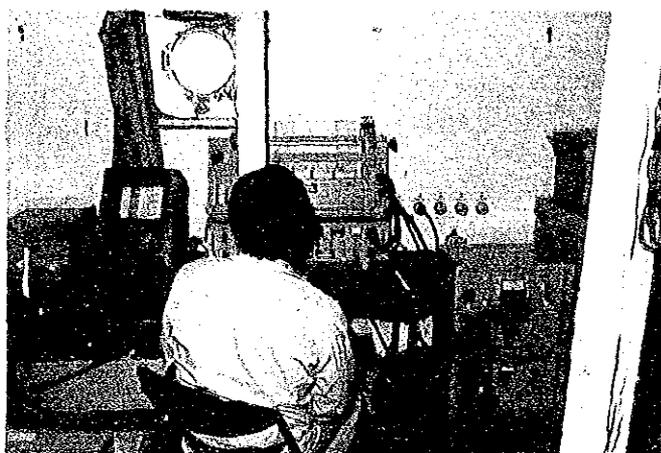
パイプロコアラーの投入作業

底質採取（採泥器）

観測室での調査機器の操作



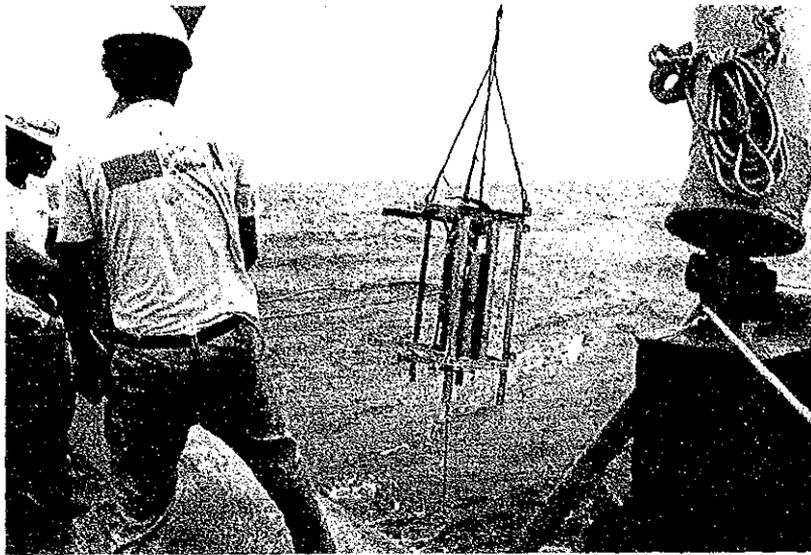
サイドスキャン (SMS 960型)



スパーカー (NEC 19型)



電波測位機 (MRD-1)

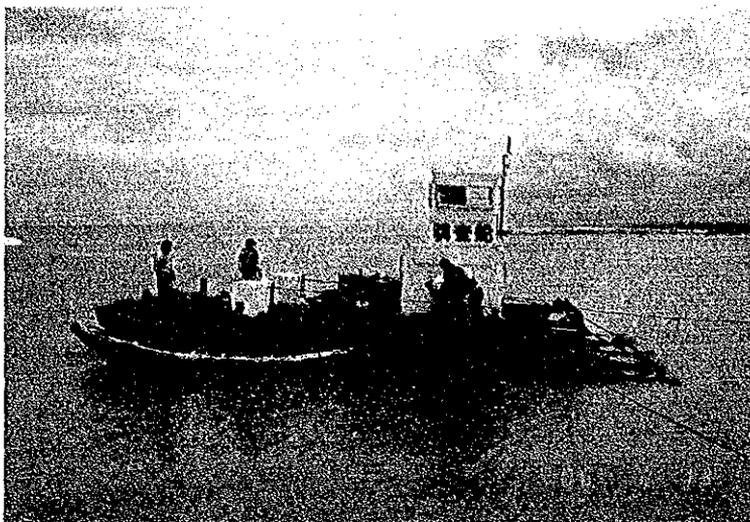


深海カメラの投入作業 海底の写真を撮影した。

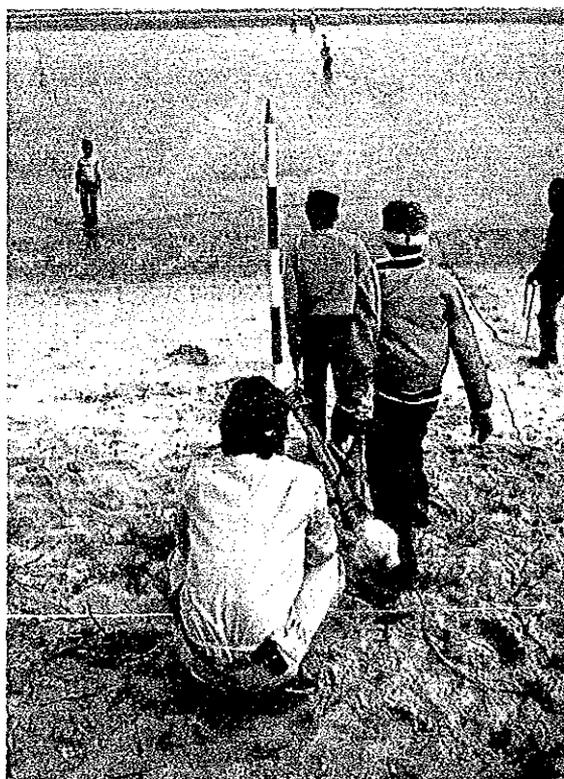


流向、流速計の設置作業（アンデラー型流速計）

磁気探査 (ブミ・アンヤール)



沿岸部調査船



干出部の磁気探査



タキスン、ランディングポイント
(埋設後)



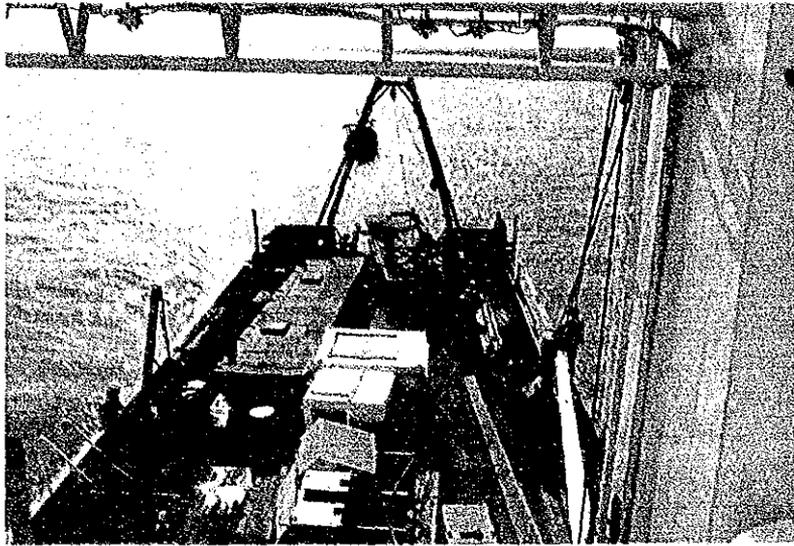
誘導点設置作業



タキスン陸上部の水準測量



大地比抵抗測定作業 ケーブル陸揚地点前面の砂浜で実施



ブミ・アンヤール沖にて磁気探査調査船の揚収作業



調査団 スラバヤ港

要 約

調査団が今回実施したジャワ島とカリマンタン島間の海底ケーブル建設調査のうち、海洋調査の主な結果は次の通りである。

1. 海底ケーブルルート

マドゥラ島ブミ・アンヤールとカリマンタン島タキスンを結ぶ海底ケーブルルートは経済性と信頼性の両面を考慮して選定した（図-1参照）。そのケーブルルートは次の通りである。

ケーブルルートはブミ・アンヤールの陸揚地点より北北西に1.5km進み、湾を抜け、その後北に方向を取り、約7.2km進む。次に約7.2kmの地点からタキスンに向け、北北東に方向をとり、約353.5km進みタキスン沖に達する。その地点から東北東へ約19.3kmでタキスン陸揚地点に達する。

2. ケーブルルートに沿っての海底状況

ブミ・アンヤールのケーブル陸揚地点からルートに沿って約95kmで、この海域の最深部約77mに達する。ほぼこの付近を境にして、ブミ・アンヤール側の海底は泥に覆われ、海底地形も極めて滑らかである。これに対して、タキスン側の堆積物は砂の含有率が高く、海底地形の起伏も多くなる。全ルートを通して、海底は軟らかい堆積物に被われているが、最深部よりタキスン側で堆積物がきわめて薄く、下位層が海底面近くに来ているところも見られる。

海底地形からみて、このルートはケーブル布設する上で、特に問題となるような点はない。しかし、ケーブルを埋設するような場合、下位層が海底面近くに来ているところでは埋設機の刃に下位層の粘土が付着し、掘削効率を落すことも考えられる。

3. ブミ・アンヤール沿岸部の未掃海海域

ブミ・アンヤールのケーブル陸揚地点の前面には機雷の未掃海海域があり、ケーブル布設に必要と考えられる範囲について磁気探査を実施した。その結果、3ヶ所で磁気異常が観測され、そのうちの1ヶ所は海底下60~80cmにあり、比較的大きな値26ガウスを示している。この値は日本の基準で見ると、機雷に相当する値25~300ガウスの範囲に入っている。この異常値を示すものについてはケーブル布設工事前に異常値が何によるものか確認する必要があると考える。

4. ケーブル長及びケーブル種別

ルート長は両陸揚地点間で381.47km、この間の平均ケーブルスラック 1.5%及び両陸揚地点から陸揚局までのケーブル長をそれぞれ 500mとすると、全ケーブル長は 387.2kmとなる。本ケーブルルートでのケーブル構成は次のようなものを推奨する。

- (1) 陸上部は 500mずつ計 1 kmで、一重外装の直埋を推奨する。途中道路を横断するような場合は、道路下に管路を設置し、その中を通し保護する。
- (2) 水深10m迄の極浅海部は二重外装ケーブルを使用し、埋設することを推奨する。その長さはブミ・アンヤールで 2.3km、タキスンで 7 kmとなる。但し、ブミ・アンヤール沿岸域の未掃海域及びすでに掃海されたとする海域については非埋設又はジェット式埋設による布設が望ましい。
- (3) 水深10m以上の浅海部は一重外装ケーブルを使用し、ケーブル埋設による布設を推奨する。

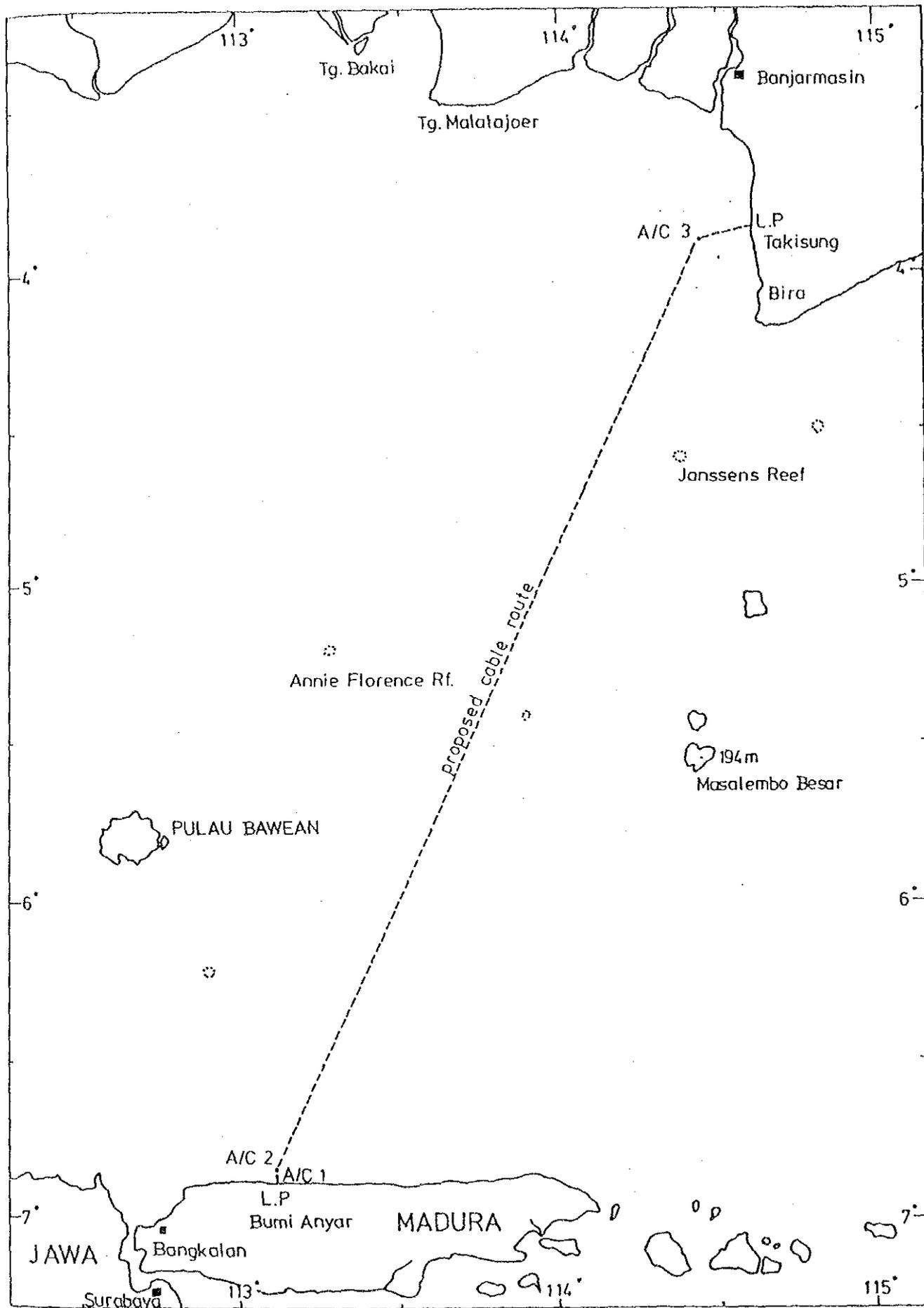


図-1

推奨ケーブルルート

第1章 机上検討

第1章 机上検討

1-1 概説

本章は、日本国内で入手できる既存資料、インドネシア国から収集した情報・資料および海洋調査の際に得た情報に基づき、ケーブル建設のフィジビリーティーについて検討を行ったものである。

利用した主要な資料および情報は次のようなものがある。

*Ben-Avraham, Zvi, and Emery, K. O., 1973, Structural framework of Sunda shelf : AM. Assoc. Petroleum Geologists Bull., V.57, P.2323-2366.

*Emery, K.O. et al., 1972, Geological structure and some water characteristics of the Java Sea and adjacent continental shelf : U. N. ECAF, C. C. O. P., Tech. Bull. 6, P. 197-223

*Katili, J. A., 1975, Geological environment of the Indonesian mineral deposits, a plate tectonic approach : U. N. ESCAP, C. C. O. P., Tech. Bull. 9, P.39-56.

*Hamilton, W., 1979, Tectonics of the Indonesian region : U. S. Geological Survey, Geological Survey Professional Paper 1078.

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

*Defence Mapping Agency, U. S. A., Sailing Direction.

*Petroconsultants, s. a., Aug. 1985, Petroleum Activity, Indonesia : Foreign Scouting Service

*海上保安庁：ジャワ海水路誌 第1巻, 第2巻

*調査海域に関連する各種海図

1-2 ケーブルルート周辺の海底地形と地質

最初に海底ケーブルの建設が計画されているジャワ海全体について述べる。ジャワ海は、北側をバンカ島・ベリトゥン島およびカリマンタン島、南側をジャワ島およびマドゥラ島、西側をスマトラ島、東側をマッカサル海峡から伸びる深海によって囲まれている（図1-2-1参照）。ジャワ海の全域は、いわゆる大陸棚に属し、水深は100m以浅となっている。また、ジャワ海には、いくつかの島々があり、それらのうちの代表的な島として西からカリムンジャワ島・バベアン島・マドゥラ島およびカンゲアン島などがある。

海底は、ジャワ海の東端付近と上記の島々の周囲を除いてほとんどの部分は平坦である。水深40~80mの海域は、ジャワ海の50%以上の海域を占める。ジャワ海での最深部80~100mの水深の海域が、バベアン島とカンゲアン島の中間に存在する。

ジャワ海とマドゥラ島の付近では、海岸線から水深40mまでは、勾配約1/300の海底であるが、スマトラ島やカリマンタン島の付近では、極めて緩やかな斜面の海底となっている。これは、陸上の地形が、そのまま海域まで伸びている結果と考えられ、沖合に極めて緩やかな斜面を有するスマトラ島とカリマンタン島の海岸部では、広いデルタが発達している。

ジャワ海の堆積層と堆積岩の下位に存在する基盤は、多数の石油開発のための坑井資料によれば、低位の変堆積岩と花崗岩類である（W. Hamilton, 1979）。これらの基盤類は、多くのK-Ar年代測定結果によると、白亜紀と第三紀暁新世を示す。この基盤類の上位にのる新生代の堆積岩と堆積層の厚さは、いくつかの堆積盆において3,000m以上に達する（W. Hamilton, 1978）。これらの堆積盆は、西からスダ堆積盆・ビリトン堆積盆およびバベアン堆積盆と呼ばれる（図1-2-2参照）。

更新世に属する最上位の堆積層は、侵蝕と堆積のくりかえされる複雑な構造を持つ（K. O. Emery et al., 1972）。これらの構造は、更新世の氷河性海面変動に起因する。スダ陸棚とジャワ海には、古河川系が海底下にかくされていることは、有名な事実である。図1-2-1は、Molengraaff（1921）とKuenen（1950）の地図に基づきK. O. Emery et al.,（1972）が作成したもので、この古河川系を示している。

ジャワ海の主要な底質は、図1-2-1（K. O. Emery, 1972）に示されるように泥・砂質泥および泥質砂である。砂・礫・岩および珊瑚は、島々の近接域に分布するだけであるが、カリマンタン島の南東沖には比較的広い砂の分布域が存在する。

次に調査計画ケーブルルートに沿った海底地形、地質について既存資料に基づいて概説する。

マドゥラ島ブミ・アンヤールの沖合では、前述のように水深40mまで（海岸線から約15km沖合）その海底勾配は、海図に基づく約1/300であり、水深45m付近（海岸線から約18km沖合）から、海底は平坦になる。

最大水深は、マドゥラ島の海岸線から90～95km位のところにあり、その水深は75m前後の水深を示している。

最大水深地点からカリマンタン島タキスンの沖合までは、海底は緩やかな起伏をともなった平均1/4,500程度の上り勾配となる。

タキスン沖合では、陸上河川から水深20m付近まで連続する多くの滞が存在し、滞の伸び方向は概略北から南である。滞の側壁は、比較的急傾斜の斜面であり、ケーブルルート沿いの側壁の勾配を計算してみると1/350である。

調査計画ケーブルルート沿いの海底地質に関する情報は限られているが、海図や前述の海底地形から次のことがいえる。

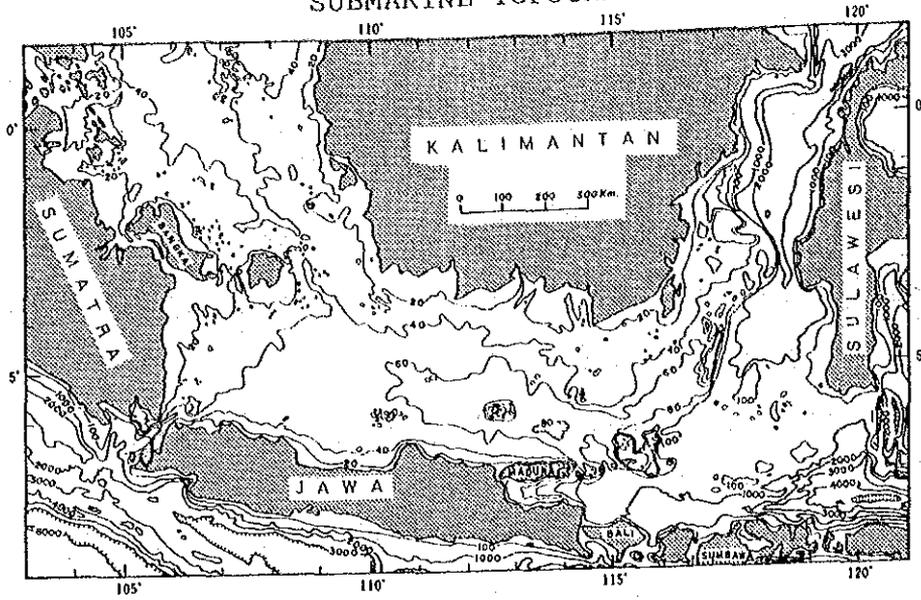
ケーブル陸揚地点の踏査時に、マドゥラ島ブミ・アンヤールの海岸で、古期の礁性石灰岩の露頭を確認することができた。従ってブミ・アンヤールの海岸近くの海底にも古期の礁性石灰岩の分布が予想される。ブミ・アンヤールの海岸線から15km離れた所には、砂質泥が分布する。ブミ・アンヤールの海岸線より35km離れた付近から最深部付近まででは、泥が主要底質となる。最深部付近からカリマンタン島タキスンの沖合までは、底質は砂・泥および砂質泥と変化に富む。これらの底質は、上記の特徴的な海底地形と密接な関係があると考えられる。

タキスン沖合では、珊瑚・石および砂が分布する。

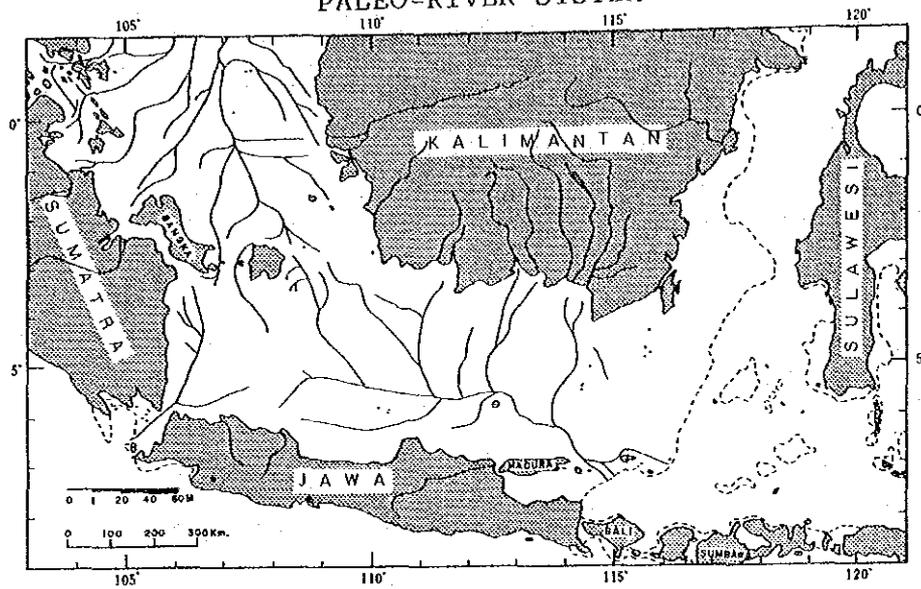
タキスンの海岸部では、ケーブル陸揚地点の踏査時に、低位の変堆積岩の露出が確認された。従って、海岸近くの海底にも同様の岩の分布が予想される。

以上、海底地形および地質について机上検討を行った結果、海底ケーブル建設を計画するにあたり、特に支障となる問題点は見いだされなかった。

SUBMARINE TOPOGRAPHY



PALEO-RIVER SYSTEM



BOTTOM SEDIMENTS

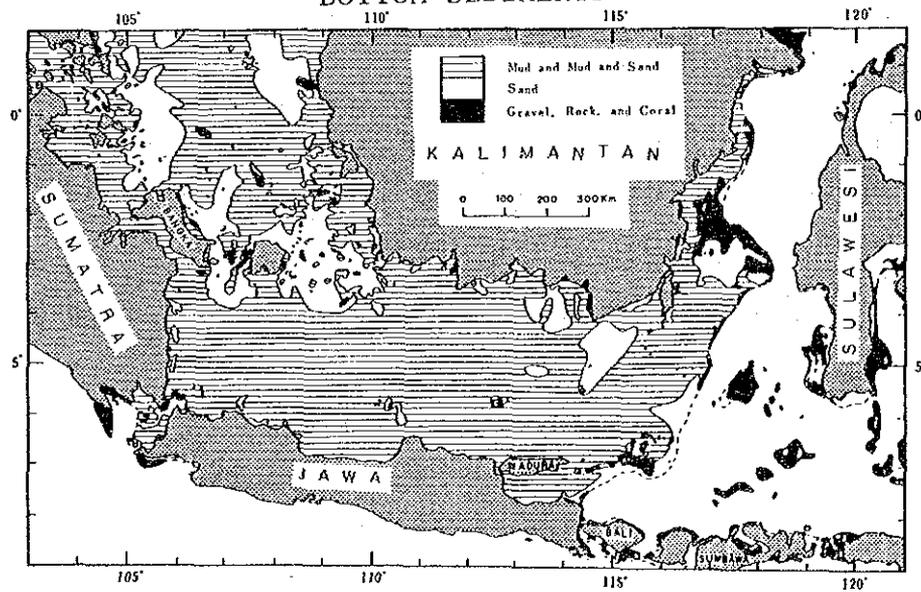
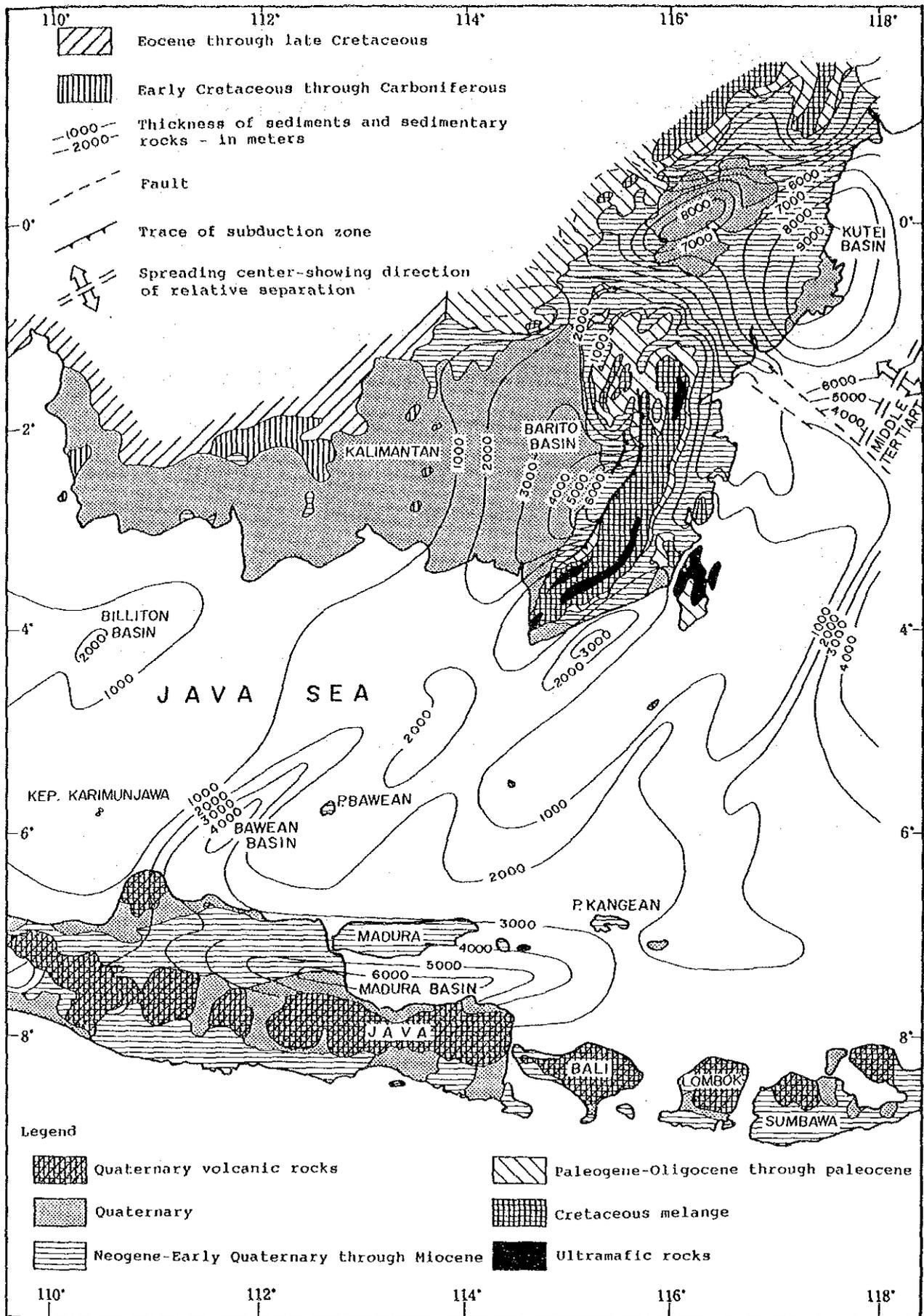


図 1-2-1 海底地形, 古河川系および底質
(K.O.Emery et al, 1972を改編)



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

図 1-2-2

ジャワ海付近の地質

1-3 気象、流況および水温

ケーブルルート付近の海域の気候は熱帯モンスーン気候の性質を有する。モンスーン気候の典型的な特徴は雨季と乾季であり、雨季は北西モンスーン時で、乾季は南東モンスーン時である。北西モンスーン時は11月から3月にかけて、南東モンスーン時は5月から9月にかけての時期である。この両モンスーンの間は季節はモンスーン交代時である。

北西モンスーンでは、西から北西寄りの風が吹き、風力は2ないし4（ビューフォート風力階級）程度である。南東モンスーンでは、東から南東寄りの風が吹き、北西モンスーン時より安定しており、特に7～9月が最も安定している。そして風力は2ないし4程度である。

モンスーンの交代時には、風向は変化し易い。

スコールや雷雨に伴う突風は北西モンスーン時に多く、風力6～7に達し、風向も急変する。またスコールも時によっては時化となり、小型船にとっては危険をもたらすほど急激に発達することもある。

気候は季節的な変化は少なく蒸し暑い。雨季における降雨量は乾季の降雨量の3倍程度とされる。霧の発生はほとんどないが、豪雨時には、視界が悪くなることがある。この海域の海上の気温は年間を通じ月平均気温で25℃から29℃の範囲にあり、季節的な変化は少ない。

ジャワ海における表層の流況はモンスーンの季節風によって支配される（図1-3-1）。流向は二つのモンスーンの風向の違いによって、年2回変化する。卓越流向はモンスーンの季節風の傾向に一致し、北西モンスーン時には、流向は東から東南東の範囲に定まり、南東モンスーン時には西から北西の範囲に定まる。

モンスーン交代時には、海域によって流向は定まらず各方向に流れる。

平均流速は、北西モンスーン時の流速が南東モンスーン時のそれよりもやや強いとされるが、前者で1.0～1.5ノット、後方で0.8ノット程度である。

最大流速は、通常は2ノット程度までであるが、モンスーンの交代時にはまれに3ノットを超えることもある。

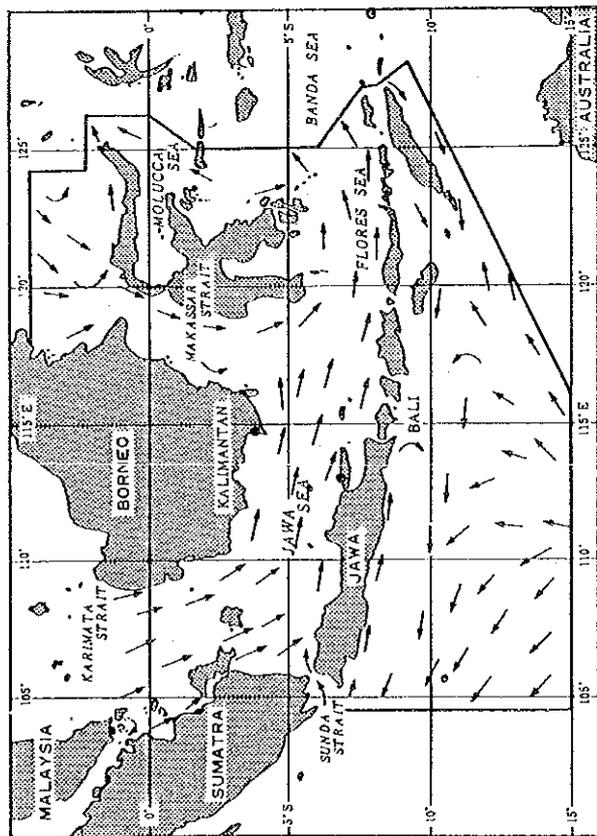
平均流速については、北西モンスーン時の流速が南東モンスーン時のそれよりもやや強いとされるが、前者で1.0～1.5ノット、後方で0.8ノット程度である。

風波とうねりは一般に中程度といわれるが、連吹する季節風はその程度を高くする。

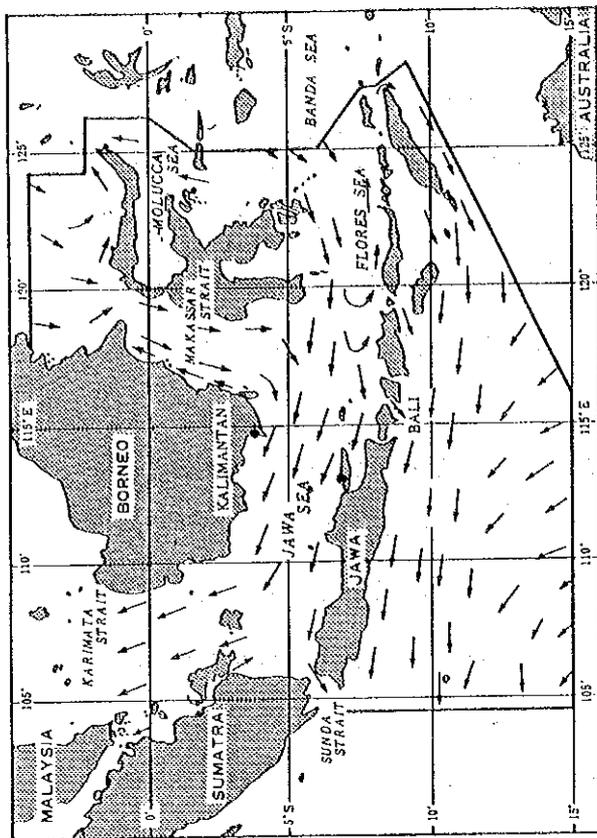
この海域における潮流は明確な日潮不等の傾向を示す。これはカリマンタンとジャワ島のジャワ海に面するところで明確である。また、これらの海域では卓越した日周潮がみられる。大潮時での潮差はブミ・アンヤールで約3m、タキスンで約2.5mである。表層水温は26℃から29℃の間で変化する。最高水温は4月と5月、最低水温は9月に出現する。

海面付近における気温と水温の差は常に水温が気温よりやや高く、平均的な差は1℃の範囲内である。

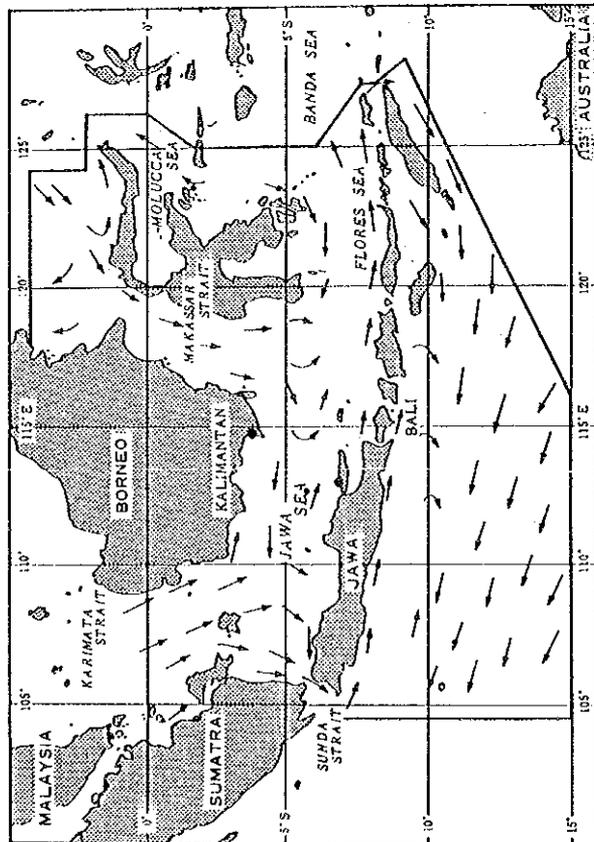
以上、この海域の一般的な海象、気象について述べたが、海底ケーブル布設作業に最も影響を与えるのは風そして流れである。この調査海域を含むジャワ海は東南アジアの他の海域に比べて、最も穏やかな海域であり、海上作業は年間を通じて実施しても、障害を受けることは少ない海域である。しかし風が安定し、雨の少ないことを考慮すると、南東モンスーン時の5～9月の期間に作業を実施することが最適と考えられる。なお流れについては、この海域の流れの性質を把握していれば1年中どの月に作業を実施しても、作業に支障を与えることはないものとする。



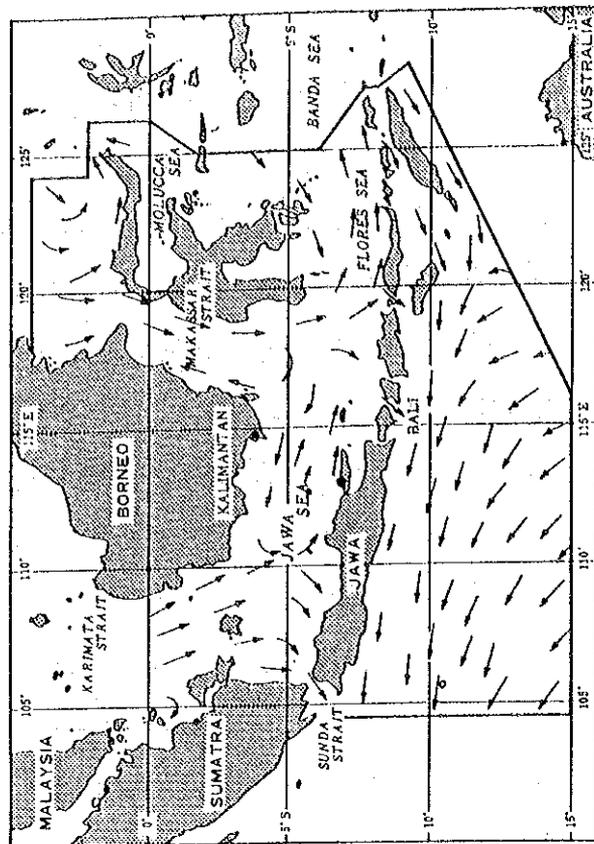
NW Monsoon (February)



SE Monsoon (August)



Monsoon in Transition(April)



Monsoon in Transition(October)

ジャワ海における表層の流向 (英版水路誌)

図 1-3-1

1-4 漁業活動

ケーブルルート付近の漁業活動は次のとおりである。

プミ・アンヤールの海岸において、計画ケーブルルートは潮の干満を利用し魚を捕獲する石積みのトラップを通過する。このトラップは構造が比較的簡単であり、ケーブル布設時に一時的に破壊しても簡単に復元することが可能である。また元の位置に再び構築しても、この漁法自体がケーブルに障害を与えることはないものと考えられる。

プミ・アンヤール及びタキスン沿岸部では浮網、曳き網そして延縄などの小型船による操業が行われている。沿岸部におけるこれらの漁業活動に対して、ケーブル保護の広報活動、漁業制限ないし禁止区域の設定など適切な措置が必要であると考えられる。

JICA調査団は1986年2月にスラバヤの海運総局第4海事局で、漁業活動に関する聞き取り調査を実施し、その結果次のような情報を得ていた。

- ・ トロール漁業はインドネシア全水域で1983年1月以降禁止されている。
- ・ 漁業はインドネシア沿岸から30マイル以内のみで操業できる。
- ・ 中層曳き網は海面下12m以内で操業できる（但し、水深によって例外がある）。

しかしながら、調査団は海洋調査を実施中、沖合30マイル以上の海域で曳き網、刺網、巻き網漁船やさらには、固定式の竹を組み合わせた浮き漁具などに出会った。

この事実について、調査団は再び第4海事局に問い合わせたところ、それらは法規に違反したものであるとの回答を得た。これらの漁業活動は法律的には違反しているが、完全に取締ることは極めてむずかしい。したがって、ケーブルを布設した場合、これら漁船によるケーブル障害が発生することを予想し、ケーブルを埋設することや外装を用いるなどの対策を予め考えておく必要がある。

なお、実際にケーブル布設時には、ルート上の「固定式の竹を組み合わせた浮き漁具」を布設直前に布設船とは別の船で撤去することが必要になるものとする。

1-5 船舶活動

ジャワ海における船舶の航行ルートは、諸島間を結ぶ航路や、ジャワ海を経て海峡間を抜ける航路で錯綜している。

ケーブルルートの陸揚地点であるブミ・アンヤールとタキスンは、隣接主要港であるスラバヤ港およびバンジャルマシム港からは、相当離れている。従って、両港に入出港する船舶が、ケーブルルートに直接影響を及ぼすことはないものと考えられる。

また、両港に関係する既設の投錨域あるいは、計画中の投錨域も上記と同様の理由でケーブルに影響を及ぼさないと判断される。

スラバヤ港における港湾開発計画は、現在のところスラバヤの北西に隣接するグレスック地区に限られており、ブミ・アンヤール陸揚地点から遠距離にあるため、ケーブル・ルートに影響を及ぼさないものと考えられる。一方、タキスン側においても、タキシムの南方約25kmのバタカン付近に港湾建設計画の情報を得たが、これも相当離れており、ケーブルルートに影響を及ぼさないものと考えられる。

なお、船舶の航行はケーブル布設時に、ケーブル布設船の航行の障害になることがあり、この点に注意して船の種類、航行船舶の間隔そして航行方向などに注意して観測した。その結果を表1-5-1及び図1-5-1に示す。航行船舶は外洋航行の貨物船や小型の漁船などであり、航行している船の隻数も少ないことから、布設時に障害となることはほとんどないものと考えられる。

表 1-5-1

作業中の視認船隻数

Section (South Lato)	Q'ty of Observed Ships	Number of Workdays	Q'ty of Ships/Day
7° ~ 6°	8	4	2
6° ~ 5°	22	2	11
5° ~ 4°	10	4	2.5
4° ~ 3°	3	1	3

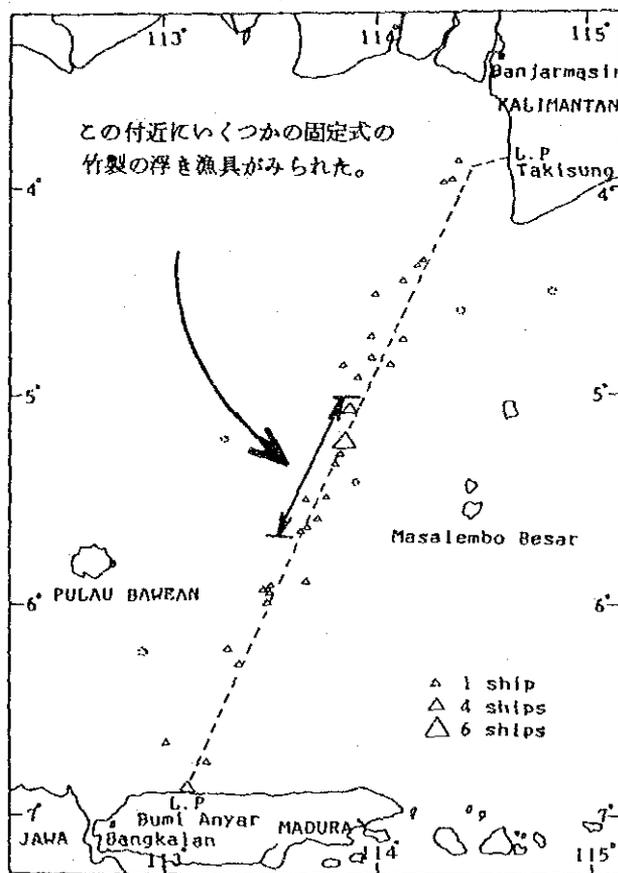


図 1-5-1

ケーブルルート付近の視認船舶

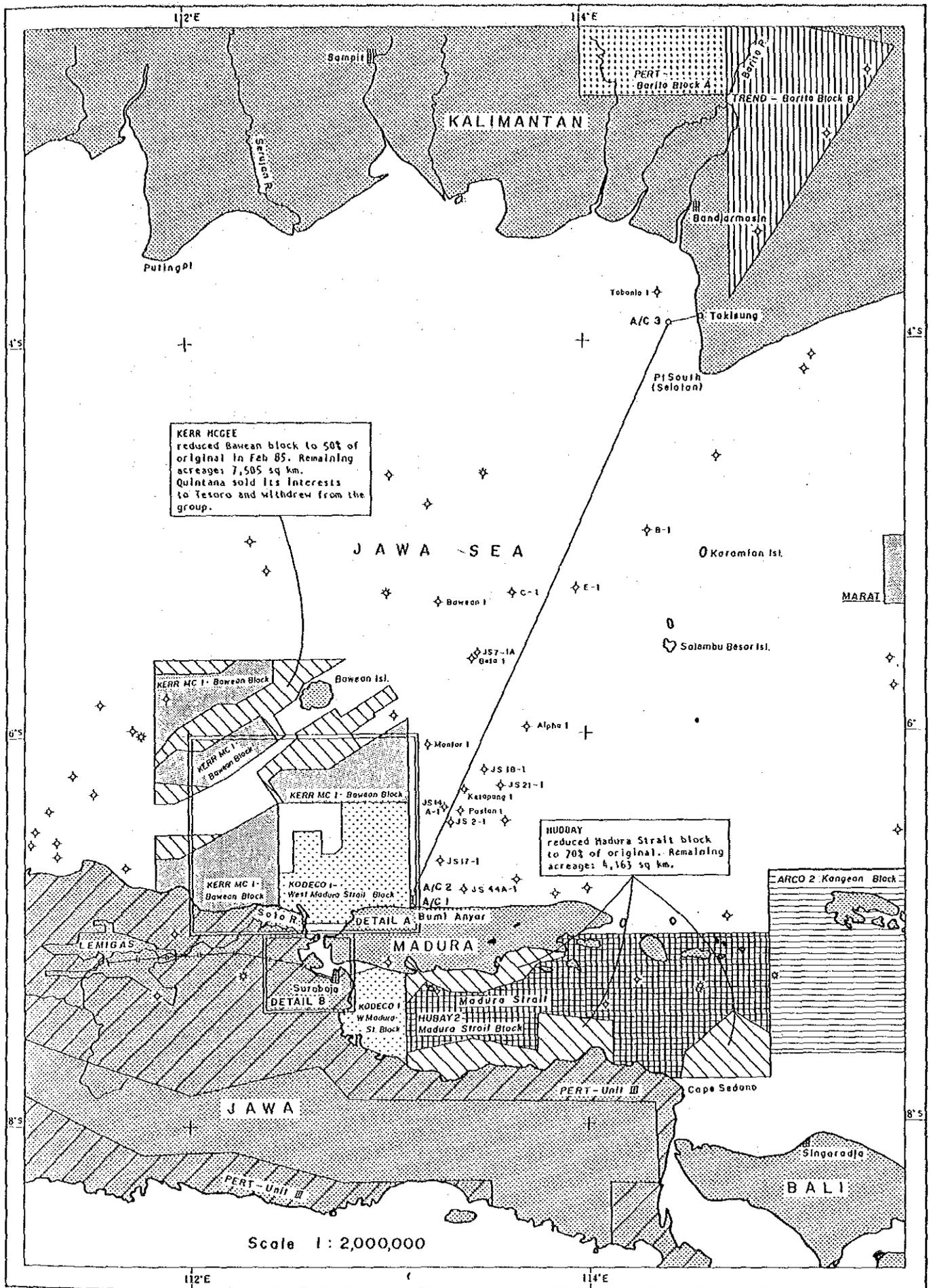
1-6 海洋石油開発

海洋石油開発は、ジャワ海の多くの海域、特にジャワ海の南側で進められている。

石油開発会社KODECOとKERR MCGEEは、「Petroleum Activity, Indonesia」の地図(1985年8月Petroconsultants, s.a.発行)によれば、計画中の海底ケーブルルート付近において海洋石油開発を実施している。それらの鉱区は、図1-6-1(1), (2)に示されている。プミ・アンヤールのL.P点からA/C1を通りA/C2に至る計画ルートは、概略KODECO鉱区の東側境界線上を走っているように見える。計画ルートとKODECO鉱区の関係について、図1-6-2に詳細に示す。図1-6-2からわかるように、計画ルートは、KODECO鉱区の東端からさらに2 km以上離れて東を通る。KODECO鉱区では、Poleng油田が開発中で、多くの海洋構造物が建設されている。それらの構造物と進入禁止区域の位置についても、図1-6-2に図示する。また、それらの経緯度については、表1-6-1に示す。

現時点では、計画ルートの上記以外の地域について海洋石油開発は実施されていない。しかしながら、プルタミナは近い将来において、南東カリマンタン沖のジャワ海で海洋石油開発を再開する計画を持っており、図1-6-3に示すBatakan ブロックの鉱区に対し1986年5月末の締切りで入札を行った。従って、この地域の海洋石油開発の動きに対し注目する必要がある。

計画ケーブルルートの近接域で掘削された石油とガスの井戸は、図1-6-1(1), (2)に示されるようにルートに沿って散在する。なお、図中白抜の丸印は、空井戸で、廃坑となっているものである。これらの井戸のうち、計画ルートに近い井戸(すべてが空井戸)の経緯度を表1-6-2に示す。この経緯度の値は、1985年4月4日付のプルタミナからのレターおよび1986年3月、プルタミナでの聞き取り調査によって明らかになったものである。この表には、計画ルートからそれぞれの井戸までの距離も表示されている。最も計画ルートに近い井戸は、「JS14A-1」でその距離は、1.1 nmである。ケーブル布設時に適切な測位システムが採用されるならば、計画ルート周辺に散在する廃坑された井戸が布設作業に障害となる可能性はないと考える。



Modified from "Foreign Scouting Service, petroleumActivity, Indonesia (Petroconsultants, s.a., August 1985)"

図 1-6-1(1) 東部ジャワ海の石油開発

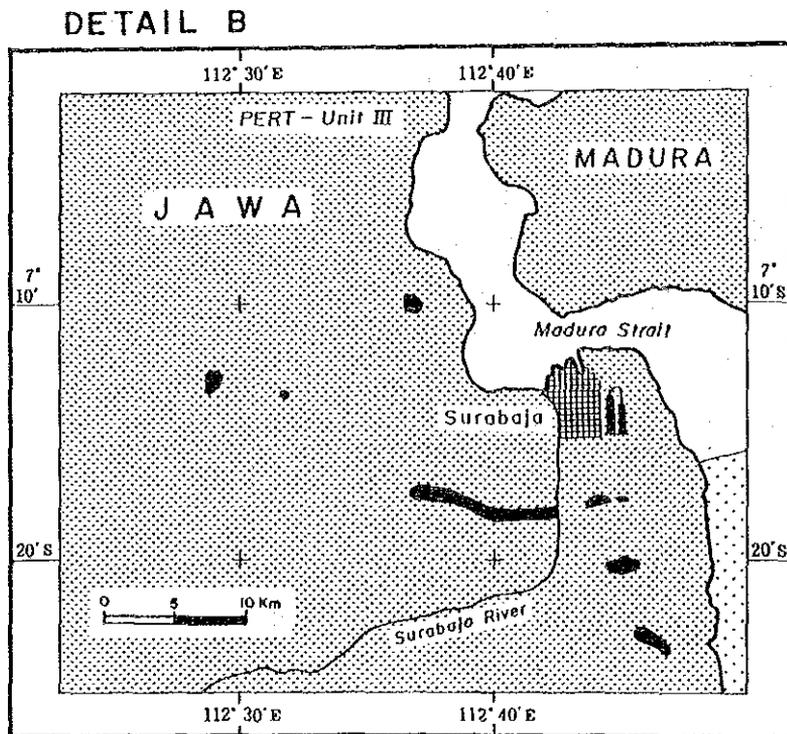
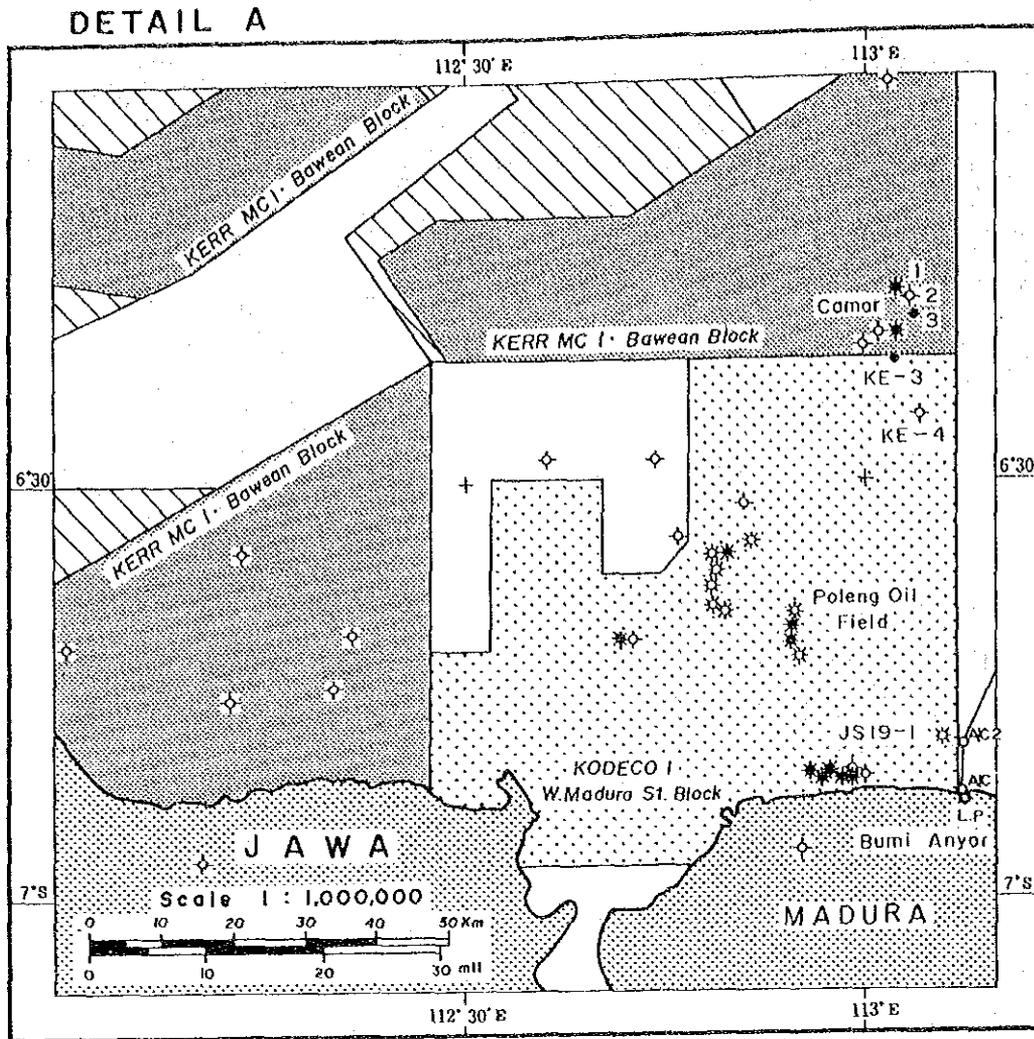


図 1-6-1(2) 東部ジャワ海の石油開発

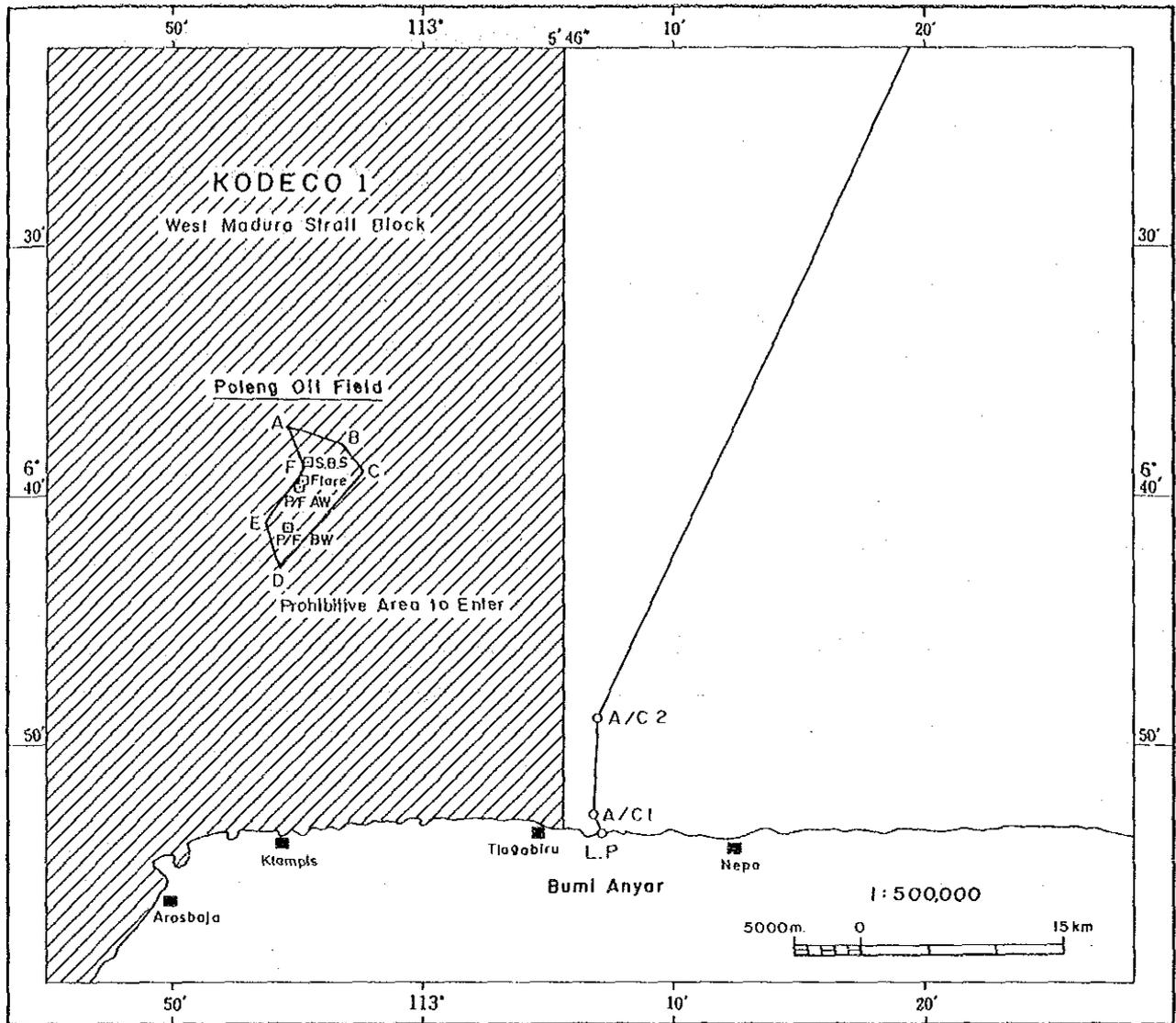


図 1-6-2 推奨ケーブルルートと石油鉱区 (KODECO) との関係

表 1 - 6 - 1(1) KODECO ポレン油田の構造物

Name of Structure	Coordinates	
	Latitude	Longitude
Platform "AW"	6°39'38.7"	112°55'06.3"
Platform "BW"	6°41'15.9"	112°54'34.0"
Flare	6°39'29.4°	112°55'06.5"
S.B.S*	6°38'42.4"	112°55'23.2°

* : Single Buoy Storage

表 1 - 6 - 1(2) KODECO ポレン油田の進入禁止区域の経緯度

Prohibitive Area to Enter	Coordinates	
	Latitude	Longitude
A	6°37'19.2"	112°54'36.0"
B	6°37'54.6"	112°56'45.8"
C	6°39'00.0"	112°57'46.0"
D	6°42'58.0"	112°54'18.0"
E	6°41'07.0"	112°53'46.0"
F	6°39'00.0"	112°55'15.0"

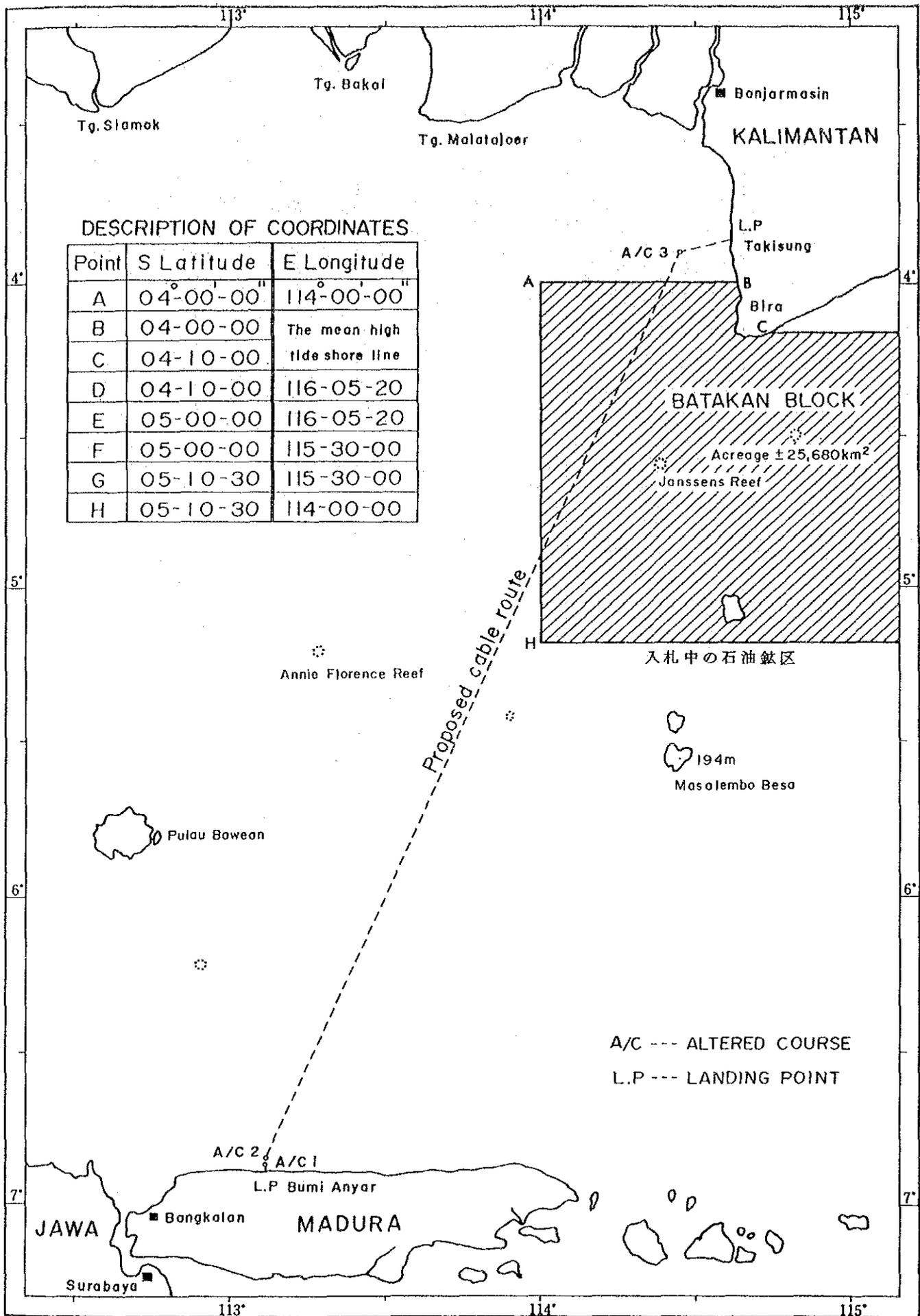


図 1 - 6 - 3

入札中の石油鉦区

表 1 - 6 - 2

推奨ケーブルルート周辺の石油坑井一覧

Name of Well	Coordinate		Distance from Route	Name of Oil Company
	Latitude	Longitude		
Tobanid 1	3°45'11.25"	114°22'25.0"	10.1 N.M	Ashland
E - 1	5°15'08.137"	113°57'37.806"	7.2	Ashland
C - 1	5°16'17.84"	113°38'26.27"	9.8	Ashland
JS 7 - 1A	5°35'30.0"	113°27'20.0"	11.9	ICSI
Beta 1	5°37'08.0"	113°25'46.0"	12.7	Pexamin
Alpha 1	5°58'03.1"	113°42'02.5"	10.7	Houston Oil
Montor 1	6°02'02.50"	113°11'55.07"	15.0	Union Oil
JS 18 - 1	6°11'29.64"	113°29'35.82"	5.0	ICSI
Ketapang 1	6°17'50.89"	113°22'50.34"	1.5	Union Oil
Pasian 1	6°24'04.449"	113°22'30.142"	3.8	Union Oil
JS 14A - 1	6°23'04.45"	113°17'28.83"	1.1	ICSI
JS 2 - 1	6°27'10.0"	113°19'20.0"	2.2	ICSI
JS 17 - 1*	6°39'00.0"	113°16'30.0"	4.4	ICSI
JS 44A - 1	6°47'44.0"	113°23'12.0"	14.3	ICSI
KE - 4	6°24'41.86"	113°04'45.85"	12.1	KODECO
JS 19 - 1	6°47'22.0"	113°05'50.0"	1.7	ICSI

* : The coordinate of this well is based on the map of "petroleum Activity Indonesia".

1-7 機雷危険水域

マドゥラ島ケーブル陸揚予定地点のブミ・アンヤール沿岸部には、第二次大戦中に敷設された機雷の危険水域が存在する。調査団は既存の海図・水路誌より、図1-7-1に示すような機雷の未掃海区域の存在を確認した。このため調査団は更に、インドネシア関係機関並びに日本の関係機関より、機雷についての下記項目に示す情報を得た。

1. 機雷掃海区域といえども、機雷の除去が完全に行われたことではないこと。
2. 未掃海区域では、機雷存在の可能性があること。
3. 感応磁気機雷の性質。
4. 機雷が爆発したときの状態。
5. 機雷による事故が、マドゥラ島沿岸部で起きたことがないこと。

である。

以上の情報を総合的に検討した結果、機雷敷設後40年以上経過しているが、機雷や爆発装置の腐蝕の程度によっては、現在でも爆発の可能性があり、ケーブル布設時の安全性を確保するため未掃海区域の図2-2-6に示す範囲において磁気探査を行った。

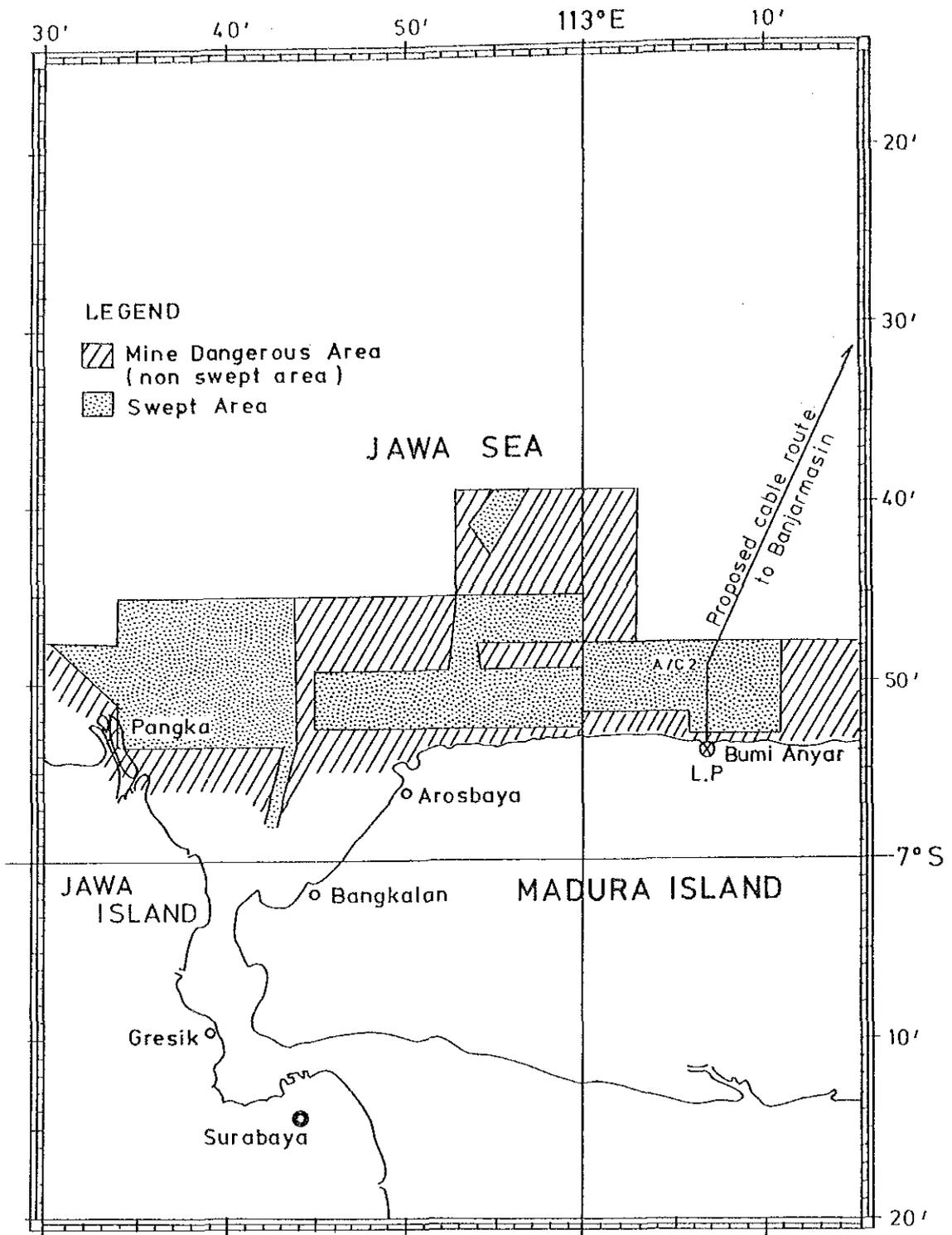


图 1-7-1 机雷危险区域

第2章 沿岸部調査

第2章 沿岸部調査

2-1 概説

陸揚地点および調査ルートは、既存の海図、地質資料、鉱区資料および危険水域等の諸資料に基づいて検討され、第1次現地調査団とインドネシア関係機関と共に十分協議されたものである。両陸揚候補地点は、ブミ・アンヤール（マドゥラ島）とタキスン（カリマンタン島）を最適地点として選定された。

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ことを確認するため、また、ケーブル布設に必要な諸資料を得るために実施され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を述べる。調査に使用した船舶は、第5海工丸と現地で備船したボートで、実施した調査項目とその目的を表2-1-1に示す。

表2-1-1

調査項目と目的

	調査項目	調査目的
1	基準点測量	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブル布設の基準となる陸揚地点の地理学上の位置を求めること。 ○ ケーブルルートの方角を確定し、調査測線方向に求めること。
2	地形測量	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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こと。 ○ 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こと。
3	海底面探査	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブル埋設機を曳航する場合に必要な情報であるケーブルルート及びその周辺の障害物の有無、微地形および底質分布を明らかにすること。
4	地層探査	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートの浅層の地質構造を明らかにし、海底面探査で得られた情報と合わせ、ケーブル保全に特に支障となる露岩域を明らかにすること。 ○ 埋設工法の適用に対する可能性を評価すること。
5	底質調査	<ul style="list-style-type: none"> ○ 採取した試料の肉眼観察や物理・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こと。
6	海底写真撮影*	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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こと。 ○ 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こと。
7	水温調査	<ul style="list-style-type: none"> ○ 水温の観測値を得て、既存のデータと比較し、通年の水温変化を推定すること。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ため、ケーブルシステム設計に必要な値である。
8	流況調査	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルート周辺の表層と底層の海流・潮流を明らかにすること。表層の流況は、ケーブル布設工事に必要となり、底層の流況はケーブル保全のために必要である。 ○ 既存データと観測データを対比させ、布設工事時の流況の予測や通年の流況を推定すること。
9	陸揚地点周辺の地形調査	<ul style="list-style-type: none"> ○ 陸揚局舎および附帯設備の配置等を検討するために必要な基礎資料として、地形平面図を得ること。
10	大地比抵抗測定	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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こと。
11	磁気探査**	<ul style="list-style-type: none"> ○ 機雷未掃海海域における機雷の存否を確認すること。

* 海水の透明度が極めて悪いため、撮影を取り止めた。

** ブミ・アンヤール側のみで実施した。

2-2 ツミ・アンヤール

2-2-1 沿岸部海洋調査

はじめに沿岸部の海底地形、海底地質および流況・水温を明らかにするために実施した調査の概略を表2-2-1に示す。

表2-2-1 調査概要

調査項目	調査方法	対象海域
地形測量	水準測量	潮間帯
	投鉛による測深	L.P から沖合 700m付近
	音響測深機	投鉛による測深海域より沖合で A/C 1 から沖合 3,800mまで
海底面探査	サイドスキャンソナー	音響測深機による地形測量と同海域
地層探査	鉄筋棒打込み法	潮間帯
	ソノプローブ (SP-III)	音響測深機による地形測量と同海域
底質調査	踏査	潮間帯
	ピストンコアラーおよびダイバー	音響測深機による地形測量と同海域
流況・水温調査	連続自記記録式流向・流速計	全海域 (定点観測)
	電気水温計	全海域 (定点観測)

なお、詳細については、付録3の調査使用機器と調査方法を参照されたい。

次に、上記調査の結果に基づき、海底地形、海底地質および流況・水温について述べる。

(1) 海底地形

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 5.3km) までの海底地形を図2-2-1に示す。計画ケーブルルートに沿って概観すると次のようになる。

L.P (高さ+ 3.1m) からやや急な斜面で、すぐ平坦面 (高さ+ 1.0~ 0.0m) に移行する。この斜面の勾配は、約 1/9 であり、また平坦面の中は約 600mである。この平坦

面には、L.P に近いところに砂堆が見られ、沖側に珊瑚礁が存在する。この平坦面の先からは、勾配 $1/70$ で水深 6 m まで下がる。この地点のL.P から水平距離は 1.050 m である。これより先では、斜面はやや緩やかになり、調査の最遠点の水深 19 m まで一様に下がる。その斜面の勾配は $1/320$ である。

以上のように、当該海域の海底地形は比較的単調であり、ケーブルの布設および保全に大きな支障はないものと判断される。

(2) 海底地質

はじめに、底質の分布状態について述べる。図2-2-1に示すように、L.P 付近には分級の良い中砂が分布し、平坦面に移って砂堆の手前の凹部には、泥質砂が分布する。砂堆から沖の珊瑚礁までは巾約 350mの間であり、細砂～中砂が分布し、所々規則正しい砂連が発達する。この珊瑚礁では平坦面の沖側端から分布しはじめ、勾配 1/70のやや急な斜面の途中まで（推定）続き、その幅は、約 300mと推定される。珊瑚礁の分布域から先は、一様に砂質泥が分布する。

底質の物理的および化学的試験の結果は、付録4に示す通りである。ケーブルの腐蝕に影響を与える硫化水素の含有率を把握するため、代表的な地点について全硫化物の含有量を調べた所、乾泥 1 g 当り 0.01～0.17mg以下という値を得られた。この値は、特に高いものではなく、一般の海域でみられる値と言える。

なお、物理的な試験結果は、主に底質名を決定する資料として利用した。

図2-2-1に示すように、沿岸部の地層探査で、識別された地層は2層である。下位層は、表面の凹凸の著しいことと海岸に古期の礁性石灰岩の露頭があることから、珊瑚礁と古期の礁性石灰岩をあわせた層（以下、珊瑚層という）に対比されると考える。上位層は、上記珊瑚層の上に堆積した堆積層で現世に対比できると考える。この堆積層の内部には、いくつかの連続性のよい層理面が認められる。海底表面から深度 2 m位までは顕著な層理面が存在しないことから、少なくともその範囲では一様の砂質泥が堆積しているものと推定される。

計画ルートに沿った珊瑚層の上面深度は、次のようになる。L.P から平坦面の沖側端近くの珊瑚礁までは、図2-2-1に示すような地点で 1.5mの鉄筋棒を用いて貫入調査を実施した。その結果、上面深度は少なくとも 1.5m以上のところに存在するといえる。珊瑚層は平坦面の沖側端近くで海底に露出し、平坦面の先の勾配 1/70の斜面の途中から海底面下にもぐる。勾配 1/70から 1/320 の変換点では、珊瑚層の上面深度は海底面下 5 m前後となる。また、L.P からの水平距離約 2 km付近では、その上面深度は海底面下 10m前後となる。それより沖側では、分布深度が深くなるためその上面は不明瞭となる。

このような浅海域においては波や流れ、そして人為的障害からケーブルを保護するため、ケーブルを埋設したり、保護管を取り付けたりすることが一般に行われる。このような観点から見ると、石灰岩や珊瑚礁は他の堆積物、すなわち軟らかい砂や泥に比べて工事に多

少手間取ることが予想される。

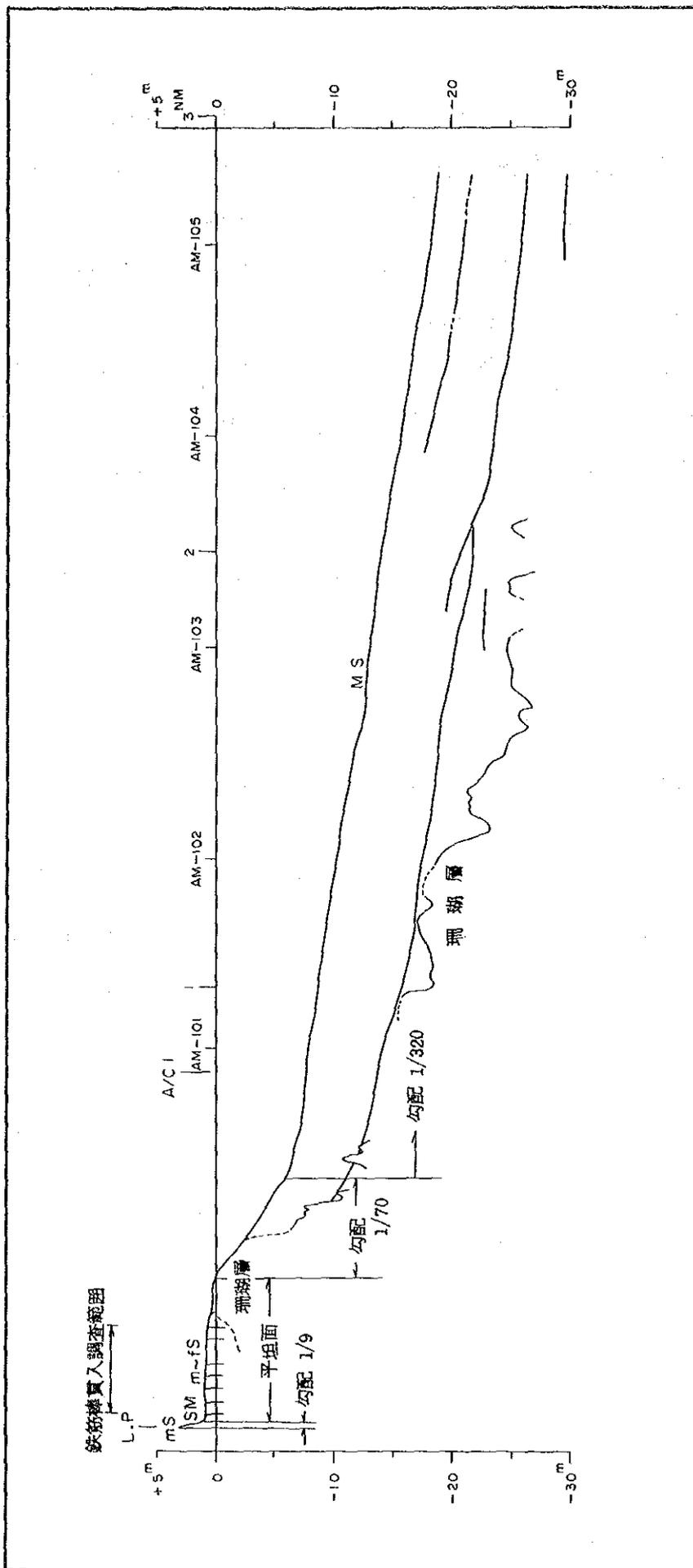


図 2-2-1 プミ・アヤール沿岸部海底地形および地質

(3) 流況

ブミ・アンヤール陸揚地 (L.P) から北北東方向に約3.5 kmの沖合の測点A-1 (水深17m) に流速計を設置し、15日間連続流況観測を実施した。流向・流速頻度分布 (表2-2-2, 図2-2-2) をみると、表層 (海面下5 m) では、期間中出现した流向はすべてNE~SEに集中し、その83.5%はE方向であった。表層の流速は最大で74.6cm/sec (1.5ノット, 流向E) であり、平均で43.3cm/sec (0.8ノット) であった。

底層 (海底上1 m) では、流向は表層と同様にNE~SEの東寄りの流向が多く出現し、その出現率は64.5%であった。しかし表層ではみられなかった西寄りのNW~SWの出現も18.6%あった。底層の流速をみると、NE~SEへの東寄りの流れでは最大38.2cm/sec (0.7ノット, 流向E) であり、平均で15.7cm/sec (0.3ノット) であった。西寄りのNW~SWの流れでは最大で19.7cm/sec (0.4ノット, 流向WNW) , 平均で11.5cm/sec (0.2ノット) であった。このように、流速の大きさを表層と底層で比較すると表層の方が底層の約2倍程度となっていた。

流れの変動の様子を流向・流速曲線 (図2-2-3) でみると表・底層ともにモンスーン季節風による東寄りの流れが卓越し、潮汐流による半日周期や1日周期の変動もみられる。表層の流速変動に応じ底層の変動も良く対応している。なお、表層の流速が小さくなるときに底層では流向が反対の方向へ流れることもみられる。

また、表・底層の流れの傾向をみるため、進行ベクトル図 (図2-2-4) をみると表層では底層よりも流速・流程も大きく、東方へ流れるが、底層では流速・流程も小さく表層とはやや偏った南寄りへ流れる傾向を示す。しかし、全体的には表・底層とも東寄りの流れとなっている。

以上ブミ・アンヤールの流れの特徴について述べた。前述のように流れはケーブル陸揚時の操船や布設船の固定方向を決定するのに必要なデータである。

この海域においては、流れは季節風による影響が強く、ある期間一定方向に流れるため、船の固定方向を比較的決定し易いものとする。しかし潮流の影響も多少現われていることから季節風による吹送流と潮流の流れの方向が一致すると、2.0ノット前後の流速が予想される。特に、大潮時には、操船の際この点に注意を払うことが必要と考える。

(4) 水温

ブミ・アンヤール沿岸部における水温観測は L.P から沖合 1.6 ～ 5 km に至るケーブルルート上の 5 測点で行われた。その観測結果は表 2-2-3, 図 2-2-5 に示すように, 底層 (海面上 1.0 m) の最大水温は L.P から 5.0 km 沖合の測点 AM-101 における 28.1℃, 最小水温は 4.25 km 沖合の測点 AM-104 における 27.3℃ であった。

また, 各測点における水温の鉛直的な変化は表・底層の間で殆どなく St. AM-104 (水深 18.2 m) での 1.1℃ の範囲が最大であった。水温断面分布図 (図 2-2-5) が示すように海面から海底まで変化の少ない水温域であった。

光海底ケーブルは比較的水温に影響され難いと言われているが, 中継器の性能は温度範囲を設定した上で保障されている。したがって, この海域においては, 中継器を設計する際, 30℃ 前後までの水温に耐えられるようにしておく必要がある。

表 2-2-2 流向分布及び流速 (最大・平均) 値

(Direction) (1) unit: %

Direction \ St.	A - 1 (Upper)	A - 1 (Lower)
Northerly (NW-NE)	—	1.2
Easterly (NE-SE)	100	64.5
Southerly (SE-SW)	—	15.7
Westerly (SW-NW)	—	18.6

(Velocity) (2) unit: cm/s

Direction \ St.	Northerly		Easterly		Southerly		Westerly	
	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean
A-1 (Upper)	—	—	74.6 (E)	43.3	—	—	—	—
A-1 (Lower)	17.2 (NW, NNW)	11.8	38.2 (E)	15.7	25.0 (SE)	13.3	19.7 (WSW, W)	11.5

(): The current direction at Max. Velocity appeared

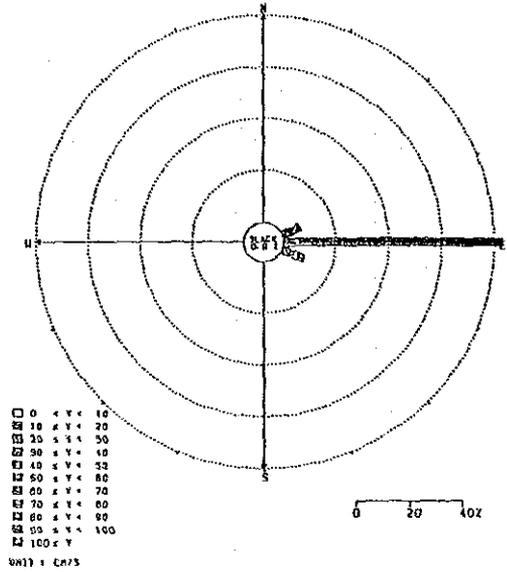
表 2-2-3 水温観測結果

Station (Depth)	AM 105 (18.2)	AM 104 (15.8)	AM 103 (13.2)	AM 102 (10.2)	AM 101 (8.0)
Time	6:58~7:00	8:54~8:58	9:30~9:31	9:55~10:00	10:22~10:25
Layer	Feb. 11				
(m)					
Sea surface	27.8	28.4	28.1	28.1	28.1
-0.5	27.8	28.4	28.1	28.1	28.1
-1.0	27.8	28.4	28.1	28.1	28.1
-2.0	27.8	28.4	28.1	28.1	28.1
-3.0	27.8	28.4	28.1	28.1	28.1
-4.0	27.7	28.4	28.1	28.1	28.1
-5.0	27.7	28.4	28.1	28.1	28.1
-6.0	27.6	28.2	28.1	28.1	28.1
-7.0	27.6	28.1	28.1	28.1	28.1
-8.0	27.6	28.1	28.1	28.1	28.1
-9.0	27.6	28.1	28.1	28.0	
-10.0	27.6	27.9	28.0		
Seabed + 1.0	27.6	27.3	27.5	27.6	28.1

BUMIANYAR A-1 -5.0 m
1986. 2. 8 11: 0 - 1986. 2.22 10: 0

Dir. \ cm/sec	0-	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90-	100-	Total
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	2.6	5.8	2.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9
E	0.0	0.0	1.3	2.9	2.3	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
ESE	0.0	0.0	6.3	28.9	26.6	16.2	4.5	1.0	0.0	0.0	0.0	168.0
SE	0.0	0.0	0.5	2.9	3.2	1.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	85.5
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	180.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	16.4	70.0	64.6	37.1	10.9	2.1	0.0	0.0	0.0	201.1
			8.2	34.8	32.1	18.6	5.4	1.0				100.0

AREA : BUMIANYAR
STATION : A-1
DEPTH : -5.0 (m)
PERIOD : 1986. 2. 8-11. 0 - 1986. 2.22-10. 0

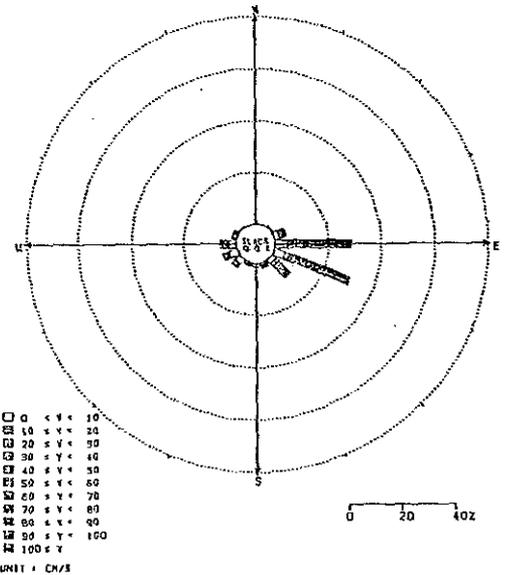


Upper Layer (5.0 m under the sea surface)

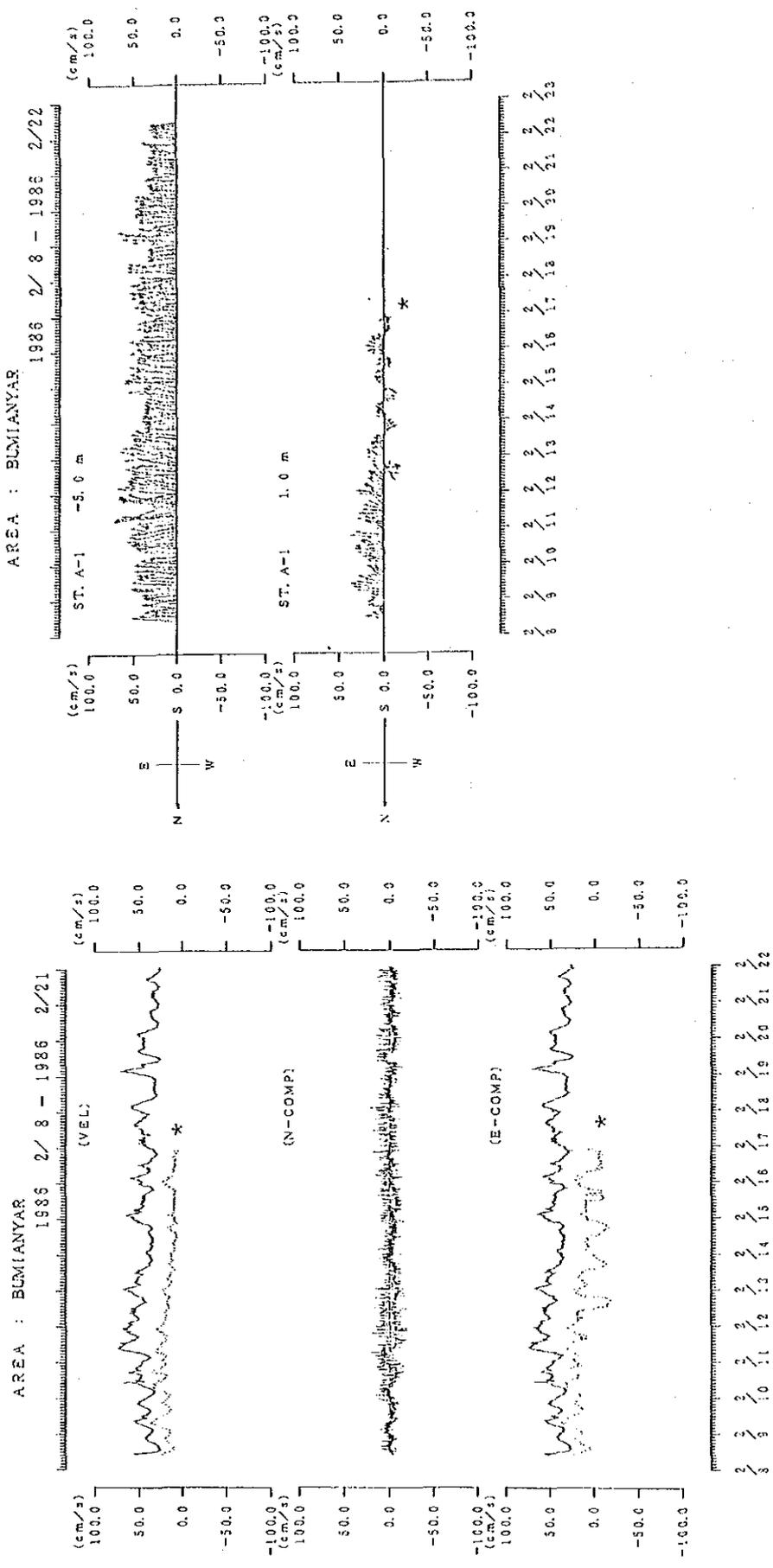
BUMIANYAR A-1 1.0 m
1986. 2. 8 11: 0 - 1986. 2.22 10: 0

Dir. \ cm/sec	0-	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90-	100-	Total
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNE	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
NE	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
ENE	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
E	2.6	2.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
ESE	2.0	1.7	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
SE	3.8	1.2	1.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1
SSE	2.9	1.9	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.7
S	4.0	15.4	10.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.2
SSW	2.3	7.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6
SW	1.9	6.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9
WSW	0.8	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7
W	0.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
WNW	0.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Total	27.8	39.0	26.3	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.2
	22.7	48.3	21.5	7.4								100.0

AREA : BUMIANYAR
STATION : A-1
DEPTH : 1.0 (m)
PERIOD : 1986. 2. 8-11. 0 - 1986. 2.22-10. 0



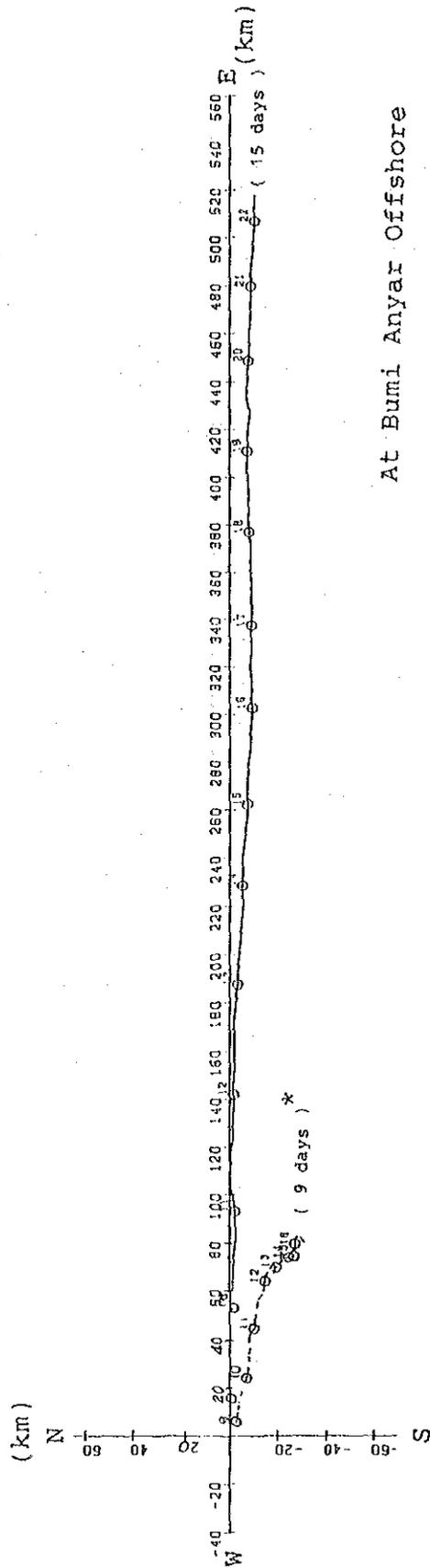
Lower Layer (1.0 m above the seabed)



— Upper Layer (5.0 m under the sea surface)
 ---- Lower Layer (1.0 m above the seabed)

* Short data due to cuttlefish roe attached on the rotator of current meter.

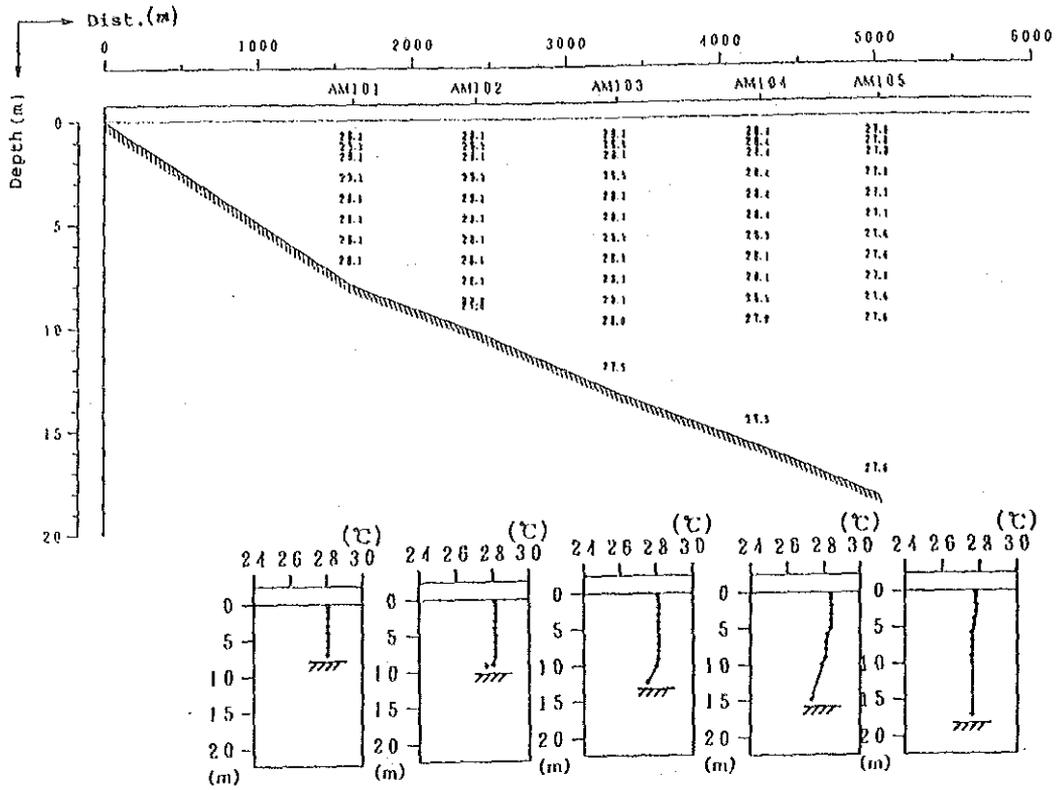
図 2-2-3 ブミ・アヤール沿岸部における流向・流速曲線(15 日間流況連続観測)



At Bumi Anyar Offshore

- Upper Layer (5.0 m under the sea surface)
- - - Lower Layer (1.0 m above the seabed)
- * Lower layer is 9 days short data due to cuttlefish roe attached on the rotator of current meter.

図 2-2-4 進行ベクトル



At Bumi Anyar Offshore

図 2-2-5 水温鉛直変化と水温断面分布

2-2-2 磁気探査

マドゥラ島ケーブル陸揚げ予定地のプミ・アンヤール沿岸は、第二次大戦中に敷設された機雷による危険水域がある（図1-7-1機雷危険水域）。このため、ケーブル布設工事の安全を確保するために、陸揚げ地点から計画ケーブルルートに沿って未掃海海域を通過する約1,700 mの間で、機雷の探査を目的とした磁気探査を実施した。一般に、機雷等の危険物の調査では、これ等が鉄で造られていることを利用した磁気探査が行われており、日本国内では、数多くの実績を上げている。測定には、磁気傾度計を用い、これを曳航又は人力により移動させて行なった。調査区域は、計画ケーブルルートを中心に水深の比較的深い所では200m巾、浅い所では100m巾とした。

調査の結果、区域内にいくつかの磁気異常点を確認した。そのほとんどは、地表面にある小さな鉄板片であり、磁気量は1ガウス・cm以下であった。しかし、区域内の異常反応のうち3ヶ所で磁気量10ガウス・cm以上のものが確認され、特にそのうち1ヶ所では磁気量26ガウス・cmであり、これは、機雷の持つ磁気量25～300ガウス・cmの範囲内であり、下限ではあるが、機雷による磁気異常反応ではないとは断言出来ない。この3ヶ所に関しては、図2-2-6「異常点位置図」に示し、その測定値を表2-2-4「磁気異常測定値一覧表」に示す。

表2-2-4 磁気異常測定値一覧表

異常点 番号	磁気量 (ガウスcm)	埋没深度 (m)	位置		備考
			X (m)	Y (m)	
1	26	0.6～0.8	1200.0	E87.0	注1)
2	14	0.8～1.2	70.0	E32.0	
3	10	0.6～1.0	23.0	W32.0	

注1) 機雷の持つ磁気量の範囲内の値

ここに、位置Xは、ケーブルの陸揚げ地点(L.P)からのケーブルルート方向に沿った距離であり、Yは、ケーブルルートからの距離を示した。Y欄の「E」は、東方向を、「W」は、西方向を示す。なお異常点番号No.1の位置は、次のとおりである。

緯 度 : 6° 53' 01.242" (S)

経 度 : 113° 06' 55.342" (E)

L.P 点からの

方位角 : 342° 56' 20.84"

距 離 : 1203.4 m

異常点番号No.2, 3に関しては、磁気量的に機雷の可能性はないと思われる。異常点番号No.1に関しても可能性は小さいと考えられるが、ケーブル布設工事においてなんらかの対策を講じる必要がある。たとえば、布設工事において位置を明示しこの場所では強い衝撃を与えないこと、又は、工事前に潜水士により磁気異常物の確認を行なうこと、等が考えられる。

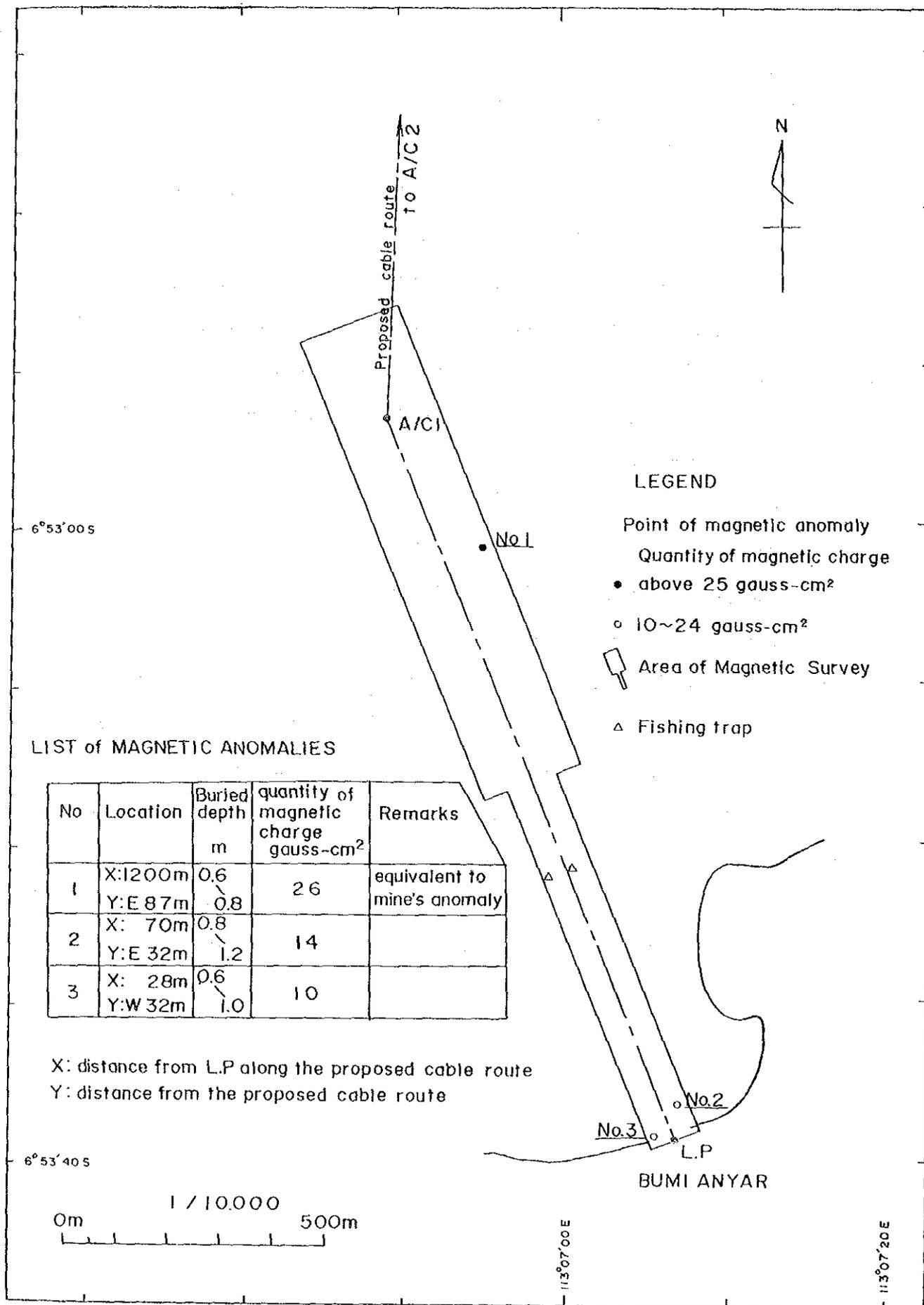


图 2-2-6

磁气异常点位置

2-2-3 陸揚地調査

マドゥラ島の海底ケーブル陸揚地点の候補地は、テラガビル漁港から東方4kmのプミ・アンヤールの海岸に位置する。

この陸揚地点（以下L.Pとする。）は、事前調査団及びインドネシア国関係機関によって決定され、予定地点には仮基点が埋設されていた。

L.P点の測量は、沖合の調査船（第5海工丸）を船首と船尾にアンカーをうち、しっかり固定し、その位置をNNSSによって、数回（5回以上のデータをとる）の測定を行なった。それと同時に、電波測位機によってL.P点及び補助点までの距離を測定した。更に、調査船を移動し、別の地点で同様な測定を行ない、三辺測量法によってL.P点の位置を決定した。L.P点の緯度、経度は次のとおりである。

緯度（S）： 06° 53.64′

経度（E）： 113° 07.11′

次にL.P点周辺の地形を概説する（図2-2-7参照）。

L.P点の前面は、比較的平坦なU字型の海岸をなしている。この海岸の両端はマングローブがよく茂っている。干潮時には、汀線は沖合約600m付近まで干出し、満潮時には、L.P点際まで海水が遡上する。沖合600m付近ではこの干満差を利用し、石を積み上げたトラップへの追込み漁法が行われ、計画ケーブルルートは、この区域を横切る。

L.P点の陸側は、バンカランに通じる主要道路が東西に走り、この道路を挟んで底平な稲作地帯が広がり、所々に集落が点在している。

この海岸にケーブルを布設する場合、上記のようにケーブルがトラップの中を通過することになる。トラップの構造は極く簡単なものであり、ケーブル布設工事中一時壊し、再構築しても大して手間取ることはない。しかし実際にこのトラップは使用されていることから、事前に漁民との話し合いが必要になるものと考ええる。

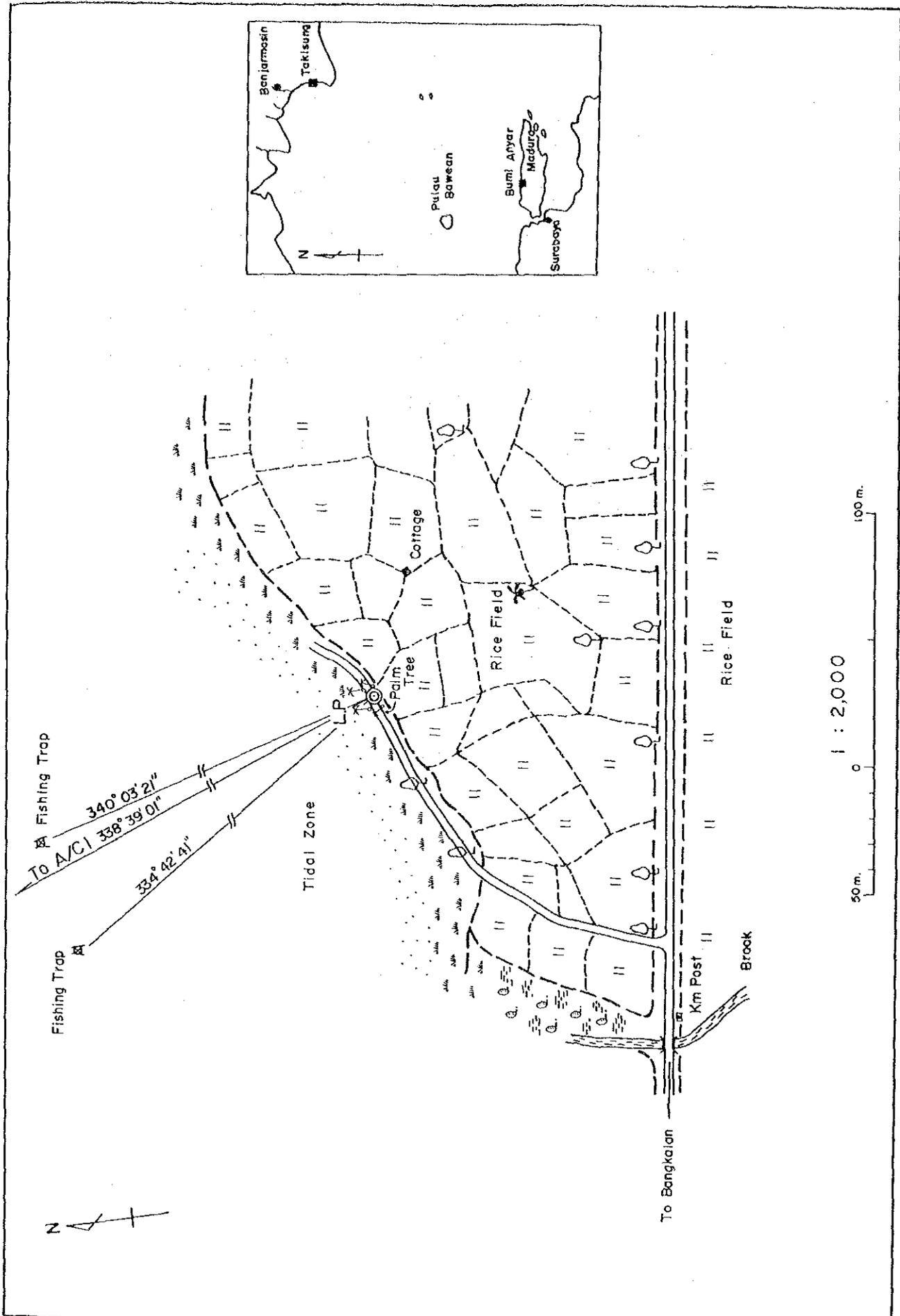


図 2-2-7 ブミ・アンヤール陸揚げ地点の地形

2-2-4 大地比抵抗調査

給電用アース電極設置の基礎資料とする為、ズミ・アンヤール陸揚地点前面の砂浜において、4測線を選定し、大地比抵抗調査を実施した。

調査は、ウェンナーの4電極法（付録3 大地比抵抗測定機参照）によって行い、調査結果は表2-2-5、図2-2-8に示した。この結果から同地点における、土壌比抵抗は、地表面で $77\Omega \cdot m$ 以上の非常に高い値を示し、深くなるに従って徐々に低い値を示している。また、地表面下約5~11mの箇所にて、汽水と推定される層が認められた。深い箇所（地下8~11m）における各測線の比抵抗値は、No.1で $0.88\Omega \cdot m$ 以下、No.2で $0.5\Omega \cdot m$ 以下、No.3で $0.44\Omega \cdot m$ 以下、No.4で $5\Omega \cdot m$ 以下となっていた。

なお、土壌の比抵抗値は、季節によって大きく変化することも考えられるため、定期的に測定することが望ましい。

表 2-2-5

プミ・アンヤールにおける大地比抵抗測定結果

SOIL RESISTIVITY (1)

a (m)	NO. 1		NO. 2		NO. 3		NO. 4	
	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)
0.5	2.45 × 1	76.97	4.9 × 10	153.94	5.2 × 10	163.36	15.2 × 10	477.52
0.7	1.74 × 1	76.53	3.4 × 10	149.54	3.6 × 10	158.34	7.6 × 10	334.27
1.0	6.4 × 1	40.21	19.1 × 1	120.01	2.4 × 10	150.80	3.6 × 10	226.19
1.5	3 × 1	28.27	7.5 × 1	70.69	6.4 × 1	60.32	17.6 × 1	165.88
2.0	11.6 × 0.1	14.58	9.0 × 0.1	11.31	3.0 × 1	37.70	2.3 × 1	28.90
3.0	2.7 × 0.1	5.09	2.1 × 0.1	3.96	5.0 × 0.1	9.42	8.0 × 0.1	15.08
5.0	8.4 × 0.01	2.64	2.14 × 0.01	6.72	28.1 × 0.01	8.83	13.0 × 0.01	4.08
7.0	8.4 × 0.01	3.69	1.60 × 0.01	7.04	18.5 × 0.01	8.14	7.7 × 0.01	3.39
10.0	8.0 × 0.01	5.03	9.0 × 0.01	5.65	8.1 × 0.01	5.09	5.5 × 0.01	3.46
15.0	3.0 × 0.01	2.82	5.3 × 0.01	5.00	3.2 × 0.01	3.02	4.5 × 0.01	4.24
20.0	1.8 × 0.01	2.26	4.0 × 0.01	5.03	0.5 × 0.01	0.63	4.5 × 0.01	5.65
30.0	0.5 × 0.01	0.94	1.5 × 0.01	2.83				

(Measurement Points)

Bumi Anyar

L.P

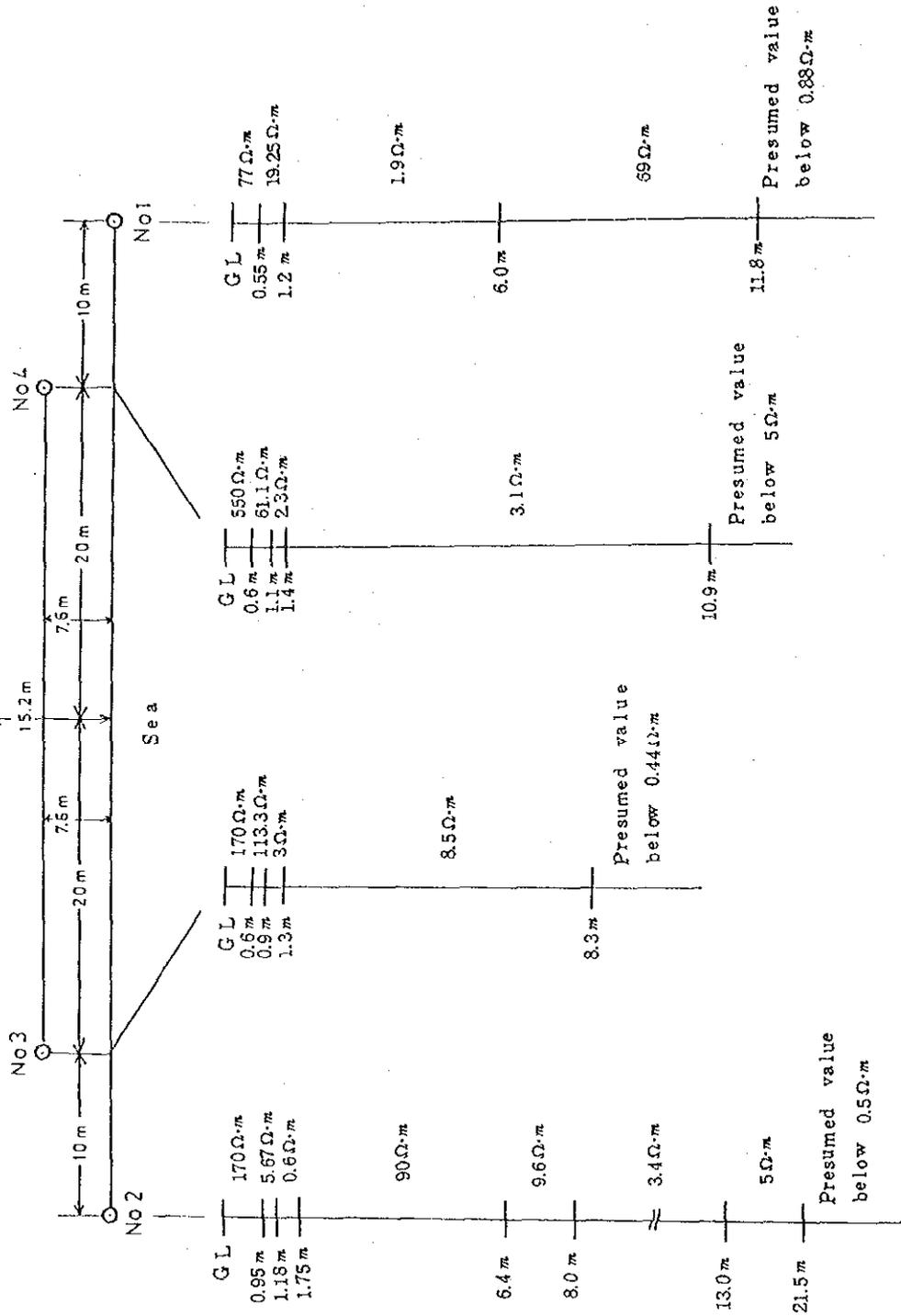


図 2-2-8

大地比抵抗測定地点と測定結果 (ブミ・アンヤール)

2-3 タキスン

2-3-1 沿岸部海洋調査

はじめに沿岸部の海底地形、海底地質および流況・水温を明らかにするために実施した調査について概略まとめたものを表2-3-1に示す。

表2-3-1 調査概要

調査項目	調査方法	対象海域
地形測量	水準測量	潮間帯
	音響測深機	水準測量域の区域の端から沖合7.0kmまで
海底面探査	サイドスキャンソナー	L.P.の沖合200~300m付近から沖合7.0kmまで
地層探査	鉄筋棒打込み法	潮間帯
	ソノプローブ (SP-III)	海底面探査と同海域
底質調査	踏査	L.P.から沖合60mまで
	Grabサンプラー	海底面探査と同海域
流況・水温調査	連続自記記録式流向・流速計	全海域(定点観測)
	電気水温計	全海域(定点観測)

なお、詳細については、付録3の調査使用機器と調査方法を参照されたい。

次に、上記調査の結果に基づき、海底地形、海底地質および流況・水温について述べる。

(1) 海底地形

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7.0km)までの海底地形を図2-3-1に示す。計画ケーブルルートに沿って概観すると次のようになる。

L.P.(高さ+3.2m)から1/13の勾配の斜面が、L.P.からの水平距離30mまで続き、それより先はやや緩やかな斜面に変わる。この地形変換点の高さは、+1.4mである。そのやや緩やかな斜面は、勾配1/110でL.P.からの水平距離210mまで続く。この地形変換点の水深は0.4mである。この地形変換点より先では、明瞭な地形変換点は認められず、斜面勾配は徐々に緩やかになる。沿岸部調査の最も沖合では、勾配1/1,000の斜面となり、その地点の水深は9.9mである。

以上のように、当該海域の海底地形は極めて単調であり、ケーブル布設工事には支障はない。しかし、この付近の海岸を踏査した結果では、海岸決壊や海岸付近のヤシの根が洗われ転倒しているのが見かけられることから、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と考えられる。

(2) 海底地質

始めに、底質の分布状態について述べる。図2-3-1に示すように、L.P から潮間帯の区域では砂が分布する。主として中砂であるが、前浜付近では小礫混じりの粗砂が分布する。砂はL.P からの水平距離 210mにある地形変換点まで分布するものと推定される。それより沖では、貝殻片混じりで塊状の柔らかい泥となる。この泥は、L.P からの水平距離 3.2~ 3.3km、水深 6.0m付近まで分布するものと推定される。泥の分布域の長さは約 3.0kmとなる。泥の分布域の沖合では、貝殻片混じりで分級の比較的悪い柔らかい砂質泥が分布する。

底質の物理的および化学的試験の結果は、付録4に示す通りである。ケーブルの腐蝕に影響を与える硫化水素の含有量を把握するため、代表的な地点について、全硫化物の含有量を調べた所、乾泥1g当り0.07~0.09mgという値が得られた。この値は特に高いものではなく、ブミ・アンヤールと同様に、一般の海域でみられる値といえる。なお、物理的な試験結果は、主に底質名を決定する資料として利用した。

沿岸部の地層探査で識別された地層は、図2-3-1に示すように4層である。上位層から順に第1層・第2層・第3層および第4層と命名し、下位層から順次述べる。

第4層は、記録上細かい網目状パターンを呈し、その表面は極めて凹凸に富むという特徴を有する。これらの特徴とL.P 付近の海岸に露頭があることから低位の変堆積岩に対比できると考える。記録上認められるのはL.P からの距離 0.6~ 1.6kmの範囲で、海底面下 6.0m以上の深度である。第3層は、層理面の発達した堆積層で、本層の上面は浸食を受けた不整合面となっている。第3層は、記録上L.P から距離約 2.0km付近までは不明瞭で追跡できないが、それより沖合では連続して認められる。L.P からの距離約 2.0kmから約 5.0kmまででは、本層上面は、埋積谷の一部と推定される大きな凹地を形成する。その底部の海底面からの深度は約10mである。L.P からの距離約 5.0kmより沖合の本層は、浅い所までせり上がり、海底面下 1.0m以下の深度となる。

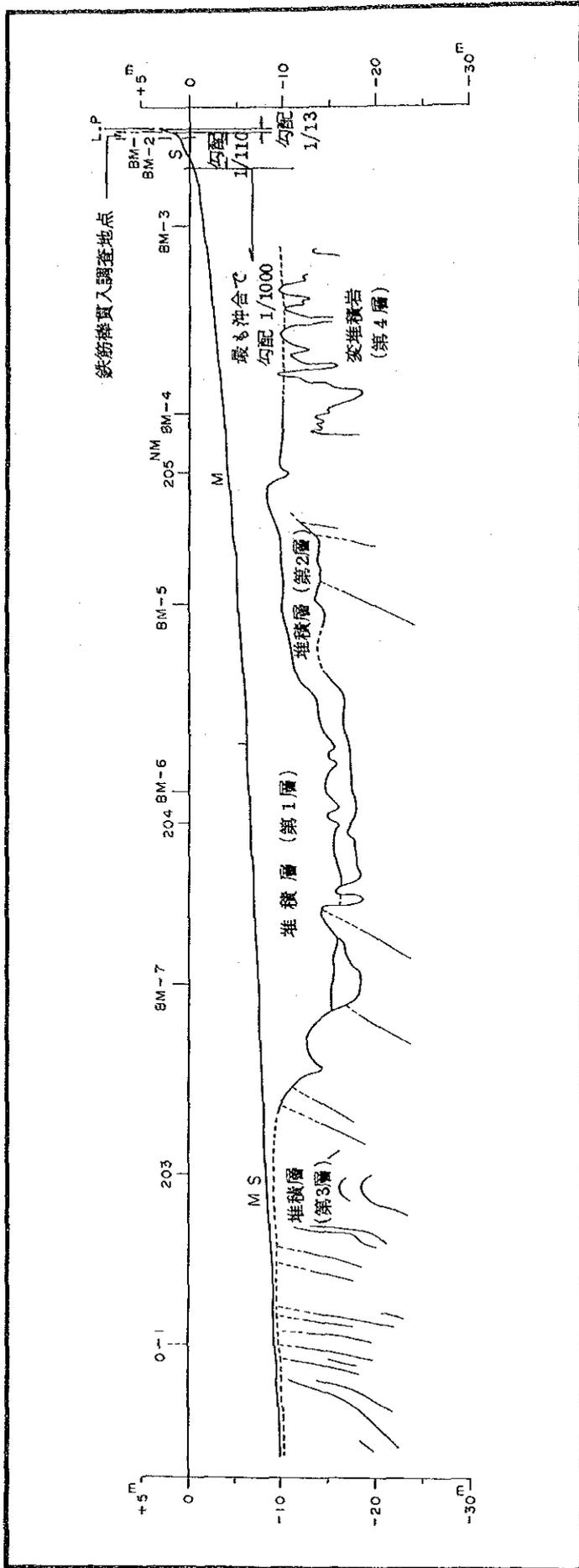
第2層は、第3層の凹地を埋めるような形態で部分的に分布する堆積層で、一部浸食を

受けているところが認められる。第1層は、特徴のない堆積層で、現在堆積しつつある層といえる。

なお、第3層から第1層の層相については第3章3-2-2項に記載するので参照されたい。

前述の第3層が浅くなるL.P からの距離約 5.0kmより沖合の区域を除いて、海底表面から深度 2 m位までは顕著な層理面が存在しないことから、少なくともその範囲では一様な泥や砂質泥が堆積しているものと推定される。L.P 付近の潮間帯で実施した鉄筋棒貫入調査では、鉄筋棒（長さ 1.5m）が全貫入し、少なくともその範囲には岩は存在しないということが明らかとなった。

以上のように、当該海域の海底地質（特分布底質と変堆積岩等の分布深度）を調べた結果、ケーブル布設および保全に大きな支障はないものと判断される。ただし、ケーブルの同時埋設工法が採用された場合、当該海域沖合において、第3層が海底面近くまで上がって来ているため埋設効率の悪い場所も出て来ることが十分予想される。この点については、第3章3-2-2項で改めて述べるので参照されたい。



タキスン沿岸部海底地形および地質

図 2-3-1

(3) 流況

タキスン陸揚地 (L.P) から西方向に約 3.5km の測点 B-1 (水深 9.8 m) に流速計を設置し、3 日間連続観測を実施した。その結果からの頻度分布 (表 2-3-2, 図 2-3-2) が示すように、表層 (海面下 5 m) では、流向は全方向へ出現したが、NW~NE は 43.2%, SE~SW は 33.5% の割合となっており、南北方向への流れが卓越している。

これらを流速でみると、表層で北寄りの NW~NE の流れが最大で 45.7 cm/sec (0.9 ノット, 流向 N); 平均で 25.8 cm/sec (0.5 ノット) であった。そして南寄りの SE~SW の流れではそれぞれ 36.8 cm/sec (0.7 ノット, 流向 S), 26.6 cm/sec (0.5 ノット) であった。

底層 (海底上 1 m) では、表層と同様、流向は全方向へ出現しているが、やはり NW~NE で 55.0%, SE~SW が 29.7% の出現であった。しかし最多出現方向は、表層に比較するとやや偏りがみられ、北寄りの流れの中では NNW (21.4%), 南寄りの流れの中では SSE (16.9%) であった。底層の流れを流速でみると、北寄りの流れでは最大で 39.3 cm/sec (0.8 ノット, 流向 N), 平均で 20.0 cm/sec (0.4 ノット) であった。南寄りの流れでは最大で 24.2 cm/sec (0.5 ノット, 流向 SSE), 平均で 15.8 cm/sec (0.3 ノット) であった。このように表層と底層の流速では約 2 倍程度表層の方が大きかった。

流れの変動の状況を流向・流速曲線 (図 2-3-3) でみると、北方成分では半日周期程度の周期性と共に、南北方向の変動がみられ、表・底層ともに良く対応している。東方成分では必ずしも上下の対応はなく反対方向の流れとなるときもみられる。

表・底層の流れの傾向をみるために、進行ベクトル図 (図 2-3-4) をみると、表・底層とも南北に複雑な動きを示しながら全体的には北寄りに流れていく傾向がみられる。

以上この海域の流速観測結果について述べた。本海域の特徴は、西寄りの季節風による流れというより、むしろ潮汐変動による南北方向の往復流が周期的に現われるところにある。従って、ケーブル布設工事に際しての布設船の進路保持や固定方向の決定 (方向を間違えるとケーブルとシーブが擦れ、ケーブルの切断などの原因ともなる) はブミ・アンヤールより容易だと考えられる。しかし周期性のある転流があるので、これに対しては工事当日の潮汐を予測することが必要である。

(4) 水温

タキスン沿岸部における水温観測は、L.Pから約4.7kmの沖合に至るケーブルルート上の5測点で行われた。その観測結果は表2-3-3、図2-3-5に示す。これらによると各測点ともに表層（海面下0.5m）から海底付近（海底上1m）まで28℃台の水温分布で、ほとんど一様な水温構造であった。

以上この海域は水深が浅いため、海底上1mの水温は全て28℃以上であった。したがって、プミ・アンヤール同様、中継器を設計する際、30℃前後までの水温に耐えられるようにしておく必要がある。

表 2-3-2 流向分布及び流速(最大・平均)値

(Direction) (1) unit: %

Direction \ St.	B-1 (Upper)	B-1 (Lower)
Northerly (NW-NE)	43.2	55.0
Easterly (NE-SE)	16.3	8.0
Southerly (SE-SW)	33.5	29.7
Westerly (SW-NW)	7.0	7.3

(Velocity) (2) unit: cm/s

Direction \ St.	Northerly		Easterly		Southerly		Westerly	
	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean
B-1 (Upper)	45.7 (N)	25.8	30.1 (E)	25.7	36.8 (S)	26.6	32.3 (WSW)	25.0
B-1 (Lower)	39.3 (N)	20.0	20.3 (ENE)	15.4	24.2 (SSE)	15.8	15.8 (SW)	13.2

(): The current direction at Max. Velocity appeared

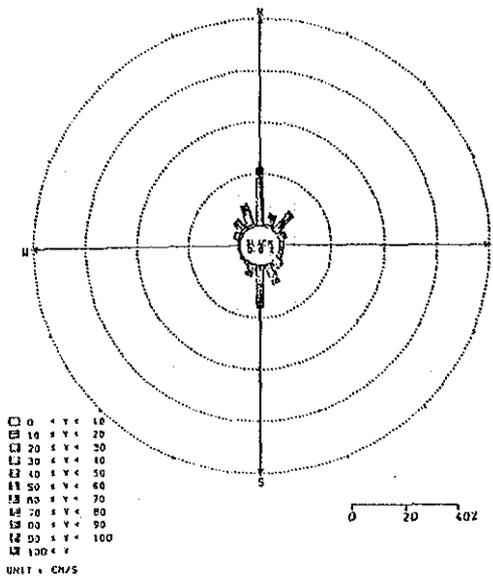
表 2-3-3 水温観測結果

Station (Depth)	BM 3 (1.4)	BM 4 (3.6)	BM 5 (5.2)	BM 6 (6.4)	BM 7 (7.4)
Time	7:56~ 7:57	8:11~ 8:13	8:24~ 8:26	8:35~ 8:37	8:46~ 8:48
Layer	Feb. 17				
(m)					
Sea surface	28.6	28.7	28.7	28.9	28.9
-0.5		28.7	28.7	28.8	28.8
-1.0		28.7	28.7	28.8	28.7
-2.0		28.7	28.7	28.8	28.7
-3.0			28.8	28.7	28.6
-4.0			28.8	28.8	28.6
-5.0				28.7	28.6
-6.0					28.7
Seabed +1.0	28.6	28.8	28.8	28.7	28.7

TAKISUNG 8-2
1986. 2.15 10: 0 - 1986. 2.17 14: 0 -5.0 m

Dir. \ Cnt/sec	0-	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90-	100-	Total
-	0											0
N	0.0	8	4.0	9	13	0	0	0	0	0	0	70
NNE	0	2.6	12.8	2.9	4.2	0	0	0	0	0	0	22.4
NE	0	1.0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4
ENE	0	0.3	8.9	0	0	0	0	0	0	0	0	9.2
E	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
ESE	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2
SE	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6
SSE	0	0	1.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0	1.9
S	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SSW	0	0	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9
SW	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
WSW	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5
W	0	0	2.2	4	0	0	0	0	0	0	0	6.2
WNW	0	0	7.0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	8.3
NW	0	0	2.3	2.9	0	0	0	0	0	0	0	5.2
NNW	0	0	7.3	9.3	0	0	0	0	0	0	0	16.6
Total	0	24	224	50	15	0	0	0	0	0	0	313
	7.7	71.6	16.0	4.8								100.0

AREA 1 TAKISUNG
STATION 1 8-2
DEPTH 1 5.0 (M)
PERIOD 1 1986. 2.15.10. 0 - 1986. 2.17.14. 0

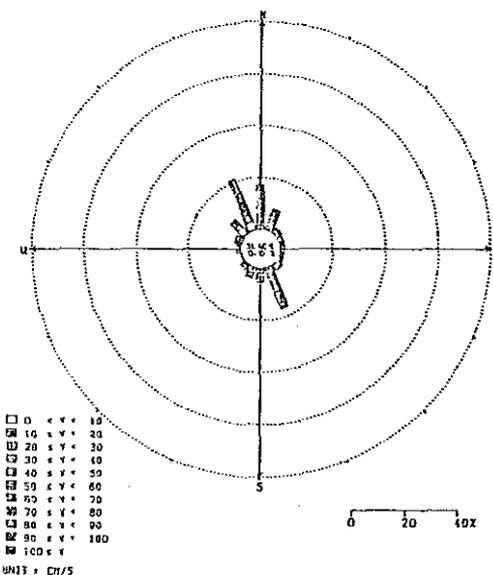


Upper Layer (5.0 m under the sea surface)

TAKISUNG 8-1
1986. 2.15 10: 0 - 1986. 2.17 14: 0 1.0 m

Dir. \ Cnt/sec	0-	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90-	100-	Total
-	0											0
N	0.9	14	18	17	0	0	0	0	0	0	0	54
NNE	1.8	4.5	5.8	5.4	0	0	0	0	0	0	0	17.3
NE	0	1.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0
ENE	0	0.8	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3
E	0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0
ESE	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
SE	0	1.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9
SSE	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
S	0	2.9	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0
SSW	1.0	9.3	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	16.9
SW	0	1.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
WSW	0	4.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8
W	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	16
WNW	0.3	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
NW	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NNW	0	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9
Total	31	171	93	18	0	0	0	0	0	0	0	313
	9.9	54.6	29.7	5.8								100.0

AREA 1 TAKISUNG
STATION 1 8-1
DEPTH 1 1.0 (M)
PERIOD 1 1986. 2.15.10. 0 - 1986. 2.17.14. 0



Lower Layer (1.0 m above the seabed)

図 2-3-2 流向・流速頻度分布 (タキスン沿岸部)

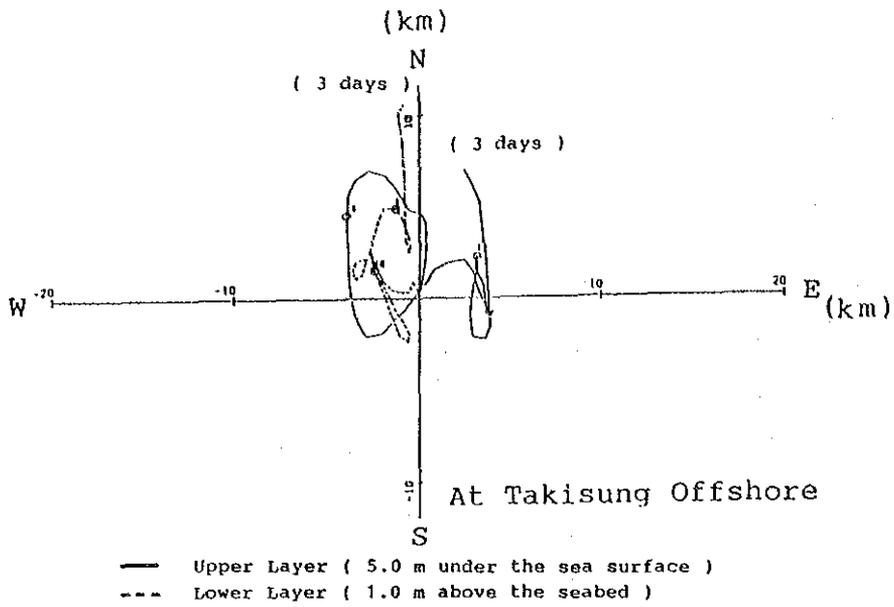
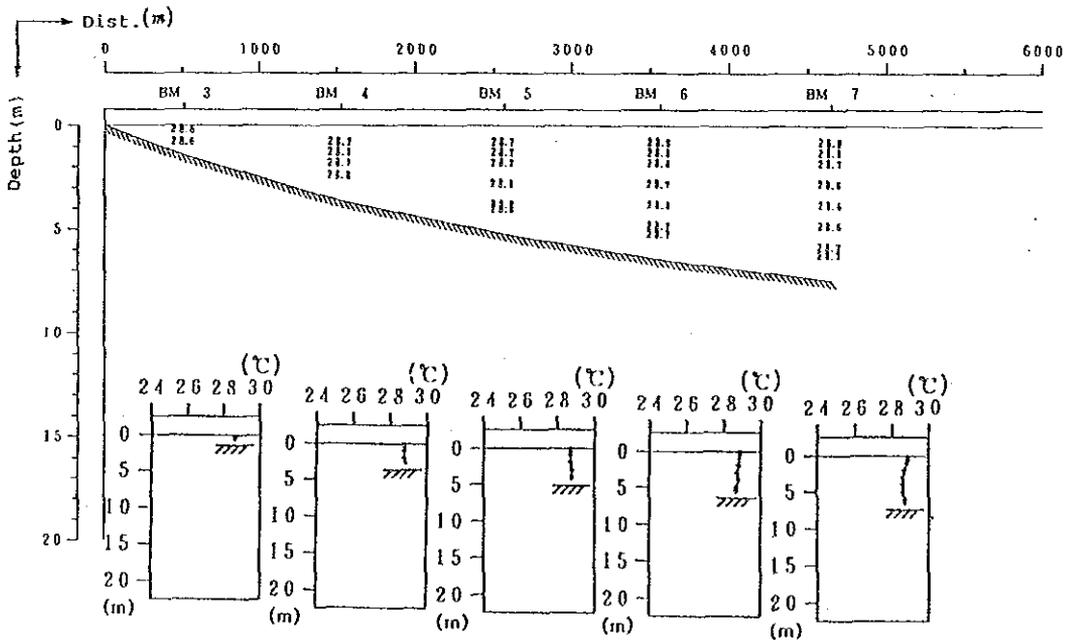


図 2-3-4 進行ベクトル



At Takisung Offshore

図 2-3-5 水温鉛直変化と水温断面分布

2-3-2 陸揚地調査

カリマンタン側の陸揚地点（以下 L.Pとする）は、バンジャルマシンから南へ約63kmのタキスン海岸に位置する。

L.P点は、事前調査団によって十分検討され決定された地点である。L.P点の測量は、ブミ・アンヤールの L.P点測量と同様な方法で実施した。

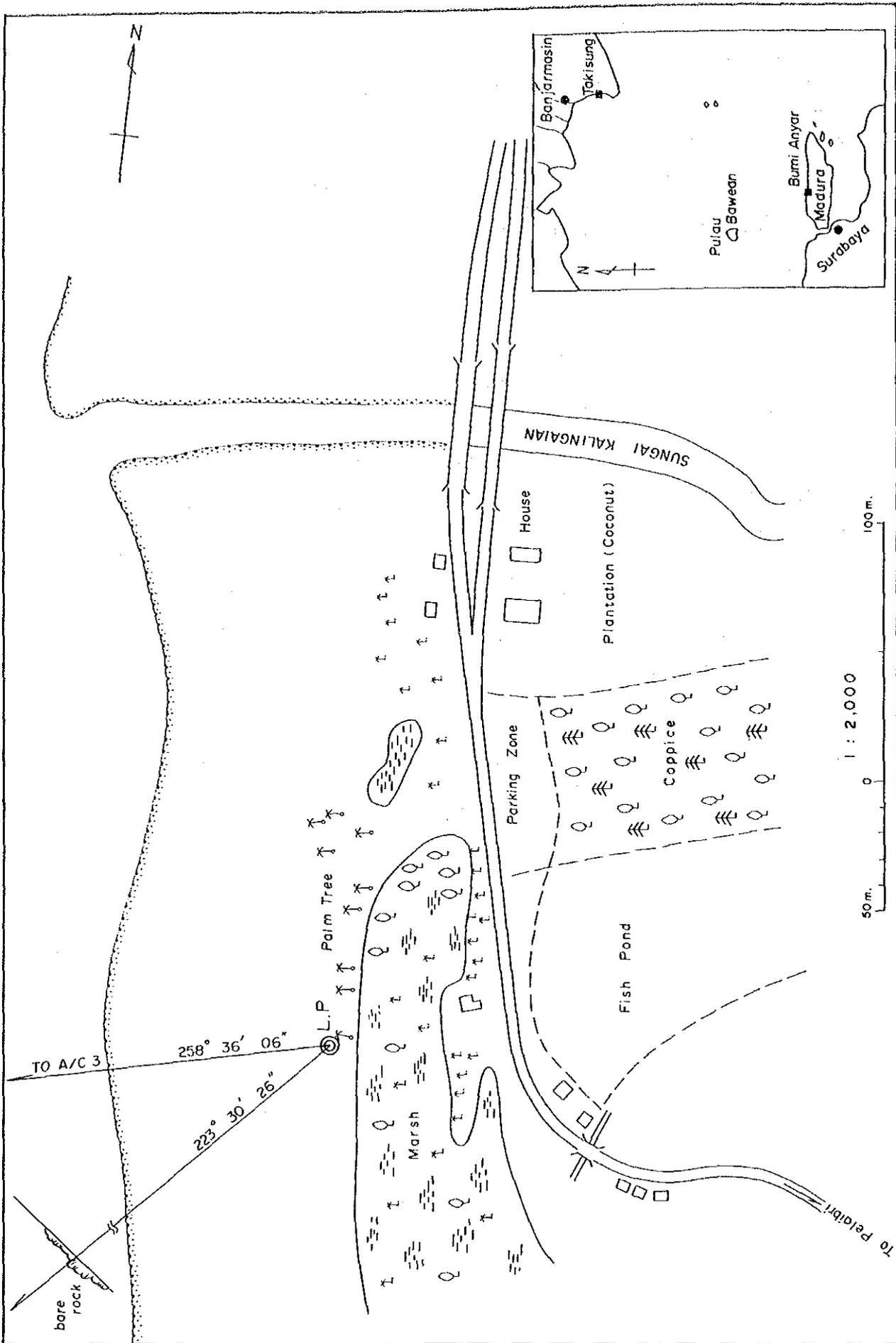
L.P点の緯度、経度は次のとおりである。

緯度 (S) : 03° 52.43'

経度 (E) : 114° 36.71'

次に、L.P点周辺の地形を概説する。

L.P点の周辺の地形を図2-3-6に示す。L.P点前面の海岸は、南北方向にほぼ直線的に伸び、満潮時に浜巾は数mとなり、比較的低平である。L.P点の北方約250mには、浅水の小川が注ぎ、小型船の泊地となっている。後方には、南北に広がる沼地があり、樹木（ヤシの木、雑木）が密生している。プリハリに通じる主要道の陸側には、フィッシュポンド、雑木林、農園（ココナツ）等が見られる。この主要道の両側には、民家が点在している。地形は平坦で湿地帯が大部分を占めている。



タキスン陸揚地点付近の地形

図 2-3-6

2-3-3 大地比抵抗調査

給電用アース電極設置の基礎資料とする為、2月15日にタキスン陸揚地点前面の砂浜において4測線を選定し、大地比抵抗調査を実施した。

調査は、ウェンナーの4電極法（付録3 大地比抵抗測定機参照）によって行い、調査結果は表2-3-4、図2-3-7に示した。この結果から同地点における土壤の比抵抗値を見ると、地表面は、No.1測線で $23\Omega \cdot m$ 、No.2～No.4測線は $105\Omega \cdot m$ 以上の高い値を示した。特にNo.3測線は、 $610\Omega \cdot m$ と非常に高い値を示し、地表面下0.5/0.9mの箇所では、更に高い抵抗値となっている。No.2およびNo.3測線は、地表面下1m位から急に低い抵抗値を示し、No.1測線は、地表面下9.4mで $1.71\Omega \cdot m$ 以下、No.4は、地下14.5mで $0.8\Omega \cdot m$ 以下であった。また、No.1およびNo.4の測線で、地表面下9～15mの箇所に、汽水と推定される層が認められた。

なお、土壤の比抵抗値は、季節によって大きく変化することも考えられるため、定期的に測定することが望ましい。

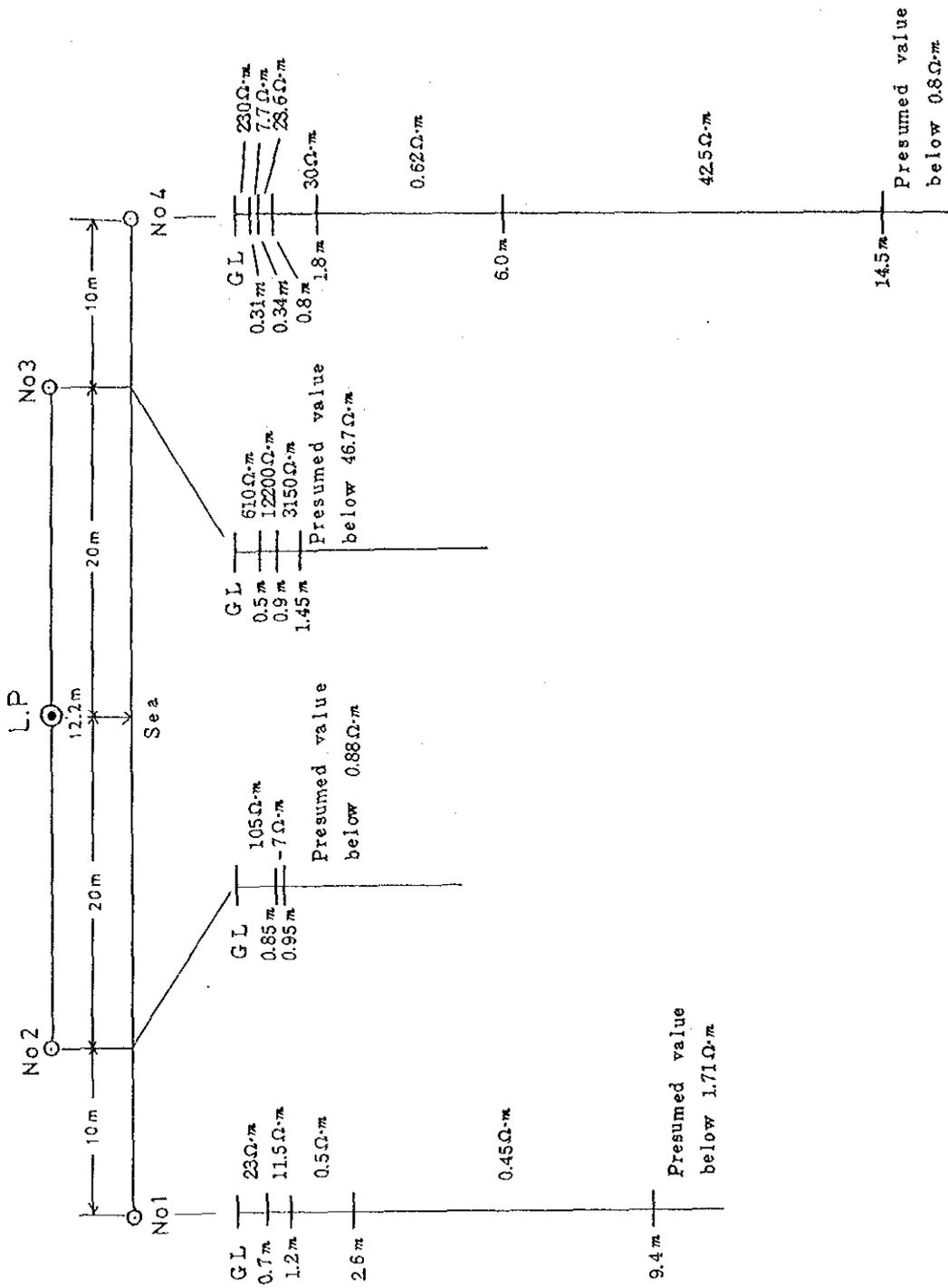
表 2-3-4 タキスンにおける大地比抵抗測定結果

SOIL RESISTIVITY (2)

a (m)	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)	R (ohm.m)	2Ra (ohm.m)
0.5	3.0×10	94.25	7.0×1	21.99	3.4×10	106.81	27.4×10	860.80
0.7	1.05×1	46.18	4.7×1	20.67	2.05×1	90.16	25.5×10	1121.55
1.0	6.0×1	37.70	23.8×0.1	14.95	1.00×1	62.83	20.7×10	1300.62
1.5	3.8×1	35.81	8.3×0.1	7.82	16.9×0.1	15.93	10.0×10	942.48
2.0	2.8×0.1	35.19	3.8×0.1	4.78	4.6×0.1	5.78	4.5×10	565.49
3.0	6.0×0.1	11.31	12.1×0.01	2.28	10.0×0.01	1.88	11.5×1	216.77
5.0	12.5×0.01	3.93	2.4×0.01	0.75	3.5×0.01	1.10	5.5×0.01	17.28
7.0	3.1×0.01	1.36	1.4×0.01	0.62	2.0×0.01	0.88	2.0×0.01	0.88
10.0	3.0×0.01	1.88	1.1×0.01	0.69	1.2×0.01	0.75	0	-
15.0	1.8×0.01	1.70	0	-	0	-	0	-
20.0	0	-	0	-	0	-	0	-
30.0	0	-	0	-	-	-	-	-

(Measurement Points)

Takisung



大地比抵抗測定地点と測定結果 (タキスン)

第3章 海洋部調査

第3章 海洋部調査

3-1 概説

本計画ルートは、ブミ・アンヤール沖合からタキスン沖合を結ぶ航程約 370kmにおよぶジャワ海を横断する。このルートの選定に当たっては、既存の海図、地質資料、鉱区資料および危険水域等の諸資料に基づいて十分検討された。

本調査の目的は、このルートがケーブルの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ことを確認することとケーブル布設に必要な諸資料を得ることである。

調査作業は、往路（主調査測線）と復路（副調査測線）とに分けられ実施された。往路調査は、ルート上の測深、海底面探査および音波探査からなり、復路調査は、ルートの2マイル西側の測線上の測深とルート上の定点観測（採泥、測温、流況調査等）からなる。調査に使用した船舶は、第5海工丸である。また、タキスンの沖合7km付近の海域において、比高約1mの底質の異なるマウンドが認められたため、測深、海底面探査およびパイプロコアラによる採泥からなる補測調査が実施された。

往路および復路で実施した調査の項目と主要な目的をまとめ下表に示す。

表3-1-1

調査項目と目的

	調査項目	調査目的
1	地形測量 (往路, 復路, 補測調査地点)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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こと。 ○ 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こと。
2	海底面探査 (往路, 補測調査地点)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートおよびその周辺の障害物(岩礁・沈船等)の存在しないことを確認すること。 ○ 測深では、把握できない微地形および分布底質を明らかにすること。
3	地層探査 (往路)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートの浅層の地質構造を明らかにし、海底面探査で得られた情報とあわせ、ケーブル保全に特に支障となる露岩域を明らかにすること。 ○ 埋設工法の適用に対する可能性を評価すること。
4	底質調査 (復路, 補測調査地点)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートに分布する底質を採取し、肉眼観察を行い、同時に物理的、化学的試験を行い、底質の性状を明らかにすること。(ケーブルの腐蝕対策の検討資料となる。) ○ 海底面探査あるいは音波探査でえられた情報を確認すること。
5	海底写真撮影 (復路)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートの海底を直接観察すること。 ○ 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こと。
6	水温調査 (復路)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルートの表層から底層までの水温分布を明らかにすること。特に底層の水温は、ケーブルを通る信号の減衰量に影響を与えるので、ケーブルシステム設計に必要な値である。 ○ 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すること。
7	流況調査 (復路)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ケーブルルート周辺の表層と底層の海流・潮流を明らかにすること。表層の流況は、ケーブル布設工事に必要となり、底層の流況はケーブル保全のために必要である。 ○ 既存データと観測データを対比させ、布設工事時の流況の予測や通年の流況を推定すること。

3-2 海洋部海底地形・地質調査

海洋部の海底地形および海底地質を明らかにするために実施した調査及び使用機器は、概略次の通りである。

- 地形測量 音響測深機
- 海底面探査 サイドスキャンソナー
- 地層探査 スパーカー
- 底質調査 ピストンコアサンプラー， バイブロコアラ

詳細については、付録3の調査使用機器と調査方法を参照されたい。

次に、上記調査結果に基づき明らかになった海底地形および海底地質について述べる。

3-2-1 海底地形

(1) ケーブルルート沿いの地形断面

計画ケーブルルート沿いの海底地形断面を概観すると次のようになる。ただし、ブミ・アンヤールおよびタキスン沿岸部の海底地形については、それぞれ2-2-1および2-3-1に記載するので、省略する。なお、図3-2-1地形解釈図に地形の区域分けを示すので参照されたい。

a. ブミ・アンヤール沿岸部から最深部水深77m (L.P からの距離95km) までの区域

沿岸部から伸びる勾配 $1/320$ の下り斜面は、概ね A/C 2 (L.P からの距離約9 km) のやや沖まで続く。その先では、勾配 $1/800$ のゆるやかな下り斜面に変わり、その斜面は水深39mの地形変換点まで続く。この地形変換点は、比較的明瞭なもので、L.P からの距離約14kmに位置する。

この地形変換点の先では、下り斜面は勾配 $1/530$ とやや急になる。この下り斜面は、L.P からの距離約19kmまで続く。その後、海底地形は、ほとんど平坦となる。この平坦面は、約45kmの距離にわたり続き、L.P からの距離約64kmで終わる。この平坦面の先では、勾配 $1/800$ のゆるやかな下り斜面となる。この下り斜面は、約18km続き、L.P からの距離約77kmで終わる。その後、最深部の平坦面に移行する。この平坦面は、波長の長い起伏を伴いながら、徐々に水深を増していき、調査海域の最大水深77mの地点に至る。

b. 最深部水深77mから上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) までの

区域

最深部から、ゆるやかな起伏を伴った勾配 $1/2,200$ の極めてゆるい上り斜面となり、水深65mの地形変換点に至る。この地形変換点は、L.P からの距離約 121kmにあり、これより先では、海底はほとんど平坦になる。この平坦面は約69km続き、水深60mの地形変換点に至る。この平坦面には、比較的（高低差／幅）の比率の大きい起伏が認められる。主な起伏を拾ってみると、幅 900m高低差 5.5m、幅 900m高低差 3.0m、幅 800m高低差 2.0mなどで、概ね幅 800～ 1,500m高低差 2.0～ 5.5mの範囲に入る。

この水深60mの地形変換点は、L.P からの距離約 189kmにあり、これより先では勾配 $1/3,400$ の極めてゆるい上り斜面が区域の最遠点（L.P からの距離約 312km）まで続く。この上り斜面には、多くの起伏が認められ、起伏の幅 1～6 海里、高低差 5～10mの大きな起伏と起伏の幅 600～ 1,900m、高低差 3～8 mの小さな起伏が重なり合っている。

c. 上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) からのタキスン沖水深17m

地点 (L.P からの距離約 368km) までの区域

水深24mの頂部を越えて、本区域に入ると、大きな谷地形となる。この谷地形は、区域のほぼ中央部にある高まりにより2つの谷地形に分かれる。

水深24mの頂部から勾配 $1/1,500$ の下り斜面となり、水深40mの第1の谷底に至る。この下り斜面にも、幾つかの起伏が認められ、それらは幅 1,000～ 4,000m、高低差 3.0～ 6.5mである。この谷底から勾配 $1/700$ の上り斜面で水深20mの中央部の高まりの頂部（L.P からの距離約 347km）に至る。この上り斜面にも起伏があり、それらは幅 1,500～ 3,000m、高低差 5～6 mである。

中央部の高まりの頂部を越えると、勾配 $1/900$ の下り斜面となり、水深35mの第2の谷底に至る。この下り斜面にも、起伏があり、大きいもので幅 2,900m、高低差 7 m程度である。この谷底から勾配 $1/500$ の上り斜面となり、タキスン沖の水深17 m地点に至る。

海図 (Defense Mapping Agency USA, No.72060) によれば、陸上河川“SUNGAI BARITO”と“SUNGAI KAHAYAN”が海域へも地形的に連続するようで、両河川の谷地

形が沖合にまで伸びている。丁度、この谷地形の伸びがケーブルルートを横切る所に上記の谷地形が位置している。

d. タキスン沖水深17m地点 (L,P からの距離約 368km) からタキスン沿岸部までの区域

タキスン沖水深17m地点の先では、海底地形は極めて単調となり、勾配 1/1,000 の上り斜面で、タキスン沿岸部につながる。本項 (3.2.1) の(3)タキスン沖7kmの補測エリアで述べるように、一部マウンドの存在する所が認められる。

(2) 微地形

サイドスキャンソナーによる海底面探査により、ケーブルルート沿いの海底には、サンドウェーブと多数の凹地が存在することが明らかになった。

サンドウェーブは、調査海域を通じて局部的に認められるだけで、次のような特徴を有する。なお、付録12サイドスキャンソナー記録5に記録例を掲載する。

- 波長 : 30~50m
- 高低差 : 数10cm
- 配列方向 : 南-北

また、凹地は海洋部海域を通じてほとんど全域に認められ、凹地の特徴から次の5タイプに分類した。なお、付録12サイドスキャンソナー記録1~4, 6に記録例を掲載する。

○ A型凹地

平面形 : 円形, 楕円形, 長方形および不規則形

大きさ : 直径数10mあるいは長径数10m

高低差 : 数10cm

○ B型凹地

平面形 : ほとんど不規則形

大きさ : A型と同じ

高低差 : A型と同じ

○ C型凹地

10~20mの大きさの米粒状の小凹地の密集

高低差は、数10cm

○ C'型凹地

5m程度の大きさの米粒状の小凹地の密集

高低差は、数10cm

○ D型凹地

平面形：ほとんど楕円形

大きさ：最大長径 100m以上、最大短径20m

高低差：最大 1.0m前後

これらの凹地は、一般に天然ガスの抜け出ることにより生じたものであるといわれている。

これらの微地形の分布状況をブミ・アンヤール側から順次述べる。なお、図3-2-1地形解釈図に微地形の分布状況を示すので参照されたい。

a. ブミ・アンヤール沿岸部から最深部水深77m (L.P からの距離95km) までの区域

沿岸部から続く下り斜面がほとんど平坦になる付近（水深約45m）から約33kmの距離にわたりA型凹地が分布する。分布域は、水深45~57mの平坦面にあたる。記録にあらわれた凹地の数から概略分布密度を求めると4個/km²である。その後、約30kmの間凹地は認められなくなるが、最深部の平坦面に移り再び凹地が分布するようになる。ここに分布する凹地は、B型で5個/km²位の密度で分布する。分布水深は概略72~77mである。

b. 最深部水深77mから上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) までの区域

本区域では、一部を除いて基本的にB型凹地が分布する。最深部から勾配 1/2,200の上り斜面では、B型凹地が5個/km²程度の密度で分布する。この上り斜面の中程には、C型凹地が認められる。

約69kmの距離にわたって続く平坦面においても、B型凹地が分布するが、その分布密度が平坦面の 1/3 程の所で変化する。前 1/3 の範囲では、5個/km²、後 2/3 の範囲では20個/km²となる。また、平坦面の末端近くでは、C'型凹地が分布する。

上記平坦面の次に続く、勾配 $1/3,400$ の極めてゆるい上り斜面においても、斜面 $7/10$ 位までの範囲に、B型凹地が分布する。その分布域の前 $2/5$ 位までの範囲において分布密度 20 個/ km^2 、分布域 $2/5$ 位から $9/10$ 位までの範囲において、分布密度 $1\sim 7$ 個/ km^2 、分布域 $9/10$ 位から最後までまでの範囲において分布密度 21 個/ km^2 と極めて変化に富む。その後しばらくの間（約 9 km の範囲）、凹地は認められなくなる。次にサンドウェーブ分布域が 3.5 km 位の範囲にわたって続く。再び、B型凹地が分布し始め、本上り斜面の末端まで分布する。この地域の分布密度は 7 個/ km^2 位である。

c. 頂部水深 24 m (L.P からの距離約 312 km) からタキスン沖水深 17 m 地点 (L.P からの距離約 368 km) までの区域

ほぼ本区域の始まりから第1の谷底に至る下り斜面の途中までの範囲（長さ約 8 km ）では、D型凹地が分布する。この凹地は、楕円形を呈し、その長軸方向は、南—北から南南西—北北東である。その先から第1の谷底および第2の谷底を越えて勾配 $1/500$ の上り斜面の途中までの範囲においては、再びB形凹地が分布する。その分布密度は大部分 35 個/ km^2 であるが、この範囲の終り付近では 12 個/ km^2 となる。この上り斜面の途中からタキスン沖水深 17 m 地点までの範囲においては、凹地は認められなくなる。

d. タキスン沖水深 17 m 地点 (L.P からの距離約 368 km) からタキスン沿岸部までの区域

本区域においては、凹地等の微地形は認められない。

(3) タキスン沖 7 km の補測エリア

タキスン沖約 7 km にある海洋調査地点 $0-3$ において、ピストンコア—サンプラーによる採泥を実施したところ、試料が 6 cm しか採取できなかったため、 $0-3$ 地点周辺にて露岩の可能性が考えられ、音響測深と海底面探査の補測を実施した。補測海域は、タキスン沖水深 17 m 地点からタキスン沿岸部までの区域の勾配 $1/1,000$ の単調な斜面上にあり、概略 $2\text{ km}\times 4\text{ km}$ の範囲である。調査の結果として、図 $3-2-2$ 、 $3-2-3$ に航跡図と水深図を示す。

その結果、補測エリアのほぼ中央部に底辺 $800\sim 1,000\text{ m}$ 高低差約 1.5 m のマウンドがみつかった。サイドスキャンソナー記録上では、このマウンドは、他と相違し黒っぽい色調を呈し、他と比べてやや粗い底質となっていることを示している。しかしながら、

露岩を示すサイドスキャンソナー記録は、全く得られなかった。

音響測深と海底探査の補測実施後、底質および海底表層の地質を確認するため、別項(3.2.2)で後述するように、パイプロコアラーによる試料採取を実施した。その結果、3.2m長の試料が得られ、表層数cmの砂質堆積物の下位に締まった粘性のある白色粘土層等の存在が明らかになった。スパーカーによる地層探査結果では、調査海域に広く認められる第3層(3-2-2の項に記載)が、本補測エリア周辺で海底面近くまで浅くなっており、採取された白色粘土層が、地層探査の第3層に対比できることが明らかとなった。

従って、補測の結果明らかになったマウンドは、第3層起伏に起因すると推定される。

(4) 検討

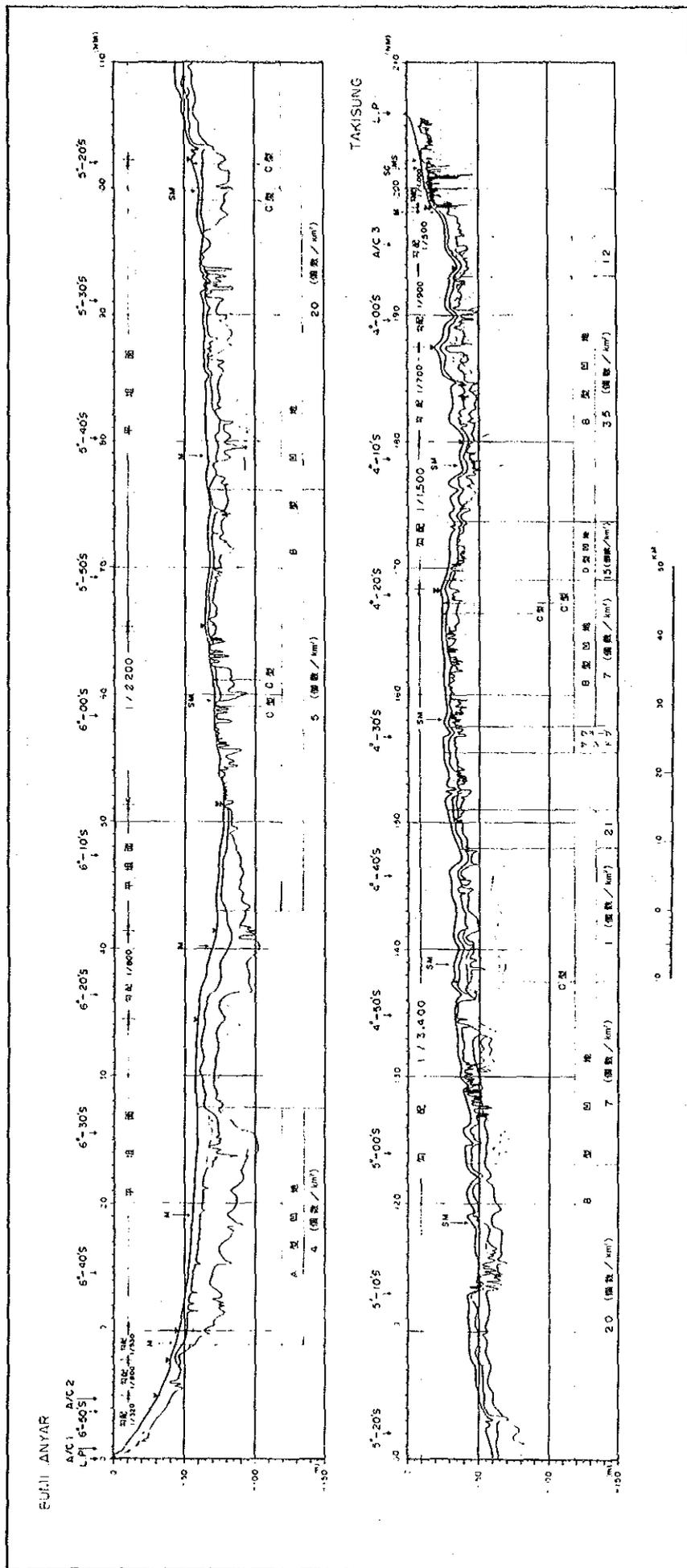
ここでは、明らかになったルート沿いの海底地形に対して、ケーブル布設および保全の観点から検討を加えることとする。

ケーブルルート沿いの地形はマクロ的にみて、平坦面、緩斜面および谷地形で構成されているといえる。平坦面と緩斜面はケーブル布設および保全に全く支障がないことは明らかであり、また谷地形も巾11~19m、深さ17~18mと極めて緩やかなもので、全体の横断面は底の浅い皿型を呈し、大きな支障とはならないものと判断される。

ブミ・アンヤールからの距離95kmの最深部よりタキスン側の緩斜面や谷地形には、起伏が散在する。しかしながらこれらの起伏の斜面勾配は最大でも数度程度で、大きな支障とならないものと判断される。

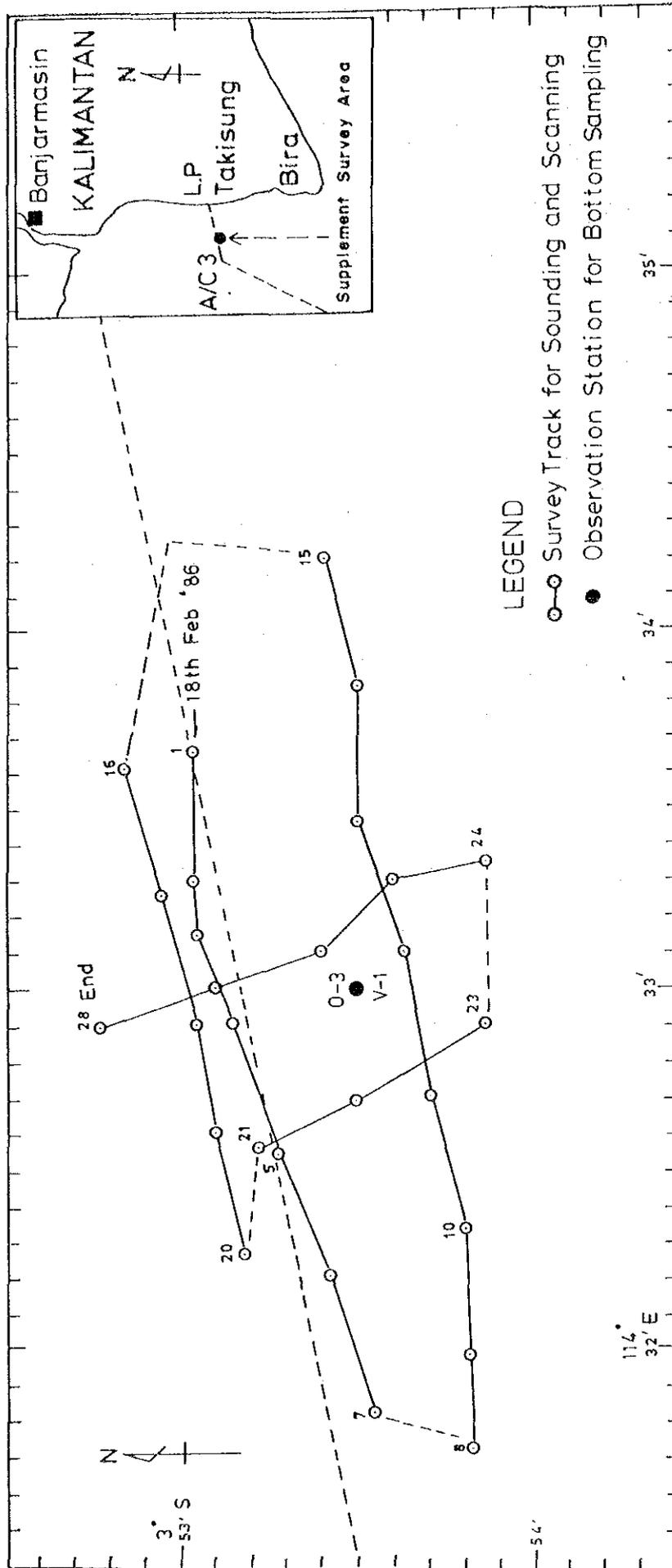
タキスン沖約7kmで認められたマウンドも底辺800~1,000m、高低差約1.5mと緩やかなもので、大きな支障とならないものと判断される。

ケーブルルート沿いで認められた微地形は、サンドウェーブと種々の凹地である。サンドウェーブは波長30~50m、高低差数10cm程度の規模であるので、ケーブルの布設および保全に大きな支障とはならないと判断される。凹地は、前述のようにA型、B型、C型およびD型に分類できた。これらの大きさによっては、ケーブル埋設する場合、埋設機が転落や滑落することも考えられるが、埋設機と凹地の大きさの相対関係からケーブル埋設は可能と考える。なお、東西マレーシア海底ケーブルやM-S-Tケーブルにおいても、同様なおびただしい数の凹地が認められたが、埋設することができている。



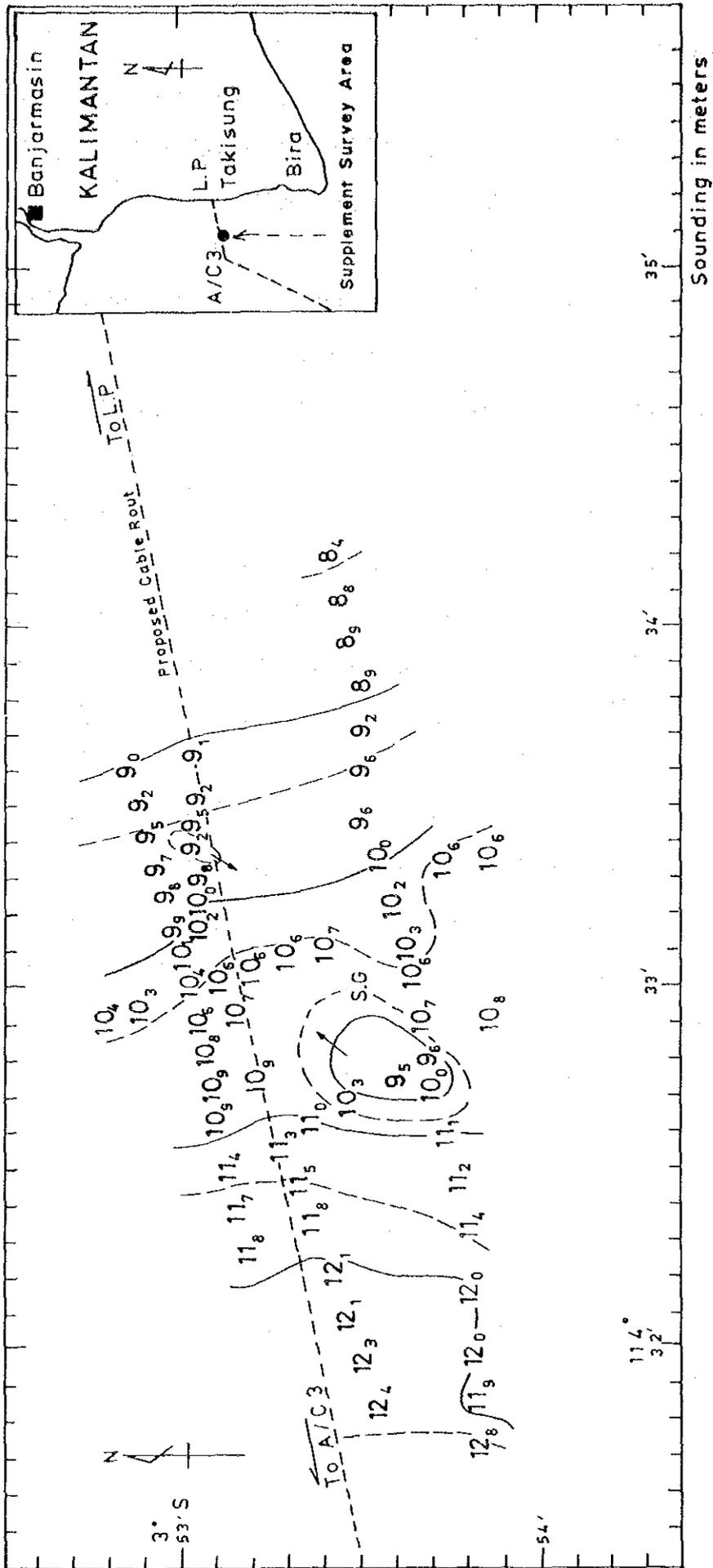
海底地形の解釈図

図 3-2-1



補測航跡図
 (タキスン沖 7 km)

図 3-2-2



補測水深図
(タキスン沖 7 km)

図 3-2-3

3-2-2 海底地質

計画ケーブルルート沿いの海底表面の分布底質および海底下の地質を概観すると次のようになる。ただし、ブミ・アンヤールおよびタキスン沿岸部の底質および海底下の地質については、それぞれ2-2-1および2-3-1に記載したので省略する。

(1) 海底表面の底質 (図3-2-4 参照)

a. ブミ・アンヤール沿岸部から最深部水深77m (L.P からの距離95km) までの区域

本区域には、含砂率数%の泥が一様に分布する。

b. 最深部水深77mから上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) までの区域

本区域における底質採取地点は、6地点あり、5地点は泥質砂、1地点は泥であった。従って、本区域の主要分布底質は、泥質砂といえる。特に、サンドウェーブの発達域周辺では、サイドスキャンソナー記録の上で、粗粒堆積物を示す記録が得られおり、本区域は他に比べより粗粒な底質が分布するものと考えられる。

c. 頂部水深24m (L.P からの距離約 312km) からタキスン沖水深17m地点 (L.P からの距離約 368km) までの区域

本区域における底質採取地点は、2地点あり、1地点は泥質砂、1地点は泥であった。上記区域との地形の類似性から、本区域の主要分布底質も泥質砂と推定される。2つの谷地形には含まれる中央部の高まりにおいて、特に、サイドスキャンソナーの記録の上で、粗粒堆積物を示す記録が得られており、本区域の他に比べより粗粒な底質が分布するものと考えられる。

d. タキスン沖水深17m地点 (L.P からの距離約 368km) からタキスン沿岸部までの区域

本区域における底質採取地点は2地点あり、1地点は砂質泥、1地点は礫質砂であった。比較的単調な海底地形から本区域の主要分布底質は、砂質泥と推定された。

以上の各地区から採取した底質の中から代表地点を選び、各地点の表層と海底下 0.65 m層の試料について物理的及び化学的試験を実施し、その結果をまとめ、付録4に示した。ケーブルの腐蝕に影響する硫化水素の含有量を把握するため、全硫化物の含有量を調べた所、乾泥1g当り0.01~0.23mgという値が得られた。この値は特に高いものではなく、またブミ・アンヤール及びタキスン沿岸部のそれとそれほど相違せず、一般の海域でみられ

る値といえる。なお、物理的試験結果は、主に底質名を決める資料として利用した。

(2) 海底下の地質

スパーカー記録を解析した結果、調査海域の地層は、大きく3つに区分できることが明らかとなった。上位から順に第1層、第2層および第3層と命名し、次に下位層から順に述べる。

第3層は、所により層理面が極めて良く発達する地層である。本層の上面は明らかに侵蝕を受けた不整合面となっている。本層が海底面近くまで浅くなる地域の1つのタキスン沖合7km位の所において、パイプロコアラーによる採泥を実施し、本層を採取することができた。ここで得られた本層は、締った粘性のある白色粘土層が大部分で、一部この粘土層と砂質土層の互層であった。これらのことから本層は、更新統 (Pleistocene Series) に属するものと推定される。

第2層は、第3層上面が形成する凹地を埋めるような傾向で堆積する地層である。本層の層相は、採泥地点0-4において第2層と推定される粘土層が得られたことと層理面の発達が良くないことから、粘土層が主体と推定される。本層の上面も、第3層と同様侵蝕を受け、谷状地形を呈するところが多く認められる。このことから本層も更新統 (Pleistocene Series) に属する可能性が強いと考えられる。

第1層は、ピストンコアラーによる採泥結果から、泥・砂質泥・泥質砂・砂を主体とした堆積層であり、現世統 (Recent Series) に属すると推定される。

次に、3.2.1 海底地形の項で区分した地域別にケーブル布設時に必要な情報として第1層の層厚について述べる (図3-2-4 参照)。

a. ブミ・アンヤール沿岸部から最深部水深77m (L.P からの距離95km) までの区域

他の区域に比べて第1層の層厚が、全体的に厚い傾向にある。概略、厚い所で10~15m、薄い所で4~5mである。

b. 最深部水深77mから上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) までの区域

本区域の層厚は、概略、厚い所で10m前後、薄い所で1m以下である。層厚1m以下の所は、次の所である。

- o 最深部水深77mから、水深65mの地形変換点に至る勾配 1/2,200 の上り斜面の区域

- 水深65mの地形変換点から水深60mの地形変換点に至る平坦面の一部の区域 (L.P からの距離約 175km付近)
- 水深60mの地形変換点から上り斜面の頂部、水深24mの地点に至る勾配 1/3,400 の上り斜面の一部の区域 (L.P からの距離約 250km付近)
- c. 上り斜面の頂部、水深24m (L.P からの距離約 312km) からタキスン沖水深17m地点 (L.P からの距離約 368km) までの区域

本区域の層厚は、概略、厚い所で7 m前後、薄い所で2 m前後である。

- d. タキスン沖水深17m地点 (L.P からの距離約 368km) からのタキスン沿岸部までの区域

本区域の層厚は、概略、厚い所で10m前後、薄い所で1 m以下である。層厚1 m以下の所は、本区域の始まり付近と本区域のほぼ中央部付近 (補測エリア付近) の2ヶ所である。

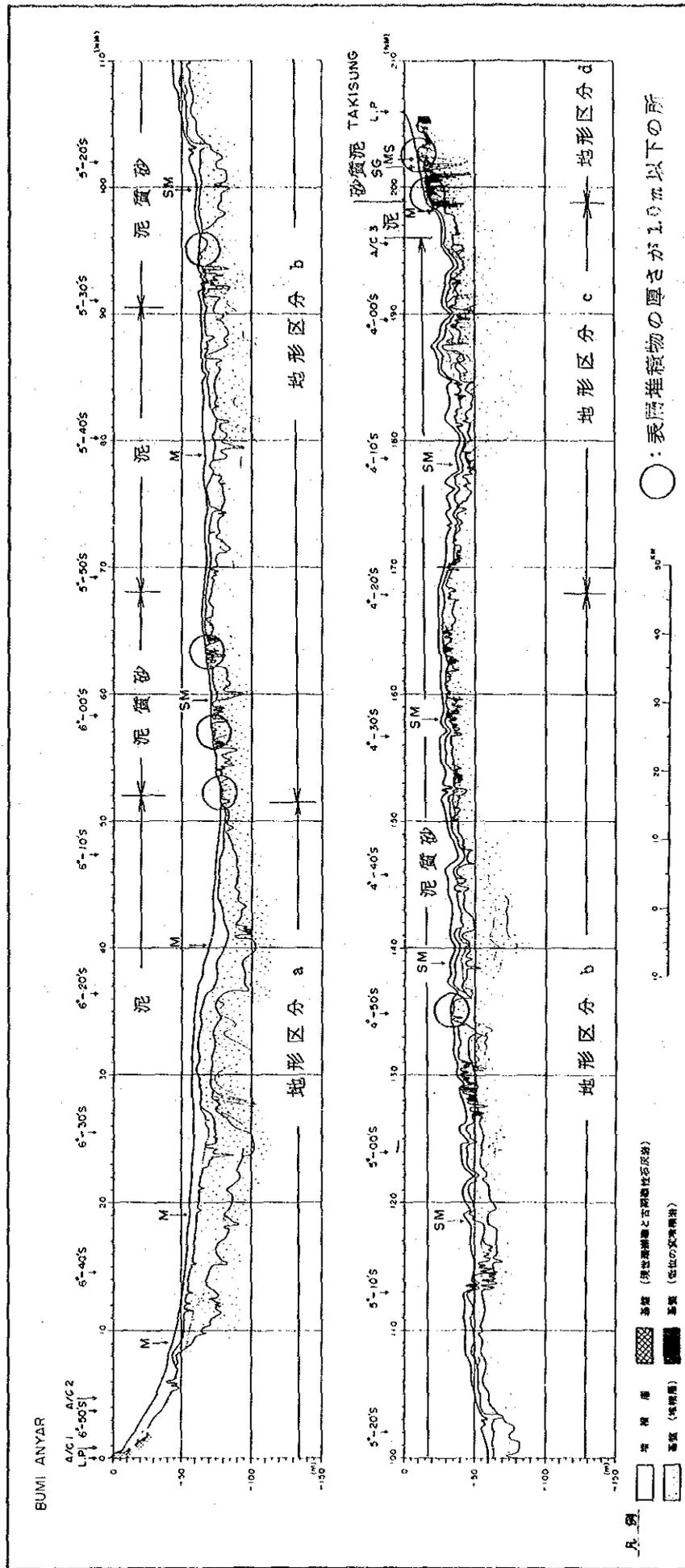
(3) 検討

ここでは明らかになったルート沿いの海底地質 (底質分布と表層地質) に対して、ケーブル布設および保全の観点から検討を加えることとする。

海洋部ケーブルルート沿いにおいて、ケーブルの布設および保全上で問題となる露岩域は認められず、全域にわたり現世の堆積物 (泥、砂質泥、泥質砂等) が分布し、ケーブル布設に支障となるものはないと判断される。

ケーブル布設に埋設工法が採用される場合、現世の表層堆積物の厚さが問題となる。すなわち、表層堆積物の厚さが薄いと、(1)計画埋設深度が達成できない(2)埋設機が損傷を受ける等の問題が生ずる。

表層堆積物 (第1層) が 1.0m以下という薄いところは図3-2-4に示すように、ブミ・アンヤールからの距離95kmの最深部よりタキスン側に約7箇所存在する。従ってこれらの地点で、上記の問題が生じる恐れがある。しかしながら、これらの地点の表層堆積物の下位に存在する地層はパイプロコアラーやピストンコアラーによる採泥結果から、締った粘性のある白色粘土層や粘土層と砂質土層の互層であることが明らかとなった。これらの試料の肉眼観察と採泥状況 (採取試料長等) から、表層堆積物中への埋設と比べ、埋設し難い点は多少あるが、表層堆積物の下位の地層への埋設も十分可能と判断する。



海洋部ルート1の底質分布と表層堆積物

図 3-2-4