

4-2 海岸の概要

マレーシア全土の海岸に関しては、National Coastal Erosion Study（以下、NCE Sと略す）の中で詳しい調査が行われている。(Stanley Consultants, 1985) 本節では、NCE Sの調査結果を主に、マレーシアの海岸の概要をとりまとめた。

4-2-1 海岸の自然条件

(1) 地形、地質

マレーシアの海岸線延長は約4,800kmである。沿岸部の約4分の3は土地利用が進められており、その多くは農業となっている。また、沿岸海域は比較的浅い海であり、海岸は全体的に遠浅となっている。参考として半島マレーシア東海岸のKelantan 沖¹⁾とChukai 北部沖²⁾の海底地形図を図4-2-1、4-2-2に示す。海底勾配は1/100よりも緩やかな緩勾配である。

マレーシアの地形、地質に関しては既に3-1、3-2で述べたところであるが、ここでは沿岸部に着目して図3-4、3-5に示したマレーシアの地質図を調べてみる。図3-4、3-5によると沿岸部のほとんどは地形変化を生じやすい沖積層から成ることが明らかである。したがって、海岸の多くは岩石ではなく、砂泥の底質から成ることが予想される。そこで、NCE Sによる海岸の底質分布を図4-2-3、4-2-4に示す。半島マレーシアの東海岸のほとんどが砂質、西海岸のほとんどが泥質であることがわかる。一方、東マレーシアでは、砂質と泥質の海岸が混在している。地質図には内陸の地質にあまり差はみられず、さらに同じ熱帯の気候区に属しながら、海岸の底質分布に顕著な差が生じた理由は海象条件によると考えることができる。マレーシア周辺諸国を含めた地図を図4-2-5に示す。半島マレーシア東海岸と東マレーシアは東シナ海の広い海に面するので、発達した風浪の来襲が考えられる。このため海岸には泥分のような微細粒分が堆積しにくい。東マレーシアに泥質の海岸があるのは、風浪を発達させる風向に起因すると考えられ、この点については、次の海象条件の項で触れることにする。一方、半島西海岸はマラッカ海峡に面するので、風浪の発達は考えられない。このため、泥分のような微細粒分の底質が海岸に堆積できると考えられる。以上のように、沿岸部の底質分布は、マレーシアを取り巻く地形的な条件によって支配されていることがわかる。参考例として東海岸のKelantan 川³⁾と半島西海岸のPerak 川⁴⁾の河口部近くの底質の粒度分布を図4-2-6、4-2-7に示す。Kelantan 川では中央粒径が0.2mm程度で比較的均一な細砂であるのに対し、Perak 川では採取箇所差が大きいものの0.1mm以下のシルト、泥分をかなり多く含む底質であることがわかる。次に、半島東海岸のMersing 川沖について水深約2mと約6mの底質粒度分布を図4-2-8、4-2-9に示す⁵⁾。水深2mではKelantan 川と同様に0.2mm程度の細砂であるが、水深5mでは中央粒径は0.06mmとなり、泥分を含む

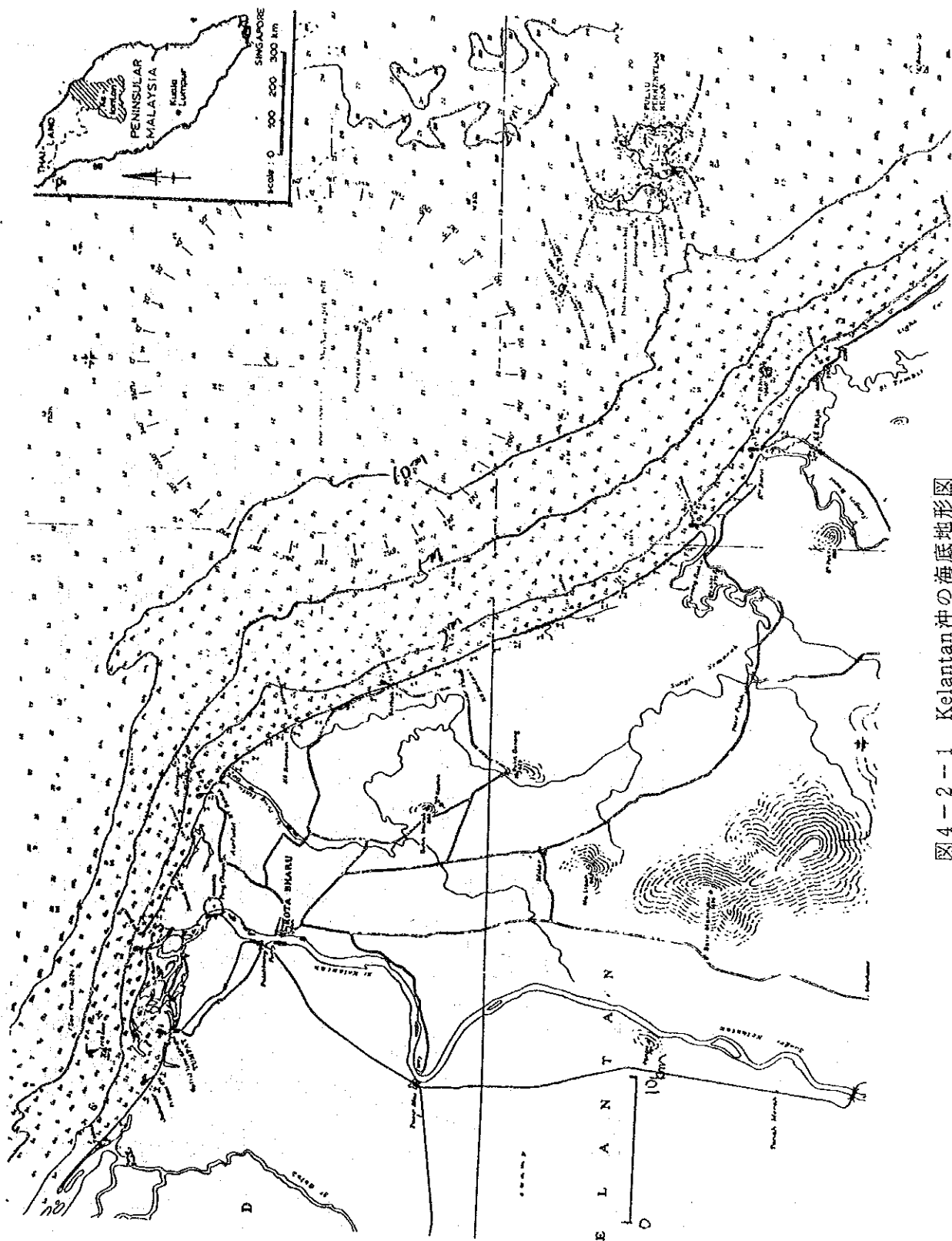


図 4-2-1-1 Kelantan沖の海底地形図

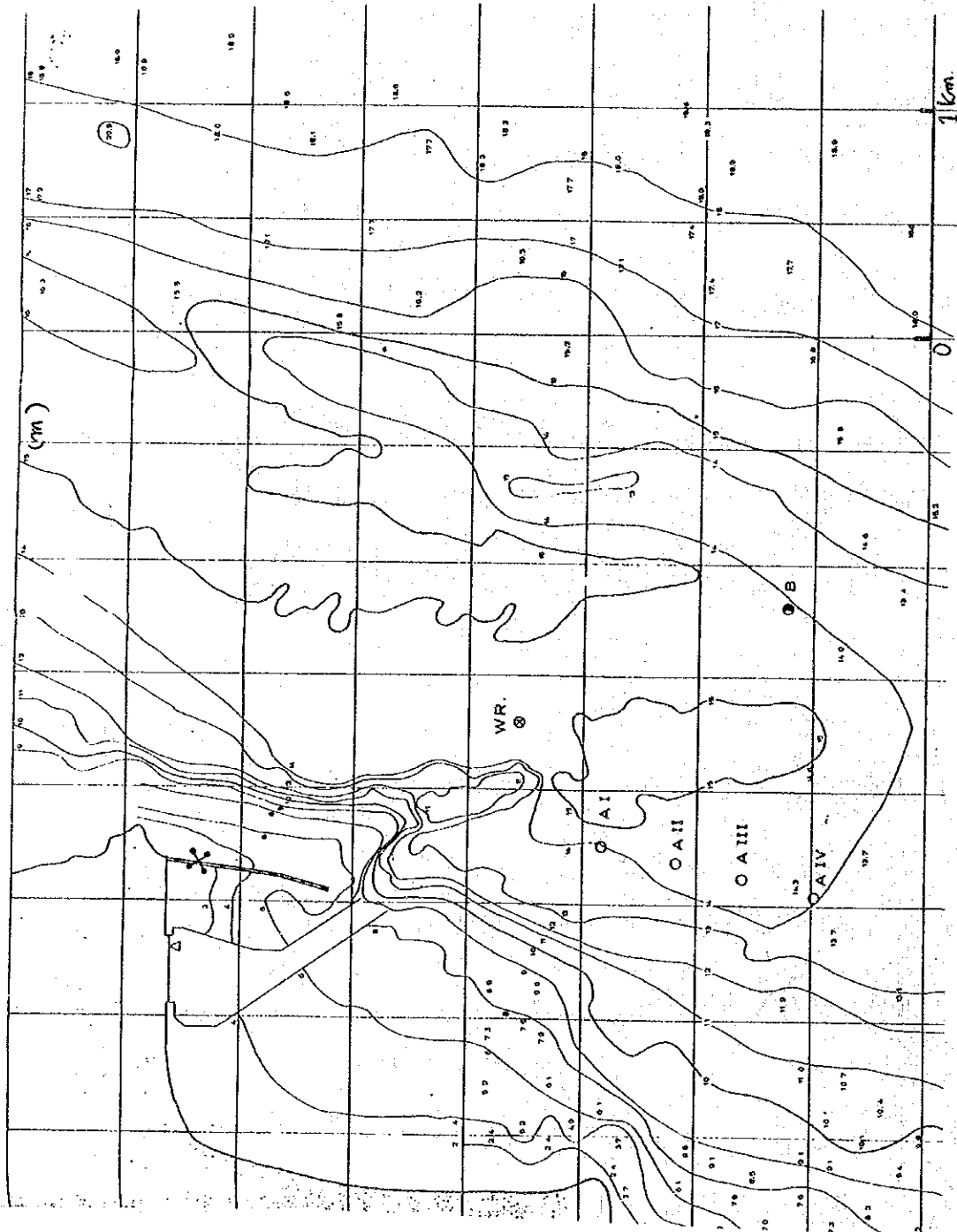
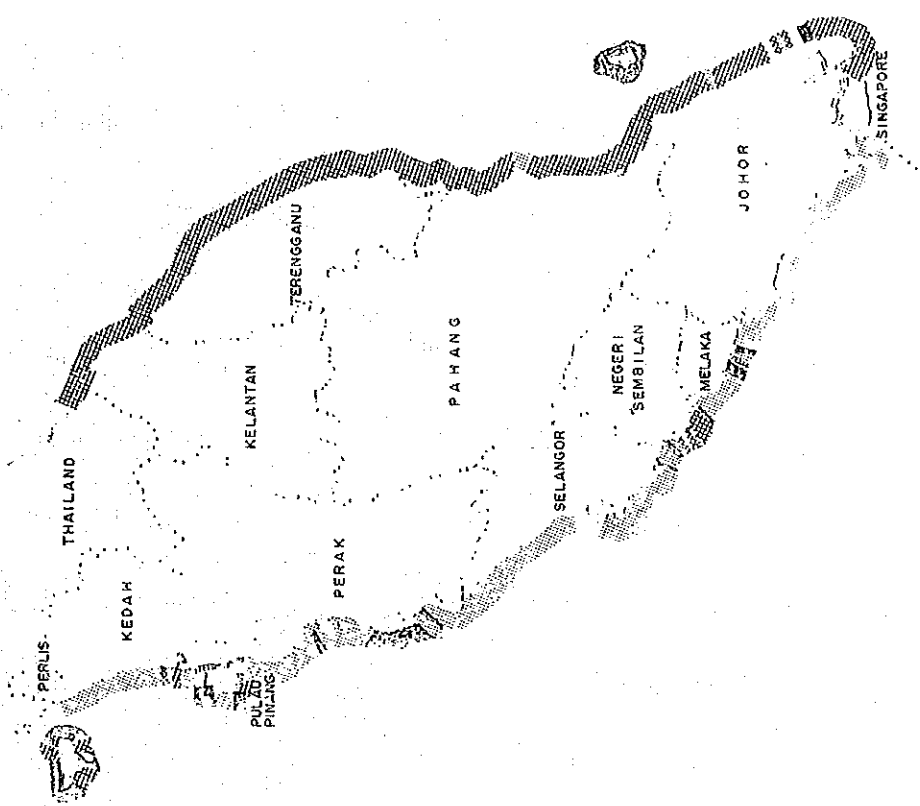
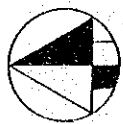







図4-2-2 Chukai北部沖の海底地形図



- LEGEND:
- CLAY
 - SAND
 - ROCK AND ROCK WITH SMALL POCKET SAND BEACHES
 - INTERNATIONAL BOUNDARY
 - STATE BOUNDARY

図4-2-3 海岸の底質分布 (半島マレーシア)



- LEGEND:
-  CLAY
 -  SAND
 -  ROCK AND POCK WITH SMALL POCKET SAND BEACHES
 -  INTERNATIONAL BOUNDARY
 -  STATE BOUNDARY

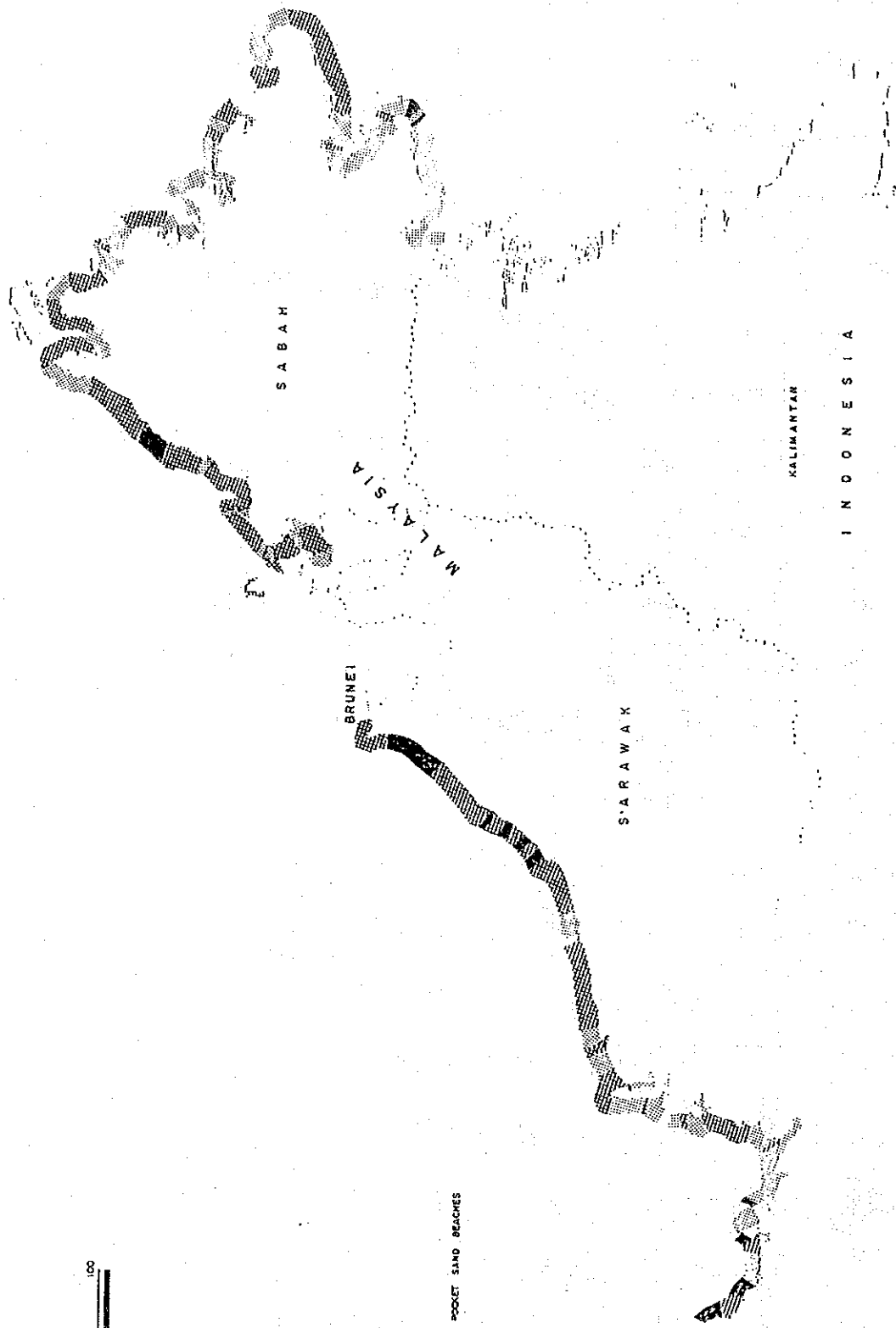


図 4-2-4 海岸の底質分布 (東マレーシア)



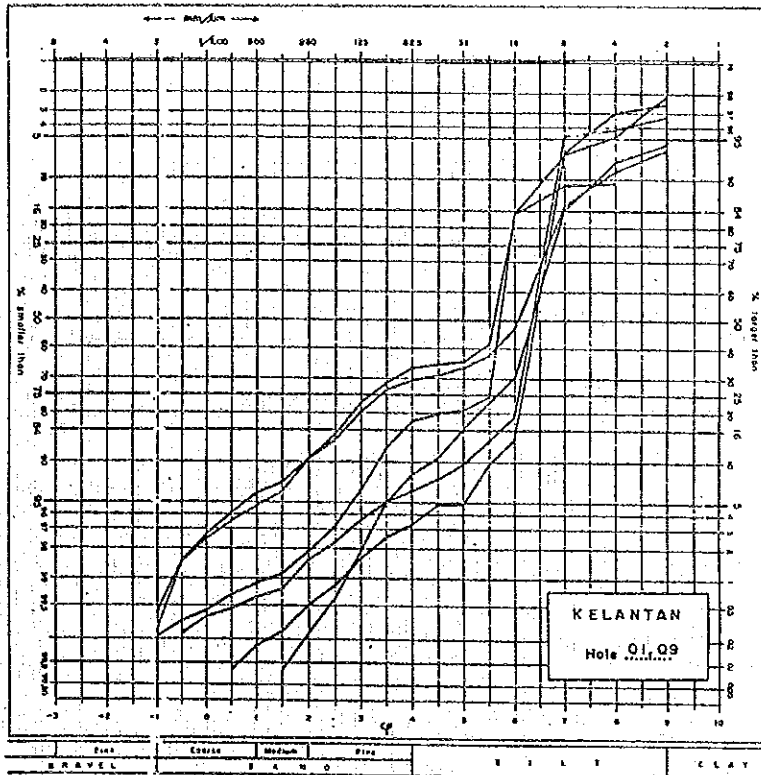
図4-2-5 周辺諸国の地形

シルト質の底質となることがわかる。すなわち、上述のように波浪の影響する浅海域では波の作用により微細粒分が流出するが、その沖合には微細粒分が堆積していることが明らかである。

沖積平野の形成に主な役割を果たすのが河川である。マレーシアの河川網を図4-2-10、4-2-11に示す。河川はマレーシア全土を覆っており、沿岸部に着目すると、河川はあまり地域的な偏りなしに海岸へ流出していることがわかる。マレーシアの内陸部は広大な森林地であり、そこでは程度に差はあるものの、徐々に土壌侵蝕が進んでいる。したがって、ほとんどの河川が土砂を供給する能力を有すると推定されることから、海岸への土砂供給はマレーシアの多くの海岸に存在するはずである。また、この土砂供給が沖積平野を形成してきたものと考えられる。

マレーシアの海岸の特徴の一つにマングローブ森林の発達がある。マングローブの森の発達と干潟の発達とは相互依存の関係を有することから、河川からの土砂供給や海岸での土砂の流れを考えるうえで、マングローブ森林の分布を考慮する必要がある。マレーシアにおけるマングローブ森林の分布を図4-2-12、4-2-13に示す。マングローブは泥質の海岸に発達することから、その分布は半島西海岸と東マレーシアの泥質海岸に偏っている。また、もう一つの海岸の特徴として、珊瑚礁の発達が挙げられる。熱帯地域に属するマレーシアでは、当然のことながら珊瑚礁の発達がみられるはずである。しかし、その分布(図4-2-14、4-2-15)は半島マレーシアでは周辺の島部のみ、Sabah、SarawakでもSabah州の島部及び一部の地域に限定されている。これは、河川の流入のある海岸では河川から多量の砂泥分が沿岸に流出するので、海岸近くの海底には著しい砂泥分の堆積を生じ、珊瑚礁が発達できないことを示している。

- 1) Kelantan Minor Port Project, General Report II (1985).
- 2) Tanjong Berhara Harbour, Final Report (1982).
- 3) Bosch, J. H. A. (1986): Young Quaternary Sediments in the Coastal Plain of Kelantan Peninsular Malaysia, Geological Survey of Malaysia Quaternary Geology Section, Report No. QG/2.
- 4) Bosch, J. H. A. (1986): Young Quaternary Sediments in the Coastal Plain of Southern Perak Peninsular Malaysia, Geological Survey of Malaysia Quaternary Geology Section, Report No. QG/1.
- 5) Rasmussen, P. (1984): Report on Mission to Malaysia, 26 March till April 1984.



Grain size graphs

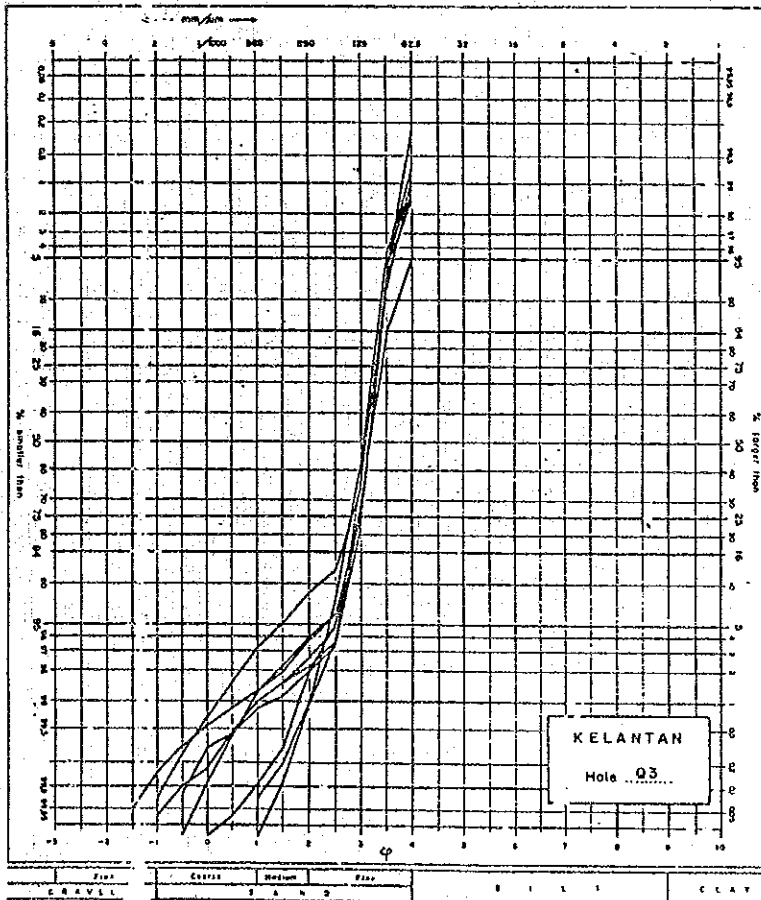
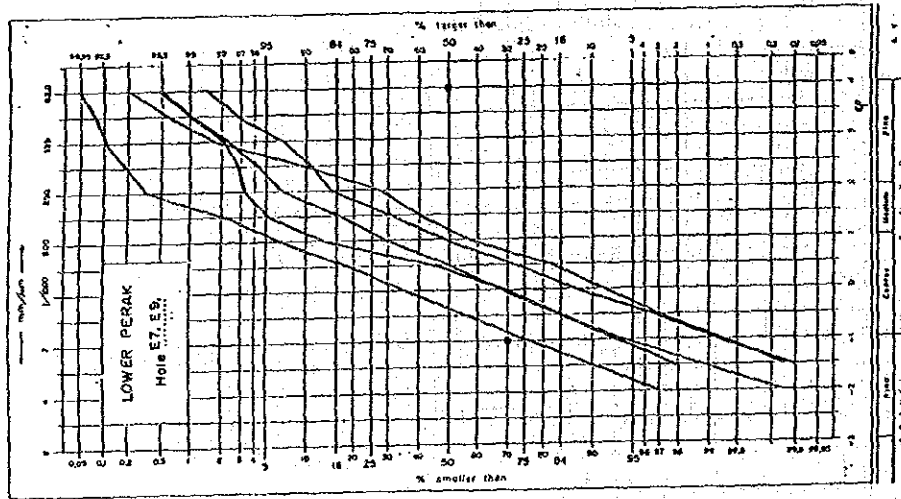
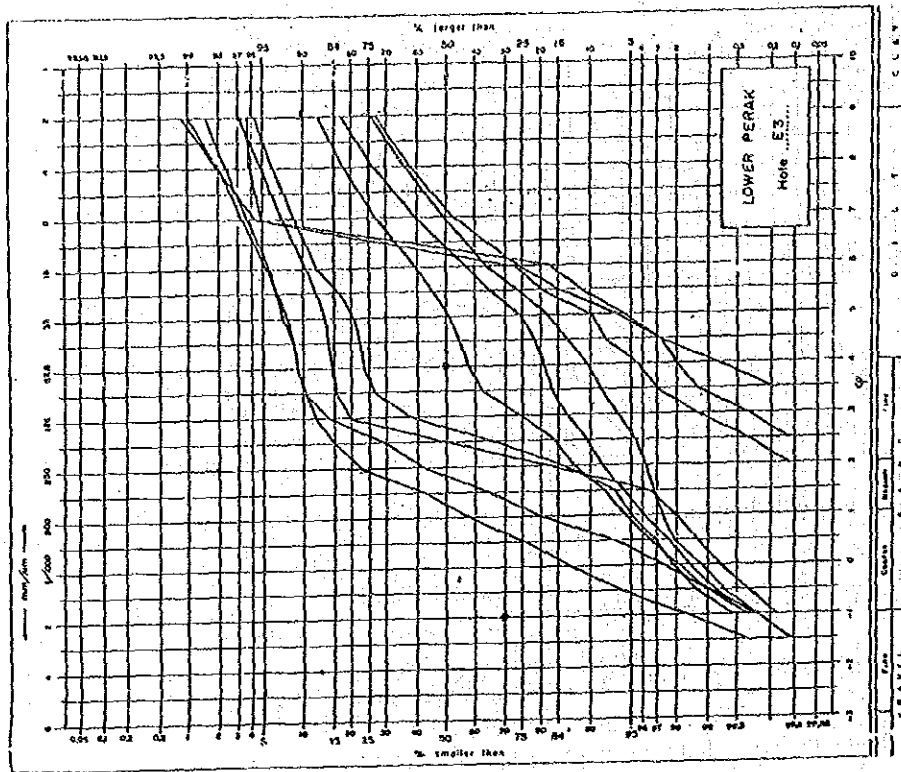


図4-2-6 河口部近くの底質の粒度分布 (半島東海岸 Kelantan 川)



Grain size graphs

図 4-2-7 河口部近くの底質の粒度分布 (半島西海岸 Perak 川)

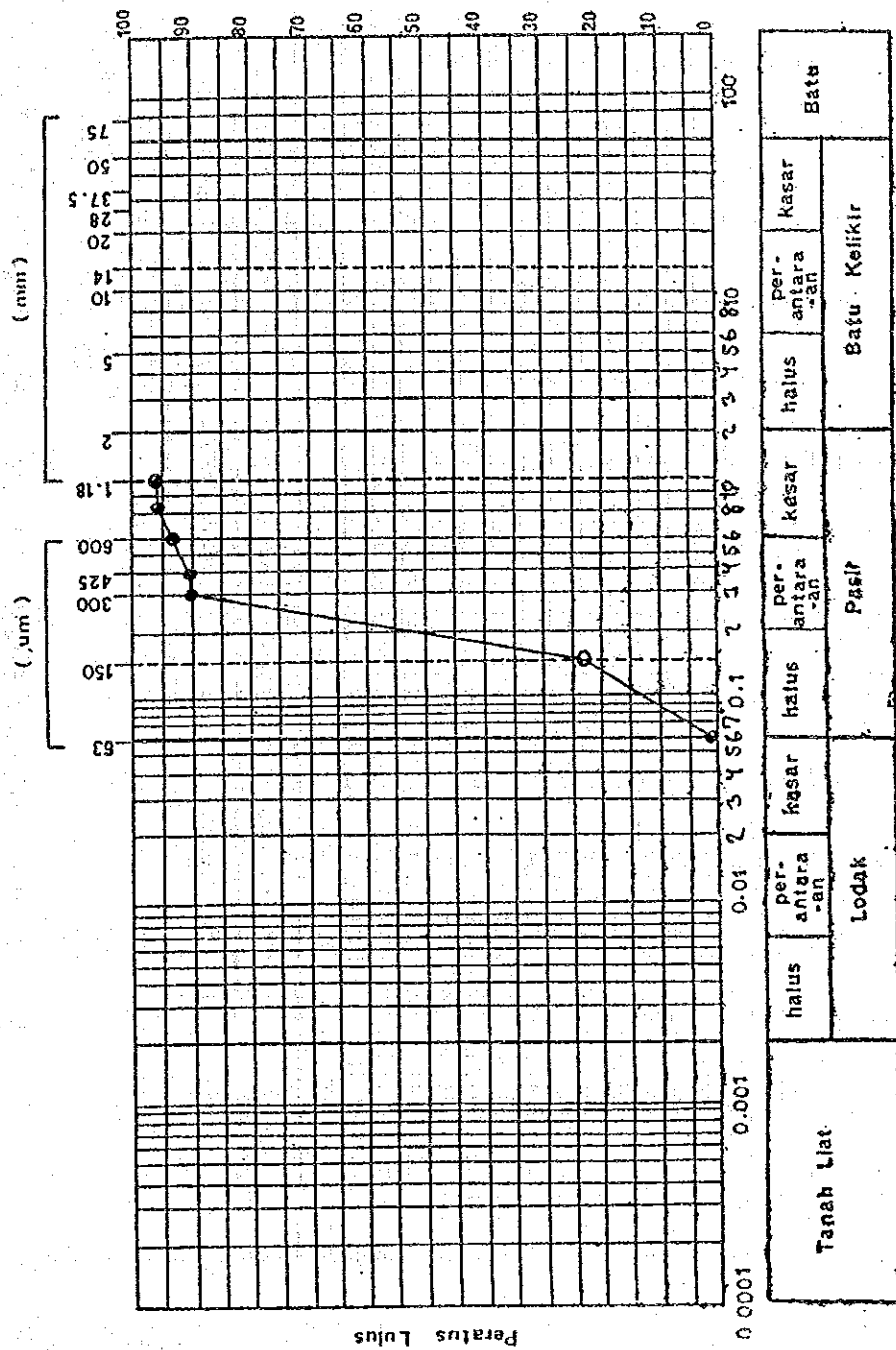
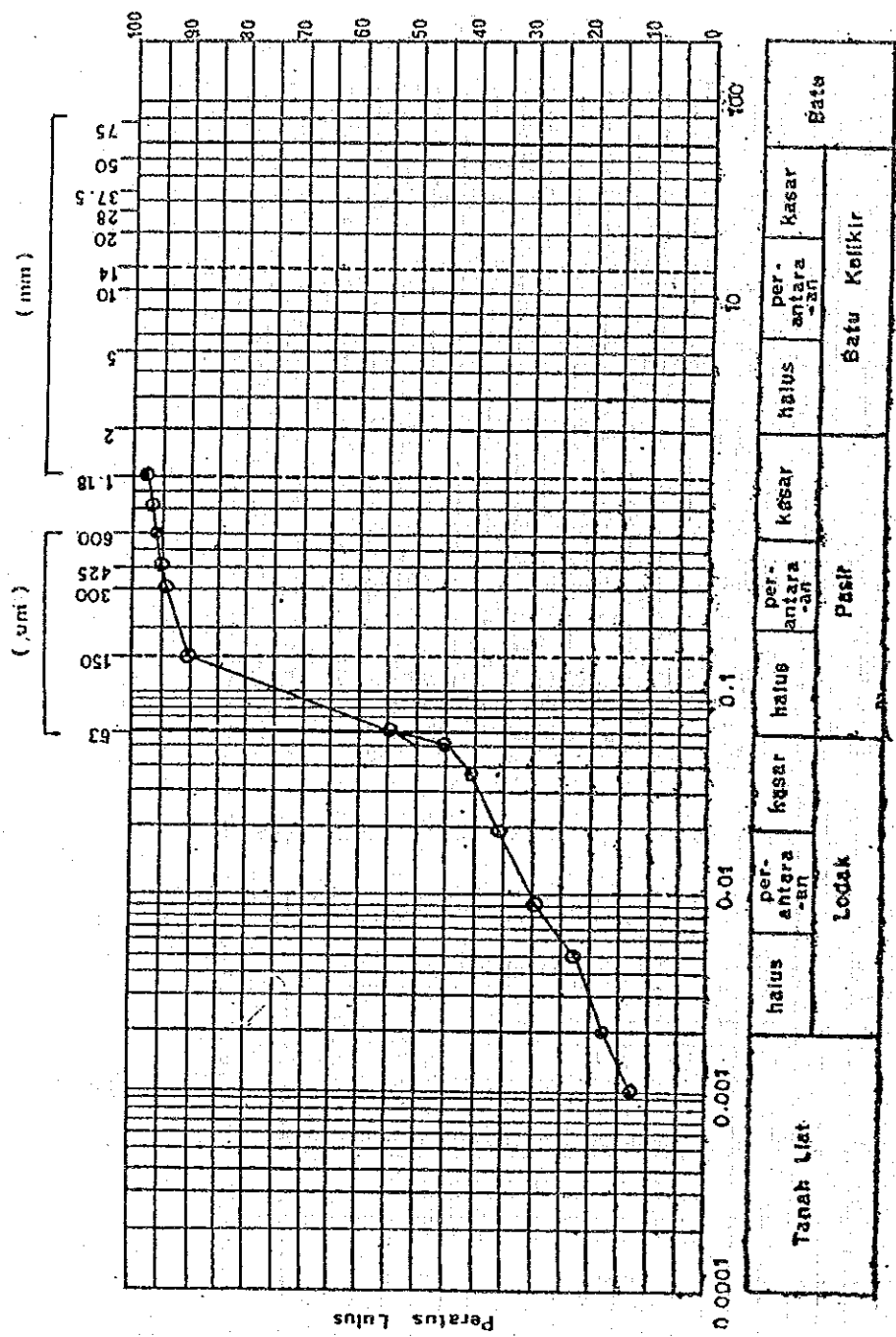


圖 4-2-8 水深約 2 m の底質粒度分布 (半島東海岸の Mersing 川沖)



Saringan (mm)

図 4-2-9 水深約 6 m の底質粒度分布 (半島東海岸 Mersing 川沖)



図4-2-10 マレーシアの河川網 (半島マレーシア)

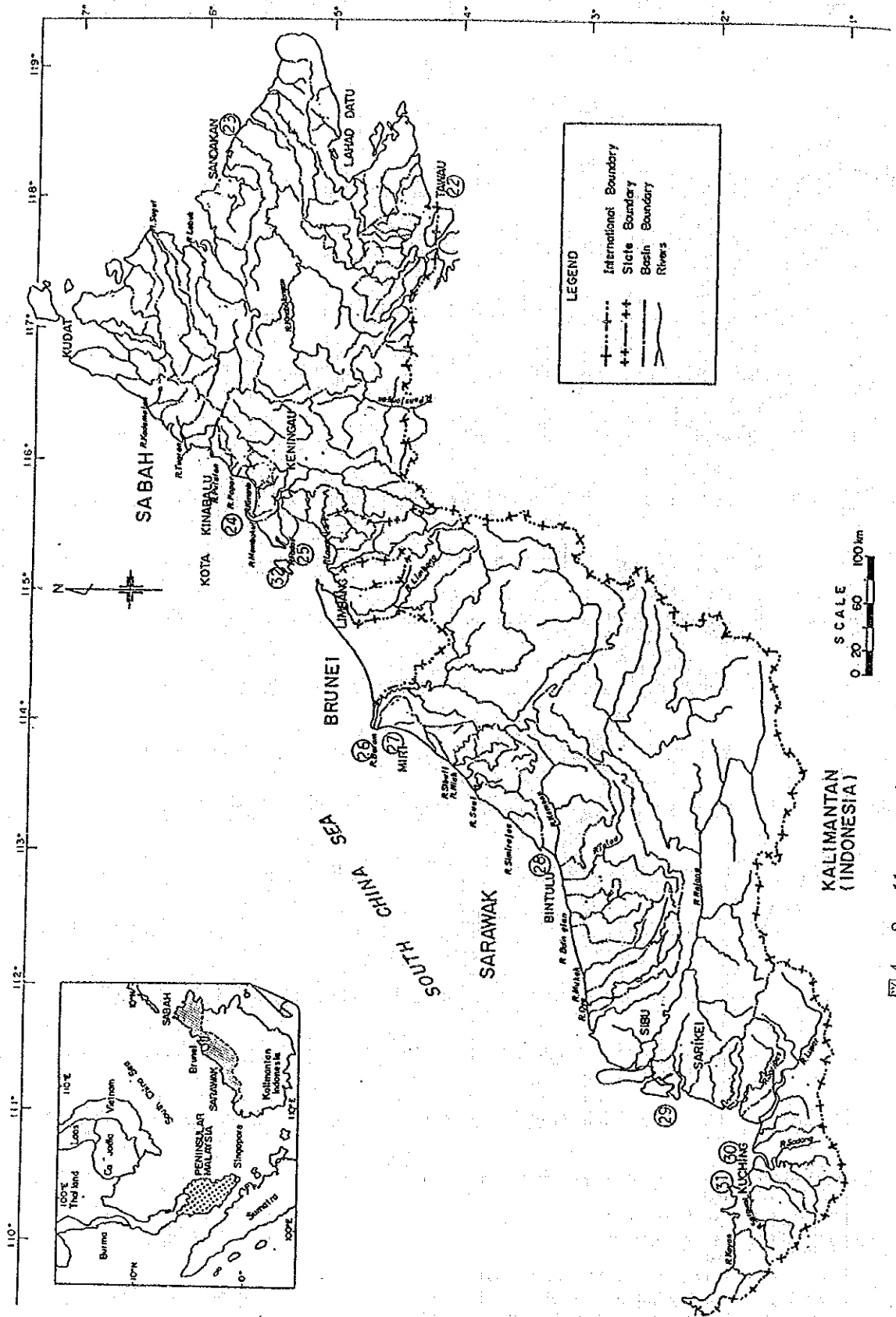


図 4-2-11 マレーシアの河川網 (東マレーシア)

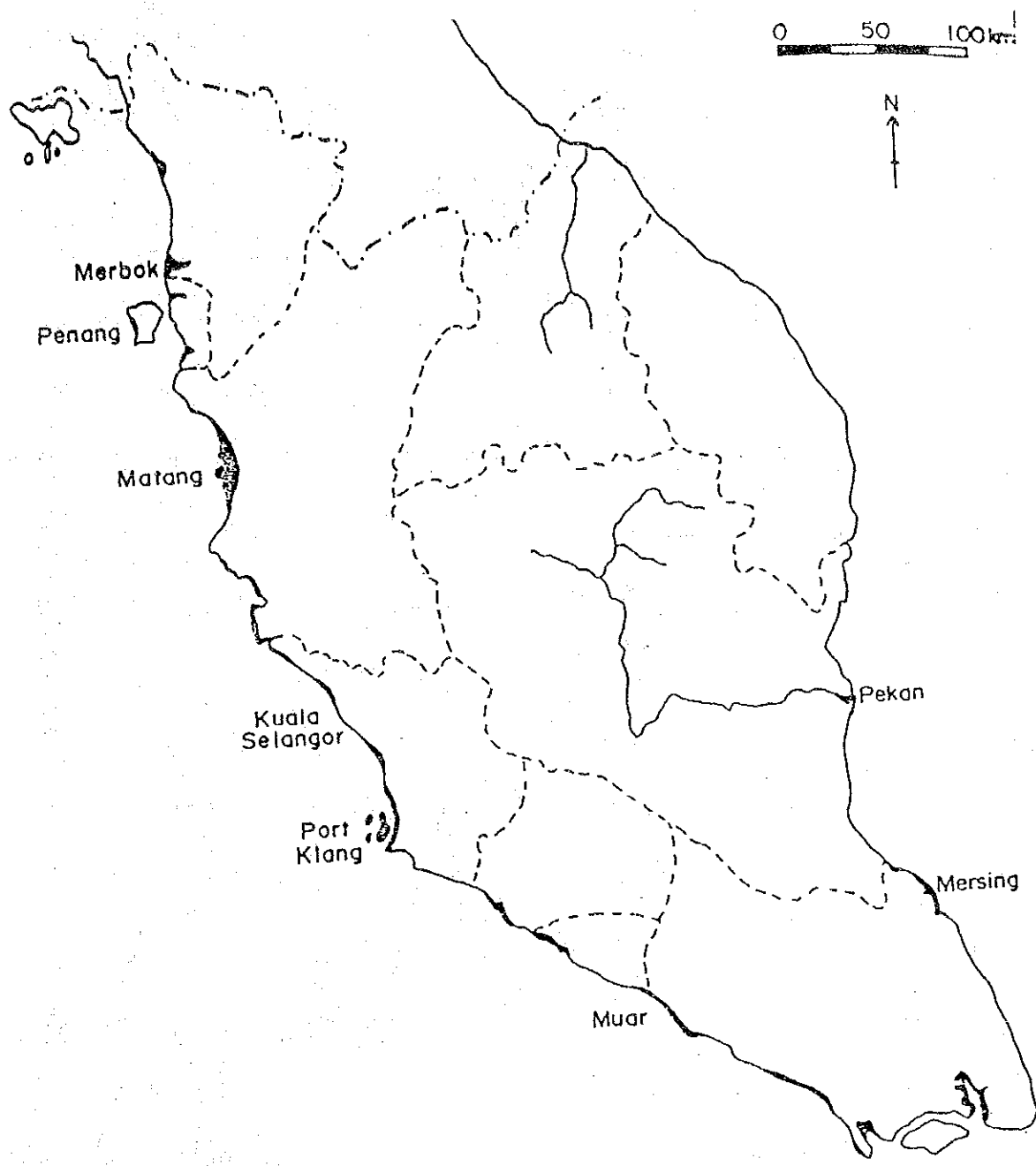


図4-2-12 マングローブ森林の分布 (半島マレーシア)

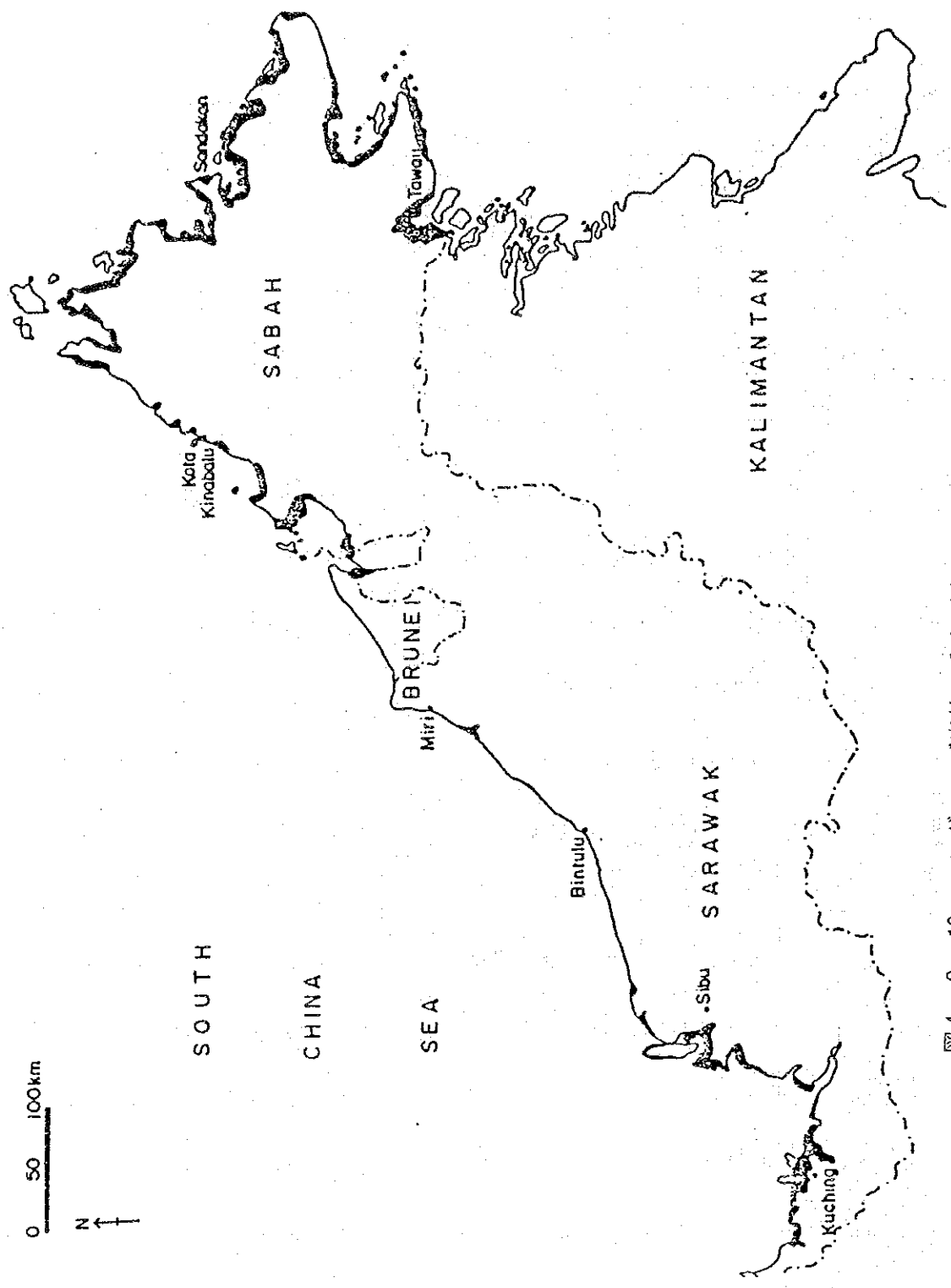


図4-2-13 マングローブ森林の分布 (東マレーシア)

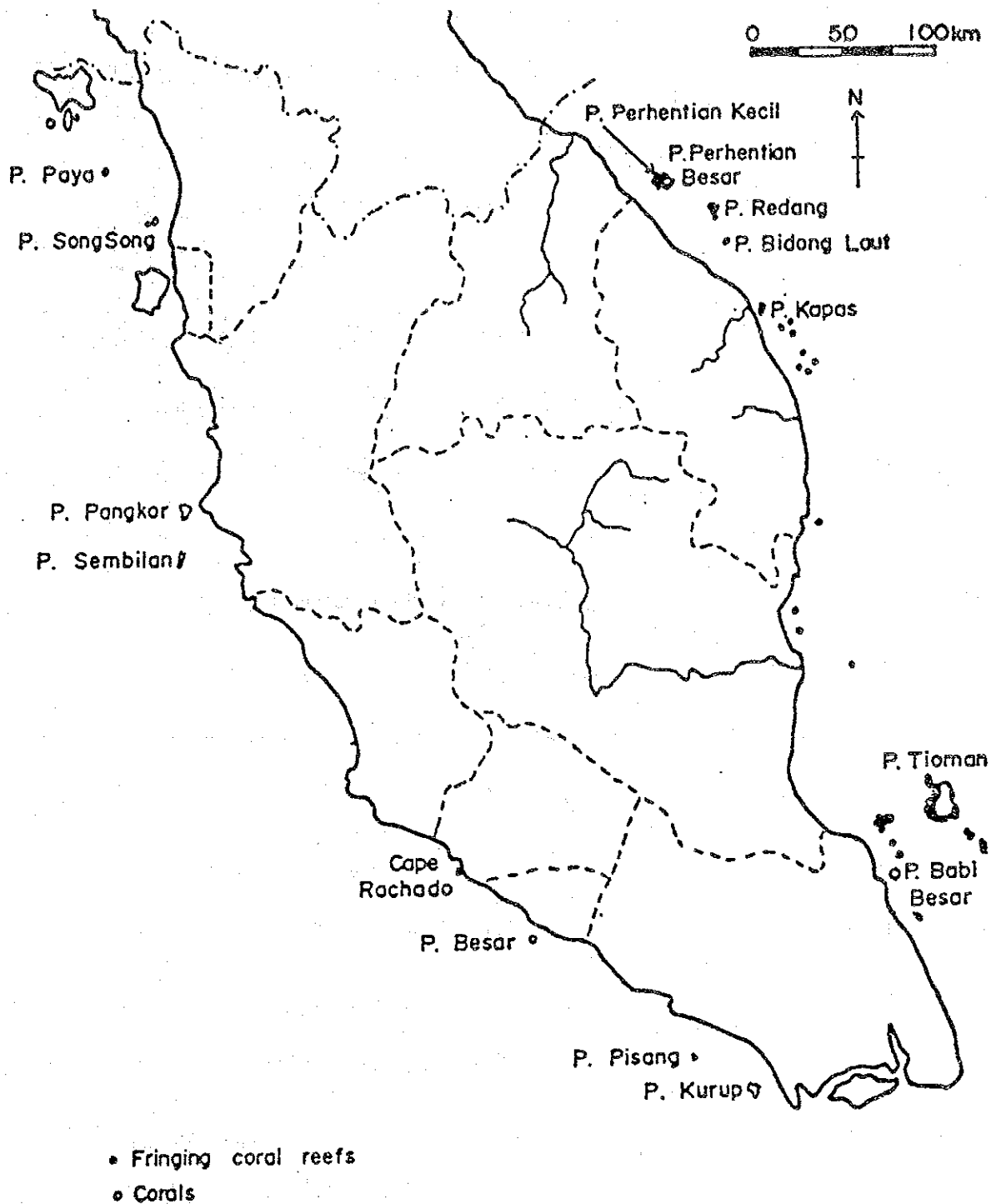


図4-2-14 珊瑚礁の分布 (半島マレーシア)

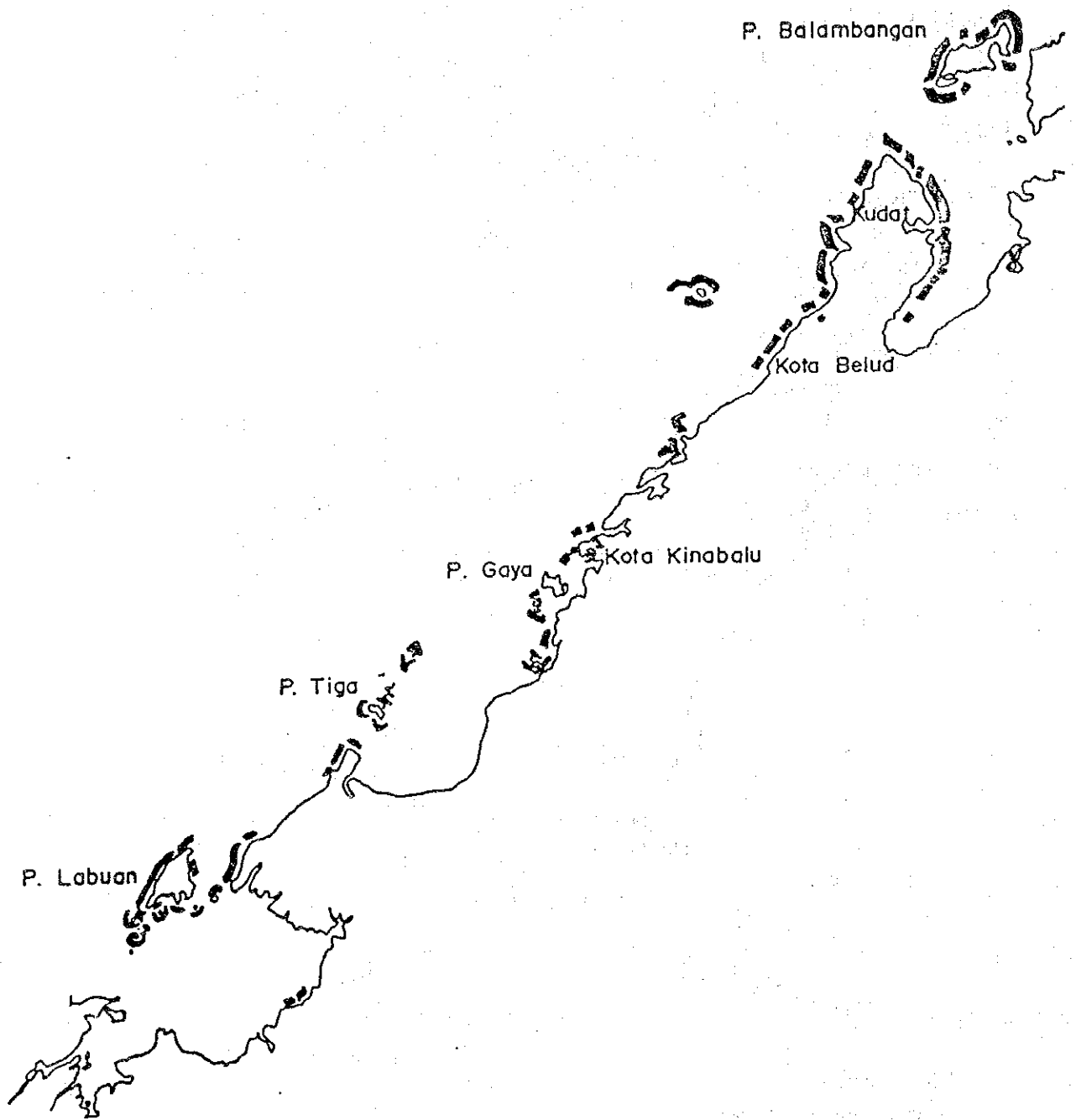


図4-2-15 珊瑚礁の分布(東マレーシア)

(2) 海象条件

(a) 潮位

マレーシアには前述のように微細粒分の土砂供給が多くあり、このような海岸では河口及び海岸での土砂移動に潮位が強く影響する。潮位変動量(大潮時)の世界的な分布を図4-2-16に示すが、マレーシアは潮位変動量が2~4 mと比較的大きな海域に面していることがわかる。次にN C E Sより各地の潮位条件を図4-2-17、4-2-18に示す。また、図中の潮位波形の分類例を図4-2-19に示す。

半島東海岸及び西海岸北部のPlau Pinang州では2 m程度の潮位変動がある。これに対し、西海岸のJohor州、Perak州では2.5 m程度、西海岸の中央付近でマラッカ海峡の狭部に位置するSelangor州では4 m程度の潮位変動がある。また、東マレーシアでは、Sarawak州の西端付近を除いて半島東海岸とほぼ同様の潮位条件にある。Sarawak州の西端付近では、潮位変動が3 m程度と大きくなっている。各地の潮位変化に関しては、Hydrographic Directorate, Royal Malaysian Navyにより詳細な潮位表が出版されている。

(b) 風と波浪

マレーシアの気候は大局的にみて南西モンスーンと北東モンスーンにより支配されるといってよい。南西モンスーンは春の終わりから秋にかけての時期に生じるが、このときの南西風はスマトラ島に遮られるために半島マレーシア西海岸は、このモンスーンの影響を直接受けにくい状況にある。一方、北東モンスーンは晩秋から春先にかけて生じ、南シナ海から半島マレーシア東海岸、東マレーシアへと風を吹かせる。この時期、半島西海岸ではマレーシア半島の山脈に北東風が遮られるため、山地標高の低い北部を除くところのモンスーンの影響を受けにくい状況にある。N C E Sによる風向風速の頻度分布を図4-2-20、4-2-21に示す。半島マレーシアでは、風向が北~東と南~西に偏った分布をしており、モンスーンの影響が明らかである。風速の頻度をみると、東海岸における北~東の風向の風の風速が大きいことがわかる。すなわち、北東モンスーン期に比較的高速風が東海岸に吹く。東マレーシアでは、Sabah州の東部を除くと海岸線がモンスーンの風向方向と一致する。しかし、地形の影響を受けるためか風向分布には明瞭な傾向がみられない。Sabah州東部海岸では、半島マレーシア東海岸と同じく北東風が卓越し、比較的风速も大きい。その他の海岸では、風向に明瞭な傾向はなく、風速値も比較的小さくなっている。

マレーシアを取り囲む海は太平洋やインド洋の外洋に面していないため、マレーシアに襲撃する波浪はほとんど風波と考えてよい。したがって、上記の風の特徴は波浪特性と密接に関連するはずである。そこで、N C E Sによる波向別の波高の出現頻度を、南

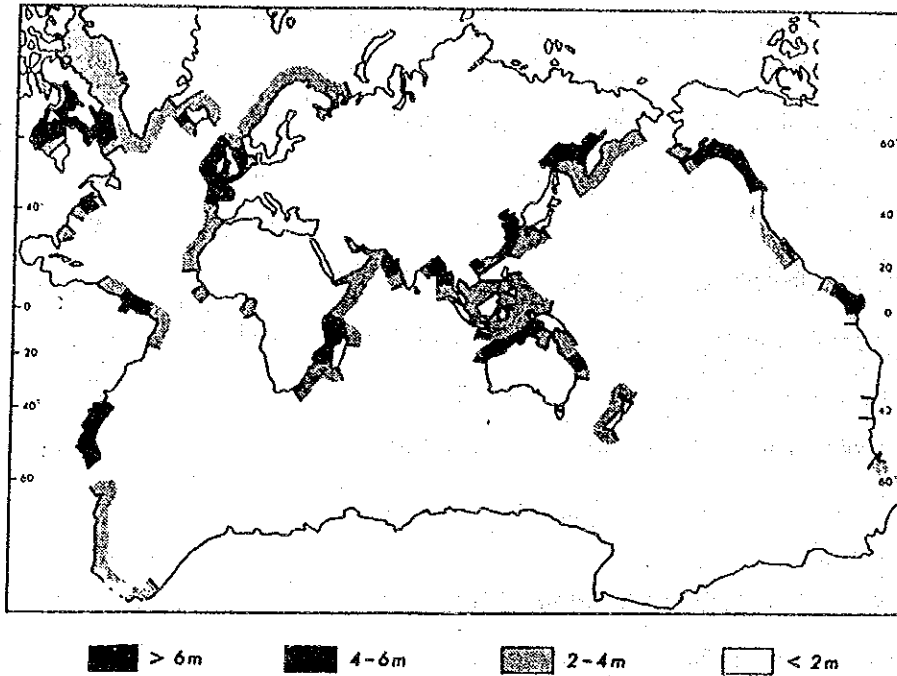
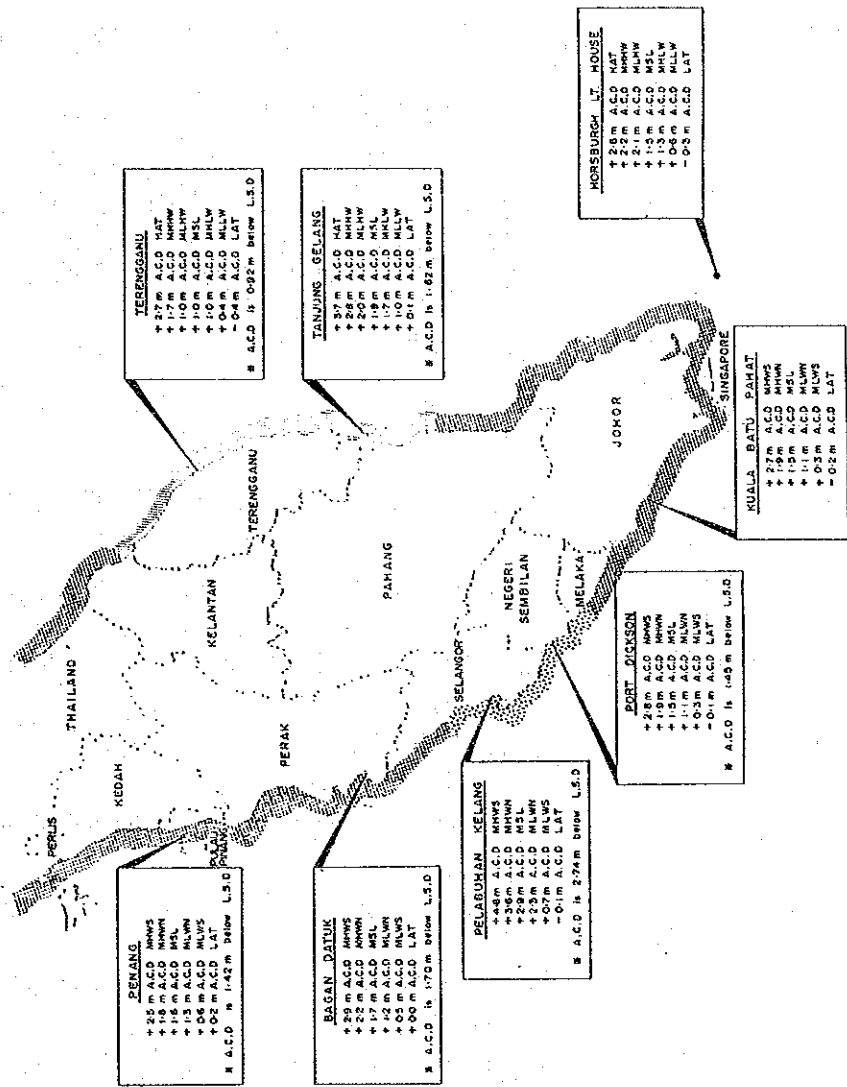


図4-2-16 潮位変動量（大潮時）の世界的な分布



TERENGGANU
 +17m A.C.D. MHT
 +17m A.C.D. MHW
 +10m A.C.D. MLLW
 +10m A.C.D. MSL
 +10m A.C.D. MLW
 -04m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 0.92m below L.S.D.

TANJUNG SELANG
 +37m A.C.D. MHT
 +37m A.C.D. MHW
 +20m A.C.D. MLLW
 +19m A.C.D. MSL
 +17m A.C.D. MLW
 +10m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 1.62m below L.S.D.

MORSBURGH LT. MOUSE
 +26m A.C.D. MHT
 +22m A.C.D. MHW
 +21m A.C.D. MLLW
 +13m A.C.D. MSL
 +10m A.C.D. MLW
 -03m A.C.D. LAT

KUALA BATU PAHAT
 +27m A.C.D. MHT
 +27m A.C.D. MHW
 +19m A.C.D. MLLW
 +11m A.C.D. MSL
 +03m A.C.D. MLW
 -02m A.C.D. LAT

PORT DICKSON
 +28m A.C.D. MHT
 +19m A.C.D. MHW
 +15m A.C.D. MSL
 +11m A.C.D. MLW
 -01m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 1.40m below L.S.D.

DELABUAN KELANG
 +48m A.C.D. MHT
 +29m A.C.D. MHW
 +29m A.C.D. MSL
 +23m A.C.D. MLW
 +07m A.C.D. LAT
 -01m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 2.74m below L.S.D.

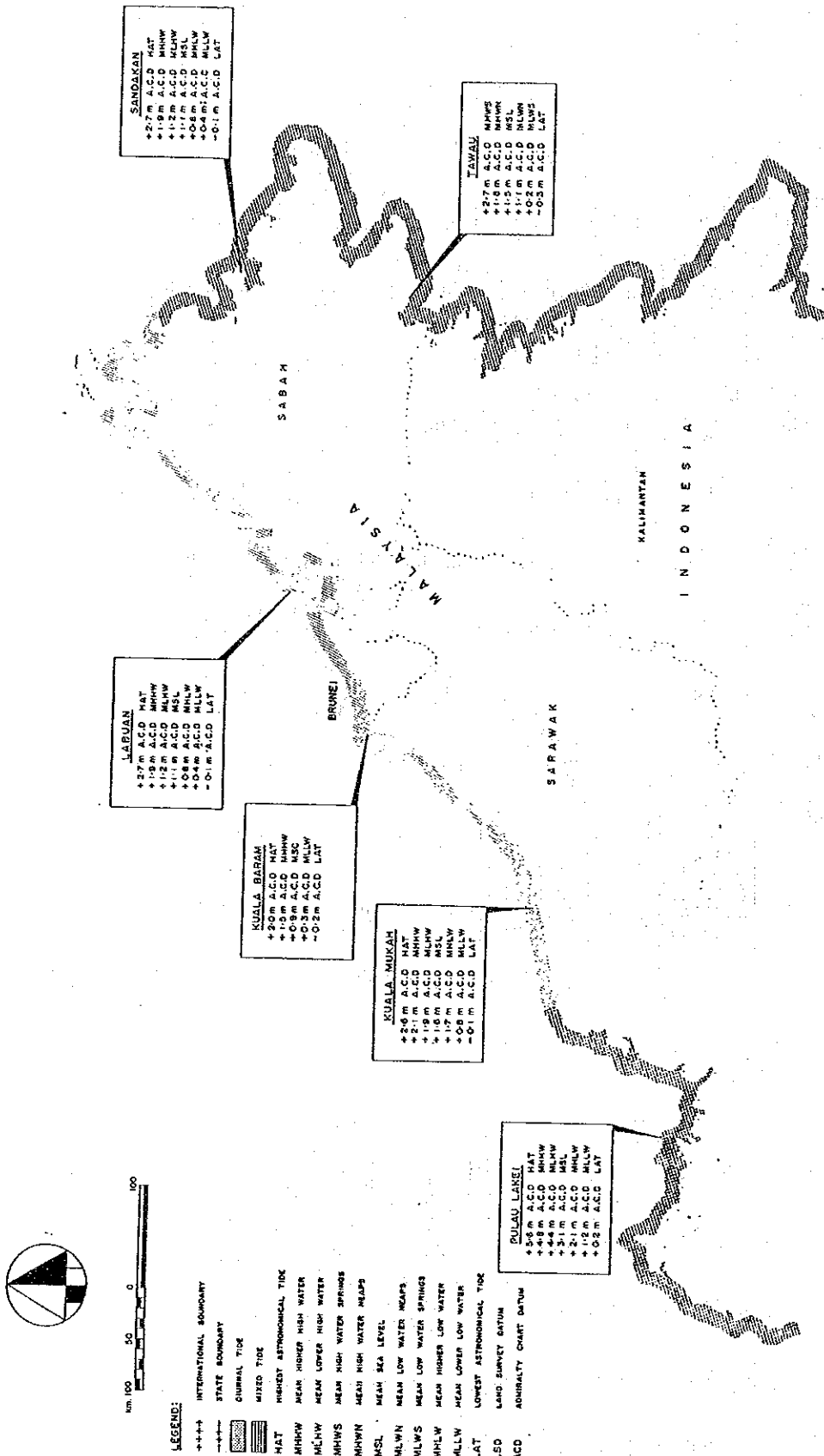
BAGAN DATUK
 +29m A.C.D. MHT
 +22m A.C.D. MHW
 +17m A.C.D. MSL
 +12m A.C.D. MLW
 +05m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 1.79m below L.S.D.

PENANG
 +25m A.C.D. MHT
 +18m A.C.D. MHW
 +15m A.C.D. MSL
 +08m A.C.D. MLW
 +02m A.C.D. LAT
 # A.C.D. is 1.42m below L.S.D.

- LEGEND:**
- +--- INTERNATIONAL BOUNDARY
 - STATE BOUNDARY
 - DIURNAL TIDE
 - SEMIDIURNAL TIDE
 - MIXED TIDE
 - HAT
 - HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE
 - MHHW MEAN HIGHER HIGH WATER
 - MLWV MEAN LOWER HIGH WATER
 - MHW MEAN HIGH WATER SPRINGS
 - MHWV MEAN HIGH WATER SPRINGS
 - MSL MEAN SEA LEVEL
 - MLWN MEAN LOW WATER NEAPS
 - MLWS MEAN LOW WATER SPRINGS
 - MLLWV MEAN LOWER LOW WATER
 - MLLW MEAN LOWER LOW WATER
 - LAT LOWEST ASTRONOMICAL TIDE
 - LSD LAND SURVEY DATUM
 - ACD ADIUTALTY CHART DATUM

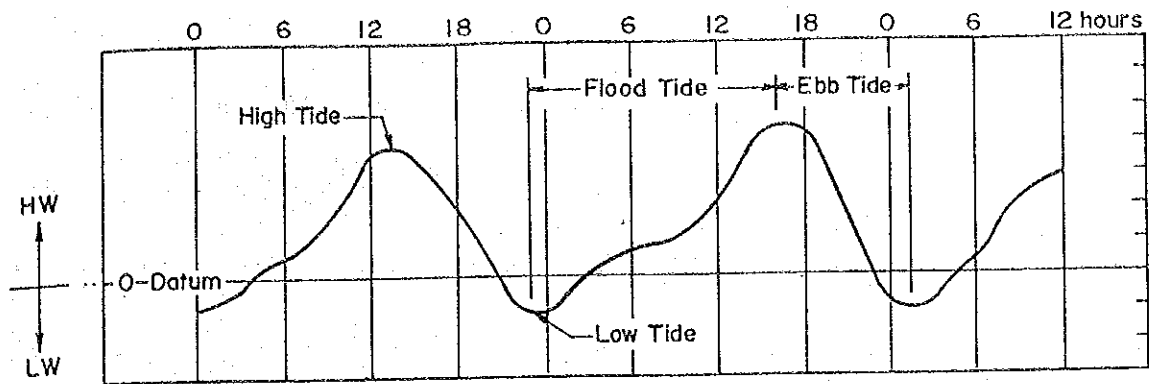
SOURCE : TIDE TABLES, MALAYSIA AND SINGAPORE, 1985
 U.S. NAVY MARINE CLIMATIC ATLAS OF THE WORLD, 1976

図 4-2-17 潮位条件 (半島マレーシア)

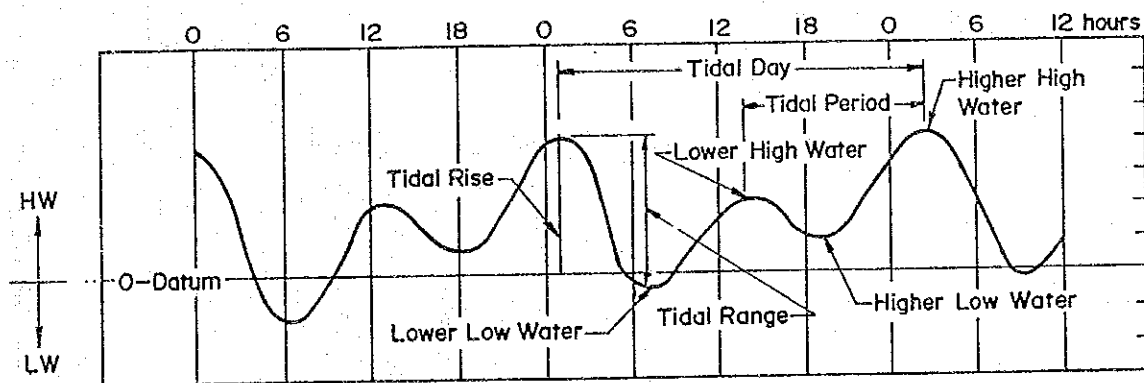


SOURCE: TIDE TABLES, MALAYSIA AND SINGAPORE, 1985
 U.S. NAVY MARINE CLIMATIC ATLAS OF THE WORLD, 1976

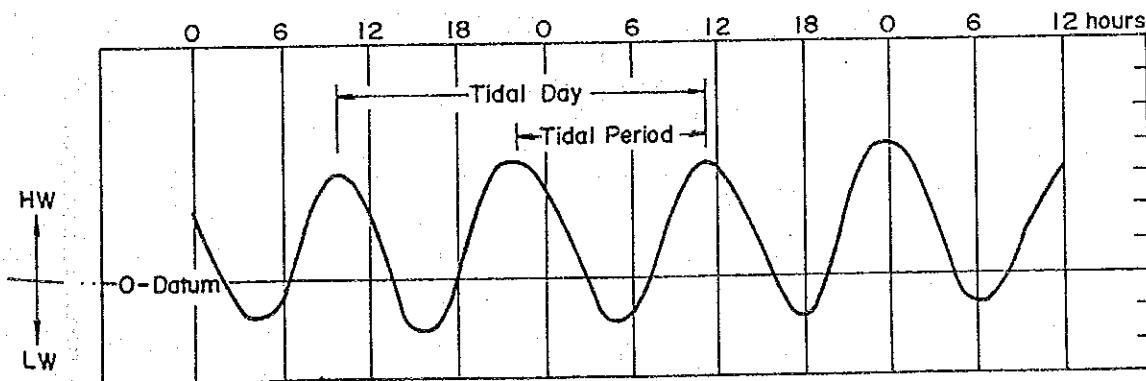
図 4-2-18 潮位条件 (東マレーシア)



(a) DIURNAL



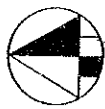
(b) MIXED



(c) SEMIDIURNAL

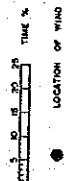
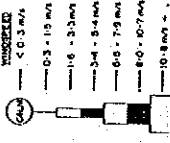
(after wigel, 1953)

図 4-2-19 潮位波形の分類例

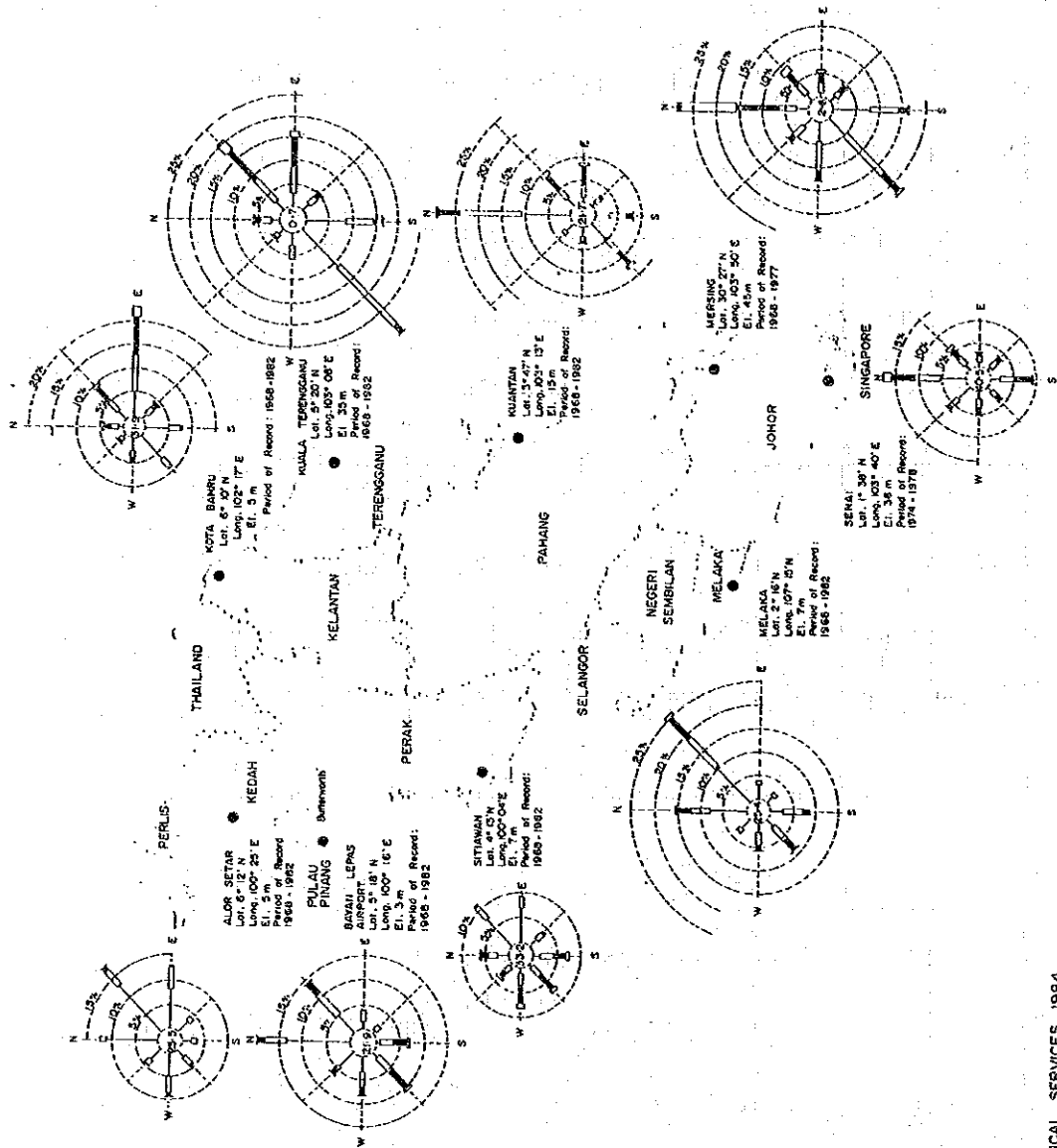


LEGEND

----- INTERNATIONAL BOUNDARY
 - - - - - STATE BOUNDARY



● LOCATION OF WIND STATION
 ○ ELEMENTS ARE ABOVE EXISTING GROUND LEVEL



SOURCE : MALAYSIAN METEOROLOGICAL SERVICES, 1964.

図 4-2-20 風向風速の頻度分布 (半島マレーシア)

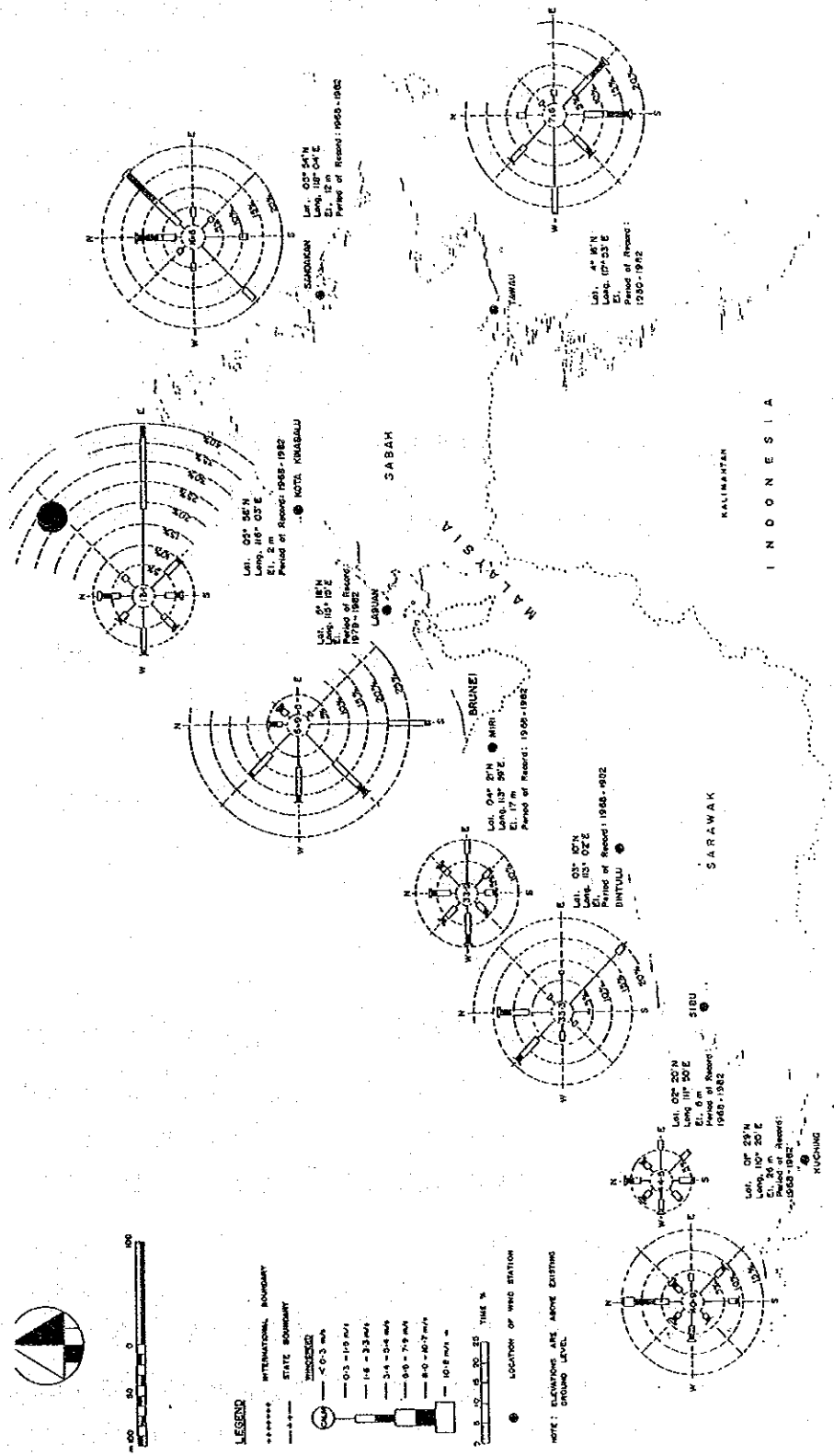


図 4-2-21 風向風速の頻度分布 (東マレーシア)

SOURCE: MALAYSIAN METEOROLOGICAL SERVICES, 1984.

西モンスーン期と北東モンスーン期とに分けて示す。南西モンスーン期の波向別波高の頻度分布を図4-2-22、4-2-23に示す。半島西海岸ではマラッカ海峡に沿う方向の波向が卓越している。このうち、北部では北方向からの入射波が、南部では南方向からの入射波が比較的多い。ただし、波高はほとんど1.75 m以下である。一方、半島東海岸と東マレーシアでは南～西方向の波向が卓越していることがわかる。すなわち、半島東海岸では海岸に來襲する波はほとんどなく、東マレーシアでは海岸に沿う方向の波向となっている。

次に、北東モンスーン期の波向別波高の頻度分布を図4-2-24、4-2-25に示す。半島マレーシア東海岸、東マレーシアでは北～東方向の風により、北～東から入射する波が卓越する。このときの波高は2～3 mの頻度も多く、比較的高波浪が來襲することがわかる。この時期、半島西海岸では海岸に入射する本向の波はあまり生じない。

各観測地点における波浪統計等は次のような文献に記載されている。

(半島東海岸)

- 1) Kelantan 沖：Kelantan Minor Port Project, Part I, Volume 2 (1985)
- 2) Chukai 北部沖：Tanjong Berhara Harbour, Final Report (1982)

(Saba 州)

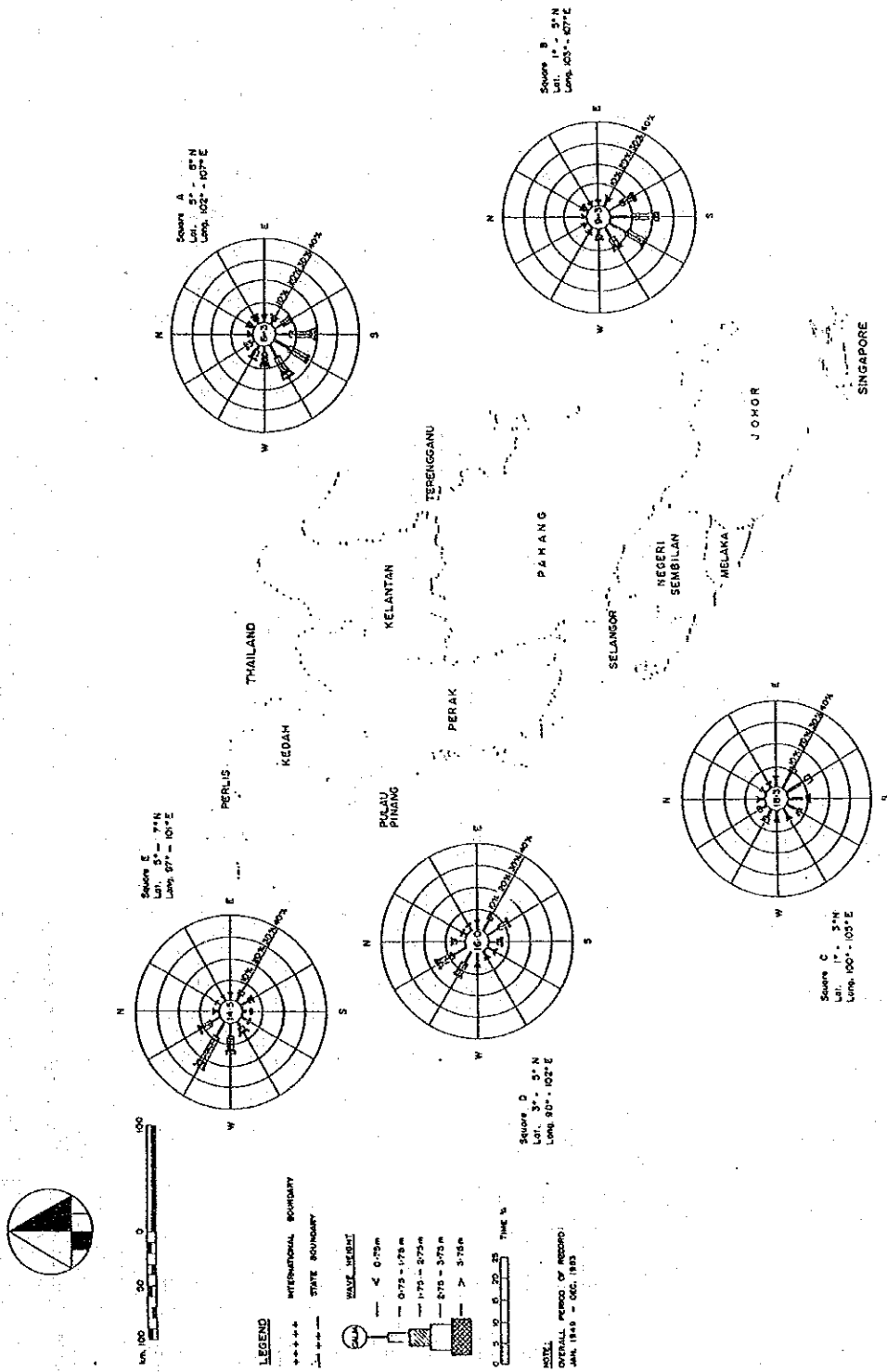
- 3) サバ東シナ海側海岸沖：Mulder, H.G. and G. Bower (1983) : Operational Wind and Wave Conditions Offshore Sabah, Vol. 2, Erb West Area.

4-2-2 沿岸域の利用状況

本調査で半島中北部及び Sarawak 州沿岸を空中から観察した限りにおいては、マレーシア沿岸はあまり高度に利用されているとはいえない。特に目立った点は、大小河川を問わず河口部あるいは下流部に小型漁船用の漁港がみられたことである。表4-2-1にNCESによる海岸部の土地利用状況を示す。農業がほぼ半数、未開発地が2～4割を占めていることがわかる。以下、既往調査からマレーシア沿岸域の利用の状況を考察する。

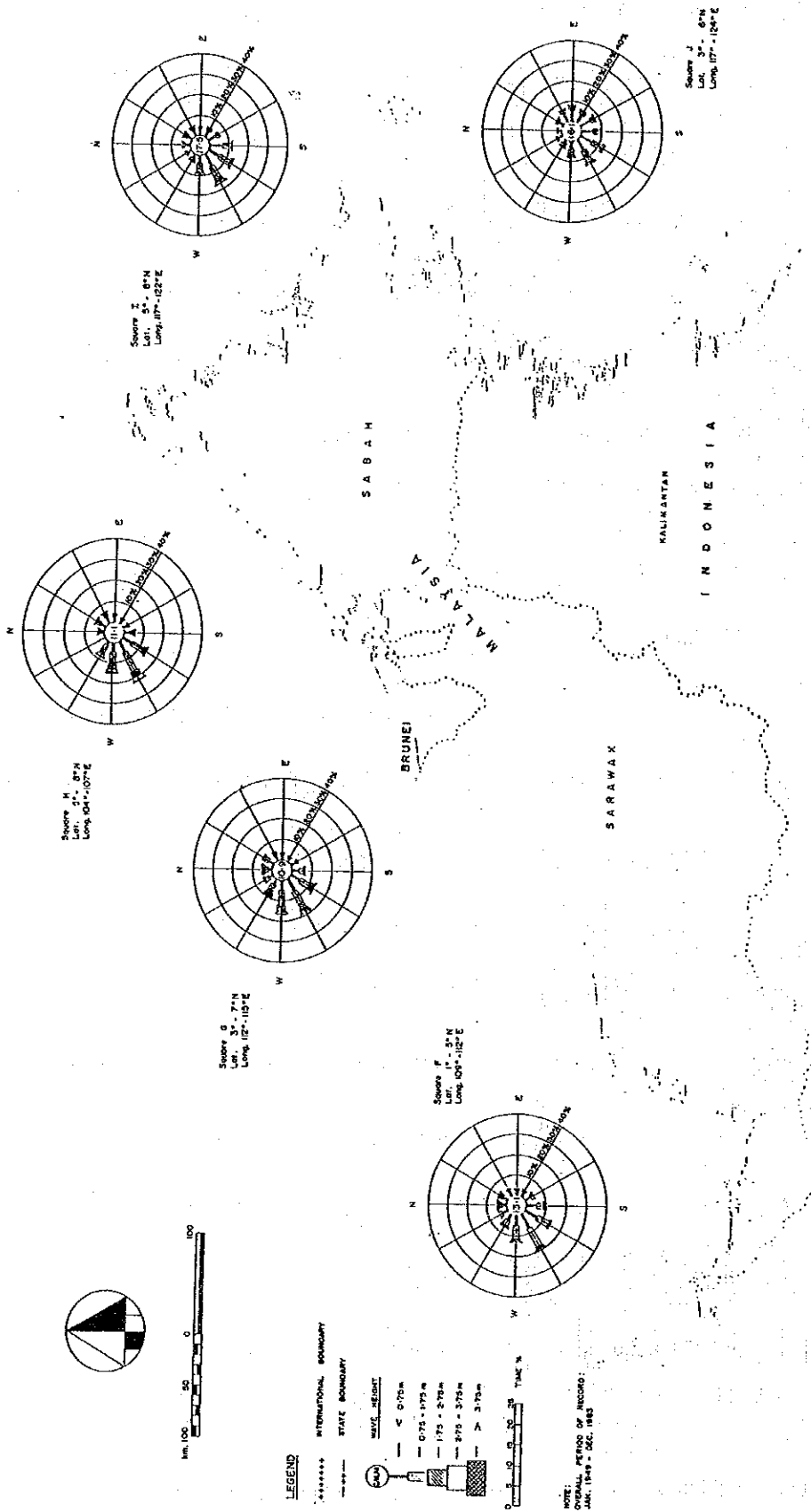
(1) 漁業(主にNCESによる)

マレーシア沿岸域の利用の中で、最も重要な産業の一つが漁業である。半島マレーシアにおける1981年の漁獲高を表4-2-2に示す。漁獲高は西海岸で圧倒的に多い。この表では、マングローブ森林と漁獲高の関係が示されているが、マングローブ森林の面積が大きな半島西海岸では、漁獲高の半数近くがマングローブ森林と関連した漁獲であることがわかる。これは、マングローブが魚介類の産卵、生育の場として重要な役割を有することに関連する。Sarawak 州においてもマングローブ森林に関連した漁獲高が3割以上を占めることが示されている(表4-2-3)。次に、マングローブ森林のあまりない半島東



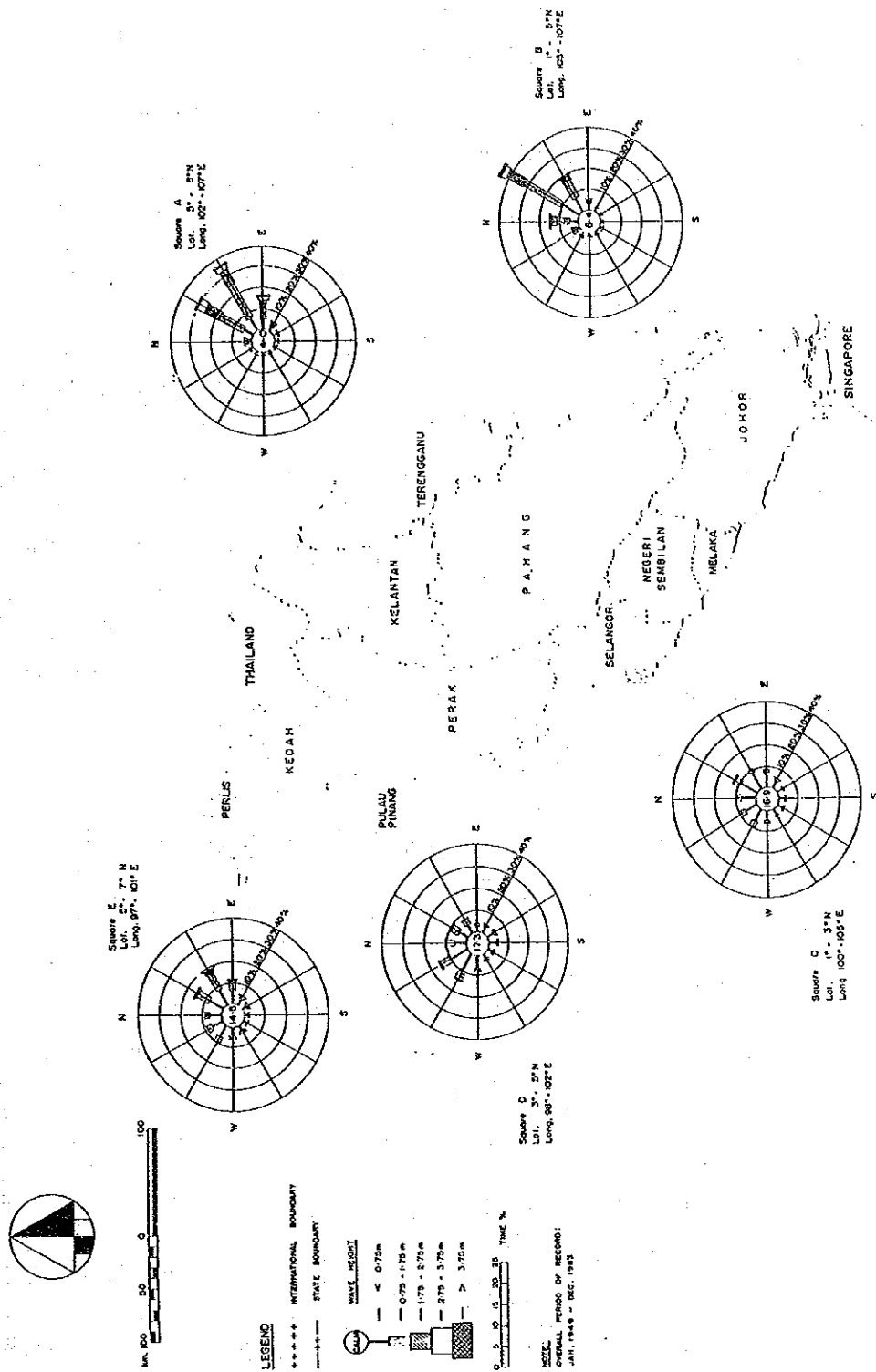
SOURCE : U.S. NATIONAL CLIMATIC DATA CENTRE, SHIPBOARD OBSERVATIONS

図 4-2-22 南西モンスーン期の波向別波高の頻度分布 (半島マレーシア)



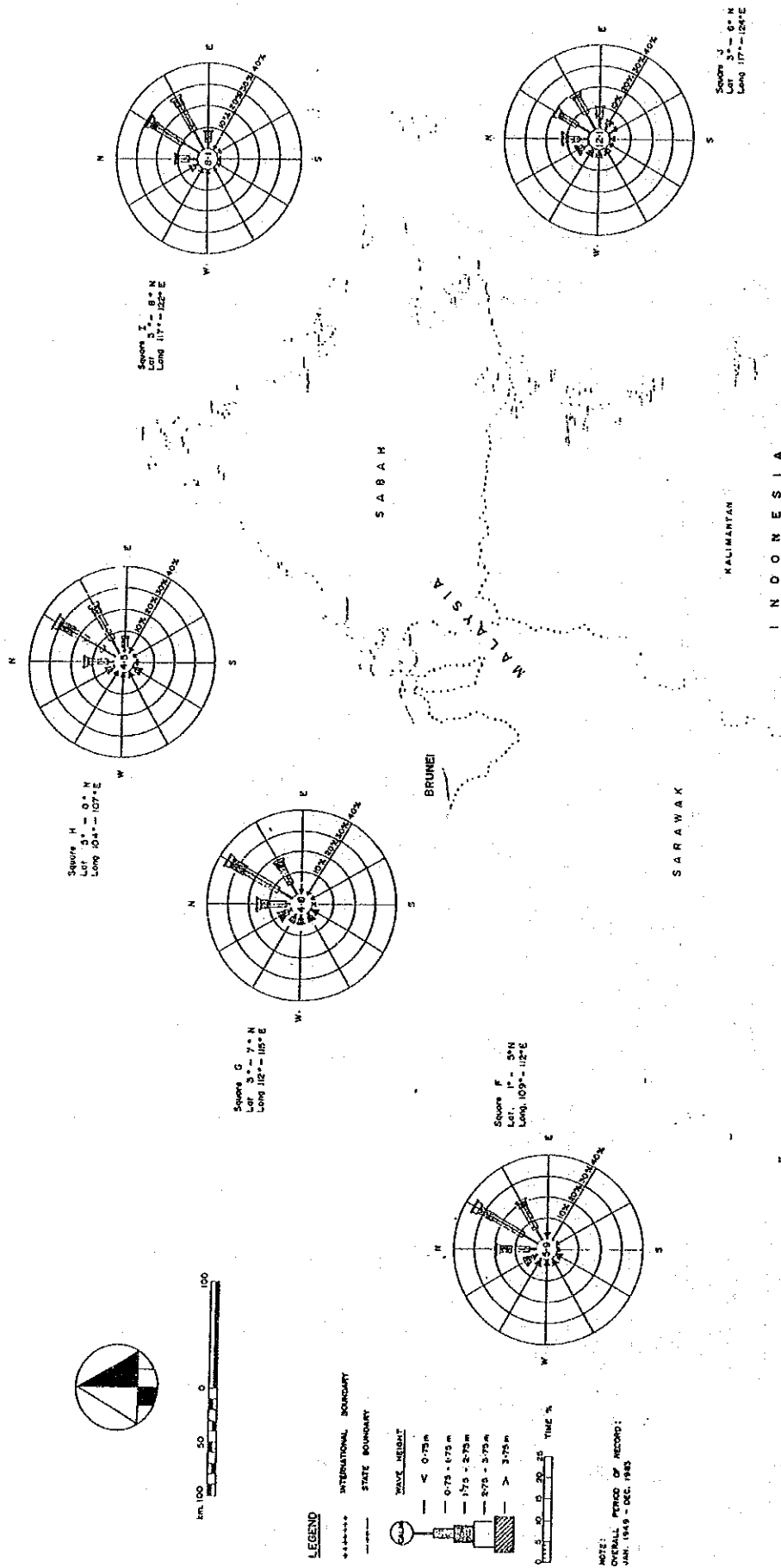
SOURCE : U.S. NATIONAL CLIMATIC DATA CENTRE, SHIPBOARD OBSERVATIONS

図 4-2-23 南西モンスーン期の波向別波高の頻度分布 (東マレーシア)



SOURCE : U.S. NATIONAL CLIMATIC DATA CENTRE, SHIPBOARD OBSERVATIONS

図 4-2-24 北東モンスーン期の波向別波高の頻度分布 (半島マレーシア)



SOURCE: U.S. NATIONAL CLIMATIC DATA CENTRE, SHIPBOARD OBSERVATIONS.

図 4-2-25 北東モンスーン期の波向別波高の頻度分布 (東マレーシア)

表 4 - 2 - 1 海岸部の土地利用状況

LANDUSE	PENINSULAR MALAYSIA	EAST MALAYSIA	MALAYSIA AS A WHOLE
	(Percent shoreline length)		
Agricultural use	49	47	48
Housing and transportation use	22	9	14
Recreation use	5	1	2
Undeveloped (1)	24	43	36
Mangrove- fringed	40	61	52

(1) Includes forest reserves where forest management and harvesting are practiced.

表 4-2-2 1981年の半島マレイシアの漁獲高

	Mangrove cover (ha)	Capture Fishery Production (t)			
		Overall	Non Mangrove Species	Mangrove Species ²	Total
Peninsular Malaysia (West Coast)	96,000	433,000 (100%)	249,000 (58%)	71,000 (42%)	61,800
Peninsular Malaysia (East Coast)	17,000	216,000 (100%)	191,000 (88%)	25,000 (12%)	12,600
Peninsular Malaysia (overall)	113,000	649,000 (100%)	440,000 (68%)	71,000 (32%)	74,000
					51,400
					Crustacea
					Fish

1. Species having hardly any association with the mangrove ecosystem;

2. Species that may be classified as casual or seasonal migrant or resident of the mangrove ecosystem.

SOURCE: Jothy, 1984

表 4 - 2 - 3 1981年のSarawak州における漁獲高

		Capture Fishery Production (t)			
		Non Mangrove : Species	Mangrove : Species	Crustacea :	Fish :
		Total :	Total :	Total :	Total :
First Division	30,250 : (100%)	18,600 : (61%)	11,650 : (39%)	850 : :	2,500 : 8,300
Second Division	8,000 : (100%)	6,000 : (75%)	2,000 : (25%)	50 : :	1,500 : 450
Third Division	13,780 : (100%)	9,500 : (69%)	4,280 : (31%)	280 : :	2,700 : 1,300
Fourth Division	7,000 : (100%)	5,300 : (76%)	1,700 : (24%)	50 : :	90 : 1,560
Fifth Division	1,300 : (100%)	550 : (42%)	750 : (58%)	10 : :	600 : 140
Sixth Division	7,700 : (100%)	5,600 : (73%)	2,100 : (27%)	50 : :	1,400 : 650
TOTAL	68,030 : (100%)	45,550 : (67%)	22,480 : (33%)	1,290 : :	8,790 : 12,400

Source: Annual Fisheries Statistics for Sarawak, 1981

海岸の漁獲高の分布を表4-2-4に示す。東海岸ではTrengganu州とJohor州で漁業が盛んなことがわかる。表4-2-2、4-2-3に示されているように、マレーシアの漁業では甲殻類（エビ、カニ等）の漁獲が非常に多い。

(2) 農業

農業は沿岸域の土地利用の主たる形態である。本事前調査では、特に西海岸では海岸近くの庁地におけるプランテーション開発が盛んなように観察された。海岸部及び山間部における森林伐採、プランテーションの開発は、土壌侵蝕環境の変化による河川への土砂供給量の変化として河口や海岸の保全と密接な関係を持つ。

表4-2-4 半島東海岸の漁獲高の分布

STATE	TOTAL FISH LANDINGS							
	1975		1976		1977		1978	
	Quantity (m. ton)	Value ₆ x\$10	Quantity (m. ton)	Value ₆ x\$10	Quantity (m. ton)	Value ₆ x\$10	Quantity (m. ton)	Value ₆ x\$10
Kelantan	12,718	18.74	13,346	18.10	6,489	11.78	14,493	31.70
Trengganu	53,425	80.46	55,293	79.17	77,800	120.21	75,349	163.27
Pahang	13,468	17.84	14,188	15.05	13,960	16.97	16,317	29.23
East Johore	24,959	27.96	33,526	36.85	21,836	30.21	47,965	103.18
TOTAL	104,570	145.00	116,353	149.17	120,085	179.17	154,124	327.38

出典：Annual Fisheries Statistics, 1978.

(3) 石油採掘

半島マレーシア東海岸沖とSabah・Sarawak沖では、石油の掘削が行われている（図4-2-26（Thia-Eng and Charles, 1984）参照）。それに伴い、マレーシア沿岸には石油貯蔵施設や石油精製施設が分布している。

(4) 観光

マレーシアの沿岸には幾つかのコースタル・リゾートがある。半島東海岸について、コースタル・リゾート施設の分布を図4-2-27に示す（Thia-Eng and Charles, 1984）。半島東海岸には砂浜が多いため、砂浜を活かしたリゾートが多く、Kota Bharuの東、Kuala Trengganu、Rantau Abang、Tangjong Jara、Kuantan、Tioman島、Rawa島、Desaru Beachなどの美しいビーチを持つリゾートがある。半島西海岸では、海岸部は干潟やマングローブ森林であるため、コースタル・リゾートはLangkawi群島、Penang島、Pangkor島のようにビーチを持つ島に限られている。

海洋性リゾートの大きな魅力の一つに珊瑚礁がある。マレーシアの珊瑚礁の分布は既に図4-2-14、4-2-15に示した。前述のように土砂流出のある河口近くには珊瑚が生育できないため、珊瑚礁は限られた地域にしか存在しない。Sabah州には珊瑚礁を活かしたコースタル・リゾートがあり、Kota Kinabalu、Sandakan 沖の島々が有名である。

また、マレーシアの豊かな自然を代表する特徴の一つに、海ガメの産卵がある。半島東海岸は南シナ海に面し砂浜も多いため、多くの海岸で海ガメの産卵がみられる。図4-2-28に半島東海岸における海ガメの産卵数の分布を示す(Thia-Eng and Charles, 1984)。海ガメは東マレーシアの海岸における重要な観光名物である。

(5) 地域調査にみられる沿岸部の土地利用の特徴

a) Trengganu 州における沿岸部の土地所有について

Trengganu Coastal Region Study より、Trengganu 州における沿岸部の土地所有について紹介する。土地所有状況の分布を図4-2-29に示す。対象領域全体では、州有地が30%、私有地が53%である。海岸線沿いでは、ほとんどが州有地あるいは農業用地(私有地)になっている。

b) Kelantan 州における沿岸部の土地利用

The Kelantan River Basin Study より、Kelantan 州における沿岸部の土地利用状況を紹介する。Kelantan 州における1972年時点の土地利用を図4-2-30に示す。森林地が73%を占め、Kelantan 川下流部沿いの低平地には農業用地(約17%)が広がっている(表4-2-5参照)。沿岸部の土地利用に着目すると、農業用地が70%、森林・沼地・荒地等が39%に対して、都市等は僅か1%である。一方、人口は海岸近くの低平地に集中している(図4-2-31)。

表4-2-5 Kelantan 州における土地利用状況

Landuse Category	Area (square kilometres)	Percent of State Area
Urban and Associated Areas	31	0.2
Mixed Horticulture	344	2.3
Tree, Palm and Permanent Crops	1,436	9.5
Cropland	786	5.3
Grassland and Scrubland	737	4.9
Forest	11,043	73.4
Swamps	260	1.7
Unclassified	405	2.7
Total	15,042	100.0

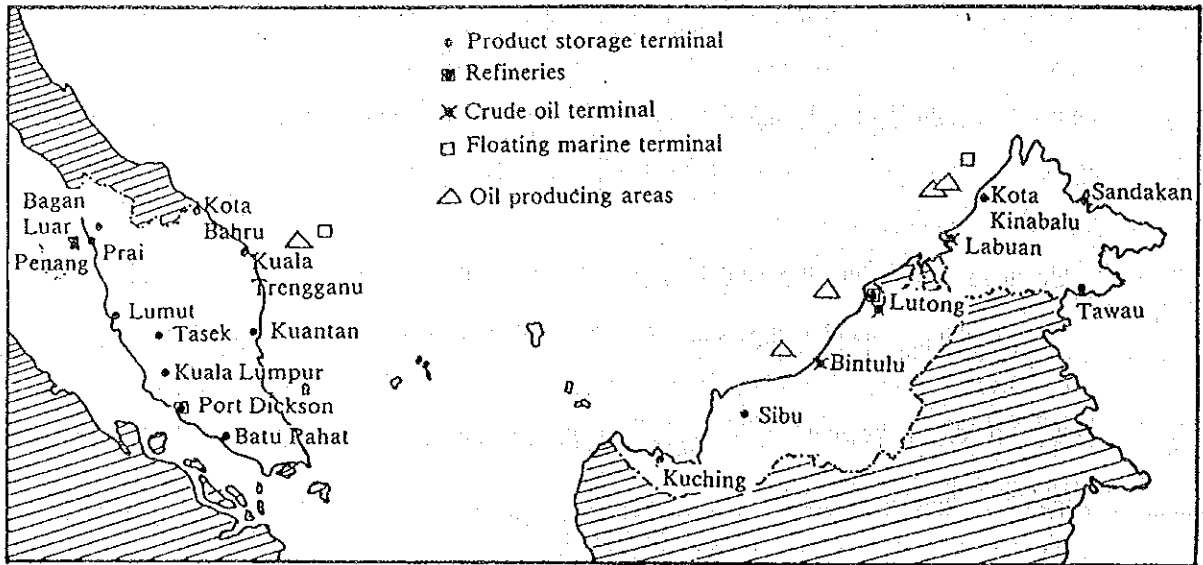


図4-2-26 石油の掘削、関連施設の分布

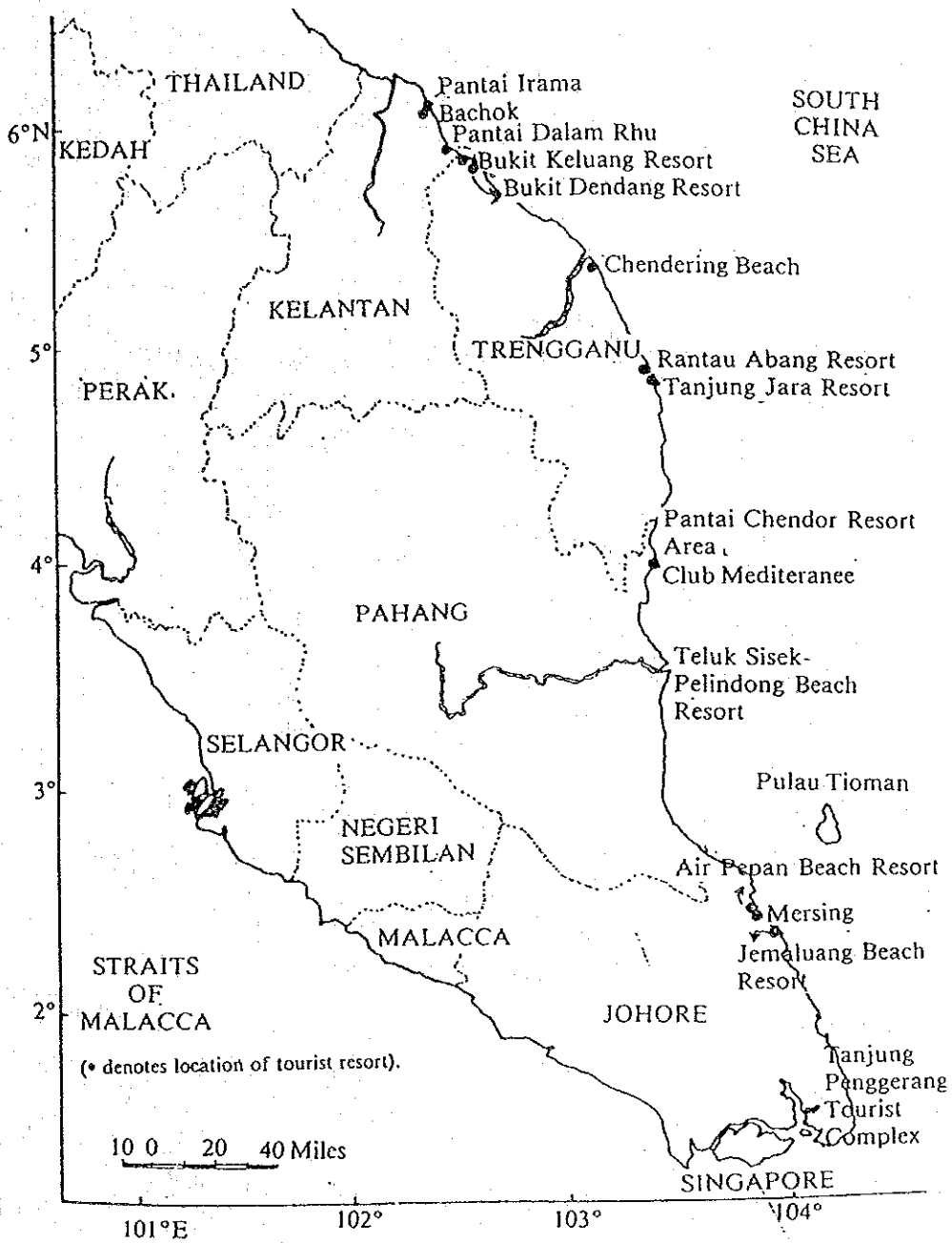


図4-2-27 コースタル・リゾート施設の分布（半島東海岸）

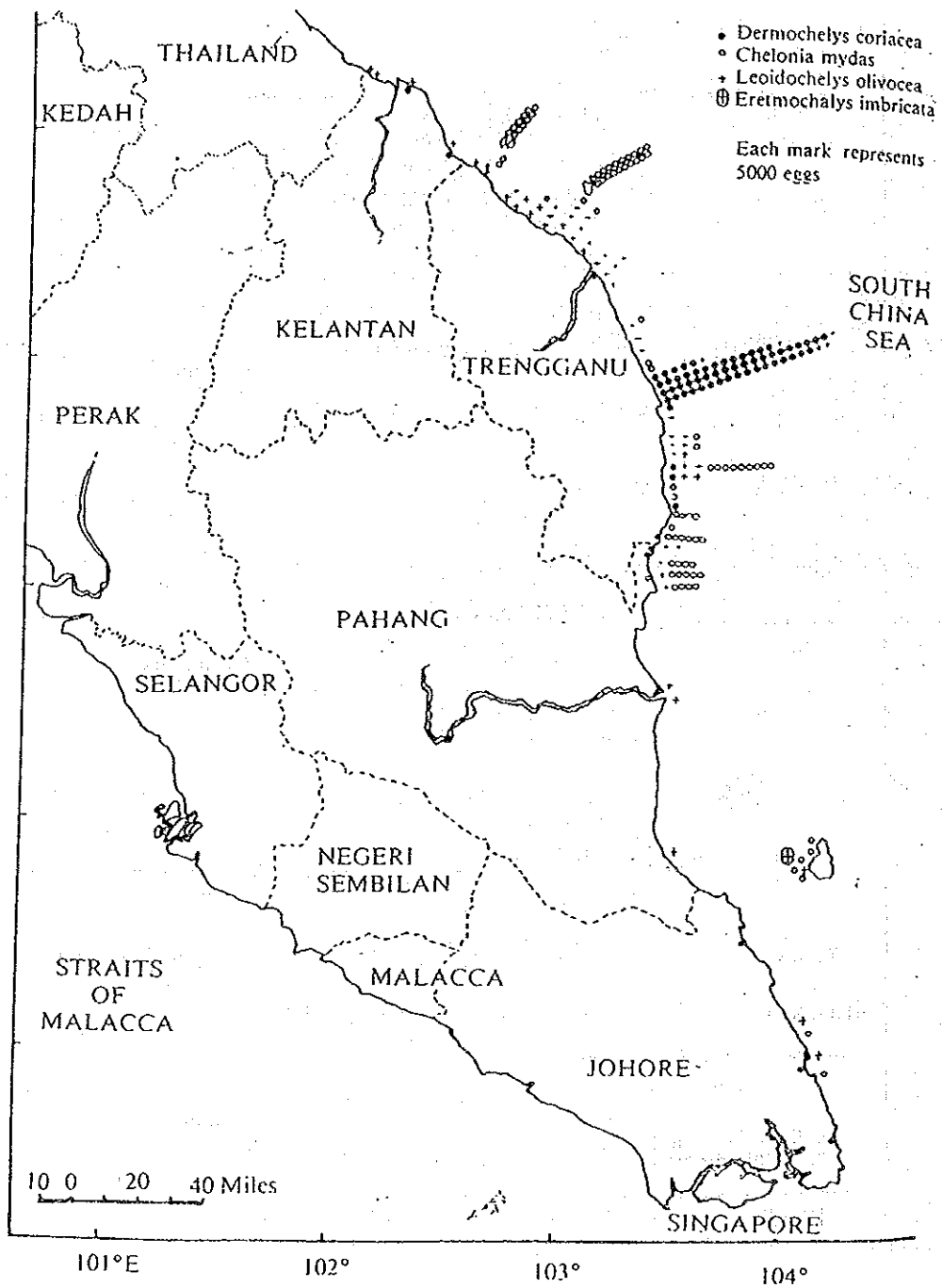


図4-2-28 海ガメの産卵数の分布 (半島東海岸)

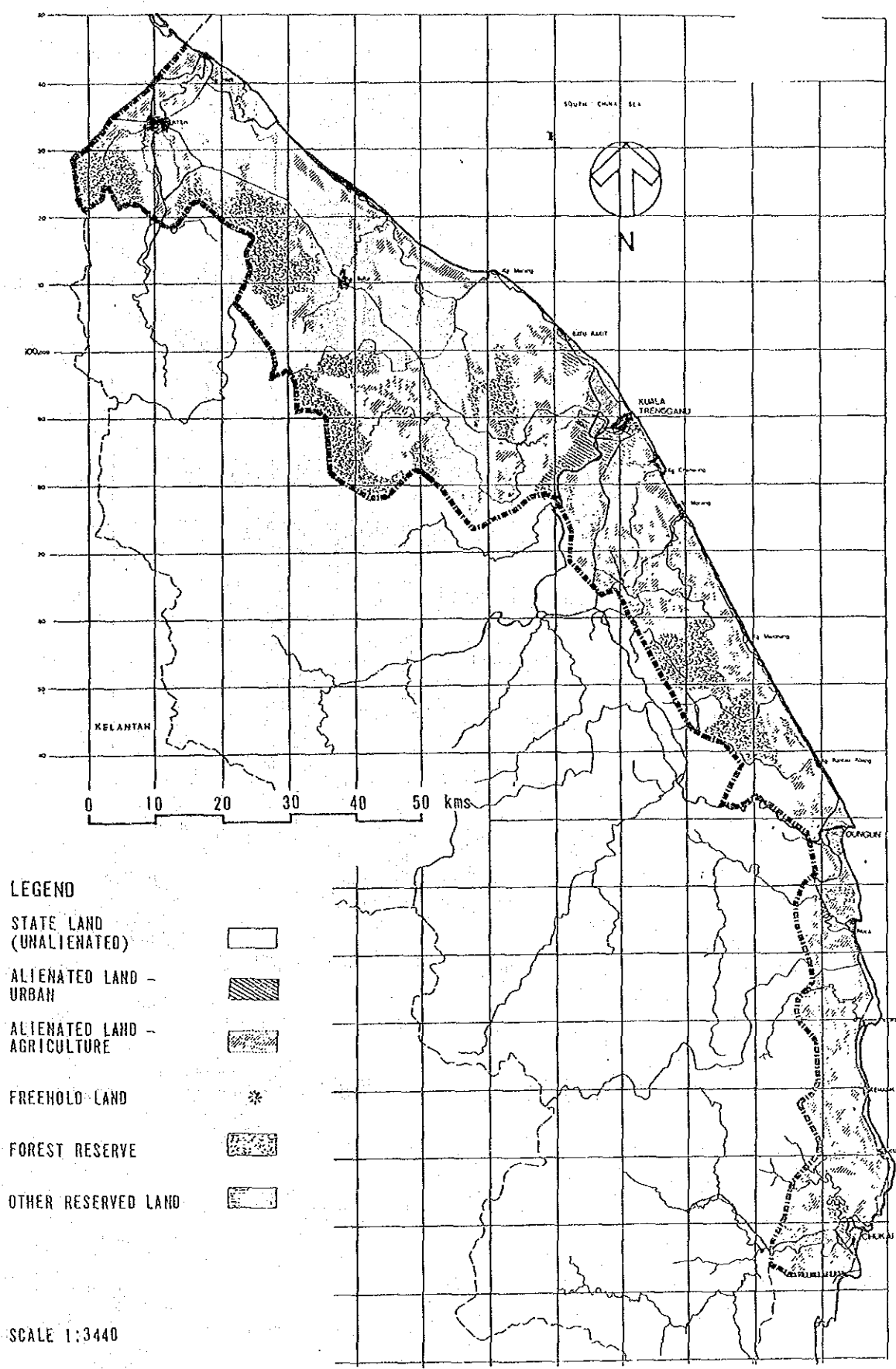
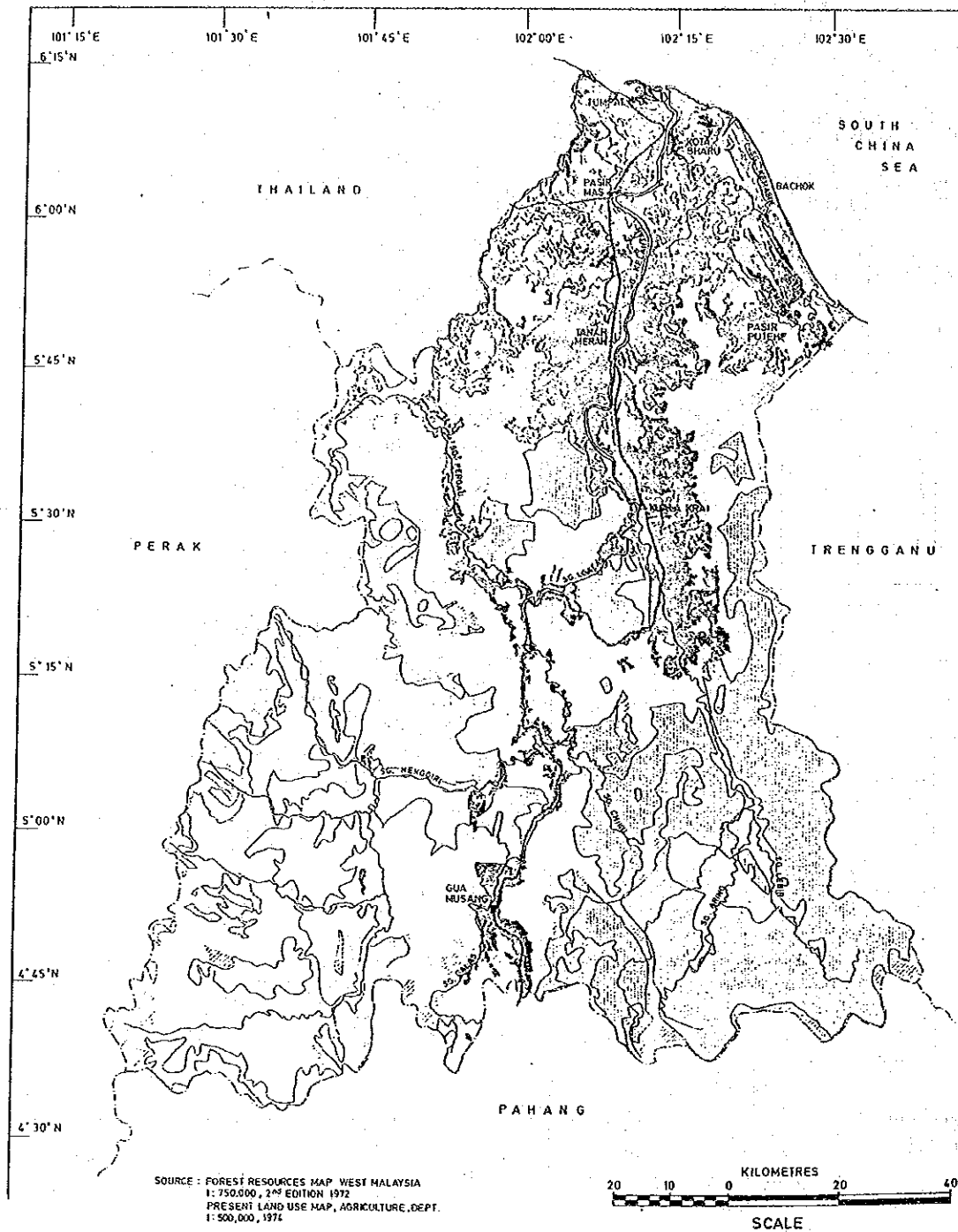


図4-2-29 Trengganu州における沿岸部の土地所有状況の分布



LEGEND :









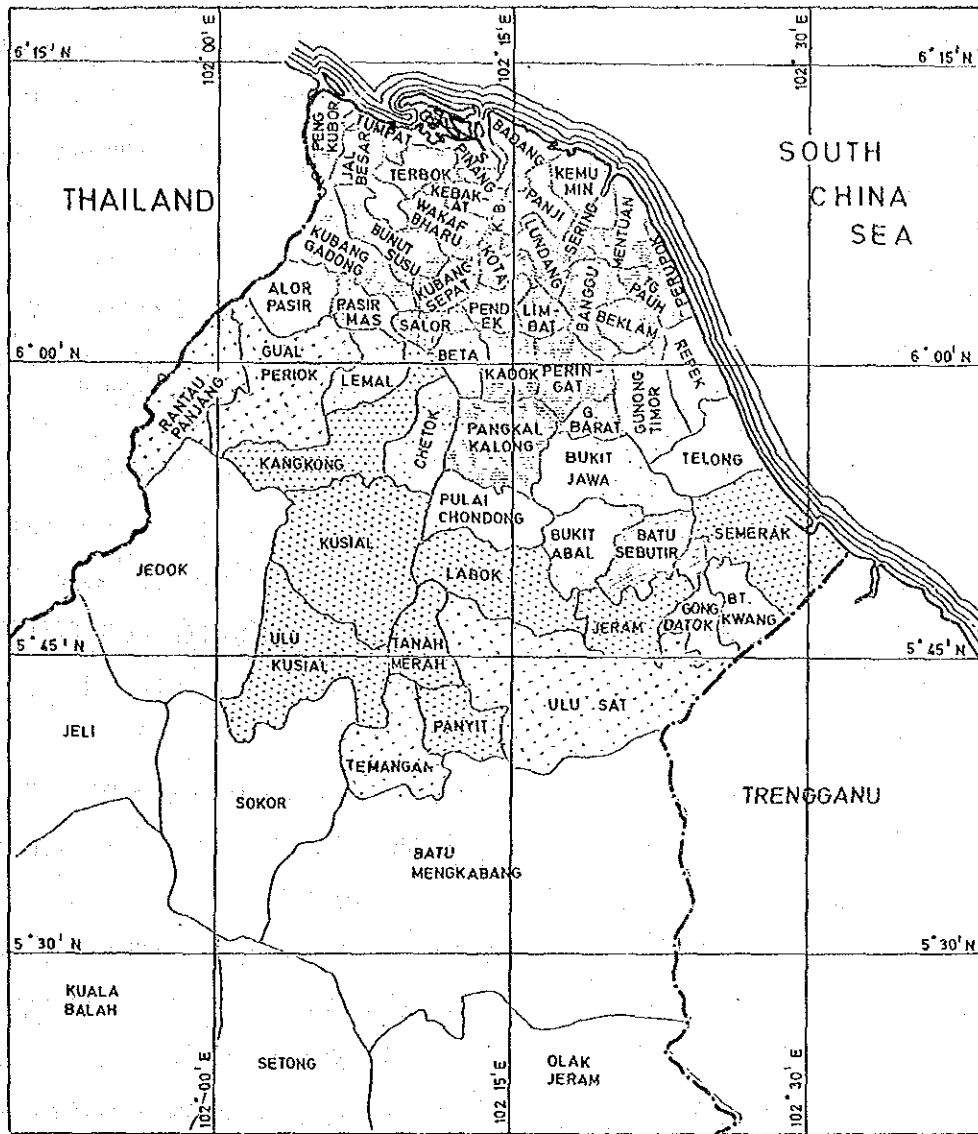
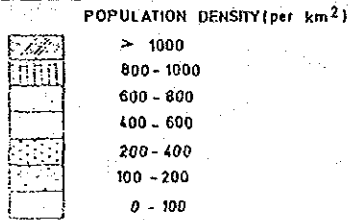
-  URBAN AND ASSOCIATED AREAS
-  MIXED HORTICULTURE
-  TREE, PALM AND PERMANENT CROPS CROPLAND
-  GRASSLAND AND SCRUB FOREST
-  SWAMPS AND UNCLASSIFIED LAND
-  PRIMARY FOREST
-  DISTURBED FOREST
-  PROTECTION FOREST

图 4-2-30 Kelantan 州における土地利用图



LEGEND :



SCALE

(COMPOUND ANNUAL GROWTH RATE 2.4 %)

图4-2-31 人口分布 (Kelantan州)

4-2-3 土壌侵蝕と河川からの土砂供給

熱帯地域では、侵蝕性の高い土壌条件と雨期の激しい降雨により著しい土壌侵蝕を生じる。侵蝕された土砂は河川により海岸へと運搬され、デルタを形成するとともに海域へと流出する。以上のようなシナリオがマレーシアの広大な低平地の形成過程を端的に表わしている。一方、マレーシアの国土は森林地帯に覆われており、森林は激しい雨期の降雨から土壌を保護する役割を担ってきた。図3-21に示したように19世紀以前の半島マレーシアは陸地のほとんどが森林に覆われていたことが明らかである。次に、図3-22に見られたように1960年代初期の森林状況については西海岸及びKelantan州でかなりの森林がなくなったことがわかる。このような森林の消失は土壌侵蝕量の増加に結びつくことは容易に推定される。

種々の文献による土地利用状況別の土壌侵蝕度が表3-33のようにまとめられている。それによると、市街地や農耕地では、森林地に比べると1~2オーダー土壌侵蝕度が大きくなることが示されている。半島部の土壌侵蝕の危険度に関する現地踏査調査結果は図3-29に示した通りである。既に土地利用が進んでいる西海岸では土壌侵蝕危険度が低くなっている。一方、現在のところ森林が残されている東海岸で危険度が高くなっており、今後の開発による土壌侵蝕量の増加が予想される。

土地利用と土壌侵蝕量との関係がThe Kelantan River Basin Study (Main Report Vo.5 : Land Use Effect, 1977)の中で詳細に調べられている。この調査ではKelantan川流域を対象とし、地質学的手法や、観測網での流量と浮遊砂量の測定結果などから土壌侵蝕量を推算しており、表4-2-6のような結論を得ている。異なる幾つかの手法で得られた結果であり、表中の結果はオーダー的には信頼できるものと考えられる。また、掃流砂量と浮遊砂量の割合はほぼ等しいとされている。表中の値は下流部で得られているので、この値は河川からの土砂流出量とほぼ等しいと考えられる。 $1 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ は日本の大河川の土砂流出量ともほぼ等しい量である。しかし、森林地がかなり残されている状況での侵蝕量は、今後の開発によりかなり増加することが予想される。この調査によると、今後土地利用が進むとその量は2倍以上になると推算されている。

Sarawak州のブルネイ国境に位置するBaram河口においても、河口埋没の防止対策のために河川からの土砂流出量が推算されている¹⁾。この調査では、1960年と1964年の深淺測量より、この4年間の河口部堆積量(漂砂の寄与分を除く)を $8.5 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ と求めている。この結果からも、河川から海岸への土砂流出量は $10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ のオーダーであることがわかる。

マレーシア各河川の土砂流出量は、D I Dが発行しているHydrological Data (Streamflow and River Suspended Sediment Records)からThe Kelantan River Basin Studyと同様的手法により調査できるものと考えられる。

1) Hydraulics Research Station(1970):Kuala Baram, Sarawak, Studies of Bar Deepning, Report No EX 496.

表 4-2-6 土壤侵蝕量の推算値 (Kelantan 川流域)

Method	Catchment Area (km ²)	土 壤 侵 蝕 量	
		10 ⁶ m ³ /yr	10 ⁶ tonnes/yr
Geological data (6,000 yrs to present)	13,000	1.30	2.6
Sediment measurements (Table 5.2)	12,100	1.70	3.4
Regression models* (Table 5.4)	12,100	2.18	4.4
Land use studies (Table 5.7)	12,100	1.98	4.0

* Avg = 180m³/km²/yr (Anderson)

4-2-4 海岸保全の状況

(1) 漂砂と海岸侵蝕

マレーシアの沿岸は図 4-2-6、4-2-7 に示したように、ほとんどが砂質、泥質の海浜である。したがって、海岸地形は、河川からの土砂供給、海象、沿岸域の開発などの条件により変化を生じやすい状況にある。N C E S の調査によると、総延長 4,800 km の海岸線のうち、深刻な侵蝕を生じている延長が約 140 km、顕著な侵蝕を生じている延長が約 240 km、軽微な侵蝕を生じている延長が約 900 km となっている (侵蝕程度の定義は表 4-2-7 参照)。N C E S による深刻な侵蝕を生じている海岸を図 4-2-32、4-2-33 に示す。前述のように波浪条件は半島東海岸、東マレーシアの方が厳しく、したがって、これらの沿岸では漂砂も著しいはずであるが、半島マレーシア西海岸に深刻な侵蝕海岸が多くみられる。この理由は、次のように考えられる。

①半島マレーシア西海岸では海岸近くの土地利用が比較的進んでいる。このため、僅かな汀線後退や一時的な侵蝕であっても災害に結びつきやすい状況にあることがうかがわれる。また、海岸部の開発により、海岸での漂砂環境が変化している可能性もある。

②さらに、山間部のダム建設も進んでいるため (図 4-2-10 参照)、河川から海岸への土砂供給量が減少している可能性がある。

③半島東海岸や東マレーシアでは、陸域の開発が半島西海岸に比べるとあまり進んでいないため、海岸への土砂供給や海岸での漂砂環境に変化がない。また、海岸近くの土地利用が広い範囲で進んでいないため、海岸が侵蝕されても被害に結びつかない。

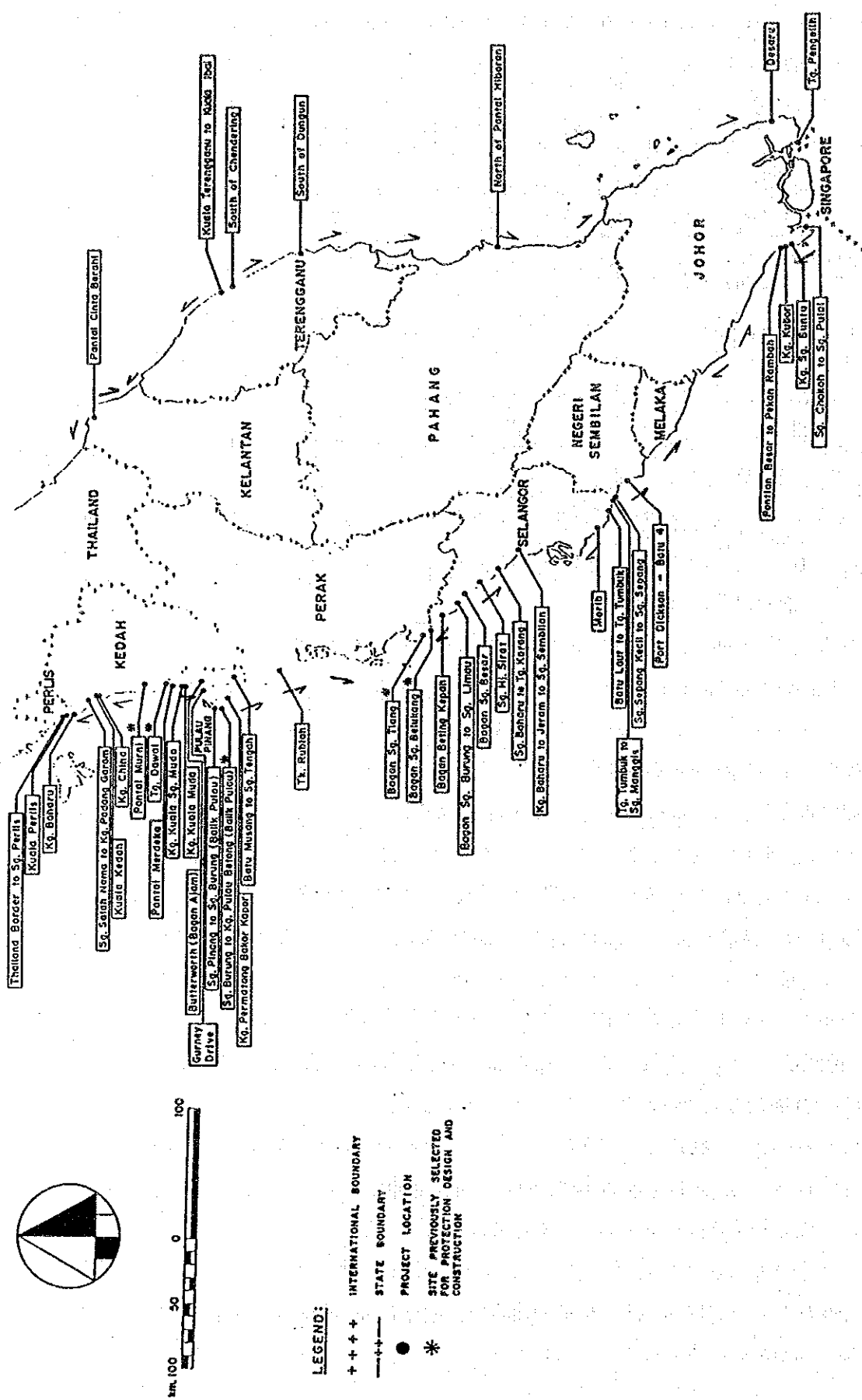


図 4-2-32 深刻な侵蝕を生じている海岸と沿岸漂砂の卓越方向 (半島マレーシア)

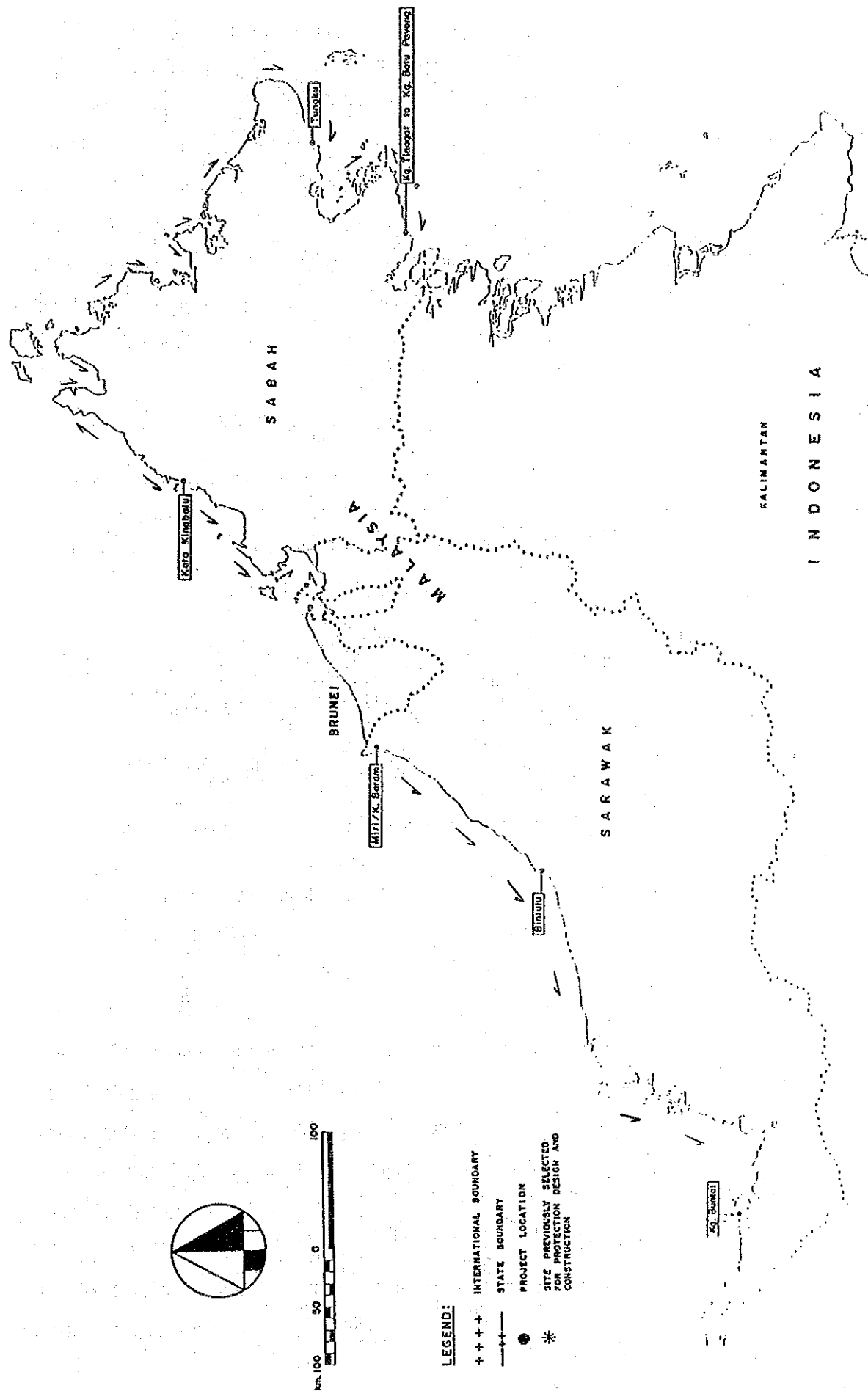


図 4-2-33 深刻な侵蝕を生じている海岸と沿岸漂砂の卓越方向 (東マレーシア)

次に、N C E Sによる沿岸漂砂の卓越方向を図4-2-32、4-2-33に示した。高波浪の作用することのない半島西海岸では、沿岸漂砂の卓越方向に一定した傾向はみられず、N C E Sの調査によると、その量も少ないようである。一方、北東モンスーン期に高波浪の来襲する半島東海岸と東マレーシアでは沿岸漂砂の方向に明瞭な傾向がみられる。すなわち、半島東海岸では、Terengganu 州以北ではKelantan 川、Terengganu 川の河口デルタを中心としてそれぞれ南北に別れる方向の沿岸漂砂がみられ、Terengganu 州以南では南向きの沿岸漂砂が卓越している。また、東マレーシアでは西向きの沿岸漂砂が卓越している。これらは東北東方向から入射するモンスーン期の入射波の波向に対応するものである。以下には侵蝕被害のN C E Sから引用する。

表4-2-7 侵蝕程度の定義

- I. Areas of Critical Erosion: Areas where the rates of erosion considered in conjunction with economic, agricultural, transportation, recreational, and demographic values, indicate that action to halt erosion may be justified.
- II. Areas of Significant Erosion: Areas where erosion is not now critical but where the rates of erosion considered in conjunction with economic, agricultural, transportation, recreational, and demographic values, indicate that assessment of criticality should be reviewed periodically.
- III. Areas of Acceptable Erosion: Areas where the rates of erosion are such that no significant danger to economic, agricultural, transportation, recreational, and demographic values, is likely within the foreseeable future.

a) Kelantan 州

巻頭写真1は本事前調査時にKemasin川南上空よりKemasin川河口(写真下)、Peng Datu川河口(写真中央)を望んだものである。両河口ともに導流堤が建設されているが、導流堤が北向きの沿岸漂砂を遮断した結果、導流堤南側には土砂堆積、北側には侵蝕を生じた状況が写真より見られる。N C E SよりPeng Datu川河口左岸のKg. Kemerokにおける侵蝕の状況を写真4-2-1に示す。侵蝕により浜崖が生じ、農場が被災している状況が示されている。

モンスーン期の高波浪は岸沖モードの地形変化を生じさせることが考えられる。写真4-2-2に北東モンスーン前後の前浜の状況を示す。高波浪により明らかに汀線後退

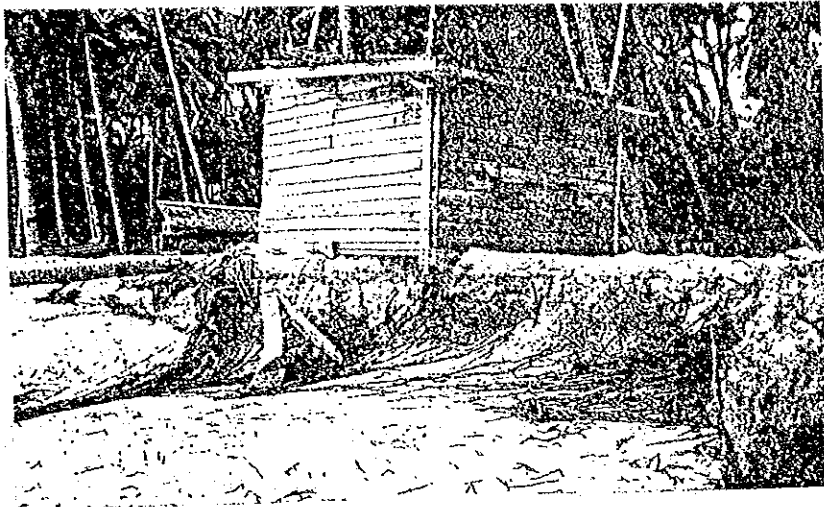
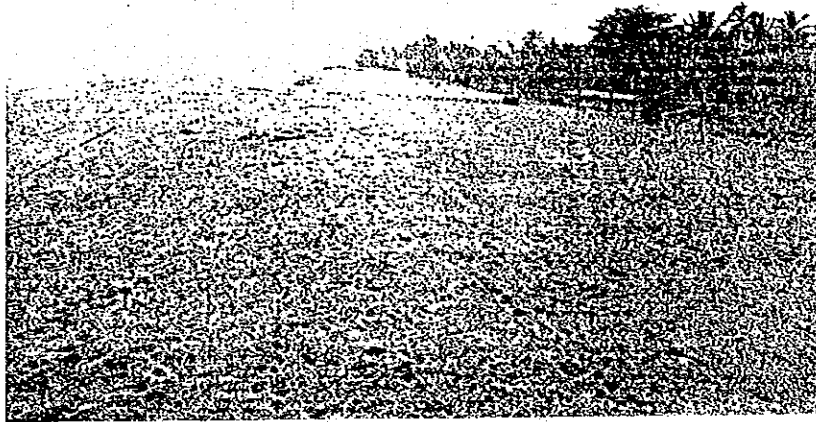
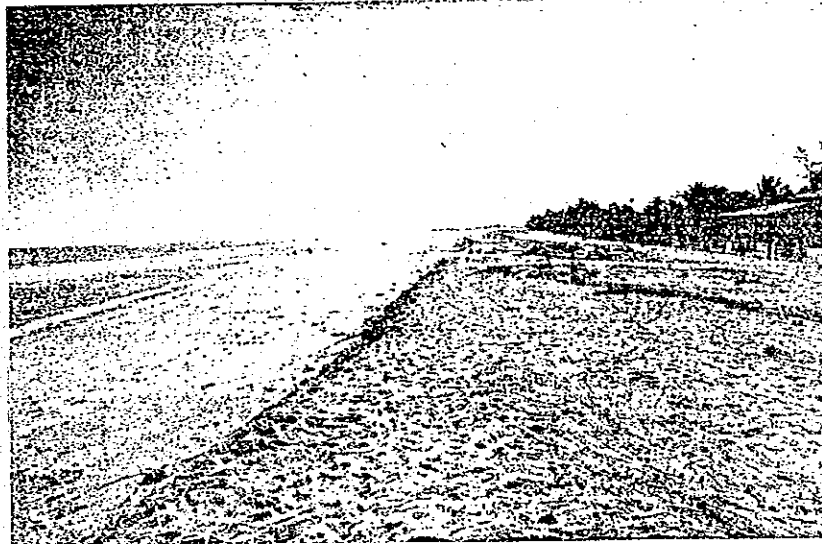


写真4-2-1 Kg. Kemerokにおける侵蝕の状況



Beach profile Defore N. E. monsoon



Beach profile Defore N. E. monsoon

写真4-2-2 北東モンスーン前後の前浜の状況 (Pantai cinta Berahi)

がみられるが、浜崖が形成されていないことから、侵蝕された砂は主に沖向きに移動したものと推定される。したがって、モンスーン後の静穏時には前浜は回復することが予想される。また、写真にみられるように大きな汀線後退を生じたのは、底質が比較的細粒であるためと推察される。この写真のケースでは、広い前浜があるために陸域施設は全く被災していない。しかし、陸域の利用が進み前浜が狭くなれば、高波浪による一時的な侵蝕が被災に結びつくことは明らかである。

c) Terengganu 州

Terengganu 州は東海岸の中でも海岸部の土地利用が盛んな州である。写真 4-2-3 はホテル及び家屋のごく近くまで侵蝕が進んだ例を示している。海岸侵蝕の原因の一つとしては、Terengganu 川上流でのダム建設に伴う、海岸への供給土砂量の減少を挙げることができる。細粒分が主な底質の海岸では、ダム建設による浮遊流砂の遮断は、海岸への供給土砂量の減少にかなり影響することが予想される。また、広い前浜を利用して構造物を建設した場合には、一時的な岸沖モードの地形変化により写真のような状況を生じる可能性もある。

写真 4-2-4 は Terengganu 川北に位置する Kg. Merang での侵蝕状況である。森林にまで侵蝕が進んでいることから、ここでは一時的な侵蝕ではなく沿岸漂砂に起因する侵蝕が生じている可能性が高い。

d) Perlis 州

Perlis 川河口に位置する Kuala Perlis における侵蝕状況を写真 4-2-5 に示す。侵蝕により道路が被災している。N C E S によると河道の浚渫が侵蝕の原因のようである。半島東海岸では波浪条件が穏やかであるため、漂砂による急激な侵蝕は生じにくいと考えられる。一方、大きな潮位差と静穏な海域条件のため、河口はかなり土砂堆積を生じやすい状況にあると考えられるので、河道（航路）維持のために浚渫が頻繁に行われる結果、海岸が侵蝕される可能性はかなり高いと考えられる。

e) Sarawak 州

Sarawak 州東部の Bintulu にあるホテル前の海岸侵蝕の状況を写真 4-2-6 に示す。Sarawak 州沿岸では西向きの沿岸漂砂が卓越するので、土砂供給量の減少や海岸での構造物の建設は海岸侵蝕に結びつきやすい。N C E S では、この写真の東側に建設された Bintulu 港の影響により侵蝕が生じたとされている。

以上より、将来の海岸侵蝕に関しては次のような点が指摘される。

- ①半島西海岸では、漂砂を生じさせる波浪外力が小さく、現状において海岸線が構造物等に固定されつつあるため、今後、海岸侵蝕が急速に深刻化する可能性は小さい。
- ②半島東海岸及び東マレーシアでは、今後の陸域開発の進行、海岸部の土地利用の進

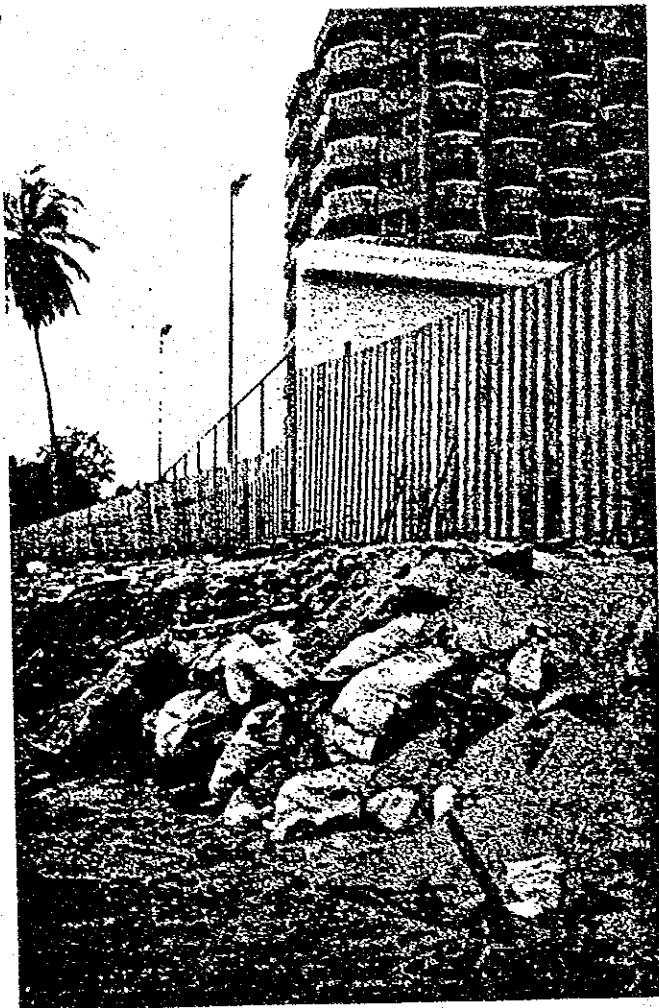


写真4-2-3a Terengganuにおける侵蝕状況

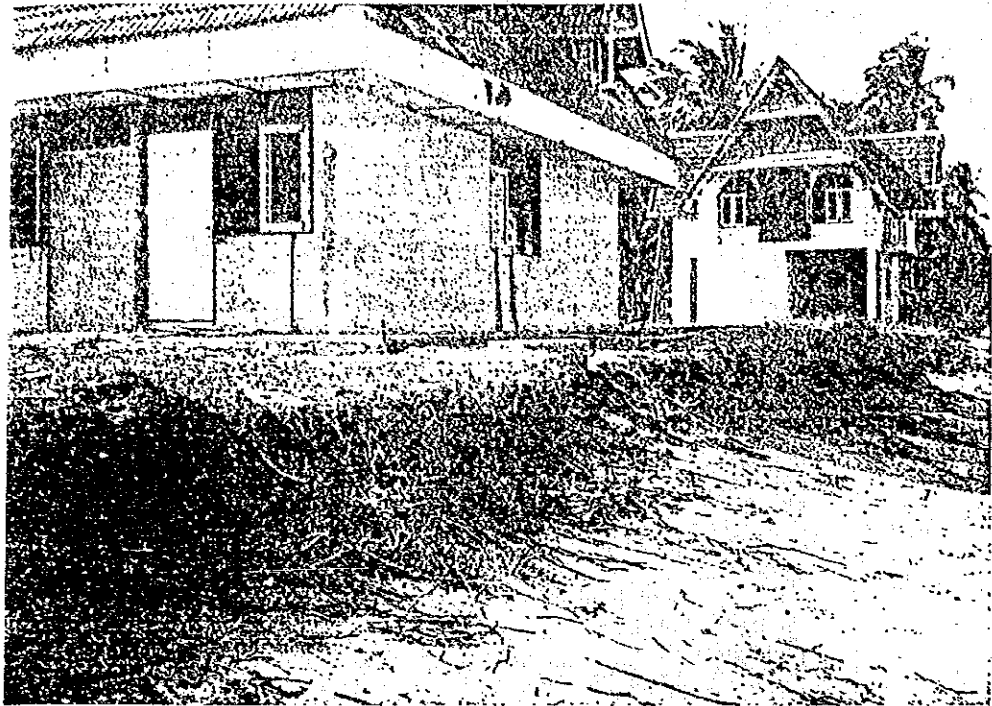


写真4-2-3b Terengganuにおける侵蝕状況



写真4-2-4 Kg. Merangでの侵蝕状況

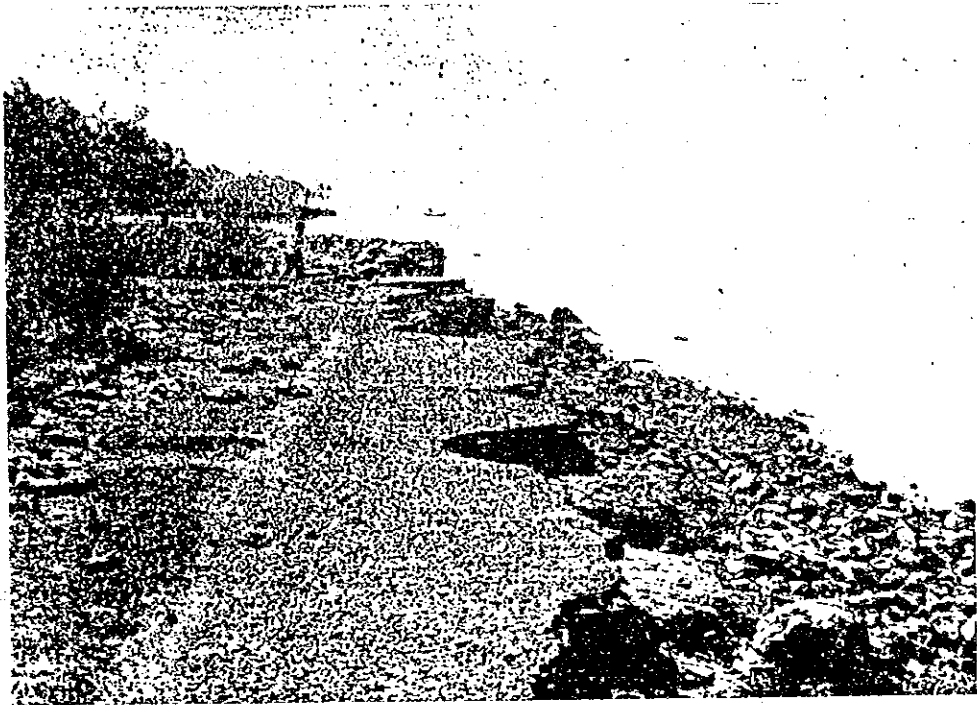


写真4-2-5 Kualaperlisにおける侵蝕状況

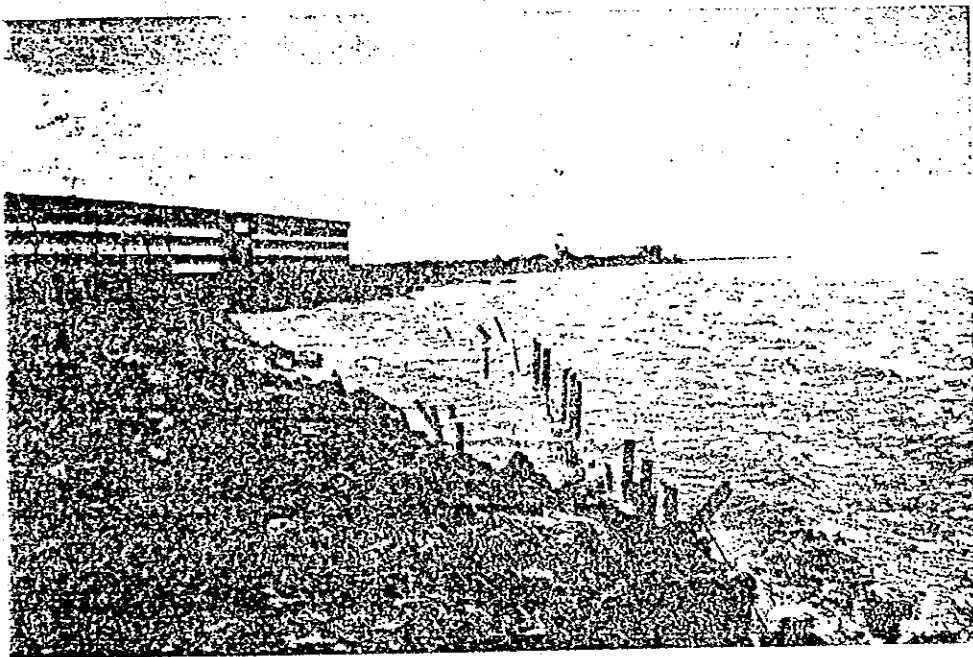


写真4-2-6 Bintuluでの海岸侵蝕状況

行に伴い海岸侵蝕が急速に深刻化する可能性が高い。特に注意すべき点は次の3点である。

- ・海岸のごく近くで土地利用が進むと、モンスーン期の一時的（可逆的）な汀線変動が被災に結びつくようになる。
- ・ダム建設等による河川から海岸への土砂供給量の減少や、過度な浚渫による河口付近の土砂量の減少は直接海岸侵蝕の原因となる。
（Trennganu川はこの一例と考えられる）
- ・海岸に漁港、導流堤等の漂砂を遮断する構造物を建設すると、サンドバイパス等の対策をとらない限り著しい侵蝕を招くことになる。
（Kemasin川、Peng Datu川での侵蝕はこの一例である。）

(2) 海岸保全施設の設置状況

マレーシアでは台風が直撃することがないため、高潮は発生しないようである。したがって、海岸保全の対象は海岸浸蝕対策となる。NCEISではマレーシア全域の海岸保全施設の設置状況を調べ、図4-2-34、4-2-35を作成している。これらの図によると、海岸保全施設の分布は深刻な海岸侵蝕を生じている地域（図4-3-32、4-3-33参照）と対応している。また、自然石等を用いた護岸が主であることから、応急的な対策が主に行われていることが明らかである。本事前調査時にみられた海岸保全の状況を巻頭の写真に示す。この2例とも汀線後退を防ぐために石積み護岸を設置しており、緊急的な対策であることがわかる。また、写真の状況からみて、海岸のかなり近くまで土地利用を進めていることがうかがわれる。

海岸保全に関する本格的な計画に関しては、Coastal Protection Works at Permatang Bakar Kapor and Gurney Drive, Penang（1990）がある。これは、海岸部が高度に利用されているPenang島の海岸部における海岸護岸の設計及び人工海浜の計画に関する調査をまとめたものである。したがって、侵蝕の原因や漂砂に関する詳細な検討は行われていない。海岸での土砂収支に関する検討をもとに海岸保全計画を検討している例としてTilmans, W. M. K.（1991）による、Kelantan州の海岸保全計画の検討がある。ここでは、The Kelantan River Basin Study（1977）やKemasin-Semarak Integrated Rural Development Project（1980）調査成果をもとに、海岸への土砂供給量、沿岸漂砂量、及び構造物による漂砂の阻止を考慮して海岸保全計画を提案している。これは、日本でもよく用いられる侵蝕対策計画に関する一般的な手法を適用した例であるが、マレーシアの海岸に適用する場合には、次のような問題点があると考えられる。

①土壌侵蝕が激しく、かつ未開発の土地が多い場合には、降雨量の変化や開発の進行に伴う土砂流出量の経年変化が顕著と考えられる。したがって、定常的な土砂供給を前提

とした計画は破綻を来す可能性がある。

マレーシアでは、自然条件の経年的な変動に伴い、土壌侵蝕、河川での土砂運搬、河口からの土砂流出、波による沿岸漂砂のおおのが経年的な変動を持つはずである。このため、海岸では堆積・侵蝕を繰り返しながら、低平地が形成されてきたと考えるべきである。したがって、海岸保全計画においても、ある程度の土砂供給量の変化、汀線の変動を許容した対策案を作成する必要がある。

②微細粒分の土砂が河道を流下し海岸へと流出する河川では、土砂の移動は河川から海岸へと連続的に生ずるので、海岸保全と河道処理（河口閉塞対策）とを併せて検討する必要がある。例えば、導流堤の建設が河道での土砂堆積を促進する場合もある。

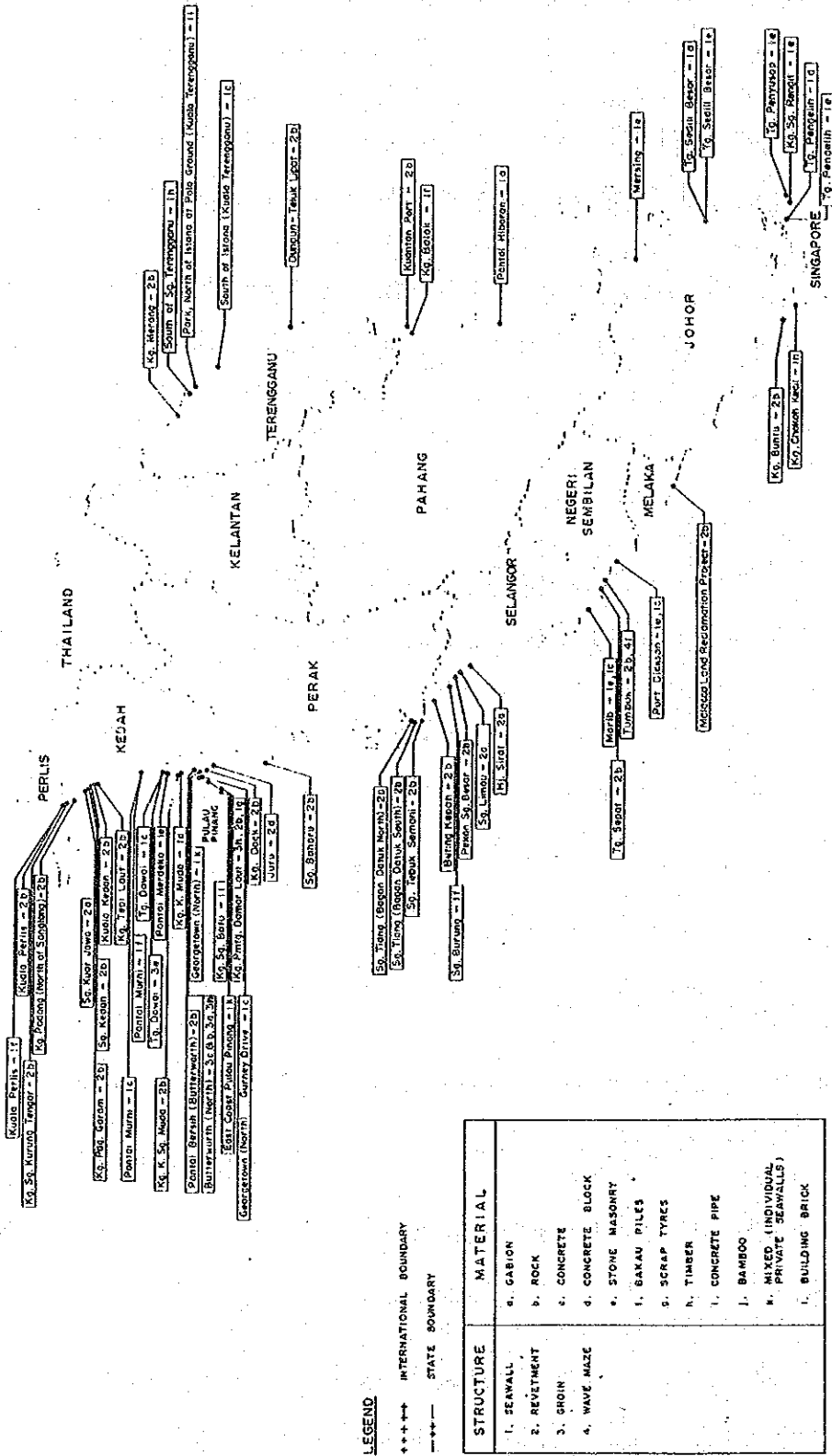
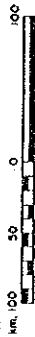
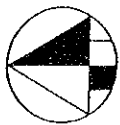
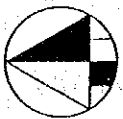


図 4-2-2-34 海岸保全施設の設置状況 (半島マレーシア)



LEGEND:

- INTERNATIONAL BOUNDARY
- STATE BOUNDARY

STRUCTURE	MATERIAL
1. SEAWALL	6. GABION
2. REVETMENT	7. ROCK
3. JACIN	8. CONCRETE
4. WAVE MAZE	9. CONCRETE BLOCK
	10. STONE MASONRY
	11. BAKAU PILES
	12. SCRAP TYRES
	13. TIMBER
	14. CONCRETE PIPE
	15. BAMBOO
	16. NAUPE (INDIVIDUAL PRIVATE SEAWALLS)
	17. BUILDING BRICK

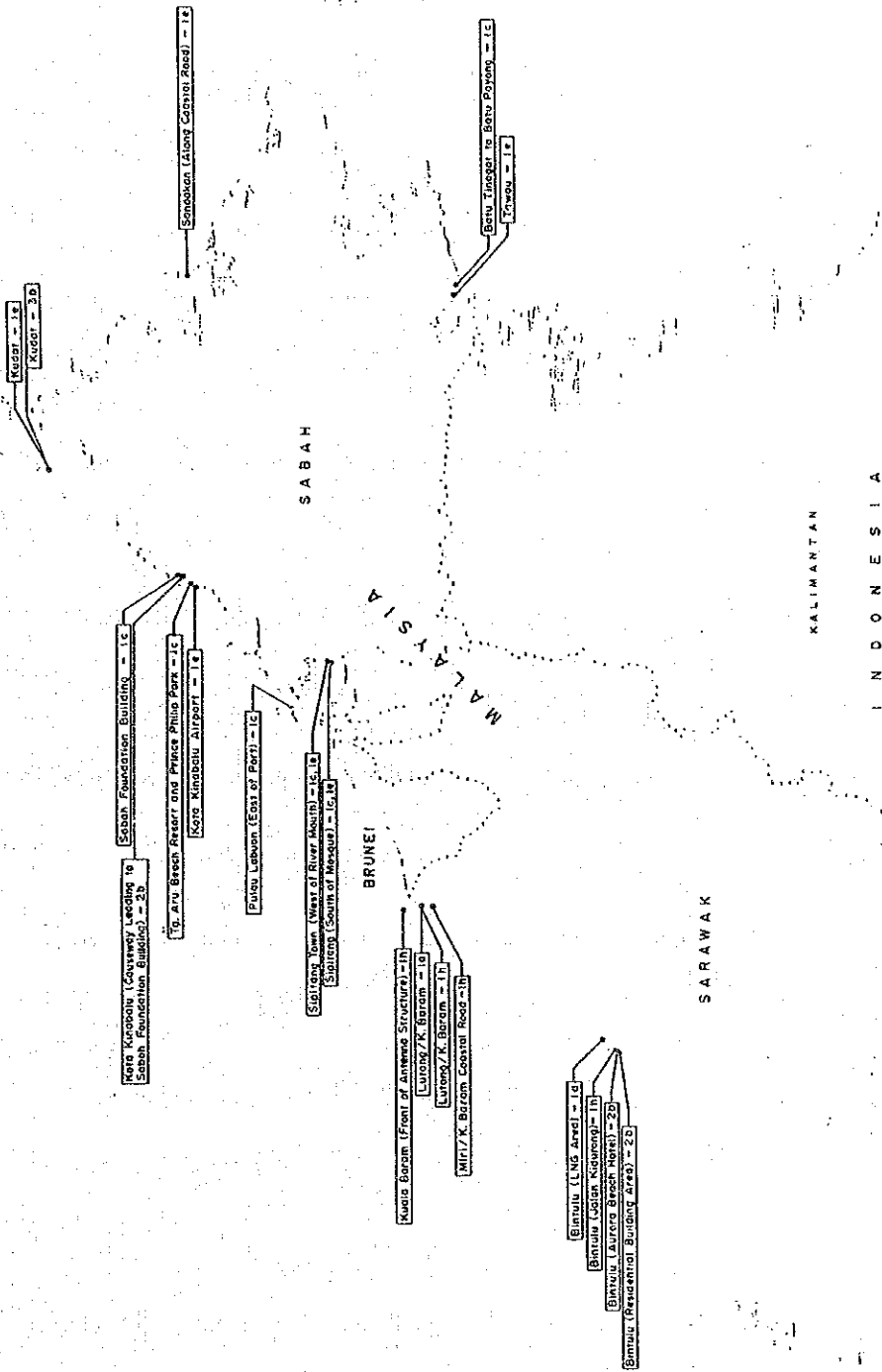


図4-2-35 海岸保全施設の設置状況 (東マレーシア)

5 マレーシア国の河口における問題点

5-1 マレーシアの河口の状況

5-1-1 概況

マレーシアの河川の河口特性は、海岸の底質分布とよく対応する。すなわち、シルトと砂質土を底質とする半島マレーシア東海岸では、沿岸漂砂による河口砂州の発達と、河口閉塞に伴う河口埋没（シルト分の堆積）が顕著である。Sabah州の西海岸及びSarawak州の北部海岸にある河口も同様の特徴を有する。一方、干潟から成る半島西海岸では、潮汐流の影響による泥分の堆積が顕著である。

河川の感潮域は潮位変動の大きな半島西海岸にある河川で長く、平均的にみると感潮域の長さは数kmであるが、Perak川の感潮域は河口より約80km、Rompin川では約100kmにも達する。Sarawak州では広大な低平地を河川が流れているため、感潮域は非常に長い。Ranjing川の感潮域は河口より最大200kmにも達する。Sabah州の河川では、あまり感潮域は長くない。

5-1-2 各河川の河口の状況

ここでは、本事前調査により撮影した空中写真（巻頭写真、マレーシア国の河口の状況参照）で、各河口の状況をみる。事前調査時には半島東海岸の南部から調査が開始され、半島東海岸北部へと北上し、続いて半島西海岸北部から南下した。さらにSarawak州へ渡り、Sarawak州西部から東へと向かった。以下には、この調査順に各河口の状況を示す。

(1) 半島東海岸中南部（Kuantan～Dungun）

a) Kuantan川

Kuantan川河口の位置を図5-1-1に示す。この図からわかるように、Kuantan川は比較的流域の大きな河川であり、河口部の河幅はかなり広い。また、KuantanはPahang州の大きな都市である。地形的にみると、Kuantan川河口は岬の近傍、比較的延長の長いビーチの北端部に位置している。また、河道は河口部で大きく湾曲している。巻頭写真2に河口の状況を示す。写真には河口閉塞の状況はみられない。ただし、河口両側の海岸には土砂堆積の状況がみられ、更に河口には小型船の停泊施設が密集していることから、浚渫が頻繁に行われている可能性も高い。

b) Beserah川河口

Beserah川はポケットビーチに注ぐ中小河川である（図5-1-1参照）。河口の状況を写真3に示す。河口部の河幅はかなり狭く、また、河口に集落があることがわかる。ここでも河川には小型船がみられ、河口は舟運に利用されているようである。河口砂州

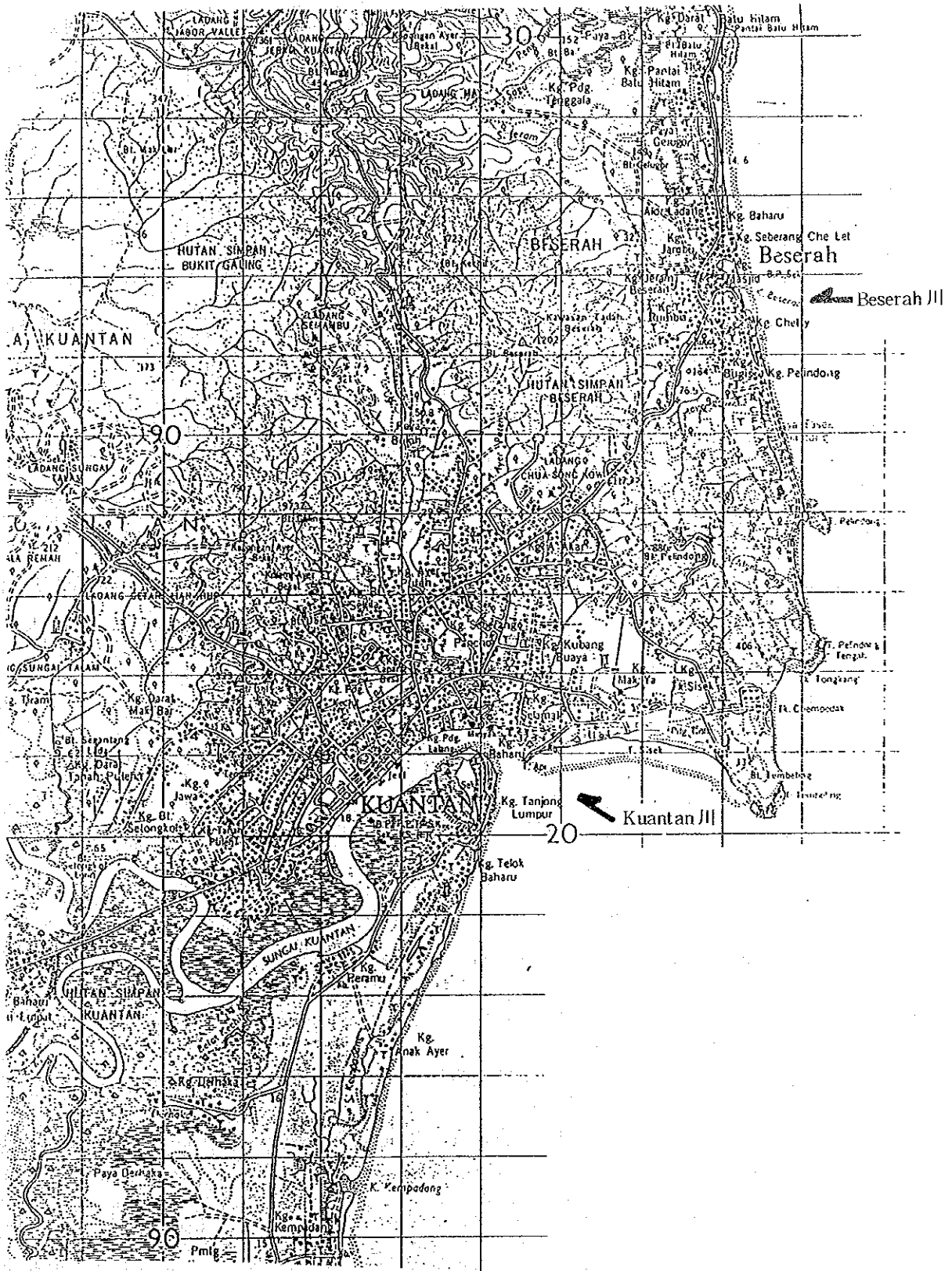


図5-1-1 Kuantan川、Beserah川河口の位置

がかなり発達しており、河口はほぼ完全閉塞に近い状況にある。また、河口付近の河川及び海水はかなり濁っており、底質にはシルト分が多く含まれていることがうかがわれる。

c) Kg. S. Ular の小河川の河口

Kg. S. Ular にある河川は小さな河口デルタを形成している（図5-1-2参照）。この河口の状況を写真4に示す。河口デルタの形状の非対称性からみて、沿岸漂砂の卓越方向は南向きであり、これはNCESとも一致する（図4-2-32参照）。河口砂州がかなり発達しており、河口はかなり閉塞している。また、ここでも河川には小型船がみられ、河口は舟運に利用されているようである。

d) Kemaman川河口

Kemaman川河口の位置を図5-1-3に示す。この図からわかるように、Kemaman川はKuantan川と類似し、比較的流域が大きく、河口部が大きな都市（Chukai）となっており、河口は岬の近傍、ビーチの北端部に位置している。また、河道は河口部で大きく湾曲し、海岸と河道の間には巨大な砂州が形成され、その砂州上に町がある（写真5）。河口の河幅は広く、河口閉塞の状況はみられない。河道には小型船の停泊施設が整備されている。

e) Paka川河口

Paka川河口（図5-1-4）の地形は、Kemaman川河口の地形と非常によく似ている（写真6参照）。河口は岬のすぐ南に位置し、河口には南から北に延びた大きな砂州がある。河口部の都市はChukaiに比べて小さい。

f) Suka川河口

Suka川河口の位置を図5-1-4に示す。河口は完全に閉塞しているが（写真7）、砂州の状況からみると、河口砂州を開削した後に閉塞したようである。また、河口左岸には新興住宅地がみられる。

g) Dungun川河口

Dungun川河口は、Kemaman川、Kuantan川河口と同じく、河口は岬の近傍、ビーチの北端部に位置しており、河口部が大きな都市となっている（図5-1-5）。しかし、Kemaman川、Kuantan川に比べると、河口近くのごく短い区間の河幅がかなり広くなっており、一種の入江のような地形（tidal pool）となっている（写真8）。また、河口部の河道の湾曲も著しくない。河口の河幅が広いためか、かなりの数の中小船舶をみる事ができる。

h) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸浸蝕の状況をNCESよりまとめて図5-

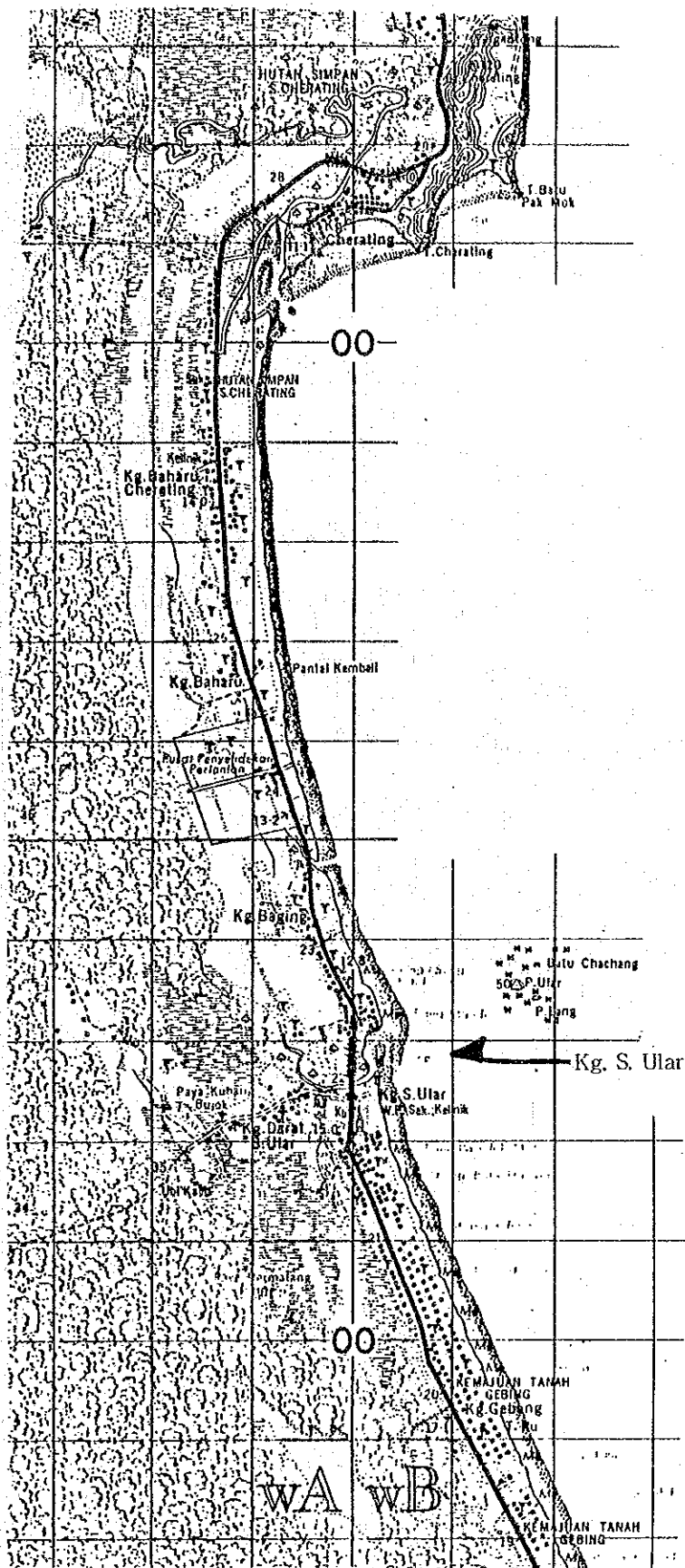


図5-1-2 Kg. S. Ularの河川の河口位置

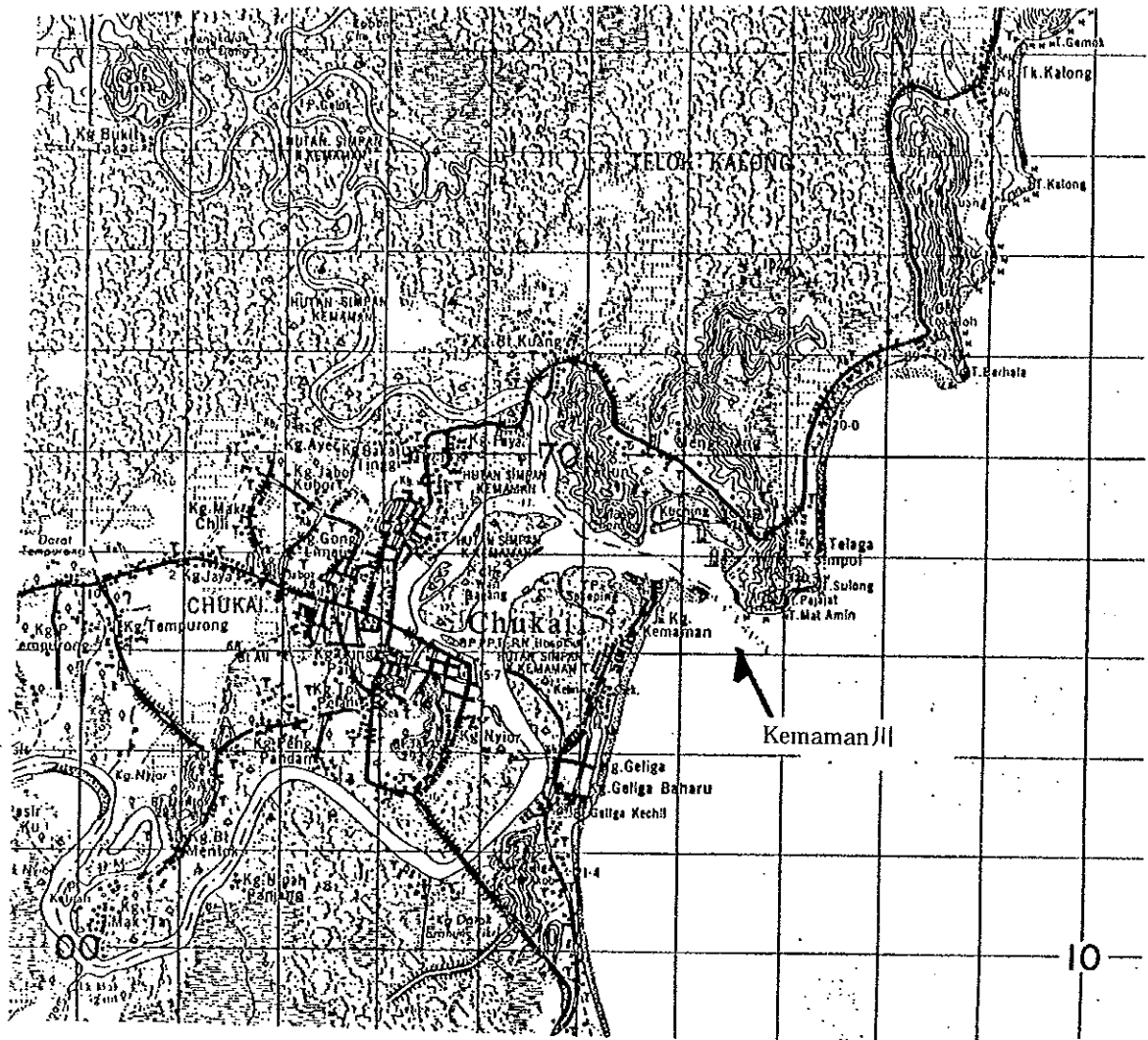


図5-1-3 Kemaman川河口の位置

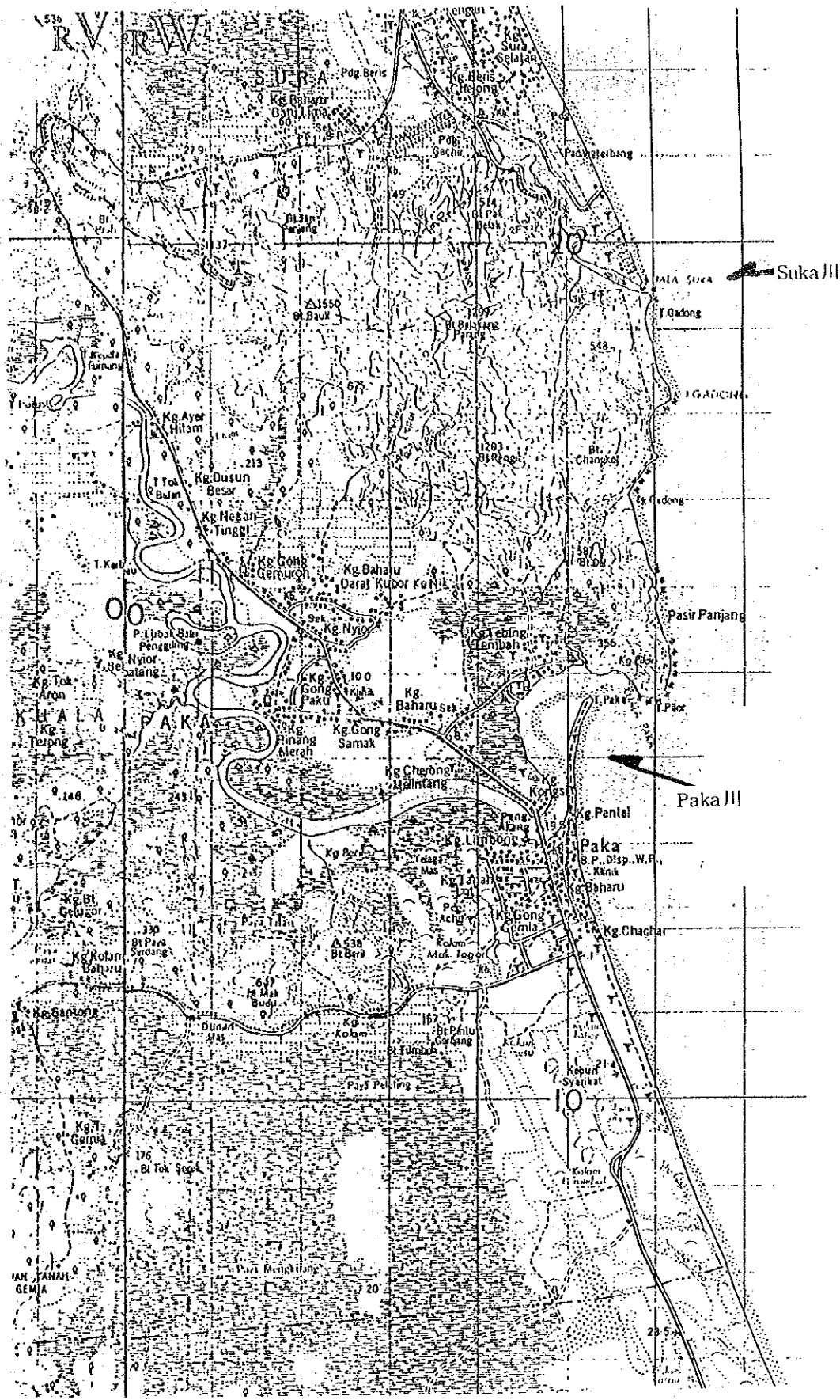


図5-1-4 Paka川、Suka川河口の位置

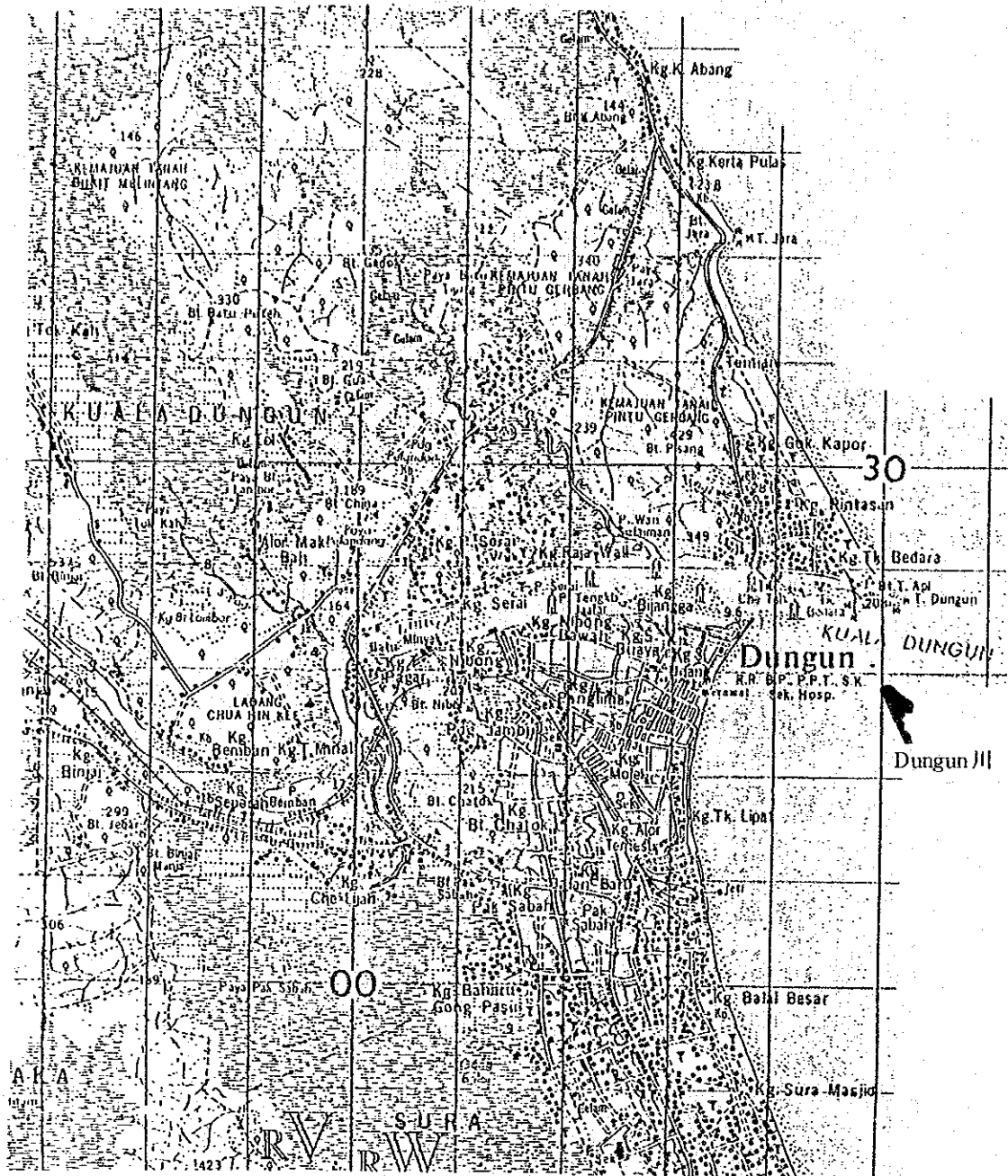


図5-1-5 Dungun川河口の位置

1-6に示す。この区間の沿岸漂砂の卓越方向は南向きである。このことは、岬により分割形成されているフック状の地形形状からも推察できる。また、これらの地形形状からみて、最近の沿岸漂砂量はあまり多くはないと推定される。海岸浸蝕が一部の区間でみられるが、浸蝕している地域は海岸近くに集落がある地域と一致している。すなわち、自然条件の季節変動等に伴う汀線位置の可逆的な変動が、海岸部の土地利用に伴って許容されにくくなっていることがうかがわれる。

各河口の状況を分類すると、次のようにまとめられる。まず河口部の河積の大きさにより大きく分類される。すなわち、Kuantan川、Kemaman川、Paka川、Dungan川のように河積の大きな川には河口砂州による閉塞はみられない。一方、Beserah川、Kg. S. Ularの小河川、Suka川のように河積の小さな川の河口は、砂州により閉塞している。また、河積の大きな川でも、Kuantan川、Kemaman川に比べるとPaka川河口部の河幅は砂州によりかなり狭くなっている。この原因は、Kuantan川、Kemaman川に比べるとPaka川の河口部の都市が小さいことから類推すると、河道を利用するための浚渫規模の差に起因するものと考えられる。Dungan川は他の3河川と異なり河口部での蛇行があまり著しくなく、河積もかなり大きい。河川の蛇行の程度は、河床勾配と流量が大きいほど小さくなる。Dungan川は海岸と山地が比較的近接した流域を流れており、河床勾配は他の河川より大きいと考えられる。このため、Kuantan川、Kemaman川とは異なる河口形態を示すものと考えられる。

(2) 半島東海岸中北部 (Merchang ~ Merang)

a) Merchang川河口

Merchang川河口の位置を図5-1-7に示す。この図からわかるように、Merchang川は河口部では、バリア地形が形成され流路が海岸とほぼ平行に走っている。河口の状況を写真9に示す。バリア状の砂州上に僅かに河口が開かれている。また、河口のすぐ陸側には、上げ潮時に形成される堆積地形をみることができ、河口地形に潮汐の影響があることがわかる。ここでも、流路には小型船の停泊がみられる。

b) Marang川河口

Marang川河口の位置を図5-1-8に示す。この図からわかるように、Marang川河口部の海岸線がやや海側に凸状の形状を示すのは、沖合のKapas島による波の遮蔽効果によるものと考えられる。河口の状況を写真10に示す。Marang川は比較的流域の大きな河川であり、河口部の河幅も広い。また、河口部には広いtidal poolが形成されている。河道には中小の船舶がかなりみられ、河口周辺の土地利用もかなり盛んである。また、ここでも、バリア状の砂州の発達と、河口のすぐ陸側の堆積地形をみることができる。

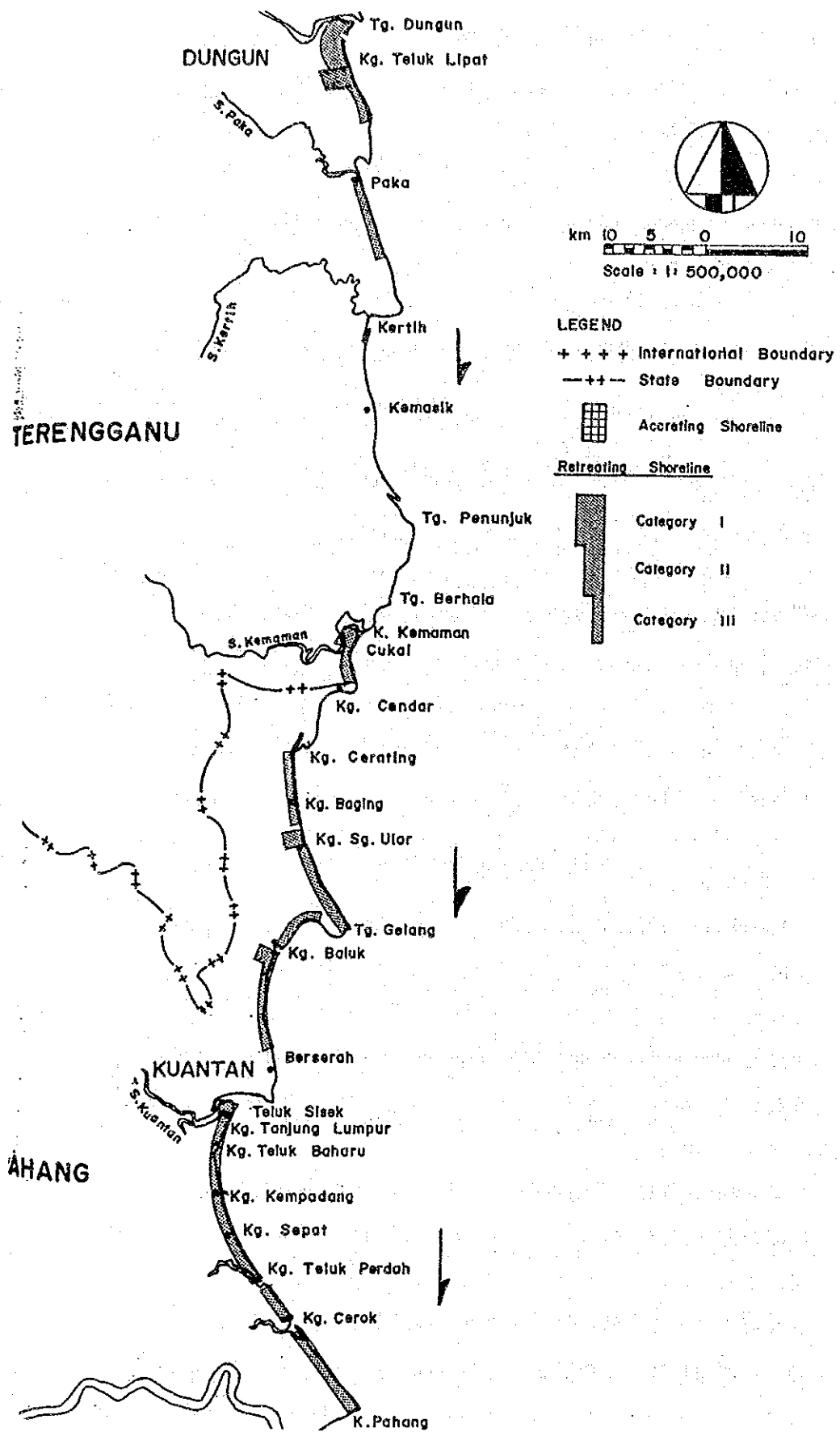


図5-1-6 沿岸漂砂の卓越方向と海岸浸蝕の状況（半島東海岸中南部：Kuantan～Dungun）

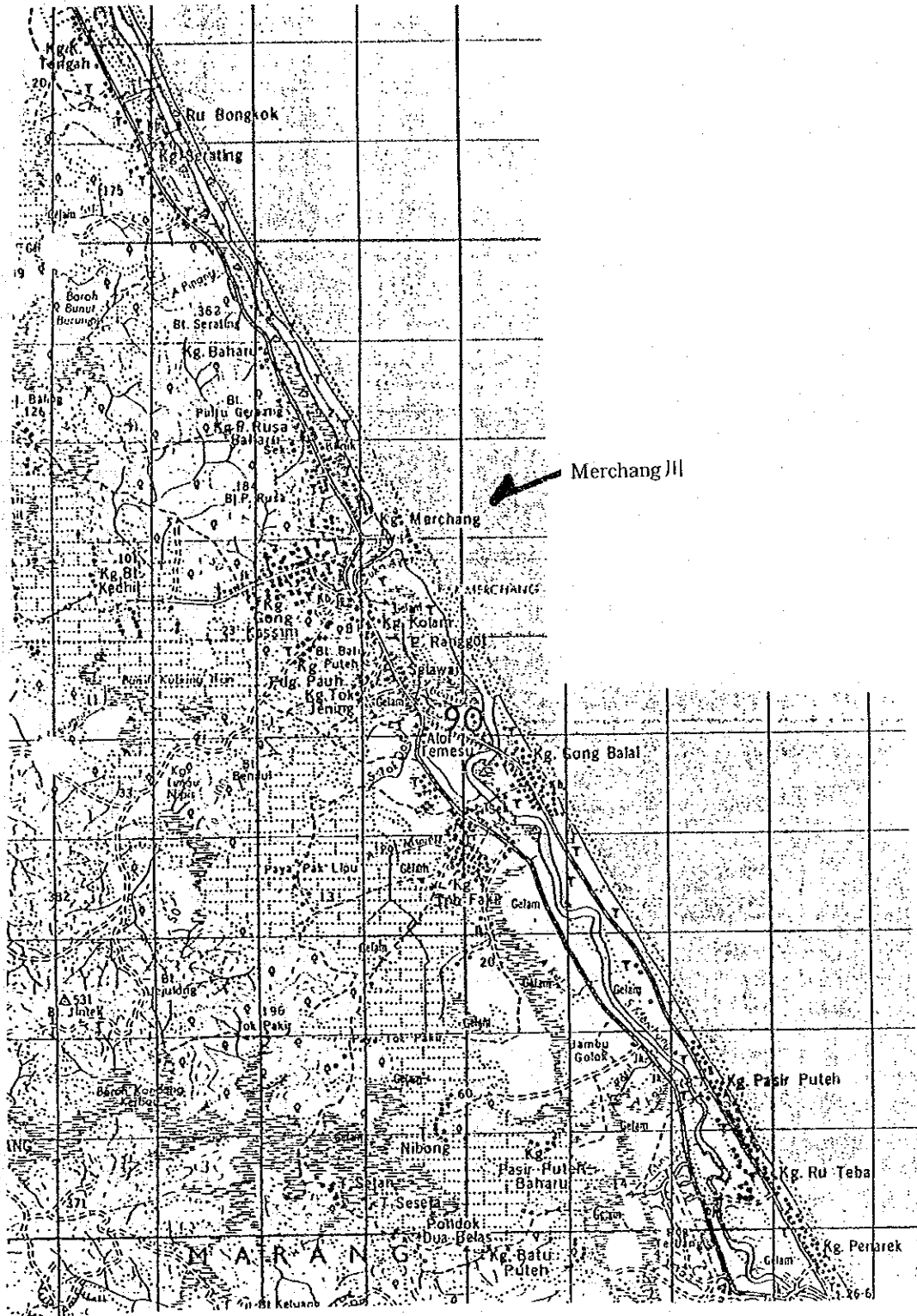


図5-1-7 Merchang川河口の位置

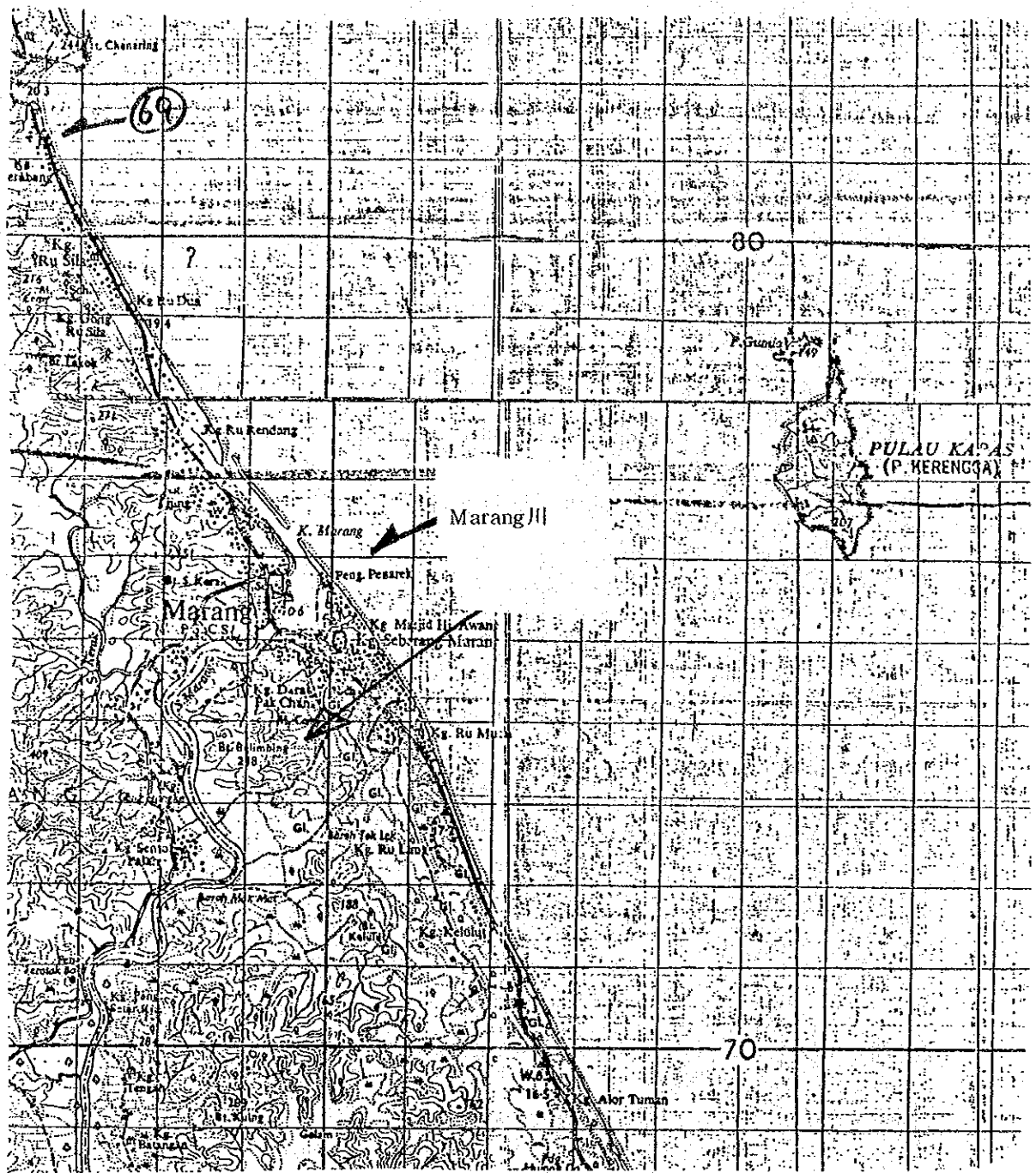


图5-1-8 Marang川河口の位置

c) Ibai川河口

Ibai川河口の位置を図5-1-9に示す。また、河口の状況を写真11に示す。この川でもMarang川と同様にtidal poolがみられるが、写真にみられる浚渫の状況から推定すると、浚渫土砂によりtidal poolの一部を埋めているようである。かなり大規模な浚渫を実施しているようであり、河口閉塞が著しいことがうかがわれる。

d) Terengganu川河口

Terengganu川河口の位置を図5-1-9に示す。Terengganu川は比較的流域の大きな河川であり、この地図にみられるように河口部には非常に大きなtidal poolがある。河口の状況を写真12に示す。tidal poolの河岸及び周辺の土地はかなり高度に利用されている。また、河口は砂州により閉塞寸前の状況にある。河口右岸の海岸に着目すると、前浜がなく、護岸により海岸線を守っている状況がみられる。Terengganu川の上流にはダムが建設されており、wash loadとしての細砂の供給量はかなり減少しているものと考えられる。このことが海岸侵蝕につながり、前浜が消失したものと推定される。

e) Merang川河口

Merang川河口の位置を図5-1-10に示す。Merang川の河口は前述したMerchang川河口と同じく、バリア状の砂州が発達している。河口の状況を写真13に示す。河口は砂州上で僅かに開いており、現在河口を固定するための流路工事が進められている。

f) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-11に示す。沿岸漂砂の方向はTerengganu川とIbai川河口付近を境として南北に分かれる方向に卓越し、両河川の河口付近に低平地が存在することを併せると、両河川が土砂供給源として機能してきたことをうかがわせる。海岸侵蝕は特にTerengganu川河口付近とIbai川河口との間で著しい。これは、沿岸漂砂の分岐点にある同地域への土砂供給量が減少していること、海岸付近の土地利用が非常に高度であることに起因するものとみられる。

各河口は次の二つに分類できる。一つは、Merchang川河口、Marang川河口、Merang川河口のように、河口部にバリア状の砂州が形成され、河口はほぼ閉塞状態にある河口である。これらの河川は、中小河川である点で共通している。もう一つはIbai川河口、Terengganu川河口のように広いtidal poolを持つ河口である。これは、Dungun川河口も共通する。ただし、Ibai川とTerengganu川では土砂供給量と河口周辺の沿岸漂砂量が大きいため、河口砂州の発達が著しいと推定される。

(3) 半島東海岸北部 (Setiu ~ Golok)

a) Setiu川河口

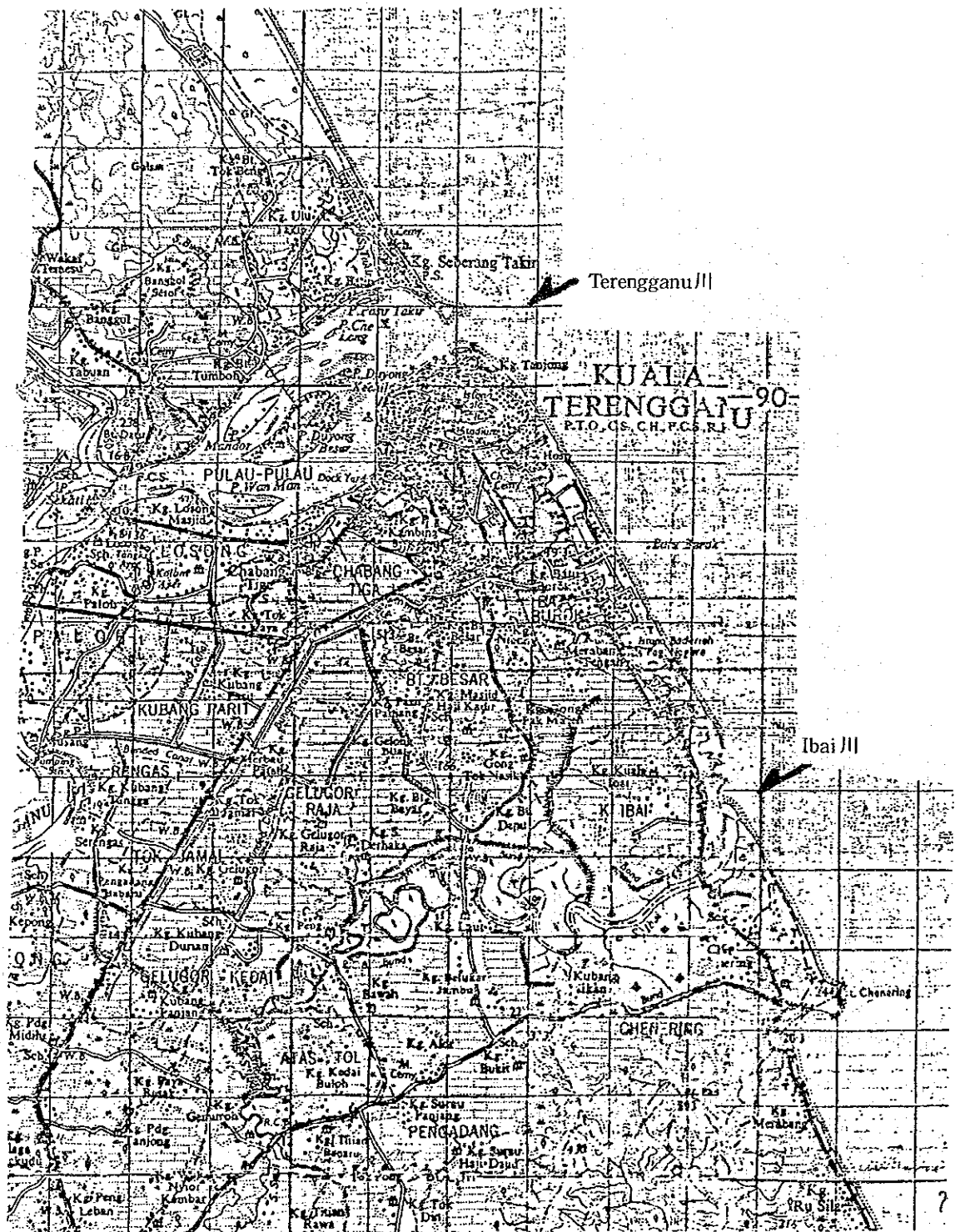


図5-1-9 Ibai川、Terengganu川河口の位置