

土木研究所資料

熱帯地域における海岸の保全手法 に関する研究

平成8年3月

建設省土木研究所
河川部海岸研究室

Copyright © (1996) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

熱帯地域における海岸の保全手法 に関する研究

海岸研究室 室 長 田中 茂信
主任研究員 佐藤 慎司

要 旨

東南アジアの熱帯・亜熱帯地域について、海岸の形態、利用状況、被災事例を調査した。東南アジア諸国の海岸に関する基礎的な資料の概要をまとめ、特に日本で比較的容易に資料が入手できるマレーシアについては、従来の保全対策の問題点を抽出し、効果的な保全法を検討した。また、地球温暖化に伴い予想される海面上昇の影響評価について、現在の対応状況と今後の課題を抽出した。

キーワード：海岸保全，熱帯地域，発展途上国，技術援助

目次

1	はじめに	1
1.1	研究の目的	1
1.2	対象地域	1
2	海岸地象、海象に関する基礎資料の所在と解析	2
2.1	マレーシアにおける基礎資料の所在および特性	2
2.1.1	風向・風速	2
2.1.2	降雨	2
2.1.3	潮汐、波浪、海流、その他	2
2.1.4	海岸地形、底質、植生	3
2.1.5	沿岸漂砂	4
2.1.6	地形変化の傾向	4
2.1.7	主要河川と流況	5
2.2	マレーシアで入手可能なデータの所在	5
2.3	その他の地域におけるデータの所在	6
2.3.1	インドネシア	6
2.3.2	タイ	6
2.3.3	フィリピン	6
2.3.4	ヴェトナム	8
3	砂質・泥質海岸における保全上の問題点	10
3.1	海岸の管理責任体制	10
3.2	海岸の利用	10
3.3	海岸をとりまく問題	11
3.4	開発行為とアセスメント	11
4	サンゴ礁海岸における保全上の問題点と対策	13
4.1	インドネシア海岸保全の概要	13
4.2	バリ島海岸線域の自然概況	13
4.3	侵食対象域の侵食状況および原因	14
4.4	保全計画	16
4.5	海岸保全対策の提案	18
5	海岸保全対策の実施例および対策の提案	19
5.1	基本的な対策	19
5.2	保全対策の適正度	19

5.3	保全対策の効果	20
5.4	海岸保全対策の提案	20
6	海面上昇問題への対応	22
6.1	既存調査の概要	22
6.2	インドネシア	23
6.3	マレーシア	23
6.4	フィリピン	25
6.5	ヴェトナム	25
6.6	今後の課題	26
7	おわりに	27
	参考文献	28
	図表	29

第 1 章

はじめに

1.1 研究の目的

熱帯・亜熱帯地域では社会の高度化にともない沿岸域の利用がすすみ、海岸保全が重要な社会的関心事となってきた。東南アジア地域でもさまざまな問題が顕在化してきており、例えば柴山ら (1991) はタイにおける海岸工学上の諸問題について報告している。これらの問題のなかには、日本における既往の知見が直接役立つものと、新たな考え方が必要なものがあり、今後の技術援助を効率的に実施するうえでは、考慮すべき課題を整理しておく必要がある。本研究では、東南アジア諸国の沿岸域の特性を検討するとともに、日本で比較的容易に資料が入手できる諸国について海岸保全対策に関する資料の整理と解析を行ない、問題点を抽出するとともに、熱帯地域の海岸保全のあり方について考察する。そして、今後これらの地域への技術協力を計画する際に有用となる資料を整理するとともに、シルト質海岸、砂質海岸、珊瑚礁海岸に対する有効な海岸保全対策を提案するための基礎資料を作成することを目的とした。

熱帯地域の海岸保全を考えるうえで、今後極めて重要となる課題は地球温暖化による海面上昇への対応である。気候変化に伴う海面の上昇は地球規模で生じるため、国際的な研究と対応策の検討が必要である。アジア地域の先進国である日本が果たすべき役割は、主として東アジア地域における海面上昇の影響と対応策の検討において主導的な立場をとることであろう。そのような観点から本報告では、東南アジア地域の沿岸域の特性を抽出し、海面上昇に対する対応を考察することにする。

1.2 対象地域

調査対象域としては、熱帯地域の典型的な海岸特性のほぼすべてを有し、国内においてある程度の資料入手が可能と考えられるマレーシア全域を基本的に考える。ただし、マレーシアの場合珊瑚礁海岸での資料が少ないため、珊瑚礁海岸の保全に先駆的な対応策を講じているインドネシアについて、資料が入手可能な範囲内で調査する。この他、タイ、ヴェトナム、フィリピンについても国内において入手可能な資料を収集することにした。

第 2 章

海岸地象，海象に関する基礎資料の所在と解析

2.1 マレーシアにおける基礎資料の所在および特性

2.1.1 風向・風速

風向・風速の観測は Malaysian Meteorological Service が主体となって古くから実施している。マレーシアの風の概況としては図 2. 1 に示すようにある程度一定の季節的变化がみられる。この季節変化は一般に次の 4 シーズンに分類されている：(1) 南西モンスーン期，(2) 北東モンスーン期と (1)，(2) の間に 2 回発生する短期のモンスーン遷移期である。これらのうち 10 月頃から 1 月頃までに至る北東モンスーン期に 5～10 m/s のかなり卓越した風が東もしくは北東から吹き，マレーシア半島の東海岸が最も影響を受け，時には風速は 15 m/s 以上にも及ぶことがある。一方，5 月後半頃から吹き始める南西モンスーンについては主に半島西海岸部が影響を受けるが，スマトラ島の遮蔽効果もあって風速はあまり早くなく 5 m/s 以下に留まっている。この 2 時期の卓越したモンスーン期の間にある遷移期では風の方向は変化しやすいが，風速そのものは遅くなっている。ただし，この時期には雷雲が発生し易く，雷を伴ったスコールに見舞われる。また，4 月から 11 月の時期にかけて南シナ海で発生した台風はしばしばフィリピンを横切り西マレーシアの方に接近することがあり，この時にはサバ，サラワク州では時折 10 m/s をこえる風速を記録する。

Malaysian Meteorological Service では各州の州都を中心にそれぞれ風速観測を行っている。各観測所の観測位置，観測開始年を示すと表 2. 1 の如くである。各観測地点の過去 15 年程度の年間の風向，風速分布を図 2. 2 に示す。

2.1.2 降雨

マレーシアは熱帯雨林気候帯に属し，降雨量は豊富で年間平均雨量は半島部で 2,420mm，サバ州で 2,630mm，サラワク州で 3,830mm に達する。この降雨の分布は前述のモンスーンの影響を受けている。図 2. 3 にマレーシアの各地域の月雨量分布を示す。

2.1.3 潮汐，波浪，海流，その他

潮汐

マレーシアの潮汐は表 2. 2, 図 2. 4 に示す各観測所で観測されている。この観測値から基本的な潮汐値としては表 2. 2 に示す値が Directorate of Hydrography, Royal Malaysian Navy から報告されている。この潮汐観測結果からマレーシアの海岸は基本的に Diurnal, Semi-diurnal, Mixed の 3 種類に分類される。図 2. 5 にこれらの海岸における潮汐の特徴を示す。最大潮汐の範囲としては 2 m ~ 6 m で、5 m を超える海岸としては半島西海岸クラン港近辺およびサラワク州クチン近辺で観測されている。南マレーシアでは高さを測る規準として Admiralty Chart Datum (ACD) と Land and Survey Datum (LSD) があるが基本的には海図、潮汐などについては前者の ACD が用いられている。

高潮および津波

高潮および津波について比較的よく発生しているようであるが、残念ながら明確なデータは得られていない。既往参考文献では、予測潮位と観測潮位の差等から判断して、1 m 程度の高潮が発生している可能性を示唆しているものの、6 ヶ月程度の観測潮位と予測潮位の差から正確な判断は難しいとしている。

波浪特性

マレーシアの波浪データは、海上航行船舶からのマレーシア海岸域を 10 の区域に分割して観測した報告値が基本になっている。(図 2. 6 参照) この波浪特性データは磁気テープに記録されており、U.S. National Climatic Data Center で入手出来る。1949 年 1 月 ~ 1983 年 12 月での観測値に基づいて波浪特性を示したものが図 2. 7 である。この船上からのデータ精度について信頼性が低いとの話があるが、目視観測データ数が 4000 を超えると計機器観測データの相関が非常に高いという報告から、信頼性は高い。

この観測結果から、半島東海岸沿いでは北東モンスーン期に同方向からの波が卓越しており、65 % が北東方向で最大波高は 4 ~ 5 m に達している。この時、東海岸での漁業操業はほとんど行われず、また、海岸沖にある観光地として有名な島々も観光客は訪れることが出来ない。一方、半島西海岸の南部ではマラッカ海峡に発生する波が吹送距離が短いために比較的穏やかな波が観測されている。しかし、北部域ではアンダマン海からの北西方向からの波が南西モンスーン期に卓越しており、波の高さは通常 0.5 ~ 1.0 m であるが、時には 2 ~ 3 m の波を記録する。サラワク州、サバ州の北西部の各海岸では北東モンスーンによる波浪が 4 m 以上の波高で押し寄せている。また、サバ州北東、南東部ではモンスーン期に北東方向からの波浪を観測するが、フィリピンの各島からの吹送距離が短く、波高は比較的低い。しかし、4 月 ~ 11 月の期間にまれに台風が接近することがあり、この場合かなり高い波が観測される。

2.1.4 海岸地形、底質、植生

海岸地形

マレーシアの海岸線は約 4,800km に及び、このうち半島東海岸が 860km、西海岸 1,100km、サラワク州 1,040km、サバ州が 1,800km である。半島は東側を南シナ海、西をマラッカ海峡、サバ、サラワク州は西側を南シナ海に面しており、サバ州の北および東側はスルー海、セレベス海に面している。半島東海岸は西海岸に比べ比較的出入りの少ない滑らかな海岸線になっており、ほとんどの海岸線は南シナ海からの波に直接洗われている。海岸線の地形は程度の低い平坦地が広がり、時折岬や河口が突き出している。東海岸に流れ出る主要な河川としてはクランタン、ブヌット、トレンガヌ、パハン川等があげられる。海岸線の勾配は 1/400 ~ 1/600 で汀線から沖 2 km ~ 3 km 地点で水深は 5 m 程度である。(図 2. 8 参照)

半島の西海岸も比較的長い平坦な海岸船が続くが、一方で出入りの激しい部分もみられる。海岸線のほとんどは直接マラッカ海峡に洗われる形になっているか、シンカウイやペナン島等、

島の影響を受ける部分については海岸線も不規則な形が現れる。この西海岸は汀線から沖合数 km に渡って干潟が形成されており、勾配も緩く $1/1000 \sim 1/2000$ 程度となっている。

サラワクの海岸線は東側半分については長く直線の砂海岸が続き、西側半分については出入りの激しい海岸形状をしている。全体的には海岸線は北東モンスーン期に南シナ海からの波を直接受けているが、山や島の遮蔽効果によって形成されている部分的に奥まった入江では波の影響は少なくなっている。この海岸線の勾配もほぼ半島の東海岸と同様 $1/400 \sim 1/600$ 程度である。サバ州はマレーシアで最も長い海岸線を有しているが起伏に富んでおり、数多くの島が海岸線を遮蔽しており、種々の形をした入江を形成している。また、この地域には一部珊瑚礁海岸もみられる。このため海底勾配も所によって変わり、 $1/\text{数百} \sim 1/1000$ 程度に変化している。

底質

基本的にマレーシアの海岸は内陸部からの流出土砂によって形成される沖積地から成っており、その底質は主に波の影響によって砂質からシルト質海岸が形成されている。図 2. 9 に示すように、マレーシア半島東海岸のほとんどの区域では荒い波に洗われるため砂質海岸となっている。逆に西海岸では砂質海岸はあまり見られず、ほとんどがシルト海岸である。

植生

海岸線の植生は、ほぼ 50 % 程度がマングローブに覆われている。特に半島の西海岸、サバ、サラワクに多く見られる。また、灌木や自然のココナツ林がそれぞれ海岸線の約 20 % と 10 % を占め、15 % が草地もしくは牧草地、残りの 5 % が緑地となっている。半島の東海岸ではこれら灌木、ココナツ林、草地が大半を占めている。図 2. 10 に半島の土地利用図を示す。

2.1.5 沿岸漂砂

沿岸漂砂について既往報告書では図 2. 11 に示すようにまとめられている。これからみると、大きな波の発生が少ない西海岸では沿岸漂砂の移動は余り顕著でないのに対し、東海岸ではモンスーン期の高波をうけて顕著な沿岸漂砂の動向が見られる。この図 2. 11 から分かるようにクランタン、トレンガヌの河口付近で、それぞれ沿岸漂砂の方向が逆転している。サバ、サラワクでは基本的には北東モンスーンの影響のもとに両方向へ沿岸漂砂が卓越している。

2.1.6 地形変化の傾向

地形変化傾向としては既往調査でマレーシア全海岸線に対し、その侵食、堆積状況を整理し、更にその侵食の程度に応じ対策の必要性について優先度を付けている。この侵食・堆積の状況を図 2. 12 に示す。

マレーシアの場合、ほとんど海岸侵食の原因は自然現象によるところが多く、いくつかの箇所では人工的な行為による侵食の影響が見られている。人工的行為による侵食の顕著な例としては、半島東海岸クランタン州で河口処理のために建設された導流堤の影響で 100 m 規模の海岸侵食が見られている。この侵食の状況は全海岸線 4,800 km の少なくとも 1,300 km 以上の区間で見られるが、基本的な原因としては激しい波によって生じる沿岸が第一にあげられている。この侵食の割合は過去 25 年に渡る平均的なもので 10 m/年程度であり、短期間においては 20 m/年に達する。侵食の発生している海岸線のうち延べ 140 km 区間では主要な施設、構造物が脅威にさらされており、更にこれとは別に 240 km 区間に将来重要な施設が脅威を受けることが予見されている。

2.1.7 主要河川と流況

既存調査ではマレーシア半島を 41 流域, サバ州を 26 流域, サラワク州を 21 の流域に分けて, それぞれ年間流況, 確率流量を算定している. 年間流況については全国主要流量 (水位) 観測所の流況に基づいて無次元化した流況曲線を作成し, 各流域の流況に換算している. また, 洪水流量については観測値をもとに解析し, 確率毎, 地域毎に比流量曲線を作成, これに基づいて計画流量を算定している.

2.2 マレーシアで入手可能なデータの所在

ここで, マレーシアで入手可能な基礎資料の所在についてとりまとめる.

地形図, 航空写真, 海図等の資料所在は表 2.2.1 に示す如くである.

気象, 降雨データ

気象データでは半島およびサバ, サラワク州全体で Malaysia Meteorological Services (MMS) 管轄の 31 観測所 (Principal Meteorological Stations) で基本的な気象要素 (気圧, 気温, 日照, 風速, 降雨等) を観測しており, 1968 年以降の観測データが MMS のデータベースに保存, また, "Annual Summary of Meteorological Observations" と "Monthly Abstract of Meteorological Observations" として公開している. この 31 主要観測所の他に 120 観測所で気温, 降雨, 蒸発, 日照等のデータが観測されている.

降雨データでは, MMS による観測の他, Department of Drainage and Irrigation (D I D) が半島で 754 観測所, サバ, サラワク州で 279 観測所で降雨観測をしており, これらのデータを 1957 年以降 5 年毎に降雨資料集としてまとめている. また, これらの観測データは D I D のデータベースに保存されている.

水位, 流量については D I D が観測を行っている. 観測所数は半島で 152 観測所, サバ, サラワクで 75 観測所, このうち 127 観測所と 48 観測所がそれぞれ自記水位計となっている. これらのデータは 1961 年から D I D のデータベースに保存されている.

波高, 潮汐, 潮汐流

波高および波向のデータについては次の 2 種類のデータがある.

機関	年	摘要
D I D	1949 - 1983	米国 National Climate Data Center で整理されたものを購入
	1984 - 1989	生の観測データが磁気テープに保存されている
MMS	1985 以降	船上観測データ, MMS から Annual Report として公開

潮汐

潮汐についてはマレーシア全国 22 の基準地点 (港) での潮汐予測表が毎年発行されている. データの予測そのものは, 半島とサバ州については英国の Institute of Oceanographic Science, サラワクは Marine Sarawak で求められている.

潮汐流

潮流のデータについては D I D が実施している LEO Program (Littoral Environment Observations) の中で得られている. この LEO Program は半島, サバ, サラワクの 18 観測地点で 1986 年以降続けられている. 一部欠測はあるものの, 1989 年~90 年の観測データが整理されている.

2.3 その他の地域におけるデータの所在

ここでは、マレーシア以外の各国（インドネシア、タイ、ヴェトナム、フィリピン）について、地形図、海象データ等海岸保全対策に関連するデータの所在状況について述べる。

2.3.1 インドネシア

インドネシアでは基本的なデータ所在は表2.3に示す通りである。これからみて基本的なデータは概ね現地で観測されており、このうち一部海図、潮汐、気象データ等は日本でも入手可能である。全国的な侵食状況についての調査データについては所在が不明であるが、海岸侵食対策の責任官庁である公共事業省水資源省内には、バリ、パダン（スマトラ島）、メナド（スラウェシ島）、ポンティアナ（ボルネオ島）等の海岸保全プロジェクトを実施しており、この地域については当然海岸侵食問題とともにそれに関する詳細なデータがあるものと考えられる。このうち特にバリ島海岸についてはJICAが調査を実施しており、この調査の中で次の資料がとりまとめられている。

- －潮汐表および潮流（表3.1，図3.1参照）
- －波浪（図3.2参照）
- －沿岸流および漂砂（調査時に現地観測）
- －底質
- －海岸線変化
- －その他

2.3.2 タイ

タイにおける基本的なデータ所在は表2.4に示す通りである。インドネシアと同様、基本的なデータは概ね現地で観測されており、このうち一部のデータは日本でも入手可能である。ただ、全国的な侵食状況についての調査データの所在は不明であり、また、相手政府による現状の対策実施状況も明らかでない。JICA関連資料としては、“The Development Project of the Industrial Port on the Eastern Seaboard in the Kingdom of Thailand, Phase” (1983), “The Master Plan Study for the Development of Pattaya Area” (1990) 等があるが特に海象関係についての調査結果の記述はみられない。内容は不明であるが、海象・気象等が調査されている可能性のある報告書として以下のものがある。

- －Deep-Seaport of Laem Chabang, Survey and Design (1972, NEDECO)
- －Oceanography and Coastal Morphology of Ao Phai (1983, AIT Thesis No. WA-83-16)
- －Hydraulic Model Study of Rayong River Mouth (1982, AIT Research Report No. 147)
- －Theoretical Study of Tides in Gulfs (1977, AIT Dissertation No. 31)

2.3.3 フィリピン

フィリピンの基本的なデータ所在は表2.5に示す通りである。他国同様基本的データは概ね現地で観測されており、このうち一部データは日本でも入手可能である。全国的な侵食状況に関する調査データの所在は不明であるが、フィリピン国の海岸整備に関連して1989年に国際建設技術協会が行った「フィリピン共和国河川維持管理計画および高潮対策調査」によれば次の様である。

フィリピンの海岸状況

海岸地形

7,000 以上の島からなるフィリピンは合計 18,000km の海岸延長を有している。群島は北をルソン海峡、東を太平洋、南をセレベス海、西を南シナ海に囲まれ、更に北赤道海流を受けている。この北赤道海流は北太平洋を西方に流れ、フィリピンの東岸に接するところで南北に分流する、北流は北西ビサイア及びルソン島に沿って黒潮となる。また、南流は南ビサイアの東側そしてミンダナオ島を過ぎたあたりで東へ方向をもどし、赤道反流となる。フィリピン群島は中国大陆から伸びた大陸棚の上ののっており、西側は比較的浅い南シナ海、東側にはフィリピン海溝をひかえている。海岸形状についてはルソン島北部は比較的平坦な形状を呈しているが、ルソン島南部とミンダナオ島については凹凸のある複雑な形状となっている。

潮位と波浪

潮位と潮流の観測のため、環境天然資源省の地図資源情報庁では 8ヶ所の 1 級潮位観測所、15ヶ所の 2 級潮位観測所、そして 5ヶ所の潮流観測所を置いている。各々の位置を図 2. 16 に、また各観測所の諸元を表 2. 6 に示す。これらの観測所の記録をもとに毎年発行されているのが潮位・潮流表 (Tide and Tables) である。観測結果より潮位偏差は勿論場所によって違うが、大潮の時最大で 1.80 m、小潮で 1.00 m となっている。各地の代表的な潮位波形を図 2. 18 に示す。潮流は 4 海峡で観測されているが最大の平均流速はセブ港付近で 2.16 m/s、一般には 0.5 m/s 前後である。潮流波形を図 2. 19 に示す。波浪については自動記録の波高計が設置されておらず、台風時の目視観測に頼っている。最近の台風は 10 m との報告もある。一般に潮位偏差については、太平洋側で大きく 1.5~2.0 m、南シナ海側及び内海では小さく 1.0 m 前後となっている。

海岸域の利用

フィリピンにおける海岸域の利用は大きく漁業と観光に分けられる。従来より、沿岸漁業の発達したフィリピンでは、大きな港湾を除き、漁業用小型船舶の発着や地びき網漁による海岸域の利用が盛んである。これらの漁業の発達とともに、海岸に沿って漁村や道路が建設されている。近年では政府による大型観光開発の方針によって、海岸のリゾート開発が増加し、特に首都マニラ市の近傍や、セブ、ダバオの地方都市、さらにパラワン島の海岸での観光施設の建設が急増している。漁業において、フィリピンでは 1,600,000km²の海域の他、海岸域に隣接した約 2,500km²の汽水の湖沼、1,800km²の汽水の養魚池によって約 2,000 種の魚が捕獲され、その内 300 種が商業用に取引されている。水産資源は年総生産約 32,000 百万ペソに達し (1985 年) 総輸出額 4,842 百万ドルの 1% に当たる 53 百万ドルが外貨獲得に貢献している。それ以上に国民の重要なタンパク源としての位置は高く、極めて貴重な食糧である。

海岸災害

高潮と高波

年間約 20 の台風がフィリピン群島の影響範囲内を通過するため、その海岸域はいつも高潮及び高波の危険にさらされている。1897 年から 1975 年の 79 年間に起きた主な高潮被害の分布を示したのが図 2. 20 であるが、ミンダナオを除きほぼ全土に分布している。分布の多少は、海岸の位置と台風進路に影響される。特に頻繁な地域はレイテ島東岸、ビコール地方、イロコス西岸、そして中部ルソン西岸である。その他地域については起こらないというよりむしろ、住民のいない無人海岸のため記録されていないという事と思われる。また高潮の他、台風時の高波による海岸侵食、港湾の破壊が多い。高潮被害の最も古い記録では、1897 年 10 月にサマルとレイテ地方において台風による高潮のため 1,300 人の死者が出ている。1908 年にはルソン島北端のアパリを通過した台風による高潮でタロール村が全壊し、1912 年 10 月には 7 m に及ぶ高潮がレイテ南部に、1968 年には台風「ディダグ」の通過により南イロコスのスルベック村が全滅し、1975 年 1 月の台風「アウリング」が起こした高潮により、南スリガオのタンダグ

海岸沿いの家屋 108 軒が破壊されている。近年では、1981, 1984, 1987 年に大規模な高潮が起こり、各々の被害状況が下記のようにまとめられている。(写真-1, 2 参照)

高潮被害の特徴は、特に人的被害が多いことである。一般に高潮の生起期間は台風の接近と通過に対応しているため、2～3 時間である。従って、事前の警報や避難・誘導により人的被害は防止できる。高波の被害については、時々高潮と混同されているが、高潮と同様台風の接近と通過により引き起こされる。最近の被害としては、1988 年 10 月の台風ウンサングによって、ルソン島西海岸に大きな影響を与えている。報告では波高 10 m に達し、死者 1 名その他、1,000 戸余りの家屋が破壊されている。高潮の調査については科学技術省の気象庁 (PAGASA) において行われており、海岸線に沿って 35 地区が高潮被害可能として指摘されている。(図 2. 21 参照)

海岸侵食

海岸侵食対策は従来より公共事業道路省において、主に防波壁の設置、突堤の建設が行われている。事業はいずれの場合も部分的もしくは、災害復旧という小規模のものである。海岸侵食は、高潮、高波が生起する地区とほぼ同一で、その他、河川の河口付近の汀線の移動も侵食対策の 1 つとして考えられている。被害や対策についての総合的な資料は不明である。最近、リゾート開発とともに海岸保全が注目を浴びているが、全体として事業の実績が極めて少ないことより、計画及び設計における技術上の問題が多い。

保全事業

必要性

フィリピンは群島国であることから、当然膨大な海岸線を有する沿岸地域は海洋資源開発の基地となるとともに、海・陸上交通の接点である。また、観光資源としての価値も高く、海岸、沿岸地域の保全開発は国家経済発展に大きく寄与するものと確信される。一方、毎年の様に引き起こされる高潮・高波の被害はその特徴として一度に多くの人命を失うという事態を招いている。これら被害を軽減するとともに、将来の開発に供するため総合的な海岸保全事業は不可欠なものと考えられる。

事業の方針と提言

海岸保全事業としては、その対象として高潮、高波対策と海岸侵食対策の 2 つに分けられる。現在の海岸事業の実績と技術上の背景を考慮し、まず関係資料の収集と整理を初めとし以下の計画立案の方法が考えられる。計画調査の目的としては以下のものである。

- (1) 全国の海岸保全事業の長期計画の策定と代表海岸の選定
- (2) 代表海岸における保全事業計画の策定
- (3) 統一的な計画、設計基準の作成

2.3.4 ヴェトナム

ヴェトナム国の基本的なデータの所在は表 2. 8 に示す通りである。他国同様基本的データはある程度観測、整備されており日本で一部入手可能である。ただ、海岸侵食問題や保全対策に関する資料は現在のところ資料は手に入らない。ここで、ヴェトナムの全般的な海岸状況について 1992 年 7 月に行われた "Coastal Process in Asian Region" の中に示されている報告を示すと以下の通りである。

海岸の自然条件

ヴェトナムの海岸線は延長 3,260km あり、ほとんどは砂質海岸でメコン川など一部大河川の河口デルタで泥質海岸がみられる。潮汐は北から南へ順に Diurnal, mixed diurnal-semidiurnal, semidiurnal, mixed diurnal-semidiurnal となっている。潮位差は潮汐タイプによって異なり、4.7

m～0.8 mまでとなっている。波浪はモンスーンの影響を大きく受けており、このモンスーンは11月～4月の北東モンスーン、5月～10月の南西モンスーンに分かれる。

沿岸漂砂の移動は南西モンスーン時より北東モンスーン時に卓越している。沿岸流もこのモンスーンによって引き起こされ平均流速は0.5 m/sである。長期的にはヴェトナムの海岸線の変形はこの沿岸流によって引き起こされている。ただ、短期的には台風による海岸線の変化もあり、また南シナ海に発生する低気圧がもたらす波浪も海岸線変化に大きな影響を与える。更にこの台風は高潮を伴うが、記録としては1904年5月1日の台風は3.5 mの高潮を発生させ多くの村が破壊されたことが残っている。

ヴェトナム海岸線変化の特徴

ヴェトナムの海岸線は常に変化を遂げているが、地域によってはホーチミン市等0.5kmにおよぼ侵食がみられ、近年その侵食の度合いは増加し多くの村が破壊されている。図2.23に侵食状況を示す。ヴェトナム海洋気象庁はカンギオのロンゴア村では13.4 m/年間の割合で海岸侵食が進んでおり、時には19 m/年にも達していると報告している。

環境問題の一般的特徴

海岸沿いの標高は一般に低く、マングローブ林が発達しており、これらが土砂の堆積を促し海岸侵食防止に役立っているが部分的にはヴェトナム戦争時の有毒物質によって破壊され、このため海岸線の侵食が激しくなっているヶ所がみられる。この結果、海岸線の生態系にも大きな影響がみられる。場所によっては海岸侵食のために堤防等が崩壊し、水田地帯に海水の侵入が生じたり、海岸沿いの漁村が流失している。このことから、海岸侵食防止はヴェトナムの大きな問題で、政府としても努力しており植樹等が実施されているものの財政的な問題もあり、調査、対策もあまり進んでいないのが現状である。なお、ヴェトナムについての情報は少ないが、以下の文献に海岸に関する情報が記述されている。

- メコンデルタ報告 (1989.1 月)
- Report on Primary Surveys of Cangio Area (1987.6 月)
- Marine Meteo-hydrology of Vietnam Hanoi (1988)
- Report on Study on the Stability and Measures to Protect the Coastline around Vinh and Luy River mouths (1986)

第 3 章

砂質・泥質海岸における保全上の問題点

本章では熱帯地域に多くみられる砂質・泥質海岸の保全上の問題点について考察する。マレーシアでは半島東部に砂質海岸，西部に泥質海岸がみられるため，本章ではマレーシアの海岸保全をとりまく問題について詳述することにする。

3.1 海岸の管理責任体制

マレーシアにおける海岸の管理は，海岸線としての管理と港湾もしくは河口の一部としての管理が考えられる。このうち海岸線の管理として，侵食問題については Department of Irrigation and Drainage (D I D) の海岸部が担当している。港湾については，港湾の規模に応じて国際港は Port Authority，一般商業港が Marine Department，漁港については Fishery Department が管理している。その他石油開発等のための海岸施設整備は石油開発公社が実施している。ただし，一部港湾施設や浚渫等の工事については公共事業局 (J K R) や D I D が各 Department からの依頼を受けて実施している。河口については河口単独で事業を実施することはまれで，河口が港湾として利用されている場合の河口維持ということで管理がなされている。この場合，河口が商業港に利用されている場合は Marine Department，漁港として利用されている場合は Fishery Department が管理主体となっている。

3.2 海岸の利用

海岸線陸地の利用

前述のように海岸線のほとんどがマングローブ地帯で 30 % が灌木やココナツ材，15 % が草地，5 % が緑地ということで，海岸線の利用はそれ程進んでいないが基本的な利用形態としては次のものがあげられる。

- 居住地域
- 工業開発地域
- 農地
- 漁業 (養魚場)
- 道路
- 観光・レジャー他

前の図 2. 10 に示した土地利用図でみると，明確には分からないが海岸線の居住地域，工業開発地域はごく一部点在している状態で，また，農地についても半島北部の西海岸，東海岸に割合広大に見られるものの，ほとんどは自然のマングローブやココナツ林となっている。図

2. 13 に示した海岸線のうち侵食問題が生じている地帯の利用状況は後の表 5. 1 に示す通りである。

海岸線海側の利用

海岸線海面部についての利用は漁業水域、航路域、観光・レジャーが主なものであるが、この他石油の開発、埋立地としての利用等が進められている。特に西海岸では工業団地、港湾施設のため埋立て利用がいくつかの地域で進められている。この工業団地、港湾施設のための埋め立て地として現在大規模に進められているのは、ペルリス川河口の港湾施設建設のための埋め立てとマラッカ川河口部の工業団地用埋め立てである（現在施工中）。この他、マレーシアでは広域的な埋め立てを計画しており日本に技術協力の要請を行っているが、環境問題等から日本側は態度を保留している。

3.3 海岸をとりまく問題

海岸をとりまく問題として一般的には、

(1) 海象（波浪、潮汐、潮流、沿岸流、風等）から生じる海岸侵食、航路埋没、港湾施設埋没、高潮、津波等、自然災害問題

(2) 人為的な活動、開発行為等によってもたらされる海岸線変化、水質悪化等の人為的災害問題

(3) 海岸線変化、水質変化によって生じる生態系への環境影響問題

等があげられる。このうちマレーシアでの海岸をとりまく問題としては、主に (1) の海岸侵食、航路港湾施設の土砂堆積による埋没問題が大きな問題として取り上げられる。この中で侵食に関しては、現在全国の侵食地域についてその深刻度によって優先度を付け、侵食防止対策事業を実施している。また、航路や港湾施設の埋没は、大きな川の河口やマラッカ海峡の航路等で航路確保のための事業が実施されている。

(2) の人為的な災害問題については、航路確保のための事業や土地開発事業（農業開発、宅地造成等）等によって生じる周辺海岸への侵食問題や、工場排水等垂れ流しによる漁業資源への影響等が報告されている。特に因果関係は明確ではないが、半島西海岸の北側では農業開発のために建設された堤防のために湿地帯への海水、淡水の行き来が遮断された結果、水質変化に伴いマングローブの枯死が発生し、これが海岸侵食の原因となったという報告もある。（ケダ州 MADA プロジェクト）

(3) の海岸線変化、水質変化によって生じる生態系への環境問題については詳細な報告資料が入手出来ていないが、工場排水、特にゴム工場やパームオイル工場からの汚水排水が周辺海岸の水質悪化を招いているという話が報告されている。

3.4 開発行為とアセスメント

マレーシアでは環境に大きな影響を与える開発行為に対して厳しく制限、監視を行い、環境影響評価およびその対策を義務付けている。沿岸域の大規模な開発（50ha 以上の埋立や港湾・リゾート施設の建設など）に対しても、環境影響評価（EIA）が義務づけられており、事業の計画段階で影響評価と適正なミティゲーションが配慮されるように義務づけられている。しかし、Ch'ng (1993) も指摘するように、個々の事業における連邦政府の役割と責任体制が明確でないため、有効に機能していないことが多い。この点については、半島南部のジョホール州におけるパイロット事業を契機にして連邦政府が主導して包括的な海岸保全計画と方針を策定する動きも出てきている。

EIA で規定されている開発行為のうち、海岸に関係のあるものは以下のようである。

(1) 農 業

- － 500ha 以上に及ぶ森林地の農業開発
- － 100 家族以上の入植を必要とする農業計画
- － 500ha 以上に及ぶ農業用地の変換、開発

(2) 排水灌漑

- － 水面積 200ha に及ぶ貯水池およびダム建設
- － 100ha 以上の湿地、野生生物が生息する自然林の排水
- － 5,000ha 以上の区域に対する灌漑

(3) 土地造成

- － 50ha 以上の海岸地の埋め立て土地造成

(4) 漁 業

- － 漁港の建設
- － 年間水揚げ高を 50 % 以上増加する港湾拡張計画
- － 50ha 以上のマングローブ湿地帯の養魚場への転換

(5) 森 林

- － 50ha 以上のマングローブ湿地帯の宅地造成、農業用地等への変換
- － 自然海上公園に隣接するマングローブ湿地帯の伐採

(6) 採 鉱

- － 50ha 以上の土砂採掘

第 4 章

サンゴ礁海岸における保全上の問題点と対策

前節ではマレーシア砂質、泥質海岸について海岸保全上の問題や、対策等について取りまとめた。ここでは事例としては少ないが珊瑚礁海岸における対策としてインドネシア・バリ島の海岸侵食対策について検討する。

4.1 インドネシア海岸保全の概要

インドネシアの海岸線の管理として侵食問題については公共事業省水資源総局が担当している。インドネシアの海岸侵食の問題箇所としては表 4. 1, 図 4. 1 に示すように 11 の州で侵食、河口閉塞等の問題があげられているが、このうちパダン、メナド、バリ等でプロジェクトが実施されている。ここでは珊瑚礁海岸の保全対策ということで、最近 JICA で実施された珊瑚礁を含むバリ島海岸の侵食対策について問題点および対策案等を以下に示す。

4.2 バリ島海岸線域の自然概況

気象

バリ島の気候は 6 ヶ月ごとに変化する。6 月から 9 月はオーストラリア大陸気団の影響を受け乾季となり、12 月から 3 月の期間はアジア大陸と外洋を通る太平洋気団の影響により雨季となり、大気は水分を含みバリに雨をもたらす。乾季と雨季の間、即ち 4 月～5 月と 10 月～11 月は変遷期である。雨季には強風が強く、西及び北西風となる。一方、乾季はオーストラリア大陸から吹く東風となり、やはり強風となることが多い。図 4. 2, 4. 3 にデンパサールで観測した降水量、風向風速頻度を示す。

潮汐

北部海岸の実測潮位差は南部海岸よりも小さい。ヌサドゥア・ビーチ近傍のベノア地点での潮差は 2.0 m である。(表 4. 2)

海流

乾季の海流は東のオーストラリア方面から西側へ流れ、風向と一致する。雨季になるとカリマンタン海峡を通る流れは、西から東へ逆転する。一般に、バリ島沖合の海流は乾季 (0.8 ノット) より雨季 (0.7 ノット) のほうが流速の小さくなる傾向が認められる。(図 4. 4)

波浪

バリ島の南方沖合のインド洋上地点で米軍によりまとめられた海洋気象台帳に波高、周期および波向の統計データが記載されている (図 4. 5)。当データは、バリ島調査域に対する

沖波波浪特性を示しており、バリ島南岸域への卓越波向は南東から南西方向の範囲であることが理解できる。

現地における集中観測

クタ、ヌールおよびヌサドゥアの各地点において、波浪、沿岸流および漂砂に関する現地観測が実施された。

(1) 波浪

海岸に入射してくる波は沿岸域の漂砂を引き起こす主要因である。バリ海岸においては、リーフは天然の防波堤機能を果し、リーフ内波高は沖合のその1/2~1/3に減少する。

(2) 沿岸流

流速計をクタ、ヌサドゥアおよびサヌールの3海岸各々の1~2箇所に設置し、侵食域に発生している典型的な流れの測定を試みた。クタ・ビーチでの侵食域はプルタミナコージの北側海浜であり、当地点のリーフ幅は空港の滑走路近傍で1 kmと広いが、侵食域前面ではその幅が急激に狭くなっている。流速計はこの狭いリーフ地点に設置された。観測結果によると、当地点の流速は大きく、リーフの沖合へ流出する状況も認められた。また、流向はほぼNNEである。ヌサドゥア・ビーチでは、海谷（リーフ切れ目の深み）をはさんでその両側に流速計が設置された。測定結果によると、リーフ内の両側から海谷へ向かう流れが観測された。サヌール・ビーチの侵食対象域にも海谷が存在する。ここでも、その南北の両側に流速計を配置した。両者の流向は異なり、南側地点が北側より大きな流速値を示した。

(3) 螢光砂

螢光砂の広がりから底質は海岸線に沿って沿岸方向へ移することが明らかになった。また、その拡散の卓越方向はその地点の流向とほぼ一致することが認められるヌサドゥア・ビーチの螢光砂調査結果によると、底質は北側からの移動量が多いものの、リーフ内南北両側から海谷へ落ち込んでいることが認められた。

4.3 侵食対象域の侵食状況および原因

バリ島

全周の約430Kmの海岸線はすべて波浪の活発な攻撃と侵食にさらされている。海岸の侵食は主として波浪、潮汐、及び海流の影響によって進行する。全島の海岸侵食による問題点について位置別に要約して掲げると、表4.3の通りである。砂浜侵食の起きているほとんどのケースは、漂砂流出に対する補足材料源の欠如と周辺の珊瑚礁の採掘の結果によるものと考えられる。一方、ホテル等施設の配置が浜に近すぎるため、汀線の後退が直ちに観光利用対象のビーチの喪失につながることも問題点として指摘される。表4.3に掲げる各地点における海岸保全対策事業の必要優先順位について、緊急性の観点から評価し4段階に区分した結果は表4.4に示す通りである。(図4.6参照)

クタ・ビーチ

クタ・ビーチはバリ島南部の西海岸に位置し観光の重要地点になっている。クタ・ビーチにおける侵食はデンパサール空港の滑走路建設後1970年頃始まりこの10年間だけでも50mの後退量が見られる(図4.7参照)。特に区間CからFの汀線後退が大きく、侵食が大きい。調査区間の全長は約3.0kmでありこれを1978~88年の侵食状況に応じて7区間に分けて述べると表4.5のようである。

ヌサドゥア・ビーチ

ヌサドゥア・ビーチはバリ島の東岸に位置し調査対象区間は約6 kmである。この海岸はその名が示す二つの小島が本島とつながったため北向きの漂砂の遮断がおりこれが北側の海岸

(ヌサドゥア・ビーチ)の侵食原因だと思われる。調査区域をAからHまでの8区間に分けて1983年～88年までの侵食状況について述べる。(表4. 6, 図4. 8参照)

サヌール・ビーチ

サヌール・ビーチはバリ島の東岸に位置し延長約6 kmである。汀線の変化は浜全体のいたるところで見られ多くの侵食対策工が設置されている。それらは単に局所的保護を目的としたものに過ぎないものがほとんどである。ここでは海岸をAからHの8区間に分割して、1978年～88年の侵食状況を表4. 7に示す。(図4. 9参照)

DPUによる工事実績

DPUによってクタ、ヌサドゥア、サヌール・ビーチにおいて実施された保安対策工事は10基の突堤(延長540 m)、11基の離岸堤(延長630 m)、1基の護岸(延長36 m)、7箇所の養浜(総土量108,150m³)である。総工事費はRp.2,046,007,000である。これらの保安対策工事の実績を表4. 8に示す。

(1) クタ (図4. 10参照)

離岸堤 1基 70 m

総工事費 Rp. 335,000,000

(2) ヌサドゥア (図4. 11参照)

突堤 5基 343 m

離岸堤 5基 373 m

養浜 6箇所 101,650m³

総工事費 Rp. 1,795,067,000

(3) サヌール (図4. 12参照)

突堤 5基 197 m

離岸堤 5基 160 m

養浜 1箇所 6,500m³

総工事費 Rp. 215,940,000

調査地域の侵食原因

タナロットでは、海に面する島崖が波の作用で侵食していることが明らかであるが、その他の地点(クタ、ヌサドゥア、サヌール)は砂浜海岸であり、その侵食原因はいくつか考えられ、何が主因であるかは自明ではない。この問題を解く一つの手懸りは、数十年前まではこれらの海岸はほぼ安定していた(侵食も堆積の傾向もない)という伝聞である。当時、海岸侵食が人々の関心事ではなかった可能性もあるので、その信憑性についてはやや問題はあるものの、深浅図や波浪に関する資料が不十分である現在、最近起った、または変化したことの内から侵食原因を捜すのが当を得ているように思われる。クタでは1969年に空港滑走路が海浜に突き出すような形で建設され、これが巨大な防砂堤の役割を果たしている。クタ及びサヌール・ビーチでは珊瑚礁が活発に掘削されて水深が大きくなった地点では以前より大きな波が来襲するようになっている。以下では領域A, B, C…を用いて説明する。

クタ

クタ・ビーチ特に領域Dでは、最近深刻な海岸侵食に悩まされている。その直接の原因は、高い波により砂浜が洗われて沖へ土砂が運ばれることである。蛍光砂観測期中、D領域では砂は南から北へ動いており、主に南西から入射するうねりも砂を南から北へ運ぶものと理解される。空港の滑走路は、この南から北へ運ばれようとする土砂は阻止していると考えられるが、滑走路の南側に土砂の堆積傾向はない。これは滑走路に反射した波が土砂を反対方向に運ぼうとするためかも知れない。プルタミナコテージ前面は護岸で守られており、南西から入射する波も滑走路によりさえぎられて回折波以外はいってこないため、北への沿岸漂砂が抑えられており、逆に回折波による循環流により、プルタミナコテージ前面の一部には土砂の堆積がみら

れる。珊瑚礁の掘削により今までより高い波が海岸に到達するようになっており、また、珊瑚礁の発達していない海底、勾配の急な海岸線付近から沖合へ土砂が流出している可能性が強い。
ヌサドゥア

ヌサドゥア・ビーチは、バリハイアットホテルとサヌールビーチホテルの間で海岸線が急に曲がっている。この地点から北側では漂砂方向は主に北向きであり、南側では南向きであることが、砂の堆積傾向や蛍光砂及び流速の観測から推定できる。この漂砂が突堤や離岸堤で阻止された時その下手側で浸食がみられ、また、上手側または背後で堆積がみられる。領域CとDでは、沿岸漂砂による流出量が流出量を上回るため浸食がみられる。前述の海岸線が急に曲がっている地点の前面海域（この更に沖側に海谷がある）に砂の堆積がみられる。これは他所から運ばれた土砂がここに運ばれたものと理解されるが、一方流速観測によればこの海域から沿岸両方向へ流出する流れがみられている。これはヌサドゥアの海谷付近でみられた流れのパターンと定性的に逆である。これは観測結果が単に短い期間の現象を代表している可能性もあり、将来の検討事項とされる。領域Eにある離岸堤により北向きの沿岸漂砂が阻止されるので下手側の領域Fでは浸食がみられる。同じメカニズムでバリビーチホテル前面のヘリポートのために領域Hでも浸食が起きている。珊瑚礁の掘削により高い波がおしよせるになっている。いずれにせよ、ヌサドゥアとサヌールでは浸食がみられてもクタと比べると軽微である。

4.4 保全計画

最適対策工の選定

本調査地域への土砂流送に対する種々な阻害要因及び土砂供給源不足のため、人工養浜だけに頼っては海岸浸食の進行は止められない。緊急対策としては海底浚渫による大量の砂を用いて養浜するとともに、下記の流失防止対策を講じることが必要である。

- －強い風波と沿岸流にさらされる箇所に対する保護、安全工事
- －沿岸土砂流送の量を制御するため汀線を波浪進行の卓越方向と垂直方向へ修正する工事
- －人工養浜からの土砂流失を制御するためビーチを分割仕切る工事

長期対策としては、下記の代替案が考えられる。

- －人工養浜
- －サンド・バイパス
- －石積み傾斜護岸
- －突堤
- －離岸堤
- －ヘッドランドとポケット・ビーチ工法

北向きの強い沿岸流への対策や、維持保守、美観等の面を考慮すれば、各地点に大量の砂を補強する人工養浜を行い、ポケット・ビーチ化する保全工法が最適である。クタ・ビーチでは、ヘッドランドをT型とすることにより、離岸堤としての機能も兼ねもたせる。

海岸施設計画の基本構想

緊急計画は既存の美しい珊瑚質砂浜を保全し、海岸浸食への抵抗力を向上させることを主目的としており、海岸工学的観点から下記諸対策を内容として提案している。

人工養浜

浸食の進行する砂浜に人工的に砂を補強することによって、流失したビーチを復旧し、かつ浸食への抵抗力を増やす方法である。本プロジェクトでは、人工養浜は沿岸の既存施設を被災から守るための最小限必要な浜幅と奥行き確保と、国観的観光地としての地位を保ち得る最小限必要なビーチ規模と美観の維持を配慮した緊急対策として計画する。

沿岸土砂流送対策施設

汀線に対して垂直なヘッドランドを適当な間隔を設けて構築することにより、汀線沿いの土砂流送の動きを制御または阻止し、ヘッドランド間のビーチを、ポケット・ビーチの効果により、安定させることができる。一連のヘッドランドの設置は、侵入する波の波高を減衰し、進行方向を変え、流速をへらすとともに波浪及び海流の影響によって流出する砂を封じ込めるなどの効果がある。以上の考えに現場の条件を加味して考えると、波の荒いクタ・ビーチではT型突堤群の設置が最適であり、比較的遠浅で波も穏やかなサヌール及びヌサドゥア・ビーチでは直突堤、L型突堤の設置が妥当である。

クタ・ビーチ緊急保全計画

クタ・ビーチにおいては、デンパサール空港滑走路の施設工事後、インド洋からのうねりによる北向きの沿岸漂砂が遮断され、滑走路北側の沿岸漂砂の供給が減少した。従って、この10年間に50の汀線後退を含め、最大100m以上の浸食が見られ緊急の保全対策が必要とされる。クタ・ビーチにおける保全対策の基本は、人工養浜により海浜を復活し、それを維持することである。この海岸における海岸保全対策は次の通りである。

人工養浜

- 人工養浜の範囲：空港を起点として、300m北（プルタミナコテージ）から3000m北（クタシービューコテージ）迄延長2,700m
- 養浜幅：平均50m
- 前浜勾配：約1/17
- 養浜量：783,000m³

海浜の維持・確保

養浜された砂は、それを保持する施設がなければ、再び浸食され流失する。その施設は、完成後の維持・管理費用のてい減を考えると、サンドバイパスよりも突堤等の構造物の方が好ましい。ここでの突堤は、次の理由によりT字型を採用している。

- 横堤により外洋からのエネルギーを減殺する。
- 横堤背後の水域を比較的静穏に保ち、砂がその区間から流出することを防ぐ。
- その区間に入ってくる波のエネルギーを減少させ、ポケットビーチの形成を助長する。

—横堤部を、維持・保管のためのパトロール用、及び観光用に利用し得る。

各突堤の大きさ及び配置は図4.13に示す。

ヌサドゥア・ビーチ緊急保全計画

ヌサドゥア・ビーチにおいては、既に3基の突堤、離岸堤、U型離岸堤が設置され、また、ヌサ・クチル島と地中海クラブの間に100,000m³の養浜が施工されている。北向きの沿岸漂砂のため海浜幅は狭く、勾配は急である。この海岸の浸食を防止し、海岸保全上、また観光上十分な海浜を確保するために、人工養浜及びそれを維持するための施設が必要である。

人工養浜

- 人工養浜の範囲：突堤No.3（地中海クラブ）より、ヌサ・ブサール迄延長2,350m
- 養浜幅：平均50m
- 前浜勾配：平均1/17
- 養浜量：229,000m³

海浜の維持・確保

ヌサドゥア・ビーチにおける海岸保全計画の基本は、対象海岸をいくつかの区間に分割し、その内で安定させる工法を採る。区間Ⅰは2つの小島にはさまれているため、特に構造物を作らなくても海浜は安定すると思われる。区間Ⅱでは、この区間内で安定海浜が形成され

ることが期待される。屈折図によると、ここに入射する波の方向は現在、海岸線にほぼ直角になっており、沿岸漂砂量も少なく、安定形状に近いのではないと思われる。よって、既存の突堤 No. 1 と、小島（ヌサ・クチル）の間でこの区間の海岸はほぼ安定することが期待される。区間 III では、リーフのギャップへの漂砂の落ち込み、及びそこからの波の侵入が浸食の原因になっている。これを防止するためには、既存の U 型離岸堤の延長が必要である。これにより U 型離岸堤左右の海浜の安定は期待出来る。

突堤 No. 2 及び No. 3 の間の海浜は、この区間でポケットビーチを形成することが期待される。そのためには北側への漂砂の流出を防止するために突堤 No. 3 の延長が必要であろう。一方、現在 4 基の離岸堤が設置されている。波の屈折図あるいはリーフギャップからの波の侵入等から判断すると、離岸堤の天端高さを若干下げ、既存の U 型離岸堤と同様の M S L 程度にするのが良いと考えられる。施設の配置等を図 4. 14 に示す。

サヌール・ビーチ緊急保全計画

サヌール・ビーチの汀線後退量は、ほぼ 10m 程度である。海浜の幅は狭く、勾配も急である。この海岸の海岸保全計画の基本は、幅 50m の海浜を確保出来るように人工養浜により、海浜の回復をはかること及び構造物によりそれを維持・管理することである。海岸保全計画は以下の通りである。

人工養浜

- －人口養浜の範囲：延長 700m + 4,000m
- －養浜幅：平均 30 m
- －前浜勾配：平均 1/17
- －養浜量：448,000m³

海浜の維持・確保

この海岸における沿岸漂砂の方向は、区間 II 以北では北向きであり、区間 II 以南では南向きである。リーフ存在のため、沿岸漂砂量はクタ海岸のように大きくはなく、大規模構造物は必要ないと思われる。区間 I では、3 基のヘッドランドを設置する。また、区間 II では 4 基の直線突堤を設置する。区間 III では、北向きの漂砂のリーフギャップへの落ち込みを防ぐため、L 型突堤及び直線突堤を設置する。一方、区間 I と区間 II との間に位置するリーフギャップからの侵入する波のエネルギーを減少するために（波によりクヌマ・サリイン付近の海浜が浸食している）ギャップの前面に潜堤を設置する。各施設の配置等を図 4. 15 に示す。

タナロット緊急保全計画

コンクリート・ブロックの囲設により岩礁島の保全を図る（既存計画通り）。同計画における施設の配置を図 4. 16 に示す。

4.5 海岸保全対策の提案

前述の如くバリ島の海岸保全計画の概要について調べてきた。バリ島では珊瑚礁の海岸浸食ということで調べてきたが、現実には珊瑚礁そのものを保護するのではなく、珊瑚礁砂浜の浸食に対する保全で対策工自体も砂質海岸の対策工が適用されている。基本的な考え方としては、養浜を主体として養浜した砂が維持されるよう保護工として突堤、離岸堤を設置するもので、水理シミュレーション結果でも十分効果が期待出来るものとしている。ただし、この対策工は、バリ島の観光のための美しい砂浜の現出を目的としているところから、一般的な浸食に対する海岸保全対策としては経済面からも検討する必要がある。この意味では、やはり種々の対策工の組み合わせによる代替案についてその効果分析と経済比較による最適案の選定が必要と考えられる。

第 5 章

海岸保全対策の実施例および対策の提案

本章では第 3 章で事例調査を行ったマレーシアにおける海岸保全について、既往対策の実施例およびその問題点等について解析し、熱帯地域の典型的な海岸形態である泥質海岸に有効な海岸保全法について考察する。

5.1 基本的な対策

既往調査資料によると、図 5. 1 に示す各地点で海岸保全対策が実施されている。この図からみて、マレーシア海岸保全対策の特徴として以下のものがあげられる。

- 構造物で最もよく用いられているのは防波堤および護岸である。
- 材料としてはロックがかなりよく用いられており、次いで蛇籠、コンクリート等が用いられている。
- 熱帯地方特有なものとしてはココナツの幹を木杭として使った護岸、水制等がみられる。

5.2 保全対策の適正度

これらの海岸保全対策の目的としては、海岸を波浪から守るための海岸補強や沿岸漂砂の方向を変えたり堆積を促したりするものであるが、全体的な評価としては十分な調査に基づく総合的な判断で実施されておらず、どちらかといえばその場しのぎ的な対策に留まっているために種々の問題を生じている。Ch'ng (1993) も指摘するように、事業の計画や実施が州単位あるいは民間資本によって行なわれることが多く、海岸線管理のための連邦政府の統一的な方針がないまま実施されているものが多い。

表 5. 1 にそれぞれの対策とその結果が示されているが、この表によると対策の適正度については次のような結果になっている。

これによれば約 44 % が不適正な工法もしくは材料となっている。特に不適正さが指摘されているのは防波堤に浸透性の蛇籠や木杭を用いている点や、半永久構造物に耐久性の低いもの（木杭、蛇籠）を用いている点を指摘している。地域的に見ると、半島は泥質の西海岸、砂質の東海岸とも不適正率は 35 % 程度で、不適正な理由としては護岸もしくは防波堤に木杭、蛇籠を用いた点を指摘している。サバ州では砂質海岸の対策に材料をほとんど石積みやコンクリートを用いており、一ヶ所蛇籠を基礎部に用いた点が不適正とされている。サラワク州では同じく砂質海岸の対策で防波堤 6 ヶ所、護岸 2 ヶ所のうち材料に木杭を用いている点や、基礎に蛇籠を用いている点が不適正としている。

5.3 保全対策の効果

同様に各地点の対策の効果をまとめると以下の表 5. 3 のようになる。この結果をみると、ほとんど 60 % の施設が効果が無いという結果になっている。この効果が無かった理由としては、以下のものがあげられている。

- 工法、材料が不適切
- 対策としては適切ながら結果として根元が侵食している。
- 同じく崩壊もしくは滑りを起こしている。
- 高さが充分でなく、越波している
- 側方から侵食もしくは崩壊している。

こういった状況が生じた原因の一つとして (1) 根入れが不十分、(2) 底質に対する調査が不十分、(3) ロック材料の重量が不足等を指摘しており、特にマレーシアでの蛇籠や木杭の使用は期待外れの結果に終わっているとしている。

地域的にみると泥質海岸である西海岸では効果は他の地域より比較的良好に上がっており、砂質海岸では効果割合が低くなっている。また、対策毎の内訳としては表 5. 4 のようになっている。

これからみると西海岸では護岸が割と多く使われており、効果も比較的良好のに対し、防波堤の効果はやや低くなっている。また、適用例は少ないものの水制については割と効果が高くなっている。一方、砂海岸では護岸よりも防波堤が多く用いられているが、多くの場合崩れたり、根元を侵食されたりして効果がない結果となっている。

5.4 海岸保全対策の提案

海外保全対策として既往調査で提案されているものは以下の通りである。対策として構造物対策と非構造物対策があるが、構造物対策として取り上げられているのは (1) 護岸、(2) 防波堤、(3) 水制、(4) 養浜、(5) 離岸堤であり、非構造物としては災害を受けている若しくは受けそうな施設、用地の移転等をあげている。このうち構造物の適用については、その海岸侵食状況から判断して上記五つの対策の単独若しくは組み合わせで提案しているが、具体的な最適案の選定については今後の詳細な調査によるものとしている。

表 5. 5 に各対策案および図 5. 2 に対策地点位置を示す。この表から早急な対策を要するとされている Category 1 グループで提案されている構造物としては、全 47 地点のうち表 5. 6 のようになっている。

表 5. 6 からみると、現在適用されている護岸、防波堤、水制等の他、離岸堤や養浜を提案している。地域的には泥海岸である西海岸ではほとんどの地域で護岸を提案している他、約 50 % の地点で防波堤、30 % の地点で水制、離岸堤、養浜を提案している。日本や欧米諸国の保全手法と比較すると、汀線部分を被覆する形式の護岸が多く用いられており、保全効果も比較的良好。熱帯地域ではシルト質・泥質海岸が多くみられるため、堅固な構造物を施工できないためであると考えられるが、このような被覆工が、比較的良好に機能していることは注目値する。ただし、被覆材料の重量が不足している場合や材料に蛇籠を用いている場合は不等沈下を生じていることが多いため、材料の選定には注意を要する。なお、ここで提案されている構造物の材料としては図 5. 2 に示すように石積みを基本的に考えている。熱帯地域特有の材料を生かした保全対策の施工例としては、ココナツの幹を木杭として使った護岸や突堤などがみられるが、耐久性に問題があり、長期にわたって安定した効果を期待できない。また、汀線部の被覆に蛇籠が用いられることも多いがやはり耐久性に問題があり、成功している例は少な

い。また、突堤については施工例は少ないものの効果は比較的高い。離岸堤や養浜については泥質海岸でどのように適用し、どのような効果があるのか興味を持たれるところである。

砂海岸である東海岸はほぼ同じ割合で護岸、防波堤、水制、養浜等が提案されているのに対し、サバとサラワクでは前者が護岸主体なのに対し後者は防波堤を主体としているのが興味がかかる。近年は新しい工法も積極的に取り入れられており、東海岸では潜堤と養浜を組み合わせた保全対策も実施されている (Hassan, 1992)。

第 6 章

海面上昇問題への対応

6.1 既存調査の概要

二酸化炭素に代表される温室効果ガスの濃度の増大によって低層大気的气温が 1.5~4.5 度上昇し、それにとまなう海水の熱膨張や山岳氷河・極氷床の融解により海面が上昇する、これが地球温暖化による海面上昇のメカニズムである。海面上昇に対する影響を評価するうえでは、今後地球温暖化がどのように進んでいくのかが重要な問題となる。1988 年 11 月に国際機関として「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」が組織され、予測される海面上昇の大きさについていくつかのシナリオを提示している。

IPCC(1990) では、今後温暖化が進んだ時に海面がどの程度上昇するかについて、いくつかのシナリオを提示している。海面上昇の影響を評価する時に最も良く用いられるのは、Business As Usual というシナリオである。これは、温室効果ガスの排出に対して有効な規制がとられずにはば現状のまま推移した場合のシナリオで、2070 年に 21-71cm の海面上昇が予測されている。その後モデルの改良が進められ、例えば CSIRO(1992) では、IPCC(1992) の検討を受けて、2070 年に 15-90cm の上昇量と予測している。また、海面の上昇は加速的に進むため、その上昇速度は 2010 年には 0.15-0.75cm/年、2070 年には 0.18-1.01cm/年と推定されている。

東南アジア諸国における海面上昇問題への関心は現状では低い。海面上昇の影響評価については、アジア開発銀行による報告書がまとめられ、今後各国政府による具体的な対策例の検討へと進む段階にあり、本研究で抽出した問題点に留意して対策を検討する必要がある。マレーシアの場合、Teh (1991) も指摘するように、特に低平地でマングローブ林が多く発達する半島西海岸が深刻な影響を受けると考えられる。今後、平均海面の観測体制を強化するとともに、国際レベルでの対応が必要である。

今日の環境問題の一つとして、海面上昇にとまなう様々な影響は、気候変動の引き起こす結果とともに注目されている。この海面上昇問題については、アジア開発銀行 (ADB) が米国、日本等の研究者の協力の下、1994 年にインドネシア、マレーシア、ヴェトナム、フィリピン等の国別に、(1) 予想される気象変動 (気温、降雨量、海面上昇度)、(2) 考えられる悪影響、(3) 対策のための提案を "Climate Change in Asia (1994 年)" としてまとめている。ただし、この報告に対して、各国政府の公式の見解など動きはまだみられていない。

その他の研究者、研究機関による海面上昇問題は高潮、洪水に着目されたものが多く、海岸保護、沿岸環境に焦点をあてたものはまだまれである。この ADB の報告書に示されている状況をふまえて、現在の状況とアジアの熱帯地域の諸国が抱えている問題について次節以降で解説する。

6.2 インドネシア

海面上昇の想定

インドネシアの気象条件の変化として気温変化、降雨量変化、そして海面上昇の変化を Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) によるシナリオに基づいて、それぞれ大・中・小の3段階で想定している(表6.1参照)。この表では海面上昇は最悪のケースで西暦2070年には90cmに達するとしている。

海面上昇による影響

海面上昇による影響としては次の項目をあげている。

(1) 住民移転

インドネシアの場合1990年時点で200万人が平均海面から標高2mの範囲に住んでおり、これらの住民の移転が大きな問題となる。

(2) 用地冠水

海面上昇による農地冠水は60cm上昇した場合80万haの灌漑面積、汽水域灌漑や養魚地等他目的に用いられている550万haの農地の約20%、400万haのマングローブ地の25%、80万haの宅地の25%の総計340万haが冠水する。これは年間US\$11.3 billionの経済損失に相当する。

(3) 社会経済基盤

また海面上昇は、港湾、倉庫、道路、鉄道等多くの施設に影響を与える。特に港湾を始めとする海上輸送システムは膨大な被害を被ることになる。インドネシアの場合、道路延長1000km、5つの港湾が損害を受けその額は、\$11 billion(年間)さらに海岸にある娯楽施設なども年間\$1 billionの被害を受ける。

(4) その他

この他海水の侵入や水面上昇による農作物への影響、洪水被害の増加等があげられる。また、汽水域に棲息する生物、魚介類等への影響も大きいと考えられている。

海面上昇への対応

この海面上昇に対して種々な分野での対応が考えられるがそれをまとめると次のようである。

- 各都市域の浸水を防ぐための防潮堤の建設
- 水没地域での開発規制
- 港湾施設等社会基盤設備の水没からの防御、嵩上げ、移設等
- 地下水汚染を防ぐための水質保全対策
- 沿岸漁業から沖合漁業への転換のための技術指導、投資

国政レベルの対応

温暖化現象、海面上昇問題に取り組むには膨大な費用を要するため早急な実施は困難であるが、以下のことを国政レベルで対応することを勧告している。

- こういった問題に取り組むための組織、法制度の整備
- 観測体制強化、情報収集、整備
- 一般市民への問題重要性の告知と対応への参加、政府機関、NGO、Private Sectorの協力キャンペーン
- 先進国からの援助

6.3 マレーシア

海面上昇の想定

マレーシアでも海面上昇の想定としてはインドネシアと同様、CSIROのシナリオに基づき大・中・小の3段階で考えており、次表の値を採用している。

年	小	中	大
2010	3 cm	9 cm	15cm
2070	15cm	45cm	90cm

海面上昇による影響

この海面上昇による影響としては、一般に物理的、社会的、経済的観点から次のように指摘している。

(1) 物理的影響

- －海岸侵食、陸地の縮小
- －高潮の形態変化
- －塩水遡上
- －マングローブ植生域の減少

(2) 社会的影響

- －漁業、農業、娯楽等の経済的基盤の破壊による影響
- －学校、宗教施設、道路、墓等社会基盤施設への脅威
- －住民移転による影響

(3) 経済的影響

- －土地の損失、建物、農作物、工業プラント、観光施設への影響

海面上昇への対応

将来の海面上昇への対応の選択肢としては“移転”“海岸線維持”“積極的な展開”もしくは“防御”“後退”“協調”が考えられる。防御は現状の海岸線維持で後退もしくは移転はより高地への後退、協調は土地利用の変更等で対応、積極的展開としては埋め立て等によって海岸線を逆に前進させることを意味する。

これらの選択肢の中でどれを採用するかはそれぞれの海岸線の現状もしくは将来の利用の可能性によって異なるが、Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) の勧告として次の対応を挙げている。

1. 2000年までに海岸保全計画を策定する。
2. 危険地域について地形図作成、評価を行う。
3. 将来の影響を緩和するために、海岸の開発計画の中に海面上昇を考慮しておく。沿岸風雨災害に備えた緊急対策を強化し、気候変化に備える。
4. 海面上昇の効果に関して国際的議論を高める。
5. 海面上昇、気候変化に対処するために開発計画への技術援助を行う。
6. 人口増加や沿岸域の開発を抑制するために国際協力や教育を行う。
7. 気候変化が海面上昇に与える影響を予測、理解を深める研究を強化する。
8. 地球規模の観測体制を実施する。
9. 気候変化や海面上昇に関する資料・情報を広く公報し、海岸保全計画策定に役立てる。

6.4 フィリピン

海面上昇の想定

海面上昇の想定としては他国と同様、基本的にC S I R Oのシナリオによる 2070 年に 90cm の上昇を採用している。

海面上昇による影響

海面上昇による影響については、表 6. 2 の項目についてそれぞれ影響の度合いを評価している。

海面上昇への対応

全国的な海面上昇への影響を緩和するため提唱されている対応として以下のものが示されている。

- －気候変動が海面上昇に与える影響に関する調査の強化
- －全国的な沿岸管理計画を作成
- －危機に瀕する沿岸地のリストアップ
- －緊急対応の強化
- －沿岸保護システムの作成
- －沿岸資源管理に基づいた公共施設や財産の整備
- －海面上昇を考慮した維持可能な漁場の評価と保全にのっとった漁場毎の漁業資源管理計画の作成
- －気候変動と海面上昇に関する知識の一般への普及

6.5 ヴェトナム

海面上昇の想定

海面上昇の想定は他地域と同様C S I R Oのシナリオによる 2070 年に 90cm の上昇を前提としている。

海面上昇による影響

海面上昇による影響として次の項目を挙げている。

- －レッドリバーデルタで 50 万 ha, メコンで 150～200 万 ha が高潮の被害地域となり, 220～250 万 ha が塩水被害を受ける。
- －40 万 ha の湿地・マングローブ林のうち, 250 万 ha が水没し, 現在の農地の 10 万 ha が新たにマングローブ林に変わる。
- －21 万 ha のメラルカ（植物）林が塩水の影響を受ける。
- －メコン川 400km とレッドリバー 200km の洪水高さが上昇し, ポンプの排水能力はレッドリバーで 2～2.5 倍, メコンで 1000～1500（MW）に増加させる必要がある。
- －防護堤は現在 2700km あるが, 2000km 増築する必要がある。
- －メコンデルタ沿いの防護堤は最新の気象条件を考慮して改良する必要がある。
- －侵食はハイハウ海岸（ナムハ・プロビンス）の 60～70km にわたって深刻であるが, 海面上昇対策では米ドルで 20 億～40 億必要とみられている。

海面上昇への対応

海面上昇への対応して既存の防護壁の嵩上げの他に進められているのは以下の 5 点である。

- －海方向の傾斜地（陸から海水に向かっての地形）を植生, 植林によって, または, 表層処理によって保護する。
- －マングローブ林を植林し, 防護堤の海側の地形を保護する。

- 防護堤を（場所によって）二重にし，外側の堤の破損に備える。
- 侵食の著しい箇所では防護堤をセットバックする。
- 気候の温暖化の可能性を大きくみる場合は，海岸線の内陸への接近を考慮する。

6.6 今後の課題

以上，インドネシア，マレーシア，フィリピン，ヴェトナムの4カ国について海面上昇の想定，影響，対策とみてきたが，これらの検討について次のことがいえる。

1. 海面上昇の想定は対象地域としては4カ国あるものの，十分なデータがなく，事象が地球温暖化という地球規模で動くということで，いずれの国についてもCSIROのシナリオによる2070年に90cmの上昇をベースに考えている。
2. 各国の特異性はその影響と対策について現れるものと考えられるが，その影響に違いは見られるものの対策面ではまだ個々の国に応じた具体的な提案をするところまでいかず，全般的な対策の提言に留まっているように思える。
3. また，影響についても基本的には低地部の冠水，海岸侵食の増加，塩水の流入等による一般的な影響がベースになっている。

これらのことから今後の調査としては，その影響の度合いから判断し対策を要する重点区域を決め，それぞれの区域に対する具体的な対策の検討をどういう順序で実施していくかという検討と，地球温暖化を最小限に食い止めるための具体的方策の検討が必要である。

第 7 章

おわりに

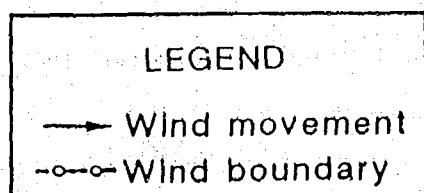
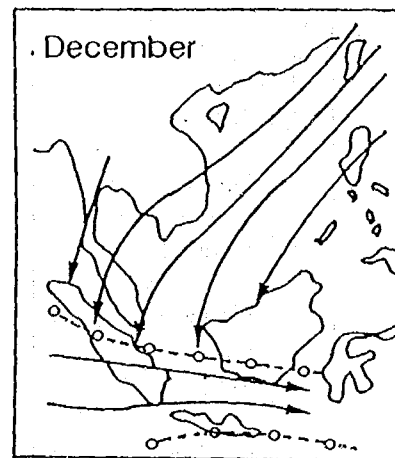
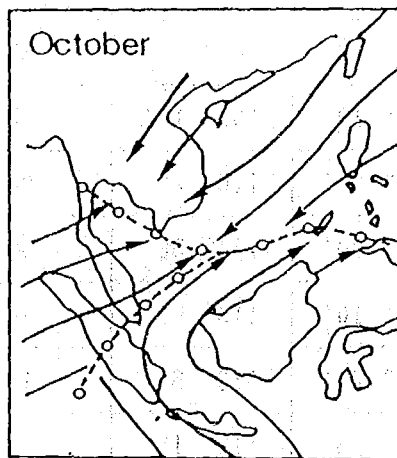
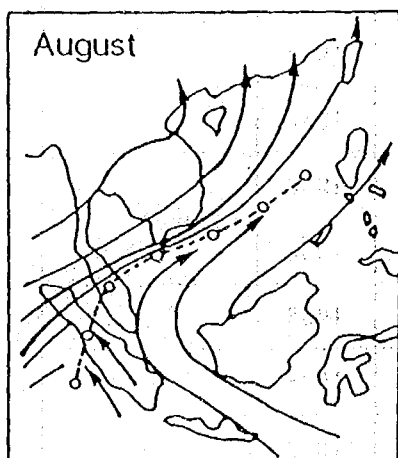
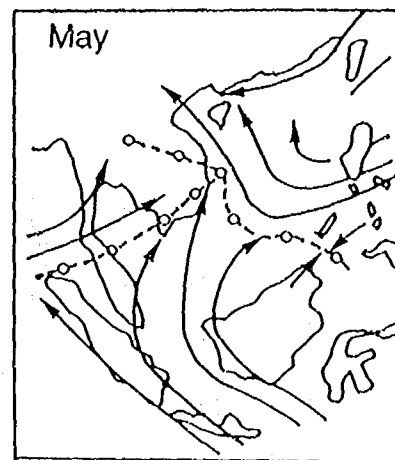
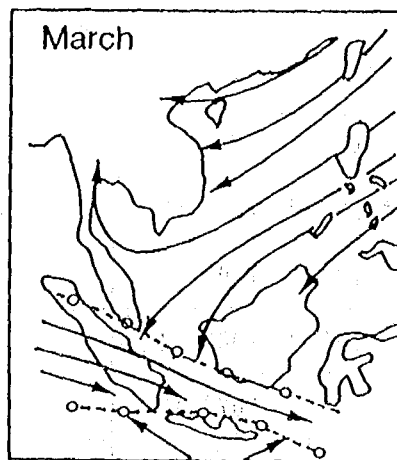
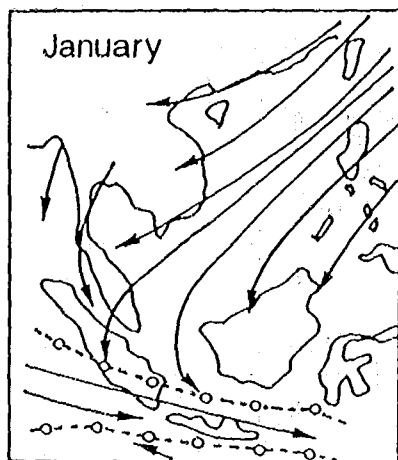
東南アジアの熱帯・亜熱帯地域について、海岸の形態、利用状況、被災事例を調査した。東南アジア諸国の海岸に関する基礎的な資料の概要をまとめ、特に日本で比較的容易に資料が入手できる諸国については、従来の保全対策の問題点を抽出した。その結果熱帯地域では、背後に人口集中地域を控えているシルト・泥質海岸で海岸侵食が重大な問題となっていること、その保全対策としては護岸による被覆工が有効であるが被覆材の耐久性に注意が必要であることなどが明かになった。また、サンゴ礁を有する海岸ではリーフエッジにおけるサンゴの成長過程と背後地の海岸侵食との関係を捉えることが重要であり、保全を考える上ではサンゴ礁を含めた生態系への配慮が極めて重要であることが指摘された。さらに、これらの諸国に対する海面上昇の影響評価については、アジア開発銀行による報告書がまとめられ、今後各国政府による具体的な対策例の検討へと進む段階にあり、本研究で抽出した問題点に留意して対策を検討する必要がある。

謝辞

本報告に掲載した図表については、関係各機関から転載許可をいただいた。転載をお認め下さった方々に謝意を表する。

参考文献

- Asian Development Bank (1994): Climate change in Asia: Malaysia country report. 204p.
- National Coastal Erosion Study (1985): Economic Planning Unit, Prime Minister Dept.
- Ch'ng, K.L. (1993): Integrated planning for management of coastal resources: Malaysia's experiences, Proc. of IPCC Eastern Hemisphere Workshop, pp. 341-349.
- Nik Hassan, N.M.K.(1992): Coastal development and environmental problems in Malaysia, Proc. of Yokohama Symposium on Coastal Processes in Asian Region, pp. 117-143.
- Shibayama, T. (1992): Coastal Processes in Asian Region, 174p.
- Teh, T.S. (1991): Effects of and responses to a rising sea: A national assessment for Malaysia, Univ. of Malaya, 36p.
- 柴山知也・S. Vongvisessomjai・S. Weesakul (1991): タイ国の海岸問題-東南アジアにおける一例-, 海岸工学論文集, 第38巻, pp. 371-375.
- 松田義弘 (1994): 沿岸域および海洋の環境保全・改善利用と技術に関する調査研究, pp. 49-54.
- 国際協力事業団 (1982): National Water Resources Study.
- 国際協力事業団 (1989): バリ島海岸緊急保全対策計画調査.
- 国際建設技術協会 (1989): フィリピン共和国河川維持管理計画および高潮対策調査.
- 国際建設技術協会 (1990): Preliminary study report on integrated coastal development in Indonesia, 20p.



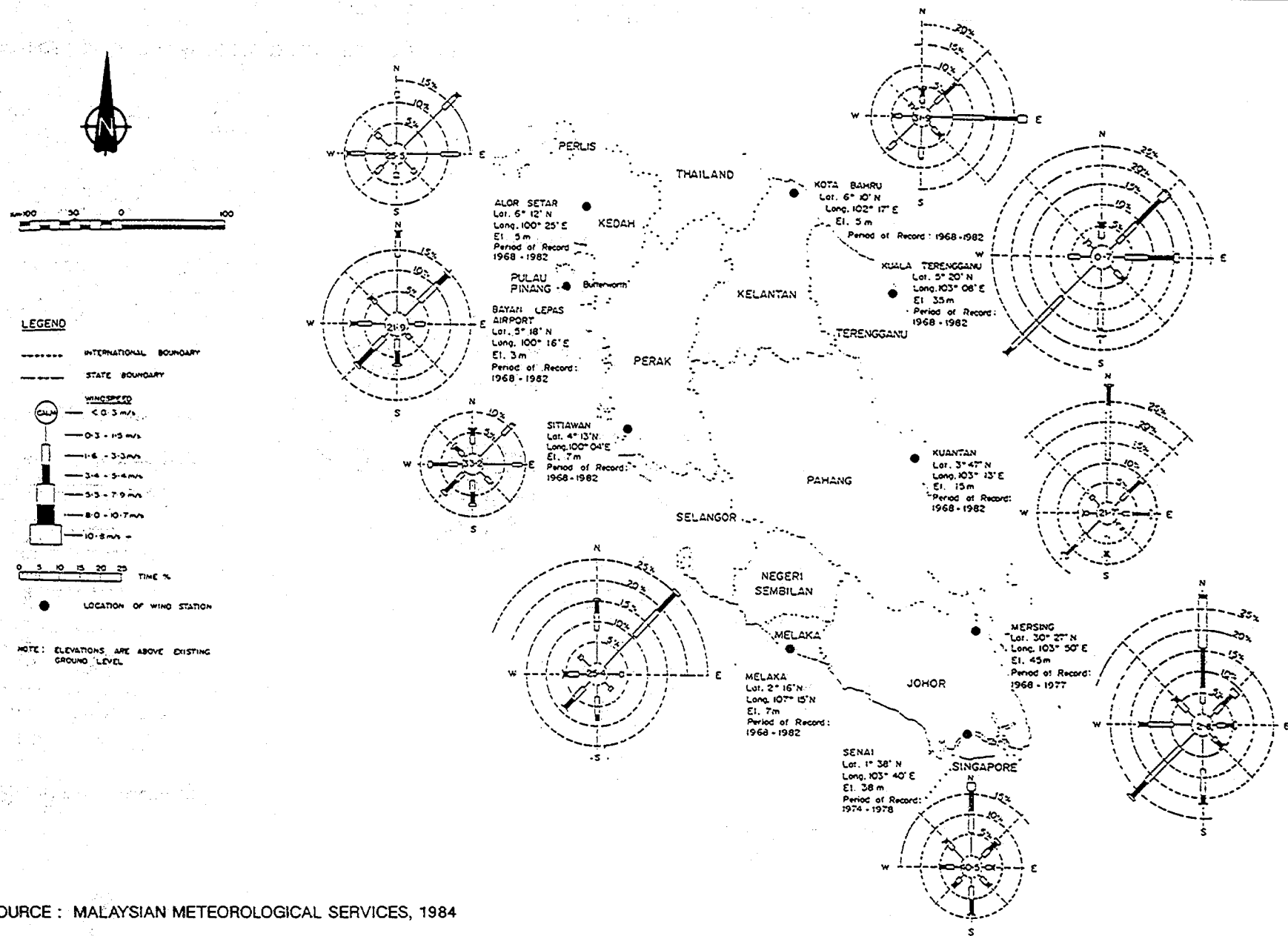
DATA SOURCE : National Water Resources
Study, 1982, JICA

図2.1 マレーシア風向分布

表 2.1 主要気象観測地点

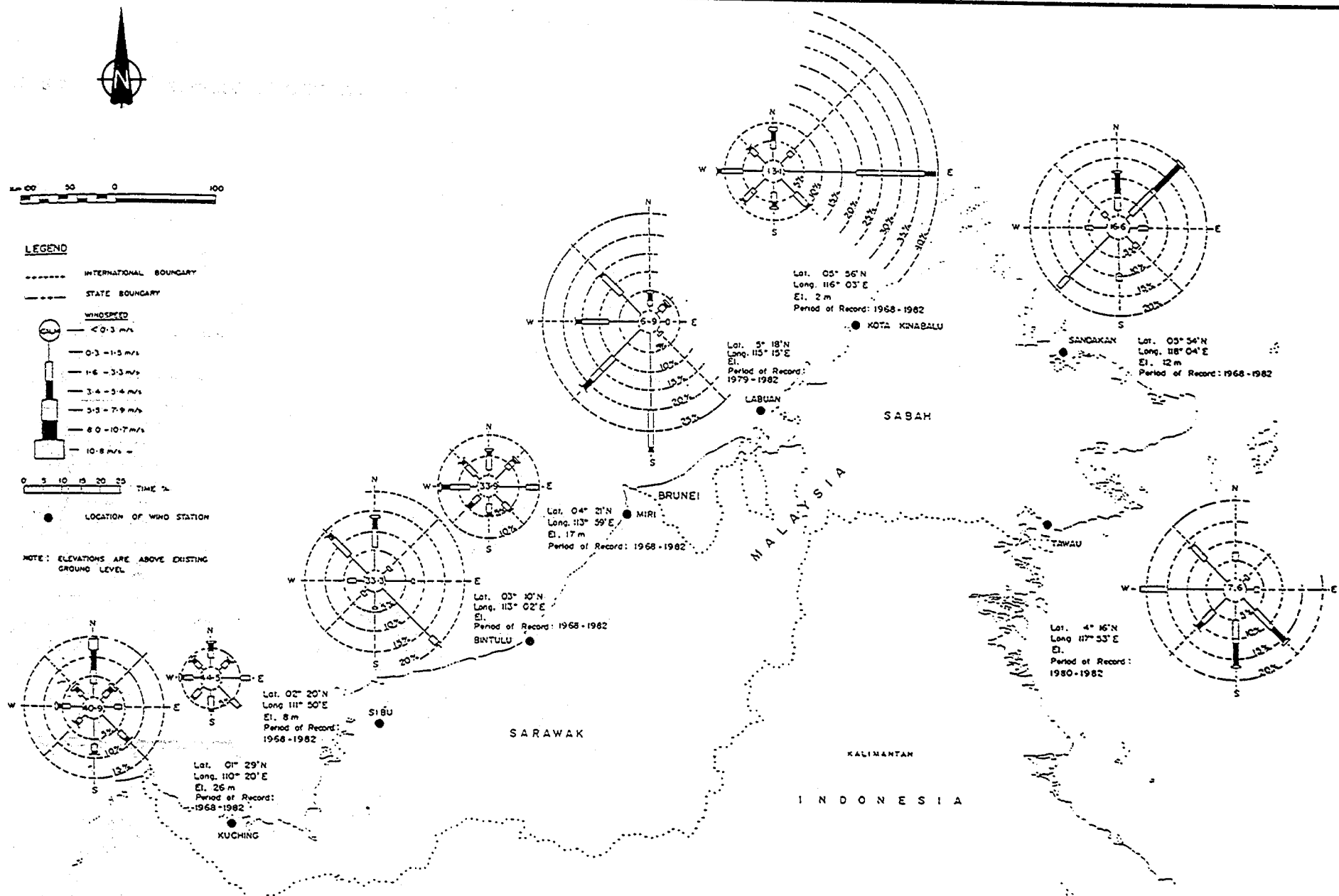
地 点 名		位 置			観 測 開始年	摘 要
		北 緯	東 経	標 高		
半島 (西海岸)	Alor Star	6° 12'	100° 25'	5 m	1968	
	Bayan Lepas	5° 18'	100° 16'	3	1968	
	Sitiawan	4° 13'	100° 4'	7	1968	
	Melaka	2° 16'	107° 15'	7	1968	
	Senai	1° 38'	103° 40'	38	1974	
半島 (東海岸)	Mersing	3° 27'	103° 50'	45	1968	
	Kuantan	3° 47'	103° 13'	15	1968	
	K. Terengganu	5° 20'	103° 8'	35	1968	
	Kota Bahru	6° 10'	102° 17'	5	1968	
サラ ワ ク	Kuching	1° 29'	110° 20'	26	1968	
	Sibu	2° 20'	111° 50'	8	1968	
	Bintulu	3° 10'	113° 2'	—	1968	
	Miri	4° 21'	113° 59'	17	1968	
サ バ	Labuan	5° 18'	115° 15'	—	1979	
	Kota Kinabaru	5° 56'	116° 3'	2	1968	
	Sandakan	5° 54'	118° 4'	12	1968	
	Tawau	4° 16'	117° 53'	—	1980	

出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA



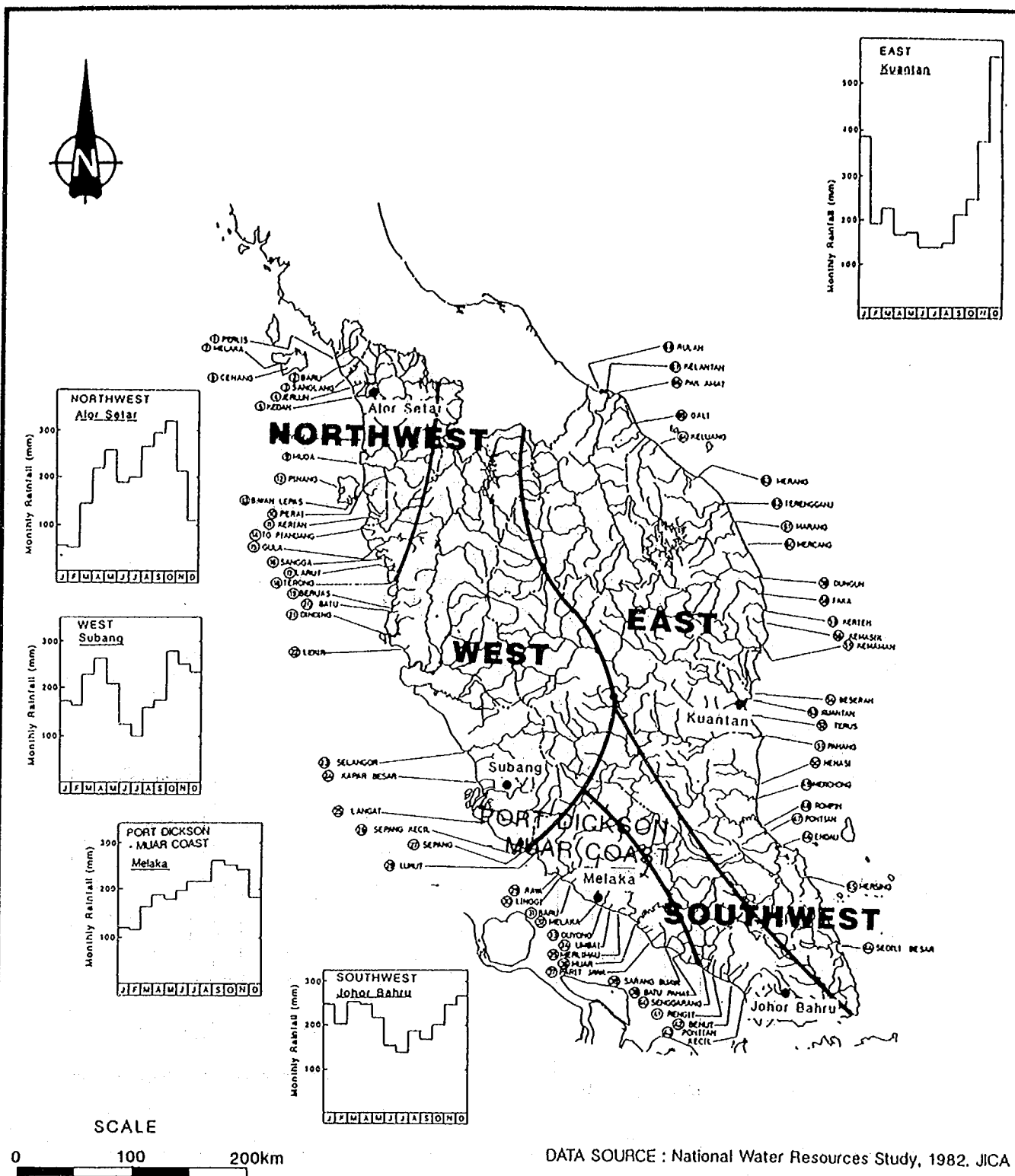
SOURCE : MALAYSIAN METEOROLOGICAL SERVICES, 1984

図2. 2(1/2) 風向風速特性図(半島)



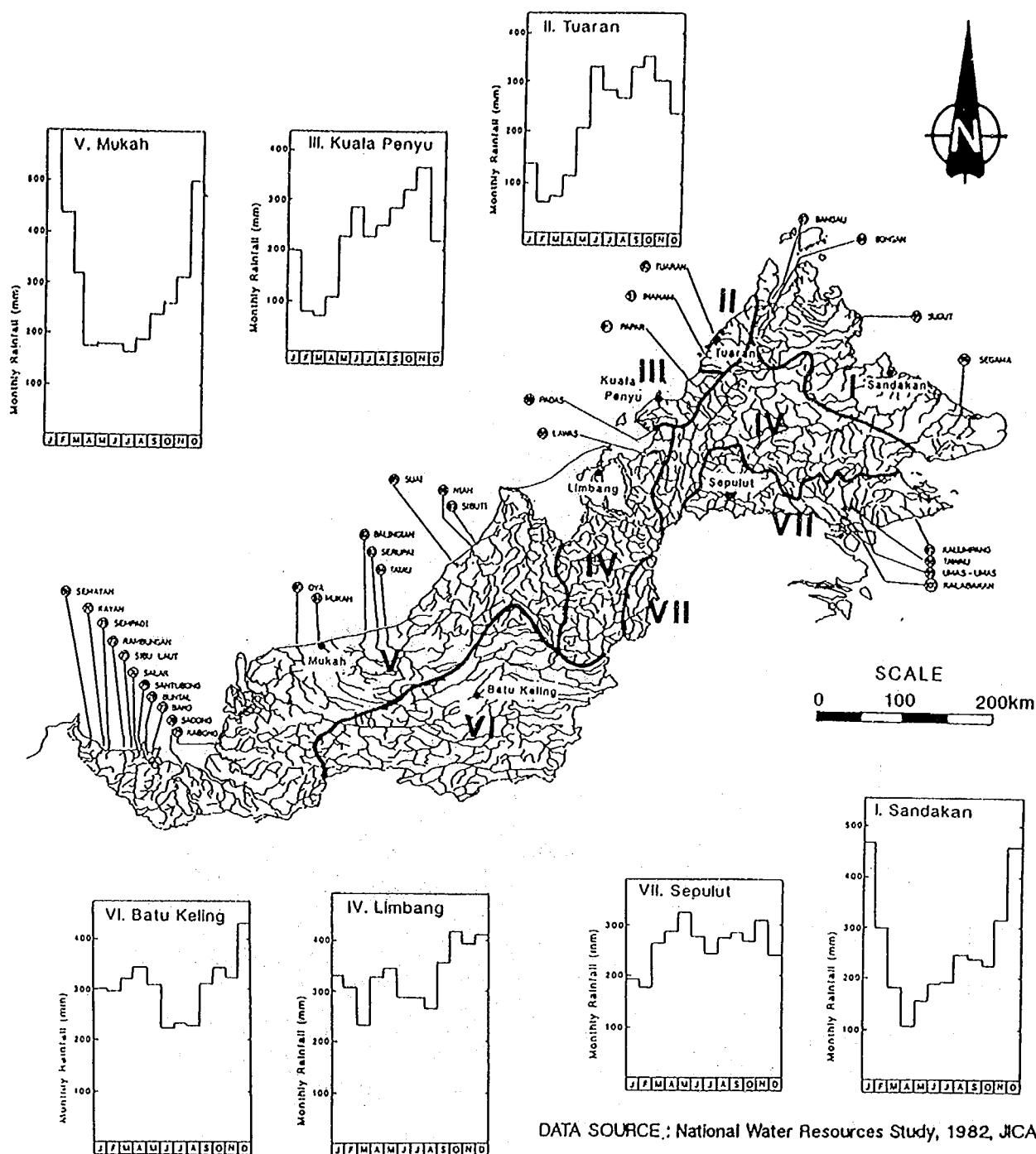
SOURCE : MALAYSIAN METEOROLOGICAL SERVICES, 1984.

図2. 2(2/2) 風向風速特性分布図(サバ・サラワク州)



No.	Region	Rainfall Pattern
1	Northwest	This region has two rainfall peaks during the two intermonsoon seasons and low rainfall during the northeast monsoon.
2	West	This region has two rainfall peaks during the two intermonsoon seasons and low rainfall during the southwest monsoon.
3	Port Dickson - Muar Coast	This region has a build-up of rainfall during the southwest monsoon and the second intermonsoon season.
4	Southwest	This region has a rather even rainfall distribution throughout a year.
5	East	Heavy rainfall concentrates during the northwest monsoon season between November and February.

図2. 3(1/2) 降雨分布(半島)



DATA SOURCE: National Water Resources Study, 1982, JICA

Region	Rainfall Pattern
I	High rainfall concentrates between November and February due to the northeast monsoon.
II	Two rainfall peaks appear in May and October. The heights of the two peaks are almost same.
III	Two rainfall peaks appear in May and October but that of October is bigger.
IV	High rainfall concentrates between September and October, followed by comparatively high rainfall months of November and December.
V	A high rainfall peak appears between November and February. In the other months rainfall distributes evenly.
VI	This type has an even distribution of rainfall throughout a year.
VII	Comparatively heavy rainfall is experienced in the southeast monsoon season.

図2. 3(2/2) 降雨分布(サバ・サラワク州)

表2. 2 基本潮汐值

Location	Standard Port	LAT (m)	MLWS /MLLW (m)	MLWN /MHLW (m)	MSL (m)	MIWN /MLHW (m)	MIWS /MHHW (m)	HAT (m)	Tidal Range = HAT-LAT (m)	Chart Datum (below LSD)	Remarks
West Coast	Teluk Ewa	0.0	0.6 *1	1.5 *3	1.9	2.2 <5	3.1 <7	3.8	3.8		
	Kuah	0.0	0.2 *1	1.0 *3	1.4	1.7 <5	2.6 <7	3.0	3.0		
	Kuala Perlis	0.0	0.6 *1	1.5 *3	1.9	2.2 <5	3.1 <7	3.8	3.8		
	Pulau Pinang	0.0	0.6 *1	1.3 *3	1.6	1.8 <5	2.6 <7	3.2	3.2	1.4 m	
	Lumut	-0.1	0.5 *1	1.2 *3	1.6	2.0 <5	2.7 <7	3.3	3.4		
	Bagan Datoh	0.0	0.4 *1	1.2 *3	1.7	2.1 <5	2.9 <7	3.4	3.4	1.7 m	
	Pelabuhan Klang	-0.1	0.8 *1	2.2 *3	2.9	3.6 <5	5.0 <7	5.8	5.9	2.7 m	
	Beting Sedepa	-0.2	0.6 *1	1.8 *3	2.4	3.1 <5	4.3 <7	5.0	5.2		
	Port Dickson	-0.1	0.3 *1	1.1 *3	1.5	1.9 <5	2.8 <7	3.4	3.5	1.5 m	
	Tanjung Kling	0.0	0.6 *1	1.2 *3	1.5	1.8 <5	2.4 <7	3.1	3.1		
	Kuala Batu Pahat	-0.2	0.3 *1	1.1 *3	1.5	1.9 <5	2.7 <7	3.3	3.5		
	Pulau Pisang	-0.2	0.5 *1	1.3 *3	1.8	2.3 <5	3.1 <7	3.9	4.1		
	Raffles Lighthouse	-0.1	0.5 *1	1.2 *3	1.7	2.1 <5	2.9 <7	3.5	3.6		
	Keppel Harbour	-0.3	0.4 *1	1.1 *3	1.6	2.1 <5	2.7 <7	3.4	3.7	1.6 m	
	Pasir Gudang	0.0	0.9 *1	1.6 *3	2.1	2.6 <5	3.3 <7	4.0	4.0		
	Sembawang Shipyard	-0.2	0.7 *1	1.3 *3	1.9	2.4 <5	3.1 <7	3.9	4.1	1.8 m	
	Sungai Belungkor	0.0	0.8 *1	1.4 *3	1.9	2.3 <5	3.0 <7	3.7	3.7		
East Coast	Horsburgh Lighthouse	-0.3	0.6 <2	1.3 <4	1.5	2.1 <6	2.2 <8	2.8	3.1		
	Teluk Tekek	0.0	0.6 <2	1.4 <4	1.6	1.8 <6	2.6 <8	3.4	3.4		
	Tanjung Gelang	-0.1	0.9 <2	1.7 <4	1.9	2.1 <6	2.8 <8	3.8	3.9	1.6 m	
	Tanjung Berhala	-0.1	0.7 <2	1.5 <4	1.6	1.7 <6	2.4 <8	3.2	3.3	1.3 m	
	Kertih	-0.1	0.4 <2	0.8 <4	0.9	1.0 <6	1.4 <8	1.9	2.0	0.8 m	
	Chendering	-0.1	0.8 <2	1.5 <4	1.5	1.5 <6	2.2 <8	3.2	3.3		
	Kuala Terengganu	-0.4	0.4 <2	1.0 <4	1.0	1.0 <6	1.7 <8	2.6	3.0		
	Geting	0.0	0.6 <2	0.9 <4	0.9	0.9 <6	1.2 <8	2.4	2.4		
Sarawak & Bornei	Lundu, Kuala	0.2	1.0 <2	1.7 <4	2.4	3.6 <6	3.8 <8	4.4	4.2		
	Santubong, Kuala	0.2	1.3 <2	1.9 <4	2.9	4.1 <6	4.3 <8	5.2	5.0		
	Lakei, Pulau	0.0	1.4 <2	2.4 <4	3.1	4.2 <6	4.5 <8	5.7	5.7	3.1 m	
	Kuching	0.2	1.2 <2	2.2 <4	3.1	4.4 <6	4.7 <8	5.8	5.6	3.0 m	
	Pending	0.2	1.3 <2	2.3 <4	3.4	4.9 <6	5.2 <8	5.9	5.7	3.4 m	
	Sri Aman	0.0	0.7 <2	1.0 <4	2.2	3.6 <6	4.4 <8	5.9	5.9	0.5 m	
	Kanowit	-0.1	0.4 <2	0.8 <4	0.9	1.2 <6	1.4 <8	2.6	2.7		
	Sibu	0.5	1.4 <2	2.0 <4	2.4	2.9 <6	3.3 <8	3.9	3.4	0.4 m	
	Leba an	0.1	1.3 <2	2.2 <4	2.8	3.8 <6	4.0 <8	4.8	4.7		
	Sarikei	0.0	0.9 <2	2.1 <4	2.9	4.2 <6	4.5 <8	5.5	5.5		
	Manis, Tanjung	0.0	1.1 <2	2.2 <4	3.4	4.5 <6	4.9 <8	5.8	5.8		
	Paloh, Kuala	0.1	1.1 <2	2.0 <4	2.7	3.6 <6	4.0 <8	4.6	4.5		
	Kut, Muara	0.0	0.8 <2	1.6 <4	1.7	2.1 <6	2.7 <8	3.3	3.3		
	Igan, Kuala	0.0	0.6 <2	1.6 <4	1.7	2.0 <6	2.3 <8	2.9	2.9		
	Mukah, Kuala	-0.1	0.8 <2	1.5 <4	1.6	1.9 <6	2.2 <8	2.6	2.7		
	Balingian, Kuala	-0.1	0.6 <2	1.2 <4	1.3	1.6 <6	1.7 <8	2.2	2.3		
	Tatau, Kuala	0.1	0.7 <2		1.3		1.6 <8	2.3	2.2		<9
	Bintulu, Pelabuhan	0.2	0.6 <2		1.4		1.7 <8	2.4	2.2	1.5 m	<9
	Miri	0.0	0.6 <2		1.2		1.7 <8	2.1	2.1	1.0 m	<9
	Baram, Kuala	-0.2	0.3 <2		0.9		1.5 <8	2.0	2.2		<9
	Limbang, Kuala	0.2	0.9 <2	1.5 <4	1.7	1.8 <6	2.4 <8	2.9	2.7		
	Lawas, Kuala	0.3	0.8 <2	1.5 <4	1.5	1.6 <6	2.2 <8	2.7	2.4		
Sabah & Labuan	Labuan	0.1	0.8 <2	1.5 <4	1.5	1.6 <6	2.1 <8	2.8	2.7		
	Muara Harbour	0.0	0.6 <2	1.2 <4	1.3	1.5 <6	2.0 <8	2.7	2.7		
	Kota Kinabalu	-0.1	0.5 <2	1.1 <4	1.1	1.2 <6	1.7 <8	2.3	2.4		
	Sandakan	-0.1	0.4 <2	0.9 <4	1.1	1.2 <6	1.9 <8	2.7	2.8		
	Tawau	-0.3	0.1 <1	1.1 <3	1.5	1.8 <5	2.8 <7	3.0	3.3		

Note <1:MLWS, <2:MLLW, <3:MLWN <4:MLHW <5:MIWN <6:MHLW <7:MIWS <8:MHHW <9:usually diurnal

Abbreviations:

LAT : Lowest Astronomical Tide

MLW : Mean Lower Low Water

MHLW : Mean Higher Low Water

MIWN : Mean High Water Neaps

MIHW : Mean High Water Springs

HAT : Highest Astronomical Tide

Data Source : Tide Tables 1992

MLWS : Mean Low Water Springs

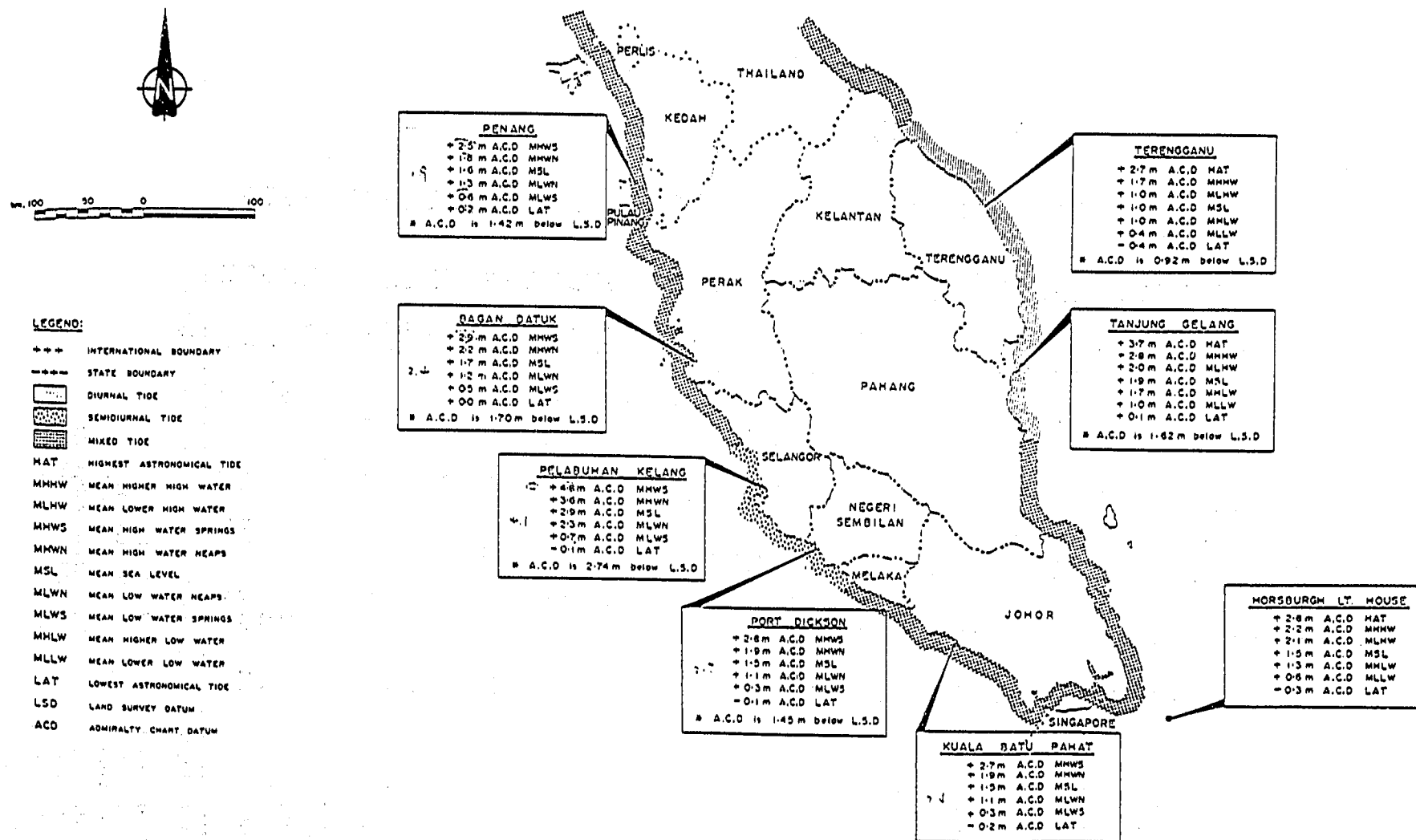
MLWN : Mean Low Water Neaps

MSL : Mean Sea Level

MLHW : Mean Lower High Water

MHHW : Mean Higher High Water

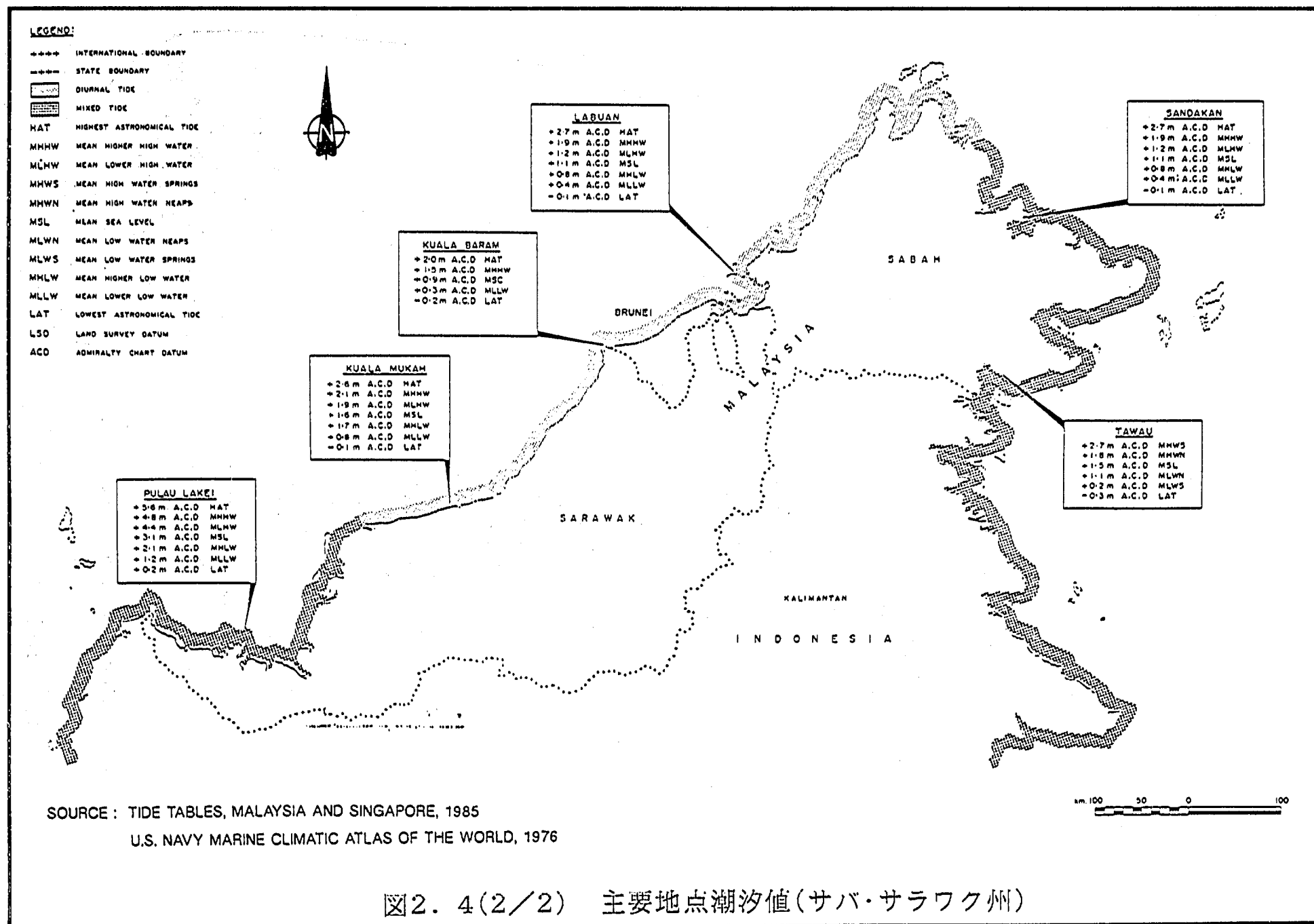
LSD : Land Survey Datum

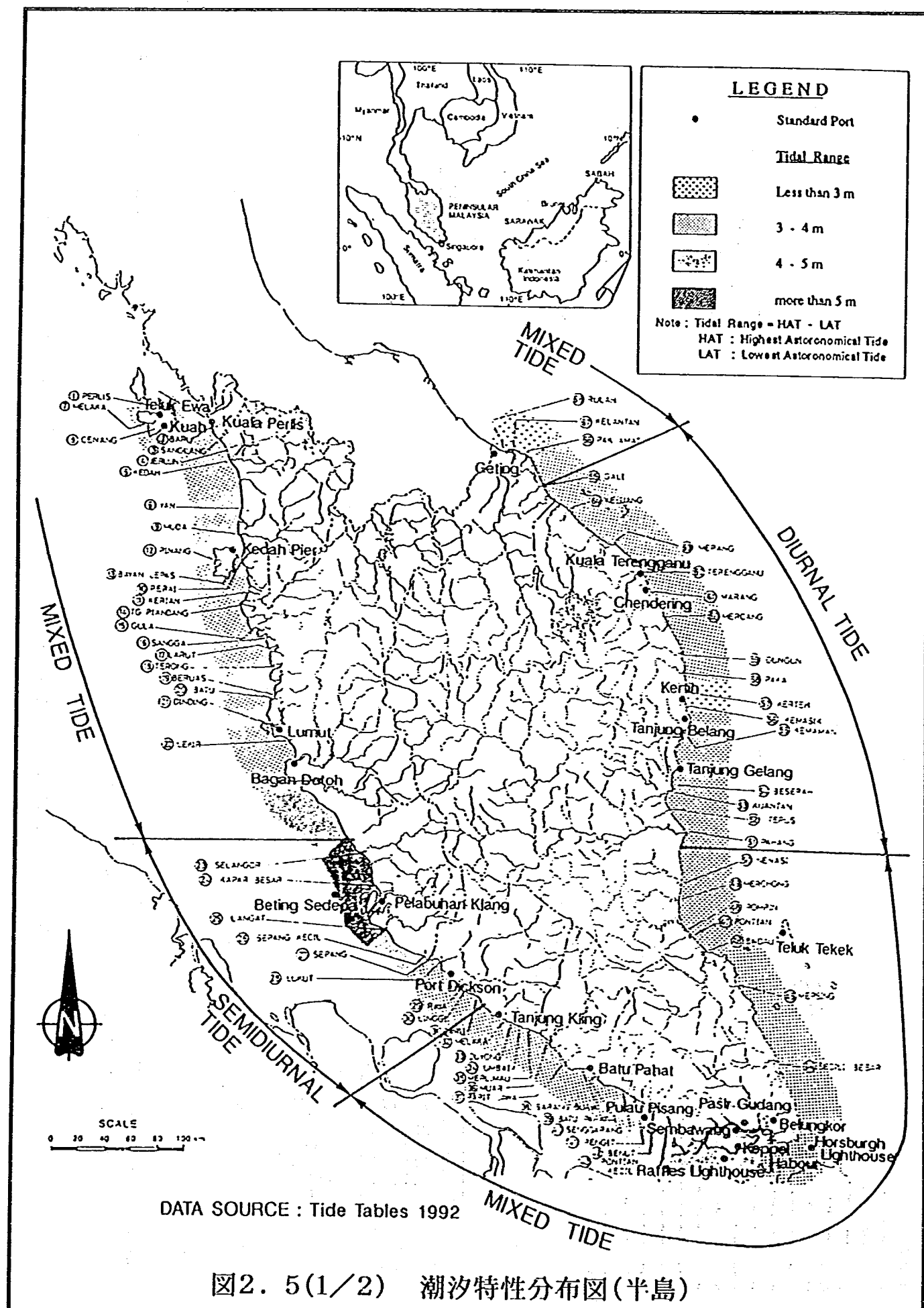


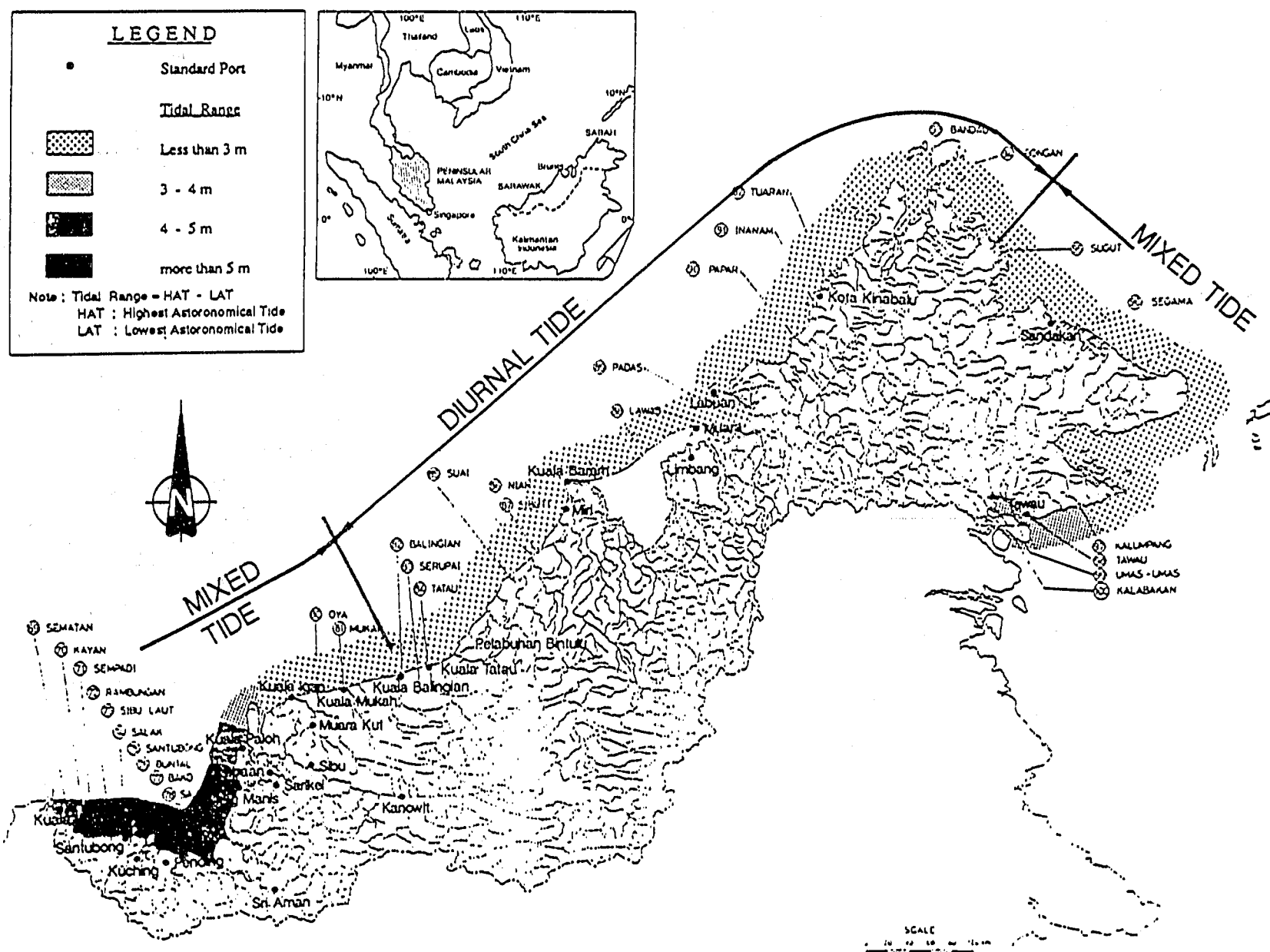
SOURCE : TIDE TABLES, MALAYSIA AND SINGAPORE, 1985

U.S. NAVY MARINE CLIMATIC ATLAS OF THE WORLD, 1976

图2. 4(1/2) 主要地点潮汐值(半岛)

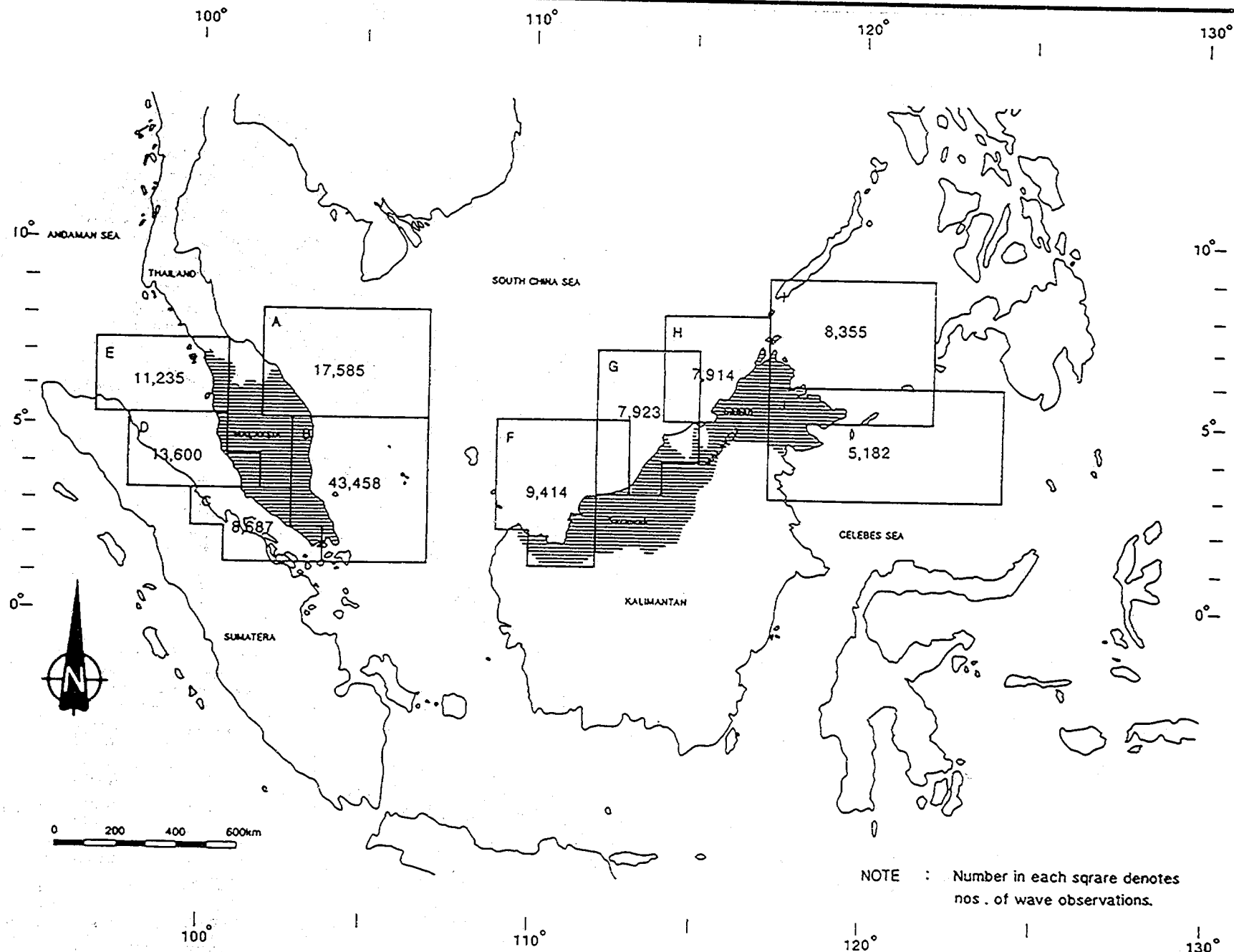






出典: National Coastal Erosion Study
(1985)

図2. 5(2/2) 潮汐特性分布図(サバ・サラワク州)



NOTE : Number in each square denotes
nos. of wave observations.

出典: National Coastal Erosion Study
(1985)

図2. 6 波浪観測区域図

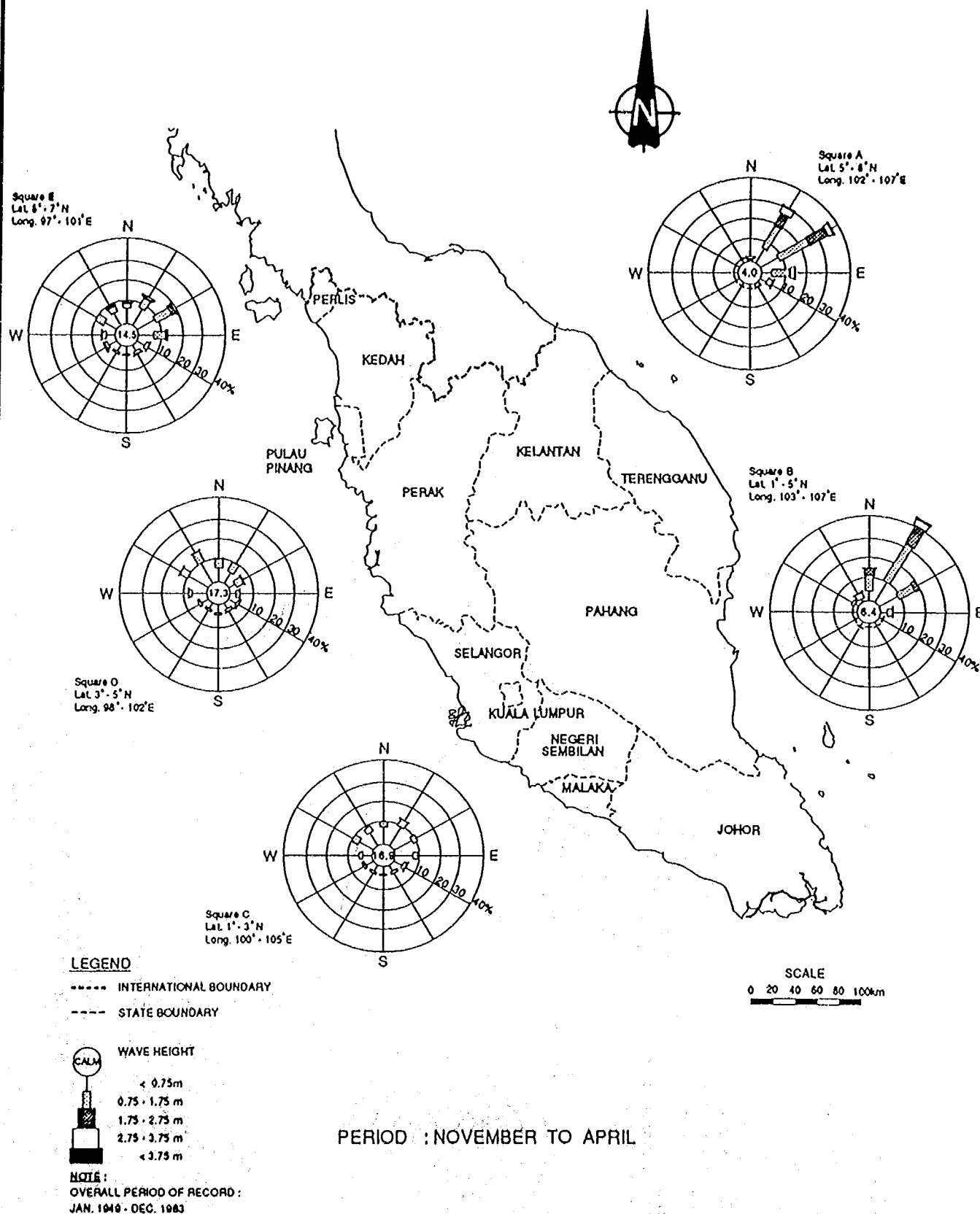
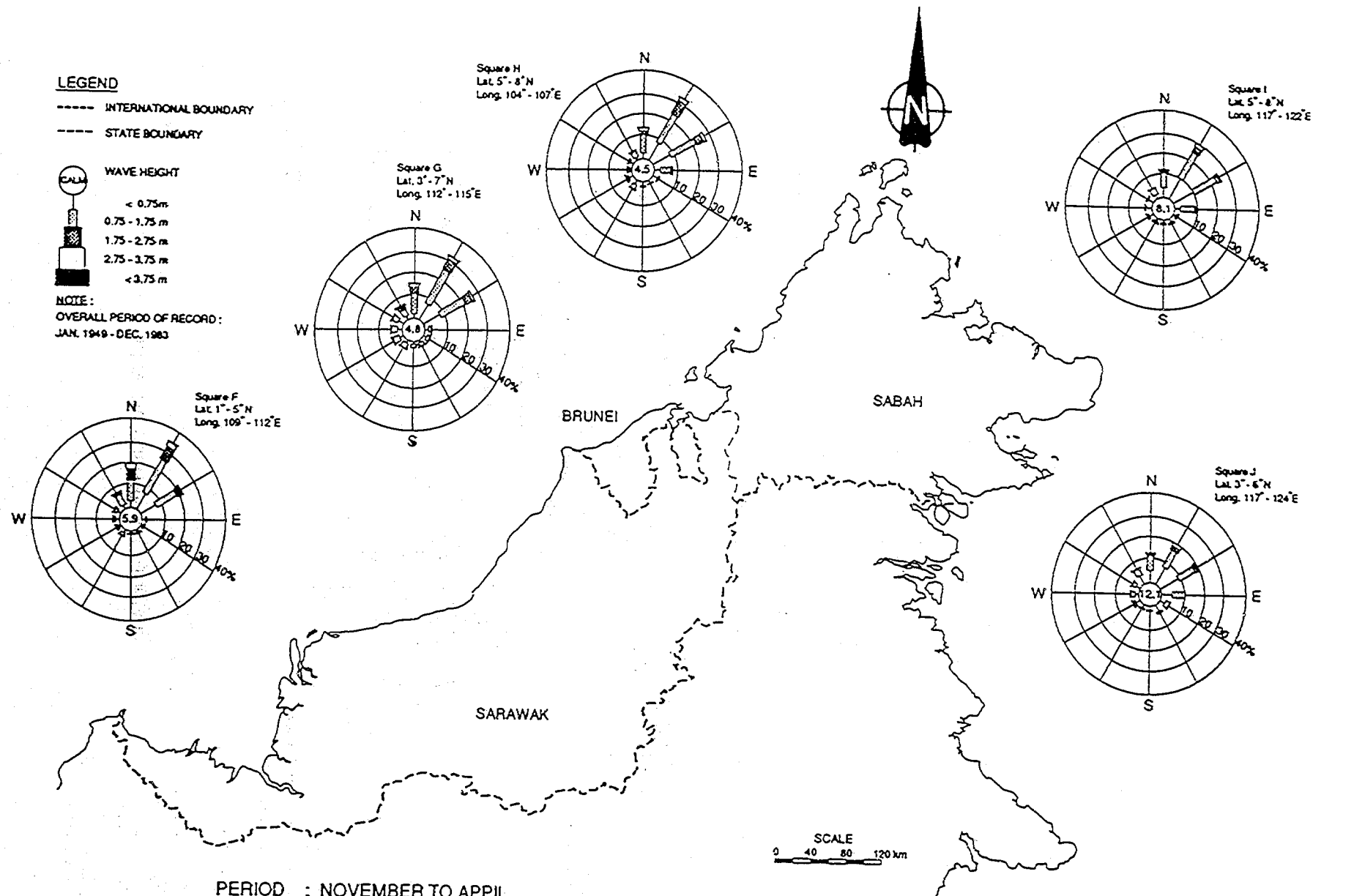


図2. 7(1/4) 波浪特性図(半島)

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



PERIOD : NOVEMBER TO APRIL
 SOURCE : NATIONAL COASTAL EROSION STUDY

出典: National Coastal Erosion Study
 (1985)

図2. 7(2/4) 波浪特性図(サバ・サラワク州)

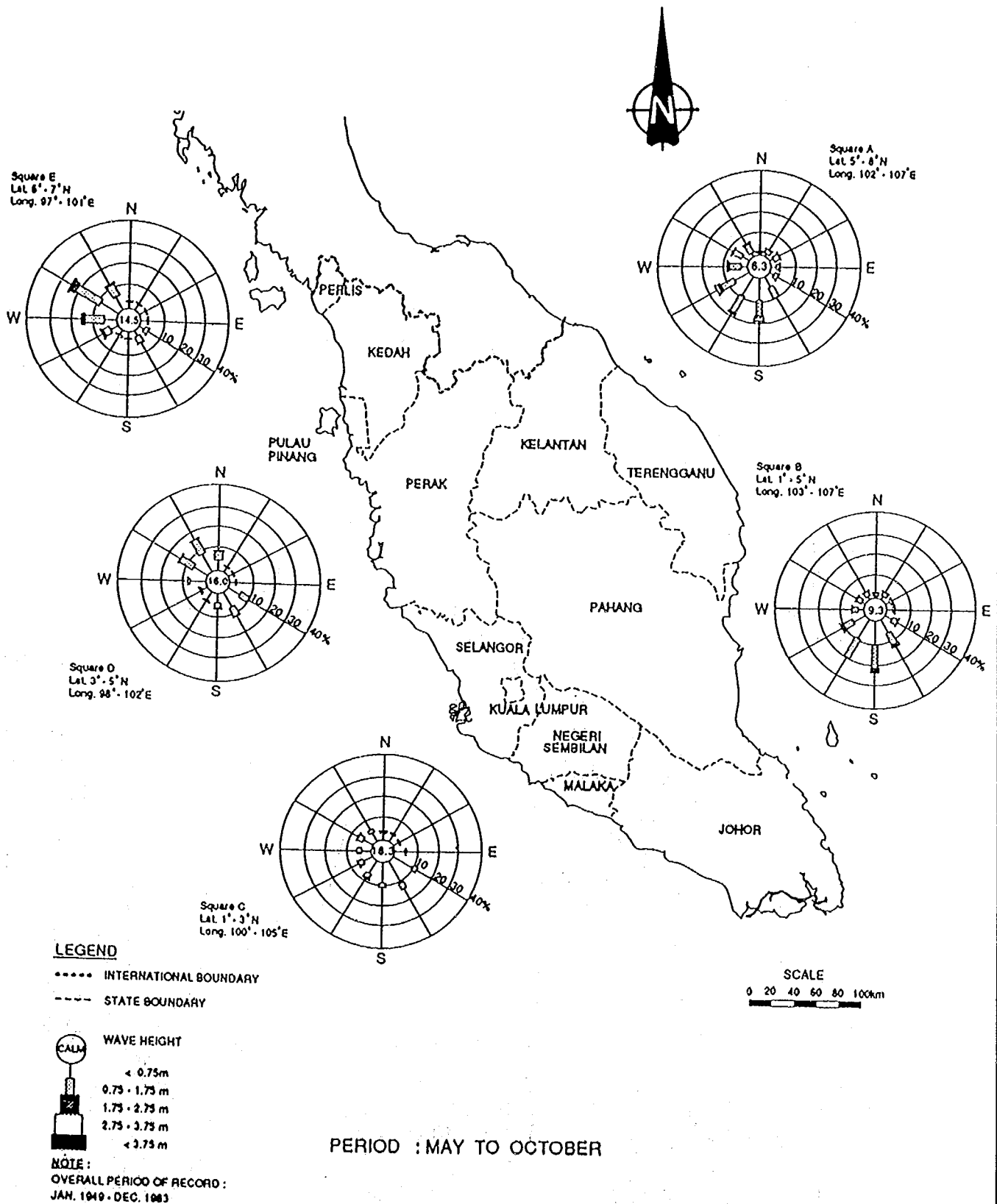


图2. 7(3/4) 波浪特性图(半岛)

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

LEGEND

----- INTERNATIONAL BOUNDARY

----- STATE BOUNDARY



WAVE HEIGHT

< 0.75m

0.75 - 1.75 m

1.75 - 2.75 m

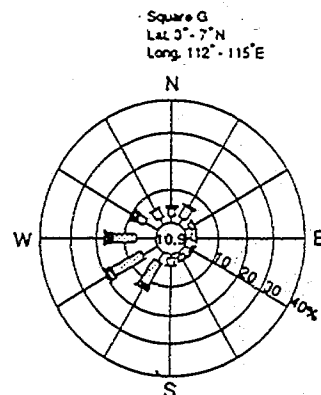
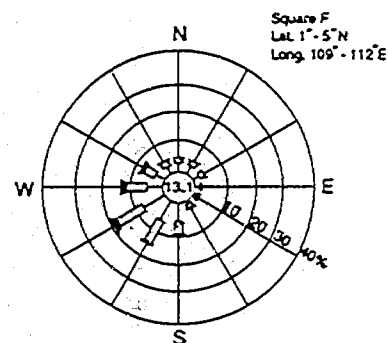
2.75 - 3.75 m

< 3.75 m

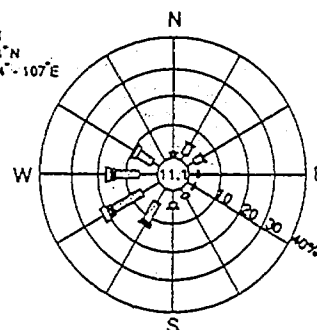
NOTE:

OVERALL PERIOD OF RECORD:

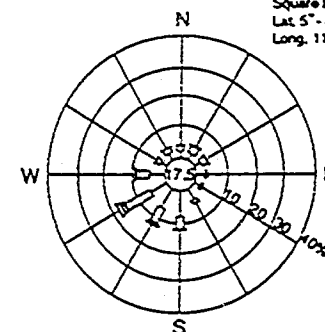
JAN. 1949 - DEC. 1983



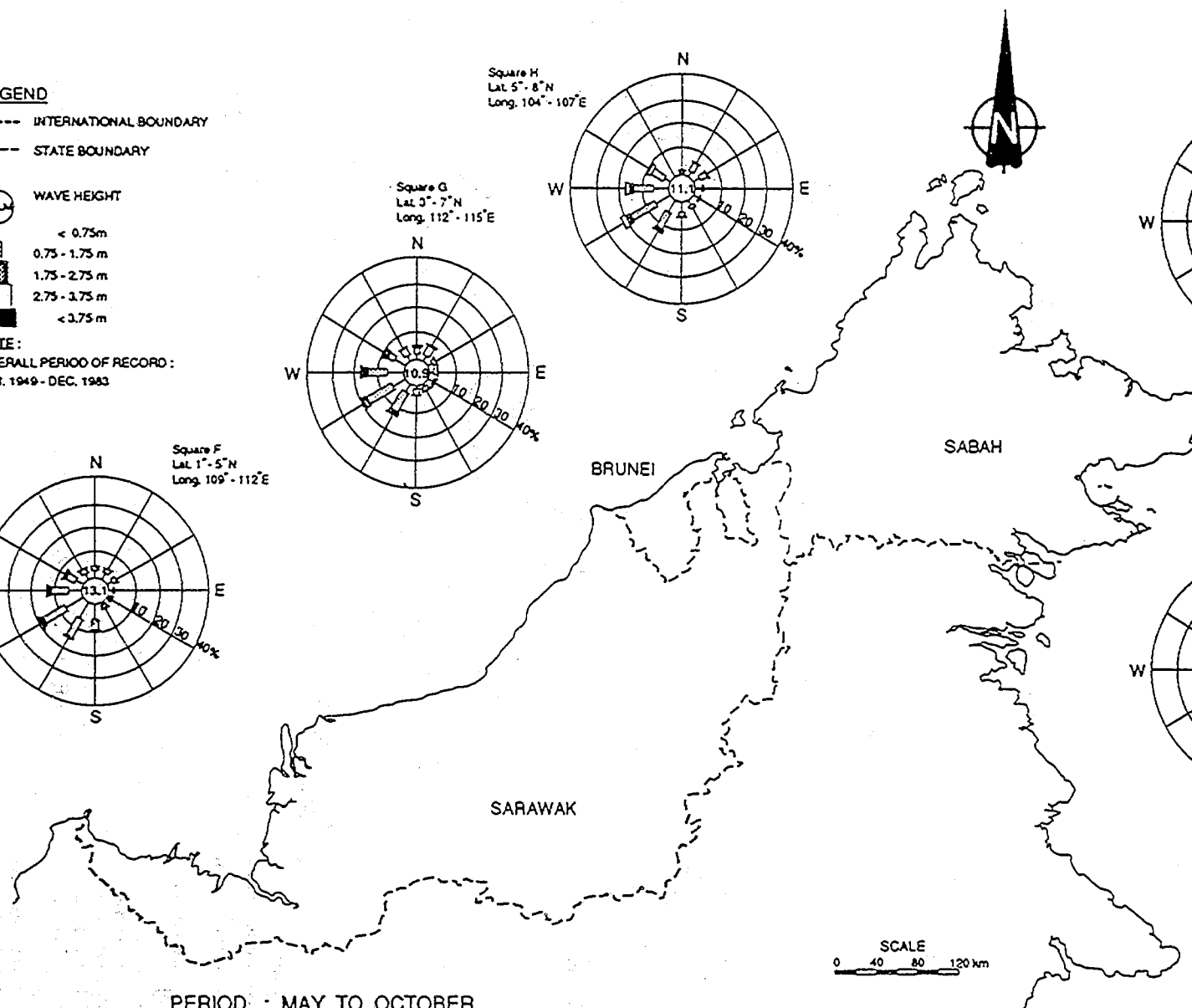
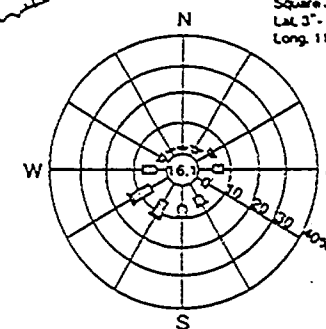
Square H
Lat. 5° - 8°N
Long. 104° - 107°E



Square I
Lat. 5° - 8°N
Long. 117° - 122°E



Square J
Lat. 3° - 6°N
Long. 117° - 124°E



PERIOD : MAY TO OCTOBER
SOURCE : NATIONAL COASTAL EROSION STUDY

出典: National Coastal Erosion Study
(1985)

図2. 7(4/4) 波浪特性図(サバ・サラワク州)

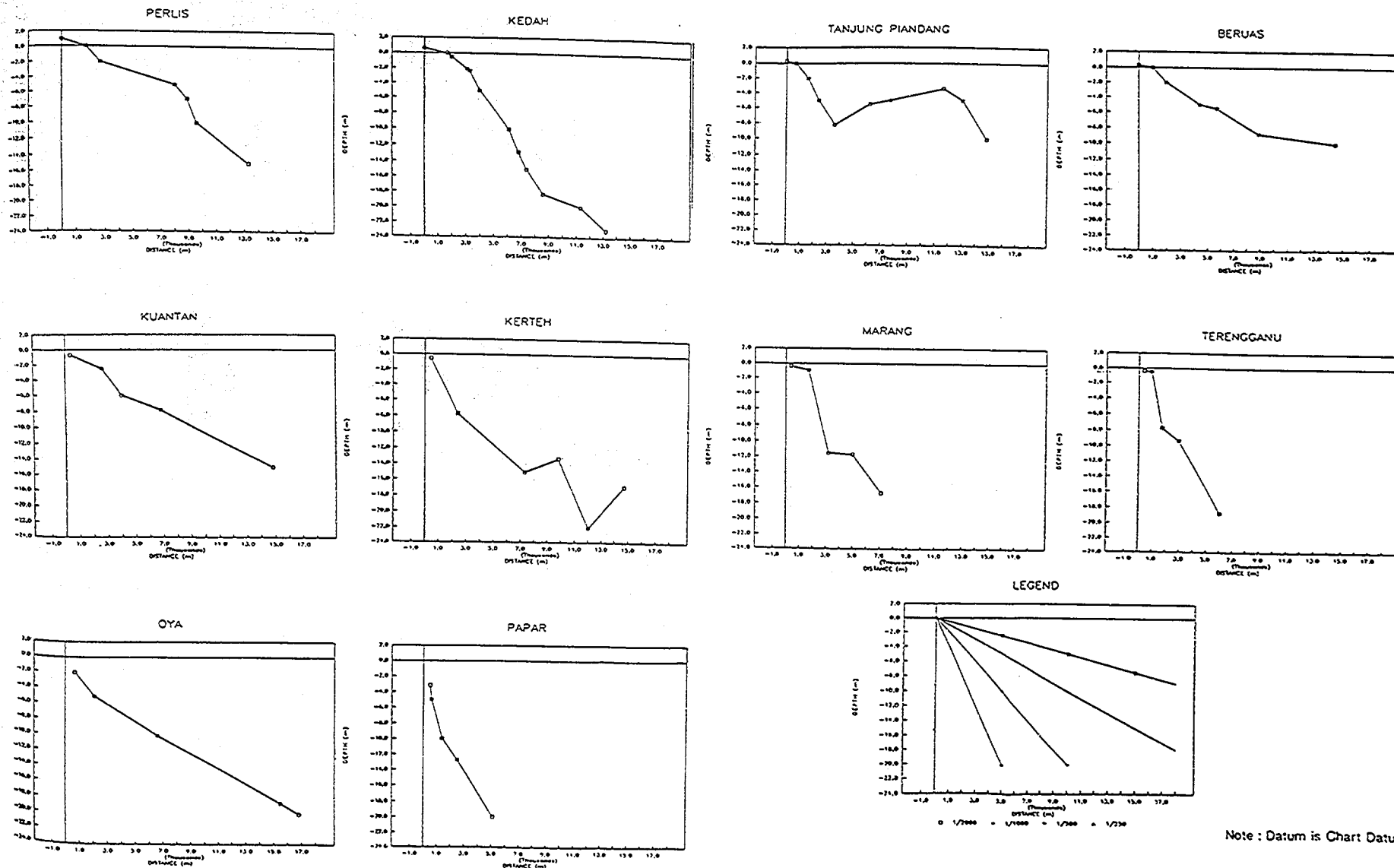


图2.8 主要地点海岸勾配 出典: National Coastal Erosion Study (1985)

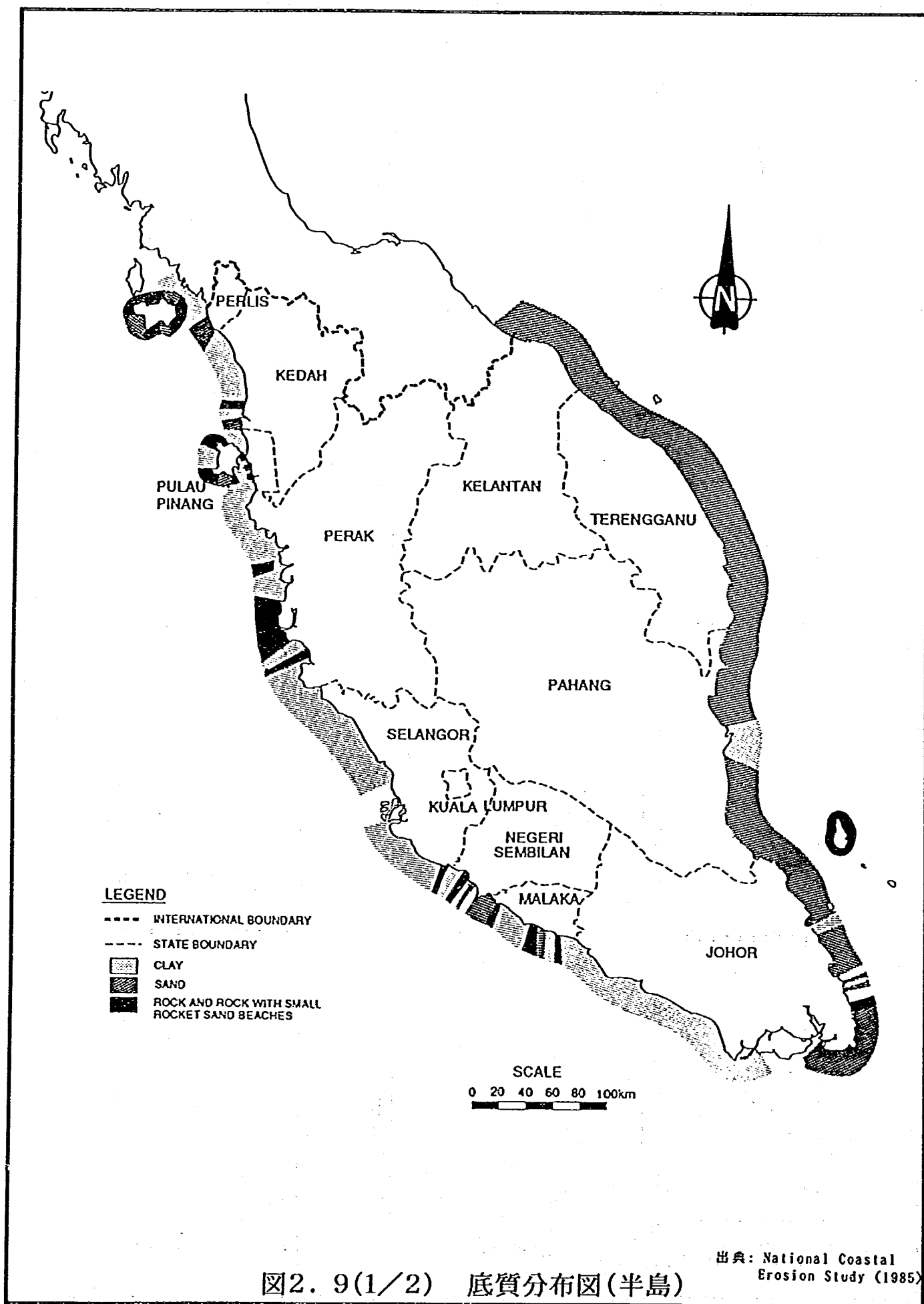


図2. 9(1/2) 底質分布図(半島)



LEGEND

- INTERNATIONAL BOUNDARY
- STATE BOUNDARY
-  CLAY
-  SAND
-  ROCK AND ROCK WITH SMALL ROCKET SAND BEACHES

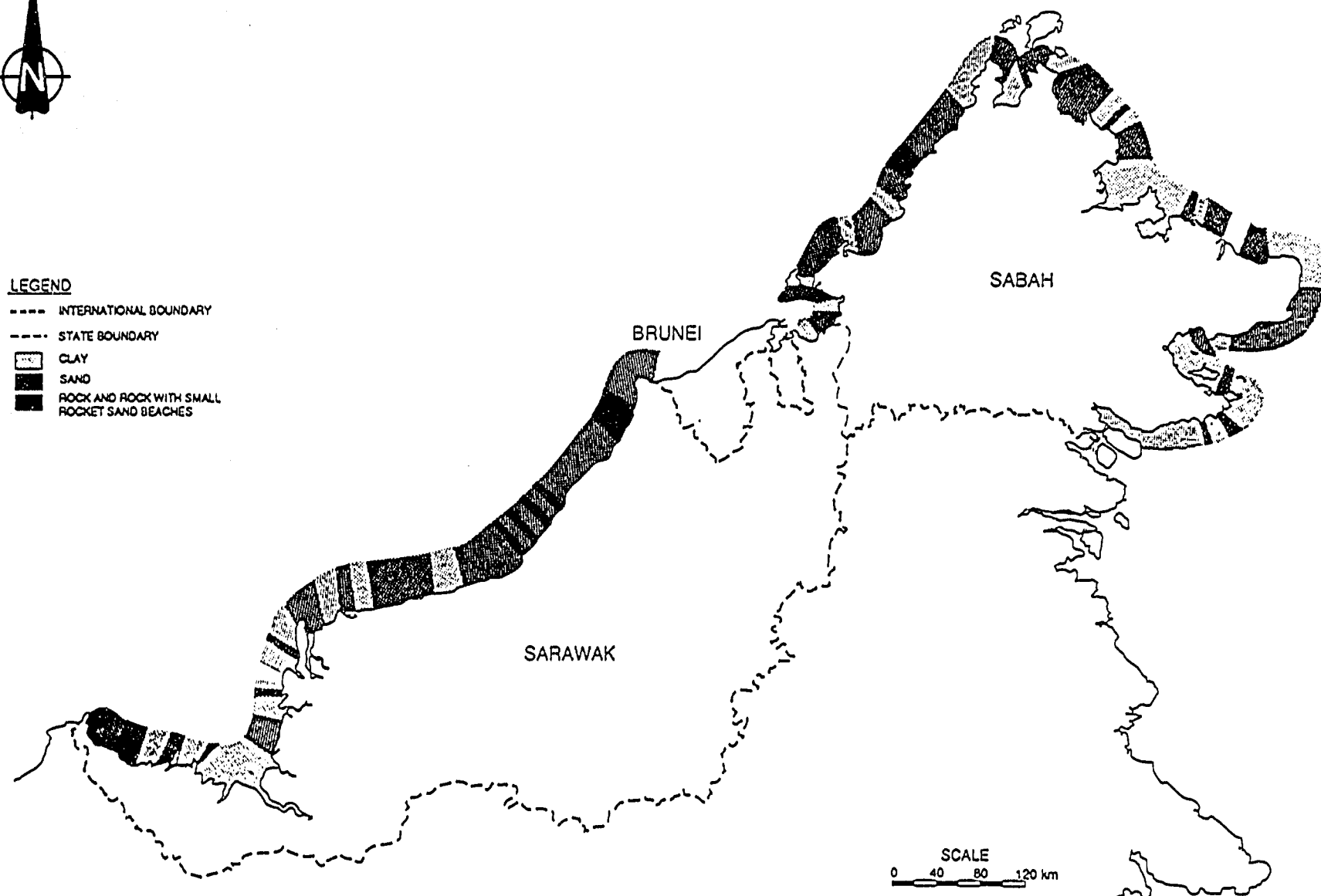
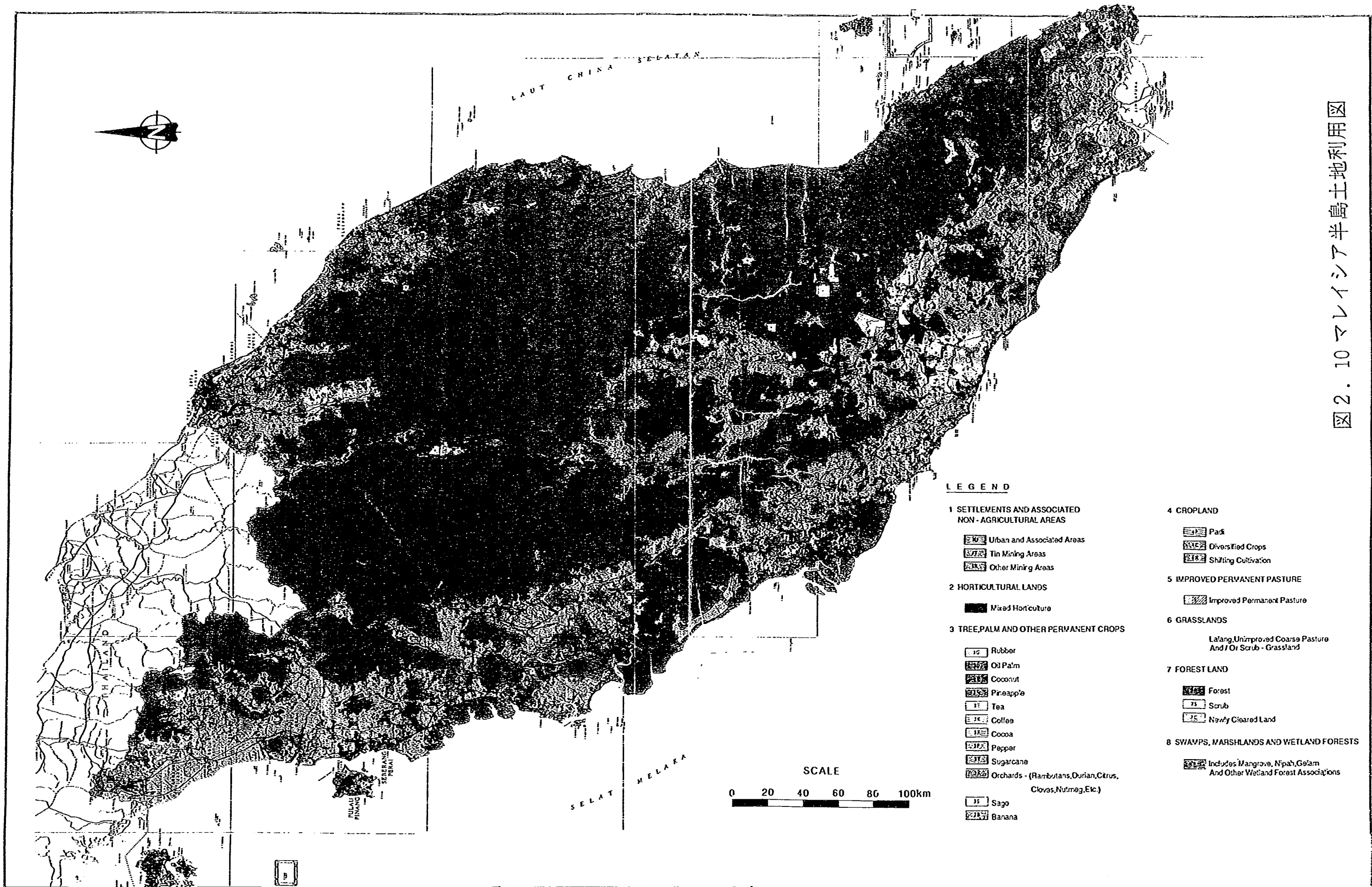


図2. 9(2/2) 底質分布図(サバ・サラワク州)

出典: National Coastal Erosion Study
(1985)

図2. 10 マレーシア半島土地利用図



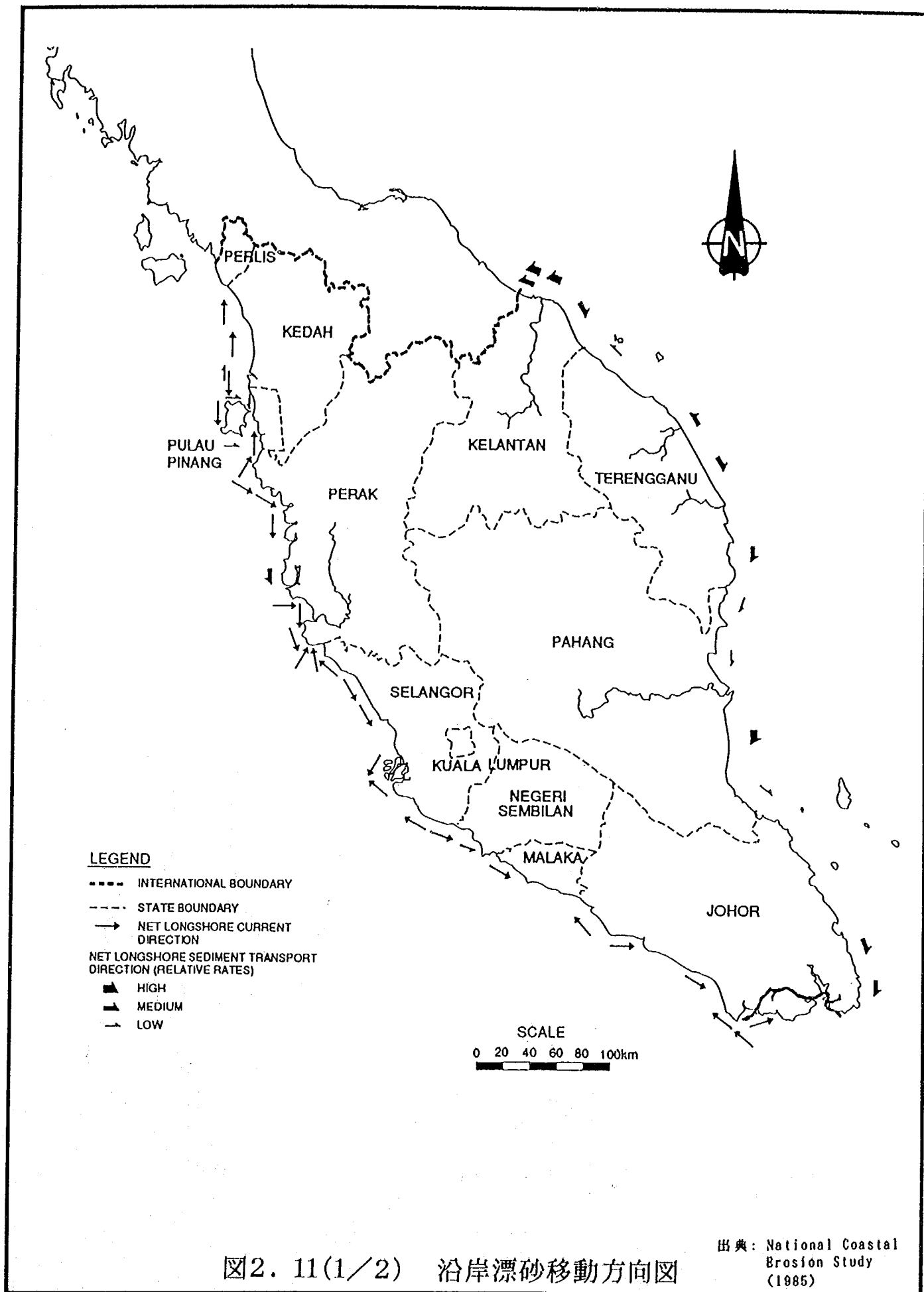


図2. 11(1/2) 沿岸漂砂移動方向図

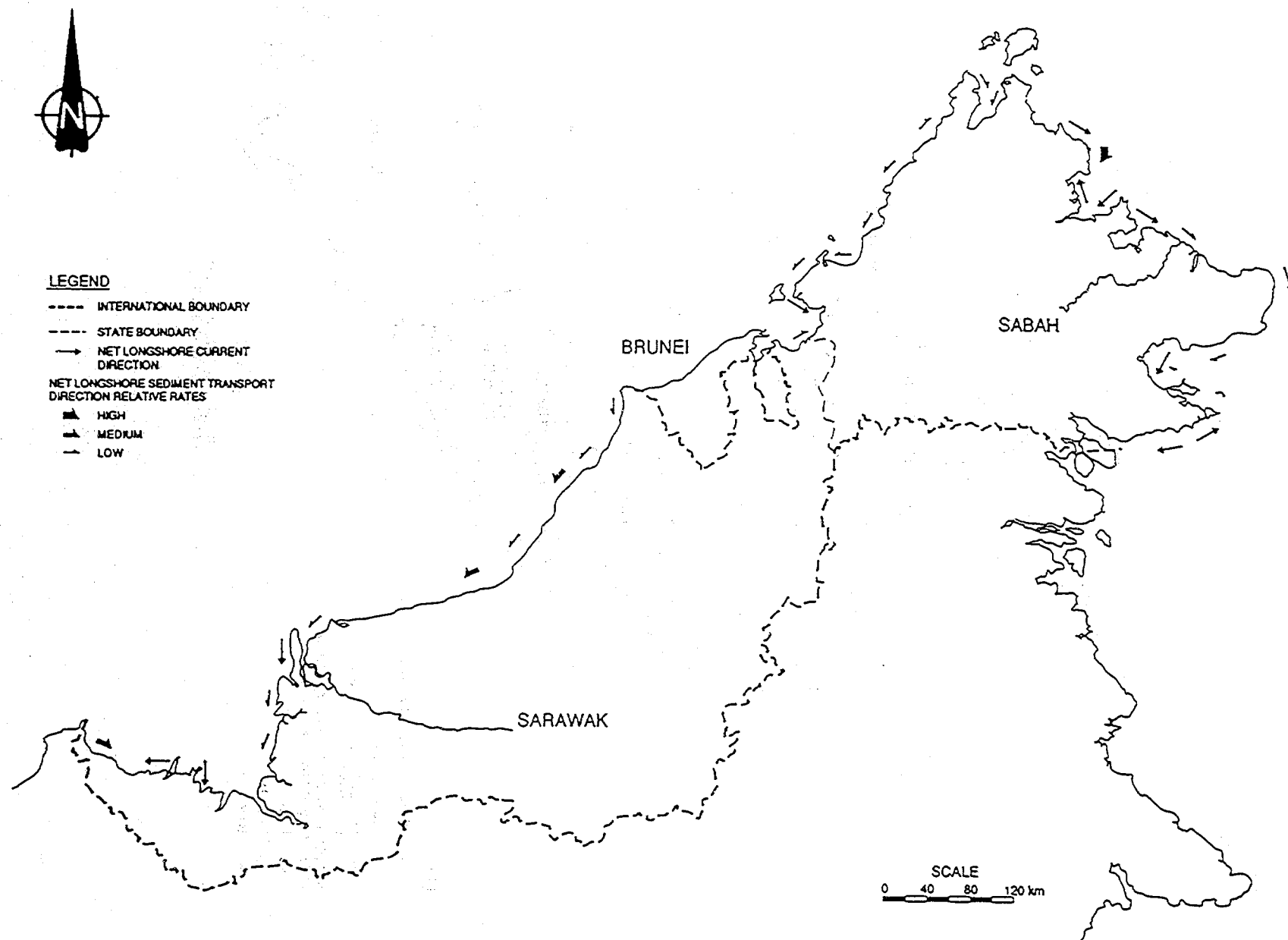


図2. 11(2/2) 沿岸漂砂移動方向図 出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA

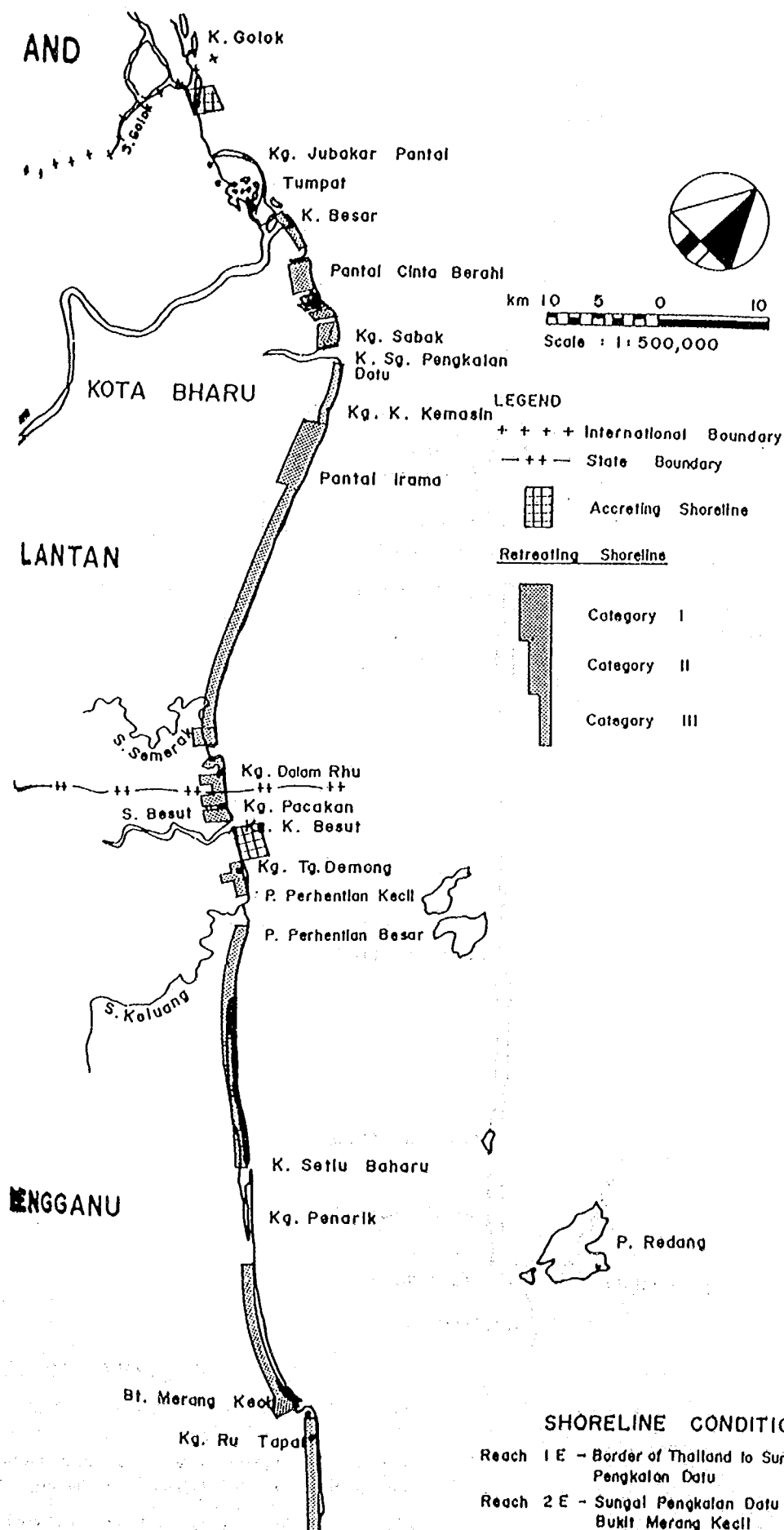


图2. 12(1/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

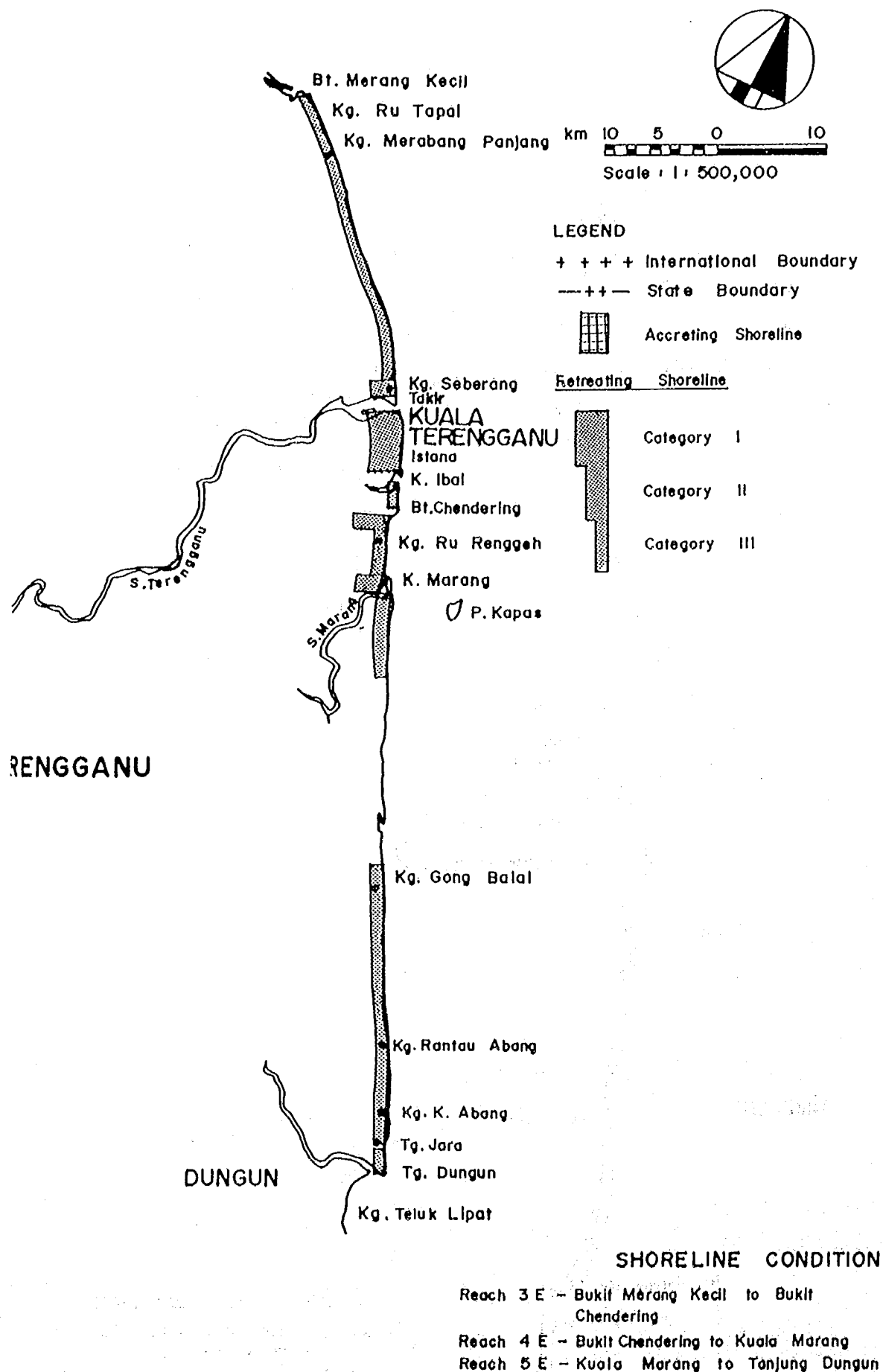


图2. 12(2/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

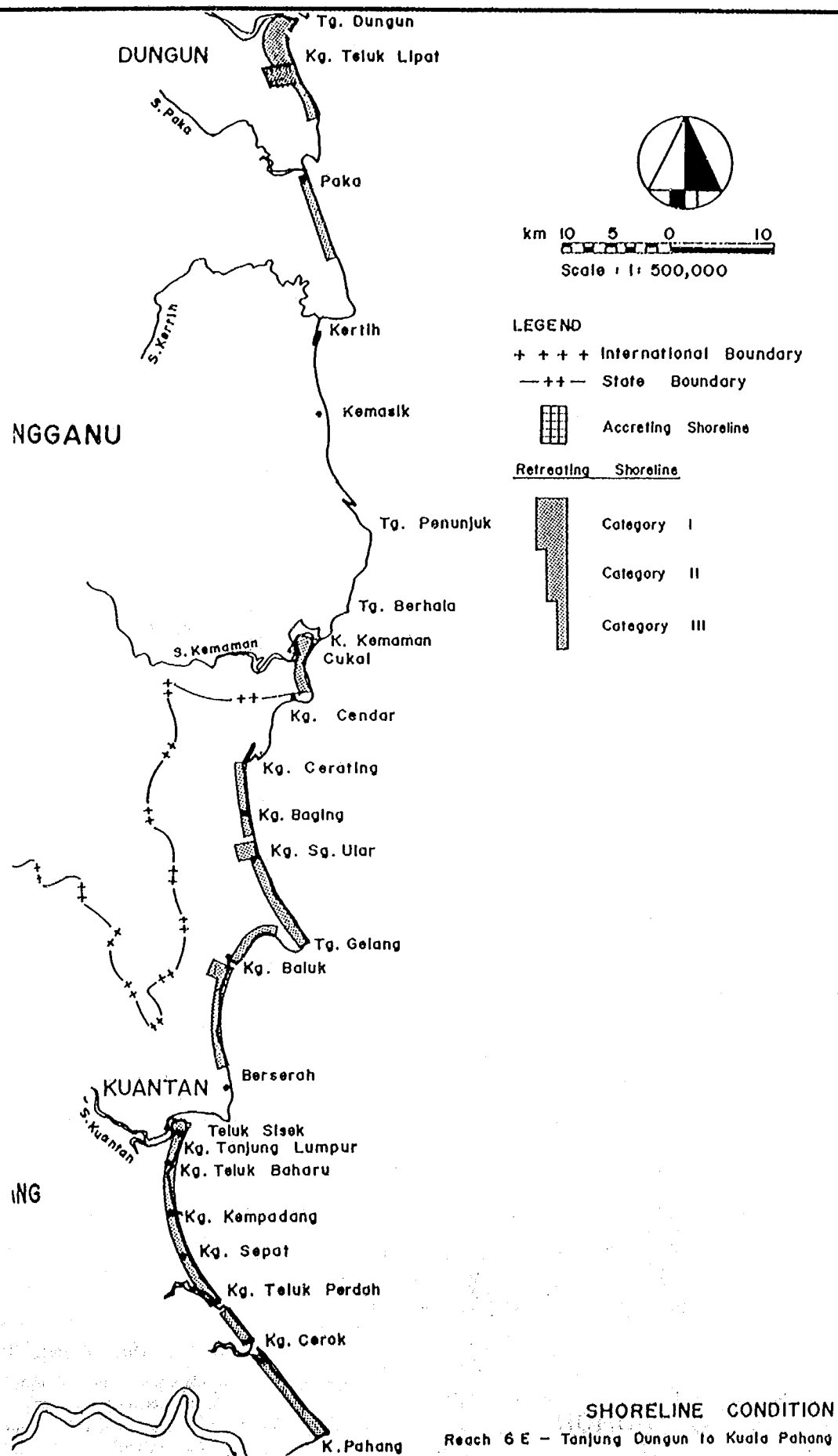


图2. 12(3/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

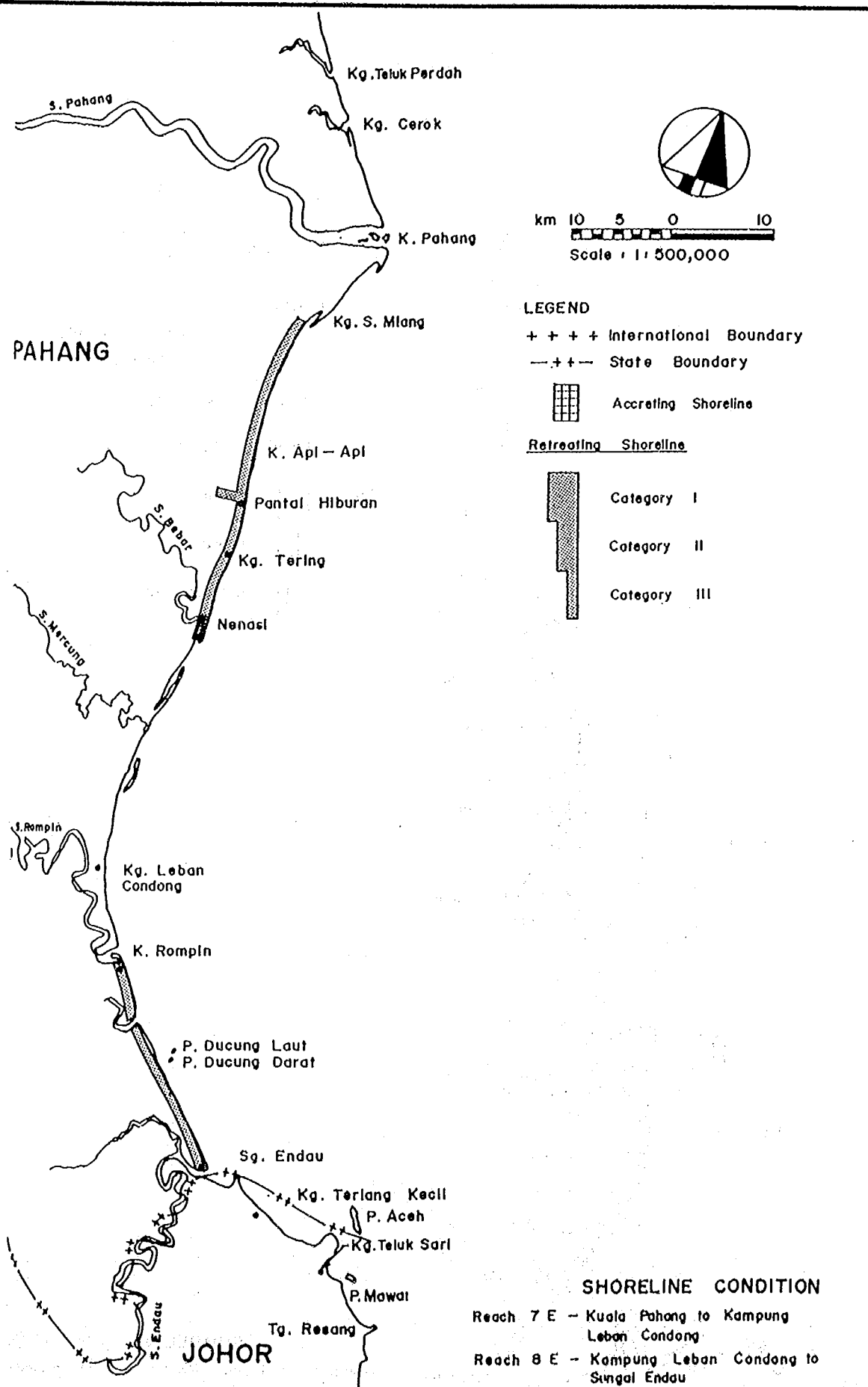


図2. 12(4/36) 海岸線変化図

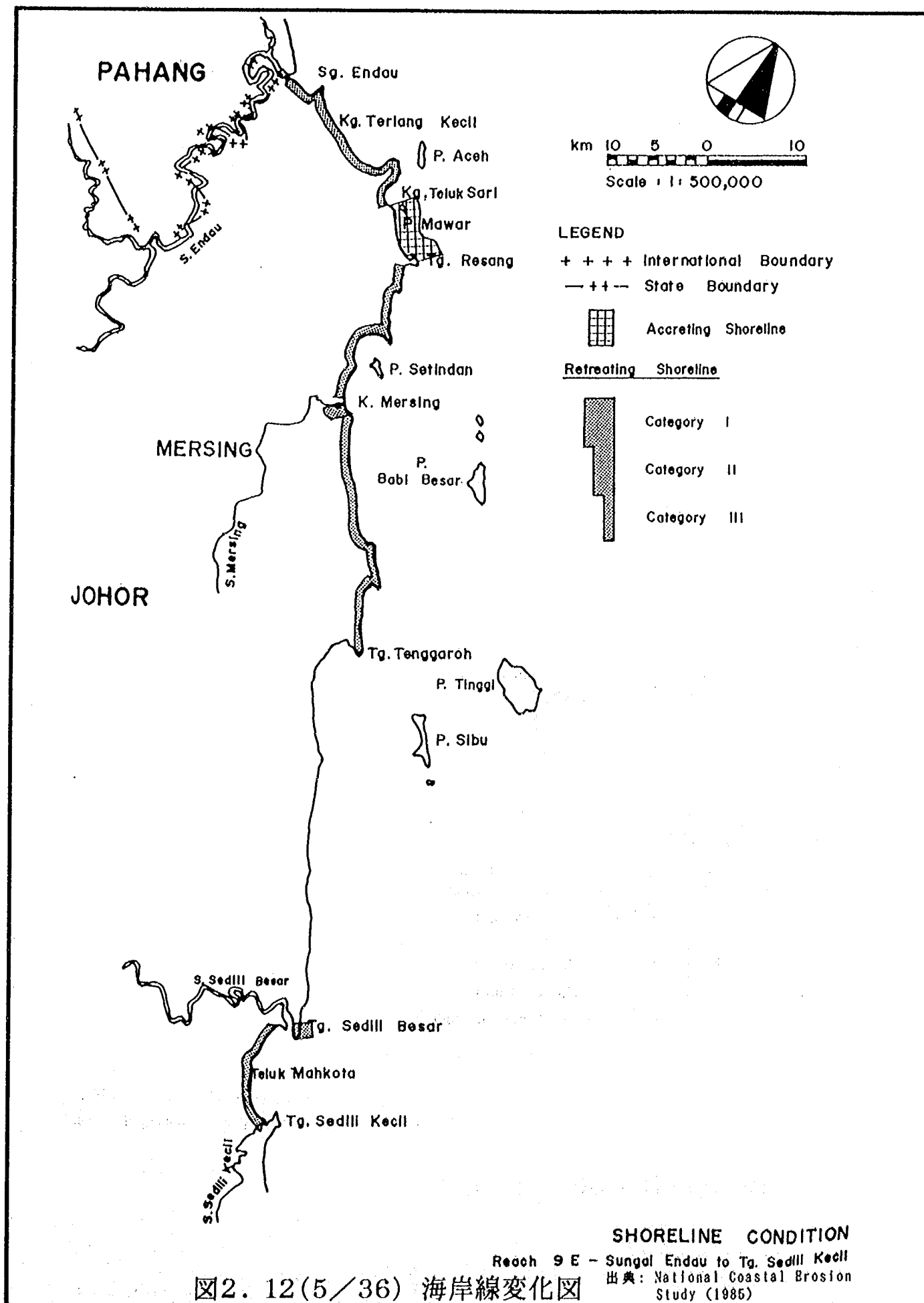
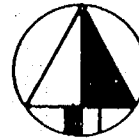


図2. 12(5/36) 海岸線変化図



km 10 5 0 10
Scale : 1 : 500,000

LEGEND

++++ International Boundary
-+- State Boundary



Accreting Shoreline

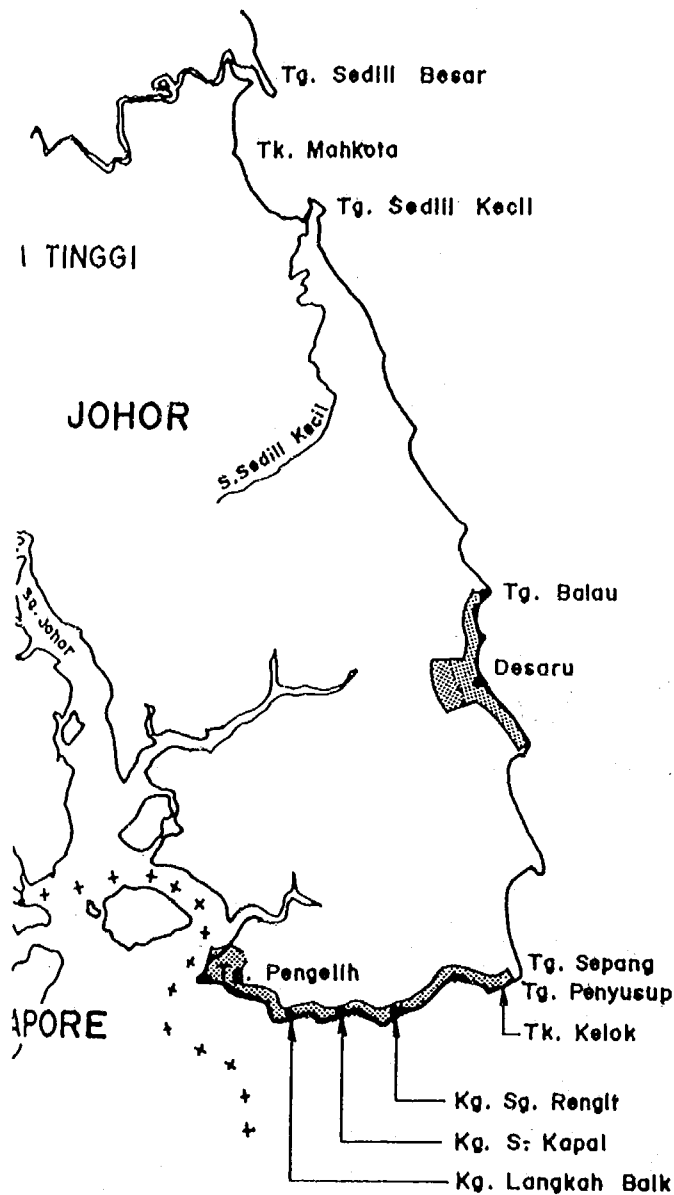
Retreating Shoreline



Category I

Category II

Category III



SHORELINE CONDITION

Reach 10 E - Tg. Sedili Kecil to Tanjung Pongellih

图2. 12 (6/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



8 0 10
 1:1500,000

International Boundary
 State Boundary



Accreting Shoreline

Retreating Shoreline



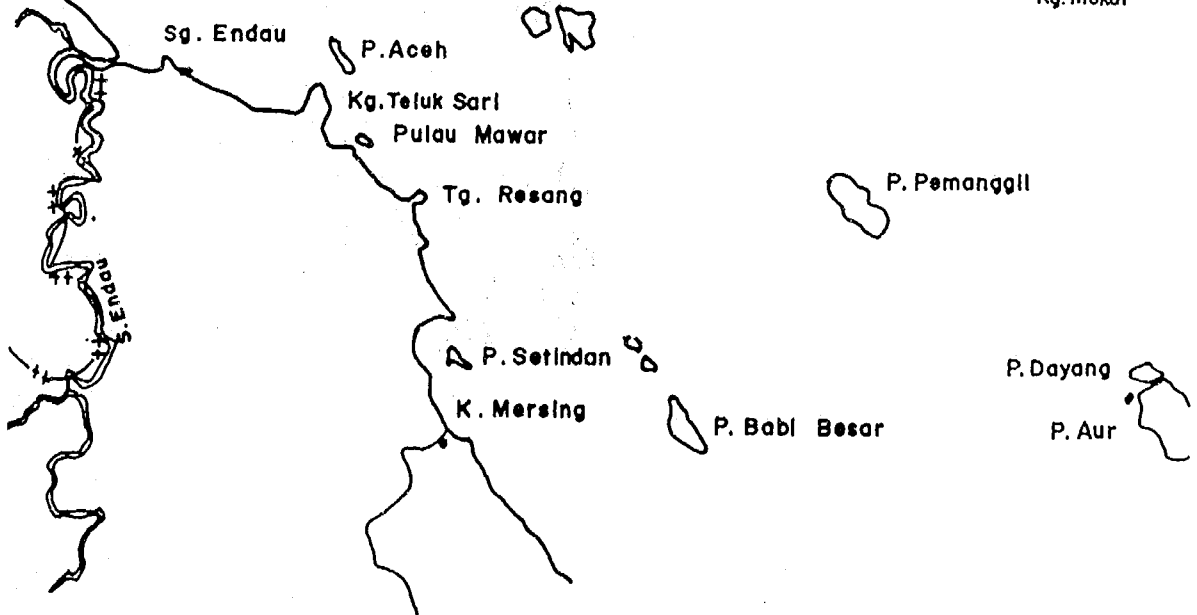
Category I

Category II

Category III

km

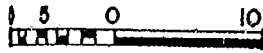
P. Ducung Laut
 P. Ducung Darat



SHORELINE CONDITION
 Reach IIE - Pulau Tioman

出典: National Coastal Erosion Study
 (1985)

図2. 12(7/36) 海岸線変化図



Scale 1 : 500,000

0

+ International Boundary

- State Boundary

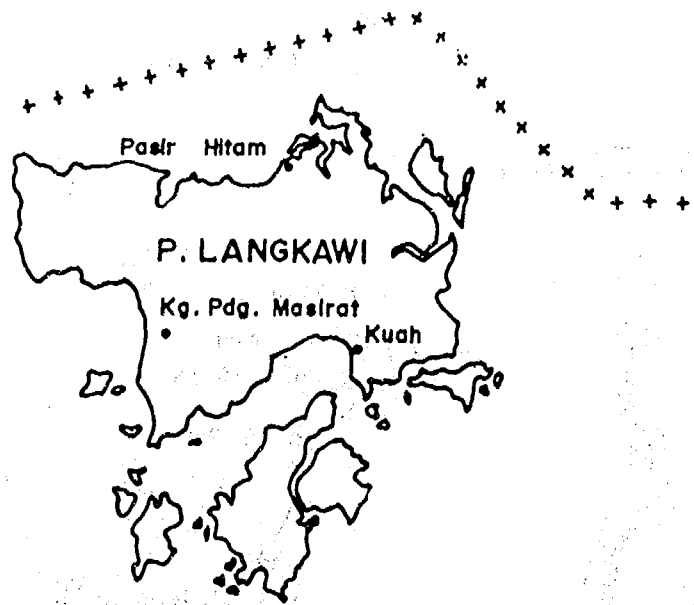
| Accreting Shoreline

by Shoreline

Category I

Category II

Category III

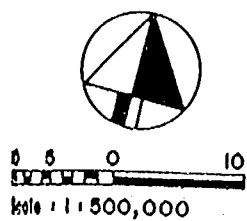


SHORELINE CONDITION

Reach 1W - Pulau Langkawi

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図2. 12(8/36) 海岸線変化図



10
 - - - International Boundary
 - - - State Boundary

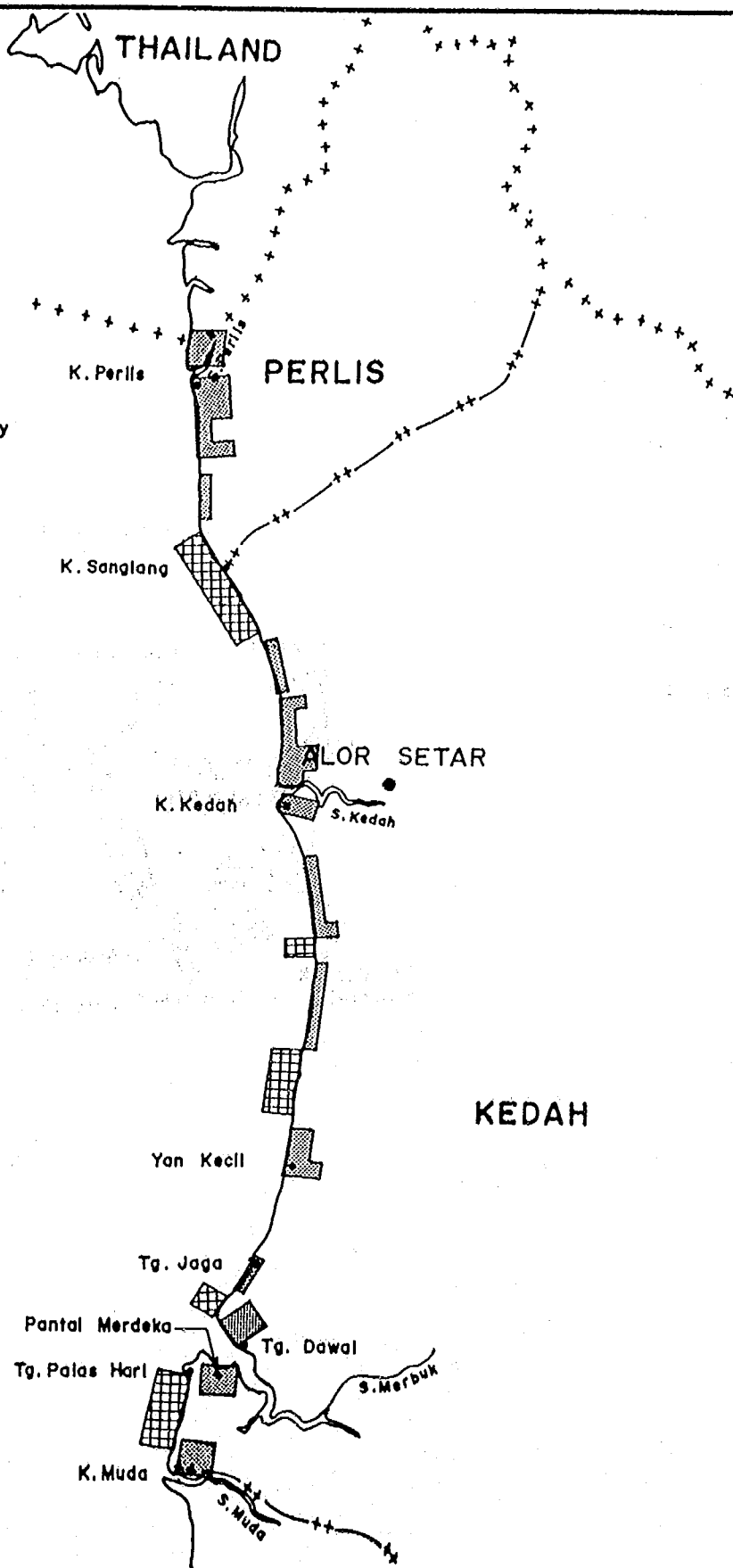
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

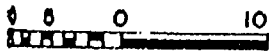


SHORELINE CONDITION

Reach 2 W - Border of Thailand to Kuala Muda

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図2. 12(9/36) 海岸線変化図



Scale 1 : 500,000

10

++ International Boundary

- State Boundary

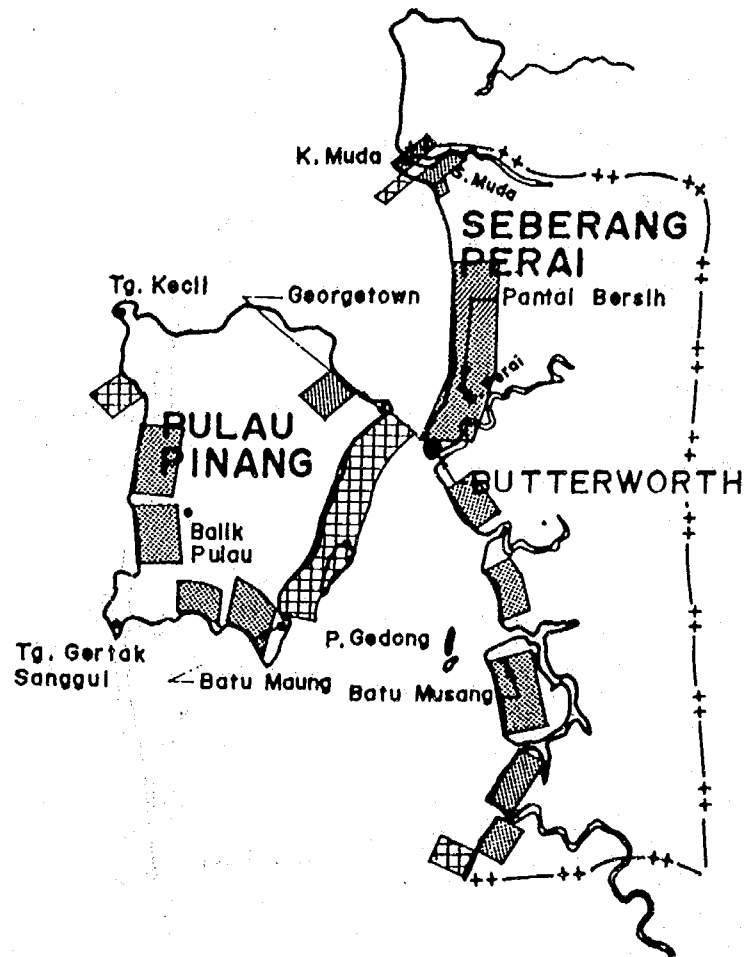
| Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

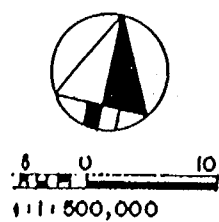


SHORELINE CONDITION

Reach 3 W - Kuala Muda to Pulau Gedong

図2. 12(10/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



International Boundary
State Boundary

Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

Tg. Plandang

Tk. Rublah

P. Gedong

S. Jajawi

S. Tengan

S. Karan

S. Baharu

S. Kuru

S. Sapelang

LARUT
DAN
MATANG

PERAK

K. Beruas

MANJUNG

P. Pengkor

S. Biding

Lumut

P. Katak

SHORELINE CONDITION

Reach 4 W - Pulau Gedong to
Kuala Beruas

Reach 5 W - Kuala Beruas to
Pulau Katak

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)

図2. 12 (11/36) 海岸線変化図

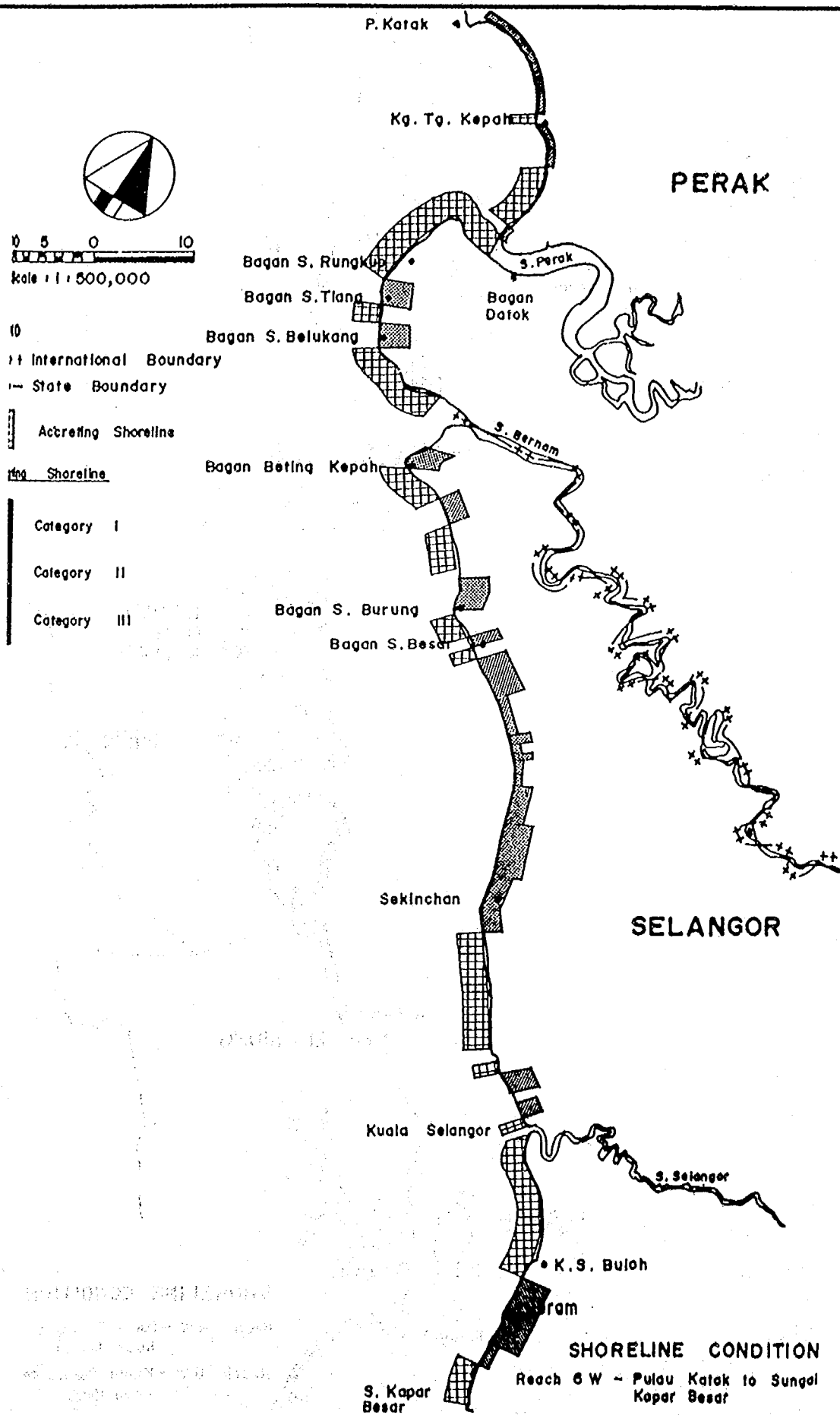
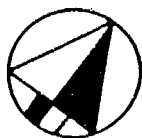


図2. 12(12/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



0 5 10
Scale 1 : 500,000

10

— International Boundary

— State Boundary

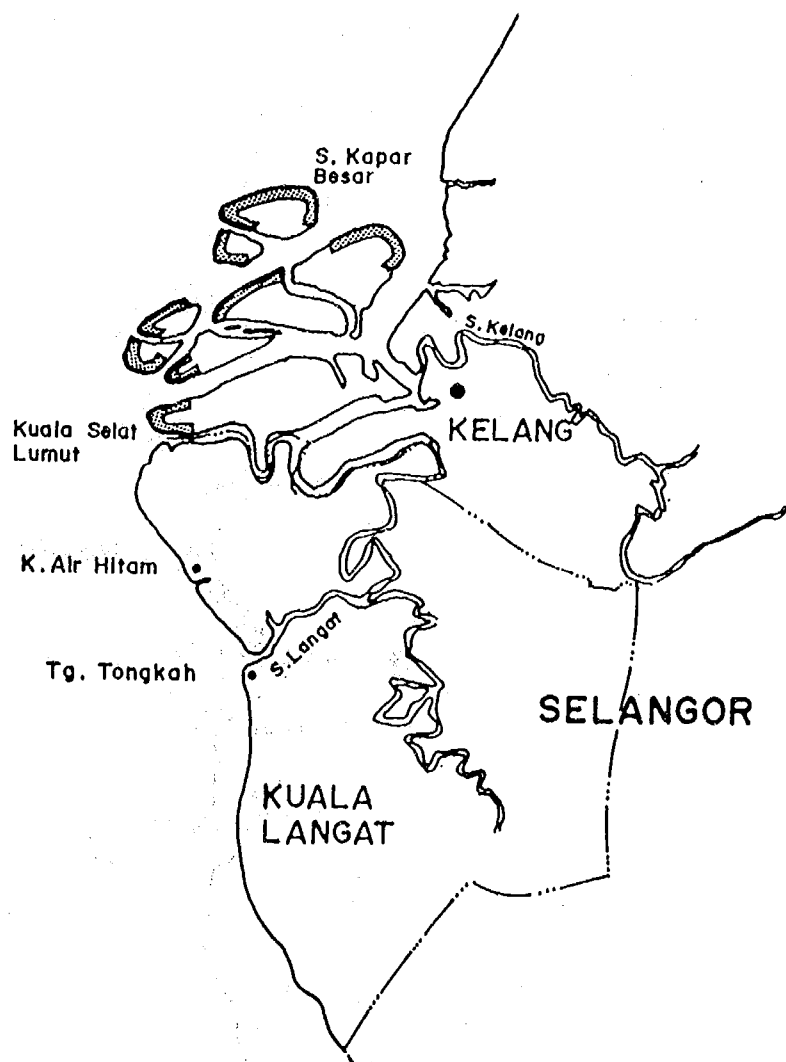
— Accreting Shoreline

— Shoreline

Category I

Category II

Category III

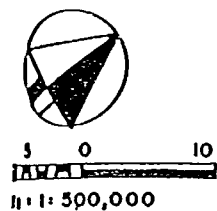


SHORELINE CONDITION

Reach 7 W - Sungai Kapar Besar to
Kuala Selat Lumut

図2. 12(13/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)



International Boundary
State Boundary

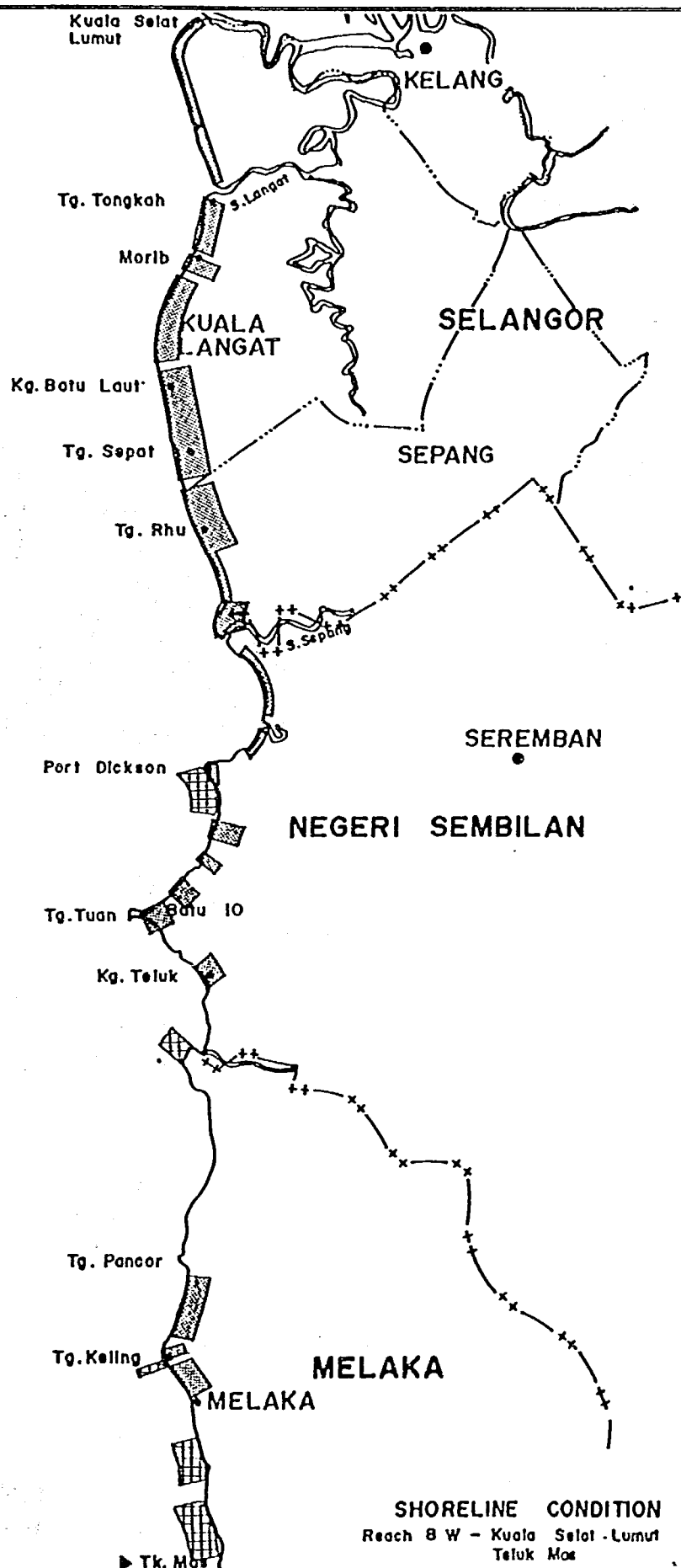
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

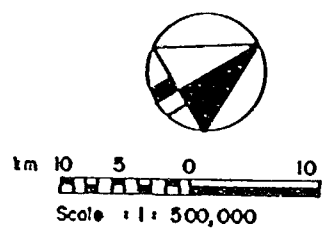
Category III



SHORELINE CONDITION
Reach 8 W - Kuala Selat - Lumut
Teluk Mas

图2. 12(14/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)



)-

+ International Boundary
— State Boundary

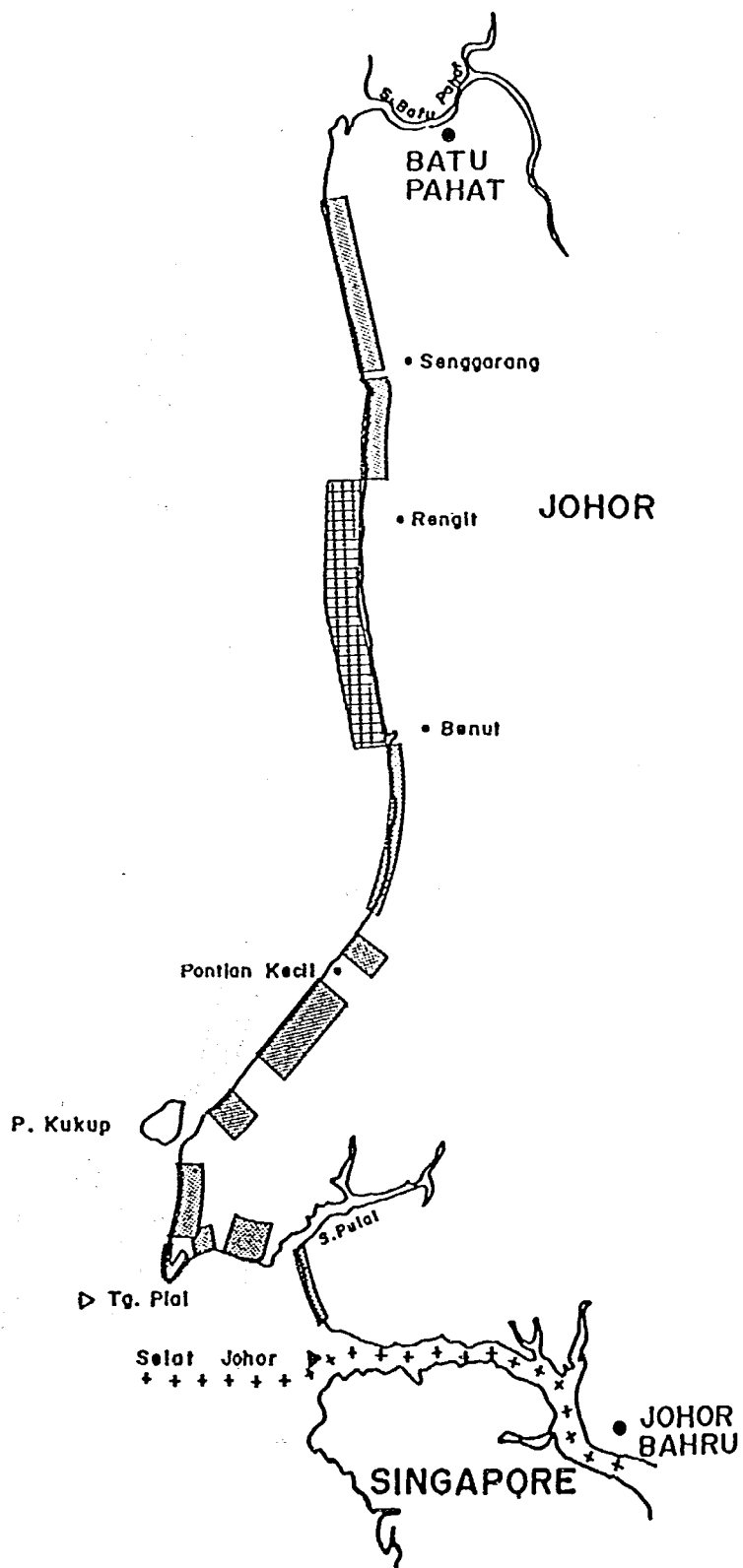
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

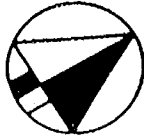
Category III



SHORELINE CONDITION
Reach 9 W - Teluk Mas to Selat Johor

图2. 12(15/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)



5 0 10
1:11 500,000

International Boundary

State Boundary

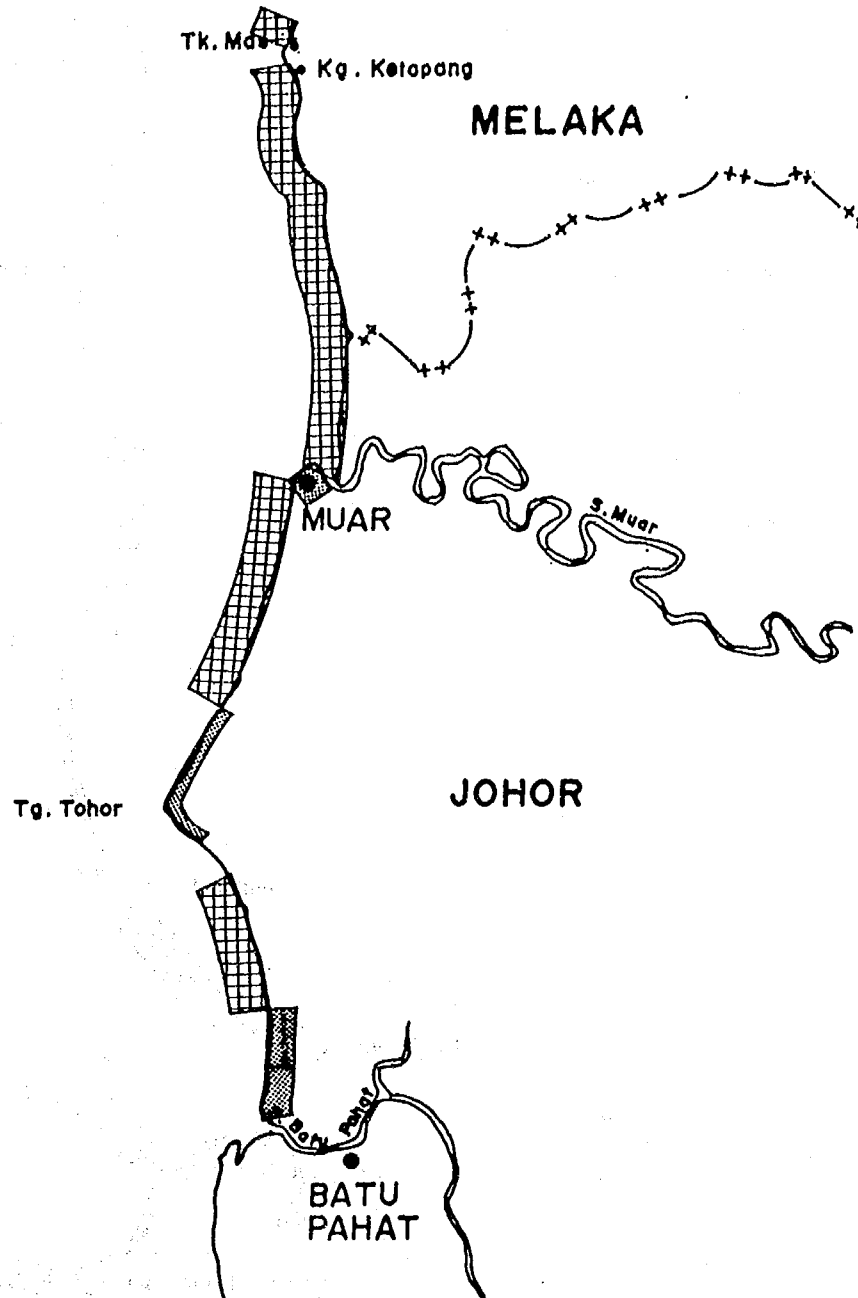
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III



SHORELINE CONDITION

Reach 9 W - Teluk Mas to Selat Johor

図2. 12 (16/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



5 0 10

1 : 500,000

International Boundary

State Boundary

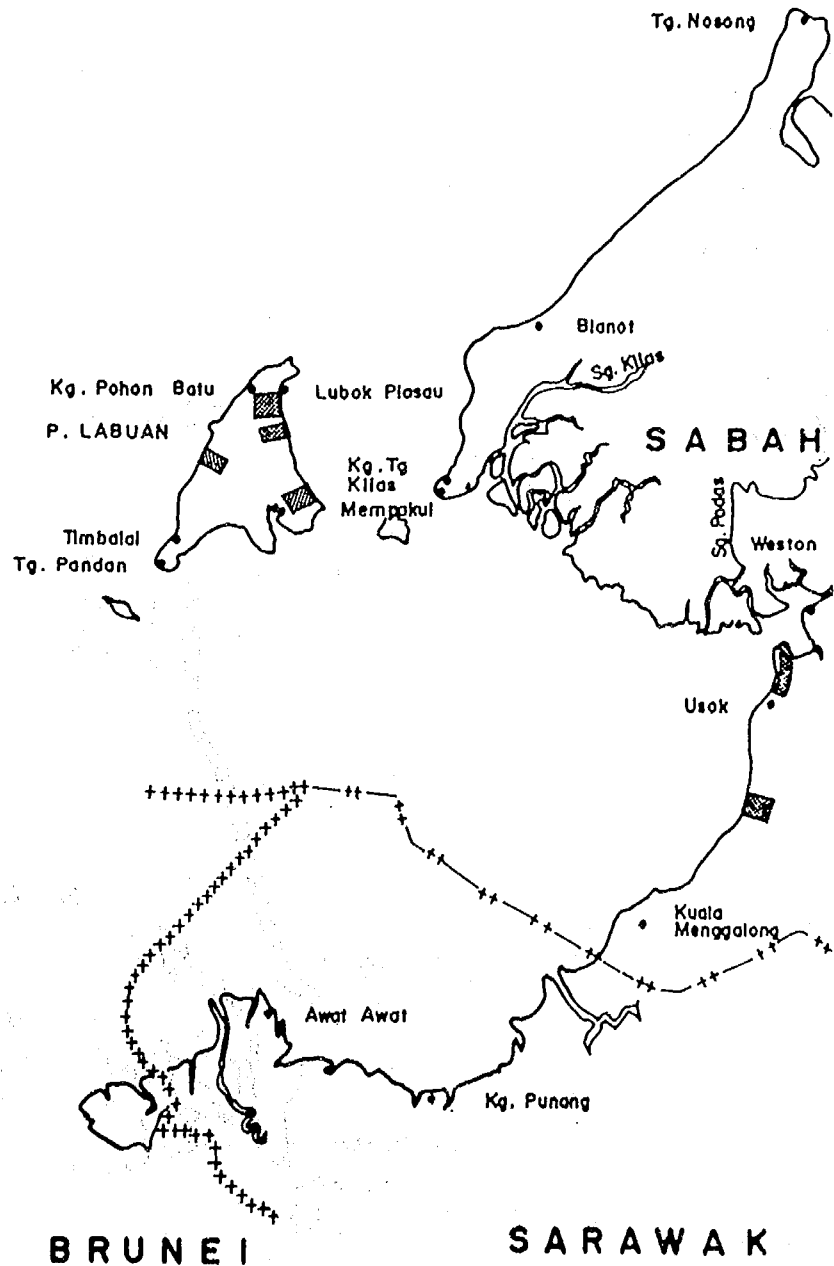
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

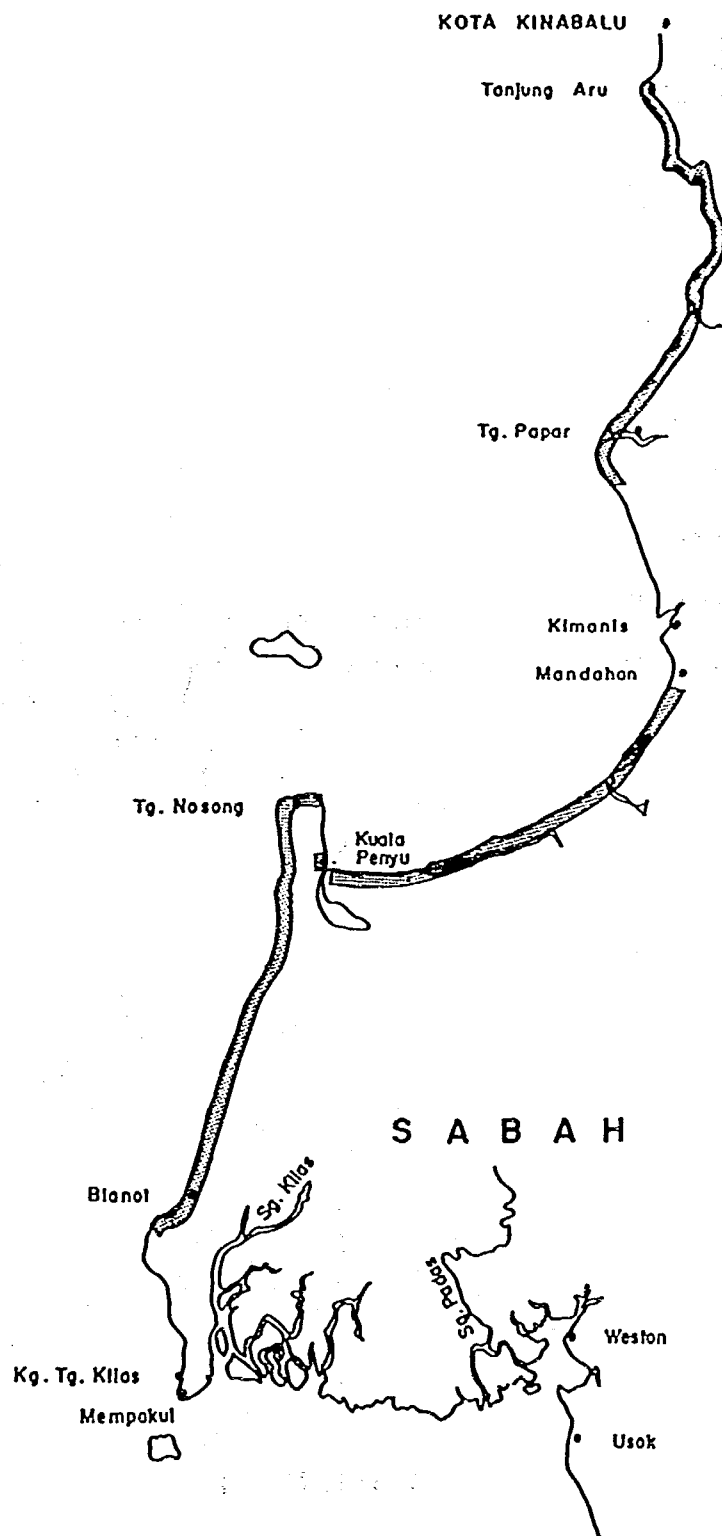
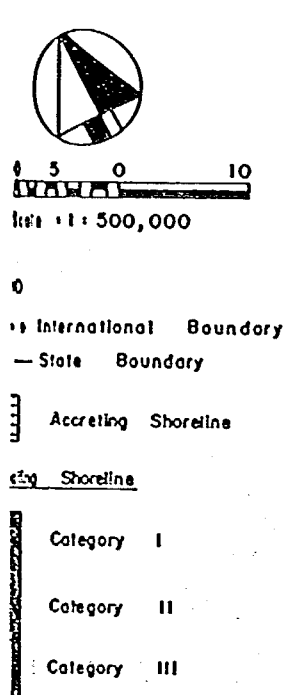


SHORELINE CONDITION

Reach 1 Sh - Kuala Menggalong to Usok
 Reach 2 Sh - Usok to Kuala Sungai Kilas
 Reach 3 Sh - Pulau Labuan

图2. 12(17/36) 海岸線变化图

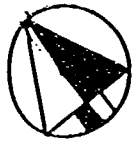
出典: National Coastal Erosion Study (1985)



SHORELINE CONDITION
Reach 4 Sh - Mempakul to Tanjung Aru

図2. 12(18/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)



5 0 10

1 : 500,000

International Boundary
State Boundary

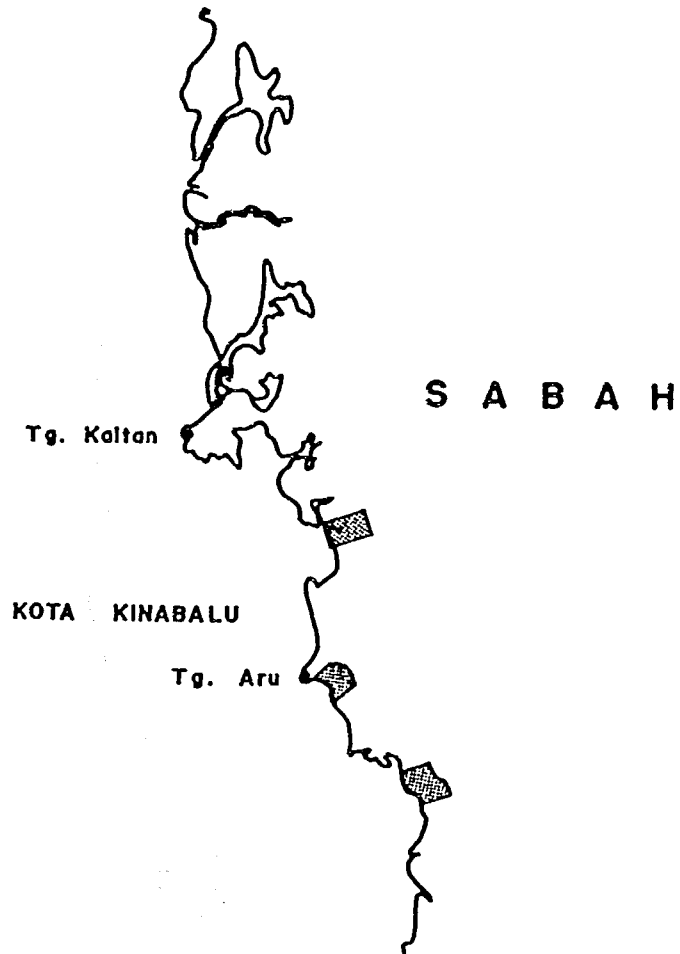
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

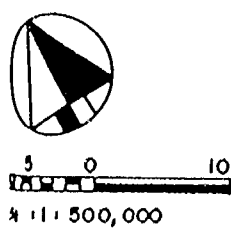


SHORELINE CONDITION

Reach 5h - Tanjung Aru to Tanjung Kalton

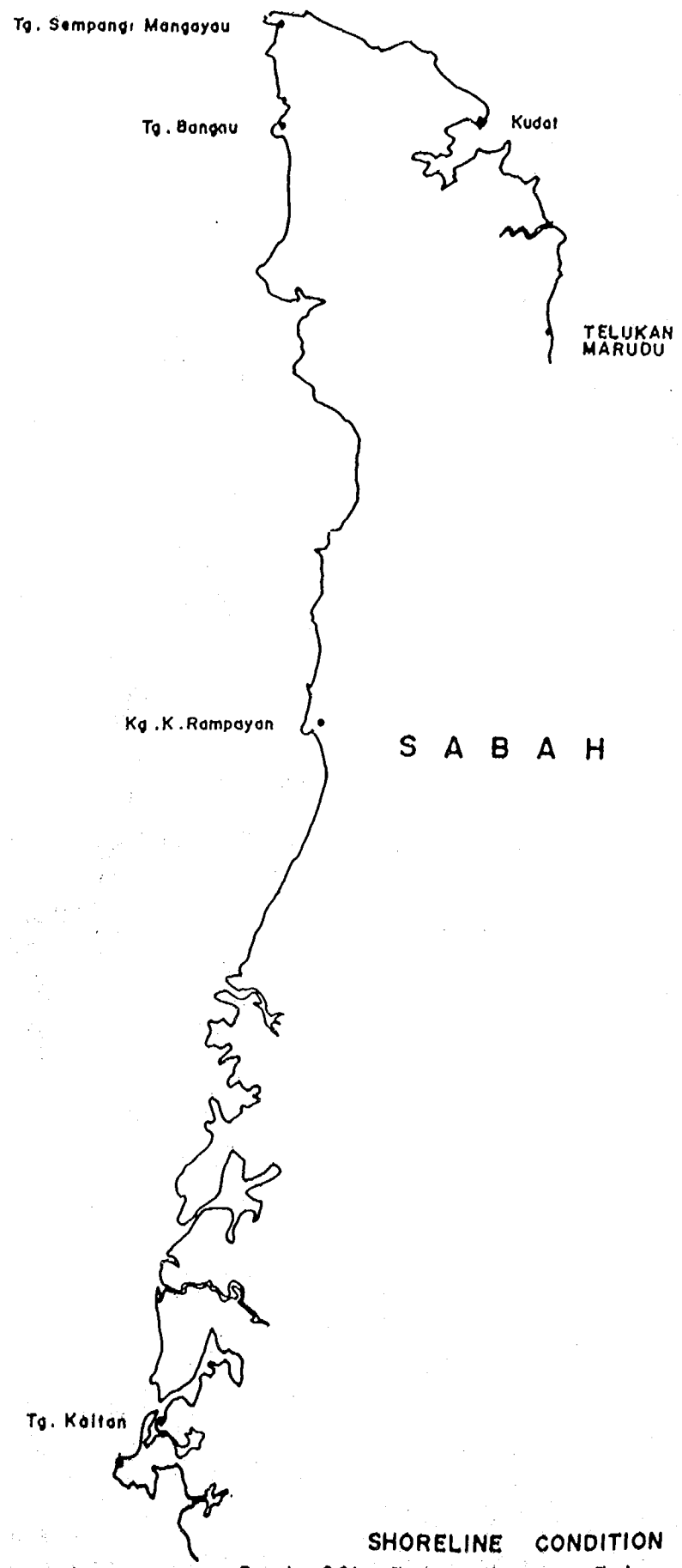
出典: National Coastal Erosion
Study (1985)

図2. 12(19/36) 海岸線変化図



International Boundary
State Boundary
Accreting Shoreline
Shoreline

Category I
Category II
Category III

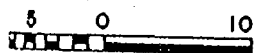


SHORELINE CONDITION

Reach 6Sh - Tanjung Kalton to Tanjung
Sempang Mangayau

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)

図2. 12(20/36) 海岸線変化図



1:1,500,000

International Boundary

State Boundary

Accreting Shoreline Tg. Simpang Mangayau

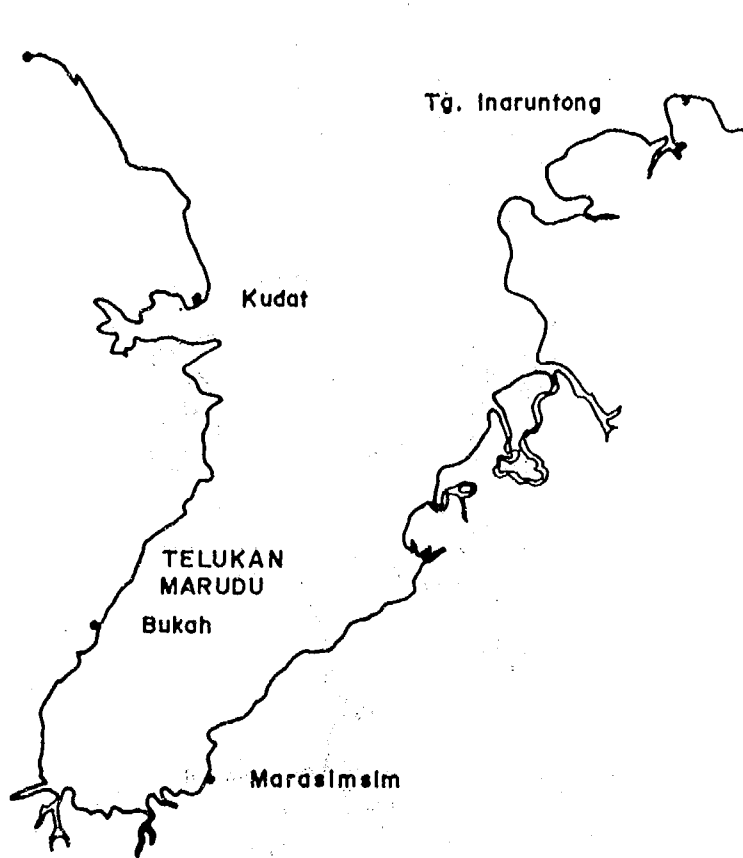
Shoreline

Category I

Tg. Bangau

Category II

Category III



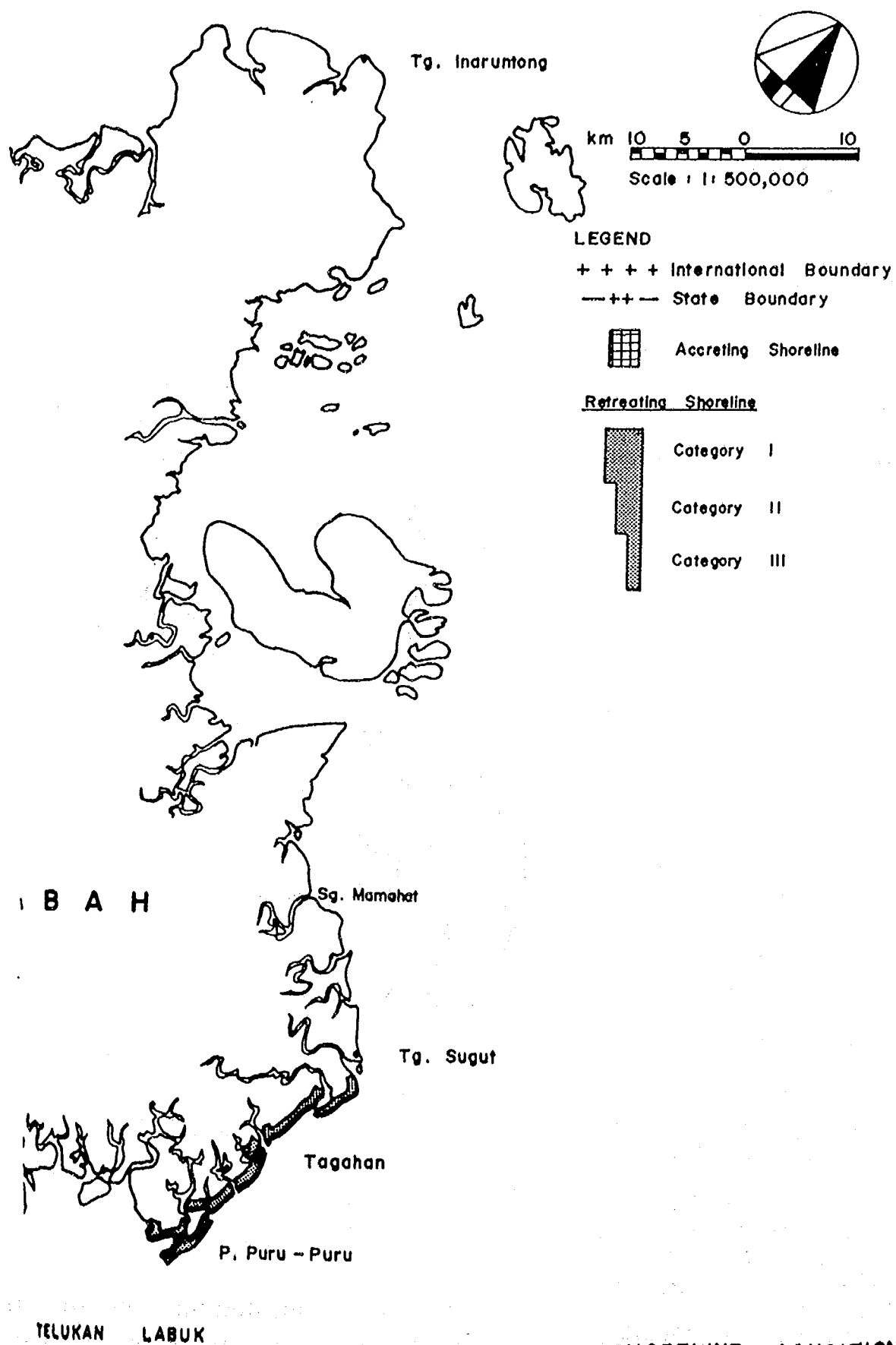
S A B A H

SHORELINE CONDITION

Reach 7 Sh - Tanjung Bempung Mangayau to Bukah
 Reach 8 Sh - Bukah to Marasimelm
 Reach 9 Sh - Marasimelm to Tanjung Inaruntong

出典: National Coastal Brosion
 Study (1985)

図2. 12(21/36) 海岸線変化図

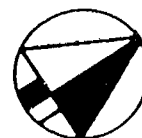


SHORELINE CONDITION

Reach IO Sh - Tanjung Inaruntong to Sungai Mamahat
Reach II Sh - Sungai Mamahat to Pulau Puru - Puru

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図2. 12(22/36) 海岸線変化図



km 10 5 0 10
 Scale : 1 : 500,000

LEGEND

+ + + + International Boundary

—++— State Boundary



Accreting Shoreline

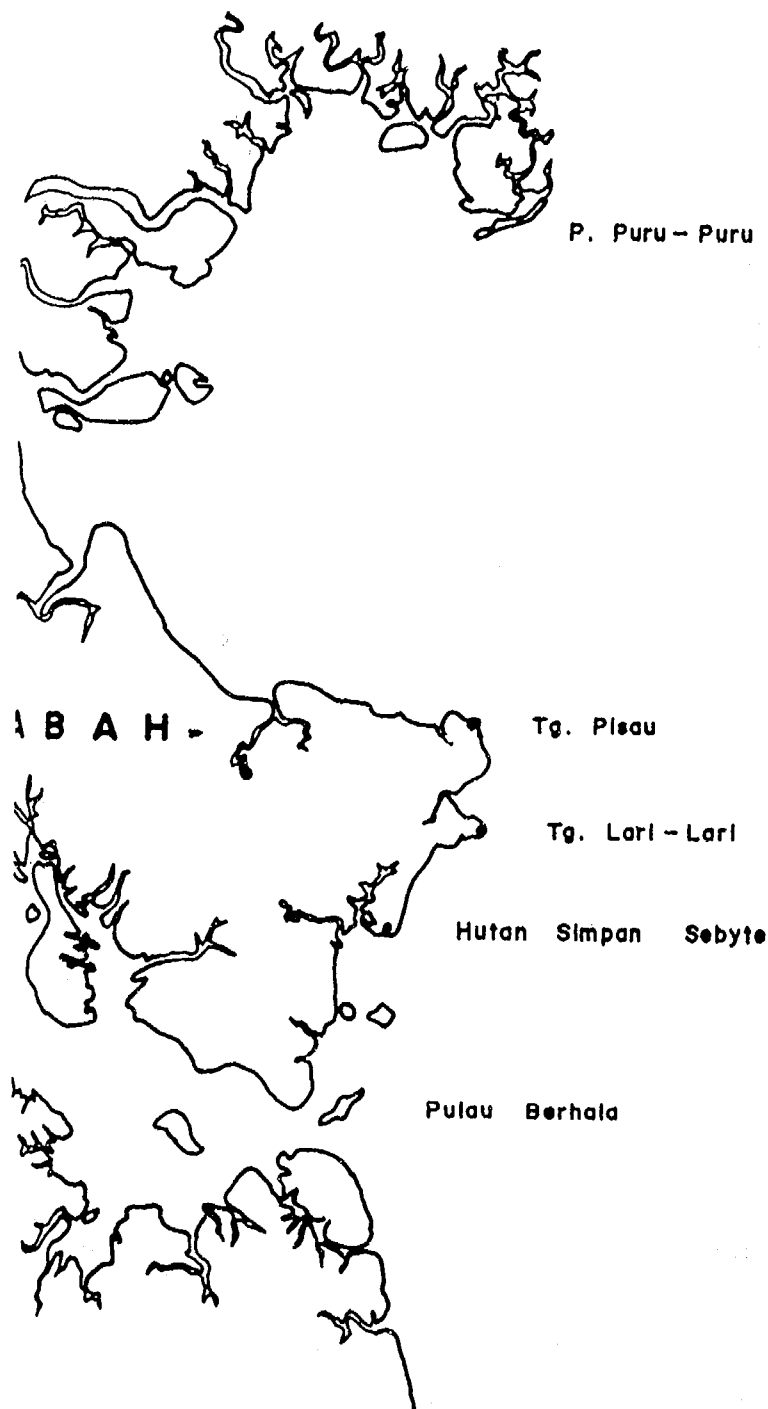
Retreating Shoreline



Category I

Category II

Category III



SHORELINE CONDITION

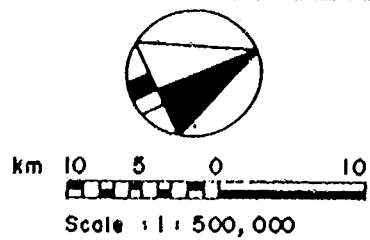
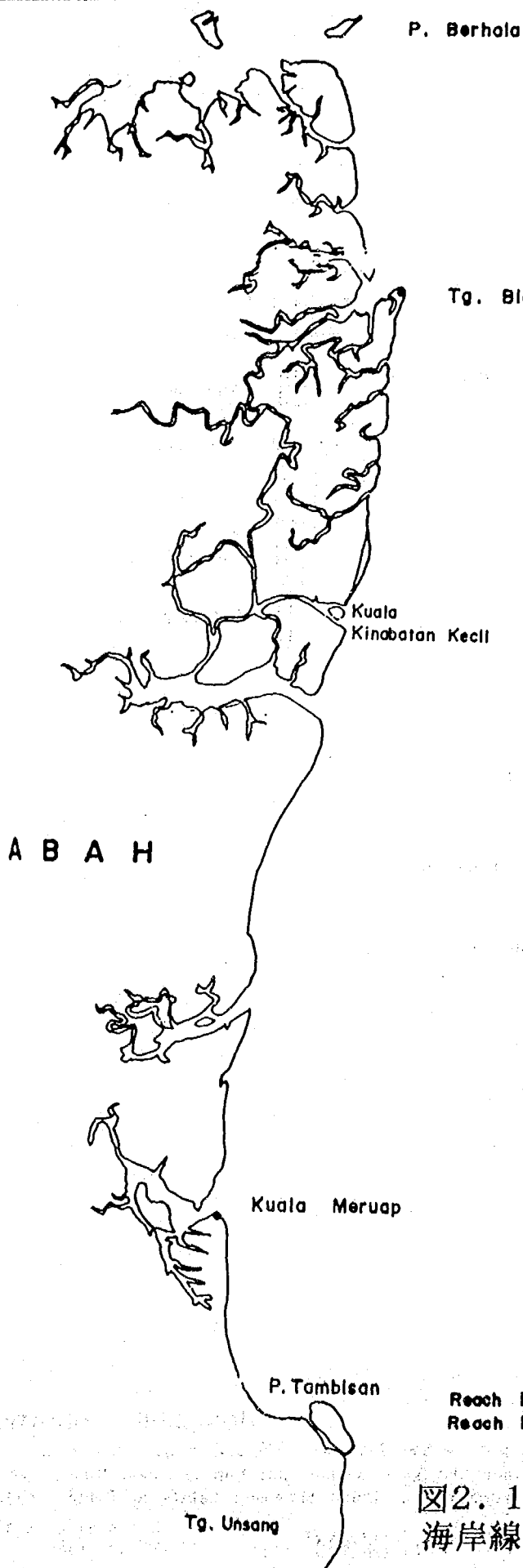
Reach 12 Sh - Pulau Puru - Puru to Tanjung Lari - Lari

Reach 13 Sh - Tanjung Lari - Lari to Hutan Simpan Sebye

Reach 14 Sh - Hutan Simpan Sebye to Pulau Berhala

図2. 12(23/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



LEGEND

Tg. Bidadarl + + + + International Boundary
 — + + — State Boundary

 Accreting Shoreline

Retreating Shoreline

 Category I
 Category II
 Category III

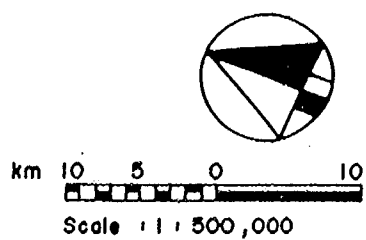
SHORELINE CONDITION

Reach 15 Sh - Pulau Berhala to Kuala Meruap
 Reach 16 Sh - Kuala Meruap to Pulau Tambisan

図2. 12(24/36)

海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



LEGEND

++++ International Boundary

—++— State Boundary



Accreting Shoreline

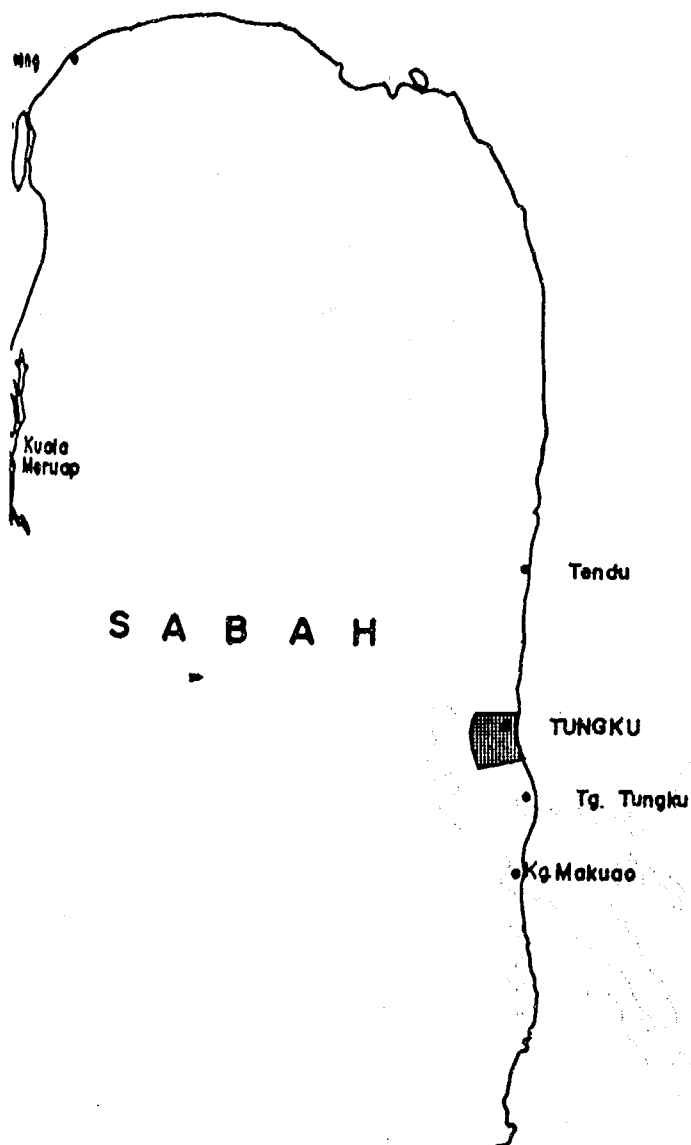
Retreating Shoreline



Category I

Category II

Category III

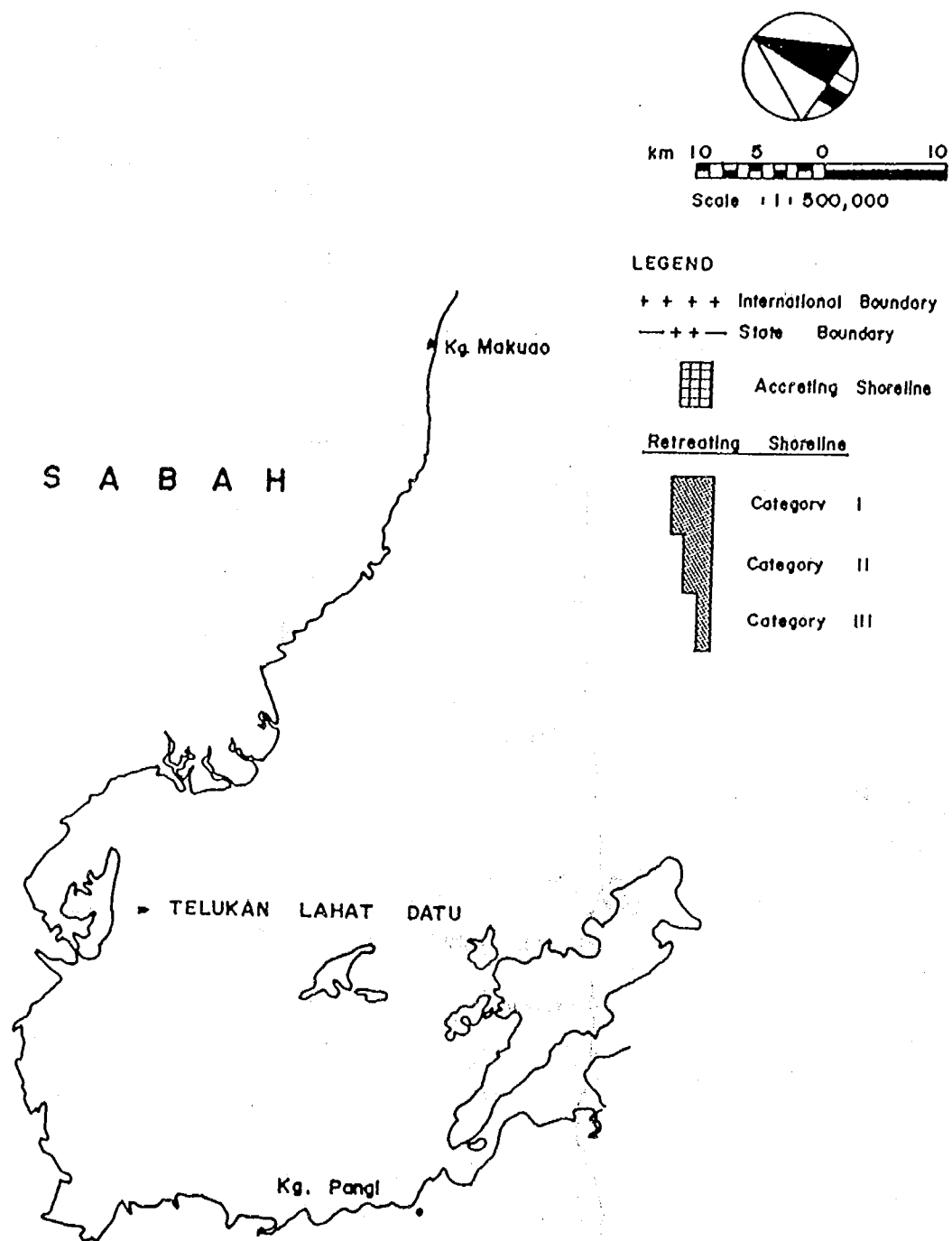


SHORELINE CONDITION

Reach 17 Sh - Pulau Tambelan to Kampung Makuao

図2. 12(25/36) 海岸線変化図

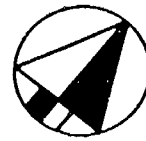
出典: National Coastal Erosion Study (1985)



SHORELINE CONDITION
 Reach 17 Sh - Kampung Makuao to Kampung Pangl

図2. 12(26/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



km 10 5 0 10
Scale 1 : 500,000

LEGEND

++++ International Boundary

---++--- State Boundary



Accreting Shoreline

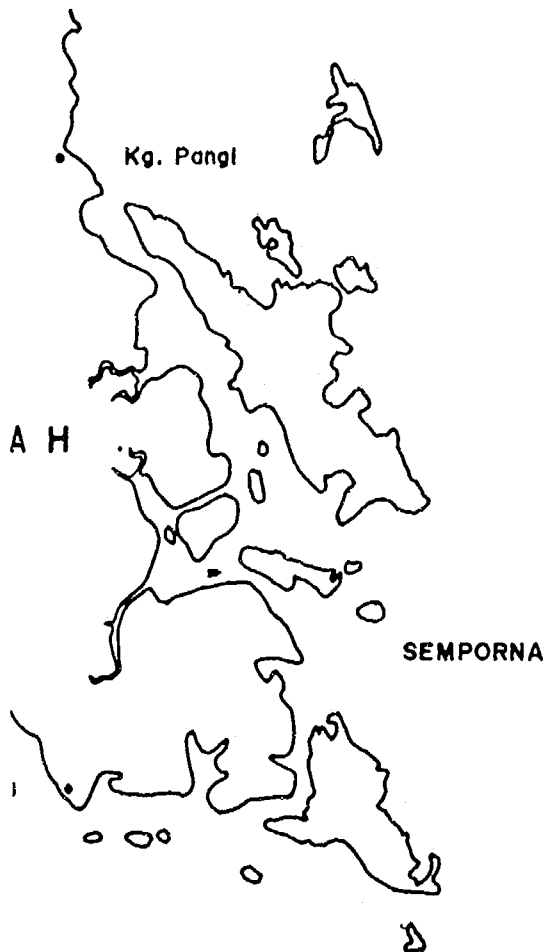
Retreating Shoreline



Category I

Category II

Category III



SHORELINE CONDITION

Reach 18 Sh - Kampung Pangl to Kampung Mantilip

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図2. 12(27/36) 海岸線変化図

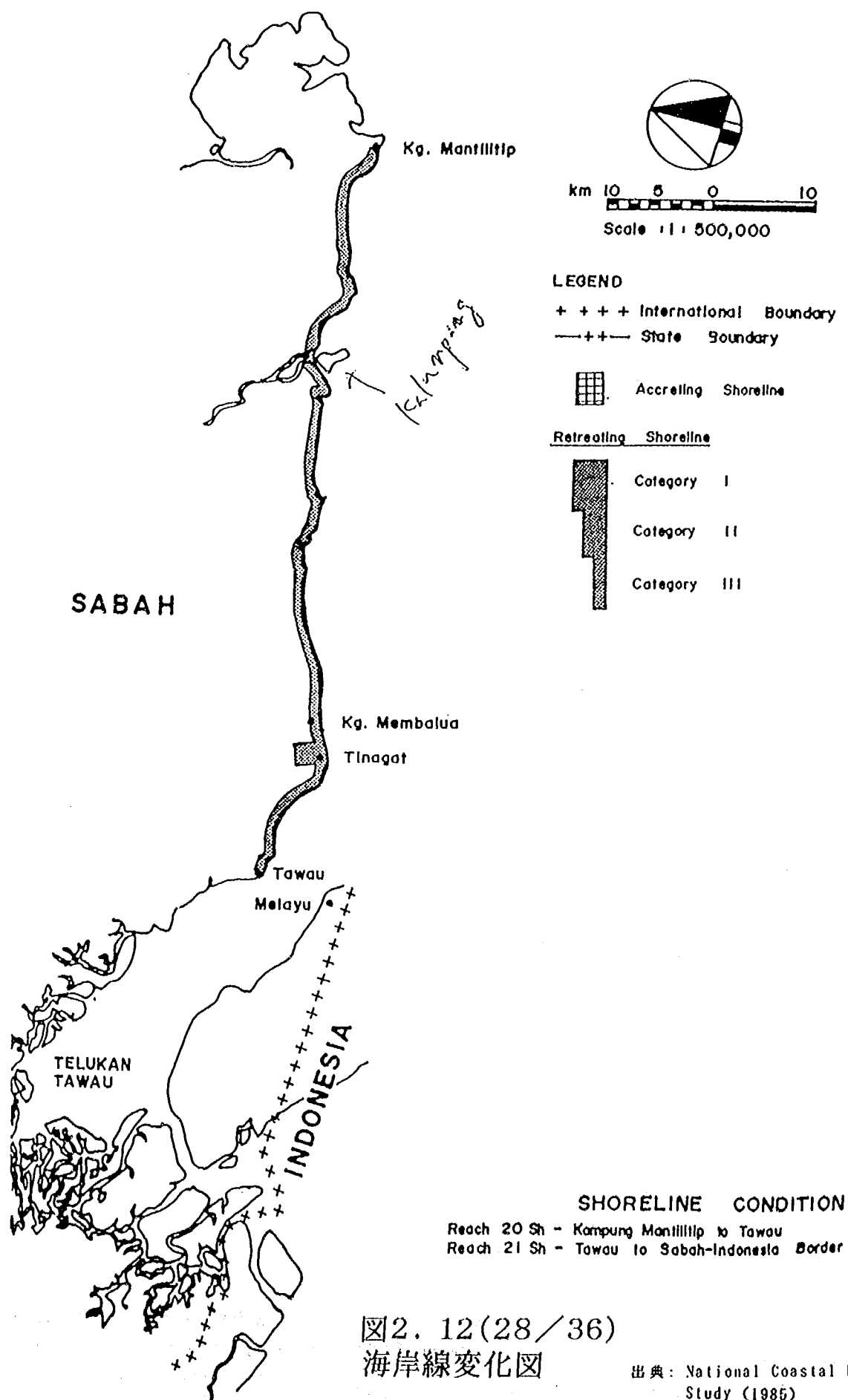
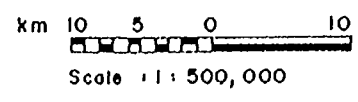
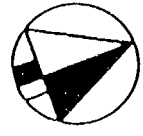
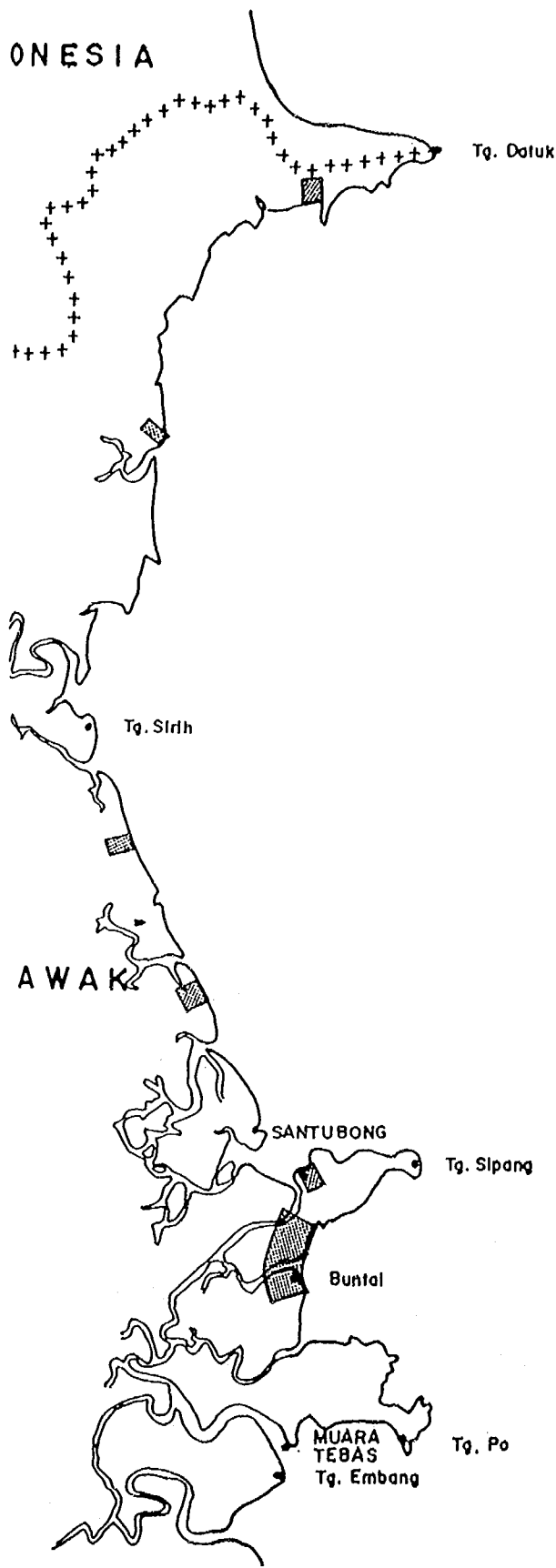


図2. 12(28/36)
 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion
 Study (1985)

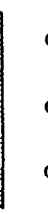


LEGEND

+ + + + International Boundary
— + + — State Boundary

 Accreting Shoreline

Retreating Shoreline

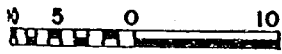
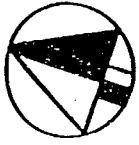
 Category I
 Category II
 Category III

SHORELINE CONDITION

Reach 1 Sk - Tanjung Datuk to Santubong
Reach 2 Sk - Santubong to Muara Tebas

図2. 12(29/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



Scale : 1 : 500,000

10

—+— International Boundary

— State Boundary

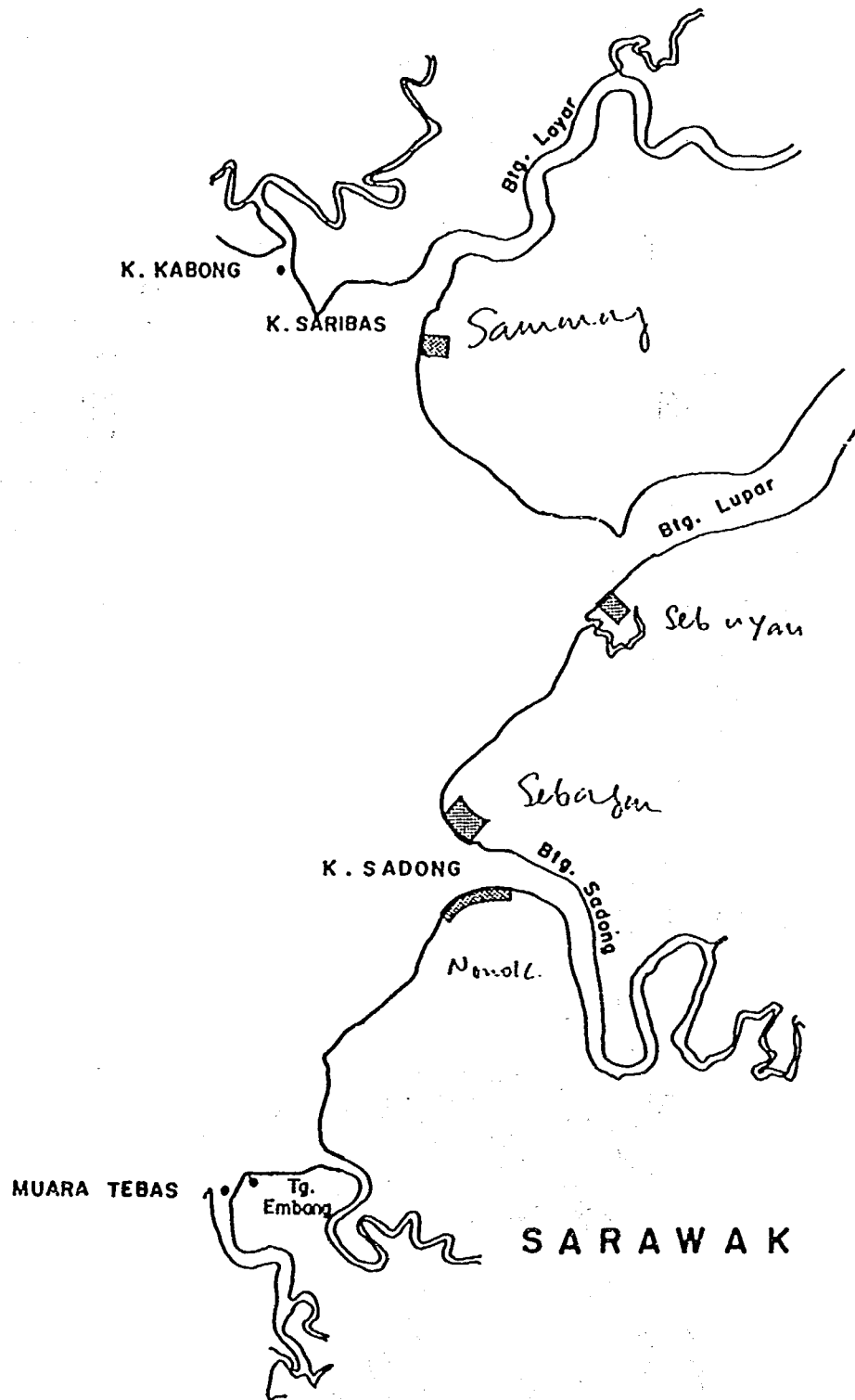
Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

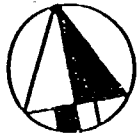


SHORELINE CONDITION

Reach 3 Sk - Muara Tebas to Kuala Kabong

図2. 12(30/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



0 5 0 10

Scale : 1 : 500,000

10

--- International Boundary

--- State Boundary

Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

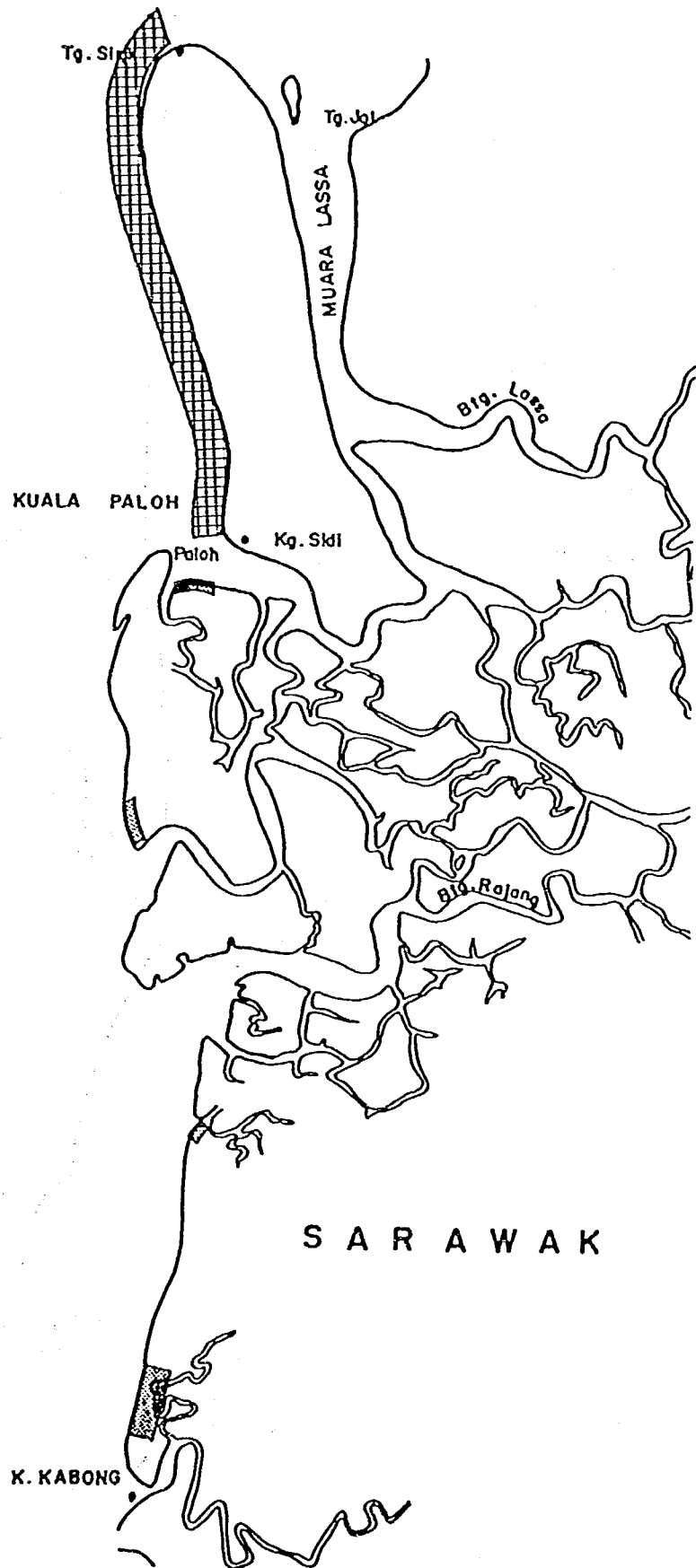


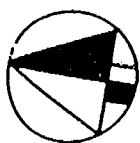
図2. 12(31/36)

海岸線変化図

出典: National Coastal
Erosion Study
(1985)

SHORELINE CONDITION

Reach 4 Sk - Kuala Kabong to Kuala Paloh
Reach 5 Sk - Kuala Paloh to Tanjung Jol



0 5 0 10

Scale : 1 : 500,000

VO

—+— International Boundary

— State Boundary

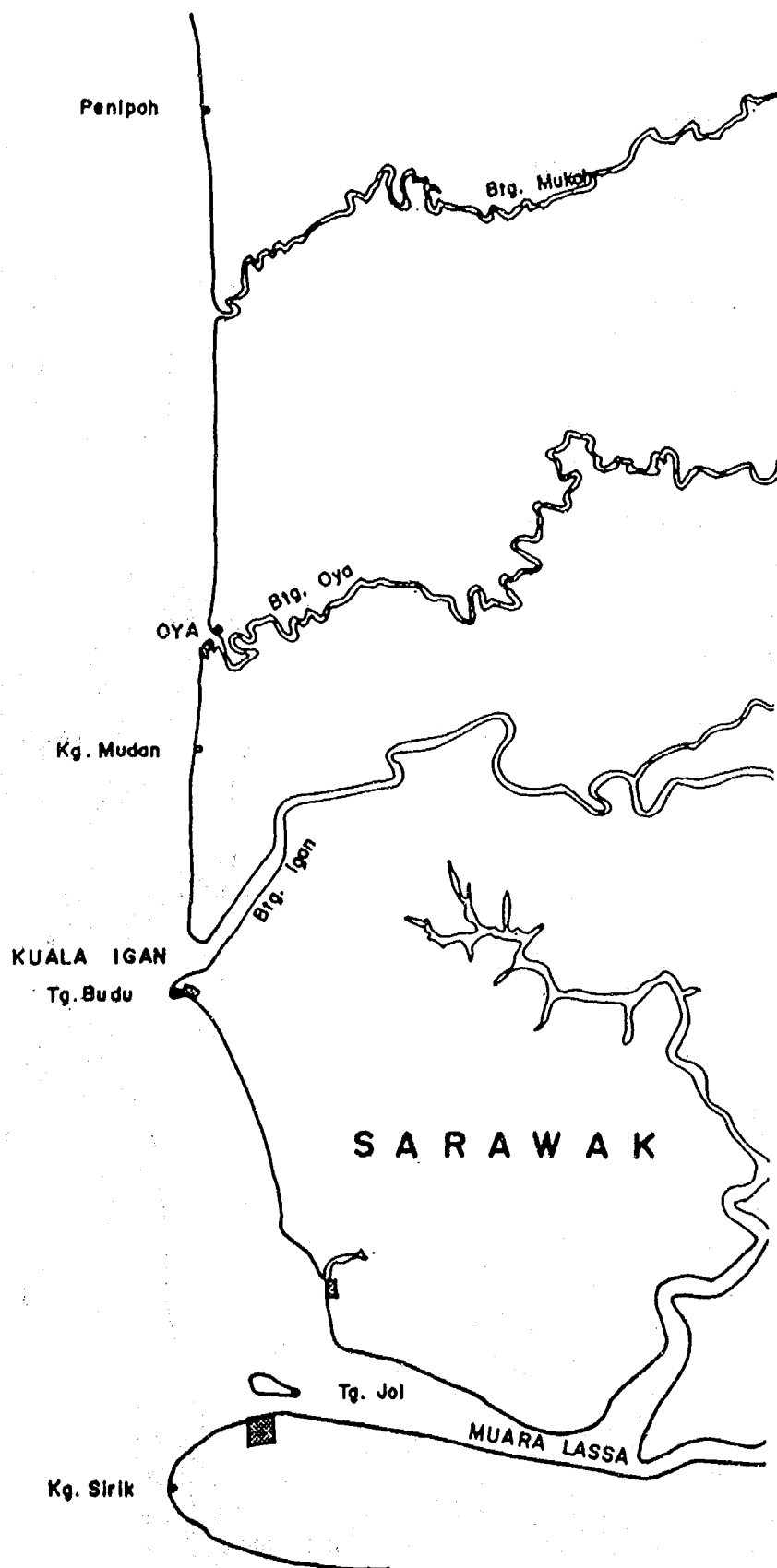
— Accreting Shoreline

— Eroding Shoreline

Category I

Category II

Category III

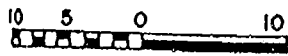
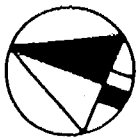


SHORELINE CONDITION

Reach 6 Sk - Tanjung Jol to Batang Kemena

図2. 12(32/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



Scale : 1 : 500,000

NO

++ International Boundary

--- State Boundary

Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

BINTULU
KUALA BINTULU

Btq. Kemena

Btq. Semanok

Btq. Tatay

SARAWAK

Btq. Balingian

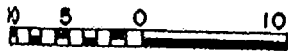
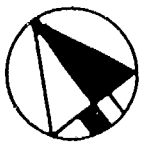
Penipah

Figure 5.33 (Cont.)
SHORELINE CONDITION

Reach 6 Sk - Tanjung Jai to Bintulu (Batang Kemena)

图2. 12 (33/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion
Study (1985)



Scale : 1 : 500,000

ND

+ + International Boundary

— State Boundary

Accreting Shoreline

the Shoreline

Category I

Category II

Category III

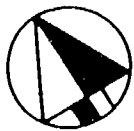


SHORELINE CONDITION

Reach 7 Sk - Bintulu (Batang Kemena) to Tanjung Payung

図2. 12(34/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1986)



10 5 0 10

Scale 1:500,000

NO

+ + International Boundary

- - State Boundary

Accreting Shoreline

Shoreline

Category I

Category II

Category III

Tg. Baram

Biq. Baram

BRUNEI

SARAWAK

Tg. Batu

K. Sibuti

Sg. Niah

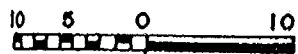
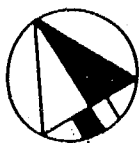
Tg. Payung

SHORELINE CONDITION

Reach 8 Sk - Tanjung Payung to Brunei Border

图2. 12(35/36) 海岸線变化图

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



Scale 1 : 500,000

S A B A H

(ND)

++ International Boundary

+- State Boundary



Accreting Shoreline

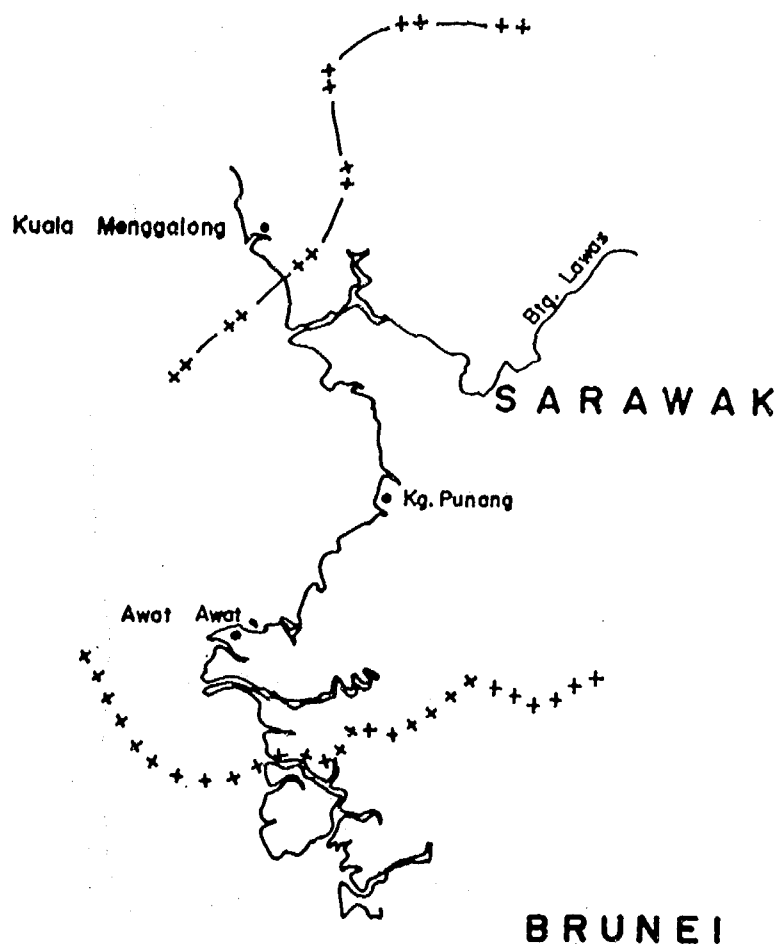
eroding Shoreline



Category I

Category II

Category III



SHORELINE CONDITION

Reach 9 Sk - Brunei Border to Kuala Menggalong

図2. 12(36/36) 海岸線変化図

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表 2.2.1 基礎資料の所在状況 (マレーシア)

項 目	細 項 目	所 轄	説 明
地形図 (半島部)	1/63,630	Dept. of Survey and Mapping	半島全域をカバー
	1/50,000	"	半島の一部をカバー
	1/25,000	"	"
地形図 (サバ、サラワ)	1/50,000	Land and Survey Department	全域をカバー
	1/25,000	"	一部をカバー
航空写真 (半島部)	1/25,000	Dept. of Survey and Mapping	1966年撮影シリーズ 半島のほとんどをカバー
	1/25,000	"	1974年撮影シリーズ 半島の一部をカバー
	1/40,000	"	1980年撮影シリーズ 半島のほとんどをカバー
	1/50,000	"	1986年撮影シリーズ 半島の一部をカバー
	1/50,000	" (D I D の委託)	1991年撮影シリーズ 半島海岸線一部をカバー
航空写真 (サラワ)	1/40,000、1/30,000 1/25,000、1/20,000 1/16,000 etc.	Land and Survey Department	1971年以降ほとんど毎年一部 の地域を撮影 縮尺はそれぞれ異なっている
航空写真 (サバ)	1/25,000	Land and Survey Department	1969～71年撮影シリーズ ほぼサバ全体をカバー
	1/50,000	"	1986年撮影シリーズ サバ全体をカバー
地質図 (半 島)	1/2,000,000	Dept. of Survey and Mapping	1973年編集
地質図 (サバ、サラワ)	1/500,000	Land and Survey Department	1985年編集
土地利用図 (半 島)	1/250,000	Ministry of Agriculture	—
海 図 深淺測量図	1/200,000	Private Sector	市場で購入可
	1/1,000～1/5,000	D I D	Dredgingの必要な一部の 区域をカバー
	1/1,000～1/5,000	Marin Department	"

表 2.3 基礎資料の所在状況 (インドネシア)

種 別	関 係 機 関	資 料 名	年 度	摘 要
地 形 図	公共事業省地図局	1/50,000		全国をカバー、地域により1/25,000地形図あり
海 図	Hydro-Oceanographic Office Service		1945～現在	存在のみ確認 日本での閲覧現在不可
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Charts	1795～現在	**50万分の1 (スマトラ島10種類、その他9種類) など、ほか6種類以上
潮 汐	Hydro-Oceanographic Office Service (Jakarta)	Tide Table in Java Tide Tables	1975 1994 1967, 1987	* 60箇所 (ジャワ島のみ) * 73箇所 (全国版、図2.13参照) ***
		Tidal Stream Tables	1987	*** (海流データ、全国版)
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Tide Tables	～1994	**標準港8箇所、2級港約180箇所 (全国版) (発行開始年不明、1985年から入手可能)
気 象	The Institute of Meteorology and Geophysics, Department of Communications	Rain Observations	1964 1973 1951～1985	* 約2000観測点 * 2827観測点 ***
		Rainfall Atlas Vol. I ~ II	1973	***
		Data Iklim di Indonesia	1980～1989 1971～1979	* 気温、風向、風力 (図2.14参照) *** 月間降雨量、観測地点一覧図
	The Institute of Meteorology and Geophysics, Department of Communications	Surface Marine Observations, Vol. 1 ~ 5	1979	***
	Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, USA	Sailing Directions, South East Asia, Pub. 163, Pub. 164, Pub. 174	～1994	**19箇所

- * : プロジェクト関係で過去に入手
 ** : 海上保安庁海の相談室にて閲覧可能
 *** : JICA図書館にて閲覧可能

PEMBAGIAN WILAYAH WAKTU DI INDONESIA (TIME ZONES IN INDONESIA)

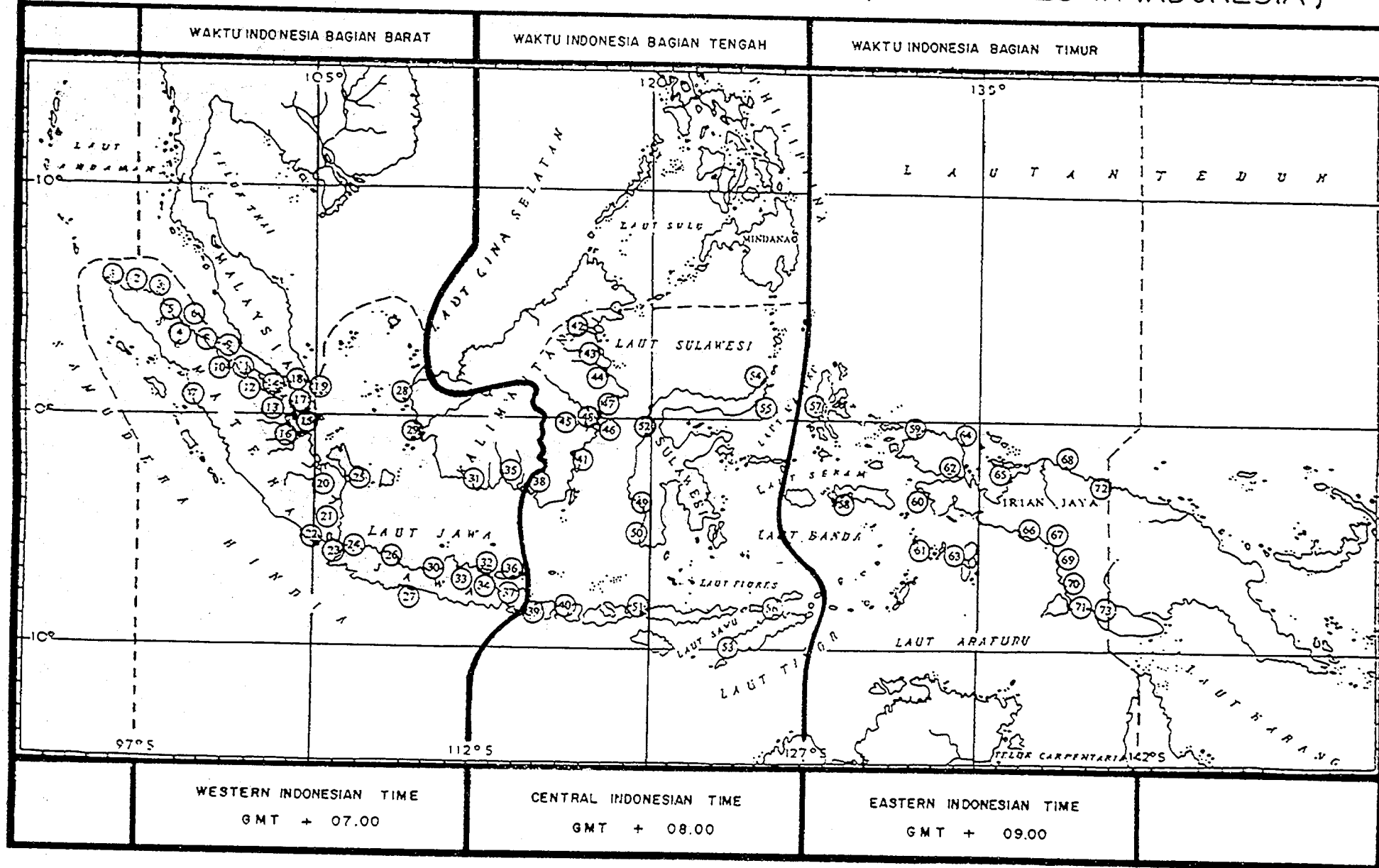
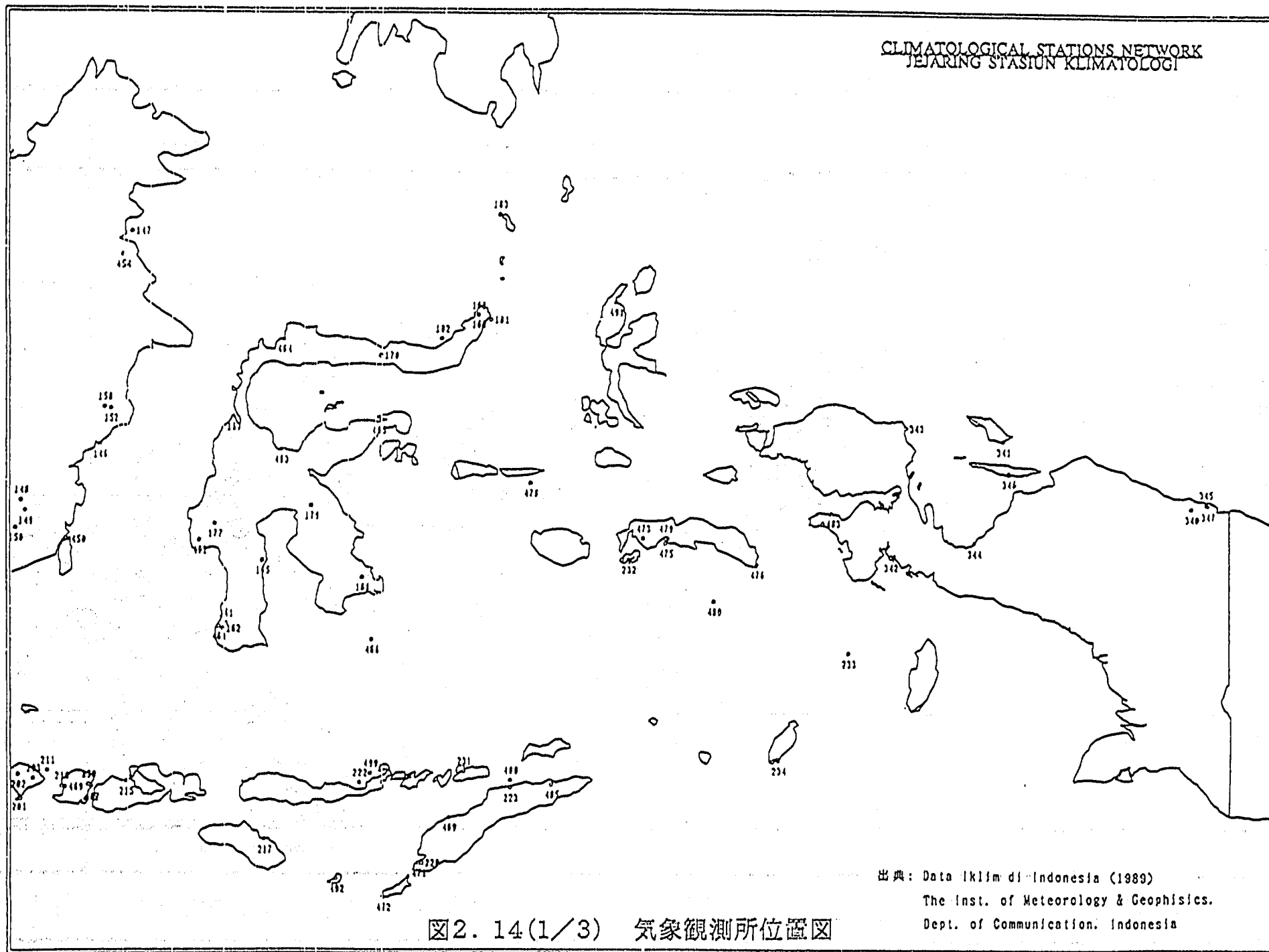


図2. 13 潮汐観測地点

出典: Tide Tables (1994)
Hydro-Oceanographic Office Service.
Indonesia



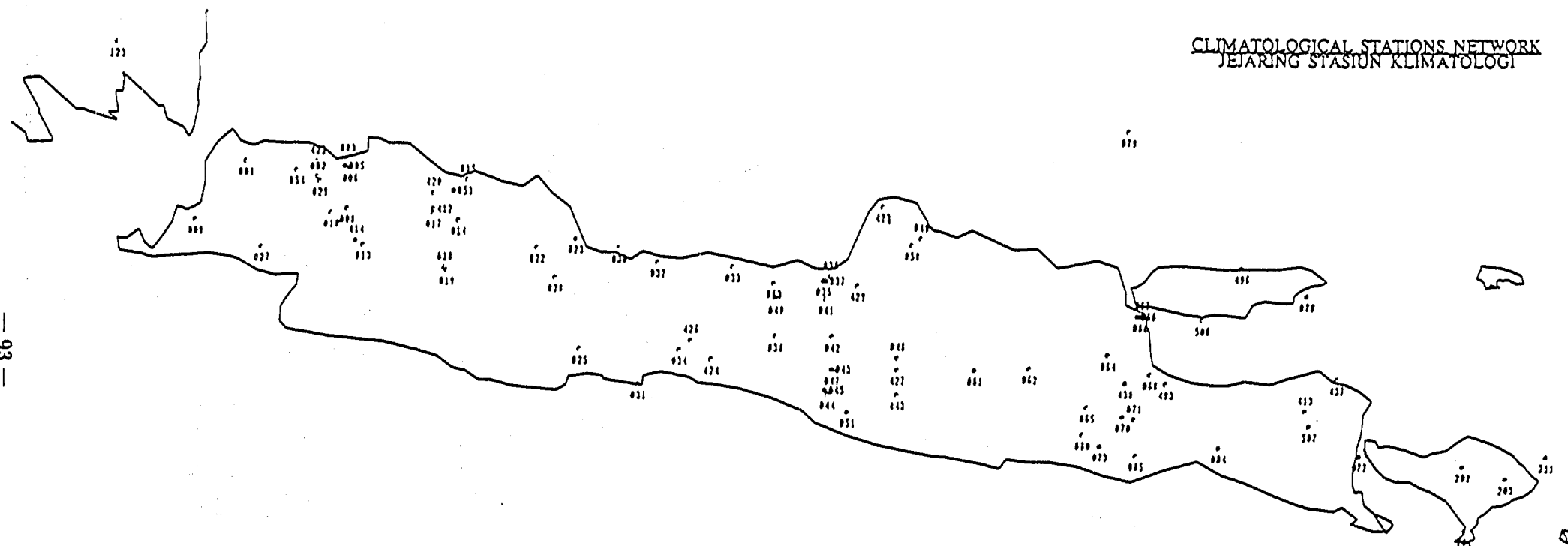


図2.14(2/3) 気象観測所位置図

出典: Data iklim di Indonesia (1989)
The Inst. of Meteorology & Geophysics.
Dept. of Communication, Indonesia

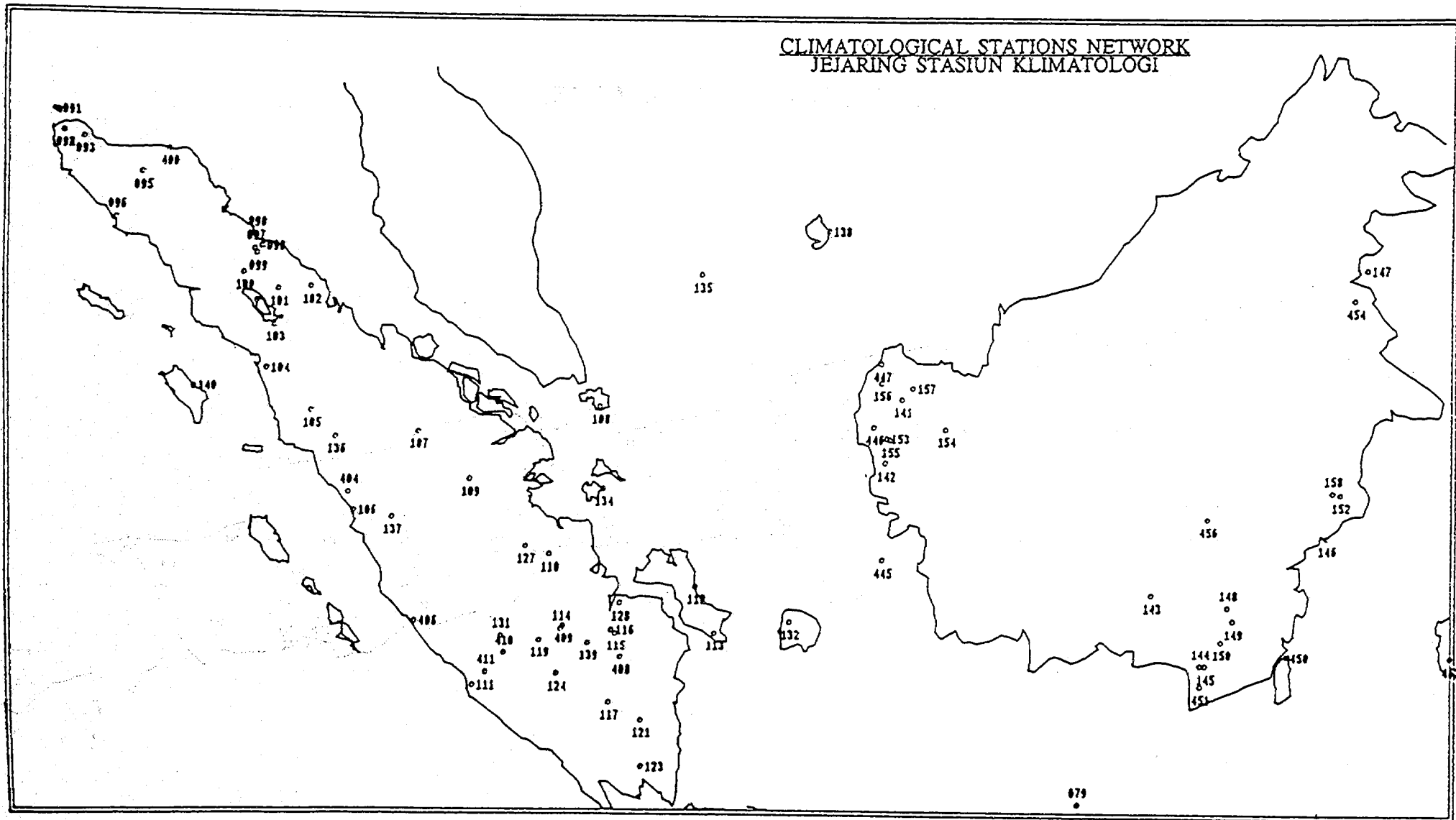


図2. 14(3/3) 気象観測所位置図

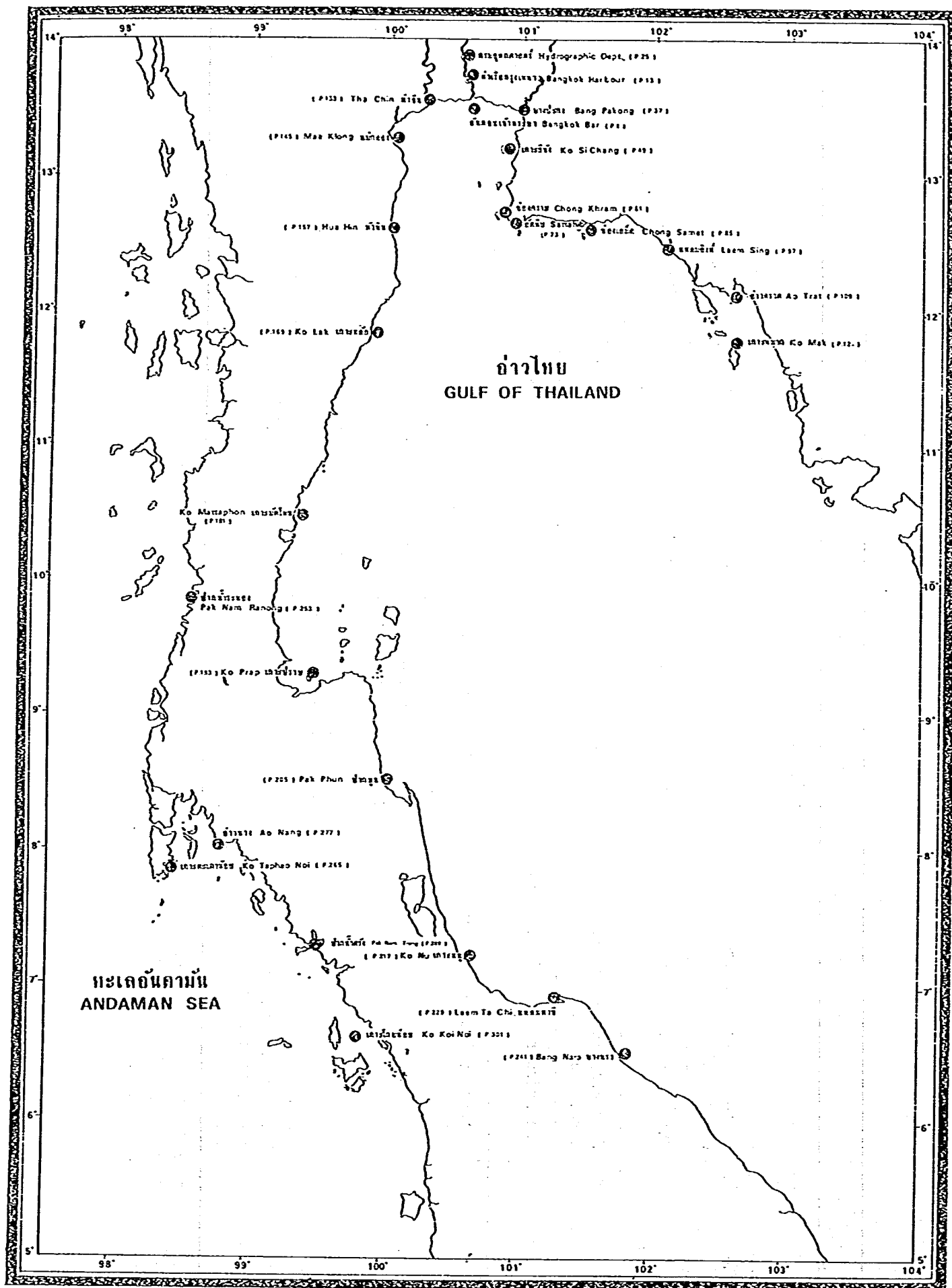
出典: Data Iklim di Indonesia (1989)
The Inst. of Meteorology & Geophysics.
Dept. of Communication. Indonesia

表 2. 4 基礎資料の所在状況 (タイ)

種 別	関 係 機 関	資 料 名	年 度	摘 要
地 形 図	防衛省測量局	1/50,000	1950年代	全国をカバー
海 図	Hydrographic Department, Royal Thai Navy		1922～現在	存在のみ確認 日本での閲覧現在不可
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Charts	1795～現在	**20万分の1 (西海岸部2種類) 24万分の1 (東海岸部5種類)
潮 汐	Hydrographic Department, Royal Thai Navy	Tide Tables	1983, 1986 1987	*** (図 2.15参照)
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Tide Tables		**2級港13箇所
気 象	Meteorological Department	Annual Meteorological Bulletin	1973～1974 1979～1984	*** ***
		Mean Annual & Monthly Rainfall over Thailand	1964, 1974 1984	*** ***
		Mean Annual & Monthly Relative Humidity	1968, 1987	***
	Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, USA	Sailing Directions Pub.160, Pub.161, Chap.2	～1994	**11箇所

- * : プロジェクト関係で過去に入手
 ** : 海上保安庁海の相談室にて閲覧可能
 *** : JICA図書館にて閲覧可能

INDEX CHART OF THE TIDE PREDICTION STATIONS



出典: Tide Tables (1987)
Hydrographic Dept.,
Royal Thai Navy, Thailand

図2. 15 潮汐予測地点位置図

表 2.5 基礎資料の所在状況（フィリピン）

種 別	関 係 機 関	資 料 名	年 度	摘 要
地 形 図	地図資料情報局	1/50,000		全土カバー
海 図	National Mapping & Resource Information Authority	Nautical Charts	1940年代～	カタログのみ*** フィート系図とメートル系図が混在
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Charts	1795～現在	**50万分の1（ルソン島6種類）72.5万分の1（パラワン島1種類）74.5万分の1（ミンダナオ島1種類）等
潮 汐	Department of Environment & Natural Resources, National Mapping and Resource Information Authority	Tide and Current Tables	1987～1988 1990 1968～1985 1990～1991	* 26観測点 * 33観測点（図2.16参照） *** ***
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Tide Tables		**標準港3箇所、2級港約120箇所
気 象	The Philippine Atmosphere, Geophysical & Astronomical Services Administration (PAGASA)	Annual Climatological Review	1965～1967 1969 1968, '70～'75 1985	* 178観測点 * 114観測点（図2.17参照） *** ***
		Climatological Data	1982～1983	***
		Daily & Monthly Summaries of Meteorological Observations	1972～1986	***
	National Water Resources Council	Philippines Water Resources	1976	*
	Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, USA	Sailing Direction Pub.162. 2章	1994	**22箇所

- * : プロジェクト関係で過去に入手
 ** : 海上保安庁海の相談室にて閲覧可能
 *** : JICA図書館にて閲覧可能

TABLE 2.6 (1/2) LIST OF PRIMARY TIDE STATIONS AND DATUM PLANES

NAME	Geographic Position	Locality	Primary Tidal Bench Mark *	Elevation in Meters Above Mean Lower Low Water (MLLW)				
				Primary Bench Mark	Mean High Water (MWH)	Mean Sea Level (MSL)	Mean Low Water (MLW)	Mean Higher High Water (MHHW)
MANILA	14° 35' N 120° 58' E	Pier 15, South Harbor, Manila	BM 4b	3.247	0.838	0.462	0.101	0.980
CEBU	10° 18' N 123° 45' E	Pier 2, Cebu City	BM 6	2.833	1.250	0.722	0.183	1.530
LEGASPI	13° 09' N 123° 45' E	Legaspi Port Legaspi City	BM 1	2.850	1.329	0.744	0.165	1.402
DAVAO	7° 05' N 125° 38' E	Sta. Ana Port Davao City	BM 11	2.727	1.405	0.753	0.101	1.545
SAN FERNANDO	16° 37' N 120° 18' E	Port of Poro San Fernando La Union	BM 8	4.081	—	0.322	—	0.686
JOLO	6° 64' N 121° 00' E	Jolo Wharf Jolo, Sulu	BM 1	2.605	0.631	0.338	0.034	0.853
*TACLOBAN **	11° 15' N 125° 00' E	Tacloban Port Tacloban City	BM 4	1.720	0.506	0.289	0.036	0.686
SAN VICENTE **	18° 31' N 122° 08' E	San Vicente Port Sta. Ana Cagayan	BM 5	2.889	1.017	0.552	0.131	1.096

Except for San Fernando and San Vicente Stations, all datum planes were determined from 19 years series (Jan. 1, 1951 to Dec. 31, 1969) of actual observations

* : See Descriptions of Bench Marks on page 93.

** : Automatic tide observations stopped but daily predictions still included in annual tide table.

TABLE 2.6 (2/2) LIST OF SECONDARY TIDE STATIONS AND DATUM PLANES

STATION	Geographic Position	Locality	Tidal Bench Mark	Elevation in Meters Above Mean Lower Low Water (MLLW)				
				Bench Mark	Mean High Water (MWH)	Mean Tide Level (MTL)	Mean Low Water (MLW)	Mean Higher High Water (MHHW)
BATANGAS	13° 46' N 121° 02' E	Sta. Clara Pier Batangas Bay	1	2.721	—	0.63	—	1.28
DUMAGUETE	9° 18' N 123° 18' E	Dumaguete Port Dumaguete City	5	4.744	1.01	0.59	0.17	1.30
CAGAYAN DE ORO	8° 30' N 124° 40' E	Macabalan Pier Cagayan de Oro City Macajalar Bay	2A	2.213	0.90	0.52	0.14	1.18
ILIGAN	8° 13' N 124° 13' E	Iligan City Iligan Bay	5	6.082	0.98	0.56	0.14	1.24
BANAGO	10° 42' N 122° 56' E	Banago Pier Bacolod City	2	3.872	1.76	1.01	0.26	2.05
BATAN	11° 35' N 122° 30' E	Port Batan Aklan	AK-12	3.747	1.42	0.81	0.20	1.70
SAN JOSE	12° 20' N 121° 05' E	San Jose, Mindoro Occidental	9	3.129	—	0.56	—	1.13
BISLIG	8° 12' N 126° 22' E	Bislig Bislig Bay	3	3.046	1.31	0.75	0.19	1.42
BASILAN	6° 42' N 121° 58' E	Isabela Basilan City	5	14.828	—	0.27	—	0.66
VIRAC	13° 35' N 124° 14' E	Virac Pier Catanduanes	CA-4	5.071	1.25	0.70	0.16	1.31
CURRIMAO	17° 59' N 120° 29' E	Currimao Gaang Bay	2	3.017	—	0.28	—	0.57
PENASCOSA	9° 46' N 118° 31' E	Penascosa Pier Palawan	1	2.448	—	0.52	—	1.06
LAOANG	12° 35' N 125° 00' E	Laoang Samar	1	1.790	1.42	0.80	0.19	1.47
ILOILO	10° 42' N 122° 35' E	Iloilo Harbor Iloilo City	3	4.154	1.30	0.75	0.21	1.57

Datum planes determined from one (1) month actual observations.

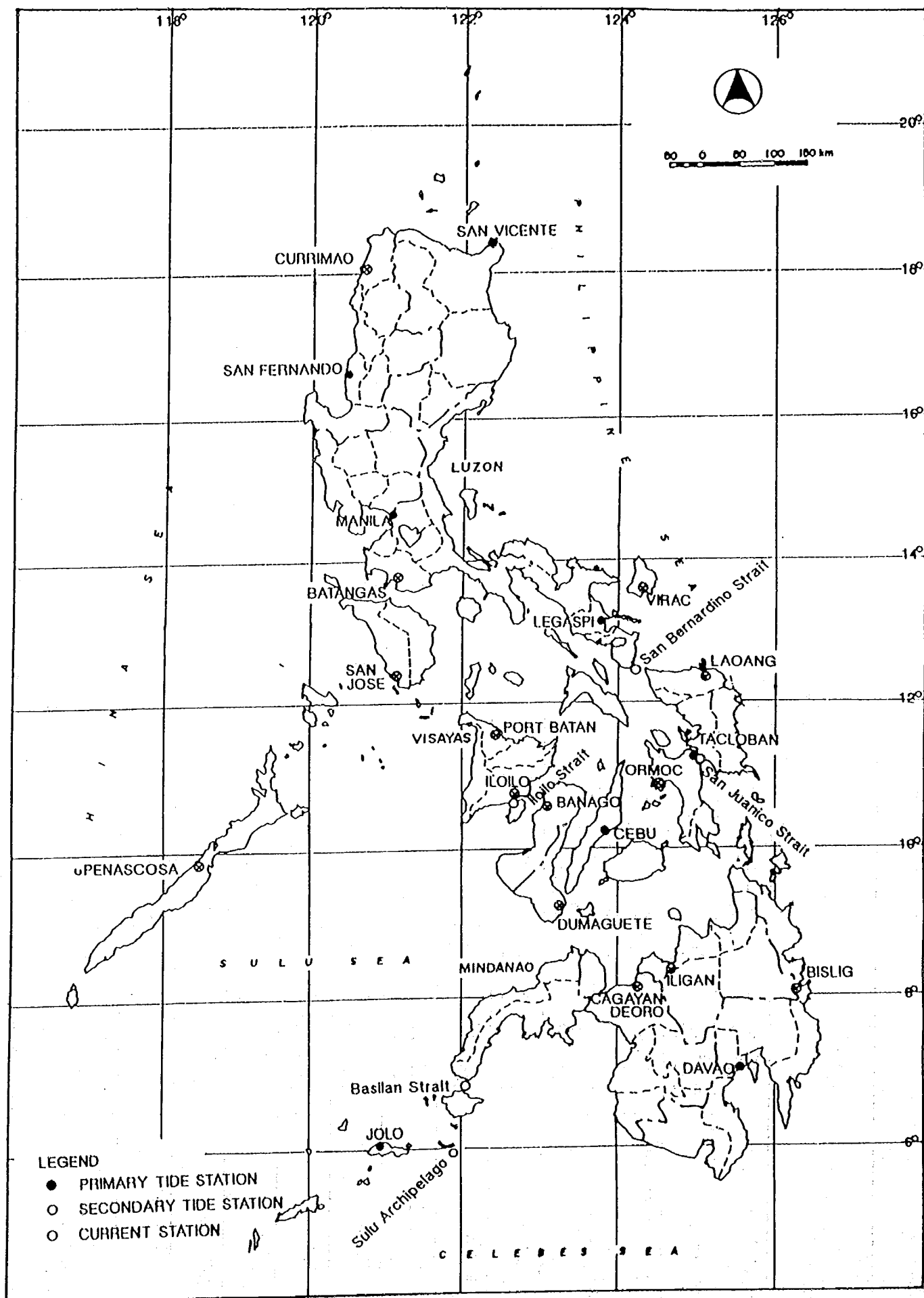
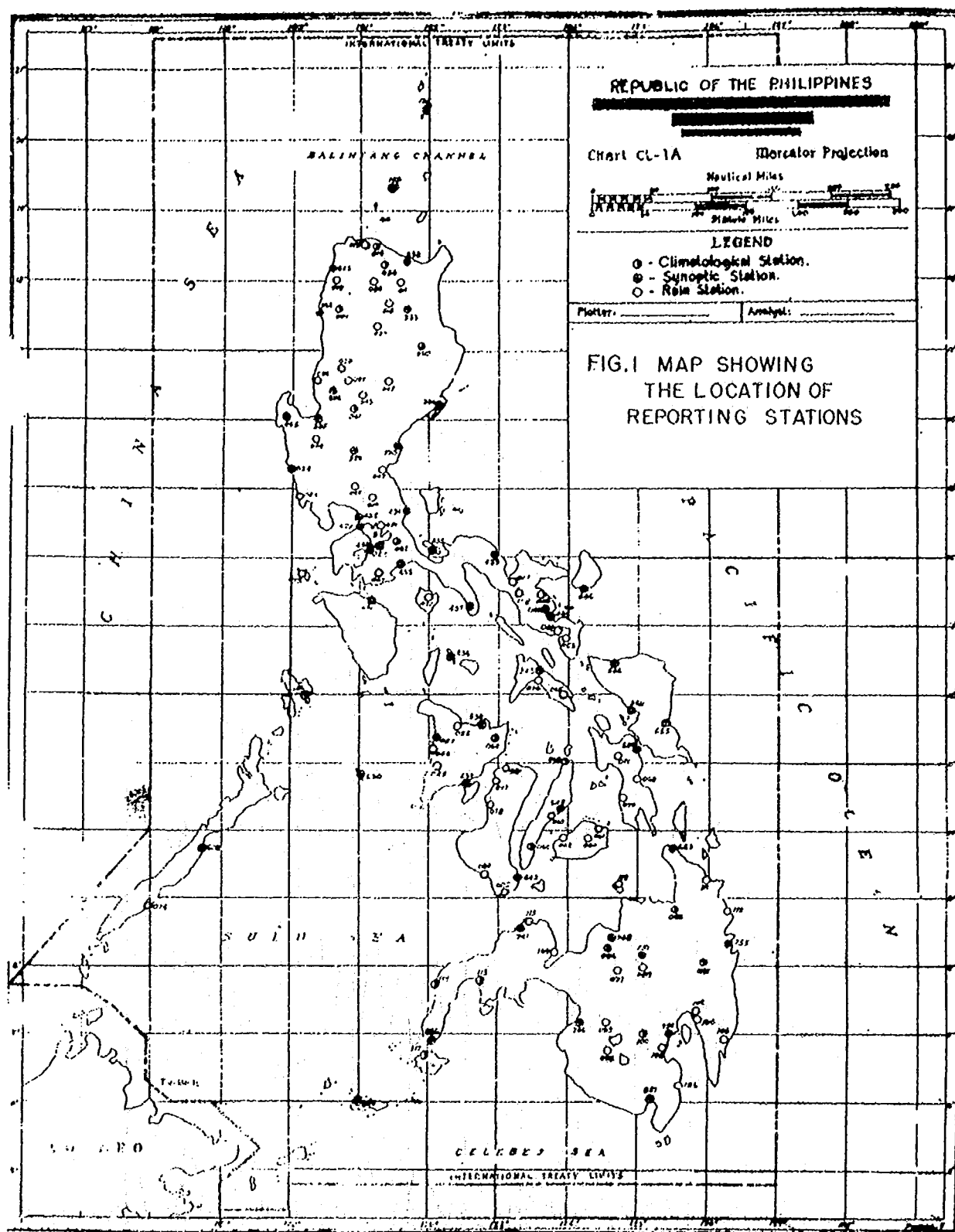


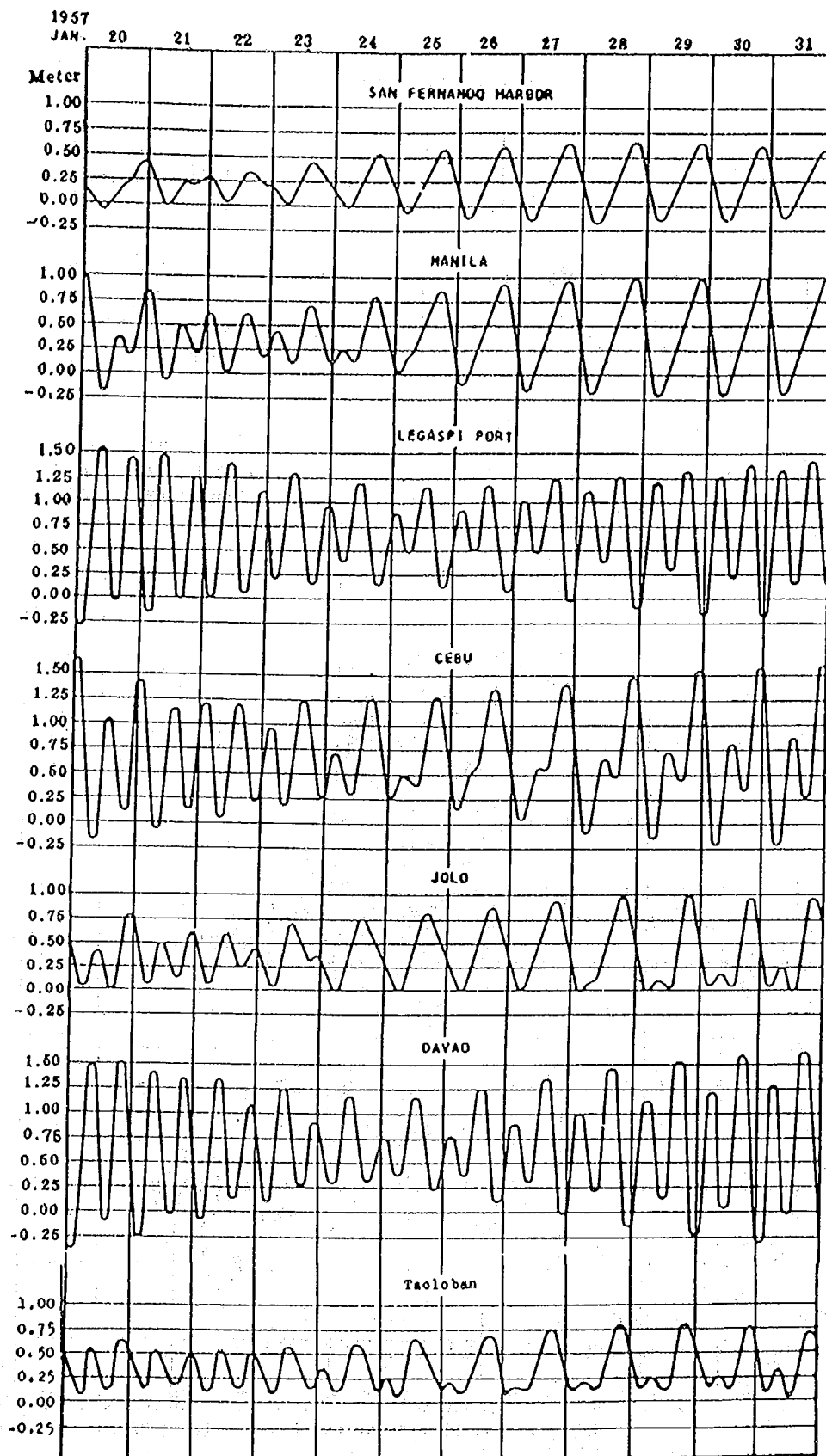
图2. 16 LOCATION OF REFERENCE STATIONS IN THE PHILIPPINES

出典: Tide & Current Tables (1990) Dept. of Environment & Natural Resources.



出典: Annual Climatological Review (1969) PAGASA, The Philippines

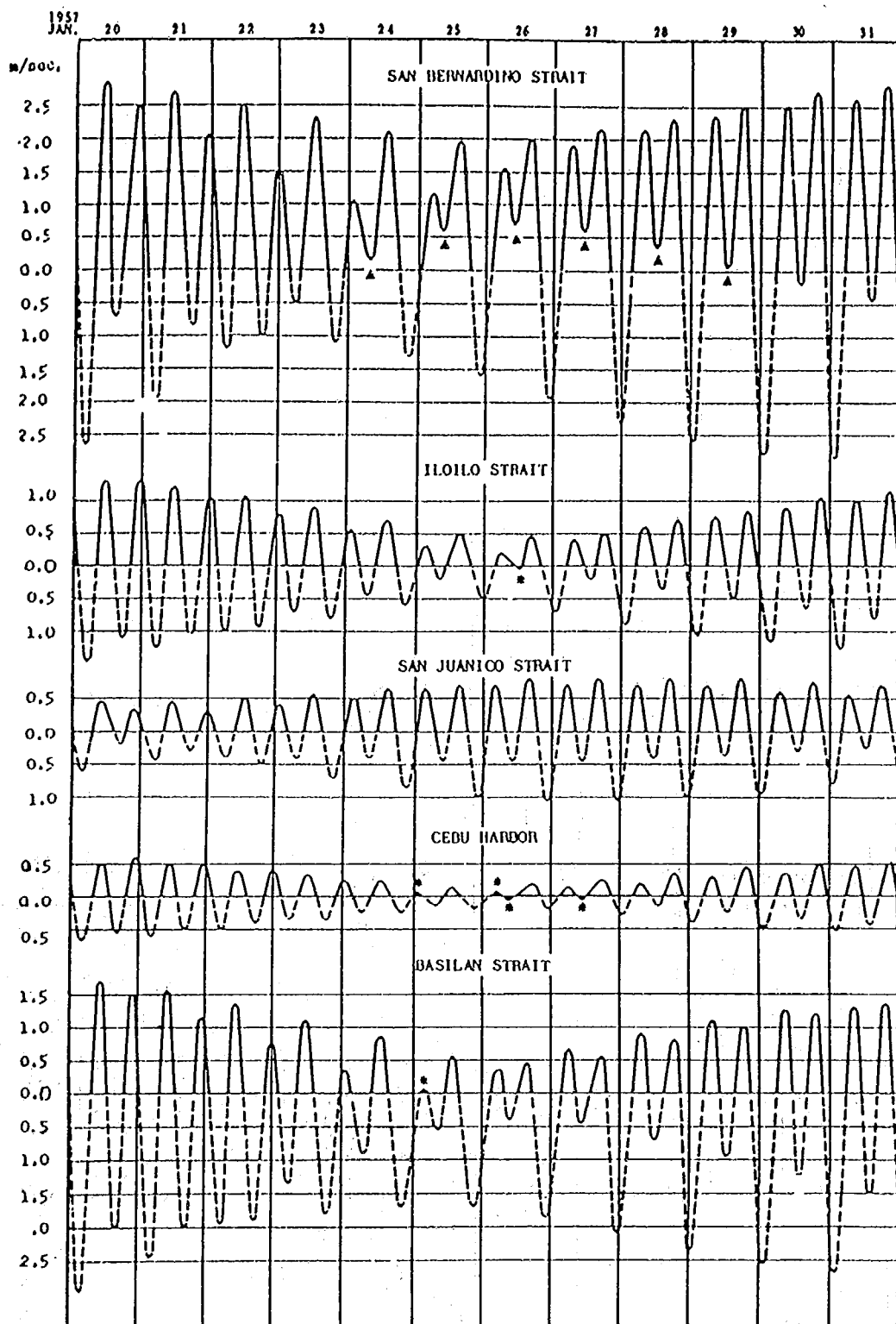
図2. 17 気象観測所位置図



Lunar data: Max.N. declination, Jan 14th; full moon, 16th; on equator, 20th;
last quarter, 23rd; max s. declination, 26th; new moon, 31st; on
equator, Feb. 3rd.

出典: Tide & Current Tables (1980) Dept. of Environment & Natural Resources,
The Philippines

図2. 18 TYPICAL TIDE CURVES FOR REFERENCE STATIONS



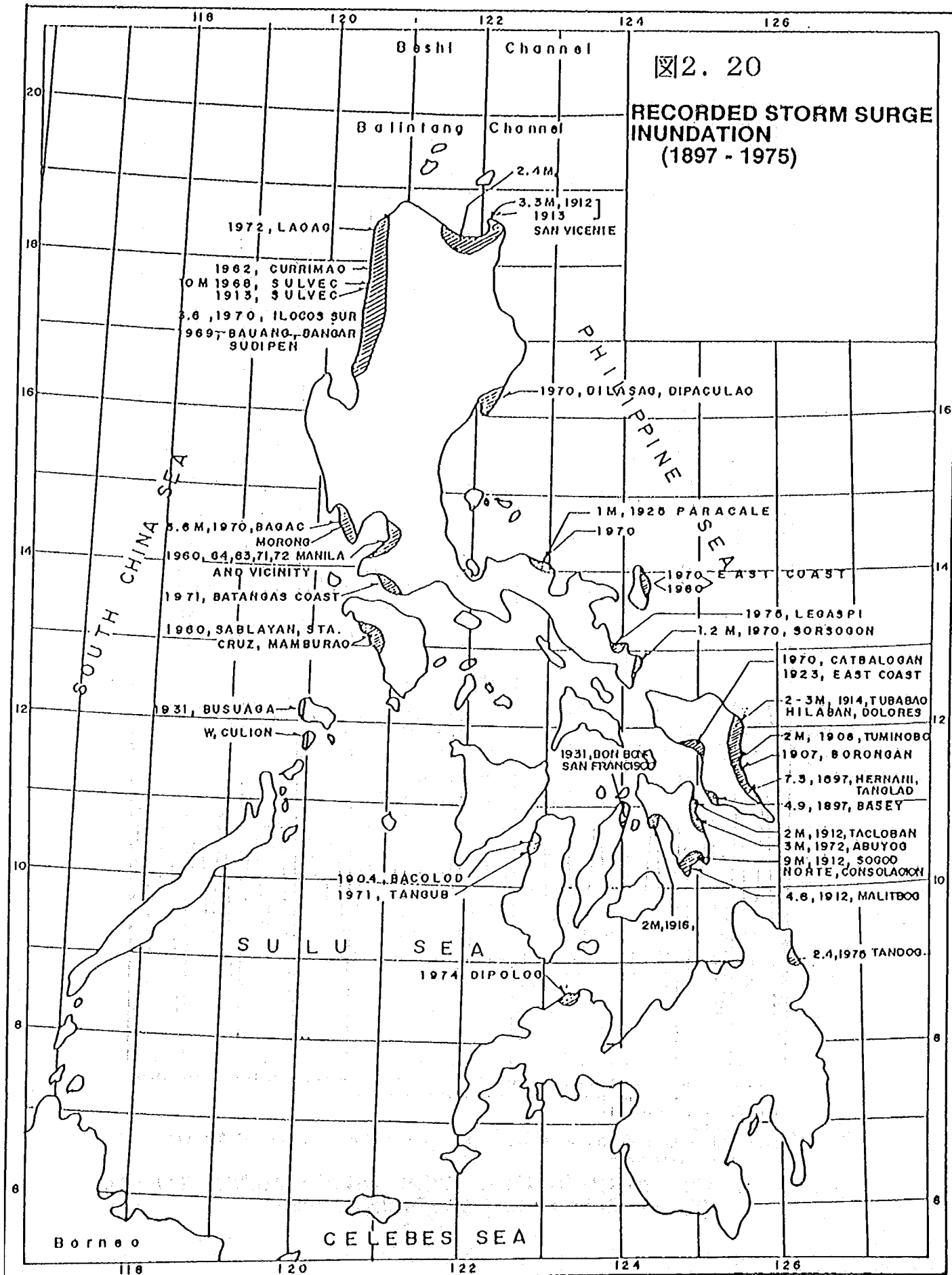
Lunar data: Max. N. declination, Jan. 14th; full moon, 16th; on equator, 20th; last quarter, 23rd;
max. S. declination, 26th; new moon, 31st; on equator, Feb. 3rd.

* Current weak and variable.

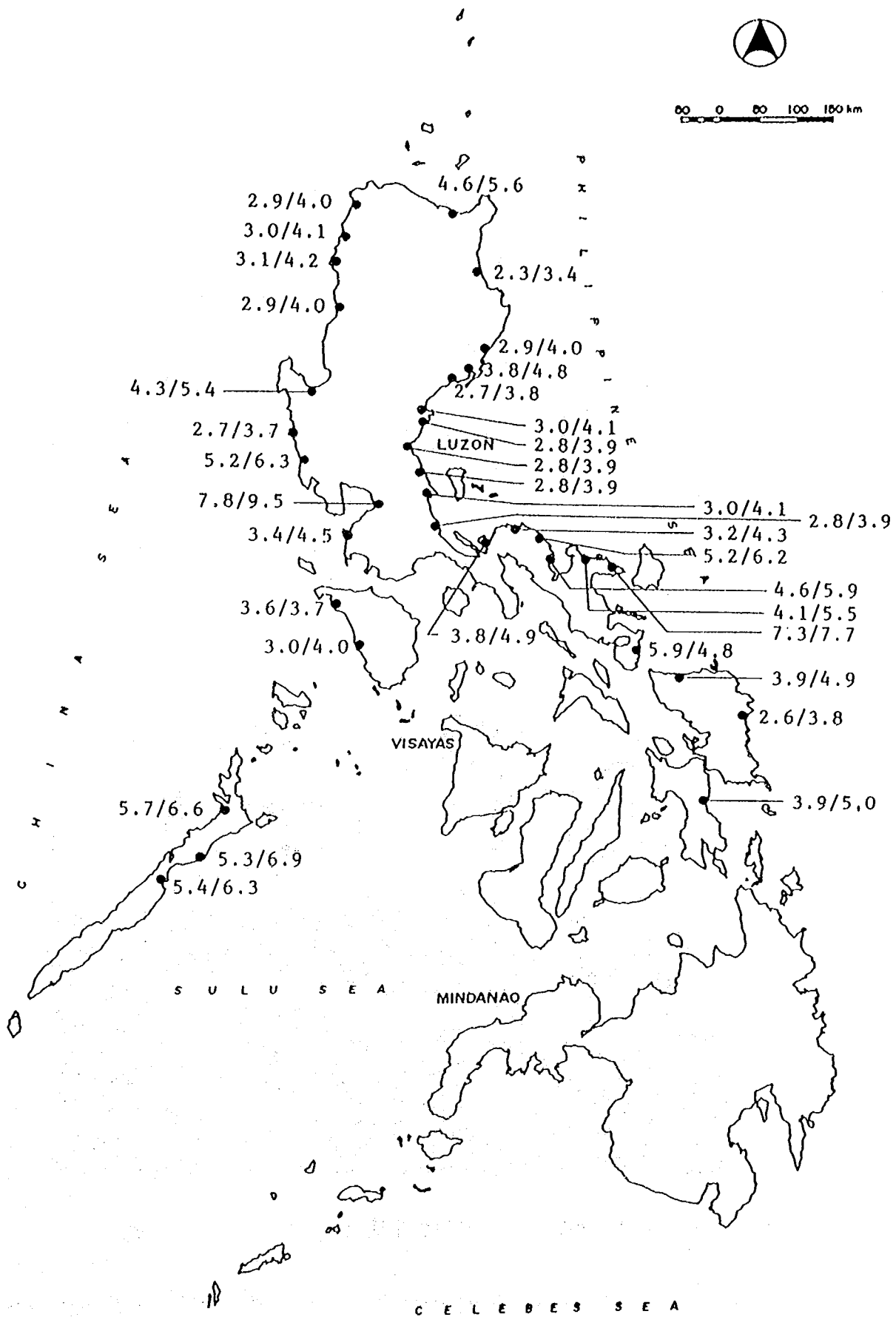
▲ Minimum flood.

出典: Tide & Current Tables (1990) Dept. of Environment & Natural Resources.
The Philippines

図2. 19 TYPICAL CURRENT CURVES FOR REFERENCE STATION
(Flood : Solid Line, EBB : Broken Lines)



出典: フィリピン共和国河川維持管理計画及び高潮対策調査 (1989) 国際建設技術協会

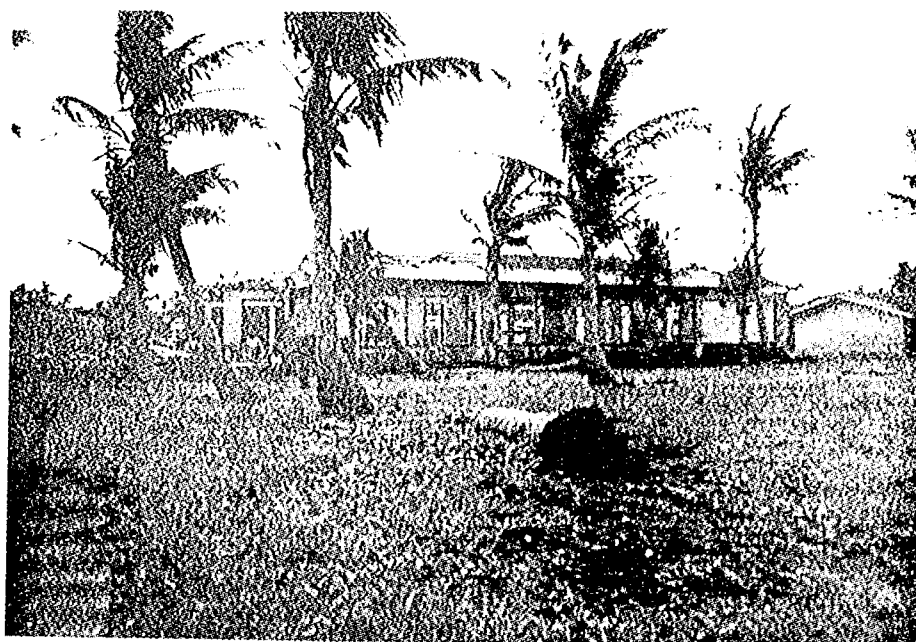


出典：フィリピン共和国河川維持管理計画による高潮対策調査（1989）国際建設技術協会

図2. 21 SURGE POTENTIALS FOR SELECTED PHILIPPINE BASINS FOR STANDARD STORMS FOLLOWING STANDARD VECTOR MOTION

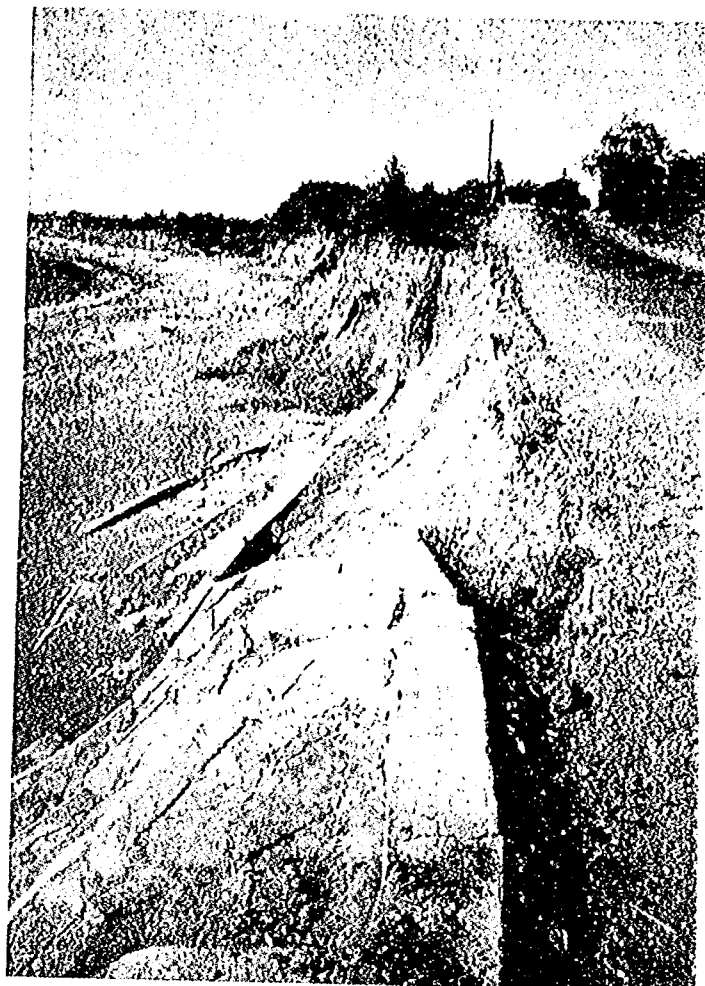


高潮による家屋流出（ソルソゴン市、ソルソゴン州）

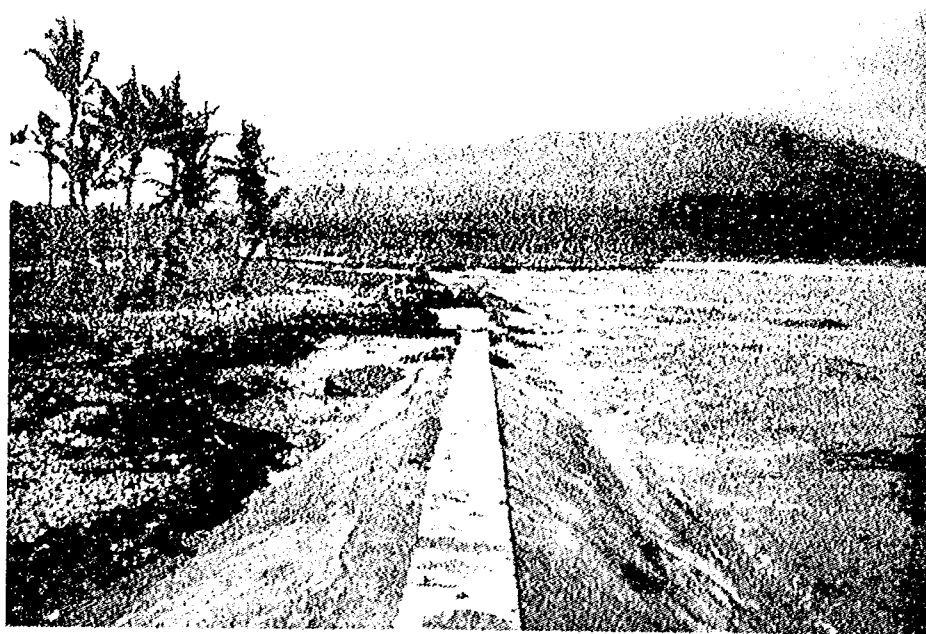


高潮による被害－小学校校舎半壊（バコン、ソルソゴン州）

写真－1 出典：フィリピン共和国河川維持管理計画及び高潮対策調査（1989）国際建設技術協会



高波による侵食（サンタ、南イコロス州）



海岸壁が高波により破壊されている

（サンフェルナンド付近、ラウニオン州）

写真－2

出典：フィリピン共和国河川維持管理計画及び高潮対策調査（1989）
国際建設技術協会

表2.7 近年の高潮被害

被害項目	1981	1982	1983
1. 台風名	?	ニタング	シサング
2. 被害地域	南カマリネス	北スリガオ	ソルスゴン
3. 人的被害			
死者	212	128	371
負傷者	78	21	51
行方不明	81	1,005	48
4. 被災範囲			
家族数	55,537	4,694	70,069
人数	277,725	56,328	440,414
5. 被害額(百万ペソ)			
農作物・家畜	123.6	186.2	?
公共建造物	21.0	45.4	?
道路橋梁	—	3.0	?
救援活動費	114.0	12.0	?

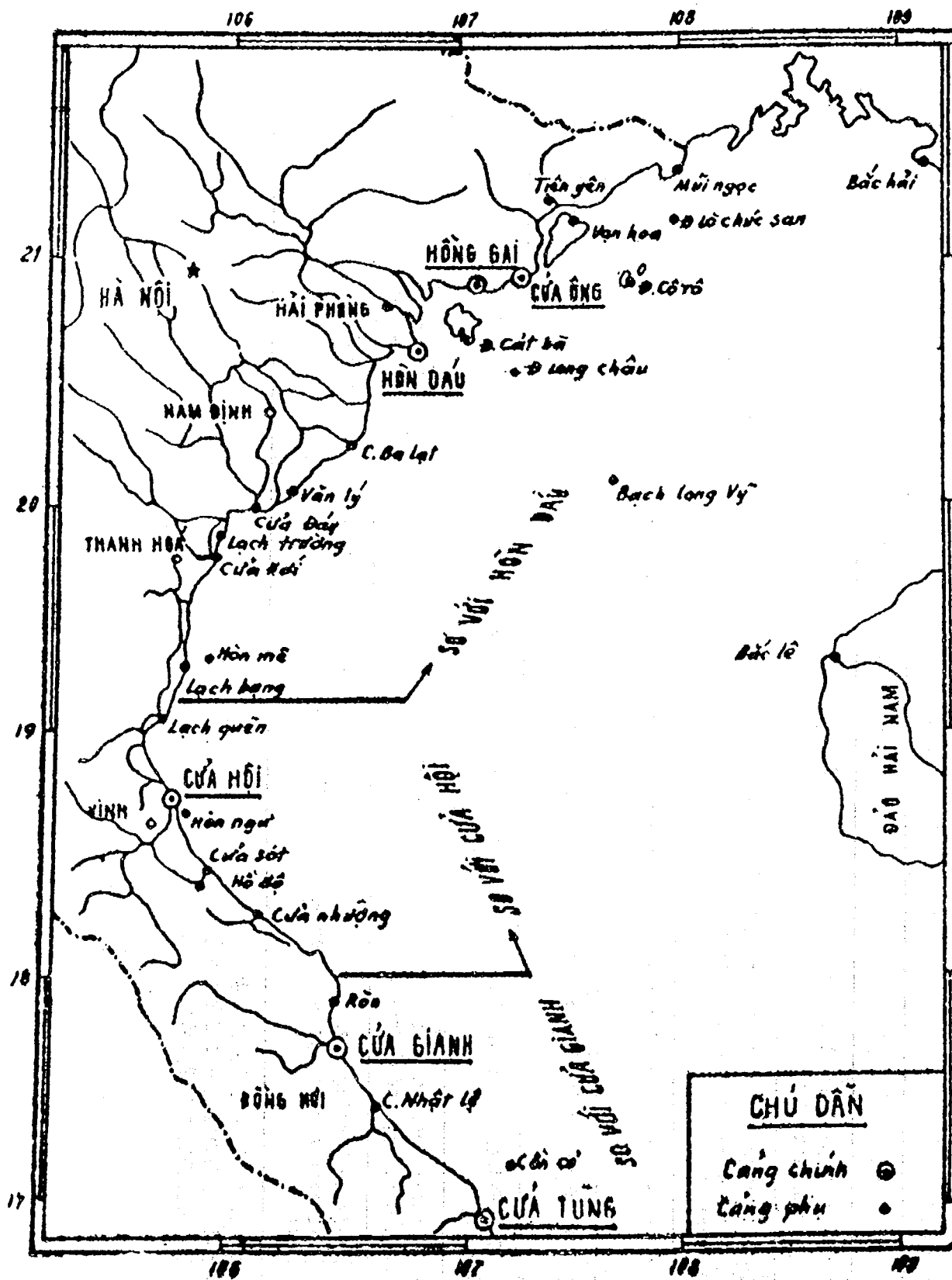
出典：フィリピン共和国河川維持管理計画及び高潮対策調査（1989）国際建設技術協会

表2.8 基礎資料の所在状況（ヴェトナム）

種 別	関 係 機 関	資 料 名	年 度	摘 要
地 形 図	State Department for Geology and Cartography	1/50,000	1957～1974	カバー域は不明 ほぼ全域カバー
海 図	Enterprise for Port Water Way Survey Design & Construction, TEDI	不 明		存在のみ確認 日本での閲覧現在不可
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Charts	1795～現在	**24万分の1（西部3種類） 50万分の1（東部5種類）など
潮 汐	Hydro-meteorological Service	Bang Thuy Trieu (Tide Tables)		1993年版のみ***（図2.22参照） 観測点30箇所
	The Hydrographer of the Navy, UK	Admiralty Tide Tables	～1994	**標準港1箇所
気 象	General Department of Meteorology and Hydrology	不 明		存在のみ確認 日本での閲覧現在不可
	Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center, USA	Sailing Directions Pub.161, Chap.2	～1994	** 3箇所

- * : プロジェクト関係で過去に入手
 ** : 海上保安庁海の相談室にて閲覧可能
 *** : JICA図書館にて閲覧可能

Các cảng chính và cảng phụ tương ứng
trong Bảng thủy triều 1993 tập 1



出典: Bang Thủy Triều (1993) Hydro-Meteorological Services, Vietnam

図2. 22 潮汐観測地点



Figure 4: The severe Erosion at Phuocthe, Tuyphong District, Binhthuan Province

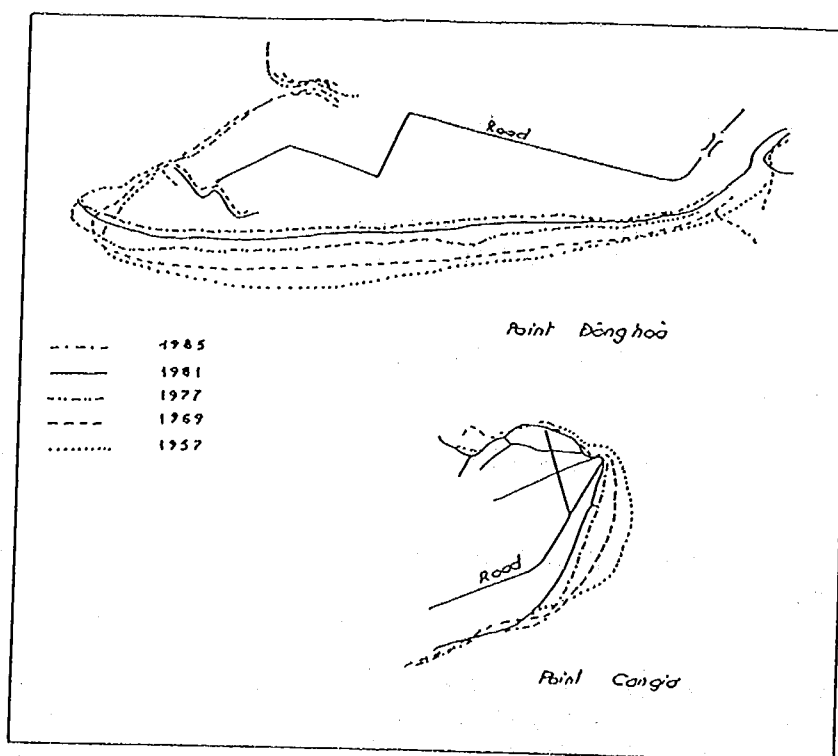


Figure 5: The Evolution of Cangio beach

出典: Quang, T.M. & An, N.N.,
The Recent State of Coastal Development and Coastal Environmental Problem in Vietnam (1992).
 Proc. Coastal Processes in Asian Region,
 pp 60-61, Yokohama

图2. 23 海岸侵食状况

表4. 1(1/3) インドネシアの海岸侵食対策状況

	州	位 置	現 況	対 策	備 考
1	アチェ (D. I. Aceh)	ウルウルウ (Uleuleu)	波浪による擁壁破壊 住居を破壊するほど侵食	護岸による緊急対策実施	河川局による調査
		シリー (Sigli)	部落と事務所を破壊するほど侵食	護岸による緊急対策工事 実施	河川局による調査
		ムラボ (Meulaboh)	バンダアチェ〜ムラボ間 において、国道が破壊する ほど侵食		河川局による調査 P.T. ラヤ コンサル によるplan
		タパクトアン (Tapaktuan)	道路と市を破壊するほど侵食	護岸による緊急対策実施	河川局による調査及 び計画
2	西スマトラ (West Sumatra)	パダン (Padang)	パダン市を破壊するほど侵食	護岸及び水制による緊急 対策工事実施	河川局による調査及 び踏査
3	ブンクル (Bungkulu)	ブンクル (Bungkulu)	ブンクル市を破壊するほど 侵食		河川局による踏査
		パシパンジャン地区 (Pasir Panjang)	海岸地区の排水施設に影響	緊急対策工事	河川局による踏査
		クタフン地区 (Ketahun)	国道(ブンクル〜クタフン) に影響		
4	ランブン (Lampung)	レイパシグ地区 (Lenpasing)	レイパシグ地区を脅やか すほど侵食	水制による対策	河川局による踏査
5	ジキ ジャヤ (Dki Jaya) (ジャカルタ)	ジャカルタ湾 (Jakarta Bay)	開発行為による生じた侵食 水質汚染の問題		河川局による踏査及 び調査
		マルング地区 (Marunda)	開発行為により生じた侵食		河川局にらる踏査及 び調査
		チャクング (Cakung)	洪水による影響		河川局にらる踏査及 び調査
6	西ジャワ (West Jawa)	チイダシリアン 地区 (Cidasilian)	土砂による河口閉塞		河川局による踏査
		エレットン/メニル川 (Eretan/ K. Menir)	国道(ジャカルタ〜チレン ボ間)居住地区を破壊する ほどの侵食	水制による対策	踏査と調査
		ダダフ (Dadap)	部落を破壊するほどの侵食		河川局による踏査及 び調査

出典: Preliminary study report on integrated coastal development in Indonesia (1990). 国際建設技術協会.

表4. 1(2/3) インドネシアの海岸侵食対策状況

	州	位 置	現 況	対 策	備 考
6	西 ジャワ (West Jawa)	バロンガン地区 (Balongan)	湾工事による侵食		河川局による踏査
		スガラ アナイチャウ (Segra Anicow)	土質による河川閉塞		河川局による調査
7	中央ジャワ (Central Jawa)	クデュング スマット (Kedung Semat)	水田と灌漑施設を破壊する ほどの侵食		公共事務省による踏 査及び調査
		クルワランド モロデマック (Kmararand Moro Demaic)	土砂による河口閉塞		公共事務省による踏 査及び調査
8	バリ (Bali)	クタ (Kuta Beach)	飛行 場建設による侵食	水制モデルテスト (Groynes)	河川局による調査測 定
		サンガー (Sangr)	波浪による侵食 (観光旅行地区)	海岸線に垂直、平行に水 制御建設工事	
		ヌサドゥア (Nusa Dua)	波浪による侵食 (観光旅行地区)		河川局による計画モ デルテスト
		レビイー (Lebih)	波浪による侵食 (観光旅行地区)	水制工事	河川局による砂丘調 査
		シュト (Siyut)	河口変動による侵食	水制工事	"
		バツマディ (Batu Madeg)	侵 食	護岸工事	"
		グンブリー (Gumbrih)	波浪による侵食		"
		プラキー (Pulaki)	"		
		サヌール (Sanur)	"	突堤工事	"
		ウルワッツ (Ulu Watu)	"		
		タナロット (Tanah Lot)	"		

出典: Preliminary study report on integrated coastal development in Indonesia (1990). 国際建設技術協会.

表4. 1(3/3) インドネシアの海岸侵食対策状況

	州	位 置	現 況	対 策	備 考
9	西カリマンタン (West Kalimantan)	ブキトドゥリ (Bukit Duli Villages)	開発による侵食、道路（ボンティアナック～マンカット間）を脅やかすほどの侵食		河川局による調査
		ブマンカット地区 (Pemangkat)	開発行為による侵食 部落を脅やかす程の侵食		河川局による調査
10	東カリマンタン (East Kalimantan)	スピノアン (Sepinoan)	飛行場建設によってスピノアン地区を脅かす程の侵食	水制及び護岸の建設工事 (運輸省所管)	河川局による研究調査
11	北スラウェシ (North Sulawesi)	メナード (Manado)	メナード～タナワング間の道における波浪侵食	水制工事	河川局による研究調査

出典：Preliminary study report on integrated coastal development in Indonesia (1990). 国際建設技術協会。

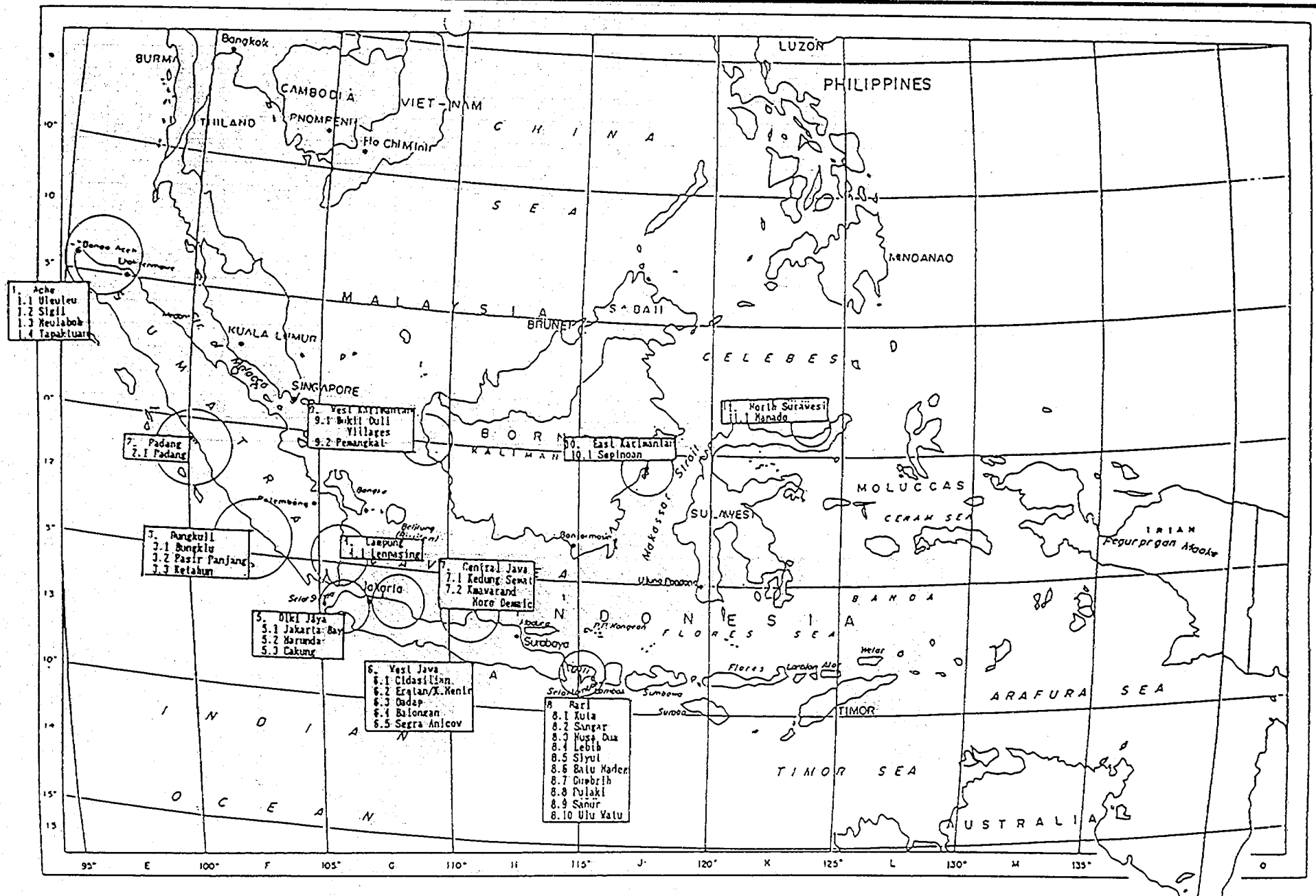
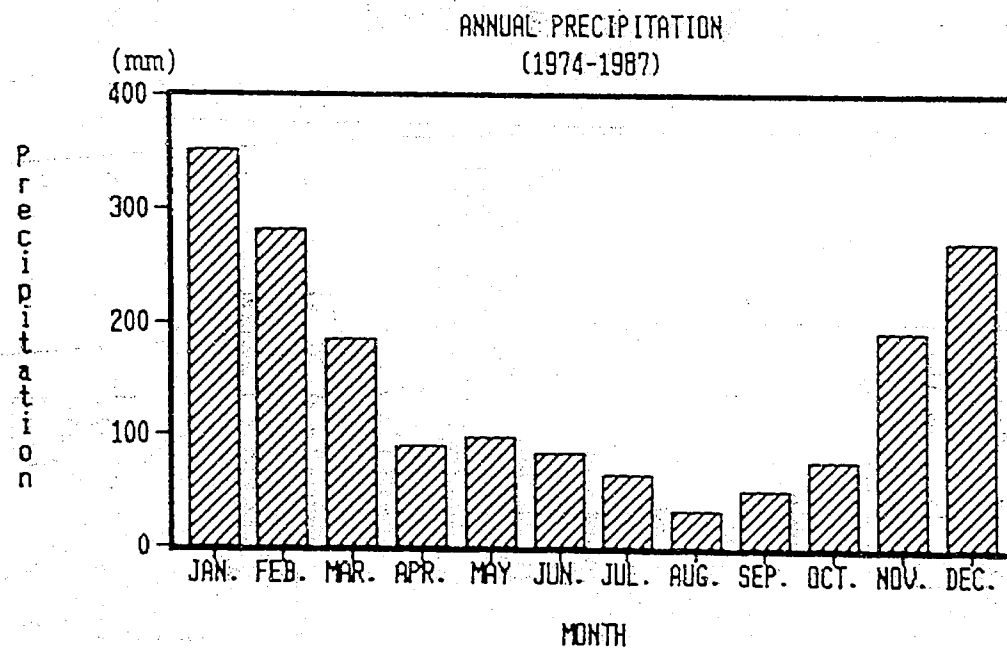


図4.1 インドネシア国における海岸災害被災箇所位置図

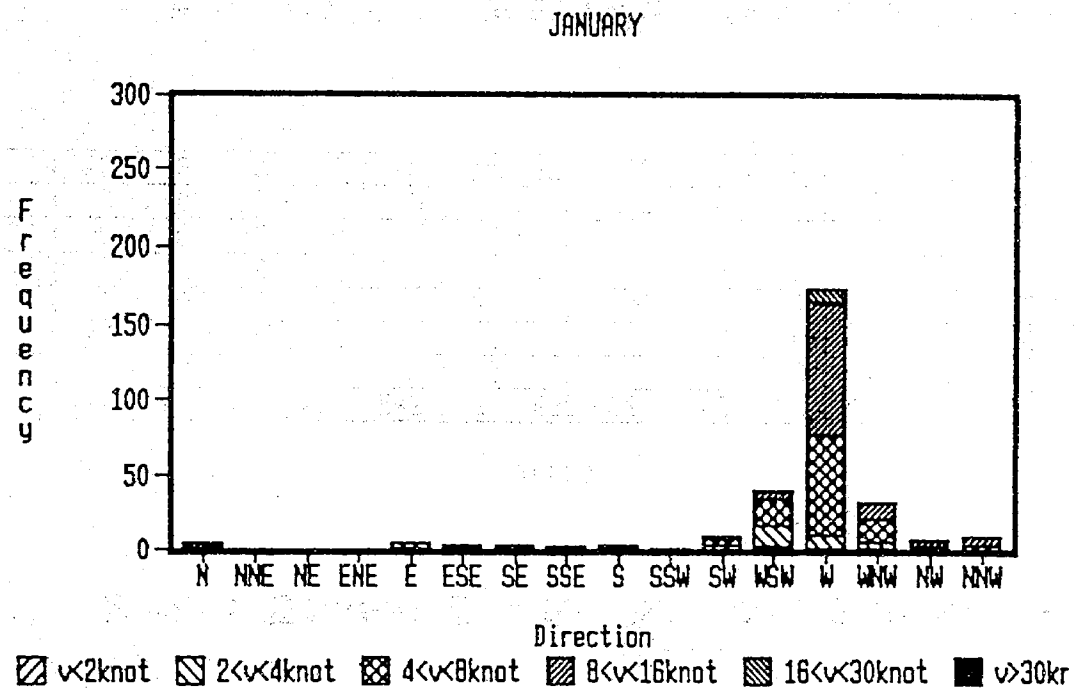
出典: Preliminary study report on integrated coastal development in Indonesia (1990).
国際建設技術協会。



	(mm)												
	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL
1987	400	258.2	39.2	2.8	75.2	73.4	140.4	10.2	2.1	0.6	197.1	355.8	129.6
1986	407.1	256.5	62.2	138.1	35	72.7	7.6	72.5	52.6	8.5	231.5	159.6	125.3
1985	221.1	336.3	260.6	32.2	11.4	116	224.5	21.6	7.8	7.4	239.4	134	134.4
1984	461.3	430	706.4	84.2	169.3	18.7	51.5	61.1	165.2	77.8	114.9	362.2	225.2
1983	305	87.9	134	178.8	290.1	2.7	44.8	0.8	2.7	138.3	320.8	456.3	163.5
1982	334.5	195.2	130.5	164.2	2.4	0.8	0	5.2	0	0.9	7.5	52.2	74.5
1981	617.2	293.3	30.7	7.3	62.8	115.5	327.2	39.8	89.8	78.6	360.6	355.3	198.2
1980	309.3	186.4	145.9	162.6	2.5	7.4	34.5	3.4	1	11	75.6	455	116.2
1979	352.6	109	205.6	1.2	349.4	122.6	4.8	1.9	23.5	56.4	16.5	159.5	116.9
1978	433.4	222.5	115.6	68.2	185.7	247.5	55.4	136.4	157.4	42.3	166.9	340.4	181
1977	390.5	433.5	211.1	31.5	26.6	5.2	0.2	0	26.6	7.6	0.7	275.3	117.4
1976	335.2	118.8	149.7	20.8	13.8	335.2	6.3	0	0	44.6	97.2	127.4	104.1
1975	172.5	653.2	205.3	337.6	61.4	5	8.8	84.4	49.2	263.6	402.3	302.7	212.2
1974	178.5	342.3	194	22.5	76.6	61.1	0	17	151.7	348	449.1	258.8	175
ANNUAL	351.3	280.2	185.1	89.4	97.3	84.6	64.7	32.5	52.1	77.5	191.4	271	148.1
	117.6	147.6	164.7	96.6	110.4	100.1	99.1	41.6	63	105.6	149.3	126.8	110.2

図4. 2 降水量(デンパサール)

出典: バリ島海岸緊急保全対策計画調査 (1988) JICA

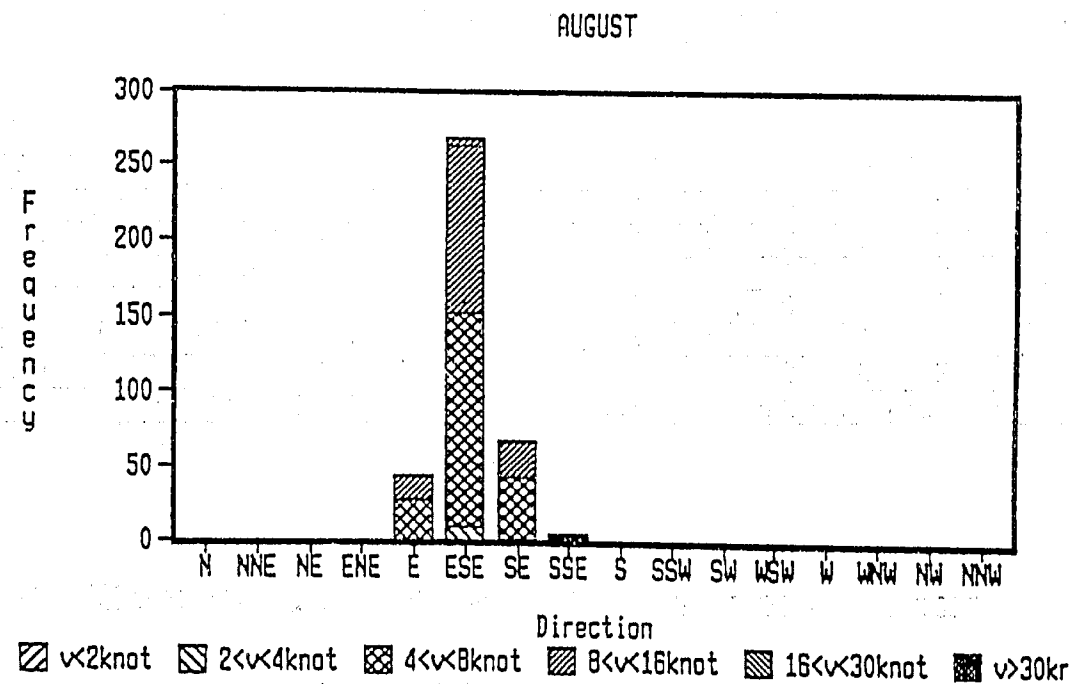


JANUARY

	Calm	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
$v < 2\text{knot}$	49	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	57
$2\text{knot} < v < 4\text{knot}$	75	0	0	0	0	3	1	2	2	2	0	3	14	9	4	0	0	115
$4\text{knot} < v < 8\text{knot}$	24	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	18	66	16	2	3	135
$8\text{knot} < v < 16\text{knot}$	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	88	11	4	5	118
$16\text{knot} < v < 30\text{knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
$v > 30\text{knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	148	4	0	0	0	4	3	3	2	3	1	8	39	173	32	6	8	434

図4. 3(1/2) 風向風速頻度(1月:デンパサール)

出典: バリ島海岸緊急保全対策
計画調査 (1988) JICA



AUGUST

	Calm	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
v<2knot	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2knot<v<4knot	32	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
4knot<v<8knot	11	0	0	0	0	27	143	41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	224
8knot<v<16knot	0	0	0	0	0	17	118	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	161
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	0	0	0	0	44	270	66	4	0	0	0	0	0	0	0	0	434

図 4. 3(2/2) 風向風速頻度(8月:デンパサール)

出典: バリ島海岸緊急保全対策
計画調査(1988) JICA

表4. 2 潮位表

(In Meters)

Place	S. Lat.	E. Long	MHWS	MHWN	MLWN	MLWS	ML
Buleleng	8.06	115.05	+1.0	+0.6	+0.4	0	0.5
Teluk Padang	8.32	115.03	+1.2	+0.7	+0.5	0	0.6
Benoa	8.45	115.13	+2.0	+1.4	+0.6	0	1.0

MHWS : Mean High Water Springs

MHWN : Mean High Water Neaps

MLWN : Mean Low Water Neaps

ML : Mean Sea-levels

Source: Admiralty Tide Tables, Volume 3, 1988.

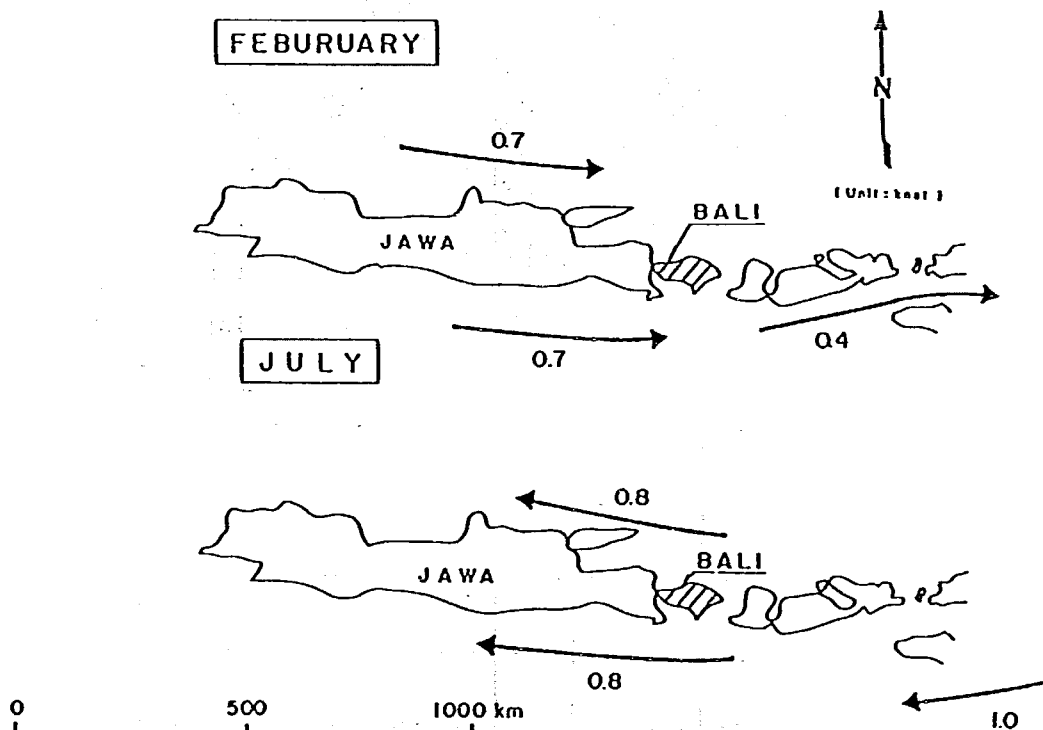


図4. 4 潮流

出典: バリ島海岸緊急保全対策
計画調査 (1988) JICA

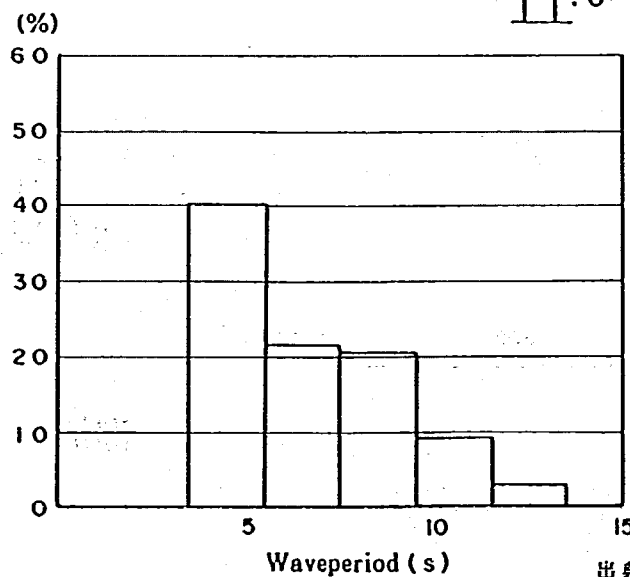
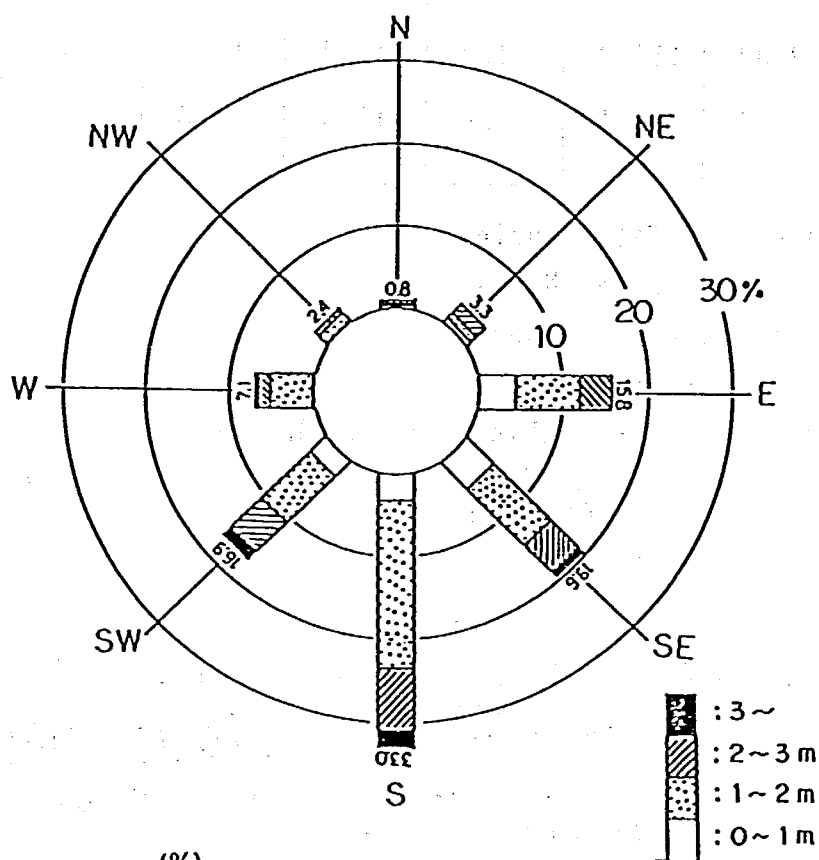
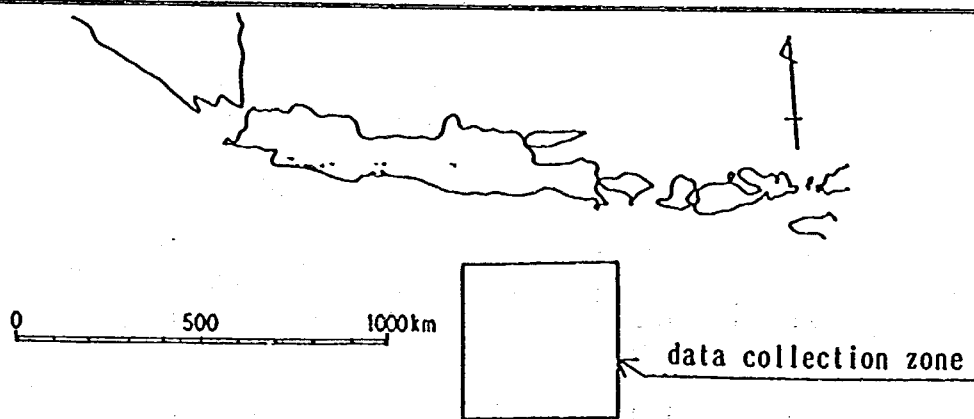


図4.5 深海波

出典: パリ島海岸緊急保全対策
計画調査 (1988) JICA

表4. 3 バリ島の侵食状況

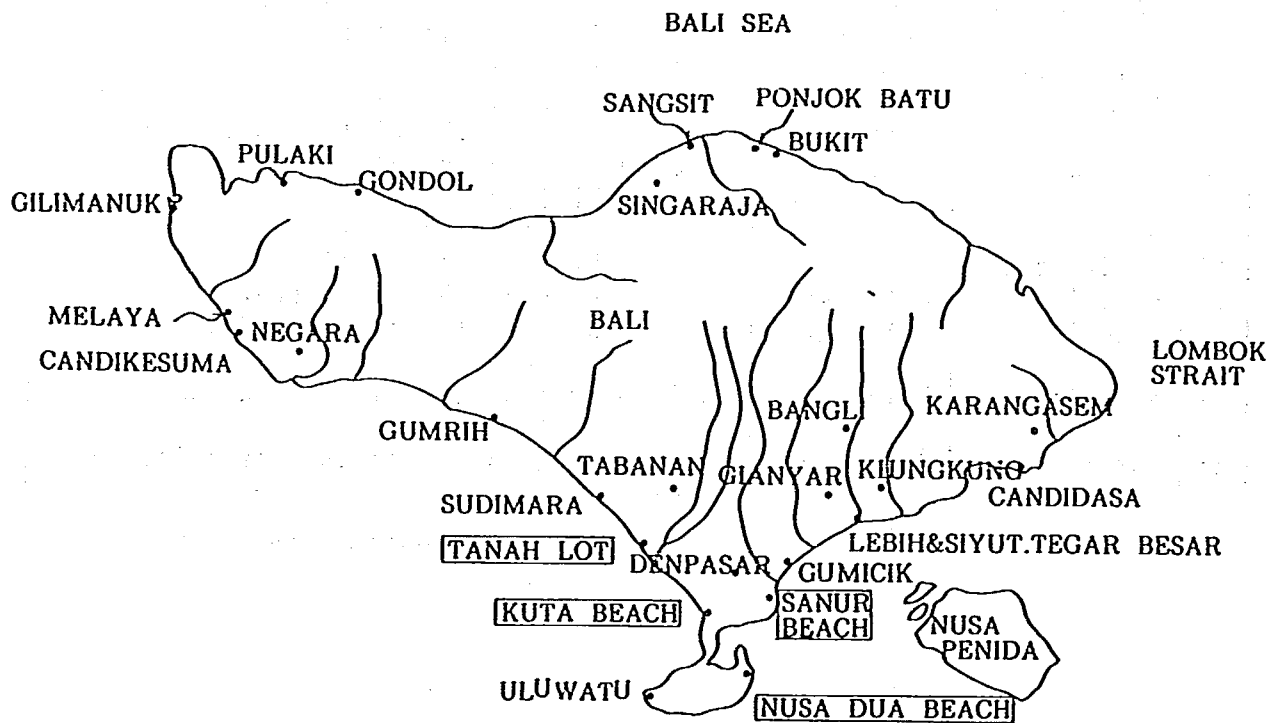
No.	Location	Region	Length (Km)	Problems
1	Kuta	Bandung	3	Erosion threat to tourism area
2	Sanur	Bandung	6	Erosion threat to tourism area
3	Nusa Dua	Bandung	3	Erosion threat to tourism area
4	Gumicik	Gianyar	1.5	Erosion caused by river mouth change
5	Lebih	Gianyar	0.8	Erosion threat to resident
6	Siyut	Gianyar	1	Erosion threat to rice field
7	Tegar Basar	Gianyar	1.8	Erosion threat to rice field
8	Sengkidu	Karangasem	1	Erosion threat to rice field
9	Candi Dasa	Karangasem	3	Erosion threat to tourism area
10	Tanha Lot	Tabanan	0.8	Erosion threat to ancient temple
11	Uluwatu	Bandung	0.2	Erosion threat to ancient temple
12	Sudimara	Tabanan	0.8	Erosion threat to fisherman Village
13	Gumrih	Jembrana	1.5	Erosion threat to National road
14	Candi Kusuma	Jembrana	0.5	River mouth closing
15	Pulaki	Buleleng	0.4	Erosion threat to provincial road
16	Gondol	Buleleng	0.4	Erosion threat to road and resident
17	Sangsit	Buleleng	0.2	Erosion threat to fisherman village
18	Bukti	Buleleng	2	Erosion threat to provincial road

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

表4. 4 侵食対策の緊急度

No. of Priority	Evaluation of urgency	Location of beach
No. 1	Urgently required	Kuta, Nusa Dua, Sanur, Batu Madeg, Tanah Lot, Uluwatu.
No. 2	Required	Lebih, Siyut, Tegar Besar, Gumicik, Sangsit
No. 3	Protection of Roads	Pulaki, Gondol, Bukit, Gumrih
No. 4	Future Work	Sudimara, Candi Kesuma

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA



出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4. 6 バリ島の侵食海岸位置図

表 4.5 クタ・ビーチの侵食状況

区 間	延長 (km)	侵食状態 (m)	対 策	効 果
A	1.00	10~30	——	——
B	0.52	10~30	——	——
C	0.28	35~45	空堤建設 (1987年)	——
D	0.50	50~70	離岸堤 (1984年)	効果なし
E	0.28	20	空 堤	効果あり
F	0.56	20	突堤、消波堤	破 壊
G	——	(侵食進行)	——	——

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査 (1988) JICA

表 4.6 ヌサドゥア・ビーチの侵食状況

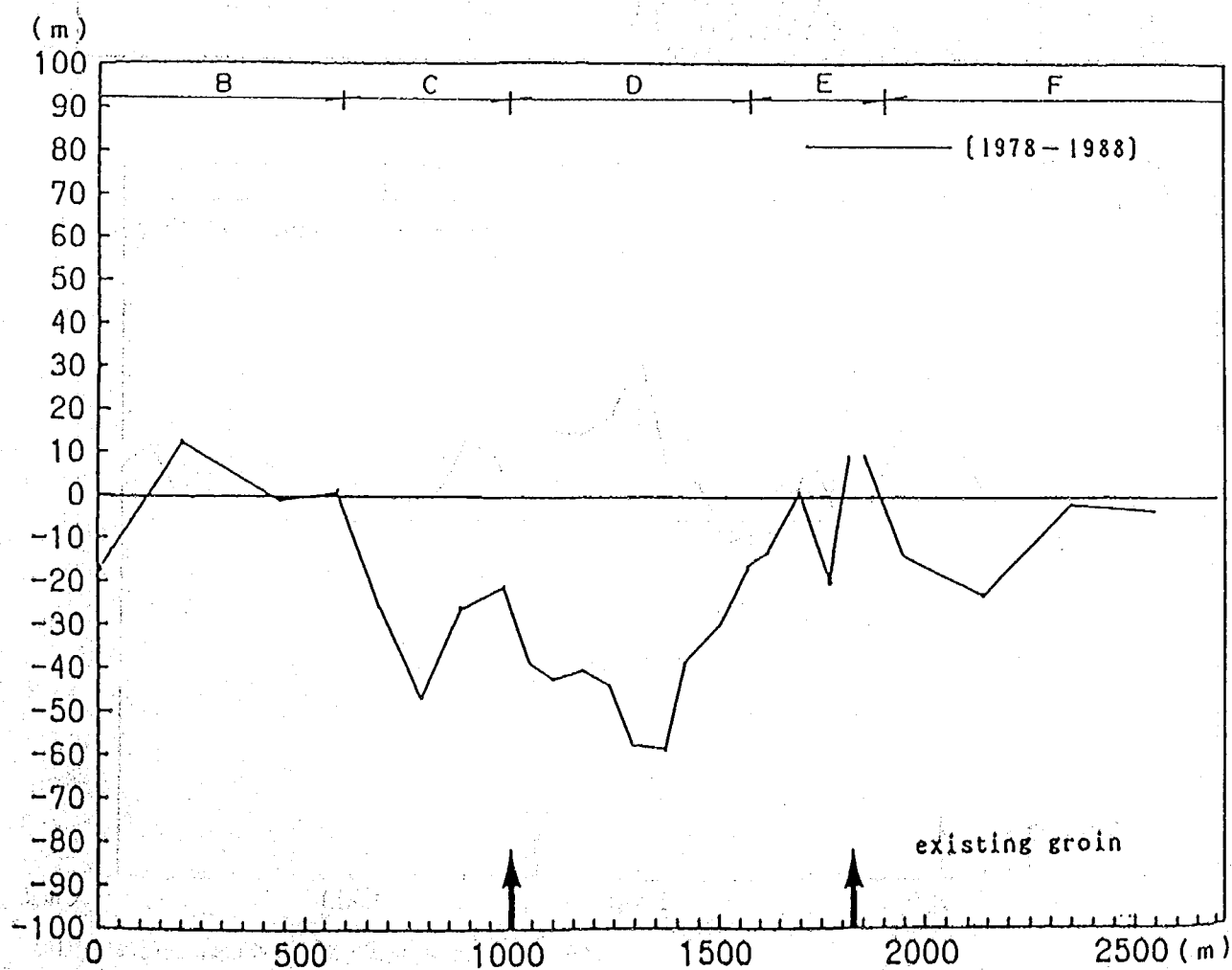
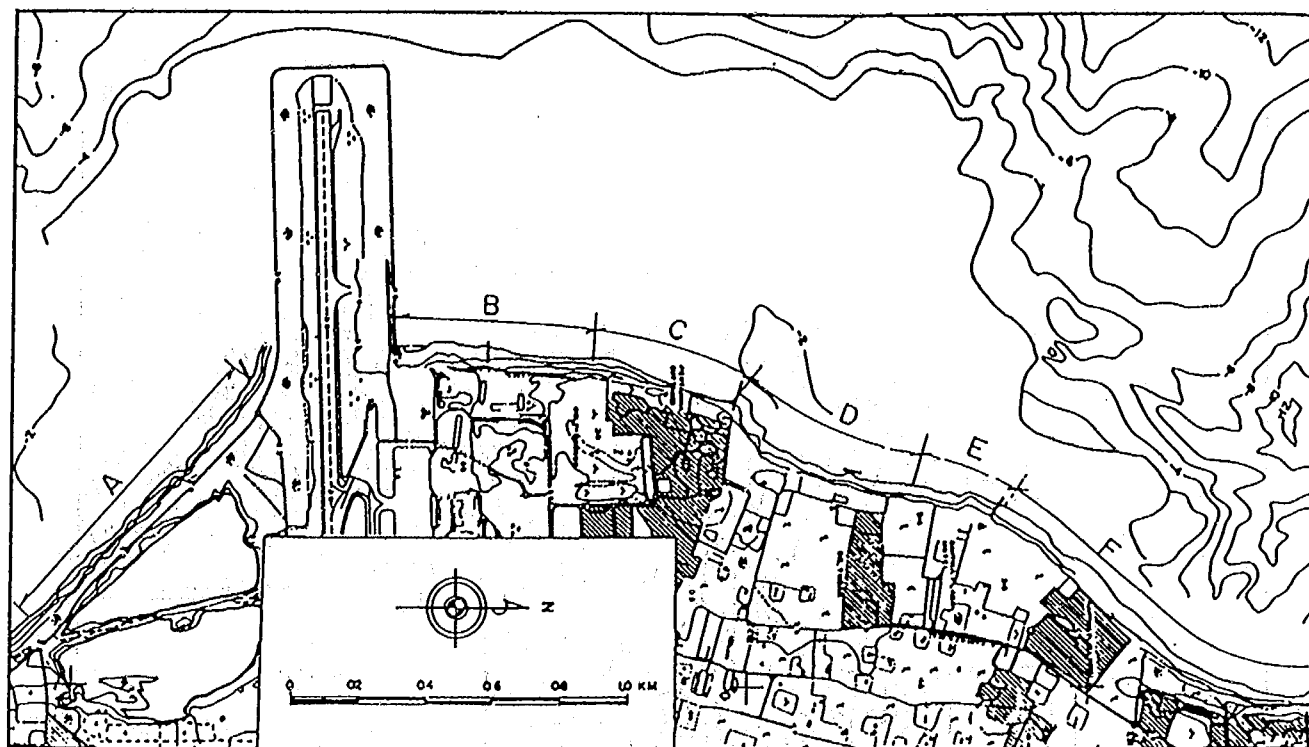
区 間	延長 (km)	侵食状況 (m)	対 策	結 果
A	0.40	大きな後退なし	——	——
B	0.90	激しい侵食	突堤、養堤	あ り
C	0.45	"	養堤 (1986~88) 離岸堤建設 (1985) 突堤の延長	不 明
D	0.37	"	U型離岸堤 (1987) 突堤の延長、養堤	突堤に 効果あり
E	0.30	汀線後退	——	——
F	0.15	侵 食	突堤建設 (1986, 87)	不 明
G	2.80	汀線変化なし (局所的侵食)	突堤建設	不 明
H	0.40	侵 食	突堤建設	不 明

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査 (1988) JICA

表 4.7 サヌール・ビーチの侵食状況

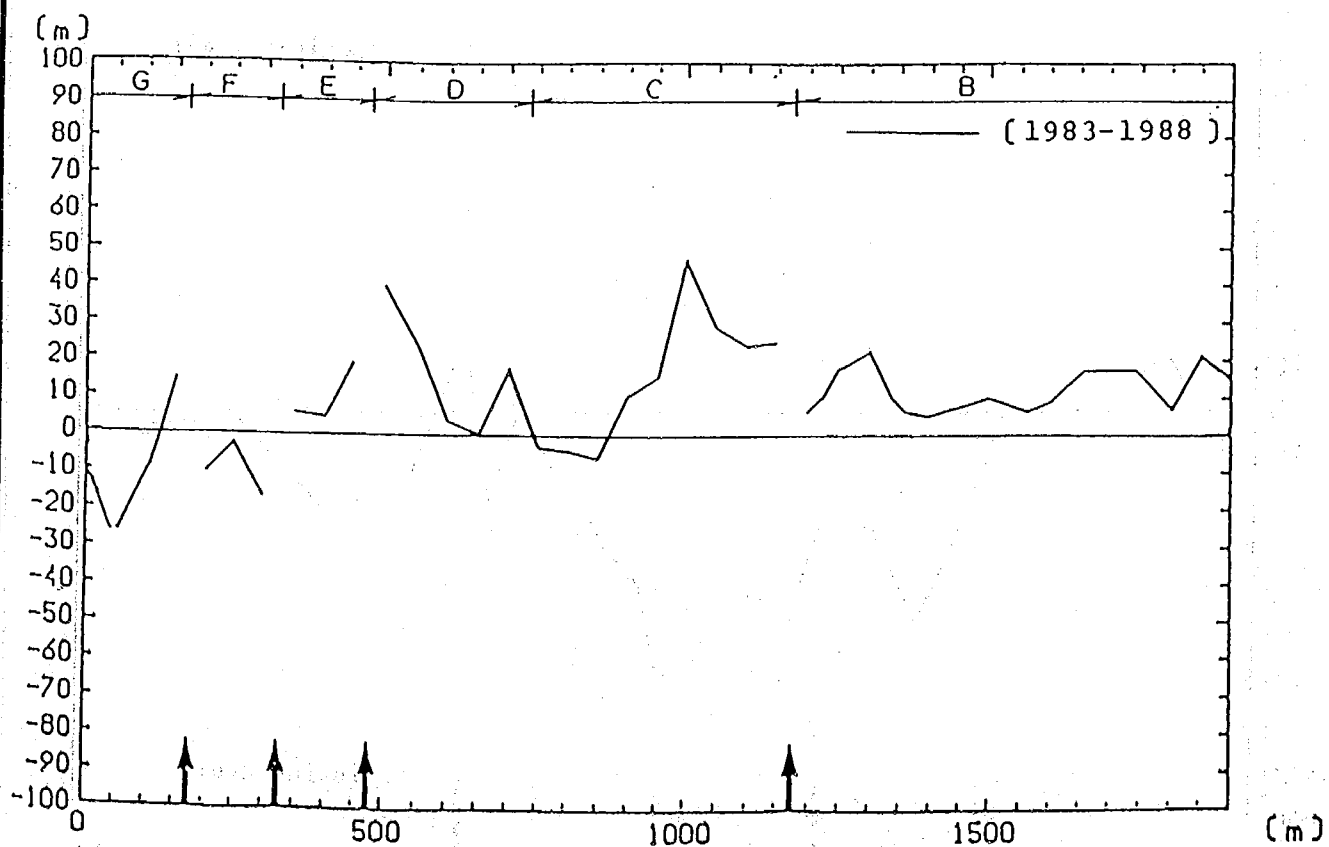
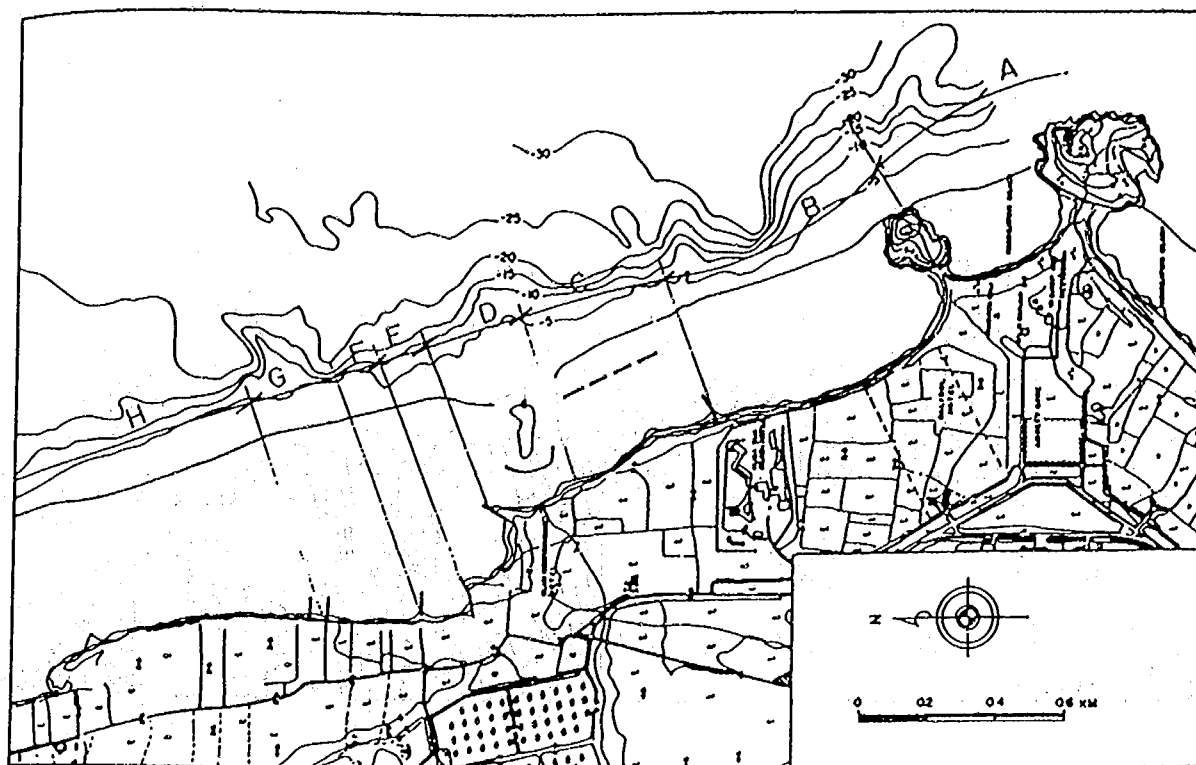
区 間	延長 (Km)	侵食状況 (m)	対 策	結 果
A	0.40	10	——	——
B	0.50	10 ~ 20	突堤、護岸の設置 (1980~81)	不 明
C	0.50	変 化 な し (一部侵食)	——	——
D	0.90	10	——	——
E	1.00	変 化 な し	コンクリートパイプ 浸食防止工、養浜 離岸堤建設(1985, 84)	トシボロ が発達。 効果あり
F	0.30	数 m	突堤建設 (1986)	不 明
G	1.10	一 部 侵 食	突堤建設 (1969)	効果あり (顕著な堆積)
H	1.00	10 ~ 20	4 基の突堤建設 (1980~81)	——

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査 (1988) JICA



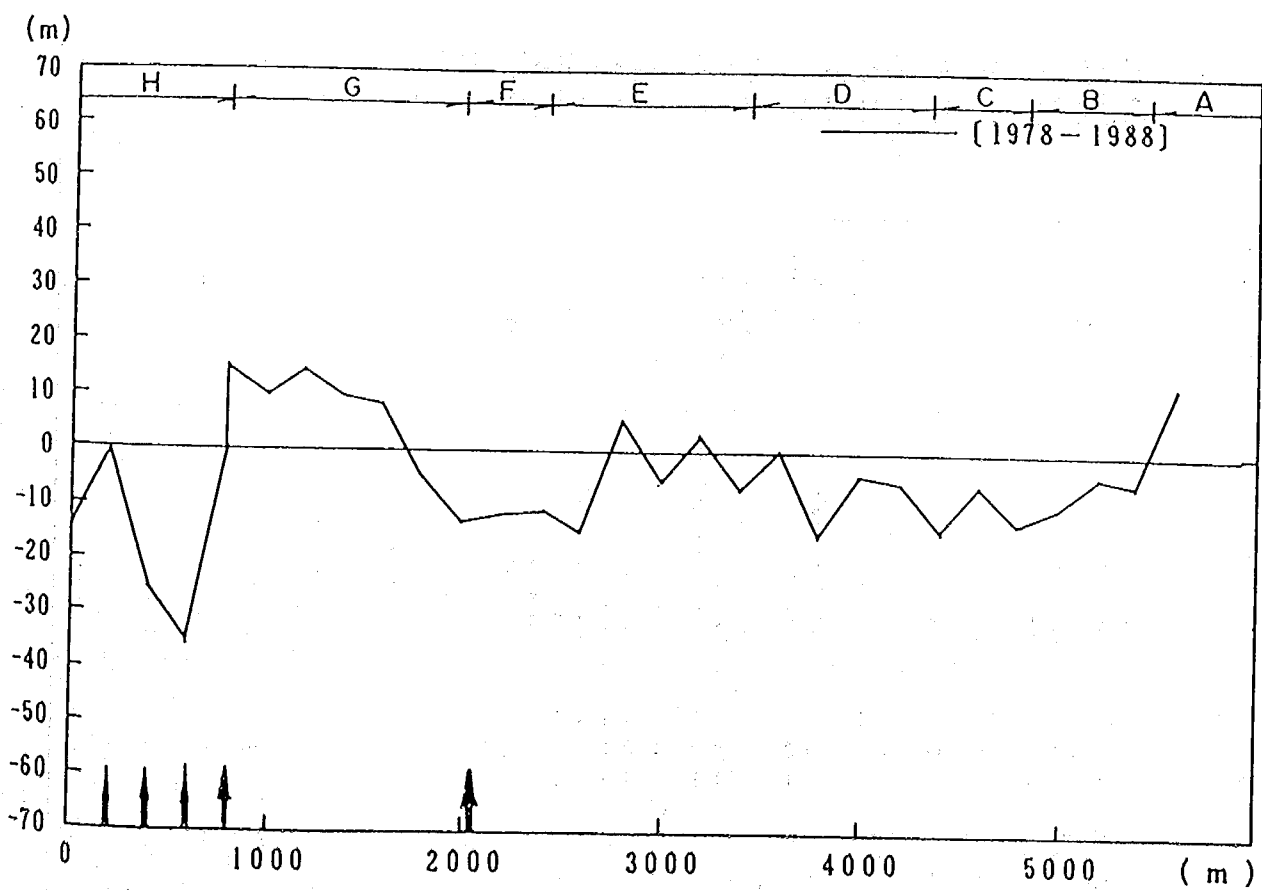
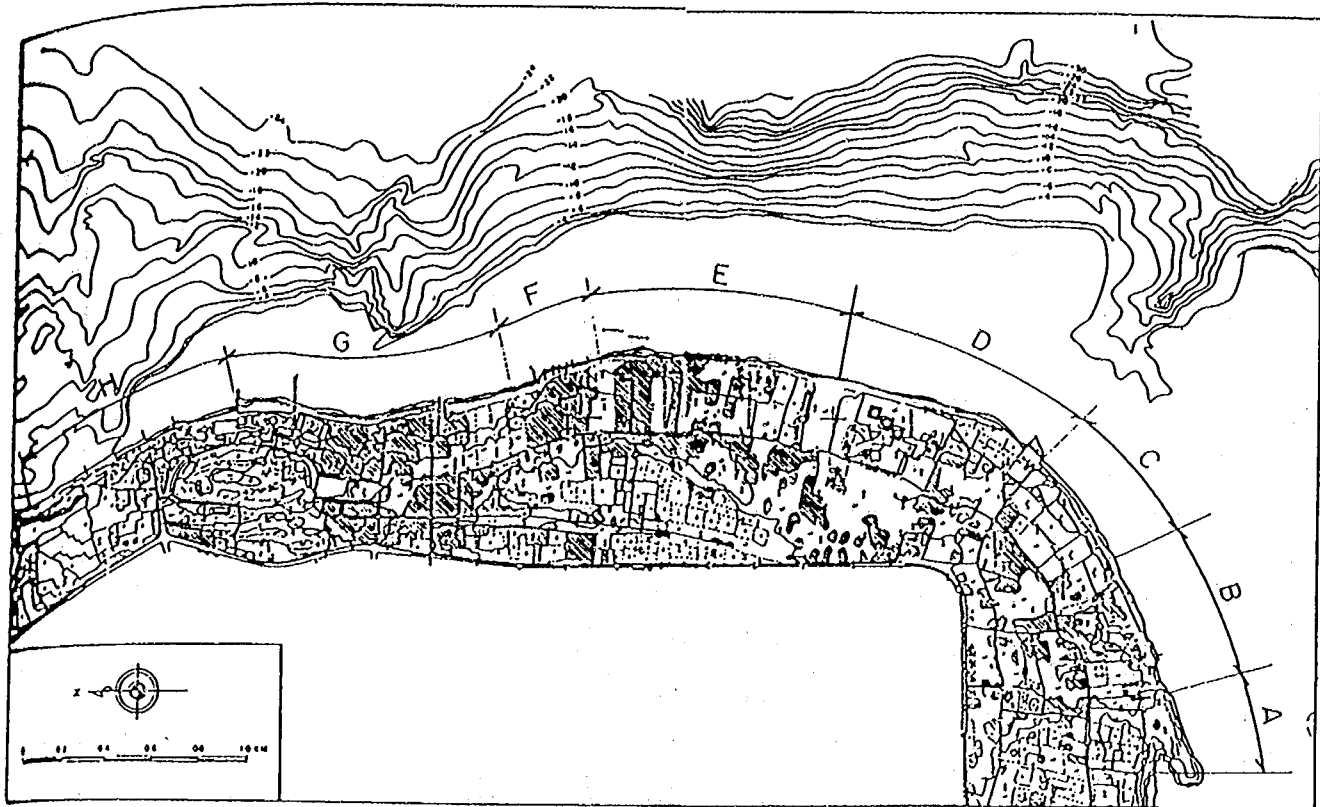
出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4.7 汀線変化(クタ)



出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4.8 汀線変化(ヌサドゥア)



出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4.9 汀線変化(ヌサル)

Area	Location No.	Type	Length or Volume	Amount (Rp)	Construction period	Remarks
Kuta	1.	off-shore groin	70 m	35,000,000	1984. 7. 24~1984. 12. 20	cylinder concrete blocks.
Nusa Dua	1.	groin	66 m	116,819,000	1986. 1. 3~1986. 3. 1	— do —
	— do —	Sand fill	15,000 m ³	82,882,000	— do —	— do —
	— do —	groin	30 m	100,335,000	1986. 12. 4~1987. 3. 19	cylinder concrete blocks.
	— do —	makeup by coral hill	96 m	27,600,000	1986. 12. 4~1987. 3. 19	— do —
	— do —	Sand fill	10,000 m ³	51,025,000	— do —	— do —
— do —	2.	groin	10 m	3,185,000	1984. 7. 24~1984. 12. 20	cylinder concrete blocks.
— do —	3.	groin	60 m	11,733,000	1984. 7. 24~1984. 12. 20	sand bags.
— do —	4.	off-shore groin	65 m	75,965,000	1986. 1. 13~1986. 3. 1	cylinder concrete blocks.
— do —	— do —	Sand bag	339 bags	938,000	— do —	— do —
— do —	5.	off-shore groin	148 m	196,637,000	1986. 1. 3~1986. 3. 1	cylinder concrete blocks.
— do —	— do —	Sand bags	960 bags	2,226,000	— do —	— do —
— do —	6.	off-shore groin	160 m	141,988,000	1987. 12. 2~1988. 2. 6	cylinder concrete blocks.
	— do —	Sand bags	4,000 bags	12,203,000	— do —	— do —
	— do —	makeup by coral hill		18,616,000	— do —	— do —
	7.	groin	15 m	29,113,000	1986. 1. 3~1986. 3. 1	cylinder concrete blocks.
	— do —	Sand fill	10,000 m ³	54,714,000	1986. 12. 4~1987. 3. 19	— do —
— do —	— do —	groin	15 m	56,037,000	— do —	cylinder concrete blocks.
	— do —	makeup by coral hill	74 m	6,249,000	— do —	— do —
	— do —	groin	40 m	35,518,000	1987. 12. 2~1988. 2. 6	cylinder concrete blocks.
	— do —	makeup by coral hill		7,075,000	— do —	— do —
	— do —	Sand bag	400 bags	1,193,000	— do —	— do —
— do —	8.	groin	76 m	79,193,000	1986. 1. 3~1986. 3. 1	cylinder concrete blocks.
— do —	— do —	groin	20 m	21,174,000	1986. 12. 4~1987. 3. 19	— do —
— do —	— do —	groin	7 m	7,412,000	— do —	— do —
— do —	— do —	makeup by coral hill	103 m	37,204,000	— do —	— do —
Sanur	1.	off-shore groin	80 m	46,690,000	1986. 10. 2~1987. 2. 7	— do —
	— do —	Sand fill	6,500 m ³	39,583,000	— do —	— do —
— do —	2.	off-shore groin	80 m	36,000,000	1986. 7. 5~1986. 11. 4	cylinder concrete blocks.
— do —	3.	groin	77 m	13,682,000	1986. 10. 2~1987. 2. 7	— do —
— do —	4.	groin	60 m	19,985,000	1981. 7. 3~1981. 10. 31	cylinder concrete blocks.
— do —	5.	groin	60 m	32,597,000	1981. 3. 21~1981. 8. 20	— do —
— do —	— do —	Revetment	36 m	27,403,000	— do —	coral

表4. 8 バリ島海岸保全事業の実績

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

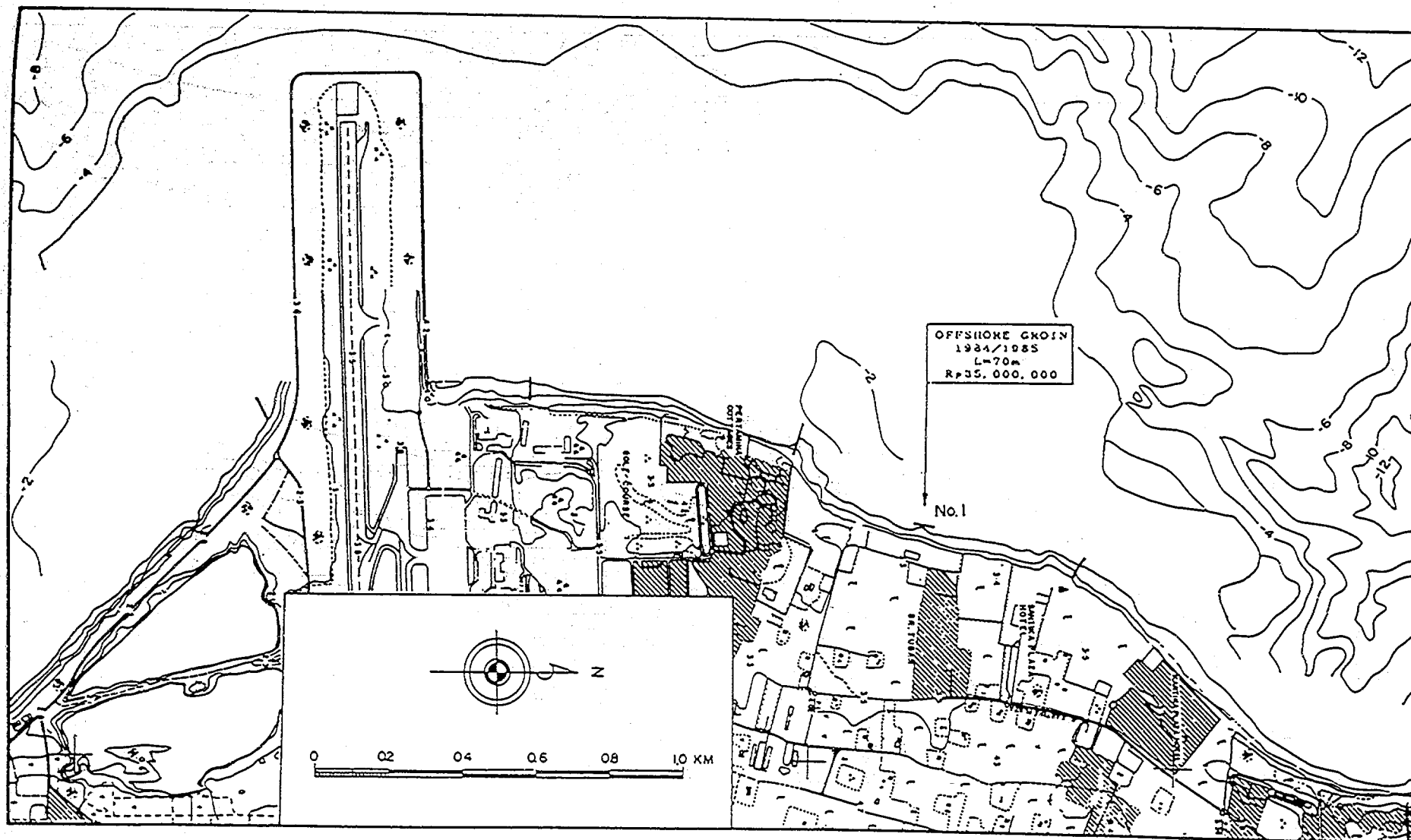


図4.10 侵食対策工事(クタ)

出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

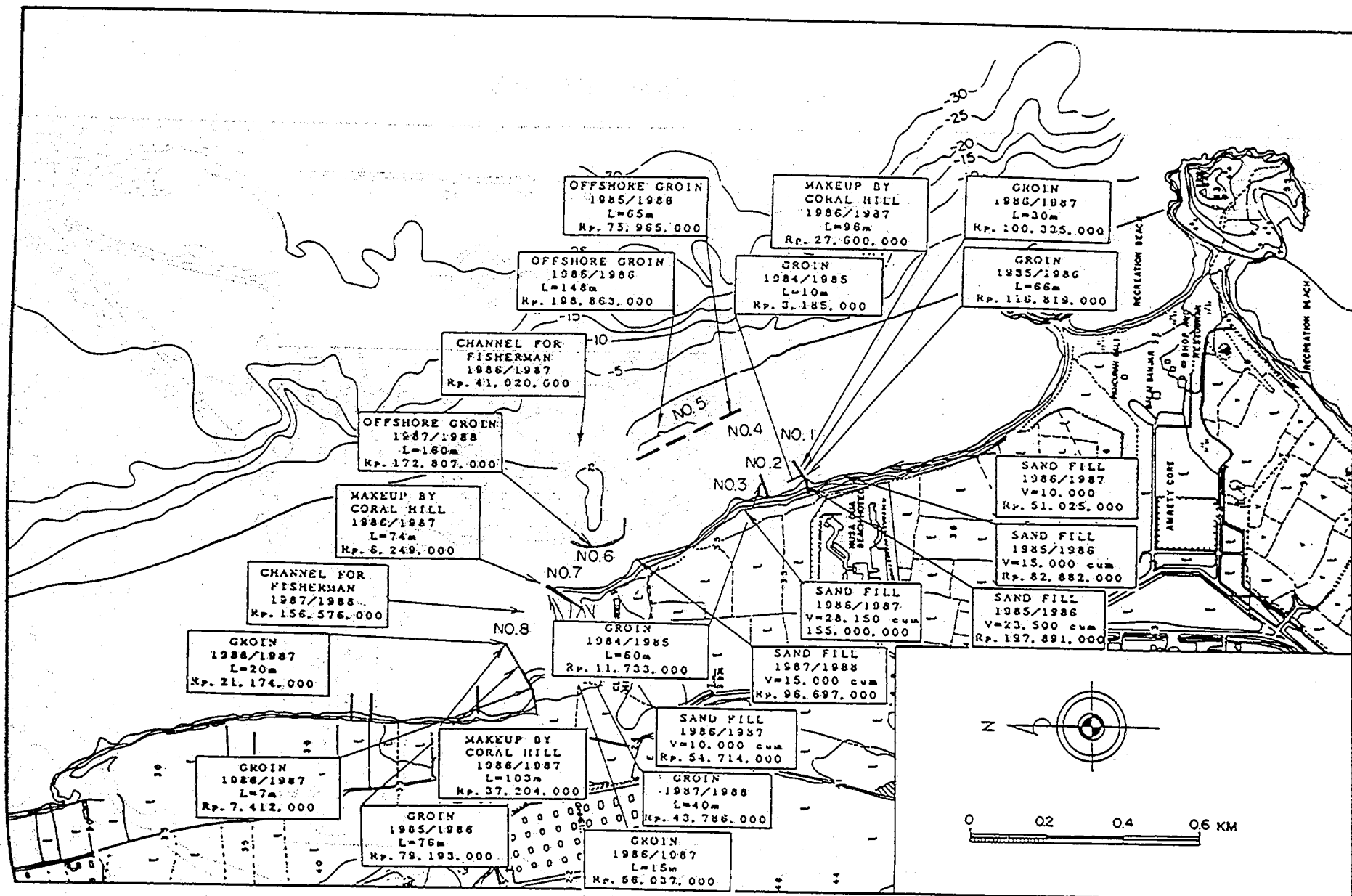


図4.11 侵食対策工事(ヌサドウア)

出典: バリ島海岸緊急保全対策計画調査 (1988) JICA

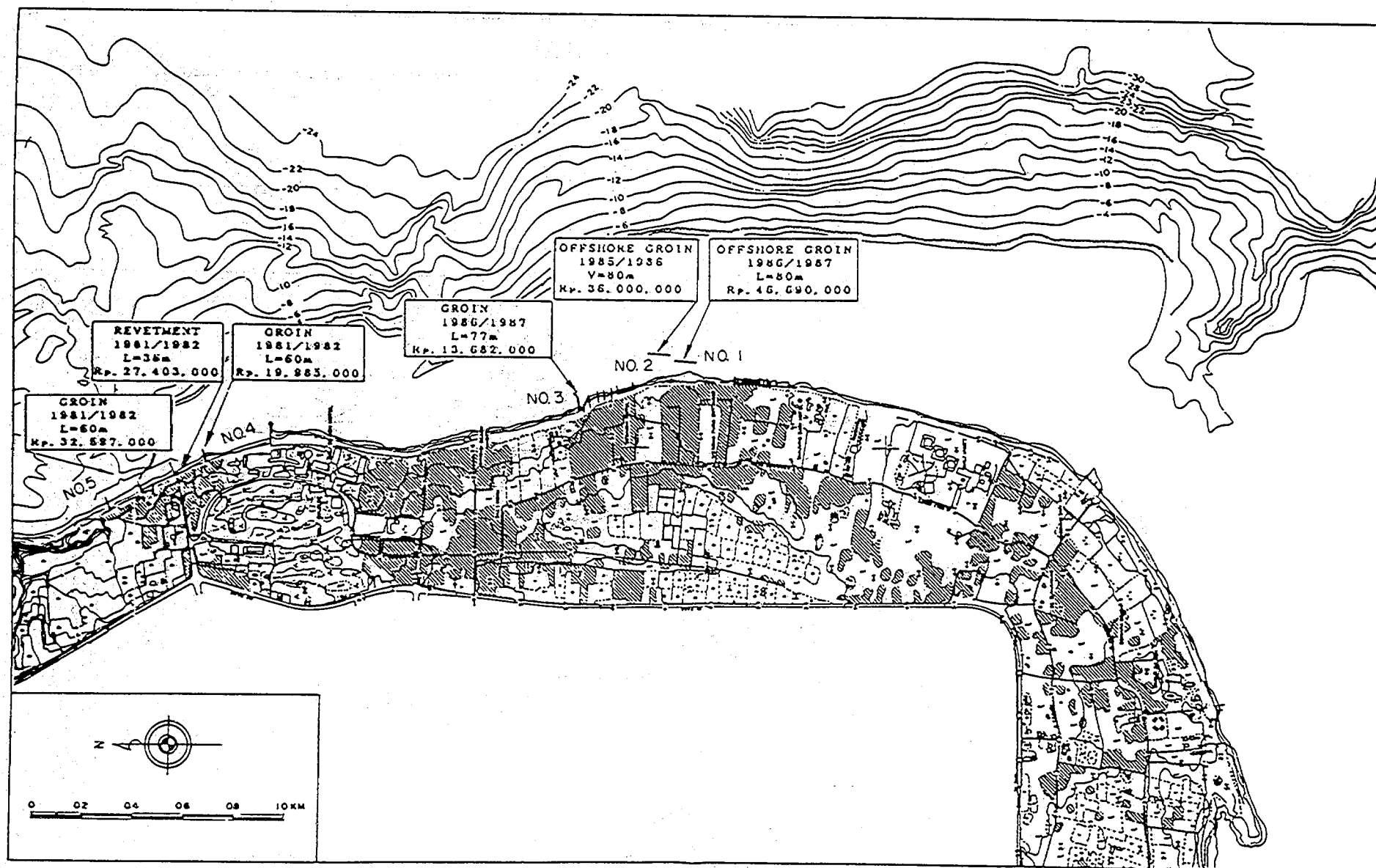
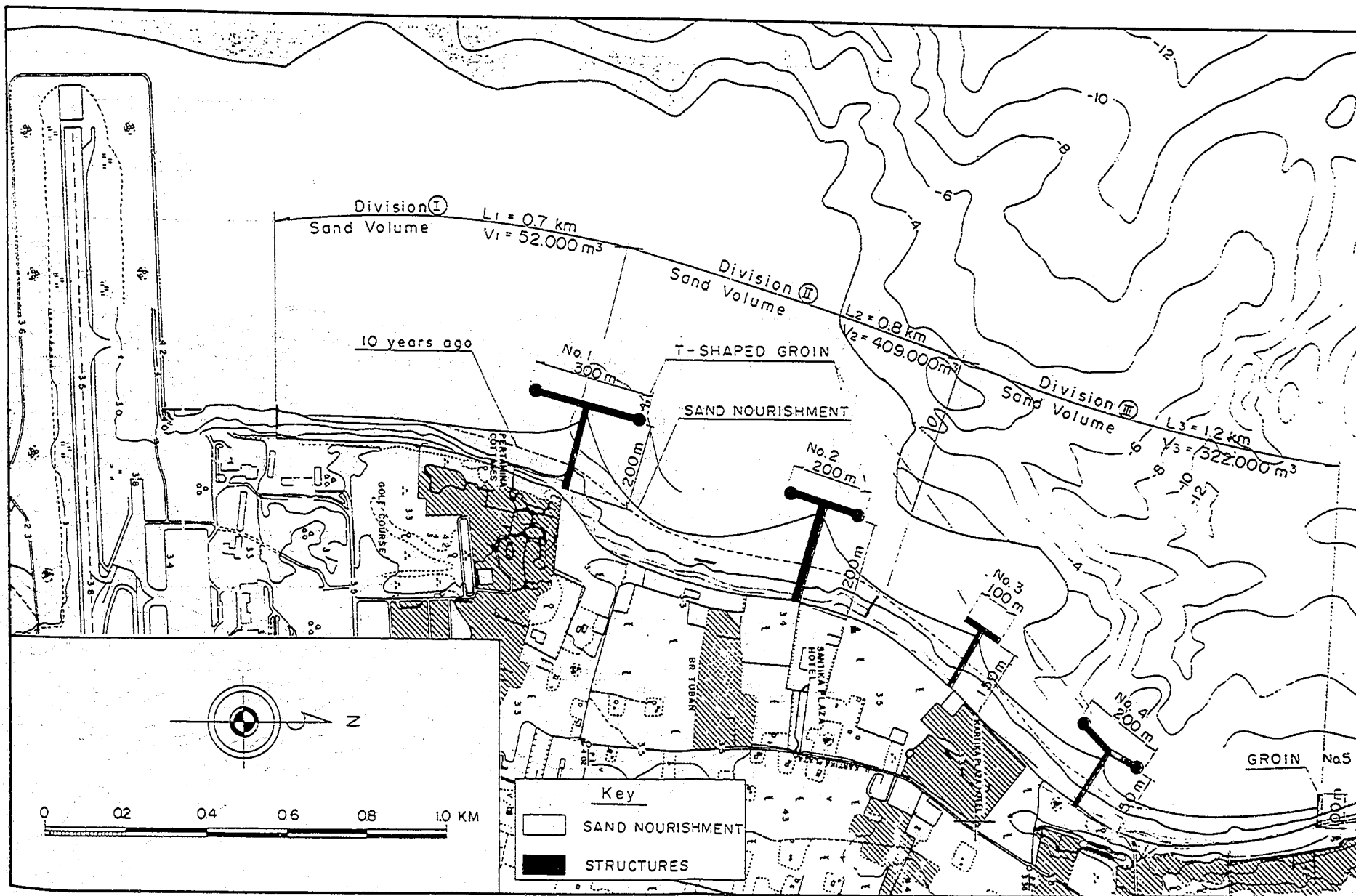


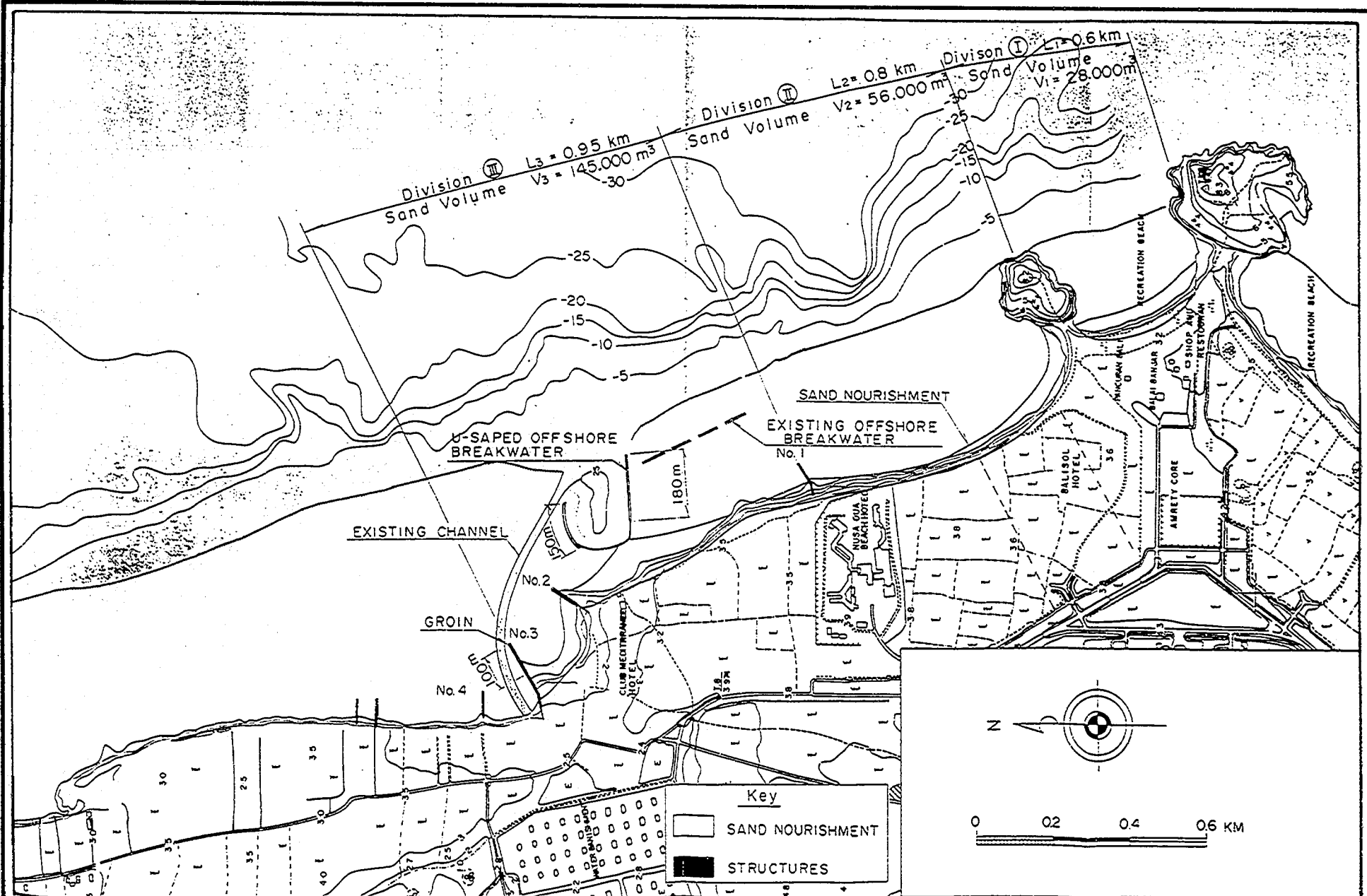
図4. 12 侵食対策工事(ヌサル)

出典：バングラデシュ国営建設省（1988）JICA



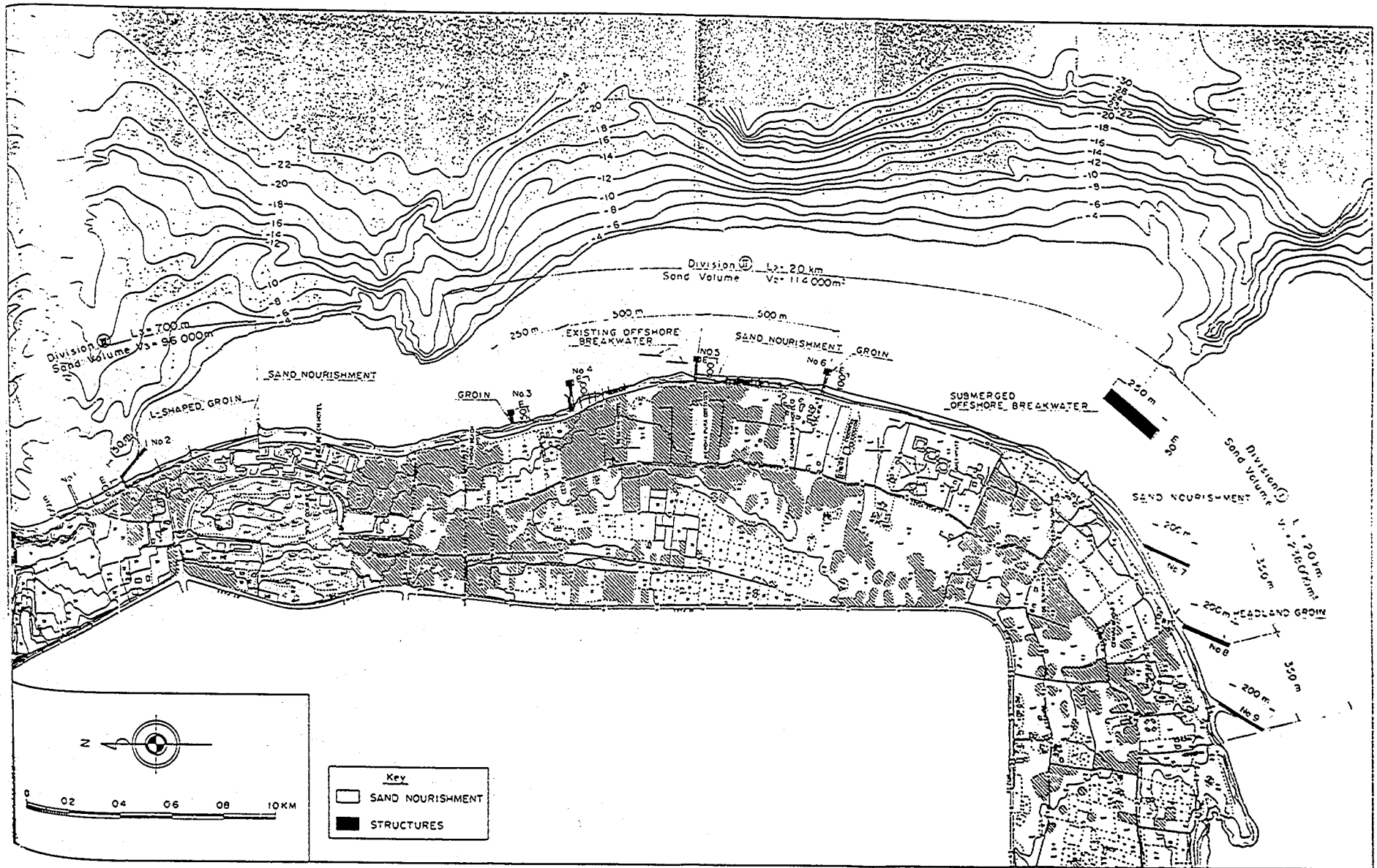
出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4. 13 クタ・ビーチ保全計画



出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4. 14 ヌサドゥア・ビーチ保全計画



出典：バリ島海岸緊急保全対策計画調査（1988）JICA

図4. 15 ヌサール・ビーチ保全計画

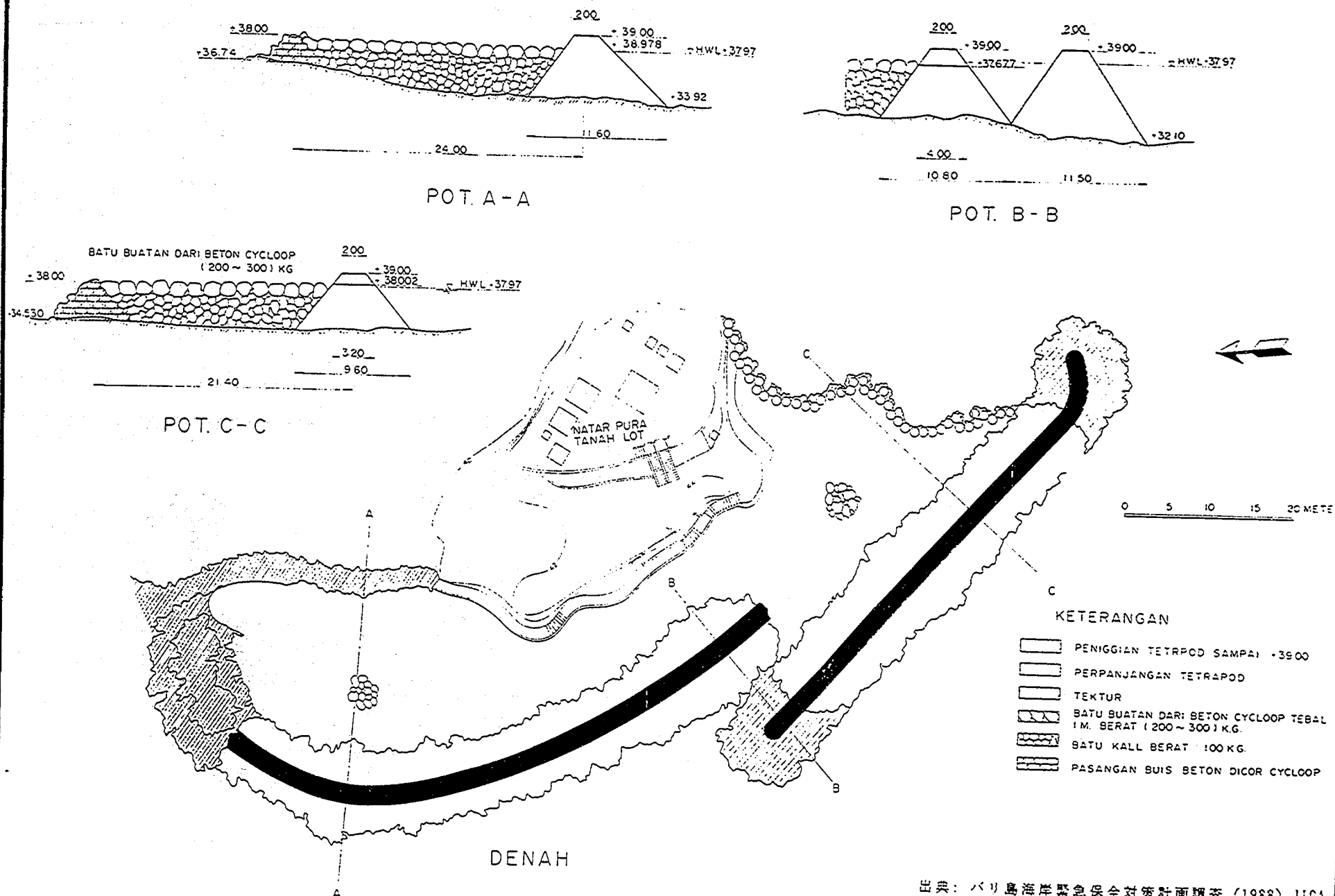


図4.16 タナロット保全計画

出典：バリ島沿岸緊急安全対策計画調査（1988）JICA

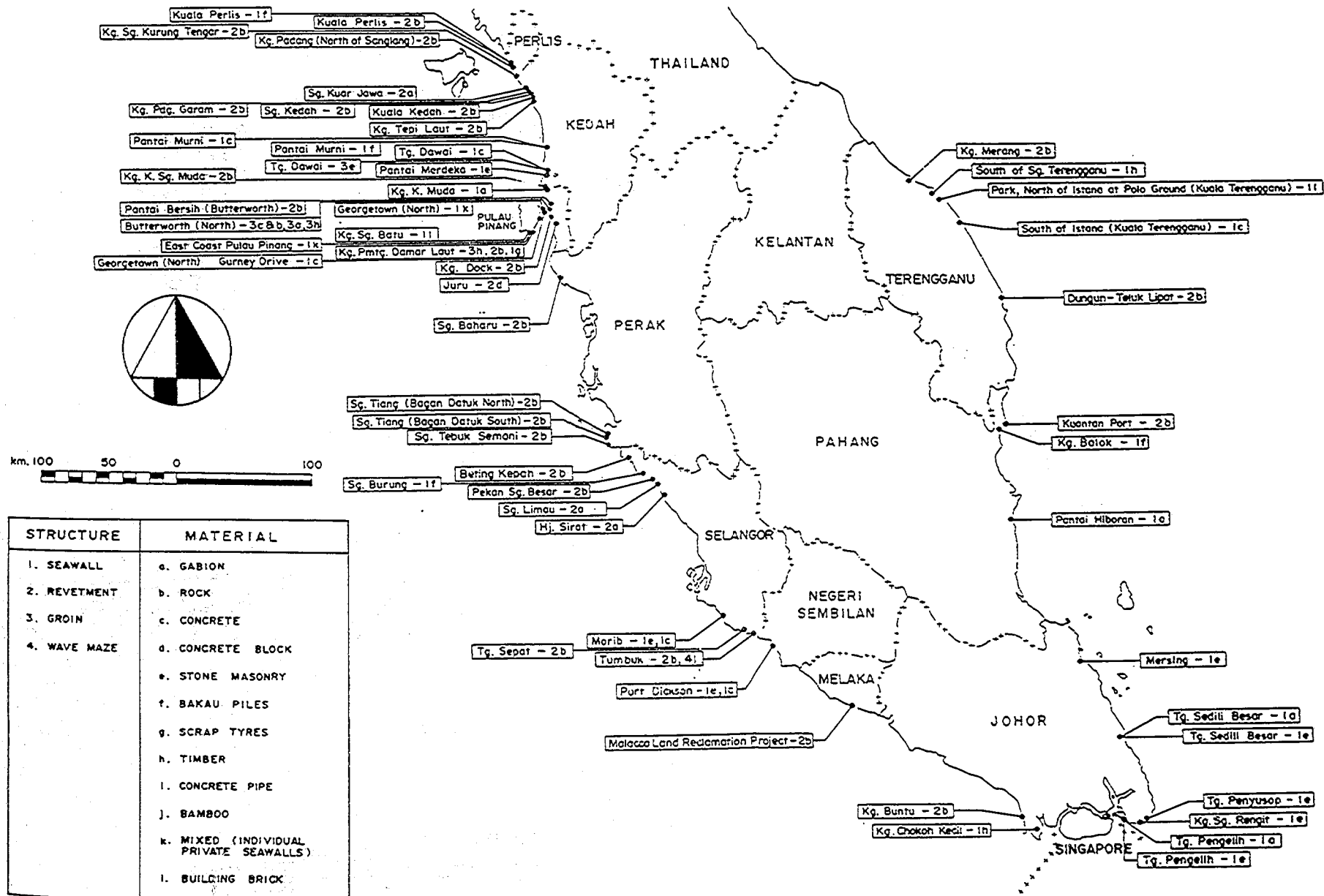


図5. 1(1/2) 海岸保全対策位置図(半島)

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



km. 100 50 0 100

LEGEND:

--- INTERNATIONAL BOUNDARY
--- STATE BOUNDARY

STRUCTURE	MATERIAL
1. SEAWALL	a. CAGION
2. REVETMENT	b. ROCK
3. GROIN	c. CONCRETE
4. WAVE MAZE	d. CONCRETE BLOCK
	e. STONE MASONRY
	f. BAKAU PILES
	g. SCRAP TYRES
	h. TIMBER
	i. CONCRETE PIPE
	j. BAMBOO
	k. MIXED (INDIVIDUAL PRIVATE SEAWALLS)
	l. BUILDING BRICK

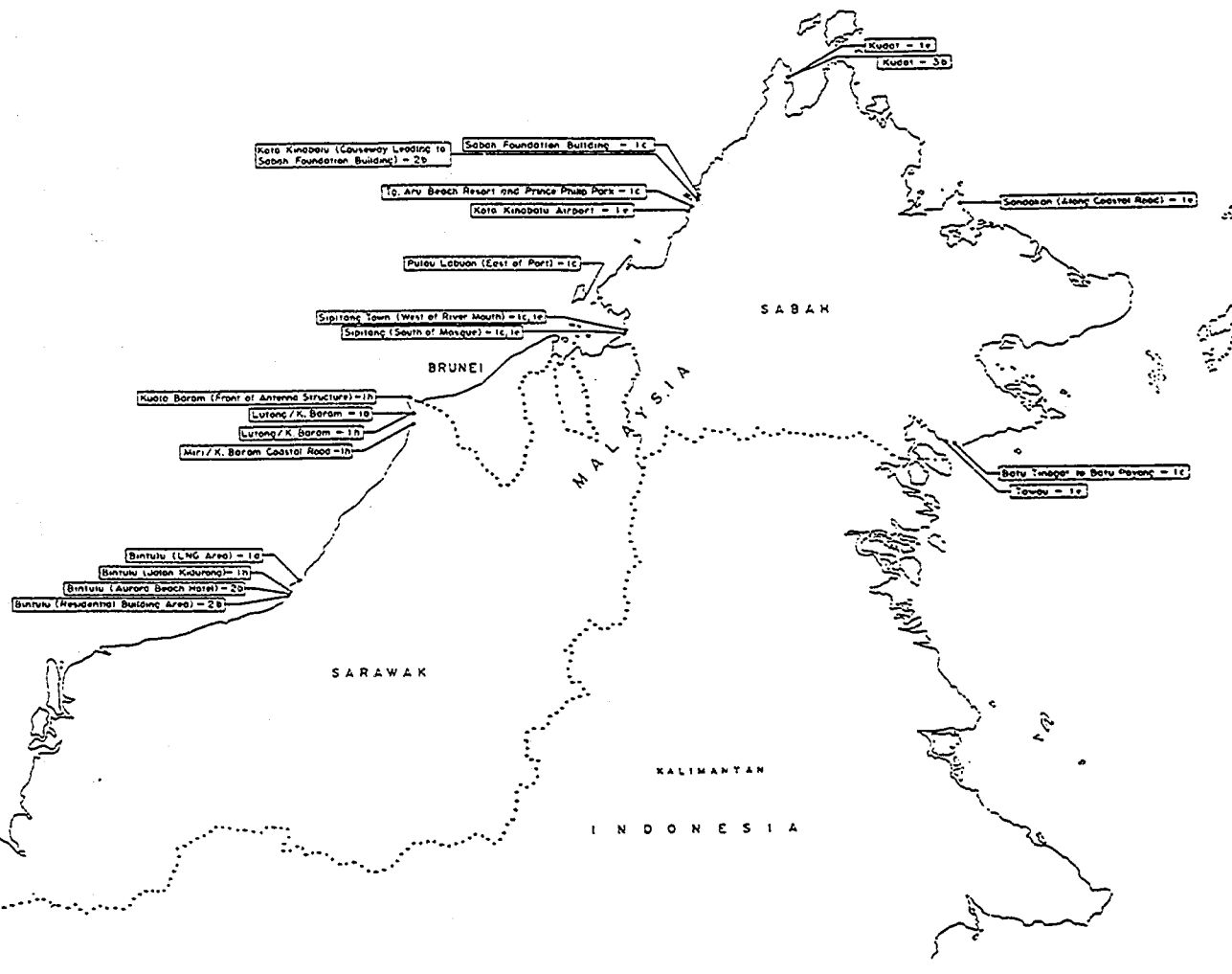


図5. 1(2/2) 海岸保全対策位置図(サバ・サラワク州)

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(1/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(WEST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 1 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
1.	Bakau pile seawall	Kuala Perlis	No	No	Timber not suitable for permanent works, Undermined
2.	Rock revetment	Kuala Perlis	Yes	Yes	-
3.	Rock revetment	Kg Sg Kurung Tengar	Yes	No	Rocks have moved on settlement of slope
4.	Rock revetment	Kg Padang, North of Sanglang	Yes	Yes	-
5.	Gabion revetment	Sg Kuar Jawa	No	Yes	Gabion not suitable for permanent works
6.	Rock revetment	Kg Padang Garam, K. Kedah	Yes	No	Slip settlement, failure of slope
7.	Rock revetment	Sg Kedah (North Bank)	Yes	Yes	-
8.	Rock revetment	K. Kedah	Yes	Yes	-
9.	Rock revetment	Kg Tepi Laut	Yes	Yes	-
10.	Concrete seawall	Pantai Murni	Yes	No	Flanked Undermined
11.	Bakau pile seawall	Pantai Murni	No	No	Timber not suitable for permanent works. Bypassed
12.	Concrete seawall	Tg Dawai	Yes	No	Flanked Undermined
13.	Stone masonry groin	Tg Dawai	Yes	Yes	-
14.	Stone masonry seawall	Pantai Merdeka	Yes	No	Undermined

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(2/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(WEST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 2 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
15.	Rock revetment	Kg K. Sg Muda	Yes	Yes	-
16.	Gabion seawall	Kg K. Muda	No	No	Gabion not suitable for permanent works Overtopped
17.	Rock revetment	Pantai Berseh, Butterworth	Yes	Yes	-
18.	Concrete groin	Butterworth (North)	Yes	Yes	-
19.	Gabion groin	Butterworth (North)	No	Yes	Gabion not suitable for permanent works
20.	Timber groin	Butterworth (North)	No	No	Timber not suitable for permanent works
21.	Rock revetment	Kg Dock	Yes	Yes	-
22.	Precast concrete block revetment with bakau pile as toe protection	Juru	No	No	Bakau pile not suitable for per- manent works. Differential settlement occurred
23.	Concrete and stone masonry seawalls (individual & private)	Georgetown (North)	Yes	Yes *	-
24.	Concrete seawalls	Georgetown Gurney Drive	Yes	Yes	-
25.	Various seawalls	East Coast Pulau Pinang	Yes	Yes	-
26.	Timber groins	Kg Pmtg Damar Laut	No	Yes	Timber not suitable for permanent works
27.	Rock revetment	Kg Pmtg Damar Laut	Yes	Yes	-

NOTE: * A majority of the concrete or stone masonry structures are sound, some isolated individual walls have failed primarily due to neglect.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(3/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(WEST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 3 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
28.	Scrap tyre seawall with timber piles	Kg Pmtg Damar Laut	No	Yes	Timber not suitable for permanent works
29.	Brickwork seawall	Kg Sg Batu	Yes	No	Collapsed
30.	Rock revetment	Tg Baharu	Yes	Yes	-
31.	Rock revetment	Sg Tiang (Bagan Datok North)	Yes	No	Overtopped
32.	Rock revetment	Sg Tiang (Bagan Datok South)	No	No	Slope not fully armored
33.	Rock revetment	Sg Tëbuk Semani	Yes	Yes	May not have yet been tested
34.	Rock revetment	Beting Kepah	Yes	No	Rocks displaced
35.	Bakau pile seawall	Sg Burung	No	No	Bakau pile not suitable for permanent works. Failed
36.	Rock revetment with gabion and bakau pile as toe protection	Pekan Sg Besar	No	No	Gabion and bakau piling not suitable for permanent works. Failed
37.	Gabion revetment with bakau piles as toe protection	Sg Limau	No	No	Gabion and bakau piles not suitable for permanent works. Failed
38.	Gabion revetment	Hj. Sirat	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Failed
39.	Stone masonry seawall	Morib	Yes	No	Undermined. Overtopped. Joints deteriorated

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(4/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(WEST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 4 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
40.	Concrete seawall	Morib	Yes	Yes	-
41.	Rock revetment	Tg Sepat	Yes	Yes	-
42.	Rock revetment	Tumbuk	Yes	Yes	-
43.	Bamboo wave maze	Tumbuk	No	No	Destroyed
44.	Masonry and reinforced concrete seawall	Port Dickson	Yes	No	Undermined. Overtopped. Joints deteriorated. Differential settlements
45.	Rock revetment with bakau piles as toe protection	Malacca Land Reclamation Project	No	Yes	Bakau pile not suitable for permanent works
46.	Rock revetment	Kg Buntu	Yes	Yes	-
47.	Timber crib wall	Kg Chokoh Kecil	No	Yes	Timber not suitable for permanent works

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(5/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(EAST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 5 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
1.	Rock revetment	Kg Merang	Yes	No	Rocks displaced
2.	Timber seawall	South of Sg Tereng-ganu	No	No	Timber not suitable for permanent works. collapsed
3.	Concrete pipe seawall	Park, North of Istana at Polo Ground	Yes	No	Collapsed. Overtopped
4.	Concrete seawall	South of Istana, K. Tereng-ganu	Yes	No	Flanked. Undermined
5.	Rock revetment	Dungun - Telok Lipat	Yes	Yes	-
6.	Rock revetment	Kuantan Port	Yes	No	Rock displaced
7.	Bakau pile seawall	Kg Balok	No	Yes	Timber not suitable for permanent works
8.	Gabion seawall	Pantai Hiboran	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Part of gabion failed
9.	Stone masonry seawall	Mersing	Yes	No	Overtopped. Undermined
10.	Gabion seawall	Tg Sedili Besar	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Gabion failed
11.	Stone masonry seawall	Tg Sedili Besar	Yes	Yes	-
12.	Stone masonry seawall	Tg Penyusop	Yes	No	Stones displaced
13.	Stone masonry seawall	Kg Sg Rengit	Yes	No	Overtopped

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(6/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(EAST COAST, PENINSULAR MALAYSIA)

Sheet 6 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
14.	Gabion seawall	Tg Pengelih	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Failed
15.	Stone masonry seawall	Tg Pengelih	Yes	No	Undermined

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(7/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(SABAH)

Sheet 7 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
1.	Stone [*] masonry seawall	Tawau	Yes	No	Undermined
2.	Concrete seawall (stone pitching with concrete facing)	Coastal road from Batu Tinagat to Batu Payong in Tawau District	Yes	No	Undermined, Damaged
3.	Stone [*] masonry seawall	Sandakan (along coastal road)	Yes	No	Undermined
4.	Rock [*] groin	Kudat	Yes	Yes	-
5.	Stone [*] masonry seawall	Kudat	Yes	No	Undermined
6.	Concrete seawall	Sabah Foundation Building, Kota Kinabalu	Yes	Yes	-
7.	Rock revetment with gabion underlayer	Kota Kinabalu (causeway leading to Sabah Foundation Building)	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Rocks displaced. Overtopped
8.	Concrete seawall	Tanjong Aru Beach Resort and Prince Philip Park, K. Kinabalu	Yes	No	Undermined. Piped

NOTE: * Observation made through aerial reconnaissance. Site details may vary with specific ground reconnaissance.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(8/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES

(SABAH)

Sheet 8 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
9.	Stone [*] masonry seawall	Kota Kinabalu Airport	Yes	No	Rocks displaced
10.	Concrete [*] seawall	Pulau Labuan (east of port)	Yes	No	Undermined
11.	Concrete and stone masonry seawall	Sipitang Town (west of river mouth)	Yes	No	Flanked
12.	Concrete [*] and stone masonry seawall	Sipitang (south of mosque)	Yes	No	Stones displaced

NOTE: * Observation made through aerial reconnaissance. Site details may vary with specific ground reconnaissance.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 1(9/9) EXISTING SHORE PROTECTION STRUCTURES
(SARAWAK)

Sheet 9 of 9

NO.	STRUCTURE	LOCATION	SUITABLE	EFFECTIVE	REMARKS
1.	Timber [*] seawall	K. Baram (front of antenna structure)	No	No	Timber not suitable for permanent works, Permeable
2.	Gabion seawall	Lutong/ K. Baram	No	No	Gabion not suitable for permanent works, Failed
3.	Timber seawall	Lutong/ K. Baram	No	No	Timber not suitable for permanent works, Permeable
4.	Timber seawall	Miri/ K. Baram coastal road	No	No	Timber not suitable for permanent works, Failed
5.	Gabion seawall with rocks as toe protection	Bintulu (LNG Area)	No	No	Gabion not suitable for permanent works. Overtopped. Flanked
6.	Timber seawall	Bintulu (Jalan Kidurong)	No	No	Timber not suitable for permanent works. Failed
7.	Rock revetment with timber seawall as toe pro- tection	Bintulu (Aurora Beach Hotel)	No	No	Timber not suitable for permanent works
8.	Rock revetment with timber seawall as toe pro- tection	Bintulu (residential building area)	No	Yes	Stones displaced, Timber not suitable for permanent works

NOTE; * Observation made through aerial reconnaissance. Site details may vary with specific ground reconnaissance.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表 5. 2 対策の適正判断

地 域	対策地点	適 正	不適正	不適正率 (%)
半島西海岸	47	30	17	36
半島東海岸	15	10	5	33
サバ州	12	11	1	8
サラワク州	8	0	8	100
計	82	51	31	38

出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA

表 5. 3 対策の効果

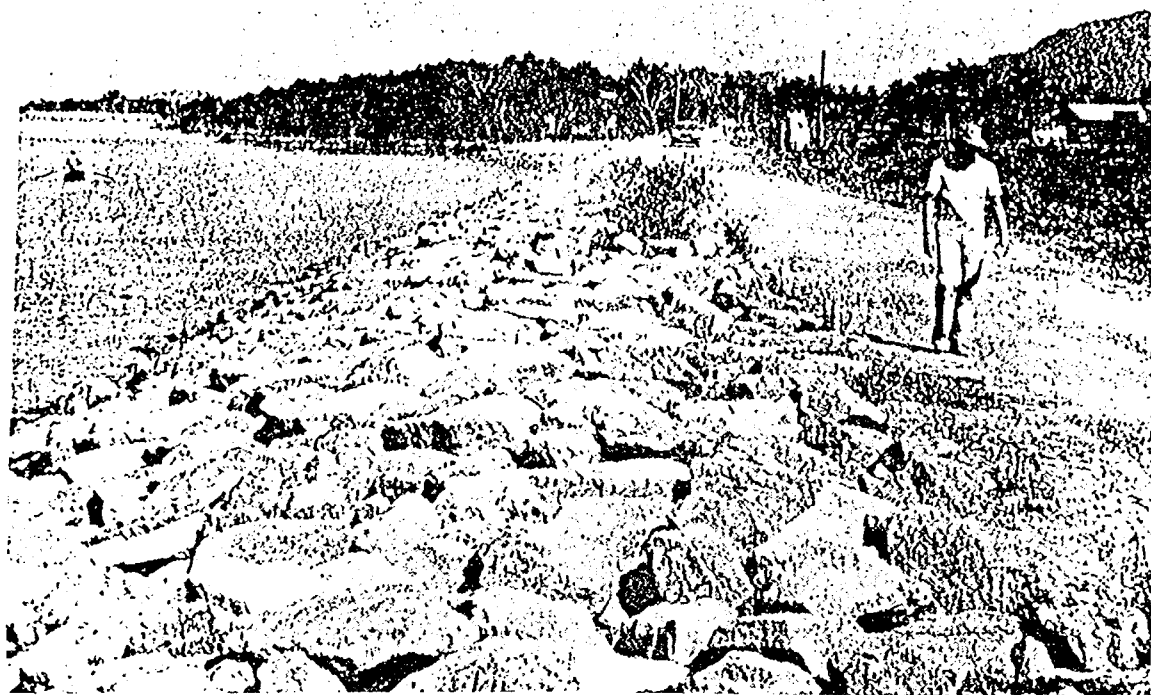
地 域	対策地点	効果あり	効果なし	無効果率 (%)
半島西海岸	47	26	21	45
半島東海岸	15	3	12	80
サバ州	12	2	10	83
サラワク州	8	1	7	88
計	82	32	50	61

出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA

表 5. 4 各対策工の効果割合

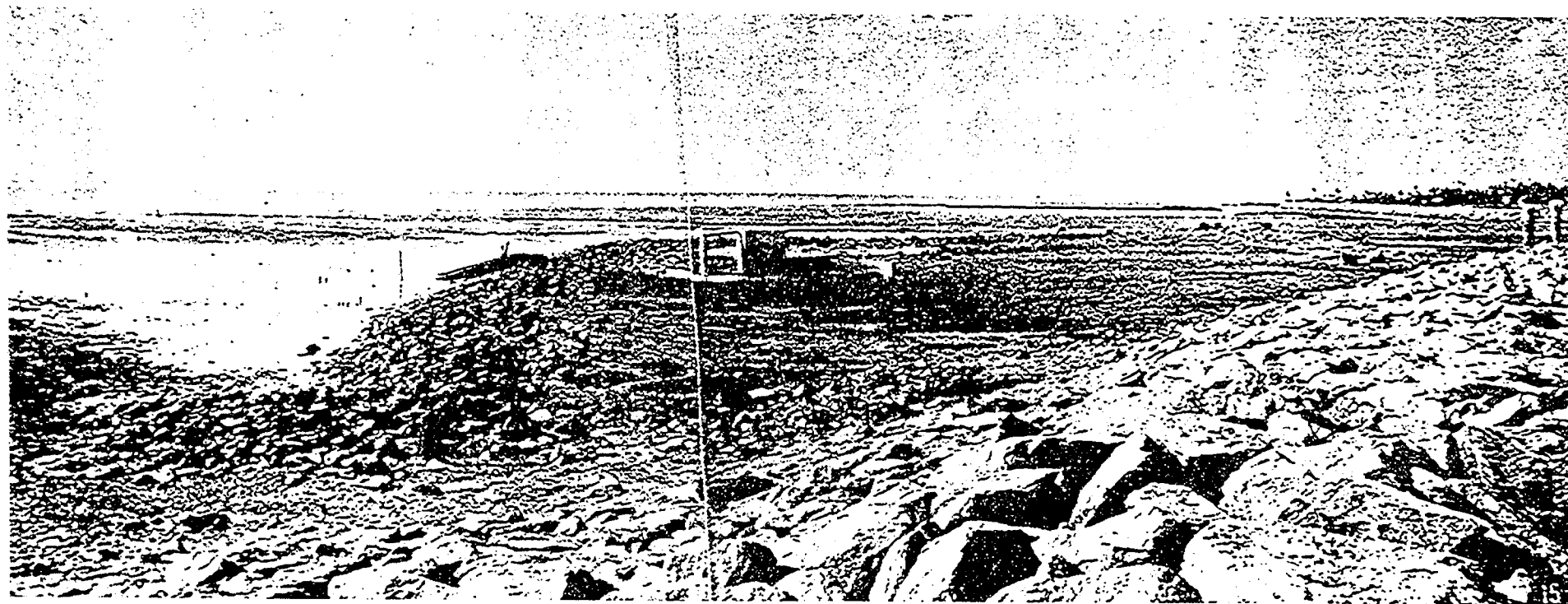
地 域	対策地点	護 岸		防波堤		水 制		その他	
		地点数	効果無	地点数	効果無	地点数	効果無	地点数	効果無
半島西海岸	47	25	9	16	10	5	1	1	0
半島東海岸	15	3	2	12	10	—	—	—	—
サバ州	12	1	0	10	9	1	—	—	—
サラワク州	8	2	1	6	6	—	—	—	—

出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA



写真—1 Successful rock revetment - Kuala Perlis, Perlis.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



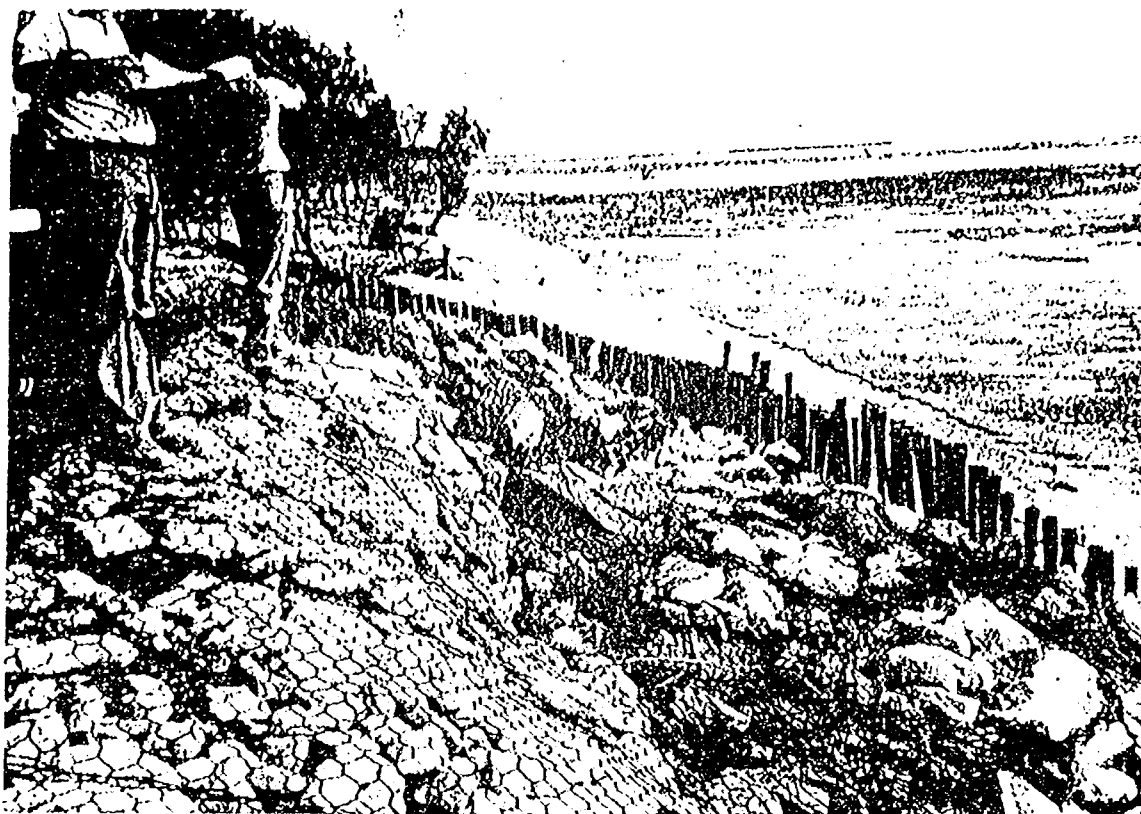
写真—2 Successful rock revetment - Kg. Padang, North of
Sanglang, Perlis.

来源: National Coastal Erosion Study (1985)

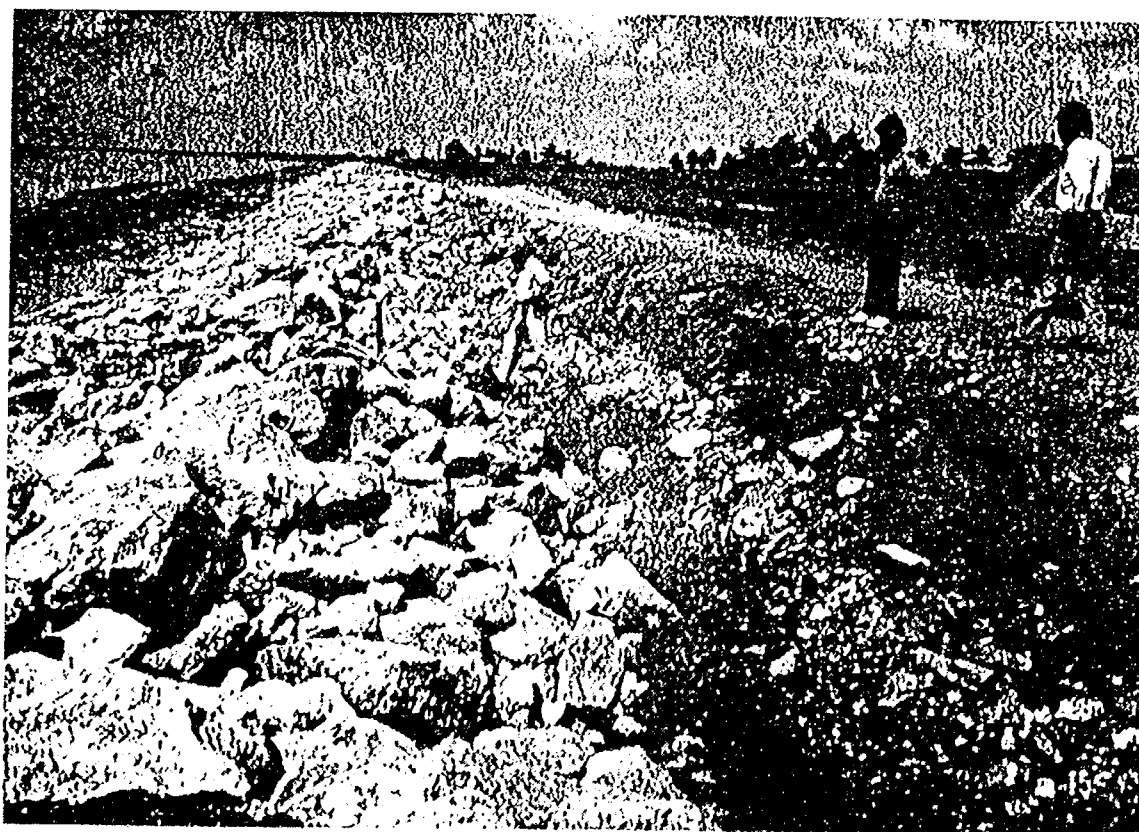


写真—3 Failed gabion revetment - Sg. Limau,
Selangor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

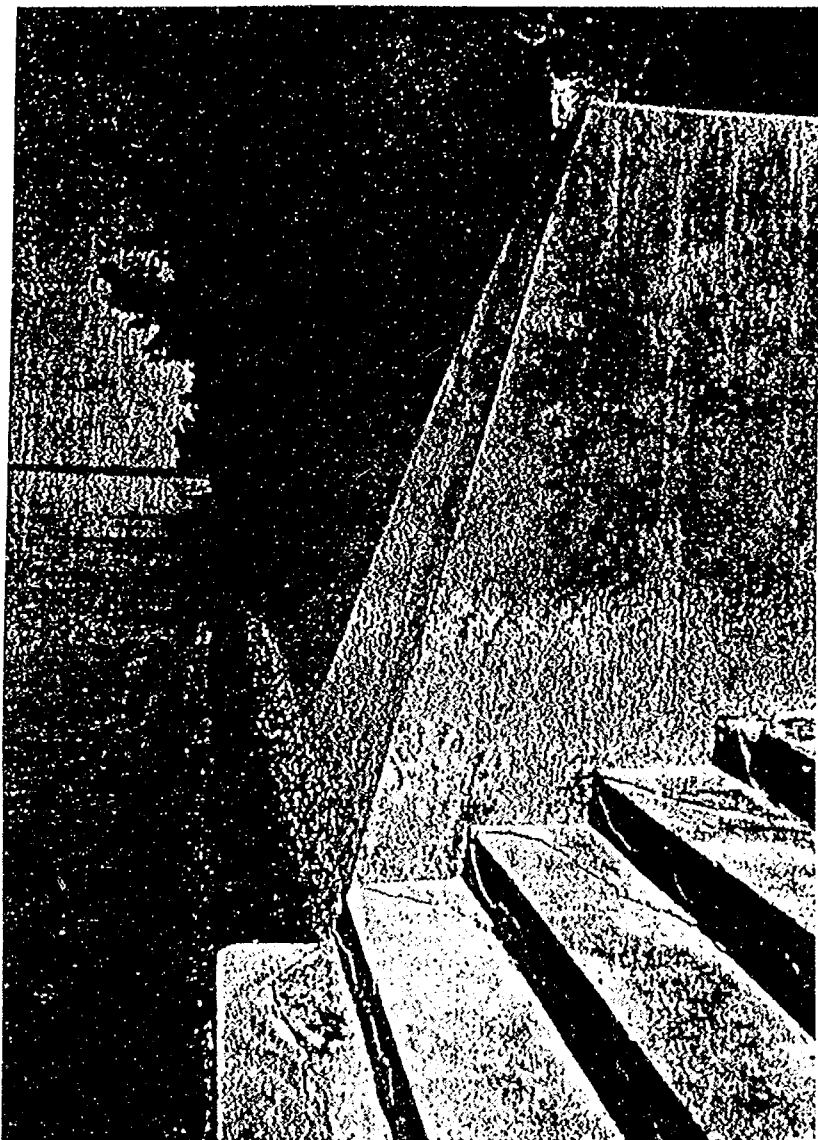


写真—4 Differential settlement of gabion revetment -
Hj. Sirat, Selangor.



写真—5 Slip settlement of rock revetment - Kg. Padang
Garam, Kuala Kedah, Kedah.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

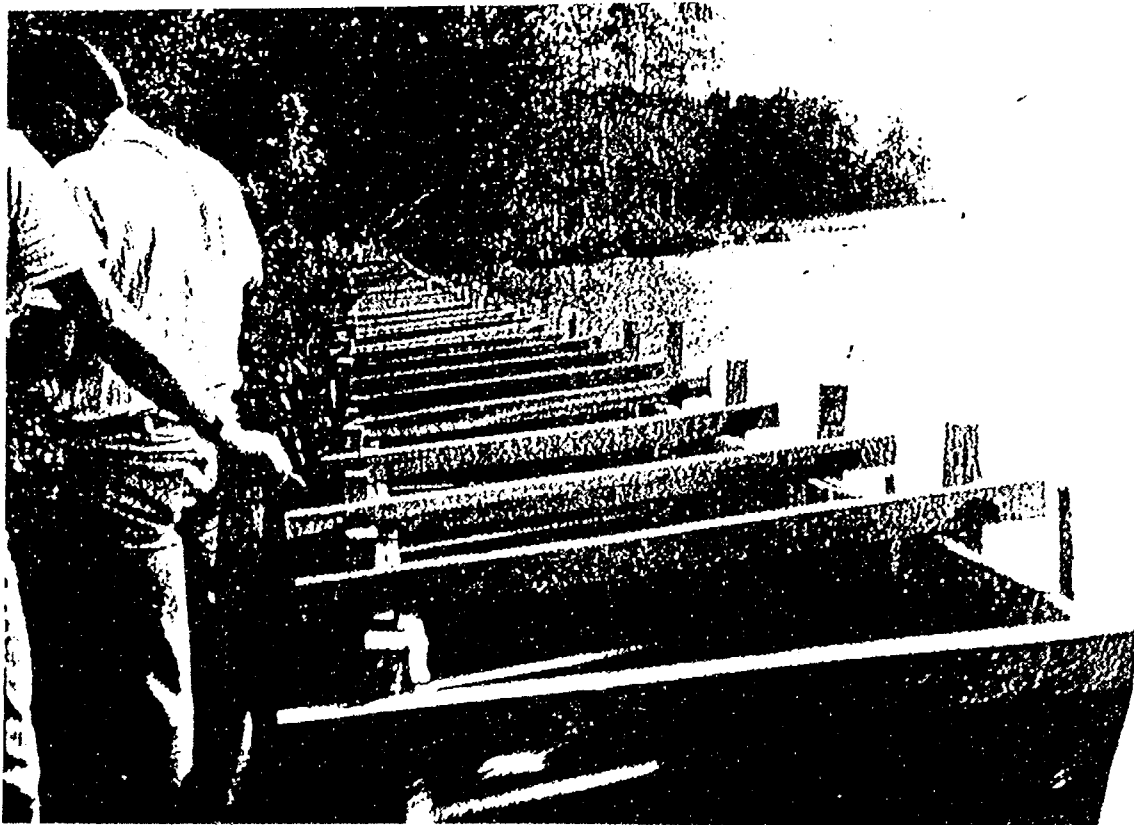


写真—6 Successful concrete seawall -
Morib, Selangor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

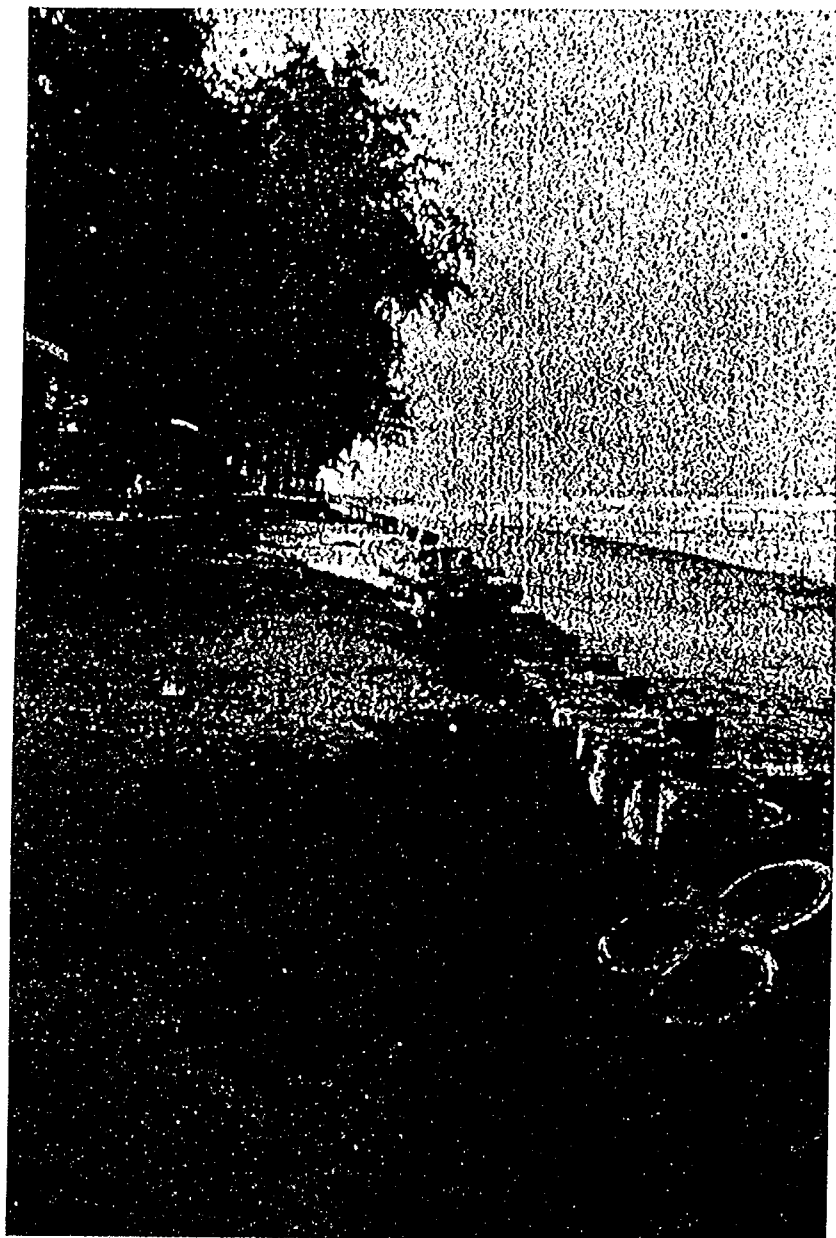


写真一7 Successful concrete seawall - Gurney Drive,
George Town, Pulau Pinang.



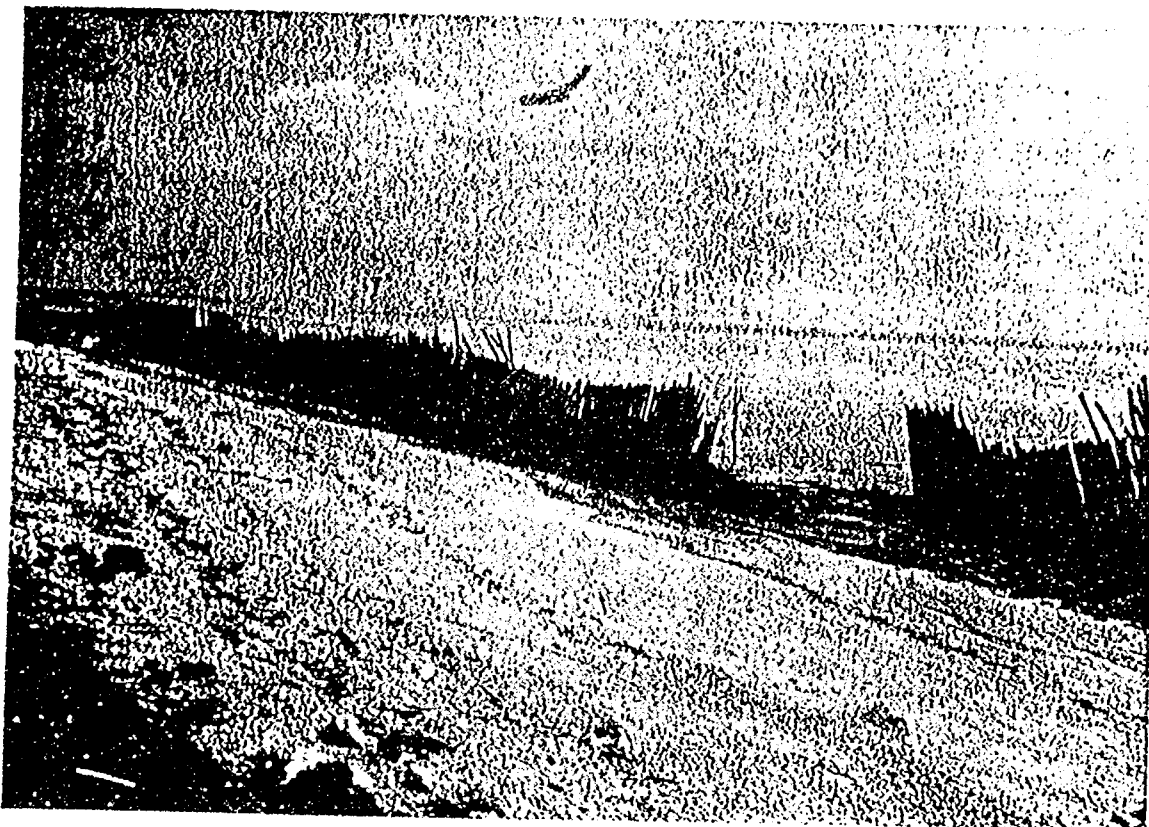
写真一8

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真一9 Failed seawall of vertically laid culverts - Park, North of Istana at Polo Ground, Kuala Terengganu, Terengganu.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

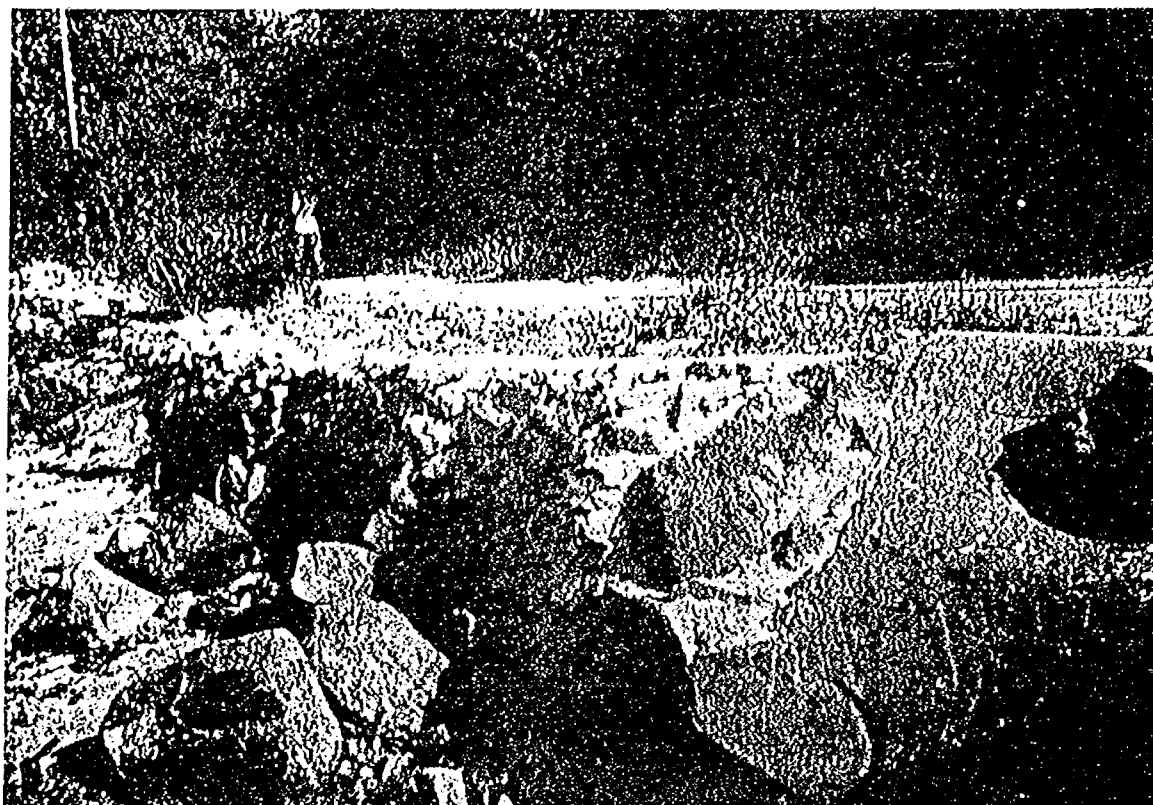


写真—10 Failed bakau pile seawall - Sg. Burong,
Selangor.

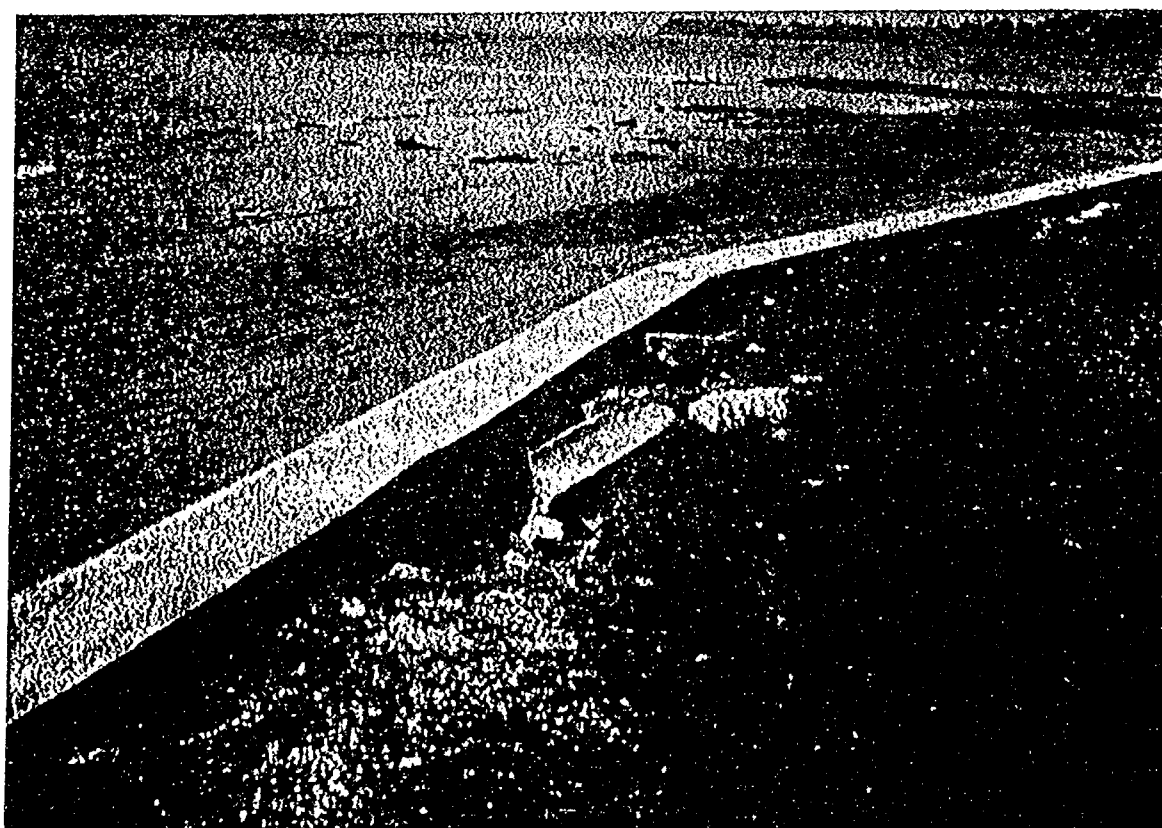


写真—11 Ineffective timber seawall - Miri/Kuala
Baram Coastal Road, Sarawak.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真—12 Failed stone masonry seawall - Tg. Penyusop,
Johor.



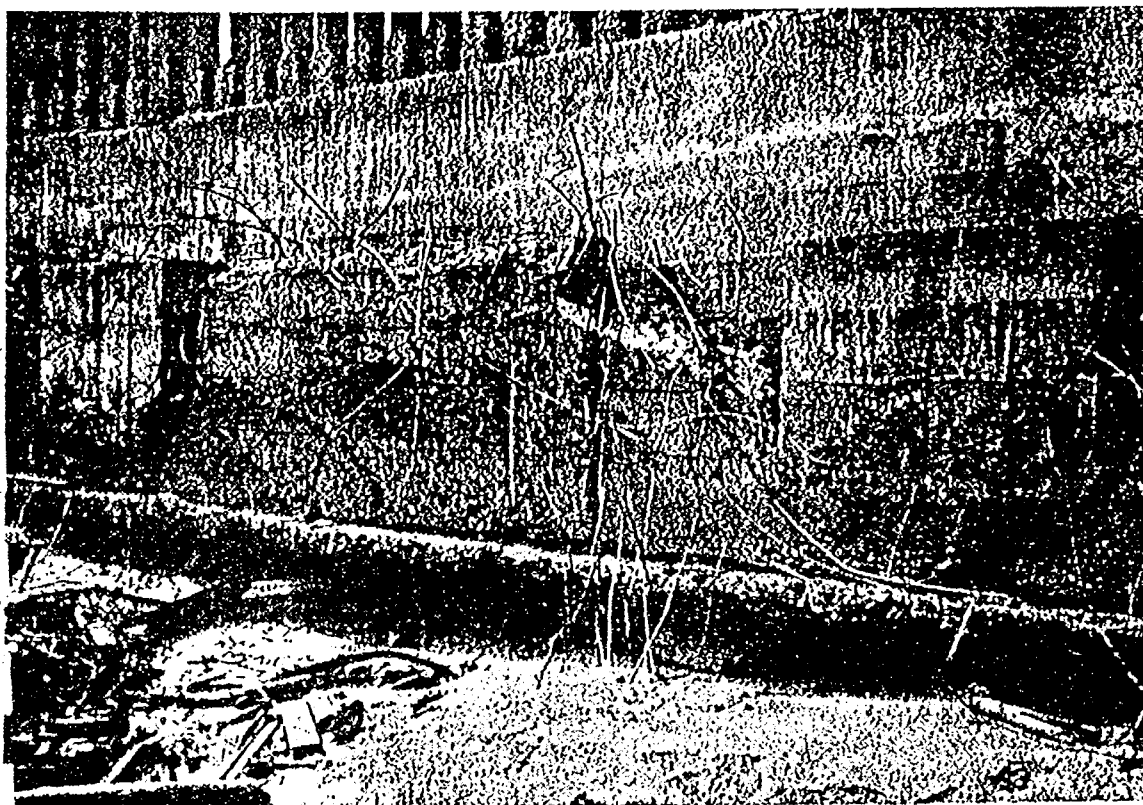
写真—13 Stone masonry seawall subject to overtopping -
Kg. Sg. Rengit, Johor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



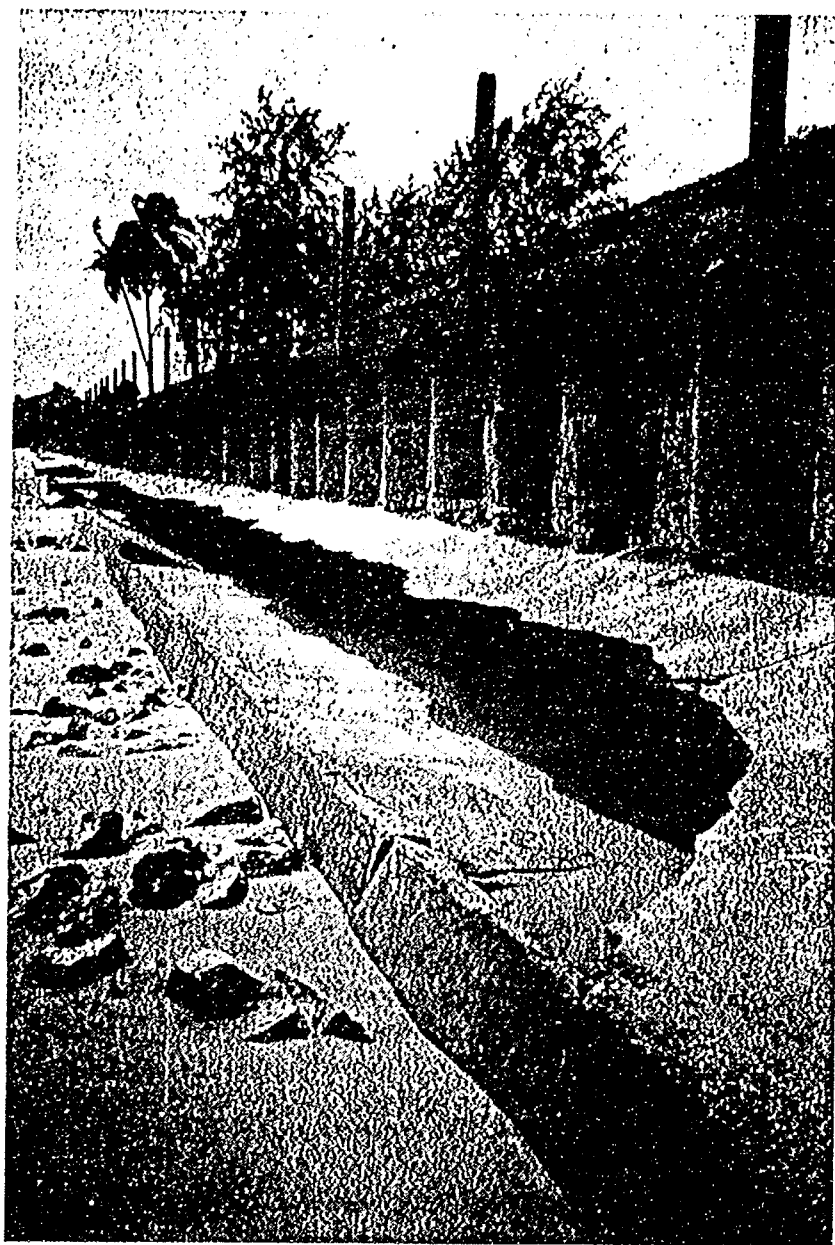
写真—14 Stone masonry seawall subject to undermining -
Mersing, Johor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真—15 Concrete seawall subject to flanking - South
of Istana, Kuala Terengganu, Terengganu.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真—16 Concrete seawall subject to
undermining - South of Istana,
Kuala Terengganu, Terengganu.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

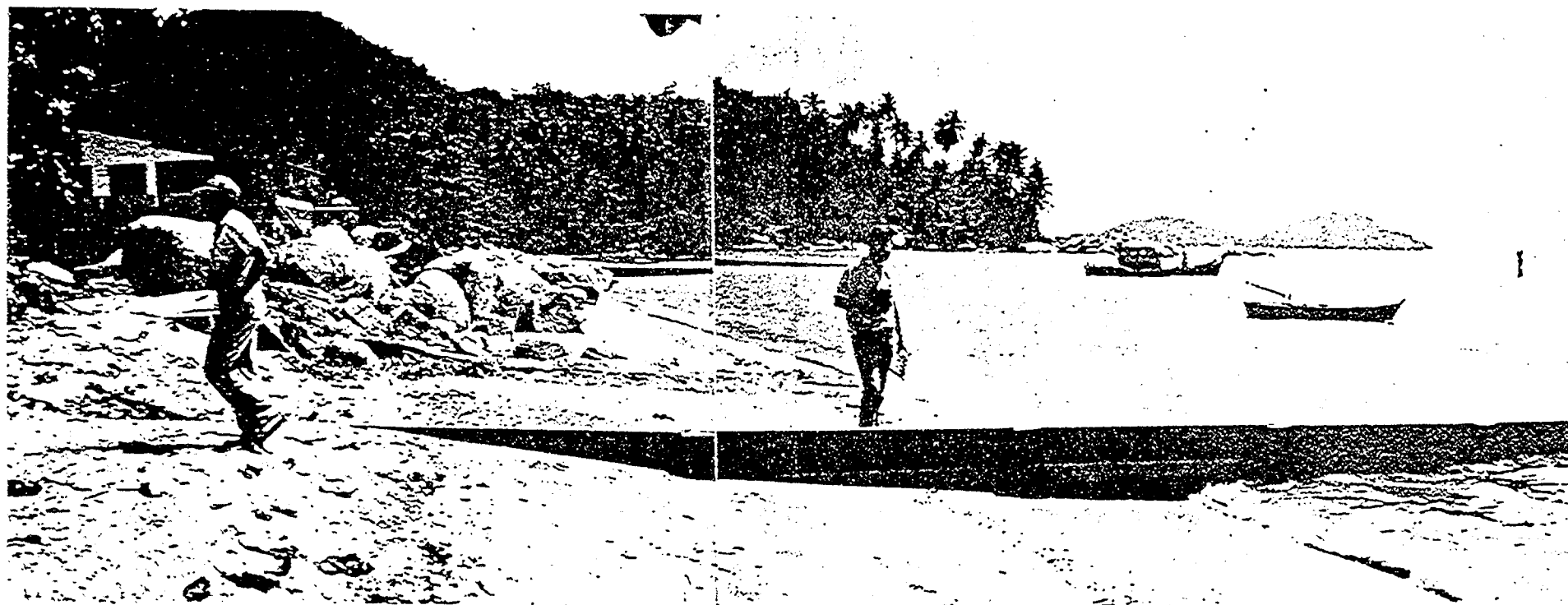


写真—17 Concrete seawall subject to undermining and flanking - Pantai Murni, Kedah.



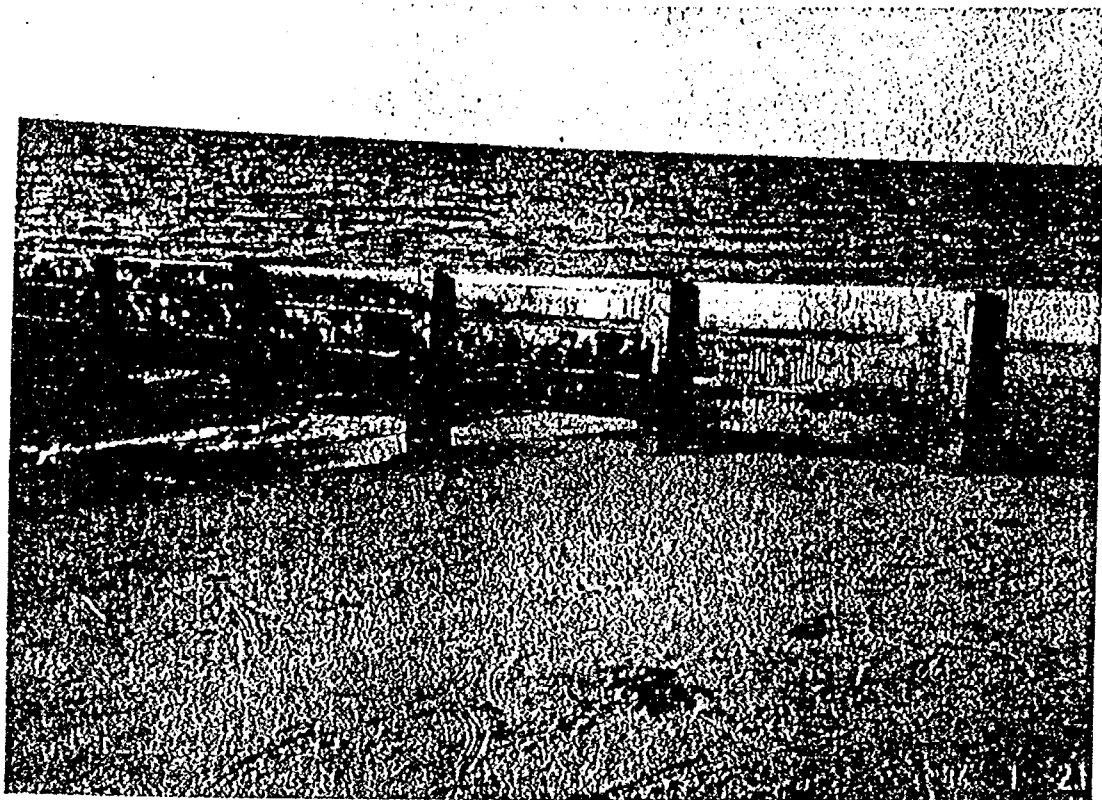
写真—18 Differential settlement of stone masonry seawall - Morib, Selangor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA



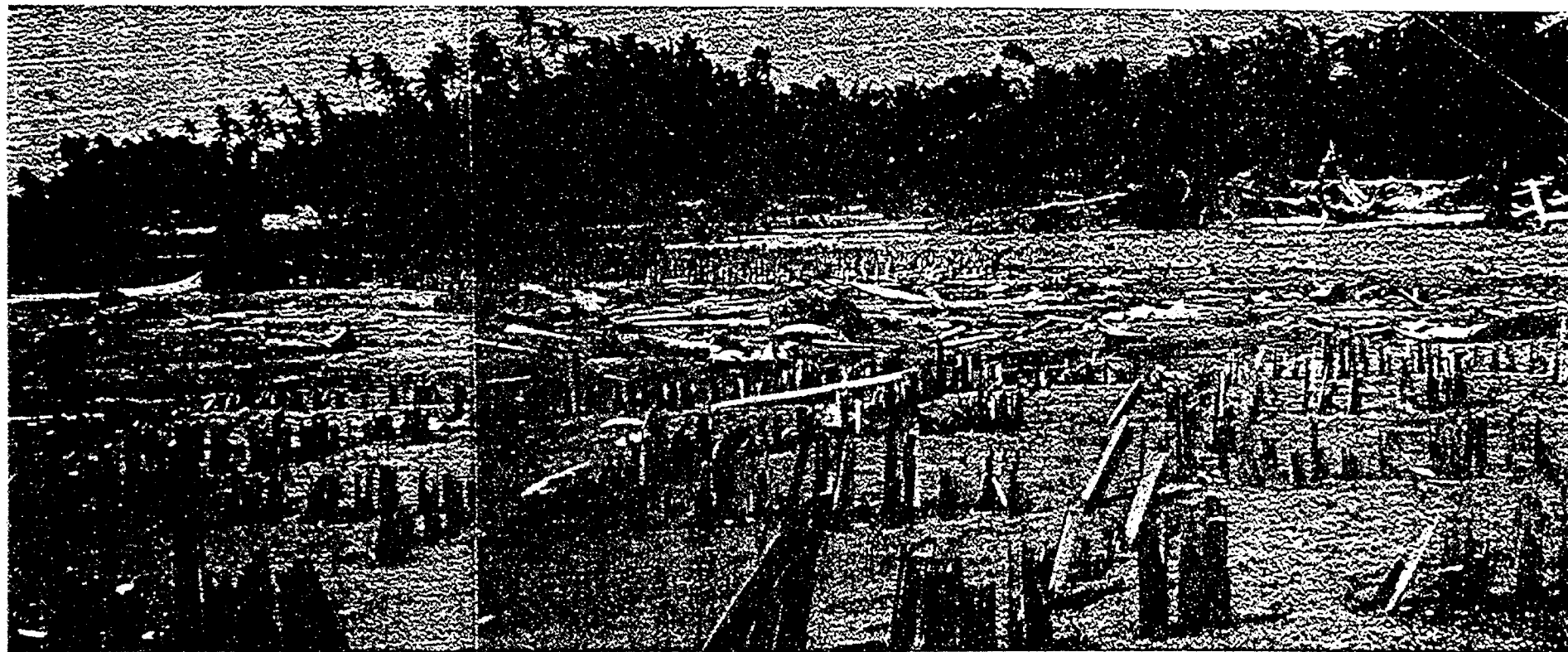
写真—19 Successful (temporary) timber groins - Kg.
Permatang Damar Laut, Pulau Pinang.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真—20 Ineffective timber groins - Pantai Bersih,
Butterworth (N), Pulau Pinang.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)



写真—21 Destroyed bamboo wave maze - Tumbuk, Selangor.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 5(1/5) CATEGORY I (CRITICAL EROSION) AREAS

Sheet 1 of 5

LOCATION	ACTIVITY				LENGTH (km)	IMPACTED VALUE					EROSION RATE	PRIORITY			SUITABLE CONTROL MEASURE				
	HOUSING	AGRICULTURE	ROAD	RECREATION		AGRICULTURAL	TRANSPORTATION	RECREATIONAL	DEMOGRAPHIC	OTHER		1	2	3	REVEGETATION	SEAWALL	GROIN	BREAKWATER	BEACH
<u>Kelantan</u>																			
Pantai Cinta Berahi ①	X			X	1.0			H	M		M	H	X				X	X	X
<u>Terengganu</u>																			
Kuala Terengganu to Sg Ibai	X		X	X	6.5	M	H	H			H	H	X		X	X	X	X	X
South of Chendering	X			X	1.3		L	L			M	H	X		X		X		X
South of Dungun			X		0.2	M		M			H		X			X			X
<u>Pahang</u>																			
North of Pantai Hiboran			X		0.3	H		H			H		X		X	X			
<u>Johor (East Coast)</u>																			
Desaru				X	0.3			M	L		H		X				X		X
Tg Pengelih			X		1.0	H		L			M		X		X				

来源: National Coastal Erosion Study (1985) JICA

表5.5(2/5) CATEGORY I (CRITICAL EROSION) AREAS

Sheet 2 of 5

LOCATION	ACTIVITY				LENGTH (km)	IMPACTED VALUE						EROSION RATE	PRIORITY			SUITABLE CONTROL MEASURE				
	HOUSING	AGRICULTURE	ROAD	RECREATION		AGRICULTURAL	TRANSPORTATION	RECREATIONAL	DEMOGRAPHIC	OTHER	ECONOMIC		1	2	3	REVEGETMENT	SEAWALL	GROIN	BREAKWATER	BEACH
<u>Perlis</u>																				
Thailand Border to Sg Perlis		X			2.3	H	L		L		H	H		X		X				
Kuala Perlis	X		X		0.9		M	L	M		M	H	X			X	X			X
Kg Baharu		X			1.2	M	L		L		H	H			X	X				
<u>Kedah</u>																				
Sg Salah Nama to Kg Padang Garum		X			1.5	H	L		L		H	H		X		X				
Kuala Kedah	X		X		0.2		M	L	H		H	H			X	X	X			
Kg China	X	X	X		0.6	M	M		M		H	H		X		X	X			
Pantai Murni	X		X	X	1.1		H	H	H		M		X*			X	X			
Ig Dawai	X		X	X	2.0		H	H	H		H		X*			X	X	X	X	X
Pantai Merdeka				X	1.2			H			M	H	X				X	X	X	X
Kg Kuala Sg Muda	X		X		0.9		M	M	H		H		X			X	X	X	X	
<u>Pulau Pinang</u>																				
Kg Kuala Muda	X			X	0.3			M	H		M			X		X	X	X	X	
Butterworth (Bagan Ajam)	X		X	X	14.4		M	H	H		H		X			X	X	X	X	X
Batu Musang to Sg Tengah		X			5.7	H	L				M				X	X				

* Site Previously Selected For Protection Design And Construction.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5.5(3/5) CATEGORY I (CRITICAL EROSION) AREAS

Sheet 3 of 5

LOCATION	ACTIVITY				LENGTH (km)	IMPACTED VALUE						EROSION RATE	PRIORITY			SUITABLE CONTROL MEASURE				
	HOUSING	AGRICULTURE	ROAD	RECREATION		AGRICULTURAL	TRANSPORTATION	RECREATIONAL	DEMOGRAPHIC	OTHER	ECONOMIC		1	2	3	REVEGETATION	SEAWALL	GROIN	BREAKWATER	BEACH
<u>Pulau Pinang</u> (Cont'd)																				
Gurney Drive				X	2.5			H	L		L				X		X	X	X	X
Sg Pinang to Sg Burong (Balik Pulau)		X			4.7	H	L				H	VH	X			X				
Sg Burong to Kg Pulau Betong (Balik Pulau)		X			4.3	H	L				H	VH	X*			X				
Kg Permatang Bakar Kabor	X				2.5			L	H		M			X		X	X	X	X	X
<u>Perak</u>																				
Tk Rubiah		X			9.0	H					H	VH			X	X				
Bagan Sg Tiang		X			3.6	H			L		M	VH	X*			X				
Bagan Sg Belukang		X			4.0	H			L		H	VH	X*			X				
<u>Selangor</u>																				
Bagan Beting Kepah		X			3.8	H					M	H			X	X				
Bagan Sg Burong to Sg Limau		X			15.5	H			L		M	VH	X			X				
Sg Hj Sirat		X			5.0	H			L		L	H		X		X				
Sg Baharu to Tg Karang		X			3.4	H					M			X		X				

* Site Previously Selected For Protection Design And Construction.

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 5(4/5) CATEGORY I (CRITICAL EROSION) AREAS

Sheet 4 of 5

LOCATION	ACTIVITY				LENGTH (km)	IMPACTED VALUE						EROSION RATE	PRIORITY			SUITABLE CONTROL MEASURE				
	HOUSING	AGRICULTURE	ROAD	RECREATION		AGRICULTURAL	TRANSPORTATION	RECREATIONAL	DEMOGRAPHIC	OTHER	ECONOMIC		1	2	3	REVEGETMENT	SEAWALL	GROIN	BREAKWATER	BEACH
<u>Selangor (Cont'd)</u>																				
Kg Baharu to Jeram to Sg Sembilan	X	X	X	X	6.9	M	L	M	M		M	H			X	X	X	X	X	X
Morib				X	1.9		L	H	L		M			X		X	X	X	X	X
Batu Laut to Ig Tumbuk	X		X		10.8		H	M	M		M	H	X			X	X			
Ig Tumbuk to Sg Manggis		X			7.4	H	L				M	H	X			X				
Sg Sebang Kecil to Sg Sepang	X		X	X	4.2	L	L	M	L		L	H			X	X	X	X		X
<u>Negri Sembilan</u>																				
Port Dickson - Batu 4			X	X	1.1		H	H	L		H			X		X	X		X	X
<u>Johor (West Coast)</u>																				
Pontian Besar to Pekan Rambah		X			7.2	L			M		H	H		X		X	X			
Kg Kubor		X			1.0	H					L				X	X				
Kg Sg Buntu		X			0.4	H					L	H	X			X				
Sg Chokoh to Sg Pulau		X			5.1					H ⁽¹⁾	L		X			X	X			

(1) Fish/Prawn rearing ponds and facilities.

来源: National Coastal Erosion Study (1985)

表5. 5(5/5) CATEGORY I (CRITICAL EROSION) AREAS

Sheet 5 of 5

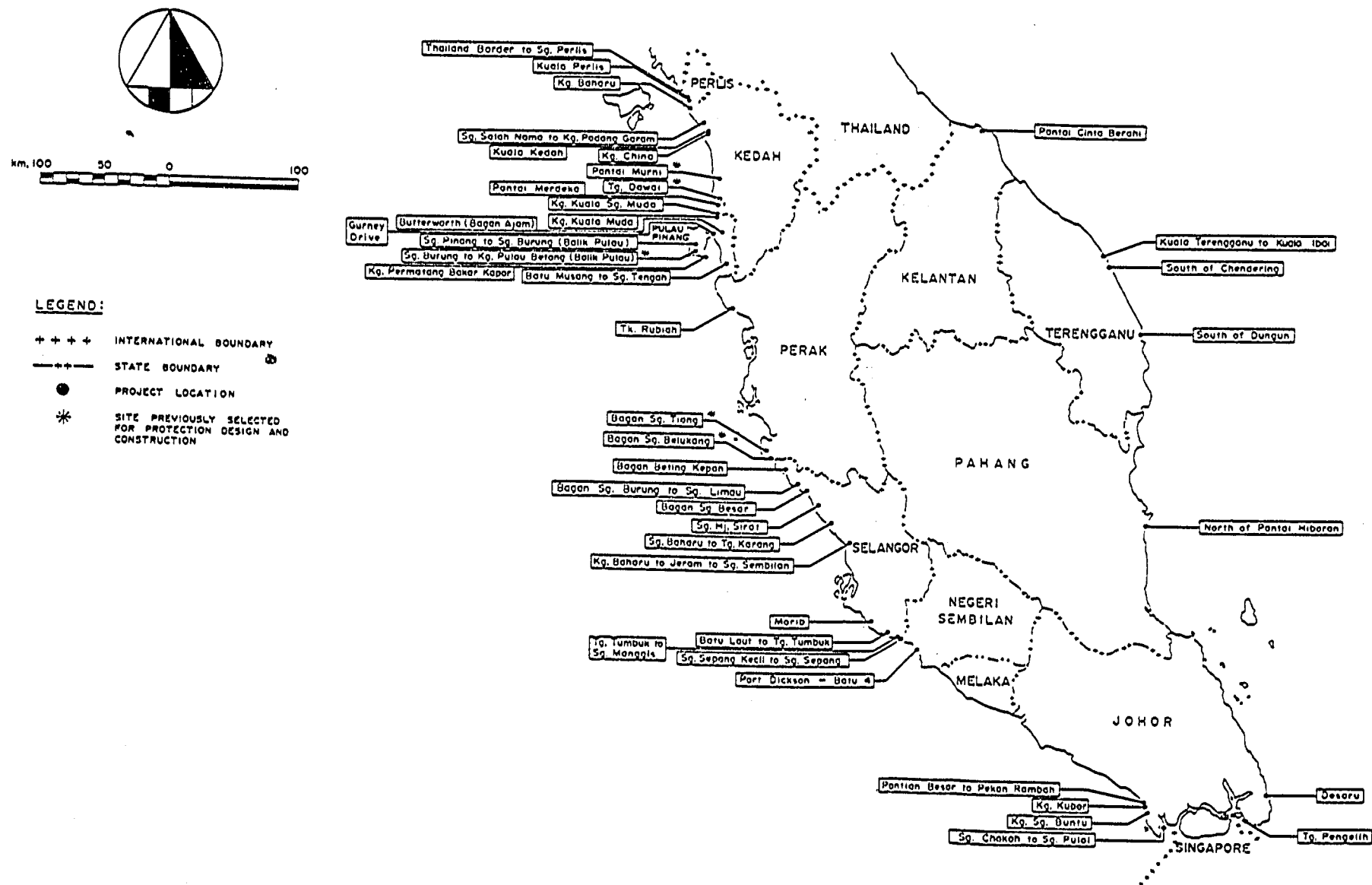
LOCATION	ACTIVITY				LENGTH (km)	IMPACTED VALUE						EROSION RATE	PRIORITY			SUITABLE CONTROL MEASURE				
	HOUSING	AGRICULTURE	ROAD	RECREATION		AGRICULTURAL	TRANSPORTATION	RECREATIONAL	DEMOGRAPHIC	OTHER	ECONOMIC		1	2	3	REVEGETATION	SEAWALL	GROIN	BREAKWATER	BEACH
<u>Sabah</u>																				
Kg Tinagal to Kg Batu Payong	X	X	X		2.0		H		M		L			X		X				
Tungku	X	X			2.5				M		L				X	X				
Kota Kinabalu to Sabah Foundation			X		1.2		H		H		H		X			X				X
<u>Sarawak</u>																				
Miri/K. Baram			X		2.5		H		H		H		X			X				
Bintulu	X				0.5				M		H	H	X				X	X		X
Kg Buntal	X	X			5.0	L			H		L		X				X		X	

出典: National Coastal Erosion Study (1985)

表 5. 6 侵食防止対策案

地 域	地点数	護 岸	防波堤	水 制	離岸堤	養 浜
半島西海岸	34	32	18	11	8	10
半島東海岸	7	4	3	4	2	5
サ バ 州	3	3	1	—	—	1
サラワク州	3	1	3	1	1	1

出典：National Coastal Erosion Study (1985) JICA



出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図5. 2(1/2) 侵食問題ヶ所(半島)

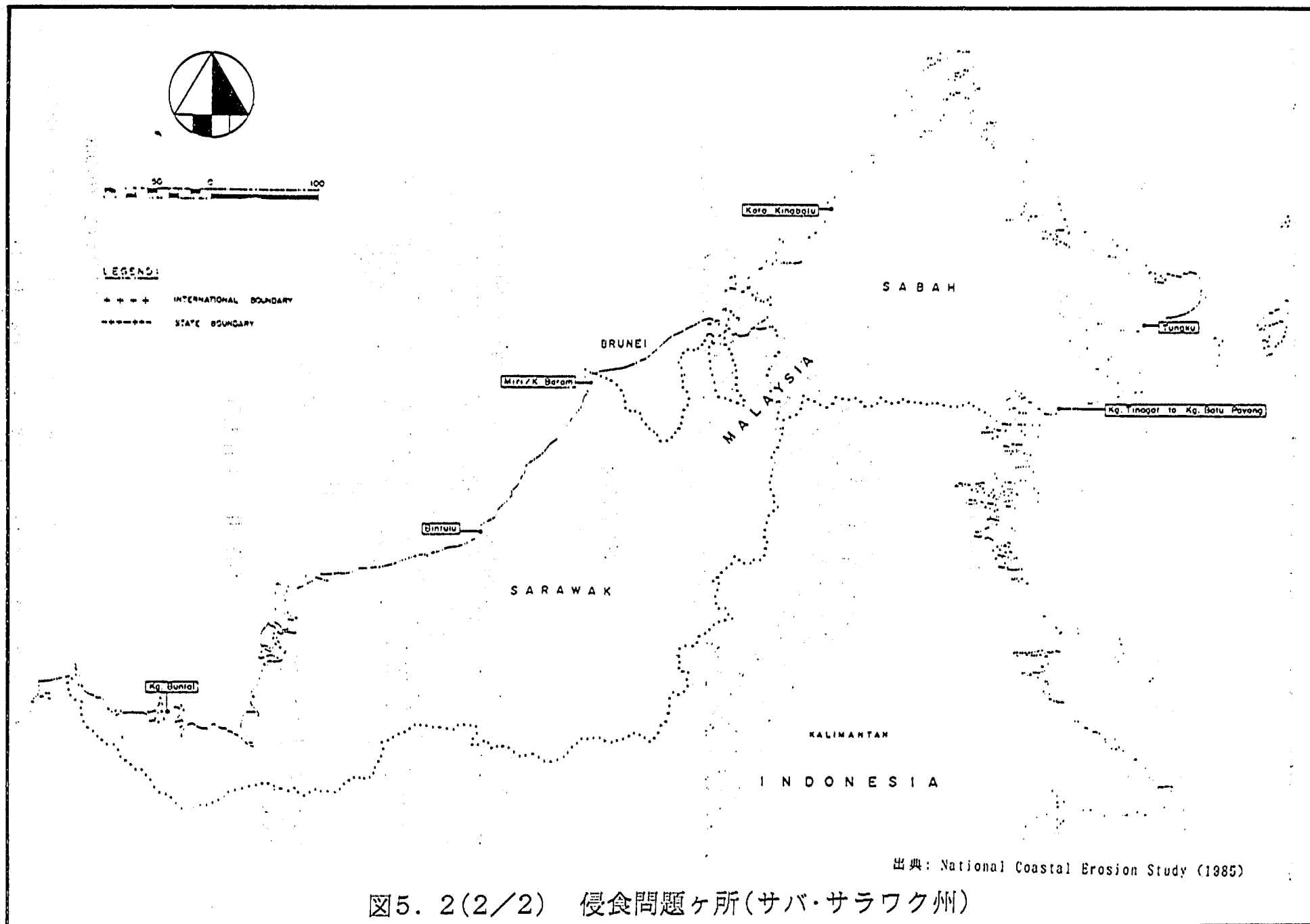
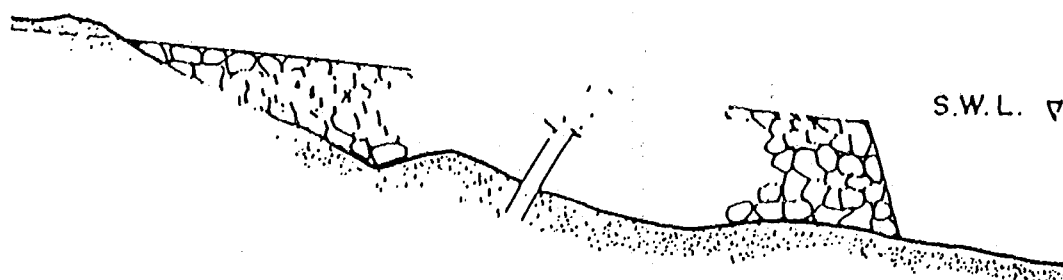
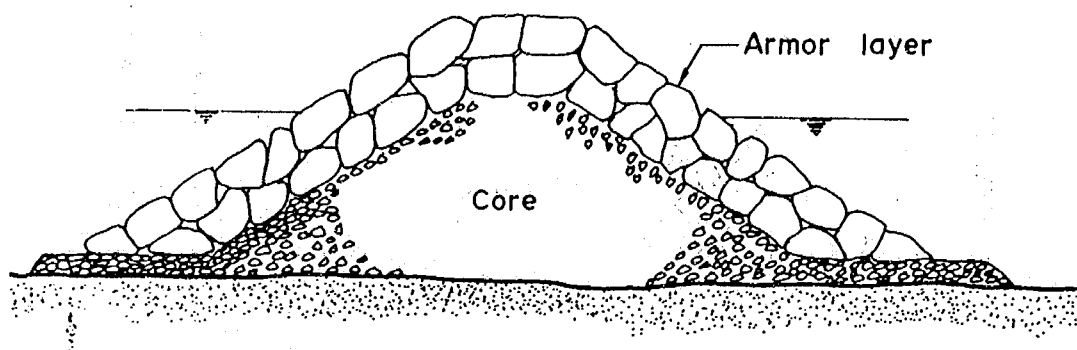


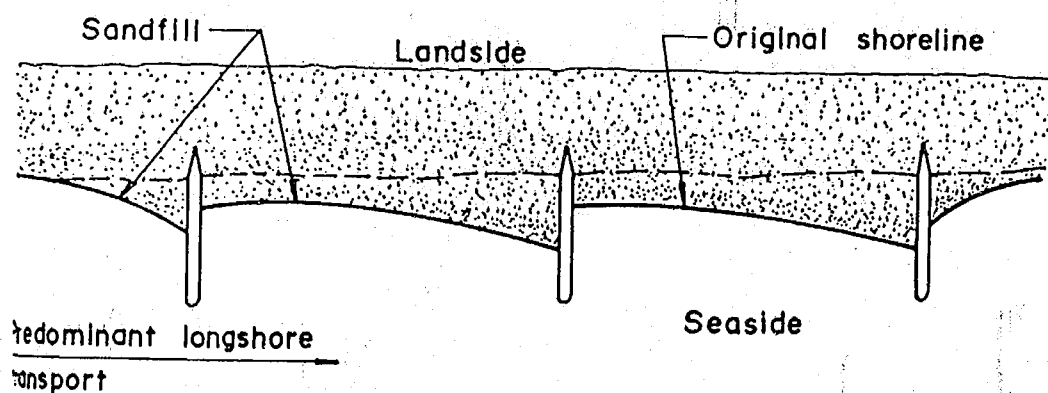
図5. 2(2/2) 侵食問題ヶ所(サバ・サラワク州)



PROFILE



SECTION

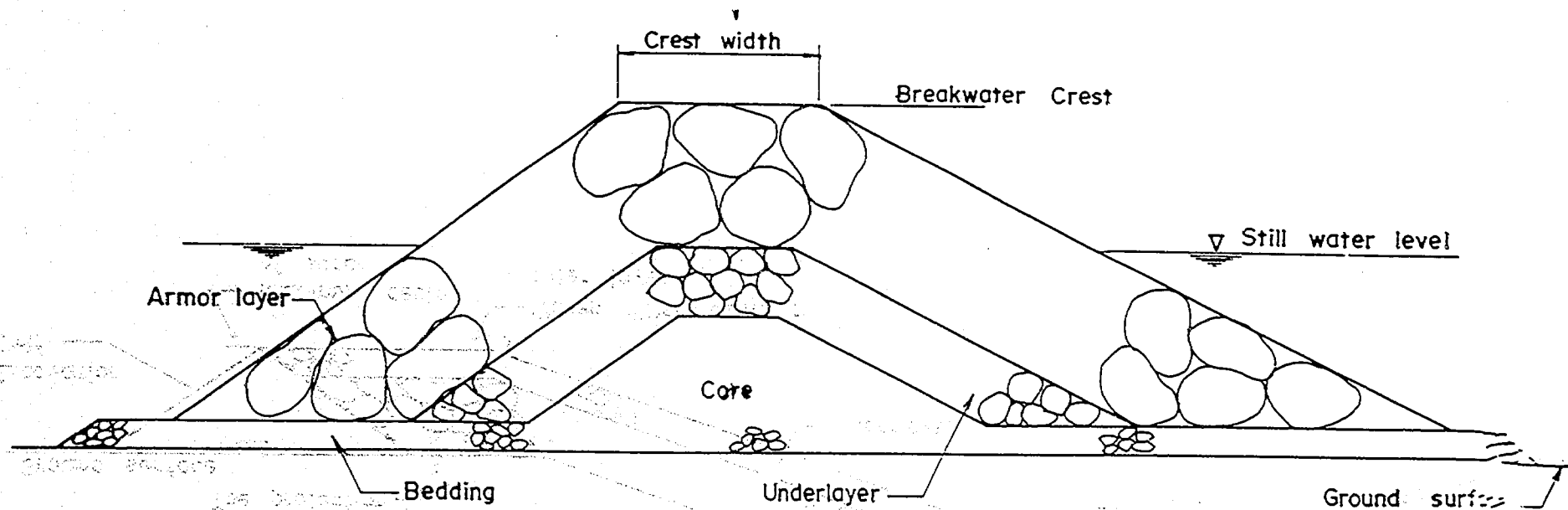


GROIN FIELD

TYPICAL GROIN

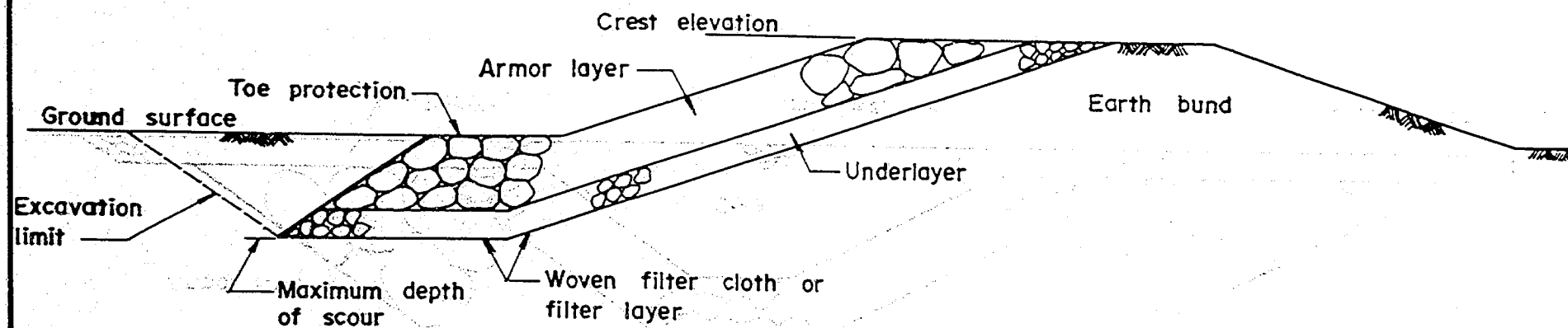
出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図5. 3(1/3) 対策工標準図(水制)



出典: National Coastal Erosion Study (1985)

図5. 3(2/3) 対策工標準図(離岸堤)



出典: National Coastal Erosion Study (1985) JICA

図5. 3(3/3) 対策工標準図(護岸)

表 6. 1 将来の気象変化、海面上昇の想定

Scenario \ Year		2010	2019	2070
Change in temperature (°C)	Low	0.1	0.2	0.4
	Medium	0.3	0.5	0.9
	High	0.4	1.5	3.0
Change in volume of rainfall, by season (%)	Low (Wet)	0	0	0~5
	(Dry)	0	0	0
	Mid (Wet)	0	0~5	0~10
	(Dry)	0	0	0~5
	High (Wet)	0~5	0~5	-5~+15
	(Dry)	0	0	0~10
Sea level rise (cm)	Low	3	6	15
	Medium	9	13	45
	High	15	25	90

(CSIRO 1992, 1993)

表 6. 2 海面上昇による影響評価

問 題	影 響 項 目	評 価
海面上昇	1. 数百の小島の浸水	大
	2. マニラ、セブの埋立地の浸水	小
	3. トンド、クルズ、エルミタ、キアボなどの地区の浸水	非常に大
	4. ラグナ湖の水面上昇と湖岸の浸水域拡大	大
	5. リゾート海岸の浸水	小
	6. 農地の浸水	小
	7. 生態系の破壊	小
	8. 移住の必要性	非常に大
	9. 住居地の損失とインフラの被害	小
	10. 地下水への塩水浸透	大
	11. 季節的洪水	大

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3431号
平成8年3月(1996)

キーワード：海岸保全，熱帯地域，発展途上国，技術援助

郵便はがき

50円切手を
はって下さ
い

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
河川部海岸研究室 御中

No.

No.

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第3431号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印