

Ⅱ 第2回スリランカ国キリンダ漁港 フォローアップ調査

II 第2回キリング漁港フォローアップ調査

1 第2回キリング漁港フォローアップ調査団派遣に至る経緯

第1次キリング漁港フォローアップ調査団の調査結果にもとづき何回か各省会議が開かれ検討された結果、

- (1) 前回の調査が南西モンスーン時期であり北東モンスーン時期の自然条件についても現状確認のための調査をする必要がある。
- (2) 前回の調査で緊急対策としての
 - ① 泊地浚渫の必要性
 - ② 中長期対策としての漁港改修の必要性
 - ③ それに先立つ現地の自然条件調査と水理模型実験の必要性について提言されているがそれを検討するためにはまだデータが不足している。
- (3) スリランカ政府から
 - ① キリング漁港を含めた同国内の漁港の維持管理のための浚渫機材の供与
 - ② キリング漁港改修
 - ③ それに先立つ自然条件調査および模型実験に対する日本政府の援助について第1回フォローアップ調査のさいにも会議の場で改めて要請があり今後の検討課題の一つとなっている。
- (4) 中長期対策に本格的に取り組むとしても、それに先立って前回の調査で明らかに出来なかった現地の自然条件や現地政府の意向等について調査し確認する必要がある。

等のことから

- (1) キリング漁港における北東モンスーン期の漂砂状況調査
- (2) スリランカにおける漁港の維持管理のための浚渫機材に関する無償協力計画（案）策定
- (3) 開発調査を想定したキリング漁港調査計画（案）の策定
- (4) キリング漁港リハビリテーションの全体計画についてのスリランカ側との協議

を主要調査項目とする第2回キリング漁港フォローアップ調査団の派遣が決定された。

2 調査の目的、団員構成、調査方針

2-1 調査目的

調査は

- (1) 北東モンスーン期の自然条件の調査および、南西モンスーン期に調査した現地の状況のその後の変化の確認
- (2) 今後、開発調査等の本格的調査を実施するにあたって必要とされる調査事項及び、それに関連する現地の技術水準に関する現況
- (3) キリング漁港を含めスリランカ沿岸における漁港の維持管理のために最適と考えられる浚渫機材の基本的組合せ
- (4) キリング漁港の漂砂による港内埋没問題を漁港改修によって解決しうる可能性についての見解

等についての報告書を作成するとともに、キリング漁港に関連するリハビリテーションの全体計画についてスリランカ側と協議し、共通の認識を持つことを目的として行われた。

2-2 団員構成

今回調査団の参加者は下記のとおり

	氏名	職名	担当業務
団長	三橋宏次	水産庁漁港部建設課長	総括
団員	山本正昭	水産庁水産工学研究所水産土木工学部 漁港水理研究室長	漂砂、自然条件
"	米山元紹	水産庁漁港部建設課漁港建設 専門官	浚渫、堆砂状況
"	蔵方宏	外務省経済協力局開発協力課 事務官	開発調査関連
"	宮西嘉樹	外務省経済協力局無償資金協力課 事務官	無償資金関連
"	馬場聰	働漁港漁村建設技術研究所 専門技術員	浚渫機械
"	長谷川謙	JICA無償業務部業務一課職員	業務調整

なお今回の調査においては前回の調査との継続性、整合性を保つ見地から三橋、山本、長谷川の三名については前回の第一次キリング漁港フォローアップ調査団のメンバーの中から選定されている。

2-3. 調査方針

今回は前回以上に調査期間が限定されていることもあり以下のような方針で調査を進めることとした。

(1) 事前の資料収集

今回の調査に先立ち現地でキリング漁港工事を監督したコンサルタント及び施工した業者により北東モンスーン期の港内の埋没状況を調査するため小規模な航路浚渫（注1）が自主的に行われたが、この調査浚渫に関連する測量資料等の収集をする。

(2) スリランカ政府に対する資料要求

スリランカ国内における浚渫船の①運用実績 ②管理運営の現況 ③関係予算の概要 ④浚渫所要コスト等の浚渫機材関連の資料および、今後、本格的調査を実施する際に必要となる現地人スタッフを雇用しての現地調査の所要コスト等日本国内では入手できない資料に絞って、あらかじめJICAを通して現地政府に要求する。

(3) サイトにおける調査

浅測量のように人手と時間を要する作業はキリング漁港内およびその極く周辺に限定し流況調査もスケッチ、写真等による簡易なものにとどめ、踏査および現地における聞き取りを主体とする。

(4) スリランカ側との意見交換と意向の聴取

今回の調査は前回から一步踏込み、緊急対策としての浚渫機材の供与、近い将来におけるキリング漁港改修の前段階として必要な本格的調査（正式な要望はまだ出されていないが、例えば開発調査が考えられる）の実施についての判断材料が必要なため、技術的基礎情報の収集に並行して、現地政府の意向、財政状況、実施体制等についても聴取する。

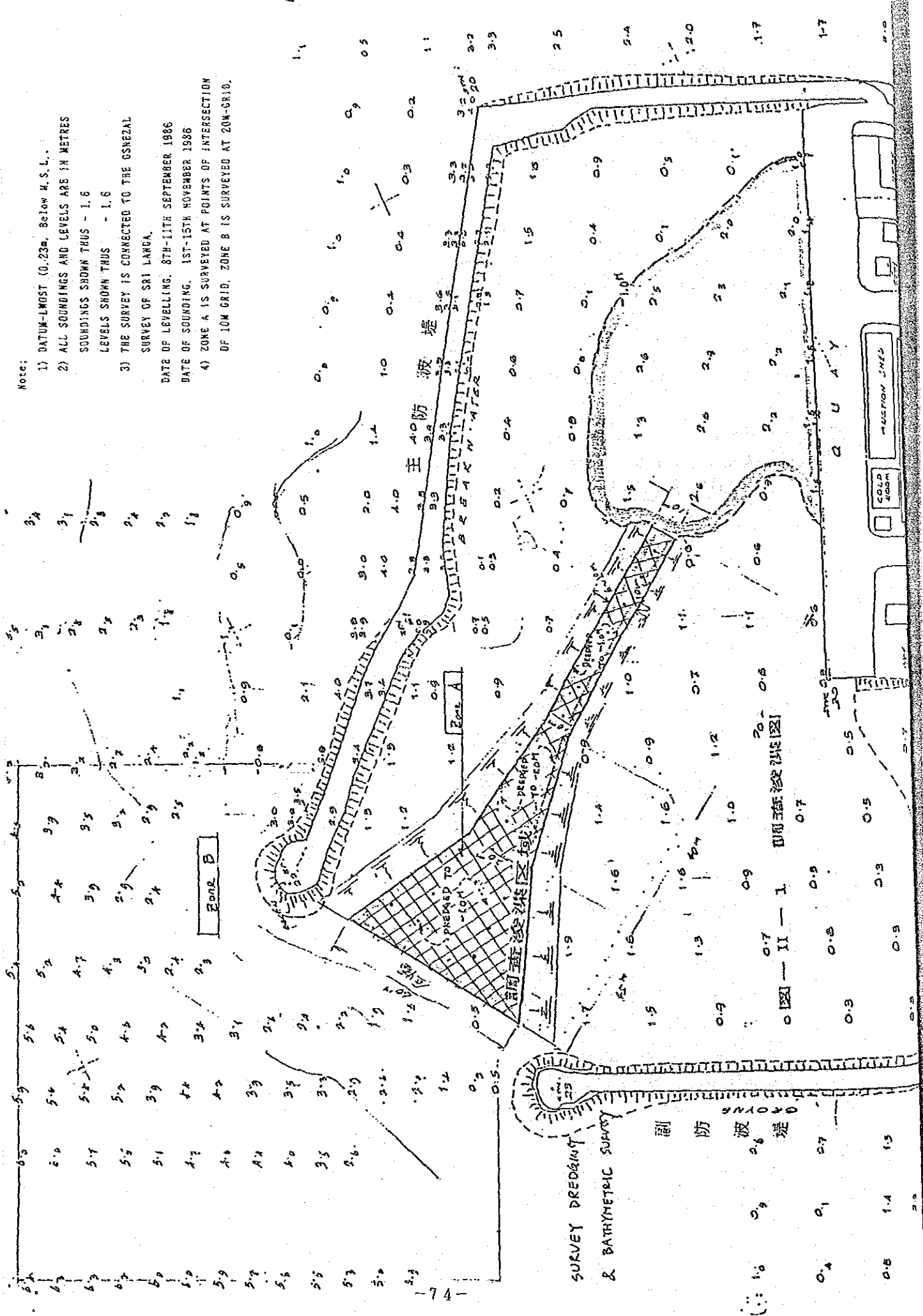
（注1）前回の調査の結果、南西モンスーン期には現況の港形では港内に漂砂が流入し、港内埋没が生ずることが明らかとなったものの、北西モンスーン期にも果して同様な港内埋没現象が生じるのか、また、もし生ずるとしたらその規模はどの位か、等の諸点が疑問点として残された。しかし、港口部から港内へ至る航路が砂で埋塞しているのでは港内埋没現象を解明することが困難であるため、第2回調査に先立ち現地駐在の関係業者により自主的に航路を開削し、砂の流入状況の調査が行なわれた。調査浚渫の状況は図-II-1の通りであり、浚渫量は約 1.5万 m³である。

Note:

- 1) DATUM-LMST (0.23m, Below M.S.L.)
- 2) ALL SOUNDINGS AND LEVELS ARE IN METRES
SOUNDINGS SHOWN THUS - 1.6
LEVELS SHOWN THUS - 1.6
- 3) THE SURVEY IS CONNECTED TO THE CSNEZAL
SURVEY OF SRI LANKA.

DATE OF LEVELLING: 8TH-11TH SEPTEMBER 1986
DATE OF SOUNDING: 1ST-15TH NOVEMBER 1986

- 4) ZONE A IS SURVEYED AT POINTS OF INTERSECTION
OF 10M GRID. ZONE B IS SURVEYED AT 20M-GRID.



SURVEY DREDGING
& BATHYMETRIC SURVEY

副防波堤

圖 II-1 副防波堤圖

3 調査の項目別調査結果

3-1 北東モンスーン期の漂砂について

1987年3月7～9日にキリング漁港周辺において

- ① 漁港両岸約3kmにわたる踏査
- ② 漁港泊地内、右岸側ポケットビーチ全域および左岸側520m間の地形測量
- ③ 漁港周辺における染料の投入による流況調査

等を行なった。

3-1-1 調査結果

現場での調査の結果を要約すると次の通りである。

(1) 踏査の結果

- ① 漁港の左岸側の砂浜は前回調査時に比べ副防波堤付近で約70m、500m地点で40m、1000m地点で約30m、1500m地点で約20m程度前進している。その底質は主にガーネット質の中砂および粗砂からなっている。
- ② 港口部を閉塞している弧状の砂丘は、前回の調査より15～30m程度後退しており、かつ、その断面形には侵食崖が発生している。しかし、この原因は調査浚渫工事に伴う人工的なものか、あるいは、波の作用によるものかは不明である。
- ③ 主防波堤の前面に堆積し砂浜を形成していた砂は、堤頂部の残留分を除きほとんどが波により払われて堤体の被覆石が露出しているが、堤脚部は浅い。南西モンスーン期にこの部分に堆積していた砂は右岸側の浜の方に移動したと思われる。
- ④ キリング岬以遠のドラバ岬までの砂浜は、キリング岬寄りはやや侵食傾向にあるものの、湾曲した砂浜の中に岩礁が点在し、その間が所謂ポケットビーチを形成しているため、大規模の汀線後退は見られない。他端のドラバ岬の巨岩の根元近くでは30m程前進していた。ドラバ岬の西側の浜ではその岬の陰で50m程後退していた。

なお、この状況写真を資料5-3に示す。

(2) 測量の結果

漁港周辺の汀線位置の変化を図-II-2に、また、横断面図等を資料5-4、堆砂量計算表を資料5-5に添付する。これより、

- ① 右岸側のポケットビーチ部には前年9月に比べ19,000～26,000m³の砂が増加していた。

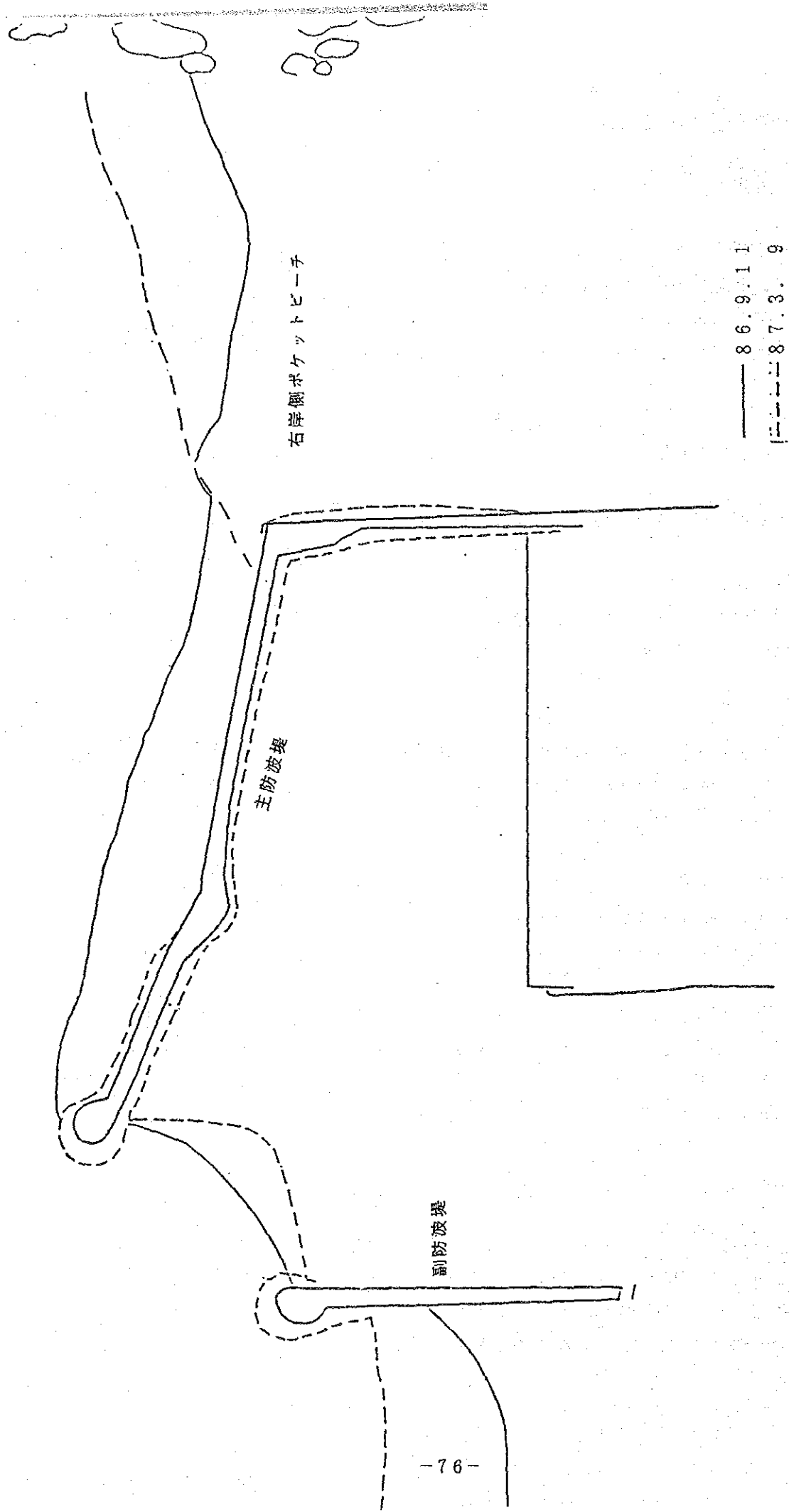


図- II - 2 漁港周辺の汀船変化図

- ② 前年9月から今年3月までの港内の堆砂量の増加は 1,500~ 5,500m³と推定される。
- ③ 調査浚渫後の航路部の堆砂量増加は約 400~1400m³と推定される。ただし、調査浚渫による航路開削後、不明確ではあるが、3日程度で再度閉塞したとの話である。
- ④ 漁港の副防波堤から北東520m区間の推定堆砂増加量は 140,000~ 180,000m³、それ
以遠の浜幅の増加から求めた推定増加量を加えると 340,000~ 460,000m³程度であ
らう。
- ⑤ 主防波堤外側の推定堆砂量は13,000~27,000m³だけ前回より減少している。

⑥ 以上の結果に基づき、現在の堆砂量を推定すると、

	前回調査堆砂量	今回の増減量	現在の堆砂量(1987.3)
ポケットビーチ	84,000m ³	+ 22,500m ³	106,500m ³
防波堤外側	34,000	- 20,000	14,000
港内	100,000	+ 3,500	103,500
計	218,000m ³		224,000m ³

となっている。

堆砂量計算表を資料5-5 に添付する。

(3) 波浪流の調査結果

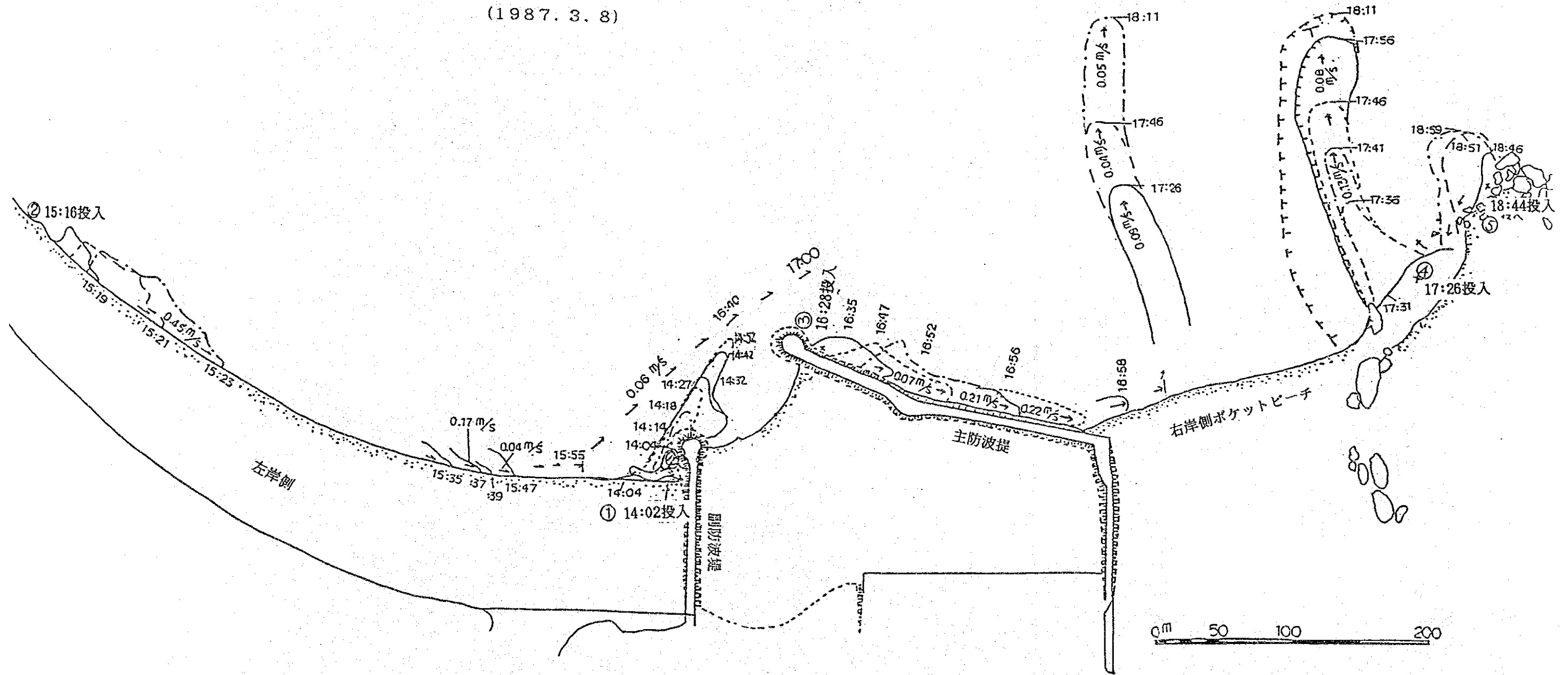
染料による流れの追跡の結果、図-Ⅱ-3を得た。これより、

- ① 漁港の副防波堤から左岸側500m地点の砂浜では、砕波帯内の染料の流れは汀線沿いに幅 20m程の帯状に伸びながら漁港へ向かう。その平均流速は 0.25m/s程度であった。漁港の副防波堤まで約100mの辺りではその流れは汀線方向には停滞し、沖向きに偏向した。
- ② 主防波堤の先端において発生している流れはポケットビーチへ向い、その中央付近で沖向きへかわる。その沿岸流流速は最大地点で 0.15m/s程度である。
- ③ キリンダ岬の北東側では、汀線近くの流れはある地点で沖へ向い、岬の先端を廻り南西へ向かうような波浪流は発生していなかった。

この状況写真を資料5-6 に添付する。

図一Ⅱ-3 染料による波浪流調査結果

(1987. 3. 8)



3-1-2 考察

この結果より考察すると、

- ① 北東モンスーン期における沖合での波向は北東から東にかけてであり、汀線間近でも岸に対してかなり傾斜して入射している。そのためキリダ漁港の左岸から右岸へ向かっての沿岸流が、北東モンスーン期には、ほぼ定常的に発生していると考えられる。
- ② 主防波堤前面の消失した砂のかなりの部分は漁港の右側のポケットビーチの前浜に堆積したと判断されるが、正確には蛍光砂調査等による直接的な調査が必要である。
- ③ 南西モンスーン期には、主防波堤沿いに堆積した砂浜の先端部の砂が主防波堤先端を廻り港内に流入したが、北東モンスーン期にはそのような現象は今のところ生じていない。
- ④ 北東モンスーン期には副防波堤左岸の砂浜が大幅に前進し、堤頭部近くまで達しており、その一部は副防波堤先端を廻り港内に流入する。その量については、現地調査時の状況が北東モンスーン期の平均的状況であったとしてよければ、波の状況、港口付近の濁り、副防波堤外側及び港口部での堆砂状況などから判断して、南西モンスーン期よりかなり少ないと推定されるが、民間会社により調査浚渫された港口部が短期間に閉塞されたこともあり北東モンスーン期の漂砂量についてはなお議論の余地があるので、今後の詳細な調査による確認が望まれる。
- ⑤ 前回の調査において、主防波堤から沖合へ流出した砂が北東モンスーン期の波で港口前面に押しもどされ堆積する恐れがあることが指摘されたが、今回の調査ではそのような現象が生じたと考えられる証拠は見出せなかった。
- ⑥ 副防波堤の先端付近では港外側の砂の高さが1.5m程度であり、左岸側からの波の遡上による砂の港内への打ち込みは認められない。また、副防波堤の堤体における砂の透過は堤外の砕波帯部分と接する部分においてのみ生ずると考えればよいであろう。

3-1-3 土捨場についての考察

港内浚渫土砂の土捨場としては、北東側海岸の侵食が烈しいこと及び年間をトータルすると北東向きの流れが優勢であると推定されることなどから、南西モンスーン期に北東側海浜に捨土することが望ましいと考えられる。

止むをえず、陸上機械かサンドポンプで北東モンスーン期に浚渫を行わざるを得ない場合は、港内に一時溜めておき、南西モンスーン期に捨土するか、港外北東部の陸上部（波の遡上域より上方でG.L.よりの高さで約3m以上）に一時溜めて、南西モンスーン期の波による侵食により、流下するような位置を選定することが、経費的にも安く、かつ、港内への戻り砂も少ないし、北東海岸への砂の供給源となりうる事から、適当と判断する。その場合、土捨場は、50,000m³の規模では、幅25m、長さ500m、高さ4m程度となろう。

海中に土捨する場合は、海岸に戻らないよう一般に水深の深い所が選ばれるが、このケースのように下流側の侵食を防止するには波による移動限界水深より浅い所に捨土する必要がある。

後者を選択する場合、南西モンスーン期は北東海岸の近い所で良いが、北東モンスーン期にはできるだけ漁港と隔たった所（砂の移動速度により変わるが概ね3km以上）に土捨を行う方が捨土が再び港内へ運び込まれる割合が少ないと考えて良いであろう。

なお、砂の移動速度についての値は蛍光砂等のトレーサを用いた調査を行う必要があろう。

3-1-4 結論

巨視的に見て、スケッチ（図-II-4、5）に示すように

- ① キリングダ周辺では波、沿岸流、砂移動等の方向が南西モンスーン期と北東モンスーン期では反転する。
- ② 現在までの調査結果からは、砂移動は岸沿いの移動が岸冲向きの移動よりはるかに大きいと考えられる。
- ③ キリングダ周辺の海岸は全体的傾向として侵食性海岸であると報告されている。^{*}

等のことから、港内への砂の侵入を大幅に減少させるような対策を見出せる可能性はかなり高いと考えられるが、具体的対応策の策定には、より詳細な現地調査と、その結果にもとづく模型実験等の実施が必要である。

* COASTAL GEOMORPHOLOGY of SRI-LANKA by Bernard Swan.

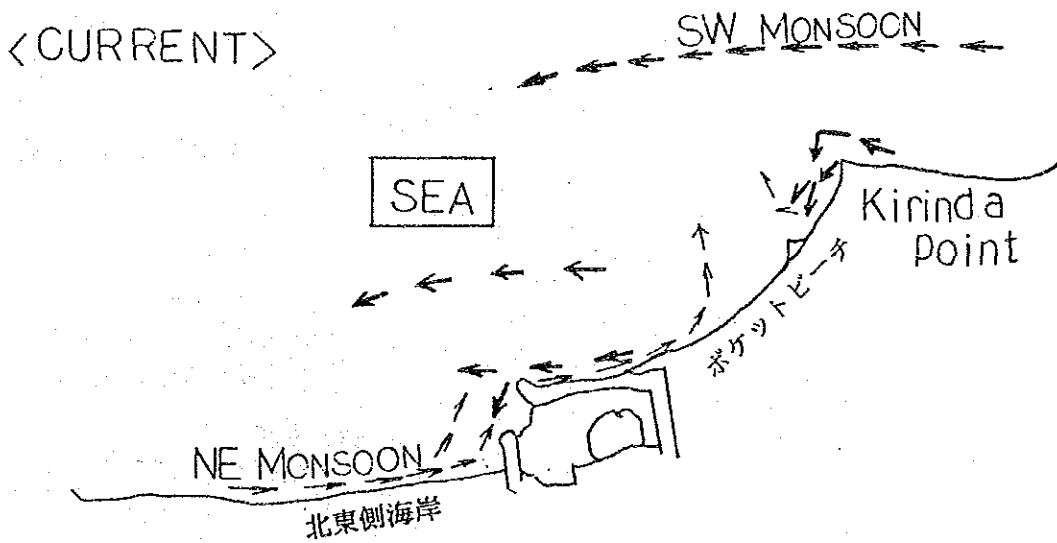
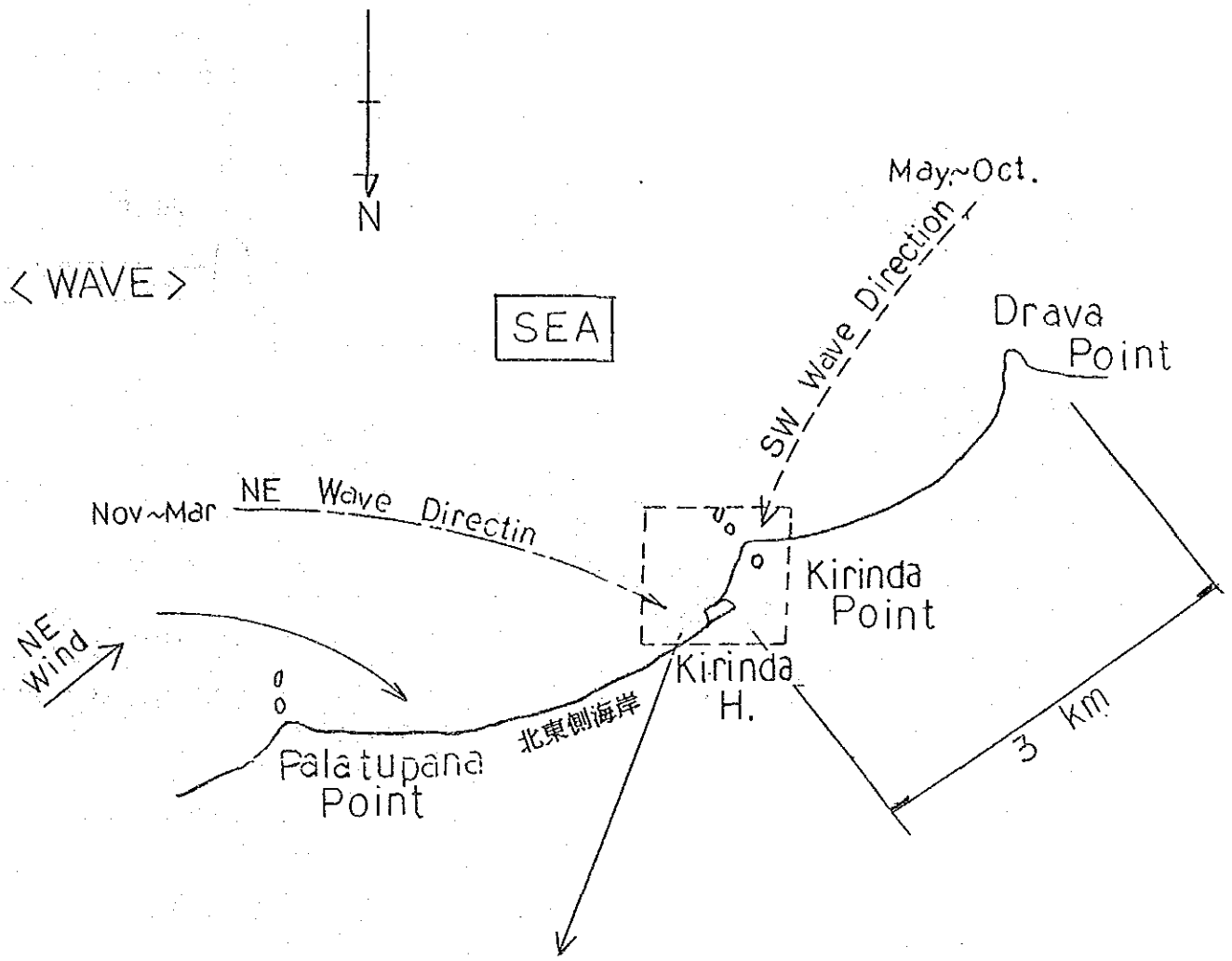


図 - II - 4

モンスーン期による波向・沿岸流の変化

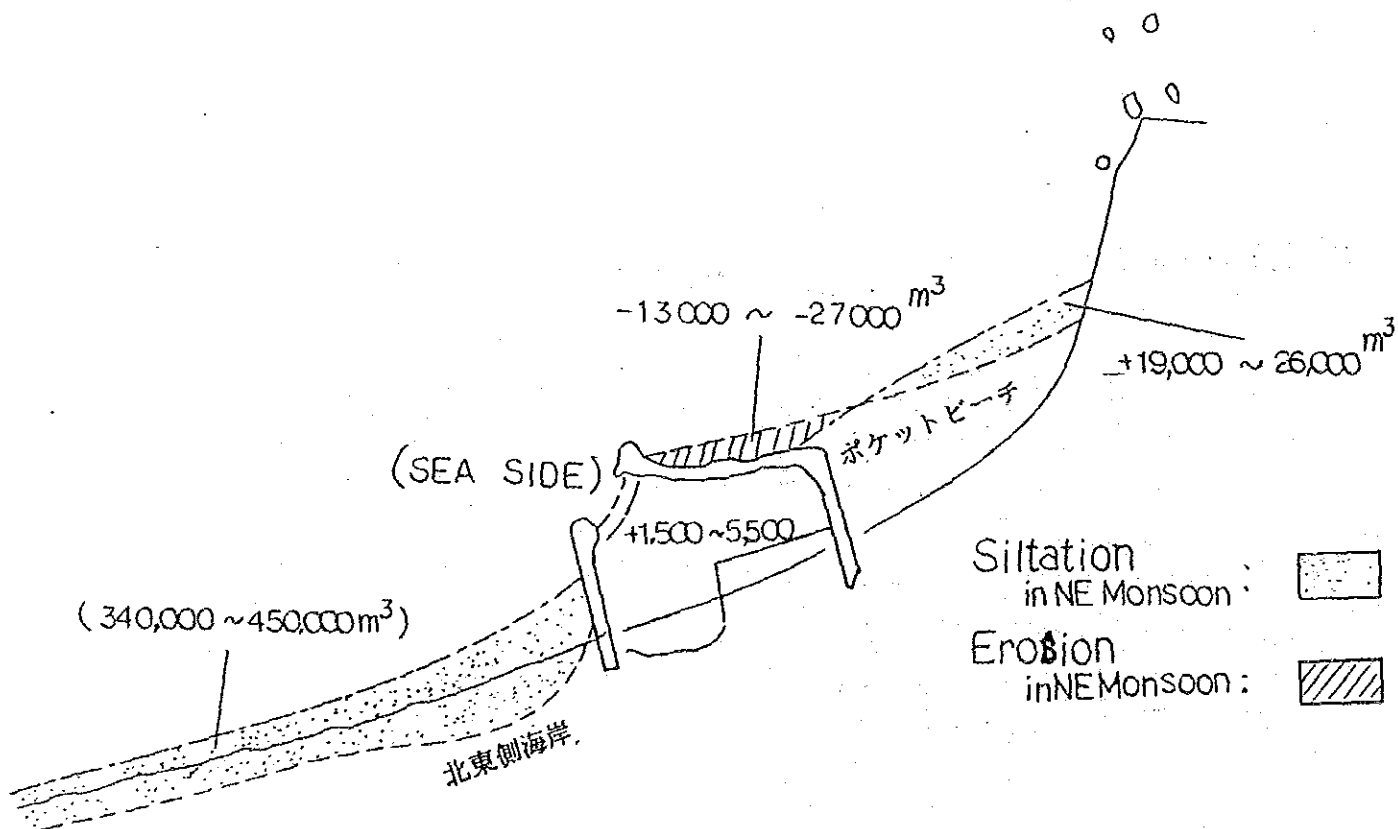
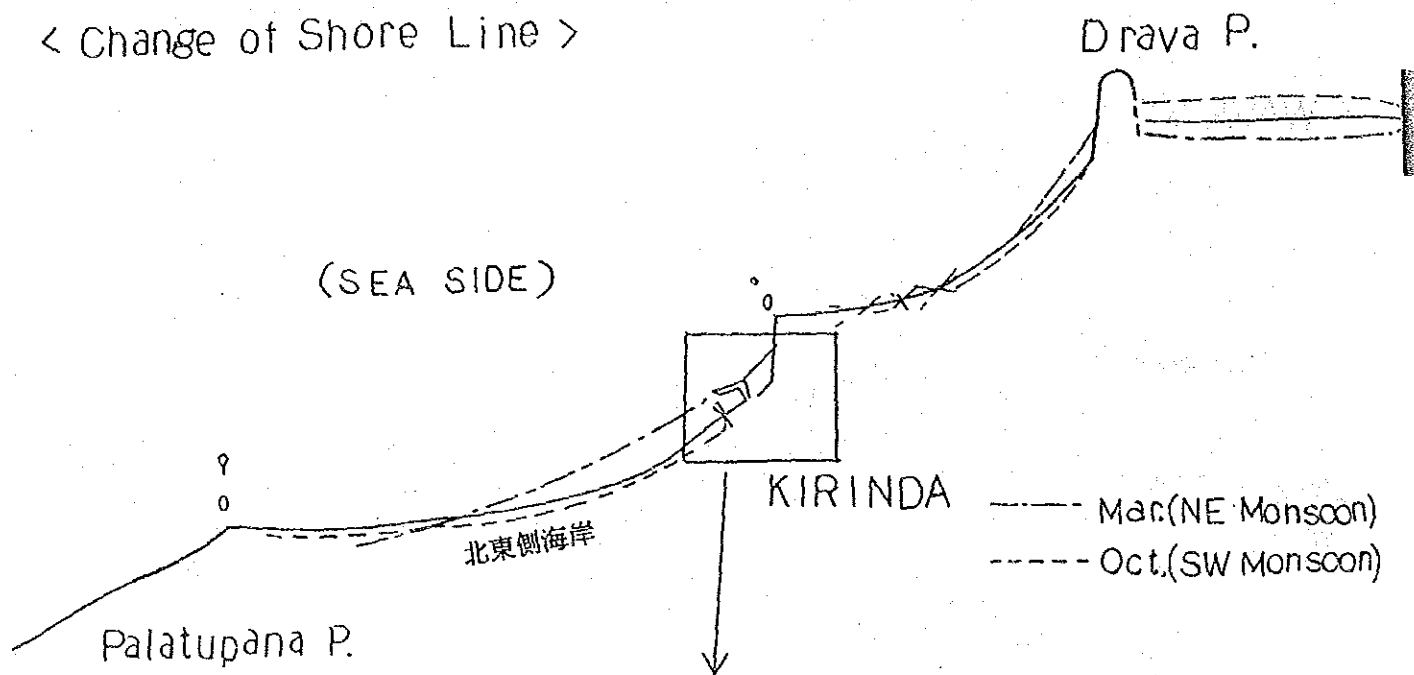


図 - II - 5

モンスーン期による汀線変化と漂砂量

3-2. 浚渫機材供与計画

キリンダ漁港フォローアップ調査（第2次）の調査項目の一つにスリランカ国に対する浚渫機材の供与計画にかかわる調査がある。

スリランカ国の海岸は、世界でも有数の漂砂海岸地帯であることから、これらの地域に建設された漁港の多くが、程度の差はあるものの、漂砂の影響を受け港内に堆砂している現状にある。それはキリンダ漁港も例外ではなく漂砂の影響を受け港内に大量に堆砂している。浚渫機材供与計画は、このようなことからスリランカ政府の要請に対応するものである。

このため、キリンダ漁港を中心として、スリランカ国南部地域の漁港の現地調査（パナドゥーラ〜キリンダ）を行なうとともに、スリランカ国漁業省、漁港公社との間で所要資料の収集、スリランカ国の漁港・浚渫機材の管理運営状況及び浚渫機材に関する意向の調査等を行なった。

漁業省では防波堤、繫船岸等の港に欠かせない基本施設に加えて、冷凍施設、上屋等の陸上施設も備えた港を漁港 (Fishery Harbour) と呼び、自然の地形を利用し、ラグーン (Lagoon) の入口や岬の陰にある入江等に漁船を沖係りさせ漁業基地としている箇所を漁船だまり (Anchorage Area) と称している。

今回の調査では主にスリランカ国南部の主要漁港及び整備の緊急度の高い漁船だまりの内、スリランカ政府が浚渫対象区域として考えている南部区域に位置するパナドゥーラからキリンダ漁港にいたる10漁港について現地調査（踏査）を行なうとともに、スリランカ政府より聞き取りを行なった。

この区域の漁港の全体的な状況及び各漁港別の状況として、

- ① 漁港施設の整備は、外郭施設等の基本施設、陸上施設とも、一部を除いて、進んでいない。
- ② 整備施設の管理については、予算上の制約、要整備漁港への資金の優先的投入、手持ち作業機械の不足等から十分なされていない。
- ③ 漁港の堆砂についてもスリランカ国漁業省は苦慮しており、特に堆砂量の多いベルワラ漁港については漂砂対策の水理模型実験を現在ランカ水理研究所に委託する等して対策の検討を進めている。
- ④ 年間維持浚渫量は、最近5年間の平均で全港合わせて約6.4万 m^3 となっているが浚渫必要総量に比し、機械能力が劣るため漁港の埋没が進行している。
- ⑤ 漁港公社は、3隻の浚渫船を保有しているが、比較的拘束されず各漁港の浚渫作業に当たれるのは自航式グラブ浚渫船（船名：ポキリッサ）1隻のみである。
- ⑥ ポキリッサについても、建造後、すでに約20年（1966年建造、日本国）が経過しており、通常の耐用年数（15年）を越えた長期間の使用となっている。

以上のように、スリランカ国における既存漁港は、主に、予算上の制約からその整備が遅々として進まないのみならず、スリランカ国の漁港が漂砂の影響により常に砂との戦いを強いられる宿命にあるにもかかわらず、浚渫機材の能力・数量の不足等の点から十分対応できない現状にある。しかしながら、今回の調査を通じてスリランカ国漁業省、漁港公社は、漂砂対策のための模型実験、手持ち機材使用による維持浚渫、施設改修等に鋭意努力している状況にあることが窺えた。

3-2-1 スリランカ国における漁港の維持管理の現状

(1) 既存漁港の状況（現地調査）

スリランカ国には、外郭施設を有する漁港が12港、簡単な施設を有する漁港が7港ある。また、漁港施設を持たない漁船だまりが100ヶ所以上あるようである。また、現在2漁港（プラナウェラ、パリアワック）が建設中である。

1980年にスリランカ国漁業省が作成した漁港整備計画17港のうち、現在までに施設の整備が完了しているものは、キリング漁港を含め3港ある。

以下には、今回調査した9漁港の概要について述べる。

① パナドゥーラ漁港（PANADURA）

自然の地形を利用した港で河口に位置する。南側に直線状に防波堤（約100m）を出しているのみで、北側は漂砂による砂州が伸びており、その入江奥を繋船場所としている。

防波堤は岩礁を利用して建設されている。航路の沖側には岩礁が露出し漁船の航路の障害となっている。航路が狭いため、荒天時に出漁する漁船がこの岩礁に乗り上げる事故があるため、スリランカ当局は予算が許せばこの岩礁を取り除きたいと考えているが、その場合は発破による砕岩が必要である。工事は水中発破が主体となる。

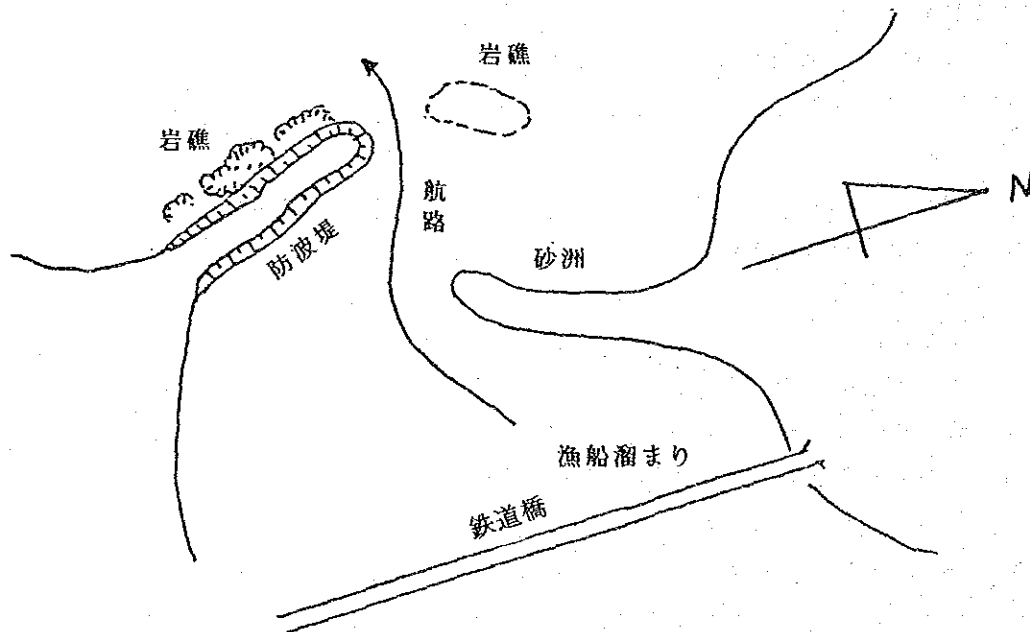


図-Ⅱ-6 パナドゥーラ

② ベルワラ漁港（BERUWALA）

スリランカとしては規模の大きい方の漁港で、3.5t級 200隻、小型漁船50隻を収容している。港内水深は-4.0m ~ -2.4m であったが現在は相当浅くなっている。既存の副防波堤（Groin）に沿って堆砂が進行しており、魚・氷等の荷揚棧橋も堆砂中に取り残されている。

また、港奥部に配置された船揚用斜路、漁船修理用のワークショップも前面の堆砂のために機能を果していない。

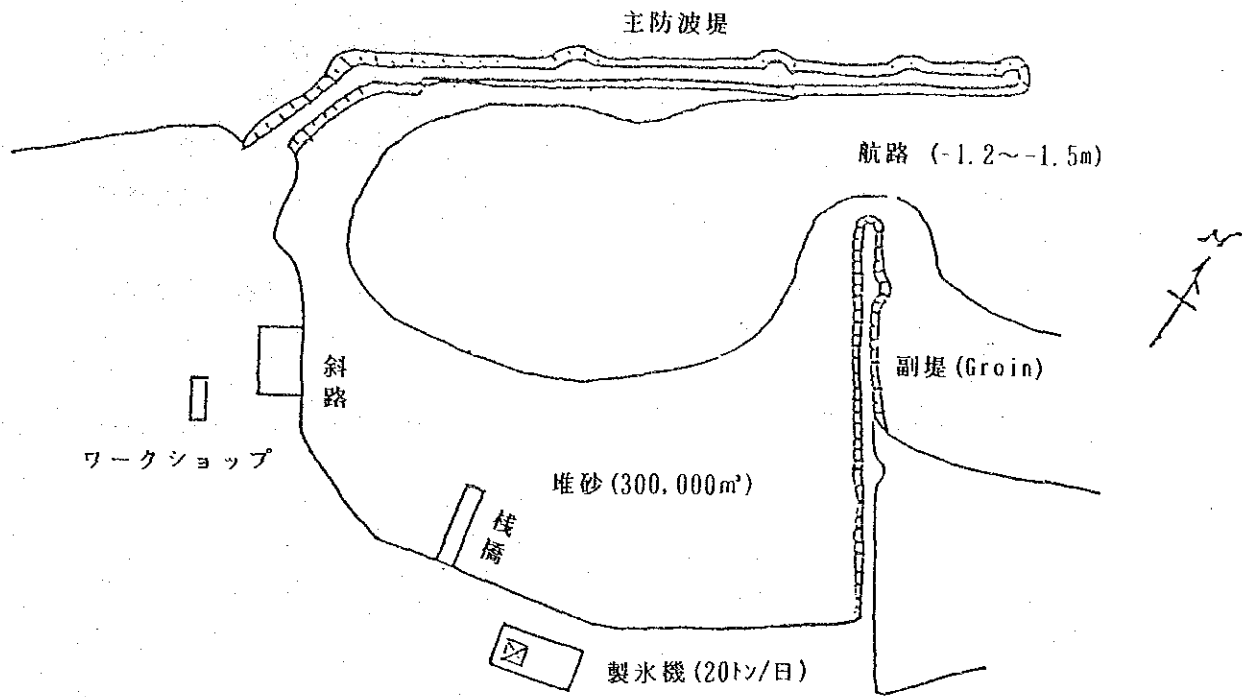


図-Ⅱ-7 ベルワラ

③ バラピチャ漁港 (BALAPITIYA)

ラグーン (Lagoon) の入口に位置しているが、建設の5年後には、堆砂により港口が閉塞した。現在の堆砂量は約 100,000m³であり、ラグーンに繋留している漁船は人力で砂上を引き揚げ横断し出漁している。建設後15年経ているが、港として機能していないため漁民数が年々減少し、5年前には 100人程度に減り、現在では大半が離村し、漁期である3月、4月に一時的に3.5t級20隻程度が集まって来るだけとなっている。

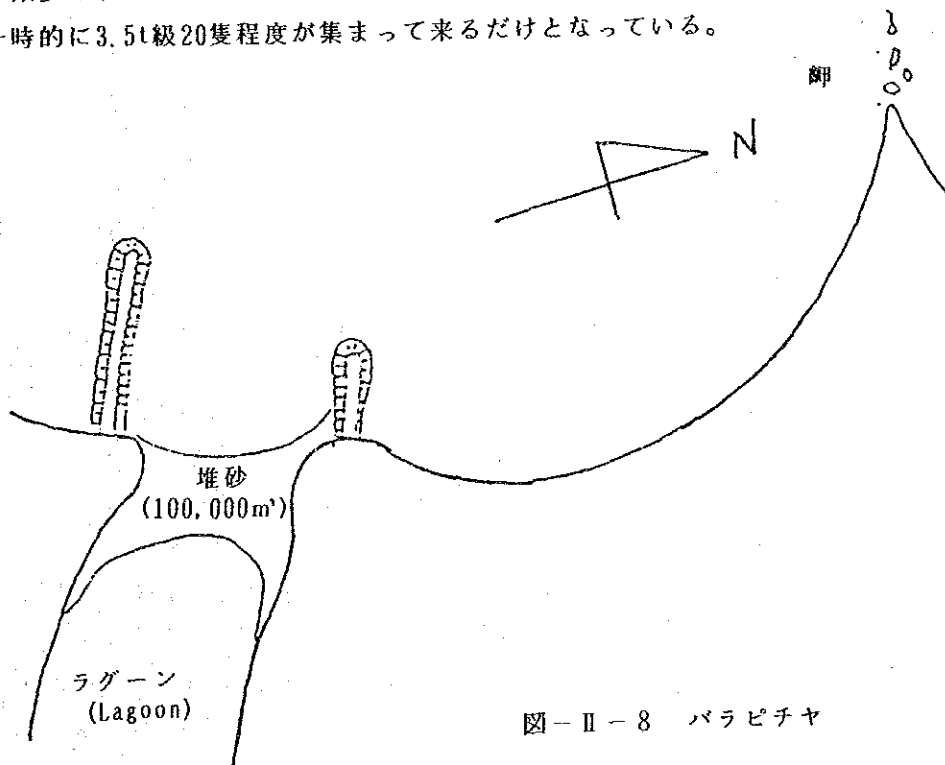


図-Ⅱ-8 バラピチャ

④ ヒッカドウア漁港 (HIKKAOUWA)

南部随一の観光地帯で、珊瑚礁棚 (Coral Reef) が沖合迄発達している。本漁港も港口に珊瑚礁棚があり航路が制限されている。

5年前に“ボキリッサ”で港口の航路を浚渫拡幅しているが、依然として狭く改良のための浚渫が必要である。(現状 -3mから-4m)

港内には 100,000 m^3 以上の砂が堆積しており、水深は -1.0mから-1.5mと浅くなっている。しかし、前面に珊瑚礁棚があり、漂砂量は少ないと予想されるので浚渫すれば再埋没の恐れはそれほどないと考えられる。

漁港の建設は15年前であり、現在3.5t級 100隻程度が使用している。3月迄が漁期であり、南西のモンスーン期になると、港が完全でないため碇泊が困難になり、漁船はゴール港 (Galle) 方面へ移動する。

地元から漁港公社に対し浚渫の要望が再三出されているものの、維持浚渫は進んでいない。

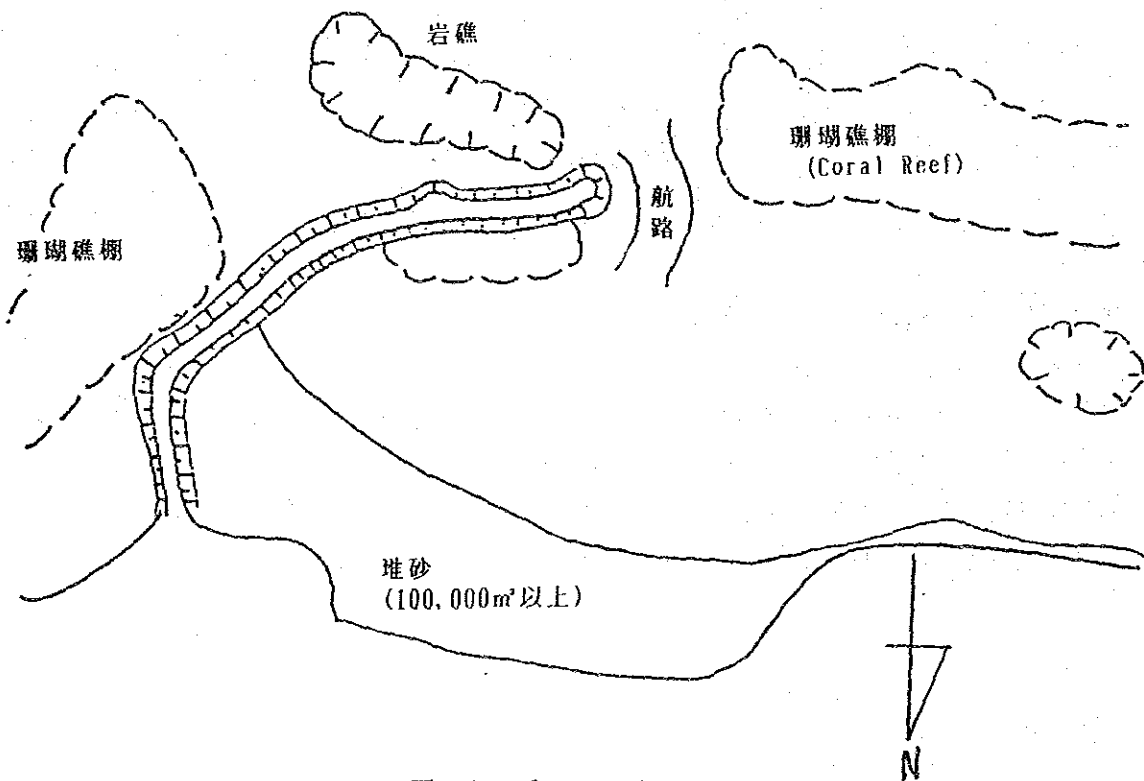


図-Ⅱ-9 ヒッカドウア

⑤ ゴール港 (GALLE)

ゴール港は漁港と商港が併存しており施設も整っている。修理船台 (能力 500トン) もあり、“ボキリッサ”もここで上架修理している。漁港施設としては製氷能力 20 t /日、貯蔵容量 60 t /基の製氷機が2ヶ所設置されている。

ゴール港の計画水深は -6.5mであるが、現在は -4.5mと浅くなっており、計画水深迄掘るための港内の概算必要浚渫量は75,000 m^3 である。

3月、4月が漁期であり、漁獲物はコロンボヘトラック輸送で出荷されている。

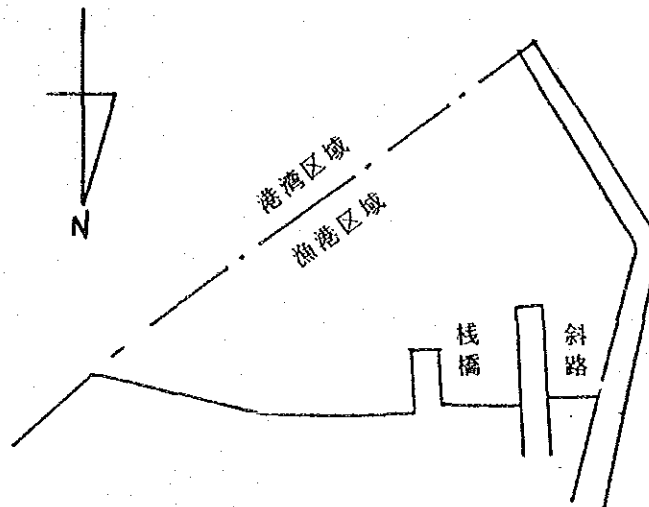


図-Ⅱ-10 ゴール

⑥ ミリッサ漁港 (MIRISSA)

ゴール港より南東のミリッサ港へ向かう岬を越えると南西の季節風の影響で沖合に白波が目立った。

ミリッサ港は3.5t級 200隻を収容する中規模の比較的整った漁港である。副防波堤 (Groin) 付近の堆砂量は建設後10年間で約30,000m³あり、本年度浚渫予定とのことである。

港口は建設当初 -6.0m前後であったが現状は -4.0m前後と浅くなっている。港奥には -2.5m の物揚場がある。

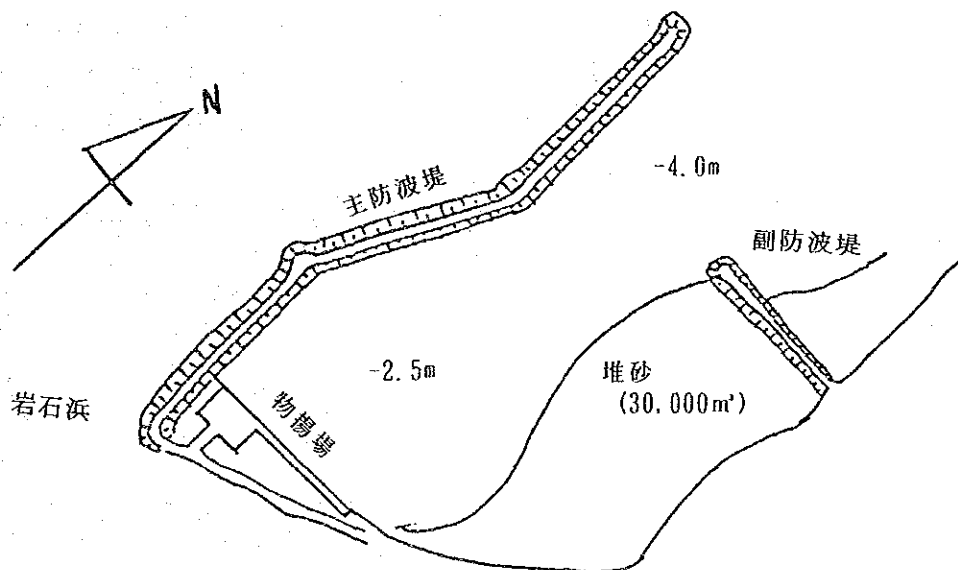


図-Ⅱ-11 ミリッサ

⑦ プラナウエラ漁港 (PURANAWELLA) (建設中)

1984年に着工された建設中の漁港であり、現在、総計画長450mの主防波堤の内、280mが完成している。副堤及び海岸線の護岸も計画されており、完成は1988年の予定とのことである。

事業費は、浚渫費は含まず47百万ルピーであり、スリランカ側業者へ漁港公社より請負

契約ベースで発注されている。現在の出来高は50%であるが、工事に使用している 20ton クレーン（ソ連製）が故障しているため、工事は中断されている。完成は1988年の予定であり、完成迄に港内への堆砂が懸念される。

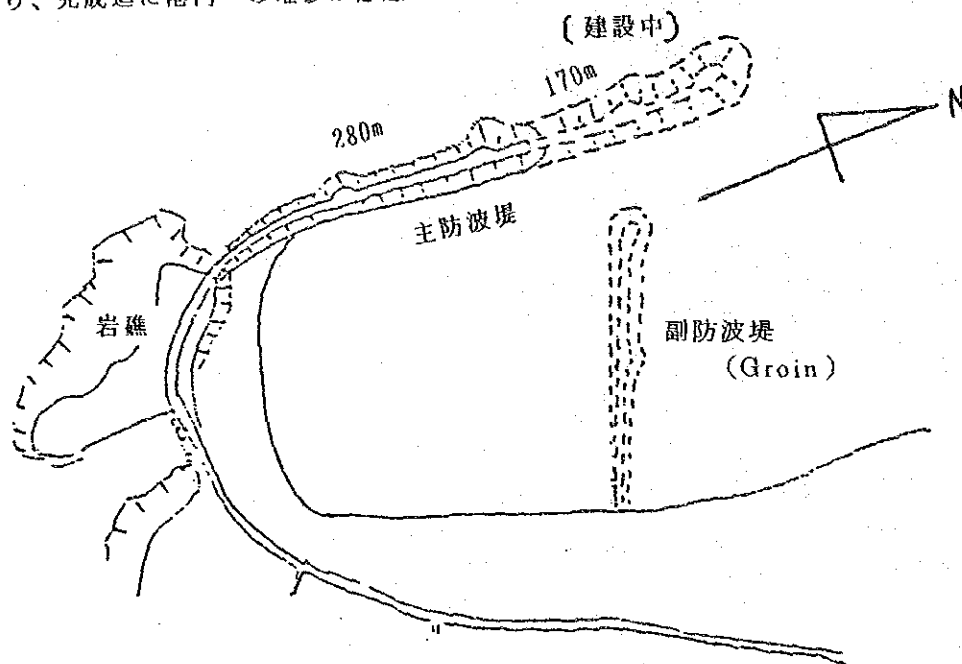


図-Ⅱ-12 プラナウエラ

⑧ コッテゴダ (KOTTEGODA) (漁船だまり)

防波堤がない漁船溜り (Anchorage Area) であり、南及び南西のモンスーンが吹きつける所に互いに漁船同志がもやいをとって繋船している。前面に岩礁があり漁船は東側に大きく迂回して出漁している。漁港公社はこの岩礁帯の間を浚渫及び浚渫船で浚渫したい希望をもっている。

9月より2月は北東モンスーン期で比較的静穏であるが3月からは南及び南西の風になり直接波浪が入り込み、汀線付近はかなり荒れる。この様な悪条件の中で漁業にける漁民の意欲には感嘆させられた。

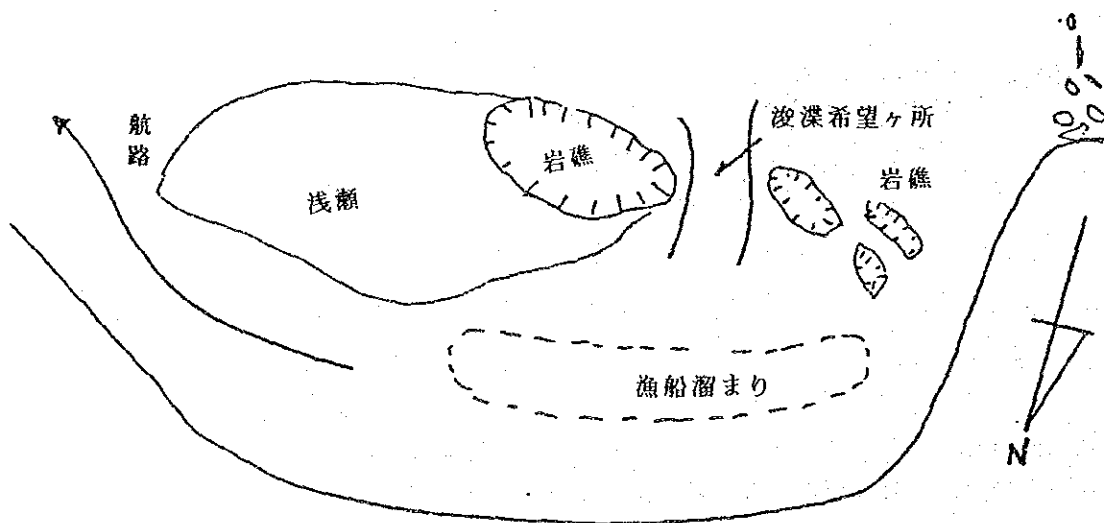


図-Ⅱ-13 コッテゴダ

⑨ タンゴール漁港 (TANGALLE)

港内の堆砂を現在、“ボキリッサ”で浚渫中である。堆砂高は最高でも±0.0m位迄であるが、港内全域が浅くなっているため、進入路を掘って“ボキリッサ”は港内に入っている。同船は1987年1月よりこの港で稼動している。

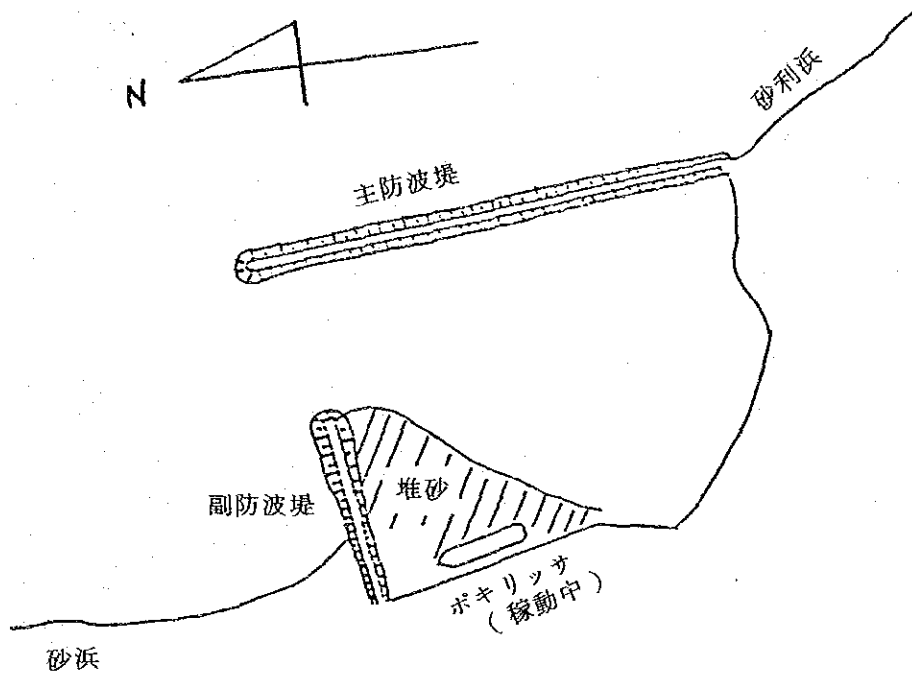


図-Ⅱ-14 タンゴール

今回踏査した漁港 (①~⑨) を含め、図-Ⅱ-15 にスリランカ国漁港位置図を示す。

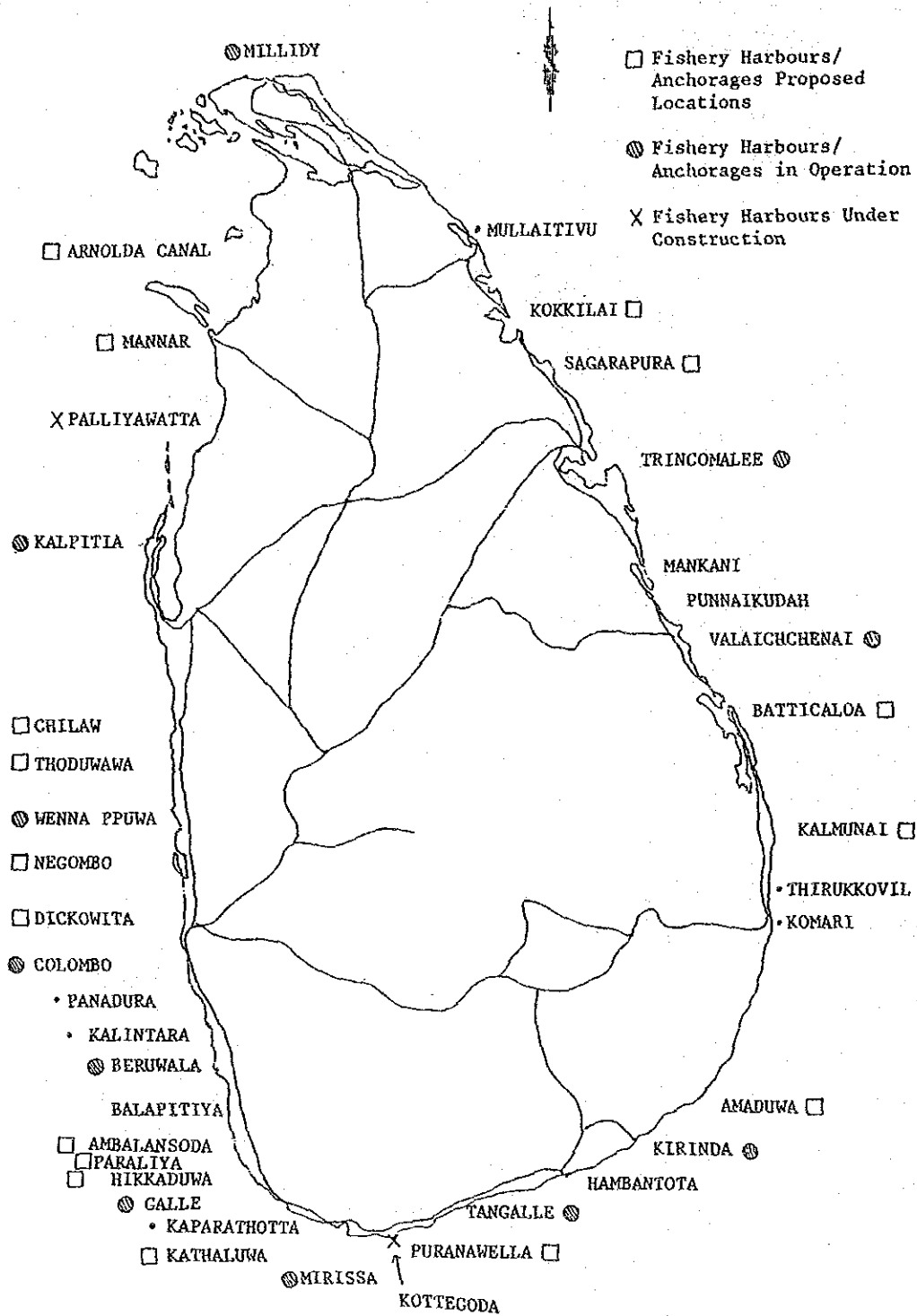


図-Ⅱ-15 スリランカ国漁港位置図

以上、スリランカ国南部漁港の踏査結果をまとめて表-Ⅱ-1に示す。

表-Ⅱ-1 スリランカ国南部漁港の現状

No.	漁港名	堆砂量	ポイント
①	パナドゥーラ	— (m ³)	航路拡幅、岩礁撤去の要あり
②	ベルワラ	300,000	航路浚渫、港の機能回復のため堆砂の浚渫の要あり
③	バラピチャ	100,000	港として再利用するためには防波堤の延伸等漂砂対策が必要
④	ヒッカドゥア	100,000	港の機能回復のため浚渫の要あり
⑤	ゴール	75,000	定期的な維持浚渫を要する
⑥	ミリッサ	30,000	今年度浚渫の予定
⑦	プラノウエラ	—	建設中、1988年完成予定
⑧	コッチゴダ	—	岩礁撤去、航路浚渫が必要
⑨	タンゴール	30,000	“ポキリッサ”稼動中

(2) 浚渫機械と稼動状況

漁港公社は現在、底開式自航グラブ船(1.4m³)と2隻の可搬式ポンプ浚渫船(230HP)を持っている。各船の仕様と稼動状況は以下の通り。

底開式グラブ浚渫船 — 船名“ポキリッサ”

グラブ容量	1.4m ³	2ヶ
浚渫機	巻上荷重	7.25トン , 150HP
泥艙容量	190m ³	
主エンジン	245HP×2基	
建造年	1966年	
建造国	日本	

稼動実績を示す古い記録は残っていないが、過去5年間の記録では、年間60,000m³から80,000m³程度浚渫している。年間稼動日数は、平均100日～150日が実績である。相当に老朽化しており、休止日数の大半は、修理と荒天時の待機である。浚渫船の維持管理は良好である。しかしながら、年月を経ているためエンジンの出力の低下は避けられず、速力は現在7ノット(建造時最大10ノット)である。また、浚渫機の巻上げ能力が約70%に落ちているので、負荷を落して使用しているのが現状である。船員は18名であり、操船には習熟している。現在タンゴールで稼動中である。

可搬式ポンプ浚渫船 — 船名“カワイヤ”, “マトベラ”

主	機	230HP
管	径	260mm
建	造	年
		1980年
建	造	国
		オランダ

同型船が2隻存在する。カワイヤはコロombo北方、ネゴンボ付近のウエラマンカラに配置されている。本船は、漁船の通行路となっているセイム川の航路増深のために導入したもので、引き渡し以来ウエラマンカラのみで稼働している。年間100日～120日稼働し、浚渫実績は57,000m³/年であるが、1984年、1985年の記録はない。

一方、マトベラはスリランカ国北部のマナーに配置され、年間60,000m³～70,000m³浚渫しているとの説明を受けたが、1984年以降の記録はない。稼働は年間100日～120日と推定される。この種の船は解体し、陸送にて搬送できるが、特定の港の浚渫工事に張り付けとなっていることと、陸送能力が不十分の為、移動していない。但し、同一地域内の浮上移動であっても川を遡る時には、橋の下をくぐる為、ブリッジをその都度取り外す必要がある。

(3) 管理業務の実施組織と経費について

スリランカ国における漁港の建設、管理は、セイロン漁港公社(Ceylon Fishery Harbour Corporation 以下 CFHC と称す)が担当している。(セイロン漁港公社については、JICA 発行キリンダ漁港第1次フォローアップ調査報告書('86年10月)に詳しいので参照されたい。)

CFHCは、総勢60名で組織されており、技術者10名、オペレーター15名、事務・現業35名となっている。全体の内訳は、表-Ⅱ-2のとおりである。また、CFHCの組織図を示せば図-13の通りである。CFHCの唯一の機動性のある浚渫船である“ボキリッサ”には、総勢18名が乗船している。(図-Ⅱ-13 参照)

CFHCの年間予算は、約47百万ルピー(Rs)となっており、その収入源は、政府の一般財源、漁港管理等収入、受託事業収入となっている。(表-Ⅱ-3 参照)

表-Ⅱ-2 CFHCの職員構成

機 種	人 数
技 術 者	10人
運 転 手	15 "
事 務 員 ・ 現 業 者	35 "
計	60 "

表- II - 3 CFHCの予算

(単位：百万Rs)

費 目	金 額	備 考
政府一般財源	27	施設の建設、維持浚渫等
漁港管理収入	10	漁港施設等利用料
受託事業収入	10	
計	47	

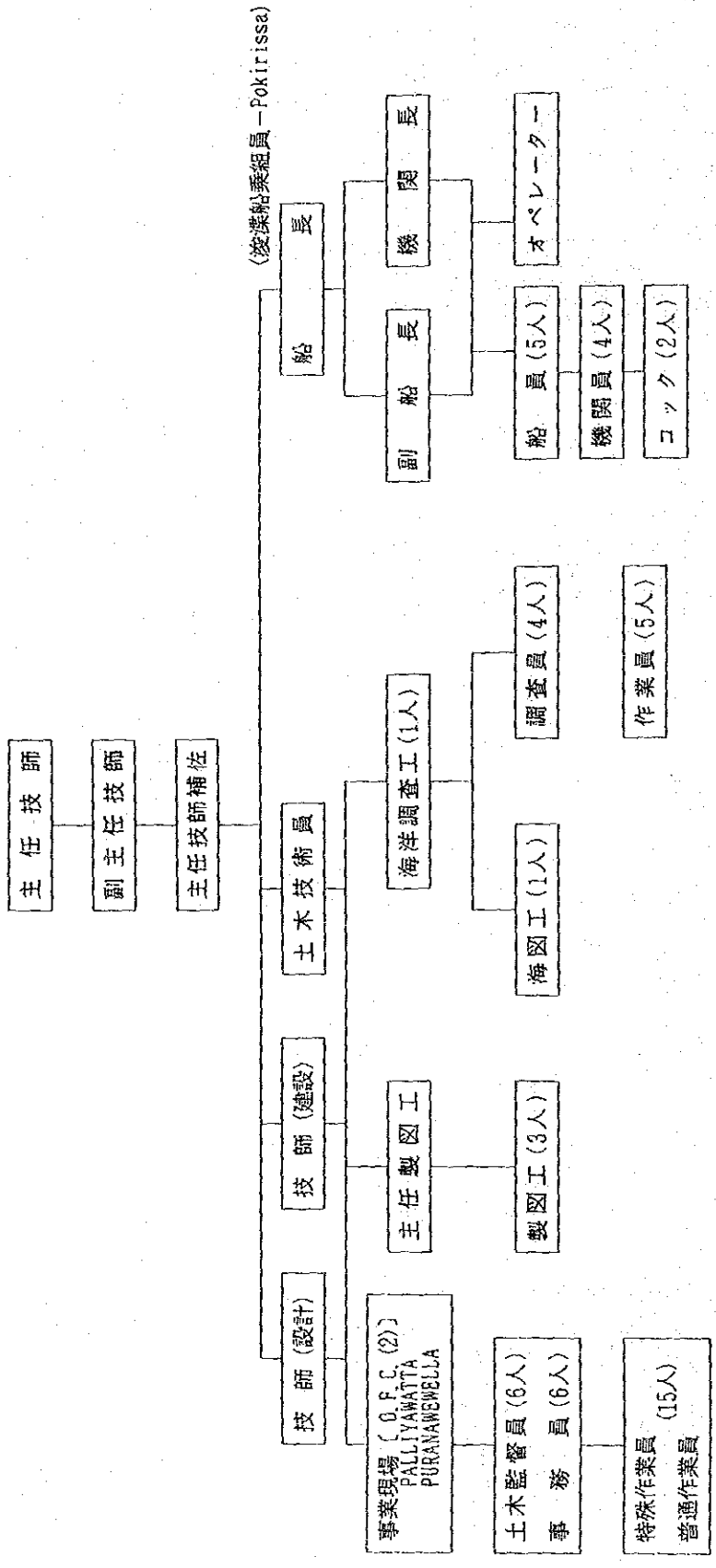


図-Ⅱ-16 C F H C 組 織 図

(4) 現状における課題

スリランカ国の漁港整備においては、種々の面において解決すべき課題は多いと思われる。本調査においては、浚渫機材供与計画を前提とした現状におけるスリランカ国の漁港の抱える課題について以下に述べる。

- ① スリランカ国の漁港の多くにおいて、漂砂の影響は避けて通れない課題であり、適切な改良と漁港の維持浚渫が必要である。
- ② 漁港の維持浚渫とあわせて、既存港の機能維持の為、防波堤等の施設の軽微な改修もCPHCが実施しなければならない状況にある。
- ③ 今回、調査したキリング漁港を除く南部区域9港の漁港及び船溜りのうち、6漁港の浚渫が必要であり、その総量は調査時点で約635千 m^3 と推定される。
このうち、プラナウエラは、建設中(1988年完成予定)であり、コッテゴダは、施設をを持たないため、この2港を除くと7港中6港と調査した殆んどの漁港で浚渫が必要となっている。
- ④ この9漁港合わせて、最近5年間で318千 m^3 、年平均で64千 m^3 の浚渫を実施しているものの、年間堆砂量から想定される所要浚渫量に比し、浚渫能力が劣るため、多くの港で堆砂が進行する状況にある。
- ⑤ 堆砂の進行により、泊地の狭小化、漁船進入の阻害等漁港機能に多大の影響がでている。(ベルワラ、ヒッカドワ漁港等)

等の課題がある。

次に、CPHCの浚渫機材に関する能力については次の通りである。

- ① CPHCが管理する南部区域の漁港の必要維持浚渫量に比し、手持ち機材の作業能力が劣るため、港をできるだけ良好な状態に保つためには浚渫機材の充実整備が重要である。
- ② 浚渫船のオペレーション技術については、ボキリッサの維持管理状況から見て、十分あると考えられるが、船そのものについては約20年前に建造されたものであり、相当老朽化し、能力も低下しているため、早期の更新が望まれる。
- ③ 新規に浚渫機材を供与する場合、CPHCの技術面での操船能力は十分であると判断されるが、日進月歩で改善される昨今の同種技術を考えれば、オペレーション技術の移転には十分注意を払う必要がある。例えば、機材供与にあわせて専門技術者を必要な期間、派遣し指導すること等が必要と思われる。

また、キリング漁港については、

- ① 南西モンスーン期の港内に堆積する漂砂量が第1回フォローアップ調査で推定された10万 m^3 /年であるとすれば、CPHCの現有の機材の浚渫能力から見れば現有機械のみによる自力浚渫は相当困難であると言わざるを得ない。

- ② 漁港の機能回復後の維持浚渫量についても、他にも維持浚渫を要する多くの漁港があり、キリンダ漁港のみに浚渫機械を貼り付ける訳に行かない等種々の面の制約から極力おさえる必要があると考えられる。
- ③ 現状の漁港において、漁港改修迄の当分の間最小限の維持浚渫を行なう場合を考えても、数万m³単位の浚渫が必要と考えられる。
- ④ ②、③いずれの場合においても浚渫をする場合、浚渫船により外海側から港内へ掘り進む方法と、陸上機械等により内側から港口に向かって掘削する方法の両方式を併用する方法が望ましいと考えられる。
- ⑤ 浚渫機材供与後の維持浚渫については、漁港の改良前にあっては、できるだけ少ない浚渫量で漂砂量とのバランスをとるための浚渫の区域、浚渫時期等の設定、またそのためのスリランカ国における予算措置等が大きな課題と考えられる。
- ⑥ 浚渫量が膨大であるため、沖合捨土はともかく、陸上捨土については、土捨場の確保と適切な土捨方法の選定が課題となろう。

等が考えられる。

(5) スリランカ国の要請

今回の調査で明らかになった点は、以下の通りである。即ち、南部漁港及びキリンダ漁港に関しスリランカ国漁業省が日本政府に対し、

- ① 南部区域の漁港の維持浚渫用の浚渫機材の供与
 - ② キリンダ漁港の堆砂の日本側での浚渫
 - ③ キリンダ漁港の改良
- 等を強く要望している。

そのうち浚渫機材については、具体的に以下の様な機種を望んでいる。

- | | | | |
|-------------|------------------------------|-------------------------|----|
| ① 自航式グラブ浚渫船 | ボキリッサタイプ | グラブ容量 1.4m ³ | 1隻 |
| ② ペイローダ | 4 m ³ 級 (タイヤショベル) | | 1台 |
| ③ ダンプトラック | 14 t 積 (岩運搬用) | | 2台 |

この理由として

- ① 漁港間の機材移動が伴うため、機材の機動性を重視していること。
- ② 非航式とすれば移動の都度、タグポート等が必要となるが、これをCFHCが所有していないこと (港湾局は所有)。また、船団を構成する機種が多くなり機材維持が繁雑になると考えていること、耐波性の大きくない船団構成での外海での航行が大変であると判

断していること。

③ 現有の自航式グラブ浚渫船（ボキリッサ）と同一機種とすれば、運転上の課題は大幅に減ずると考えていること。また、漁港の泊地水深からくる作業船の吃水の制限（2m）があること。

④ 簡単な施設の改修の場合、アタッチメントの交換により簡易クレーン船としても使用できること。

等から自航式グラブ浚渫船を望んでおり、また、陸上機械については浚渫土の土捨もさることながら、

⑤ 漁港施設の補修材の運搬にも使用できること。

等を考慮した汎用性のある機材を望んでいるためこの様な組み合わせになったものと考えられる。

3-2-2 キリンド漁港等の維持浚渫について

(1) 維持浚渫量の推定

(1)-1. 浚渫対象区域について

今回の調査においては、キリンド漁港を含めてスリランカ国南部区域の漁港の維持浚渫用機材の供与を行なうため、パナドゥーラ漁港からタンゴール漁港間の漁港及びキリンド漁港の計10漁港を現地調査した。

これらの調査結果については、3-2-1(1)で述べた通りである。

調査の結果、供与機材の浚渫対象区域は、ベルワラ漁港からキリンド漁港として計画するのが適当であると考えられる。このうち、維持浚渫対象漁港としては、ベルワラ、バラピチャ、ヒッカドゥア、ゴール、ミリッサ、タンゴールの6漁港にキリンド漁港を加えた7漁港とする必要があると考えられる。

パナドゥーラは河口に位置し、航路浚渫になること、プラノウエラは建設中であり、コッテゴダは天然の海岸形状をそのまま利用した船溜りであり施設が全くない等の理由により、これら3港については今回の検討対象から除外して考えた。

(1)-2. 維持浚渫量の推定

(1) 南部区域の漁港

(ベルワラ、バラピチャ、ヒッカドゥア、ゴール、ミリッサ、タンゴール)

① 過去における浚渫実績

これらの漁港は、全て、自航式グラブ船（ボキリッサ）により維持浚渫を実施している。その実績は下表の通りである。

表-Ⅱ-4 漁港別浚渫実績表

(単位：千 m^3)

漁港名	過去5年間浚渫実績	年平均浚渫実績	推定堆砂量	備考
ベルワラ	54	11	300	1965年築造、近年堆砂量1.2万 m^3 /年
バラピチャ	0	0	100	建設後15年5年で埋没
ヒッカドゥア	21	4	100	建設後10年経過
ゴール	58	12	75	
ミリッサ	82	19	30	建設後10年経過
タンゴール	103	21	30	
計	318	67	635	

以上のように、年平均で約67千 m^3 の浚渫量（実績）である。また、漁港建設後の推定堆砂量は約635千 m^3 と見積もられている。

このうち、漁業省はベルワラ漁港について、漂砂対策のための漁港の改良計画を検討中であり、まもなく最終報告書が提出される予定となっており、これに基づき、同港の堆砂浚渫は対処されるものと考えられる。またゴール漁港は、商港と併設されており、これらの中では数少ない良港であって堆砂によって現在大きな障害を生じている訳ではない。

② 維持浚渫量の推定

漂砂量は、堆砂の進行に伴って変化し、複雑なメカニズムを有するため、その量を適確に把握することは、非常に難しい。

しかしながら、年間に各港毎にどの程度の浚渫量を必要とするかを把握しなければならないので、上記（表Ⅱ-4）のデータを用いて推定するものとする。

即ち、現在の推定堆砂量に至った経過年数で推定するものとする。

ベルワラ漁港については、現在、漁業省が改良計画を作成中であり、改良後、どの程度を見込んでいるかは不明であるが、ここでは、他港の浚渫実績や、現在港内に多量の堆積した砂を毎年継続的に浚渫するものと想定して2万 m^3 /年とする。また、ゴール、タンゴール漁港については年平均浚渫実績程度（33千 m^3 ）を見込むものとして、パラピチャ、ヒッカドゥア、ミリッサについても同様な考えにより算定し、概略の維持浚渫量推定すれば、6港で約9万 m^3 /年程度と考えられる。

③ キリンド漁港の維持浚渫量の推定

キリンド漁港の維持浚渫量については、漁港が改良された後の状態における場合と、改良前、すなわち現状の場合とが考えられる。さらに、後者の場合には、全量を浚渫する場合と、部分的に浚渫する場合とが考えられる。

さて、前者の漁港の改良後における年々の維持浚渫量については、今後予定している室内実験、現地観測等の調査結果を待って判断すべきものと考えられるが、いずれにしてもスリランカ国における漁港の維持管理の実績、経費負担、機械能力、漁港の経済効果等から見て、最大でも数万 m^3 以下のオーダー単位の浚渫量にとどめることを考えるべきである。

従って、②で推定した南部区域の既存漁港6港の年間の要維持浚渫量約9万 m^3 とキリンド漁港の数万 m^3 をあわせると10数万 m^3 の年間維持浚渫量となる。仮に、キリンド漁港が2~3万 m^3 とすれば、南部区域においては11~12万 m^3 とすることになる。

次にキリンド漁港が改良される前の場合について考えてみる。

キリンド漁港内全体を浚渫する計画の場合

浚渫区域は、泊地内のみを対象とする。現在の泊地内の堆砂量が約10万 m^3 となっている。62年度の南西モンスーン時（5月~9月）には、港内が既に前年度から堆砂しているので、どのような状況（堆砂量）になるかは推定できないが、港内はすでに満杯状態であるので、現状のまま推移するものとして考え、63年度港内の浚渫（全量）を行なう前後を想定する。

南西モンスーン期の平均の漂砂量は、約15,000~20,000 m^3 /月

北東モンスーン期の平均の漂砂量は、約4,000~6,000 m^3 /月

とすれば、年間で約11~14万 m^3 の浚渫が必要となる。この場合、初年度は港内に現在堆砂している分を浚渫する必要があるため、約21~24万 m^3 となり、以後は11~14万 m^3 となる。

キリシダ漁港内を部分的に浚渫する計画の場合

浚渫の目的を泊地内のうち、航路の確保と岸壁使用及び-2.5mの泊地水深の確保とすれば、現在の港内堆積砂のうちの約4万 m^3 分の浚渫と開削後に流入すると考えられる漂砂量の合計となる。この量の推定は、困難であるが、ここでは1.5~2.0回浚渫実施しなければならぬものとする。2.0回とは、当初の4万 m^3 分の浚渫区域が完全に埋没してしまい、再度現状に戻すための浚渫をするとした場合である。

以上をまとめると以下の表-Ⅱ-5の通りとなる。

表-Ⅱ-5 浚渫量の推定

(単位: 万 m^3)

漁港名	初期浚渫量	漂砂(堆砂)量	計	備考
南部区域漁港	(64)	① 約 9	(64) 9	()は推定 全体堆砂量
キリシダ漁港(改良前)				
全体浚渫	約 10	② 約 11~14	④ 21~24	
部分浚渫	約 4	2~4	⑤ 6~8	
キリシダ漁港(改良後)	—	③ (約2~3)		()は将来 予測値

従って、将来の維持浚渫時においては、キリシダ漁港を含めた南部区域の浚渫量は約11~12万 m^3 /年(①+③)。

改良前においてキリシダ漁港全体を浚渫する場合の浚渫量は、初年度約21~24万 m^3 (④)、次年度以降約11~14万 m^3 (②)

改良前においてキリシダ漁港内の所要部分のみを浚渫する場合の浚渫量は、約6~8万 m^3 (⑤)となる。

(2) キリシダ漁港浚渫計画

全体浚渫案

現在の堆砂量が100,000 m^3 で、流入する漂砂量を140,000 m^3 とすれば、初年度の浚渫必要量は240,000 m^3 となる。

グラブ船1.4 m^3 級では年間稼働日数250日を見込んで9時間稼働の場合、83,000 m^3 /年の能力であり、2交代制をとっても120,000 m^3 /年が最大であろう。従ってキリシダ漁港全体を浚渫する場合は、500~700HP級ポンプ船を想定すれば、年間250日稼働で9時間運転の場合、300,000 m^3 /年の能力があり、初年度の240,000 m^3 の浚渫は可能である。

ポンプ船の場合、グラブ船と異なり港外へ土捨に行く必要がないので港内での運転に専念すればよく、稼動日数、稼動時間共増やすことが出来、能力的には充分余裕があるが、捨土の排送距離を600m以遠とする場合には700HP級のポンプ船が必要である。なお、土捨場は実施に際しては海岸保全局と協議の必要があるがここでは、現在侵食されている東側海岸を予定する。

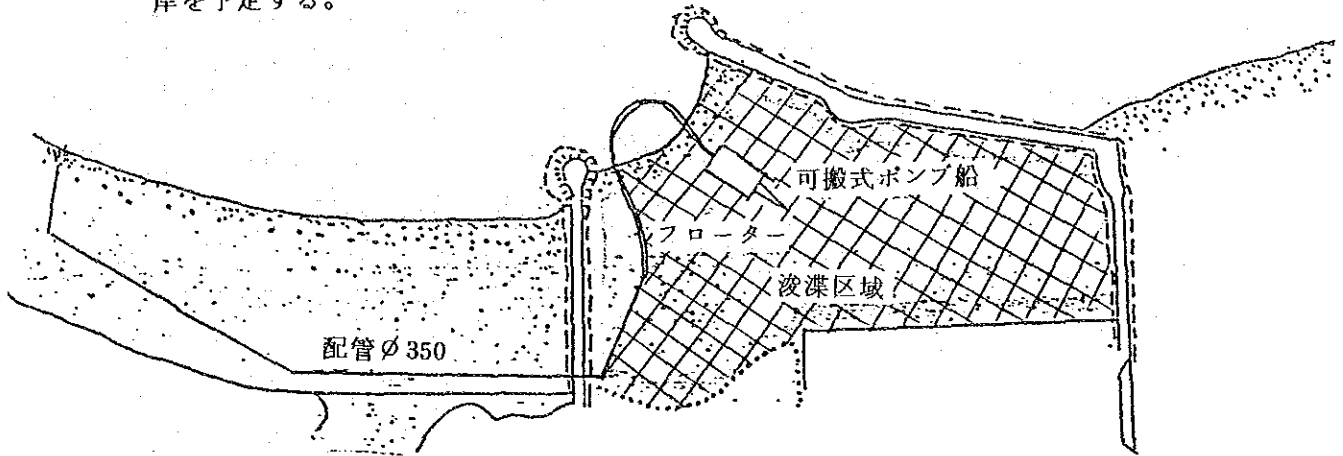


図-Ⅱ-17 全体浚渫案

部分浚渫案

キリング漁港を利用するための必要最小限度の浚渫を航路の確保と岸壁の全長の使用に限定するとした場合、初年度の所要浚渫量は現在の堆砂量43,000 m^3 プラス漂砂量(推定)20,000~40,000 m^3 となり、この程度の量であればグラブ船で十分対応できる。定期修理によるドック入り等を考慮すれば年間稼動日数は当然限定されるが、漂砂量が予想を上廻ることがあっても稼動時間を延長することにより1日当たりの浚渫能力のアップを図ることが可能である。なお、航路の維持浚渫の為にだけグラブ船を貼り付けることはコスト的に得策ではないので、作業半径の大きいドラグライン(0.8 m 級)を使用して陸上から浚渫し、11t級ブルドーザーで押土し周辺に仮置しておき、グラブ船の回航時に一括処理するか、季節によっては防波堤の外側迄ブルドーザーで押土し、波の力で運ばせる方法も可能かも知れない。

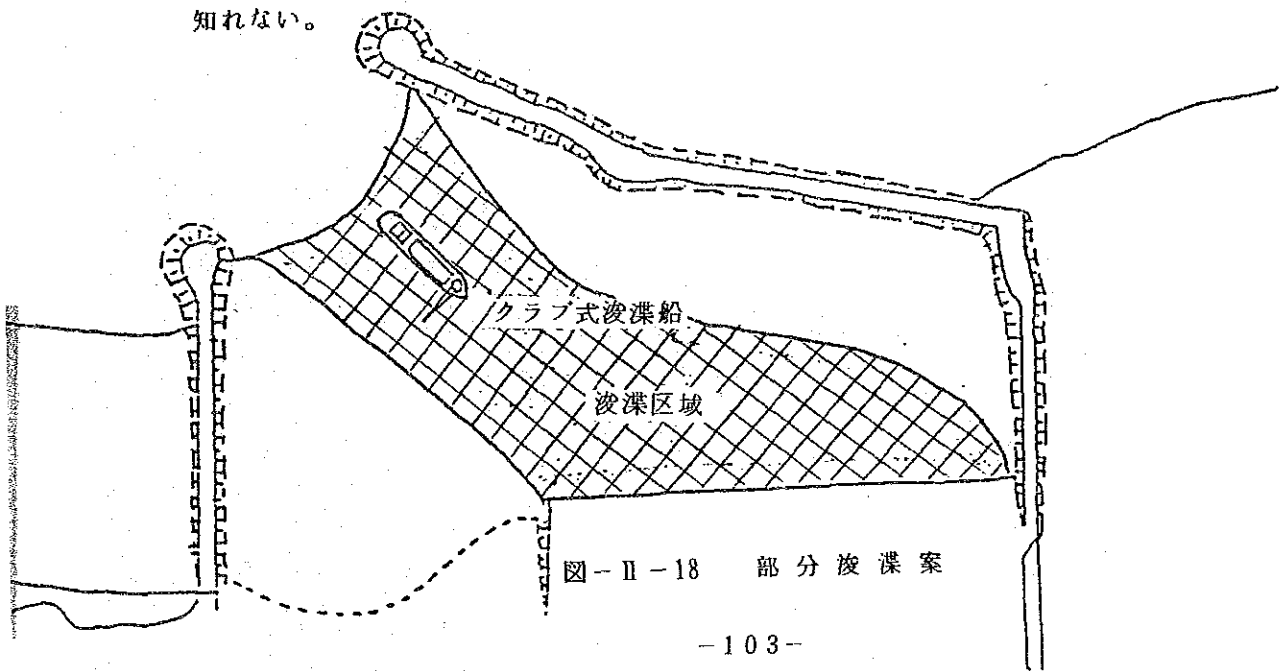


図-Ⅱ-18 部分浚渫案

以上をまとめ、浚渫案別により推奨される浚渫機械を表-Ⅱ-6に示す。

表-Ⅱ-6 浚渫案別による浚渫機械

案 名	対 象 土 量	想 定 さ れ る 機 種	能 力
全 体 浚 渫 案	240,000m ³	0700HP ポンプ式浚渫船	300,000m ³ /年
部 分 浚 渫 案	63,000m ³ ~ 83,000m ³	1.4m ³ 級自航グラブ船	83,000m ³ /年

3-2-3 浚渫機材計画

(1) 機材計画

スリランカ国の南部区域の漁港及びキリンダ漁港についての維持浚渫の必要性とその浚渫量及びそれに対応する浚渫計画等が明らかとなったので、これらの情報をベースとして、スリランカ国に浚渫機材を供与する場合の機材の種類、規格、数量等について検討する。

浚渫機材の選定にあたっては次の事項を検討し、浚渫が必要な該当漁港の現状に沿って出来るだけ満足するものを一般的に使用されている浚渫機材より選ぶこととし、特殊なものは調達期間、維持管理等の点から適当でないので除外する。

- ① キリンダ漁港の現状の改善のための必要最小限の浚渫能力を持つもの
- ② 機材の運転・維持管理をスリランカ側で適正になしうるもの
- ③ キリンダ漁港で稼働しない時は、他の漁港に転用活用できるもの
- ④ 耐用年数が長く、将来に亘ってスリランカ国漁港の維持浚渫に従事出来るもの
- ⑤ 維持管理費ができるだけ低廉なもの

以上の観点より考えられる浚渫機材の主体となる浚渫船（船団）について考えられる組み合わせを挙げると下表の通りであり、以下でその得失を検討する。

表-Ⅱ-7 浚渫機械別船団構成

番号	船 団 名 称	船 団 構 成
①	非航式グラブ船船団	2.0m ² 非航グラブ船 180HP曳船 120m ² 土運船 2隻 60HP 3t吊 揚錨船
②	自航式グラブ船	1.4m ² 自航グラブ船 190m ² 泥艙 14HP 揚錨船 FRP製
③	可搬式ポンプ船船団	D700HP カッターサクシヨンポンプ船 90HP 揚錨船 φ350 水上管 150m φ350 陸上管 1000m (予備含む)
④	バックホー台船船団	1.0m ² バックホー 180DWT 台船 スパッド 3本付 180HP 曳船 120m ² 積土運船 2隻 60HP 3t吊 揚錨船

上記の4種の浚渫船団について、能力、作業性、経済性について検討した結果を示すと、以下の通りである。

a. 浚渫能力 : 年間稼働日数 250日、実働9時間、拘束11時間

表-Ⅱ-8 浚渫船団別浚渫能力

項 目	①非航 クラフ船	②自航 クラフ船	③ポンプ船	④バックホ-台船
	2.0 m ³	1.4 m ³	700 HP	1.0 m ³
i) 浚渫能力 (m ³ /時)	61.2	54.3	133.6	107.2
ii) 現場作業効率	0.95	0.85	1.19	0.85
iii) 実作業時間率	0.85	0.85	1.0	0.85
iv) 稼働時間 (時/日)	9	9	9	9
v) 日当り浚渫量 (m ³)	455	353	1,431	965
vi) 年間実働日数 (日)	$250 \times \frac{25}{30}$	$250 \times \frac{25}{30}$	$250 \times \frac{25}{30}$	$250 \times \frac{25}{30}$
vii) 年間浚渫量 (m ³)	94,791 (95,000)	83,333 (83,000)	298,125 (300,000)	201,041 (201,000)

b. 作業性

表-Ⅱ-9 浚渫船団別作業性の比較

項 目	①非航 クラフ船	②自航 クラフ船	③ポンプ船	④バックホ-台船
	2.0 m ³	1.4 m ³	700 HP	1.0 m ³
i) 土質への適応 シルト・砂質土 コーラル等硬土盤	適 対応可	適 対応可	最も適当 不適	適 適
ii) 港内作業 狭い場合 広い場合	不適 適	適 適	やや不適 適	不適 適
iii) 波浪に対して 港内では 港外へ出た場合 (土捨場への往復)	普通 弱い	普通 やや強い	やや弱い 土捨の為の入 出港はしない	やや強い 弱い
iv) 運 転	やや難	容易	やや難	容易

c. 経済性, その他

表-Ⅱ-10 浚渫船団別経済性の比較

項 目	①非航 グラブ船	②自航 グラブ船	③ポンプ船	④バックホー台船
	2.0 m ³	1.4 m ³	700 HP	1.0 m ³
i) 運 転 費	101	(自航グラブを100とした場合m ³ 当り) (100)	84	83
ii) 維持管理費	普通	普通	やや高い	普通
iii) 機 動 性	難	容易	やや難	難
iv) 他目的への転用	捨石堤補修等 のため機船への 転用可	同左	不可	陸上掘削 捨石堤補修等 に使用可

今回、スリランカ国の漁港に限られた範囲で調査した訳であるが、整備を必要とする漁港、計画中の候補地を問わず漂砂に対する維持浚渫の問題だけではなく、南方特有のコーラルや、スリランカ国に多い岩質地盤への対策も併せて考慮することが望ましい。海中の岩掘削については水中発破工法、砕岩船による破碎等の方法があるがこれは特殊工作船の分野であるのでこの機材計画では触れないが、進入航路等を阻害しているポーラスなコーラルを掘削できる程度の能力は出来るだけ持たせる必要があると考える。

又、特に機種選定上配慮を要する点は対象が中小規模の漁港で、計画水深が -1.5m から -2.0m と比較的浅く、作業船の吃水が2.0m と制限されることである。

この様な条件を満足するものはグラブ船であり、更に季節風下での稼働、季節風の変わり目の限られた期間内における港から港への移動等を考慮すれば自航式とすべきである。

スリランカ国漁港公社が保有するポキリッサ号で座礁した船を救助したり、沈没して航路障害となっている沈船を引き揚げたり等、機動性を生かした活躍を数多く聞いた。漁港公社の如く業務範囲の限定された企業体で浚渫船を持つ時は、部品等に汎用性と既存の機種との互換性を持たせた機種を選定するのが適当と考える。

〔維持浚渫に対応する陸上機器〕

主として、キリンダ漁港を対象として、部分浚渫を施工した時、港内の航路部分等量的に少ないけれども重要な部分の維持浚渫を陸上より施工する場合、バックホー案、ドラグライン案が考えられる。

掘削能力を比較すると

表-Ⅱ-11 陸上浚渫機械の能力

項 目	バックホー	ドラグライン
グ ラ ブ 容 量	1.0 m ³	0.8 m ³
i) 時間当り土工量 (m ³)	183.9	110.2
ii) 現場作業効率	0.45	0.85
iii) 稼働時間/日	6	6
iv) 日当り掘削量	496	562
v) 月間実稼働日数	25	25
vi) 月間土工量 (m ³)	12,400	14,050

バックホー 1.0m³級とドラグライン 0.8m³級とがほぼ同能力となる。

次に作業性を比較すると、バックホーは作業半径が6m～8mに限定され、堆砂中に表層近くまで海水を含み非常に足元が崩れ易い場所での作業であることを考慮すると、更に作業性が落ちる。一方ドラグラインは、一般に作業半径が大きく40t級のクローラークレーンをベースにすると、作業半径は16.0m迄可能となる。

よって、キリンダ港の航路、泊地の最小限度の維持浚渫を陸上から施工する場合、ドラグライン 0.8m³級が最適で、土捨には通常型ブルドーザー 11t級を組み合わせるのが良い。

〔捨石堤等の維持管理に供する機械〕

スリランカ南部の多くの港においてモンスーンにより既設の漁港外郭施設である捨石堤がしばしば被災しており、被覆石が波浪により海中に転落している。そのまま放置しておけば、捨石堤は徐々に崩落し被害は更に大きく拡がる。漁港公社もこの点には大いに注意を払って補修しているが、機械力が不足しているため主として人力に頼っており補填される石は30kg内外であることが多く、この様なケースでは補填された石が被覆の用を果していない。海中に転落した大石はボキリッサが近づく範囲内で、修復しているが、作業半径に限度があり、捨石堤頂部を補修する為には陸上機器が必要である。この場合スリラン

カでは被覆石の大きさが目測で2ト～4ト/個であるので、堤頂部の置石工には大型タイヤショベル(3.5m²～4.0m²級)が適当である。タイヤ着装のため、機動性に富み原石山での積み込みにも使用できる。勿論、前述の40ton吊級のドラグラインもバケットを外せばクローラークレーンとなるので捨石堤の維持補修に有効である。加えて、浚渫砂のみならず岩の運搬用としての用途を考えロック用ダンプトラック14t級2台をセットとして考える。

(2) 経費及び維持管理費

(浚渫機材の購入費の試算)

比較のため、今迄検討して来た各浚渫機材の購入費を試算する。なお、日本で広く用いられている簡易自航グラブ船(通称ガット船)は底開式でなく、また、吃水が深くなり今回のケースには適当でないので検討の対象から省く。

表-Ⅱ-12 浚渫機材費

単位：万円

名 称	機 械 費	海上運送費 (日本-スリランカ)	ス 国 運 送 組 立 費	計	備 考
① 非航グラブ船団	22,100	6,000	1,000	29,100	
② 自航グラブ船団	31,000	4,000	300	35,300	
③ 可搬式ポンプ船団	23,400	1,900	800	26,100	
④ バックホー船団	20,600	6,000	900	27,500	
(陸上機器)					
⑤ バックホー	2,900	400	100	3,500	
⑥ ドラグライン	2,700	400	100	3,200	
⑦ ダンプトラック	2,800	400	50	3,250	14t 2台分
⑧ ブルドーザー	1,100	160	50	1,310	
⑨ タイヤショベル	4,000	320	100	4,420	

〔機械費の内訳〕

		単位：万円
①	非航クラブ船団	
	非航クラブ船 2.0m	11,900
	土 運 船 120m ³ 積 2隻分	2,600
	曳 船 180HP	4,800
	揚 錨 船 60HP 3t吊	2,800
	小計	22,100
②	自航クラブ船団	
	船 体	15,000
	主 機 関	8,000
	電装他備品	3,000
	浚渫機、1.4m ³ バケツ他	5,000
	小計	31,000
③	可搬式ポンプ船	
	ポンプ船 700HP	15,000
	揚 錨 船 90HP 5t吊	4,600
	排 砂 管 ゴムスリーブ他	3,800
	小計	23,400
④	バックホー台船	
	バックホー台船	10,400
	土 運 船 120m ³ 積	2,600
	曳 航 180HP	4,800
	揚 錨 船 60HP 3t吊	2,800
	小計	20,600

〔年間経費の試算〕

各浚渫船団について、年間稼動8ヶ月、休止4ヶ月を見込んで、年間の運転費、休転費を試算する。

表-Ⅱ-13 浚渫船の年間経費

単位：万円

名 称	運 転 費 8ヶ月	休 転 費 4ヶ月	計
① 非航クラブ船団	2,140	440	2,580
② 自航クラブ船団	1,352	240	1,592
③ ポンプ船船団	5,608	580	6,188
④ バックホー台船	2,090	400	2,490

上記検討から推察しうる機材供与の対象となる浚渫船・陸上機械費を試算すると下記のとおりである。

自航式グラブ船	35,300	万円
0.8m ³ ドラグライン	3,200	
ダンプトラック 14ton	3,250	
タイヤショベル 4m ³	4,420	(3.5m ³ に変更可)
ブルドーザー 11ton	1,310	
	計 47,480	万円

これに3年間の補給部品、消耗品として浚渫船には10%、陸上機械類には5%の予備品代を加えると

浚渫船	$35,300 \times 1.10 =$	38,830	万円
陸上機械類	$12,180 \times 1.05 =$	12,789	
		計 51,619	万円

となる。

(3) 浚渫機材の維持管理体制について

スリランカ国における漁港の建設、管理は、CFHCが担当しており、前述の通り、総勢60名で運営されている。

組織について見れば、漁港の調査、設計、建設及び機械担当の各部署からなっており、現在においても自航式グラブ浚渫船を所有し、各漁港の浚渫作業を実施している。

したがって今回、新たに自航式グラブ浚渫船及び陸上機械を供与しても、CFHCの組織、及び技術的な面での対応は問題ないと判断される。

しかしながら、いかにスリランカ国CFHCが過去自航式グラブ浚渫船を運行してきた実績があるといっても、使用船が既に船令20年を経過した老朽船であり、この間の技術の進歩を考えれば、供与時におけるオペレーション技術の指導は、欠かすことはできないと考えられる。

(4) 機材の仕様等

以上をとりまとめると、供与機材として適切と考えられる組み合わせおよび仕様は以下の様になる。

① 自航式グラブ船	1隻
船体寸法	40.0m × 9.0m × 2.75m
満載吃水	2.1m以下

船	級	LLOYD 100A1
速	力	最大 10.2ノット、航海時 9ノット
ト	ン	320 総トン
泥	艙	容積
		190 m ³
主	機	関
		D245HP× 2基
浚	深	機
		7.5ton 最大作業半径 10.5m
グラブ	バケツ	
		普通土用 1.4m ³ 、硬土盤用 0.6m ³
泥	艙	扉開閉装置
		油圧式自動開閉装置
揚	錨	船
		14HPディーゼル FRP製
そ	の	他
		電装、係船用具他一式

- | | | | |
|---|--------------|-----------------------|----|
| ② | ドラグライン | | 1台 |
| | ベースマシーン | 40ton 吊級 | |
| | ブーム長 | 70フィート(21.33m) | |
| | バケツ容量 | 0.8 m ³ | |
| ③ | タイヤショベル | 3.5 m ³ 以上 | 1台 |
| ④ | ダンプトラック | 岩用 14ton 級 | 2台 |
| ⑤ | ブルドーザー (通常型) | 11ton 級 | 1台 |

3-3 開発調査を想定したキリング漁港調査計画（案）について

3-3-1 調査の概要

キリング漁港の改修計画を樹てるには現地における十分な調査と模型実験による対策案の検討が必要なことは前述の通りである。ここではキリング漁港の漂砂対策のために必要な現地調査及び模型実験の内容、方法について述べる。模型実験の手法については大別して、水槽模型実験と数値模型実験があるが、港内埋没について学会で発表されている現在の数値実験手法は水槽実験に比べ精度が劣り、実用段階まで至っていないと思われる。しかし、単純なモデルで近似できるような海岸線において全般的な汀線変化を推定する1 (One) - line model* は実用化に至っていると見えよう。なお、模型実験については港内の静穏度及び防波堤の設計波高も合わせて計測する。現地調査と模型実験の関係は次の図- II - 19の通りである。

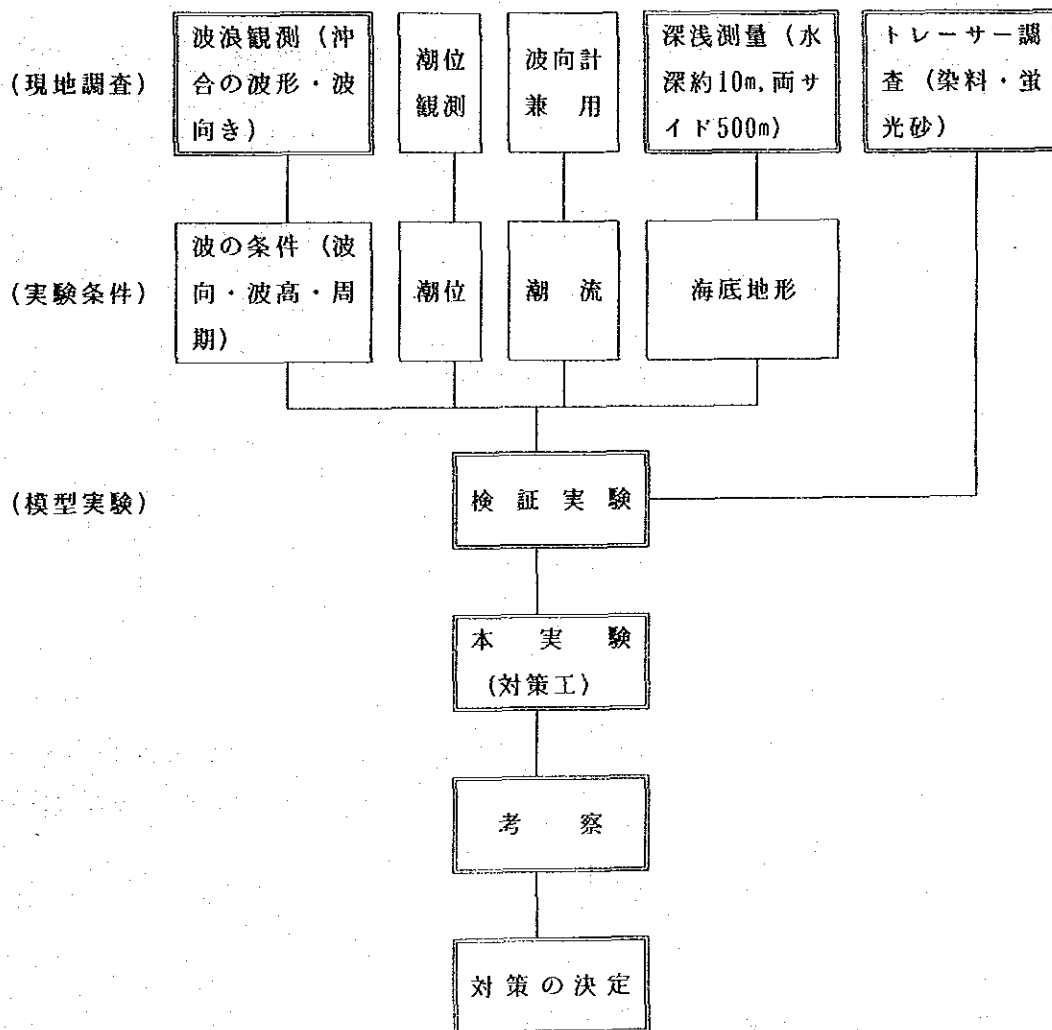


図- II - 19 現地調査と模型実験の関係ブロック図

注*

日本で 1 (One)-line model と呼ばれているこの数理モデルは、沿岸漂砂量を波の屈折から求め、この場所的变化により、海岸線の前進・後退を予測するものである。このモデルは、その条件から沿岸漂砂の卓越した地域で、長時間・広範囲な区間の変化を予測するのに適するモデルである。この手法は、海岸施設の築造による沿岸漂砂量の変化がわかれば、それに起因する海岸線の変化量を求めるのに役立つ。この参考書としては、海岸環境工学（堀川清司 東京大学出版会）がある。

3-3-2 現地調査

現地調査の必要項目を以下にあげる。

1) 波浪観測

① 目的

キリンダ漁港における漂砂対策を目的とした水理模型実験のデータを得るため

② 所要調査項目

波向き別波高分布と代表スペクトル形（周期）

③ 観測方法

使用器材 ○波高計 ウェーブライダー／プレッシャータイプ

○波向計 電磁流速計タイプ

④ 観測期間

約1年間（2時間又は3時間毎に20分間観測）

⑤ 観測場所

キリンダ漁港沖の水深 -13m ~ -20m（図-II-20 参照）

⑥ その他

波向計より、恒流及び潮汐流も分離できる

2) 深浅測量

① 目的

地形模型のデータとすると同時に地形の変化を算出し、模型実験の検証データとする。特に、キリンダ岬先端から東方へつづく岩礁域の深浅調査をできるだけ詳細に行なう必要がある。

② 所要項目

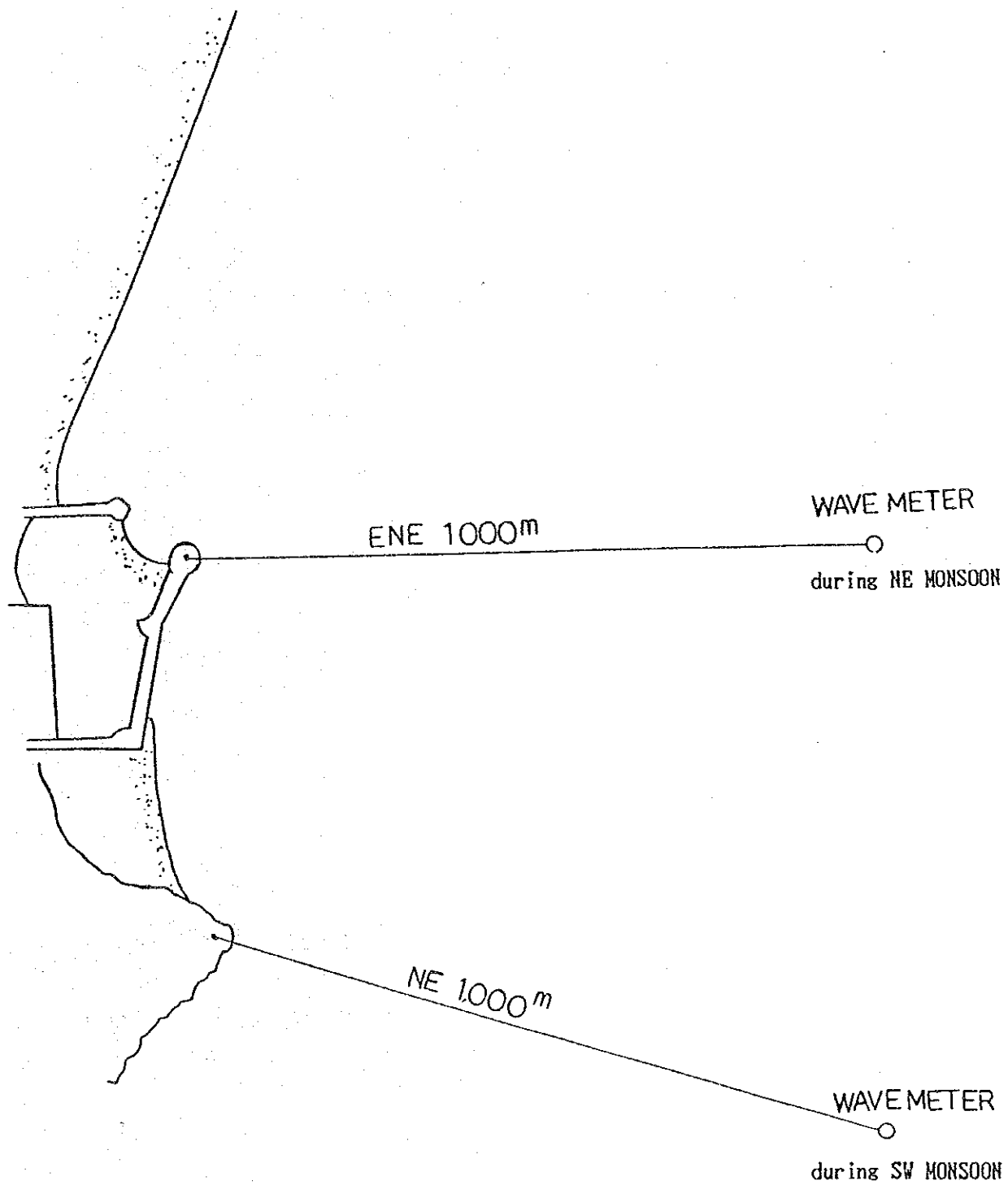
海底・海岸地形図

③ 観測方法

海上 : 音響測深器

汀線 : ダイバーによる立込み

陸上 : レベル



圖—II—20 波高計・波向計設置位置

④ 観測時期

○南西モンスーンから北東モンスーンの間 静穏期 : 10~11月

○北東モンスーンから南西モンスーンの間 静穏期 : 3~4月

⑤ 観測範囲 (図-Ⅱ-21 参照)

深浅図: 汀線方向 40m間隔ライン上水深約 10mまでの深さ

陸上部: 汀線方向 40m間隔ライン上汀線から高さ4mまで、又は陸側100mのうち
小さい方まで

精 度: 距離±1.3m、陸上高さ 0.05m、深さ 0.2m

3) 汀線測量

① 目的

汀線位置の変化及び汀線以上の断面の変化を調べ、漂砂量の推定の資料とする

② 調査項目

前浜・後浜の横断面 (プロファイル)

③ 使用機器

レベル・巻尺

④ 観測時期・回数

2ヶ月毎1年間

⑤ 観測範囲

ドラバ岬 ~ キリング漁港 ~ パラトパナ岬

(2.5km)

(4.0km)

100m間隔

3-3-3 水槽模型実験

1) 模型地形

模型地形の範囲は、汀線方向はキリング岬~キリング漁港~漁港左岸500m間の1,500mとし、沖方向は水深約 10mとなる1,000m沖まで含めるのが適当である。また、この模型縮尺は 1/50 程度が望ましい。従って、模型地形の大きさは 30m×20m 程度となるから、模型境界の影響の排除、造波機からの波の立ち上り区間等を考慮すると、必要な水槽の大きさは 38m×30m 以上となる。模型の配置案を図-Ⅱ-22 に示す。

2) 模型の種類

モルタル張の固定床模型が適当であろう。

その理由は、移動床 (砂造り) 模型実験では常にその相似性が問題となる。それが保証されたと仮定しても、現地の堆砂現象が、日本と違って、約半年にわたる漂砂の蓄積であるため、1/50 縮尺と仮定すれば、これを再現するには1ケースにつき、

モンスーン期間×時間縮尺=約6ヵ月×1/(50)^{1/2}=23日間

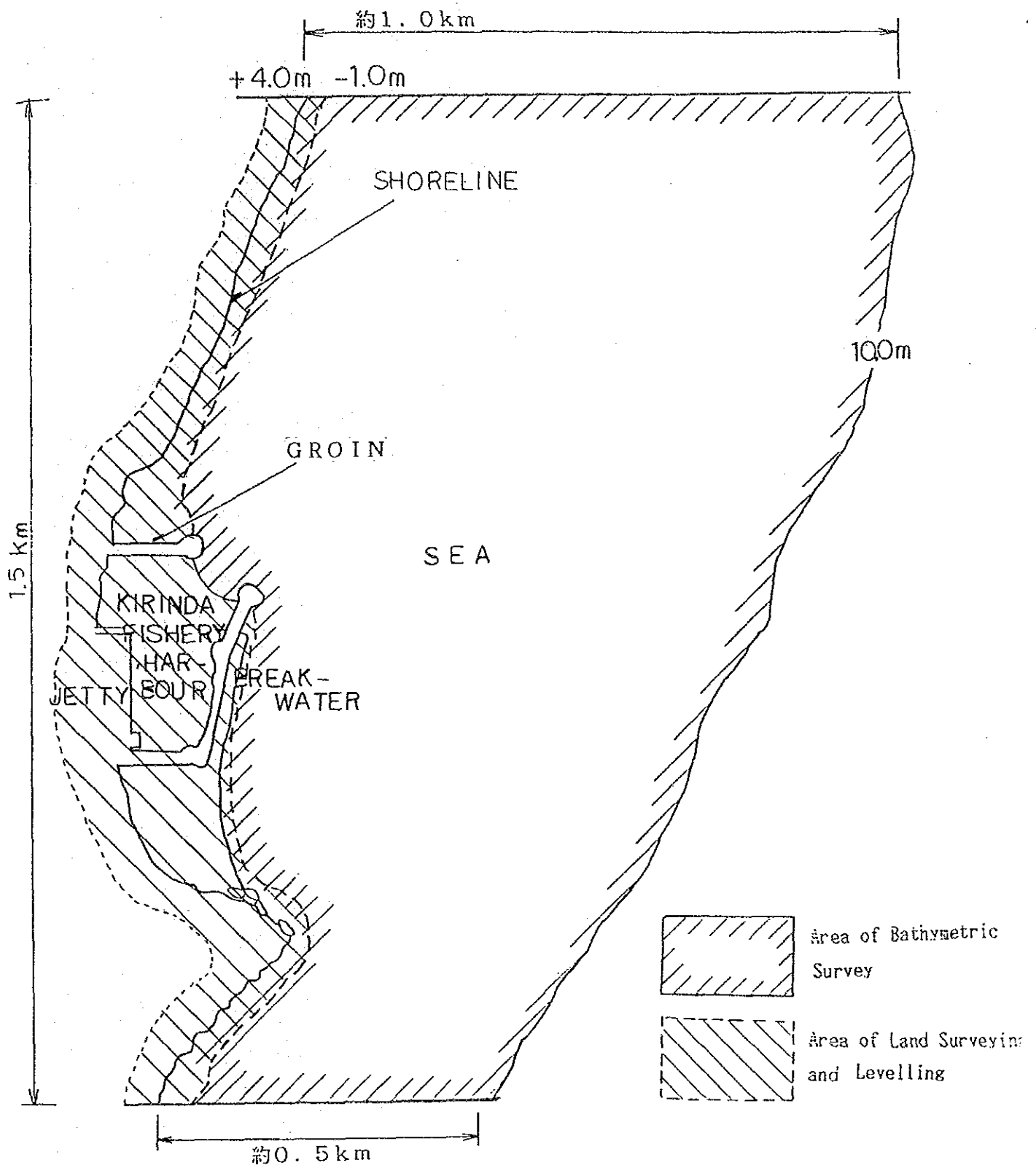
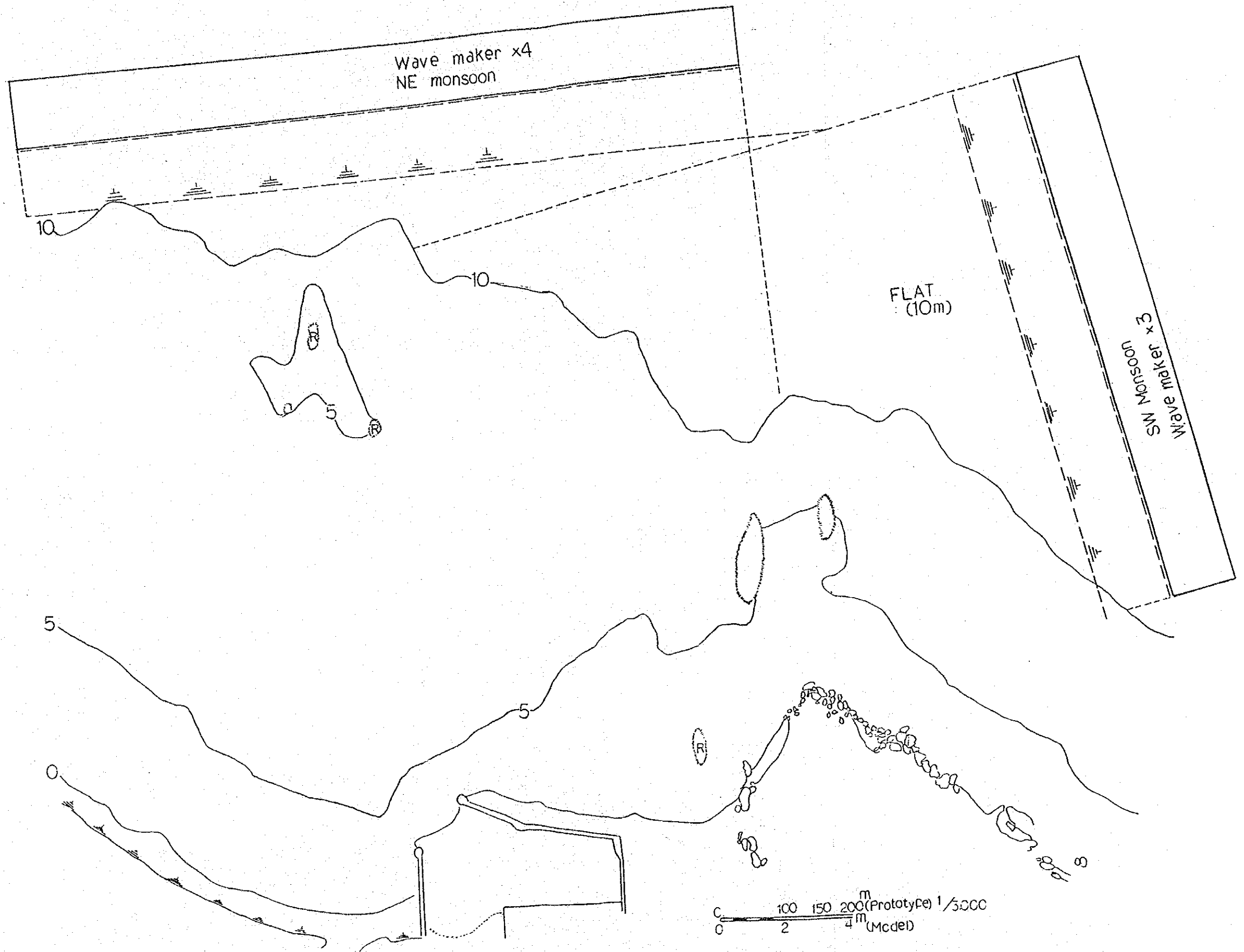


Fig. Area marked for surveying

圖 - II - 21 測量範圍



38m×30m (S=1/50の場合)

図-Ⅱ-22 模型地形配置案

の人工波を作用させねばならない計算になる。模型実験は通常色々なケースについての検討を要するので期間的制約が有る場合には移動床実験は実験スケジュール等からみても難点がある。だからといって、時間節約のため波の作用時間を短くしたのでは固定床実験と変りない。

固定床模型においては砂の堆積状況を季節によって設定する必要がある。即ち、南西モンスーン期の実験をするにはその後半の主防波堤前面に堆砂し、港内に砂が溜りはじめた状態の海底地形を再現し、北東モンスーン期の実験には北東期後半の海底地形を再現することが必要である。

しかし、現状施設での堆砂状況は従来の汀線の観測等から推定できるが、現状以外の新設構造物周辺の各季節の海底地形は数値計算と今迄の経験的知識としての堆積パターンを組み合わせて推定する必要がある。

3) 模型波

模型に用いる波は現地の南西モンスーン期及び北東モンスーン期の波の性質を代表する不規則波を用いることが望ましい。

波浪等の今後の現地調査によって更に確認する必要があるものの、2回の現地調査によって観察された流れ及び波の状況から判断すると、北東モンスーン期の港内への砂の侵入は南西モンスーン期に比べて少なく、かつ、突堤等により阻止できる可能性が高いと推定されることから、主に南西モンスーン期について対策を検討する必要がある。

従って、模型実験の効率的実施の観点から、模型実験においても南西モンスーン期について先に対策案を選定し、北東モンスーン期については南西モンスーン期の良好な対策案をチェックする実験を行なう様にするのがよいと思う。

また、水槽実験においては不規則波を用いるのが望ましい。もし規則波を用いると、次の理由により港内侵入土砂量を過少評価する恐れがある。

すなわち規則波では群波に原因するサーフビートが発生しないため、港内水の共振も発生しない。従って、共振に伴う流れによる港内への漂砂の侵入や、キリング漁港で見られたような堆砂位置の特徴が現われない可能性が強い。キリング漁港においては周期70秒の港内振動が岸壁東端から泊地に延びるトンボロの形成を促進したものと思われる。また、ス国ベルワラ漁港においては波高約5cmの港内振動が観測され、これにより0.35m/sの港口流速が発生すると推定された。これは潮汐による流れ(0.01m/s)に比べて遥かに大きく、この要素を抜きにしては港内の堆砂は推論しえないとしている。

したがって、この実験波を決めるためにも現地海岸での波浪観測が必要である。

3-3-4 改修方法案の提案

大量の漂砂が汀線沿いに発生し、その方向が季節により正逆反転するという条件で検討に値すると思われる港形の基本的考え方を述べる。なお、この配置案の前提として、港口幅を50mと想定し、かつ、北東モンスーン期の港内静穏度の改良も合わせて取りこんだ。

(1) 南西モンスーン期に砂を溜める方策 (改良案1、2 図-II-23、24)

突堤や離岸堤で漂砂を止めて漂砂の上流側の浜に砂を溜めると、下流側が堆砂しないようにできるがその容量が一杯になると効果が無くなる。従って、漂砂の卓越方向が一定している場合には良策とは言い難い。例えば、主防波堤の先端で砂を止めると、それとキリング岬間の砂浜 (約400m) が前進するであろう。南西モンスーン期に12万m³の砂がその間に溜ったとすると、平均砂層厚を4mとして、 $120,000 / (400 \times 4) = 75m$ 75m分汀線が前進することになる。この状況の変化に伴って、北東モンスーン期には逆の流れにより、キリング岬を越えて砂が戻ることを期待した配置案である。しかし、南西モンスーン期の漂砂が卓越する場合は、数年後には浜が砂で飽和状態になり、主防波堤先端を廻る漂砂が生じるであろう。

改良案1は主防波堤先端を廻った砂が港内へ向かうのを阻止する対策として副防波堤先端付近に島堤を設けている。

改良案2は主防波堤前方の島堤により砂を止め、堤下流側の侵食作用を利用すると同時に、北東モンスーン期の掃流力を強めることを想定したものである。

(2) 南西モンスーン期に砂を流下させる方策 (改良案3、4、5、6 図-II-25、26、27)

これらの案は漂砂を積極的に流下させ、港口を通過するよう配慮した配置案である。

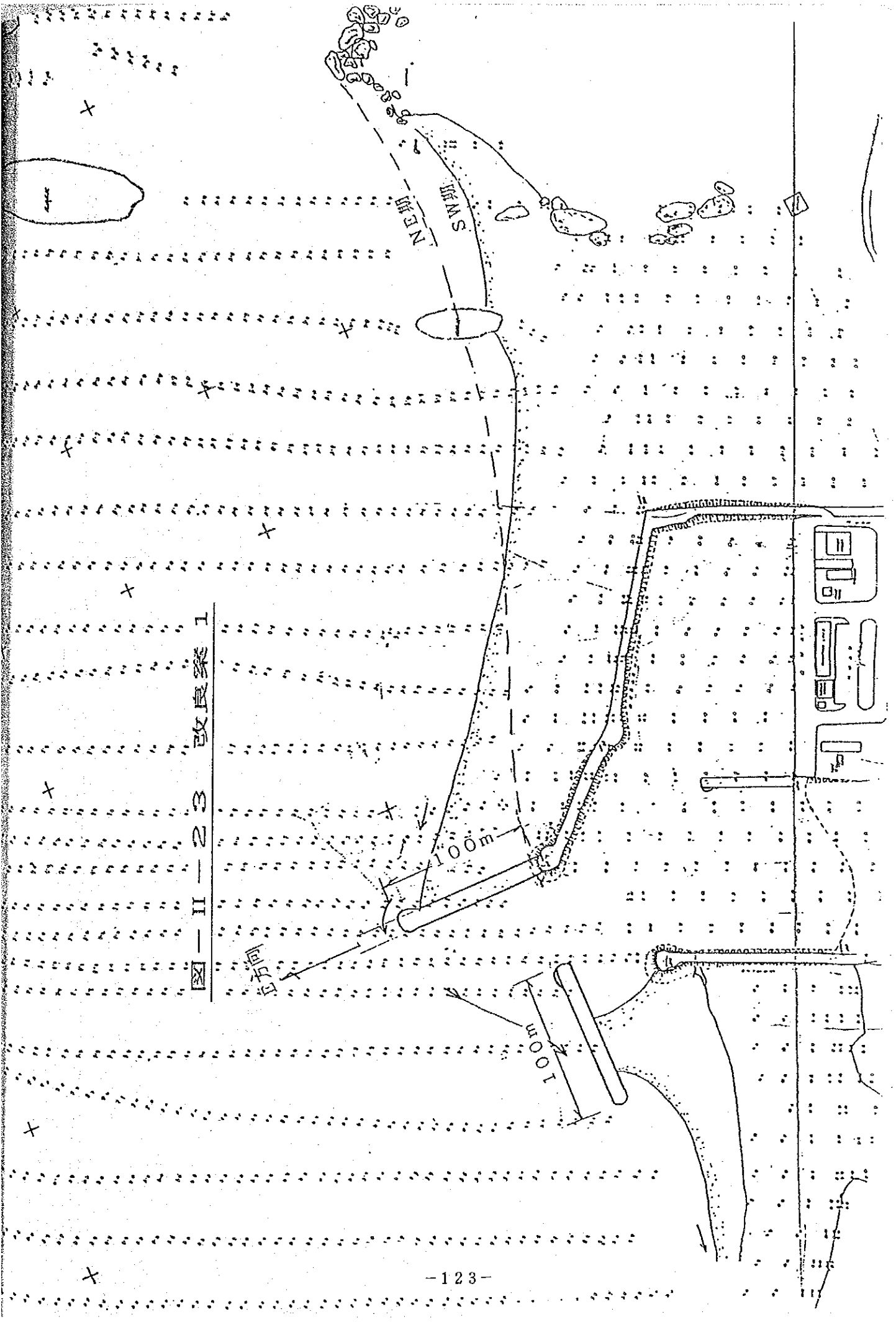
改良案3は主防波堤の先端を直線的に伸ばした案であり、波との角度からみて、砂は流下するであろう。

改良案4は主防波堤を延長する際に沿岸流速を防波堤先端部で速めるように、先端部を汀線と平行にした (寝せた) ものである。

改良案5はハの字型の島堤を造り、その開口部から、離岸流を発生させ、航路部の水深維持を図ろうとするものである。このハの字堤については潜堤として波の打ち込みにより沿岸流を増大させる案も考えられる (改良案6 図-II-27)。

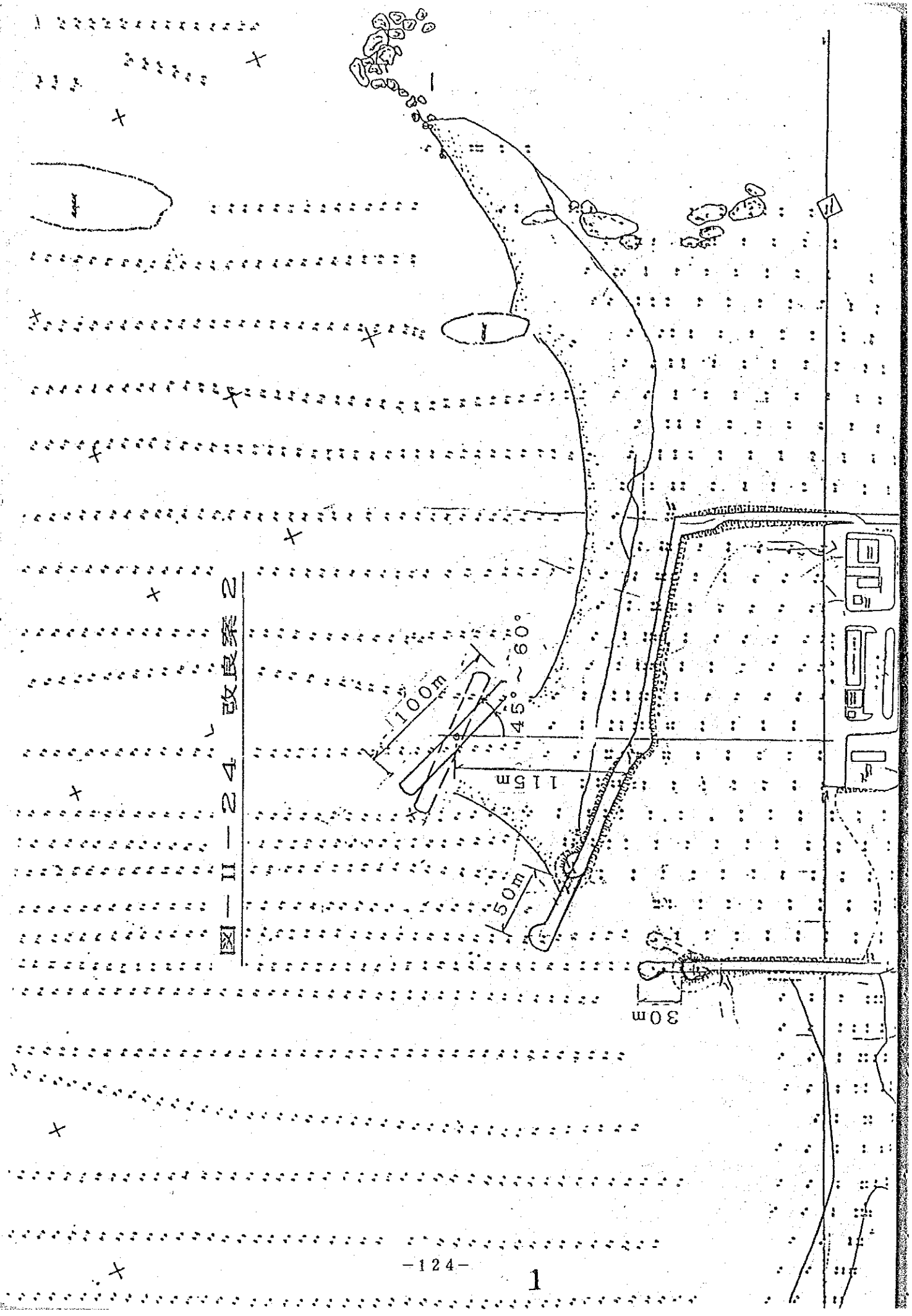
(3) 北東モンスーン期対策 (改良案7 図-II-28)

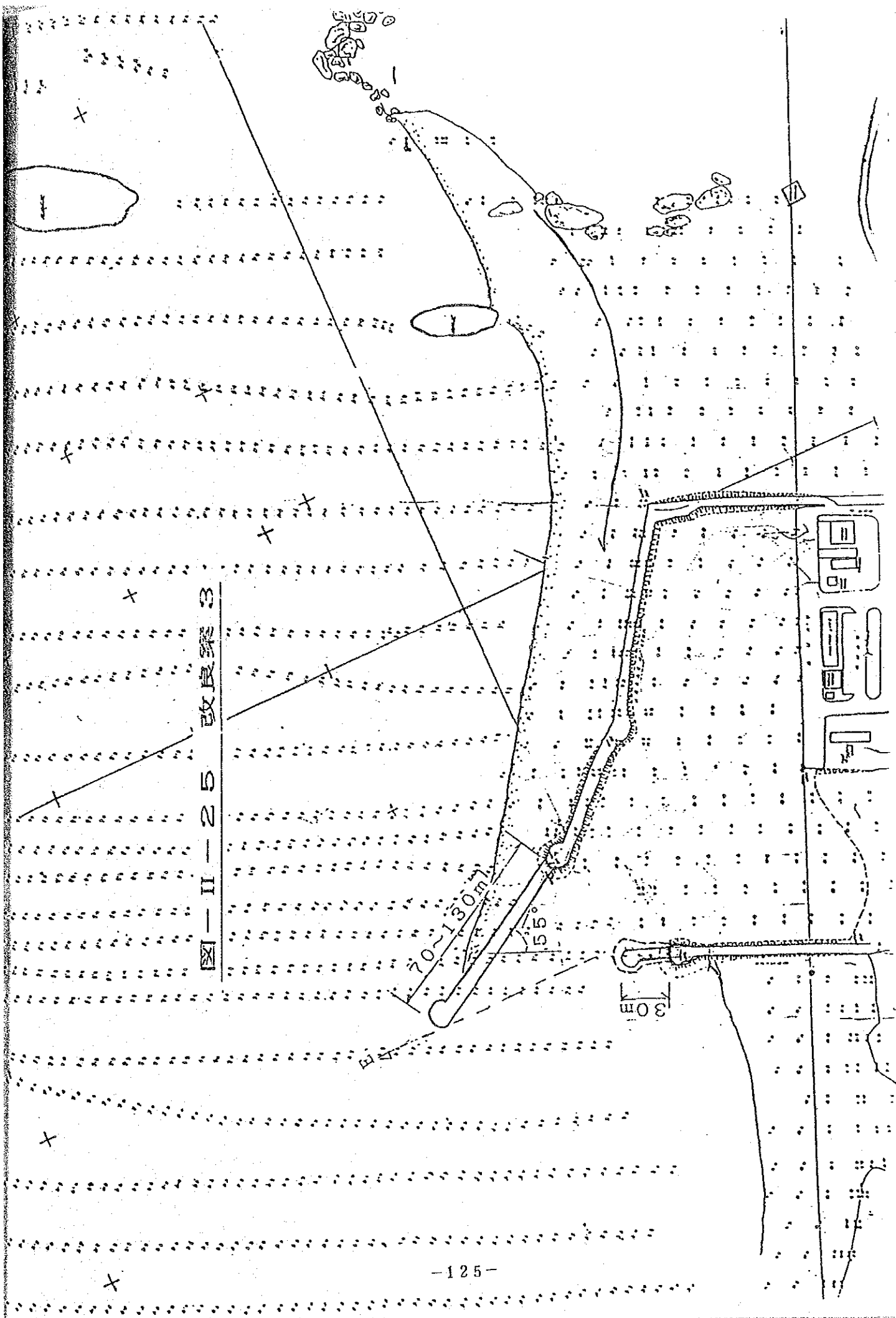
北東モンスーン期には副防波堤の外に砂が溜り、その汀線が前進している。この副防波堤を越えて大量の漂砂が南西側へ移動している形跡は見あたらない。逆のモンスーン期には、汀線はまた侵食されている。また、付近一帯は侵食性海岸であると報告されている。これらのことから、この副防波堤付近で砂を止めても一方的な汀線の前進にはつながらないと思われるので、副防波堤の延伸は砂を阻止する方策として効果がある。副防波堤の現在の長さでは北東モンスーン期の港内への砂の廻りこみを防ぐには不安があるので、できるだけ伸ばしたいところであるが、港口の航路幅との関係から30m程度が限度であろう。従って、改良案7のような傾いた低天端の離岸堤を造って砂を止めるようにする。この離岸堤の配置を汀線と平行にしない理由は南西モンスーン期の高波時には、その防砂機能を弱めて漂砂を流下させたいためである。



图—II—23 改良案 1

图一 II-24 改良案 2





图—II—25 改良案 3

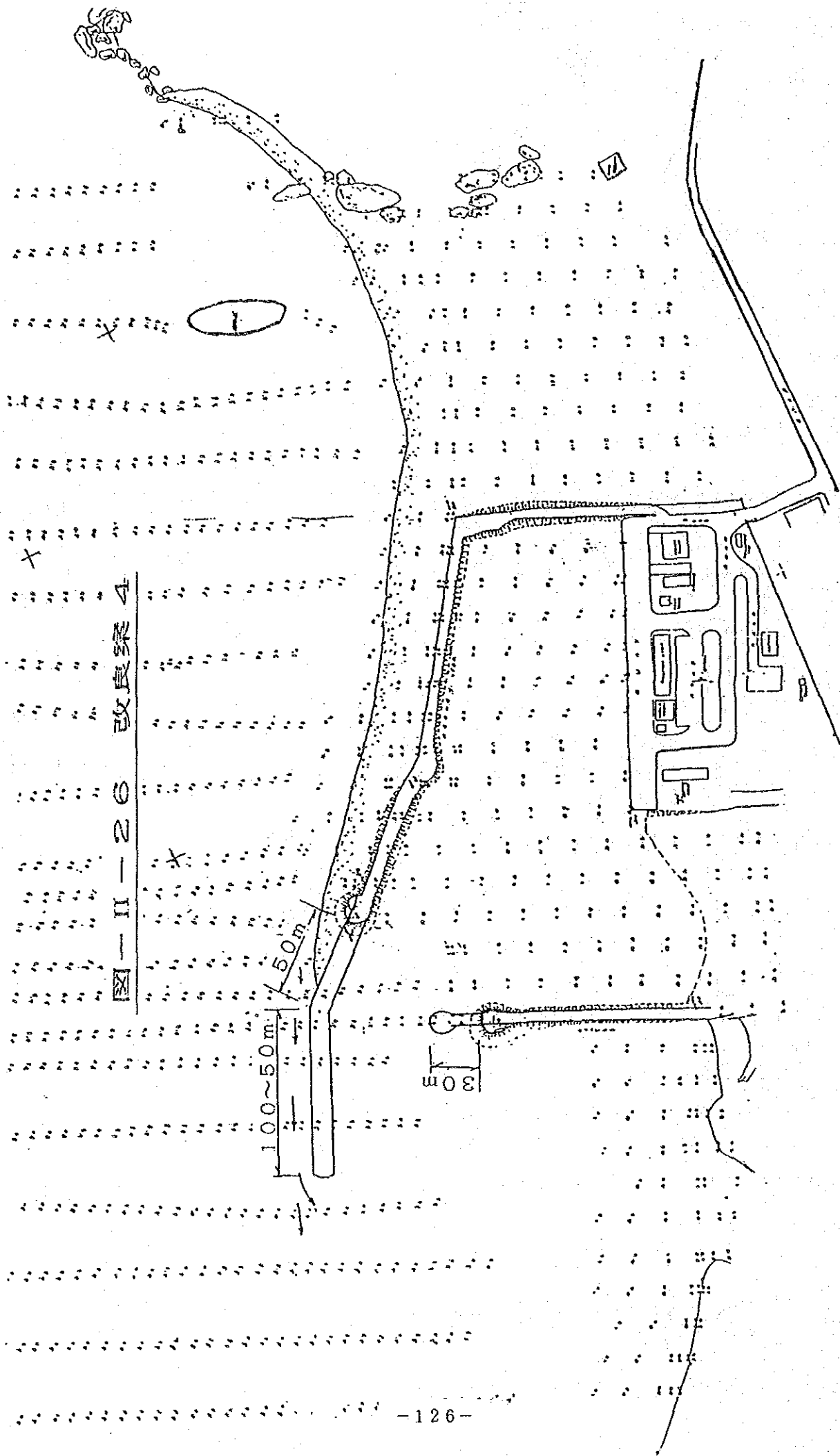
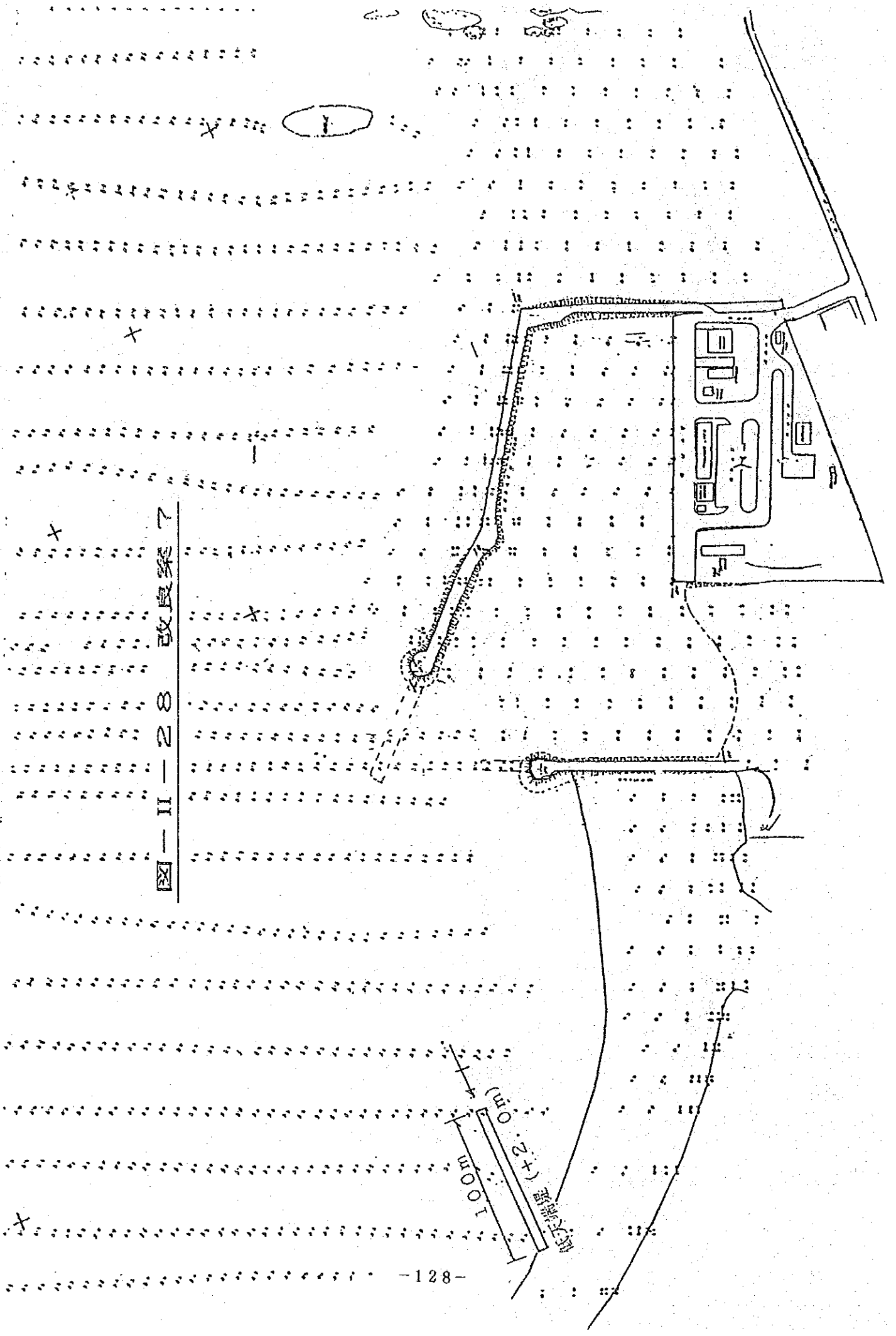


图- II - 26 改良案 4

图- II - 28 改良案 7



3-3-5 実験結果の現地への適用

現地調査、模型実験、電算機による数値実験等により検討するとしても、漂砂は海岸工学において最も解明の遅れている分野の一つであり、それらによる検討結果が直ちに現地に計画されるのではなく、堆砂問題に関する十分な経験と技術的裏付けを持った技術者による在来の類似例、応用可能事例等との慎重な比較検討がなされなければならない。特に、日本では、規模的に類似した港も数多くあるので、それらについて調査検討するとともに、諸外国における事例等も参考にすることが望まれる。

なお、資料5-7に日本における数港の漂砂対策実施例を添付する。

3-3-6 ランカ水理研究所の業務内容等について

LANKA HYDRAULIC INSTITUTE LIMITED の概要については、前回のフォローアップ調査報告書に述べられている。今後の調査との関連でこれに補足するため、その業務内容等について調査を行なった。

(1) 業務内容

- 港の模型実験
- 防波堤護岸の安定性の実験
- モデルや現地調査による海岸過程や堆積の研究
- 現地調査
 - 音響探査及び音響測深
 - ウォッシュ・ボーリングや底質採取
 - 波浪・セイシュ(Seiche)・潮汐・流れの観測
- 設計コンサルタント
 - 海岸保全・海浜開発・干拓・港湾・運河・
 - ラグーン湖口・錨地・河川制御工
- 土木開発計画に関する水面の調査及びコンサルタント

(2) 設備・機器

〈現地調査用計測装置〉

- 波高計 (Datawell製、ウェーブライダーとデータロガー) : ブイの加速度検出方式、精度 0.065~0.5Hz で測定値±3%、無線送信式
- 波高・潮位計 (DNW-5) : 水圧検出方式内臓磁気テープ記録式、直線性±0.3% FS
- 流向流速計 (アンデラー製、RCM4) : ロータ式磁気テープ記録方式、計測範囲 2.5 ~ 250cm/s、精度測定値±2% or ±1cm/s、サンプリングインターバル 0.5~180min.)
- 直読式流速計
- 潮位計 : フロート式チャート紙記録式
- 塩分水温計

〈現地調査用測量機械〉

- 音響測深器 (DE719B) : 4レンジ 61.5mまで精度±0.5%
- 位置計測システム (モトローラ製・ミニレンジⅢシステム) : 精度±2m,
範囲 0~37kmまで
- 採泥・採水装置
- 光学距離計 (WILD製 DISTOMAT D14L) : 精度±5mm/km 0~5 kmまで
- その他陸上測量機器

〈現地調査支援設備〉

- 測量用ポート
- パソコン (HP9845B) : 実験用と共用しているものと思われる

〈室内実験調査用設備〉

- 平面造波水槽 : 36×25×0.85m(水深)
潮流発生装置付 : 75kw ポンプ
- 移動式不規則波発生装置 (4台) : 油圧式サーボ方式、シリンダー長 400mm
 $V_{max} = 1.14\text{m/s}$, $F_{max} = 1400\text{kps}$
造波板 @5.5m×0.73m(H)
- 造波水路 : 30×0.8×1.0m (不規則波発生装置は一部平面造波水槽と兼用)

〈室内実験用計測器・解析機器〉

- 波高計 : 容量式波高計
- 船の変位計 : ポテンシオメーターゲージ
- ストレンゲージ式力量計 : 容量 0~500gr, 2kc/s、精度<2%
- 多チャンネル波浪解析装置 (HP製マイクロコンピュータ-9845B) :
8 Kワード、アナログ入力32チャンネルで300Hz
ソフト : 1 波浪解析 (代表波の計算) プログラム
2 スペクトル解析プログラム
- シルテーション・アナライザ・システム

(3) 調査結果

以上の施設・機器の内容・事業内容及び団とのディスカッション・各種の報告書から判断すると、LHIは、海岸の調査についての技術的能力は十分に有している。しかし、波向計は保有してなく、波高計の数も不足しているものと思われる。一方、水槽模型実験装置についても不規則波発生装置をもった優秀な設備を備えており、また、模型実験の技術も習熟していると思われる。しかし、数値シミュレーションを行うコンピューター装置やその技術者はいず、デンマークの水利研究所に依頼しているとのことであった。

3-4 キリダ漁港改修計画についてのスリランカ側との協議について

3-4-1 協議事項について

本調査団は、キリダ漁港改修計画に関し、下記の事項について、スリランカ側と協議した。

- ① 浚渫機材について
- ② キリダ漁港の当面の維持浚渫について
- ③ 開発調査について

3-4-2 協議結果について

数回にわたる協議の結果、

- ① 浚渫機材は供与する。
- ② 開発調査を実施する方針とする。
- ③ キリダ漁港の改修については、②の結果を考慮し、日本側で対応する方向で考えている。

については、調査団、スリランカ政府双方で確認した。

また、以下の内容については、継続して協議を進めるべき事項であり、最終結論に達していない。

- ① 浚渫機材の種類及び数量
- ② ①の機材供与後からキリダ漁港改修までの維持浚渫量の負担を誰れが持つのか。

(※なお、この項については付属資料 5-9 キリダ漁港改修計画に関するスリランカ側との協議(概要)を参照されたい。)

4. 第2回キリング漁港フォローアップ調査結果についてのとりまとめ

南西モンスーン期に行なわれた第一次フォローアップ調査に引き続き、今回は北東モンスーン期の自然条件等を調査するため派遣された。

種々の条件から調査期間が制約されていた反面、調査項目が多岐にわたったため調査の精度に限界があること、スリランカ政府との間で今後引き続き協議すべき事項が残されていること等の問題はありますが、現時点での調査結果についてとりまとめ以下に述べる。

4-1 北東モンスーン期の自然条件について

現地ではキリング漁港両岸数kmにわたる踏査、漁港及びその周辺での地形の測量と染料の投入による流況調査等を行なった。

(1) 調査結果

- ① 沖合での波向は北東から東にかけてであり、汀線間近でも岸に対しかなり傾斜して入射している。そのためキリング漁港の左岸から右岸へ向かっての沿岸流が、北東モンスーン期には、ほぼ定常的に発生していると考えられる。
- ② 南西モンスーン期に主防波堤前面に堆積した砂の多くは消失している。流況・測量の調査結果から、消失した砂のかなりの部分は漁港の右岸側のポケットビーチの前浜に堆積したと判断されるが、正確には蛍光砂調査等によるより直接的な調査が必要である。
- ③ 南西モンスーン期には、主防波堤沿いに堆積し発達した砂浜の先端部の砂が主防波堤先端を回り港内に流入したが、北東モンスーン期には、そのような現象は現在のところ生じていない。
- ④ 北東モンスーン期には副防波堤左岸の砂浜が大幅に前進し、堤頭部近くまで達しており、その一部は副防波堤先端を回り港内に流入する。その量については、現地調査時の状況が北東モンスーン期の平均的状況であったとしてよければ、波の状況、港口付近の濁り、副防波堤外側及び港口部での堆砂状況などから判断して、南西モンスーン期よりかなり少ないと推定されるが、調査浚渫として民間会社により自主的に開削された港口部が短期間に閉塞されたこともあり北東モンスーン期の漂砂量についてはなお議論の余地があるので、今後の詳細な調査による確認が望まれる。
- ⑤ 南西モンスーン期の調査において、主防波堤先端から沖合へ流出した砂が北東モンスーン期の波で港口前面に押しもどされ堆積する可能性が指摘されたが、今回の調査では、そのような現象が生じたと考えられる証拠は見出せなかった。

(2) 結論

巨視的に見て、

- ① キリング周辺では波、沿岸流、砂移動等の方向が南西モンスーン期と北東モンスーン期では反転する。
- ② 現在までの調査結果からは、砂移動は岸沿いの移動が岸沖向きの移動よりはるかに

大きいと考えられる。

- ③ キリング周辺の海岸は全体的傾向として侵蝕性海岸であると報告されている。等のことから、港内への砂の侵入を大幅に減少させるような対策を見出せる可能性はかなり高いと考えられるが、具体的対応策の策定には、より詳細な現地調査と、その結果にもとづく模型実験等の実施が必要である。

4-2 浚渫機材について

浚渫機材については

- ① キリング漁港改修までのつなぎとしての浚渫能力を持ち、かつスリランカ南岸の漁港の維持補修にも使用できること。
② 機材の維持管理をスリランカ政府が適正になしうるものであること。
等の観点から検討した。

検討の結果、現在スリランカ政府漁港公社局の所有するボキリッサ（自航式グラブホッパー船、1.4m³グラブ、190m³積）程度の浚渫船に何種類かの陸上機械を付加した組み合わせが最良と判断された。

(1) 理由

- ① キリング漁港を利用するための必要最小限度の浚渫に最も経済的に対応できる。
② スリランカ南岸の漁港の多くは港として完全でないため、できるだけ耐波性の高い機種が港内作業に適している。
③ 陸上の主要道路の整備が不十分なうえ、漁港への進入路が未整備の箇所も多く、陸路での大型機材運搬には制約が大きい。
④ 砂浜の他、サンゴ礁性の海岸もあるので、そのいずれにも対応できることが望ましく、グラブ船であれば硬土盤用のバケットの併用で対応可能である。
⑤ 海上静穏日数が少ないため、運搬、土捨、回航等がある程度の荒天でも可能な機種が良い。
⑥ 現在スリランカで所有している機種と類似している方が乗員の訓練、交替、あるいはドック入りによる休止期間中の作業船のやりくり、さらには維持補修作業の共通性等の観点から好ましい。
⑦ スリランカの漁港における主要施設である防波堤の多くは捨石堤であり、波浪により捨石の脱落、堤体の一部破損等が今回調査した漁港のいくつかで身受けられたが、これらに対する維持補修作業等浚渫以外にも多目的な利用ができる。

(2) 陸上機械

陸上機械については

- ① 場所によっては陸上部からの掘削が必要であること。
② 陸上と海上の双方の作業を組み合わせることによって効率的に浚渫出来ること。
③ ごく局所的な浚渫等で陸上から掘削可能な場所では、そのほうが経済的な場合もある。

ること。例えばドラックラインを使用したキリングダ漁港における陸上からの維持浚
渫も考えられる。

- ④ 防波堤の補修等の作業は陸上機械と海上機械の組合わせによらなければならないこ
と。

等から作業船と併せて供与する必要がある。

なお、現有船ボキリッサの使用実態から考え、スリランカ側には供与後の波漂船等建
設機械の維持管理および適切な運用については、技術的な面では、十分その能力がある
と考えてよい。しかし予算的対応については更にスリランカ側と協議する必要がある。

4-3 今後の調査について

今回の調査におけるスリランカ政府との協議においてキリングダ漁港に係わる開発調査を
実施する方針で今後の作業を進めることで合意しているので、今後の調査について2回に
わたったフォローアップ調査の結果をもとに見解を述べる。

キリングダ付近の自然条件の特色を日本の沿岸と対比させながら眺めると

(1) 波高

(キリングダ) 季節風(モンスーン)によるかなり定常的な波で、それほど大きくない波
が長期間一定方向から来襲し、その方向が1年2回お互いに反対方向に変
化する。波高1m以下の静穏な時期は季節の変り目以外殆ど期待できない。

(日 本) 太平洋側は台風、日本海側は冬季季節風、両側で春先には台湾坊主と俗称
される温帯低気圧による激浪が発生するが、それ以外の時期は静穏な日も
かなりある。また、波の来襲方向は必ずしも一定せず時々刻々変化する。

(2) 汀線近くの波向

(キリングダ) 海岸に対しかなり傾きをもちつつ、一定方向で長期間続き、季節によりそ
の方向が反転する。

(日 本) 沖合の波向が時々刻々変るのにつれて汀線近くの波向も変化し、一定しない。

(3) 砂の性質

(キリングダ) 堅く、比重の重いものが多い。

(日 本) 場所によって異なるが、一般にキリングダに比べれば、軟らかく比重の軽い
場合が多い。

(4) 漂砂の移動状況

(キリングダ) 砂移動の範囲は沖向きには比較的汀線付近に限定されるが、汀線沿いには
非常に広範囲にわたり同一方向へ移動し、その方向は季節風の変化に伴い
反転し、毎年かなり規則的な変化である。

(日 本) 台風等極端に大きな波が存在するときにはかなり沖合まで砂移動の範囲が
拡大するが、その継続時間はそれほど大きくない。砂移動は一時的な大量
移動である場合が多く、地域的に限定されることが多い。また、年により
砂の移動量、移動状況は大幅に異なる。

等の特徴があり、これらを十分に念頭に置いたうえで検討してみると、今後の開発調査のような詳細調査の実施により適切な対策案は見出せると判断してよいと思われる。

しかし、漂砂問題は海岸工学において最も解明の遅れている分野の一つであって、一般の構造物の調査・設計のように設計基準等一般化されているマニュアル通りに行えば大過のない成果を得られるものとは異なり、この問題に対する十分な知識と経験を持った技術者や研究者による調査結果の分析と国内、国外の在来の類似例、応用可能例との慎重な比較検討を必要とする分野である。

例えば、水槽模型実験、数値シミュレーション等を行うにしても限られた時間的制約の中でそれらの実験やシミュレーションにおける制約条件や結果の適用限界等についての確かな理解を持ちつつ多くの実験ケースを処理する必要がある。

従って、漁港の漂砂問題に関し高い水準を持つ公的研究機関等の協力を十分に得られるような体制のもとで今後の調査を実施することが望まれる。

附 属 资 料

資料5-1 会見者リスト

月/日	会見場所	会見者名	所属先名
3/4	JICAスリランカ事務所 "	橋口次郎 雨貝哲雄	JICAスリランカ事務所長 " 所員
"	在ス日本大使館	丸山和彦 雨貝哲雄	在ス日本大使館一等書記官 JICAスリランカ事務所員
3/5	漁業省	Mr. S. R. Amarasinghe	Director, Coast Conservation Dept. Ministry of Fisheries
"	漁業省	Mr. Aloy W. Fernando Mr. Cloude Fernando Mr. Ivan Yunawasuasooeiya Mr. M. P. B. V. Salgado 丸山和彦	Additional Secretary, Ministry of Fisheries Director, Planning & Programming Chief Engineer, CFHC Civil Engineer, CFHC 在ス日本大使館一等書記官
"	漁港公社	Mr. Ivan Yunawasuasooeiya Mr. M. P. B. V. Salgado	Chief Engineer, CFHC Civil Engineer, CFHC
3/11	ランカ水理研究所	Mr. H. J. M. Wickremeratne Mr. P. D. Chandrawansa Mr. S. Maheswaran Mr. Claus Iversen	General Manager (Operations) " Senior Hydraulics Engineer Consultant
"	漁業大臣公邸	Mr. Festus Perera Mr. Aloy W. Fernando	Minister Additional Secretary (Technical)
3/12	漁業省	Mr. Aloy W. Fernando Mr. S. Wewalwala Mr. Ivan Yunawasuasooeiya Mr. M. P. B. V. Salgado 丸山和彦	Additional Secretary (Technical) Director (Development) Chief Engineer, CFHC Civil Engineer, CFHC 在ス日本大使館一等書記官
"	Ministry of Finance and Planning	Mr. Werapana	Director, Dept. of External Resouvcas
3/13	JICAスリランカ事務所	橋口次郎 雨貝哲雄	JICAスリランカ事務所長 " 所員
"	在ス日本大使館	丸山和彦	在ス日本大使館一等書記官

資料5-2 日程表

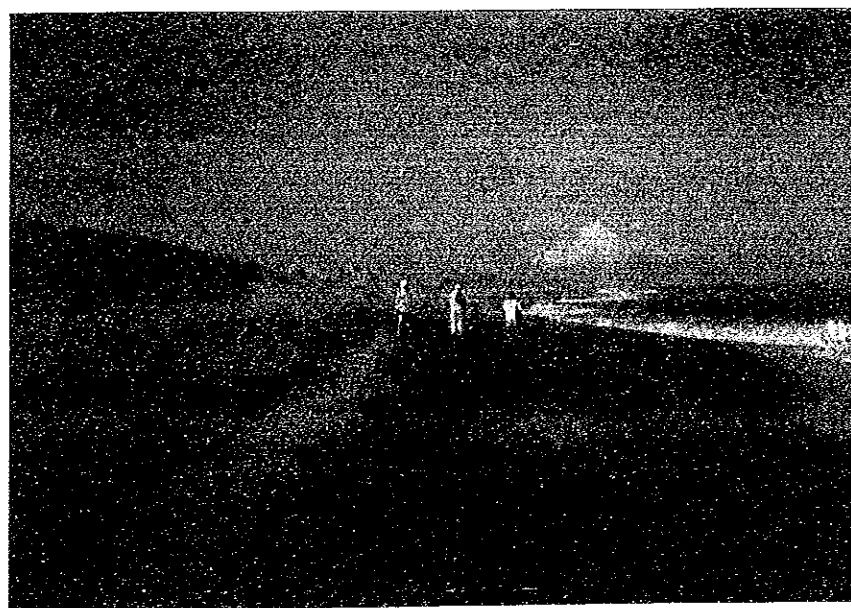
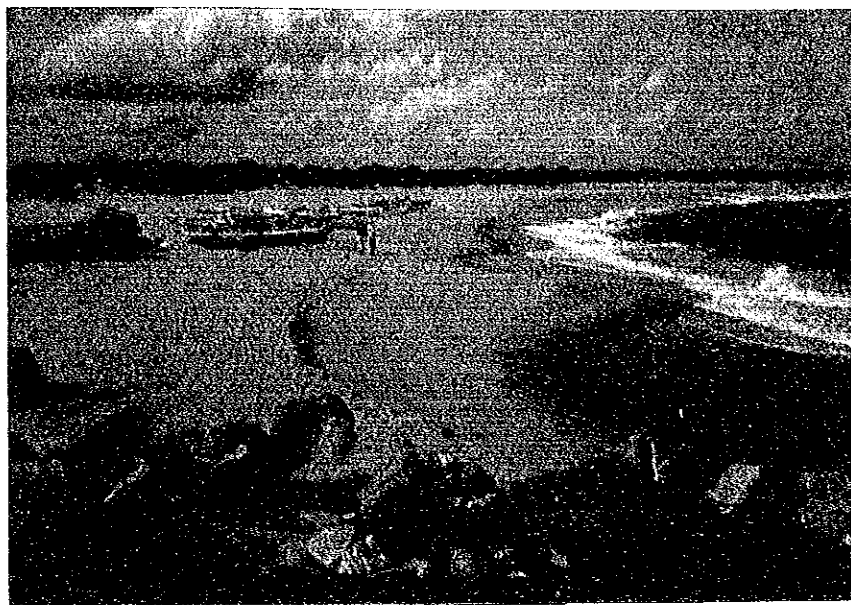
日順	月日	曜日	工 程	時 間	調 査 内 容	宿 泊 地
1	3/3	火	SC05 11:45/19:30. SR163 20:30/21:30 東京→シンガポール→コロombo		移 動	コロombo
2	4	水		9:00 -10:45 11:00 -18:00 14:00 -18:00	JICAとの打合せ 大使館との打合せ ネゴゴンボ漁港及びDir川でポンプ船カワイヤ号の視察	"
3	5	木		9:00 -12:00 14:00 -14:30 14:00 -17:00	漁業省との協議(調査概要の説明、資料提出依頼、今後の日本側の対応についての説明) ①漁業省 Coast Conservation Dept より情報収集 ②漁港公社との提出要求資料について説明打合せ	"
4	6	金	コロombo → Panadura → Beruwāra → Balapitiya → Hikkaduwa → Galle → Mirissa → Kottegoda → Puranawella → Tangalle → ハンバントータ	6:30 -18:30	コロombo、ハンバントータ間の9漁港を視察	ハンバントータ
5	7	土	ハンバントータ → キリнда	8:00 -19:00	①キリндаダダ漁港北及び南部沿岸を各3kmづつ踏査 ②キリндаダダ漁港内外及び周辺の深淺測量	"
6	8	日	ハンバントータ → キリнда	8:00 -19:30	①キリндаダダ漁港周辺3ヶ所で染料を用いた潮流等の調査 ②キリндаダダ漁港内外及び周辺の深淺測量	"
7	9	月	ハンバントータ → キリнда	8:00 -18:00	①キリндаダダ漁港周辺での染料を用いた潮流等の調査 ②キリндаダダ漁港内外及び周辺の深淺測量、キリндаダダ河口の踏査	ハンバントータ
8	10	火	ハンバントータ → ラトナプーラ → コロombo	8:00 -16:30	移 動	コロombo
9	11	水		9:00 -12:00 12:30 -13:30 14:00 -14:30 17:30 -19:00	ランカ水理研究所視察 在ス日本大使館ト部参事官主催屋食会 漁業大臣への表敬訪問 団内会議	コロombo

日順	月日	曜日	工 程	時 間	調 査 内 容	宿 泊 地
10	12	木		9:00 -12:30 14:00 -14:30 16:00 -17:00 19:00 -22:00	漁業省への調査結果報告 外国援助局への調査結果報告 漁業省との交渉機材についての最終打合せ 調査団主催のパナーティー	"
11	13	金		9:30 -10:45 11:00 -12:00 12:30 -14:15	JICAへの調査結果報告 大使館への調査結果報告 漁業省主催のパナーティー	"
12	14	土	UL422 コロンボ→バンコック		移 動	
13	15	日	JL476 バンコック→東京		帰 国	

資料 5 — 3

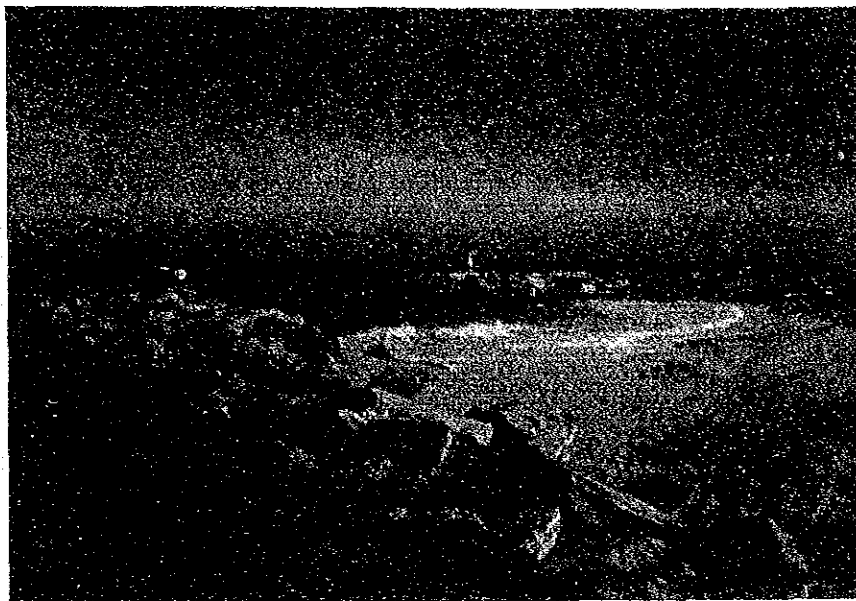
現地海岸状況写真

5 - 3 現地海岸状況写真



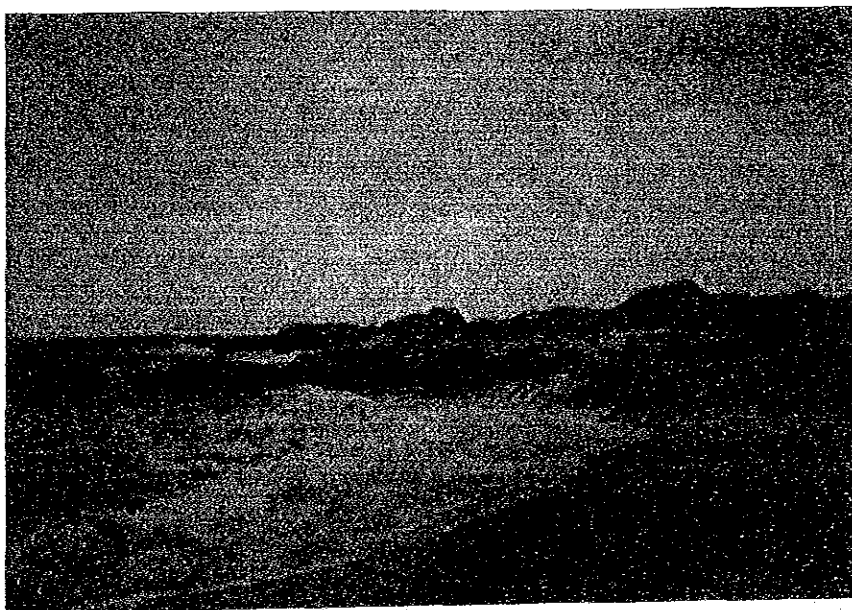
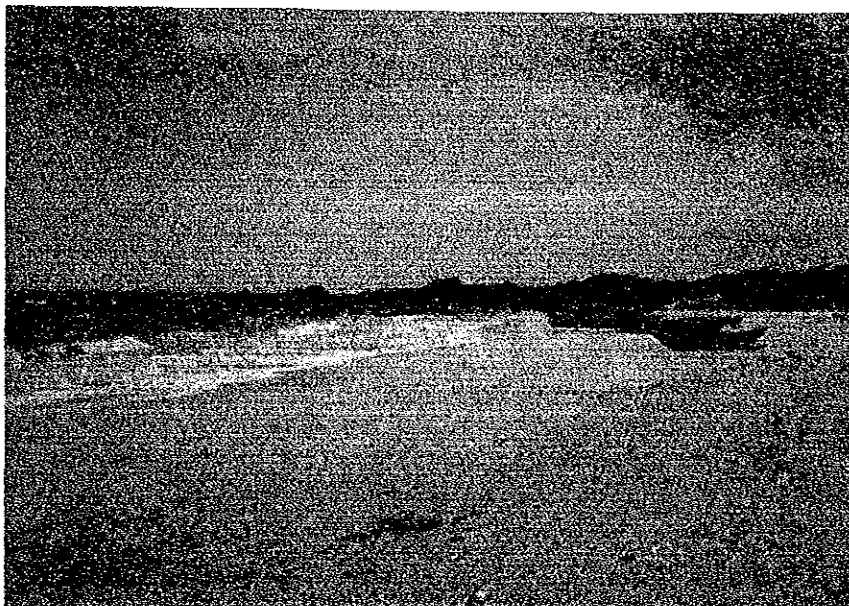
漁港左岸（東北）側の浜の状況

写真上：漁副堤付近，写真下：漁港より北東約2 km地点



漁港内の堆砂状況

写真上：副堤より港口を望む，写真下：主防波堤堤頭部より港内を望む



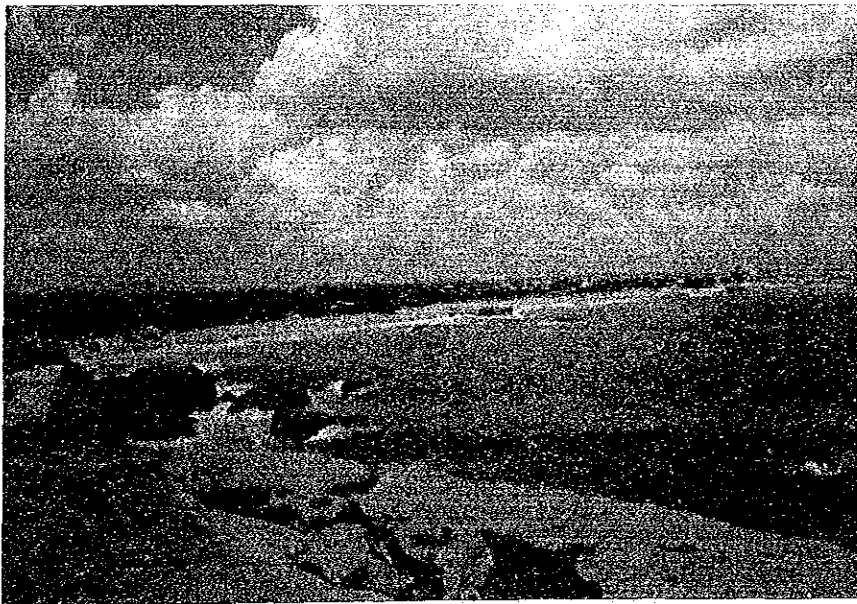
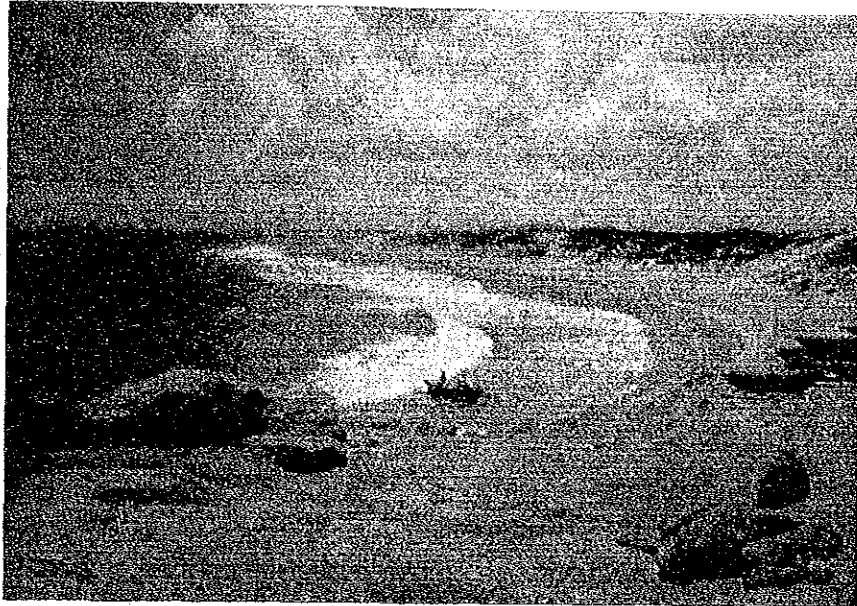
漁港右岸側（ポケットビーチ）の状況

写真上：ポケット部にできた砂浜，写真下：キリンダ岬へ続く砂浜



キリンダ岬～ドラバ岬の浜の状況

写真上：キリンダ寺より西を眺める，写真下：浜崖（落差1.5 mに達する所もある）



ドラバ岬よりの眺望

前年9月より南東の浜(写真上)はへずられ、北東の浜(写真下)は堆積している

