

図 5 - 1 - 11 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況 (半島東海岸中北部: Merchang ~ Merang)

Setiu川河口の位置を図5-1-12に示す。この図からわかるように、Setiu川は海岸線とほぼ平行した流路を持ち、その一部に河口があることがわかる。河口の状況を写真14に示す。ここでも、河口部にはバリア状の砂州が形成されていることがわかる。バリア状の砂州上に僅かに河口が開かれている。また、河口のすぐ陸側には、上げ潮時に形成される堆積地形がみられる。

b) Kg. Peng. Batangの中小河川の河口

Kg. Peng. Batangを流れる中小河川の河口の位置を図5-1-13に示す。また、河口の状況を写真15に示す。河口は小高い丘に挟まれた位置にあり、丘の背後には小規模なtidal poolがみられる。河口砂州がみられるものの、河口はかなり開いている。

c) Besut川河口

Besut川河口の位置を図5-1-14に示す。また、河口の状況を写真16に示す。河口部には比較的広いtidal poolがみられ、中小船舶の停泊、舟運に利用されている。また、河口部の土地利用はかなり進んでいる。河口右岸から北に向かい砂州が延びており、河口はかなり浅くなっている様子がうかがわれる。

d) Semerak川河口

Semerak川河口の位置を図5-1-14に示す。Semerak川は河口近くで南向きに大きく湾曲し、しばらく海岸と平行して流れ、再び湾曲して河口とつながっている。河口の状況を写真17-1に示す。河口部の河道はかなり広く、tidal poolとなっているようである。しかし、河口は砂州により狭められ、かつ、かなり浅くなっていることがわかる。写真17-2は、河道湾曲部と海岸の間を開削することによりショートカットし、新たな河口位置を固定するための導流堤を建設している状況を示している。

e) Kemasin川河口

Kemasin川河口の位置を図5-1-15に示す。Kemasin川は海岸と平行した流路を持っていたようであるが、現在では流路を固定するための護岸、導流堤の建設が進められているため、ほぼ直線状の河道となっている（写真18）。写真にみられる河口導流堤が北向きの沿岸漂砂を遮断するため、導流堤の南側で堆積、北側で浸蝕を生じている状況がよくわかる。

f) Peng Datu川河口

Peng Datu川河口の位置を図5-1-15に示す。Peng Datu川は比較的広い流域を持つ中規模河川であるが、河口閉塞に対処するため、Kemasin川と同様に護岸、導流堤の建設が進められている（写真19）。写真の状況はKemasin川河口と酷似しており、河口導流堤の沿岸漂砂阻止により、導流堤の南側で堆積、北側で侵蝕を生じている。

g) Kelantan川河口

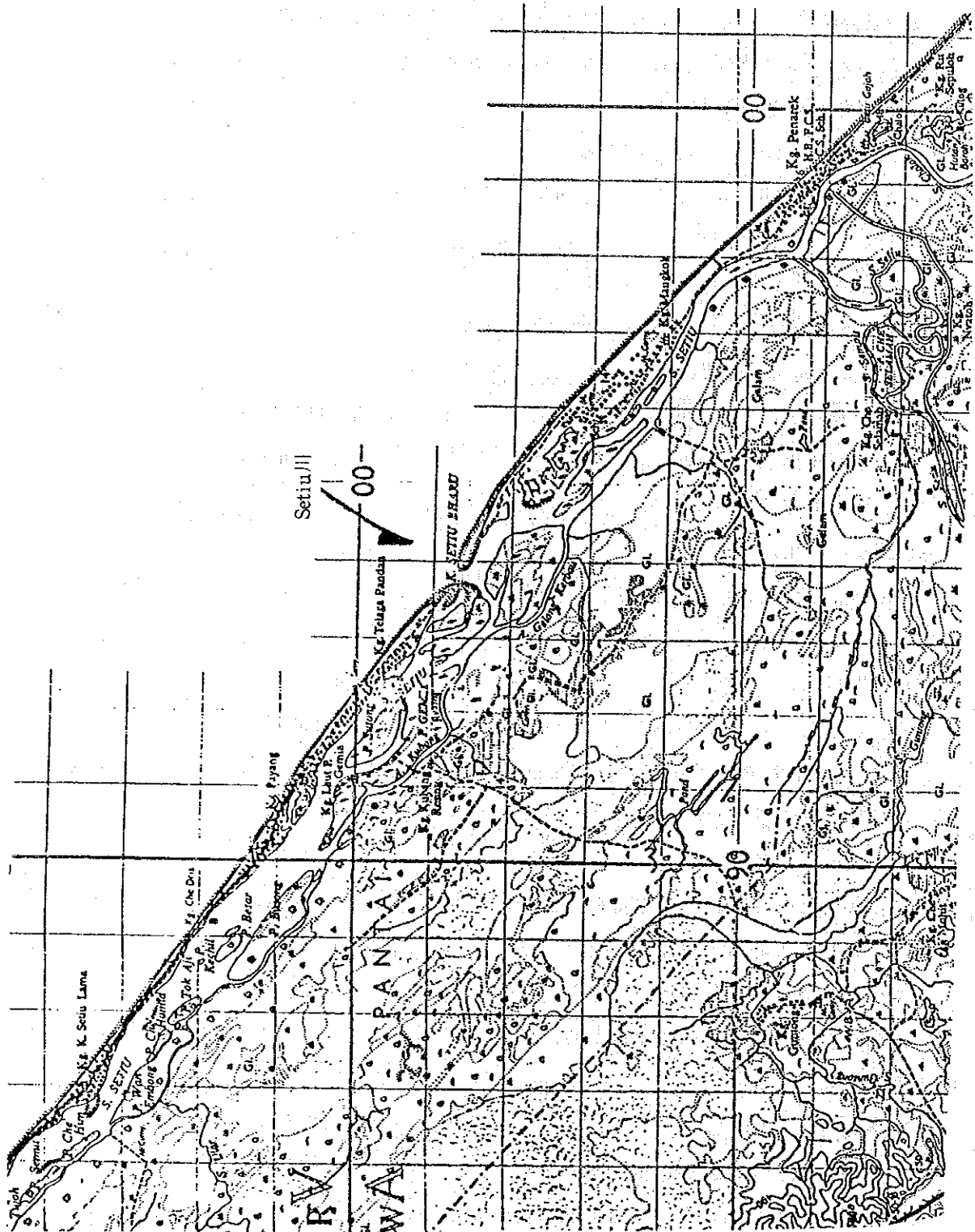


図 5 - 1 - 12 Setiu 川河口の位置

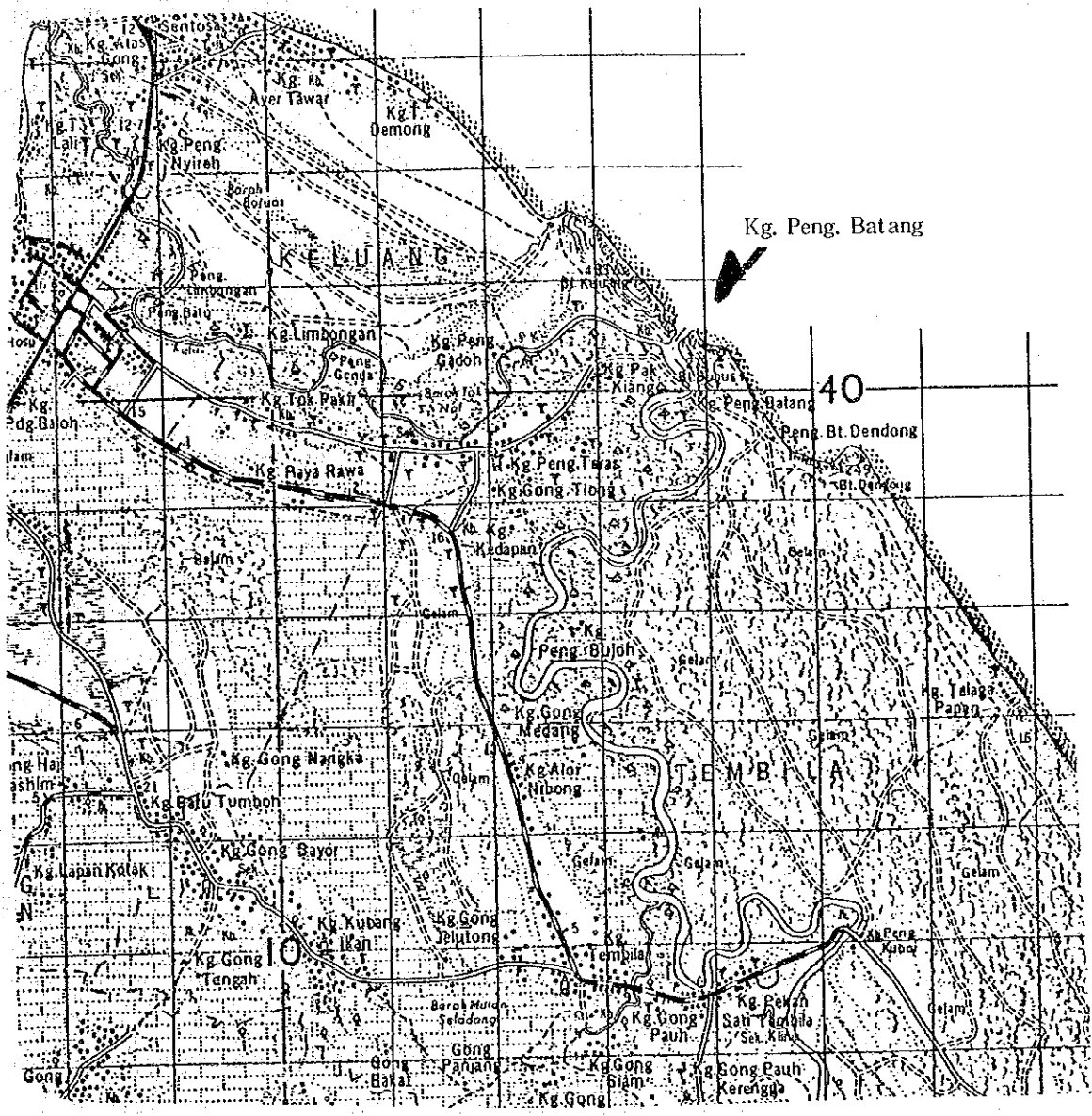


图 5 - 1 - 13 Kg. Peng. Batang の河川 の位置

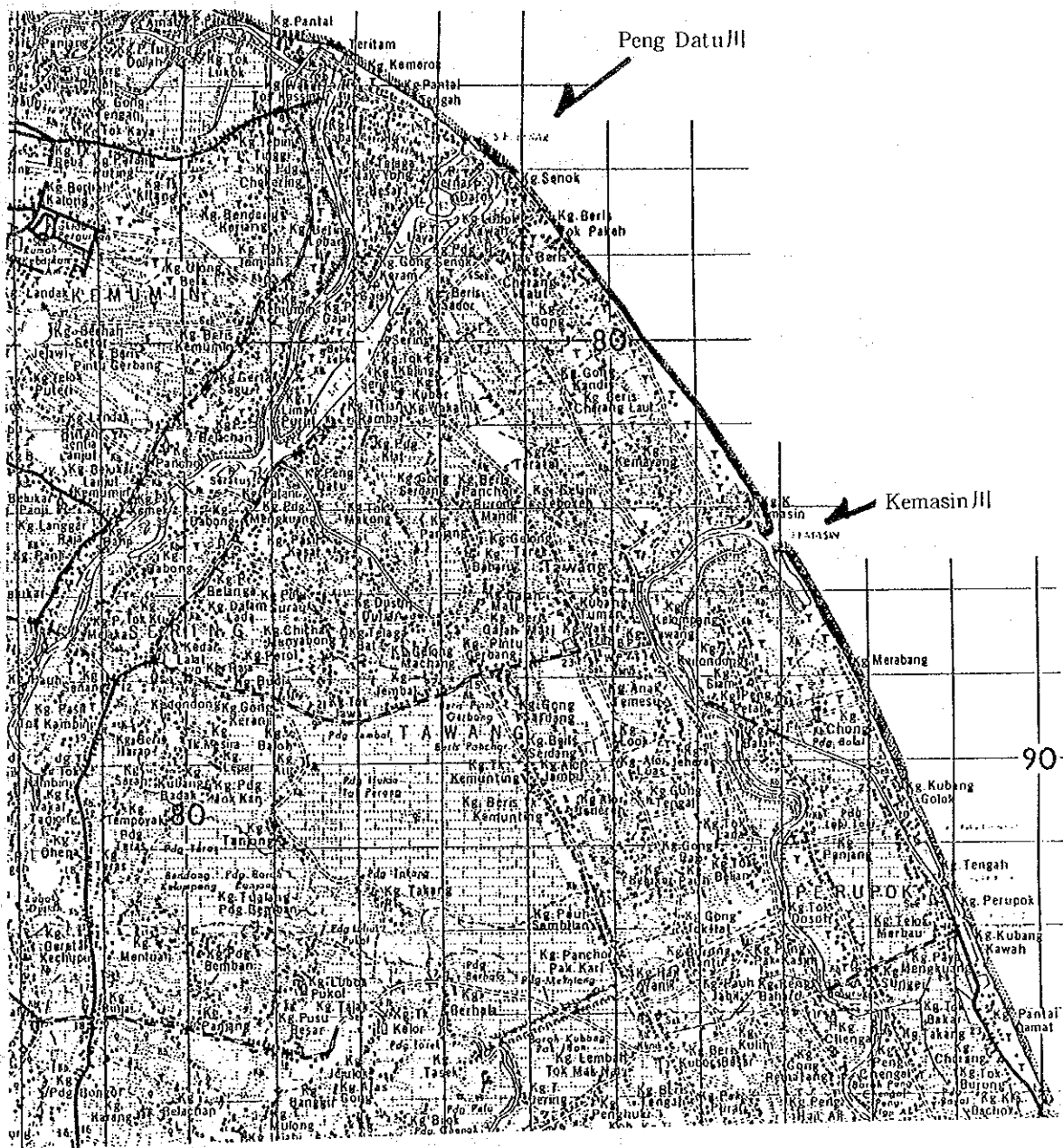


図5-1-15 Kemasin川、Peng Datu川河口の位置

Kelantan川は半島マレーシアの大河川である。その河道は河口部では網状となっており、河口は幾つかに分かれている（図5-1-16）。河口の状況を写真20に示す。二つの大きな砂洲が河口を塞ぐように形成されていることがわかる。南に位置する河口の閉塞状況はかなり著しい。北側の河口は砂洲によりほとんど閉じられており、広い内水面が形成されている。

h) Golok川河口

Golok川河口の位置を図5-1-17に示す。この図からわかるように、Golokには海岸線とほぼ平行した流路もあり、河口部にはバリア状の地形が形成されている。河口の状況を写真21に示す。河口は砂州によりかなり閉塞が進んでいることがわかる。また、河口背後の河道では舟運利用がかなり進められているようである。

g) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-18に示す。沿岸漂砂の方向はBesut川河口より南では北向き、また、Kemasin、Peng Datu川河口付近を境として南北に分かれる方向に卓越している。Kemasin、Peng Datu川河口付近では、本事前調査時の状況からみて、北向きの沿岸漂砂が卓越していることは間違いない。海岸侵蝕は全域でみられ、特に河口周辺で厳しい状況になりつつあるようである。侵蝕の原因は、沿岸部の開発と河道の制御に伴う海岸への土砂流出量の変化、及び導流堤等の海岸構造物の建設の影響と推察される。

Kelantan川河口を除くと、各河口は半島東海岸中北部（Merchang～Merang）と同様に、次の二つに分類できる。一つは、河口部にバリア状の砂州が形成され、河口はほぼ閉塞状態にある河口であり、Setiu、Kg. Peng. Batangの中小河川、Kemasin、Peng Datu、Golokの各河川の河口である。これらの河川は、中小河川である点で共通している。ただし、Kg. Peng. Batangの中小河川は丘により河口が固定されているためか、他の河川に比べると閉塞の状況はあまり著しくない。また、Kemasin、Peng Datu川の河道及び河口は整備が進められているので、現状では閉塞はみられないものの、その一方で導流堤の影響により海岸侵蝕を生じている。もう一つは、河口のすぐ上流に広いtidal poolを持つ河口であり、Besut、Semerak川河口が相当する。両河口ともに、Ibai川、Terengganu川と同様に河口砂州の発達も顕著である。

Kelantan川は網状の河道が形成する河口部デルタと西向きの沿岸漂砂の関係から、長大な砂洲地形が形成され、それが河口閉塞に結びついている。

(4) 半島西海岸北部（Muda～Udang Besar）

a) Muda川河口

Muda川河口の位置を図5-1-19に示す。図には河口周辺の海岸に干潟があること

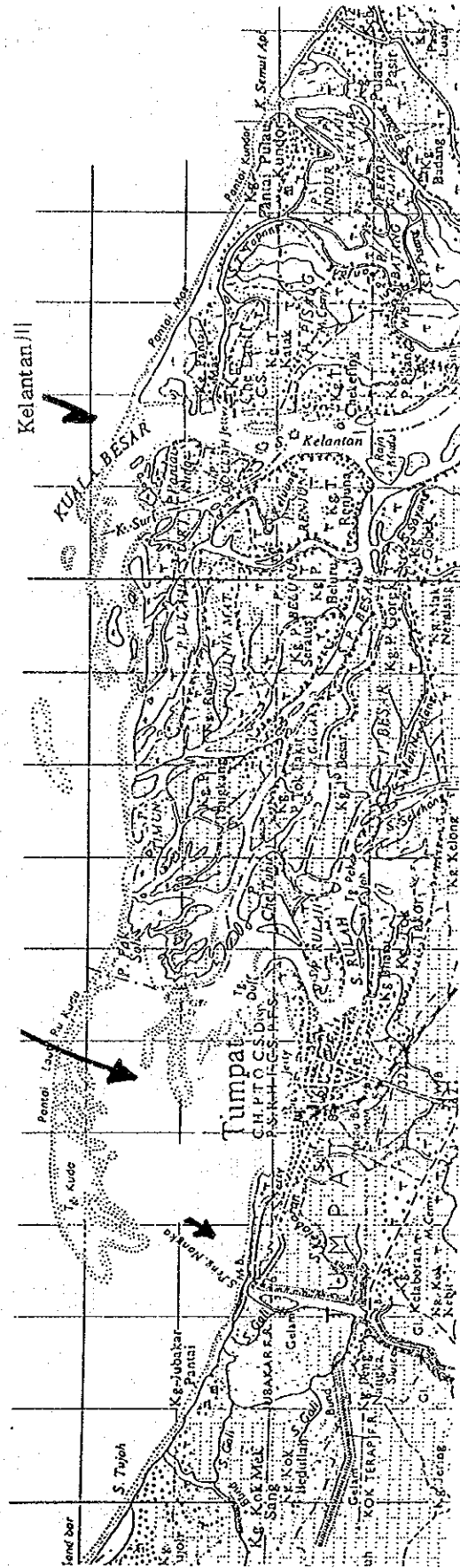


図 5-1-16 Kelantan川河口の位置

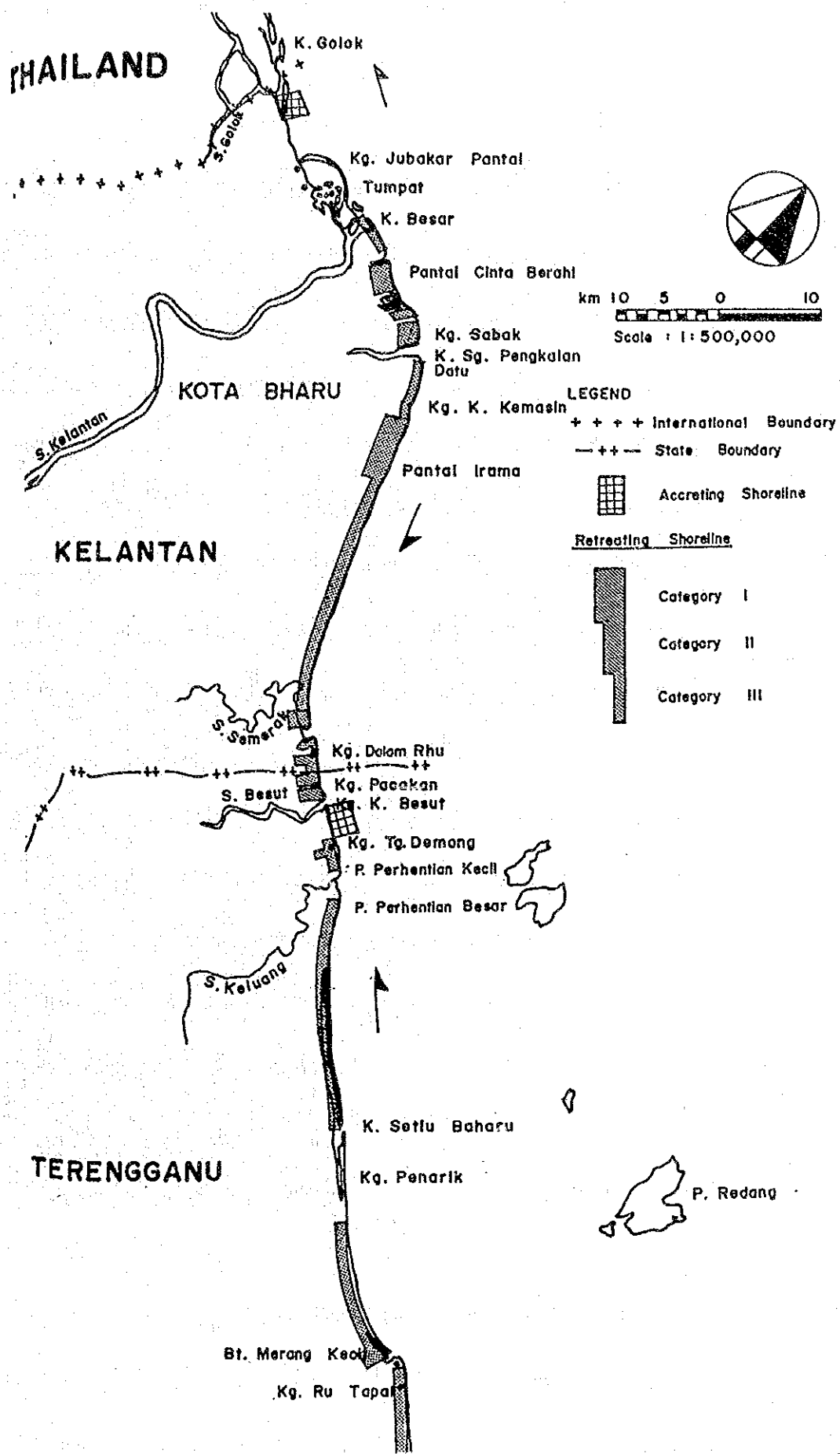


図5-1-18 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況 (半島東海岸北部：Setiu～Golok)

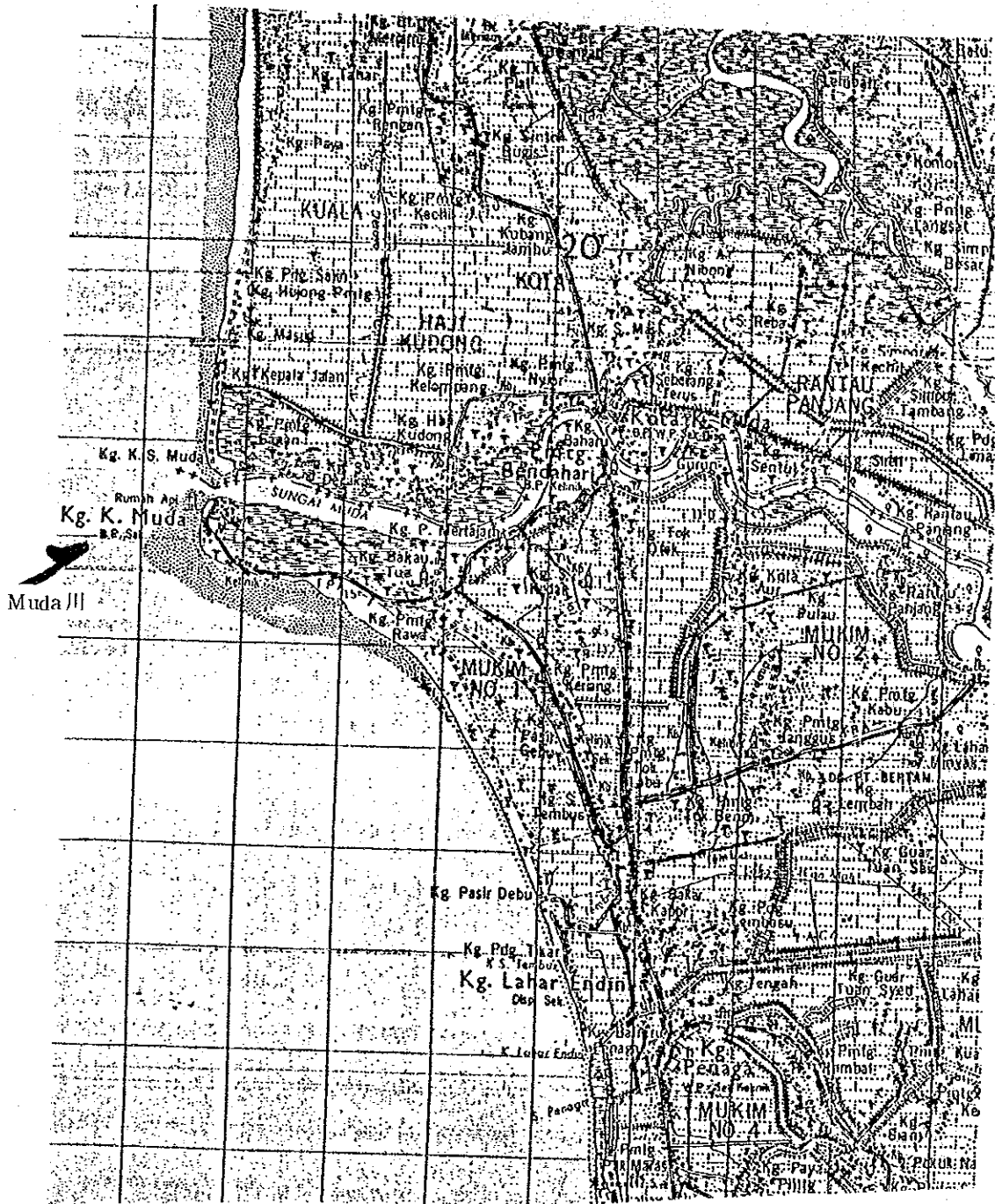


図5-1-19 Muda川河口の位置

が示されている。河口の状況を写真22に示す。河口の左右岸の海岸には干潟がある。また、河口のすぐ上流側の河道はかなり広くなっており、tidal poolが形成されているようである。河口には小型船舶の停泊施設が設置されている。

b) Kg. K. Julu の小河川の河口

Kg. K. Julu の小河川の位置を図5-1-20に示す。ここでも、河口周辺の海岸に干潟があることが示されている。河口にはデルタ状に干潟が形成されている様子がみられ、河口左岸には小さな漁村らしい村落がみられた。

c) Kg. Wan Chik の小河川の河口

Kg. Wan Chik の小河川の位置を図5-1-20に示す。ここでも、河口周辺に海岸に干潟があることが示されている。河口の両岸はマングローブ森林となっており、船舶の航行はみられない。マングローブが干潟上に生育するためか、干潟の形成は上記2河川に比べると、あまり顕著ではなかった。

d) Kg. S. Udang Besar の小河川の河口

Kg. S. Udang Besar の小河川の位置を図5-1-21に示す。図には河口周辺の海岸に干潟があることが示されている。河口の両岸はマングローブ森林となっており、河口左岸には村落がみられ、小型船舶が停泊している。干潟の幅は比較的狭い。これは、干潟の形成とともにマングローブが干潟上に生育するためと推定される。

e) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-22に示す。沿岸漂砂の方向はPenang島背後に向かう方向が卓越しているようであるが、波浪条件から判断してその量はあまり多くないと考えられる。海岸侵蝕が比較的顕著にみられるが、この原因は前述のように、舟運のために行われる河口部や浅海部での浚渫が主であると推定される。

各河口の周辺海岸は干潟であり、類似した形態を示しているが、大きく次の三つの特徴がみられる。

- ① 比較的波浪の影響があるので閉塞の傾向がみられるとともに、tidal poolを持つ河口・・・Muda川河口
- ② 周辺海岸の干潟が広く、川幅が比較的広い河口・・・Kg. K. Juluの小河川の河口
- ③ 河口周辺でマングローブ森林が発達し、周辺海岸の干潟は狭く、河幅が比較的広い河口・・・Kg. Wan Chikの小河川の河口、Kg. S. Udang Besarの小河川の河口

(5) 半島西海岸中北部 (Kurau ~ P. Sangga Kechil)

a) Kurau川河口

Kurau川河口の位置を図5-1-23に示す。下流部の土地は広大な農場として利用さ

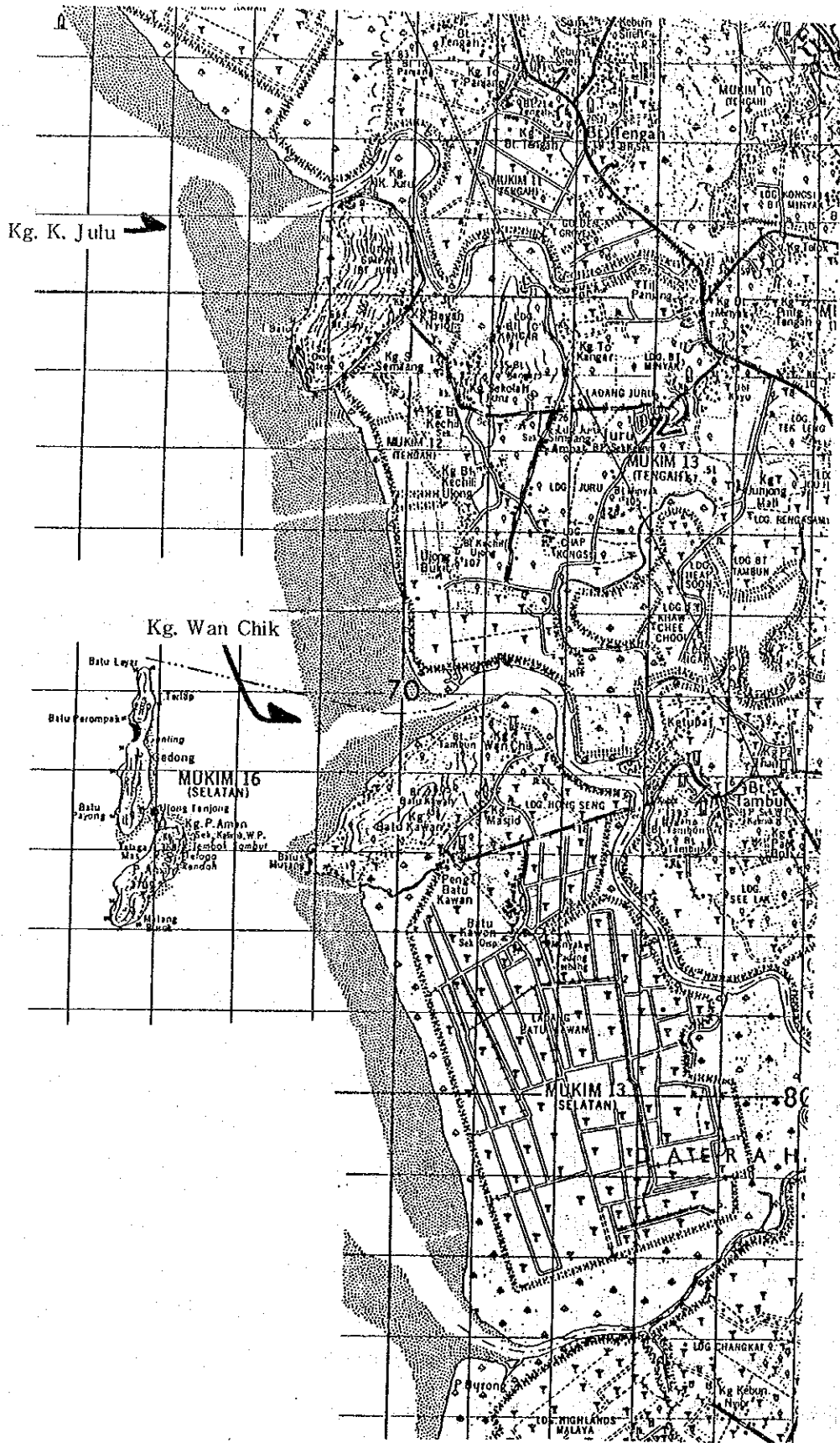


図5-1-20 Kg. K. Juluの小河川、Kg. Wan Chikの小河川の位置

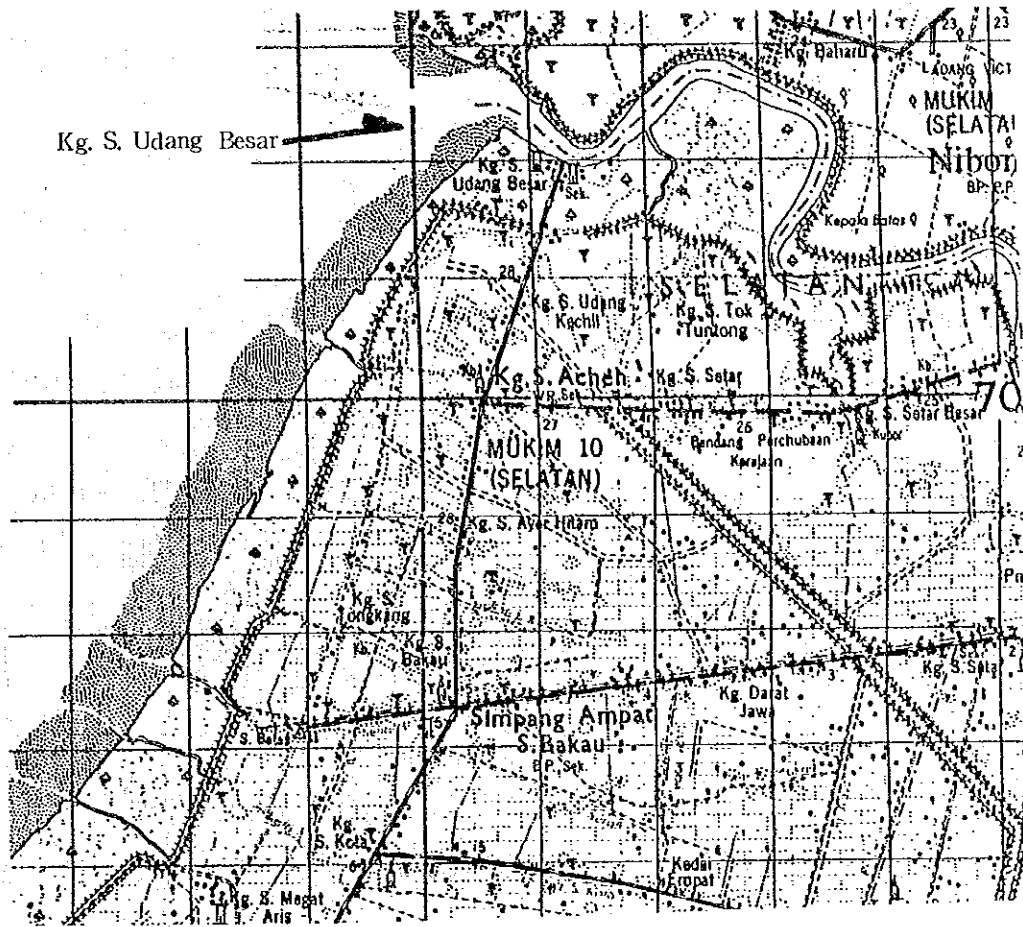
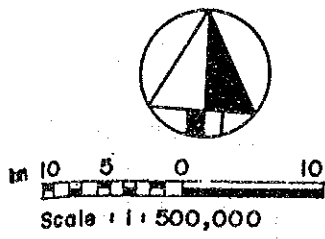


図5-1-21 Kg. S. Udang Besarの小河川の位置



LEGEND

+++ International Boundary

--- State Boundary



Accreting Shoreline

Shoreline



Category I

Category II

Category III

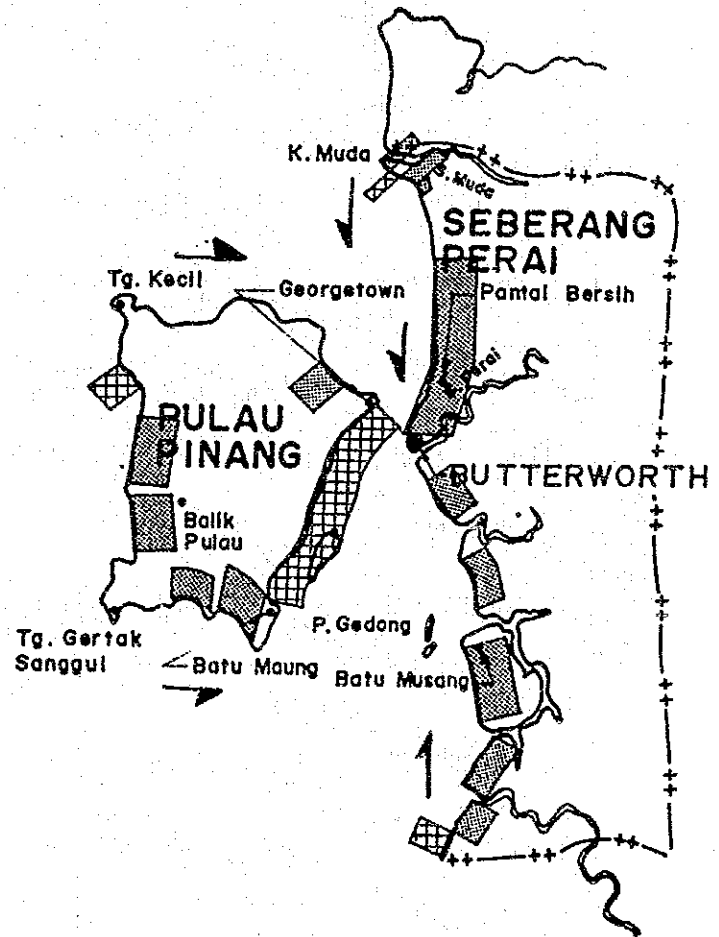


図5-1-22 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況 (半島西海岸北部: Muda ~ Udang Besar)

れているようである。河口の状況を写真23に示す。河口周辺の海岸部にはマングローブ林が密生しており、海岸の干潟は狭いようにみられる。河口は船舶の航行に利用されている。

b) Kg. Gulaの河川の河口

Kg. Gulaの河川の位置を図5-1-23に示す。ここでも、下流部右岸の土地は広大な農場として利用されているようである。河口の状況を写真24に示す。河口周辺の海岸部及び下流部左岸にはマングローブ林が密生している。写真には河口の堆積はあまりみられず、かなり広い河幅がある。河口右岸には漁村らしい村落がみられ、河口が養魚場として利用されている様子がみられる。

c) P. Sangga Kechilの河川の河口

P. Sangga Kechilの河川の位置を図5-1-24に示す。図から明らかなように、この地域では、マングローブ森林の中に網状の河道が存在する。この河川は、隣接する河川とともに広い干潟を形成しているようである。河口の状況を写真25に示す。河口の両岸はマングローブ森林であり、右岸に漁村らしい小さな村落がみられる。河口はかなり広く、航路として利用されている様子がみられる。

d) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-25に示す。Kurau川河口以南では、沿岸漂砂の卓越方向は南向きであるが、波浪条件から判断してその量はあまり多くないと考えられる。海岸侵蝕が比較的顕著にみられるが、その原因は前述のように浚渫が主と推定される。

各河口は類似した形態を示し、「河口周辺でマングローブ森林が発達し、周辺の干潟が狭く、河幅が比較的広い河口」というように位置づけられる。

(6) 半島西海岸中南部 (Perak ~ Selangor)

a) Perak川河口

Perak川河口の位置を図5-1-26に示す。図では河口左岸の海岸に広い干潟が形成されている。また、下流部の土地は農場として利用されているようである。河口の状況を写真26に示す。河口左岸の延長上には広い範囲で泥分の堆積がみられるが、河口部の河道には広い河幅が確保されている。周辺の海岸部にはマングローブ林が生育している。

b) Bernam川河口

Bernam川河口の位置を図5-1-27に示す。ここでも、下流部右岸の土地は広大な農場として利用されているようである。河口の状況を写真27に示す。河口左岸では、海岸の近くまで広い範囲にわたって整地された土地がみられる。また、河口の両岸には幾つかの村落がみられる。写真には河岸と海岸に沿って狭い干潟地形がみられるものの、

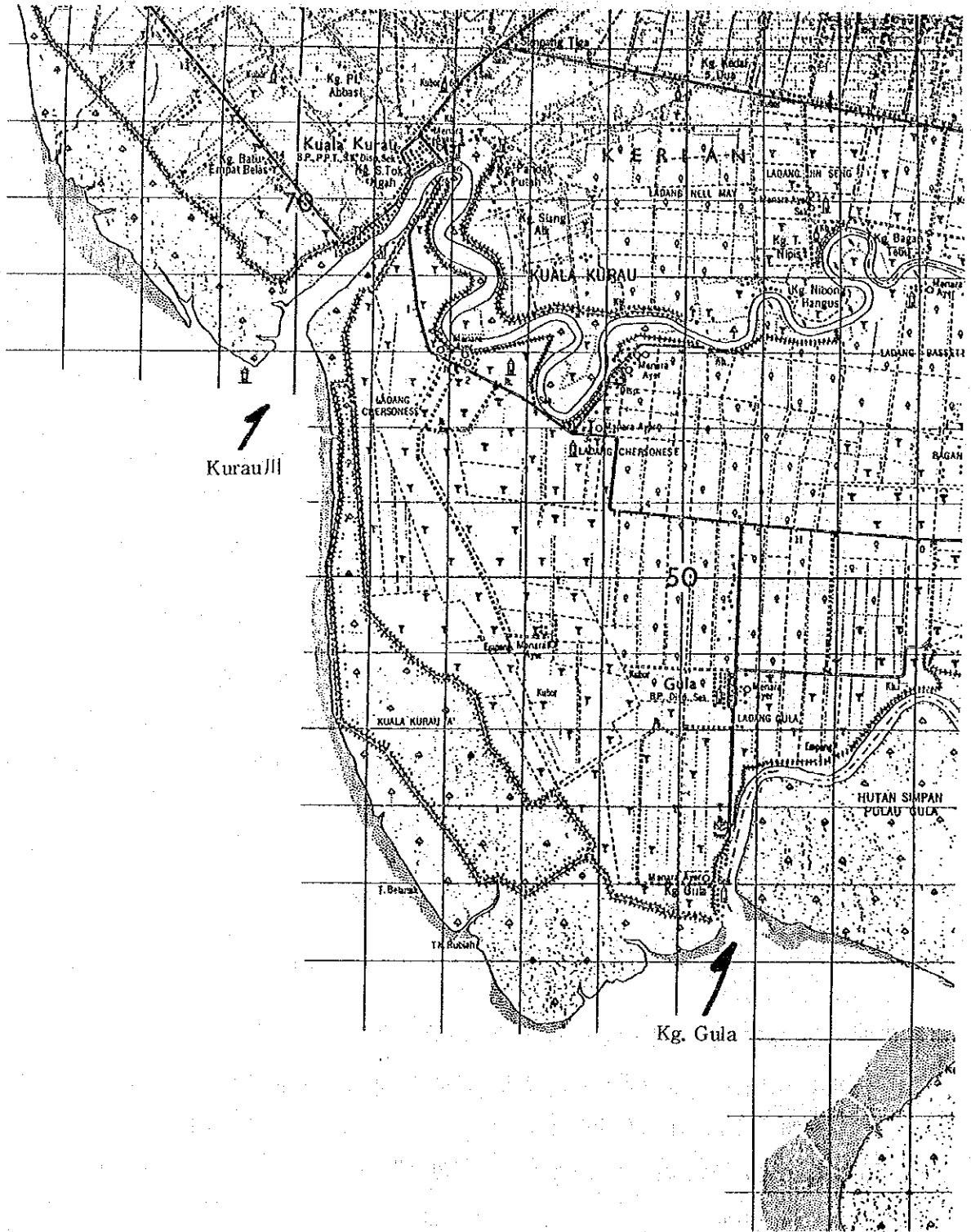
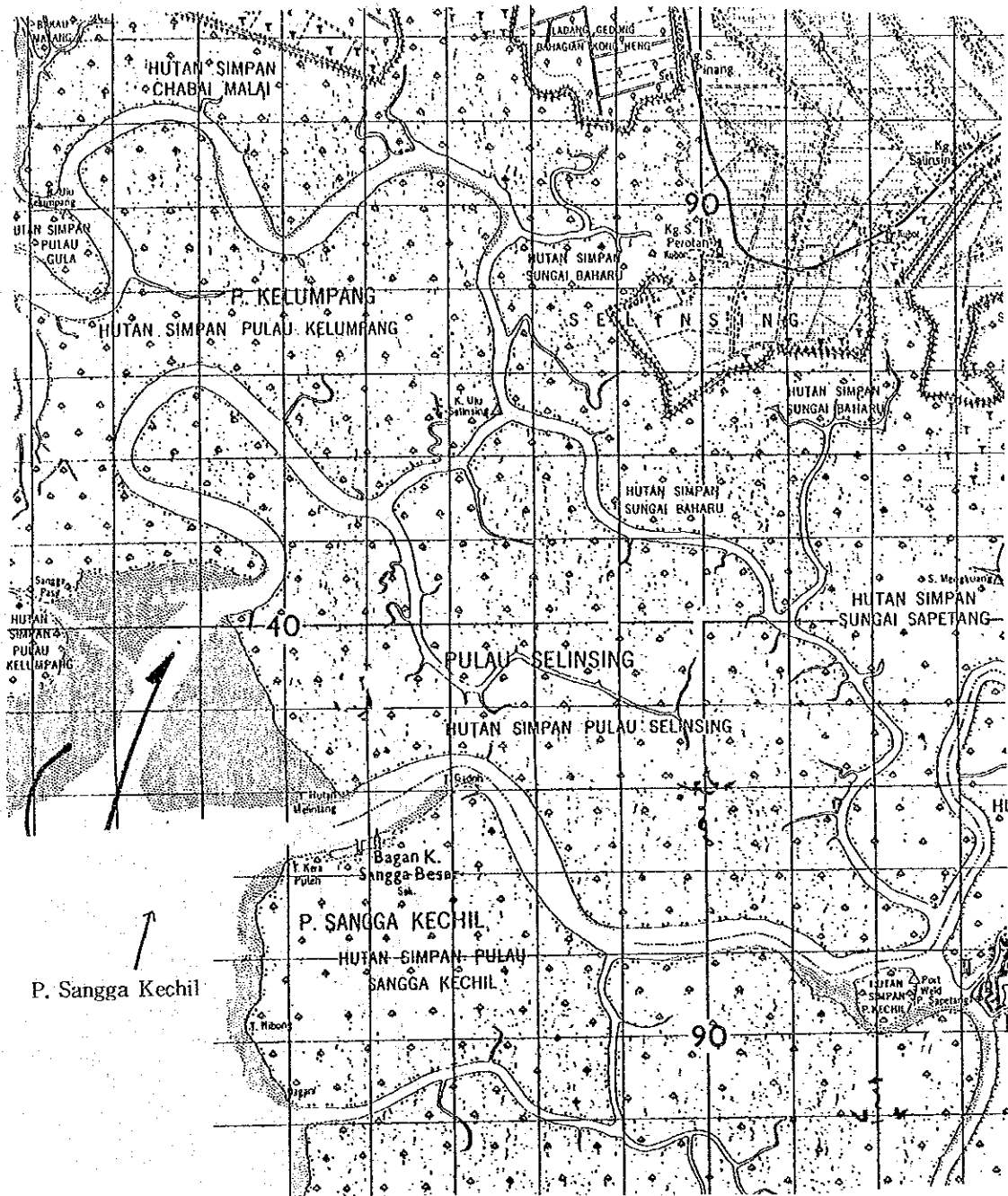


図5-1-23 Kurau川、Kg. Gulaの河川の河口の位置



P. Sangga Kechil

図5-1-24 P. Sangga Kechilの河川の位置

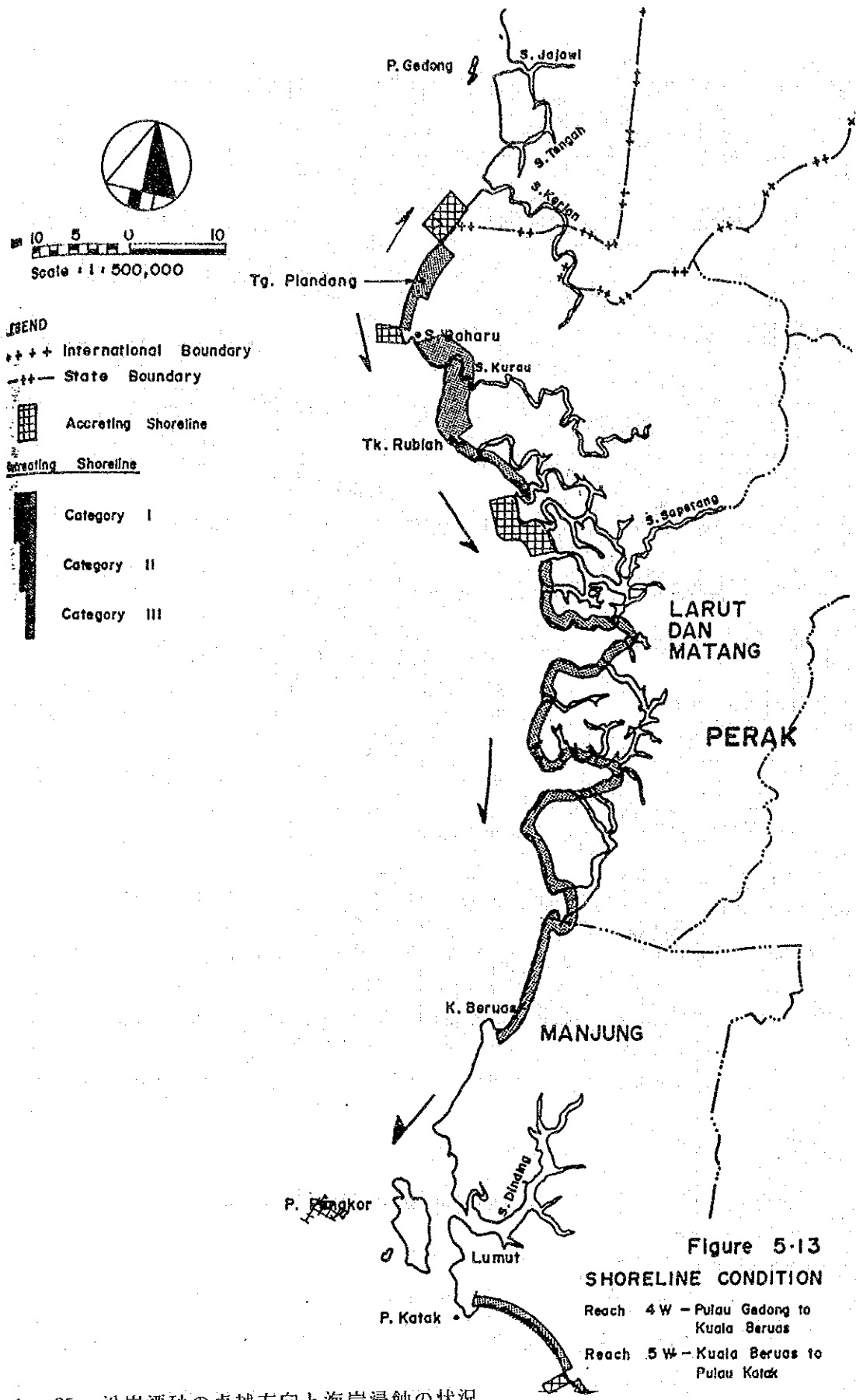


図5 - 1 - 25 沿岸漂砂の卓越方向と海岸浸蝕の状況
(半島西海岸中北部：Kurau～P. Sangga Kecil)

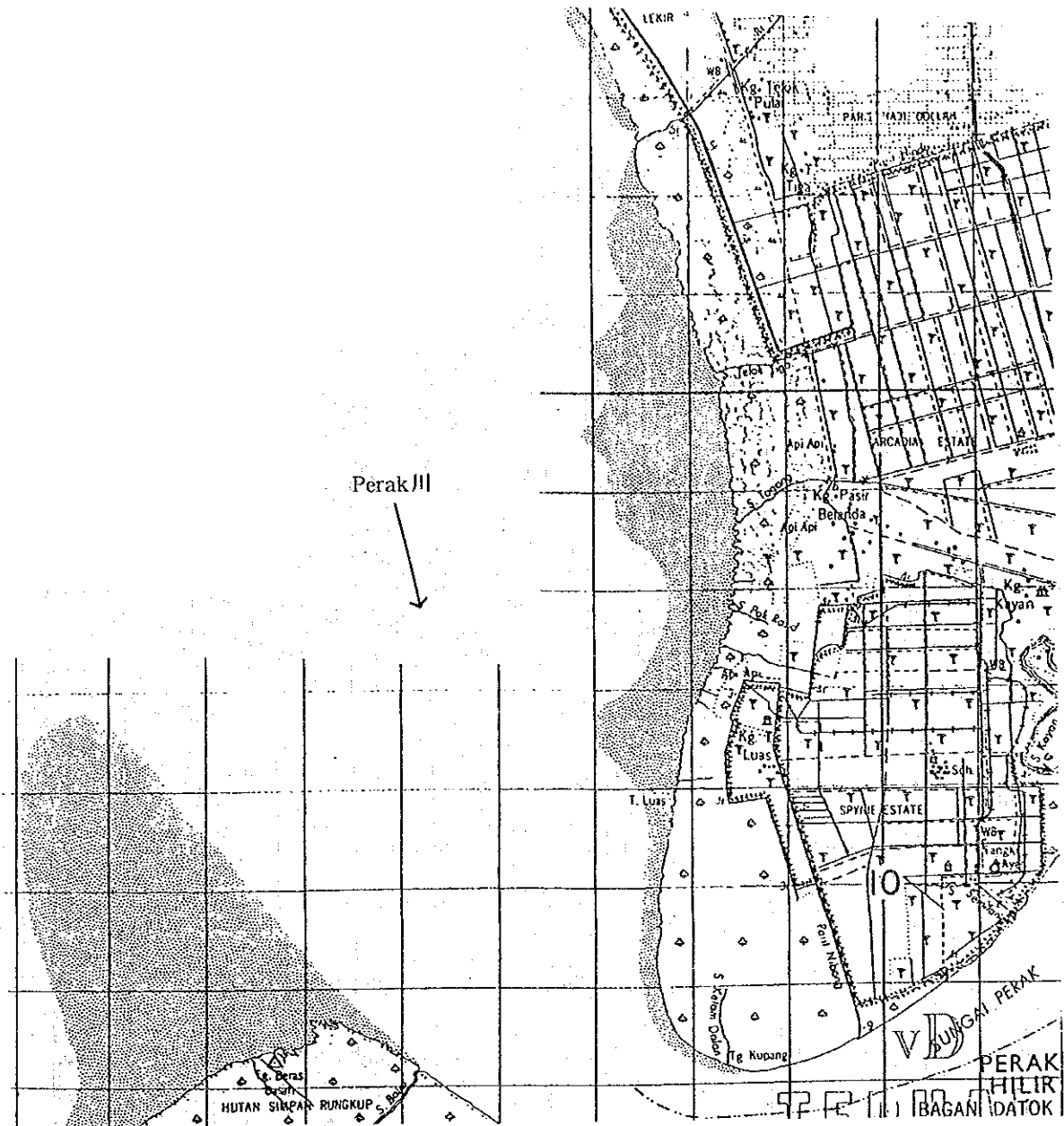


図5-1-26 Perak川河口の位置

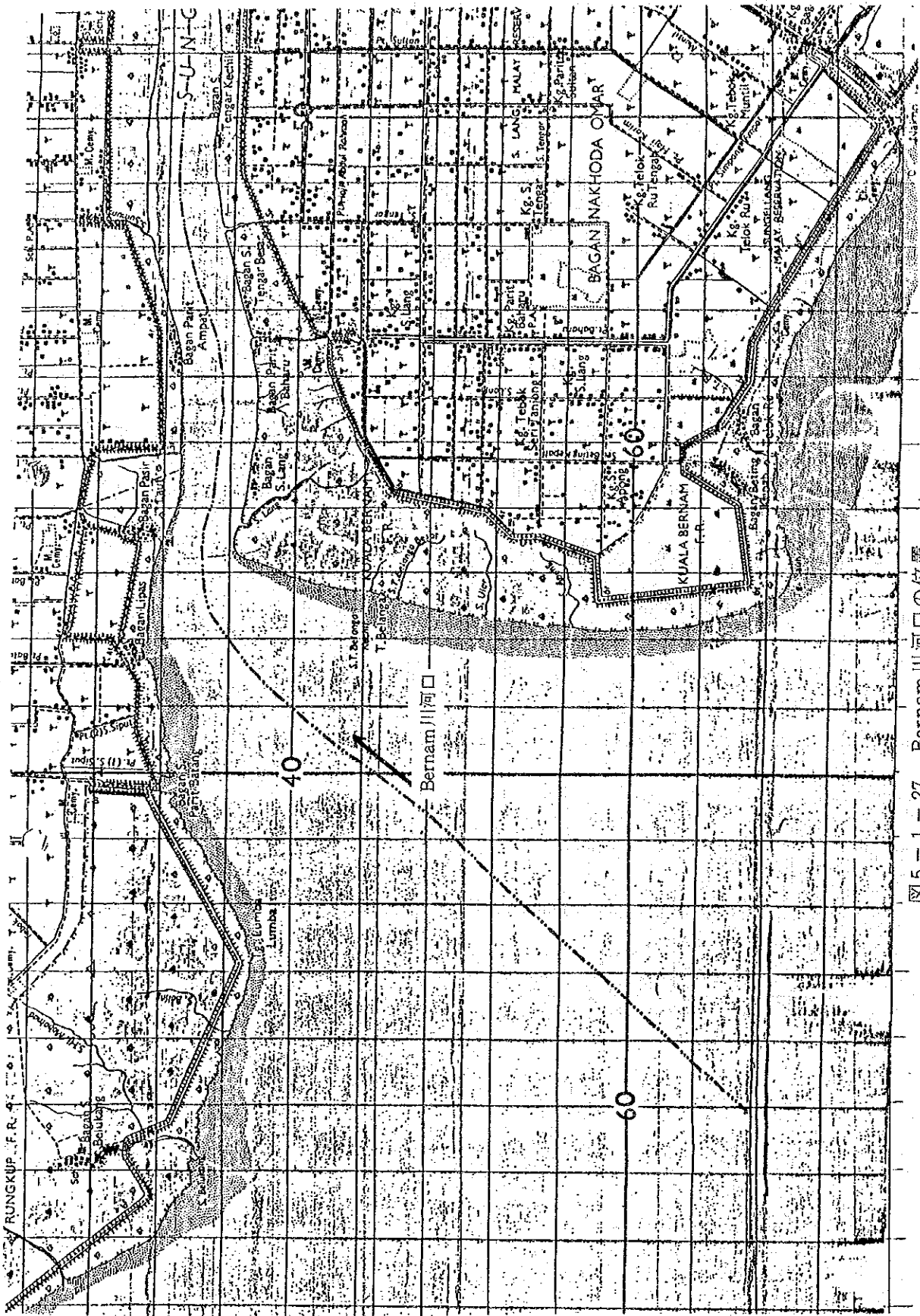


図 5-1-27 Bernam 川河口の位置

河口に泥分の堆積した状況はあまりみられず、かなり広い河幅がある。また、河口周辺の海岸部にはマングローブ林が密生している。

c) Pulai川河口

Pulai川河口の位置を図5-1-28に示す。Pulai川は小さな村落の間を流れる小河川である。河口の状況を写真28に示す。河口の両岸には捨石積みの導流堤のような構造物がみられ、その間に鳥趾状砂洲とみられる堆積地形が形成されている。周辺海岸にはマングローブ森林が広がっている。

d) Tenggi川河口

Tenggi川河口の位置を図5-1-29に示す。図には河口周辺の海岸に干潟があることが示されている。河口の状況を写真29に示す。河口付近の河道は干潟の部分も含めて大きく湾曲し、河口部左岸沖にはシルトあるいは細砂分の堆積が生じている。河口周辺の海岸背後にはかなり農地化されているようであり、部分的にマングローブ林がみられる。

e) Selangor川河口

Selangor川河口の位置を図5-1-30に示す。図には河口周辺の海岸に干潟があることが示されている。河口の状況を写真30に示す。河口周辺の海岸には干潟がみられ、陸上部にはマングローブ林が密生している。河口の河幅はかなり広く確保されている。

f) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸浸蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-31に示す。沿岸漂砂の卓越方向は部分的に北向きとなっているが、全体的には南向きである。しかし、Pulai川河口、Tenggi川河口の状況からみても、その量はかなり少ないと考えられる。海岸侵蝕が比較的顕著にみられるが、その原因は前述のように浚渫が主と推定される。また、海岸のごく近くの土地利用の進行により一時的な海岸地形の変動が許容されなくなっていることも考えられる。

各河口の形態はこれまで半島西海岸にみられた形態も含め、次のように分類される。

- ① 周辺海岸の干潟が広く、河幅が比較的広い河口…… Selangor川河口
- ② 河口周辺でマングローブ森林が発達し、周辺海岸の干潟は狭く、川幅が比較的広い河口…… Perak川河口（河口左岸近くでは干潟が広い）、Bernam川河口
- ③ 干潟上の河道側岸に堆積地形（鳥趾状砂洲に類似）を形成する河口…… Pulai川河口、Tenggi川河口

(7) Sarawak州西部海岸（Santubong～Batang Lupar）

a) Santubong川河口

Santubong川河口の位置を図5-1-32に示す。河口は山の麓に位置する。河口の状況を写真31に示す。河口の左右岸はマングローブ森林である。河口の河幅はかなり広く、

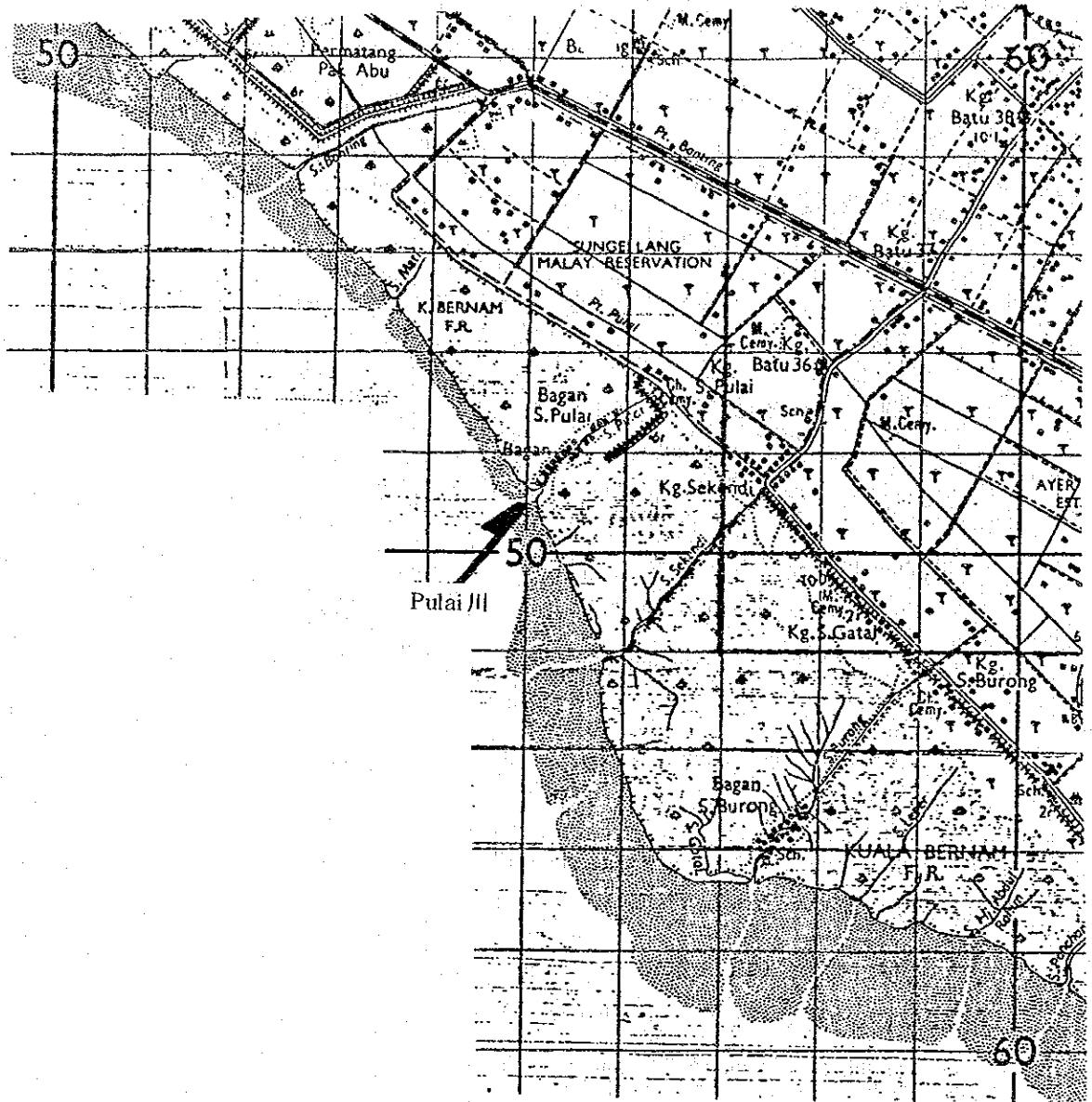


図5-1-28 Pulai川河口の位置

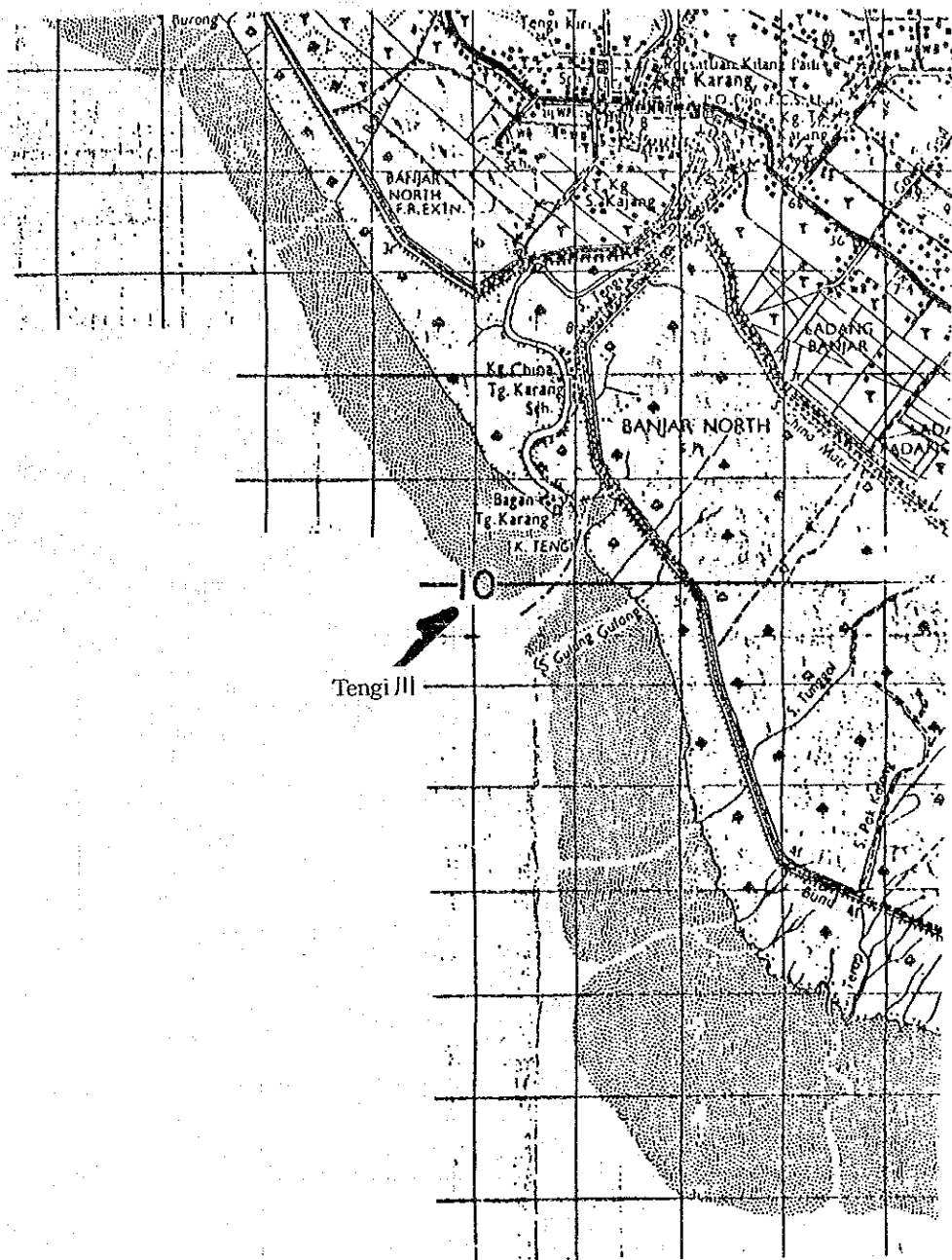


图5-1-29 Tengi川河口の位置

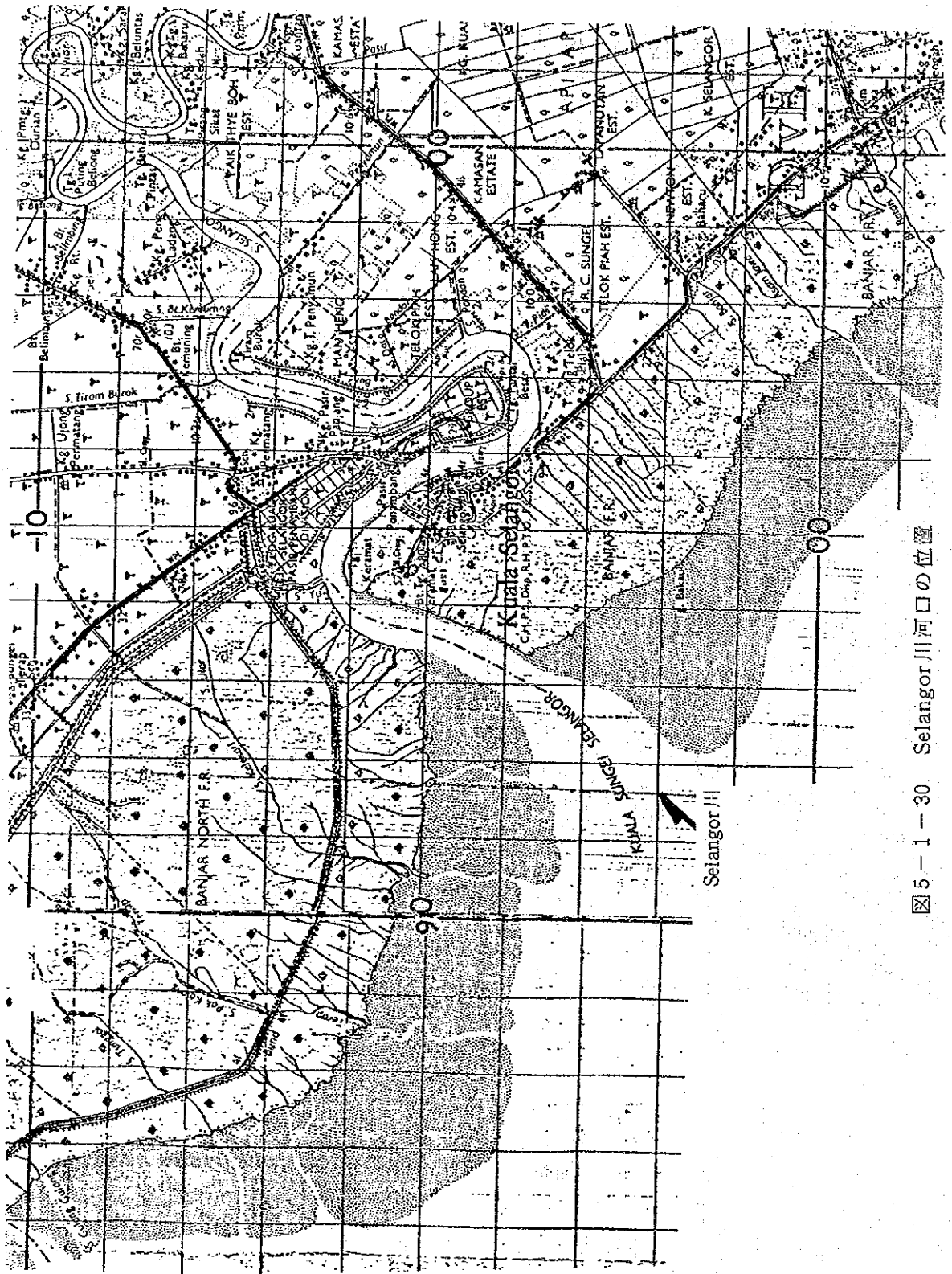


図 5-1-30 Selangor 川河口の位置

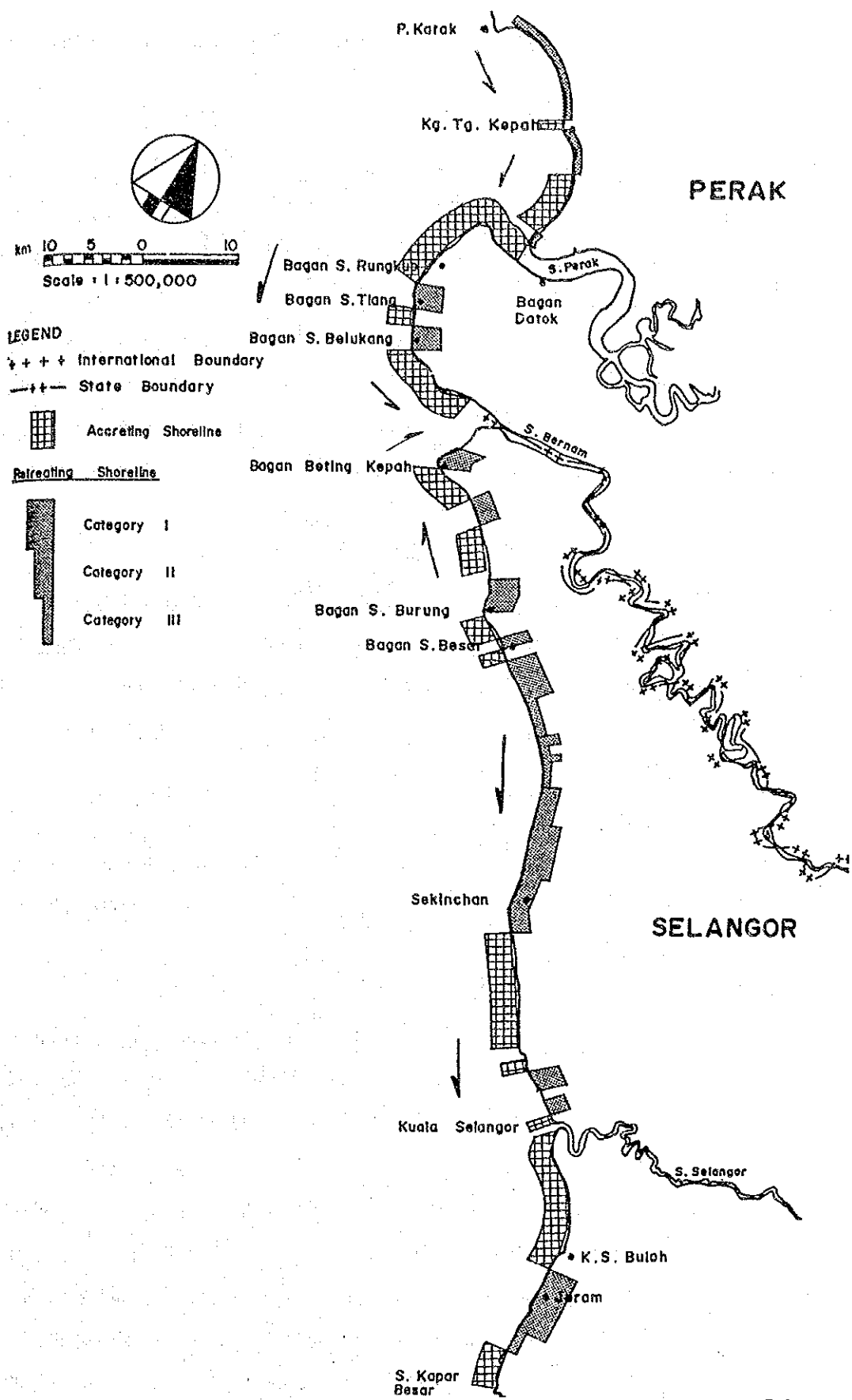


図5-1-31 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況 (半島西海岸中南部：Perak～Selangor)

河口埋没の状況はみられない。河口には停泊施設が設置されており、小型船舶の航行もみられる。

b) Buntal川河口

Buntal川河口の位置を図5-1-32に示す。また、河口の状況を写真32に示す。河口兩岸はマングローブ森林に覆われており、左岸の一部には村落がみられる。また、河口が漁場として利用されている様子がみられる。写真には、河口埋没の状況はみられない。

c) Bakoの河川の河口

Bakoの河川の位置を図5-1-32に示す。河口は山の麓に位置する。河口の状況を写真33に示す。河道は河口の近くで大きく湾曲しており、その兩岸にはマングローブ林が密生している。また、河口左岸沖には干潟の形成がみられる。河口近くの下流部には比較的大きな村落があり、河道は船舶の航行に利用されている。写真には、河口埋没の状況はみられない。

d) Sarawak川河口

Sarawak川河口の位置を図5-1-32に示す。また、河口の状況を写真34に示す。河口は非常に広く入江のようになっており、その兩岸にはマングローブ林が密生している。写真は、Sarawak川上流の都市Kuchingの港を写したものである。図5-1-32にみられるように、Sarawak川はKuchingでSantubong川と合流しており、これらの河川は運河として広く利用されているようである。

e) Sebangau川河口

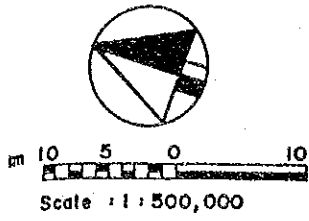
Sebangau川河口の位置を図5-1-32に示す。河口はSadong川の大河口に注いでいる。Sebangau川の河道は河口の近くで大きく湾曲しており、河口の兩岸にはマングローブ林がある。河口埋没の状況はみられない。

f) Sebuyauの小河川の河口

Sebuyauの小河川の位置を図5-1-32に示す。河口はLupar川の大河口に注いでいる。Sebuyauの小河川の河道は河口の近くで大きく湾曲しており、河口付近には村落がある。河口は船舶の航行に利用されているようであり、河口埋没の状況はみられない。

g) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-33に示す。この一帯では沿岸漂砂はほとんど生じず、また海岸侵蝕もあまりみられていない。このため、河口閉塞を生じるような砂州の発達もないと考えられる。また、マングローブの生育が盛んなため、干潟の形成とともにマングローブが海進し、その結果広い干潟があまりみられなかったものと推定される（ただし、写真撮影時は満潮に近く、干潮時には干潟が干出した）。



LEGEND

• + + + International Boundary

- + - State Boundary



Accreting Shoreline

Retreating Shoreline



Category I

Category II

Category III

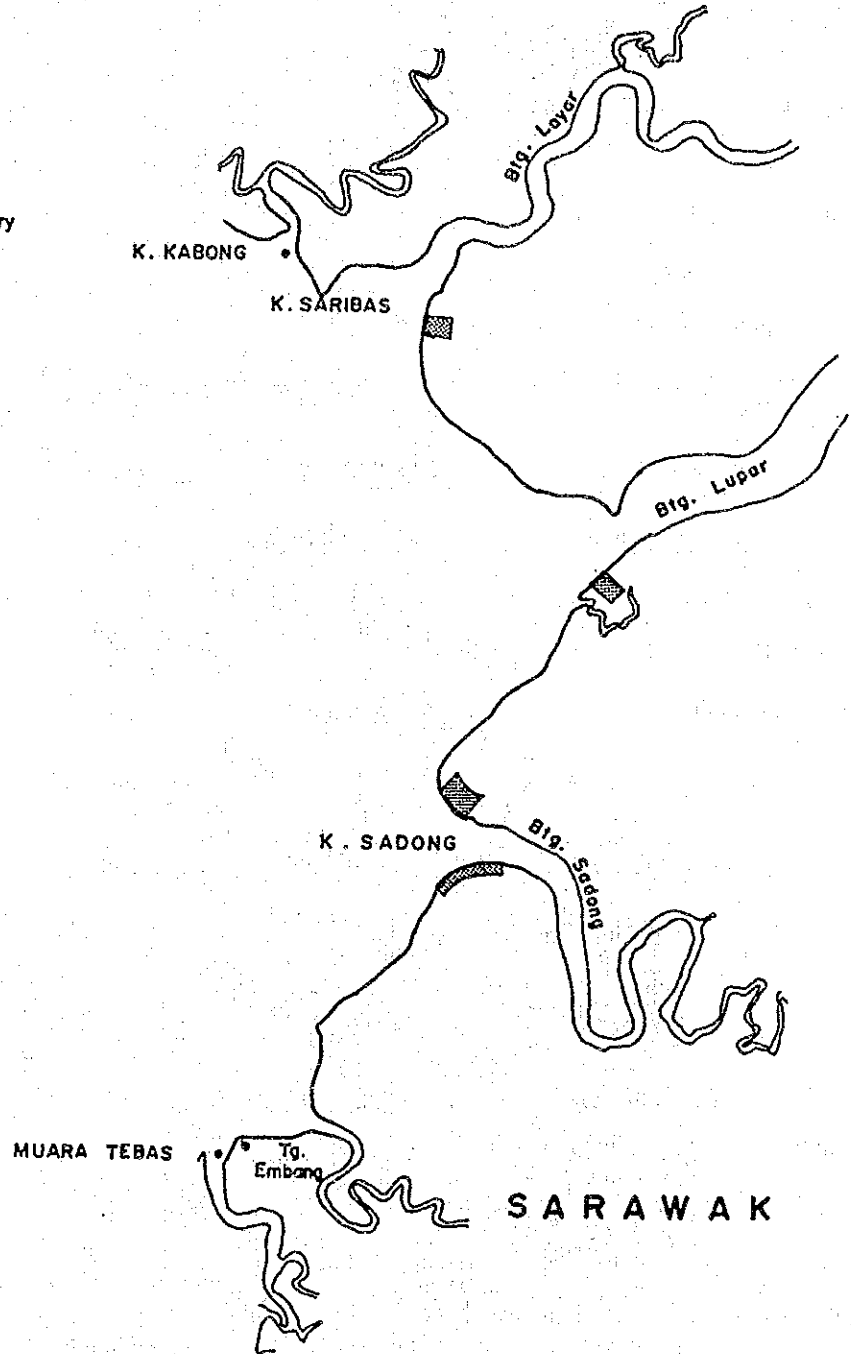


図 5 - 1 - 33 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況
(Sarawak 州西部海岸 : Santubong ~ Batang Lupar)

河口埋没がほとんどみられなかった要因としては、Sarawak州の河川は非常に広大な低平地デルタを流れているので、埋没を生じさせるに十分な土砂が河口部まであまり到達しないこと、河道が十分に広いので流送土砂は徐々に河床を浅くするように堆積することなどを挙げることができる。後者は、浚渫が行われることを示唆するものである。

(8) Sarawak州中西部海岸

a) Grigatの河川の河口

Grigatの河川の位置を図5-1-34に示す。また、河口の状況を写真35に示す。河口の右岸はマングローブ森林であるが、河口左岸は砂州上の浜になっている。写真には河口が特に浅くなっている様子はみられない。河口左岸には村落があり、小型船舶の停泊施設が設置されている。

b) まとめ

Sarawak州中西部海岸の沿岸漂砂の状況と海岸浸蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-35に示す。この一帯では南向きの沿岸漂砂が卓越している。これは、北東モンスーンの影響によるものである。サラワク州西部海岸とは異なり河口に砂州状の浜がみられたのは、北向きの沿岸漂砂の影響によるものと推定される。

(9) Sarawak州中部海岸 (Kg. K. Matu ~ Mukah)

a) Kg. K. Matuの小河川の河口

Kg. K. Matuの小河川の位置を図5-1-36に示す。また、河口の状況を写真36に示す。河口の左右岸はマングローブ林が密生しており、この写真には干潟はみられない。河道に沿って停泊施設が設置されており、小型船舶の航行がみられる。写真右には海岸沖に堆積地形がみられる。これは河口の東の海岸において西向きに延びた砂洲の先端である。すなわち、この海岸では、西向きの沿岸漂砂が卓越することが明らかである。

b) Oya川河口

Oya川河口の位置を図5-1-36に示す。河口周辺の海岸には、シルト質を含むとみられる砂浜がある。河口近くの河道はかなり蛇行している。河道の両岸には村落があり、河道は船舶の航行に利用されている。河口埋没の状況はみられない。

c) Penatの小河川の河口

Penat川の小河川の位置を図5-1-36に示す。また、河口の状況を写真37に示す。河口周辺の海岸にはシルト質を含むとみられる砂浜があり、河口砂州も形成されている。河口部の水深はかなり浅いようである。河道の両岸には村落があり、河口は船舶の航行に利用されているようである。

d) Mukah川河口

Mukah川河口の位置を図5-1-36に示す。また、河口の状況を写真38に示す。河口

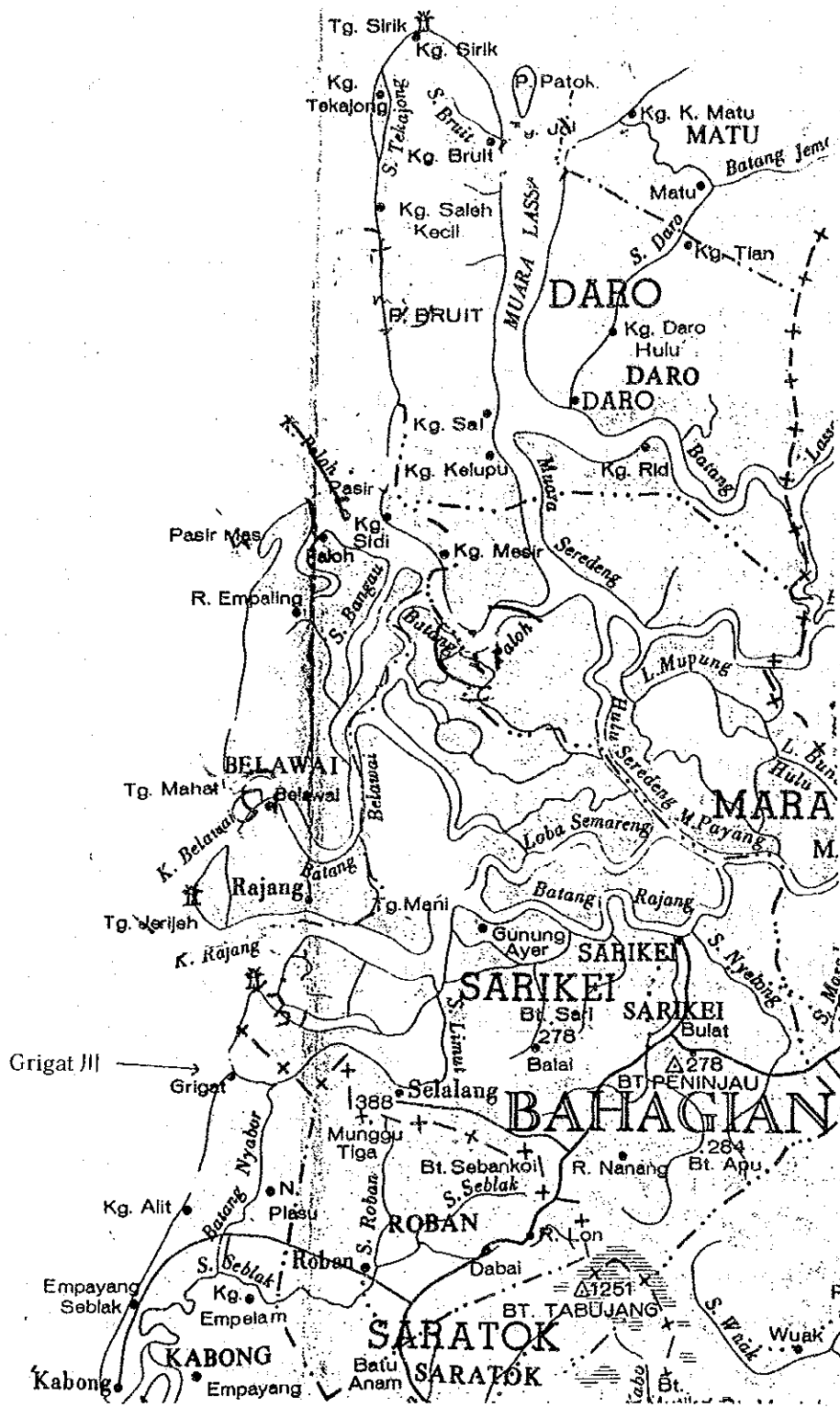
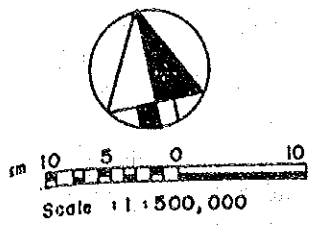







図5-1-34 Grigatの河川の位置



- LEGEND**
- + + + International Boundary
 - - - State Boundary
 -  Accreting Shoreline
 -  Retreating Shoreline
 -  Category I
 -  Category II
 -  Category III

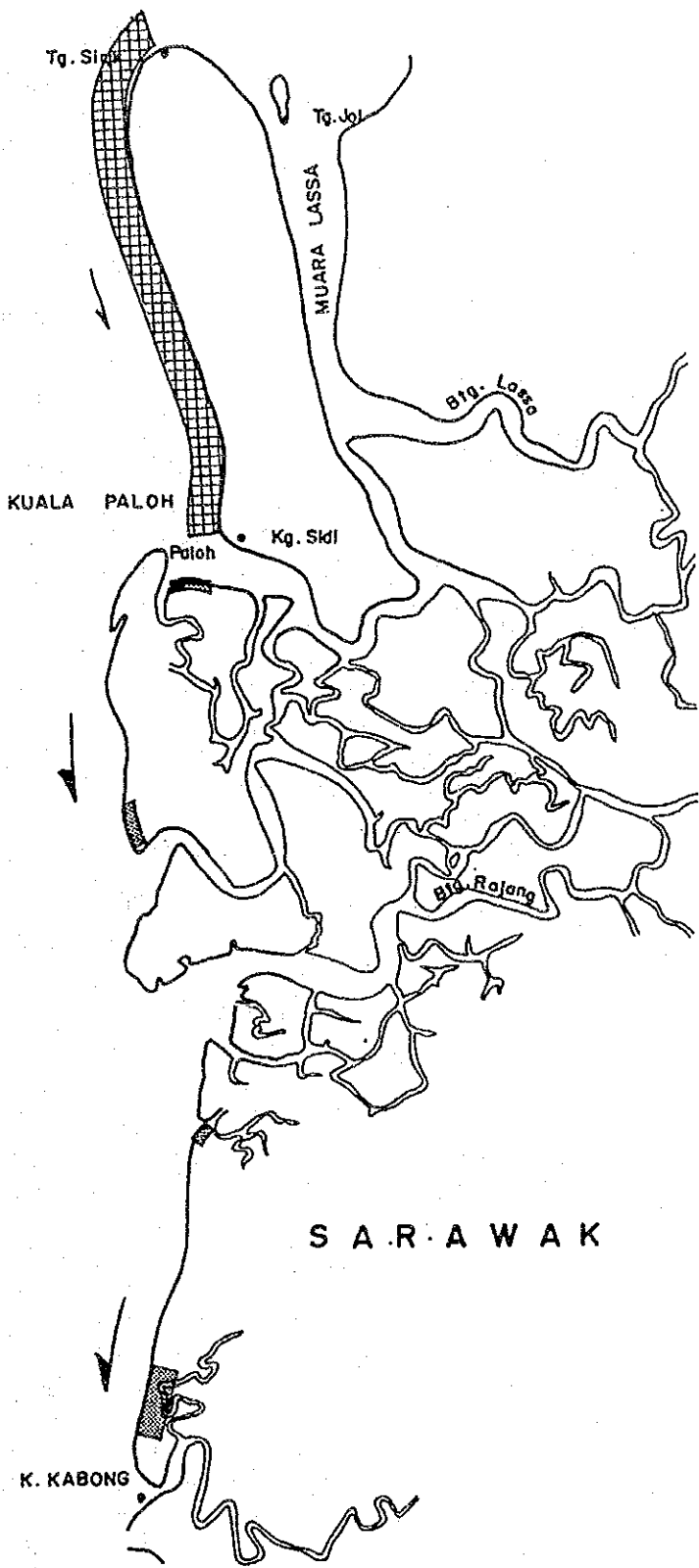


図 5 - 1 - 35 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況(サラワク州中西部海岸)

近くの河道は著しく蛇行している。河道周辺は比較的大きな町となっており、河道では中型の船舶も航行しているようである。河口周辺の海岸にはシルト質を含むとみられる砂浜があるものの、マングローブ森林や植生により浜幅はかなり狭くなっている。河口には僅かに砂州状の地形がみられるが、河口埋没の状況はみられない。

e) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸浸蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-37に示す。Kg. K. Matuの周辺の海岸では西向きの沿岸漂砂が卓越するが、Igan川以東の区間では海岸線の方向が北東モンスーン期の入射波向と直角に近いために(図4-2-25参照)、沿岸漂砂量は少ないと考えられる。この地域では、入射波の波高が比較的高いので海岸には砂浜が形成されているが、沿岸漂砂量が少ないので河口閉塞を生じするような砂州は発達しないと考えられる。また、マングローブの生育が盛んなため、干潟や海浜はあまり広くはならないと考えられる(ただし、写真撮影時は満潮に近く、干潮時にはある程度の干潟が干出した)。

(10) Sarawak州中東部海岸(Balingian ~ Semanok)

a) Balingian川河口

Balingian川河口の位置を図5-1-38に示す。また、河口の状況を写真39に示す。河口は入江のような地形の奥に位置している。河口周辺の海岸には僅かに砂浜がみられるが、ほとんど植生に覆われている。したがって、干潮時には、干潟が干出することがうかがわれる(実際にみられた)。河口の右岸に沿って停泊施設があり、中小型の船舶が航行している。

b) Tatau川河口

Tatau川河口の位置を図5-1-38に示す。ここでも、河口周辺の海岸にあまり砂浜はみられない。ただし、河道は大きく西に傾いて海へと向かっていることから、西向きの沿岸漂砂の存在がうかがわれる。河道の左岸には村落があり、停泊施設がみられる。河口埋没の状況はみられない。

c) Semanok川河口

Semanok川河口の位置を図5-1-38に示す。また、河口の状況を写真40に示す。ここでは、河口近くに泥分の混じったような砂浜がみられる。河口はやや閉塞傾向にあるようにみられる。河道は小型船舶の航行に利用されているようである。

d) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-39に示す。この地域では西向きの沿岸漂砂が卓越する。海岸侵蝕が一部にみられるが、その原因は浚渫と推察される。

海岸には砂浜や広い干潟はみられなかったが、これはマングローブ等の生育が盛んなことが一因と考えられる（撮影が満潮時であったことも一因である）。小河川ではやや河口閉塞の傾向があるものの、全体として河口砂州の発達や河口埋没の状況はみられない。

(II) Sarawak州東部海岸（Bintulu～Suai）

a) Bintulu川河口

Bintulu川河口の位置を図5-1-40に示す。また、河口の状況を写真41に示す。河口部は大きな都市であり、河道には大小の船舶がみられる。河口周辺の海岸は植生に覆われており、砂浜は僅かにみられるのみである。河口はやや狭くなっているものの、閉塞の状況はない。河道は小型船舶の航行に利用されているようである。

b) Nayalau川河口

Nayalau川河口の位置を図5-1-40に示す。小河川であるものの小型の台船が河口を通過していることから、河口の水深はあまり浅くないようである。ここでも、河口周辺の海岸は植生に覆われており砂浜は狭い。ただし、底質は比較的砂の色調に近いようである。

c) Suai川河口

Suai川河口の位置を図5-1-40に示す。また、河口の状況を写真42に示す。ここでも、河口周辺の海岸は植生に覆われており砂浜は狭い。また、河道が西に偏って海へ向かっていることから、西向きの沿岸漂砂の存在がうかがわれた。しかし、河口砂州の発達はほとんどみられない。河道の両岸には村落があり、河道を中小船舶が航行している。

d) まとめ

以上に示した区間の沿岸漂砂の状況と海岸侵蝕の状況をNCESよりまとめて図5-1-41に示す。この地域では西向きの沿岸漂砂が卓越するが、河口の状況からみて、その量はあまり大きくないと推定される。また、河口では砂州の発達や埋没の状況はみられない。Sarawak州の沿岸では、この地域を含めて北東モンスーン期にかなり沿岸漂砂が生じる地域が多いと考えられるが、河口にその影響が顕著にみられない原因は、次のように考えられる。

① 海岸に沿って形成されている干潟が、一種の消波施設として機能し、汀線近くの漂砂量を減少させる。

② 海浜部の植生やマングローブ森林が物理的な障害として漂砂を阻止する。

これらは、推論であり、今後、現地データにより確認していく必要がある。

5-1-3 河口の分類

以上に述べた各河口の特徴から、河口の分類を試みる。ただし、今のところ十分な現地資

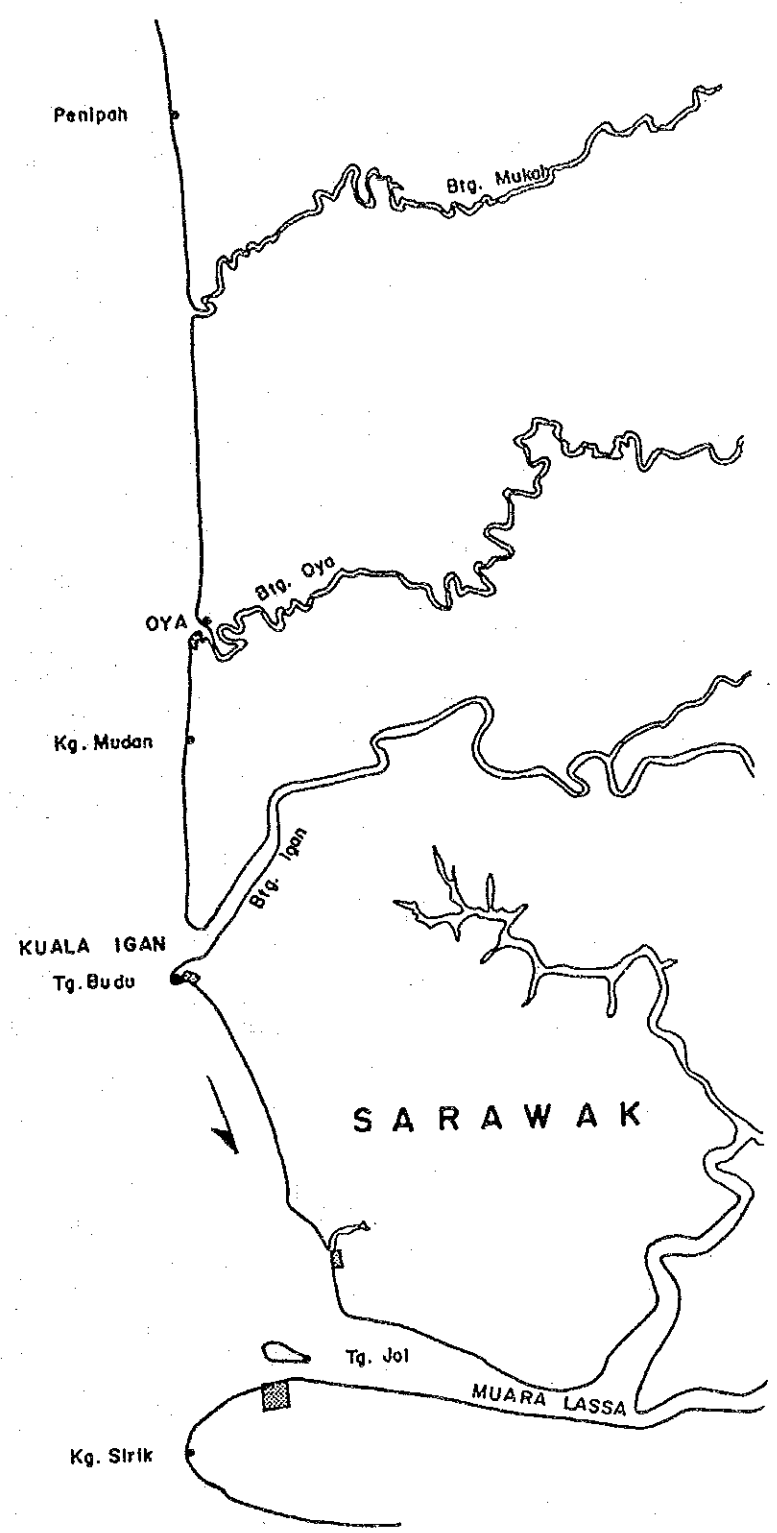
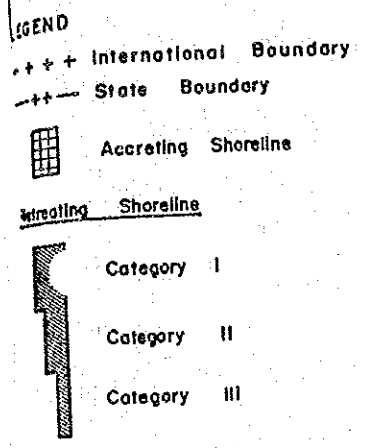
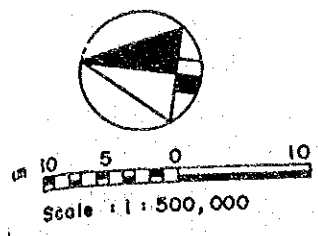


図5-1-37 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況
 (Sarawak州中部海岸: Kg. K. Matu~Mukah)

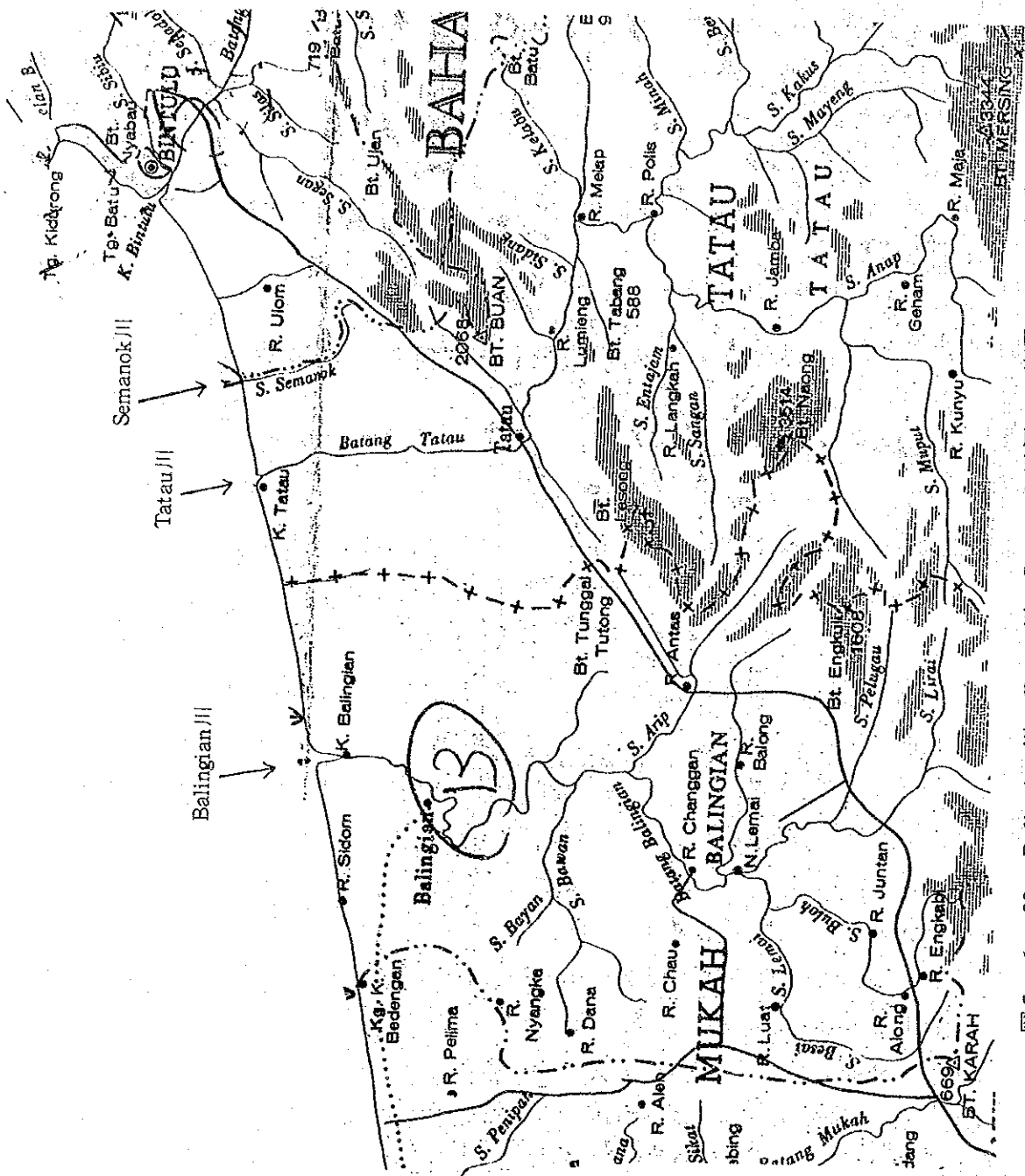
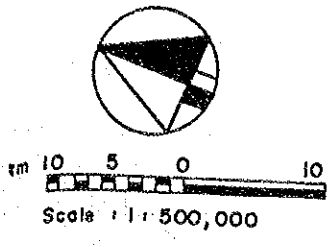


図 5 - 1 - 38 Balingian III、Tatau III、Semanok III 河口の位置



- LEGEND**
- +--- International Boundary
 - ++- State Boundary
 - Accreting Shoreline
 - Retreating Shoreline
 - Category I
 - Category II
 - Category III

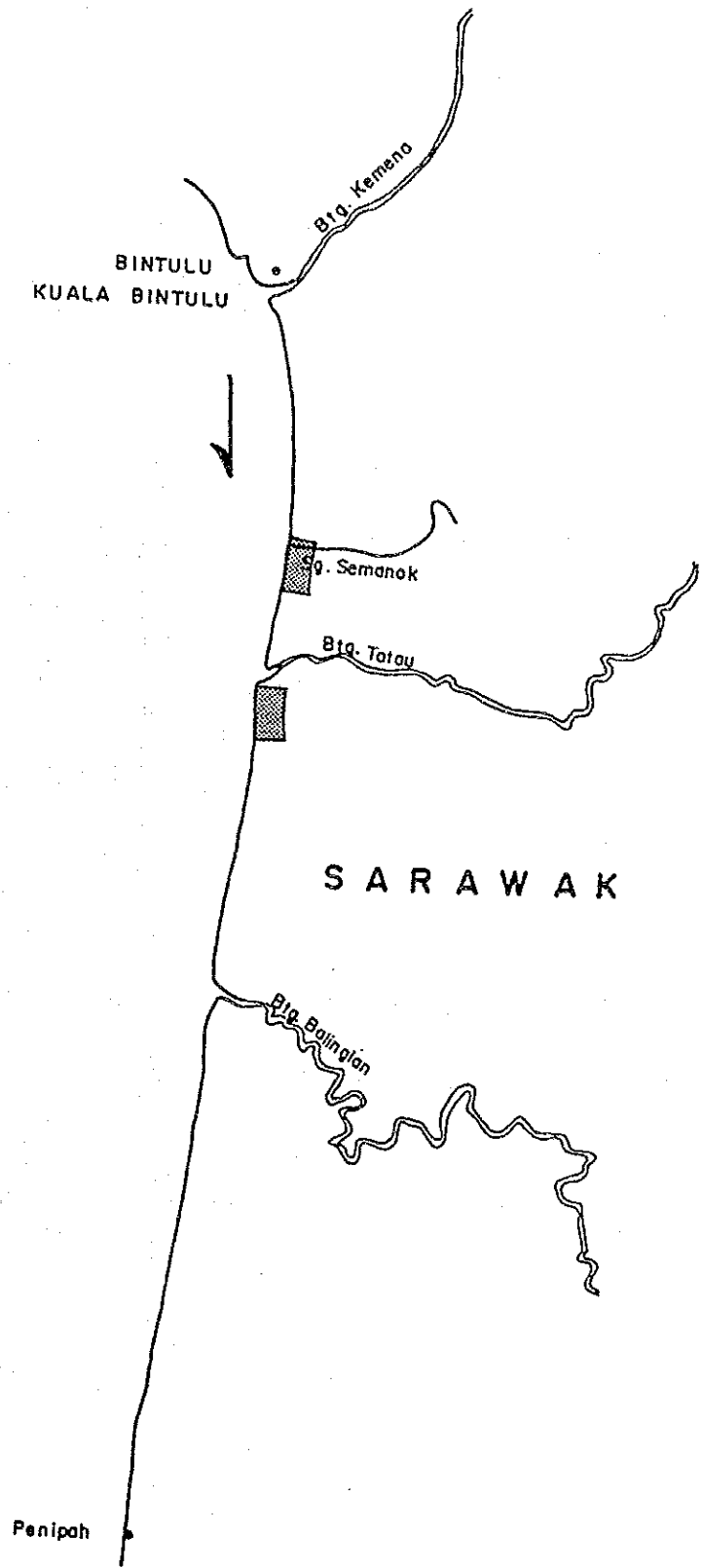


図5-1-39 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況
 (Sarawak 州中東部海岸：Balingian～Semanok)

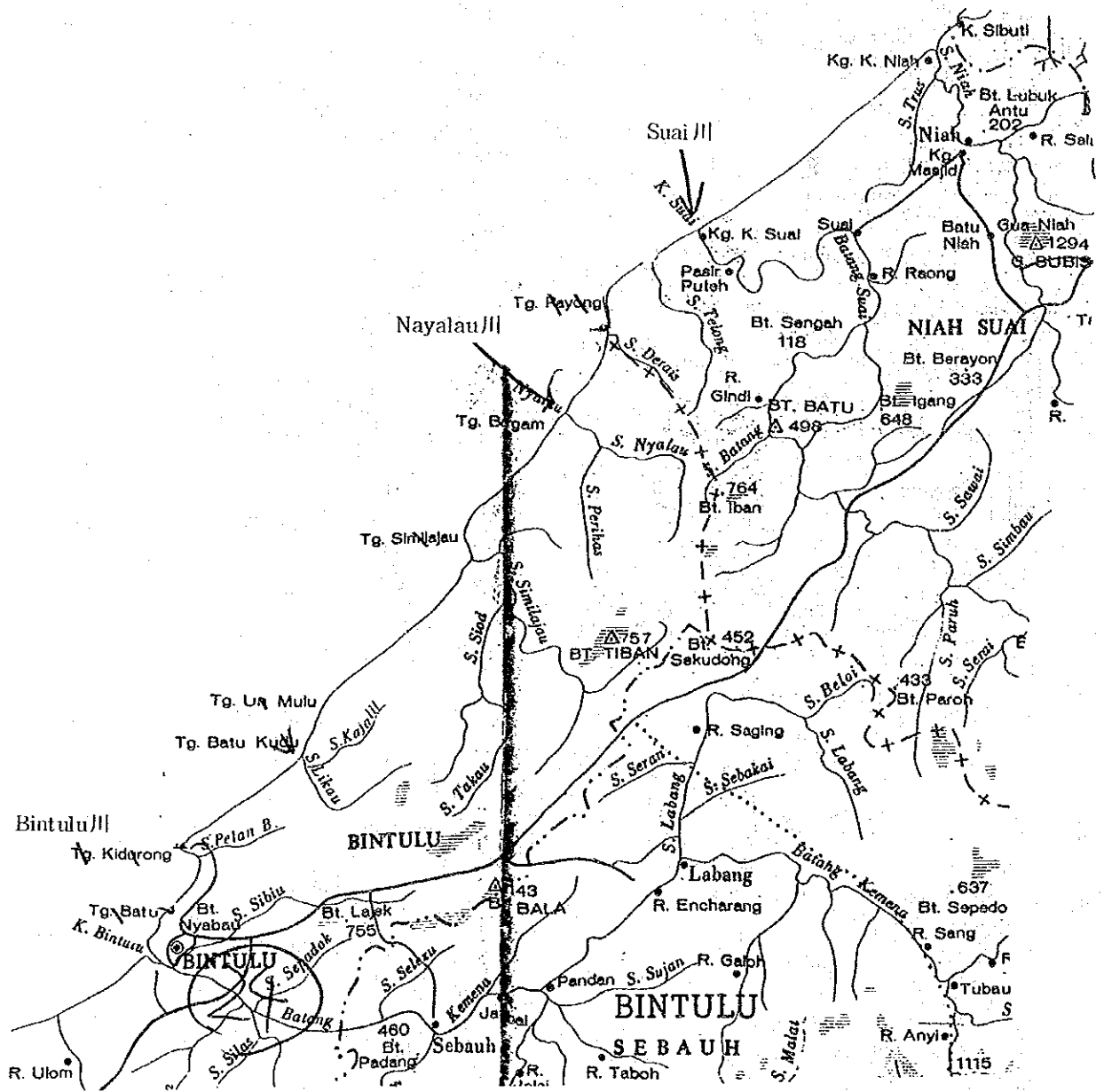


図5-1-40 Bintulu川、Nyalau川、Suai川河口の位置

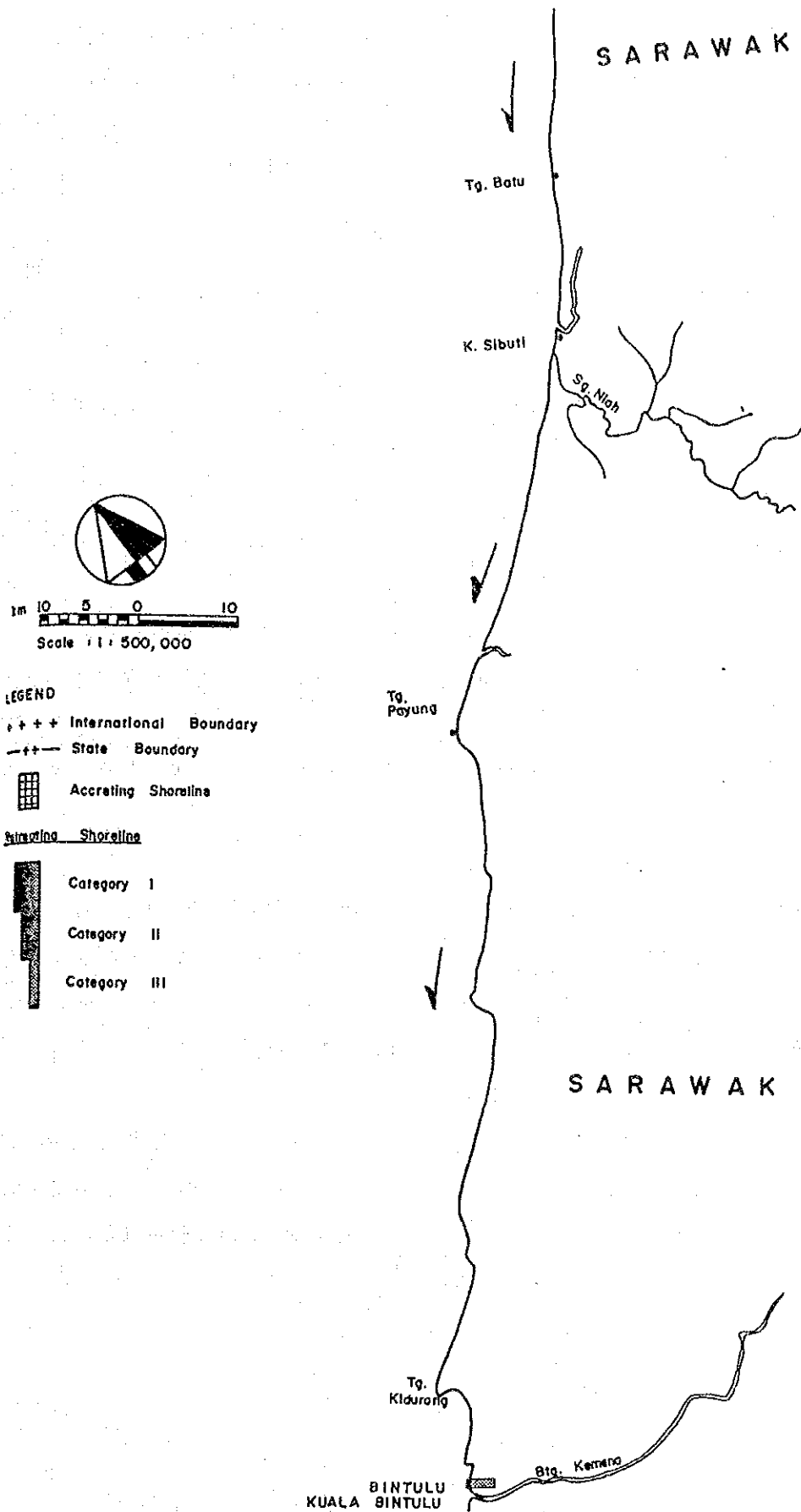


図5-1-41 沿岸漂砂の卓越方向と海岸侵蝕の状況 (Sarawak州東部海岸: Bintulu~Suai)

料がないために、写真に基づく状況判断に頼った分類とならざるをえない。従って、ここに示す結果は一つの例として、今後、現地資料により再検討し、修正する必要がある。分類にあたっては、まず河口の地形及び底質特性が大きく異なる半島東海岸と半島西海岸・Sarawak州海岸に大きく分類した。さらに、以下の指標によって分類を進めた。

① 河積の大きさ（河幅の広さ）

河積は、河川の水理条件、あるいは潮汐の条件を反映していると考えられるので、基本的な指標として採用した。

② 河床勾配

河床勾配は河口部の河道形状に強く影響するので採用した。なお、半島西海岸・Sarawak州では全体的に河床勾配が小さいので除外している。

③ 浚渫土砂量

底質が砂の半島西海岸では、浚渫土砂量が河口部の地形形状に強く影響すると考えられるので採用した。

④ 沿岸漂砂量

沿岸漂砂量は河口砂州の形成や河口部の河道形状を支配する主要な条件と考えられる。

⑤ 河口の固定状況

自然の丘や人工構造物による河道の固定の状況は、河口閉塞の状況と強く関連するので採用した。

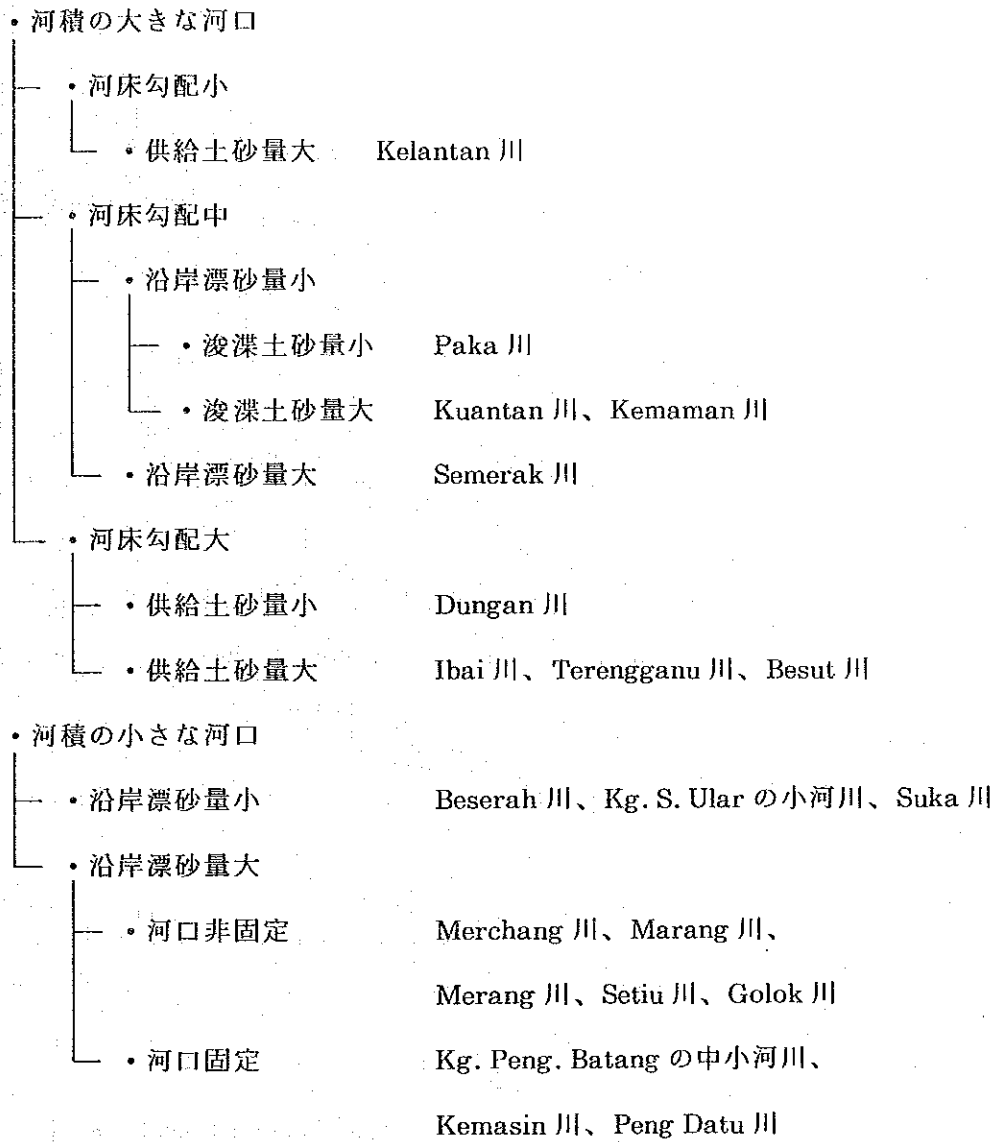
⑥ マングローブ林等の勢力

マングローブ林や海岸の植生の勢力が強いと、河川から土砂が供給されるとともに、それらが沖側へと繁殖すると考えられる。したがって、海岸地形は波浪や潮流による変形を受けにくくなると推定される。その結果、河口は比較的安定した河積を確保しやすくなることが予想される。そこで、マングローブ林等の勢力の強弱を指標として採用した。

⑦ 河川土砂供給量と海域での土砂移動量の関係

河川からの土砂供給量に比べ波浪あるいは潮流による海域での土砂移動量が少なければ、河口周辺には堆積が生じやすいと考えられる。これは、河口デルタの成長や鳥趾状砂州の形成などの条件でもある。そこで、河川土砂供給量と海域での土砂移動量の大小関係を指標として採用した。

半島東海岸



半島西海岸、Sarawak 州海岸

・比較的波浪の影響有

・河積の比較的大きな河口（河口砂州はほとんどなし）

・マングローブ林等の勢力中

Oya 川、Mukah の河川

・マングローブ林等の勢力弱

Muda 川、Balimgian の河川、Tatau 川、
Bintulu 川、Suai 川

・河積の小さな河口

・沿岸漂砂量小

・マングローブ林等の勢力強

Grigat の小河川、Kg. K. Matu の小河川

・沿岸漂砂量大

・マングローブ林等の勢力弱

Penat 川、Semanok 川、Nayalau 川

・波浪の影響ほとんどなし

・河積の大きな河口

・マングローブ林等の勢力弱

Selangor 川、Kg. K. Julu の小河川

Kg. Wan Chik の小河川、

Kg. S. Udang Besar の小河川

・マングローブ林等の勢力強

・河川土砂供給量 < 海域での土砂移動量

Kurau 川、Kg. Gula の河川、P. Sangga Kechil の河川、

Bernam 川、Santubong 川、Buntal 川、Bako の河川、

Sarawak 川

・河川土砂供給量 > 海域での土砂移動量

Perak 川

・河積の小さな河口

・河川土砂供給量 > 海域での土砂移動量

Pulai 川、Tengi 川

・河川土砂供給量 < 海域での土砂移動量

Sebangan 川、Sebuyau の小河川

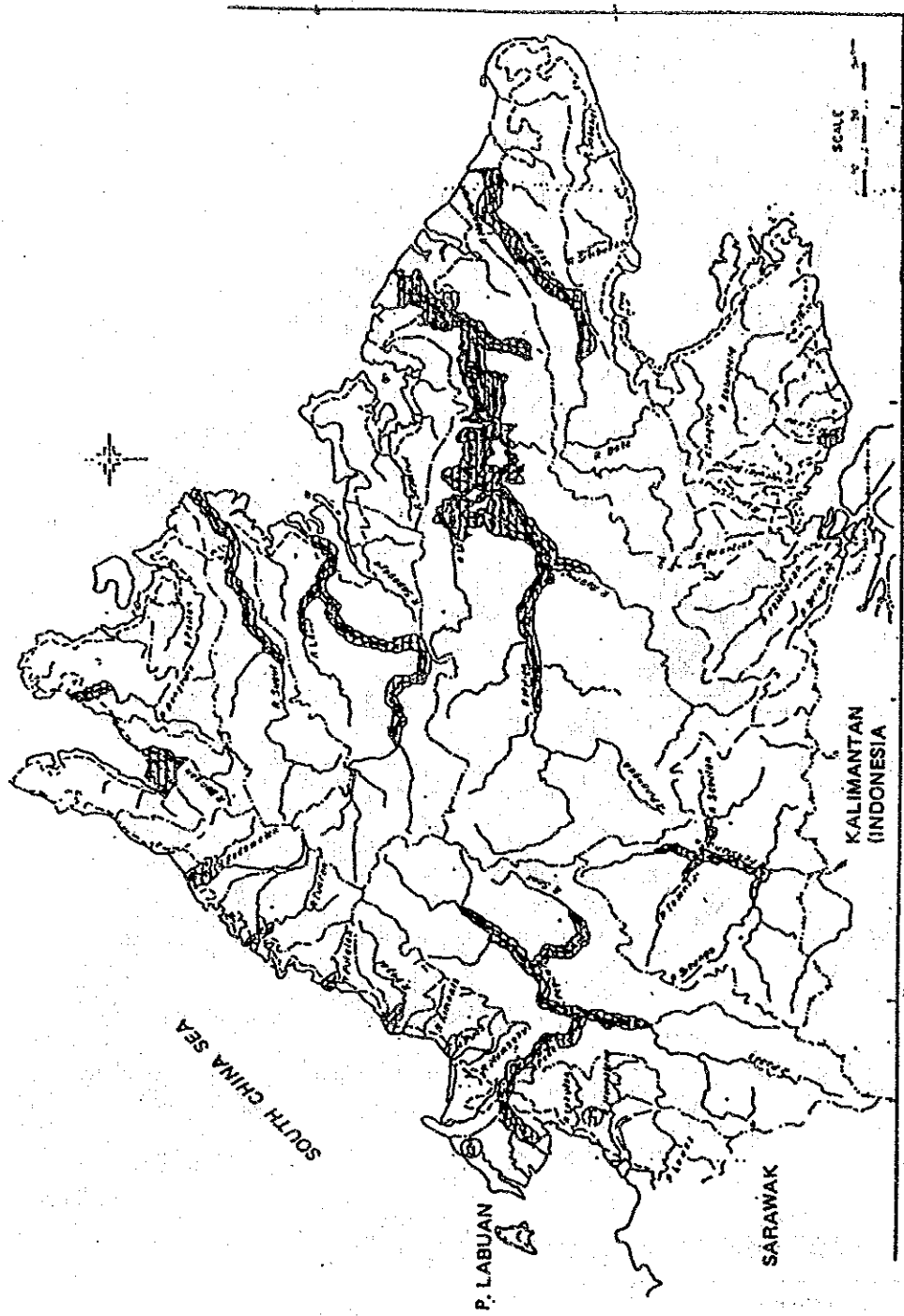


図 5-2-2 洪水を生じ易い地域の分布 (サバ州)

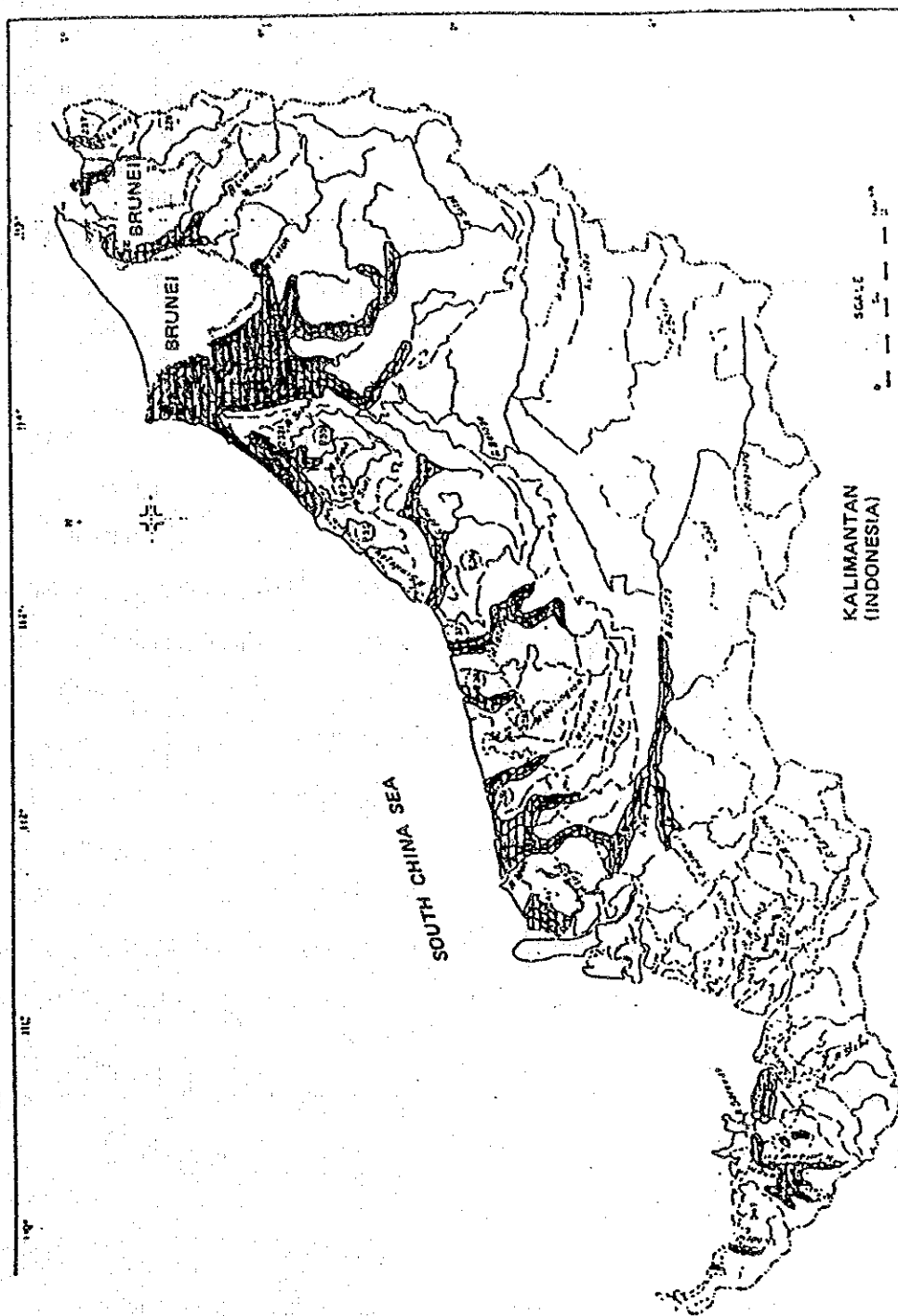


図5-2-3 洪水を生じ易い地域の分布 (サラワク州)

5-2 洪水被害の状況

マレーシアでは洪水被害が頻繁に発生している。これは、モンスーン期に生じる豪雨、著しい土壌浸蝕による河床や河道の激しい変動、及び勾配の非常に小さな低平地に資産が集中していることによると考えられる。マレーシアでは1926年に非常に大規模な洪水があり、その後も、1931、1947、1954、1957、1967、1971、1973、1979、1983年と大きな洪水が発生している。1963年以後の洪水による浸水域は、実に全国土の9%にも達する。マレーシア各地の洪水を生じやすい地域の分布を図5-2-1、5-2-2、5-2-3に示す。特に、半島マレーシアに洪水を生じやすい地域が広く分布している。半島マレーシアの洪水の状況はFlood Summary Peninsular Malaysia 1925-1988, JPS にまとめられている。

次に、半島マレーシアについて、1967年、1971年及び1986年の浸水域の分布を図5-2-4に示す。浸水域は沖積平地の内陸部深くまで及んでおり、必ずしも沿岸低地が浸水しやすくない。この原因は、マレーシアの河川縦断形により説明することができる。半島マレーシアの各河川の縦断形状を図5-2-5に示す。各河川は、丘陵あるいは山地の急勾配部を過ぎると急激に河床勾配を緩くして低平地へと河道を移すことがわかる。低平地河道の勾配は $1/10,000$ ~ $1/20,000$ であり、我が国の河川に比べると非常に緩勾配である。以上のように、山間部と低平地との接続部は河床勾配の急変点にあたる。河床勾配が急勾配から緩勾配に急変する場合には、そこで水位が上昇し、流速が低下することから、土砂堆積も生じやすくなる。したがって、そのような地域では河川水の氾濫も生じやすくなる。このような原因で、マレーシアでは低平地の内陸部で氾濫が生じやすいと推定される。写真5-2-1はKuala Lumpurでの浸水の状況(1971年)を写したものである。Kuala Lumpurは低平地の内陸部に位置するが、写真にみられるように、約2mもの浸水深を生じている。この浸水は上記の機構によるものと推定される。

マレーシアで洪水が起こる外的な要因は大局的にみて、次のようにまとめられる。

- ① 長期的な降雨の継続(北東モンスーンにより半島東海岸と東マレーシアで主に生じる)
- ② 短期集中的な局所豪雨(南西モンスーンにより半島西海岸で主に生じる)
- ③ 高潮位と洪水との合致

①の要因は広域な洪水につながりやすいと考えられ、これが図5-2-4にみられるような半島東海岸の広い洪水域をもたらすものと考えられる。

②の要因は、半島西海岸の排水条件の悪い低平地に洪水をもたらす。特に、丘陵部の麓地域では浸水を生じやすいことが予想される(写真5-2-1を参照)。

③は低平地の沿岸域で洪水被害を増加させる要因となる。マレーシアの低平地河川は河床勾配が緩いので、潮位変動は内陸深くまで影響を持つ。したがって、高潮位と洪水が重なると、広範囲の河道で氾濫を生じやすくなると考えられる。

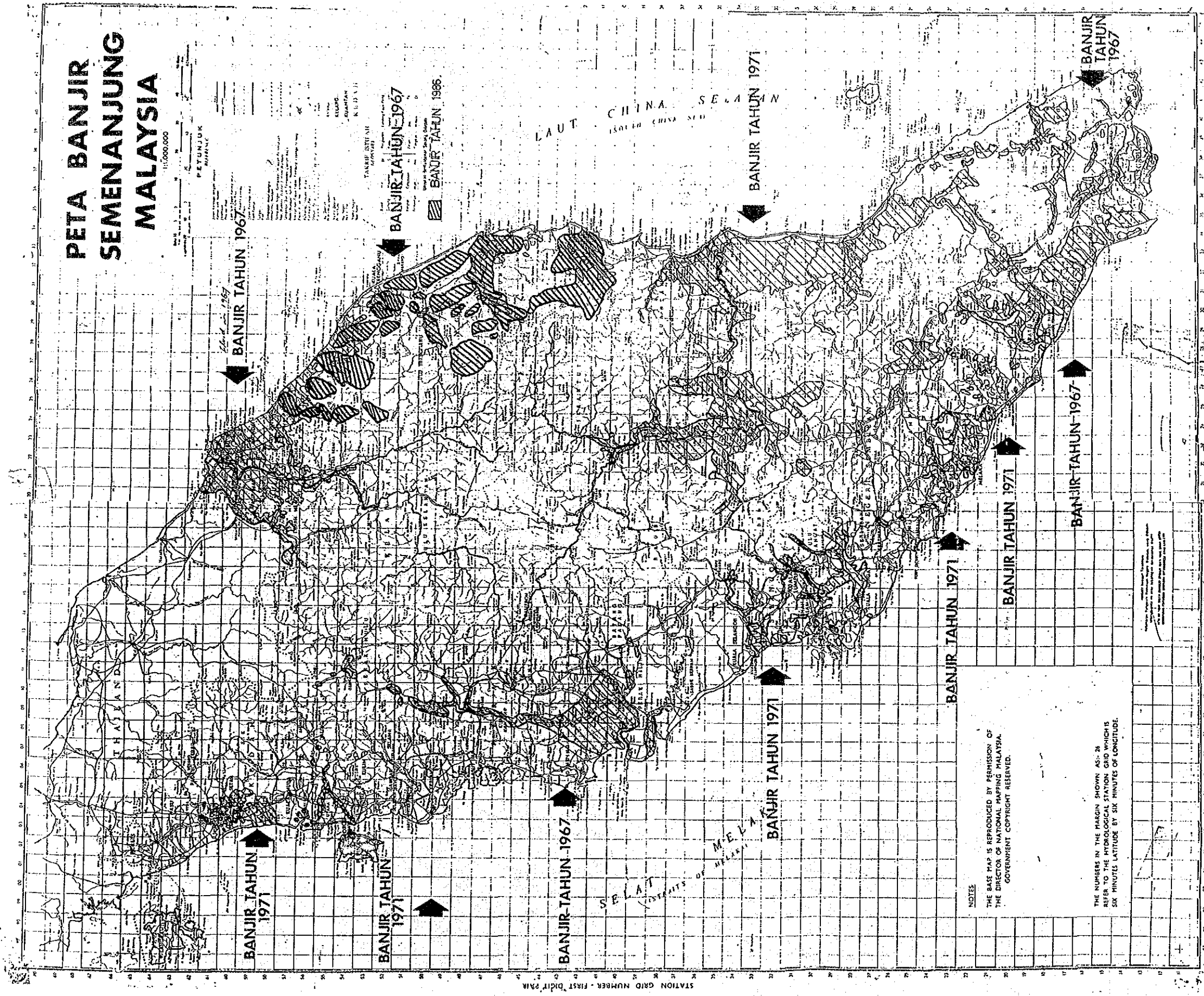
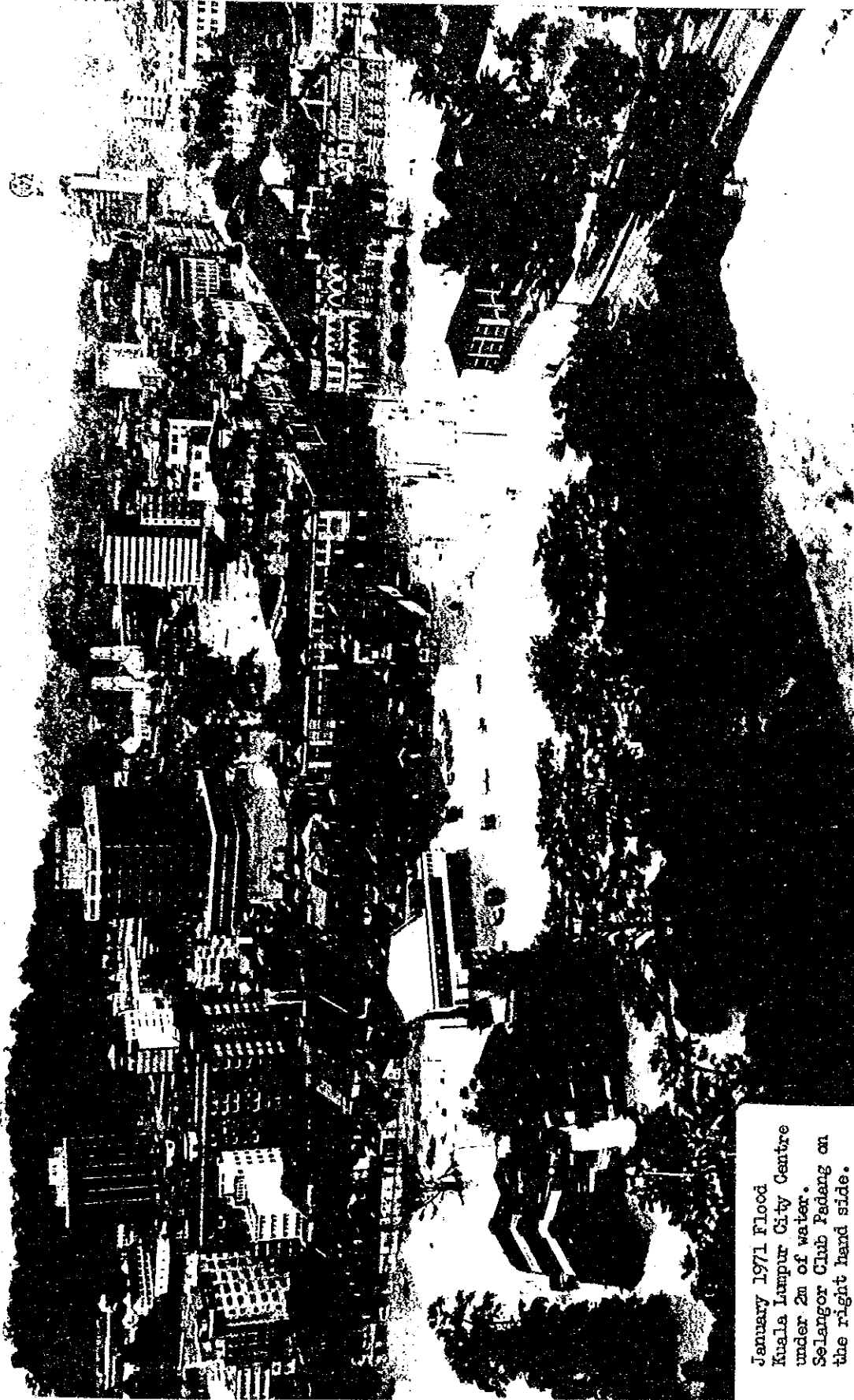


図5-2-4 1967年、1971年及び1986年の浸水域の分布 (半島マレーシア)



January 1971 Flood
Kuala Lumpur City Centre
under 2m of water.
Selangor Club Padang on
the right hand side.

写真 5 - 2 - 1 Kuala Lumpur での浸水の状況 (1971 年)

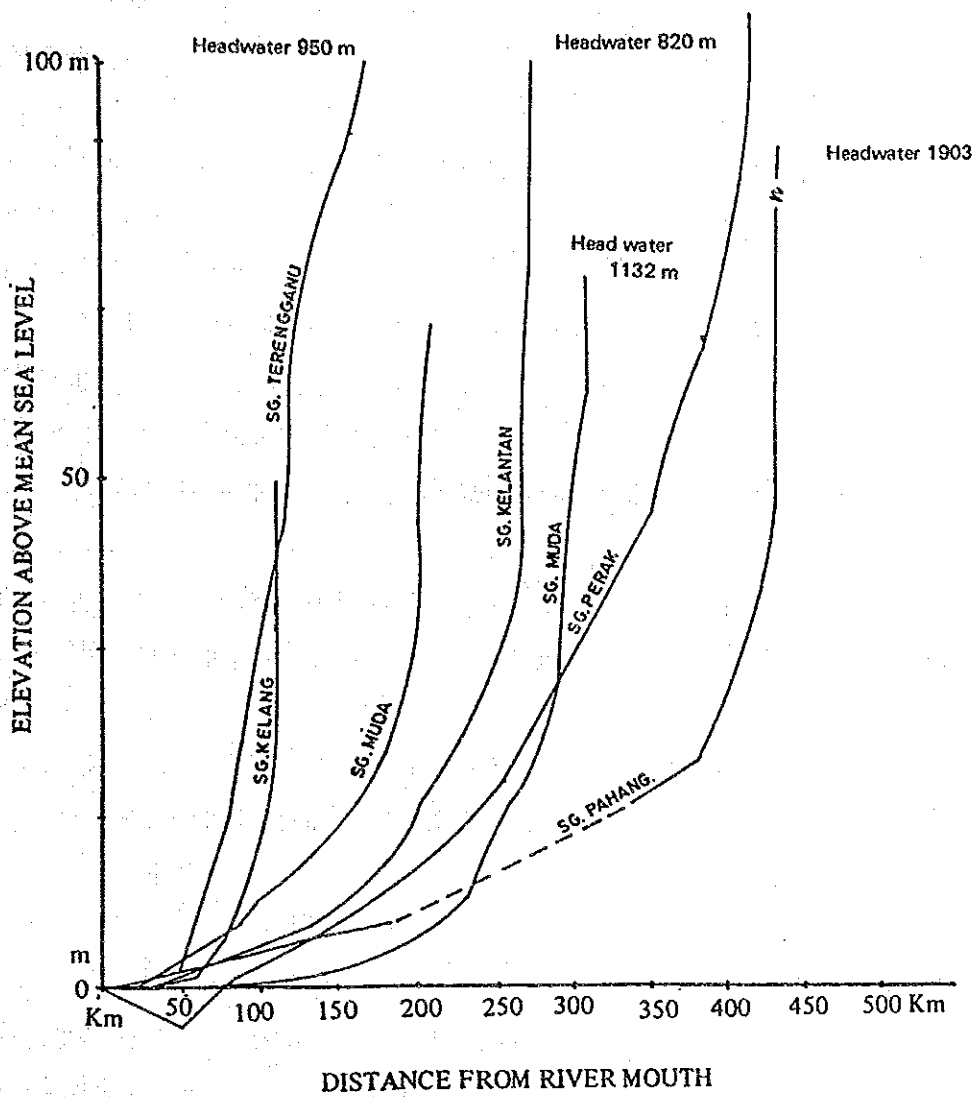


図5-2-5 半島マレーシアの各河川の縦断形状

5-3 河口部の河川の利用状況

マレーシアにおける河口部の河川の利用状況は、大きく次のようにまとめられる。

(1) 利水

河川の利水は、我が国同様に、飲料、農業及び工業用水などである。また、水力発電も行われている。今後、土地利用が進行して水需要が増すと、水不足を生じることが考えられ、特に乾期に深刻な状況になることが懸念されている。

(2) 舟運、漁業

河川は舟運や河道での漁業にも利用されている。河川での舟運は、半島マレーシアより、道路整備の不十分な東マレーシアで盛んなようである。本事前調査時には、ほとんどの河口で中小船舶の航行がみられた。これらの船舶のほとんどは、河道内を漁港として利用し海域で操業しているものとみられる。また、Sarawak州では、木材等の積み出し台船の航行もみられた。

河口部の河道を船舶が航行するためには、所要の河積が確保されている必要があり、定期的あるいは臨時の浚渫が各河川で実施されているものと考えられる。

(3) 砂利採取

建設資材として砂を河川から採取している事例がある。おそらく、河道維持の浚渫を兼ねて実施されているものと考えられるが、十分な管理のもとで実施されていない場合には、河床低下や海岸侵蝕を招くことも考えられる。

5-4 河口にかかわる行政機構

マレーシア国における河口問題に関する行政機関としては、総理府に所属し関係省庁間の調整機関としての役割を担う経済企画局（Economic Planning Unit：EPU）がある。EPUは国家計画の策定、各年度の開発予算の立案等の強力な権限を有しており、経済協力に関する諸外国からの援助に関しても、各省庁を調整している。

河口問題を管轄する連邦政府機関は明確に決まっていないが、関連する機関としては農業省の排水灌漑局（Drainage and Irrigation Department：DID）、運輸省海運課（Marine Department）、それに公共事業省公共事業局（Public Works Department：PWD）が挙げられる。DIDは農地の灌漑、排水及び治水に関する事業を担当しており、洪水防御、河川改修事業もDIDの業務に含まれる。したがって、河口における治水事業はDIDの管轄となる。各州には州政府DIDが配置され、連邦政府のDIDの指導を受けている。連邦政府DIDは主要河川を担当し、州政府DIDはその他の中小河川を担当している。また事業実施は州政府DIDを主体として行っている。Marine Departmentは航行を目的とする河口部の浚渫、港の維持及び海洋調査を所轄している。

またマレーシア国における主要な港である BINTULU、JOHOR、KELANG、KUANTAN及び PULAUPINANG には、運輸省の下部組織として港湾局（Port Authority）が存在し、独立採算制で港の維持・管理にあたっている。P W D は、D I D 同様に、連邦 P W D と各州 P W D が密接に連絡を取り合っており、インフラストラクチャー整備のための施設の計画・建設を所轄している。

また河川水の利用許可関係の事務は、地方行政官庁（district officer）が担当している。

本件調査におけるカウンターパート機関は、排水灌漑局が担当することになり、調査過程において他の機関との協議の必要性が生じた場合には、E P U または D I D の調整のもと、十分に意見交換を行う必要がある。

また調査実施にあたっては排水灌漑局の海岸課がカウンターパートの中心となる。海岸課は 1987 年、アメリカが実施した全国海岸浸蝕調査（National Erosion Study）の勧告に基づき、Costal Technical Center として設立され、D I D のみならず他の省庁も関連する海岸問題を総括してきた。1990 年、現在の Coastal Enginer Branch と改名された。

なお水理模型実験等を実施する予定である D I D の水理研究所の概要については附属資料 4 を参照。

5-5 河口処理にかかわる事業

河口処理は所要の河積を確保するために、次の目的により実施される。

- ① 河口砂州の発生、発達を抑制する
- ② 河口部に堆積する土砂を除去する

これらの目的を達するための手法としては、

- ① 導流堤の建設
- ② 浚渫

がある。導流堤は河口砂州の発生を阻止するとともに、河口部の流速を制御して土砂堆積を阻止する目的を持つ場合もある。

マレーシアにおいても、多くの河川で河口処理の検討が行われ、導流堤や浚渫の計画が提案され、あるいは実施に移されている。また、導流堤の建設に伴う周辺海岸の影響を併せて検討している例もある。以下には、河口処理に関する調査事例を概説する。

- (1) Report on Mission to Malaysia (1983) : Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.

半島マレーシアの港湾を対象とし、航路維持のために浚渫計画を提案している。

- (2) Report on Mission to Malaysia (1984) : Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.

半島マレーシア東海岸の南部に位置する Mersing 港(河口港)を対象とし、浚渫計画に関するフィージビリティ・スタディを行っている。

- (3) Report on Mission to Malaysia (1987) : Economic and Social Commission for Asia and the Pacific .

半島マレーシアの河口処理に関する概括的な調査を行うとともに、半島東海岸の Besut川、半島西海岸の Brau 川と Kerian Laut 地域の小河口群を対象として、河口処理の具体的な提案を行っている。

- (4) Design Report of Semerak Seaworks (1983) : Kemasin Semerak Integrated Agricultural Development Project.

Pengkalan Datu川、Kemasin 川、Gali 川、Semerak 川河口に建設する導流堤の設計に関する検討を主とした調査を行っている。

- (5) Kuala Besut Fishing Port Model Study : JPT, Tech. Rep. No. 39.

Besut 川の河口港の航路確保のために、河口砂州を横切る導流堤の計画を立案し、模型実験による検討を行っている。

- (6) Kuala Baram, Sarawak, Effects of Training Walls on Adjacent Beaches (1973) : Hydraulics Research Center, Rep. No. EX634.

沿岸漂砂による河口閉塞に対する導流堤の効果を、汀線変化モデルにより検討している。

以上のように、各河川について河口処理に関する種々の検討がなされているが、事前調査時に上空から観察した限りでは、必ずしも、うまくいっていないようである。次節では、河口処理に関する問題点を抽出し、マレーシアの河口における問題点をとりまとめる。

5-6 まとめ

マレーシアの河口では、微細粒分を主成分とする多量の土砂供給があり、更に波浪あるいは潮流により底質が移動するため、河口処理は非常に難しい状況下にある。マレーシアでは元来、河川からの土砂供給、河口の閉塞、洪水時の氾濫・河口のフラッシュ・海域への土砂堆積、再び河口閉塞というサイクルを繰り返して低平地が成長してきたものと考えられる。したがって、マレーシアの自然条件を十分に理解して河口処理にあたらなければ、長期的な打開策を得ることはできない。マレーシアの河口処理における問題点と、その解決方針は次のようなものになると予想される。

① 浚渫による河口埋没対策

<問題点>半永久的に実施しなければならない

→効率化が必要

→供給土砂量の抑制＝土壌浸蝕量の抑制＝土地利用の計画的推進

→埋没の許容量の設定＝氾濫許容量の設定＝土地利用の規制

② 導流堤等の構造物による河口閉塞対策

＜問題点＞土砂供給や沿岸漂砂と河口処理との関係を考慮し、周辺海岸の侵蝕対策も含めた効果的手法を検討しなければならない。

→サンドバイパスや周辺海岸の安定化の検討

→ある程度の閉塞を許容した対策→ソフトな対応（土地利用規制、浚渫）

＜問題点＞土砂供給量や波浪条件などの変動により海岸地形の変動をある程度見込んだ対策とする必要がある。また、将来的な土砂供給量の変化をも考慮しておかなければならない。

→変動を見込んだ柔軟な対応＝移設あるいは変更可能な構造物

→ソフトな対応（土地利用規制、浚渫）

以上の問題点は、マレーシアの河口に共通している。マレーシアには多くの河口があるが、かなり類似した地形特性や社会条件にあるものが多く、幾つかのグループに類型化できるものと考えられる。したがって、各河口の解決策は、それらの類型ごとに検討すれば効率的である。河口処理の解決策の検討にあたって考慮すべき事項（これらは、そのまま河口の類型化にあたって考慮すべき事項となる）は、次のようになると考えられる。

① 自然条件

- ・波浪条件
- ・沿岸漂砂量
- ・潮位変動
- ・河川流量及び河床勾配
- ・土砂供給量
- ・植生（マングローブ林の状況）

② 社会条件

- ・土地利用状況
- ・船舶の航行
- ・流域の開発情勢
- ・周辺海岸の利用状況

6. 本格調査の内容

6-1 調査の基本方針

本件調査は、マレーシア国における主要河川の河口部における閉塞を原因とする洪水の被害状況及び船舶の航行障害を中心に河口の問題点を調査し、その対策を検討することを目的とする。

調査はPhase 1：マスタープラン調査とPhase 2：フィージビリティ調査の2段階に分けて実施する。

Phase 1においては、マレーシア国全土を対象として洪水緩和及び航行路確保のための河口処理計画のマスタープランを策定し、第2段階の対象となる優先河川2河川（砂質河川 1、泥質河川 1）を選定する。

Phase 1の基本方針は、既存資料の活用、河口現況調査及び現地踏査を通して、マスタープランを策定することである。調査開始にあたっては、マレーシア国における河口の概要を把握するため、河口に問題があると認識される約100河川について河口現況調査を実施する。河口現況調査の調査項目は調査団が現地入りする前に準備し、対象河川については、現地調査開始までにD I Dが選出する。また河口の現象は複雑であり、個々の河川ごとに特殊性が強いため、調査の実施にあたっては現地事情に詳しいローカルコンサルタントを活用する。およそ4、5カ月を目途としてアンケート調査の回収・分析を終え、その結果をもとに、マスタープランの計画対象河川となる、およそ80河川を選定する。

さらに河口問題の深刻な河川を中心に現地踏査等を行い、補足情報を収集する。マスタープランのとりまとめに際しては、マレーシア国においては河口処理計画立案のための専門知識、経験が浅いことを考慮し、ガイドライン的な要素、例えば基本工法の紹介、河川形態や河口堆積の原因による河川の類型化、類型化に基づく典型的な対策の紹介、地域特性の考慮等を十分踏まえたうえで各河川の対策を検討する。F/Sの対象河川については、Phase 1のアンケート調査の結果がまとまった時点でマレーシア側と協議のうえ決定し、既存水文データを補完するために水文観測機器を取り付けてデータ収集に努める。

Phase 2では、Phase 1で選択した対象河川についてフィージビリティ調査を行う。調査内容はPhase 1に引き続き補足資料を収集するとともに、河川の縦横断測量、深淺測量、底質材料調査、砂質河川の河口を対象とした水理模型実験、泥質河川の河口を対象とした数値計算等を行い、河口における土砂堆積のメカニズムを解明し、より詳細な対策を検討する。

またマレーシア国においては、1988年からEnvironmental Impact Assessment Act：通称E I Aが発布されており、開発プロジェクトに対しては環境影響調査を実施することとなっている。