

# 天使の都バンコク南部に熱帯海岸の侵食を観る

磯部一洋<sup>1)</sup>・加藤 碩<sup>2)</sup>・大久保泰邦<sup>3)</sup>

## 1. はじめに

微笑みの国や白象の国と呼ばれるタイ国は、我が国と違って大地震や火山の被害を欠き、気象災害の少ない文字通りの安泰の国である。第二次世界大戦後に東アジア太平洋地域を管轄する国際機関が首都のバンコクに相次いで設置されたのも、近隣諸国のように植民地にならずに王国として長い間政治的に安定してきたためであるとされる。

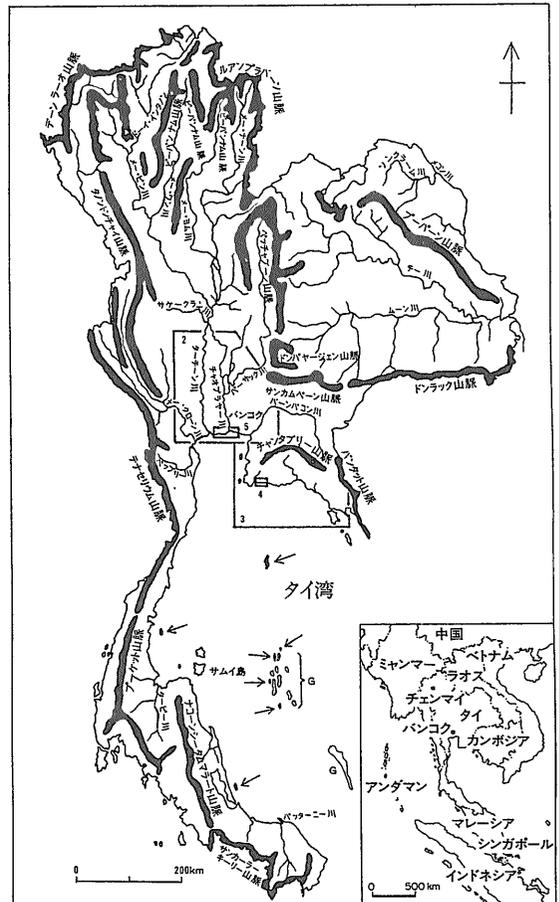
地質調査所では、東アジア地域を対象にした小縮尺の自然災害図編さん計画を提案し、1992年からその準備を始め実行に移している。同計画のメンバーである加藤・磯部は、1995年3月下旬にタイ国工業省鉱物資源局の地質調査部を訪問し、本計画の概要説明ならびに参加協力を要請するとともに、タイ国(以下ではタイと略す)の地すべりを始めとする地質災害全般について情報を収集した。その際に、バンコク南部で海岸線が顕著に後退していることを知り、現地見学を行った。以下に熱帯気候下のタイにおける海岸侵食の概況を中心にタイの自然・社会的背景を簡単に紹介する。

## 2. タイの紹介

### 2.1 自然

タイはユーラシア大陸南東部のインドシナ半島中央部にあつて、ミャンマーやラオスなどと国境を接する。国全体は、北緯 $5^{\circ}37'$ ~ $20^{\circ}27'$ 、東経 $97^{\circ}22'$ ~ $105^{\circ}37'$ の間にあり、東西に比べ南北に長く、面積は $51.3$ 万 $\text{km}^2$ と日本の約 $1.4$ 倍の広さである。東北部のチー川などの河川はラオスとの国境を画す国際河川のメコン川へ流出する一方、タイ最高峰ドーイ・インタノン山(標高 $2,595$  m)などのある北部山地

からはチャオプラヤー川水系の諸河川(上流のナン川と下流のチャオプラヤー川の総延長は $1,200$  km)が南流し、タイ湾(外国人による呼称のシャム湾に同じ)へ注ぐ(第1図)。とくにチャオプラヤー

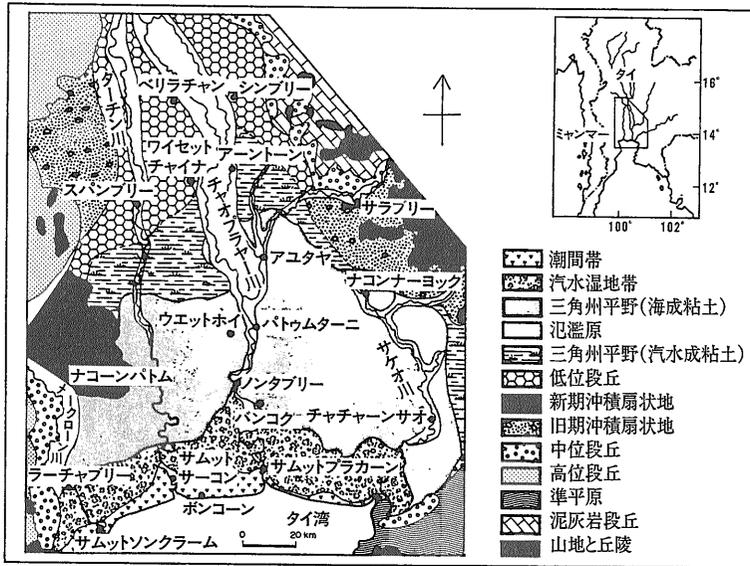


第1図 タイの主要な山脈と水系図〔田辺訳(1980)に加筆〕

タイ湾内の矢印は油田、Gはガス田(Trangcotchan and Gladnaka, 1992)を示す。バンコク周辺の数字と矩形は図の番号とその表現範囲。

1) 地質調査所 環境地質部  
2) 地質調査所 首席研究官  
3) 東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会(CCOP) 鉱物部門コーディネーター

キーワード: タイ, 自然災害図, 海岸侵食, 砂浜, マングローブ, ビーチロック



第2図 中部平野下流部の地形分類図(Somboon, 1988)

川最下流の約100 km の河川は、大きな三角州平野内を流れるために、極めて緩勾配になりかつ蛇行する。これに対し、マレー半島(以下この国での呼称のタイ半島を用いる)側の海岸やタイ湾岸の河川は短く、その勾配は大きい。

タイの気候は暑くしかも湿度が高いのが特徴である。国の大部分が乾季(11-4月)と雨季(5-10月)の明瞭な熱帯サバナ気候に属する(田辺訳, 1980)。ミャンマー国境からタイ半島に至る西-南部や北部山地では雨量が年間2,000 mm 以上と多く、熱帯モンスーン気候や熱帯雨林気候に属し、山脈に囲まれた中部平野や東北部では雨量が1,250 mm 以下と相対的に少ない。さらに気象災害として、タイへ近づく台風のはほとんどは南シナ海上で発生し、北西などへ進み上陸する頃には衰弱している場合が多い。しかし、1989年11月3日にタイ湾で熱帯性低気圧から発達した台風ゲイのように、タイ半島の東海岸を直撃して大被害を与えるものもある。

## 2.2 経済発展と港湾建設

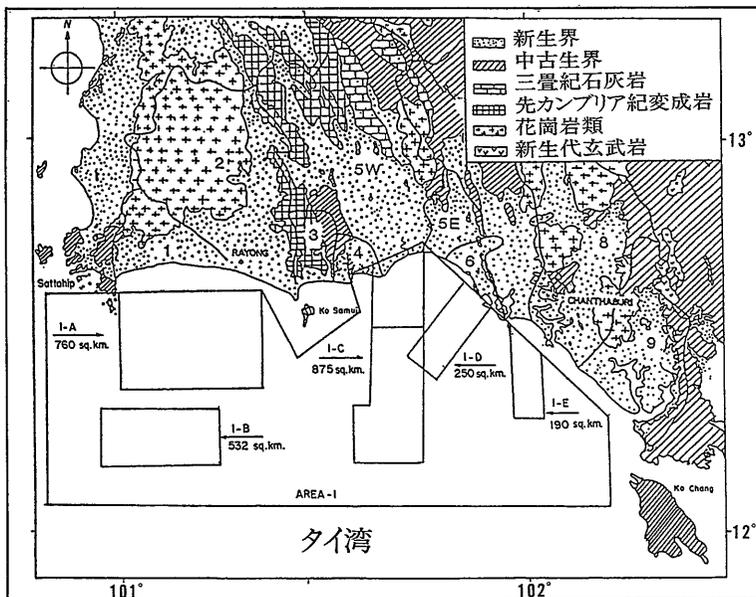
タイの人口は1990年に5,455万人、人口密度は1 km<sup>2</sup> 当たり106人である。他の東南アジアの国々と同様に、この国でも首都への一極集中が著しい。それはバンコクに次いで人口の多いチェンマイ自治市でさえ、人口が10万人に過ぎないことに良く表れている。バンコク首都の人口は1975年に435万人であったものが、1990年には588万人以上に達し(綾

部・石井編, 1995)、今なお一極集中が続いている。

タイは1960年代以来7次にわたる経済計画によって、従来の農業国から工業国へ変貌しつつある。バンコク首都とその周辺の穀倉地帯には、我が国を始めとする外国資本の導入による工業団地や工場群が建設され、高い経済成長率を維持するとともに、人口の一極集中とそれに伴う交通渋滞や過剰揚水に伴う地盤沈下などの都市問題の解決も緊急の課題になっている。

バンコクはチャオプラヤー(メナム)川河口近くの汽水湿地帯と三角州平野との境界部分に立地し(第2図)、河川港のクロントイを擁している。タイ湾岸から港までの河川最下流部は大きく蛇行して水深も浅いために、大型船は入港できない。コンテナ貨物はシンガポール港で小型船に積み替え搬入されている(安田, 1988)。そのために河川港に代わる外海に面し水深の大きな港の建設が、この国では長い間の悲願であった。

1989年になってバンコク南東約130 km のラヨン県マープタープット(Map Ta Phut)にその建設が実現することになった。マープタープット港は、海中へ長く伸びた2本の防波堤と堤間の一部を埋め立てた大規模な港である。本港は5年間をかけほぼ完成し、海底パイプラインから陸揚げされる天然ガスを原料とする石油化学などのタイ最大規模の



第3図 ラヨン付近の地質図と資源探査区域図 (Rasriengkrai and Chiemchindaratana, 1992)



写真1 段丘状のバームが続くバンパーラの砂浜  
汀線付近にビーチロックが発達し、その遠景は古  
生界からなる岬と島。

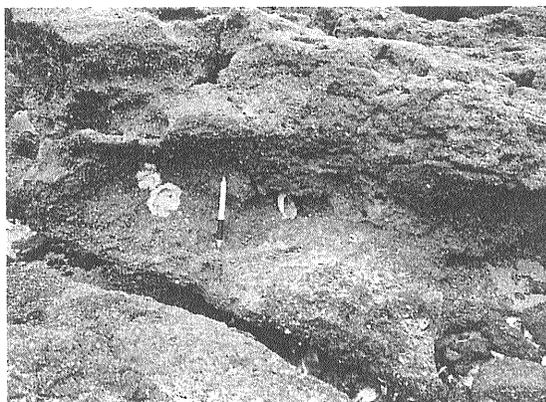


写真2 二枚貝を膠結したビーチロックの近接写真

工業団地が現在建設されている。なお、天然ガスの採掘は1983年から第1図に示すタイ湾内において開始され、1989年11月にサムイ島の東約100 kmで作業していたUNOCAL タイランドの掘削船が台風ゲイの急襲により転覆したことは記憶に新しい。

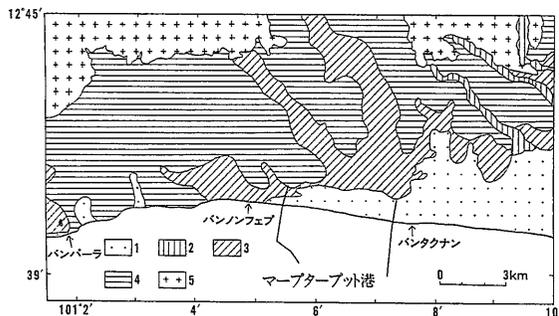
### 3. バンコク南東方ラヨン付近の砂質海岸

#### 3.1 バンパーラの自然海浜

チャンタブリー山脈(第1図)に平行して東西に伸びるバンパーラ(Ban Phala)の海岸(第3図の1付近)は、中生代の花崗岩類からなる後背山地の地

質を反映して石英と長石に富んだ美しい砂浜である(写真1)。薄肌色の浜砂には、重要な輸出金属鉱物の錫が漂砂鉱床をなす場合が多く、本地域の砂浜にもその採取船が繫留されていた。

現地を訪れた3月下旬には目視波高が0.5 m以下と小さかったにもかかわらずやや遠浅であるためか、海水はオリーブグリーンに濁り、サンゴ礁の発達する様子は確認できなかった。その代わりに、サンゴ礁海岸に似て天然の防波堤の役目をなすビーチロック(写真2)が砂浜の所々に形成され、また海岸近くの道路沿いには黄金色の花序をシャワー状に垂れ下げたナンバンサイカチ、海浜にはグンバイヒル



第4図 ラヨン西方海岸地域の地形分類図(Sinsakul et al., 1983)

地形分類を簡略化し、マープタープット港の概形を記入。

- 1.海岸平野 2.沖積平野 3.低位段丘 4.高位段丘 5.山地と残丘



写真3 バンノンフェブにおける海食崖とビーチロックの塊  
遠景はマープタープット港の西側防波堤。

ガオなどの熱帯—亜熱帯の植物が咲き競い、熱帯の海岸にいることを強く感じさせてくれた。なお、ビーチロックは熱帯—亜熱帯の砂浜に形成され、海側に緩傾斜し炭酸カルシウムによって膠結された現世の砂層で、その形成には海水などの水質が関係しているとされる。

### 3.2 港西側の海岸

1990年代に入りラヨンの中心街から西へ15 kmの砂浜を中心に計画されたマープタープット港(第4図)の建設が進むにつれて、以前に平衡状態にあった付近の海岸でも、砂浜や海食崖の後退が目立ち始めた。写真3はマープタープット港の西側防波堤から西方約2 kmのバンノンフェブ(Ban Nong Faep)における侵食状況を示したものである。淘汰の良い中粒砂からなる砂浜は、侵食傾向であることを反映して良く締まり、その幅も狭い。満潮時



写真4 侵食後退の著しい海食崖の近接写真

には海食崖の基部へ直接波が打ち寄せ、波食窪(ノッチ)も所々に形成され不安定化している。崖斜面がより急で新鮮なことから、その後退が著しいことが分かる。この比高5 m程の海食崖は、堅く締まった白っぽい石英・長石に富む砂層からなり、第4図の地形面の分布から低位段丘堆積物とその基盤の侵食されたものと推定される。写真4に見られるようにその上半部は淘汰の良い粗粒砂層、下半部は泥質の細礫混じり粗粒砂層からなり、前者は完新世の海成段丘堆積物の可能性もあるが、現時点では本観察地点の場合、段丘堆積物を欠く侵食性の海成段丘で、海食崖は同一の地層(更新統)からなるのではと考えている。

### 3.3 港東側の海岸侵食

1994年秋から侵食が顕在化したマープタープット港東側の防波堤近くにおける侵食状況を次に紹介する。写真5・6は防波堤の東約1 kmのバンタクナン(Ban Ta Knan)の海浜施設の破壊状況である。侵食直後のためか、砂浜上にあった建物の一部も流出されずに姿を止めていた。この新しい侵食現象は防波堤が伸びるに伴って発生したことは明白であ



写真5 バンタクナンにおける海岸の侵食状況  
遠景はマープターブット港の東側防波堤と埋立地上のタンク群。



写真6 海岸侵食によって破壊された海浜施設  
侵食防止対策は訪問時にまだ施されていない。

り、大規模な人工構築物が出現したために海況が大きく変化し、それに適応するために海岸侵食が発生しているとも言える。ここバンタクナンでも、かつて我が国で経験したように、沿岸流の下手側に当たる港のすぐ近くで侵食が発生し、時間の経過とともにより遠方の砂浜へ波及して行くことが懸念される。

### 3.4 パタヤの砂浜

タイ最大規模の観光リゾート地であるチョンブリー県パタヤの砂浜で、首尾良く一対のリッジとランネルを見学することができた(写真7)。このリッジとランネルは大波の後に静穏な期間が続くと一時的に形成される海浜地形である。浅海底に砂が堆積してできた沿岸州の一部が波の作用によって徐々に岸方向へ移動し、水面上にその頂部(リッジ)を露出させ、岸側にある溝状の低まり(ランネル)を砂浜に平行させる。波の静穏期がさらに続くとリッジが遂に



写真7 パタヤ南部における海浜地形のリッジとランネル  
砕波している付近に沿岸州が発達する。

岸側に付け加わり、空隙の多くルーズな砂からなるバーム(汀段とも呼ばれる)が発達し、砂浜が前進する。

また写真7には、リッジを一定間隔で削り、ランネルから直角に沖側へ伸びる排出溝が認められる。この排出溝はリップチャンネル、流れはリップカレント(離岸流)と呼ばれ、波が大きくなると流れも強まる。そのような場合、水泳者が排出溝へ近づくことは大変危険であるが、西方を向くパタヤでは暴浪が入射し難いためその心配はない。ここの砂浜を訪問したのは干潮時であったため、写真7のようにリッジが良く露出し、リルマークと呼ばれる地下(海)水の流出してできる溝状の地形が汀線のすぐ岸側において約1m間隔に見られる。

## 4. タイ湾頭の海岸侵食

タイ湾頭である最奥部の海岸は約100 km 以上も緩く湾曲し、西端近くにメークローン川、中央部に最大規模のチャオブラヤー川とその分流のターチン川、東端にサケオ川がそれぞれ流入する(第2図)。

チャオブラヤー川の河口から西へ約16 km に当たるサムットプラカーン県クーンラートピニッチャイ(Khun Rat Phinit Chai)付近において、近年発生した激しい海岸侵食を見学することができた。この海岸へは8 km 内陸でエビの養殖池のあるバンチュントラパアエ(Ban Cheong Traphae)で下車し、そこから自動車のエンジンを転用した船外機付の細長い小舟に乗り換える。潮間帯(第2図参照)に形成されたマングローブ林内で電柱の並ぶ主要な水路をけたたましいエンジン音とともに水飛沫を上げな

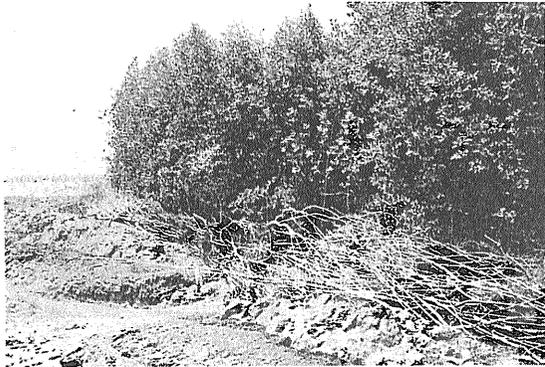


写真8 海岸侵食に曝されるヒルギダマシのマングローブ林

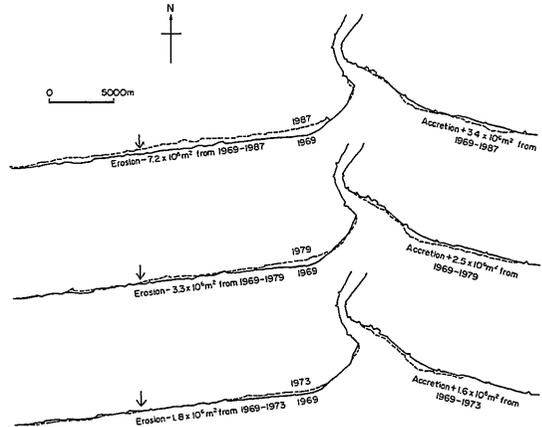


写真9 クーンラートピニッチャイにおける激しい海岸侵食状況  
遠方に見える侵食防止柵は1年前に建設され、その辺りは最近まで陸地であったとの説明を受けた。

がら疾走し、約20分程で外海に当たるタイ湾へ達することができた。

マングローブには、樹高10mを超える常緑高木で長楕円形の葉をつけ支柱根と呼ばれる呼吸根をもつヒルギ(*Phizophora* sp.)と樹高5m前後の常緑小高木で細長い葉を対生させ根元に多数の呼吸根を垂直に出したヒルギダマン(*Avicennia* sp.)の2種類が確認され、所々にニッパヤシが植えられている。次第に海へ近づくとヒルギダマンが優占種となり、海岸では枯死した小高木と貝殻片が打ち寄せられていた(写真8)。

タイのみならず世界的にマングローブ林は急速に減少し始めている。その原因として工業用の土地開発、道路建設やエビ養殖池の造成などに伴う環境変化が考えられている。ここではマングローブが枯死したために新たに露出した青緑色の海成粘土が波や潮流流によって侵食され、陸地が大きく後退していた(写真9)。ただし、海成粘土の表層部は腐植物の



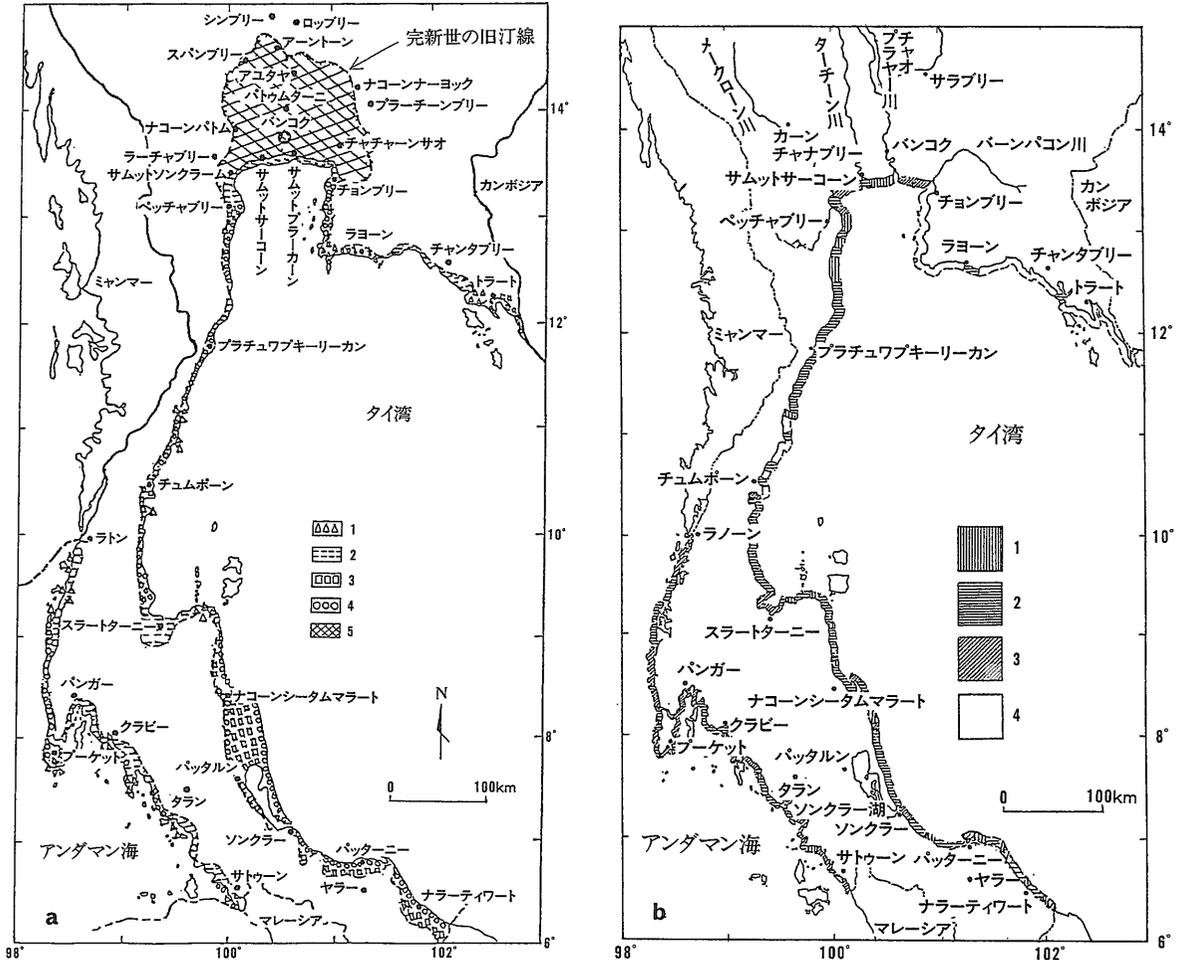
第5図 チャオプラヤー川河口部における海岸侵食と堆積の推移(Wongwissessomjai et al., 1990)



写真10 2列目の侵食防止柵の近接写真  
石灰岩礫は近くのチョンブリー県の山地から搬入され、前景左の白い堆積物は打ち上げられた貝殻片でマングローブをさらに枯らせる。写真8-10は同一地点から撮影。

堆積により褐色を帯びる。

Wongwissessomjai et al. (1990)は、チャオプラヤー川河口海岸について、1969-1987年間の侵食・堆積状況を図示している(第5図)。河口の左岸(東側)で堆積がより卓越し、上述の期間の前進面積は



第 6 図 タイにおける海岸特性の区分 (Sinsakul, 1992)

a: 海岸のタイプ区分と完新世の旧汀線位置

1. 岩石海岸 2. 潮汐平野 3. 低湿地 4. 砂質海岸 5. 中部平野下流部

b: 海岸侵食域と堆積域の区分

1. 大規模な侵食 2. 中規模な侵食 3. 堆積>侵食 4. 資料欠

3.4 km<sup>2</sup> にのぼる。これに対し、右岸(西側)では著しい侵食のために、河口近くで年間約26 m の侵食が生じ、後退面積は左岸における前進面積の2倍以上に当たる7.2 km<sup>2</sup> に達している。

矢印で示す今回訪問した地点は、1973-1979年間に侵食が始まり1987年までに250 m 前後も侵食されたことが第5図から読み取れる。コンクリート製の護岸などと違って自然に優しい工法で、石灰岩の礫を詰めた2列の竹の柵(写真10)によって既に侵食防止対策は施されているが、相対的に波静かな湾頭部とはいえ心もとなく感じられた。

## 5. タイの海岸特性

最後にタイの海岸の特徴について概観してみよう。

### 5.1 海岸のタイプ

タイの海岸は延長2,614 km に達し(綾部・石井編, 1995)、アンダマン海側とタイ湾側に分かれる。アンダマン海側の海岸はタイ半島の西側の一部に限られるのに対し、タイ湾側の海岸は半島部のマレーシア国境から湾頭部を経て東のカンボジア国境に至り著しく長い。さらに、前者は沈降傾向を示して多数の岬・島と小さな砂浜からなるのに対し、後者は隆

起傾向を反映して単調な砂浜や砂州などの砂質海岸が多い。

Sinsakul (1992)は、旧汀線と現海岸線間の完新世の離水域を第6図aのように五つのタイプに分けた。そして、半島西側の離水域を中心に潮汐平野(Tidal flat)、東側のそれを低湿地(Marsh)などに区分している。旧汀線は中部平野下流部で100 km以上内陸に入り込んでいるが、これはチャオプラヤー川水系の河川の運搬土砂によって大規模に堆積が行われたことを示す。一方、半島部などにおける旧汀線は、隆起性のタイ湾岸の半島南部のソクラー湖のあるパッタラン付近を除けば内陸側にそれほど入っていない。

## 5.2 全域の侵食と堆積状況

さらにSinsakul (1992)は、タイの全海岸について侵食と堆積の傾向を図示している(第6図b)。それによれば、タイ湾側で中規模な侵食が広域にわたって発生し、湾頭で大規模な侵食および堆積が見られる。かつ、半島部でも大規模な侵食が10地域以上で認められると同時に堆積も同じ規模で発生している。一方、アンダマン海側では堆積地域が中規模な侵食地域より多く認められ、大規模な侵食はクラブーを含め3地域で発生しているだけである。なお、クラブーの海岸における暁新世の淡水棲巻貝化石層の侵食と破壊については、鉱物資源局地質調査部のある建物1階の地質鉱物展示コーナーで、海岸域の地質・海岸侵食の機構および保全対策工事に関する多くのパネルを用い説明してあった。

タイ全海岸の侵食と堆積状況については、隆起傾向のタイ湾側で侵食性、沈降傾向のアンダマン海側で堆積性と言うように、地盤運動とは無関係のようにも見える。前者のタイ湾側では、我が国などと同様に自然への人為的働きかけが近年により増大し、海岸への土砂供給量の減少によって侵食傾向が加速されているのかも知れない。

## 6. おわりに

東アジア地域の自然災害図編さん計画推進の一環として今回タイを訪問し、温帯域の海岸とは異なる

熱帯域の海岸侵食などの現況を知ることができた。

今回のタイ出張に際しては工業技術院国際研究協力課および地質調査所国際協力室、現地の見学ではタイ鉱物資源局Dheeradilok Phisit地質調査部長、同部環境地質課Sinsakul Sin氏を始めとする課員に大変お世話になりました。以上の多くの方々に謝意を表します。

### 参考文献

- 磯部恒雄・石井米雄編(1995)：もっとしりたいタイ(第2版)。弘文堂、301p。
- Rasirikriengkrai, C. and Chiemchindaratana, S. (1992): Offshore mineral potential of Thailand. National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development" 17-24 November 1992, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 539-558.
- Sinsakul, S., Jumnongthai, J. and Chaimanee, N. (1983): On the Quaternary stratigraphy and foraminifera of coastal plain in Rayong area. Conference on Geology and Mineral Resources of Thailand Bangkok, 19-28 November, 1983, 1-7.
- Sinsakul, S. (1992): Coastal environment of Thailand: Basis and significance for possible development program. Workshop "Geoscience for Coastal Zone Management", Haarlem, 12-20 Sept., 1992, Workshop Report, Geological Survey of the Netherlands, 2, 1-23.
- Somboon, J. R. P. (1988): Coastal landforms and development of a tidal Gulf of Thailand. Proceedings of Workshop on Correlation of Quaternary Succession in S, E and SE Asia, Bangkok, 135-147.
- 田辺繁治訳(1980)：タイ その国土と人々(原著者、パイトゥーン=ボンサブット)。全訳世界の地理教科書シリーズno. 12, 帝国書院, 142p.
- Trangcotchasan, Y. and Gladnaka, C. (1992): Petroleum exploration history in Thailand. National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development" 17-24 November 1992, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 653-667.
- Wongwissessomjai et al. (1990): Coastal erosion. Proceedings of 1st Seminar on Environment, Bangkok (Edited by Sudara, S., Nutalaya, P. and Punswasde, T.), 203-221 (in Thai).
- 安田 靖(1988)：タイ 変貌する白象の国。中央公論社, 219p.

ISOBE Ichiyo, KATO Hirokazu and OKUBO Yasukuni (1995): Report on remarkable coastal erosion occurred at two bayhead areas in the vicinity of Bangkok, Thailand.

〈受付：1995年5月18日〉