

タイ国南部ソクラー湖周辺の地形と環境問題

平井幸弘

(愛媛大学教育学部地理学研究室)

(平成6年9月30日受理)

Geomorphological Features and Environmental Problems around Songkhla Lake in South Thailand

Yukihiro HIRAI

*Department of Geography, Faculty of Education,
Ehime University, 3, Bunkyocho, Matsuyama City, 790-77 Japan*

(Received September 30, 1994)

In this paper the author described the geomorphological features of the Songkhla Lake region and pointed out some environmental problems at and around the lake.

Songkhla Lake is located on the east coast of the Malay Peninsula, and is the biggest lagoon in Thailand. The lake basin is about six or seven times as big as Lake Kasumigaura in Japan, but the lake bottom is very shallow, about 1.1-1.8m in mean depth. On the east side of the lake the wide and long ridged beach plain spreads along the Gulf of Thailand, and separates the lake basin from the sea. On the south and west side at least four levels of Pleistocene terraces are well developed.

Some environmental changes and environmental problems can be seen in the drainage area of Songkhla Lake caused by many kinds of human activities and developments. In the coastal area very severe erosion has occurred here and there, due to the construction of jetties or coastal dikes. And former paddy fields or mangrove wetlands have been turned into big shrimp ponds in many places. On the other hand, in the upland and hilly areas the rubber plantations have expanded rapidly during the last two decades. And at Hat Yai City, situated on the south side of the lake, the urban area has enlarged and its population has grown bigger recently. Consequently, some environmental problems, such as the water pollution, severe flooding, and serious damage to the traditional ecosystem of the lake and rivers, have occurred.

In almost all lakes near the big cities in Japan, natural environments have been affected by the rapid urbanization in and after the 1970's. The lake environments have changed and become artificial and some of such lakes suffer from severe water pollution. So by learning through these experiences in Japan, it will be possible to carry out 'sustainable development' to make the best use of the natural environments of the Songkhla Lake area.

Key words : Songkhla lake, coastal erosion, shrimp pond, water pollution, flooding.

撮影) を縮尺約20万分の1に拡大したものを利用した。

I はじめに

筆者はこれまで、おもに日本の海跡湖を研究対象として最終間氷期以降の地形発達について調査・研究を行ってきた(平井, 1983, 1985, 1987 a, 1987 b, 1989, 1994 a)。これら一連の研究の結果、日本での海跡湖の地形発達には、約12~13万年前の最終間氷期最盛期の堆積物や、それらがつくる地形そのものが深く関与していることが明らかになった。すなわち従来海跡湖の地形発達については、主として最終氷期極相期以降の海水準の変動にともなう、沖積低地の形成過程の一部として理解されてきたが、少なくとも現在面積約20 km²以上、最大深度約10 m以上の比較的大きな海跡湖では、湖盆の原形をなす最終氷期における河谷の形成や、後氷期(完新世)における湖盆の埋積が、最終間氷期の堆積物や地形に強く規定されている(平井, 1994 a)。このような日本における海跡湖の地形発達の特徴は、海岸部における地殻変動や島弧という地形条件なども深く関連していることが推測された。しかし、この点については課題として残されており、今後日本とは地殻変動や地形条件の異なる地域の手跡湖を対象として、比較調査・研究する必要がある。

一方筆者は、日本の海跡湖における近年の環境問題についても研究を積み重ねてきた(Hirai, 1992, 平井, 1993 a, 1993 b, 1993 c, 1994 b, 1994 c, 1994 d, 1994 e, 1994 f)。これらの研究では、おもに1960年代以降の都市化の進展にともなう、湖沼の水質汚染、水資源開発のための湖沼のダム化、湖沼景観の人工化、湖岸の生態系の破壊など、様々な環境問題が明らかとなった。これらの環境問題は、世界中の多くの湖沼にも見られるが、とくに近年急速な経済成長を遂げている東アジアおよび東南アジアの国々では、様々な開発の影響を受けて次第に深刻な状況になりつつある。

1993年12月わずか1週間ではあったが、筆者はマレー半島東岸に位置するタイ国最大の海跡湖であるソクラー湖(Songkhla Lake)を訪れる機会に恵まれた。そこで本稿では上に述べた2つの視点、すなわち日本とは異なる地形・地質学的な位置にある海跡湖の地形発達を検討するため、もう一つはアジア地域における湖沼の環境問題を明らかにするために、ソクラー湖の地形の概要を述べ、環境問題について整理しておくこととした。

なおタイ国では、縮尺5万分の1のような大縮尺の地形図は入手できないため、現地の調査ではThe Royal Thai Survey Departmentから刊行・市販されている縮尺25万分の1の地勢図と、科学技術庁国立防災科学技術センターの大倉 博氏より提供していただいたランドサットのTM(Thematic Mapper)画像(1992年9月10日

II 調査地域の概要

1. 地形・地質

ソクラー湖が位置するマレー半島は、周囲を水深200 m以浅のスンダ陸棚海に囲まれており火山は存在せず、地形的には大陸の延長に当たる。半島には、4つの直線的な地形的高まりがほぼ南北に走っている(Pitman, 1985)。最も西側の高まりは、ビルマ(ミャンマー)との国境をなすピラウクタン山脈(Bilauktaung Range)から、途中マレー半島の最も幅の狭いクラ地峡(Khokhok Kura)を経て、アンダマン海のプーケット島(Ko Phuket: Koはタイ語で島の意)に至る(Fig. 1)。2つめの高まりは、タイランド湾岸のスラタニ(Surat Thani)北東のサムイ島(Ko Samui)から、ナコンシタマラート(Nakhon Si Thammarat)西方のタイ領でマレー半島最高峰のルアン山(Khao Luang: Khaoは山の意、標高1835 m)を経て、アンダマン海沿岸のサト

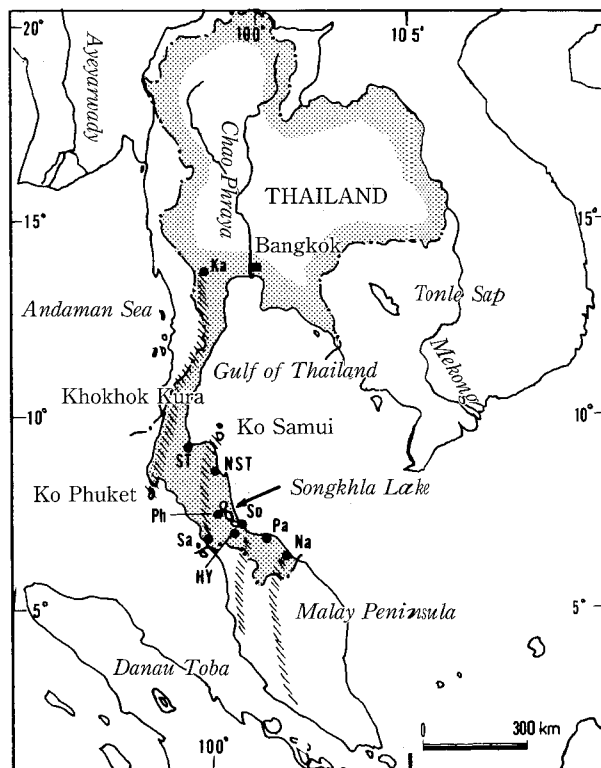


Fig. 1 Location map of Songkhla Lake.

Ka: Kanchanaburi, HY: Hat Yai, Na: Narathiwat, NST: Nakhon Si Thammarat, Pa: Pattani, Ph: Phatthalung, Sa: Satun, So: Songkhla, ST: Surat Thani

第1図 ソクラー湖の位置と周辺の地形概要

Ka: カンチャナブリ, HY: ハジャイ, Na: ナラティワット, NST: ナコンシタマラート, Pa: パッタニー, Ph: パッターラーン, Sa: サトゥン, So: ソクラー, ST: スラタニ

ン (Satun) に連なる幅約10~20 km の山脈で、中生代の三畳紀~白亜紀の花崗岩・花崗閃緑岩・閃緑岩からなる。3つめと4つめの高まりは、ソクラー湖より東のクラ島 (Ko Kra), ナラティワト (Narathiwat) 付近で、顕著な高まりと岬をつくっている。

これらの地形的な高まりの間は、低地帯となっていて、とくにパッターニー (Pattani) 付近と、ソクラー~ナコンシタマラート間には、第四紀の堆積物が広く分布している。大局的にみるとソクラー湖は、サムイ島からサトゥンに至る第2の高まりと3番目の高まりの間に広がる海岸平野に形成された海跡湖である。

なお、ソクラー湖を含むマレー半島からインドネシアにかけての地域には、スズを含む花崗岩が高温多湿な熱帯環境下で風化して形成された、大規模なスズ石の砂鉱床が広がっている。

2. 気 候

タイ国は、熱帯モンスーン気候に属する大陸部と、熱帯雨林的な気候に属するマレー半島部とに大きく分けられる。そのため、マレー半島中部に位置するソクラー湖地域とタイ国の首都バンコクの気候とはかなり異なっている。

首都バンコクは熱帯モンスーン気候帯に属し、毎年11月から翌年4月までの乾季と、南西モンスーン (陸のモンスーン) の吹く5月から10月までの雨季が非常に明瞭である。1956年から1985年までの30年間の年間平均降水量は1477.0 mm で、そのうち5月~10月の半年間に約9割の1288.0 mm が降っている (Fig. 2)。このような陸のモンスーンに支配される地域の特徴は、乾季と雨季が毎年かならず同じ頃にやって来るといって、安定した季節のリズムを持っていることで、どんな極端な年でも平均値のプラスマイナス25%以内に収まっていると言う (安成, 1990)。

これに対し、北緯10度付近以南の半島部では、大陸部とは反対に北東モンスーン (海のモンスーン) の吹く冬が雨季となる。そして、乾季である夏にも月に100 mm 以上の降雨があって、年間降水量が多く熱帯雨林的な気候を呈する。ソクラー湖南端の海岸に位置する都市ソクラーでは、典型的な熱帯雨林気候ではないが、1956年から1985年までの30年間の平均で、年間2078.7 mm の降水があり、雨季に当たる10月~12月の3ヵ月間に、年間降水量の6割強に当たる1298.3 mm が降っている (Fig. 2)。この地域の特徴は、一年を通しての雨の量は多いものの、陸のモンスーンとは対照的に、月 (季節) ごとの変動が非常に大きく、毎年の乾季と雨季の不安定さ頼りなさが目立つ (安成, 1990)。

バンコクとソクラーにおける1956年から1985年までの30年間の年平均気温は、ともに27.7℃である。いずれ

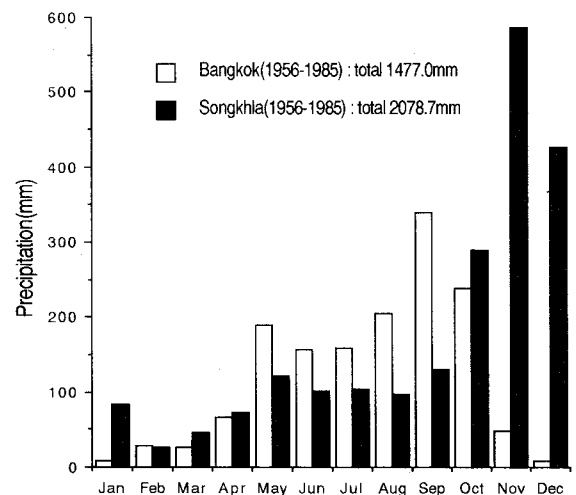
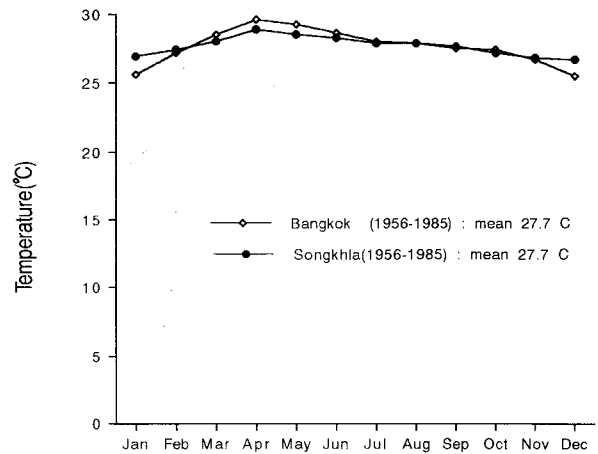


Fig. 2 Temperature and precipitation at Bangkok and Songkhla (1956-1985).

第2図 バンコクとソクラーにおける気温と降水量 (1956-1985年)

も月平均気温は26度~29度の範囲で、年変化は少ない。

筆者が訪れた12月中旬は、ちょうどバンコクが1年で最も雨の少ない乾季の真中で、連日雲一つない晴天が続き、気温も朝夕は涼しいくらいの穏やかな気候であった。しかし、マレー半島東岸のソクラーでは激しい夕立に見舞われ、後述するように一日は大雨で氾濫した河川水が、ソクラー湖西岸のラタプーン (Rattaphum) とパッタールーン (Phatthalung) とを結ぶ国道4号線の道路上に溢れ出し、道路が閉鎖されると言う状況であった。また雨季のため、ソクラー湖の湖水位は上昇しており、湖岸線は内陸へと拡大していた。そのため、乾季の湖岸沿いに生育していた樹木が、現在の湖岸線のはるか沖合に点在し、また溢れ出た湖水は湖岸のいたるところで集落内に浸入し、家屋を浸水させていた。

同じ熱帯と言えども、国土が南北に約1600 km（北緯6度～同20度）と長いタイ国の、大陸と半島の気候の違いをまさに実感した。

3. 植 生

上に述べた熱帯モンスーンと熱帯雨林の気候の差は、森林の植生の違いや、その土地に住む人々の農業形態・土地利用にも大きく影響している。

マレー半島部の一般的な植生は、クラ地峡を境として、北部がチーク林を代表とする落葉広葉樹林からなる熱帯モンスーン林である。この森林では、樹冠が全般的に開いて明るく、林床には禾本科（イネ科）の草が生えている。樹冠の層構成は単純で、樹高も約40 m以下と低いという特徴を持つ（古川，1990）。この地域での農業は一般的に、一年生のイネ科の植物が適しており、そのため低地には水田が広がっている。

これに対し、クラ地峡以南では一般に熱帯多雨林が卓越し、樹木の樹高は約50 m～70 mと高く、樹冠に4～5層が重なって樹林の中は暗い。林床には全く草がなく、下生えもすべて稚樹で気根を出す木も多いという（古川，1990）。この地域のとくに丘陵地や段丘面上では、自然の樹林帯を伐採した跡に、ゴム、ココヤシ、コーヒーなどの永年作物が植えられている所が多く、大規模なプランテーションも広がっている。

一方、ソクラー湖地域の海岸や湖岸では、マングローブ林および泥炭湿地林が良く発達している。マングローブ林は、熱帯から亜熱帯にかけての海岸や河口などのおもに砂泥質の潮間帯の低地に見られる樹林帯で、東南アジア帯を中心として分布し、北は鹿児島県の喜入まで、南はオーストラリアまで広がっている（宮城ほか，1989；宮城・向後，1991）。マングローブ林の構成樹種は、ヒルギ科、ヤシ科、シダ類など世界中で約100種ほど知られているが、普通は一ヶ所で数種類～数十種類と、そのほかの熱帯地域の森林の樹種の多さに比べると少ない。しかし、古くからその地域に住む人々と深い関わりを持っており、人々はマングローブ林から燃料、建材、生活用品、防腐剤、染色剤、薬物、食料、飲料、家畜の飼料など様々な資源を、直接利用してきたほか、水産資源の生産場所、海岸侵食や高潮災害からの防御、陸上からの土砂流出の阻止など、マングローブ林が果たしている海岸における環境保全の恩恵を受けてきた（向後，1988；安食ほか，1989；安食・宮城，1992）。

III ソクラー湖地域の地形

1. ソクラー湖

ソクラー湖は、マレー半島東岸の北緯7度05分から同7度50分に位置し、南北の長さ約90 km、東西の幅約

25 kmのタイ国最大の海跡湖である。その面積は、1,082 km²（Lake Biwa Research Inst. and International Lake Environment Committee, 1988）で、琵琶湖（面積670.5 km²）の1.6倍、日本最大の海跡湖である霞ヶ浦（面積167.6 km²）の6.5倍の大湖である。湖盆は3つに分かれており、いちばん北側の小さい湖がノイ湖（Thale Noi；Thaleはラグーン、Noiは小さいの意、面積28 km²）、真ん中の大きい湖がルアン湖（Thale Luang, 同782.8 km²）、南の湖がサップ・ソクラー湖（Thale Sap Songkhla, 同176 km²）と呼ばれる（Fig. 3, Fig. 4）。一般にソクラー湖とは、これら3つの湖沼をあわせての総称として使われている。ルアン湖およびサップ湖（本稿では、いちばん南のサップ・ソクラー湖を略してサップ湖と呼ぶこととする）とその東側のタイランド（シャム）湾とは、幅3～8 kmの浜堤列平野で隔てられている。サップ湖は、その南東端で幅約400 m、長さ約3 kmの潮流口で外海とつながっている。そのため、湖水面の標高はほぼ海水準と同じ0 mである。また湖内の水質は、サップ湖の大部分が塩分濃度約30パーミル以上の高鹹汽水で、中央のルアン湖は南部で塩分濃度が高く、北端で淡水に近くなる。平均的な塩分濃度は、ルアン湖南部で20パーミル、同中央より北側で10パーミル程度であるが、雨季にはルアン湖のほぼ全域が淡水化する。北側のノイ湖は、淡水湖である（吉良ほか編，1984）。

ソクラー湖地域では、先に述べたように乾季と雨季が存在するため、季節によって湖の水位・水深、湖岸線の位置・湖水面積、塩分濃度などが大きく変化する。平均的な水深は、面積最大のルアン湖が1.8 m、サップ湖が1.4 m、いちばん小さいノイ湖が1.1 mであるが、乾季には湖水面がそれぞれ0.2～0.5 mほど低下し、逆に雨季には約1 m上昇する。そのため、場所によっては湖岸線が大きく移動する。

湖盆はいずれの湖も全体として非常に浅く平坦で、潮流口やルアン湖とサップ湖とを結ぶ水路を除くと、最大水深は約2.0 mしかない。そのため湖盆の容量は、平均海面で1.6億 m³、海水準より+1.5 mで3.8億 m³で、面積がソクラー湖の約2/3の琵琶湖の容量27.5億 m³に比べてみると非常に小さいことがわかる。これに対し、集水域の面積は8,020 km²（琵琶湖は3,174 km²）で、しかも前述のように雨季の降水量も多いために、湖水の滞留時間は0.3～0.5年で（Lake Biwa Research Inst. and International Lake Environment Committee, 1988）、雨季には完全に入れ替わっている計算になる。

いちばん南のサップ湖では、常に海水と淡水が入り混じる汽水域となっているために、魚やエビ、カニの山地として有名で、湖岸の漁村では沿岸での網生け簀による

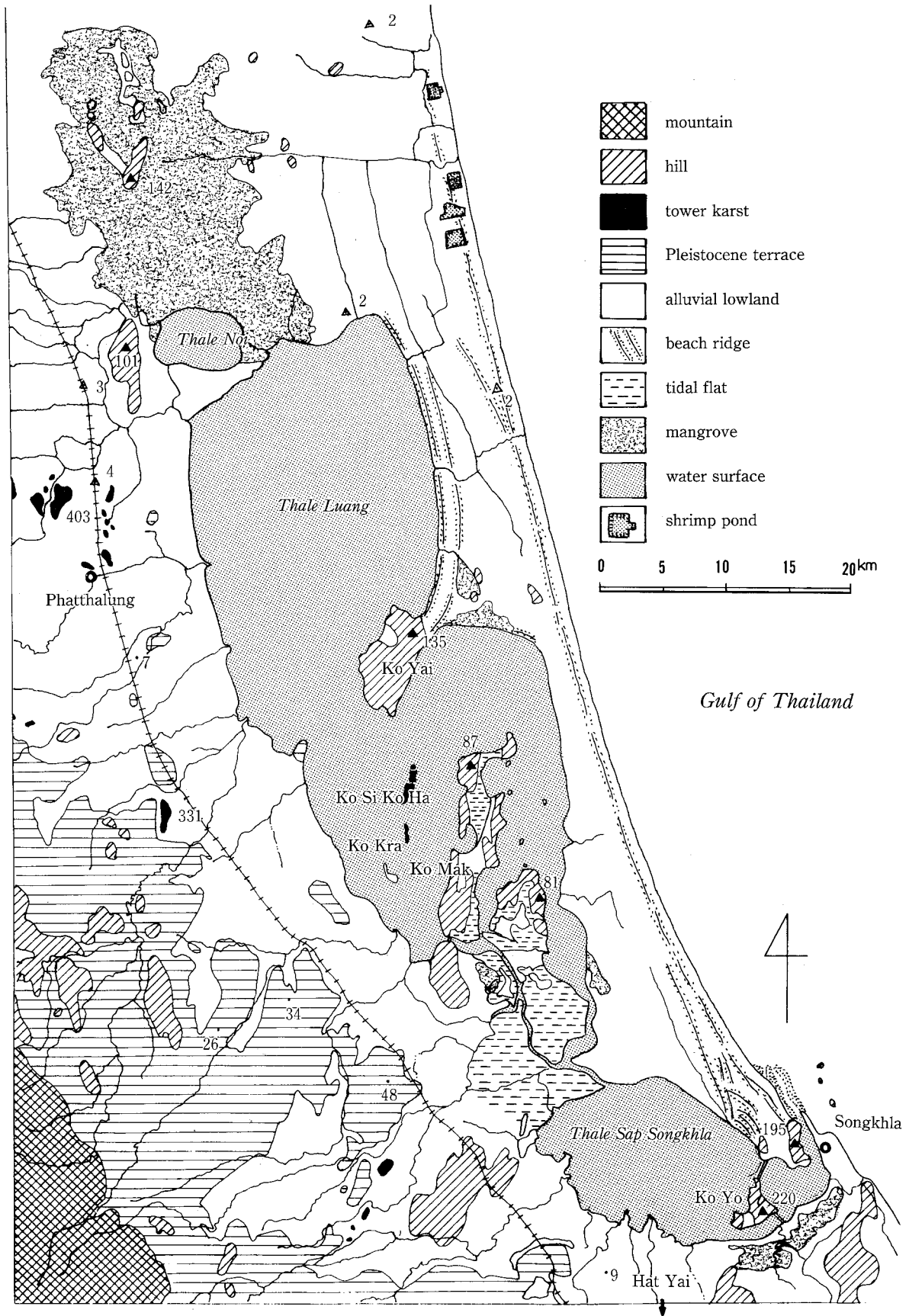


Fig. 3 Geomorphological land classification map of the Songkhla Lake area.
 第3図 ソンクラ湖周辺の地形分類図

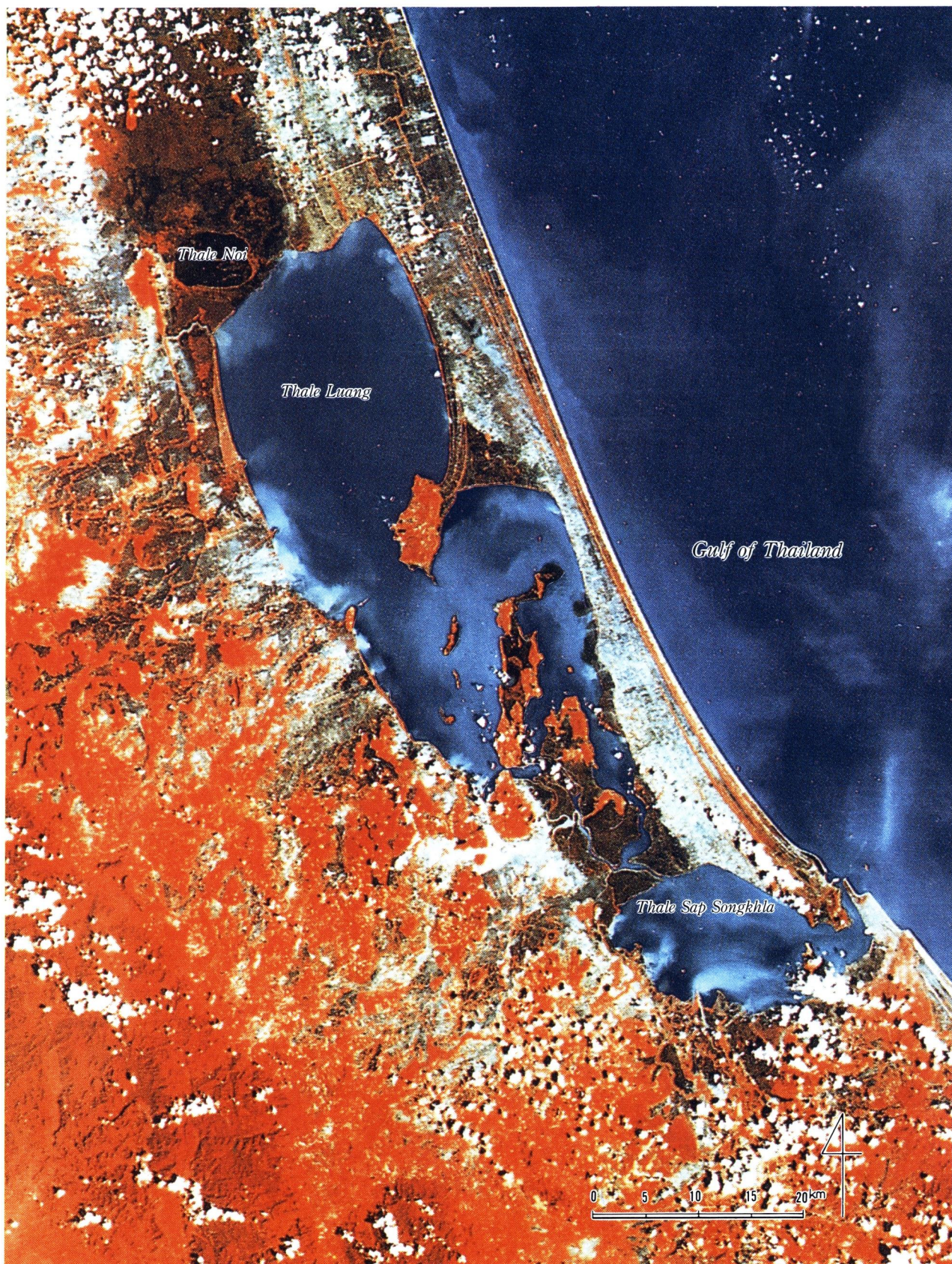


Fig. 4 Landsat TM (Thematic Mapper) image took on 10 September 1992.
(analyzed by Mr. Hiroshi OHKURA, National Research Center for Disaster Prevention, Science and Technology Agency)

第4図 ランドサットのTM(Thematic Mapper)画像(1992年9月10日撮影)
(科学技術庁国立防災科学技術センターの大倉 博氏より提供)



Fig. 5 Aquaculture in net cages by fisherman families at Thale Sap Songkhla.

第5図 サップ湖東部のヨー島西岸でのアカメの養殖 (1993. 12. 20撮影)

魚（主としてアカメ：Lates calcarifer）の養殖がさかんに行われている（Fig. 5）。

2. 浜堤列平野

ソクラー湖とタイランド湾との間に広がる浜堤列平野は、幅最小3 km 最大約15 km で、タイランド湾に沿って南北に約160 km、ソクラー湖の南端から北方のタランブク岬（Laen Talumphuk：Laen は岬の意）まで続いている。この平野には何本もの浜堤が発達しているが、それぞれの浜堤と浜堤の間隔は、海底勾配が緩やかな北部のルアン湖付近で200~300 m、海底勾配がやや急な南部のサップ湖付近で、ややせばまり50~100 m となっている（Pitman, 1985）。

これらの浜堤頂面の高さは、海岸部では標高2~3 m であるが、内陸部では標高10 m を越えるところもある。浜堤は、低地の一般面より数メートルの比高を持っていて、おもに砂質堆積物からなり緩やかに起伏する高まりとなっている。そのため各浜堤のリッジの部分



Fig. 6 Palm trees on the ridges and paddy fields in the swale.

第6図 ルアン湖東方の浜堤列平野における土地利用
浜堤上は集落やココヤシが見られ、堤間低地には水田が広がる

には、主要道路が走り、それに沿って集落が細長く直線状に発達している。浜堤上での土地利用は、集落のほか一般的にはココヤシなどの果樹栽培である。これに対し、浜堤間の低地は一般的に水田として利用されており、まばらに生えたヤシの木陰で黒牛がのんびりと草を食んでいる（Fig. 6）。この浜堤列平野を東西に横断すると、浜堤と堤間低地という地形の繰り返しが、集落・ココヤシ~水田・黒牛という景観の違いとして認められる。

ランドサットの TM 画像からも、このような土地利用の差を反映して、現在の海岸線とほぼ並行するように、何本もの浜堤とその背後の堤間低地とがはっきりと認められる（Fig. 4）。赤く写っている線状の部分が、集落などのある浜堤のリッジである。また、ルアン湖中部東岸では、後述する分離丘陵の島がトンボロの発達によって陸繋され、湖中に突き出した半島となっている様子がよくわかる。

3. 湖岸低地

ソクラー湖の西岸には、標高数 m から約10 m 以下の海成~湖成の沖積低地が広がっている。一般に湖岸低地は、湖水面との比高がほとんどなく、雨季には増水・氾濫した湖水によって浸水する。その堆積物は、おもに細砂~暗色のシルトである。

ルアン湖南部のマック島より南側、サップ湖北岸までの延長約15 km の部分には、泥~細砂が堆積した極めて平坦な潮汐低地が広がっている。ここは、潮汐や雨季の増水によってたびたび浸水する。この潮汐低地を切って流れる水路はソクラー湖では例外的に深く、最大約6 m の水深を有する。

ランドサットの TM 画像で、黒っぽく写っているノイ湖より北側に続く低地帯、ルアン湖東岸の陸繋されたヤイ島（Ko Yai）と浜堤列平野との間、上述の潮汐低地の周辺、そしてサップ湖の南岸などには、マングローブ林および湿地林が広がっている。このような場所では、植物が障害物となるために流速が落ちて、周辺から流入する河川が運搬する土砂が、効率よく堆積している。

一方、サップ湖の南岸付近には、表面の起伏が緩やかな標高約4 m 以下の浜堤状の段丘地形が良く発達している。そこは現在、ゴムのプランテーションが広がっている。地表面は厚さ数 cm の細かい白色の砂に覆われているが、そのすぐ下には腐植物の混じる黒っぽい土壌層が見られ、さらにその下の地表下約20 cm 以下には、黄褐色の中粒砂が堆積している。全湖岸を調査したわけではないが、このような湖水面からの比高が数 m の湖岸段丘が、ルアン湖東岸のヤイ島の周囲にも認められる。

これらの段丘面は、その地表面高度、分布状況、堆積物の特徴から、後氷期の海進期に海域（あるいは湖沼域）

となって、同海進最盛期以降に離水した完新世の海岸(湖岸)段丘面と考えられる。

4. 更新世段丘

ルアン湖およびサップ湖の南西の湖岸から5~10 km 内陸には、標高およそ10~50 m の更新世の段丘面が広く発達している。本地域に分布する段丘面は、低いほうからT₁面、T₂面、T₃面、T₄面の4段に分けられる。このうち、T₁面およびT₂面が明瞭な海成段丘面である。

T₁面は標高約7~10 m で、中粒の海浜砂から構成される。地形面の分布はあまり広くなく、サップ湖南側の丘陵地の縁に部分的に見られる。ルアン湖西岸での分布は、未調査である。T₁面の形成時代や形成環境については、現在のところ¹⁴C年代値などが得られていないため不明であるが、後述のT₂面との関連から、最終間氷期から最終氷期に至るある時期に、閉鎖された環境ではなく直接海岸に面するような状況下で形成されたと推測される。

T₂面は、標高20 m 前後で平坦で、本地域で最も広く分布している。この地形面上では、おもにゴムやココヤシのプランテーション、一部では稲作も行われている。サップ湖南岸では、花崗岩の基盤の上に厚さ約5 m 以上のグリット堆積物(後述)があり、その上に整合的に厚さ約2 m の黄褐色の細砂層が堆積し、表層の数十 cm は黒褐色の腐植土層となっている。段丘面は、平坦でわずかに北方のサップ湖に向かって傾いている(Fig. 7)。段丘面の最も内陸側の、基盤の花崗岩と接する部分では、幅約20 m の波食棚が明瞭に残されている。

T₂面上には、部分的にレスが堆積して丘陵状の高まりをつくっている箇所もある。ルアン湖東岸の段丘面を横切る道路の切り通し露頭では、表面がラテライト化し



Fig. 7 Pleistocene terrace (T₂) near Hat Yai.

第7図 サップ湖南方ハジャイ近郊の更新世段丘T₂面
段丘面上は、ゴムのプランテーション。手前の池はスズの採掘跡地に雨水がたまったもの。



Fig. 8 Loess deposits covered the T₂ terrace surface on the west side of Thale Luang.

第8図 ルアン湖西方の更新世段丘T₂面を覆うレス堆積物

た真っ赤なレス堆積物が観察される(Fig. 8)。ここで見られるレスは、乾燥している場合は非常に硬くカチカチであるが、ひとたび雨などで湿ると、水分に溶けてスルスルになる。このレスは、最終氷期に干上がった広大な大陸棚(現在のスングラ陸棚海)から、風によって内陸部に運搬堆積したものと考えられている。

T₃面は、標高約35 m 前後で緩く起伏している。その堆積物は扇状地性の砂礫層で、地形面の分布は部分的である。ハジャイ西方の大露頭では、最下部に上部が強度にラテライト化した残留堆積物が認められ、その上位に不整合で厚さ約15~20 m の扇状地性の堆積物が見られる(Fig. 9)。この厚い扇状地性の堆積物は、層理が発達した流水堆積の部分と、無層理の泥石流堆積の部分が、



Fig. 9 Fan deposits of T₃ terrace near Hat Yai.

第9図 サップ湖南方ハジャイ近郊の更新世段丘T₃面の扇状地性の堆積物



Fig. 10 Fan deposits of T₃ terrace on the west side of Thale Luang.

第10図 ルアン湖西方国道4号線沿いの更新世段丘T₃面の露頭

何層にもわたって積み重なっている。

ルアン湖南西部の国道4号線の露頭では、最下部に強度に風化し粘土化した基盤が見られ、これを切って厚さ約5 mの扇状地性の砂礫層が見られる (Fig. 10)。この上部約2 mの部分は、一部風成のものを含む細粒砂層で、緩やかに波打っている最上部には小礫が挟まれ、その表層はラテライト化している。そしてこれを覆って、厚さ約1~2 mの風成の細粒砂が堆積している。

T₄面は標高約50 mで、花崗岩が風化してつくられた粗粒な砂からなる厚さ最大約20 mのグリット堆積物のつくる地形面である。その分布は、次に述べる分離丘陵や山地の縁に部分的に見られるにすぎない。

5. 分離丘陵

サップ湖東部のソクラー市街地の南東側、同湖中のヨウ島 (Ko Yo)、ルアン湖南部のマック島 (Ko Mak)・ナンカム島 (Ko Nang Kham)、ルアン湖中部東岸に陸繋されたヤイ島、ノイ湖西岸やその北方などには、標高数十 m から約200 m に達する分離丘陵が見られる。これらの丘陵は、古生代石炭紀の珪質砂岩・チャート、または中生代ジュラ紀~白亜紀の礫岩・砂岩等からつくられている。このような分離丘陵の小さいものは、海岸の浜堤列平野の最南端や、ルアン湖中部の東側、ノイ湖の北東側などにも点々と分布し、浜堤列平野の発達する位置や、ソクラー湖全体の湖盆の平面形態を規定する一つの要素となっているように見える。

6. カルスト地形

ソクラー湖西岸に広がる沖積低地の中で、ひととき高くそびえ立つ頂上の標高が200~400 mの急峻な残丘状の地形が目をつく。これらは、石灰岩からなる塔カルスト (Tower Karst) で、湿潤な熱帯地方でよくみられる凸型のカルスト地形の一つである。日本などの温帯地

域のカルストは、一般にドリーネを主とする凹地形の景観が支配的であるが、湿潤熱帯地域のカルストは、このような凸地形の景観が卓越している。本地域で見られる塔カルストは、中国南部、ベトナムやマレーシアにも見られ、円錐カルストのなかでとくに比高が大きく、周囲が急斜面で囲まれ、沖積低地の中に群集して分布するとされる (西村, 1969; 三浦, 1990)。

なおルアン湖の湖中にも、頂上の標高が163 mのシコハ島 (Ko Si Ko Ha) や同92 mのクラ島 (Ko Kura) など、急峻な島が存在している (Fig. 3)。これらも、上と同じ石灰岩からなる塔カルストが沈水したものである。

IV ソクラー湖地域における環境問題

ソクラー湖の流域での土地利用は、1982年現在で森林が24.7%、農地が73.0%、集落・市街地が2.3% (Lake Biwa Research Inst. and International Lake Environment Committee, 1988) である。森林はおもにソクラー湖西方の丘陵地や山地に見られるが、このうち、自然状態の熱帯多雨林は15.5%で、7.0%の森林は人為的に攪乱されている。あとの2.2%は、湿地林・マングローブ林である。また約7割以上を占める農地のうち、約半分の35.3%が水田で、おもに海岸に面する浜堤列平野や湖岸の低地で稲作が行われている。ランドサットのTM画像で、白く写っている浜堤列平野の部分と、ソクラー湖西方の更新世段丘を開析した谷中に広がるやや黒っぽい部分が水田である (Fig. 4)。農地のうち残りの約半分37.7%はゴムのプランテーションで、おもに湖西岸の台地上に広がっている。

この土地利用を8年前の1974年のデータと比較してみると、流域の19.7%を占めていた自然状態の熱帯多雨林が約2割減少し、ゴムのプランテーションが22.6%から37.7%と、約1.7倍に急増しているのが特徴的である。この間、水田の面積は35.0%から35.3%とほとんど変化していない。すなわちこのわずか8年間の間に、自然状態または部分的に人為改変された熱帯多雨林が、急速に大規模なゴムのプランテーションに変化しており、流域の開発が急激に進展していることがうかがえる。

また最近約20年間において、ソクラー湖地域の海岸では海岸侵食の激化や、過密とも言えるほどのエビ養殖のために、生態系の変化をはじめ様々な環境問題が発生している。さらに現在、ソクラー湖流域の人口は119.9万人 (1980年) であるが、サップ湖南部のハジャイ (Hat Yai) やソクラー、ルアン湖西岸のパッターンといった都市の発達にもなって、これらの都市の廃棄物の処理問題や都市廃水による湖水の水質汚染、碎石や砂などの建設資材採掘による大規模な地形改変など、新たな環境問題が発生している。

そこで以下では、現地での観察をもとにこれらの環境問題を整理し、今後の研究の方向を考える資料としたい。

1. 海岸侵食

ソクラー湖東方の海岸を含め、マレー半島からタイ南東端にかけてのタイランド湾に面する海岸では、過去およそ20年間において、海岸侵食が累進的に進行しており、現在でもますます激しく一向におさまる気配がない(Prinya, 1993)。

ナコンシタマラートより約20 km 北側のタサラ (Tha Sala) の海岸では、町の北部の海岸に船着き場のための突堤をつくったため、沿岸流の下手にあたる南側で激しい侵食が起きている (Fig. 11)。かつて、集落があった場所は現在海面下となり、沖合いの碎波帯付近には、倒壊した家屋の土台の残骸が波に洗われている。住民の話では、この20年くらいの間に海岸線が約2 km 後退したとのことであった。この値はやや大きいとしても、地形的にみて少なくとも数百メートルは海岸線が後退したことは明らかである。現在住民は、突堤南側の海岸に直角に木杭を並べて打ち込み、侵食を少しでも阻止しようとしている。しかし、その下手側では浜堤上のココヤ



Fig. 11 Severe coastal erosion seen at the coast of Ta Sala.
第11図 タサラの海岸における突堤下手側の海岸侵食

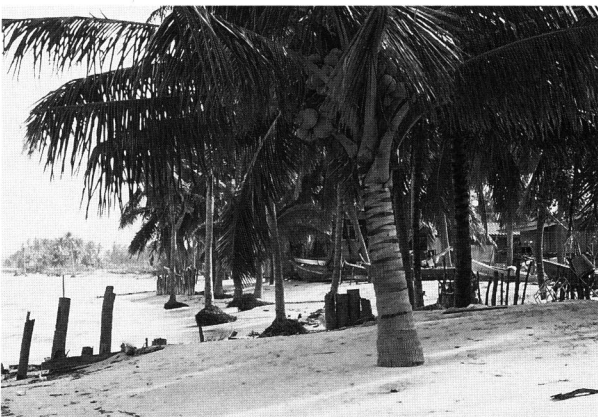


Fig. 12 Roots of palm trees are attacked by the wave erosion.
第12図 激しい侵食で椰子の木の根元が波に洗われている

シの根元が波に洗われており、この付近の海岸侵食がおさまっている気配はない (Fig. 12)。いずれ近いうちには、現在の海岸から数十メートル離れている国道401号まで侵食が及ぶのではと危惧される。

サップ湖東端のソクラー市街地東側の砂浜海岸でも、ここ20年ほどの間に幅数百メートルの海岸侵食が起こり、海岸沿いにあった漁家が内陸へ移転したと言う。また、サップ湖の潮流口の南側には、沖合いへ約百メートル程突き出した導流堤が建設されており、これによってその北側の砂浜では激しい海岸侵食が起こっている。

ここに紹介したような近年の激しい海岸侵食については、いくつかの原因が指摘されている。直接的な原因として、上の3箇所の例でも明らかなように、海岸に人工的に設けられた突堤や導流堤によって、沿岸方向への漂砂の移動が妨げられたために、沿岸流の上手側で堆積、下手側で侵食が起こっている。これに加え、間接的な原因として、近年流出河川の中・上流部にダムがつくられたため、河川によって海岸に搬出される土砂量が減少したことや、建設資材、重金属、貝殻採取のために、海岸の砂が大量に採掘されている事実も指摘されている (Prinya, 1993)。このような海岸での施設構築や砂利採取は、局地的な侵食を引き起こしている要因として最も重要であるが、この他にタイランド湾沿岸での石油や天然ガスの採掘による広い範囲での海岸地域の地盤沈下や、地球温暖化による全地球的な海水面の上昇、また嵐の時の波食・沿岸流の強大化なども考えられている。ただしこれらの広域的な要因については、現在のところ必ずしも実際の海岸侵食との明確な因果関係は証明されていない (Prinya, 1993)。

このほか熱帯地域における海岸侵食の要因として、以下の事実はさらに重要である。従来、熱帯地域のとくに干潟の発達するような海岸では、広大なマングローブ林・湿地林が見られた。これらは、II. 3. で述べたように海岸侵食や高潮災害から内陸を守る重要な機能を担っていた。しかし近年、マングローブ林では、地域住民による伝統的利用を越えて、木材資源として有用な樹木が次々に伐採され、また次に述べるようにエビの大規模な養殖池造成のため、マングローブ林が広い範囲で破壊されている。このような海岸地域の人為的な破壊が、激しい海岸侵食の引き金ともなっている。このような事例はタイの沿岸部に限らず、フィリピン (安食ほか, 1989; 安食・宮城, 1992)、バングラディッシュのガンジス川デルタおよびミャンマーのイラワジ川デルタ地域 (向後, 1988; 宮城・向後, 1991) など、東南アジアや南アジアの広い地域で報告されている。

2. エビ養殖

エビの養殖池造成にもなうマングローブ林の破壊を

はじめ様々な環境問題は、上にあげたいいくつかの地域で取り上げられているが、ソクラー湖地域でも生態系の変化や湖水の水質汚染などの問題が発生している。

ルアン湖北部東側の浜堤列平野では、南北約50 kmの海岸沿いに、大小規模様々のエビの養殖池が造成されている。これらの池では、水中に酸素を供給するための羽根車（エアレーター水車）が何台も連なって盛んに水しぶきをあげている。また池の周囲には、いくつもの蛍光灯のランプが輝き、夕暮れどきにこの付近を通ると、何かのお祭でもやっているのかと錯覚しそうである。

この地域の主要道路は、複数の並行する浜堤列の最も海寄りの浜堤上をまっすぐに南下している。この道路の海側は、先に述べたように激しい海岸侵食に見舞われており、今にも倒れそうなヤシの木が何本も見られる。エビの養殖池は、そのような海岸の道路をはさんだ内陸側につくられている。そのうち大規模なものは、面積約100 ha（縦横が約1000 m×1000 m）～150 ha（同1000 m×1500 m）ほどもあり、ランドサットのTM画像からもはっきりと確認できる（Fig. 4）。

このような浜堤列平野に見られる大規模なエビの養殖池は、最近になってつくられたもので、それ以前はサトウヤシの木が混在する水田地帯であった。エビの養殖池に転用・造成された現在でも、池を取り囲む土手やその周辺にまばらにヤシの木が残っている。しかし、その中で立ち枯れしている木が目につく。これは、従来この地域は水田地帯で淡水環境であったが、汽水～海水を多量に必要とするエビ養殖池のため、付近の地下水が塩水化し塩害によって枯れたのである。このような樹木の枯死のほか、目には直接見えない様々な生態系の変化が起きていると言う。

また、現在の大規模な企業のエビ養殖には、大量の餌や薬が必要である。ソクラー湖とは反対の、マレー半島西岸のサトゥン（Satun）郊外でも、マングローブ林



Fig. 13 Shrimp ponds made after cutting the mangrove forest near Satun.

第13図 サトゥン郊外のマングローブ林を切り開いてつくられたエビの養殖池

を切り開いて大規模なエビの養殖池がつくられている（Fig. 13）。ここでは、およそ1ヘクタールの池に40万匹の稚エビが放流されているが、1匹が12～22 gの稚エビを4ヵ月養殖して出荷する。そのためには、1日10万匹当たり40～70 kgの餌が必要とのことであった。その餌は、1袋25 kg入りのちょうど配合肥料の入っているような袋に詰めてある（Fig. 14）。この中身は、直接聞き取りができなかったが、台湾の例では魚粉20%、エビ殻10%のほかビール酵母、麦粉、鉱物、スピルナ（クロレラのようなもの）、さらにビタミンCが添加されていると言う（村井，1988）。さらにこのような大規模な高密度の養殖池では、病気を防ぐために様々な薬も混ぜて使用されている。

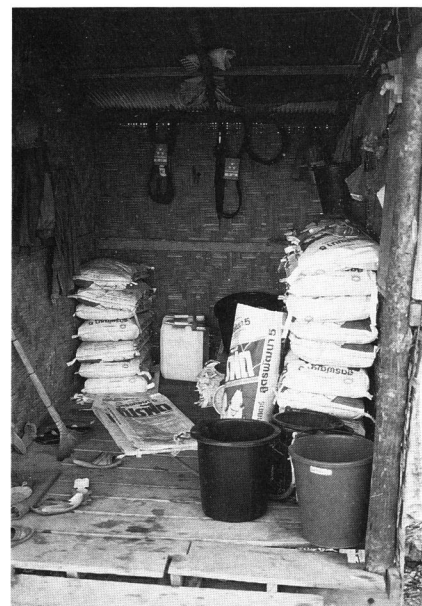


Fig. 14 Feeds and medicines for young shrimps.

第14図 大規模なエビ養殖には多量の飼料と薬品が投入されている

ここに述べたようなエビの養殖池は、ソクラー湖内部のマングローブ林が分布するような汽水域でも、小規模ではあるが行われている。

このようなエビ養殖にともなう環境問題として、先に述べた海岸侵食の他、富栄養化した排水による湖水の水質汚染がある。またエビの養殖では、エビの成長に合わせて細かい塩分濃度の調整・管理が必要で、それは通常海水と淡水を混ぜて行われる。ソクラー湖地域では、ソクラー湖の湖水が汲み上げられて使用されており、そのことも環境に影響を与えている（吉良，1993）。

3. 都市廃水・廃棄物・地形改変

サブ湖の南側に分布する更新世段丘面から沖積低地にかけて、ハジャイ市街地が広がっている。ハジャイは、

隣国マレーシアとの交易・商業都市で、多くの商店が集まる人口約13万人を擁するタイ国南部最大の都市で、主要な鉄道、道路、航空路が集まっている。このハジャイ市街地を貫流して流れるウタパオ川 (Khlong U Taphao ; Khlong は川の意) から排出される都市廃水が、サップ湖南西岸に流れ込んでいる。その流入の様子は、ランドサットの TM 画像にもはっきり映し出されている (Fig. 4)。

ソクラー湖における水質汚染については、例えばサップ湖における表層水の COD は1983-1984年のデータで1~2 ppm であり、その値が8 ppm 前後の日本の霞ヶ浦のような深刻な状況には至っていない。しかし、先に述べたように近年の海岸・湖岸におけるエビ養殖や、流域の台地・丘陵地でのゴムのプランテーションの拡大や都市の発展とともに、今後の水質の悪化が懸念される。

なお Fig. 4 の TM 画像で、ルアン湖西岸のバッタローン南東湖岸に白く流入しているのは都市廃水ではなく、先に述べた更新世段丘面上のゴムのプランテーション地帯から排出される赤色風化した細かい粘土分を多く含んだ河川水と思われる。この点については、次項で述べる。

上に述べた都市廃水の他に、都市活動の負の生産物として様々な廃棄物が排出される。そのうち一般廃棄物(生ゴミなど)は焼却処分されているようであるが、いわゆる産業廃棄物については、野外投棄(野積み)されている。日本での産業廃棄物に関するずさんな現実の例(高杉, 1991)を考えると、都市廃水に加え廃棄物処分地からの有害物質による湖水の汚染も懸念される。

水質汚染や廃棄物の問題の他に、都市への人口・産業の集中や都市域の拡大とともに、道路や建物の建築資材として、近郊の海岸や湖岸、段丘や丘陵地帯で、砂や粘土、碎石などが盛んに採掘され地形改変が著しい (Fig. 15)。また本来は雨季に浸水するような湖岸低地

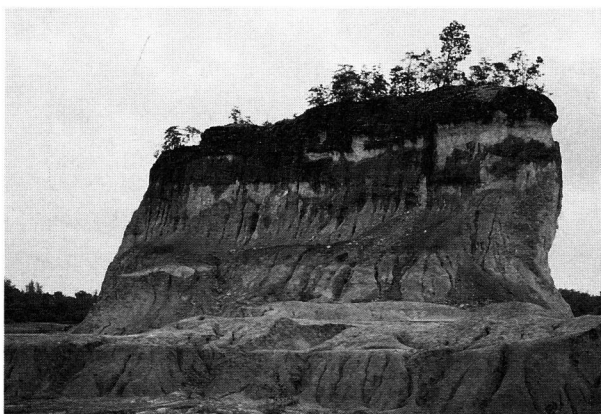


Fig. 15 A large quantity of sands and gravels were removed for urban construction works.

第15図 建設資材として大量の土砂が採掘されたT₃段丘堆積物



Fig. 16 Land reclamation seen in the lacustrine lowland of Thale Sap Songkhla.

第16図 サップ湖南岸における湖岸低地の埋立



Fig. 17 Tin pit near Hat Yai.

第17図 ハジャイ近郊の大規模なスズ採掘跡地

で、新しい道路やガソリンスタンド、郊外型の工場や商業施設などが次々につくられているが、いずれの施設でも厚さ数メートルの埋立・盛り土が行われている (Fig. 16)。このような人為的な湖岸地帯の埋立によって、一部では雨季に氾濫水の排水悪化や、湛水の長期化・激化も見られる。

またサップ湖の南部には、すず鉱石を採掘した大規模な凹地がいくつか見られる。タイにおけるスズ鉱の生産は、1992年のデータで世界第8位の8,500トンであるが、1980年には33,700トンでマレーシア、旧ソ連に次いで世界3位であった(矢野恒太郎記念会編, 1994, p 263)。そのためソクラー湖地域を含む半島部には、多数の採掘跡地が分布しており、それらの多くはそのまま放置され雨水をたたえている (Fig. 7, 17)。

4. 洪水の激化

タイ国では1988年11月、チャオプラヤ川の流れるタイ中央平原、ソクラー湖の位置するマレー半島部、ともに水害による大きな被害をだした(春山・大矢, 1990; 春山, 1991; Haruyama, 1993; 春山・大矢・大倉,

1993). とくに半島部では, 豪雨にともなう出水・洪水被害のみならず, おもに花崗岩地帯での山地崩壊による土石流災害と, 下流三角州地帯における長期間の湛水被害が特徴的であった (春山・大矢, 1990). サップ湖西岸の村では, この時の洪水で乾季より約 3 m も湖水位が上昇し, 湖岸の高床式の家屋の戸口上部まで浸水したとのことであった (Fig. 18). なおこの写真は1993年12月21日に撮影したものであるが, この時も雨季の最中で,



Fig. 18 Flooding at the west coast of Thale Sap Songkhla (on Dec. 21, 1993).

第18図 サップ湖西岸の集落 (1993年12月21日撮影)
雨季のため乾季より湖水位は約 1 m 上昇している

湖水位は乾季より約 1 m 上昇している。

ソクラー湖西岸はもともと標高が数メートル以下と低いところで, 毎年のように雨季には湖岸地帯で浸水・湛水しており, 1974年の洪水時にも, 洪水位が+2.1 m で湛水期間が約 3 ヶ月にわたった (春山・大矢, 1990). 筆者らが訪れた1993年12月も, 雨季にあたり湖岸地帯の集落が広く浸水しており, 氾濫水を排水するために湖岸沿いの小さな道路は切られて通行不能となっており, 住民は小舟で移動していた (Fig. 19).

上に述べた1988年11月の全国的な水害は, サップ湖南側のハジャイ市でも多くの被害をもたらし, ハジャイ市内で最高洪水位+2.4 m, 市内を貫流するウタパオ川の最大流量は3,000 m³/sec. であった. 市内のウタパオ川そばの道路に立つ電柱には, 当時の洪水位が赤くマークされている (Fig. 20). この写真で, 人物が手で示している地点が当時の洪水位で, 道路より約1.65 m の高さであった.

筆者らが訪れていた1993年12月21日から23日にかけても, ソクラー湖地域で激しい豪雨があった. この豪雨によってルアン湖西岸の段丘地帯を南北に走る国道 4 号線が, 西側の山地・丘陵地帯からルアン湖へ流入する河川の増水・氾濫によって, 冠水し通行止めとなった. 筆者らがここを通過した12月22日の昼頃には, 道路上の水深は約30~40 cm でかろうじて車で通り抜けられたが,



Fig. 19 Flooding at the west coast of Thale Sap Songkhla (on Dec. 21, 1993).

第19図 氾濫水を排水するため湖岸の道路が切られている



Fig. 20 Flooding level at November 1988 is marked on the pole in Hat Yai.

第20図 1988年11月の洪水でハジャイ市では最高+2.4mまで浸水

テレビニュースでは翌日に最大水深 1 m に達し, 道路が封鎖された (Fig. 21, 22).

ここに述べた洪水災害は, 自然要因としてまず雨季末期の豪雨があげられるが, そのほかに社会・経済的な人為的な要因も指摘されなければならない. それは, 最近とくにこの10~20年の間に盛んに行われるようになった流域の段丘地帯や丘陵地帯での, 木材の伐採や森林を切り開いてのゴムのプランテーション, 果樹園地化である (春山・大矢, 1990). とくにソクラー湖の流域では, 最初に述べたようにゴムのプランテーションが急速に拡大し, 現在流域の約 4 割弱の面積を占めている. ゴムの木は, 植え付けてから約 5~7 年して天然ゴムの原料となるラテックス (ゴムの木が出す白濁した乳液) が採取可能となり, 以後の20~30年間は経済的にラテックスが採られる. しかしこれを過ぎると, 経済的に採算が合わなくなり, 伐採されてパルプ原料用のチップとされる. ゴムのプランテーション地帯を車で走ると, 鬱蒼と茂った成木林の間に, 赤土がむき出しとなった伐採地が何ヶ所も見られた (Fig. 23).



Fig. 21 Flooding on Dec. 22 of 1993 in the west of Thale Luang.

第21図 ルアン湖西方の国道4号線の冠水
(1993年12月22日撮影)



Fig. 22 Flooding on Dec. 22 of 1993 in the west of Thale Luang.

第22図 国道沿いの集落の浸水の様子



Fig. 23 Deforestation seen in the rubber plantation area.

第23図 ゴムのプランテーション地帯でのゴムの木の伐採地

先にⅢ4で述べたように、本地域のような熱帯の段丘・丘陵地の地表面は、激しい風化作用を受けた熱帯赤色土やレスに覆われている。こうした流域から流れ出てソクラー湖に流入する河川水には、細かい粘土分が大量に含まれており、ランドサットのTM画像でも河口

から湖へ濁水が流入・拡散しているのが良く識別できる(Fig. 4)。

また前項でも指摘したように、湖岸の低湿地において、道路や新しい都市施設建設のために、主要な道路に沿って数mの埋立や盛り土があちこちで行われているために、氾濫水の排水が阻害されて内水氾濫的な様相も呈している。

すなわちここに述べた洪水現象は、従来からの季節的な自然現象にとどまらず、流域の開発による人為的な影響が現れていると言えよう。

V おわりに

本稿では、海跡湖における地形発達および環境問題について考察を深めるために、日本の海跡湖と比較研究としてアジアの湖沼を取り上げた。今回は、筆者が実際に訪れたマレー半島東岸のタイ国最大の海跡湖であるソクラー湖について、その地形・地質の概要を述べ、最近の海岸・湖岸および流域における環境問題について整理した。

ソクラー湖は、日本最大の海跡湖である霞ヶ浦の約6.5倍の面積を持つ大湖であるが、その平均水深は1.1m～1.8mと極めて浅い。本地域では、冬の北東モンスーンによる雨季と夏の南西モンスーン期の乾季があるために、ソクラー湖の湖水位は季節による変化が著しく、湖岸には潮汐低地やマングローブ林・湿地林が良く発達している。

湖盆とタイランド湾とを隔てる部分および湖盆の北側には、複数列の浜堤と堤間低地が配列し、標高約2m～3m以下、幅3km～15km、延長約160km以上に及ぶ広大な浜堤列平野が広がっている。また湖盆の西および南側には、完新世段丘のほか、少なくとも3段の更新世の段丘地形が認められる。この他、南北に延びる湖盆の長軸方向に、標高80m～200mに達する分離丘陵が飛び石状に配列し、湖中に張り出した岬や湖内の島となっている。

ソクラー湖の南方と西方には、少なくとも4段の更新世の段丘面が良く発達しているが、これらの段丘面の形成時代についてはまだ不明である。今後、その形成時代を明らかにするとともに、湖盆東側の浜堤列平野の地下構造や、上述の分離丘陵の周辺を含めて、更新世堆積物やその地形の調査を行う必要がある。そして、完新世の浜堤列や低地の発達とそれらとの関係を考慮しながら、ソクラー湖の地形発達を少なくとも最終間氷期まで遡って明らかにすることが課題として残されている。

一方ソクラー湖の周辺では、激しい海岸侵食や海岸・湖岸でのエビ養殖池の造成、また流域における都市の拡大にともなう様々な環境問題が発生しつつある。現

在のところソクラー湖そのものの水質は、その面積が大きいこと、湖水の滞留時間が0.3-0.5年と短く、雨季には完全に入れ替わっていることなどから、まだ深刻な状況には至っていない。しかしながら今後、流域におけるゴムなどのプランテーションの拡大、水田における生産性向上をめざした農薬・肥料の多投、湖面・湖岸での魚やエビの養殖の高密度化などによって、水質汚染は深刻な環境問題となる恐れがある。

またソクラー湖では今後、湖周辺の水田への灌漑用水の補給、および工業地域への都市・工業用水の供給を目的とした水資源開発のため、湖水の淡水化が計画されている(吉良, 1993; 春山, 1994)。この計画では、ルアン湖の中部東岸のジャイ島とその対岸を結ぶ線、ルアン湖南部のマック島の北東端および南端をそれぞれ対岸と結ぶ線、そしてサップ湖の北端部の4ヶ所を締め切るとしている。もしこの計画が実施されると、塩分濃度の変化による湖岸・湖内の生態系の変化、内水面漁業への大きな影響、雨季に排水不良による湖岸の洪水の激化・湛水の長期化、エビ養殖池からの排水や都市廃水による湖水の水質汚染の進行など、多くの環境問題が深刻化する恐れがある(春山, 1994)。日本の霞ヶ浦の経験を見てもわかるように(茨城大学地域総合研究所, 1984; 平井, 1993a など)、本来海水が湖内に流入し湖水の交換が盛んに行われているような汽水湖を淡水化すると、湖内では生態系の著しい変化や深刻な水質汚染など湖沼環境の激変が起こっている。そして一旦淡水化されると、その水資源をあてにしている都市や工業側の論理から、たとえ湖沼環境が悪化したとしてもまず後戻りは不可能である。

1992年6月にブラジルで開かれた地球サミット(正式には「環境と開発に関する国連会議」)に象徴されるように、近年は人間と自然との関係、言いかえると開発と環境保全の問題が地球規模で議論されるようになった。1992年のタイから日本への輸入品目を見ると、機械類21.3%に次いで多いのは、魚介類18.0%、天然ゴム6.9%となっている(矢野恒太郎記念会編, 1994, p393)。とくに魚介類の中で、エビがその約半分を占めている。これらの品々は、現在の私たち日本人の生活にとって身近で重要であると同時に、その生産過程はこれまで述べたようにソクラー湖地域での環境問題とも深く結びついている。このような意味においても、ソクラー湖の環境問題は単にタイ国内の地域的問題にとどまらず、私たち自身の問題としても捉える必要がある(平井, 1993d)。

これまで本稿で指摘したような、あるいはそれ以上の様々な開発や都市化によって、良好な湖沼環境を破壊してしまった日本の多くの事例(平井, 1993a, 1994d, 1994e, 1994f)や、現在まさに厳しい環境問題に直面

しているフィリピンのラグナ湖(春山, 1994; 沖野, 1994など)や中国の太湖(吉良ほか編, 1984; 秋山, 1993など)などアジアの他の湖沼も参考にして、今後ソクラー湖地域の開発に際しては、自然と共存可能な開発をめざして慎重に検討する必要がある。その際、廃水や廃棄物処理のように、個々の問題に対するハードな対応とともに、流域全体における土地利用の変化や洪水状況の把握など、衛星画像等を使った環境情報の解析・提供など、日本の研究者が果せる役割は大きいと考える。

今回、タイ国の巡検に誘っていただいた早稲田大学教育学部の春山成子、中島峰広両先生に、この紙面を借りてお礼申し上げます。また、A.I.T.(Asian Institute of Technology, Bangkok)のプリンニャ教授(Dr. Prinya Nutalaya)と大学院院生のワンチャイ氏(Mr. Wonchai Sophonsakulrat)には、現地調査に当たり大変お世話になりました。さらに東京大学理学部の松本 淳氏にはタイの最新の気候データを、また科学技術庁国立防災科学技術センターの大倉 博氏には貴重なランドサットのTM画像を提供していただきました。これらの方々に深く感謝いたします。

文 献

- 秋山道雄(1993):太湖(タイフー)-江南水郷の中心. 滋賀県琵琶湖研究所編『世界の湖沼』人文書院, 32-34.
- 安食和広・前田由美・Balagas, P.O.・平野信一(1989):フィリピンにおけるマングローブ林の人為的破壊について. 宮城豊彦・Maximino, G. 編『フィリピン, ルソン島におけるマングローブ的環境の成立とその人為的破壊の実証的研究および修復への提言』国際協力推進協会助成研究報告書, 17-19.
- 安食和広・宮城豊彦(1992):フィリピンにおけるマングローブ林開発と養殖池の拡大について. 人文地理, 44(5), 620-633.
- 茨城大学地域総合研究所(1984):『霞ヶ浦-自然・歴史・社会-』古今書院, 298p.
- 沖野外輝夫(1994):フィリピン, ラグナ湖の陸水学的現況と汽水湖研究の課題. LAGUNA(汽水域研究)1, 71-81.
- 吉良竜夫(1993):ソクラー湖-淡水化計画でゆれる. 滋賀県琵琶湖研究所編『世界の湖沼』人文書院, 97-100.
- 吉良竜夫ほか編(1984):『世界湖沼データブック Data Book of World Lakes』総合研究開発機構, 513p.
- 向後元彦(1988):『緑の冒険-沙漠にマングローブを育てる』岩波書店, 223p.
- 高杉晋吾(1991):『産業廃棄物』岩波書店, 205p.
- 高谷好一(1985):『東南アジアの自然と土地利用』勁草書房, 291p.
- 西村嘉助(1969):カルスト地形. 西村嘉助編『自然地理学II』朝倉書店, 218-228.

- 春山成子 (1991) : タイ中央平原における近年の水害の変化について. 地学雑誌, 100 (2), 284-297.
- 春山成子 (1994) : 湖沼地域の開発と環境保全—ソクラ湖, ラグナ湖, 霞ヶ浦をめぐる—. 津田塾大学「国際関係学研究」, 20, 25-36.
- 春山成子・大倉 博・大矢雅彦 (1988) : ランドサット画像の地理への応用—タイ中央平原の水害地形分類図作成を例として—. 早稲田大学理工学研究所報告, 121, 32-48.
- 春山成子・大矢雅彦 (1990) : タイ南部スラタニ (Surat Thani) の1988年11月災害. 『東南アジア研究』, 27 (4), 448-460.
- 春山成子・大矢雅彦・大倉 博 (1993) : リモートセンシングによるタイ・タビ川の水害地形分類図の作成について. 地理学会予稿集, 44, 194-195.
- 平井幸弘 (1983) : 小川原湖の湖岸・浅湖底の微地形と完新世最大海進期以降の湖水準変動. 東北地理, 35, 82-91.
- 平井幸弘 (1985) : 湖沼図を読む—サロマ湖の消えた島—. 『社会科学』学研究, 10, 114-125.
- 平井幸弘 (1987a) : サロマ湖の湖岸・湖底地形と完新世後半のオホーツク海の海水準変動. 東北地理, 39, 1-15.
- 平井幸弘 (1987b) : 霞ヶ浦における湖棚の構造と成因. 地理学評論, 60 (A), 821-834.
- 平井幸弘 (1989) : 日本における海跡湖の地形的特徴と地形発達. 地理学評論, 62 (A), 145-159.
- 平井幸弘 (1993a) : 戦後日本における都市化にともなう湖沼環境の変貌. 愛媛大学教育学部紀要 (Ⅲ) 自然科学, 13 (2), 65-91.
- 平井幸弘 (1993b) : 海跡湖の湖岸低地および沿岸帯における環境変化. 地質学論集, 39, 117-128.
- 平井幸弘 (1993c) : 湖岸低地および沿岸帯の環境変化. アーバンクボタ, 32, 64-65.
- 平井幸弘 (1993d) : 環境教育. 寿卓三編著『「生活科」・「社会科学」の統合的展開』青葉図書, 126-135.
- 平井幸弘 (1994a) : 日本における海跡湖の地形発達. 愛媛大学教育学部紀要 (Ⅲ) 自然科学, 14 (2), 1-71.
- 平井幸弘 (1994b) : 湖沼環境の変貌と保全. 大矢雅彦ほか編『防災と環境保全のための応用地理学』古今書院, 126-140.
- 平井幸弘 (1994c) : 自然の景観に恵まれたサロマ湖. 地理, 39 (9), 88-95.
- 平井幸弘 (1994d) : 湖岸の人工改変が著しい霞ヶ浦. 地理, 39 (10), 82-89.
- 平井幸弘 (1994e) : 海岸侵食で痩せ細る天の橋立て (阿蘇海). 地理, 39 (11), 90-97.
- 平井幸弘 (1994f) : 湖底の村と調整池に変じた八郎潟. 地理, 39 (12), 56-63.
- 古川久雄 (1990) : 大陸と多島海. 高谷好一編『講座東南アジア学二 東南アジアの自然』弘文堂, 19-50.
- 三浦 肇 (1990) : 溶食地形 (カルスト地形). 佐藤久・町田洋編『地形学』古今書院, 64-75.
- 宮城豊彦・Emma Melana・平野信一・藤本 潔・安食和広 (1989) : フィリピン・ルソン島におけるマングローブ林の成立と土地条件. 宮城豊彦・Maximino, G. 編『フィリピン, ルソン島におけるマングローブ的環境の成立とその人為的破壊の実証的研究および修復への提言』国際協力推進協会助成研究報告書, 1-15.
- 宮城豊彦・向後元彦 (1991) : マングローブ林で何が起きているか. 地理, 36 (3), 33-40.
- 村井吉敬 (1988) : 『エビと日本人』岩波書店, 222p.
- 安成哲三 (1990) : 熱帯とモンスーン. 高谷好一編『講座東南アジア学二 東南アジアの自然』弘文堂, 51-74.
- 矢野恒太郎記念会編 (1994) : 『'94/95日本国勢図絵』国勢社, 614p.
- Haruyama, S. (1993) : Geomorphology of the Central Plain of Thailand and its relationship with recent flood conditions. *GeoJournal*, 31 (4), 327-334.
- Hirai, Y. (1992) : Environmental changes at coastal lakes in Japan on the basis of geomorphological land classification and land use. *Mem. Fac. Education of Ehime University*, 12 (2), 31-39.
- Lake Biwa Research Inst. and International Lake Environment Committee (1988) : International Lake Environment Committee and United Nations Environment Program ed. *Data Book of World Lake Environments — A Survey of the State of World Lakes—*. Interim Report (I), ASI-2, 14p.
- Pitman, J. I. (1985) : THAILAND. E. C. Bird and M. L. Schwartz ed. *The World's Coastline*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. 771-787.
- Prinya Nutalaya (1993) : Coastal erosion in the Gulf of Thailand. *International Congress on Geomorphological Hazards in Asia-Pacific Region*, Sep, 1993, Waseda Univ., Tokyo, 40-41.