

タイのエビ養殖場跡で何が起きているか?

大久保泰邦¹⁾・風間 裕介²⁾・六川 修一³⁾・津 宏治⁴⁾

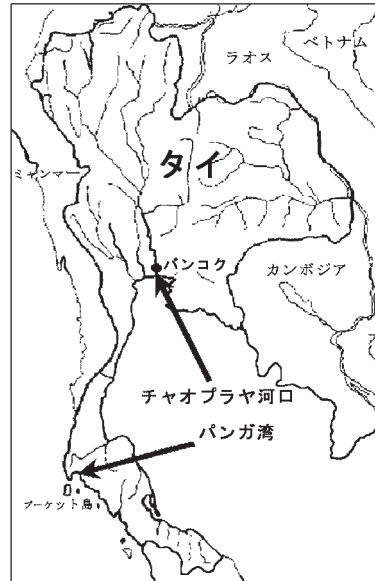
はじめに

タイ、プーケット島の北のパンガ湾には大マングローブ林が広がる。ここは国立公園に指定され、自然が守られている(口絵1)。一方、チャオプラヤ川が流出するバンコク南方のタイ湾頭の海岸は、かつて大マングローブ林が形成されていたが、現在はわずかなマングローブを残すだけで、不毛の地となっている(口絵2)。一体この地に何が起いたのであろうか。

著者らはこの地で、人工衛星画像解析を行い、最近の20年間の海岸環境変動を抽出する研究を行ってきた。さらに2001年10月にヘリコプターによる調査を行った。ここでは現在までに得られた成果を報告し、現在タイのエビ養殖場跡で何が起きているかについて述べたい。

マングローブ林

マングローブは熱帯・亜熱帯の潮間帯に生育する植物の総称であり、その立地条件から海水準の影響を強く受ける。一方で、自ら生産するバイオマスを泥炭として蓄積し、またその複雑な根の構造により土砂を堆積させるという地形形成能力がある。泥炭蓄積は垂直方向への作用で、その速度は年間2~4mm前後であるといわれている。また土砂堆積は水平方向への作用が強く年間1~11mm程度になる。これらの相乗効果によりマングローブ林は地盤を作り、地形を形成している。事例としてはバングラデシュでは20年で地盤が約90cm上昇した報告やスマトラ島でマングローブ林が年間最大100m

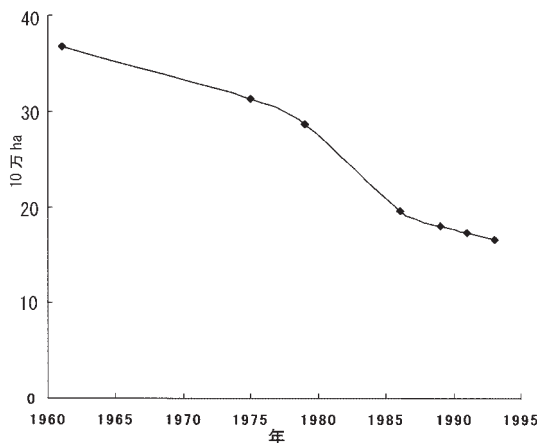


第1図 チャオプラヤ河口のパンガ湾の位置図。

も沖側へ拡大したなどが報告されている。内陸側のマングローブ林は、品質の高い燃料として伐採され利用されたり、またエビ養殖場へ土地利用が転換されるなど、結果的に大規模な破壊が地球規模で起きている。マングローブ林は海面上昇に対しても海岸線を守ることが出来、過去には年間2mm程度の海水準の上昇を経験しているという報告がされている。マングローブ林は上記のような地形形成能力で土砂浸食を防ぎ、また波浪を森林帯で減衰させる作用を持つため、海岸浸食に対する防備林としての機能を担ってきた。

1) 産総研 国際地質協力室
2) 株式会社 日立製作所
3) 東京大学工学部
4) 財団法人 資源・環境観測解析センター

キーワード: エビ養殖, マングローブ, タイ, 海岸浸食, 人工衛星画像



第2図 タイにおけるマングローブ林生育面積の推移(国際協力事業団, 1997)。

さらにマングローブ地下部にはマングローブ泥炭層(主としてマングローブの根が枯死した後にも分解されずに蓄積されたもの)に代表される厚い有機物層があり、炭素蓄積機能を持つとして注目されている。マングローブ林は熱帯林(炭素固定能力: $5.5\text{tC}/\text{ha}\cdot\text{年}$)に匹敵する炭素固定能力($6.9\sim 12\text{tC}/\text{ha}\cdot\text{年}$)を有しており、また、土壤中に膨大な炭素を蓄積($1,200\sim 6,000\text{tC}/\text{ha}$)していることが近年明らかになってきた。

タイを含めアジア全域でマングローブ林をエビの養殖池などに転用することが問題となっている。タイ国においては、マングローブ林が1961年の36.8万haから1993年の16.6万haに、32年間で20万haも減少した。実にその54.7%が消滅したことになる(第2図)。養殖池の開発、スズ鉱石の採掘、製炭用材のための大量伐採、などが主たる原因で、この他、農用地への転換、公共事業(道路・港湾など)、居住区への転換、観光開発、塩田開発などさまざまな原因で減少を続けてきた。一方でエビ養殖池は、1991年には7.5万haにまで拡大した。前記のマングローブ林減少面積の37.5%は、エビの養殖池に転換されてしまったことになる。

燃料、建材、飼料、薬、食料、飲み物といった恵みを人々に与えるといったことから、マングローブ林はエビ養殖場への転用ばかりでなくさまざまな用途に古くから利用されてきた。このためしばしば大規模に伐採された。タイ湾頭海岸の人工衛星画像解析で抽出された伐採地域の広がりには南北約

20km、東西50km以上である。しかし古くから伐採が行われ、20世紀初頭にはすでに現在の姿に近い状態になっていたようである。

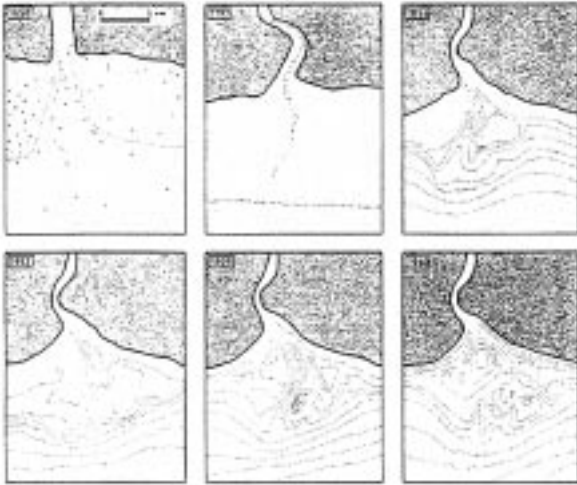
熱帯地域の海岸部や潮間帯においてはマングローブ林が生育することが多く、これが護岸の役割を果たしていた。しかし、河川水や海水に直接接する部分や地下水によって飽和された部分ではこれらの堆積物は極めて軟弱であり、浸食作用に対しては極めて脆弱である。一度マングローブが伐採されると、土壌流出が容易に起こる。

アジアの多くの都市は海岸近くに位置する。人々の生活と海岸環境は切っても切れない関係にある。それゆえに海岸の激しい環境変動は無視できない。特にアジアの熱帯地域の町は、大規模デルタの上や、サンゴ礁やマングローブ林などの自然に縁どられた場所にあり、海岸の自然環境とともに生きている。海岸付近の住民は、そこに生息する多種多様な生態系を資源として生活している場合も多い。当然、急激な環境変動が起これば、沿岸域の住民は大きな影響を受ける。

タイのエビ養殖場跡で何が起きているか?

タイ湾頭沿岸域は広大なデルタである。このデルタはバンコク市内を蛇行しながら流れるチャオプラヤ川によって生み出された。縄文海進時には、このデルタ地帯の大部分が海底下にあった時代もあり(Sinsakul, 1992)、大きな海岸線変化を経てきた。最大海進時は、アユタヤ(首都バンコクから北へ80kmの都市)まで海進が及び、バンコク周辺は浅海底におかれていた。その後の海面低下とともに徐々に旧浅海底は潟湖を残しながら、現在のような平野形成が行われたとされている(第3図)。恐らくマングローブ林もこの海進・海退とともに生息域を変えていったものと思われる。現在のチャオプラヤ川の中・上流の山間盆地には河成段丘が形成され、ついで汽水成粘土・海成粘土による三角州平野が広く広がり、下流・河口部には汽水湿地帯、潮間帯が海岸線に沿って展開している(Somboon and Thiramongkol, 1993)。

タイ湾頭の最奥部は約100km以上も続くやや湾曲した海岸を形成している。Sinsakul(1992)の調査によると、1960年代から1987年までに河口東側



第3図 1650-1960年間のチャオプラヤデルタの発達 (Somboon and Thiramongkol, 1993).

は海退し、西側は平均約500m海進した。すなわち河口西側は数年の間に急激に海進が進んだことを示している。現在も稼動している電信柱が沖に立ち (Okuboほか, 2002a), 2列の竹の柵を立て、その間に石灰岩の礫を詰めるという護岸工事が成されている (磯部ほか, 1995)。

広大なエビ養殖場跡はなぜできたのであろうか。エビはマングローブ林の生育環境を好む。人々はマングローブ林を伐採して養殖池を作り、その中でエビを養殖する。養殖には大量の肥料と薬品を投与する集約的な方法を採用している。養殖池の水にはエビの糞やエサ、さらには植物プランクトンなどの有機物、殺菌・殺虫のための化学物質が残る。エビ養殖池では土壤汚染が進み、その寿命は数年である。養殖場跡は汚染した土壌が残り、放置される。また養殖場だけでなく、そこからの排水によって沿岸海水が汚染され、沿岸域のすべての生き物に影響を与える。おそらく多額の投資をしない限りエビ養殖場を再生することはできないと思われる。このようにして広大な不毛の地が出現した。

タイ政府は、1991年より「マングローブ植林5ヶ年計画」を策定し、南部タイ15州を対象にマングローブ植林を本格的に進めるようになった。しかし、その後も過剰伐採、養殖池への転用が続いている。

エビ養殖場跡は、土壤汚染や海水供給不足により、エビ養殖場の再生どころか、マングローブ林が再生することもできない状態にある可能性がある。

ヘリコプター調査

2001年10月1日にヘリコプターに搭乗してビデオカメラで、主に、エビ養殖場跡を撮影した。バンコク市内から離陸し、チャオプラヤ川東岸からチャオプラヤ河口の西約35kmに河口が位置するターチン川に至る海岸線約70kmを調査した。大部分の沿岸域のマングローブ林は伐採され、エビの養殖場、塩田等に転用されていた。現在稼動中のエビの養殖場はチャオプラヤ川より東部にまばらに存在するだけで、同川西部にはほとんど確認することが出来ず、広範囲に荒廃地が広がっている。

口絵4に撮影写真とその場所に対応する人工衛星画像を示す。衛星データは2001年9月18日に取得され、現地調査よりも2週間ほど前のものであるが、現地調査とほぼ同様の地上状態を捉えているとして差し支えないと思われる。これより以下のことが言える。

- (1) マングローブは画像上、赤色で表現されている。
- (2) マングローブは海岸線と水路両岸に帯状に連なる。
- (3) 電柱が海岸線から数百mも沖側に取り残されている。
- (4) 局所的な護岸により守られたためか、海の中に孤立した建造物が見られる。
- (5) マングローブの一部は高波のためか一部、陸側に押し倒されている。
- (6) マングローブの海側には数百m幅の干潟が存在する。

人工衛星画像解析

我々のグループは上述のヘリコプター調査のほかに、1980年代から現在得られつつある最新の人工衛星画像を利用した解析を行ってきた (Okuboほか, 2002b)。その結果は、1960年代から1987年までの変化と比較すると、河口西岸では海岸線の後退がさらに顕著に起こり、東岸でも一部の地区を除き、後退傾向に変化してきていることがわかった。また、1987年から1995年の8年間で沿岸域は $4.3 \pm 1.0 \text{ km}^2$ の後退と $1.3 \pm 1.0 \text{ km}^2$ の前進が起こり、1995年から2000年までの5年間ではさらに

4.0±1.0km²の後退と0.3±1.0km²の前進が起こったことがわかった(口絵3)。

この地域は13年間の合計で約8.3±1.0km²の国土消失が起こっていた。これはチャオプラヤ河川沿いから両岸にかけての海岸線約70kmの範囲で平均約120mの海岸浸食を受けたことになり、年平均9～10mの浸食を受けていることになる。また、海岸沿岸域に限ると、平均約200m、年平均では約15～16mの大きな浸食を受けていた。最も浸食を受けた地区は河口西岸で、13年間で600m以上の浸食が起こっていた。また、海岸線の凹凸が顕著になってきていることが確認された。

今後の計画

急激な海岸浸食の原因としては、(1) 海水位の上昇、(2) 地下水の汲上や土砂供給の減少などによる地盤沈下、が考えられる。またマングローブ林は海岸浸食に対する防備林としての機能があり、その消失は海岸浸食に大きな影響を与えているようである。

平成14年度より3年間、日本学術振興会の科学研究費補助金による「アジアデルタ地帯の総合地盤環境保全戦略に関する研究」を行うことになった。この中で、衛星画像データ、地形図、地質図、植生図等の収集とデータベース化、衛星画像データの解析、土壌分析、地盤構造調査、地盤沈下解析等を行うことを予定している。この成果からマングローブ林と海岸環境の関係、エビ養殖場跡に

残された汚染された土壌とマングローブ林の生息環境などの自然環境との関係などの研究を行い、この地の再生の可能性について検討してみたい。

参考文献

- 磯部一洋・加藤碩一・大久保泰邦(1995)：天使の都バンコク南部に熱帯海岸の侵食を視る。地質ニュース, no.493, 55-62.
- 風間裕介(2003)：多時期衛星データを用いたタイデルタの海岸環境解析, 東京大学大学院修士論文, 126p.
- 国際協力事業団(1997)：国別環境情報整備調査報告書(タイ国), 37p.
- Okubo, Y., Kaku, M., Sinsakul, S. and Rokugawa, S. (2002a) : Remote-sensing survey for coastal environmental change in Asia, ASTER Science Team Meeting ASTER Workshop, ERS-DAC, 39-43.
- Okubo, Y., Kaku, M., Rokugawa, S. and Tsh, H. (2002b) : Remote-sensing survey for coastal environmental change in Asia, SEG International Exploration and 72nd Annual Meeting Abstract, CD-ROM.
- Sinsakul, S. (1984) : Tidal deposit in the mangrove forest of Phang Nga Bay, Department of Mineral Resources, 32p.
- Sinsakul, S. (1992) : Evidence of Quaternary sea level changes in the coastal areas of Thailand: a review, J. Southeast Asian Earth Sci., 7, 23-37.
- Somboon, J. R. P. (1988) : "Paleontological study of the recent marine sediments in the lower central plain, Thailand", Journal of Southeast Asia Earth Sciences, Vol. 2, No. 3, 201-210.
- Somboon, J. R. P. and Thiramongkol, N. (1992) : "Holocene high-stand shoreline of the Chao Phraya delta, Thailand", Journal of Southeast Asia Earth Sciences, Vol. 7, No. 1, 53-60.
- Somboon, J. R. P. and Thiramongkol, N. (1993) : "Effect of Sea-level Rise on the North Coast of the Bight of Bangkok, Thailand", Malaysian Journal of Tropical Geography, Vol. 24, No. 1, 3-12.

OKUBO Yasukuni, KAZAMA Yuusuke, ROKUGAWA Shuichi and TSU Hiroji (2004) : What is happening in abandoned shrimp farm in Thailand.

< 受付：2003年9月4日 >