

タイ・メコン河沿いの地盤環境

Geo-Environment along Mekong River in Thailand

佐々木 寧 (ささき やすし)

埼玉大学工学部建設工学科 都市環境工学研究室

藤原 靖 (ふじわら やすし)

大成建設㈱技術センター 生物環境研究室

稲垣 秀輝 (いなぎ ひでき)

㈱環境地質 代表取締役

大野 博之 (おおの ひろゆき)

応用地質㈱技術本部 ジオスペーシャルプロジェクト推進室

1. はじめに

メコン河はチベットを源とし、中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジアを経由してベトナムで南シナ海に注ぐ、全長約4 350 km、流域面積約795 000 km²の東南アジア最大の河川である。今回現地調査¹⁾を行ったのは、タイ北東部のコラート高原(標高150~300 m)沿いのメコン河中流域である。植生はフタバガキ科植物を中心とした熱帯モンスーン林であるが、最近の急速な開発により伐採が進み、土壌侵食や水資源・水産資源の保全が重要な課題となってきている。こうしたことから、ここではメコン河沿いの地盤環境上の問題について現状を論じる。

2. 地形・地質

タイ東北部は標高150~300 mのコラート高原が占め、メコン河とその支流であるチー河、ムーン河がこの高原を下刻している。メコン河の河幅が小さくなるパーティウム国立公園付近では、さながら小規模なグランドキャニオンのような地形を呈している(口絵写真-9)。

メコンの大河による下刻が行われていない高原全体は、起伏の少ない小起伏面を形成している。この小起伏面をよく見ると片方が緩く傾斜、もう一方がやや急傾斜となる系統的な形態を示している。この緩い傾斜面と付近の地層の傾斜面とは平行である。つまり、この系統的地形はケスタ地形であり、地層の差別侵食により形成されたものである。

調査地周辺はジュラ紀から白亜紀にかけての砂岩が主に分布しており、岩塩層や頁岩・赤色頁岩が挟在している²⁾。これらの地層はチー河を中心として盆地状の構造を示しており、地層はおおむね緩く傾いている。この構造がケスタ地形を形成している原因であり、地層中の岩塩層がこの構造を作り出した可能性がある³⁾。また、本地域には断層や大きな褶曲構造は認められなかった。主として分布する砂岩は、中粒~細粒の石英粒のみからなるコーツァイトであり、新鮮なものは非常に堅硬である。この基盤岩の上には、コーツァイトに由来する粒のそろった石英粒からなる沖積の砂層が、メコン河沿いの狭い低地に分布するが、その厚さは薄い。高原部では更新世の段丘性堆積物が認められるが、その分布範囲は狭く、

森林地域の土壌の厚さはきわめて薄い場合が多い。したがって、一度森林伐採が行われると、その土壌が流出し、堅い砂岩がすぐに露出することが多く、根系を含む土壌層が根こそぎ流下する⁴⁾ところもある。また、乾期のメコン河では土壌が全くなく、河床に硬い砂岩が折り重なる光景を見ることができる。

3. 生態系

メコン河沿いは、熱帯季節林域、いわゆる雨期と乾期が明瞭な地域である⁵⁾。年間雨量は約1 500 mmと年間雨量としては日本と同程度であるが、そのほとんどが4月から10月の間の雨期に集中する。11月から3月にかけての乾期には降雨量はほとんどゼロとなる⁶⁾。この乾期には、木々は乾燥のため落葉、草は枯れて休眠状態となり、赤茶けた地肌が目立つようになる。一方、雨期には月平均200 mmの降水があり、草木は緑を回復、平地は一面青々とした水田に様変わりする。灌漑工事で一部は二期作が可能であるが、その大半は未だ不安定な天水田であり、年1回の作付けしかできない。収量は1 500 kg/haで、二期作、三期作が可能でタイ中南部との生産性の違いが大きい。条件の悪い丘陵地ではサトウキビやキャッサバ栽培などの畑作に頼っている。コラート高原の東端を流下するメコン河沿いでは、高原の中心部に比較するとやや雨量も多く、気候条件に恵まれている。

コラート高原は18世紀頃から開拓が始まったとされ、1940年代には、北部からメコン河伝いにラオ族の流入が盛んとなっている。当時は一面森林に覆われていたと思われ、今日まで自給自足の経済が続いている。

1970年代、「緑の革命」がスタート、国をあげて高原の開発に着手、水利条件の悪いコラート高原へもタイ国軍の開発師団を投入して農地開墾が行われた。その結果、農地は5倍にも拡大している。同時にダム開発と灌漑施設の設置が行われてきた。結果的にはタイ中央部デルタ地帯では二期作が可能になるなど、大きな恩恵を受けている。しかし、コラート高原地帯での乾期の水不足は解決されず、森林の後退によって塩害が生じるなど、かえって新たな問題も生じている。その後、タイの工業発展に伴い、水資源や電力は中央部工業地帯に向けられている。このため1990年代から、タイ政府は国土の「緑化計画」を掲げ、森林面積を国土の40%に引き上げよ

うとしている⁷⁾。この政策転換は、莫大な水資源が必要な水田開発から熱帯果樹やプランテーションへの変更という施策にも現れている。

雨期、メコン河は水位を上げ、その魚資源は支流・小河川を通じて陸域奥深くまで及ぶ。メコン河では、体長2 mにも及ぶ有名なオオナマズや河イルカなども生息するが、量と種類の多い小魚類が資源としてむしろ重要である(口絵写真—10)。この魚介類は、地域住民の主要な蛋白源となり、生活・文化に欠かせない。タイの主要な調味料である魚醤(ナンプラー)もこうした小魚が原材料となっている。

乾期のメコン河の河岸斜面や中洲では、野菜や豆類などを作付け、稲作のできない農閑期の重要な農業生産地となっている。乾期のメコン河水位は雨期に比べて5~10 mも低下する。陸域の畑地まで人力で水を汲み上げるのはきわめて困難であるのに対し、河岸などでは水利用が可能なのである。

こうした極端な気候条件下でも、乾燥フタバガキ林と称される豊かな森林が成立する。フタバガキ科植物は熱帯材の通称ラワンと呼称される樹種で、材質は硬く、品質の良い木材となる。フタバガキ科は種類が多く、熱帯多雨林域で数十種以上出現するのに対して、乾燥フタバガキ林では、数種類程しかない。樹高も熱帯多雨林が数十 m に達するのに対し、十数 m から30 m 程度にとどまっている。また、林内には大きなアリ塚が多数散在し、アリは、個体数も莫大で森の中の物質循環に重要な役目を担っている。

こうした乾燥地域にあっても、河川沿いの低地は、地下水位が高く、乾燥常緑広葉樹林が成立する。それがひととき大きなアラータスの森 *Dipterocarpus alatus* である。(口絵写真—11) ここでは森の中に井戸を掘ることによって年中、水を得る事ができる⁸⁾。一方、山地では、渓谷・水辺においてのみ、土壌含水量が高く、別の常緑性のフタバガキ林、ホペアの森 *Hopea odorata* が成立している。ホペアは、巨大ながらその葉は小型で薄く、照りがあるのが特徴である。乾燥フタバガキ林と乾燥常緑広葉樹林の中間型の森が、混交落葉広葉樹林である。ここではフタバガキ科植物は少なく、多数種の樹木で構成され、中型の竹類(シャム竹)が目立つ⁹⁾。

4. 土 壤

ムーン河の流域に沿って分布する土壌はいわゆるラテライトで、FAOの広域の土壌分類¹⁰⁾ではGleysolsのDystric Gleysols(疑似グライ)であり、その周囲にAcrisolsのGleyic Acrisols(灰白化赤黄色土)が分布する。

Dystric Gleysolsは、コラート高原の河川流域に見られる土壌で、雨期には氾濫原となる。強い溶脱を受けた粒径の小さい粘土質の土壌で排水が不良である。pHは酸性側で、有機物や塩基の含有量が少ない。このあたりには、一部棚田が広がっている(口絵写真—12)。

Gleyic Acrisolsは、タイ東北部の主要な土壌で、強

く溶脱を受けており物理的にも化学的にも肥沃性が低い。特に有機物含有量が低く、低pH、低塩基である。排水性が不良であるが、乾燥し始めると急速に乾燥するという性質を有している。コラート高原の土壌は岩塩層の上に生成しているため、降雨量が少ない年の乾期には地表への塩類集積が部分的に見られる。

メコン河に近づくにつれOrthic Acrisols(塩基未飽和熱帯鉄質土)となる。このOrthic Acrisolsは、東南アジア全体の1/3を占め、Argillic B層というケイ酸塩粘土の集積で特徴付けられる土壌である。これらの母材は、堆積岩である。土壌物理性はGleyic Acrisolsよりは良く、排水性が比較的良好であるが、化学的な潜在肥沃性が低い。肥料を投入して畑作や果樹栽培を行う土壌であるが、土壌侵食に対しては危険性の高い土壌である。今回の調査で確認された畑作は、河岸での小規模な野菜栽培に利用されていた(口絵写真—13)。

上述の土壌は、西アフリカに分布する土壌とはほぼ同じであり、肥沃度の極めて乏しい風化残積土である。両者には降雨量の違いがあるものの、雨期と乾期があり、主要な農業は天水依存型の農業という点で共通している。作付け作物もタイでは米、西アフリカではミレットやソルガムである¹¹⁾。タイ東北部は低い土壌の肥沃性と雨期の天水依存型農業のため、農家1戸当たり現金収入がタイの全国平均の40%程度で低生産性である。それでも収量あるいは収量安定性、穀類の栄養価の高さで、西アフリカの砂漠化進行地帯に比べ、農村の社会経済的生活基盤は強固であるといえる。

水田農業の比較環境生態論からの研究¹²⁾では、

- I : 自給自足的伝統継承型農業
- II : 収穫増大指向型小農農業
- III : 商業化のもとでの土地集約的複合型小農農業
- IV : 都市化のもとでの労働集約型指向型農業

の四つの農業類型が示されている。その中で、東北タイは、II収穫増大指向型小農農業に分類されている。しかし、東北タイ地域はI自給自足的伝統継承型農業との中間的な位置にあると思われる。このような地域では、農業に関連する課題として、地力維持、土地生産力改善・向上、問題土壌改良、土壌侵食防止など、土壌に関する要素が重要視される。

タイ東北部の土壌と気候は、落花生や大豆などの豆類の栽培に適していると言われている¹³⁾。乾期の野菜栽培の活性化が期待される場所であるが、メコン河流域からの大量の取水を行うと、河川流量の減少も懸念される。実際に、ダムを作り雨期に貯水し、乾期に灌漑利用する計画は、下流国であるカンボジア、ベトナムとの調整が必要で、国際河川としての水行政に大きな課題がある。

5. 河 川 事 業

メコン河流域は、雨期と乾期で川幅や水深などが大きく異なる。乾期には25 m程度の水深であるが、雨期には30 m以上となる。

論文

メコン沿岸部で特徴的な点は、タイおよびラオスの双方で、ほとんど護岸整備など、治水対策がなされていないことである。これは、河岸近くには保護すべき重要な施設が少ないためではないかと考えられる。タイ側では、河に接して町村がある場合、一部で護岸整備されつつある。これに対して、ラオス側は護岸整備の例がタイ側より少なく、自然状態に任されている。一日観光で観光客が訪れるラオス側の村も、国境検問所があるものの、護岸整備は全くなされておらず、家屋流失の危険を抱えている（口絵写真—14）。タイ、ラオス双方ともはGDPがまだ低く、護岸整備をするだけの余力を持たないこと、家屋が流失してもまた再建すればよい、という住民の柔軟な意識があることが考えられる。つまり、大型河川に対する治水設備というハード面に頼れない代わりに、住民の意識などを含めたソフト面で治水に対処している可能性がある。これは、「災害に対して柔軟に対応できる社会」¹⁴⁾の側面でもあろう。

メコン河の支流ムーン河がメコン河に合流する付近にシリントンダムとパク・ムーンダムがある。

パク・ムーンダムは、世界銀行から2400万US\$の融資を受けて1994年に完成している。水力発電と灌漑を目的とした重力式のコンクリートダムである。ダムには100万US\$で造った魚道が設置されているが、現状ではほとんど機能していなかった。また、ダム堤体直下の左岸には、ダムの水の放流と保障を求める旧周辺村民の決起集落（2001年5月現在800人程度）が存在する。この人々は、ダム建設以前はムーン河沿線で農業と漁業で生計を立てていた人々である。かつてはムーン河一帯では様々な魚介類が採れ、農業とともに十分な生計が営まれていた。

もともと、このムーン河一体は、Kong-Chi-Mun Water Diversion project と呼ばれる大規模なタイのキングプロジェクトの一環で開発が進められている。このプロジェクトは、このパク・ムーンダムとラシ・サライダムをはじめとして13のダムを建設し（1990年代から約40年かけて）、タイ東北部の灌漑を行うことを目的としている。

パク・ムーンダムは発電も目的としているが、現在放流があまりできない状態であり、発電はほとんどできていない。これは、ダム放流を訴える住民と、ダムの放流に反対する住民の双方があり、放流反対派はダム直下の中洲に決起拠点を設営、タイ最大の環境問題にまで発展している（口絵写真—15）。2002年に一部和解が成立し、ダムゲートは全面開放されダム活用は消滅した。

したがって、現状では、灌漑目的としての機能も、発

電としての機能も不十分な状態にある。注目されるメコン河開発計画も、住民との対話無くして事業の円滑な推進は無く、環境と社会評価を十分行うことの必要性が痛感させられる。

6. まとめ

国際的なプロジェクトでは正確な環境と社会基盤の情報に基づいて計画が立てられることが重要である。自然環境に大きく依存し、自給自足の色彩の強い地域では、大規模開発は、地域住民に利益をもたらさず、非常に大きな問題と苦痛を与えることになる。少数の地域住民は、プロジェクトとは無縁の存在と見なされ、現金収入がない事から十分な補償金も出ないという結果となり勝ちである。正確な情報には金額で計れない地域住民の暮らしぶりも含まれなければならない。

なお、今回の調査・研究に際し、長崎大学工学部の後藤恵之輔教授が機会を与えてくださった。また、本資料作成にあたっては、電力中央研究所の清水隆夫委員の資料も利用させていただいた。感謝する次第である。

参考文献

- 1) 地盤工学における生態系を考慮した環境評価に関する研究委員会：メコン河沿いの開発と地盤環境問題の現状視察報告，土と基礎，Vol. 49, No. 9, 2001.
- 2) UNESCO: Geological World Atlas, 1976.
- 3) 田村俊和：東北タイの地形—乾湿の交替する熱帯の砂質岩從順地形世界の地形，東京大学出版会，1997.
- 4) 稲垣秀輝：1998年台風4号による福島県白河地方での表層崩壊の特徴，応用地質，Vol. 40, No. 5, 1999.
- 5) 石井米雄・横山良一：メコン，めこん，1995.
- 6) Adahi Botou et al.: Hydrological Characteristics of the Mae Klong River Basin in Thailand, Proc. of the Int. Sympo. on Hydro-Environment in Asia, 1997.
- 7) 堀 博：メコン河開発と環境，古今書院，1996.
- 8) 佐々木寧：メコン河の水資源利用，日本熱帯生態学会ニューズレター，42.9, 11, 2001.
- 9) 佐々木寧：熱帯多雨林の物質循環システム，埼玉大学廃液処理施設，11, 1994.
- 10) FAO: FAO/UNESCO Soil Map of the World, 1: 5000000, Vol. IX Southeast Asia, Unesco-Paris, 1977.
- 11) 藤原 靖・矢倉哲夫・佐野 拓・藤田元夫：ブルキナ・ファソ国における地下ダムを用いた砂漠化防止への取組み，地球環境，第5巻，1号/2号（合併号），2000.
- 12) 田中耕司・渡部忠世：東南アジアの水田利用の集約性—熱帯アジアと日本との比較論に向けて—，環境科学総合研究所年報，第16巻，1997.
- 13) 真勢 徹：水がつくったアジア，風土と農業水利，家の光協会，1994.
- 14) 大野 研・大野博之・葛西紀巳子：これからの環境構成学—持続可能な社会をつくるために—，第4回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，2001.

（原稿受理 2002.2.28）