

リモートセンシングを用いたバングラデシュ・ガンジスデルタにおける地形変化の解析

Analyses on erosion and sedimentation around the mouth of Ganges in Bangladesh

大谷 克洋^{1*}, 近藤 昭彦²

Katsuhiko Ohtani^{1*}, Akihiko Kondoh²

¹千葉大学院理学研究科, ²千葉大学CEReS

¹Faculty of Sciences, Chiba University, ²CEReS, Chiba University

本研究はバングラデシュ・ガンジスデルタにおける河岸・海岸侵食（堆積）の実態を時系列衛星データを用いて明らかにすることを目的とした。

IPCC(2007)では、アジアのメガデルタについて以下のように報告されている。「沿岸地域、特に南アジア、東アジアおよび東南アジアの人口が稠密なメガデルタ地帯は、海からの洪水の増加によって、またいくつかのメガデルタでは河川の洪水によって、最大のリスクに直面する。」ガンジスデルタもアジアのメガデルタの代表例であり、毎年のようにサイクロン被害や洪水災害に見舞われている。ガンジスデルタはバングラデシュの3大河川であるガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川によって形成され、この3河川の流域面積は173万km²であり、バングラデシュの面積（14.8万km²）の約12倍である。これは上流地域の人間活動や気象現象の影響を受ける恐れがあることを示す。

研究対象地域はガンジス川河口域の北緯21.5°～24°、東経89°～92°付近である。本研究では使用データとして、1993年9月～1998年3月に撮られた衛星JERS-1の合成開口レーダー(SAR)画像84シーン、1990年頃・2000年頃のGeocoverTMモザイク画像、2005年12月～2007年1月に撮影された衛星TerraのASTER画像6シーンを使用した。SARは全天候型画像であり、雨季でも雲を透過して地形を撮影することができる。そこで衛星JERS-1運用期間に対象地域を撮影した全てのSAR画像を用いて高時間分解能の地形変化の解析を試みた。さらに1967年、1977年のデータを用いて河口域に位置するハティア島の10年スケールの変化も解析を行った。

まずSAR画像、ASTER画像を幾何補正した後、海岸線、河道のトレースを行い、時間の経過による地形変化を地図化した。また世界気象資料による1989年～1998年のダッカの月降水量により地形変化と気象現象の関連性を検討した。ここではダッカの降水量は地域の降水量の多寡を代表し、流量の指標にもなり得ると考えた。まずGeocoverTMモザイク画像のマッピングより1990年代の約10年間において地形変化の大きな地域の抽出を行った。対象地域全体の1990年から10年間の変化は堆積域が約1085 km²、侵食域が約959 km²であった。変化が大きかったのは、ガンジス川河道と河口付近の島や海岸である。河道では両岸が侵食され、中州として堆積する傾向が見られた。河口域の海岸や島においては対象期間では一貫して堆積傾向もしくは、侵食傾向が続いた。特に侵食傾向だったハティア島北部の地形変化では17年間で約79 km²侵食された。また、侵食された面積は時間と比例の関係ではなかった。そこで、月平均侵食速度とダッカの月平均降水量を比較したところ、ダッカの降水量が増加すると、侵食速度が大きくなるという対応関係が見られた。よって、ダッカの降水量が増加すると、ガンジス川の流量が増加し、河口域の侵食を促進すると考えられる。堆積傾向が見られたのは、ガンジス川河口の左岸である。1989年～2005年の間に約10km近く海岸線が前進している。堆積は侵食のように多時期の海岸線が平行に近い関係にはならず、非常に複雑な海岸線の形態であったため、平均的な堆積速度を計測する

ことは困難であった。また、変化が小さかったのはマングローブ湿地であるシュンドルボン、バングラデシュ第二の都市チッタゴン付近である。変化が小さかった要因として、マングローブによる護岸作用、堤防の建設による侵食の軽減、河口から離れて位置しているため土砂の供給が少なかったことが挙げられる。

一方、河口左岸における10年スケールの変化では1977～1989年の期間で堆積傾向だったが、他の期間では侵食傾向であった。この期間には1987、1988年と二年連続で大洪水に見舞われており、この洪水の影響が地形変化にどの程度影響を与えるかはさらなる解析が必要となる。

本研究ではSAR画像による高時間分解能の解析をすることによって、侵食が一定の速度ではなく、ある期間に大きく進行していることが明らかとなった。そしてハティア島における侵食速度とダッカの降水量との相関から、ガンジス川河口の地形変化が降雨や流量の増加と関係していることを明らかにした。しかし気象データとしてダッカの降水量しか使用していない。また、バングラデシュは毎年のようにサイクロンや洪水による災害に見舞われている。このような短い期間でインパクトの大きい気象現象は地形変化に大きく影響を与えられ考えられる。台風やサイクロンの襲来によってわずか数時間で海岸部が侵食され、海岸線が大きく後退した例もある。今後気象データや3河川の流量データを充実させ、さらなる検討を行う予定である。

キーワード:海岸侵食,バングラディッシュ,ガンジスデルタ,リモートセンシング,合成開口レーダー,ハティア島

Keywords: coastal erosion, Bangladesh, Ganges delta, remote sensing, SAR, Hayia Island