

DEMの違いに着目した干渉 SAR を用いるメコンデルタの観測

土木大学 学生会員 ○川瀬 将之

土木大学 正会員 村上 哲

土木大学 正会員 小峯 秀雄

1. はじめに

東南アジアにはメガデルタと呼ばれる巨大なデルタ地域が存在し、その中の一つにメコンデルタがある。メコンデルタはベトナムの成長を支える重要な地域であり、更なる発展が求められている。しかし、既往の研究¹⁾により、同じメガデルタ地域であるタイのチャオプラヤデルタでは、大量の地下水揚水に伴い地盤沈下が生じていることから、メコンデルタにおいても地盤沈下が進行している可能性が考えられる。しかし、メコンデルタでは実測値が十分でないため、地盤沈下の状況について不明な点が多い。一方、IPCC 第4次報告書によると2100年までに最大で約59cmの海面上昇が予測されている²⁾。メコンデルタは標高が低いため、海面上昇と地盤沈下が複合的に生じた場合、甚大な被害が予想される。そこで、地表面の変動量を広域に観測することができる干渉 SAR を用いて、1996年7月17日から1998年9月19日におけるメコンデルタの地盤沈下量を観測した。しかし、解析に用いた数値標高モデル SRTM3 には標高データの欠損が確認され、それらの箇所においては十分な結果を得ることができなかった。そこで、本研究では、SRTM3 と比較し分解能は劣るもののデータの欠損が少ない SRTM30 を用いて解析を行い、SRTM3 を用いた観測結果との比較を行った。

2. 干渉 SAR による地盤沈下観測方法

SAR(Synthetic Aperture Radar:合成開口レーダ)とはマイクロ波を人工衛星から照射し、その反射波として後方散乱強度および位相を受信する技術である。ここで、位相とは人工衛星と地表面との往復距離を電波の波長で除したときの余りであり、2 時期において観測された位相の差を位相差という。そして、SAR データを利用して位相の差を視覚的にとらえる技術が干渉 SAR である。図1に干渉 SAR による観測の概念図を示す。図1より、2 時期において地表面の変動が生じた際には、人工衛星との往復距離が異なるため位相に差が生じる。したがって、干渉 SAR は位相の差により地表面の変動を観測することができる。また、本研究では人工衛星 JERS-1 を用いて地表面の変動を観測した。JERS-1 では受信した位相情報により、地表面が衛星に遠ざかる方向に59mm、近づく方向に59mmの範囲で地表面の変動を観測することができる。

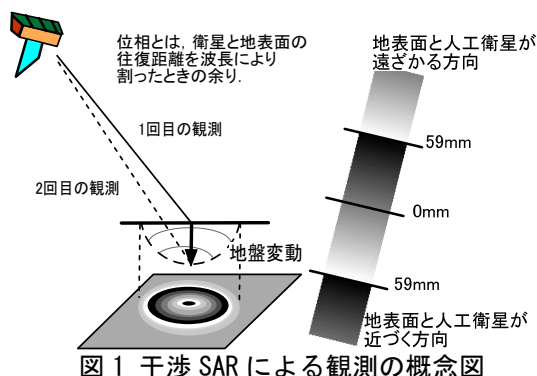


図1 干渉 SAR による観測の概念図

3. SRTM3 を用いたメコンデルタにおける地盤沈下の観測

解析ソフト SIGMA-SAR³⁾を用いて、メコンデルタにおける地表面の変動量を観測した。初めに、2 時期の画像から対応点を抽出し、二枚の画像の位置を合わせた。続いて、位置を合わせた画像より、位相の差を計算して初期干渉縞を得る。この処理において得られた初期干渉縞には、地表面の変動量の他に、地表面の高さによる縞が含まれている。したがって、初期干渉縞から数値標高モデル(DEM)よりシミュレーションした地表面の高さを取り除くことにより、地表面の変動量を抽出した。今回は、90m の分解能を持つ SRTM3⁴⁾を DEM として使用した。図2に、解析の際に使用したメコンデルタに

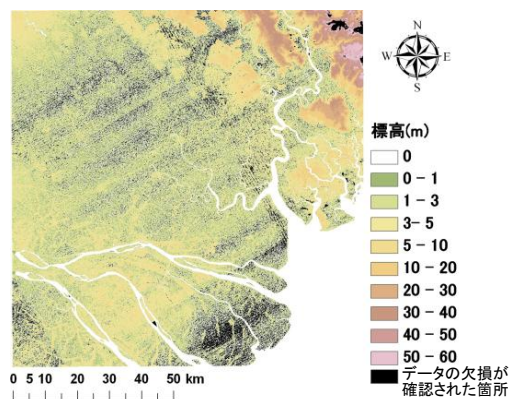


図2 解析に使用した SRTM3 の一例

キーワード 空間情報, リモートセンシング, 地盤沈下

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

における DEM の一例を示す。図 2 より、メコンデルタにおける SRTM3 の標高データには欠損が確認された。干渉 SAR は、上記の手順により地表面の変動量を観測するため、図 2 において標高データに欠損が確認された箇所においては十分な結果が得られないと考えられる。続いて、図 3 に干渉 SAR を用いた 1996 年 7 月 17 日から 1998 年 9 月 19 日のメコンデルタにおける地盤沈下の観測結果を示す。本研究では、地盤の沈下を黒色に、地盤の隆起を白色に示している。しかし、干渉 SAR による観測の性質上、変動量が 59mm を超える隆起の場合には黒色で、変動量が 59mm を超える沈下は白色で表示されている。図 3 より、図 2 において標高データに欠損が確認された箇所と同じ所に同様の斜線模様が確認された。これは、地表面の変動量ではなく標高データの欠損により生じたと考えられるため、地盤沈下として観測するのは適当でないと考えられる。したがって、干渉 SAR によりメコンデルタの地盤沈下を観測する場合には、解析に使用する標高データの欠損を取り除く必要がある。

4. SRTM30 を用いた地盤沈下の観測

900m の分解能を持つ SRTM30⁴⁾を用いて地盤沈下の観測を行う。図 4 に解析に用いた DEM を示す。図 2 および図 4 より、SRTM30 は SRTM3 と比較し、分解能は劣るもののデータの欠損は確認されなかった。つづいて、図 5 に SRTM30 および SRTM3 を使用した際の干渉 SAR による観測結果の比較を示す。図 5 より、SRTM3 を使用した際には把握することができた河川の流域を、SRTM30 では表現することができなかった。しかし、SRTM30 を使用した場合には、SRTM3 を用いた際に生じた標高データの欠損による影響を取り除くことができたと考えられる。したがって、SRTM3 に確認された標高データの欠損を SRTM30 により補完し、データの欠損がない DEM を作成することができれば、より信頼性の高いメコンデルタの地盤沈下を観測することができると考えられる。

5. 結論

本研究により得られた知見は以下の通りである。

- ・ SRTM3 に確認された標高データの欠損を SRTM30 により補完し、データの欠損がない DEM を作成することができれば、より信頼性の高いメコンデルタの地盤沈下を観測することができると考えられる。

謝辞：本研究は環境省地球環境推進研究「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合研究」（研究代表者：茨城大学・三村信男）におけるサブ課題「③アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果評価指標に関する研究」（課題代表者：茨城大学・安原一哉）において実施された研究成果の一部をまとめたものである。ここに、付記して謝意を表します。

<参考・引用文献> 1) 村上哲, 渡邊眞吾, 鈴木久美子, 安原一哉, 小峯秀雄: 海面上昇による水没域評価のためのチャオプラヤデルタ広域地盤沈下予測マップ, 地盤工学会誌 第 57 巻 第 4 号, 2009. 2) IPCC: Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers, 2007. 3) The raw SAR data were processed using the JAXA/SIGMA-SAR[M.Shimada, 1999. 4) NASA Shuttle Radar Topography Mission HP, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> (2012.3.14 現在)

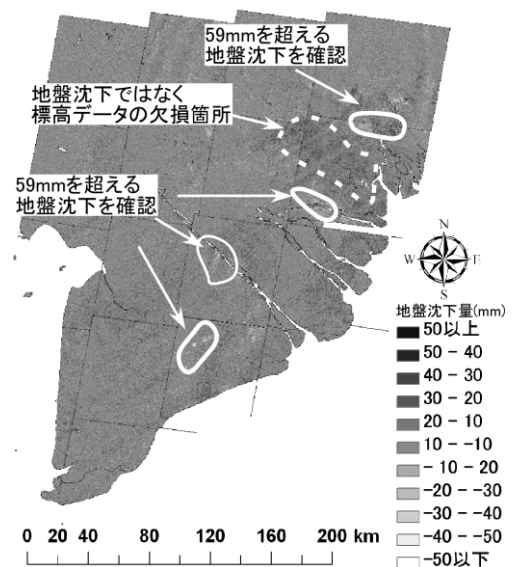


図 3 干渉 SAR によるメコンデルタの観測結果

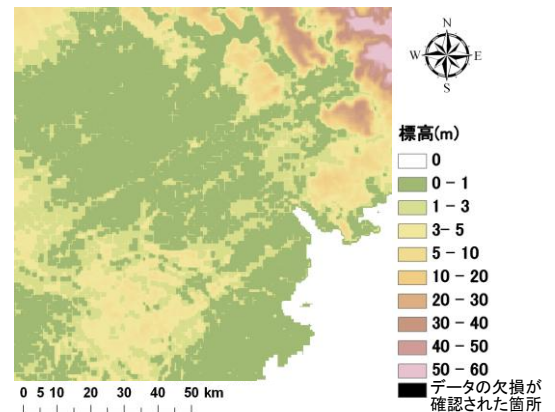


図 4 解析に使用した SRTM30

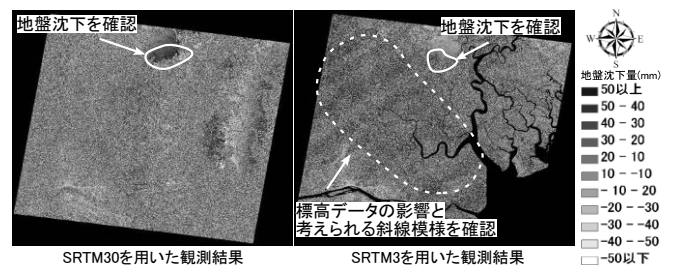


図 5 使用した DEM による解析結果の違い