

干渉SARにおける対流圏遅延：GPSとの比較

Tropospheric delay in SAR interferometry: Comparison with GPS

中川 弘之 [1], 宮崎 真一 [2], 藤原 智 [3], 村上 亮 [4], 飛田 幹男 [5], Paul Rosen [6]

Hiroyuki Nakagawa [1], Shin'ichi Miyazaki [2], Satoshi Fujiwara [3], Makoto Murakami [4], Mikio Tobita [5], Paul Rosen [6]

[1] 地理院・研究センター・宇宙測地研究室, [2] 地理院・研究センター, [3] 地理院・水沢, [4] 地理院・研究センター・地殻変動, [5] 建大・測量部, [6] ジェット推進研究所

[1] Space Geodesy Lab., GSI, [2] Research Center, GSI, [3] GSI, Mizusawa, [4] Crustal Deformation Lab., The GSI, [5] Construction Coll., [6] JPL

「ふよう1号」の干渉SARにおける大気遅延による位相差と、GEONETの大気遅延量とを比較した。解析には、関東地方の1997/12/19と198/2/1のペアを用いた。

まず、GEONETデータから5分間平均の天頂遅延量を計算し、2時期の天頂遅延量の差を取り、SARの視線方向に投影する。干渉SAR処理では大気遅延による干渉縞から2次曲面の成分が取り除かれるため、GPSの遅延量差からも2次の成分を除去した。最後にこの遅延量データを補間・図示し、干渉SAR画像と比較した。

その結果、両者は類似の空間パターンを示し、干渉SARにあらわれる遅延量とGPSの大気遅延量との間に相関があることが確認された。

大気中の水蒸気による位相変化は干渉SARにおける主要な誤差要因である。この誤差は、異なる時期に得られた数枚の干渉画像を平均することである程度相殺され、地殻変動検出の精度を向上させることが出来るが、それでも長周期の大気遅延の影響が平均した干渉画像に見られることがある（藤原、他(1997)）。

SARデータ取得時における大気中の水蒸気分布を詳しく知ることが出来れば、干渉SARにおける水蒸気の影響を見積もることが出来る可能性がある。そのための手段として我々は、国土地理院の全国GPS網(GEONET)から推定される大気遅延量に注目している。GPSの基線解析では、観測局の位置と天頂方向の遅延量を同時に推定している。GEONETは日本全国に約1000点の観測点を持っており、これを用いれば、SARデータが得られた時点の、その地域の大気遅延分布について、空間分解能の高い遅延量データを得ることが出来ると考えられる。

GPSとSARはいずれもマイクロ波を用いているが、大気遅延がおよぼす影響には、いくつか相違点がある。

a) 干渉SARでは、2つのSARデータに含まれる対流圏遅延の差が誤差としてあらわれる。

b) SARは数十キロ四方の地域を10秒以下で観測する。したがって、干渉SAR影響するのは、ほとんど瞬間的な大気の状態である。一方、GPSから得られる天頂遅延量は、ある一定の時間の平均的な値として算出される。

c) GPSの天頂遅延量は様々な方向のGPS衛星からのシグナルを基に計算される。一方、干渉SARは、レーダーの視線方向の遅延量のみが検出される。

d) 干渉SARでは、以下のような理由で、対流圏遅延の空間パターンから、水平位置の2次関数状の分布が取り除かれる。2つのSARデータを干渉させて干渉画像を作ると、地形や地殻変動などによる位相差の他に、地球の曲率によって、2次曲面をした干渉縞が生じる。この干渉縞を干渉画像から取り除くためには（この処理はフラットニングと呼ばれる）、基線長（2回の観測位置の間の距離）が正確に分かっていなければいけない。一般に衛星の軌道情報では精度が不十分なため、フラットニングを行うには、DEMから得られる擬似干渉縞を実際の干渉画像にフィッティングする事で正確な基線長を推定している。ところで、実際の干渉画像では、対流圏遅延による干渉縞にも2次曲線の成分が含まれている。したがって、こうして推定された基線長を使って干渉画像をフラットニングすると、地球の曲率による干渉縞に加えて、対流圏遅延による干渉縞の2次曲面の成分も取り去られてしまう。

今回、我々はGPSから求めた遅延量を干渉SARの精度向上に利用するための準備として、干渉SARにおける対流圏遅延による位相差とGEONETの対流圏遅延との比較を行った。SARデータはGPSとほぼ同じ波長の「ふよう1号」のものをを用いた。テスト地域としては、地形が平坦で干渉SAR解析で地形縞を除去するのが容易な関東地方とし、大気が安定している1997/12/19と198/2/1のペアを選んだ。

比較の手順は次の通りである。

(1) SARデータを取得した時点の、テスト地域内のGEONET観測局での天頂遅延量を計算する。SARのデータはほとんど瞬間的に得られるため、GPS天頂遅延量も出来るだけ短時間平均値を求める。今回はGIPSY/OASISにより5分間の平均値を計算した。

(2) SARデータ取得時の天頂遅延量の差を取る。

(3) (2)で求めた天頂遅延量の差を、SARの視線方向に投影する。

(4) 干渉SARにあわせて、(3)で求めた個々のGPS観測局での「対流圏遅延の差」から、空間的に2次の成分を除去する。

(5)(4)で求めた「2次成分を除いた対流圏遅延差」を補間して、プロットし、干渉SAR画像と比較する。

その結果、1997/12/19と198/2/1のペアにおいてはGPSによる「2次成分を除いた対流圏遅延差」の空間パターンは干渉SAR画像と類似していた。このことは、干渉SARにあらわれる遅延量とGPSの大気遅延量との間に相関があることを示唆している。今後、他の時期のペアについても解析を行い、GPSデータを用いて干渉SARにおける大気遅延の影響を見積る可能性を探る。