

InSAR データに基づく 2008 年 9 月西濃豪雨時の三次元水蒸気分布の推定 Three dimensional water vapor distribution based on InSAR data during Seinoh heavy rain on 2 September 2008

木下 陽平^{1*}, 島田 政信², 古屋 正人¹

KINOSHITA, Youhei^{1*}, SHIMADA, Masanobu², FURUYA, Masato¹

¹ 北海道大学大学院理学院, ² 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

¹Natural History Sci. Hokkaido Univ., ²Earth Observation Research Center, Japan Aerospace exploration Agency

合成開口レーダ干渉法 (InSAR) とは, 合成開口レーダ (SAR) を利用した 2 時期のデータの位相の差を面的に観測する技術であり, 従来から広域にわたる地殻変動の検出に利用されてきた. InSAR で得られる位相差には GPS と同様に地球大気による電波伝搬遅延効果が含まれ, 特に時空間的に不均質に分布する水蒸気による遅延効果は数 cm オーダーの地殻変動の検出にとっては大きな障害となっている. しかし一方で InSAR データから水蒸気遅延シグナルを抽出できれば, 他の観測手段には無い詳細な水蒸気分布を捉える事ができる (藤原ほか 1998, Hanssen et al. 1999).

我々は 2008 年 9 月の西濃豪雨時に緊急観測で得られた ALOS/PALSAR の level 1.0 データから InSAR 画像を作り, 約 8km の空間スケールで約 120mm の変位を示す局所的シグナルを検出した. このシグナルが地殻変動や電離層の擾乱によるものではなく大気伝搬遅延によるものであること, および 1 km メッシュ全国合成レーダデータの降水エコー強度分布との比較から InSAR のシグナルが 80mm/hr を超えるエコー極大域の位置に非常に近いことをこれまでに報告してきた (木下ほか, 2010, 2011, 日本測地学会秋季講演会, 木下ほか, 2011, 連合大会). 本発表では InSAR で捉えた集中豪雨起源の水蒸気遅延シグナルに基づいて, Hobiger et al. (2008) の波線追跡法によって集中豪雨時における大気水蒸気の三次元分布の推定を行ったので, その結果を報告する. 本研究での InSAR 画像の作成には GAMMA ソフトウェアを利用した. 地形縞のシミュレートには国土地理院の基盤地図情報の 10 m 標高データを元に作成した 10 m メッシュ楕円体高を用いた.

マイクロ波の中性大気における伝搬遅延量を決める屈折率は気圧, 気温, 水蒸気圧の 3 つで求めることができる (Thayer, 1974). そこで我々は, 集中豪雨シグナルの周辺における SAR データ取得時の気圧, 気温, 水蒸気圧の三次元分布を設定し, 波線追跡法によって InSAR での伝搬遅延量をモデル計算することで, InSAR データのシグナルをうまく説明するような三次元水蒸気分布を推定した. ここで, ある屈折率に対して拘束条件なしに気圧, 気温, 水蒸気量の値を一意に決定することはできず, また InSAR においてマイクロ波の各 pixel における伝搬経路はすべてほぼ平行であるため, GPS 大気トモグラフィのようなインバージョン (e.g. Seko et al., 2000) で気圧, 気温, 水蒸気量の各パラメータをすべて推定するのは難しい. そのため本研究では拘束条件として気圧, 気温については気象庁 MSM データの値をそのまま用い, 時空間的な変動が大きく伝搬遅延への影響も大きい水蒸気のみ MSM の値を基に試行錯誤的に推定した. 本研究では InSAR の局所的なシグナルのみに着目して水蒸気分布を推定することとし, 推定する領域は InSAR のシグナルを中心として水平 30 km 四方, 高度 15000 m までの範囲を選んだ.

モデル計算の結果, 高度 5000 m より上空での相対湿度 50% 以下の乾燥した領域の存在と, InSAR のシグナルの周囲 10km の狭い範囲での地表から高度 9000 m にかけて相対湿度が 90% を超える多量の水蒸気の存在が推定された. また, 推定した水蒸気場を鉛直方向に積分して可降水量分布を求めたところ, InSAR のシグナルの位置の可降水量はその周囲に比べて約 12 mm 大きく, またその位置は気象レーダの降水エコー極大域とおおよそ 3 km 離れていた. 加えて AMeDAS の地上風観測データでは, InSAR のシグナルの位置で地上風が収束しているように見えており, このことはシグナルの位置で水蒸気の収束があることを示唆している. これらから, この水蒸気の集中する位置と降水エコー極大域の位置の違いは, 集中豪雨を引き起こした降水システムにおける水蒸気流入域と実際の降水域の違いを捉えたものであろう.

キーワード: InSAR, 集中豪雨, 波線追跡法, 水蒸気

Keywords: InSAR, Heavy rain, Ray tracing, Water vapor