12-1 「だいち」PALSARデータを用いた地殻変動観測 Crustal deformation measurement using ALOS "Daichi" PALSAR data

国土地理院

Geographical Survey Institute

2006年1月に打ち上げられた陸域観測技術衛星「だいち」は、光学センサー2種(PRISM, AVNIR-2)とSARセンサー(PALSAR)を搭載している.「だいち」の運用開始以来、能登半 島地震や新潟県中越沖地震など、様々な地震活動についてPALSARによる観測が行われてお り、これらのデータを用いたSAR干渉解析(干渉SAR)により地震に伴う地殻変動が明らか にされている.

干渉SARでは特に地表に観測設備は必要なく、リモートセンシングで地殻変動データが得 られる.従って、国内だけではなく海外の地震についても地殻変動データを得ることが可 能であり、例えば2008年5月に中国四川省で発生した地震に伴う地殻変動が詳細に明らかに されている(第1図).また、干渉SARでは地殻変動データが面的に詳細に得られることか ら、断層面上のすべり分布を詳細に推定することが可能となる.四川省の地震での例が本 会報「中国四川省の地震(国土地理院)」第2図に示されている.

SARを搭載する衛星は「だいち」以外にも欧州のENVISATやカナダのRADARSATなどの衛星 が運用中であるが、これらのSAR衛星がC-bandやX-bandといった波長の短いマイクロ波を用 いているのに対し、「だいち」PALSARは波長の長いL-bandのマイクロ波を用いている点が 特徴である.C-bandやX-bandのマイクロ波は波長が短く、樹冠など植生の表面で散乱が起 こるが、植生の表面は時間経過による変化が大きいため、干渉SARではこれらの領域で干渉 が失われやすい.それに対し、L-bandのマイクロ波は樹木等の植生を透過し、比較的表面 の変化が小さい地表面で散乱が起こるため、植生域でも干渉性が高い.そのことから、日 本のように植生が多い地域でSAR干渉解析法を適用する場合にはPALSARのようなL-bandの SARが有利である.

PALSARデータを用いた干渉SARでは、植生に覆われた山地でも面的に詳細に地殻変動を捉 えることができ、中越沖地震に伴った活褶曲の活動が明らかとなる(Nishimura et al., 2008)など、L-bandのマイクロ波を用いる「だいち」の有効性が示されつつある.

このように、地殻変動情報を面的に詳細に得られるという利点を持つ干渉SARであるが、 ・得られる変動量は衛星-地上の視線方向の一次元成分

・地殻変動の変動量勾配が非常に大きい領域では干渉が得られない

という弱点がある.ただし、これらの問題を解決する新たな手法が近年開発されてきている.

前者については、Multiple Aperture Interferometry (MAI) (Bechor and Zebker, 2006) により、1m程度の精度ではあるがアジマス方向(衛星が飛行する方向)の変位量を求める ことができるようになりつつある.これは、マイクロ波のビームを衛星の進行方向側にあ たる前半部とその逆方向の後半部に2分割し,前半部と後半部のそれぞれで干渉処理を行っ た後,得られた干渉画像の差を取るという処理を行うものである.分割されたビームは, 衛星進行方向の直角方向から斜めに照射されたことと同等であり,斜めに照射されること でアジマス方向の変動に対する感度が生じる.前半部と後半部でビームの照射角度が異な ることから,両者の干渉画像を比較することで,アジマス方向の変動に関する情報が得ら れる.

後者の例としては、四川省の地震や岩手・宮城内陸地震が挙げられる.これらの地震の震 源域近傍では、地殻変動の変動量勾配が非常に大きかったために干渉が得られなかったと 考えられている.このような大変動量領域については、画像マッチング法(ピクセルオフ セット法)を適用することにより地殻変動データを得ることができる(例:Tobita et al., 2001).この手法では、SAR画像のピクセル位置の移動量をサブピクセル単位で精密に測定 することで変動を求めており、レンジ、アジマス両方向の変動量が得られる.解析例とし て四川省の地震に関する結果を第2図に示す.SAR干渉画像(第1図)では非干渉領域とな っている余震域近傍においても、変動量に関する情報が得られていることが分かる.

地震,火山活動などの地殻変動現象と「だいち」PALSARによる干渉SARで検出可能な変動 の範囲を示したものが第3図である.C-bandよりも波長が長いため,微小な変動の検出性 は低くなっているが,変動量勾配についての耐性は高く,断層近傍などの変動量勾配が大 きな領域まで把握することができる.なお,第3図には画像マッチング法による変動検出 可能範囲も併せて示されており,干渉SARでは捉えられない領域まで対象としていることが 分かる.干渉SARに加え画像マッチング法やMAIなどを組み合わせて「だいち」PALSARデー タを用いることにより,これまで捉えることが難しかった現象が捉えられる可能性がある.

参考文献

1) Nishimura, T., M. Tobita, H. Yarai, T. Amagai, M. Fujiwara, H. Une, and M. Koarai (2008), Episodic growth of fault-related fold in northern Japan observed by SAR interferometry, Geophys. Res. Lett., 35, doi:10.1029/2008GL034337.

2) Bechor Ben Dov, N., and H.A. Zebker (2008), Along track differential InSAR; a new look at the 1999, Hector Mine earthquake, Seismological Research Letters, vol. 77, no. 2, pp. 315.

3) Tobita, M., Mak. Murakami, H. Nakagawa, H. Yarai, S. Fujiwara, P. A. Rosen (2001),
3-D surface deformation of the 2000 Usu eruption measured by matching of SAR images,
Geophys. Res. Lett. Vol. 28 , No. 22 , 4291-4294.



- 第1図 四川省の地震の干渉画像
- Fig. 1 Crustal deformation of the 2008 Sichuan Earthquake obtained from ALOS/PALSAR interferogram.



画像マッチング法による解析(四川省の地震)

- 第2図 画像マッチング法による解析結果(四川省の地震)
- Fig. 2 Range offsets from the image matching technique of ALOS/PALSAR interferogram (the 2008 Sichuan Earthquake).

干渉SARの適用範囲(だいち)



Fig. 3 Applicable range for deformation mapping using ALOS "Daichi" SAR interferometry.