

PSInSAR を用いた濃尾平野の地盤変動特性の評価

大同工業大学

○林一弘

大同工業大学

正会員

大東憲二

大同工業大学大学院 学生会員 佐伯茂雄

1.はじめに

地盤沈下は長年にわたり継続的に進行し、その進行は感覚的に感じることはできない。過去に広域な地盤沈下が発生した濃尾平野では、地盤変動の観測のために毎年平野全域で水準測量が行われている。しかし、現在行われている水準測量では、測量に時間がかかると共に、測量データを整理して地盤変動の状況や地盤沈下の要因を特定するまでに多くの期間を要している。近年、GPS(汎用全地球観測システム)やリモートセンシング技術の発展により、地盤変動の観測精度が向上し、観測にかかる時間や手間が少なくなっている。

本研究では、DInSAR(差分干渉合成開ロレーダ)の一種である PSInSAR(恒久的な散乱点を用いた干渉合成開ロレーダ)による濃尾平野の地盤変動観測結果を、GIS(地理情報システム)を用いて整理し、水準測量と PSInSAR を比較して観測精度を確認するとともに、濃尾平野の地盤沈下や隆起の傾向を地域ごとに分析した。そして、地盤沈下や隆起の要因を推定することを試みた。

2.PSInSARの概要

PSInSARは、ESA(ヨーロッパ宇宙庁)が打ち上げたERS-1/2衛星のCバンドSARを対象に開発された技術であり、水準測量やGPS測量のように、観測地点を1点1点観測するのではなく、SARを用いることで観測対象領域を面的に観測することが可能である。また、時間や天候の影響を受けないため、衛星の軌道周期に合わせて観測ができる。PSInSARから得られる観測データは、30シーン程度のSAR画像を精密に位置合わせし、長期にわたって反射波の位相が安定している恒久的な散乱点PS(観測地点)に対して処理を行ったものである。なお、本研究では、LバンドSARを搭載した我が国の人工衛星JERS-1の観測データを用いた。¹⁾

3.観測範囲と観測期間

観測範囲は、濃尾平野の中でも代表的な地盤沈下域である蟹江地域を中心に、名古屋市街部・木曽三川河口部および揖斐川右岸地域を含む625km²である。この範囲には、現在でも毎年地盤沈下が観測されている地点が含まれている。観測期間は人工衛星JERS-1の観測期間である1992年10月20日から1998年9月15日である。この期間に取得した画像は32シーンであり、解析に使用した画像は、最大基線長が大きい画像や、軌道決定精度が悪い画像を除いた27シーンである。



図1 PSInSAR による濃尾平野の地盤変動量

4.地盤変動の傾向の分析と要因の推定方法

今回は、観測範囲における国土基準メッシュの二次メッシュ(10km四方)を25分割(2km四方)に分割し、各地域の地盤変動の傾向をGISを用いて分析している。また、特徴的な観測点については、詳細な地盤変動を比較し、その地域の地盤変動要因を推定する。

5.観測地域メッシュごとの地盤変動の代表値の算定

今回は、GISの統計機能を使ってメッシュ内の観測点の累積地盤変動量の平均値を求め、そのメッシュの代表的な地盤変動量とした。観測を行うメッシュによっては、PS点の数が十分でない地域やPS点の位置に偏る地域が見られる場合がある。特に田畑の多い地域においては、PS点が少ない傾向にあるといえる。そのためPS点に偏りが見られる地域や、沈下と隆起が両方起きている地域のメッシュについては、平均値を代表値

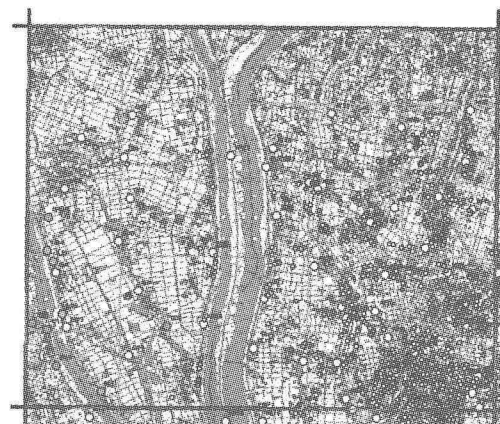


図2 津島地域のPS点

とするのは難しい。そのため、GISの統計機能を利用してヒストグラムを作成し、このヒストグラムを比較することで、平均値がメッシュを代表する値になり得るかどうか評価することにした。

6. 濃尾平野の地盤変動傾向

観測地域の地盤変動傾向として、桑名地区と東部は隆起の傾向が強く、揖斐川周辺の地域は沈降傾向が強い傾向にあるといえる。そのことは図1にも現れている。近年の濃尾平野の地盤変動傾向は、大規模な地下水揚水がないため広域の地盤沈下は発生していない。

7. 水準点とPSInSARによる地盤変動観測結果

今回は、図2の津島地域の中でも都市化が進み、PS点が多く確認できる津島市周辺地域についての結果を示す。図4から、この地域の累積地盤変動量の平均値は1.17cmで沈降傾向を示している。この地域はPS点が多く、PS点が満遍なく取れており、データのばらつきも少ないため、観測点の累積地盤変動量の平均値を代表値としても問題ないと考えられる。

次に水準測量とPSInSARによる地盤変動の傾向を比較した。比較は二次メッシュを25分割した図3の円1と円2で行った。

円1は水準点1041-1中心とし、そこから半径約200mを示している。この円内のPS点であるEG723、EH386、EH430、EH249の観測期間中の累積変動量の推移を図5に示した。結果として、EH386、EH430、EH249の3点はほぼ同じ傾向を示しており、水準点1041-1はほとんど変化がなく、PS点EG956は隆起傾向にある。

この地点のPS点は、沈降傾向であるが、道路にあると思われる水準点はあまり沈降していない。これは、PS点と水準点の土地の利用状況や地下の地盤構造などが異なるためと思われる。なお、平成6年の渇水の影響によって平成6年は沈降傾向にあるが、PSInSARではその期間のデータはない。

円2の内側にある水準点A236の周囲にあるEL372、EL483について観測を行い、図6にそれぞれの経年的変化を表してみた。その結果、A236は年間で1.5mm沈降したが、EL372は年間で7mm沈下している。EL483は年間3.7mmあまり沈下している。図6を見てわかるように、EL483は他の観測点に比べ大きく沈降している。この地域はあまり地盤変動が激しい地域ではない。EL483が大きく沈降しているのは、この観測点が田畑に盛土して作られた道路上にあるためと考えられる。

8. まとめ

PSInSARは、一定期間ごとに広域を精度良く観測できるという利点がある。ただし、観測点を任意に決定できない、反射波を捉える時に壁などに反射して誤計測してしまうなどの問題点がある。現時点では、基準点観測ではなく、定期的な定点地盤変動観測や広域地盤変動観測に向いていると考えられる。また、PSInSARの特徴として、道路、住宅地などマイクロ波が反射しやすい地域ではPS点を取りやすいという特徴がある。したがって、農地、林野などはPS点を取りにくい。特に、この地域はその傾向が強く現れており、田が多い木曽川周辺においては、ほとんどPS点がないという問題がある。しかし、水準測量では観測できない局所的な盛土や道路交通による沈下を、PSInSARは捉えることができる。

参考文献 1) 佐伯茂雄・大東憲二・林康友・笠野守人: PSInSARを用いた濃尾平野の地盤変動観測とその要因分析, 平成16年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.307-308, 2004.

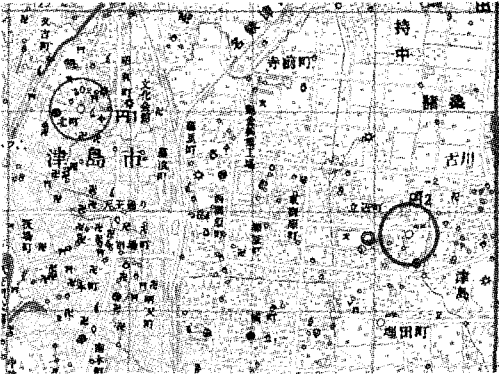


図3 津島市周辺の水準点とPS点

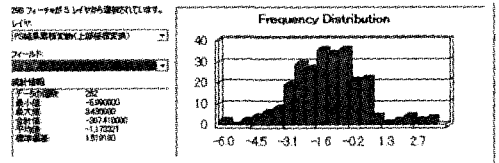


図4 PS点変動量の統計解析

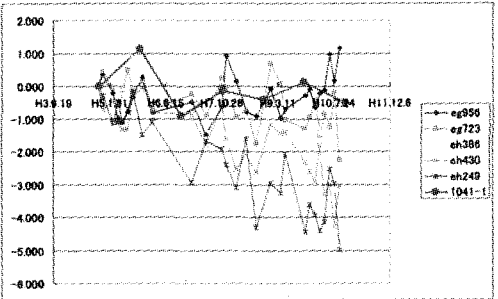


図5 円1内の水準点とPS点の経年変動

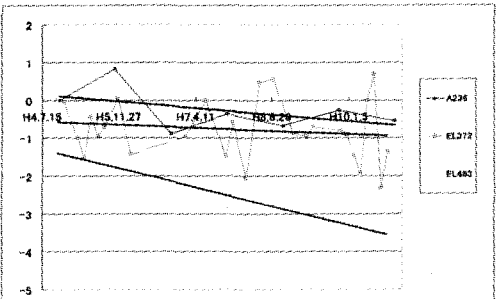


図6 円2内の水準点とPS点の経年変動