

大同工業大学
大同工業大学
大同工業大学大学院
大同工業大学

○笠野守人
正会員
学生会員
林康友

大東憲二
佐伯茂雄

1. はじめに

過去に広域地盤沈下が発生した濃尾平野では、地盤沈下の状況把握のため平野全域で水準測量を行っている。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、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時間を要している。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、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きた。

本研究では、濃尾平野の地盤変動観測を DInSAR（差分合成開口レーダ）の一種である PSInSAR（恒久的な散乱点を用いた干渉合成開口レーダ）で行い、観測結果を GIS（地盤環境システム）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状況や、地盤沈下や隆起の要因を特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 DInSAR 処理を行ったものである。

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、観測に用いた衛星 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。取得した画像は 32 シーンであり、その中から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抜いた 27 シーンである。

4. 観測結果

PSInSAR の観測精度を確認するために、水準測量の結果と比較を行った。PSInSAR から得られたデータは、1997 年 12 月 7 日のベースシーンと他のシーンとで、どれだけ高低差が生じているかを表している。そこで、PSInSAR の月別変動（各シーン間の変動）の値を求め、1992 年から 1998 年までの累積地盤変動量を図-1 に示した。また、水準点

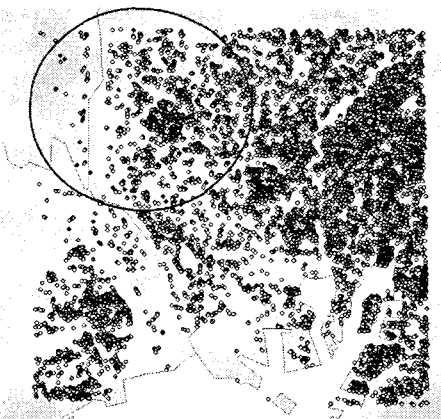


図 1 PSInSAR から得られる
累積地盤変動量の分布図



図 2 水準点成果表から得られる
累積地盤変動量の分布図

凡例

- -5cm以下
- -5.99cm~-4cm
- -3.99cm~-2cm
- -1.99cm~0cm
- 0.01cm~2cm
- 2.01cm~4cm
- 4cm以上

成果表を基にして、1991年から1998年までの累積地盤変動量を図-2に示した。観測範囲全体の地盤変動傾向を比較してみると、図-1、2の丸で囲まれている範囲において、PSInSARの累積地盤変動と水準測量の累積地盤変動は、ともに沈下傾向にあることが分かる。また、図中の丸で囲まれている範囲以外では、PSInSARの累積地盤変動と水準測量の累積地盤変動のどちらにも、局所的に沈下している部分もあるが、隆起の傾向があることが分かる。このことから、観測範囲全体で、PSInSARと水準測量による地盤変動は、同じ傾向を示すことが分かる。

次に、PSInSARと水準測量による沈下域と隆起域のそれぞれにおいて、地盤変動状況の比較を行った。まず、沈下域では、図-3に示すように、局所的に沈下している水準点N199（名古屋市港区富田町）と周辺のPS点との比較を行った。図-3に示すように、水準点N199の累積地盤変動量は-4.72cmであり、道路沿いのPS点②が-4.55cmでPS点④が-4.24cmと、その差は数mm程度の違いであることが分かる。累積地盤変動量の差が小さいPS点②、④と水準点の地盤変動状況の比較をしてみると、図-4に示すように、PS点と水準点N199は、地盤変動量には違いが生じているが、ともに1992年から1998にかけて年々沈下の傾向を示していることが分かる。この地点の沈下の要因としては、観測期間に行われていた国道302号と国道1号において道路工事が考えられる。

隆起域では、図-5に示すように、隆起量が大きい水準点N202（名古屋市港区秋葉）と周辺のPS点との比較を行った。図-5に示すように、水準点N202の累積隆起量は1.96cmであり、PS点③が1.76cmでPS点⑤が2.15cmと、その差は数mm程度の違いであることが分かる。累積隆起量の差が小さいPS点③、⑤と水準点の地盤変動状況の比較をしてみると、図-6に示すように、PS点と水準点N202は、地盤変動量には

は違いが生じているが、ともに1992年から1998にかけて隆起の傾向を示していることが分かる。この地点の隆起の要因としては、現時点では、特定はできていないが、地下水位の上昇が関係しているのではないかとと思われる。

5. おわりに

PSInSARから得られる沈下域と隆起域は、水準測量から得られるものとほぼ同じ傾向であることが確認できた。また、沈下域と隆起域において、水準点とその周辺のPS点との累積地盤変動と経時的地盤変動の比較を行ったが、局所的な沈下が発生した水準点N199や隆起量の大きい水準点N202などの水準点に近く、累積地盤変動にあまり違いがないPS点では、経時的地盤変動の傾向も似ていることが確認できた。今後、工事記録や地下水位等の資料から、沈下域では局所的な沈下地点を中心に要因を特定すると同時に、隆起域においても地盤変動の要因を検討していきたい。

参考文献 1) Ferretti A., Prati C., and Rocca F.(2000):Nonlinear Subsidence Rate Estimation Using Permanent Scatterers in Differential SAR Interferometry, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol.38, pp.2202-2212

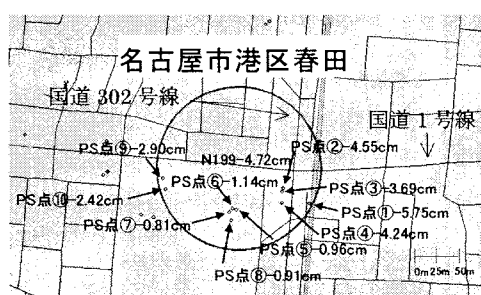


図3 水準点N199付近のPS点の位置と累積地盤変動量

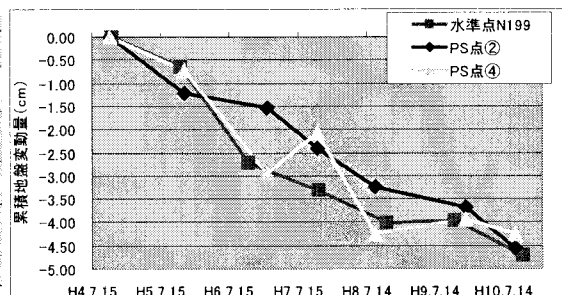


図4 水準点N199とPS点の地盤変動の比較

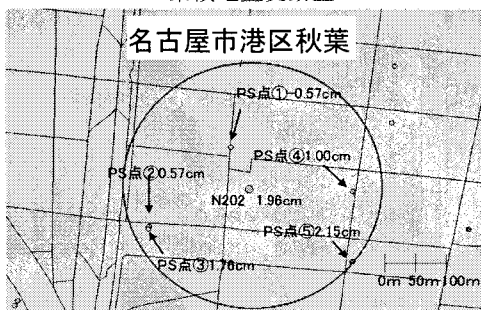


図5 水準点N202付近のPS点の位置と累積地盤変動量

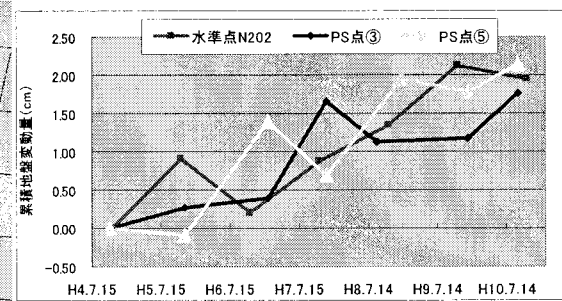


図6 水準点N202とPS点の地盤変動の比較