

PSInSAR を用いた濃尾平野の地帯的および局地的地盤変動特性の分析

大同大学	学生会員	垣本	祐典
大同大学	正会員	大東	憲二
鍛冶田工務店	非会員	平山	徹

1. はじめに

地下水の過剰揚水に伴う地盤沈下は長期間継続して進行するが、その進行は感覚的に捉えることが出来ない。過去に広域な地盤沈下が起きた濃尾平野では、地盤沈下が沈静化した現在でも、地盤変動の状況を把握するために、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時間を要する。近年では、GPS(全地球測位システム)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。そのため、これらの技術を使用することで、短期間の地盤変動を観測することが可能となる。

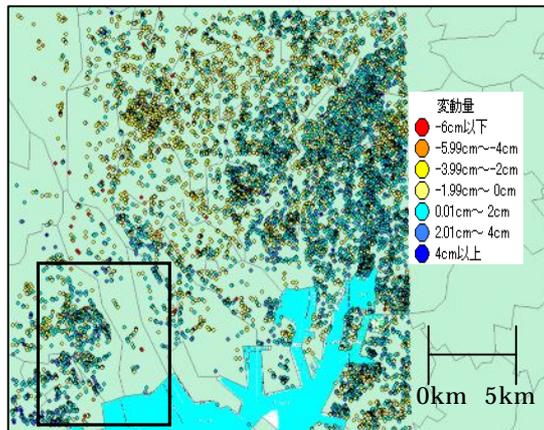


図-1 PSInSAR による濃尾平野の観測結果

本研究では、広範囲を一度に観測する手法の PSInSAR(恒久的な散乱点を用いた干渉合成開口レーダ)を用いて、濃尾平野を観測した地盤変動結果を GIS(地理情報システム)で整理し、PSInSAR で得られた観測結果から濃尾平野の地帯的な地盤変動特性を分析した。また、局所的な地盤変動の要因推定の分析も行った。

2. 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。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。

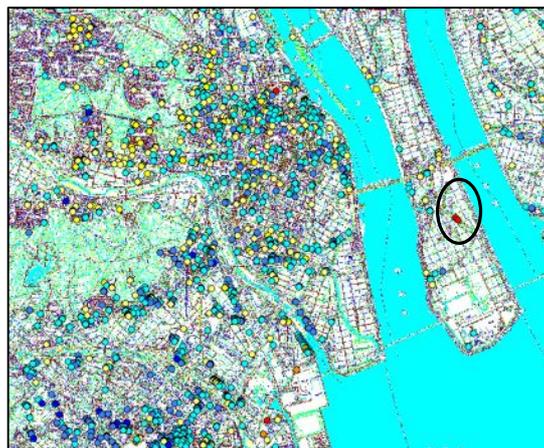


図-2 桑名市周辺の PS 点の分布図

今回の PSInSAR によって得られた観測地点(PS 点)は、図-1 に示すように名古屋市などの都市部が広がる東部に多く、田畑が広がる西部には少ない。濃尾平野を観測した PS 点は約 17000 点であり、水準点は約 570 点である。観測点の数からも平野全域を水準測量より、多く観測していることが分かる。

3. 地盤変動の分析方法

PSInSAR から得られた観測結果¹⁾から、各地域の地盤傾向を分析し、局所的な地盤変動を観測した PS 点には、地域の状況などから地盤変動の要因を推定した。

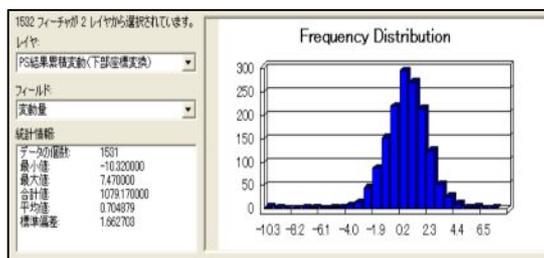


図-3 桑名市周辺の PS 点の統計情報

4. 地域の地盤傾向

ここでは、図-1 の四角で囲んだ桑名市周辺の地盤傾向を分析した。図-2 に示すように、桑名市周辺は住宅や工場などが集中していることもあり、PS 点が多く観測されている。地盤傾向を分析するにあたり、図-3 に示すように GIS の統計機能を利用して、桑名市周辺を観測した PS 点のヒストグラムを作成した。観測期間から得られた累積地盤変動量の平均値は、図-3 より約 0.70cm となり、隆起傾向を示している。また、ヒストグラムからも累積地盤変動量が 0.2cm から 2.3cm までを観測した PS 点が多いことから、桑名市周辺は隆起傾向を示していると考えられる。

キーワード 濃尾平野, 人工衛星データ, PSInSAR, 測量

連絡先 〒457-8532 愛知県名古屋市南区白水町 40 TEL(052)612-5571 FAX(052)612-5953

5. 局所的な地盤変動の評価

図-2の楕円に囲んだ長島町にあるPS点で、観測期間に10.0cmを超える沈下量が2点(IG787とIG822)も観測されていた。明らかに周辺の地盤変動とは大きく異なっているので、局所的な地盤変動として分析し要因を推定した。PS点周辺を現地調査した結果、長島町周辺は田畑が広がる地域で、PS点が捉えていると思われる場所は、写真-1に示すように周辺から少し盛り上がった地盤の上を観測していたと思われる。この盛り上がった地盤が盛土によって造られた可能性が高いと考えた。したがって、盛土の上に住宅を建てたことで、盛土と住宅の荷重によって、今回観測された沈下が起きたのではないかと考えた。



写真-1 長島町周辺の風景

そこで、盛土荷重から圧密沈下曲線を作成し、PSInSARの観測結果と比較することで、今回観測された長島町の地盤変動が盛土荷重の影響を受けたものかを分析した。盛土荷重から、月ごとや年ごとの圧密沈下量を求め、求めた圧密沈下量から圧密沈下曲線を作成した。圧密沈下曲線を求めるにあたり、長島町の地盤について調べた結果、図-4のような地盤構造であることが分かった。また、数値を決定する上で、長島町周辺に地盤沈下や地下水位を観測している観測所(立田、佐屋、蟹江、十四山、飛島、弥富)の観測結果である調査報告書群²⁾を参考にした。地下水は、深さ1.0mに水位があると計算を行った。したがって、図-4のような地盤の上に盛土の荷重がかかっている設定で計算を行った。盛土材料は、観測所の調査報告書群²⁾より砂質土(単位体積重量1.9tf/m³)、盛土高さは現地調査より1.8mと設定した。また、砂層と粘土層の単位体積重量は調査報告書群²⁾の平均値から、圧密指数、圧密係数も調査報告書群²⁾から求めて使用した。

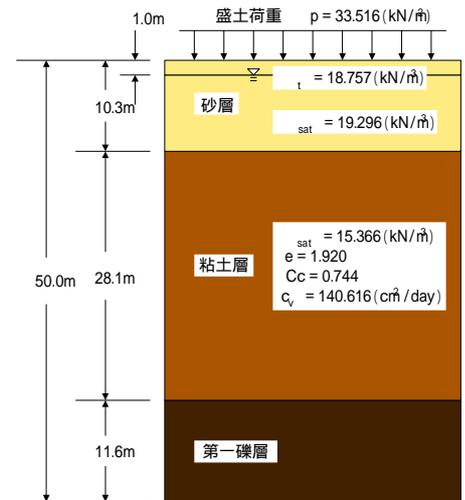


図-4 計算に用いた地盤構造

圧密沈下曲線とPS点(IG787とIG822)の地盤変動量を比較したグラフを図-5に示す。図-5に示すように、PS点の地盤変動量と圧密沈下曲線は、ほぼ等しい沈下傾向を示す結果となった。そのため、長島町で観測された地盤変動量は、盛土と住宅の荷重が要因となって起きたものと考えられる。また、地盤変動の要因が盛土荷重であった場合、PSInSARは圧密沈下量を正確に捉えていたため、観測精度が良かったものと考えられる。

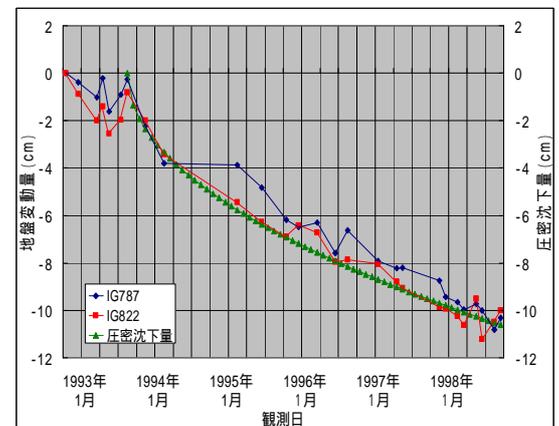


図-5 PS点の地盤変動量と圧密沈下曲線

6. まとめ

PSInSARは、広範囲を一度に高い精度で観測出来るという利点があり、その観測結果をGISで整理すると、地域ごとの地盤変動傾向を把握することが可能と考えられる。また、観測点の数においても、水準測量より多く観測できることから、地域の地盤変動傾向を詳細に分析できると考えられる。PSInSARの観測結果を、濃尾平野全域と比較した結果、市街化されている地域ではPS点が多く、田畑が広がる地域ではPS点が少ないことが分かった。局所的な地盤変動については、現地調査を行うことで地盤変動の要因を推定することが出来る。また、今回は盛土荷重による圧密沈下曲線を作成し、PSInSARの観測結果と比較することで、局所的な地盤変動の要因を推定することが出来た。

参考文献

- 1) 佐伯茂雄・大東憲二・葛岡成樹・水野敏実：PSInSARとGISを用いた濃尾平野の地盤変動特性評価：空間情報シンポジウム2006講演概要集, pp.197-201, 2006.
- 2) 地盤沈下観測井設置工事の内土質調査報告書群：(立田, pp.57~66, 1977.), (佐屋, pp.1~12, 1976.), (蟹江, pp.51~53, pp.65~71, 1977.), (十四山, pp.52~62, 1976.), (飛島, pp.90~95, 1974.).