

PSInSAR を用いた広域地盤変動特性の評価

大同工業大学大学院	学生会員	佐伯 茂雄
大同工業大学	正会員	大東 憲二
(株)イメージワン	正会員	葛岡 成樹
応用地質(株)	正会員	水野 敏実

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現象である。過去に広域な地盤沈下が発生した濃尾平野では、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長い時間を要している。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伴い、地盤変動の観測精度が向上しており、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、DInSAR(差分干渉合成開口レーダ)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)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、水準測量結果と PSInSAR の観測結果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、地盤の沈下や隆起の要因を推定することを目的としている。

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点ずつ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の観測画像がある1992年10月20日から1998年9月15日である。この期間に取得できた画像は32枚であり、観測に使用した画像は、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枚である。

今回の観測地点は、図1に示すように、観測範囲の特に都市部に多く、田畑の多い地域には少ない傾向であり、その総数は、約17,000点である。この地域の水準点は、約570点であり、PSInSARは、地域によって違いはあるが水準点よりも観測密度が大きいことがわかる。

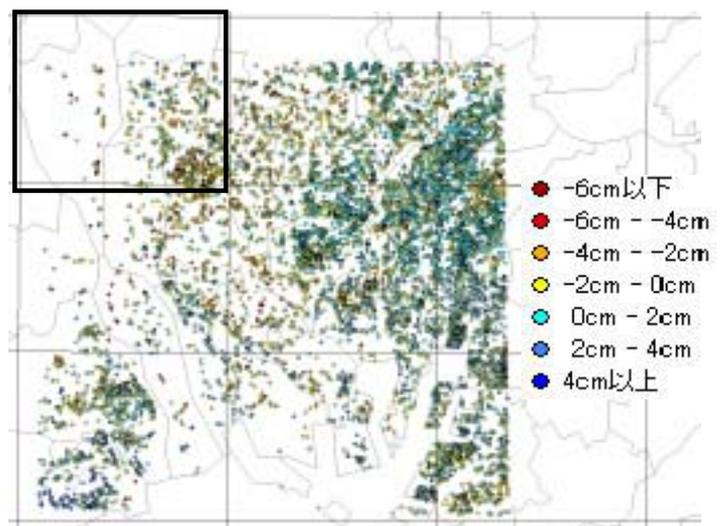


図1 PSInSAR による濃尾平野の地盤変動量

キーワード 地盤沈下, 合成開口レーダ, GIS, PSInSAR, DInSAR

連絡先 〒457-8532 愛知県名古屋市南区白水町 40 大同工業大学大学院 TEL052-612-5571

4. 地盤変動傾向の分析方法

PSInSARから得られる観測結果は、最も軌道決定精度が良い1997年12月7日の画像と他の画像とが、どれだけ高低差が生じているかで表されている。そこで、月別変動（各画像間の変動）から求めた1992年以降の累積地盤変動量で表している。

今回は、GIS(ArcView:ESRI社製)を用いて観測結果である累積地盤変動量を色分けして整理しており、2次メッシュを25分割(2km四方)した地域の地盤変動の傾向を分析した。また、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やヒストグラムを作成し、それを分析することによって、各メッシュの累積地盤変動量の代表値を簡易的に求めた。

5. 観測地域メッシュごとの濃尾平野の地盤変動傾向

今回は、図1中の の領域で囲まれた範囲（津島市周辺）の中から、津島駅周辺、平和町周辺についての地盤変動傾向を示す。

図2に示すように、この津島駅周辺は、津島市でも都市化が進み、観測点が多く確認できる。この地区の観測点は262点であり、観測点はメッシュ内に満遍なく分布している。この地域の地盤変動の傾向は、観測点の分布やヒストグラムを見ると沈下傾向を示している。この地域の代表値は、この地区の累積地盤変動量の平均値は-1.2cmであり、中央値も-1.2cmであった。ヒストグラムから最頻値は-1.6cmとほぼ同じ値であり、平均値をこの地域の代表値として良いと考えられる。

図3に示すように、この平和町周辺は、田畑が多く観測点の数は69点と少なく、観測点の分布にも偏りが見られる。この地域の地盤変動の傾向は、観測点の分布やヒストグラムを見ると沈下傾向を示している。この地域は、-10 cm近くの沈下をしている観測点も存在しているなど、局所的な地盤変動を示している地点があるため、平均値である-1.01 cmや中央値である-0.8cmではなく、最頻値である-2.1cmを代表値と考えた。

6. 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り、その結果を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、GISの統計機能を用いて分析した結果、すべての地域で可能ではないが、地域の代表値を求めることができると考えられる。しかし、地域によっては、局所的な地盤変動をしている地点を含んでいる場合がある。そのような地域については、局所的な地盤変動をしている地点を除外して、再度、分析してみる必要があると考えられる。

PSInSARは、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が、水準測量よりも観測密度が高く、水準測量では観測できない局所的な地盤変動を捉えることができる。また、衛星の軌道周期を合わせて観測ができるため、1年に数多くの観測が可能である。現時点では、PSInSAR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。

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.

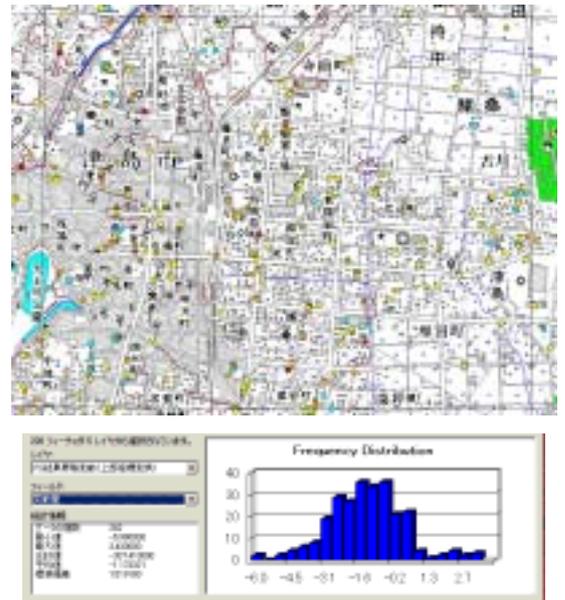


図2 津島駅周辺の分析結果

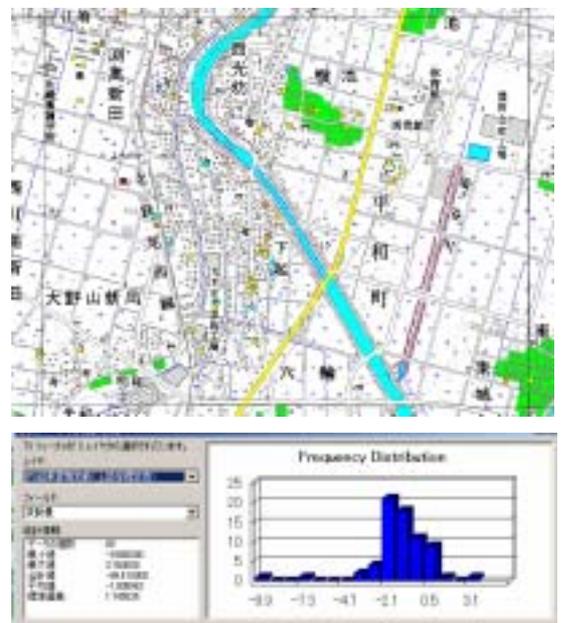


図3 平和町周辺の分析結果