マルチパスを用いたGPS潮汐計

北海道大学理学部地球科学科4年宇宙測地学研究室 中島悠貴

1.背景と目的

今までにマルチパスをもちいて、積雪深 (Larson et al., 2009; Ozeki and Heki, 2012)や 土壌水分(Larson et al., 2008)を観測した事例 が報告されている。また、Larson et al. (2013) は本研究とほぼ同様の手法をもちいて海面高を 計測した。

日本にある既存のGPS観測網をもちいて海面高 を計測できれば、より空間的に密な海面高観測 が期待される。

そこで本研究では日本にある既存の測地GPS観 測網をそのまま利用してGPSのマルチパスで海 面高が観測できるのかどうかを検討した。

2.観測地域と使用データ



沖縄県安座真にある沖縄験潮場の 観測データと沖縄験潮場に設置し てあるGPS観測点(GPS-P点; P124)のデータを使用した。

GPS基準点のデータ (ftp://terras.gsi.go.jp/) 潮汐場のデータ (http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TID E/real_time_tide/sel/6200.htm)

図1:(左・右上)沖縄験潮場の所在地(右下)沖縄験潮場(P124)の様子(国 土地理院ホームページ・Google earthより転載)

3.解析方法

3.1.マルチパスを利用した海面高の推定

GPSのアンテナは衛星から直接とどく電波だけでなく地表で反射した 電波も受信する。このような反射波が直接波に干渉しておこる現象を マルチパスと呼ぶ。マルチパスによりアンテナでの受信波は直接波か ら位相がずれる。この位相のずれはアンテナの高さに依存する。つま りマルチパスを観測することでアンテナ高を推定できる。海面による 反射波によってマルチパスが生じれば、海面高を推定することも可能 だ。



3.2.SNRからのアンテナ高推定方法

本研究では、SNR(信号対雑音比)を利用する方法をもちいた。SNRは雑音をほぼ一定と仮定すると、信号強度を表す。衛星仰角がかわると、信号強度はマルチパスによる位相のずれにより振動する.この振動をスペクトル解析することで、アンテナ高を推定した。



図2: (左)衛星仰角の時間変化と仰角の時間変化より推定したSNRの時間変化(右)左図のSNRの時間変化のスペクトル解析結果、アンテナ高が高いほど周波数は大きい

衛星3・7・10・20・23・29の結果







図3:2012年Day153~212のP124で観測した7番衛星L2のSNRのスペクトル解析結果。橙色の線は沖縄験潮場で測った海面高(左が正)、スペクトルのピークは青い星印でしめした



図6:反射点が海上にあると推定される6つの衛星のL2のSNRについて 図5と同様にしめした。(下)使用 した衛星の反射点の軌跡



めつに

考察とまとめ

 ・同じ衛星をもちいてL1とL2について標準偏差を比較 すると、L1が50cm、L2は31cmであった
→波長の長いL2の方がSNRの時間変動がゆっくりして いるため、よりよい験潮儀との海面高の一致につな がった可能性がある
精度に関する問題は残っているものの、全体とし てみると既存のGPS観測網で海洋潮汐による海面 高変動をとらえることができたといえる

•7番衛星のL2をもちいた結果、標準偏差は16cmで

Elosequi, P., J. Davis, R. Jaldehag, J. Johansson, A. Niell, and I. Shapiro (1995), Geodesy using the Global Positioning System - The effects of signal scattering on estimates of site position, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, 100(B6), 9921-9934, doi:10.1029/95JB00868.

Larson, K., E. Gutmann, V. Zavorotny, J. Braun, M. Williams, and F. Nievinski (2009), Can we measure snow depth with GPS receivers?, Geophysical Research Letters, 36, doi:10.1029/2009GL039430. Larson, K., E. Small, E. Gutmann, A. Bilich, P. Axelrad, and J. Braun (2008), Using GPS multipath to measure soil moisture fluctuations: initial results, Gps Solutions, 12(3), 173-177, doi:10.1007/s10291-007-0076-6. Ozeki, M., and K. Heki (2012), GPS snow depth meter with geometry-free linear combinations of carrier phases, Journal of Geodesy, 86(3), 209-219, doi:10.1007/s00190-011-0511-x. Larson, K.M., J. Lofgren, and R. Haas, Coastal Sea Level Measurements Using A Single Geodetic GPS Receiver, Adv. Space Res., Vol. 51, No 8., in press.