

山間部における高精度 GPS による積雪深観測

東北大学 学生会員 菊地 慶太
 東北大学 正会員 風間 聡
 東北大学 フェロー会員 沢本 正樹

1. 背景および目的

リモートセンシング技術の発達によって人工衛星を用いた広域の積雪深分布の推定がなされている。泉ら¹⁾は、衛星データ、標高データ、気象データを用いて日本全域の積雪深分布を推定し評価してきた。しかし、山間部においては、特殊な地理条件、植生の条件等により、詳細な積雪深データが得られていない。GPS を用いた測位は、測点間の見通しをまったく必要とせず、電波を利用するため天候にほとんど左右されない。さらに初期作業を除けばほとんど自動で行える。そこで本研究では、この利点を生かし、GPS を用いた積雪深観測方法を確立し、山間部におけるより詳細な積雪分布特性を調査することを目的とする。

2. 研究対象領域およびデータセット

研究対象領域は、宮城県川崎町、宮城蔵王スキー場入り口から刈田岳頂上までである。図-1 にその周辺図を示す。地表面標高は 1100m~1750m であり 1100m~1500m は林道、そこから蔵王エコラインを横切り、刈田岳の尾根となる。斜面全体としては東向きの斜面である。測



図-1 研究対象領域



図-2 GPS 受信局

位距離は 6000m 程度である。測位は 2006 年 11 月 16 日, 12 月 15 日, 2007 年 1 月 15 日, 19 日, 22 日, 3 月 23 日, 4 月 4 日の計 7 回実施した。11 月 16 日は無積雪状態での観測であり、これが地表面標高データとなり、他日は積雪面高度となる。位置データの補正に国土地理院が設置している電子基準点を用いた。

3. GPS 測位

3-1. 測位機器

GPS 測位にはフランス Thales Navigation 社の ProMark3 を用いた。

測位精度は水平方向： $\pm 0.05 \sim 0.1\text{m}$ 、鉛直方向 $\pm 0.1 \sim 0.2\text{m}$ である。

3-2. 測位方法

測位方法としては、図-2 に示すように基準局と移動局の 2 基の GPS 受信機を用いる干渉測位の 1 つで、未知の任意点を数秒ずつ順次移動しながら測定していく連続キネマティック測位²⁾を用いる。これは一般に、GPS を使用した機器で知られるカーナビゲーションで用いられている GPS 受信機 1 基で行う単独測位より高精度な測位が可能である。

4. 位置データ補間

GPS 測位により得られた位置データは、国際基準座標に変換され x, y, z 座標で表される。 x, y 座標は地球中心からの距離であり、 z 座標は地表面標高を表す。積雪深は測位日間の z 座標の差から求まるが、測位

キーワード：GPS, 積雪深分布, 最近隣法

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-06 東北大学大学院 TEL 022-795-7459

法の性質上任意点を測位していくため、毎回全く同じ地点のデータを収集することは困難である。そのため、測位日間で位置データ補間を行い、積雪深を求める。本研究で試みた補間方法は、ある積雪面上の測位点から最も近い地表面標高上の点を抽出する最近隣 (NearestNeighbor) 法および近傍の2点を抽出し、その2点を通る直線を用いて補間の2方法を試みた。

5. 結果と考察

得られた位置データから、各補間方法によって求めた積雪深分布グラフを図-3, 4に示す。なお、図-3の1.5m以下とは、最近隣法で積雪面標高データと地表面標高データとの最近傍点の中で、水平距離が1.5m以下である点のみを抽出したということである。まず、グラフを大きく見ると、地表面標高の増加に伴い、積雪深も概ね増加している。一方、細かく見てみると地表面標高1500m付近で積雪深の落ち込みが見られる。これは、この付近が林道から蔵王エコーラインに出るところで、開けた場所であるため、日射や風の影響を他の地域より強く受けるためであると考えられる。また、補間値はばらつきが見られる。原因としては、GPS機器自身の誤差、滑り降りてくる際カーブで姿勢を若干落とすために生じる誤差、補間方法により生じる誤差が考えられる。連続キネマティック測量では $\pm 0.2\text{m}$ 程度の誤差が生じる。実際に姿勢変化を測ると0.2m程度であった。ばらつきからそれらを差し引いたものが補間方法により生じる誤差である。

また、1500m付近を過ぎるとばらつきの程度が大きくなるが、これは林道を抜けて広い道に入るため、経路の誤差が補間に影響しているためであると考えられる。図-5には積雪線量の時系列変化を示す。2007年は小雪年であったため、1月中旬まで積雪がそれほどなく、ピーク時の30%程度である。1月下旬から短期間で、積雪線量が倍以上に増加し、そこから積雪線量は2ヶ月で150%ほど増加し、融雪期に入る。

5. 結論

- ・GPSを用いた連続キネマティック測位の原理および山間部での測位方法について理解した。
- ・連続キネマティック測位によって得られた位置データは補間が必要である。その補間方法には Nearest Neighbor 法、2点補間法がある。
- ・積雪量は積雪期初期段階でピーク時の60%まで増加し、そこから緩やかに増加しながら3月下旬にピークを向かえる。

今後は、研究対象領域において、積雪深を何点か直接観測し、補間の精度向上を図ることが課題である。

謝辞

本研究で実測に関し、専門的なアドバイスを浜本洋さんより頂いた。ここに深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 泉宏和・風間聡・戸塚岳大・沢本正樹：全日本の積雪水量、積雪深、全層積雪密度分布推定、水工論文集、第49巻、(1)、pp301-306、2005。
- 2) 中村英夫・清水英範：測量学、2000。

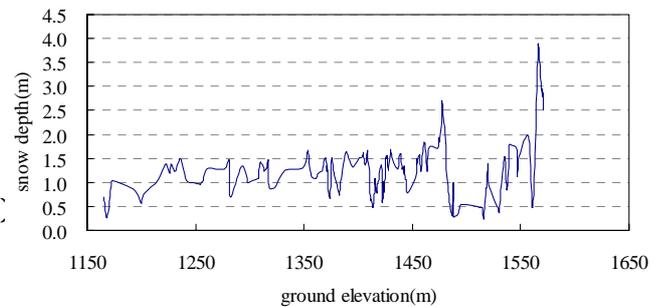


図-3 積雪深-地表面標高グラフ
(最近隣法 1.5m以下)

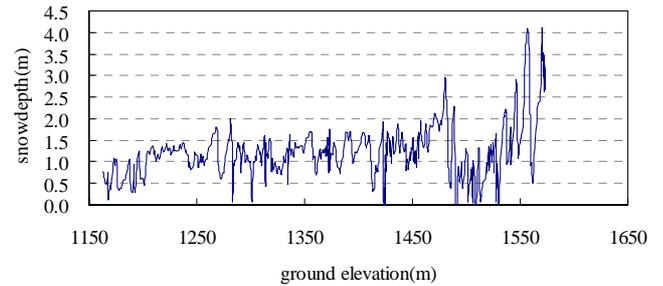


図-4 積雪深-地表面標高グラフ(2点補間)

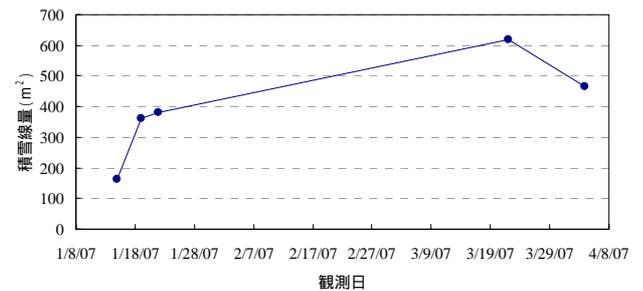


図-5 積雪線量時系列変化図