

# 海岸地形の簡便かつ効率的な測量手法の開発

第一工業大学 正会員 ○田中 龍児  
鹿児島大学 西 隆一郎  
鹿児島工業高等専門学校 正会員 長山 昭夫

## 1. はじめに

海岸侵食は全国的な問題であり、鹿児島県薩摩半島の西岸、東シナ海に面する九州最大の砂丘海岸である吹上浜においても、一部で侵食が進み(西ら, 1998)、海岸域の土砂管理や漂砂機構の解明が必要である。一つの漂砂系全域は一般に延長が数 km から数十 km と広範囲に及ぶため、漂砂減少や海岸過程把握のためには標高が水面より高い陸域部は空中写真測量や航空レーザ測量が望ましく、水面下は二色の航空レーザ測深システム(戸澤ら, 2004)やマルチナロービーム測深システム(森ら, 2010)などの使用が望ましいが、コスト面などの制約で数ヶ月単位での繰り返し測量は難しい。

本研究では、空中写真測量や航空レーザ測量を実施するには狭く、トータルステーション(以下、TS)等による地上測量には広すぎるような範囲での海岸地形測量を、登山などアウトドアスポーツ用として使われているハンディ GPS を用いて迅速かつ高密度に測量する技術の開発を試みる。

ハンディ GPS の測位方式は単独測位で、その位置精度は一般に 10m 程度といわれており、そのまま測量に用いるには精度が不足する。ただし、GPS の測位方式には他に相対測位があり、その中で、DGPS (Differential GPS) は、測位対象となる移動局の他に、位置のわかっている固定基地局で GPS 電波を受信し、対流圏の影響、電離層の影響等の誤差を相殺する方法である。本研究では DGPS と類似の原理で補正計算を後処理で行ない、さらに、アフィン変換を施し、地図情報レベル 2500 程度(相当縮尺 1/2,500)の精度の地形測量を迅速に行うことを目的とする。

## 2. 計測方法

- (1) 図-1 は 2m のハンディ GPS ポールに受信機を取り付けて計測している風景である。計測中、地形変化点は必ず通過し、アフィン変換の基準点となる杭上では約 1 分間静止し計測した。
- (2) 計測には GARMIN 社製 eTrex 30 を 3 台用い、連続した 120 分程度のデータを取得した。
- (3) 1 台は、トラックログの設定で、データ取得間隔を 1 秒とし、VRS-GPS 測量で設置した基準点の上に置いてログを記録する。
- (4) 残り 2 台は地形観測用とし、2 m のハンディ GPS ポールに取り付け、地面より約 0.3m 持ち上げて保持し、ゆっくり歩きながら、トラックポイントデータ(緯度、経度、標高、時刻)を記録する。ハンディ GPS を 2m のポールに取り付けるのは、人体やその他の地物による電波障害を避けるためである。
- (5) 観測作業終了後、トラックポイントデータをパソコンにダウンロードし、補正処理を施した座標値を GIS ソフトや CAD ソフトに取り込み、等高線を描画する。

## 3. 計測結果

計測地域の面積は約 25,000 m<sup>2</sup> (100m×250m) で、2 個の受信機での計測所要時間は約 2 時間であった。図-2 は計測データをパソコンにダウンロードし、表示させた計測の足跡であり、これより基準点杭上に静止したデータを判別し取得した。

基準点杭上の計測値以外の標高データからポールの高さ 2.3m を減じた後、固定局との座標差を求め固定局の基準点の座標値を加えた。

その結果、基準点との座標に表-1 のような誤差が残ったが、一般にいわれる単独測位の誤差 10m よりもはるかに小さく、固定局と移動局の差を取ったことにより、電離層や大気中の電波遅延の誤差が消去されることが確認された。さらに、本研究では、この誤差を減らすために、3次元のアフィン変換を施したが、最小二乗法を用いる一般化されたアフィン変換は、テイラー展開で線形化されているので、初期値が大きく外れると、良い結果が得られない。本研究では 10 回の繰り返し計算を行って、最適解をもとめるようにした。

---

キーワード 海岸侵食, ハンディ GPS, 単独測位, DGPS

連絡先 〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央 1 丁目 10-2 TEL 0995-45-0640

#### 4. GISによる等高線の出力

2台の受信機で約2時間計測したデータは約7,000点になるので、等高線の描画にはGIS（地理情報システム）を用いた。GISでは点群データからTIN（Triangulated Irregular Network）を生成した後、等高線を自動生成する。図-3はGISによる1m間隔の等高線をCADで仕上げたものである。

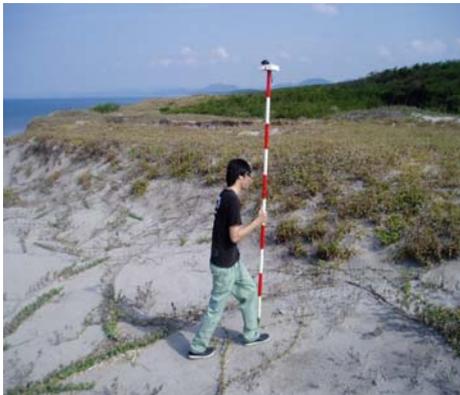


図-1 計測風景

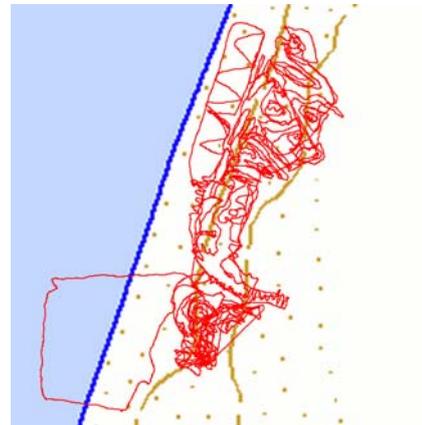


図-2 計測の足跡

表-1 基準点と計測値のずれ(m)

番号	X	Y	距離	標高
1	0.33	-2.90	2.92	0.10
2	0.61	0.53	0.81	2.00
3	-0.53	-0.11	0.54	-1.23
4	0.00	-0.13	0.13	0.40
5	1.62	-0.40	1.67	1.79
6	0.40	-0.14	0.42	-0.48
7	2.28	-0.61	2.36	-1.01

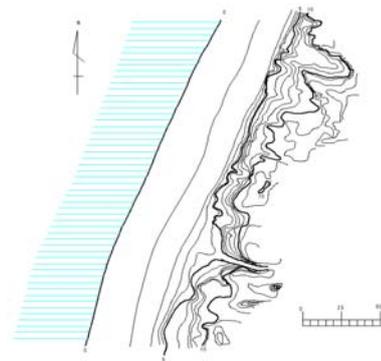


図-3 CADで仕上げた等高線

#### 5. まとめ

本研究では、単独測位のハンディGPSを複数台使い、基準点に置いた1台（固定局）と、移動局との差をとり（オフライン方式のDGPS）、さらに基準点でアフィン変換を施し精度を向上させた。

その結果、(1)固定局と移動局の差を取った段階での水平方向および標高の精度は、最大でも3m以下であった。(2)基準点をバランス良く配置しアフィン変換を施しているため、さらに良好な精度が得られていると考えられる。(3)計測スピードは技術者のスキルや後処理の違いにもよるので単純に比較はできないが、TSよりも数倍以上（本研究では6倍程度）迅速に計測できた。

なお、本研究では、ほとんどの計算処理においてWEBプログラムを作成し自動化したが、次のURLで公開している。[http://www.newspace.biz/kadai/gps/gps\\_analysis.cgi](http://www.newspace.biz/kadai/gps/gps_analysis.cgi)

謝辞：本研究は、平成24年度鹿児島県建設技術センターの助成を受けています。記して、感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 西隆一郎ほか：吹上浜海岸における汀線と海岸植生および砂丘林境界の長期変動特性，海岸工学論文集，第45巻，pp. 661-665, 1988.
- 2) 戸澤実，松本良浩，岩本暢之，小野智三，矢島広樹：航空レーザ測深機のテスト飛行について，海洋情報部技報，第22巻，pp. 1-6, 2004.
- 3) 森 弘和，井上 渉，本間 章禎：新型浅海用マルチビーム測深機(SEABAT 7101)導入について，海洋情報部技報，第46巻，pp. 69-77, 2010.