

GPS 高度データの利用によるラジオゾンデ気圧気温データの補正

* 稲飯洋一¹, 長谷部文雄², 清水健作¹, 藤原正智², Holger Vömel³

1: 北大大学院環境科学院 2: 北大地球環境科学研究所 3: GRUAN Lead Center DWD, Germany

1. 序

観測から信頼できるデータを取得するためには、使用されている測器の特性を知り、可能な限り補正を行うことが重要である。また、測器が新モデルへと更新される際に新旧ともに適切な補正を行わなければ人工的なシグナルがデータセットに出現し、我々の現象の理解は妨げられる。Global Telecommunications System: GTSを用いることで世界中に展開されている現業ゾンデ観測網で使用されている Vaisala RS80 radiosonde system は今世紀に入り RS92 へと更新されたが、現在でもなお RS80 は研究ベースで使用されている。

我々は 2004 年 12 月より北半球冬季に Soundings of Ozone and Water in the Equatorial Region (SOWER) campaign をインドネシア、西太平洋領域で展開しており、RS80 (気温、気圧、相対湿度)と Cryogenic Frostpoint Hygrometer (CFH) (霜点温度、GPS 高度)の同時飛揚観測 (昼間 32 回、夜間 4 回)を行ってきた。観測には誤差が含まれるが、特に気圧と気温の誤差を正しく評価することはこの両者に依存する温位座標系で現象を捉える際に極めて重要である。

本発表では、SOWER campaign において気圧、気温、水蒸気量および緯度、高度に依存する重力加速度 $g(\phi, z)$ を用いて積分される高度 (z_{PTU}) と同時観測された GPS 高度 (z_{GPS}) の比較を行うことにより radiosonde の気圧、気温データを補正する方法について考察し、その結果を紹介する。

2. 解析

図 1 の実線は SOWER campaign で観測されたジオポテンシャルハイト (Z) と z_{GPS} とについて両者の差 $Z - z_{GPS}$ を求め、その鉛直分布 ((a) 昼間観測、(b) 夜間観測) を示した例である。また白線はその ± 1 分の移動平均値である。 Z は一定の標準重力 ($g_s = 9.80665$, WMO, 1901) を用いて定義されるため、 $Z - z_{PTU}$ (破線) は図のように傾いた分布を示す。 z_{PTU} が z_{GPS} と等しければ、図の黒線と破線は一致すべきであるが、黒線および白線は特に成層圏において破線と大きく異なった値を示している。このような特徴は全ての観測結果に共通して認められ、気温、気圧、水蒸気量の観測誤差に起因するものと考えられる。これらの誤差は、 $g(\phi, z)$ を用いて積分された z_{PTU} が同時観測された z_{GPS} に一致する解を各物理量について求めることで見積もることができる。しかし、この気温と気圧と水蒸気量の 3 者に依存する z_{PTU} を用いてこれらを同時に補正することは不可能であるので、次のような仮定の下で考察を進める。

まず、水蒸気について SOWER campaign では極めて高精度で水蒸気量を評価することが可能である CFH による霜点温度測定も行われており、このデータを真の水蒸気量として用いる。つぎに RS80 における気温誤差は主に日射の影響を正しく補正できていないためであり、夜間観測においては気温 bias は無視できる (Luers and Eskridge, 1998; Steinbrecht et al., 2008) と仮定する。この結果、夜間観測データのみを用いて z_{PTU} を求め、 z_{GPS} と比較することにより気圧補正量を求めることができる。

最後に、気圧 bias は昼夜による差異が無いと仮定し、夜間データから見積もられた気圧補正を昼間観測データについても適用する。この結果、昼間の z_{PTU} と z_{GPS} の差から気温補正量を求めることができる。

3. 結果

図 2 (a) は夜間観測データのみを用いた z_{GPS} と z_{PTU} とから求められた気圧補正量 (ただし図は bias として図示、つまり補正量と符号が逆) の鉛直分布であり、折れ線が平均値、バーが 95 % の信頼区間である。高度 2 km をピークに高度 10 km 以下では正の bias が、逆に高度 10 km 以上では負の bias が見出される。対流圏においては個々の観測間のばらつきが大きくバーの範囲が広がっているが、高度 2 km および高度 15 km 以上で bias は有意である。

図 2 (b) は昼間観測データについて (a) で得られた気圧 bias を補正した後、 z_{GPS} と z_{PTU} とから求めた気温 bias である。気温には有意な bias は見られなかった。

今回の解析により見積もられた気圧 bias は熱帯対流圏界層において約 0.4 K 程度の温位 bias をもたらす。

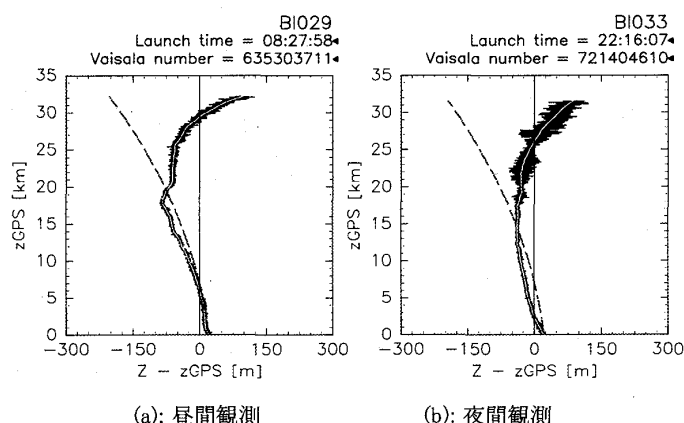


図 1. (a): $Z - z_{GPS}$ (黒線 (生データ) と白線 (± 1 分移動平均)) と $Z - z_{PTU}$ (灰色破線) の鉛直 profile。昼間観測例について。(b): (a) と同様。ただし夜間観測について。

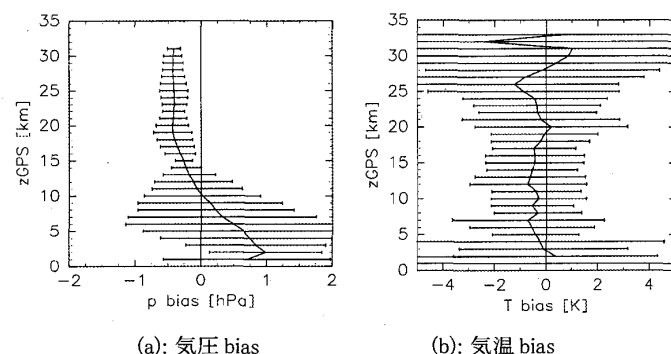


図 2. (a): 夜間観測データから求められた気圧 bias の平均値 (実線) および 95 % の信頼区間 (バー)。 (b): (a) と同様。ただし昼間観測データから求められた気温 bias について。

参考文献

- Luers and Eskridge, *J. Climate*, **11**, 1002–1019, 1998
Steinbrecht et al., *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **25**, 909–927, doi: 10.1175/2007JTECHA999.1, 2008