

XRAIN を用いた冬期の 0°C 高度の判定に関する検討 Estimation of Freezing Level in Winter Season using XRAIN

○高見和弥・佐藤亮太・鈴木賢士・山口弘誠・中北英一

○Kazuya TAKAMI, Ryota SATO, Kenji SUZUKI, Kosei YAMAGUCHI, Eiichi NAKAKITA

Freezing level in winter season is important information for judgement of rain or snow about precipitation, and dry or wet about snowfall. We can get freezing level directly using radio-sonde observation data, but it is not suitable for real-time operation such as railway. In this study, we examined a method to estimate freezing level using XRAIN observation data. In winter precipitation cases, it is confirmed that our developed method can estimate freezing level in more cases and improve the accuracy than previous studies method. And we applied developed method to Niigata area and compared with ground observation data.

1. 背景と目的

鉄道の車両や架線への着雪とその脱落は施設の損壊やそれに伴う運行障害を引き起こす雪害である。着雪の発生や成長には降雪の有無のほか、その性状が大きく影響するため、着雪の発生危険度を評価するためには降雪の乾/湿の判定が重要となる。雪の乾/湿は地上観測機器のある地点付近では温湿度から推定することが可能であるが、特に湿度計については設置地点が少なく、鉄道網全てをカバーするように設置することは設置・保守にかかる費用や作業員の確保の問題から難しい。そこで気象レーダによる面的な観測を利用して雪の乾/湿を判別する手法を検討している。地上での降雪の乾湿を判定するためには 0°C 高度（融解層上端高度）が重要なパラメータとなる。0°C 高度を求める手法としては、ゾンデの観測データから直接求めるか、融解層内における偏波パラメータの特徴を利用して気象レーダのデータから推定する手段が考えられる。前者については気象庁の高層気象観測が 12 時間に 1 回であり、鉄道の運行管理に利用するためには観測間隔が短いため、後者の手法を用いることが必要となる。本研究では XRAIN の観測データから 0°C 高度を推定する手法について検討する。

2. 使用するデータ

- ・対象期間
2017、2018 年度冬期（12/1～3/31）
- ・対象時刻
ゾンデ：9:00、21:00
XRAIN：8:31～8:35、20:31～35

本研究では国土交通省が富山県に設置している XRAIN の水橋局の観測データを用いる。また、気象庁の輪島観測所にて行われているゾンデ観測のデータを用いて 0°C 高度の真値として扱う。ゾンデの観測時刻（9 時、21 時）に富山アメダスにて降水が観測されたものを対象事例とする。ゾンデは実際には観測時刻の 30 分前に放球されるため XRAIN の観測データはゾンデ観測時刻の 29 分前～25 分前のデータを用いている。

3. XRAIN を用いた 0°C 高度の判定

融解層より上では乾雪、融解層内では湿雪、融解層より下は雨が分布しているとすると、それらを偏波レーダで観測したときのパラメータ (ρ HV、ZH、ZDR) の差から融解層の判定が可能となる（融解層内で ρ HV は減少し ZH、ZDR は増加する）。Giangrande et al.(2007)¹⁾では、上記の特徴から閾値を定め ($0.90 < \rho HV < 0.97$ 、 $30\text{dBZ} < \text{ZH} < 45\text{dBZ}$ 、 $0.8\text{dB} < \text{ZDR} < 2.5\text{dB}$)、仰角 $4^\circ \sim 10^\circ$ の PPI 観測データを用いてそれを満たす高度を方位角ごと、仰角毎に抽出し、分布の両端値を除外することで融解層の判定を行っている。しかしこの手法は 0°C 高度が 2km 以上の事例で検証されたものであり、本研究が目的とする降雪事例、0°C 高度が地上付近となる事例においては対応できない可能性がある。図 1 に本研究の 2 章で述べた対象事例（112 事例）に適用した結果を示す。図 1 に示したように特に高度 1km 以下の事例では判定できない事例が非常に多いことが分かる。上記の原因として 4° 以下の低仰角を使用していないことがあるが、既往手法では低仰角の観測データに適用すると誤判定が

多発してしまうため、改良が必要であることが分かった。そこで本研究では低仰角の観測データにも使用できるアルゴリズムとして、仰角、方位角ごとに偏波パラメータのプロファイルから融解層の特徴を持つプロファイルの形状（閾値を超える凹部または凸部）を抽出する手法（図2）を開発した。図1と図3を比べると、特に高度1km以下で、本研究で開発した手法により判定できる事例が増え、かつ誤差がへっていることが確認できる（平均絶対誤差が189m→48m、0°C高度が1km以下の事例で129m→12m）。

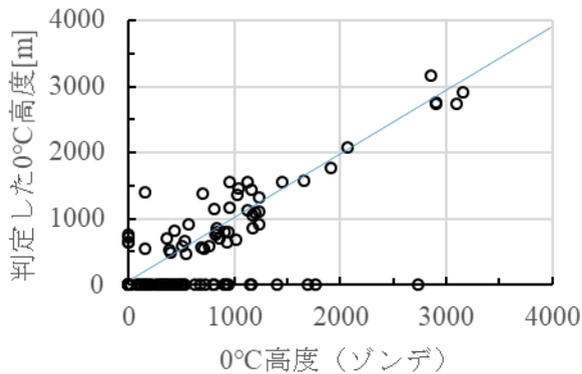


図1 既往手法の適用結果

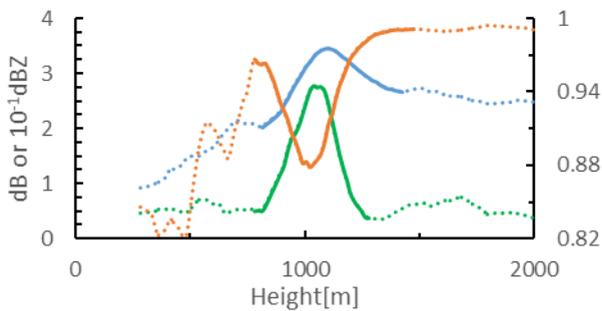


図2 融解層に特徴的なプロファイルの判定
 ρ_{HV} : オレンジ、ZH: 青、ZDR: 緑
 点線部が各パラメータのプロファイル
 実線部が抽出された融解層部分

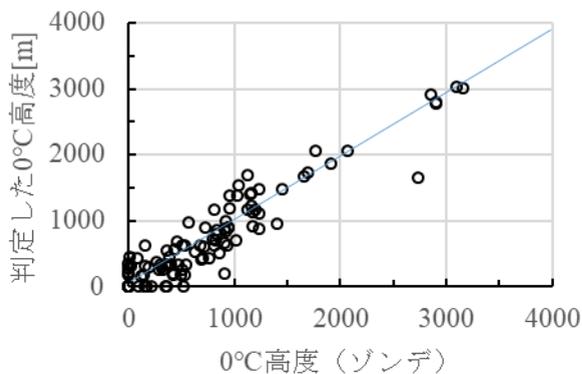


図3 本研究で開発した手法の適用結果

4. 他地域への適用

本研究で開発した手法を新潟の XRAIN の観測データに適用し、2018年度冬期に新潟市内2カ所（海側の地点①と内陸側の地点②）で実施した地上観測のデータと比較を行った（図4、図5）。気温の低下につれ雨→湿雪へと変わったこの事例では0°C高度の低下を追えていることが確認できる。また仰角ごと、方位角ごとに判定した0°C高度の分布から、0°C高度の平均的な傾きを求め適用する手法について検討を進めており、図5に観測地点上空での値を推定した結果を示している。

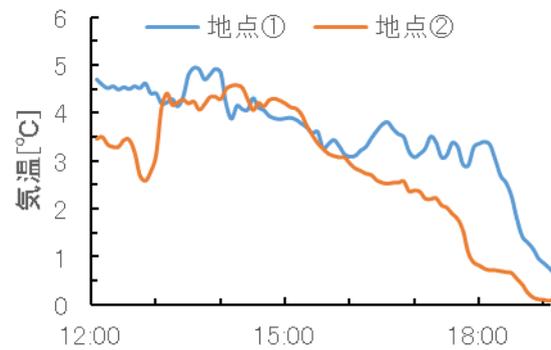


図4 気温の時間変化

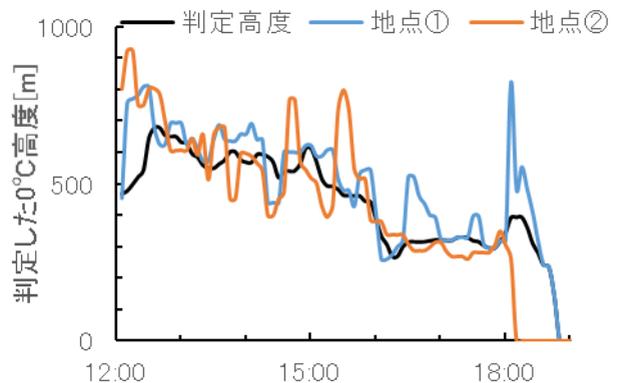


図5 判定した0°C高度（黒線）と勾配を考慮した観測地点上空の0°C高度

※利用した XRAIN データは、国土交通省より提供されたものである。この利用したデータセットは、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」：データ統合・解析システム(DIAS)の枠組みの下で収集・提供されたものである。

参考文献

- 1) SCOTT E. GIANGRANDE, JHON M. KRAUSE, AND ALEXANDER V.RYZHKOV, 2006: Automatic Designation of the Melting Layer with a Polarimetric Prototype of the WSR-99D RADAR, J. Appl. Meteor. Climatol., 47, 1354-136.