

着氷性の雨と雨水現象の発生域の推定

—2004年2月22～23日、北海道・岩見沢の事例—

* 松下拓樹(農工学気象研究所/千葉大学・院), 尾関俊浩(北海道教育大学), 西尾文彦(千葉大学)

1. 目的

着氷性の雨と雨水現象の発生域の推定を行うことを目的とした。本稿では2004年2月22～23日に北海道で起きた事例⁽¹⁾について報告する。

2. 解析資料

解析にはメソ客観解析データ(気象庁)、数値地図標高データ(国土地理院)を用いた。

3. 解析方法

着氷性の雨は、一般的に、上空暖気層で降雪粒子が融解して雨滴となり、この雨滴が地上付近の寒気層で過冷却状態となり生じる。これに雨水の発達条件を加えた、以下の4条件を検討した(図1)。

- ①降雪粒子の融解条件
- ②雨滴の凍結条件
- ③地上付近の気象条件
- ④雨水の発達条件

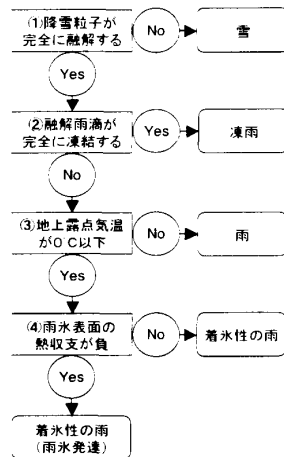


図1 解析フロー

4. 着氷性の雨の発生判断(条件①～③)

気温 $> 0^{\circ}\text{C}$ を暖気層、気温 $< 0^{\circ}\text{C}$ を寒気層と定義して、各層の平均気温 \bar{T} 、平均相対湿度 \overline{RH} 、厚さ D を指標として、降雪粒子や雨滴(球形を仮定)と大気との間の熱収支計算⁽²⁾⁽³⁾を行った。

$$4\pi^2 \rho L_m \frac{dr}{dt} = 4\pi k_a \bar{f}_h \Delta T + 4\pi L_s D_v \bar{f}_v \Delta \rho_v \quad \text{1式}$$

ここで、 ρ :降雪粒子や雨滴の密度、 r :それらの半径、 L_m と L_s :融解と昇華の潜熱、 k_a :大気の熱の伝導係数、 \bar{f}_h と \bar{f}_v :熱と水蒸気の通風係数、 D_v :水蒸気の拡散係数、 ΔT :降雪粒子や雨滴と大気の温度差、 $\Delta \rho_v$:水蒸気密度の差。

1式から求まる降雪粒子の融解時間に基づいて、暖気層における降雪粒子の融解条件を判断した。同様に雨滴の凍結時間(初期凍結率を考慮⁽³⁾)に基づいて寒気層における雨滴の凍結条件を判断した。このとき降雪粒子や雨滴の質量変化は考慮しない。相当水滴半径は1mmとした。(条件①、②)

着氷性の雨は、暖気層で完全融解し、寒気層で完全凍結しない場合と判断した。さらに地上での露点気温 0°C 以下の条件を加えた⁽³⁾。(条件③)

5. 雨水の発達判断(条件④)

着氷性の雨と判断された場合の雨水の発達判断は、雨水表面の熱収支計算⁽¹⁾⁽⁴⁾に基づいた。この方法では、木の枝などの円柱上に雨水が発達し、その表面が未凍結の水膜に覆われていると仮定した熱収支計算を行う。雨水表面における顕熱フラックス Q_s 、潜熱フラックス Q_l 、雨水表面の水膜が凍結するのに要する熱量 Q_f は次式で表される。

$$Q_s = -\pi h_a \Delta T \quad \text{2式}$$

$$Q_l = -\pi L_e h_v \Delta \rho_v \quad \text{3式}$$

$$Q_f = L_f w \quad \text{4式}$$

ここで、 ΔT :大気と雨水表面の温度差(雨水表面温度は 0°C)、 $\Delta \rho_v$:水蒸気密度の差、 L_e :水の蒸発潜熱、 L_f :水の凍結潜熱。大気の熱交換係数 h_a と水蒸気交換係数 h_v は、風速 V と対象物の半径 D に応じて求められる⁽¹⁾。 w は降水フラックスで降水量 P と風速 V から得られる⁽¹⁾⁽⁴⁾。

Q_s と Q_l の合計値(負の値)の絶対値が、 Q_f より大きい場合、雨水発達と判断した。(条件④)

6. 着氷性の雨と雨水現象の発生域の推定結果

図2は、2004年2月22日21JST、23日03JSTの着氷性の雨と雨水の発生域の推定結果である。石狩平野に着目すると北部で着氷性の雨が推定され、岩見沢周辺では美唄までの地域で雨水が発達傾向にあると判断される。本稿は1事例のみの解析結果だが、今後は着氷性の雨と雨水現象の発生判別の事例を積み重ねることで検証していく。

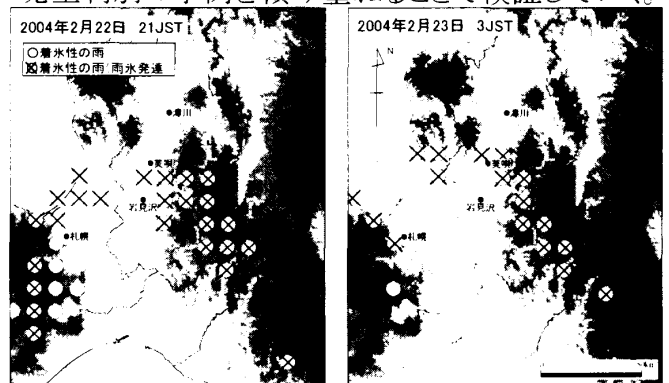


図2 着氷性の雨、雨水の発生域の推定結果
陰影は標高分布

参考文献

- (1) 松下・尾関・西尾, 2005: 天気, **52**(9), 印刷中.
- (2) 松下, 2004: 秋季大会講演予稿集, **86**, 474p.
- (3) Matsushita・Nishio, 2005: *J. Meteor. Soc. Japan*, 投稿中.
- (4) Jones, 1996: *CRREL Report*, **96-2**, 22pp.