

北極域における雲底高度と雲の放射強制力の関係

*竹岡 遼、宮川 真友、久慈 誠 (奈良女子大)、矢吹 正教 (京都大)、塩原 匡貴 (極地研)

1. はじめに

地球の気候に対して雲は温室効果と冷却効果の相反する性質を持つ。また、地表面へ届く下向き赤外放射は地球を暖める役割を果たしている。特に、20 世紀半ば以降の大幅な温暖化が北極域において顕著である [IPCC, 2013]。従って、北極域において温室効果をもたらす雲と赤外放射の関係について調べることは、地球の気候変動を理解するために重要である。

また、雲は下向き赤外放射量に対して大きな影響を与えることがわかっている [Yamada et al., 2012]。しかし、北極域における雲の構造と下向き赤外放射量との関係について詳細に調べられているとは言えない。そこで、本発表では実測値を用いた北極 Ny-Ålesund における雲底高度と雲の放射強制力の関係について報告する。

2. 観測データ

Baseline Surface Radiation Network (BSRN) が提供している下向き赤外放射量および気温データを使用する。この赤外放射計の観測波長域は約 3.5~50 μm であり、気温は地上から 2 m の高さで観測されている。尚、時間分解能はそれぞれ 1 分である。

また、Micro Pulse LIDAR (MPL) によって観測されている Cloud Base Height (CBH; 雲底高度) データ (3 分間の平均値) を使用する。MPL は鉛直方向の観測を行い、時間分解能は 1 分、高度分解能は 30 m である。

さらに、雲量データを使用する。これは、ノルウェー気象庁によって目視観測されており、観測時刻は 0 時、6 時、12 時、及び 18 時 (UTC) の 1 日 4 回である。ここで、本研究では雲量を 0~10 に規格化し [西中ほか, 2013]、またエラー値や欠測値は除いている。尚、各データの観測地点は北極 Ny-Ålesund (北緯 78.9 度, 東経 11.9 度) である。

3. 解析方法と結果

下向き赤外放射量に対する雲の寄与が大きいと考えられる Ny-Ålesund [山田ほか, 2013] に着目し、雲底高度 (CBH) と雲の放射強制力 (CRF) との関係を調べた。その結果を図 1 に示す。尚、CRF は以下のように求める。

$$CRF = LWD_{Cloud} - LWD_{Clear}$$

ここで、 LWD_{Cloud} と LWD_{Clear} はそれぞれ雲量 10 と雲量 0 の時刻における下向き赤外放射量を表し、雲量 0 の時刻において MPL が雲を観測している場合は除く。また、CRF を気温から求めた放射強度 I で割ることで地表面付近における気温の影響を考慮する。図 1a より、相関係数は 0.97 と強い正の相関を示したことから、大気全層の気温の

影響をおおよそ考慮できていると考えられる。しかし、特に回帰直線から離れたプロットは上下にばらついており、これは雲量 0 の時刻に雲以外の放射体が存在したためであると考えられる。次に図 1b より、CRF/ I と CBH の相関係数は -0.37 であった。雲底が低高度の場合にプロットのばらつきは大きく、これは雲の光学的厚さや降雪粒子が原因ではないかと考えられる。

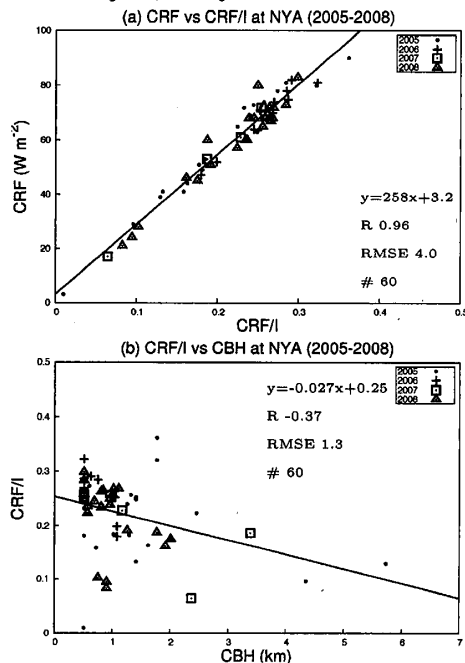


図 1 2005 年~2008 年における (a) CRF と CRF/ I 、(b) CRF/ I と CBH の散布図。実線は回帰直線 (それぞれ $y=258x+3.2$ 、 $y=-0.027x+0.25$) を示す。

4. まとめと今後の課題

北極 Ny-Ålesund における雲底高度と雲の放射強制力の大きさの関係を実測値を用いて調べた。その結果、低い雲底高度において雲の放射強制力の大きさは比較的大きく、プロットにばらつきがみられた。これは雲の光学的厚さや降雪粒子が原因ではないかと考えられる。

今後は、雲量 10 以外の時刻における CRF についても調べて行く。また、南極域についても同様の解析を行い、北極域との比較を行う予定である。

謝辞 本研究で用いた下向き赤外放射データは BSRN より、雲底高度データは極地研より、また雲量データはノルウェー気象庁より提供して頂きました。感謝致します。

参考文献

- IPCC, Climate Change, 2013.
- Yamada et al., SOLA, doi:10.2151, 2012.
- 山田ほか, 第 4 回極域科学シンポジウム, OM-7, 2013.
- 西中ほか, 日本気象学会秋季大会予稿集, D303, 2013.