

近年の北極海における雲鉛直構造の変化

*佐藤 和敏^{1,2}・猪上 淳¹・堀 正岳¹・児玉 安正³

(1.JAMSTEC, 2.弘前大・理工,3.弘前大院・理工)

1. 2010 年「みらい」北極航海

近年の海水減少に伴い、北極海では海面に入射する太陽放射が増加している。そのため、海面が温暖化することで大気にも影響が及び、雲の鉛直構造が変化してきている可能性がある。

そこで JAMSTEC は、2010 年 9 月から 10 月にかけて海洋地球観測船「みらい」による北極海航海 (MR10-05) を実施した。本研究では、種類が違う雲の発生時の気象場比較や雲特性の違いが放射収支、海面熱収支に及ぼす影響、さらに「みらい」により過去に行われた観測のデータも用いて雲底高度の経年変化を調べた。広範囲の解析については、ERA-Interim 再解析データを用いた。

2. 雲底高度の変化

MR10-05 では、通常卓越している霧や層雲の他に対流性雲が観測されていた。雲底高度の多性は、西経 162 度ラインで 3 回実施した 24 時間の集中観測 (北緯 70~75 度まで 0.5 度毎に実施) で明瞭に判別できた。1 度目の集中観測時には、背の低い北極層雲が出現していた。それに対し、2 度目と 3 度目の集中観測時には雲底高度が 1 度目の観測より高い雲が観測されていた。これらの雲底高度は海面温度と気温の温度差 (以下、SST-Ts) や風速に依存していると考えられる。そこで、ラジオゾンデ観測のデータから、湿度 98% 以上の湿潤な層に雲が存在すると定義し、SST-Ts と雲底高度の関係を調べた (図 1)。SST-Ts が小さい (大きい) ほど雲底高度は低い (高い) 関係が示された。特に SST-Ts が 3 度を境界に雲底高度は急変し、1 度目の集中観測時 (図中赤●) は雲底高度が低く、2 度目 (図中▲印) と 3 度目 (図中■印) の集中観測時は雲底高度が高くなっていることと矛盾していない。また、「みらい」ではシーロメーターによる雲底高度の連続観測も実施しており、同様の関係を調べると (図中+印)、3 度を境界に二極化している点などラジオゾンデのそれと一致している。そのため、シーロメーターのデータはラジオゾンデ観測が行われていない時を考察するのに有用である。

シーロメーターによる雲底高度の観測は過去 8 年間行われている (1999, 2000, 02, 04, 06, 08, 09, 10 年)。図 2a はこれまでの「みらい」北極海航海で観測された雲底高度の発生頻度分布図である。雲底高度 500m 以下の雲は約 60%、それより上層では約 30% であった。図 2b は 1998 年に米国のプロジェクト (SHEBA) により海氷上で観測された雲底高度発生頻度分布図を示している。SHEBA (海氷上) では、雲底高度 500m 以下の雲が約 95% を占めていることから、「みらい」(海洋上) では雲底高度 500m 以下の雲が減少し、高度 1000m 付近に雲底を持つ雲が増加していることがわかった。また、シーロメ

ーターにより観測された雲は、年々雲底高度 500m 以下の雲が増加し、近年雲量が少ない年が多くなってきていることから (図略)、SST-Ts が増加することで対流性雲が発生しやすくなってきていると考えられる。再解析データを用いて、観測時以外の領域や季節についても検討したところ、最近 10 年の 10 月や 11 月では、SST-Ts が 3 度を超える日数が増加傾向にあり、対流性雲が発生しやすくなっていることが示唆される。

3. 海面熱収支への影響

雲特性が異なることで放射収支にも影響が生じる。下向き長波放射は雲底高度や雲量の違いで約 40~80Wm⁻² もの放射フラックスの違いがあった。また、雲量を考慮した 1 度目と 2 度目の集中観測時を比較すると、約 66Wm⁻² 違い、層雲から対流性雲への変化は海面を冷却する効果がある。しかし、海面を冷却する作用として乱流熱フラックスも影響するため、海面熱収支の各要素の影響力を調べた。2 度目の集中観測時は雲量が少ないため、太陽放射が多く、海面冷却は乱流熱フラックスに依存していた。しかし、太陽放射が季節変化で減少する 3 度目の集中観測時は雲特性変化による下向き長波放射の減少も海面冷却に重要であった。

講演では、雲特性が変化することで、海氷面積回復に与える影響についても議論する。

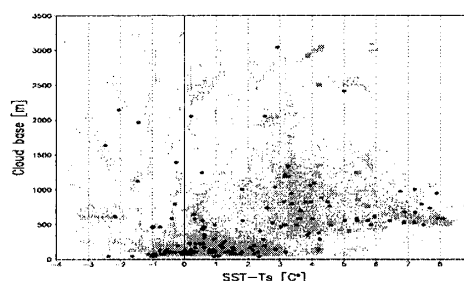


図 1: 2010 年 9~10 月の SST-Ts とラジオゾンデにより得られた雲底高度との関係。●: ラジオゾンデ観測で得られた雲底高度 (3~6 時間間隔)、赤●: 1 度目の集中観測時、▲: 2 度目の集中観測時、■: 3 度目の集中観測時、+: シーロメーターによる雲底高度 (1 分間隔)。

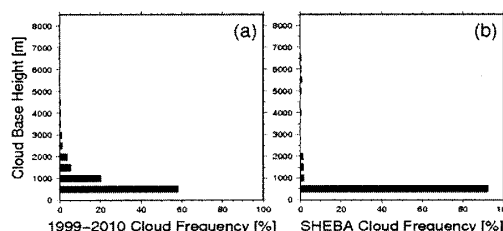


図 2: 雲底高度の発生頻度分布図。(a)「みらい」北極海航海シーロメーター観測 (1999-2010 年の各 9 月~10 月: 海上)、(b)SHEBA でのライダー観測 (1998 年 9 月)。縦軸は雲底高度 500m 以下を 0m とし、そこから 500m ごとに 8000m まで示している。

謝辞 MR10-05 航海にご協力くださいました関係者の皆様に感謝申し上げます。