

雲タイプの観点からみた海上下層雲量と下部対流圏安定度の関係

*神代 剛, 塩谷雅人 (京大生存研)

1. はじめに

海上に多くみられる下層雲は、海面に比べてアルベドが大きいと、地球のエネルギー収支に大きな影響を与えている。下層雲量の変動要因を明らかにすることは、地球の気候システムを考えるうえで大変重要である。Klein and Hartmann (1993) は、特に下層雲量の多い 10 の領域に注目し、下層雲量が 700hPa と地上の温位差で定義される下部対流圏安定度 (Lower-Tropospheric Stability; LTS) と非常によい相関関係にあることを示した。また最近では、Wood and Bretherton (2006) が、LTS の改良形として、同じく 700hPa と地表の気温から見積もることのできる推定逆転層強度 (Estimated Inversion Strength; EIS) という指標を提案している。そこで本研究では、下層雲量と EIS の関係を全球的に調べた。また、下層雲は層積雲 (Sc), 層雲 (St), 霧 (fog) の 3 つの雲タイプから成るので、それぞれの雲タイプの雲量と EIS の関係についても調べた。

2. データ

雲量データとして、地上目視観測のアーカイブである Extended Edited Cloud Report Archive (EECRA; Hahn and Warren, 1999) を使用した。EIS の計算には ERA-40 の気温および海面気圧データを用いた。また、これらと比較する海面水温 (SST) データとして HadISST を使用した。

3. 解析結果

1958-1997 年の期間について、海上下層雲量の $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 季節平均気候値を作成し、データの欠損が少ない緯度 60 度以内の範囲で EIS の値と比較したところ、相関係数が 0.82 と高く、よい相関があることがわかった。回帰分析からは EIS 1K の増加に対して下層雲量が約 5% 増加する関係が得られ、先行研究を支持する結果となった。

いっぽう、下層雲を構成する Sc, St, fog それぞれの雲量について、同様に EIS との関係を調べると、いずれの雲タイプも雲量と EIS は正の相関関係にあるが、その関係の感度や地域性は大きく異なっていた。このような違いは、SST および SST によって影響を受ける境界層内の温位の鉛直構造の違いによるものであるということがわかった。図 1 は、SST 2°C , EIS 1K の bin 毎の Sc, St, fog 各雲量の平均値を示したものである。雲量分布の特徴から、この SST-EIS 平面は 3 つの領域にわけることができる。SST の高い領域 A では、EIS が増加するにつれて Sc 雲量が増加している。St, fog 雲量は非常に少ない。ERA-40 の気温データを用いて大気境界層内の温位構造を調べたところ、EIS の増加は 850hPa と 925hPa の温位差の増加に対応していた。したがって、領域 A の EIS は 1-1.5km 付近の capping inversion の強さを示していると考えられる。SST が低く EIS も小さい領域 B では、Sc 雲量は領域 A と同様に EIS が増加するにつれて大きくなっているが、さらに SST が低いほうが雲量が多い傾向もみられる。St 雲量は EIS にはよらず、SST の低下とともに増加している。このような Sc および St 雲量の SST 依存性は、SST が低いと直上の気温も低くなるため、飽和水蒸気量が小さくなり、雲ができやすい条件になるためだと考えられる。SST が低く EIS が大きい領域 C では、領域 A, B では非常に少なかった霧の雲量が多いが、EIS や SST との関連性が明瞭でない。大気境界層内の温位構造をみると、fog 雲量の多いところでの EIS の増加は、925hPa と 2m の温位差の増加に対応しており、接地逆転層の強さを示していると考えられる。地理的分布をみると、fog 雲量の多いところは、SST よりも直上の気温が高い領域と一致していた。これは夏半球 (SST が高い季節) での SST が低い領域に対応しており、暖気移流との関連が示唆される。

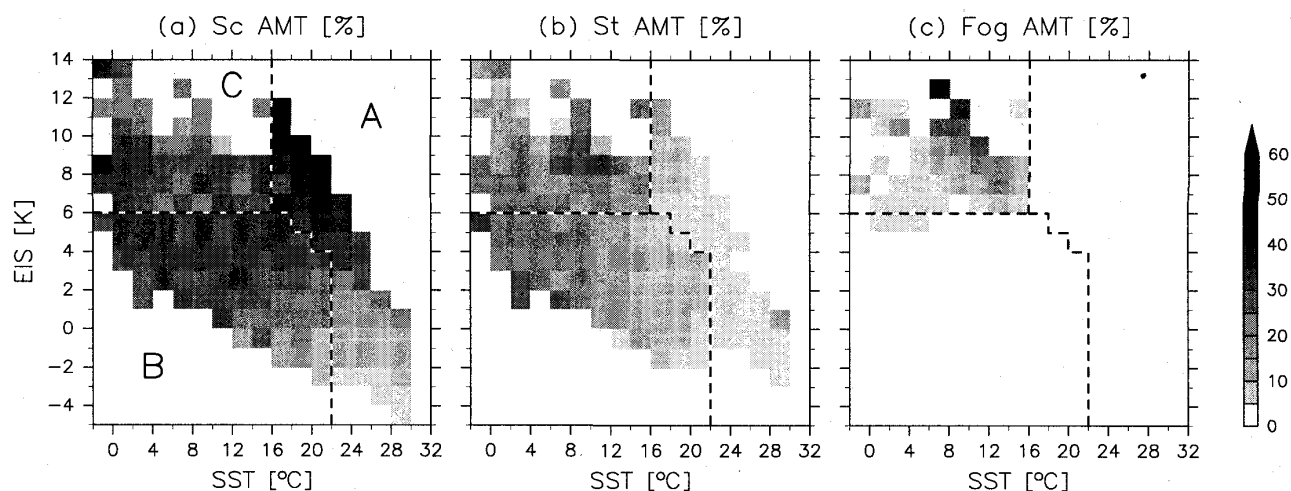


図 1: SST 2°C , EIS 1K の bin 毎の (a) Sc, (b) St, (c) fog 各雲量の平均値。分布の特徴から 3 つの領域にわけ (点線), A, B, C とした。