

海氷の厚さが大気に与える影響

*足立恭将、保坂征宏、鬼頭昭雄(気象研・気候)

1. はじめに

海氷の密度や厚さは、観測から近年減少傾向にあることやモデルによる将来予測でも温暖化に伴って減少するであろうことが報告されている(IPCC2001)。このような海氷の減少は、アルベド減少による海表面温度増加と更なる海氷減少により、海洋から大気への熱フラックスの増加を引き起こし、海氷上の大気温を上昇させることが予測される他、極の周辺地域の温度分布などにも影響があると思われる。ここでは特に海氷の厚さの減少が大気に及ぼす影響について調べることを目的として大気モデルを用いた数値実験を行った結果のうち、主に北半球海氷域の熱収支や温度変化について記す。

2. 実験設定

用いたモデルは、気象研と気象庁において開発中の全球大気モデルで、解像度は TL95L40 である。海氷の厚さのみを変更した 6 通り(0m、0.5m、1m、2m、4m、10m)の実験を行った。他の境界条件は全て共通である。海氷の厚さは時間空間に一様であり、海氷下面の温度は海水の氷点(約 -2°C)に固定されている。気候値の海氷密度と SST を与え、同一の初期値から 3 年 11 ヶ月間の数値積分を行い、解析には最初の 11 ヶ月を除いた後ろ 3 年間のデータを用いた。

3. 結果

冬季(1 月)の北半球の海氷域平均の海氷表面温度は、海氷が薄いほど高い。海氷表面温度と海氷の厚さの関係を見ると、海氷が薄い時ほど厚さの違いが海氷表面温度に与える影響が大きく、特に厚さが約 2m より薄くなると温度は急激に変化することが分かる(図 1)。気象研結合モデルによる結果では、同領域平均の現在の厚さは約 4m、100 年後は約 2m であるから、この結果を大気モデルに用いれば約 5°C の差が生じることになる。

同領域平均の海氷内の温度の鉛直勾配は、海氷が薄くなるにしたがって、大きくなり海氷下面から表面への熱(G 、上向き正)は増加することが分かる(図 2)。同領域平均の海氷表面の熱収支は、もともと長波(L_{net} 、上向き正)、 G 、顕熱(上向き正)でバランスしている。海氷が薄くなると L_{net} 、 G 、顕熱はともに増加することでバランスが保たれる。 G の増加分と表面からの上向長波の増加分がほぼ釣り合っている。これらの熱収支の変化も海氷表面温度と同様に海氷が薄い場合ほど大きく、厚さ約 5m 以上では熱収支は殆ど変化しない。

L_{net} 、顕熱がともに増加することから、海氷表面温度の変化に比べ大気温の変化が小さいことが示唆され、400hPa より下層では下層ほど厚さによる気温差が大きい(図略)ことと矛盾しない。

大気カラムの熱収支を見ると、海氷表面から大気への熱の増加で周辺地域からの熱移流が減少しており、周辺地域の温度も上昇することが考えられる。带状平均の地上気温は厚さによる違いが明瞭なのは 70N 付近までで、50N 以南では殆ど差が見られない(図 3)。

一方、夏季(7 月)については、冬季に見られたような差は見られない。海氷表面温度は 0°C 以下という拘束があるため、実質的にはどの厚さの実験も約 0°C の固定された SST を与えた実験を行ったのと同じことになったと考えられる。海氷下面温度は常に海水の氷点であるから海氷表面温度が 0°C の場合、海氷内の温度の鉛直構造に冬季の様な差が生じないからである。

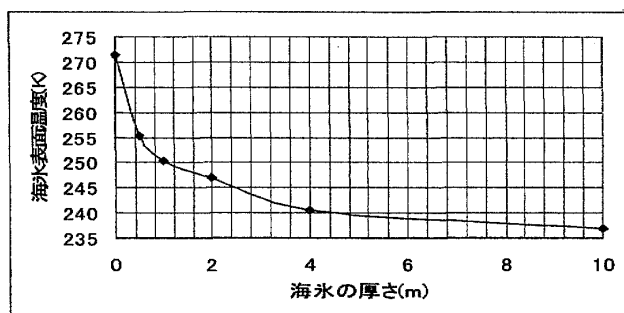


図 1 海氷の厚さと表面温度の関係

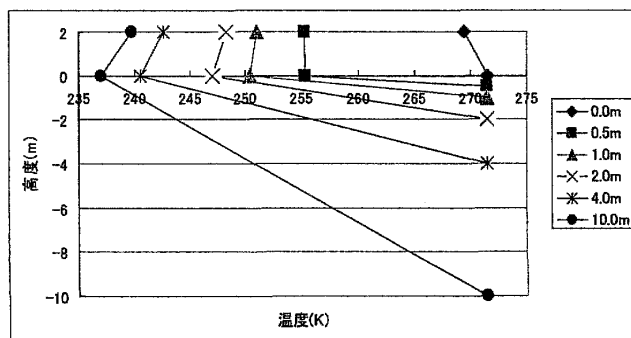


図 2 海氷の厚さ別の鉛直温度分布

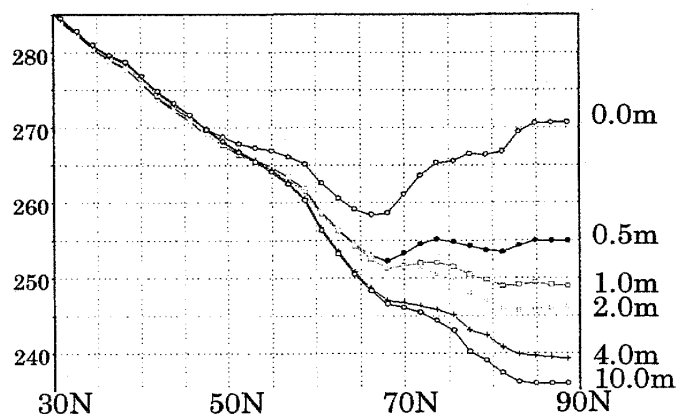


図 3 海氷の厚さ別の带状平均地上気温(K)