

海氷が南極周辺の大気循環に与える影響

The influence that sea-ice gives atmosphere circulation around the South Pole

地球環境気候学研究室 緒方 香都 (506319) :指導教員 立花 義裕教授

Koto Ogata

Keyword: Geopotential height, dipolar, tendency

1. イントロダクション

大気と海氷における相互作用の研究は、大気が海氷に与える影響について解析を行ったものが多い。一方で、海氷から大気へ与える影響についての研究はほとんどされていない。本研究ではその点に着目して、南極の海氷がその大気へどのような影響を与えているのかを解析する。

本研究で対象としている南極周辺の大気場には、Pacific South American (PSA) パターン (Fig. 1) (Karoly¹⁾, 1989) と呼ばれる気圧配置が現れる。これは、太平洋の赤道上の熱源を原因とするテレコネクションで、南極半島上空まで高気圧と低気圧のシーソーパターンを生み出す。

また、南極周辺の大気が海氷に与える影響として、Udagawa *et al.*²⁾ (2009) では、PSAパターンによって出現する特定の海氷分布が南極大陸の周囲を東へ伝播する「海氷シフト」を示した。その論文では、PSAパターンの発達した年で経年的に頻繁に現れる海氷のパターンをみつけたためにEOF解析を海氷に対して行った。

本研究では海氷が大気へどのように影響を与えているのかを上述の海氷シフトに着目して解析する。

2. 使用データ, 対象域, 対象期間

本研究で使用する大気場のデータはNCEP/NCAR再解析データを用いる。解像度は $2.5^\circ \text{lon} \times 2.5^\circ \text{lat}$ 。

熱フラックスのデータはJapanese Ocean Flux Data sets with Use of Remote Sensing Observationsから解像度は $1^\circ \text{lon} \times 1^\circ \text{lat}$ の顕熱を使用。

海氷のデータはNational Snow and Ice Data Centerの海氷密接度で、月平均データを使用する。解像度は $1^\circ \text{lon} \times 1^\circ \text{lat}$ 。

大気場の解析における対象域は、南極を中心とする南緯 $30^\circ \sim 90^\circ$ までとし、海氷密接度の解析では、南極を中心とする南緯 $55^\circ \sim 90^\circ$ とした。

対象期間は1979年～2003年までの25年間とする。ただし、フラックスに関しては1988年からしかデータがないため、1988年から2003年までの16年間とした。

3. 研究手法, 計算方法等

3.1 様々な大気場の時間変化傾向を求める

Udagawa *et al.*²⁾ (2009) では7月～10月で解析を行っていたことから、本研究では大気場のデータを6～8月, 7～9月, 8～10月, 9～11月, 10～12月の5つの期

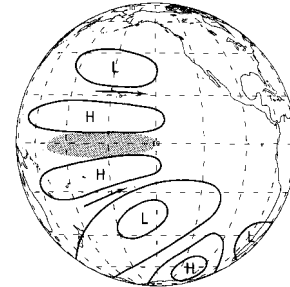


Fig. 1 Pacific South American (PSA) pattern¹⁾

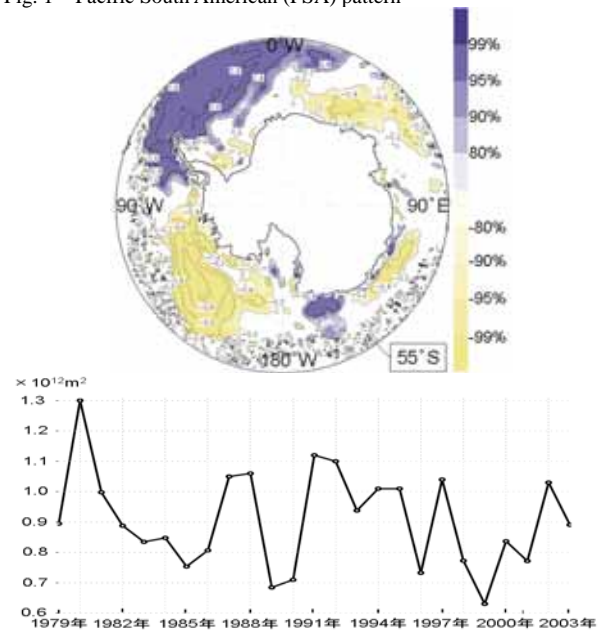


Fig. 2 The sea-ice dipole index (lower) and the correlation with sea-ice dipole index (upper) from 1979 to 2003.

間にそれぞれ分類した。

海氷を原因として、大気が時間変化もしすると思われるのならば、 $\delta Air / \delta t = Ice$ のような関係が考えられるであろう。時間変化傾向の解析は、例として高度場(ϕ)で示すと、以下のような式を用いて行った。

$$\delta(\phi) = (\phi(9月) - \phi(6月)) / \delta t$$

この式から3ヶ月時間変化傾向を、分類した5つの期間を使い、それぞれ求めた。

3.2 海氷ダイポールのインデックスを求める

海氷密接度から、海氷面積を求めた。これを使い、Udagawa *et al.*²⁾ (2009) が行ったPSA時の海氷分布のEOF解析を基に、最も増加傾向を示す海氷域 (南極半島の東側) と最も減少傾向を示す海氷域 (南極半島の西側) のダイポールを示す25年分の時系列を作る。この時系列を標準化することで得られるインデ

ックスの値が高い時はUdagawa *et al.*²⁾(2009) で示されたPSA時の海水の第1パターンに近く、低い時はその逆パターンに近いことを示している。確認として、6月から12月で平均した25年分の面積平均データと作成したインデックスとの相関を取ると、Fig. 2上段のように、増加領域は有意な正の相関を示し、減少領域では有意な負の相関を示す図が得られた。

3.4 時間変化傾向と海氷インデックスの相関

3.1で示した大気場の時間変化傾向を1979年から2003年まで25年分求めた。そこで得られた時間変化傾向を $\delta Air / \delta t = Ice$ の左辺、南極半島の東西の海水面積分布のダイポールに基づき作った1979年から2003年までのインデックスを右辺と考え、その2つで相関を取る。それにより、海水がFig. 2上のような分布をするとき、大気にどのような応答があるのかを解析した。

4 . 結果

海氷インデックスとの相関を解析した結果として、6月から9月における高度場の時間変化傾向では アムンゼン海とウィルクス・ランドに負の傾向が見られ、アルゼンチン沖とニュージーランド南東、そしてデーヴィス海沖に正の傾向が見られる特徴があった (Fig. 3)。この特徴は、海氷に影響を与えるPSAパターンの逆パターン (ネガティブPSAパターン) である。このネガティブPSAパターンは6月から9月における解析だけでなく、8月から11月における解析まで見ることができた。

5 . 考察

インデックスとの相関解析と、今回では触れなかったが、コンポジット解析でも表れたネガティブPSAパターンは、海氷のダイポールが顕著に現れた時の高度場の時間変化傾向を示している。つまり、ネガティブPSAパターンは、PSAパターンによる海水面積のダイポールが原因となり形成された可能性が高い。同期間の温度や顕熱フラックスで同様の解析結果 (Fig. 3 中段, 下段) と比較すると、高度場でアムンゼン海上空に見られる低気圧の等圧線に沿った地衡風により南極大陸から運ばれてくる冷たい風を受けたロス海付近の気温の低下 (Fig. 3中段の赤丸) と、それに伴う海からの顕熱フラックスの放出 (Fig.3下段の赤丸) という傾向と関係性があるように見える。

結論として大気と海氷の関係は一方で海氷をシフトさせるが、他方では海氷が大気場を変化させるという相互関係が見えた。

しかし、データ解析だけでは海氷と大気の関係の原因と結果を決定付けるには不十分であるため、大気循環モデルを用いて原因と結果の相互関係を説明する必要がある。そして現在、大気大循環モデルを使用して、6月～11月の海氷の気候値を、Fig. 2に示したような海氷分布に変えて計算中だが、残念ながら現時点でまだその計算は終了していない。

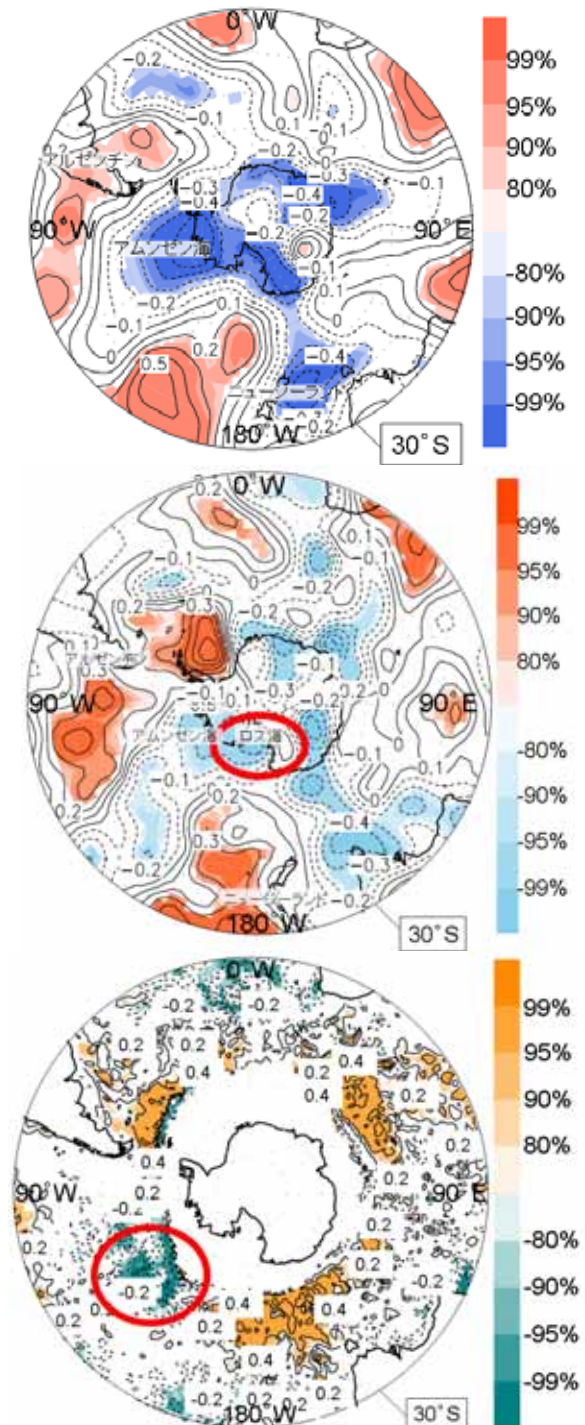


Fig.3

The correlation of the geopotential-height tendency (top) and temperature tendency between September and June with sea-ice dipole index.

The correlation of sensible heat flux from June to September with sea-ice dipole index. (bottom)

(contour: correlation, shade: statistical significance by t-test)

6 . 参考文献

- 1) Karoly, D.J. 1989, Southern Hemisphere circulation features associated with ElNiño-Southern Oscillation Events, *J. Climate*, **2**, 1239-1252.
- 2) Y. Udagawa, Y. Tachibana, and K. Yamazaki (2009), Modulation in interannual sea ice patterns in the Southern Ocean in association with large scale atmospheric mode shift, *J. Geophys. Res.*, **114**, D21103, doi:10.1029/2009JD011807.