

秋季における北極の海氷回復と大気循環の関係

The Relationship between the Arctic Sea-ice Recovery and Atmospheric Circulations in Autumn

地球環境気候学研究室 伊藤 匡史 (510M227) : 指導教員 立花 義裕

Masashi Ito

Keywords: sea-ice concentration, composite, sea level pressure, turbulent heat flux, temperature flux

1. はじめに

北極海の海氷面積は、30年間で約50%減少しており、温暖化の影響が示唆されている [Stroeve *et al.*, 2007]. これは、夏季の海氷減少の変化に伴う秋季の気温や放射等の変化が一要因として考えられている [Screen and Simmonds, 2010]. また、秋季の海氷状態と低気圧活動に関係がみられ [Stroeve *et al.*, 2011], 低気圧活動が海氷生成と関係があることも報告されている [Inoue and Hori, 2011].

夏季において大気が海氷減少に与える影響は、Ogi *et al.* (2007) 等によって異常な大気循環が海氷を動かす事で、海氷減少を促進させることが知られている。しかしながら、結氷期における大気場と海氷増加の関係、特に日変動単位での大気と海氷増加の関係は、まだ未解明の部分が多い。そこで本研究では、海氷が年々減少する中で、海氷増減に寄与している低気圧活動や総観規模の大気循環に着目し、北極海における海氷増加期の大気循環と海氷増加の関係を大気場と熱的観点から明らかにする事を目的とする。

2. 使用データ

海氷密接度は、National Snow and Ice Data Center (NSIDC) の Nimbus-7 SMMR 及び DMSP SSM/I のマイクロ波放射計から算出されたデータを使用した。グリッド間隔は 25km×25km。解析期間は、1979年～2010年である。海面更正気圧、温度、風速、潜熱・顕熱フラックスには、ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) の ERA-Interim 再解析データを使用した。グリッド間隔は、1.5°×1.5°。解析期間は、1979～2010年である。

3. 対象領域

研究対象領域は、北緯 70 度以北の北極域全体、及び太平洋セクター (北緯 70 度～90 度、東経 90 度～270 度) と大西洋セクター (北緯 70 度～90 度、東経 270 度～90 度) である。

4. 解析手法

SMMR 及び SSM/I の海氷密接度データより、1979年から2010年までの海氷減少量が最も顕著な太平洋セクターの海氷密接度の領域平均を計算し、

各年での最小値とその日付を抽出する。また、10月から12月までの各月での1日時点における同セクターの領域平均された海氷密接度を計算し、各月ごとの海氷密接度値の変動を調べ、実際に海氷が回復している期間を特定する。

ERA-Interim 再解析データの海面更正気圧と SMMR 及び SSM/I の海氷密接度データを用いて、結氷期において特定の大気パターンが海氷の回復に影響を与えているかを確かめる。また、結氷期における大気場の特性を特定するために、1979年以降において海氷増加率が大きい上位5年を抽出して、海氷増加率が1%以上の日と2%以上の日を対象にコンポジット解析を行った。更に、パターン相関法によって近年における海氷の増大と海面更正気圧コンポジットアノマリーのパターンとの関係を調べた。また、熱的観点から、海から出される熱量と太平洋セクターに流入する温度フラックスを算出した。

5. 結果

5.1 海氷面積の長期トレンド

太平洋セクターの海氷密接度の最小値は、1979年では約70%、2010年では約30%となっており、顕著に減少している (図省略)。また、各年において海氷密接度の最小値を記録した日付は、年々遅くなる傾向にあった (図省略)。つまり、これは融解期が長くなり、その分秋から冬にかけて海氷を生成される期間が短くなっている事を意味する。さらに10月の海氷は、夏季に海氷が年々減っている事と連動して、減少している事がわかった。ところが11月になると、10月の海氷の多寡に関わらず面積が80%まで回復するようになる。この結果から海氷面積の回復は、10月と11月の間で行われていると考えられる。10月・11月における1日あたりの太平洋セクターの海氷密接度の回復率は、年々大きくなっているが、特に10月の海氷増加率が著しく大きい (Figure. 1)。したがって、10月の大気循環の変動が、海氷の回復率増加に影響を与えていると考えられる。また、10月の海氷増加に伴う熱的影響が大気にも現れると予想される。また、10月1日時点における海氷密接度と10月の1日当たりの回復量の相関は、-0.94を示し (Figure. 2)、海氷が夏季に減れば減るほど10月にお

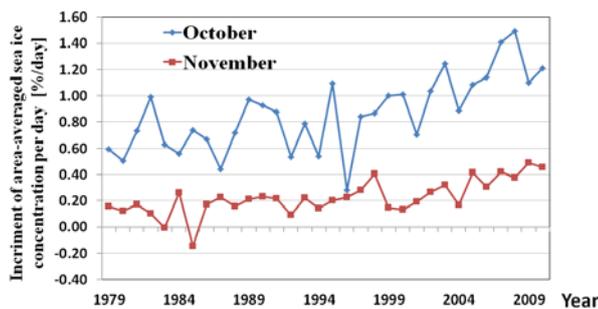


Figure.1 Daily increment of sea-ice concentration averaged over the Pacific Arctic (blue: October, red: November).

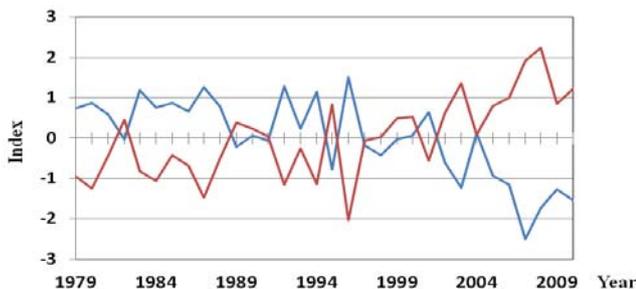


Figure. 2 Time series of standardized sea-ice concentration at 1st on October (blue line) and the recovery rate per day on October (red line).

る海氷の回復量は増加する。つまり、融解期の長期化が示唆されている中で、11月まで融解期を引きずる事なくほとんどの海氷が10月に結氷している事になる。これより10月の環境場の何かが原因となって海氷を生成させると考えられる。

5.2 海面更正気圧コンポジット

海面更正気圧場をコンポジットした気圧傾向は、1%の場合よりも2%の方がより顕著であった。(図省略)。また、海面更正気圧の気候値からのコンポジット偏差も同様に、海氷増加率が2%を超える時、正偏差・負偏差が顕著に現れた (Figure. 3a)。同様に海氷増加率が上記の時の海氷増加率は、中央シベリア～東シベリア沿岸の海域で大きな値を示した (Figure. 3b)。

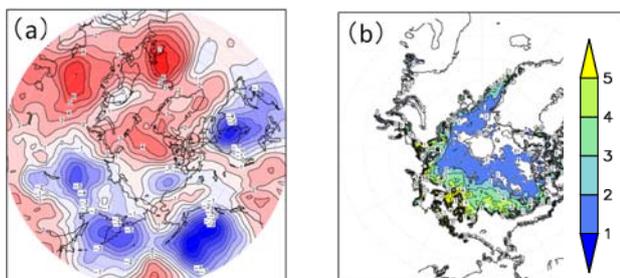


Figure. 3 (a) SLP composite anomaly [hPa] (blue is negative, red is positive). (b) Composite of sea-ice growth rate per day [%/day].

5.3 10月の海面更正気圧トレンド

10月における海面更正気圧のトレンド(図省略)は、極中心の高気圧化とベーリング海やシベリアで低気圧傾向にあることから、近年10月において、高低気圧のコントラストが明瞭化している。

5.4 水平温度フラックス

10月における太平洋セクターに流入する水平温度フラックスは、若干であるが減少傾向にある(図省略)。近年この領域に入ってくる熱量が減少している事が分かった。

6. 考察と結論

太平洋セクターでの海氷の回復は、10月に起こっており、他の月に比べ顕著に回復する時期であることが分かった。また1日当たりの海氷増加率は、年々増加傾向にあり、短期間で急激に増える傾向にあることもわかった。この急激な海氷の回復は、シベリア沿岸の海域で顕著である。これは、近年の顕著な大気偏差パターンの際に引き起こされる傾向にあり、高低気圧場のコントラストによって風が吹くことで、水平温度フラックスの減少が起こり、更に海中の熱量が奪われることで、海氷が急激に増加する傾向にあった。以上、本研究より、近年の10月の海氷増加と気圧場の間に関係が見いだされた。

7. 引用文献

- [1] Inoue, J., and M. Hori, 2011: Arctic cyclogenesis at the marginal ice zone: A contributory mechanism for the temperature amplification? *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L12902, doi:10.1029/2011GL047696.
- [2] Ogi, M., and J.M. Wallace, 2007: Summer minimum Arctic sea ice extent and the associated summer atmospheric circulation, *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L12705, doi:10.1029/2007GL029897.
- [3] Screen, J. A., and I. Simmonds, 2010: Increasing fall-winter energy loss from the Arctic Ocean and its role in Arctic temperature amplification, *Geophys. Res. Lett.*, **37**, No. 16, L16707, doi:10.1029/2010GL044136.
- [4] Simmonds, I., C. Burke, and K. Keay (2008), Arctic climate change as manifest in cyclone behavior, *J. Clim.*, **21**, 5777-5796, doi:10.1175/2008JCLI2366.1.
- [5] Stroeve, J., M. M. Holland, W. Meier, T. Scambos, and M. Serreze, 2007: Arctic sea ice decline: Faster than forecast. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L09501, doi:10.1029/2007GL029703
- [6] Stroeve, J. C., M.C. Serreze, A. Barrett, and D. N. King, 2011: Attribution of recent changes in autumn cyclone associated precipitation in the Arctic. *Tellus.*, **4**, 63A, 653-633.