

冬季北半球長周期変動の10年規模変調について

山根 省三 (同志社大・理工)・本田 明治 (海洋研究開発機構・FRCGC)・中村 尚 (東大・理)

1. はじめに

冬季北半球中・高緯度の気候循環場には十日から数十日スケールの長周期の変動が存在することが知られている (例えば, Walker and Bliss, 1932; Wallace and Gutzler 1981). この変動は移動性高・低気圧の発達や経路に影響を与え, 季節スケールの異常気象と関係することなどから, その構造やメカニズムについては統計的・力学的な視点から多くの研究が行なわれている (例えば, Tompson and Wallace, 1998; Kimoto et al., 2001).

月平均海面気圧 (SLP) 場においては, この気候循環場の長周期変動は, 月平均 SLP の平年からの偏差としてとらえることができる. この偏差の経年変動は, 北太平洋上のアリューシャン低気圧 (AL) と北大西洋上のアイスランド低気圧 (IL) のやや風下側で大きな振幅を持つ (図 1). この AL と IL の領域の SLP の経年変動の間には, 一般に, 負の相関 (シーソーの関係) が存在することが知られており, その形成メカニズムとして, 北太平洋から北大西洋への定常ロスビー波束の伝播が指摘されている (Honda et al., 2001; Honda and Nakamura, 2001). この AL と IL のシーソーの関係は, おおよそ冬の期間を通してみられる現象であるが, 長期の月平均 SLP データをもとにより詳細に両者の関係をみた場合, シーソー関係が明瞭に見られる時代とはっきりしない時代が存在する (図 2). 本研究では, AL と IL のシーソー関係に着目しながら, 過去約 100 年の月平均 SLP データをもとに, AL と IL の経年変動の期間 21 年統計量の変調の特徴を調査した.

2. データと手法

解析には, 1899 年 1 月から 2008 年 4 月までの観測に基づく北緯 15 度以北の北半球全域 (緯度・経度 5 度間隔) の月平均海面気圧 (SLP) データ (Trenberth and Paolino, 1980) を用いた. 先に述べたように, 冬季北半球においては, 月平均 SLP の経年変動は, アリューシャン低気圧 (AL) とアイスランド低気圧 (IL) の付近で大きい (図 1). 本研究では, Nakamura and Honda (2002) と同様に, これらの経年変動の大きな領域 (図 1 に示す囲い) で平

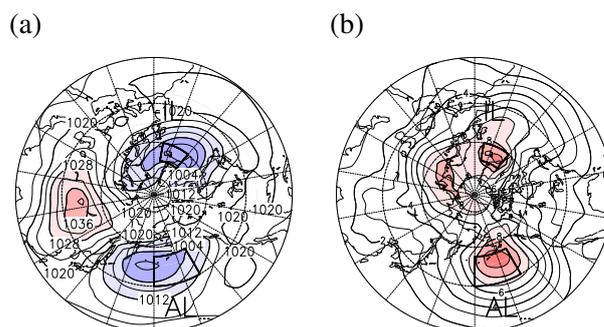


図 1: 期間 1899-2008 年の 1 月の月平均海面気圧 (SLP) の (a) 平均と (b) 標準偏差. 等値線間隔は, それぞれ, (a) 4hPa, (b) 1hPa. 北太平洋と北大西洋に示す囲いは, それぞれ, アリューシャン低気圧 (AL) とアイスランド低気圧 (IL) の指標の定義に用いた領域を表す.

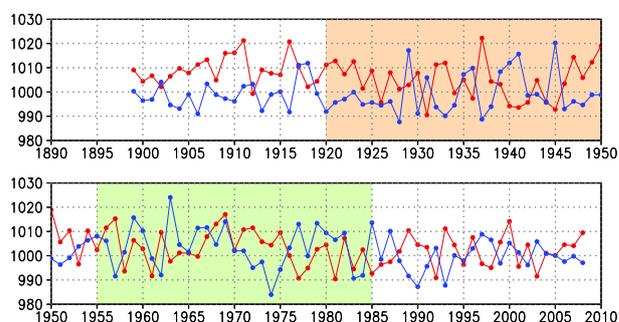


図 2: 期間 1899-2008 年の 1 月の AL (赤) と IL (青) の指標の経年変動. 両指標の変動の間にシーソーの関係が見られる代表的な時期に橙色, 明瞭が関係が見られない時期に緑色をつけた.

均した SLP をそれぞれの領域の変動の指標として用いる: 領域 [北緯 40-55 度, 西経 150-180 度] で平均した SLP を AL の指標とし, 領域 [北緯 60-70 度, 西経 10-40 度] で平均した SLP を IL の指標とする. 期間を 21 年に固定して, 少しずつ計算期間をずらしながら, 月ごとのこれらの指標の経年変動の分散や相関係数などの統計量を計算し, その変調の特徴を調査した. データ数 21 の場合では, 相関係数が 0.369, 0.433, 0.549 以上となれば, それぞれ, t-検定の有意水準が 90%, 95%, 99% 以上となる.

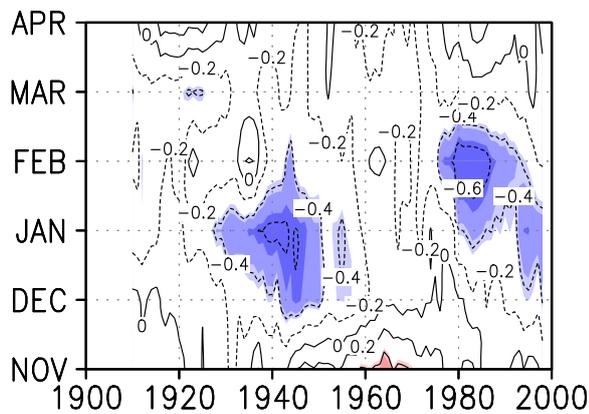


図 3: 冬季の各月(11月~4月)における期間21年のALとIL指標の経年変動の同時相関係数。横軸は計算した期間21年の中心年を表す。負の相関係数の有意水準が90%,95%,99%以上の領域に,それぞれ,薄青,青,濃青の色をつけた。

3. 結果

図3は,冬季の各月(11月~4月)において期間21年のALとIL指標の経年変動の同時相関係数を期間をずらしながら計算した結果をまとめたものである。横軸は計算した期間21年の中心年を表す。12~3月のAL-IL相関係数は,全期間においておおそ負の値を示すが,その値は計算する時期に大きく依存する。Honda et al. (2005b)で示されたように,過去100年の両指標の変動においては,1930-40年代の1月と1980年代の2月に有意な負の相関が認められる。

1980年代の2月に見られるAL-ILシーソー現象については,本田らの一連の詳細な解析(Honda et al. 2001; Honda and Nakamura, 2001)により,その構造が明らかにされている。1930-40年代の1月のAL-ILシーソー現象に関しては,大気上層の観測データが不十分なために,同様の詳細な解析は行なえないが,この時期の1月のIL指標に対する前年12月のSLP場への線形回帰図において北太平洋上に有意なシグナルが認められた。1980年代の2月のAL-ILシーソー現象と同様に,この時期のAL-ILシーソー現象においても,北太平洋から北大西洋への定常ロスビー波束の伝播がその形成において重要な役割を果たしていると考えられる。

期間21年のAL-IL相関係数に見られるこのような変調は,他の統計量にも見られる。図4は,同様に,冬季の各月(11月~4月)において期間21年のAL指標の経年変動の分散を計算した結果をまとめたものである。AL-ILシーソー現象が顕著

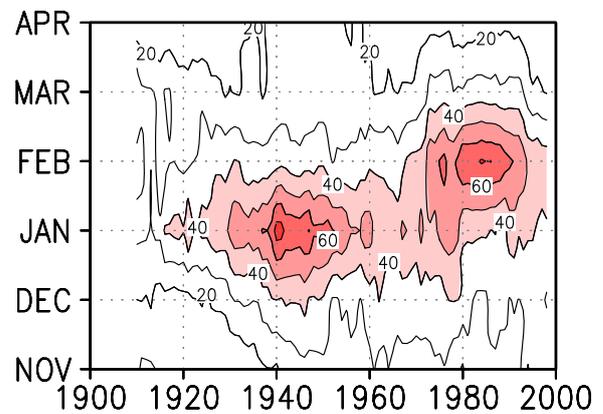


図 4: 冬季の各月(11月~4月)における期間21年のAL指標の経年変動の分散。横軸は計算した期間21年の中心年を表す。単位はhPa²。

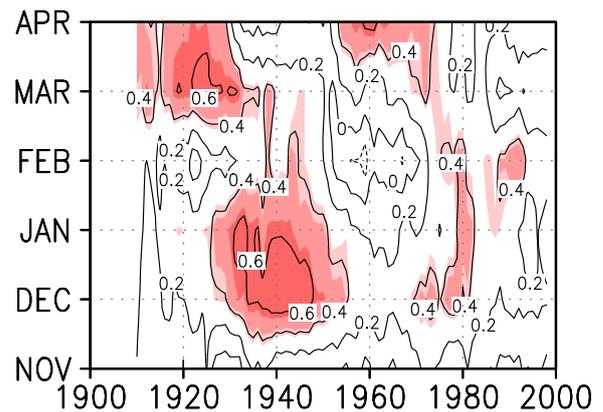


図 5: 冬季の各月(11月~4月)の期間21年のAL指標の経年変動の1ヶ月ずらし相関係数。縦軸は計算に用いた連続する2つの月うちの先行する月を表す。横軸は計算した期間21年の中心年を表す。正の相関係数の有意水準が90%,95%,99%以上の領域に,それぞれ,薄赤,赤,濃赤の色をつけた。

に見られた1930-40年代の1月と1980年代の2月にAL指標の分散が大きいという傾向がみられる。

図5は,また,期間21年のAL指標の1ヶ月ずらし自己相関係数の計算結果を同様にまとめたものである。AL指標の1ヶ月ずらし自己相関係数は,1930-40年代の12月から1月にかけて比較的大きな正の値を示す。これは,この年代のAL指標の偏差が12月から1月にかけて,そして1月から2月にかけて比較的持続する傾向にあったことを意味している。また,1980年代付近では,弱いながら1月と2月に有意なAL指標の自己相関が見られる。この年代の1月や2月のAL指標の偏差にも持続する傾向にあったといえる。

4. まとめと考察

過去約 100 年の月平均海面気圧 (SLP) データを用いて, アリューシャン低気圧 (AL) とアイスランド低気圧 (IL) の領域の SLP の経年変動の期間 21 年統計量の変調の特徴について調査した. 冬季に見られる AL と IL のシーソー関係は, 解析する時期に大きく依存する: 過去 100 年においては, 1930-40 年代の 1 月と 1980 年代の 2 月に有意な負の相関が認められる (図 3). この有意な負の相関が見られた時期に, AL の分散は大きい傾向にあり (図 4), また, AL の偏差は比較的持続する傾向にあることが分かった (図 5).

AL 偏差が持続する傾向にあるときに AL-IL シーソー現象が出現しやすいことは, Honda et al. (2005a) のアンサンブル数値実験データを用いた解析により指摘されていた. 今回の解析により, 現実の観測データにおいても同様の傾向があることが確認されたことになる. また, 今回得られた結果の解釈として, AL 偏差が持続しやすければ, AL 偏差の振幅が大きくなり, その結果, AL-IL シーソー現象が出現しやすくなるというストーリーが考えられる. どのような場合に AL 偏差が持続しやすくなるのかについては, AL 偏差の持続メカニズムの詳細な解析が必要と考える.

謝 辞

図の作成には GrADS(Grid Analysis and Display System) を用いた.

参考文献

- Kimoto, M., F.-F. Jin, M. Watanabe, and N. Yasutomi, 2001: Zonal-eddy coupling and a neutral mode theory for the Arctic Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 737–740.
- Nakamura, H., and M. Honda, 2002: Interannual seesaw between the Aleutian and Icelandic lows Part III: Its influence upon the stratospheric variability *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 1051–1067.
- Trenberth, K. E. and D. A. Paolino, 1980: The Northern Hemisphere sea-level pressure data set: Trends, errors and discontinuities. *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 855–872.
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 1998: The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 1297–1300.

- Walker, G. T. and E. W. Bliss, 1932: World Weather V. *Mem. Roy. Meteor. Soc.*, **4**, 53–84.
- Wallace, J. M. and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784–812.
- Honda, M., H. Nakamura, J. Ukita, I. Kousaka, and K. Takeuchi, 2001: interannual seesaw between the Aleutian and Icelandic lows. Part I: Seasonal dependence and life cycle. *J. Climate*, **14**, 1029–1042.
- Honda, M. and H. Nakamura, 2001: Interannual seesaw between the Aleutian and Icelandic lows. Part II: Its significance in the interannual variability over the wintertime northern hemisphere. *J. Climate*, **14**, 4512–4529.
- Honda, M., Y. Kushnir, H. Nakamura, S. Yamane, and S. E. Zebiak, 2005a: Formation, mechanisms, and predictability of the Aleutian-Icelandic low seesaw in ensemble AGCM simulations. *J. Climate*, **18**, 1423–1434.
- Honda M., S. Yamane, and H. Nakamura, 2005b: Impacts of the Aleutian-Icelandic low seesaw on surface climate during the twentieth century. *J. Climate*, **18**, 2793–2802.