

隣接閉領域トラッキング

稲津 将 (北大院理)

本文は Inatsu (2009)の記述に基づく。

1. はじめに

総観擾乱は日本付近の寒候期の天候に大きく関係する擾乱である。これを定量的に表す流儀に、固定された地点の気圧振動としてオイラー的に捉える方法 (Blackmon 1976)と、気圧極小点を追跡することでラグランジュ的に捉える方法 (Hoskins and Hodges 2002)の2通りがある。全球格子点データが整備されると前者の方法によるストームトラック活動度の定量的な評価がなされるようになった。一方、後者は天気図解析以来の歴史があるが、トラッキングを客観的に行うことが難しかったため、前者の方法が隆盛して以降、一時衰退してしまった。しかし、近年、数値モデルや解析データの高解像度化に伴い、客観的な手法でラグランジュ的トラッキングが試みられはじめた。

しかし、これら現代的トラッキング手法を以ってしても以下の3つの問題点を十分に解決したとは言い難い。

この隣接点トラッキングには幾つかの問題が指摘されている。

- (1) データ前処理として、高緯度程高解像度というバイアスを補正する必要がある。
- (2) 低気圧中心の同定の際、海面気圧は大規模でゆっくり進む変動を、渦度は小規模で早く進む変動を捉えやすい。
- (3) 低気圧トラッキングの際、隣接時間における低気圧中心の近接の度合いに関する主観的な指標が必要である。これに関連して併合や分裂を表現することが困難である。
- (4) トラックの定量化の際、低気圧の大きさが定められないため、低気圧の幾何形状や低気圧による力学輸送量を出力することができない。

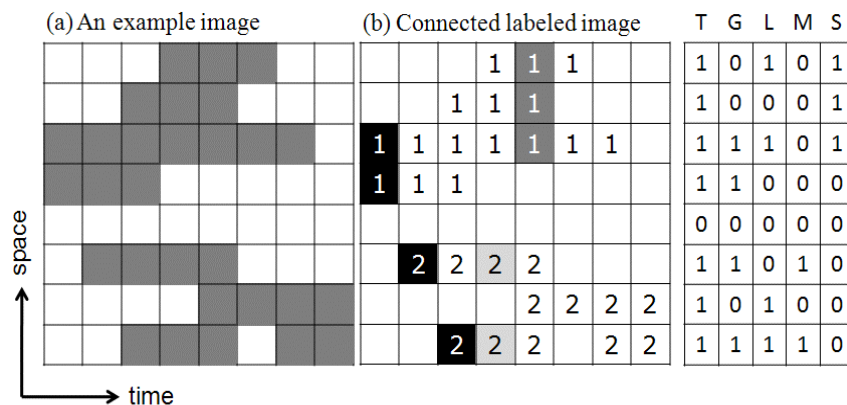


図1 : (a) 時間空間断面において条件を満たす領域の例。(b) (a)の例の場合、連結成分標識で附番およびトラッキングを行った図。白抜きは生成域を、濃影は分裂域を、淡影は併合域を表す。(b)の右にこの例におけるトラック数(T)、生成数(G)、消滅数(L)、併合数(M)、分裂数(S)を空間格子点毎に記述した。

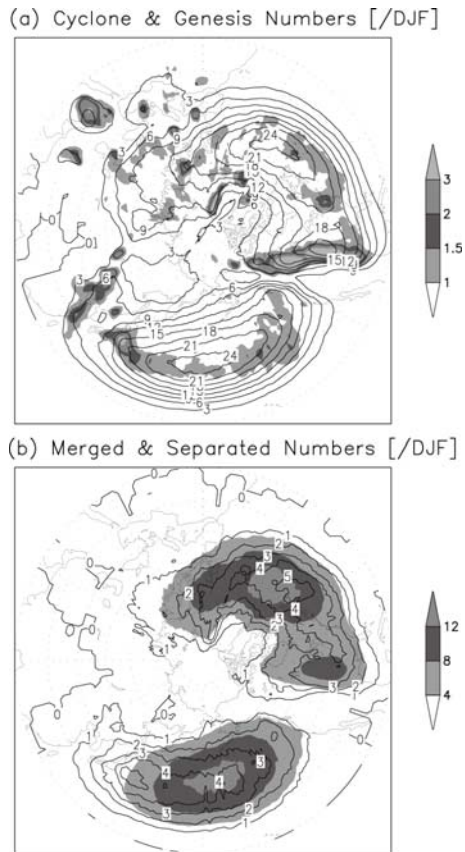


図2 : (a) 北半球冬季平均トラック数(等値線間隔3個)とトラック生成数(影)。 (b) 北半球冬季平均トラック併合数(等値線間隔1個)とトラック分裂数(影付)。

本研究の目的は、上記4つの問題を包括的に解決するトラック方法を提案し、それを用いて様々な天気図上の低気圧の動的特性や形状を客観的な手法により定量化することである。

2. 隣接閉領域トラッキング

本研究で用いるトラッキングは隣接閉領域トラッキング(Neighbor Enclosed Area Tracking; NEAT)である。第1節の(1)の問題を解決するために、渦の大きさが約20,000km²を下回るものは解析対象からはずした。第1節の(2)の問題を解決するために、2日から8日の周期帯を取り出すフィルタを施した850hPa南北風に対し、

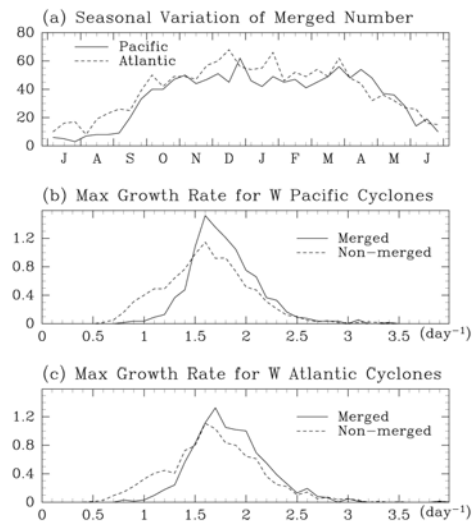


図3 : (a) 太平洋と大西洋で併合した低気圧数の季節変化。(b) 北太平洋と北大西洋の西部で併合した低気圧の最大発達率の頻度分布。

各時間に10m/sを超える格子点に対し連結成分標識法(Samet 1989)を用いて附番した。第1節の(3)の問題を解決するために、時間方向にも同様に連結成分標識法を適用した。つまり、隣接する時間フレームで附番された閉領域同士が重なり合う場合と同じ番号を付して、トラックの連結を行う。これにより、2以上の閉領域が1つの閉領域に重なる併合や分裂も表現できることとなる。また、閉領域の大きさの増減が成長率を表すなど閉領域の図形的特徴を追跡することも可能となった。図1の時間空間断面に併合と分裂の例を示した。第1節の(4)の問題も解決できるが、詳細は別途報告する。

3. 北半球冬季平均図

図2はJRA25/JCDASを使って計算した北半球冬季平均のトラック数、トラック生成数、トラック併合数、およびトラック分裂数である。従来のオイラー手法で

示されたような、太平洋および大西洋における活発なストームトラックが確認できる。さらに、最新のトラッキング手法で見られた地中海から中東に伸びる副次的なトラック活動域も同定された。また、生成数をみると、中国東北部、揚子江河口付近、日本の東海上といった限定された領域に大きな数がある(Adachi and Kimura 2007)。併合数および分裂数の極大は、ストームトラック活動度の極大の西および東にそれぞれ位置していた。日本の東海上で併合の極大が存在するのは、天気図解析的な感覚に一致する。

4. 併合低気圧の解析

NEAT を用いて、低気圧が併合しやすい季節や併合した時としない時とで発達率がどのように異なるか、また日本付近や北米東岸付近で併合した低気圧が通過しやすい経路はどこかを調べた。

図 3a は領域 P (120°E–180° and 25°N–45°N) と領域 A (80°W–20°W and 35°N–55°N) における併合低気圧の季節変化である。両領域とも併合低気圧は、寒候期に多く、暖候期に少ない。また、Nakamura (1992) で記述されている真冬の振幅極小にと整合的に太平洋の併合低気圧は真冬に幾分少ない。

図 3b と 3c は領域 P と領域 A で併合した低気圧と併合しない低気圧の両方に対する、最大発達率の頻度分布である。非併合低気圧の平均最大発達率は確率分布は、領域 P で 1.62 /day、領域 A で 1.71 /day であった。併合低気圧では最大成長率が 1.5 /day より小さいものはほとんどなく、非常に発達率の大きな低気圧数が多いこ

Genesis & track numbers for merged cyclones [/DJF]
(a) Region J [140E–160E & 30N–40N]



(b) Region C [60W–40W & 40N–50N]

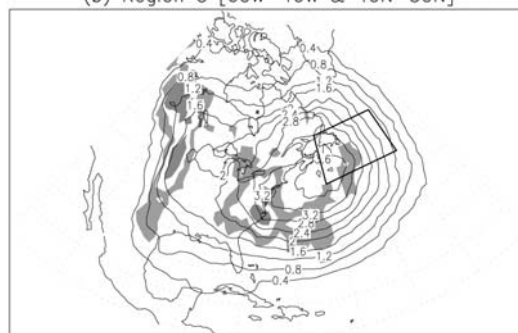


図 4 : (a) 日本の東(東経 140-160 度、北緯 30-40 度で囲われた領域)で併合した低気圧に対する低気圧経路と低気圧生成のバックトラッキング。(b)北米東岸(西経 60-40 度、北緯 40-50 度)の場合。

とがわかる。併合低気圧と非併合低気圧との間にある最大発達率の統計量の差は 99% の信頼度で有意であった。

図 5 は領域 J (東経 140-160 度、北緯 30-40 度で囲われた領域)と領域 C (西経 60-40 度、北緯 40-50 度)において併合したに対する低気圧経路と低気圧生成の合成図解析である。併合の直前に生成した低気圧は解析から除外した。日本海と日本の南西の低気圧経路は若干大きく、韓国から日本中部にかけて若干小さい。また、中国東北部と東シナ海での生成も大きい。したがって、中国北部と南部で生成した低気圧が日本の南北を通過し、日本の東で併合するパターンが典型と考えられる。大

西洋でも同様、ロッキー山脈の北部と北米東岸に2大生成域があって、そこで生まれた低気圧が北米東部で併合しやすいことがわかった。

5. 結論

新しいトラッキングの手法として、従来の点と点の追跡に代わり、面と面と追跡する隣接閉領域トラッキングを提案した。この手法により渦の分裂や併合といった統計量を客観的に見積もることができるようになった。トラックデータの解析により、低気圧の併合は日本の沖合で起きやすく、併合した低気圧の発達率はその他の低気圧の発達率に比べ有意に大きいことがわかった。

謝辞： JRA25/JCDAS データは気象庁ホームページより高玉孝平氏と天田祥太郎氏の協力を得て、ダウンロードした。本研究は科学研究費若手(B)18740293 および21740335 並びに環境省地球環境総合推進費 S-5-3 の資金援助を得た。

参考文献

Adachi, S. and F. Kimura (2007), A 36-year climatology of surface cyclogenesis in East Asia under high-resolution reanalysis data. *SOLA*, 3, 113–116.

Blackmon, M. L. (1976), A climatological spectral study of the 500 mb geopotential height of the Northern Hemisphere. *J. Atmos. Sci.*, 33, 1607–1623.

Hoskins, B. J. and K. I. Hodges (2002), New perspectives on the Northern Hemisphere winter storm tracks. *J. Atmos. Sci.*, 59,

1041–1061.

Inatsu, M., 2009: The neighbor enclosed area tracking algorithm for extratropical wintertime cyclones. *Atmos. Sci. Lett.*, submitted.

Samet, H. (1989), Connected component Labeling using quadtree, *J. Assoc. Comput. Mach.*, 28, 487–501.

連絡先: 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西
8 丁目 北海道大学大学院理学研究院自然
史科学部門

Tel: 011-706-3549

E-mail: inaz@mail.sci.hokudai.ac.jp