

캄차카 블로킹을 찾아서

김백민, 김선화

극지연구소

1. 서론

현재까지 많은 블로킹 연구가 있었으나 지역별로 발생 형태가 다양하고 유지되는 역학 메커니즘과 지속기간도 큰 차이가 나 오래된 역사를 지닌 연구 분야임에도 불구하고 블로킹의 정의 및 메커니즘에 대한 다양한 논쟁이 지속되고 있다.

현재까지 개발된 다양한 블로킹 탐지 방법들에서 탐지된 블로킹은 다양한 형태의 지역 패턴을 보여주고 있다. 특히 블로킹의 크기, 면적, 지속시간 등에 있어 탐지 기법들마다 제각기 서로 다른 조건 (criteria)을 사용하여 각각의 탐지 방법으로 추출된 블로킹 간의 정확한 비교가 매우 어려웠다.

한반도 및 동아시아 지역의 경우, 캄차카 지역에 때때로 강력한 정체 기압능이 나타나 이동성 고/저기압의 흐름을 방해하고 최근 폭염, 한파 등 극한기상 현상들을 증폭시키고 있음이 여러 연구들에서 언급되고 있다.

문제는 가장 종합적/대표적 블로킹 탐지 기법으로 알려진 hybrid 탐지 기법을 적용하여 블로킹을 살펴 보았을 때, 캄차카 지역은 블로킹 빈도가 큰 지역이 아니어서 현업 및 중관 분석에서 자주 언급되는 한반도 주변 블로킹인 캄차카 블로킹에 대한 연구를 어렵게 하고 있다. 특히, 캄차카 지역의 블로킹에 대한 논문은 거의 찾아보기 어렵다. 본 연구에서는 다양한 블로킹 탐지기법에 공통의 탐지 조건 (detection criteria)을 적용하여 캄차카 블로킹에 가장 특화된 기법이 존재하는지를 살펴보았다.

2. 자료 및 분석방법

NCEP-NCAR reanalysis-1의 500hPa 일평균 지위고도와 지상온도 자료를 이용하였고, 분석기간은 겨울철 (DJF) 1950/51-1989/90년에 대해 분석하였다.

사용한 블로킹 탐지 방법은 총 4가지로, 첫째 지위고도 아노말리가 강하게 오랫동안 지속될 때, 블로킹으로 본 anomaly index (i.e. SKS index, Sausen et al. 1995), 둘째 reference latitude에서 지위고도 절대값의 local meridional gradient를 계산하여 reversal된 순간을 local reversal index (i.e. DVN index, Davini et al. 2013), 셋째 central latitude를 기준으로 남북방향에 대해 영역 평균한 지위고도 값의 차이로 구하는 large-scale reversal index (i.e. MST index, Masato et al. 2013), 마지

막으로 anomaly와 local reversal 모두 만족하는 경우를 Hybrid index (i.e. DSL index, Dunn-Sigouin et al. 2013)가 있다.

이때 블로킹 추적 알고리즘 최소조건은 다음과 같이 동일하게 적용하였는데, 각각 아노말리 진폭은 1.5 표준편차, 2일 동안 면적은 50%이상, 블로킹 공간 크기는 $2.5 \times 10^6 \text{ km}^2$, duration은 5일이다.

3. 결과

먼저 각각의 인덱스에 대해서 겨울철 북반구 블로킹 빈도의 climatology를 구한 결과, 서로 다른 지리적 분포 패턴을 보였는데, 특히 anomaly (reversal) based-index의 경우 날짜변경선을 기준으로 최고 빈도 값이 왼쪽 (오른쪽) 부근에 자리잡고 있다. 또한 대서양지역의 경우 anomaly (reversal) based-index의 최고 빈도 값이 one (two)-core 형태를 보였다.

구체적으로 북반구 전체 블로킹 이벤트 총 수량에 대해 비교하면, SKS index가 410개로 가장 높았고, DVN index가 185개로 가장 낮았다. duration 측면으로는 MST index가 8.8일로 가장 길었고, DVN index가 7.3일로 가장 낮았다. 이처럼 서로 다른 정의에 의한 탐지방법은 다양한 블로킹 발생 분포도와 지역적 특성을 가져옴을 확인하였다.

이번에는 캄차카 블로킹 (120E-180)이 발생했을 때, 지위고도 절대값과 아노말리 합성도를 조사한 결과, 4가지 인덱스 모두 dipole blocking pattern을 보였고, 뚜렷한 zonal flow reversal이 있었다. 그리고 MST index가 가장 많은 이벤트 수와 long duration을 가졌고, DSL index가 가장 적은 이벤트와 short duration을 보였다.

특히, SKS index의 경우, 타 인덱스들에 비해 상대적으로 가장 작은 평균 블로킹 아노말리 크기를 보였으나 총 이벤트 수와 기간에 있어서는 두번째에 랭크되었다. 이는 블로킹 정의 방법에 있어 동서류 역전보다는 아노말리 기준을 중시한 결과로서 storm track의 downstream지역, 즉 풍부한 eddy kinetic energy를 바탕으로 climatological wave amplification이 가능한 동태평양 섹터에서 가장 많이 발생할 수 밖에 없는 구조를 지니고 있음을 확인하였다. 이러한 이유들로 인해 각 지역별 특성에 맞는 블로킹 탐지방법이 요구됨을 알 수 있다.

한편 캄차카 블로킹이 발생했을 때, 지상온도 합성에 대해서는 4가지 인덱스 모두가 캄차카 지역을 부근으로 유의한 warm anomaly를 동일하게 보였다. 이

는 블로킹 고기압의 upstream에서 anomalous southerly에 의한 온도이류 때문이다. 또한 SKS index를 제외하고는 캄차카 지역을 중심으로 자리잡고 있는 climatological continental trough가 블로킹으로 인해 더 깊어지면서 한반도까지 내려와 동아시아 지역에 강한 cold anomaly를 보이게 했다. 이러한 continental trough의 강화는 동아시아 한파 발생과 매우 밀접한 관련이 있음이 선행연구들로부터 밝혀져 있고, 특히 zonal flow reversal을 가장 잘 detection 하는 MST index에서 가장 잘 잡히는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서 분석한 바와 같이 캄차카 지역의 블로킹을 가장 잘 탐지하는 지수는 large-scale reversal index임을 확인하였으며, 이는 동서류 역전 알고리즘계통에서 고/저기압 쌍극자 형태의 블로킹을 잘 탐지해 내기 때문이다. 또한 캄차카 지역에서 발생하는 블로킹은 대부분 이러한 패턴을 나타내기 때문임을 확인하였다. 본 연구를 통해 각 지역마다 블로킹의 서로 다른 특징을 반영한 연구가 중요하고 지역별 극한기상 연구에 있어 적절한 블로킹 지수 사용이 무엇보다 중요할 수 있음을 시사한다.

5. 참고문헌

- Barriopedro, D., R. Garcia-Herrera, and R.M. Trigo, 2010: Application of blocking diagnosis methods to general circulation models. Part I: A novel detection scheme. *Climate Dyn.*, 35,1373-1391
- Davini, P., C. Cagnazzo, S. Gualdi, and A. Navarra, 2012: Bidimensional diagnostics, variability, and trends of Northern Hemisphere blocking. *J. Climate*, 25, 6496-6509
- Dunn-Sigouin E, Son SW, and Lin H, 2013: Evaluation of Northern Hemisphere blocking climatology in the Global Environment Multiscale (GEM) model. *Mon Wea Rev* 141:707-727
- Masato, G., B.J. Hoskins, and T.J. Woollings, 2013: Wave-breaking characteristics of Northern Hemisphere winter blocking: A two-dimensional approach. *J. Climate*, 26, 4535-4549
- Sausen R, König W, Sielmann F, 1995: Analysis of blocking events observation and ECHAM model simulations. *Tellus* 47A:421-438