

PA14 부산지역 기단성 뇌우 발생일의 대기안정도지수특성

전병일

신라대학교 환경공학과

1. 서 론

뇌우형성의 요건으로서 일반적으로 대기가 불안정할 것, 대기 중 습기가 충분할 것, 강한 상승기류가 존재할 것 등을 들 수 있다. 대기의 불안정여부는 기온감률로서 진단할 수 있으며, 불안정한 상태에 있는 대기라야 상승기류가 발달하여 뇌우의 선행현상인 적운 및 적난운이 생성될 수 있다. 대기 중 습기는 수증기 응결시 잠열방출로 인한 상승속도의 증가효과를 나타낸다. 결국, 세 가지 뇌우형성요건은 상승기류의 존재 및 발달이 필요하다는 한가지로 집약할 수 있다.

가끔 상태곡선의 안정도나 불안정도는 안정도 지수라는 하나의 수치 형태로 간편하게 표현된다. 이러한 지수들은 특수한 예보기술이나 연구와 관련되어 주로 보조자료로서 사용된다. 대부분의 지수들은 두 개의 임의로 선택된 표면(혹은 고도), 즉 850hPa과 500hPa, 1000hPa과 700hPa 등과 같이 두 표면에서의 T , T_d , $(T-T_d)$, T_w , $(T-T_w)$ 등의 차의 형태를 가진다. 이러한 형태의 지수는 산출이 용이하다는 장점을 가지고 있고, 특정한 문제나 지역에 가장 적절한 층의 자유로운 선택 및 객관적 연구에 손쉽게 사용할 수 있는 수치의 형태를 가진다. 반면에 당면한 문제에 중요한 체감률 구조의 상세함은 지수가 조심스럽게 선택되고 여러 경우에 대한 통계적인 연구에 의해 평가되지 않는 한, 이들 지수는 둔화되거나 완전하게 놓쳐 버릴 수가 있다. 또한 이 지수들은 객관적이거나 주관적으로 다른 자료와 개괄적인 고려와 연결되었을 때만이 유용하게 사용될 수 있다.

본 연구에서는 부산지방의 기단성 뇌우 발생시 광주와 포항의 고층기상자료로부터 각종 안정도지수를 산출하여, 부산지방에서 적용될 수 있는 최적의 안정도 지수를 선정하고 안정도간의 관계를 규명한다. 또한 예보적중률을 비교·검토하여 최적의 안정도지수를 선택하는 데 목적이 있다.

2. 자료 및 방법

안정도지수는 미국 University of Wyoming 기상학과의 상층대기분석센터에서 제공하는 광주고층기상대($35^{\circ}11' N$, $126^{\circ}08' E$)와 포항고층기상대($36^{\circ}03' N$, $129^{\circ}03' E$)의 자료를 사용하였다. 광주는 부산으로부터 서쪽으로 약 200km 떨어져 있으며, 포항은 부산으로부터 북북동방향으로 약 100km정도 떨어져 있다. 광주는 포항에 비해 거리가 2배 정도로 멀지만, 기단이 서쪽에서 동쪽으로 이동하는 것을 감안한다면, 2~4시간 이후의 부산의 대기상태를 미리 알 수 있는 장점이 있다고 할 수 있다.

2.1. Showalter index

Showalter index는 850hPa의 상승응결고도에서 포화단열선을 따라 올라가 500hPa면과 만난 점의 온도를 500hPa의 실제온도에서 뺀 온도값이다. 즉 SI는 850hPa와 500hPa사이의 잠재불안정도를 측정하는 것으로, 850hPa면 하층에 습기가 없는 경우에 유용하게 사용될 수 있으며, 미국기상청, 미국공군기상대, 해군기상대에서 많이 사용된다. 또한 우리나라 기상청이나 공군기상대에서 주로 사용하는 안정도지수이다.

2.2. Lifted index

Lifted index는 공기괴가 지표면에서 포화단열선을 따라 올라가 500hPa면과 만난 점의 온도를 500hPa의 실제 온도에서 뺀 온도값이다. Lifted index는 Showalter index보다 약간 적은 경향이 있으나, 그 특성은 Showalter index의 경우에 준하여 사용된다. Lifted index는 지표와 500hPa사이의 잠재불안정도를 측정하는 것으로, Showalter index와 매우 비슷하나, 850hPa이하의 하층습기를 좀 더 고려한 것이다. Lifted index는 Showalter index의 변종으로 기단성이나 전선성 대류에 사용될 수 있다.

2.3. SWEAT(Severe Weather thrEAT) index

SWEAT index는 하나의 지수에 운동학적 및 열역학적 정보를 나타냄으로서 악기상을 평가하는 지수이다. 인자들은 하층대기(850hPa 노점온도), 불안정도(Total Totals index), 하층(850hPa) 및 중층(500hPa) 대기의 풍속, 온난한 공기 대류(850hPa와 500hPa의 veering) 등을 포함한다. K index와는 달리 SWEAT index는 보통의 기상 잠재력이 아닌 악기상 잠재력을 평가하는데 사용된다. 열적안정도, 하층대기수분함량, 연직속도쉬어, 수평풍속으로 안정도를 나타내는 것으로 미국 공군에서 사용되는 것이다.

2.4. K index

K index는 기단성 뇌우를 예보하는데 유용하도록 개발되었으며, 850hPa의 습기에 매우 의존적으로, 하층대기의 습윤량에 다른 연직기온감률을 이용하여 뇌우 잠재력을 측정하는 것이다. 뇌우 발달에 700hPa의 습윤공기를 고려한다는 점을 제외하면 Total Totals Index와 비슷하다.

2.5. Total Totals index(TT)

Total Totals index는 Vertical Totals(VT)과 Cross Totals(CT)로 구성되는데, VT는 850hPa와 500hPa사이의 정적안정도를, CT는 850hPa의 노점온도를 포함한다. 따라서 TT는 정적안정도와 850hPa 습기를 설명하고 있으나, Total Totals index는 하층 습기가 850hPa면 아래에 존재하는 상황에서는 사용하기 어렵다. 중요한 상층 역전이 존재한다면 대류는 높은 Total Totals index를 가지고 있을지라도 방해받을 수 있으며, 850hPa면에 매우 의존적이다. TT는 850hPa와 500hPa사이의 기온감률, 850hPa와 500hPa사이의 습윤량 그리고 850hPa에서의 습윤량을 고려하여 만든 지수이다.

3. 결과 및 고찰

뇌우 가능성을 예측하는 지수값을 보면, Showalter index는 4이하일 때, Lifted index는 2이하일 때, SWEAT index는 300이상, K index는 20이상 그리고 Total Totals index는 45이상일 때, 뇌우가 발생할 가능성이 있다고 할 수 있다. 따라서 Showalter index의 경우, 14일의 기단성 뇌우 발생일 중 광주에서는 9일, 포항에서는 10일이 예측되었고, Lifted index의 경우, 광주에서 8일, 포항에서 7일이었으며, SWEAT index의 경우, 광주에서는 없으며, 포항에서는 3일이었다. 또한 K index의 경우, 광주에서 10일, 포항에서 12일이었으며, Total Totals index의 경우, 광주에서 5일, 포항에서 6일이었다. 전반적으로 5월에 발생한 기단성 뇌우를 제외한다면 매우 유효한 예측율을 나타내고 있다고 할 수 있다. 가장 높은 예측율을 나타낸 지수는 K index라고 할 수 있으며, 가장 낮은 예측율을 나타낸 것은 SWEAT index라고 할 수 있다. 광주와 포항 모두 동일한 안정도지수에서 비슷한 예측율을 나타내어 지역적인 특성을 찾아보기가 어려웠다. 따라서 부산 지역에서 기단성 뇌우 예측은 가장 예측율이 높은 K index를 이용하면 많은 도움이 되리라고 판단된다.

4. 요약

뇌우 가능성을 예측할 수 있는 지수 값을 기준으로 볼 때, 가장 예측율이 높은 것은 K index이었고, 가장 낮은 예측율을 나타낸 것은 SWEAT index이었다. 대기 불안정도는 악기상 발달에서 귀중한 요소라고 할 수 있으며, 악기상의 안정도지수는 주어진 대류 기상 상황에 적절하게 사용되었을 때 유용한 도구이다. 그러나 경험적인 지수를 분석할 때는 매우 유의하여야 한다. 왜냐하면 그들은 모든 악기상 상황에 적용하지 못하기 때문이고, 항상 다른 인자와 결합하여 적용하여야 한다. 안정도지수는 단지 예보의 도구에 불과하다. 반드시 예보자는 단 한가지의 지수에 의존해서는 안된다.

참 고 문 헌

- 변희룡, 조석준, 우리나라 중부지방에서의 하계 뇌우 특성 및 예보법에 관하여, 한국기상학회지, 17(2), 28-34, 1981.
- 허복행, 김경익, 민경덕, 우리나라 중부지방에서 하계에 발생하는 기단성 뇌우의 종관 및 열역학적 특성, 한국기상학회지, 30(1), 49-63, 1994.
- Showalter, A. K., A stability index for thunderstorm forecasting. Bull. Amer. Meteor. Soc., 34, 250-252pp, 1953.