

## 수치모델 자료를 이용한 영동지방의 대설사례 특성 분석

김도완<sup>1,2\*</sup>, 정효상<sup>1,2</sup>, 류찬수<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 대학원 대기과학과,

<sup>2</sup>기후변화·환경연구소 (camcam08@nate.com)

### 요 약

영동지방은 서쪽으로는 태백산맥이 남북으로 위치해 있고 동쪽으로 동해와 인접해 있는 지리적인 위치로 전 계절에 걸쳐 지역 특성에 따른 국지적인 기상 현상이 많이 발생하고 있다. 특히, 대설은 영동지방의 기후 특징 중 대표적이라 할 수 있다. 대설 일수가 많고 강설량이 많은 영동지방의 강릉과 속초, 그리고 울릉도는 연 강수량에서 겨울철(12월~2월) 강수량이 각각 약 10%와 20% 이상을 차지하고 있는데 이는 우리나라 다른 지역의 5% 내외에 비하면 매우 높은 것이다. 이 지역의 강설 특징은 좁은 지리적 범위에 국한되어 나타나는 좁고 강한 강수역과 지역적으로 커다란 변화를 보이는 적설량과 강설 일수이다. 해안선으로부터 산맥의 분수계까지의 거리가 중요한 역할을 하고 있으며, 이러한 복잡한 지역에서의 강설의 발생과 강설량의 분포를 이해하기 위해서는 강설의 패턴을 분류하여 연구하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 cP 확장 시 영동지방의 강설 패턴을 하층 대류권의 바람장에 따라 산악 강설 패턴, 한기-해안 강설 패턴, 난기-해안 강설 패턴으로 분류하였다. 또한, 각 강설 패턴에 대한 종관적인 대기구조의 특성을 파악한 후 3차원 분석시스템을 이용하여, 2008년 12월 21일부터 22일까지 영동지방에 내린 대설을 한기-해안 강설 패턴으로 분류하고 분석하였다.

### 주요어

폭설, GDAPS, RDAPS, KWRP, 수치모델.

### 1. 서 론

겨울철 동해의 수온은 내륙에 위치한 영동지방보다 높고 고도가 높은 태백산맥이 동서로 가로 놓여 있다. 따라서 동풍이 불 때 태백산맥의 동쪽은 풍상측이 되어 대기의 수직상승작용을 일으키며 대기의 응결을 촉진시킨다. 또한 우리나라의 북서쪽에 위치한 시베리아에서 차고 건조한 대륙고기압이 연해주 방면으로 확장된다. 이 때 고기압이 원산만 부근까지 이동하면 고기압은 동해상의 수분을 공급받은 후 북동기류에 의해 태백산맥으로 흘러들고 태백산맥과 만나 상층으로 상승할 때 눈이 생성된다. 이 때 형성된 고압대는 지속성이 높아 영동지방에 긴 시간동안 영향을 주게 되어 대설을 초래한다. 본 연구는 지형적으로 복잡한 영동지역에서의 대설 현상을 국지적으로 이해하는데 있어 분해능이 수 십 km정도인 어려운 실정이다. 따라서 이러한 제약을 극복하기 위해 KLAPS, RDAPS, GDAPS 등의 분석시스템을 사용하여 수치모의를 실행하고, 그 결과를 분석함으로써 영동지역의 대설현상 예보에 도움이 되고자 한다.

### 2. 자료 및 분석 방법

본 연구에서는 영동지방 대설의 영향력이 큰 한기-해안 강설 패턴의 사례를 중심으로 분석하였다. 특히, 겨울철 대류권 상부 고도가 일반적으로 850 hPa까지 생성되므로 대기 하층권에서 상층권까지 온도 경도, 대기 하층의 풍향과 풍속, 동해와의 해기차 변화 등을 강설의 패턴

을 결정하는 중요한 변수로 보고 종관 일기도, 위성 영상, 레이더 영상, AWS 누적 강수량 자료, FAS 자료 등을 분석에 이용하였다.

### 3. 분석 결과 및 고찰

영동 산지 21일 05시부터 눈이 내렸고, 영동 해안지역은 21일 07~09시부터 비와 눈이 내렸다. 강수량과 적설량 역시 기상청의 예상과 달리 강수량은 속초 75.0 mm, 북강릉 66.0 mm, 동해 34.0 mm, 대관령 14.8 mm를 예상을 빗나갔으며, 적설량 역시 속초 62.6 cm, 북강릉 49 cm, 동해 24.3 cm, 대관령 19 cm 등 10여개의 관측지점이 12월중 일 최심신적설의 극값을 경신하며 기상청의 예상이 빗나갔다. 이를 보아 알 수 있듯이 2008년 12월 21일, 22일 이틀에 걸쳐 강원 속초를 비롯한 영동지방일대에 예년에 없던 폭설이 발생하였다(Fig. 1). 또한 Fig. 2의 48시간 누적 강수량 분포도에서 보듯이 강원 영동과 경북 동해안은 중심으로 강수량이 집중되었고, 특히, 강원 영동에 많은 강수가 집중되었다.

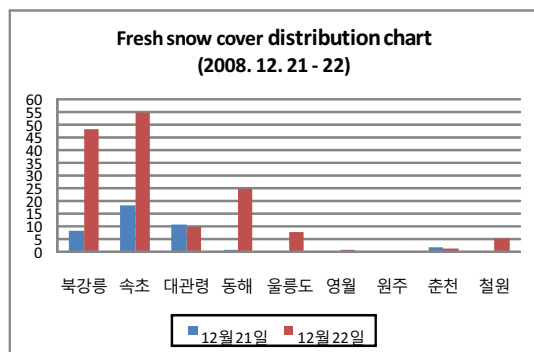


Fig. 1. Accumulated snow amounts for 24 hours at Youngdong districts.

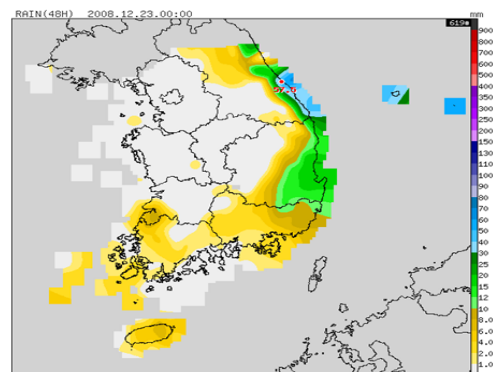


Fig. 2. 48 hour accumulated rainfall amounts on 23 Dec. 2008.

일기도 분석에서는 대기 상층에서는 화북지방이 Jet의 입구 왼쪽에 위치하여 상층 수렴역을 형성하고, 이에 대응하는 하층에서는 발산역을 나타낼 시스템을 갖추고 있었고, 한반도를 비롯한 동해상에서 하층 저기압이 발달할 시스템이 형성됨을 알 수 있었다. 대기 중층에서는 온도차가 매우 컸고, 포차가 4°C이하인 습수역이 존재하였다. 대기 하층에서는 화북지방에 고기압이 위치하고, 만주지방에 차가운 공기가 위치해있고, 한반도에 기압능이 깊어지고, 동해상으로 기압골이 깊어지는 형태를 보이며 동해상으로 저기압이 깊어지면서 북동기류를 발생하여 온도차가 매우 컸다. 위성영상분석은 주간 평균 해수면 온도가 대체적으로 19~26°C 차이를 나타냈다. 이는 해수면으로부터 높은 열과 많은 수분을 공급받았을 것이라 생각된다. 강수모의 결과를 비교해보면 고기압이 확장되면서 등압선이 동서로 형성되는 21일 00UTC경부터 강수 시작된 것으로 모의했고, 동해상 기압경도를 가장 강하게 모의한 21일 12UTC 영동지역에 강수를 모의하였다. 하층 바람과 습수 분석 결과 강수 시작 전에는 850hPa에서 서풍, 925hPa에서 북동풍으로 변화했지만, 시작된 시점에서는 북동풍, 끝나가는 시점에서는 북-북서풍을 나타냈다. 이는 해상에서는 종관 규모의 기압이 존재하여 북동계열의 바람에 대한 저지 효과로 인해 바람이 변화한 것을 알 수 있다. 연직 단면을 분석한 결과, 영동지역을 포함한 강원지방에 강수 현상은 있었으나, 태백산맥의 영향으로 상승류가 강하게 존재하였고, 그로 인해 많은 강수 현상이 발생한 것으로 보인다.

#### 4. 종합 및 결론

2008년 12월 21일부터 22일동안 영동지역 대설 사례를 수치 모의한 결과 관측된 강설량, 위성영상자료 그리고 모델별 강수 모의 자료, 대기하층의 수치예보 자료를 비교해 볼 때, 전반적으로 영동지역 대설의 특징들이 잘 나타났다. 이 사례의 경우, 수치 모의 결과를 바탕으로 첫째로 강수 시작한 시점의 대기 하층에서 기온선이 850hPa 에서는  $-8^{\circ}\text{C}$ , 925hPa 에서는  $-4^{\circ}\text{C}$  였고, 지상부터 850hPa의 풍계가 북동풍이었다. 이는 차가운 공기가 태백산맥에 막혀 한기가 축적되고 강한 온도 경도와 지속적인 한기이류가 존재하였고, 대기가 안정되면서 기단변질로 인해 강수 물질들이 산맥을 넘지 못했다. 둘째, 해수면과 850hPa 온도차가  $25^{\circ}\text{C}$  내외였으며, 700hPa 이하에서 습수역, 850hPa 이하 수렴역이 존재하였는데, 이는 해상에서는 종관 규모의 기압이 존재하여 북동계열의 바람에 대한 저지 효과로 인해 영동 지역의 해안을 따라 수증기의 수렴과 강설량을 증가시킨 것으로 분석된다. 분석 결과를 통해 시베리아 고기압이 연해주 쪽으로 확장되면서 동해를 지나 따뜻한 해수면으로부터 높은 열과 많은 수분을 공급받은 북동풍의 하층 기류가 영동지역의 영향을 받아 발생하는 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- 기상청, 2006; 국지기상예측기술개발(II)/강원지방 폭설예측기술개발. 기상청 연구보고서 (2002M-001-02), 51-205.
- 류찬수, 원효성, 이순환, 2005; 호남지방 고층관측자료 동화가 수치기상예보에 미치는 영향에 관한 연구. 한국지구과학회지, 26(1), 66-77.
- 이재규, 1999; 대관령과 강릉지역의 강설량 차이를 일으키는 종관 구조 : 사례 연구. 한국기상학회지, 35(3), 319-334.
- 정광범, 김지언, 권태영, 2004; 영동지역 겨울철 강수와 하층 바람과의 특성. 한국기상학회지, 40(4), 369-380.