

시베리아 고기압 확장시 호남 지방의 강설 분포

- 노령 산맥 서사면 지역을 중심으로 -

이승호* · 천재호**

The Distribution of Snowfall by Siberian High in the *Honam* Region

- Emphasized on the Westward Region of the *Noryung* mountain ranges -

Lee, Seungho* and Jae-Ho Chun**

요약 : 본 연구에서는 시베리아 고기압의 확장시 호남 지방의 강설 분포와 강설 패턴의 지역성을 파악하기 위해 호남 지방의 15개 기상관측지점의 일강설량 및 구름 자료를 분석하였다. 호남 지방의 강설은 시베리아 고기압에 의한 것이 대부분으로 북서 계절풍에 직접적으로 노출된 서해안과 노령 산맥의 서사면은 강설이 많고, 노령 산맥의 풍하측인 남해안으로 갈수록 적어진다. 특히, 노령 산맥의 서사면 지역에서는 지형적 특색에 따라 강설 분포의 패턴이 다양하여, 해안에 위치한 군산은 강설이 많고 내륙 평야에서 강설이 감소하는 경향을 보인다. 한편 내륙으로 기류가 이동하여 산지를 만나면 강제 상승하게 되어 다시 강설이 증가한다. 일반적으로 적운형 구름의 출현 빈도가 높은 지역에서 강설이 많은데, 적운형 구름은 내륙 산지, 해안, 그리고 내륙 평야 순이며, 강설 강도 또한 내륙 산지, 해안, 내륙 평야 순으로 강하다. 특히, 정읍의 경우 배후에 노령 산맥이 가까이 있고 북서 계절풍에 대해 정면으로 노출되어 강설 강도가 가장 강하게 나타난다. 따라서, 호남 지방의 강설은 해안 지역에서의 바다 효과에 의한 강설과 내륙 산간 지역에서의 지형 효과에 의한 강설로 구분할 수 있다.

주요어 : 시베리아 고기압, 강설 분포, 적운형 구름, 강설 강도, 강설 패턴, 바다 효과, 지형 효과, 해안 지역, 내륙 산간 지역

Abstract : This study aims to understand the patterns of spatial distribution of snowfall by Siberian High in the *Honam* region in Korea. In the *Honam* region, Siberian High induces snowfall dominantly. There is a huge amount of snowfall in the westward of the *Noryung* mountain ranges to the West coast in the *Honam* region affected by northwesterly wind directly from the Siberian High. The westward of the *Noryung* mountain ranges such as a heavy snowfall region has a various pattern of distribution of snowfall due to topography. The coast region has a large amount of snowfall by sea effect. And, snowfall amount is decreased from the coast to the inland plain. However, in front of mountain, snowfall is increase by reason of a forced ascending air to the mountain. In general the region where frequently appear a cumuliform cloud has a large amount of snowfall. A cumuliform cloud is frequent in the mountainous region in inland, the coast, and the inland plain in order. Snowfall is intense in the coast and the mountainous region, and weak in the inland plain. In the mountainous region, a cumuliform cloud induced by a forced ascending air by reason of topography generates snowfall mostly. This fact is the main difference with snowfall in the mountainous region and the coast region. In the result, in the *Honam* region, snowfall distribution and snowfall pattern are various, according to geographical climate factor such as sea and topography. The heavy snowfall region in the *Honam* region is divided into the coast region affected by sea effect and the mountainous region affected by topography effect.

Key Words : Siberian High, spatial distribution of snowfall, cumuliform cloud, snowfall intense, snowfall pattern, sea effect snow, topography effect snow, coast region, mountainous region

* 건국대학교 지리학과 부교수(Associate Professor, Department of Geography, Konkuk University), leesh@kkucc.ac.kr

** 건국대학교 지리학과 석사(M. Sc., Department of Geography, Konkuk University)

1. 서론

우리나라의 겨울철은 주로 시베리아 기단의 영향을 받아 연중 강수량이 가장 적다. 그러나 울릉도와 한라산의 북사면과 호남 및 영동 지방은 강설로 인해 다른 지역보다 비교적 겨울철 강수량이 많은 편이다. 이와 같이 눈이 많은 지역에서는 대설로 인해 재산상의 손실을 입는 반면에, 겨울철 가뭄의 피해가 덜하다.

대설은 사회 전반에 걸쳐 포괄적으로 피해를 입히므로 외국에서도 일찍부터 그에 대한 연구가 행해졌다. 대륙성 한대 기단의 창출시 발생하는 폭설은 일반적으로 강한 바람을 함께 수반하여 그 피해가 크므로 이에 대한 연구가 중요하게 다루어졌다. 미국의 경우 오대호 연안 지역을 중심으로 대륙성 한대 고기압이 확장할 때 찬 기류가 상대적으로 따뜻한 호수 위를 지나면서 폭설 현상이 발생하여 매년 이 지역에 피해를 준다(Braham, 1996). 이를 '호수 효과 폭설(lake effect snowstorm)'이라고 하여 폭설의 발생 조건이나 시기별·지역별 분포 등에 관한 연구가 이루어졌다(Norton and Bolsenga, 1993; Leathers and Ellis, 1996). 일본의 경우 대륙성 한대 고기압인 시베리아 고기압의 창출시에 동해 연안을 중심으로 폭설이 집중한다(Yoshino, 1975; 黒坂裕之, 1978; Tachibana, 1995).

호남 지방은 일찍부터 대표적인 강설 지역으로 주목받았다(이병설, 1979; 최진식, 1990a; 전종갑 외, 1994). 노령 산맥 서사면의 호남 지방은 시베리아 고기압이 우리나라로 확장할 경우 강설 현상이 빈번하다. 그럼에도 불구하고 호남 지방을 대상으로 한 연구는 다른 대설 지역에 비해 상대적으로 적었다. 또한 호남 지방의 대설에 대한 연구에서도 강설 발생시의 종관적 특성에 관한 연구(최진식, 1990b; 김기분, 1993; 허진석, 1994; 박병익·윤석은, 1997; 정영근, 1999)가 대부분을 차지하여 호남 지방의 강설 분포에 대한 연구는 거의 없다.

시베리아 고기압이 확장할 때 호남 지방은 지역에 따라 대설도 빈번하여 그로 인한 피해가 크다¹⁾. 또한 대설로 인한 피해 규모는 1990년대 이후 도시화·산업화에 따라 농축산 및 각종 산업 시설물의 증가 추세와 더불어 급속도로 늘고 있는 경향을 보이고 있다(조선일보, 2001년 1월 19일자). 그

러므로 기후학적으로 뿐만 아니라 사회·경제적으로도 호남 지방의 강설에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 시베리아 고기압의 확장시 호남 지방의 강설 분포를 파악하고, 강설 분포에 차이를 야기하는 기후 인자를 고려하여 호남 지방의 지역별 강설 패턴의 특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 자료 및 방법

본 연구의 분석 기간은 1974~2000년의 최근 27년 간이다²⁾. 분석에 사용한 주요 자료는 기상청의 일기도와 각 기상 관측소의 일별 강설량과 구름 자료이다. 또한 군산레이더관측소의 레이더 영상, 광주 상층 풍속 자료와 군산 및 목포 연안의 월 평균 해수면 온도 자료 등을 이용하였다. 분석 지점은 호남 지방에 있는 15개의 기상관측소이다. 다만 이리 관측소의 경우 1987년 12월 31일부로 폐쇄되었으므로 1974~1987년(14년 간)의 자료를 사용하였다(그림 1).

레이더 영상은 2000년 1월 19일을 사례로 하여 강설이 집중되었던 시간대의 군산레이더관측소의 레이더 영상을 사용하였으며, 광주의 상층 풍속 자

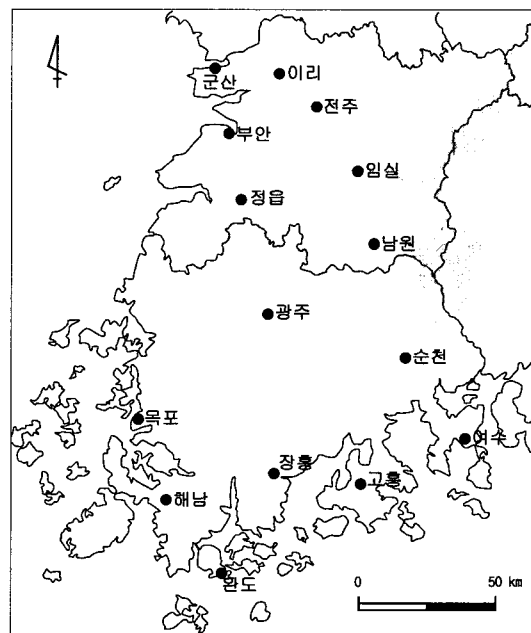


그림 1. 연구지역 및 기상관측소의 위치

표 1. 호남 지방 강설일의 한반도 주변 기압 배치 유형

유형	기압 배치 특성
시베리아 고기압형	시베리아 고기압이 한반도로 확장하는 경우
이동성 고기압형	한반도의 기상이 이동성 고기압의 영향을 받고 있는 경우
저기압형	한반도의 기상이 저기압의 영향을 받고 있는 경우

료는 850hPa 고도면 자료를 이용하였다. 군산 및 목포 연안의 월평균 해수면 온도는 국립수산진흥원에서 제공한 1986~1995년의 10년 평균 자료를 이용하였다.

강설일의 기압 배치 유형을 기상청의 9시·21시의 지상 일기도와 공군 제 73기상전대에서 발행한 항공기상연감의 일별 기상 자료를 분석하여 시베리아 고기압형, 이동성 고기압형, 저기압형의 3가지 유형으로 분류하였다(이승호, 1995). 시베리아 고기압형은 이른바 서고동저형 기압배치인 경우로서 중국 화북 지방이나 몽고에 고기압의 중심이 위치하고, 한반도의 동쪽 해상에 저기압이 발달할 경우이다. 이동성 고기압형은 시베리아 고기압에서 분리된 고기압이 동진하여 우리나라 부근에 위치해 있으면서 호남 지방에 영향을 미치고 있는 경우이며, 저기압형은 우리나라의 날씨가 저기압의 영향을 받고 있을 때이다. 한랭전선, 온난전선, 그리고 기압골에 의한 강설은 저기압형의 경우와 구분하기 곤란하므로 저기압형에 포함하였다(표 1).

호남 지방의 강설 분포를 파악하기 위해 강설일수와 강설량을 관측 지점별로 연평균을 구하여 지도화 하였다. 강설 분포도는 대전, 보령, 부여, 금산, 추풍령, 거창, 산청 등 호남 지방 인근에 있는 기상관측소의 강설 자료를 외삽하여 작성하였다. 아울러 노령 산맥 서사면 지역의 강설 분포를 도표화하였다.

지역별 강설 패턴의 특성을 파악하기 위하여 기상 관측소별 구름 자료와 강설 자료를 분석하였다. 이를 위해 강설시 하층운의 운형을 층운형과 적운형으로 구분하여 각 지점별로 출현 빈도를 파악하였다. 또한, 강설시 구름의 분포와 지역별 발달 정도를 분석하기 위해 레이더 영상을 통해 구름의 수평·수직 구조를 살펴보았다. 아울러 지점별로 광주 지점의 850hPa 고도면의 상층 풍속별 강설량과 강설 강도³⁾를 구하여 강설 패턴의 지역적 특성을 구분하고자 하였다.

3. 강설의 지역 분포

1) 강설일수의 지역 분포

호남 지방의 연평균 강설일의 분포는 노령 산맥을 기준으로 하여 서해안의 군산과 노령 산맥의 서사면에 위치하는 임실·정읍은 강설일의 빈도가 지역 평균에 비해 많은 편에 속하며, 풍하측인 남해안으로 갈수록 적어진다. 즉, 호남 지방의 강설 분포는 지역별로 매우 다양하여, 임실은 연강설일이 23.5일이나 되는 반면에 남해안에 접하고 있는 여수는 2.8일에 불과하다(그림 2).

노령 산맥 서사면의 군산과 정읍은 전체 강설일 중 74.3%와 75.6%가 시베리아 고기압이 확장할 때 발생하였다. 즉, 이 지역의 강설 중 많은 부분은 시베리아 고기압의 확장에 의한 것이다(표 2). 울릉도를 제외한 대부분의 지역이 시베리아 고기압 확

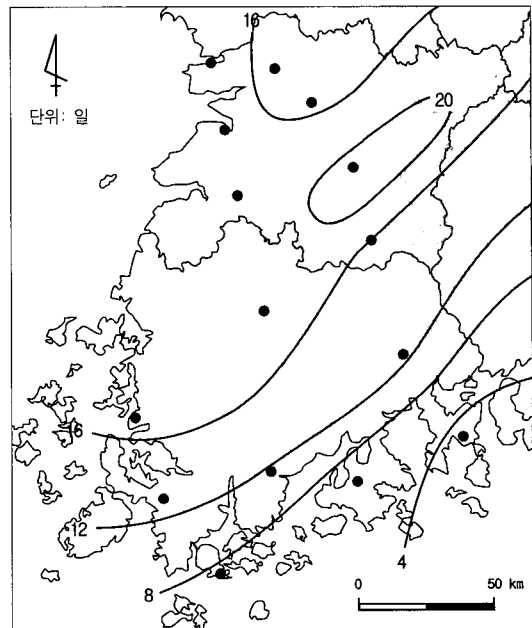


그림 2. 호남 지방의 강설일수 분포

표 2. 시베리아 고기압에 의한 노령산맥 서사면 지역의 연평균 강설일 비율

지 점	전체 강설일	시베리아 고기압형 강설일	시베리아 고기압형 강설일의 비율(%)
군산	18.6	13.8	74.3
정읍	19.1	14.5	75.6

장시의 강설 빈도가 높지 않은 것(이병설, 1979; 박병익·윤석은, 1997)에 비추어 볼 때, 이 점은 이 지역의 강설을 이해하는데 중요하다.

시베리아 고기압에 의한 강설일의 분포는 연평균 강설일과 매우 유사하게 부안, 정읍, 광주, 목포 등의 서해안 지역이 연평균 14일 이상으로 많다(그림 3). 정읍의 경우 서해와의 거리도 가깝고, 배후에 내장산(763.2m)을 비롯한 노령 산맥이 자리하고 있어 강설이 가장 빈번하다. 전라남도 영광과 전라북도 고창의 경우도 관측소가 없어 확인하기는 어렵지만, 각각 노령 산맥 말단의 불갑산(515.9m)과 방장산(733.6m)의 풍상측에 위치하고 있어 눈이 빈번하게 내릴 것으로 생각되며, 이는 현지 주민들의 증언에 의해서도 확인된다⁴⁾.

목포는 시베리아 고기압형의 강설일이 연평균 14.1일로 정읍 다음으로 빈번하다. 기존 연구들(박순웅·정창희, 1984; 최진식, 1990b)에서는 목포가 군산에 비해 취주 거리가 더 길어 강설이 빈번하다고 언급하였다. 그러나, 실제로는 목포 연안의 1월(1986~1995년) 평균 해수온이 6.1°C로 군산 연안의 2.8°C보다 높아, 상층의 850hPa 고도와 해수와의 온도차가 군산보다 크다. 그러므로 해수와 상층

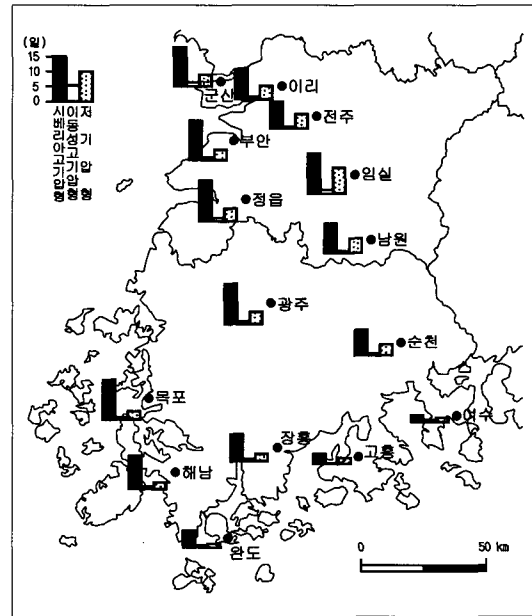


그림 3. 기압 배치 유형별 강설일수 분포

대기간의 온도차로 인한 강설이 빈번해 목포를 비롯한 호남 지방의 서남부 말단에 시베리아 고기압에 의한 강설이 자주 나타난다.

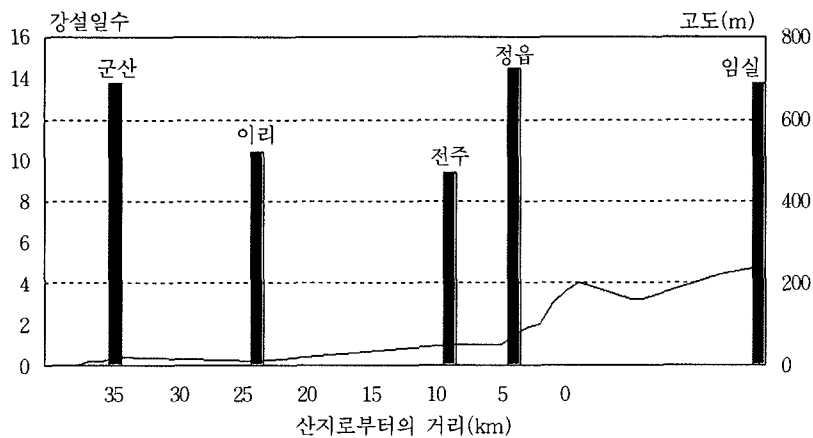


그림 4. 시베리아 고기압 확장시 북서-남동 방향의 산지로부터 거리와 강설일수의 변화

시베리아 고기압 확장시의 강설일수는 남해안으로 갈수록 급격히 줄어들어 여수의 경우 연평균 1.8일에 불과하다. 이처럼 남해안으로 갈수록 강설일이 급격히 주는 것은 남해안이 노령 산맥뿐만 아니라 남해안과 나란한 해안 산지의 풍하측에 위치하고 있기 때문이다. 또한 남쪽으로 갈수록 기온이 높다는 것과 해안 지역의 경우 해양의 영향으로 내륙보다 따뜻하다는 것도 남해안의 강설일이 적은 이유라고 생각한다.

다설 지역인 노령 산맥 서사면의 김제·만경 평야와 그 인근의 내륙 산간 지역에서는 연평균 강설일수가 해안에서 내륙으로 갈수록 감소하다가 다시 산간 지역에 이르면 증가하는 경향이 있다(그림 4). 해안의 군산에서는 연평균 강설일수가 13.8일이나 이리와 전주에서는 각각 10.4일과 9.4일로 감소하고 있다⁵⁾. 한편, 내륙의 평야로부터 산지로 접근함에 따라 다시 강설일수는 증가하는 경향을 보여 정읍은 연평균 강설일수가 14.5일에 달한다.

이동성 고기압의 영향을 받을 때의 강설일은 연평균 1.0일 미만으로 발생 빈도가 낮다. 이동성 고기압이 우리나라 부근에 위치하여 영향을 줄 때는 비교적 포근한 날씨를 보여 강설의 빈도와 양이 절대적으로 적다.

저기압형 강설일은 연평균 0.9~8.7일로 지역별 차이가 크다. 임실은 연평균 8.7일이 저기압에 의한 강설로 이 유형에 의한 강설이 빈번하다. 임실(246.9m)은 고도가 높은 내륙 산지에 위치해 있어 저기압 통과시 평지에서 비가 내릴 때도 눈이 내릴 경우가 많기 때문이다.

2) 강설량의 지역 분포

호남 지방의 강설량 분포는 강설일수의 분포와 유사하다. 즉, 노령 산맥 서사면의 정읍이 82.1cm로 가장 많고, 남해안으로 갈수록 급격히 감소하는 경향을 보여 여수의 경우 4.3cm에 불과하다(그림 5). 이는 호남 지방의 강설이 시베리아 고기압에 의한 것이 대부분이기 때문이다. 즉, 시베리아 고기압은 열적인 원인에 의해 형성된 것으로 발원지를 떠나 남쪽으로 진출하면 저위도의 상대적으로 따뜻한 하층 대기의 성질이 반영되어 상층 대기의 한랭 건조한 성질이 변질된다. 그러므로 남해안에서는 시베리아 고기압에 의한 강설이 거의 없어 강설량

이 급격히 감소한다.

시베리아 고기압 확장시의 연평균 강설량은 노령 산맥의 풍상측인 서해안 지역에서 많다. 정읍과 부안은 50cm 이상으로 연평균 강설량이 많은 지역이다(그림 6). 시베리아 고기압형 강설은 지역별로

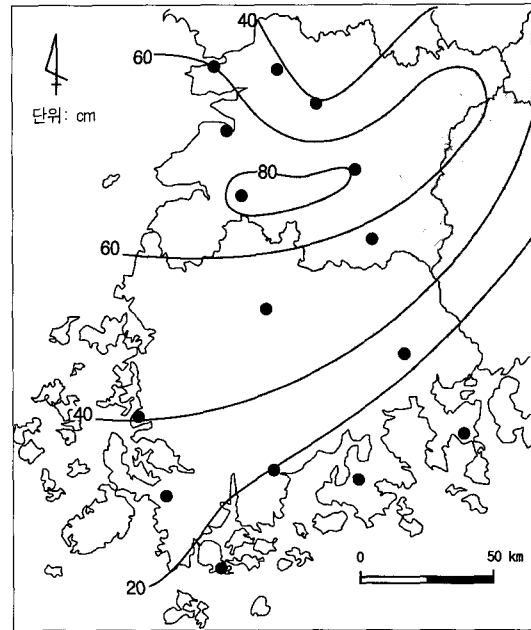


그림 5. 호남 지방의 강설량 분포

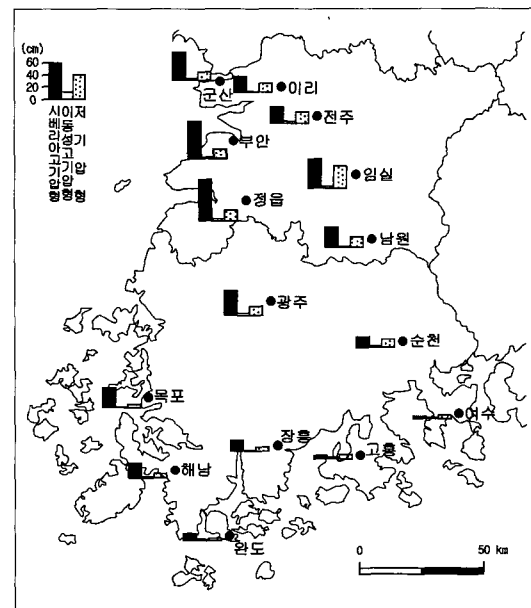


그림 6. 기압 배치 유형별 강설량 분포

그 차이가 커 노령 산맥 서사면에서는 강설량이 많고, 남해안으로 갈수록 적다. 이동성 고기압형에 의한 강설은 호남 지방 전체 평균 0.4cm로 그 양이 극히 미미하다.

목포의 경우 시베리아 고기압형에 의한 강설일수는 14.1일로 빈번하나 강설량은 33.7cm에 불과하다. 이처럼 목포가 시베리아 고기압에 의한 강설일이 많음에도 불구하고 연평균 강설량이 비교적 적은 것은 주변에 공기를 강제 상승시킬 만한 높은 지형이 없고, 지리적으로도 남쪽에 치우쳐 있기 때문이다.

시베리아 고기압의 확장시 노령 산맥 서사면의 김제·만경 평야와 그 주변 지역에서의 연평균 강설량의 분포도 연평균 강설일수와 비슷하다. 즉, 해안의 군산(43.3cm)과 산지 전면의 정읍(65.4cm)에서 많고, 그 사이의 이리(26.4cm), 전주(23.8cm)에서 적은 편이다. 즉, 이 지역의 강설 분포는 바다에 인접한 해안 지역에서 많다가 해안으로부터 거리가 멀어짐에 따라 감소하고, 다시 고도가 높은 내륙 산간 지역에서 대기의 강제 상승으로 인해 대류운이 발달하여 강설이 증가하는 경향을 보인다(그림 7).

한편, 저기압형에 의한 강설량은 임실의 33.2cm에서부터 완도의 2.0cm까지 다양하며, 내륙의 산간 지역과 남해안 지역에서 상대적으로 그 비율이 높다. 여수와 고흥 등의 남해안 지역에서는 이 유형

의 절대적인 강설량은 적으나 그 비율은 상대적으로 높다. 이는 시베리아 고기압형 강설 현상은 노령 산맥과 남해안의 해안 산지를 넘어 옴에 따라 그 빈도가 감소하므로 저기압형에 의한 강설 비율이 상대적으로 증가하기 때문이다. 또한 임실과 같은 내륙 산간 지역에서는 저기압에 의한 강설량의 비율이 강설일의 그것에 비해 평균 약 10% 이상 높다. 이는 시베리아 고기압의 확장 때보다 저기압의 통과시에 많은 눈이 내리는 경우가 많음을 시사한다(박병익·윤석은, 1997).

4. 강설시 구름 분포의 특성

1) 강설시 하층운의 출현 특성

시베리아 고기압의 확장시 노령 산맥 서사면 지역의 김제·만경 평야와 그 주변의 내륙 산간 지역에서의 강설 분포의 특성을 파악하기 위해 각 지점별 하층운의 출현 빈도의 백분율을 구하였다(표 3). 시베리아 고기압 확장시의 강설 현상은 주로 난층운과 층적운의 층운형 구름과 적운 및 적란운의 적운형 구름에 의해 발생하므로 이를 구분하였다. 일반적으로 적운형 구름의 출현 빈도가 높은 지역에서 대류에 의한 강설이 많으므로 이를 통해 지역별 강설 패턴의 특성을 알 수 있다. 중층운과 상층운에서는 강수 현상이 나타나는 경우가

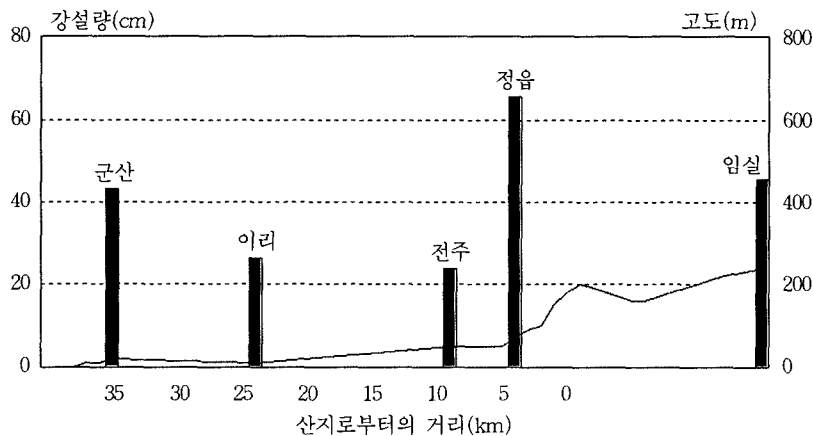


그림 7. 시베리아 고기압 확장시 북서-남동 방향의 산지로부터 거리와 강설량의 변화 (해발 200m를 산지라고 하였으며, 그림의 음영은 지형의 대략적 단면을 나타낸다.)

표 3. 강설시 지점별 하층운의 출현 빈도 백분율(%)

지 점	운 형		층운형			적운형			합계
	난층운	층적운	합계	적운	적란운	합계			
군산	13.6	60.6	74.2	19.1	6.7	25.8	100		
이리	18.2	73.9	92.1	7.9	0	7.9	100		
전주	16.3	62.7	79.0	15.9	5.1	21.0	100		
정읍	27.7	46.8	74.5	23.2	2.3	25.5	100		
임실	15.3	56.3	71.6	22.0	6.4	28.4	100		

드물기 때문에 고려하지 않았다.

연구 지역의 모든 지점에서 강설시 층적운의 출현 빈도가 높다. 군산과 정읍, 임실에서는 층적운 다음으로 적운의 출현 빈도가 높다. 그러나 이리와 전주는 난층운과 층운이 상대적으로 많다. 특히 내륙 산간 지역의 임실은 적운형 구름이 28.4%로 연구 지역 중 적운형 구름의 출현 빈도가 가장 높다. 이는 공기가 북서쪽에서 남동 방향으로 이동하면서 지형에 의한 강제 상승으로 적운형 구름이 발달하기 때문으로 생각한다.

서해에서 발생하는 대류는 상층의 찬공기가 상대적으로 따뜻한 해수면 위를 지나면서 찬공기와 해수면 사이의 온도차로 인해 대기의 하층이 불안정해짐에 따라 발생하는 것이다. 이로 인해 생성된 구름은 주로 층운형으로서 그 구름대가 풍향에 거의 평행한 구름 줄기(cloud street) 형태로 나타난다.

다. 바다 효과에 의한 이러한 대류는 수평 규모와 대류 깊이가 작아 여름철 호우 발생시의 구름대와 달리 독자적인 발달 구조를 갖지 못하며 상승 운동에 직접적인 영향을 미치는 중관 규모의 강제력도 없다(허진석, 1994). 그러므로 이 구름은 육지에 상륙해서는 대류를 발생시키거나 유지할 수 있는 기구가 없으므로 감소된다. 그러나 내륙의 산지로 이동하면 지형을 만나 강제 상승하여 이 구름은 적운형의 구름으로 성장하여 정읍과 임실에서 그 비율이 25.5%와 28.4%로 증가한다.

2) 레이더 영상 자료 분석

강설시의 구름 분포는 레이더 영상 자료를 이용하여 보다 구체적으로 파악할 수 있다. 이를 위해 시베리아 고기압의 영향으로 호남 지방에 강설 현상이 있었던 2000년 1월 19일을 사례로(그림 8), 사

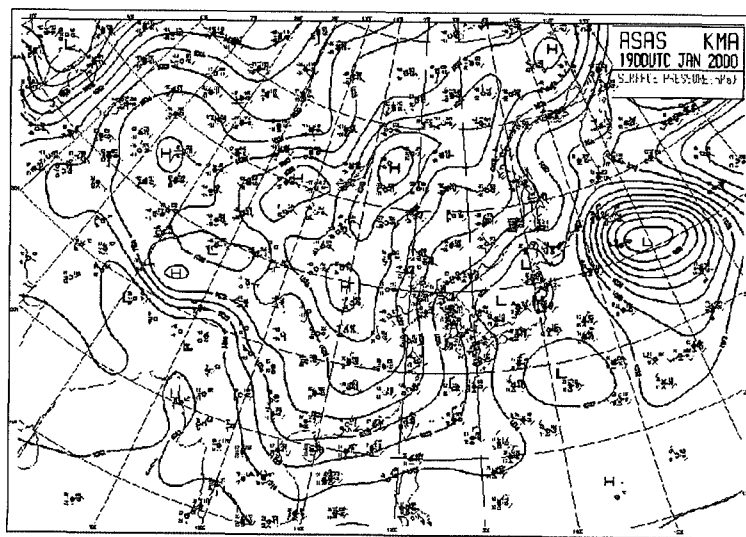


그림 8. 시베리아 고기압형의 일기도(2000년 1월 19일 9시)

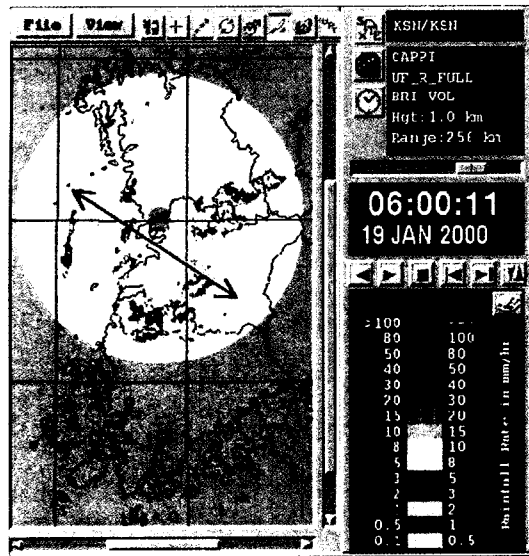


그림 9. 강설 사례일의 레이더 CAPPI 영상

레이에 가장 강설이 집중된 시간대의 군산레이더 관측소의 레이더 영상을 사용하였다. 그림 9는 사례일에 대한 레이더의 CAPPI(Constant Altitude Plan Position Indicator)⁶⁾ 영상을, 그림 10은 상층의 주풍 방향인 북서-남동 방향으로 관측한 레이더의 RHI(Range Height Indicator)⁷⁾ 영상으로 강설시 구름의 연직 단면을 보여주고 있다.

사례일의 레이더 CAPPI 영상을 살펴보면 해양에서 생성된 구름이 해안을 따라 분포하면서 군산에 강설이 있었다. 한편 이 구름은 내륙으로 들어감에 따라 소산되어지고 다시 내륙 평야에서 산지로의 점이 구역으로 들어감에 따라 다시 발달하여 정읍·임실 등지에 강설이 발생하였다.

강설시 구름의 연직 단면을 레이더 RHI 영상을 통해 살펴보면 운정이 약 2km인 층운형의 구름대가 해상에 존재하며, 내륙에서는 지형에 의한 강제 상승으로 발달한 구름이 약 2~3km 고도까지 발달하고 있다. 허진석(1994)에 따르면 북서 계절풍의 확장에 의한 강설시 레이더 자료 분석 결과, 강설 운의 운정이 약 4.0~6.4km이며, 북서쪽에서부터 서해안으로 해양에서 발생한 구름이 유입하면서 강설이 발생한다고 하였다. 실제로 사례일의 강설량을 보면, 군산은 5.3cm, 정읍과 임실은 각각 8.2cm, 14.2cm로 대설⁸⁾이 있었으나 전주는 4.1cm 정도로 상대적으로 적었다.

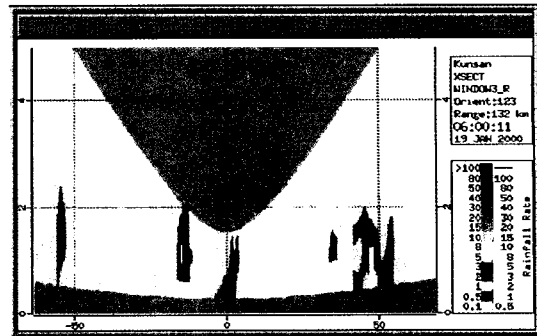


그림 10. 강설 사례일의 레이더 RHI 영상

5. 토의 및 고찰

북서계절풍이 불 때 서해상에 발달하는 대류운은 대개 층상으로 발달하지만 해양과 상층 대기의 온도 차이가 크면 열적 대류 작용이 활발하기 때문에 적운형 구름으로 발달하게 된다. 이 구름을 롤(roll)상 대류에 의한 섬유상 구름이라고 하여 우리나라 인근의 서해·동해 해상, 오대호 연안, 플로리다 반도 부근의 멕시코만의 해상에서 그 예를 찾아볼 수 있다(小倉義光, 1984). 군산과 같은 해안 지역의 강설 현상은 이처럼 해양의 영향으로 인해 상층의 찬공기와 해수면 위의 따뜻한 공기간에 발생하는 열대류운에서 나타나는 것으로 이를 바다 효과에 의한 강설이라고 할 수 있다.

시베리아 고기압의 확장시 북서-남동 방향의 산지로부터 거리에 따른 연평균 강설량과 강설시 구름의 출현 분포를 통해서 강설과 구름 발생에 미치는 지형의 영향을 알 수 있다(그림 11). 연평균 강설량은 적운형 구름의 출현 빈도가 높은 곳에서 많다. 또한 이리, 전주와 같은 내륙 평야에서는 해양에서 발생한 구름을 유지하거나 강화시킬만한 기구가 없어 적운형 구름의 출현 빈도가 감소하며, 아울러 연평균 강설량도 감소하는 경향을 보인다. 한편 내륙 산간 지역에서 다시 지형의 영향으로 인해 역학 대류 작용이 활발해지면서 상승 기류가 강화되면 적운형 구름의 발생 빈도가 증가하며, 아울러 강설량도 증가하는 경향을 보인다.

이처럼 해안과 내륙 산지간의 강설이 대류운에 의한 것임에도 불구하고 두 지역의 강설 자료를 살펴보면 강설 패턴에 있어서 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 지점별로 강설일에 대해 광주 지점의

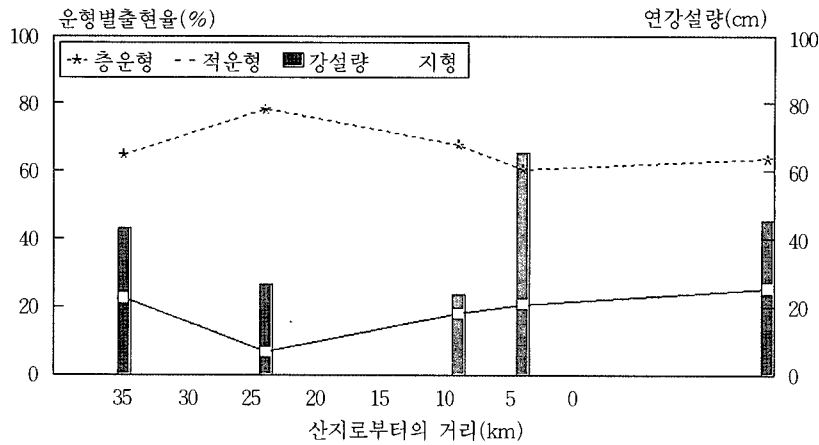


그림 11. 시베리아 고기압 확장시 북서-남동 방향의 산지로부터의 거리에 따른 연평균 강설량과 운형 분포 (그림의 음영은 지형의 대략적 단면을 나타낸다.)

표 4. 지점별 강설일의 상층 풍속에 따른 평균 강설량(cm)

지 점	풍속(m/sec)	6~10	11~15	16~20	21~25	26 이상
군 산		0.7	3.0	3.3	4.0	7.7
이 리		0.8	2.2	2.3	2.8	-
전 주		2.6	1.8	2.9	3.5	7.5
정 읍		2.0	3.7	5.3	5.7	16.1
임 실		2.3	2.7	3.8	5.9	10.9

850hPa 고도면의 상층 평균 풍속에 따른 강설량을 보면 15m/sec 이하로 풍속이 상대적으로 약할 때는 두 지역간의 강설량의 차가 적으나 풍속이 강할수록 그 차이가 크다. 즉, 21~25m/sec 이상의 강한 바람이 불 때 정읍과 임실의 평균 강설량은 각각 5.7cm, 5.9cm로 대설이 발생하였으나 군산은 4.0cm로 상대적으로 강설량이 적었다(표 4). 물론 군산의 경우에도 상층 풍속이 증가할수록 강설량이 많아지고 있다. 상층의 풍속이 강하다는 것은 기압경도력이 크다는 것이며, 이는 시베리아 고기압의 세력이 강함을 의미한다. 그러므로 시베리아 고기압의 세력이 강할수록 강설량은 증가한다고 할 수 있다.

그러나, 내륙 산간 지역에서 상층의 풍속이 강할수록 강설량이 증가하는 것은 이와 더불어 지형에 의한 상승 기류가 커져 대류 작용이 활발하기 때문이다. 바람이 강하다는 것은 대기가 상당히 불안정하다는 의미이며, 실제로도 겨울철에 우리나라의

내륙에서는 전북 내륙의 산간 지역에서 낙뢰의 발생이 가장 빈번하다고 보고되고 있다(기상청, 1999). 이처럼 내륙 산간 지역에서는 지형의 영향으로 공기가 강제 상승함으로써 적운형의 구름이 활발하게 발생하고 있으며 이로 인한 강설량도 많다.

호남 지방에서의 지점별 강설 강도를 보면, 해안의 군산이 내륙의 이리·전주에 비해 강하다. 한편, 정읍의 경우 노령 산맥의 풍상측에서 북서계절풍이 정면으로 노출된 곳에 위치해 있으면서 산지와 가까워 지형에 의한 강제 상승이 유발되기 쉬운 환경이어서 강설 강도가 더욱 강하다(표 5). 강설 강도가 강하다는 것은 대류운인 적운형 구름에서 강설 현상이 유발되고 있음을 시사한다. 그러므로 배후에 산지가 있어 경사가 급해지기 시작하는 정읍에서 강설 강도가 강하다는 것은 지속적인 대기의 강제 상승 효과로 적운형 구름이 꾸준히 생성·발달하고 있음을 의미한다. 이와 같이 탁월풍에 대해 풍상측에 위치해 있어 지형 효과에 의

표 5. 지점별 강설 강도(cm)

지 점	강설 강도
군 산	3.1
이 리	2.6
전 주	2.5
정 읍	4.5
임 실	3.3

한 강설량이 증가하는 현상은 영동 지방을 대상으로 한 연구에서도 밝혀진 바 있다(이훈 · 이태영, 1994; 이재규, 1999).

일반적으로 호남 지방의 대설은 하나의 기구에 의한 것으로 알려져 있으나, 바다 효과에 의한 해안의 눈과 내륙 산간에서 강제 상승에 의한 지형성 강설로 구분된다. 따라서, 호남의 다설 지역은 바다 효과에 의해 강설이 많은 해안 지역과 지형 효과에 의한 강설이 많은 내륙 산간 지역으로 구분할 수 있다. 즉, 해안 지역의 구름은 한랭한 대륙성 고기압이 상대적으로 온난한 해양을 지날 때 상승의 공기와 해양의 온도 차이에 의해 유발되는 열적 대류 작용에 의하여 형성된 것이다. 이 구름이 육지로 이동하면서 군산, 영광 등 해안에 눈을 내린 후 내륙 평야에 들어와서는 대류 강화 기구의 소멸로 잠시 소강 상태를 보인다. 그러나 바다 효과로 형성된 대류성 구름이 노령 산맥을 만나 강제 상승하면 역학 대류로 인해 구름이 더욱 발달하여 강설 현상이 강화된다.

6. 결 론

본 연구에서는 시베리아 고기압의 확장시 호남 지방의 강설 분포와 강설 패턴의 지역적 특성을 파악하기 위해 호남 지방의 15개 기상관측지점의 일강설량 및 구름 자료를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 호남 지방의 강설은 시베리아 고기압에 의한 것이 대부분으로 북서 계절풍에 직접적으로 노출된 노령 산맥의 서사면에서부터 서해안까지는 강설이 많고, 노령 산맥의 풍하측인 남해안으로 갈수록 적다.

둘째, 노령 산맥의 서사면에서는 지형적 특색에

따라 강설 분포의 패턴이 다양하다. 해안에 위치한 군산은 해수와 상층 공기간의 온도차로 인한 바다 효과로 인해 강설이 많고, 내륙 평야에서는 해양에서 발생한 구름을 유지하거나 강화시킬만한 기구가 없어 강설이 감소한다. 그러나 내륙으로 이동하면 산지를 만나 기류가 강제 상승하면서 지형성 강설을 내린다.

셋째, 일반적으로 적운형 구름의 출현 빈도가 많은 지역에서 강설이 많은데, 적운형 구름은 내륙 산지, 해안, 그리고 내륙 평야 순으로 출현 빈도가 많다.

넷째, 강설 강도는 내륙 산지, 해안, 내륙 평야 순으로 강하다. 특히, 정읍은 배후에 노령 산맥이 가까이 있고 북서 계절풍에 대해 정면으로 노출되어 강설 강도가 가장 강하다. 또한 내륙 산지는 탁월봉에 대해 풍상측에 위치해 있어 지형 효과에 의한 강설량의 증가가 뚜렷하다.

따라서, 호남의 다설 지역은 바다 효과에 의해 강설이 많은 해안 지역과 지형 효과에 의한 강설이 많은 내륙 산간 지역으로 구분할 수 있다. 이는 해수와 상층 대기간의 온도차로 인한 열대류와 내륙의 산지에 의한 역학 대류에 의한 강설로 구분됨을 의미한다.

본 연구는 호남 지방의 강설 분포 특성을 살펴보고, 호남 지방의 강설 분포에 영향을 미치는 원인을 분석하여 이 지역의 강설 분포의 특색을 이해하는 데 도움을 주고자 하였다. 앞으로 호남 지방은 본격적인 서해안 시대를 맞이함에 따라 지역 개발의 활성화와 서해안 고속도로의 개통 등으로 대설에 대한 피해에 더욱 민감해질 것이다. 그러므로 본 연구는 지역 개발시의 각종 시설물의 입지 선정을 하는데 기초 자료를 제공할 수 있을 것이며, 또한 대설로 인한 재해에 대한 대책을 수립하는데 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

註

- 1) 2001년 1월 14일과 15일의 경우 호남 지방에 내린 폭설로 인해 재산 피해는 약 35억원, 인명 피해(사상자)는 5명이나 발생하였다(조선일보, 2001년 1월 18일자).
- 2) 호남 지방의 15개 관측 지점 중 1개소의 기상대와 9개소의 관측소가 1973년 1월부터 관측을 개시하였으므로 연

- 구 분석 기간을 그 때부터 27년 간으로 하였다.
- 3) 강설량을 강설 일수로 나눈, 1회 강설 현상시의 평균 강설량을 말한다.
 - 4) 영광군 백수읍 강원수(63세)씨 증언(2001년 2월) 고창군 고창읍 이강수(56세)씨 증언(2001년 2월)
 - 5) 내륙 평야의 전주는 이리보다 연평균 강설일수가 적은 것으로 나타났으나 실제 두 지점의 통계 기간을 동일하게 하여 1974~1987년의 14년간만을 사례로 본다면 전주의 연평균 강설일수가 11.0일로 이리보다 약 0.6일 많다.
 - 6) 레이더 에코의 수평분포를 보여주는 것으로 관측 사이트를 중심으로 지도상에 강설운의 수평적 에코 범위를 보여준다.
 - 7) 레이더 에코의 수직분포를 출력하는 것으로 강설운의 수직적 분포 상황을 보여준다.
 - 8) 본 논문에서는 일강설량 5.0cm 이상인 경우를 대설이라 하였다(박병익·윤석은, 1997).

文 獻

기상청, 1999, 낙뢰연보, 기상청, 225pp.

조선일보, 2001년 1월 18일자.

_____, 2001년 1월 19일자.

김기분, 1993, 겨울철 우리나라 서해안에서 발생하는 폭설에 관한 연구, 경북대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

박병익·윤석은, 1997, "한국의 동계 강수 분포에 관한 종관기후학적 연구," 대한지리학회지, 32(1), 31-46.

박순웅·정창희, 1984, "동계 한파 내습시 황해상에서의 공기의 변질에 관하여," 한국기상학회지, 20(2), 35-50.

이병설, 1979, "남한의 강설분포에 관한 연구," 지리학과 지리교육, 9, 224-235.

이승호, 1995, "한반도 주변의 기압배치형에 의한 한국의 자연 계절 구분," 지리학연구, 26, 65-78.

이재규, 1999, "대관령과 강릉 지역의 강설량 차이를 일으키는 종관 구조: 사례 연구," 한국기상학회지, 35(3), 319-334.

이 훈·이태영, 1994, "영동 지역의 폭설 요인," 한국기상학회지, 30(2), 197-218.

전종갑·이동규·이현아, 1994, "우리나라에서 발생한 대설에 관한 연구," 한국기상학회지, 30(1), 97-117.

정영근, 1999, "호남지방 대설 발생의 종관환경," 한국지구과학회지, 20(4), 398-410.

최진식, 1990a, "남한의 강설지역구분과 강설의 지역적 특성," 지리학, 41, 35-48.

_____, 1990b, "계절풍형 강설의 분포와 종관적 특성에 관한 연구," 지리학연구, 16, 91-101.

허진석, 1994, 겨울철 한반도 서해안 지역 강설의 분석과 수치 시뮬레이션 연구, 서울대학교 대학원 석사학위 청구논문.

小倉義光, 1984, 一般氣象學, 東京大學出版會.

黑坂裕之, 1978, "東北地方の降雪分布に關する總觀氣候學的研究," 地理學評論, 51(12), 841-851.

Braham, R. R., Jr., 1996, Lake effect storms, in *Encyclopedia of Climate and Weather*, edited by S. H. Schneider, Oxford University press, 461-462.

Leathers, D. J., and Ellis, A. W., 1996, Synoptic mechanisms associated with snowfall increases to the lee of lakes Erie and Ontario, *Int. J. Climatol.*, 16(10), 1117-1135.

Norton, D. C., and Bolsenga, S. J., 1993, Spatiotemporal trends in lake effect and continental snowfall in the Laurentian Great Lakes, 1951-1980, *J. Climate*, 6(10), 1943-1956.

Tachibana, Y., 1995, A statistical Study of the snowfall distribution on the Japan Sea side of Hokkaido and its relation to synoptic-scale and meso-scale environments, *J. Meteor. Soc. Japan*, 73(3), 697-715.

Yoshino, M. M., 1975, *Climate in a Small Area -An Introduction to Local Meteorology*, University of Tokyo Press.

최초투고일 03. 02. 14

최종접수일 03. 05. 19