

# 1997년 1월 5-7일에 발생한 동해안 대설에 관한 지역별 증관 특성

곽병철<sup>1</sup>·윤일희<sup>2</sup>

<sup>1</sup>숭실고등학교, 122-080 서울특별시 은평구 신사 2동 300-88

<sup>2</sup>경북대학교 과학교육학부 지구과학교육전공, 702-701 대구광역시 북구 산격동 1370

## Synoptic Analysis on Snowstorm Occurred along the East Coast of the Korean Peninsula during 5-7 January, 1997

Byung-Chull Kwak<sup>1</sup> · Ill-Hee Yoon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soongsil High School, Seoul 122-080, Korea

<sup>2</sup>Earth Science Education Major, Graduate School of Education, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**Abstract:** The purpose of this study is to investigate diurnal variations of snowstorm occurred along the East Coast of the Korean Peninsula. The snowstorm which occurred on 5~7 January 1997 have been analyzed. The pressure patterns were analyzed through surface and upper-air chart(850hPa). Diurnal variations of four areas, i. e. Youngdong, Mt. Taebaek, Youngseo and Kyungbuk regions were analyzed through wind direction and speed, cloud amounts, surface temperature, dew-point temperature, relative humidity and sea level pressure. And snowfall amounts over four areas were analyzed through regional distribution, daily and temporal variations. The snowfall which occurred on January 5 was caused by the weak low pressure which is located in Kyusu region of Japan. The snowfall of January 6 occurred due to the Siberian high's expansion and instability. And northeasterly wind is one factor of the snowstorm which occurred in Mt. Taebaek region on 7 January. Heavy snowfall was caused by westerly wind but easterly wind occurred weak snowfall in Youngdong area. The precipitation of Kyungbuk region(especially, Pohang) was less than that of Youngdong region because the air mass which was not modified had influence on Kyungbuk region on 6~7 January, 1997.

Key words: snowstorm, snowfall, diurnal variation, regional distribution

요약: 이 연구의 목적은 동해안 대설시 기상 요소들의 일변화의 특성을 알아보고자 하는데 있다. 1997년 1월 5~7일 사이에 발생한 대설을 하나의 사례로 분석하여 보았다. 12시간 간격으로 분석한 지상 일기도와 850hPa 등압면 일기도로부터 기압 패턴을 알아보았다. 영동 동해안·태백산간·영서·경북 동해안 지방으로 세분화하여 강설량 분포와 바람, 운량, 지상 온도, 이슬점 온도, 상대습도, 해면기압 같은 기상 요소들의 일 변화를 분석하여 보았다. 1월 5일은 기압골, 6일은 저기압 후면 그리고 7일은 북동기류 유입으로 눈이 내렸다. 기상 요소들의 일변화의 특징은 영동 동해안 지방인 강릉, 속초 지방의 지상 풍향은 남서풍, 북서풍이 유입될 때 대설이 내렸고 태백산간 지방은 북동풍이 유입될 때 지속적인 강설 현상을 나타내었다. 그리고 풍속이 약화됨에 따라 강설도 약화되었다. 지상 온도와 이슬점 온도의 일 변화에서, 포항은 강릉, 속초 지방과 같이 동해안에 위치하면서도 대설이 발생하지 않은 것은 변질되지 않은 시베리아 기단의 영향을 계속 받았기 때문이다.

주요어: 동해안 대설, 일 변화, 강설량 분포

## 서론

겨울철 우리 나라에는 대설이 빈번하게 발생하여 많은 인명과 재산의 피해를 초래한다. 1월경에는 시베리아 고기압의 직접적인 영향으로 전국적인 강설 현상을 나타나며, 특히 영동 지방에는 대설이 자주 발생하게

된다.

대설에 대한 사례 연구로는 문길태와 김홍진(1982) 그리고 서은경(1991)이 있다. 문길태와 김홍진(1982)의 연구에 의하면 1981년 1월 14일~16일 사이의 저기압에 동반된 대설은 중층불안정 후 2~3시간 후 최대 강도를 보이고 있고 중층의 위치 불안정이 지형에 의한

강제 상승으로 촉진되어 강설이 증가되는 것으로 지적되고 있다. 이 증가된 강설은 하층운에 응결 핵 역할을 함으로써 하층에서 강설이 급성장 하여 풍상 측에 대설이 내리게 된다. 서은경(1991)은 전선을 동반하지 않은 한반도 대설 사례에 대해서 대설과 관련된 상승 운동, 수분의 공급, 대기의 안정도, 한대 제트류, 바다의 영향 및 종관 상태 등을 분석하여 대설 기구를 조사한 바 있다.

수치 모의를 통해 대설의 요인을 밝히고자 한 연구는 이 훈(1992)과 임은하(1992)에 의해 이루어졌다. 이 훈(1992)은 하층 바람의 풍향, 풍속, 지형의 높이를 달리 하는 5가지 수치실험을 통해 하층 바람이 해안에 수직할 때 가장 강수 발달이 빠르고 강하며, 같은 풍향이라도 풍속이 작아지면 강수량이 감소하고 지형이 낮으면 육지에서의 강수량은 크게 감소한다고 하였다. 임은하(1992)는 지형성 구름과 강수에 관한 수치적 연구에서 콜로라도 주립대학교의 2차원 구름/역학 모형을 이용하여 지형의 기울기와 대기의 연직구조, 지표 가열 등이 지형성 구름과 강수에 미치는 영향을 알아보았다. 여기에서 산이 높을수록 구름이 빨리 생기고 총 강수량이 더 많고 산의 폭이 넓을 때 적운이 더 발달해 강수량이 많다고 지적하였다. 특히 지형 효과는 약한 조건부 불안정 대기의 경우에는 구름이 높게 발달하지 못하나 강한 조건부 불안정 대기의 경우는 산 정상에서 높은 적운으로 발달하고 강수량이 많았다. 하층에 동풍, 상층에는 약한 서풍이 있는 경우는 구름이 깊게 발달하며, 산 정상에서 장시간 정체하여 한 지점에서 많은 강수를 내리고 최대 시간 강수량도 많다고 밝힌 바 있다.

김성삼(1979)은 남한의 10cm 이상 강설의 기상조건에서 영동 강설시 저기압의 위치는 NW~W 8분원범위 내에서, 저기압으로부터 5~10 위도 거리의 강설은 저기압의 직접적인 영향에 의한 것이고 W~SW 8분원범위 내에서 저기압으로부터 25~30 위도 거리에 있을 때 강설 빈도가 크다고 하였다. 박순웅과 정창희(1984)는 서해안의 소낙눈은 한랭 건조한 시베리아 기단이 서해 상에서 변질된 것에 기인한다고 밝힌 바 있다. 송병현(1993)은 우리나라 동해안과 서해안 지역의 강설 특성 비교 연구에서 강설의 분포와 양을 좌우하는 것은 지상 기압계로 동해나 남동해의 저기압 하에서 동해안 대설이 많았고 이 대설은 온난 다습한 동해의 공기가 동해안에 자리잡은 저기압의 기류 방향에 따라 해안에 많이 유입되면서 불안정하여 눈이 많이 내린다고 하였

다. 김기본(1993)은 겨울철 우리 나라 서해안에서 발생하는 폭설에 관한 연구에서 저기압 후면의 기압골형에서는 동해안 지역이 다른 지역보다 상대적으로 많은 폭설 빈도를 보이고 해양과 대기의 온도차가 폭설 발생의 유무에 많은 영향을 준다고 하였다. 그러나 이들 연구에는 대설 발생 시 지역별 기상 요소들의 일변화 특성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

이 연구에서는 1997년 1월 5일에서 7일까지 내린 동해안 지역의 대설을 하나의 사례로 선택하여 이 기간 동안 지상 일기도, 상층 일기도, 단열선도 및 위성 구름 사진을 이용하여 사례 기간 동안의 종관 특성을 알아보았다. 그리고 이 기간 동안 지역적인 특성을 알아보기 위해 영동 동해안(강릉, 속초, 동해), 태백산간(인제, 대관령, 태백), 영서(철원, 춘천, 홍천, 원주)와 경북 동해안(울진, 영덕, 포항) 지방 4개 지역으로 구분하여 기상 요소, 즉 바람, 운량, 지상 온도, 이슬점 온도, 상대 습도, 해면 기압의 일 변화를 비교하여 동해안 대설시 기상 요소들의 일변화의 특성이 어떻게 나타나는지를 알아보려고 한다.

## 분석 자료

이 연구에서 사용한 자료는 기상청의 지상 일기도, 1997년 1월 기상월보, 일 기상 통계표(11개 관측소), 위성 구름 사진과 일본 기상청의 격자점 자료를 이용하였다. 그리고 지상 관측표(2개 관측소)의 것은 공군 기상대의 것을 이용하였다.

기상청의 일 기상 통계표와 공군 기상대의 지상 관측표는 1시간 간격으로 관측한 것이고 단열선도는 오산과 광주 두 지점의 고층 기상 자료로 12시간 간격으로 관측한 것이다. 지상 일기도는 12시간 간격(0000 UTC, 1200 UTC)으로 분석한 것을 이용하였다. 그리고 위성 구름 사진은 기상 위성 GMS-5가 적외선으로 촬영한 것을 이용하였다. 본 연구에 사용된 각 지상 관측소의 분포를 Fig. 1에 제시하였다.

우리 나라 동해안 지방에 대설이 내릴 때의 종관 기상 특성을 알아보기 위해 지상 일기도, 상층 일기도, 단열선도(오산, 광주) 및 위성 구름 사진 등을 이용하였다.

지상 일기도와 상층 일기도는 대설시의 기압 패턴을 알아보기 위해 사용하였다. 단열선도는 오산과 광주의 고층 기상 자료를 이용하여 12시간 간격으로 상층풍

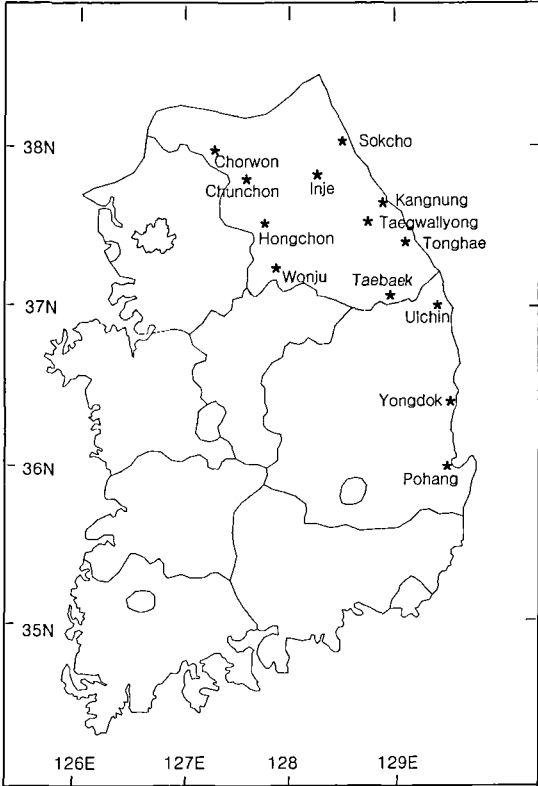


Fig. 1. The meteorological observation stations used in this study.

및 안정도를 분석한 것이다. 위성 구름 사진은 가시광선과 적외선으로 촬영한 것을 합성한 것으로 종관 기상 분석과의 일치 여부를 알아보기 위해 사용하였다.

동해안 대설시 기상 요소들의 일변화 특성이 어떻게 나타나는지를 알아보기 위해 1997년 1월 5일에서 7일까지 13개 관측소의 바람, 운량, 지상 온도, 이슬점 온도, 상대 습도와 해면 기압을 이용하였다. 13개 관측소의 기상 자료는 기상청 11개 관측소(속초, 동해, 인제, 대관령, 태백, 철원, 춘천, 홍천, 울진, 영덕, 포항)의 일기상 통계표와 공군 기상대 2개 관측소(강릉, 원주)의 지상 관측표를 이용하였다.

### 분석 결과 및 토의

#### 종관 기상 상태

지상 일기도: 지상 일기도는 1997년 1월 5일 0000 UTC에서 1월 7일 1200 UTC까지 12시간 간격으로 분석한

것으로 Fig. 2에 제시하였다. 1월 5일 0000 UTC에 몽골 북부 지방에 중심을 둔 1050hPa의 시베리아 고기압은 한 축은 중심으로부터 중국 내륙의 남동쪽으로 확장하고 다른 축은 일본 쪽으로 세력을 확장하고 있다(Fig. 2a). 우리나라는 이 두 축의 중간에 위치하여 일본 큐슈 지방에 중심을 둔 저기압의 영향으로 영동 지방과 충청 이남 지방에 눈을 내렸다. 1200 UTC(Fig. 2b)에는 중국 내륙의 고기압축이  $5ms^{-1}$  속도로 동진 하면서 우리나라 쪽으로 확장함에 따라 일본 큐슈 지방의 저기압은 빠른 속도로 북동진하여 일본 혼슈로 이동하여 발달하였다. 그리고 연해주 쪽으로 확장된 고기압도 점차 그 세력이 발달하였다. 6일 0000 UTC(Fig. 2c)에서 중국 내륙의 고기압의 중심 축은 북동진하여 우리나라 쪽으로 세력이 확장함에 따라 점차 저기압의 영향권을 벗어나고 있다. 1200 UTC(Fig. 2d)에서는 동지나해로 세력을 뻗친 고기압 축이 제주도도 북상함으로써 우리나라를 지나는 등압선이 점차 남북 방향에서 북동~남서 방향으로 변하여 7일 0000 UTC(Fig. 2e와 2f)에서 동해안 해안선과 등압선의 교차 각이 거의 직각으로 기울어져 북동기류가 유입될 수 있는 기압 패턴을 점차 보여주고 있다. 등압선의 교차 각이 해안선과 거의 수직일 때 강수 발달이 가장 빠르고 많다는 것은 이훈(1992)이 2차원 비 정수계 구름/역학 모형을 이용한 실험에서 밝힌 것과 유사하게 나타났다. 그리고 이 시베리아 고기압은 사례 기간 동안 고기압 중심은 거의 변하지 않고 강한 세력이 계속 유지되었다.

850hPa 등압면 일기도: 850hPa 등압면 고도에서 기압패턴과 온도 분포를 알아보기 위해 1997년 1월 5일 0000 UTC에서 1월 7일 1200 UTC까지 12시간 간격으로 분석한 850hPa 등압면 일기도를 Fig. 3에 나타내었다. 이 등압면 일기도는 등고선은 30 gpm, 등온선은  $5^{\circ}C$  간격으로 분석한 것이다. 1월 5일 0000 UTC(Fig. 3a)에 서해에 위치한 기압골은 북서~남동 방향으로 놓여 있었다. 이 기압골은 1200 UTC(Fig. 3b)에 동해 쪽으로 이동하면서 발달하였다.  $43^{\circ}N$ 에 동서로 가로놓여 있던 기압골이 점차 남하하여 7일까지(Fig. 3c~3f) 이 기압골의 영향을 받고 있었다. 1월 5일 0000 UTC(Fig. 3a)에 우리나라 주변에는 온도마루가 위치하고 있으며 1200 UTC(Fig. 3b)에는 이 온도마루가 동해로 이동하였다. 6일부터 7일까지(Fig. 3c~3f) 서해 및 내륙은 온도골의

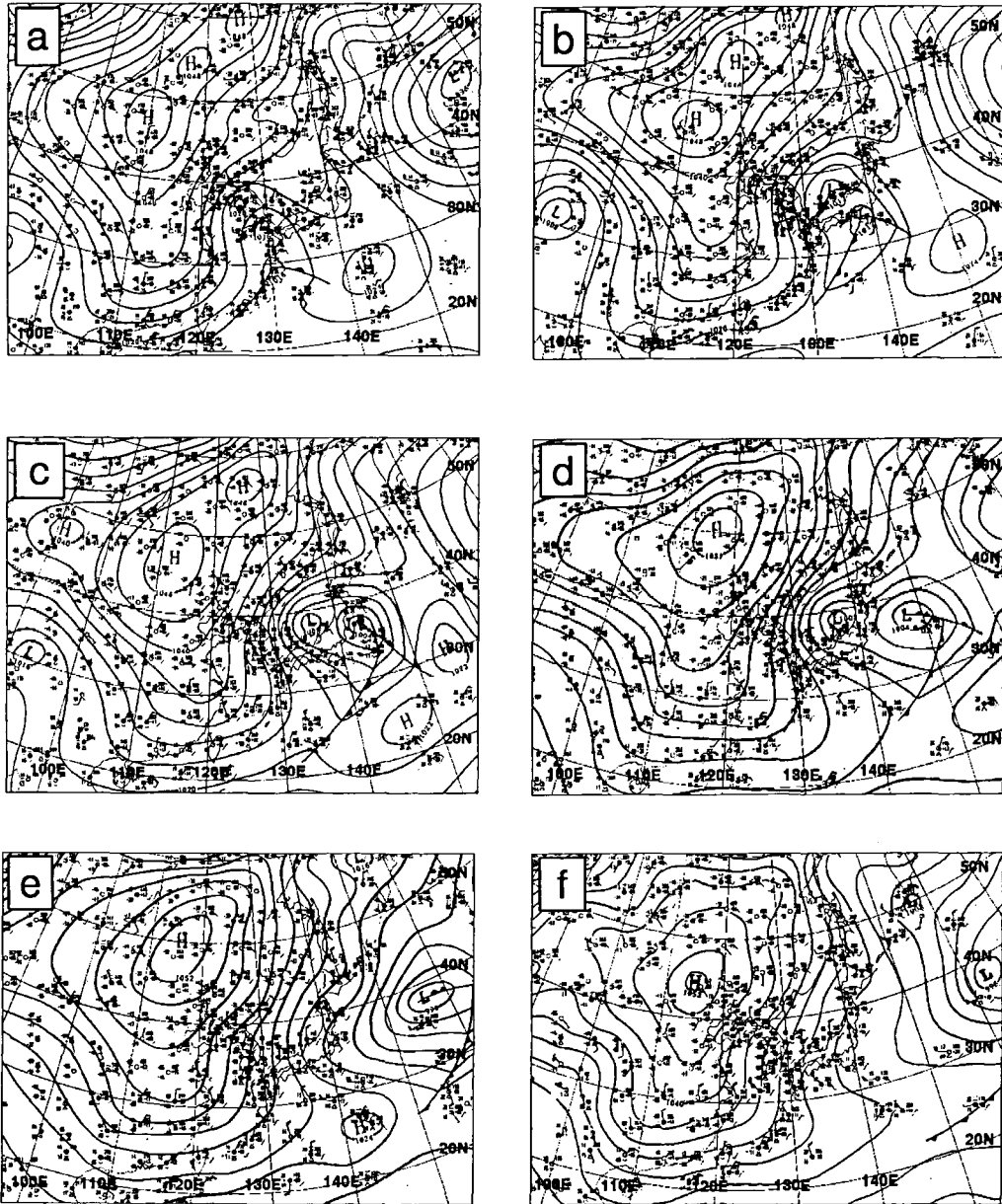


Fig. 2. Surface charts for (a) 0000 UTC 5 January, (b) 1200 UTC 5 January, (c) 0000 UTC 6 January, (d) 1200 UTC 6 January, (e) 0000 UTC 7 January, and (f) 1200 UTC 7 January 1997.

영향을 계속 받고 있다. 동해는 약한 온도마루의 영향을 6일 0000 UTC(Fig. 3c)까지 받았으나 1200 UTC(Fig. 3d)부터 7일 0000 UTC(Fig. 3e)까지는 온도골의 영향을 받았다. 그리고 5일 1200 UTC (Fig. 3b)부터 6일 0000 UTC(Fig. 3c)까지 우리나라 주위에 등온선 간격이 조밀하고 등온선과 등고선이 평행하지 않은 경압 대기 상태여서 연직 순환이 활발히 일어날 수 있게 하였다.

대기 연직 구조: 대설시 대기의 안정도, 상층풍을 알아보기 위해 오산과 광주의 고층 기상 자료를 이용하였다. 오산에서 12시간 간격으로 분석된 단열선도를 Fig. 4에 나타내었다. 1월 5일(Fig. 4a와 4b)은 높이에 따라 남동풍에서 북서풍으로 점차 변화하여 순전을 보였다. 습윤층은 점차 아래층까지 확대되어 대기는 점차 불안정해졌다. 6일(Fig. 4c와 4d)은 상층까지 북서풍이 유입되

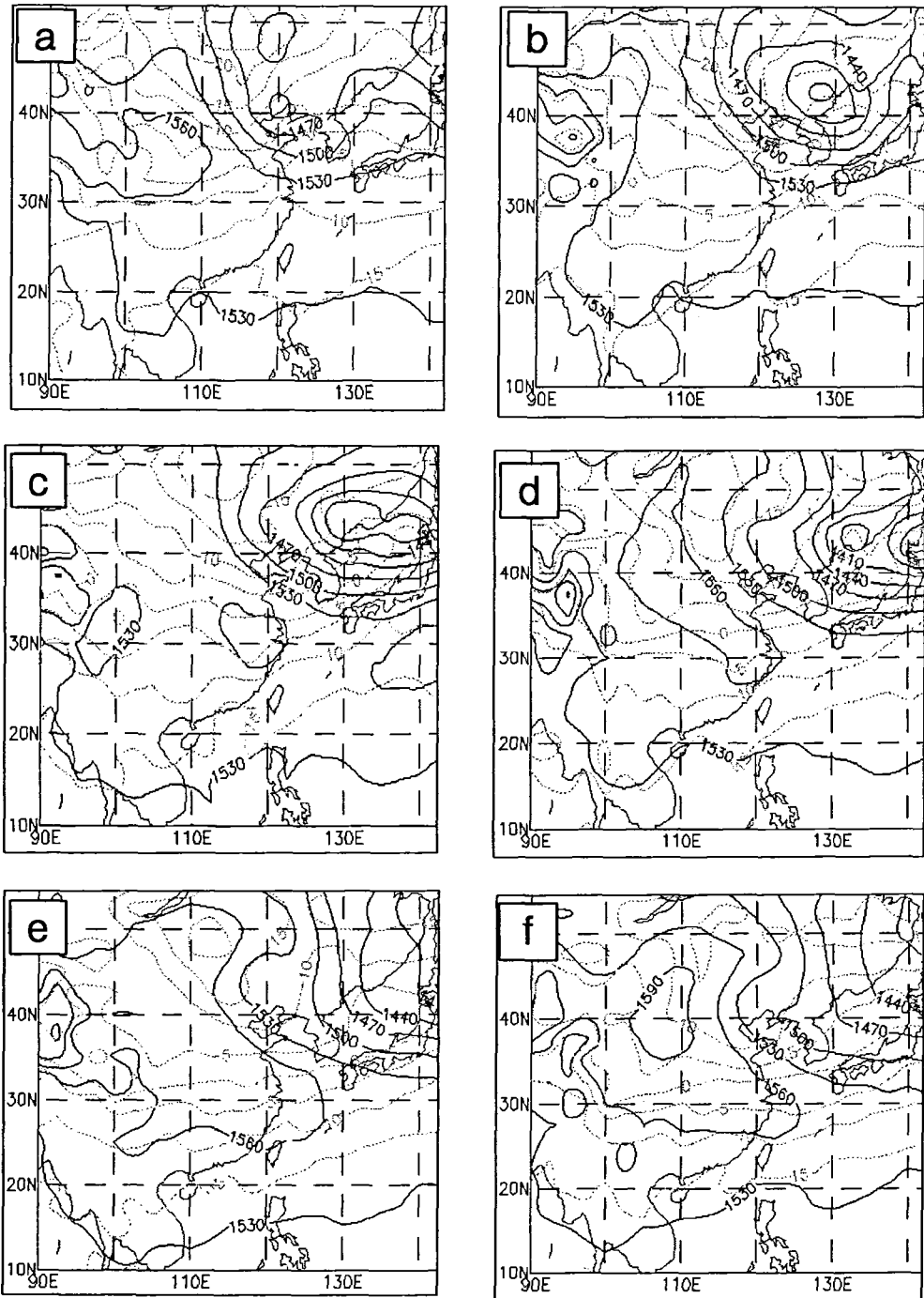


Fig. 3. Same as Fig. 2 except for 850 hPa upper-air weather chart. Solid lines represent geopotential height and dashed lines isotherms(°C).

고 850hPa 이하 층에만 습윤층이 존재하고 있으며 대기는 점차 안정되어 기압골이 점차 벗어나고 있음을 알 수 있다. 7일(Fig. 4e와 4f)은 점차 동풍이 950~700hPa

까지 확대되어 유입하고 있으며 습윤층은 아래층(지상~930hPa)과 상층(850~700hPa)에 분포하고 있다. 900hPa 이하 층에는 대기층이 안정하나 850~650hPa

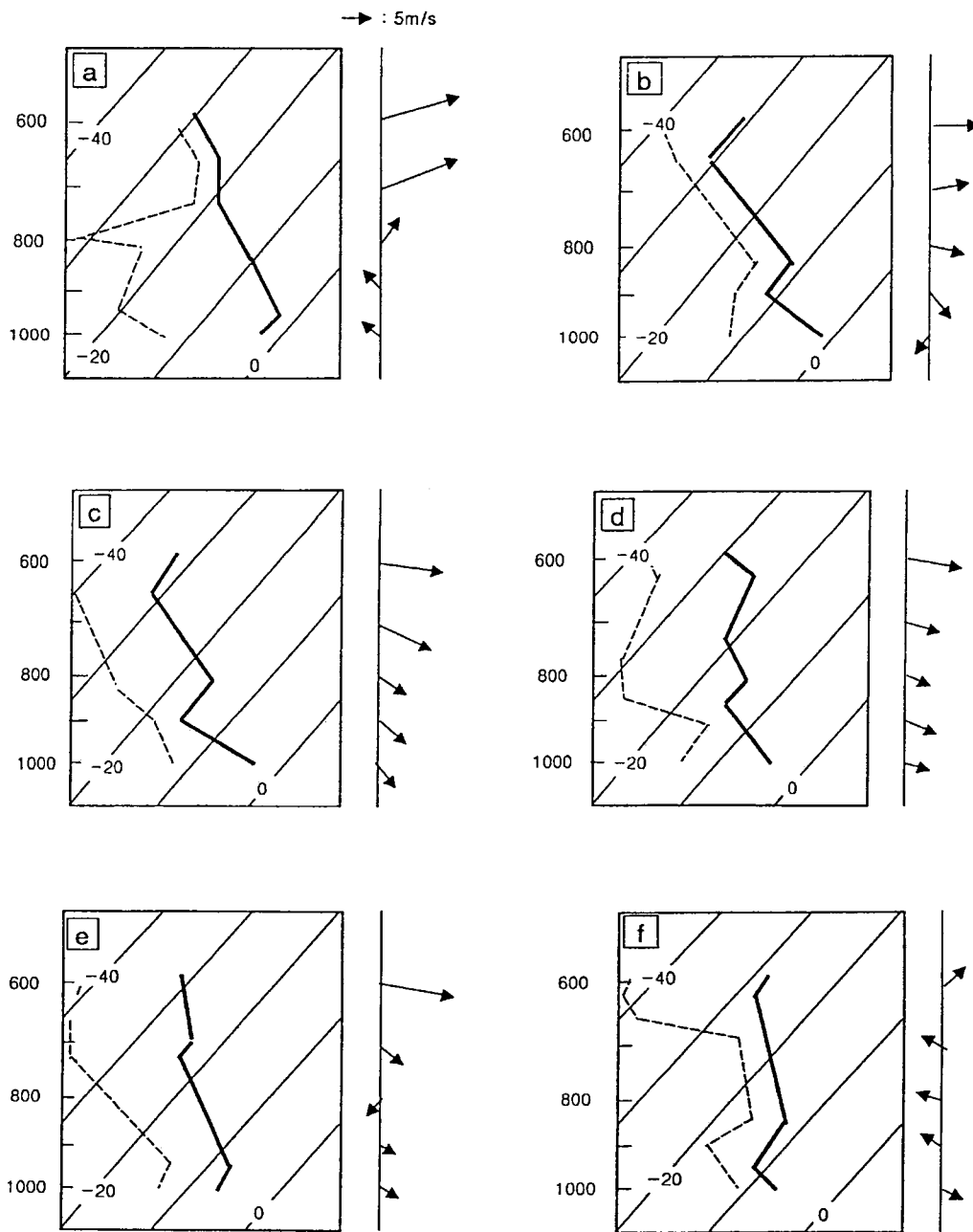


Fig. 4. Vertical soundings at Osan station for (a) 1800 UTC 4 January, (b) 0600 UTC 5 JANUARY, (c) 1800 UTC 6 January, (d) 0600 UTC 7 January, (e) 1800 UTC 6 January, (f) 0600 UTC 7 January 1997. Solid line represents temperature and dashed line dew-point temperature.

까지는 조건부 불안정을 나타내고 있다.

광주 지방의 단열선도에서도 오산의 것과 비슷하게 나타났었다(그림은 미제시). 1월 5일에는 높이에 따라 풍향이 점차 남동풍에서 북서풍으로 바뀌어 순전을 보였

다. 습윤층은 지상에서 600hPa까지 나타났으며 대기는 점차 불안정해지고 있다. 6일은 북서풍이 유입되고 있으며 습윤층은 940~770hPa에 나타나고 대기는 조건부 불안정을 보이고 있다. 7일에는 북서풍에서 북동풍으로

풍향이 변하며 습윤층도 오산의 경우와 동일하게 나타났다.

위성 구름 사진: 종관 분석과의 일치 여부를 알아보기 위해, 기상 위성 GMS-5에서 가시광선(VIS)과 적외선(IR)으로 촬영한 위성 구름 사진을 합성한 것을 Fig. 5와 같이 12시간 간격으로 나타내었다. 1월 4일 1800 UTC(Fig. 5a)에는 기압골의 영향으로 우리 나라 주변에 구름이 광범위하게 덮여있다. 이 구름은 동진하여 5일 0600 UTC(Fig. 5b)에는 동해로 빠져나갔다. 5일 1800 UTC(Fig. 5c)에는 일본에 위치한 저기압이 폐색되면서 발달된 구름이 동해 북부에 분포하고 있다. 이 구름은 Fig. 2c와 같이 등압선과 해안선이 이루는 각이 완만해 주로 동해안에 유입되어 대설을 초래할 수 있게 했다. 6일 0600 UTC(Fig. 5d)에는 일본에 위치한 저기압이 점차 북태평양으로 이동함에 따라 동해안에 인접지역에서는 구름의 분포가 적은 상태를 보이고 있다. 6일 1800 UTC(Fig. 5e)에는 찬 대륙성 기단의 유입으로 인한 기단 변질에 의해 동해에 구름이 형성된 것으로 보이며 Fig. 2e에서 보는 것과 같이 등압선과 등고선이 거의 수직으로 경사져 영동 동해안 및 태백산간 지방에 많은 눈을 내리게 했다. 7일 0600 UTC(Fig. 5f)에도 계속 우리 나라에 구름이 분포하고 있다.

**강설량 분포**

사례 기간 동안 대설이 내린 지역, 대설이 내린 일, 시각을 분석함으로 그 시점의 종관 기상 상태와 비교함으로써 대설시의 종관 기상 상태를 알 수 있다. 강설량 분포를 지역별 · 일별 · 시간별로 분석하였고 이 때의 강설량은 일 기상 관측표의 최심신적설로부터 구한 것이다.

영동 동해안, 태백산간, 영서와 경북 동해안 지방으로 분류된 지역에서 어느 지역이 사례기간 중 많은 눈을 내렸는지를 알아보기 위해 1997년 1월 5~7일의 강설량의 일별 및 지역별 강설량 분포를 Table 1과 Fig. 6에 나타내었다.

지역별 특성: Table 1에서 보면 사례 기간 동안 가장 많은 강설량을 보인 지역은 영동 동해안 지역의 강릉지방으로 83.5cm이었고 그 다음으로 태백산간 지역인 대관령 지방으로 68.9cm 그리고 영동 동해안 지역인 속초 지방이 66.0cm의 순으로 나타났다. 영동 동해안 지방인

**Table 1.** Daily snowfall amount(cm) and total snowfall accumulation(cm) at four regions.

STATION	DAY			TOTAL
	5 January	6 January	7 January	
Youngseo Region				
Chorwon	3.5	4.1	1.1	8.7
Chunchon	0.5	3.3	1.6	5.4
Hongchon	0.6	2.5	1.3	4.4
Wonju	3.0	2.0	1.3	6.3
Mt. Taebaek Region				
Inje	5.5	9.7	29.8	45.0
Taegwallyong	12.0	9.7	47.2	68.9
Taebaek	14.4	0.1	14.5	29.0
Youngdong Region				
Sokcho	7.5	39.0	19.5	66.0
Kangnung	23.4	21.8	38.3	83.5
Tonghae	13.3	2.0	1.9	17.2
Kyungbuk Region				
Ulchin	8.7	0.0	3.4	12.1
Yongdok	5.8	0.0	2.0	7.8
Pohang	1.2	0.0	0.5	1.7

강릉과 속초지방은 66cm 이상의 강설량을 보인 반면 같은 지역인 동해지방은 17.2cm로 적은 강설량을 보였다. 태백산간 지역의 대관령과 인제 지방은 35cm 이상의 강설량을 보였으나 태백 지방은 29cm로 다른 지역보다 조금 적은 강설량을 보여 영동 동해안 지방과 동일하게 북쪽이 더 많은 강설량을 보이고 있다. 그리고 영서 지방과 경북 동해안 지방은 10cm 내외로 다른 지역보다 적은 강설량을 보여 이들 두 지역은 비슷한 분포를 나타내고 있다.

일별 특성: 1월 5일은 강릉(23.4cm), 6일은 속초(39.0cm), 그리고 7일은 대관령(47.2cm)에 가장 많은 눈을 내렸다. 1월 5일(Fig. 6a)은 기압골의 영향으로 경기도를 제외한 우리 나라 전역에 눈이 내렸다. 강릉에 23.4cm의 눈이 내렸고 영동 지방과 충청이남 지방에는 10cm 정도의 강설량을 보였다. 6일(Fig. 6b)은 영동 동해안 지방과 서해안 지방에 주로 눈이 내렸고 특히 영동 동해안 지방에는 40cm 이상의 강설을 보였다. 7일(Fig. 6c)은 강원도 지방에만 눈이 내렸고 특히 태백산간 지방에 많은 눈이 내렸으며 사례 기간 동안 총강설량 분

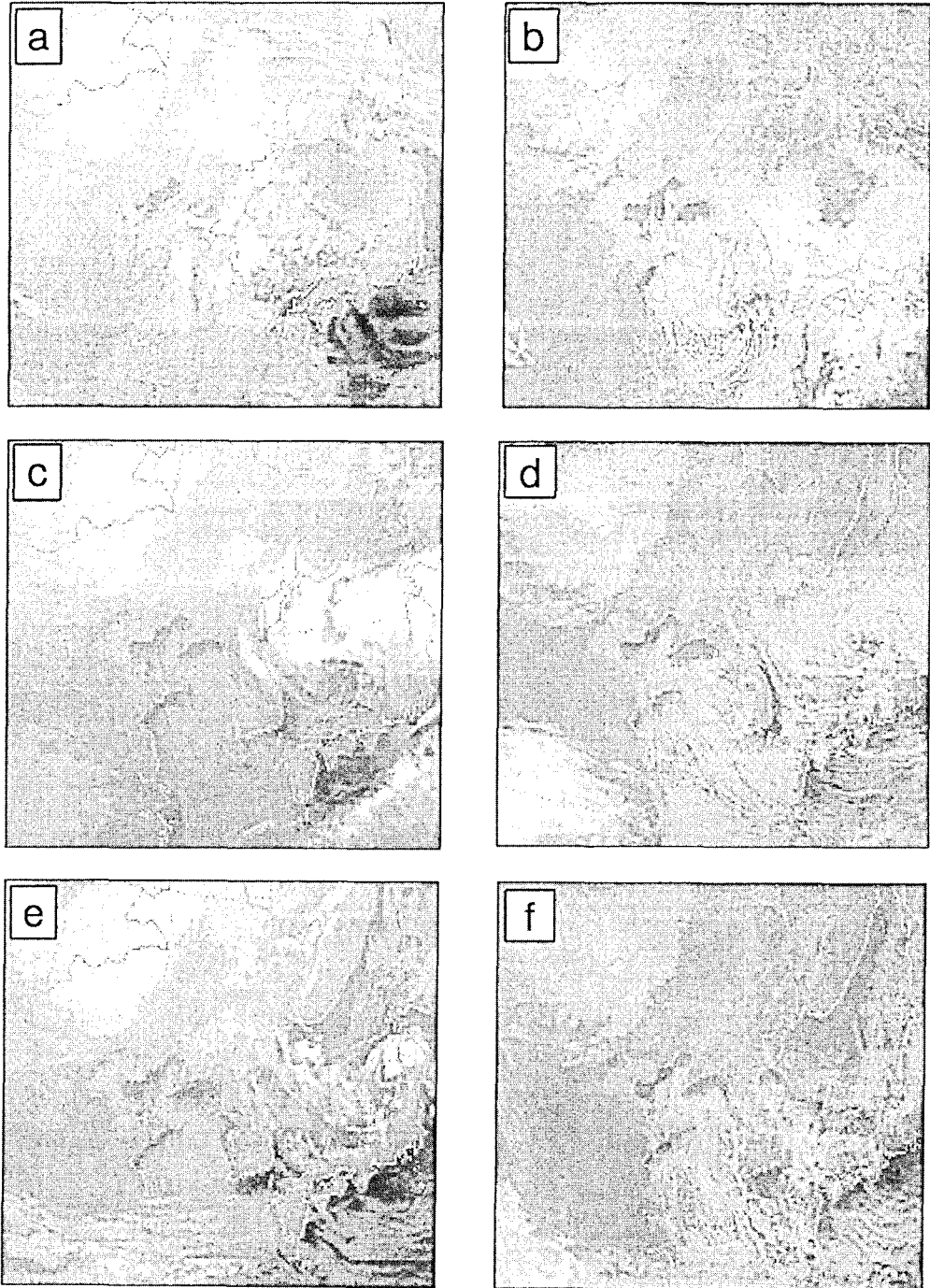


Fig. 5. GMS-5 visual and infrared satellite images for (a) 1800 UTC 4 January, (b) 0600 UTC 5 January, (c) 1800 UTC 5 January, (d) 0600 UTC 6 January, (e) 1800 UTC 6 January and (f) 0600 UTC 7 January 1997.

포(Fig. 6d)를 보면 영동 동해안 지방 및 대관령에 60cm 이상의 대설이 내렸고 기타 지방은 10cm 내외의 눈이 내렸음을 알 수 있다.

시간별 특성: 대설이 주로 발생한 시각을 알아보기 위해 1월 5~7일의 시간별 강설량을 분석하였다(그림은 제시하지 않았음). 1월 5일 영서 지역은 18시에서 21시



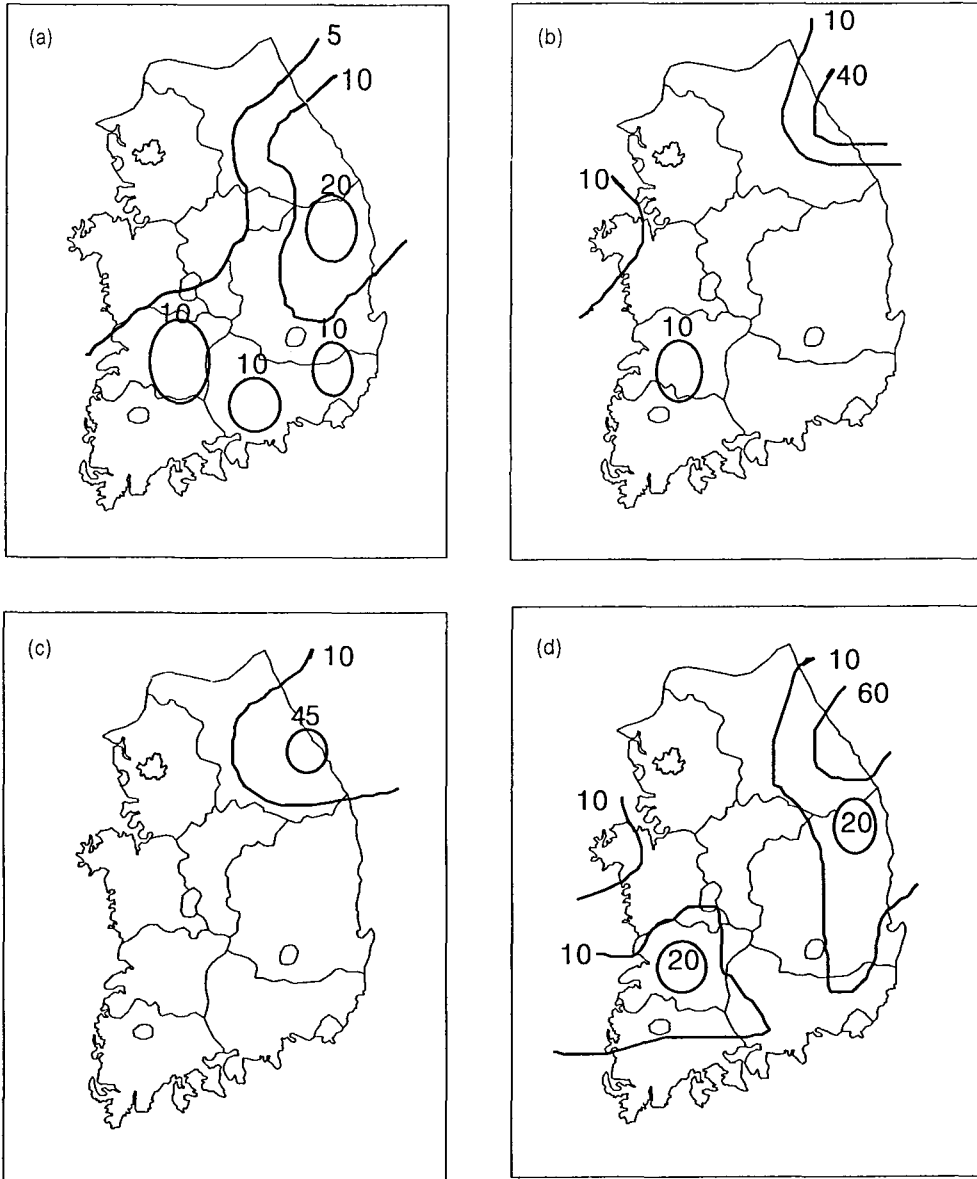


Fig. 6. Distributions of snow amounts(cm) for (a) 5 January, (b) 6 January, (c) 7 January 1997, and (d) Total snowfall amounts during the period of the study. Solid line represents isopleth of snowfall amounts.

사이, 태백산간 지역은 12시와 15시 사이 및 21시와 24시 사이 두 차례 많은 눈이 내렸다. 영동 동해안 지방은 21시와 24시 사이, 경북 동해안 지역은 12시와 18시 사이에 많은 눈이 내렸다. 6일 강설의 시간적인 분포는 경북 동해안을 제외한 영서, 태백산간, 영동 동해안 지역 모두 3시에서 9시 사이인 새벽에 집중적인 강설 현상이 있었다. 7일 영서지방은 3시에서 9시 사이, 태백산간 지역의 인제, 태백은 9시에서 18시 사이, 대관령은 6

시에서 9시 사이에, 영동 동해안 지방은 3시에서 9시 사이, 경북 동해안의 북부 지방인 울진은 9시에서 12시, 영덕은 18시에 주로 많은 강설량을 보였다.

### 기상 요소들의 일변화

동해안 대설의 요인과 기상 요소들의 일 변화와의 연관성을 알아보기 위해 풍향 및 풍속, 구름량, 지상 온도, 이슬점 온도, 상대습도 그리고 해면 기압의 일 변화

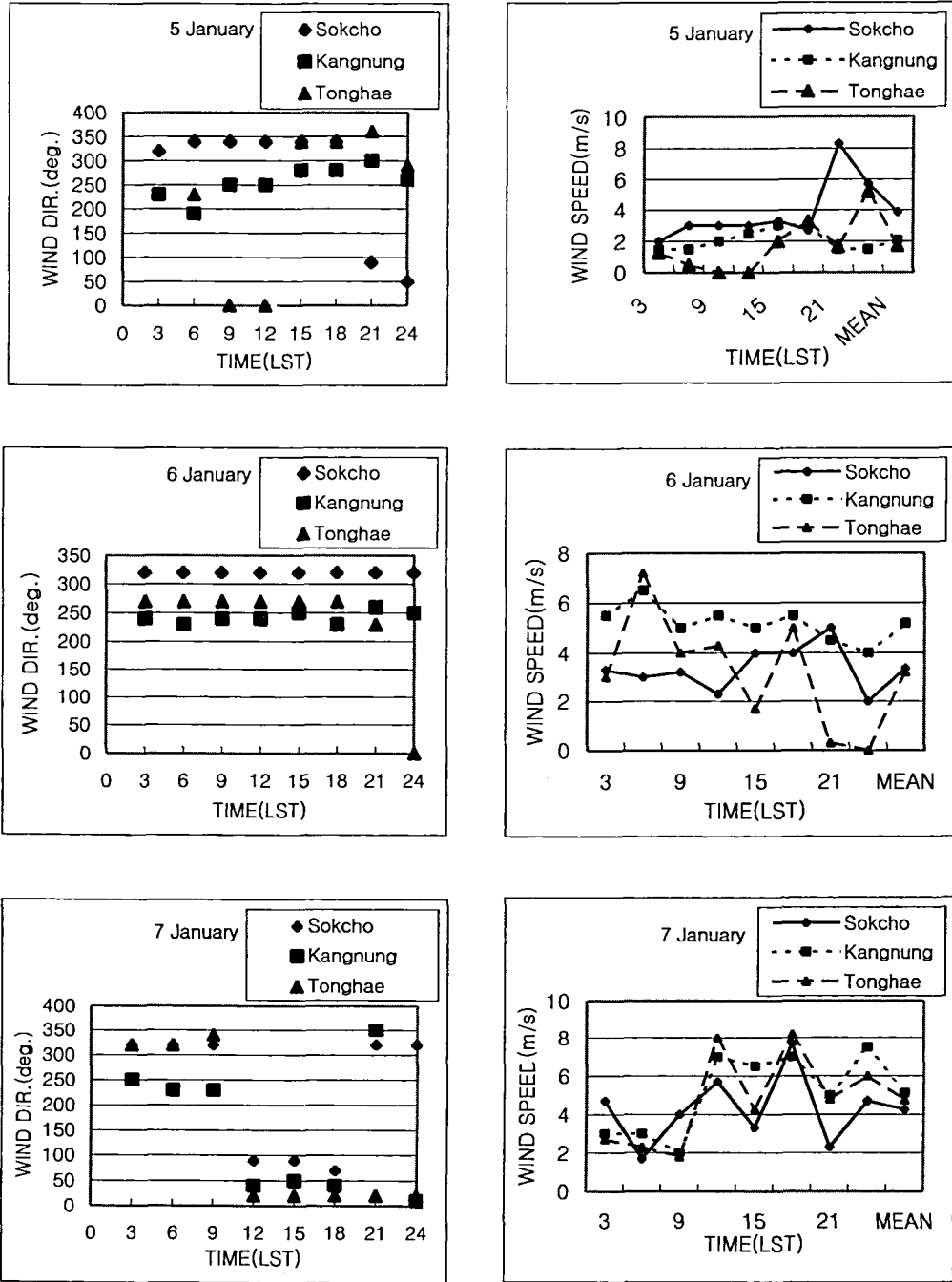


Fig. 7. Diurnal variation of wind direction and speed(m/s) at Youngdong area.

를 4개로 구분된 지역별 및 일별로 분석하였다.

바람장:

(가) 영동 동해안 지역

속초, 강릉, 동해의 3시간 간격의 풍향 및 풍속의 일

변화를 Fig. 7에 나타내었다. 1월 5일 속초, 강릉, 동해는 일 중 남서~북서풍이 불면서 12시부터 눈이 내렸고 속초는 21시 이후 북동풍으로 바뀌면서 눈이 내리기 시작했다. 3 지역 모두 21시까지는 풍속이  $3\text{ms}^{-1}$ 로

약했으나 24시 이후는  $5\text{ms}^{-1}$  이상으로 증가하면서 눈도 점차 많이 내리기 시작했다. 6일에는 3지방 모두 남서~북서풍이 일 중 계속 불었다. 강릉과 동해의 풍속은 12시까지  $4\text{ms}^{-1}$  이상으로 불다가 점차 약화되었으며 속초는 12시까지  $3\text{ms}^{-1}$  이하로 불다가 점차 풍속이 증가하기 시작했다. 강릉은 남서풍이  $5\text{ms}^{-1}$  이상으로 불 때, 속초는 북서풍이  $3\text{ms}^{-1}$  이하로 불 때 많은 눈을 내려 두 지역이 서로 상반된 양상을 보여 주고 있다. 7일 3~9시 사이에 강릉은 남서풍, 속초·동해는 북서풍이 불다가 12~18시 사이에 세 곳 모두 북동풍이 불었다. 3~12시 사이는 약  $3\text{ms}^{-1}$  이었으나 12시 이후는 풍속이 증가하였다. 강릉과 속초는 9시 이전에 주로 많은 눈이 내렸다. 풍향이 6일의 경우와 같이 강릉은 남서풍, 속초는 북서풍이 불 때 특히 많은 눈이 내렸다. 속초는 6일과 같이  $4\text{ms}^{-1}$  이하에서 많은 눈이 내렸으나 강릉은 6일과 다르게  $3\text{ms}^{-1}$  이하의 약한 풍속에서 많은 눈을 내렸다. 눈이 많이 내린 시점의 풍향은 영동 동해안 지방은 북동풍보다는 서풍 계열의 바람이 불 때 눈이 더 많이 내렸고 북동풍이 불 때 오히려 눈이 잘 내리지 못 하였다.

#### (나) 태백산간 지역

인제, 대관령, 태백의 바람의 일 변화 경향을 Fig. 8에 나타내었다. 1월 5일 15시까지는 동풍 계열, 18시 이후는 서풍 계열의 바람이 불었다. 풍속은 15시와 18시 사이에  $1\text{ms}^{-1}$ 로 아주 약하게 불었다. 5일은 풍향과 풍속과 관계없이 일중 골고루 눈이 내렸다. 6일 태백은 풍향이 가변적이고 인제·대관령은 남서~북서풍이 우세한 가운데 대관령은 평균 풍속이  $6\text{ms}^{-1}$ , 태백과 인제는 약  $3\text{ms}^{-1}$  이하로 불었다. 풍속이 상대적으로 강한 12시 이전에 주로 강설 현상을 보였다. 7일에 인제에서는 북~북동풍이 불었고 대관령·태백은 3~9시 사이 남서~서풍이 불다가 12시 이후는 북동풍이 우세하였다. 풍속은 인제가 일 중  $1\text{ms}^{-1}$  이하로 약하게 불었고 대관령과 태백은 가변적으로 풍속이 증감을 반복했다. 대관령은 남서풍이  $4\text{ms}^{-1}$  이상인 상태에서 많은 눈을 내렸으며 12시 이후 동풍 계열의 바람이 불면서 영동 동해안 지방은 눈이 그쳤다. 태백산간 지방은 강설 현상이 계속 지속되었으며 이는 동풍 유입으로 인해 동해의 공기가 산맥까지 지속적으로 영향을 미쳤기 때문이다.

#### (다) 영서 지역

철원, 춘천, 홍천 및 원주의 바람장의 일 변화 경향을 Fig. 9에 나타내었다. 1월 5일의 풍향은 지역적으로 통일된 풍향을 보여 주지 못하고 풍속은 12시와 24시에  $4\sim 6\text{ms}^{-1}$  이상으로 강하게 불었다. 6일은 서풍 계열의 바람이 우세하게 불었고 풍속은 3시부터 점차 감소 추세를 보였다. 풍속 감소와 더불어 강설도 약화되었으므로 풍속이 강할 때 눈이 더 많이 내렸음을 알 수 있다. 반면 7일은 일정한 풍향이 지속되지 못하고 각 지역마다 서로 다른 풍향을 보여 각 지역의 특성이 우세하게 나타났다. 12시 이후 영동 동해안 지방과 태백산간 지방은 동풍 계열의 바람이 불었으나 영서 지방은 서풍 계열의 바람이 강하게 불어 동해의 바람이 태백산맥을 넘어 영서 지방까지 영향을 미치지 못했음을 알 수 있다.

#### (라) 경북 동해안 지역

울진, 영덕, 포항의 바람장의 일 변화 경향을 Fig. 10에 나타내었다. 1월 5일은 남서~북서 방향의 풍향과 풍속이 점차 증가 추세를 보였다. 6일은 서~북서풍이 점차 감소하는 경향을 보였다. 7일은 북서풍이 불고 영덕·포항은 평균  $3\text{ms}^{-1}$ 로 일정했으나 울진은 12시 이후 풍속이 평균  $7\text{ms}^{-1}$  이상으로 증가했다. 7일의 영동 동해안 지방의 풍향과 다르게 북서풍이 지속적으로 유입된 것은 연해주로 확장한 시베리아 고기압보다는 화남 지방으로 확장한 고기압의 영향 때문인 것으로 생각 된다.

구름량: 1월 5일은 기압골의 영향으로 4개 지역 모두 일 중 구름량 7~10으로 흐린 날씨를 보였다. 6일에는 영동 동해안 지역에서는 3~6시 사이는 운량 10을 보였다. 6시 이후는 기압골의 영향을 점차 벗어나 운량이 감소하고 다시 18시 이후는 구름량이 증가하기 시작하였다. 태백산간 지방의 대관령·태백은 아침(9시까지)에는 구름량 8~10을 보이다가 낮부터 구름량이 2 이하로 감소했다가 24시 이후 다시 구름량이 증가하기 시작했다. 이는 영동 동해안 지역과 비슷한 양상을 보이나 인제는 일중 구름량이 8~10을 계속 유지해 다른 곳과 다르게 나타났다. 영서 지역은 춘천이 구름량 6~10, 홍천이 18시까지 구름량 8~10을 보이다가 21시 이후는 0으로 나타났으며 철원은 12시 이후 4 이하로 감소했다. 영서 지역은 위의 세 지역과 다르게 뚜렷한 풍

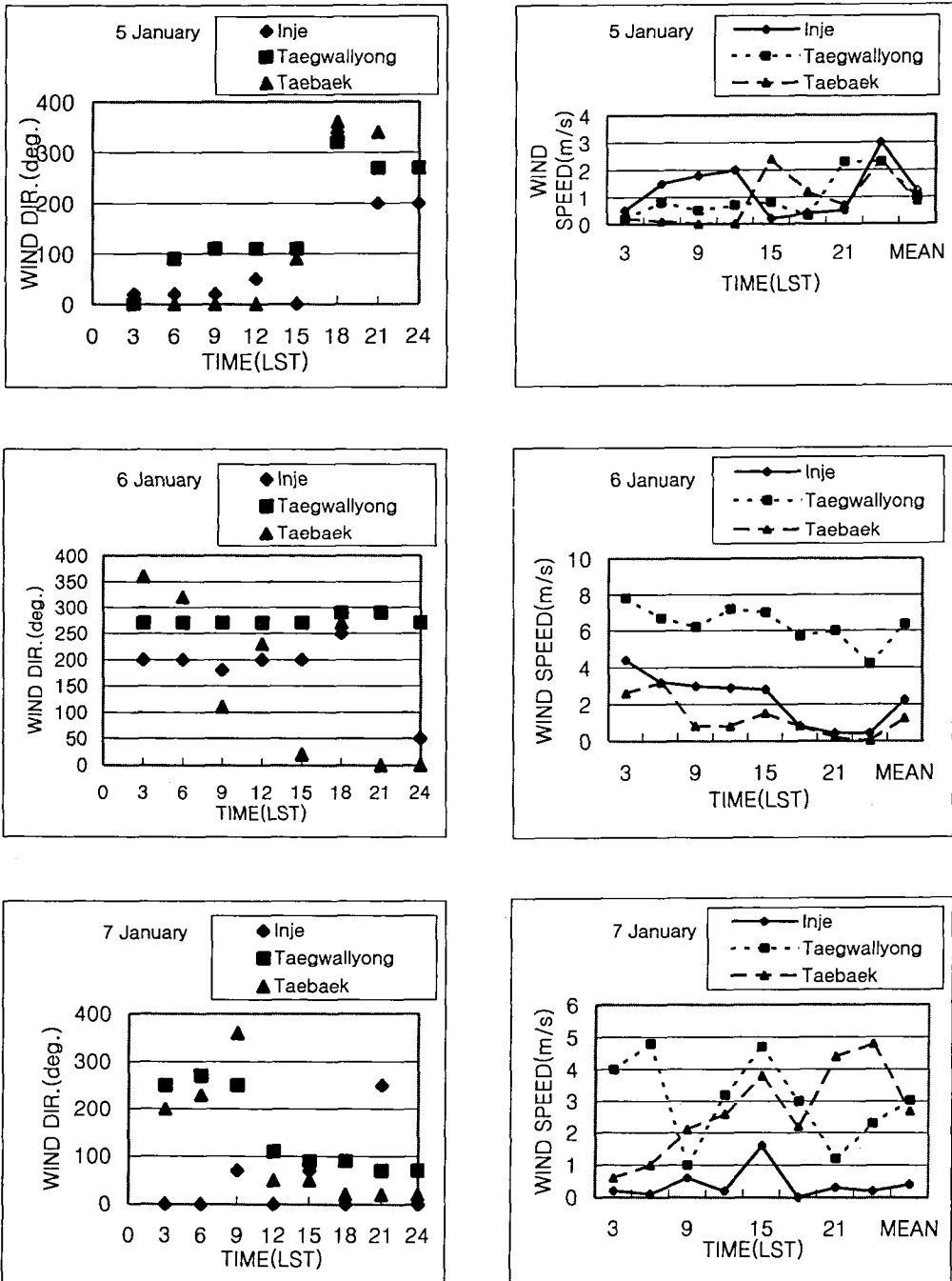


Fig. 8. Same as Fig. 7 except for at Mt. Taebaek area.

통점이 없이 바람장의 일 변화와 같이 지역적인 특성이 강하게 나타났다. 경북 동해안 지역은 6~9시 사이에 구름량 5~10으로 최대이고 9시 이후는 2 이하로 감소했다. 영동 동해안과 태백산간 지역이 대기 불안정으로

야간에 구름량이 증가했으나 경북 동해안 지역은 오히려 감소한 것으로 보아 주로 동해 북부 지방에서 대기 불안정이 발생했음을 알 수 있다. 7일에는 영동 동해안 지역은 일 중 구름량이 10, 태백산간 지역은 8~10, 영

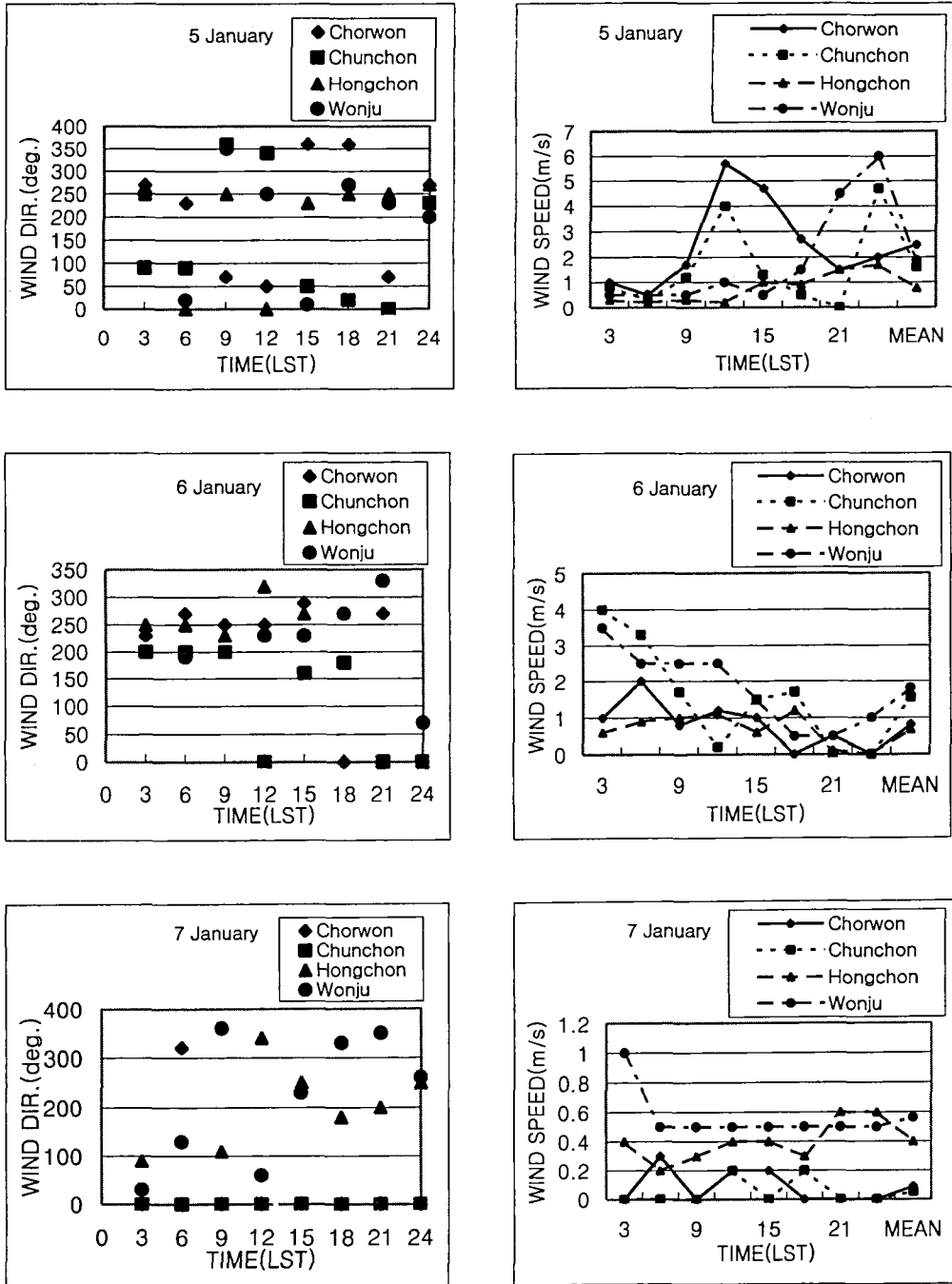


Fig. 9. Same as Fig. 7 except for at Youngseo area.

서 지방은 일 중 6~10, 그리고 경북 동해안 지방은 6 시 이후 구름량이 6~10으로 증가했다.

지상 온도: 1월 5일은 4개 지역 모두 15시경에 최고 온도를 보였다. 태백산간 지역과 영서 지역은 15시 이후

온도가 급격히 하강했으나 영동 동해안과 경북 동해안 지방은 완만하게 하강하거나 일정한 분포를 보였다. 이는 상층의 온도마루가 동해에 위치하였기 때문이다. 6일도 5일과 같이 15시경에 최고 온도를 기록했고 15

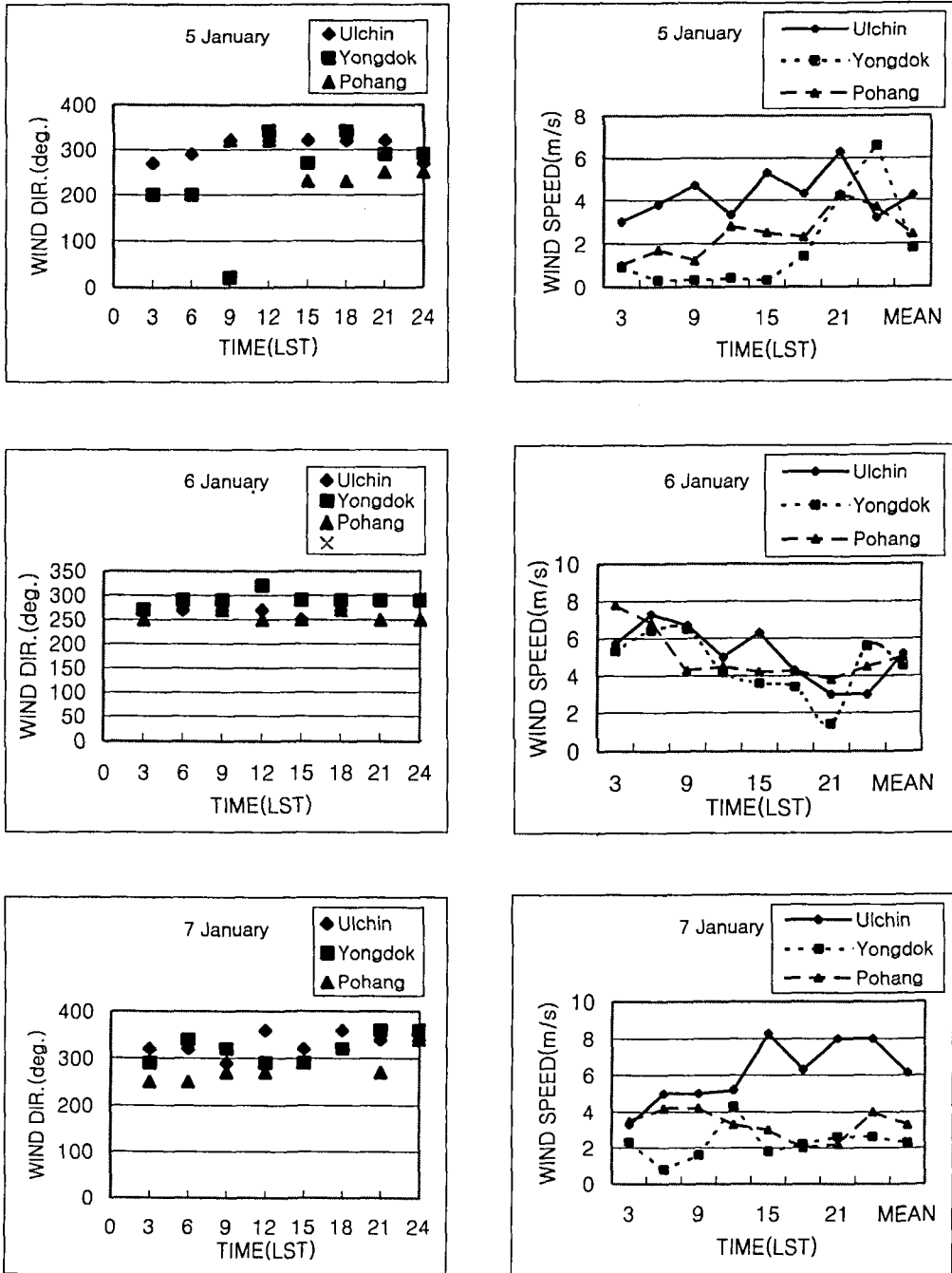


Fig. 10. Same as Fig. 7 except for at Kyungbuk area.

시 이후 시베리아 고기압의 영향으로 급격히 하강했다. 일 최고 기온이 영동 동해안 지역은 5일과 같이 0℃ 정도를 나타내어 변화가 없었다. 그러나 태백산간, 영서, 경북 동해안 지역은 전일 보다 3~5℃정도 낮게

나타났다. 영동 동해안 지역을 제외한 3개 지역은 시베리아 고기압의 영향을 받았기 때문이다. 7일은 영동 동해안, 태백산간, 경북 동해안 지역은 온도가 서서히 증가해 15시 부근에 온도가 최고로 올라간 후 야간까

지 거의 일정한 분포를 보였으나 내륙 지방인 영서 지방은 15시 이후 온도가 급격히 하강했다. 특히, 경북 동해안 지방의 포항만이 야간에 온도가 급격히 감소해 내륙 지방과 같은 일 변화를 보여 주었다. 이는 포항을 제외한 경북 동해안, 영동 동해안 및 태백산간 지방이 연해주로 확장한 시베리아 고기압이 동해로 이동하면서 번질된 기류의 영향을 받았으나 포항은 화남 지방으로 확장한 시베리아 고기압의 영향을 받았기 때문으로 생각된다.

**이슬점 온도:** 1월 5일에 영동 동해안 지역은 9시 이후 이슬점 온도가 대체로 일정하게 유지되었다(Fig. 11a). 태백산간, 영서, 경북 동해안 지역은 15시 이후 완만하게 하강했으나 내륙 지방인 영서 지방은 급격히 하강했다. 6일은 4개 지역 모두 일 중 거의 일정한 분포를 보였다(Fig. 11b). 영동 동해안 지방은 3~9시까지 높게 나타났으나 이후 점차 감소후 일정한 분포를 나타내고 있다. 포항은 지상 온도의 분포와 같이 5일의 12시 보다 15°C 정도의 차이를 보여 기타 지역과 다른 양상을 보여주고 있다. 7일은 점차 상승 후 15시 부근에 이슬점 온도가 최고를 기록한 후 점차 감소하는 분포 양상이 지상 온도 분포와 비슷한 경향을 나타내었다(Fig. 11c). 그리고 포항은 경북 동해안의 다른 지방, 영동 동해안 지방과 다르게 5일 18시 이후 급격히 하강하여 7일 15시까지 계속 낮은 이슬점 온도를 유지하였다.

**상대습도:** 1월 5일 영서 지역과 태백산간 지역인 인제와 대관령은 일 중 80% 이하를 유지했으나 기타 지역은 9시 이후 급격히 상승하여 약 100%를 유지했다. 이는 기압골의 통과로 인해 영서 지방을 제외한 지역에 눈을 내렸기 때문이다. 6일은 영동 지역에서는 오전 9시까지는 80~100% 이었으나 이후는 40~70%로 다른 지역에 비해 급히 하강했다. 태백산간 및 영서 지역은 일 중 일정한 분포를 보이는 5일과 비슷한 양상을 보여주고 있다. 그리고 경북 동해안 지방 중 포항은 5일보다 약 50% 이상의 차이를 보여주고 있다. 이는 건조한 시베리아 기단의 영향을 받았기 때문이다. 7일은 영동 동해안 지역은 6일과 동일하게 80~100%로 높게 유지하다가 9시 이후 점점 감소하는 양상을 보여주고 있다. 태백산간 지역은 인제를 제외한 대관령, 태백은 6일보다 10% 정도 상승했다. 경북 동해안 지방에서 포항에

인접한 영덕은 6일보다 30% 정도로 많이 상승했다. 포항은 10% 정도로 약간 상승했으나 60% 이하로 계속 낮게 나타나고 있다.

**해면 기압:** 1월 5일은 4개 지역 모두 기압골의 영향으로 점차 감소해 15시에 최소를 나타낸 후 다시 증가 추세를 보이고 있다. 시베리아 고기압의 접근으로 6일은 점차 상승하여 24시에 최고를 나타내었다. 7일은 15시 부근에 최소를 기록했고 15시를 전후해 증감을 반복하는 양상을 보이고 있다. 사례 기간 동안 4개 지역 모두 비슷한 양상을 보여주고 있다.

## 요약 및 결론

동해안에 발생한 대설에 관한 종관 특성을 알아보기 위해 1997년 1월 5일~7일 발생한 동해안의 대설을 하나의 대설 사례로 선택하였다. 대설시 종관 특성을 알아보기 위해 지상·상층 일기도, 보조 선도, 혼합비, 바람 벡터, 대기의 연직 구조와 위성 구름 사진 등을 이용하였다. 국지 특성을 알아보기 위해 영동 동해안, 태백산간, 영서와 경북 동해안 지방으로 4개 지역을 분류해 바람장, 구름량, 지상온도, 이슬점 온도, 상대 습도와 해면 기압의 일 변화를 분석하여 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1월 5일 영동 지방과 충청 이남 지방에 보인 강설은 시베리아 고기압이 연해주와 화남 지방으로 확장한 두 축의 중간에 위치하여 일본 류슈 지방에 중심을 둔 저기압의 기압골 영향으로 눈이 내렸다. 6일은 동해에 위치한 저기압 후면에서 대기 불안정에 의해 영동 동해안 지방에 주로 대설이 내렸다. 그리고 7일은 북동 기류의 유입에 의해 태백산간 지역에도 많은 눈이 내렸다.
- 영동 동해안 지방의 강풍은 남서풍, 속초는 북서풍이 유입될 때 대설이 내렸다. 이들 지방에 북동풍이 불 때 강설 현상이 약화되었으나 고도가 더 높은 태백산간 지방은 지속적인 강설 현상을 보였다. 그리고 풍속이 강할 때 대설 현상이 나타났고 풍속이 약화됨에 따라 강설도 약화되었다.
- 지상 온도의 일 변화에서, 영동 동해안 지방(속초, 강릉, 동해)은 1월 6일의 최고 기온이 전일과 비슷하게 나타났으나 기타 지역은 3~5°C 하강하였다. 7

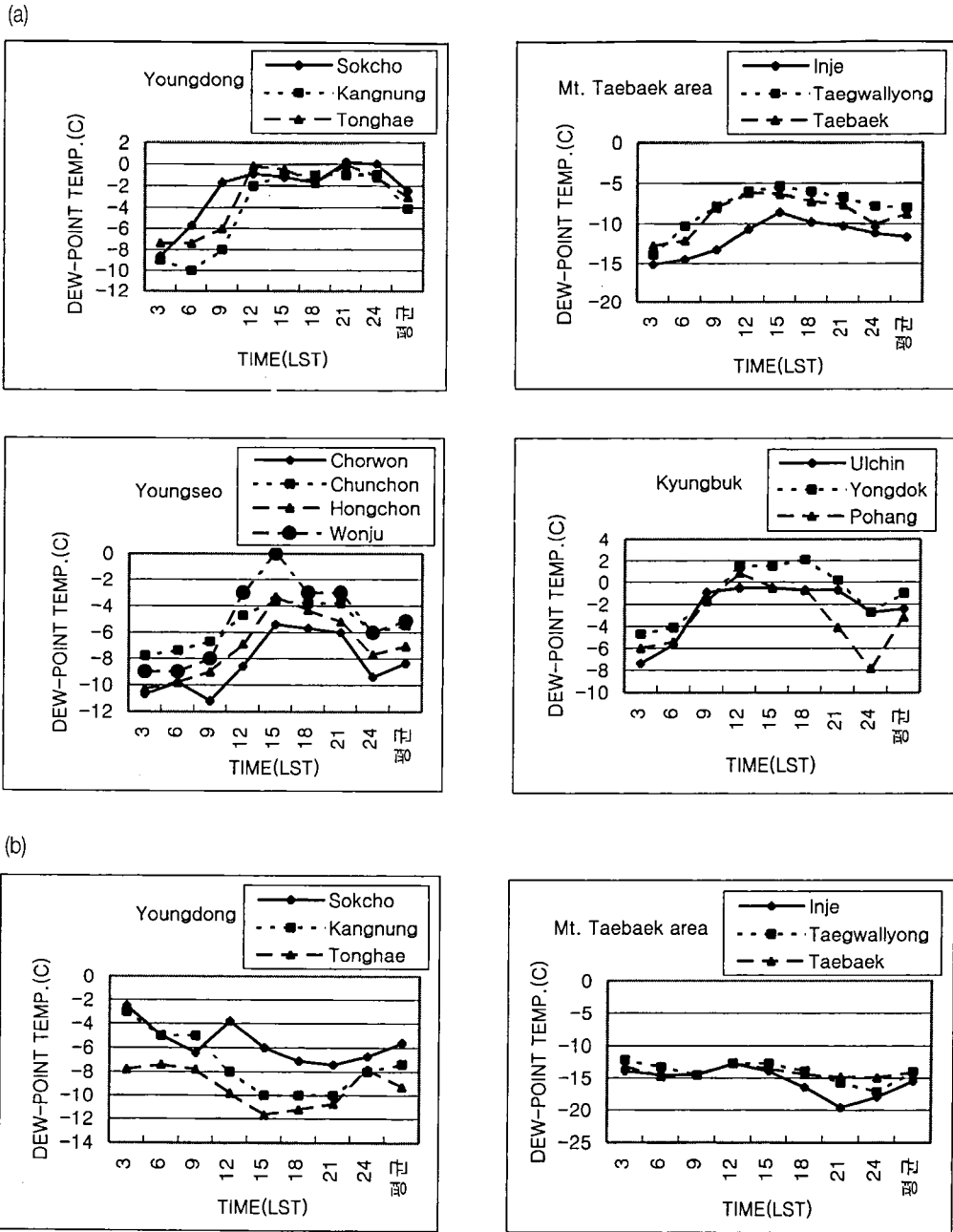


Fig. 11. Diurnal variation of dew-point temperature(°C) at four regions for (a) 5 January, (b) 6 January, and (c) 7 January 1997.

일은 영동 동해안, 태백산간 및 포항을 제외한 경북 동해안 지방이 12시경에 최고 온도를 기록한 후 일정한 온도 분포를 보였다. 그러나 영서 지방과 포항은 15시경에 최고 온도를 기록한 후 온도가 급격히 하강했다. 1월 6일 영동 동해안 지방은 전일과 동일

한 기단의 영향을 받았으나 기타 지역은 시베리아 고기압의 확장에 의한 찬 대륙성 기단의 영향을 받았기 때문에 주로 영동 동해안 지방에 대설을 초래했다. 그리고 포항은 강릉, 속초와 같이 동해안에 위치하고도 사례 기간 동안 1.7cm의 적은 양의 강설



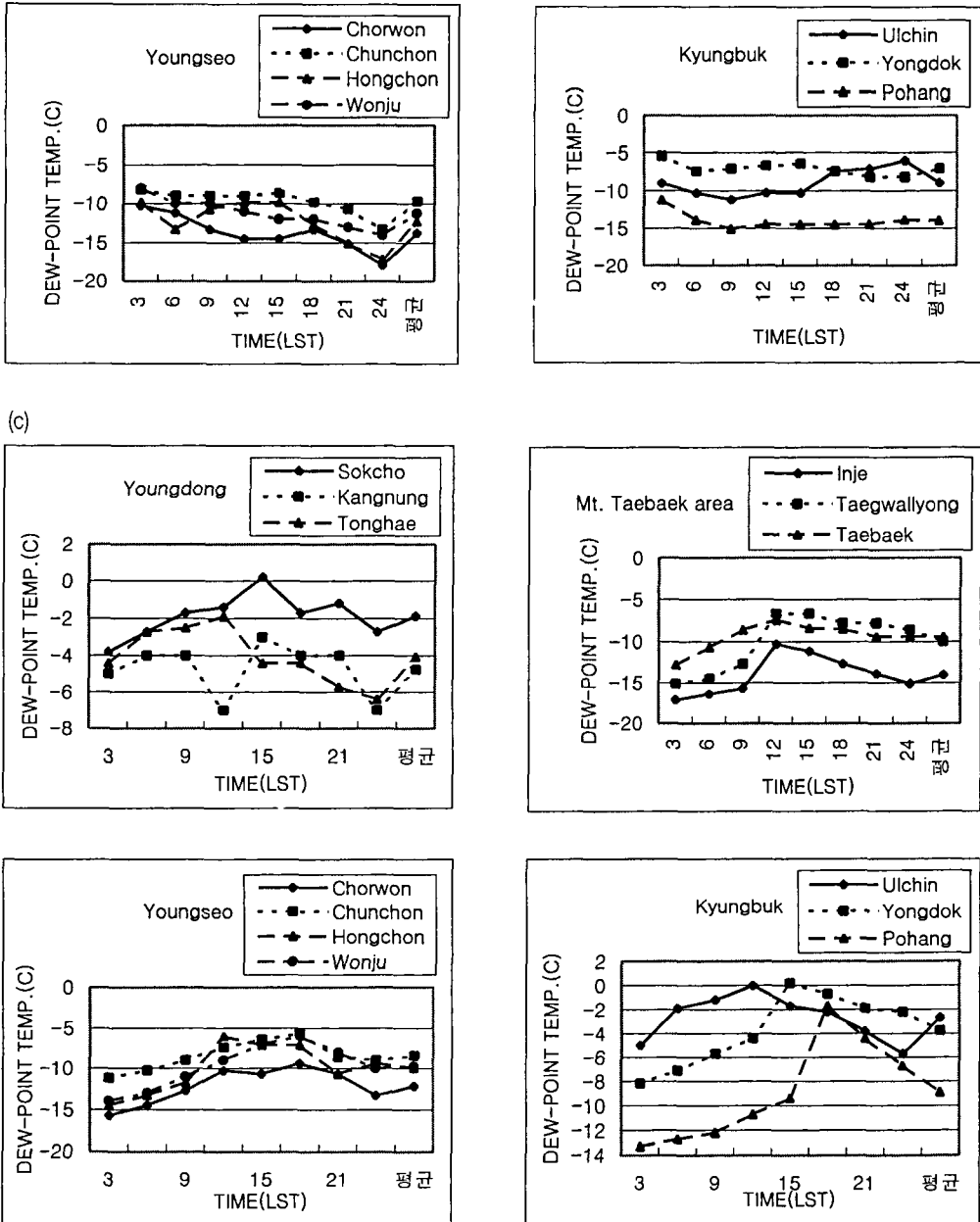


Fig. 11. Continued.

을 보인 것은 변질되지 않은 시베리아 기단의 영향을 계속 받았기 때문이다. 이슬점 온도의 일 변화에서, 경북 동해안 지방의 포항만 1월 5일 18시부터 급격히 하강하여 1월 7일 15시까지 계속 낮은 이슬점 온도를 나타내었다. 1월 6일은 전일의 이슬점 온도보다 15℃ 정도 급격히 하강했다. 이는 지상 온도의 일변화에서와 같이 계속 시베리아 고기압에서

확장한 찬 대륙성 기단의 영향을 계속 받았기 때문인 것으로 생각된다.

### 참고문헌

김기본, 1993, 겨울철 우리 나라 서해안에서 발생하는 폭설에 관한 연구, 경북대학교 교육대학원 석사학위논문, 49 p.

김성삼, 1979, 남한의 10cm 이상 강설의 기상조건. 한국기상학회지, 15, 1-10.  
 문길태·김홍진, 1982, 1981년 1월 14일-16일 사이의 저기압에 동반된 대설 특성 연구. 한국기상학회지, 18, 22-32.  
 박순웅·정창희, 1984, 동계 한파 내습시 황해 상에서의 공기의 변질에 관하여. 한국기상학회지, 20, 35-50.  
 서은경, 1991, 1990년 1월 29일~2월 1일 한반도에서 발생한 대설에 관한 연구. 한국기상학회지, 27, 165-179.

송병현, 1993, 우리 나라 동해안 지역과 서해안 지역의 강설 특성 비교 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 32 p.  
 이훈, 1992, 영동 지역의 폭설 요인. 연세대학교 대학원 석사학위논문, 64 p.  
 임은하, 1992, 지형성 구름과 강수에 관한 수치적 연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문, 59 p.  
 홍성길, 1988, 기상분석과 일기예보. 교학연구사, 364-373.

---

2000년 3월 24일 원고 접수

2000년 6월 10일 원고 채택