[UCI]I804:24011-200000239508

2010년 2월
석사학위논문

임실지방의 신적설 예측방법 연구

조 선 대 학 교 대 학 원

대 기 과 학 과

백 승 우

2010년 2월 석사학위논문 임실지방의 신적설 예측방법 연구 백 승 우

임실지방의 신적설 예측방법 연구

The Study on the Prediction Method of Fresh Snow Cover
at Imsil Region in Winter

2010년 2월 25일

조 선 대 학 교 대 학 원

대 기 과 학 과

백 승 우

임실지방의 신적설 예측방법 연구

지도교수 류 찬 수

이 논문을 이학석사학위신청 논문으로 제출함.

2009년 10월

조 선 대 학 교 대 학 원

대 기 과 학 과

백 승 우

백승우의 석사학위 논문을 인준함

위원장	조선대학교	전문경력 교수	정 효 상 인
위 원	조선대학교	교 수	류 찬 수 인
위 원	조선대학교	겸임교수	이 종 호 인

2009년 11월

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

List of Tables ····· 2
List of Figures ····· 3
ABSTRACT ····· 5
Ⅰ. 서론 ····· 7
Ⅱ. 자료 및 분석방법 ····· 9
Ⅲ. 분석내용 ····· 9
1. 신적설 발생 일수 및 대설 현상 일수 ····· 9
2. 전라북도 내륙-서해안 지역 간 최심 신적설 편차 발생 사례 ····· 10
3. 대설사례별 지상기압계 유형 분석 ····· 12
4. 대설유형별 사례분석 ····· 13
가. 서해안대설형 사례 1 (2006. 12. 28) ····· 13
나. 서해안대설형 사례 2 (2005. 12. 21) ····· 16
다. 내륙대설형 사례 1 (2006. 2. 7~2. 8) ····· 19
라. 내륙대설형 사례 2 (2005. 12. 25) ····· 22
마. 대설유형별 지상일기도 등압선 모양 및 지형효과 24
5. 대설유형별 각 고도장 평균온도 분석 ····· 27
6. 대설유형별 수온과 대기하층의 온도 분석 ····· 28
7. 대설유형별 지상, 850hPa의 평균풍속 분석 ····· 29
8. 대설유형별 500hPa 한핵의 위치 분석 ····· 30
9. 대설유형별 각 지점 지상풍속 비교 ····· 32
Ⅳ. 결 론 ····· 34
참고문헌 ····· 36
Appendix ····· 37

List of Tables

Table 1.Daily maximum depth of fresh snow cover by heavy snow types ·····12
Table 2.The cases of heavy snow types and maximum depth of fresh snow cover at each station ····· 14

List of Figures

Fig. 1. The topographical map of Jeollabuk-do ····· 8
Fig. 2. The number of days which occurred fresh snow cover ····· 10
Fig. 3. The number of days which occur deviation that maximum depth of fresh snow cover is more than 5cm by heavy snow types for recent six years ····· 10
Fig. 4. Mean deviation of maximum depth of fresh snow cover between west coast area and inland area by heavy snow types ····· 11
Fig. 5. Pressure system by heavy snow types ····· 13
Fig. 6. Fresh snow cover at each station by the time series on 28 Dec. 2006 ····· 15
Fig. 7. Surface weather chart on 00UTC 28 Dec. 2006 ····· 15
Fig. 8. Surface weather chart on 09UTC 28 Dec. 2006 ····· 16
Fig. 9. Wind rose at each station on 28 Dec. 2006 ····· 16
Fig. 10. Fresh snow cover at each station by the time series on 21 Dec. 2005 ····· 17
Fig. 11. Surface weather chart on 03UTC 21 Dec. 2005 ····· 17
Fig. 12. Surface weather chart on 15UTC 21 Dec. 2005 ····· 18
Fig. 13. Wind rose at each station on 21 Dec. 2005 ····· 18
Fig. 14. Fresh snow cover at each station by the time series from 7 to 8 Feb. 2006 ····· 19
Fig. 15. Surface weather chart on 15UTC 7 Feb. 2006 ····· 20
Fig. 16. Surface weather chart on 00UTC 8 Feb. 2006 ····· 20
Fig. 17. Wind rose at each stations on 7 Feb. 2006 ····· 21
Fig. 18. Wind rose at each station on 8 Feb. 2006 ····· 22
Fig. 19. Fresh snow cover at each station by the time series on 25 Dec. 2002 ····· 22
Fig. 20. Surface weather chart on 09UTC 25 Dec. 2002 ····· 23
Fig. 21. Surface weather chart on 15UTC 25 Dec. 2002 ····· 23
Fig. 22. Wind rose at each station on 25 Dec. 2002 ····· 24
Fig. 23. The conceptual model that WNW and NNW wind goes over the Noryeong mountains and passes through Imsil ····· 25
Fig. 24. The simulation of NNW and WNW wind which passes through Jeongeup and goes over the Noryeong mountains ····· 25

Fig. 25. The shape of the air column adiabatically transformed ····· 26
Fig. 26. The simulation of the wind which goes over the mountains (a) Vertical distribution, (b)Trace ····· 27
Fig. 27. The mean temperature of each altitude by heavy snow types ····· 28
Fig. 28. Temperature deviation between the land surface and the oceans ·····29
Fig. 29. Temperature deviation between the surface and at 850hPa ····· 29
Fig. 30. Mean wind speed at 850hPa and 1000hPa by heavy snow types ····· 30
Fig. 31. Isohypse at 500hPa by heavy snow types ····· 31
FIg. 32. The chart of the west coast heavy snow type at 500hPa ····· 31
Fig. 33. The chart of the inland heavy snow type at 500hPa ····· 32
Fig. 34. Maximum wind speed for 10 minutes at each station by heavy snow types ·····33

List of Appendixes

Appendix 1. New snow accumulation time series at each station by cases of the west coast heavy snow types. ····· 37
Appendix 2. New snow accumulation time series at each station by cases of the inland heavy snow types. ····· 40
Appendix 3. The wind rose at each station by cases of the west coast heavy snow types. ····· 42
Appendix 4. The wind rose at each station by cases of the inland heavy snow types. ····· 48

ABSTRACT

The Study on the Prediction Method of Fresh Snow Cover at Imsil Region in Winter

Baek Seung-Woo
Advisor : Prof. Ryu, Chan-Su Ph.D
Department of Atmospheric Science,
Graduate School of Chosun University

The representative characteristic of the weather in Jeollabuk-do region is heavy snow in winter due to the continental anticyclone expansion. Especially, the winter heavy snow is characterized by the great deviation of snow accumulation as the spots in limited area. This study classifies the heavy snow type in Jeollabuk-do region by the geographical features under the assumptions that the distribution of snowfall which occurs when a cold air passes through the warm oceans is set by the geographical features. With the Noryeong mountains in Jeollabuk-do as the center, the case of the heavy snowfall which falls in the west area more than the east area of the mountain range is classified as the west coast heavy snow type, and the opposite case is classified as the inland heavy snow type. The study regions are Imsil and Jangsu at the east of the Noryeong mountains, and Jeongeup region at the west of the Noryeong mountains among heavy snowfall regions in Jeollabuk-do.

We demonstrated the case that maximum depth of fresh snow cover is over 5 cm more than 1 region among Imsil, Jangsu and Jeongeup.

Accordindg to that result, the occurrence of heavy snow in Jeollabuk-do is more frequent by 53% compared with that in the west coast region.

In case of the west coast heavy snow type, there is the large deviation of

fresh snow cover between both regions. Also, it appears that southward advance of cold air in case of the west coast heavy snow type is more outstanding than that of the inland heavy snow type. When the west coast heavy snow type comes, the isobar of the surface pressure pattern is arranged in linear order to north and south with the west coast region in Korea as the center, as cold air penetrates deep from the northern inland region to the central inland region in Korea. At this time, it is concluded that heavy snow falls in Jeongeup region located on windward side of the Noryeong mountains as cold air flows into Jeollabuk-do region from north-northwest.

By contrast, in case of the inland heavy snow type, as cold air cannot flow into the north or the central inland and then expands from Hanam region in China to the southern region in Korea, the isobar of the surface pressure pattern tends to incline from northwest to southwest with the Korean west coast as the center and the main wind in Jeollabuk-do region is from the west to the west-northwest. In this case, after the cold air falls snow in Jeongeup region which is the windward side of the Noryeong mountains by the relatively strong wind from the west to the west-northwest than the west coast heavy snow type, passing the Noryeong mountains, the positive vorticity greatly develops once more at the lee side of the mountains. Thus, it seems to be a heavy snowfall in Imsil and Jangsu region.

In case of the inland heavy snow type, the deviation of fresh snow cover between the inland and the west coast station is less than the west coast heavy snow type. The difference in the inland heavy snow type is an ut 6cm. The result shows that the snowfall in Jeollabuk-do is greatly affected by the geographical features.

Ⅰ. 서론

겨울철 대설 발생은 대륙과 해양의 온도차, 해상에서의 충분한 수증기 공급 및 기단의 변질, 바람에 의한 수렴효과가 큰 곳에서 자주 발생한다. 서해를 끼고 있는 전라도 지역은 시베리아기단이 확장하는 계절에 강설이 많이 발생한다. 이러한 강설현상은 차고 건조한 시베리아기단이 한반도로 장출하면서 서해를 통과할 때 비교적 온난한 해수면으로부터 열과 수증기를 공급받아 변질되어 하층이 불안정해진다(정영근, 1999). 그 결과 대류운이 발생하게 되고 해상에서 형성된 대류운은 상층이 불안정한 구조를 보일 때 2차순환에 의해 상공까지 크게 발달하여 지향류를 따라 이동하여 상륙하면서 지형효과가 부가되어 나타나게 된다.

겨울철 강설은 주로 중규모 현상에 의한 것으로서 국지성이 매우 커서 그 예측이 쉽지 않다. 따라서 강설현상의 보다 정확한 예측을 위해서는 그 지역의 강설특성에 대한 종합적이고 체계적인 이해가 우선적으로 요구된다. 이에 대해 기압계 유형, 지형 등 일정기준에 따라 대설유형을 분류한 연구들이 많이 있다. 김성삼(1979)은 '남한의 10.0㎝ 이상 강설의 기상조건'에서 우리나라 대설을 신적설의 빈도에 따라 내륙형, 영동형, 울릉도형으로 분류한 바 있으며, 김상수와 김형국(2002)은 전북 동부 내륙지방의 대설 유형 분석에서 전라북도 지역의 대설유형을 시베리아 고기압에 의한 차고 건조한 공기가 북서풍에 의해 이류되는 cP 확장형과 남쪽해상에서 저기압이 바다를 통과하면서 변질된 공기가 육지를 통과할 때 북풍기류사이에 생긴 전선면에서 발생하는 남쪽 기압골유형, 그리고 대륙고기압과 상해 부근 고기압 사이에 발생하는 발해만 기압골, 북쪽 기압골 형으로 분류하여 조사한 바 있다. 한편 주형돈(2000)은 호남지방의 대설 중 75%가 서고동저형 기압계 유형에서 나타났으며, 북고 남저 형이나 저기압 접근형도 엄밀한 의미에서 찬 대륙고기압의 영향으로 보아도 무방하다는 주장을 하였다. 찬 시베리아 기단의 변질과 지형효과가 호남지방의 대설에 직접적인 촉매효과로 작용한다고 했다. 특히 서고동저형 기압계 유형 중에서도 등압선의 방향에 따라 내륙형과 서해안형으로 분류하였다. 한반도를 포함한 서해상에서 등압선이 남북으로 위치하면 주로 서해안지방에 대설이 나타나나 북서-남동쪽으로 등압선이 위치하면 주로 내륙지방에 대설현상이 나타난다고 밝혔다. 이는 산맥의 영향으로 후사면에 양의와도 상층에서 이류가 유도되고 한기이류가 존재하게 되어 불안정을 증폭시키기 때문이라고 밝혔다.

전라북도 장수와 임실의 경우 노령산맥의 후사면에서 덜 발달된 기류가 산맥을 넘어 기주의 연직 확장에 의해 수렴하고, 양의 와도가 생성되면서 요란들의 발달로 강설일수가 많이 나타난다.

전라북도지방의 경우 대륙고기압의 확장에 따른 겨울철 대설이 대표적인 기후특성으로 잘 알려져 있으며, 특히 전라북도지방의 겨울철 대설현상은 좁은 지역에서 지역에 따라 적설량의 편차가 약 20~30㎝가량 크게 나타나는 특징을 가지고 있다. 전라북도 지역 중 큰 적설량 편차를 보이는 대표적인 지점으로 정읍, 임실, 장수 등이 있다. 노령산맥 서쪽에 위치한 대표적인 다설 지역인 정읍지방은 전라북도 남서부에 위치하고 있으며 국제예보지역은 전북중부내륙으로 분류되고 있다. 남동쪽으로는 노령산맥 줄기로 내장산(763m)과 입암산(733m)이 연결되고 북서쪽으로는 광활한 동진평야가 펼쳐져 있다. 정읍지방은 서해안형과 내륙형의 중간형으로 구분될 수 있으나 서해안형에 가까운 특성을 보이고 있다. 겨울철 대륙고기압 확장 시 노령산맥의 줄기로 둘러쌓인 분지형태로 지형적인 영향을 받아 대설이 잦고 겨울철 주풍향은 서-북서풍이다. 한편 노령산맥 동쪽에 위치한 대표적인 다설 지역인 임실지방은 전라북도의 동남쪽에 위치하며, 노령산맥에서 뻗어내린 지맥은 북동쪽에 성수산(867m), 서남쪽으로는 백련산(745m), 회문산(897m)을 이루고 있다.

Fig. 1. The topographical map of Jeollabuk-do.

임실지방은 전북남동내륙의 산악 분지형 지역으로 해발고도 200m이상의 크고 작은 지맥들로 둘러쌓인 산간분지와 구릉으로 이루어진 고산지역이다. 겨울철은 인근 장수와 더불어 호남에서 가장 추운 지역이며 타 지역에 비해 눈이 자주 내리는 기후특성을 가지고 있다(Fig.1).

본 연구에서는 전라북도 지역의 전반적인 대설특성을 이해하고 대설 발생 시 전라북도 지역간에 적설량 편차가 크게 나타나는 원인을 중점적으로 분석해봄으로써, 전라북도지역 중 신적설 발생이 가장 빈번한 임실 지역의 신적설량 예측방법을 고찰해보고자 한다.

Ⅱ. 자료 및 분석방법

본 연구에서는 한랭한 공기가 온난한 해상을 통과하면서 발생한 눈의 강설현상이 미치는 범위가 주로 지리적 형태에 따라서 결정될 것이라는 가정 하에 전라북도지방의 대설유형을 지형에 따라 구분하였다. 즉 전라북도를 북북동~남남서로 가로지르고 있는 노령산맥을 중심으로 산맥의 동쪽지역에 비해 서쪽지역에 많은 눈을 내린 대설사례를 서해안대설형과 노령산맥의 서쪽지역에 비해 동쪽지역에 많은 눈을 내리는 대설사례를 내륙대설형으로 구분하였다.

전라북도 내륙-서해안 지역 간 최심신적설 값이 5.0cm이상 편차를 보인 사례를 중심으로 대설을 유발할 수 있는 기상요소들의 대설유형별 특성을 분석해보고, 지형효과에 따라 전라북도 지역 간 적설량 편차가 나타나는 원인을 살펴보았다.

조사지역은 전라북도 다설 지역인 노령산맥 동쪽에 위치한 임실과 장수 그리고 노령산맥 서쪽에 위치해 있는 정읍지역을 선정하여 비교·분석하였다.

조사기간은 2001.11.01.~ 2007.03.31. 최근 6년 동안 기상청 AWS(자동기상관측장비) 관측 값, 부이자료, 고층자료, 수동적설관측 값 및 각 고도별 일기도 등을 조사하였다.

Ⅲ. 분석내용

1. 신적설 발생 일수 및 대설 현상 일수

2001년 11월 1일부터 2007년 3월 31일까지 최근 6년 동안 임실, 장수, 정읍 지역의 신적설 발생일수는 임실 115일, 장수 110일, 정읍이 101일이었으며, 이 중 대설기준인 신적설 값이 5.0cm 이상인 날은 임실 33일, 장수 32일, 정읍이 35일이었다(Fig. 2).

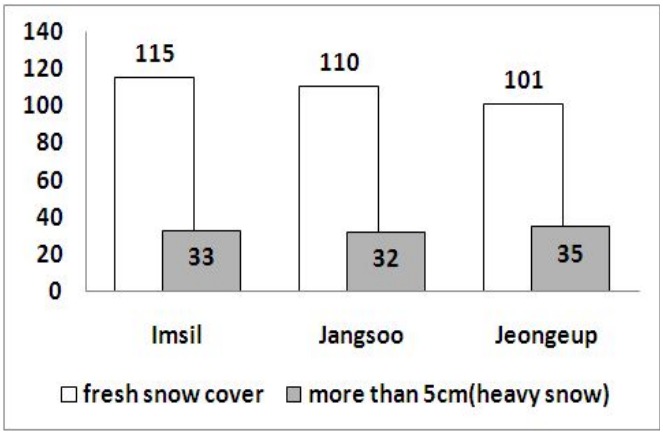


Fig. 2. The number of days which occurred fresh snow cover.

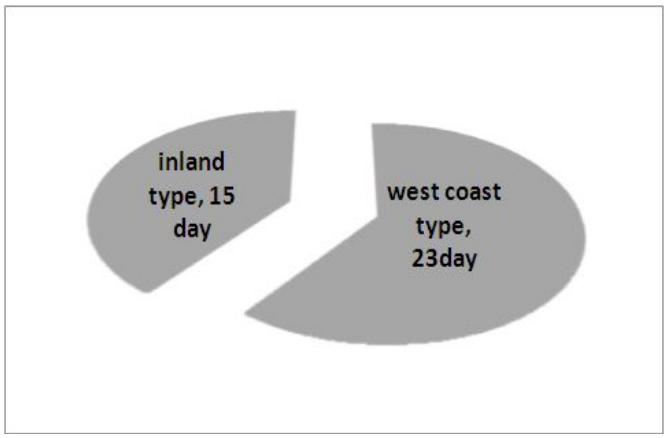


Fig. 3. The number of days which occur deviation that maximum depth of fresh snow cover is more than 5cm by heavy snow types for recent six years.

2. 전라북도 내륙-서해안 지역 간 최심신적설 편차 발생 사례

최근 6년간 임실, 장수와 정읍 지역 중 1 지점 이상에서 최심신적설량이 5.0cm 이상인 대설이 발생한 일수는 총 60일이었다. 이 중 전라북도 내륙지역(임실,장수)과 전라북도 서해안지역(정읍) 최심신적설량이 5.0cm 이상 차이를 보이는 일수를 조사해본 결과 총 38일 이었다. 이 중 내륙지역에 비해 서해안지역에 많은 눈이 내렸던 사례는 23일, 서해안지역에 비해 내륙지역에 많은 눈이 내렸던 사례는

15일을 보이는 등 내륙대설형에 비해 서해안대설형의 발생빈도가 약 53% 더 많았다(Fig. 3).

Table 5는 대설유형별 각 사례의 지점별 최심신적설량을 보여주고 있다. 서해안대설형의 경우 정읍은 장수와 임실보다 현저히 많은 강설량을 보였으며, 내륙대설형에서는 장수와 임실이 정읍보다 더 많은 강설량을 보였다.

Fig.4는 전라북도 내륙지역과 서해안지역간의 최심신적설량이 5.0cm 이상 차이를 보였던 대설 사례를 기준으로 대설유형별 내륙과 서해안 지역 간 최심신적설 평균편차를 보여주고 있다. 전체적으로 서해안대설형의 경우에 적설량 값이 더 크게 나타났으며, 전라북도 내륙지역과 서해안 지역 간 최심신적설의 평균편차는 내륙대설형의 경우 약 6.0cm 서해안대설형의 경우 약 10~11cm 로 서해안대설유형에서 전라북도 내륙과 서해안 지역 간 더 큰 적설량 편차를 보였다.

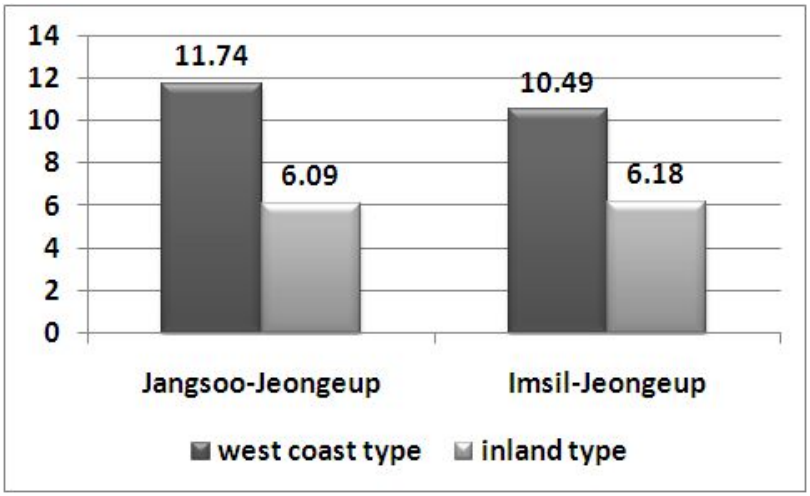


Fig. 4. Mean deviation of maximum depth of fresh snow cover between west coast area and inland area by heavy snow types.

Table 1. Daily maximum depths of fresh snowfall by heavy snow types.

West coast heavy snow types	Jang-soo	Imsil	Jeong-eup	Inland heavy snow types	Jang-soo	Imsil	Jeong-eup
2001.12.21	2.5	2.7	7.6	2001.12.29	9.2	6.9	4.0
2002.01.02	0.0	0.0	8.2	2002.01.07	8.3	7.4	2.5
2002.12.09	0.2	1.7	7.2	2002.12.25	13.0	12.0	3.4
2003.01.04	7.9	9.3	15.0	2003.01.27	8.1	5.0	0.9
2003.01.05	0.0	0.0	7.0	2004.01.12	5.1	5.2	0.8
2003.12.19	0.4	1.2	16.0	2004.01.13	6.1	9.0	4.9
2003.12.26	0.0	0.9	15.0	2004.02.04	5.2	6.5	2.1
2004.01.21	0.6	2.7	10.0	2004.02.05	8.9	5.8	2.5
2004.01.24	0.0	0.9	12.0	2004.02.07	8.7	11.0	1.1
2004.02.03	0.0	0.6	5.8	2004.03.06	5.9	6.5	4.3
2004.12.31	0.0	0.0	7.2	2005.01.25	7.2	6.5	2.5
2005.01.11	1.5	3.4	5.4	2005.01.31	8.3	8.8	4.7
2005.02.01	1.1	1.1	22.0	2006.02.07	21.0	24.0	4.8
2005.02.02	2.6	2.4	8.9	2006.02.08	9.7	13.0	1.6
2005.02.20	0.0	2.2	5.7	2006.11.07	6.8	5.2	0.0
2005.12.05	1.7	2.5	12.0				
2005.12.08	2.7	1.0	6.1				
2005.12.12	2.1	3.2	21.0				
2005.12.17	3.0	3.5	13.0				
2006.12.02	0.0	0.0	8.8				
2006.12.28	1.5	4.2	34.0				
2005.12.04	16.0	21.0	35.0				
2005.12.21	15.0	23.0	46.0				

3. 대설사례별 지상기압계 유형 분석

전라북도 내륙지역과 서해안지역의 최심신적설량이 5.0cm 이상 차이를 보였던 대설 사례별 지상기압계 유형을 분석해본 결과, 전체 38사례 중 cP확장에 의한 대설이 35건으로 약 92%를 차지하였고 북쪽기압골에 의한 대설이 2건으로 약 5%, 남쪽기압골에 의한 대설이 1건으로 약 2.5%를 차지하였다. 이를 내륙대설형과 서해안대설형으로 구분해보면 서해안대설형의 경우 23사례 모두 cP확장에 의한 대설이었으며 내륙대설형의 경우 15사례 중 12사례가 cP확장에 의한 대설이었고 북쪽기압골에 의한 대설이 2사례, 남쪽기압골에 의한 대설이 1사례였다(Fig. 5).

이는 전라북도 대설 사례 중 대부분이 cP확장에 의한 대설 발생이었음을 보여주

고 있으며, 엄격히 따지자면 북쪽기압골이나 남쪽기압골 유형으로 분류한 사례 역시 기압골 후면에서 확장해 내려오는 시베리아고기압의 영향에 의해 대설이 발생한 것이라고 볼 수도 있기 때문에 이번 연구에서는 기압계유형에 따른 대설 특성은 고려하지 않았다.

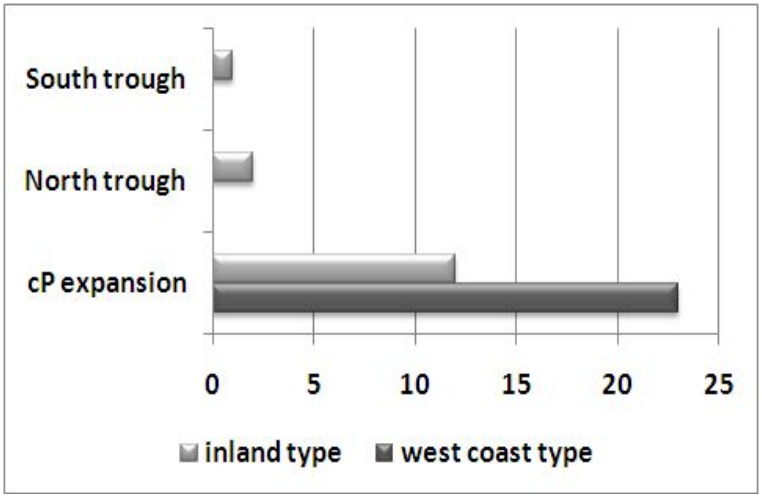


Fig. 5. Pressure system by heavy snow types.

4. 대설유형별 사례분석

Table 1의 대설유형별 사례 중, 내륙지역과 서해안지역간의 최심신적설 편차가 가장 큰 두 사례를 선정하였다(Table 2).

가. 서해안대설형 사례 1 (2006. 12. 28)

2006년 12월 28일 대설 사례의 경우 전라북도 내륙지역과 서해안지역에 일 최심신적설 편차가 약 30.0cm 를 보인 전형적인 내륙대설형 사례로 이 날 임실, 장수지역에는 01~15KST까지 신적설량이 기록되었고 정읍지역에는 01~23KST까지 신적설량이 기록되었다. 시간대별 신적설량은 Fig. 6과 같다.

이 날 장수와 임실(내륙지역)에 비해 정읍(서해안지역)에 신적설량이 급격히 커지기 시작한 09시 이후로의 일기도를 분석하였다.

Table 2. The cases of heavy snowfall maximum depth of heavy fresh snow cover for three station respectively.

Case date	28 Dec. 2006	21 Dec. 2005	7~8 Feb. 2006		25 Dec. 2002
Heavy snow pattern	West coast heavy snow types		Inland heavy snow types		
Jangsoo maximum depth of fresh snow cover	1.5	15.0	21.0	9.7	13.0
Imsil maximum depth of fresh snow cover	4.2	23.0	24.0	13.0	12.0
Jeongeup maximum depth of fresh snow cover	34.0	46.0	4.8	1.6	3.4
maximum depth of fresh snow cover departure (Jangsoo:Jeongeup)	32.5	31.0	16.2	8.1	9.6
maximum depth of fresh snow cover departure (Imsil:Jeongeup)	29.8	23.0	19.2	11.4	8.6

Fig. 7에서는 일본 북동쪽에 발달한 저기압이 위치하고 북서쪽 시베리아 고기압은 점차 확장하면서 우리나라를 중심으로 기압경도력이 점차 강해지고 있다. Fig. 8의 09UTC에서 시베리아고기압의 확장을 저지하고 있던 일본 북동쪽의 저기압이 점차 동진하면서 만주지방~우리나라 북부지역으로 시베리아고기압 세력이 확장하고 있다. 일본 북동쪽에 발달한 저기압이 위치한 가운데 우리나라 북서쪽에서 시베리아 고기압이 확장해 내려오는 전형적인 서고동저형 기압배치에서 09시 일기도에서는 우리나라 서해안지역을 중심으로 등압선이 비교적 남북으로 반듯하게 서 있는 모습을 보이다가, 18KST 일기도에서는 우리나라 남쪽지역에서 다소 등압선이 북동~남서로 뉘어지는 경향을 보이고 있다. 이 날 대설발생 당시 지역별 풍향은 장수, 임실, 정읍 지역에서 북북서풍이 우세하였다.

Fig. 6은 2006년 12월 28일 사례로, 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에 01시부터 신적설 값이 기록되다가 임실과 장수지역에는 15시에 종료되고 정읍지역에는 23시까지 신적설 값이 기록되었습니다. 이 날 정읍지역에 최심 신적설량은 34cm, 임실지역 4.2cm, 장수지역 1.5cm로 전라북도 내륙지역과 서해안지역 간 적설량 편차는 약 30cm를 보여주고 있다.

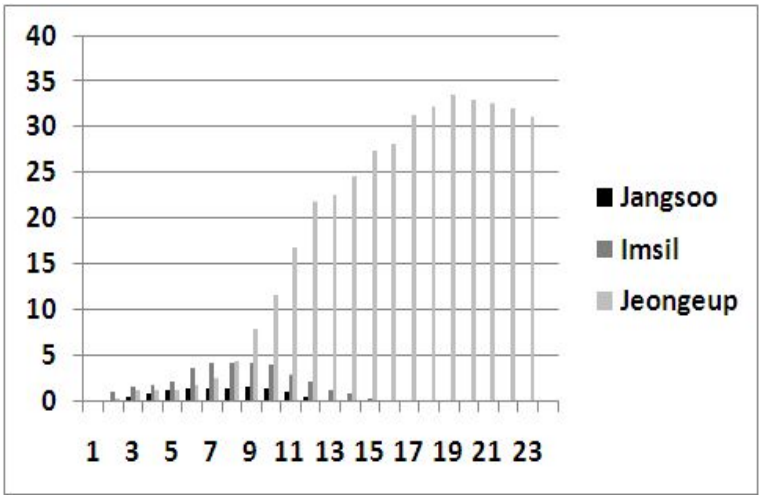


Fig. 6. Fresh snow cover at each station by the time series on 28 Dec. 2006.

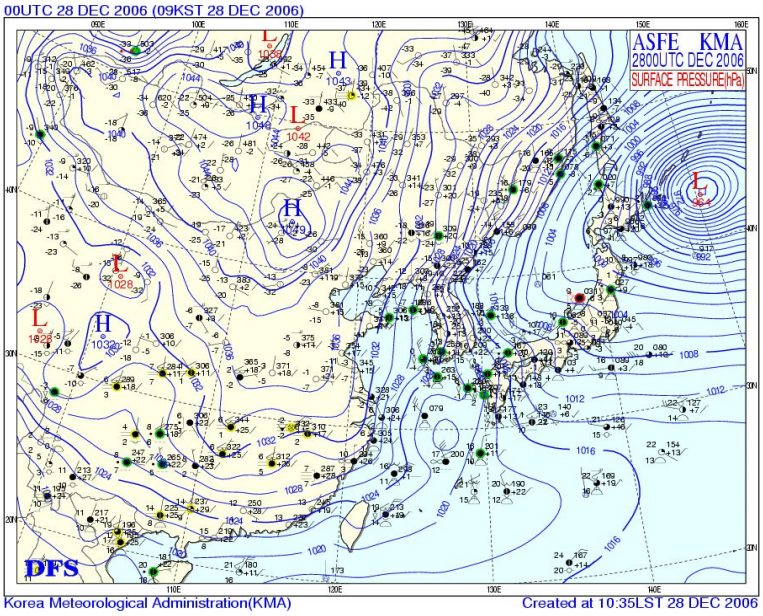


Fig. 7. Surface weather chart on 00UTC 28 Dec. 2006

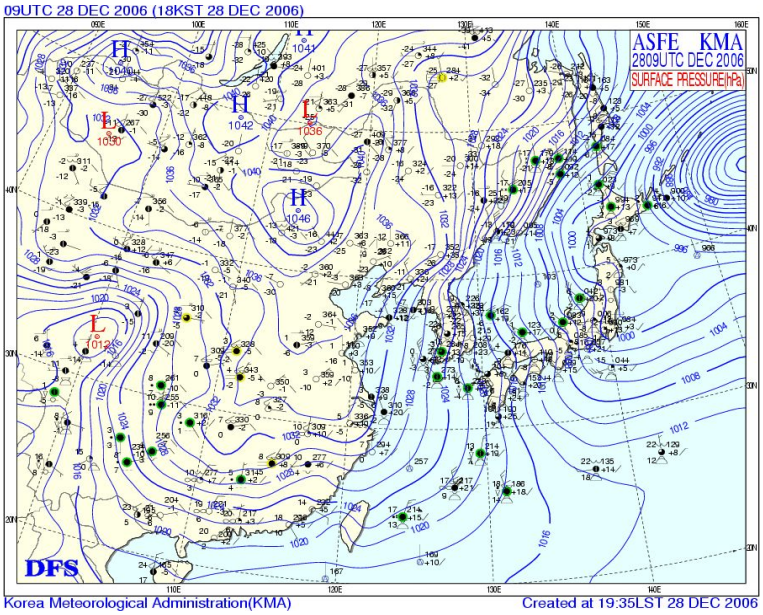


Fig. 8. Surface weather chart on 09UTC 28 Dec. 2006

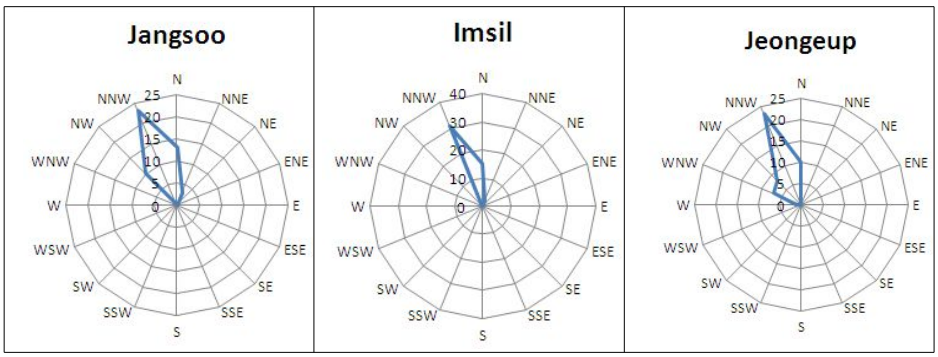


Fig. 9. Wind rose at each station on 28 Dec. 2006.

나. 서해안대설형 사례 2 (2005. 12. 21)

2005년 12월 21일 대설 사례의 경우 전라북도 내륙지역과 서해안지역에 일 최심 신적설량 편차가 장수지역은 23.0cm, 임실지역은 31.0cm를 보였다. 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에는 05~24시까지 신적설량이 기록되었고, 그 다음날인 12월 22일 12KST까지 신적설량이 기록되었다. 시간대별 신적설량은 Fig.10과 같다.

Fig. 10은 2005년 12월 21일 사례로, 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에는 05시~24시까지 신적설이 기록되었고 그 다음날인 12월 22일 12시까지 신적설량이 기록되

었습니다. 이 날 정읍 지역의 최심신적설은 46cm, 임실지역 23cm, 장수지역 15cm로 전라북도 내륙지역과 서해안지역에 일 최심신적설 편차가 약 20~30cm 를 보였습니다.

Fig. 11에서, 시베리아고기압이 확장해 내려오는 가운데 우리나라 동해상에서 저기압이 점차 발달하고 있다.

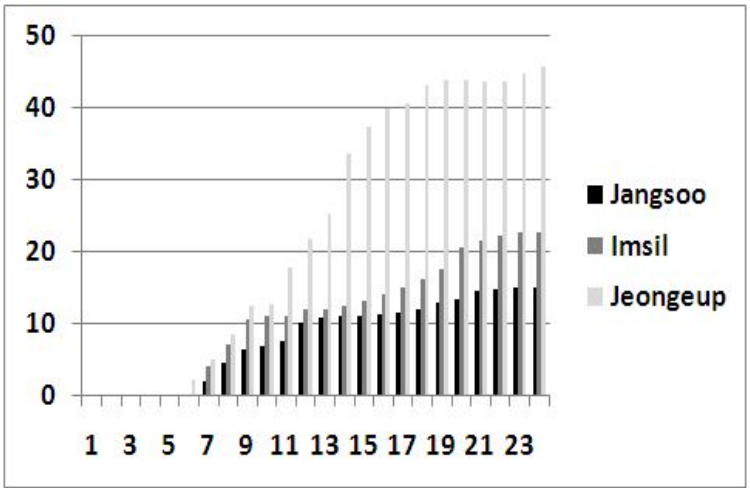


Fig. 10. Fresh snow cover at each station by the time series on 21 Dec. 2005

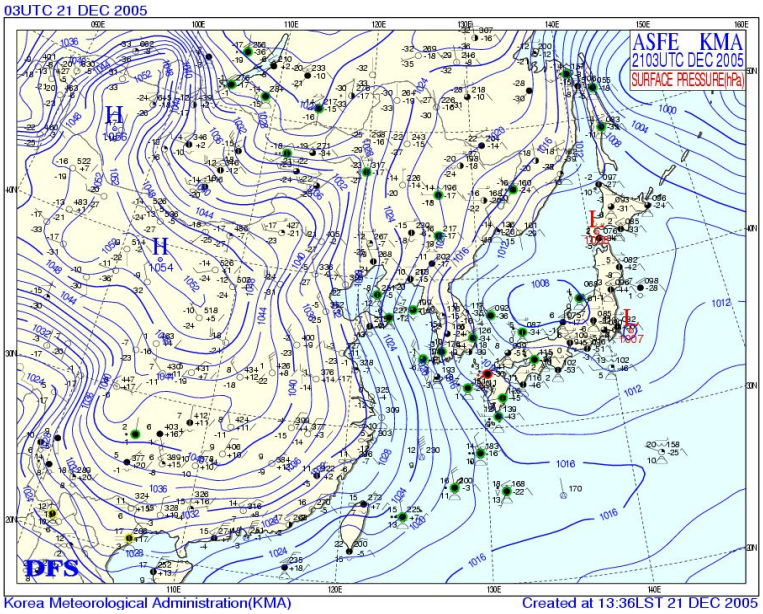


Fig. 11. Surface weather chart on 03UTC 21 Dec. 2005.

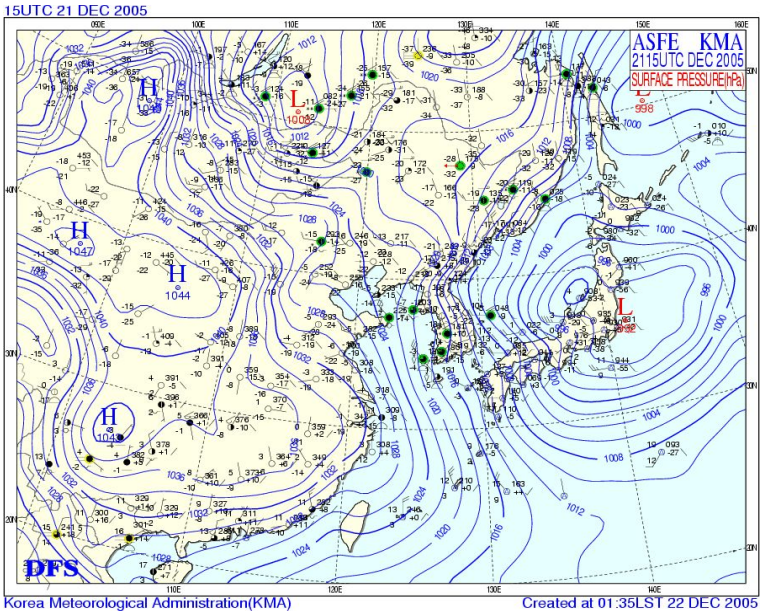


Fig. 12. Surface weather chart on 15UTC 21 Dec. 2005.

15UTC(Fig. 12)에는 우리나라 동해상에 있던 저기압이 일본으로 중심을 옮겨가면서 크게 발달하면서 시베리아고기압의 이동을 저지하고 있긴 하지만, 만주지방과 우리나라 중부 서해상으로 고기압세력이 파고드는 경향을 보인다.

이 날 지상일기도에서도 저기압이 빠져나가면서 시베리아 고기압이 점차 확장해 내려오는 서고동저형 기압배치에서 우리나라 서해안지역을 중심으로 등고선이 남북으로 위치하고 있는 것을 볼 수 있다. 대설발생 당시 지역별 풍향은 장수, 임실, 정읍 지역에서 북 내지 북서풍이 우세하였다(Fig. 13참조).

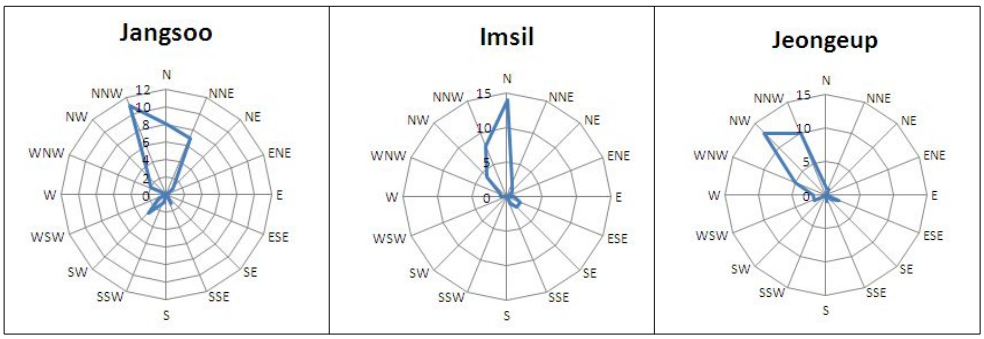


Fig. 13. Wind rose at each station on 21 Dec. 2005.

다. 내륙대설형 사례 1 (2006. 02. 07 ~ 02. 08)

2006년 2월 7일부터 8일까지 대설 사례의 경우 전라북도 내륙지역과 서해안지역에 일 최심신적설 편차가 약 10~20cm 를 보이며 서해안지역에 비해 내륙지역에 훨씬 더 많은 눈이 내렸던 사례로 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에 7일 새벽부터 신적설 값이 기록되어 8일 18시까지 이어진 사례이다. 시간대별 신적설량은 Fig.14와 같다.

Fig. 14는 7일 3시부터 임실과 장수지역에 신적설이 기록되기 시작하여 7일 24시경에 20cm이상의 신적설량을 기록하다가, 8일 새벽에 다소 약해지는 경향을 보이더니 다시 8일 19시까지 많은 눈이 내렸으며, 반면 정읍지역은 7일 20시부터 신적설이 기록되어 8일은 19시까지 3cm미만의 약한 눈이 내렸음을 보여주고 있다.

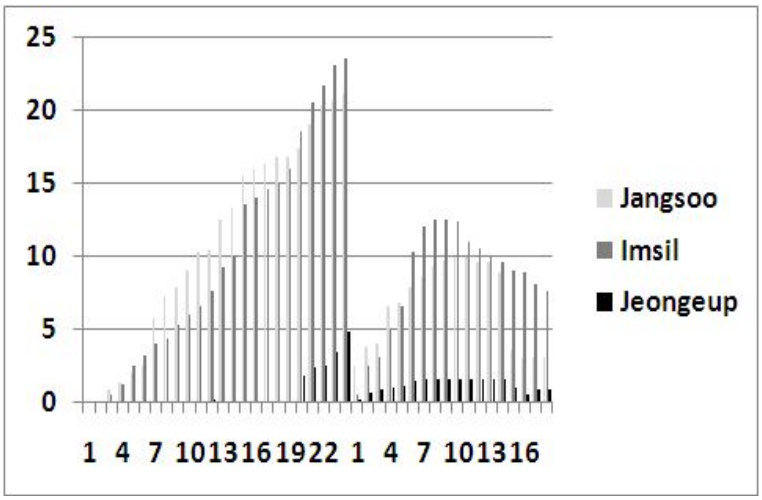


Fig. 14. Fresh snow cover at each station by the time series from 7 to 8 Feb. 2006.

Fig. 15의 2006년 2월 7일 15UTC 지상일기도에서는 일본 북동쪽에 발달한 저기압의 영향으로 시베리아고기압이 우리나라 북부~중부지역으로 세력을 뻗지 못하고 화남지방~우리나라 남해안지역으로 남하해 있다.

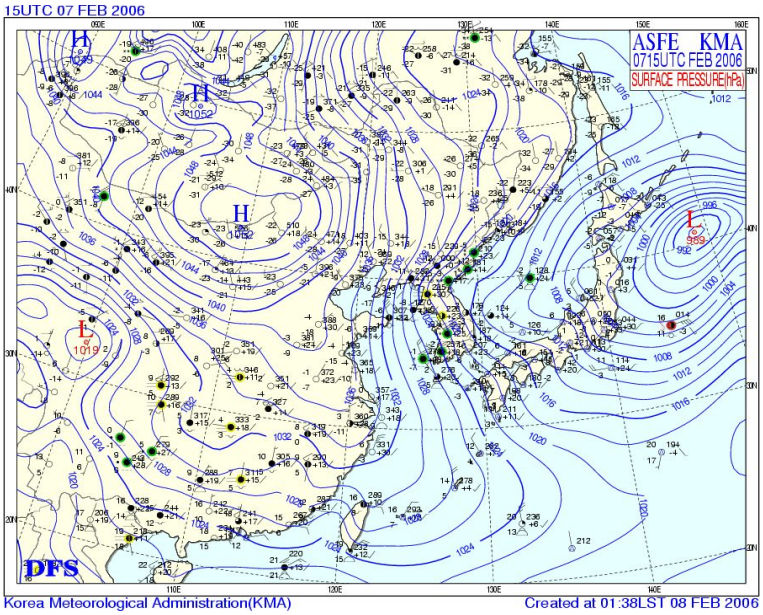


Fig. 15. Surface weather chart on 15UTC 7 Feb. 2006.

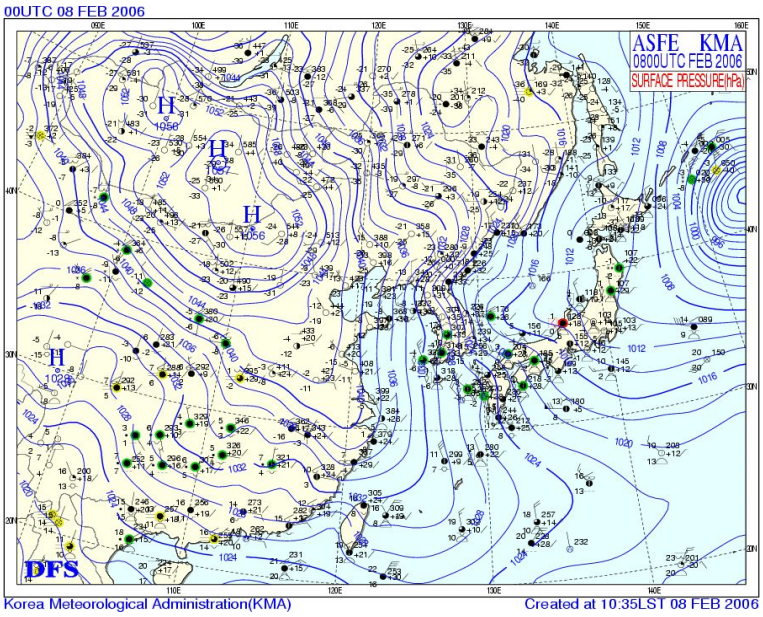


Fig. 16. Surface weather chart on 00UTC 08 Feb. 2006.

Fig. 16의 2006년 2월 8일 00UTC에 지상일기도에서는 일본 북동쪽의 저기압이 점차 동진하면서 만주지방을 중심으로 시베리아고기압세력이 다소 확장하는 모습을 보이나, 우리나라 북부~중부지역으로는 크게 파고들지 못하는 경향을 보인다.

위 사례에서도 전형적인 서고동저형 기압배치에서 시베리아 고기압이 일본 북동쪽에 위치한 발달한 저기압세력에 의해 저지되면서 우리나라 중~북부 지역으로 세력을 확장하지 못하고, 그 남은 세력이 화남지방을 중심으로 우리나라 남부지역으로 확장하면서, 우리나라 서해안지역을 중심으로 등압선이 북서~남동으로 기울어져 있는 모습이 뚜렷하게 나타난다. 점차 일본 북동쪽에 중심을 둔 저기압이 동쪽으로 물러나면서 등압선이 다시 남북으로 서서히 서는 경향을 보이고 있다. 이 날 시간대별 각 지점의 신적설량(Fig.14)을 보면, 등압선이 북서~남동으로 기울어져 있는 7일에는 임실과 장수(내륙지역)에 주로 강설이 많이 나타나다가 7일 후반부터 점차 등압선이 남북으로 서는 경향을 보이면서 정읍(서해안 지역)에 강설이 나타나기 시작했다. 그러나 전체적으로 임실과 장수 지역의 신적설량이 정읍 지역에 비해 큰 값을 보이고 있다. 2월 7일 임실, 장수, 정읍지역의 풍향은 서남서~서북서로 서풍계열의 바람이 우세하다가 8일에는 북서계열 바람으로 풍향을 보였다(Fig.17, Fig.18).

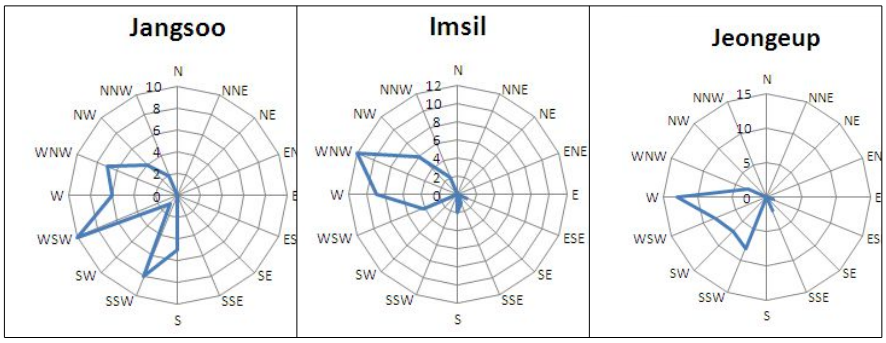


Fig. 17. Wind rose at each station on 07 Feb. 2006.

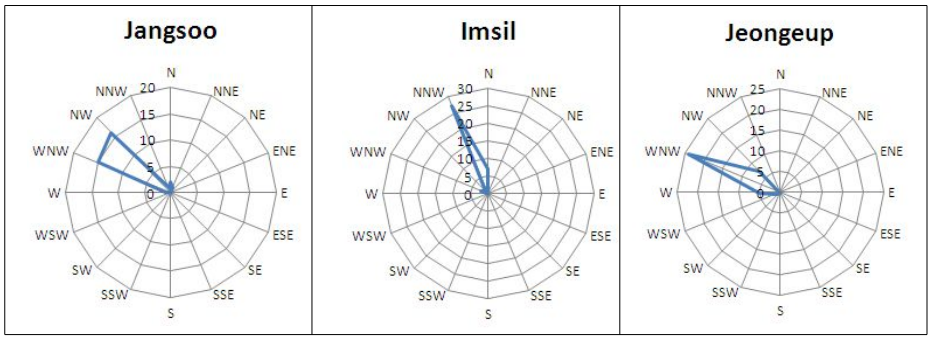


Fig. 18. Wind rose at each station on 08 Feb. 2006.

라. 내륙대설형 사례 2 (2002. 12. 25)

2002년 12월 25일 대설 사례의 경우 전라북도 내륙지역과 서해안지역에 일 최심 신적설량 편차가 약 8~9cm 를 보이며 서해안지역에 비해 내륙지역에 훨씬 더 많은 눈이 내렸던 사례로 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에 05KST부터 신적설량이 기록되어 24KST까지 이어졌고, 정읍지역의 경우 26일 오전까지 0.5cm 미만의 신적설량을 기록했다. 이 날 시간대별 신적설량은 Fig.19와 같다.

Fig. 19는 임실과 장수지역에는 25일 4시부터 신적설이 기록되고 정읍지역은 8시경부터 신적설이 기록되어 이 날 24시까지 세 지점에 눈이 내렸으며, 임실과 장수지역, 정읍지역 간 적설량 차가 10cm 이상 나타나고 있음을 보여주고 있다.

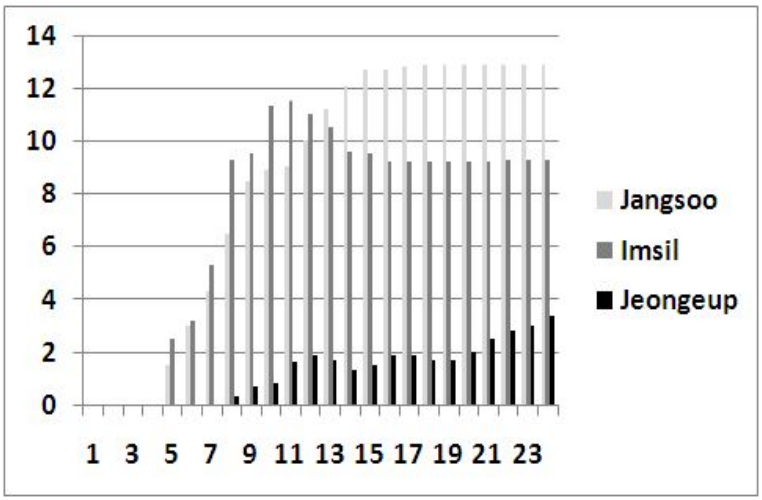


Fig. 19. Fresh snow cover at each station by the time series on 25 Dec. 2002.

Fig. 20에서는 일본에 중심을 둔 발달한 저기압의 저지로인해 시베리아고기압이 우리니라 북부~중부지역으로는 세력을 확장하지 못하고 만주지방을 중심으로 세력을 다소 확장하는 모습을 보이고는 있다.

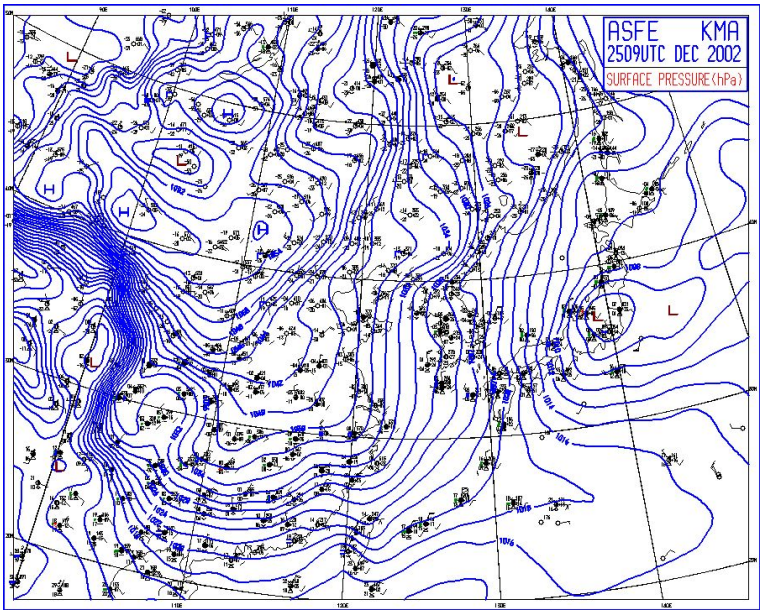


Fig. 20. Surface weather chart on 09UTC 25 Dec. 2002.

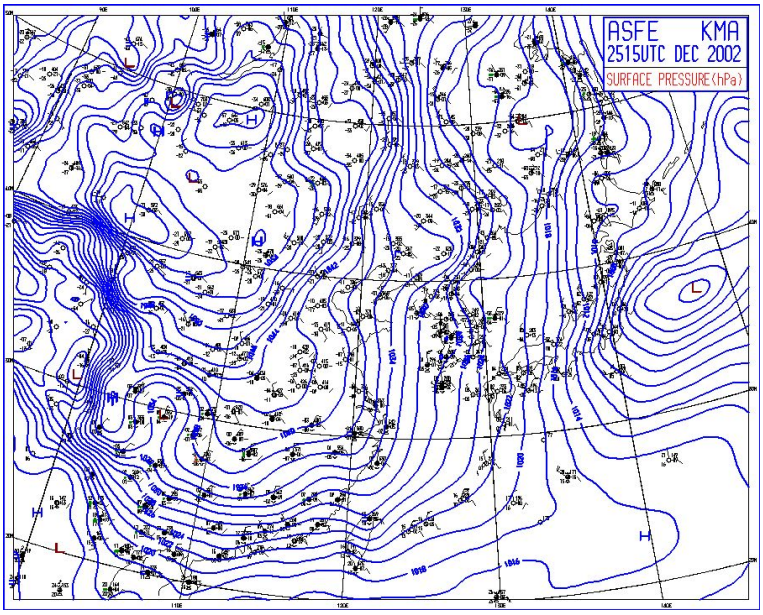


Fig. 21. Surface weather chart on 15UTC 25 Dec. 2002.

2002년 12월 25일 지상일기도를 살펴보면 시베리아기단이 확장해 내려오면서 일본 동쪽의 발달한 저기압의 저지로 인해 우리나라를 중심으로 기압경도가 강화되는 서고동저형 기압배치에서 우리나라 서해안을 중심으로 등고선이 북서~남동으로 기울어져 있는 모습을 볼 수 있다(Fig. 21 참조). 이 날 임실, 장수, 정읍 지역에 풍향은 서남서~북서풍이 우세하였으며, 장수지역의 경우 북풍이 우세하였다(Fig. 22).

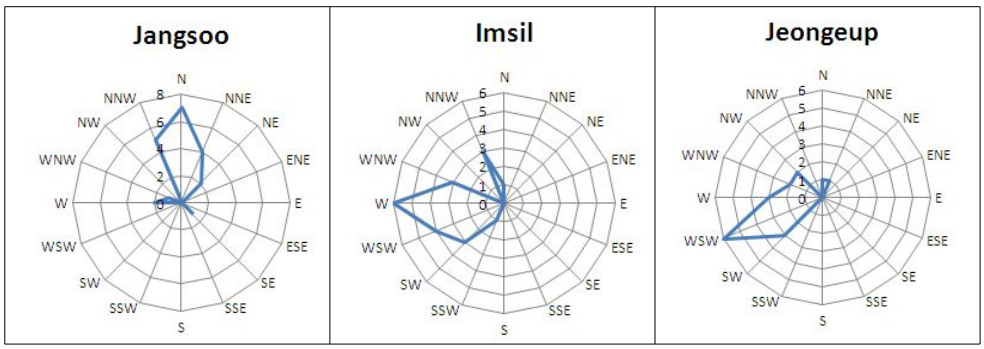


Fig. 22. Wind rose at each stations on 25 December 2002.

마. 대설유형별 지상일기도 등압선 모양 및 지형효과

지상일기도의 등압선 모양으로 전라북도 대설유형별 특성을 분석해본 결과, 우리나라 서해안지역에 등압선이 비교적 남북으로 반듯하게 서 있는 동안에는 전라북도서해안(정읍)지역에 내린 신적설량이 내륙지역에 비해 월등히 많았으며, 우리나라 서해안지역에 등압선이 북서~남동으로 기울어져 있을 때에는 전라북도내륙(임실, 장수)지역에 내린 신적설량이 서해안지역에 비해 월등히 많았다. 내륙(임실, 장수)지역에 많은 양의 신적설을 내리는 내륙대설형의 경우 주풍향이 서~서북서 풍이었던 것으로 보아 시베리아 고기압이 확장할 때에 덜 발달된 찬 공기덩어리가 임실지방의 서쪽에 위치한 노령산맥을 넘어오다가 절대와도 보존원리에 의해 산맥의 후사면에서 기주의 연직 확장에 의해 수렴하고 양의와도, 즉 저기압성 와도 이류가 생성되면서 요란들의 발달로 많은 양의 눈이 내리는 것으로 보인다.

반면 임실지역의 서쪽에 비해 상대적으로 평야와 낮은 산이 위치한 북북서 쪽에서 주풍이 부는 경우에는 상대적으로 낮은 산맥, 골을 따라 찬 공기가 비교적 완만하게 넘어오면서 지형효과를 크게 받지 못하는 것으로 보인다(Fig. 23).

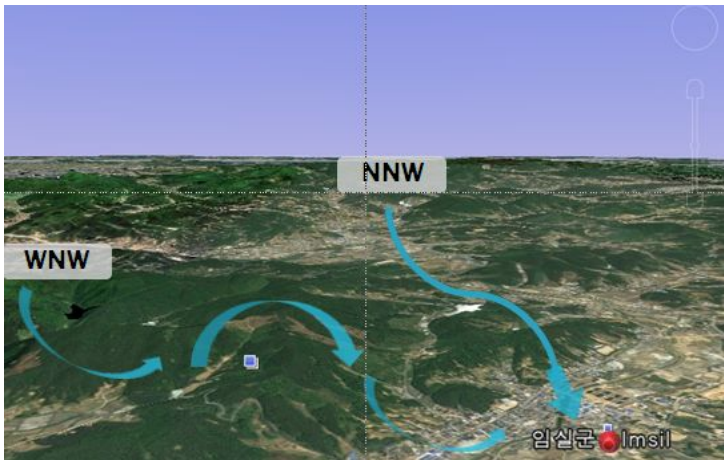


Fig. 23. The conceptual model that WNW and NNW wind goes over the Noryeong mountains and passes through Imsil.

Fig. 24. The simulation of NNW and WNW wind which passes through Jeongeup and goes over the Noryeong mountains.

서해안(정읍) 지역에 많은 양의 신적설을 내린 서해안대설형의 경우 주풍향이 북북서풍인 것으로 보아 시베리아 고기압이 확장해 내려오다가 정읍지역의 남동쪽에 높게 위치한 노령산맥에 부딪치면서 산맥 풍상측에 위치한 정읍지역에 많은 양의 눈을 내리는 것으로 보인다.

반면, 주풍향이 서북서~북서풍인 경우에는 정읍지역의 동쪽에는 남동쪽 산맥에 비해 상대적으로 낮은 산들이 위치해 있고, 노령산맥의 중심축이 더 동쪽에 위치해 있어서 정읍지역은 산맥에 의한 지형효과를 덜 받는 것으로 보인다(Fig. 24).

산맥에 의해 양의 와도가 발달한다는 이론은 지형에 의한 로스비파 형성 메커니즘에서 잘 나타나 있다. Fig.25는 초기에 원통 형태에 공기덩이가 저기압성 회전을 하며 단열적으로 움직이고 있다가 산맥을 넘어가면서 단열 팽창하여 신장되는 모습을 보여주고 있다. 마찰력이 없는 비단열 과정에서 공기덩이는 자신의 수평면적(δA)과 절대소용돌이도의 곱이 보존되는 운동을 한다. 이를 식으로 표현하면 ‘δA(ζ+f)= 일정’ 이다. 따라서 단열팽창에 의해 신장된 공기덩이의 수평면적이 감소하면서 절대소용돌이도(저기압성 소용돌이도)가 증가하게 된다.

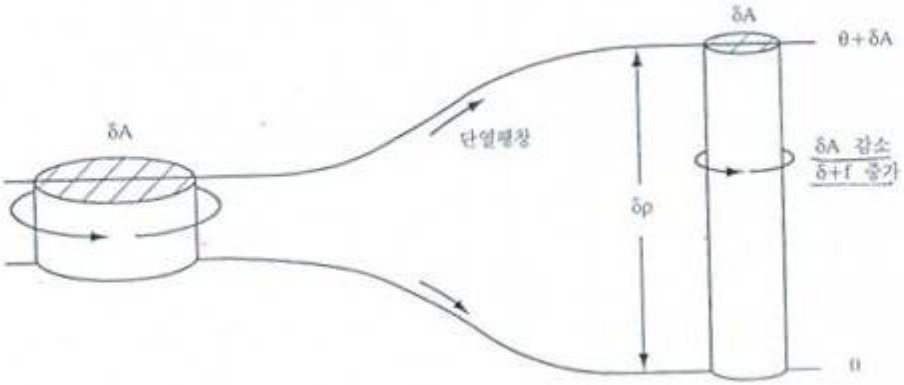


Fig. 25. The shape of the air column adiabatically transformed.

위의 과정을 고려하여 산맥을 넘어가는 바람의 연직 구조(a)와 수평구조(b)를 살펴보면 Fig.26과 같다. 그림에서 바람이 지역을 통과할 때는 상대소용돌이도(ζ)가 0이다. 지역Ⅱ에서 바람이 산맥을 만나면 공기덩이가 단열팽창해 신장되고 양의 소용돌이도가 생성된다. 즉, 저기압성 순환이 생성되어 동서방향으로 움직이던 공기덩이는 북쪽으로 이동하게 된다. 그런데 이때 행성소용돌이도가 증가되므로 절대소용돌이도 보존에 의해서 상대소용돌이도는 감소(공기덩이의 면적은 증

가)하게 되고 지역III에서 고기압성 순환이 생성된다. 이러한 순환에 의해 공기덩이는 다시 남쪽으로 이동하고, 이에 따라 행성소용돌이도가 감소된다. 따라서 상대소용돌이도가 증가하며 지역IV에서 다시 저기압성 순환이 형성 된다. 이는 산맥을 넘어가는 공기덩이의 단열팽창과 k수축에 의한 소용돌이도 생성에 의해 로스비파가 형성되는 메커니즘을 설명한 것인데, 위 과정에서 지역II(산맥의 풍상측)와 지역IV(산맥의 풍하측)에서 양의 와도가 발달한다는 것을 확인할 수 있다.

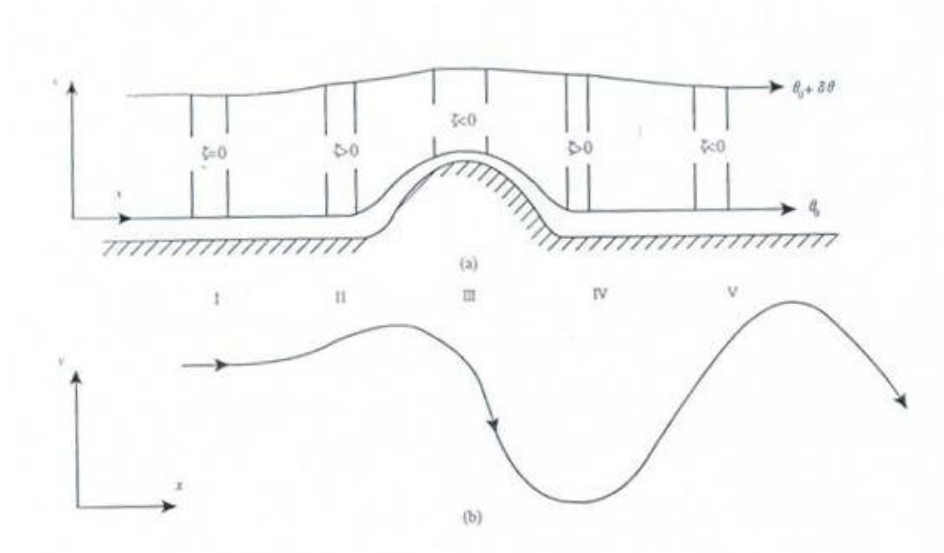


Fig. 26. The simulation of the wind which goes over the mountains
(a)Vertical distribution, (b)Trace

5. 대설유형별 각 고도장 평균온도 분석

Fig. 27은 대설유형별 500,700,850 및 925hPa의 평균온도를 분석한 것이다. 500hPa의 평균온도는 서해안대설형에서 -29.9℃, 내륙대설형에서 -26.6℃를 보였고, 700hPa 평균온도의 경우 서해안대설형에서 -19.05℃, 내륙대설형에서 -18.27℃를 보였다. 850hPa 평균온도의 경우 서해안대설형에서 -13.26℃, 내륙대설형에서 -11.08℃를 보였고, 925hPa 평균온도는 서해안대설형에서 -8.27℃, 내륙대설형에서 -5.86℃를 보였다. 모든 고도에서 서해안대설형이 내륙대설형보다 낮은 온도를 나타내고 있으며, 이는 서해안대설형의 경우 한기가 하층까지 크게 내려오고 있음을 의미한다.

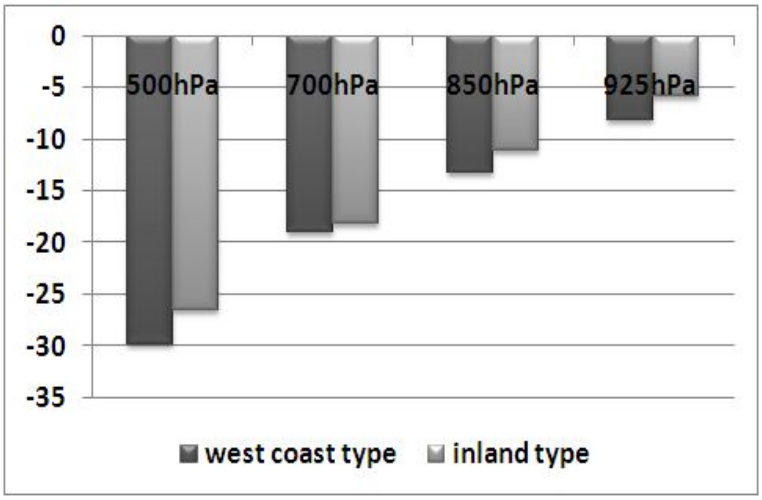


Fig. 27. The mean temperature of each altitude by heavy snow types.

6. 대설유형별 수온과 대기하층의 온도 분석

Fig.28은 수온과 기온의 차를 대설유형별로 분석한 것이다. 해수면온도는 약 35° N, 126° E 부근의 칠발도 부이 자료를 이용하였고, 매 시간별 수온과 기온의 차를 평균하였다. 서해안대설 유형의 경우 수온과 기온의 차는 0.8~6.7℃로, 평균 약 6℃의 해기차를 보였고, 내륙대설형의 경우 수온과 기온의 차가 0.8~9.0℃로, 평균 약 3.7℃의 해기차를 보였다. 내륙대설형에 비해 서해안대설의 경우 해기차가 약 2℃ 이상 더 크게 나타났다.

Fig. 29는 수온과 850hPa의 해기차를 평균한 것이다. 서해안대설 유형의 경우 수온과 850hPa 기온의 차는 0.4~13.3℃로, 평균 약 6.4℃의 해기차를 보였고, 내륙대설형의 경우 수온과 기온의 차가 0.3~12℃로, 평균 약 4.6℃의 해기차를 보였다. 850hPa 기온과 수온과의 관계 분석에서도 서해안대설형의 경우가 내륙대설형에 비해 약 2℃ 정도 더 높은 해기차를 보였다. 이는 내륙대설형보다 서해안대설형의 경우 하층까지 한기가 더 깊게 남하하였고 이로 인해 상대적으로 큰 해기차를 보이며 눈구름이 더 크게 발달할 수 있는 조건을 갖추고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 이는 서해안대설형의 평균 최심신적설이 내륙대설형의 평균 최심신적설량보다 더 많았던 것과 관련 있는 것으로 볼 수 있다.

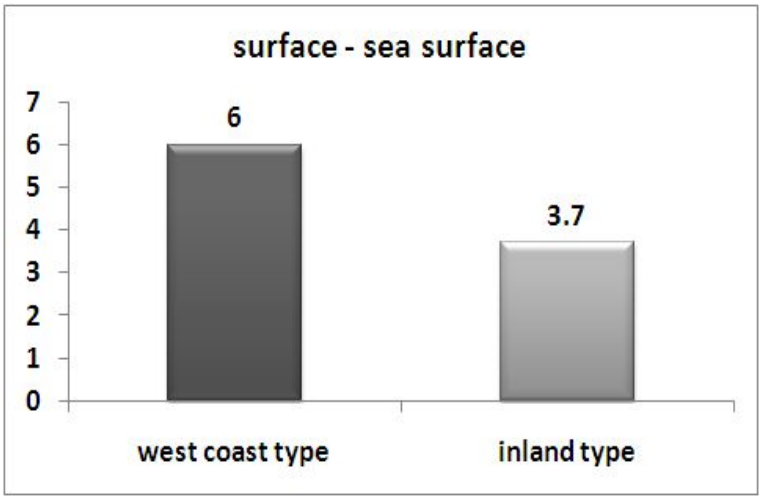


Fig. 28. Temperature deviation between the land surface and the oceans.

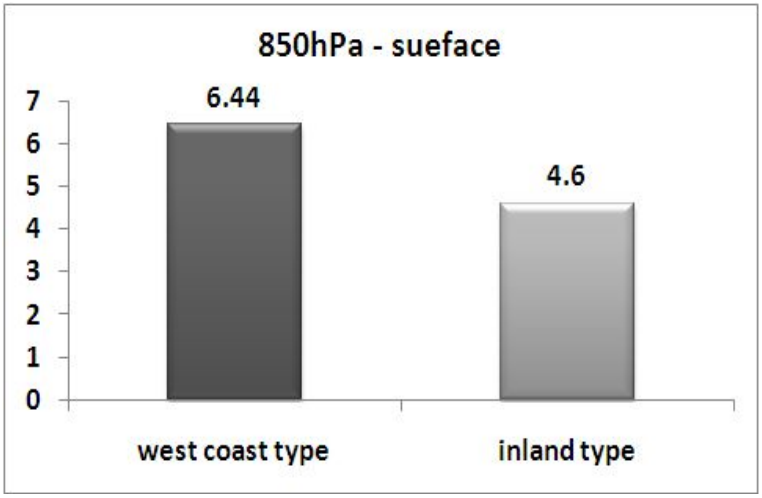


Fig. 29. Temperature deviation between the surface and at 850hPa.

7. 대설유형별 지상, 850hPa의 평균풍속 분석

Fig.30은 대설유형별 850hPa과 1000hPa의 평균풍속을 보여주고 있다.

850hPa에서의 평균풍속은 내륙대설형이 약 55.0m/s, 서해안대설형이 46.3m/s로 내륙대설형에서 풍속이 더 강하였다. 반면 1000hPa에서의 평균풍속은 내륙대설형이 15.5m/s, 서해안대설형이 약 21.2m/s로 서해안대설형에서 풍속이 더 강하였다.

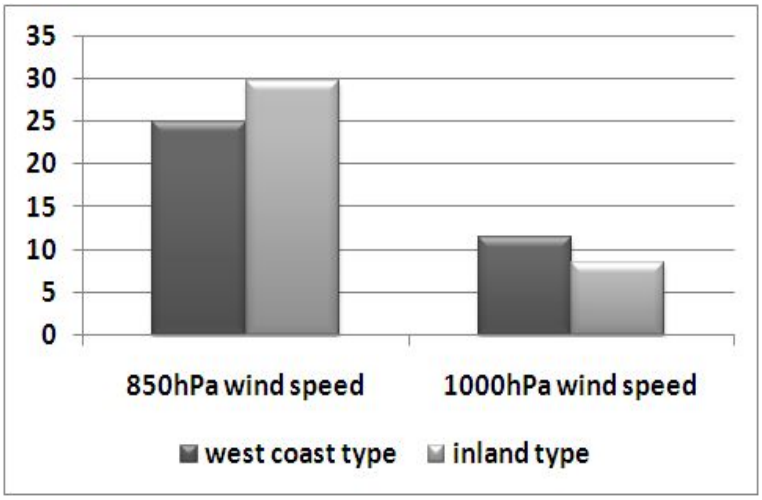


Fig. 30. Mean wind speed(m/sec) at 850hPa and 1000hPa by heavy snow types.

8. 대설유형별 500hPa 한핵의 위치 분석

이류되는 기단의 중층대기 안정도와 신적설의 관련성을 알아보기 위해 500hPa의 5400gpm 등고선의 위치를 분석해보았다. 500hPa에서 5400gpm 등고선은 한기핵의 위치에 해당하므로 이 선이 남하하면 대기의 불안정도는 더 커지고, 잠재 불안정 대기가 해상을 이류해 오면서 해수면으로부터 열과 수증기를 공급받아 하층에서 불안정이 촉발되면 중층까지 키가 큰 대류운이 형성되게 된다(주 2000년) 대설유형별 500hPa의 고도장을 분석해본 결과, 두 유형 모두 한기핵의 위치로 알려진 5400gpm이 남하해 있었고, 서해안대설형의 경우 5265~5520gpm선이 남하하여 평균적으로 전라북도를 지나는 고도선은 5370gpm 이었다. 내륙대설형의 경우에는 5280~5550gpm의 고도선 분포를 보였으며, 평균적으로 전라북도를 지나는 고도선은 5400gpm이었다. 이는 서해안대설형의 경우 대기의 불안정 정도가 더 컸음을 의미한다(Fig.31).

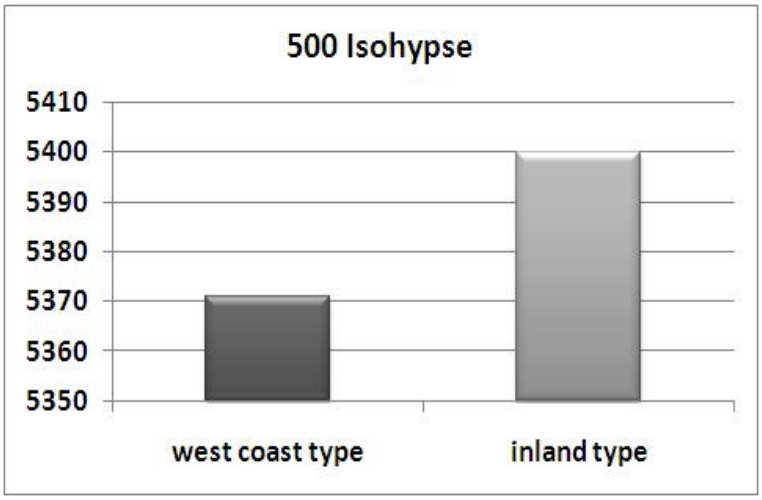
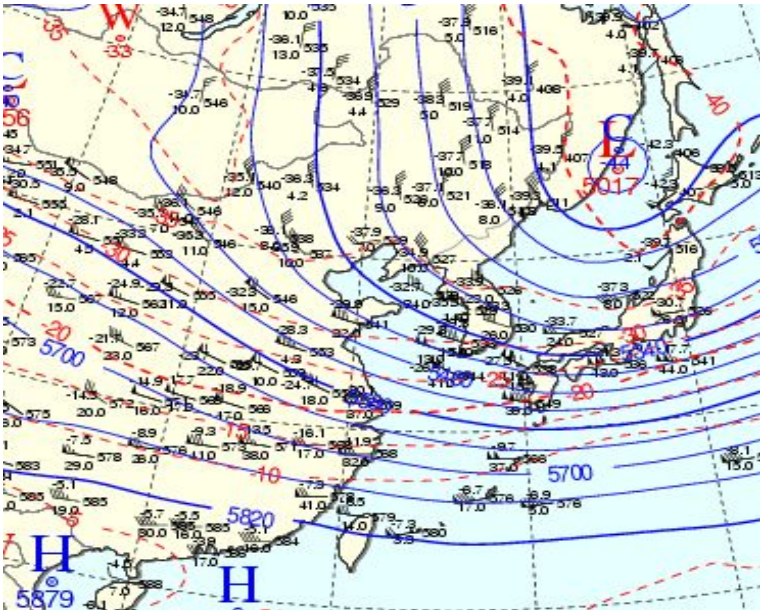


Fig. 31. Isohypse at 500hPa by heavy snow types.



Flg. 32. The chart of the west coast heavy snow type at 500hPa.

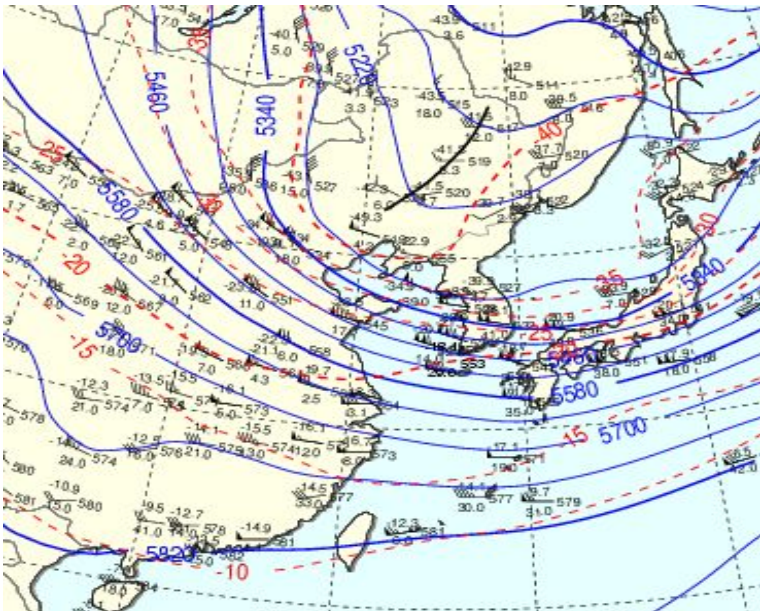


Fig. 33. The chart of the inland heavy snow type at 500hPa.

9. 대설유형별 각 지점 지상풍속 비교

Fig.34는 대설유형별 사례의 한 시간 신적설량이 가장 많았던 시간 내 각 지점의 지상 AWS(자동기상관측장비) 최대10분 풍속을 비교한 것이다. 전체적으로 세 지점 중 장수 지역이 가장 빠른 풍속을 보이고 있는데, 이는 장수지점이 고도 407m 임실지점이 248m, 정읍지점이 39m임을 감안했을 때 관측고도가 높기 때문인 것으로 보인다. 대설유형별로 풍속을 비교해보면 서해안대설형에 비해 내륙대설형에서 세 지점 모두 풍속이 빠르다. 또한 장수지점이 높은 관측고도라는 점을 감안하여 내륙대설형의 대표지점을 임실, 서해안대설형의 대표지점을 정읍으로 보았을 때, 각각의 대설유형에서 그 대표지점의 풍속이 가장 느린 것을 볼 수 있다.

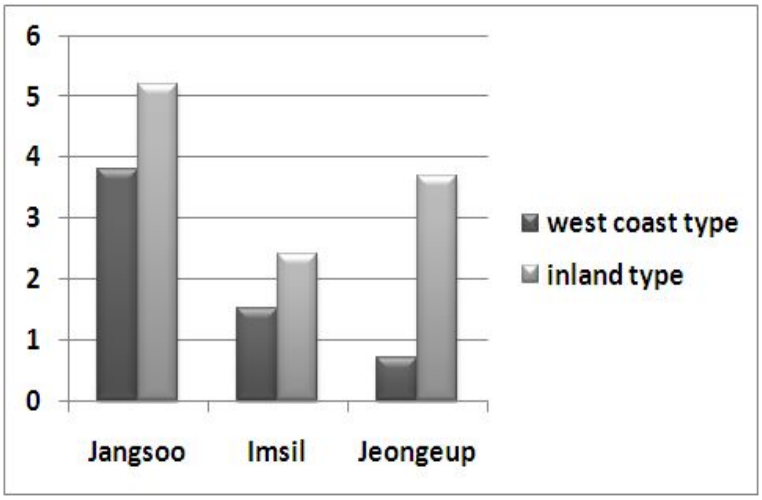


Fig.34. Maximum wind speed for 10 minutes at each station by heavy snow types.

Ⅳ. 결 론

2001년부터 2007년까지 최근 6년간의 전라북도 대설사례를 조사한 결과 92% 가 cP확장에 의한 것이었으며, 대설발생 시 전라북도 지역간의 적설량 편차가 약 10~30cm이상 크게 나타나는 특징을 보였다. 본 연구에서는 이렇게 좁은 지역에서 적설량의 편차가 크게 나타나는 주요 원인을 전라북도를 북북동~남남서로 가로지르고 있는 노령산맥에 의한 지형효과라는 가정하에 전라북도 대설유형을 지리적 형태에 따라 노령산맥을 중심으로 서쪽지역(서해안지역)과 내륙지역(동쪽지역)으로 나누고 각각의 지역 간 적설량 편차가 5.0cm이상인 사례를 중심으로 서해안대설형과 내륙대설형으로 구분하여 대설을 유발하는 각 기상요소를 비교분석해 본 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

풍향에 따라 산맥의 풍상측 및 후사면에서 절대와도 보존 원리에 의해 양의 와도가 크게 발달하면서 그 지역에 많은 눈이 내렸고, 이러한 국지적인 기상조건은 종관적인 기압계의 흐름에 의해 만들어진다. 각 기상요소들을 대설유형별로 비교분석해보았을 때, 내륙대설형보다 서해안대설형의 경우 더 큰 한기남하가 있었던 것으로 나타났다. 이는 겨울철 대설의 대부분이 서고동저형 기압배치에서 나타났음을 볼 때, 북서쪽에서 확장해 내려오는 시베리아 고기압이 우리나라 동쪽(일본)에 중심을 두고 있는 저기압 세력에 의해 저지되고 있는 과정에서 상층의 한기가 더 크게 남하하는 서해안대설형의 경우 우리나라 북부~중부 내륙까지 한기가 깊숙이 파고들면서 지상기압계의 등압선이 우리나라 서해안지역을 중심으로 남북으로 반듯하게 서는 경향을 보였다. 이 때 전라북도지역의 주풍이 북북서가 되면서 찬 공기덩어리가 흘러오다가 노령산맥의 북북서 경사면 풍상측에 위치한 정읍지역에 많은 눈을 내리는 것으로 생각된다. 반면 노령산맥 동쪽 내륙지역의 북북서쪽에는 산맥 골을 따라 상대적으로 낮은 평야지대가 위치하고 있어서 산맥에 의한 지형효과가 전혀 나타나지 않아 임실, 장수 지역에 적은양의 눈만 내려, 내륙-지역 간의 적설량 차이가 약 10.0cm 이상 매우 크게 나타난다.

이와 반대로 내륙대설형의 경우에는 저기압 세력에 저지되는 찬 공기덩어리가 우리나라로 북부~중부 내륙으로 들어오지 못하고, 중국 하남지방에서 우리나라 남부지방으로 남은 세력을 확장하면서 지상기압계의 등압선이 우리나라 서해안지역을 중심으로 북서~남동으로 기울어지는 경향을 보일 때 전라북도지역의 주 풍향이 서~서북서가 된다. 이 때에는 찬 공기덩어리가 서해안대설형의 경우보다 상대적으로 다소 강한 서-서북서풍을 타고 노령산맥의 풍상측인 정읍지역에서 한차례 눈을

내리고 난 후, 노령산맥을 넘으면서 산맥 후사면에서 양의와도가 다시 한 번 크게 발달하여 임실, 장수 지역에 많은 눈을 내리는 것으로 보인다. 내륙대설형의 경우에는 내륙-서해안 지역 간 신적설량 차가 약 6.0cm 가량으로, 서해안대설형 보다 적은 지역 간 편차를 보인다.

한편 아래와 같은 기상조건이 갖추어진 상태에서 임실지역의 지상에 서북서-북서풍이 약 2m/s 이상 불 때 5.0cm 이상의 많은 대설현상이 나타날 가능성이 높다.

1. 500hPa의 평균온도가 -25 ~ -30℃, 700hPa의 평균온도가 -15 ~ -18℃, 850hPa의 평균온도가 -8 ~ -11℃, 925hPa의 평균온도가 -5℃ ~ -6℃ 일 때
2. 해수면 온도와 850hPa의 평균온도가 약 3 ~ 5℃ 차이 일 때
3. 해수면 온도와 지상기온과의 차이가 약 3 ~ 4℃ 차이 일 때
4. 500hPa의 고도장에서 전라북도 지역에 5550gpm이하, 5350gpm 이상의 고도선이 지나갈 때, 등이다.

위와 같은 기상조건이 갖추어진 상태에서 임실지역의 지상에 서북서-북서풍이 약 2m/s 이상 불 때 5.0cm 이상의 많은 대설현상이 나타날 가능성이 높으며, 위 기준 값보다 더 큰 한기남하가 있거나, 지상의 주풍이 북북서-북풍이 불 경우에는 임실지방에는 적은양의 눈이 내리는 반면, 노령산맥 서쪽지역에 훨씬 많은 양의 눈이 내릴 가능성이 높다.

서해안대설형의 경우에는

1. 500hPa의 평균온도가 -28 ~ -30℃, 700hPa의 평균온도가 -17 ~ -19℃, 850hPa의 평균온도가 -12 ~ -14℃, 925hPa의 평균온도가 -6 ~ -8℃일 때
2. 해수면 온도와 850hPa의 평균온도가 약 6 ~ 7℃ 차이 일 때
3. 해수면 온도와 지상기온과의 차이가 약 5 ~ 6℃ 차이 일 때
4. 500hPa의 고도장에서 전라북도 지역에 5370gpm이하, 5350gpm 이상의 고도선이 지나갈 때

위와 같이 더 큰 한기남하 가능성이 높은 기상조건을 갖춘 상태에서 주풍이 북북서-북풍이 불 경우에는 임실지방에는 적은 양의 눈이 내리는 반면, 노령산맥 서쪽지역에 훨씬 더 많은 양의 눈이 내릴 가능성이 높은 것으로 연구결과 나타났다.

참 고 문 헌

기상연구소, 2006: 호남지방에서 발생한 대설의 국지적 특성 연구. 23-101

김상수, 김형국, 2003: 전북동부내륙지방의 대설유형 분석. 광주지방기상청 예보기술모음집, 97-115

김성삼, 1979: 남한의 10㎝ 이상 강설의 기상조건. 한국기상학회지, 15(1), 1-10

김형국, 2002: 호남지방의 대설과 기압변화 강도. 한국기상학회지, 대기 제 12권 3호, 448-453.

김흥수, 1990: 호남지방의 대설주의보 객관적 발표요령. 호남지방 고을 기상집, 1-10.

나충환, 김병선, 1990: '90년 1월 하순의 전국 대설 현상. 예보기술 3월, pp.1-2, p.8.

류찬수, 2008: 호남지방 대설의 역학 및 미세물리 구조와 국지적 특성 연구. 기상청, 178pp.

모선진, 2008: 서해SST 변화가 호남지방 대설에 미치는 영향에 관한 수치연구. 조선대학교, 52pp.

서정갑, 1990: cp확장시 Solenoid와 호남지방 강설과의 관계에 대하여. 호남지방 고을 기상집, 31-34.

송진옥, 황영하, 주형돈, 2002: 호남지방 최심신적설 예측방법 고찰. 호남기상특성집, 203-214

신기창, 2007: 겨울철 cp 확장시 발생하는 Cloud Streets의 영상분석. 조선대학교, 54pp.

이강휴, 정관영, 원효성, 류찬수, 2006: 겨울철 대륙고기압 확장시 호남지방 대설특성. 한국기상학회, 한국기상학회 봄철 학술대회 논문집, 44-45.

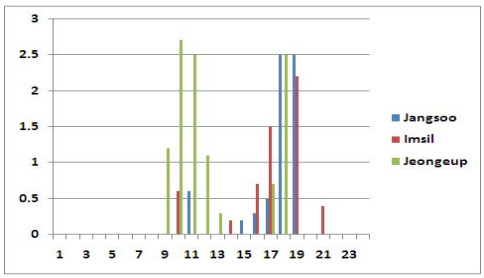
정영근, 1999: 호남지방 대설발생의 종관환경. 한국지과학회지, 20(4), 395-405

주형돈, 2000: 호남지방의 신적설 예측방법 고찰. 광주지방기상청 예보기술모음집, 217-237

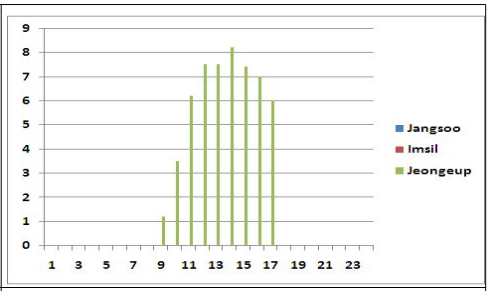
한국대기과학회, 2002, 대기과학개론, 시스마프레스, 서울, 406

Appendixes

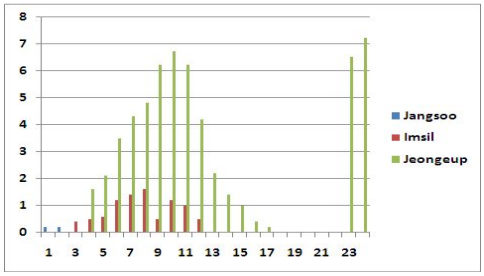
Appendix 1. New snow accumulation time series at each stations by cases of the west coast heavy snow types.



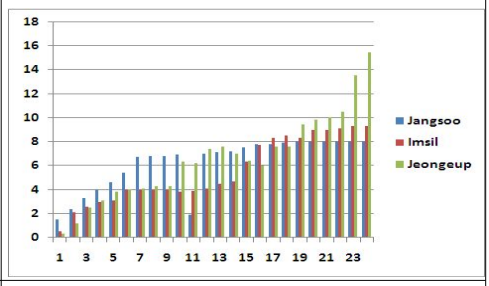
2001.12.21.



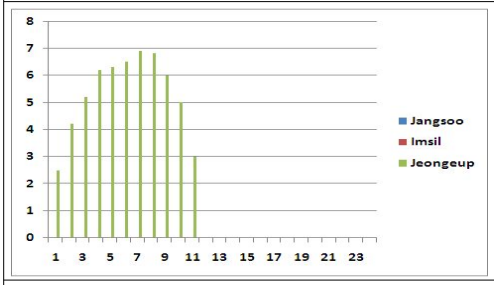
2002.01.02.



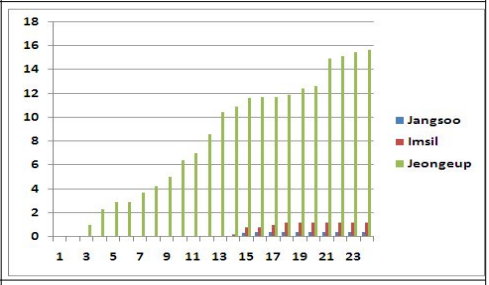
2002.12.09.



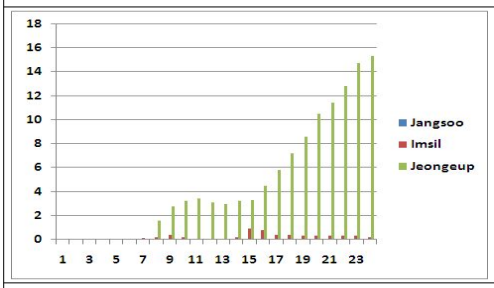
2003.01.04.



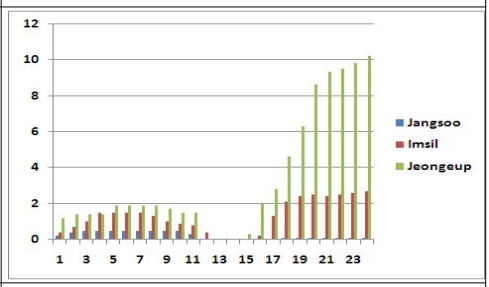
2003.01.05.



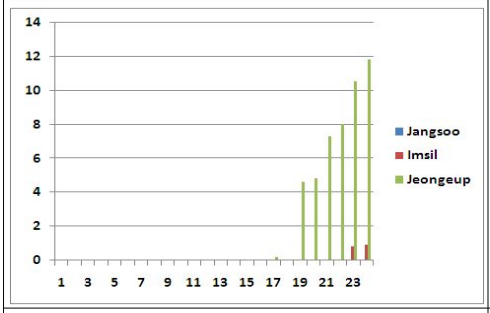
2003.12.19.



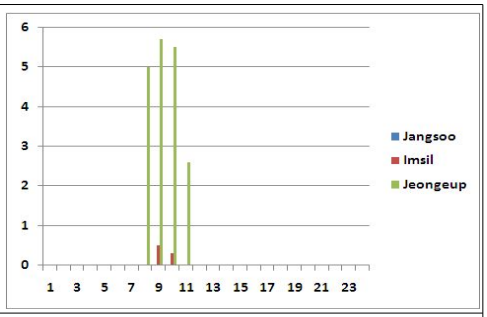
2003.12.26.



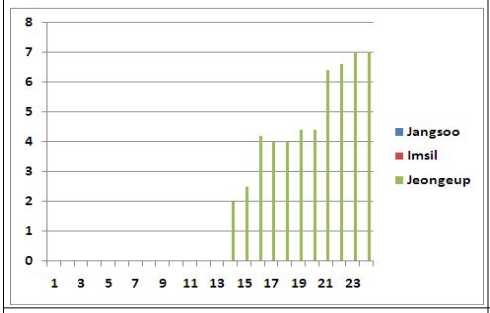
2004.01.21.



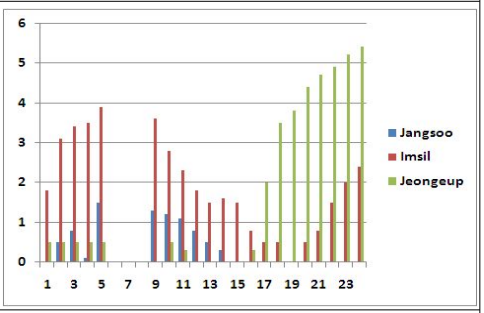
2004.01.24.



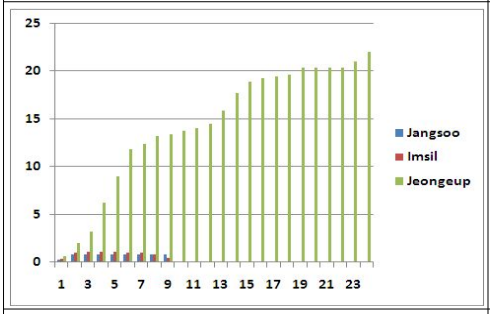
2004.02.03.



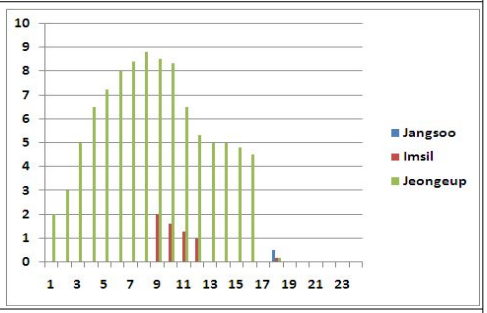
2004.12.31.



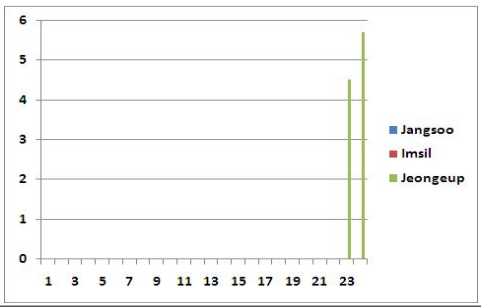
2005.01.11.



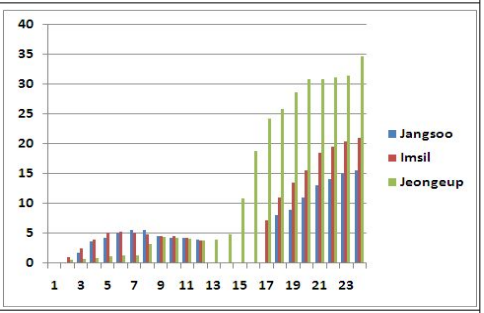
2005.02.01.



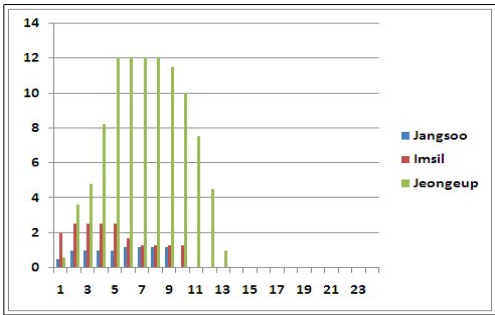
2005.02.02.



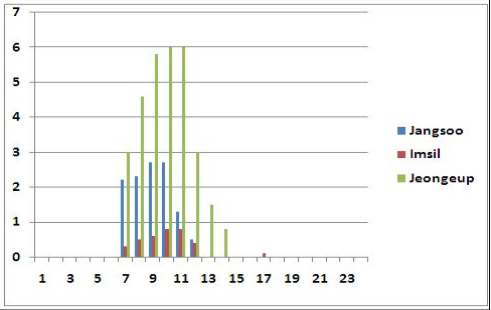
2005.02.20.



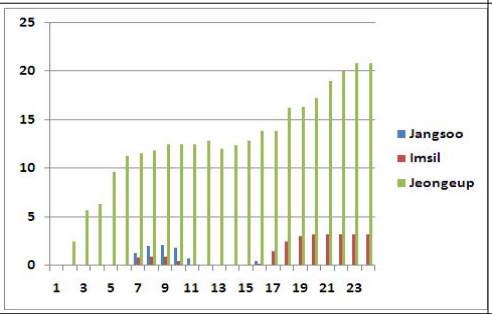
2005.12.04.



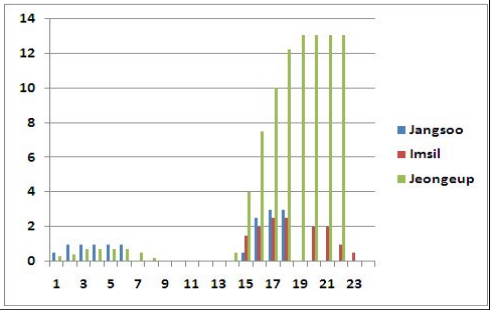
2005.12.05.



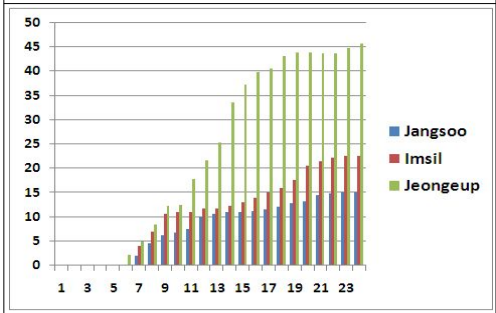
2005.12.08.



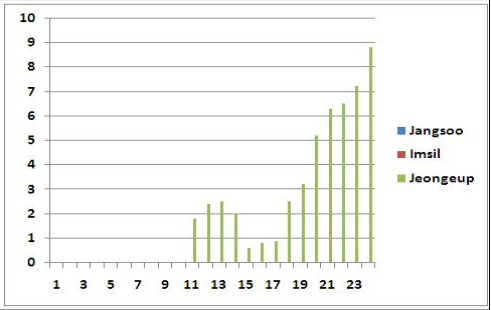
2005.12.12.



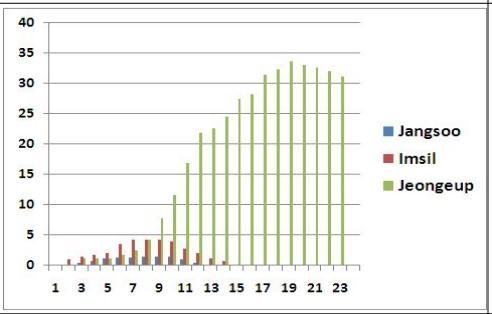
2005.12.17.



2005.12.21.

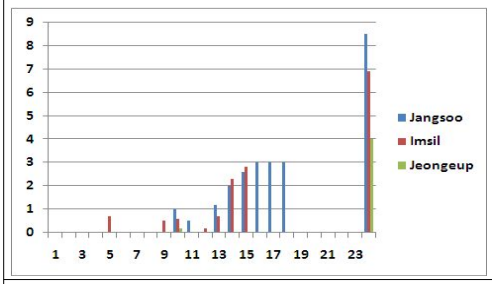


2006.12.02.

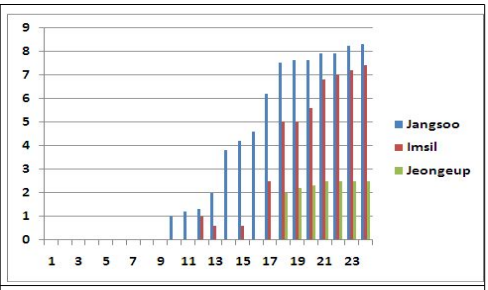


2006.12.28.

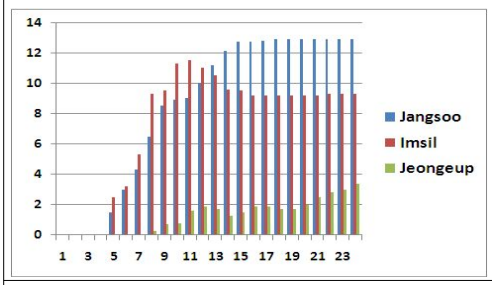
Appendix 2. New snow accumulation time series at each stations by cases of the inland heavy snow types.



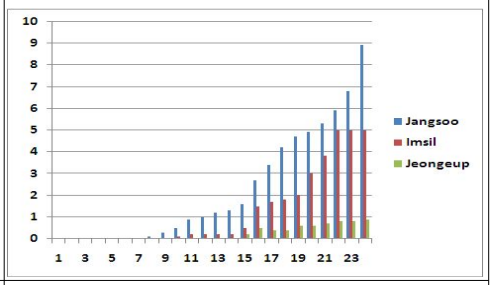
2001.12.29.



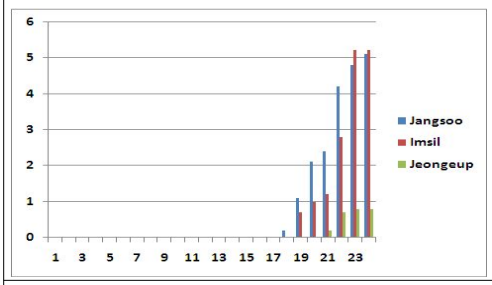
2002.01.07.



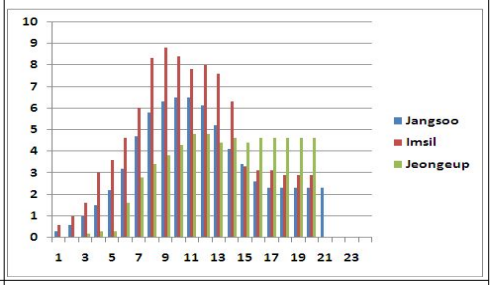
2002.12.25.



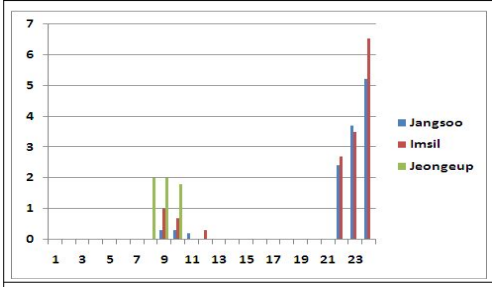
2003.01.27.



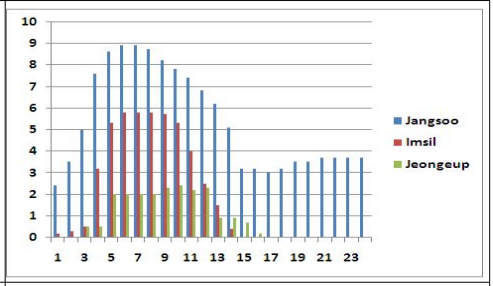
2004.01.12.



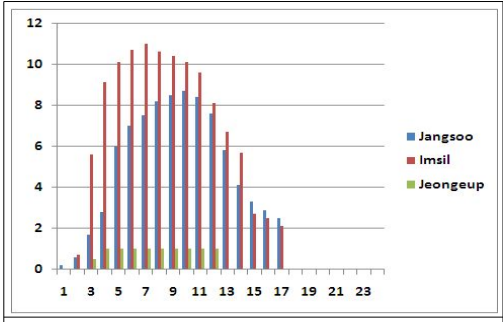
2004.01.13.



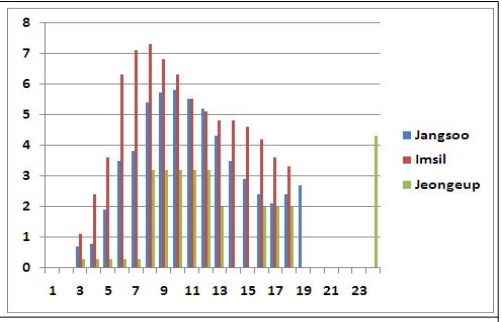
2004.02.04.



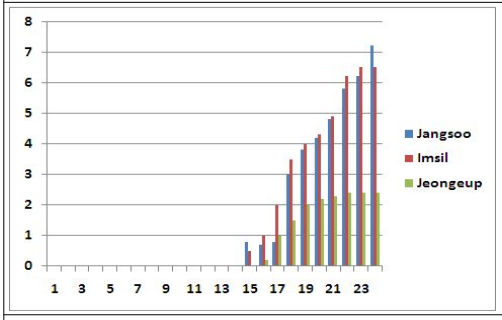
2004.02.05.



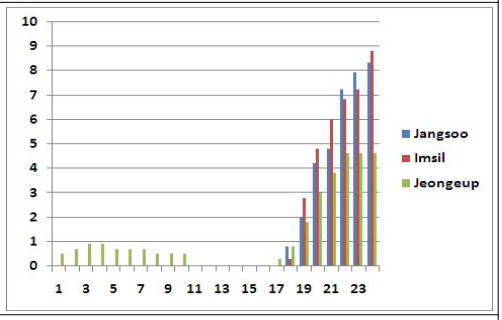
2004.02.07.



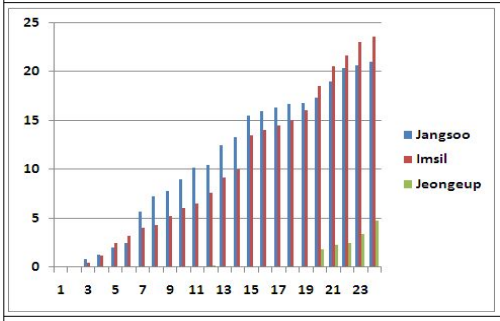
2004.03.06.



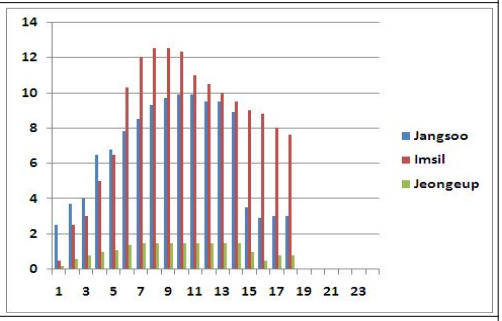
2005.01.25.



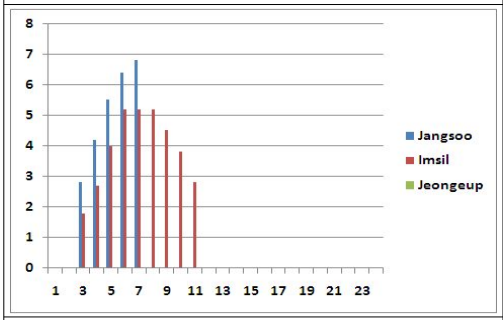
2005.01.31.



2006.02.07.

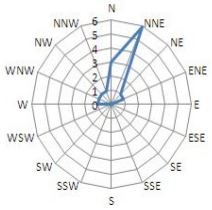
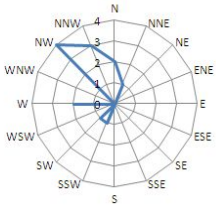
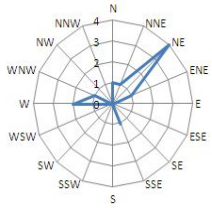
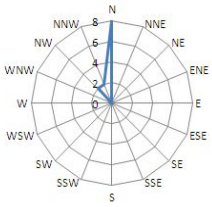
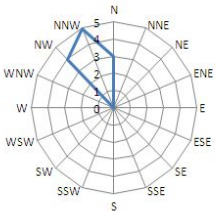
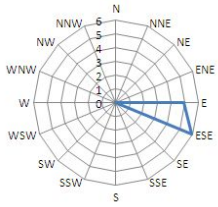
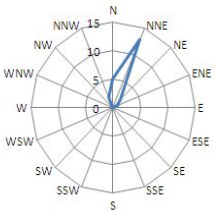
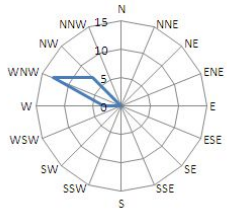
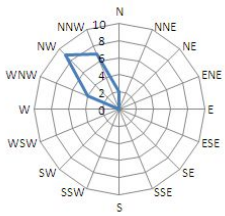
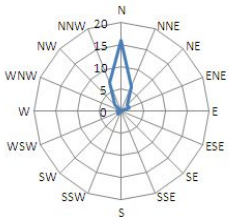
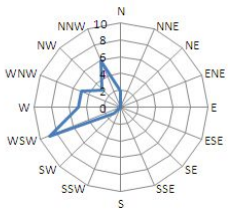
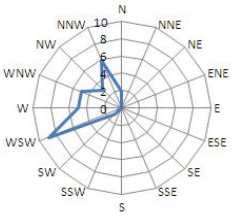


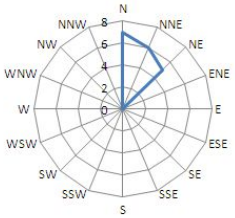
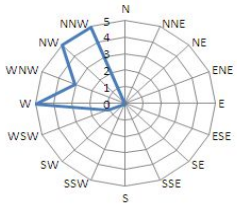
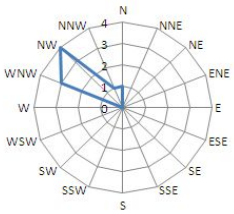
2006.02.08.

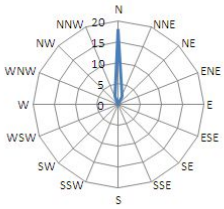
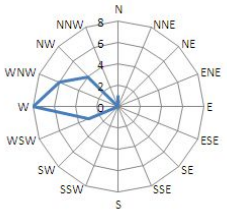
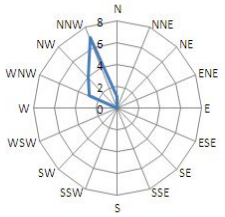


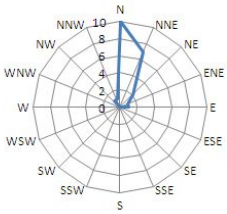
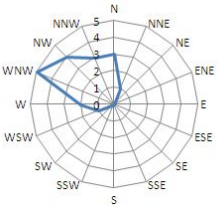
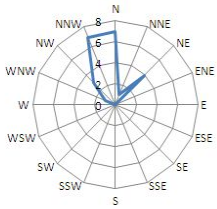
2006.11.07.

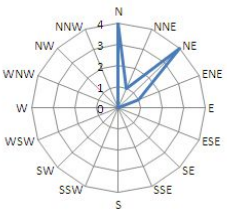
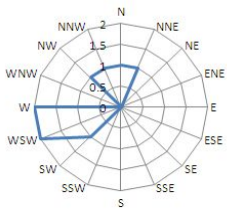
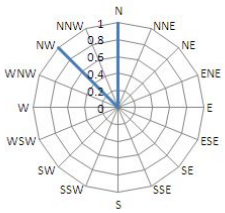
Appendix 3. The wind rose at each stations by cases of the west coast heavy snow types.

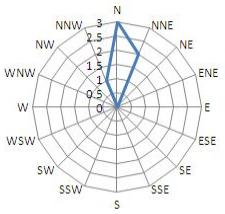
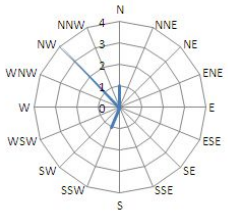
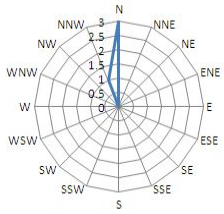
장수	임실	정읍
		
2001년 12월 21일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2002년 01월 02일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2002년 12월 9일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2003년 1월 4일~5일 사례		

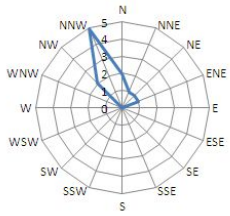
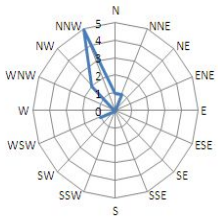
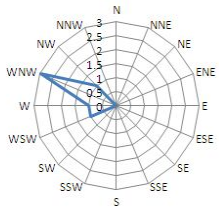
장수	임실	정읍
		
2003년 12월 26일 사례		

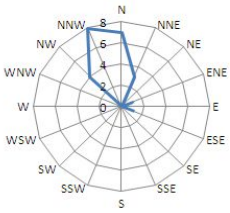
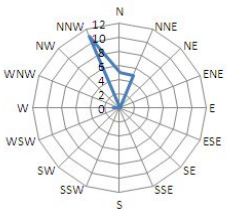
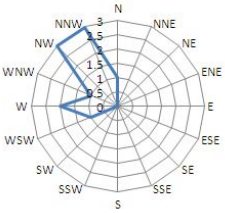
장수	임실	정읍
		
2003년 12월 19일 사례		

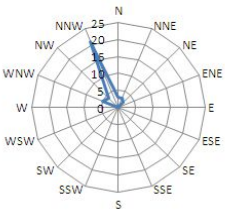
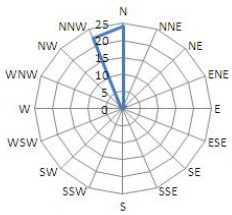
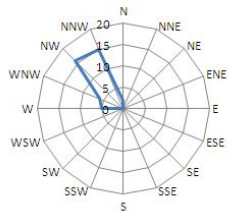
장수	임실	정읍
		
2004년 1월 21일 사례		

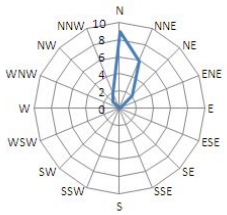
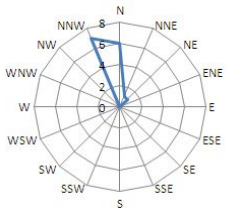
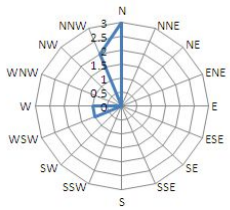
장수	임실	정읍
		
2004년 1월 24일 사례		

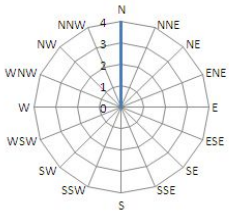
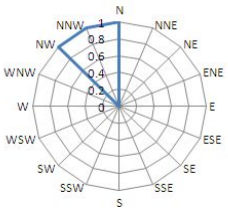
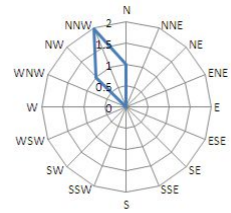
장수	임실	정읍
		
2004년 2월 3일 사례		

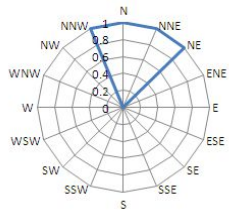
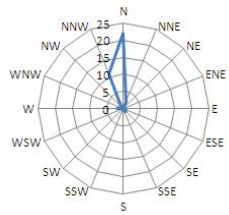
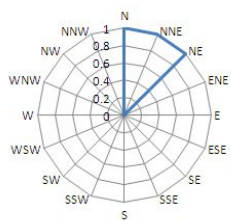
장수	임실	정읍
		
2004년 12월 31일 사례		

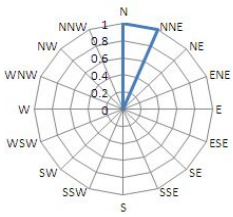
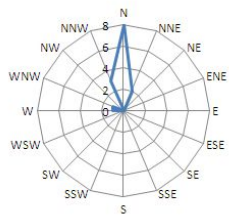
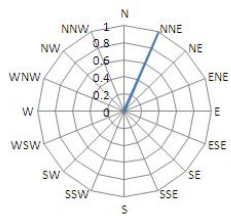
장수	임실	정읍
		
2005년 1월 11일 사례		

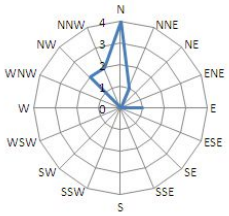
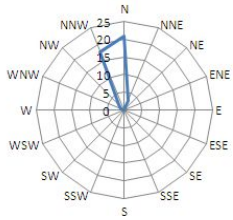
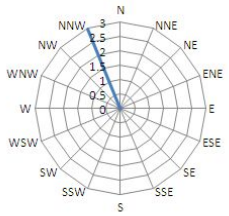
장수	임실	정읍
		
2005년 2월 1일 사례		

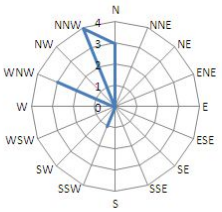
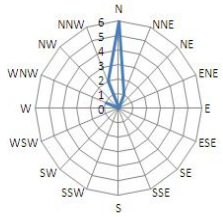
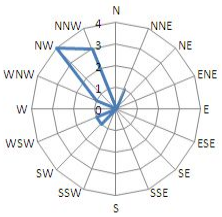
장수	임실	정읍
		
2005년 2월 2일 사례		

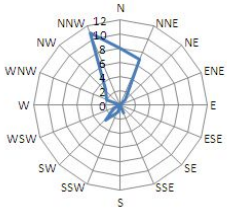
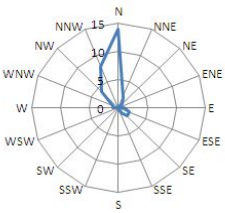
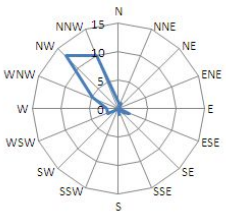
장수	임실	정읍
		
2005년 2월 20일 사례		

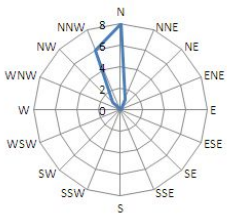
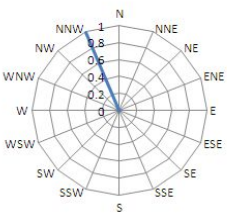
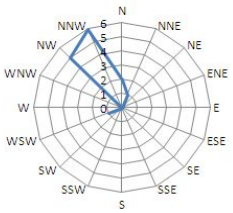
장수	임실	정읍
		
2005년 12월 4일 사례		

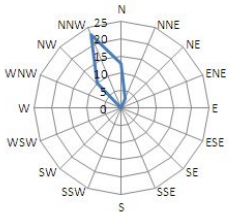
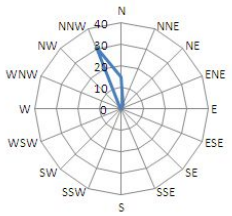
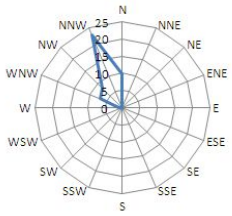
장수	임실	정읍
		
2005년 12월 5일 사례		

장수	임실	정읍
		
2005년 12월 12일 사례		

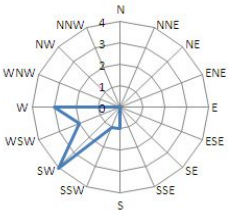
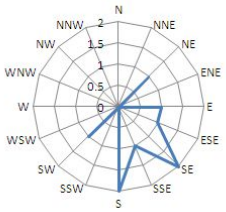
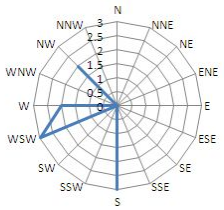
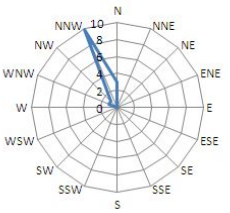
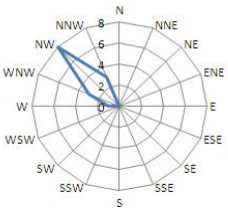
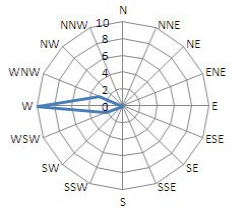
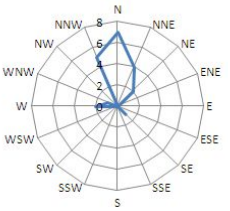
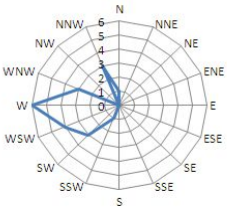
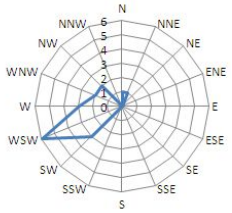
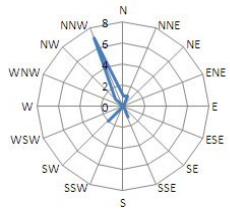
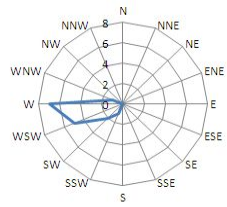
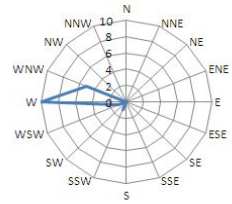
장수	임실	정읍
		
2005년 12월 17일 사례		

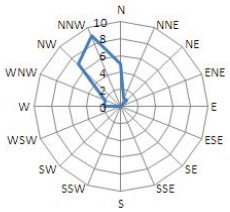
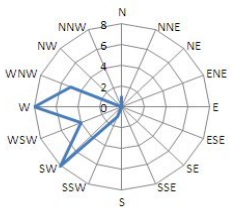
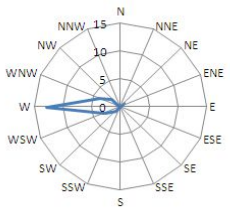
장수	임실	정읍
		
2005년 12월 21일 사례		

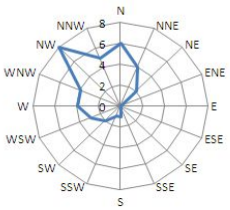
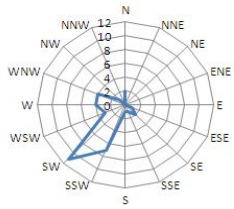
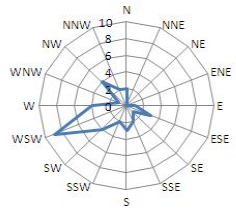
장수	임실	정읍
		
2006년 12월 2일 사례		

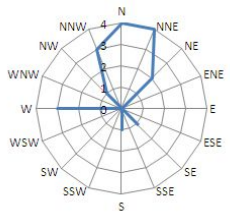
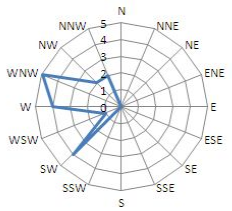
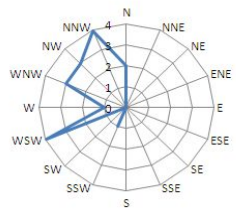
장수	임실	정읍
		
2006년 12월 28일 사례		

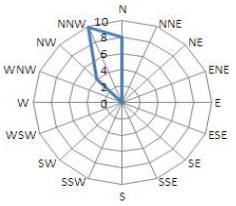
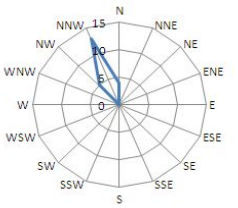
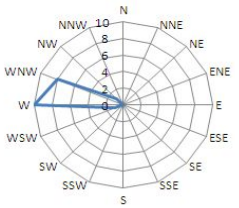
Appendix 4. The wind rose at each stations by cases of the inland heavy snow types.

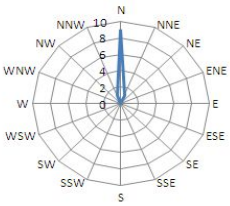
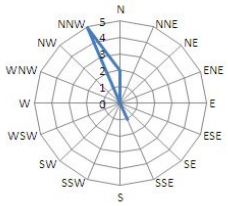
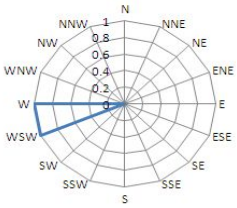
장수	임실	정읍
		
2001년 12월 29일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2002년 1월 7일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2002년 12월 25일 사례		
장수	**임실**	**정읍**
		
2003년 1월 27일 사례		

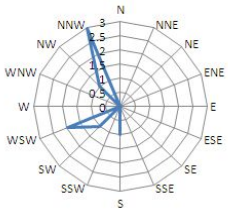
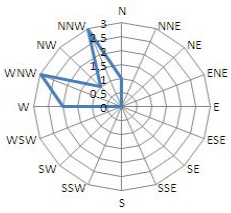
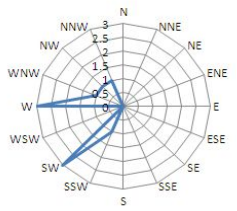
장수	임실	정읍
		
2004년 1월 12일~13일 사례		

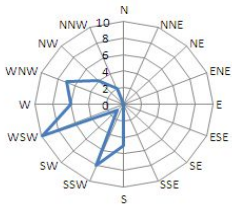
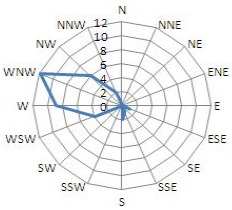
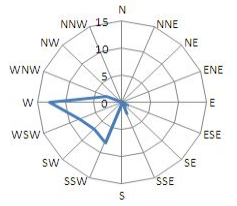
장수	임실	정읍
		
2004년 2월 4일~5일 사례		

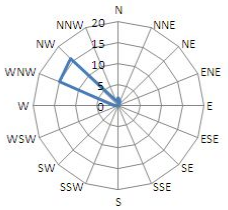
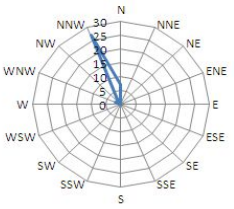
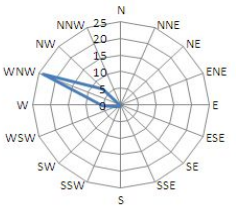
장수	임실	정읍
		
2004년 2월 7일 사례		

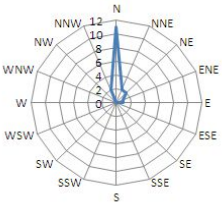
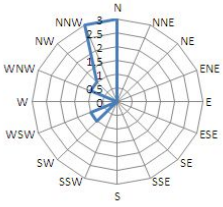
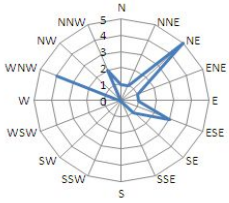
장수	임실	정읍
		
2004년 3월 6일 사례		

장수	임실	정읍
		
2005년 1월 25일 사례		

장수	임실	정읍
		
2005년 1월 31일 사례		

장수	임실	정읍
		
2006년 2월 7일 사례		

장수	임실	정읍
		
2006년 2월 8일 사례		

장수	임실	정읍
		
2006년 11월 7일 사례		

감사의 글

제가 대학원을 수료하고, 논문을 제출하게 되었습니다. 논문이 완성되기까지 부족한 저에게 많은 도움을 주신 분들께 글로써 저의 마음을 대신하고자 합니다.

대학원 입학에서부터 기상이론의 체계적인 가르침과 배움의 길을 열어주신 류찬수 교수님께 존경과 감사의 마음을 전합니다.

논문의 작은 부분까지도 세심하게 체크하여 주시고 많은 지도를 해주신 정효상 박사님, 그리고 논문이 완성되기까지 애정을 갖고 지도해주신 이종호 박사님께 감사의 마음을 전하며, 앞으로도 많은 가르침과 지도 부탁드립니다.

임실에서 소장님과 직원으로 첫 인연을 맺었는데 배우고자 하는 저의 열정을 아시고는 조선대 대학원에 진학할 수 있게 추천해주시고, 격려해주신 심안섭 여수기상대 예보관님께 감사의 말씀을 전합니다.

동문들의 격려와 많은 도움이 있었습니다. 한분 한분 말씀드리지 못한 점 죄송하게 생각하며, 인연이라는 말이 있습니다. 대학원에서 처음 맺은 인연을 소중히 간직하고 만들어 나가겠습니다. 논문이 나오기까지 도움을 주신 모든 분들께 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 대학원 진학을 결심함에 있어 가장 큰 힘이 되어준 사랑하는 가족에게 고맙고 감사한 마음을 전합니다.

2009년 12월

백 승 우 드림

저작물 이용 허락서

학 과	대기과학과	학 번	20077199	과 정	석 사
성 명	한글: 백승우 한문 : 白承雨 영문 : Baek Seung Woo				
주 소	전라북도 전주시 완산구 동서학동 177-5				
연락처	E-MAIL : baeksw@korea.kr				
논문제목	한글 : 임실지방의 신적설 예측방법 연구 영어 :The Study on the Prediction Method of New Snowfalls in Imsil Region				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(o) 반대( )

2010년 2 월

저작자: 백 승 우 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하