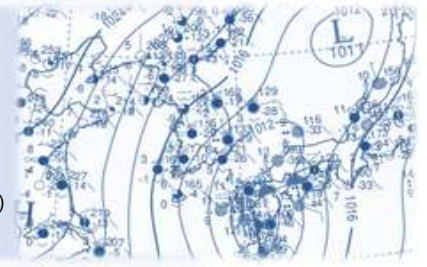


예보 필수요소 활용법과 정의 - 서울 대설 사례를 이용한

대설유형분석과 예측방법

■ 발행: 예보국 · 문의: 예보기술팀(내선 1656/1657) ■ 발행일: 2012년 12월 20일(목)



대설사례

이번호에서는 최근 10년(2003~2012)간 서울에서 발생한 대설주의보 기준 도달($\geq 5\text{cm}/24\text{시간}$)사례를 이용하여 대설의 원인 분석과 예측방법을 제시한다. 표 1은 10년간 서울에서 발생한 5cm 이상의 대설 사례를 요약한 것이다. 총 19회 대설이 발생하였으며, 평균적으로 1년에 약 2회 정도의 대설빈도를 보였다.

표 1. 최근 10년(2003~2012)간 서울에서 발생한 대설($\geq 5\text{cm}$) 사례 요약(날짜순)

날짜	최심눈적설(cm)	강수량(mm)	수상당량비	일최저기온($^{\circ}\text{C}$)	일최고기온($^{\circ}\text{C}$)	유형
2003.01.27	5.3	5.6	9.5	-6.1	2.8	4
2004.01.18	6.3	4.8	13.1	-1.6	1.5	4
2004.03.04	18.5	14.6	12.7	-5.5	2.5	3
2005.12.03	7.6	5.0	15.2	-3.2	2.7	1
2006.02.07	7.0	8.4	8.3	-4.8	1.2	1
2006.12.17	9.0	5.5	16.4	-3.9	1.6	1
2007.01.06	7.5	9.0	8.3	-4.8	4.6	2
2008.01.11	6.1	6.7	9.1	-1.7	2	4
2008.01.21	5.8	4.5	12.9	-0.7	3.8	4
2008.02.25	5.5	6.6	8.3	-3.1	2.5	1
2009.01.16	5.1	3.3	15.5	-4.8	0.4	1
2010.01.04	25.8	14.2	18.2	-8	-3.4	3
2010.02.11	7.1	10.5	6.8	-0.8	3.5	4
2010.03.09	7.6	14.0	5.4	-3.9	5.7	4
2010.12.28	9.4	6.0	15.7	-6	-0.1	2
2010.12.30	6.5	3.7	17.6	-9	-3.6	2
2011.01.23	6.0	5.3	11.3	-7.1	-2.1	2
2012.01.31	6.2	3.9	15.9	-8.5	-0.3	2
2012.12.05	7.8	5.8	13.4	-6.2	-0.8	2

※ 유형별 대설 발생횟수 유형1: 5회, 유형2: 6회, 유형3: 2회, 유형4: 6회

표 1의 우측에 나타난 유형은 지상일기도의 저기압 이동경로를 기준으로 나눈 것으로서, 그림 1과 같이 요약할 수 있다. 표 1과 그림 1의 번호 ①~④는 동일한 시스템과 이동경로를 의미한다.

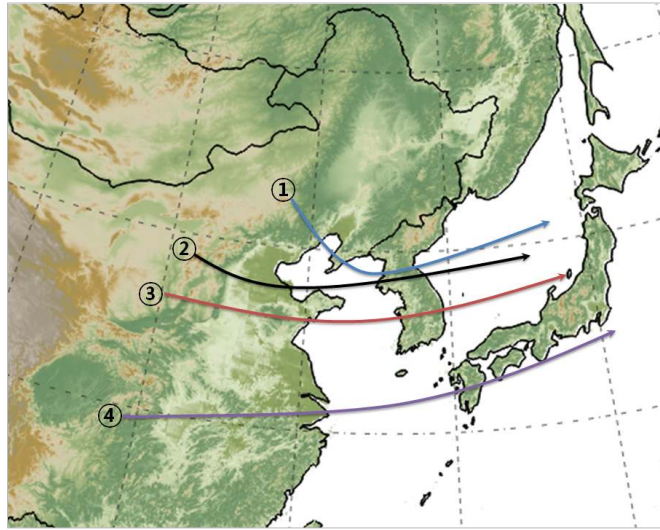


그림 1. 표 1에서 제시한 유형별 지상저기압 중심의 이동경로

표 2. 지상저기압의 이동경로로 구분한 수도권의 대설 유형

유형	저기압 발생지	규모 및 특징	발생 및 경로	중점 분석 사항
①	발해만 부근	중층대기의 파동(기압골) 발달로 인한 중규모 저기압	발해만 부근에서 발생하는 중규모 저기압으로서, 주로 중층대기에서 기압골의 형태가 잘 나타나며, 북한과 중북부 지방을 통과하나, 지상일기도에 저기압 중심이 나타나지 않는 경우도 있음	·해수온도와 하층대기의 불안정 ·700hPa의 상승류 존재 ·하층대기에 서~남서풍 존재
②	중국 내륙	지상부터 상층까지 잘 조직된 종관규모 저기압	중국에서 발생한 저기압이 발달하면서 저기압 중심이 서울부근이나 그 북쪽(북한지방)을 통과 함	·하층대기의 남서류의 강도와 수증기량 ·저기압 중심의 이동경로에 따른 강수예측시간
③			중국에서 발생한 저기압이 발달하면서 저기압 중심이 서울남쪽(충청부근)을 통과	
④			중국에서 발생한 저기압이 남해상을 통과하면서 서울, 수도권에 기압골에 위치할 때 발생	

※ 유형 4의 경우 유형3과 분석방법이 유사하여 별도의 분석은 하지 않았음(단, 서울지역과 저기압중심과의 거리가 더 멀다).

유형별 분석과 예측

① 발해만에서 발생하는 중규모 저기압

발해만에서 발생하는 저기압은 상층 찬 공기의 파동이 따뜻한 서해상의 해수온도와 상호작용하여 발생하는 중규모 저기압이다. 이 저기압은 서에서 동으로 이동하는 시스템에서 만들어지지 않고 주로 중층대기에서 찬 공기의 파동이 북에서 남으로 이동하는 방향인 발해만의 북서쪽에서 우리나라로 진행할 때 발생한다. 중층대기에서 저기압성 파동(기압골)이 존재하지만 지상일기도에서는 규모가 작아 저기압 형태가 발견되지 않는 경우도 있다. 이 유형에 의한 대설 기록 중 최대값은 2006년 12월 17일에 기록

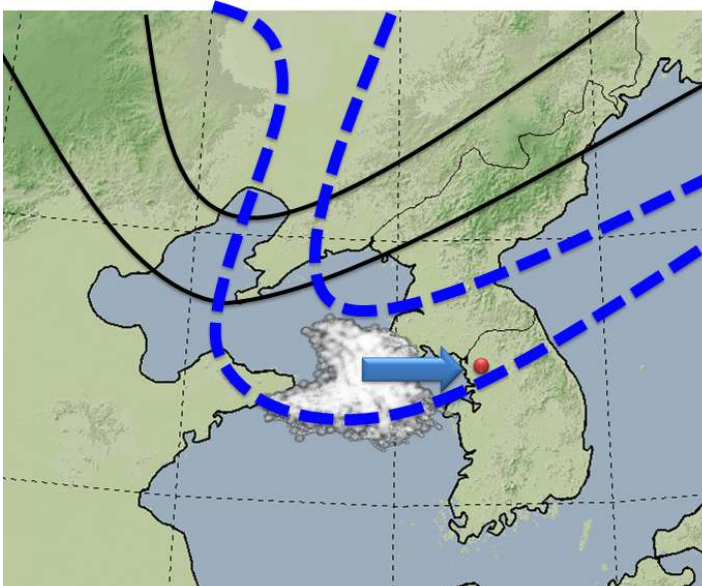


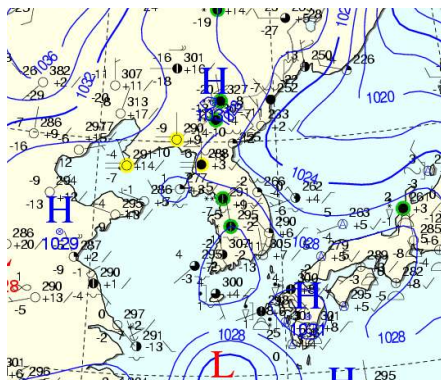
그림 2. 발해만 저기압의 개념도. 검은색 실선은 500hPa 등고선, 파란색 파선은 지상일기도를 의미함.

한 9cm이다. 이때, 강수량은 5.5mm로서 수상당량비는 16.4를 보였다. 발해만 저기압의 의한 강설은 강수량은 적지만 매우 차가운 기단에서 더 차가운 공기가 남하하면서 발생되므로 다른 사례에 비해 수상당량비가 큰 것이 특징이다.

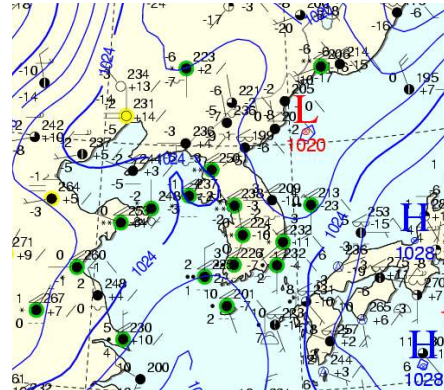
발해만 저기압에 의해 대설이 발생하기 위해서는 우선, 서해상에 눈구름이 만들어져야 한다. 그림 3은 발해만 저기압에서 발생한 대표적인 사례들이다. 각 사례들의 단열선도를 보면, 850hPa 기온이 -10°C 내외임을 알 수 있다. 해수온도와 눈구름이 생성될 충분한 해기차가 만들어졌다고 볼 수 있다. 또한 모든 사례에서 이 눈구름이 하층대기기의 남서풍이나 서풍의 기류에 의해 경기만에서 내륙으로 유입될 수 있는 구조를 보였다. 3개 사례 모두 850hPa에서 남서~서풍형의 풍계와 15kts 이상의 풍속이 관측되었다. 또한 대류응결고도(CCL)는 850hPa 이하 고도에 모두 위치하였고, 지상부터 약 700hPa까지 습윤한 대기를 보였다. 서해상에 위치한 구름대는 700hPa고도의 상승운동 지역에 위치하였다. 특히, 그림 3(a) 2009년 1월 9일 00UTC에 위성영상에서 서해상에 위치한 구름대와 700hPa 상승운동 지역이 일치된 모습을 볼 수 있다.

따라서, 발해만 저기압에서 발생한 대설 사례를 요약하면, ①하층대기의 기온이 낮아 해기차에 의한 불안정한 대기가 형성되어 눈구름이 발생할 수 있었다. ②700hPa 상승구역은 대설을 발생시킬만큼 충분한 높이를 가진 눈구름을 만들 수 있었다. ③지표와 하층대기에서 남서 또는 서풍형의 저기압성 풍계는 눈구름을 서해상에서 내륙으로 이동시킬 수 있었다. 수상당량비 계산 방법은 2011년 손에 잡히는 예보기술 ‘대설 판단 가이드선스’에서 제시했으며, 850hPa 기온이 -8°C 이하이고, 지상기온이 0°C 이하라면, 수상당량비 15이상을 적용할 수 있다. 따라서, 발해만 저기압에 의한 강설일 경우 3mm의 적은 강수량을 예측하더라도 대설주의보 기준인 5cm에 도달할 수 있음을 유념해야 한다.

(a) 2009. 1. 9. 00UTC



(b) 2008. 2. 25. 12UTC



(c) 2006. 12. 16. 18UTC

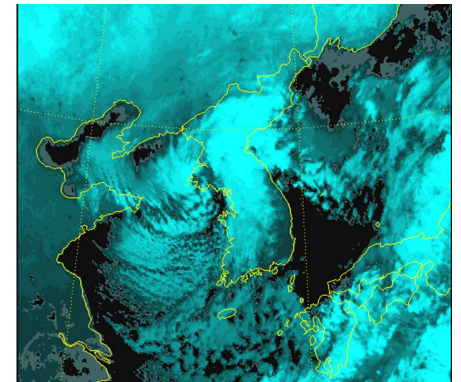
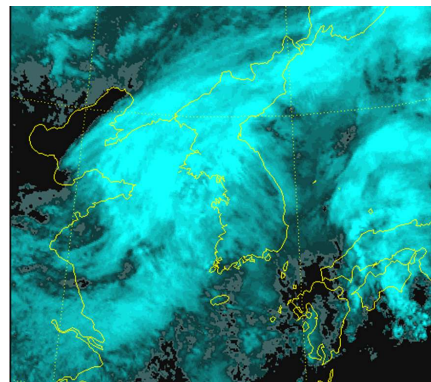
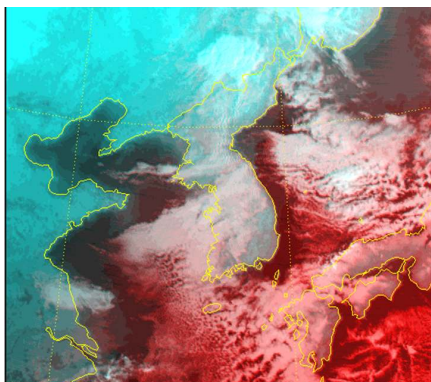
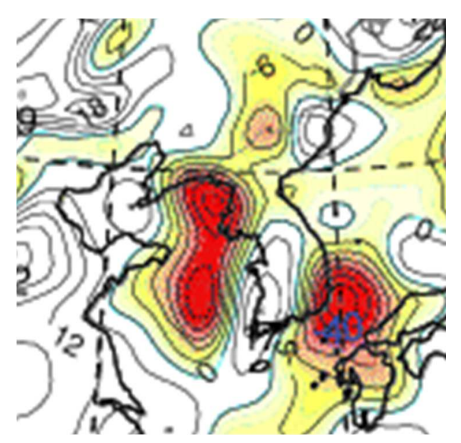
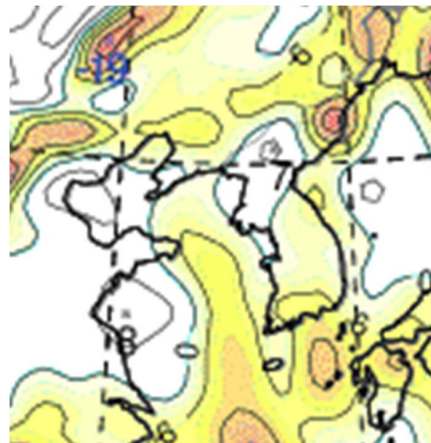
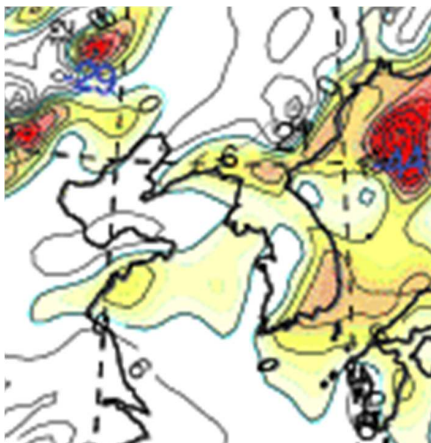
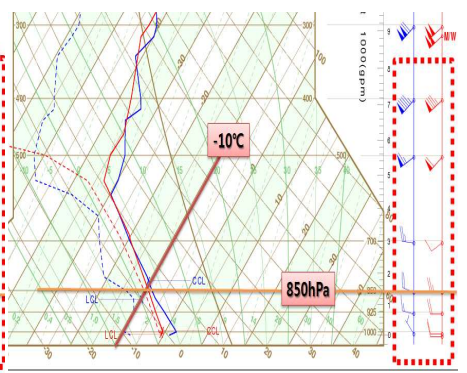
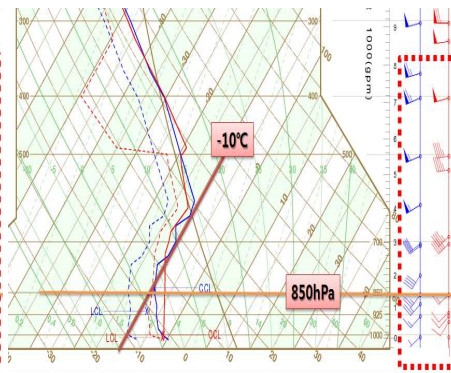
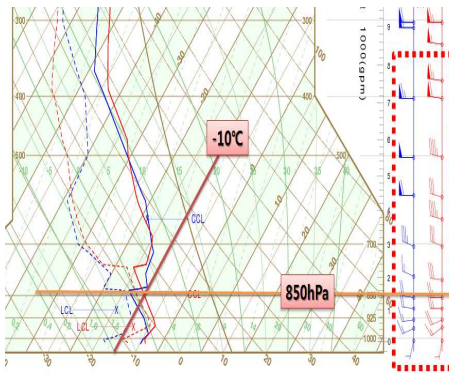
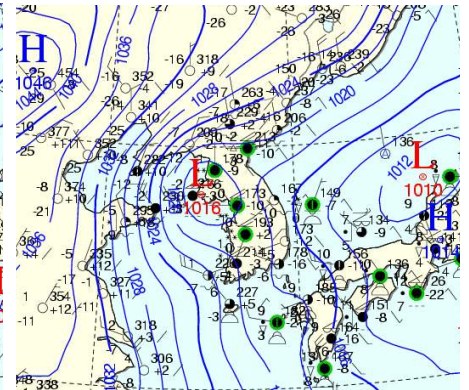


그림 3. 발해만 대설 유형 중 대표적인 3개 사례의 눈이 시작된 시간대의 지상일기도, 오산단열선도, 700hPa 상승속도, 위성 합성영상

② 중관 저기압 중심이 서울부근이나 서울 북쪽으로 통과하는 경우

저기압 중심이 서울부근이나 서울북쪽으로 통과하면 서울을 포함한 우리나라 전역이 한랭전선의 영향을 받는다. 이때는 저기압 중심의 남쪽에 위치한 온난한 기단 내에서 강수현상이 나타나므로, 눈과 비의 판별이 우선시 되어야 한다. 일단, 눈이 오고 적설이 예상된다면, 전선의 강도에 따른 강수강도, 강수지속시간을 고려해야 한다. 전선의 강도는 에너지와 수증기 공급차원에서 하층대기에 남서기류의 풍속세기가 가장 중요하며, 상층 와도의 발달여부, 동서 기온경도 등도 고려한 분석이 필요하다. 일반적으로 겨울철 서해상을 지나는 한랭전선은 해수면과의 기온차이가 클수록 발달하며, 한랭전선의 이동경로 앞쪽에 강한 대류성 구름대가 만들어지기 쉬운데, 이와 같은 원리는 그림 12와 13을 통해 제시하였다.

그림 4는 2011년 1월 23일 한랭전선이 서울·경기 지방을 통과하면서 서울에 6cm의 적설이 발생한 사례다.

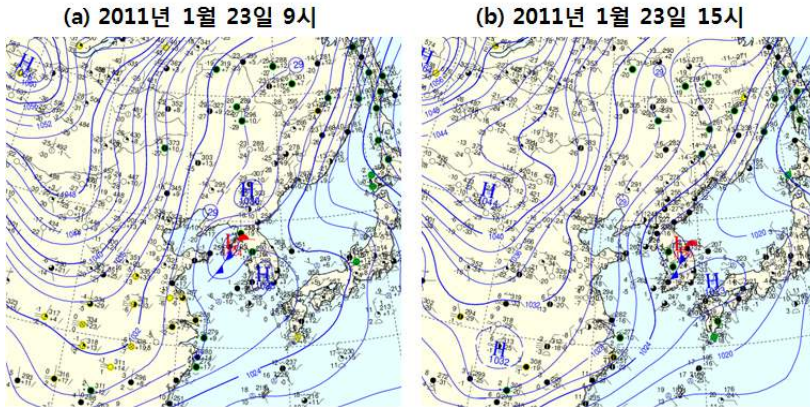


그림 4. 2011년 1월 23일 (a)9시, (b)15시 지상일기도

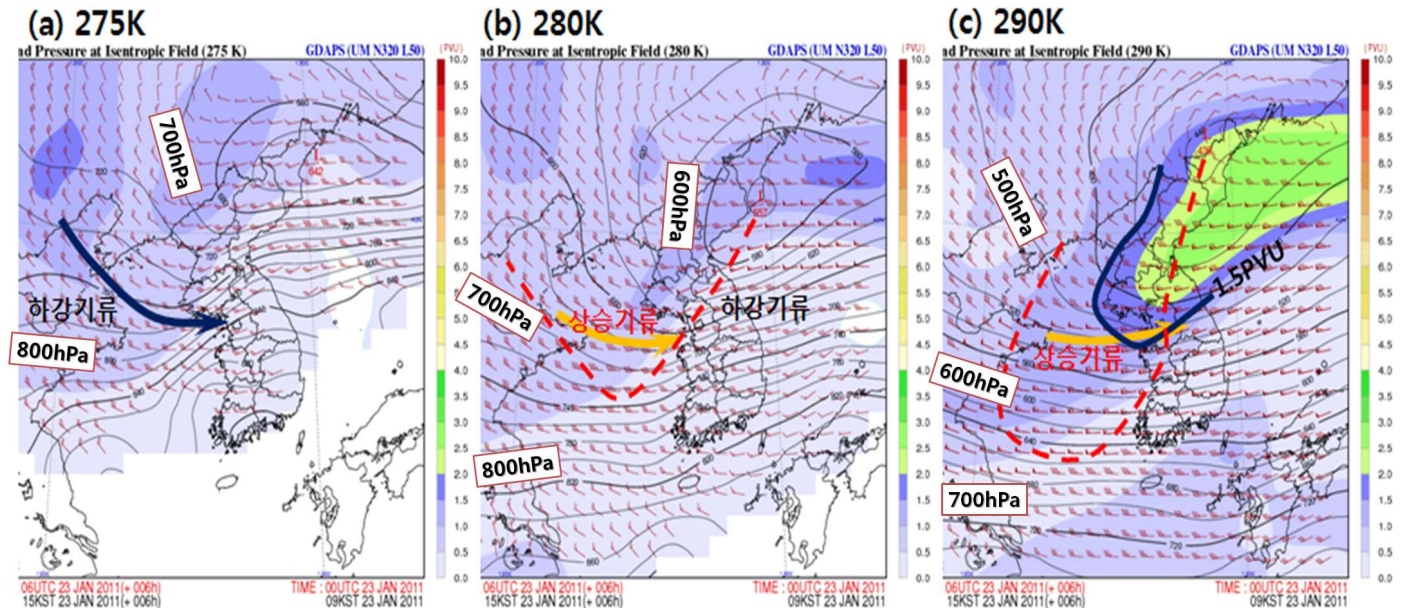


그림 5. 2011년 1월 23일 9시에 생산된 15시(+6시간) UM-GDAPS (a)275K, (b)280K, (c)290K 등온위면 예측장. 붉은색 파선은 상승기류와 하강기류를 구분하는 선임.

그림 5는 2011년 1월 23일 9시에 생산된 23일 15시 각 등온위면 예측장이다. 그림 5(a)의 275K 등온위면에서 화살표가 나타내는 것은 발해만 부근(약 750hPa)에서 서울 부근(약 800hPa)으로 진행하는 하강기류를 의미한다. 그림 5(b)의 280K 등온위면에서 한반도는 하강기류가 위치하나, 산둥반도에서 경기만으로 약 700~650hPa 등압선을 따라 상승기류가 존재한다. 그림 5(c)의 290K 등온위면에서 500hPa 등압선이 오산 부근에 있으며, 오산 상공과 서해상에 상승기류가 존재한다. 따라서, 오산 부근을 기준으로 하층대기에서는 하강기류가, 중·상층대기에서는 상승기류가 동반되어 지상에서 상층으로 갈수록 서쪽으로 기울어진 한랭전선 형태를 보인다. 또한 그림 5(c)의 290K 등온위면에서 1.5PVU 이상 지역이 오산 부근에 위치한다. 1.5PVU는 대류권계면을 의미하며, 현재 차가운 극 공기가 북한지방에 중심을 두고 위치함을 알 수 있다. 그림 6은 눈이 내리는 시점에 관측된 오산단열선도(23일 06UTC)이다. 대기는 포화된 가운데 강한 서풍이 불고 있음이 보인다. 지표나 하층대기에서 북서풍이 불지 않고 있기 때문에 한랭전선이 통과하기 전의 대기구조이다. 한랭전선에 의한 강설은 보통 1~2시간 내외로 집중되며, 6시간 이상 지속된 경우는 없다.

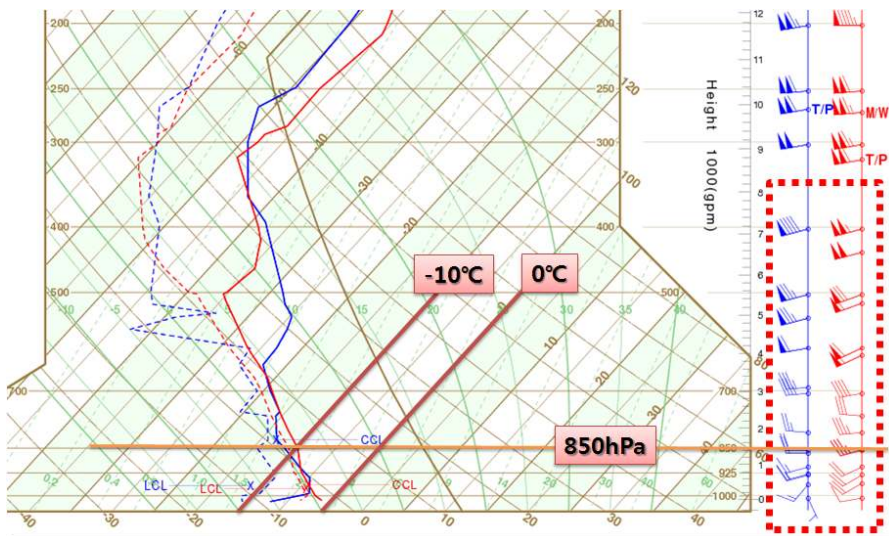


그림 6. 2011년 1월 23일 06UTC 오산단열선도

③ 종관 저기압 중심이 서울 남쪽으로 통과하는 경우

이번 대설유형은 가장 많은 적설을 기록한 사례들이 포함된 유형이다. 그림 7과 같이 지상저기압 중심이 충청지방을 통과하면서 저기압 동쪽과 북쪽에 위치한 서울·경기 지역에 발생한 대설 사례이다. 그림 8(a)의 280K 등온위면에서 등압선을 가로지르는 남풍의 기류는 제주 부근에 위치한 900hPa 등압선부터 북한에 위치한 700hPa 등압선까지 이동할 수 있다. 그림 8(b)의 오산 단열선도에서 약 925~800hPa 고도에 난기 유입에 의한 지상과의 역전층 형태의 기온 분포를 보이는데, 이 역전층은 강한 온난기류의 영향으로 형성된 것이다. 이런 하층대기에서 포화된 상태의 역전층은 온

난전선의 북쪽 강수대 발달의 결과와 관련된다. 그 이유는 첫째, 하층대기에 강한 상승류가 존재함을 의미하며, 둘째, 그림 10에서 보는 것과 같이 한랭수송대에서 상승하는 기류도 동시에 공존하고 있음을 의미한다. 이런 형태의 기온, 습도 분포를 나타내는 단열선도는 저기압이 잘 조직화되고 발달하였다는 사실을 의미한다. 그림 7(a)와 (b)를 비교하면, 우리나라로 저기압 중심이 접근한 1월 4일 9시에 전 시간의 저기압보다 중심기압이 낮아지고 발달한 모습을 볼 수 있다. 또한 온난전선 북쪽지역은 저기압 진행방향에서 가장 폭넓은 강수대가 분포하고 있어 강수지속시간이 길어 연직 대기기온 구조에 영상층(녹는 층)만 없다면, 대설이 발생하기 가장 유리하다. 그림 8(c)의 레이더 영상에서 강수 에코의 분포는 그림 8(a)의 상승기류 지역과 동일하게 분포하고 있음을 볼 수 있다. Bluestein(1992, 1993)은 습윤한 공기(포화된 공기)가 등온위면에서 그림 8(a)와 같이 높은 기압(낮은 고도)에서 낮은 기압(높은 고도)으로 이동할 경우 포화된 공기의 상승운동으로 구름이 발달하고 강수가 있는 지역임을 제시한 바 있다.

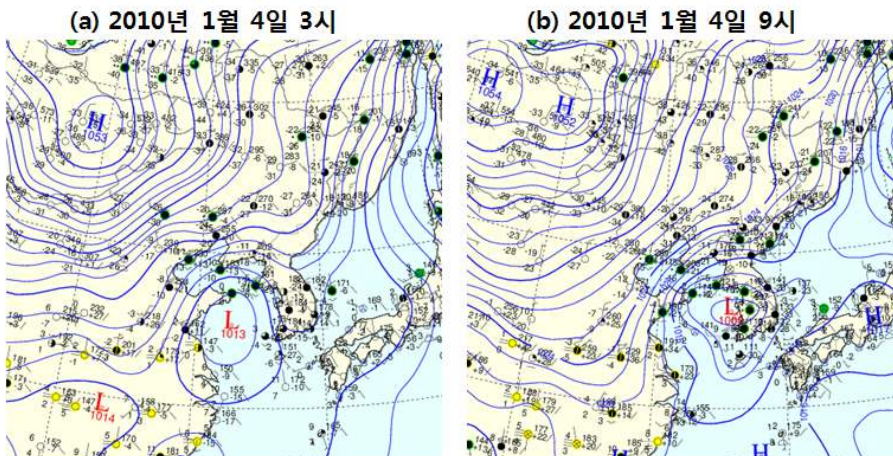


그림 7. 2010년 1월 4일 (a)3시, (b)9시의 지상일기도

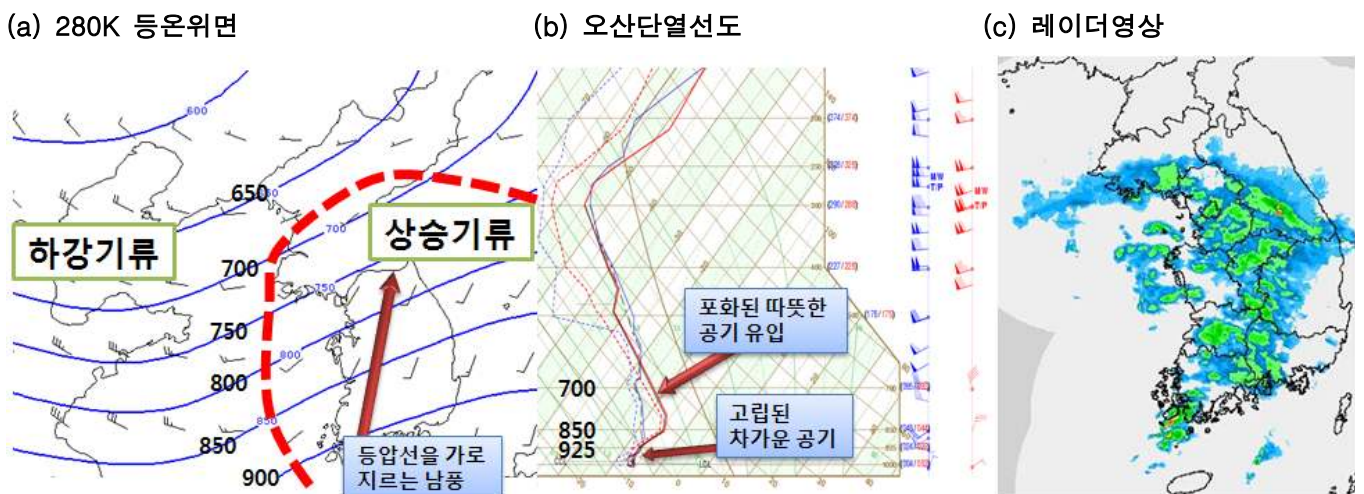


그림 8. 2010년 1월 4일 9시 (a)280K 등온위면, (b)오산 단열선도, (c)레이더 영상

저기압 중심 위치에 따른 대설 집중 분석

종관저기압과 관련된 수도권 지역의 대표적인 대설 유형은 표 2에서 제시한 ②, ③번의 유형이다. 일반적인 전선저기압의 이론에 따르면 지속적인 강수가 나타나는 구역은 온난전선의 북쪽지역이다. 이 지역은 지상저기압 중심과 거리가 멀어도 강수가 나타나며, 저기압 중심이 다가올수록 강수강도가 증가하며, 저기압 중심이 통과한 후에도 강수가 몇 시간 지속되는 특징이 있다. 그림 9(b)와 같이 저기압 중심이 서울 남쪽으로 통과하면 강수지속시간이 길게 나타난다. 이런 유형이 표 2에서 요약한 유형 ③으로서, 서울에 가장 많은 적설량을 기록하였다. 10년간 이와 유사한 유형이 2번 발생하였는데, 최심신적설이 각각 18.5cm, 25.8cm의 폭설이 기록된 바 있다. 이 두 번의 사례에서 기록된 강수량은 14.6mm, 14.2mm로 폭설의 양에 비해 상대적으로 적은 양의 강수가 나타났음을 알 수 있다. 온난전선의 북쪽에 한랭한 기단에서 내리는 강설이므로 수상당량비 값이 상당히 크다.

(a) 유형 ② - 저기압 중심이 서울부근/서울북쪽으로 통과 (b) 유형 ③ - 저기압 중심이 서울남쪽으로 통과

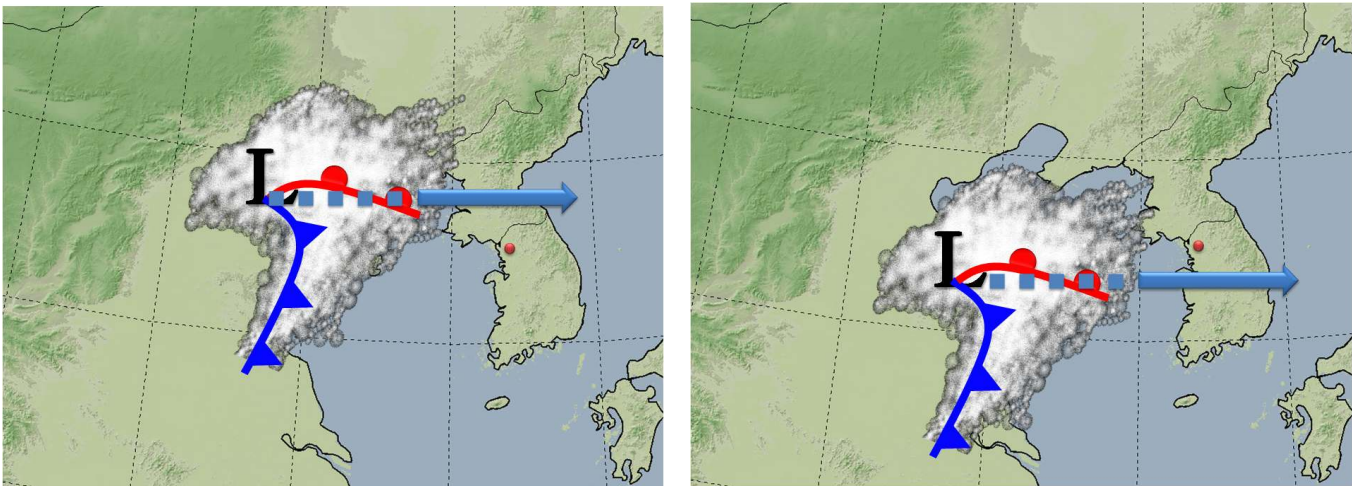


그림 9. 종관저기압 중심의 이동경로에 따른 강설 시간 차이

반면, 그림 9의 (a)와 같이 저기압 중심이 서울 부근이나 그 북쪽으로 통과할 경우 한랭전선의 영향을 주로 받게 되어 강수강도는 강하지만, 지속시간은 길지 않다. 발달하는 저기압 일지라도 주 강수는 한랭전선대에 위치하므로 강수지속 시간이 짧아 폭설로 이어지기 쉽지 않은 패턴이다. 총 6번의 5cm를 넘어선 대설현상이 있었지만, 10cm를 넘긴 사례는 없다. 발달하는 종관저기압의 경우 하층대기에서 온난·습윤한 남서기류의 강도가 강수량(적설량)에 중요한 역할을 한다. 그렇지만, 그림 9와 같이 비슷한 강도의 저기압이 서울 부근을 통과하더라도 저기압 중심의 위치에 따라 강수발생 대기구조, 지속시간 등의 차이가 있으므로 강수량(적설량) 역시 큰 차이가 발생할 수밖에 없다. 따라서, 저기압 중심의 이동경로 분석이 우선되어야 하며, 과거에 유사한 이동경로를 보였던 사례와 비교한 강수량(적설량) 예측이 필요하다.

종관 저기압 관련 대설 위치의 이해

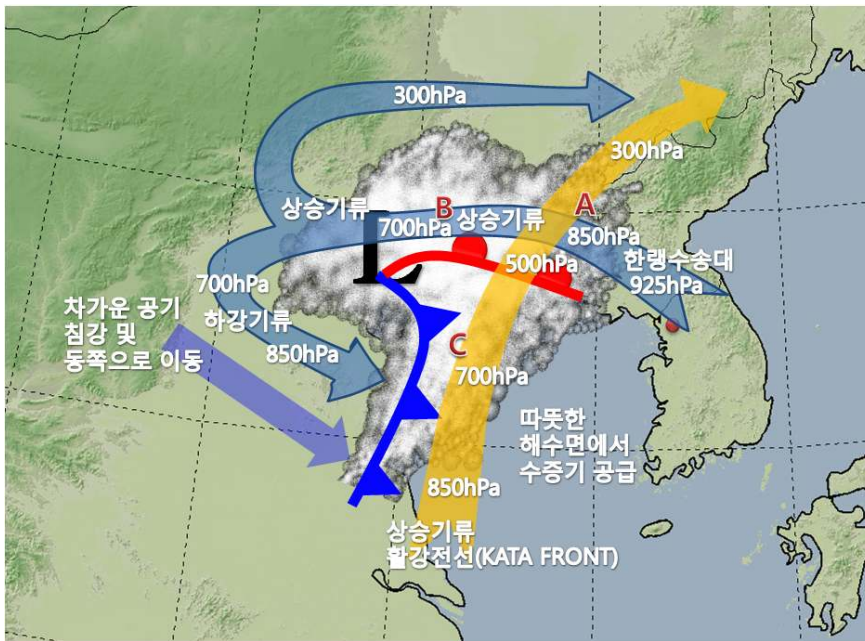
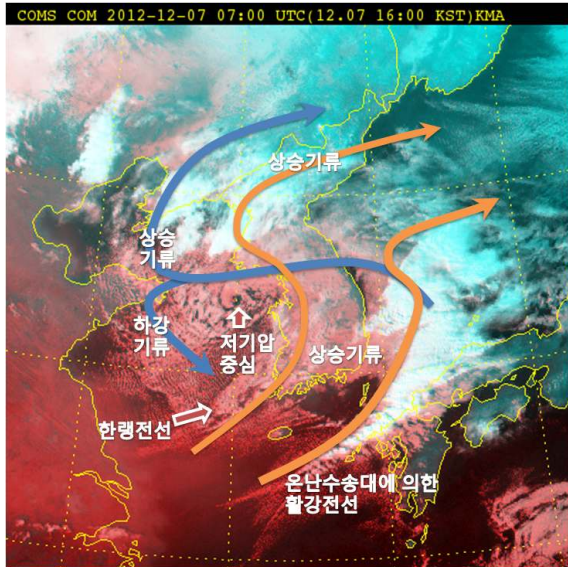


그림 10. 발달하는 종관저기압과 관련된 대설분포 이해

그림10의 A 구역은 온난전선의 북쪽에 위치한 지역으로서, 따뜻한 남서기류가 차가운 공기위로 상승하여 층운형 구름대를 발달시키고, 이로 인한 강수현상이 나타나는 지역이다. 저기압 중심의 북쪽에 위치한 B 구역은 온난전선 북쪽에서 동에서 서로 이동하는 한랭수송대의 상승운동과 남서기류의 상승운동이 결합되어 연직상승운동이 강한 지역으로서 대류성 구름대와 층운형 구름대가 공존하여 상대적으로 강한 강수가 나타나는 지역이다. 온난전선의 북쪽과 지상저기압 중심의 북쪽에 위치하는 한랭수송대는 동풍의 기류와 함께 차가운 공기가 더 차가운 공기층 위로 상승하는 지역이며, 저기압 중심과 가까울수록, 중층대기에서 떨어지는 강수로 인하여 포화된 채로 상승운동이 강화된다. 특히, 저기압 이동경로에서 A와 B가 통과하는 지역은 지상 및 하층대기의 기온이 차갑고 기층이 안정하기 때문에 상부대기에 강한 난기가 유입되더라도 쉽게 눈이 비로 바뀌지 않는다. 지속시간은 길고 하층대기와 지표의 기온이 차갑기 때문에 가장 많은 적설이 나타날 수 있음을 유념해야 한다.

그림 10의 C 구역은 한랭전선에 의한 강수지역이다. 일반적인 전선저기압 이론에서 지상의 한랭전선부근과 그 서쪽에 동서방향으로 폭이 좁은 강수대가 위치한다. 그렇지만, 겨울철 중국 대륙은 영하의 낮은 기온을 보이지만, 서해상의 수온은 영상의 온도를 보이기 때문에 한랭전선이 서해상으로 이동하면 지표와 하층대기에서 전선대 동쪽으로 급격한 기온차이가 발생하면서 대류성 구름대의 발달과 함께 강수대가 빠른 속도로 동쪽으로 이동한다. 따라서, 중국에서 발생하여 우리나라로 이동하는 저기압에 동반된 한랭전선의 강수지역은 지상의 한랭전선보다 동쪽에 위치하는 활강전선(KATA front)의 형태를 나타낸다.

(a) 위성영상



(b) 지상일기도

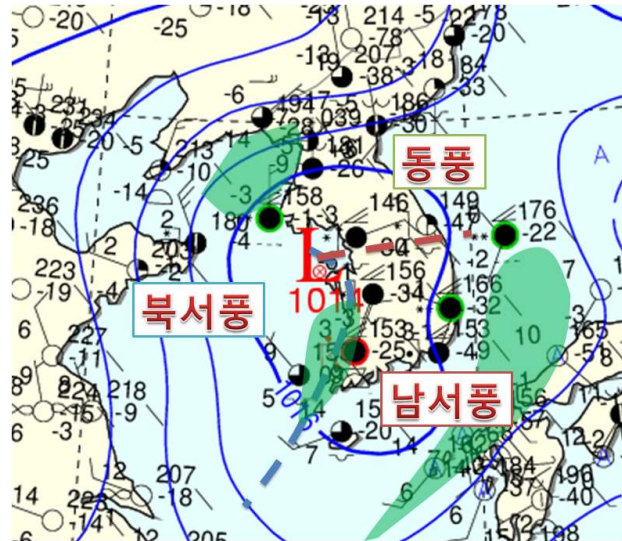
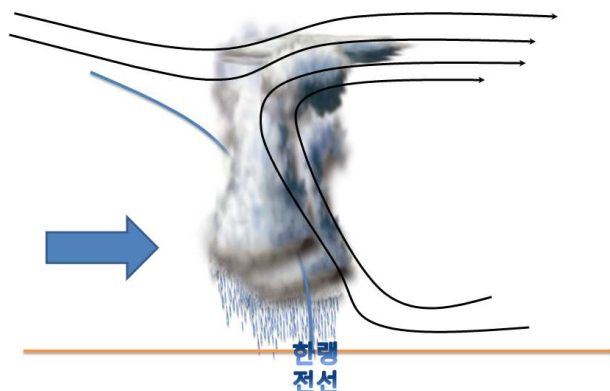


그림 11. 서울부근을 통과하는 저기압의 예(2012년 12월 7일). (a) 위성영상은 07UTC, (b) 지상일기도는 06UTC 분석장이며, 녹색은 대류가 활발하게 나타는 구역을 의미함

그림 11은 2012년 12월 7일 위성영상과 지상일기도 분석자료이다. 위성영상에서 저기압 중심이 경기만 부근에 보이며, 북쪽(서해북부해상)에 대류성 구름대가 보인다. 대한해협부근으로는 강한 대류성 구름대가 있으며, 서해안에도 상대적으로 약하지만 대류성 구름대가 위치한다. 따라서, (a)위성영상에 기류의 흐름으로서 표현한 각각의 화살표는 그림 10의 저기압 모식도와 비교적 일치하는 것을 알 수 있다. 저기압 중심과 바람방향을 고려하여 전선을 분석한 그림 11(b)지상일기도를 살펴보면 남서와 북서풍이 교차하는 서해안 지역에 한랭전선이 위치함을 알 수 있다. 특히, 광주에는 뇌전도 관측되었다. 반면, 대한해협 부근은 활강전선에 따른 강한 대류성 구름지역이 보이는데, 이 구름대는 우리나라를 통과하면서 한랭전선 부근에서 분리되어 빠르게 동쪽으로 이동하였다.

활강전선에 의한 대류(강수)발달지역은 그림 12를 통해 설명할 수 있다. 일반적인 한랭전선은 차가운 공기가 따뜻한 공기를 파고들면서 전선면으로 강한 상승류를 발생시켜 대류성 구름을 만들고 지상의 한랭전선 부근과 그 후면(서쪽)으로 강수현상이 나타난다. 그렇지만 지표의 성질이 다른 구역으로 이동할 경우에 대류성 강수지역의 변화가 나타나는데, 겨울철 서해상으로 이동할 경우 따뜻한 해수면과의 상호작용으로 하층대기의 동서 기온차이가 가장 큰 지역이 한랭전선면으로부터 동쪽으로 이동한다. 우리나라를 지나 동해상으로 이동할 경우 이런 온도 차는 더 크게 나타난다. 이에 따라 지상저기압에 온난 구역인 한랭전선 동쪽에 대류성 강수대가 발달하게 된다. 이와 반대로, 겨울철 북유럽의 경우 북대서양에서 발트해(Baltic Sea)를 거쳐 대륙으로 이동하는 한랭전선은 북대서양부터 발트해까지는 전선면 부근에 대류성 강수지역이 분포하지만 차가운 공기가 위치한 대륙으로 이동하면서 대류성 강수지역과 전선대가 동시에 약화되고 강수지역은 전선면의 서쪽으로만 분포한다(Browning and Monk 1982, Browning 1995). 그림13은 겨울철 우리나라를 통과하는 활강전선 형태의 한랭전선에서 발생된 대표적인 대설 사례다.

(a) 일반적인 한랭전선면 연직 단면도



(b) 하층온난역으로 이동시 변형된 연직 대류 분포도

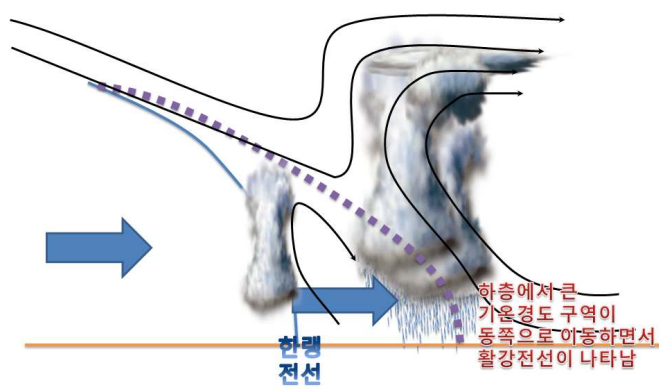
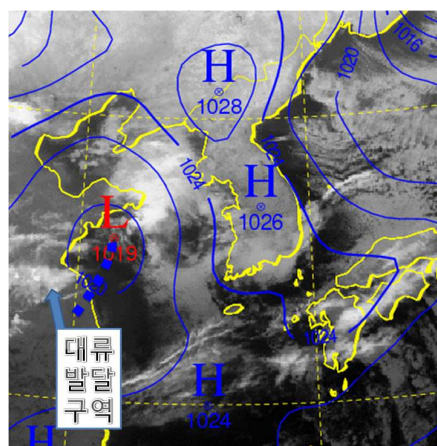
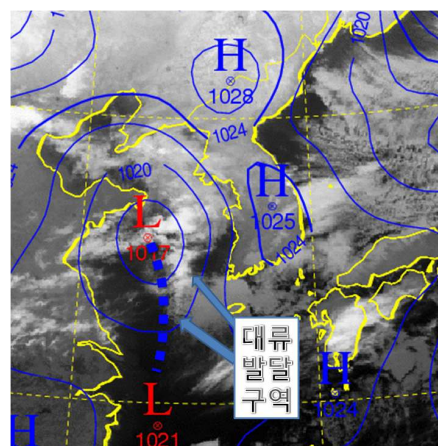


그림 12. 일반적인 한랭전선면에 위치한 대류성 강수지역과 하층의 온난지역으로 이동시 변형되는 대류성 강수지역 모식도

(a) 2012. 12. 6. 18UTC



(b) 2012. 12. 6. 21UTC



(c) 2012. 12. 7. 06UTC

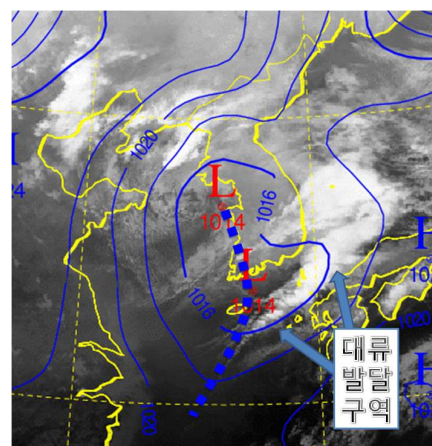


그림 13. 2012년 12월 6~7일 활강전선면에서 발생한 강수사례에 대한 지상일기도와 위성영상의 중첩자료 (파란색 점선은 한랭전선)

<참고문헌>

- 김광식, 1992: 기상학사전, 향문사, p387.
 기상청, 예보기술팀, 2012: 예보관 중급훈련교재
 민경덕, 민기홍 역, 2009: 대기환경과학, C. Donald Ahrens 저, 시그마프레스
 예보기술팀, 2011: 손에 잡히는 예보기술 5호, 등온위면 분석
 예보기술팀, 2011: 예보관핸드북시리즈(1) - 한눈에 보는 대설개념모델
 홍성길, 2006: 기상분석과 일기예보, 교학연구사, p100-101.
 Bluestein, H. R., 1992: Isentropic surfaces basic concepts energy equations dimensional analysis. Vol. I, 23 pp.
 Bluestein, H. R., 1993: Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes. Vol. II: observations and theory of weather systems. Oxford University Press, 594 pp.
 Browning, K. A., 1995: On the nature of the mesoscale circulations at a kata cold front. *Tellus*, **47A**, 911-919.
 Browning, K. A. and Monk. G. A., 1982: A simple model for the synoptic analysis of cold fronts. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **108**, 435-452.
 Djuric. D., 1994: Weather analysis.
 Ken Crawford 2010: The value of isentropic analysis in a modern forecast office. 지식·경험·노하우세미나 발표자료
 Ken Crawford 2012: The use of all star soundings to teach mesoscale meteorology. 지식·경험·노하우세미나 발표자료
 Moore, J. T., 2003: Isentropic analysis workshop, millersville university Isentropic Workshop: 5 April 2003

[부록 : 개선된 눈과 비의 구분방법 (1000-850 층후 성능비교)]

현재 그림 14와 같이 COMIS-3의 예보장에 UM전구, 지역모델을 통해 1000-850hPa 층후값을 이용한 눈과 비의 구분 자료를 제공하고 있다. 기존의 1000-700hPa 층후값도 제공하고 있으므로 두 요소간의 비교가 가능하다.

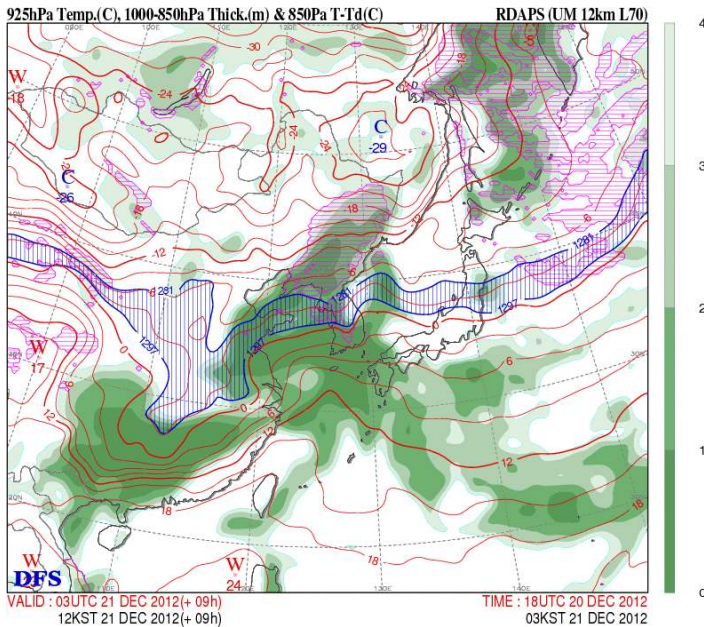


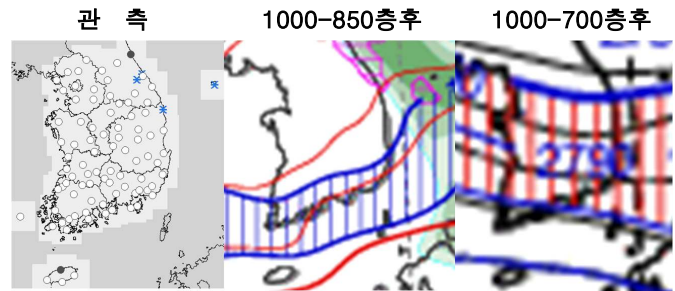
그림 14. 현업운영 중인 1000-850hPa 층후선도 예

파란색 실선과 빗금친 구역은 눈과 비의 혼재 구역으로서, 북쪽 기준값으로 1281, 남쪽 기준값으로 1297을 사용하였다. 이 기준값의 정의는 손에 잡히는 예보기술 [대설판단 가이드스(2011년 10월호)]에서 자세하게 소개되어 있다. 우리나라에서 눈과 비의 경계값은 평균과 표준편차를 통해 1000-850hPa의 눈과 비의 기준 값이 가장 적절함을 밝힌바 있다. 녹색의 채색된 부분은 850hPa고도에 기온과 노점온도와 차이가 4°C 이내인 지역을 의미한다. 강수와 관련된 하층운대의 위치와 면적을 파악할 수 있다. 붉은색 실선은 925hPa 등온선으로서, 3°C 간격으로 표시하였다. 분홍색의 빗금 구역은 모델에서 예측한 강설지역으로서, 모델의 지형특징이 고려된 것이다.

그림 15는 2012년 12월 우리나라에서 발생한 강수사례들에 대해 1000-850 층후와 1000-700 층후 간의 성능을 비교한 것이다. 모델의 분석장만을 사용하였기 때문에 00, 12UTC에 강수현상이 있었던 총 6개 사례에 대해 비교하였다. 간단히 결과를 요약하면, 1000-850 층후는 1000-700 층후에 비해 눈과 비의 혼재 구역의 폭이 좁아 보다 명확하게 강수형태 구분이 가능하였다. 1000-700 층후의 혼재구역 폭이 우리나라(남한)를 모두 포함하는 수준을 보이거나 1000-850 층후는 도 단위 정도의 폭을 보인다. 또한, 강수형태의 판별력도 우수한 것으로 보인다.

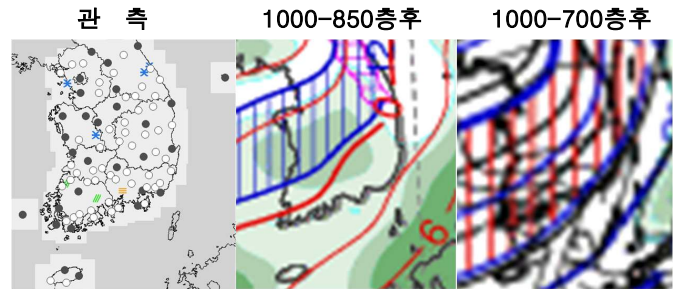
12월 1일 00UTC 동해안 눈

- 1000-850hPa 층후
동해안은 눈 구역에 위치함
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역에 동해안이 위치함



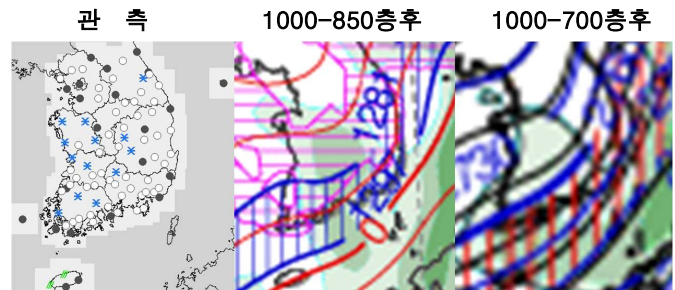
12월 3일 12UTC 중부 눈, 남부 비

- 1000-850hPa 층후
층후 기준선 남쪽 모두 비, 북쪽은 모두 눈 관측
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역이 우리나라 전역을 덮고 있어
구분이 어려움



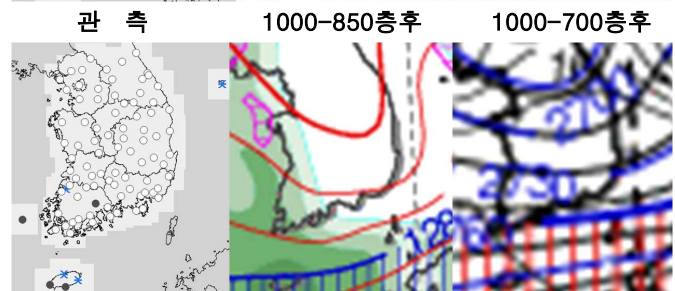
12월 5일 12UTC 제주만 비

- 1000-850hPa 층후
제주는 층후 기준선 남쪽에 비가 내리는 구역에 위치함
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역 중심에 제주가 위치함



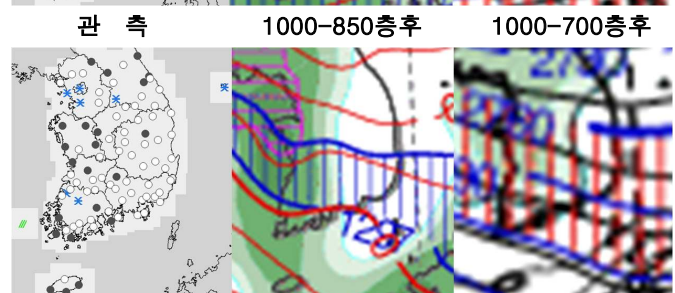
12월 6일 00UTC 제주에 눈

- 1000-850hPa 층후
제주는 층후 기준선 북쪽에 위치한 눈이 내리는 구역임
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역의 중심에 제주가 위치함



12월 7일 00UTC 남서해안 비

- 1000-850hPa 층후
남서해안은 기준선 남쪽에 위치한 비가 내리는 구역임
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역이 한반도 전역을 덮고 있음



12월 8일 12UTC 제주만 비

- 1000-850hPa 층후
제주는 눈과 비의 혼재구역에 위치하나 비에 가까운 값에 위치
- 1000-700hPa 층후
눈과 비의 혼재구역에 위치하나 눈에 가까운 값에 위치

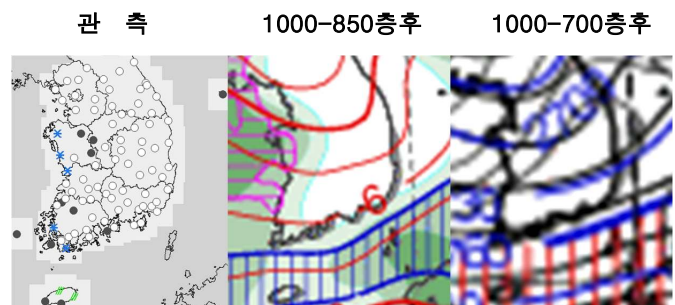


그림 15. 2012년 12월 관측된 사례에 대한 1000-850hP 층후, 1000-700hP 층후 간의 성능비교