

중위도 저기압  
제9장  
대기과학 및 실험 (2021)

---



박 기 현

과학영재학교 경기과학고등학교

2021년 10월 29일



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

- 2 중위도저기압과 극전선 이론
- 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨
- 4 상층기류와 저기압 생성
- 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?
- 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형
- 7 고기압성 날씨와 저지 고기압
- 8 중위도 저기압 사례 연구



# 전선이란

전선면: 서로 다른 기단 사이의 경계면

전선 : 전선면과 지표면의 교선

노르웨이 기상학자들은 기단 간의 상호작용을 전투가 벌어지는 전선(battle line)에 비유하여, 전투 전선(battlefront)처럼 전선(front)라고 이름붙였다.

전선에는 다섯 가지가 존재한다.

온난 전선, 한랭 전선, 정체 전선, 폐색 전선, 건조 (전)선 (Drylines)

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

# 온난 전선 (warm front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

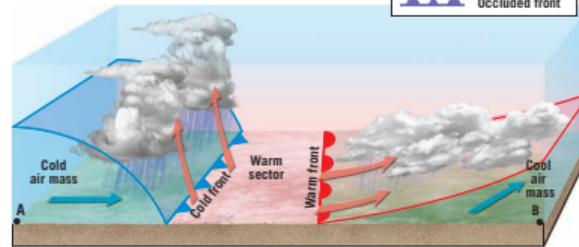
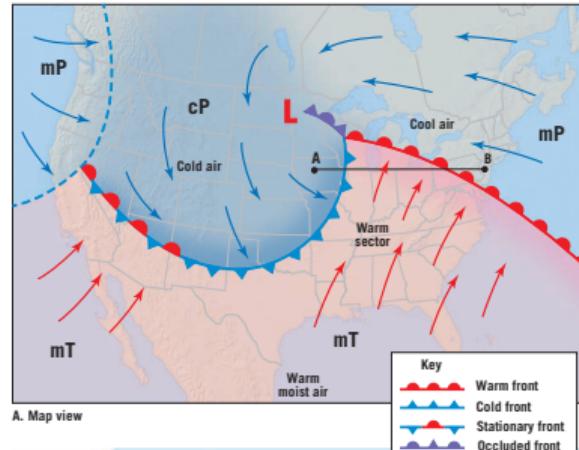
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



따뜻한 공기가 좀 더 차가운 공기로 이동할 때 생성  
이동 방향에 빨간 반원을 가진 붉은 색선으로 일기도에  
표현  
상대적으로 완만한 경사를 가짐(약 1:200)

**Q) 온난 전선이 접근하는 신호는 무엇이 있는가?**

# 온난 전선 (warm front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

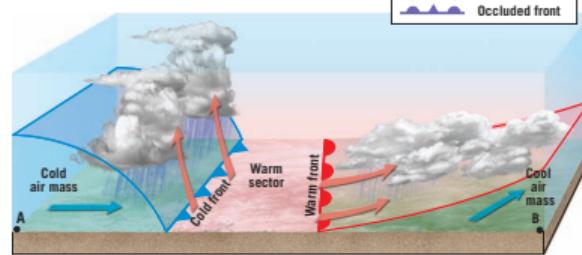
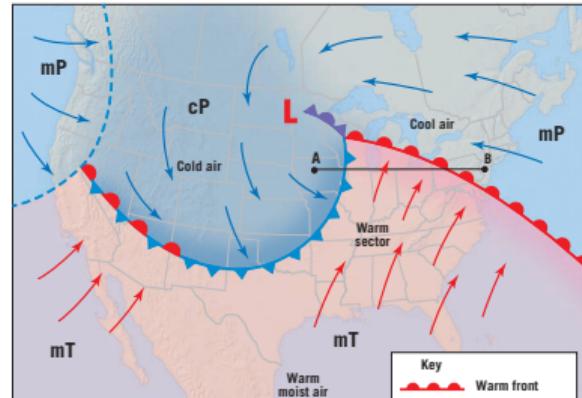
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



따뜻한 공기가 좀 더 차가운 공기로 이동할 때 생성  
이동 방향에 빨간 반원을 가진 붉은 색선으로 일기도에  
표현  
상대적으로 완만한 경사를 가짐(약 1:200)

**Q) 온난 전선이 접근하는 신호는 무엇이 있는가?**

- 1) 권운 : 지면 전선 앞의 1000 km 이상 떨어진 곳에서 형성
- 2) 항공기의 비행운 : 맑은 날 비행운이 오랜 시간 지속될 때, 비교적 따뜻하고 습한 공기가 상승하고 있음을 알 수 있음.

**Q) 당신이 전형적인 온난 전선의 지표 부분으로부터 400 km 떨어진 지점에서 있다면, 당신 머리 위 전선면의 높이는 얼마나 되는가?**

# 온난 전선 (warm front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

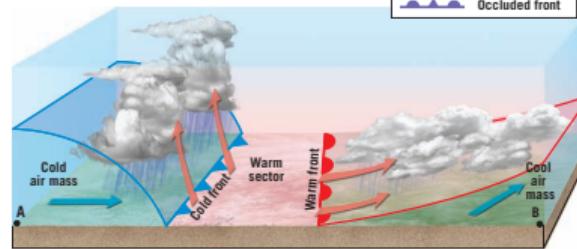
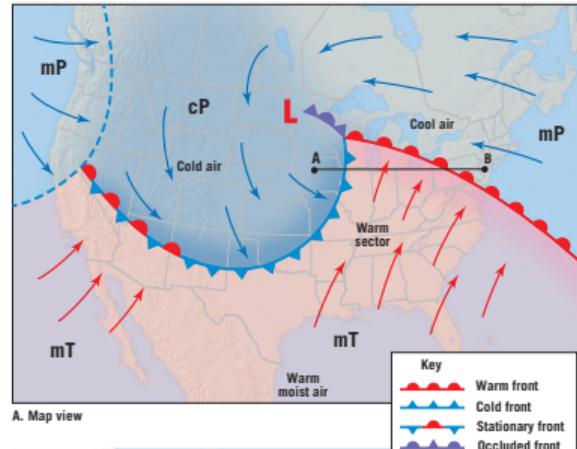
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



따뜻한 공기가 좀 더 차가운 공기로 이동할 때 생성  
이동 방향에 빨간 반원을 가진 붉은 색선으로 일기도에  
표현  
상대적으로 완만한 경사를 가짐(약 1:200)

**Q) 온난 전선이 접근하는 신호는 무엇이 있는가?**

- 1) 권운 : 지면 전선 앞의 1000 km 이상 떨어진 곳에서 형성
- 2) 항공기의 비행운 : 맑은 날 비행운이 오랜 시간 지속될 때, 비교적 따뜻하고 습한 공기가 상승하고 있음을 알 수 있음.

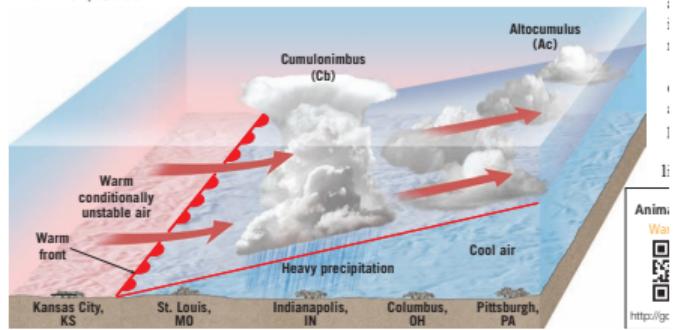
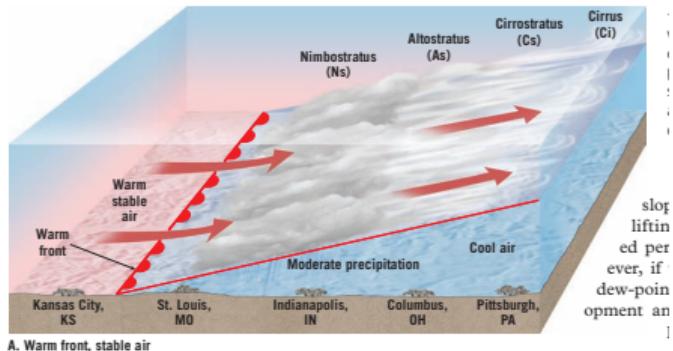
**Q) 당신이 전형적인 온난 전선의 지표 부분으로부터 400 km 떨어진 지점에서 있다면, 당신 머리 위 전선면의 높이는 얼마나 되는가?**

온난 전선의 기울기는 약 1/2000이므로 온난 전선의 높이는 약 2 km이다.

반면 한랭 전선의 기울기는 약 1/100이므로 한랭 전선이 있다면 높이는 약 4 km가 되었을 것이다.

# 온난 전선 (warm front)

Q) 온난 전선과 관련된 강수의 특징을 설명 하시오.



전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압

# 온난 전선 (warm front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

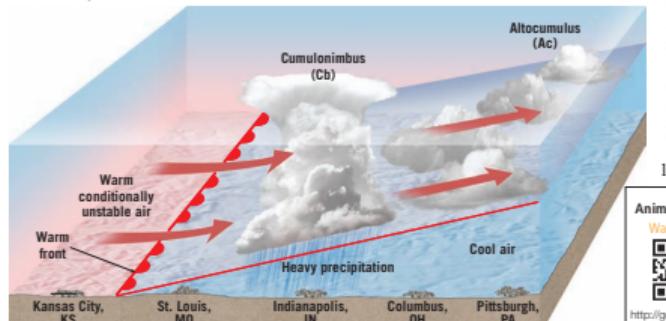
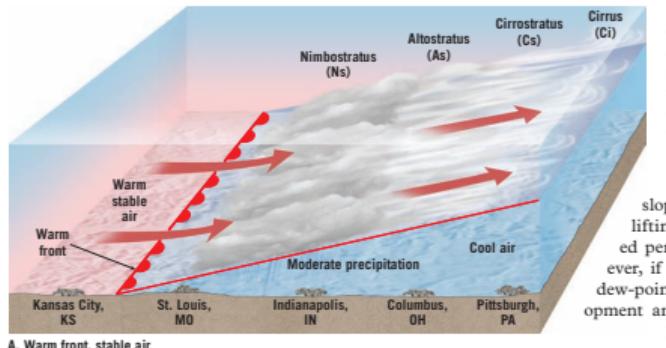
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



**Q) 온난 전선과 관련된 강수의 특징을 설명 하시오.**

온난 전선이 접근하면 권운은 권층운으로, 권층운은 층운과 난층운으로 변화하면서 구름 밑면의 높이가 점점 낮아다가, 비가 내리기 시작한다. 진행속도가 느리고 완만한 경사로 인해 온난 전선에서의 상승은 수평적으로 넓은 구조를 가지며, 이에 따라 장기간 넓은 지역에 적은 양의 강수를 내리게 하기 쉽다.

그러나 위의 기단이 건조할 경우 구름 발달이 최소화되고 강수가 없을 수도 있다. 또한 보통 전선의 앞에서 비가 내린다.

아주 습한 공기가 접근하는 온난 전선의 경우, 조건부 불안정한 공기가 충분히 상승하면 적란운과 뇌우를 만들기도 한다.

# 한랭 전선 (cold front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

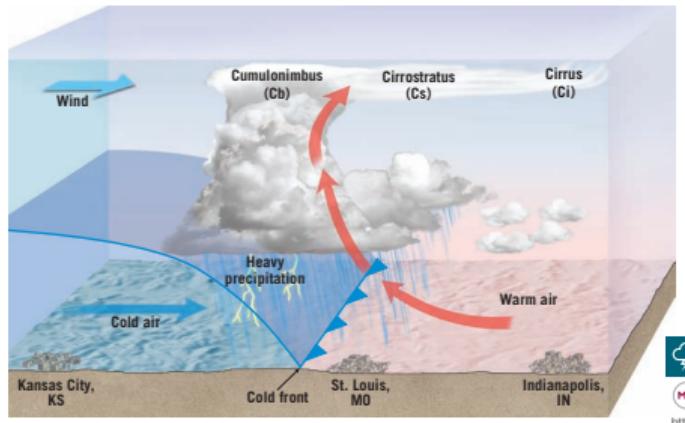
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압



따뜻한 공기로 차가운 공기가 진행할 때, 불연속이 나타나는 지점을 한랭 전선이라고 함.

일기도 상에 진행방향으로 푸른색 삼각형에 푸른색 선으로 나타남.

온난 전선의 2배의 경사를 가지고, 이동 속도가 더 빠름.

Q) 한랭 전선과 관련된 강수의 특징을 설명 하시오.



http:

# 한랭 전선 (cold front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

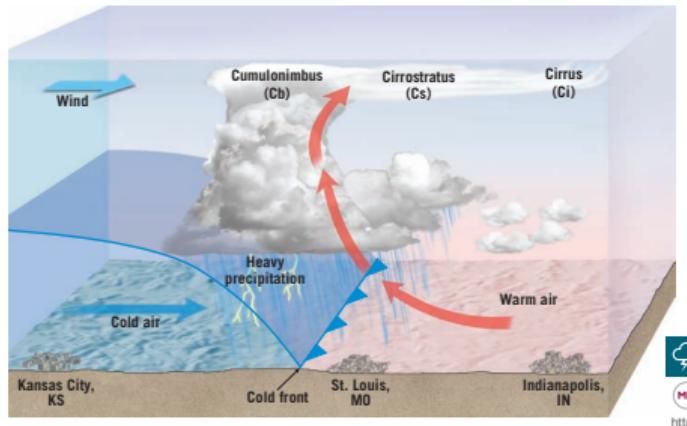
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압



따뜻한 공기로 차가운 공기가 진행할 때, 불연속이 나타나는 지점을 한랭 전선이라고 함.

일기도 상에 진행방향으로 푸른색 삼각형에 푸른색 선으로 나타남.

온난 전선의 2배의 경사를 가지고, 이동 속도가 더 빠름.

**Q) 한랭 전선과 관련된 강수의 특징을 설명 하시오.**

한랭 전선을 따라 따뜻하고 습한 공기의 강제적 상승이 빨라서 적란운이 발달하며, 많은 비와 격렬한 돌풍이 발생한다. 온난 전선보다 수평 거리가 짧기 때문에 강수의 강도는 강하며 시간은 짧다.

# 뒷문 한랭 전선(backdoor cold front)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

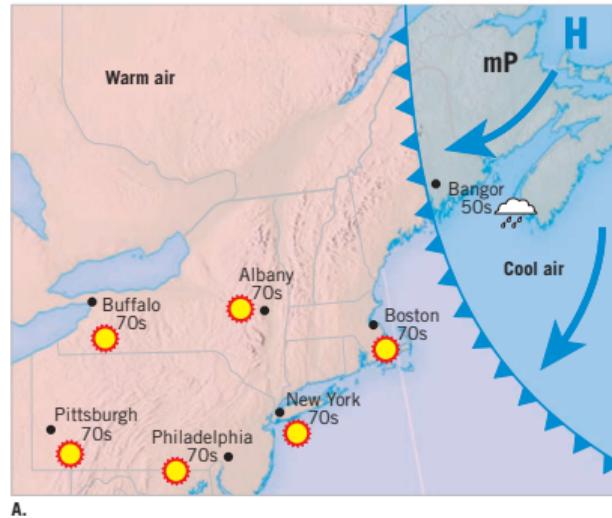
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

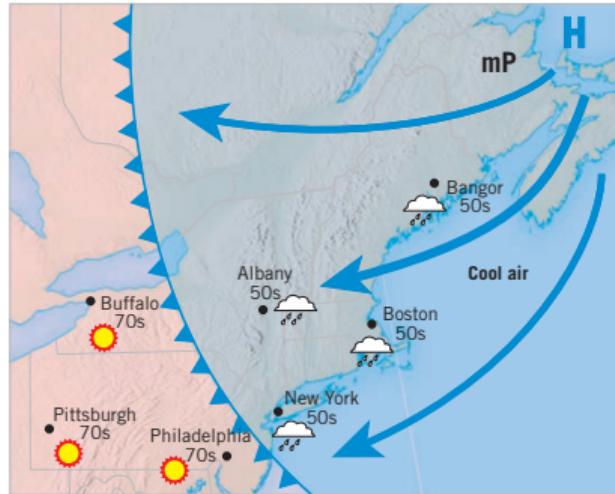
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압



A.



B.

미국의 봄에 북동부 지역에서 발생하여 서에서 동으로 이동하지 않고, 동에서 서로 이동하는 한랭 전선  
날씨가 차가워지고 습해짐



# 전선과 날씨

**Q) 온난 전선과 관련된 전형적인 날씨를 설명하시오.**

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
고기압

# 전선과 날씨

**Q) 온난 전선과 관련된 전형적인 날씨를 설명하시오.**

**Q) 한랭 전선과 관련된 전형적인 날씨를 설명하시오.**

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

**Table 9.1** Weather Typically Associated with a Warm Front (North America)

Weather Element	Before Passage	During Passage	After Passage
Temperature	Cool or cold	Rising	Warmer
Winds	East or southeast	Variable	South or southwest
Precipitation	Light to moderate rain, snow, or freezing rain in winter; heavy rain possible in summer	None or light rain	None, occasionally showers in summer
Clouds	Cirrus, cirrostratus, stratus, nimbostratus when air is stable; cumulonimbus when air is conditionally unstable	None, stratus, or fog	Clearing, cumulus, or cumulonimbus in summer
Pressure	Falling	Falling or steady	Falling then rising
Humidity	Moderate to high	Rising	High, particularly in summer

Animation





# 전선과 날씨

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압

**Q) 온난 전선과 관련된 전형적인 날씨를 설명하시오.**

**Q) 한랭 전선과 관련된 전형적인 날씨를 설명하시오.**

**Table 9.1** Weather Typically Associated with a Warm Front (North America)

Weather Element	Before Passage	During Passage	After Passage
Temperature	Cool or cold	Rising	Warmer
Winds	East or southeast	Variable	South or southwest
Precipitation	Light to moderate rain, snow, or freezing rain in winter; heavy rain possible in summer	None or light rain	None, occasionally showers in summer
Clouds	Cirrus, cirrostratus, stratus, nimbostratus when air is stable; cumulonimbus when air is conditionally unstable	None, stratus, or fog	Clearing, cumulus, or cumulonimbus in summer
Pressure	Falling	Falling or steady	Falling then rising
Humidity	Moderate to high	Rising	High, particularly in summer

**Table 9.2** Weather Typically Associated with a Cold Front (North America)

Weather Element	Before Passage	During Passage	After Passage
Temperature	Warm	Sharp drop	Colder
Winds	South or southwest	Variable and gusty	West or northwest
Precipitation	None or showers	Thunderstorms in summer, rain or snow in winter	Clearing
Clouds	None, cumulus, or cumulonimbus	Cumulonimbus	None or cumulus in summer
Pressure	Falling then rising	Rising	Rising
Humidity	High, particularly	Dropping	Low, particularly

Animation MM

# 폐색 전선

전선성 날씨

중위도 저기압과  
극전선 이론

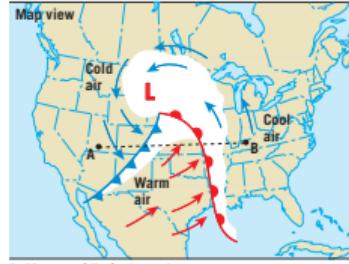
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

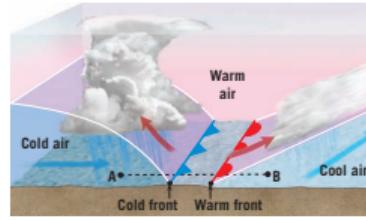
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

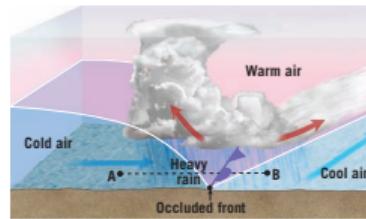
고기압성  
날씨와 저기  
압



A. Mature midlatitude cyclone



B. Development of occluded front



Q) 폐색 전선은 어떻게 형성되는가?

# 폐색 전선

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

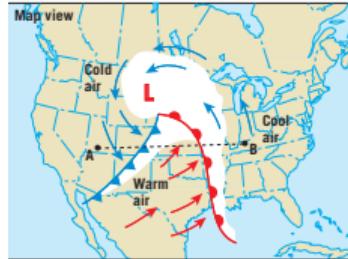
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

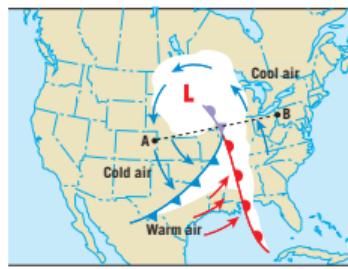
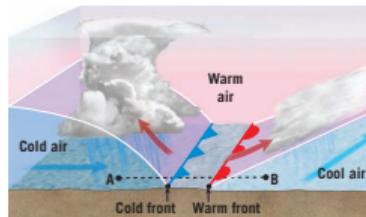
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

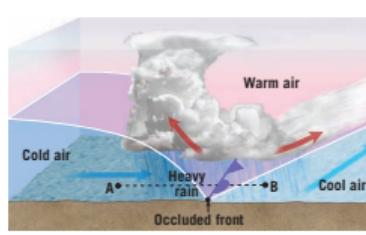
고기압성  
날씨와 저지  
고기압



A. Mature midlatitude cyclone



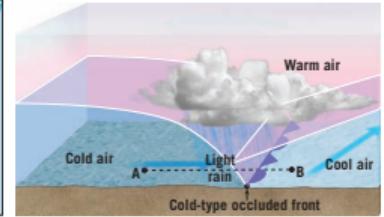
B. Development of occluded front



C. Occluded front



D. Cold-type occluded front



Q) 한랭형 폐색 전선과 온난형 폐색 전선을 비교 하시오.

Q) 폐색 전선은 어떻게 형성되는가?

일반적으로 한랭 전선의 이동 속도가 온난 전선보다 빠르므로 한랭 전선이 온난 전선을 따라잡을 때 형성된다.

# 폐색 전선

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

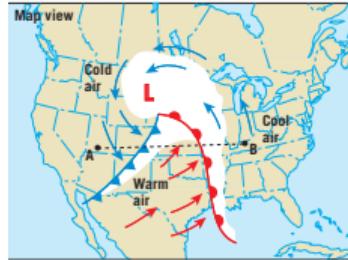
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

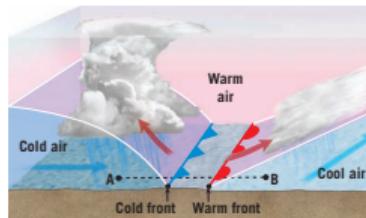
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

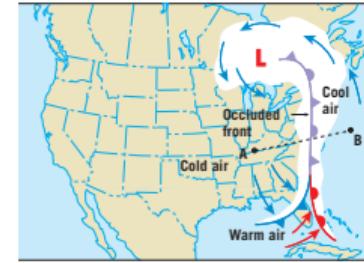
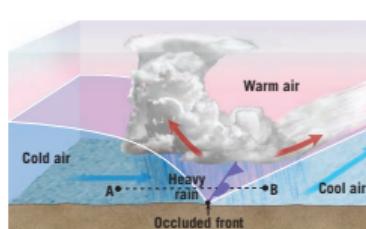
고기압성  
날씨와 저지  
고기압



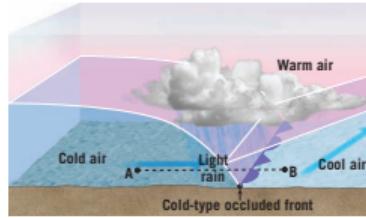
A. Mature midlatitude cyclone



B. Development of occluded front



C. Cold-type occluded front



D. Cold-type occluded front

**Q) 한랭형 폐색 전선과 온난형 폐색 전선을 비교 하시오.**

한랭형 폐색 전선은 온난 전선과 그 앞의 차가운 공기도 들어올린다. 초기에는 온난 전선에 의한 날씨와 유사하나 폐색이 발달하고 공기가 더 상승하면서 뇌우가 발생할 수 있다. 온난형 폐색전선은 전선 뒤의 공기가 앞선 차가운 공기보다 따뜻할 때 발생한다. 한랭형 폐색이 온난형 폐색보다 일반적이다.

**Q) 폐색 전선은 어떻게 형성되는가?**

일반적으로 한랭 전선의 이동 속도가 온난 전선보다 빠르므로 한랭 전선이 온난 전선을 따라잡을 때 형성된다.

# 건조 전선(drylines)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

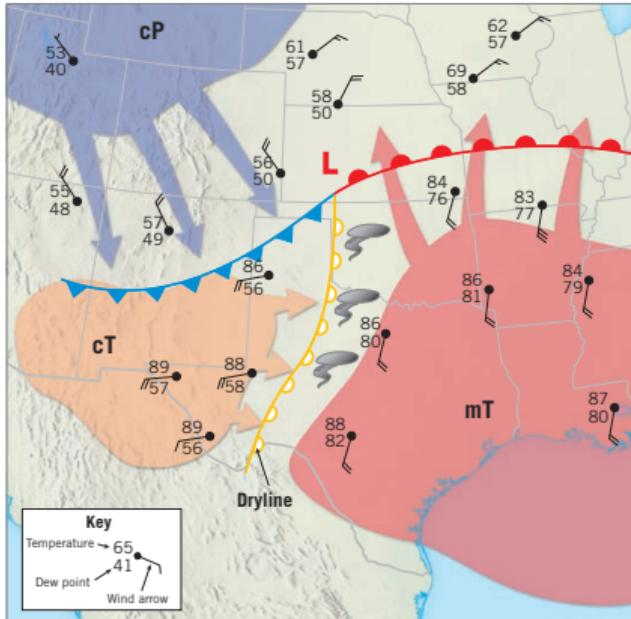
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



전선은 다른 습도를 가진 공기로도 분리 가능 (건조공기 밀도 습한공기 밀도)

온난건조한 공기가 온난습윤한 공기로 전진할 때  
발달하는 전선

건조 전선은 미국의 남부 대평원에서 나타남  
멕시코 지역의 cT 기단과 멕시코 만의 mT 기단이  
만나서 형성되며, 뇌우가 많이 나타남 (스콜선과 연결됨)

Q) 건조 전선을 경계로 두 공기의 질을 비교하시오.

# 건조 전선(drylines)

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

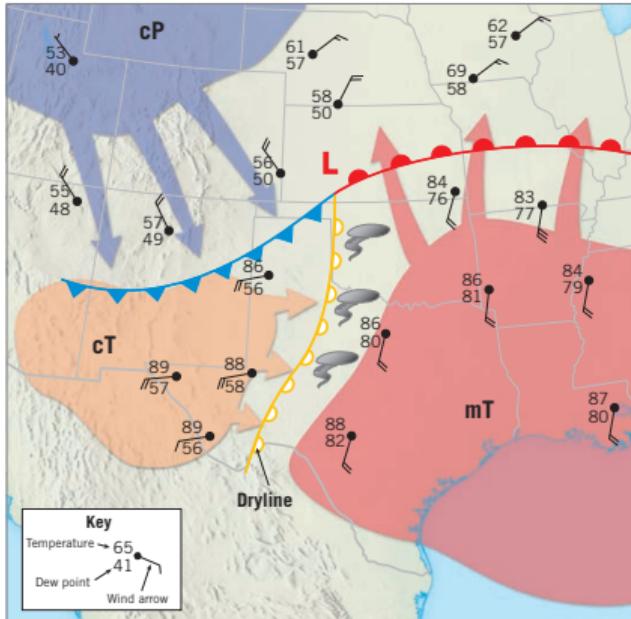
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



전선은 다른 습도를 가진 공기로도 분리 가능 (건조공기 밀도 습한공기 밀도)

온난건조한 공기가 온난습윤한 공기로 전진할 때  
발달하는 전선

건조 전선은 미국의 남부 대평원에서 나타남

멕시코 지역의 cT 기단과 멕시코 만의 mT 기단이  
만나서 형성되며, 뇌우가 많이 나타남 (스콜선과 연결됨)

**Q) 건조 전선을 경계로 두 공기의 질을 비교하시오.**

건조 전선 양쪽의 공기의 기온은 비슷하지만, 이슬점 온도는  
건조 전선의 오른쪽 부분(mT)은 높고, 왼쪽 부분(cT)  
은 낮은 것을 볼 수 있다.



# 전선

**Q) 온난 전선보다 한랭 전선에서의 날씨가  
좋지 않은 이유는 무엇인가?**

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
고기압



# 전선

**Q) 온난 전선보다 한랭 전선에서의 날씨가 좋지 않은 이유는 무엇인가?**

한랭 전선은 온난 전선에 비해 상승기류가 더 좁은 영역에서 집중적으로 나타나므로, 강수가 좁은 지역에서 짧은 시간 동안 집중적으로 나타남.

**Q) 오랜 전조 뒤에 내린 비는 오래 지속되고, 짧은 전조 뒤에 내린 비는 빨리 그친다는 날씨 속담의 근거가 무엇인지 설명하라.**

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



# 전선

**Q) 온난 전선보다 한랭 전선에서의 날씨가 좋지 않은 이유는 무엇인가?**

한랭 전선은 온난 전선에 비해 상승기류가 더 좁은 영역에서 집중적으로 나타나므로, 강수가 좁은 지역에서 짧은 시간 동안 집중적으로 나타남.

**Q) 오랜 전조 뒤에 내린 비는 오래 지속되고, 짧은 전조 뒤에 내린 비는 빨리 그친다는 날씨 속담의 근거가 무엇인지 설명하라.**

보통 온난 전선 앞에는 권운부터 시작하여 차츰 낮은 구름들이 나타나다 따뜻하고 약한 비가 오랫동안 내리는 반면, 한랭 전선 근처에서는 급격한 공기의 상승에 의한 적란운이 많이 생겨 차고 강한 비가 짧게 내리기 때문임.

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구

# 중위도 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

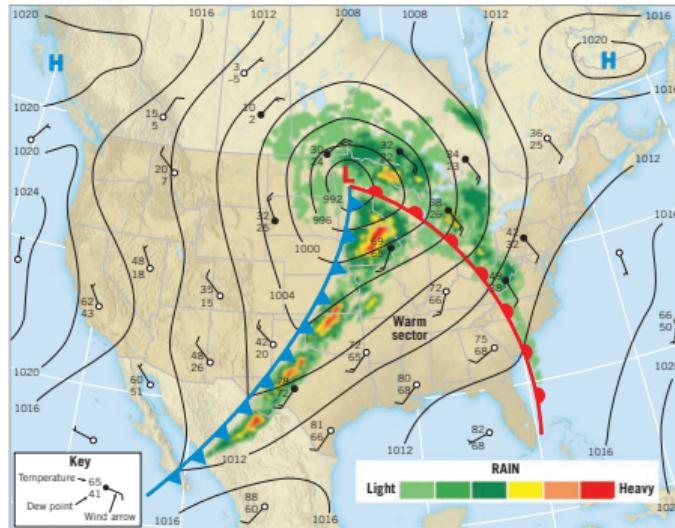
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.10 Simplified surface weather map showing the circulation of a midlatitude cyclone. The colored areas indicate the intensity of precipitation.

중위도 저기압 : 지름이 1000 km가 넘는 저기압 보통 서쪽에서 동쪽으로 이동  
저기압 중심에 앞선 온난 전선과 뒤따르는 한랭 전선을 가짐 강수가 잦음

Q) 초기 노르웨이 기상학자들의 극전선(polar front) 이론을 설명하시오.

# 중위도 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

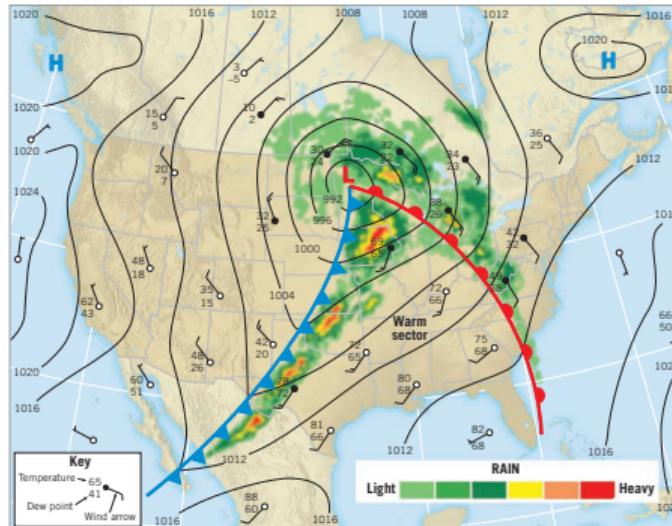
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.10 Simplified surface weather map showing the circulation of a midlatitude cyclone. The colored areas indicate the intensity of precipitation.

중위도 저기압 : 지름이 1000 km가 넘는 저기압 보통 서쪽에서 동쪽으로 이동  
저기압 중심에 앞선 온난 전선과 뒤따르는 한랭 전선을 가짐 강수가 잦음

**Q) 초기 노르웨이 기상학자들의 극전선(polar front) 이론을 설명하시오.**

서로 다른 성질을 가진 두 기단은 속력도 방향도 조금씩 차이가 나게 되며 결국 두 기단이 서로 충돌하게 되는데, 기단들이 상호작용하는 면을 전선면, 전선면과 지표면이 만나는 지점을 전선이라고 함. 극전선이란 따뜻한 아열대 공기와 극지방의 차가운 공기가 만나는 전선면이 지표면과 만나는 지점으로 지표면에서는 불연속적으로 나타나지만 상층에서는 거의 연속적인 전선면으로 나타남. 보통 중위도 저기압 또는 온대 저기압이 만들어지는 과정을 기술하는 이론 또는 모형을 극전선 이론 또는 노르웨이식 저기압 모형이라고 한다.

# 중위도 저기압의 생애

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

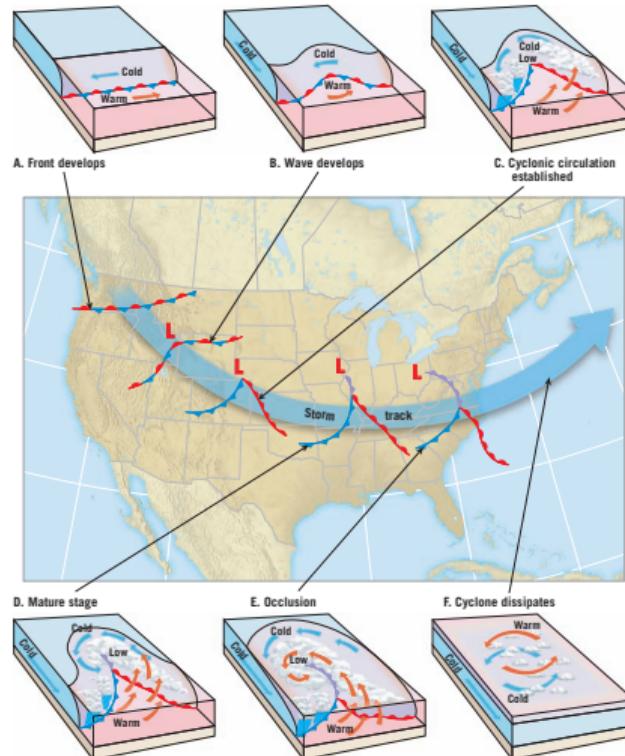
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



- A. 형성: 서로 다른 온도의 기단이 극전선에 평행하게 반대의 방향으로 움직이면서 형성
- B. 파동 발달 : 적절한 상황에서 경계부가 파 모양을 띠고, 폭풍이 강해짐에 따라 파의 모양이 변함
- C. 저기압성 순환 발달 : 따뜻한 공기는 극방향으로 이동하면서 온난 전선을 형성하고, 차가운 공기는 적도방향으로 이동하면서 한랭 전선 형성되며, 저기압은 파의 봉우리 부근에 위치
- D. 성숙 단계 : 주변 기압이 약간 하강함, 전선의 모양이 변하고, 전선 면에서 나타나는 일기가 나타남
- E. 폐색: 찬 공기가 더 빨리 이동하야 차가운 공기가 따뜻한 공기를 따라 잡음
- F. 저기압 소멸



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구



# 중위도 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

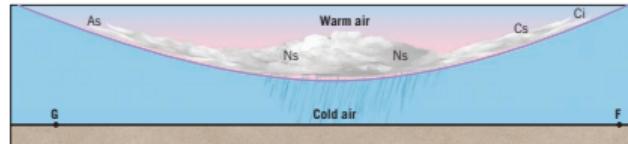
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

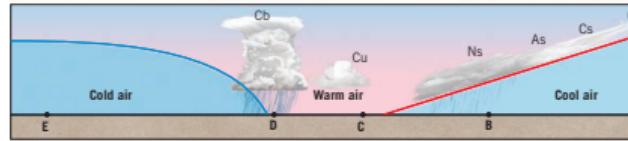
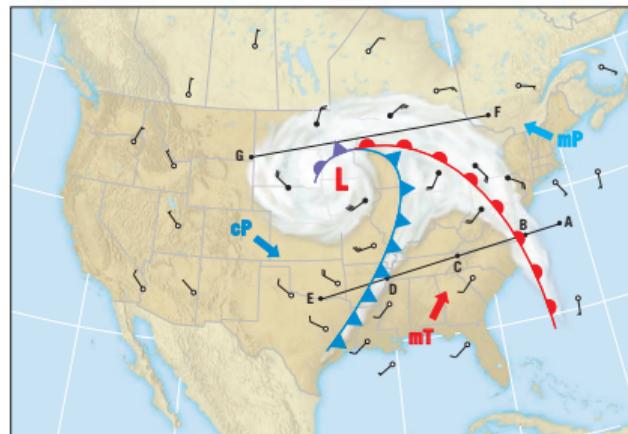
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



Q) 순전하는 바람과 역전하는 바람에 대해 구분하여 설명하시오.



# 중위도 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

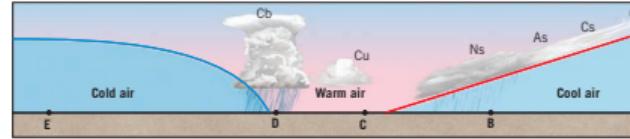
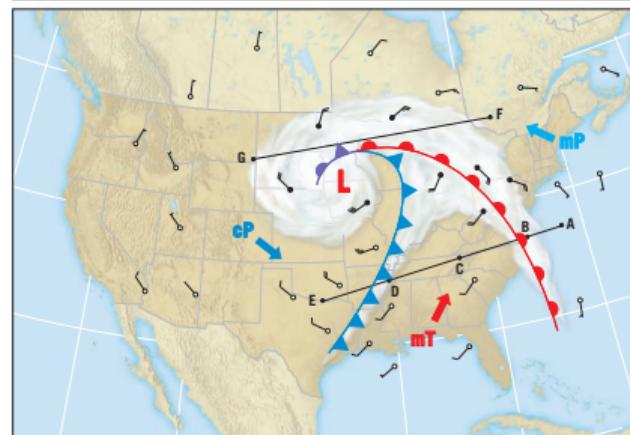
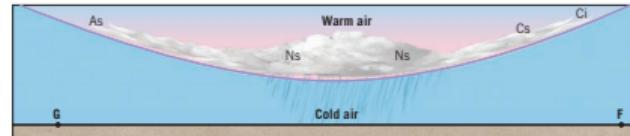
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



**Q) 순전하는 바람과 역전하는 바람에 대해 구분하여 설명하시오.**

전선의 통과에 따른 풍향의 전환에는 순전과 반전의 용어를 사용함.

순전은 풍향이 시계 방향으로 바뀌는 것을 말하는데 온난 전선과 한랭 전선이 차례로 통과하면서 나타남.

반전은 풍향이 반시계 방향으로 전환하는 것을 말하며 저기압의 북쪽에 위치한 지역에서 나타남.

# 위성 영상에 나타난 콤마 꼬리

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

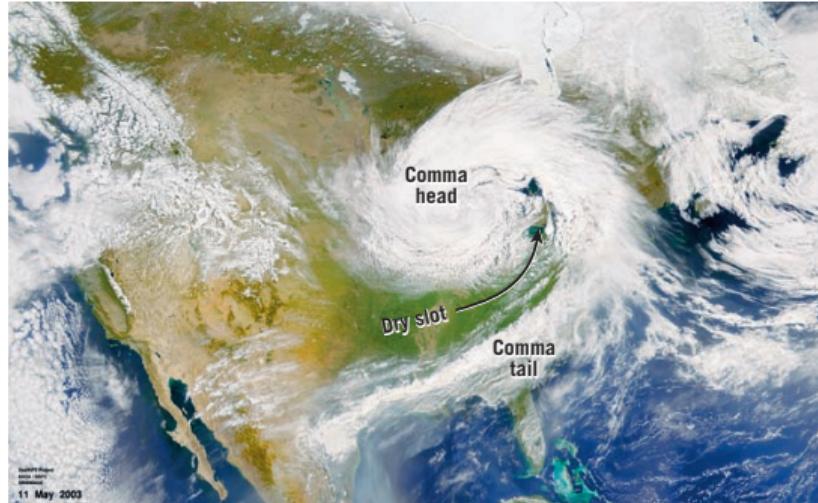
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



▲ Figure 9.12 Satellite view of a mature midlatitude cyclone over the eastern half of the United States It is easy to see why we often refer to the cloud pattern of a cyclone as having a "comma" shape.



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구

# 상층의 발산, 수렴

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

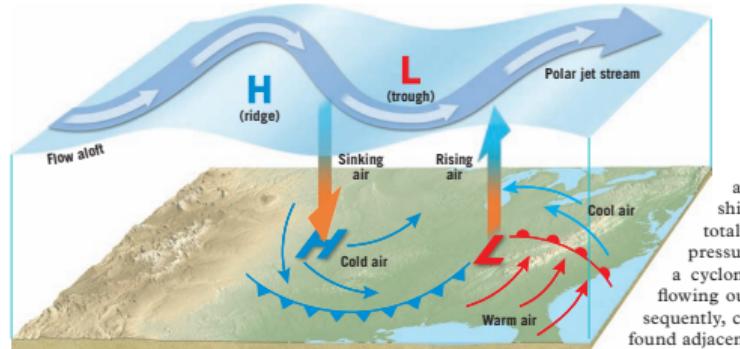
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.13 Relationship between the meandering flow in the jet stream aloft and cyclone development at the surface. Midlatitude cyclones tend to form downstream of an upper-level low (trough).



Divergence at  
Convergence Aloft

Q) 속도 발산과 속도 수렴이란 무엇인가?

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

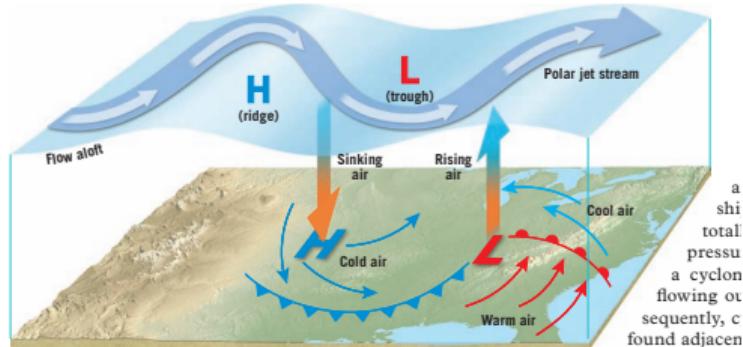
상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압

# 상층의 발산, 수렴



▲ Figure 9.13 Relationship between the meandering flow in the jet stream aloft and cyclone development at the surface. Midlatitude cyclones tend to form downstream of an upper-level low (trough).



Divergence at  
Convergence Aloft

## Q) 속도 발산과 속도 수렴이란 무엇인가?

자동차 요금소 앞에서 자동차는 속력을 줄이게 되고 일정 구간에 있는 자동차들은 수가 늘어난다. 하지만 요금소를 지나게 되면 자동차는 속력이 증가하게 되고 일정 구간에 있는 자동차의 수는 줄어들게 된다.

이와 같이 공기가 풍속이 빠른 지역에 들어가면 속력이 증가하여 바깥으로 빠져나가게(발산) 되고, 반대로 공기가 풍속이 느린 지역에 들어가면 속력이 감소하여 공기가 쌓이게(수렴) 됨.

상층 대기에서 일어나는 발산은 속도 발산 외에도 공기 흐름이 수평적으로 퍼지는 방향성 발산과 공기의 질량에 의해 나타나는 회전량인 와도가 영향을 주지 만 주로 속도 발산에 의해 일어남.

# 제트 기류와 지상 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

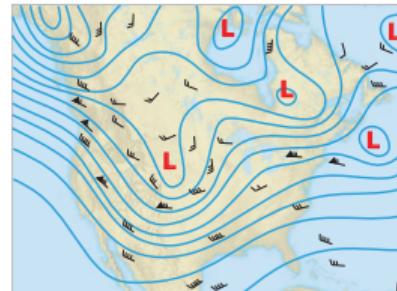
고기압성  
날씨와 저기압

► **Figure 9.15 Steering of midlatitude cyclones by the flow aloft** A. Notice that the cyclone (low) moved almost in a straight southeastward direction on March 21 and March 22. On the morning of March 23, the path of the storm abruptly turned northward. B. This upper-air chart shows that the contours were relatively straight on March 21. C. Notice that the change in direction of the cyclone's path corresponded to a similar change in upper-level flow shown on the chart for March 23.

A. Movement of cyclone from March 21-24



B. 500-mb chart for March 21



C. 500-mb chart for March 23

Q) 상층 일기도가 주어졌을 경우, 예보자들이 저기압 발생 지점을 찾기 위해 보는 곳은 어디이고, 고기압은 보통 상층일기도의 어느 부분에서 생성되는가?

# 제트 기류와 지상 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

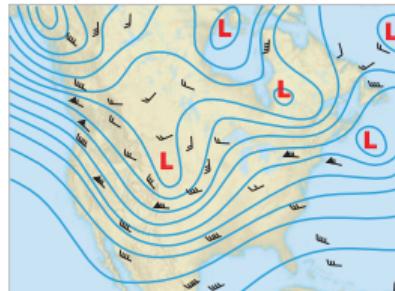
고기압성  
날씨와 저기압

**Figure 9.15 Steering of midlatitude cyclones by the flow aloft** A. Notice that the cyclone (low) moved almost in a straight southeastward direction on March 21 and March 22. On the morning of March 23, the path of the storm abruptly turned northward. B. This upper-air chart shows that the contours were relatively straight on March 21. C. Notice that the change in direction of the cyclone's path corresponded to a similar change in upper-level flow shown on the chart for March 23.

A. Movement of cyclone from March 21-24



B. 500-mb chart for March 21



C. 500-mb chart for March 23

**Q) 상층 일기도가 주어졌을 경우, 예보자들이 저기압 발생 지점을 찾기 위해 보는 곳은 어디이고, 고기압은 보통 상층일기도의 어느 부분에서 생성되는가?**

중위도에서 지상 저기압은 일반적으로 상층 발산이 일어나는 상층의 골 동쪽에서 형성되고, 지상 고기압은 보통 상층 수렴이 일어나는 상층의 마루 동쪽에서 일어남.

상층 발산이 지상에서의 수렴보다 크다면 지상 기압은 떨어지고, 저기압성 폭풍은 강해짐.



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

- 1 전선성 날씨
- 2 중위도저기압과 극전선 이론
- 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨
- 4 상층기류와 저기압 생성
- 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?
- 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형
- 7 고기압성 날씨와 저지 고기압
- 8 중위도 저기압 사례 연구

# 저기압의 생성과 이동

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

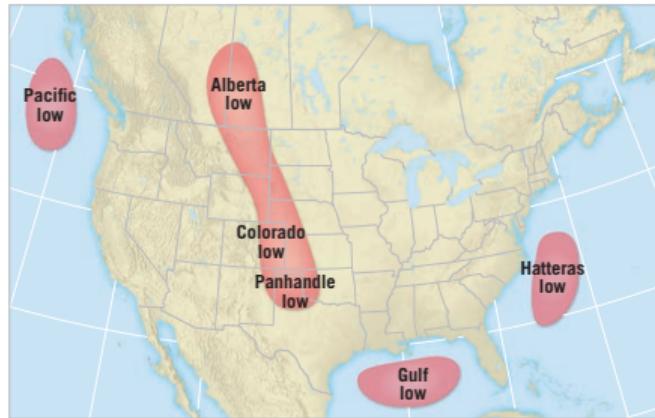
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

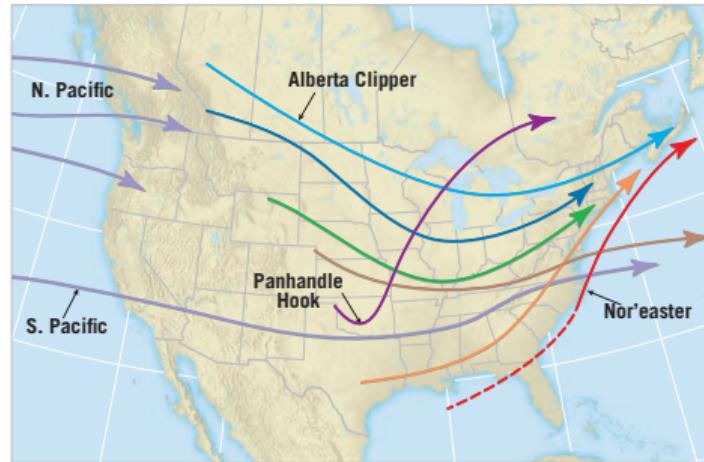
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.16 Sites of cyclone formation



▲ Figure 9.17 Typical paths of cyclonic storms that affect the lower 48 states

태평양 연안, 로키산맥 동쪽, 멕시코 만, 대서양에서 생성  
저기압성 폭풍으로 앨버타 클리퍼, 팬핸들 흑, 노이스터 등이 있다.



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

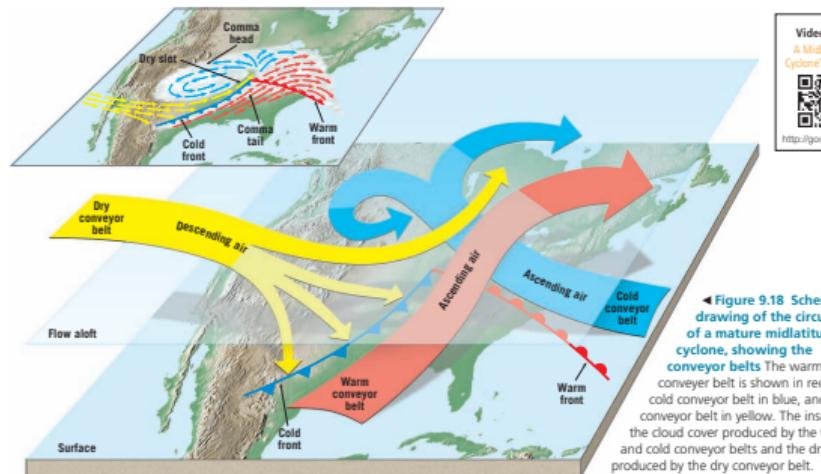
## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구

# 컨베이어 벨트 모형

전선성 날씨  
중위도저기압  
과 극전선 이론  
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨  
상층기류와  
저기압 생성  
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?  
현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형



Video  
A Midi  
Cyclone's  
<http://goo>

Q) 현대적 관점의 컨베이어 벨트 모형이 란 무엇인가?

◀ Figure 9.18 Scher drawing of the circulation of a mature midlatitude cyclone, showing the conveyor belts. The warm conveyor belt is shown in red, cold conveyor belt in blue, and conveyor belt in yellow. The inset shows the cloud cover produced by the warm and cold conveyor belts and the dry slot produced by the dry conveyor belt.

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

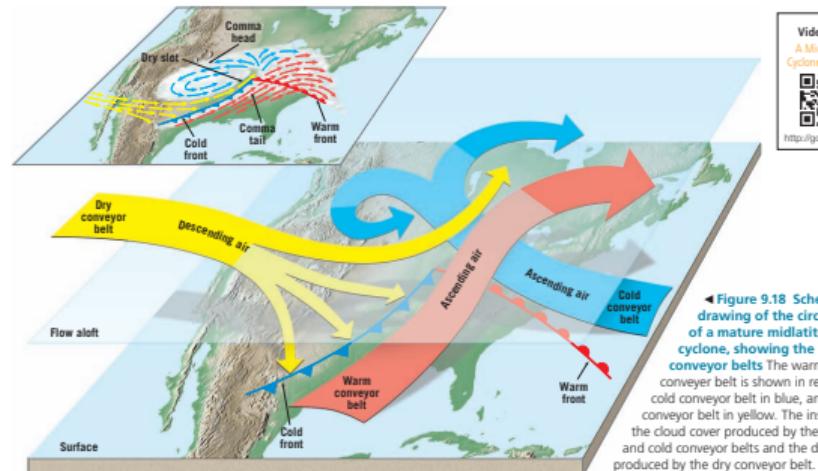
상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

# 컨베이어 벨트 모형



◀ Figure 9.18 Scher drawing of the circulation of a mature midlatitude cyclone, showing the conveyor belts. The warm conveyor belt is shown in red, cold conveyor belt in blue, and conveyor belt in yellow. The intense cloud cover produced by the warm and cold conveyor belts and the dry slot produced by the dry conveyor belt.

Q) 현대적 관점의 컨베이어 벨트 모형이란 무엇인가?

- 1) 온난 컨베이어 벨트 멕시코 만에서 중위도 저기압의 온난 구역으로 따뜻하고 습한 공기를 수송. 북쪽으로 흘러가면서 수렴에 의해 천천히 기류가 상승함. 온난 전선의 경사진 경계에 도달한 기류는 전선면의 아래에 놓인 차가운 공기 위로 빠르게 상승하면서 단열 팽창에 의해 넓은 구름 밴드와 강수를 만듬. 대류권 중층에 도착한 이 기류는 동쪽으로 돌아서 상층의 일반적인 서풍과 결합함. 온난 컨베이어 벨트는 중위도 저기압에서 강수를 일으키는 주된 공기 흐름임.

# 컨베이어 벨트 모형

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

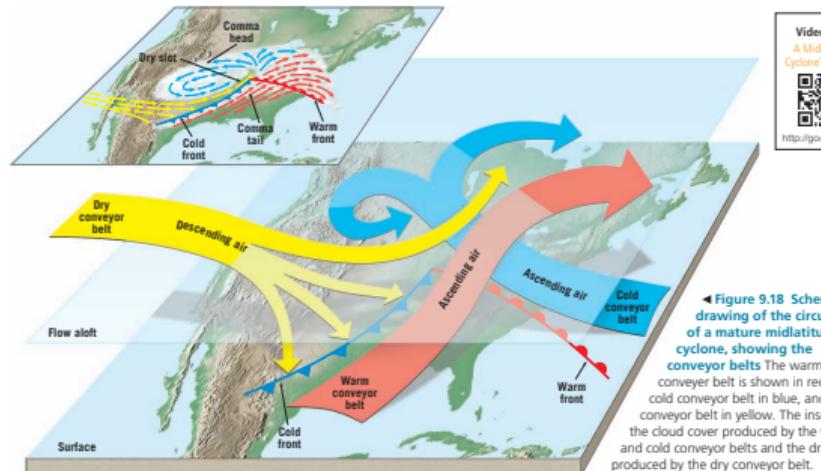
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압  
고기압



◀ Figure 9.18 Scher drawing of the circulation of a mature midlatitude cyclone, showing the conveyor belts. The warm conveyor belt is shown in red, cold conveyor belt in blue, and conveyor belt in yellow. The intense cloud cover produced by the warm and cold conveyor belts and the dry slot produced by the dry conveyor belt.

2) 한랭 컨베이어 벨트 온난 전선의 앞쪽 표면에서 시작하는 기류. 저기압의 중심을 향해 서쪽으로 봄. 온난 컨베이어 벨트 아래에 흐르는 이 공기는 강수 발생으로 인한 증발에 의해 습해짐. 기류가 저기압의 중심에 접근함에 따라 수렴 운동은 이 기류를 상승시키고, 공기는 포화되고 저기압성 강수가 발생함. 대류권에 도착하면 일부는 저기압 주변에 저기압 형태로 회전하며 성숙한 폭풍계를 나타내는 콤마 머리 모향을 만들고, 나머지 기류들은 오른쪽으로 돌아서 일반적인 서풍 기류가 됨. 이는 온난 컨베이어 벨트의 흐름과 평행하게 되고 강수를 발생시킴.

# 컨베이어 벨트 모형

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

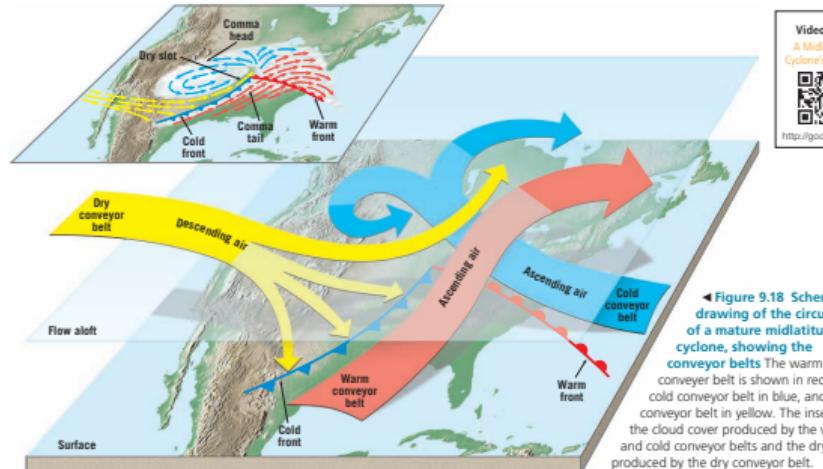
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



◀ Figure 9.18 Scher drawing of the circulation of a mature midlatitude cyclone, showing the conveyor belts. The warm conveyor belt is shown in red, cold conveyor belt in blue, and conveyor belt in yellow. The inset shows the cloud cover produced by the warm and cold conveyor belts and the dry slot produced by the dry conveyor belt.

3) 건조 컨베이어 벨트 건조한 기류는 대류권 최상층에서 발생함. 상대적으로 차갑고 건조하며, 이 기류는 저기압에 들어가면서 두 부분으로 나누어짐. 기류의 한 부분은 한랭 전선면 아래로 하강하고, 그 결과 한랭 전선이 통과하면서 일반적인 맑고 차가운 날씨가 이어짐. 뿐만 아니라 이 기류는 한랭 전선을 경계로 나타나는 강한 온도 차이를 유지시켜줌. 건조 컨베이어 벨트의 또 다른 기류는 서풍을 유지하고 드라이 슬롯(맑게 간 지역)을 형성함. 이 드라이 슬롯은 콤마 구름 형태의 머리와 꼬리를 분리함.



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구

# 저지 고기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

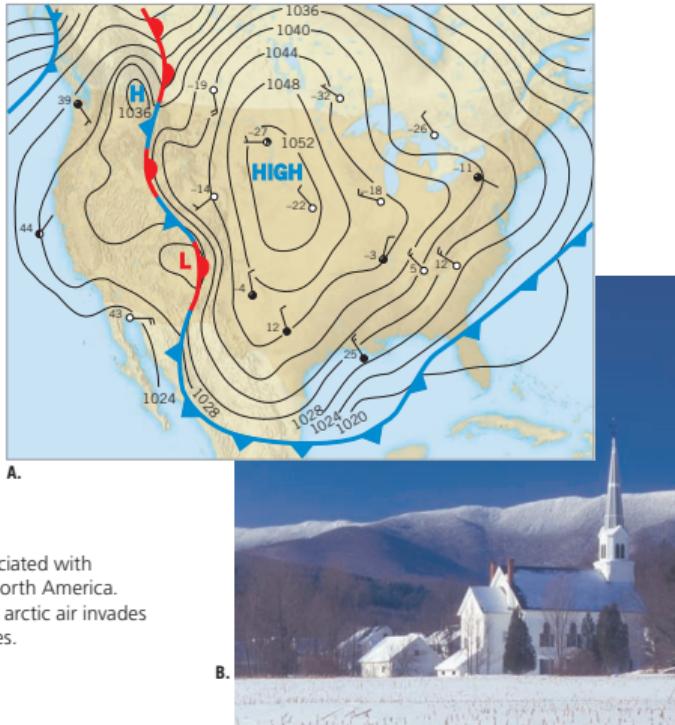
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



저지 고기압(blocking high): 상층 저기압의 동쪽 방향 이동을 막는 상층의 정체된 고기압을 저지 고기압이라 함.

대기 오염 측면에서는 저지 고기압이 느리게 진행하면서, 고기압 중심에서의 강하로 기온 역전이 일어나고 오염물질이 빠져 나가지 못하도록 하고, 상대적으로 약한 바람이 불어 오염된 공기가 덜 확산되어 대기오염이 증가함.

**Q) 저지 고기압이 날씨에 영향을 미치는 2가지 방법은 무엇인가?**

# 저지 고기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

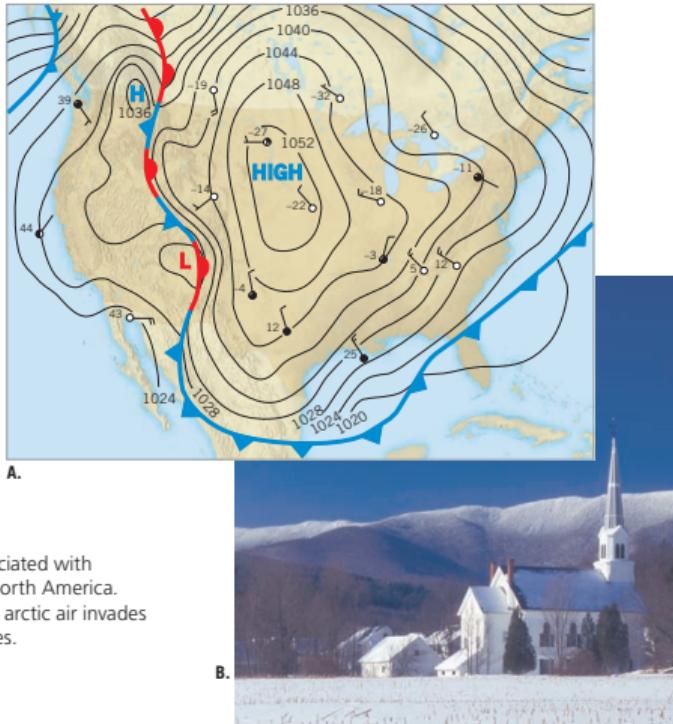
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압



**저지 고기압(blocking high):** 상층 저기압의 동쪽 방향 이동을 막는 상층의 정체된 고기압을 저지 고기압이라 함.

대기 오염 측면에서는 저지 고기압이 느리게 진행하면서, 고기압 중심에서의 강하로 기온 역전이 일어나고 오염물질이 빠져 나가지 못하도록 하고, 상대적으로 약한 바람이 불어 오염된 공기가 덜 확산되어 대기오염이 증가함.

**Q) 저지 고기압이 날씨에 영향을 미치는 2가지 방법은 무엇인가?**

- 1) 큰 저지 고기압은 겨울철 차가운 공기로 인해 한파를 불러올 수 있음.
- 2) 동서 방향의 흐름(zonal flow)을 가로막아 공기의 흐름을 남쪽이나 북쪽으로 편향시켜 보내면서 저기압의 이동을 막아서 한 지역은 가뭄이, 다른 지역은 홍수가 나게 됨.

# 분리 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

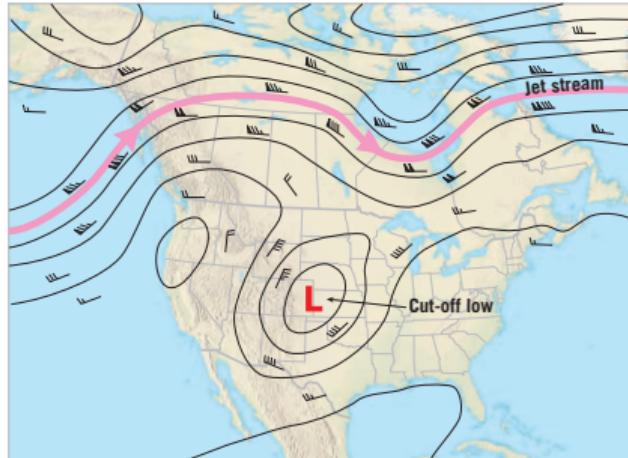
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압



Q) 분리 저기압(cut-off lows)이 날씨에 영향을 미치는 방법은 무엇인가?

▲ **Figure 9.20 Cut-off low pressure systems** This cut-off low pressure system is literally cut off from the west-to-east flow in the jet stream. As a result, these systems can spin for days over the same area and are capable of producing large quantities of precipitation.

# 분리 저기압

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

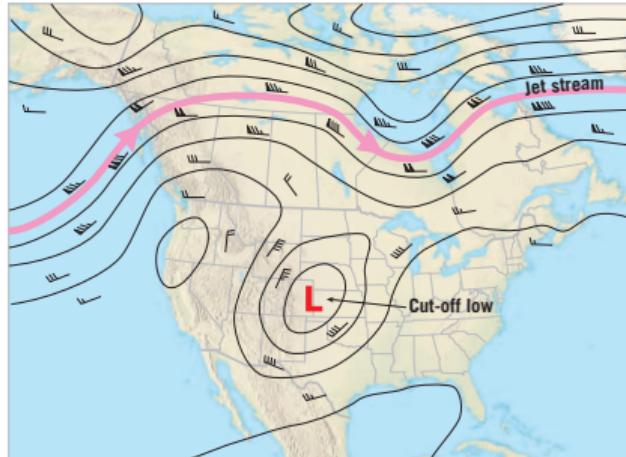
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기압



▲ **Figure 9.20 Cut-off low pressure systems** This cut-off low pressure system is literally cut off from the west-to-east flow in the jet stream. As a result, these systems can spin for days over the same area and are capable of producing large quantities of precipitation.

**Q) 분리 저기압(cut-off lows)이 날씨에 영향을 미치는 방법은 무엇인가?**

서에서 동으로 부는 제트기류의 흐름에서 일부분이 분리되어 나와 생성되며, 고기압 시스템과 마찬가지로 블로킹 패턴을 생성. 분리되어 나온 흐름은 상층 공기의 흐름과 연결 없이 몇 일간 그 지점에 머무르게 됨. 이에 따라 우중충한 날씨가 이어져 많은 강수를 내리게 하기도 함



전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 밸트  
모형

고기압성  
날씨와 저지  
고기압

## 1 전선성 날씨

## 2 중위도저기압과 극전선 이론

## 3 중위도 저기압의 이상적인 날씨

## 4 상층기류와 저기압 생성

## 5 중위도 저기압은 어디에서 생성되는가?

## 6 현대의 관점: 컨베이어 밸트 모형

## 7 고기압성 날씨와 저지 고기압

## 8 중위도 저기압 사례 연구

# 사례 연구

전선성 날씨

중위도 저기압  
과 극전선 이론

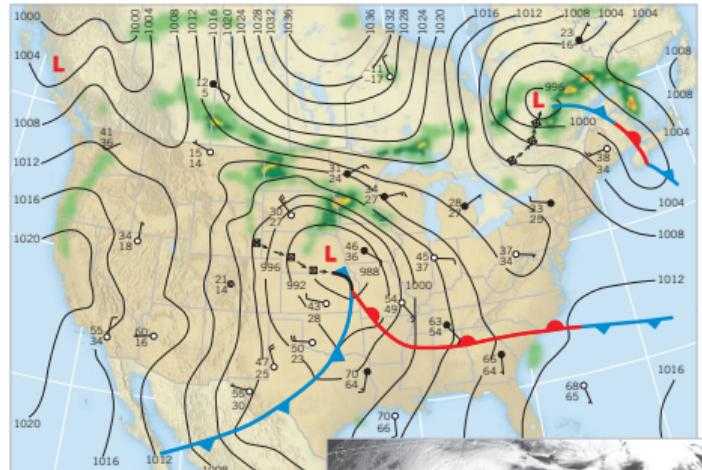
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

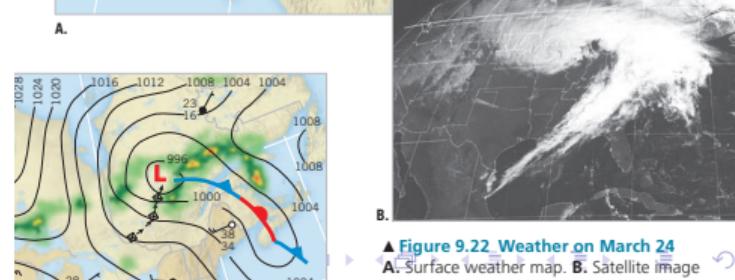
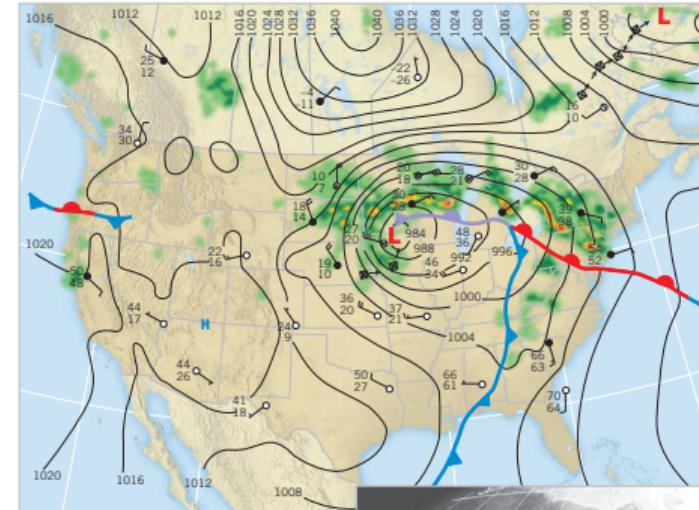
중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.21 Weather on March 23  
A. Surface weather map. B. Satellite image showing the cloud patterns.



▲ Figure 9.22 Weather on March 24  
A. Surface weather map. B. Satellite image

# 사례 연구

전선성 날씨

중위도저기압  
과 극전선 이론

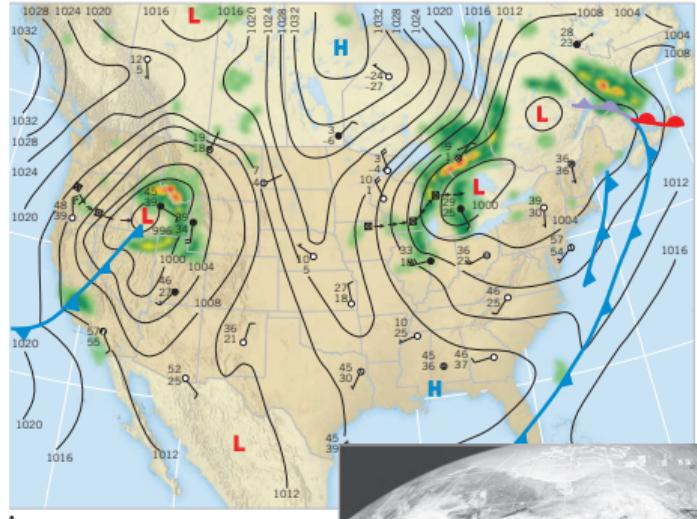
중위도  
저기압의  
이상적인 날씨

상층기류와  
저기압 생성

중위도  
저기압은  
어디에서  
생성되는가?

현대의 관점:  
컨베이어 벨트  
모형

고기압성  
날씨와 저기  
압



▲ Figure 9.23 Weather on March 25  
A. Surface weather map. B. Satellite image showing the cloud patterns.

