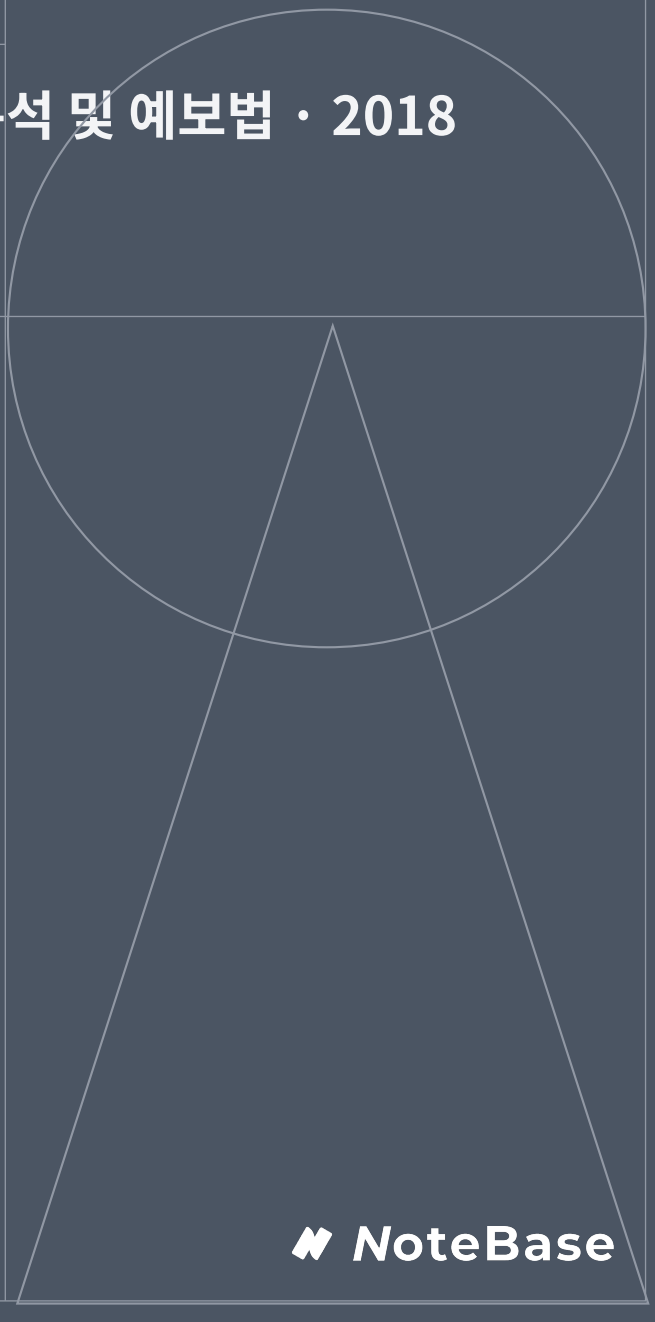
기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 일기분석 및 예보법 · 2018



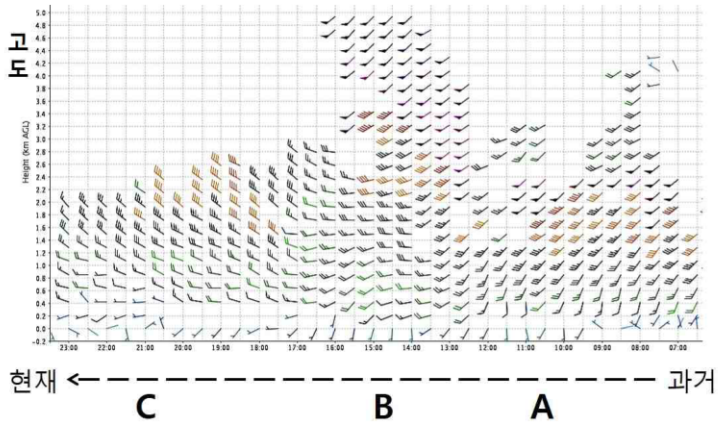
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/기상직/9급 · 일기분석 및 예보법 · 2018

공무원/기상직/9급 · 일기분석 및 예보법 · 2018

문 1. 아래 그림은 2015년 4월 16일 철원의 윈드프로파일러(Wind profiler) 관측자료이다. 이 그림과 관련된 <보기>의 분석내용과 특정 시각(A, B, C)을 가장 옳게 짝지은 것은?



< 보 기 >

ㄱ. 맑은 날씨가 전개될 가능성이 높다.
ㄴ. 북쪽에 저기압, 남쪽에 고기압이 위치할 가능성이 높다.
ㄷ. 전선성 강수가 내릴 가능성이 높다.

	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)
①	A	C	B
②	B	C	A
③	C	A	B
④	A	B	C

정답 3번

출제 포인트

윈드프로파일러의 시간-고도별 바람깃에서 관측 고도 범위, 풍향 변화, 강한 바람의 연직 분포를 읽어 맑은 시각·기압 배치·전선성 강수 시각을 대응시키는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 가로축은 오른쪽의 과거에서 왼쪽의 현재로 진행하므로 A→B→C 순으로 시간이 흐른다.
2. 세 시각의 관측 최고 고도와 바람깃의 방향·세기 및 고도에 따른 변화를 비교한다.
3. 맑은 날의 낮은 관측 고도, 북저남고형에서 나타나는 서풍 계열, 강수 때 높아지는 관측 고도를 각각 ㄱ~ㄷ과 연결한다.

핵심 근거

ㄱ은 C이다. C에서는 바람 자료가 주로 약 2 km대 이하의 하층에 나타나 강수 입자에 의한 높은 고도까지의 강한 관측 신호가 두드러지지 않으므로 맑은 날일 가능성이 높다.
ㄴ은 A이다. A에서는 하층부터 상층까지 서풍 계열의 바람이 우세하다. 북쪽이 저기압이고 남쪽이 고기압인 북저남고형 기압 배치에서는 북반구의 지균풍 관계상 서풍 계열이 나타나기 쉽다.
ㄷ은 B이다. B에서는 바람 자료가 약 5 km까지 연직으로 크게 확장되고 고도별 풍향·풍속 변화도 뚜렷하다. 이는 전선 부근의 강수 입자로 관측 신호가 강화되고 연직 바람 변화가 커진 모습이므로 전선성 강수 가능성이 높다. 따라서 (ㄱ, ㄴ, ㄷ)=(C, A, B)이다.

선지별 해설

① X — (A, C, B)로 연결하여 ㄱ과 ㄴ의 시각을 뒤바꾸었다. A는 서풍 계열이 우세한 북저남고형 시각이고 C가 맑은 날일 가능성이 높은 시각이다. 올바르게는 (C, A, B)이다.
② X — (B, C, A)는 세 보기의 시각이 모두 맞지 않는다. 높은 고도까지 관측되는 전선성 강수 신호는 A가 아니라 B이고, 맑은 날은 B가 아니라 C이며, 북저남고형은 C가 아니라 A이다. 올바르게는 (C, A, B)이다.
③ O — C는 맑은 날, A는 북저남고형 기압 배치, B는 전선성 강수 가능성이 높은 시각이므로 (C, A, B)가 모두 맞는다.
④ X — (A, B, C)는 세 보기의 시각이 모두 맞지 않는다. 맑은 날은 C, 북저남고형은 A, 전선성 강수는 B에 해당한다. 올바르게는 (C, A, B)이다.

오답 포인트

가로축을 보통 그래프처럼 왼쪽에서 오른쪽으로 읽으면 시각의 선후를 거꾸로 판단하기 쉽다. 또한 높은 고도까지 바람 자료가 많다는 사실을 단순히 맑아서 관측이 잘된 것으로 보면 B와 C를 혼동한다. 이 자료에서는 강수 입자가 있을 때 윈드프로파일러 신호가 강화되어 관측 고도가 높아질 수 있다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 시간축의 진행 방향을 확인한 뒤, 관측 최고 고도가 갑자기 높아진 구간을 강수 가능 구간으로 찾는다. 그다음 바람깃의 방향으로 서풍 계열이 우세한 시각을 골라 북저남고형과 연결하고, 남은 낮은 관측 고도 구간을 맑은 날과 대응시킨다.

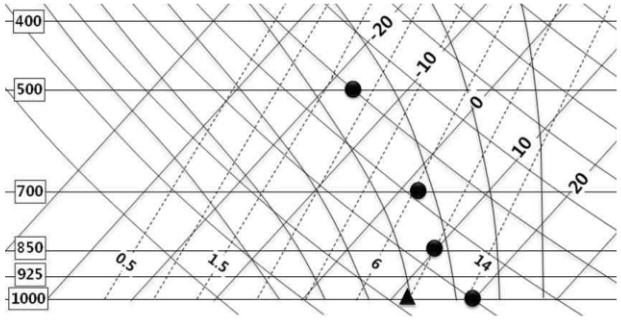
NoteBase

암기 포인트

C는 맑음, A는 북저남고형의 서풍 계열, B는 높은 고도까지 나타난 전선성 강수 신호로 기억한다.

NoteBase

문 2. 다음은 각 고도에서 관측된 층별 기온(●)과 1,000hPa의 이슬점 온도(▲)를 표기한 단열선도(Skew T-log P)이다. 1,000hPa에서 나타나는 <보기>의 각 온도요소를 가장 큰 값부터 작은 값 순서로 옳게 나열한 것은? (단, <보기>의 모든 단위는 ℃를 사용한다.)



< 보 기 >

가. 대류온도	나. 상당온도
다. 습구온도	라. 건구온도

① 가 - 나 - 다 - 라 ② 가 - 나 - 라 - 다
③ 나 - 가 - 라 - 다 ④ 나 - 가 - 다 - 라

정답 3번

출제 포인트

단열선도에서 1,000hPa의 기온과 이슬점 온도를 출발점으로 삼아 상당온도, 대류온도, 건구온도, 습구온도의 상대적 크기를 판별하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 1,000hPa의 ●을 건구온도의 출발점, ▲를 이슬점 온도의 출발점으로 확인한다.
2. 대류온도는 ▲에서 등포화혼합비선을 따라 올라가 기온 관측선과 만나는 대류응결고도를 찾은 뒤, 그 점에서 건조단열선을 따라 1,000hPa까지 내려와 읽는다. 이 선도에서는 대류온도가 현재 건구온도보다 높다.
3. 습구온도는 ●에서의 건조단열선과 ▲에서의 등포화혼합비선이 만나는 응결점에서 습윤단열선을 따라 1,000hPa까지 내려와 읽는다. 습구온도는 건구온도보다 낮다.
4. 상당온도는 공기 중 수증기가 모두 응결할 때 방출되는 잠열까지 온도 상승으로 환산한 값이므로 이 자료의 네 온도요소 중 가장 크다.

핵심 근거

선도의 작도 결과는 상당온도 > 대류온도 > 건구온도 > 습구온도이다. 따라서 기호로는 나 > 가 > 라 > 다가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 가-나-다-라는 대류온도를 상당온도보다 크게 놓고, 습구온도를 건구온도보다 크게 놓은 점이 모두 틀리다. 올바르게는 나-가-라-다이다.
② X — 가-나-라-다는 대류온도와 상당온도의 순서를 뒤바꾼 것이다. 수증기의 응결 잠열까지 반영한 상당온도가 더 크므로 올바르게는 나-가-라-다이다.
③ O — 나-가-라-다는 상당온도 > 대류온도 > 건구온도 > 습구온도의 순서와 일치한다.
④ X — 나-가-다-라는 습구온도를 건구온도보다 크게 놓은 것이 틀리다. 이 자료에서 습구온도는 건구온도보다 낮으므로 올바르게는 나-가-라-다이다.

오답 포인트

①과 ④처럼 습구온도와 건구온도의 순서를 바꾸거나, ②처럼 대류온도와 상당온도의 순서를 바꾸기 쉽다. 습구온도는 증발 냉각 때문에 건구온도보다 낮고, 상당온도는 응결 잠열까지 온도로 환산하므로 가장 크다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지상 ●에서 건구온도, ●·▲로 작도한 습구온도, ▲에서 대류응결고도를 거쳐 구한 대류온도를 비교한다. 그다음 응결 잠열을 모두 반영한 상당온도를 가장 큰 쪽에 놓는다. 이 선도에서는 상당온도 > 대류온도 > 건구온도 > 습구온도로 정리된다.

암기 포인트

이 문항의 순서는 '상-대-건-습', 즉 상당온도 > 대류온도 > 건구온도 > 습구온도이다.

NoteBase

문 3. 다음 <보기> 중 토네이도의 발생 및 발달과 관련된 특징에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 각운동량 보존과 관련이 있다.
ㄴ. 우박이 발생하는 환경과 유사하게 상하층간의 온도 차가 크다.
ㄷ. 발생지역 주변에 중층대기로부터 유입되는 차고 건조한 하강기류가 존재해야 한다.
ㄹ. 지표냉각이 가장 활발한 새벽시간에 주로 발생한다.

① ㄷ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

토네이도의 회전 강화 원리와 발생에 유리한 대기 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

토네이도는 강한 뇌우에서 발달하는 격렬한 회전성 공기 기둥이다. 회전하는 공기가 수축하고 늘어나면 각운동량 보존에 따라 회전 속도가 커질 수 있으며, 상층과 하층의 큰 온도 차로 대기가 불안정하고 중층의 차고 건조한 공기가 하강기류를 형성하는 환경이 발달에 유리하다. 지표 가열로 대류가 강해지는 시간대에 주로 발생하므로, 지표 냉각이 가장 활발한 새벽이 주된 발생 시간대는 아니다.

선지별 해설

보기 판단
ㄱ O — 회전 반경이 작아지거나 회전축 방향으로 공기가 늘어날 때 각운동량 보존에 의해 회전 속도가 증가할 수 있으므로 토네이도의 회전 강화와 관련된다.
ㄴ O — 상층과 하층의 온도 차가 크면 대기가 불안정해져 강한 대류가 발달하기 쉬우므로, 우박이 발생하는 강한 뇌우 환경과 유사하다.
ㄷ O — 중층에서 유입되는 차고 건조한 공기는 하강기류를 만들며, 이러한 하강기류는 강한 회전성 뇌우에서 토네이도 발생과 관련된다.
ㄹ X — 틀린 표현은 '지표냉각이 가장 활발한 새벽시간에 주로 발생한다'이다. 올바르게는 지표 가열로 대류가 강해지는 오후에 주로 발생한다고 해야 한다.

① X — ㄷ만 옳다고 보았으나 ㄱ과 ㄴ도 옳다. 올바른 보기의 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
② X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 옳은 ㄷ을 빠뜨렸다. 올바른 보기의 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
③ O — 옳은 보기 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 포함하고 틀린 ㄹ을 제외한 조합이다.
④ X — 틀린 ㄹ까지 포함하였다. 올바르게는 ㄹ을 제외한 ㄱ, ㄴ, ㄷ만 골라야 한다.

NoteBase

오답 포인트

ㄹ의 '지표냉각'과 '새벽시간'이 함정이다. 토네이도는 강한 대류성 뇌우와 관련되므로 지표 냉각이 아니라 지표 가열로 불안정이 커지는 시간대를 연결해야 한다. 또한 ㄷ의 차고 건조한 하강기류를 토네이도와 무관한 현상으로 오해하면 ②를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

토네이도 문항에서는 회전 강화는 각운동량 보존, 발생 환경은 큰 상하층 온도 차와 강한 대류·하강기류, 주된 시간대는 지표 가열이 활발한 오후라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

토네이도는 각운동량 보존으로 회전이 강화되고, 큰 온도 차와 차고 건조한 하강기류가 있는 강한 뇌우 환경에서 발달하며, 새벽 냉각보다 오후 가열과 관련된다.

NoteBase

문 4. 앙상블 예보에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 초기 분석장에 섭동을 주지 않은 예보장을 앙상블 평균이라 한다.
② 모델값과 관측값 사이의 오차를 반영하여 분석장에 추가로 부가하는 작은 값들을 섭동이라 한다.
③ 앙상블 산출물에는 극값예측지수(EFI), 스파게티(Spaghetti) 등이 있다.
④ 위험기상(극한기상)의 발생가능성을 고려하기 위해 스탬프 맵(Stamp map)을 활용한다.

정답 1번

출제 포인트

앙상블 예보에서 초기 섭동, 앙상블 평균, 산출물과 활용 방법의 의미를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

앙상블 예보는 초기조건이나 모델 구성 등을 조금씩 달리한 여러 예보를 함께 수행하여 예보의 불확실성과 가능한 시나리오를 파악하는 방법이다.
앙상블 평균은 여러 앙상블 멤버의 예보값을 평균한 것이고, 섭동을 주지 않은 예보는 기준이 되는 제어예보이다.
EFI는 예보 분포가 기후 분포에 비해 얼마나 이례적인지를 나타내며, 스파게티도·스탬프 맵 등은 앙상블 멤버들의 분포와 차이를 살피는 데 활용된다.

선지별 해설

① X — '초기 분석장에 섭동을 주지 않은 예보장'을 앙상블 평균이라고 한 부분이 틀렸다. 이는 제어예보이며, 앙상블 평균은 여러 앙상블 멤버의 예보값을 평균한 것이다.
② O — 초기 분석장의 불확실성을 반영하기 위해 모델값과 관측값 사이의 오차 등을 고려한 작은 변화를 주는데, 이러한 작은 변화를 섭동이라 한다.
③ O — 극값예측지수(EFI)와 스파게티도는 앙상블 예보의 대표적인 산출물이다. EFI는 이례적·극단적 기상의 가능성을, 스파게티도는 멤버 간 분산과 예측 불확실성을 파악하는 데 도움을 준다.
④ O — 스탬프 맵은 각 앙상블 멤버의 예보장을 작은 지도들로 나란히 제시하므로, 위험기상의 발생 가능성과 시나리오별 차이를 살피는 데 활용된다.

오답 포인트

①의 함정은 '섭동이 없는 예보'와 '여러 예보의 평균'을 같은 것으로 보는 데 있다. 섭동을 주지 않은 것은 제어예보이고, 모든 멤버를 평균한 결과가 앙상블 평균이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘섭동 없음’이면 제어예보, ‘여러 멤버의 평균’이면 앙상블 평균으로 구분한다. 산출물은 EFI가 극단성, 스파게티도가 멤버의 퍼짐, 스탬프 맵이 멤버별 공간 분포를 보여 준다고 판단한다.

암기 포인트

무섭동은 제어예보, 멤버 평균은 앙상블 평균이다.

NoteBase

문 5. 다음 중 우리나라 서해상에서 이류안개가 발생하기 가장 좋은 조건은?

① 겨울철 이동성 고기압의 영향으로 대기가 온난화되어, 지상의 기온이 해수면 온도와 같아진 경우
② 봄철 동중국해상에서 남~남서풍이 유입되어 925hPa 기온이 해수면 온도보다 5℃ 이상 높아진 경우
③ 여름철 북쪽에서 북풍이 유입되어 지상의 기온이 해수면 온도보다 10℃ 이상 낮아진 경우
④ 가을철 강풍과 함께 강한 비가 내려 대기의 혼합이 잘 이루어진 경우

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 서해상의 이류안개가 잘 발생하는 계절·바람·해수면과 공기의 온도 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이류안개는 따뜻하고 습한 공기가 찬 해수면 위로 이동하면서 아래쪽부터 냉각되어 포화될 때 생기는 안개이다. 서해에서는 봄철에 남~남서풍을 따라 들어온 따뜻하고 습한 공기가 상대적으로 차가운 해수면 위에서 냉각되는 조건이 유리하다. 공기 온도가 해수면 온도보다 충분히 높아야 냉각 효과가 크며, 적당한 바람은 수증기와 냉각을 공급하지만 강한 바람과 활발한 연직 혼합은 안개층의 형성을 방해한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '겨울철 이동성 고기압의 영향으로 대기가 온난화되어, 지상의 기온이 해수면 온도와 같아진 경우'이다. 공기와 해수면의 온도가 같으면 해수면에 의한 공기의 냉각이 약하므로 이류안개 형성에 불리하다. 올바르게는 따뜻하고 습한 공기가 더 차가운 해수면 위로 이동하여 냉각되는 경우이다.

② O
봄철 동중국해상에서 남~남서풍이 불면 따뜻하고 습한 공기가 상대적으로 찬 서해상으로 유입된다. 이때 $925hPa$ 기온이 해수면 온도보다 $5^\circ C$ 이상 높으면 하층 공기가 해수면에 의해 충분히 냉각되기 쉬우므로 서해상 이류안개 발생에 가장 좋은 조건이다.

③ X
틀린 표현은 '여름철 북쪽에서 북풍이 유입되어 지상의 기온이 해수면 온도보다 $10^\circ C$ 이상 낮아진 경우'이다. 차가운 공기가 따뜻한 해수면 위로 들어오면 공기는 아래에서 가열되어 불안정해지므로 전형적인 이류안개 조건이 아니다. 올바르게는 따뜻하고 습한 공기의 기온이 차가운 해수면 온도보다 높아 해수면에서 냉각되는 경우이다.

④ X
틀린 표현은 '강한 비가 내려 대기의 혼합이 잘 이루어진 경우'이다. 강한 강수와 활발한 연직 혼합은 안정한 냉각층의 형성을 방해해 이류안개에 불리하다. 올바르게는 따뜻하고 습한 공기가 차가운 해수면 위를 지나며 냉각되고, 안개층을 유지할 수 있을 정도의 적당한 바람과 안정한 성층이 나타나는 경우이다.

오답 포인트

핵심 함정은 단순히 공기와 해수면의 온도 차가 크면 된다고 보는 것이다. 이류안개에는 온도 차의 방향이 중요하다. 따뜻한 공기가 찬 해수면 위로 가야 하며, ③처럼 찬 공기가 따뜻한 해수면 위로 가는 조건은 반대이다. 또한 ④의 강한 혼합은 안개 형성에 유리한 안정층을 깨뜨린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 '따뜻하고 습한 공기 → 차가운 해수면'의 이동인지 확인한다. 그다음 해수면에 의한 하층 냉각, 안정한 성층, 적당한 바람이 함께 나타나는지를 판단한다. 찬 공기가 따뜻한 수면 위로 가거나 강한 연직 혼합이 일어나는 조건은 제외한다.

암기 포인트

서해 이류안개는 '봄철 남~남서풍, 따뜻하고 습한 공기, 차가운 해수면'의 조합이다.

NoteBase

문 6. 다음은 각 지점에서의 지상관측전문이다. 이에 대한 해석으로 옳지 않은 것은?

```
AAXX 02121 54511 31955 60901 10045 21096 30020 40060 52006 70500 86///
AAXX 02121 47058 32560 81801 10008 21132 30114 40160 52005 884//
AAXX 02124 47108 32769 72903 10010 21131 30058 40165 50005 87500
AAXX 02124 47662 12/70 13210 10071 21059 30112 40142 51027 60002 81100
```

① 54511(베이징) : 기온 4.5℃, 기압 상승 0.6hPa, 현재 날씨 연무
② 47058(평양) : 기온 0.8℃, 바람 남풍 1kts, 해면기압 1,016.0hPa
③ 47108(서울) : 기온 1.0℃, 이슬점온도 -13.1℃, 해면기압 1,016.5hPa
④ 47662(도쿄) : 기온 7.1℃, 바람 북서풍 10kts, 전운량 1/8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 SYNOP 지상관측전문의 각 코드군에서 기온, 이슬점온도, 해면기압, 기압변화, 현재일기, 풍향·풍속 및 전운량을 해독하는 문제이다. 특히 전문 첫머리의 YYGGiw에서 iw가 나타내는 풍속 단위를 먼저 확인해야 한다.

자료 읽는 순서

1. AAXX 다음의 YYGGiw에서 관측 일시와 풍속 단위를 확인한다. iw=1이면 풍속 단위가 *m/s*이고, iw=4이면 *kt*이다.
2. 지점번호 다음의 Nddff에서 전운량 N, 풍향 dd, 풍속 ff를 읽는다.
3. 1snTTT는 기온, 2snTdTdTd는 이슬점온도, 4PPPP는 해면기압, 5appp는 기압변화, 7wwW1W2는 현재일기를 나타낸다.
4. 각 선지의 지점번호와 해당 코드군을 연결해 수치와 단위를 함께 대조한다.

핵심 근거

평양 전문은 AAXX 02121로 시작하므로 iw=1이고 풍속 단위는 *m/s*이다. Nddff 코드 81801에서 dd=18은 남풍, ff=01은 풍속 1*m/s*를 뜻한다. 따라서 '남풍 1 kts'라는 ②의 단위가 틀렸다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 베이징의 10045는 기온 $+4.5\,^\circ C$, 52006은 기압이 $0.6hPa$ 상승했음을 나타낸다. 70500의 현재일기 코드 ww=05는 연무이므로 제시된 해석이 모두 맞다.

② X — 평양의 10008은 기온 $+0.8\,^\circ C$, 81801의 dd=18은 남풍, 40160은 해면기압 $1016.0hPa$를 뜻한다. 그러나 전문 첫머리가 02121이므로 iw=1이고 풍속 단위는 m/s이다. 틀린 표현 '남풍 1 kts'는 '남풍 $1m/s$'로 고쳐야 한다.

③ O — 서울의 10010은 기온 $+1.0\,^\circ C$, 21131은 이슬점온도 $-13.1\,^\circ C$, 40165는 해면기압 $1016.5hPa$를 나타내므로 해석이 맞다.

④ O — 도쿄 전문은 02124로 시작하므로 iw=4이고 풍속 단위는 kt이다. 13210에서 N=1은 전운량 1/8, dd=32는 북서풍, ff=10은 풍속 $10kt$를 뜻하며, 10071은 기온 $+7.1\,^\circ C$를 나타내므로 해석이 맞다.

오답 포인트

②의 풍향과 풍속 숫자만 보면 남풍 1로 올바르게 읽을 수 있지만, 풍속 단위는 Nddff 안에 표시되지 않는다. 같은 자료에서도 평양은 iw=1이라 m/s, 도쿄는 iw=4라 kt이므로 두 지점의 단위를 같게 처리하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

SYNOP 풍속을 해독할 때는 먼저 YYGGiw의 iw로 단위를 확정한 뒤 Nddff의 dd와 ff를 읽는다. 이후 기온은 1군, 이슬점온도는 2군, 해면기압은 4군, 기압변화는 5군, 현재일기는 7군에서 각각 대조한다.

암기 포인트

풍속 숫자는 Nddff, 풍속 단위는 YYGGiw에서 읽는다: iw=1은 m/s, iw=4는 kt이다.

NoteBase

문 7. 다음 중 황사를 분석할 때 주로 활용되는 기상자료와 가장 거리가 먼 것은?

① 등온위면 분석과 700hPa 상승속도
② 단열선도와 500hPa 소용돌이도
③ 850hPa 24시간 기온변화 및 유적(Trajectory)
④ 수상당량비와 위성영상

정답 4번

출제 포인트

황사 분석에서 발원·상승, 대기 중 수송 경로와 고도, 관측·추적에 쓰는 자료를 강수·적설 현상용 자료와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

황사 분석은 발원지의 강풍과 상승 조건, 상·하층의 바람과 기압계, 먼지의 이동 경로, 위성에서 관측되는 황사 영역을 함께 확인하는 과정이다.
등온위면·상승속도·단열선도·소용돌이도는 황사를 들어 올리고 이동시키는 대기 구조를 파악하는 데 쓰이고, 24시간 기온변화와 유적은 기단 변화와 이동 경로를 판단하는 데 쓰인다. 위성영상은 황사 영역의 실제 분포와 이동을 감시한다. 반면 수상당량비는 적설 깊이와 녹인 물의 양 사이의 비로, 주로 강설의 성질과 적설량을 분석하는 자료이다.

선지별 해설

① X — 등온위면 분석은 공기의 수평·연직 이동을 추적하고, 700*hPa* 상승속도는 중층의 상승·하강 운동을 보여 주므로 황사의 상승과 수송 환경을 분석하는 데 활용된다. 틀린 판단은 이 자료들이 황사 분석과 가장 거리가 멀다는 부분이며, 올바르게는 황사 수송과 연직운동을 파악하는 관련 자료이다.
② X — 단열선도는 기온·습도·바람의 연직 구조와 대기 안정도를 보여 주고, 500*hPa* 소용돌이도는 상층 기압골과 종관 규모의 흐름을 파악하게 하므로 황사 이동을 지배하는 대기 구조 분석에 활용된다. 틀린 판단은 이 조합이 황사 분석과 무관하다는 부분이며, 올바르게는 황사 수송 환경을 판단하는 관련 자료이다.
③ X — 850*hPa* 24시간 기온변화는 하층의 한랭이류와 기단 변화를 파악하는 데 도움이 되고, 유적(Trajectory)은 공기덩이와 황사의 기원 및 이동 경로를 추적하는 핵심 자료이다. 틀린 판단은 이 조합이 황사 분석과 가장 거리가 멀다는 부분이며, 올바르게는 황사의 발원지와 수송 경로를 판단하는 관련 자료이다.
④ O — 위성영상은 황사 영역과 이동을 감시하는 주요 자료이지만, 수상당량비는 적설 깊이와 물의 양의 관계를 나타내어 강설·적설 분석에 주로 쓰인다. 따라서 두 자료를 묶은 조합 가운데 황사 분석과 가장 거리가 멀다.

NoteBase

오답 포인트

④에 위성영상이 포함되어 있어 정답에서 제외하기 쉽다. 그러나 이 문항은 묶인 자료를 함께 평가해야 하며, 위성영상이 황사 분석에 유용하더라도 수상당량비는 강설·적설용 개념이므로 ④가 가장 거리가 먼 조합이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 자료가 황사의 발원·상승, 수송 경로, 대기 구조, 실제 관측 중 어느 기능을 하는지 연결한다. 이 연결이 되지 않고 강수나 적설의 성질을 나타내는 자료가 포함된 조합을 고르면 된다.

암기 포인트

황사는 상승·수송·궤적·위성, 수상당량비는 강설·적설이다.

NoteBase

문 8. 여름철 스콜선(Squall line)과 같이, 우리나라 주변 수백 km 이상 지역에 걸쳐 강한 대류에 의해 호우가 발생할 수 있는 대기상태에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 200hPa 부근 고도의 서풍 제트기류 입구 오른쪽에 한반도 상공이 위치하는 경우
② 한반도의 500hPa 지위고도가 5,820에서 5,880gpm 사이에 위치하는 경우
③ 850hPa 부근 고도에서 30kts 이상의 남서풍이 한반도로 유입되는 경우
④ 한반도의 200hPa 지위고도가 12,600gpm 이상일 경우

정답 4번

출제 포인트

여름철 스콜선처럼 강한 대류가 발달할 때 필요한 상층 발산, 중층 기압계 배치, 하층의 고온다습한 공기 유입을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

스콜선은 여러 적란운이 선 모양으로 조직된 강한 대류계이다. 발달하려면 하층에서 따뜻하고 습한 공기가 지속적으로 공급되고, 상층에서는 공기가 빠져나가는 발산이 형성되어 상승기류가 유지되어야 한다.
상층: 서풍 제트기류 입구 오른쪽은 상층 발산과 상승운동이 강화되기 쉬운 영역이다.
중층: 여름철 한반도 부근의 500*hPa* 지위고도와 북태평양고기압 가장자리의 배치는 고온다습한 공기 유입과 대류 발달 여부를 판단하는 단서가 된다.
하층: 850*hPa*에서 강한 남서풍 또는 남풍이 불면 수증기와 열이 한반도로 공급된다.

선지별 해설

① O — 한반도가 200*hPa* 부근 서풍 제트기류의 입구 오른쪽에 놓이면 상층 발산이 강화되어 하층 공기의 상승과 강한 대류의 발달을 돕는다.
② O — 한반도의 500*hPa* 지위고도가 5,820 ~ 5,880*gpm*에 놓이는 것은 여름철 중층 기압계와 북태평양고기압 가장자리의 영향을 판단할 수 있는 배치로, 강한 대류가 발달할 수 있는 환경에 해당한다.
③ O — 850*hPa* 부근에서 30*kts* 이상의 남서풍이 유입되면 저층 제트가 따뜻하고 습한 공기를 빠르게 공급하므로 대류계의 발달과 유지에 유리하다.
④ X — 틀린 표현은 '한반도의 200*hPa* 지위고도가 12,600*gpm* 이상'이라는 절대 고도 조건이다. 이처럼 매우 높은 상층 지위고도는 강한 상층 고기압 또는 능의 지배를 뜻하여 침강과 안정이 강화되기 쉬우므로 스콜선 발달 조건으로 보기 어렵다. 올바르게는 200*hPa* 지위고도가 일정 값 이상이어야 하는 것이 아니라, 제트기류 입구 오른쪽처럼 상층 발산과 상승운동을 강화하는 위치에 한반도가 놓여야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④의 12,600*gpm*은 수치가 크므로 대기가 강하다는 인상을 주지만, 높은 상층 지위고도는 강한 대류의 직접 조건이 아니다. 이 문항의 핵심은 높은 고도값 자체가 아니라 하층 수증기 수송과 상층 발산이 함께 갖추어지는가이다.

다시 나오면 이렇게 판단

강한 대류 환경은 '하층 유입-상층 배출'로 판단한다. 850*hPa*의 강한 남서풍·남풍은 고온다습한 공기의 유입을, 200*hPa* 제트기류의 발산 구역은 상승기류의 유지를 뜻한다. 반대로 상층 고기압의 강한 지배나 단순히 매우 높은 지위고도만 제시한 선지는 대류 억제 가능성을 확인한다.

암기 포인트

스콜선은 아래에서 따뜻하고 습한 공기가 들어오고, 위에서는 제트 발산으로 공기가 빠져나갈 때 강해진다.

NoteBase

문 9. 다음 중 각 지역 및 기상현상의 분석 방법에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 중위도 : 한대제트 및 온대저기압 분석
② 태풍 : 수온 및 연직 시어(Shear) 분석
③ 안개 : 시정분포도 및 단열선도 분석
④ 열대지방 : 층후 및 유선 분석

정답 4번

출제 포인트

지역과 기상현상의 특성에 따라 어떤 관측 요소와 분석 기법을 중점적으로 사용하는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

중위도는 한대제트와 온대저기압의 발달·이동이 중요하고, 태풍은 해수면 수온과 연직시어가 발달 및 약화에 큰 영향을 준다. 안개는 실제 시정 분포와 하층의 안정도·역전층을 함께 분석한다. 열대지방은 기압경도가 약하여 등압선이나 층후보다 바람장을 나타내는 유선과 등풍속선 분석이 중요하다.

선지별 해설

① O — 중위도에서는 강한 편서풍대의 한대제트와 전선대를 따라 발달하는 온대저기압이 주요 분석 대상이므로 적절하다.
② O — 태풍은 따뜻한 해수면에서 에너지를 얻고 연직시어가 강하면 구조가 기울어져 발달이 억제될 수 있으므로 수온과 연직시어 분석이 적절하다.
③ O — 안개는 지상 시정의 공간적 분포를 확인하고 단열선도에서 하층의 습윤 상태와 역전층 등 대기 안정도를 파악하므로 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '층후 및 유선 분석'의 '층후'이다. 열대지방은 수평 온도경도와 기압경도가 대체로 작아 층후 분석의 유용성이 낮고 바람장 분석이 중요하므로, 올바르게는 '유선 및 등풍속선 분석'이다.

오답 포인트

④에는 열대 분석에 실제로 쓰이는 '유선'이 포함되어 있어 전체가 맞는 것처럼 보이기 쉽다. 그러나 짝을 이룬 '층후'까지 적절한지 따로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 현상의 발생·발달을 좌우하는 요소를 연결한다. 중위도는 제트와 온대저기압, 태풍은 수온과 연직시어, 안개는 시정과 하층 안정도, 열대지방은 유선과 등풍속선으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

중위도는 제트·온대저기압, 태풍은 수온·시어, 안개는 시정·단열선도, 열대는 유선·등풍속선이다.

NoteBase

문 10. 다음 설명 중 우리나라에서 '어는 비(Freezing rain)'가 발생할 수 있는 대기 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

① 한랭전선이 통과한 후 지상에서 강풍과 함께 기온이 영하로 떨어질 경우
② 지상의 기온은 영하이나 925hPa 기온이 영상일 경우
③ 새벽에 약한 이슬비가 떨어지는 안정한 대기구조일 경우
④ 중하층으로 따뜻한 기류가 유입되면서 지상의 기온과 역전이 된 경우

정답 1번

출제 포인트

어는 비가 발생하려면 상공의 따뜻한 층에서 눈이 비로 녹고, 그 빗방울이 지상의 얕은 영하층을 지나면서 액체 상태를 유지하다가 지면에 닿아 얼어야 한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

어는 비: 과냉각된 빗방울이 영하의 지면이나 물체에 닿는 순간 얼어붙는 강수이다.
결정 조건: 지상 부근은 영하이고 그 위에는 눈을 녹일 수 있는 영상의 따뜻한 층이 존재해야 한다. 지상의 영하층이 너무 깊으면 빗방울이 지면에 닿기 전에 얼음싸라기 등으로 얼 수 있다.
기온 역전: 고도가 높아질수록 기온이 오르는 층으로, 지상은 차갑고 상공은 따뜻한 어는 비의 연직 기온 구조를 만들 수 있다.

선지별 해설

① X — 한랭전선 통과 뒤 강풍과 함께 기온이 영하로 내려가는 상황은 찬 공기가 깊어지는 전형적인 한랭이류 상황이어서, 상공에 눈을 녹일 따뜻한 층이 유지된다는 조건이 제시되지 않는다. 따라서 어는 비보다 눈이나 얼음 형태의 강수가 나타나기 쉬워 가장 옳지 않다. 틀린 표현은 '한랭전선이 통과한 후 강풍과 함께 기온이 영하로 떨어질 경우'이며, 올바르게는 '지상은 영하이지만 상공에는 영상의 따뜻한 층이 남아 있을 경우'이다.
② O — 지상 기온은 영하이고 925hPa 기온은 영상이므로, 지상의 얕은 찬 공기 위에 따뜻한 공기가 놓인 구조이다. 상공에서 녹은 비가 과냉각 상태로 지면에 닿을 수 있어 어는 비에 적합하다.
③ O — 안정한 대기에서 약한 이슬비가 내리고 지표 부근 기온이 영하라면 작은 물방울이 과냉각 상태로 지면에 닿아 얼 수 있다. 따라서 어는 이슬비 또는 어는 비가 발생할 수 있는 조건이다.
④ O — 중하층의 따뜻한 기류가 유입되어 지상 기온과 역전되면 차가운 지상층 위에 따뜻한 층이 형성된다. 이 따뜻한 층에서 강수가 액체로 녹은 뒤 영하의 지상에 닿아 얼 수 있으므로 어는 비에 적합하다.

NoteBase

오답 포인트

‘지상 기온이 영하’라는 조건만 보고 ①도 어는 비 조건이라고 판단하기 쉽다. 그러나 어는 비에는 지상의 영하층뿐 아니라 상공의 영상층이 함께 필요하다. ①은 한랭전선 뒤의 기온 하강만 제시하고 따뜻한 상층을 제시하지 않은 반면, ②와 ④는 지상보다 상공이 따뜻한 구조를 명확히 나타낸다.

다시 나오면 이렇게 판단

연직 기온 구조를 먼저 확인한다. ‘지상 영하 + 상공 영상 + 얕은 지상 냉기층’이면 어는 비 가능성이 크고, 찬 공기가 깊게 자리하면 눈이나 얼음싸라기 가능성이 커진다.

암기 포인트

어는 비는 위에서 녹고, 아래에서 과냉각되어, 닿는 순간 언다.

NoteBase

문 11. 다음은 북반구 상층일기도에서의 바람과 힘에 관련된 설명이다. 이 중에 방향이 다른 하나는?

① 상층 바람은 북서풍이 10kts로 불고, 하층 바람은 남서풍이 10kts로 부는 경우, 온도풍의 방향
② 중심에서 서쪽의 지위고도가 5,520gpm, 동쪽의 지위고도는 5,580gpm이고 남북으로는 고도가 일정한 경우, 지균풍의 방향
③ 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람에 작용하는 코리올리 힘의 방향
④ 하층은 북풍, 상층은 남풍인 경우, 상층 바람과 하층 바람 차의 방향

정답 1번

출제 포인트

북반구에서 온도풍, 지균풍, 코리올리 힘, 상·하층 바람 차의 방향을 각각 구해 서로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

온도풍은 상층 바람 벡터에서 하층 바람 벡터를 뺀 수직 바람시어이다.
지균풍은 북반구에서 등고도선과 나란히 불며 낮은 지위고도가 진행 방향의 왼쪽에 놓인다.
코리올리 힘은 북반구에서 공기의 진행 방향 오른쪽으로 작용한다.
풍향은 바람이 불어오는 쪽을 나타내므로 북풍은 남쪽으로, 남풍은 북쪽으로 향하는 바람이다.

선지별 해설

① O(방향이 다른 선지) — 상층 북서풍은 남동쪽을 향하고 하층 남서풍은 북동쪽을 향한다. 두 풍속이 모두 10*kt*이므로 상층 바람에서 하층 바람을 빼면 동서 성분은 상쇄되고 온도풍은 남쪽을 향한다.
② X(방향이 같은 선지) — 서쪽이 5,520*gpm*, 동쪽이 5,580*gpm*이므로 낮은 지위고도는 서쪽에 있다. 북반구 지균풍은 낮은 고도를 왼쪽에 두므로 북쪽을 향한다. 정답이 되는 남향 조건으로 고치면 서쪽이 5,580*gpm*, 동쪽이 5,520*gpm*이어야 한다.
③ X(방향이 같은 선지) — 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람은 서쪽을 향하며, 그 진행 방향의 오른쪽은 북쪽이다. 따라서 코리올리 힘은 북쪽을 향한다. 정답이 되는 남향 조건으로 고치면 바람이 서쪽에서 동쪽으로 불어야 한다.
④ X(방향이 같은 선지) — 하층 북풍은 남쪽을 향하고 상층 남풍은 북쪽을 향하므로 '상층 바람 − 하층 바람' 벡터는 북쪽을 향한다. 정답이 되는 남향 조건으로 고치면 하층은 남풍, 상층은 북풍이어야 한다.

오답 포인트

풍향을 바람이 향하는 방향으로 읽으면 모든 방향 판단이 뒤집힌다. 또한 ②에서는 높은 고도 쪽이 아니라 낮은 고도 쪽을 진행 방향의 왼쪽에 두어야 하며, ③에서는 서향 바람의 오른쪽이 북쪽이라는 점을 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 풍향을 실제 진행 벡터로 바꾼다. 온도풍과 상·하층 바람 차는 '상층−하층'으로 계산하고, 지균풍은 북반구에서 낮은 고도를 왼쪽에 두며, 코리올리 힘은 진행 방향의 오른쪽으로 잡는다.

암기 포인트

북반구에서는 지균풍의 왼쪽이 저고도, 코리올리 힘은 진행 방향의 오른쪽, 온도풍은 상층풍−하층풍이다.

NoteBase

문 12. 겨울철 대륙고기압의 영향으로 발생하는 서해안 대설에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 호수효과(Lake effect)와 관련이 있다.
② 850hPa 풍속이 25kts 이상일 때 발생할 가능성이 높다.
③ 구름의 높이는 대부분 5~10km까지 높게 발달하며 연직 불안정이 클수록 강한 눈구름대가 형성된다.
④ 찬 공기가 서해상 위를 이동하는 거리(취주거리)가 길수록 눈구름대가 강하게 발달한다.

정답 3번

출제 포인트

겨울철 대륙고기압의 찬 공기가 상대적으로 따뜻한 서해를 지나며 만들어지는 서해효과 눈구름의 발달 조건과 연직 규모를 묻는 문제이다.

핵심 개념

서해효과 눈은 찬 대륙 공기가 따뜻한 서해 위를 이동할 때 해수면에서 열과 수증기를 공급받아 하층 대기가 불안정해지고 대류성 눈구름이 발달하는 현상이다. 호수효과 눈과 형성 원리가 같으며, 해상 취주거리가 길고 바람이 충분히 강할수록 열·수증기 공급과 눈구름 발달에 유리하다. 다만 겨울철 서해효과 눈구름은 대체로 구름 꼭대기가 낮은 하층 대류운이므로 강한 눈이 반드시 매우 높은 구름에서 내리는 것은 아니다.

선지별 해설

① O — 호수효과 눈과 서해효과 눈은 모두 찬 공기가 상대적으로 따뜻한 수면 위를 지나며 열과 수증기를 공급받아 생기는 대류성 강설이라는 공통 원리를 가진다.
② O — 850*hPa* 부근의 바람이 25*kt* 이상으로 강하면 찬 공기가 서해를 지나며 열과 수증기를 활발히 공급받고 눈구름대가 발달할 가능성이 커진다.
③ X — 틀린 표현은 '구름의 높이는 대부분 5 ~ 10*km*까지 높게 발달하며'이다. 서해효과 눈구름은 대체로 수 *km* 이하의 낮은 고도에서 발달하는 하층 대류운이며, 연직 불안정이 클수록 대류와 눈구름대의 발달이 강해질 수 있다는 뒷부분은 타당하다. 올바르게는 '구름은 대체로 낮은 고도에서 발달하며, 연직 불안정이 클수록 강한 눈구름대가 형성될 수 있다'이다.
④ O — 찬 공기가 서해 위를 이동하는 취주거리가 길수록 해수면에서 열과 수증기를 공급받는 시간이 늘어나므로 눈구름대가 더 강하게 발달하기 쉽다.

오답 포인트

대류성 강설이라는 말만 보고 눈구름도 여름철 적란운처럼 5 ~ 10*km*까지 높게 발달한다고 판단하기 쉽다. 서해효과 눈은 낮은 구름에서도 강하게 내릴 수 있으며, 구름 높이와 강설 강도를 단순히 같은 것으로 보면 ③을 놓치게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

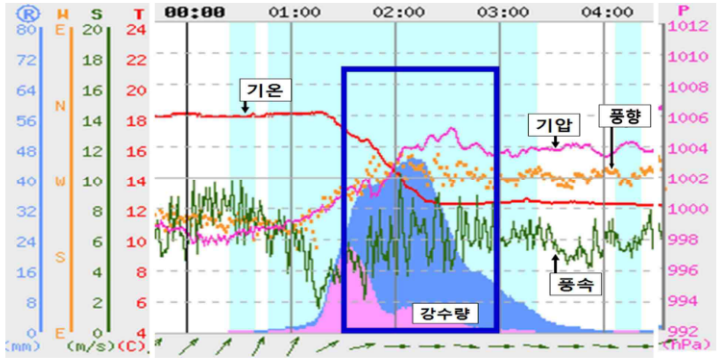
찬 공기와 따뜻한 수면의 온도 차, 해수면의 열·수증기 공급, 충분한 풍속, 긴 취주거리는 발달에 유리한 조건으로 판단한다. 반면 서해효과 눈구름을 대부분 5 ~ 10km의 높은 구름이라고 설명하면 낮은 하층 대류운이라는 특성에 어긋나는 것으로 판단한다.

암기 포인트

서해효과 눈은 '찬 공기 + 따뜻한 바다 + 강한 바람 + 긴 취주거리'이며, 강한 눈이라도 구름 꼭대기는 낮을 수 있다.

NoteBase

문 13. 다음 그림은 전선이 통과할 때 관측된 자료이다. 아래 굵은 선으로 표시된 사각형(□) 영역에 나타난 기상 현상과 가장 관련이 높은 전선은?



① 온난전선 ② 폐색전선 ③ 정체전선 ④ 한랭전선

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전선 통과 때 나타나는 기온과 강수량의 변화를 그래프에서 읽어 전선의 종류를 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 굵은 사각형 안에서 강수가 시작되고 강해지는 시점을 확인한다.
2. 같은 시간대의 기온 변화를 확인한다.
3. 강한 강수와 뚜렷한 기온 하강이 함께 나타나는지를 전선별 통과 특성과 연결한다.

핵심 근거

굵은 사각형 안에서는 강수량이 짧은 시간에 크게 증가하고, 기온은 약 18도에서 13도 부근까지 뚜렷하게 내려간다. 이는 찬 공기가 따뜻한 공기 아래로 파고들면서 강한 강수를 만들고, 통과 뒤 기온을 낮추는 한랭전선의 전형적인 관측 양상이다.

NoteBase

선지별 해설

① X 온난전선이 통과하면 일반적으로 전선 앞쪽에 비교적 넓고 지속적인 강수가 나타나며, 통과 뒤에는 따뜻한 공기의 영향으로 기온이 상승한다. 자료는 강수와 함께 기온이 급격히 하강하므로 맞지 않는다. 틀린 표현 '온난전선'은 '한랭전선'으로 고쳐야 한다.
② X 폐색전선은 한랭전선이 온난전선을 따라잡아 따뜻한 공기가 지상에서 밀려 올라간 전선이다. 사각형에서 직접 확인되는 핵심은 전선 통과에 따른 급격한 기온 하강과 집중 강수이므로 폐색전선보다 한랭전선과 관련이 높다. 틀린 표현 '폐색전선'은 '한랭전선'으로 고쳐야 한다.
③ X 정체전선은 성질이 다른 두 기단의 경계가 거의 이동하지 않아 흐리거나 비가 오는 날씨가 오래 이어지는 경우가 많다. 자료처럼 짧은 시간에 강수가 집중되고 기온이 뚜렷하게 떨어지는 통과 양상과는 다르다. 틀린 표현 '정체전선'은 '한랭전선'으로 고쳐야 한다.
④ O 한랭전선이 통과할 때에는 찬 공기가 따뜻한 공기를 급격히 들어 올려 강한 강수가 나타날 수 있고, 전선이 지난 뒤에는 찬 공기가 들어오므로 기온이 빠르게 하강한다. 사각형 안의 변화와 일치한다.

오답 포인트

강수가 나타났다는 사실만으로 전선을 고르면 온난전선이나 정체전선과 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 강수의 존재보다 '짧은 시간에 집중된 강수'와 '동시에 나타난 급격한 기온 하강'을 함께 읽는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전선 통과 그래프에서는 먼저 기온의 통과 전후 변화를 본다. 강한 강수 뒤 기온이 급격히 내려가면 한랭전선, 지속적인 강수 뒤 기온이 올라가면 온난전선으로 판단한다. 날씨가 오래 지속되고 경계 이동이 뚜렷하지 않으면 정체전선을 검토한다.

암기 포인트

한랭전선은 강한 강수와 통과 뒤 기온 급강하가 핵심이다.

NoteBase

문 14. 수치예보모델의 연직좌표계에 관한 설명으로 옳은 것은?

> 지형(지면)을 따라 가는 연직좌표계이며, 이 좌표계에서 연직좌표는 '기압/지면기압'으로 정의되며, 지면에서는 1이고, 모델의 상단경계에서는 0에 가까워진다.

① 기압 연직좌표계 ② 시그마 연직좌표계
③ 에타 연직좌표계 ④ 온위 연직좌표계

정답 2번

출제 포인트

지형을 따라가며 지면에서 1, 모델 상단에서 0에 가까워지는 정규화 기압 좌표가 시그마 연직좌표계임을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

시그마 연직좌표계는 각 지점의 기압 p를 그 지점의 지면기압 p_s로 나눈 $\sigma = p/p_s$를 연직좌표로 사용하는 지형 추종 좌표계이다. 따라서 지면에서는 $p = p_s$이므로 $\sigma = 1$이고, 고도가 높아져 기압이 작아질수록 σ는 0에 가까워진다.
기압 연직좌표계는 기압 자체를, 에타 연직좌표계는 시그마 좌표를 변형한 정규화 좌표를, 온위 연직좌표계는 온위 θ를 연직좌표로 사용한다.

선지별 해설

① X — 기압 연직좌표계는 기압 p 자체를 연직좌표로 사용하므로 '기압/지면기압'이라는 정의와 일치하지 않는다. 틀린 표현은 '기압 연직좌표계'이며, 제시문의 정의에 맞는 명칭은 '시그마 연직좌표계'이다.
② O — 시그마 연직좌표계는 $\sigma = p/p_s$로 정의되는 지형 추종 좌표계이다. 지면에서 1이고 상층으로 갈수록 0에 가까워진다는 제시문의 특징과 정확히 일치한다.
③ X — 에타 연직좌표계는 시그마 좌표의 단점을 줄이기 위해 변형한 지형 추종 좌표로, 단순한 '기압/지면기압' 자체를 뜻하지 않는다. 틀린 표현은 '에타 연직좌표계'이며, 제시문의 정의는 '시그마 연직좌표계'로 고쳐야 한다.
④ X — 온위 연직좌표계는 공기덩이의 온위 θ를 연직좌표로 사용하므로 '기압/지면기압'으로 정의되지 않는다. 틀린 표현은 '온위 연직좌표계'이며, 제시문의 정의는 '시그마 연직좌표계'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'지형을 따라간다'는 특징만 보고 에타 연직좌표계를 고르기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 좌표를 정확히 '기압/지면기압'으로 정의했다는 표현이며, 이는 시그마 좌표의 정의식이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

연직좌표의 이름은 무엇을 좌표 변수로 쓰는지로 판단한다. p 자체이면 기압좌표, p/p_s이면 시그마좌표, θ이면 온위좌표이다. 특히 지면 1과 상단 0이라는 경계값이 함께 제시되면 시그마좌표를 우선 확인한다.

암기 포인트

시그마는 p/p_s, 지면은 1, 위로 갈수록 0이다.

NoteBase

문 15. 우리나라에서 각 월별 대기 조건이 다음과 같을 경우, CAPE(Convective Available Potential Energy)가 발생하기 가장 어려운 상황은 무엇인가? (단, CAPE는 지상에서부터 계산한 것으로 간주한다.)

① (8월) 일사가열에 의해 지상기온이 상승하여 대류온도에 도달한 경우
② (7월) 하층제트에 의해 강한 비가 내리면서 대기 전체층이 포화되어 있고, 지상에서 850hPa 구간까지 온도가 역전되어 있는 경우
③ (4월) 500hPa 고도에 -25℃ 이하의 차가운 공기를 가진 절리저기압이 위치하면서, LCL 고도에서의 온도와 그 고도에서의 실제 온도가 같은 경우
④ (5월) LCL, CCL, LFC 고도의 높이가 모두 1km 이하에 위치한 경우

정답 2번

출제 포인트

지상 공기덩이가 자유대류고도에 도달한 뒤 주변보다 따뜻한 상태를 유지할 수 있는지를 월별 대기 조건에 적용하는 문제이다.

사례 정리

CAPE 발생에 유리한 조건은 강한 지상 가열, 하층의 높은 수증기량, 상층의 찬 공기, 낮은 자유대류고도이다. 반대로 하층 역전층은 지상 공기덩이의 상승을 억제하므로, CAPE를 지상에서부터 계산할 때 가장 중요한 불리 조건이 된다.

핵심 개념

CAPE는 상승하는 공기덩이가 자유대류고도 위에서 주변 공기보다 따뜻해 얻는 양의 부력에너지를 연직으로 합한 값이다. CAPE가 발생하려면 지상 공기덩이가 먼저 상승하여 자유대류고도에 도달하고, 그 위의 일정 층에서 주변보다 따뜻해야 한다.

적용 기준

각 선지에서 지상 공기덩이의 상승을 막는 안정층이 있는지와 상승한 공기덩이가 주변보다 따뜻해질 수 있는지를 함께 판단한다. 특히 지상에서 하층까지 기온이 높아지는 역전층은 강한 안정층이므로 지상 기반 CAPE의 발생을 어렵게 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 8월에 일사가열로 지상기온이 대류온도에 도달하면 지상 공기덩이는 대류를 시작할 수 있으므로 CAPE 발생에 유리하다. '대류온도 도달이 CAPE 발생을 가장 어렵게 한다'는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 대류온도 도달이 열적 대류의 개시를 돕는다.

② O — 대기 전층이 포화된 상태에서는 상승 공기덩이와 환경의 온도 감소율 차이가 작아질 수 있고, 특히 지상부터 850hPa까지의 역전층은 지상 공기덩이의 상승을 강하게 억제한다. 문제에서 CAPE를 지상에서부터 계산하므로 이 조건에서 양의 부력 구간에 도달하기가 가장 어렵다.

③ X — 500hPa에 $-25\,^{\circ}C$ 이하의 찬 공기가 있으면 상층과 하층의 기온 차가 커져 대기가 불안정해지기 쉽다. LCL 고도에서 공기덩이 온도와 실제 기온이 같다는 것은 그 고도에서 부력이 중립이라는 뜻일 뿐, CAPE 발생이 가장 어렵다는 뜻은 아니다. 올바르게는 상층의 찬 공기가 그 위에서 공기덩이의 양의 부력 형성을 촉진할 수 있다.

④ X — LCL, CCL, LFC가 모두 1km 이하이면 공기덩이가 낮은 고도에서 포화되고 자유대류에 들어갈 수 있어 대류 억제가 작다. '세 고도가 낮으면 CAPE 발생이 가장 어렵다'는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 낮은 LFC가 지상 공기덩이의 자유대류 진입을 쉽게 한다.

오답 포인트

②의 '강한 비'와 '전층 포화'만 보고 활발한 대류라고 단정하기 쉽다. 그러나 이 문항은 CAPE를 지상에서부터 계산한다고 제한했으므로, 지상 공기덩이의 상승을 차단하는 지상~850hPa 역전층을 우선해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지상 가열·수증기·상층 한기의 유무를 확인하고, 다음으로 역전층이 지상 공기덩이의 상승을 막는지 확인한다. 지상 기반 CAPE에서는 강한 하층 역전이 있으면 다른 대류 단서보다 먼저 불리 조건으로 판단한다.

암기 포인트

지상 가열·상층 한기·낮은 LFC는 CAPE에 유리하고, 강한 하층 역전은 지상 기반 CAPE에 불리하다.

NoteBase

문 16. 강수에 대한 예측과 실황의 도수가 <보기>와 같이 주어졌을 때 다음 중 강수 검증지수의 계산법으로 옳지 않은 것은?

< 보 기 >

예측 : 비 있음, 실황 : 비 있음 = A
예측 : 비 없음, 실황 : 비 있음 = B
예측 : 비 있음, 실황 : 비 없음 = C
예측 : 비 없음, 실황 : 비 없음 = D

① 임계성공지수(Critical Success Index, CSI) = A/(A+B+C)
② 편차(Bias) = (A+D)/(A+B)
③ 오보율(False Alarm Ratio, FAR) = C/(A+C)
④ 탐지율(Probability of Detection, POD) = A/(A+B)

정답 2번

출제 포인트

강수 유무 분할표에서 A(적중), B(놓침), C(오보), D(정확한 무강수 예보)의 의미를 구분하고 각 검증지수의 분자와 분모를 올바르게 구성하는 문제이다.

조건 정리

A: 예측 비 있음 · 실황 비 있음(적중)
B: 예측 비 없음 · 실황 비 있음(놓침)
C: 예측 비 있음 · 실황 비 없음(오보)
D: 예측 비 없음 · 실황 비 없음(정확한 무강수 예보)
예보한 강수 횟수는 $A + C$, 실제 강수 횟수는 $A + B$이다.

사용할 공식

임계성공지수: $CSI = \frac{A}{A+B+C}$
편차: $Bias = \frac{A+C}{A+B}$
오보율: $FAR = \frac{C}{A+C}$
탐지율: $POD = \frac{A}{A+B}$
각 지수는 적중 · 놓침 · 오보 가운데 무엇을 기준 집단으로 삼는지가 다르므로 A~D의 사건 의미를 먼저 분류해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 예보가 '비 있음'인 경우는 A와 C이므로 예보 강수 횟수는 $A + C$이다.
2. 실황이 '비 있음'인 경우는 A와 B이므로 실제 강수 횟수는 $A + B$이다.
3. 따라서 편차는 '예보 강수 횟수/실제 강수 횟수'인 $\frac{A+C}{A+B}$가 된다. 선지 ②의 $A + D$는 적중 A와 정확한 무강수 예보 D를 합한 값이므로 편차의 분자가 될 수 없다.

선지 판단

① O — CSI는 전체 강수 관련 사례인 적중 A, 놓침 B, 오보 C 중 적중 A의 비율이므로 $\frac{A}{A+B+C}$가 맞다.
② X — '$A + D$'가 잘못된 표현이다. 편차의 분자는 정확 예보 횟수가 아니라 예보한 강수 횟수이므로 올바르게는 $Bias = \frac{A+C}{A+B}$이다.
③ O — FAR은 비가 온다고 예보한 A와 C 중 실제로 비가 오지 않은 오보 C의 비율이므로 $\frac{C}{A+C}$가 맞다.
④ O — POD는 실제로 비가 온 A와 B 중 강수를 맞힌 A의 비율이므로 $\frac{A}{A+B}$가 맞다.
옳지 않은 계산법은 ②이다.

오답 포인트

②에서 $A + D$를 '맞힌 횟수'로 보고 편차에 넣는 것이 함정이다. 편차는 예보 정확도의 비율이 아니라 강수를 얼마나 많이 또는 적게 예보했는지를 나타내므로, 분자는 예보 강수 횟수 $A + C$, 분모는 실제 강수 횟수 $A + B$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 행과 열에서 예보 강수 $A + C$와 실제 강수 $A + B$를 구분한다. 그다음 CSI는 강수 관련 전체 중 적중, FAR은 예보 강수 중 오보, POD는 실제 강수 중 적중, Bias는 예보 강수와 실제 강수의 비로 판단한다.

암기 포인트

CSI는 $A/(A + B + C)$, FAR은 $C/(A + C)$, POD는 $A/(A + B)$, Bias는 '예보/실제'인 $(A + C)/(A + B)$이다.

NoteBase

문 17. 다음 (가)~(다)에 들어 갈 말로 가장 옳은 것은?

> 2005년 4월 4일 양양 낙산사 부근에서 발생한 대형 산불은 영동지방에서 국지적으로 나타나는 바람인 '양간지풍'과 관련이 높으며, 역전층의 높이가 산보다 (가) 주로 발생하고, (나)에 바람이 더 강해지는 경향이 있다. 이 바람은 (다) 현상과 관련이 있다.

	(가)	(나)	(다)
①	낮을 때	주간	물뛰(Hydraulic jump)
②	높을 때	야간	베르누이(Bernoulli)
③	낮을 때	야간	물뛰(Hydraulic jump)
④	높을 때	주간	베르누이(Bernoulli)

정답 2번

출제 포인트

양간지풍이 강해지는 역전층의 높이와 시간대, 그리고 산을 넘은 공기의 가속을 설명하는 현상을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

양간지풍: 영동 지방에서 태백산맥을 넘어 동해안 쪽으로 강하게 불어 내려오는 고온·건조한 국지풍이다.
역전층의 높이가 산보다 높을 때 주로 나타나며, 주간보다 야간에 바람이 강해지는 경향이 있다.
베르누이 현상: 흐르는 유체에서 위치에너지·압력에너지·운동에너지가 서로 전환되면서 유속이 달라지는 현상이다. 이 문항에서는 산을 넘은 공기가 산의 동쪽 사면에서 가속되는 원리를 설명한다.
물뛰: 빠르고 얕은 흐름이 갑자기 느리고 깊은 흐름으로 바뀌며 난류가 생기는 현상이다. 이 문항에서 묻는 산을 넘은 바람의 가속 원리와는 다르다.

선지별 해설

① X — '역전층의 높이가 산보다 낮을 때', '주간', '물뛰'이 틀린 표현이다. 올바르게는 역전층의 높이가 산보다 높을 때 주로 발생하고 야간에 더 강해지며, 베르누이 현상과 관련이 있다.
② O — 역전층의 높이가 산보다 높을 때 주로 발생하고 야간에 바람이 더 강해지는 경향이 있으며, 산을 넘은 공기의 가속은 베르누이 현상으로 설명된다. 세 조건이 모두 맞는다.
③ X — '역전층의 높이가 산보다 낮을 때'와 '물뛰'이 틀린 표현이다. '야간'은 맞지만, 올바르게는 역전층의 높이가 산보다 높을 때 주로 발생하며 베르누이 현상과 관련이 있다.
④ X — '주간'이 틀린 표현이다. 역전층의 높이가 산보다 높고 베르누이 현상과 관련 있다는 부분은 맞지만, 올바르게는 야간에 바람이 더 강해지는 경향이 있다.

NoteBase

오답 포인트

역전층이 산보다 '낮다'고 착각하거나, 빠른 흐름과 관련 있다는 이유만으로 '물뜀'을 고르기 쉽다. 이 문항에서는 '산보다 높은 역전층—야간 강화—베르누이 현상'의 세 요소를 한 묶음으로 판단해야 한다. 특히 ④는 역전층 높이와 관련 현상은 맞지만 시간대가 '주간'으로 바뀐 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

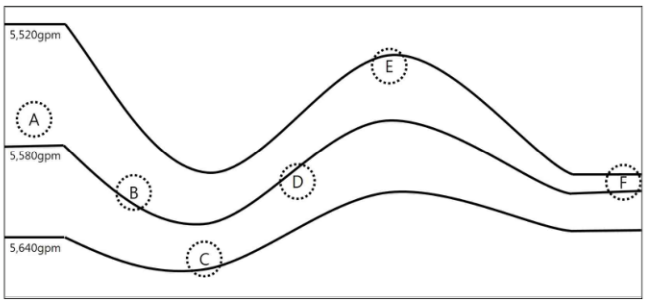
양간지풍의 조건을 묻는 경우 역전층은 산보다 높은지, 강풍 시간대는 야간인지, 산을 넘은 공기의 가속 원리는 베르누이 현상인지 차례로 대조한다. 세 항목 중 하나라도 다르면 틀린 선지이다.

암기 포인트

양간지풍은 '높은 역전층—야간 강풍—베르누이'로 연결한다.

NoteBase

문 18. 아래의 그림은 북반구에서 500hPa의 등고선 분포도이다. 이 중 <보기>의 설명(가~다)과 그림의 특정 위치(A~F)를 가장 옳게 짝지은 것은?



< 보 기 >

가. 음의 소용돌이도 최대구역
나. 시어(Shear) 소용돌이도 최대구역
다. 지상의 저기압을 발달시키는 구역

① 가 - E, 나 - F, 다 - D
② 가 - E, 나 - C, 다 - D
③ 가 - C, 나 - A, 다 - B
④ 가 - C, 나 - F, 다 - B

정답 1번

출제 포인트

500 hPa 등고선의 굽은 방향과 간격을 이용하여 소용돌이도의 부호·크기 및 지상 저기압 발달 위치를 판단하는 문제이다. 능의 중심인 E에서는 음의 곡률 소용돌이도가 크고, 등고선이 조밀한 F에서는 바람의 수평 시어가 크며, 골의 동쪽인 D에서는 지상 저기압이 발달하기 쉽다.

선지별 해설

① O - 가-E, 나-F, 다-D가 모두 맞는다. E는 능의 중심이므로 음의 소용돌이도가 가장 크고, F는 등고선 간격의 변화가 커 시어 소용돌이도가 크며, D는 골의 동쪽에 있어 양의 소용돌이도 이류가 나타나는 지상 저기압 발달 구역이다.

② X - '나-C'가 틀렸다. C는 골의 중심으로 곡률에 따른 양의 소용돌이도가 큰 곳이지 시어 소용돌이도 최대구역이 아니다. 올바른 짝은 '나-F'이며, 전체 짝은 가-E, 나-F, 다-D이다.

③ X - '가-C, 나-A, 다-B'가 모두 틀렸다. C는 음이 아니라 양의 곡률 소용돌이도가 큰 골의 중심이고, A는 F보다 등고선 간격에 따른 바람의 수평 시어가 작으며, B는 골의 서쪽이므로 저기압 발달에 유리한 골 동쪽의 D가 아니다. 올바르게는 가-E, 나-F, 다-D이다.

④ X - '가-C'와 '다-B'가 틀리고 '나-F'만 맞는다. 음의 소용돌이도 최대구역은 능의 중심 E이고, 지상 저기압 발달 구역은 골의 동쪽 D이다. 따라서 올바른 짝은 가-E, 나-F, 다-D이다.

NoteBase

오답 포인트

소용돌이도의 부호를 등고선의 높이값 자체로 판단하거나 골의 중심을 곧바로 지상 저기압의 발달 위치로 고르면 틀리기 쉽다. 북반구에서 골은 양의 곡률 소용돌이도, 능은 음의 곡률 소용돌이도와 연결되며, 지상 저기압은 골의 중심이 아니라 양의 소용돌이도 이류가 나타나는 골의 동쪽에서 발달하기 쉽다. 또한 시어 소용돌이도는 등고선의 굽음보다 등고선 간격이 나타내는 풍속의 수평 변화로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 등고선이 남쪽으로 처진 곳을 골, 북쪽으로 솟은 곳을 능으로 구분한다. 그다음 골에서는 양의 곡률 소용돌이도, 능에서는 음의 곡률 소용돌이도를 찾고, 시어 소용돌이도는 등고선 간격에 따른 풍속 차이가 큰 곳에서 찾는다. 지상 저기압 발달은 양의 소용돌이도 이류가 나타나는 골의 동쪽을 선택한다.

암기 포인트

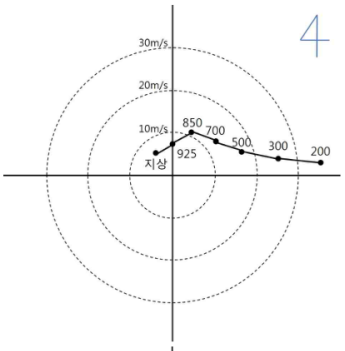
북반구 500 hPa에서는 '골은 양, 능은 음, 저기압 발달은 골의 동쪽'으로 연결하고, 시어는 등고선 간격의 변화로 판단한다.

NoteBase

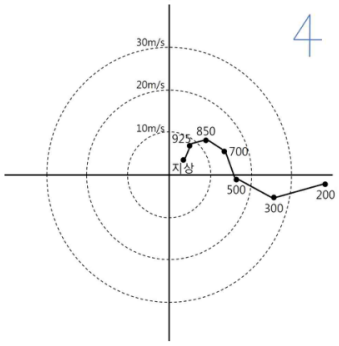
문 19. 다음과 같이 분석할 수 있는 호도그래프로 가장 옳은 것은?

> 700hPa에서는 서풍 내지는 남서풍이 불고 있다. 700hPa 이하에는 한기가 유입되고, 700hPa 이상에는 난기가 유입되고 있다. 700hPa 이하에서는 풍향 시어(Shear)가 크나, 700hPa 이상에서는 풍속 시어가 크다.

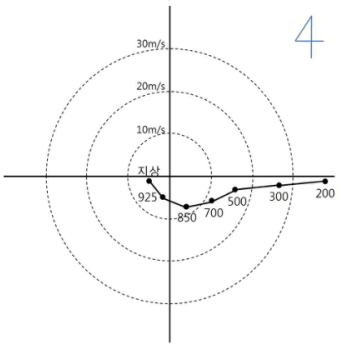
① 4



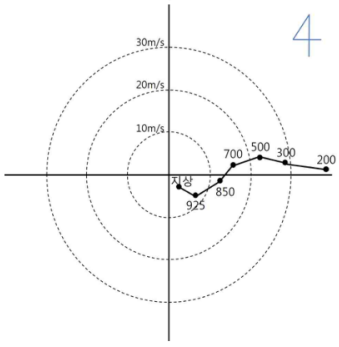
② 4



③ 4



④ 4



정답 4번

NoteBase

출제 포인트

이 문제는 호도그래프에서 각 고도의 풍향·풍속과 고도에 따른 풍향 회전 및 풍속 변화를 함께 판독하는 문제이다. 북반구에서는 고도에 따라 풍향이 반전(backing)하면 한랭 이류, 순전(veering)하면 온난 이류를 나타내며, 점의 방향각 변화가 크면 풍향 시어, 방향은 비슷하고 원점에서의 거리 변화가 크면 풍속 시어가 크다.

선지별 해설

① X

- 700*hPa*의 바람과 그 위층의 풍속 증가 형태는 조건에 가깝지만, 850*hPa*에서 700*hPa*로 갈 때 풍향이 다시 순전하여 700*hPa* 이하의 한랭 이류가 일관되게 나타나지 않는다. 틀린 배열 → 올바르게는 지상 부근부터 700*hPa*까지 고도가 높아질수록 풍향이 반전해야 한다.

② X

- 700*hPa* 위에서 500*hPa*, 300*hPa*, 200*hPa*의 점들이 같은 방위로 뻗지 않고 크게 굽어 풍향 변화가 크다. 이는 '상층에서는 풍속 시어가 크다'는 조건에 맞지 않는다. 틀린 배열 → 올바르게는 700*hPa* 이상에서 풍향 변화는 작고 원점으로부터의 거리, 즉 풍속이 주로 증가해야 한다.

③ X

- 700*hPa*의 점이 원점의 오른쪽 아래에 있어 그 고도의 바람은 서풍 또는 남서풍이 아니라 북서풍 계열로 읽힌다. 틀린 배열 → 올바르게는 700*hPa*의 점이 오른쪽 또는 오른쪽 위에 놓여 서풍 또는 남서풍을 나타내야 한다.

④ O

- 700*hPa*의 점은 오른쪽 위에 있어 남서풍을 나타낸다. 지상 부근에서 700*hPa*까지는 고도에 따라 풍향이 반전하면서 방향 변화가 커 한랭 이류와 큰 풍향 시어가 나타난다. 700*hPa* 위에서는 풍향이 조금 순전하여 온난 이류가 나타나고, 점들이 거의 같은 방향으로 원점에서 멀어져 풍속 시어가 크게 나타난다.

오답 포인트

700*hPa*의 풍향 하나만 맞는 도식을 고르면 안 된다. ①은 하층의 풍향 회전이 중간에 바뀌고, ②는 상층에서 방향 변화가 지나치게 크며, ③은 700*hPa* 풍향 자체가 조건과 다르다. ④만 기준 고도의 풍향, 하층의 한랭 이류·풍향 시어, 상층의 온난 이류·풍속 시어를 모두 만족한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기준 기압면의 점이 요구된 풍향 사분면에 있는지 확인한다. 다음으로 아래층과 위층을 나누어 고도에 따른 풍향의 반전·순전으로 한랭·온난 이류를 판별한다. 마지막으로 방향각 변화가 큰지, 원점에서의 거리 변화가 큰지를 비교하여 풍향 시어와 풍속 시어를 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

북반구에서 고도에 따라 반전하면 한랭 이류, 순전하면 온난 이류이다. 각도 변화는 풍향 시어, 반지름 변화는 풍속 시어이다.

NoteBase

문 20. 구름의 높이가 같고, 기대할 수 있는 강수량이 1㎜로 같은 조건일 때, 다음 중 가장 많은 적설이 나타날 수 있는 조건은?

① 구름 내부의 온도는 -50 ~ -30℃, 지상의 기온은 -15℃
② 구름 내부의 온도는 -10 ~ -5℃, 지상의 기온은 1℃
③ 구름 내부의 온도는 -25 ~ -10℃, 지상의 기온은 -5℃
④ 구름 내부의 온도는 -10 ~ -5℃, 지상의 기온은 0℃

정답 3번

출제 포인트

같은 구름 높이와 같은 강수량에서 구름 속 눈 결정이 크게 성장하고, 지상에 내린 눈이 녹지 않아 적설이 가장 많아지는 온도 조합을 묻는 문제이다.

핵심 개념

적설량은 구름 내부에서 어떤 눈 결정이 얼마나 잘 성장하는지와 지상에 도달한 눈이 얼마나 녹는지에 좌우된다. 구름 속에 약 −15 ° C 부근의 수지상 결정 성장대가 포함되면 가지가 발달한 눈 결정이 효율적으로 성장하며, 지상 기온이 영하이면 융해가 억제되어 눈이 잘 쌓인다. 따라서 제시된 조건 중 구름 내부 온도가 −25 ~ − 10 ° C이고 지상 기온이 −5 ° C인 조합이 가장 유리하다.

선지별 해설

① X — 구름 내부의 −50 ~ − 30 ° C는 눈 결정의 수지상 성장이 가장 활발한 약 −15 ° C 부근보다 지나치게 낮다. 지상 기온은 충분히 낮지만 구름 속 결정 성장 조건이 불리하다. 틀린 표현은 ‘구름 내부의 온도는 −50 ~ − 30 ° C’이며, 올바르게는 ‘구름 내부의 온도는 −25 ~ − 10 ° C, 지상의 기온은 −5 ° C’이다.
② X — 구름 내부의 −10 ~ − 5 ° C는 주된 수지상 결정 성장대보다 따뜻하고, 지상 기온 1 ° C에서는 내린 눈이 녹아 적설이 감소한다. 틀린 표현은 구름 온도 범위와 ‘지상의 기온은 1 ° C’이며, 올바르게는 ‘구름 내부의 온도는 −25 ~ − 10 ° C, 지상의 기온은 −5 ° C’이다.
③ O — 구름 내부의 −25 ~ − 10 ° C에는 눈 결정이 효율적으로 성장하는 약 −15 ° C 부근이 포함되고, 지상 기온 −5 ° C에서는 융해가 억제된다. 같은 강수량일 때 네 조건 중 가장 많은 적설이 나타날 수 있다.
④ X — 구름 내부의 −10 ~ − 5 ° C는 주된 수지상 결정 성장대보다 따뜻하며, 지상 기온 0 ° C 부근에서는 눈이 습해지거나 일부 녹아 적설에 불리하다. 틀린 표현은 구름 온도 범위와 ‘지상의 기온은 0 ° C’이며, 올바르게는 ‘구름 내부의 온도는 −25 ~ − 10 ° C, 지상의 기온은 −5 ° C’이다.

오답 포인트

지상 기온이 가장 낮은 ①을 고르는 것이 함정이다. 적설량은 지상에서 눈이 녹지 않는 조건만으로 결정되지 않으며, 구름 속에 눈 결정의 성장이 활발한 약 −15 ° C 부근이 포함되는지도 함께 판단해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 구름 내부 온도 범위에 약 −15 ° C 부근이 포함되는지 확인하고, 다음으로 지상 기온이 영하라서 눈의 융해가 억제되는지 판단한다. 두 조건을 함께 만족하는 조합이 많은 적설에 유리하다.

암기 포인트

많은 적설의 핵심은 '구름 속 약 −15 ° C에서 눈 결정 성장, 지상 영하에서 융해 억제'이다.

NoteBase