

기상역학

2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 : 성명 :

제 1 문. 지균폭 \vec{V}_g 가 다음과 같이 정의되는 준지균폭 역학계를 고려하자.

$$\vec{V}_g \equiv \frac{\vec{k}}{f_0} \times \nabla \Phi$$

여기서 f_0 는 일정한 기준위도 ϕ_0 에서의 코리올리 파라미터, Φ 는 지위(geopotential), \vec{k} 는 연직방향의 단위벡터이다. 이 역학계에서 소용돌이도 방정식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

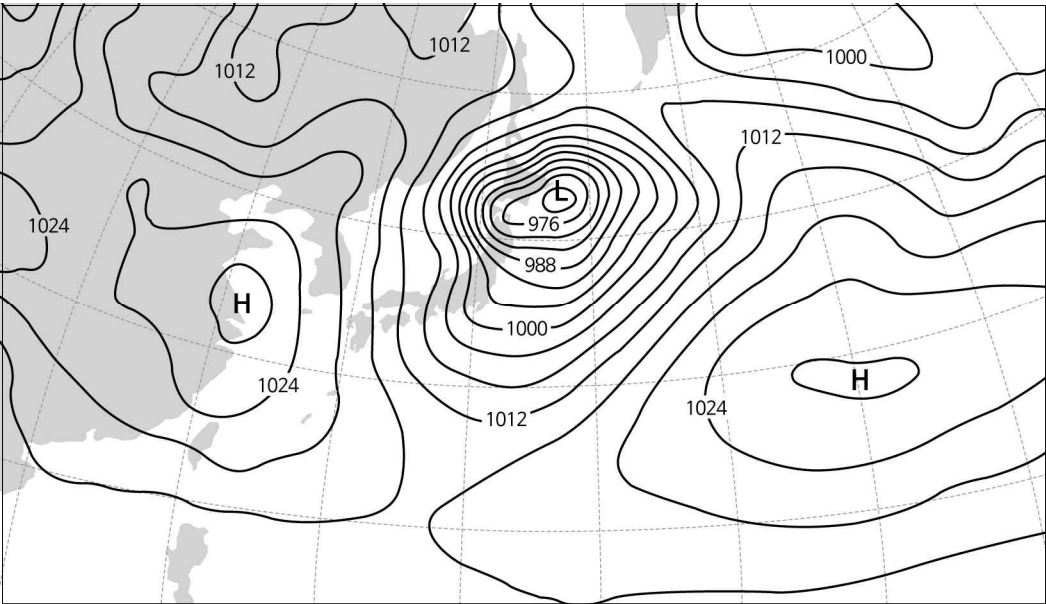
$$\frac{\partial \zeta_g}{\partial t} = -\vec{V}_g \cdot \nabla (\zeta_g + f) + f_0 \frac{\partial \omega}{\partial p}$$

여기서 ζ_g 는 지균폭 상대 소용돌이도, f 는 코리올리 파라미터, ω 는 연직 기압 속도, p 는 기압이다. 연직으로만 변화하는 매개변수 Φ_0 , U , A 와 동서파수 k 및 남북파수 l 에 대해 지위장이 다음과 같이 주어졌을 때, 물음에 답하시오. (총 20점)

$$\Phi = \Phi_0 - f_0 U y + f_0 A \sin kx \cos ly$$

- 1) 지균폭 상대 소용돌이도 ζ_g 를 수식으로 나타내시오. (5점)
- 2) 지균폭에 의한 상대 소용돌이도 이류와 행성 소용돌이도 이류를 구하고, 두 이류항이 지위장을 서로 반대 방향으로 이동시키려는 경향을 가짐을 보이시오. (10점)
- 3) 2)의 결과를 이용하여, 지위장이 정체할 때의 조건을 제시하시오. (5점)

제 2 문. 그림은 어느 날 해면 기압(hPa) 분포를 나타낸 것으로 고기압 중심 부근의 기압 경도가 저기압에 비해 훨씬 작다. 다음 물음에 답하시오. (총 25점)



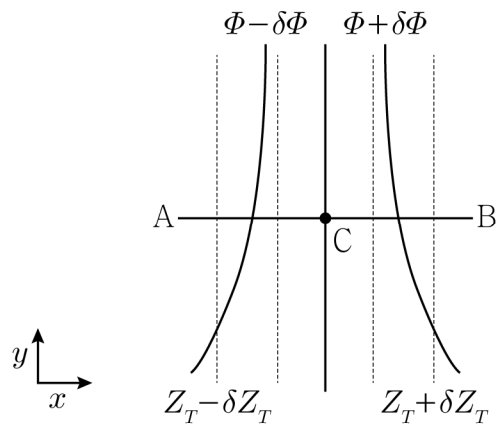
- 1) 자연 좌표계에서 바람의 직각 방향에 대한 운동 방정식을 이용하여 고기압 중심 부근의 기압 경도가 저기압에 비해 작게 나타날 수 있는 이유를 설명하시오. (10점)
- 2) 종관규모 운동에 적용되는 소용돌이도 방정식을 이용하여 1)에서 보인 것과 같이 고기압 중심 부근의 기압 경도가 저기압에 비해 작게 나타날 수 있는 이유를 설명하시오. (10점)
- 3) 고기압 중심 부근에서 기압 경도가 작아지는 현상이 겨울철 기온 및 안개 형성에 미치는 영향에 대해 논하시오. (5점)

제 3 문. \vec{Q} 벡터를 이용한 오메가 방정식은 다음과 같이 주어진다. 물음에 답하시오.
 (단, ∇^2 은 라플라시안 연산자, f_0 는 코리올리 파라미터, p 는 기압, σ 는 대기 중층에서의 안정도, \vec{V}_g 는 지균풍 벡터, T 는 온도, R 은 기체상수를 나타낸다)
 (총 30점)

$$\left[\sigma \nabla^2 + f_0^2 \frac{\partial^2}{\partial p^2} \right] \omega = -2 \vec{\nabla} \cdot \vec{Q} \quad (\text{가})$$

$$\vec{Q} = \left(-\frac{R}{p} \frac{\partial \vec{V}_g}{\partial x} \cdot \vec{\nabla} T, -\frac{R}{p} \frac{\partial \vec{V}_g}{\partial y} \cdot \vec{\nabla} T \right) \quad (\text{나})$$

- 위 식에 근거하여 \vec{Q} 벡터와 연직 운동과의 관계를 기술하시오. (5점)
- 다음 그림은 북반구에서 나타난 500 hPa 지위(Φ , 실선), 700 ~ 300 hPa 층두께(Z_T , 점선)를 나타낸 것이다. C는 어느 한 지점을 나타낸다. 지균풍에 의해 온도풍 관계가 C에서 파괴됨을 설명하시오. (5점)



- 식 (나)에 근거하여, C에서의 \vec{Q} 벡터를 표시하고, 그 이유를 설명하시오. (10점)
- \vec{Q} 벡터로 알 수 있는 A-B 연직 단면에서의 2차 순환을 그리고, 이 순환으로부터 온도풍 균형이 이루어짐을 설명하시오. (10점)

제 4 문. 다음은 기압좌표계에서 동서평균(zonal mean)된 준지균 운동 및 열역학 방정식계이다. 물음에 답하시오. (단, u 는 동서 바람, v 는 남북 바람, ω 는 연직 기압 속도, θ 는 온위, f 는 코리올리 파라미터, R 은 기체상수, S 는 대기 안정도를 의미한다)
 (총 25점)

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = f \bar{v} - \frac{\partial \bar{u}'v'}{\partial y}$$

$$f \frac{\partial \bar{u}}{\partial p} = R \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial y}$$

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} = S \bar{\omega} - \frac{\partial \bar{\theta}'v'}{\partial y}$$

$$\frac{\partial \bar{\omega}}{\partial p} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} = 0$$

- 위 방정식을 이용하여, 정상상태(steady state) 일 때 열속(heat flux)과 운동량속(momentum flux) 간의 관계식을 유도하시오. (단, $f \approx f_0$ 그리고 $S \approx S_0$ 로 모두 상수이다) (7점)
- 평균적인 겨울철 북반구 중위도 지역(30 ~ 60°N)에서의 열속과 운동량속의 분포를 자오면 (y-p) 평면에 그리고, 1)에서 제시된 관계식을 설명하시오. (8점)
- 유선함수($\bar{\chi}$)를 다음과 같이 정의하자.

$$\rho_o \bar{\omega} = \frac{\partial \bar{\chi}}{\partial y}, \quad \rho_o \bar{v} = -\frac{\partial \bar{\chi}}{\partial p}$$

위 방정식계를 이용하여 유선함수를 열속과 운동량속에 대한 식으로 표현하시오. 이를 이용하여 북반구 중위도 자오면 순환을 나타내고, 그 이유를 설명하시오. (10점)

인사혁신처 시험출제과장