

대기의 연직온도분포에 잠열이 미치는 영향

지구환경과학부 김경민
김서연
김종민

목 차

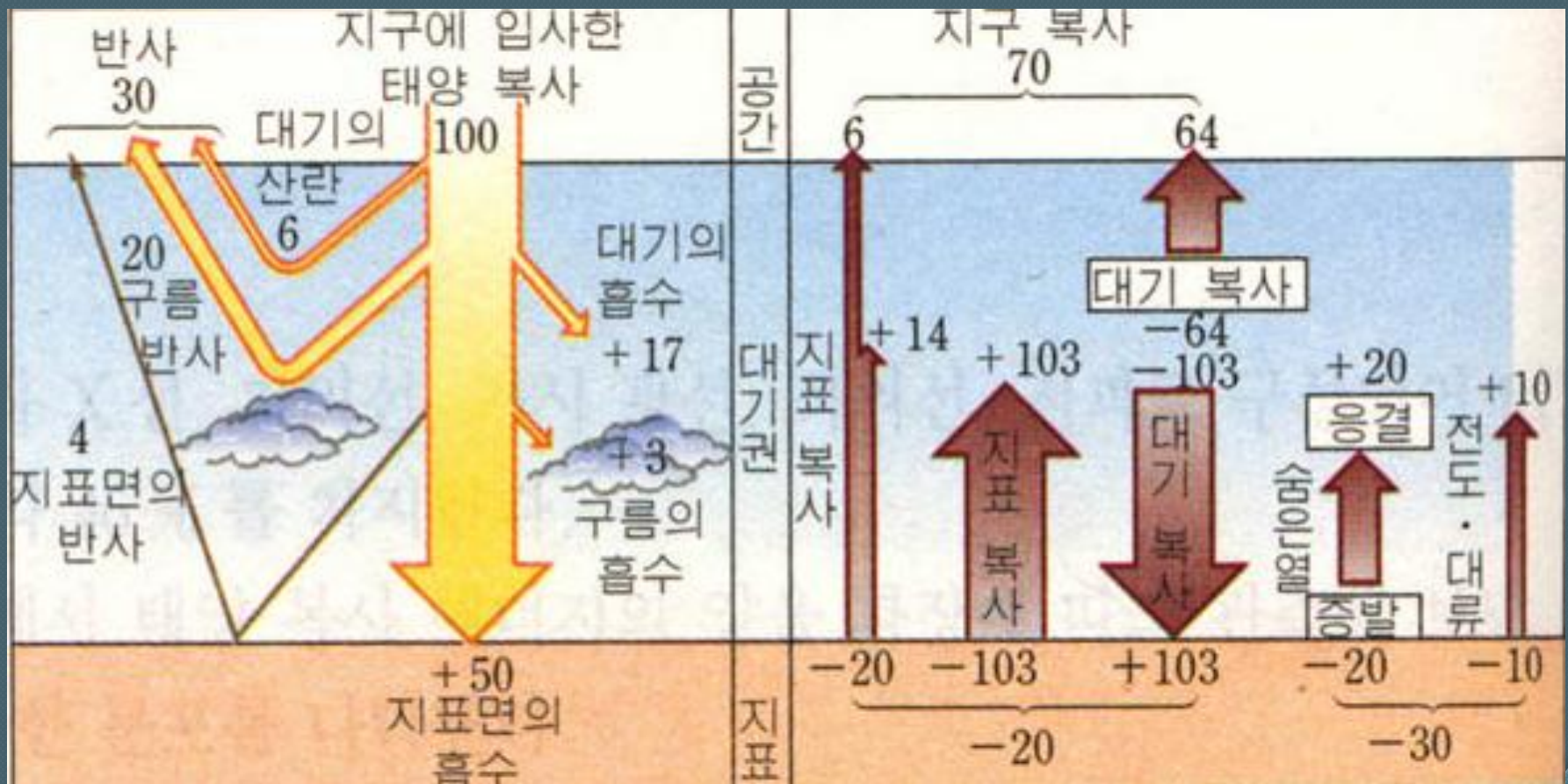
- ◎ 연구 동 기
- ◎ 배경 이론
- ◎ 계산 방법
- ◎ 계산 과정
- ◎ 계산 결과
- ◎ 결 론

연구동기

- 잠열(latent heat) : 대류권 내에서의 대기의 순환과 구름 생성 매커니즘으로 인해 액화(또는 승화)될 때 발생하는 열
- 잠열이 대기 온도분포에 영향을 주지 않을까?
- 그렇다면 대기의 고도에 따른 온도에 얼마나 영향을 미칠까?

배경이론

지구의 복사평형



배경이론

◎ 대류권의 온도에 미치는 잠열의 영향력

대류권은 지표에 가까워 지표와의 열교환이 온도에 가장 큰 영향을 미친다

<지표→대기 에너지 전달>

103단위 : 지표복사

21단위 : 잠열

8단위 : 현열

지구

잠열이 대기의 온도에
상당한 영향을 줄 거라고 예상!

계산방법

1

- 공기등위가 상승하며 응결(혹은 승화)

2

- 잠열의 발생

3

- 잠열에 의해 고도에 따른 온도변화 확인

4

- 기후별, 계절별 온도변화 비교

계산 방법

1

- 기준수증기를 포함한 1제곱미터의 공기등위

2

- 1제곱미터 당 응결된 수증기의 질량=그 지역의 일일 강수량

3

- 이 만큼의 수증기가 포함되어있는 공기덩이를 가정

계산 과정

● 초기 상태

1제곱미터 당 응결된 수증기의 질량=그 지역의 일일 강수량
주어진 수증기량을 포함하는 공기등위를 가정하면
이 공기등위의 수증기를 제외한 질량을 구하면

$$e_{sw}(T_{dew}) = 19.83 \exp(19.83 - 5417/T_{dew}) = e \quad \text{식을 이용}$$

고도에 대한 압력 $p(z)$ 는 데이터를 통해 구한다.

이를 통해 $w = \epsilon \frac{e}{p(z)}$ 를 구할 수 있고

$$w = \frac{m_v}{m_d} \quad m_d = \frac{m_v}{w} \quad \text{로 } m_d \text{ 를 알 수 있다.}$$

계산 과정

● 공기등위 상승

온도가 줄어듦에 따라 가질 수 있는 포화수증기량이 감소

$$e_{sw} V(z) = m_{vs} R_v T(z)$$

$$e_{sw} = 6.11 \exp(19.83 - 5417/T(z)) \quad \text{에서}$$

$$m_{vs} = \frac{6.11 \exp(19.83 - 5417/T(z)) V(z)}{R_v T(z)}$$

계산 과정

● 100m 간격으로 응결 수증기량 구하기

0°C이상

- 전부 액화

-40°C
~0°C

- - x °C일 때,
- 가중치를 $\frac{(40-x)l_v + xl_s}{40}$ 로 두어
- 액화:승화가 $40-x : x$ 로 일어난다고 가정

-40°C이하

- 전부 승화

계산 과정

- 100m 간격으로 응결 수증기량 구하기

$$Q_z = c_p m_z \Delta T$$

$$m_z = \frac{p(z) V(z)}{R_d T(z)}$$

Q_z : 고도 z 구간에서 발생한 열

ΔT : 고도 z 구간에서의 온도 변화

m_z : 고도 z 구간에서의 응결하는 수증기의 질량

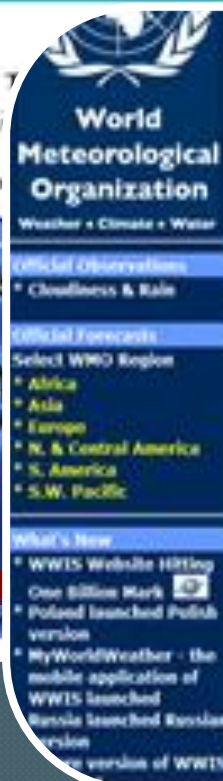
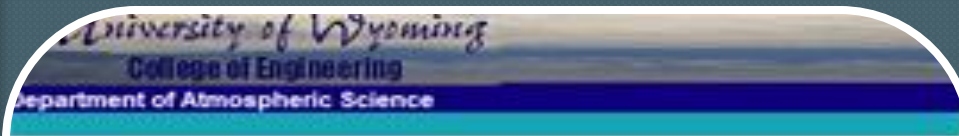
구간 높이 $h=100\text{m}$, 지표 1제곱미터의 단위면적을 가정했으므로

$$V(z) = 1\text{m}^2 * h = 100\text{m}^3$$

따라서 온도변화량 ΔT 을 구할 수 있다.

계산 과정

데이터 출처



Weather Information for Albany, New York

Weather Forecast
Issued at 19:50 07 Dec 2012

Date	Temperature °C		Weather
	Minimum	Maximum	
08 Dec (Sat)	2	8	CLOUDY
09 Dec (Sun)	1	7	MOSTLY CLOUDY

>> Click here for temperatures in °F

Remark:
* Daylight refers to Eastern Standard Time (EST).

Climatological Information

Month	Mean Temperature °C		Mean Total Precipitation (mm)	Mean Number of Precipitation Days
	Daily Minimum	Daily Maximum		
Jan	-11.7	-1.0	59.9	8.1
Feb	-10.1	0.7	57.7	7.2
Mar	-6.2	6.2	74.4	8.4
Apr	1.7	14.2	75.9	8.7
May	7.4	20.9	86.6	10.2
Jun	12.6	26.3	91.0	9.3
Jul	15.3	28.9	77.0	8.1
Aug	14.3	27.4	88.1	8.5
Sep	9.7	22.0	74.0	7.4

고도에 따른 연직온도분포와

이슬점분포, 압력분포

월 강수량

계산 과정

데이터 분석

페어뱅크스-여름 - Microsoft Excel

홈 삽입 페이지 레이아웃 수식 데이터 검토 보기

잘라내기 붙여넣기 클립보드, 복사, 서식 복사, 글꼴, 맞춤, 텍스트 줄 바꿈, 병합하고 가운데 맞춤, 표시 형식, 조건부 서식, 표 서식, 삽입 삭제, 자동 합계, 채우기, 지우기, 정렬 및 필터, 정렬 및 선택

AB1 페어뱅크스 7월 1일 평균 강수량 1.7mm

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	높이	기온	압력	포화 수증기	지표 T-Td	지표 수증기	지표 혼합비	밀도	Vz	Mv	dMv	Md	Lv	Ls	Lv&Ls	dT	페어뱅크스 7월 1일 평균	
2		0	18.26	1005	2093.503	13	878.0402	0.005434	1.193953	261.3167	4.069942		2453500		2453500		1제곱미터당 1.7kg의 수	
3	100	17.59	993.924	2005.627	13		184.0184	1.183517	263.621	3.942555			2453500		2453500		312.8313	
4	200	16.92	982.928	1921.06	17			1.173129	265.9555	3.818563			2453500		2453500		1.7kg의 수증기를 함유한	
5	300	16.25	972.012	1839.691	14			1.162788	268.3207	3.69789			2453500		2453500			
6	400	15.58	961.176	1761.414	11			1.152494	270.7171	3.580464			2453500		2453500			
7	500	14.91	950.42	1686.127	7			1.142249	273.1452	3.466215			2465600		2465600			
8	600	14.24	939.744	1613.729	14			1.132053	275.6054	3.355071			2465600		2465600			
9	700	13.57	929.148	1544.123	20			1.121906	278.0983	3.246965			2465600		2465600			
10	800	12.9	918.632	1477.213	8			1.111807	280.6241	3.141828			2465600		2465600			
11	900	12.23	908.196	1412.909	13			1.101759	283.1836	3.039593			2465600		2465600			
12	1000	11.56	897.84	1351.121	LCL고도			1.09176	285.777	2.940194			2465600		2465600			
13	1100	10.89	887.564	1291.762	1625			1.081812	288.405	2.843568			2465600		2465600			
14	1200	10.22	877.368	1234.749				1.071914	291.0681	2.749651			2465600		2465600			
15	1300	9.55	867.252	1179.999				1.062068	293.7666	2.65838			2465600		2465600			
16	1400	8.88	857.216	1127.434				1.052272	296.5012	2.569695			2465600		2465600			
17	1500	8.21	847.26	1076.977				1.042529	299.2723	2.483535			2465600		2465600			
18	1600	7.54	837.384	1028.552				1.032838	302.0804	2.399841	-0.08369	103.2838	2465600		2465600			
19	1700	6.87	827.588	982.089				1.023199	304.9261	2.318555	-0.08129	102.3199	2465600		2465600	1.988011		
20	1800	6.2	817.872	937.5166				1.013613	307.8098	2.23962	-0.07893	101.3613	2465600		2465600	1.949		
21	1900	5.53	808.236	894.7672				1.00408	310.7322	2.16298	-0.07664	100.408	2465600		2465600	1.910526		
22	2000	4.86	798.68	853.7749				0.994601	313.6936	2.088581	-0.0744	99.46011	2477400		2477400	1.872586		

준비 100% 2012년 12월 8일 토요일 오후 11:25 2012-12-08

계산 결과

기후별 비교

한대기후 : 알래스카

온대기후 : 뉴욕(온대습윤)
서울(온대동계건조)

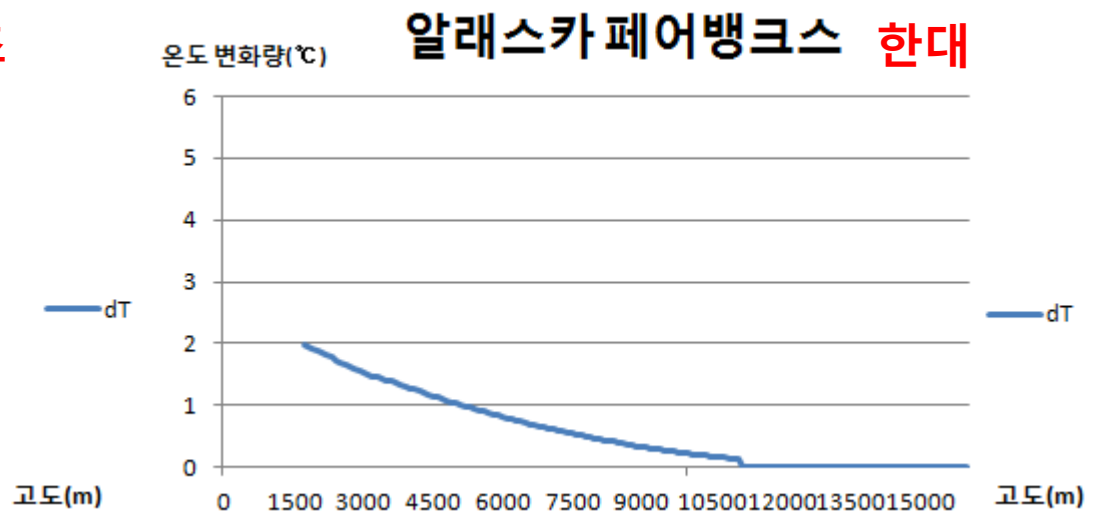
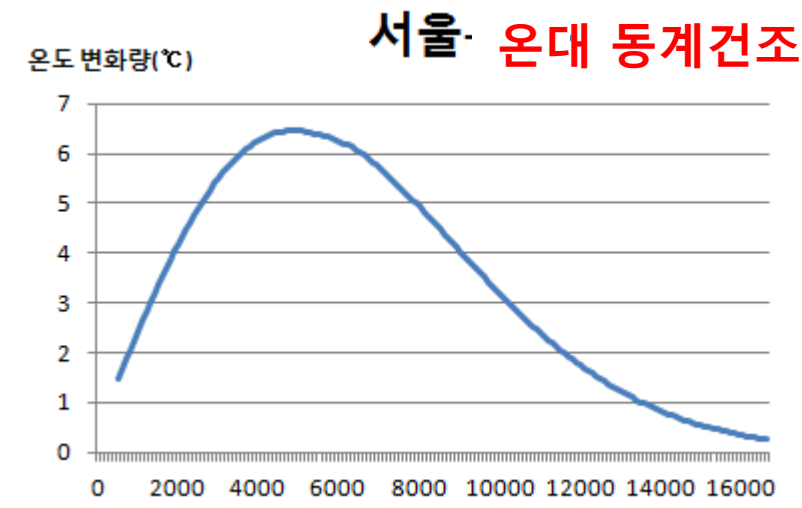
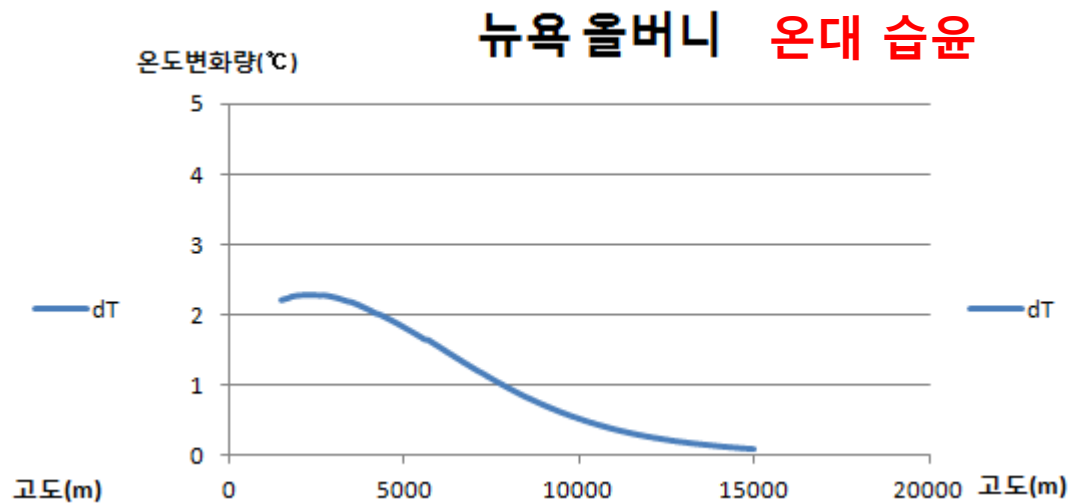
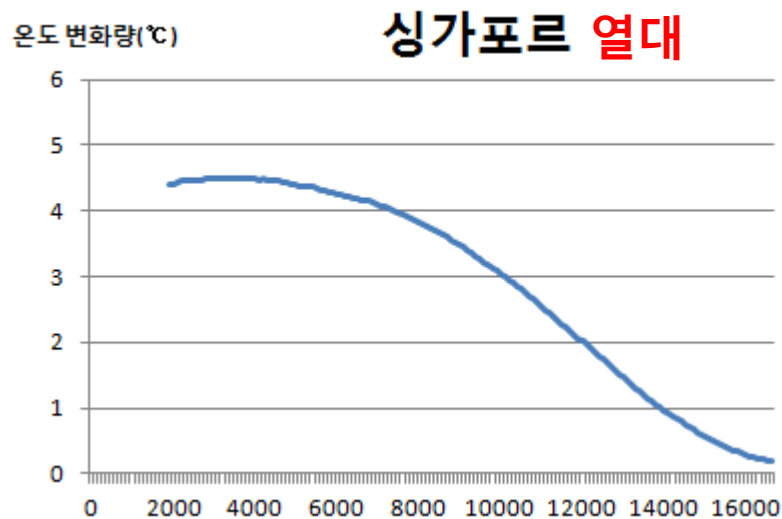
열대기후 : 싱가포르

계절별 비교

계절풍의 영향을 많이 받는
서울의 여름, 겨울

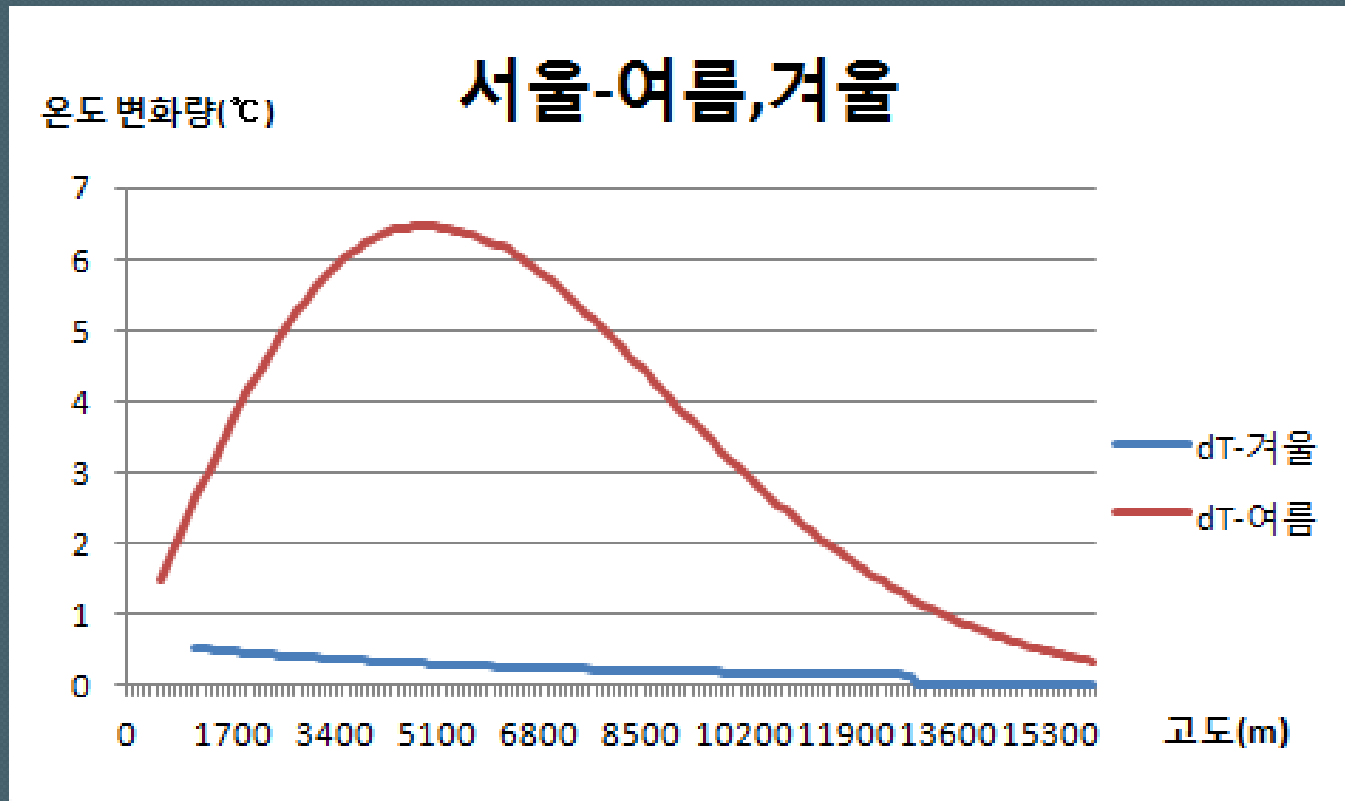
최근 10년 자료 통계(단, 싱가포르는 최근7년)/ 기후별 비교는 7월15
일자 자료사용, 서울의 겨울은 1월 15일자 자료 사용

계산 결과



계산 결과

계절별 비교



◎ 전체적 특성

- 고도가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보인다.
- 간혹 특정 고도에서 온도차이가 커진다.
- 최대 5,6 °C가량까지 온도가 변한다.

결론

• 기후별 비교

열대

- 온도변화량의 감소율이 작다

온대(습윤)

- 온도변화량이 일정하다 감소

온대(동계건조)

- 온도변화량 최고값이 나타난다.
- 온도변화가 급격히 증가하다 감소

한대

- 온도변화량이 가장 작다(최대 2도)
- 온대 겨울과 유사

결론

• 계절별 비교

여름

- 5000m 이하의 고도에서 잠열의 효과가 크고 그 이상에서 급격히 감소한다.

겨울

- 온도 변화량이 매우 작음(거의 없음)
- 고도에 따른 온도변화가 거의 없다
- 한대 기후와 유사

오차 원인

- 실제 공기는 연직운동뿐 아니라 수평운동도 하기 때문에 섞일 수 있다.
- 실제 대기가 상승하는 요인은 다양하다.
- 공기등위가 항상 지표에서부터 상승하는 것이 아니다.
- 상승하는 공기등위의 혼합비가 같지 않다.
- 지역마다 LCL고도가 다르다.
- 응결량, 승화량의 비율이 정확하지 못하다.
- 그리니치표준시12시의 특정시간대에서의 관측값을 사용했다.

◎ 사이트

- <http://worldweather.wmo.int>
- <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

◎ 서적

- An introduction to atmospheric thermodynamics, Anastasios A.Tsonis
- 환경대기과학, 김경익 외 8명

감사합니다