

엘니뇨의 발생에 따른 구름 상태의 변화

대기열역학 5조

은승원 윤현석

윤선식 이승수

목차

1. 서론

- 연구 목표
- 엘니뇨(El nino)란?

2. 본문

- 평년 동태평양 해상의 Skew T - log P Diagram
- 평년 대비 표층 기온이 1°C 상승한다면
- 실제 관측자료를 토대로 한 모델 설정 및 계산

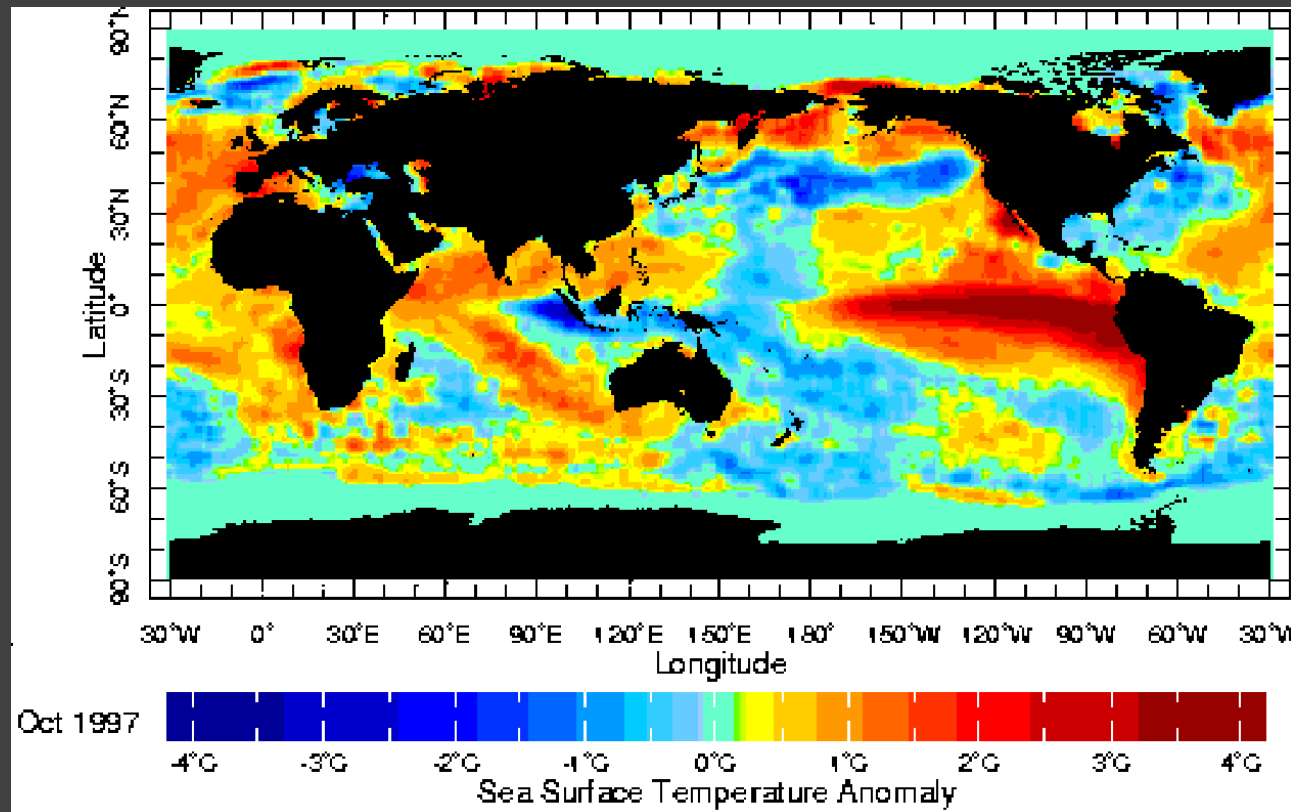
3. 결론

4. 보완 및 한계

연구 목표

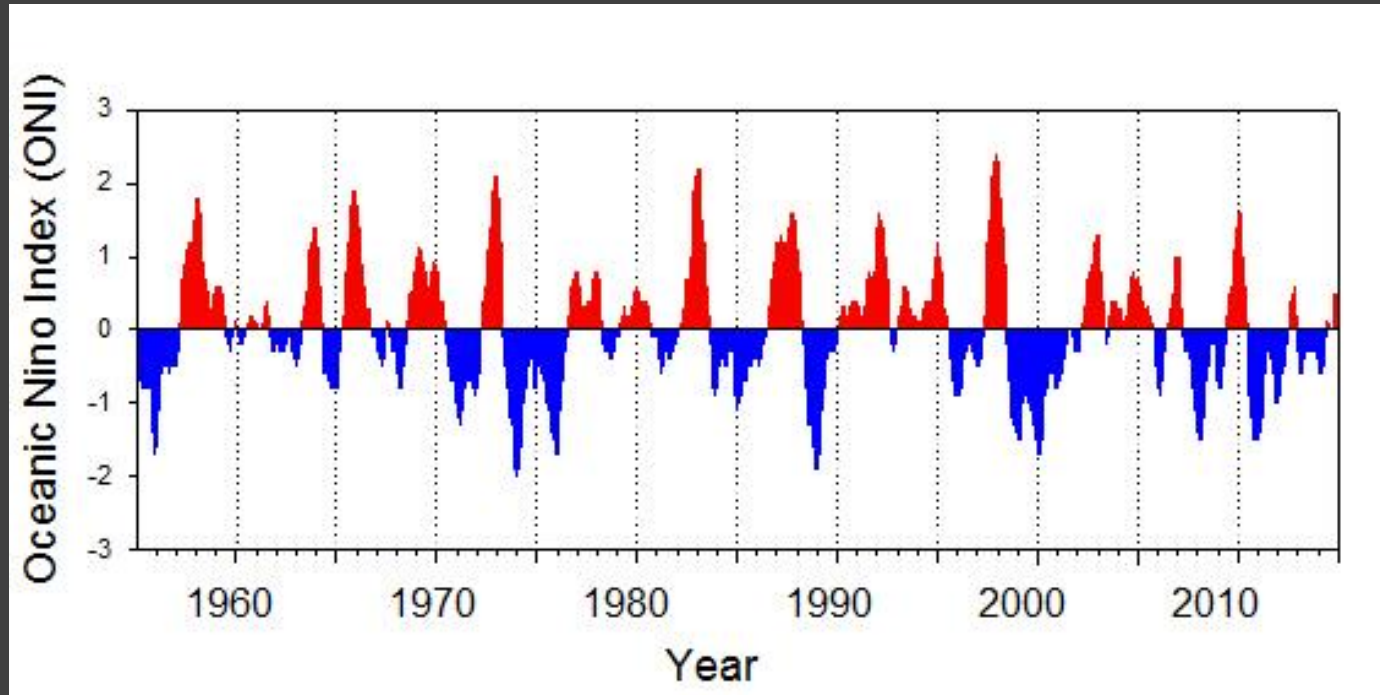
엘니뇨가 발생했을 때의 대기의 안정도나, 구름의 특성 변화를 수업 시간에 배운 대기 열역학 수준으로 설명해본다.

엘니뇨(El nino)란?



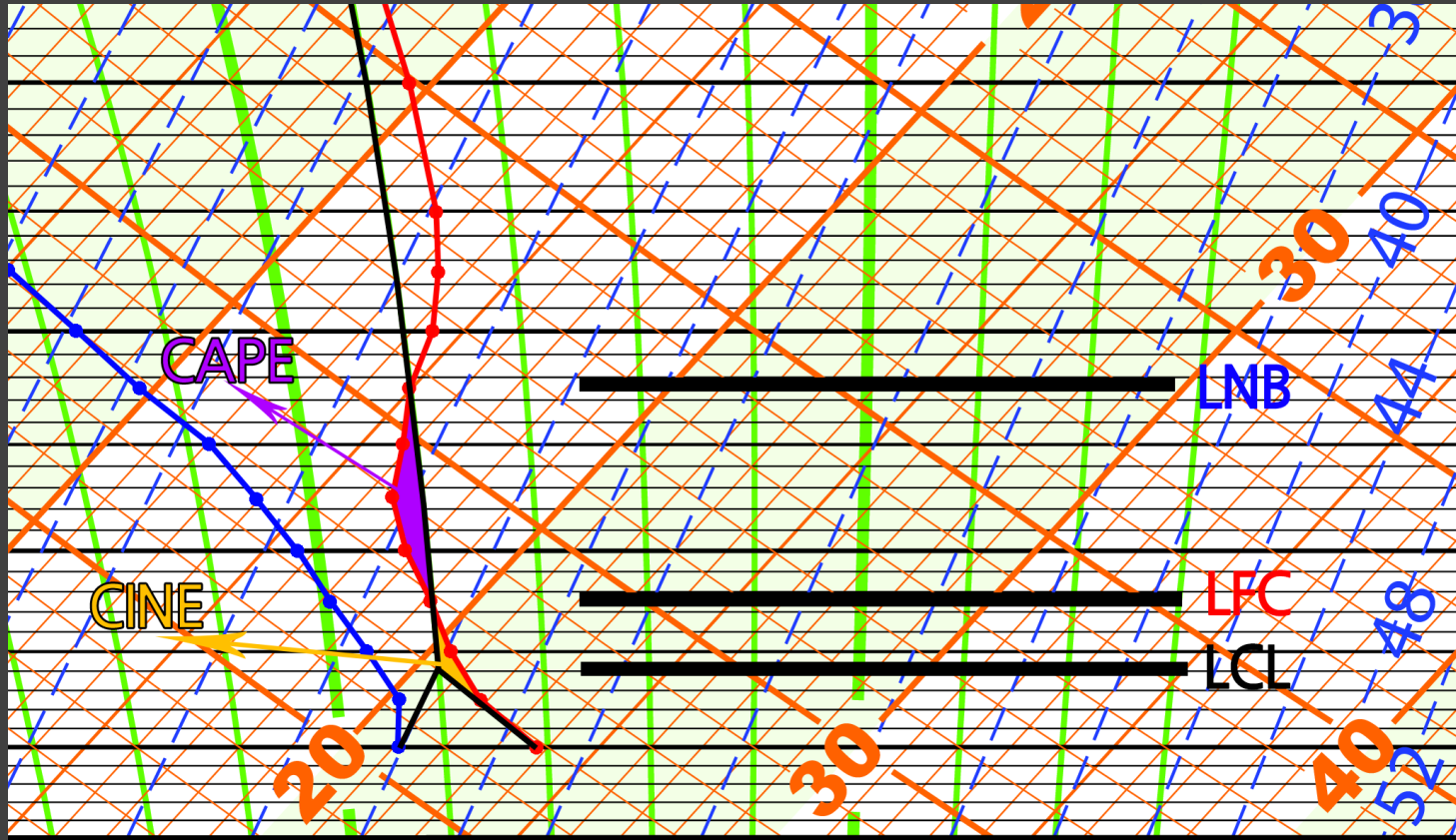
- 중앙 열대 동태평양에서 표층 수온이 평년에 비해 0.5°C 이상 높은 기간이 3개월 이상 지속되는 현상.(NOAA의 정의)

Nino Index



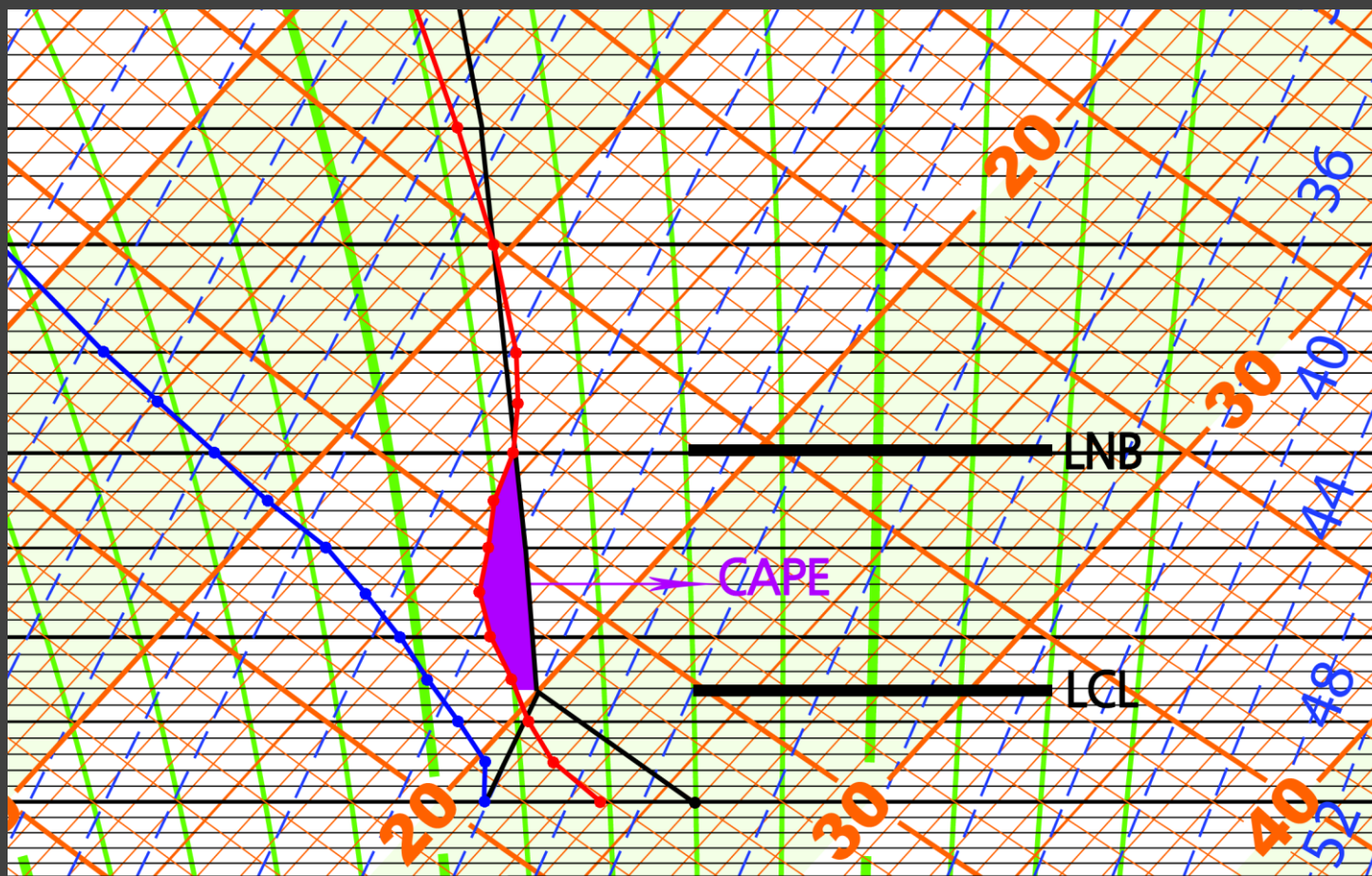
Nino 3.4를 쓰며, 위도 범위 5S – 5N, 경도 범위 120W – 170W 에 속해 있는 해수의 평균 온도 변화를 나타낸 값이다.

평년 동태평양 해상의 Skew T - log P Diagram



- LCL: 960hPa
- LFC: 925hPa
- LNB: 820hPa
- 강수량: 6.68g/kg

평년 대비 표층 기온이 2°C 상승한다면



- LCL 증가(960hPa → 940hPa)
- LNB 증가(820hPa → 800hPa)
- 구름 Bottom과 Top의 고도가 모두 높아질 것으로 예상됨.
- 강수량 증가(6.68g/kg → 7.82g/kg)

모델 계산의 가정

1. 초기 환경의 기온, 기압 및 혼합비는 평년의 값을 반영한다.
2. 각 층 내에서 기온, 기압 및 혼합비는 고도에 따라 달라지지 않는다.
3. 초기 Air parcel은 Environment(이하 ENV)보다 1도만큼 높지만 상대습도는 같다고 가정한다.
4. ENV의 초기 면적은 Air parce에 비해 매우 크다.
5. 환경의 각 층은 서로 섞이지 않고 열교환을 하지 않는다.
6. 환경은 정역학 평형 상태이다.
7. Parcel의 수평 방향 운동은 고려하지 않는다.

외에도 약 7개의 가정이 들어갔다.

모델 설정

	Environment 2
Air Parcel 2	Mixed Air Parcel 1
Air Parcel 1	

모델 계산 결과

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	초기	2015.12.03. 5N, 144.5W 기준			El Nino 때 air parcel이 기온이 주변보다 1도 높다고 가정, 상대습도는 같다고 가정											
2	layer	P_env	T_env	w_env	r_env	T_dew_env	pd_env	thick_env	A_e	md_env	m_env	건조질량	총질량			
3		1	1000	301.15	0.02	0.801725845		1.1074503	753.7995	8	6678.364	6811.9315	7508.431	7659.5092		
4		2	850	292.15	0.013			0.9851842	1525.792	8	12025.49	12181.819				
5		3	700	284.15	0.007			0.8451966	2138.853	8	14462.01	14563.243				
6		4	500	271.15	0.002			0.6396682	3223.654	8	16496.55	16529.546				
7		5	300	246.15	0.0004			0.4242818	3388.932	8	11502.9	11507.497				
8		P_p	T_p	w_p	r_p	T_dew_env	pd_p	thick_p	A_p	md_p	m_p					
9	parcel	1000	302.15	0.0210959	0.801725845		1.1011769	753.7995	1	830.0666	847.57761			parcel의 초기 면적 A_p=1		
10														환경의 초기 면적 A_e=8		
11	혼합 1	P_1	T_1_temp	w_1_temp			pd_net	thick_net	A_net	건조질량	총질량					
12		1000	301.260732	0.02012122			1.1067534	754.1318	8.996034	7508.431	7659.5101					
13	조건 판단 1		ws_w_temp		dry											
14			0.02511835													
15																
16	환경 & parcel 설정 1															
17	layer	P_env	T_env	w_env	r_env	T_dew_env	pd_env	thick_env	A_e	md_env	m_env	건조질량	총질량			
18		1	1000	301.260732	0.02012122	0.801056836		1.1067534	754.1318	8.001511	6678.365	6812.7415	7508.431	7659.5101		
19		2	850	292.15	0.013			0.9851842	1525.792	8	12025.49	12181.819	12855.55	13028.588		
20		3	700	284.15	0.007			0.8451966	2138.853	8	14462.01	14563.243				
21		4	500	271.15	0.002			0.6396682	3223.654	8	16496.55	16529.546				
22		5	300	246.15	0.0004			0.4242818	3388.932	8	11502.9	11507.497				
23		P_p	T_p	w_p	r_p	T_dew_env	pd_p	thick_p	A_p	md_p	m_p			T_lcl	p_lcl	
24	parcel	1000	301.260732	0.02012122	0.801056836		1.1067534	754.1318	0.994523	830.0666	846.76857			296.6134	946.77	

모델 계산 결과

LCL 도달	946.77	296.613385	0.02012122			1.0642585	2138.853	0.364657	830.0666	846.76857		
pseudo-상승	P_p	T_p	w_p	e_sw	w_sw	lv	coeff_delta	coeff_delta	deltaT/deltaP			
	946.77	296.613385	0.02012122	29.28560779	0.019849	2444438.7	43.2824	1.010554	0.023348			
	900	295.521403		27.37453345	0.019508	2447024.5	42.94795	1.050411	0.024458			
	850	294.298515		25.36691718	0.019129	2449920.3	42.57238	1.097345	0.025776			
상승 1												
layer	P_env	T_env	w_env	r_env	T_dew_env	pd_env	thick_env	A_e	md_env	m_env	건조질량	총질량
1	1000	301.260732	0.02012122	0.801056836		1.1067534	754.1318	8.001511	6678.365	6812.7415		
2	850	292.15	0.013			0.9851842	1525.792	8	12025.49	12181.819	12855.55	13027.765
3	700	284.15	0.007			0.8451966	2138.853	8	14462.01	14563.243		
4	500	271.15	0.002			0.6396682	3223.654	8	16496.55	16529.546		
5	300	246.15	0.0004			0.4242818	3388.932	8	11502.9	11507.497		
	P_p	T_p	w_p	r_p	T_dew_env	pd_p	thick_p	A_p	md_p	m_p		
parcel	850	294.298515	0.01912934			0.9650622	1525.792	0.563719	830.0666	845.94523		

모델 계산 결과

before													
P_env	z	T_env	w_env	A_e	m_env	r_env							
1000	0	301.15	0.02	8	6811.932	0.801726							
850	1516.695	292.15	0.013	8	12181.82	0.780948							
700	3349.018	284.15	0.007	8	14563.24	0.588041							
500	6030.271	271.15	0.002	8	16529.55	0.301847			air parcel 질량 변화		17.1313822		
300	9336.564	246.15	0.0004	8	11507.5	0.27782			환경 질량 변화		13.636362		
after							항목1	항목2	항목3	항목4	항목5	항목6	
P_env	z	T_env	w_env	A_e	m_env	r_env	delta_z	delta_T_env	delta_w_env	delta_A_env	delta_m_env	delta_r_env	
1000	0	301.2607	0.020121	8.001511	6812.741	0.801057	0	0.11073243	0.00012122	0.00151101	0.80994917	-0.000669	
850	1517.577	292.2901	0.013397	8.005001	12186.59	0.797494	0.88149954	0.14007931	0.00039714	0.00500079	4.77195069	0.01654666	
700	3350.767	284.1838	0.007295	8.003739	14567.49	0.611389	1.74958806	0.03383479	0.00029479	0.00373895	4.24441694	0.02334782	
500	6032.684	271.1763	0.002192	8.002455	16532.7	0.33019	2.41315482	0.02625593	0.00019208	0.00245545	3.15398873	0.02834284	
300	9338.353	246.0006	0.000457	8.000735	11508.15	0.321925	1.78868731	-0.1493919	5.7333E-05	0.00073454	0.65605648	0.04410424	

결과 해석

- 엘니뇨의 결과 LCL, LNB의 고도는 높아지며 강수량은 많아진다.
- 모델 계산의 결과 따뜻한 Air parcel의 상승으로 대기 온도 profile은 하층에선 증가하며 상층에선 감소하는 경향이 있다.
- 모델 계산의 결과 수증기의 양이 강수가 예상되는 고도에서 가장 크게 증가하였다.
- 전 고도에서 상대습도의 증가가 일어나 구름 발생의 가능성이 높아졌다.

참고문헌

- H.Y. Kao, J.Y. Yu; *J. Climate*, 22; 615 – 632; 2009
- P.H Wang, P. Minnis, B.A. Wielicki *et al*; *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH VOL. 108*; NO. D1; 2003
- R. D. Cess, M. Zhang, B. A. Wielicki *et al*; *J. Climate*, 14, 2129 – 2137; 2001



감사합니다