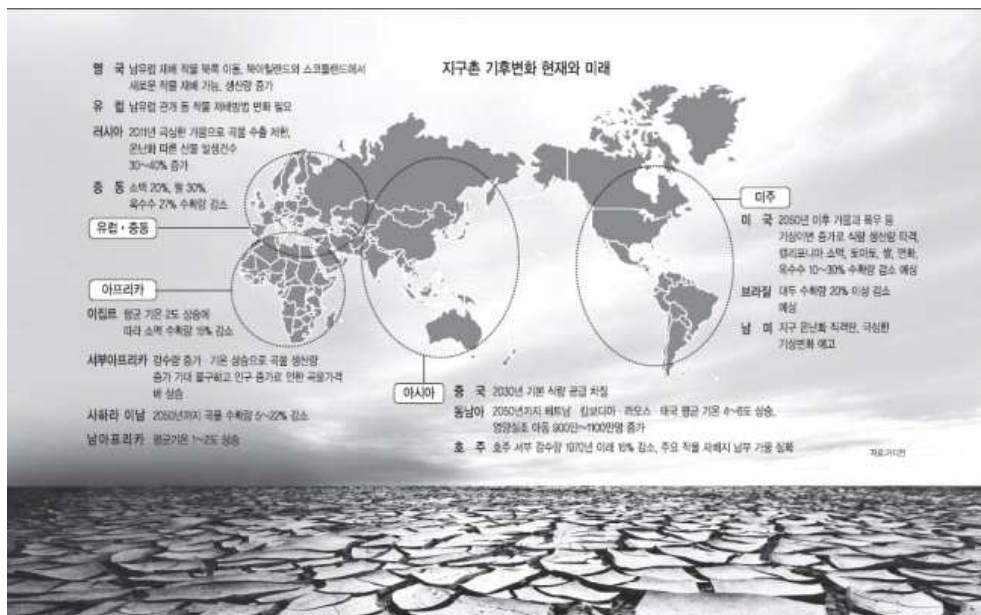


엘니뇨/라니냐 소개 및 현황

엘니뇨/라니냐는 전 세계 곳곳에 홍수, 가뭄, 폭서, 한파 등 정상적인 범위를 벗어난 기후현상을 장기간 유발한다. 따라서 집중 호우와 폭풍으로 농지가 침수되거나 폭염이나 가뭄으로 농산물 생산량이 급감하는 등 농산물의 안정적 공급이 차질을 빚게 되므로, 농산물의 가격이 급등하는 원인이 된다. 엘니뇨/라니냐의 정의를 살펴보고 최근 현황 및 전망을 소개한다.

에너지경제연구원 최수진 연구원(sjchoi13206@keei.re.kr)

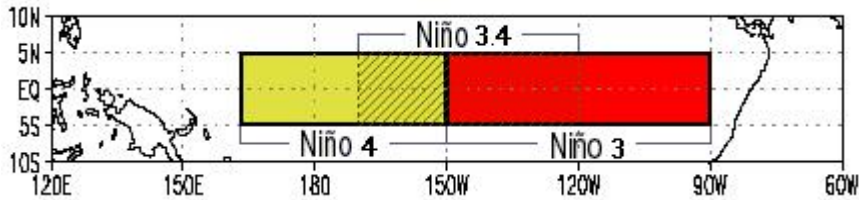


자료: 가디언

1. 엘니뇨/라니냐의 정의

미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)은 적도 중앙지역 및 동 태평양을 Niño1+2, Niño3, Niño3·4, Niño4의 4구역으로 구분하고¹⁾, Niño3과 4의 중간지역인 Niño3·4구역의 해수면 온도를 엘니뇨/라니냐의 발생기준으로 하고 있다.

그림. Niño3·4 구역



자료: NOAA

이때 Niño3·4구역의 해수면 온도(Sea Surface Temperature, SST)는 표층 300m 지점의 수온을 기준으로 하며, 1982~2010년 평균에 비해 해수면온도가 0.5°C 이상 높으면 엘니뇨, -0.5°C 이상 낮으면 라니냐로 규정한다. 이때 1982~2010년 평균에서 Niño3·4구역의 해수면 온도가 이탈한 정도를 Niño지수(Niño index)라고 한다.

엘니뇨/라니냐는 해양현상 뿐 아니라 대기현상과 맞물려 영향을 미치므로, 해양과 대기의 이상기후현상을 총괄하여 엘니뇨-남방진동(El Niño-Southern Oscillation, ENSO)이라고 지칭하기도 한다. 엘니뇨 발생시 에콰도르와 페루의 해안을 따라 따뜻한 해류가 흐르게 되는데, 이 현상이 인도양과 남반구 적도 태평양 사이의 열대기압 패턴 및 순환에 변동을 초래하게 된다. 이때 인도네시아를 중심으로 한 해륙의 지상 기압변동과 남아메리카 근처 이스터 섬을 중심으로 한 동부 태평양의 지상 기압변동 사이에 강한 역의 상관관계가 있으며, 마치 '시소' 와도 같은 이러한 대규모 대기압 변동 관계를 남방진동이라고 부른다.

■ 한국과 미국의 엘니뇨/라니냐 판단기준²⁾

한국과 미국은 엘니뇨/라니냐의 기준, 발생 시점, 발표 시점이 다르다. 미국은 3개월 이동평균한 해수면온도의 편차가 0.5°C 이상 나타나는 달이 5개월 이상 지속되는 달을 엘니뇨 발생월로 정의한다. 따라서 6월부터 니노지수가 0.5 이상일 경우, 3개월(6월, 7월, 8월) 평균한 값이 0.5 이상이고, 이처럼 3개월 평균값이 0.5를 초과하는 기간이 3개월을 한 단위로 연속 5회 지속 될 경우³⁾

1) 각 지역별 위도/경도는, Niño1+2(0° ~ 10° S, 90° W~ 80° W), Niño3(5° N~ 5° S, 150° W~ 90° W), Niño3·4(5° N~ 5° S, 170° W~ 120° W), Niño4(5° N~ 5° S, 150° W~ 160° E)

2) 기상청 답변내용

3) (6, 7, 8), (7, 8, 9), (8, 9, 10), (9, 10, 11), (10, 11, 12)

그 다음 달인 1월에 ‘7월부터 엘니뇨가 시작(6월, 7월, 8월의 중간인 7월을 기준으로 함)’했다’고 발표한다.

그러나 한국은 5개월 이동평균한 해수면온도의 편차가 0.4°C 이상 나타나는 달이 6개월 이상 지속되는 달을 엘니뇨 발생월로 정의한다. 따라서 6월부터 니뇨지수가 0.4 이상일 경우, 5개월(6월, 7월, 8월, 9월, 10월) 평균한 값이 0.4 이상이고, 이처럼 5개월 평균값이 0.4를 초과하는 기간이 5개월을 한 단위로 6 연속 6회 지속 될 경우⁴⁾ 그 다음 달인 4월에 ‘8월부터 엘니뇨가 시작(미국과 마찬가지로 중간 월인 8월을 기준으로 함)’했다’고 발표한다⁵⁾.

2. 엘니뇨의 영향

엘니뇨/라니냐 현상이 없는 평상시의 경우 적도 해상에서 부는 동풍인 무역풍(적도 편동풍)으로 인해 적도해류가 동쪽에서 서쪽으로 흘러 동태평양은 융승현상(차가운 심층수가 올라오는 현상)으로 인한 저온이, 서태평양은 고온이 된다. 그러나 엘니뇨가 발생하는 경우 무역풍이 약해지고, 동쪽에서 서쪽으로 흐르는 해류가 줄거나 혹은 해류가 서쪽에서 동쪽으로 흐르게 된다. 따라서 동태평양에서는 차가운 심층수가 올라오지 않고 해수면 온도가 평년보다 높은 상태가 된다. 또한 동태평양의 해수 온도가 높아지면 강수량과 바람장이 변하고, 동태평양의 수온약층도 깊어진다. 이 과정이 반복되면서 해수면의 온도가 계속 높아진다.

그림 평상시와 엘니뇨 시기의 무역풍 및 융승현상

4) (6, 7, 8, 9, 10), (7, 8, 9, 10, 11), (8, 9, 10, 11, 12), (9, 10, 11, 12, 1), (10, 11, 12, 1, 2), (11, 12, 1, 2, 3)

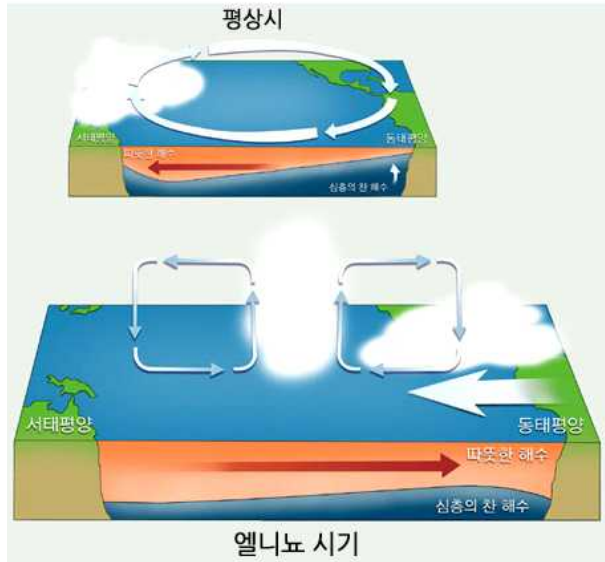
5) 한국에서 전월의 평균 온도는 다음달 20일에 발표한다(예를 들면 6월 평균온도는 7월 20일 발표함).



자료: 사이언스올

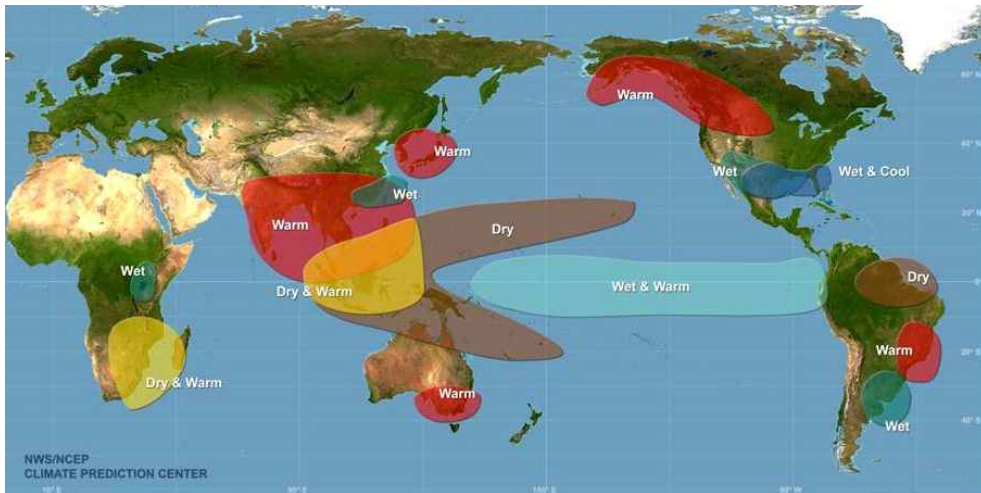
엘니뇨/라니냐가 발생하면 바닷물의 온도가 변하면서 기압에 영향을 주고 대기의 흐름도 변화시킨다. 특히 적도 지역의 강수 분포에 큰 변화가 생기는데, 필리핀, 인도네시아, 호주 동북부지역은 강수량이 평년보다 감소하는 반면 태평양 중부의 적도 인근지역과 멕시코 북부, 미국 남부, 남미 중부지역은 강수량이 증가하여 홍수가 발생하기도 한다. 이때 알래스카와 캐나다 서부는 고온 현상이, 미국 남부는 저온 현상이 나타난다. 또한 미국 동태평양 연안지역에서는 열대성 폭풍과 허리케인이 빈번하게 발생하고 반대로 멕시코만과 캐리비안해 연안 지역의 태풍 발생빈도는 줄어든다.

그림 대기의 대류현상과 해수의 대류현상 평상시와 엘니뇨 시기 비교



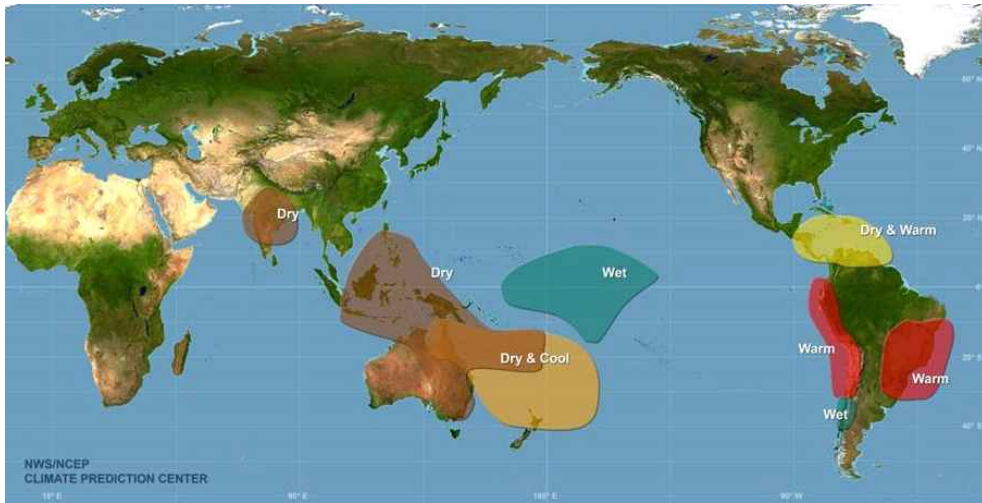
자료: 사이언스올

그림 12월~2월 엘니뇨의 영향



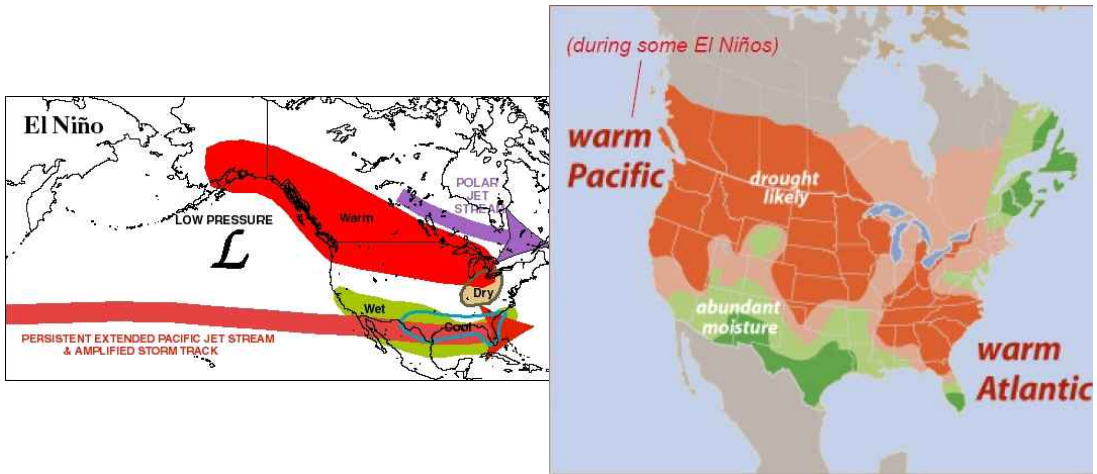
자료: NOAA

그림 6월~8월 엘니뇨의 영향



자료: NOAA

그림 엘니뇨가 북미지역에 미치는 영향



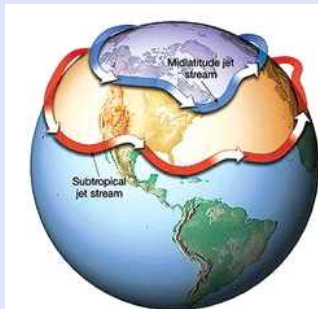
자료: NOAA

북미의 북태평양 동부연안은 엘니뇨로 인해 다음과 같은 대기현상이 발생한다. 첫째, 동아시아 제트기류의 범위가 동쪽으로 확장되고 국제날짜변경선에서부터 미국 남서부를 향해 바람이 분다. 둘째, 미국에서 동쪽으로 부는 제트기류가 평년보다 더 서쪽지점에서 시작한다. 셋째, 미국 태풍의 경로가 남부로 내려간다. 넷째, 사이클론(열대성 폭풍)의 주 형성지역이 남동쪽으로 이동하여 캘리포니아 서쪽이 된다. 그 결과 겨울 동안 태풍의 세기가 평년보다 심하고 캘리포니아와 미국 남부의 강수량이 증가하는 한편 미국 북부는 태풍의 영향을 덜 받

게 된다. 또한 온난한 해양성기단이 북미 서쪽에 더 강하게 영향을 주는 반면, 캐나다에서 미국 방향으로 부는 냉기단은 감소한다. 이에 따라 미국 북부와 캐나다 서부의 겨울이 평년보다 온난해진다. 종합해보면 엘니뇨 기간 동안 미국 남부에는 강한 제트기류와 폭풍이 지나가는 반면, 미국 북부는 폭풍의 영향이 줄어들고 평년보다 온난해진다.

제트기류란

그림 제트기류 모식도



주 위쪽 화살표는 극 제트기류(polar jet stream), 아래쪽 화살표는 아열대 제트기류(subtropical jet stream)인

북극의 한기가 내려와 열대성 폭풍이나 겨울 폭풍을 만나 합해져 폭풍의 세기가 강화되는 결과가 나타난다. 2012년 가을 미국에서 발생한 허리케인 샌디의 경우 이처럼 북극 제트기류와 열대성폭풍, 겨울폭풍이 합해진 하이브리드형이었기 때문에 영향력이 커졌었다.

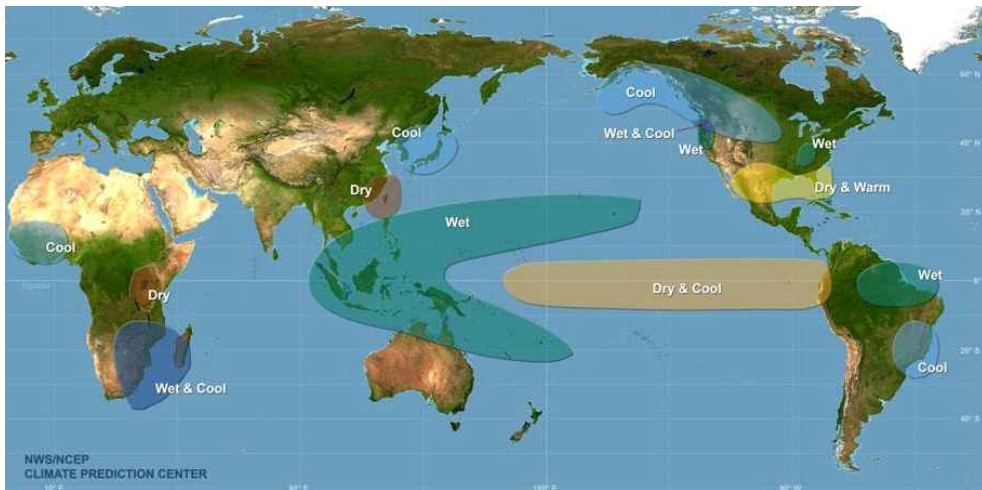
제트기류는 대류권 상부 또는 성층권 하부 영역에 좁고 수평으로 부는 강한 공기의 흐름을 의미한다. 북반구를 기준으로 중위도(겨울철에는 북위 35도, 여름철에는 북위 50도 부근)의 고도 9~10km 상부 대기권에 존재하며, 서쪽에서 동쪽으로 시속 100~200km의 매우 빠른 속도로 이동한다. 제트기류는 순환하면서 대기를 섞어 지구의 전체적인 온도를 조절하는 역할을 한다. 겨울철엔 북극의 한기가 아래 쪽으로 이동하지 못하도록 가둬두는 독과 같은 역할을 한다. 그런데 북극 제트기류의 흐름이 약해지면

3. 라니냐의 영향

엘니뇨와 마찬가지로 라니냐는 대기의 정상적인 대류흐름을 방해하여 강수량 및 기온이 평년 수준에서 크게 이탈하게 된다. 인도네시아, 필리핀 등의 동남아시아와 태평양 적도서부지역에서는 강수량이 증가하고, 반대로 페루 등 남미지역에는 가뭄이, 북미지역에는 강추위가 발생한다. 라니냐가 발생하면 남미의 북부지역, 아프리카 남부지역은 12월부터 2월까지, 그리고 호주 남동부는 6월부터 8월까지 평년보다 강수량 및 강수의 빈도가 증가한다. 한편 에콰도르 연안, 페루 북서부, 동아프리카의 적도부근지역은 12월부터 2월까지, 브라질 남부와 아르헨티나 중부는 6월부터 8월까지 평년보다 건조해진다. 라니냐가 발생하면 미

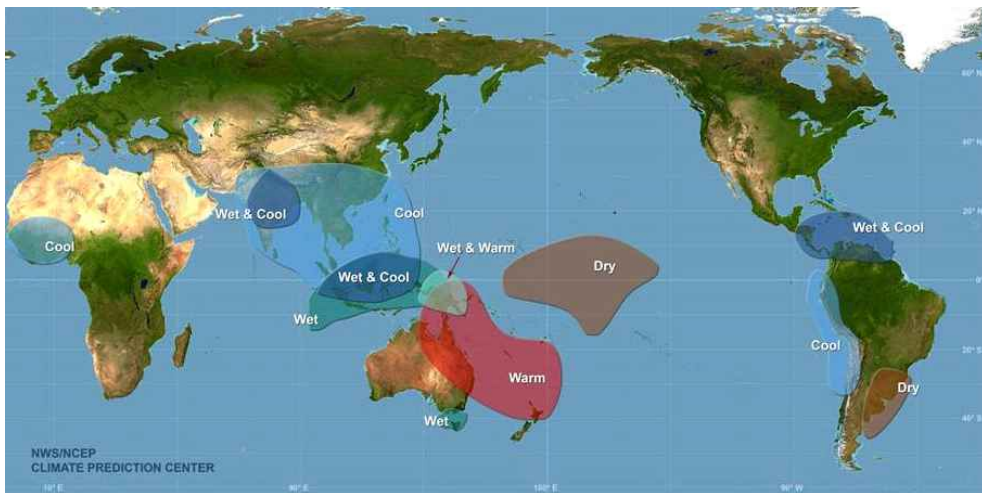
국 남부를 제외한 대부분의 지역에서 기온이 평년보다 낮아진다. 첫째, 아프리카 남동부, 일본, 알래스카 남부, 캐나다 중서부, 브라질 남동부는 12월부터 2월까지 기온이 평년보다 낮아진다. 둘째, 인도와 동남아시아, 그리고 남미의 서부연안지역 및 북부지역과 중미지역은 6월부터 8월까지 기온이 평년보다 낮아진다. 셋째, 한편 미국 멕시코만 연안지역은 12월부터 2월까지 기온이 평년보다 높아진다.

그림 12월~2월 라니냐의 영향



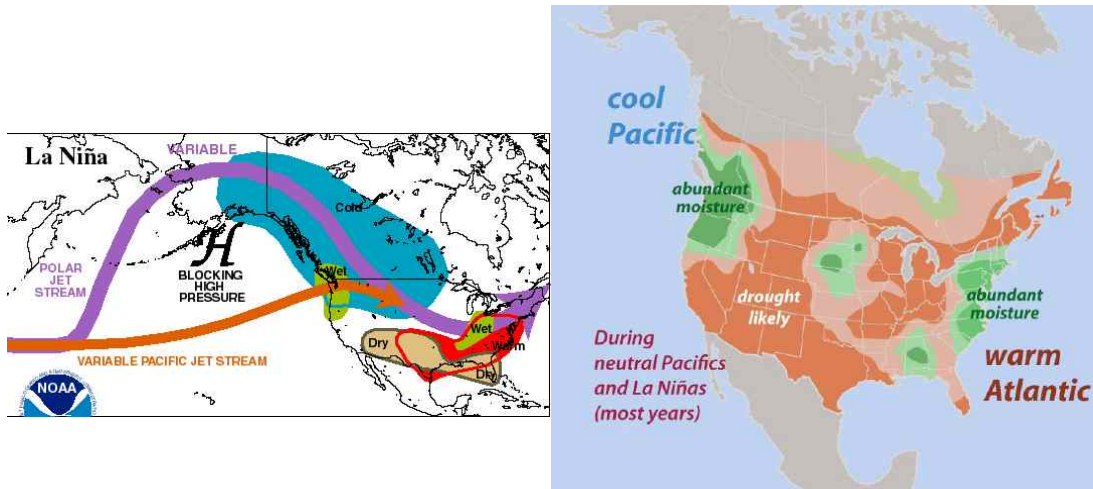
자료: NOAA

그림 6월~8월 라니냐의 영향



자료: NOAA

그림 라니냐가 북미지역에 미치는 영향



자료: NOAA

엘니뇨와는 반대로 라니냐 기간 동안 미국 북부는 기온이 평년보다 낮고 폭풍이 많이 발생하는 반면 미국 남부는 폭풍의 영향이 줄어들고 평년보다 온난해진다. 첫째, 미국 전역과 북태평양 동부연안에서 남쪽으로 부는 바람의 빈도수가 증가한다. 둘째, 북태평양 동부연안에서 상층부 고기압이 발달하여 제트기류의 흐름을 방해하게 된다. 셋째, 북태평양 동부연안에서 미국 북서부 및 캐나다 남서부로 불어 들어가는 제트기류의 세기가 불안정해진다. 결과적으로 미국 중부 지역은 폭풍전선이 자주 영향을 미쳐 강수량이 증가하고 북극으로부터 대규모 냉기단이 빈번하게 내려와 추워지는 반면에, 미국 남부는 폭풍전선이 발달하지 않아 비가 적게 내리게 되어 건조해진다. 또한 미국 중부에서 겨울과 봄 동안 월별 기온, 강수량, 폭풍 영향의 변동성이 커지게 된다.

4. 엘니뇨/라니냐 현황 및 전망

■ 현황

2013년 5월 동안 태평양 적도 해수면 수온이 평균에 가까운 수준을 지속적으로 유지했기 때문에 엘니뇨/라니냐는 중립상황이 지속되고 있다. Niño3.4와

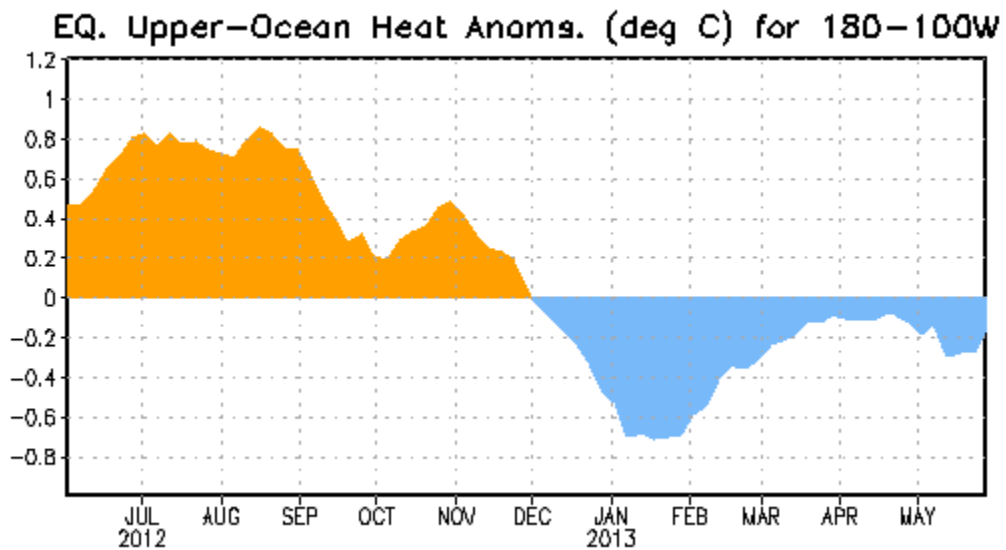
Niño4구역의 수온은 5월 동안 평균보다 낮은 수준이었으나 -0.5°C 이상 낮지 않은 수준이 지속되었다. 그러나 태평양 동부의 수온은 평균보다 낮아지고 있으며, 5월 중 Niño1+2구역의 수온은 평균보다 -0.5°C 에서 -1.2°C 까지 낮은 수준을 계속 유지했다. 또한 5월 마지막 주에 Niño3구역과 Niño1+2구역 두 지역에서 수온이 평균보다 약 -1.0°C 낮은 수준이었다. 라니냐의 정의상 Niño3.4구역의 수온이 평균보다 -0.5°C 이상 낮은 것이므로 주변구역에서 이와 같이 수온이 하락하는 상황이 지속된다면 라니냐와 유사한 이상기후현상을 유발할 가능성이 있다. 일례로 미국 서부지역의 대기 및 강수량 패턴은 라니냐 현상이 없음에도 불구하고 통상적으로 라니냐 현상이 있을 때의 모습을 보였는데, 2012년 10월 1일부터 2013년 5월 21일까지 미국 누적강수량은 북서부에서는 평년에 가깝거나 평년 이상인 반면 남서부에서는 평년보다 적은 수준이었다. 또한 태평양 동부지역에서 수온이 평균보다 낮은 심층수가 해수면으로 용승함에 따라 6월 초에 니노지수가 하락했다(그림 참조). 태평양에서 적도풍은 평년의 양상을 보이고 있으나, 서태평양 대기의 하층에서는 약한 편동풍이, 상층에서는 약한 편서풍이 불고 있으며 이는 이상기후현상이다. 통상적으로 열대대류(tropical convection) 이상현상은 엘니뇨 해에는 라니냐 해보다 더 동쪽으로 이동하면서 소멸되지만 라니냐 해에는 인도양과 서태평양에서 더 강하게 발달한다. 현재 열대대류가 인도네시아에서는 강화되었고 태평양 중앙지역에서는 강하게 발생하고 있어 라니냐 해와 유사한 양상으로 변화하고 있다. 최근 해수면온도 또한 낮아지는 경향을 보이고 있지만, 태평양 적도부근 현황을 종합적으로 감안하면 엘니뇨/라니냐 중립상황이 지속되는 것으로 판단된다.

■ 전망

금년 봄 동안 미국 중서부는 잦은 폭풍과 홍수로 인해 옥수수, 대두의 파종이 파종적기보다 늦어져 단수가 감소할 우려가 존재하고 있다. 그런데 금년 여름 동안 미국에서 라니냐 현상과 유사한 기후현상이 나타나게 되면 남부지역을 중심으로 광범위한 지역에서 가뭄이 발생할 것이며, 이에 따라 작황에 큰 피해를 미칠 가능성이 있다. 홍수로 인해 취약해진 옥수수, 대두가 수분이 많이 필요한 생육시기에 가뭄을 겪게 되면 생산량이 급감하게 될 것이기 때문이다. 대부분의 기후관측모형은 니노지수가 0보다 낮은 수준을 유지할 것이나 엘니뇨/라니냐 중립상황이 지속될 것으로 전망하고 있다. 6월 초 관측치를 기준으로 하면

2013년 여름 동안 엘니뇨/라니냐 중립상황이 될 확률이 60% 이상이다(표. 엘니뇨/라니냐 월별 발생가능성 참조). 그러나 일부 통계적 관측모델은 북반구의 여름에 약한 라니냐가 발달할 것으로 전망하고 있으므로 라니냐 발생 가능성을 유심히 모니터링할 필요가 있다.

그림 태평양 적도부근 표층수온 증감상황 및 전망



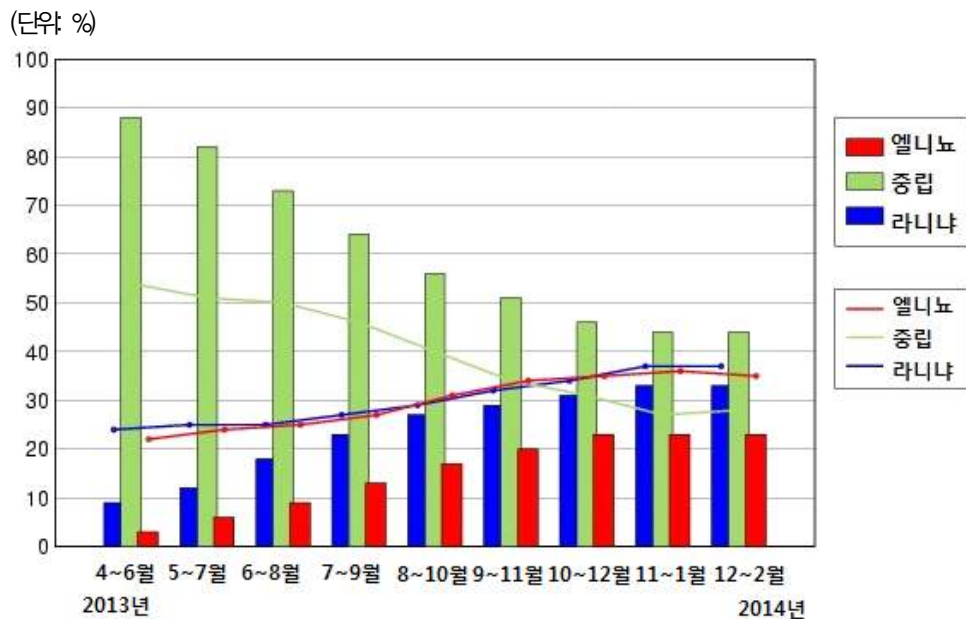
자료: USDA, 「WEEKLY WEATHERAND CROP BULLETIN」, Volume 100(No. 24), June 11, 2013

표. 엘니뇨/라니냐 월별 발생가능성

	라니냐(%)	중립(%)	엘니뇨(%)
2013년 6월	9	88	3
2013년 7월	12	82	6
2013년 8월	18	73	9
2013년 9월	23	64	13
2013년 10월	27	56	17
2013년 11월	29	51	20
2013년 12월	31	46	23
2014년 1월	33	44	23
2014년 2월	33	44	23

자료: CPC/IRI consensus forecast

그림. 엘니뇨/라니냐 발생가능성 및 과거 발생빈도수



주: 3개월 이동평균값.

막대그래프는 니노지수에 기반을 둔 전망치이고, 꺾은선 그래프는 1981-2010년 동기에 관측된 과거 발생빈도수의 비율을 의미함.

자료: CPC/IRI consensus forecast

참고문헌

CBOT 홈페이지

CPC/IRI Consensus forecast 홈페이지

NOAA 홈페이지

USDA, 「WEEKLY WEATHER AND CROP BULLETIN」, Volume 100 각호
기상청

사이언스올 홈페이지