

## 1997-98 엘니뇨와 한반도 이상기후

허창희(서울대학교 대기과학과 교수)

이번 1998년 8월 호 '대기'의 표지에 엘니뇨가 한반도의 기후에 영향을 끼칠 수 있는 가능성을 제시하는 그림으로서 1997년 12월부터 1998년 5월까지 지표면 기온편차 (위 그림)와 1998년 6월부터 8월까지 강수량 편차 (아래 그림)를 실었다. 두 그림은 모두 미국 기상청 (National Centers for Environmental Prediction)에서 생산된 재분석 자료를 사용하여 얻었다. 기온과 강수량의 편차는 1958년부터 1997년까지 40년 동안 평균된 기후 값과의 차이이다. 그림으로부터 우리가 얻는 정보는 1997-98년 엘니뇨의 경우 1997년 겨울부터 1998년 봄까지 한반도의 기온이 높았고, 1998년 여름에 한반도의 강수량이 많았다는 것이다. 그러나, 한반도의 기후에 커다란 영향을 끼쳤던 특정한 엘니뇨로부터 얻은 정보를 엘니뇨와 한반도 기후의 일반적인 관계로 확대하여 해석하는 것은 상당히 위험하다고 생각된다.

엘니뇨와 한반도 강수량의 관련성을 규명하는 연구와 비교할 때, 기온과의 관련성을 규명하는 연구는 상대적으로 쉽다고 생각한다. 이것은 엘니뇨와 한반도 기온과의 관련성에 대하여 여러 사람들에 의하여 많은 연구가 이루어져 있기 때문에 둘간의 관련성을 기존의 연구결과로부터 어느 정도 유추할 수 있으며, 온도는 강수량에 비하여 공간적, 시간적으로 큰 대규모 대기순환에 의하여 변동하기 때문이다. 아마도 한반도 온도와와의 관계는 적도 태평양 해수면 온도의 변동에 의한 아열대 대기순환의 변동으로 설명될 수 있을 것이다. 엘니뇨 기간동안 필리핀 북쪽에 위치한 아열대 서태평양의 해수면 온도가 상승하는 것도 하나의 원인이 될 수 있을 것이다. 그러나 엘니뇨와 한반도 여름철 강수량과의 관련성을 역학적으로 설명하기에는 아직도 많은 어려움이 있다고 생각한다. 커다란 이유 중의 하나는 중위도 여름철의 기후가 일반적으로 지역적인 특성의 변화에 의하여 크게 좌우되기 때문이다.

엘니뇨와 여름철 아시아 몬순 강수량과의 관련성을 연구하는 방법은 온도의 그것과 비슷하여 크게 태평양 (적도와 중위도 지역을 포함) 해수면 온도의 변동과 겨울철, 봄철 아시아대륙 눈덮이 변동 등 두 가지로 나눌 수 있다. 그런데, 1998년 여름과 같이 엘니뇨가 거의 끝날 즈음에 발생한 한반도를 포함한 동아시아 지역의 이상 강수량을 1997-98년 겨울철에 엘니뇨가 강성하였을 때 변화된 대기순환의 영향으로 설명하기에는 큰 무리가 있다. 겨울에 발생한 대기순환의 변동이 여름까지 지속된다고 가정하기에는 대기가 갖고 있는 기억용량이 너무 작기 때문이다. 아마도 1998년 늦봄이나 여름철 동안 중위도 (혹은 아열대) 서태평양의 해수면 온도 변동으로 설명하는 것이 훨씬 쉬울 것이다. 또한, 겨울이나 봄 동안 광활한 아시아대륙 눈덮이의 변화를 고려할 수 있을 것이다. 인도에서는 이미 100여 년 이전부터 겨울철 히말라야산맥에서 관측된 눈덮이 양을 6개월 뒤 여름철 강수량을 예측하는데에 주요한 요소로서 이용하였다. 이것은 대륙의 눈덮이 변화가 몬순순환에 큰 영향을 끼칠 수 있음을 나타낸다.

최근의 여러 연구결과에 의하면 엘니뇨 해에는 겨울과 봄철 아시아대륙에 눈덮이 양

이 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 1998년 초 티벳에서 관측된 눈의 양은 금세기 최고의 값을 기록한 것으로 알려졌다. 태평양 해수면 온도의 변동과 티벳고원 눈덮이의 증가가 1998년 여름에 동아시아에 나타난 이상 강수량을 설명할 수 있는가의 여부를 조사하기 위하여 서울대학교 대기과학과 대기대순환 모델을 이용하여 2가지의 간단한 실험을 하였다. 첫 번째 실험은 표준실험으로서 3월 1일부터 8월 31일까지 6개월 동안 해수면 온도, 눈덮이 등의 여러 초기조건과 주변조건을 기후 값으로 대입하였다. 두 번째 실험은 해수면 온도와 눈덮이의 편차 실험으로서 이 두 변수를 제외한 모든 초기조건과 주변조건을 첫 번째와 동일하게 하였다. 태평양 해수면 온도를 1998년 3월부터 8월까지의 관측 값으로 사용하였으며, 티벳고원 눈덮이를 표준실험과 비교하여 3월 1일에 2배로 증가시켰다.

두 번째 실험에서 첫 번째 실험의 결과를 빼어서 모델로부터 얻은 1998년 6월부터 8월까지 여름철 강수량의 변화를 그림 1에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 중국 중부, 한반도, 그리고 일본에 이르는 동아시아 중부지역에서 강수량이 크게 증가하였다. 반대로 동아시아 남부지역과 필리핀 동쪽 아열대 태평양에서는 강수량이 감소하였다. 이러한 형태는 미국 기상청에서 재분석한 1998년 여름 강수량의 편차(표지 아래 그림)와 비슷하였다. 이 모델실험 결과만을 이용하여 1998년 여름 동아시아 이상 강수량을 설명하는 데에는 많은 어려움이 있지만, 해수면의 변동과 대륙의 눈덮이 변화가 한반도를 포함한 동아시아지역의 강수량 변화에 영향을 끼쳤다고 생각한다. 특히, 티벳고원 눈덮이의 증가는 평년과 비교하여 눈이 상당기간 녹지 않는 결과를 가져오며, 눈 녹은 양을 증가시켜서 아시아 대륙의 지표면 수증기 양을 증가시킬 것이다. 이러한 지표면 특성변화는 지표면 온도변화에 직접적으로 영향을 끼쳐서 봄과 여름철에 대륙의 지표면 온도가 낮아질 것이다. 낮아진 지표면 온도에 의하여 여름철 상층 티벳 고기압의 세력이 약화될 것이며, 이에 따라 상층 제트류의 세기와 위치가 변할 것이다

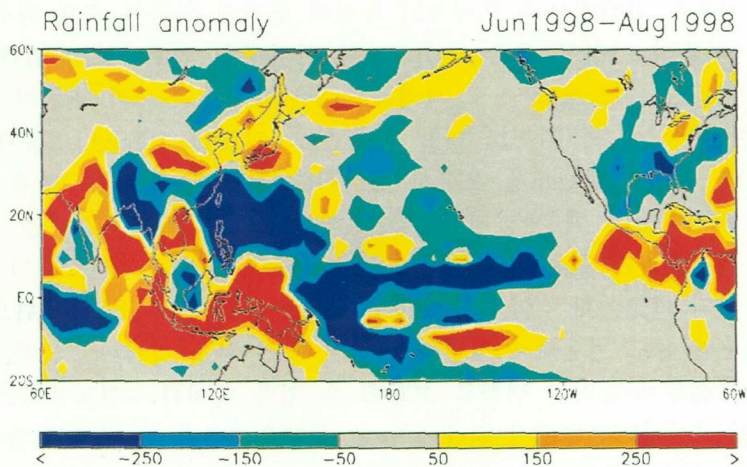


그림1. 서울대학교 대기대순환 모델로부터 계산된 1998년 3월 1일에 티벳고원의 눈의 양이 2배로 되었을 때 1998년 6월부터 8월까지 강수량의 변화