

집중호우의 원인은 지구온난화 때문인가?

- 기후변화에 따른 강수량과 물 순환의 변화에 대한 개념적 이해 -

차은정 (기상연구소)

기상청이 관측한 지난 24년 동안의 연도별 한반도 평균 기온을 분석한 결과 인구 밀도가 가장 높은 서울은 1.8℃씩, 인구 밀도가 비교적 낮은 농촌과 해변 지역도 매년 0.6℃씩 상승한 것으로 분석되었다. 이 분석 결과는 1900년부터 1980년까지 전세계 연도별 평균 기온 상승률 0.6℃의 최고 3배에 달하는 것으로 설악산, 지리산 일대와 해안지역을 제외한 남한 전역의 기온 상승률이 세계 평균치를 크게 웃돌고 있음을 보여준다. 특히 이러한 현상은 겨울철에 두드러지게 나타나는데 서울을 중심으로 경기, 충·남북, 및 영서지방 대부분과 부산, 대구, 광주 등 지역의 경우 매년 1월 평균기온상승률이 1.0℃ 이상인 것으로 나타났다.

기온 변화와 더불어 강수형태 역시 변화가 나타났다. 한반도 여름철의 대표적인 장마전선이 약화되고, 장마 종료 후 대류성 폭풍우를 동반한 산발적이고 국지적인 소나기성 강수가 주를 이루고, 특히 1990년대 후반에 급격히 증가하는 경향이 나타났다 (권태영 등, 1998; 차은정과 최영진, 2000).

최근 들어 우리 나라 뿐만이 아니라 전세계 곳곳에서 가뭄, 홍수, 한파 등 이상기상이 빈번히 발생하고 있다. 이의 발생원인이 지구온난화로 인한 기후변화라는 논쟁이 제기되고 있다. 그러나 아직까지 역학적-물리적 이론에 근거한 설명은 충분하지 않다. 지구온난화 즉, 대기 중에 온실가스가 증가함에 의해 왜 집중호우가 증가하는지 논리적으로 설명한 Trenberth (1998, 1999)의 논문을 정리하여 소개한다.

「지구온난화」라는 용어는 대기 중 온실기체 증가에 의한 지구 대기온도 증가현상을 설명할 때 자주 언급된다. 사실, 이 용어는 대기 중에 증가한 CO2 같은 온실기체 농도에 의해 발생하는 부가적 전지구 가열이라는 표현이 더욱 적절할 것이다. 대기 중 증가하는 온실기체는 하향 적외선 복사량 증가를 통하여 지구온난화를 유발한다. 그래서 지표면 온도 증가만이 아니라 지표면에서 지표면 수분을 증발시키는 열만큼 물 수지(water budget) 순환을 강화시킨다.

기온의 증가는 대기가 물을 함유할 수 있는 능력이 증가하는 것과 더불어 증발량도 증가함을 의미한다. 이러한 현상은 세계 각 지역에서 대기중 수분의 증가가 관측되는 것과 일치한다. 물론, 강화된 증발은 충분한 지표면수분과 지표면 부근의 수분 가용성(availability)에 의하여 좌우된다. 이러한 수분 가용성은 기후대에 따라 다르다. 즉, 열대지방은 수분이 충분하나, 사막이나 중위도 건조지대는 적다. 전지구적으로 증가된 증발량과 물 수지 균형을 이루기 위하여 강수량이 증가한다. 그러나 어느 지역에 어느 만큼 강수량이 증가할지 국지적 규모까지 예측하기는 매우 어려운 일이다.

대류성이든 비대류성이든 모든 종류의 강수계(系)는 강수계가 발달하기 시작할 때, 이미 대기 중의 수분을 거의 흡수해버린다. 바꾸어 말하면, 강수계 발달 초기에 대기 중의 수분 공급에 의하여 성장한다. 그리고 강수는 시스템의 규모에 적당한 가용수분의 수렴을 통하여 발생한다. 그러므로, 대기수분 함량은 강수와 강설 비율에 직접적으로 영향을 준다. 그러나

지역적으로 강수 빈도나 총 강수량은 확실하지 않다. 그러므로 「지구온난화」가 대기 중의 수분 함량 증가를 유도하는지, 반대로 보다 강한 강수를 유도하는지, 어느 쪽이 먼저인지 논쟁의 여지가 남아 있다. 어찌되었든 세계 곳곳에서 빈번히 발생하는 것처럼 홍수의 위협은 점점 증가한다. 또 증발량 대 강수량 비율이 정확하지 않기 때문에 지역에 따라 게릴라성 호우가 발생하지만 이 과정 역시 추후의 연구과제로 남아 있다.

「지구온난화」가 대기의 수분 함량에 어떻게 영향을 주는지 그 과정을 Fig. 1에 나타내었다. 강수량은 강수계의 시간·공간 규모와 대기의 정적안정도에 의해 크게 좌우된다. 특히, 지표면에서 흡수한 열을 연직으로 수송하는 것은 대기를 안정화시키는 2가지 과정인 대류현상과 대기압 불안정의 중요한 요소이다. 그리고 온실기체의 증가 또한 대기를 안정화시킨다. 이들은 증가한 온실기체에 대한 모델 실험의 결과를 해석하는데 주의가 기울여야만 하는 요소이다.

전지구 규모로 증가한 증발량은 지표면 열 증가에 의하여 좌우된다. 그리고 이것은 전세계 강수량 증가를 조절한다. 관측결과에 의하면, 강수량은 급속하게 증가, 강수 빈도는 감소하고 그 결과 집중호우가 내릴 가능성이 높아진다. 겨울철 평균기온의 상승은 눈이 내리는 경우보다 비가 내릴 확률이 높게 된다. 액체인 물의 형태로 떨어지면 토양 수분 유출과 유수(流水)가 증가할 것이다. 또한, 봄철의 기온상승때문에 눈이 좀더 빨리 녹게 되면 홍수가 발생할 가능성이 높아질 것이다. 만약, 위도에서 발생하는 폭풍들이 기후변화로 인하여 현재 위치보다 북쪽으로 이

동한다면 강수의 양극구조(dipole pattern) 즉, 한쪽은 홍수, 한쪽은 가뭄이 일어날지도 모른다.

지금까지는 기온증가에 의한 강수량 증가에 대한 물리적 과정에 대하여 알아보았다. 그밖에도 보다 인위적인 원인에 의하여 유발될 수도 있다. 예를 들면, 열대 우림의 벌채, 마구잡이식 개발, 비효율적인 토지 이용 등이 단시간 집중호우에는 치명적일 수도 있다.

지구온난화로 인한 기후변화는 유엔환경계획(UNEP)과 국제환경과학위원회(SCOPE)가 "21세기 초 최대 환경문제"로 지적하고 있는 중대한 사안이

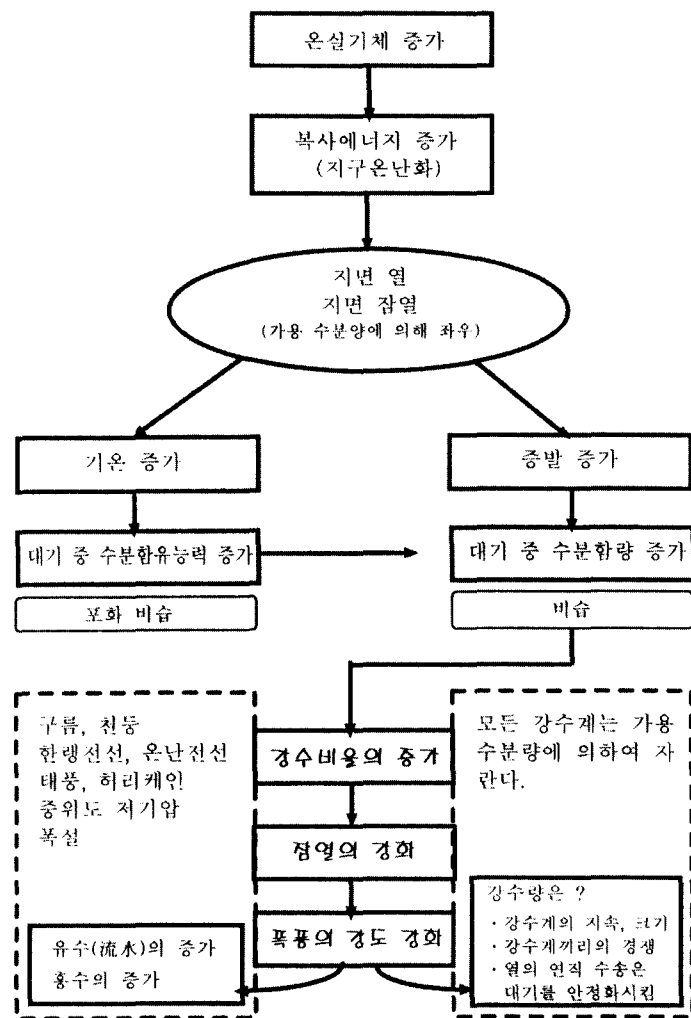


그림 1. 지구온난화에 의한 강수변화 과정에 대한 개념도

■ 일반기사

집중호우의 원인은 지구온난화 때문인가?

며 온난화로 인한 북극빙하의 해빙 등 지구 기후변화 현상은 이미 위험수위를 넘었고 그 진행속도가 더욱 빨라지고 있으나 현재까지 이렇다 할 대책이 마련되지 않고 있는 실정이다. 경험을 종합하고 기상부문의

현대화를 가속화하여 예보정확도를 향상시키고, 환경을 보호하고 수자원을 종합적으로 관리하며 인류활동에 탄력적으로 대응하는 대책 수립이 필요하다. ●●

〈참고문헌〉

권태영, 오성남, 박상욱, 1998 : 한반도 여름 강우의 장기변동과 지역적 특성, 한국기상학회지, 34, pp.20-30.
차은정, 최영진, 2000 : 한반도 여름철 집중호우의 시간·공간 변동 특성, 한국수자원학회지, 33(No.4),

pp.47-56.
Trenberth, K. E. 1998 : Climatic Change, 39, 667-694, 1998.
Trenberth, K. E. 1999 : Climatic Change, 42, 327-339, 1999.