

기후변화 영향평가 및 적응

10. 생태계부문의 기후변화 취약성 및 적응



1. 온도 증가 추세

o 온도 증가의 원인

고기후화적인 근거에 따르면 대기 중 온도의 지속적 증가는 대기 중 온실효과 기체의 농도 증가와 긴밀히 연결되어 있다.

o 온도의 증가 추세 관찰

지난 100년간 전지구의 대기온도는 약 0.6°C 가량 증가하였다.

o 온도의 증가 추세의 단기 예측

- 2007년 초 발표된 IPCC 4차 보고서의 정책결정자를 위한 요약본에 따르면 온실가스의 지속적 배출이 있을 경우 전 지구적으로 향후 20년간 평균 약 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 의 온도 증가가 있을 것으로 예측하였다.

- 만약 온실가스 배출을 2000년 수준으로 동결시킨다 하여도 향후 20년간 약 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 의 온도 증가 있을 것이라고 예측하고 있다.

- 1990년에 발표된 IPCC 1차 보고서에서 1990년에서 2005년까지 $0.15-0.3^{\circ}\text{C}$ 의 증가를 예측하였는데 관측치는 이와 유사한 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 이었다. 이 결과는 현재 모형에 의한 온도의 예측이 상당히 정확한 수준이라는 것을 보여준다.

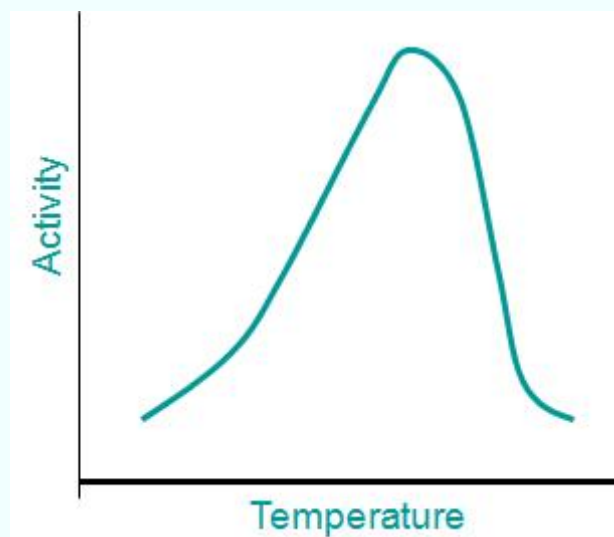
2. 온도 변화에 따른 생명체의 반응

o 온도는 모든 생명체의 생물학적 반응의 기본이 됨

- 모든 생명체는 생물학적 활동이 가능한 최고 및 최저 온도 범위가 있으며, 생명체의 활동의 최적온도도 가지고 있음. <그림 10-1>에 대한 설명임

- 온도의 변화에 따라 생명체의 생리활동(동식물의 호흡, 식물의 광합성 및 증산, 동물의 성장 및 생식 등)과 동식물의 이동 및 분포가 결정되는 것임

- 기온은 대기 중의 습도 및 풍속과도 긴밀히 연결되어 복잡하게 육상생태계에 영향을 줌

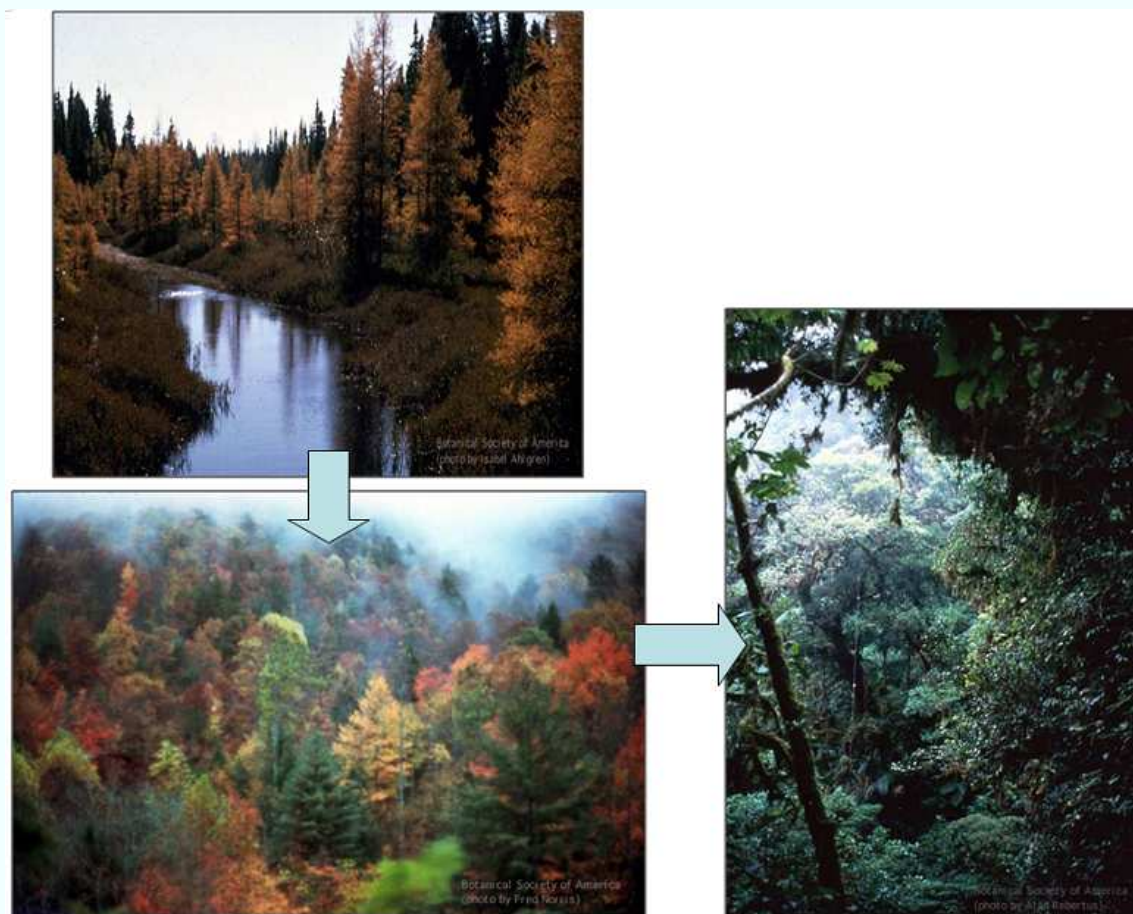


<그림 10-1> 온도와 생명체의 반응

3. 온도의 증가가 육상생태계에 미치는 영향

3.1. 산림

- 식물은 동물과 달리 이동성이 매우 떨어지며 이 때문에 변화하는 기후에 적응하는 것이 쉽지 않음
- 온도의 점진적 변화에 맞추어 식생이 적응하는 방법은 식생대가 낮은 속도로 북상하거나 남하하는 방법뿐임. 화분분석법에 의한 연구 결과 식생은 종에 따라 100년에 약 40km-200km까지도 이동할 수 있다고 함
- 만약 이와 같은 식생대의 자생적인 이동 속도가 기후변화의 속도보다 매우 느릴 경우 해당 식생은 그 지역에서 살아남을 수 없음
- 직접적인 온도 증가에 따른 영향
 - 식생대의 이동: 예를 들어 대나무의 북방한계선 북상
 - 식생대의 교체: 침엽수림이 활엽수림이나 혼효림으로 교체됨(<그림 10-2> 참조)
- 온도증가에 따른 간접적인 영향
 - 온도 증가로 인하여 병충해가 극심해져 산림의 쇠퇴를 가져올 수도 있음
 - 온도 증가로 인하여 대기 중 습도가 감소하고 이러한 건조는 산불의 발발을 빈번하게 만들어 산림의 쇠퇴를 가져올 수도 있음



주: 온도 증가로 인해 침엽수림이 혼효림, 나아가 활엽수림으로 바뀌는 과정을 보여줌

<그림 10-2> 온도의 증가가 육상생태계에 미치는 영향

3.2. 툰드라 및 고위도 산악지대

- <그림 10-3>과 같이 보이는 생태계가 툰드라 및 고위도 산악지대(alpine)임
- 이 지역은 특히 온도에 의한 영향을 민감하게 받는 취약지역임
- 온도의 증가에 따라 이 지역에 새로운 식생대가 생길 수도 있음
- 이 지역의 토양은 영구동토층(permafrost)라고 불리는데 이 층이 녹음으로 인해 땅의 불안정성이 높아지고 더어모카르스트(Thermokarst, 지하부 얼음이 녹아 지표의 지형이 무너진 지형) 지형이 생김. <그림 10-4> 참조
- 산악 지역에서 눈사태나 산사태가 일어날 확률이 높아짐으로 인해 생태계의 전반적인 안정성에 위협을 받음
- 툰드라 및 알파인 지역의 생태계의 구조 및 기능 변화는 기후변화 자체에 또다시 큰 피드백을 주게 됨
- 툰드라 및 알파인 지역은 그 온도가 낮음으로 인하여 토양에 많은 양의 탄소가 분해되지 않은 채로 저장되어 있는 커다란 탄소의 저장고로서의 역할을 했음. 그러나 기온이 지속적으로 상승함으로써 토양 내의 미생물의 생물학적 과정은 활발하게 이루어지게 되고 오랫동안 저장되어있던 토양 탄소가 미생물의 분해 작용으로 인해 대기 중으로 방출됨으로써 새로운 탄소의 방출원으로 작용할 수도 있음
- 이런 의미에서 툰드라 및 알파인 지역의 기후변화에 따른 변화는 면밀하고 지속적으로 모니터링이 필요하며 이의 영향을 최소화하기 위한 여러 조치 및 정책들을 고민해야 함

1) 툰드라



2) 알파인 지대



<그림 10-3> 툰드라 및 고위도 산악지대

<그림 10-4> 더어모카르스트(Thermokarst)



3.3 동물

o 온도 증가에 따른 직접적인 영향

- 동물 종조성의 변화: 온도의 증가에 따라 동물이 극향 이동(북쪽으로)을 하게 됨
- 동물의 생장 속도가 빨라질 수 있음

o 동물 생리의 변화

- 교미, 알 낳는 시기가 빨라짐
- 동면 시간이 줄어들음
- 철새의 이동 시기가 변화함

o 온도 증가에 따른 간접적인 영향

- 온도의 증가에 따라 고유의 서식처의 크기가 변화할 수 있음
- 극지방의 북극곰이나 남극의 펭귄은 온도 증가에 의해 서식처가 줄어들어 개체군의 크기가 감소할 수 있음
- 빙하가 서식처인 극지방의 동물의 경우 온도 증가에 의해 빙하가 녹음으로 인해 번식 시기나 이동 시기가 변화될 수 있음
- 동물은 식물에 비해 이동성이 높으므로 온도의 증가에 따른 영향에 보다 적극적으로 대처할 수 있게 됨
- 동물의 생리를 변화시킴으로써 그 서식처에 적응하고 서식. 동물 생리의 변화만으로 그 지

역에 적응할 수 없을 경우 서식처를 이동함으로써 적응함. 만약 이동할 마땅한 서식처가 없을 경우 그 동물은 결국 멸종할 수도 있음. 이런 의미에서 기후변화는 생물다양성에 영향을 주게 됨

o <그림 10-5>: Great Tits(*Parus major*)라고 불리는 새가 온도의 변화로 인해 너무 일찍 부화하였다. 이 아기 새의 먹이는 나무의 새싹이다. 그러나 시기가 너무 일러서 아직 새싹은 싹을 틔우지 못한 상태이므로 새가 먹을 것이 없다. 이 아기 새는 어떻게 될까?



<그림 10-5> 박새(Great Tits)

3.4. 생물다양성

o 기후변화로 인한 산림의 주요 식생의 위협은 산림 내 생물다양성에 심각한 영향을 줄 수 있음

- 나무는 다양한 초본식물, 새, 멧돼지, 사슴 등의 동물, 토양에서의 미생물, 지의류 등을 위한 서식처를 제공해 주고 있음

- 식생의 기후변화에 따른 생존전략은 점진적 이동임

- 만약 식생의 이동속도가 충분히 빠르지 못하여 생장에 바람직한 기후대로 이동할 수 없게 된다면 그 식생은 생존에 위협을 받게 될 것임

o 전지구 순환모형을 이용한 식생대의 이동에 관한 예측을 보면 너도밤나무의 이동가능속도는 100년에 약 20km인데 반해 현재 기후대의 이동속도는 100년에 약 500 km 정도로서 너도밤나무의 주 서식처인 북반구 고위도에서는 너도밤나무의 생장이 제한을 받게 되고 이로 인한 종 유실 및 생물다양성의 감소가 일어날 것으로 보고하였음

o 기후변화는 이동성이 상대적으로 제한되어 있는 생물종의 멸종에 큰 영향을 줄 것임

- 예를 들어 작은 섬이라든지 인간의 정주에 의해 조각난 상태로 존재하는 도시 내 작은 숲

등에는 이동가능한 지역의 부재로 인하여 종 소멸의 확률이 더 크다고 할 수 있음

o 기후변화가 생물다양성에 미치는 영향은 생각보다 매우 복잡한 문제임

- 식물이나 동물이 온도에 의해 활동영역이나 분포범위가 영향을 받게 되긴 하나 단순히 온
도라는 하나의 요소만으로 결정되는 것은 아님

- 외래종의 경우는 원래 생존 전략이 씨를 많이 퍼뜨려 자손을 많이 번식하여 그 지역에 정
착하는 특징을 가지고 있는데 기후변화가 일어날 경우 외래종의 이러한 생존전략에 더 유리
하게 작용하여 그 지역의 토착종에게 더욱더 부정적인 영향을 줄 수도 있음

- 잡초나 병충해이 기후변화로 인해 더 왕성하게 일어날 수도 있음