

지구온난화에 대한 육상생태계의 민감성, 적응성 및 취약성

김 준 호

서울대학교 생물학과

지구표면온도는 1850-1994년 사이에 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{년}$ ($0.3^{\circ}\text{C} \sim 0.6^{\circ}\text{C}/100\text{년}$)으로 상승하였는데 그 원인은 대기중의 온실가스인 CO_2 , CH_4 , N_2O 농도가 산업혁명 전보다 1994년에 각각 30%(280→358 ppm), 145%(700→1720 ppb), 15% (275→312 ppb)만큼 증가하고, 이들 가스에 의한 방사효과(radiative forcing)가 각각 1.56 Wm^{-2} , 0.47 Wm^{-2} , 0.14 Wm^{-2} 로, 총 2.45 Wm^{-2} 의 에너지가 대기권에 포착되는데 있다. 온실가스에 의한 기후변화는 생물지화학과정(CO_2 , CH_4 , N_2O 등)과 생물지물리학과정(물 및 에너지의 교환)을 통하여 육상생태계의 구조와 기능을 변화시키고, 이 변화는 다시 대기와 육상생태계에 영향을 미침으로써 일어난다.

지구상의 탄소순환은 1992-3년 현재 화석연료 연소로부터의 CO_2 배출량과 육상생태계에서의 CO_2 수용량이 각각 6.1 GtC/년과 4.3 GtC/년으로 후자의 큰 수용 기능과 북반구의 중, 고위도지대 삼림의 재생장 ($0.5 \sim 0.9 \text{ GtC/년}$ 수용) 및 대기 CO_2 증가에 따른 생리효과 변화 ($0.5 \sim 2.0 \text{ GtC/년}$ 수용)가 주목되고 있다. 이와 대조적으로 열대지역의 토지이용 변화로 $1.6 \pm 1.0 \text{ GtC/년}$ 이 배출되고 있다. 한국에서는 1990년 현재 삼림($12,189 \times 10^3 \text{ tonC}$)과 재배식물($12,940 \times 10^3 \text{ tonC}$)이 공업에서의 CO_2 배출량 ($69,278 \times 10^3 \text{ tonC}$)을 약 36% 수용하고 있다.

대기 CO_2 가 증가함에 따라 육상식물의 광합성과 육상생태계의 CO_2 수용량은 증가하지만 어느 역치 이상에서는 오히려 낮아질 것으로 예상되고 있다. 육상식물은 대기 CO_2 증가에 의하여 기공확산저항이 낮아져서 내건성이 증가되는데, 전 대륙 식물의 확산저항이 1/2로 저하하면 지구평균기온은 0.5°C 상승되는 피드백 효과가 예상되고 있다. 대기 CO_2 증가와 온난화는 고위도지역 식물군집의 엽면적지수(LAI)를 높여서 순생산량을 증가시키지만, 열대식물군집에서는 부의 효과가 예상되고 있다.

토양온도가 상승하면 CO_2 배출량과 CH_4 흡수량이 함께 증가하며, C:N 비 10~25인 토양유기질소의 무기화가 촉진되어 식물이 N을 빠르게 흡수하므로 목재부에 C:N 비 40~400인 C를 많이 저장하기 때문에 육상생태계에 C저장량이 증가되지만, 미생물에 의하여 무기화되면 N흡수가 느려서 그것이 세탈 또는 탈질화되어 생태계 밖으로 소실되므로 C저장효과가 낮아진다.

육상식물군집은 대기 CO_2 2배의 퍼형상태에서 북반구의 타이거, 온대낙엽수림, 난온대상록수림 및 난대혼효림이 극지로 이동하고 유라시아대륙의 타이거가 북방으로 이동하며 열대의 계절림과 우림이 난온대상록수림대로 약간 확대되고 대륙 내부의 온대림이 감소될 것이 예상되고 있다.