

지구온난화와 산림



김 현 석
서울대학교 산림과학부 조교수
cameroncrazies@snu.ac.kr

1. 서언: 더워지는 지구

매년 새로운 기록을 갈아치우는 뜨거운 여름과 마치 시베리아에 와있는 듯하게 추운 겨울, 이 상반된 듯 보이는 두 현상이 아이러니하게도 모두 인간의 활동으로 인한 지구온난화와 그에 따른 기후변화에 의한 것이라는 것은 이제는 잘 알려진 사실이나¹⁾, 불과 사오십 여 년 전만해도 많은 과학자들은 지구에 빙하기가 올 것이라고 예상했다. 그 이유도 지구온난화와 같은 인간의 활동 때문인데, 예전의 과학자들은 공장과 자동차에서 나오는 매연과 화전과 같은 산림파괴로 인한 대기 오염물질의

증가가 대기 중 미세입자들의 농도가 증가시키고, 증가된 미세입자들에 의한 태양광의 반사율이 높아져, 지구로 유입되는 태양 에너지의 감소로 인해 지구의 온도가 내려갈 것이라 예상했다. 이렇듯 빙하기가 올 것이라는 과학자들의 예상을 깬 지구온난화는 기후변화가 환경론자들이 만든 단순한 허구가 아닌 우리가 직면한 현실이라는 것을 다시 한 번 반증해 준다 할 수 있다.

기후변화의 원인으로 가장 신빙성이 높은 것은 대기 중 온실가스²⁾ 농도의 증가이다. 온실가스는 태양으로부터 들어오는 단파장의 태양복사에너지는 통과시키는 반면, 지구로부터 방출되는 장파장의 복사에너지는 흡수

1) 지구온난화로 인해 여름이 더워지는 것은 쉽게 이해가 되지만, 독자들 중 일부는 추워지는 겨울이 왜 지구온난화로 인해 나타나는 현상인지의 구심이 들 수 있다. 우리나라와 같은 중위도 지방에서의 한파는 따뜻한 북극으로 인해 발생하는데, 그 원인으로는 중위도 지방의 대류권의 상부 혹은 성층권의 하부에 좁고 수평으로 부는 강한 공기의 흐름인 제트기류가 북극을 돌면서 순환하고 있는데, 이 제트기류는 북극과 중위도의 기온 차가 클수록 강해지고, 제트기류가 강하면 북극과 중위도 지역의 공기가 섞이지 않아서 차가운 공기가 북극지방에 갇히게 된다. 하지만, 지구온난화로 인해 북극의 빙하가 녹는 시기가 빨라지고 해빙이 일어나는 면적이 증가하면서 수증기와 열 발생량이 증가하였다. 이로 인해 북극지역의 대기가 팽창하고 고기압이 형성되어 제트기류가 느슨해지면서 남하하고 동시에 찬 공기도 같이 남하하여 중위도 지방에 마치 시베리아 같은 한파가 몰아치는 것이다.

2) 온실가스는 자연적일 수도 인위적일 수도 있는 대기중의 구성요소로서 대표적인 온실가스에는 수증기(H₂O), 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄) 등이 있고 이 중 자연적인 온실효과를 일으키는 데에는 수증기의 역할이 가장 크지만, 기후변화협약의 삭감대상으로 꼽히는 6대 온실가스에는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소(N₂O), 과불화탄소(PFCs), 수분화탄소(HFCs), 육불화황(SF₆)이 있다.

하여 지구의 평균 온도를 약 15℃로 유지시켜주는데 이를 온실효과라 한다. 이러한 온실효과 없이는 지구의 평균 온도가 -20℃ 정도로 온실효과는 지구에서 생명체가 살아가는데 꼭 필요하지만, 화석연료의 사용과 산림 파괴 등 인간의 활동으로 인해 이산화탄소를 비롯한 온실가스 농도가 급속히 증가하여 지구에서 방출되는 장파장 복사에너지의 흡수가 증가하여 지구는 점점 더워지고 있다(Schlesinger and Bernhardt 2013).

지구온난화에 따른 기후변화 예측에는 많은 불확실성이 존재하지만, 기온의 상승폭은 향후 온실가스 배출량에 영향을 받아, 2100년도의 이산화탄소 농도가 2000년도 농도를 유지하는 경우 0.6℃, 600ppm일 경우 1.8℃, 1550ppm일 경우 4.0℃ 정도 상승할 것으로 예상된다. 또한 지역에 따른 차이도 커져 해양보다는 육지가, 적도 지방보다는 극지방의 온도상승이 증가 커질 것으로 예상하고 있다(IPCC 2007).

지난 20세기 동안 지구의 평균기온은 0.74℃가 상승하였으나, 한반도는 약 2배인 1.5℃ 정도가 상승하였으며, 가뭄과 폭우의 빈도가 증가할 뿐만 아니라, 강도도 더 강해져³⁾, 산사태와 같은 재난에 의한 피해도 증가하고 상황이다. 1970년대 이후, 전국의 기상관측소의 자료 분석에 따르면 지난 40여 년간 전국 평균기온이 약

1.1℃ 상승하였으며, 계절별로 살펴보면, 여름철(6-8월)보다 겨울철(11-2월)의 기온 상승이 더 커진 것으로 나타난다⁴⁾. 물론, 이러한 증가 수치에는 도시화에 따른 효과도 포함되었을 것이다. 강수량의 경우, 연간 변동이 크긴 하나, 조금씩 증가하여, 1973년 이후 30% 이상 증가한 것으로 나타나고 있다. 기온과는 달리 강수량의 경우, 여름철 강수량의 증가가 현저하고, 가을철과 겨울철은 연년 변동을 보이긴 하지만, 장기적인 변화는 미미한 반면, 봄철의 강수량은 감소하는 추세를 보인다. 또한, 일강수량 80mm 이상인 호우일수도 50% 이상 증가하였다(국립기상연구소 2009).

2. 기후변화와 산림

산림은 나무의 광합성을 통하여 전체 지구온난화의 약 60%를 기여하는 이산화탄소를 대기로부터 흡수한다. 이렇게 흡수된 이산화탄소의 일부는 나무의 성장과 유지에 필요한 에너지원으로 사용하고, 나머지는 흔히 목재의 형태로 나무에 저장하게 되는데 이렇게 저장된 탄소가 인간에 의해 벌채·가공되어 종이, 가구 등으로 전환되어 이용되어지는 동시에 보관⁵⁾되기도 한다. 산림에서 나무의 탄소는 대부분 나무가 죽은 뒤 동물과 미생

3) 지구온난화는 단순히 기온과 강수량의 증감도 문제지만, 또한 변동 폭이 크다는데 문제의 심각성을 더 한다. 평균치의 이동과 함께 분산이 증가하는 것으로 나타나는데, 그럴 경우 기후 현상의 극한치들의 발생확률이 높아지게 된다. 그 원인의 하나로 지구온난화에 따른 온도의 상승은 대기 중에 포함할 수 있는 수증기의 양을 증가시키며, 이로 인해 비로 내리는 대기 수증기로 함유하는 기간이 길어져 가뭄이 증가하고, 또한 포함하는 수증기의 양이 많았으니 비가 내릴 때는 폭우로 내리는 빈도가 증가한다. 따라서 현재 이상기상 현상이라 할 수 있는 기상재해들이 훨씬 빈번해질 수 있고, 실제로 요사이 '100년에 한 번', '사상 초유의' 기상재해라는 말을 자주 듣게 되고 이와 관련된 산불, 홍수 등의 재해도 증가하고 있다.

4) 요 몇 년 동안은 겨울이 굉장히 추웠으나, 이전에는 따뜻한 겨울이 한 동안 지속되었다는 것을 기억하면 이러한 결과가 나온 것이 어쩌면 당연하다고 할 수 있다.

5) 여기에서 보관이란, 다음 문장에서 나오는, 동물이나 미생물에 의해 분해되어 이산화탄소의 형태로 대기 중으로 돌아가지 않는다는 것을 의미한다.

물에 의한 호흡을 통해 다시 대기 중으로 돌아가게 된다. 하지만, 일부는 땅속 깊숙이 묻혀, 지질학적 순환을 하게 되고, 이러한 지질학적 순환이야말로 대기 중 이산화탄소의 농도를 반영구적으로 줄일 수 있다(Waring and Running 1998). UN이 인정하는 유일한 탄소흡수원인 산림의 면적은 지구의 육지 면적의 약 1/3정도이나, 지구 전체 광합성량의 2/3 가량을 수행하고, 육상 생태계 탄소의 80%, 토양탄소의 40% 정도를 보유하고 있으며, 직접적으로 대기와 교환되는 양이 많고 기후변화와 인간 활동에 민감하게 반응하기 때문에 매우 중요하다.

산림은 기후에 큰 영향을 받는데, 기온과 강수량에 의해 지구의 식생 분포가 좌우될 정도로 그 영향력은 크다. 하지만, 기공을 통한 산림은 광합성은 증산작용과 동시에 일어나기 때문에 물의 순환, 에너지 분배 및 지구 기후 시스템에도 영향을 미쳐, 일반적으로 열대나 온대와 같이 숲에 의한 증산작용을 많은 지역에서는 산림에 의한 복사에너지를 방출이 많아 숲의 기온이 나지보다 낮다. 하지만, 극지방은 숲의 반사율이 낮으므로 빙설이나 나지에 비하여 태양에너지를 더 많이 흡수하는 반면 증산량이 적어 기온을 더 상승시킨다. 따라서, 지구온난화가 계속되면 극지방의 숲이 증가하고, 이로 인해 지구 기온이 더 상승되어 온난화가 가속화되는 양의 되먹임 작용이 나타날 수 있다. 반면, 전 세계 생물종의 반이 살고 있고 지구의 허파라고 불리는 아마존유역은 최근 화전, 목축, 연료 생산 등을 위해 매년 우리 대한민국 면적의 1/5 정도 되는 숲이 파괴되고 있다. 이러한 숲 파괴는 강수량 감소를 가져오고 이러한 건조 현상은 숲

을 초지식생으로 전환시키며 이는 다시 숲의 감소로 이어지는 양의 되먹임 과정에 빠져 올창한 우림은 크게 줄어들 것으로 예상된다. 결국 숲의 손실과 기후변화로 인하여 많은 생물 다양성이 감소될 것으로 예상되며, 특히 생물다양성의 손실은 불가역적이라는 점에서 문제의 심각성이 크다(CIFOR 2004, IPCC 2007).

이처럼, 산림은 나무와 토양에 방대한 양의 탄소를 저장하고 있고 매년 대기와 산림이 교환하는 이산화탄소 양은 엄청나게 많다. 이는 북반구의 산림이 왕성한 광합성을 하는 6-9월에는 지구 평균 이산화탄소의 농도가 감소하고, 북반구의 겨울인 12월부터 3월 사이에 이산화탄소의 농도가 증가하는 것으로 잘 알 수 있다(Keeling and Whorf 2004). 따라서 산림과 숲의 면적이 늘어나고 성장할 경우에는 대기 중의 이산화탄소가 감소하여, 온난화가 억제되지만 산림이 파괴되고 쇠퇴하는 경우에는 산림의 탄소가 이산화탄소의 형태로 방출되어, 지구온난화는 가속화 된다.

3. 결론

약 64%로 OECD 국가 중 핀란드(74%), 일본(68%), 스웨덴(67%)에 이어 네 번째로 산림이 국토면적에 차지하는 비율이 높은 우리나라는 일제 강점기와 한국전쟁을 통하면서 황폐화되었던 산림의 온 국민의 노력으로 지금의 푸른 산으로 바꾸었다. 1973년 치산녹화 원년의 11.3m³였던, 임목축적⁶⁾은 40여년이 지난 지금 약 130m³로 증가하였으며, 우리나라는 세계 2차 대전 이후 경제성장과 산림녹화를 이룬 유일한 나라도 칭송받

6) 산림에서 생육하고 있는 모든 나무의 ha 당 재적

으며, 여러 개발도상국의 롤모델이 되고 있다(산림청 2011). 하지만, 아직 기뻐하고 자만하기에는 너무 이릅니다. 우리나라의 숲을 구성하고 있는 나무의 약 60% 정도는 30-50년생으로, 우리 인간으로 치면 청년기에 해당한다고 할 수 있다. 사람에게도 청년기가 인생을 결정하는데 중요하듯, 산림도 청년기에 어떻게 관리하느냐에 따라, 산림의 생태적 건전성, 안정성, 생산성 등 산림의 가치를 결정한다고 할 수 있다. 그 동안 이룬 산림을 잘 가꾸어 간다면 우리의 산림은 탄소흡수원으로써의 역할 뿐만 아니라, 조만간 임업선진국 수준의 산림자원을 보유하게 될 것이다.

참고문헌

- 국립기상연구소 (2009) 기후변화 이해하기 2 - 한반도와 기후변화: 현재와 미래.
- 산림청 (2011) 2011 산림과 임업 동향에 관한 연차보고서.
- CIFOR (2004) CIFOR Annual Report 2004: Forests for People and the Environment, 72.
- IPCC (2007) IPCC Fourth Assessment Report (AR4): The AR4 Synthesis Report, (WG1) The Physical Science Basis, (WGII) Impacts, Adaptation and Vulnerability, (WGIII) Mitigation of Climate Change.
- Schlesinger WH, Bernhardt ES (2013) Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press.
- Waring RH, Running SW (1998) Forest ecosystem: analysis at multiple scales. Academic Press, San Diego.

기획: 강문성(mskang@snu.ac.kr)