

PA9 대기 중 이산화탄소 저감 방안에 관한 연구

송은지*, 이석모¹

*부경대학교 환경공학과, ¹부경대학교 생태공학과

1. 서 론

지난 20세기 동안 지구의 평균기온은 약 0.5°C 이상 상승하였다. 기온상승으로 세계 각지에서 이상기후가 나타나고 이로 인해 자연재해가 빈번히 발생하게 되면서 지구온난화 현상은 전지구적인 환경문제가 되었다. 지구온난화의 주된 원인으로 지목되는 것이 이산화탄소를 비롯한 온실기체들이다. 온실기체는 인위적인 영향으로 인해 대기 중의 함유량이 급속하게 증가하고 있어 문제의 심각성을 더해주고 있다. 지구온난화 방지를 위해 온실가스의 배출을 억제하여 기후의 안정성을 확보하는 것을 목표로 1992년 리우에서 개최된 유엔환경개발회의에서 기후변화협약이 체결되는 등 범지구적으로 지구온난화 문제를 해결하려는 노력이 활발히 이루어지고 있다.

온실기체 중 특히 이산화탄소는 화석연료 사용의 급증으로 막대한 양이 대기 중으로 배출되기 때문에 다른 온실기체보다 더욱 주목을 받고 있고 세계 여러 나라에서 배출권 거래제와 같은 제도를 도입하거나 시행하는 등 이산화탄소의 배출을 저감하고 제어하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 에너지 모델링을 기초로 지구적 탄소순환시스템의 향후 변화를 예측하고 지구생화학적인 접근법을 대안으로 시뮬레이션을 실시하여 대기 중 이산화탄소를 감소시킬 수 있는 가능한 방안을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 지구적 탄소 순환의 다이어그램 작성

지구적 탄소 순환을 전체적으로 파악하기 위해 에너지 시스템 언어를 이용하여 다이어그램을 작성한다.

2.2 에너지 모델링 및 미래예측

작성된 에너지 다이어그램으로부터 수학적 방정식과 각종 계수를 도출하고 Visual Basic 프로그램을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하여 향후 탄소 순환 시스템의 변화를 예측한다.

2.3 이산화탄소의 저감방안 제시

지구생화학적 접근법을 이용하여 현재 상태의 대기 중 이산화탄소 농도를 유지하기 위한 저감방안을 시뮬레이션하여 그 가능성을 제시한다.

3. 결과 및 고찰

지구 전체를 하나의 시스템으로 보면 대기중에 750GtC(1GtC = 1015 gC)의 탄소가,

육상과 해양의 유기물에 3833GtC 함유되어 있고 해양은 37890GtC의 용존무기물질과 5000GtC의 탄산칼슘을 함유하고 있다. 육상의 식물은 지구 외부로부터 들어오는 태양에너지와 대기 중의 이산화탄소를 이용하여 유기물을 생성하고 해양에서는 대기에서 들어온 이산화탄소가 용존무기물질로 되고 용존무기물질은 외부로부터의 에너지를 받아 유기물과 탄산칼슘을 생성한다. 생성된 유기물은 생물들의 호흡에 의해, 그리고 벌목과 산불 등에 의해 대기 중으로 방출되고 또한 화석연료의 사용으로 이산화탄소가 대기 중으로 방출되면서 지구의 탄소순환이 이루어지고 있다.

에너지 다이어그램으로부터 수학적 방정식을 도출하고 각종 계수를 산출한 다음 Visual Basic 프로그램을 이용하여 현재부터 300년 이후까지 탄소순환의 변화를 예측하였다. 그 결과 대기 중의 탄소량 750GtC가 840GtC이상으로 계속 증가할 것으로 나타났고 유기물 생산과 해양의 용존무기물질 역시 증가하는 반면 탄산칼슘은 감소하는 것으로 나타났다.

이렇게 증가되는 대기 중의 이산화탄소를 현재의 수준으로 유지하기 위해 다섯 가지 경우로 나누어 시뮬레이션을 실시하였다. 첫 번째, 현재 사용하고 있는 화석연료를 얼마만큼 줄이면 현재의 농도를 유지할 것인가에 대해 시뮬레이션한 결과, 화석연료 사용량을 줄이면 줄일수록 대기 중의 이산화탄소 농도가 점점 줄어드는 것으로 나타났고 그 증가폭도 줄어들면서 steady state에 가까워짐을 알 수 있었다. 현재의 대기 농도로 유지하기 위해서는 화석연료 사용량을 약 1/20로 줄여야 하는 것으로 나타났고 화석 연료의 사용이 없다고 가정했을 때 대기 중의 이산화탄소는 감소하는 것으로 나타났다.

두 번째, 육상 식물의 생산력이 증가되는 경우에 대해 시뮬레이션한 결과를 보면 생산력이 증가될수록 대기 중의 이산화탄소를 많이 흡수해 일시적으로 농도가 감소하지만 결국 호흡량이 많아져 대기 중의 농도는 다시 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 육상 식물의 생산력이 증가되면 될수록 대기 중의 농도 증가속도가 지연되는 경향을 보였다.

세 번째, 벌목이나 산불 등에 의한 대기중 이산화탄소 방출을 감소시킬 경우, 그 양이 적기 때문에 다른 경우에 비하여 그다지 많은 차이를 나타내지 않았다.

네 번째, 해양 식물의 생산력을 증가시킬 경우, 육상 식물의 생산력을 증가시킨 경우와 마찬가지로 많은 이산화탄소 흡수로 인해 일시적으로 농도가 감소하지만 결국 호흡량이 많아져 대기 중의 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 생산력이 증가될수록 대기 중의 농도 증가속도가 지연되는 것으로 나타났다.

마지막으로, 현재 화석연료 사용으로 배출되는 이산화탄소 중 일부를 해양으로 주입할 경우에 대해 시뮬레이션을 한 결과 이산화탄소를 해양으로 많이 주입하면 할수록 대기 중의 이산화탄소 농도는 줄어드는 것으로 나타났다.

4. 결 론

지구적 탄소순환에 대한 시뮬레이션을 실시한 결과 대기 중의 이산화탄소 농도는 계속 증가할 것으로 나타났고 대기 중의 이산화탄소를 감소시키기 위한 다섯 가지의 경우를 시뮬레이션 한 결과 화석연료 사용을 감소시키거나 대기로 배출되는 이산화탄소를

강제로 해양에 주입시킬 경우에만 대기 중의 이산화탄소가 감소됨을 알 수 있었다. 따라서 화석연료 사용을 감소시킬 수 있는 대체 에너지 개발과 산업구조개편 등과 같은 에너지 자원정책 개발과 이산화탄소를 해양에 주입시켜 생물 생산력으로 환원시키는 생태공학적 접근법, 그리고 해수의 탄산평형을 이용한 이산화탄소의 해양저질 축적과 같은 지구생화학적인 접근법이 요구된다.

참 고 문 헌

- Beran, M. A., 1995, Carbon sequestration in the biosphere, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, p. 306.
- Butcher S. S., R. J. Charlson, G. H. Orians, and G. V. Wolfe, 1992, Global biogeochemical cycles, Academic press, New York, pp. 239-259.
- Odum H. T. and E. C. Odum, 2000, Modeling for all scales, Academic press, New York, pp. 324-328.
- 임경택, 배도용, 신남철, 1996, 지구환경과학, 동화기술, pp. 475-521.