

광릉 낙엽 활엽수림의 탄소 수지

이재석^{1*}, 서상욱¹, 민윤경¹, 채남이², 김 준², 구진우³, 박래현³, 손요한³, 임종환⁴

¹ 건국대학교 생명과학과, ² 연세대학교 대기학과, ³ 고려대학교 환경생태공학부,

⁴ 산림과학원 산림생태과

Carbon budget in temperate deciduous forest in Gwangneung

J. S. Lee^{1*}, S. Shu¹, Y. Min¹, C. Chae², J. Kim², J. Gu³, R. Park³, Y. Shon³, and J. Lim⁴

¹Department of Biological Science, Konkuk University, ²Department of Atmospheric Sciences, Yonsei

University, ³Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,

⁴Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

(Correspondence: jaeseok@konkuk.ac.kr)

1. 서 언

산림의 탄소수지는 지구온난화의 가장 큰 원인물질인 대기권 이산화탄소의 장래의 추이 예측에 필수 불가결한 요소이다. 산림의 탄소수지에서 각각의 단계에 축적된 양적 관계는 물론, 단계와 단계의 이동속도와 그 속도를 조절하는 물리화학적 환경요소의 정확한 규명은 모형을 통한 단기간 또는 장기간, 그리고 소유역적 또는 광역에 걸친 대기, 식생, 토양간의 탄소수지 메커니즘과 규모와 속도의 정확한 예측에 절대적으로 필요한 요인이다.

본 연구에서는 온대낙엽활엽수림인 경기도 광릉의 졸참나무-서어나무 우점의 산림에 대해 생태학적 물질분배 과정의 파악을 통해 대기로부터 유입된 탄소가 식생 및 토양에 축적된 양적 관계 및 식생, 토양, 대기로의 이동 속도를 파악하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구지 개요

본 조사지는 KoFlux Network 의 DK-site 로, 경기도 포천시 소흘읍 직동리 소재 국립산림과학원 중부임업시험장 광릉시험림내 소리봉 (533.1 m) 인근의 낙엽활엽수림 (37°45' 25.37"N, 127° 09' 11.62"S, 고도 340 m)이다. 또한 1998 년부터 광릉 장기생태연구조사구 (Korean Long-Term Ecological Research; KLTR)로 등록되어 있는 본 조사지는 (Oh *et al.* 2000), 천연낙엽활엽수림으로 참나무류와 서어나무, 까치박달 등으로 이루어진 우리나라 대표적인 중부 온대림으로 임목밀도는 1,473 trees ha⁻¹ 이며 우점종은 졸참나무 (*Quercus serrata*), 서어나무 (*Carpinus laxiflora*), 까치박달 (*Carpinus cordata*) 이다 (Lim *et al.* 2002). 토양은 유기물이 많이 섞여 있는 갈색삼림토양으로 약산성의 사양토이며, 토양 함수량은 약 34%, 토양 최대용수량은 약 73%, 토양밀도는 0.92 g cm⁻³ 이고, 연평균기온은 11.3°C이며 몬순의 영향으로 여름에는 무덥고 습하며 겨울에는 춥고 건조한 중부내륙성 기후이며 연평균 강수량은 1,365 mm 이다.

2.2 순생산량, 리터생산량, 토양호흡량

생태계의 순일차생산량(NPP, Net Primary Production)은 영구 방형구를 설정하여 연간의 직경 생장으로 부터 구한 자료를 통해 임목 적재량을 추정한 Lim et al(2003)의 자료를 이용하였으나, 이중 리터 생산량은 가로 1m, 세로 1m 의 리터트랩 3 개를 연구지의 입상에 설치한 후, 약 2 개월 간격으로 수집된 리터를 회수하여, 건조한 후 중량을 측정하였다.

연간 토양호흡량은 조사지역의 대표수종인 서어나무와 졸참나무가 혼재하는 지역의 입상에 가로 30cm, 세로 20cm 의 챔버 4 개로 구성된 자동호흡챔버(AOCC; Automatic Open-Closing Chamber)를 설치하여 연간을 통해 연속으로 측정하였다. 토양호흡 측정은 각 챔버당 2 시간에 약 1 회씩 1 일 12 개의 측정값을 수집하였다.

2.3 리터의 분해속도

리터백은 1 mm 의 나일론 천을 18 x 25 cm² 크기로, 조사지의 우점종인 졸참나무, 서어나무, 까치박달 낙엽을 2003 년 12 월 조사지 인근에서 수집하여 60℃에서 48 시간 동안 건조 후 칭량하여 리터백에 넣어 제작하였다. 2003 년 12 월에 토양호흡 측정지역의 인근 5 개소의 입상 낙엽층에 설치하였고. 설치된 리터백은 2 개월 간격 (2, 4, 6, 8, 10, 12 월)으로 수집하여 걸의 흙과 곰팡이균사, 식물체의 잔뿌리 등을 제거한 후 60℃ 드라이오븐에서 48 시간 동안 건조 후 칭량하여 분해속도를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

Lim et al(2003)의 조사결과와 본 연구에서 조사된 결과를 종합하여 보면 조사지역의 산림에 축적된 총탄소량은 258.4 tC/ha 로 이중 식물의 생물량이 136.0 tC/ha(Lim et al, 2003), 토양 표면에 축적된 낙엽낙지의 리터가 5.4tC/ha, 고사목이 18.tC/ha(Kim et al, 2004)를 차지하며, 토심 30cm 까지의 토양 중에 축적된 탄소는 89.3tC/ha 로 구성된다. Lim et al(2003)은 이러한 산림에서 식물에 의해 순수하게 고정되는 NPP 를 4.3tC/ha(NPP)로 보고하였고 이를 토대로 본 조사에서 측정된 낙엽낙지의 리터로 지표면에 공급되는 탄소인 1.8tC/ha 를 제외하면 나머지 2.5 tC/ha 가 식물에 매년 축적되는 것으로 조사되었다. 하지만 이러한 축적량은 고사목 형태로 식물의 생물량에서 이탈되기 때문에 실제로 축적되는 양은 더욱 적으로 것으로 생각되며, 축적되는 생물량을 정확히 파악하기 위해서는 고사목 발생량의 정확히 측정된 자료가 절실하다.

한편, 토양호흡을 통해 대기 중으로 방출되는 탄소는 6.6 tC/ha 로 이 수치를 식물의 순생산량인 4.3tC/ha(NPP)에서 빼주게 되면 생태계 순생산량은 2.3tC/ha 가 된다. 하지만 이러한 NEP 의 계산에 이용되는 현재의 토양 호흡값은 식물의 뿌리호흡과 미생물 호흡이 합해진 것이기 때문에 NPP 에서 그대로 토양호흡 값을 빼주게 되면 NEP 값은 과소평가되는 결과를 초래하게 된다. 따라서 토양호흡을 측정할 경우, 뿌리호흡과 미생물호흡을 구별 측정은 정확한 NEP 계산의 중요한 요인이 된다. 본 연구에서는

이러한 필요성을 인식하여 2005 년도부터 뿌리와 미생물호흡을 구별하기 위해 Trenching 방법을 도입, 주기적 측정을 실시하고 있다.

이러한 이유로 Trenching 방법을 이용한 온대 낙엽활엽수림의 선행 연구의 결과는 뿌리호흡이 전체 토양호흡의 약 45%(Lee, 2003)로 잡는다면 본 조사지역의 미생물에 의한 토양호흡은 1.1 tC/ha 로 생태계 순생산량은 3.2tC/ha 이 된다.

인용문헌

Kim R., Y. H. Son, and J. H. Hwang, 2004. Comparison of mass and nutrient dynamics of coarse woody debris between *Quercus serrata* and *Q. variabilis* stands in Yangpyeong. *Korean Journal of Ecology* 27(2), 115-120.

Oh, J. S., J. H. Shin and J-H Lim, 2000: Long-term ecological research programme in Forestry Research Institute, Korea. *Korean Journal of Ecology* 23(2), 131-134

Lee M., 2003: Method for assessing forest carbon sink by ecological process-based approach. – a case study for Takayama Station, Japan. *Korean Journal of Ecology* 26(5), 289-296.

Lim J-H., J. H. Shin, G. Z. Jin, J. H. Chun and J. S. Oh., 2003: Forest stand structure, site characteristics and Carbon budget of the Kwangneung natural forest in Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(2), 101-109.

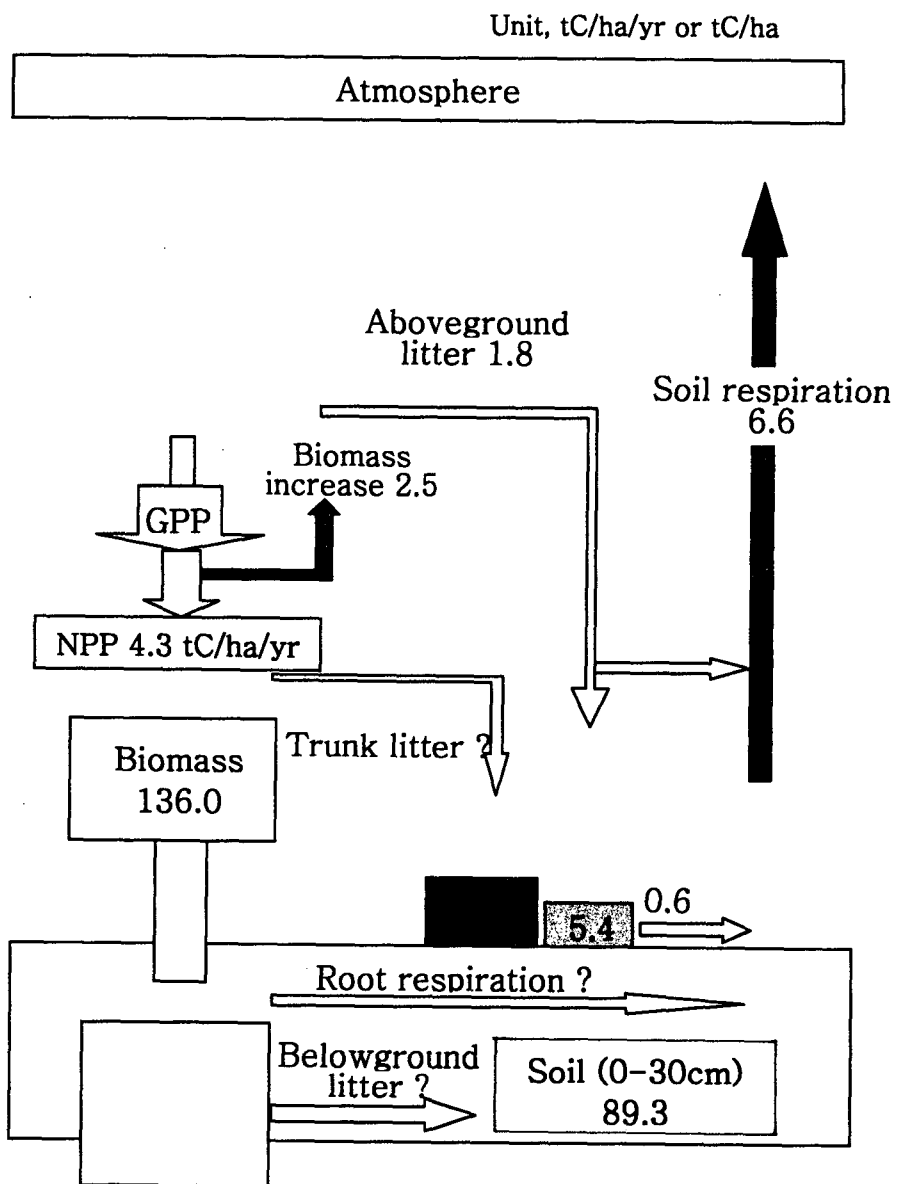


Fig. 1 Carbon budgets and flows in temperate deciduous forest in Gwangneung.