

지리산국립공원 낙엽활엽수림 세 군락의 탄소저장량 평가

이 나 연*

국립공원관리공단 국립공원연구원

Estimation of Carbon Storage in Three Cool-Temperate Broad-Leaved Deciduous Forests at Jirisan National Park, Korea

Na-yeon Lee*

National Park Research Institute, Korea National Park Service

Abstract - Cool-temperate broad-leaved deciduous forests are one of dominant forest cover types in Asia monsoon climate regions. However, our understanding of how much storages carbon in these ecosystems is limited. We studied carbon storage in three cool-temperate broad-leaved deciduous forests at Jirisan National Park, Korea. The biomass of trees in the three stands on an average was 112 tC ha^{-1} and ranged from 107 to 119 tC ha^{-1} . The total amount of soil organic matter at a depth of 30 cm in the three stands on an average was 66 tC ha^{-1} . In addition, the total carbon stocks of biomass and soil was approximately 178 tC ha^{-1} , ranged from 167 to 184 tC ha^{-1} . Above values among three stands did not show the valuable difference at Jirisan National Park. The amounts of carbon storage in three ecosystems at Jirisan National Park, were higher than those of other studies significantly, except Seoraksan National Park.

Key words : biomass, broad-leaved deciduous forest, Jirisan National Park, carbon storage, soil organic matter

서 론

육상생태계에서 탄소의 움직임 (탄소 동태)을 파악하는 것은 대기 중 CO_2 를 저감하는 생태계 역할을 평가하는 데에 반드시 수행되어야 하는 일이다. 육상생태계에서 탄소동태를 파악하는 데에 기본이 되는 일 중 하나는 각 생태계를 구성하는 저장고(reservoir)를 파악하는 것이다. 육상생태계의 저장고는 크게 식생권과 토양권으로 구분할 수 있다(이 2010).

육상생태계에서 일어나는 탄소순환의 주된 흐름은 다음과 같다. 식생권에서 식물은 대기 중 이산화탄소(CO_2)를 광합성 작용을 통해 식물체에 고정한다. 반면 낮에도 밤에도 호흡작용을 통해 식물과 토양 속의 뿌리 및 미생물은 대기 중에 CO_2 를 방출하기도 한다. 또한 식물이 고정된 탄소가 낙엽과 낙지라는 유기물 형태로 토양권에 유입되어 축적된다. 이렇게 쌓여지는 탄소의 일부는 미생물의 분해 작용에 의해 다시 대기 중에 CO_2 로 방출된다(이 2011).

특히 토양권은 중요성이 다음과 같이 높지만 보고된 자료는 매우 적다(이 2010). 2009년 12월, 미국 지질조사소(USGS)는 미국 영토 48주를 대상으로 토양에 730억 t, 산림에 170억 t의 CO_2 가 축적되어 있다는 조사 결

*Corresponding author: Na-yeon Lee, Tel. 063-630-7609, Fax. 063-630-7657, E-mail. nayeon3@gmail.com

과를 발표하였다. 이것은 미국이 화석연료로 배출하는 CO₂의 50년분에 상당한다 (<http://www.usgs.gov/newsroom/article.asp?ID=2362>).

이러한 이유로 IPCC 제4차 보고서는 기후변화 대안을 제시한 내용 중 산림 분야가 유연성과 비용대비 측면에서 효과가 높다고 평가하였다. 최근 이 (2011)는 북한산 국립공원 낙엽활엽수림의 탄소저장량을 평가하였다. 북한산국립공원은 토양권과 식생권을 포함한 생태계 전체의 탄소저장량은 142~156 tC ha⁻¹의 범위로 평균 약 149 tC ha⁻¹ 정도의 양을 축적하고 있는 것으로 나타났다. 식생권의 탄소량은 평균 약 93 tC ha⁻¹, 토양권의 탄소량은 평균 약 55 tC ha⁻¹ 정도의 양을 축적하고 있다고 보고했다. 그러나 기후변화와 저탄소 녹색성장에 부합하는 국립공원의 생태계가 탄소흡수(저장)에 기여하고 있는 것은 자명한 사실이나, 이에 관한 가치평가는 매우 적은 것이 현실이다.

국내에서는 산림부문의 탄소흡수기능에 초점을 맞추어 연구가 진행되었는데 임목축적량 변화로부터 탄소흡수량을 추정하고 있으며, 11개의 대표적인 산림 수종에 대하여 영급별 줄기밀도와 바이오매스 확장계수를 추정하여 구분하고 있다 (Lee *et al.* 2006). 그러나 토양권을 포함한 전체 생태계를 대상으로 탄소저장량을 평가한 사례는 매우 드물다.

지리산국립공원은 1967년 12월 29일 우리나라 최초의 국립공원으로 지정되었고 그 면적이 483.022 km²로서 20개 국립공원 중 가장 넓은 면적의 산악형 국립공원이다. 경남의 하동, 함양, 산청, 전남의 구례, 전북의 남원,

이렇게 3도 1시 4군에 걸쳐 있는 지리산국립공원은 풍부한 동·식물만큼 그 문화는 동서간을 이질적이면서도 다양한 문화권으로 만들기도 했다. 천왕봉에서 노고단에 이르는 주 능선의 거리가 25.5 km로 60여리가 되고, 둘레는 320여 km로 800리쯤 된다. 지리산의 너른 품안에는 1,500 m가 넘는 20여개의 봉우리가 천왕봉(1,915 m), 반야봉(1,732 m), 노고단(1,507 m)의 3대 주봉을 중심으로 병풍처럼 펼쳐져 있으며, 20여개의 긴 능선이 있고 그 품속에는 칠선계곡, 한신계곡, 대원사계곡, 피아골, 뱀사골 등 큰 계곡이 있다 (<http://jiri.knps.or.kr/knpsnp/visit/intro/info.jsp?menuid=P11001&depth=2>). 우리나라를 대표하는 국립공원으로 공원 면적 또한 가장 넓은 지리산국립공원을 우점하는 낙엽활엽수림의 탄소저장량을 추정하는 시도는 그 의미가 매우 크다고 할 수 있다.

본 조사는 지리산국립공원 낙엽활엽수림을 대상으로 생태계(토양-식생-대기)의 물질순환 중 탄소를 중심으로 유기물의 저장고(pool)인 토양과 식생에 저장된 탄소량을 평가하는 것을 목적으로 실시하였다. 고정조사구에서 식물과 토양이 가지고 있는 탄소 저장량을 평가하기 위해서, 식물은 매목조사를 통하여 식물 군락의 현존량을 산출하고 토양은 직접 시료 채취 후 탄소량을 평가하였다(국립공원연구원 2010a).

조사지 개요 및 조사 방법

지리산국립공원 낙엽활엽수림의 탄소저장량 추정을

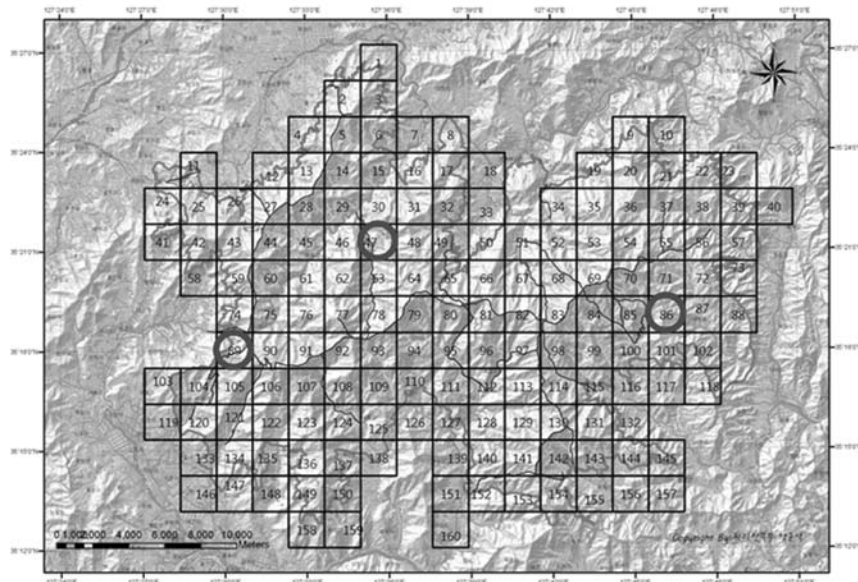


Fig. 1. Location of the study sites (No. 47: Baemsagol, No. 86: Jungsanni, No. 89: Seongsamjae) in Jiri National Park.

위해 실시한 조사구 선정 조사를 통해 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구의 낙엽활엽수림을 대상으로 고정조사구 (30 m × 30 m, 0.09 ha)를 설치하였다. 세 조사구는 지리산국립공원의 대표 계곡을 중심으로 발달한 낙엽활엽수림으로 지리적 위치와 해발고도 등을 고려하여 선정하였다. Fig. 1은 지리산국립공원 전체의 격자를 나타내고 선정된 고정 조사구 지점을 표시하였다. 이하 각 조사지점은 뱀사골, 중산리 및 성삼재로 표현한다.

2011년 11월 고정 조사구 내 매목조사(DBH; Diameter at Breast Height)를 실시하고 DBH 5 cm 이상의 상층식생에 대한 현존량(biomass)은 낙엽활엽수림의 상대생장법(Allometric method)으로 건중량 추정회기식(손 등 2007)을 이용하여 간접 추정하였다(회기식은 수종구분 없이 적용함). 또한 지하부 생체량은 손 등(2007)의 지상부 현존량에 대한 비율을 적용하여 추정하였다(연구대상 12개 참나무림 상층목의 줄기 현존량과 전체 현존량의 관계, 전체 현존량=줄기 현존량*1.419). 식생의 탄소 저장량은 건중량에 45%를 탄소함량으로 간주하여 추정하였다(IPCC 2001). 하층식생에 대해서는 그 양이 매우 적어 고려하지 않아 식생권 탄소저장량은 과소평가 되었다.

고정 조사구 내 임의의 장소 2지점에서 시료 채취 코어를 이용하여 5 cm 길이별로 토양 시료를 채취하였다. 리터층은 15 cm × 15 cm 크기의 면적에서 채취하여 비닐백에 담아 밀봉하여 실험실로 운반, 항량이 될 때까지 건조시킨 후, 유기물함량을 측정하였다. 토양 시료는 토양수분함량을 측정하고 용적밀도를 구하였다. 이후 유기물함량을 측정하고 용적밀도를 감안하여 길이별 토양탄소량을 Wnag *et al.* (2002)에 따라 추정하였다(국립공원연구원 2011).

기상청 통계에 따르면 지난 30년간(1981~2010년) 중산리지구에 해당하는 산청시의 연평균 기온은 12.8°C, 평균 강수량은 1,556.6 mm로 나타났다. 월평균 기온은 8월이 평균 25.0°C로 가장 높고, 강수량은 8월이 366.9 mm로 가장 많은 것으로 나타났다. 뱀사골지구에 해당하는 남원의 경우, 연평균 기온은 12.3°C, 평균 강수량은 1,380.4 mm로 나타났다. 월평균 기온은 8월이 평균 25.2°C로 가장 높고, 강수량은 7월이 346.1 mm로 가장 많은 것으로 나타났다(http://www.kma.go.kr/weather/climate/average_30years.jsp).

뱀사골지구는 흉고직경 30~50 cm의 졸참나무가 고로쇠나무, 비목, 대팻집나무, 서어나무, 노각나무 등과 같이 혼생하는 전형적인 저지대 낙엽활엽수림이다. 지형이 계곡 하부로서 바위와 자갈이 많은 전석지의 토양으로 하층식생은 비교적 빈약한 편이다. 따라서 토양 깊이도 바위가 많아 30 cm까지 시료 채취가 어려운 지점이 있을

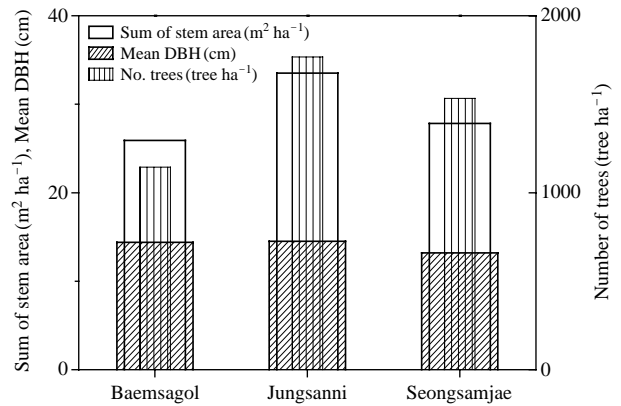


Fig. 2. Characteristics of three cool-temperate broad-leaved deciduous forests, Jirisan National Park (sum of stem area (m² ha⁻¹), number of trees (tree ha⁻¹) and mean DBH (cm)).

정도로 발달이 미약하다. 중산리지구는 흉고직경 20 cm 전후의 굴참나무가 존재하나 60% 이상이 신갈나무 중심이고 그 외 당단풍, 졸참나무, 대팻집나무, 쇠물푸레 등으로 구성하고 있는 전형적인 신갈나무군락-조릿대 군락의 낙엽활엽수림이다. 하층식생은 식피율 100%에 가까운 2 m 이상의 조릿대가 밀생하고 있다. 토양은 30 cm 까지 시료 채취가 가능하였고 유기물 층을 비롯하여 매우 비옥한 토양 발달을 지니고 있다. 성삼재지구는 흉고 직경 25 cm의 소나무가 존재하나 신갈나무를 중심으로 당단풍, 서나무, 뽕잎피나무, 층층나무 등으로 구성하고 있으며 아교목층에 철쭉이 분포하는 전형적인 신갈나무-철쭉 군락의 낙엽활엽수림이다. 토양은 30 cm까지 시료 채취가 가능하였으며 조사구 밖에 큰 바위가 있으나 화강암의 풍화가 많이 이루어진 잘 발달된 사면 토양이라고 할 수 있다(국립공원연구원 2011).

지리산국립공원 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구의 군락별 특성을 Fig. 2에 나타내었다. 군락의 단위 면적 당 흉고단면적의 합은 약 25.9 m² ha⁻¹~33.5 m² ha⁻¹의 범위로 평균 29.1 m² ha⁻¹이었고 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구 중 뱀사골 지구가 가장 낮은 값이었다. 또한 임분 밀도는 평균 1,481 tree ha⁻¹로 나타났고, 1,144 tree ha⁻¹~1,767 tree ha⁻¹의 범위였다. 평균 흉고 직경은 14 cm(범위, 13~14 cm) 정도로 나타나 세 지구 모두 유사한 것으로 나타났다. 지리산국립공원의 낙엽활엽수림 세 군락을 비교하면 뱀사골지구와 성삼재지구가 유사한 반면 중산리 지구가 높은 값으로 나타나는 것을 알 수 있다. 이것은 뱀사골지구가 계곡부 하부의 너덜지대에 있는 낙엽활엽수림으로 개체밀도가 낮고, 성삼재지구의 경우 해발고도가 1,000 m에 달하는 고지대로 낮은 개체밀도를 나타내는 것으로 유추된다. 반면, 중산리지구

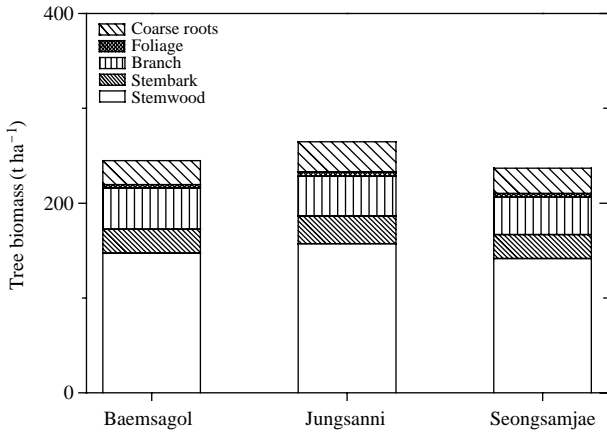


Fig. 3. Biomass (t ha⁻¹) of tree by components at three cool-temperate broad-leaved deciduous forests, Jirisan National Park (stemwood, stembark, branch, foliage and coarse roots).

는 흉고직경이 유사하였지만 높은 개체밀도를 지녀 흉고단면적도 높고 이로 인해 현존량도 높은 것으로 판단된다.

결 과

1. 현존량 및 식생권 탄소량

지리산국립공원의 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구의 식생권 현존량은 부위별로 줄기, 가지, 잎, 뿌리로 구분하고, 줄기부분은 다시 목질부와 수피로, 가지 부분은 생지와 고사지, 그리고 당년생 소지로 추정하였다. 지리산국립공원 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구는 모두 유사한 현존량으로 가장 많은 곳은 중산리지구이고 비교적 적은 양의 식생권 현존량은 성삼재지구였다. (Fig. 3, 264 t ha⁻¹ ~ 372 t ha⁻¹). 현존량은 부위별로 줄기부분이 지상부의 약 80% 정도를 차지하였다. 지리산국립공원 낙엽활엽수림의 평균 현존량은 약 249 t ha⁻¹에 달했다.

상기 현존량을 바탕으로 식생권 탄소량을 추정된 결과, 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 식생권 탄소량은 위 현존량과 마찬가지로 결과로 줄기 부분이 가장 높은 비율을 차지하면서 세 지구는 현존량과 같은 경향으로 모두 유사한 값을 나타내었다 (107 tC ha⁻¹ ~ 119 tC ha⁻¹). 지리산국립공원 낙엽활엽수림의 평균 식생권 탄소량은 약 112 tC ha⁻¹에 달했다.

2. 토양권 탄소량

지리산국립공원의 토양권 탄소량을 리터층에서부터

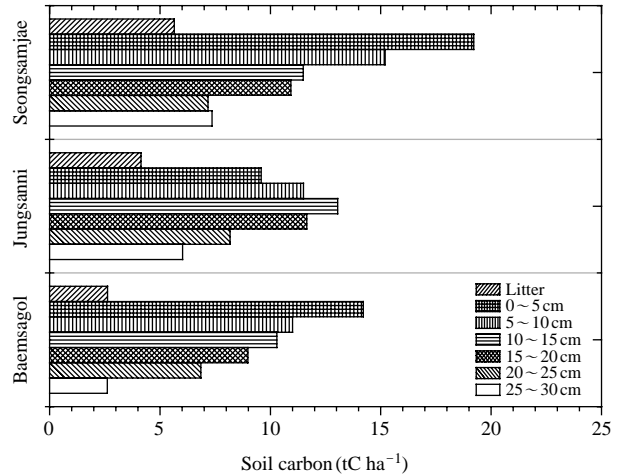


Fig. 4. Carbon stocks of soil (tC ha⁻¹) collected to a depth of 30 cm including forest floor litter at three cool-temperate broad-leaved deciduous forests, Jirisan National Park.

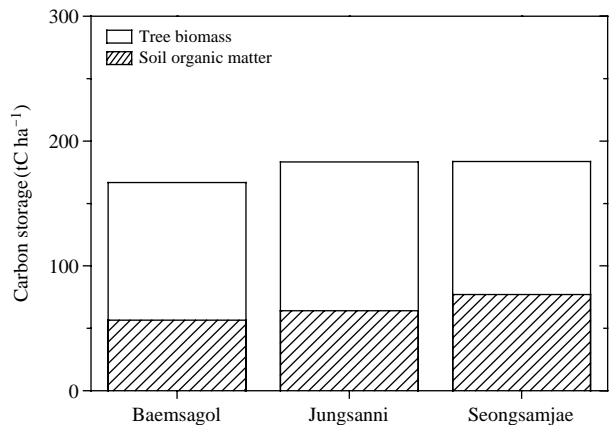


Fig. 5. Total amount of ecosystem carbon storage (tC ha⁻¹) at three cool-temperate broad-leaved deciduous forests, Jirisan National Park.

30 cm 깊이까지 Fig. 4에 나타내었다. 일반적으로는 유기물층을 포함한 A층에 토양탄소량이 많이 분포하고 토양 깊이가 깊어지면서 토양탄소량이 적어지는 경향이었다. 지리산국립공원 뱀사골지구와 성삼재지구에서 토양 표면 리터층부터 5 cm 깊이에서 토양탄소량이 증가하다가 깊이가 깊어질수록 감소하는 경향이었다 (Fig. 4). 중산리지구의 경우 리터층부터 15 cm 깊이까지 토양탄소가 증가하는 경향을 나타내었다.

지리산국립공원 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구 중에서 전체 토양탄소량은 뱀사골지구 (57 tC ha⁻¹)와 중산리지구 (64 tC ha⁻¹)가 유사한 값을 나타내었고, 가장 많은 곳은 성삼재지구로 약 77 tC ha⁻¹ 정도의 값으로 나타나 지구별 차이가 크지 않은 것을 알 수 있다 (Fig. 4).

지리산국립공원 낙엽활엽수림의 평균 토양탄소저장량은 약 66 tC ha^{-1} 정도로 추정되었다.

3. 생태계 탄소량

지리산국립공원 낙엽활엽수림의 생태계 전체 (토양권과 식생권을 포함)의 탄소저장량을 Fig. 5에 나타내었다. 지리산국립공원 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구의 낙엽활엽수림 전체 생태계의 평균적인 탄소저장량은 약 178 tC ha^{-1} (범위, $167 \text{ t ha}^{-1} \sim 184 \text{ t ha}^{-1}$)로 평가되었다.

각 지구별로는 뱀사골지구의 경우 식생권과 토양권이 빈약하여 적은 양을 나타내지만 중산리지구의 경우 식생권이 많은 양을 나타냈으나 전체 생태계 탄소량은 성삼재지구와 매우 유사한 값을 나타내었다 (Fig. 5). 지리산국립공원 뱀사골지구, 중산리지구 및 성삼재지구의 낙엽활엽수림은 생태계 탄소량은 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다.

고찰

손 등 (2007)은 각각 강원도 춘천시와 홍천시 북방면 일대, 경기도 광주시 퇴촌면 일대, 전라남도 광양시 백운산 일대 및 서울시 남산의 북사면 일대에서 (이후 강원, 중부, 남부, 남산으로 표기) 임령 30~50년의 참나무림 (굴참나무, 신갈나무 등의 순군락 또는 혼합군락, $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$, 3지점)에서 탄소저장량을 분석하였다. 이 보고와 본 연구결과를 이후 비교하여 고찰하였다. 또한 2010년 지리산국립공원과 동시에 실시한 자연자원조사 중 북한산국립공원 (이 2011)과 설악산국립공원 (국립공원연구원 2010b)의 낙엽활엽수림 탄소저장량 평가의 결과를 같이 비교한다.

지리산국립공원 낙엽활엽수림의 현존량은 중부, 남부, 남산지역과 북한산국립공원 낙엽활엽수림과 비교하여 유의하게 높은 현존량을 지니고 있는 것으로 나타났으나, 설악산국립공원을 비롯한 강원지역의 현존량에는 미치지 못하는 것으로 나타났다. Fig. 6은 손 등 (2007)과 이 (2011), (국립공원연구원 2010b)에서 식생권 탄소량에 대해 조사한 결과와 본 결과를 비교하여 나타내었다. 중부, 남부 및 남산 지역의 식생권 탄소량은 평균 약 100 tC ha^{-1} ($53 \text{ t ha}^{-1} \sim 93 \text{ t ha}^{-1}$) 이하로 보고되었다. 그러나 지리산국립공원의 식생권 탄소량 (112 t ha^{-1})은 강원지역 (170 t ha^{-1})의 식생권 탄소량보다는 적은 양을 저장하고 있는 것으로 나타났다.

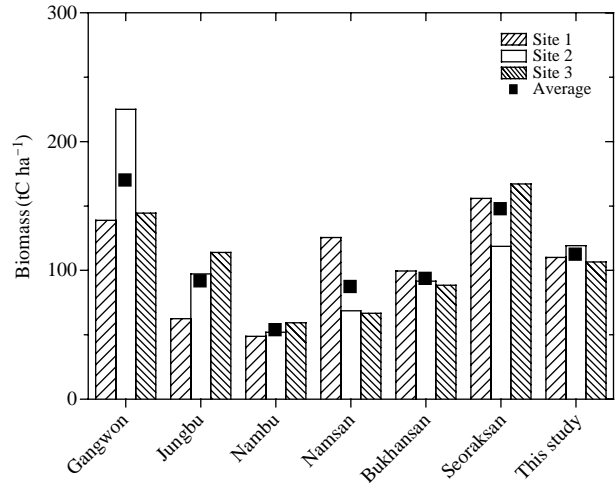


Fig. 6. Amount of vegetation carbon storage (tC ha^{-1}) at the three sites of the current study and Bukhansan, Seoraksan National Parks and three sites of the three regions (Gangwon, Jungbu, Nambu, and Namsan) in Korea measured by Son *et al.* (2007).

2010년 북한산국립공원 (국립공원연구원 2010a)과 설악산국립공원 (국립공원연구원 2010b)의 자연자원조사 시 동일한 방법으로 탄소저장량을 평가한 결과를 비교하면 지리산국립공원의 현존량이 북한산국립공원 (93 t ha^{-1})보다는 많고 설악산국립공원 (147 t ha^{-1})보다는 적은 양임을 알 수 있다. 한편 Ohtsuka *et al.* (2010)은 일본 중부 냉온대 낙엽활엽수림 약 20년생 (조사구 크기: $20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$)과 50년생 ($100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$) 임분에서 탄소저장량을 추정하였다. 식생권 탄소량은 각각 약 40 tC ha^{-1} , 77 tC ha^{-1} 정도로 평가되어 지리산국립공원의 낙엽활엽수림이 일본 중부 50년생 낙엽활엽수림과 비교하여도 많은 탄소량을 지니고 있는 것으로 나타났다.

토양권의 탄소저장량 (Fig. 7)은 비교하는 타 지역 전체 (평균 50 tC ha^{-1})보다 높은 값을 나타내었다. 비교한 지역의 토양권 조사와 본 조사는 토양의 조사 깊이가 동일하여 (30 cm) 비교가 가능하나 유기물층이 포함되어 있지 않아 비교하는 지역의 토양 탄소량이 적은 양으로 나타나는 것으로 사료된다. 그러나 유기물층을 포함한 북한산국립공원의 토양 탄소량이 평균 약 55 tC ha^{-1} , 설악산국립공원의 토양 탄소량이 평균 약 91 tC ha^{-1} 에 이르는 반면, 지리산국립공원의 토양 탄소량은 평균 약 66 tC ha^{-1} 에 달해 지리산국립공원이 북한산국립공원과 설악산국립공원의 토양탄소량의 중간정도의 양을 저장하고 있음이 밝혀졌다. 한편 일본 중부 낙엽활엽수림의 탄소저장량은 1 m 깊이까지 조사되어 약 265 tC ha^{-1} 으로 보고하고 있다 (Ohtsuka *et al.* 2010).

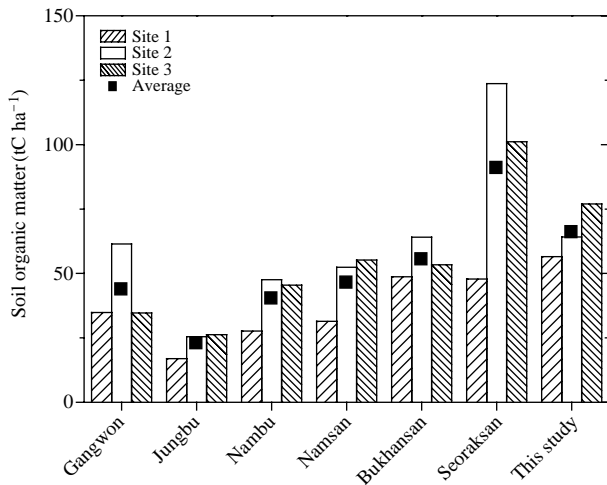


Fig. 7. Amount of soil carbon storage ($tC\ ha^{-1}$) at the three sites of the current study and Bukhansan, Seoraksan National Parks and three sites of the three regions (Gangwon, Jungbu, Nambu, and Namsan) in Korea measured by Son *et al.* (2007).

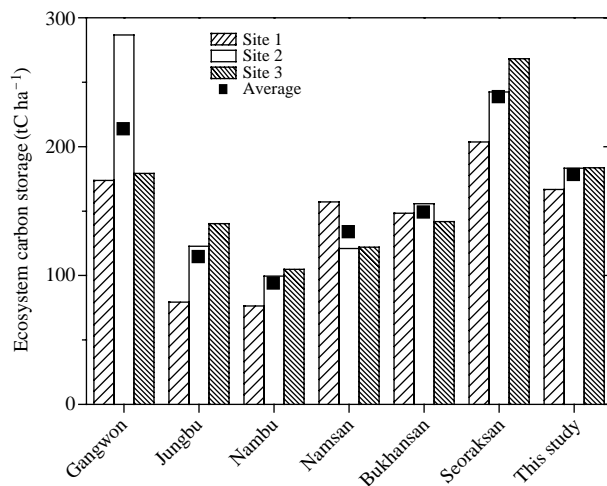


Fig. 8. Total amount of ecosystem carbon storage ($tC\ ha^{-1}$) at the three sites of the current study and Bukhansan, Seoraksan National Parks and three sites of the three regions (Gangwon, Jungbu, Nambu, and Namsan) in Korea measured by Son *et al.* (2007).

지리산국립공원 낙엽활엽수림 생태계 전체의 탄소저장량은 평균 $178\ tC\ ha^{-1}$ 으로 중부($114\ tC\ ha^{-1}$), 남부($94\ tC\ ha^{-1}$), 남산($133\ tC\ ha^{-1}$)지역보다는 많고 강원지역($213\ tC\ ha^{-1}$)의 낙엽활엽수림의 탄소량보다는 적은 정도의 저장량이었음이 밝혀졌다 (Fig. 8). 북한산국립공원 낙엽활엽수림 생태계 전체의 탄소저장량은 평균 $149\ tC\ ha^{-1}$, 설악산국립공원 낙엽활엽수림 생태계 전체의 탄소저장량은 평균 $238\ tC\ ha^{-1}$ 으로 지리산국립공원 낙엽활엽수림이 북한산국립공원 보다 약 $30\ tC\ ha^{-1}$ 가까운 양

을 더 저장하고 있는 것으로 나타났다. 이 등 (2009)의 보고에 의하면, 강원도 횡성 참나무류 순림의 식생 탄소저장량은 $147.6\ tC\ ha^{-1}$ 정도이며, 낙엽층과 고사목을 포함한 토양 탄소량은 $44.9\ tC\ ha^{-1}$ 정도로 추정되어 전체 생태계 내 총 탄소 저장량을 $192.5\ tC\ ha^{-1}$ 으로 보고하였다. 이 결과를 본 연구 결과와 비교하여 보면, 식생권의 탄소량은 약간 적고(약 $36\ tC\ ha^{-1}$), 토양권의 탄소량은 약간 많은(약 $21\ tC\ ha^{-1}$) 결과이다. 식생권 탄소량 차이를 유발하는 요인 중 생산성과 관련한 조사지의 특성을 비교하면, 평균 흉고직경은 유사(약 $14\ cm$)하고 임분 밀도는 조금 높았다(본 연구; $1,481\ tree\ ha^{-1}$, 이 등 (2009); $1,000\ tree\ ha^{-1}$). 그러나 현존량의 부위별 추정량은 지하부를 제외하고 거의 유사하였다. 지하부는 본 연구가 이 등 (2009)의 연구 결과의 40% 밖에 미치지 못하였다(본 연구; $28\ t\ ha^{-1}$, 이 등 (2009); $69.4\ t\ ha^{-1}$). 따라서 식생권 탄소량을 추정한 값의 차이(약 $36\ tC\ ha^{-1}$)는 지하부의 추정방법의 차이로 나타났다. 즉 지하부(식물 뿌리)의 평가 방법을 달리하면, 예를 들어 지상부의 30% 정도를 지하부로 추정하면 탄소저장량은 더 많은 양으로 평가될 것이다.

지리산국립공원 낙엽활엽수림 생태계의 탄소량에 대해 평가하였으나 탄소저장고의 하나인 고사목에 대한 평가가 누락되어 있다. 고사목이라 함은 서서 또는 쓰러져서 또는 토양에 파묻혀서 있는 대형 목질 리터로서 분해가 매우 느려 높은 양의 탄소가 저장되어 있는 항목 중의 하나이다. 이에 대한 추후 평가를 통해 더 많은 양의 탄소가 지리산국립공원 낙엽활엽수림 생태계에 저장되어 있음을 평가할 수 있을 것이다. 그러나 이 등 (2009)의 보고에 의하면, 강원도 횡성 참나무류 순림의 고사목을 추정한 결과 $1.7\ tC\ ha^{-1}$ 정도로 추정된 바 있어, 전체 생태계의 1% 정도로 추정된다. 향후 고정조사구의 낙엽생산량 및 매년 같은 시기의 매목조사를 지속적으로 수행하여 연간 탄소 고정량을 추정하여 지리산국립공원의 탄소 저장 능력을 평가하는 것이 중요할 것이다. 또한, 생태계 탄소저장량뿐만 아니라 생태계에서 방출되는 탄소량을 평가하는 것과 광역적인 평가를 위해 모형과 위성자료를 이용한 지리산국립공원 전체의 탄소저장량과 탄소 흡수 능력을 평가하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

지리산국립공원 산림생태계의 탄소 수지에 관한 기초 자료를 확보하기 위해 낙엽활엽수림에 대한 탄소저장량

을 추정하였다. 지리산국립공원의 대표 낙엽활엽수림 군락을 중심으로 뱀사골 지구, 중산리 지구, 성삼재 지구로 나누어 조사구 (30 m × 30 m, 3지점)를 설치, 식생권과 토양권의 탄소저장량을 추정하였다. 식생권의 탄소량은 107~119 tC ha⁻¹의 범위로 평균 약 112 tC ha⁻¹ 정도의 양을 축적하고 있다. 또한 토양권의 탄소량은 64~77 tC ha⁻¹의 범위로 평균 약 66 tC ha⁻¹ 정도의 양을 축적하고 있다. 토양권과 식생권을 포함한 생태계 전체의 탄소저장량은 167~184 tC ha⁻¹의 범위로 평균 약 178 tC ha⁻¹ 정도의 양을 축적하고 있다. 값의 범위에서 알 수 있듯이 지구별 차이는 크게 나타나지 않았다. 다른 연구 결과와 비교하여 설악산국립공원을 비롯한 강원권 생태계를 제외하고 매우 많은 양의 탄소가 저장되어 있음을 알 수 있다.

사 사

본 연구는 국립공원관리공단이 실시하는 2011년 지리산국립공원 자연자원조사 사업에 의해 수행된 결과이다. 본 연구 수행에 도움을 주신 지리산국립공원 사무소 및 지리산 북부와 남부 사무소 직원 여러분과 야외 조사에서 많은 도움을 준 이호연구원과 나경태연구원에 감사를 표한다.

참 고 문 헌

- 국립공원연구원. 2010a. 북한산국립공원 자연자원조사, 서울, 국립공원관리공단.
- 국립공원연구원. 2010b. 설악산국립공원 자연자원조사, 서울, 국립공원관리공단.
- 국립공원연구원. 2011. 지리산국립공원 자연자원조사, 서울, 국립공원관리공단.
- 손요환, 김동엽, 박인협, 이명중, 진현오. 2007. 한국 참나무림의 물질 생산과 양분 순환: 신갈나무림과 굴참나무림의 연구 사례. 강원대학교 출판부. 240pp.
- 이나연. 2010. 육상생태계의 탄소순환-산림의 순생태계생산량-국립공원연구지. 1:163-168.
- 이나연. 2011. 북한산국립공원 낙엽활엽수림의 탄소저장량 평가, 국립공원연구지. 2:53-57.
- 이수경, 손요환, 노남진, 허수진, 윤태경, 이아름, Abdul Rasak Sarah, 이우균. 2009. 황성지역 천연 소나무와 참나무류 순림 및 혼효임분의 탄소 저장량 추정. 한국임학회지. 98:772-779.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press. 188pp.
- Lee KH, YM Son, JH Seo, RH Kim, IH Park, YH Son and YJ Lee. 2006. Establishing green house gas inventory system in forestry for responding UN Framework Convention on Climate Change. Rep. 06-20. Korea Forest Research Institute.
- Ohtsuka T, Y Shizu, A Nishiwaki, Y Yashiro and H Koizumi. 2010. Carbon cycling and net ecosystem production at an early stage of secondary succession in an abandoned coppiced forest. J. Plant Res. 123:393-401.
- Sundquist E and J Robertson. 2009. New Science Estimates Carbon Storage Potential of U.S. Lands (<http://www.usgs.gov/newsroom/article.asp?ID=2362>).
- Wang G, J Qian, G Cheng and Y Lai. 2002. Soil organic carbon pool of grassland soils on the Qinghai-Tibetan Plateau and its global implication. The Science of the Total Environment 291:207-217.
- http://www.kma.go.kr/weather/climate/average_30years.jsp (기상청 국내기후자료).
- <http://jiri.knps.or.kr/knpshp/visit/intro/info.jsp?menuid=P11001&depth=2> (지리산국립공원).

Received: 29 December 2011

Revised: 18 May 2012

Revision accepted: 22 May 2012