

## 월출산 주요 식생의 낙엽 생산량

이준석 · 이은혜 · 유영주 · 이재석

건국대학교 생명과학과

## Litter Production of Major Vegetation in Mt. Weolchul

YI, Joonseok · Eun-Hye LEE · Young-Ju YU · Jae-Seok LEE

Department of Biological Sciences, Konkuk University

### ABSTRACT

In this study, we evaluated annual litter production in 5 communities with *Quercus variabilis*, *Quercus acuta*, *Pinus densiflora-Quercus aliena*, *Pinus densiflora-Quercus serrata*, *Pinus rigida* of major vegetation in Mt. Weolchul. Litter were collected by litter traps (1m×1m×1m) installed in June 2010 every month. Litter was produced average 448.3g/m<sup>2</sup> of 5 communities, and these were the highest with 538.0g/m<sup>2</sup> in *Quercus variabilis* community and the lowest with 242.0g/m<sup>2</sup> in *Quercus acuta* community. The average ratios of each part were 72.8% in leaf, 15.3% in branch, and 11.9% in other.

**Key words** : litter production, Mt. Weolchul, carbon cycle

### 서 론

기후변화에 기여도가 높은 주요 온실효과 기체의 생태계 순환에 대한 과학적 자료를 수집하기 위해 다양한 기후조건 하에서 식생자료가 필요하다. 특히, 온난화에 가장 큰 영향을 미치는 탄소가 대기와 생태계 사이를 어떻게 이동하며 교환되는지 또는 생태계에서 순환의 각 단계를 이동하며 축적되는지에 대한 계수를 구하고, 그를 통해 광역적이고 장기적인 예측을 시도하고 있다(Mo *et al.*, 2005). 하지만 온난화와 관련된 기초 연구 자료가 부족한 실정으로 정밀한 순환의 규칙성을 파악하기는 매우 어려운 상황이기 때문에, 장기적인 안목에서 다양한 생태계의 각 단계에 대한 탄소 축적 동태와 이동 속도에 대한 기초자료 수집은 시급히 다루어야 할 문제이다. 특히, 대기의 탄소 흡수와 저장에 가장 큰 기능을 수행하고 있는 산림생태계에 대한 자료는 가장 먼저 축적해야 할 대상이다.

산림생태계에서의 탄소순환은 일차생산자인 식생이 광합성을 통해 대기의 이산화탄소를 흡수하여 고정하는 것으로부터 시작된다. 식물을 통해 고정된 탄소는 식물 자체에 저장되나, 많은 양의 탄소가 낙엽, 낙지, 고사목 등의 유기물 형태로 지상부에 공급되고, 공급된 유기물은 미생물에 의해 분해과정을 거쳐 대기 중으로 다시 환원된다. 이와 같은 생태계의 탄소순환 단계에서 식생과 토양은 일반적

으로 동일한 양의 탄소를 저장하며, 대기-식생-토양-대기로 탄소를 순환시키고 있다. 특히, 식생은 토양 미생물에게 양질의 에너지가 되는 리터를 토양에 공급하고, 토양의 미생물은 매년 공급되는 리터를 포함하여 그 이전에 공급된 리터를 분해시키는 토양호흡을 통해 탄소를 대기로 환원시킨다. 이러한 토양호흡의 양은 결국 어떤 생태계가 매년 어느 정도의 탄소를 순수하게 저장하는가에 대한 평가에 결정적인 요소가 된다(서 등, 2005; 이 등, 2005).

이러한 차원에서 식생의 리터생산량은 토양호흡으로 대기에 환원되는 탄소양적 크기와 추이를 파악하는데 중요한 가치를 가진다.

본 연구에서는 난온대 상록활엽수림과 냉온대 낙엽활엽수림이 혼생하는 월출산 국립공원 지역의 주요 식생에 대해 리터생산량을 파악함으로써 기후변화에 따른 냉온대성 식생이 난온대성으로 변화될 경우, 탄소순환 기능이 어떻게 달라질 수 있는지를 예측하기 위한 기초자료를 수집하기 위해 월출산 지역의 주요 식생의 리터생산량을 파악하였다.

## 조사내용 및 방법

### 1. 조사지 개요

조사지인 월출산 국립공원은 전라남도 영암군 영암읍과 군서읍, 강진군 성전면에 걸쳐 있으며, 면적은 약 56km<sup>2</sup>로 1988년 6월 국립공원으로 지정되었으며, 주봉인 천황봉(809m)을 중심으로 잔구성 산지로 구성되어 있다. 국립공원의 총 면적이 작고 능선부 등 월출산 고지대와 일부 계곡지역이 급경사의 암벽지대로 식물 정착이 매우 불리한 지역을 넓게 포함하고 있으나, 약 700여종의 식물이 자생하는 것으로 보고되어 있다(국, 2009).

연평균 기온 14℃ 이상, 한랭지수(℃, month) -10 이상인 지역에 발달하는 난온대상록활엽수림은 벌채와 인위적 교란 등으로 그 분포지가 매우 제한적으로(오, 2002), 전체 산림면적의 1.53%에 지나지 않는다(임, 1970). 특히 기후변화와 함께 난온대 상록활엽수림의 분포가 확대되면(박 등, 2010), 월출산 국립공원은 온대림과 난대림이 혼생하는 기후적인 조건으로 인해 남부형 식물의 북한계선에 근접한 국립공원으로 기후변화와 더불어 상록활엽수림과 낙엽활엽수림의 동태를 추적하기 위해 매우 중요한 지역이다.

이러한 월출산 지역의 식생을 조사하기 위해 계곡부 전석지에 형성된 굴참나무군락, 참재자연식생으로 판단되는 붉가시나무군락과 천이도중상인 소나무-갈참나무군락, 소나무-줄참나무군락, 인위적으로 조성된 리기다소나무군락으로 구분하여 월별 및 연간의 리터생산량을 조사하였다.

### 2. 낙엽생산량 조사

낙엽생산량을 조사하기 위한 리터트랩은 5개 군락 내의 3개 지점에 크기 1m×1m×1m의 스테인레스 파이프와 눈 사이즈 1.5mm의 그물로 만들어진 리터트랩을 2010년 5월 21일에 설치하였다. 이후 매월 20~30일 사이에 당월에 발생한 낙엽낙지를 수거하는 것을 원칙으로 하였으나, 우천 등의 피치 못할 상황이 발생할 경우, 최대한 지정된 시기에 근접하여 수거되도록 하였다. 회수된 리터는 잎, 가지, 기타 부분으로 구분하여 80℃의 열풍건조기에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 다만, 붉가시나무군락의 경우, 다른 고정조사구와 다르게 5월 중에 새로운 잎이 발생함과 동시에 기존

의 잎이 탈락, 다량의 낙엽이 발생하였고, 이 시기에는 리터트랩이 설치되기 전이었던 관계로 지면에 5월 21일 30cm×30cm의 방형구를 설치한 후, 방형구 내에 새로 발생한 낙엽만을 수거하여 6월의 낙엽 생산량에 합산하여 당해 생산량에 추가하였다.

## 조사결과 및 고찰

2010년 6월부터 11월에 생산된 단위면적당 리터양은 Table 1과 같다. 총 낙엽생산량은 굴참나무군락, 리기다소나무군락, 낙엽활엽혼합림군락, 소나무-갈참나무군락, 소나무-줄참나무군락, 붉가시나무군락의 순서로 높게 나타났다. 특히, *Pinus*속과 *Quercus*속이 우점하는 군락에서는 약 450g/m<sup>2</sup> 이상의 많은 낙엽이 발생되었으며, 상록성 활엽수인 붉가시나무군락에서는 약 250g/m<sup>2</sup> 이하의 낙엽이 생산되어 난대성 상록활엽수군락보다 온대성군락의 낙엽생산량이 높게 나타났다. 또한 조사기간 중 생산된 총 낙엽생산량에서도 붉가시나무군락을 제외한 온대성군락이 우위를 차지하는 군락에서 가지의 평균 생산량이 83.52g/m<sup>2</sup> 이상으로 높게 나타났다(Table 1). 이러한 결과는 난대성 상록활엽수가 온대성 수종에 비해 잎의 수명이 길며, 기존의 잎에서 매우 적은 양의 잎만이 매년 새로운 잎으로 교체되기 때문으로 판단된다.

각 고정조사구별 생산된 리터의 구성 비율을 보면 소나무-줄참나무군락의 경우, 잎의 비율이 80.4%, 가지가 15.0%, 과실, 종자, 꽃 등의 생식기관이 포함되는 기타 부분이 4.6%로 잎의 비율이 월등히 높은 반면, 소나무-갈참나무군락의 경우, 잎의 비율이 66.0%, 가지가 24.2%, 기타가 9.8%로 가지의 비율이 타 군락에 비해 높은 수치를 보였다(Fig. 1). 리기다소나무군락의 경우, 잎의 비율이 73.5%, 가지가 10.9%, 기타가 15.6%를 보여 소나무-줄참나무군락, 소나무-갈참나무군락이 기타나 가지의 비율이 높은 데 반해서 비교적 균질한 비율을 보였으며, 붉가시나무군락은 과실, 종자, 꽃 등의 생식기관과 기타 리터부분이 포함되는 기타의 비율이 가지의 비율에 비해 2배 정도 높은 값을 보여, 군락에 따라 임상에 공급되는 리터가 질적 양적으로 차이를 보였다. 이러한 비율의 차이는 임상에서 서식하는 다양한 하등 동물이나 균류 등의 차이로 유발되는 종다양성을 유발할 뿐만 아니라, 해당 생태계의 물질 순환과 임상 토양에 축적되는 탄소량에 영향을 주는 요인이다. 천이와 기후변화와 같은 장기간에 걸친 환경요인의 변화에 따른 구성종의 변화는 생태계에 있어서 생산자의 기능적 측면의 변화를 유발시킨다. 중국에는 종속영양생물의 기능과 종류의 변화를 유발시키게 된다. 이에 따라 리터 분해량 측정과 기온, 지온, 토양수분 등과 같은 환경요소의 측정을 병행하는 작업을 추가되어 장기적인 구성종 변화와 그들이 가지고 있는 기능적 측면의 측정과 분석이 시도되어야 할 것으로 보인다.

Table 1. Litter production in each community in 2010

Community	리터생산량(g/m <sup>2</sup> )			
	잎	가지	기타	합계
<i>Quercus variabilis</i>	419.3	86.2	32.5	838.0
<i>Quercus acuta</i>	191.6	18.1	32.3	242.0
<i>Pinus densiflora-Quercus aliena</i>	330.6	88.1	72.7	491.3
<i>Pinus densiflora-Quercus serrata</i>	359.8	67.1	20.5	447.4
<i>Pinus rigida</i>	386.4	57.1	81.9	525.4

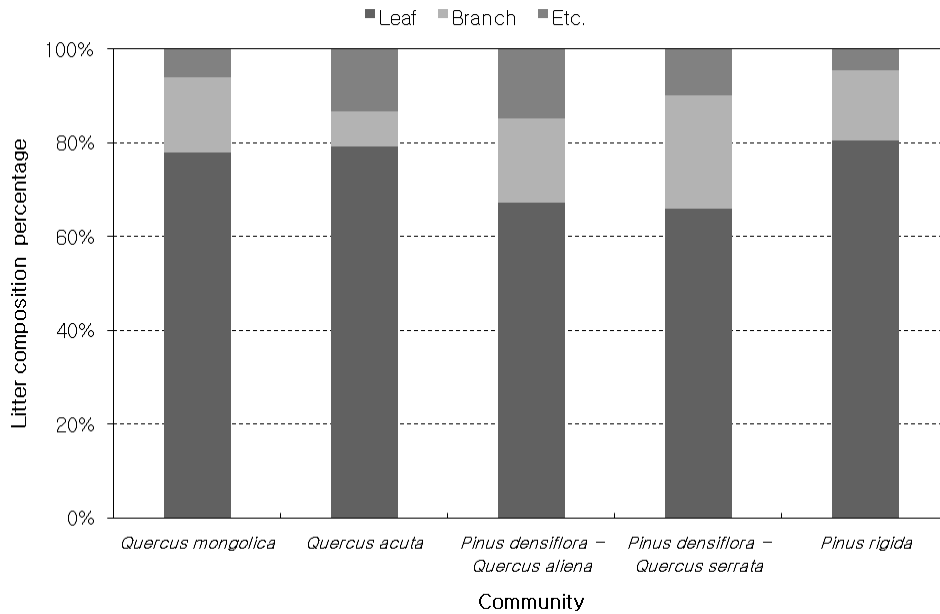


Fig. 1. Ratio of litter composition in each community in 2010.

Table 2. Variation of litter production in each community in 2010

(unit: g/m<sup>2</sup>)

Community \ Month		6	7	8	9	10	11
<i>Quercus variabilis</i>	Leaf	3.44	2.43	18.56	33.17	15.95	345.74
	Branch	0.62	0.00	43.69	16.90	10.99	13.95
	Etc.	0.09	3.16	14.13	3.38	10.53	1.22
	Sum	4.15	5.59	76.38	53.45	37.47	360.91
<i>Quercus acuta</i>	Leaf	58.79	7.84	20.96	40.43	30.26	33.35
	Branch	0.76	0.06	3.87	4.52	5.68	3.17
	Etc.	5.91	1.03	20.55	0.34	3.27	1.21
	Sum	65.46	8.93	45.38	45.29	39.21	37.73
<i>Pinus densiflora- Quercus aliena</i>	Leaf	11.98	8.66	34.28	53.77	25.45	196.45
	Branch	2.06	0.36	50.64	5.02	13.97	15.96
	Etc.	15.75	9.98	33.40	5.96	6.67	0.93
	Sum	29.79	19.00	118.32	64.75	46.09	213.34
<i>Pinus densiflora- Quercus serrata</i>	Leaf	3.01	1.06	10.19	106.60	27.59	211.33
	Branch	1.67	0.02	15.06	38.86	0.94	10.56
	Etc.	1.01	2.60	7.29	7.96	1.60	0.08
	Sum	5.69	3.68	32.54	153.42	30.13	221.97
<i>Pinus rigida</i>	Leaf	3.74	3.63	18.03	208.43	18.81	133.77
	Branch	1.08	0.40	38.90	11.98	3.53	1.19
	Etc.	18.63	17.08	19.09	17.96	5.98	3.16
	Sum	23.45	21.11	76.02	238.37	28.32	138.12

군락별 월별 리터생산량 변화를 보면(Table 2), 월별낙엽생산량이 점차로 증가하여 11월에 최고치를 이루지만 월출산 북서쪽에 위치한 조사구 소나무-줄참나무군락과 리기다소나무군락에서는 낙엽생산량이 9월에도 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 월출산의 낙엽생산량의 동태는 침엽수림 군락의 낙엽생태가 활엽수와 같이 가을인 11월에 집중하지 않고, 가장 기온이 높은 8월을 지나면서 건조에 의한 낙엽발생이 낙엽활엽수에 비해 일찍 시작하기 때문인 것으로 판단된다.

불가시나무군락의 낙엽생산량은 다른 군락에 비해 6월을 정점으로 7월에 급격히 감소되다 8월 이후 다시 증가되는 것을 볼 수 있다(Table 2). 이는 상록활엽수인 불가시나무의 낙엽시기의 차이로 판단되며 천이군락과 상록활엽수림의 생태자료 확보를 위해 지속된 관찰과 결과가 필요할 것으로 판단된다.

당해연도 조사가 6월 자료부터 확보되어 정확한 연간 낙엽생산량 추정이 어렵지만 추후 조사를 통해서 국내 조사 자료가 많지 않은 상록활엽수림의 낙엽생산량과 더불어 월출산국립공원 내 낙엽생산량 변화 추이를 관찰할 수 있을 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- 국립공원관리공단. 2009. 월출산국립공원자연자원조사. p.589.
- 김춘식, 박진영, 변재경, 정재엽, 신현철, 이상태. 2008. 상수리나무임분의 낙엽낙지량과 임분특성의 관계. 한국농림학회지 10(3): 102-106.
- 박종철, 양금철, 장동호. 2010. 기후변화에 따른 난온대 상록활엽수림대의 이동에 관한 연구. 기후연구 5(1): 29-41.
- 서상욱, 민윤경, 이재석. 2005. 토양호흡의 계절적 변이에 기여하는 리터의 분해속도. 농림기상학회지 7(1): 57-65.
- 오구균. 2002. 난대림 생물산업화를 위한 개발 산·학·관 협동실연 연구(Ⅱ). 산림청. p.164.
- 이명종, 손요환, 진현오, 박인협, 김동엽, 김용석, 신동민. 2005. Litterfall과 토양호흡 측정에 의한 신갈나무 천연림의 지하부 탄소 분배. 농림기상학회지 7(3): 227-234.
- 이임균, 손요환. 2006. 질소와 인 시비가 리기다소나무와 낙엽송의 낙엽생산량 및 양분 동태에 미치는 영향. 한국생태학회지 29(3): 205-212.
- 임양재. 1970. 한반도 기후조건과 수종의 분포와의 관계에 관한 연구. 인천교육대학 논문집. 5: 315-336.
- Eugene Pleasants Odum. 1993. Ecology and Our Endangered life-Support System. 2nd ed. Sinauer Associates, pp. 68-83.
- Mo, W., M. S. Lee, M. Uchida, M. Inatomi, N. Saigusa, S. Mariko and H. Koizumi. 2005. Seasonal and annual variations in soil respiration in a cool-temperature deciduous broad-leaved forest in Japan. Agric For Meteorol 134: 81-94.

## 요 약

본 연구에서 난온대 및 냉온대 전이지역 산림생태계에서의 리터생산량의 특성을 파악하기 위해 월

출산지역을 굴참나무군락, 잠재자연식생으로 판단되는 붉가시나무군락, 천이도중 상인 소나무-갈참나무군락과 소나무-줄참나무군락, 인위적으로 조성된 리기다소나무군락의 5개 식생으로 구분하여 월별 및 연간 리터생산량을 조사하였다. 리터는 1m×1m×1m 크기의 리터트랩을 사용하여 수집하였고, 수집된 리터는 80℃의 열풍건조기에서 향량이 될 때까지 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 연간 모든 군락의 평균 리터생산량은 448.3g/m<sup>2</sup>이었으며, 굴참나무군락에서 538.0g/m<sup>2</sup>로 가장 높았고, 붉가시나무군락에서 242.0g/m<sup>2</sup>로 가장 낮았다. 또한 붉가시나무군락을 제외한 나머지 군락의 경우, 10월말에 집중으로 리터가 발생하는 것으로 조사되었고, 발생한 리터 중 잎은 72.8%, 줄기 15.3%, 기타가 11.9%로 조사되었다.

검색어 : 리터생산량, 월출산, 탄소순환