

韓國의 落葉分解圖 및 年間 無機養分 循環에 관한 研究

張楠基·李性圭*·李福善**·金姬伯

(서울대학교 사범대학 생물교육과,

* 상지대학 축산학과, ** 공주교육대학 과학교육과)

The Decay Map and Turnover Cycles of Litters in Korea

Chang, Nam-Kee, Sung-Kyu Lee*, Bok-Seon Lee** and Heu-Baik Kim

(Dept. of Biology, College of Education, Seoul National University,

* Sangji College, ** Kongju Teacher's College)

ABSTRACT

An investigation was performed to draw the decay map of litters on the floors of pine and oak forests in Korea and to reveal the turnover cycles of N, P, K, Ca and Mg in litters.

Isodecay constant lines of litter organic matter, which are depended upon the altitude, latitude and orientation, were drawn on the Korean map. The decay constants of organic matter of litters were higher in the broadleaf tree forests than in the needleleaf tree forests, and in the grasslands than in the forests. The amount of mineral nutrients such as N, P, K, Ca and Mg returned annually to soils is higher in the broadleaf tree forests than in the needle leaf tree forests, and highest in the *Quercus mongolica* forest of the forests.

緒 論

韓國의 식피를 형성하고 있는 초지나 삼림생태계에 있어서 일차 생산자인 초본과 목본식물은 해마다 낙엽을 토양으로 되돌려보낸다. 韓國의 기후, 토양, 지세, 분해자, 시간 등의 제 환경조건에 의해 낙엽은 분해되면서 지상에 축적되고 있다. 그러므로 초지나 삼림토양은 낙엽을 제거하지 않고 그대로 보존한다면 그 식피를 구성하고 있는 식물의 영향을 받아 끊임없이 비옥도가 유지되게 된다.

일찍이 1949년 Jenny *et al.* (1949)는 중미의 Costa Rica와 북미의 California에서 소나무림과 참나무림을 대상으로 하여 낙엽의 생산과 분해를 연구하여 임상에 축적된 낙엽은 지수함수적으로 분해된다고 하였다. Shanks and Olson(1961)는 낙엽의 분해가 미국의 Great Smoky 산에서 고도에 따라 변화한다는 연구결과를 발표하였다. Ovington and Neitkamp (1960)에 의하면 낙엽은 임상유기물의 대부분을 차지하고 있다고 한다. Olson(1963)은 해마다 임상에 이입되는 낙엽의 유기탄소 양과 분해에 의해 이출되는 유기탄소량이 등량을 나타내는 낙엽의 생산과 분해가 평형상태에 도달한 경우 낙엽의 분해율을 결정하는 방법을

제안하였다. 이 결과 삼림 생태계내에서의 에너지 흐름을 정량화할 수 있었고 이것을 동력학적으로 해석할 수 있게 되었다.

우리나라에서는 Kim and Chang(1975), 장과 임(1968), 박등(1970), 장등(1976), 박과 이(1981), 장과 고(1982), 장과 오(1982) 등의 많은 연구가 진행되어 유기탄소, N, P, K, Ca, Mg 등의 순환이 밝혀졌다. 그러나 한정된 지역에 국한되었으며 전국적인 규모로는 시도된 바 없다.

1950년 우리나라는 6.25를 겪으면서 많은 삼림이 파괴되고 벨감의 마련때문에 극심한 인간의 간섭을 받게 되었다. 남아 있는 삼림도 산불 때문에 오래동안 축적된 낙엽과 수목이 손실되고 만 경우도 상당히 많다. 그러나 다행히도 국·도립공원, 유원지, 사찰림, 보호구역 등 규모는 작거나 크거나를 막론하고 낙엽의 생산량이 거의 일정하게 유지되어 낙엽의 생산과 분해가 평형상태에 도달한 지역을 선택하여 위도별, 고도별 및 방위별, 낙엽의 분해속도의 구배를 조사할 수 있었다.

그러므로 본 연구에서는 전국적으로 조사된 지역별 위도별, 고도별, 방위별 자료를 기초로 하여 낙엽의 등분해선을 지도상에 연결하여 낙엽의 유기물의 분해양상을 한눈에 볼 수 있도록 지도화하였다.

본 연구 결과는 초지와 삼림생태계에 있어서 낙엽의 생산과 분해량이 평형상태에 도달하지 않은 경우에 있어서도 임상에 떨어져 있는 낙엽의 유기물의 분해능을 추정할 수 있을 뿐만아니라 무기양분의 속도론적 순환을 알 수 있는 자료이다.

材料 및 方法

조사 지소의 선정

우리나라에서 낙엽의 연생산량이 평형에 도달한 초지와 삼림군락으로 최소 20년 이상이 경과한 식물군락을 Fig. 1에서 보는 바와 같이 대성산, 설악산, 오대산, 진부령, 한계령, 대관령, 소리봉(광능), 관악산, 치악산, 태백산, 소백산, 월악산, 속리산, 계룡산, 주왕산, 식장산, 팔공산, 토함산, 가야산, 덕유산, 내장산, 월출산, 지리산, 무등산, 구덕산, 두륜산, 매화산, 모악산, 공작산, 한라산 등 30개의 산과 춘천, 양주, 삼척, 영월, 신림, 천리포, 부안, 거제도, 오동도, 낙동강하구, 울릉도 등의 11개 지역에서 위도별, 고도별로 가능한한 여러가지 식물군락에서 조사하려고 노력하였다(Fig. 1). 그러나 계곡, 산정 및 낮은 산에 있는 식물군락에서는 낙엽의 층별 발달이 좋지 않고 그 축적상태가 고르지 않아 조사가 불가능한 지역도 많았다. 등산객이 많은 산과 보호된 명승지나 절터에는 인간간섭이 너무나 심하여 아쉬우나 조사할 수 없는 곳도 많았다.

조사대상 군락은 우리나라에서 가장 많은 신갈나무, 소나무림 외에 낙엽이 잘 보존된 리기다송림, 젓나무림, 잣나무림, 떡갈나무림, 상수리나무림, 아까시나무림, 일본일갈나무, 서어나무림 등이 있고 1,500 m 이상의 고도에서는 주목림, 구상나무림, 졸고채목림에서 조사하였다.

초지로서는 새와 억새군락에서 조사하였다. 삼림에 비하여 낙엽의 보존상태가 좋지 않아 극히 제한된 지역에서만 조사 가능하였다.

낙엽의 조사 및 분석방법

본 연구에서는 장과 한(1985), 장등(1986) 및 장과 박(1986)의 방법에 따라 낙엽의 연

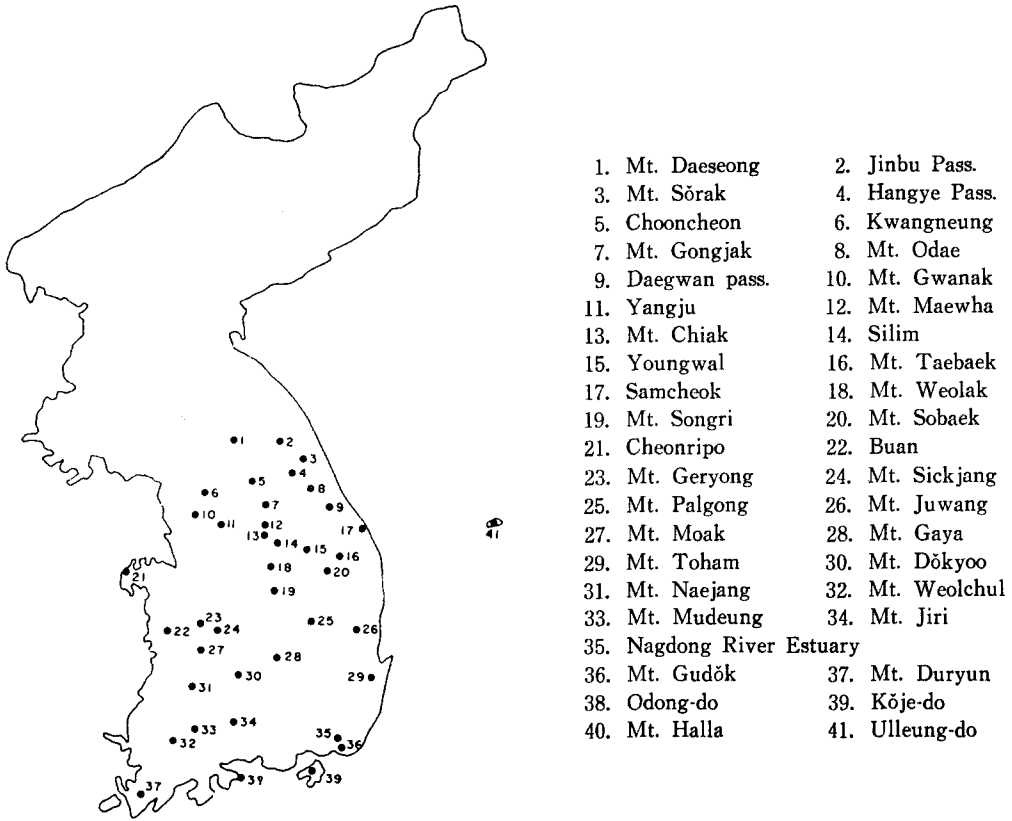


Fig. 1. The map of study area.

생산량과 낙엽의 축적량을 정량하여 낙엽의 분해와 무기화상수를 구하였고 낙엽에 함유되어 있는 유기물, N, P, K, Ca 및 Mg를 분석하여 낙엽의 유기물의 분해속도와 N, P, K, Ca, Mg 등의 무기양분의 무기화속도를 추정하고 연간 무기양분의 순환량을 조사하였다.

結果 및 討議

위도별 낙엽의 분해율

본 연구에서는 대성산, 진부령, 설악산, 한계령, 춘천, 오대산, 광능소리봉, 공작산, 대관령, 관악산, 치악산, 매화산, 영월, 태백산, 소백산, 천리포, 월악산, 속리산, 주왕산, 계룡산, 식장산, 팔공산, 덕유산, 토함산, 가야산, 모악산, 내장산, 지리산, 무등산, 구덕산, 거제도, 오동도, 두륜산 및 한라산 등 38°30'의 위도로 부터 33°20'에 이르는 위도별 낙엽의 연생산과 낙엽의 축적량을 조사하였다. 주대상림은 소나무(*Pinus densiflora*)와 신갈나무(*Quercus mongolica*)림으로 대개 해발 450~650 m의 고도를 기준으로하여 사면에 관계없이 낙엽층이 발달하고 낙엽의 연생산량이 일정하며 가능한한 순군락을 선택하여 분해상수를 조사한 결과는 Fig. 2과 Fig. 3에서 보는 바와 같다. Fig. 2의 조사 결과를 토대로하

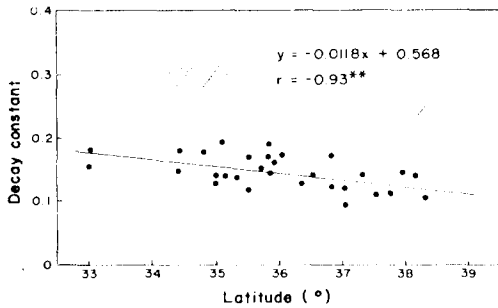


Fig. 2. The relationship between the latitude and decay constant of litter in *Quereus mongolica* forests in south Korea (**significant at <0.01 level).

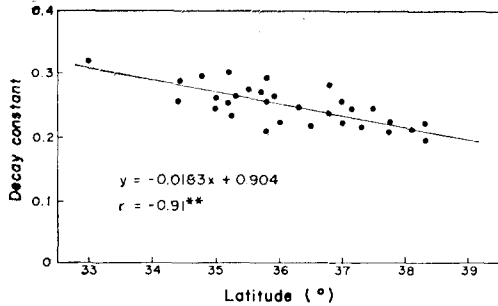


Fig. 3. The relationship between the latitude and decay constant of litters in *Pinus densiflora* forests in south Korea (**significant at <0.01 level).

면 신갈나무림에서 낙엽이 분해되는 분해상수는 0.193에서 부터 0.320이라는 것을 알 수 있다. 이 결과는 Kim and Chang(1975), 박과 이(1981) 등에 의하여 조사된 참나무류의 낙엽의 분해율과 잘 일치한다. 이 결과를 위도에 따른 변화로 생각하면 위도가 33°로부터 점차 증가하여 39°에 이르면 일반적으로 분해상수는 0.310로부터 0.193으로 감소하는 부상관의 관계에 있음을 알 수 있고 이는 1%의 유의 수준이었다. 낙엽의 분해상수를 y 라 하고 위도를 x 라 할때 회귀직선의 방정식은 다음과 같다.

$$y = -0.0183x + 0.904 \dots \dots \dots (1)$$

(1)식에 의하여 우리나라의 신갈나무림상에 축적된 낙엽의 분해 상수를 위도에 따라 추정하여 구할 수 있다.

또한 소나무림의 임상에서 축적되는 소나무낙엽의 분해되는 분해상수를 위도를 독립변수로 하여 상기 34개지역에서 조사된 결과를 그림표로 정리하면 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 신갈나무림의 경우와 같이 낙엽의 분해상수를 y 라 하고 위도를 x 라 하여 회귀식을 구하면 다음과 같다.

$$y = -0.0118x + 0.568 \dots \dots \dots (2)$$

(2)식을 적용하여 우리나라에 발달되어 있는 소나무림상에 축적되어 있는 소나무낙엽의 분해상수를 위도의 변화에 따라 추정하여 구할 수 있다.

이상에서 제시한 (1)식과 (2)식을 이용하면 삼림이 조성되어 있는 조건하에서는 극상림에 도달되어 있지 않았거나 낙엽의 생산량과 분해량이 평형상태에 도달되지 못하였다더라도 위도만 알면 분해상수를 구할 수 있기 때문에 조사하고자 하는 지역의 참나무와 소나무 낙엽의 분해양상을 추정할 수 있다.

고도별 낙엽의 분해율

위도가 정해진 상태에서 신갈나무와 소나무낙엽의 분해는 고도에 따라 달라진다. 그러므로 본 연구에서는 대성산, 진부령, 설악산, 한계령, 춘천, 오대산, 광능소리봉, 공작산, 대관령, 관악산, 치악산, 매화산, 태백산, 소백산, 월악산, 속리산, 주왕산, 계룡산, 식장산, 팔공산, 덕유산, 가야산, 내장산, 지리산, 무등산, 구덕산, 두륜산 및 한라산 등에서 고도별로 가능한한 신갈나무와 소나무림의 낙엽의 연생산량과 임상에 축적된 낙엽을 조사하여 분해상수를 구하였다. 그 결과는 Fig. 4과 Fig. 5에서 표시하였다. 다만 우리나라의 경우 설악산, 오대산, 태백산, 소백산, 덕유산 및 지리산에서 관찰되는 사실로는 해발 1,500 m

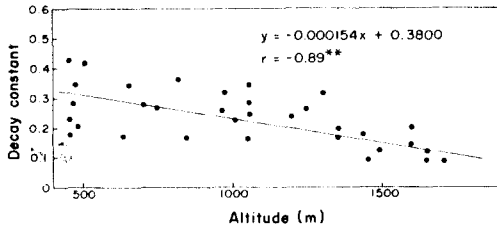


Fig. 4. The relationship between the altitude and decay constant of litters in *Quercus mongolica* forests in south Korea(**significant at <math><0.01</math> level).

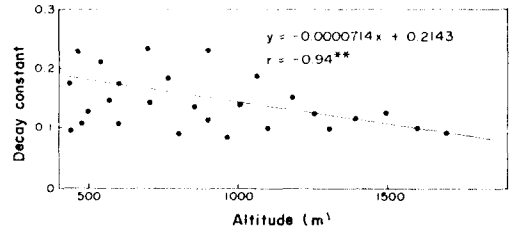


Fig. 5. The relationship between the altitude and decay constant of litters in *Pinus densiflora* forests in south Korea(**significant at <math><0.01</math> level).

이상에서는 구상나무, 졸고채목, 젓나무, 분비나무, 잣나무, 주목 등이 군락을 이루고 있으나 Fig. 4와 Fig. 5에서 보는 바와 같이 분해상수가 0.1 내외로 거의 일정하다는 것을 알 수 있었다.

우리나라의 신갈나무림상에 축적된 신갈나무낙엽의 분해상수를 종속변수로 하고 고도를 독립변수로 하여 조사결과를 표시하면 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 이 결과에 의해 회귀적선의 방정식을 구하면

$$y = -0.000154x + 0.3800 \dots\dots(3)$$

(3)식에서 y 는 분해상수이고 x 는 해발고도이다. 이식을 이용하여 우리나라의 신갈나무림상에 축적된 낙엽의 분해 양상을 알 수 있다.

또한 우리나라의 소나무림상에 축적된 소나무낙엽의 분해상수를 고도에 따라 변화하는 양상을 그림표로 표시해 본 결과는 Fig. 5에서 보는 바와 같다. 이 결과는 소나무낙엽의 분해는 고도가 증가함에 따라 서서히 감소하는 부상관의 관계에 있음을 나타낸다. y 를 분해상수로 표시하고 x 를 고도로 나타냈을 때의 회귀적선의 방정식은 다음과 같다.

$$y = -0.0000714x + 0.2143 \dots\dots(4)$$

(4)식을 적용하면 우리나라의 환경조건하에서 소나무군락을 이루고 있을 경우 소나무낙엽이 임상에 축적되어 분해할 때의 분해상수는 해발 고도만 알면 구할 수 있다. Fig. 4과 Fig. 5에서 알 수 있는 바와 같이 신갈나무낙엽이나 소나무낙엽의 분해는 고도가 높아짐에 따라 서서히 감소하는 유의성이 대단히 높은 부상관의 관계가 있다. 물론 위도별 차이도 고려해야 하나 그 차이는 고도에 비해 미미한 것으로 나타났다. 낙엽의 분해는 위도와 고도별로 볼때 어느 경우나 기후조건이 제한요인으로 작용하기 때문이라고 해석된다.

이 결과는 박과 이(1981)가 연구한 지리산의 결과와 일치하는 것으로 생각된다.

방위별 낙엽의 분해율

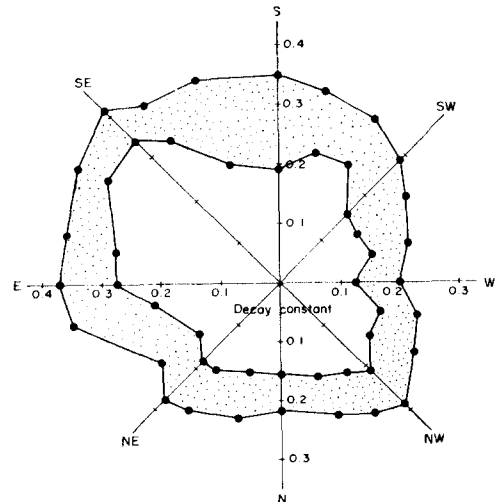


Fig. 6. The relationships between the orientation and decay constants of litters in *Quercus mongolica* forests in Mt Yongam.

이상에서 살펴본 바와 같이 낙엽의 분해는 위도별·고도별로 그 분해율에 차이가 있었다. 그외의 방위별 차이에 대해서는 다음과 같이 조사해 보았다. 평야지대에 조림되어 있는 삼림이나 초지의 경우는 어디를 기점으로 하거나 축적된 낙엽의 분해에는 영향이 없다는 것은 쉽게 이해할 수 있다. 그러나 산악이나 산지인 경우는 방위가 낙엽분해에 영향을 끼치게 될 것으로 생각된다. 그러므로 경기도 남양주군 광릉임업시험장과 솔개마을을 경계짓는 고도 477.7 m의 용암산(N37°45', E127°10')을 택하여 북, 북동, 동, 남동, 남, 남서, 서, 서북 등 Fig. 6에서 보는 바와 같이 여러 방위의 사면에서 경사도가 거의 동일한 지소를 골라 잘 발달한 신갈나무림에서 낙엽의 연생산량과 축적된 낙엽의 양을 조사하여 분해상수를 결정한 결과는 Fig. 6에서 보는 바와 같다. Fig. 6에서 나타나는 각 방위별 최대·최저치는 그 방위에서의 신갈나무낙엽의 분해상수의 차이를 나타낸다. 일반적으로 동과 동남 사면이 가장 분해가 빠르고 북과 서사면이 가장 낮은 분해율을 나타내었다. 같은 수종의 낙엽이라도 산지나 산악지에서는 분해율간에 약 2배의 차이까지 있음을 알 수 있었다. 이 결과는 Fig. 4와 5의 고도별 낙엽의 분해상수 조사결과도 알 수 있다. 이는 장과 오(1982)의 조사결과와도 거의 일치한다.

소나무와 신갈나무 낙엽의 분해도

위도와 고도별로 조사한 소나무와 신갈나무낙엽의 분해상수를 기초로하여 유도한 (1)~(4)

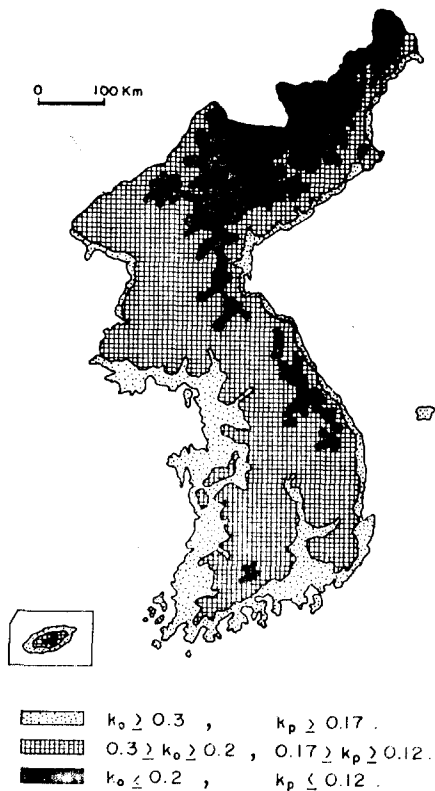


Fig. 7. The map of decay constants of litters in *Quercus mongolica* and *Pinus densiflora* on the forest soils in Korea.

식을 적용하고 방위별로 조사한 분해상수의 변화폭을 고려하여 우리나라의 지도상에 나타난 등고선에 따른 낙엽의 등분해상수선을 추정하여 연결하면 우리나라의 낙엽의 분해도를 작성할 수 있다. 신갈나무낙엽의 분해상수 K_o 를 $K_o \geq 0.3$, $0.3 \geq K_o \geq 0.2$, $0.2 \geq K_o$ 의 3등분해상수 계급으로 나누고, 소나무의 낙엽의 분해상수 K_p 는 $K_p \geq 0.2$, $0.2 \geq K_p \geq 0.1$, $0.1 \geq K_p$ 의 3등분해상수 계급으로 나눌 때 우리나라의 경우 낙엽의 분해상수는 북한을 제외하고는 거의 고도에만 의존된다. 고도별 3등분해상수선을 신갈나무의 경우 $K_o \geq 0.3$, $0.3 \leq K_o \leq 0.2$, $K_o \leq 0.2$ 로 정할 때 이에 대응하여 소나무의 경우는 $K_p \geq 0.17$, $0.17 \geq K_p \geq 0.12$, $K_p \leq 0.12$ 이다.

우리나라 지도상에 나타난 등고선을 고려하여 3등분해상수선을 각각 연결하여 작성한 낙엽의 분해도는 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 이 낙엽분해도에 나타난 등분해상수선을 등분해속도선으로 환산하여 보면 신갈나무낙엽의 반감기 $t_{50\%}$ 의 경우는 $t_{50\%} \leq 2.31$ 년, $2.31 \leq t_{50\%} \leq 3.74$ 년, $t_{50\%} \geq 3.74$ 년이고 소나무의 경우는 $t_{50\%} \leq 4.08$ 년, $4.08 \leq t_{50\%} \leq 5.78$ 년, $t_{50\%} \geq 5.78$ 년이라는 것을 알

수 있다.

신갈나무와 소나무림이외의 중요 삼림과 초지낙엽의 분해

전국 34개 지역에서 고도별, 위도별 및 방위별로 분해상수를 조사하여 우리나라의 낙엽 분해도를 작성한 것은 우리나라의 삼림중에서 가장 많은 소나무림과 신갈나무림을 선택하여 조사할 수 밖에 없었다. 그러나 이 삼림수목 이외에 잣나무, 잣나무, 상수리나무, 떡갈나무, 서어나무, 아까시나무, 젓나무, 졸참나무, 리기다소나무, 일본일갈나무, 쯤고채목, 주목 등의 낙엽이 분해하는 양상을 조사하기 위하여 낙엽의 연생산량과 축적량을 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 이 결과에 의하면 쯤고채목을 제외한 낙엽활엽수의 낙엽의 분해 상수는 0.220~0.269이었으나 침엽수의 낙엽의 분해상수는 0.080~0.219로 침엽수의 낙엽보다는 활엽수의 낙엽이 빨리 분해된다는 것을 알 수 있었다. 수종별로는 서어나무가 가장 분해상수가 크며 구상나무 낙엽의 분해상수는 가장 낮았다. Table 2에서 보는 바와 같이 활엽수의 분해속도는 낙엽의 유기물이 반감하는데 2.58년~3.15년이요 침엽수의 낙엽은 3.17년~8.66년이 소요됨을 알 수 있었다. 이 결과는 박과 이(1981), 장과 고

Table 1. Litter organic matter, litter accumulation and decay constant (k) in the important grasslands and forests except for *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora* and *Phragmites longivalvis* in Korea

	Forests and grasslands	Litter organic matters(g/m ²)	Litter accumulation (g/m ²)	k
Kwangrnung Soribong	<i>Abies holophylla</i>	279.1	1,780.5	0.134
	<i>Larix campheri</i>	245.5	986.6	0.200
	<i>Pinus koraiensis</i>	362.9	1,883.7	0.161
	<i>Quercus dentata</i>	344.0	1,301.0	0.220
	<i>Carpinus laxiflora</i>	275.6	742.1	0.269
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	353.8	1,042.3	0.255
	<i>Quercus serrata</i>	395.9	1,304.5	0.233
Mt. Odae	<i>Abies holophylla</i>	348.0	2,442.6	0.125
	<i>Larix kampheri</i>	436.1	1,755.3	0.199
Mt. Chiri	<i>Quercus serrata</i>	232.6	903.5	0.237
	<i>Carpinus laxiflora</i>	241.0	879.5	0.267
	<i>Quercus acutissima</i>	249.1	778.4	0.242
	<i>Larix campheri</i>	320.2	1,142.7	0.219
	<i>Abies holophylla</i>	160.7	1,467.5	0.099
Chunchon	<i>Pinus koraiensis</i>	270.1	1,550.2	0.148
Mt. Kwanak	<i>Pinus rigida</i>	293.0	2,182.2	0.118
	<i>Miscanthus sinensis</i>	878.4	2,145.8	0.291
	<i>Arundinella hirta</i>	1,174.2	1,334.8	0.468
Mt. Halla	<i>Carpinus laxiflora</i>	179.4	849.5	0.174
	<i>Taxus cuspidata</i>	115.3	746.7	0.134
	<i>Abies koreana</i> (1)	125.0	1,569.1	0.080
	<i>Betula ermani</i> var. <i>saitoana</i>	133.8	585.8	0.186
	<i>Abies koreana</i> (2)	98.5	1,044.7	0.086

Table 2. Parameter and time years of decomposition of litter organic matter in the important grasslands and forests except for *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora* and *Phragmites longivalvis* in Korea

	Forests and grasslands	1/k	$t_{1/2}$	$t_{1/20}$	$t_{1/100}$
Kwangnung Soribong	<i>Abies holophylla</i>	7.46	5.17	22.38	37.30
	<i>Larix campferi</i>	5.00	3.47	15.00	25.00
	<i>Pinus koraiensis</i>	6.21	4.30	18.63	31.05
	<i>Quercus dentata</i>	4.55	3.15	13.65	22.75
	<i>Carpinus laxiflora</i>	3.72	2.58	11.16	18.60
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	3.92	2.72	11.76	19.60
	<i>Quercus serrata</i>	4.29	2.97	12.87	21.45
Mt. Odae	<i>Abies holophylla</i>	8.00	5.54	24.00	40.00
	<i>Larix kampferi</i>	5.03	3.49	15.09	25.15
Mt. Chiri	<i>Quercus serrata</i>	4.23	2.93	12.69	21.15
	<i>Carpinus laxiflora</i>	3.75	2.60	11.25	18.75
	<i>Quercus acutissima</i>	4.13	2.86	12.39	20.65
	<i>Larix campferi</i>	4.57	3.17	13.71	22.85
	<i>Abies holophylla</i>	10.10	7.00	30.30	50.50
Chunchon	<i>Pinus koraiensis</i>	6.76	4.68	20.28	33.80
Mt. Kwanak	<i>Pinus rigida</i>	8.47	5.87	25.41	42.35
	<i>Miscanthus sinensis</i>	3.44	2.38	10.32	17.20
	<i>Arundinella hirta</i>	2.14	1.48	6.42	10.70
Mt. Halla	<i>Carpinus laxiflora</i>	5.75	3.98	17.25	28.75
	<i>Taxus cuspidata</i>	7.46	5.17	22.38	37.30
	<i>Abies koreana</i> (1)	12.50	8.66	37.50	62.50
	<i>Betula ermani</i> var. <i>saitoana</i>	5.78	4.01	17.34	28.90
	<i>Abies koreana</i> (2)	11.63	8.06	34.89	58.15

(1982), 장과 박(1982), 장과 김(1983), 장(1983) 등의 연구결과와 일치한다.

억새와 새군락에서의 낙엽의 분해

관악산의 서북사면에 발달하고 있는 소규모의 억새와 새군락에서 낙엽의 생산량과 축적량을 조사하여 분해상수를 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같으며 낙엽이 50%, 95% 및 99% 분해하는데 필요한 시간을 추정할 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다.

억새의 낙엽은 분해상수가 0.291로 새의 낙엽의 분해상수 0.468에 비하여 대단히 작으나 삼림수목에 비하면 대단히 크다는 것을 알 수 있다. 이 결과는 장등(1976)이 마석의 억새군락에서 조사한 분해상수 0.428과 장등(1983)에 의해 연구된 관악산에 있는 억새군락의 낙엽의 분해상수 0.290~0.423 및 새군락의 낙엽의 분해상수 0.468과 잘 일치하는 결과이다.

초지와 삼림에 있어서의 무기양분 순환

광릉의 소리봉, 오대산, 지리산, 덕유산, 소백산, 태백산, 한라산, 관악산 등에서 조사한 낙엽의 연생산량과 축적된 낙엽의 분해량이 평형에 도달하였다고 추정되는 신갈나무, 소나무, 서어나무, 아까시나무, 잣나무, 일본잎갈나무 및 갈대 등의 삼림과 초지생태계 내

에서 일년을 단위로 하여 순환하고 있는 무기양분량을 조사하였다. 낙엽의 연생산량과 분해량이 평형상태에 있는 수종별 초종별 낙엽에 함유되어 있는 N, P, K, Ca 및 Mg의 함량을 정량분석한 결과는 Table 3에서 표시하는 바와 같다. 이 결과에 의하여 단위면적당(m²) 각 식물생태계에 해마다 이입되는 N, P, K, Ca 및 Mg의 양(g)을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

본 조사결과에 의하면 N의 연순환량은 신갈나무림에서 6.87 g/m²/year로 가장 많았고 잣나무림에서는 2.26 g/m²/year로 가장 적었다. P의 연순환량은 서어나무림이 1.38 g/m²/year로 가장 많았고 잣나무림에서 0.22 g/m²/year로 가장 적었다. K의 연순환량은 갈대군락의 경우가 2.20 g/m²/year로 가장 많았고 소나무림이 0.86 g/m²/year로 가장 적었다. Ca의 경우는 신갈나무가 3.48 g/m²/year로 가장 많았고 갈대군락이 1.03 g/m²/year로 가장 낮았다. Mg의 연순환량은 소나무림의 경우가 1.27 g/m²/year로 가장 많았고 잣나무의 경우가 0.49 g/m²/year로 가장 낮았다. Table 3과 Table 4의 결과는 일반적으로 활엽수가 Mg을 제외하고는 침엽수보다 많은 무기영양분을 함유하고 있으며 삼림생태계로 연당 되돌아가는 양도 많다는 것을 나타내며 그중에서도 신갈나무 낙엽의 무기물 함량이 가장 높다는 것을 보여주고 있다.

현존하는 신갈나무림, 소나무림, 서어나무림, 아까시나무림, 잣나무림, 잣나무림, 낙엽송림 및 갈대초지의 유지관리를 위해서는 축적되어 있는 낙엽을 제거할 때에는 Table 4에

Table 3. Mineral nutrients in litter of the of the grassland and forests expressed as percentage of oven dry basis

Forests grasstand	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>Quercus mongolica</i>	1.96	0.194	0.471	1.112	0.304
<i>Pinus densiflora</i>	1.48	0.167	0.316	0.645	0.418
<i>Carpinus laxiflora</i>	1.29	0.459	0.387	0.816	0.196
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	1.62	0.283	0.390	0.862	0.238
<i>Abies holophylla</i>	0.92	0.250	0.375	0.623	0.216
<i>Pinus koraiensis</i>	0.82	0.181	0.361	0.434	0.181
<i>Larix campferi</i>	1.07	0.158	0.414	0.421	0.235
<i>Phragmites longivalvis</i>	0.65	0.123	0.216	0.101	0.072

Table 4. Amounts of nutrients returned to soil annually

Forests and grassland	Nutrient elements (g/m ² /year)				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Quercus mongolica</i>	6.87	0.76	1.53	3.48	1.01
<i>Pinus densiflora</i>	4.58	0.51	0.86	2.01	1.27
<i>Carpinus laxiflora</i>	3.67	1.38	1.07	2.43	0.54
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	5.64	0.96	1.45	3.05	0.87
<i>Abies holophylla</i>	2.68	0.69	1.15	1.74	0.62
<i>Pinus koraiensis</i>	2.26	0.22	0.95	1.14	0.49
<i>Larix campferi</i>	2.83	0.38	1.03	1.06	0.55
<i>Phragmites longivalvis</i>	6.63	1.26	2.20	1.03	0.73

서 보는 정도이상량의 N, P, K, Ca, Mg 등의 시비를 매년 시행하지 않으면 현수준의 생산성을 유지할 수 없다는 것을 나타낸다. 이는 김과 장(1975)에 의하여 연구된 광릉의 참나무림과 소나무림의 연 무기양분의 순환량과 거의 일치하는 결과이다. 박등(1970)에 의하여 조사된 삼림의 수관하와 수관 외에서 빗물과 함께 토양으로 되돌아가는 무기양분의 양을 정량한 결과를 참조하면 삼림생태계에서 순환되는 무기양분은 주로 낙엽에 의존된다는 것을 알 수 있다.

摘 要

본 연구에서는 우리나라에 흔히 분포하고 있는 신갈나무림과 소나무림에 축적되어 있는 낙엽의 유기물의 분해상수를 고도별, 위도별, 방위별로 조사하여 등분해상수선을 지도상에 표시하여 낙엽의 분해도를 작성하였다. 또한 신갈나무림과 소나무림 이외에 서어나무림, 상수리나무림, 떡갈나무림, 졸참나무림, 아까시나무림, 잣나무림, 리기다소나무림, 잣나무림, 일본잎갈나무림, 졸고채목림, 주목림, 구상나무림, 억새초지, 새초지 등의 낙엽의 연 생산량과 축적량을 조사하여 분해속도를 비교한 결과 활엽수의 낙엽의 분해가 침엽수의 낙엽분해보다 빠르고 목본의 낙엽의 분해보다는 초본의 낙엽의 분해가 빠르다는 결과를 얻었다. N, P, K, Ca 및 Mg의 연순환량도 낙엽의 생산과 분해가 평형상태에 도달한 활엽수림의 경우가 침엽수림의 경우보다 많은 편이며 무기양분함량은 신갈나무의 낙엽이 가장 높고 연간 무기 토양으로 되돌아가는 연순환량도 많은 편이라는 것을 알 수 있었다.

引 用 文 獻

- 박봉규·김준민·장남기. (1970). 광능 및 오대산의 주요삼림식물의 energy 및 양분순환에 대하여. 한국생활과학연구논총, 4 : 49~59.
- 박봉규·이인숙. (1981). 남한의 삼림생태계에 있어서의 낙엽의 분해모델. 한생태회지, 4 : 38~51.
- 장남기·임영득. (1968). 전나무 낙엽의 분해에 따른 microbial population의 변화에 관한 연구. 한국미생물학회지, 6 : 93~99.
- 장남기·임문교. 윤익석. (1976). 억새초지의 탄소대사에 관한 연구. 한국축산학회지, 18 : 231~236.
- 장남기·오인혜. (1982). 광릉의 참나무림에 있어서 방위에 따른 낙엽의 분해와 축적. 과학교육연구논총, 7 : 69~78.
- 장남기·박봉규. (1982). 피아골 극상림의 낙엽의 생산과 분해에 관하여. 한국자연보존협회 조사보고서, 21 : 75~85.
- 장남기·이성규·김형기·김성하. (1983). 억새와 새초지에 있어서 낙엽의 생산과 분해에 관하여. 한초지, 4 : 127~132.
- 장남기·김인자. (1983). 지리산 피아골의 졸참나무와 서어나무 군락의 물질생산과 분해에 관한 연구. 한생태회지, 6 : 198~207.
- 장남기·한석은. (1985). 해남과 거제도의 상록활엽수림에 있어서 낙엽의 생산과 분해에 관한 연구. 한생태회지, 8 : 163~169.
- 장남기·박남창. (1986). 남한의 송백림에 있어서 낙엽의 생산과 분해에 관한 연구. 한생태회지, 9 : 79~90.
- Chang, N.K. and M.H. Ko. (1982). Turnover rates of mineral nutrients of litters under *Pinus koraiensis* and *Pinus rigida* forests. Korean J. Ecol., 5 : 28~33.

- Chang, N.K., H.B. Kim and J.H. Yoo. (1986). A study on the decomposition of litter and the leaching of mineral nutrients in the stands of *Pinus rigida* on Mt. Gwan-ak and *Pseudotsuga japonica* on Odong-do. Korean J. Ecol., 9 : 51~58.
- Jenny, H., S.P. Gessel and F.T. Bingham. (1949). Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. Soil Sci., 68 : 419~432.
- Kim, C.M. and N.K. Chang. (1975). The decomposition rate of pine and oak litters affecting the amount of mineral nutrients of forest soil in Korea. The collection of themes and essays in commemoration of the sixty anniversary of Dr. Kim's Birth. pp.104~111.
- Olson, J.S. (1963). Energy storage and balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology, 44 : 322~331.
- Ovington, J.D. and D. Heitkamp. (1960). Accumulation of energy in forest plantation in Britain. J. Ecol., 48 : 639~646.
- Shanks, R.E. and J.S. Olson. (1961). First-year breakdown of leaf-litter in southern Appalachian forests. Science, 134 : 194~195.

(1987年 7月 10日 接受)