

피아골 極相林의 落葉의 生産과 分解에 關하여

張 楠 基·朴 奉 奎*

(서울大學校 師範大學 生物教育科·*梨花女子大學校 文理大學 生物學科)

The litter fall and its decomposition rate of climax forest of Piagol valley in Mt. Chiri

by

Chang, Nam Kee and Bong Kyu Park*

(Dept. of Biology, College of Education, SNU., *Dept. of Biology, Ewha Womans University)

Abstract

An investigation performed to reveal the relation of the production and decomposition of litters of the climax forests consisting *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* in Piagol valley in Mt. Chiri.

The total annual litter production was 497.5 DM g in the *Q. aliena*, 382.1 DM g in the *C. laxiflora* and 340.2 DM g in the *M. obovata* forests on a m² basis.

The decay constant, K, of litters was as follows; K=0.267 for *Q. aliena*, K=0.330 for *C. laxiflora*, and K=0.398 for *M. obovata* forests. The time required for the decomposition of half of the accumulated organic matter of *Q. aliena*, *C. laxiflora* and *M. obovata* forests were 2.6, 2.1 and 1.7 years, respectively.

The turnover rates of mineral nutrients follow the order Ca>K>Na>P=N in the climax forests of *Q. aliena*, *C. laxiflora* and *M. obovata*.

緒 論

우리나라에서는 落葉과 下草가 每年 燃料로 使用되기 위해 除去되고 있기 때문에 森林生態系에 있어서 土壤의 有機物이 減少되고 있는 實情이다. 이러한 森林土壤에 有機物을 回復시키는 일은 地力을 回復할 뿐만 아니라 森林을 育成하고 保存하는데 重要的 機能이 된다(金 1966). 森林에서 落葉의 生産, 蓄積 및 分解는 森林生態系에 있어서 植物이 生産하는 落葉이 消費者와 分解者에 의해 無機化되어 植物의 養分으로서 土壤에 되돌아 가는 energy와 物質의 순환을 意味한다.

우리나라에서 一年에 얼마의 落葉이 生産되며 얼마나 빨리 分解되는가에 관한 연구는 金(1966)과 張·林(1968)에 의하여 光陵의 松林, 참나무林 및 서나무林 등에서 研究되기 始作하였다. 그후 Kim & Chang(1975), 朴等 (1970), 朴·李(1980), 張·吳(1982) 및 朴·李(1982) 등 많은 研究報告가 있다.

Jenny et al.(1949)은 北美의 California와 中美의 Costa Rica에서 森林의 有機物 生産과 그 分解를 調査한 結果, 落葉과 落枝의 形態로 生産되는 有機物의 量은 溫帶地方보다 熱帶地方에서 많으나 林床에서의 그 分解率은 오히려 熱帶地方에서 높다고 하였다. 즉 落葉의 生産量이 높은 熱帶林에서 有機炭素의 蓄積이 적고 落葉의 生産이 적은 溫帶林에서 오히려 有機炭素의 蓄積이 높다는 것이다. Shanks & Olson(1961)은 Great smoky山에서 落葉의 分解가 槨해에는 樹種과 高度에 따라 差異가 있다는 것을 알았고 Witkamp & Drift(1962)는 環境要因과 落葉의 分解와의 關係를 研究하여 乾燥가 落葉의 分解를 크게 阻害한다고 하였다. Olson(1963)은 이제까지 報告된 落葉의 分解結果를 分析하여 分解常數를 計算하였고 落葉의 蓄積과 分解에 따른 energy의 變動은 遷移나 極相의 變化를 가져온다고 하였다. Chang & Yoshida(1973)는 Sasa 草地에서의 落葉의 分解를 研究하였으며 그結果 落葉에 含有되어 있는 無機元素의 無機化는 有機物의 分解보다 늦다고 하였다.

本研究에서는 우리나라에서 가장 人間의 干섭을 받지 않은 代表林이라 할 수 있는 智異山 피아골의 極相林이라고 생각되는 갈참나무林과 서나무林을 選定하고 人工造林으로는 일본목련林을 택하여 落葉의 生産과 分解와의 關係를 追求하고 그에 따라 林床의 土壤에 되돌아가는 無機養分の 量을 調査하였다.

調査地所 및 方法

1. 調査地所

우리나라에는 廣大한 面積이 自然狀態로 保存된 곳은 별로 없으나 피아골에서는 多幸히 갈참나무(*Quercus aliena* Blume)와 서나무(*Carpinus laxiflora* Blume) 林이 極相을 이루고 있었고 人工造林으로는 일본목련(*Magnolia obovata* Thunb.)林이 尙存하였다. 年輪을 調査한 結果 갈참나무는 173年生이었고 서나무는 270餘年生이나 된 森林群落이라는 것을 確認할 수 있었다. 일본목련林은 45年이나된 人工造林이었다.

智異山은 北緯 35° 10', 東經 127° 25' 에 位置하고 있으며 最高峰인 천왕봉은 高度 1,915m로 피아골을 비롯하여 많은 原始林이 남아 있다. 이地域의 年降雨量은 1,200~1,500mm이며 平均氣溫은 13~14°C이다. 森林의 表土는 20~80cm이고 화강암을 母岩으로 하는 赤褐色土壤이며 腐植質의 含量도 높다.

2. 調査方法

調査는 1982年 6月 5일부터 7日, 8月 14일부터 16日 및 9月 12일부터 14日에 이르기까지 年 3회를 實施하였다.

調査 對象林은 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林으로 群落分析, 土壤分析 落葉의 生産, 落葉의 化學分析 등은 다음과 같은 方法에 依하여 行하였다.

(1) 群落分析

森林群落의 調査는 林床條件과 樹木의 密度를 고려하여 random pair method로 調査하여 분석하였다.

(2) 土壤分析

森林下의 土壤은 L層, F層, H層, A₀層, 0.0~6.5cm, 6.5~13.0cm, 13.0~19.5cm 등으로 區別하여 採取하였다.

各層에서 約 1,500g의 土壤試料를 採取하여 實驗室까지 土壤水分이 損失되지 않도록 운반하여 土壤含水量을 測定할 程度의 試料 이외에는 完全 陰乾시켜 直徑이 2mm인 체로 쳐서 分析에 使用하였다.

土壤 pH: 土壤試料液을 1:2.5의 비율로 만들어 Beckman pH 測定器로 測定하였다.

有機物含量: 土壤試料를 전기로에 넣어 450~600°C로 6時間 加熱하여 灼熱消失量으로 測定하였다.

土壤含水量: 含水量은 陰乾하기 前에 新鮮한 土壤試料를 105°C의 恆溫器에 넣어 24時間 後 그 減量으로 測定하였다.

全窒素: 全窒素의 含量은 micro Kjeldahl 法에 依하여 測定하였다.

有效磷酸: Standard molybdate法에 依하여 光電比色計로 測定하였다.

置換性 K, Ca 및 Na: pH 7.00인 1N NH₄OAc로 抽出하여 flame photometer로 定量分析하였다.

各 土壤試料에 對한 모든 化學分析은 세번 行하였으며 土壤成分의 分析은 이들 值를 平均하여 表示하였다.

(3) 落葉의 生産

落葉의 年生産量은 50×50cm의 方形區를 使用하여 1982年 6月 Wild & Vait(1955)의 方法으로 層別 採取하여 Litter의 量을 定量하여 1m²當으로 換算하였다.

(4) 落葉의 分析

落葉의 有機炭素, 全窒素, 磷, K, Ca 및 Na의 定量은 다음과 같은 方法으로 分析하였다.

有機炭素: 落葉의 有機炭素量은 550~600°C의 전기로에서 12時間동안 灼熱시킨후 消失量을 求하고 이것을 1,724로 나누어 有機炭素量으로 計算하였고 落葉의 energy 量은 Newbold(1967)의 方法에 따라 換算하였다.

全窒素: 土壤의 全窒素分析 方法과 同一한 方法에 依하여 定量하였다.

磷: 落葉을 灰化하여 常法에 따라 光電比色計로 定量하였다.

K, Ca 및 Na: 落葉을 灰化하여 常法에 따라 flame photometer로 定量하였다.

結果 및 考察

智異山 피아골의 自然林인 갈참나무林과 서너나무林을 實驗對象으로하고 人工造林으로서는 일본목련林을 群落分析, 土壤分析, 落葉의 生産 및 落葉의 化學成分을 定量 分析하여 林床의 土壤에 들어가는 無機養分의 量을 研究하였다. 그 結果는 다음과 같다.

1. 森林群落的 調查分析

智異山 피아골의 갈참나무, 서나무 및 일본목련林을 群落分析한 결과는 Table 1, 2 및 3과 같다. 갈참나무림과 서나무林은 年輪을 調査한 結果 173年과 270餘年으로 原始林에 가깝다고 볼 수 있었다. Table 1에서 보는 바와 같이 갈참나무林은 6個 樹種으로 구성되어 있었고 그중 갈참나무의 重要值가 높았다. 서나무林에는 12種의 樹種이 혼생하고 있으나 서나무가 優占種이었다 (Table 2). 이 두 종류의 森林은 Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 갈참나무林에는 서나무가 가장 많이 섞여 있고 서나무林에는 갈참나무가 많이 섞여 있었다.

일본목련林은 人工造林으로 45年生이 있으며 Table 3에서 보는 바와 같이 일본목련이 優占되어 있으나 서나무와 갈참나무가 혼생하고 있는 森林群落이라는 것을 알 수 있었다.

갈참나무林에서 樹木의 平均 胸高直徑은 102.5cm이 었고 가장 작은 것은 41cm이나 큰 것은 223cm에 達하였다. 樹木間 平均 거리는 2.70m이었다. 樹高는 限界樹高에 到達하여 16m였다.

서나무林은 樹木의 平均 胸高直徑이 80.8cm이고 작은 것은 6cm이며 가장 큰 것은 154cm에 이르렀고 있었다. 平均 거리는 2.9m이고 樹高는 10.1m로 限界에 到達하였다.

Table 1. Importance values of tree species occurring in the *Quercus aliena* forest of Piagol valley in Mt. Chiri.

Species	Relative density (%)	Relative abundance (%)	Relative frequency (%)	Importance value	Order
<i>Quercus aliena</i> Blume	48	43.6	41.5	133.1	1
<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	10	12.8	12.2	34.0	4
<i>Styrax obassia</i> Sieb. et Zucc.	14	1.1	14.6	29.7	5
<i>Cornus alba</i> L.	8	28.3	9.8	46.1	3
<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	18	13.9	19.5	51.4	2
<i>Lindera erythrocarpum</i> Rehd.	2	0.3	2.4	4.7	6

Table 2. Importance values of tree species occurring in the *Carpinus laxiflora* forest of Piagol valley in Mt. Chiri

Species	Relative density (%)	Relative abundance (%)	Relative frequency (%)	Importance value	Order
<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	40	48.2	37.8	126.0	1
<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.	8	3.7	8.9	20.6	4
<i>Quercus aliena</i> Blume	6	38.1	6.7	50.8	2
<i>Lindera erythrocarpum</i> Rehd.	16	1.5	13.3	30.8	3
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume	4	0.4	4.5	8.9	8
<i>Magnolia obovata</i> Thub.	4	0.4	4.4	8.8	9
<i>Betula schmidtii</i> Regel	2	5.6	2.2	9.8	7
<i>Acer formosum</i> Carr.	8	0.7	8.9	17.6	5
<i>Meliosma myriantha</i> Sieb. et Zucc.	6	1.0	6.7	13.7	6
<i>Carpinus erosa</i> Blume	2	0.3	2.2	4.5	10
<i>Fagora mandshurica</i> Honda	2	0.0	2.2	4.2	12
<i>Fraxinus rhynchophyllus</i> Hance	2	0.1	2.2	4.3	11

Table 3. Importance values of tree species occurring in the *Magnolia obovata* forest of Piagol valley in Mt. Chiri.

Species	Relative density (%)	Relative abundance (%)	Relative frequency (%)	Importance value	Order
<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	63	91.6	61.5	221.1	1
<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	24	4.5	28.2	56.7	2
<i>Quercus aliena</i> Blume	8	3.9	10.3	22.2	3

造林인 일본목련林은 平均 胸高直徑이 62.9cm이고 最底가 16cm, 最高가 89cm였다. 平均 樹間 거리는 2.39m였고 樹高는 20.8m나 되었다.

以上과 같은 調査結果로 미루어 볼 때 갈참나무林과 서나무林은 充分히 極相에 到達한 自然林이며 落葉生産도 steady state에 도달 되었다고 判斷된다.

2. 森林土壤의 分析

智異山 피아골의 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林 下의 土壤은 花崗岩에서 由來한 赤褐色 土로 humus를 많이 含有하고 있으며 profile의 發達이 뚜렷하였다. A₀層은 humus와 無機土壤이 잘 混合되어 暗赤褐色을 띠고 있었으며 밑으로 갈수록 점차 赤褐色으로 變化되었다.

森林土壤의 pH, 有機物, 全窒素, 有效磷酸, 置換性 K, Ca 및 Na의 含量은 Table 4에서 보는 바와 같다.

土壤 pH는 5.5~6.8로 弱酸性 林土이며 有機物 含量에는 別 差異가 없으나 全窒素는 서나무林이

Table 4. Chemical composition of soils of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* forests in Piagol valley in Mt. Chiri

Forests	Horizon	Soil pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Avail- albe P (ppm)	Exchangeable			Water content (%)
						K (‰)	Ca (‰)	Na (‰)	
<i>Quercus aliena</i>	L	5.5	98.6	2.52	23.69	0.195	8.52	0.37	—
	F	5.7	93.8	2.31	38.21	0.093	6.26	0.33	—
	H	5.8	42.3	2.72	26.56	0.066	0.94	0.46	—
	A ₀	5.9	33.0	2.10	20.99	0.051	0.91	0.67	—
	0.0~6.5 (cm)	6.00	9.30	1.45	9.81	0.158	0.93	0.26	47.3
	6.5~13.0 (cm)	6.65	6.27	1.91	8.75	0.115	0.65	0.21	46.7
	13.0~19.5(cm)	6.60	5.80	1.42	4.79	0.122	0.55	0.32	42.1
<i>Carpinus laxiflora</i>	L	5.7	97.8	3.22	24.12	0.056	12.53	0.31	—
	F	5.8	92.5	3.18	39.83	0.077	10.27	0.52	—
	H	5.9	51.9	2.61	30.74	0.040	1.03	0.69	—
	A ₀	5.6	30.5	3.14	30.11	0.054	1.15	0.71	—
	0.0~6.5 (cm)	6.55	8.85	1.79	11.18	0.188	1.30	0.25	37.5
	6.5~13.0 (cm)	6.30	8.21	1.13	8.50	0.156	1.03	0.27	33.3
	13.0~19.5(cm)	6.50	4.13	0.48	4.87	0.176	0.70	0.28	28.7

Forests	Horizon	Soil pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (ppm)	Exchangeable			Water content (%)
						K (‰)	Ca (‰)	Na (‰)	
<i>Magnolia obovata</i>	L	5.6	93.9	2.01	23.01	0.057	14.54	0.46	—
	F	5.7	90.4	1.85	31.94	0.115	11.27	0.71	—
	H	5.9	70.2	2.05	26.85	0.113	3.51	0.72	—
	A ₀	6.4	35.0	1.78	26.57	0.098	3.19	0.46	—
	0.0~6.5 (cm)	6.70	6.43	0.81	8.91	0.219	3.85	0.27	34.7
	6.5~13.0 (cm)	6.80	6.58	0.93	6.98	0.298	1.60	0.56	28.3
	13.0~19.5 (cm)	6.60	4.20	0.38	5.44	0.117	0.93	0.20	25.2

갈참나무林과 일본목련林보다 有意한 差異를 볼 수 있었다. 이는 Kim(1965)이 報告한 바 있는 林型이 林土의 肥沃度에 영향을 끼친다는 사실과 一致하는 結果이다.

특히 注目할만한 것은 Ca은 일본목련의 落葉에 가장 많이 含有되고 있으며 L層으로부터 밑으로 갈 수록 현저하게 減少하는 것을 알 수 있었다. 有機物含量, 全窒素, 有效磷, Ca은 層別로 差異가 있으며 밑 層일 수록 減少하였다. 그러나 土壤 pH, K 및 Na는 뚜렷한 差는 볼 수 없었다.

含水量은 無機土壤의 表層인 0~6.5cm 깊이의 土壤이 가장 높았고 아래 層으로 내려 갈 수록 다소 감소하는 것을 볼 수 있었다.

3. 落葉의 年生産量

智異山 피아골의 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林 下에서 1m²當 無機土壤 위에 一年 동안

Table 5. Litter production of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* forests of Piagol valley in Mt. Chiri.

Forests	Horizon	Production (DMg/m ²)	Organic matter (%)	Organic C (%)	Organic C (g/m ²)	Decay constant (K)
<i>Quercus aliena</i>	leaves	421.2	98.6	57.2	240.9	0.267
	branches	86.3	98.2	57.0	49.2	
	litter	497.5	—	—	290.1	
	F	670.4	93.8	54.4	364.7	
	H	1206.7	42.3	24.5	295.6	
	A ₀	2223.9	33.0	19.1	424.8	
<i>Carpinus laxiflora</i>	leaves	349.6	97.8	56.7	198.2	0.330
	branches	32.5	98.3	57.0	18.5	
	litter	382.1	—	—	216.7	
	F	391.3	91.9	53.3	208.6	
	H	719.9	51.9	30.1	216.7	
	A ₀	1344.7	30.6	17.7	229.9	
<i>Magnolia obovata</i>	leaves	306.6	93.9	54.5	167.1	0.398
	branches	33.6	96.4	55.9	18.8	
	litter	340.2	—	—	185.9	
	F	535.5	90.4	52.4	280.6	
	H	314.6	70.3	40.8	128.4	
	A ₀	287.7	35.0	20.3	58.4	

蓄積된 落葉의 量과 humus의 總量을 表示하면 Table 5와 같다. Table 5의 數値는 갈참나무, 서나무 및 일본목련의 litter(L)의 年生産量과 F, H, A₀層의 humus를 合한 總 humus의 量을 乾燥量과 有機炭素量으로 各各 表示한 것이다.

落葉의 生産量은 Jenny et al.(1949)이 California에서 調査한 結果나 Kim(1966), 朴等(1970) 및 朴·李(1980)가 光陵의 갈참나무林과 서나무林에서 調査한 結果보다 多少 높았다.

4. 落葉의 分解와 蓄積

每年 떨어지는 落葉이 林床에서 얼마나 分解되는가를 알려면 落葉의 生産과 分解가 平衡狀態에 到達한 極相林이어야 한다. 이러한 森林 生態系에서는 蓄積된 有機物의 量에 對해 새로 떨어진 落葉의 比를 알면 分解率을 구할 수 있다(Olson, 1963; Chang & Yoshida, 1973).

智異山 피아골의 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林에서 落葉의 分解常數(K)를 求한 結果는 Table 5와 같다. Table 5에 依하여 낙엽이 分解(C)하는 model과 蓄積되는 model을 表示하면 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林에서 각각 다음과 같다.

$$C = 1085.1e^{-0.267t} \text{ (갈참나무林의 낙엽분해)}$$

$$C = 655.2e^{-0.330t} \text{ (서나무林의 낙엽분해)}$$

$$C = 467.4e^{-0.398t} \text{ (일본목련林의 낙엽분해)}$$

$$C = 1086.5(1 - e^{-0.267t}) \text{ (갈참나무林의 낙엽축적)}$$

$$C = 656.7(1 - e^{-0.330t}) \text{ (서나무林의 낙엽축적)}$$

$$C = 467.1(1 - e^{-0.398t}) \text{ (일본목련林의 낙엽축적)}$$

실제로 활엽수림에 있어서 無機土壤 위에 떨어지는 모든 落葉은 春, 夏, 秋, 冬이 있는 우리나라에 있어 律動的으로 變化한다는 것을 알 수 있다.

Chang & Yoshida(1973)에 의하면 N, P, K, Ca 및 Na도 꼭 같이 생각할 수 있다.

Table 6. Decay and accumulation models of litters of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora*, and *Magnolia obovata* forests of Piagol valley in Mt. Chiri

Litter	Elements	$M = M_0 e^{-kt}$	$M = M_L / K(1 - e^{-kt})$
<i>Quercus aliena</i>	N	$N = 95.0e^{-0.129t}$	$N = 95.3(1 - e^{-0.129t})$
	P	$P = 7.5e^{-0.135t}$	$P = 7.5(1 - e^{-0.135t})$
	K	$K = 4.3e^{-0.408t}$	$K = 4.3(1 - e^{-0.408t})$
	Ca	$Ca = 17.6e^{-0.560t}$	$Ca = 17.6(1 - e^{-0.560t})$
	Na	$Na = 8.1e^{-0.136t}$	$Na = 8.2(1 - e^{-0.136t})$
<i>Carpinus laxiflora</i>	N	$N = 73.1e^{-0.163t}$	$N = 73.0(1 - e^{-0.163t})$
	P	$P = 8.6e^{-0.141t}$	$P = 8.6(1 - e^{-0.141t})$
	K	$K = 2.3e^{-0.357t}$	$K = 2.3(1 - e^{-0.357t})$
	Ca	$Ca = 17.9e^{-0.638t}$	$Ca = 17.9(1 - e^{-0.638t})$
	Na	$Na = 4.9e^{-0.215t}$	$Na = 4.9(1 - e^{-0.215t})$
<i>Magnolia obovata</i>	N	$N = 21.2e^{-0.311t}$	$N = 21.2(1 - e^{-0.311t})$
	P	$P = 3.3e^{-0.208t}$	$P = 3.3(1 - e^{-0.208t})$
	K	$K = 2.2e^{-0.683t}$	$K = 2.2(1 - e^{-0.683t})$
	Ca	$Ca = 16.7e^{-0.754t}$	$Ca = 16.7(1 - e^{-0.754t})$
	Na	$Na = 2.1e^{-0.336t}$	$Na = 2.1(1 - e^{-0.336t})$

즉, 一般의 無機化되지 않고 堆積된 無機養分을 M이라하면 無機化 model은

$$M = M_0 e^{-kt}$$

林床에 堆積되는 무기양분은

$$M = M_L / K(1 - e^{-kt})$$

로 表示된다. 위 model에서 M_L 은 落葉 L에 含有된 無機養分을 말하며 M_0 는 林床에 堆積된 무기양분의 양을 나타낸다. 따라서 落葉에 포함된 N, P, K, Ca 및 Na의 分解와 蓄積 model은 Table 6에서 보는 바와 같다.

無機養分도 樹木에 吸收되어 生長期間 동안 生育하나 늦가을이 되면 떨어져 落葉의 生産量과 같이 地上에 침가되는 無機物의 量도 律動的 變化를 나타내므로 그의 堆積은 역시 zigzag를 그리면서 漸次로 增加하여 一定한 時間이 경과하면 平衡에 到達하게 된다.

우리는 이들 數學的 model에 依하여 智異山 피아골의 森林土에서는 林床이 거의 平衡狀態에 到達하려면 數十年이 걸릴 것으로 推定된다.

5. 落葉의 分解速度

만일 落葉의 生産이 없을 경우를 생각한다면 林床에 蓄積된 落葉은 時間이 경과함에 따라 감소할 것이다.

有機炭素 및 N, P, K, Ca 및 Na의 最初量의 50%, 95% 및 99%가 分解하여 無機化하는데 必要한 時間을 推定한 結果는 Table 7에 表示하였다.

一般의 有機炭素의 分解는 갈참나무 낙엽이 가장 늦고 일본목련 낙엽이 가장 빨리 分解한다는 것을 알 수 있다.

N, P, K, Ca 및 Na의 無機化는 一般의 順序로 Ca>K>Na>N=P의 順序로 빨랐다. N과 P가 느린 理由는 落葉의 分解者의 가장 重要한 必須元素이기 때문에 無機化된 대기 보다는 再生産에 參與하기 때문이라고 생각된다.

본 實驗結果로 볼 때 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林의 落葉이 安定狀態로 蓄積되려면 적어도 6년내지 36년이 소요된다는 것이다.

6. 落葉으로부터 土壤에 되돌아가는 無機養分

智異山 피아골의 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林과 같이 거의 平衡狀態를 維持하고 있는 森林에서는 落葉 年生産量과 蓄積된 落葉의 分解量이 一致하므로 林床의 無機土壤에 添加되는 養分은 해마다 떨어지는 落葉에 包含되어 있는 養分의 量을 分析함으로써 推定할 수 있다(Table 8).

落葉의 成分을 떨어지는 일과 가지로 區分하여 分析한 結果 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林의 落葉의 無機養分의 含量에 차이가 있음을 알 수 있었고(Table 8), 그 生産量은 Table 9와 같았다.

一般의 順序로 Kim(1966)이 광릉의 소나무와 참나무林에서 調査한 바와 같이 樹種別로 差異가 있음을 알 수 있었다.

N, P 및 Ca는 서나무林的 낙엽이 갈참나무나 일본목련林的 낙엽보다 그들 量이 많았다. K는 오히려 이와는 反對로 서나무林的 낙엽이 낮았다. Na의 경우는 3森林의 落葉에서 別 差異가 없었다.

Table 7. Decay time (years) of C, N, P, K, Ca and Na of litters of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora*, and *Magnolia obovata* forests in Piagol valley in Mt. Chiri

Litter	Elements	Decay constant K	Decay parameter 1/K	Half time 0.693/K	95% time 3/K	99% time 5/K
<i>Quercus aliena</i>	C	0.267	3.745	2.6	11.2	18.7
	N	0.129	7.752	5.4	23.3	38.8
	P	0.135	7.407	5.1	22.2	37.0
	K	0.406	2.463	1.7	7.4	12.3
	Ca	0.560	1.786	1.2	5.4	8.9
	Na	0.136	7.353	5.1	22.1	36.8
<i>Carpinus laxiflora</i>	C	0.330	3.030	2.1	9.1	15.2
	N	0.163	6.135	4.3	18.4	30.7
	P	0.141	7.092	4.9	21.3	35.5
	K	0.357	2.801	1.9	8.4	14.0
	Ca	0.636	1.572	1.1	4.7	7.9
	Na	0.215	4.651	3.2	14.0	23.3
<i>Magnolia obovata</i>	C	0.398	2.513	1.7	7.5	12.6
	N	0.311	3.215	2.2	9.6	16.1
	P	0.208	4.808	3.3	14.4	24.0
	K	0.683	1.464	1.0	4.4	7.3
	Ca	0.754	1.326	0.9	4.0	6.6
	Na	0.336	2.976	2.1	8.9	14.9

Table 8. Mineral nutrient contents of fallen leaves and branches of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* forests of Piagol valley in Mt. Chiri

Forests	Horizons	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Na (%)
<i>Quercus aliena</i>	leaves	2.52	0.20	0.38	1.91	0.21
	branches	1.96	0.14	0.18	2.13	0.27
	F	2.31	0.23	0.14	1.81	0.20
	H	2.72	0.18	0.19	0.29	0.25
	A ₀	2.10	0.17	0.05	0.09	0.17
<i>Carpinus laxiflora</i>	leaves	3.22	0.33	0.23	3.13	0.29
	branches	1.71	0.19	0.03	1.45	0.15
	F	3.18	0.37	0.09	3.14	0.23
	H	2.61	0.36	0.08	0.28	0.17
	A ₀	3.14	0.34	0.10	0.27	0.21
<i>Machilus thumbergii</i> <i>Magnolia obovata</i>	leaves	2.01	0.21	0.49	3.63	0.22
	branches	1.06	0.13	0.04	1.50	0.15
	F	1.82	0.30	0.10	2.63	0.19
	H	2.05	0.28	0.20	0.52	0.18
	A ₀	1.78	0.27	0.36	0.33	0.19

落葉의 分解에 依하여 無機土壤에 되돌아가는 無機養分의 量은 無機成分의 分析量에 落葉의 年生産量을 곱함으로써 推定할 수 있다(Table 10). Table 10에서 알 수 있는 바와 같이 N, K, Na

Table 9. Production and accumulation of N, P, K, Ca and Na on the forest floor of *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* of Piagol valley in Mt. Chiri

Forests	Horizons	N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)	Ca (g/m ²)	Na (g/m ²)
<i>Quercus aliena</i>	leaves	10.6	0.84	1.60	8.04	0.88
	branches	1.7	0.17	0.16	1.84	0.23
	F	15.5	1.54	0.94	12.13	1.34
	H	32.8	2.17	2.29	3.50	3.02
	A ₀	46.7	3.78	1.11	2.00	3.78
<i>Carpinus laxiflora</i>	leaves	11.3	1.15	0.80	10.94	1.01
	branches	0.6	0.06	0.01	0.47	0.05
	F	12.4	1.45	0.35	12.29	0.90
	H	18.8	2.59	0.58	2.02	1.22
	A ₀	41.9	4.57	1.34	3.63	2.82
<i>Magnolia obovata</i>	leaves	6.2	0.64	1.50	11.31	0.67
	branches	0.4	0.04	0.01	0.50	0.05
	F	9.7	1.61	0.54	14.08	1.02
	H	6.4	0.88	0.63	1.64	0.57
	A ₀	5.1	0.78	1.04	0.95	0.55

Table 10. Amounts of nutrients returned to soils by *Quercus aliena*, *Carpinus laxiflora* and *Magnolia obovata* of Piagol valley in Mt. Chiri

Forests	N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)	Ca (g/m ²)	Na (g/m ²)
<i>Quercus aliena</i>	12.3	1.01	1.76	9.88	1.11
<i>Carpinus laxiflora</i>	11.9	1.21	0.81	11.41	1.06
<i>Magnolia obovata</i>	6.6	0.68	1.51	11.81	0.72

의 無機化量은 갈참나무林中서 가장 많았고, P의 量은 서나무林, Ca은 일본목련林中서 많았다. 이와 같이 森林型에 따라 土壤으로 無機化되어 되돌아가는 無機養分의 量이 不同을 알 수 있다. Kim(1966)과 朴等(1970)의 調査결과도 林型에 따라 差異가 있음을 보고하고 있다.

要 約

智異山 피아골의 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林的 落葉의 生産, 分解 및 蓄積을 調査하여 森林土壤으로 되돌아가는 養分의 無機化를 研究한 結果는 다음과 같다.

1. 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林中에 있어서 落葉의 年生産量은 각각 497.5 DMg/m², 382.1 DMg/m², 340.2 DMg/m²였다.
2. 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林中에 있어서 落葉의 分解常數는 갈참나무林中서 K=0.267, 서나무林中서 K=0.330, 일본목련林中서 K=0.398이었다.
3. 이들 森林에서 林床에 積가되는 有機炭素, N, P, K, Ca 및 Na의 蓄積은 zigzag의 年變化를 거쳐 점차로 상승하여 平衡狀態에 이른다.

4. 落葉의 有機炭素量이 半減되는데 필요한 時間은 갈참나무, 서나무, 일본목련林에 있어서 各 各 2.6年, 2.1年 및 1.7年, 95% 감소하는데는 11.2年, 9.1年 및 7.5年, 99% 감소하는데는 18.7年, 15.2年 및 12.6年이다.

5. 갈참나무林, 서나무林 및 일본목련林의 落葉이 分解하여 無機化하는데는 森林에 따라 다르며 土壤으로 되돌아가는 無機養分의 量도 林型에 따라 差異가 있었다.

參 考 文 獻

- Chang, N.K. and S. Yoshida, 1973b. Studies on the gross metabolism in a *Sasa paniculata* type grassland Ⅲ. The decay system of the litter, J. Japan Grassl. Sci., 19(4) : 341—357.
- 張 楠基, 林 暎得, 1968. 진나무 落葉의 分解에 따른 Microbial population의 變化에 關한 研究. 미생물학회지, 6(3) : 93—99.
- 張 楠基, 吳 仁惠, 1982. 光陵의 참나무林에 있어서 方位에 따른 落葉의 分解와 蓄積. 科學教育研究論叢, 제 7 권 제 1 호.
- 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., 1966. The nutrient holding capacity of woodland soils of different forest types in Korea. Seoul University Journal 16 : 148—172.
- Newbold, P.J., 1967. Methods for estimating the production of forests. IBP Handbook No. 2, Blackwell's Oxford.
- Olson, J.S., 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology 44 : 322—330.
- 朴 奉奎, 金 憲敏, 張 楠基, 1970. 光陵 및 五臺山의 主要森林植物의 Energy의 양분순환에 대하여. 韓國生活科學研究院 論叢. 4 : 49—62.
- 朴 奉奎, 李 仁淑, 1980. 광능의 일갈나무와 졸참나무의 낙엽분해에 대한 잎의 영양함량과 입지의 영향. 식물학회지 23 : 45—48.
- Shanks, R.E. and J.S. Olson, 1961. First-year breakdown of leaf-litter in Southern Appalachian forests. Science, 134 : 194—195.