

土壤條件에 미치는 落葉의 影響(第2報)

落葉腐敗에 의한 土壤成分 變化

車鍾煥* · 張楠基** · 林暎得**

(*東國大學校 農林大學, **서울大學校 師範大學)

Effect of Litter on the Soil Condition (II)

Varieties of Soil Fertility
due to the Decomposition of Litters on the Soil.

CHA, Jong Whan,* Nam Kee CHANG and Young Duek RIM****

(*College of Agriculture, Dong Kuk University, **College of Education, Seoul National University)

ABSTRACT

In this experiment, the litters of each five species of needle-leaf trees and broad-leaf trees were laid on each pot soils, which had same soil conditions, is the green house and the soil fertility of each pots were determined after four years.

Chemical properties among each pot soils under litters of needle-leaf trees showed remarkable different values in the pH, base exchange capacity, total exchangeable base, base saturation, organic matter, available phosphorus, exchangeable potassium and calcium, and that of broad-leaf trees showed respectively significant difference.

The content of chemical components, such as total exchangeable base, organic matter, total nitrogen, available phosphorus and exchangeable potassium, between pot soils under litters of the needle-leaf trees and the broad-leaf trees were significant at the 0.01 and 0.05 levels of the statistical probability.

The fertility of soil under the influence of decayed fallen leaves is the highest value in the pots of broad-leaves and next to the pots of needle-leaves and the control pots the lowest.

The pH value of the soil with various kinds of fallen leaves showed little difference among themselves, but it especially approached in the broad leaves plots gradually to neutral and the non-treated plot showed acidity.

Lespedeza bicolar and *Castanea crenata* are supposed to contribute to the fertility of soil.

Pinus rigida showed excellent exchanged properties of soil.

The leaves of *Robinia pseudoacacia* and *Pinus koraiensis* did not contribute much to the promotion of fertility of soil.

緒 論

森林 樹木과 落葉을 對象으로 한 研究가 오랫동안 中斷된 것은 灰分定量으로 植物養分の 必要量을 演

譯하기 곤란할 뿐 아니라 이것이 解決되어도 林業界에서 人爲的으로 養分の 補充이 거의 不可能하다는 理由때문이었다.

그러나 20世紀에 들어서면서 人工造林이 困難한 地域의 腐殖形成等에 關한 問題에 研究가 集中되고 森林研究의 一部로서 樹木의 落葉分析值가 여러 學者에 依해서 發表된 바 있다.

Alway와 Zon(1930)은 소나무의 litter量과 營養 要素에 關한 結果를 調查하였으며 Plice(1934)는 humus와 土壤에 關係되는 forest litter의 酸性度, 抗酸緩衝 및 營養 要素에 關한 調查를 하였다.

Coile(1937)은 樹木의 leaf litter의 成分에 對한 研究를 하였고 Julit, Ovington 및 Macral(1963)은 英國 湖水地域의 林地土壤, litter 및 地上 植生에 對한 空間的 季節的 變異를 研究하였다. 이들은 調查에서 참나무의 두 自然條件과 落葉松 造林地에서 每月 植被, litter 및 上層土壤을 一年동안 採取하여 土壤分析과 落葉分析을 行하였다.

한편 Kim과 Chang(1965)은 참나무林과 松林土의 土壤有機物의 分解에 미치는 溫度, 含水量, 土壤 微生物의 영향 및 無機物의 添加에 依한 分解率의 變化를 研究하였다.

本研究는 韓國 森林土壤의 研究의 一環으로 다음과 같은 研究에 이어 進行된 것이다.

첫째, 花崗岩을 母岩으로 한 11個의 森林群落 및 林土와 裸地의 化學的 成分과 森林群落과의 關係 (Cha 1963)

둘째, 세 森林群落과 裸地에서 乾期와 雨期에 土壤成分의 變化를 土層別로 調查한 것 (Cha 1964)

셋째, 韓國 地質의 大部分을 占領하고 있는 花崗岩, 結晶片岩, 花崗片麻岩을 母岩으로 한 소나무 및 오리나무 群落의 林地와 裸地의 土層別 化學成分의 比較(1964).

넷째, 針葉樹 五種과 落葉樹 五種을 選擇하여 溫室에서 自然條件과 비슷하게 이들 落葉을 同質土壤이 든 花盆위에 두고 腐敗시킨 후에 土壤成分에 미치는 影響을 調查한 것 (1報 1965).

위의 네개의 論文中 本 調査는 넷째번에 發表한 것의 第2報가 되는 것이다. 土壤中에는 各 養分の 적당한 供給이 維持되어야 하고 正常的인 植物生長에 적합한 有効度(Rate of availability)도 있어야 한다. 即 土壤속에 養분이 적당한 比率로 있어야 하며 有効性있는 養分の 全濃度도 重要한 問題이다. 또한 土壤溶液의 pH는 植物이 土壤으로부터 養분을 吸收하는 過程에 相當한 影響을 미치는 까닭에 肥沃度 調整에 重要한 구실을 한다.

以上の 土壤養分の 維持, 有効度, 적당한 比率, 全濃度, pH等에 밀접한 關係를 가진 落葉腐敗에 關한 研究는 큰 意義가 있다고 보아 本 研究가 계속 進行된 것이다.

材料 및 方法

같은 氣乾 土壤 4kg을 直徑 1尺 花盆에 넣고 그 위에 完全히 乾燥시킨 落葉 25g을 넣고 물을 계속 적으로 供給하여 溫室에서 腐敗시켰다.

本 實驗은 1962年 10月 24日부터 始作한 것이며 材料는 針葉樹 五種 : 소나무, 잣나무, 전나무, 낙엽송, 리기다松등과 落葉樹 五種 : 아카시아, 싸리, 밤나무, 오리나무, 참나무 등이다.

實驗區는 比較區와 針葉樹 五區, 落葉樹 五區 모두 11個區로 三反復으로 設計한 것이다.

土壤採取는 處理한지 滿4年제인 1966年 10月 24日에 上層 0~10cm以內에서 實施하였다. 落葉은 계의 分解되었으나 落葉이 섞이지 않도록 採取하였다.

分析方法은 다음과 같다.

總窒素 : Kjeldahl法에 依하여 定量하였다.

有効磷酸 : 光電比色計를 使用하여 Truog(1930)氏의 鹽化第一錫方法에 依하여 分析하였다.

加里：硝酸 Cobalt를 使用하여 침전시킨 다음 比色計를 使用하여 炭酸코발트로 測定하였다.
 石灰：磷酸鹽으로 침전시킨 다음 比色計를 使用하여 炭酸코발트로 測定하였다.
 苦土：石灰를 여과한 液을 Pyrophosphate 法으로 決定하였다.
 土壤 pH：硝子電極法으로 測定하였다.
 置換鹽基：Brown(1943) 方法에 依하여 測定하였다.
 有機物：Muffle furnace의 525~550°C에서 灼熱시킨 다음 秤量하였다.
 其他方法은 第1報에 準했다.

結果 및 考察

落葉이 積락한 山林土壤의 肥沃度에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 腐敗시킨지 滿4年된 후 土壤 分析 結果를 本 調査에서 觀察한 것으로 Table 1에 依하면 다음과 같은 것을 알 수가 있다. 針葉樹의 樹種에 따라 各 落葉의 腐敗에 依한 土壤成分 變化는 顯著하며 特別 酸性度, 鹽基置換能, 全置換鹽基, 鹽基飽和度, 有機物, 磷酸, 加里, 石灰等은 뚜렷한 差異가 있으며 高度의 有意性이 있다.

Table 1. Chemical properties of soils under decayed litters of needle-leaf trees.

components	trees					L.S.D.		F-value
	<i>Pinus rigida</i>	<i>Pinus koraiensis</i>	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Abies hollophylla</i>	<i>Larix kaempferi</i>	5%	1%	
pH	6.27	6.02	5.84	5.94	5.69	0.13	0.19	20.00**
Base exchange capacity(m.e)	43.61	34.89	35.51	34.75	40.99	1.78	2.54	31.25**
Total exchangeable base(m.e)	19.65	17.29	17.03	19.41	18.43	1.00	1.42	7.50**
Exchangeable hydrogen(m.e)	23.96	17.60	18.48	15.34	22.56	—	—	3.35
Base saturation(%)	45.06	49.57	47.95	55.86	44.96	1.93	2.74	34.35**
Organic matter(%)	8.63	5.50	9.49	8.54	9.14	1.02	1.45	14.27**
Nitrogen(%)	0.34	0.28	0.42	0.36	0.32	—	—	2.65
Phosphorus(ppm)	3.04	1.07	2.18	2.91	3.32	0.26	0.38	67.78**
Potassium(‰)	0.30	0.48	0.28	0.56	0.23	0.08	0.12	18.28**
Calcium(‰)	1.76	2.38	2.34	3.54	4.77	0.30	0.42	98.00**
Magnesium(‰)	0.40	0.20	0.62	0.36	0.33	—	—	1.58**

F_{0.05}=3.48
 F_{0.01}=5.99

** : Significant at the 1% level.

各 成分에 따라 含量差異를 比較하여 보면 다음과 같다. 酸性度는 落葉松이 가장 强酸性을 나타냈고 리기다松이 第一 弱酸性을 보여주었다.

鹽基置換能, 全置換鹽基 및 置換水素는 리기다松이 第一 높은 값을 나타냈다. 鹽基飽和度는 전나무가 第一 높고 落葉松이 第一 낮았다.

有機物과 窒素의 含量은 소나무가 第一 높고 잣나무는 有機物과 窒素가 낮은 値를 나타냈다.

磷酸, 石灰의 含量은 落葉松이 많으며 가리는 전나무가 第一 많았다. 反面 리기다松의 含量은 石灰의 含量이 第一 적었다.

苦土는 소나무가 第一 많고 잣나무가 第一 적은 含量을 보였다.

針葉樹 樹種을 中心으로 해서 觀察해 보면 리기다松은 pH, 鹽基置換能, 全置換鹽基, 置換水素等에 있어서 높은 값을 보여주고 石灰의 含量은 낮은 値를 나타냈다.

잣나무는 有機物, 窒素, 磷酸, 苦土의 含量이 第一 낮았다.

소나무는 有機物, 窒素 및 苦土의 含量이 많고 全置換鹽基의 含量은 第一 적었다.

진나무는 加里와 鹽基飽和度는 높으나 鹽基置換能과 置換性水素는 第一 낮았다.

落葉松은 磷酸과 石灰의 含量은 높으나 pH와 鹽基飽和度는 第一 낮았다.

以上 針葉樹의 樹種에 따른 各 成分의 含量差異는 前報(1964)와 相當히 다른 結果이다. 이는 分解率의 差異에 依한 것일 것이다.

Table 2에 依하면 落葉樹의 落葉腐敗에 依한 林土의 모든 成分의 含量差異는 樹種에 따라 뚜렷하며 全部 高度의 有意性이 나타나고 있다.

pH와 全置換鹽基 및 鹽基飽和度는 밤나무가 높고 아카시아가 第一 낮았다.

Table 2. Chemical Properties of pot soils under decayed litters of broad-leaf trees.

Trees properties	<i>Lespedeza bicolar</i>	<i>Quercus acutinima</i>	<i>Alnus japonica</i>	<i>Castanea crenata</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	L.S.D.		F-value
						5%	1%	
pH	6.18	6.40	6.20	6.49	5.88	0.14	0.21	17.3 **
Base exchange capacity(me)	48.50	42.83	39.44	40.45	40.87	1.36	1.93	44.16**
Exchangeable base(me)	20.87	19.07	18.92	20.97	17.16	1.16	1.65	12.99**
Exchangeable hydrogen(me)	27.63	23.76	20.52	19.48	23.71	1.02	1.45	58.48**
Base saturation (%)	43.03	44.50	47.97	51.85	41.82	1.41	2.01	51.10**
Organic matter (%)	8.75	8.70	10.10	9.15	7.76	0.89	1.27	5.22*
Nitrogen (%)	0.56	0.34	0.54	0.36	0.37	0.01	0.04	5.07*
Phosphorus(ppm)	2.71	2.89	3.12	3.43	2.89	0.31	0.40	68.49**
Potassium(‰)	0.83	0.43	0.74	0.49	0.15	0.06	0.09	91.90**
Calcium(‰)	1.93	1.47	2.70	3.17	2.84	0.17	0.24	97.33**
Magnesium(‰)	0.44	0.46	0.36	0.46	0.28	0.04	0.06	19.56**

F_{0.05}=3.48

* : Significant at the 5% level

F_{0.01}=5.99

** : Significant at the 1% level

염기치환능과 치환수소는 싸리가 제일 높았다.

有機物은 오리나무가 높고 아카시아가 第一 낮았다.

窒素와 加里는 싸리나무가 높고 磷酸, 石灰, 苦土는 밤나무가 높다.

落葉樹의 樹種에 따른 結果를 綜合하면 싸리는 鹽基置換能, 置換水素, 窒素, 加里의 含量이 높고 磷酸의 含量은 낮았다. 참나무는 苦土를 除外하고는 有機物, 窒素, 石灰의 含量이 낮다.

오리나무는 有機物은 많으나 鹽基置換能은 낮은 値를 보이고 있다.

밤나무는 pH, 全置換鹽基, 鹽基飽和度, 磷酸, 石灰, 苦土의 含量이 높고 置換水素는 낮은 値를 나타내고 있다.

아카시아는 다른 落葉樹보다 높은 値를 보이는 成分은 하나도 없으며 pH, 全置換鹽基, 鹽基飽和度, 加里, 苦土의 含量이 第一 낮다. Table 2의 結果에서도 各 樹種에 따라 各 成分의 差異가 前報와는 相當히 다른 結果를 보인 것은 3年동안의 分解率에 依한 差異때문이라고 본다.

Table 3에서 針葉樹, 落葉樹 및 無處理區別로 綜合해서 나타낸 含量의 差異를 觀察할 수 있다.

pH, 全置換鹽基, 有機物, 窒素, 磷酸, 加里 등의 含量은 현저한 差異가 있으며, pH는 無處理區가 第一 酸性이 높고, 落葉樹의 落葉處理區가 中性에 가까웠다. 即 針葉樹이건 落葉樹이건 落葉을 處理하면 無處理區보다 더 土壤을 中和시키는 現象을 나타내며, 더욱 落葉樹의 落葉은 中和作用을 하는데 貢獻이 크다.

일찌기 Boller와 Stephensen(1946)은 土壤의 肥沃度 增加와 酸度減少가 [數草에 依해 招來됨을 보

았다. 이는 本 實驗結果와 같은 現象으로 落葉의 分解過程에서 鹽基가 遊離되므로 若干의 Alkali 性을 이룬 것으로 본다.

全置換鹽基는 낙엽수처리구가 제일 높고 無處理區가 第一 낮은 값이다.

有機物, 窒素, 磷酸, 加里의 含量도 亦是 落葉樹의 落葉處理區가 第一 높고 다음은 針葉樹區이며 無處理區가 第一 낮은 結果를 보이고 있다. 現在까지의 分解程度로 보아 窒素의 含量은 Coile(1937), Bünsen et al(1929)과 Alway et al(1933)의 結果와 같이 針葉樹가 落葉樹보다 적다고한 事實과 一致된다.

結果의 으로 落葉樹落葉處理區가 針葉樹落葉處理區보다 肥沃度가 높은 것은 Kim 과 Chang (1965,

Table 3. The comparison of soil properties among pot soils under decayed litters of needle-leaf and broad-leaf trees and the nontreated pot soil.

Components	treatment	Needle-leaf trees	Broad-leaf trees	Control	LSD		F-value
					5%	1%	
pH		5.94	6.24	5.73	0.29	0.39	8.00**
Base exchange capacity(me)		37.80	42.40	39.82	—	—	2.05
Total exchangeable base(me)		18.20	19.20	17.41	1.68	2.35	4.10*
Exchangeable hydrogen(me)		19.60	23.20	22.41	—	—	1.98
Base saturation(%)		48.15	45.28	43.74	—	—	2.18
Orgmic matter(%)		8.15	8.92	4.83	1.43	2.10	21.64**
Nitrogen(%)		2.50	3.00	1.22	0.73	1.02	13.29**
Phosphorus(ppm)		0.34	0.43	0.19	0.10	0.13	15.11**
Potassium(%)		0.37	0.53	0.17	0.24	0.34	5.19*
Calcium(%)		2.96	2.42	1.91	—	—	2.14
Magnesium(%)		0.38	0.40	0.25	—	—	3.25

F_{0.05}=3.88

F_{0.01}=6.93

* : Significant at the 5% level.

** : Significant at the 1% level.

1967)에 依하면 針葉樹의 낙엽이 낙엽수의 그것보다 分解率이 낮은 것으로 낙엽에 함유되어 있는 N, P, Mg 等の 含量差에 있으며 그 原因은 分解의 主要因이 되는 Bacteria 와 Fungi 의 糞料로서 N, P, Mg 等の 鹽類가 作用하기 때문이라고 밝혀졌다. 또한 참나무의 낙엽은 소나무의 낙엽보다 分解率이 높다는 事實은 Jenmy et al(1949)의 實驗結果에서도 지적한 바 있다.

그리고 落葉樹中에서도 참나무의 낙엽부패율이 가장 낮은 것은 참나무의 낙엽에 함유되어 있는 탄닌때문이며 소나무, 참나무, 전나무等의 針葉樹의 낙엽分解速度의 지연은 resin 의 영향이라고 思料된다. 이와같은 事實은 本實驗의 結果와도 一致하는 것이다.

摘 要

1. 針葉樹 五種과 落葉樹 五種을 選擇하여 溫室에서 自然條件과 비슷하게 이들 落葉을 同質土壤이 든 花盆위에 두고 腐敗시킨 후(4年), 土壤肥沃度에 미치는 影響을 調査한 것이다.
2. 針葉樹의 樹種에 따라 落葉分解로 인한 土壤成分의 變化는 pH, 鹽基置換能, 全置換鹽基, 鹽基飽和度, 有機物, P, K, Ca 等에서 많은 差異를 보였다.
3. 落葉樹의 樹種에 따라 落葉分解로 인한 土壤成分의 差異는 모두 有意性이 있었다.
4. 針葉樹, 落葉樹 및 無處理區間의 含量 差異는 全置換鹽基, 有機物, 窒素, 磷酸, 加里等의 含量은 현저한 差異가 있다.
5. 위의 含量은 落葉樹가 第一 높고 다음은 針葉樹區이고 無處理區가 第一 낮았다.

6. 處理區에 따른 pH의 差異는 落葉樹區가 第一 中性에 가깝고 다음이 針葉樹區이고 無處理區가 第一 酸性을 보였다.
7. 싸리나무와 밤나무는 土壤의 肥沃度를 높이는데 좋은 樹種으로 생각된다.
8. 리기다松은 針葉樹中에서 土壤의 置換性質을 良好히 하는 樹種으로 여겨진다.
9. 아카시아의 落葉은 土壤의 肥沃度 증진에 큰 役割을 하지 못했다.
10. 잣나무는 土壤肥沃度를 높이는데 第一 效果가 적었다.

文 獻

1. Alway, E. J. and W. J. Mechley. 1933. Component of the forest floor layers under different forest types in the some soil type. Soil Sci 36 : 387~398.
2. Alway, E. J. and R. Zon. 1930. Quantity and nutrients contents of pine leaf litter. J. Forestry 28 : 715~727.
3. Boller, C. A. and R. E. Stephensen. 1946. Some effects of mulchse on soil properties. Pro. Ame. Soc. Hort. Sci. 48 : 37~39.
4. Brown, I. C. 1943. A rapid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable base in soils. Soil. Sci. 56 : 353~357.
5. Büsgen, M. and E. Münch 1929. The structure and life of forest trees. 3rd ed. Eng. tr. T. Thomson. Wiley. New York.
6. Cha, J. W. 1963. A comparison of chemical properties of some forest soils. Kor. Jour. Bot. VI (3) : 1~5.
7. Cha, J. W. 1964. The changes of chemical properties of forest soils in dry and wet seasons. Kor. Jour. Bot. VII : (2) 1~8.
8. Cha, J. W. 1964. The soil properties of woodland having different geological origins. Kor. Jour. Bot. VII(3) : 15~21.
9. Cha, J. W. 1965. Effect of litter on the soil condition(1). Graduate school of Education Jour. Vol. 2 : 113~120.
10. Coile, T. S. 1937. Composition of leaf litter of forest trees. Soil Sci. 43 : 349~355.
11. Ebermayer, E. 1876. Die Gesamte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die Chemische Statik des Waldbauls. Springer. Berlin.
12. Jenny, H., S. D. Gessel and F. T. Bingham. 1949. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. Soil Sci. 10 : 419~432.
13. Julit, C. F., J. D. Ovington and C. Mocrae 1962. Spatial and seasonal variations in soils, litters and ground vegetation in some lake district woodlands. Jour. of Ecol. 51(1) : 97~112.
14. Kim, C. M. and Chang, N. K. 1965. The decomposition rate of litter affecting the amount of mineral nutrients of forest soil in Korea. Bulletin of the Ecological Society of America. Sept. 14, 1965.
15. Kim, C. M. and Chang, N. K. 1967. Effect of the soil micro-organisms, temperature, moisture content and mineral salts on the decay rate of soil organic matter. College of Education Review. Vol. 9(1) : 117~126.
16. Kim, C. M. and Chang, N. K. 1967. On the decay rate of soil organic matter and changes of soil microbial population. Kor. Jour. Bot. 10(1~2) : 21~30.

17. Plice, M. T. 1934. Acidity, antacid buffering, and nutrient content of forest litter in relation to humus and soil. N. Y. Cornell Agr. Exp. Sta. Mem. 166 : 32.
18. Truog, E. 1930. The determination of the readily available phosphorus of soils. Jour. Amer. Soc. Agron 22 : 874~882.