

濟州道 삼나무(*Cryptomeria japonica*) 造林地の 營養環境에 關한 研究

I. 原野造林에 의한 土壤性質의 變化

陳 鉉 五*

Nutrient Environment of Japanese Cedar(*Cryptomeria japonica*)

I. Changes of Soil Chemical Properties in Grasslands Afforestation

Hyun-O Jin*

SUMMARY

This study was carried out to clarify the effects of grassland afforestation on some chemical properties of the Japanese cedar(*Cryptomeria japonica*) forest soil in Cheju Island.

The following results were obtained in this study :

1. T-C, T-N, exch. cations and base saturation in the surface soil(0~10cm) decreased sharply from planting to crown closure. However, after crown closure, exch. Ca and Mg increased considerably. On the other hand, there were no definit changes below surface soil.

2. In vertical distribution of chemical properties, T-C, T-N, exchangeable acidity and exch. cations decreased with soil depth. Especially, exch. Ca and Mg of surface soil in closed stand show a higher value than that in open stand, but there were no variation below surface soil.

3. In closed stand, the amounts of exch. Ca, Mg and K were 1.8 times, 1.6 times and 1.5 times greater than those in open stand. There was no significant difference between open and closed stand in T-C and T-N.

4. The ratios of the amounts of nutrients in surface soil to those in mineral horizons(ha, 50cm) between the open and closed stand showed 30% and 50% for exch. Ca, 30% and 40% for exch. Mg, 38% and 38% for exch. K, respectively.

緒 言

原野造林의 効果로서는 表土의 侵食防止, 土壤構造의 發達 및 降雨의 移動과 透水速度등의 調節機能을 들 수 있다²⁾.

外國에 있어서 原野造林에 의한 荒廢用地的 地力 回復 및 肥沃度 增進에 關한 研究가 活發하게 進行

되어 왔으며, 特히 造林樹種에 따라 土壤發達에 關與 하는 程度가 크게 다른것으로 밝혀져 있다^{2, 4, 6, 9, 10, 12, 24, 15, 19)}.

國內에서는 大部分 原野造林에 의해 成立된 濟州道 삼나무를 對象으로 하여 生長特性을 밝힌 研究¹¹⁾는 있었지만, 原野造林에 따른 土壤環境變化에 關한 研究는 全無한 實情이다.

* 慶熙大學校 産業大學 林學科 (Dept. of Forestry, Kyung-Hee University, Suwon, Korea)

本 研究는 濟州道의 人工林 總面積中 50% 以上을 차지하고 있는 삼나무의 育成을 爲한 營養環境에 關한 研究의 基礎資料를 提供하고자 造林後 林齡의 增加에 따른 土壤의 化學的 性質의 變化와 林分의 閉鎖前과 閉鎖後에 있어서 土壤의 化學的 性質의 垂直 分布 및 土壤養分의 賦存量에 對하여 比較檢討를 行하였다.

材料 및 方法

濟州道에서 삼나무 造林地가 比較的 넓게 分布하고 있는 南東部와 北東部 帶에 걸쳐 2年生~40年生 林分 32個所를 調査地로 選定하였다(그림 1). 各 調査區에 對하여 生長調査와 土壤斷面調査를 實施한後, ha當 養分 賦存量을 求하기 爲하여 層位別(0~10, 10~20, 20~30, 30~50cm)로 分析用 土壤을 土壤採取用 Can(400cc)을 使用하여 採取하였다.

供試土壤은 風乾한 後, 2mm체를 通過한 細土에 對하여 土壤의 pH(H₂O)는 1:2.5로, pH(KCl)는 土壤對 1N KCl의 比率 1:2.5로 하여 硝子電極法으로, 置換酸度(y₁)는 人工原法으로, 全炭素, 全窒素는 C-N corder에 의해 測定하였다. 鹽氣置換容量은 Semi-micro SCHOLLENBERGER法으로, 置換性 Ca, Mg, K 및 Na 은 1N NH₄OAc(pH 7.0)溶液으로 浸出하여 原子吸光法에 의해 측정하였다.

結果 및 考察

1. 林齡의 增加에 따른 土壤養分의 變化

造林地에 있어서 閉鎖前과 閉鎖後의 土壤養分變化를 밝히는 것은 木材生産을 爲한 保育施業(下刈, 가지치기, 除伐, 施肥等)을 行하는데 있어서 매우 重要하다.

林齡과 土壤의 化學的 性質과의 關係(그림 2)를 보면, 表土(0~10cm)의 全炭素, 全窒素 및 置換性 Ca, Mg, K, 鹽基飽和度에서 造林後 10年(林分閉鎖時期)까지 減少, 또는 顯著하게 낮은 傾向을 보였다. 그 減少 傾向은 置換性 Ca, Mg에서 顯著하였으며, 閉鎖가 完了된 10年以後에는 많은 林分에서 增加하는 傾向을 보였다. 그러나 10~20cm層에서는 林齡의 增加에 따른 土壤養分變化에 뚜렷한 傾向이 없었으며, 特히 置換性 Ca, Mg, K에서는 거의 一定한 값을 보였다.

이와 같이 置換性 Ca, Mg 等의 減少傾向은 造林後 林分이 閉鎖될때까지 下草量의 減少와 더불어 土壤으로의 有機物 供給이 中斷되었기 때문이며, 또 增加傾向은 閉鎖에 따른 落葉, 落枝의 還元으로 因한 堆積有機物의 分解에 의하여 多量의 鹽基類 供給에 起因한 것이라 생각된다.

Shibamoto¹⁶⁾에 의하면 林地는 閉鎖할때까지는 土壤의 侵食이나 鹽基의 溶脫이 進行되기 때문에, 施肥

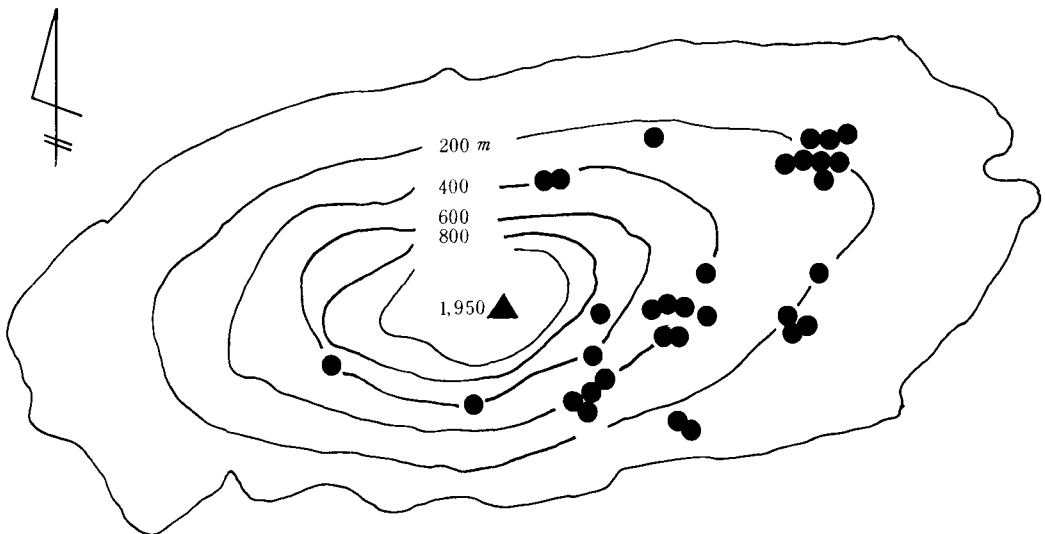


Fig. 1. Location of studied forests.

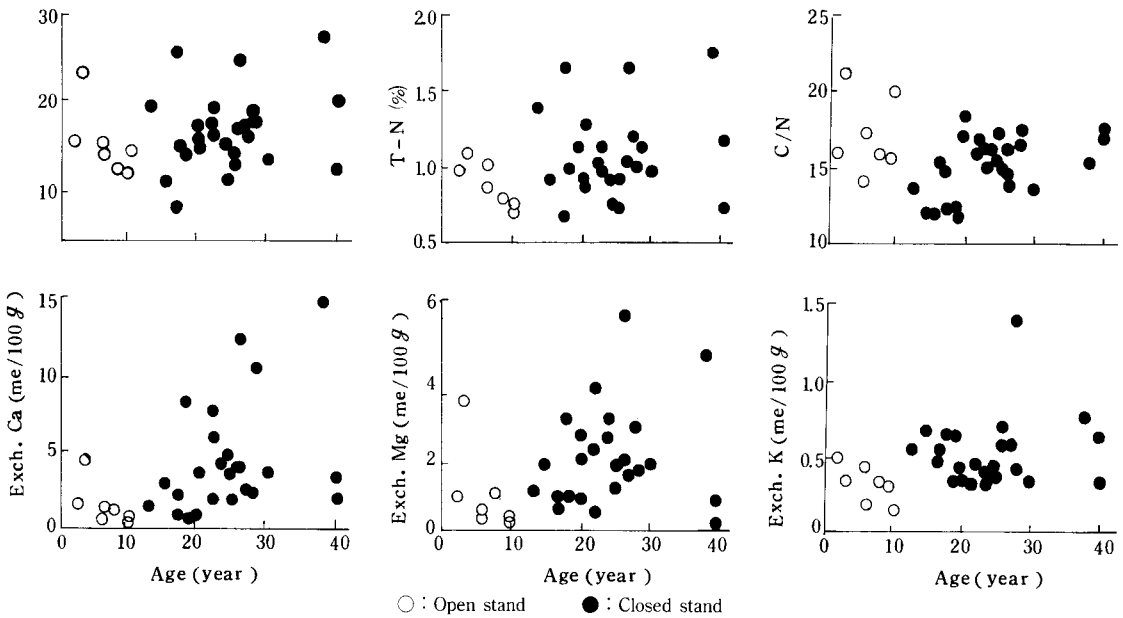


Fig. 2. Changes of chemical properties in surface soils with age.

에 의하여 林分の 早期閉鎖를 完了한 後, 土壤의 發達이 進行되면 林分の 生長뿐 아니라 根系의 發育도 크게 促進된다고 하였다. 또, 生原⁷⁾도 造林後 鹽基類의 減少를 防止하기 위해서는 施肥에 의한 林分の 閉鎖時期를 크게 短縮하여 均衡을 이룬 養分循環系를 만들 必要가 있다고 하였다.

林分이 閉鎖될때 까지의 營養循環의 平衡狀態는 一時的으로 破壞되어, 置換性 Ca, Mg 등의 養分이 減少한 後, 閉鎖에 의한 增加傾向은 林分에 따라 다르며 그 差異에는 地位가 크게 影響하고 있다고 史料된다.

原野造林의 段階에 있어서 本來의 土地潛在力에 따라 土壤發達이 認定되는 林分과 認定되지 않는 林分이 있으며²⁾, 또 入火(burning)를 中止하고 나서 長期間 經過한 林地 및 전혀 入火를 하지 않은 林地에 있어서의 土壤養分은 最近까지 入火를 反復하여 온 林地에 比하여 매우 많았다²⁰⁾고 하는 報告가 있다.

따라서 閉鎖後 土壤養分의 增加가 보이는 林分은 그다지 問題가 되지 않지만, 地力의 回復이 늦은 林分에 對해서는 土壤養分特性의 把握은 물론 施肥를 包含한 合理的인 造林技術의 體系가 必要하다고 생각된다.

2. 土壤의 化學的 性質의 垂直分布

閉鎖前과 閉鎖後에 있어서 土壤의 化學的 性質의 垂直分布(그림 3)를 보면, 全炭素, 全窒素, 置換酸度, 置換性 Ca, Mg, K는 土深이 增加 할수록 減少하는 傾向을 보였으며, 특히 閉鎖後의 置換性 Ca, Mg은 10~20cm層에서 急激하게 減少하여 50cm層까지는 거의 一定한 값을 나타내고 있었다. 林齡의 增加에 따라 全炭素, 全窒素 및 置換性鹽基 등은 表層土에 많이 集積되며, 下層으로 갈수록 減少하는데 長期間 經過하면 下層土의 養分도 점차 增加한다는^{1,3,4,5)} 報告가 있다. 本 試驗의 結果와 같이, 閉鎖前과 閉鎖後에 있어서 土壤養分의 變化는 表層土에서 크고 下層土에서 작은 傾向을 보인것은 本 試驗地가 造林後 40年以内의 林分으로 이러한 短期間에는 下層土에 있어서의 養分集積에 그다지 影響하지 않았기 때문이라 推測된다.

原野造林에 의하여 表土의 置換性 鹽基는 增加하나, 全炭素와 全窒素은 뚜렷한 變化가 없었다^{10,13,15,18)}는 報告가 있는데 이것은 火山灰土壤에 있어서 比較的 그 含量이 潤澤함에 起因한 것이라 생각된다. 本 試驗에서는 閉鎖後의 全窒素가 약간 增加하는 傾向을 보인 關係로, C/N比가 減少하여 閉鎖로 인한 安

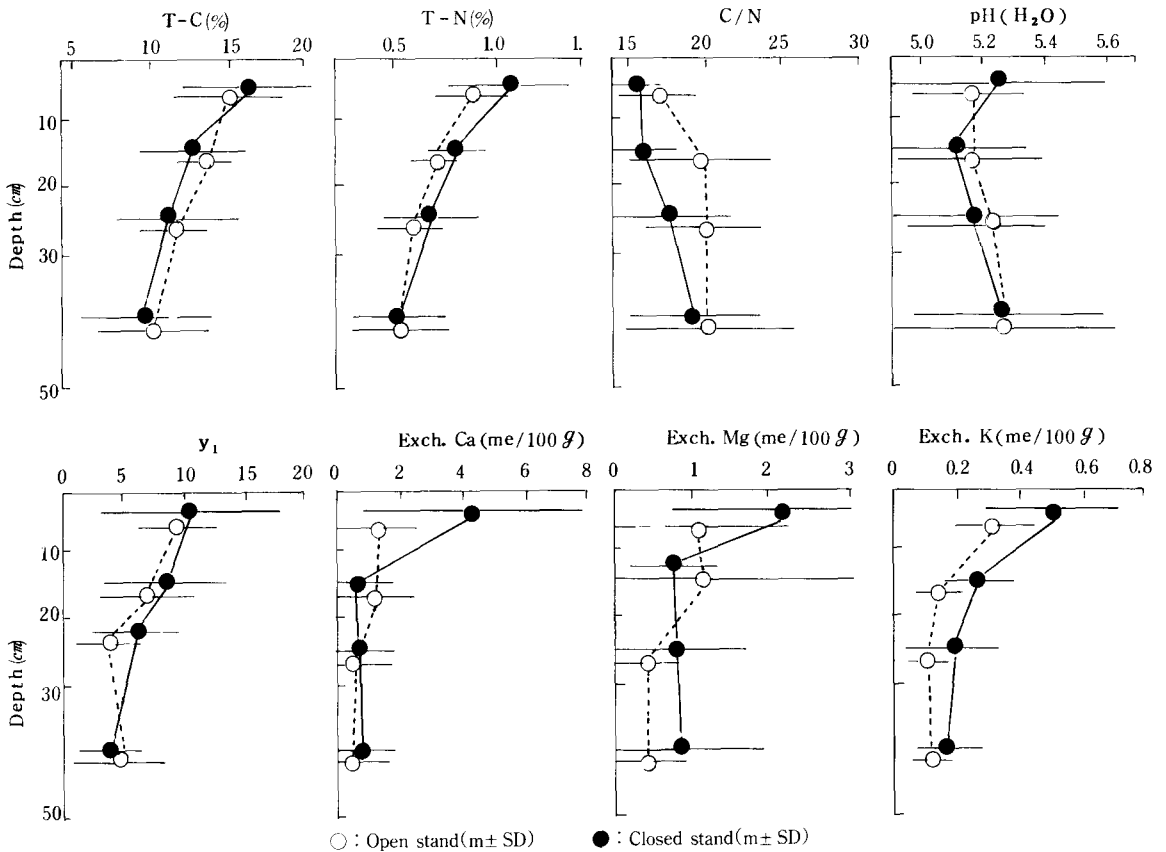


Fig. 3. Vertical distribution of the soil chemical properties with the development of forest.

定된 養分循環系를 形成하여 微生物에 의한 土壤有機物의 分解가 促進되는 것을 알수 있었다.

3. ha當 土壤賦存量

閉鎖前과 閉鎖後에 있어서 土壤賦存量(ha, 50cm)의 平均値를 比較하면(表 1), 各各 全炭素는 320t과 335t, 全窒素는 18.1t과 19.1t으로 거의 類似한 값을 나타내고 있는 反面, 置換性 Ca은 447kg과 805kg으로 1.8倍, 置換性 Mg은 224kg과 362kg으로 1.6倍, 置換性 K는 184kg과 281kg으로 1.5倍 程度 閉鎖後의 林分에서 많은 값을 나타내고 있다.

閉鎖前과 閉鎖後에 있어서 ha當 全炭素, 全窒素 및 置換性 Ca, Mg, K 養分量의 垂直分布(그림 4)는 ha當 細土層에 큰 差異가 없는 關係로 前述한 養分含有率의 垂直分布와 類似한 傾向을 보여주고 있다. 즉, 下層으로 갈수록 養分量은 減少하고 있으며 특히 閉鎖後의 表土에서 置換性 Ca, Mg이 顯著的한 減少를

보였으며, 10cm層 以下에서는 各層 共히 거의 같은 含量을 보이고 있다.

全層(0~50cm)의 養分量에 對한 表土의 養分量의 比率를 보면, 閉鎖前과 閉鎖後에서 各各 全炭素가 25%, 27%, 全窒素가 28%, 29%로 큰 差異는 없었다. 한편 置換性 Ca에서 30%, 55%, 置換性 Mg에서 30%, 40%, 置換性 K에서는 兩쪽 모두 38%의 比率로 蓄積되어 있었다. 閉鎖後의 表土에서 置換性 Ca, Mg은 閉鎖에 따른 落葉, 落枝等의 有機物의 供給에 의해 閉鎖前에 比하여 比較的 높은 比率를 보였으나, 置換性 K는 養分量에 있어서는 閉鎖後에서 많은 反面, 比率에서는 類似한 값을 보이고 있다. 이러한 傾向은, 閉鎖로 因한 地下部의 有機物로부터 多量의 K供給을 받은 結果로 因하여 그 量은 增加하였지만, K의 溶脫이나 循環이 他 鹽基에 比하여 顯著하게 빠르기 때문에^{8,17)} 比率에서는 큰 差異가 없었던 것으로 推測된다.

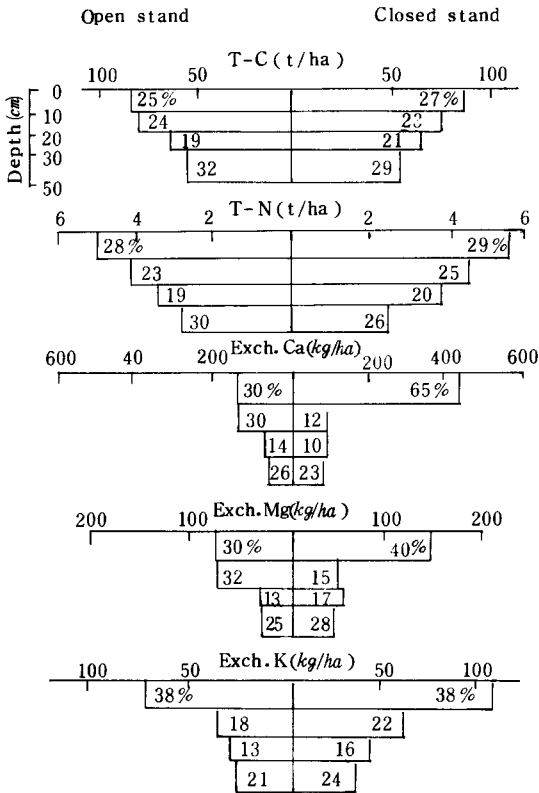


Fig. 4 Carbon and nutrient amounts in each depth with the development of forest.
(Percent expressed ratio of the amount of nutrient in the surface to that in 50cm deep)

Table 1. Carbon and nutrient amounts in the mineral horizons to 50cm deep.

	Total(t/ha)		Exch.(kg/ha)		
	C	N	Ca	Mg	K
Open stand	335	18.1	447	224	184
Closed stand	320	19.0	805	362	281

摘 要

濟州道 삼나무 造林地를 對象으로 原野造林에 의한 土壤의 化學的 性質의 變化를 比較 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 表土(0~10cm)의 全窒素, 全炭素 置換性 Ca, Mg, K 및 鹽基飽和度에서 造林後 林分の 閉鎖時期인 10년까지는 減少하는 傾向을 보였다. 그 後 林分の 閉鎖가 完了된 10年以後부터는 增加하는 傾向을 보였으며 特히 置換性 Ca, Mg은 많은 林分에서 急激한 增加를 보였다.

2. 土壤의 化學的 性質의 垂直分布에 있어서 全炭素, 全窒素, 置換酸度, 置換性 Ca, Mg, K는 土深이 깊어질수록 減少하였으며 이 중 置換性 Ca, Mg은 10~20層 以下에서는 거의 一定한 값을 보였다.

3. 閉鎖前과 閉鎖後의 土壤養分量(ha, 50cm)은 全窒素, 全炭素에서는 거의 같았으나, 置換性 Ca, Mg, K는 閉鎖後에서 各各 1.8倍, 1.6倍, 1.5倍 程度 많은 값을 나타냈다.

4. 全層의 養分量에 대한 表層土의 養分量의 比率은 閉鎖前과 閉鎖後에서 各各 置換性 Ca이 30%와 50%, 置換性 Mg이 30%와 40%로 閉鎖後에서 많은 값을 나타내었으나, 全炭素, 全窒素 및 置換性 K에서는 거의 같은 값을 보였다.

引用 文 獻

1. Crocker, R.L. and Major. j. 1955. Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska. j. Ecology. 43. p. 427~448.
2. Day, G.M. 1940. Topsoil vchanges in coniferous plantation. J. For. 38. p 646~648.
3. Dickson, B. A. and Crocker, R. L. 1953. A chronosequence of soils and vegetation near Mt. Shasta, California II. The development of the forest floors and the carbon and nitrogen profiles of the soil. J. Soil. Sci. 4. p. 142~154.
4. ----- . 1954. A chronosequence of soils and vegetation neat Mt. Shasta, California III . Some properties of the meneral. J. Soil. Sci. 5. p.173~191.
5. Eklabya Sharma, R. S. and Singh, M. P. 1985. Chemica soil properties under five age series of Alnus nepalensis plantations in the Eastern Himalaya. Plant and Soil. 84. p. 105~113.
6. Grieve, I. C. 1980. Some contrasts in soil development between grassland and deceduos woodland site. j. Soil. Sci. 31. P. 137~145.
7. 生原喜久雄. 1980. 스기施肥林分の營養均衡に關する研究. 東京農工大演報. 16. p. 1~72.
8. 生原喜久雄, 相場芳憲, 末次加代子. 1984. 幼齡林における下草通過林内雨の養分量. 東京農工大演報. 20. p. 17~21.
9. 諫木信義, 河野俊光. 1974. 原野造林に關する研究. 大分縣林試研報. 1. p. 1~60.

10. 諫木信義. 1980. 中部九州地方における原野造林の現状と今後課題. 森林立地. 22. p. 15~21.
11. 陳鉉五, 全尚根. 1987. 삼나무 葉型 分類 및 生長 特性에 관한 研究 (I). 濟州道營 中心으로. 韓國林學會誌. 76. p. 410~417.
12. 久保哲茂, 森田キ代子. 1965. 植被の土壤に興える影響について (I), (II). 76回 日林論. p. 136~140.
13. 松井光搖. 1957. 黒ボク土壤について. 山林. 876. p. 18~24.
14. 佐伯岩雄, 脇孝介. 1970. 植被の變化が土壤におよぼす影響(I). 原野土壤と廣葉樹土壤. 林試九支研報. 13. p. 84.
15. 佐伯岩雄, 川添強, 下野園正. 1976. 人工林にともなう土壤變化. 林試九支研報. 19.p. 1~20.
16. Shibamoto. T. 1962. Forest land fertilization in Japan. Tokyo university. Tokyo.
17. 上田晋之助. 1970. トドマツ. 廣葉樹混交林における養分要求の循環について 83回 日林論. p. 110~112.
18. 脇孝介, 川添強. 1970. 植被の變化が土壤におよぼす影響(II). 原野造林による土壤の變化. 林試九支研報. 13. p. 85.
19. 脇孝介, 服部文明, 佐伯岩雄. 1970. 植被の變化が土壤におよぼす影響(III). 土壤構造の耐水性について. 林試九支研報. 13. p. 86.
20. 横井庫松. 1979. 牧野造林地における保育. 森林と肥培. 101. p. 3~5.