

韓國의 森林土壤에 關한 研究(Ⅱ)*¹

李 壽 煜*²

Studies on Forest Soils in Korea (Ⅱ)*¹

Soo Wook Lee*²

Some physical and chemical properties of forest soils in Korea were analyzed for providing the reasonable management methods of forest lands. Among 375 soil series surveyed until 1979, 93 soil series of forest soils were classified and analyzed according to their characteristics. Firstly soil data were classified into 5 categories by weathered products and secondly were classified and analyzed by parent rocks. The results are as follows:

1) In forest soils characterized by weathered products volcanic ash soils were proved to be the most fertile and alluvial soils were turned out to be the most infertile soils. Residual soils on mountain and hill were mostly on the average in all kinds of soil properties analyzed except total soil depth.

2) Igneous rocks developed rather infertile soils containing large amount of organic matter and available P_2O_5 with relatively deep soil depth and strong acidity. On the other hand sedimentary rocks produced rather shallow soils containing small amount of organic matter and available P_2O_5 but they were relatively fertile with weak acidity.

3) Among igneous rocks basalt and trachyte produced very fertile soils and granite and andesite produced slightly infertile soils.

4) Among sedimentary rocks limestone soils had high fertility neutral in acidity but low amount of available P_2O_5 . Sandstone and shale had rather shallow soils with average level of other properties.

5) Granite gneiss and schist developed relatively deteriorated soils with average level in organic matter and available P_2O_5 .

6) Alluvial sand produced generally very infertile soils with great soil depth comparing with the arable alluvial land with high fertility.

本 研究는 韓國森林土壤의 特性을 把握하여 그 合理的 利用 및 管理方法을 提供하기 위하여 실시되었다. 1979年 까지 調査發表된 375個 土壤統 中에서 93個統에 달하는 森林土壤에 대해서 各種土壤特性이 比較分析 되었다. 첫째로 以上の 資料를 風化母材別로 區分해서 比較評價하였고, 둘째로 다시 母岩別로 區分해서 比較分析하여 본 결과 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 風化母材別 土壤特性을 보면 火山灰土가 가장 肥沃한 土壤으로 思料되며 沖積土가 가장 瘠薄한 土壤으로 나타난다. 山岳殘積土는 全土深만 매우 얇은것을 제외하면 大部分이 平均水準에 있다.

2) 火成岩(Igneous rock)에서 生産된 土壤은 土深이 깊고 有機物含量 및 有效磷酸含量이 풍부하고 強酸性으로 肥沃도는 낮은 편이다. 反面 堆積岩(Sedimentary rock)土壤은 土深이 얇고 有機物 및 有效磷酸 含量은 낮으나 弱酸性으로 比較的 肥沃하다.

3) 火成岩中 玄武岩(Basalt)과 粗面岩(Trachyte)은 매우 肥沃한 土壤을 生成하나 花崗岩(Granite)과 安山岩(Andesite)은 약간 瘠薄한 土壤을 生成한다.

*¹ Received for publication on August 20, 1981

*² 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National University.

4) 堆積岩中 石灰岩(Limestone)은 中性的 肥沃한 土壤을 生成하나 有效磷酸含量은 매우 적다. 砂岩(Sandstone)類는 土深이 얇으나 기타 性質들은 平均的인 水準을 유지하는 土壤을 生成한다.

5) 花崗片麻岩(Granite gneiss)類는 有機物 및 有效磷酸含量은 平均水準이나 比較的 瘠薄한 土壤을 生成한다.

6) 沖積砂土(Alluvial sand)는 耕作地 沖積土와는 대조적으로 土深이 깊은 것 外에는 일반적으로 瘠薄한 土壤을 生成한다.

緒 言

1964年에서 1979年에 이르기까지 農業技術研究所에서는 全國 農耕地 및 野山開發可能地를 포함하여 總 4,645,000ha에 대하여 精密土壤調査를 完了하고 土壤圖와 調査報告書(土壤統設明書)를 발간하였다. 土壤이란 가장 귀중한 天然資源中 하나로서 物質生産量에 영향을 미치는 기본이 되고있다. 森林土壤에 대해서도 이상의 資料를 근거로 林木生産과 관련된 이들 土壤資源의 種類別 分布와 그 質의 特性을 把握코자 本 研究分析이 實施되었다.

韓國의 地形은 殘丘性 準平原으로 森林은 주로 晩壯年期 殘丘에 分布하고 있다. 晩壯年期 地形은 수많은 溪谷들과 河川支流에 의하여 浸蝕되어 여러가지 형태의 복잡한 굴곡과 急傾斜를 形成하고 있다. 특히 母岩들은 그 風化抵抗度에 따라 U字溪谷과 V字溪谷, Concave 傾斜와 Convex 傾斜 등의 地形을 形成하고 母材(Parent material)의 生産과 移動樣式을 결정지어 주고 있다. 따라서 韓國의 地形에서는 森林土壤의 母材는 母岩의 特性에 의하여 크게 決定되지는 경우가 대부분이다. 山岳殘積土와 丘陵殘積土는 좋은 例가 된다. 谷間崩積土의 경우에서도 여러가지 母岩에서 유래되는 母材들이 混合될 수 있는 가능성이 있지만 數 많은 얇고 좁은 溪谷들에 의하여 分離, 獨立된 小規模 集水區域이 形成되므로 서로 다른 母材들의 混合機會가 거의 없다. 따라서 森林土壤들은 대부분이 계곡별로 同一한 崩積母材로서 그 土壤의 基盤을 이루고 있다. 森林土壤의 基盤인 母岩의 構成特徵은 서로 區別되는 風化產物을 生産하므로써 一次的으로 土壤中 無機養料의 供給類形을 크게 결정지어 주고 있다. 이러한 基盤위에 氣候帶에 의하여 결정되는 各種植生은 長時間에 걸쳐서 作用하므로써 類別되는 土壤型(Soil type)을 生成하게 된다.

本 研究의 目的은 地形別로 母岩別로 各種土壤成分들의 量的 特性을 分析, 比較해 보므로써 아직 調査報告되지 않은 森林土壤에 대해서도 그 性質을 推定할 수 있는 근거를 마련하는 동시에 養料의 含量과

各種 理化學的 特性을 근거로 하는 基準值(平均値)에 의하여 韓國森林土壤의 生産的 特徵을 나타내고자 하는데에 있다.

本 研究分析에 있어서 다음과 같은 制限이 있다.

1) 本 研究을 위한 資料는 量的으로 6,690,000ha 森林全體에 대한 土壤을 調査한 것이 아니고 약 30%에 대하여 조사된 資料를 근거로 한 것이므로 未調査된 部分에 대한 推定值를 마련하는데 그 주요 목적이 있다.

2) 本 資料分析의 平均値는 土壤統別 面積을 加重值로 使用하지 않고 각 土壤統의 分析結果를 平均한 것이다.

3) 本 研究에서 肥沃度라 함은 置換性鹽基의 總量과 鹽基飽和度를 근거로 나타내고 있으며 保肥力은 CEC로서 代表되고 있다.

材料 및 方法

本 論文에 使用된 資料는 前論文에서 使用된 64個 土壤統外에 그後에 調査報告된 29個統을 더 첨가해서 모두 93個 土壤統에 대해서 調査된 理化學的 分析值들이다.

이상의 分析值들을 風化母材와 母岩別로 分類해서 平均値와 標準誤差를 計算하였다. 母岩은 火成岩, 堆積岩, 變成岩 및 沖積砂土로 區分하였다. 火成岩(Igneous rock)은 다시 花崗岩(Granite), 閃綠岩(Diorite) 斜長岩(Anorthosite), 粗面岩(Trachyte), 流紋岩(Rhyolite), 安山岩(Andesite) 및 玄武岩(Basalt)으로 分類하였다. 堆積岩(Sedimentary)에는 礫岩(Conglomerate), 砂岩(Sandstone), 泥岩(Siltstone) 頁岩(Shale) 및 石灰岩(Limer stone)이 나타나고 있으나 砂岩, 泥岩 및 頁岩은 대부분 독립적으로 넓게 나타나지 않고 좁은 面積에 서로 混合되어 나타나는 경우가 많아 이들을 한데 묶어 한 Group으로 하고 그 외 礫岩과 石灰岩 3種類로 分類하였다. 變成岩(Metamorphic rock)에는 대표적인 것으로 花崗片麻岩(Granite Grneiss)이 나타나고 그의 片岩(Schist), 粘板岩(Slate) 및 千枚岩(Phyllite)등이 나타나지만 各種 片岩類들은 花崗片麻岩들과 群狀混合으로 나타나

花崗片麻岩에 包含시켜 計算하였다. 마지막으로 母岩(Parent rock)이라기 보다는 母材(Parent material)로서 沖積砂土(Alluvial sand)를 하나로 分類計算하였다.

各種 母岩別로 分類計算하기 이전에 各土壤統의 分析値들은 土壤層位別로 주어져 있으므로 우선 하나의 代表土壤統에 대한 平均値가 求해져야 한다. 各代表土壤統의 平均値는 各土壤層位의 두께를 加重値로 하여 全斷面에 대한 平均値로 計算하였다. 全土深(Total soil depth)은 原則적으로 岩盤層(R. horizon)까지의 길이로 하였으나 土深이 2m 이상 깊을 경우에는 調査된 깊이(일반적으로 C層)까지로 하였다. 全土深은 林木生育에 가장 기초적으로 영향을 미치는 因子로서 養料의 供給量에 영향을 줄 뿐만 아니라 土壤水分의 貯水容量(Water holding capacity)을 결정시켜주는 主要因子로 간주되고 있다. 急傾斜地의 全土深은 地表面에 直角方向으로 測定된 것이 아니고 垂直으로 測定된 것이므로 岩盤이 表面에 가까울 경우 平地보다 水分不足(Water stress)이 發生하기 쉽다. 全土深이 同一하다 하여도 土壤斷面上에 岩石含量이 많으면 貯水容量은 감소하게 된다. 이 경우 全土深은 有效土深(Effective soil depth)과 區別되는 의미를 갖는다. 表土深(Surface soil depth)은 A層의 깊이를 나타내는 것이다. 이 깊이는 주로 有機物의 蓄積과 관련되는 것으로 그 깊이는 일반적으로 土壤生成의 程度를 나타내는 尺度로 간주되고 있다. 有機物集積層(O層)은 表土深에 포함되어 있지 않다. 그러므로 表土深은 鑛物質土壤層만의 두께를 의미한다. 有效水分含量(Available moisture content)은 水分不足을 겪기 쉬운 森林土壤의 水分體系(Moisture regime)의 일부를 把握하기 위한 重要한 物理的因子로서 計算되었는데 이 값들은 Moisture retention(%)이 1/3氣壓인 값과 15氣壓인 값간의 차이를 구한 것이다. 즉 自然保水力(Field capacity)에서 萎凋係數(Wilting point)의 값을 畵값으로 하였다. 土壤酸度(Soil acidity)의 값은 土壤과 물의 比率를 1:1로 하여 測定한 값을 使用하였다. 有機物含量(Organic matter content)은 表土層(A層)내에 포함되어 있는 有機物含量을 使用하였다. 일반적으로 深土層으로 내려갈 수록 有機物含量은 급격히 감소하므로 全土深에 대한 有機物含量을 計算하게 되면 많은 모순이 생긴다. 왜냐하면 全土深 자체가 얇게 되면 그 土壤의 表土層이 小量의 有機物을 含有해도 全土深이 깊은 土壤보다 全體적으로 높은 有機物 含量을 갖는 것 처럼 나타나기 때문이다. 그의 有效磷酸(Available

P_2O_5), 陽이온置換容量(Cation Exchange Capacity) 置換性塩基(Extractable Cations) 및 塩基飽和度(Base saturation)는 全土深에 대한 平均値로 計算하여 使用하였다. 陽이온置換容量(C. E. C.)은 Ammonium Acetate Method로 측정한 값이다.

結果 및 考察

1. 風化母材別 土壤特性

本 論文에서 風化母材라는 것은 地形의 位置에 따라 岩石으로부터 風화된 産物이 殘積해 있거나 運積해서 比較的 安定된 土壤의 母材(Parent material)를 形成하고 있는것을 의미한다. 이미 各種 土壤型에 따라 서로다른 性質을 갖는 土壤들이 區分되어 있지만 아직도 未調査된 곳에 대해서 우리가 쉽게 區別할 수 있는 地形의 位置에 따른 土壤特性을 推定하기 위해서 地形에 따른 風化母材別로 區分하여 土壤特性을 分析하여 보았다. 同一한 母材에서도 많은 變異가 나타나겠지만 本 研究의 分析結果로는 風化母材別로 매우 뚜렷한 土壤特性의 差異가 관찰되는 이유 때문에 地形에 따른 風化母材別 土壤特性의 比較, 分析이 시도된 것이다. 그 分析結果는 表1에서 보여지고 있다.

全體 土壤統中 山岳殘積土와 丘陵殘積土는 各各 34個統씩 차지하고 있으며 谷間崩積土는 13個統, 沖積土와 火山灰土가 各各 6個統으로 우리나라의 森林土壤은 대부분(74%)이 殘積土로 되어 있다.

全土深의 全體平均値는 102.8cm이며 全土深이 가장 적은것은 山岳殘積土로 74.5cm이고 가장 큰 것은 沖積土로 134.2cm였다. 山岳殘積土는 다른 母材들에 비하여 標準誤差의 값이 매우 큰데 이것은 山岳殘積土의 土深이 變異가 크며 不規則함을 알수 있다. 이상의 사실로 보아 우리나라 山岳土壤은 과거에 土壤保存이 不充分하여 浸蝕作用이 많았음을 입증해 주고 있다고 할수 있다. 따라서 山岳土壤에 대해서는 表土上의 有機物保存에 유의하여 土壤安定을 도모하여야 하며 喬木林內에서도 下層植生被覆에 더욱 노력을 경주해야 할 것이다. 全土深의 깊이는 특별히 深根性 樹種의 根系發達에 영향을 줄 뿐만 아니라 土壤水分體系에 더욱 큰 영향을 미친다.

表土深은 土壤生成因子中 植生因子에 의한 土壤化過程의 進行程度를 나타내주는 尺度로서 土壤의 有機物含量 및 降雨量과 일차적인 관계가 있다. 表土深은 A層 즉 有機物集積層(A1層)과 溶脫層(A2層) 그리고 A層의 特性이 더 강한 移行層(A3層: Tran-

表 1. 風化母材別 土壤特性

Table 1. The characteristics of forest soils classified by weathered products.

Weathered products	Number of soil series	Total soil depth (cm)	Surface soil depth (cm)	Available moisture content (%)	pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (me/100g)
*Rm	34	74.5±43.8	13.5±7.7	15.0±3.1	5.7±0.7	2.80±1.86	30.29±69.9	11.08±6.82
*Rr	34	118.1±26.6	13.9±8.2	16.9±5.3	5.4±0.5	2.20±1.34	19.28±32.6	10.48±4.80
*Cv	13	115.4±21.3	18.1±8.2	14.9±3.5	5.5±0.8	4.54±2.97	25.74±26.0	11.16±6.08
*Al	6	134.2±28.1	13.2±6.3	10.2±5.8	5.5±0.6	0.77±0.76	16.98±16.8	5.44±2.75
*Va	6	118.1±29.1	22.0±7.7	19.6±4.1	5.9±0.5	10.53±7.83	42.30±53.9	22.55±7.76
Mean		102.8	14.8	15.6	5.5	3.2	26.65	11.34

Extractable Cations (me/100g)				Base Saturation (%)
Ca	Mg	Na	K	
4.73±8.57	1.72±2.37	0.26±0.29	0.24±0.22	48.77±36.52
2.22±2.73	1.47±1.19	0.21±0.16	0.16±0.08	37.14±26.14
3.56±4.07	1.28±1.14	0.17±0.09	0.19±0.08	43.62±24.86
1.20±0.96	1.11±0.91	0.13±0.09	0.09±0.04	49.24±25.15
5.39±4.30	2.18±1.35	0.39±0.22	0.45±0.27	37.13±18.54
3.51	1.56	0.23	0.21	43.08

*Rm :Residuals on Mountain & Hill
 Rr :Residuals on Rolling & Hill
 Cv :Colluvials on Local Valleys & Fans
 Al :Alluvials on Alluvial Plains or Dilluvial Terrace
 Va :Volcanic Ash Soils

sitional horizon)을 포함하고 있으나 本研究에서는 주로 A 1層을 代表하고 있다. 일반적으로 風化母材의 種類에 따라 큰 차이는 없으나 火山灰土의 表土深이 가장 깊고(22cm) 沖積土의 表土深이 가장 얇다(13.2cm). 이것은 火山灰土가 비교적 表土의 移動이 적고 安定되어 있음을 의미하며 沖積土는 未熟土로서 有機物供給이 充分하지 못했음을 의미한다. 表土深의 全體平均値는 약 15cm로서 비교적 얇은값을 보여주고 있는데 이것은 우리나라 森林土壤의 表土가 不安定함을 나타내주고 있다.

有效水分含量은 全體平均이 15.6%이며 沖積土가 10.2%로서 가장 낮고 火山灰土가 19.6%로서 가장 높다. 沖積土는 일반적으로 有效水分含量이 높은 土壤이지만 林地로 利用되는 沖積土는 土性이 주로 粗粒質이므로 微砂(silt)와 粘土含量이 적고 土壤構造가 잘 발달되어 있지 못하여 有效水分含量이 적은 것으로 思料된다. 자연상태에서도 土壤有機物 含量이 적어 植物에 利用될 수 있는 有效水分含量이 적은 것이다. 따라서 이러한 沖積土에 生長하는 樹種(예 : Populus류)은 根系을 深層까지 發達시켜 地下水를 利

用하게 된다. 火山灰土가 有效水分含量이 가장 높은 것은 細粒質이며 동시에 많은 孔隙를 형성하는 土壤構造를 發達시키고 많은 有機物을 含有하고 깊은 表土層을 형성하기 때문인 것으로 思料된다. 그외 母材들은 15~17%로서 이상 兩極値의 中間을 차지하고 있는바 土壤構造들에 큰차이가 없는 것으로 생각 된다.

土壤酸度(pH)는 丘陵殘積土, 谷間崩積土 및 沖積土가 pH 5.4~5.5로서 強酸性을 나타내고 있으며 山岳殘積土와 火山灰土는 各各 pH 5.7, 5.9로서 弱酸性을 나타내고 있다.

有機物含量은 全體平均이 3.2%로서 일반 耕作地의 값(2%)보다 높은 편이다. 그러나 沖積土는 有機物含量이 0.77%로서 매우 낮은것이 특징이다. 반면 火山灰土는 10.5%로서 매우 높은값을 보여주고 있다. 이것은 火山灰土가 비교적 表土層이 잘 發達되어 있는 반면 浸蝕에 대하여 매우 安定된 土壤粒團(Soil aggregate)으로 構成되어 있음을 반영하고 있는 것이다. 다음으로는 谷間崩積土가 비교적 많은 有機物(4.5%)을 함유하고 있다. 이것은 그 자체 土

壤에서 生育하고 있는 植生들로 부터 공급되는 것 외에 山頂 및 山腹으로 부터 移動해 내려오는 匍行性 表土와 함께 崩積되는 有機物이 많기 때문에 思料된다. 이 경우 表土層의 두께가 증가하는 것이 보통이다. 表1에서 보아도 火山灰土 외에는 어떤 土壤보다 表土層이 깊은것을 관찰 할 수 있다. 反面 山岳殘積土와 丘陵殘積土는 각각 2.8%, 2.2%로서 全體平均値에도 미달 되는바 그 主要因은 林床(Forest floor)에서의 落葉採取로 因하여 낮은값을 나타내는 것으로 思料된다. 燃料用 落葉, 落枝들은 濕潤한 谷間보다는 乾燥한 山腹과 山頂부근에서 주로 採取되고 있기 때문이다.

有效磷酸의 含量은 土壤統別로 差異가 매우 큰것이 특징이다. 따라서 母材別로도 含量에 큰 차이를 나타내고 同一母材內에서도 差異가 커서 標準誤差의 값이 크게 나타난다. 全體平均値가 26.65ppm 이지 만 各母材別 平均値들도 16.98 ppm에서 부터 42.3ppm에 달한다. 그중 火山灰土가 42.3 ppm으로 有效磷酸 含量이 가장 많고 沖積土가 16.98 ppm으로 가장 적다. 山岳殘積土에는 30.3 ppm의 有效磷酸이 있으나 그 變異幅이 매우 크다.

陽이온置換容量(C. E. C.)은 土壤의 保肥力을 나타내는 매우 중요한 尺度가 된다. 本分析値에서는 鐵物質土壤中 膠質粘土의 陽이온置換容量을 나타내고 있는 것이다. 그러나 有機膠質物도 매우 높은 陽이온置換容量을 갖고 있으므로 有機物含量에 따라 自然狀態下에서는 C. E. C.의 값이 크게 變할 수도 있다. 土壤有機物의 主要部分을 이루고 있는 腐植酸은 陽이온置換容量이 200~600me/100g에 달하기 때문이다. 全體平均値가 11.34me/100g로 耕作地土壤의 平均値(10me/100g)보다 약간 높은 편이다. 그러나 母材別 C. E. C.의 값에는 큰차이가 보인다. 火山灰土가 22.55 me/100g으로 가장 높은값을 보이는 반면 沖積土는 가장낮은 값인 5.44 me/100g를 보이고 있다. 沖積土는 粗粒質로서 膠質物含量이 적어 낮은값을 나타내고 火山灰土는 塩基性岩이 風化된 微粒質 粘土膠質物이 높은 陽이온置換容量을 갖고 있음을 입증하고 있다. 山岳殘積土, 丘陵殘積土 및 谷間崩積土는 全體平均値와 近似한 값을 보여 주고 있다.

置換性 陽이온(Extractable cations)들의 全體平均値는 Calcium이 3.51 me/100g, Magnesium이 1.56me/100g, Sodium이 0.23me/100g, Potassium이 0.21me/100g이다. 各 風化母材別로 모든 置換性 陽이온의 含量은 일정한 경향을 갖고 있었다. 즉 各土壤의 無機養料水準이 뚜렷한 特徵을 갖고 있음을 관찰할 수

있는 것이다. 즉 火山灰土는 이들 置換性 陽이온의 含量이 모두 제일 높았으며 沖積土는 제일 낮은값을 나타내었다. 山岳殘積土는 置換性 塩基 모두가 火山灰土 다음으로 높은값을 나타냈으나 丘陵殘積土와 谷間崩積土는 塩基의 種類에 따라 그 含量의 순위가 달랐다. Calcium과 Potassium의 경우에는 谷間崩積土가 더높은 값을 갖고 있었으나 Magnesium과 Sodium의 경우에는 丘陵殘積土가 더높은 값을 갖고 있었다. 이상 塩基들의 合計인 塩基總量(Total Base)은 植物에 吸收利用이 가능한 有效營養成分의 尺度가 되는데 火山灰土가 8.41 me/100g로서 가장 많으며 沖積土가 2.53me/100g로서 가장 낮다. 山岳殘積土가 6.95me/100g로서 火山灰土 다음으로 많으며 다음이 5.22 me/100g로서 谷間崩積土, 그 다음이 4.06 me/100g로서 丘陵殘積土가 된다.

塩基飽和度(Degree of base saturation)는 全體平均値가 43% 肥沃하지 못함을 보여주고 있다. 沖積土는 49.2%로 가장 높은값을 나타내고 火山灰土는 37.1%로 가장 낮은 값을 나타내고 있다. 그이유는 塩基總量이 沖積土의 경우 제일 낮고(2.53 me/100g) 火山灰土의 경우 제일 높은값(8.41 me/100g)을 갖고 있으나 陽이온置換容量은 沖積土가 5.44 me/100g 으로 상대적으로 낮은 값을 갖는데 반하여 火山灰土는 22.55 me/100g로 상대적으로 높은 값을 갖고 있기 때문이다. 山岳殘積土, 丘陵殘積土 및 谷間崩積土는 C. E. C.가 서로 비슷한 값을 갖기 때문에 塩基飽和度는 塩基總量에 따라 그 순위가 결정되어 지고 있다. 各 塩基에 대한 飽和度を 보면 다음과 같다. E. Bear에 의하면 理想的인 土壤에서는 Ca^{+2} , Mg^{+2} 및 K의 飽和도가 각각 65%, 10% 및 5~10%이어야 한다고 하였다. 全體平均値로 볼때 石灰飽和度는 31%, 苦土飽和度는 13.8%, 칼리飽和度는 1.9%로서 우리나라 森林土壤에서는 石灰飽和도와 칼리飽和도가 매우 낮으며 특히 C. E. C.가 11me/100g 내외로서 낮은 값을 나타내고 있으므로 이들 塩基의 부족이 예상 된다고 볼수 있겠다.

이상과 같은 風化母材別 土壤特性을 綜合的으로 관찰해 보면 매우 뚜렷한 대조가 이루어짐을 볼수 있다. 일반 耕作地의 경우 沖積土란 가장 肥沃한 土壤임을 의미한다. 그러나 森林土壤의 경우는 沖積土(Alluvial soil)가 가장 生産力이 낮고 瘠薄한 土壤임이 들어났다. 즉 全土深이 가장 깊은것을 제외 하고는 表土深도 얕으며 有效水分含量도 낮으며 有機物含量, 有效磷酸, 陽이온置換容量, 置換性 塩基 모든 것이 가장 낮은값을 나타내고 있다. 특별히 陽이온

置換容量이 낮다는 것은 瘠薄土壤임을 代表하는 것으로 肥料로 供給되는 各種養料가 陽이온置換容量이 작은 土壤에서는 吸着이 잘 안되므로 樹木에 一時에 多量이 吸收되고 그후 곧 養分缺乏이 發生한다. 또 根系에 의하여 吸收되지 못한 養料는 流失과 溶脫을 받기 쉽다.

反面 火山灰土는 全土深, 表土深이 매우 깊으며 有效水分含量도 가장 많고 酸度는 弱酸性이고 有機物含量 및 有效磷酸含量도 가장 많다. 陽이온置換容量도 가장 크고 各種 置換性 塩基의 量도 제일 많다. 韓國森林土壤中 가장 肥沃하고 理想的 土壤이라 할 수 있겠다.

가장 많은 土壤統數를 갖고 있는 山岳殘積土와 丘陵殘積土를 비교하여 보면 山岳殘積土의 경우 全土深, 表土深은 얇고 有效水分含量은 적지만 有機物含量과 有效磷酸含量은 비교적 많다. 그의 陽이온置換容量이 크고 置換性 塩基의 量이 비교적 많다. 反面 丘陵殘積土의 경우 全土深은 깊으나 表土深은 얇으며 有效水分含量은 비교적 많다. 酸度는 強度性이며 有機物含量 및 有效磷酸含量이 낮을 뿐 아니라 C.E.C. 및 置換性 塩基 모두가 낮은 값을 나타내준다. 특히 強酸性 土壤은 塩基飽和도와 밀접한 관계를 갖는다. 즉 酸도가 낮으면 (pH 값이 커지면) 塩基飽和도가 증가하고 酸도가 높으면 (pH 값이 작아지면) 塩基 飽和도가 감소 한다. 따라서 強酸性 土壤에서는 施用된 養料가 吸着이 잘 안되고 流失, 溶脫되기 쉽다.

谷間崩積土의 경우는 全土深과 表土深이 비교적 깊으나 有效水分含量은 낮은 편이고 有機物 含量은 비교적 많다. 그러나 그의 養料含量과 陽이온置換容量은 全體 平均値와 近似한 값을 보여 주고 있다.

2. 母岩別 土壤特性

지금까지는 地形別로 分布하는 風化母材의 種類에 따른 土壤特性을 비교분석하였지만 同一 風化母材上에서 나타나는 여러가지 土壤特性의 變異의 特徵과 그 變異를 把握하기 위해서 그리고 土壤中 土性, 土壤構造 및 無機養料 등과 같이 重要한 性質에 일차적으로 영향을 미치는 母岩에 따른 差異를 把握하기 위해서 다음과 같이 分析이 實施되었다.

우선 母岩生成別로 火成岩, 堆積岩 및 變成岩으로 나누고 이들을 다시 구체적인 岩石別로 區分 分析하였다. 生成母岩別로 보면 火成岩에 全體土壤 統數의 52% (48統)가 속해있고, 堆積岩에 25% (23統), 變成岩에 19% (18統), 沖積砂土에 4% (4統)가 속해 있다. 本 區分에서의 沖積砂土는 風化母材別 區分の 沖

積土에서 花崗岩母材로 부터 發達生成된 沖積土가 花崗岩土壤에 包含되고 남은 母岩을 알 수 없는 土壤으로서 더욱 粗粒質인 石英質母材로 되어 있는 것이 特徵이다. 그리고 玄武岩의 경우는 風化母材別 區分에서 火山灰土와 완전히 一致하는 土壤이다.

全土深은 沖積砂土의 경우 가장 깊으나 火成岩土壤에서도 110cm로서 매우 깊은 편이다. 그러나 堆積岩土壤에서는 가장 얇게 나타난다. 이것은 堆積岩母材들이 전반적으로 受蝕性(Erodibility)이 크고 表土가 傾斜地에서는 不安定한 때문으로 思料된다. 堆積岩土壤은 風化速度가 비교적 빠르고 土壤粒子들의 分散性(Dispersibility)이 크므로 母材生成時 表土의 運搬性(Transportability)이 매우 크다. 따라서 表土는 항상 얇게 남아 있는 반면 粉團化가 잘 촉진되지 않는다. 有機物이 表層에서 分解되어도 土層內로 集積하지 못하고 結合劑(Cementing agent)의 역할을 하는 無機成分이 不足하여 粒子들의 分離性(Detachability)이 크다. 동시에 風化된 粒子들이 微細하므로 運搬性이 매우 높아 浸蝕에 抵抗하는 힘이 弱하다. 또한 堆積岩土壤에서는 孔隙發達이 어려워 透水率(Infiltration ratio)이 낮아 表面流去가 쉽게 發生한다. 따라서 堆積岩土壤에서는 地被植生の 生育이 不良할 경우 面狀浸蝕(Sheet erosion)과 淚路浸蝕(Rill erosion)이 쉽게 大面積으로 發生한다. 그러므로 堆積岩母材의 森林內에서는 有機物採取를 특별히 禁하여 表土의 流失을 防止토록 해야 한다. 變成岩의 母材에서도 비교적 堆積岩과 類似한 현상이 잘 나타난다.

表土深을 보면 沖積土에서 제일 얇으며 堆積岩土壤에서도 얇게 나타나는 반면 火成岩土壤에서 가장 두껍게 나타난다. 表土層 두께의 차이는 數cm에 불과하므로 별로 有意的인 것이 못된다고 看過할 수 있지만 事實상 表土層의 生成에는 매우 장구한 시간이 필요하다는 점을 고려하면 數cm의 差異일지라도 매우 중요한 의미를 갖는다. 表土深과 관계가 깊은 것은 有機物로서 有機含量을 보면 매우 밀접한 관계가 있음을 관찰할 수 있다. 즉 沖積土의 경우 有機物含量이 매우 낮은 0.56%에 불과하며 堆積岩의 경우도 2.45%의 값을 나타내지만 火成岩의 경우는 表土層의 두께와 비례하여 3.89%로서 가장 높은 含量을 보여주고 있다. 表土層의 두께에 영향을 주는 2次的인 因子로서는 浸透性(Permeability)이 있다. 沖積土는 浸透性은 매우 크지만 본래 集積하는 有機物含量이 매우 적어 表土層이 잘 發達되지 못한 것이나 堆積岩은 土壤構造가 비교적 堅密(Compact)하여 浸透

성이 낮아 表土層이 잘 發達되지 못한 것이다.

有效水分含量은 沖積土가 가장 낮고 變成岩土壤이 가장 높다. 有效水分量에 영향을 미치는 主要 因子로는 粘土와 土壤構造가 있다. 沖積土는 粘土含量도 적고 土壤構造도 無構造(Structureless)로 粒團化가 거의 이루어져 있지 못하기 때문이다. 反面 變成岩의 경우는 微粒質土性으로 인하여 높은값을 나타내는것 같다. 火成岩과 堆積岩土壤은 平均水準에 달하고 있다.

土壤酸度는 堆積岩이 弱酸性인것을 제외하고는 모두 強酸性에 屬한다. 그 이유는 石灰岩이 堆積岩에 속하여 酸度 平均値에 영향을 준 때문이다. 有效磷酸含量은 堆積岩土壤이 17.3 ppm으로 가장 낮고 變成岩土壤이 34.1ppm으로 가장 높으며 堆積岩 土壤의 약

2배에 달한다. 火成岩과 沖積砂土는 平均値 26.65ppm과 거의 一致한다. 陽이온置換容量은 沖積砂土가 제일 낮으며 變成岩土壤의 경우 9.34me/100g로 平均値(11.34me/100g)보다 낮다. 反面 堆積岩의 경우는 14.1me/100g로서 제일 높은 값을 나타내는데 여기에 서도 石灰岩의 높은 C. E. C.값이 크게 영향을 미치고 있다. 置換性 塩基의 含量을 보면 堆積岩의 塩基總量이 9.71me/100g로 가장 많고 沖積砂土가 2.49me/100g으로 가장 낮다. 保肥力이나 肥沃度로 보아 가장 良好한 土壤이 堆積岩土壤이며 제일 瘠薄한 土壤이 沖積砂土이다. 沖積砂土의 경우 施肥에 의하여 養料供給이 實施되어도 土壤中에 吸着되는 量이 적은 量이 流失, 溶脫된다. 堆積岩의 경우 肥沃도가 높고 保肥力이 큰 石灰岩土壤이 크게 영향을 미쳐 높

表 2. 火成岩 土壤들의 特性

Table 2. Soil characteristics on igneous rocks.

Parent rocks	Number of soil series	Total soil depth(cm)	Surface soil depth(cm)	Available moisture content(%)	pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)
Granite	16	116.4±29.9	17.6±13.4	14.6±4.0	5.3±0.3	3.67±2.39	22.0±28.3
Andesite	12	108.0±45.7	16.8±9.5	15.5±5.3	5.4±0.3	3.00±2.97	8.9±4.1
Basalt	6	118.1±29.1	22.0±7.7	19.6±4.1	5.9±0.5	10.53±7.83	42.3±53.9
Rhyolite	5	94.0±41.3	14.6±3.8	15.5±1.8	5.0±0.2	2.54±1.25	13.1±4.4
Anorthosite	3	120.0±0	10.0±0	14.9±1.6	5.6±0.5	1.75±1.18	14.7±12.4
Diorite	3	130.0±14.1	13.0±2.8	19.0±2.7	5.4±0.2	1.87±0.46	7.6±1.6
Trachyte	3	63.3±40.9	14.0±5.4	16.1±1.5	5.8±0.7	1.74±0.75	140.8±149.9
Mean		109.9	16.7	15.9	5.4	3.89	26.41

C. E. C. (me/100g)	Extractable cations(me/100g)				Base Saturation (%)
	Ca	Mg	Na	K	
7.69±3.00	1.49±1.72	0.94±0.70	0.18±0.06	0.15±0.08	39.04±27.95
11.20±5.80	2.36±4.42	1.83±3.00	0.15±0.05	0.19±0.06	30.58±25.72
22.55±7.76	5.39±4.30	2.18±1.35	0.39±0.22	0.45±0.27	37.13±18.54
9.19±1.77	0.81±0.65	0.90±0.37	0.24±0.26	0.21±0.07	24.00±10.11
10.87±1.10	2.65±2.53	1.19±1.41	0.32±0.07	0.06±0.01	36.24±28.88
10.70±1.60	1.41±1.31	1.54±0.75	0.18±0.08	0.13±0.05	29.50±14.70
14.20±3.60	3.88±2.36	2.81±1.32	0.88±0.09	0.84±0.35	59.70±13.16
11.38	1.84	1.48	0.26	0.24	35.64

은 값을 나타내고 있다. 塩基飽和도는 堆積岩土壤이 60.4%로 가장 높고 火成岩土壤이 35.6%로 가장 낮다. 火成岩土壤은 保肥力은 보통이나 肥沃도는 낮다.

2-1. 火成岩土壤의 特性

7種의 火成岩類에서 發達된 土壤의 特性은 表2에서 보여진다. 火成岩中 대부분을 차지하는 것이 花崗岩(Granite)과 安山岩(Andesite)으로 각각 16個統, 12個統을 점유하고 있으며 玄武岩(Basalt)이 6個統 流紋岩(Rhyolite)이 5個統이고 나머지 斜長岩(Anorthosite), 內緣岩(Diorite) 및 粗面岩(Trachyte)이 각각 3個統으로 모두 48個統이며 全體의 52%를 점하고 있다.

花崗岩은 매우 土深이 깊은 土壤(116cm)을 生成하며 表土層도 비교적 잘 發達된 土壤을 만든다. 그러나 有效水分含量은 적으며 酸도는 強酸性(5.3)이며, 有機物含量은 3.67%로 火成岩平均值(3.89%)에는 미달이나 全體의 으로 볼때에는 비교적 풍부한 편이다. 有效磷酸含量은 비교적 낮은(22.0 ppm) 값을 나타내고 있다. 陽이온置換容量은 平均值에 매우 미달되는 7.69 me/100g로 낮다. 置換性 塩基의 含量도 낮은 편인데 이것은 花崗岩이 酸性岩인데 기인하는 것으로 사료된다. 塩基飽和도도 약 40%정도로 낮은 편이다. 石灰飽和도는 19.4%로 낮은 편이고 嵩土飽和도는 12.2%로 높다. 칼리飽和도는 2.0% 낮은 편이다. 一般적으로 花崗岩土壤은 칼리長石이 풍부하여 칼리의 供給이 풍부한 것으로 알려져 있으나 本 분석에 의하면 充分치 못한 것이 판명 되고 있다.

安山岩 土壤은 火成岩土壤으로서 平均的인 全土深과 表土深을 갖고 있으며 有效水分含量과 酸도도 平均值와 近似하다. 이상과 같은 값은 全體土壤에 비교할 때에는 양호한 편에 속한다. 有機物 含量은 3.0%로 낮은 편이고 有效磷酸含量은 약 9ppm으로 他母岩土壤에 비해 특별히 낮은 것이 특징이다. 陽이온置換容量은 平均水準이며 置換性 塩基는 Ca^{+2} 와 Mg^{+2} 를 제외하고는 모두 낮은 含量을 가지며 塩基飽和도도 30%로 낮다.

玄武岩土壤은 一般적으로 肥沃한 土壤으로 간주된다. 火山灰土의 說明에서 자세히 다루었으므로 여기에서는 省略키로 한다. 火成中에서도 代表的인 塩基性岩에 속하므로 土壤中에 많은 塩基를 供給한다. 그러나 陽이온置換容量이 크므로 塩基飽和도가 相對的으로 낮은 것이 특징이다.

流紋岩은 酸性 火山岩으로 全土深이 비교적 얇은 土壤을 生成하며 表土層의 發達は 보통 수준에 있다.

酸도가 強酸性(5.0)인 것이 특징이며 有機物 含量은 낮은 편이다. 동시에 有效磷酸含量은 平均值의 1/2 밖에 안되는 것이 특징이다. 陽이온置換容量도 낮으며 酸性岩이므로 塩基의 含量도 낮다. 塩基飽和도는 24.0%로 가장 낮은 수준이다.

斜長岩은 高嶺土를 生成하는 主要母岩으로 微粒質이며 비교적 깊은 土深의 土壤을 生成한다. 透水性이 不良하여 表土層의 發達生成이 不良하고 有機物含量이 낮은 것이 특징이다. 土壤이 堅密하여 排水가 매우 不良하다. 有效水分含量이 적으며 弱酸性을 띠운다. 有效磷酸含量은 낮으며 陽이온置換容量은 약 11 me/100g로 보통이다. 置換性 塩基도 Ca^{+2} , Mg^{+2} 가 비교적 많은 편이다. 塩基飽和도는 36%로 낮은 편이다.

內緣岩土壤은 土深이 깊고 有效水分量은 많으나 表土層 發達は 不良하며 強酸性으로 有機物含量과 有效磷酸含量이 매우 낮다. 陽이온置換容量은 平均水準이며 中性岩으로 塩基含量이 낮다. 塩基 飽和도도 매우 낮다.

粗面岩土壤은 土深이 매우 낮은 것이 특징이고 弱酸性으로 有機物含量은 낮으나 有效磷酸含量이 140ppm으로 특별히 높은 것이 특징이다. 陽이온置換容量도 높으며 置換性 塩基含量도 많아 塩基飽和도가 약 60%로 높다. 火成岩中 玄武岩과 類似하게 肥沃한 土壤한 生成하는 것이 특징이다.

2-2. 堆積岩土壤의 特性

堆積岩에서 生成發達된 土壤의 特性들은 表3과 같다. 堆積岩들 中 비교적 細粒質粒子로 구성된 岩石들을 하나의 集團으로 다루었다. 즉, 砂岩, 頁岩 및 泥岩들을 한集團으로 하고 礫岩과 石灰岩을 區分하여 分析하였다. 砂岩과 礫岩은 그 生成過程이 비슷하여 대부분의 土壤特性이 매우 類似하나 石灰岩은 크게 區別된다. 全土深과 表土深 및 有效水分含量은 3個母岩이 모두 類似한 土壤을 生成하나 여타 土壤特性에서는 크게 차이가 난다.

砂岩, 頁岩 및 泥岩에서 生成되는 土壤은 全土深이 얇은 것이 특징이다. 有效水分含量은 15%로 보통이며 酸도는 弱酸性으로 有機物含量은 적다. 그러나 有效磷酸含量은 全體平均值에 近似하다. 陽이온置換容量과 置換性 塩基含量은 平均水準이며 塩基飽和도도 54%로 良好한 水準이다.

礫岩土壤은 強酸性이며 有機物含量은 낮은 편이다. 有效磷酸含量이 17 ppm으로 매우 낮다. 陽이온置換

表 3. 堆積岩 土壤의 特性

Table 3. Soil characteristics on sedimentary rocks.

Parent rocks	Number of soil series	Total soil depth (cm)	Surface soil depth (cm)	Available moisture content (%)	pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C. E. C. (me/100g)
Sandstone , Shale, Siltstone	13	84.8±38.8	12.5±4.0	15.0±4.0	5.6±0.6	2.20±1.2	23.1±33.8	11.0±5.7
Conglomerate	4	94.5±39.9	11.3±3.3	15.2±5.1	5.4±0.5	2.57±2.0	17.0±7.4	10.1±6.5
Limestone	6	94.5±41.8	11.8±3.1	14.6±2.5	7.0±1.0	2.93±1.6	5.1±2.1	23.5±6.8
Mean		89.2	12.1	14.9	5.9	2.45	17.3	14.1

Extractable cations (me/100 g)				Base saturation (%)
Ca	Mg	La N	K	
3.65±33.0	1.78±1.20	0.25±0.24	0.19±0.10	54.19±25.50
2.62±2.2	1.82±1.40	0.35±0.37	0.14±0.03	43.60±14.20
17.00±14.2	3.73±2.30	0.21±0.20	0.28±0.08	85.10±38.40
6.95	2.30	0.26	0.20	60.4

容量은 10me/100g으로 平均値보다 낮다. 置換性 塩基의 含量도 堆積岩 平均値에 비하면 낮으나 全體 平均으로 비교하면 Mg²⁺와 Na⁺은 平均水準이다. 塩基 飽和度는 매우 낮다.

石灰岩은 堆積岩中에서도 독특한 土壤을 生成한다. 全土深은 94cm로 얇은 편이며 表土層도 알지 發達한다. 有效水分含量은 적으며 酸度는 유일하게 中性(7.0)을 나타낸다. 有機物含量도 약 3%로 平均水準이나 有效磷酸含量은 전체중에서 가장 낮은값(5.1ppm)을 나타내는 것이 특징이다. 反面 陽이온置換容量은 23.5 me/100g으로 가장 높은 값을 줄 뿐 아니라 置換性 塩基의 含量도 Ca²⁺를 비롯하여 Mg²⁺도 풍부하다. 그러나 Na⁺와 K⁺는 平均水準에 있다. 塩基飽和度는 85%로 매우 높음을 보여준다. 石灰飽和度는 72.3%, 苦土飽和度는 15.9%로 理想的水準을 능가하고 있으나 칼리飽和度는 1.2%로서 매우 낮은 水準을 유지하고 있다.

2-3. 變成岩 土壤의 特性

變成岩으로 부터 生成, 發達된 土壤들의 特性은 表 4에서 보여지고 있다. 대부분이 花崗片麻岩(Granite Gneiss)과 片岩(Schist)으로 14個統이 있고 千枚岩(phyllite)과 粘板岩(Slate)은 2個統씩 매우 드물게 나타난다.

花崗片麻岩과 片岩類는 全土深이 얇고 強酸性인 土成을 生成한다. 有效磷酸含量이 42ppm으로 많은 것이 특징이나 陽이온置換容量과 기타 置換性 塩基의 含量은 낮다. 塩基飽和度도 매우 낮다.

千枚岩과 粘板岩은 모두 全土深이 깊으며 有效水分含量이 많은 土壤을 生成한다. 粘板岩 土壤은 強酸性임에 비해 千枚岩은 弱酸性土壤을 生成한다. 有機物含量은 모두 平均水準이며 有效磷酸含量은 모두 매우 낮다. 陽이온置換容量은 千枚岩 土壤이 더 높고(14.27 me/100g) 粘板岩土壤은 매우 낮다(9.6 me/100g). 置換性 塩基의 含量은 千枚岩土壤에서 Ca²⁺와 Mg²⁺가 풍부하나 粘板岩土壤은 모두 낮은값을 나타낸다. 塩基飽和度는 千枚岩 土壤이 52%이나 粘板岩土壤은 9.6%로 전체중에서 제일 낮은 값을 보여주고 있다.

2-4. 冲積砂土의 特性

冲積砂土의 特性은 表 5에서 보여진다.

全土深은 매우 깊으나 表土層은 얇고 특히 有效水分량이 적다. 酸度는 強酸性으로 有機物含量은 제일 적은값(0.56%)을 나타낸다. 有效磷酸含量은 보통이나 C. E. C.는 약 4.1me/100g로 제일 낮다. 置換性 塩

表 4. 變成岩 土壤의 特性

Table 4. Soil characteristics on metamorphic rocks.

Parent rocks	Number of soil series	Total soil depth(cm)	Surface soil depth(cm)	Available moisture content(%)	pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)
Granite gneiss, Schist	14	90.9±44.7	14.2±7.0	17.1±4.8	5.3±0.3	2.99±1.99	42.2±38.8
Phyllite	2	105.0±15.0	16.0±1.0	20.0±1.5	5.8±0.5	2.57±0.45	4.6±0.6
Slate	2	120.0±0	13.0±0	20.3±3.2	5.2±0.2	2.93±0.12	7.3±1.7
Mean		95.7	14.3	17.8	5.3	2.93	34.1

C. E. C. (me/100g)	Extractable cations(me/100g)				Base Saturation (%)
	Ca	Mg	Na	K	
8.6±2.5	2.60±2.80	0.72±0.68	0.17±0.08	0.17±0.08	39.10±31.10
14.3±4.6	5.62±5.10	3.00±2.40	0.11±0.04	0.16±0.06	52.40±37.80
9.6±2.5	0.2±0.051	0.76±0.38	0.09±0.03	0.12±0.01	9.60±4.00
9.34	2.67	0.98	0.15	0.16	37.30

表 5. 沖積砂土의 特性

Table 5. Soil characteristics on alluvial sands.

Parent material	Number of soil series	Total soil depth(cm)	Surface soil depth(cm)	Available moisture content(%)	pH	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)
Alluvial sands	4	129.0±28	11.0±0.8	5.95±4.7	5.4±0.7	0.56±0.74	26.1±20.0

C. E. C. (me/100g)	Extractable cations(me/100g)				Base Saturation (%)
	Ca	Mg	Na	K	
4.09±2.25	1.48±1.05	0.84±0.57	0.09±0.08	0.08±0.04	58.8±25.9

基의 量도 매우 낮은 편이다. 農地土壤에서의 沖積土와는 정반대로 森林土壤에서는 가장 瘠薄하다고 할 수 있다. 平地라고는 하나 農作物을 경작 할 수 없어 林木植栽를 위해 버려진 땅이라 할 수 있겠다.

結 論

이상과 같은 結果의 考察로서 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1) 風化母材別로 土壤特性을 보면 火山灰土가 가장 肥沃한 土壤을 生成하며 沖積土가 가장 瘠薄한 土壤을 만든다. 山岳殘積土는 全土深만 매우 얇은 것을 제외하면 大部分이 平均水準에 있다.

2) 火成岩은 土深이 깊고 有機物含量 및 有效磷酸含量이 많은 土壤을 生成하며 酸度는 強酸性으로 肥沃도는 낮은 편이다. 反面 堆積岩은 土深이 얇고 有機物 및 有效磷酸含量이 낮은 土壤을 生産하며 弱酸性으로 비교적 肥沃한 편이다.

3) 火成岩中 玄武岩과 粗面岩은 매우 肥沃한 土壤을 生成하고 花崗岩과 安山岩은 약간 瘠薄한 土壤을 生産한다.

4) 堆積岩中 石灰岩은 中性的 肥沃한 土壤을 生成하나 有效磷酸含量이 매우 낮은 것이 특징이다. 砂岩, 頁岩 및 泥岩類는 土深이 얇으나 平均의 水準을 갖는 土壤을 生成한다.

5) 花崗片麻岩과 片岩類는 有機物含量과 有效磷酸含量은 平均水準이나 비교적 瘠薄한 土壤을 生成한다.

6) 沖積砂土는 耕作地 沖積土와는 대조적으로 土深이 깊은 것 외에는 일반적으로 瘠薄한 土壤을 生成한다.

参考文献

1. Lutz, M. J. & R. F. Chandler Jr., 1955. Forest Soils, John Wiley & Sons, N. Y.
2. 日本農林省, 林業試驗場, 1968. 林野土壤斷面圖集 第2卷
3. 農村振興廳 農業技術研究所, 1971. 土壤統設明書 第1卷
4. —————, 1973, 土壤調查便覽 第1卷
4. —————, 1973, 土壤調查便覽 第2卷
6. —————, 1975, 土壤統設明書 第2卷
7. —————, 1977, 土壤統設明書 第3卷
8. —————, 1977, 土壤統設明書 第4卷
9. —————, 1980, 土壤統設明書 第5卷
10. S. A. Wilde, 1958. Forest Soils. The Ronald Press Co. N. Y.
11. Spurr, S. H. and B. Y. Barnes, 1973. Forest Ecology, The Ronald Press, Co., N. Y.
12. William L. Pritchett, 1979 Properties and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons, N. Y.