

フィリピン共和国パンタバンガン地域の
土壌と立地区分に関する研究 第2報

土壌の分類・命名と調査地の立地区分

八 木 久 義⁽¹⁾

Hisayoshi Yagi: Soils and Site Classification in
Pantabangan Area, the Philippines. II

—Naming and classification of soils, and site classification—

要 旨 前報の結果に基づいてフィリピン共和国パンタバンガン地域の土壌を、U. S. Soil Taxonomy (1975) および FAO/UNESCO 方式により分類・命名するとともに、熱帯草原状無立木地の森林造成における適樹種の選定、造林保育方法の選択、適地判定、および植栽木の生長量の予測等の基礎とするために、主として地形、植生、および土壌の違いに基づいて、調査地の立地区分を行った。また、これまで同地域で植栽されてきた主な樹種の活着状況や生長状態等から、各立地区毎に造林可能な樹種についても検討を加えた。それらの結果の概要は次のとおりである。

1. 鈍頂尾根から山腹斜面にかけては Ultisols や Alfisols が、山麓緩斜面には Vertisols が、そして急斜面 (28° 以上) には Inceptisols が主として分布する。
2. 調査地は、母材の分布やその性質と密接な関係を有する地形によってまず 5 タイプに区分され、さらに立地条件を良く反映する草本植生や土壌の違いに基づいて細分され、最終的に 13 タイプの立地区に区分された。
3. 平衡斜面～凹形斜面にかけての理化学性の良好な IIIb および IVb タイプのところでは、用材用長伐期広葉樹種による造林が可能と考えられるが、その他のタイプのところでは、それぞれの立地条件に応じて各種の早生樹種やマツ類による早期緑化が望ましい。

ま え が き

前報では、フィリピン共和国パンタバンガン地域の広大な草原状無立木地において行われている、森林造成に関する日比技術協力プロジェクトサイトの立地条件を明らかにした。本報ではそれらの結果に基づいて、同調査地の土壌を、現在熱帯・亜熱帯地域で最も広く使用されている米国の Soil Taxonomy (1975) および FAO/UNESCO の「Soil map of the World」の作図単位により分類・命名するとともに、同プロジェクトにおける森林造成を合理的かつ効率的に進めるために、主として地形、植生、および土壌の違いに基づいて同調査地を 13 タイプの立地区に区分した。また、同地域でこれまで植栽されてきた各種樹種のうちその主なものについて、活着状況や生長状態および各種報告書を参考にして、各立地区毎に造林可能な樹種について検討を加えた。

第4章 土壌の分類および命名と立地区分

1. 分類および命名法

熱帯・亜熱帯地域の土壌の分類に関しては、フランス、ベルギー、イギリス、オーストラリア、ブラジ

1985年10月22日受理

土 壌—50 Forest Soil—50

(1) 調 査 部

* これは「フィリピン共和国パンタバンガン地域の土壌と立地区分に関する研究」という題名のもとに東京大学へ提出した学位請求論文の一部であり、また国際協力事業団によるパンタバンガン森林造成プロジェクトのファイナルレポートの一部である。

ル等の国々で独自の体系が開発されており、またソ連や西ドイツの土壤分類体系もそれらの土壤を扱っているが、それらはいずれも特定の国や特定の地域を対象としている傾向が強いが、あるいは熱帯土壤を副次的に扱っているに過ぎない。そのためそれらは、熱帯全域の土壤の性状を包括的に調査・研究し、それらの結果を集約・整理するための世界で共通の統一的な分類体系となるには至っていない。

そこで、熱帯土壤に関する用語の混乱を收拾し、それらに関する研究成果の相互比較を可能にするための科学的根拠を提供するために、世界共通で統一的に使える土壤の分類と命名の方法が提案された。1つはアメリカ土壤保全局による U. S. Soil Taxonomy であり、他の1つは FAO/UNESCO による「世界土壤図」の編さんである。前者は土壤を定量的および客観的な識別特徴および諸性質によって系統的に分類する包括的な分類体系であり、現在の世界の分類体系の中で最も総合的な体系である。後者の土壤分類は、系統的分類ではなく土壤作図単位による分類であるが、国際的な合意のもとに設定された 106 種の「主要土壤」には利用可能なすべての土壤図の成果が凝縮されている。

現在フィリピン共和国では U. S. Soil Taxonomy が全面的に採用され、160 万分の 1 の小縮尺ながら「Soil Map of the Philippines」も天然資源省土壤局によって刊行されている。

そこで本報告も U. S. Soil Taxonomy に基づいて調査地の土壤の分類および命名を^{(4)(12)~(14)(17)}行い、「世界土壤図」の作図単位による土壤の名称を^{(8)(7)~(9)}それに付記した。

2. 各分類および命名

(1) 第四紀礫層を母材とする土壤

第四紀礫層を母材とする土壤は、主として鈍頂尾根、凸形斜面、急斜面等に分布しており、そのうち前二者の土壤は、土層内に粘土皮膜が形成されており、下層土の塩基飽和度が 35% 以上あるところから Alfisol 目に分類され、後者の土壤は、粘土皮膜が認められないので Inceptisol 目に分類される。調査地域内では乾期に草原を焼き払うと必ず草本類がすぐに萌芽することから土層内には乾期でも pF 4.2 以下の水分が保持されていると考えられ、また年平均土壤温度は 22°C 以上で最暖月と最寒月の平均土壤温度の差が 5°C 以内と考えられること、および急斜面の土壤では塩基飽和度が 50% 以上であることから、それらはそれぞれ Tropudalf および Eutropept 大群に分類される。

そして、鈍頂尾根の No. 80—12 と No. 84—18 は礫含有量が非常に高いことから Lithic Tropudalf 亜群に、また、凸形斜面の No. 80—7 は礫含有量が低く、2:1 型の膨潤性の粘土鉱物を含む土層内には乾期に幅の広いクラックが相当発達することから Vertic Tropudalf 亜群に分類される。急斜面の土壤は礫含有量が高く土層が比較的粗な No. 84—28 と礫含有量が低く土層が比較的締っている No. 84—25 があり、前者は Lithic Eutropept 亜群に、そして後者は Typic Eutropept 亜群にそれぞれ分類される。

また、それらを FAO/UNESCO 方式で分類すると、前二者はそれぞれ Orthic Acrisols および Vertic Luvisols に、また、後二者はいずれも Eutric Cambisols に分類される。

(2) 赤褐色碎屑堆積物を母材とする土壤

赤褐色碎屑堆積物を母材とする土壤は、主として鈍頂尾根、平衡斜面、凹形斜面等に分布しており、そのうち凹形斜面の黄灰色の土層をもつもの以外は、35% 以上の塩基飽和度と粘土皮膜をもつことから Alfisol 目に属し、さらに前述のような土壤水分と土壤温度レジームにあると考えられるところから Tropudalf 大群に分類される。そして、鈍頂尾根や平衡斜面の No. 84—19, 20, および 15 は形態的特徴の発達が充分でないところから Haplic Tropudalf 亜群に、また凹形斜面に分布する土層が黄灰色でない No. 84—21

は、形態的特徴の発達が比較的良好であるので *Typic Tropudalf* 亜群に分類される。

また、凹形斜面の土層が黄灰色を呈する No. 84—23 は、粘土皮膜が認められないこと、および土壌水分や土壌温度レジームから *Inceptisol* 目の中の *Tropaquept* 大群に分類され、さらに塩基飽和度が高いので *Eutric Tropaquept* 亜群に分類される。

FAO/UNESCO 方式では、鈍頂尾根や平衡斜面のものは *Chromic Luvisols* に、凹形斜面の土層が黄灰色を呈するものは *Eutric Gleysols* に、そして凹形斜面のそれ以外のものは *Orthic Luvisols* にそれぞれ分類される。

（3）火成岩を母材とする土壌

火成岩を母材とする土壌は主として鈍頂尾根、凸形斜面、平衡斜面、凹形斜面等に分布しており、そのうち鈍頂尾根や平衡斜面に分布するものでは、一般に塩基の流亡が進んでおり塩基飽和度は 35% 未満である。これに対して、表層の剝削により基岩風化層が比較的浅いところに出現する凸形斜面や、集積型の凹形斜面の土壌では、塩基飽和度が 35% 以上を呈する。またそれらにはいずれも粘土皮膜が形成されており、土壌水分や土壌温度レジームが前述と同様と考えられるところから、前の 2 土壌は *Ultisol* 目のうちの *Tropudult* 大群に、また後の 2 土壌は *Alfisol* 目のうちの *Tropudalf* 大群に相当する。そして、鈍頂尾根の No. 81—18 では鉱物の風化が非常に進んでいることから *Oxic Tropudult* 亜群に、凸形斜面の No. 80—16 では基岩風化層が浅いことから *Lithic Tropudalf* 亜群に、平衡斜面の No. 80—15 では土層が濃赤褐色を呈することから *Rhodic Tropudult* 亜群に、そして、凹形斜面の No. 81—21 は断面形態等の発達が良好であるので *Typic Tropudalf* 亜群にそれぞれ分類される。

FAO/UNESCO 方式では、鈍頂尾根、凸形斜面、および平衡斜面のものはいずれも *Ferric Acrisols* に、また凹形斜面のものは *Orthic Luvisols* にそれぞれ分類される。

（4）第三紀泥岩を母材とする土壌

第三紀泥岩を母材とする土壌は、主として平衡緩斜面、凹形緩斜面、および山麓緩斜面等に分布しており、それらにはいずれも膨潤性の粘土鉱物含有量が多く、乾期に発達する多角形状の幅の広いクラックは深くまで到達し、土層内にはスリッケンサイドが形成されているところから *Vertisol* 目に分類される。それらの土色はいずれも淡色であるが、平衡斜面や山麓緩斜面の No. 80—1 と No. 84—27 ではクラックが 3 か月以上開いた状態にあるのに対して、凹形斜面の No. 84—26 は比較的潤沢な水分環境にあるためクラックの状態がそれほど持続しないことから、前二者は *Chromustert* 大群に、また後者は *Chromudert* 大群にそれぞれ分類される。さらに、平衡緩斜面のものは断面形態等の発達が良好なことから *Typic Chromustert* 亜群に、山麓緩斜面のものはその発達が比較的貧弱であることから *Haplic Chromustert* 亜群に、また凹形斜面のものはその水分環境により *Aquic Chromudert* 亜群にそれぞれ分類される。

FAO/UNESCO 方式では、それらはいずれも *Chromic Vertisols* に分類される。

（5）第四紀粘土質堆積物を母材とする土壌

第四紀粘土質堆積物を母材とする土壌は、主として凹形斜面および山麓緩斜面等に分布しており、いずれも膨潤性の粘土鉱物含有量が高く、No. 81—23 以外ではいずれもスリッケンサイドが認められる。それらでは幅の広いクラックが発達し、その状態が 3 か月以上持続するが、No. 84—17 では A 層の土色が淡いのに対して No. 84—12 および 16 では A 層の彩度が低く黒色であることから、前者は *Chromustert* 大群に、また後の 2 土壌は *Pellustert* 大群にそれぞれ分類される。それらはさらに断面形態の発達程度

に基づいて、No. 84—17 は Typic Chromustert 亜群に、No. 84—16 は Haplic Pellustert 亜群に、そして No. 84—12 は Typic Pellustert 亜群にそれぞれ分類される。

また No. 81—23 では、粘土皮膜が認められず塩基飽和度が高いことから Inceptisol 目のなかの Eutropept 大群に分類され、乾期には土層内にかなり幅の広いクラックが発達することから Vertic Eutropept 亜群に分類される。

FAO/UNESCO 方式では、No. 81—23 は Vertic Cambisols に、No. 84—17 は Chromic Vertisols に、そして No. 84—16 と No. 84—12 は Pellic Vertisols にそれぞれ分類される。

(6) 不定形瘤状物に富む堆積物等を母材とする土壤

第 2 パーセルの 91 林班に分布する不定形瘤状物に富む堆積物等を母材とする土壤では、鈍頂尾根、凹形斜面、山麓緩斜面等の土壤においては、不定形瘤状物に富む土層が厚い。それらの土壤においては、同瘤状物を取りまく細粒物質内に粘土皮膜は形成されていないが、易分解性一次鉱物が含まれ、土壤構造も発達している。したがってそれらはいずれも Inceptisol 目に分類され、さらに土壤温度レジェムや低い塩基飽和度等により Dystropept 大群に分類される。それらの粘土組成はほとんどカオリン鉱物からなるため CEC は低く、塩基の流亡は概して進み強酸性を呈するので、それらはいずれも Oxic Dystropept 亜群に分類される。

また凸形斜面にみられる不定形瘤状物に富む土層が比較的薄く、その下位にある同瘤状物をほとんど含まない土層が厚い No. 80—13 では、粘土皮膜が形成されており、全体的に塩基飽和度が低いことから Ultisol 目に分類され、さらに土壤水分および土壤温度レジェムにより Tropudult 大群に分類される。そして同土層では鉱物の風化が進み易分解性一次鉱物が含まれていないこと、粘土鉱物組成はほとんどカオリン鉱物からなること等から、Oxic Troadult 亜群に分類される。

FAO/UNESCO 方式では、前の 3 土壤は Petric Cambisols に、また後の土壤は Ferric Acrisols に分類される。

以上のように、調査地の土壤は米国の Soil Taxonomy によれば 4 土壤目 (Soil orders), 8 大土壤群 (Great soil groups), 16 土壤亜群 (Subgroups) に分類され、FAO/UNESCO 方式によれば、5 主要土壤群 (Groups of major soils), 11 主要土壤 (major soils) に分類される。それらを母材別にまとめると、表 1 のとおりである。

3. 調査地の立地区分

以上のように本調査地においては、第四紀礫層、赤褐色碎屑堆積物、および火成岩を母材とする土壤が鈍頂尾根から山腹斜面にかけて分布し、第三紀泥岩および第四紀粘土質堆積物を母材とする土壤が山麓緩斜面や山麓緩斜面等に分布し、また不定形瘤状物に富む堆積物等を母材とする土壤が第 2 パーセルの 91 林班に分布する。そしてそれらは母材や分布する地形の違いに応じて、それぞれ特有な理化学的および微細土壤学的特徴を呈する。

そのうち鈍頂尾根、凸形斜面、急斜面等に分布する礫含有量の高い土壤、不定形瘤状物に富む堆積物等を母材とする土壤、および平衡斜面、凹形斜面、山麓緩斜面等に分布する粘土含有量の高い土壤では、塩基含有量が低く酸性度が強いが、あるいは置換性 Mg を主体とする置換性塩基含有量が高く、しかも通気透水性が良好過ぎるかあるいは不良過ぎて理化学性が不良である等のために、耐乾性であり瘠悪地に強いサモンが優占している。

表 1. 調査地の土壌の分類と命名

土 壤 No.	母 材	地 形	植 生	Soil Taxonomy	FAO/UNESCO
84—28	第 四 紀 礫 層	急 斜 面	サ モ ン	Lithic Eutropepts	Eutric Cambisols
84—25	”	”	タラヒブ	Typic Eutropepts	Eutric Cambisols
80—12	”	鈍 頂 尾 根	サ モ ン	Lithic Tropudalfs	Orthic Acrisols
84—18	”	”	”	Lithic Tropudalfs	Orthic Acrisols
80— 7	”	凸 形 斜 面	”	Vertic Tropudalfs	Vertic Luvisols
84—19	赤褐色碎屑堆積物	鈍 頂 尾 根	”	Haplic Tropudalfs	Chromic Luvisols
84—20	”	”	コゴ ン	Haplic Tropudalfs	Chromic Luvisols
84—15	”	平 衡 斜 面	”	Haplic Tropudalfs	Chromic Luvisols
84—23	”	凹 形 斜 面	”	Eutric Trophaquepts	Eutric gleysols
84—21	”	”	”	Typic Tropudalfs	Orthic Luvisols
81—18	火 成 岩	鈍 頂 尾 根	”	Oxic Tropudults	Ferric Acrisols
80—16	”	凸 形 斜 面	サ モ ン	Lithic Tropudalfs	Ferric Acrisols
80—15	”	平 衡 斜 面	コゴ ン	Rhodic Tropudults	Ferric Acrisols
81—21	”	凹 形 斜 面	”	Typic Tropudalfs	Orthic Luvisols
80— 1	第 三 紀 泥 岩	平 衡 斜 面	サ モ ン	Typic Chromusterts	Chromic Vertisols
84—26	”	凹 形 斜 面	”	Aquic Chromuderts	Chromic Vertisols
84—27	”	山麓緩斜面	”	Haplic Chromusterts	Chromic Vertisols
81—23	第四紀粘土質堆積物	凹 形 斜 面	コゴ ン	Vertic Eutropepts	Vertic Cambisols
84—17	”	山麓緩斜面	サ モ ン	Typic Chromusterts	Chromic Vertisols
84—16	”	”	コゴ ン	Haplic Pellusterts	Pellic Vertisols
84—12	”	”	”	Typic Pellusterts	Pellic Vertisols
84— 1	不定形瘤状物に富む 堆積物	鈍 頂 尾 根	サ モ ン	Oxic Dystropepts	Petric Cambisols
80—13	”	凸 形 斜 面	”	Oxic Tropudults	Ferric Acrisols
84— 2	”	凹 形 斜 面	”	Oxic Dystropepts	Petric Cambisols
84—10	”	山麓緩斜面	”	Oxic Dystropepts	Petric Cambisols

また鈍頂尾根、平衡斜面、凹形斜面等に分布する赤褐色碎屑堆積物や火成岩を母材とする土壌では、理化学性が良好で化学性も概して悪くないことから、および凹形斜面や山麓緩斜面等に分布する粘土含有量の高い土壌では、理化学性は不良であるが置換性 Ca 含有量が高いことから、いずれも理化学性の比較的良好な立地を好むコゴンが優占している。

そこで、パンタバンガン地域のような草原状無立木地において森林造成を進める際の適樹種の選定、造林保育方法の選択、適地判定、植栽木の生長量の予測等の基礎とするために、まず調査地を、地質、母材の侵食・運搬・堆積等の諸作用、土壌の水分環境等と密接な関連を有する地形によって5タイプに区分

し、さらにそれらを、土壌の理化学性等の立地条件を明確に反映する草本植生により細分し、また、必要に応じて土壌の違いによりそれらをさらに細分することにより、最終的にプロジェクトサイトを以下のように 13 の立地区に区分する「パンタバンガン森林造成プロジェクトサイトの立地区分」を作成した。

また、プロジェクト発足以来これまで 試植林や 試験林に 植栽されてきた 各種樹種のうち、その主なもの^{11)・8)・7)・10)・15)・18)}についての 活着状況、初期生長、雑草との競合状態等に関する調査結果、およびそれらに関する報告書等を 勘案し、各立地区ごとに 最適造林樹種、あるいは成林の見込みのある該当樹種がない場合には、同プロジェクトサイトの 早期緑化の緊急性にかんがみて、成林の見込みが比較的高いと思われる樹種の選定を試みた。

パンタバンガンプロジェクトサイトの立地区分

I 型：(地形) 傾斜 28° 以上の急斜面

主として第四紀礫層からなる丘陵地の谷壁や谷頭部等の傾斜 28° 以上の急斜面に分布する。草本植生や土壌の違いに基づいて、I_a型と I_b型に区分される。

I_a型：(植生) サモン

(土壌) Lithic Eutropepts (Eutric Cambisols) 土壌は比較的塩基類に富んだ第四紀礫層の下部堆積物を母材とするため、置換性塩基含有量は概して高く、pH は微酸性であるが、土層が比較的粗で通気透水性が良好である。そのため乾期には土層内が乾燥しやすく、また雨期には表面侵蝕型の板状剝離を起こしやすく推察される。集中豪雨等により崩壊しやすいため土地保全上、ジャイアントイビルイビル (Giant ipil-ipil; *Leucaena leucocephala*)、ケシヤマツ (*Pinus kesiya*)、カリビアマツ (*Pinus caribaea*)、ヤマネ (*Yemane*: *Gmelina arborea*)、カカワテ (Kakawate: *Gliricidia sepium*) 等の深根性樹種による 早期緑化が特に急がれるタイプである。

I_b型：(植生) コゴン、タラヒブ

(土壌) Typic Eutropepts (Eutric Cambisols) 母材および土壌の化学的性質は I_a型に準ずる。このタイプのところでは一般に土層が締っており通気透水性が比較的不良であるが、急傾斜の地形とも相俟って、雨期および乾期の両方において理化学性に関する問題の少ない所である。本調査地内では数少ない理化学性の適したタイプであるから、土地保全を充分考慮した施業法の採用によりジャイアントイビルイビル、マツ類、ヤマネ、カカワテ、カトアンバンカル (Katoan bankal: *Anthocephalus chinensis*)、のほかチーク (Teak; *Tectona grandis*)、ナラ (Narra: *Pterocarpus indicus*) 等の長伐期広葉樹種の植栽も可能であると思われる。

II 型：(地形) 鈍頂尾根

第四紀礫層、赤褐色碎屑堆積物、火成岩、不定形瘤状物に富む堆積物等からなる丘陵地や山地の鈍頂尾根に主として分布する。草本植生や土壌の違いに基づいて、II_a型と II_b型に区分される。

II_a型：(植生) サモン

(土壌) Lithic Tropudalfs, Haplic Tropudalfs, Oxic Dystropepts (Orthic Acrisols, Chromic Luvisols, Petric Cambisols) 第四紀礫層や不定形瘤状物に富む堆積物等からなる鈍頂尾根や、赤褐色碎屑堆積物や火成岩からなる鈍頂尾根の肩部等に主として分布する。

地形的および土壌の理化学性の面から土層が一般に乾燥しやすく、また土壌の化学性も他のタイ

プのものより不良である等概して瘠悪である。

林地肥培や耕耘植栽を併用したマツ類, ヤマネ, カカワテ, モラベ (*Molave; Vitex parviflora*), アカシア (*Acacia auriculormis*) による造林により早期緑化が急がれるタイプである。

II_b 型: (植生) コゴン

(土壌) Haplic Tropudalfs, Oxic Trpudults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols) 赤褐色砕屑堆積物や火成岩からなる鈍頂尾根に主として分布する。一般に土壌の塩基置換容量は小さいが, 置換性塩基含量は比較的高く pH も弱酸性を呈する。理化学性も良好であるが, コゴンの生長状態は後述する III_b 型や IV_b 型ほど良好ではない。林地肥培や耕耘植栽を用いたマツ類, ヤマネ, モラベ, アカシア, ナラ等の造材に適している。

III 型: (地形) 凸形斜面~平衡斜面

第四紀礫層, 赤褐色砕屑堆積物, 火成岩, 不定形瘤状物に富む堆積物および第三紀泥岩からなる凸形斜面や平衡斜面に主として分布する。草本植生や土壌の違いに基づいて, III_{a1} 型, III_{a2} 型, および III_b 型に区分される。

III_{a1} 型: (植生) サモン

(土壌) Vertic Tropudalfs, Lithic Tropudalfs, Oxic Tropudults (Vertic Luvisols, Ferric Acrisols) 第四紀礫層, 火成岩, 不定形瘤状物に富む堆積物等からなる凸形斜面に主として分布する。削剝作用により非常に堅密なあるいは礫質な下層が比較的浅いところに出現するため, 理化学性は不良である。また地形的に乾燥しやすいため, 乾期に問題があるタイプである。このようなところに植栽されたチークやマホガニー (*Mahogany; Swietenia macrophylla*) が毎年乾期にダイバックをくり返すのは, そのような理化学性の不良さや, 乾期における土層の強い乾燥と密接な関連を有するものと思われる。

マツ類, ヤマネ, アカシア, モラベ, カカワテ等の造林が考えられるが, 施肥および土壌保全を考慮した耕耘植栽が有効であると思われる。

III_{a2} 型: (植生) サモン

(土壌) Typic Chromusterts (Chromic Vertisols) 第三紀泥岩からなる平衡緩斜面に主として分布する。土壌はマグネシウムを主体とする置換性塩基含有量が高い。また, 2:1 型膨潤性粘土鉱物含有量が高いので, 雨期にはその膨潤により通気透水性が極めて悪化し, また乾期には土層の深くまでクラックが発達するなど, 雨期と乾期の両方において問題のあるタイプである。在来の樹種の造林には不向であると思われるが, ジャイアントイピルイピルやアゴホ (*Agoho: Casuarina equisetifolia*) および竹類の植栽が可能ではないかと考えられる。造林後は, 植栽木が草本類に被圧されないよう特に配慮が必要である。またこのような所での施肥は避けた方がよいと思われる。

III_b 型: (植生) コゴン

(土壌) Haplic Tropudalfs, Rhodic Tropudults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols) 赤褐色砕屑堆積物や火成岩からなる平衡斜面に分布する。土壌の塩基置換容量や置換性塩基含有量はそれほど大きくないが, 土層は概して深く, 理化学性は良好である。コゴンの成長状態は前述の II_b 型より良好であるが, 後述の IV_b 型ほどではない。

チーク、マホガニー、ナラ等の長伐期広葉樹種の造林も可能であると考えられるが、当面はマツ類、ヤマネ、モラベ等の早生樹による早期緑化を図る方が得策であると思われる。

IV型：(地形) 凹形斜面

赤褐色碎屑堆積物、火成岩、第三紀泥岩、第四紀粘土質堆積物、不定形瘤状物に富む堆積物等からなる凹形斜面に分布する。草本植生や土壌の違いに基づいて、IV_{a1}型、IV_{a2}型、およびIV_b型に区分される。

IV_{a1}型：(植生) サモン

(土壌) Oxic Dystropepts (Petric Cambisols) 不定形瘤状物に富む堆積物からなる凹形斜面に主として分布する。土壌は通気透水性が大きいため乾期に乾燥しやすく、また塩基の流亡が進んでいるため強酸性を呈する等理化学性が不良である。

林地肥培や耕耘や施肥を併用したマツ類やアカシア等の造林が適しているものと考えられる。

IV_{a2}型：(植生) サモン

(土壌) Aquic Chromuderts (Chromic Vertisols) 第三紀泥岩からなる凹形斜面に主として分布する。土壌の理化学性はIII_{a2}型のそれに準ずるが、本タイプの方が地形的に水分が集まりやすいため湿潤の度合いが強いものと思われ、パンタバンガン地域で最も取り扱いの困難な土壌の1つと考えられる。である。強いて造林するならばアゴホやジャイアントイビルイピルの植栽が考えられるが、過湿環境に強い他の樹種の検索が必要がある。

IV_b型：(植生) コゴン

(土壌) Eutric Tropaquepts, Typic Tropudalfts, Vertic Eutropepts (Eutric gleysols, Orthic Luvisols, Vertic Cambisols) 赤褐色碎屑堆積物、火成岩、第四紀粘土質堆積物等からなる凹形斜面に主として分布する。概して土壌の理化学性や化学性も良好でコゴンの生長状態も良く、本調査地内で最も生産力の高いタイプである。

ナラ、チーク、マホガニー等の長伐期広葉樹種の造林に適していると考えられるが、草本類の生長も非常におお盛であるから、植栽・保育に際しては下刈りの回数を他のタイプの所よりも多目に実施する等の配慮が必要である。

V型：(地形) 山麓緩斜面

第三紀泥岩、第四紀粘土質堆積物、不定形瘤状物に富む堆積物等からなる山麓緩斜面に分布する。草本植生や土壌の違いに基づいて、V_{a1}型、V_{a2}型、およびV_b型に区分される。

V_{a1}型：(植生) サモン

(土壌) Oxic Dystropepts (Petric Cambisols) 不定形瘤状物に富む堆積物等からなる山麓緩斜面に主として分布する。IV_{a1}型と同様に土壌の理化学性が不良であるから、造林に関してもIV_{a1}型に準じて、林地肥培や耕耘植栽も併用したマツ類やアカシア等の造林が適しているものと考えられる。

V_{a2}型：(植生) サモン

(土壌) Haplic Chromusterts, Typic Chromusterts (Chromic Vertisols) 第三紀泥岩や第四紀粘土質堆積物等からなる山麓緩斜面に分布する。土壌の理化学性や、雨期や乾期に

おける問題に関しては III_{a2} 型に準ずる。

ジャイアントイピルイピルやアゴホおよび竹類の植栽が可能ではないかと考えられる。

V_b 型: (植生) コゴン

(土壌) Haplic Pellusterts, Typic Pellusterts (Pellic Vertisols) 第四紀粘土質堆積物からなる山麓緩斜面に分布する。土壌は概して黒色のA層が厚く、重粘であるため通気透水性が不良で、土層内に斑紋や斑鉄が認められる。置換性塩基含有量は Va₂ 型のもと同程度に高いが、置換性がカルシウムがその主体をなしており、また暗黒色のA層には多少構造が発達している。そのためコゴンが優占しているが、その生長状態はそれほど良好ではない。

アゴホやジャイアントイピルイピルの他に、ナラやマホガニー等の長伐期樹種の造林も可能と考えられる。

摘 要

前報の結果に基づいて、フィリピン共和国パンタバンガン地域で行われている森林造成に関する日比技術協力プロジェクトサイトの土壌を、米国の Soil Taxonomy および FAO/UNESCO の「Soil Map of the World」の作図単位により分類・命名した。その結果、前者の方式では4土壌目、8大土壌群、16土壌亜群に、また、後者の方式では5主要土壌群、11主要土壌に分類された。

次に、それらの結果を総合して、パンタバンガン地域の草原状無立木地における森林造成を効率的かつ合理的に進めるための基礎として、地質、母材の侵食・運搬・堆積等の諸作用、土壌の水分環境等と密接な関連を有する地形、および立地条件を反映する植生や土壌の相違に基づいて、調査地を13タイプの立地区に区分するとともに、これまで同地域で植栽されてきた樹種のうちその主なものについて、各立地区毎に検討を加え、造林適樹種あるいは成林の見込みが比較的高いと思われる樹種の選定を行った。

それらの結果の概要は次のとおりである。

パンタバンガン森林造成プロジェクトサイトの立地区分

I 型: (地形) 傾斜 28° 以上の急斜面

I_a 型: (植生) サモン

(土壌) Lithic Eutropepts (Eutric Cambisols)

(適用樹種) ジャイアントイピルイピル, マツ類, ヤマネ, カカワテ

I_b 型: (植生) コゴン, タラヒブ

(土壌) Typic Eutropepts (Eutric Cambisols)

(適用樹種) ジャイアントイピルイピル, マツ類, ヤマネ, カカワテ, カトアンバンカル, ナラ, チーク

II 型: (地形) 鈍頂尾根

II_a 型: (植生) サモン

(土壌) Lithic Tropudalfs, Haplic Tropudalfs, Oxid Dystropepts (Orthic Acrisols, Chromic Luvisols, Petric Cambisols)

(適用樹種) マツ類, ヤマネ, モラベ, カカワテ, アカシア

II_b 型: (植生) コゴン

(土壌) Haplic Tropudalfs, Oxic Tropudults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols)

(適用樹種) マツ類, ヤマネ, モラベ, アカシア, ナラ

III型:(地形) 凸形斜面~平衡斜面

III_a型:(植生) サモン

III_{a1}型:(土壌) Vertic Tropudalfs, Lithic Tropudalfs, Oxic Tropudults (Vertic Luvisols, Ferric Acrisols)

(適用樹種) マツ類, ヤマネ, モラベ, カカワテ, アカシア

III_{a2}型:(植生) サモン

(土壌) Typic Chromusterts (Chromic Vertisols)

(適用樹種) ジャイアントイビルイビル, アゴホ

III_b型:(植生) コゴン

(土壌) Haplic Tropudalfs, Rhodic Tropudults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols)

(適用樹種) マツ類, ヤマネ, モラベ, ナラ, チーク, マホガニー

IV型:(地形) 凹形斜面

IV_a型:(植生) サモン

IV_{a1}型:(土壌) Oxic Dystropepts (Petric Cambisols)

(適用樹種) マツ類, アカシア

IV_{a2}型:(植生) サモン

(土壌) Aquic Chromuderts (Chromic Vertisols)

(適用樹種) アゴホ, ジャイアントイビルイビル

IV_b型:(植生) コゴン

(土壌) Eutric Trophaquepts, Typic Tropudalfs, Vertic Eutropepts (Eutric gleysols, Ortic Luvisols, Vertic Cambisols)

(適用樹種) ナラ, チーク, マホガニー

V型:(地形) 山麓緩斜面

V_a型:(植生) サモン

V_{a1}型:(土壌) Oxic Dystropepts (Petric Cambisols)

(適用樹種) アカシア, マツ類

V_{a2}型:(植生) サモン

(土壌) Haplic Chromusterts, Typic Chromusterts, (Chromic Vertisols)

(適用樹種) アゴホ, ジャイアントイビルイビル

V_b型:(植生) コゴン

(土壌) Haplic Pellusterts, Typic Pellusterts (Pellic Vertisols)

(適用樹種) アゴホ, ジャイアントイビルイビル, ナラ, マホガニー

おわりに

熱帯・亜熱帯地域の諸国では、森林の急速な減少に歯止めをかけるべく伐採跡地や荒廃草原地の再造林に努めている。しかし、フタバガキ科樹種や早生樹種等による草地造林技術が確立されていないこと、および野火の頻発や造林関係予算の慢性的な不足等、技術的、社会的、および経済的な条件の不備のため、予期されたほどの成果が得られていない。

そのうち技術的な面に関しては、それぞれの地域においては個々の経験的な技術の蓄積があるとしても、それらに対する科学的裏付けがなされていないため、応用技術となるに至っていない点が指摘される。

今回作成した立地区分は、パンタバンガン地域の草原状無立木地を対象としたものであり、そのままでは他の地域に応用するには無理であるが、土壌を主とした立地条件により対象地を立地区分し、それに基づいて適樹種の選定、造林保育方法の選択、適地判定、植栽木の生長量の予測等を行い個々の技術に科学的根拠を与えることは、それらを応用技術に高めるために必要不可欠なことである。

また、そのような裏付けがなされてこそ初めて個々の技術の体系化が可能になるものと思われる。

熱帯草原状無立木地の立地条件は概して複雑でありその調査には時間も経費もかかるので、森林造成を進めるうえでそのような調査は遠まわりのように感じられるが、立地条件を明らかにし的確な技術を確認することは、熱帯草地造林を効率的かつ合理的に進めるうえで最も早道であると考えられる。

謝 辞

これらの調査を通じて、林野庁、国際協力事業団、熱帯農業研究センター、フィリピン共和国天然資源省森林開発局、およびフィリピン大学林学部からは全面的な協力をいただいた。なかでも、パンタバンガン森林造成技術協力プロジェクトサイトにある、技術協力センターのプロジェクトマネージャーである M. H. サンプラノ氏をはじめとする比側スタッフの方々や、島田亮也、柳沢義孝、香山節夫、粗 信仁、上条邦広、小杉山文右エ門、藤村 隆、田辺真次、黒木 亮、長縄 肇、半田 勉、福田正二、大崎郁次郎、嶋崎 省、山下秀二の諸氏をはじめとする日本人長期専門家の方々からうけた物心両面にわたるご援助は絶大なものであった。

一方林業試験場では、松井光瑤元場長、土井恭次前場長、吉本衛前土壤部長、故森田健次郎前海外林業調査科長、難波宣士場長、蜂屋欣二次長、山口博昭調査部長、浅川澄彦造林部長、原田洸土壤部長、および久保哲茂土壤調査科長から研究の円滑な遂行と発展のために、なみなみならぬご尽力をいただいた。

また、この研究をすすめるにあたっては、工業技術院地質調査所環境地質部山田直利広域地質科長、同調査所名古屋出張所下坂康哉博士、日本治山治水協会山口岩介参与、および林業土木コンサルタンツ工藤俊次治山第1技術課長から貴重など助言をたまわり、また林業試験場土壤部山家富美子主任研究官、三浦覚技官、林試北海道支場佐藤明主任研究官、林試関西支場加茂皓一主任研究官およびその他多数の関係者のご協力におうところが大きかった。

なお、この研究のとりまとめに際しては、東京大学真下育久教授から貴重など助言をたまわり、原稿のご校閲の労をとっていただいた。

これらのご援助やご協力に対し、ここにあらためて心から謝意を表する次第である。

引用文献

- 1) AGPAOA, A. et al. : Manual of Reforestation and Erosion Control for the Philippines, 51~63, Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, W-Germany (1975)
- 2) ASAKAWA, S. et. al. : The First Two Years' Report on the Rp-Japan Technical Cooperation Project for the Afforestation of the Pantabangan Area, 24~28, Bureau of Forest Development, Ministry of Natural Resources, Diliman, Q. C., Philippines (1978)
- 3) BURIEY, J. and STYLES, B. T., Genetic systems and genetic conservation tropical Pines, 85~100, Tropical Trees, Linnean Society Symposium Sevis, 2, Oxford Univ, Academic Preos, London, 1976
- 4) BUOL, S. W. et. al. : Soil Genesis and Classification, 194~309, The Iowa State Univ. Press (1980)
- 5) BURINGH, P. : Introduction to the study of soils in Tropical and subtropical regions, pp. 116, Center for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen, Netherland(1979)
- 6) DUCHAUFOUR, P. : Soils of the Wored (translated), 137~152, Masson Publishing USA Inc., New York (1978)
- 7) FAO FORESTRY PAPER : Pulping and Paper making properties of fast-growing plantation wood species-1, 7~454, FAO, Rome (1980)
- 8) FAO/UNESCO : Soil Map of the Wored, Vol. 1, Legend, FAO (1974)
- 9) ——— : Soil Map of the Wored, Vol. IX, South East Asia, FAO (1979)
- 10) 国際協力事業団 : フィリピン共和国パンタバンガン地域森林造成技術協力プロジェクト実施計画調査報告書, 9~11, 国際協力事業団, 農林 51~50 (1976)
- 11) ——— : 熱帯地域における森林の更新技術, 76~96, 国際協力事業団, No. 52~5 (1978)
- 12) ——— : 熱帯造林計画基準, 48~86, 国際協力事業団 (1983)
- 13) ——— : アグロフォレストリー計画基準, 72~75, 国際協力事業団, No. 83~28 (1983)
- 14) Philippine Council for Agriculture Resources Research and Development : The Philippines Recommends for Soil Conservation, 1~32, National Book Store Inc. (1977)
- 15) ——— : The Philippines Recommends for Soil Fertility Management, PCARRD Technical Bulletin Series No. 36, 33~37 (1982)
- 16) SANCHEZ, P. A. : Properties and Management of Soils in the Tropics, 52~95, John Willey & Sons, Inc. (1976)
- 17) ——— : Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, U. S. Dept. Agriculture Handbook No. 436, U. S. Gov't Printing Office, Washington, D. C. (1975)
- 18) YAGI, H. : Site Classification in Pantabangan Area, the Philippines, JARQ, 16(4), 287~292 (1983)

Soils and Site Classification in Pantabangan Area, the Philippines(2)
 ——Classification and naming of soils, and site classification——

Hisayoshi YAGI⁽¹⁾

Summary

According to the results of the previous report, soils in the Pantabangan project site were classified and named on the basis of U. S. soil Taxonomy (1975) and FAO/UNESCO (1974) system. The site was classified into 13 types, mainly depending on topography, vegetation and soils, with the object of building up the basis for the selection of right tree on right site, the selection of cultural works for planted trees and the growth prediction of planted trees in the case of afforestation on tropical grassland. Judging from the survival and growth rates of main tree species that have been planted in the site, suitable or potential planting tree species for each site type were investigated. The results obtained are as follows :

Site classification

Type I : (topography) Steep slopes (more than 28°)

I_a : (vegetation) *Themeda triandra*

(soil) Lithic Eutropepts (Eutric Cambisols)

(planting tree) *Leucaena leucocephala*, *Pinus* sp.,

Gmelina arborea, *Gliricidia sepium*

I_b : (vegetation) *Saccharum spontaneum*, *Imperata cylindricum*

(soil) Typic Eutropepts (Eutric Cambisols)

(planting tree) *L. leucocephala*, *Pinus* sp., *G. arborea*, *G. sepium*, *Anthocephalus chinensis*, *Pterocarpus indicus*, *Tectona grandis*

Type II : (topography) Gentle ridges

II_a : (vegetation) *T. triandra*

(soil) Lithic Tropudalfs, Haplic Tropudalfs, Oxic Dystropepts (Orthic Acrisols, Chromic Luvisols, Petric Cambisols)

(planting tree) *Pinus* sp., *G. arborea*, *Vitex parviflora*, *G. sepium*, *Acacia auriculiformis*

II_b : (vegetation) *I. cylindricum*

(soil) Haplic Tropudalfs, Oxic Tropults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols)

(planting tree) *Pinus* sp., *G. arborea*, *V. parviflora*, *A. auriculiformis*, *P. indicus*

Type III : (topography) Convex-straight slope

III_a : (vegetation) *T. triandra*

III_{a1} : (soil) Vertic Tropudalfs, Lithic Tropudalfs, Oxic tropudults

(Vertic Luvisols, Ferric Acrisols)

(planting tree) *pinus* sp., *G. arborea*, *V. parviflora*, *G. sepium*, *A. auriculiformis*

III_{a2} : (soil) Typic Chromusterts (Chromic Luvisols)

(planting tree) *L. leucocephala*, *Casuarina equisetifolia*

Received October 22, 1985

(1) Research Coordination Division

III_b : (vegetation) *I. cylindricum*
(soil) Haplic Tropudalfs, Rhodic Tropudults (Chromic Luvisols, Ferric Acrisols)
(planting tree) *Pinus* sp., *G. arborea*, *V. parviflora*, *P. indicus*, *T. grandis*,
Swietenia macrophylla

Type IV : (topography) Concave slope

IV_a : (vegetation) *T. triandra*

IV_{a1} : (soil) Oxic Dystropepts(Petric Cambisols)
(planting tree) *Pinus* sp., *A. auriculformis*

IV_{a2} : (soil) Aquic Chromuderts(Chromic Vertisols)
(planting tree) *C. equisetifolia*, *L. leucocephala*

IV_b : (vegetation) *I. cylindricum*
(soil) Eutric Tropaquepts, Typic Tropudalfs, Vertic Eutropepts (Eutric Gleysols,
Orthic Luvisols, Vertic Cambisols)
(planting tree) *P. indicus*, *T. grandis*, *S. macrophylla*

Type V : (topography) Piedmont gentle slope

V_a : (vegetation) *T. triandra*

V_{a1} : (soil) Oxic Dystropepts(Petric Cambisols)
(planting tree) *A. auriculformis*, *Pinus* sp.

V_{a2} : (soil) Haplic Chromusterts, Typic Chromusterts(Chromic Vertisols)
(planting tree) *C. equistifolia*, *L. leucocephalla*

V_b : (vegetation) *I. cylindricum*
(soil) Haplic Pellusterts, Typic Pellusterts(Pellic Vertisols)
(planting tree) *C. equisetifolia*, *L. leucocephalla*, *P. indicus*, *S. macrophylla*



写真1 ヤマネ (*Gmelina, arborea*) 造林地 (85 林班, 2 年生)



写真2 アカシア (*Acacia auriculiformis*)
造林地 (57 林班, 4 年生)

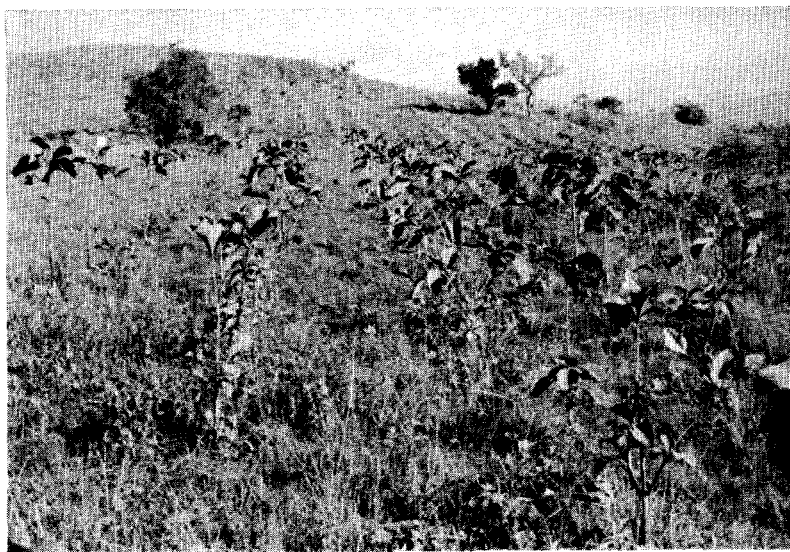


写真 3 チーク (*Tectona grandis*) 造林地 (57 林班, 6 年生)



写真 4 マホガニー (*Swietenia macrophylla*) 造林地 (57 林班, 6 年生)

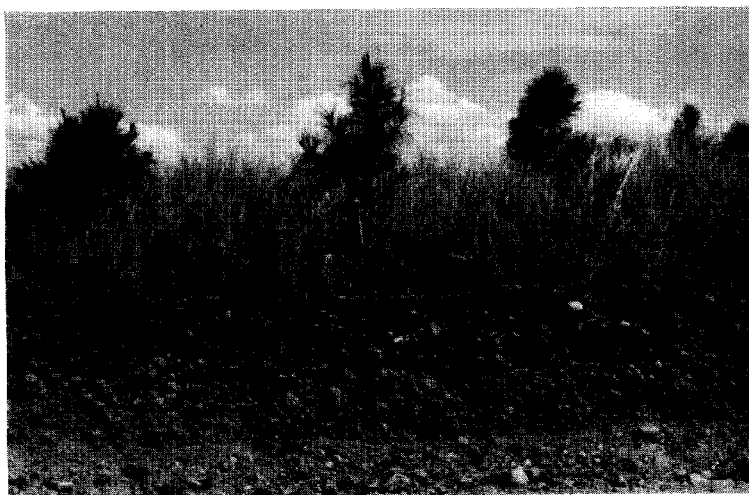


写真 5 ケシヤマツ (*Pinus kesiya*) 造林地 (56 林班, 4 年生)