

これには重複した用途があげられているので、実際に用途を示された樹種総数は131種に過ぎないが、しかし、日本のように人口が多く、木材工業も発達し、需要の旺盛な所では、まだまだ多くの用途が見出されるものと信じられる。また、ボルネオ、ジャバ、スマトラ、マレー等いわゆるアジア大陸棚地域の熱帯多雨林は、フィリピンとは僅少の差異で樹種構成はほとんど同様であるといえようが、地形差、距離差、湿地林が意外に多く、純粹フタバガキ林で経済的開発可能林面積が意外に少ない事から、今後の日本ならびにアジア地域の木材需要動向を見ると、どうしても、オーストラリア大陸棚地域、すなわち西イリアン、オーストラリア領ニューギニア等ならびに中間地域の樹木資源に頼らざるをえぬは必至と考えられる。

しかしながら前述のように、この地域は固有樹種も森林構成も全くアジア大陸棚地域のものとは異なっており、新樹種の利用開拓が、日本の木材利用技術者の大きな課題となることは明白な事実である。今回の与えられた紙数の範囲内では、マレー、カリマンタン、北ボルネオ、サラワク等の森林資源とその利用開拓の進路を乏しいながらも具体的事例をもって提示できないのは遺憾であるが、機をえて十分資料を提供し批判をえたいと考える。

また、パプアニューギニアの主要200種材の学名、植物学的識別、材の理学的性質や、オランダ時代から引き継がれた西イリアン地区の研究業績や、最近の日本の森林航空写真判読技術の進展にともなう、ニューギニア地区森林の自記濃度測定装置による判読結果等も今後東南アジア地域の木材需要予測、用途開拓にあたって有力な資料になるものと思われる。

### コメント3

## タイ国の森林植生とその土壌について

堤 利 夫

### はじめに

1963年11月から1964年2月の3カ月にわたって行なったタイ国の森林土壌についての調査結果を中心としてのべよう。調査が短期間であるため資料数が充分ではないこと、熱帯林業の中心をなす降雨林地帯にふれえないことをはじめにお断りしておきたい。

タイ国の森林は、タイ国の森林局の分類によれば、四手井によって述べられているように、八つのタイプに区分されている。このうち、局地的にしか分布しないものを除けば、主たるものは Deciduous Dipterocarp Forest (DDF), Mixed Deciduous Forest (MDF), Dry Evergreen

Forest (DEF), Tropical Evergreen Forest (TEF) と Hill Evergreen Forest (HEF) の五つのタイプである。

タイ国の年平均気温は比較的地域差に乏しいから、気温の影響よりも降水量の影響のほうが卓越しており、上記のはじめの四つのタイプは主に水分条件の違いによって決まるといえる。最後の一つは高海拔地にあるもので、気温低下の影響を強くうけている。すなわち、これらの森林はそれぞれ異なった立地があり、土壌の性質も当然その違いを反映しているとみられる。

タイ国の各地のいろいろな森林ごとにとった土壌について、森林のタイプと対応させて土壌の性質の違いについて考えてみよう。

### I 土壌の物理的性質

まず、採取時の含水率を比較してみると、図1に示したように、一般に DDF や MDF で は少なく、DEF ではいくらか多く、HEF や TEF では最大容水量の50%以上の高い含水率を示した。

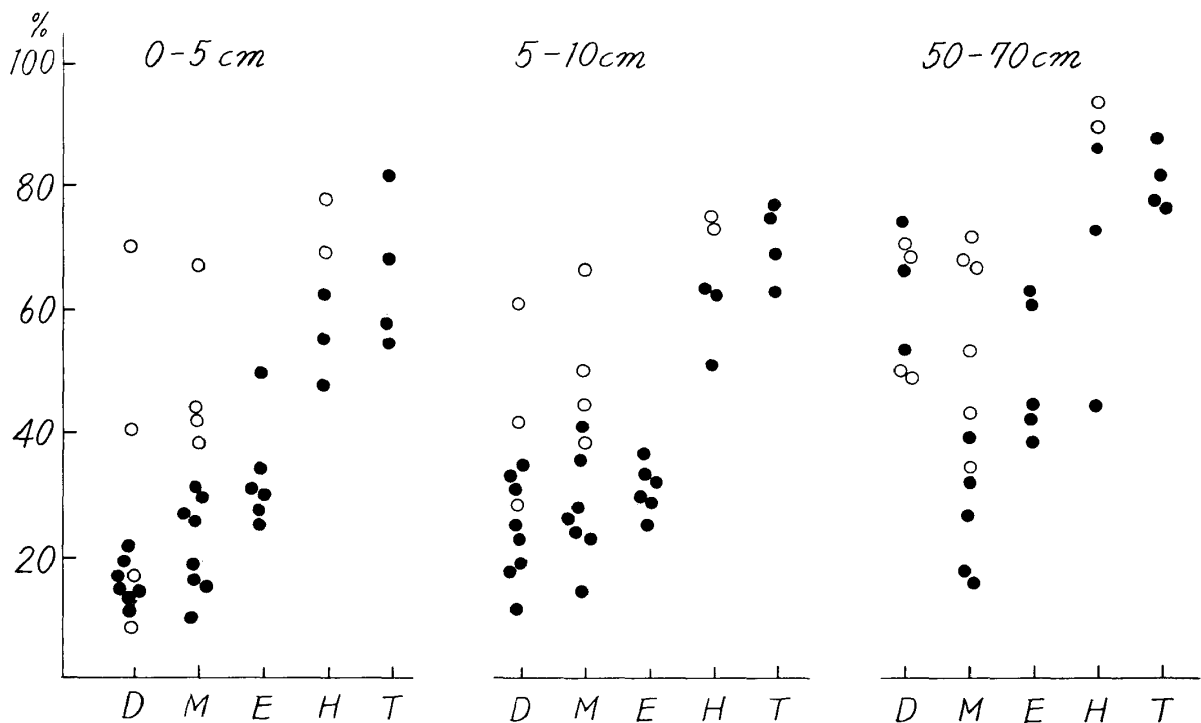


図1 森林の種類別にみた土壌の採取時含水率（最大容水量に対する%）  
D: DDF, M: MDF, E: DEF, H: HEF, T: TEF

このような違いは表層土に明らかで、少し深くなると目立たなくなる。

一時点での採取時含水率はその時の天候に強く支配されるから、その場所の年間を通じての水分条件の違いを示すものでないことは明らかである。ただし、この場合調査はちょうど乾季に入ったばかりの時期にあたっていたから、おおまかにみて、土壌の乾燥しやすさの違いをあ

らわすものとみられよう。

すなわち、DDF や MDF は最も乾燥しやすい立地にあり、DEF は DDF と接してあらわれる場合でも、同じ時期に含水率が高く、比較的乾燥しにくい立地にあることを示している。

HEF や TEF で含水率が高く維持されていることには気象条件の違いが支配的に関係しているとしても、DDF、MDF と DEF との間にみられる違いには土壌条件の違い、地形の違いが大きく関係している (表1)。

最大容水量は DDF や MDF でいくらか小さく、DEF や TEF、HEF でいくらか大きく、容積重ではこの傾向を示している。しかし、同じ森林のタイプの中でもバラツキが大きいのははっきりしたことはいいがたい。

これを一つの斜面についてみると、表1に示したように、斜面下部ほど水分環境がよくなり、表土の含水率が高く保持され、有機物が多く、最大容水量も大きく、逆に容積重は小さい。また、置換性カルシウムの含量も高いという一連の因果関係を認めることができる。すなわち、地形が水分条件を通じて土壌の性質や植生に重要な結びつきをもっており、今後育成林業をおしすすめる場合にはとくに注意する必要があると考えられる。

表1 斜面上の位置による土壌の性質の違い (表土)  
東北タイ Pakthongchai 地区

プロット No.	斜面上の位置	採取時含水率%	最大容水量 (容量%)	容積重 g/100 cc	C %	N %	Ca <sup>++</sup> me/100 g	可給態リン mg/100 g
PTC 7	上部	18.0	51.8	121	1.40	0.08	1.33	1.65
PTC 11	中腹	23.1	58.5	111	2.47	0.15	7.19	1.44
PTC 12	下部	33.3	60.1	104	3.03	0.23	12.6	0.70

もう一つの重要な条件は土の深さまたはかたさの問題である。熱帯の山地ではエロージョンをうけて往々にして浅い土壌が発達することが指摘されているが、斜面上部や台地上にある DDF は一般に浅く、そのうえかたい傾向がみられる。

東北タイでみた限りでは、概して 30 cm 深程度に固結層があらわれ、甚だしくかたい。ところがこれに隣接する DEF 林内にはこのような層の発達はみられなかった。乾季が4カ月も続くこの地帯で土壌が浅いことは水分保持の面で著しく不利であることはいうまでもない。DDF は気候的に乾季が長いということのみでなく、土壌条件としてもとくに水分保持の点で不利な条件の土壌に成立しているといえよう。

すべての DDF がこのように劣悪な条件にあるわけではない。斜面下部や平地の軟らかく、深い土壌のうえにもみられる。図1で、DDF の値のうち白丸が示したものがこのような土壌での値である。

これらでは、おそらく、土壌の性質によるのではなくて野火が植生の推移を止めている最大

の要因であって、野火さえ禁止すれば比較的容易に MDF や DEF への復帰の過程をとりうるのではないかと思われる。また、農耕地の対象ともなりうるであろう。

前者のタイプの DDF ではこのような希望をもちにくい拮据な林地であって、野火を禁止して落葉落枝を保護し、気長に土壌の回復をはかることが何よりも必要である。このような拮据林地の分布面積が広いことから考えても、近い将来、タイの林学が当面すべき重要課題の一つとなるであろう。

なお、図 1 にみられるように、MDF のうち北タイ Lampang 地区（白丸で示した）に比して、東北タイ東南部（黒丸で示した）のものは採取時含水率が低かった。同じく砂岩を母材としているが、東北タイのものの方がいくらか砂質であったことが乾燥と関係していたかもしれないが、これらの試料では 70 cm 深までかなり乾燥していた。そのうえ、他のものに比して概して貧栄養であった。母材料が等しく、同じタイプの森林でおおわれていても、場所によって土壌の性質がかなり違うことは明らかで、乾燥しやすく、貧栄養の土壌では森林の取扱いは慎重である必要があり、画一的な取扱いは危険であると考えられる。

## II 土 壌 中 の 養 分 量

土壌の置換性塩基量は一般に高くはなかった。その量は森林の種類というよりもまず第 1 に母材料の性質によって明らかに違う傾向があった。たとえば石灰岩土壌は砂岩土壌に比べ、塩基とくに置換性カルシウムの量が明らかに大きく、花崗岩土壌は砂岩を母材とするものに比し置換性カリウムがいくらか多いという傾向があった。

さらに、同じ母材料からできていても場所による違いが大きいため、森林の種類と対応させてみると塩基量の大小と森林の種類との間に関係を認め難く、むしろ同じ種類の森林相互の場所や母材料による違いのほうが大きかった。

場所の違いとしては地形、斜面上の位置の違いをあげることができる。表 1 に置換性カルシウムの例があげられているが、表 2 においても斜面下部のものの方がはるかに塩基にとむことがわかる。

この場合、斜面上部、下部ともにそれぞれ DDF, DEF を混えているが、森林の種類の違いよりも斜面上の位置の違いのほうがはるかに大きな影響をもっていることがわかるであろう。また南タイの Khao Chong 地区の TEF では標高差約 10m, 斜面長約 70 cm の円いゆるやかな頂部をもつ斜面について頂部から下部への B 層上部の上色の変化をみると、頂部で 10 R 4/8, 中部では 2.5 YR 5/8, 下部では 7.5 YR 5/8 と漸変しており、赤橙色から下部に向かうにつれて黄褐色に変わっている。A 層の厚さは約 20 cm で位置による明らかな差はなかったが、頂部では、A, B 層界がはっきりしていたのに対し、下部では漸変する点に差異がみられた。これらの傾向はタイ国の林地においても地形の違いが多分水分環境を通じて土壌の性質に相当重

表2 斜面上の位置と塩基量との関係 (me/100 g)  
 全塩基は Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> の合計値  
 東北タイ Pakthongchai 地区

斜面上の位置	森林の種類	Ca <sup>++</sup>			全 塩 基		
		0~5 cm	10~20 cm	30~50 cm	0~5 cm	10~20 cm	30~50 cm
斜面上部	DDF (PTC 7)	1.33	0.56	0.51	2.41	1.18	1.14
	DEF (PTC 3)	0.96	0.55	0.50	1.93	1.08	1.15
斜面中腹	DDF (PTC 11)	7.19	2.41	1.15	10.66	4.78	2.68
斜面下部	DDF (PTC 5)	4.76	1.31	0.65	7.10	2.10	1.40
	DDF (PTC 6)	6.73	0.66	0.59	11.32	2.55	2.03
	DEF (PTC 12)	12.6	2.86	2.65	18.24	5.72	5.00
	DEF (PTC 20)	7.63	2.20	0.77	12.57	5.95	3.56

要な影響をもっていることを示すものとみられる。

0.2 N 塩酸可溶のリンにおいても同様に森林のタイプの違いと土壌中のリン量との間に何の関係もなく、林地ごとの違いのほうが大きいようにみえる。表1に例示されているように、表土のリンの含有率は、斜面上部の DDF のほうが斜面下部の DEF より大きかった。リンについては、この調査の範囲内では母材料や斜面上の位置の影響が塩基類の場合のように明らかではなく、リン量の多少を支配する要因が何であるかははっきりしない。

いずれにせよ置換性塩基やリン量と森林の種類との結びつきは極めて乏しいようである。DDF や DEF よりもっと大きい biomass をもつ TEF 地帯, Khao Chong 地区の表土の置換性カルシウム含有率は 1.2~2.7 me/100 g で、全塩基 (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> の合計量) では 2.2~4.3 me/100 g にすぎず、この値を表2のそれと比較して明らかのように、乾燥した貧弱な森林である DDF 林地などより、量的にみて貧栄養である場合がある。

現存する森林の種類は土壌中の養分量の多少とはほとんど無関係であるようにみえる。むしろ降水量の多少やこれをうけとめる土壌の物理的性質、地形、土の深さなどのほうがはるかに密接な結びつきを示しているとみられる。

応用的な見地からみると、土壌の水分環境を中心とした森林立地の研究が林業の発展、育成林業の進展にともなって、是非とも必要になるものと考えられる。わが国においても水分環境に重点をおいた森林土壌の分類が行なわれている。この分類がそのまま応用できるとは思えないが、基本的には同じ考えが充分適用されうると考えられる。

### III 森林における物質循環

巨大な森林である TEF が貧弱な DDF より貧栄養であることは一見矛盾している。これ

は、周知のように、落葉落枝を通じておこる物質の循環によって支えられ補われている。充分の時間が与えられ、成熟した森林と土壌との間では物質循環の動的な平衡が成立し、土壌中の養分量の多少はあまり問題にはならないとみられる。

物質循環のはやさは高温な熱帯では極めてはやいと信じられている。このはやさを土壌中の有機物量を中心として考えてみよう。有機物の林地への供給量の違いを無視すると、土壌中の有機物量は主にその分解速度の違いを反映しているとみられるからである。

A<sub>0</sub> 層に堆積する有機物量は一般に極めて少なく、DDF では毎年野火で焼失することなどのため、2 ton/ha (絶乾) 以下のものが多い。TEF でもおおよそ 4 ton/ha であり、林地表面が完全に落葉落枝でおおわれていない場合があり、林内でも表層土がエロージョンをうけているおそれがある。DEF でも 6 ton/ha をこえるものはまれであって、全般に地表の有機物は HEF 地帯を除いて速やかに分解されているものと考えられる。

土壌中の有機物量は DDF でかなり少なく、85 ton/ha・70 cm 以下である。これはおそらく、有機物の供給量が少ないということのほか、野火による落葉落枝の焼失、雨季のエロージョンなどによる損失が大きいことによるものであろう。これに対し、高海拔地にある HEF では一般に有機物にとみ、本調査例では 350 ton/ha・70 cm に達するところがあった。この値は筆者らが北海道の天然生トドマツ林でえた値とほぼ匹敵している。TEF 林地の有機物量は多くはなく、Khao Chong 地区の花崗岩地で 85 ton/ha・70 cm 程度の値を示した。

なお、ここで土壌中のチッ素量についてみると、それはおおよそ炭素量と相ともっており、DDF で最もすくなく、HEF で最も多く、TEF ではすくない。70 cm 深までに含まれる炭素とチッ素の比をとると 7~15 の範囲内にあり、DEF や TEF の常緑樹林ではいくらか小さく、相対的にチッ素にとんでおり、その他の森林ではいくらか大きいほうに偏っている傾向があった。

これらの値を日本の林地のそれと比較すると、両者の温度差から予想されるほどタイ国の林地での値が低いとはいえないようである。またチッ素についてみると、日本の林地の場合より C/N の値でみられるように相対的にチッ素にとんでいるといえそうである。

なお、土壌の炭素、チッ素の含有率(重量%)は低い。しかし自然状態の容積量、いかえると一定容積あたりの細土量が多いため量的には含有率から考えるほど少なくはないのである。

このようにタイ国の林地で意外に有機物量が少なくはないということは、その分解がおそいというよりも有機物の供給量の違いによるものではないかと思われる。

落葉落枝についての資料は充分でないのではっきりしたことはいえないが、低緯度地方ほど落葉落枝が多くなる傾向があり、吉良ら(1964)によればタイ国の TEF で 23.3 ton/ha・year という値をえている。また、タイ国内でも森林が乾性のものになると少なくなり DDF では 3 ton/ha・year という値がえられている。

そこで落葉落枝量の推定値を用いて土壌中の有機物の平均分解率を推定すると、積算温度で約 90°C の北海道亜寒帯針葉樹林で 1～3%，190°C 前後の暖温帯南部の常緑広葉樹林で 5～9%，亜熱帯の西表島で約 270°C で 8～15%，南タイの TEF で約 330°C で 25%前後の値を示し、温度の上昇とともに平均分解率は指数曲線的に上昇する傾向をもっている。タイ国内では乾性の森林で平均分解率は低下し、DDF や MDF では 10%以下のものが多い。

これらの値は今後なお検討する必要があるが、降水量に恵まれたとき、熱帯では亜寒帯針葉樹林の場合にくらべ平均分解率が約 10 倍のオーダーに達することは、これらの森林の取扱いにおいてよく心にとめておく必要がある。

東北タイの Pakthongchai 地区の DEF で荻野らの測定した林分地上部現存量の結果を用い、DEF 生態系（根を除く）の物質現存量を求めた。その結果を表 3 に示した。

表 3 Dry Evergreen Forest における物質現存量  
東北タイ Pakthongchai 地区

部 分	有機物 ton/ha	チッ素 kg/ha	リン kg/ha	カリウム kg/ha	カルシウム kg/ha	マグネシウム kg/ha
上層木 葉	5.2	92.6	4.9	43.7	60.3	25.5
枝	26.5	162	10.9	92.8	201	50.4
幹	99.3	248	14.9	179	437	248
小 計	131.0	503	30.7	316	698	324
下層木 葉	1.0	16.8	0.9	11.8	12.1	5.1
枝・幹	6.1	31.0	1.7	18.6	37.2	7.7
小 計	7.1	47.8	2.6	30.4	49.3	12.8
地上部 合計	138	550	33.3	346	747	337
A <sub>0</sub> 層	4.3	51.5	2.9	11.6	116	16.7
土壌*	68.5	5510	9.7	677	789	206
合 計	211	6112	45.9	1035	1652	560

\* 土壌は 70 cm 深までの値

樹体各部の養分含有率はわが国の天然生常緑広葉樹林の場合と大差がなかったから、林木地上部に蓄積される養分量は主に地上部乾物量の大小によって決まる。表 3 の例は熱帯林としてとくに大きなものではないが、それでもチッ素を除く無機養分(置換性および 0.2 N 塩酸可溶)では相対的に土壌に少なく、とくにリンにおいて著しいことがわかる。生態系の全量のうち地上部分に含まれる割合は有機物で 66%，チッ素で 9%，リンでは 73%，カリウムで 34%，カルシウムで 45%，マグネシウムで 60%であった。A<sub>0</sub> 層はカルシウムで 7%，リンで 6%，その他は 3%以下で量的に極めて少なかったから、残りの大部分は土壌に含まれるものとなる。

チッ素では土壌に約 90%が含まれているが、これは全チッ素を対象としているからであって、可給態のものを対象とすればこの値はずっと小さくなるであろう。

林分によってこれらの価は当然異なるであろうが、熱帯で降水量に恵まれ、biomass が巨大になる一方、土壌が貧栄養のままであると森林生態系での物質の地上部への偏在の傾向が強まることは明らかである。

落葉落枝による物質の循環が動的な平衡を維持している限り、土壌中の養分量の多少は大きな問題にならないとしても、森林が伐り払われた場合にうける影響の度合は、これらの森林では大きい。とくに土壌の性質がよくないときは跡地の更新に困難を生ずるおそれがある。

現在広く分布する DDF は DEF や MDF を伐りあらした結果つくられたものが多いことは充分推定される場所である。そしていったん荒廃すると、現在一部の DDF 土壌にみられるように、かんたんには回復しえないほど土壌の性質が悪化してしまう。

循環のはやさのはやいほど回復のはやさがはやいことは事実であるが、逆にまた荒廃のはやさも大きいものといえよう。

土壌の性質を調べることによって、更新の難易や森林の取扱いに対するある程度の見通しをたてることは可能であろう。このような研究調査がすすむことによって、これ以上森林の荒廃が進まないようにすることがタイ国の林業にとって重要な問題であると考え。この考えは消極的ではあるが、天然生林の伐採を主とする林業が行なわれている現在、将来における育成林業の場を確保するという意味で重要であると考え。

なお、ここに用いた調査資料の詳細は『東南アジア研究』第4巻第2号および第4巻第5号に報告した。

#### コメント4

### 東南アジアにおける魚毒植物とその有効成分

河 津 一 儀

わたくしは植物化学の面から東南アジアの植物に興味を持ち、木材として利用できるものだけでなく広く熱帯植物の特殊な有効成分について化学研究を行ない、新しい有用な活性物質を見つけようと考えている。東南アジアの数知れない植物を片端から種々の生物試験でスクリーニングして成分研究を行なっていくのが理想であるが、木材用種だけでも4,000種あるのに熱帯植物という無限にあるといってもよいから、それを片端からやるというような大規模なことはとてもできない。そこで何かを目安にして対象の植物を選んでいかなければならない。ある種の生理活性、たとえば忌蟻性、殺虫性、抗菌性、毒性をもっている植物は、古来原住民の