

ホンジュラスの森林植生と薪炭問題

林 一六（筑波大学菅平高原実験センター）

Hayashi, Ichiroku : Forest vegetation and woodfuel problems in Honduras

はじめに

本稿では、ある地域で「薪の過剰採取」が起きているか否かをつぎの三つのレベルの定義によって判断しようとしている。

1. ある地域で、その場所の植物群落の純生産量（同化量）を超える薪の消費が起きている状態を薪の過剰採取が起きているとする。この定義は正確であるが実用的とはいえない。なぜならば、植物群落の純生産を測定することと、ある地域の薪の消費を推定することが一般には難しいからである。

2. ある地域の植物群落が主に薪の採取によって劣化していると判断される場合に薪の過剰採取が起きていると判断する。この定義は定性的であるが、薪の過剰採取が起きているか否かを判断するのが容易であり、現在一般に行われているのはこの定義による判断であるといえる。しかし、ここでは植物群落（森林）の劣化とはどういう状態をいうのが曖昧であることと、その原因が薪の採取だけ

でなく、放牧その他の原因と区別しが難しい点が問題となる。

3. ある地域の住民にとって薪の採取が年々困難になってきている場合、その地域では薪の過剰採取が起きているとする。この困難とは、薪を採取するのにより時間や労力がかかるようになったとか、代金が高くなったとかいうことである。この状態は住民による薪の盗伐などによって判断される。1, 2によって薪の過剰採取が起きているかどうかを判断するには植物群落の調査が必要になるが、3による判断には必ずしもそのような調査を必要としない。したがって、判断の基準とする定義としては3が有効であろう。しかし、薪不足の状態を改善する事業を行う場合は1, 2についての調査が必要となろう。

1. ホンジュラス国の概況

1. 自然的背景

ホンジュラス国は北緯13度から16度、

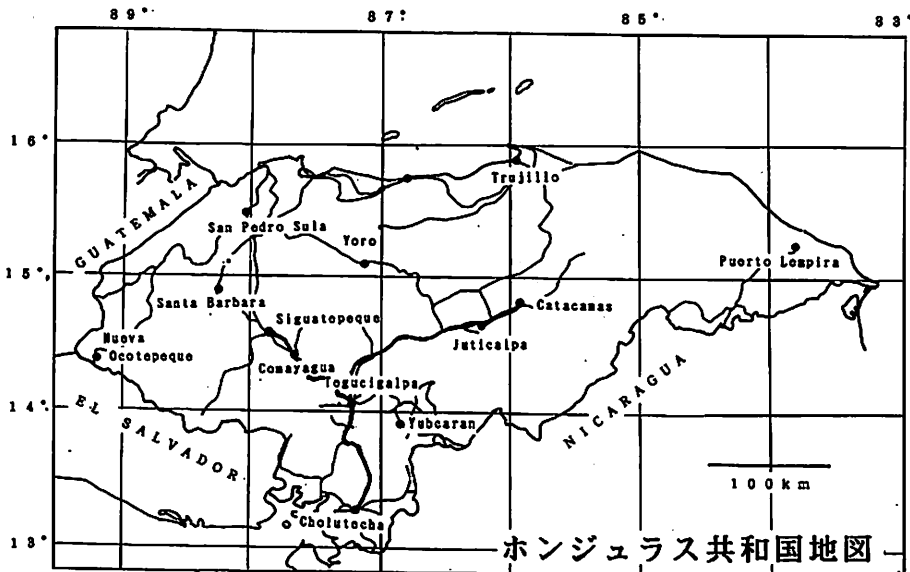


図1. ホンジュラス共和国の地図。道路の太線の部分は観察を行ったルート

表1. ホンジュラス各地の年平均気温と年雨量

地域、() は緯度と経度	平均気温 (C)	年雨量 (mm)
Puerto Lempira (13.12N,82.48W)	27.0	3246.4
Catacamas (14.5N,85.32W)	24.9	1359.8
La Ceiba (15.44N,86.51W)	26.2	3019.8
Yoro (15.8N,87.8W)	24.2	999.8
Choluteca (13.14N,87.9W)	28.7	1754.1
Tegucigalpa (14.3N,87.1W)	21.6	883.6
Tela (15.46N,87.31W)	26.4	2866.6
Siguatepeque (14.34N,87.5W)	21.1	1108.6
Santa Rosa (14.47N,88.48W)	17.8	1575.0

西経 83 度から 89 度に位置し、面積は 112,088 km²をもつ中米の国である (図1)。国の東部分、すなわち西経 86 度 30 分付近から東側は標高 1,000 m 以下の平地で大西洋に接し、それより西では 1,000 m 以上の起伏のはげしい山地となる。この山地の 75% は傾斜が 30 度以上の地形からなっている。首都 Tegucigalpa はこの山地帯にある。そこから南は再び急に標高が下がり太平洋に接している。また北では大西洋 (カリブ海) に接していて港湾が集中している。河川は南西から北東に流れるものが多く、大きな河川は七つある。これはこの国における水資源が多いことを示唆している。この水資源を供給する雨量は地域によって大きくことなる。表 1 に、地域の年雨量と年平均気温を示す。この気候表によると、ホンジュラスは東部、北部低地の熱帯雨林地域、中央部及び南部の熱帯季節林地帯、熱帯半乾燥地帯 (サバナ、低木林地帯) に大きく分けられる。たとえば、東部の Puerto Lempira は年平均気温 27 度 C で雨量が 3,246.4 mm も降る熱帯雨林地帯 (しかし、現実の植生はサバナ状であるという) であるのたいして、内陸部の Yoro (気温 24.2 度 C で雨量約 1,000 mm) や Tegucigalpa (気温 21.6 度 C, 雨量 883.6 mm) はサバナや低木林地帯を成立させる条件である。このようにこの国の気候条件は地域によって異なる。いま、多雨林地帯と

比較的乾燥している Siguatepeque の月別雨量と月平均気温を示すと図 2 のようになる。両方の地域とも乾期と雨期をもつが、Siguatepeque では強い乾期があることがわかる。この時期に火いれや山火事が起こるとされている。また地質や地形の違いを反映して、山地帯は土壌が薄くやせているが、東部の低地や南部海岸地域の土壌は比較的肥沃である。したがって、これらの生態的違いに応じて、林業地帯、牧場地帯、畑作農業地帯が存在する。このうち、国土の 25% が農業や牧畜に適し、66% が森林地帯であるとされている。残りはマングローブ林や市街地となっている。

2. 社会的背景

1990 年の中央銀行統計によれば、ホンジュラスの人口は 476 万人である。人口密度は 1 km²あたり 42.5 人程度となる。現在の農地と牧場は 390 万ヘクタールであり、ここ 16 年間に 9 万 1 千ヘクタールの農地が林地から転用された。しかし、農家の土地所有分布は多数の零細な農家と少数の大土地所有農家に階層化している。1974 年のセンサスでは全国で 195,341 の農家のうち 5 万ヘクタール以下の農地しか持っていない農家が全体の 62% をしめ、その農家は全農地の 9% を所有しているにすぎない。それにたいして、500 万ヘクタール以上の土地をもっている農家は 445 農家 (0.2%) でその農家が全農地の 24% を所有している。これはこの

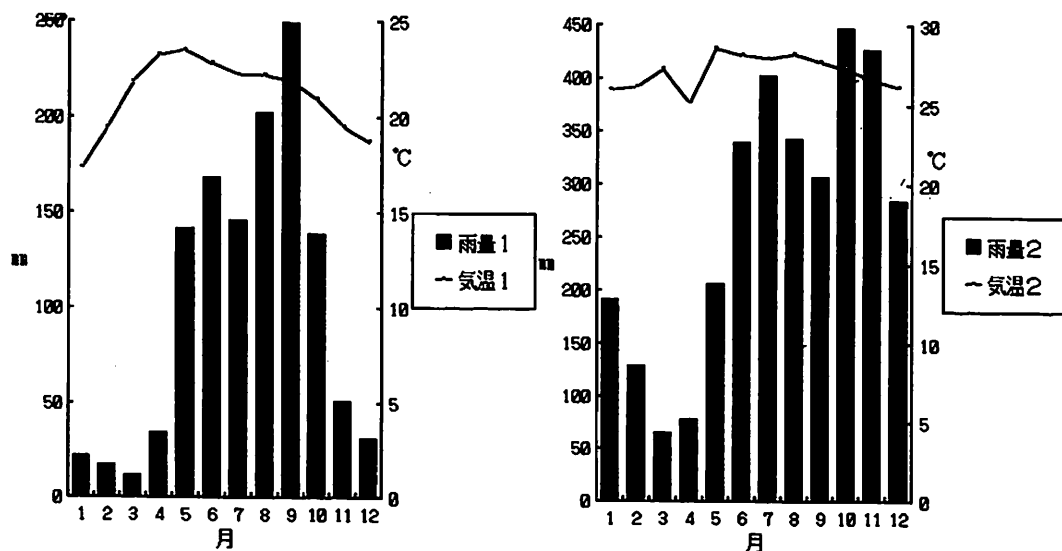


図2. Siguatopeque (左) と Puerto Lempira (右) の平均気温と雨量

国の土地所有において極端な階層があることを示している。この階層構造は土地所有だけでなく、所得や資産においても同様なことが存在することを予想させる。これを改善する試みとして、Agrarian reform という制度が行われている。これによれば、321,516ヘクタールの土地（その内250,000ヘクタールが農地）が51,906の小作農に分配され、それらの農家は2,050のグループにまとめられた。しかし、これではまだこの国の農業構造を改善するのに不十分であるといわれている。しかし、1988年には農牧業のGDPに占める割合は30.8%（1990年の農業のGDPは30%）で、その内、農地の9%で生産されるバナナとコーヒーが農業GDPの40%をしめている。そのほかの農業生産物はトウモロコシ、米、メロン、柑橘類、パイナップル、アフリカンバウム、砂糖などである。牧畜業では300万ヘクタールの面積に9,300牧場があり、1000ヘクタール以上の牧場が15%に増加した。1984年には250万頭の牛が飼育されていた。このほかの産業としてはエビの養殖、製塩がある。エネルギー生産に関していえば、ホンジュラスは非産油国なので、自国で産出するエネルギーは電力が薪で賄われる。地形が急峻で、河川が多いの

で潜在的電力エネルギーはあるがまだ開発されていない。また、石油やガスは輸入に頼らなければならないので、供給が不安定である。したがって、日常のエネルギーは薪炭に負うところが大きい。例えば、首都のTegucigalpaでさえ、零細な食堂では薪を使って料理をしている。さらに、首都人口の65%を占めるといわれるスラムの住人のエネルギーはなにによっているかは不明である。都市部のエネルギーの何パーセントが薪炭によって賄われているかはわからないけれども、都市近くの森林からの樹木の盗伐があることは、都市部の薪炭エネルギー需要は大きく、それがが正規のルートを経て供給されていないことを示している。

II. 薪炭の供給源としての森林の分布と特性

ホンジュラスはその国土の75%が潜在的に森林におおわれる条件下にある。その68.3%が多かれ少なかれ樹木に被われた森林となる。現在ではその内31%が他の目的に転用されてきているといわれている。最近、ホンジュラス森林協会が作成した未発表の森林植生図によるとホンジュラスの森林面積は1990年現在で5,178,700ha（国土の46.2%）であり、その

表2. ホンジュラスの森林面積 (km²)。国土に占める森林面積の割合は1992年現在で46.2 % (ホンジュラス森林協会未発表)。

流域	総面積	森林面積		合計
		マツ林	広葉樹林	
大西洋側	92,720(82.7%)	23,769(50.5%)	23,273(49.5%)	47,044
太平洋側	19,368(17.3%)	4,584(96.6%)	159(3.4%)	4,743
全国	112,088(100%)	28,353(54.7%)	23,437(45.3%)	51,787

表3. ホンジュラスの森林の一次林 (未伐採林) と二次林 (伐採林) の面積 (km²) (ホンジュラス森林協会未発表)

流域	一次林		二次林	
	マツ林	広葉林	マツ林	広葉林
大西洋側	18,388(67%)	9,117(23%)	5,381(27.5%)	14,158(72.5%)
太平洋側	2,224(93%)	159(7%)	2,360(100%)	0(0%)
一次、二次林合計	29,888(57.7%)		21,899(42.3%)	

内58%の2,988,800 ha が一次林で残りの42%が二次林であるとされている (表2)。しかし、ある地域の森林面積は森林の定義、調査法などによってかなり異なっていることが多い。ホンジュラスの森林はマツ林が多く森林全体に占めるマツ林の面積の割合は54.7%、広葉樹林は45.3%である (表3)。森林はおもに大西洋側の流域に分布しているが、まだ伐採の進んでいない森林 (一次林) が全体の42%であるとされている。その一次林の内23%が広葉樹林である。この広葉樹林の優占種はナラ属 (*Quercus*属)の樹木であるとされている。また、二次林でも広葉樹の優占する面積が72%を占めている。しかし、ホンジュラスでは、マツ類の樹木が重要な輸産物であるので、マツ類の植林が強く望まれている。マツ林の優占種は *Pinus caribaea* (カリブマツ) と *Pinus oocarpa* (オーカルバマツ) で、*P. caribaea* は標高600 m 以下の低地で優占群落をつくり、*P. oocarpa* は600 m 以上で優占する。したがって、同じマツ林でも東部の低地では *P. caribaea* 林が成立し、西の高標高地では *P. oocarpa* が群

落をつくる。特に、西側の山地ではマツの林が大面積をしめている。しかし、この *Pinus oocarpa* の森林は土壌がやせていて、高木層は殆どマツの純林をなし、林相は貧弱である。この理由は薄く痩せた土壌と度重なる火災によるとされている。また、東側の低地に分布する広葉樹林の優占種は *Quercus* 属 (ナラ属) の樹木で低地の *P. caribaea* 林地帯と山地の *P. oocarpa* 林地帯の間にこのナラ林地帯がひろがる。優占種は *Quercus aaata*, *Q. skinneri* などである。ホンジュラスにはこのほかたくさんの種類のナラ属の木がある。しかし、マツ材は有用な樹種として、ホンジュラスの重要な輸産物なので、マツの育林が盛んであるが、生態学の観点からみると、マツの純林は、土壌形成にとって不利であり、そのうえ、山火事が起こり易い。そこで、ナラの生育を助け森林構成種の多様化をはかる必要があると思われる。このほか有用樹としてはマホガニー (*Swietenia belizensis*) があるが、輸出のため伐採され、現在では少なくなっているといわれている。ホンジュラスの森林のおよそ55%

表4. *Pinus oocarpa* 林の樹木の幹と枝の現存量, 現存体積量

調査区 番号	本数 本/100m ²	平均DBH cm	現存量 t/ha	現存体積 m ³ /ha	備考
1	5	30.9	108.6	205	本調査
2	5	24.8	53.1	101	同
3	7	20.4	42.7	86	同
4	9	14.2	29.0	57	同
5	12	18.1	55.3	103	同
18年生植林		-	131.0	-	Lugo(1992)
4年生植林		-	84.0	-	同

調査はSiguatepequeの*Pinus oocarpa*林において10 m x 10 mの枠内の高木層の樹木の胸高直径(DBH)を測定した。

現存量(W: kg)は $\ln W = 2.85 \ln(\text{DBH}) - 4.584$ (Lugo 1992)から推定した。

現存体積は85度C, 24時間乾燥した円盤の重量と体積の比から求めた値をしめす。

はマツ林であるが, その構成種であるマツ属には7種類あり, 次のように標高によって異なった分布をする。

樹種	標高 (m)
<i>Pinus ayacahuite</i>	1,800-2,700
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	20- 700
<i>Pinus hartwegii</i>	2,300-2,800
<i>Pinus maximinoi</i>	1,100-1,800
<i>Pinus oocarpa</i>	600-1,600
<i>Pinus pseudostrobus</i>	2,000-2,800
<i>Pinus tecumumanii</i>	1,700-2,400

このうち大面積で優占する樹種は*P. caribaea*と*P. oocarpa*である。

そこで, *P. oocarpa*の森林には単位面積あたりのどのくらいの樹木が生育しているかを知るために, Siguatepequeの近くの国立林業学校の演習林のマツ林で調査を行った (Clewel 1973)。調査は5調査区について, 100 m²の面積内のすべての樹木について地上130 cmの高さの幹の直径(胸高直径: DBH)と代表的な樹木の高さを測った。同時に代表的なマツの個体1本を選んで年輪測定のための円盤を採集した。円盤の採取は根元から0 cm, 30 cm, 130 cm 及びそれより高いところは2 m おきに採取した。採取した円盤は体積を測定したの

ち, 室内乾燥と85度Cの強制乾燥を行い比重を算出した。材の比重は強制乾燥の場合0.53で, この値を用いて重量から体積(実積)への換算を行った。また, 地上130 cmの円盤の年輪は画像解析装置を用いて各年の年輪面積と平均直径を測定した。Lugo (1992)はPuerto Ricoの*P. caribaea*マツ林の調査において, 胸高直径とその個体の幹と枝の重さ(樹木地上部の葉を除いた重さ)について次のような経験式を導いた:

幹と枝の乾燥重量 (W_s , b: kg), 130 cm の

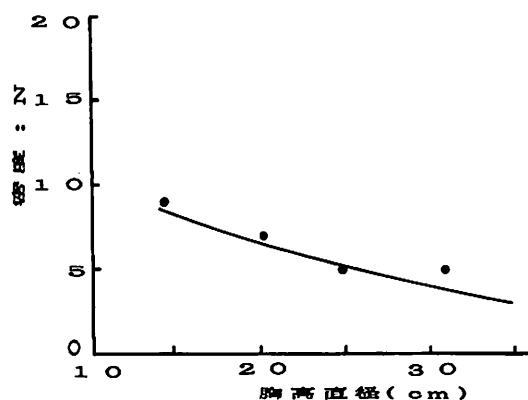


図3. *Pinus oocarpa* 林における100 m² 当りの樹木の平均胸高直径と密度 (N)

高さの幹の直径 (D : cm)

$$\ln(Ws, b) = 2.85 \ln(D) - 4.584$$

この式を用いて、ここで実測した樹木の胸高直径からその樹木の幹と枝の重さを推定することができる。(Lugoが式を導いた樹木は *P. caribaea* であるのでここで調査した *P. oocarpa* とは少しことなる可能性が残されている)。表4にこのマツ林の10 m かける10 m (100 m²) 当りの密度、平均胸高直径 (DBH)、現存重量、現存体積を示した。表4によると、このマツ林にはヘクタールあたりの密度と樹木の大きさに応じて、29トンから108トンの幹と枝が存在することがわかる。これが、薪炭の供給の自然的基礎となるものである。強制乾燥した材を用いて計算した体積としてみると、例えば、108トン割る0.53で205 m³程度となる。国際協力事業団 (1983) の報告書 (22頁) によれば La Mosquitia の *Pinus calibaea* 林では樹高26 m、粗密度80%の森林でヘクタール当りの材積が234 m³であった。ここでいう材積とこの表の体積とはすこし異なる値であるが、オーダーとしては同じであるといっていよう。

いまこの表から100 m²当りの密度 (N) とその面積内に生育する樹木の平均DBH (D : cm) との関係を見ると図3のようになり、その関係は: $N = 14.9 \exp(-0.04D)$ で示される。この関係の意味するところは、定面積あたりに生育する個々の樹木が成長して、樹木の平均DBHが増すと、個体どうしの競争の結果どれかの個体が自然に枯死し、密度が減少することである。すなわち、ある場所の樹木の平均DBHが10 cm から15 cm になると100 m²あたり10本生育していた樹木の内2本が枯死し8本になるということである。この時枯れる個体がDBH 12 cm の個体であるとする、枯死木の重量は12.2 kg で、体積にすると0.023 m³ (2.3 m³/ha) であり、それが2本枯れるので、あわせて24.4 kg / 100 m² (2.44トン/ha) となる。さて、それではこの樹木がDBH 10 cm から15 cm に成長するには何年かかるであろうか。年輪の成長から測定した結果 (付表) によると1981年に10.54 cm であった樹木が15.5 cm になったのは1990年であり、およそ10年かかっている

ことがわかる。すなわち、このマツ林は毎年、ヘクタールあたり0.244トンの薪を採取しているかぎりこの森林の劣化はおこらないことになる。これらの推定値は限られた時間に調査されたデータにもとづいていることと、いくつかの仮定をおいていることから、不十分なものであることは明らかである。しかし、薪炭の生産の自然的基礎を明らかにする方法としては有効ではあるまいか。

つぎに、薪炭の消費についてであるが、[Honjuras Environmental Agenda](18p)によるとホンジュラスでは家庭用と産業用をあわせて年間560万 m³の薪が消費されるといわれている。また重量の記載では1年間に25,000,000トンの薪炭が家庭用に生産されていると推定されている。これをホンジュラスの全森林面積5,178,700haで割ると4.83トン/haとなり、前述の0.244トンより大きくなる。すなわち、森林を劣化させないで、森林から採取できる薪の量をうわまわっている。ホンジュラスの薪消費量の数値がどのようにして求められたのかは明らかではないが、いま、仮に、燃料としてマツを用いるとして、表4のヘクタールあたり205 m³の値を使うとすると、年間2.7万ヘクタールの森林を伐採する必要がある。また、重量の値を用いると、25,000,000万トン割る109トンで22.9万ヘクタールの面積の森林が必要になる。

このような推定値が本当かどうかかわからないが、今後の課題としては測定の精度を高めていくことが重要であろう。また注意すべきことは森林が伐採されたとしてもそこには、植物遷移によって再び森林が回復するので、このことがすぐ森林の消滅と結びつかないことを理解しておく必要がある。

III. 薪炭需給の問題について

世界における薪炭の不足には二つの場合がある。一つはその地域で生産される薪の量が自然的条件で制約され、消費量に達しない場合である (はじめの1の定義に相当する)。これはおもにアフリカなどの半乾燥地域で起こり、そこではその薪不足は社会の構成員全員に影

響する。もう一つは、その地域の薪の消費量を十分まかなえる程、樹木が成長できる自然条件下にあるが、社会の構成員の階層化によって一部の階層に薪不足として作用する場合である。ホンジュラスの薪事情は後者の場合である。所得の低い層の人々にとっては、薪の入手が年々困難になっているようにみえる。これは樹木の盗伐によってうかがい知ることができる。この場合はまず薪にたいする需要に競合がおこる。たとえばホンジュラスでは樹木はまず輸出産物として重要である。つぎに、瓦や煉瓦の生産、製塩、レストラン、などに薪が用いられている。それと一般家庭用の燃料としての薪需要は競合している。したがって、薪の供給が少なくなれば、低所得層にとって薪不足として現象するようになる。このように、薪炭の問題は樹木の成長のような自然条件のみでなく、社会的な条件を加えた考察が必要となるであろう。

VI. 薪炭問題からみた提言

薪炭問題をエネルギー問題としてとらえ、ホンジュラスのエネルギー政策の長期的な展望のもとでみると次のようになる。

エネルギーは大きく化石エネルギー、電気エネルギー（水力発電、原子力発電）薪炭（バイオマスエネルギー）、太陽発電エネルギーに分けられるが、ホンジュラスのエネルギー資源は潜在的に水力発電とバイオマスエネルギーが大きい。国の国際収支を改善するには化石エネルギーの輸入を極力おさえ、国内のエネルギーでまかなう必要があるが、そのためにはバイオマスエネルギーは重要である。国土の地形は斜面が多く、雨量も多いので水力発電のエネルギーは潜在的には大きいが発電所の建設には資金が必要であるのでますますには間あわない。そこで、薪炭を国内のエネルギー源として位置づけその長期的政策を策定する必要がある。

しかし、薪炭問題は同時に国土の環境保全ともかかわってくるので、その面からも検討する必要がある。さらに、ホンジュラスでは材木は重要な輸出産物でもあるので国家経済

とも深くむすびついている。すなわち薪炭問題はエネルギー問題、環境問題、経済問題からの総合的な判断が必要となる。

ここでは、その内、環境問題とエネルギー問題に重点をおいてのべる。

A. 森林をマツだけの単一の樹種で被うことは国土保全上適当ではないと思われる。その理由は：1. 土壌有機物の形成が弱く、土壌の保水力がないため水源涵養力が発達しないので洪水が起きやすい。2. 単純な群落はそこに住む動物や微生物の種類を単純にし種類の多様性を小さくする。3. マツは樹脂をふくみ燃えやすいため山火事の防止力が小さい。これにナラ林を交えることによって延焼を防ぐことができる。4. 燃料としてはナラの樹木のほうが適しているので、薪炭の供給のためナラ林を造成する必要がある。

B. しかし、現状では、ホンジュラスの林業担当者は *Pinus* 属の造林をめざしているので、国土保全という生態学的な観点が強くない。そこで環境問題をも含めた生態学の知識をもった技術者を大学で養成するため、ホンジュラスの主要な大学に生態学の講座をつくるように援助する。これは、一見遠回りのようにおもえるが、現地の人々によってこの問題を解決するにはよい方法であると思える。

引用および参考文献

- Clewell, A. F. 1973. Floristic composition of a stand of *Pinus oocarpa* in Honduras. *Biotropica* 5: 175-182.
- Honduras Environmental Agenda, 139pp., Honduras.
- Hernandez, D.O. 1984. *Los Pinos de Honduras. Manual para identificacion de Campo*, 28pp., Siguatepeque, Honduras.
- Instituto Geografico Nacional. 1991. *Mapa Geologico de Honduras*.
- , 1974. 各州 (Departament) 別地図 (20 万分の一) 19葉.
- 国際協力事業団 (1983) ホンジュラス共和国, ラモスキチア地区林業資源調査報告書, 137 頁.

Lugo, A. E. 1992. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. *Ecological Monographs* 62: 1-41.

Montesinos L.J.L. (発行年不明) *Manual de dendrologia del bosque la latifoliado*, 485pp., Honduras.

Paquet, J. 1981. *Manual de dendrologia de algunas especies de Honduras*, 232pp., Honduras.

Ramos, R.F.B. y Montesinos, L.J.L. 1988.

Catalogo de cien especies forestales de Honduras: distribucion, propiedades y usos, 216pp., Siguatepeque, Honduras.

Styles, B. T. y Hughes C. E. 1988. *Taxonomia y Nomenclatura de los Pinos y otras Gimnospermas*, 20pp., Honduras

Wellwood, R. 1988. *Propiedades y usos de las maderas principales de Hondura*, 144pp., Tegucigalpa, Honduras.

付表

Growth of Pinus		in Honduras		1992				
年	半径	直径 c m	皮付直径	重量 k g	成長率	成長率	体積立米	
1992	6.63	13.26	16.8402	32.026545	0.2282018	0.1141009	60.427443	
1990	6.12	12.24	15.5448	25.491966	0.2735933	0.1367967	48.098049	
1988	5.56	11.12	14.1224	19.390243	0.1799001	0.0899501	36.585364	
1986	5.22	10.44	13.2588	16.19771	0.1514161	0.0757081	30.561717	
1984	4.95	9.9	12.573	13.92177	0.1056047	0.0528023	26.26749	
1983	4.77	9.54	12.1158	12.526534	0.1915802		23.63497	
1982	4.46	8.92	11.3284	10.342576	0.2053873		19.514294	
1981	4.15	8.3	10.541	8.4222891	0.2362279		15.891112	
1980	3.82	7.64	9.7028	6.6502454	0.3153487		12.547633	
1979	3.42	6.84	8.6868	4.8515828	0.364074		9.1539298	
1978	3.01	6.02	7.6454	3.3710726	0.5292863		6.3605143	
1977	2.5	5	6.35	1.9856467	0.7525658		3.7465033	
1976	1.92	3.84	4.8768	0.9355496	0.8600564		1.765188	
1975	1.42	2.84	3.6068	0.3958668	1.1459599		0.7469185	
1974	0.95	1.9	2.413	0.1258534	2.4661077		0.2374593	
1973	0.4	0.8	1.016	0.0106868	3.9523252		0.0201638	
1972	0.1	0.2	0.254	0.0002053			0.0003873	