

\*名古屋大学農学部林産学科 464-01 名古屋市千種区不老町

1. はじめに

地球の大気は過去に行われた核爆発実験のために不幸にして汚染された。年輪にはこの大気の汚染状況がはっきりと記録されている。この結果は名古屋大学アイソトープ総合センター設置されている測定装置を用いて、本邦産のヒノキの分析によって確かめられている。現在でも汚染の影響は残っているが、人体や自然に直接悪影響を及ぼす程の放射能汚染ではないことが不幸中の幸である。この核実験による放射性物質をトレーサーとして、その動きの追跡から地球規模での大気の動きなどを研究しようという分野が発展しつつある。地球規模の汚染に対する観測網、観測結果をより有効に使おうというわけである。本講義では核実験による放射性物質をトレーサーと考え、解析して得られた知見をもとにして、林産学の立場から行ったひとつのケーススタディについて紹介する。

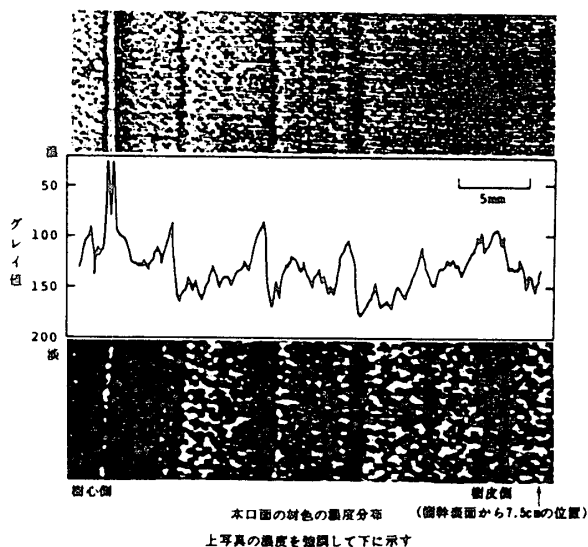
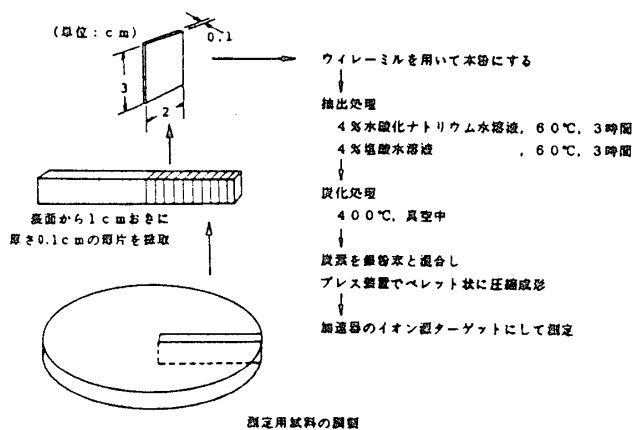
2. 研究方法

2.1. 資料

本研究に用いた資料はマレーシア・サバ州・サンダカン近郊に成育していたセラヤ材 (Shorea SP.) であり、名古屋大学総合研究資料館に板根の標本として保管、展示されているものである。1981年5月に伐採された地上高約2.5m、直径90cmの部分を用い、夫々に直交する半径方向資料3本について測定を行った。

2.2. 測定

常法により調整した資料を用いタンダトロンによる<sup>14</sup>Cの測定を行うと共に、資料木口面における濃淡の縞模様を名古屋大学農学部所蔵の生物画像解析装置 (IBAS, ZEISS) を用い解析し、強調されたグレイ値に基づいた生長層の解明を行った。また同上資料を用いた道管径、道管密度等の変動を測定し、サンダカン空港で測定、記録された過去の月別降水量等を比較検討した。



### 3. 結果と考察

#### 3. 1. 自然レベルより過剰となった $^{14}\text{C}$

自然レベルにおける大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度は過去数千年間、数%の変動しかなかった。産業革命以来は $^{14}\text{C}$ を含まない化石燃料を大量に燃焼させたため大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度は薄まってきたが、1954年以降は核爆発実験のため対流圏の濃度が激増した。図1はノルウェーの上空の対流圏での $^{14}\text{C}$ の変動を示している。変動割合は慣例として1950年を基準に現わす。1963年には濃度が急増して約2倍に達しその後漸減している。

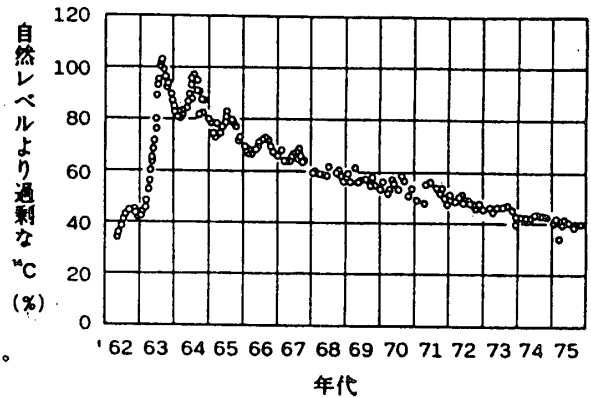


図1 対流圏内の放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ )

4観測点, 71°N 24°E, 78°N 13°E  
63°N 10°E, 58°N 7°E

出典: RADIOCARBON DATING (1979), edited by R. BERGER and HANS E. SUESS.

#### 3. 2. 年輪にとりこまれた $^{14}\text{C}$

樹木は大気中の二酸化炭素を光合成作用によって自分自身の体を造りだしている。二酸化炭素にはある一定濃度の $^{14}\text{C}$ が含まれているため、樹木の幹にもそれと同じ濃度の $^{14}\text{C}$ が含まれることになる。もちろん、 $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{14}\text{C}$ それぞれは同じ炭素ではあるが、重さが異なるために植物の種類によっては樹幹内の同位体比 ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ などの比) が違ってくる。このため、育った大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度と植物内の $^{14}\text{C}$ 濃度との差が生じるが、その差は小さく、たかだか3%程度でしかないと考えられている。

図2は、ヒノキの年輪内に取り込まれた $^{14}\text{C}$ の濃度の分布を示している。大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が増減したことを年輪はみごとに記録している。1964年以降 $^{14}\text{C}$ の濃度が減少傾向を示しているが、 $^{14}\text{C}$ が長い半減期を持つことを考えると、この減少傾向は決して $^{14}\text{C}$ が消滅していったためではない。海洋中の炭素と入れ替わったためであり、地球規模では総量としていささかも減少していないのである。

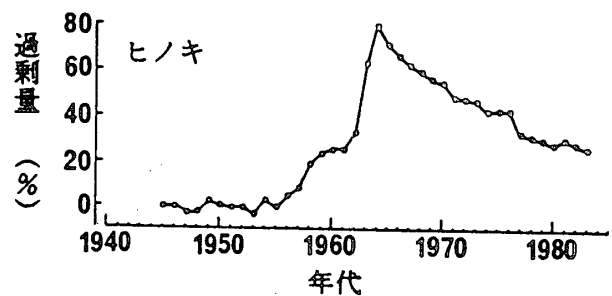


図2 1950年の標準試料より過剰な $^{14}\text{C}$

$^{14}\text{C}$ の存在比は非常に小さいことはすでに述べたが、この極微量の $^{14}\text{C}$ を検出、測定に威力を発揮したのが天然放射能測定装置である。この装置は加速器質量分析法という測定法の革命とも言われる測定方法を採用している。

#### 3. 3. 熱帯材への適用

日本のように季節がはっきりした地域で生育した樹木には、ヒノキに代表されるようなきれいな年輪がある。しかし、ラワン・メランチ材をはじめ熱帯に産する樹木の横断面には1年を1生長期間とするような年輪は一般にはない。このため樹幹を用いてその木の樹齢や肥大生長幅を推定することは不可能とされていた。

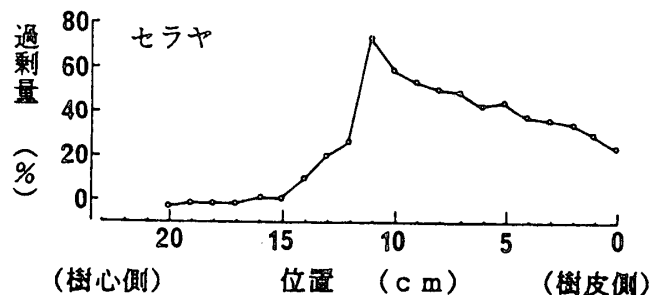


図3 1950年の標準試料より過剰な $^{14}\text{C}$

しかし、ヒノキ材と同様に大気中の $^{14}\text{C}$ の濃度変化をその樹幹に記録しているはずである。この濃度変化の追跡によって1962年に生長した位置がわかろう。そこで、マレーシア連邦サバ州サンダカン近郊に生育していた直径約90cmのセラヤ材の樹幹について調べた。図3に半径方向の $^{14}\text{C}$ の濃度分布を示す。ヒノキ材で得られた濃度分布と比較することによって $^{14}\text{C}$ 濃度の急増する1962年に生育したのは樹幹表面から12cmの位置であったことがわかる。この間の肥大生長幅は平均として1年当たり5.5cmとなる。長い時間間隔をおき、生育地の林内に分け入って直径を測るかわりに、ここ20数年間の平均の肥大生長幅を決定できることが明らかになった。

### 7. セラヤ材の生育していた気候環境

ケッペンが行った気候区分によると、サバ州は、最北部の一部の地域がAm気候（熱帯モンスーン気候）であるが、全体としてAf気候（熱帯雨林気候）である。Af気候下では温度条件や水分条件のいずれも植物の生育を制限する因子にはならないと言われている。図4は、サンダカン地区の気候をワルターの気候図形で表わした図である。年間を通じて月平均気温はほぼ一定である。月降水量も100mmを下回らないが、モンスーンの影響のために降水量は大幅に変化する。なお、月降水量が100mm以下になると森林にながし

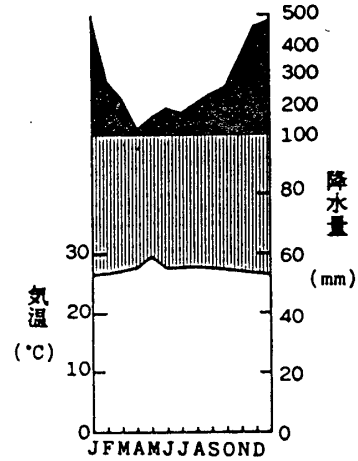


図4 Walterの気候図形であらわした月別平均降水量と月別平均気温(1958-1960)。出典:「東南アジア農業における環境条件(気象)に関する調査研究」熱帯農業センタ(1973)

かの水不足が生じ、この月が現れるようになる地域では森林最上層の平均樹高が低くなると言われている。過去の気象資料によると、当該地区の月降水量は年によって少し異なった変動をしている。樹木の生育していた位置と気象観測ステーションの位置とは離れていることや、樹木を取り巻く微気候が重要な影響因子であること考えると、はたして気象資料に見られる変動と樹幹の肥大生長量とが関係するのだろうか。次にこの点を考えてみる。

### 3. 4. 樹幹の直径生長のリズム

熱帯多雨林気候下での樹木の生長が周期性を示すかどうかについては従来から調べられてきた。しかし、乾季において部分的に落葉する樹種を除けば、全くといってよいほど明らかにはなっていない。葉の更新などでは樹種によっては周期性を示すものもあると言われている。ここで扱ったセラヤ材ではどうであろうか。

セラヤ材や同じ属のラワン材などの南洋材の木口面を注意深く見ると同心円状に濃淡の縞模様があることに気付く。この縞模様と気候はなんらかの関係があるようである。図5は生物画像解析装置を使用して求めた木口面にみられる濃淡の程度と月降水量を比較した結果である。

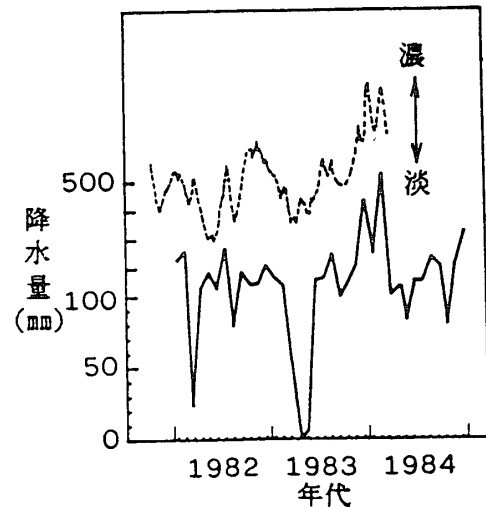


図5 月降水量の変動(実線)とグレイレベル(破線)

このセラヤ材の伐採時期はわかっているため、表面付近が造られた年月をその月の降水量に対比できる。このように木口面の色の濃さの変動と降水量の変動はかなり良く対応することがわかる。

樹幹の内部ではどうであろうか。対応関係をみるには内部の特定位置の生育年代がわからなければならず、従来では不可能に近かったが。しかし、 $^{14}\text{C}$ の濃度分布から1962年の位置が特定でき、はじめてこれが可能となった。図6に結果を示す。濃淡の度合で比較しているため、絶対値としては直接比べられないが、変動の傾向としては良く一致していると言えよう。このように樹幹は水不足の状態に対応しているのではなく、供給される水の量に対し機敏に反応している様に見受けられる。この木口面の濃淡がなにを意味しているのかは今後の課題として非常に興味のあるところである。

### 3. 5. 道管の密度

降水量と肥大生長との間に何らかの関係がある。さらに、木材を構成する組織の一つである道管とも関係しているに違いない。道管は根から吸収された水を樹冠部まで運ぶ通路として機能している。また、木繊維など他組織にくらべて道管を構成する細胞は大型である。図7に道管の出現密度と降水量とを対比して示す。樹脂道という組織がまれに出現するためにみだされるこ

とがあるが、全体としてはなんらかの対応関係があるように見受けられる。道管要素という大型の細胞が形成層から分化したあと拡大するには、細胞内に十分な膨圧が必要であろう。この意味からも供給源である降水との関係を詮索することは重要であると考える。根本的には植物ホルモン等が主要な役割を演じると考えられ、将来的にはこの面からのアプローチが必要となろう。この場合でも、幹の形成に関係して外的要因が多くのプロセスを通じて影響しているはずである。

文献

中村俊夫・中井信之・木村雅也・大石昭二・服部芳明・木方洋二・地球化学 2 1 (1987) 7.

Yoji Kikata, Yoshiaki Hattori, Nobuyuki Nakai, and Toshio Nakamura, I U F R O X VII World Congress Report on the Technical Meeting 95.01(1987)

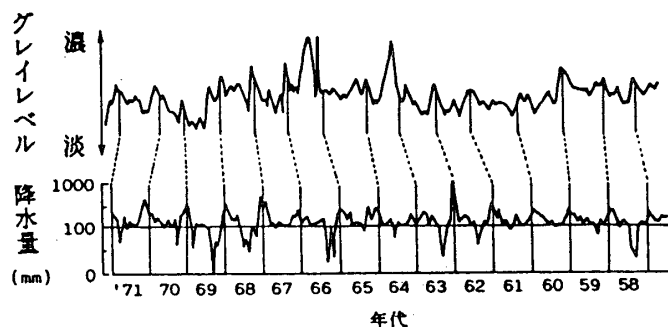


図6 月降水量の変動とグレイレベル

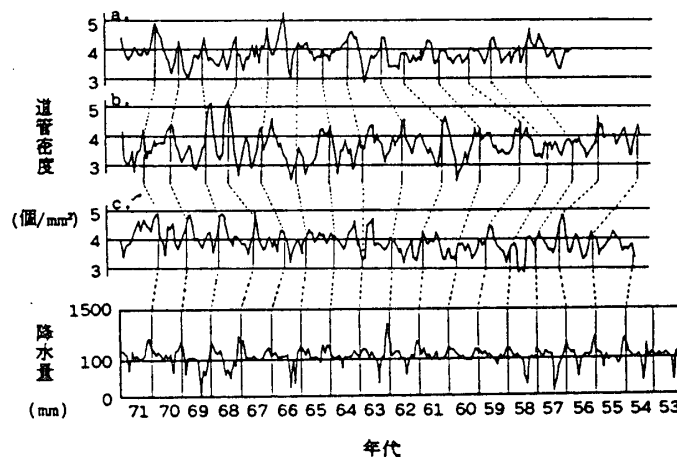


図7 月降水量の変動と道管出現密度