

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	Amir Affan Abdul Azim
論文題目	Growth ring formation of selected tropical rainforest trees in Peninsular Malaysia (半島マレーシアの熱帯雨林樹木における成長輪形成)		
(論文内容の要旨)			
<p>半島マレーシアの熱帯雨林樹木には不明瞭あるいは曖昧な年輪様構造がみられることが経験的に知られているが、これらを年輪と認めるためには放射成長のリズムを明確にとらえ、成長輪の存在を確認する必要がある。したがって、判別可能な成長輪の存在確認とその解剖学的特徴の記述、効果的な年輪判別方法の選択と適用、放射成長の一年間のリズムの決定、そして成長輪が一年に一つ形成されることの確認を通し、半島マレーシアの熱帯雨林樹木約30種に年輪が存在するか体系的に判定することを本研究の主目的とし、解析を行った。</p> <p>第1章では、代表的な樹種について年輪様構造を成長輪とみなせるかどうか概観した。年輪様構造は軸方向柔組織バンドおよび厚壁木部繊維帯から成っていた。解析した樹種のいくつかには降水や葉のフェノロジー変化に対応して放射成長がおこるものがあり、形成層活動に季節性のある可能性が明らかとなった。これらの樹種は成長輪を形成すると示唆された。</p> <p>第2章では、成長輪の形成をさらに詳細に検討した。調査対象樹種に対して、放射成長、形成層活動の季節性、および機械的障害に対する形成層反応の季節的リズムを調査し、熱帯雨林樹種の中に成長輪を形成するものがあることを確認した。成長輪界と確認される解剖学的形質には木部繊維帯、放射方向に扁平な木部繊維、厚壁な木部繊維、マージナル柔組織および道管径と道管密度の変動があった。特に、<i>Peronema canescens</i>には明瞭な成長輪が認められ、これは環孔材的な道管の特徴によるものだった。<i>Intsia palembanica</i>にもはっきりした成長輪が認められたが、これはマージナル柔組織によるものだった。これ以外の17種の樹木では成長輪の不規則性、不明瞭性、不連続性、あるいは樹脂道や傷害樹脂道の存在による不規則性が認められ、成長輪を同定することが難しかった。調査した樹種のうち9樹種では成長輪が認められなかった。したがって、熱帯地域の樹木年輪年代学においては、明確な成長輪を作る樹種の選択が重要であることが明らかとなった。</p> <p>第3章では、成長輪を年輪と同定する際の情報源としてDCパルスマーキングと炭素安定同位体分析の有効性を検討した。炭素安定同位体分析から樹木成長に関して得られる情報には限界があった。これに対し、DCパルスマーキングは成長輪形成の時期を人工的に確認できるため有用である。DCパルスマーキングにより、細胞には破砕細胞、破砕道管、延長された放射柔組織、あるいは時に細胞の異常形状が認められたが、これらはマーキング時に肥大しつつある細胞の位置を知る手段として有用であることが示唆された。</p> <p>第4章では、季節的に変化する降雨パターン、葉のフェノロジーとともに電氣的</p>			

インピーダンス法を用いて形成層活動の季節性を明らかにした。熱帯季節林および熱帯雨林気候のもとで生育した熱帯雨林樹木には、形成層活動とともに起こる放射成長に季節的リズムのあるものがあることが認められた。半島マレーシア北部の熱帯季節林に生育する *Peronema canescens* では少雨期に落葉と放射成長の減少をともなう放射成長の季節性が認められた。半島南部の熱帯雨林に生育する同種樹木にも成長が減速する時期があり、放射成長の季節性が認められた。この季節性は降水パターンや葉のフェノロジーの変化に対応したものではなく、過湿ストレスによるものと考えられた。半島マレーシア南部の熱帯雨林に生育する *Intsia palembanica* には放射成長と形成層活動の季節的リズムが認められた。これは、落葉をともなう少雨期に放射成長が減少し、形成層活動が休止することによるものであった。

第5章では、明確な成長輪を形成する樹種に着目し、これらの成長輪を年輪と結論づけることが可能か検討を行った。熱帯季節林の *Peronema canescens* は環孔材を持ち、これには年輪が認められること、さらに、放射成長の減少、落葉、および少雨期に年輪が形成されることが明らかになった。散孔材を持つ熱帯雨林の *Peronema canescens* では年輪は不明瞭または判定不可能と考えられた。これは、材の解剖学的特徴と $\delta^{13}\text{C}$ 変動が放射成長、形成層活動、葉のフェノロジー、降雨パターンのどれとも明確な関係を示さなかったことが原因であった。マージナル柔組織をもつ熱帯雨林の *Intsia palembanica* は少雨期と落葉の頻度によって、一年間に何度もマージナル柔組織が形成されると考えられるため、明確な年輪形成を認めることは困難であった。

本研究より、半島マレーシアの熱帯季節林に生育する *Peronema canescens* では成長輪が年輪に相当することが明らかとなった。したがって、この樹種は熱帯域の樹木年輪年代学の試料として使用可能であることが示唆された。一方、同種であっても熱帯雨林に生育する *Peronema canescens* と、*Intsia palembanica* および熱帯季節林または熱帯雨林に生育する他のほとんどの樹種には明確な年輪が認められないことが明らかとなった。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせ

て、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

半島マレーシアの熱帯雨林樹木には不明瞭な年輪様構造がみられることが経験的に知られているが、これらを年輪と認めるためには放射成長のリズムを明確にとらえ、成長輪の存在を確認する必要がある。本論文は、樹木年輪年代学的解析の試料として利用可能な樹種の探索を視野におき、熱帯雨林樹木において成長輪が存在するか、また成長輪を年輪と認められるか確認することを目的に検討を行ったもので、評価すべき点は以下のとおりである。

1. 放射成長、形成層活動の季節性、および機械的マーキングに対する形成層反応の季節的リズムを精査した結果、熱帯雨林樹種の中では*Peronema canescens*と*Intsia palembanica*が明瞭な成長輪を形成することを確認した。一方、これら以外の26種の熱帯雨林樹木では成長輪が認められないか不規則で、明確な成長輪は存在しないことを示した。
2. 炭素安定同位体分析から樹木成長に関して得られる情報には限界があったが、DCパルスマーキングでは破碎細胞、破碎道管、延長された放射柔組織、あるいは細胞形状異常が認められ、マーキング時に肥大しつつある細胞の位置を知る手段として有用であることを見出した。
3. 半島北部の熱帯季節林に生育する*Peronema canescens*では、落葉期に放射成長が減少し、年輪が形成されること、また、南部の熱帯雨林に生育する*Peronema canescens*では材の解剖学的特徴が形成層活動、葉のフェノロジー、降雨パターンのどれとも明確な関係を示さないため、年輪形成が認められないことを見出した。半島南部熱帯雨林の*Intsia palembanica*は一年間に何度もマージナル柔組織が形成されるため、明確な年輪形成が認められないことを示した。

以上のように本論文は、半島マレーシア熱帯季節林の*Peronema canescens*では成長輪が年輪に相当し、熱帯地域の樹木年輪年代学試料として有効であることを示すとともに、*Peronema canescens*でも熱帯雨林に生育するものと、熱帯季節林または熱帯雨林に生育する他の多くの樹種には明確な年輪が認められないことを体系的に確認したものであり、樹木解剖学、熱帯林環境学、森林生態学、および樹木年輪年代学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成26年2月10日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、平成27年3月31日までの間当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)