

## 学位論文の要旨

氏名	渡辺 名月
学位論文題目	ツル性ヤシ科植物ロタンの種多様性と成長戦略

本論文は、ロタンの種多様性維持機構を考察するために、種多様性のパタンと成長戦略についてまとめたものである。

第1章では、本研究の意義を述べた。ツル性ヤシ科植物であるロタンは、マレーシアの熱帯雨林の相観において重要な役割を果たしている。ロタンはヤシ科植物の中で最大の適応放散を遂げたグループであり、同地域に出現する双子葉ツル性木本の中で最大の科であるバンレイシ科よりも種数が多い。熱帯雨林における高レベルの種多様性の維持機構を説明する多くの仮説が、これまで提唱されてきた。しかし従来の研究は、熱帯雨林を特徴付ける生活形であるロタンを含むツル植物を軽視してきた。さらに従来の研究は、数種の同属種や異なる系統群に属する樹木を対象としているので、それらの仮説を検証するには不十分である。本論文の目的は、ロタンの種多様性のパタンと成長戦略を明らかにし、熱帯雨林での種多様性維持機構の仮説を検証することである。

第2章では、ロタンの分類学的背景と利用について述べた。ロタンはヤシ科・トウ亜科に属し、13属約600種が存在する。ロタンはシルスとフラジェルムと呼ばれる2種類の登攀装置を用いてよじ登る。シルスは伸長した葉軸であり、フラジェルムは不稔化した花序である。多くのロタンはよじ登るけれども、ツル性を欠きよじ登らないロタンもある。軽くて丈夫なロタンの茎は、籠や家具として、生活用品のみならず商業的に利用される。ロタンの茎のうち、わずか10%はプランテーションから、残り90%は天然の熱帯雨林から採取されているといわれている。過剰採集や森林劣化が原因で、ロタンの野生個体群は減少し、絶滅の危機に瀕している種もある。多くの研究者、国際機関、行政府がロタンの保全と持続利用の開発について議論しているにもかかわらず、ロタンの生態学的研究は少ない。本論文が提供する野生ロタンの生態学的知識は、保全や栽培の分野に対し、有意義な情報を与えるであろう。

第3章では、ロタンの種多様性と量、サイズ構造について調べた。ボルネオ島とジャワ島にある低山地林、低地林(丘と尾根)、沖積地林、泥炭湿地林に6つの調査方形区(0.32-1.00 ha, 20-1100 m alt.)を設置した。調査区内に出現した茎長 $\geq 20$ cmのロタンの高さ、茎(ラミート)本数、個体(株)数を記録した。全調査区内(合計面積4.82ha)で、合計6属42種のロタンを発見した。種多様性(フィッシャーの $\alpha$ )は、低地林( $\alpha = 2.50 - 3.71$ ) $>$ 沖積地林(1.51) $>$ 低山地林(0.91) $>$ 泥炭湿地林(0.74)の順に低下し、樹木群集のそれと一致した。ロタンの茎密度(本/ha)は、低山地林(6000) $>$ 低地林(598-992) $>$ 沖積地林(592) $>$ 泥炭湿地林(161)の順で低下した。株(見た目の個体)密度(株/ha)は、低山地林(3553) $>$ 低地林(368-817) $>$ 泥炭湿地林(113) $>$ 沖積地林(112)の順であった。ロタンの最大高さは種によって異なり、同一の森林内で階層構造を形成していた。樹木の最大高の増加に伴い、ロタンの最大高も増加する傾向があった。これらの結果から、1)種多様性は低地林で最も高く、標高の増加にともない減少し、2)土壌水分過剰により種多様性と茎密度は減少し、3)低山地林に優占するロタンは密に群生することが示唆された。

第4章では、ロタンの個体発生過程について調べた。ロタンはヤシ科植物の中で最大の適応放散を遂げたグループである。一般に茎は肥大成長せず分岐も稀なヤシ科特有の成長に関する系統的制約があるので、ロタンの多様な生活型は基本となる一つの個体発生過程の変異であると仮定した。そして成熟期における最大高が5 m 未満のよじ登らない非ツル種と、10 - 50 m までよじ登るツル種を含むインドネシアで一般的な14種(*Calamus*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Plectocomiopsis*)を材料とし、樹形と配分パタンの個体発生過程を分析した。一般に非ツルは、その全個体発生過程において太くて短い節間(長/径 $< 10$ )を持ち直立し、比較的長い葉柄を持っていた。発達初期のツル種は、葉の形態と節間の形状において非ツル種と類似していたけれども、発達後期になると葉柄は短く、また節間は細長く(長/径 $> 10$ )なり、登攀装置が出現した。個体発生過程におけるこれらの形態的变化は、ロタンの樹冠内で自己被陰を減らす効果がある。多くのツル種は、発達初期において葉部分への資源配分が高いパターンを示し、全個体発生過程における非ツル種のパターンと類似していた。一部のツル種では、発達初期において茎部分への配分率が高かった。ほとんどのツル種が発達後期で葉柄への投資が少なかった。同一の個体発生過程を持つ種間では、茎直径や成熟サイズが異なった。これらの結果から、一連の個体発生過程の異なる段階で成熟することで、多様な生活型を生み出していることが示唆された。

第5章では、*Calamus javensis*を材料としてロタンにおける有性繁殖およびクラスター(分蘖)型とストロン(走出枝)型によるクローン生産の役割について調べた。本種は東南アジア広域に分布するロタンであり、西ジャワ・ハリムン山国立公園で優占している。3つの調査方形区内(合計0.16ha)に合計2777本のラミートと1321個の株を確認した。株あたりのラミート数の頻度分布は逆J字型を示し、最大15本であった。クラスター型とストロン型のラミートはそれぞれラミート数全体の62%と20%を占めた。これは、本種が頻繁にクラスター型のクローン生産をおこなっていることを示す。最大茎長は14mであったけれども、全茎数の75%は1m未満であった。ストロンの長さは6-538cmあり、ラミートの局所的な密度を減少させた。RAPD (randomly amplified polymorphic DNA) 分析により、一つの調査区からサンプルした118株から56本の多型バンドを得た。225cm離れて存在した一組の株を除いて、他のすべての株は異なるRAPDバンドパターンを示した。それらの株の遺伝的類似度は、10m未満において完全なランダム分布で得られた期待値よりも有意に高い値を示した。これらの結果は、ほとんどの株が親の周りに散布された種子由来であることを示唆する。したがって、本種におけるクローン生産は生育地を拡大する分散繁殖戦略ではなく、個体のサイズを大きくするための成長戦略であると結論付けた。

第6章では、第3章から5章までの結果を統合し、熱帯雨林におけるロタンの種多様性の維持機構について考察した。ロタンの種は熱帯雨林内で不均一に分布し、標高と土壤水分の度合いに沿って勾配を見せた。種多様性のパターンは、樹木群集のパターンと同調したことから、これまで樹木に対して提唱されてきた種多様性維持機構仮説が、ロタンに対して応用可能であると考えられる。ロタンの種多様性は、垂直的および水平的に環境が不均一である熱帯雨林内において、更新や成長のためのニッチ分化、および加入制限によって維持されていることが示唆された。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第236号	氏名	渡辺名月
審査委員	主査	山根正氣	
	副査	大塚裕之	富山清升

学位論文題目 Species diversity and growth strategy of climbing palms, rattans  
(ツル性ヤシ科植物ロタンの種多様性と成長戦略)

## 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等をもとに学位論文審査を実施した。本論文はツル性ヤシ科植物ロタンの生態について述べたもので、全文6章より構成されている。

第1章は研究の背景と目的について述べている序章である。熱帯林に多いツル植物の中でも最も適応放散をとげているロタンの多様性はほとんど明らかにされていないが、多様な分布の状況を調べ、その要因を明らかにすることを目的としている。

第2章では、ロタンの分類学的背景と、トウとして日本でもよく利用されている経済的価値について文献の整理を行っている。

第3章ではボルネオ島とジャワ島の6調査区(面積計4.82ha)のデータをもとに、多様性の地理的分布を調べ、ロタンの多様性には、標高、土質が影響することを明らかにしている。

第4章では、林床繁殖型～高さ50m以上の林冠に達する種まで代表的ロタン14種を採集測定し、形態発達過程の相違を明らかにした。茎が肥大成長をせずほとんど枝も出さないという単純な形態を持っているにもかかわらず、各部分の相対成長関係が種によってそれぞれ異なり、それによって林内の多くの環境に適応でき多くの種が共存していることを示した。

第5章では、ランナーと萌芽の2種類の無性繁殖法と種子による有性繁殖法をもつ *Calamus javensis* という一種に注目し、野外調査とDNA解析を合わせてその繁殖様式を調べた、その結果ランナーで数mの距離に新株を作る能力は持っているが、大部分が種子由来の株からなっていること、しかし種子の散布距離は大部分が10m程度であることを明らかにした。

第6章では考察と結論を述べている。ロタンの多様性の地理的分布は樹木のそれと似ており、樹木について提案されているいくつかの多様性を説明する仮説がロタンに対しても適応可能であることを示唆した。ロタンの種多様性は、垂直的および水平的に環境が不均一である熱帯雨林内において、更新や成長のためのニッチ分化、および加入制限によって維持されていることが示唆された。

以上本論文はロタンの生態に関する研究で、その多様性の地理的分布と維持機構について検討を行い、単純な構造ながらも種によって異なる相対成長関係を持つことにより熱帯林の各階層に適応し、広く分布することを明らかにしたが、これは熱帯林生態学の分野での発展に大きく寄与する。また、ロタンは経済的にも有用な植物であるので栽培法の改善にも貢献が期待される。600種もの種をもつロタンの生態的研究はほとんど手つかずの状態であったが、この研究がその本格的研究の第一歩となった。まだ本研究で扱っていない種も多く、今後の発展が期待される。

よって、審査委員会は博士(理学)の学位論文として合格と判定する。

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第236号	氏名	渡辺名月
審査委員	主査	山根正氣	
	副査	大塚裕之	富山清升

博士論文に関する最終試験を、平成18年2月3日に16時から理学部321号講義室で実施した。主査、副査他約20名の参加者があった。まず論文の要旨に示した内容について、約50分間の説明を受けた。

その後質疑応答に移り、以下のような質問と応答があった。

<質問>第5章のRAPD法を使ったDNA解析は問題があり注意して使わなければならないが、どう考えるか？

<応答>RAPD法にはご指摘のような問題点がありますが、クローンの判定などには十分使えると思います。また、この章はすでにEcological Researchに受理されています。

<質問>熱帯林には単子葉植物のロタンだけではなく、双子葉植物のツルもたくさんあるが、ロタンとは競争しないのか？

<応答>ロタンの茎は双子葉植物の木本ツルと比べて自立性が高いので、支柱から離れた場所でも登攀することができることが多いという特徴があります。またロタンは巻きつかずにフックを引っ掛けるようにして上るのに対して、双子葉植物は巻きついて登る種や、根で支柱に張り付いて登る種が多く、大部分の双子葉植物のツルはロタンと登攀の様式が異なります。したがって、支柱に対する要求性がかなり違いますから、両者が直接競争することは少ないと考えられます。

<質問>山地でロタンの密度が低地より高いのはなぜか？

<応答>山地では*Calamus javensis*が山地に多く半分以上を占めていました。この種は湿った場所を好みますが、山地がそのような立地であったためではないかと、思われます。

<質問>階層構造がロタンと樹木で同じように発達し、そのことが両者の多様性を高める要因の一つになっているとの発表があったと思うが、ロタンと樹木では茎の寿命が大きく異なるだろうから、同じくらい高く伸びても茎の回転率などの動態はかなり違うのではないか？

<応答>ご指摘のような問題は今後の課題として考えます。今回は発表しませんでしたでしたが、ロタンの成長速度や死亡率を継続調査区で測定中であり、今後ロタンの動態についても解析していきたいと考えています。

以上のような質疑応答も適切に行われ、博士（理学）の学位を与えるに十分な学力と見識を有するものと判定した。