

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2006 ～ 2008

課題番号：18770021

研究課題名 (和文) 多種共存における地下部アロメトリー仮説の検証

研究課題名 (英文) Verifying below ground allometry hypothesis for species coexistence

研究代表者

山田 俊弘 (YAMADA TOSHIHIRO)

広島大学・大学院総合科学研究科・准教授

研究者番号：50316189

研究成果の概要：

養分吸収を重要視する種は、より多くの細根を地表近くに配置することが予測され、乾燥しがちな立地を生息地とする種は、土壌深部にまで細根を配置させるだろう。この細根配置のトレードオフを“地下部アロメトリー仮説”と呼ぶことにする。地下部アロメトリー仮説を検証するために、マレーシア国パソ保護林と水俣市の照葉樹林を研究地に調査を行った。植物の分布の偏りから種の生息場所の嗜好性を明らかにし、さらに嗜好性が明らかとされた種の地下部の構造を調べた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,000,000	0	1,000,000
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	270,000	3,070,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学 生態・環境

キーワード：(1) 根 (2) アロメトリー (3) 共存 (4) 熱帯雨林
(5) フタバガキ科 (6) パソ保護区 (7) Shorea 属

1. 研究開始当初の背景

熱帯雨林は樹種多様性の非常に高い群落である。熱帯雨林で樹種多様性が高くなる現象は、“なぜ熱帯雨林では、かくも多くの樹種が共存できるのか？”という研究テーマとなり、多くの科学者がこ

のテーマに取り組んできた。そして彼らの研究努力は、この疑問に答える多くの仮説の導出という形で実を結んだ。仮説のうちのひとつである平衡論の見解に立てば、地形的もしくは土壌的な生息地を利用した種間のすみわけは、種の共存条

件の一つとなりえる。現在までに土壌的もしくは地形的な生息地を利用したすみわけの例が多くの熱帯雨林から報告されている。これらの報告は、熱帯樹種の多くが土壌的もしくは地形的な生息地に対する嗜好性を持っていることを示唆している。では植物は、その好適な生息地に対してどのような形態学的、生理学的適応をしているのであろうか？ 残念ながら、この魅力的な疑問に答える研究は、ほとんどなされていないのが現状である。土壌的もしくは地形的な生息地に対する嗜好性なのだから、植物の地下部分（根系）の形態学的、生理学的適応が重要であろうことが予想される。そこで、植物の土壌的な嗜好性を明らかにし、さらに地下部分（根系）を調査し、木本性植物種が嗜好する生息地に対してどのような形態的な適応を行っているのかを明らかにしようと考えた。

2. 研究の目的

熱帯雨林では、土壌養分は地表付近に集中して分布し、反対に土壌水分は地表付近で少なく、地中深くなるにつれて増加していく傾向がある。また砂質土壌は粘土質土壌に比べて土壌水分保持容量が小さい。このため旱魃時には砂質土壌のほうが粘土質土壌より強い乾燥状態となる。砂質土壌に生息する植物は、乾燥しがちな土壌で生活するため、より深い根を持つと考えられる。また山田（2005）は、熱帯樹種（実生や稚樹）の根系に関する研究をレビューし、熱帯樹種間の根系の形態の差は、養分吸収のために細根を地表付近に配置させる戦略と、水分吸収のために細根を地中深くにまで配置させる戦略の間のトレードオフである程度説明できるのではないかと議論した。もちろん、両方の戦略を同時

に満たすことは可能であるが、これは根の成長に多くのエネルギーが必要になることを意味する。林床などの暗い環境に生息する植物にとって、成長に使うことができるエネルギー量は決して多くない。根の成長に多くのエネルギーを分配することは、必然的に同化部分である地上部の成長にまわすエネルギー量が減少することを意味する。植物はその生息地での繁殖の確率が最大になるようなエネルギー予算の分配法と根の形態を進化させてきたことが予想される。養分吸収を重要視する種は、より多くの細根を地表近くに配置することが予想され、乾燥しがちな立地を生息地とする種は、土壌深部にまで細根を配置させるだろう。もし細根の配置と対応した根系の形態が養分・水分吸収戦略間のトレードオフと深く関係していると考えれば、その種間差は土壌環境への適応性とそこでの競争力の種間差を生み出し、ひいては観察されたような土壌的もしくは地形的な生息地と対応した種の分布パターンを生み出している可能性がある。本申請課題では、多種共存を可能にさせる、この細根配置のトレードオフを“地下部アロメトリー仮説”と呼ぶことにする。そして、“地下部アロメトリー仮説”を検証することが、本研究課題の目的である。

3. 研究の方法

熱帯雨林の調査地として、マレーシア国パソ森林保護区を利用する。パソ保護区には1996年度に植えられたフタバガキ科の実生が残っている。そこで、1996年度に植えられた植物を対象に、①細根の配置には養分・水分吸収戦略間のトレードオフが成立するか？②より乾燥する立地を好む種は、そうでない種に比べて根が深いか？③より貧栄養な立地を好む

種は、そうでない種に比べて、地表付近に細根を集中させているか？を検証するための野外調査を行う。すなわちこれら植栽した個体を採集し、オープン乾燥し、地上部、地下部などの主な部分の質量測定を行う。1996年度に植えられた本数と植栽時のサイズが分かっているため、このデータをもとに種ごとの成長速度と死亡速度を算出する。

一方、パソ保護林には、生態学長期観察のための50-ha 調査区が設置されている。この50-ha のデータを用いれば、生息地スペシャリストにとって、種特異的な最適な生息地を明らかにすることができる。このような生態情報を持つ熱帯雨林はパソ保護林以外ほとんどなく、だからこそ、当保護林は種間比較による地下部アロメトリー仮説の検証に適している。50ha調査区の樹木データと照らし合わせて、採集した植物の生息地嗜好性を明らかにし、さらに、移植後10年間の成長と、地下部の構造との関係について解析を進める。

次に照葉樹林の調査地として熊本県水俣市の森林を調査地とする研究を行う。ここでは、優占種であるアオキの分布特性（生息地特化）を明らかにし、地上部アロメトリー仮説検証のための基盤づくりを進める。

4. 研究成果

(1) 水俣市の照葉樹林の調査では、調査対象種のアオキの生息地指向性を明らかにすることができた(図-1)。これは、地下部アロメトリー仮説を検証する場合の重要な情報となるであろう。低木のアオキは照葉樹林内のいたるところに出現するが、谷部に多く出現することを明らかにした。なぜ谷部に集中するかは、谷部の高い土壌水分と、谷部の明るい環境で

説明できる。特に谷部は落葉樹が優占するため、冬の明るい環境となる。常緑のアオキは冬の明るい時に光合成を盛んにすると考えられた。

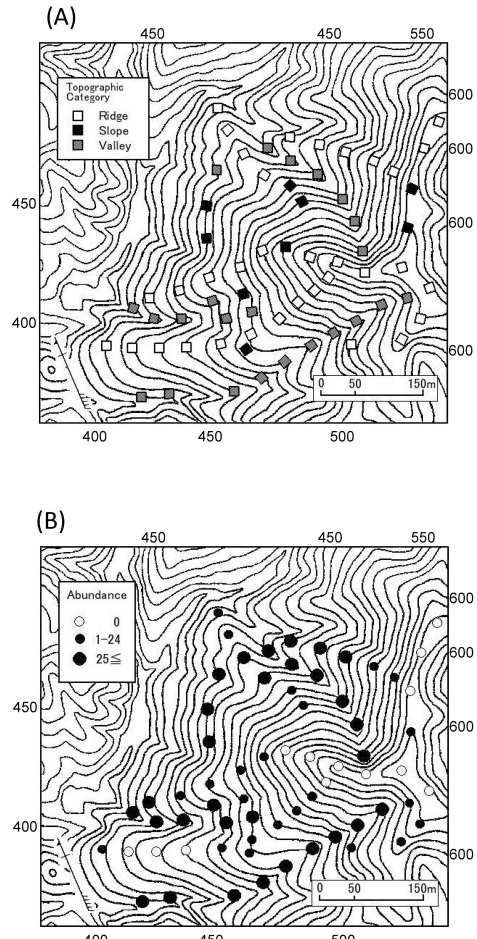


図-1 Location of three topographic categories (ridge, slope and valley) (A) and *Aucuba japonica* absent ($n = 0$), not abundant ($n < 25$) and abundant ($n \geq 25$) quadrats (B) of the 66 quadrats ($20 \times 20 \text{ m}^2$) in a Japanese warm-temperate forest in Minamata. Contours are every 10 m.

(2) パソ保護林に設置された 50-ha 調査区のデータをトーストランレーション法を用いて解析し、植物たちの生息地特化のパターンを明らかに

にした。結果、解析に使用した 482 種のうち、なんと 60%もの植物が生息地特化を見せた。生息地特化の典型例を図-2 に示す。ここで明らかとした生息地特化の情報は地下部アロメトリー仮説検証に不可欠なものである。

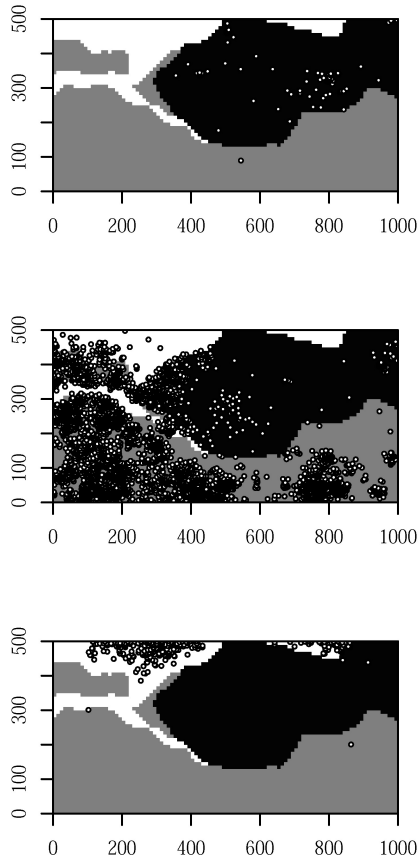


図-2. Examples of the spatial distribution of species that had a significant positive association with (A) habitat 1 (*Chisocheton patens* Blume), (B) habitat 2 (*Shorea maxwelliana* King), and (C) habitat 3 (*Saraca thaipingensis* Cantley ex King) in the 50-ha forest plot in the Pasoh Forest Reserve, Malaysia. The 50-ha plot was divided into three habitats assigned to 10×10 m quadrats. Values on the axes represent distances (m).

(3) 野外調査により、5 種 60 本の植物を採集することができた。これら 5 種の生息地特化と生存率、生長速度、および地上部地下部のアロメトリーを解析している。5 種のうち 2 種は谷部のスペシャリストであり、2 種は丘部のスペシャリストであった。また残りの 1 種は生息地の指向性を持たないジェネラリストであった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① Yuhei Takeshita, Onno Muller and Toshihiro Yamada (2008) Habitat niche specialization in an understory species in a warm temperate forest. *Ecological Research* 24(2): 467-475. 査読あり

[学会発表] (計 1 件)

① Toshihiro Yamada Habitat association of trees in a 50-ha Malaysian rain forest plot. Work shop on Ecosystem function and conservation of tropical forests (Date: August 12th - 13th, 2008, Place: Boarding room, CGER, National Institute of Environmental Studies, Tsukuba, Japan)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 俊弘 (YAMADA TOSHIHIRO)

広島大学・大学院総合科学研究科・准教授
研究者番号：50316189

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者