

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18255003

研究課題名 (和文) ボルネオ熱帯降雨林のリン制限：生態系へのボトムアップ効果と植物の適応

研究課題名 (英文) Phosphorus control of Bornean tropical rain forests: bottom-up effects on the ecosystem and plant adaptations

研究代表者 北山 兼弘 (KITAYAMA KANEHIRO)

京都大学・生態学研究センター・教授

研究者番号 20324684

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：熱帯降雨林、土壌リン、生態系、生物地球化学、リン利用効率、生理適応、ヒース林、ポドゾル

1. 研究計画の概要

ボルネオ島は高温多湿の気候にあって水分や気温は制限要因とならないが、堆積岩起源の古い土壌が卓越するために熱帯降雨林にはリンの制限が強くかかっていると思われる。ボルネオ島でのリン制限は、繁殖のような個体・種レベルのプロセスから、栄養塩循環のような生態系レベルでのプロセスまで幅広く見られはらずである。しかし、一見するとボルネオ島の熱帯降雨林のバイオマスや生産性は高く維持され、上記の予測には従わない。これには、樹種レベルでのリン利用効率最適化に加え、生態系内のリン内部循環効率の上昇が同時に効いていると思われる。私たちは、ボルネオ島を例にとり、リン制限のかかった内陸性熱帯降雨林が広域に存在することを証明したい。また、リン欠乏への適応が植物の群集組成を支配していることを、植物組織～個体～生態系レベルの適応を明らかにすることで証明したい。生態系レベルでの適応機構には土壌微生物群集の機能も含めて考えたい。

2. 研究の進捗状況

(1) これまで、マレーシア・サバ州やブルネイにおいて、ヒース林や丘陵フタバガキ林など様々なタイプの熱帯降雨林を踏査した。代表的林相を持つサイトにおいて、土壌断面を掘削し、層位観察と土壌サンプルの採取を行った。サバでは、地上植生の樹種組成と構造特性の記載も行った。日本に持ち帰った土壌サンプルから、Tiessen & Moir の連続抽出法により異なる土壌リン画分を抽出し、定量

した。その結果、ほとんどのサイトに共通して、全リン濃度が低く、一方で全リンに占める有機態リンと無効態リンの濃度の割合が高い傾向が認められた。

(2) リン欠乏に対する樹木の生理的適応を明らかにするために、個葉レベルでの光合成におけるリン利用効率の研究を行った。サバ州の異なる土壌リン可給性を持つ複数の林分において、陽葉の最大光合成速度を測定した。測定後に葉を凍結乾燥させて日本に持ち帰り、葉組織のリンの画分を試みた。リン欠乏の指標としての生葉の N/P 比、LMA、光合成リン利用効率の関係をみたところ、リン欠乏の増大 (生葉 N/P 比の増大) に対して、光合成リン利用効率は増加した。LMA が増加しても光合成リン利用効率の低下は鈍かった。これには細胞内でのリン画分の配分比変化が関係していると思われ、今後の検討課題になった。

(3) 優占樹種の実生 (平均樹高 30.6cm) から根を採取して、一定の pH で根の酸性リン酸分解酵素活性を測定した。さらに、その根をスキャナで画像化してコンピュータで根長を測定し、根長を乾重で除した Specific Root Length (SRL) を計算した。低リン環境に生育する樹木の根は SRL が高い、あるいは酸性リン酸分解酵素活性が高いという適応機構があると考えられた。

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

この研究は、ボルネオ島の風化が進んだ熱帯降雨林土壌のリン可給性 (存在形態と現存

量)、及び土壌リンの可給性低下に伴う樹木の生理的な適応、の2つの側面を研究対象としている。これまで概ね2つの側面をバランス良く研究できた。しかし、土壌リン供給量の異なる森林間での樹種交代とリン利用効率の関係性については網羅的なデータが採れておらず、今後の検討課題といえる。

4. 今後の研究の推進方策

研究期間は残り1年となったので、まず年度当初に担当者が集まってこれまでの研究結果を集約検討し、作業仮説の検証にとって不可欠なデータを特定したい。ボルネオ熱帯降雨林の代表的な貧栄養土壌であるヒース林については、その土壌と樹木特性が明らかになりつつあるが、土壌と植生の動的な相互作用に関わるデータがないので、これについて重点的に調査を進める。サイト間の樹種交代とリン利用効率の関係については、リン利用効率と水利用効率のトレードオフに関するデータを重点的に収集し、明らかにする。

5. 代表的な研究成果

(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 6件)

①Wagai R., Mayer L. M., Kitayama K. (2009) Extent and nature of organic coverage of soil mineral assessed by a gas sorption approach. *Geoderma* 149: 152-160. 査読有

②Moritz L., Liang C., Wagai R., Kitayama K. & Balsler T. (2009) Vertical distribution and accumulation of microbial residues in two tropical forest soils formed from contrasting parent material. *Biogeochemistry* 92: 83-94. 査読有

③Ushio M., Wagai R., Balsler T. & Kitayama K. (2008) Variations in the soil microbial community composition of a tropical montane forest ecosystem: Does tree species matter? *Soil Biol. Biochem.* 40: 2699-2702. 査読有

④ Wagai R., Mayer L. M., Kitayama K. & Knicker H. (2008) Climate and parent

material controls on soil organic matter storage in surface soils: A three-pool, density-separation approach. *Geoderma* 147: 23-33. 査読有

[学会発表] (計 9件)

①潮雅之、和穎朗太、北山兼弘(2007) 熱帯山地林において樹種依存的に形成される土壌微生物群集の構造と土壌酵素活性、第54回日本生態学会、愛媛大学、2007年3月20日

[図書] (計 1件)

①北山兼弘 (2008) 栄養の乏しい土壌に豊かな森ができるわけ —熱帯林の樹木が「大きくなるジレンマ」を解消するしくみ—、森の不思議を解き明かす、エコロジー講座、pp 36-43 (日本生態学会編 矢原徹一 責任編集)、文一総合出版