様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月　１ 日現在

機関番号：８２１０５
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2022
課題番号：１８Ｋ０５７５３

研究課題名（和文）ボルネオ熱帯林における伐採インパクトの違いが細根現存量の回復に及ぼす影響

研究課題名（英文）Influence of difference in logging impacts on recovery of fine root biomass in tropical forests in Borneo

研究代表者

宮本　和樹（Miyamoto, Kazuki）

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：６０３５３８７７

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,400,000円

研究成果の概要（和文）：伐採履歴の違いが熱帯林の地上部現存量や細根現存量の回復に及ぼす影響とその要因を明らかにするため、ボルネオの熱帯原生林と2つの択伐林（2005年と2015年伐採）を対象として地上部現存量、樹木動態、細根現存量と生産速度を比較した。新択伐林と比べて旧択伐林は地上部現存量が高く幹の直径成長速度が低かった。また、旧択伐林では先駆種のマカランガの小径木の死亡率が高く更新が進んでいないようであった。細根の現存量と生産速度は森林間で大きな違いはみられなかったが、原生林の林内と比べて新択伐林の作業道跡では深さ5-15 cmの細根現存量が有意に低かった。以上から旧択伐林はより進んだ回復段階にあると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
木材生産林は熱帯林のなかで大きな割合を占めており、伐採からの森林の回復過程を明らかにすることは、熱帯林の保全や持続的森林管理の観点から重要である。本研究はボルネオ島における択伐林の回復過程を地上部の現存量や樹木動態だけでなく、知見が十分でない細根現存量や生産速度とともに評価したものであり、伐採を受けた熱帯林の回復過程の解明に貢献することが期待される。

研究成果の概要（英文）：To clarify the effects of different logging histories on the recovery of aboveground biomass biomass and fine root biomass in tropical forests and their causal factors, we compared above-ground biomass, tree dynamics, fine root biomass and production rates in a primary tropical forest and two selectively logged forests in Borneo (logged in 2005 and 2015). Compared to the new logged forest, the old logged forest had higher aboveground biomass and lower trunk diameter growth rates. In addition, regeneration of Macaranga, pioneer species did not seem to be progressing in the old logged forest due to the high mortality rate of small-sized trees. Fine root biomass and production rates did not differ largely among forests, but fine root biomass at 5-15 cm depth was significantly lower in skid trail of the new logged forest than in the primary forest. Based on the above, the old logged forest was considered to be in a more advanced stage of recovery.

研究分野：森林生態学

キーワード：森林回復　細根　先駆種　マカランガ　熱帯林　ボルネオ

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

マレーシアなど熱帯林域の木材生産林の一部では、過去の無秩序な伐採により森林を荒廃させた反省から、低インパクト伐採など持続可能な森林管理へ向けた取り組みが進められている。熱帯林における伐採からの回復については、これまで森林地上部を中心に評価されてきた。しかし、伐採が森林地下部の現存量回復にどのような影響を及ぼすかという点については十分な知見が得られていない。樹木の細根（直径 2mm 未満の根）は養分・水分の吸収を担うほか、活発に成長し生死を繰り返すことで森林地下部の成長や炭素循環に大きく影響しうる器官である。このことから、伐採が熱帯林の地下部現存量に及ぼす影響を解明するためには、細根現存量の回復プロセスに着目することが重要と考えられる。

２．研究の目的

本研究では、ボルネオの熱帯原生林と伐採履歴の異なる森林（旧択伐林と新択伐林）を比較することで、伐採履歴の違いが熱帯林の地上部現存量や細根現存量の回復に及ぼす影響とその要因を明らかにすることを目的とした。

３．研究の方法

(1)　調査地

調査地はマレーシア、サバ州（ボルネオ島）のマリアウベイスン森林保護区とその周辺地域にみられる低地フタバガキ林である。保護区の周辺で 2005 年に択伐が行われた森林（旧択伐林）と 2015 年に択伐された森林（新択伐林）および保護区内の原生林を対象とした。

(2)　方法

原生林、旧択伐林、新択伐林において 2019 年 7 月に調査プロット（各 0.25 ha）を設置した。2 つの択伐林においては伐採時の作業道の一部がプロット内に含まれるように設置した。2019 年にプロット内の基準サイズ（幹直径 5　㎝）以上の樹木個体を対象として直径の測定と樹種の同定を行った。また、一部の個体については樹高の測定も行った。2022 年 10 月に直径の再測定を行い、生存／死亡の別を確認した。また、新たに基準サイズ以上となった新規加入個体についても幹直径の計測と樹種の同定を行った。

地表面の状態を把握するため、プロット設置と同じ時期にプロット内の閉鎖林冠下と作業道跡それぞれについて、土壌硬度計による測定と円筒による土壌採取を行った。深さ 15 ㎝から採取した土壌コアサンプルを元に容積密度を測定した。

細根の現存量（1 ㎡あたりに存在する細根の乾燥重量）を推定するため、プロット設置と同じ時期に深さ 0-5　㎝と 5-15　㎝における土壌コアサンプルを採取し、直径 2　㎜未満の細根を選別した。細根は風乾後、オーブンを用いて 70℃で 72 時間以上乾燥し乾燥重量を求めた。また、細根の生産速度（1 年間で 1　㎡あたりに生産される細根の乾燥重量）を推定するため、2022 年 10 月に 2 ㎜のメッシュサイズの円筒形資材（イングロースコア）に根が含まれていない現場の土壌を入れ、それぞれのプロットの閉鎖林冠下と作業道跡に設置した。約 4 か月後の 2023 年 2 月にイングロースコアを回収し、上記と同じ方法で細根を選別し乾燥重量を求めた。

４．研究成果

(1)　森林の概況

原生林では *Shorea acuminatissima* をはじめとするフタバガキ科の樹木や、ボルネオテツボク（*Eusideroxylon zwageri*、クスノキ科）などが優占していた。旧択伐林と新択伐林でもフタバガキ科の樹木やボルネオテツボクが見られたが、択伐林では撹乱を受けた場所を好んで生育する先駆種のマカランガ属の樹木（*Macaranga pearsonii*、*M. hypoleuca* など）が優占していた。原生林の最大樹高は 80 m を超えたが、旧択伐林と新択伐林の最大樹高は 60 m に達しなかった。

(2)　地上部現存量

調査プロットの樹木サイズデータと樹種毎の材密度データベース（Zanne et al. 2009）に基づき、Chave et al. (2014)の式を用いて地上部現存量を求めた。その結果、地上部現存量は原生林で最も高く、次いで旧択伐林となり、新択伐林で最も低くなっていた（図 1）。2 つの択伐林ではそれぞれ地上部現存量の約 20%がマカランガ属の樹木によって占められていた。

(3)　個体群動態

プロット全体の幹直径成長速度は新択伐林が最も高く、旧択伐林、原生林の順に低かった。先駆種のマカランガ属についてみた場合も同様で、旧択伐林と比べて新択伐林で高い幹直径成長速度を示した。死亡率は原生林と比べて 2 つの択伐林で同程度に高かった。マカランガ属の場合、期首の直径サイズによって死亡率の高低の関係が 2 つの択伐林間で異なった。特に幹直径

15cm 未満の小径木に着目すると、新択伐林よりも旧択伐林で死亡率が高かった。旧伐採林ではマカランガの小径木個体が少なく死亡率が高かったことから、更新が進んでいない可能性が考えられた。新たに幹直径 5 cm 以上となった新規加入個体は、新択伐林で最も多く、旧択伐林、原生林の順に少なかった。マカランガの新規加入個体は新択伐林のみでみられた。

(4) 細根の現存量と生産速度

土壌表面から深さ 5 cm までの細根の現存量は原生林と 2 つの択伐林の間で違いがみられなかった。深さ 5-15 cm までの細根の現存量をみると、原生林の林内と比べて新択伐林の作業道跡では細根の現存量が有意に低かった(図 2)。イングロースコアを用いた細根の生産速度はいずれの深さでも森林間で有意な違いはみられなかった。細根の生産速度は現存量に匹敵する値を示すものもあり、原生林と択伐林いずれにおいても活発に細根の入れ代わりが起きていることが示された。

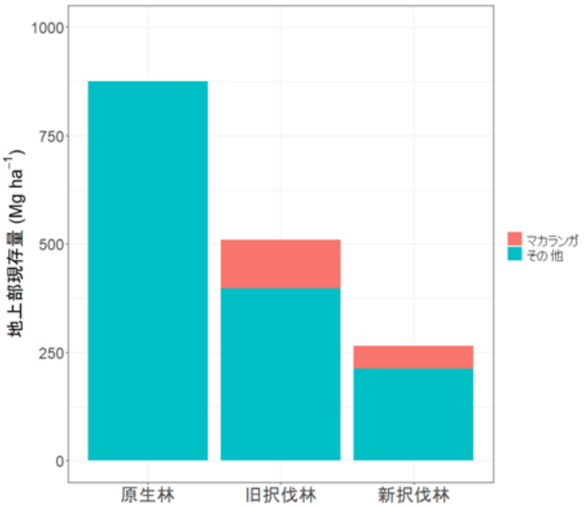

図 1 地上部現存量の比較

(5) まとめ

地上部と細根の現存量や動態の点から、2 つの択伐林は伐採からの順調な回復過程を進んでいることが示唆された。新択伐林よりも伐採年が 10 年程度古い旧択伐林では、伐採からの回復段階がより進んでいることが示された。新択伐林では先駆種のマカランガの若い個体が旺盛な成長を示したのに対し、旧択伐林では幹直径成長速度が低く、先駆種のマカランガの更新も進んでいないことから、今後は先駆種に代わりフタバガキ科などの遷移後期種による更新と優占が進んでいくものと考えられた。

＜引用文献＞

① Chave J et al. (2014) Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. Global Change Biology 20: 3177-3190.

② Zanne AE et al. (2009) Data from: Towards a Worldwide Wood Economics Spectrum. Dryad Data Repository. Available online: https://doi.org/10.5061/dryad.234.

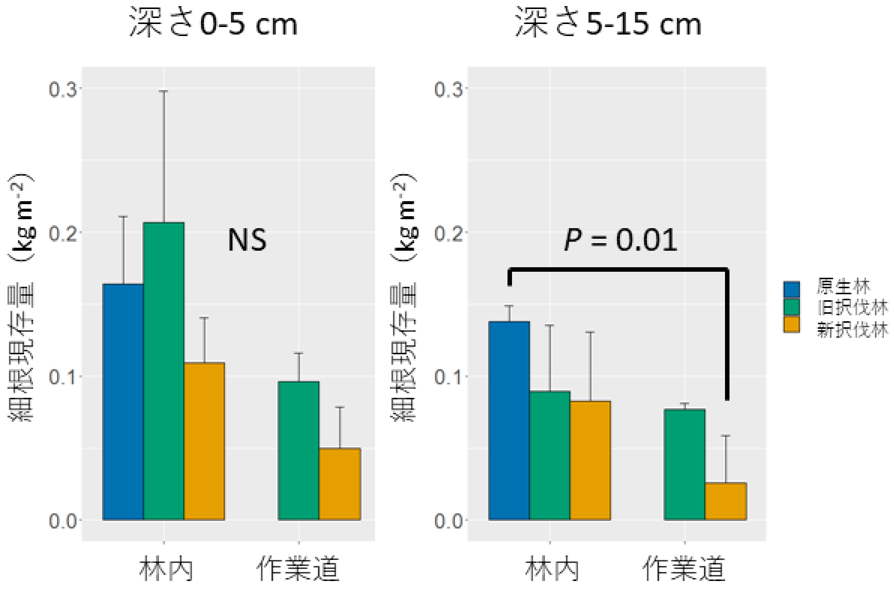

図 2 細根現存量の比較

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計1件（うち査読付論文　0件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　1件）

１．著者名 宮本和樹	４．巻 46
２．論文標題 アガティスの森	５．発行年 2019年
３．雑誌名 季刊森林総研	６．最初と最後の頁 20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

〔学会発表〕　計4件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 Kazuki Miyamoto, Shin-ichiro Aiba, Ryota Aoyagi, Reuben Nilus
２．発表標題 Comparison of tree dynamics in tropical lowland forests with different logging histories
３．学会等名 第70回日本生態学会大会
４．発表年 2023年

１．発表者名 Kazuki Miyamoto, Shin-ichiro Aiba, Ryota Aoyagi, Reuben Nilus
２．発表標題 Distribution characteristics of pioneer tree species in selectively logged forests in Borneo
３．学会等名 第31回日本熱帯生態学会年次大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 Kazuki Miyamoto, Shin-ichiro Aiba, Ryota Aoyagi, Reuben Nilus
２．発表標題 Comparison of forest structure and species composition in primary and logged forests in Borneo
３．学会等名 第68回日本生態学会大会
４．発表年 2021年

1．発表者名 宮本和樹、相場慎一郎、青柳亮太、Reuben Nilus
2．発表標題 ボルネオ熱帯林における伐採が樹種組成と細根現存量に及ぼす影響
3．学会等名 第67回日本生態学会全国大会
4．発表年 2019年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

ボルネオ熱帯林における伐採インパクトの違いが細根現存量の回復に及ぼす影響 https://www.ffpri.affrc.go.jp/ipo/jointresearch/saikongenzon/index.html

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	相場　慎一郎 (Aiba Shin-ichiro) (60322319)	北海道大学・地球環境科学研究院・教授 (10101)	削除：2020年3月9日

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	相場　慎一郎 (Aiba Shin-ichiro) (60322319)	北海道大学・地球環境科学研究院・教授 (10101)	

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
マレーシア	サバ州林業局森林研究センター			