

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25450213

研究課題名(和文) 熱帯泥炭湿地林の結実特性を考慮した保全策の構築

研究課題名(英文) Conservation of tropical peat swamp forests in relation to its fruiting phenology

研究代表者

嶋村 鉄也 (Shimamura, Tetsuya)

愛媛大学・農学研究科・准教授

研究者番号：80447987

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：熱帯泥炭湿地林において樹木の開花・結実の季節性が森林の劣化によりどのように変化するかを解明するために、択伐により水位が低下した林分と、排水の影響が経度な林分で樹木の開花結実特性を比較した。その結果、1)モデル種子を用いた除去実験の結果、雨期における種子捕食率は排水区の方が非排水区よりも低くなっていた。2)開花結実に関しては、排水がなされた森林における樹木種の結実頻度は非排水区よりも高かった。これらの結果より、排水がなされた森林においては樹木の開花結実頻度が上昇しており、その影響はネガティブなものではないことが明らかになった。一方で、長期的な火災の影響も無視できないことも明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We have monitored fruiting phenology of dominant tree species and seasonal changes of seed predators activity in well and least drained tropical peat swamp forest to reveal the effect of drainage on tropical peat swamp community. The result of the study showed that the removal rate of model seeds decreased during high water table in both stands, whilst it increased during low water table, indicating that flooding restricted the feeding activity of terrestrial small mammals. The trees in least drained forests fruited during wet seasons in general, whilst that in well drained forests fruited more frequent. Regardless of the expectation, drainage did not have negative effects on fruiting phenology. One possible explanation for the observed pattern is drainage enhance mineralization of peat materials and weaken flooding stress. Anyway further studies are required to test the possible mechanisms and evaluate the risks of fire.

研究分野：熱帯林生態学

キーワード：熱帯泥炭湿地林 開発 開花結実

1. 研究開始当初の背景

森林生態系を巡る環境問題の中でも熱帯泥炭湿地林の消失は、温室効果ガスの放出・生物多様性の消失を引き起こし、その維持や管理は重要な課題となっている。しかし、その生態系を基盤から支える一次生産者である樹木の更新や生態学的プロセスに関する理解は不十分である。

熱帯泥炭湿地林の荒廃・劣化は以下のような過程をたどる。1)有用樹種を択採し、それらを運搬するための排水路を掘削する。この排水により水位が低下する。2)排水された森林は火災に対して脆弱になり、火災が発生するとチガヤが繁る荒廃地となる。また、現存する多くの保護林の大部分は排水路が掘削された状態で保護されており、自然状態よりも水位が低くなった状態で維持されている。一部の保護林においては、排水路にダムを設置することで、水位を多少上昇させているが、ある程度の水位の低下は免れず火災に対する脆弱性は依然として存在している。

これまでの、研究によると、熱帯泥炭湿地林における樹木の結実周期は以下のような傾向をもつことが明らかになっている (Poesie et al. 2012)。

1)木本種には種子捕食圧が高い種(捕食者に好まれる種)と低い種(好まれない種)がある。

2)陸上ほ乳類(種子捕食者)の活動は、水位が高い雨季に低下する

3)種子捕食圧が高い種は、捕食圧が低下する雨季に結実する。

4)種子捕食圧が低い種の結実は、水位や捕食圧と独立か、水位が低い時期に行われる。

このように、木本種の開花結実は水位・捕食圧と関係があり、捕食者に好まれる種は捕食圧が低い雨季に結実することが明らかとなった。

この成果は2005年~2008年にかけての調査で明らかになったことであり、それ以外にも以下の事実が明らかとなっている。

1)2005年は、降水量が少なく水位は低いままで、捕食者に好まれる種の結実は僅かであった。

2)2008年と2009年は降水量が多く、水位は上昇し、捕食者に好まれる種の多くが結実した。

これらのことから、以下の仮説が導かれる。

1)種子の結実は水位もしくは、捕食圧と関係がある。

2)水位の上昇が結実のトリガーとなっているのならば、水位が低下した森林では種子は結実せず、更新が妨げられる。

3)水位ではなく、進化的に捕食圧が低くなる時期に種子が結実するようになっているとした場合、水位が低下した森林では、捕食圧が下がらずに多くの種子が捕食され更新が妨げられる。

いずれの場合にせよ水位の低下が泥炭湿地林の多くの木本種の更新を妨げる要因とな

ることが示唆される。水位の上昇が結実のトリガーとなっている場合には事態はより深刻であり、保全・管理のためにさらなる手段を講じる必要がある。

2. 研究の目的

そこで、本研究では熱帯泥炭湿地林における現在の維持・管理手法の根本的な問題点を解明することを目的とする。そのために、熱帯泥炭湿地林において、水位が低下した森林と比較的高い水位が保たれている状態の森林における、種子の結実動態・捕食者の活動・水位との関係・種子の発芽と更新動態を解明し、上述した作業仮説を検証する。

3. 研究の方法

本研究の調査地は、インドネシア・ボルネオ島・中央カリマンタン州のセバング川流域とカハヤン川流域にある泥炭湿地林において調査を行う。セバング川の流域においては、水位は殆ど低下していない状態の森林が残されており、カハヤン川流域にある森林では、排水により水位が大幅に低下した森林がある。これら2つの林分で調査を行った。

調査区において、モデル種子としてジャックフルーツ (*Artocarpus heterophyllus* Lam, Moraceae) の種子を使用した。この種の種子はその大きさ、色、捕食のしやすさにおいて、モデル種子としては理想的なものの一つである。調査は林内に設置された20m×20mのプロットで行った。各、小区画の中に25個の種子設置点を作成した。各設置点に4つの種子を設置し5日後に残存する種子の数を計測した。この調査は毎月行われた。

種子トラップ法により種子を毎月回収した。各種子トラップは0.8m四方の方形のものであり、メッシュサイズは2mm、地上1.2mの位置に設置してある。各林分に設置された50m四方のプロットに25個設置した。トラップ内の種子サンプルはその状態に応じて未成熟・成熟・破損に分けられた。成熟と判定された種子はオープンで乾燥した後で、その重量を計測した。

林内に塩ビパイプを埋め込み水位の計測を行った。水位の計測は毎月一度行った。

4. 研究成果

調査区では、10月から1月にかけて雨期であり水位が上昇している。一方で6月~9月の間は水位が下降している。調査区を比較すると排水がなされた林分では水位の季節変動が大きいことがわかる(図1)。また、回帰分析の結果、水位変動はモデル種子の除去率に負の影響を与えることが明らかとなった。これは両調査区で共通であった(排水区 $F_{1,17}=30.3$, $p = 3.9 \times 10^{-5}$, 非排水区 $F_{1,17} = 24.6$, $p = 1.2 \times 10^{-4}$)。水位が低い時期には、両調査区ともほぼ100%の種子が除去されていたが、水位が低い時期においては殆どの種子が除去されずに残っていた(図1)。

これは、種子捕食者の活動は水位が高い時期には地表で制限されていること、逆に水位が低い時期では制限されていないことをしめしている。

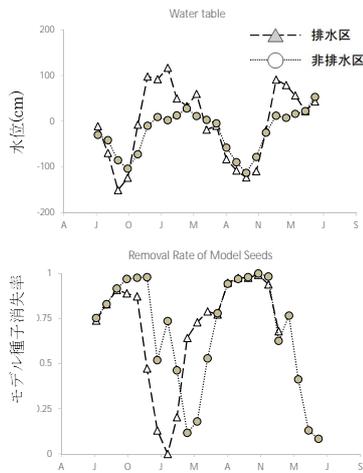


図1. 水位 (cm) とモデル種子の消失率

種子の開花結実は種によって異なっていたが、*Calophyllum hosei*、*Gymnacranthea farquhiana*、*Fibraea tinctoria*、*Lithocarpus dasystachys*などは、水位が高い時期に結実する傾向がみられた。一方で、*Elaeocarpus mastersii*、*Diospyros pseudomalabarica*、*Camponosperma coriaceum*、*Camponosperma squamatum*などの種は水位とはあまり関係なく結実していた(図2)。これらのうち、水位が高い時期に結実する種の多くは比較的種子捕食者に好まれる樹種であり、水位とはあまり関係なく結実していた種は種子捕食者にあまり好まれない樹種である(Poesie et al. 2012)(表2)。これらの結果より、種子捕食者に好まれる樹種は種子捕食者の活動性が低下する時期に結実していることが明らかになった。これにより、これらの樹種は種子捕食をさけている可能性がある。一方で、種子捕食者に比較的好まれない樹種の結実は、種子捕食者の活動に影響を与える水位とは独立であることが明らかになった。

また、結実の頻度に関しては、今回調査対象となった多くの種で結実頻度が排水区の方で多くなっていた。*Nephellium lappaceum*や*Gymnacranthea farquhiana*の両種に関しては非排水区での結実が今回の調査では確認されていないが、これら両種の結実は同じ調査区で同じリタートラップを使用した調査で確認されている(Poesie et al. 2012)。従って、両種ともに今回の調査期間において排水区で結実が確認される可能性はあったにも関わらず結実の確認されず、非排水区での結実のみが確認されたと考えることができる。これらの結果より、種子が捕食者に好まれる・好まれないにかかわらず殆どの樹種

の結実頻度は非排水区で高くなっていたと考えることができる。当初の予測では排水区において結実の頻度は減少する可能性が考えられたが、今回の結果ではその予測とは逆に結実頻度が上昇していた。その理由としては、1)排水により、植物が冠水ストレスから解放された可能性がある、2)排水によってより深い泥炭層まで酸素が多く供給されるようになり、泥炭の無機化が進行し養分状態がよくなったという結果が考えられる。いずれにせよ、これらの要因が今後より長期的にどのような影響をあたえるかということ調査する必要があると考えられる。

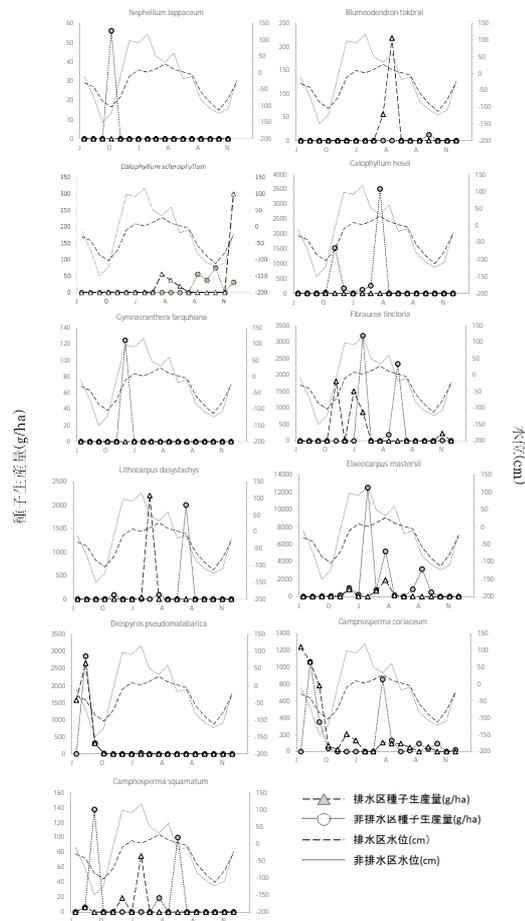


図2. 種子の開花結実量 (g/ha)

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7件)

Itoh, M., Shimamura, T., Ohte, N., Takemon, Y. Differences in hydrophyte life forms induce spatial heterogeneity of CH4 production and its carbon isotopic signature in a temperate bog peatland. Journal of Geophysical Research 120:1177-1195. (2015) (査読有)

Tanaka Kenzo, Ryo Furutani, Daisuke Hattori, Sota Tanaka, Katsutoshi Sakurai, Ikuo Ninomiya, Joseph Jawa Kendawang. Aboveground and belowground biomass in logged-over tropical rain forests under different soil conditions in Borneo. J For Res 20:197-205. (2015) (査読有)

田中憲蔵・米田令二・二宮生夫. 光環境に伴うモミ(*Abies firma*)稚樹の伸長フェノロジーと樹形. 関東森林研究 65: 327-330. (2014) (査読有)

Seriba, K. Ninomiya, I., Kobayashi, O. and Shimamura, T.: Rural community perception of fuelwood usage by families living in Wassorola, Mali; Interview with women as main fuelwood collectors, J. Agr. Crop Res. 1:76-83.(2013) (査読有)

Kendawang, J. J., Ninomiya, I. and Sakurai, K.: Effects of soil compaction on the growth and mortality of planted dipterocarp seedlings in a logged-over tropical rainforest in Sarawak, Malaysia. For. Ecol. Manag. 310: 770-776. (2013) (査読有)

Hattori D, Kenzo T, Kendawang J.J., Ninomiya I., and Sakurai K.: Rehabilitation of Degraded Tropical Rainforest Using Dipterocarp Trees in Sarawak, Malaysia. International Journal of Forestry Research, vol. 2013, Article ID 683017, 11 pages, (2013) (査読有) doi:10.1155/2013/683017

Hattori, D., Kenzo, T., Yamauchi, N., Irino, K.O., Kendawang, J.J., Ninomiya, I., and Sakurai, K. :Effects of environmental factors on growth and mortality of *Parashorea macrophylla* (Dipterocarpaceae) planted on slopes and valleys in a degraded tropical secondary forest in Sarawak, Malaysia. Soil Sci. Plant Nutr. 59:218-228. (2013) (査読有)

〔学会発表〕(計7件)

Shimamura, T., Poesie, E. S., Ninomiya, I., Limin, S. H.: Decomposition of woody materials in tropical peat swamp forest stands in Central Kalimantan. 2017年6月17日, 第27回日本熱帯生態学会年次大会, 奄美文化センター(鹿児島県奄美市)

Shimamura T., Poesie E, Ninomiya I. Tropical peat swamp exploitation changes phenology of tree species and seed predators' activity. 2016年3月24日

本生態学会第63回全国大会・仙台国際センター(宮城県仙台市)

嶋村鉄也・柳井彰人・二宮生夫. インドネシア・ムラピ山における大規模噴火後の景観復興過程. 2015年9月3日, 平成27年度農業農村工学会大会講演会. 岡山大学津島キャンパス(岡山県岡山市)

Shimamura T., Poesie E*, Ninomiya I. Effect of drainage on fruiting phenology of tree species in tropical peat swamp forests. 2015年6月20日, 第25回日本熱帯生態学会年次大会. 京都大学吉田キャンパス(京都府京都市)

T. Shimamura, Poesie, E. S.*, Ninomiya, I.: Changes in taxonomic and phylogenetic diversity of tropical peat swamp forest communities. 2015年3月21日, 第62回日本生態学会大会, 鹿児島大学郡元キャンパス(鹿児島県鹿児島市)

嶋村鉄也・Erna S. Poesie*・二宮生夫: 東南アジア、熱帯泥炭湿地林植物群集の系統学的多様性解析. 2014年6月15日, 第24回日本熱帯生態学会年次大会, 宇都宮大学峰キャンパス(栃木県宇都宮市)

嶋村鉄也・百瀬邦泰、熱帯泥炭湿地林における材分解の物理・化学的特性. 2013年6月13日, 第23回日本熱帯生態学会年次大会, 九州大学箱崎キャンパス(福岡県福岡市)

〔図書〕(計3件)

Shimamura T. An Overview of Tropical Peat Swamps. In Catastrophe and Regeneration in Indonesia's Peatlands: Ecology, Economy and Society. NUS Press. 123-147. 2016.

Fujita M, Mizuno K, Kawai S, Watanabe K, Samejima H, Masuda K, Suzuki H, Sugihara, K, Kobayashi, S, Kozan O, Shimamura T. Epilogue: Towards the Regeneration of Biomass Societies In Catastrophe and Regeneration in Indonesia's Peatlands: Ecology, Economy and Society. NUS Press. 424-437. 2016.

嶋村鉄也: インドネシア熱帯泥炭湿地林における樹木の開花結実. 愛媛ジャーナル 28巻7号: P.86-89, 岡田印刷. (2014)

6. 研究組織

(1)研究代表者

嶋村 鉄也 (SHIMAMURA, Tetsuya)

愛媛大学・農学研究科・准教授

研究者番号: 80447987

(2)研究分担者

二宮 生夫 (NINOMIYA, Ikuo)

愛媛大学・農学研究科・教授

研究者番号：80172732

(3)研究協力者

Erna Poesie (Erna Poesie)