

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870462

研究課題名(和文) 熱帯生態系保全とパームプランテーション経営を同時達成する残存林送粉サービスの評価

研究課題名(英文) Introduction of pollination service towards the balancing of palm plantation farming and tropical ecosystem conservation

研究代表者

近藤 俊明 (KONDO, TOSHIAKI)

広島大学・国際協力研究科・特任准教授

研究者番号：40391106

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：オイルパームプランテーションの拡大によって東南アジアの熱帯林は急速に減少している。本研究では、プランテーションに媒介昆虫として導入されるアフリカ産のゾウムシ(外来種)と、断片化した熱帯林のネットワーク形成に寄与するプランテーション内の残存林に生息する昆虫種(自生種)について、パーム種子生産への貢献度を比較した。

その結果、熱帯林が残存するプランテーションでは、自生種のコバエ類も種子生産に貢献していることなどが明らかとなった。つまり、残存生態系により提供される送粉サービスの活用が、断片化した熱帯林のネットワーク形成のみならず、安定的なオイルパーム種子の生産にも寄与することを示唆するものであった。

研究成果の概要(英文)：Due to the expansion of oil palm plantation, it is predicted that more than half of tropical rainforest remnants are disappeared by 2050. One of the possible solutions to deforestation is utilization of pollination service from forest remnants. Because oil palm cannot grow on wet soil condition, there are some forest remnants along rivers in plantation and they facilitate animal movement between fragmented forests. Furthermore, several wild insects in forest remnants would assist the pollination instead of alien African weevils which were introduced into plantation for palm seed production.

In this study, we compared pollinator compositions between ordinary plantation and plantation with forest remnants. Although only African weevils were observed in ordinary plantation, several wild insects assisted the pollination of oil palm in plantation with forest remnants. Thus, utilization of pollination service contributes to palm plantation farming, as well as tropical ecosystem conservation.

研究分野：分子生態学

キーワード：生態系サービス 熱帯雨林 オイルパームプランテーション

1. 研究開始当初の背景

地球上の森林の面積は今なお年間 1300 万 ha レベルで減少しており、その多くは「生命の宝庫」と呼ばれる豊かな生物多様性を育み、「二酸化炭素の吸収・固定」に代表される多様な生態系サービスを提供する熱帯雨林で生じている。こうした熱帯地域における森林減少の多くは、オイルパームプランテーションに代表される農地への転換によるものであるが、食料やバイオ燃料としてのパーム油の世界的需要の高騰によって、オイルパームプランテーションの面積は増加の一途をたどっている。

一方で、オイルパーム(油椰子)はその生育地特性から谷部への植栽が困難であったため、オイルパームプランテーション内には河川に沿って小規模な森林が残されており、分断化された熱帯林のネットワークを形成する緑の回廊としての役割を担ってきた。しかしながら、オイルパームの品種改良や護岸整備などの農地整備によって生育不適地であった谷部での植栽が可能になったため、現在では多くの残存林もオイルパームプランテーションに転換され、熱帯雨林の縮小化・分断化は急速に進んでいる。

こうしたなか、可能な限り環境負荷を軽減し、持続的なプランテーション経営を図る手段としての「残存生態系により提供される送粉サービス」の活用が注目を集めている。一般に植物種の種子生産では花粉媒介者による授粉が必要となるため、東南アジア地域のオイルパームプランテーションでは、媒介昆虫として外来種であるアフリカ産ゾウムシ *Elaeidobius kamerunicus* を導入し、その「送粉サービス」を活用してオイルパーム種子の生産が行われている。しかしながら、本来の生息地とは異なる高温多湿な熱帯環境への導入により、感染症による局所的絶滅や、雨季における行動活性の低下に伴う授粉効率の悪化等も報告されており、アフリカ産ゾウムシは年間を通じた安定的なパーム種子の生産に必ずしも貢献できていない。一方、こうした送粉サービスはオイルパームプランテーションに近接する残存生態系に自生する昆虫種によっても提供され、河川沿いの残存林に生息するハチ類によるオイルパームへの訪花が頻繁に確認されている。これは谷部に残された森林を保全することが、断片化した熱帯雨林のネットワーク形成だけでなく、安定的なオイルパーム種子の生産にも寄

与していることを示唆するもので、外来種の導入を伴わない「残存生態系により提供される送粉サービス」の活用による農業生産(パーム種子)と熱帯生態系保全の同時達成の可能性を示すものである。

しかしながら、こうした「残存生態系により提供される送粉サービス」の活用には、昆虫種の送粉貢献度の比較(導入昆虫と自生昆虫種)に基づく科学的裏づけが必要不可欠となる。

2. 研究の目的

本申請課題では、マレーシア・ペナン州に設置した周辺環境の異なる2ヶ所のオイルパームプランテーション試験区において訪花昆虫相調査を行う。そして、導入昆虫および残存林に自生する昆虫種について、訪花の時期や頻度など、訪花パターンを比較することで、

1) 残存林に自生する昆虫種がパーム種子の生産に寄与しているのか? また、アフリカ産ゾウムシの行動活性が低下する雨季において、残存林に自生する昆虫種はどの程度授粉に貢献できているのか?

2) 外来種であるアフリカ産ゾウムシを導入することなく、自生する昆虫種だけで安定かつ十分な種子生産を年間を通して行うことが可能か?

といった疑問を明らかにする。

最終的に、得られた成果をもとに、外来種の導入を伴わない「残存生態系により提供される送粉サービス」の活用によるパーム種子生産と熱帯生態系保全の同時達成の可能性について検証する。

3. 研究の方法

残存林が提供する送粉サービスを評価するため、マレーシア・ペナン州に設置した周辺環境の異なる2ヶ所のオイルパームプランテーション試験区において、訪花昆虫相を調査した。1つは、オイルパームが一面に植栽された一般的なプランテーション(一般区: 図1)で、もう一方は Bukit Panchor 森林保護区に隣接し、河川に沿って小規模な森林が残存するプランテーション(残存林区: 図1)である。

オイルパームは明瞭な開花期を持たず、

年間を通して開花・結実を行うため、訪花昆虫の採集は昆虫の活性に係る降雨量に着目した2つの異なる時期（通常期:3月、雨季:1月）に行った。訪花昆虫は粘着シートおよび虫取り網を用いて採集した。その際、昆虫種の訪花パターンの日変化を把握するため、採集時期ごとに、午前（6:00-12:00）、午後（12:00-19:00）、夜間（19:00-6:00）の計3回の異なる時間帯に粘着シートを設置するとともに、粘着シートでは採集しにくいハチ類などについては虫取り網を用いて採集した。



図1 調査地概況(一般区 および残存林区)

採集した訪花昆虫種については、その同定を行い、採集場所・採集時期・採集時間と各訪花昆虫種の訪花頻度との対応関係を把握した。なお、オイルパームは雌雄同株異花であり、開花時にはそれぞれの個体が雌雄どちらかの花をつける。そのため、採集は雄花・雌花が付いた個体からそれぞれ行った(図2)。



図2 オイルパームの雄花(左)と雌花(右)

一般区、残存林区において、通常期および雨期に訪花昆虫種の採集を行ったオイルパーム個体数はそれぞれ以下の通りである。

【一般区】

通常期：雄2株、雌2株。
雨期：雄2株、雌2株。

【残存林区】

通常期：雄5株、雌7株。
雨期：雄5株、雌4株。

4. 研究成果

オイルパームが一面に植栽された一般的なプランテーション(一般区)において、通常期および雨期を通じて8株から採集された訪花昆虫種のうち、その大部分を占める96.3%(15.8匹/採集時間帯)がオイルパームの花粉媒介者として導入されたアフリカ産ゾウムシであった(図3)。熱帯林に生育するフタバガキ科 *Shorea* 属 *Mutica* 節植物の送粉者としても知られるハナアザミウマもわずかに確認できたものの、その訪花は雄花に限定されたもので、雌花においては訪花が確認できなかった。つまり、一般的なオイルパームプランテーションにおいて、パーム種子の生産に貢献しているのはアフリカ産ゾウムシであると考えられた。

一方、Bukit Panchor 森林保護区に隣接し、河川に沿って小規模な森林が残存するプランテーション(残存林区)では、一般区で確認できたアフリカ産ゾウムシとハナアザミウマに加え(58.7%, 21.8匹/採集時間帯)、コバエ類も雄花・雌花の両方で多く確認できた(図3, 41.3%, 15.3匹/採集時間帯)。オイルパームは昆虫種を「匂い」で雄花から雌花に誘引することで受粉するが、受粉後は匂いを発しないため、受粉した花の増加に伴いアフリカ産ゾウムシの訪花頻度は減少する。一方、嗅覚に優れるコバエ類は多くの花が受粉した後も継続的に未受粉の花に訪花することから、残存林区で見られたコバエ類の訪花は花序あたりの結実量を増やす効果があると考えられた。



図3 一般区および残存林区で確認された訪花昆虫

また、粘着シートを用いた採集では確認できなかったものの、虫取り網を用いた採集では、残存林区において、オオミツバチやハリナシバチなど、熱帯雨林の重要な送粉者であるハチ類も確認できた(図3, 2.2匹/雄・時間)。これらのハチ類は雌花では確認できなかったことからオイルパームの種子生産には貢献していないと考えられる。しかしながら、ハチ類にとっては、オイルパームプランテーションは、熱帯雨林の縮小が止まない状況において、個体群を維持するうえで重要な餌場となっており、残存林の存在がその利用を可能にしていると考えられた。

パーム種子生産に貢献することが明らかとなったアフリカ産ゾウムシとコバエ類を対象に、その行動活性に雨期が及ぼす影響を明らかにするため、通常期と雨期における訪花頻度を比較した。その結果、アフリカ産ゾウムシ、コバエ類ともに、通常期と雨期で訪花頻度に有意な差はなく(図4)、一般区および残存林区の両方で、これまで報告されてきた雨期におけるアフリカ産ゾウムシの行動活性の低下は確認できなかった。一方で、雨期において、降雨後の雄花におけるカビ繁殖が頻繁に確認され、カビに覆われた雄花では昆虫種による訪花は見られなかった。つまり、これまで雨期の送粉効率の低下に起因すると考えられてきた種子生産量の減少は、雨期におけるアフリカ産ゾウムシの行動活性の低下によるものではなく、雄花に発生するカビが原因であり、アフリカ産ゾウムシは雨期・乾期に関わらずオイルパームの主要な送粉者であると考えられた。

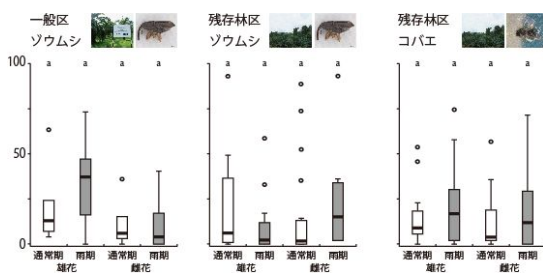


図4 通常期と雨期における訪花頻度の比較

しかしながら、感染症や近交弱勢力によるアフリカ産ゾウムシの局所絶滅が広く報告されていることを考慮すると、アフリカ産ゾウムシに較べ体長が小さく、運搬できる花粉の量は少ないものの、在来種であり、熱帯域に適応したコバエ類は、アフリカ産ゾウムシの局所絶滅に伴うパーム種子生産量の減少を回避し、安定的に種子生産に貢献できる

優秀な送粉者であると考えられた。

つまり、「残存生態系により提供される送粉サービス」の活用は、パーム油生産量の向上・安定をもたらすだけでなく、熱帯雨林の分断化や外来生物の熱帯雨林への移入など、プランテーションの造成に伴う環境負荷の軽減や、熱帯雨林の主要送粉者の個体群維持など、熱帯雨林の保全にも貢献するものである。現在、マレーシアやインドネシアなどの生産国のみならず、日本を含めた世界各国の機関や企業および環境関係 NGO からなる「持続可能なパーム油のための円卓会議(Roundtable on Sustainable Palm Oil:RSPO)」が世界自然保護基金(WWF)の協力の下に設置され、RSPO 認証制度により経済的付加価値を付けたパーム油の流通が始まっているが、本申請課題によって得られた成果は、こうした認証基準の高度化にも貢献するもので、経済活動と環境保全とが調和した持続的なプランテーション経営の実践に寄与するものであると考える。

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0件)

〔学会発表〕(計2件)

- 1) 近藤俊明・谷 尚樹・小杉昭彦・Othman Sulaiman. 熱帯生態系保全とパームプランテーション経営を同時達成する残存林送粉サービスの評価. 日本生態学会第63回大会. 仙台市. 2016年3月24日.
- 2) Kondo T. Pollination system in tropical rainforests and its application to oil palm plantation farming. Special seminar of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences. Yunnan, China. 9th September 2015.

6. 研究組織

(1)研究代表者

近藤 俊明 (KONDO TOSHIAKI)
 広島大学・大学院国際協力研究科・
 特任准教授
 研究者番号：40391106