

令和元年6月11日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07775

研究課題名(和文) 森林の地上部-地下部のつながりが維持する樹上食物網およびその生態系機能の解明

研究課題名(英文) Arboreal food-webs and their ecosystem functioning associated with aboveground-belowground linkages in forests

研究代表者

吉田 智弘 (Yoshida, Tomohiro)

東京農工大学・農学部・講師

研究者番号：60521052

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：森林の地上部と地下部のつながりによる樹上の食物網とその生態系機能を解明するために、(1)樹洞・着生植物上に生息する陸生・水生の腐食者群集の構造、(2)カエルの樹洞利用、(3)着生植物上の枯死有機物(リター)分解、を調査した。本研究の結果、樹上の生息場所は、生息場所のサイズ・リター量、生息場所の高さ、周囲の下層植生の有無、リターの存在タイプ、などによって様々であり、そこに生息する動物は、生息場所の特性に強く影響を受け、群集構造や生息場所利用が決定されていた。また、林床の動物の一部が樹上に点在する生息場所(着生植物上)まで移動・定着し、そこで機能的役割(リター分解)を担っていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林内の異なるサブシステム(樹上と林床)間を移動する動物の群集構造、生息場所利用、機能的役割を明らかにした本研究の成果は、システム間(サブシステム間)のつながりが生態系内の生物多様性の維持および生態系機能に重要であることを示した。このことは、生態系を理解するうえでシステム間相互作用に着目することの必要性を提示しており、基礎的な生態学分野や生物種の保全のような保全生物学分野に対して寄与する知見をもたらすものと言える。

研究成果の概要(英文)：To clarify arboreal food-webs and their ecosystem functioning on trees, we investigated community structure of terrestrial and aquatic invertebrates, habitat utilization by arboreal frogs, and litter decomposition in treeholes and on epiphytes. Our results showed that arboreal habitats varied with patch size, litter quantity, their height, presence of surrounding vegetation, and litter types, and that the inhabitants and their habitat utilization were affected by the characteristics of habitat patches. We also suggest that a part of terrestrial invertebrates moved from forest floor to arboreal habitats and played a role in litter decomposition on epiphytes.

研究分野：森林保護学

キーワード：節足動物 土壌動物 林冠 枯死有機物 着生植物 樹洞 林床 カエル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

森林は、地上部(林冠・樹幹)と地下部(林床)の両方において、高い生物多様性と豊富な動物バイオマスを有する。近年「地上部 地下部のつながり」の重要性が指摘され始め、地上部から地下部への作用、または地下部から地上部への作用が陸域生態系の生物群集や生態系機能に大きく影響していることが明らかになってきた。動物の移動もまた「地上部 地下部のつながり」を考える上で重要であるが、その実証例は少ない。森林では、林床の動物の一部が樹上に点在する生息場所まで移動・定着し、そこで機能的役割を担っていると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、森林生態系において地下部(林床)から地上部(林冠・樹幹)への動物の移動が樹上の食物網および樹上の生態系機能を維持している、という「地上部 地下部のつながり」の重要性を解明するために、(1)樹上の腐食者群集の構造、(2)捕食者の樹上生息場所利用、(3)樹上の動物群集による物理環境改変効果、の3つを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、上記目的(1)~(3)を明らかにするために、それぞれ(1)樹洞・着生植物上に生息する陸生・水生の腐食者群集の構造、(2)カエルの樹洞利用、(3)着生植物上の枯死有機物(リター)分解、を林床のものと比較しつつ調査した。

(1) 樹洞・着生植物上に生息する陸生・水生の腐食者群集

樹洞の陸生腐食者群集

樹上におけるリターの存在様式が陸生腐食者群集(ダニ、トビムシなど)に及ぼす影響を明らかにするために、温帯コナラ林・スギ林において人工樹洞およびリターバッグを用いて、生息場所サイズ・リター量と動物群集の関係、堆積型(CL)と付着型(HL)のリターにおける陸生腐食者群集を調査した。また、自然状態の樹洞のリターからも陸生動物を採集した。

樹洞の水生腐食者群集

森林の階層構造(高さ・下層植生有無)が水の溜まった樹洞を利用する水生腐食者群集(蚊など)に及ぼす影響を明らかにするために、温帯コナラ林において人工樹洞を一定期間設置・回収し、動物を採集した。

着生植物上の陸生腐食者群集

亜熱帯性淡水湿地林(サガリバナ湿地林)において、オオタニワタリ上(樹上)、マウンド(サガリバナ根元の盛り土)、湿地林・林床、陸域林・林床の4種類の微環境において、ハンドソーティング法で大型土壌動物を採集した。

(2) カエルの樹洞利用

樹洞の水生腐食者群集の捕食者として、樹洞を産卵場所として利用するアイフィンガーガエルを対象とした。樹洞の形質がアイフィンガーガエルの利用に与える影響を明らかにするため、亜熱帯性淡水湿地林(サガリバナ湿地林)において踏査を行ない、目視により水の溜まった樹洞を探索した。確認した樹洞について、樹洞の高さ、胸高直径、水深、入口面積などの17項目の測定・記録と、アイフィンガーガエルによる利用の有無(卵、幼生の有無)を記録した。

(3) 着生植物上のリター分解

リター分解への大型土壌動物の貢献度を検証するために、穴(直径約6mm)の有無で大型土壌動物の利用可・不可の2種類のリターバッグを用意し、枯死葉の分解率を定量化した。亜熱帯性淡水湿地林(サガリバナ湿地林)において、オオタニワタリ上(I)、マウンド(II)、湿地林・林床(III)、陸域林・林床(IV)の4種類の微環境にリターバッグを6ヶ月間設置し、残存リターの重量を計測した。また、本調査で利用したオオタニワタリ全個体のサイズ(葉長、リター堆積部面積)や地上高、リター堆積量を計測し、リター分解との関係を解析した。

4. 研究成果

(1) 樹洞・着生植物上に生息する陸生・水生の腐食者群集

樹洞の陸生腐食者群集

同質のリターを用いた人工樹洞では、リター密度(樹洞容量あたりのリター量)は全動物個体数と正の相関を、初期リター量に対する残存リターの割合と負の相関を示した。これらの結果は、リター密度が高いと、動物個体数が増加し、リター分解が進行することを示唆している。しかしながら、自然樹洞では、動物個体数はリター密度、リター量、樹洞容量と有意な相関がみられなかった。したがって、リター量とリター密度が樹洞の陸生動物群集の構造に対して重要な因子であるが、自然条件下ではそれらの効果は他の要因によって弱められていることが示唆された。また、HLとCLの動物群集を比較した結果、1)HLとCLが動物にとって異なるハビタットであること、2)主要動物群がHLにおいて異なるハビタット選好性を有すること、3)HLにおける動物個体数はリター密度(面積あたりのリター量)よりもリター量によって影響を受

けていること、を示した。

樹洞の水生腐食者群集

樹洞の水生腐食者群集に対する効果として、樹洞の物理的・化学的特性を反映する直接効果（水堆積量・リター量など動物の生存や適応度に直接的に影響する特性）と間接効果（樹洞の垂直位置や周囲の下層植生の有無による効果）に分け、これらの効果を比較した。その結果、直接効果は種数に、間接効果は個体数に影響した。さらなる解析では、キンパラナガハシカ（*Tripteroides bambusa*）のようないくつかの種が下部の樹洞を利用しており、Ceratopognidae sp. A は、調査後期（冬）においてのみ確認され、下層植生が密なプロットの上部の樹洞において個体数が多かった。樹洞の水生腐食者が樹洞の単純な物理的・化学的特性（直接効果）によってのみ影響を受けているのではなく、樹洞の周囲の他の状態（間接効果）によっても影響を受けているが、その反応パターンは種間で大きく異なることを示した。

着生植物上の陸生腐食者群集

解析の結果、各微環境の土壌動物の群集構成は異なっていた。マウンド（II）では、オオタニワタリ（I）と林床（III、IV）の両方に類似した群集構成であった。また、土壌動物の分類群数・リター1gあたりの個体数は、オオタニワタリ（I）>マウンド（II）>湿地林・林床（III）>陸域林・林床（IV）の順で多かった（図1）。以上の結果は、冠水などで攪乱のある林床よりも、乾燥するが攪乱が少なく物理的環境が比較的安定的な樹上において土壌動物の個体数密度は高く、林床から樹上へと動物が移動していることが示唆された。

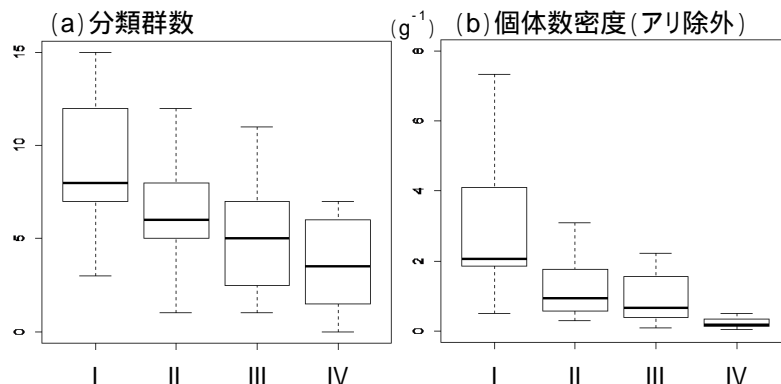


図1. サガリバナ湿地林の各微環境における土壌動物の

(a) 分類群数と (b) 個体数密度

I: オオタニワタリ上、II: マウンド、III: 湿地林・林床、IV: 陸域林・林床

(2) 樹洞に生息するカエル

解析の結果、アイフィンガーガエルによる樹洞利用に対して、樹洞の高さと樹洞入口の角度の効果は有意に認められた（図2）。樹洞高が高いほど利用され、これは地上性の捕食者（ヘビ等）から遠ざかるためと考えられた。また、入口の角度は垂直に近いほど利用され、これは水面を覆う樹幹部の面積が広くなり、乾燥の防止や捕食者からの視認性の低下、産卵可能面積の増加などの効果があると考えられた。

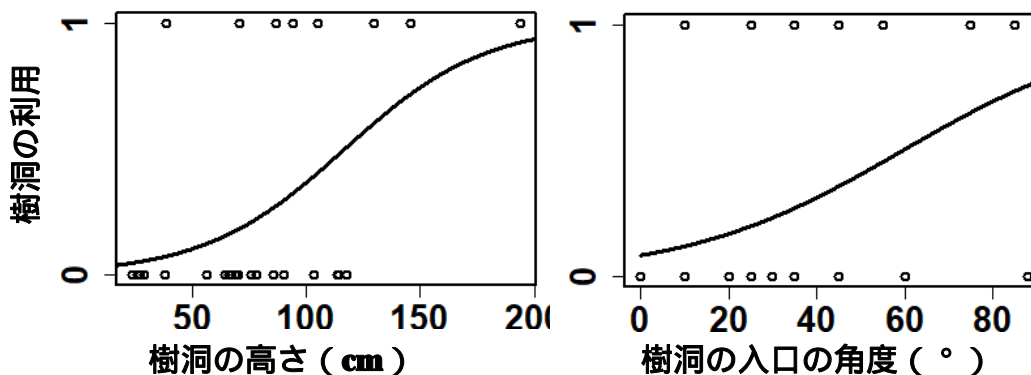


図2. 樹洞の形質とアイフィンガーガエルによる利用の関係

点は実測値、曲線は回帰曲線を表し、 $P < 0.05$ は実線で表示

(3) 着生植物上の枯死有機物分解

オオタニワタリ上とマウンドにおいて、大型土壌動物が利用可能なリターの分解が進んでいたのに対して、湿地林・林床と陸域林・林床では、大型土壌動物の利用可能かどうかは、リターの分解率に違いをもたらさなかった。また、大型土壌動物が利用できないリターはリター堆積面積が広いオオタニワタリ上ほど分解が促進されたのに対して、大型土壌動物が利用できるリターは堆積面積に関わらず分解率が高かった。以上のことから、リター分解に対する大型土壌動物の貢献度は、湿地林・林床や陸域林・林床よりも湿地林・樹上部(オオタニワタリ上)において大きく、サイズの小さなオオタニワタリほど大きいことが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Yoshida, T., Miyamatsu, T., Ayabe, Y. Invertebrate assemblages of hanging and container litter on conifer trees. *Journal of Forest Research* 23(4), 2018, 221-227. 査読有
DOI: 10.1080/13416979.2018.1479132.

Yoshida, T., Ban, Y., Nakamura, A. Vertical stratification of invertebrate assemblages in water-filled treeholes of a temperate deciduous forest. *Basic and Applied Ecology* Vol. 27, 2018, 61-70. 査読有
DOI: 10.1016/j.baae.2017.11.002.

Yoshida, T., Miyamatsu, T., Ayabe, Y. Influence of patch size and resource quantity on litter invertebrate assemblages in dry treeholes. *Journal of Forest Research* Vol. 22(4), 2017, 241-247. 査読有
DOI: 10.1080/13416979.2017.1337261.

Iwai, N. Estimating tadpole-detection rates using visual field surveys: effects of survey time, tadpole species and tadpole density. *Wildlife Research*, Vol. 44(2), 2017 147-152. 査読有
DOI: 10.1071/WR16147

[学会発表](計10件)

吉田智弘, 内貴章世, 佐藤拓哉, 坂山英俊. 西表島の淡水湿地林における着生植物オオタニワタリの空間分布. 第65回日本生態学会大会, 2018.

佐藤 拓, 岩井紀子. 西表島のアイフィンガーガエルに利用される繁殖樹洞の形質. 日本爬虫両棲類学会第57回大会, 2018.

岩井紀子, 永井弓子, 休場聖美. オットンガエルの7年間にわたる標識再捕調査結果. 日本爬虫両棲類学会第57回大会, 2018.

休場聖美, 岩井紀子. アマミシカワガエルにおける繁殖コール頻度のピークと個体群間比較. 日本爬虫両棲類学会第57回大会, 2018.

岩井紀子, 休場聖美. アマミシカワガエルにおける変態サイズと成体サイズの地域間比較. 日本生態学会第65回大会, 2018.

吉田智弘. 土壌動物の棲みかとしての樹洞 その形成要因と動物群集の構造. 平成28年度「自然首都・只見」学術調査研究助成事業研究成果発表会, 2017.

吉田智弘. プナ林における樹洞形成とそれを利用する土壌動物群集. 第128回日本森林学会大会, 2017.

休場聖美, 岩井紀子. アマミシカワガエルにおける鳴き声解析と経時変化. 日本爬虫両棲類学会第56回大会, 2017.

岩井紀子, 休場聖美, 井川武, 高原輝彦. アマミシカワガエルの幼生密度および発育段階と環境DNA濃度の季節変化. 日本爬虫両棲類学会第56回大会, 2017.

Komine H. Iwai N., Watari Y., Kaji K. Non-congeneric ecological character displacement of Amami tip-nosed frog in Japan. ESA 2017 Annual Meeting, 2017.

[図書](計1件)

九州両生爬虫類研究会(編).九州・奄美・沖縄の両生爬虫類.東海大学出版部,2019,182-183.

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 岩井 紀子

ローマ字氏名: (IWAI, noriko)

所属研究機関名: 東京農工大学

部局名: 大学院農学研究院

職名：准教授

研究者番号（**8**桁）：**50630638**

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、研究者個人に帰属されます。