

令和 4 年 8 月 30 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06121

研究課題名（和文）着生植物・つる植物がもたらす土壤動物の地上部分分布拡大と樹上有機物動態の解明

研究課題名（英文）Effects of epiphytes and lianas on the distribution of soil invertebrates and dynamics of arboreal organic matter in forests

研究代表者

吉田 智弘 (Yoshida, Tomohiro)

東京農工大学・農学部・准教授

研究者番号：60521052

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、1）着生植物・つる植物が、森林地上部の土壤動物の分布・定着および食物網構造に及ぼす影響、2）樹上堆積有機物の動態、3）土壤動物が樹上堆積有機物の分解に及ぼす影響、を明らかにすることを目的として研究を実施した。その結果、地上部に多数の土壤動物が生息しており、その落下量は温度や降水量と関連すること、つる植物は樹幹上の節足動物群集に影響を及ぼすこと、つる植物のような物理的構造物が樹幹部に存在すると捕食作用は低下すること、が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、森林生態系の地下部（林床）に生息する土壤動物が、地上部（林冠・樹幹）に移動し、地上部の機能に影響すること、そしてその移動にはつる植物が関連すること、を明らかにした。これらの成果は、森林生態系の2つのサブシステムの連関性と、その連関の触媒となる存在の重要性を示しており、森林生態系の機能的側面やそのメカニズムの解明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）：Research was conducted to clarify 1) the effects of lianas and epiphytes on the distribution of soil invertebrates and the arboreal food-web structure, 2) dynamics of arboreal organic matter, and 3) litter decomposition on the aboveground part of the forests. Our results showed that (1) a large number of soil invertebrates inhabit the aboveground part of a conifer forest, and their fall is related to temperature and precipitation; (2) lianas affect invertebrate communities on tree trunks; (3) the presence of physical structures such as lianas reduce predation on tree trunks.

研究分野：森林生態学

キーワード：土壤動物 つる植物 樹幹 コケ類 森林 土壤 林冠

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

森林において空間的に離れた林冠と林床は、生物の主な棲みかとなるサブシステムであり、高い生物多様性と豊富な動物バイオマスを保持する。両サブシステムは樹幹によって接続しているとみなすことができ、樹幹を介した動物の移動によって両サブシステムはつながっていると言える。

土壌動物は、摂食・排糞活動によって有機物分解に寄与し、他の動物のエサ資源となることで食物網構造にも貢献しているグループであり、通常は乾燥や限られた移動経路といった要因によって、森林地上部への分布は制限されている。しかし、それらは、高湿環境であれば地上部へと分布を拡大する。森林地上部には、コケ類・地衣類・シダ植物などの着生植物が生息し、それらはマット状の構造やリターの堆積によって高湿環境を保持し続ける。それらが樹上に着生していると、乾燥で制限されていた土壌動物の上方分布が確保されていると推察される。一方、森林における地上部の移動経路は基本的に樹幹と枝のみである。しかしながら、つる植物は林床から林冠へと絡みついたり、林冠同士を結びつけたりするため、歩行性動物にとって地上部の重要な垂直的・水平的な移動経路となりうる。

2. 研究の目的

本研究は、1) 着生植物・つる植物が森林地上部の土壌動物の分布・定着および食物網構造に及ぼす効果、2) 樹上堆積有機物の動態(蓄積量・化学組成の変化)、3) 土壌動物が樹上堆積有機物の分解に及ぼす影響、の3つを定量的に把握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)~2)を明らかにするために、下記の調査を実施した。上記目的3)に関しては、新型コロナウイルス感染拡大防止による移動制限のため、本課題の期間に実施することはできなかった。

1) 着生植物・つる植物が森林地上部の土壌動物の分布・定着および食物網構造に及ぼす効果

つる植物の物理的構造を模倣した人工つる(麻製ロープ)を太さ・本数密度を変えてコナラ樹幹部に設置して(図1)、つるの着生の有無・密度で、樹幹に生息する土壌動物の分類群数・個体数に違いがあるかを調べた。また、樹幹部に粘土で作成した疑似蛾類幼虫を設置し、それらに対する捕食者(アリ・鳥類など)の噛み跡を見ることで、つるの着生の有無・密度で、樹幹における捕食作用に違いがみられるかどうかを検証した。

さらに、森林地上部と地下部の相互作用の有無を明らかにするために、コナラ林・スギ林を含む1haプロットを100個の10m×10mの区画に区分し、各区画における地上部・地下部の環境要因と無脊椎動物による地上部・地下部の生態系機能(地上部:捕食作用、地下部:リター分解)の関連を検証した。

2) 樹上堆積有機物の動態(蓄積量・化学組成の変化)

森林地上部がコケ類に被覆されるほど湿潤な広葉樹林を有する京都大学・芦生研究林において、伐採された2本の生立木(ケヤキ・イタヤカエデ)に付着するコケ類およびコケ類の下に堆積された土壌(懸垂土壌)を全て剥がし、樹木上の付着コケ・懸垂土壌の湿重・乾重を測定した。また、主幹沿い各2mで10cm×10cmのコドラートを設定し、コドラート内のコケ類・懸垂土壌の重量およびそれらの炭素・窒素含有率を測定した。

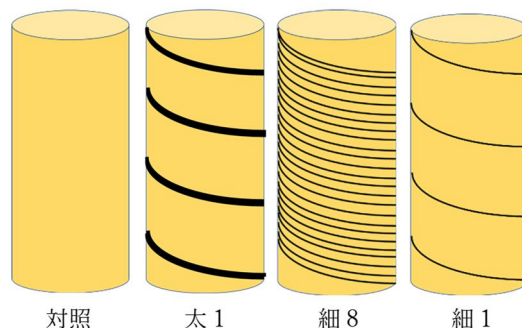


図1. 人工つる(麻製ロープ)によって設定した4つの処理区

太1: 直径24mmの麻ロープを1本設置。細8: 直径3mmの麻ロープを8本設置。

細1: 直径3mmの麻ロープを1本設置。

4. 研究成果

1) 着生植物・つる植物が森林地上部の土壌動物の分布・定着および食物網構造に及ぼす効果

調査の結果、コナラ樹幹には多数の土壌動物が生息していた。人工つるを設置した処理区間の比較から、つる植物のつる部分の太さ・本数密度は樹幹上の動物の多様性（分類群数）には影響しなかったが、個体数には影響を及ぼした。つるの太さと本数密度は樹幹上の動物群集に異なる効果を及ぼすことが明らかとなった。土壌動物であるトビムシ・ササラダニは、細いつるの付加・つるの高密度化によって高い個体数密度を示したのに対して、他の分類群では、つる付加の効果がみられないもの（甲虫成虫・シミ・ザトウムシ）も存在した（図2）。これらの結果から、樹幹上の動物群集に対してつる植物が担う効果は、つる部分の形態や分類群によって異なることが示唆された。また、木性つると同程度のサイズのつる部分があると、捕食作用は低下する傾向がみられた。これは、樹幹における障害物があることにより、捕食者が餌の発見効率が低下したことを示唆している。

地上部・地下部の環境要因と無脊椎動物による地上部・地下部の生態系機能の関連を調査した結果、季節・地形が地上部（樹幹）における捕食作用と関連していた。また、地下部（林床）においてリター分解に対する大型土壌動物の貢献度が高い環境では、地上部（樹幹）におけるアリによる捕食頻度が小さかった。これは、地表性アリ類が地下部（林床）で餌（大型土壌動物）が得られるため、探索範囲を地上部まで拡大しないためと考えられた。

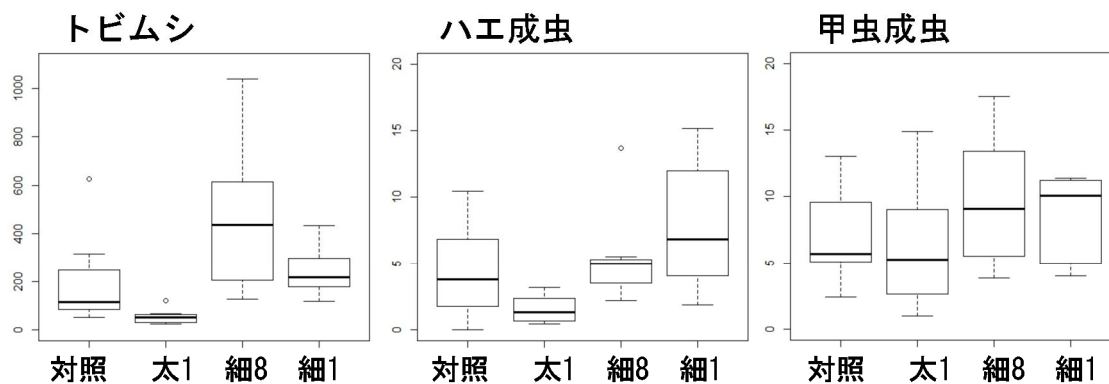


図2. 人工つるの各処理区における樹幹上の分類群の個体数密度 (m^{-2})

太1：直径24mmの麻ロープを1本設置。細8：直径3mmの麻ロープを8本設置。細1：直径3mmの麻ロープを1本設置。

2) 樹上堆積有機物の動態（蓄積量・化学組成の変化）

湿潤な広葉樹林では、コケ類・懸垂土壌を合わせた付着堆積物の湿重は、単木でそれぞれ約20 kg（ケヤキ）、約10 kg（イタヤカエデ）あり、森林地上部（樹上部）の土壌動物の棲みかとして、無視できない量が存在することが明らかとなった。着生コケバイオマスおよび懸垂土壌の量は、宿主木の樹形や樹種の影響があることが示唆された。着生コケ量は樹幹・枝の直径と正の相関があり、地表からの距離とは相関は見られなかったことから、樹木の表面積が着生コケ量に影響することが示された。また、着生コケ量と懸垂土壌量に正の相関があり、これは着生コケバイオマスが多いと、大気中の粒子や樹幹上を流れる雨水（樹幹流）の溶存物の捕捉量や、着生コケ類の根の空間で保持可能な量が多いためと考えられた。

着生コケ類と懸垂土壌の両方ともに、地際に近いほど炭素量が少なく、C/N比は低かった。これは、光強度や湿度などの環境因子の影響と考えられた。また、懸垂土壌の炭素・窒素量は、一般的に知られる林床土壌と比べて著しく高い値を示した。この要因として、懸垂土壌には鉱物質土壌が含まれないことや、着生コケ下を隠れ場所とする節足動物の糞が懸垂土壌の構成要素となっていることが可能性として考えられた。さらに、懸垂土壌の窒素量は、高いところほど小さな値を示しており、樹幹上部から下部へ樹幹流の移動に伴い窒素が含まれていくことを示唆している。この結果もまた、土壌動物が頻繁にアクセスする樹幹下部は樹幹上部よりも、懸垂土壌が棲み場所として利用され、糞が付加されている可能性を示している。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Yoshida Tomohiro, Kusunoki Yasunori, Fukano Yuya, Hijii Naoki	4. 巻 4
2. 論文標題 Vertical Distribution of Arthropod Assemblages and the Effects of Weather Conditions on Arthropod Rain in a Temperate Conifer Forest	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Forests and Global Change	6. 最初と最後の頁 672601
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/ffgc.2021.672601	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 吉田智弘, 清水孝一郎
2. 発表標題 亜熱帯性湿地林の樹上部と林床における大型土壌動物によるリター分解
3. 学会等名 第42回日本土壌動物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshida, T., Shimizu, K.
2. 発表標題 Litter decomposition on epiphytes and forest floor of subtropical floodplain forests
3. 学会等名 49th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田理貴, 吉田智弘
2. 発表標題 広葉樹林におけるつる植物が樹幹上の無脊椎動物相に及ぼす影響
3. 学会等名 第43回日本土壌動物学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 東若菜, 駒田夏生, 小川裕也, 吉田智弘, 石原正恵
2. 発表標題 樹幹に着生するコケ類と懸垂土壌のバイオマスと分布特性の理解に向けて
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河邊健, 吉田智弘, 岩井紀子
2. 発表標題 ヤマアリ亜科の対捕食者戦略におけるトレードオフの検証
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	戸田 浩人 (Toda Hiroto) (00237091)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授 (12605)	

	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	東 若菜 (Azuma Wakana)	神戸大学・農学研究科・助教	

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
---------	---------