

# 博士学位論文

## 論文要旨

Specificity and species diversity of  
Collembola communities on fallen branches  
(落枝に生息するトビムシ群集の特異性と種多様性)

2024年1月12日

近畿大学大学院

農学研究科環境管理学専攻

葛西弘

## Specificity and species diversity of Collembola communities on fallen branches

### (落枝に生息するトビムシ群集の特異性と種多様性)

農学研究科 環境管理学専攻

博士後期課程 葛西弘

#### 【緒言】

森林の基盤部分である土壌は、森林生態系の栄養循環において特に重要な役割を有し、さらに多種多様な生物や群集が存在する複雑な生態系を表しており、腐植植物網の様々な生物に植物や住み場所を提供している。一方で、分解者群集は有機物を分解して植物の成長に必要な養分を放出することで地上の生物群集や生態系プロセスに強い影響を与えている。したがって、森林生態系は地上生態系と地下生態系の相互関係によって成り立っているが、地下部の生物群集の多様性や機能に関する理解は未だ十分ではない。トビムシは、内顎綱に属する体長 1 mm 前後の土壌動物であり、陸域の幅広い生息環境に適応している。そして有機物の分解者、孢子や花粉の散布者、また他生物の餌資源として森林をはじめとする陸域生態系において重要な機能を有している。これまでのトビムシを指標とした研究の多くは腐植層から出現する分類群を対象としているが、トビムシの中には腐植層からほとんど出現しない分類群が存在しており、これらの種がどのように個体群を維持しているのかは謎であった。本研究では、土壌層からごく少数しか出現しないトビムシは土壌とは別の環境に生息していると仮説を立て、これまで全く着目されてこなかった落枝に注目した。落枝は樹木において恒常的に起こる部分的な枯死であり、絶えず林床に供給されている。加えて、落枝は森林内の枯死木の 45% を占めるという研究例があることから、落枝は腐植層と同様にトビムシにとって必要不可欠な資源であることが予想されるものの、これまで詳細な研究はされてこなかった。本研究では、① 林床生態系内で普遍的かつ安定的に存在する資源の中での落枝トビムシ群集の位置付けを明確にするために、腐植層を落葉層 (L-H 層) と土壌層 (A 層) に大別し、落枝がどの資源と類似するトビムシ群集を持つのかを検証した。さらに、② 森林タイプの変化による影響を受けやすいのは腐植層と落枝のどちらのトビムシ群集なのかを検証した。そして、③ トビムシの中でも特に高い多様性を有し、汎世界的に分布するイボトビムシ亜科をモデルに、落枝に生息する本亜科の多様性を全国規模で定量的に調査した。これら 3 つの調査から落枝に生息するトビムシ群集の特異性と種多様性を明らかにすることを目的とした。

#### ①トビムシの生息地としての落枝の重要性

##### 【材料と方法】

関西地域の潜在自然植生であるコジイ林をモデルに調査を行った。各調査地において 100 cm<sup>3</sup> の土壌層と落葉層を各地点で 5 個ずつ (各 20 個) 採取した。落枝は直径 2-4 cm のもの

を選択した。また、腐朽段階を考慮し、初期、中期、後期の3段階腐朽段階に分け、各腐朽段階の落枝を100 cm<sup>3</sup>のサイズで各地点5個ずつ（各腐朽段階20個）採取した。採取後はツルグレン装置でトビムシを抽出し、種レベルで同定・計数を行った。

#### 【結果および考察】

落枝のトビムシ個体数に関する調査の結果、腐朽段階中期と後期の落枝と土壌および落葉層の個体数に有意な違いはなかった。これまでの研究では、落枝にトビムシが生息することは示されていたものの、土壌層や落葉層と比較した研究はなく、これらのステージの落枝が土壌および落葉層に匹敵するトビムシの生息場所であることが示された。また、種多様度に着目すると、落葉層及び土壌層の多様度は腐朽段階中期と後期の落枝が落葉層及び土壌層の多様度に比べて有意に高く、加えて群集構造が明確に異なっていた点は、落枝が林床のトビムシ群集の種多様性を維持する上で無視できない生息場所であることを示している。さらに、優占する科群および種群も落枝とその他資源で異なること、腐朽段階中期と後期では土壌層や落葉層を超える種数を保持していることが明らかとなった。これらのことから、林床環境の落枝はトビムシ群集の多様性維持に重要な基質であり、従来の調査手法ではトビムシ群集の一部分しか評価できていない可能性が示唆された。

### ②森林タイプの変化が落枝のトビムシ群集に与える影響

#### 【材料と方法】

森林タイプの違いによって落枝トビムシ群集の種多様性や特異性がどのように変化するかを検証するために、天然林（コナラ林）と人工林（スギ林・ヒノキ林）で腐植層と落枝のトビムシ群集を比較した。落枝は腐朽段階後期で直径3±1 cmのものを選択し、100 cm<sup>3</sup>のサイズで各地点5回ずつ採取した。土壌層は地表から5 cmまでの土壌（25 cm<sup>2</sup>×5 cm）を各地点5回ずつ採取した。採取したサンプルからツルグレン装置を用いてトビムシを抽出し、種レベルで同定・計数を行った。採集したトビムシはトビムシの生態的機能を研究する上で重要な4つの生活型（樹上性・地表性・半地表性・地中性）に区分し解析を行った。

#### 【結果および考察】

調査の結果、土壌層のトビムシでは、森林タイプ間で個体数や種数にほとんど違いがなかったのに対し、落枝では表層性種の個体数、種数が人工林で有意に少なかった。さらに、落枝を利用する表層性種の中で特に影響を受けていたのは落枝に特異的な分類群であり、落枝を利用するトビムシ群集の特異性は森林タイプの変化によって喪失することが明らかとなった。

### ③落枝に生息するイボトビムシ亜科の多様性

#### 【材料と方法】

トビムシ目の中で最も多様なグループのひとつであるイボトビムシ亜科は世界中に分布しており、枯死木と関連性のある分類群であるためにモデルとして選定した。全国82地点

から落枝を採取し、ツルグレン装置でトビムシを抽出した。抽出後は99.5%エタノールで保管した後、プレパラートを作成した。また、落枝から採集したイボトビムシ亜科の中で、未記載種と判明した種は既知の種と対比・照合して、所属を定め、必要な形質のスケッチを行い、学名を決定し新種として公表することを目標とした。

#### 【結果および考察】

約800個体のイボトビムシ亜科を採集した。そしてその結果、非常に高い種多様性が明らかとなり、全82地点中64地点で未知種（未記載種あるいは日本初記録種）が発見され、採集した全50種のうち36種が未知種であった。さらに、この中には日本でこれまで記録がなかった *Paralobella* 属と *Blasconura* 属も含まれていた。収集した標本の中で9種については詳細な形態観察を行い、未記載種であることが明らかとなったため、記載を行った (*Deutonura litorinemus*, *Paramura tsushimaensis*, *P. nakamurai*, *P. alpicola*, *P. convallis*, *Blasconura triangulum*, *B. cordis*, *Crossodonthina elegans*, *Paralobella kuchierabu*)。

#### 【結論】

生態学的・分類学的アプローチを用いて落枝のトビムシ群集は腐植層とは異なる独自の生態系を有しており、高い種多様性を保持することを明らかにした。加えて、落枝に特異的な種は森林タイプの変化によって喪失する恐れがあることを示した。本研究は、未記載種の宝庫であり、高い独自性を持った生物群集の生息場所として機能している落枝の生態学的重要性を明らかにしたものである。