

① CCDカメラを用いた自然教育園の 林地における土壌動物観察

渡邊眞紀子*・井上健介**・小高暢子**・成澤才彦***・大里陽一*・遠藤拓洋****

Observation of soil animals in the Institute for Nature Study
using CCD camera apparatus

Makiko Watanabe*, Kensuke Inoue**, Nobuko Kodaka**, Kazuhiko Narisawa***,
Yoichi Osato*, Takumi Endo****

はじめに

土壌動物は、自然物質循環を学ぶ学校教材として学習の早い段階で導入が可能な対象物であり、リターだけでなく土壌動物が捕食する菌類などの微生物を含めて観察することにより自然生態系に対する発展的な理解の手助けになる。自然教育園では、樹上環境における小型節足動物相の調査(一澤・原田 2001)をはじめ、生態系調査の一環として土壌動物の調査および観察実習を行ってきた。今回、自然教育園内で、中学・高校生向けの理科教育プログラム開発として CCD カメラを用いた土壌動物観察を試みた。さらに、自然教育園主催のイベントの中に、CCD カメラを用いた土壌動物観察を取り入れた。本稿では、観察手法の紹介と観察によって得られた成果について報告する。

観 察 方 法

土壌動物の観察には、小型 CCD カメラを使った土壌孔観察装置(CPS3240L, プラムネット社製)を使用し、土壌孔の中にカメラを鉛直方向に移動させながら観察する方法(観察1)と、リター直下でカメラを水平に移動させながら観察する方法(観察2)の2つによった。それぞれの装置の構成の概要図を図1, 2に示す。

土壌孔観察では、固定サイトで直径 25mm の孔を土壌に最大で 1 m 深まで開け、小型 CCD カメラを挿入し、定速で土壌孔壁面を観察した。小型 CCD カメラは白色 LED 照明を光源とし、34 万画素

*首都大学東京都市環境科学研究科, Tokyo Metropolitan University, Graduate School of Urban Environmental Sciences

**山脇学園中学校・高等学校, Yamawaki Gakuen Junior & Senior High School

***茨城大学農学部, Ibaraki University, Faculty of Agriculture

****国立科学博物館附属自然教育園, Institute for Nature Study, National Museum of Nature and Science

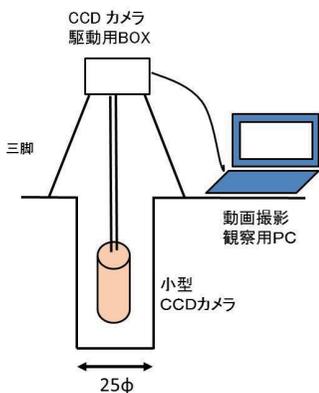


図1 土壌孔観察手法の構成

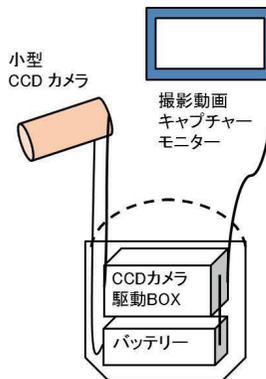


図2 リター直下観察手法の構成

の動画撮影が可能である。曲率半径 150mm の凸面鏡を備えた側視鏡によって、カメラの進行方向に対して直角方向に画角 70° (およそ 1cm の幅) を撮影することができる。カメラ筐体にスペーサを設け、レンズの中心を土壌孔の中心に合致させ、カメラの傾きを抑えることで、ピントの合った撮影が可能になっている (渡邊ほか 2012)。なお、カメラを挿入するために開けた孔は直径 25mm と小さいため、作業後は根の押し戻しによって原状に戻り、攪乱を最小限に止めることができる。

リター直下観察では、観察者が被写体のピント合わせをする際に、モニターを見ながら CCD カメラの操作を行う必要がある。このため、携帯型モニター (動画撮影キャプチャーモニター) を採用し、カメラ駆動装置とバッテリーを一つのバッグに入れて肩にかけられるようにした。

観察 1: 2016 年 5 月 21 日 (土) に、私立山脇学園中学・高等学校の生徒 6 名、引率教員 4 名、研究補助者 1 名によりコナラ林、シイ林、およびマツ林にて土壌生物と生息空間の観察を実施した。本取り組みは、科学技術振興機構平成 28 年度中高生の科学研究実践活動推進プログラム採択事業の一環として、平成 28 年度研究課題「土壌生物観察手法の開発」の調査研究申請にもとづいて行われた。本装置を用いた林内での撮影作業の様子を図 3 に示す。

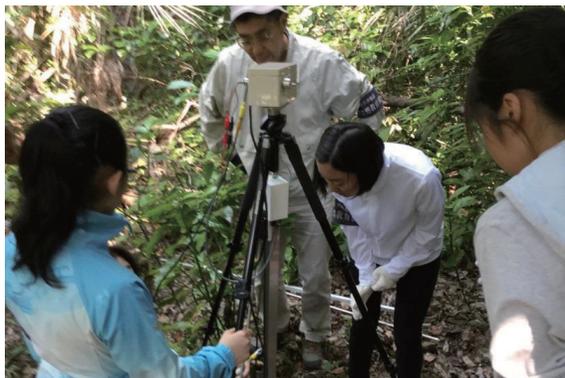


図3 土壌孔を用いた動画撮影風景

観察 2：2016年12月11日（日）に、小学生とその保護者21名を対象として、イベント「親子で落ち葉かき体験&飛ぶ種の工作教室」を実施した。その授業の中で事前にリター下で撮影した動画を用いて、土壌動物について解説した。なお、このイベントは、平成28年度国立科学博物館若手事務職員による萌芽的事業の一環として実施された。

結果と考察

1) 土壌孔中の土壌動物の動画撮影と観察

土壌孔に位置を固定し、定速による鉛直方向で行う動画撮影により、CCDカメラのピントが土壌壁面に合う鮮明な動画が取得でき、腐朽菌、植物の細根分布や土壌粗孔隙（マクロポア）などを観察することができた。また、取得動画から土壌動物の体節や付属肢の特徴を判別することができた。コナラ林、シイ林、マツ林のいずれでも土壌動物を観察されたが、孔直径が25mmと小さいために土壌孔数23本のうち、土壌動物が観察できたのは4本であった。こうした観察視野の制限がある中で、土壌動物の出現種数と出現数はマツ林よりもコナラ林・シイ林で大きい傾向がみられた。なお、概ね30cmより深い位置では土壌動物を観察することはなかった。図4a-dに、林内で取得した鉛直移動観察の動画から切り出された静止画像の一部を示す。なお、静止画像は、動画に比べて感覚的な解像度は劣る。

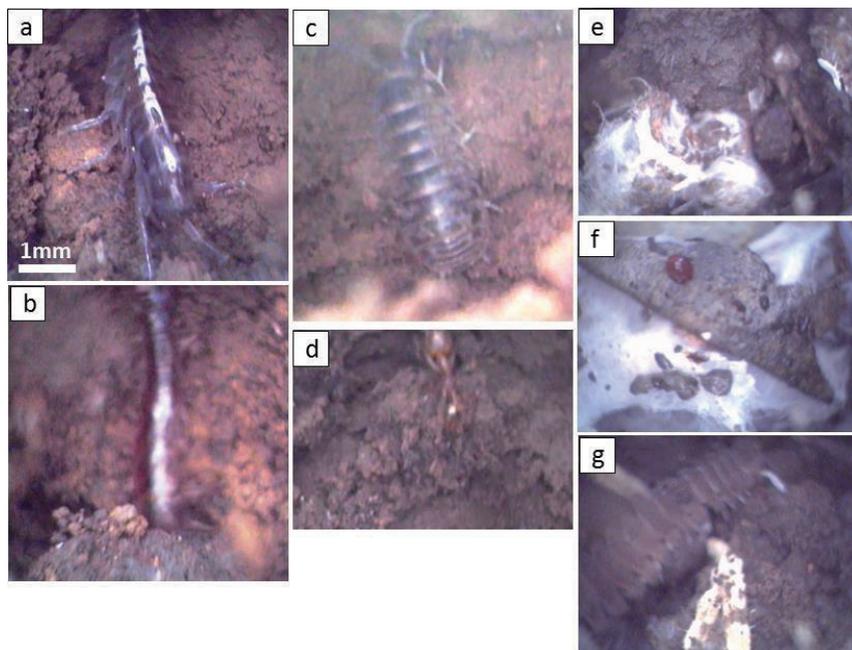


図4 土壌孔およびリター下で観察された土壌動物の数々（写真スケールは同一）

- a) ヨコエビ（シイ林）、b) ムカデ（コナラ林）、c) ワラジムシ（シイ林）、d) アリ（マツ林）、
e) 菌糸とトビムシ（コナラ林リター下）、f) 菌糸とササラダニ（コナラ林リター下）、
g) ヤスデ（コナラ林リター下）

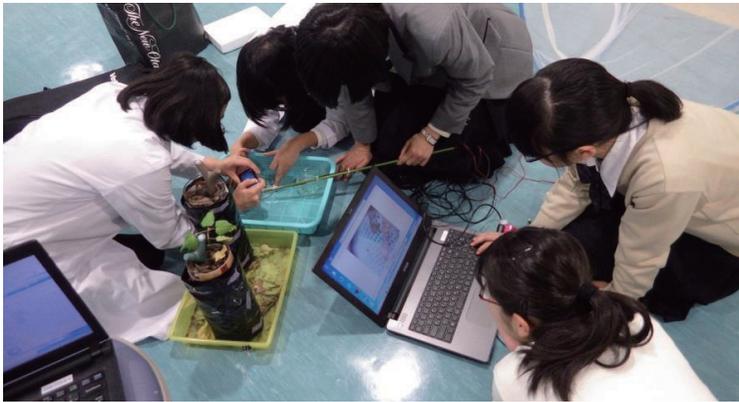


図5 土壤観察ロボット開発チームとの共同作業

本手法は、土壤動物の生息環境および生態を知る手助けになるものの、多様性を調べたり種同定を行ったりするには不向きであるといえる。しかしながら、土壤粗孔隙の形成に関わるとされる土壤動物の土中での動きを観察していく手法としては有用性があると考えられる。

重い機材を傾斜地で操作する林内での土壤孔観察作業は、女子中学生には体力的に少し難しかったといえる。林内での土壤動物観察の後、模擬土壤を使った土壤動物のモニタリング観察、土壤微生物の培養、ツルグレン装置を用いた土壤動物の抽出のほか、土壤観察装置の改良に取り組むなど生徒たちは多角的に興味を深めてきている(図5)。日頃都会の中で土壤に接する機会がほとんどない生徒たちが、実際に林内で土壤を観察することにより、自然の森林の環境を思い描きながら科学研究実践活動を発展させていくことが期待される。

2) リター直下における土壤動物の動画撮影と観察

リター下に生息する土壤動物を探しながら CCD カメラで動画を撮影する方法は、数多くの土壤動物を対象とすることができ、また、捕食行動などの動きを観察することができるという利点があった。ただし、簡易モニターを見ながら動きが早い土壤動物に CCD カメラのピントを合わせるのには、多少熟練が必要である。取得した動画の一部から切出された静止画像を図4e-gに示す。また、図6a-dは、撮影された動画から静止画像を適宜4枚ずつ選定して並べたものである。

3) 落ち葉イベントにおける土壤動物の動画上映

自然教育園で人気が高い「飛ぶ種の工作」「落ち葉かき体験」のイベントに、落ち葉の下の生き物を動画によって紹介する内容を加えた。一連の学習プログラムとして実施したため、効果的で効率的なプログラムとなったと考えられる(図7, 8)。今回のプログラムでは、当初は小学4年生以上を想定して内容を考えたが、実際の参加者は小学校低学年が中心となったため、直前に内容のレベルを簡単にする必要となった。生き物のつながりや多様性の理解に繋がる「落ち葉の下の生き物」は、難しい内容になりがちだが、「落ち葉かき」「飛ぶ種の工作」との体験を組み合わせることで、飽きずに参加してもらえたようだ。今後は、参加者の募集方法や内容設定を含めて、参加者の学齢に応じたプログラムのさらなる開発が課題である。



図 6a コナラ林リター直下で観察されたヨコエビ



図 6b コナラ林リター直下で観察されたミミズ



図 6c コナラ林リター直下で観察されたヤスデ



図 6d コナラ林リター直下で観察されたワラジムシ



図 7 落ち葉かきの様子



図 8 土壌動物の動画上映の様子

引用文献

- 一澤 圭・原田 洋. 2001. 自然教育園の樹上環境から得られたササラダニ類とトビムシ類. 自然教育園報告 (33) : 213-217.
- 渡邊眞紀子・大里陽一・魚井夏子・川東正幸. 2012. 土壌孔観察手法の開発. 日本ペドロロジー学会 2012 年度大会講演要旨集, p.52, 八王子.