

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25850115

研究課題名(和文) 同位体トレーサーを用いた食物炭素起源の特定による土壌動物の機能多様性の評価

研究課題名(英文) Assessment of soil animal functional diversity by identifying their carbon sources with isotope tracer

研究代表者

藤井 佐織 (Fujii, Saori)

横浜国立大学・環境情報研究科(研究院)・研究員

研究者番号：50648045

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：土壌生物群集は高い多様性を持ち、有機物分解や窒素の無機化といった生態系の基盤となるプロセスにおいて重要な機能を担っている。しかし、いまだ種レベルの研究は非常に少なく、種を機能的に分類することができない。本研究では、従来、落葉由来の炭素を主要な食物源としていたと考えられ分解者として機能分類されてきたトビムシ目について、 ^{13}C CO₂トレーサーを用いた同位体ラベリング手法を用いて、生存する植物の根由来の炭素の取り込みを調べ、その重要性を明らかにした。また、トビムシ目における食性の種間差が従来想定されてきたものよりも大きいことが明らかとなり、生態系機能における種間差の大きさが示唆された。

研究成果の概要(英文)：A series of studies on soil biodiversity-ecosystem functioning has demonstrated a higher importance of functional dissimilarity to perform belowground processes. However, large uncertainty still exists for species-specific dietary traits, which can determine the ecosystem functioning by soil animals. Collembola have traditionally been assumed to contribute to decomposition, mainly by feeding on detritus or saprotrophic fungi. To examine the collembolan utilization of living root-derived carbon (C) as other C source, we conducted a ^{13}C CO₂ pulse-labeling experiment. We showed an importance of root-derived C for Collembola, which indicates that their role as litter decomposers may have been overestimated. In addition, we found interspecific differences in root-derived C utilization, which suggests that Collembola have more species-specific functional roles in soil processes against previous recognition that they are relatively redundant in terms of their belowground functions.

研究分野：土壌生態学

キーワード：土壌動物 トビムシ 細根 根浸出物 同位体 ラベリング

1. 研究開始当初の背景

土壌生態系は熱帯雨林にも匹敵するほどの生物多様性をもつといわれ、それら構成生物は有機物分解とそれにとまう窒素等養分の無機化という植物生産の基盤となる重要な生態系機能を担っている。気候変動や環境攪乱の影響が懸念される現在、生態系プロセス(生態系サービス)を将来にわたって持続させるためには、そのプロセスを実現させている生物を保全する必要がある。したがって、現在、生物多様性保全に関心が集まっており、様々な生態系において生物多様性と生態系機能の関係が調べられている。そのなかで種数(種多様性)によって生態系機能を説明できないという事例が多く挙がっており、生物多様性を種数よりも機能的多様性から定義しようとする試みが広がっている。しかし、土壌生態系においては、生物多様性と生態系機能の関係は調べられはじめているものの、土壌生物の分類に労力がかかるために種レベルで行われた先行研究が少なく、種の形質(序列化可能な種の特性)や機能に関する情報は非常に少ない。したがって、未だ種を機能分類することができない状態にあり、土壌生態系においてはまずこれを打開する必要がある。

種の形質には食性、形態、外部環境に対する耐性、生活史など様々な項目がある。そのなかで、土壌生物は摂食活動により有機物の分解を行っているので、機能に直結する土壌生物の形質は食性に関する形質であると考えられる。しかし、土壌生物は見えない土壌中で摂食活動を行うために食物資源の特定さえも難しく、正確な食性については未解明な点が多い。従来、腸管内容物の観察から土壌食物連鎖の炭素源(エネルギー源)は主に落葉等の植物枯死体であると考えられ、摂食活動を通してこれら難分解性の植物枯死体が分解されていくと考えられていた。しかしこの方法では、直接摂食した食物は特定できてもその食物の炭素起源は分からないという問題や、無色透明な食物は特定できないという問題があり、土壌生態系のエネルギー源として最近注目され始めた根滲出物もしくは根滲出物を取りこんだ微生物を食べているかどうかは検証できなかった。根滲出物とは、植物の光合成によって同化される炭素(NPP)のうち短時間で根から放出される易分解性有機物の中で、NPPの10-30%を占めることが知られている。落葉等が“死んだ炭素”といわれるのに対して根滲出物は“生きている炭素”ともいわれ、この“生きている炭素”をエネルギー源とする土壌生物は有機物分解に寄与していない可能性がある。したがって土壌動物各種が依存する炭素起源は機能につながるもっとも重要な形質であると考えられ、この形質を種ごとに明らかにし、実際に機能との関連を確かめる必要がある。

2. 研究の目的

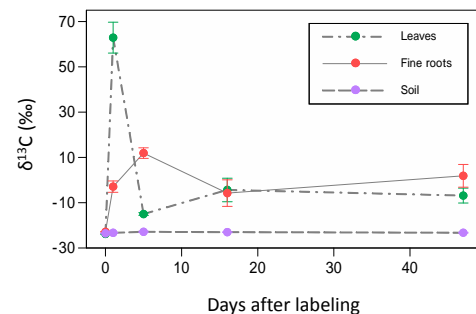
本研究では、重要な機能形質であると考えられる食性に着目し、同位体トレーサーを用いて種ごとの食物炭素起源を明らかにすることで、土壌生物の機能分類に取り組み、機能的多様性の評価を可能にすることを目的とする。

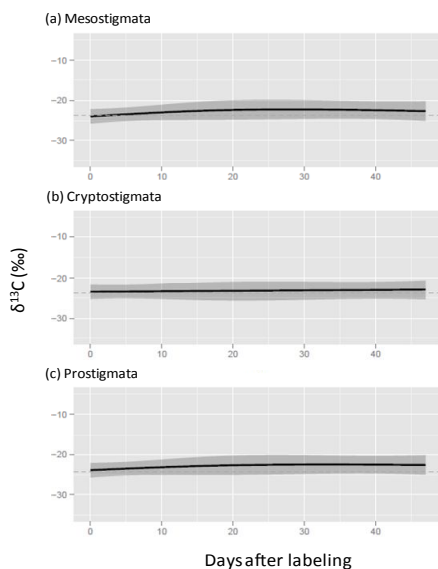
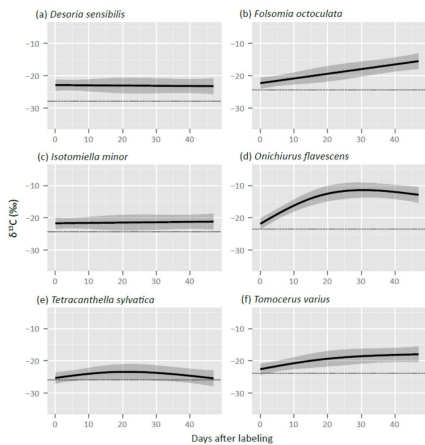
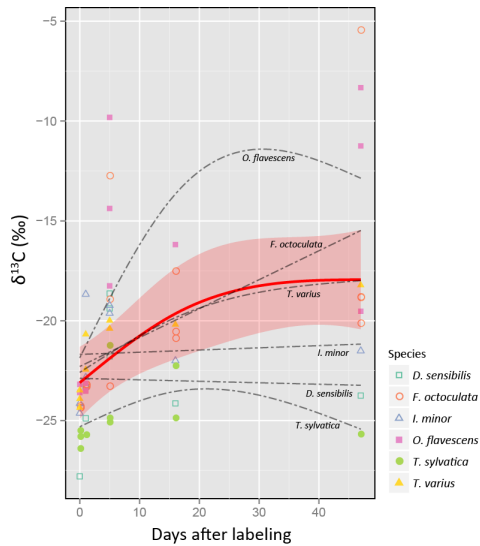
3. 研究の方法

本研究では、トビムシ各種について根滲出物の取り込みを調べるために、 $^{13}\text{C}\text{O}_2$ トレーサーによるラベリング手法を用いた。この方法は、自然界に多く含まれる ^{12}C とは異なる質量数をもつ安定同位体 ^{13}C からなる二酸化炭素($^{13}\text{C}\text{O}_2$)を植物に取り込ませ、その植物体起源の炭素の行方を追跡するものである。実験は森林総合研究所関西支所の圃場を用いて行った。ヒノキの1年生実生とフィールド(京都大学上賀茂試験地ヒノキ林)から採集した土壌(トビムシ群集を含む)を用い、実生ポットを作成した、ラベリング後、1,5,16,47日後にトビムシ各種(6種)、ダニ各亜目と植物体(葉、細根)、土壌をサンプリングし、炭素同位体比を測定した。

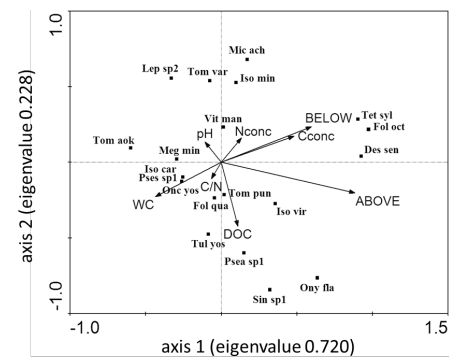
4. 研究成果

同位体ラベリング実験により、トビムシ目が類似する栄養段階に属すると考えられてきたササラダニよりも根浸出物に依存することが明らかとなった。このことから従来の認識と異なり、必ずしもトビムシ目がリター由来の炭素に依存し分解に寄与しているわけではない可能性が示唆された。一方、種ごとの解析からこれまでの認識よりも食性が種間で分かれていることが明らかとなった。従来、種が生息する土壌層位によって食性が異なると考えられ、深層に生息する種に関しては根由来の炭素の利用が示唆されてきたが、本研究により、土壌表層や中層に生息する種も根由来の炭素を利用していることが明らかとなった。また、同じ表層に生息する種でも異なる食性をもつことが明らかとなり、従来よりも精度の高い機能分類が可能となった。





また、本ラベリング実験による結果は、野外における根に対するトビムシ群集の反応を調べた研究の結果を支持するものであった(図3)。この研究は野外林床において樹木実生の有無の処理をつくりトビムシ群集を比較したものである。この実験においても全ての土壌層位において根に反応する種がみられたが、本研究によりそれが食性と関連づけられることとなった。また、一部の種に違いはみられるものの、ラベリングによって根由来炭素を取り込んだ種と野外において根に反応した種は一致し、これらの種は優占種で広く均一分布をし、かつ食物資源に対する反応が高いという共通点をもった。



5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計4件)

Saori Fujii, Akira S. Mori, Yuji Kominami, Yusuke Tawa, Yoshiyuki Inagaki, Satoru Takanashi, Hiroshi Takeda (2016) Differential utilization of root-derived carbon among collembolan species, *Pedobiologia* (in press), <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2016.05.001>

Saori Fujii, Naoki Makita, Akira S. Mori, Hiroshi Takeda (2016) Plant species control and soil faunal involvement in the processes of above- and below-ground litter decomposition, *Oikos* (in press), doi: 10.1111/oik.02457

Saori Fujii, Naoki Makita, Akira S. Mori, Hiroshi Takeda (2016) A stronger coordination of litter decomposability between leaves and fine roots for woody species in a warmer region, *Trees* 30:395-404, DOI 10.1007/s00468-015-1221-4

Saori Fujii, Seikoh Saitoh, Hiroshi Takeda (2014) Effects of rhizospheres on the community composition of Collembolain a temperate forest, *Applied Soil Ecology*83:109-115,

〔学会発表〕(計5件)

藤井佐織「分解系における土壌小型節足動物の機能を問う」第63回日本生態学会、2016年3月、仙台国際センター

Saori Fujii, Akira S. Mori, Hiroshi Takeda “Change in the community assembly rule of soil microarthropods along the decomposition processes of plant leaf and root litter” The First Global Soil Biodiversity Conference, December 2014, Dijon, France

Saori Fujii, Naoki Makita, Akira S. Mori, Hiroshi Takeda “A stronger coordination of litter decomposability between leaves and fine roots for woody species in a warmer region” 6th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants, September 2014, Nagoya, Japan

Saori Fujii, Naoki Makita, Akira S. Mori, Hiroshi Takeda “Plant species control and soil faunal involvement in the processes of above- and below-ground litter decomposition” 2014 ESA Annual Meeting, August 2014, Sacramento, California

藤井佐織、森章、武田博清「有機物分解系における土壌小型節足動物群集の位置づけ」第61回日本生態学会、2014年3月、広島国際会議場

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 佐織 (FUJII, Saori)

横浜国立大学・環境情報研究院・研究員

研究者番号：50648045