

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：32658

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K18711

研究課題名(和文) 菌根菌呼吸への炭素配分に関する研究

研究課題名(英文) Carbon allocation to mycorrhizal respiration in forested ecosystem

研究代表者

今井 伸夫 (Imai, Nobuo)

東京農業大学・地域環境科学部・准教授

研究者番号：00722638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：土壌からは、土壌微生物・植物根・菌根菌の呼吸をとおして大量のCO₂が放出している。この土壌呼吸速度の規定要因を明らかにすることは、土壌炭素動態の理解や気候変動予測の上で重要である。土壌微生物や植物根圏の呼吸については、これまで多くの研究が行われてきた。しかし菌根菌呼吸を測るには、生理活性を保ったままホスト(植物根)から菌根菌系を分離しなければならず、これまでは技術的に不可能だった。そこで本研究は、菌根菌系のみが通過できるメッシュフィルム製コアを用いた菌根菌呼吸速度の測定手法を開発した。そして、宿主樹種や土壌栄養状態によって菌根菌呼吸が大きく変わりうることを野外で初めて観測することに成功した。

研究成果の概要(英文)：Soil respiration consists of CO₂ fluxes from free-living microbes, plant roots, and mycorrhizal fungi. Understanding the spatio-temporal pattern of CO₂ fluxes from the three components can contribute to better understanding of soil organic matter dynamics, and in turn, prediction of global carbon dynamics. Many studies have measured root respiration and soil microbial respiration. However, mycorrhizal fungal respiration has been rarely measured, largely due to the lack of appropriate measuring method. Here we developed a measuring method for ecto-mycorrhizal fungal respiration by using micro-pore mesh in-growth core. We first, in the field, examined the effects of host plants and soil nutrient availability on ecto-mycorrhizal fungal respiration.

研究分野：植物生態学

キーワード：菌根菌 森林 炭素動態 呼吸 土壌微生物

1. 研究開始当初の背景

土壌からは、土壌微生物・植物根・菌根菌の呼吸をとおりて大量の CO₂ が放出している。この土壌呼吸速度の規定要因を明らかにすることは、土壌炭素動態の理解や気候変動予測の上で重要である。土壌微生物や植物根圏の呼吸については、これまで多くの研究が行われてきた。しかし、菌根菌の呼吸測定は、生理活性を保ったままホスト(植物根)から菌根菌系を分離しなければならず、これまで技術的に不可能だった。

菌根菌と植物根ではサイズや生理機構が全く異なるため、環境応答特性が両者で異なると考えられる。また、根呼吸のうちの数十%が菌根菌呼吸である可能性も、メタ解析研究などから示唆されている。にもかかわらず、菌根菌呼吸は根呼吸の一部として一括りにされ、すべての炭素動態予測モデルにおいて無視されているのが現状である。

2. 研究の目的

野外における菌根菌呼吸速度の分離測定手法を開発することを目的とする。また、菌根菌系の呼吸速度に及ぼす宿主樹種と土壌栄養の影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 菌根菌系の培養

研究は、森林総研関西支所の京都府山城試験地において行った。有機物がほとんど含まれない炭素フリーの真砂土を、40 μ m メッシュフィルム(菌糸は通れるが根は太くて通れない)製のイングロース・コア内に充填した。



図1. イングロース・コアの設置方法

このコア(通常コア)60個と、園芸用 NPK 液肥(ハイポネックス原液 400 倍希釈液)に 10 分浸したコア(施肥コア)15 個をそれぞれ、コナラ(落葉樹)とアラカシ(常緑樹)の樹冠下に埋設した。腐生性微生物のコンタミ回避のため、埋設区の表層土を掃除機で除去し、炭素フリーの真砂土に置換した(図1)。

(2) 菌糸の呼吸速度と形態の測定

約 4 か月後にコアを掘り取ってコアからの CO₂ 放出速度を測定した(GMP343, ヴァイサラ)。コア内の菌糸を水抽出して、抽出液の顕微鏡画像を撮影した。菌糸の長さを、ライン・インターセクト法(2 \times 2 mm² 領域におけるラインと菌糸の交点数を数える)で簡易測定するとともに、画像解析ソフトを用いて実測した。菌糸の太さも撮影画像から実測し、菌糸の体積(長さ \times 太さ)を算出した。

4. 研究成果

(1) 菌糸長推定

菌糸長の推定値は、実測値と 1:1 の高い相関を示した(図2)。このことから、簡易なライン・インターセクト法でも、実測と同程度の精度で菌糸長を測定できることが分かった。

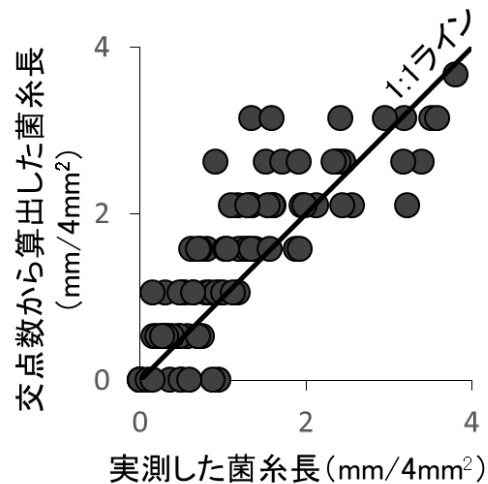


図2. 菌糸長の実測値と推定値の関係

(2) 呼吸速度(土重量当たり)

コナラ下で得られた菌糸は、アラカシのそれよりも総長が長かった(図3)。菌糸の太さは、ややアラカシのほうが太かった。施肥によって、菌糸総長は増加した。

コナラ下で得られた菌糸は、アラカシのそれよりも体積が多かった(図4)。土重量当たりの呼吸速度は、宿主樹種間で違いはなかった。施肥によって、菌糸体積と呼吸速度は増加した。

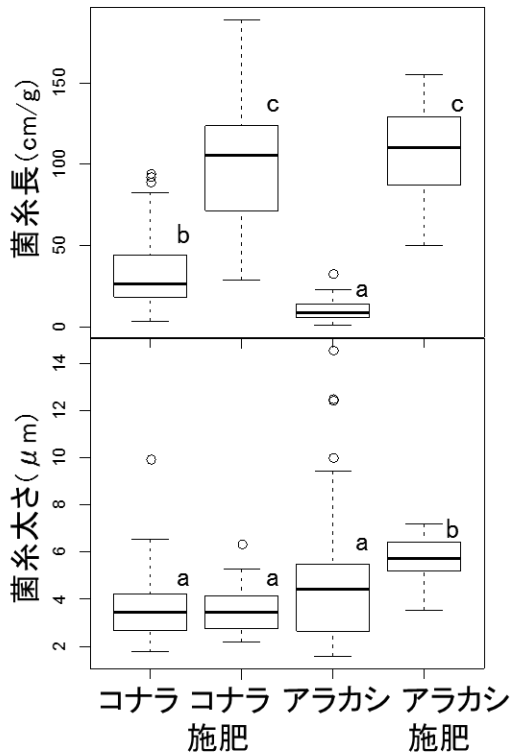


図3. 菌糸の長さとおさ

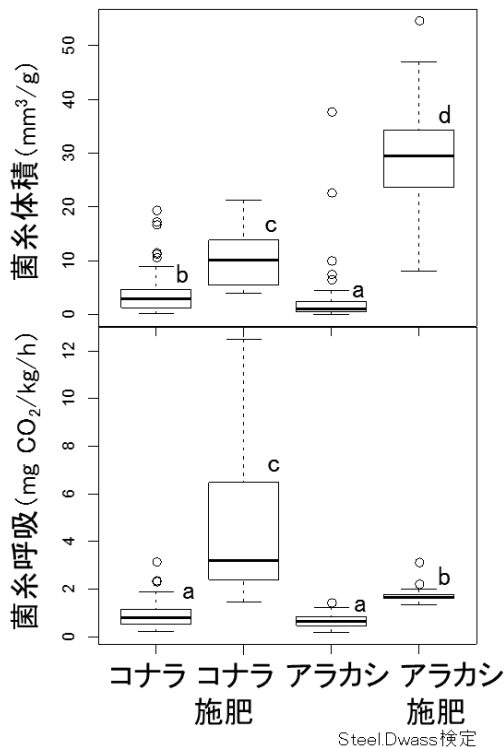


図4. 菌糸の体積と呼吸速度

(3) 呼吸速度 (菌糸体積あたり)

菌糸長さ及び太さあたりの呼吸速度には、宿主樹種や施肥の有無による傾向は特にみられなかった(図5、上2つ)。一方、菌糸体積あたり(長さ×太さ)の呼吸速度で見ると、コナラ施肥 > コナラ > アラカシとい

う傾向がみられた(図5、下)。

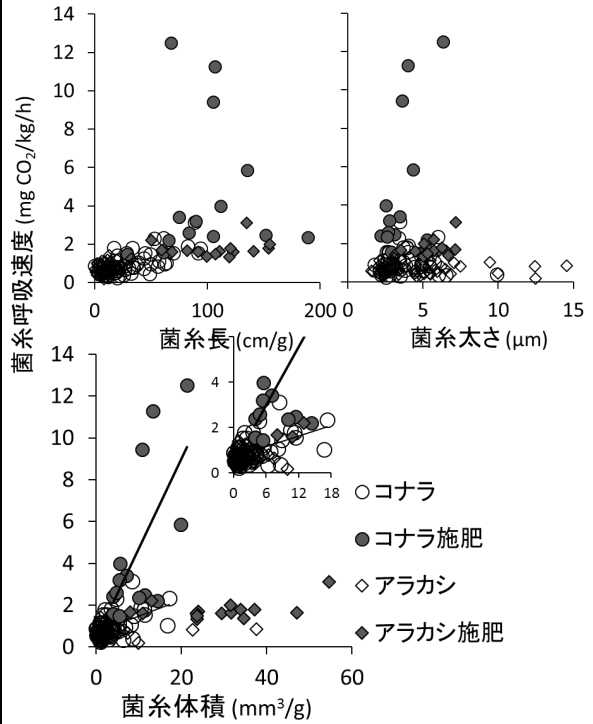


図5. 菌糸の長さ、太さ、体積当たりの呼吸速度

以上のように、菌根菌のみの呼吸速度を高精度測定することに野外で初めて成功した。また、菌根菌の呼吸速度は、菌糸量や形態、宿主樹種、土壌栄養状態により異なることが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

Fujiki, S, Aoyagi R, Tanaka A, Imai N, Kusma AD, Kurniawan Y, et al. (2016) Large-scale mapping of tree-community composition as a surrogate of forest degradation in Bornean tropical rain forests. Land 5:45 査読有

Aoyagi R, Imai N, Seino T, Kitayama K (2016) Soil nutrients and size-dependent tree dynamics of the tropical lowland forests on volcanic and sedimentary substrates in Sabah, Malaysian Borneo. Tropics 25:43-52 査読有

Imai N, Samejima H, Demies M, Tanaka A, Sugau JB, Pereira JT, Kitayama K (2016) Response of tree species diversity to disturbance in humid tropical forests of Borneo. Journal of Vegetation Science 27:739-748 査読有

〔学会発表〕(計 1件)

今井伸夫, 安宅未央子, Schaefer H, 吉村謙一, 小南裕志. 菌根菌糸の呼吸速度測定手法の開発. 日本生態学会 64 回大会
2017.3.16 早稲田大学(東京都新宿区)

〔図書〕(計 1件)

関岡東生 監修, 今井伸夫 分担執筆, 家の光協会, 図解 知識ゼロからの林業入門,
2016, pp192

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今井 伸夫 (IMAI, Nobuo)
東京農業大学・地域環境科学部・准教授
研究者番号: 00722638

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

小南 裕志 (KOMINAMI, Yuji)
吉村 謙一 (YOSHIMURA, Ken-ichi)
安宅 未央子 (ATAKA, Mieko)
Ivika Ostonen (OSTONEN, Ivika)