

令和元年6月20日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21131

研究課題名(和文) 地上部-地下部生態系間の連動性に着目した樹木根圏炭素動態の解明

研究課題名(英文) Tree root carbon dynamics focusing on the linkage between above and below ground ecosystems

研究代表者

安宅 未央子 (ATAKA, Mioko)

京都大学・農学研究科・特定助教

研究者番号：00757924

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、根圏呼吸速度の高頻度観測装置を用いて、地上部とのつながりに着目した根圏炭素動態を明らかにすることを目的とした。根圏呼吸速度は、温度だけでなく刻々と変化する日射量に追従して変動した。さらに、日呼吸速度は3日前の日射量と相関を示し、光合成産物が地下部へ供給されるまでのタイムラグがあることも示唆された。以上より、根圏炭素動態は温度に加えて光合成産物の地下部への炭素移動のプロセス(早い炭素移動と遅い炭素移動)によって影響を受けていると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

陸域生態系において、土壌は最大の炭素貯蔵庫である。温暖化などの気候変動に対し、土壌炭素動態がどのようなプロセスで変化するかを予測するためには、土壌を構成する個々のCO₂放出特性(根圏呼吸・有機物分解呼吸など)を分離して定量的に理解することが課題である。手法の制限により直接的に測定することが難しかった根圏呼吸の時間変動と環境応答性を評価することで、正確な森林炭素収支の推定につながる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to clarify root carbon dynamics focusing on linkage between above and below-ground systems using a high-frequency measurement system of fine root respiration. The measurement system of fine root respiration consist of small syringes for incubating fine root and a unit for measuring continuous CO₂ concentration. Fine root respiration changed following with temperature and solar radiation changing with time. Moreover, daily fine root respiration was related with daily solar radiation before 3 days. These results indicated that the root carbon dynamics could be affected by two carbon flows (slow and rapid) to belowground system.

研究分野：生態系生態学

キーワード：炭素動態 根圏呼吸 滲出物 自動チャンバー 細根 連続測定 光合成 フラックス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

光合成によって樹木に取り込まれた炭素は、枝や幹をとおり、根圏(根・菌根)へと輸送される。根圏に輸送された炭素は、根や菌根菌の成長・呼吸として消費されるのに加え、根圏滲出物として根圏土壌に分泌される。そのため、根圏の炭素動態は、まわりの環境要因(温度など)だけでなく地上部の光合成活動の影響を受けて変動すると考えられる。しかし、刻々と変化する環境要因や光合成活動に対し、根圏の炭素動態がどのような変化を示すのかについての理解は、手法上の制限により十分ではない。

2. 研究の目的

本研究は、地上部とのつながりに着目した根圏炭素動態を定量的に評価するため、根圏呼吸速度のリアルタイム測定装置の開発を行い、刻々と変化する環境に対する根圏呼吸速度の応答性を評価した。

3. 研究の方法

根圏呼吸速度のリアルタイム測定装置は、シリンジとビーズを用いて根圏滲出物を定量する方法に、シリンジ内のCO₂濃度を連続観測できるユニットを用いて構築した。この装置は、野外での使用を前提とし、片手で運搬できるように小型化した。また樹種や場所によって異なる根の形態に適用できるように、チャンバーサイズを変更することで、その場に応じた根圏呼吸速度の測定を可能とした。

4. 研究成果

コナラ苗木を対象とした細根呼吸速度は、温度や日射量に応じた日周変化を示し、そのピークは12~14時あたりに位置した。根圏呼吸速度と温度は指数関数の関係を示す一方、同温度帯でのばらつきが大きかった。そのばらつきは、日射量によって影響を受けており、日射量が大きいほど根圏呼吸速度も大きい傾向にあった。細根呼吸速度の時間変動は温度だけでなく刻々と変化する日射量に対して応答していた。この結果は、地上部の光合成活動による地下部への早い炭素供給によって影響を受けていることを示している。一方で、日呼吸速度は3日前の日射量と相関を示し、光合成産物が地下部へ供給されるまでのタイムラグがあることも示唆された。

以上より、根圏炭素動態は温度に加えて光合成産物の地下部への炭素移動のプロセス(早い炭素移動と遅い炭素移動)によって影響を受けていると考えられた。今後の展望として、地上部-地下部間の炭素の流れを詳細に観測し、高頻度測定された根圏呼吸速度との関係性を評価することで、根圏炭素動態プロセスを明らかにしたいと考えている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

安宅未央子「炭素収支における分解系の寄与解明の現状と展望」森林科学、85, pp7-12, 2019
https://doi.org/10.11519/jjsk.85.0_7

Schäfer, H., Ataka, M., Dannoura, M., Osawa A. Evidence for the coupling of extraradical mycorrhizal hyphae production to plant C assimilation in Japanese warm-temperate forest of arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal tree species, *European Journal of Soil Biology*, 88, pp73-79, 2018 (査読有)

<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2018.07.002>

Djukic et al., A. Early stage litter decomposition across biomes, *Science of the Total Environment*, 628-629, pp1360-1394, 2018 (査読有)

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012>

Sun, L., Ataka, M., Kominami, Y., Yoshimura, K. Relationships between fine-root exudation and respiration of two *Quercus* species in a Japanese temperate forest, *Tree Physiology*, pp1-10, 2017 (査読有)

<https://doi.org/10.1093/treephys/tpx026>

〔学会発表〕(計20件)

安宅未央子、小南裕志、吉村謙一、高梨聡「暖温帯林における落葉炭素収支 ~分解呼吸量・溶脱量の環境応答~」『第130回森林学会大会』新潟市(2019年3月)口頭発表.

中路達郎、牧田直樹、片山歩美、安宅未央子、小熊宏之「地中分光計測による森林土壌有機物組成と微生物呼吸の垂直分布の予測」『第130回森林学会大会』新潟市(2019年3月)口頭発表.

Lijuan SUN, Mioko Ataka, Mengguang Han, Yunfeng Han, Dayong Gan, Biao Zhu 「Root exudation as a major dimension of root traits among co-existing woody species in a deciduous-evergreen community」『第66回日本生態学会大会』2019

安宅未央子、小南裕志、吉村謙一、Sun Lijuan「自動チャンバーを用いた樹木細根呼吸速度の連続測定 ~ 時間変動とその制御要因 ~ 」『日本農業気象学会75周年記念大会』2018

吉村謙一、小南裕志、安宅未央子「全天空写真の高密度撮影による林冠構造の把握とその季節変動」『第129回森林学会大会』2018

Schaefer Holger、安宅未央子、檀浦正子、小杉緑子、大澤晃、「ヒノキ林のアーバスキュラー菌根菌系の垂直分布 ~ N、P、細根量との関係」『第129回森林学会大会』2018

大貫真孝、檀浦正子、Timo Dosmich、安宅未央子、Tapani Repo、Leena Finér、大澤晃「積雪環境が欧州アカマツの葉の分解過程に与える影響」『第129回森林学会大会』2018年

中路達郎、牧田直樹、片山歩美、安宅未央子、小熊宏之「野外分光計測による樹種・深度別の土壌水分・有機物組成の非破壊推定と土壌呼吸活性の評価」『日本生態学会第65回全国大会』2018

Lijuan Sun, Mioko Ataka, Yuji Kominami, Kenichi Yoshimura, Kanehiro Kitayama「The experimental addition of labile organic matter induces contrasting microbial responses between spring and autumn soils」『日本生態学会第65回全国大会』2018

Holger Schaefer, Mioko Ataka., Akira Osawa. 「Rapid decomposition of extraradical AM hyphae within in-growth mesh bags」『British Ecological Society』2017

Holger Schaefer、安宅未央子、檀浦正子、Jiyoung An、大澤晃「アーバスキュラー菌根または外生菌根が優占する温帯林における菌根菌系生産量の季節変動」『第128回森林学会大会』2017

大貫真孝、Timo Domisch、檀浦正子、安宅未央子、Tapani Repo、Leena Finé、大澤晃「積雪が北方林のスコッチパイン落葉の分解過程に及ぼす影響」『第128回森林学会大会』2017

小南裕志、山本遼平、吉村謙一、安宅未央子、檀浦正子、衣浦晴生「京都府南部の落葉広葉樹林におけるナラ枯れ被害が生態系に与える影響の評価－(2) 枯死木の発生が炭素循環に与える影響－」『第 128 回森林学会大会』2017

吉村謙一、小南裕志、安宅未央子、孫麗娟「幹呼吸速度の日変化季節変化に対する葉群光合成依存性—落葉樹コナラと常緑樹アラカシの比較から」『第 63 回日本生態学会大会』2017

今井伸夫、安宅未央子、Holger Schaefer、吉村謙一、小南裕志「菌根菌糸の呼吸速度測定手法の開発」『第 63 回日本生態学会大会』2017

中路達郎、牧田直樹、片山歩美、安宅未央子、小熊宏之「短波長赤外分光計測による森林土壌有機物組成の樹種間差の検出」『第 63 回日本生態学会大会』2017

Lijuan SUN ,Mioko Ataka ,Yuji Kominami ,Kenichi Yoshimura ,Kanehiro Kitayama「Root exudates mediate nitrogen mineralization by enhancing microbial stoichiometric demand」『第 63 回日本生態学会大会』2017

安宅未央子、小南裕志、佐藤開、吉村謙一「暖温帯広葉樹林における落葉層分解呼吸の季節変化」『日本土壌肥料学会 2016 年度佐賀大会』2016

Schaefer Holger, Ataka Mioko, Kominami Yuji, Dannoura Masako, Osawa Akira「Growth and respiration of mycorrhizal fungal hyphae in the soils of Japanese Quercus serrata and Chamaecyparis obtusa stands」『日本土壌肥料学会 2016 年度佐賀大会』2016

深山貴文、山野井克己、溝口康子、安田幸生、野口宏典、小南裕志、北村兼三、森下智明、安宅未央子、吉村謙一、松本一穂、高梨聡、和田龍一、吉藤奈津子、岡野道明「多様な森林に立地するフラックスタワー群を用いたBVOC観測ネットワークの概要」『第 57 回大気環境学会』2016

〔図書〕(計 1 件)

「人と植物の共生」編集委員会(編)『人と植物の共生 - 都市の未来を考える - 』森の CO₂ 吸収と人間の暮らしの間にあるもの pp34-39,2018 小南裕志・安宅未央子

〔その他〕

ホームページ等

<https://researchmap.jp/7000023364/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名 :

ローマ字氏名 :

所属研究機関名 :

部局名 :

職名 :

研究者番号（8桁）:

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。