

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 27 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05250

研究課題名(和文) 頻発する大規模山火事に駆動される物質循環プロセスの解明：植生-土壌系の再精査

研究課題名(英文) Understanding plant-soil linkages following large-scale wildfires

研究代表者

武田 博清 (Takeda, Hiroshi)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：60109048

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,700,000円

研究成果の概要(和文)：近年の全球的な温暖化に伴い、山火事の規模・頻度が増大している。山火事後の植生回復は、陸域における炭素動態を規定する主要因である。しかしながら、山火事攪乱後の植生回復を支える土壌代謝プロセスについては、きわめて限られた知見しかない。本研究では、山火事後の養分循環における土壌と植物の関わりに着目することで、これまでの陸域生態系の炭素動態の知見を一新する可能性を秘めた地下部養分動態の詳細を検証した。

研究成果の概要(英文)：Ongoing climatic warming has triggered large-scale wildfires in many regions, which have a large potential to modify carbon dynamics in terrestrial ecosystems. Vegetation recovery following crown fires is one of the most dominant factor that determine carbon cycling. However, post-fire soil properties have been less focused in terms of their contributions to support plant growth and thus vegetation development. Here, based on intensive field works, this study aimed to quantify biotic and abiotic properties of soil, including belowground plant materials left after fires, and how they are involved in recovery of post-fire ecosystems.

研究分野：森林生態学

キーワード：生態学 気候変動 物質循環 山火事

1 . 研究開始当初の背景

近年、全球的な温暖化に伴って、大規模な山火事が頻発している。山火事は陸域とくに森林生態系に元来備わった自然撓乱であるが、近年の気候変動に伴う温暖化・乾燥化の著しい地域では、自然変動の中で生じる規模・頻度を越えた山火事が起こるようになってきている。

山火事は気候パターンと密接した自然現象である。ここで着目するのは、山火事は気候変動の結果として生じる事象であるだけでなく、今後の気候変動を規定する重要な要因でもあることである。山火事による植物体の燃焼は二酸化炭素の放出を意味し、山火事後の植生回復は植物による炭素固定を司る。つまり、現行する気候変動に対して、陸域生態系の炭素隔離を介した「気候変動問題への緩和策」を実践するためには、山火事後の植生回復は重要な関心事項である。

山火事は地上部の燃焼を通して、土壌の化学的・生物学的な特性を改変する。一般に、山火事は土地の養分濃度を下げ、土壌代謝プロセスの担い手である土壌生物のバイオマスも減少させる。これは、有機物の燃焼によって養分が無機化され、迅速に土壌から溶脱されることによる。一方で、溶脱前の土壌無機態養分濃度は、一時的に過剰な状態となることが知られている(ゆえに、地域によっては農作物収量増加を狙った短期的な焼畑が行われる)。以上より、山火事直後の期間に、新しく定着した植物がどれだけ一時的な養分供給を利用できるか、もしくは不完全燃焼により供給された炭がどれだけ養分を保持できるかが、植生回復を決定付けると広く考えられてきた。

ここで視点を変えたい。地球科学的な調査に基づくと、山火事により土壌表層の温度が摂氏 400 度を超えても、その 5cm 下の土壌は約 50 度にしか上昇しないことが知られている。つまり、地上部が燃焼し消失した樹木でも、その根系の多くは燃えずに残存している可能性が高い。つまり、樹体の地下部根系に保持されていた養分は、焼失せずに残されている可能性が十分にある。実際、山火事後も根が残存することを示した先行論文は散見される。しかしながら、燃焼せずに残存する植物の地下部根系を植生回復のための養分供給源として着目した研究は、現在のところ皆無である。

2 . 研究の目的

樹木根系は地下部にあり直接的な観察が困難であるため、その存在が研究上ブラックボックス化されてきた。しかしながら、近年、植物の純一次生産量の約半分は根系に配分される可能性が示されており、その影響力に注目が高まりつつある。特に、細根(直径 2mm

以下の根)は、多くの樹種において葉と同等の養分含有量を示すため、養分供給源としての価値が高く、養分循環において強い駆動力をもつ。

樹木細根のリター(枯死物として土壌に供給されるもの)は、葉のリターよりもリグニン等の難分解性画分を多く含むために、葉に比べて分解・養分放出速度が遅く、土壌中の窒素貯蓄器官として長期的に働く。そのため、土壌中の有機物は根由来のものが大半を占め、多くの土壌生物にとっての重要な資源であることが次第に明らかになってきた。これら先行して実施してきた研究の成果を統合すると、養分流亡が進行する山火事後の土壌においては、燃えずに残った細根リターが山火事撓乱後の生態系回復の基盤となる可能性が浮かび上がってくる。

山火事後に燃焼せずに残る根量を調査し、その後、これらの根の分解実験を行うことで根から土壌に対する養分の供給速度を定量する。同時に根を除去した土壌と根を含む土壌の処理区を設置して動植物の移入率・成長率を追跡する野外操作実験を行い、山火事後の土壌生物と植生の回復に対する根の寄与率を定量化することを目的とした。

3 . 研究の方法

本研究はアメリカ合衆国、カリフォルニア州、ヨセミテ国立公園内のフォレスト地域(斜面)で行った。この地域は西岸海洋性気候に属し、植物にとって夏季の乾燥に耐えるため雪解け水が重要な意味を持つ空間である。近年ヨセミテ国立公園内では冬季の降雪量の低下により雪解け水が減少し、夏季に極度に乾燥する期間が増加している。そのため本調査地でも他のアメリカ西海岸区域と同様に山火事の増加が見られる。

当該調査地はポンデローサパイン(Pinus ponderosa)、ブラックオーク(Quercus velutina)、マンザニータ(Arctostaphylos patula)の主要 3 樹種で構成された針広混交の森林地帯である。今回調査対象とした山火事である El Portal Fire は、その強度から林冠火事に分類され、2014 年 7 月に発生し同年 8 月に収束した。山火事後の最初の芽吹きに合わせて 2015 年の 6 月に調査を開始し、その後経過観察のために 2015 年 9 月、2016 年 6 月と 9 月、2017 年 6 月に調査を繰り返した。山火事直後に地下部にどのような影響が存在しているのかを検証するために、山火事が発生した場所(B サイト)と山火事が発生していない場所(U サイト)対になるようにプロットを設置した。B サイトと U サイトの境界線は調査対象としている山火事が発生した際に、現地の消防士が延焼防止のために樹木を伐採してできた境界線を利用した。

2015 年 6 月にプロットの初期データとし

て、U サイトでは毎木調査を、B サイトでは枯死木の調査を行った。またB サイトとU サイト双方で、地下部の根量を推定するために土壤コアを採集した。下層植生調査プロットではB サイトとU サイトの双方で植生被度の推定を行った。また下層植生調査プロット付近で土壤環境(土壤化学特性、微生物量、植物リター分解)を測定した。リターバッグの回収及び土壤サンプルの取得のために2017年6月までに計6回現地を訪問し、継続してデータを得た。

4. 研究成果

本研究の仮説：本研究では山火事直後の地下部の動態を把握するため、土壤中に残存している枯死根と、土壤微生物バイオマスや植生回復の関係性を解き明かすことを目的とする。そこで2つの仮説を設定した。土壤微生物にとって山火事後に大量に供給された根は資源になり得ると推測されるため、土壤微生物バイオマスと枯死根の間に正の相関関係が存在するとした。また、枯死根は分解過程を経て植生に影響を及ぼしていると予測されることから、植生被度、種数または根の生産性と枯死根の間に正の相関関係が存在するとした。

今回の研究で林冠火事のような強強度の山火事後でも、土壤表層付近に枯死根が残存していたことが明らかとなった。これら枯死根の中には細根も含まれている。山火事によって土壤の表層から5 cm - 10 cm にかけて伝わる熱は、燃焼条件やその空間のリターの種類などで決まる。そして森林土壤では、土壤深度が深くなるにつれて山火事によって伝わる熱量が減少すると言われている。一方でこれまでの研究で山火事が土壤にもたらす熱によって土壤の性質が変化することが明らかにされてきた。本研究では土壤環境に関して、B サイトとU サイトを比較したとき、含水率の低下や地温、無機態窒素の上昇など、先行研究と同様の山火事後特有の土壤環境の違いが見られた。例えば、山火事後に無機態窒素が短期的に上昇する要因に関して、人為的な火入れによる先行研究では、炎から土壤を伝わる熱の影響により根や微生物の細胞が溶け出すことによって硝酸態窒素が短期的に上昇することが示されている。また山火事後に大量に供給される炭がpHの上昇の一要因として知られている。一方で林冠火事のような燃焼中に高温に達する強強度の山火事では、火事の際に有機物層に伝わる熱の影響によって、土壤有機物中の化学物質が変性し、pHが上昇するとされている。また土壤含水率に関して、山火事による被植の減少や土壤有機物の焼失することによって低下することが知られており、同時に土壤の水分保持機能も低下すると言われ

ている。このように土壤環境に関して先行研究と同様の傾向が見られたことから、強強度の山火事後でも土壤表層付近に細根を含む枯死根が土壤中に大量供給されたことが明らかとなった。

まとめ：本研究では、林冠火事の直後の土壤中に枯死根が焼失せずに残存していたことが示された。とくに、残存した枯死根と土壤微生物との間に正の相関関係を持つことが明らかとなった。また、残存した枯死根と植生被度、種数との間に正の相関関係であることが示された。つまり土壤に残存した枯死根は、直接的に資源として土壤微生物に関与しており、さらに間接的に分解過程を経て植生に関与していると考えられる。これら枯死根の質や量は山火事が発生する以前の植生で決まる。これまでの山火事研究では、山火事後に植物が供給するものとして炭が着目されてきたが、土壤中に残存した枯死根の重要性が本研究で明らかとなった。今後山火事レジームが変化に伴い植生が変化することにより、山火事後に土壤中に残存する枯死根の量や質が変化すると推測される。またこれら枯死根は炭素循環や土壤微生物動態にも関与すると考えられる。枯死根を考慮して山火事の動態を把握することにより、さらに精密な山火事後の植生動態の理解につながることを期待される。

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0件)

[学会発表](計2件)

1. 前田瑞貴(横浜国大)、藤井佐織(アムステルダム自由大)、谷川東子(森林総研関西支所)、田和佑脩(大阪環農水総研)、武田博清(同志社大)、森章(横浜国大).山火事後の土壤・植生回復過程における残存根の役割 2018年3月15日 第65回日本生態学会年次大会 札幌国際会議場
2. 前田瑞貴、森章(横浜国大)山火事後の土壤・植生回復過程における残存根の役割 2018年3月3日 日本生態学会関東地区会 東京大学柏キャンパス

[図書](計0件)

[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

武田 博清 (TAKEDA, Hiroshi)
同志社大学・理工学部・教授
研究者番号：60106048

(2) 研究分担者

谷川 東子 (TANIKAWA, Toko)
森林総合研究所・関西支所・主任研究員
研究者番号：10353765

森 章 (MORI, Akira)
横浜国立大学・環境情報研究院・准教授
研究者番号：90505455