

( 続紙 1 )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                     |    |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 京都大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 博士 ( 農 学 )                                                                                                                                                                          | 氏名 | 安間 更紗 |
| 論文題目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Community structure and seasonal changes of soil fungi in seasonal tropical forests of northeast Thailand under different fire regimes<br>(タイ東北部の異なる火災体制下の熱帯季節林における土壌菌類の群集構造と季節的変異) |    |       |
| (論文内容の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                     |    |       |
| <p>土壌微生物群集の生物多様性科学における意義は、近年ますます強く認識されるようになってきている。土壌には多様な真菌や細菌などが存在するが、その多くは培養できないため、次世代シーケンサーを活用した網羅的 DNA バーコード解析を用いて種に相当する OTU (operational taxonomic unit) を区別する手法の近年における飛躍的な発展を見るまでは、これらの微生物の多様性も時空間変異も全く未解明であった。また、これらの中には病原菌として植物の成長生育に負の影響を与えるものから菌根菌のように正の影響を与えるものまで様々であるが、このような植物との相互作用や生態系物質循環における機能的な違いについても、分類群の機能性についてのデータベースの発展によって推定できるようになっている。本論文は、このような微生物群集多様性の研究の最前線を背景にして、タイのサケラート環境研究所の熱帯季節林において土壌菌類の群集構造を記載した結果を報告する。とくに注目したのが、乾季にはほぼ毎年森林火災がおこる乾燥落葉林と火災の起こらない乾燥常緑林の間の違い、また、12月から2月にかけての乾季と雨季の間の違いである。また、同研究地には、長期にわたる防火処理実験の対象となっている乾燥落葉林もあり、この場所では常緑林の樹種が侵入増加していることから、菌類群集も中間的な構成を示すことが予想されていた。本論文は以下の5章から構成される。</p> <p>第1章では、上述のような本研究の背景と目的について簡単にまとめ、第2章から5章の構成を説明する。</p> <p>第2章では、雨季のタイ熱帯季節林における土壌菌類の多様性と種組成を雨季の2013年9月に行った土壌採取に基づいて解析を行った。乾燥落葉林と乾燥常緑林のそれぞれにて、樹木群集の調査が繰り返されてきた3つの50 m x 50 m のプロット内の10 m x 10 m のサブプロットのそれぞれから土壌を採取して、群集レベルでの土壌菌類群集の記載をめざした。また、防火処理林においては、1つの50 m x 50 m プロットのみにおいて土壌を同様に採取した。土壌から菌類に固有の DNA セグメントを抽出・増幅して、DNA メ</p> |                                                                                                                                                                                     |    |       |

タバーコーディング解析を Roche GS Junior を用いて行った。解析の結果は、土壤菌類が非常に多様であり、目レベルでも同定不可能な真菌類が大量に存在することを示した。また、3つの森林タイプの間でも、土壤菌類群集の組成は大きく異なった。樹種多様性と土壤菌類組成の間には単純な相関が見られなかったが、落葉乾燥林においては火災頻度に応じて下層植生において増加するササ (*Vietnamosasa pusilla*, Poaceae) の被度と土壤菌類組成の間に相関が見られた。

第3章では、第2章での解析に用いた雨季の2013年9月に採取した土壤サンプルに加え、同じ方法で乾季後半の2014年2月に採取した土壤サンプルも用いて、より新しい分析機器の Illumina MiSeq を用いて、森林タイプ間および乾季と雨季の間の土壤菌類群集の違いを調べた。分類群と機能群ともに、土壤菌類群集の違いは森林タイプや森林プロットの違いに対応してみられたが、季節による違いは少数の分類群においてのみ見られた。また、防火処理乾燥落葉林の群集は、他の2つの森林タイプのそれと有意に異なっていた。

第4章では、第3章のデータを用いて、菌類群集の共起ネットワーク解析を行った。この解析法では、同じ場所に出現する菌類のグループをモジュールとして検出でき、可視的にネットワーク図としてまとめることができる。結果として、雨季には8つ、乾季には5つのネットワーク・モジュールが検出され、それぞれは3つの森林タイプのどれかに対応していた。また、土壤菌類の共起ネットワークモジュール構造については、季節変化が少ないことが示唆された。これらの多くの機能群は不明だが、季節に関わらず、落葉乾燥林と常緑乾燥林の両方に出現するのは腐生性菌類だった。

第5章は第2章から第4章までの結果を総括した。土壤菌類組成が人為攪乱や気候変動への地上部・地下部生物の応答や養分循環の予測に貢献する可能性、ならびに森林保全や育種を通じた適切な資源管理の提案に寄与する可能性に言及した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

土壌微生物群集の生物多様性科学における意義が、近年ますます強く認識される中、本論文は、真菌類のDNAバーコード手法を駆使して、タイの季節的熱帯林の土壌菌類の構造の時空間変動に関する基礎的データを創出した。評価すべき点は、以下の4点にまとめられる。

1. 十分に広い面積から比較的浅い土壌を採取して網羅的に解析することで、アジアの熱帯林の土壌には多くの未同定種も含めて驚愕的な菌類の多様性が存在することを明らかにした。
2. 同じ気候環境のもとでも、隣接する乾燥落葉林と乾燥常緑林という樹木種の組成の全く異なる森林タイプの間で、季節に関わらず土壌菌類群集が大きく異なることを示した。
3. 季節的熱帯林において、乾季と雨季の間では土壌菌類群集の変化は一部の種を除けば比較的小さく、また、群集構造には比較的安定した同所性が見られることを世界で初めて示した。
4. 火災が毎年のように起こる乾燥落葉林では、下層植生のササの優占度に応じて、表層近くの土壌菌類群集の組成が変化することを示し、森林の優占樹種のみならず、下層植生も土壌群集に影響を与えることを示した。

以上のように、本研究は、熱帯林生態系における土壌菌類群集の多様性に関する基礎的かつ新たな知見を最新のDNA配列解析手法を用いて得ており、今後の土壌微生物群集の生態学的研究に大きく貢献し、生物多様性科学、熱帯林環境学、植物生態学、生態系生態学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和4年3月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

おって、当該学生は、本学博士課程教育リーディングプログラム「グローバル生存学大学院連携プログラム」を履修し、令和4年2月4日に同プログラムにおける学修内容と提出学位論文との関連性等に関する事項について試問を行い、同プログラムの修了要件基準を満たしていることを確認し、次いで、令和4年3月28日に本学博士課程教育リーディングプログラム運営委員会において、上記と同様の基準を満たしていることを確認し、それぞれ合格と認められていることを併せて報告する。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)