

# 研究成果報告書（第26回学術研究助成）

2019年 4月 8日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団

理事長 野村茂樹 殿

所属機関名 信州大学理学部

職 名 助教

氏 名 牧田直樹

## 1. 研究課題

樹木根系における種の識別法の確立：生物多様性の役割の解明を目指して

## 2. 共同研究者

なし

## 3. 研究報告

### I. 研究の目的

樹木の葉は、針葉・広葉や単葉・複葉、鋸歯縁・全縁といった葉の形や、互生・対生といった葉のつき方のように葉の様々な特徴が区分されている。この区分をもとに樹木の葉は種を同定することができる。しかし、樹木の葉をグループ分けする上記のような区分が樹木の根には現在確立されておらず、現時点で樹木の根の種を同定することは困難である。その理由として、まず根は土の中に存在するため、採取・観察を行うのが容易ではないことがあげられる。さらに、種を同定するための根の特徴が明確でないこともまた大きな課題である。種同定を可能にする根独自の区分を確立するためには、各種がもつ樹木根の特徴を明らかにする必要がある。

本研究は、日本の温帯林に生息する系統学種（被子植物、裸子植物）と菌共生型（外生菌根、内生菌根、根粒菌共生）が異なる5つの樹種グループに属する11樹種を対象に形態・化学および解剖特性を評価し、11樹種の細根系がもつそれぞれの特徴を明らかにすることを目的とした。

### II. 研究の方法

本研究は、信州大学農学部演習林で行った。本研究では、裸子植物の外生菌根であるアカマツ (*Pinus densiflora*)、カラマツ (*Larix kaempferi*)、裸子植物の内生菌根であるスギ (*Cryptomeria japonica*)、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*)、イチイ (*Taxus cuspidata*)、被子植物の外生菌根であるコナラ (*Quercus serrata*)、クリ (*Castanea crenata*)、シラカバ (*Betula platyphylla*)、被子植物の内生菌根であるサワグルミ (*Pterocarya rhoifolia*)、ホオノキ (*Magnolia obovata*)、被子植物の根粒菌共生であるサイカチ (*Gleditsia japonica*) を対象樹種とした。

サンプルは可能な限り根元から根をたどって樹種を特定し、表皮の質感や色、根の分岐パターンや直径、根端の形質から対象樹種の根系を他の種の根系から判別した。また、根の弾性やもろさ、表皮の色といった外観観察から、生きた根系を枯死根から判別した。対象木か

ら生きた大きな根系を採取し、その後、4次根（先端根を1次根とする）の細根系の形態（比根長，組織体積密度，分岐頻度）・解剖（皮層幅TCV，中心柱直径TSV）・化学（窒素，K濃度）特性を測定した。

### III. 研究結果

本研究で測定した7つの根特性は，種間で有意に異なった。11樹種間の偏差を比較した結果，分岐頻度（BI）が最も種間の変動が大きくなった（図1）。TSVとTCVは最大値と最小値の差がBIよりも大きかったが，TSVはサイカチとホオノキが，TCVはサイカチが他種との差が極端に大きかったため外れ値となった。

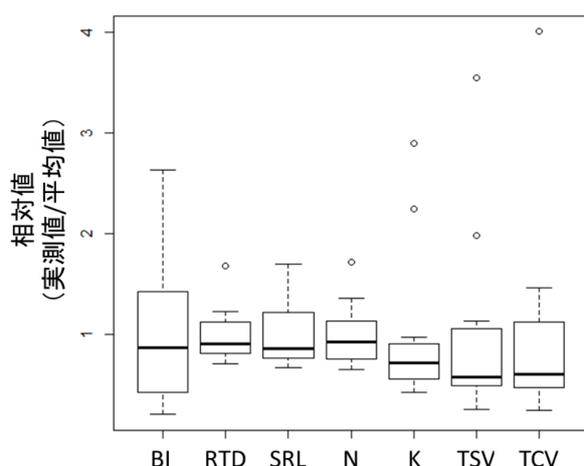


図1 7つの形態・化学・解剖特性の11樹種間の変動。特性ごとの値の大きさの違いをなくすため，各種の実測値の平均値を11樹種全体の平均値で割った相対値を用いている。中央太線は11樹種の中央値，箱上辺は11樹種の75%の値，箱下辺は11樹種の25%の値，ひげ上辺あるいは下辺は，最大値あるいは最小値が11樹種の50%が含まれる数値の1.5倍値よりも小さいあるいは大きい場合はその最大値となり，大きいあるいは小さい場合は1.5倍値，○は外れ値を示す。

根特性をパラメータに用いた11樹種の主成分分析の結果，第一主成分軸および第二主成分軸は樹種間の根特性の違いをそれぞれ67.8%と15.4%を説明した（図2）。被子植物のコナラ，クリ，シラカバ，サワグルミ，ホオノキおよびサイカチと裸子植物のアカマツ，カラマツ，スギ，ヒノキおよびイチイは第二主成分軸によって明瞭にわかれた。第二主成分軸は形態特性のBIとSRLが正の関係があったため，被子植物が高いSRLとBIをもち，裸子植物が低いSRLとBIをもつ傾向があった。さらに裸子植物の中では，外生菌根のアカマツおよびカラマツと内生菌根のスギ，ヒノキおよびイチイは第二主成分軸に沿って差があり，裸子植物-外生菌根が裸子植物-内生菌根よりも比較的高いSRLとBIをもつ傾向があった。被子植物において，外生菌根であるコナラ，クリ，シラカバと内生菌根であるサワグルミ，ホオノキおよび根粒菌共生であるサイカチは第一主成分軸に沿って異なっていた。第一主成分軸は化学特性のN濃度とK濃度，および解剖特性のTSVとTCVと正の関係が強かったため，被子植物-外生菌根は他の樹種グループよりもNおよびK濃度とTSV，TCVが低く，内生菌根であるサワグルミおよびホオノキは少し差があるものの，外生菌根よりも高いNおよびK濃度とTSV，TCVをもつ傾向があった。根粒菌共生するサイカチは，本研究で対象とした11樹種の中で最も高いNおよびK濃度，TSV，TCVをもっていた。裸子植物の5種は比較的第一主成分軸の差が小さく，第二主成分軸の差が大きかったが，対照的に被子植物6種は第二主成分軸の差よりも第一主成分軸の差が大きかった。本研究で対象とした11樹種は5つの樹種グループごとに分布が分かれた。

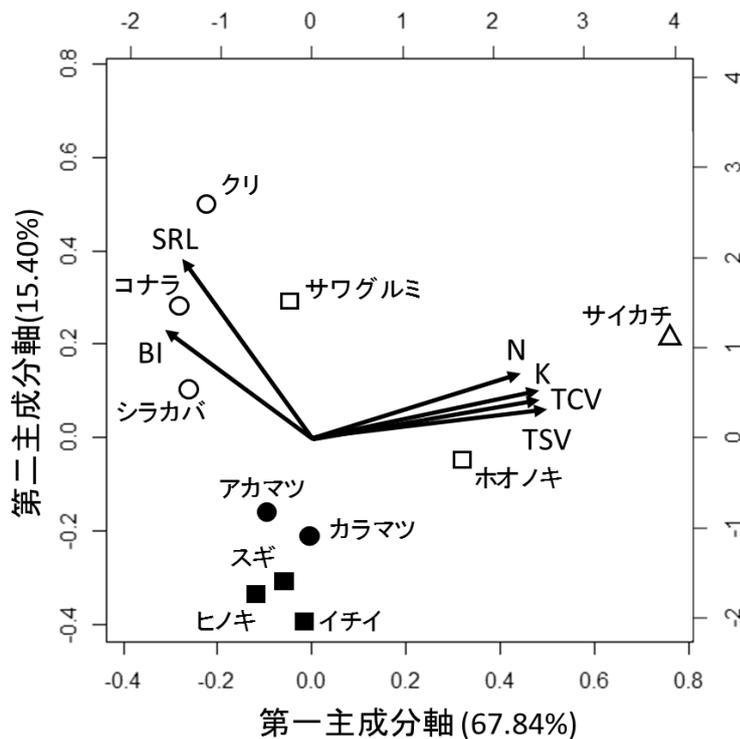


図2 形態・化学・解剖特性の6つによる、11樹種の主成分分析のバイプロット。裸子植物-外生菌根（黒丸；●），裸子植物-内生菌根（黒四角；■），被子植物-外生菌根（白丸；○），被子植物-内生菌根（白四角；□）および被子植物-根粒菌共生（白三角；△）。

#### IV. 考察

根特性は、樹種によってそれぞれ異なっており、各樹種の細根は形態学的、化学的、解剖学的に特徴づけることができた。また、11樹種は系統学種と菌共生型によっても特徴づけることができ、異なる資源獲得戦略を選択している可能性が示された。これは種によって細根が生態系に与える影響が異なることを示し、地下部の多様性の評価のためにそれぞれの種の根がもつ根特性を明らかにすることと、樹木根の種同定の必要性を強調する。加えて、系統学種と菌共生型が樹木根の樹種同定の重要な分類であることが示唆された。また、樹木細根に及ぼす影響は菌共生型よりも系統学種の方が大きいことが示唆された。地上部の葉のように、根系においても裸子植物と被子植物では特徴が異なり、機能的差異を生じさせていることが考えられる。

#### V. 成果発表

矢原ひかり，谷川夏子，岡本瑞輝，牧田直樹. 11樹種にみられた樹木細根系の種特異性：形態・化学・解剖特性による特徴づける。日本生態学会第66回全国大会，神戸国際会議場。2019. 3

谷川夏子，中路達郎，矢原ひかり，牧田直樹. 可視-近赤外分光反射率を用いた12樹種の樹木細根の評価。日本生態学会第66回全国大会，神戸国際会議場。2019. 3

#### VI. 今後の課題

本研究の成果は、根系の種特性が存在することを明確とした。一方、限られた調査地の限られた種の結果にすぎない。本研究が一般的な法則となるべく、気候帯を超えての多くの種で調査を遂行し、データを蓄積することが今後の課題である。

また、根系の情報があまりにも一般的でないことは、大きな課題である。葉や樹皮のように、根系の形や色をもとにした樹種検索法を確立することが求められている。この検索法が将来的に普及すれば、国内外の研究者や学生がフィールド調査で種同定するための教育研究ツールとしての効果も期待され、土壌圏の研究分野の底上げとなる重要な意義を持つ。