



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Organic geochemical study on the life history of lichen and fungi: Search for the molecular fossils and the reconstruction of fungal flora evolution [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	池田, 雅志
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15281号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89549
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Masashi_Ikeda_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士 (理 学) 氏 名 池田 雅志

審査担当者	主査	教 授	沢田 健
	副査	教 授	永井 隆哉
	副査	准教授	伊庭 靖弘
	副査	助 教	中村 英人

学 位 論 文 題 名

Organic geochemical study on the life history of lichen and fungi: Search for the molecular fossils and the reconstruction of fungal flora evolution

(地衣類・菌類の有機地球化学的手法による地球生命史研究：分子化石の探索と菌類フロラの変遷史復元)

博士学位論文審査等の結果について (報告)

菌類と藻類の共生体である地衣類は、極域や裸地といった環境においては優占種である場合が多く、植生遷移における先駆種の代表格で、裸地における風化を促進し、高等植物の生育に必要な土壌を形成することが知られている。陸上生態系におけるこの地衣類の役割に着目し、初期の陸上植物の出現に先行して、地衣類が最初の陸上生命であった可能性が古くから議論されてきた。菌類が藻類と共生する(地衣化)という生存戦略は、菌類の進化史においても重要であり、菌類、特に地衣類の地質時代における古生態や出現・進化に関する地球生命史研究は主に分子時計を用いて行われてきた。一方で、化石記録の乏しさや系統解析上の問題から、研究間で異なる結果が生じている。特に地衣類化石においては、生体試料を用いたタフオノミーの研究によれば、地衣類を特徴づける形態は容易に失われるため、さらなる化石記録による時間較正は容易ではない。そこで本研究では、地衣類の分子化石(バイオマーカー)や菌類フロラを復元するための有機地球化学的指標を開発し、その新たな方法から地衣類・菌類のフロラ解析と陸域古環境の変動の復元を試みた。その結果、おもに次のような新しい知見が得られた。

1. 地衣類の生体試料からは炭素数 13 (C_{13}) から C_{42} の *n*-アルカンが検出された他、diploptene などのテルペノイドが多くの試料から共通して検出された。また、複数のアルケンが主要成分として検出された。特に多くの試料から C_{17} の 2 不飽和アルカジエン($n-C_{17:2}$) が顕著に検出された。Lecanorales, Teloschistales および Caliciales 目に属する地衣類からは 1,8-heptadecadiene が共通して検出され、Cladonia 属, Stereocaulon 属および Peltigerales 目 Lobaria 属の地衣類からは 6,9-heptadecadiene が検出された。これらの地衣類は緑藻と共生し、前者には概して共生藻として緑藻の Trebouxia 属が、後者には Asterochloris 属や Symbiochloris 属を共生藻として持つこと、また、共生藻としてシアノバクテリア(Nostoc 属)を持つ Collema 属と Peltigera 属の地衣類からは $n-C_{17:2}$ アルケンが検出されず、1-octadecene や 5-nonadecene が顕著に検出された。これらの結果から、地衣類のアルケン組成は共生藻の種によって大きく異なることがわかった。現在報告されている地衣類の約 85%が緑藻を共生藻として持ち、その大部分が陸域環境では地衣類との共生状態でのみ報告されている Trebouxia 属と Asterochloris 属に属することか

ら、特に 1,8-および 6,9-heptadecadiene はこれらの化合物が保存されうる近過去の堆積物においては地衣類バイオマーカーとして利用できる可能性が示唆された。

2. 白亜紀におけるグローバルな環境擾乱イベントである海洋無酸素事変(OAE)2の堆積岩試料を用いて、地衣類バイオマーカーによる菌類フロラと陸域環境変動の復元を行った。特に地衣成分として知られるジベンジフラン類などの含酸素芳香族化合物に着目した。北海道苫前地域大曲沢川セクションおよび米国カリフォルニア州に分布する Great Valley Sequence (GVS)のOAE2層準の堆積岩を用いて、地衣類起源の1-メチルジベンジフラン(1-MDBF)を用いた地衣類指標を開発・検討し、それを用いたフロラ解析を行った。その結果を被子/裸子植生などの復元データと比較した。大曲沢セクションとGVSともに、1-MDBFと陸上植物起源バイオマーカーとの比で設定した指標(1-MDBF/(TT+DT))は、植生が大きく変化する時期に増大した。特にGVSでPlenus Coldイベントと呼ばれる寒冷化イベントの層準では顕著な増大ピークを示した。このことは環境擾乱における陸域生態系の減衰に対して地衣類が強い耐性をもつため増大したことを推察した。さらに、菌類の寄与指標として木材腐朽菌などに起因するペリレンも用いて菌類フロラのデータとした。大曲沢においてペリレン指標から推定される腐朽菌類のフロラ変動は環境擾乱期の木本植生の減少と連動した。しかし、GVSでは必ずしも連動せず、OAE終盤の植生遷移期に大きく減退する傾向が見られた。このことから両サイトにおいて菌類は木本-草本植生の変動よりも気候変動に大きく影響を受けたと推察した。

3. グリーンランド北西部に分布する中原生界Qaanaaq層の堆積岩を用いてバイオマーカー分析を行い、芳香族フラン類を用いた地衣類バイオマーカーの適用性を検討した。堆積岩は高熟成であり、ジベンジフランのアルキル鎖は熱的なメチルシフトによって起源物質の情報が失われていることが考えられる。しかし、アルキルジベンジフランの異性体比が熟成度の変化と関係しないことから、堆積当時の起源生物や環境の変化に起因すると考えられる。また、同試料における微化石群集が示す傾向と芳香族フラン濃度は同調する。これらの結果は芳香族フラン構造をもともと持つ化合物、ひいては特定の地衣類などの真の初期陸上生命に由来する可能性がある。これは陸域における生命の初期進化に関連した新しい知見を提示するものである。

よって著者は、北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格あるものと認める。