

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12421

研究課題名(和文) 極地に生息する植物病原菌の生態の解明と資源価値の評価

研究課題名(英文) Ecological and biological evaluation of plant pathogenic microorganisms in polar regions

研究代表者

東條 元昭 (Tojo, Motoaki)

大阪公立大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：90254440

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：温暖化の進展が地球上で最も顕著に現れる極域の植物寄生菌の分類的位置や生態を明らかにし、保護や保蔵の必要性の根拠を示すことは重要である。本研究では、極域で野生植物に寄生する糸状菌について、多様性、生態および資源価値を温帯産の植物病原菌と比較しながら調べた。その結果、北極域のコケや維管束植物に寄生する糸状菌の多様性や近年の変動が明らかになった。また温帯域でコムギなどに雪腐病を起こす糸状菌に近縁の未知の糸状菌種が分布していることがわかった。これら北極域由来の糸状菌のいずれもが0℃で安定した菌糸伸長を示すなど、低温生育性の微生物資源として将来的な保護や保蔵の必要性が高い性質を有していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温暖化が最も顕著に現れている極域は生物多様性の低下が地球上で最も危惧される地域の一つである。そのため極域の植物寄生菌の分類的位置や生態を明らかにして保護や保蔵の必要性を評価することは極めて重要である。本課題実施前までの研究代表者らによる研究により、凍結耐性や低温生育性などの極域の環境に適応する性質を示す新種の卵菌や真菌が極域のコケやヤナギに寄生していることが明らかになっていた。本研究では、北極域における植物寄生性糸状菌の近年における急激な現象などの変動や、温帯域の植物寄生性糸状菌との分類学的関係性、さらに低温生育微生物資源としての潜在的資源価値の一部を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：It is important to clarify the taxonomic position and ecology of plant parasitic fungi in polar regions, where the progress of global warming is most conspicuous on earth, and to show the backgrounds for the necessity of their protection and conservation. In this study, we investigated the diversity, ecology, and resource value of filamentous fungi parasitic on wild plants in the polar region, comparing them with those of temperate plant pathogens. As a result, the diversity and recent changes of filamentous fungi parasitic on mosses and vascular plants in the Arctic region were clarified. In addition, unknown filamentous fungal species related to the filamentous fungi that cause snow rot in wheat were found to be distributed. All of these Arctic-derived filamentous fungi exhibit stable hyphal elongation at 0°C, and possess properties that are highly necessary for future protection and preservation as low-temperature-growing microbial resources.

研究分野：植物病理学

キーワード：植物病原菌 極域

### 1. 研究開始当初の背景

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 2014 年報告によると北極と南極は地球上で最も急速に温暖化が進む地域とされ、極域固有の多様な生物種の絶滅が危惧されている。極域では夏期に融雪により地表面が裸出する場所でコケ類やヤナギ類などが繁殖して CO<sub>2</sub> 吸収や表土維持において主要な役割を担っているが、このような極域の野性植物が土壌伝染性の植物病原菌に普遍的に感染していることは最近になって明らかになった (Tojo and Newsham 2012)。植物病原菌が野生植物の成育や集団形成に大きな影響を及ぼすことは温帯域で良く知られている。そのため、急激な温暖化にともなって極域でも植物病原菌がその自生植物であるコケ類やヤナギ類などに影響を及ぼす可能性がある。しかし極域の植物病原菌の研究は世界的に見ても始まったばかりであり、またその多くが極域のみに分布する地域的固有種であるために生態はほとんど明らかでない。さらにこれまでに調べた極域の植物病原菌の全ての種が何らかの低温適応を示すことから、極域の植物病原菌には特有の生理的性状が備わっている可能性が高い。

上記を背景として、極域の植物病原菌を現地調査し学術論文等で報告する中で、下記の3つの問いが生じた。

極域にはさらにどのような植物病原菌未知種が存在しているのか？

極域の植物病原菌には、産業面でどのような資源価値があるのか？

北極域や南極域の急激な温暖化は、十年以上の長期的視点で見た場合に、極域の植物病原菌そのものや宿主植物にどのように影響するのか？

これらの学術的問いを背景として本研究を実施した。

### 2. 研究の目的

温暖化が急速に進む極域に生息する植物病原菌について、種類や生態をより明確にするとともに、自然環境への影響や産業への有用性を明らかにすることが本研究の目的であった。

### 3. 研究の方法

本研究では、極域の植物病原菌の種類と生態と資源価値について、これまでに北極域における定点調査で収集した植物病原菌株を同定し、その分離頻度を分析することによって明らかにした。とくに生態については、植物病原菌と極域の気候変動との間の関係をこれまでのデータと合わせて10年以上の長期間にわたって考察できるようになるまで調査した。資源価値評価においては、0 下での生育性や、カギハイゴケに対する低温での感染性および病原性を評価した。

### 4. 研究成果

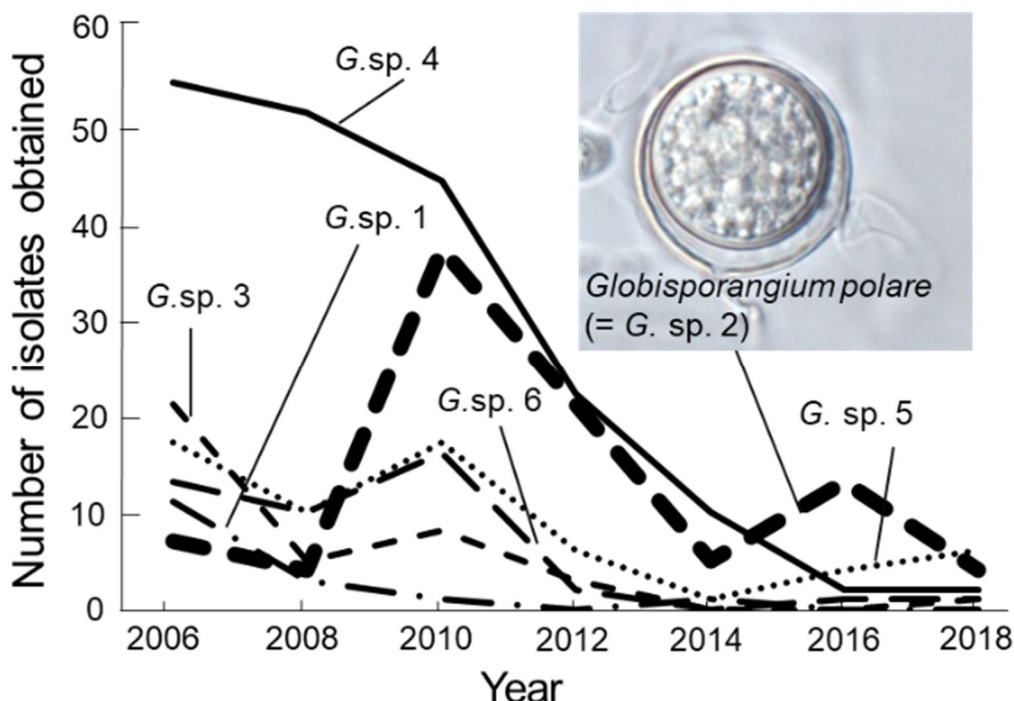


図1. 北極域のスピッツベルゲン島のカギハイゴケ群落 1 か所における 2006 ~ 2018 年の *Globisporangium* 属菌 (卵菌) 6 種の菌数変化。Tojo et al. (2021) *Microorganism* 9:1912

ノルウェー北極域スピッツベルゲン島においては、コケや維管束植物に寄生する糸状菌の多様性や近年の変動を明らかにした。とくにカギハイゴケに寄生する卵菌については、それらの菌密度が近年急速に低下していることがわかった(図1)。またこれら卵菌とともに、カギハイゴケから新種候補を含む複数種の接合菌が分離され、それらの一部はカギハイゴケの表面組織に接種時条件で寄生することがわかった。さらに同島アドベントダレンでの2014年から2019年にかけての調査で得られた結果を解析してコケ類や維管束植物に寄生する糸状菌の多様性と極域での菌密度の変化について、とくに積雪深との関係を明らかにした。カナダ北極域のクジュアラピックの調査については、コケ類や維管束植物にコムギ等に褐色雪腐病を起こす糸状菌に近縁の新種の可能性がある糸状菌種が分布していることを明らかにした。

これらノルウェーおよびカナダ北部地域に由来する植物寄生性糸状菌のいずれもが、0℃下で安定した菌糸伸長を示した。このような低温生育性は温帯産の近縁の糸状菌には見られない特徴であることから、低温生育性の植物寄生性微生物の自然資源として将来的な保護や保蔵の必要性が高いと考えられた。以上の成果については、これまでの知見と合わせて温帯産の植物病原菌と比較した総説、書籍およびプロジェクト報告に主筆および分担執筆者として取りまとめた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Hoshino Tamotsu, Tkachenko Oleg B., Tojo Motoaki, Tronsmo Anne Marte, Kasuya Taiga, Matsumoto Naoyuki	4. 巻 63
2. 論文標題 Taxonomic revision of the Typhula ishikariensis complex	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 118 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47371/mycosci.2022.03.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Tojo Motoaki, Fujii Natsumi, Yagi Hironori, Yamashita Yuki, Tokura Katsuyuki, Kida Kenichi, Hakoda Akiho, Herrero Maria-Luz, Hoshino Tamotsu, Uchida Masaki	4. 巻 9
2. 論文標題 Identification and Isolation Pattern of Globisporangium spp. from a Sanionia Moss Colony in Ny-Alesund, Spitsbergen Is., Norway from 2006 to 2018	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 1912 ~ 1912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms9091912	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Mariana-Armendariz Mikel, Abbandonato Holly, Yamaguchi Takahiro, Morsdorf Martin A., Aares Karoline H., Semenchuk Philipp R., Tojo Motoaki, Cooper Elisabeth J.	4. 巻 xx
2. 論文標題 Increased snow and cold season temperatures alter High Arctic parasitic fungi - host plant interactions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Arctic Science	6. 最初と最後の頁 1 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/AS-2020-0027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Hoshino Tamotsu, Nakagawa Takuya, Yajima Yuka, Uchida Masaki, Tojo Motoaki	4. 巻 27
2. 論文標題 Note on a snow mold and a fungus-like microbe from Kuujjuarapik-Whapmagoostui, Quebec, subarctic Canada	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100559 ~ 100559
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100559	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirawake Toru, Uchida Masaki, Abe Hiroto, Alabia Irene D., Hoshino Tamotsu, Masumoto Shota, Mori Akira S., Nishioka Jun, Nishizawa Bungo, Ooki Atsushi, Takahashi Akinori, Tanabe Yukiko, Tojo Motoaki, Tsuji Masaharu, Ueno Hiromichi, Waga Hisatomo, Watanabe Yuuki Y., Yamaguchi Atsushi, Yamashita Youhei	4. 巻 27
2. 論文標題 Response of Arctic biodiversity and ecosystem to environmental changes: Findings from the ArCS project	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100533 ~ 100533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100533	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 東條元昭	4. 巻 74
2. 論文標題 温暖化が進行する北極域での土壌糸状菌の種類と動態	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土と微生物	6. 最初と最後の頁 60-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18946/jssm.74.2_60	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 東條元昭	4. 巻 73
2. 論文標題 植物防疫講座 病害編-19ピシウム菌による病害の発生病態と防除	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 植物防疫	6. 最初と最後の頁 448, 452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Motoaki Tojo, Masahiro Suzuki, Shota Masumoto, Masaki Uchida
2. 発表標題 Influences of ground moss cover and summer precipitation on the occurrence of tar spot disease of polar willow in Ny-Alesund, Spitsbergen Is., Norway.
3. 学会等名 The 13th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東條元昭・増本翔太・内田雅己
2. 発表標題 キョクチャナギの黒紋病とさび病の発生率に及ぼすコケ類の土壤表面被覆の影響
3. 学会等名 日本植物病理学会関西部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東條元昭, 藤井菜摘, 八木啓成, 山下友紀, 十倉克幸, 貴田健一, 箱田暁穂
2. 発表標題 カギハイコケ感染性Globisporangium 属菌の北極域の一地点における2006~2018年の種構成と分離頻度の変動
3. 学会等名 令和3年度日本植物病理学会関西部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Natsumi Fujii, Ruka Kawasumi, Maria-Luz Herrero, Masaki Uchida and Motoaki Tojo
2. 発表標題 Isolation and identification of <i>Mortierella</i> spp. from a <i>Sanionia</i> moss colony in Ny-Aalesund, Spitsbergen Is., Norway.
3. 学会等名 The 12th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Natsumi Fujii, Motoaki Tojo
2. 発表標題 Population changes of <i>Globisporangium</i> spp. in a <i>Sanionia</i> moss colony in Ny-Aalesund and their infection to <i>Sanionia</i> moss in an in vitro test
3. 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井菜摘, 東條元昭
2. 発表標題 北極域のカギハイゴケから分離されるGlobisporangium 属菌の分離頻度の年次変化とカギハイゴケへの 感染性
3. 学会等名 日本菌学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Tojo M	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CRC press	5. 総ページ数 8
3. 書名 Oomycetes in Polar Regions (Tsuji M and Hoshino T eds., Fungi in Polar Regions)	

1. 著者名 Hoshino T, Morita H, Yajima Y, Tsuji M, Tojo M and Tkacehko OB	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CRC press	5. 総ページ数 12
3. 書名 Snow mold and their antagonistic microbes in polar regions (Tsuji M and Hoshino T eds., Fungi in Polar Regions)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

植物主体防御学グループ <a href="http://www.biosci.osakafu-u.ac.jp/plantpath/">http://www.biosci.osakafu-u.ac.jp/plantpath/</a>
--

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

## 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

## 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ノルウェー	UiT- The Arctic University of Norway	NIBIO		
ノルウェー	Norwegian Inst Bioeconomy Res			
ロシア連邦	Moscow Botanical Garden of Acad. Sci.			