

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 4 月 25 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25450056

研究課題名(和文)ブドウさび病菌の系統分類と地理的分布

研究課題名(英文)Taxonomy and geographic distribution of grapevine leaf rust fungi

研究代表者

小野 義隆(Ono, Yoshitaka)

茨城大学・教育学部・特任教授

研究者番号：90134163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：日本には2種のブドウさび病菌が分布し、ヤマブドウで2種が重複感染していた。分子系統解析の結果は熱帯アジアのブドウさび病菌が新分類群であることと地理的分布の異なる3菌群で構成されていることを示した。

アメリカの2種のブドウさび病菌はメキシコ湾岸に沿った狭い地域を境に分布を違えていた。分子系統解析の結果、これら2種は近縁でツタ、アワブキおよびミヤマハハソに寄生するサビキンと同一のグループに含まれることが明らかとなった。いっぽう、東アジアおよび東南アジアのブドウさび病菌は近縁であるが、アメリカのブドウさび病菌とは系統的に遠く、東アジアに分布するツタさび病菌と直近の祖先を共有することを推定できた。

研究成果の概要(英文)：Two grapevine leaf rust fungi were widely distributed in Japan. The two fungi were found to occur simultaneously on *Vitis coignetiae* in nature. Molecular systematic studies showed that tropical Asian grapevine leaf rust was incited by a new rust taxon, which was consist of three geographically different populations.

Two American grapevine leaf rust fungi were found to be separated in their geographic distribution roughly by narrow areas along the coast of the Gulf of Mexico. Molecular systematic studies indicated that the two species were closely related and grouped with rust fungi parasitic on *Parthenocissus tricuspidata*, *Meliosma myriantha* and *M. tenuis*. However, they were distantly related to East Asian grapevine leaf rust fungi. It was assumed that the American grapevine leaf rust fungi shared the most recent ancestor with the *Parthenocissus* leaf rust fungus.

研究分野：真菌分類学

キーワード：分類 形態 生態 サビキン 生活環 宿主特異性 地理的分布 系統

1. 研究開始当初の背景

ブドウさび病菌の分類学的関係：ブドウさび病には、日本を含む温帯アジアと亜熱帯アジアに分布する1種及びアメリカに分布する2種の *Phakopsora* 属サビキンがあるとされていた (Ono 2000, *Mycologia* 92: 154-173; Buriticá 1999, *Rev Acad Colomb Cienc* 23: 271-305; Buriticá 1994, *Rev Inst Cienc Nat Ecol* 5: 173-190)。その後、Chatasiri and Ono (2008, *Mycoscience* 49: 66-74) は、亜熱帯アジアに分布する病原サビキンが新種であることを示唆した。いっぽう、日本での存在が指摘されていたブドウさび病の新たな菌群が *Phakopsora* 属の新種であることが明らかになった (Ono et al. 2012, *J Gen Plant Pathol* 78: 338-347)。しかし、亜熱帯アジア地域及びアメリカに分布するブドウさび病菌群の分類学的位置と系統関係は未解明のまま残されている。

ブドウさび病菌の系統と地理的分布の変遷：Chatasiri and Ono (2008) の分子系統学的研究によって亜熱帯アジアに分布するブドウさび病菌が *Phakopsora* 属サビキンの新種であることが示唆され、いっぽう、予備的研究 (小野、未発表) によって、アメリカに分布するブドウさび病菌は、nuclear rDNA (5.8SrDNA を含む ITS 領域, D1/D2 領域) の塩基配列に変異をもつ複数の菌群から構成され、これら菌群は温帯・亜熱帯アジアに分布するブドウさび病菌群とは系統的異なることが判明している。これらのことは、ブドウさび病を起こす複数の *Phakopsora* 属サビキンが世界の異なる地域で独立に種分化したことを示している。本研究では、種分化の跡づけと地理的分布変遷の歴史を解明することを目的としている。生体栄養性真菌での研究例としては、植物うどんこ病原菌であるウドンコカビ (Takamatsu 2012, *Mycoscience*

doi:10.1016/j.myc.2012.08.004) があるのみである。

2. 研究の目的

- 1) アジアとアメリカ地域に広く発生するブドウさび病に異なる数種の *Phakopsora* 属サビキンが関与していることを明らかにし、地理的分布と系統関係を推定する。
- 2) ブドウ科植物にさび病を起こすサビキンの系統関係、宿主特異性・生活環特性、地理的分布及び宿主植物の系統関係をもとに、ブドウさび病の病原サビキンの種分化と地理的分布変遷を推定する。

3. 研究の方法

- 1) アメリカ合衆国南部諸州、タイ及びインドネシア (従来の研究から最も効果的であると推定された地域) でブドウ及びブドウ科植物にさび病をおこす *Phakopsora* 属サビキンの発生生態調査と標本収集を行う。
- 2) 既存の標本、借用標本及び新たに収集した標本をもとに比較形態学的分析を行う。
- 3) 接種試験によって、ブドウさび病菌群の宿主特異性と生活環特性を明らかにする。
- 4) ブドウさび病を起因する *Phakopsora* 属サビキンの分類学的異同を明らかにし、分子系統解析する。
- 5) ブドウ及びブドウ科植物にさび病を起こすサビキンの系統関係、宿主特異性・生活環特性、地理的分布及び宿主植物の系統関係をもとに、ブドウさび病菌の種分化と地理的分布変遷を推定する

4. 研究の成果

- 1) 日本列島に分布するブドウさび病菌
これまでの研究成果と本研究での形態学的特徴と宿主に基づく同定によって、日本列島には2種ブドウさび病菌が広く分布することを再確認するとともに、群馬県、栃木県および鳥取県で *Vitis coignetiae* に2種のサビキンが同一植物体・同一葉に重複感染していることを見出した。しかし、2

種のサビキンが栽培ブドウに重複感染していることは確認できなかった。

2) 熱帯アジアに分布するブドウさび病菌は形態的に日本列島・温帯アジアに分布する2種のブドウさび病菌に類似するが、分子系統解析の結果から新分類群である可能性が高いことが明らかとなった。さらに、熱帯アジアに分布するブドウさび病菌がタイ菌群、マレーシア・インドネシア菌群および東チモール・オーストラリア菌群で構成されていることを明らかにした。この結果、アジア全域ではブドウさび病は3種ないし5種のサビキンが起因していることが推定できた。

3) ブドウさび病菌の異種寄生の中間宿主となる *Meliosma* 属植物には5種の *Phakopsora* 属サビキンがあることが知られていたが、新たにこれら5種とは形態的特徴の異なる3種の *Aecidium* 型生活相を持つサビキンがあることを見出した。これらはさび孢子形態の特徴から、いずれも *Phakopsora* 属サビキンのさび孢子世代であると推定した。接種試験の結果、このうちの1種はアワブキ属植物上の同種寄生性生活環を持つ新種の *Phakopsora* 属サビキンであることを明らかにした。

4) 北アメリカ南部から南アメリカ北部に分布するブドウさび病菌は形態的特徴からアジアに分布する3(あるいは5)種のブドウさび病菌とは異なり、またブドウ (*Vitis*) 属の *Euvtis* 亜属および *Muscadinia* 亜属への宿主特異性で異なる2種であることを確認した。*Euvtis* 亜属植物に寄生するサビキンはメキシコ湾岸からフロリダ半島およびメキシコ、ベネズエラ、コロンビアに分布し、*Muscadinia* 亜属植物に寄生するサビキンはメキシコ湾岸から北部、ノースカロライナ州まで分布することを明らかにした。人工接種試験を行った結果、自然状態で

Euvtis 亜属植物に病原性を持つサビキンは同亜属植物だけに病原性を示すことが明らかになった。本菌は日本に広く分布する野生種 *Vitis coignetiae* には病原性を示さなかったが、日本のブドウさび病菌には高度抵抗性を示す *Vitis flexuosa* には病原性を示した。また、日本での重要栽培ブドウ品種であるデラウェアと巨峰が本菌の感染によって罹病することが明らかになった。

いっぽう、*Muscadinia* 亜属植物に病原性を持つサビキンは、同亜属植物だけではなく *Euvtis* 亜属植物も病原性を示し、やはりデラウェアと巨峰がこのさび病菌に罹病することが明らかになった。

このように、北アメリカ南部に分布する2種のサビキンは、形態的特徴のみならずブドウ属の亜属レベルでの宿主特異性でも異なると言われていた。しかし、接種試験の結果は、*Euvtis* 亜属に寄生する種は *Muscadinia* 亜属植物には感染できなかったが、*Muscadinia* 亜属植物に寄生する種は *Euvtis* 亜属植物に感染し孢子形成することを明らかにした。これまでの調査・研究において、*Muscadinia* 亜属植物に寄生するサビキンが *Euvtis* 亜属植物に感染することは確認されていなかったが、自然条件で低頻度ではあっても *Euvtis* 亜属植物に2種のサビキンが寄生しさび病を起こしている可能性があることが示された。

北アメリカ南部に分布するブドウ属植物に寄生する2種のサビキンの分子系統解析の結果、北アメリカ南部に分布するブドウ属植物に寄生する2種のサビキンは同一のクレードに含まれることが明らかになり、このクレードはツタ、アワブキおよびミヤマハハソに寄生するサビキンと同一のクレードに含まれることが明らかとなった。いっぽう、東アジアおよび東南アジアに分布する2種もしくは3種のブドウさび病菌

は同一のクレードを構成し、北アメリカ南部の2種のさび病菌とは系統的に遠い関係にあることが推定できた。さらに、アメリカのブドウさび病菌は東アジアに分布するツタさび病菌と直近の祖先を共有することを推定できた。

5) アフリカに分布する *Cissus* 属植物に見出したサビキンは *Kuehneola* 属の新種であることを確認し、また *Cayratia* 属植物に寄生する新種の *Kuehneola* 属サビキンがあることを新たに明らかにした。

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 13 件)

1. Ono Y. 2017. *t* fungi (Pucciniales) in northern Ibaraki Prefecture, Japan. *Bulletin of the Collage of Education, Ibaraki University (Natural Sciences)* 66: 37-56. (査読なし)
2. Wen Y-t, Xue Y, Ono Y. 2017. Rust fungi (Pucciniales) in Changbaishan and the surrounding area, Jilin, China. *Bulletin of the Collage of Education, Ibaraki University (Natural Sciences)* 66: 19-35. (査読なし)
3. Ono Y. 2017. *Phakopsora muscadinae* on *Vitis rotundifolia* parasitizes grape cultivars derived from *Vitis labrusca* and *V. vinifera*. *Bulletin of the Collage of Education, Ibaraki University (Natural Sciences)* 66:5-17. (査読なし)
4. Gafforov Y, Abdurazzokov A, Yarasheva M, Ono Y. 2017. Rust Fungi from the Fergana Valley, Chatkal and Kurama Mountain Ranges in Uzbekistan. *Stapfia* 105: 161-175. (査読あり)
5. Ono Y. 2016. Mixed infections of grapevine leaf rusts *Phakopsora meliosmae-myrianthae* and *P. montana* in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 82: 149-153. (査読あり)
6. Ono Y. 2016. *Phakopsora hornotina*, an additional autoecious rust species on *Meliosma* in the Philippines and the Ryukyu Islands, Japan. *Mycoscience* 57: 71-78. (査読あり)
7. 田中栄爾・棚田一仁・玉置喬子・鈴木正一・小野義隆. 2016. 石川県における *Uromyces japonicus* によるギョウジャニンニクさび病(新称)の発生記録. *石川県病虫害研究会報* 64:23-26. (査読あり)
8. Ono Y. 2015. *Phakopsora breyniae* (Phakopsoraceae, Pucciniales), an autoecious macrocyclic species on *Breynia*. *Mycological Progress* 14. (査読あり)
9. Ono Y. 2015. *Sorataea acanthophora* comb. nov. (Uropyxidaceae, Pucciniales) on *Derris* (Fabaceae) from the Philippines. *Mycoscience* 56: 612-615. (査読あり)
10. Ono Y. 2015. *Kuehneola* species (Phragmidiaceae, Pucciniales) on Vitaceae plants. *Mycological Progress* 14. (査読あり)
11. Ono Y. 2015. Geographic distribution of two American grapevine leaf rust fungi (Phakopsoraceae, Pucciniales). *Bulletin of the College of Education, Ibaraki University (Natural Sciences)* 64: 11-19. (査読なし)
12. Ono Y., Unartngam J, Ayawong C, Abe J, Okane I. 2015. Rust fungi (Pucciniales) forming the *Aecidium* state on *Meliosma* (Meliosmaceae) in Asia. *Bulletin of the College of Education, Ibaraki University (Natural Sciences)* 64: 1-9. (査読なし)
13. Pota S, Chatasiri S, Unartngam J, Yamaoka Y, Hosaka K, Ono Y. 2015. Taxonomic identity of a *Phakopsora* fungus causing the grapevine leaf rust disease in

Southeast Asia and Australasia.
Mycoscience 56: 198-204. (査読あり)

〔学会発表〕(計4件)

1. 小野義隆. 2015. ブドウ科植物に寄生する3種のKuehneola属サビキン. 日本菌学会第59回大会(那覇)
2. Ayawong C, Unartngam J, Ono Y. 2015. Two new rust fungi (Pucciniales) on Hoya (Apocynaceae) and Gynostemma (Cucurbitaceae) from Thailand. 日本菌学会第59回大会(那覇)
3. 岡根泉・安藤裕萌・栗田招子・山岡裕一・小野義隆. 北アメリカ南部と南アメリカ北部に分布するブドウ葉さび病菌の分子系統学的検討. 日本菌学会第60回大会(京都)
4. 田中栄爾・小野義隆. 2016. ギョウジャニンニクさび病菌<|>Uromyces japonicus</|>の葉内の菌体蛍光イメージ. 日本菌学会第60回大会(京都)

〔図書〕(計1件)

小野義隆. 2014. 菌類の生物学 第4章真菌類(55-101), 第7章植物と菌類(160-173)

〔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

小野 義隆 (ONO, Yoshitaka)
茨城大学・教育学部・特任教授
研究者番号：90134163

(2)研究分担者

岡根 泉 (OKANE, Izumi)
筑波大学・生命環境系・准教授
研究者番号：60260171

(3)連携研究者

(0)

研究者番号：

(4)研究協力者

(0)