

令和元年6月18日現在

機関番号：17601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18608

研究課題名(和文)イチジク果実内の生物群の共進化

研究課題名(英文)Co-evolution of fig related organisms

研究代表者

田中 龍聖(Tanaka, Ryusei)

宮崎大学・医学部・助教

研究者番号：70723550

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)：本研究の目的は、イチジクとその送粉者であるイチジクコバチ、イチジクの花嚢(果実)内に存在する線虫、細菌について、共進化の過程を明らかにすることである。これまでに、線虫の遺伝的多様性とイチジク花嚢内の細菌叢の解析を行った。その結果、線虫は遺伝的に2つのグループに分かれており、これは地理的要因と合致していた。また、イチジク花嚢内に存在する細菌の一部はイチジクコバチにより花嚢から花嚢へと運ばれており、さらにその細菌の一部は線虫の増殖に影響を与えることが明らかとなった。これらのことから、イチジクとイチジクコバチおよび線虫は、地理的要因と細菌により進化に影響を受けていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、イチジクの花嚢(果実)内に住む生物の共進化についてその一端を明らかにしたものである。具体的には、イチジクの花嚢内において、イチジクコバチに付着し運ばれる細菌が線虫の増殖を抑制することによって、イチジクコバチの生育に良い影響を与えていることが示唆された。つまり、この細菌とイチジクコバチは互いに利益を得ている可能性がある。イチジクの花嚢内に細菌が存在し、その細菌が他の生物の増殖に影響を与えるという知見はこれまでなく、本研究で初めて示された。応用的には、これらの細菌の機能を詳しく調べることで、有用な生物資源となる可能性もある。

研究成果の概要(英文)：Purpose of this study is showing the co-evolution of fig tree, fig wasp, fig-related nematode and fig-related bacteria. For this purpose, in the first, we investigated genetic diversity of fig-related nematode. And, we also detected fig-related bacteria from fig syconium and fig wasp.

As the results, the nematode was genetically divided into two groups and its related with geographical factors. Additionally, some of fig-related bacteria were carried by fig wasp. Furthermore, a few of such bacteria negatively affect to the nematode growth.

These results suggest that not only a geographical factor but also fig related bacteria are the factors of co-evolution between fig, fig wasp and fig related nematode.

研究分野：線虫学

キーワード：線虫 イチジク イチジクコバチ 細菌 共進化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

イチジク属樹木とイチジクコバチは種特異的共生関係にあり、イチジクはイチジクコバチに増殖場所を提供し、イチジクコバチはイチジクの花粉を運ぶという送粉共生システムが知られている。オオバイヌビワ（イチジク属樹木）には、イチジクコバチが内部で産卵し、次世代が成長し花粉をつけて出ていく雄の花囊と、イチジクコバチが入るものの産卵が行われず、受粉が行われ種子をつくる雌の花囊が存在する。どちらの花囊も一時期小さな穴がありイチジクコバチが内部に入ることができるが、大部分の期間は穴が閉じ閉塞された空間となっている。オオバイヌビワの花囊内部は、外部との接触が限られているにも関わらず、近年、イチジクコバチ以外の生物（線虫、糸状菌、細菌）が生息していることが明らかとなってきた。しかし、これらの生物の関係性は全く明らかとなっていない。

2. 研究の目的

本研究は、植物、昆虫、線虫、微生物の共進化の過程を明らかにするため、「イチジク」、およびイチジク花囊内に生息する、「イチジクコバチ」、「線虫」、「微生物」の遺伝的多様性および生態的特性の解明を行うものである。

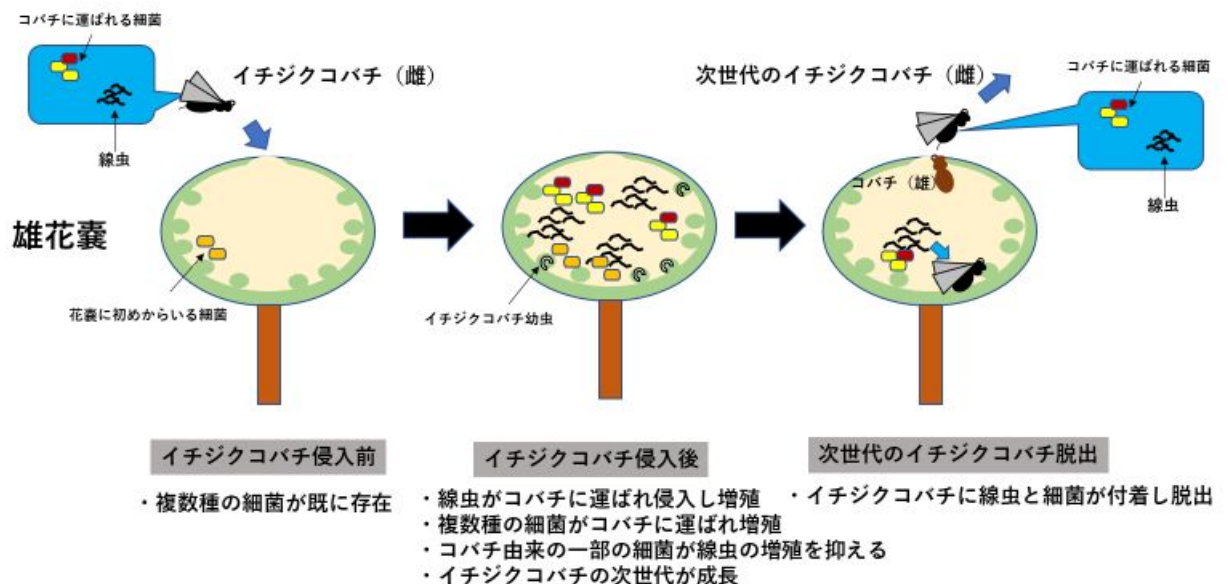
3. 研究の方法

様々な成熟段階のオオバイヌビワの雄花囊、雌花囊から線虫を採集し、その数と種構成をメタゲノム的手法で調べた。また、オオバイヌビワ花囊内およびイチジクコバチの細菌叢をメタゲノム的手法によって調べた。さらに、オオバイヌビワ花囊内に最も頻度が高くみられた1種の線虫について、SNPs解析により遺伝的多様性を調べた。

4. 研究成果

オオバイヌビワ花囊内には、主に4種の線虫が存在していた。線虫の食性は、細菌食・糸状菌食・植物食と異なっていた。この中で最も高頻度に検出されたのは細菌食性線虫であった。また、オオバイヌビワ花囊の生育段階により、線虫数は大きく変化しており、特に雄花囊でイチジクコバチの新成虫が出現する前に線虫数が最大となっていた。さらに線虫は能動的に次世代の雌のイチジクコバチに載っていた。このことから、線虫はイチジクコバチの生育段階とリンクした生活史を持っていることが示唆された。また、オオバイヌビワ花囊内には、多数(80科以上)の細菌種が存在していた。これらの細菌種は、「オオバイヌビワの花囊に初めから存在する細菌」、「イチジクコバチに付着して花囊から花囊に運ばれる細菌」に分けることができ、「イチジクコバチに付着して花囊から花囊に運ばれる細菌」の一部は線虫数と負の相関があった。つまり、この細菌がイチジク花囊内において線虫の増殖を抑制し、それがイチジクコバチの増殖に有利に働く可能性が示唆された。また、線虫の遺伝的多様性は、宮古島-石垣島間で大きく異なるなど地理的要因と関連していた。これらのことから、オオバイヌビワに関連する生物群の進化には、地理的要因および細菌・線虫・昆虫・植物の生物間相互作用が影響していると考えられる。

* 下図に本研究で明らかとなったイチジク関連生物の生活史の概略を示す。



イチジク雄花囊における関連生物の生活史

5 . 主な発表論文等

1

学術論文 (査読あり)

Nature Communications. 2018 Aug 10;9(1):3216. doi: 10.1038/s41467-018-05712-5.

Biology and genome of a newly discovered sibling species of *Caenorhabditis elegans*.

Kanzaki N, Tsai IJ, Tanaka R, Hunt VL, Liu D, Tsuyama K, Maeda Y, Namai S5, Kumagai R, Tracey A, Holroyd N, Doyle SR, Woodruff GC, Murase K, Kitazume H, Chai C, Akagi A, Panda O, Ke HM, Schroeder FC, Wang J, Berriman M, Sternberg PW, Sugimoto A, Kikuchi T.

[雑誌論文] (計 1 件)

1

国際学会ポスター発表

学会名 : 生物音響学会

開催年 : 2018 年

開催場所 : 日本・熊本県

発表タイトル : Behavioral responses to vibrations in two *Caenorhabditis* nematodes

発表者名 : Ryusei Tanaka, Natsumi Kanzaki, Takuma Takanashi

2

国内学会口頭発表

学会名 : 日本線虫学会

開催年 : 2018 年

開催場所 : 日本・熊本県

発表タイトル : オオバイヌビワ果実内部の線虫の動態

発表者名 : 田中龍聖・Afrin tanzila・菊地泰生

3

国内学会口頭発表

学会名 : 日本線虫学会

開催年 : 2017 年

開催場所 : 日本・北海道

発表タイトル : イチジク果実内部に生息する線虫 *Caenorhabditis* sp. 34 の生態特性

発表者名 : 田中龍聖・Afrin tanzila・菊地泰生

4

国内学会口頭発表

学会名 : 日本線虫学会

開催年 : 2016 年

開催場所 : 日本・東京都

発表タイトル : イチジク果実内部に生息する線虫 *Caenorhabditis* sp. 34 の餌としての細菌

発表者名 : 田中龍聖・神崎菜摘・菊地泰生

5

国際学会口頭発表

学会名 : European Society of Nematologists

開催年 : 2016 年

開催場所 : ポルトガル・ブラガ

発表タイトル : Ecology of *Caenorhabditis* sp. 34

発表者名 : Ryusei Tanaka and Taisei Kikuchi

[学会発表] (計 5 件)

[図書] (計 0 件)

[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：
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：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。