

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26292086

研究課題名(和文) 樹幹の菌感染防御システムの解明と抗菌物質の生成制御に関する研究

研究課題名(英文) Roles of signal transduction substances in mechanisms of onset of defense system in fungi-infected tree stems

研究代表者

山本 福壽 (Yamamoto, Fukuju)

鳥取大学・乾燥地研究センター・その他

研究者番号：60112322

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：(1) 樹幹の菌感染防御システムの発現機構とシグナル物質の役割：ブナ科樹木萎凋病の *Raffaelea quercivora* 菌の感染した樹幹内に発現する防御応答誘導に関わるシグナル物質(エチレンおよびジャスモン酸)の役割と相互作用を生理学的に解析した。(2) 抗菌物質生成の人為的制御：コナラ属偽心材の成分構成比に及ぼすシグナル物質処理の最適濃度と相互作用の解析、およびシグナル物質利用による vaccination 効果を検証し、最適条件を明らかにした。(3) 有用抗菌物質の生産促進技術の開発：シグナル物質を用いたさまざまな樹脂、沈香、アラビアガムなどの有用抗菌物質の人為的な生産促進技術を開発した。

研究成果の概要(英文)：This study includes three sub-themes described as follows. (1) Roles of signal transduction substances in defense system after inoculation of *Raffaelea quercivora* in oak-wilt disease were studied. The importance of the interaction of ethylene and methyl jasmonate in defense mechanism against *R. quercivora* infection in oak trees was studied. (2) Artificial control for the production of antibacterial substances in tree stems was studied. In sapwood of oaks, the enhancement of abnormal discoloration related to the production of antibacterial substances were promoted by the exogenous application of ethylene and methyl jasmonate. Those phenomena were similar to the development of vaccine effects. (3) The promotion of production technology for useful antibacterial substances in tree stems was studied. Roles of methyl jasmonate, ethylene or the interaction of both substances were studied in gummosis and resinosis of various woody species were studied.

研究分野：樹木生理学

 キーワード： *Raffaelea quercivora* 菌 ブナ科樹木萎凋病 抗菌物質 エチレン ジャスモン酸 アラビアガム 沈香

### 1. 研究開始当初の背景

*Raffaelia quercivora* 菌によるブナ科樹木萎凋病は、養菌性昆虫カシノナガキクイムシが伝播する樹幹の菌感染性病害である。この病害は極めて広範・致命的であり、甚大な森林被害をもたらす。昆虫～菌の共生関係を中心とした感染・発病機構については、これまでも多くの研究成果が得られている。これに対し、宿主樹幹の感染応答機構、すなわち菌の蔓延と宿主の抵抗反応のしくみ(菌感染防御システム)については未解明のままであった。また感染～枯死を阻止するための抵抗性付与など、防御機能の向上や抗菌物質生成の人為的制御に関する研究情報も少なかった。一方、菌感染が誘起する樹幹の防御システムは、多くの有用な抗菌物質を産生する。例えばさまざまな抽出成分や漆、沈香、アラビアガムなどの樹脂は防御システムが生み出す抗菌物質であり、医薬、塗料、防腐剤、香料などとして利用される。本課題では、ナラ枯れ研究を基盤として、樹幹の菌感染防御システムの発現機構を解明するとともに、産業に資するこれらの生産促進技術の開発につながる基礎研究を行った。

### 2. 研究の目的

本計画では、以下のような「樹幹の菌感染防御システムの発現機構とシグナル物質の役割」の解明→「抗菌物質生成の人為的制御」→「有用抗菌物質の生産促進技術の開発」という流れの研究を3年間で行った。

(課題1) 樹幹の菌感染防御システムの発現機構とシグナル物質の役割: ブナ科樹木萎凋病の *R. quercivora* 菌の感染した樹幹内に発現する全身獲得抵抗性と防御応答誘導に関わるシグナル物質(エチレン, ジャスモン酸, サリチル酸)の役割と相互作用の謎を生理学的に解析した。

(課題2) 抗菌物質生成の人為的制御: コナラ属偽心材の成分構成比に及ぼすシグナル物質処理の最適濃度と相互作用の解析, およびシグナル物質利用による vaccination 効果を検証し, 最適条件を明らかにした。

(課題3) 有用抗菌物質の生産促進技術の開発: シグナル物質を用いたさまざまな樹脂, 沈香, アラビアガムなどの有用抗菌物質の人為的な生産促進技術を開発した。なお, 本研究の沈香やアラビアガムなどの生産については, 熱帯地域に生育する樹木が研究対象となるため, 研究協力者としてタイ王国・Srinakarinwirot 大学, スーダン共和国の Khartoum 大学および Kordofan 大学と共同して研究を行った。

### 3. 研究の方法

(課題1) 樹幹の菌感染防御システムの発

### 現機構とシグナル物質の役割

これまでの研究により, 刺激応答に対する3種のシグナル物質の相互作用や拮抗的な作用については, 植物の種や刺激の状況によって多様である。特にエチレンとジャスモン酸は相補的に作用し, ジャスモン酸とサリチル酸は拮抗的に作用するようである。これらを考慮し, 特にエチレンの役割を中心に菌感染後のジャスモン酸との相互作用を解析した。

#### (1) 菌感染後のシグナル物質の定量分析

実験にはコナラ, ブナおよびスダジイの苗木を供した。爪楊枝にナラ菌を培養したものを接種源とした。2015年7月31日, 鳥取大学農学部苗畑において接種試験を行った。供試苗木の径が8.0mmの樹幹を処理部位とし, 径3mm貫通孔を1ヶ所開けた。この貫通孔にナラ菌を感染させた爪楊枝または滅菌した爪楊枝を挿入し, 前者を菌処理区(穿孔と菌による影響), 後者を対照区(穿孔のみによる影響)とした。接種後, 一定間隔で7本ずつを採取し, 木片は直ちにインキュベータを用いて培養し, エチレン生成量の分析をガスクロマトグラフで測定した。更に各木片サンプルの体積を算出し, 単位体積, 1時間当たりのエチレン生成量を算出した。エチレン生成量測定後, 処理部の横断面の変色域を計測した。また, ナラ菌感染の有無を確認するため菌の再分離試験を行った。

(課題2) 抗菌物質生成の人為的制御:

(1) エスレルおよびジャスモン酸メチル処理がブナ科樹木2種の *R. quercivora* 伸展に及ぼす影響

実験には6年生コナラおよび7年生スダジイの苗木を用いた。処理薬剤には, エチレン発生剤であるエスレル(E)およびジャスモン酸から生合成される揮発性物質のジャスモン酸メチル(MJ)を用いた。薬剤調整には, 40%アラビアガムペーストを用い, これに薬剤を混和して濃度調節を行った。薬剤調製直後の8月6日, 苗畑にて薬剤処理を行った。処理部位に径3mmの貫通孔を1ヶ所開け, 薬剤を塗布した。10日後, 薬剤処理部下2cmの部位に薬剤貫通孔と直角になる向きに貫通孔を1ヶ所開け, ナラ菌を感染させた爪楊枝で接種試験を行った。1週間後, 0.2% (w/v) 酸性フクシン水溶液に浸漬し, 接種部, 薬剤処理部, 薬剤処理部の上部5cm(以降上部と記載)の横断面の非通水域を計測した。その後切片を作製し, 0.1% FITC 標識小麦胚芽レクチンを用いて菌糸を緑の蛍光色に染色した。この蛍光色部位を測定し, 単位面積当たりの菌糸面積を算出した。また, ナラ菌感染の有無を確認するため菌の再分離試験を行った。

(課題3) 有用抗菌物質の生産促進技術の開発

(1) 樹幹傷害部に対するシグナル物質処理

が傷害樹脂道形成と樹脂分泌におよぼす影響

試験木はウルシ、ハゼノキ、コシアブラ、ウワミズザクラ、ヒノキアスナロ、スギ、およびカクレミノの7樹種を用いた。試験薬にはエチレンの発生剤であるエスレル(Et)、ジャスモン酸メチル(MJ)を用いた。これらを無水 Lanolin に界面活性剤 Tween20 を加えたベースに混ぜ合わせ、塗布薬とした。

・処理方法：薬剤処理はまず、樹皮を直径1.2cm の穴あけポンチで剥離し、傷内側の樹皮の切断部に、用意した薬剤を塗布した。幹部の直下に、重量を調整したアルミホイルを成型した樹脂採取トラップを設置した。薬剤塗布は初夏から初秋にかけて行った。

・分析方法：処理した薬剤が樹木の傷害応答に与えた影響を評価するため、樹脂流出量と単位面積あたり樹脂道数および単位面積あたり樹脂道面積を計測項目とした。

・樹脂流出量の計測方法：試料はシリカゲルにて乾燥させた後、重量を計測した。得られた値は個体差や処理期間の違いを加味し、塗布した傷の深さから算出した傷側面積と、薬剤処理日数で除した値を樹脂乾燥重量 ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ ) とした。

・樹脂道形成の解析方法：傷害樹脂道の形成状態を評価するため、横断切片から単位面積あたり樹脂道数 ( $\text{個}/\text{mm}^2$ ) と傷害樹脂道面積 ( $\text{mm}^2/\text{mm}^2$ ) を計測した。観察用の横断切片は薬剤接種部の直上 10cm 地点の樹皮から採取した。薄さ約  $30\mu\text{m}$  の切片を切り出し、組織をサフラニン・ファストグリーン溶液による二重染色後、永久プレパラートとして封入し、光学顕微鏡を用いて観察した。

(2) *Aquilaria crassna* による沈香生産の促進技術開発

沈香生産はタイ王国・Srinakarinwirot 大学の Dr. Boontida Moungsrimgangdee と共同して実験を行った。方法と結果については、国際的な開発競争や特許申請を考慮して、詳細は記載できない。

(3) *Acacia* 属樹種のアラビアガム生産促進技術の開発

(3-1) *Acacia dealbata* (フサアカシア) の樹幹傷害部への植物ホルモン処理が樹脂分泌に及ぼす影響

・試験地及び材料：鳥取県境港市に植栽されたオーストラリア原産の常緑高木樹であるフサアカシアを6本選んだ。塗布薬にはエスレル(Et)とジャスモン酸メチル(MJ)を用いた。これらを含む塗布薬を製作するにあたり、ベースとしてアラビアガム(AG)40%を用いた。

・試験方法：実験期間は2015年7月11日から8月8日である。7月11日に樹皮を剥離し、傷処理部に薬剤を塗布した。直下にアルミホイルトラップを設置した。樹脂の採取は2回行った。採取した樹脂は乾燥さ

せ、乾燥樹脂重量として樹脂流出量を測定した。また、2回目の採取時には樹皮を組織観察・解析に用いた。解析は傷害樹脂道の形成状態を評価するため、切片から単位面積あたりの樹脂道数 ( $\text{個}/\text{mm}^2$ ) と傷害樹脂道面積 ( $\text{mm}^2/\text{mm}^2$ ) を計測した。

(3-2) *Acacia Senegal*, *A. sayal* のアラビアガム生産促進技術の開発

実験はスーダン共和国の Khartoum 大学、Kordofan 大学の協力を得て行った。

・試験地及び材料：対象樹種として Khartoum 市の Khartoum 大学構内に植栽されている *A. sayal var. sayal* を用いた。

・試験方法：2015年10月4日に予備的な実験を行った。樹幹に皮ポンチにより約2cmの剥皮傷を与え、塗布薬はエスレル(Et)、ジャスモン酸メチル(MJ)のアラビアガム(AG)40%ペーストを用いた。ガムの溢出量の観察は4日後の10月8日に行った。2016年11月3日、El-Obeid市の Kordofan 大学に植栽されている *A. sayal var. sayal* および *A. Senegal* を用いて、上記と同様の実験を行った。1処理に対して1個体をあて、繰り返しは6本であった。ガムの観察と定量は11月7日に行った。

#### 4. 研究成果

(課題1): 樹幹の菌感染防御システムの発現機構とシグナル物質の役割

(1) 菌感染後のシグナル物質の定量分析：

再分離の結果、ブナ1個体(処理後1日目)とスダジイ3個体(処理後7日目採取の2個体および14日目採取の1個体)からは再分離されなかったため、これらの個体を解析から除外した。また、コナラの菌処理区3日目の1個体は欠損のため解析から除外した。

・エチレン生成量 ( $\text{Ethylene}(\mu\text{l}/\text{cm}^3/\text{h})$ ) 測定：コナラへの処理後1, 2, 3日目で、菌処理区は対照区よりも有意に高い値を示した。菌処理区では処理後1日目からエチレン生成量が急増し、2日目に最大値となった。3日目になると生成量は急減し、7日目には対照区との差が見られなくなった。ブナでは、処理後2, 3, 11日目で有意な差が認められた。菌処理区ではコナラと同様、1日目からエチレン生成量が急増し、2日目に最大値となった。3日目になると生成量は急減し、7日目には対照区との差が見られなくなった。スダジイへの処理後1, 15日目で、有意な差が認められた。菌処理区では2日目で最大値を示し、対照区では処理後3日目で最大値を示した。菌処理区は対照区より1日早いピークとなった。

・変色域測定・単位面積当たりの変色域 ( $\text{mm}^2/\text{mm}^2$ ): 対照区の樹種間比較を行った結果、処理直後から処理後11日目までにコナラとスダジイには変色域拡大の変化パターンに違いがみられた。処理直後、1, 2, 3および11日目で、スダジイはコナラより有

意に高い値を示した。しかしコナラは、処理後 15 日目にブナおよびスダジイより高い値となった。菌処理区の樹種間比較を行った結果、処理直後、1, 2, 3 および 7 日目で、スダジイはコナラより有意に高い値を示した。11 日目および 15 日目ではコナラはブナおよびスダジイより高くなった。

・考察：コナラとブナには比較的短期的なエチレン生成のパターンがみられ、スダジイでは対照区と比較して病原菌に対する速やかな反応がみられた。ブナはカシナガ被害を受けるものの、枯死は確認されていない。ブナ、ミズナラ、コナラ、アラカシおよびツブラジイへの接種試験後に横断面の非通水域と変色域を計測した結果、ブナはミズナラやコナラより非通水域と変色域が小さいことが分かっている。非通水域と本菌の分布は一致するため、ブナの感受性は低いものと考えられる。本実験で、ブナはコナラと同様のエチレン生成パターンを示したことから、ブナの場合エチレン生成パターンの違いが感受性の差異に及ぼす影響は小さいと考えられる。スダジイでは、変色域の形成が比較的早期に行われることが判明した。早い段階での抵抗性物質の蓄積が、菌糸伸展に影響を及ぼしている可能性がある。しかし変色域は非通水域に遅れて形成される。そのため変色域のみの計測では、エチレン生成との関連を検証するには不十分であると考えられる。

(課題 2) 抗菌物質生成の人為的制御：

(1) エスレルおよびジャスモン酸メチル処理がブナ科樹木 2 種の *R. quercivora* 伸展に及ぼす影響

再分離試験の結果、コナラでは無傷、1%MJ、5%MJ および 1%E+5%MJ 処理区において 1 個体ずつ再分離されなかった。スダジイでは、無傷、有傷、1%MJ、5%MJ および 1%E+5%MJ 処理区において 1 個体ずつ再分離されなかった。

・非通水域測定：コナラの上部および接種部では、1%E+1%MJ 処理区と 1%E+5%MJ 処理区で無傷処理区より有意に高い値を示した。薬剤処理部では有傷、1%E、1%MJ 処理区で無傷処理区より有意に高い値を示した。また、1%E+1%MJ 処理区および 1%E+5%MJ 処理区の菌接種部の非通水域は、有傷処理区より値が高かった。スダジイの薬剤処理部および接種部では、1%E+1%MJ 処理区と 1%E+5%MJ 処理区が無傷処理区より有意に高い値を示した。上部では、MJ を含む処理区で無傷処理区より有意に高い値を示した。また MJ を含む処理区は有傷処理区より高い値を示した。

・菌糸面積：コナラの縦断面の菌糸面積を測定した結果、有意な差は認められなかったものの、5%MJ 処理区で菌糸面積が小さくなる傾向があった。横断面の菌糸面積は縦断面と同様に、高濃度の MJ を含む処理区が無傷処理区より菌糸面積が小さく、

5%MJ 処理区では有意に低い値となった。E および 1%E+1%MJ 処理区は、無傷処理区と比較して顕著な差がみられなかった。スダジイの縦断面の菌糸面積は、処理区間で顕著な違いはみられなかった。一方横断面では、有意な差はなかったものの、1%E+5%MJ 処理区で菌糸面積が最も小さくなった。

・総括：ブナの場合、エチレン生成パターンの差異と樹種間の感受性の差異との関連性は小さいことが判明した。変色域は、コナラへのナラ菌接種後 15 日目以降も増加する傾向にあった。エチレン生成パターンが何に影響を及ぼすかは、変色域および非通水域の経時変化を長期的に検証する必要がある。本研究は、高濃度ジャスモン酸メチルの前処理が、コナラ苗木の菌糸伸展抑制に効果的であることを明らかにした。しかし、非通水域の形成にはエスレルとジャスモン酸メチルの混合処理が関与している。本研究では、エスレル処理による菌糸伸展の抑制効果は認められなかった。非通水域拡大の促進と菌糸伸展の制御に関わる植物ホルモンは異なり、その因果関係を本研究で明らかにすることはできなかった。

(課題 3) 有用抗菌物質の生産促進技術の開発

(1) 樹幹傷害部に対するシグナル物質処理が傷害樹脂道形成と樹脂分泌におよぼす影響

・樹脂流出乾燥重量：ウルシでは、処理区間で有意な差はみられなかったものの、MJ 処理区で多量の樹脂流出が確認された。しかし反応に個体間のばらつきが多く、一概に MJ が樹脂流出の最重要因子と断定することはできなかった。

ハゼノキとスギでは、Control と比較して 5%MJ を含む処理区において、有意に高い値の樹脂流出が認められた。Et の影響は小さく、MJ の有無、特に 5%MJ のもとで多量の流出がみられたことから、ハゼノキの樹脂生産においてジャスモン酸は重要な因子であることが示唆された。またウワミズザクラについても、有意な差ではないが、同様の傾向がみられた。

ヒノキアスナロでは Control, Et, MJ の単体処理区と比較して、Et+MJ 混合処理区において有意に高い値を示した。また Et, MJ 単体処理区間で有意差がみられないことや、Et+MJ 混合区の MJ 濃度差間で有意差がみられないことから、この種は、Et と MJ が同在している場合に、最も樹脂生産が促されることが考えられる。

コシアブラでは、5%MJ 処理区において顕著な樹脂流出がみられた。次いで有意に高い値を示したのは 1%Et+1%MJ 処理区であった。この樹種では処理区間の規則性はなく、本実験方法で樹脂流出パターンを推測することは難しい。しかし 5%MJ 処理

区で有意に顕著な樹脂流出があったことは明らかであるので、他のファクターが関係している可能性も含め、何らかの樹脂生成機構が整っていると推察される。

カクレミノでは Et を含む処理区で、樹脂流出が多い傾向がみられたが、有意な差ではない。この種は他の樹種と異なり、ジャスモン酸よりもエチレンが樹脂生産に関与している可能性が考えられる。

このようにエチレン、ジャスモン酸メチルに対する樹脂の流出反応は、科属の分類に関わらず、樹種ごとに異なる特徴をみせた。樹脂流出の総量としてはウルシの平均が約  $0.4 \text{ g/day/cm}^2$  と最も多く、傷害に対する反応も最も早かった。

・単位面積あたり樹脂道数 (個/ $\text{mm}^2$ ) および樹脂道面積 ( $\text{mm}^2/\text{mm}^2$ ) : ハゼノキの単位面積あたり樹脂道数をみると、刺激伝達物質を含む処理区間で有意な差はないものの、Control と比較して 5%MJ で有意に多くの樹脂道形成が認められた。樹脂道面積については、1%E+1%MJ 処理区で有意に大きな値が計測された。どちらもジャスモン酸の関与による樹脂道の活発な形成がうかがえるが、樹脂流出量の結果と同調している様子はなく、各現象の発動には異なる機構が関与していることが考えられる。

ウルシ、ヒノキアスナロ、スギ、カクレミノの 4 樹種については、処理区間の有意な差はみられなかった。これらの樹種は処理薬剤の種類や濃度の違いに関係なく、Control を含む全処理区のはほぼ全ての個体において、樹脂道の異常な形成がみられたことから、薬剤処理をする際に付けた傷自体に対して応答していると考えられる。

他方、ウラミズザクラは本実験中に傷害樹脂道が木部に形成されることがわかった。また、コシアブラの組織プレパラートの作成は極めて困難であった。実体顕微鏡による観察も試みたが、樹脂道を視認することはできず、組織の解析を行うことは叶わなかった。

・総括：樹脂流出乾燥重量の結果より、樹脂生成に係る植物ホルモンの種類や濃度には、樹種間で相異があることが判明した。ハゼノキやスギでは比較的高濃度のジャスモン酸において多量の樹脂生成がみられ、ヒノキアスナロではエチレンとジャスモン酸の混合区で有意に高い値が認められた。またコシアブラは 5% のジャスモン酸処理区で顕著な樹脂流出を示し、カクレミノでも有意な差ではないが、エチレンを含む処理区で大きな値を示す傾向がみられた。これらのことから、樹脂生成にはほとんどの樹種でエチレンとジャスモン酸が関与しているものと考えられた。また、樹脂生産に関わる植物ホルモンの組み合わせや最適濃度は、樹種ごとに異なることが明らかになった。

(2) *Aquilaria crassna* による沈香生産の促進

## 技術開発

沈香の人為的な生産促進技術の開発に資する重要な研究進展があった。しかしながら国際的な競争と特許の申請を考慮して詳細な方法と結果の説明は差し控える。

(3) *Acacia* 属樹種のアラビアガム生産促進技術の開発

(3-1) *Acacia dealbata* (フサアカシア) の樹幹傷害部への植物ホルモン処理が樹脂分泌に及ぼす影響

・乾燥樹脂重量：1 回目の採取では混合処理区が単一処理区よりも樹種流出量が多い傾向が見られ、1%E+1%MJ 処理区では Cont. と比較して有意に高い値が認められた。2 回目の採取では 1%E+5%MJ 処理区の樹脂流出が最も多く、Cont. と比較して有意に高い値が認められた。次いで樹脂流出量が多かったのは単一処理区である 5%MJ 処理区であった。1, 2 回目の採取いずれも単一処理区では 5%MJ > 1%E > 1%MJ の順に樹脂流出量が多く、Cont. は最も樹脂流出量が少なかった。

・組織観察・解析：樹脂道数は混合処理区で多く、単一処理区では少ない傾向がみられた。また、1%E+5%MJ 処理区は Cont. と比較して有意に高い値が認められた。樹脂道面積でも同様に混合処理区で多く、単一処理区で少ない傾向がみられたが、特に 1%E+1%MJ 処理区で多い傾向がみられた。1%E+5%MJ 処理区は Cont. と比較して有意に高い値が認められた。また、組織観察により、破生型樹脂道が形成されていることが分かった。

・考察：薬剤処理区は Cont. に比べて樹脂流出量が多い傾向がみられた。特に Et と MJ の混合処理区で多い傾向がみられたが、2 回目の採取では 1%E+5%MJ 処理区よりも 5%MJ 処理区の樹脂流出量が多かったことから、フサアカシアの樹脂生産には Et と MJ が相乗的に作用していることが考えられ、特に樹脂流出には高濃度のジャスモン酸が影響していることが示唆された。単一処理区では 5%MJ > 1%E > 1%MJ 処理区の順で樹脂流出量が多かったことから、低濃度ではジャスモン酸よりもエチレンによる影響が大きいことが示唆された。

樹脂道数・樹脂道面積は、混合処理区で単一処理区よりも多い傾向がみられ、1%E+5%MJ 処理区は Cont. と比較して有意に高い値が認められたことから、Et と MJ は相乗的に樹脂道形成に影響していると考えられる。また、樹脂道形成にはエチレンが関与していることが分かっているが、今回の実験ではエチレンを含め、単一処理区では樹脂道の形成反応が悪かった。5%MJ 処理区は樹脂流出量が多かったが、樹脂道数・面積は 1%E, 1%MJ と同程度、ないし少ない傾向がみられたことから、高濃度のジャスモン酸は樹脂道あたりの樹脂生産量を増加させる可能性が示唆された。

・総括：傷害樹脂道の破生型樹脂道形成には Et と MJ の相乗効果がみられ、樹脂流出量が増大することが確認された。

(3-2) *Acacia Senegal*, *A. sayal* のアラビアガム生産促進技術の開発

*A. sayal* var. *sayal* はエスレルによって顕著なガム溢出が認められ、この樹種のアラビアガム生産には比較的安価なエスレルによって量産が可能であることが分かった。一方、*A. Senegal* はまったく反応を示さず、処理による促進効果は認められなかった。これら 2 樹種はアラビアガム生産に最も重要な樹種であるが、質の高いガム生産が可能な *A. Senegal* 種のガム生産促進技術については、今後の大きな課題であろう。なお、実験手法や結果の詳細については、特許申請に関わっており、概略だけを期することと定める。

## 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 1 件)

(1)能勢彩美・竹内隆介・大原直也・安平つく偲・池本省吾・山本福壽

*Raffaelea quercivora* を接種したコナラ節とクヌギ節苗木のエチレン生成 樹木医学研究 20,1,15-19. 2016. 1. (査読有)

[学会発表] (計 9 件)

(1) Nose Ayami, Takeuchi Takayuki, Yasuhira Tsukushi, Moungrimuangdee Boontida and Yamamoto Fukuju Characteristics of pathological heartwood formation in oak wilt disease caused by infection of *Raffaelea quercivora*. 日韓合同シンポジウム

(AFELiSA) 2014 in Korea (韓国江原市) 2014.9.9.

(2) F. Yamamoto・Boontida Moungrimuangdee. Roles of signal transduction substances in pathological or traumatic heartwood formation in deciduous oak trees. Hardwood Research and IAWS. The University of West Hungary (Hungary) and the BOKU University (Austria, Vienna), 2014.9.14-18.

(3)小原弘・寺本慧・山本福壽 樹幹傷害部の樹脂生成におよぼすエスレルとジャスモン酸メチル処理の影響 第 65 回応用森林学会 (京都府京都市) 2014. 11.2-3.

(4)竹内隆介・能勢彩美・安平つく偲・池本省吾・板井章浩・山本福壽 *Raffaelea quercivora* 菌を接種したコナラ属のエチレン放出量および菌糸成長の人為的抑制 第 65 回応用森林学会 (京都府京都市) 2014. 11.2-3.

(5)竹内隆介・能勢彩美・松本浩志・大原直也・岩田若奈・西垣真太郎・池本省吾・山

本福壽 コナラ属の苗木に接種した

*Raffaelea quercivora* 菌の成長の人為的制御 第 125 回日本森林学会大会 (北海道札幌市) 2015.3.27-29.

(6)能勢彩美・竹内隆介・安平つく偲・池本省吾・山本福壽 コナラ木部に対するエスレルとジャスモン酸メチル処理によるナラ菌成長制御の試み 第 126 回日本森林学会大会 (北海道札幌市) 2015.3.27-29.

(7)小原弘・寺本慧・米田亜沙美・山本福壽 エスレルおよびジャスモン酸処理によるさまざまな樹木の樹幹傷害部における樹脂分泌促進 第 125 回日本森林学会大会 (北海道札幌市) 2015.3.27-29.

(8)Ayami Nose, Ryusuke Takeuchi, Naoya Oh-hara, Tsukushi Yasuhira, Shogo Ikemoto, Fukuju Yamamoto Comparison of ethylene production in *Raffaelea quercivora* inoculated seedlings of 6 Fagaceae species. 日韓合同シンポジウム (AFELiSA) 2015 in Tottori 2015.11.4-5. (鳥取県倉吉市)

(9)能勢彩美・西信介・山本福壽 エスレルおよびジャスモン酸メチル処理がブナ科樹木苗木のナラ菌伸長に及ぼす影響 第 127 回日本森林学会大会発表(神奈川県藤沢市) 2016.3

[図書] (計 2 件)

(1)船田良・山本福壽 植物ホルモンと木部形成 —オーキシナー あて材の科学— 樹木の重力応答と生存戦略— (吉澤伸夫監修) pp279-283. 海青社 2016.3

(2)山本福壽 植物ホルモンと木部形成 —エチレン— あて材の科学— 樹木の重力応答と生存戦略— (吉澤伸夫監修) pp289-297. 海青社 2016.3

○取得状況 (計 0 件)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

山本 福壽 (YAMAMOTO, Fukuju)  
鳥取大学・乾燥地研究センター・特任教授  
研究者番号：60112322

(2)研究分担者

板井 章浩 (ITAI, Akihiro)  
京都府立大学・農学部・教授  
研究者番号：10252876

児玉 基一郎 (KODAMA, Motoichiro)

鳥取大学・連合農学研究科・教授  
研究者番号：00183343

(3)連携研究者

なし