

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23658099

研究課題名(和文)植物ホルモン生産を介した植物食昆虫の生存戦略

研究課題名(英文)Survival strategy of herbivorous insects via phytohormone production

研究代表者

鈴木 義人 (Suzuki, Yoshihito)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号：90222067

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：ゴール形成昆虫が一般的にオーキシンのようにサイトカイニンを有し、それを用いてゴール形成を制御している可能性を、内生ホルモンの分析、各ホルモン作用のマーカ遺伝子の解析結果から示した。また、昆虫は広くオーキシンの生合成能を持っており、ゴール形成昆虫がその能力を発達させたと考えられた。昆虫におけるオーキシンの生合成阻害剤の開発に成功し、ゴール形成におけるオーキシンの重要性を実証する手段が得られた。

研究成果の概要(英文)：It was highly suggested that auxin and cytokinins produced by gall-forming insects are involved in gall formation by expression analysis of marker genes of the phytohormone signalings. It was also shown that insects have auxin biosynthesis ability in general and gall-forming insects further improved the ability for gall formation. We also obtained compounds which inhibit auxin biosynthesis in insects, which must be useful to unambiguously demonstrate the importance of auxin in gall formation.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学・生物生産化学・生物有機化学

キーワード：ゴール オーキシンのように サイトカイニン 生合成阻害剤 抵抗性

## 1. 研究開始当初の背景

ゴール(虫えい)は昆虫が自らの住まい兼食物として植物に作らせる異常組織であり、その際だった現象のために古来より数多くの研究が成されてきた。昆虫の抽出物の投与によって、ゴール形成の一過程と考えられる植物細胞の変形や分裂が認められた例があることから、ゴールの形成には昆虫が分泌する化学物質の関与が考えられてきた。しかし、一般に活性は安定せず、それを指標にした原因物質の同定には至っていない。一方で、多くのゴールの内部組織がカルス様の増殖を示すことから、IAAの関与が考えられてきた。過去に昆虫の抽出物からIAA様活性が検出された例はあるが、IAA存在の確認はなかった。本研究開始の時点で、研究代表者はシバヤナギにゴールを形成するハバチ幼虫が、ゴールが形成される本葉の200~400倍という高濃度のIAAを含んでいること、また、ハバチ幼虫がトリプトファンからのIAA合成能を有していることを発見した。すなわち、『ゴール形成昆虫は自らが生産した植物ホルモンを利用して植物の分化・生長を攪乱することによってゴールを形成している』との興味深い形成機構が考えられた。しかし、昆虫が合成するIAAがゴール形成に関与するとの実験的証拠は得られていなかった。また、近縁のアメリカシロヤナギにハバチが形成するゴールの研究では、ハバチ分泌物がゴール形成を促進する活性があるものの、IAA単独では活性を示さないと報告されており、IAA以外の因子の関与が伺われた。すなわち、IAAの関与の実証および他のゴール形成に関わる因子の追求がゴール形成機構に迫る上で重要な課題であった。

## 2. 研究の目的

本研究ではIAAのゴール形成への関与を明らかにすること、およびIAAに加えてゴール形成に必要な因子を同定することを目的とした。また、それらを通して植物組織の新たな分化・増殖技術に繋がる情報の提供を目指した。

## 3. 研究の方法

(1)シバヤナギハウラタマフシにおける植物ホルモン類関与の検討

ハバチがシバヤナギに形成するゴールであるシバヤナギハウラタマフシは、内部がカルス様であり、細胞分裂が盛んであると考えられた。植物における細胞分裂には、一般にオーキシン及びサイトカイニンが促進的に働いていることから、これまでのオーキシンに関する検討に加えて、サイトカイニンの関与についても、内生量の分析および生合成能の観点から追求した。また、ゴール組織がオーキシンおよびサイトカイニンが強く働いている組織であることを証明するため、各マーカー遺伝子の発現解析を行った。

(2)ゴール形成昆虫における植物ホルモン関与の普遍性に関する検討

ゴール形成への両植物ホルモンの関与がゴール形成において普遍的なものである可能性を、その他のゴールを材料に検討した。ゴール内の形成昆虫および植物組織の内生量を分析するとともに、IAAの生合成の確認、両植物ホルモンのマーカー遺伝子の発現解析など、シバヤナギハウラタマフシにおける解析に準じて行った。

(3)昆虫におけるオーキシン生合成経路の決定と阻害剤の探索

ゴール形成へのオーキシンの関与を実証するためには、昆虫におけるIAA合成に特異的な阻害剤の利用が有効である。阻害剤の探索を行うためには生合成経路の決定が必要である。トリプトファン(Trp)および、中間候補化合物を対象に、内生量の分析、代謝実験等を行い、生合成経路の確定を目指した。また、化合物ライブラリーを対象に阻害剤のスクリーニングを行った。

(4)各ゴールの性状と適合的意義の解明に関する研究

ゴールは色や形の多様性が高く、各ゴールは固有の性質を示す。固有の性質を詳細に解析することにより、新たな形成機構発見の糸口が見出される可能性、あるいはこれまで知られていなかった適合的意義に新たな知見を与えられる可能性がある。このような観点から、各ゴールの特徴について新たな視点から検討を行った。

ヨモギハエボシフシ

ヨモギエボシタマバエがヨモギに形成する本ゴールの観察結果から、ゴール内部に木質化した堅い組織の存在が判明した。この組織の性状と、形成過程を各種マーカー遺伝子の発現解析等を通して解析した。

ハルニレハフクロフシ

オカボノクロアブラムシがハルニレに形成する本ゴールは、アブラムシに対して植物側の抵抗性が低下しているとの仮説をたてて検証した。すなわち、昆虫の食害に対する植物の抵抗性反応として知られている揮発性物質の生産に関して、検討し、また、それを制御する植物ホルモンの関与についても検討を加えた。

## 4. 研究成果

(1)シバヤナギハウラタマフシにおける植物ホルモン類関与の検討

シバヤナギハウラタマフシの発達の段階ごとに、試料を早期(E)、中期(M)、後期(L)の3つの時期に分けた。また、採集後に虫えいから脱出してきた幼虫を脱出幼虫(Es)とした。4種類のサイトカイニンについて分析を行った結果、虫えい組織やハバチ幼虫の両方に含まれる主要なサイトカイニンはtrans-ゼアチン(t-Z)だった。IAA

の分析結果とは異なり、細胞分裂の盛んな時期の早期の虫えい組織に、非寄生状態の葉の30倍もの *t-Z* が含まれていた。さらに早期のハバチ幼虫からは葉の1000倍以上の高濃度の *t-Z* が検出された。ハバチ幼虫の *t-Z* 濃度は、早期から中期、後期へと時期が移るにつれて徐々に減少していき、脱出幼虫では早期の幼虫の2.7%までその濃度が減少していた。

一方、ハバチの成虫は産卵時に卵と共に卵台液をシバヤナギへ注入する。この卵台液に含まれるサイトカイニン類についても分析を行った。その結果、*trans*-ゼアチンリボシド (*t-ZR*) が植物組織の約15万倍という極めて高い濃度で含まれていることが判明した。また、その次に高い濃度で含まれていたのはイソペンテニルアデノシン (*iPA*) であり、いずれもリボシド型の非活性サイトカイニンであった。対照的に、卵台液の IAA 濃度は *t-ZR* や *iPA* と比較して非常に少なかった。

サイトカイニン合成の鍵酵素である isopentenyltransferase (IPT) 活性の検出を試みた。サイトカイニン合成において、IPT は、ATP あるいは AMP にイソペンテニル基を転移する反応を触媒し、この反応によりイソペンテニル ATP、あるいはイソペンテニル AMP が生成する。まず、放射性同位体標識された [<sup>3</sup>H<sub>2</sub>]ATP、[<sup>3</sup>H<sub>1</sub>]AMP を用いて、IPT 活性を対象とする cell free 系を構築し、ハバチ幼虫に IPT 活性があるかどうかを検討した。代謝実験後、試料をアルカリホスファターゼ処理してリン酸基を除去し、液液分配を行った。放射性同位体標識されたイソペンテニル ATP、あるいはイソペンテニル AMP が存在すれば、一連の処理により、有機相に放射性同位体が移行するが、液体シンチレーションカウンターで分析した結果、有機相に放射能は検出されなかった。放射性同位体標識された ATP、AMP を用いた代謝実験の検討後に、安定同位体標識された [<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP、[<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP が入手できた。安定同位体標識の化合物は取り扱いが容易で、代謝実験後の分析に LC/MS/MS を用いることが可能なため、以降の実験はこの [<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP、[<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP を用いた。

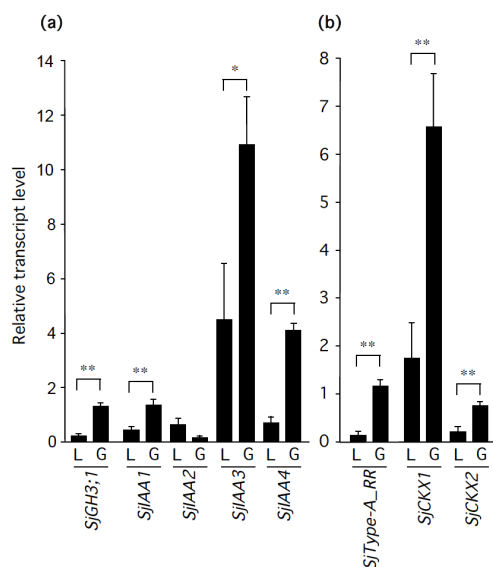
放射性同位体標識された ATP、AMP を用いた cell free 系と同じ条件で、[<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP、[<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP を用いた代謝実験を行った。代謝実験後、アルカリホスファターゼ処理してリン酸基を除去した。代謝実験後の試料にイソペンテニル ATP、あるいはイソペンテニル AMP が存在すれば、アルカリホスファターゼ処理によってリボシド型サイトカイニンが生成する。しかし、LC/MS/MS による分析で [<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP 由来、あるいは [<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP 由来のリボシド型サイトカイニンおよび活性型サイトカイニンは一切検出されなかった。

ハバチ幼虫から IPT 活性が検出されないのは、cell free 系の条件が不適当なためなの

ではないかと考えた。そこで、ハバチ幼虫を用いた *in vivo* の系で IPT 活性が検出されるかどうかを検討した。[<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP と [<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP の混合溶液中にハバチ幼虫を浸漬し、幼虫ごとすり潰してから、精製とアルカリホスファターゼ処理を行い、LC/MS/MS で分析した。その結果、[<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]AMP 由来の [<sup>15</sup>N<sub>5</sub>] *t-ZR* が微量ながら検出された。一方で、[<sup>13</sup>C<sub>10</sub>,<sup>15</sup>N<sub>5</sub>]ATP 由来のリボシド型サイトカイニンおよび活性型サイトカイニンは一切検出されなかった。

シバヤナギハウラタマフシ組織で植物ホルモンが働いていることを確認するために、IAA やサイトカイニンに応答して発現が強まる情報伝達や代謝に関わる遺伝子の発現量の解析を行った。*AUX/IAA* 遺伝子は、IAA のシグナル伝達の負の調節因子であり、その転写量は IAA の情報伝達の活性化によって誘導される。*GH3* 遺伝子は IAA をアミノ酸との抱合体に変換する酵素をコードしており、IAA によって誘導される。虫えい組織ではクローニングの結果得られた4つの *AUX/IAA* 遺伝子の内、主要な3つで発現量がコントロールの葉よりも高かった。また、*GH3* 遺伝子の発現量も虫えい組織の方が葉よりも高くなっていた。

Type-A *RR* 遺伝子はサイトカイニンの情報伝達の負の調節因子であり、サイトカイニンの情報伝達により発現が誘導される。*CKX* 遺伝子はサイトカイニンの脱水素酵素をコードしており、活性型サイトカイニンの代謝に関わる。虫えい組織ではサイトカイニンの情報伝達と代謝に関わるこれらの遺伝子のどちらもがコントロールの葉よりも強く発現していた。これらの結果から、IAA とサイトカイニンの両方の情報伝達が、非寄生状態の葉と比較して虫えい組織で増強されていることがわかった。



(2) ゴール形成昆虫における植物ホルモン関与の普遍性に関する検討  
ヨモギハエボシフシ

ヨモギハエボシフシ内部の幼虫の成長段階ごとに大まかに2群に分け、ゴール植物組織と内部の幼虫を採取した。さらに、ヨモギハエボシフシの2齢幼虫と3齢幼虫が生育していたゴールについては摂食部分とその他の部分に分けてサンプリングを行った。このようにして得られた試料に関して内生 IAA 量と内生サイトカニン類を測定した。比較対象にはゴールを採集した時期と同時期の瑞々しい正常葉を用い、同様の操作を行って内生 IAA 量と内生サイトカニン類の量を測定した。ゴール組織の内生 IAA 濃度は正常葉と比較した場合、1 齢幼虫の生育していたゴールで2.4 倍、2~3 齢幼虫の生育していたゴールで2 倍の IAA が検出された。幼虫では、正常葉やゴールの植物組織に比べて高い値を示した。IAA 濃度は1 齢の幼虫はゴール組織の約 15 倍、2~3 齢の幼虫はゴール組織の約 19 倍、正常葉と比較すると約 37 倍の濃度で幼虫から IAA が検出された。2 齢幼虫と3 齢幼虫が生育していたゴールを、摂食部分とその他の部分に分けて内生 IAA 量を分析したところ、ゴール摂食部分からはその他の部分の約 3 倍の濃度で IAA が検出された。また、幼虫を [ $^{13}\text{C}_{11}$ ,  $^{15}\text{N}_2$ ] Trp 存在下でインキュベートすることによって、標識 IAA が生成し、本種のタマバエにも IAA 合成能があることが判明した。

サイトカニン類については、分析値のばらつきが大きいものの、全体として、オーキシンと同様に幼虫には正常葉やゴールの植物組織に比べて高濃度のサイトカニン類が含まれおり、特に2~3 齢幼虫の内生 t-ゼアチンリボシド濃度はゴールの 41 倍、正常葉の 250 倍の値を示した。ゴール組織と正常葉を比較した場合、イソペンテニルアデノシンは正常葉で高く、t-ゼアチンリボシドはゴール組織で高いという結果が得られた。さらに、2 齢幼虫と3 齢幼虫が生育していたゴールを摂食部分とその他の部分に分けて分析した所、摂食部分でその他の部分の約 3.7 倍の濃度のイソペンテニルアデニンが検出された。その他のサイトカニンも分析値のばらつきが大きいものの、摂食部位で高い濃度を示す傾向が認められた。

#### ハルニレハフクロフシ

オカボノクロアブラムシは発達の段階ごとに、ゴール形成前に葉裏で吸汁していた幹母の1 齢虫、その後初期ゴールを形成した幹母の1 齢虫、脱皮するごとに幹母の2 齢虫、3 齢虫、4 齢虫とし、幹母の栄養生殖で産生されたアブラムシを次世代とした。ゴール内部のアブラムシに対応して、アブラムシがとりついていなかった葉を正常葉、1 齢ゴール、2 齢ゴール、3 齢ゴール、4 齢ゴール、次世代ゴールと、ゴール組織も段階的に分けて採集した。

分析の結果、ゴール組織においては、正常葉と同等またはそれ以下の濃度の IAA が検

出され、ゴールの発達と共に濃度は徐々に減少した。一方、オカボノクロアブラムシにおいては、1 齢虫において最も IAA 濃度が高く、ゴール組織に比べて約 10 倍の濃度が検出され、ゴールの発達と共に濃度は徐々に減少した。

IAA の分析試料と同様の試料に対して、サイトカニン類の分析を行った。5 種類のサイトカニンを分析した結果、ゴール組織においては、傾向として5 種類ともゴール形成段階の初期に濃度が高く、ゴールの発達と共に徐々に濃度は減少した。一方、オカボノクロアブラムシにおいては、サイトカニンと同じく、ゴール形成段階の初期に濃度が高く、ゴールの発達と共に徐々に濃度は減少する傾向がみられ、IAA と同じく、ゴール組織に比べて生体内において約 10 倍の濃度のサイトカニンが検出された。

オカボノクロアブラムシ幹母を [ $^{13}\text{C}_{11}$ ,  $^{15}\text{N}_2$ ] Trp を含む水溶液中で、師管液を模す意味で蒸留水にスクロースを加えたものと、蒸留水のみのもを用いて一晩インキュベートした。その後、IAA 画分を精製し、LC/MS/MS に供した結果、ゴール形成能を有する幹母において [ $^{13}\text{C}_{11}$ ,  $^{15}\text{N}_2$ ] Trp から変換されて生じた [ $^{13}\text{C}_{10}$ ,  $^{15}\text{N}_1$ ] IAA が検出された。一方、ゴール形成能のない次世代虫からは IAA 変換はほぼ認められなかった。

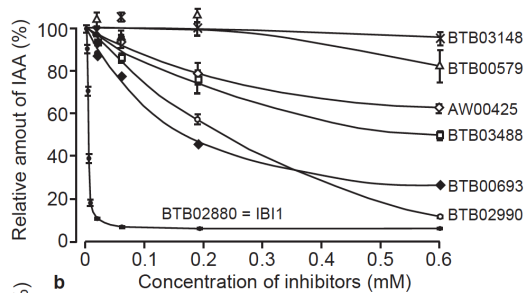
#### (3) 昆虫におけるオーキシン生合成経路の決定と阻害剤の探索

昆虫における IAA 生合成がゴール形成昆虫に特異的なものであるかどうかを確認するため、内生 IAA の分析をおこなった。その結果、虫えい形成昆虫以外のカイコ、ショウジョウバエ、モモアカアブラムシ、ミツバチ等のゴール非形成昆虫にも IAA は存在しており、ショウジョウバエおよびカイコに関しては、Trp からの生合成能も確認された。そこで、酵素液の大量調製が可能なカイコを用いて、生合成研究をおこない、その結果をゴール形成昆虫に還元することとした。ゴール形成の際の IAA を含めた刺激物質が吐き戻し液に含まれていると考えられることから、カイコでは、先ず吐き戻し液における生合成活性を調べた。その結果、Trp からの生合成が確認されたので、その元となる器官の候補として、前腸、中腸、唾液腺における活性を調べた。その際、吐き戻し液とは関係しない絹糸腺をコントロールとして用いた。その結果、意外なことに、絹糸腺を含めた全ての器官に IAA 合成能が確認された。材料の均一性や、容易に大量に調製が可能なことを考慮して、その後の研究には絹糸腺を用いた。植物や IAA を合成する微生物で知られている生合成中間体候補を対象に、絹糸腺における内生量を調べた結果、僅かのインドールアセトアルドキシム (IAOx) およびインドールアセトアミド (IAM) が検出された。また、標識 Trp の代謝実験を行ったところ、代謝物とし



て IAOx のみが検出された。標識 IAOx と標識 IAM の代謝実験の結果, IAOx からは効率よく IAA が生成したが, IAM からは僅かの生成にとどまった。これらのことから, Trp IAOx IAA の経路で IAA が合成され, IAM はこの経路上ではないと判断した。また, その他の中間体候補化合物の投与によって, IAA が生成するかどうかを検討した結果, インドールアセトアルデヒド (IAAld) が IAOx 以上に効率よく IAA に変換されることが分かった。IAAld は IAOx からも生じたため, Trp IAOx IAAld IAA の直線的な経路を確定した。ゴール形成ハバチにおいても同様な変換経路の存在が示されるとともに, カイコで律速段階となっている Trp IAOx が機能強化されている可能性が示された。

変換効率の高い IAOx から IAA への変換を対象に, 阻害剤のスクリーニングを行った。約 2000 の化合物から 7 つの候補化合物を特定し, そのうち 1 つの化合物が特に強い阻害活性を示した (下図)。また, 同化合物を含めた, 2 つの化合物がハバチの IAA 生合成に対しても強い阻害活性を示すことが判明した。また, これらの化合物は Trp からの IAA 生成も阻害したことから, 推定した生合成経路の通り, IAOx IAA が Trp IAA の経路上にあることが再確認された。

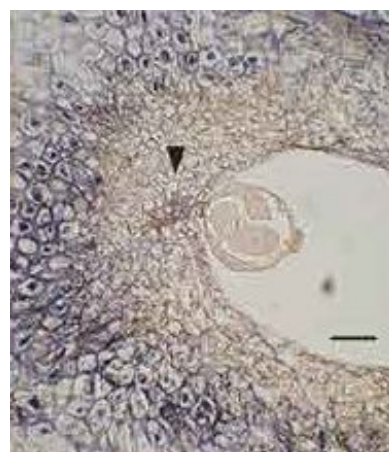


#### (4) 各ゴールの性状と適合的意義の解明に関する研究

##### ヨモギハエボシフシ

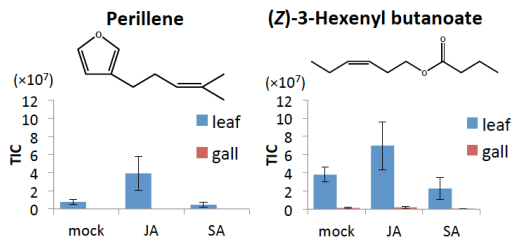
木質化した堅い細胞壁を持つ組織の形成過程を解析するため, 二次壁形成に関連する遺伝子発現の解析を行った。リグニンの生合成遺伝子である CAD と二次壁の形成過程を制御する各種 MYB 遺伝子をヨモギからクローニングし, RT-PCR 解析を行った。その結果, ApCAD-2 はゴールと正常葉で発現の差は見られなかったが, ApMYB-1 と ApCAD-1 では, ゴールで高い発現が見られた。これらの遺伝子発現の局在性を知るため, *in situ* hybridization による解析を行った。ApMYB-1 は 1 齢幼虫が成育していたと考えられるゴールにおいては摂食部分より外側の厚壁細胞での発現が確認出来た。さらに, 維管束の師部での発現が確認できた。2~3 齢幼虫が成育していたと考えられるゴールでは, 1 齢幼虫が成育していたゴールと同様に, 摂食部分では発現は確認されず, 摂食部位の外側で発現が確認できるが, 厚壁細

胞が薄くなっているように見受けられた。成長後期のゴールでは, 摂食部分はかなりやせ細っており, その周辺で発現が確認された。ApCAD-1 は 1 齢幼虫が成育していたと考えられるゴールにおいては, 摂食部分の外側にある厚壁細胞では発現が見られず, 拡大図をみると, ゴール側面のリグニンが沈着する部分のすぐ外側で発現していた。また, 維管束を観察すると, 二次壁の発達した師部組織を含む師部繊維で発現していることがわかった。2~3 齢幼虫が成育していたと考えられるゴールでは, ゴール側面の発現は 1 齢幼虫が成育していたものよりも広い範囲で発現していた。成長後期のゴールでは, センス鎖プローブとアンチセンス鎖プローブの間に差が見られなかった。

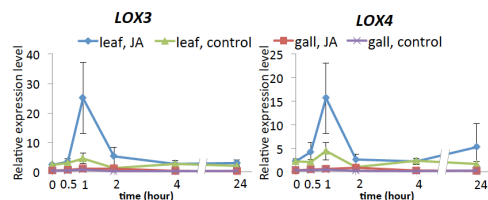


##### ハルニレハフクロフシ

ハルニレの葉及びゴール組織における揮発性物質の放出を SPME-GC/MS を用いて解析した。ハルニレの葉とゴールに JA, SA, Mock 処理を行い, 6 時間経過後のサンプルを GC/MS で解析した結果, (Z)-3-Hexenyl butanoate, (Z)-3-Hexenyl 2-methylbutanoate, (Z)-3-Hexenyl 3-methylbutanoate, (Z)-3-Hexenyl valerate, (Z)-3-Hexenyl tiglate, (Z)-3-Hexenyl hexanoate, Perillene, Caryophyllene が検出された。これらの物質の内, Perillene と Caryophyllene を除くエステル類は標品を合成し, Caryophyllene は購入した標品を用いて同定を行った。Perillene は質量分析のフラグメントパターンと Kovat's retention index 情報から推定した。これらの物質のうち, 葉から放出される主要な揮発性成分は (Z)-3-Hexenyl butanoate と Perillene であり, これらは JA に応答して放出量が増加したが, ゴールではこれらの放出量が低く, JA による誘導も認められなかった。(下図)



JA や SA に対するこれらの組織の応答性の違いを確認するため、JA 応答性遺伝子である *LOX2*, *LOX3*, *LOX4*, SA 応答性遺伝子である *PR1*, *BGL2*, JA/SA 両応答性遺伝子である *PAL1* の発現解析を行った。リアルタイム PCR の結果、葉では *LOX2*, *LOX3*, *LOX4* が JA に対する応答性を示したのに対し、ゴールでは発現が低く抑えられた。*BGL2* は葉では応答性は明瞭ではなかったが、少し発現量が増加し、ゴールでは葉に比べて低い発現量を示した。また、*PR1*, *PAL1* は葉とゴールの差が見られなかった。



以上の結果から、ゴール組織では JA に対する応答性が欠失しており、その結果として揮発性物質の生成に代表される抵抗性反応が抑制されている可能性が示唆された。すなわち、アブラムシが何らかの機構で、生育しやすい環境を備えた組織を自ら誘導しているものと考えられ、これまでのゴールの適合的意義に新たな知見をもたらしたものを考えられる。

## 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 4 件)

鈴木義人 (2013) 昆虫による植物ホルモン生産とゴール形成 化学と生物 52 (3)

pp153-158. (査読なし)

鈴木義人 (2013) ヤナギのゴール形成ハバチにおける植物ホルモン合成 昆虫と自然 48 (13) pp8-11. (査読なし)

Y. Tanaka, K. Okada, T. Asami, Y. Suzuki (2013) Phytohormones in Japanese Mugwort Gall Induction by a Gall-Inducing Gall Midge. Biosci. Biotechnol. Biochem. 77: 1942-1948 (査読あり)

H. Yamaguchi, H. Tanaka, M. Hasegawa, M. Tokuda, T. Asami, Y. Suzuki (2012) Phytohormones and willow gall induction by a gall-inducing sawfly. New Phytol. 196: 586-595. (査読あり)

[学会発表](計 9 件)

鈴木宏佳, 横倉淳平, 伊藤つかさ, 永田晋治, 浅見忠男, 鈴木義人, 昆虫におけるインドール酢酸生成, 日本農芸化学会 2013 年度大会, 2014 年 3 月 28 日 (東京)

武井麻美, 吉田彩夏, 川合隆史, 鈴木義人, オカボノクロアブラムシがハルニレに形成するゴールの性状解析, 第 48 回植物化学調節学会, 2013 年 10 月 31 日 (新潟)

吉田彩夏, 川合隆史, 鈴木義人, オカボノクロアブラムシがハルニレに形成する虫えい(ハルニレハフクロフシ)組織の性状解析, 日本農芸化学会 2013 年度大会, 2013 年 3 月 25 日 (仙台)

山口大貴, 貫井光太, 鈴木義人, シバヤナギにゴールを形成するハバチのサイトカニン合成能の検討, 日本農芸化学会 2013 年度大会, 2013 年 3 月 25 日 (仙台)

吉田彩夏, 鈴木義人, アブラムシによるハルニレのゴール形成機構に関する研究, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 2012 年 3 月 24 日 (京都)

田中祐一朗, 岡田浩一, 徳田誠, 浅見忠男, 鈴木義人, タマバエによるゴール形成における植物ホルモン類の関与, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 2012 年 3 月 24 日 (京都)

山口大貴, 田中弘毅, 徳田誠, 浅見忠男, 鈴木義人, ハバチによるシバヤナギのゴール(ハウラタマフシ)形成における植物ホルモンの役割, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 2012 年 3 月 24 日 (京都)

横倉淳平, 山口大貴, 永田晋治, 鈴木義人, 昆虫に含まれる内生インドール-3-酢酸の起源, 第 46 回植物化学調節学会, 2011 年 11 月 2 日 (宇都宮)

山口大貴, 田中弘毅, 徳田誠, 浅見忠男, 鈴木義人, シバヤナギハウラタマフシにおけるゴール形成機構に関する研究, 第 46 回植物化学調節学会, 2011 年 11 月 2 日 (宇都宮)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木 義人 (SUZUKI YOSHIHITO)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号: 90222067

(2)研究分担者

無し

(3)連携研究者

無し