

機関番号：14501

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20405026

研究課題名 (和文) 根寄生雑草ストライガの宿主養水分収奪機構の解析

研究課題名 (英文) Regulatory mechanisms in transport of host materials to the parasitic weed *Striga hermonthica*

研究代表者

杉本 幸裕 (SUGIMOTO YUKIHIRO)

神戸大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：10243411

研究成果の概要 (和文)：

ストライガは主要な作物を宿主とする根寄生雑草であり、アフリカでの農業生産を阻害する深刻な生物的要因となっている。本研究はストライガが宿主植物ソルガムから養水分を収奪する機構を解明することを主な目的とした。ストライガの上位展開葉の光合成速度に対する呼吸速度の割合はソルガムに比べて非常に高く、呼吸速度は土壤乾燥による低下がほとんどなかったため、土壤が乾燥するほどストライガはソルガムの同化産物への依存を高めると考えられた。また、ソルガムに比べ、ストライガの蒸散速度、気孔抵抗および気孔開度に土壤乾燥の影響が小さいことを見出した。さらに、ストライガはソルガムよりも効率的な光化学系を有しているにもかかわらずソルガムに比べ光合成速度が顕著に低かったことから、ストライガの光合成速度は炭酸同化系が律速になっていることを明らかにした。これらの事実は、土壤乾燥条件下でもソルガムからストライガへの同化産物の転流が高く維持されることを示唆しており、ストライガによる被害が乾燥した地域でより深刻であることを合理的に説明できる。

研究成果の概要 (英文)：

The root parasitic weed *Striga hermonthica*, a major biotic constraint to cereal production in Africa, relies solely on its hosts for water, nutrients and carbohydrates. The present study was undertaken to delineate the mechanisms underlining water and solute transport from the host, sorghum, to the parasite. Respiration rate in leaves of *Striga* was of the same order as its photosynthetic rate and was hardly affected by water stress. Transpiration rate in *Striga*, as indicated by stomatal resistance and stomatal aperture of leaves, was less susceptible to water stress than that of sorghum. Photosynthetic rate of *Striga* was lower than that of sorghum despite the higher photochemical capacity of the parasite photosystem. These results indicate a substantial reliance on host carbon, maintenance of water and solute transport under water stress, confirm the notion that drought maximizes *Striga* damage to its hosts and suggest that CO₂ fixation capacity in *Striga* chloroplast limits photosynthetic rate.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2009年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2010年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
年度			
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

研究代表者の専門分野：農学

科研費の分科・細目：生物生産化学・生物有機化学

キーワード：ストライガ、根寄生植物、ソルガム、気孔、光合成、植物ホルモン

1. 研究開始当初の背景

根寄生植物ストライガ (*Striga hermonthica*) はアフリカ、中東、南アジアに分布している。ソルガム、イネ、トウモロコシ等の主要な作物を宿主とし、アフリカでは病原菌、害虫、鳥を上回り農業生産を阻害する最大の生物的要因となっている。一個体あたり約十万粒と高い種子生産能力を有するため、侵入された畑は耕作が困難になり放棄される。種子は宿主植物が分泌する刺激物質を感受してはじめて発芽する。この特性は宿主から独立して生きられないストライガの巧妙な生存戦略の一つと考えられてきた。

ストライガはクロロフィルを有する半寄生性ではあるが、自らの光合成能力では必要なエネルギーの 70%しかまかなえないため、宿主に依存しないと生存できない。気孔が乾燥および暗条件で閉じにくいこと、および、近縁の *Rhinanthus minor* の気孔が ABA 存在下で閉じないことから、ストライガは気孔の開放によって形成される蒸散流により宿主植物から養水分を収奪していると考えられている。しかし、宿主植物とストライガの気孔開度を、湿潤、乾燥もしくは ABA 処理条件において、同時に測定した報告はない。

発芽刺激物質の化学的本体は strigol をはじめとするストライゴラクトンと総称される化合物群である。ストライゴラクトンは、植物体内では ABA と同様にカロテノイドの酸化開裂によって生成すると考えられており、構造の類似性も高い。3 つのタイプの ABA 受容体すなわち、アリューロン層局在型受容体 (FCA)、Mg キラターゼ H 型受容体 (CHLH)、G タンパク質共役型受容体 (GCR2) が報告され、それらに保存されている遺伝子配列に基づき様々な植物から ABA 受容体タンパク質を単離する途が開けたと考えられた。

2. 研究の目的

以上の背景のもと、ストライガの ABA 受容体には何らかの変異が生じており正常な ABA 応答性を示さないことに加えて、ストライゴラクトンを他の植物とは異なる様式で認識していると考えられた。このことが、ストライガの特徴的な発芽を可能にしており、さらに、寄生成立後の宿主成分の収奪を可能にしていると考えられた。本研究ではこの仮説を裏付けるべく、以下の(1)、(2)について研究を進めることとした。しかしながら、(2)については本研究開始後 1 年足らずで、それまでに報告されていた 3 つの異なる ABA 受容体の報告のうち 1 つが取り下げられ他の 2 つについては批判論文が提出され、ABA 受容体ではないと結論づけられた。そのため初年度末で(2)の実施を中止し、それに代わって、2 年度目と最終年度は(3)とし

て、ストライガと近縁であり植物防疫法の適用を受けないオロバンキ (*Orobanche minor*) を材料として、根寄生植物が宿主植物に養水分を依存しつつ寄生を確立する過程を解析することを新たな研究目的とした。

(1) スーダンでポット試験を行い、湿潤条件に加えて乾燥ストレスおよび ABA 処理を施した、寄生関係にあるソルガムストライガの気孔開度を測定する。これにより、ストライガの宿主養水分収奪が気孔開度により説明できることを実証する。さらにストライガが宿主植物から養水分を収奪するための機構が気孔開度の制御の特殊性にあり、その特殊性は ABA 応答の異常によることを明らかにする。

(2) ストライガから ABA 受容体遺伝子の全長を単離し、そのタンパク質を発現させて ABA および strigol に対する親和性を比較し、特徴を明らかにする。

(3) 宿主植物アカクローバーに寄生後、脱分化、分化を繰り返して成長する過程で発現しているオロバンキの遺伝子、代謝産物、植物ホルモンを網羅的に解析し、特徴的な形態変化を支配する要因について解析する。

3. 研究の方法

(1) 海外共同研究者が所属するスーダン科学技術大学の圃場で、1/2000aワグネルポットを用いて実験を行った。ストライガの種子を土壤に混入したポットと混入していないポットに、ストライガ感受性ソルガム品種Dabarを播種した。ストライガ個体が地上部に出現してから土壤水分処理を開始し、土壤水分含量を 18-27%に維持した湿潤区(対照区)と 12-21%に維持した乾燥区を設けた。土壤水分処理翌日および翌々日の 10:00 から 14:00 にかけて、上位完全展開葉の相対含水率、光合成特性および気孔応答を測定した。光合成速度、呼吸速度、葉内CO₂濃度は、光合成蒸散測定装置を用いて測定した。光化学系IIの活性は、葉をサンプリング後、少なくとも5分間暗順応させてからクロロフィル蛍光測定装置を用いて測定した。葉の表裏の蒸散速度および気孔抵抗は、ポロメーターを用いて測定した。葉の表裏の気孔密度および気孔開度は、瞬間接着剤を用いた気孔の型取り観察法により測定した。

(2) 自律的花成経路の促進因子である FCA が ABA 受容体タンパク質であるとの報告を参考に、シロイヌナズナ、イネ、コムギの FCA のアミノ酸配列に基づいて degenerate プライマーを作製し、ストライガの FCA 遺伝子を探した。また、ストライガの EST データベースからシロイヌナズナの FCA と相溶性の高い塩基配列情報を探索し、その配列情報に基づいて設計したプライマーを用いてストライ

ガのホモログ遺伝子を単離した。

(3) アカクローバーに寄生した後、瘤状組織、根原基の分化、不定根形成、シュート原基形成、花茎の成長と結実に至る様々なオロバンキ組織を材料として植物ホルモンを定量分析した。その結果に基づき脱分化、分化に対する植物ホルモンおよびホルモン生合成阻害剤、輸送阻害剤の効果を調べた。また、メタボローム変動解析、EST 解析を行った。さらに、各組織における植物ホルモンの生合成および代謝に関与する遺伝子の発現を RT-PCR により解析した。

4. 研究成果

(1) 乾燥区ではソルガムおよびストライガの葉の相対含水率は低下したが、低下の程度はソルガムよりもストライガのほうが大きかった。ソルガムの葉の相対含水率にストライガの寄生の影響は認められなかった。葉の光合成速度は、湿潤条件下では、ストライガはソルガムに比べて低かったが、土壤乾燥による低下が小さかったため、乾燥区では同程度であった。また、ソルガムの光合成速度にストライガ寄生の影響は認められなかった。葉内 CO_2 濃度は、土壤乾燥によりソルガムでは増加したが、ストライガでは低下した。このことから、ソルガムに比べてストライガの葉緑体の CO_2 固定活性は水ストレスに対する耐性が高いことが示された。

光化学系 II 最大量子集率 (F_v/F_m) はソルガム、ストライガとも乾燥区、湿潤区で有意な差は認められなかった。ストライガの F_v/F_m はソルガムに比べ高かった。このことは、ストライガの光化学系はソルガムに比べ、現地の高温・強光環境に対し耐性を有していることを示している。そこで Light Curve 解析により、詳細な光化学系特性を解析したところ、ソルガムは低光量範囲で光エネルギーを非光化学系で消費していることが分かった。これはステート遷移による光化学系の高温適応機構が起動しているためであり、その結果ソルガムは光エネルギーの光合成活性への分配が減少し、光エネルギー利用効率が低下していると考えられた。それに対し、ストライガの光化学系は低光量で高い光化学的エネルギー消費効率を示した。この結果は、ストライガの光化学系は高温条件下でも定常状態（非ストレス時の状態）を保っていることを示しており、ソルガムの光化学系よりも広い最適温度域を持っていることが明らかとなった。これらの光化学系特性により、ストライガの光化学系は高いエネルギー利用効率を持っていることが明らかとなった。定量的な光エネルギー利用効率解析によりストライガの電子伝達速度がソルガムに比べ約 1.5 倍の値を示したことから、ストライガが効率的な光エネルギー利用機構を有していることが明

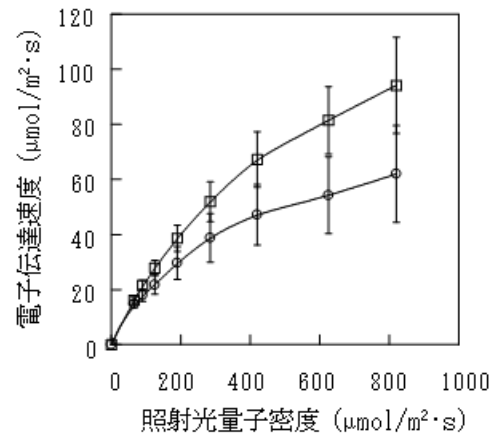


図1 ソルガム (○) とストライガ (□) の光エネルギー利用効率

らかとなった (図1)。これら光化学系特性の結果からは、ストライガのソルガムに比べて低い光合成速度は、光化学系特性に起因するものではなく、炭酸同化系の活性が大きく関係していることが示唆される。

一方、ソルガムとストライガの呼吸速度に土壤乾燥の影響は認められなかった。ソルガムとストライガのいずれにおいても、乾燥区では光合成速度に対する呼吸速度の割合が増加した。これらより、土壤乾燥条件下では、ストライガはソルガムに比べて光合成活性は高く維持しているものの、呼吸速度の割合が高くなるために、ソルガムの同化産物への依存が高まると推察された。

蒸散速度は葉の表裏ともにソルガムよりもストライガのほうが高く、土壤乾燥による低下はストライガのほうが小さかった (図2)。また、土壤乾燥によるソルガムの蒸散速度の低下は、葉の表ではストライガが寄生した個体のほうが寄生していない個体に比べて大きかった。葉の表裏とも、ストライガの気孔抵抗はソルガムよりも小さく、土壤乾燥による増加が小さかった。葉の表では、土壤乾燥によるソルガムの気孔抵抗の増加は、ストライガが寄生した個体のほうが寄生していない個体に比べて大きかった。

気孔密度は、葉の表側ではソルガムとストライガに違いはなかったが、葉の裏側ではス

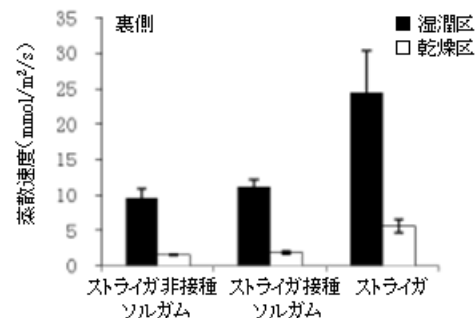


図2 ソルガムとストライガの葉の裏側の蒸散速度 (n=3)

トライガのほうが高かった。ソルガムの葉の表裏の気孔密度に、ストライガの寄生による影響は認められなかった。乾燥区ではストライガとソルガムの葉の表裏の気孔開度は低下したが、その低下程度はストライガのほうが小さかった。葉の表裏ともに、ストライガの寄生によりソルガムの気孔開度は低下した。

以上の結果から、土壤乾燥条件下では、葉の相対含水率の低下に伴いストライガの寄生したソルガムでは蒸散速度が大きく低下する一方で、ストライガは蒸散速度を高く維持したことが、ストライガの宿主からの養水分の収奪に関係していると推察された。このストライガの蒸散速度の高さは、葉の裏の気孔密度が高かったことに加えて、乾燥区でも葉の表の気孔開度の低下が小さかったことが関係したと考えられた。また、ストライガは効率的な光化学系特性を有しているながら低い光合成活性を示したことから、炭酸同化系が光合成活性の律速因子であることが考えられた。

本研究の結果は、土壤水分含有量を高くすることでソルガムからストライガへの同化産物の転流を抑制できることを示唆しており、灌漑が可能な農地においては適切な土壤水分管理によりストライガ防除が可能であることを示している。今後は、宿主同化産物の転流について¹³Cを用いたトレーサー実験を行うとともに、ストライガとソルガムの葉の気孔開閉へのABAの影響および宿主養水分の収奪機構とソルガムのストライガ耐性の強弱との関係についてさらに調査する必要がある。

(2) Sh-FCA と名付けたストライガのFCAホモログをRT-PCRにより取得し、さらにRACE法により全長の取得を目指した。しかしながら、FCAがABA受容体であるとした論文の結果に再現性がないことが報告された。FCAに続いてABA受容体として報告されたCHLHおよびGCR2は、FCAがABA受容体であることを前提にして得られた知見であるため、これらがABA受容体であることも誤りであると考えられるにいたった。そのため、全長の取得に至る前に本実験は中止した。その時点までに355アミノ酸をコードするSh-FCAの塩基配列を得た。これは、エンドウおよびシロイヌナズナのFCA γ と最も高い相同性を示し、FCAのN末端側に存在する2つのRRMDおよびC末端側に存在するWWDの配列も確認された。

(3) オロバンキの形態変化への関与を調べるため、各成長段階での植物ホルモン量を測定した。その結果、成長段階によって蓄積する植物ホルモンの種類や量が顕著に異なることが判明した。瘤状組織や根原基ではIAAやtrans-zeatinが高濃度で蓄積しており、これによりカルス化および根の分化が引き起こされると考えられた。シュートではGA₄が、花ではABAが多く含まれており、それぞれの組織

の形成に関わっていると考えられた。そこで、瘤状組織にサイトカイニン(kinetinおよびCPPU)を与えると、根の分化は抑制されカルスの肥大が起こった。通常的生活環境ではカルス形成後、成長段階が進むにつれサイトカイニンの蓄積量は減少していくが、サイトカイニンを与え続けたことで成長段階の進行が阻害されたと考えられた。また、オーキシン合成(L-AOPP)、輸送(NPA)および受容(PEO-IAA)に関わる阻害剤を与えた場合、いずれにおいても根の分化が抑制された(図3)。これらの結果から、成長段階の進行に植物ホルモンの変動が伴うことが示された。

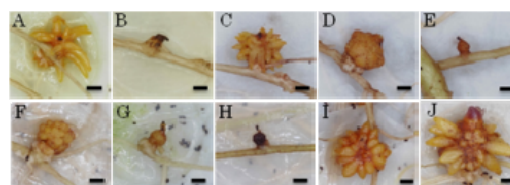


図3 ホルモン処理された寄生初期のオロバンキ

コントロール (A), 1 mM NAA (B), 10 μ M kinetin (C), 100 μ M kinetin (D), 1 mM kinetin (E), 10 μ M CUPP (F), 100 μ M CUPP (G), 1 mM CUPP (H), 100 μ M uniconazole (I, J)

続いて、オロバンキの各成長段階でメタボローム解析を行い、代謝産物プロファイルの特徴を解析した。シュートと花では代謝産物のプロファイルに違いは見られなかったが、発芽種子、瘤状組織、根原基、クラウンルート、シュート原基ではそれぞれの代謝産物プロファイルは異なり、連続的に変化していることが推測された。瘤状組織、根原基において窒素同化、アミノ基転移に寄与するアミノ酸、核酸である adenosine、芳香化合物の前駆体である shikimate などの蓄積量が増加していたことや、そのほかにもこの段階において蓄積量が最大となる化合物が多数見られたことから、細胞内の代謝はこれらの段階で最も活性化していることが推測された。

さらに、オロバンキの網羅的な遺伝子情報を得るため、EST解析を行った。発芽種子、瘤状組織、根原基、シュート原基の各組織から抽出したRNAより、合計21,489の遺伝子配列を得た。得られたEST配列を用いて、GOアノテーションを行った結果、シロイヌナズナのESTと比較して、詳細な機能分類ができない遺伝子が多く含まれていることを見出した。一方、成長段階ごとでは、各機能に分類された遺伝子の割合に顕著な差は見られなかった。このことは、メタボローム分析の結果と同様に、遺伝子発現においても、ある特定の段階において急激な変動が生じているというよりも、連続的にゆっくりとした変化が進行していることを示していると考えられた。植物ホルモンの合成、シグナル伝達、輸送

などに関わる遺伝子の検索を行い、成長段階ごとの EST 数を集計したが、植物ホルモン分析の結果と高い相関性を示す遺伝子は見出されなかった。植物ホルモン生合成遺伝子の発現量が少ないため、シーケンス数では明確に反映されていないと考えられた。そこで個々の遺伝子について RT-PCR を行い発現解析した結果、EST 数とは異なる増減が見られたものの、有意な変動は見られず、植物ホルモンの蓄積量との相関は認められなかった。これらのことから、オロバンキは植物ホルモン生合成能は有するが、自ら形態変化に必要な植物ホルモンを全て生合成しているとは断言できず、宿主から供給を受けている可能性も考えられる。このことを明らかにするには、安定同位体標識したホルモンあるいはその前駆物質を宿主植物に投与して、オロバンキへの転流および代謝を解析することが必要である。興味深いことに、オロバンキの EST には、アカクローバーの遺伝子と高い相同性を示す遺伝子があり、代謝産物だけでなく mRNA も移行することが示唆された。さらに、他の植物とは相同性を示さず、ストライガや近縁の根寄生植物である *Tripysaria* 属植物に見出された遺伝子と相同性を示す遺伝子が多く含まれており、これらは根寄生植物に特有な遺伝子であると考えられた。今後、機能解析を行うことによって、これらの遺伝子の寄生植物の生態への関与が明らかにされると期待される。

以上のように、研究目的とした項目のうち、根寄生植物ストライガがソルガムとは異なる気孔応答を示すことを実験的に明らかにし、これが宿主養水分収奪の主たる要因であることの基礎的な知見は整備できた。しかしながら、研究開始時点で ABA 受容体として報告されていたタンパク質が、研究開始後にいずれも誤りであったことが判明し、ストライガの ABA 受容体の解析に関しては全く成果を挙げることができなかった。最近、真の ABA 受容体が発見されたので、その情報に基づいて、あらためてストライガ ABA 受容体の解明に向けた取り組みを始めることを計画している。ソルガムとストライガの ABA 応答の違いについても、海外共同研究者の尽力にもかかわらず、スーダンで実験に利用する植物個体の安定供給は容易ではなく、予備的な実験しか実施できなかった。幸い、本研究の実績に基づき、地球規模課題対応国際科学技術協力事業が開始され日本人研究員が現地には駐在するようになったので、本研究で得られた予備実験結果に基づき、ストライガの ABA 応答の特殊性を解明していく。一方、ABA 受容体探索に代わって行ったオロバンキの生活環調節の制御機構の解析においては、植物ホルモンの関与を明らかにすることができた。寄生確立

後の形態の変化を制御する植物ホルモンをオロバンキが自律的に生産しているのか、宿主植物から供給を受けているのかについては今後の検討課題である。

寄生を確立したストライガとオロバンキが宿主植物の養水分や成長制御物質を利用し生活環を全うする機構は、植物生理学的にきわめて興味深く、一方、寄生植物が農業に与えている被害を軽減するための方策を考える有益な情報となる。本研究で得た知見を発展させ、寄生植物の生存戦略への理解をさらに深めていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 7 件)

① Kitahara, S., Tashiro, T., Sugimoto, Y., Sasaki, M., Takikawa, H.: First synthesis of (±)-sorgomol, the germination stimulant for root parasitic weeds isolated from *Sorghum bicolor*. *Tetrahedron Letters*, 52, 724-726, 2011.

② Hassan, M.M., Sugimoto, Y., Babiker, A.G.T., Yamauchi, Y., Osman, M.G.E., Yagoub, S.O.: Effect of NaCl on *Orobanche* spp. and *Striga hermonthica* seeds germination during and after conditioning. *Bioscience Research*, 7, 26-31, 2010.

③ Ueda, H., Sugimoto, Y.: Vestitol as a chemical barrier against intrusion of the parasitic plant *Striga hermonthica* into *Lotus japonicus* roots. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74, 1662-1667, 2010.

④ Takikawa, H., Jikumaru, K., Sugimoto, Y., Xie, X., Yoneyama, K., Sasaki, M.: Synthetic disproof of the structure proposed for solanacol, the germination stimulant for seeds of root parasitic weeds. *Tetrahedron Letters*, 50, 4549-4551, 2009.

⑤ Hiraoka, Y., Ueda, H., Sugimoto, Y.: Molecular responses of *Lotus japonicus* to parasitism by the compatible species *Orobanche aegyptiaca* and the incompatible species *Striga hermonthica*. *Journal of Experimental Botany*, 60, 641-650, 2009.

⑥ Kubo, M., Ueda, A., Park, P., Kawaguchi, M., Sugimoto, Y.: Responses of *Lotus japonicus* ecotypes and mutants to root parasitic plants. *Journal of Plant Physiology*, 166, 353-362, 2009.

⑦ Hiraoka, Y., Sugimoto, Y.: Molecular responses of *Sorghum bicolor* to *Striga hermonthica* parasitism. *Weed Science*, 56, 356-363, 2008.

[学会発表] (計 20 件)

① Sugimoto, Y.: Molecular aspects of compatibility in parasitic plants. *AgroBioInstitute seminar* (2011年3月7日、Sofia, Bulgaria)

② 太田早矢香、水谷正治、榊原均、杉本幸裕：根寄生植物オロバンキの成長過程における脱分化・分化の制御機構の解明、植物化学調節学会第45回大会(2010年11月1日、神戸)

③Inoue, T., Yamauchi, Y., Babiker, A.G.T., Eltyeb, A.A., Samejima, H., Sugimoto, Y.: Stomatal response and photosynthetic capacity of *Striga* and sorghum under water stress. SATREPS-JSPS AA Science Platform Program Joint Seminar on *Striga* spp., the food security scourge in Africa (2010年9月14日、淡路)

④Ueno, K., Mizutani, M., Sugimoto, Y.: Qualitative and quantitative analysis of strigolactones using LC-MS/MS. SATREPS-JSPS AA Science Platform Program Joint Seminar on *Striga* spp., the food security scourge in Africa (2010年9月14日、淡路)

⑤太田 早矢香、水谷 正治、榊原 均、杉本 幸裕：根寄生植物ヤセウツボの成長過程の形態学的観察および植物ホルモン分析、日本農芸化学会 (2010年3月29日、東京)

⑥太田早矢香、水谷正治、杉本幸裕：根寄生植物ヤセウツボの寄生成立後の生長過程に関する形態学的観察、植物化学調節学会 (2009年10月29日、仙台)

⑦土井智子、水谷正治、杉本幸裕：根粒共生がオロバンキの寄生に及ぼす影響、植物化学調節学会 (2009年10月29日、仙台)

⑧福富達也、水谷正治、杉本幸裕：根寄生植物の種子発芽刺激活性に対するストライゴラクトンB環の修飾の影響について、植物化学調節学会 (2009年10月29日、仙台)

⑨Kubo, M., Hyon, G.S., Park, P., Sugimoto, Y.: Water transport in xylem elements in the parasitic interaction of host (*Lotus japonicus*) and parasitic plants. 6th International Symposium on Electron Microscopy in Medicine and Biology (2009年9月17日、神戸)

⑩Sugimoto, Y., Ueda, H.: Induction of phytoalexin biosynthesis in *Lotus japonicus* roots in response to *Striga hermonthica* attachment. 10th World Congress on Parasitic Plants (2009年6月10日、Kusadasi, Turkey)

⑪Inoue, T., Sugimoto, Y., Babiker, A.G., Mahgoub, M., Eltyeb, A.H.: Stomatal response of *Striga* and host plant under water stress and foliar application of ABA. JSPS International Seminar on Devastating Effects of *Striga* on African Agriculture and Development of Countermeasures (2008年12月5日、神戸)

⑫杉本幸裕：宿主植物による根寄生植物の認識、竹松セミナー (2008年11月14日、宇都宮)

⑬杉本幸裕：根寄生植物と宿主植物の相互作用に関する生物有機化学的研究、植物化学調節学会、授賞講演 (2008年10月29日、つくば)

⑭土井智子、植田浩章、太田早矢香、平岡幸浩、杉本幸裕：根寄生植物に対するミヤコグサの応答の分子解析、植物化学調節学会 (2008年10月29日、つくば)

⑮植田浩章、向井郁絵、平岡幸浩、杉本幸裕：ストライガの接触によるミヤコグサでのファイトアレキシン生合成の誘導、植物化学調節学会 (2008年10月29日、つくば)

⑯杉本幸裕、植田浩章、久保美恵、川口正代司、朴杓允：根寄生植物に対するミヤコグサの応答、植物微生物研究会 (2008年9月18日、奈良)

⑰土井智子、植田浩章、太田早矢香、平岡幸浩、杉本幸裕：根寄生植物に対するミヤコグサの分子応答、植物微生物研究会 (2008年9月18日、奈良)

⑱植田浩章、向井郁絵、平岡幸浩、杉本幸裕：非親和性根寄生植物ストライガはミヤコグサのファイトアレキシン生合成を活性化する、植物微生物研究会 (2008年9月18日、奈良)

⑲杉本幸裕：根寄生雑草の防除による植物バイオマス増産、日本農芸化学会蕨田セミナー バイオマスデザインとリファイナリー ―競合から共存へ― (2008年5月9日、神戸)

⑳Sugimoto, Y.: Physiology and Ecology of Root Parasitic Plants. 農業環境技術研究所 生物多様性研究領域セミナー (2008年5月2日、つくば)

〔図書〕 (計1件)

①杉本幸裕他46名：第3章病原体の種類と分類 寄生性高等植物 pp. 87-89、第4章病害の発生 寄生性高等植物による病害 pp. 124-126、眞山滋志、難波成任編 植物病理学、文永堂、東京2010.

〔その他〕

ホームページ

<http://www.edu.kobe-u.ac.jp/ans-phytochem/LABHP/mysite1/sub10.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉本 幸裕 (SUGIMOTO YUKIHIRO)
神戸大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号：10243411

(2) 研究分担者

山内 靖雄 (YAMAUCHI YASUO)
神戸大学・大学院農学研究科・助教
研究者番号：90283978
井上 知恵 (INOUE TOMOE)
鳥取大学・乾燥地研究センター・助教
研究者番号：30403380

謝辞

海外共同研究者として本研究にご協力を賜りました Prof. Abdel Gabar Babiker (Sudan University of Science & Technology) に深く感謝いたします。