二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力
強化と生産物活用のための基盤技術の創出
平成 24 年度採択研究代表者

H25 年度
実績報告

浅見忠男

東京大学 大学院農学生命科学研究科
教授

植物ホルモン間クロストークと化学・生物学的制御技術を利用した バイオマス高生産性植物の開発

§1. 研究実施体制

(1)「東大」グループ
①研究代表者:浅見 忠男 (東京大学大学院農学生命科学研究科、教授)
②研究項目
・SL-GA-BL 間クロストーク因子の化学・生物学的制御技術の開発と応用

(2)「理研」グループ
①主たる共同研究者:中野 雄司 (理化学研究所、長田抗生物質研究室、専任研究員)
②研究項目
・ブラシノステロイド情報伝達ネットワークとクロストーク分子機構の化学生物学的解明と応用基盤開発研究

§2. 研究実施の概要

植物ホルモンクロストークの観点から、ストリゴラクトン(SL)、ジベレリン(GA)そしてブラシノステロイド(BR)の各機能遺伝子や各制御剤を組み合わせた植物生長制御技術の開発を行う。そのために、これら三種の植物ホルモンシグナル因子が相互作用する共通因子と各植物ホルモン制御因子間相互作用の機構を構造レベルで解明し、遺伝子技術や化学技術による総合的制御技術の基盤的知見を得る。また SL が促進する寄生雑草発芽における寄生雑草側における SL 受容機構の追究とその防除法の開発を試みる。

本研究では上記目的の達成のために、物質的な制御法の開発と遺伝子的な制御法の開発を各々行っている。東大グループではまず SL や GA 活性を示す化合物の開発を行った。昨年までに発見した SL 活性を示すデブラノン系化合物について、本年度は活性上昇、選択性上昇を目指した追究を行った結果、枝分かれ活性については標準物質である GR24 の 100 倍程度の活性を示す化合物を見いだすことができた。また根寄生雑草種子発芽活性についても、昨年まで見出してきたデブラノン誘導体と比較して 100 倍程度の活性を示す化合物を見いだすことができた。このような構造の変化にともなう活性の変化が、受容体への親和性の差に基づいているとの結果も得ている。また新しい SL 制御剤の開発のためには SL が効果を発現するメカニズムを知ることが重要である。そのために SL 受容体であるイネ D14 について結晶構造の解析を行った結果、D14 により加水分解されて生じる D-OH が新たな D14 ポケットに部位に結合して活性を示すこと、さらに D14 は SL 依存的に DELLA タンパク質であるイネ SLR1 タンパク質と結合して情報を伝達するという、新しい SL 活性発現メカニズムを提唱することができた。上記の成果を物質的・遺伝子的バイオマス生産へと応用するための前段階として、SL のサトウキビ分げつへの影響を調べた結果、本研究で開発したデブラノン類はサトウキビの分げつを抑制するという期待通りの効果を得ることができた。この結果はバイオマス生産に重要な形質であるサトウキビの分げつが、SL により物質的にもしくは遺伝子的に制御出来る可能性を示しており、今後の応用が期待できる。

理研グループではブラシノステロイド（BR）情報伝達ネットワークの化学生物学解析と新規BR情報伝達遺伝子群とGA, SLとのクロストーク機構の解析を行った。まず、新規なBR情報伝達因子*BIL, BPG*遺伝子群について、各々が細胞膜、TGN/エンドソーム、細胞質、核などに局在し相互作用することによって形成されるBR情報伝達ネットワークと分子メカニズムの解明を進めただけでなく、葉緑体因子BPG3の光化学系IIにおける機能を解明した。さらに、BR情報伝達変異体*bil*群においては東大グループの開発したSL生合成阻害剤TIS108が枝分数に対して相乗的促進効果を示すことを見出した。この結果は、BRとSLのクロストーク機構解明への基盤的知見となると考えている。またBR情報伝達クロストークに基づく実用化植物におけるバイオマス増産技術開発の一環としてBRマスター転写因子BIL1とジャスモン酸とのクロストーク機構を明らかとし、変異*bil1*遺伝子形質転換が難防除昆虫アザミウマに対する新しい害虫防除技術となることを示した。

§3. 成果発表等

（3－1） 原著論文発表

論文詳細情報

A1. Nakamura H, Xue YL, Miyagawa T, Hou F, Qin HM, Fukui K, Shi Xuan, Ito E, Ito S, Park SH, Miyauchi Y, Asano A, Totsuka N, Ueda T, Tanokura M, and Asami T (2013) Molecular mechanism of strigolactone perception by DWARF14. *Nature Comm*, 4: 2613. (doi: 10.1038/ncomms3613)

DWARF14（D14）タンパク質によるストリゴラクトン（SL）の詳細な受容機構を、X 線結晶構造解析と生化学的な解析により示すと同時に、SL を受容した D14 がジベレリン（GA）の重要なシグナル伝達因子である DELLA タンパク質と結合することも明らかにした。以上より、SL と GA 間のシグナルのクロストーク機構を分子レベルで提示した。

A2. Ito S, Umehara M, Hanada A, Yamaguchi S, and Asami T (2013) Tebuconazole derivatives are potent inhibitors of strigolactone biosynthesis. *J Pest Sci,* **38**: 147-151. (doi: 10.1584/jpestics.D13-011)

A3. Ito S, Umehara M, Hanada A, Yamaguchi S, and Asami T (2013) Effects of strigolactone-biosynthesis inhibitor TIS108 on *Arabidopsis. Plant Signaling Behavior,* 8: e24193. (doi: 10.4161/psb.24193)

B1. Bekh-Ochir, D., Shimada, S., Yamagami, A., Kanda, S., Ogawa, K., Nakazawa, M., Matsui, M, Sakuta, M., Osada, H., Asami, T., Nakano, T., 'A novel mitochondrial DnaJ/Hsp40 family protein BIL2 promotes plant growth and resistance against environmental stress in brassinosteroid signaling.' Planta 237:1509-1525 (2013) (DOI 10.1007/s00425-013-1859-3)

B2. Yoshizawa E, Kaizuka M, Yamagami A, Higuchi M, Matsui M, Sakuta M, Osada H, Asami T, and Nakano T (2014) BPG3 is a novel chloroplast protein that involves the greening of leaves and electron transport of photosystem II in brassinosteroid signaling. *Biosci Biotech Biochem*, in press. (DOI:10.1080/09168451.2014.885831)

B3. Miyaji T, Yamagami A, Kume N, Sakuta M, Osada H, Asami T, Arimoto Y, Nakano T (2014) The transcription factor BIL1/BZR1, which is involved in brassinosteroid signaling, increases plant resistance to insect feeding. *Biosci Biotech Biochem*, in press. (DOI:10.1080/09168451.2014.910093.)

（3－2） 知財出願

① 平成 25 年度特許出願件数（国内1件）

② CREST 研究期間累積件数（国内1件）