

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19310142

研究課題名（和文）昆虫-植物間共進化過程の分子化学生態学的解析

研究課題名（英文）Molecular chemical ecology on the coevolutionary process between insects and plants

研究代表者

西田 律夫（NISHIDA RITSUO）

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：30135545

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：生物分子科学

キーワード：化学生態学

1. 研究計画の概要

「昆虫」と「植物」は、相互に影響を与えながら多様に分化した生物種群の双壁である。両者の“作用-反作用”のプロセスで多様な植物二次代謝物質がどのように誘導生成され、昆虫がそれに対してどのように克服・調和していったのか、そのルーツについて「共進化」の視点から探る。

(1) 競争的共進化の解析

食草選好性が厳格なアゲハチョウ科について、寄主植物に特異的に含まれる産卵刺激物質（成虫）・摂食刺激物質（幼虫）、非寄主植物に含まれる産卵・摂食阻害成分を系統的に明らかにし、味覚感覚子による特異的な植物化学因子認識の化学基盤を探る。一方、植物側の二次代謝系の変遷プロセスを、生化学・分子生物学的手法を用いて迫る。

(2) 協調的共進化の解析

植物は昆虫による花粉媒介を通して多様に進化し、また、昆虫側もこれに呼応して共進化してきた。東南アジア熱帯雨林に自生するラン科植物と *Bactrocera* 属ミバエ（ミカンコミバエ・ウリミバエなど）との受粉を介した共進化過程を化学生態学的見地から系統的に究明する。

2. 研究の進捗状況

(1) アゲハチョウの食性進化解析

電気生理学的手法を導入し、アゲハチョウ類味覚感覚子の食草成分に対するティップレコ

ーディングによる神経電位応答の計測を実施した。その結果、単一の感覚毛が複数の産卵刺激物質の刺激を統合処理しているという新たな事実が判明した。進化系統樹の下位にある原始的なホソオチョウなどでも幼虫摂食刺激因子の神経応答を系統的に追究し、食性進化との関連に重要な知見を得ている。また、産卵刺激物質受容に関わるとされるタンパク質分子モデリングも試みた。

(2) ミバエ-ミバエランの共生解析

筆者らが“ミバエラン”と命名した *Bulbophyllum* 属のラン科植物の花は、強力なミバエ誘引物質を産生し、特殊化したトラップ型花唇構造を発達させて特定のミバエ種を送粉者として雇っている。これまでに合計10種のミバエランの花香成分を明らかにする一方、花香成分を原体とした、雄ミバエ（約10種）における性フェロモン変換機構を追跡している。

3. 現在までの達成度

究極の目標を、“昆虫-植物の共進化に関わる多面的な遺伝子の解明”に設定していることから、まだまだゴールへの道のりは遠いと思われるが、未知の味覚因子の化学的解明、食物成分に対する複合成分受容の神経生理メカニズムの解明 (*J. Insect Physiol.*)、植食者の食物代謝の新知見 (*PNAS*)、送粉共生系における生態情報物質の解明、新規ミバエ誘引物質の発見（特許申請）など、多くの成果を挙げることができた。上記の理由により達成度

は単純に表記できないが、目標からぶれること無く着実に進展していると自己評価している。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 競争的共進化の解析

味覚感覚子の神経応答の精密な検出手法を駆使してアゲハチョウ科の寄主認識に関わる未知の植物化学因子をシステマティックに解明する一方、特異的な植物化学因子認識の化学基盤を探るため、分子生物学的手法を積極的に取り込んで解析を進める。一方、昆虫による選択圧が植物の生合成系にどのような影響を及ぼしてきたか、体系的に考察を進める。

(2) 協調的共進化の解析

種々のミバエランの産生するフェニルプロパノイド生合成系に関与する遺伝子を調べることによって、相互の関係を明らかにする。同種のランでも、地域によって異なった花香組成を持っていることに注目し、種内分化をもたらした生合成系の遺伝子的背景を詳細に調べる計画である。一方、ミバエ側も多様に種分化して、個々の兄弟種の性フェロモン組成に著しい相違があることを見いだしたことから、性フェロモン生合成酵素遺伝子を解明するための国際協力体制を整えつつある。

5. 代表的な研究成果

(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 11 件)

- ① Nishida, R., Enomoto, H., Shelly, T. E. and Ishida, T. Sequestration of 3-oxygenated α -ionone derivatives in the male rectal gland of the solanaceous fruit fly, *Bactrocera latifrons*. *Entomol. Exp. Appl.* 131: 85–92. 2009. 査読有
- ② Wada-Katsumata, A., Ozaki, M., Yokohari, F., Nishikawa, M. and Nishida, R. Behavioral and electrophysiological study on the sexually biased synergism between oligosaccharides and phospholipids in gustatory perception of nuptial secretion by the German cockroach. *J. Insect Physiol.* 55: 742-750. 2009. 査読有
- ③ Tsuchihara, K., Wazawa, T., Ishii, Y., Yanagida, T., Nishida, R. Zhen, X. G., Ishiguro, M., Yoshihara, K., Hisatomi, O. and Tokunaga, F. Characterization of chemoreceptive protein binding to an oviposition stimulant using a fluorescent micro-binding assay in a butterfly. *FEBS Letters* 583: 345–349. 2008. 査読有

- ④ Yoshinaga, N., Aboshi, T., Abe, T., Nishida, R., Alborn, H. T., Tumlinson, J. H. and Mori, N. The active role of fatty acid amino acid conjugates in nitrogen metabolism in *Spodoptera litura* larvae. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 105: 18058-18063. 2008. 査読有
- ⑤ Ishida, T., Enomoto, H. and Nishida, R. New attractants for males of the solanaceous fruit fly *Bactrocera latifrons*. *J. Chem. Ecol.* 34: 1532-1535. 2008. 査読有

[学会発表] (計 25 件)

- ① 西田律夫. 昆虫と植物をめぐる化学生態学-情報物質を介した進化の構図. 2010 年度日本農芸化学会 2010. 3. 30, 東京大学 (招待講演).
- ② Nishida, R. New attractants for the solanaceous fruit flies *Bactrocera latifrons* and their ecological significance. Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology. Hawaii, 2009.10.27 (invited).
- ③ Nishida, R. Fragrances to entice females: Ecological significance of male sex pheromones in insects. Entomological Society of America. Reno. 2008. 11. 18 (invited).

[図書] (計 3 件)

- ① 西田律夫 (分担執筆) 2007. 昆虫と植物-攻防と共存の歴史「生物資源から考える 21 世紀の農学(第 3 巻) 植物を守る」pp. 83-122. (佐久間正幸編) 京都大学学術出版会, 京都
- ② 西田律夫 (分担執筆) 2009. 昆虫と植物の共存-花の香りを介した相互の適応戦略「昆虫科学が拓く未来」pp. 191-220. (藤崎憲治・西田律夫・佐久間正幸編) 京都大学学術出版会, 京都
- ③ 勝又綾子・西田律夫 (分担執筆) 2009. 昆虫の化学センサー「昆虫科学が拓く未来」pp. 321-341. (藤崎憲治・西田律夫・佐久間正幸編) 京都大学学術出版会, 京都

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: ミバエの誘引・摂食刺激剤及び誘引体
発明者: 西田律夫, 榎本弘, 石田龍頭
権利者: 国立大学法人京都大学
種類: 特願
番号: 2008-128415 号
出願年月日: 平成 20 年 5 月 15 日
国内外の別: 日本