

## 2.3.4 研究分野：化学生態学

構成員：	教授	西田 律夫
	准教授	森 直樹
	助教	小野 肇
	大学院博士後期課程	2名
	大学院修士課程	8名
	専攻4回生	5名

### A. 研究活動（2009.4～2010.3）

#### A-1. 研究概要

##### a) ゴキブリ類の性フェロモン受容機構の解析

チャバネゴキブリの雄は背面フェロモン腺から、雌の摂食行動を解発する婚姻贈呈物質を分泌する。主要成分のオリゴ糖類とリン脂質の混合物は、雌の口器パラグロッサに存在する味覚感覚子を特異的に刺激することを電気生理学的手法を用いて明らかにした(J. Insect Physiol)。マルトトリオースとフォスファチジルコリン混合物に対する応答は協力的であり、雌の糖受容神経細胞を特異的に興奮させることから、性フェロモン/味覚物質の進化的背景について重要な知見を得ることができた。また、クロゴキブリにおける雄の背面フェロモン腺分泌物の化学分析により、一連のアミノ酸と糖類を同定した。一方、チャバネゴキブリの雌が体表に分泌する性フェロモン 3,11-dimethyl-2-alkanone は地域個体群によって異なる組成を示し、京都系統は 3,11-dimethyl-2-nonacoanone のみを分泌するのに対し、ヨーロッパ、アメリカの個体群では 3,11-dimethyl-2-heptacosanone を一定の比率で含有していることが判明した。

##### b) 植物の防御物質タンニンに対するハスモンヨトウの対抗適応

タンニンは植食者に対する防御物質として、多くの植物に存在する。食餌タンニンは腸管中で消化酵素と結合し、植食者の消化率を低減し、生育を阻害する。一方鱗翅目幼虫では、腸管内腔中に界面活性剤として知られる

lysoPC (lysophosphatidylcholine) が存在し、タンニン-タンパク質間で働く相互作用を軽減することが報告されていた。しかしながら、lysoPC が植物由来なのか昆虫由来なのか、その生合成については十分な知見が無かった。我々はハスモンヨトウ腸管内腔中に lysoPC、diacylPC、diacylPE (diacylphosphatidylethanolamine)、diacylPI

(diacylphosphatidylinositol)を同定した。LysoPCの生合成を検討したところ、脂肪酸が腸管組織中でリン脂質に導入された後腸管内腔に分泌され、lysoPCに加水分解された。ハスモンヨトウにタンニン酸を与え飼育したところ、lysoPCの生合成能は活性化された。したがって、ハスモンヨトウのlysoPCの生合成は植物性タンニンに対する適応的な機構であると結論された。

#### c) 内分泌攪乱法による ecdysone の機能解析

昆虫の脱皮ホルモンとして、20-hydroxyecdysone (20E) が特徴づけられているが、前駆体の ecdysone (E) については生理作用は十分に明らかにされていない。これより、Eの生理機能を解析した。Eは前胸腺で生合成された後、末梢組織で生合成酵素 Shd によって 20E へと酸化される。そのため Shd を前胸腺で異所発現させると、前胸腺内で E から変換された 20E が体内へ放出されると考えられる。そこで、遺伝学的手法を用いて、ショウジョウバエの前胸腺において Shd を異所発現させた。このような幼虫は2齢への脱皮のタイミングが遅れ、全て死亡した。一方でEの摂取により正常なタイミングで脱皮した。また、野生型3齢幼虫ではEの摂取により蛹化のタイミングが早まり体サイズの減少が認められた。一方で、Eと幼若ホルモン類縁体を混合して摂取させると、蛹化の早期化と体サイズの減少は認められなくなった。以上より、Eは幼虫の時期には正常なタイミングで発育するために必要であると同時に、変態時には幼若ホルモンと蛹化のタイミングを決定していることを明らかにした。

## A-2. 研究業績 (国内・国外含む)

### a) 成果刊行

#### 著書

- ・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
- ・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
- ・森直樹、吉永直子、網干貴子 (分担執筆) 2009. 昆虫・植物間の攻防と植物免疫システムの“界面”、「昆虫が拓く未来科学」 pp. 165-189 (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
- ・森直樹、桑原保正 (分担執筆) 2009. ダニのアルカロイドとヤドクガエル「昆虫が拓く未来科学」 pp. 248-251 (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
- ・森直樹、桑原保正 (分担執筆) 2009. ダニアレルギー最前線「昆虫が拓く未来科学」 pp. 468-471 (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

原著論文 (査読付)

- ・Aboshi, T., N. Yoshinaga, R. Nishida and N. Mori: Phospholipid biosynthesis in the gut of *Spodoptera litura* larvae and effects of tannic acid ingestion. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 40; 325-330, 2010
- ・Yoshinaga, N., H.T. Alborn, T. Nakanishi, D.M. Suckling, R. Nishida, J.H. Tumlinson and N. Mori: Fatty acid-amino acid conjugates diversification in lepidopteran caterpillars. *J. Chem. Ecol.* 36; 319-325, 2010
- ・Nishida, R., H. Enomoto, T. E. Shelly and T. Ishida: Sequestration of 3-oxygenated  $\alpha$ -Ionone derivatives in the male rectal gland of the solanaceous fruit fly, *Bactrocera latifrons*. *Entomol. Exp. Appl.* 131; 85-92, 2009
- ・Wada-Katsumata, A., M. Ozaki, F. Yokohari, M. Nishikawa and R. Nishida: 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
- ・Shimizu, N., K. Miwa, K. Noge, R. Yakumaru, N. Mori and Y. Kuwahara: Stereochemistry of female-specific monoterpenes, sex pheromone candidates from the acarid mite, *Tyrophagus* sp. (Astigmata: Acaridae). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73; 2332-2334, 2009
- ・Ishikawa, C., N. Yoshinaga, T. Aboshi, R. Nishida and N. Mori: Efficient incorporation of free oxygen into volicitin in common cutworm *Spodoptera litura* larvae. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73; 1883-1885, 2009
- ・Sasai, H., M. Ishida, K. Murakami, N. Tadokoro, A. Ishihara, R. Nishida and N. Mori: Species specific glucosylation of DIMBOA in larvae of the rice armyworm. *Biosci., Biotechnol. Biochem.* 73; 1333-1338, 2009

b) 学会発表

- ・The 5th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Honolulu, Hawaii, USA : 4 件
- ・The 26th ISCE Annual Meeting : 2 件
- ・第 54 回日本応用動物昆虫学会大会 : 6 件
- ・2009 年日本農芸化学大会 : 4 件
- ・日本動物学会第 80 回大会 : 1 件
- ・昆虫ワークショップ 09 福岡 : 1 件

### A-3. 国内における学会活動など

#### 所属学会等（役割）

- ・西田律夫：日本応用動物昆虫学会（評議員）
- ・森直樹：日本昆虫科学連合委員会（委員）、日本応用動物昆虫学会（編集委員）、日本環境昆虫学会（評議員）、日本ダニ学会（評議員・編集委員）

#### 競争的資金等獲得状況

##### ①科学研究費補助金

- ・基盤研究(B)(2)：西田律夫：昆虫－植物間共進化過程の分子化学生態学的解析（代表）
- ・基盤研究(C)(2)：森直樹：植物の防衛反応を活性化する昆虫の唾液成分－その生合成と機能解析－（代表）
- ・若手研究(B)：小野 肇：内分泌攪乱法による昆虫ホルモン情報伝達ネットワークの解明

##### ②その他の競争的資金

- ・シーズ発掘試験研究（JST）：西田律夫：ショウジョウバエを利用したミバエ類性フェロモンのバイオ生産技術の開発
- ・旭硝子財団 研究助成：小野 肇：ステロイドホルモンの分泌レベルに着目した昆虫の発生運命決定機構の解明

### A-4. 国際交流・海外活動

#### 所属学会等（役割）

- ・西田律夫：アジア－太平洋化学生態学協議会（会長）、「Biochemical Systematics and Ecology」(Editorial advisory board)、 「Chemoecology」 (Editorial advisory board)

#### 国際会議・研究集会等（国、役割）

- ・西田律夫：アジア－太平洋化学生態学会議ハワイ，USA（組織委員）

#### 国際共同研究・海外学術調査等

- ・ミバエ類の誘引物質に関する化学生態学的研究，西田律夫（マレーシア、タイ、ニューギニア、米国）
- ・カブラハバチの防御物質に関する研究，西田律夫（ドイツ）
- ・ゴキブリ類のフェロモン研究，西田律夫（ドイツ，ロシア，米国，マレーシア）
- ・植物に抵抗性を誘導する昆虫由来エリシターの生合成、森直樹（ペンシルバニア州立大学、米国農務省、ニュージーランド）

## B. 教育活動 (2009. 4～2010. 3)

### B-1. 学内活動

#### a) 開講授業科目 (担当教員)

- ・ 全学共通科目： 応用生命科学 (西田分担)
- ・ 学部： 生物有機化学Ⅲ (西田・森)、有機構造解析学 (西田)、有機反応機構論Ⅰ (森)、有機化学実験 (森・小野)
- ・ 大学院： 化学生態学特論 (西田・森)、化学生態学専攻実験 (西田・森・小野)、化学生態学専攻演習 (西田・森・小野)

### B-2. 学外における教育活動

#### 学外非常勤講師

- ・ 西田律夫：京都教育大学教育学部 (天然物化学)