

472.]

Troetschler, R. G., C. M. Malone, E. R. Bucago and M. R. Johnston

(1985) *J. Econ. Entomol.* 78: 1521–1523.Vershaefelt, E. (1910) *Proc. Roy. Acad. Amsterdam* 13: 536–542.

ホソミスジノメイガ（鱗翅目：ノメイガ亜科）の 性誘引物質としての (*E*)-10-hexadecenal

本田 洋*・木村 貴好†

筑波大学農林学系

(*E*)-10-Hexadecenal as a Sex Attractant of *Pleuroptia chloropahanta* (Butler) (Lepidoptera: Pyralidae). Hiroshi HONDA* and Takayoshi KIMURA†† Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba; 1-1-1, Ten-nodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 57–60 (2004)

Abstract: This work was motivated by previous pheromone trap tests for *Conogethes* sp. and *C. punctiferalis* in which small numbers of *Pleuroptia chloropahanta* males were unexpectedly trapped. Formulations of (*E*)-10-hexadecenal (E10-16: Ald), (*Z*)-10-hexadecenal (Z10-16: Ald), *n*-hexadecanal (n-16: Ald) or (*E*)-10-hexadecenol (E10-16: OH) alone or in various combinations were tested as attractants for male moths of *P. chloropahanta* in different plantations. In chestnut and peach orchard field tests in 1994, E10-16: Ald alone was attractive to the males but binary mixtures of E10-16: Ald and 5 to 50% of Z10-16: Ald were not attractive. Trap catches by a binary mixture of E10-16: Ald and E10-16: OH in 1995 was very low and not different from that of a 4-component mixture for *C. punctiferalis*. In field tests of two Japanese white pine plantations of in 2001, 36 *P. chloropahanta* males were caught by traps baited with E10-16: Ald alone. Conclusive results, that is, exclusive attraction by E10-16: Ald were also obtained by field trap tests in plantations of *Paulownia tomentosa* and *Syrax abassia*, host plants of this species. These results strongly suggest (*E*)-10-hexadecenal is effective as a sex attractant for monitoring *P. chloropahanta* and this compound may be one of the sex pheromone components of this species.

Key words: *Pleuroptia chloropahanta*; Pyralidae; sex attractant; sex pheromone candidate; field test

ホソミスジノメイガ *Pleuroptia chloropahanta* (Butler) (鱗翅目：ノメイガ亜科) は日本、韓国、中国、台湾などに広く分布し、幼虫はサクラ類、クヌギ *Quercus acutissima* Carruth., キリ *Paulownia tomentosa* Steud. やハクウンボク *Syrax abassia* Seib. et Zucc. などの樹木(上住, 2003)を寄主とする他に、さらにダイズの害虫としても知られている(日本応用動物昆虫学会, 1987). Konno et al. (1982) は、モモノゴマダラノメイガ, *Conogethes punctiferalis* (Guenée) の性フェロモントラップにより本種が捕獲されることに

触れているが、細かな成分や構成比率などに関する検討は行われていない。その後本種の性フェロモンの同定に関する研究はない。一方、誘引活性の有無が不明のまま性フェロモン活性が期待される合成化合物を誘引源とした野外スクリーニングによって、特定種の性フェロモン候補物質を推定することができる(Ando et al., 1975, 1977, 1981; Reed and Chisholm, 1985)。著者がこれまでに実施したモモノゴマダラノメイガの性フェロモン微量成分の機能および近縁種であるマツノゴマダラノメイガ, *Conogethes* sp. の性フェロモン成分に関する一連の野外トラップ試験においても、多くのホソミスジノメイガの雄が捕獲されたのでその結果を報告し、本種の性フェロモン成分について考察する。

材料および方法

試験化合物

誘引源化合物として、(*E*)-10-hexadecenal (E10-16: Ald), (*Z*)-10-hexadecenal (Z10-16: Ald), (*E*)-10-hexadecenol (E10-16: OH) を用いた。E10-16: Ald と Z10-16: Ald は信越化学工業から分与された両者の 7 : 3 混合物から硝酸銀含浸シリカゲル薄層クロマトグラフィーで分離精製して得た。E10-16: OH は E10-16: Ald を定法に従って無水エーテル中で LiAlH_4 を用いて還元して作製した。また *n*-hexadecanal (n-16: Ald) はこの不飽和アルデヒド混合物をヘキサン中で 5% PbC を触媒として水素添加して作製した。いずれの化合物の純度もガスクロマトグラフィー分析(GC-17A; 島津, DB-WAX; J&W)では 98% 以上であった。誘引剤はいずれも主成分である E10-16: Ald の 1 mg を基準(100)とし、副成分はこれに対する比で混合した。これらをヘキサン溶液としてゴムセプタム(アルドリッチ)に含浸させ、室温下で溶媒を蒸発除去した後に試験に供した。

野外トラップ試験

トラップ試験は以下の 6 カ所で行った。A 区：筑波大学農林技術センターのクリ、モモ園(1994 年 5 月 31 日～7 月 12 日)。B 区：同園(1995 年 5 月 31 日～6 月 17 日)。C 区：茨城県稲敷郡阿見町のゴヨウマツ育苗園(2001 年 6 月 5 日～30 日)。D 区：茨城県新治郡千代田町のゴヨウマツ育苗園(2001 年 6 月 5 日～30 日)。E 区：同センター内キリ植栽地(2001 年 6 月 5 日～8 月 25 日)および F 区筑波大学構内ハクウンボク植栽地(2001 年 6 月 5 日～8 月

* E-mail: hhonda@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

† 現在 農業生産法人茨城白菜栽培組合

†† Present address: Ibaraki Chinese-cabbage Growers Co., 659 Isobe, Sowa, Ibaraki 306-0225, Japan

日本応用動物昆虫学会誌(応動昆)第 48 巻 第 1 号: 57–60 (2004)

2003 年 8 月 8 日受領(Received 8 August 2003)

2003 年 10 月 15 日登載決定(Accepted 15 October 2003)

Table 1. Attraction of male *Pleuroptya chlorophanta* to (E)-10-hexadecenal and related compounds in different plantations

Field			Exp. date	Composition (%)	Total no. moth trapped
A	Chestnut and peach orchard	Tennodai	1994, May 31–July 12	E10-16: Ald	8
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (5)	0
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (10)	0
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (20)	0
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (50)	0
				Control	0
B	Chestnut and peach orchard	Tennodai	1995, May 31–June 17	4 compounds mixture ^a	2
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (20)	0
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (12.5)	3
				Control	0
C	Jpn white pine nursery field ^b	Ami	2001, June 5–June 30	E10-16: Ald	3
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (5)	0
				Control	0
D	Jpn white pine nursery field	Chiyoda	2001, June 5–June 30	E10-16: Ald	33
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (5)	1
				Control	0
E	Paulownia plantation ^c	Tennodai	2001, July 5–August 25	E10-16: Ald	7
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (5)	0
				Z10-16: Ald	0
F	Syrax plantation ^d	Tennodai	2001, July 5–August 25	E10-16: Ald	22
				E10-16: Ald (100)+Z10-16: Ald (5)	2
				Z10-16: Ald	0

^a Ald (100)+Z10-16: Ald (5)+n-16: Ald (20)+E10-16: OH (12.5).^b Jpn white pine: *Pinus parviflora*.^c Paulownia: *Paulownia tomentosa*.^d Syrax: *Syrax abassia*.

Figures in parentheses indicate relative ratios against E10-16: Ald.

25 日)。

A 区と B 区の試験では、対照区を含む 6 種類と 4 種類の誘引剤をそれぞれ用いて 2 反復し、C 区と D 区では対照区を含む 3 種類、E 区と F 区では 3 種類の誘引剤を 1 つずつ供試した (Table 1)。トラップとしては乾式の三角粘着トラップ (高さ 25 cm×長さ 30 cm、武田薬品工業) を用い、内部底面の粘着面中央に誘引剤を含浸させたセプタムを 1 個取り付け、地上から約 1.5 m の高さに設置した。誘引源とトラップの更新は試験終了まで行わず、捕獲数は数日間隔で適宜調査した。

結果および考察

Table 1 に示した A から F までの各試験地で誘殺試験に用いた誘引剤の構成成分ならびに構成比は、基本的にはいずれも木村 (2002) による *Cogethes* 属同胞種、モモノゴマダラノメイガとマツノゴマダラノメイガの性フェロモン成分を参考にして考案されたものである。

モモヤクリが植栽されている果樹園、試験地 A では (E)-10-hexadecenal (E10-16: Ald) 単独区の剤には合計 8 匹の雄が誘引されたが、これに異性体の (Z)-10-hexadecenal (Z10-16: Ald) を 5% から 50% 加えた 2 成分剤には誘引された個体は全くなかった

(Table 1, A)。同じ試験地で 1995 年に行った調査 (B) では、E10-16: Ald を主体とするモモノゴマダラノメイガの性フェロモン腺抽出物から見出された 4 成分 (E10-16: Ald (100), Z10-16: Ald (5), n-16: Ald (20), E10-16: OH (12.5)) (木村, 2002) からなる剤と E10-16: Ald (100) と E10-16: OH (12.5) の混合剤が少数の雄を誘引した。このようにホソミスジノメイガが果樹園内で誘殺されたことは、モモヤクリがそれぞれ本種の寄主植物であるサクラやクスギにそれぞれ近縁な植物種であることから、本種がこのような果樹園でも発生している可能性を示唆している。

一方、マツノゴマダラノメイガの寄主植物であるゴウマツ *Pinus parviflora* の植栽地である試験地 C および D では、E10-16: Ald 単独剤とこれに Z10-16: Ald を 5% 添加した剤にホソミスジノメイガの雄が誘引された。特に試験地 D では単独剤による本種の誘引捕殺数は 20 日間で 33 匹に達した (Table 1, D)。同試験地での単独剤の活性に比べて、Z10-16: Ald 添加剤の誘引活性が著しく低いことは、Z 体の添加が E 体の活性を抑制したものと考えられる。両試験地は造園業者の樹木園であり、サクラを含む本種の寄主となり得る他の樹種も近くに植栽されているので、ここでの誘殺個体はこれらに由来すると考えられた。

次に、これまでの結果を参考にして、2001 年 7 月 5 日から 8 月

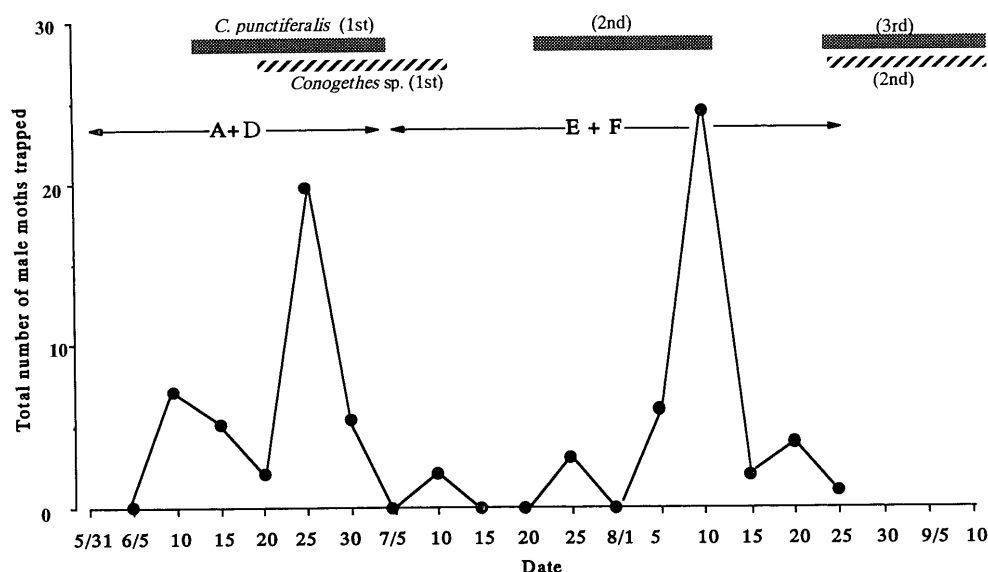


Fig. 1. Combined data on seasonal catch of *Pleuroptia chlorophanta* malemoths by traps baited with (*E*)-10-hexadecenal in four experimental fields of different plantations in 1994 and 2001. A, D, E and F: see Table 1. Horizontal bars indicate flying seasons of *Conogethes* sp. and *C. punctiferalis*.

25日まで、ホソミスジノメイガの寄主植物であるキリとハクウンボクの植栽地 E と F においてトラップ試験を実施した。キリ植栽地 E では、E10-16: Ald 単独のみに 7 匹、ハクウンボク植栽地 F では単独区で 22 匹、これに 5% の Z10-16: Ald を含む剤区に 2 匹のホソミスジノメイガの雄が誘引された (Table 1, E, F)。

このように、E10-16: Ald だけを誘引源として用いたトラップに排他的に多くのホソミスジノメイガが誘引されたことは、本種の雌性フェロモンの少なくとも主成分が E10-16: Ald である可能性を強く示唆している。また、この異性体である Z10-16: Ald が含まれる剤の誘引活性が E10-16: Ald 単独のそれよりも低いことは、同異性体が性フェロモン成分の候補である可能性は低いと言える。同様に、E10-16: OH あるいは n-16: Ald もホソミスジノメイガの性フェロモン成分の候補としての可能性は低いとも考えられる。本研究で用いたクリ園とほぼ同様の環境下で、C₁₄~C₁₆ の不飽和酢酸エステル、アルコールあるいはアルデヒド類 (E10-16: Ald を除く) を誘引源とする野外スクリーニング試験では本種が誘殺されていないこと (Ando et al., 1977, 1981) を加味すると、E10-16: Ald へ本種の誘引は特異的な現象とみることができよう。しかし、最終結論には本種雌からの性フェロモン抽出物の詳細な成分分析が必須であろう。

Fig. 1 に A, D, E および F 試験地における誘殺数の変化を合算して半旬毎に示した。5 月 31 日から 6 月 30 日までの試験地 A+D での結果では 6 月 25 日に誘殺ピークが見られた。また 7 月 5 日から 8 月 25 日まで行った試験地 E+F での結果では、8 月 10 日に 2 回目のピークが認められた。上住 (2003) によれば、詳しい化数には言及されていないが、本種成虫は 6 月から 9 月に出現するとされている。このように 2 つのピークが認められたことは、茨城県下ではホソミスジノメイガが少なくとも年 2 化であることを示している。また、このように発生ピークと思われる誘殺ピークが

E10-16: Ald を誘引源とした野外トラップ試験で検出できたことは、この物質がホソミスジノメイガの性フェロモン成分の一つである可能性を支持するだろう。また、既に述べたように本種はダイズの害虫でもあるので、発生予察等のために同化合物が誘引剤として利用できるとも考えられる。

ホソミスジノメイガもモノゴマダラノメイガ (とマツノゴマダラノメイガ) と同様に *Dichrocrocis* 属に分類されていた経緯があるので (Hampson, 1898; 井上ら, 1960)、これら 3 種は極めて近縁な種である。また、モノゴマダラノメイガとマツノゴマダラノメイガの棲息地でのトラップ試験でホソミスジノメイガが誘殺されたこと、またその誘殺ピークが前 2 種の成虫の第 1 回出現期およびモノゴマダラノメイガの第 2 回出現期 (真梶, 1969; 関口, 1974) と重なることは (Fig. 1)、特に人為的な植栽環境では、ホソミスジノメイガが他 2 種と同所的に棲息している場合があることを意味している。従って、ホソミスジノメイガの性フェロモン成分の一つが E10-16: Ald であると仮定するなら、これらの 3 種の生殖隔離と性フェロモン成分との関係を考察することができる。モノゴマダラノメイガあるいはマツノゴマダラノメイガの両種は E10-16: Ald と Z10-16: Ald の混合物を雌性フェロモンとして共有し (木村, 2002)、雄性フェロモンの有無が両者の生殖隔離を可能にしている (Kimura and Honda, 1999; Kimura et al., 2002)。一方、ホソミスジノメイガが E10-16: Ald に誘引されるが、この 2 成分混合剤にほとんど誘引されなかったことは、Z10-16: Ald の存在がホソミスジノメイガにとって性フェロモンにより他 2 種を識別する際の鍵となっているとも考えられる。

引用文献

- Ando, T., H. Kuroko, S. Nakagaki, D. Saito, T. Oku and N. Takahashi (1981) *Agric. Biol. Chem.* 45: 487-495.

- Ando, T., S. Yoshida, S. Tatsuki and N. Takahashi (1975) *Agric. Biol. Chem.* 39: 1163–1165.
- Ando, T., S. Yoshida, S. Tatsuki and N. Takahashi (1977) *Agric. Biol. Chem.* 41: 1485–1492.
- Hampson, G. F. (1898) *Proc. Zool. Soc. Lond.* 21: 590–693.
- 井上 寛・岡野磨嵯郎・白水 隆・杉 繁郎・山本英穂 (1960) 原色昆虫大図鑑. 第1巻. 北隆館, 東京. 284 pp. [Inoue, H., M. Okano, T. Sirozu, S. Sugi and H. Yamamoto (1960) *Iconographia Insectorum Japonicorum Naturali Edita*. Vol. I. Hokuryukan, Tokyo. 284 pp.]
- 木村貴好 (2002) *Conogethes* 属同胞種の性フェロモンに関する化学生態学的研究. 筑波大学農学研究所博士論文. 159 pp. [Kimura, T. (2002) Chemoecological studies on sex pheromone of *Conogethes* sibling species. Doctoral thesis, University of Tsukuba. 159 pp.]
- Kimura, T. and H. Honda (1999) *Appl. Entomol. Zool.* 34: 147–153.
- Kimura, T., J. Sakai and H. Honda (2002) *Entomol. Sci.* 5: 237–247.
- Konno, Y., K. Arai, K. Sekiguchi and Y. Matsumoto (1982) *Appl. Entomol. Zool.* 17: 207–217.
- 日本応用動物昆虫学会 (1987) 農林有害動物・昆虫名鑑. 日本植物防疫協会, 東京. 379 pp. [Jpn. Soc. Appl. Entomol. Zool. (1987) *Major Insect and Other Pests Economic Plants in Japan*. Jpn. Plant Prot. Assoc., Tokyo. 379 pp.]
- Reed, D. W. and M. D. Chisholm (1985) *J. Chem. Ecol.* 11: 1645–1657.
- 関口計主 (1974) 茨城県園芸試験場研究報告. 特別報告 90 pp. [Sekiguchi, K. (1974) *Bull. Ibaraki Hort. Expt. Stn.* Special Issue, 90 pp.]
- 真梶徳純 (1969) 園芸試験場報告 A No. 8: 155–208. [Shinkaji, N. (1969) *Bull. Hort. Res. Stn. Japan Ser. A* No. 8: 155–208.]
- 上住 泰 (2003) 日本農業害虫大辞典 (梅谷献二・岡田 利編). 全国農村教育協会, 東京, p. 904. [Uezumi, Y. (2003) In *Agricultural Insect Pests in Japan* (T. Umeya and T. Okada eds.). Zenkoku Nosen Kyoiku Kyokai, Tokyo, p. 904.]

セイヨウオオマルハナバチのコロニーから 分離された *Nosema bombi* 様微孢子虫と 日本産マルハナバチへの感染

丹羽 里美^{1,*}・岩野 秀俊²・浅田 真一³
松浦 誠⁴・五箇 公一¹

¹ 国立環境研究所

² 日本大学生物資源科学部

³ 神奈川県農業総合研究所根府川試験場

⁴ 三重大学生物資源学部

A Microsporidian Pathogen Isolated from a Colony of the European Bumblebee, *Bombus terrestris*, and Infectivity on Japanese Bumblebee. SATOMI NIWA,^{1,*} HIDETOSHI IWANO,² SHIN-ICHI ASADA,³ MAKOTO MATSUURA⁴ and KOUICHI GOKA¹ ¹National Institute for Environmental Studies; 16–2, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305–8506, Japan. ²College of Bioresource Sciences, Nihon University; 1866, Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252–8510, Japan. ³Kanagawa Prefectural Agricultural Research Institute, Nebukawa Experimental Station; 571–1, Nebukawa, Odawara, Kanagawa 250–0024, Japan. ⁴Faculty of Bioresources, Mie University; 1515, Kamihama-tyo, Tsu, Mie 514–8507, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 60–64 (2004)

Abstract: We investigated introduced commercial colonies of the European bumblebee *Bombus terrestris* to determine whether they were infested by parasitic microorganisms. We isolated microsporidian spores from bees in a colony from the Netherlands. The shape of the spores and the number of polar filament coils, along with the developmental cycle and infection sites of the pathogen, were characteristic of *Nosema bombi*, a known serious pathogen of bumblebees. Laboratory studies

showed that the isolated microsporidia were able to infect *B. hypocrita* and *B. diversus*, two native Japanese bumblebee species. These results strongly suggest that importing commercial colonies of *B. terrestris* carries the risk that pathogenic microsporidia will spread among Japanese bumblebee populations.

Key words: *Bombus terrestris*; microsporidia; *Nosema bombi*; pollinator; biological invasion

セイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* はユーラシア大陸原産の訪花性昆虫である。1980年代の後半に施設栽培トマトのポリネーターとして利用するために大量生産技術がベルギーで開発されて以来、本格的な商品化が進み、日本にも1991年からベルギーおよびオランダから農業資材として輸入が始まった(松浦, 1993; 岩崎, 1995; 小野, 1997)。現在、日本では年間約6万箱のコロニーがトマトなどの花粉媒介昆虫として販売されており(五箇・マルハナバチ普及会, 2003)、セイヨウオオマルハナバチをハウスに導入することによって、ホルモン処理の労力削減やトマトの品質向上、さらには減農薬も促進されるなど、多大なメリットが農業従事者および消費者にもたらされた。しかし、その一方で、ハウスから逃亡した女王バチが野外で営巣したとみられる野生巣が1996年秋と2002年初夏に北海道で発見されるなど、本種の野生化が示唆され、餌資源や営巣場所をめぐる競合や、在来種との交雑など生態系への影響が懸念されるようになった(五箇, 1998; 鷺谷, 1998; 五箇・マルハナバチ普及会, 2003)。実際、セイヨウオオマルハナバチは、餌資源が限られた環境下では可能な限りの植物を利用し、ミツバチを含む他のハナバチよりも採餌能力が高

* Corresponding author

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第48巻 第1号: 60–64 (2004)

2003年4月30日受領 (Received 30 April 2003)

2003年10月29日登載決定 (Accepted 29 October 2003)