モモノゴマダラノメイガ果実系の 寄主植物香気に対する産卵反応

本田 洋・松本 義明

東京大学農学部

Oviposition Responses of the Fruit-Feeding Type of Yellow Peach Moth, *Conogethes punctiferalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae) to Host-Plant Odors. Hiroshi HONDA and Yoshiharu MATSUMOTO (Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Tokyo 113, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 28: 82-86 (1984)

Oviposition responses of the fruit-feeding type of yellow peach moth was investigated with an artificial oviposition substrate devised by HONDA. Oviposition responses of gravid females were induced not only by the young-fruit odors of host-plants, peach, apple, pear, loquat, fig and chestnut but also by leaf-odors of non-host plants, Japanese white pine, cedar and spruce, which are the host-plant of the Pinaceae-feeding type of this species. However, the oviposition was reduced when these non-host plant leaves were given directly to the female. In dual choice-tests among the young fruit odors of these four host-plants, they always preferred the peach fruit odor to the other fruit odors. Oviposition responses were induced also by the leaf odors of host-plants, but less effective than the fruit odors. Female moths could distinguish exactly ripe peach from young green one, and stored codling from fresh one without contact. As a conclusion, host-plant odors play an important role in oviposition attraction of the fruit-feeding type of the yellow peach moth to host-plants.

緒 言

現在、日本に産するモモノゴマダラノメイガ *Conogethes punctiferalis* GUENÉE¹⁾ には、互いに寄主植物を異にする二つの系統、果実系とマツ科系の存在が知られ、これら2系の生理生態については、これまでにいくつかの研究が報告されてきた(真梶, 1969; 真梶・伊東, 1969; 真梶・於保, 1970 a, b; 関口, 1974)。果実系の性フェロモンも同定され、果実系とマツ科系との間の生殖隔離の存在も明らかにされている(KONNO et al., 1980; 昆野ら, 1981; KONNO et al., 1982)。しかし、両系の分類学的整理の観点からも重要な問題であるはずの両系の寄主選択行動、とくに産卵行動についてはほとんど不明である。ここでは、果実系モモノゴマダラノメイガ²⁾を取り上げ、数種の寄主植物および非寄主植物香気に対する産卵反応について検討した結果を報告する。

なお、実験に用いたモモおよびリンゴ幼果の入手に便宜を図られた福島県果樹試験場病虫部長熊倉正昭氏ならびに同試験場佐藤力郎氏に厚くお礼申し上げます。

材料および方法

1. 供試昆虫および植物

供試虫はおもにクリ、モモ幼果、トウモロコシおよび人工飼料(HONDA et al., 1979)で室内累代飼育により得たもので、KANEKO (1978)の方法により既交尾であることを確認した羽化後3~4日、交尾後2~3時間以内の雌成虫である。供試植物にはモモ、リンゴ、その他各種の果実の幼果と葉、およびゴヨウマツ、その他針葉樹の葉を用いた。モモとリンゴ幼果は福島県下の栽培農家より入手したもので、実験に供するまで5°Cに保存し、他は東京大学農学部構内から採取した。

2. 生物検定法

産卵基材としては、さきに著者の一人本田が本種の大量人工飼育用に考案したものを用いた(HONDA et al., 1979)。すなわちガーゼで2重に包んだ球形茶こし(直径8cm)を用意し、この中に試験対象の幼果を1個ずつ、または適量の葉を入れたものを実験区とし、また何も入れないものを対照区とし、これらをサラン® ケージ

1984年1月20日受領 (Received January 20, 1984)

1) *Conogethes punctiferalis* GUENÉE = *Dichocrocis punctiferalis* GUENÉE.

2) 以後本文中の本種とは果実系をいう。

Fig. 1. Gravid females of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) landing and ovipositing on the artificial oviposition substrate (left) and schematic diagram of the artificial oviposition substrate (right).

(間口 60 cm × 奥行 30 cm × 高さ 45 cm) の天井面より 20 cm の高さに、互いに 20 cm の間隔で吊り下げた (Fig. 1)。以下、とくに断りなく果実または葉の香気とあるときは、この 2 重のガーゼで包んだ球形茶こし中に植物体を収容する方法をいう。

実験は既述の方法で準備した雌成虫 10 匹をケージに入れ、毎日 1 回ずつ 5 日間、 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, RH 60~80%, 15 L-9 D の暗期に行った。暗期開始直後に産卵基材をケージ内に設定し 9 時間後の明期に取り出した。ガーゼ上に産付された卵は霧吹きで十分に湿めさせた後にガーゼごと基材から分離し、シャーレに入れて上述の温度で 3 日間保温した。受精卵は通常この期間内で赤変するのでこの数を調査した。なお、時として存在する赤変しない未受精卵も産下卵数に含めた。実験中ケージ天井面上に 6~8% 砂糖水を含ませた脱脂綿塊を置き成虫の餌とした。また 5 日間の実験期間中の死亡個体に対しては、既述の方法で既交尾を確認した新しい個体を補充した。供試植物に対する成虫の産卵反応の評価は、植物体を入れた実験区と対照区のガーゼへの産下卵数の差の平均値についての *t*-検定による。

結果および考察

1. 寄主、非寄主植物香気への産卵反応

本種の寄主範囲はきわめて広いとされるが、最初に代表的な寄主植物を含む 11 種類の植物の果実あるいは葉の香気に対する産卵反応を調べた (Table 1)。成虫は 5 種類の寄主植物の果実あるいは葉を入れた産卵基材に対し、強い産卵反応を示した。しかも果実系の寄主植物でなく、マツ科系の寄主植物であるゴヨウマツ、ヒマラ

Table 1. Oviposition responses of the yellow peach moth, *Conogenes punctiferalis* (fruit-feeding type) to host plant and non-host plant

Source of stimuli		Mean no. of eggs laid		Difference
		Test	Cont.	
Host plants				
Peach	Fruit	160.4	29.8	130.6*
(<i>Prunus persica</i>)	Leaf	126.2	3.2	123.0**
Apple	Fruit	115.2	28.8	86.4*
(<i>Malus pumila</i>)				
Chestnut	Fruit	118.6	0.6	118.0***
(<i>Castanea crenata</i>)	Leaf	125.0	1.0	124.0**
Pear	Fruit	187.6	1.4	186.2**
(<i>Pyrus simonii</i>)				
Loquat	Fruit	148.0	8.0	140.0**
(<i>Eriobotrya japonica</i>)				
Cryptomeria	Leaf	313.4	34.6	278.8**
(<i>Cryptomeria japonica</i>)		(198.0) ^{a)}		
Non-host plants				
Japanese white pine	Leaf	138.4	11.2	127.2*
(<i>Pinus parviflora</i>)		(8.2)		
Cedar	Leaf	62.6	23.0	39.6*
(<i>Cedrus deodra</i>)		(26.0)		
Spruce	Leaf	225.4	47.6	177.8**
(<i>Picea</i> sp.)		(5.2)		

a) Numbers in parentheses are egg numbers on plant leaves exposed directly to moths in non-choice test.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

ヤスギ、あるいはドイツトウヒの葉を入れた基材にも有意な産卵が認められた。すなわち果実系雌成虫は寄主、非寄主のいかんを問わず、供試植物の香気に容易に反応して産卵を行ったわけである。

しかしながら、これらの針葉樹の枝葉を基材に入せずに、直接成虫に与えたときには、スギでは産卵基材を用いたときと同様に多くの産卵を認めたが、他の 3 種、ゴヨウマツ、ヒマラヤスギ、ドイツトウヒでは産卵数が著しく低下した。したがって、これらの 3 種が野外で実際に果実系の寄主となりえない理由は、少なくともこれら植物の香気にその原因があるのではなく、葉の形態その他の物理的要因、あるいは接触化学的要因にあると考えられる。またこれら 3 種を含めて他の多くのマツ科植物の香気にも果実系成虫は産卵反応を示す可能性がある。

次に、同じく各幼果、あるいは葉を産卵基材に収容してモモ幼果とクリ、リンゴ、ナシ、イチヂクの間、スギ葉とゴヨウマツ葉との間での産卵選択性について調べた (Table 2)。モモ幼果は他のいずれの種の幼果との組合せでも常に選択され、またスギ葉とゴヨウマツ葉とではスギ葉が選択された。このように成虫は単独で供試したいずれの果実香気に対しても、産卵反応を示すが、モ

Table 2. Oviposition choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between various fruits and leaves

Sources of stimuli A vs. B	Mean no. of eggs laid		Difference
	A	B	
Young fruits			
Peach vs. apple	204.0	52.0	152.0*
Peach vs. chestnut	237.0	27.0	210.0**
Peach vs. fig. ^{a)}	228.4	125.8	102.6*
Peach vs. pear	132.0	4.2	127.8**
Leaves			
Cryptomeria v.s. Japanese white pine	211.6	62.8	148.8*

^{a)} *Ficus carica*. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 4. Oviposition choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between host-plant fruits and leaves

Host plants	Mean no. of eggs laid		Difference
	Fruit	Leaf	
Peach	247.2	11.2	236.0**
Chestnut	219.0	68.6	150.4*
Fig	177.0	35.2	141.8**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

モ香気には他の果実香気比べてより強く産卵反応を引き起こされると考えられ、古くからモモが好寄主であり、加害が著しいという事実を裏書きする要因の一つでもあろう。

さらにスギの葉に対して、産卵基材に収容したときも、あるいはスギ葉自身にも産卵が認められたことは、関口 (1974) が明らかにしているように、果実系がスギ球果を寄主植物としていることとも符合する結果といえる。

なお、以上の実験結果は、既述のように2重のガーゼで包んだ球形茶こしの産卵基材を用いての結果であり、雌成虫は視覚、触覚、接触化学感覚によらずに、植物香気に嗅覚により選択的に反応して産卵したと一応結論されるわけであるが、茶こしの中にさらに小型の茶こし (直径 6 cm) を設け、その中にモモ幼果を入れ、嗅覚以外の感覚による認知が介入する可能性をまったく除去した実験を行った (Table 3)。その結果、雌成虫はこのような産卵基材にも顕著な選択的反応を示し、植物香気への嗅覚的反応により産卵行動が誘起されることが再確認された。

2. 果実および葉の香気に対する産卵嗜好

本種幼虫の加害はおもに植物体の果実部に集中し、茎あるいは葉への加害は比較的まれである。そこで果実と

Table 3. Oviposition responses of yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) to young green peach confined in double mesh-ball

Replicate	Mean no. of eggs laid		Difference
	Peach	Control	
1	500	3	497***
2	428	30	398***
3	336	5	331***
4	310	7	303***
5	258	0	258***

*** $p < 0.001$.

Table 5. Oviposition choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between ripe and young green peach, and stored and fresh codling

Sources of stimuli A vs. B	Mean no. of eggs laid		Difference
	A	B	
Peach			
Ripe fruit vs. young green fruit	167.2	64.8	102.4*
Apple			
Stored codling ^{a)} vs. fresh codling	226.6	27.6	199.0*

^{a)} Stored for 1 year under 5°C. * $p < 0.05$.

葉それぞれの香気の間で雌成虫の産卵選好性に差があるか否かを検討した。成虫に果実と葉それぞれの香気を選択させると、モモ、クリ、イチヂクの3者とも常に果実香気の方を選択した (Table 4)。これらの結果は果実系雌成虫がほとんど常に寄主植物上の果実に選択的に産卵することの一因として、果実香気への選択的反応が採り上げられてよいことを示すものであろう。しかし、一方で果実以外に葉の香気にも反応して、産卵基材に産卵があった事実は、葉あるいは植物体全体、樹木であれば樹冠の発する香気が、成虫のより遠方からの寄主植物の認知に役立ち、成虫を誘引し、産卵環境ともいうべき植物体、あるいは樹冠に到達した後に、さらに果実からの香気強い刺激要因となって、主たる産卵対象物となる果実を発見し、産卵を行う可能性を示している。

3. 熟度、貯蔵期間の異なる果実香気に対する産卵選好性

野外で、成虫がどの発育段階の果実に選択産卵するかについて、その詳細は知られていない。しかしモモを例にとると、一般に幼果によく産卵する。そこで発育段階の異なるモモ果実と、貯蔵期間の異なるリンゴ幼果に対する雌成虫の識別能力、さらにクリの葉の枚数およびリンゴ幼果の大きさの相連に伴う植物香気の量的変化の識

Table 6. Oviposition choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between chestnut leaves in different number

Sources of stimuli A vs. B	Mean no. of eggs laid		Difference
	A	B	
5 leaves vs. control ^{a)}	125.0	1.0	124.0***
5 leaves ^{b)} vs. 1 leaf ^{c)}	107.2	5.2	102.0**
10 leaves ^{d)} vs. 5 leaves	197.2	79.0	118.2*

^{a)} Empty, ^{b)} 1.2 g/leaf, ^{c)} 5.5 g/5 leaves, ^{d)} 13.3 g/10 leaves.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 8. Attraction choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between peach and chestnut

Exp. no.	Time after light off	Cumulative no. of landings by females	
		Peach	Chestnut
1	6:30-7:00 ^{a)}	37 (L)	0 (R)
2	7:15-7:45 ^{a)}	32 (R)	18 (L)
3	5:00-5:30 ^{b)}	40 (L)	15 (R)
4	5:45-6:15 ^{b)}	8 (R)	1 (L)

L: left-side ball mesh, R: right-side ball mesh.

^{a)} Sept. 23, 1981, ^{b)} Sept. 25, 1981.

別能力を調べた。

Table 5にみるように、モモの成熟果と幼果との間では成虫は前者を選び、また 5°C に1年間保存したリンゴ幼果と新鮮なリンゴ幼果とでも同様に前者を選んだ。しかしこれは前述の野外でのモモ幼果への産卵加害からみると、まったく逆の結果である。熟度の進んだ果実に産卵すれば、孵化幼虫のその後の十分な餌が保証されない点で、むしろ幼果への産卵のほうが好ましいといえる。また事実、われわれが実験室で熟度の進んだ果実(とくに、モモ、ウメ、ナシなど)で幼虫を飼育すると、幼虫はその過度の水分により溺死することもある。死亡率が著しく高いのが普通である。しかし本実験に用いたような極端に熟度の異なる果実が同一植物上に共存することは、きわめてまれであり、雌成虫は幼果と熟した果実とを同一植物上で選択する機会ほとんどないと考えてよい。したがって Table 5の結果は生態的にはあまり意味のない現象と考えられる。

しかし、雌成虫がこうに熟度の異なる、あるいは貯蔵期間の異なる果実を選択したことは、同一植物でも質的、量的に異なると思われる刺激源を選択識別する能力を、雌成虫がもっていることを示している。同様のことは Table 6および Table 7に示した大きさの異なる幼果実間、あるいは枚数の異なるクリ葉を用いた選択実

Table 7. Oviposition choice of the yellow peach moth, *C. punctiferalis* (fruit-feeding type) between codlings in different size

Size of apple	Mean no. of eggs laid			Difference
	Large	Middle	Small	
Large vs. middle	153.5	158.5	—	-5.0 ns
Large vs. small	167.8	—	65.4	102.4*
Middle vs. small	—	176.6	151.4	25.2 ns

Large fruit: ca. 100 g and 6 cm in diam. Middle fruits: ca. 40 g and 4.5 cm in diam. Small fruit: ca. 12 g and 2.5 cm in diam. * $p < 0.05$, ns: not significant.

験の結果からいえる。

4. 果実香気への誘引反応

これまでの実験結果から、雌成虫は果実香気に反応して産卵行動を起こすという一応の結論を得たが、この結論を導く実験結果、すなわち実験区の産卵基材に、対照区と比べて多数の卵が産下されたという事実が、果実香気の雌成虫に対する誘引性に基づくものかどうかは、なお明らかでない。つまり、果実香気に多数個体の雌成虫が誘引されて、産卵基材に到達した結果、多数の産卵が得られたものであるのかどうかは明らかでない。この点を確かめるため、以下の実験を行った。

前者の基材にそれぞれモモ幼果とクリ幼果を1個ずつ入れ、両者を同時にケージ内に吊り下げ、暗期9時間の検定時間のうちの任意の30分間にそれぞれの基材上に飛来し、産卵行動を示した個体数を肉眼により数えた(Table 8)。結果は、モモ幼果、クリ幼果いずれにも雌成虫は誘引された。しかし両者間で明らかに誘引数が異なり、モモ幼果を入れた基材の方が多くの雌成虫を誘引した。なお実験中に基材上に飛来した個体はすべて産卵行動を開始した。このようにモモ、あるいはクリなどの本種の産卵対象となる寄主植物の香気は雌成虫に対し、産卵誘引作用があることが明らかとなった。

これまでに他の果実害虫で産卵行動誘起要因としての果実香気存在を示した例は多くない。福島(1957)はモモンクイガ *Carposina niponensis* の産卵が果実表面の構造に支配されることを明らかにしたが、果実香気のような化学的要因の作用を認めるには至らなかった。一方、本間(1975)は同種雌成虫が、ガーゼで二重に包んだモモ幼果に産卵することから果実表面上に存在する化学的要因の存在を示唆した。リンゴの重要害虫、コドリガ *Laspeyresia pomonella* はリンゴ香気に誘引され産卵する(WEARING et al., 1973)。そして産卵刺激物質として α -ファーネセンが同定されている(WEARING and

HUTCHINS, 1973)。また同じリンゴ害虫のリンゴミバエ *Rhagoletis pomonella* では、同果実香気成分中のエステル混合物が産卵誘引因子であるという (FEIN et al., 1982)。しかしコドリガでは α -ファネセンの誘引性、またリンゴミバエではエステルの産卵刺激性については不明である。同様に、われわれの実験結果は、果実香気は雌成虫に対して産卵誘引作用をもつことを示したが、この香気が一連の産卵行動のうちの最終的な産卵そのものを刺激しているか否かは不明である。

摘 要

モモノゴマダラノメイガ果実系雌成虫の各種寄主植物、非寄主植物の果実と葉それぞれの香気に対する産卵反応性について検討した。

1) 雌成虫はモモ、リンゴ、クリ、ナシ、ビワ、イチヂクの果実、ならびにスギの葉の香気に対して強い産卵反応を示した。

2) モモ香気と他の果実香気との選択試験では、常に雌成虫はモモ香気を選好した。

3) 寄主のスギ葉香気と非寄主のゴヨウマツ葉香気の間では、雌成虫はスギを選好した。

4) 雌成虫は、ゴヨウマツ、ヒマラヤスギ、ドイツトウヒなどの非寄主植物の葉の香気にも産卵反応を示すが、これらの植物の葉を直接与えたときには、産卵数が著しく減少した。

5) 寄主植物の果実香気と葉の香気の間では、雌成虫は常に、果実香気を選好した。

6) 成熟果と幼果、あるいは貯蔵幼果と新鮮幼果の香気の間では、雌成虫は成熟果と貯蔵幼果の香気を選好した。

7) 雌成虫は、果実の大きさ、あるいは葉の枚数などの香気源のわずかな量的変化をも識別した。

8) 雌成虫は、寄主植物の香気に対して誘引された。

引 用 文 献

- FEIN, B.L., W.H. REISSING and W.L. ROELOFS (1982) Identification of apple volatiles attractive to apple maggot, *Rhagoletis pomonella*. J. Chem. Ecol. 8: 1473—1487.
- 福島正三 (1957) 1. モモンクイガの産卵選択性について(モモンクイガに関する生態学的研究第4報). 防虫科学 22 (1): 1—10.
- HONDA, H., J. KANEKO, Y. KONNO and Y. MATSUMOTO (1979) A simple method for mass-rearing of the yellow peach moth, *Dichocrocis punctiferalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae), on an artificial diet. Appl. Ent. Zool. 14: 464—468.
- 本間健平 (1975) モモンクイガの産卵忌避と石灰の役割. 今月の農業 19(6): 48—49.
- KANEKO, J. (1978) Abdominal constriction in the copulated female of the yellow peach moth, *Dichocrocis punctiferalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 13: 131—133.
- KONNO, Y., H. HONDA and Y. MATSUMOTO (1980) Observation on the mating behavior and bioassay for the sex pheromone of the yellow peach moth, *Dichocrocis punctiferalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 15: 321—327.
- 昆野安彦・本田 洋・松本義明 (1981) モモノゴマダラノメイガ2系統間の生殖隔離. 応動昆 25: 253—258.
- KONNO, Y., K. ARAI, K. SEKIGUCHI and Y. MATSUMOTO (1982) (*E*)-10-Hexadecenal, a sex pheromone component of the yellow peach moth, *Dichocrocis punctiferalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 17: 207—217.
- 関口計主 (1974) モモノゴマダラノメイガの形態、生態および防除に関する研究. 茨城園試特報 p. 90.
- 真梶徳純 (1969) モモノゴマダラノメイガに関する研究 I. 果樹型と針葉樹型の発生経過. 園試報 8: 155—207.
- 真梶徳純・伊東佑孝 (1969) モモノゴマダラノメイガに関する研究 II. 果樹型と針葉樹型幼虫の頭幅の大きさ. 園試報 8: 209—228.
- 真梶徳純・於保信彦 (1970 a) モモノゴマダラノメイガに関する研究 III. 果樹型と針葉樹型の休眠誘起条件. 園試報 9: 35—46.
- 真梶徳純・於保信彦 (1970 b) モモノゴマダラノメイガに関する研究 IV. 果樹型と針葉樹型の発育期間と産卵前期間. 園試報 9: 49—72.
- WEARING, C. H. and R.F.N. HUTCHINS (1973) α -Farnesene, a naturally occurring oviposition stimulant for the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. J. Insect Physiol. 19: 1251—1256.
- WEARING, C.H., P.J. CONNER and K.D. AMBLER (1973) Olfactory stimulation of oviposition and flight activity of codling moth, *Laspeyresia pomonella*, using apple in an automated olfactometer. N.Z. J. Sci. 16: 697—710.