

原 著

蓋付き円筒形香辛料容器に対するノシメマダラメイガの侵入

宮ノ下明大*・今村太郎

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所

〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

Invasion of the Indian Meal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) into
Cylindrical Spice Containers with a Snap-shut Cap or a Screw Cap

Akihiro MIYANOSHITA* and Taro IMAMURA

¹⁾ National Food Research Institute, 2-1-12 Kannondai,
Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

摘要. 市販されているワンタッチキャップとスクリューキャップを用いたさまざまな円筒形の香辛料容器に米糠を入れ、ノシメマダラメイガ 1 齢幼虫の容器内への侵入経路を調べた。幼虫は、蓋を閉めた状態のスクリューキャップ容器には侵入できなかったが、ワンタッチキャップ容器には蓋を閉めた状態でも侵入できた。ワンタッチキャップ容器への侵入は、蓋表面のヒンジ部分や上蓋と蓋の間に存在する隙間がその経路と考えられた。スクリューキャップ容器について、幼虫侵入と蓋の閉め具合の関係を調べたところ、蓋を完全に閉めた状態を 0 度とした場合、0 度と 90 度開いた状態では、1 齢幼虫は容器内へ侵入できないが、180 度、270 度、360 度開いた状態では侵入できた。これらの結果より、香辛料容器へのノシメマダラメイガ侵入防止には、スクリューキャップ容器が優れていることが明らかになった。ただし、開封後の蓋の閉め具合が幼虫の侵入の可否に影響することが示された。また、上蓋をはずし中蓋だけにしたスクリューキャップ容器への成虫の侵入頻度を調べると、中蓋の振り出し用の穴から雌成虫は侵入したが、雄成虫は侵入しなかった。

キーワード: ノシメマダラメイガ、香辛料、円筒形容器、侵入、スクリューキャップ、ワンタッチキャップ

Abstract. Dried and powdered spices in a small cylindrical container with cap are often infested by the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner). The containers are classified into two types: a container with a snap-shut cap and that with a screw cap. The relationship between types of the containers and infestation by the moth was tested as followings. Each container filled which rice bran was placed in a larger plastic container with 200 eggs of the moth, then the number of first instar larvae invaded into the container was counted. Newly hatched larvae invaded the container *via* the gap resulting from the hinge of the snap-shut cap. No larvae invade into containers with a screw cap. These results show that a screw cap is better than a snap-shut cap to prevent the moths infesting spice products. Furthermore, effect of opening angle of the screw cap was examined. Newly hatched larvae could not invade containers when the angle was 0 and 90°. However, when the angle was 180, 270 and 360°, first instar larvae into the container. A cylindrical container has a middle cap with a hole where spices are passing through. Then adult females invaded the container *via* the hole in the middle cap, but adult males did not.

* E-mail: akihirom@affrc.go.jp

2007 年 6 月 25 日受付 (Received: 15 June 2007)

2007 年 11 月 27 日受理 (Accepted: 27 November 2007)

Key words: *Plodia interpunctella*, spices, cylindrical container, invasion, screw cap, snap-shut cap

はじめに

日本では消費者の清潔志向が高く、食品に昆虫が1頭でも混入すると食品メーカーは衛生的責任を問われ、対応次第では企業経営にも大きな影響を与えることがある。そのため食品メーカーにとって昆虫混入は大きな問題となっている(西田, 1995)。食品への昆虫の混入は製造工程だけではなく、製品の出荷後(流通過程・消費者の手元)でも発生する。したがって、食品の昆虫混入を防止するためには、食品容器や包装に対する昆虫の混入・侵入経路について明らかにすることが重要である。これまで、包装材料にかかわる昆虫の侵入・混入経路については多くの研究がある(三井, 1990; 佐藤ら, 2003; 宮ノ下ら, 2004, 2005; 岡田ら, 2004; 村田ら, 2006)。しかし、食品容器の構造や形状と昆虫の侵入・混入との関係を示した研究は少ない。食品容器に入れられ、家庭や飲食店で最も頻繁に見られるものとして香辛料がある。容器に入れられた香辛料は、一度に消費されることはなく、蓋をした状態で長期間保管されることが多い。そのため、この間に容器内に昆虫が侵入することが考えられ、一般家庭での昆虫の混入が起こる可能性がある。

ノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* (Hübner) (チョウ目: メイガ科) は香辛料の重要害虫として知られており(三井, 1990)、本種が香辛料容器内に侵入することがある(岡田ら, 2004)。この点に関して、本種の香辛料容器への侵入の可否や経路について検討した研究は見当たらない。そこで、本研究では香辛料容器として一般的に普及しているワンタッチキャップとスクリューキャップを有する円筒形ガラス容器について、本種の容器内への侵入の可否と経路を調べた。容器の蓋を閉めた状態で侵入できる可能性があるのは1齢幼虫と考えられる。さらに、上蓋をしなかった状態では成虫が侵入する可能性もあると考えられるので、本研究では1齢幼虫および成虫を用いた。

材料および方法

1. 供試虫・容器

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所において玄米と米糠を餌として長年継代飼育(25℃, 70%RH, 16L:8D)しているノシメマダラメイガを供試虫とした。ノシメマダラメイガの採卵方法については井村(1989)に従った。実験にはワンタッチキャップ円筒形容器(12製品)とスクリューキャップ円筒形容器(7製品)を用いた。ワンタッチキャップ式は、マヨネーズや歯磨き粉などに広く使われ、その基本構造はキャップと上蓋を1カ所のヒンジでつなぎ、蓋を回さずにはめ込むものであり(Fig. 1のA)、片手で蓋を上げて簡単に開閉できるもので消費者が使いやすい構造になっている。一方、スクリューキャップ式は、蓋を360度以上回して開閉する構造である(Fig. 1のB)。

2. ワンタッチキャップとスクリューキャップ容器に対する幼虫侵入

実験に用いた合計19製品について、その内容物が本種の侵入活性に与える影響を避けるため、内容物を取り出し容器の半分まで米糠を入れて蓋を閉めた。この容器を丸型プラスチック容器(直径17 cm・高さ14 cm)の中央に配置した後、ノシメマダラメイガの卵4 mg(約200個)を投入し密閉した。その後、5週間を経過した時点で、容器内に侵入した幼虫数を調べた。実験を25℃, 70%RH, 16L:8Dの条件下で各容器当たり4~6

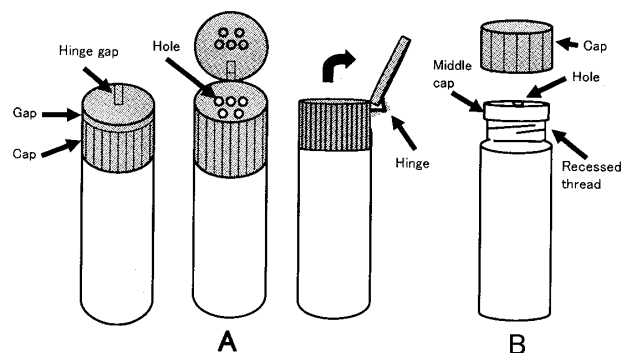


Fig. 1. Cylindrical container with a snap-shut cap (A) and a screw cap (B)

Table 1. Invasion of *P. interpunctella* larvae into cylindrical containers with a snap-shut cap and a screw cap.

Structure of cap	Product	Container size (mm)		No. of holes in cap	Mean no. of larvae invaded	N
		Height	Diameter			
Snap-shut	A	95	32	5	12.8	4
	B	106	39	5	2.0	4
	C	93	36	5	2.8	4
	D	114	47	5	9.3	4
	E	108	46	5	1.5	3
	F	84.5	33	1	14.3	4
	G	84.5	33	5	6.8	4
	H	100	44	4	9.0	4
	I	108	46	5	3.8	5
	J	108	46	5	3.8	4
	K	110	46	5	5.8	5
	L	110	46	2	3.5	4
Screw	M	95	32	1	0	6
	N	100	39	1	0	6
	O	81	35	6	0	6
	P	96	41	0	0	6
	Q	89	41	1	0	6
	R	84.5	33	1	0	6
	S	73	54	6	0	6

Experiments were carried out in a plastic container (17 cm diameter, 14 cm deep) at 25°C, 70%RH and 16L:8D.

回繰り返した。

3. スクリューキャップ容器の蓋の閉め具合が幼虫侵入に及ぼす影響

実験には、直径 3 cm、高さ 8.5 cm のスクリューキャップ容器を用いた。容器の半分まで米糠を入れた。次に蓋を完全に閉めた状態を開角 0 度としたとき 0, 90, 180, 270 度または 360 度開いた状態の容器を、丸型プラスチック容器（直径 8 cm・高さ 11.5 cm）の中心に置き、卵 4 mg を投入し密閉した。卵投入から 25 日後に容器内に侵入した幼虫数を調べた。実験を 25°C, 70%RH, 16L:8D の条件下で、各容器当たり 4~5 回繰り返した。

4. スクリューキャップ容器に対する成虫侵入

スクリューキャップ容器の上蓋をしなかった場合、中蓋が露出する状態になり (Fig. 1, B の Middle cap), この穴から成虫が侵入する可能性がある。この点を明らかにするため、次のような実験を行った。前出と同様のスクリューキャップ容器に、5 g の米糠を入れ中蓋のみにした。この

容器を、丸型プラスチック容器（直径 17 cm・高さ 14 cm）の中心に置き、羽化後 24 時間以内の交尾済み雄または雌成虫 1 頭を投入し密閉した。成虫投入から 10 日後に容器内に侵入した成虫数を調べた。実験を 25°C, 70%RH, 16L:8D の条件下で、雌雄それぞれ 21 回繰り返した。

結果および考察

1. ワンタッチキャップとスクリューキャップ容器に対する幼虫侵入

ワンタッチキャップ容器では、実験した 12 製品すべてで幼虫が侵入した。それに対して、スクリューキャップ容器では、実験した 7 製品すべてで幼虫は侵入しなかった (Table. 1)。ワンタッチキャップ容器に侵入した 1 齢幼虫は、蓋表面のヒンジ部分 (Fig. 1, A の Hinge gap) と上蓋と蓋の間の隙間 (Fig. 1, A の Gap) から容器内へ侵入したと考えられる。

このような 1 齢幼虫の容器への侵入は、食品包装の小さな穴やわずかな隙間から侵入する（佐藤

Table 2. Effect of opening angle of screw cap on invasion of *P. interpunctella* larvae.

Opening angle of cap	Mean no. of larvae invaded	Replicates
0°	0	5
90°	0	5
180°	0.6	5
270°	5.0	4
360°	4.0	4

Experiments were carried out in a plastic container (17 cm diameter, 14 cm deep) at 25°C, 70%RH and 16L:8D.

ら, 2003: 宮ノ下ら, 2004, 2005) という習性によると考えられる. 今回の実験では幼虫は容器の側面を 10 cm 以上移動して侵入したと考えられるが, Tsuji (2000) はノシメマダラメイガ 1 齢幼虫が 38 cm の距離を移動して小さな穴から容器内に侵入することを示しており, 本研究に用いた香辛料容器の高さであれば, 十分によじ登ることができると思われる.

ワンタッチキャップ容器の蓋は片手でも開閉可能な操作性に優れた様式であり, 多くの香辛料容器に用いられている. しかし, 昆虫侵入防止のための容器の密封性という視点から見ると, スクリューキャップ容器のほうがより優れていると考えられる. どちらの蓋の様式を採用するかは, 操作性か昆虫侵入防止のどちらを優先させるかによるとと思われるが, 使用頻度, 内容物の虫害の受けやすさ, 保存期間などを考慮して選択すべきであろう. 本研究からは, 容器の大きさや蓋に開口する振り出し用の穴数と幼虫侵入数の間に関係は見いだせなかった.

2. スクリューキャップ容器の蓋の閉め具合が幼虫侵入に及ぼす影響

スクリューキャップ容器の蓋を完全に閉めた状態 (0 度) と 90 度を開いた状態では, 幼虫の侵入が全く見られなかった. それに対して蓋を 180, 270, 360 度を開いた場合に幼虫の侵入が見られた (Table 2). 蓋の回転角度を大きくすると蓋と容器の隙間が広がり, この隙間を通過して容器内部に 1 齢幼虫が侵入したと思われる. この結果は, スクリューキャップ容器でも蓋を完全に閉めてお

Table 3. Invasion of *P. interpunctella* adults into cylindrical screw-cap containers with cap removed.

Sex	No. of adults invaded	Replicates
Male	0	21
Female	10	21

Experiments were carried out in a plastic container (17 cm diameter, 14 cm deep) at 25°C, 70%RH and 16L:8D.

かなければ, 幼虫が侵入することを示している. これまで一般家庭や飲食店等で香辛料容器を保管する場合, 蓋を完全に閉めることが害虫の侵入防止に重要であると言われていたが, 本研究の結果より具体的なデータを初めて示すことができた.

3. スクリューキャップ容器に対する成虫侵入

スクリューキャップ容器の蓋を取りはずし, 中蓋だけにした場合, 雌成虫は容器内に侵入したものの雄成虫は侵入しなかった (Table 3). 雌成虫は中蓋中央に開けられた直径 5.5 mm の穴 (Fig. 1, B の Hole) から侵入した. ノシメマダラメイガ成虫は直径 3 mm の穴から容器内に侵入可能であることから (辻, 1999), 香辛料の容器の中蓋に開口する振り出し用の穴からの米糠香気に誘引され, 容器内に侵入したと思われる.

食物香気に対する誘引反応が雌雄成虫により異なる例は, 貯蔵食品害虫であるタバコシバンムシ *Lasioderma serricorne* Fabricius (Kohno *et al.*, 1983) やチャマダラメイガ *Ephesia elutella* (Hübner) (堀, 2006) でも知られている. ノシメマダラメイガの場合も同様に, 雌成虫は産卵のために米糠香気に誘引され, 容器内に侵入したと考えられる. 辻 (1999) は, 直径 6 mm の穴を開けた米糠の入ったプラスチック容器に対して複数のノシメマダラメイガの雌雄成虫を用いて侵入を調べ, 雌が雄よりも多く侵入することを示した. 本研究では雄成虫の侵入は確認できなかったことを考慮すれば, 香気成分に対する雄成虫の反応は雌成虫より弱いのではないかと考えられる.

ノシメマダラメイガ成虫の香辛料容器への侵入は, 上蓋をはずした状態で放置した場合のみに, 中蓋の中央にある振り出し用の穴から雌が侵入す

る可能性があるという程度で、幼虫に比べると侵入頻度は低いと予想される。しかし、成虫が直接容器内に侵入できない場合でも、容器表面や周辺に産卵された卵が孵化し、幼虫が容器内に侵入することは十分に考えられる (Tsuji, 1998, 2001)。このことは、本研究で雌成虫が侵入していなかった容器内に幼虫が確認できた例が4例あったことから裏づけられる。

4. 家庭における昆虫侵入の可能性

現在、食品の製造過程における異物混入対策は非常に厳しく行われており、昆虫の混入する可能性は低くなっていると考えられる。本種は、米、チョコレート、ドライフルーツ、麺類など広範な食品類を加害し (佐藤ら, 2003: 宮ノ下ら, 2004, 2005: 村田ら, 2006)、一般の家庭に普通に生息する (平尾, 1996)。そのため、製品開封後の保管状態が悪ければ一般家庭の台所などで本種が容器内に侵入する可能性がある (三井, 1990)。本研究でも香辛料容器の蓋の閉め具合によりノシメマダラメイガ幼虫や成虫が容器内に侵入したことは、一般家庭における本種の混入の可能性を裏づけている。

本研究では香辛料のかわりに米糠を入れた香辛料容器を使用しているため、この結果が直ちに実際の香辛料製品への侵入を意味するものではない。容器の内容物が異なればノシメマダラメイガの侵入頻度も異なると考えられ、実際の製品に対して侵入を評価する場合は、対象を限定した個別の研究が必要である。

引用文献

- 平尾素一 (1996) 一般住宅内外におけるフェロモントラップによるノシメマダラメイガ (*Plodia interpunctella* (Hübner)) の汚染調査. *ペストロジー学会誌* 11: 18-23.
- 堀 雅敏 (2006) 貯蔵食物香気に対するチャマダラメイガの嗅覚応答. *家屋害虫* 28: 63-68.
- 井村 治 (1989) 貯穀 (貯蔵食品) 害虫の飼育法 (2) 飼育の実際. *家屋害虫* 11: 140-164.
- Kohno, M., Chuman, T., Kato, K. and Noguchi, M. (1983) The olfactory response of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* Fabricius, to various host foods and cured tobacco extracts. *Applied Entomology and Zoology* 18: 401-406.
- 三井英三 (1990) 食品工業と害虫—混入異物としての虫—. 244 pp. 光琳, 東京.
- 宮ノ下明大・今村太郎・森本彩佳 (2004) シュリンク包装した紙カップ容器へのノシメマダラメイガ終齢幼虫の侵入. *日本応用動物昆虫学会誌* 48: 33-38.
- 宮ノ下明大・今村太郎・石島 力 (2005) ノシメマダラメイガの乾燥イチジク製品に対する侵入と幼虫の発育. *ペストロジー* 20: 85-87.
- 村田未果・今村太郎・宮ノ下明大 (2006) カップ麺製品へのノシメマダラメイガ幼虫の侵入と発育. *日本応用動物昆虫学会誌* 50: 131-136.
- 西田 博 (1995) 異物防除と食品衛生. 315 pp. 中央法規出版, 東京.
- 岡田祐一・伊藤景子・鳥居由美・今村太郎・宮ノ下明大 (2004) 七味唐辛子およびその構成原料を用いたノシメマダラメイガ幼虫の発育実験. *ペストロジー学会誌* 19: 109-115.
- 佐藤 洋・白井保久・田中定典・今村太郎・宮ノ下明大 (2003) チョコレート製品に侵入するノシメマダラメイガに対する外装フィルム密封度の効果. *日本応用動物昆虫学会誌* 47: 97-100.
- 辻 英明 (1999) ノシメマダラメイガ成虫の狭所侵入性実験. *ペストロジー学会誌* 14: 1-6.
- Tsuji, H. (1998) Experimental invasion of a food container by first-instar larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner), through pinholes. *Medical Entomology and Zoology* 49: 99-104.
- Tsuji, H. (2000) Ability of first instar larvae of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner), to reach their food. *Medical Entomology and Zoology* 51: 283-287.
- Tsuji, H. (2001) Oviposition by the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner), on wrapping materials. *Pest Control Research* 16: 8-14.