

## 【資料】

## キャラメル製品におけるノシメマダラメイガ幼虫の生存期間

宮ノ下明大\*

農研機構 食品研究部門

〒 305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

The survival periods of *Plodia interpunctella* larvae on caramel products

Akihiro MIYANOSHITA \*

Food Research Institute, NARO,

2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

## 摘 要

市販のキャラメル製品 1 個 (5g) あたり, 孵化後 1 日以内のノシメマダラメイガ幼虫 1 個体を放して, 温度 25, 28, 30°C, 相対湿度 70% で飼育し, その生死確認を約 1 ヶ月に 1 回の頻度で行った。飼育途中で湿度上昇によりキャラメル表面がべたつく現象が起きたと思われ, 幼虫はキャラメルに接着して死亡し, いずれも羽化まで達しなかった。キャラメル表面がべたつかない状況では, 本種幼虫の生存期間は少なくとも 25°C で 93 日, 28°C で 59 日まで確認された。25°C では生存期間中に 3 回の脱皮が確認された個体があり, 28°C でも 1 回の脱皮が確認され, 速度は遅いが発育したと考えられた。

**Key words:** キャンディー (candy), 孵化幼虫 (hatched larva), 湿度 (humidity), 脱皮 (molting), 昆虫混入 (insect contamination)

## はじめに

ノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* (Hübner) は, 貯蔵穀物や乾燥食品を広く加害する食品害虫である。本種は, 食品に対する量的損耗被害の他に, 異物として混入すると食品の信頼性確保の点からも社会的に問題となる (宮ノ下, 2015)。食品から本種幼虫が生きた状態で発見された場合, その発育ステージから混入場所や時期の推定が行われるが, その際には混入食品を摂食した場合の発育日数が判明している必要がある。しかし, 多くの加工食品では, 本種の発育日数が不明なことから, これまで著者は複数の加工食品で発育日数を明らかにした (チョコレート製品 (宮ノ下・今村, 2011), 米菓「柿の種」 (宮ノ下ら, 2016), カップ麺製品 (宮ノ下ら, 2017a)。今回はキャラメル製品を対象にした。

キャラメルは砂糖, 水飴, 練乳などを, 比較的低温 (120 ~ 125°C) で煮詰め, 四角く切ったものでソフトキャンディーのひとつである (実教出版編修部, 2016)。鈴木 (1968) は, キャラメルおよびキャンディー類の害虫被害は稀であるが, ときとしてガ類の幼虫, またはノコギリヒラタムシ *Oryzaephilus surinamensis* が食害している場合があるとしている。アリ類がキャラメルやキャンディーに多数集まる様子はしばしば観察されるので, 鈴木 (1968) が述べる食害とは, 定着して繁殖するという意味と思われる。

また, 服部 (2003) は, ノシメマダラメイガの食性としてキャラメルの主成分である砂糖を挙げている。伊藤ら (2010) も, 横浜市における昆虫混入事例として砂糖からノシメマダラメイガ幼虫を報告している。糖類は幼虫にとってエネルギー源と思われるので, 砂糖に誘引された幼虫が発見される可能性はあるが, 栄養価の偏りを考えると定着して繁殖

受付: 2017 年 9 月 4 日 (Received: 4 September, 2017)

受理: 2017 年 10 月 3 日 (Accepted: 3 October, 2017)

\*Corresponding author: akihirom@affrc.go.jp

することは難しいと思われる。

キャラメル製品におけるノシメマダラメイガの被害や発育についてはこれまで報告がなかった。今回試験に用いたキャラメルは植物性油脂や小麦タンパク質を含み、砂糖に比べると幼虫の発育にとって適している可能性がある。本研究の目的は、キャラメル製品でのノシメマダラメイガの発育の有無、発育日数を明らかにすることであった。そのために、市販のキャラメル製品を餌に、25、28、30℃の条件で本種の孵化幼虫の個別飼育を試みた。しかし、飼育途中で幼虫がすべて死亡したため、発育日数は明らかにできなかった。そこで、今回の試験結果から、キャラメルでの幼虫の生存期間と幼虫死亡の原因と考えられたキャラメル表面のべたつきについて報告する。

### 材料および方法

#### 供試食品と昆虫

食品には市販のミルクキャラメル (1.2 × 1.7 × 1.7cm : 約 5g) (以降キャラメルと略す) を用いた。主な原材料は、水飴、加糖練乳、砂糖、加糖脱脂練乳、植物油脂、小麦タンパク質等である。供試虫として用いたノシメマダラメイガは、農研機構食品研究部門 (旧食品総合研究所) において、玄米と米ぬかを餌に 20 年以上累代飼育した系統である。

#### 幼虫の生存期間

包み紙を開いた状態のキャラメル 1 個を丸型プラスチック容器内 (直径 5.7cm, 深さ 3.2cm) に置き、小筆を用いてキャラメル本体の上に孵化 1 日以内の本種幼虫 1 個を載せた (キャラメルは紙の上に載った状態)。プラスチック容器の蓋には直径 4cm の穴を開け、金網 (70 メッシュ以下) を貼り、十分な通気を確認した。

温度 25℃では 2017 年 2 月 22 日から 5 個体、28℃

では同年 3 月 28 日から 10 個体、30℃では同年 6 月 2 日から 10 個体について試験を開始し、約 1 ヶ月に 1 回、幼虫の生死確認を目視で行った。試験の相対湿度は全温度で 70%、日長は 25、28℃は 16L8D、30℃は全明であった。試験した各温度ですべての幼虫が死亡と判断したとき、試験容器内に残った死体の有無、頭部の脱皮殻数を調べた。また、幼虫死亡は更に約 1 ヶ月置き (7 月 24 日)、生死を最終確認した。

#### キャラメル表面の変化

キャラメル表面のべたつきと湿度の関係を知るために、2017 年 7 月 18 日にキャラメルを購入し、包み紙開封キャラメル (生存時間の試験と同じ方法) を、屋内の廊下 (室温) に置いて、幼虫 6 個体の飼育を開始した。包み紙未開封のキャラメル 6 個は、幼虫飼育は行わず、製品の箱の中に入れてそのまま同様の場所に置いた。試験開始後、1 日後 (7 月 19 日)、1 週間後 (7 月 26 日)、2 週間後 (8 月 2 日) に両試験区でキャラメル表面のべたつき具合を目視と指で触って確認した。包み紙未開封のキャラメルは、6 個の中から経時的に 2 個ずつを開封して調べた。

### 結果および考察

#### 幼虫の死亡要因と生存期間

キャラメルを餌として本種孵化幼虫を飼育した結果を表 1 に示した (30℃の結果は省略した)。25℃の 5 個体は、34 日後では 5 個体すべて糞が確認され生存した。その後、67、93 日後では 3 個体が生存したが、125 日後では全て死亡した。試験番号 2 では 1 個、番号 3 では 3 個の頭部の脱皮殻を確認した。125 日後のキャラメル表面は溶けてべたついており、指で触るとキャラメルが付着して、持ち上げることができた。2 個体の幼虫 (試験番号 2、3) はキャラメルに接着して死亡していた。

表 1 キャラメル製品におけるノシメマダラメイガ幼虫の生存状況、頭部脱皮殻数

温度	試験番号	試験開始日	幼虫生存確認日*・飼育期間 (日)					糞の有無	死体状態	頭部脱皮殻数												
			3/28・34	4/28・67	5/26・93	6/27・125	7/24・152															
25℃	1		○	○	○	×	×	+	未確認	0												
	2		○	○	○	×	×	+	接着死	1												
	3	2/22	○	○	○	×	×	+	接着死	3												
	4		○	×	×	×	×	+	未確認	0												
	5		○	×	×	×	×	+	未確認	0												
28℃			4/28・31					5/26・59					6/27・91					7/24・118				
	1		×	×	×	×	-	未確認	0													
	2		○	○	×	×	+	確認	1													
	3		×	×	×	×	-	未確認	0													
	4		×	×	×	×	-	未確認	0													
	5	3/28	○	×	×	×	+	確認	0													
	6		○	○	×	×	+	確認	0													
	7		○	×	×	×	+	確認	1													
	8		×	×	×	×	-	未確認	0													
	9		×	×	×	×	-	未確認	0													
10		○	○	×	×	+	接着死	1														

\*幼虫：○生存、×死亡

28℃の10個体は、31日後では5個体で糞が確認され生存していた。その後、59日後では3個体が生存したが、91日後では全て死亡した。試験番号2, 7, 10で頭部の脱皮殻1個を確認した。91日後のキャラメルは25℃と同程度にべたついており、1個体の幼虫(試験番号10)はキャラメルに接着して死亡しているのを確認した。

30℃の10個体は、25日後(6月27日)にはすべて死亡していた。すべてのキャラメルの表面はべたついた状態であった。幼虫の死体、糞、頭部脱皮殻は確認できなかったことから、これらの幼虫は6月2日の試験開始後の早い時期に死亡したと考えられた。

25℃で93日後まで生存した3個体の内2個体、28℃で59日後まで生存した3個体の内1個体は、溶けたキャラメルの表面に接着して死亡していた。原因は不明であるが、5月26日以降から6月27日の間のどこかで、湿度70%の設定が、それ以上に振れた状況が起こり、高湿度に曝されキャラメルの表面がべたついたために、幼虫が付着した可能性が考えられた。30℃の試験の場合も、開始日(6月2日)以降に、べたつく条件があり、幼虫が死亡したと考えられた。孵化幼虫は微小なため、キャラメル表面に接着しても、目視では確認できなかった。

今回の試験では幼虫は1個体も羽化まで達せず、発育期間は不明であった。しかし、キャラメル表面が溶けていない状況であれば、25℃で93日、28℃で59日までは生存した。幼虫生存期間中に25℃で

は3回の脱皮が確認された個体があり、28℃でも1回の脱皮が確認され、速度は遅いが発育したと考えられた。もし、キャラメルのべたつきがなければ、生存期間はさらに延長したと思われる。

本種の玄米における平均発育日数は、25℃で32.4日、28℃で28.5日(宮ノ下ら, 2016, 2017b)であり、キャラメルでの発育速度は玄米に比べ遅く、食物としては劣ると考えられた。また、約1ヶ月後の幼虫生存率をみると、25℃では60%(3/5)、28℃では30%(3/10)で、羽化率は低いと思われた。しかし、キャラメル製品に孵化幼虫が侵入すれば、25℃では3ヶ月以上、28℃では約2ヶ月は生存できる個体がいることを示しており、幼虫混入時期の推定の際には、糞の有無を確認するなどをして慎重な判断が必要である。

#### キャラメル表面のべたつきと試験方法

屋内環境(7月下旬から8月の2週間)におけるキャラメル表面の変化を表2に示した。包み紙を開封した状態で飼育試験を開始した6個は、1日後にはキャラメル表面がべたついた状態になった。この時、幼虫はすべて死亡したと考えられた。1, 2週間後の調査でも、開封したキャラメルはべたついた状態だった。一方、箱の中にあった包み紙未開封のキャラメル6個では、1日後、1週間後の各2個にはべたつきはなかった。さらに、2週間後の2個のキャラメルは表面のべたつきはなかったが、角が少し溶けて包み紙の内側に付着していた。

表2 屋内環境における包み紙開封、未開封状態のキャラメル表面のべたつきの変化

試験開始日	キャラメルの 包み紙の状態	試験番号	キャラメル表面のべたつき*		
			7/19	7/26	8/2
7/18	開封	1	×	×	×
		2	×	×	
		3	×	×	
		4	×	×	
		5	×	×	
		6	×	×	
7/18	未開封	1	○		
		2	○		
		3		○	
		4		○	
		5			△
		6			△

\*キャラメル表面：○べたつきなし、×べたつきあり、△角が一部溶けた

気象庁（2017）のデータによれば，2017年7月18日の観測地点つくば（館野）の平均湿度は80%，平均気温25℃（最高29.6℃，最低20.8℃）であり，包みを開封したキャラメル表面が1日後にべたついた原因は，平均80%の湿度に曝されたためと考えられた．一方，包み紙未開封のキャラメル表面のべたつきは，2週間（平均湿度80%以上の日は10日間あった）抑えられたが，包み紙は防湿セロハン製であったためと思われた．

屋内環境での試験結果から考えると，今回の飼育試験は，キャラメルの包み紙を開いた状態で行った結果，湿度上昇した際にキャラメル表面のべたつきを引き起こし，その時に幼虫が接着して死亡したと考えられた．今後，本種のキャラメルでの発育を羽化まで調べるためには，包み紙が未開封の状態を用いるか，湿度を低く保てる条件で試験数を増やして行う必要がある．

#### 引用文献

- 1) 服部伊楚子（2003）ノシメマダラメイガ．家屋害虫事典 第1版第4印. pp. 174-175. 井上書院，東京.
- 2) 伊藤真由美・小曾根恵子・金山彰宏（2010）横浜市における食品中混入異物事例（2002～2008年度）－昆虫類を中心に－. ペストロジー 25：11-16.
- 3) 気象庁（2017）各種データ・資料 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html> アクセス2017.8.3
- 4) 実教出版編修部（2016）オールガイド食品成分表2017. 406pp. 実教出版，東京.
- 5) 宮ノ下明大（2015）食品包装や容器に侵入するイモムシ. 昆虫科学読本 昆虫の目で見た驚きの世界. 日本昆虫科学連合編. pp. 214-228. 東海大学出版部，神奈川.
- 6) 宮ノ下明大・今村太郎（2011）チョコレート製品でのノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* の発育. ペストロジー 26：53-57.
- 7) 宮ノ下明大・今村太郎・古井聡（2016）米菓子「柿の種」と揚げピーナッツにおけるノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* 幼虫の発育. ペストロジー 31：1-4.
- 8) 宮ノ下明大・今村太郎・古井聡・曲山幸生（2017a）カップ麺製品の食材の組み合わせがノシメマダラメイガの発育に与える影響. ペストロジー 32：7-9.
- 9) 宮ノ下明大・今村太郎・古井聡・曲山幸生（2017b）カップ麺製品にノシメマダラメイガ孵化幼虫200個体を投入した時の発育遅延. 都市有害生物管理 7：11-14.
- 10) 鈴木直五郎（1968）食品（菓子）害虫の防除の実際. 菓子・食品害虫要覧. pp. 119-127. 全国菓子協会，東京.