第1図 シバンムシアリガタバチ雌成虫の生存に及ぼす葉たばこの影響。

第1表 シバンムシアリガタバチの発育に及ぼす葉たばこの影響

寄主の食餌の種類	供試卵数	ふ化虫数	前蛹虫数	蛹化虫数	羽化虫数
葉たばこ粉末	208	137	64	0	0
トウモロコシ粉	344	326	234	174	151

ものはまったくなかった。YAMAMOTO and FRAENKEL (1960) は飼料にニコチンを添加した場合、タバコシバンムシではニコチン含量10% まで耐性が認められるが、ヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* JACQUELIN DUVAL やチャイロコメノゴミムシ *Tenebrio molitor* (L.) では0.1% のニコチン含量でも著しく発育が阻害されることを報告している。このようにタバコシバンムシはニコチンに係わる飼料に対して特殊な食性をもっているが、一般の昆虫ではニコチンによる殺虫作用あるいは発育阻害の影響を受けやすく、シバンムシアリガタバチもこの例に適合するものとする。

以上の結果から、シバンムシアリガタバチは葉たばこの接触によって、雌成虫の生存、卵・幼虫の発育および蛹化等の阻害を受けることが明らかであり、たとえ、シバンムシアリガタバチがたばこ製造工場に侵入したとしても、工場内に定着して繁殖し、衛生害虫として問題を引き起こす可能性はないと結論される。

引用文献

- ASHMEAD, W.H. (1893) Bull. U.S. Nat. Mus. 45: 48—49.
 伊藤秀子 (1980) 衛生動物 31: 296—298.
 KEARNS, C.W. (1934) J. Econ. Entomol. 27: 801—806.
 桃井節也・谷岡貞一 (1982) 神農農研報 15: 55—61.
 TACHIKAWA, T. (1976) Trans. Shikoku Ent. Soc. 13: 64.
 YAMAMOTO, R.T. and G. FRAENKEL (1960) J. Econ. Entomol. 53: 381—383.

ショウブオオヨトウ、キタショウブヨトウ 越冬卵の耐寒性

筒井 等*・丹野皓三**・鳥倉英徳***

*北海道農業試験場

**北海道大学低温科学研究所

***北海道立北見農業試験場

Cold Hardiness of Overwintering Eggs in *Celaena leucostigma* and *Amphipoea fucosa* (Lepidoptera: Noctuidae). Hitoshi TSUTSUMI (Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Memuro-cho, Kasai-gun Hokkaido 082, Japan), Kouzou TANNO (Zoological Section, Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan) and Hidenori TORIKURA (Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu-cho, Tokoro-gun, Hokkaido 099-14, Japan). Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 31: 261—263 (1987)

ショウブオオヨトウ *Celaena leucostigma* (HÜBNER), キタショウブヨトウ *Amphipoea fucosa* (FREYER) の両種はトウモロコシ幼苗の茎内に食入する主要な害虫として知られている (鳥倉, 1980; 筒井ら, 1985)。両種ともヨーロッパ、シベリアなどに分布し、日本ではショウブオオヨトウが北海道および本州中北部に、キタショウブヨトウが北海道にだけ分布しているといわれている (杉, 1982)。後者はとくに北海道でも北部に優占地域がある (鳥倉, 1981)。両種とも卵で越冬し、5月上旬にふ化した幼虫はいずれもイネ科牧草などで生育し、中齢幼虫期以後にはトウモロコシなどのイネ科植物茎内に食入する。6月下旬から7月上旬に蛹化し、7月下旬から9月上旬に成虫が現われる。成虫はイネ科牧草などの株元近くの葉鞘部に産卵し、卵はそのまま越冬する。北方に分布する昆虫類では、その越冬態は寒さに強いことが予想されるが、農業害虫の耐寒性に関する知見は少なく、そのため耐寒性と越冬時の生態的適応については不明な点が多い。本報では、上記ヤガ科2種の越冬卵の耐寒性について報告する。

材料および方法

1. 供試虫

ショウブオオヨトウ: ショウブオオヨトウには雄の cucullus の腹部に向かう pollex と称する (PIERCE, 1909) 突起の形状に差異のある 2 型が知られている (杉, 1982)。pollex の短い型のみが採集される北海道網走支庁湧別町川西で 1985 年 8 月 21 日灯火に飛来した雌成虫を採集した。

キタショウブヨトウ: 同支庁端野町緋牛で 1985 年 8 月 7 日に雌成虫を灯火採集した。

両種とも採卵した雌は 1 頭で、採取後 1 週間以内にそれぞれ約 300 卵を産んだ。卵はそのまま 12 月上旬まで無加温の室内 (22.6±1.4°C) に置いた後、1 か月間 0°C に保存し実験に用いた。0°C で保存し供試した理由は温度が越冬虫の過冷却点や糖・糖アルコールの蓄積に影響すること、および野外で越冬卵は雪の下になることなどによる。

2. 過冷却点の測定

卵を銅・コンスタンタン熱電対 (0.1 mm) にシリコングリースで付着し、二重のプラスチック瓶 (内径 6 cm, 高さ 10 cm および内径 8 cm, 高さ 14 cm) に入れ、冷凍機の温度を冷却速度が毎分 0.3°C 以下になるように設定した。温度の記録はペンレコーダ (理化電気 KB681H) で行い、凍結の際に発生する潜熱による温度の変化から過冷却点を読み取った (Fig. 1)。

3. 糖・糖アルコールの測定

卵 5 mg (約 50 卵) に、内部標準物質としてエリスリトール 25 µg, 80% エタノール 0.1 ml を加え、ガラスホモジナイザーで磨砕した。ホモジナイザーは 80% エタノール 0.1 ml で 3 回洗い、磨砕液に加えた。そして 3,000 g 回転で 15 分間遠心した後、上ずみ液を取り、エバポレータで水、エタノールを蒸発させ、さらにデシケータ内で減圧乾燥した。乾燥した試料にトリメチル化剤 TMS-C (ガスクロ工業製) 50 µl を加え 60°C で 40 分間加熱した。分析は TMS 誘導体につきガスクロマトグラフィー (島津 GC-4CMF) による。ガラスカラム (長さ 3 m, 内径 3 mm) には 1.5% OV-1 (Chromosorb W 60/80 メッシュ) を充填したものを使用し、130°C から 270°C に 5°C/分 の昇温

Fig. 1. Freezing curve in overwintering eggs of *Amphipoea fucosa*. arrow: supercooling point.

分析を行った。注入口温度は 300°C, キャリヤーガス N₂ は流量 40 ml/分 とし、検出器 FID を用いた。定量計算はデータプロセッサー (島津クロマトパック C-RIA) による。

結果および考察

Fig. 2 に見られるように両種とも過冷却点は低く、ショウブオオヨトウは平均 -34.1°C で標準偏差は 3.1°C ($n=57$), キタショウブヨトウは平均 -36.2°C, 標準偏差 2.4°C ($n=69$) であった。ソ連エストニアで測定されたキタショウブヨトウ卵の過冷却点も -36.6°C であり (SOMME, 1982), 今回の結果と違いはなかった。過冷却点測定後の卵は 20°C に 1 か月保存したが、ふ化しなかった。これは凍結前に室温に戻した卵がふ化しているので、凍結により死亡したものと考えられる。

オーチャードグラス草地での気温と草地表面の温度は積雪前には、ほぼ同じとみられており (能代, 1982), 両種とも卵はイネ科牧草などの地表部に近い葉鞘内側に産みつけられるので、積雪前は気温とほぼ同じ温度にさらされることになると考えられる。したがって、今回採集した湧別、端野における最低気温の極値は気象観測開始 (湧別, 1956; 端野, 1966) から 1980 年までの間に -28.0, -36.8°C をそれぞれ記録しているので、端野では年によって卵が凍結する可能性がある。しかし、卵は最低気温の極値が出現する厳冬期には雪の下になるため、雪の断熱効果により温度の低下は防がれ (能代, 1982; SAKAGAMI et al., 1983), 凍結せずに越冬できるものと思われる。一般に越冬

Fig. 2. Supercooling points (mean±SD) of eggs of *Amphipoea fucosa* and *Celaena leucostigma* acclimatized at 0°C for 30 days.

Fig. 3. Gas-chromatography of sugars and sugar alcohols in overwintering eggs of *Amphipoea fucosa*. GLY: glycerol. ERY: erythritol. FRU: fructose. GLU: glucose. INS: inositol. TRE: trehalose. Column: 300×0.3 cm ID glass. Column packing: 1.5% OV-1 on Chromosorb W 60/80 mesh. Carrier gas: N₂. Flow rate: 40 ml/min. Sample: 1 µg of TMS ether.

Table 1. Concentrations of sugars and sugar alcohols in eggs of *C. leucostigma* and *A. fucosa* acclimatized at 0°C for 30 days

Species	Concentration (mg/g fresh weight)				
	Glycerol	Fructose	Glucose	Inositol	Trehalose
<i>C. leucostigma</i>	0.6	Trace	1.9	Trace	10.9
<i>A. fucosa</i>	30.8	0.4	7.8	0.5	19.0

No. of eggs in sample=ca. 50.

場所が地中の昆虫にくらべ、地上で越冬する昆虫では過冷却地点が低いものが多いとみられている (SOMME, 1982)。また、卵は小さいため過冷却を起こしやすく、過冷却点の低いものが多い。しかし両種の場合、過冷却能力だけでは凍結の危険性があり、厳冬期に雪の下となる地上部近くに産卵する習性加わり、凍結を回避しているものと思われる。

両種とも凍結による死亡はないと考えられるが、長期間低温にさらされた場合には、マイマイガ越冬卵で報告されているように死亡率が高くなること (MADRID and STEWART, 1981) も考えられるので、この点の検討も必要であろう。

糖・糖アルコールの分析例を Fig. 3 に、測定結果を Table 1 に示した。ショウブオオトウは糖・糖アルコール含量が少なく、トレハロースが生体重 1 g 当り 10.9 mg 見られただけであった。これにくらべキタショウブオオトウはグリセロールが多く、30.8 mg/g 含まれており、グルコース、トレハロースもそれぞれ 7.8, 19.0 mg/g 含まれていた。エストニアでのキタショウブオオトウの糖・糖アルコールの測定でもグリセロール、グルコースが含まれていると報告されている (SOMME, 1982)。今回の実験

では、グリセロール、グルコース以外にもトレハロースが、グルコースより多く含まれていることを認めた。

凍害保護物質と考えられる糖・糖アルコールの蓄積は、耐凍性と関連があると報告されている (竹原・朝比奈 1960; TANNO, 1970)。しかし、キタショウブオオトウではグリセロールが 30.8 mg/g 含まれていたが、耐凍性はなかった。糖・糖アルコールが含まれているからといって耐凍性があるわけではなく、カイコガ越冬卵でも知られているようにグリセロール、ソルビトールを含んでいても、耐凍性がない場合もある (AOKI, 1962)。昆虫の休眠期は過冷却点の低いものが多い、そのため低い温度で急激に凍結するため、生体にとって致命的な細胞内凍結が起こり、死亡すると考えられている (朝比奈, 1959)。糖・糖アルコールは耐凍性との関連のほかに、同一種でも越冬期にグリセロールが増加し、それと平行して過冷却点が低くなることが知られている (SOMME, 1965)。両種の糖・糖アルコール含量は違っていたが、過冷却点に大きな差は見られないので、過冷却点を降下させる原因はグリセロール以外にもあると推察される。しかし、生態の似た両種でも、北部に発生の多いキタショウブオオトウで、糖・糖アルコールの含量が高いことは寒冷への適応と関連があるのかもしれない。

引用文献

- AOKI, K. (1962) Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV. 28: 29—36.
 朝比奈英三 (1959) 越冬昆虫の耐寒性。実験形態学新説 (竹脇潔・針塚正樹・深谷昌次 編)。東京: 養賢堂, 319 p.
 MADRID, F.J. and R.K. STEWART (1981) Environ. Entomol. 10: 586—589.
 能代昌雄 (1982) 日草誌 28: 239—246.
 PIERCE, F.N. (1909, [1967]) The genitalia of the group Noctuidae of the lepidoptera of the British Islands. Middlesex: E.W. Classey Ltd., 88p., 32 pls.
 SAKAGAMI, Sh. F., K. TANNO, K. HONMA and H. TSUTSUI (1983) Physiol. Ecol. Jpn. 20: 81—100.
 SOMME, L. (1965) Can. J. Zool. 43: 765—770.
 SOMME, L. (1982) Comp. Biochem. Physiol. 73A: 519—543.
 杉 繁郎 (1982) ヤガ科。日本蛾類大図鑑 I (井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛 編)。東京: 講談社, pp. 669—935.
 竹原一郎・朝比奈英三 (1960) 低温科学生物篇 18: 57—65.
 TANNO, K. (1970) Contr. Inst. Low. Temp. Sci. B 16: 1—41.
 鳥倉英徳 (1980) 北日本病虫研報 31: 122—123.
 鳥倉英徳 (1981) 北日本病虫研報 32: 26—27.
 筒井 等・本間健平・平井剛夫 (1985) 北海道農試報 144: 63—76.