

ネギハモグリバエ(ハエ目: ハモグリバエ科)の発育に及ぼす 温度・日長の影響と増殖能力

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	徳丸, 晋
発行元	
巻/号	60巻4号
掲載ページ	p. 189-196
発行年月	2016年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ネギハモグリバエ (ハエ目: ハモグリバエ科) の発育に及ぼす 温度・日長の影響と増殖能力

徳丸 晋*

京都府農林水産技術センター

Effects of Temperature and Photoperiod on Development and Reproductive Potential of *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae). Susumu TOKUMARU* Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center; Kameoka, Kyoto 621-0806, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 60: 189-196 (2016)

Abstract: The effects of temperature and photoperiod on the development (oviposition to adult emergence) of *Liriomyza chinensis* Kato at five constant temperatures (15, 18, 20, 25, and 30°C) under a 15L9D photoperiod and at 18°C under a 10L14D photoperiod, and its reproductive potentials and adult longevity at three constant temperatures (20, 25, and 30°C) under a 15L9D photoperiod were examined on Welsh onion plants. The total developmental period of *L. chinensis* decreased from 68.3 days at 15°C to 19.4 days at 30°C with a 15L9D photoperiod. A significantly longer developmental period was found with a 10L14D than 15L9D photoperiod at 18°C. The developmental zeros for the total development was 9.1°C. The effective accumulative temperature was 393.6 day-degrees. The adult emergence rates were the highest at 20°C. The next generation adults were highest at 25°C (103.6/female). Female adult longevities at 20, 25, and 30°C were 17.8, 12.9, and 6.5 days, respectively. The intrinsic rates of natural increase at 20, 25, and 30°C were 0.06, 0.10, and 0.09, respectively.

Key words: *Liriomyza chinensis*; development; temperature; fecundity; longevity

緒 言

ネギハモグリバエ *Liriomyza chinensis* Kato は、雌成虫が産卵管でネギ科 (Alliaceae) のネギ (岡崎・會田, 1951; 村井, 1953), ラッキョウ (友永ら, 1960) およびニラ (山下, 2002) の葉の表皮に小さな穴をあけて葉肉内に産卵する。孵化した幼虫は、葉肉を摂食し、白い筋状の潜孔を形成する。幼虫の加害によって、ネギやニラでは収穫対象である葉が直接損傷を受けるので、わずかな加害でも生産物の品質は著しく低下する。

本種は、中国、マレーシア、シンガポール、タイ (Spencer, 1973, 1990; Chen et al., 2003), ベトナム (Andersen et al., 2002; Tran and Takagi, 2005), バングラデシュ (Mazumdar and Bhuiya, 2014), 台湾 (Shiao, 2004) および韓国 (Hwang and Moon, 1995) においてネギ、タマネギなどのネギ科作物の重要害虫となっており、我が国では、福岡県 (山村, 2004) や大分県 (甲斐, 2002) の葉ネギ栽培地域で多発して問題になっている。北海道のタマネギでは幼虫が葉身だけでなく鱗片も加害し、タマネギの品質を低下させている

(北海道立総合研究機構中央農業試験場病虫部予察診断グループ, 2015)。京都府内のネギ栽培地域では、2000年頃から本種の発生が多くなり (徳丸・岡留, 2004a), その被害が問題になっている。

本種の防除対策を構築するためには、日本産個体群について生物学的特性を明らかにする必要があるが、これまでに本種の日本産個体群の発育については福岡個体群 (Tran et al., 2007) と岩手個体群 (田替・大友, 2002), 増殖能力については単一の温度条件でのみ報告 (Tran and Takagi, 2005) されている。また、本種は蛹で越冬することが知られている (神川・井村, 2014) が、発育に及ぼす日長の影響については不明な部分が多い。そこで、ネギハモグリバエの発育に及ぼす温度・日長の影響ならびに増殖に及ぼす温度の影響について調査したので、その結果を報告する。

本文に先立ち、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門の武田光能博士には、本稿のご校閲とご助言を賜った。地方独立行政法人北海道立総合研究機構中央農業試験場の岩崎暁生氏には、北海道におけるネギハモグリバエの発生生態に関する情報を提供し

*E-mail: s-tokumaru64@pref.kyoto.lg.jp

2015年7月17日受領 (Received 17 July 2015)

2016年8月16日登載決定 (Accepted 16 August 2016)

DOI: 10.1303/jjaez.2016.189

ていただいた。京都府農林水産技術センターの三村 裕博士には、統計解析に関するご助言を賜った。校閲者には貴重なご助言を賜った。ここに記して、心より御礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試虫

供試したネギハモグリバエは2002年7月10日に京都府京都市伏見区竹田のネギほ場から採集した系統の子孫である。ネギハモグリバエの累代飼育と寄主植物のネギ(品種:浅黄系九条)の栽培は、すべて25°C, 15L9D(15時間明期・9時間暗期条件)の恒温室内で、徳丸・岡留(2004b)の方法でおこなった。

2. 発育に及ぼす温度・日長の影響(実験1)

ネギ株(葉長:20cm, 葉数:2~3枚)を1本植えたアイスクリームカップ(直径10cm×高さ4.5cm)を2~3個入れたプラスチック製飼育ケージ(20cm×20cm×30cm)にネギハモグリバエ成虫を10~20匹放飼し、所定の温度(15, 18, 20, 25, 30°C), 日長条件(15L9D:全温度, 10L14D:18°Cのみ)に設定した恒温器内(湿度管理なし)で24時間産卵させた。その後、取り出したネギ株はアイスクリームカップに植えたまま、同温度日長条件下で飼育した。終齢幼虫が葉から脱出する直前に葉をアイスクリームカップの地際部から切り取り、約50mlのパーミキュライトを入れたアイスクリームカップ(直径10cm×高さ8cm:250ml)に入れて飼育し、産卵から羽化までの日数を調べた。また、羽化終了後にネギ葉中の死亡幼虫数、カップ内の蛹(抜け殻と未羽化蛹)を調べ、蛹化率は蛹数を蛹数と死亡幼虫数の和で除した値とし、羽化率は羽化成虫数を蛹数で除して求めた。なお、調査は毎日一定時刻におこなった。各温度・日長における区当たりの反復数は3回から6回であった。

実験結果から最小二乗法によりネギハモグリバエの温度と発育速度の回帰式を求めた。回帰直線とX軸(温度)の交点を発育零点(t)とし、平均発育速度(y), 平均気温(x)から有効積算温度(K)を下記の式により求めた。

$$K=(1/y)(x-t)$$

3. 増殖能力(実験2)

本実験は3温度(20, 25, 30°C), 長日(15L9D)条件下(湿度管理なし)でおこなった。なお、成虫の餌としてハチ蜜を前記のプラスチック製飼育ケージの天井部へ少量塗布した。

(1) 卵の孵化率

ネギ株(葉長:20cm, 葉数:2~3枚)を1本植えたアイスクリームカップ(直径10cm×高さ4.5cm)を入れた飼育ケージにネギハモグリバエの3~5日齢の既交尾雌成虫を

3~5匹放飼した。24時間後にネギ株を取り出し、同温度日長条件下で飼育した。20°C条件下では7日後、25°C条件下では5日後、30°C条件下では3日後にそれぞれ実体顕微鏡下においてネギ葉を分解して、未孵化卵数と孵化幼虫による潜孔数を調べ、孵化率を求めた。各温度区当たりの反復数は3回から13回であった。

(2) 次世代成虫数・寿命

ネギ株(葉長:20cm, 葉数:2~3枚)を1本植えたアイスクリームカップ(直径10cm×高さ4.5cm)を入れた飼育ケージにネギハモグリバエの羽化後1日以内の成虫を1ペアずつ放飼した。24時間後にネギ株を取り出し、雌成虫が死亡するまで毎日新しいネギ株と交換した。雄成虫が死亡した場合は、羽化後1日以内の新しい雄成虫を1匹放飼した。取り出したネギ株はアイスクリームカップに植えたまま、同温度日長条件下に維持した。終齢幼虫が葉から脱出する直前にネギ葉をアイスクリームカップの地際部から切り取り、約50mlのパーミキュライトを入れたアイスクリームカップ(直径10cm×高さ8cm:250ml)に入れて、成虫を羽化させた。羽化終了後にアイスクリームカップ内の雌雄別の次世代成虫数、死亡幼虫数、蛹数(抜け殻と未羽化蛹数)を記録した。次世代成虫数を卵の孵化率、蛹化率および羽化率で除すことにより、総産卵数を推定した。なお、孵化率は実験2の(1)で、蛹化率、羽化率は実験1でそれぞれの温度条件下で求めた値を用いた。蛹化率は蛹数を蛹数と死亡幼虫数の和で除した値とし、羽化率は次世代成虫数を蛹数で除して求めた。総産卵数を雌成虫の寿命の日数で除した値を日当たり産卵数とした。なお雌成虫の寿命および次世代成虫数、ならびに雄成虫の寿命の反復数はそれぞれの温度区当たり10回から12回および18回から21回であった。

ネギハモグリバエの平均世代時間(T), 純増加率(R_0), および内的自然増加率(r_m)は、雌成虫の日齢別生存率(l_x)と日齢別次世代雌個体数(m_x)から下記の式によって求めた(Birch, 1948)。なお、3温度区における産卵から羽化までの発育所要日数および羽化率は、実験1の値を用いた。

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$$

$$R_0 = \frac{\sum l_x m_x}{\sum e^{-r_m x} l_x m_x} = 1$$

4. 統計処理

発育所要日数の雌雄間差は、Welchの t 検定によって比較をおこない、18°Cの日長間差は、Mann-Whitneyの U 検定によって比較した。孵化率、蛹化率、羽化率および性別については、データを逆正弦変換した後、一元配置分散分析によって比較し、Tukey-Kramer法によって多重比較をおこなった。次世代成虫数、日当たり産卵数、雌および雄

成虫の寿命、ならびに産卵前および後期間については、一元配置分散分析によって比較し、Tukey-Kramer法によって多重比較をおこなった。

結 果

1. 温度・日長条件が発育に及ぼす影響

ネギハモグリバエの各温度および日長条件下の産卵から羽化までの発育所要日数と蛹の羽化率を Table 1 に示した。産卵から羽化までの発育所要日数はいずれの温度区および日長条件下において雌雄間で有意に異ならなかった ($p > 0.05$)。したがって、雌雄のデータを合計して以降の解析をおこなった。

ネギハモグリバエの産卵から羽化までの発育所要日数は、温度が高くなるほど短くなった。18°C 長日条件 (15L9D) 下では、発育所要日数が同温度短日条件 (10L14D) 下に比べ、約 110 日有意に短くなり ($p < 0.05$)、短日条件下においては発育所要日数が最長 193 日の個体もあった。なお、羽化率が最も高い温度区は 20°C (91.3%) であり、次いで 25°C (68.2%)、18°C (64.9%)、15°C (51.3%)、30°C (44.0%) の順に低くなった。20°C と 15°C、18°C および 30°C の間にはそれぞれ有意差が認められた ($p < 0.05$)。18°C 短日条件下の羽化率は、長日条件下よりも低くなっ

たが、有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

2. 発育零点と有効積算温度

ネギハモグリバエの温度と発育速度の回帰式を求めたところ、 $y = 0.00254x - 0.02314$ ($R^2 = 0.98969$, $p = 0.0004$) となった (Fig. 1)。発育零点は 9.1°C、有効積算温度は 393.6 日度となった。

3. 孵化率、蛹化率および性比

ネギハモグリバエの孵化率、蛹化率および性比を Table 2 に示した。孵化率は、25°C (89.6%) で最も高く、次いで

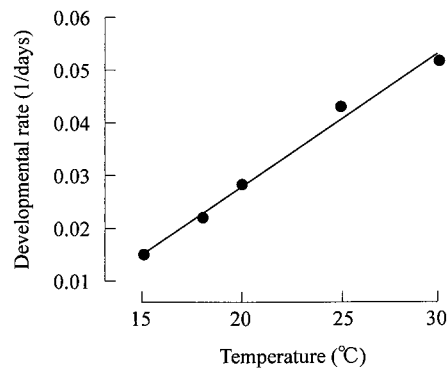


Fig. 1. Relationships between temperature and developmental rate of *Liriomyza chinensis* on Welsh onion under a 15L9D photoperiod.

Table 1. Effects of temperature and photoperiod on development of *Liriomyza chinensis* on Welsh onion

Temperature and photoperiod		Developmental period (day) from oviposition to adult emergence ^a	No. of adults emerged	No. of replicates	Emergence rate ^b (arcsine transformed)
15°C, 15L9D	Male	70.7±0.5	3	3	0.513±0.211 (45.7±12.4) b
	Female	66.5±6.1	4		
	Total	68.3±5.5	7		
18°C, 15L9D	Male	46.1±1.1	25	6	0.649±0.204 (54.4±12.8) b
	Female	46.0±1.2	27		
	Total	46.0±1.2*	52		
18°C, 10L14D	Male	157.7±19.3	18	6	0.568±0.141 (49.1±8.3) b
	Female	154.4±13.3	28		
	Total	155.7±16.2	46		
20°C, 15L9D	Male	35.6±2.0	32	5	0.913±0.090 (76.7±12.6) a
	Female	35.9±1.8	32		
	Total	35.7±2.0	64		
25°C, 15L9D	Male	23.2±0.9	41	5	0.682±0.205 (57.4±15.0) ab
	Female	23.4±1.4	50		
	Total	23.3±1.2	91		
30°C, 15L9D	Male	19.1±0.3	7	4	0.440±0.135 (41.5±7.9) b
	Female	19.6±1.0	10		
	Total	19.4±0.9	17		

^{a, b} Mean ± SD.

^a Means under each temperature and photoperiod were not significantly different between males and females (ANOVA, $p > 0.05$). The data were pooled.

^b Adults/puparia. Means followed by different letters are significantly different between temperatures (Tukey-Kramer multiple comparison procedure, $p < 0.05$).

* Means are significantly different between photoperiod (Mann-Whitney's *U*-test, $p < 0.05$).

Table 2. Rates of hatching and pupation, and sex ratio of *L. chinensis* on Welsh onion

Temperature	Rate of hatching ^a (arcsine transformed)	Rate of pupation ^b (arcsine transformed)	Rate of females ^c (arcsine transformed)
20°C	0.747±0.070 (59.9±4.5) (3)	1.000±0.000 a (90.0±0.0) (5)	0.497±0.091 ab (44.8±5.3) (10)
25°C	0.896±0.143 (76.1±14.3) (13)	0.776±0.142 b (64.6±14.9) (5)	0.405±0.224 a (36.5±19.0) (12)
30°C	0.776±0.099 (62.2±6.9) (3)	0.784±0.262 ab (67.0±21.2) (4)	0.687±0.219 b (60.3±19.8) (11)

^{a, b, c} Mean±SD (number of replicates). Means followed by different letters are significantly different between temperatures (Tukey–Kramer multiple comparison procedure, $p < 0.05$).

^c Females/females+males.

Table 3. Next generation adults, total and daily fecundity, adult longevity, and pre- and post-oviposition periods of *L. chinensis* on Welsh onion

Temperature	No. of next generation adults (n) ^a	Total no. of eggs laid (n) ^b	No. of eggs laid per day ^c	Female adult longevity (n) (days) ^d	Male adult longevity (n) (days) ^e	Pre-oviposition period (n) (days) ^f	Post-oviposition period (n) (days) ^g
20°C	55.4±55.1 (10)	74.1±73.9 (10)	3.8±3.0	17.8±7.2 (10) a	8.9±3.7 (18) a	3.2±2.6 (10) a	0.9±0.9 (10)
25°C	103.6±87.7 (12)	115.6±97.9 (12)	7.7±6.0	12.9±4.8 (12) a	7.1±3.1 (18) a	1.6±1.6 (12) ab	1.3±2.6 (12)
30°C	42.6±40.2 (11)	55.0±51.9 (11)	6.7±4.8	6.5±3.2 (11) b	4.0±1.8 (21) b	0.5±0.5 (11) b	0.3±0.6 (11)

^{a, c, d, e, f, g} Mean±SD. Means followed by different letters are significantly different between temperatures (Tukey–Kramer multiple comparison procedure, $p < 0.05$).

^b Total no. of eggs laid were estimated from the daily No. of emergence using the hatching rate and pupating rate in Table 2, and emergence rate in Table 1.

30°C (77.6%), 20°C (74.7%) の順に低くなったが、温度間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$).

蛹化率は、20°C (100.0%) で最も高く、次いで30°C (78.4%), 25°C (77.6%) の順に低くなり、20°Cと25°Cの間には有意差が認められた ($p < 0.05$). 羽化成虫の雌比 (雌個体数/雌個体数+雄個体数) は、30°C (68.7%) で最も高く、次いで20°C (49.7%), 25°C (40.5%) の順に低くなった。30°Cと25°Cの間には有意差が認められた ($p < 0.05$).

4. 次世代成虫数・寿命

ネギハモグリバエの次世代成虫数、総産卵数および寿命を Table 3 に示した。次世代成虫数は、25°C (103.6 匹、最大値 232 匹) で最も多く、次いで20°C (55.4 匹、最大値 153 匹)、30°C (42.6 匹、最大値 80 匹) の順に少なくなったが、3 温度間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$). 総産卵数も同様の結果となった。

雌成虫の寿命は、20°C (17.8 日、最長 36 日) で最も長く、次いで25°C (12.9 日、最長 21 日) が長くなったが、2 温度間に有意な差はなかった ($p > 0.05$).

雄成虫の寿命も、20°C (8.9 日、最長 15 日) で最も長く、次いで25°C (7.1 日、最長 14 日) が長くなったが、2 温度間に有意な差はなかった ($p > 0.05$). また、3 温度区とも雌成虫の寿命が、雄成虫の寿命よりも有意に長くなった ($p < 0.05$).

雌成虫の総産卵数と寿命の間には3 温度区とも有意な正の相関が認められた (Fig. 2).

20°C, 25°C および 30°C における産卵前期間はそれぞれ 3.2 日、1.6 日および 0.5 日となり、25°C および 30°C では

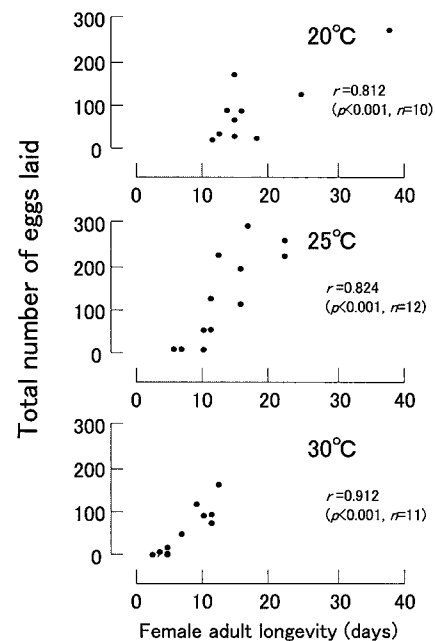


Fig. 2. Relationships between the longevity and total fecundity of female adults in *L. chinensis* at three constant temperatures under a 15L9D photoperiod.

羽化後 1 日目に産卵する個体がみられた (Table 3).

産卵後の雌成虫生存期間 (産卵後期間) は、25°C (1.3 日) で最も長く、次いで20°C (0.9 日)、30°C (0.3 日) の順に短くなったが3 温度区間に有意な差はなかった ($p > 0.05$) (Table 3).

5. 雌成虫の生存率および日当たり産卵数

3 温度区におけるネギハモグリバエ雌成虫の生存率および日当たり産卵数の推移を Fig. 3 に示した (平均日当たり産卵数は生存雌成虫当たりの値). 20°C におけるネギハモグリバエ雌成虫の生存率は, 羽化後 11 日目までは 100% で, 15 日目に 50% 以下になり, 36 日目には全個体が死亡した. 25°C における生存率は, 羽化後 5 日目までは 100% で, 11 日目に 50% 以下になり, 21 日目には全個体が死亡した. 30°C における生存率は, 羽化後 1 日目までは 100% で, 6 日目に 50% 以下になり, 11 日目には全個体が死亡した.

20°C におけるネギハモグリバエの産卵は, 羽化後 2 日目から始まった. 日当たり 1.1 から 7.5 個の範囲で産卵し, 1 雌当たり最多 31.0 個, 平均 3.1 個となった. 羽化後 36 日目は産卵しなかった. 25°C における産卵は, 羽化後 1 日目から始まった. 日当たり産卵数は 2 日目が最も多くなり, 1 雌当たり最多 35.0 個, 平均 12.6 個となった. それ以

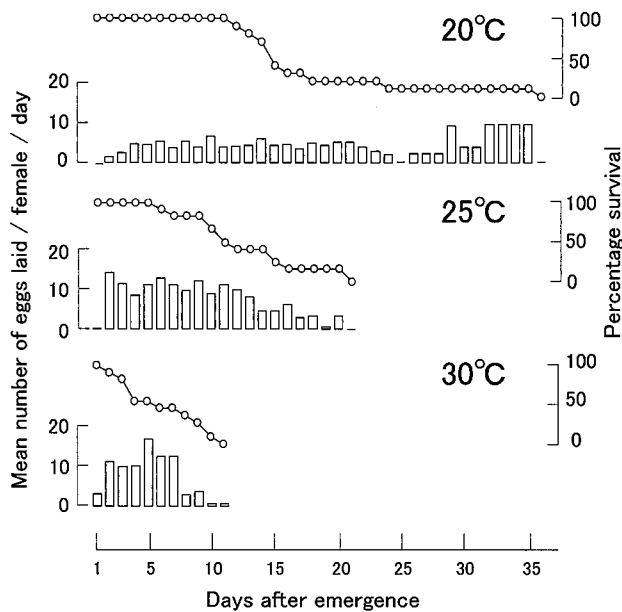


Fig. 3. Survival and daily fecundity of female adults in *L. chinensis* at three constant temperatures under a 15L9D photoperiod.

降は, 羽化後 20 日目まで日当たり 0.5 個から 11.4 個の範囲で産卵した. 30°C における産卵は, 羽化後 1 日目から始まった. 日当たり産卵数は 5 日目が最も多くなり, 1 雌当たり最多 23.0 個, 平均 12.9 個となった. それ以降は, 羽化後 11 日目まで日当たり 0.5 個から 9.5 個の範囲で産卵した.

6. 増殖能力

3 温度区におけるネギハモグリバエの平均世代時間 (T), 純増加率 (R_0), 内的自然増加率 (r_m) を Table 4 に示した. 内的自然増加率は 25°C (0.10) で最も高く, 次いで 30°C (0.09), 20°C (0.06) の順に低くなった.

考 察

1. 発 育

本研究の結果とこれまでに調べられたネギハモグリバエの発育所要日数, 発育零点および有効積算温度を Table 5 に示した.

田替・大友 (2002) は, ネギハモグリバエ岩手産個体群を 15°C で飼育した場合, 成虫まで発育しなかったと述べている. しかし, 本研究では, 羽化率は他の温度区と比較して低いものの成虫まで発育した. また, Tran et al. (2007) もネギハモグリバエ福岡産個体群を用いて 15°C 条件下で成虫までの発育を確認している. 一方で Tran et al. (2007) は, 35°C 条件下でネギハモグリバエは発育できないと述べている. 本研究において 35°C 条件下では調べておらず, ネギハモグリバエの高温での発育限界温度については, 今後の課題である.

田替・大友 (2002) は, ネギを寄主植物としてネギハモグリバエの岩手産個体群の産卵から羽化までの発育零点

Table 4. Generation time (T), net reproduction (R_0), and intrinsic rate of increase (r_m), of *L. chinensis* on Welsh onion

Temperature	T	R_0	r_m
20°C	46.85	17.76	0.06
25°C	28.84	18.62	0.10
30°C	22.19	6.93	0.09

Table 5. Comparison of developmental period, lower threshold temperature for development, and total effective temperature of *L. chinensis*

Host plant	Developmental period (day) from oviposition to adult emergence						Lower threshold temperature (°C)	Total effective temperature (degree-days)	References
	15°C	18°C	20°C	25°C	30°C	35°C			
Welsh onion	68.3	46.0	35.7	23.3	19.4	—	9.1	393.6	Present study
Welsh onion	×	—	40.3	25.8	18.7	—	11.5	345.5	1
Welsh onion	69.6	51.8 ^a	37.4	22.9	17.1	×	11.4	312.5	2
Not stated	—	34.8 ^b	27.5 ^c	18.2 ^d	—	—	10.3	257.3	3

1: Tagae and Ohtomo (2002), 2: Tran et al. (2007), 3: Wang et al. (2000). ×: Not developed, —: Not examined.
^a17.5°C, ^b16.8°C, ^c20.5°C, ^d24.6°C.

および有効積算温度を、それぞれ 11.5°C, 345.5 日度と述べている。また、Tran et al. (2007) も、ネギを寄主植物として福岡産個体群の産卵から羽化までの発育零点を 11.4°C, 312.5 日度と算出している。Wang et al. (2000) は、本種の中国産個体群の発育零点を 10.3°C, 有効積算温度を 257.3 日度と述べている。これらの値はいずれも本研究結果に比べて発育零点は高く、有効積算温度は少ない。ネギハモグリバエと同属のマメハモグリバエ *L. trifolii* Burgess では、発育期間が品種によって異なると報告されており (Alverson and Gorsuch, 1982; Bethke et al., 1987; Trumble and Quiros, 1988), ネギハモグリバエでもネギの品種によって発育期間が異なり、発育零点や有効積算温度に影響を与える可能性がある。また、個体群の遺伝的な違いや本研究では恒温器内の湿度を一定に保てなかったことが影響したとも考えられる。さらに、本研究では産卵から羽化まで全て一定の温度条件下でおこなったのに対し、田替・大友 (2002) では産卵時の温度条件が自然日長条件であり、産卵時の温度条件が影響したと考えられる。

ネギハモグリバエは、18°C 短日条件下で長日条件下よりも発育所要日数が有意に長くなり、成虫までの発育に最長 193 日を要する個体が出現した。田替・大友 (2002) は、日長条件で発育日数に違いはみられなかったと述べている。この違いが生じた原因としては実験方法の違いや地理的な変異が考えられる。また、徳丸・阿部 (2003) は、ネギハモグリバエと同属のナスハモグリバエ *L. bryoniae* (Kaltenbach) の 18°C 10L14D の条件下で、産卵から羽化までの発育に最長 100 日を要した個体を記録しており、ナスハモグリバエの蛹休眠の可能性について述べている。したがって、今後はより詳細な調査が必要であるが、ネギハモグリバエも蛹休眠する可能性が考えられた。

2. 増殖能力

ネギハモグリバエの 3 温度区における産卵前期間および産卵後期間を求めた結果、20°C での産卵前期間は 3 日以上であった。しかし、25°C および 30°C での産卵前期間はそれぞれ 1.6 日、0.5 日となり、羽化後 1 日目に産卵を開始した個体もあり、温度が高くなるほど産卵前期間が短縮し産卵開始時期も早くなる傾向がみられた。一方、産卵後期間は、3 温度区とも 0.3 日から 1.3 日の範囲となり死亡する直前まで産卵する個体が見られるなど生存期間を通して産卵をおこなっていると考えられた。

ネギハモグリバエの次世代成虫数は 3 温度区で有意差がないものの、25°C で最も多くなり、内的自然増加率も最も高い値を示した。したがって、本種の増殖には 25°C が最も適していると考えられる。一方、30°C での内的自然増加率は 25°C に次ぐ値を示したが、次世代成虫数は 3 温度区で最も少なかった。本実験における羽化率は不明であるが、実験 1 の結果から 30°C における低い羽化率が本実験

でも影響した可能性が考えられる。また、実験をおこなった恒温器内の湿度を一定に保てなかったことも影響した可能性がある。ハモグリバエ類の増殖に及ぼす湿度の影響は不明であり、今後の課題である。また、次世代成虫数は 3 温度区ともデータのばらつき (標準偏差) が大きかった。これは、本種の増殖能力は個体による差が大きいのことを示していると考えられる。

Hwang and Moon (1995) は、ネギハモグリバエ中国産個体群のネギを寄主とした場合の 1 雌当たりの総産卵数を 165.8 個と報告している。また、Tran and Takagi (2005) は、福岡産個体群のネギを寄主とした場合の 1 雌当たりの総産卵数を 108 個と報告している。これらの値は、本研究結果に比べて中国産個体群で多く、福岡産個体群で少ない。この差異の原因は実験に用いた個体群の違いが考えられる。また Tran and Takagi (2005) は、本種の 25°C での内的自然増加率を 0.10 と算出しており、本研究結果とほぼ同じ値となった。

徳丸・阿部 (2003) は、ネギハモグリバエと同属のトマトハモグリバエ *L. sativae* Blanchard (京都産個体群)、マメハモグリバエ (沖縄産個体群) およびナスハモグリバエ (京都産個体群) の 1 雌当たりの総産卵数について調べ、インゲンマメを寄主にした場合、トマトハモグリバエで 639.6 個、マメハモグリバエで 203.6 個、ナスハモグリバエで 91.4 個となり、内的自然増加率は、トマトハモグリバエで 0.21, マメハモグリバエで 0.17, ナスハモグリバエで 0.12 と報告している。ネギハモグリバエにおける 1 雌当たりの産卵数および内的自然増加率は、いずれもトマトハモグリバエおよびマメハモグリバエより低く、ナスハモグリバエに近い。したがって、本種の増殖能力はトマトハモグリバエおよびマメハモグリバエよりも低いと考えられた。しかし、本種はネギやニラの収穫対象である葉を直接加害するので、低い増殖能力でも僅かな加害が大きな被害となる。また、ハモグリバエ類の総産卵数や内的自然増加率は、寄主植物により異なることがある (小澤ら, 1999)。ネギハモグリバエの総産卵数に及ぼす寄主植物の影響は今後の課題である。

雌成虫の寿命は、20°C (17.8 日), 25°C (12.9 日), 30°C (6.5 日) の順に短くなった。Zhang et al. (2000) は、トマトハモグリバエ雌成虫の寿命が、15°C から 35°C の範囲において温度が低くなるほど長くなると報告しており、本種も 20°C より低い温度条件下ではさらに寿命が長くなると考えられる。また、西東ら (1995) は、マメハモグリバエの雌成虫の寿命は、幼虫時の寄主植物により異なることと述べている。したがって、本種の寿命も、寄主植物の影響を強く受けていると考えられる。

2001 年にネギハモグリバエと同属のアシグロハモグリバエ *L. huidobrensis* (Blanchard) が我が国で初めて発生が

確認され、これまでに北日本地域を中心に発生している(岩崎ら, 2004)。本種は、トマト、キュウリなどの果菜類に加えてネギでも発生が確認されている(林ら, 2005)。今後は、アシグロハモグリバエとネギハモグリバエが同時に発生する可能性があり、アシグロハモグリバエのネギを寄主とした場合の生物学的特性についてネギハモグリバエと比較して調べる必要がある。

摘 要

ネギハモグリバエの発育に及ぼす5温度(15, 18, 20, 25および30°C)・2日長条件下(15L9Dと10L14D)の影響ならびに3温度(20, 25および30°C)長日条件下(15L9D)における増殖能力(25°C 15L9D)についてネギを寄主にして調べた。産卵から羽化までの発育期間は、温度上昇に伴って有意に短くなった。18°C長日条件(15L9D)下では、発育所要日数が同温度の短日条件(10L14D)下に比べ、有意に短くなった。発育零点および有効積算温度は、それぞれ9.1°C, 393.6日度となった。蛹の羽化率は、20°C条件下で最も高かった。次世代成虫数は、25°C条件下で最も多くなった。雌成虫の寿命は、20°C条件下で最も長くなった。20°C, 25°Cおよび30°Cにおける内的自然増加率は、それぞれ0.06, 0.10および0.09となった。

引用文献

- Alverson, D. R. and C. S. Gorsuch (1982) Evaluation of chrysanthemum cultivars and insecticides for control of damage by a leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 75: 888–891.
- Andersen, A., E. Nordhus, V. T. Thang, T. T. T. An, H. Q. Hung and T. Hofsvang (2002) Polyphagous *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in vegetables in Vietnam. *Trop. Agric. (Trinidad)* 79: 241–246.
- Bethke, J. A., M. P. Parrella, J. T. Trumble and N. C. Toscano (1987) Effect of tomato cultivar and fertilizer regime on the survival of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 80: 200–203.
- Birch, L. C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15–26.
- Chen, X. X., X. Y. Lang, Z. H. Xu, J. H. He and Y. Ma (2003) The occurrence of leafminers and their parasitoids on vegetables and weeds in Hangzhou area, Southeast China. *BioControl* 48: 515–527.
- 林かずよ・近藤 誠・安藤慎一郎・増田俊雄・徳丸 晋(2005) 宮城県におけるアシグロハモグリバエの新規発生と越冬。北日本病虫研報 56: 149–151. [Hayashi, K., M. Kondou, S. Ando, T. Masuda and S. Tokumaru (2005) Occurrences and overwintering of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) in Miyagi Prefecture. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 56: 149–151.]
- 北海道立総合研究機構中央農業試験場病虫部予察診断グループ (2015) 平成 25 年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫。北農 82: 116–133. [Hokkaido Central Agricultural Experiment Station (2015) Remarkable pests occurred in 2014. *Hokumou* 82: 116–133.]
- Hwang, C. Y. and H. C. Moon (1995) Effect of temperature on the development and fecundity of *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 34: 65–69.
- 岩崎暁生・岩泉 連・高野俊一郎(2004) 日本におけるアシグロハモグリバエ *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) の新発生。植物防疫 58: 13–19. [Iwasaki, A., R. Iwaizumi and S. Takano (2004) A newly recorded pest, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in Japan. *Plant Prot.* 58: 13–19.]
- 甲斐伸一郎(2002) 陽熱処理による小ネギハウスのネギハモグリバエ防除。今月の農業 46(9): 74–78. [Kai, S. (2002) Control of *Liriomyza chinensis* Kato on Welsh onion by soil solarization. *Kongetu no Nougyou* 46(9): 74–78.]
- 神川 諭・井村岳男(2014) ネギハモグリバエ蛹の越冬密度と冬季ダゾメット剤処理による殺虫効果。関西病虫研報 56: 11–15. [Kamikawa, S. and T. Imura (2014) Wintering density of *Liriomyza chinensis* (Kato) pupae and insecticidal effect dazomet. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 56: 11–15.]
- Mazumdar, S. and B. A. Bhuiya (2014) Vegetable leaf miner (Diptera: Agromyzidae) and their plant hosts in Bangladesh. *J. Threatened Taxa* 6: 5894–5899.
- 村井貞彰(1953) 新害虫ネギハモグリバエの産卵とその防除に關する二、三の知見。北日本病虫研報 4: 146–147. [Murai, S. (1953) A few findings of the oviposition and the control of *Liriomyza chinensis* Kato. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 4: 146–147.]
- 岡崎勝太郎・會田 良(1951) ネギハモグリバエ (*Dizigomyza cepae* HERING) について。北日本病虫研報 2: 53. [Okazaki, K. and R. Aida (1951) About *Dizigomyza cepae* HERING. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 2: 53.]
- 小澤朗人・西東 力・池田二三高(1999) マメハモグリバエの増殖に及ぼす寄主作物と温度の影響。応動昆 43: 41–48. [Ozawa, T., T. Saito and F. Ikeda (1999) Effect of host plant and temperature on reproduction of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 43: 41–48.]
- 西東 力・大石剛裕・小澤朗人・池田二三高(1995) マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) の発育と産卵に対する温度、日長、寄主植物の影響。応動昆 39: 127–134. [Saito, T., T. Oishi, A. Ozawa and F. Ikeda (1995) Effects of temperature, photoperiod, and host plants on development and oviposition of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 39: 127–134.]
- Shiao, S. F. (2004) Morphological diagnosis of six *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) of quarantine importance in Taiwan. *Appl. Entomol. Zool.* 39: 27–39.
- Spencer, K. A. (1973) *Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance*. Dr. W. Junk, The Hague. 405 pp.
- Spencer, K. A. (1990) *Host Specialization in the World Agromyzidae (Diptera)*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 444 pp.
- 田替美佳・大友令史(2002) ネギハモグリバエの発育零点と有

- 効積算温度. 北日本病虫研報 53: 245-247. [Tagae, M. and R. Ohtomo (2002) Developmental zero and effective accumulative temperature of the allium leafminer, *Liriomyza chinensis*. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 53: 245-247.]
- 徳丸 晋・阿部芳久 (2003) トマトハモグリバエ, マメハモグリバエおよびナスハモグリバエの発育に及ぼす温度・日長の影響ならびに増殖能力. 応動昆 47: 127-134. [Tokumaru, S. and Y. Abe (2003) Effects of temperature and photoperiod on development and reproductive potential of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 47: 127-134.]
- 徳丸 晋・岡留和伸 (2004a) ネギハモグリバエの発生消長と各種粒剤の防除効果. 京都農研報 26: 1-6. [Tokumaru, S. and K. Okadome (2004a) Seasonal prevalence of occurrence of *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera: Agromyzidae) in Kyoto Prefecture, and effect of granular insecticides. *Bull. Kyoto Prefect. Inst. Agric.* 26: 1-6.]
- 徳丸 晋・岡留和伸 (2004b) ネギハモグリバエの殺虫剤感受性. 関西病虫研報 46: 23-27. [Tokumaru, S. and K. Okadome (2004b) Insecticide susceptibility of the stone leek leafminer, *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera: Agromyzidae). *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 46: 23-27.]
- 友永 富・山本公志・黒川秀一 (1960) ネギハモグリバエの発生消長と薬剤防除について. 北陸病虫研報 8: 95-98. [Tomonaga, T., K. Yamamoto and S. Kurokawa (1960) Seasonal prevalence of occurrence and chemical control of *Liriomyza chinensis* Kato. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku* 8: 95-98.]
- Tran, D. H. and M. Takagi (2005) Developmental biology of the stone leek leafminer *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae) on onion. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.* 50: 375-382.
- Tran, D. H., P. M. Ridland and M. Takagi (2007) Effects of temperature on the immature development of the stone leek leafminer *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae). *Environ. Entomol.* 36: 40-45.
- Trumble, J. T. and C. F. Quiros (1988) Antixenotic and antibiogenic resistance in *Apium* species to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 602-607.
- Wang, L. X., Y. J. Zhang and Y. W. Jiang (2000) Bionomics of *Liriomyza chinensis* (Kato). *Entomol. Knowl.* 37: 214-217.
- 山村裕一郎 (2004) ネギハモグリバエの発生生態と土着天敵利用の可能性. 今月の農業 48(12): 46-49. [Yamamura, Y. (2004) Ecology of *Liriomyza chinensis* Kato, and the possibility of natural enemies use for the control. *Kongetu no Nougyou* 48(12): 46-49.]
- 山下 泉 (2002) 近紫外線カットフィルムを用いた施設栽培ニラの病害虫防除. 今月の農業 46(12): 34-37. [Yamashita, I. (2002) Control of the pests on oriental garlic by ultraviolet light-cutting film. *Kongetu no Nougyou* 46(12): 34-37.]
- Zhang, R., D. Yu and C. Zhou (2000) Effects of temperature on certain population parameters of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). *Entomol. Sinica* 7: 185-192.