

シロヘリクチプトゾウムシ *Naupactus leucoloma* (BOHEMAN) の発育と増殖能力

佐藤 雅・金田昌士・杉本民雄*

横浜植物防疫所調査研究部

Development and Reproductive Ability of White Fringed Weevil, *Naupactus leucoloma* (BOHEMAN) (Coleoptera: Curculionidae). Masaru SATO, Masashi KANEDA and Tamio SUGIMOTO (Research Division, Yokohama Plant Protection Station, 1-16-10, Shin-yamashita, Naka-ku, Yokohama 231-0801, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 38: 67-71 (2002)

Abstract: The development, fecundity and adult longevity of *N. leucoloma* which does not occur in Japan, were investigated under laboratory conditions. The specimen used in this study were reared from intercepted adult by special permission. Newly hatched larvae of *N. leucoloma* were reared at 21, 24, 27 and 33°C. Higher temperatures provided faster larval development, but no larva pupated at 33°C. The developmental threshold temperature for larval stage (hatching to stop feeding) was calculated as 12.20°C. Highest rate of pupation and adult emerging were shown at 27°C, considered as the most favorable temperature for larvae. However, the adults reared at 24°C showed a slightly greater fertility than the adults reared at 27°C. The adults fed on cherry leaves showed longer longevity and greater egg production compared with the adults fed on lucerne leaves. The mean generation time (T), the net reproduction rate (R_0) and the intrinsic rate of natural increase (r) were calculated as 398.4 days, 156.4, 0.0127/female/day, respectively.

Key words: *Naupactus leucoloma*, development, reproductive ability, oviposition, temperature

緒 言

シロヘリクチプトゾウムシ *Naupactus leucoloma* (BOHEMAN) は、南米各地、アメリカ合衆国南部、オーストラリア、ニュージーランド、南アフリカ共和国などに分布している、南米原産のクチプトゾウムシ科に属するゾウムシ (BERRY, 1947; BUCHANAN, 1947; EAST, 1977; GOUGH & BROWN, 1991) で、従来 *Graphognathus* 属に分類されていたが、近年、*Naupactus* 属に移された (LANTERI & MARVALDI, 1995)。本種は、成虫が植物の地上部を、幼虫が地下部を食害するが、特に幼虫による牧草やジャガイモ、サツマイモ、落花生等に対する被害が大きい (GOUGH & BROWN, 1991; MATTHIESSEN & LERRMONTH, 1993; ZEHNDER, 1997)。幼虫、成虫ともに広食性であることに加え、単為生殖により雌だけで増殖するため、侵入した場合には定着するリスクが大きい種であると考えられる。我が国においては、本種を輸入禁止対象病害虫に次いで重要度

が高い特定重要病害虫に指定して、特にその侵入を警戒している (真崎, 1982)。

本種の生態については、いくつかの研究がなされているが、GOUGH & BROWN (1991) は、本種の幼虫 (特に前蛹) の期間が非常に長いこと、齢数が11齢と完全変態の昆虫としては異例に多いこと、10齢で最大体重に達して摂食及び運動を停止した黄熟幼虫となり、その後もう一度脱皮して、大きさはほとんど10齢と変わらず、摂食及び運動も行わない終齢になること、前蛹は高温と降雨の複合効果によって蛹化が促進されることなど、幼虫が特殊な生態を持っていることを明らかにしている。しかしながら、温度と幼虫の発育や成虫の産卵の関係等については調査がなされていないため、これらに関する調査を実施し、本種の日本への定着・まん延の潜在能力を知るための基礎資料を得ることとした。

* 現在、横浜植物防疫所塩釜支所

Table 1. Developmental periods of *N. leucomata* at different temperatures

Temperature (°C)	Developmental period (Days, Mean±S.D.)			
	Larvae (hatch to stop feeding)	Prepupae (stop feeding)	Pupae	From hatch to adult emergence
21	185.2±14.3	206.0±97.2	21.3±1.3	417.0±107.4
24	144.2±17.9	187.8±35.8	15.7±3.4	349.3± 33.7
27	115.3±10.5	182.7±22.6	15.4±1.2	311.7± 15.6
33	(82*)			

*Only one larva became prepupa.

材料及び方法

1. 供試虫

調査には、農林水産大臣の輸入許可（農林水産省指令62横植第4号）により輸入を許可されたニュージーランド産シロヘリクチプトゾウムシを累代飼育した個体を供試した。幼虫は、真崎(1999)のジャガイモ塊茎を用いた簡易飼育法により飼育した。成虫は、235×300×100 mmの蓋付きのプラスチック製容器に移して飼育した。容器の中にはペーパータオルを敷き、水を含んだ脱脂綿で葉柄端を包み、さらに脱脂綿をアルミホイルで包んだ寄主植物（アルファルファ又はサクラ）の若い葉を餌として入れた。幼虫、成虫ともに、24°C、16L:8Dの恒温機内で飼育した。

2. 幼虫の発育に及ぼす温度の影響

孵化後24時間以内の1齢幼虫を、21、24、27及び33°Cの各温度で、真崎・杉本(1991)のニンジンブロックによる幼虫飼育法により個別飼育し、羽化するまでの発育期間、体重の推移、期間生存率、蛹化率及び羽化率を調査した。

孵化幼虫は、含水比約0.5に調整した殺菌土壌を入れた68×38×11 mmのスチロール容器で、約1.5 gの滅菌したニンジンブロックを餌として、全暗条件下で飼育した。幼虫が約100 mgに達したら、60×47×24 mmのスチロール容器で同様に飼育した。滅菌土及び餌のニンジンは10日おきに交換したが、ニンジンが腐敗しそうな場合には適宜早めに交換した。各個体の体重は、10日ごとの土と餌の交換の際に測定した。

24°Cでは49頭、その他の温度区では30頭を供試した。

以上の結果から、本種の幼虫期間について、発育零点を計算した。

3. 産卵及び成虫寿命に及ぼす温度・餌の影響

24°Cで飼育・羽化させた成虫の生存日数及び産卵前期間、産卵数、卵塊数について、16L:8Dの日長条件下で温度及び餌を変えた三つの試験区、①24°Cでアルファルファの葉を餌とした区、②24°Cでサクラの葉を餌とした区、③27°Cでアルファルファの葉を餌とした区、でそれぞれ調査を行った。成虫は、ペーパータオルを中に敷いた128×115×83 mmのプラスチック容器で個体飼育した。餌の葉は、水を含ませた脱脂綿で葉柄端を包み、さらに脱脂綿をアルミホイルで包んで容器内に入れた。

供試虫数は、温度を24°Cに設定した二つの試験区①及び②は10頭、27°Cに設定した試験区③は20頭とした。

4. 1世代平均期間、純増殖率及び内的自然増加率

2.で得られた、24°Cでの孵化から羽化までの期間、羽化率、3.で得られた、24°Cでアルファルファを餌とした区での成虫の生存日数、産卵数及び産卵日数、さらに、24°Cの恒温室内で369個の卵について調査して得られた卵期間及び孵化率をもとに、1世代平均期間(T)、純増殖率(R_0)及び内的自然増加率(r)を求めた。日齢 X 時の生存率を l_x 、日齢 X 時の1雌当たりの産卵数を m_x とし、

$$T = \sum_{x=0}^{\infty} (X l_x m_x) / \sum_{x=0}^{\infty} (l_x m_x),$$

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} (l_x m_x)$$

から算出した。内的自然増加率はEULERの式、

$$\int_0^{\infty} l_x m_x e^{-rx} dx = 1$$

から試行的計算で小数点以下6桁まで得た最も近い値を用いた。

Table 2. Pupation and emergence rate of *N. leucomela* at different temperatures

Temp. (°C)	No. of test	Pupation rate (%)	Emergence rate (%)
21	30	13.3	13.3
24	49	30.6	30.6
27	30	50	50
33	30	0	0

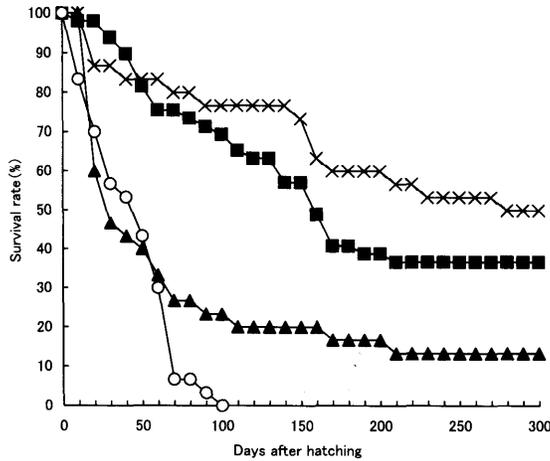


Fig. 1. Survivorship of *N. leucomela* at different temperatures. —▲—21°C, —■—24°C, —×—27°C, —○—33°C

結果及び考察

1. 幼虫の発育期間、生存率及び体重の増加

10 齢幼虫から終齢幼虫になる際の脱皮は、しばしば途中で停止してしまったり、終了するまでに数日かかることがあり、終齢になった日を決定することが困難な場合がしばしば見られた。そこで本調査では、孵化から 10 齢で最大体重に達して摂食を停止するまでの期間を幼虫期間とすることとした。

各温度区における幼虫期間、摂食を停止してから蛹になるまでの期間、蛹期間及び、孵化から羽化までの期間について、平均日数と標準偏差を Table 1 に、各温度区における蛹化率及び羽化率を Table 2 に、幼虫及び蛹期間における生存率の推移を Fig. 1 に、試験開始から、全ての個体が摂食を停止した 230 日目までの体重の推移を Fig. 2 に示した。

その結果、幼虫は温度が高くなるほど発育期間が短くなり、体重増加も速くなった。しかし、33°C では、

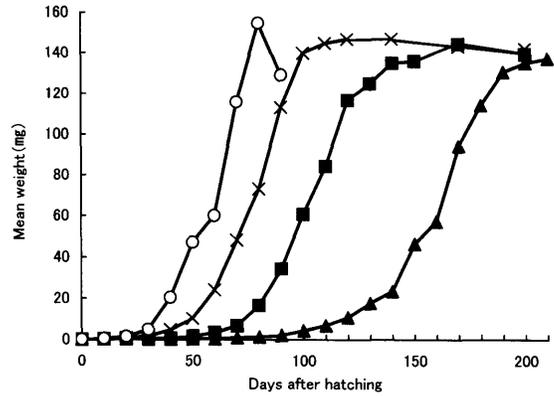


Fig. 2. Larval development of *N. leucomela* at different temperatures. —▲—21°C, —■—24°C, —×—27°C, —○—33°C

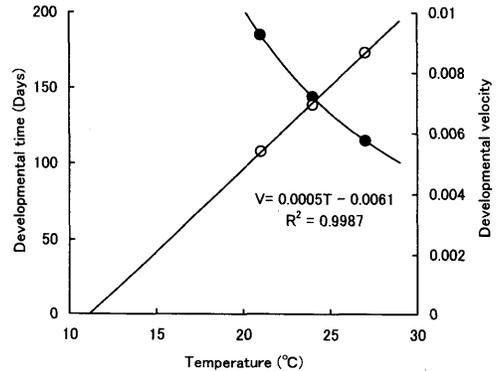


Fig. 3. Relationship between temperature and larval development of *N. leucomela*.

●: time of development, ○: developmental velocity
Developmental Zero; 12.20°C
Total effective temperature; 2,000.0 day-degree.

終齢に達する個体や前蛹になる個体（1 個体のみ）もあったものの病気で早期に死亡する個体が多く、100 日目までに全ての供試虫が死亡したことから、本種の生育には温度が高すぎるものと考えられた。21°C でも 33°C と同様に早期に死亡する個体が多かったが、成虫まで達する個体も見られた。羽化率は 27°C が最も高く、次いで 24°C、21°C の順であった。平均発育期間についても、27°C が最も短く、次いで 24°C、21°C の順で短くなったことから、本種の発育に適した温度は 27°C 近辺であると考えられた。

Table 3. Oviposition and adult longevity of *N. leucoloma* at different temperatures and host plants

Temperature (°C)	Adult longevity (days)*	Preoviposition period (days)*	No. of eggmasses laid/female*	No. of eggs laid/female*	No. of eggs/eggmass*	No. of oviposited adults	No. of tested adults	Host plant
24	90.8±59.7	15.0± 7.1	35.9±24.4	894.1±581.6	24.9±15.0	8	10	Cherry <i>Prunus lannesiana</i>
24	56.0±12.5	16.3± 2.6	24.5±12.4	602.6±302.7	24.6±14.9	9	10	Lucerne <i>Medicago sativa</i>
27	55.1±21.9	21.5±10.8	21.8±14.4	528.3±341.6	24.3±11.9	18	20	Lucerne <i>Medicago sativa</i>

* Mean±S.D.

Means in the same column are not significantly different one another (*t*-test, *p*<0.05).

また、幼虫の発育期間を基に、発育速度について回帰式を求め、Fig. 3 に示した。その結果、本種の幼虫期間における発育零点については 12.20°C という結果が得られたが、これは真崎(1998)による卵期間の発育零点に関する調査結果(11.67°C)に近い値となっている。一方、本種の前蛹期間は非常に長く、かつ、この長さは、温度だけではなく湿度によっても大きく変化する(GOUGH & BROWN, 1991)ため、前蛹期間に関しては積算温度の法則は必ずしも当てはまらないものと考えられた。実際、今回の調査の結果から計算すると、前蛹期間の発育零点は-27°Cという結果になった。

今回の調査結果では、24°Cでの孵化後100日目の幼虫の平均体重は60 mgであったが、真崎(1999)の報告によると、発根したジャガイモ塊茎を餌として、24°Cで本種の孵化幼虫を集団飼育した場合、100日目には全ての個体が前蛹を含む老熟幼虫となり、平均体重も144 mgに達している。また、21°Cでの調査結果は100日目で平均4.3 mgであったが、予備試験において、ニンジンブロックを餌として21°Cで集団飼育したところ、孵化後100日目の平均体重は154.5 mgであり、今回の調査では発育期間が集団飼育した場合に比べて長くなった。GOUGH & BROWN (1991)は、ニンジンブロックを餌として25.5°Cで個体飼育しているが、その結果は今回の調査の24°C及び27°Cでの結果のほぼ中間の値になっている(孵化後100日目で約100 mg)。したがって、本種の幼虫は個体で飼育すると集団で飼育した場合よりも発育期間が長くなるものと思われる。このことから、今回の調査で得られた有効積算温度(2,000日度)は、個体飼育した場合に限った値と考えるべきであり、集団飼育の場合の有効積算温度については、別途条件を変えて調査

する必要がある。

なお、個体飼育が集団飼育よりも発育期間が長くなる理由としては、本種の幼虫はニンジンブロックに体ごと食入して摂食するが、若齢幼虫は餌を交換すると再び食入するのに何日か時間を要することが多かったため、餌の交換をしない集団飼育と比べ、特に発育初期において時間当たりの摂食量が少なくなってしまうことなどが考えられる。

2. 成虫の生存日数及び産卵

各試験区における成虫の生存日数、産卵開始日、産卵個体数、1雌当たりの生涯における総卵塊数、総産卵数及び1卵塊当たりの卵数をTable 3に示した。

1卵塊当たりの卵数及び産卵した個体の比率については、どの試験区でもほとんど差は見られず、有意な差はなかった。また、成虫の生存日数及び産卵については、アルファルファを餌として24°C及び27°Cで飼育した場合には、有意な差はなかったことから、本種の成虫にとってはこの近辺が適温である可能性が高いと思われた。一方、サクラを餌として24°Cで飼育した試験区は、有意な差はなかったものの、アルファルファを餌として24°Cで飼育した試験区と比較して生存日数が長く、産卵数及び卵塊数も多くなる傾向が見られた。EAST (1977)が本種の生存日数及び産卵について、3科18属28種(又は品種)の植物を餌とし、屋外に設置した網室で試験した結果、マメ科、特にイガマメ *Onobrychis viciifolia* Scop. で最も良い結果(平均生存日数87日、平均産卵数631個)が得られ、アルファルファはそれに次ぐ結果(平均生存日数61日、平均産卵数359個)であった。温度等の条件が異なるとはいえ、今回サクラで得られた結果(平均生存日数90.8日、平均産卵数894.1個)はイガマメの結果

と比較しても、非常に良好であると考えられる。本種の成虫は、地面近くにある植物の茎や葉を好む (YOUNG & APP, 1939) ことから、サクラが直ちに本種の好適な寄主植物になりうるかどうかはわからないが、万が一本種が日本に侵入した場合には、サクラに限らず予期しない植物で発生する可能性も考えられる。

3. 1世代平均期間、純増殖率及び内的自然増加率

24°Cでの平均卵期間は17.8日、孵化率は84.8%であった。1世代平均期間(T)は398.4日、純増殖率(R_0)は156.4、内的自然増加率(r)は0.0127/雌/日であった。

引用文献

- BERRY, P. A. (1947) Investigation on the white-fringed beetle group in South America. *J. Econ. Entomol.* **40**: 705-709.
- BUCHANAN, L. L. (1947) A correction and two new races in *Graphognathus* (whitefringed beetles) (Coleoptera: Curculionidae). *J. Wash. Acad. Sci.* **37**: 19-22.
- EAST, R. (1977) Effect of pasture and forage crop species on longevity, fecundity, and oviposition rate of adult white-fringed weevils *Graphognathus leucoloma* (BOHEMAN). *N. Z. J. Exp. Agric.* **5**: 177-181.
- GOUGH, N. and J. D. BROWN (1991) Development of larvae of the whitefringed weevil, in northern Queensland. *Bull. Entomol. Res.* **81**: 385-393.
- LANTERI, A. A. and A. E. MARVALDI (1995) *Graphognathus* BUCHANAN: a new synonym of *Naupactus* DEJEAN and systematics of the *N. leucoloma* species group (Coleoptera: Curculionidae). *Coleopt. Bull.* **49**: 206-228.
- 真崎 誠 (1982) 侵入が警戒される重要甲虫類—ゾウムシ類を中心として—。植物防疫 **36**: 299-304.
- 真崎 誠 (1998) クチプトゾウムシ亜科数種の卵の発育零点、有効積算温度及び卵期間について。植防研報 **34**: 47-49.
- 真崎 誠 (1999) ジャガイモ塊茎によるシロヘリクチプトゾウムシ *Graphognathus leucoloma* (BOHEMAN) の幼虫の簡易飼育。植防研報 **35**: 121-123.
- 真崎 誠・杉本俊一郎 (1991) ニンジンブロックによるキンケクチプトゾウムシ及びクチプトゾウムシ亜科数種ゾウムシ幼虫の飼育。植防研報 **27**: 7-11.
- MATTHIESSEN, J. N. and S. E. LEARMONTH (1993) Spatial sampling of insects, plant parts and insect attacks in the soil of potato crops. *Bull. Entomol. Res.* **83**: 607-612.
- YOUNG, H. C. and B. A. APP (1939) Biology of the whitefringed beetle (*Naupactus leucoloma* BOH.). *U. S. Dept. Agric. Bur. Entomol. Plant Quar.* E-464: 22 pp.
- ZHENDER, G. W. (1997) Population dynamics of white-fringed beetle (Coleoptera: Curculionidae) on sweet potato in Alabama. *Environ. Entomol.* **26** (4): 727-735.