

北海道におけるアカザモグリハナバエの 生活史に関する研究

第2報 各態に対する温度の影響

奥 俊 夫† 堀 田 豊††

STUDIES ON THE LIFE-HISTORY OF THE BEET-FLY, *Pegomyia hyoseyami* (PANZ.) IN HOKKAIDO

II. Influences of Temperature upon each Developmental Stage

Toshio OKU

Yutaka HORITA

I 緒 言

気象条件、特に温度条件がアカザモグリハナバエ *Pegomyia hyoseyami* (PANZ.) の発生に対して大きな影響を与えることは、すでにドイツにおいて BLUNK et al.³⁾ (1933) によつて報告されている。筆者らは北海道における温度条件の本種に対する影響について予報したが(堀田・奥,⁷⁾ 1958)その後さらに実験を行ない、知見を加えることができたので、これらを取りまとめて報告する。

北海道立農業試験場病虫部長成田武四博士ならびに、種々の助言をいただいた同部富岡暢技師、農林省北海道農業試験場榎井滑技官、松本蕃技官、木村宏技官、および北海道大学農学部西島浩博士の各位に謝意を表する。

II 材料および方法

供試材料はすべて札幌市琴似町の農業試験場圃場内より採取し、次の方法によつて実験に供した。

卵：野外のアカザおよびてん菜で卵採取個体を定め、すでに産まれた卵を除去し、新たに24時間以内に産まれた卵を葉とともに採取した。卵は葉に付着したまま、湿つた濾紙を敷いたシャーレ(径9cm, 高さ3cm)におさめ、24時間ごとに孵化を観察した。

† 病虫部

†† 元農林省北海道農業試験場病理昆虫部

幼虫：野外でアカザおよびてん菜に産まれた卵を葉とともに採取し、アカザの場合はそのまま、てん菜の場合は10cm内外の長さに葉を切断してそれぞれシャーレ(アカザは前記と同じ、てん菜は径15cm, 高さ3.5cm)におさめた。シャーレの底には乾いた濾紙を敷き、過湿とならないようにたびたびとりかえた。1シャーレ当りの卵数は3~12とし、室温で孵化させてから定温に移した。隔日に卵が産まれたと同種の植物の葉を食餌として古い葉の上に重ね、幼虫が自ら移動するにまかせ、古い葉に変質が認められたときには葉内に残つた幼虫とともに除去した。蛹化数は毎日午前10時ころ調査した。

蛹：野外において老熟幼虫を葉とともに採集し大型腰高シャーレに入れて室内で蛹化させ、毎日蛹化個体を取り出して湿つた脱脂綿とともにシャーレ(卵と同じ)におさめ、定温に移した。採集後2日以内に蛹化した個体について毎日一定時刻に羽化を調査し、脱脂綿が乾燥しないようにたびたび注水してR. H. 100%に保つた。

成虫：蛹の調査の際羽化した成虫を、産卵植物としててん菜、アカザ、又はハウレンソウを植えた素焼植木鉢に径12cm, 高さ19cmのガラス筒をかぶせた中にそれぞれ2匹、1早ずつ放し、上面を金網でおおつた。食餌として黒砂糖を水ですめて脱脂綿に渗ませ、これをガラス筒の上端に付着させて与え、5日ごとに交換した。生存虫数

および性別は毎日記録し、卵は産卵開始まで毎日検し、その後は10日ごとに植木鉢を交換して卵数をかぞえ、孵化の有無によつて受精卵か否かを判定した。

温度の調節は次の方法によつた。

卵—蛹：25°C以上はガラス張り小型電気恒温器（±1°C内外、自然照明）、23°C～20°Cおよび15°Cはガラス張り冷却器つき大型恒温器（±2°C内外、自然照明）、17°Cおよび16°Cは地下室（±1°C以内、暗黒）を用いた。

成虫：比較的低温な1階と高温な3階の2室に分けて飼育を行ない、前者は午前中急激に室温が上昇するので自記温度計により、後者はほぼ定期的に室温が波動するので最高、最低温度計によつて平均室温を概算した。

III 実験結果

(1) 卵の発育

実験結果は第1表のとおりで、発育所要日数は25°Cまでは温度の上昇につれて急激に短縮しているが、25°C以上では著しい差が無かつた。本種の産卵は日中のみ行なわれるが、他方孵化は主に

第1表 卵期間と温度との関係

| 処理温度 °C | 実験開始 | | 実験 年次 | 供試数 月別 | 計 | 卵期間 | | | 各温度 平均 |
|------------|-------|-------|----------|-----------|-----|-----|----|-----|-----------|
| | 月 | 日 | | | | 最長 | 最短 | 平均 | |
| 30 | VII. | 16 | 1957 | 37 | 37 | 2 | 1 | 1.8 | 1.8 |
| 27 | VII. | 23 | 1957 | 71 | 71 | 2 | 1 | 1.9 | 1.9 |
| | VII. | 17 | 1957 | 63 | | 3 | 2 | 2.1 | |
| 25 | VIII. | 17 | 1957 | 57 | 165 | 3 | 1 | 2.4 | 2.2 |
| | VI. | 13~19 | 1960 | 45 | | 2 | 2 | 2.0 | |
| 22 | VIII. | 16~17 | 1957 | 57 | 146 | 3 | 2 | 2.9 | 2.8 |
| | VII. | 23 | 1957 | 89 | | 4 | 2 | 2.7 | |
| 17 | VII. | 16~17 | 1957 | 45 | 130 | 5 | 3 | 4.0 | 3.8 |
| | VIII. | 27 | 1957 | 85 | | 5 | 3 | 3.5 | |
| 15 | VII. | 19~21 | 1960 | 54 | 54 | 6 | 4 | 4.9 | 4.9 |

夜間におこるので、1日1回だけの孵化調査では高温においては誤差が大きく、この実験のみから直ちに高温における卵の発育を論ずることはできないが、野外における発生経過を推測するにはさしつかえないであろう。孵化率は実験温度範囲内では100%に達し、死亡は認められなかつた。

(2) 幼虫の発育

第2表に示すように、温度の上昇につれて幼虫期間は明らかに短縮している。食餌としててん菜を与えた場合にはアカザの場合よりも延長する傾向が見られたが、大きな差は無く、野外における発生経過に大きな影響を与えるようなことはないと思われる。飼育中若令幼虫がシャーレより脱出したり、葉が変質するまで古い葉の中にとどまるものがあつたので、生存に対する温度の直接的影響は知ることができなかつたが、新しい葉に移行した幼虫は25°C以下ではすべて発育孵化した。しかし30°Cでは死亡するものはなほだ多く、50数個体のうち1頭孵化したのみであつて、高温による直接的な影響があつたと思われる。

(3) 蛹の発育

老熟幼虫が蛹殻を形成して間も無く内部を検すると、蛹体は完成していないが、25°Cでは24時間後には蛹体を完成し、体表は乳白色で黄色をおびる。その後しだいに成虫化が進み羽化4日前ころには刺毛が暗褐色を呈し、複眼は橙赤色となる。さらに体表にはかすかな縞模様を生じ、羽化前日にはほとんど成虫体が完成して翅脈および脚は黒色となるので、蛹殻をすかしてみれば黒斑状に見える。20°Cでも黒斑は羽化前日に現われるが、15°Cでは2~3日前に現われる。実験条件下では羽化は早朝午前5時前後に多く、全体の約85%は午前3~6時の間に羽化し、日中および夕方は全く羽化しなかつた。蛹期間と温度との関係を示すと第3表のとおりで、温度の上昇とともに蛹期間は短縮するが、幼虫時代の食草による相違は認められなかつた。各温度とも蛹殻形成後死亡する個体があつたが、これらは蛹体を完成しないので直射光に透して見ると判別できる。このような死亡の原因は明らかでないが、どの温度でも生ずるので、蛹期間中の温度の影響によるものではない

第2表 幼虫期間と温度との関係

| 処理温度 °C | 実験開始 | | 実験年次 | 蛹化数 | | 飼植物 | 幼虫期間 | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-----|----|-----|------|-----|------|-------|-----|
| | 月 | 日 | | 月日別 | 計 | | 最長 | 最短 | 平均 | 各温度平均 | |
| 30 | VII. | 13 | 1957 | 1 | 1 | アカザ | —日 | —日 | 7.0日 | 7.0日 | |
| | VII. | 11 | 1957 | 20 | 73 | アカザ | 7 | 6 | 7.1 | | |
| | VI. | 15~21 | 1960 | 12 | | ク | 8 | 6 | 6.9 | | |
| | 25 | VI. | 23~25 | ク | | 7 | ク | 9 | 7 | | 7.7 |
| | | VI. | 15~21 | ク | | 19 | てん菜 | 9 | 7 | | 7.7 |
| VI. | 23~25 | ク | 15 | ク | | 9 | 7 | 7.8 | | | |
| 22 | VII. | 13 | 1957 | 31 | 49 | アカザ | 10 | 8 | 8.3 | 8.4 | |
| | VII. | 25 | 1960 | 24 | | ク | 9 | 8 | 8.2 | | |
| | VII. | 22 | ク | 4 | | てん菜 | 10 | 8 | 8.8 | | |
| 17 | VII. | 11 | 1957 | 20 | 45 | アカザ | 13 | 11 | 11.8 | 11.2 | |
| | VII. | 26 | ク | 25 | | ク | 13 | 8 | 10.5 | | |
| 15 | VII. | 19~21 | 1960 | 9 | 14 | アカザ | 18 | 13 | 14.2 | 14.8 | |
| | ク | ク | ク | 5 | | てん菜 | 18 | 14 | 15.4 | | |

第3表 蛹期間と温度との関係

| 処理温度 °C | 実験開始 | | 実験年次 | 幼虫期食草 | 羽化数 | | 蛹期間 | | | |
|------------|-------|--------|------|---------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| | 月 | 日 | | | 月日別 | 計 | 最長 | 最短 | 平均 | 各温度平均 |
| 26 | VIII. | 28~30 | 1958 | 飼料用てん菜 | 30 | 218 | 15日 | 12日 | 12.8日 | 12.3日 |
| | VIII. | 26~28 | 1959 | ク | 97 | | 13 | 11 | 11.9 | |
| | IX. | 1~5 | ク | ク | 91 | | 15 | 11 | 12.1 | |
| 25 | VI. | 21~22 | 1957 | アカザ | 9 | 123 | 15 | 12 | 13.3 | 13.2 |
| | VIII. | 9 | ク | ク | 13 | | 15 | 12 | 13.3 | |
| | VII. | 13~23 | 1959 | 飼料用てん菜 | 82 | | 15 | 11 | 12.9 | |
| | IX. | 25~X.8 | 1960 | アカザ・てん菜 | 19 | | 16 | 12 | 13.4 | |
| 23 | VI. | 10 | 1958 | アカザ | 80 | 119 | 16 | 13 | 14.6 | 14.8 |
| | VII. | 17~19 | ク | 飼料用てん菜 | 39 | | 16 | 14 | 15.0 | |
| 22 | VII. | 16~21 | 1957 | アカザ | 42 | 112 | 17 | 14 | 15.3 | 15.6 |
| | VI. | 11 | 1958 | ク | 70 | | 18 | 14 | 15.9 | |
| 20 | VIII. | 27 | 1958 | アカザ | 20 | 35 | 19 | 16 | 17.8 | 17.3 |
| | ク | ク | ク | 飼料用てん菜 | 15 | | 18 | 14 | 16.7 | |
| 16 | VI. | 21 | 1957 | アカザ | 18 | 18 | 26 | 22 | 24.4 | 24.4 |
| 15 | VI. | 21~24 | 1958 | アカザ | 10 | 17 | 29 | 28 | 28.5 | 29.2 |
| | VIII. | 26 | ク | 飼料用てん菜 | 7 | | 31 | 29 | 29.9 | |

いと思われる。なお稀れに頭部のみ脱出してそのまま死亡する個体があつたが、温度との関係は不明である。30°Cの飼育では事故によつて蛹期間を知り得なかつたが、羽化は認められた。

(4) 成虫の生存期間

成虫の生存期間は食飼を与えない場合には著しく短く、20°C以上で4日以上生存する個体は稀れであつた。これらに対し食飼を与えると生存期間は延長し、第4表に示すようにお早とも23°C以下では10日以上に達するが、23°C以上では著しく短縮し、ことに24°Cを越えると10日以上生存する個体は全く見られなくなつてゐる。また、低温においては早の生存期間がおよりも明らかに長いが

第4表 成虫の生存期間と温度の関係

| 平均室温 | 供試数 | ♂ | | | 供試数 | ♀ | | |
|-----------|-----|----|----|------|-----|----|----|------|
| | | 最長 | 最短 | 平均 | | 最長 | 最短 | 平均 |
| 26.2~27.0 | 3 | 4 | 3 | 3.7 | 6 | 5 | 2 | 3.5 |
| 25.4~26.0 | 7 | 4 | 1 | 2.7 | 4 | 4 | 1 | 2.5 |
| 24.5 | 0 | — | — | — | 1 | 4 | 4 | 4.0 |
| 23.1~23.7 | 20 | 8 | 1 | 5.3 | 15 | 14 | 4 | 6.9 |
| 22.3~23.0 | 2 | 13 | 13 | 13.0 | 5 | 29 | 2 | 16.6 |
| 21.1~22.0 | 20 | 20 | 2 | 10.9 | 5 | 24 | 19 | 20.0 |
| 20.2~21.0 | 5 | 12 | 8 | 9.6 | 2 | 18 | 3 | 13.0 |

(注) 平均室温は各個体の生存期間中の平均による。

温となるにつれて差は少なくなり、25°C以上ではほとんど等しくなつてゐる。

(5) 産卵前期間および産卵期間

前述の成虫飼育の際に受精卵を産んだのは、わずかに5日にすぎなかつたが、それらの産卵状況は第5表のとおりである。表に示したほかに昭和32年の予備調査では、平均室温約19°Cにおいて7日

第5表 産卵と温度との関係

| 個体番号 | 平均室温 | 産卵前期間 | 産卵期間 | 産卵数 | 日当り産卵数 |
|------|--------|-------|------|-----|--------|
| 1 | 23.6°C | 4 | 8 | 44 | 4.1 |
| 2 | 23.5 | 5 | 8 | 32 | 4.0 |
| 3 | 23.6 | 5 | 9 | 25 | 2.8 |
| 4 | 22.7 | 5 | 19 | 54 | 2.8 |
| 5 | 21.7 | 5 | 19 | 37 | 1.9 |

目から産卵が始まつており、温度が下降すると産卵前期間は明らかに延長している。しかし、生存期間に比較すれば温度の相違による日数の増減ははるかに少なく(第4表参照)、従つて生存期間から産卵期間をさし引いた産卵前期間は温度の低い場合にはより長くなる傾向を示している。

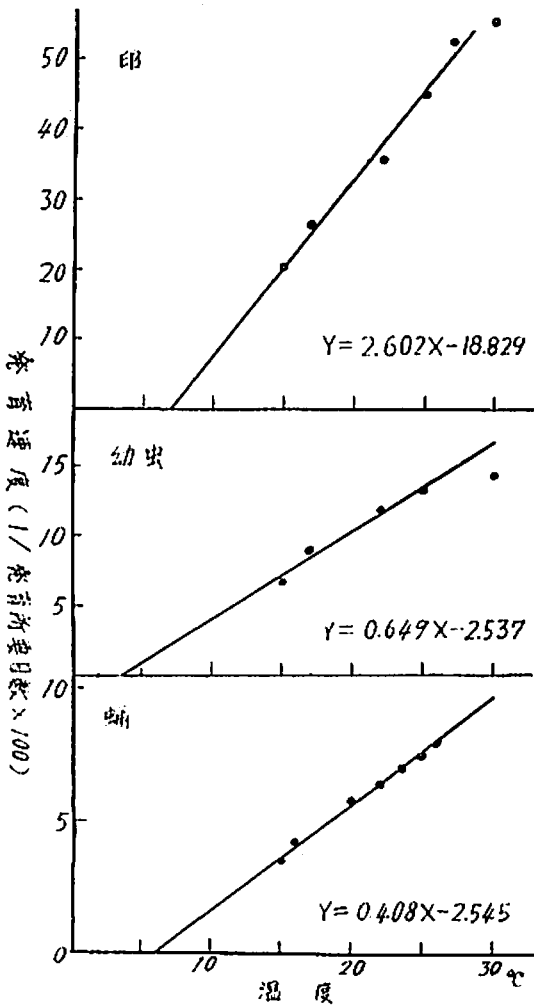
V 論 議

(1) 各態期間と温度との関係

昆虫類の各態期間は、時に生理的な性質により地域的に異なつてゐることがあり、それにともない発生消長も本質的に異なる場合がある。本種の成虫前各態期間について筆者らの得た結果を、ドイツにおける BREMER & KAUFMANN⁹⁾ (1931) の実験結果と比較すると、卵および蛹期間は高温において筆者らの結果がやや短い全体としてはほぼ一致している。幼虫期間は筆者らの結果が20°C以上では約1日、以下では1~4日短い。BREMER & KAUFMANN は、温度の調節が不完全で実験結果は正確でないことを附記しているが、相違の原因については速断できない。しかし、この程度の相違は野外における発生経過に大きな差を生ずるとは考えられず、北海道においてはドイツとほぼ同様の発育を示すと考えてよいであらう。

筆者らの得た結果を積算温度の法則にあてはめてみると、第1図のとおりで15~25°Cの範囲ではよく適合する。30°Cでは不適合の傾向があるが、卵においては実験誤差の大きいこと、幼虫においては蛹化数の少ないことのために断定できない。しかし、幼虫の場合30°Cの高温では活動を停止する傾向があるので(奥、未発表)、この温度が法則適合範囲外にあることは充分考えられる。そこで30°Cを除く実験結果から発育臨界温度と有効積算温度を求め、さらに野外でおこりうる成虫前各態期間を算出すると第6表のようになる。BREMER & KAUFMANN は蛹の発育臨界温度を2°C、有効積算温度を320日度としており、筆者らの得た数値と非常に異なるが、この相違は、彼らが8°Cのような法則適合範囲内にあるかどうか疑わしい温度での結果をも含めて算出したため生じたものと思

第1図 アカザモグリハナバエの成虫前各態の発育と温度の関係



われる。

産卵前期間については筆者らは19°C以上の数値しか得ていないが、これは BREMER & KAUFMANN による結果とよく一致しているの、19°C以下でもおおむね一致すると考えてよいであろう。そこで、これらの日数を先に求めた成虫前各態期間に加算すると第6表右端のようになり、これが1世代経過に要する日数と考えることができる。札幌市における1958年および1960年の第1回産卵最盛日を起点とし、半月および月平均気温をもとにした各世代経過所要日数を理論的に算出したとこ

第6表 各態期間と温度の関係

| 温度 °C | 卵期間 日 | 幼虫期間 日 | 蛹期間 日 | 産卵前 期間 日 | 計 日 |
|----------|----------|-----------|----------|----------------|--------|
| 14 | 6 | 15 | 31 | 8 | 60 |
| 16 | 4 | 13 | 25 | 7 | 49 |
| 18 | 4 | 11 | 21 | 6 | 42 |
| 20 | 3 | 10 | 18 | 6 | 37 |
| 22 | 3 | 9 | 15 | 5 | 32 |
| 24 | 2 | 8 | 14 | 4 | 28 |
| 发育临界温度 | 7.2°C | 3.8 | 6.2 | — | — |
| 有効積算温度 | 38.5日度 | 154.6 | 244.4 | — | — |

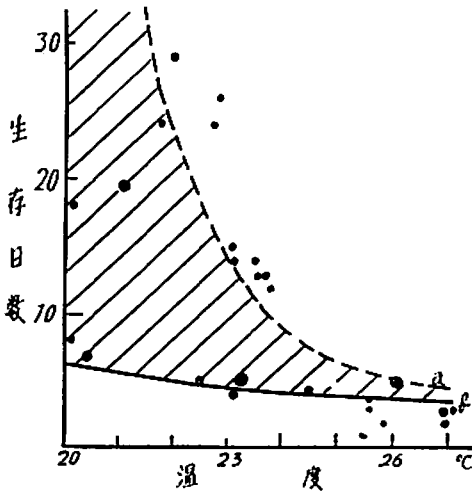
ろ、実測値 (奥, 1961) と非常によく一致した。第6表によれば20°C以上では温度の相違による経過所要日数の差はあまり問題にならないが、20°C以下では温度の低下につれて著しく長引く。北海道では6月以前の半月平均気温はほとんど常に20°C以下であつて、* この期間、すなわち越年蛹** および第1世代の发育期間の温度によつて、発生経過の遅速は大きな影響をうけ、その後は温度が上昇して20°C内外になるので、経過は毎年ほとんど一定していると考えられる。従つて発生経過を予測するためには6月までの平均気温を知る必要がある。

従来の記録によれば、成虫の生存期間は最長57日、早76日に達しているが、多くの場合20~30日であつて、筆者らの23°C以下で得た結果に近い。BAUMBERGER¹⁾ (1914) によれば、昆虫類は一般に42°~72°Fの間では温度の低いほど長く生存するという。この原則に従えば、前述の最長記録は20°C以下において得られたものと思われる。本種の成虫は29°Cを越えると明らかに行動異常を呈するが (奥, 未発表), 実験中平均23°Cをこえた場合、日中の室温がしばしば29°Cをこえたので、高温が長く持続すれば有害作用が現われ急激に生存期間が短縮するものと思われる。実験条件は野外と著しく異なるが、室温変動の周期および振幅は野外とほぼ一致するので、野外の実態推測に役立てるであろう。温度と早成虫の生存期間を示すと第2図のようになるが、いま各温度において比

* 以下気象については札幌管区気象台¹⁰⁾ (1953)参照。

** 越年蛹については別に報告する。

第2図 アカザモグリハナバエ♀成虫の産卵期間と温度の関係



(注) 黒丸は生存期間実験値、丸の大きさを以て個体数を示す。最小1個体、最大5個体。
 曲線aは生存期間、bは産卵前期間想定線、斜線部は産卵期間に概当。

較的長く生存した個体を目安として生存期間想定線を引くと、図の破線のようになり、さらに産卵前期間は実線のようになり、高温では産卵期間は非常に減じている。従つて産卵数も温度によつて若干の影響をうけるかも知れない。

(2) 直接的死亡要因としての温度条件

北海道ではアカザモグリハナバエは蛹態で休眠に入り、越冬するが、一般に卵や蛹のような不活動状態で越冬する昆虫では冬期間の死亡は問題にならないことが多く(UVAROV,¹¹⁾ 1930)、死亡要因としてはむしろ活動期間中の温度が問題となるであろう。

まず春期の成虫初発当時についてみると、気温はしばしば正常活動限界以下に下がることがあるが、BLUNK et al.³⁾ (1933)によれば気温が一時的に3.5°Cまで低下した日でも産卵がみられており成虫の耐寒性ははなはだ強いと考えられ、異常低温が頻発しないかぎり低温の影響はあまり問題にならないであろう。第1化期産卵最盛期以後の気温は各態の発育限界以上となるのが普通で、死亡要因としては高温が問題になる。高温の影響は湿度条件に左右されやすく、実験によれば本種の卵

は R. H. 100%, 15~30°C では正常に孵化した。BLUNK et al.によれば28°Cで胚子発育に湿度は影響しないが、R. H. 75%以下では孵化せずに死亡するという。北海道の夏期の気温は日平均30°Cに達せず、最高気温も30°C内外であるから胚子発育が阻害されることはほとんどないであろう。また、孵化のおこる夜間の気温ははるかに低く、地表附近の湿度は日没後急激に上昇してその温度に対する飽和状態の露点に近づくのが普通であるから(GRIGER & BÜDEL,⁶⁾ 1929)、常に蒸散作用を行なっている寄主の葉裏では R. H. 100%に近いと思われ、孵化が阻害されることも考えられない。幼虫の場合は常に葉内で摂食するので、湿度の影響は一応度外視してもよいと思われる。筆者らの得た結果では幼虫は15~25°Cで正常に発育したが、30°Cでは死幼虫がはなはだ多かつた。また幼虫は29°Cをこえると活動を停止する傾向がある(奥, 未発表)。北海道の野外気温が、このような高温に達する日は非常に少ないが、盛夏には幼虫の食害部位の温度は度々有害なほどの高温に達するかも知れない。中令以上の幼虫ではしばしば古い食痕を脱出して移動することがあるので、高温に出あつても低温の部位に移動しようと思われる。野外では時に若干の幼虫の死亡が観察され、その大部分はいわゆる linear mine をつくる若令幼虫であつたが、死亡の原因は明らかでない(奥,⁹⁾ 1961)。蛹は実験によれば15~26°Cで正常に羽化し、BLUNK et al.によれば普通の畑地土壌の湿度範囲では正常に羽化するという。本種の蛹化は地下3 cm内外で行なわれ、作物の被覆により日中の輻射も緩和されるので蛹化部位の温度は気温をはるかにこえることはないと思われる。北海道の夏期気温から考えて、高温が蛹の死亡要因となることはほとんどおこり得ないであろう。最後に成虫は平均25°C以上では産卵期間が著しく短縮する傾向がみられたが、北海道では平均25°Cをこえる日が7月下旬~8月上旬に集中するので、成虫がこの期間に発生すれば産卵がある程度抑制される可能性がある。しかし、成虫が日中より低温の場所に移動することが考えられるので、高温による害作用はさほど大きくないかも知れない。以上

総括して、北海道の自然条件下の温度は本種の直接的死亡要因となり難いと考えられ、一般に繁殖に好適と考えられるが、平均25°Cをこえる日には日中有害なほどの高温に達しやすいので、このような日の非常に少ない道北、道東はことに好適条件下にあるといえよう。温度条件の間接的な諸影響、たとえば BREMER⁴⁾ (1925), KAUFMANN⁶⁾ (1937) が強調した天敵を通じての温度の影響などは今後さらに検討すべき重要な問題である。

V 摘 要

札幌市においてアカザモグリハナバエの各態に対する温度の影響について実験を行ない次の結果を得た。

1. 成虫前各態の発育は、食餌植物による大きな差は認められず、発育と温度の関係は15°~25°Cで積算温度の法則に適合し、次の理論値を得た。

| | 卵 | 幼虫 | 蛹 |
|--------|--------|------|-------|
| 発育臨界温度 | 7.2°C | 3.8 | 6.2 |
| 有効積算温度 | 38.5日度 | 54.6 | 244.4 |

産卵前期間は21~24°Cで4~5日、19°C内外で6日であつた。成虫生存期間は平均室温20~23°Cでは約15~20日に達したが、温度の上昇につれて著しく短縮し、25°Cをこえると6日以下の個体が多くなつた。

2. 以上の数値を用い、野外における半月および月平均気温をもとにして各世代の経過所要日数を算出した結果、実測値とよく一致したので、経過日数の増減に著しい影響のある6月以前の気温を知ることによつて、その年の発生経過を推測することができると思われる。

3. 北海道における夏期温度は各態の直接の死亡要因となり難いと思われ、一般に本種の繁殖には好適と考えられるが、ことに年間に平均気温25°Cをこえる日数の非常に少ない道東、道北が好適と考えられる。

引用文献

1. BAUMBERGER, J. R. 1914; Studies in the longevity of insects. Ann. ent. soc. Amer., 7: 323-354.
- 2.* BLUMK, H., H. BREMER, & O. KAUFMANN 1929; Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.) IX. Beitrag zur Epidemiologie der Rübenfliegen Kalamität. Arb. Biol. Reichsanst., 16: 423-573.

- 3.* ... 1933; Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege. (*Pegomyia hyoscyami* Pz.) XI. Lebensgeschichte der Rübenfliege. ibid., 20: 517-585.
4. BREMER, H. 1926; Zur Epidemiologie der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.). Vorläufige Mitteilung. Anz. Schädl., 2: 133-135.
5. ... & O. KAUFMANN 1931; Die Rübenfliege *Pegomyia hyoscyami* Pz. Berlin. 110, pp.
6. GEIGER, R. & A. BÜDEL 1929; Ueber ein tragbares Messgerät für Temperaturbestimmen in der bodennahen Luftschicht. Zeits. Angew. Meteorol., 46: 265-270.
7. 堀田豊・奥俊夫 1958; アカザモグリハナバエの生態に関する2・3の調査(予報), 北日本病虫研究会年報, 9: 94-95.
8. KAUFMANN, O. 1937; Untersuchungen über die Zusammensetzung und Veränderung der Parasitengarnitur der Rübenfliegen-puparien in Deutschland. Zeits. Pflanzenkr., 47: 75-86.
9. 奥俊夫 1961; 北海道におけるアカザモグリハナバエの生活史に関する研究 第1報. 野外における周年経過. 北海道立農業試験場集報, 8.
10. 札幌管区気象台 1953; 北海道の気候. pp. 419
11. UVAROV, B. P. 1931; Insects and climate. Trans. ent. soc. Lond., 79: 1-247.

* 印は Review of applied entomology による。

Summary

It has been known that the occurrence of the beet-fly, *Pegomyia hyoscyami* (PANZ.), may be highly affected by temperature condition. In the present paper the influences of temperature upon each developmental stage of this insect were discussed. The results given here have been obtained from some series of experiments carried out at Sapporo during 1957 to 1960.

Eggs, larvae and pupae were reared under the constant temperatures ranging from 30° to 15°C. "The law of total effective temperature" was well adaptable for the development of the immature stages within the temperature range from 25° to 15°C. Threshold of development and total effective temperature were calculated as 7.2°C and 38.5 day-degrees for egg stage, 3.8°C and 154.6

day-degrees for larval stage, and 6.2°C and 244.4 day-degrees for pupal stage, respectively. In the periods of immature stages few differences were recognized among the populations feeding on different host plants including sugar beet, fodder beet and *Chenopodium album* var. *centrorubrum*. Mortalities were negligible between 25° and 15°C with 100% relative humidity.

Under room condition most adults feeding on diluted molasses survived for 15 to 20 days at average of 23° to 20°C and for 1 to 6 days at average of 25° to 28°C. The preoviposition period lasted for 4 to 5 days at above 21°C and for 6 days at about 19°C.

Estimation was made for the time of occurrence of the beet-fly by applying the

above cited data and mean field temperatures of every 5 day period or month. Theoretically calculated data agreed substantially with actual data derived from field observation carried out in 1958 and 1960 (cf. OKU, 1961). Because the period required for development of each stages may be nearly constant at high temperature prevailing in summer; spring temperature seems to be very influential upon the time of the occurrence of the beet-fly in a year.

In consideration of experimental results, the temperature condition seems to be favourable for development of the present species in Hokkaido, especially in the northern and eastern districts.