

# オオニジュウヤホシテントウの 食性に関する研究 (第6報)\*

温度と成虫の攝食性特に一般活動と  
攝食性との関係について

小山 長 雄

(昭和26年12月10日受理)

Nagao KOYAMA : STUDIES ON THE FEEDING HABITS OF THE LARGE 28-SPOTTED  
LADY BEETLE, *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY. VI.  
THE FEEDING ACTIVITIES OF THE ADULT UNDER VARIOUS TEMPERATURES.

## 緒 言

さきに<sup>16)</sup>、私はオオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY \*\* の攝食性の温度限界を究明する目的をもつて、まず温度上昇に伴う一般活動を吟味し、攝食活動の開始温度は成虫では10°C以下、幼虫では10~15°C、衰退停止高温は共に30~35°C 近辺であろうと推定した。

けだし、昆虫の攝食性と温度との関係を知ることは、昆虫の生態を把握する上に緊要な基礎的事項であるばかりでなく、又応用上にも重要な意義がある。勿論、自然状態で攝食の行われるのは大体正常な生活現象の見られる温度範囲であると考えられる。特に一般活動の開始温度と攝食のそれとは多くの昆虫で接近していることが認められており<sup>27)</sup>、PARNER (1929<sup>20)</sup>, 1930<sup>21)</sup>) はベッタの1種で両者が一致していることを公表している。

而してバレイシヨの大害虫として知られる本虫では、従来防除に関連して生態的研究が多いに拘らず、まだこの問題に関しては実験的に究明したものが見当らない。

そこで私は種々なる温度下に於て、成虫を一定期間飼育し、その攝食量を測定した結果、温度と攝食性、特にそれと一般活動との関係について若干の知見を得たので、ここにこれを報告する。

本文に入るに先立ち、常に御懇篤なる御指導を賜り且本稿をつぶさに御校閲下された本学教授八木誠政博士に衷心より感謝の意を表する次第である。

## 材料及び実験方法

実験前日、当学部農場バレイシヨ畑より採集した越冬後の成虫を、23°C定温室に1日保護し、翌日その中から体形均一なものを選び出し、雌雄別々に5頭宛1飼育器に收容し、雌雄それぞれ10頭を供試する2区制を採用した。食餌植物にはバレイシヨ (アーリーローズ) の葉を用い、毎日一定時刻に各区の食痕を調査してその面積を測定した。飼育には大型ガラス製容器 (直径8cm×高さ12cm) の底部に飽和 NaCl を容れたものを用い (容器内湿度は約75%) 暗黒の状態にして定温室内に配置した。

\* 信州大学繊維学部生物学教室業績 第4号

\*\* 本種の学名として DIERKE (1947) <sup>2)</sup> は *E. niponica* LEWIS を採用しているが、これはまだ暫定的であるので、私は湯淺 (1936) <sup>31)</sup> の提唱に従つていままでに用いた MOTSCHULSKY のものを、ここでも使用することにする。

実験期間は各区とも10日間としたが、勿論高温区は供試虫が全死した時打切つた。

実験区の設定は第1表に示す通りである。

Table 1 Materials and methods of the experiment

Temperature (°C)	Temperature apparatus	Date of beginning of the experiment	Renewing the food	Treated adults
5	Cooling thermostat	27/VI, pm 6	Every 24hours	Hibernated, end of reproduction
7	"	" "	"	" "
10	"	" "	"	" "
15	Cave stock-ing room	8/VI, "	"	Hibernated, middle of reproduction
20	Thermostat	" "	Every 12hours	" "
25	"	" "	"	" "
29	"	9/VI, pm 1	"	Just hibernated, collected from Omuro farm (900m above sea level)
35	"	30/V, pm 2	Every 6hours	Hibernated, middle of reproduction
40	"	5/VI, pm 4	Every 1hours	" "
45	"	6/VI, am 9	"	" "
50	"	" pm 3	"	" "

上記29°C区は30°Cを目的として行つたが、装置の具合によつて平均温度29°Cとなつたものである。実験はすべて1949年信州大学繊維学部で施行した。

### 実験結果

11種温度区の中全然摂食しなかつた45°C及び50°C区を除き、雌雄各1頭平均毎日の摂食量を図示すると第1図の如くである。

5°C: この温度では雄は全然摂食しなかつたが、雌は第1日目に痕跡的に摂食した。しかし以後は雌も全く摂食しない。成虫は同位置に静止して殆んど運動の様子が見られなかつた。

7°C: 7°Cでは雌雄共に微弱ながら摂食性が認められる。すなわち10日間に於ける雌雄各1頭の合計摂食量(以下單に“合計摂食量”とよぶ)は0.77cm<sup>2</sup>(♀0.47cm<sup>2</sup>; ♂0.20cm<sup>2</sup>)で、摂食のなかつた日が雌に1日、雄には3日を数えた。

10°C: この温度では摂食量は7°Cよりやや増加はして來ているが(合計摂食量0.87cm<sup>2</sup>)、第1日目に多食した(♀2.43cm<sup>2</sup>; ♂1.20cm<sup>2</sup>)外は7°Cと大差がない。期間中雌は2日、雄は1日全然摂食しなかつた。

15°C: この温度では成虫は運動がやや活発となり、摂食量も亦急増し、しかも無摂食の日は雌雄共に認められない。合計摂食量は7.51cm<sup>2</sup>(♀4.75cm<sup>2</sup>; ♂2.76cm<sup>2</sup>)に達し、7°Cの約10倍、10°Cの約9倍となつており、日々の摂食量にも上記低温区のようなひどい変差はない。

20°C: 20°Cでは1日目は極めて多食し(♀2.30cm<sup>2</sup>; ♂1.13cm<sup>2</sup>)、以後漸減して5日目頃から又増加している。合計摂食量は17.25cm<sup>2</sup>(♀12.08cm<sup>2</sup>; ♂5.17cm<sup>2</sup>)で10°Cの約20倍、15°Cの約2倍である。

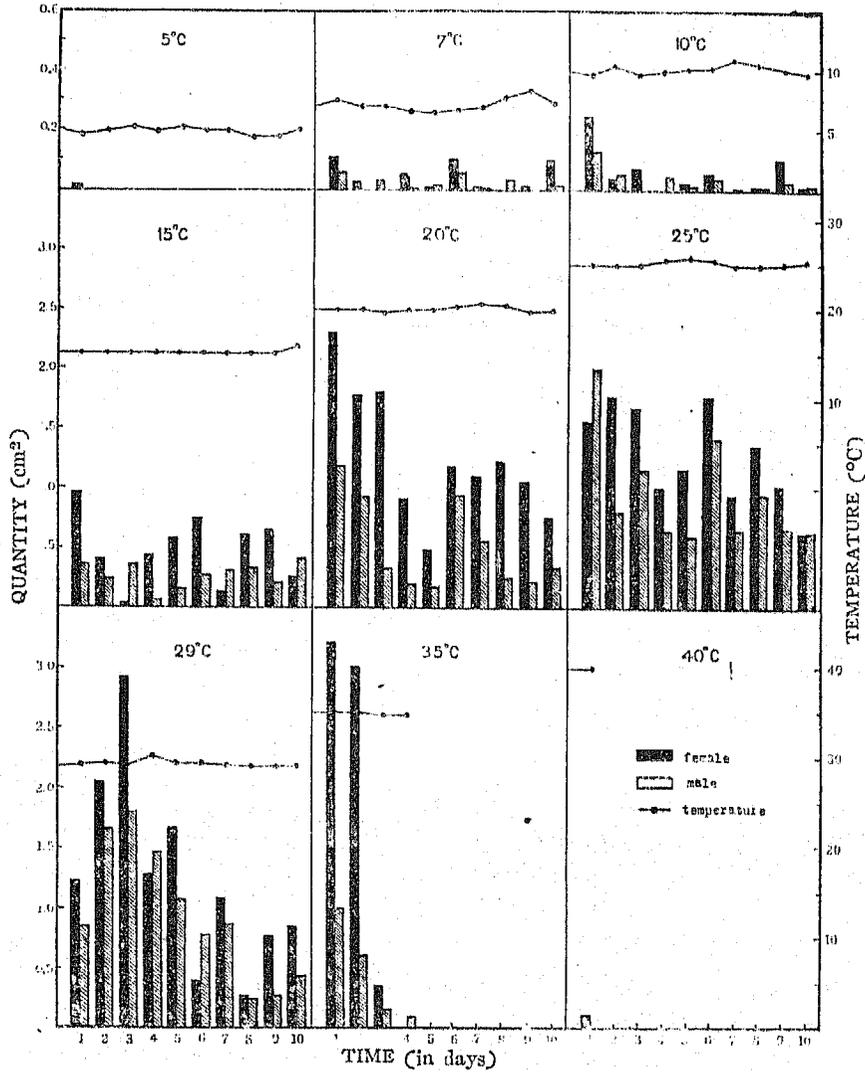


Fig. 1 The daily amount of food consumption of an adult under various temperatures.

25°C: この時の合計摂食量は22.92cm<sup>2</sup> (♀13.28cm<sup>2</sup>; ♂9.64cm<sup>2</sup>) と更に増加し, 15°Cの約3倍, 20°Cの1.3倍に相当する。日々の摂食量は経過と共に漸減の傾向があるが, この実験期間内ではまだ摂食は盛んである。しかしこの温度で始めて8日目に雄2頭の斃死を見た。

29°C: 第1日目に最大の摂食量を示さず, 3日目に至つて最大量 (♀2.94cm<sup>2</sup>; ♂1.81cm<sup>2</sup>) を示した。その後経過と共に摂食量は急減する。

合計摂食量は21.83cm<sup>2</sup> (♀12.45cm<sup>2</sup>; ♂9.41cm<sup>2</sup>) で25°Cと大差はないが, 斃死頭数は6頭 (♀2; ♂4) に増加している。

35°C: この温度では2日目までは1日の摂食量は全区中最高(♀3.14cm<sup>2</sup>; ♂0.81cm<sup>2</sup>)を示すが, 3日目からは急減し (♀0.35cm<sup>2</sup>; ♂0.15cm<sup>2</sup>), 更に4日目には摂食は殆んどせず苦悶状態に入つて, 6

日目までに全部斃死した。35°Cに於ける合計攝食量は8.42cm<sup>2</sup> (♀6.64cm<sup>2</sup>; ♂1.78cm<sup>2</sup>) であつた。

40°C: 雌が実験開始後3時間まで攝食したが(1.26cm<sup>2</sup>), その後は攝食せず, 又雄は興奮状態を示すだけで全然攝食しなかつた。雌雄共に6時間目から斃死し始め10時間で全死した。

45°C: 4時間以内で全死。攝食性は全く認められない。

50°C: 2時間以内で全死。攝食性は全くない。

以上の各区を通じて明らかに雌が雄に比し多食することが認められる。

尚, 第2図には10日間の1頭1日当平均攝食量及び生存率を総括図示した。それぞれの温度*t*における攝食量*y*は次の式によつて與えられる。

$$y = y_0 \left(1 - \frac{t}{c_1}\right)^{P_1} \left(1 - \frac{t}{c_2}\right)^{P_2}$$

但し  $y_0$  は攝食開始時の攝食量,  $c_1, c_2$ ,  $P_1, P_2$  はそれぞれ常数である。

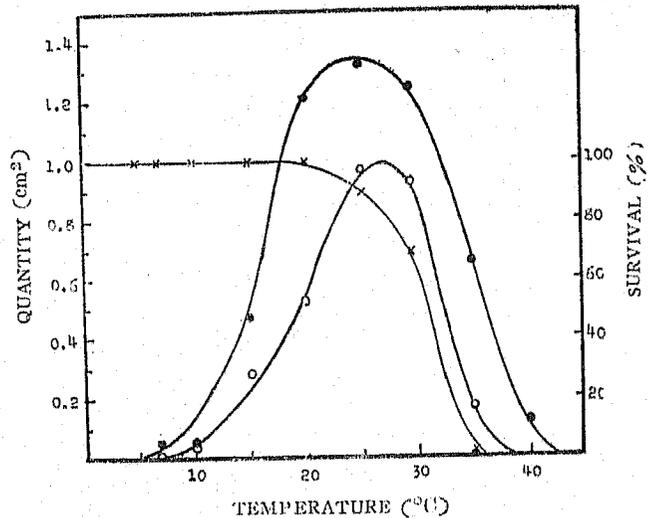


Fig. 2 The daily amount of food consumption of an adult (average) and the survival percentage (total).

- food consumption of the female
- ditto of the male
- × survival percentage

## 考 察

以上の結果から成虫の攝食開始の温度を見ると, 5°Cでは雌が痕跡的に食しているが, その後全然攝食しない点から, 接温の際体温が外温と不一致の時攝食されたものであるらしく, この温度では攝食性がないと認められる。従つて雌雄共に連続的に攝食性を示す7°C附近がその限界温度と推定される。一方微動は約7°C, 歩行開始は約8°Cであるから(第2表), 攝食開始は正常の活動の起る温度とほぼ一致している。福島(1947)<sup>9)</sup>も低温の限界は示さなかつたが, 攝食は10°C以下でも認められることがあると報じている。次で10~15°Cでは攝食量は急激に増加し,  $Q_{10}$ の値によつてこの間の増加率を見ても(第3表), それが極めて急激であることが窺われる。又約25°Cで期間内攝食量は最大値に達する(第2図)。

本虫の生育と温度との関係については, 従来から多くの研究があり, <sup>12, 23, 24, 25, 26)</sup>特に福島(1947~1951)<sup>5-9)</sup>はバレイシヨの栽培条件と成虫の活動性とを究明して, 攝食活動は20°C内外の時が最も旺盛であることを指摘した。しかし本実験によれば, 連続的に定温に接触された場合は, これより高温で攝食性が旺盛であることが窺知される。

Table 2 The temperature reaction of the adult in the gradually raising (1°C/3 minutes) temperature.

Index of the reaction	Female		Male	
	range	mean	range	mean
Slight moving	6.3~7.3	6.8	7.0~8.0	7.5
Beginning of walking	7.9~8.7	8.3	8.4~8.8	8.6
Exciting attitude	32.9~39.5	36.2	34.2~38.3	36.3
Suffering in heat	42.8~47.8	45.3	42.0~44.2	43.1
Death	46.6~50.4	48.5	43.1~48.7	46.2

次いで29°Cに至ると、雌雄共に第1日目の攝食量は急に低下する(第1図)。かかる高温では成虫の活動が衰退するとの報告があり<sup>5-10) 22-23)</sup>、私は越冬中の成虫が雌は26~28°Cで静止する個体があり雄は30~33°Cで全部静止したことを認めた<sup>16)</sup>。本実験に供試された成虫は越冬後間もないものであり、生理的にも越冬中のものと大差ないと考えられるので、攝食性はここでも一般活動とほぼ一致しているものといえよう。しかし、温度接触が直接攝食性に影響を與えている第1日目に特に明瞭に現われているのであつて、その後成虫は経過と共に熱興奮の状態となり、攝食量を増加し(第1図)、次で生存率は70%に低下する(第2図)。35°Cでは実験当初成虫は異常に多食し、この増加の割合は雌に著しいことが認められる(第3表)。

一般活動の熱興奮は雌雄共に約36°C(第2表)であるから、これと攝食性とはほぼ一致しているが、3日目から攝食量が急減し、斃死虫が多発する点から考えて正常な攝食状態とは解し得ない。従つて、私が温度反応の結果から推定した正常な攝食性の高温限界(30~35°C)<sup>16)</sup>はやや高きに過ぎ、熱によつて攝食性が抑制され、生存率も高い約30°Cが妥当な限界温度と思惟する。野外に於てはしばしば成虫はかかる高温に遭遇するが、この場合成虫は食草の葉裏に位置したり、陽陰や樹林等に退避して攝食しないことは、我々のよく実見する所である。

40°C\*、45°C、及び50°Cの如き高温では、もはや成虫は全然攝食性を示さないから、苦悶状態(43~45°C)では勿論攝食性は停止する。すなわち本成虫は他の多くの昆虫の如く一般活動と攝食性とはその開始温度のみならず、衰退停止に至るまでほぼ一致しているといふことができる。

さて、従來は温度反応によつて歩行開始から興奮までを正常活動温度範囲と仮定したが、本成虫の場合からその考えを敷えんし、正常活動温度範囲を“Normal lifeを保持する温度範囲”と解すれば、上記範囲は高温部に於て広きに過ぎる。私はむしろBODENHEIMER(1930)<sup>1)</sup>のあけている“強い活動”辺りをその高温限界とする方が他の昆虫の場合にも適當と考える。

一方同属のMexican bean beetle (*Epilachna corrupta* MULS.)ではMILLER(1930)<sup>18)</sup>はその成虫に40.5~42.5°C(湿度100%)を接触した所、3時間以内で全死し、MARCOVITCH & STANLEY(1930)<sup>17)</sup>は34°Cで4日間しか生存しなかつたと記載し、SWEETMAN & FERNALD(1930)<sup>22)</sup>は37°Cでは数時間で死し、17°C(湿度50%)では生育には適するが産卵には不適當であると報告しているから、本成虫とは活動性及び攝食性は相似しているものと推察される。

本成虫が各生育時を通じ、一般に雌が雄より攝食量が多いことは既に報告したが、<sup>15)</sup>本実験に於ても温度の如何に拘らず雌の方が攝食性が高い(約2倍)ことが窺われる(第4表)。温度による性別攝食量の比(雌/雄)は特にその差が低温及び高温部に於て明瞭に認められる

Table 3  $Q_{10}$  coefficients to the amount of food consumption

Temperature °C	Female	Male
5~10	25.02	—
10~15	92.10	86.93
15~20	5.85	3.44
20~25	1.21	4.21
25~29	0.86	0.99
29~35	0.45	0.05
35~40	0.04	—

Table 4 The comparison of the total amount of food consumption between the males and the females.

Temperature °C	♀ cm <sup>2</sup>	♂ cm <sup>2</sup>	♀/♂
5	0.12	0	—
7	4.73	1.98	2.4
10	5.47	3.27	1.7
15	47.52	27.60	1.7
20	120.76	51.72	2.3
25	132.80	95.42	1.4
29	124.52	94.10	1.3
35	66.36	17.80	3.7
40	1.26	0	—

\* 40°Cでは第1日目にだけ雌が攝食しているが、これは23°Cから40°Cに移された体温上昇過程に攝食されたものであると考える。

が、これは雌が雄より低温活動性且耐熱性が高いという第4報の結果と一致している。しかし、かかる雌雄差の生ずる原因については稿を改めて報告の予定である。

以上の結果及び過去の知見から成虫の活動温度帯<sup>30)</sup>を想定すれば、おおよそ第3図の如くなる。(勿論、成長を伴う幼虫の場合では相当差異があると思われる)

CROZIER (1926)<sup>2)</sup> は動物の生活現象の臨界点の起る頻度は、大体7種 (4.5°C, 9°C, 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C) の温度附近に多く認められると公表しているが、本成虫の場合も一致する点が多い。

尙、オオニジュウヤホシテントウとニジュウヤホシテントウの分布問題については、高橋 (1932)<sup>23)</sup>、内田・渡辺 (1946)<sup>27)</sup>、稲垣 (1948<sup>10)</sup>, 1949<sup>11)</sup>, 1950<sup>13)</sup>), 中田 (1950)<sup>19)</sup>、渡辺 (1950<sup>28)</sup>, 1951<sup>29)</sup>), 木下 (1951)<sup>14)</sup> 等があり、いずれも温度が主要な分布支配因子と考えられている。そうしてこれらの研究は大体成虫の臨界高温範囲に視点がおかれて論じられている傾向がある。しかし、成虫が野外に於て高温に遭遇するのは7~8月であり、この時期はすでに殆んどが第1化期成虫 (このまま越冬するもの)<sup>12)</sup> であるから、たとえ高温によつて生殖機能が衰えても<sup>12)</sup>、高温が分布を制約するのだと論ずるには根拠が頗る稀薄である。しかも、成虫は生育に不適な高温時には上述の如く、冷涼な場所に退避するのみならず、高温をさける結果、分布に季節的な変動さえ見られる<sup>13)</sup> ものである。従つて私は温度と本成虫の生理・生態とを分布に関連して究明する場合には、臨界高温範囲よりむしろ臨界低温範囲に研究の視点が指向されねばならぬことを提言する。

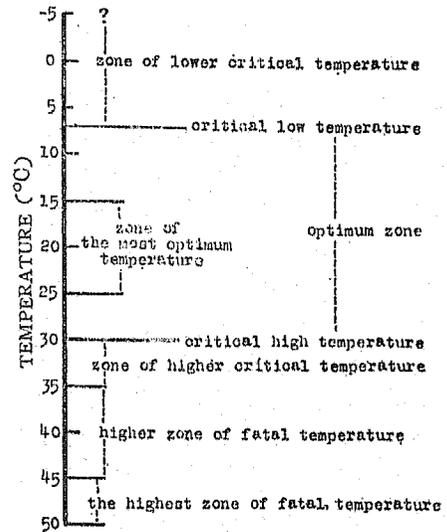


Fig. 3 The temperature zone of the activities of the adult.

要 約

本実験は種々なる温度下に於けるオオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSHULSKY 成虫の摂食性にそれと一般活動との関係を究明したもので、その結果は次の如く要約せられる。

1. 成虫の摂食性は7°Cから35°Cまで見られ、これが消長は一般活動とはほぼ一致している。
2. Normal life の保持される範囲の摂食性の高温限界は約30°Cである。従つて成虫の活動適温 (20°C前後) より高温部に「正常な摂食性」の最も旺盛なる範囲がある。
3. 10日間の合計摂食量は25°Cが最高であるが、1日の摂食量の最高は35°Cに見られる。
4. 温度の如何に拘らず雌は雄より摂食量が多い。かかる雌雄摂食量の相異は低温及び高温部で著明である。これは雌が雄より低温活動性且耐熱性にとむことに1部基因する。
5. この実験及び過去の知見から成虫の活動温度帯を大体次の如く想定する。

臨界低温範囲	.....7°C以下	
最適温度範囲	.....15~25°C	} 適温範囲7°C~30°C
臨界高温範囲	.....30~35°C	
高温致死範囲	.....35~45°C	
最高致死範囲	.....45~50°C	

引用文献 \*間接参照

- 1) BODENHEIMER, F.S. (1930) Studien zur Epidemiologie, Ökologie und physiologie der africanischen Walerbeuschrecke (*Schistocerca gregaria*, FORSK.); Zeit. angew. Ent., 15: 1—123
- 2) CROZIER, W. J. (1926) Notes on the distribution of critical temperatures for Biological processes; Jour. Physiol. 9(4): 525—529
- 3) DIERKE, G. H. (1947) Lady beetles of the genus *Epilachna* (Sens. Lat.) in Asia, Europe, and Australia; Sm ith. miscel. coll. 106 (15): 1—183
- 4) 福島正三 (1947) オオニジュウヤホシテントウの日週活動について; 生物 3 (4): 105—109
- 5) ——— (1949) 馬鈴薯畑地の畦間微細気象とオオニジュウヤホシテントウ成虫の活動との関係; 生物 4 (3): 96—103
- 6) ——— (1949) 畦幅を異にする馬鈴薯畑地の畦間微細気象がオオニジュウヤホシテントウ成虫の攝食活動に及ぼす影響; 北海道馬鈴薯採種組合連合会, 資料 9: 1—6
- 7) ——— (1950) 馬鈴薯の敵オオニジュウヤホシテントウの話; 農家の友 2 (7): 41—45
- 8) ——— (1950) 馬鈴薯の培土の相異がオオニジュウヤホシテントウ成虫の餌食活動に及ぼす影響; 昆虫 18 (6): 18—20
- 9) ——— (1951) オオニジュウヤホシテントウの加害防止策としての馬鈴薯の圃間栽培; 農業及園芸 26 (10): 1103—1104
- 10) 稻垣建二, 外 (1948) 京都附近に於けるニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの分布に就いて; 松虫 3: 121—124
- 11) ——— (1949) ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの分布と分布制限因子としての温度; 宝塚昆虫館報 61: 14
- 12) ——— (1950) ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの死虫率等に及ぼす温度の影響; 応用昆虫 5 (4): 169—176
- 13) ———外 (1950) ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの分布の季節的変動; 関西昆虫学会報 15 (1): 59—62
- 14) 木下周太 (1951) 大二十八星瓢虫の分布問題と埼玉県南の新産地; 宝塚昆虫館報 65: 7—10
- 15) 小山長雄 (1950) オオニジュウヤホシテントウの食性に関する研究 (第2報); 応用昆虫 6 (4): 193—197
- 16) ——— (1951) ——— (第4報); 昆虫 (印刷中)
- 17) MARCOVITCH, S. & W. W. STANLEY (1930) The climate limitations of the Mexican bean beetle; Ann. Ent. Soc. Amer. 23 (4): 666—686
- 18) MILLER, D. F. (1930) The effect of temperature, relative humidity and exposure to sunlight upon Mexican bean beetle; Jour. Econ. Ent. 23 (6): 945—955
- 19) 中田正彦 (1950) 関東地方に於けるジャガイモのテントウムシ類の分布について; 応用昆虫 6 (1): 69—23
- 20) PARKER, J. R. (1929) Some effects of temperature and moisture upon the activities of grasshoppers and their relation to grasshopper abundance and control; Trans. 4th Int. Congr. Ent. Ithaca. 2: 322—332
- 21) ——— (1930) Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus mexicanus* SAUSSURE and *cannula pellucida* SOUDDER (Orthoptera); Univ. Montana Agric. Expt. Sta. Bull., 221
- 22) SWEETMAN, H. I. & H. T. FERNALD (1930) Ecological studies of the Mexican bean beetle; Bull. Massach. Agric. Expt. Sta. 261: 32
- 23) TAKAHASHI, S. (1932) Studies on *Epilachna* lady beetles in Japan; Jour. Tokyo Agric. Coll. 3

- 24) 田辺忠一, 岡谷一郎 (1931) 大二十八瓢虫の生態に就て; 長野農事試験場報告 2  
 25) —————, —————, 熊谷又吉 (1934) 大二十八瓢虫の生態並駆除方法; 長野農事試験場報告 5.  
 26) 内田登一, 渡辺千尙 (1946) 馬鈴薯害虫オオニジュウヤホシテントウの分布に就いて; 生物 1 (1): 1—2  
 \*27) UVAROV, B.P. (1931) Insects and climates; Trans. Ent. Soc. London 79: 1—247  
 28) 渡辺千尙 (1950) オオニジュウヤホシテントウの分布南限界の指標としての夏期平均気温 (要報); 昆虫 8 (4): 54—63  
 29) ————— (1951) ニジュウヤホシテントウの分布北限の指標; 第11回日本昆虫学会講演  
 30) 八木誠政, 小泉清明 (1929) 函数生物学; 裳華房  
 31) 湯浅啓温 (1936) 第1次満蒙学術調査団報告第5部; 10 (43): 1—20

### summary

The large 28-spotted lady beetle (*Epilachna vigintioctomaculata* MORTSCHULSKY) is a well known injurious insect to the potato and other Solanaceous plants. Quite many investigations have already been done on the ecological problems. But we can scarcely find out a fundamental study, concerning the feeding habits especially on the relation of its activity to the normal activity under the different temperatures.

The author tried to clear up this problem in a series of studies on the feeding habits of this beetle, measuring the amount of consumption under various temperature, and he reached the following results.

1. The feeding activity begins from 7°C and continues to 35°C, coinciding with the activity according to the temperature. (Fig. 1)
2. The normal life by feeding is maintained from 7°C to 30°C.
3. The amount of food consumption is maximum at 25°C in normal condition, but it is exaggerated abnormally at 35°C when putted in the condition. (Fig. 2)
4. The amount of food consumption of the female is much more than that of the male irrespectively of temperature. (Table 3) The difference of such feeding quantity between the male and the female is evident at low and high temperatures. This fact coincides with the author's formal experiment (1951).
5. From these experiments, the temperature zone of the activities of the adult will be estimated as shown in the followings. (Fig. 3)

Zone of lower critical temperature.....	<7°C
Critical low temperature.....	7°C
The most optimum temperature.....	15~25°C
	Optimum zone
Critical high temperature.....	30°C
Zone of higher critical temperature.....	30~35°C
Higher zone of fatal temperature.....	35~45°C
The highest zone of fatal temperature.....	45~50°C

(Laboratory of Entomology, The Faculty of Textiles and Sericulture,  
 Shinshū University, Ueda, Japan.)