



Title	ナガチャコガネの生態學的研究
Author(s)	内田, 登一; Uchida, Toichi; 中島, 敏夫 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 14(1), 101-138
Issue Date	1948-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20666
Type	departmental bulletin paper
File Information	14(1)_P101-138.pdf



ナガチヤコガネの生態學的研究*

内 田 登 一

中 島 敏 夫

(北海道大學農學部昆蟲學教室)

Ecological studies on *Heptophylla picea* Motschulsky.

By

Toichi Uchida.

Toshio Nakashima.

目 次

緒 言	101	IV. 前蛹及び蛹	123
I. 概 説	102	1. 經 過	123
II. 卵	103	2. 蛹化率及び羽化率と 空氣溫度との關係	124
1. 卵の増大	103	V. 成 蟲	126
2. 卵と2,3の環境條件との關係	104	1. 經 過	126
III. 幼 蟲	108	2. 食 性	128
1. 生 長	108	3. 産卵習性	129
2. 食 性	112	VI. 要 約	129
3. 土壤酸性度との關係	114	VII. 文 獻	132
4. 移 動	115	VIII. Résumé	135
5. 選好溫度	121	IX. 圖 版	

緒 言

北海道に於けるコガネムシ類の發生に關しては、古くは1884年(明治17年)頃より報ぜられてゐたが、當時の被害は農林業上殆んど問題とするに足らなかつた。然るに近來開拓の進捗に伴ひ、その被害は著しく増大し、殊に1930年(昭和5年)以來4年目毎に大發生を繰返し、北海道各地の農耕地、森林及び苗圃の一大脅威となるに至つた。

ナガチヤコガネ *Heptophylla picea* Motschulsky は、北海道に於ける主要なコガネムシ類の1

* 本研究は文部省科學研究費による研究の一部である。

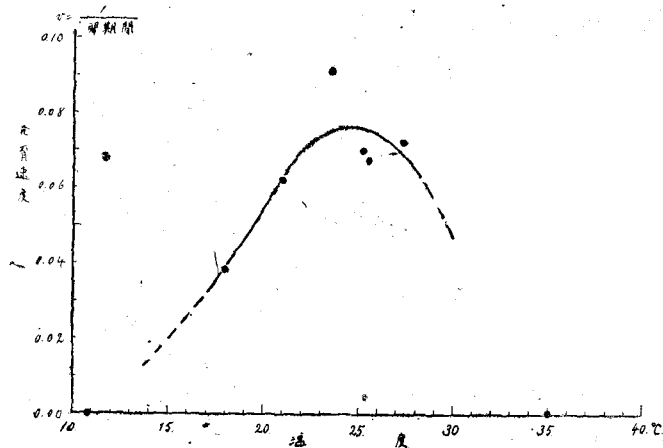
本種は1世代を完了するに満1箇年を要する。成蟲の出現期間は6月下旬より約1箇月の間であり、7月上旬に於てその出現が最も著しい。成蟲は出現後2~3日目より産卵を開始するが、卵は約3週間の卵期を経て孵化する。幼蟲は地中の腐植質及び各種の植物の根を攝食して生長を続け、2回の脱皮を経たる後、11月に至つて生長を完了して越冬に入る。幼蟲は翌春あまり攝食することなく、前蛹期を経て蛹化する。蛹期は大體6月上旬より約3週間である。羽化した成蟲は尙數日地中の土窩内に止まつた後地上に現はれる。

本種の週年経過を圖示すれば第1圖の如くである。

II. 卵

7月上旬、地中に産卵せられた卵は、約3週間の卵期を経て孵化する。卵の發育速度と温度との關係は第2圖の如くであり、室内飼育に於ける卵期間は、温度22~27°Cの間では13~16日間であつた。11°C以下では卵の發育が見られず、また35°C以上では全卵斃死した。

第2圖 卵の發育速度と温度との關係



1. 卵の増大

寫眞1に見る如く、産卵當時の卵は長楕圓形、乳白色、ガラス様の光澤がある。産卵後3日目頃より光澤の減退に伴ひ、長短兩徑の増大著しく、稍球形を呈するに至る。5~6日目よりは、稍彎曲せる幼蟲體の白色部と、透明部とを區別し得るも、時日の経過に従ひ白色部は次第に増大し、透明部は徐々に消失する。孵化前3日目よりは、卵の一端から凡そ $\frac{2}{5}$ の個所に、幼蟲の淡黄色の大腮が透視し得られ、孵化前日には、各體節の淡黄色毛をも認められる。

卵の増大に關しては、ヒメコガネ(澤, 1931), ウスキイロコガネ(村山, 1936), ドウガネブイブイ(湯淺・遠藤, 1938)等の卵の増大曲線が明らかにせられてゐる。ナガチャコガネ卵に就いては、木下(1925)により、産卵時の1.16 mm(短徑) × 1.68 mm(長徑)より孵化直前の1.58 mm × 1.95 mmに増大する事が報ぜられてゐる。

著者等は、産卵時より孵化に至る間の、卵の増大狀況並びに重量及び含水量の變化を知る

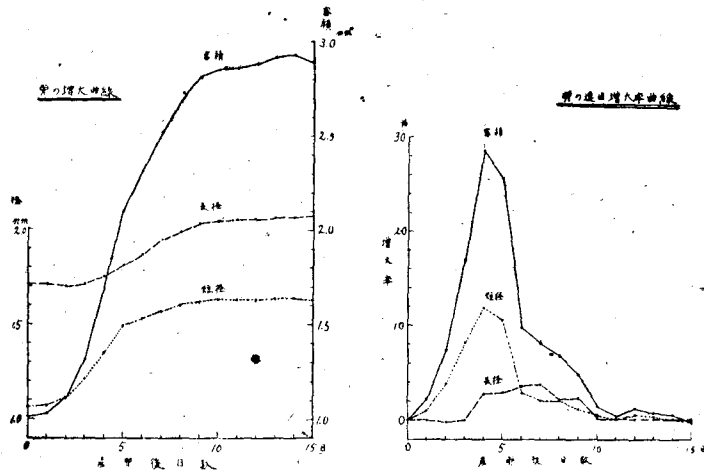
ために次の如き観察を行つた。

飼育方法 直径 0.3 mm 内外の海砂を流水中で充分洗滌し、蒸氣殺菌を行へる後、厚さ 1.5 cm のペトリシャーレに約 7 分目に盛り、含水量の約 90% の水分を含有せしめ、この砂上に産卵後 24 時間以内の卵を並べて蓋をなし、暗室内に静置し、24 時間毎に卵の長・短兩徑を測定した。又同方法で飼育した他の卵について、1 週間毎に重量及び含水量を測定した。測定卵数は前者 20 個、後者毎回 50 個、實驗期間中の室温は最高 31.2°C、最低 23.5°C、平均 25.5°C であつた。

測定結果 第 3 圖

に示せる如く、産卵當時長徑平均 1.7 mm、短徑 1.1 mm、容積¹⁾ 1.0 mm³ であつた卵は、2~3 日目より増大を開始し、長徑に於て 21%、短徑に於て 53% の増加を示し、長徑 2.1 mm、短徑 1.6 mm の略球形を呈し、容積は約 3 倍の 2.9 mm³ となつた。この間の重量及び含水量の變化は第 1 表の如く、重量は約 2.5 倍、含水量は約 1.8 倍に増加し

第 3 圖 卵の増大



第 1 表 卵の重量並びに含水量の變化

産卵後日数	重量		含水量		
	重量 mg	増加量 mg	含水量 %	水分量 mg	増加量 mg
0	1.1	—	47.6	0.5	—
7	2.1	1.0	76.1	1.6	1.1
14	2.7	1.6	83.9	2.3	1.8

た。而して重量の増加量と含水量のそれとを比較するに、第 1 表に明かな如く、その間に大差なきことにより、Ludwig (1932) がマメコガネに就いて述べてゐる如く、卵の重量の増加は主として水分の増加によものと考へる事が出来やう。

2. 卵と 2, 3 の環境條件との關係

i. 湿度との關係

コガネムシ類の卵の發育には一定量の水分を必要とする。ナガチャコガネに就いては第 1

1) 卵を迴轉楕圓体と見爲し、 $V = \frac{\pi}{6} A^2 B$ の式により容積を算出した。

但し V……容積、A……短徑、B……長徑。

表の如く、またマメコガネの卵は 1.627mg の水分吸収により、含水量は産卵當時の 49% から孵化直前の 84% に増加する (Ludwig, 1932)。かくの如く、卵はその發育に必要な水分を周囲より吸収する故、Schuch (1938) によれば、*Melolontha melolontha* L. の卵は、その發育條件として高湿度を必要とし、空氣に接した濕つた基盤に直接接觸してゐる場合にのみ正常に發育し、容積は 21 日間に 3 倍に増大する。若し空氣中の飽和水蒸氣のみが水源である場合には、死亡率が増加し、また孵化した幼蟲も小形であるといふ。松本 (1936) は乾土中に産卵されたドウガネブイブイ (*Anomala cuprea*) の卵は孵化しないが、濕土乃至中庸濕土中に於ては完全に孵化することを報じてゐる。筆者等の實驗に於ても上記の如くナガチャコガネの卵は、その發育中に 1.8 mg の水分を吸収して、含水量は 48% から 84% に増加した。ここに於て本卵の發育には如何なる湿度條件が好適であるかを知るため、次の實驗をなした。

實驗方法

1. 空氣湿度との關係 各種の湿度を得るため、下記鹽類の過飽和溶液を使用した。鹽類の種類及びその空氣湿度は次の如くである。

H₂O (100%); KNO₃ (90~95%); NaCl (70~80%); Ca (NO₃)₂ (50~60%); CaCl₂ (23%)。

直徑 8 cm、高さ 2 cm のペトリシヤールに、鹽類結晶の存する上記過飽和溶液を入れ、中央に時計皿を浮べ、その中に 20 個の凹所を作つた濾紙を置き、その凹所に 1 個づつ産卵後 24 時間以内の卵 (湿度約 60% の砂中に産卵せしめたもの) を並べ蓋をし、27°C の恒温器中に静置し、24 時間毎にその経過を観察した。

2. 土壤湿度との關係 前節に於て述べた如く洗滌、殺菌せる直徑 0.3 mm 内外の海砂を、直徑 7 cm、深さ 10 cm の磨合せ蓋付きガラスポツに夫々 200 g づつ入れ、これに適量の水を加へて十分攪拌し、水分を均等に浸潤せしめ、その水分含有量を飽和含水量の 2.5; 5.1; 6.0; 6.3; 8.0; 9.5; 11.5; 13.0; 16.4; 20.8; 25.0; 29.9; 37.6; 44.7; 48.9; 58.5; 68.6; 78.7; 83.8; 88.2; 94.5% とした。次に産卵後 24 時間以内の卵を、1 ポツに 30 個宛 2 cm の深さに埋め、蓋の磨合部に少量のワセリンを塗つて水分の蒸散を防ぎ、これを 27°C の恒温器中に静置し、3 週間後その結果を検した。

實驗結果

1. 空氣中に於ては湿度 100% (H₂O) の場合にのみ 65% の孵化率を示し、他の場合には卵殻破れて内容流出し、或は卵殻凹みて黄色となり、悉く斃死した。

2. 砂中に於ける結果は第 4 圖の如く、砂湿度 8% 以下では 1 卵も孵化しなかつたが、それ以上の湿度では急激に孵化率を増し、10~80% の廣範圍に於て高度の孵化率を示し、最適濕

(106)

度は 20~30% であつた。80% 以上の湿度では孵化率の減少を來たした。

卵が發育するためには、周囲の土壤から水を奪取せねばならぬが、1個の卵の必要とする水分量は、前記の如く平均わずか 1.8 mg である故、一度吸水可能の状態となるや容易にこの必要量は獲得せられるものと思はれる。又卵の呼吸について考へれば、Fink(1925)によれば、

マメコガネの卵の酸素消費量は $2.70560 \text{ mm}^3/\text{g}/\text{hour}$. であり、ナガチャコガネに於ても大差がないものとするれば、僅の土壤間隙の存在で呼吸は行ひ得可く、これ等の原因により湿度 10% より 80% に亘る廣範圍内で、高度の孵化率を示したものと考へられる。

以上の結果に照らし、卵の發育には幾分乾燥せる土壤の適してゐる事は明らかであるが、一般圃場に見られる如き乾燥及び過濕状態は、卵の發育にさしたる悪影響を及ぼさないものと思考される。

北海道の輕鬆な火山灰地帯に、コガネムシ類の大發生する原因の1つとして、火山灰の性質が、多量的水分と豊富な空氣とを同時に供給し得るため、卵の發育に好影響を及ぼしてゐるものと考へられる。

ii. 水素イオン濃度との關係

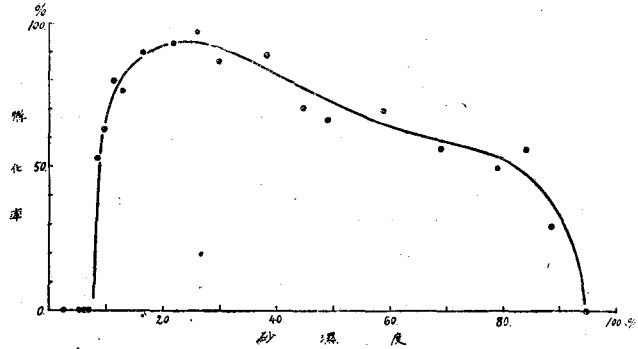
土壤中に産卵された卵は、その土壤の水分を吸収する故、卵に對する土壤水分の水素イオン濃度の影響の有無を知るため、次の實驗を行つた。

實驗方法

各種の水素イオン濃度を得るために McIlvaine's Standards を使用した。準備せる水素イオン濃度は、pH 3.8; 4.2; 4.6; 5.0; 5.4; 5.8; 6.2; 6.6; 7.0; 7.6; 8.0 の 11 種である。

直徑 8 cm のペトリシヤールに上記 Standards を入れ、中央に時計皿を浮べ、その上に濾紙を置き、その一端を折曲げて液中に浸し、濾紙が常に一樣に濕るやうにし、この濾紙上に卵を 10 個並べ、蓋をして暗室中に靜置し、各 pH 區の孵化率及び pH 3.8; 5.8 及び 8.0 の 3 區に就き、24 時間毎に卵の長・短兩徑を測定した。

第 4 圖 孵化率と砂湿度との關係



實驗結果

第2表 各pH區の孵化蟲數

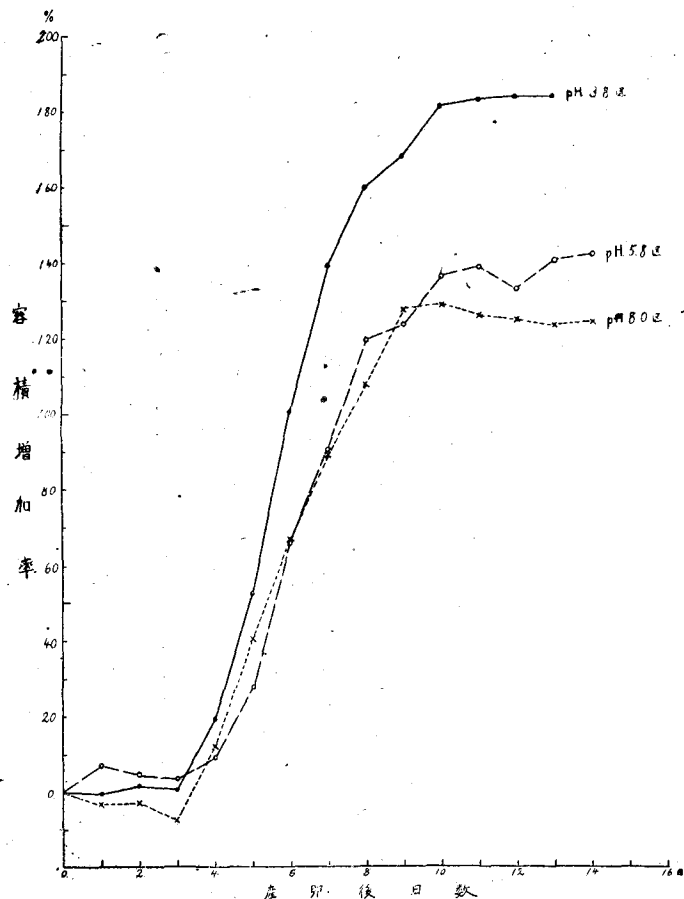
pH	供試卵數	産卵後日數								計	孵化率 %
		11	12	13	14	15	16	17	18		
		孵化蟲數									
3.8	10	0	0	0	3	1	0	0	0	4	40
4.2	10	0	0	0	3	2	0	0	0	5	50
4.6	10	0	0	0	3	4	0	0	0	7	70
5.0	10	0	0	0	6	2	1	0	0	9	90
5.4	10	0	0	0	4	3	1	0	0	8	80
5.8	10	0	1	0	0	7	0	0	0	8	80
6.2	10	0	0	0	4	3	0	0	0	7	70
6.6	10	0	0	0	0	7	1	1	0	9	90
7.0	10	0	0	0	3	0	5	0	0	8	80
7.6	10	0	0	0	0	2	6	0	0	8	80
8.0	10	0	0	0	0	7	0	0	0	7	70

各pH區の孵化率は第2表に明かな如く、pH 4.6より8.0迄の廣範圍に互り殆んど差異なきも、pH 4.2以下の強酸性區に於ては、明かに孵化率の低下を示した。

卵の増大現象に就いては、第5圖に見る如く、酸性に傾むく程大きな個體を生じた。即ち環境條件が強酸性の場合、孵化率は減少するが個體は大形となる傾向が認められた。

以上の結果が果して水素イオン濃度の差のみによるものか否かは、實驗例が少く、且つ卵の生理的特性に就いても不明の點が多く、茲に結論する事は出来ない。然しながら

第5圖 卵の増大と環境の水素イオン濃度との關係



ら畑の土壌に通常見られる如き酸性度内に於ては、卵の發育には殆んど相違が認められないものと思はれる。

III. 幼 蟲

1. 生 長

i. 孵 化 状 況

孵化に際しては、卵殻内の幼蟲は體を前後左右に緩慢に動かし、また大腿を開閉する。この運動中、卵殻背面に横の割目を生ずると直ちに背部を突出する。次いで緩慢な蠕動を行ひつつ腹部及び尾端を脱出し、頭に被つた状態となつて残つてゐる卵殻を脚で押して脱ぎ去る。卵殻に割目が生じてより脱出完了迄に約 20 分間を要する。

孵化直後の幼蟲は第 3 表に示す如く、頭、胸部に比し腹部は著しく細小である。體は C 字状に彎曲し、稍半透明、乳白色、大腿の先端部のみ鮮赤褐色、棘毛、氣門は淡黄色、頭蓋には浅い縮緬状の皺があるが、これは後に消失する。頭部は次第に着色し、約 2 時間後には淡褐色となる。

ii. 幼 蟲 の 大 さ

幼蟲各齡の初期及び終期に於ける蟲體の測定結果は第 3 表の如く、頭部は脱皮によつてのみ躍進的に増大し、次の脱皮迄の間には著しい變化はない。これに反し體長及び腹幅は前後兩脱皮の中間期に増大し、胸部は脱皮時並に前後兩脱皮の中間期共に増大する。その結果蟲體は、各齡を通じ脱皮前は胸部より尾端に至るまで略同徑、短太な胴體に對し小形の頭部を有し、體色は乳白色である。然るに脱皮後は頭部は大形、腹部は胸部に比し細小、全身密毛を被り、半透明である。頭部は脱皮後 3~4 時間で褐色となる。

第 3 表 幼蟲各期の大小 (平均値, 單位 mm)

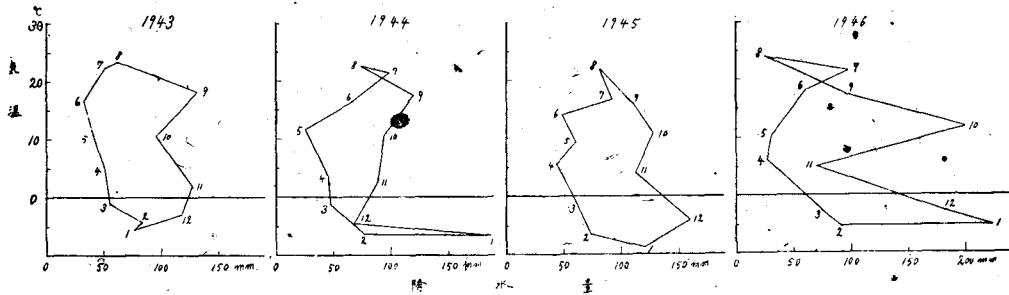
蟲 齡	頭 幅	體 長		胸 幅		腹 幅	
		初 期	終 期	初 期	終 期	初 期	終 期
1	1.22 ± 0.08	3.6	9.0	1.4	1.8	0.8	1.5
2	1.94 ± 0.08	9.1	15.3	2.1	3.2	1.4	2.8
3	3.13 ± 0.17	15.0	22.5	3.3	5.6	2.5	4.8

iii. 體 重 の 變 化

自然條件下に於ける幼蟲の體重變化を知るため、1943 年より 1947 年に亘り、札幌に於て落葉松 20 年生林周邊草地 (1943, '44 年度) 大豆畑 (前作トドマツ苗, 1945 年度) トドマツ苗床

(1946年度)に就き、數次に互り發掘採集せる資料(卵245個、幼蟲1633頭、前蛹276頭、蛹480頭、成蟲615頭)に就き測定した。尙該期間中の札幌の雨温圖並びに各採集地の土壤湿度(地表下10cm)は第6圖及び第4表の如くである。

第6圖 札幌の雨温圖



第4表 各採集地に於ける地下10cmの土壤温度(°C)

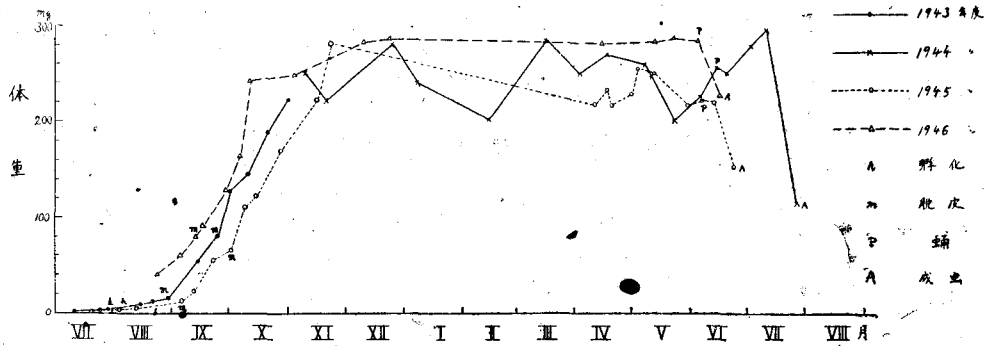
月別	旬別	年				累年平均 (札幌氣象臺)	月別	旬別	年				累年平均 (札幌氣象臺)	
		1943 (落葉松林周邊)	1944 (同前)	1945 (大豆畑)	1946 (トドマツ苗床)				1944 (落葉松林周邊)	1945 (同前)	1946 (大豆畑)	1947 (トドマツ苗床)		
7	上	17.9		16.3	19.7	21.8	1	全		1.7	1.0	0.8		
	中	20.6		16.5	21.0		2	全		1.0	1.1	0.8		
	下	21.7		21.0	22.2		3	上中		1.0	0.8	0.7		
8	上	23.5		21.0	24.3	22.7	3	下	1.0	1.0	0.6			
	中	21.7		20.4	25.6			4	上		2.2	1.0	2.7	
	下	22.3		22.5	23.4			中		5.7	3.0	3.8	4.9	
9	上	20.4		17.9	19.2	18.3	4	下	6.2	6.8	7.1			
	中	19.2		17.5	16.9			5	上		7.5	8.2	7.9	
	下	16.0		15.1	15.5			中		8.6	8.1	8.4	12.1	
10	上	14.3		14.0	13.0	11.5	5	下	11.5	11.2	11.4			
	中	14.5		12.3	10.6			6	上		13.4	16.9	14.2	
	下	10.2		10.5	9.6				中		14.7	19.4	15.8	17.5
11	上	7.4	8.2	7.2	8.4	4.6	6		下		14.3	19.5	15.7	
	中		3.5	5.0	3.7			7	上		15.8	19.8	16.2	
	下		3.4	3.9	3.1				中		16.3	21.5	17.5	21.8
12	上		0.8	1.0	1.3	7	下			20.0	22.4	13.7		
	中下		1.5	0.5	0.2									

備考 1943~1946年4月迄は10時、14時の平均温度、1946年5月以降は最高、最低の平均。

測定結果

體重の變化 體重變化の様相は第7圖及び第5表に示す如くであつた。

第7圖 體重の變化



幼蟲の顯著な生長期間は、産卵後約1箇月半を経過した9月上旬より2箇月半の間であり、この間直線的に體重を増加せる幼蟲は、11月中旬、平均290 mgに達して越冬し、越冬中多少減少するも、翌年6月下旬羽化するまで著しい變化はない。幼蟲の體重増加は原則として年内に完了し、その増加曲線は、各脱皮時に於ける一時的停滞は認められるが、全體として1つのS字形曲線を示してゐる。

氣候の影響 この曲線に及ぼす各年の氣候の影響を考察するに、1943年は大體平均並、1945年は冷涼、1946年は酷暑であつた。而して幼蟲が一定の體重に達するには夫々の年によつて1箇月近い差が認められたが、體重増加曲線は大體平行關係を維持してをり、この1箇月近い差の生じた原因は、幼蟲の生長速度の差によるよりも、寧ろ春季の氣候の差による成蟲出現時期の遅速によるものと考へられる。Ludwig (1928) は、マメコガネの卵及び蛹は、溫度の變化に對して非常に規則正しい反應を示すが、幼蟲は食物等の條件に制約される事が多いために顯著な影響を受けない事を報じてゐるが、ナガチヤコガネに於ても同様な現象が認められた。

生長式 氣候の差による幼蟲生長速度の差が上述の如く僅少なる故、各年の幼蟲體重を産卵時よりの日數¹⁾で比較するときは、かなり良く一致した曲線を示し、幼蟲體重増加の様式をRobertsonの生長式²⁾により示す事を得た。(第6表及び第8圖)。生長式は次の如くである。

1) 産卵は成蟲出現後2~3日目より約2週間に亘り行なはれるが、ここではその中間を取り1週間目より起算した。

$$2) \log \frac{x}{A-x} = K(t-t_1)$$

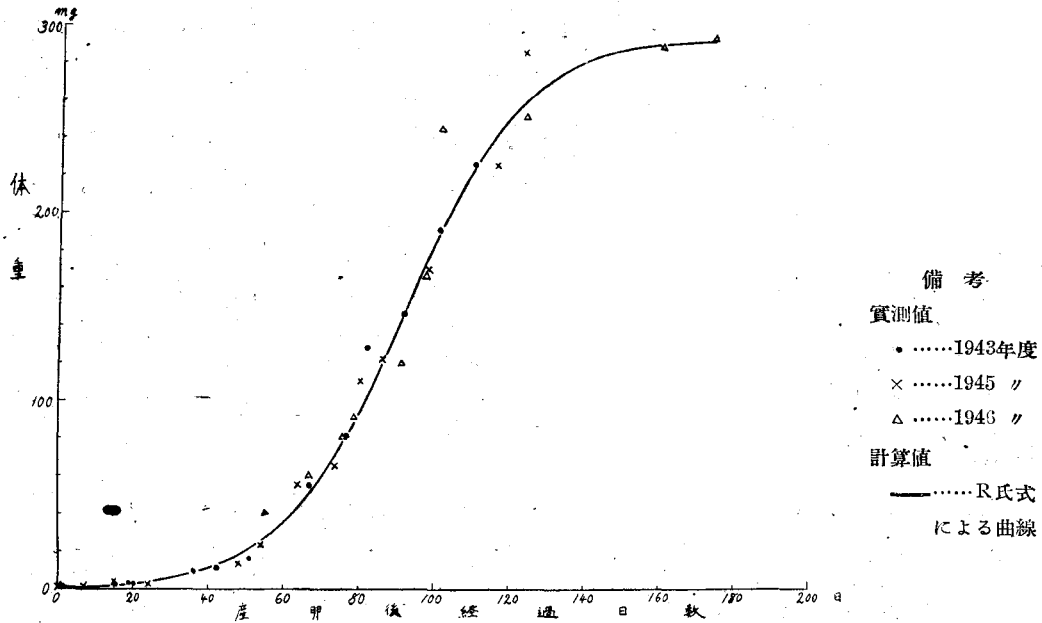
但し x … 産卵後 t 日目に於ける幼蟲の重量、 A … x の最大値、 t_1 … $x = \frac{A}{2}$ の時の t 、 K … 恒數。

第5表 各齡の體重 (mg)

齡	初 期		終 期	
	範 圍	平均	範 圍	平均
1	2.3 ~ 2.6	2.5	9.7 ~ 12.1	11.2
2	11 ~ 13	11.7	55 ~ 82	77.2
3	76 ~ 91	79.4	202 ~ 420	288.3
	♀		♂	
蛹	210 ~ 382	254.8	219 ~ 370	243.5
成 蟲	121 ~ 318	167.4	112 ~ 295	147.2

$$\log \frac{x}{288.3-x} = 0.01622 (t-93)$$

第 8 圖 幼蟲の體重増加曲線



第 6 表 R-式による體重の計算値と實測値との比較

年度	日数 t	實測値 x	計算値 x'	偏差 $x-x'$	年度	日数 t	實測値 x	計算値 x'	偏差 $x-x'$
1945	0	1.1	1.1	0.0	1946	76	80.6	76.1	+ 4.5
43	1	1.6	1.1	+ 0.5	43	77	80.5	79.5	+ 1.0
45	7	1.6	1.6	0.0	46	79	91.2	86.6	+ 4.6
43	15	2.5	2.6	- 0.1	45	81	110.0	94.1	+ 15.9
45	15	2.9	2.6	+ 0.3	43	83	127.6	101.9	+ 25.7
43	19	2.7	3.3	- 0.6	45	87	121.3	118.3	+ 3.0
43	20	2.6	3.5	- 0.9	46	92	118.5	139.8	- 21.3
45	24	2.6	4.4	- 1.8	43	93	144.9	144.9	0.0
43	36	9.5	8.9	+ 0.6	46	99	165.3	170.0	- 4.7
43	42	11.2	12.7	- 1.5	45	100	168.2	174.2	- 6.0
45	48	13.4	17.9	- 4.5	43	103	189.4	186.4	+ 3.0
43	51	16.1	21.2	- 5.1	46	104	243.0	190.3	+ 52.7
45	54	23.5	25.0	- 2.5	43	113	223.6	222.0	+ 1.6
46	55	40.2	26.4	+ 13.8	45	119	222.7	238.6	- 15.9
45	64	55.7	42.7	+ 13.0	46	127	249.1	255.5	- 6.4
43	67	54.6	49.7	+ 4.9	45	127	282.1	255.5	+ 26.6
46	67	60.0	49.7	+ 10.3	46	164	284.1	284.4	- 0.3
45	74	64.9	69.5	- 4.6	46	178	288.3	286.6	+ 1.7

2. 食 性

i. 喰 害 状 況

ナガチヤコガネの林業上最も恐るべき害は、幼蟲による根部の喰害である。この被害は針葉樹の苗圃に於て著しく、北海道各地の苗圃のトドマツ苗に就いてみれば、未だ多くの側根を生じない1年生苗は主根を切斷されて枯死し、2年生苗に於ても大部分の側根を喰盡され、主根をも上部まで剝皮せられる時は枯死する。落葉松、エゾマツ等に於ても被害は著しく、既に植栽されたものも時に枯死する事がある。

根の被害は切斷と剝皮とに大別出来、一定の太さ以下の根は切斷し、それ以上の太さの根は木質部のみを残して剝皮喰害する。切斷部の太さは大腿の太さによつて規定されるため、稍一定の直径を有し、第3齡幼蟲に於ては最小 0.3 mm, 最大 0.8 mm, 平均 0.6 mm であつた(寫眞 5, 6, 7 参照)。

苗圃に於ける被害は直径數米の斑紋狀に現れるのを常とし、その幼蟲棲息数は、1 平方メートルに 81 本移植し、1 年据置き4年生トドマツ苗床の全滅地區に於ては、平均 47.8 頭、最高 74 頭、また 2 年据置き播種床(苗數 1 平方メートルに 100 本)では最高 200 頭を検出した。

斑紋内の苗木を喰ひ盡した幼蟲は逐次外方の健全部に移行する傾向があり、5~6 月頃には被害區外 0.5~1.0 m の地帯に特に多數の幼蟲が認められた(水平移動の項参照)。

ii. 體重の増加と攝食量との關係

野外に於ける幼蟲各時期の喰害量を知る事は、苗木保護上重要な問題である。この量を知るため次の實驗を行つた。

實 驗 方 法

直径 3 cm, 深さ 10 cm のガラスチューブに壤土(腐植含量 9.5%)を 7 cm の深さに盛り、第 7 表に示す如き食草を植込み、この中で幼蟲を 1 頭づつ飼育し、10 日目毎に體重を測定し、且つ餌は新鮮なものと取換へた。飼育期間は第 3 齡初期より約 4 箇月間である。

第 7 表 幼蟲 1 頭に對し 10 日毎に與へたる食餌

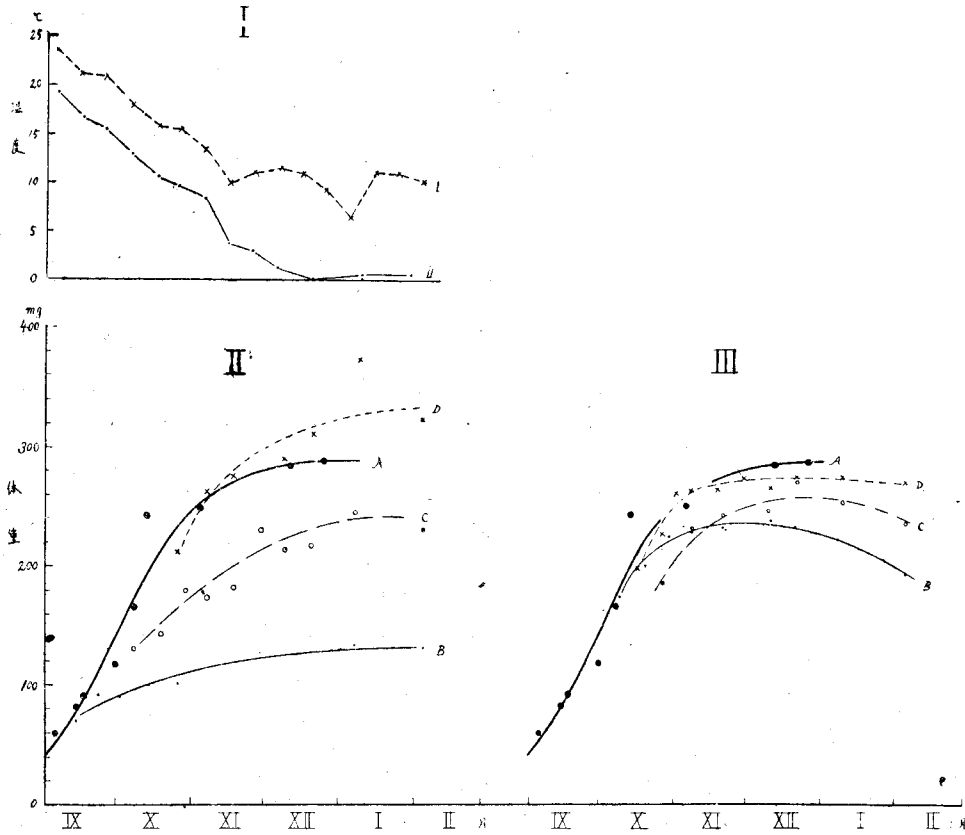
區	組 別	10 日間の食餌		飼育蟲數頭
I	No. 1	トドマツ 2 年生苗	1 本	10
	〃 2	〃	2	10
	〃 3	〃	5	7
II	No. 1	小麥(播種後 20 日)	2 本	10
	〃 2	〃	5	5
	〃 3	小麥 1 本及びトドマツ 2 本		5

實 驗 結 果

飼育試験の結果は第 9 圖に示す如くであり、幼蟲 1 頭に對し 10 日

目毎にトドマツ 2 年生苗 1 本の給餌は明らかに不足であり、その根部は完全に剥皮され、餓へた幼蟲は時に地表に這ひ出して幹部をも剥皮し、更に下部の葉まで攝食した。

第 9 圖 體重の増加と攝食量との關係



備考

- I.....實驗期間中の溫度
 - i...室内飼育溫度
 - ii...圃場地温(地表下 10 cm)
- II.....トドマツ區に於ける體重變化
 - A...圃場に於ける體重變化
 - B...10日間にトドマツ 2 年生苗 1 本を與へた場合
 - C...10日間にトドマツ 2 年生苗 2 本を與へた場合
 - D... " " 5 本 "
- III.....小麥區に於ける體重變化
 - A...圃場に於ける體重變化
 - B...10日間に小麥(播種後 20 日) 2 本を與へた場合
 - C... " " 5 本 "
 - D...10日間に小麥 1 本, トドマツ 2 本を與へた場合

給與苗數の差による體重増加の相違は判然し、10日間にトドマツ 2 年生苗 1 本を與へた場合には、平均 125 mg 以上には達し得なかつた。2 本を與へた場合には平均 235 mg に達したが、體重増加の速度は自然状態のものに比較して極めて遅く、5 本を與へた場合始めて充足する様である。

以上の結果から幼蟲の野外に於ける攝食活動を考察すれば、假りにトドマツ 2 年生苗のみ

(114)

を食するものとするれば、體重 50 mg に達する迄は 10 日間に 1 本の苗で充分であるが、それ以上の體重の増加に伴ひ攝食量は激増し、120 mg 程度のもものでは苗 2 本を必要とする。この時季は恰も 9 月下旬或は 10 月上旬であり、第 3 齡初期にある幼蟲は、その後約 1 箇月間は 10 日間に苗 5 本の速度で攝食を行ひ、平均 290 mg に達して越冬するものであるから、1 幼蟲の總攝食苗數を推算すれば、第 2 齡は體重 11 mg から 75 mg 迄増加し、期間は約 4 週間、この間の攝食量は 3 本、第 3 齡體重 75 mg より 290 mg 迄、約 5 週間、17 本。第 1 齡の攝食量は無視し得るものとして、總計 20 本となる。従つて 1 平方メートルに 2 年生苗は約 1000 本(播種床)生育しあるを以て、凡そ 50 頭以上の幼蟲の存在する場合に全滅するものと見ることが出来る。然し以上の結果は、食物として單にトドマツ苗のみを攝取するものと假定しての計算であるが、圃場には他に多量の有機物が存在し、幼蟲は不完熟堆肥を好食する事も廣く認められてをり、苗の被害數は圃場の状態如何により種々異なるものと考へられる。

ナガチャコガネ幼蟲の被害は、從來針葉樹のみに見られる如く報ぜられてゐたが、松下(1943)は潤葉樹の根も多少喰害する事を報じてゐる。著者等が試みに小麥、小麥及びトドマツを與へて飼育した結果、兩者をあまり選擇する事なく攝取した。然し小麥のみを與へた場合は、給與數 2 本と 5 本とに於て體重變化に大差は認められず、トドマツと共に與へた場合の方が良く發育し(第 9 圖の III)、トドマツが適してゐる如くであつた。

其他の食草： 以上の外、圃場に於て大豆、牧草、ダイオウ等の根部をも食する事が認められた。又幼蟲は共食をもする。

3. 土壤酸性度との關係

コガネムシ類の幼蟲は食性上土壤を多量に嚙下する故、如何なる土壤酸性度が幼蟲の生活に適するかは興味ある問題である。而して幼蟲の好適酸性度にはコガネムシの種類により次表に示す如き相違のあることが報告せられてゐる。

第 8 表 各種コガネムシの幼蟲の生存に好適なる土壤水素イオン濃度

ナガチャコガネに關する實驗 pH 6.2 の埴壤土(腐植含量 11%)を水酸化カルシウム及び硫酸により酸性度を pH 3.7, 4.7, 6.6 及び 8.7 に調節し、直径

種 類	好適酸性度	實 驗 者
<i>Lepidiota caudata</i> Blkb.	pH. 5.5 以下	Smith (1936).
<i>Melolontha hippocastani</i> F.	" 5 - 6	} Printz (1937).
<i>Amphimallus solstitialis</i> L.		
<i>Polyphylla fulls</i> L.	" 7 - 8	
<i>Anisoplia austriaca</i> Hbst.		

3 cm, 深さ 10 cm のガラスチューブに盛り、これにトドマツ 2 年生苗 2 本を植込み、この中で幼蟲を 1 頭づつ飼育し、10 日目毎に食草を新鮮なものと取換へ且つ體重を測定した。尙供試幼

蟲は第3齡初期のもの18頭、實驗開始時の平均體重 87.3 mg であつた。

實驗結果は第10圖に示す如く、中性に近づく程良好な發育がみられた。然しながら pH 3.7 及び 8.7 の如き極端な場合に於ても或程度の體重増加を示してゐる。それ故に一般畑土壤に見られる如き酸性度にては大なる影響を受けないものと考へられる。

4. 移 動

コガネムシ類の幼蟲の移動には2型が認められる。第1型は生長期間中に行はれる水平移動で、これは食物の探索、又時としては何等かの障害に對する回避と考へられる。第2型は垂直移動であつて、晩秋、幼蟲が冬期の寒冷を避け、従來の棲息深度よりさらに深所に移行し、翌春再び上昇する季節的垂直移動である。

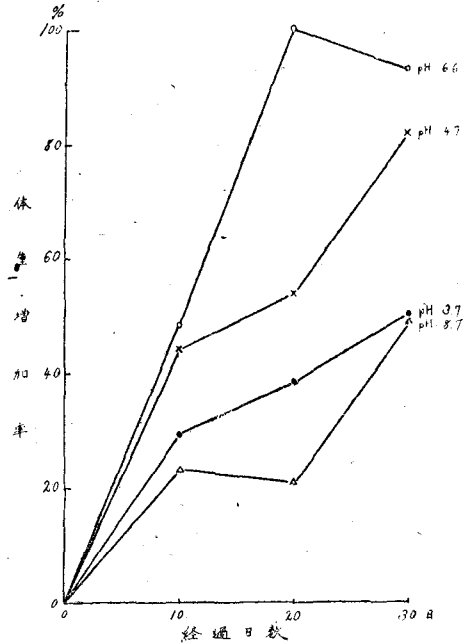
i. 前進方法

上記2種の移動の基礎となるものは、幼蟲の地中に於ける前進方法であり、これに關しては Kienitz (1892), Leisewitz (1906) 及び Schwerdtfeger (1939) 等の報告がある。特に Schwerdtfeger は *Melolontha melolontha* L. 及び *M. hippocastani* F. に就いて詳細に觀察し、コガネムシ類幼蟲に共通且つ獨特な前進方法を明らかにした。彼の方法に従ひ、ナガチヤコガネに就いて觀察した結果は次の如くである。

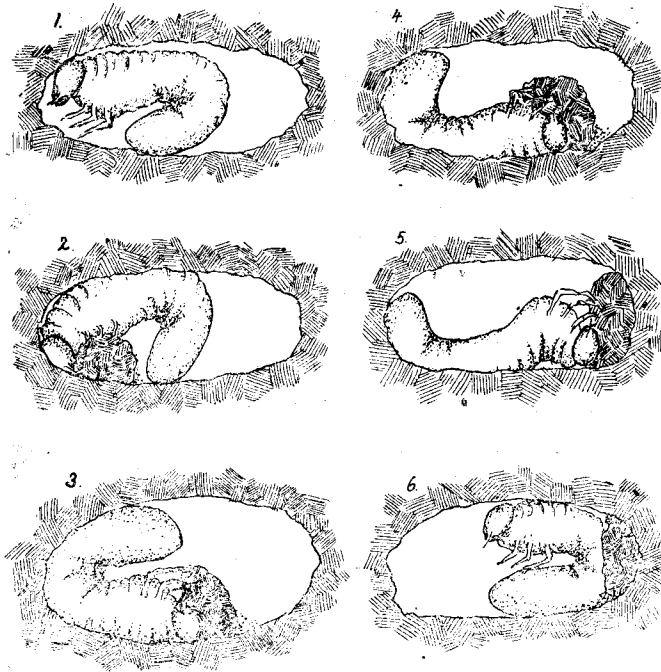
觀察方法 2枚のガラス板 (27 cm × 32 cm) を幼蟲の體幅より幾分廣めの間隔で平行に保ち (5~6 mm), 周圍を木枠で固定し、この2枚のガラス板の間に、良く篩ひ適度の濕氣を與へた土壤を充填し、幼蟲を放した。

前進方法 幼蟲は常に土壤を周圍に押し擴げて作った卵形の空洞中に居る。幼蟲は先づ前進方向の壁を大腮で齧り、或は左右の大腮を合して1個のスコツプの如くに用ひ、或程度の土壤を崩し出し、これを胸部附近に集めて1つの山を作る (第11圖, 1, 2)。次にこの土塊と前方の壁との間に體を滑り込ませ (3)、この土塊を頭部と脚とで押移して後方の壁に強く押附ける (4, 5)。此所で再び體を反轉させ (1) の状態にもどり、前方の壁を崩す (6)。

第10圖 幼蟲の體重増加と土壤酸性度との關係



第11圖 幼蟲の前進方法



ii. 前進速度

前進方法が前述の如く複雑であるがため、地中に於ける前進速度は遅く、前記観察枠を用ひ、1時間毎に幼蟲の位置を記録し、前進速度を測定せる結果は次の如くである。尙本実験では攝食に費される時間を省くため、土の代わりに良く洗滌した海砂を使用した。

實驗結果

實驗結果は第9表の如くであり、これを要約すれば、

第1齡幼蟲 孵化直後

の未だ攝食しない個體に就いての結果である。各個體とも40時間後迄に死亡した。

第2齡幼蟲 圃場より採集後直ちに測定せるもの(滿腹時)及び同實驗後24時間放置したる後再び測定せるもの(空腹時)の兩場合を比較するに、空腹時の方が明らかに活動的であり、1時間最高速度に於ては3cm; 平均1cmの差が認められ、空腹による食物探索の結果が判然としてゐる。空腹時に於ける1時間4cmの前進速度は、第2齡幼蟲の示す最高値と思考される。

第3齡幼蟲 秋季。比較のため砂、土兩者を使用した。土の場合には測定期間中に體重の増加した個體もあり、攝食に費された時間が相當含まれてゐるものと考へられる。砂中に於

第9表 幼蟲の前進速度

蟲 齡	供試蟲數	平均體重 mg	測定時期 年月	測定時間 時間	平均溫度 °C	前進速度 cm/時間	
						最高	平均
第1齡 (孵化直後)	5	2.9	1946 7	40	26.2	0.2	0.01
第2齡 (滿腹時)	5	53	〃 9	24	20.7	1.0	0.07
〃 (空腹時)	5	—	〃 9	7	21.8	4.0	1.2
第3齡 (秋期, 砂)	5	241	〃 11	30	13.3	11.0	1.9
〃 (秋期, 土)	5	236	〃 11	30	13.3	6.0	1.1
〃 (春期, 砂)	5	210	1945 5	48	14.1	4.1	1.4

ける1時間11 cmが第3齡の最高速度であつた。また測定開始後數時間で土窩を作り、その中に止まつて活動せぬ個體も認められ、この時期の移動には攝食のみでなく、越冬のための土窩を作るのに適した場所を求める事も含まれてゐるものと考へられる。

春季 この時期の移動には攝食のためと、蛹化場所を求めるためとの2種が明確に區別出來た。前者は實驗終了後さらに2週間攝食せるに反し、後者は實驗中2日目より土窩内に止まり、後、食草を與へるも攝食せず、2週間後蛹化した。

以上幼蟲各齡期の前進速度を検討したが、いづれも非常に遅く、最も活動的である第3齡に於ても1時間最高11 cm、平均1.5 cmにすぎなかつた。

iii. 水 平 移 動

以上は實驗室に於て測定せる前進距離であるが、圃場に於てその被害が1地點より逐次周圍に擴がり行く範圍は、幼蟲が攝食し、休息し、また不規則に歩き廻る故、前述の結果から直ちに推定することは不可能である。Hawley (1934) はマメコガネの幼蟲が8×4フィートの容器内で、37日間に7頭がその容器の1端より80インチ以上を、50頭が40インチ以上を、78頭が20インチ以上を夫々移動した事を報じてをり、またHallock (1935) は *Anomala orientalis* の幼蟲が、野外の容器内で9月より6月迄に4フィート移動した事を報じてゐる。さらにSchwerdtfeger (1939) は *Melolontha hippocastani* の幼蟲を圃場の1地點に埋め、その幼蟲を一定期間後に掘起して埋藏點よりの距離を測定し、11日目迄の實測結果を基として幼蟲の移動距離 S を、

$$S = \frac{aq}{1-q}$$

但し、 a ……幼蟲が或る目標に直進すると假定した場合の1日の前進距離。

q ……幼蟲の直進を阻害する各種因子の總計。

の如き無限等比級數(日數を無限大と見る)の和として表はし、 aq の値として實驗第1日目の移動距離(第2齡で平均8.6 cm、最高23 cm、第3齡で平均12.6 cm、最高25 cm)を、 q の値として實測結果より0.6を求め、 S の値として第2齡で平均22 cm、最高58 cm、第3齡で平均32 cm、最高63 cmを求め、これに第1齡の見積高を加へて幼蟲1世代間の總移動距離として平均70 cm、最高150 cmを算出してゐる。而してこの2倍或は3倍の値、即ち平均1.5~2.0 m、最高3.0~4.5 mを圃場に於ける實際の移動距離であらうとみてゐる。

幼蟲の移動距離を無限等比級數の和として表はし得るためには、或る任意の時に、幼蟲が任意の方向に進む事が、同一の確率を持つ場合でなければならぬ。然るにナガチヤコガネに於てはその被害は集團的に、斑紋狀に發生するのを常とし、被害區域内の食草を喰ひ盡くした幼

(118)

蟲は、食を求めて外方へ外方へと移動する傾向が認められ、この場合上記の前提が成立せず、彼の11日目迄の實測を基として案出した式を用ひる事は當を得たものとは考へられない。

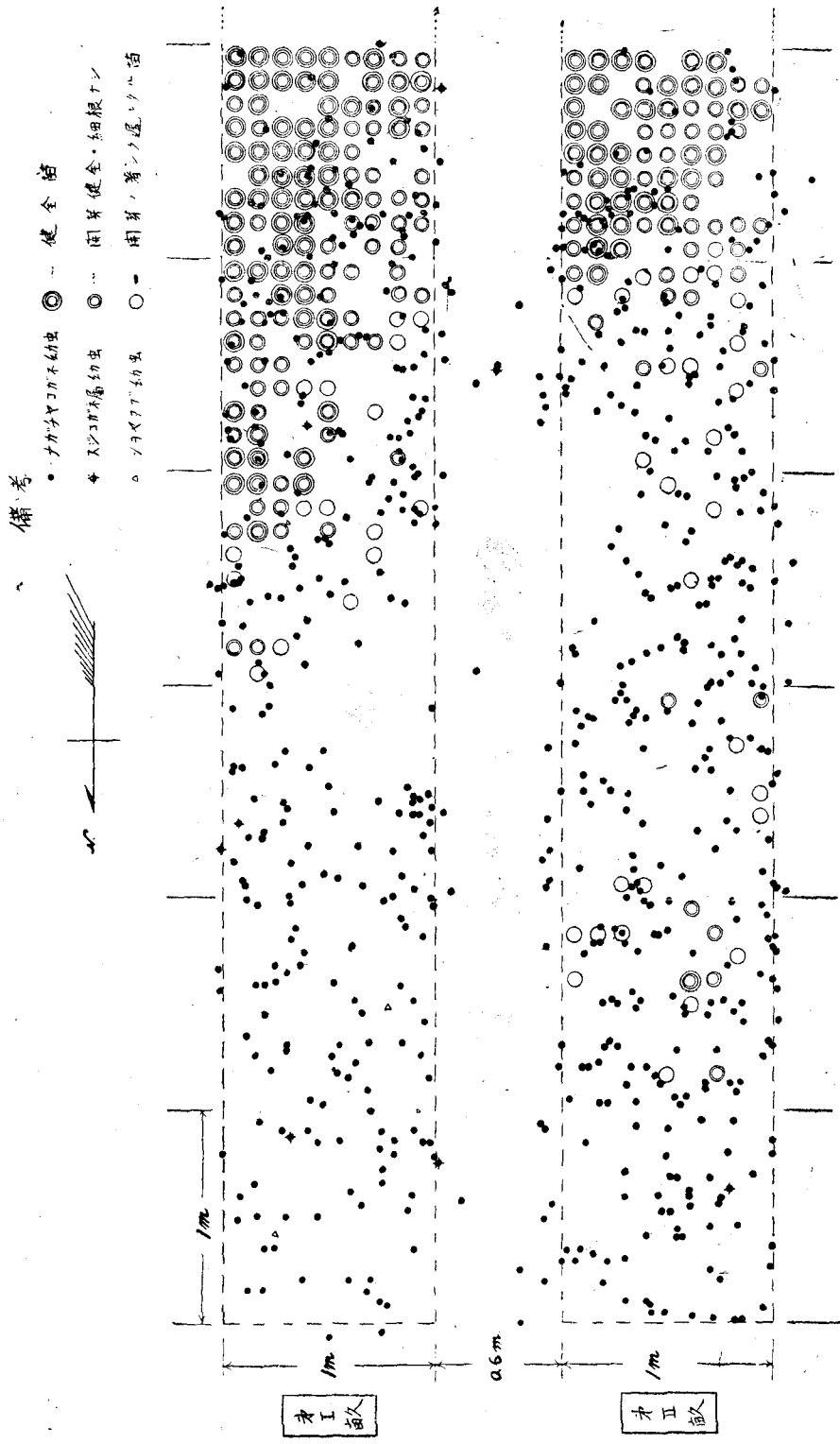
而して圃場に於ては、その被害を發見した場合、多くの幼蟲が未だその被害区域内に止まつてゐるか、或は隣接の健全區に移動した後であるか、移動したとすれば何處まで移動したかを知ることが、實際上必要な事柄である。

第 10 表 被害區に於ける苗並びに幼蟲の狀況 (1區劃の全苗數 81本)

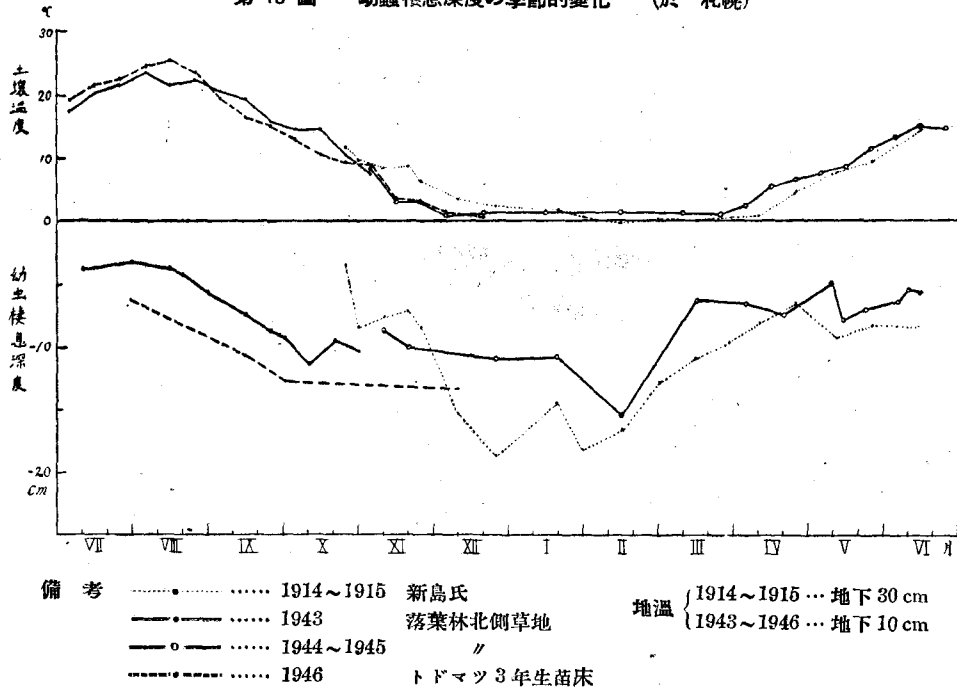
畝 區		I						II						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
苗	健全苗	0	0	0	4	15	44	0	1	0	0	1	36	
	開芽健全・細根なし	0	0	0	10	22	25	0	4	2	0	8	25	
	開芽の著しく遅れた苗	0	0	0	8	9	0	0	7	5	3	12	3	
棲息數		43	46	52	55	65	50	60	74	62	64	67	48	
幼 蟲	體重 mg	♀	175.9	196.4	183.6	210.8	234.3	246.9	158.6	151.5	146.4	144.7	190.4	196.3
		♂	175.1	171.4	205.4	209.3	229.7	271.2	123.0	146.2	124.4	125.9	165.8	180.1
	(第1~第6區……蛹)	平均	175.5	183.9	194.5	210.1	232.0	259.1	140.8	148.9	135.4	135.3	178.1	188.2
	(第7~第12區……成蟲)													

ナガチャコガネの喰害を被つた苗圃を一端より丹念に掘起こし、苗の被害狀況、幼蟲の棲息地點及び體重を検した結果は第10表及び第12圖の如くであつた。採掘期間は1946年6月11日より26日迄即ち前蛹期より羽化開始迄の間で、各個體はいづれも蛹化のために作つた土窩内に止まつてをり、幼蟲期最終の棲息地點を示してゐる。苗は1943年春播種、1945年5月第1回床替をなせるトドマツであり、同年秋(45年)には異常を認めなかつたが、翌春開芽期に至り被害が明らかになつたものである。然しこの被害の大部分は、先に生長の項に述べた如く、前年9、10月に受けたものである。被害區域はナガチャコガネ特有の斑紋形で、5月には健全に開芽せるものと枯死せるものとの境が判然としてゐたが、6月の検査時には地上部は健全であるに拘らず細根を缺く苗が兩區の境の部分に多く見出された。被害區内の苗の大部分は太い主根まで剥皮せられてゐた。蛹の棲息状態は被害區内では一様に分布し、開芽區と枯死區との境では少く、開芽區内、境より約50~60cmの部分で最高値に達し、それ以遠では急激に減少してゐた。また被害區域内の蛹の重量は平均185mgで通常のものよりはるかに軽い値を示した。以上の諸點より考察するに、被害區中央部の幼蟲は食を求めて彷徨するも遂にこの區域外に出る事を得ず、周圍1~2m以内の幼蟲のみが晩秋及び春期に健全區内に侵入したものと考へられ、幼蟲全期間の活動範圍は直徑2m内外の區域内と見て大過ないと思はれる。

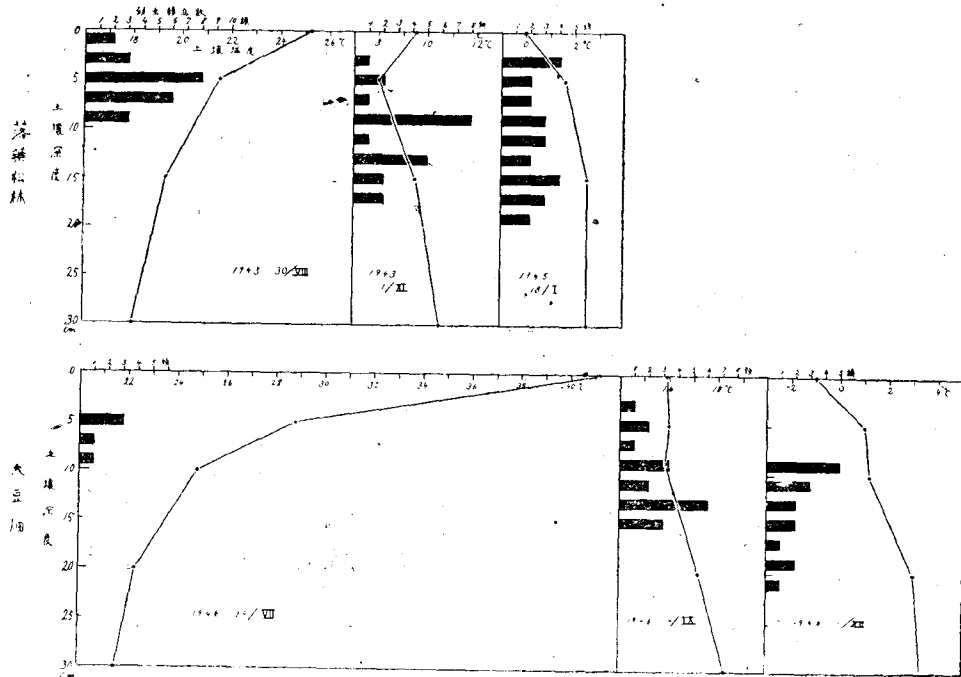
第 12 圖 被害苗圃に於ける幼蟲の分布並びに苗の殘存状態



第 13 圖 幼蟲棲息深度の季節的變化 (於 札幌)



第 14 圖 幼蟲棲息深度と土壤温度との關係



iv. 垂直移動

ナガチャコガネの垂直移動に関しては、既に新島・楠・富本(1917)の報告がある故詳細は省略する。本幼蟲の札幌に於ける垂直移動は僅か 20 cm 内外で顯著なものではなく(第 13 圖)、特に土壤の上・下兩層の間に温度差の少ない林地に於ては、冬期に於ても地上に堆積せる落葉の直下から約 20 cm の深さまで一様に分布する(第 14 圖, I)。しかし畑地の如く地表の被護物に乏しく、初冬積雪前、表層數種の凍結を見る場所に於ては、明らかな垂直移動が認められ、寒冷を避けて下降する様子がみられる(第 14 圖, II)。

コガネムシ類幼蟲が蛹化に際して、その越冬時の棲息深度と攝食時の棲息深度との中間部に集まる傾向のある事が多くの研究者により報ぜられてゐるが、ナガチャコガネに於ても 1946 年 5 月下旬より約 3 週間、トドマツ苗床に於て約 500 頭の蛹及び攝食幼蟲に就き調査の結果は第 15 圖に示す如く、その差はわづかではあるが、攝食中には上層部に多いのに反し、蛹化に際しては中層部に集まる傾向が認められた。また雌雄によりわづかにその蛹化深度を異にし、平均雌 11.1 cm、雄 9.6 cm であつた。

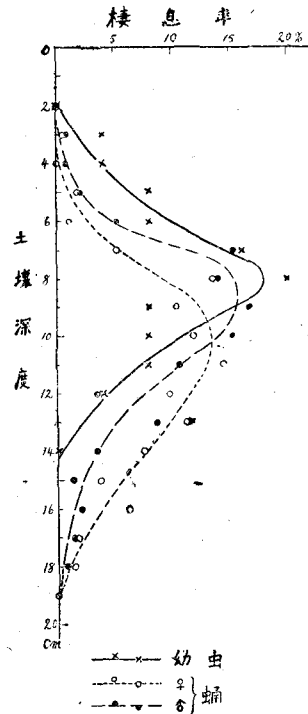
5. 選好温度

幼蟲が温度選好性を有するか否かを知るために次の實驗を行つた。而して幼蟲の温度選好性を明らかにすることを得れば、幼蟲の各種動作、特に垂直移動に関する重要な示唆を得るものと考へられる。

實驗方法

兩端の壁を鐵板張りとした $12 \times 14 \times 50 \text{ cm}^3$ の細長い木箱を $30 \times 30 \times 70 \text{ cm}^3$ の箱の中央に水平に保ち、兩箱の間隙を鋸屑を以て埋め、外部よりの温度の影響を遮斷した。次に内部の箱中に十分洗滌せる 0.3 mm 内外の海砂(中庸温度)を充し、この中に幼蟲を均一に分散せしめて放つと同時に、一端を電氣恒温器に連接してこの側より加温すると共に、他端を水道水を通じた冷却器に接續して冷却し、以て砂中に一定の温度傾斜を生ぜしめ、この温度は壁を貫通して挿入した棒状寒暖計で讀取つた。この場合砂が一定の温度傾斜を示す迄に 4~5 時間を要した。斯くして一定時間後に幼蟲の分布状態を検した。尙各實驗には苗圃より採集した新鮮な幼蟲を用ひた。

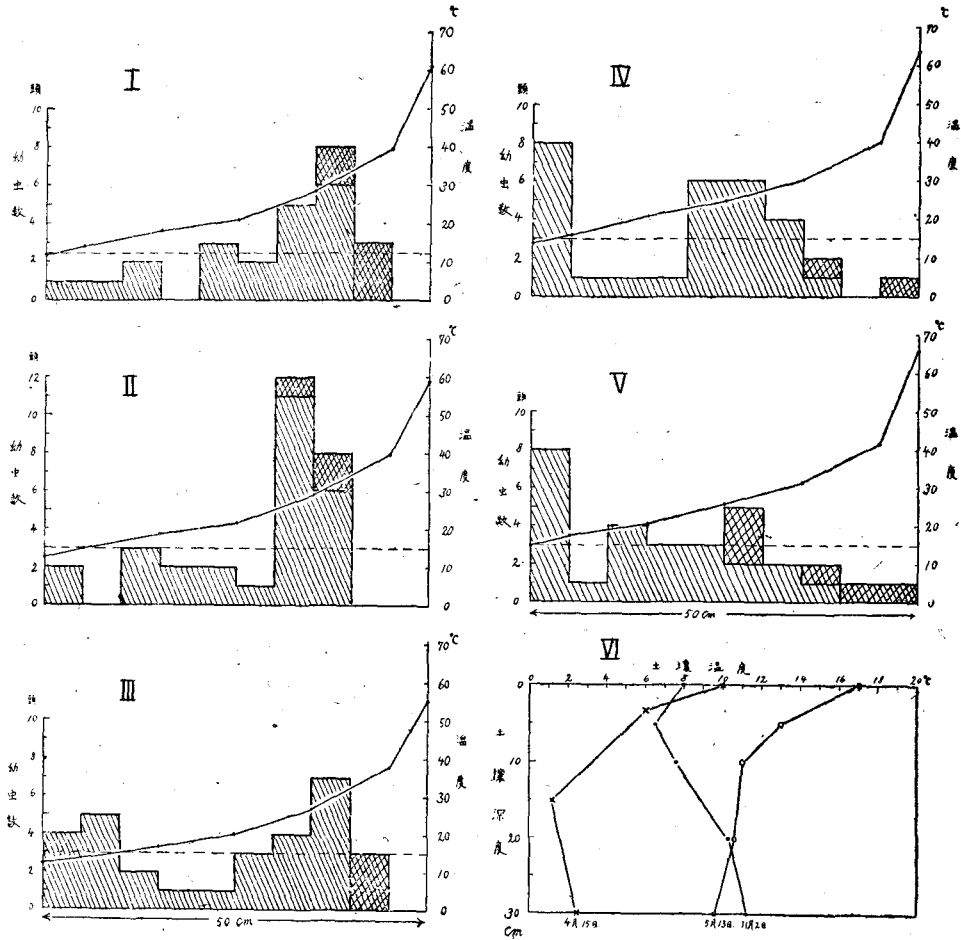
第 15 圖 幼蟲及び蛹の棲息深度
(於 トドマツ苗床)



實驗結果

第16圖に示す如く、測定器内の温度傾斜は恒温器に接した5cmの区間のみはやや急激な變化を見たが、他の45cmの間には12°Cより40°Cに亙る滑らかな傾斜を生じた。而してこの中に於ける幼蟲の分布状態は第16圖の如くであつた。即ち第1に、春秋兩期共に34~35°C

第16圖 幼蟲の選好温度



備考

1. 實驗期間

- I 1946年11月1日より24時間
- II " 11月2日 " 48 "
- III " 11月4日 " 72 "
- IV 1947年4月15日 " 24 "
- V " 5月13日 " 24 "

2. 供試蟲數

- I 25頭
- II~V 30頭

3. 幼蟲體重

- I 252.8 mg
- II 247.3 "
- III 249.1 "
- IV 283.9 "
- V 285.7 "

4. 實驗前の幼蟲棲息地温度はVIの如し。

5. --- 測定器内の温度

- - - 實驗開始時の幼蟲分布

▨ 實驗終了時の幼蟲分布

▩ " の斃死蟲分布

以上の温度を避ける傾向が認められ、もしこれ以上の高温部に発見される場合は必ず斃死してゐた。第2に、35°C以下の幼蟲の分布は、11月には供試幼蟲の約60%が24~34°Cの間に集合してゐたのに對し、4月には23~28°Cの間に集まる1群(約57%)と、冷却器の壁に蟄集する1群(約27%)との2群に分れ、さらに5月には約27%の幼蟲が冷却器の壁に集まつたのみで、高温部に集まる群は見られなかつた。越冬の前後兩時期に於て、共に約60%の幼蟲が22~34°Cの間に集まつた事より考察するに、生長期にある幼蟲の選好温度は22~34°Cの間にあるものと考へられる。4、5月に低温部に集まつた群に就いては、これが越冬による何等かの生理的變化の結果であるか、或は老熟せる幼蟲の選好温度が生長中の幼蟲のそれよりも低いのであるか、それ等の點に關しては今後の研究に俟たねばならぬ。

IV. 前 蛹 及 び 蛹

1. 經 過

前 蛹 期 第1年目秋に生長完了せる幼蟲は翌春も引續き土窟内に留まり、活動することはない。生長不十分な個體は春季再び攝食せる後、兩者とも5月中旬より漸次腸内容物を減じ、體は淡乳黄色を呈し、次第に弾力性を失ひ、C字狀を呈してゐた體は稍棒狀となり、大腿及び脚を動かし得なくなる、外部より刺戟を加へても大腿及び脚を動かさなくなつた時を以て前蛹期の始めとすれば、これより1~2週間の前蛹期を経て6月上旬蛹化する。

蛹 期 蛹化に際しては先づ體の蠕動が起り、胸部背面に十字形の割目が生じ、幼蟲の舊皮は次第に押下げられ、頭胸部、第1、2脚が脱出する。次いで體を背面に反らせて第3脚を脱出すると共に、幼蟲の舊氣管も細い絹絲を引出す如くに拔取られ脱皮を終る。幼蟲の舊皮は縮小したまま蛹の尾端に残る。斯の如く舊皮を脱去る事は、これを被つたままのステコガネ屬(*Anomala* spp.)の蛹とは大いに異なるところである(寫眞3参照)。

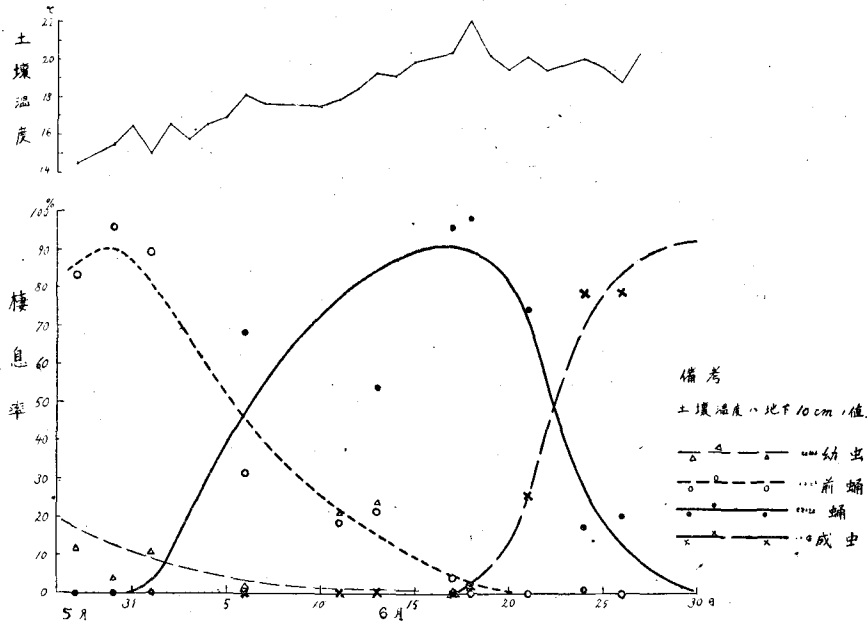
蛹化直後の蛹は青白色、半透明、中央に乳白色の部分が透視せられるが、約2時間後には全體乳白色、不透明となる。5、6日後、複眼淡褐色、10日後には黑色となる。約2週間後には頭胸部、翅の先端等が淡赤褐色となり、羽化前日には複眼黑色、頭胸部赤褐色、翅淡褐色、腹部黄色、尾節淡赤褐色となり、尾端には透明な液が滯溜する。

蛹 期 間 1946年5月下旬より6月下旬に至る間にトドマツ苗床に於て見られた前蛹、蛹及び成蟲の各棲息率の推移は第17圖に示す如くであつた。即ち5月下旬前蛹期にある各個體は6月に入ると共に蛹化を開始し、6月17~18日迄に殆んど全體蛹化を完了した。次いで6月20日前後より一齊に羽化を開始し、6月末には最早蛹は認められなかつた。この間蛹期間

(124)

として約17日を要した。この間の地表下10cmの温度は平均19°Cであつた。1945年には平均15°Cで26日を要した。

第17圖 前蛹及び蛹の棲息率の季節的消長 (1946年, トドマツ苗床)



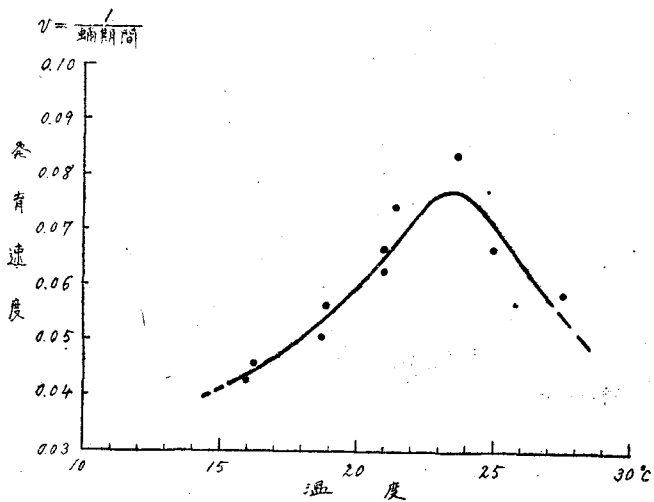
室内飼育による蛹期間は、平均16°Cでは24日間、23~24°Cで最短12日を要し、それ以上の温度では蛹期間は再び延長した。

蛹の發育速度と温度との關係は第18圖の如くであり、地表下10cmの6月の累年平均温度17.5°Cでは約3週間を要する如くである。尙雌雄によつて蛹化開始期及び蛹期間の差は認められなかつた。

2. 蛹化率及び羽化率と空氣湿度との關係

前蛹及び蛹は、地表下6~16cm(第15圖)の土壤を周圍に押し擴げ、内面を滑らかにならした卵圓形の土窩内に棲息する。この土窩を崩した

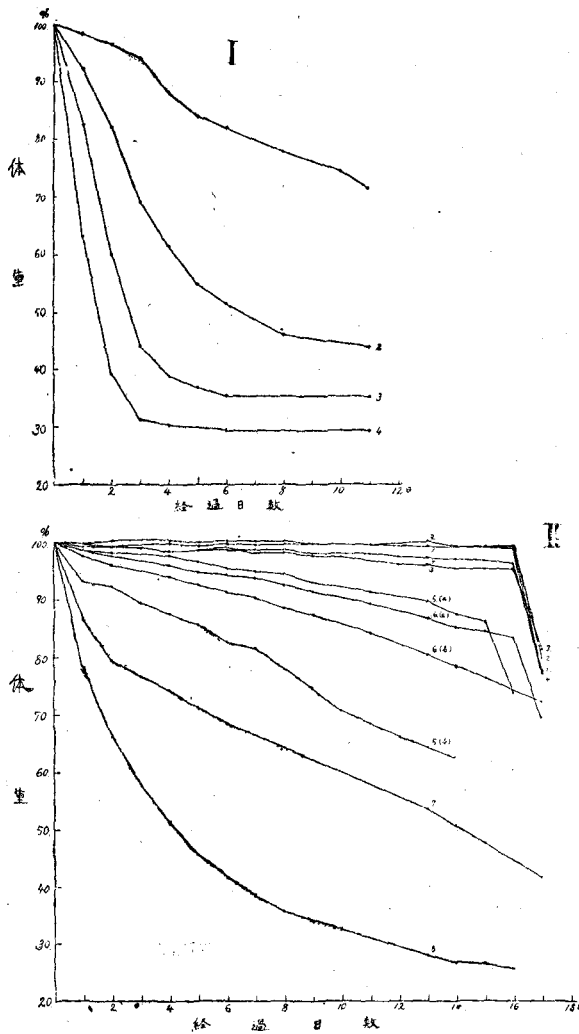
第18圖 蛹の發育速度と温度との關係



場合、前蛹は蛹化不能となり、時として蛹化した個體も幼蟲の舊皮を脱することが出來ず、頭部と背面に裂目のある幼蟲舊皮を被つた奇形を生じた。これ等の個體をそのまま崩れた土窩内に置き、或は人工的に作つた土窩内で飼育せるも1頭も羽化し得なかつた。(この人工土窩による飼育は、通常の個體では死亡率5%以下であつた)これに反し既に蛹化する後土窩を崩した場合には相當の羽化を見た。

かくの如く前蛹と蛹とでは不良環境に對する抵抗性に相當の差のある事が考へられるが、種々異つた空氣濕度中に於ける體重の變化及び蛹化率並びに羽化率は次の如くであつた。

第19圖 前蛹並びに蛹の體重變化と空氣濕度との關係



實驗方法

各種の空氣濕度を得るために Zwölfer (1932) の方法を使用した。尙この外に直接水分に接した場合として、シャーレ内に十分水分を含有せしめた濾紙を敷き、この上に直接蟲體を置き飼育した。各實驗には、前蛹は圃場より採集せる前蛹初期の個體、蛹は室内で蛹化せしめた蛹化後24時間以内の個體を使用した。供試蟲數は各濕度に就き10頭であり、この體重變化を24時間毎に測定した。尙飼育溫度は $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ である。

第19圖備考

I 前蛹期

- | | | |
|---------|--------|------|
| 1. 空氣濕度 | 100% | } 斃死 |
| 2. " " | 90~95% | |
| 3. " " | 70~80% | |
| 4. " " | 29~35% | |

II 蛹期

- | | |
|------------------|------|
| 1. 濕つた濾紙に直接接した場合 | ♀ 羽化 |
| 2. " " | ♂ 羽化 |
| 3. 空氣濕度 100% | ♀ 羽化 |
| 4. " " | ♂ 羽化 |
| 5. (a) " 70~80% | ♀ 羽化 |
| 5. (b) " " | ♀ 斃死 |
| 6. (a) " " | ♂ 羽化 |
| 6. (b) " " | ♂ 斃死 |
| 7. " 29~35% | ♀ 斃死 |
| 8. " " | ♂ 斃死 |

實 験 結 果

第 11 表 蛹期間の體重變化並びに羽化率と空氣濕度との關係

濕 度 %	性別	羽化率 %	羽化前日 の 體 重 *	蛹期間の 體重減少 *	羽化直後 の 體 重 *	羽化の際 の體重減 少**	成 蟲 の 含 水 量 %	蛹 期 間 (日)	
								範 圍	平 均
>100	♀	90	99.0	1.0	77.3	22.1	68.7	15~17	16.4
	♂	90	99.3	0.7	79.7	19.5	73.7	15~17	16.4
100	♀	100	95.4	4.6	80.8	18.6	69.4	16~18	17.0
	♂	100	96.4	3.6	77.0	19.9	72.3	13~18	16.2
70~80	♀	20	86.2	13.8	73.6	14.6	69.6	15	15.0
	♂	70	83.2	16.8	69.2	16.9	70.0	16~17	16.5
29~35	♀	0	—	—	—	—	—	—	—
	♂	0	—	—	—	—	—	—	—

* 蛹化直後の體重を 100 とす。 ** 羽化前日の體量を 100 とす。

前蛹，蛹共に體重減少の割合は，環境の關係濕度に逆比例してゐた。前蛹は耐乾性が甚だ弱く，關係濕度 100% に於ても蛹化し得なかつた。前蛹期には濕つた基盤に直接接する事を必要とするものと思はれる。

蛹期間の發育には關係濕度 100% が最も適してをり，全個體羽化した。濕つた基盤に直接接した實驗區に於ける斃死個體は，いづれも羽化前日迄は正常の發育を續けてゐたが，羽化當日急激に多量の水分を含んで甚しく膨大となつた。蛹期間には基盤の過濕状態は有害であると考へられる。關係濕度 70~80% 區に於ける斃死蟲の中には，蟲體は羽化せるにかかはらず蛹の舊皮が乾燥硬化せるために脱皮不可能となり斃死した場合が認められた。各濕度區共，正常に羽化せる個體の羽化前日の體重は，蛹化當時の體重の 80% 以上を示してゐるのに對し，この非脱皮成蟲の體重は平均 72% であつた。この點から考へ，蛹は蛹化當時の體重の 80% 以下迄乾燥すれば羽化能力を失ふものと考へられる。Ludwig (1936) はマメコガネの蛹に就いて，この値を 69% と報じてゐる。

成蟲の含水量は蛹期間の乾濕に關係ない。羽化直後の値は，雌 65.2~74.5%，平均 69.2%，雄 67.2~76.5%，平均 72.1% であつた。

V. 成 蟲

1. 經 過

羽化に際しては，先づ蛹の第 1，第 2 腹節背面の左右の部分に脈搏の如き鼓動が始まり，この鼓動の回数は室溫にて 1 分間 31 回を數へた。この鼓動の開始と共に尾端に溜つてゐた黄

色透明の液體は漸次減少し、約15分後には尾端の液の滯溜部分は全く萎凋する。それと同時に、これまで紡錘形の所謂蛹の形をしてゐた腹部は、徐々に下膨れの丸味を帯びた成蟲腹部の形態に變化する。約1時間後には前記の鼓動は益々大となり、腹部全體に互る波狀の蠕動となる。やがで胸部背面に縦に割目が出來、波狀の鼓動は弱まる。この時の振動回数は1分間に29回であつた。次いで蟲體は運動を開始し、先づ背部を突出し、前中脚を脱出する。殼は徐々に尾端に向ひ押下げられ、翅は脱出した部分より逐次背面に廻り込む。先に脱出した前・中脚を以て背面を頭部より尾端に向ひ撫で下すが如き動作を繰返し、最後に後脚と尾端とを脱して羽化を終る。而して鼓動開始後約2時間、背面に割目を生じてより約45分を要した。

羽化直後の成蟲は、頭部、前胸、小楯板等は稍赤味を帯びた鮮褐色、翅鞘は乳白色、半透明、後翅は淡黄色で深皺を有し、稍棒狀を呈す。腹部は乳白黄色、腹部末節は淡褐色である。

羽化直後に於ては收縮して棒狀を呈してゐた後翅は、次第に膜狀に伸展し、約1時間後には、前翅後縁より約7mm後方迄伸張する(寫眞4)。其の後、腹部を上下に振動せしめるに伴ひ、左方の後翅より順次に翅鞘下に疊込まれる。この間、後脚を以て屢々翅鞘及び腹部を摩擦する。約3時間後には、後翅は完全に翅鞘下に疊込まれ、翅鞘はこの時迄に淡橙色に着色し、羽化後約6時間で外見上全く完成した成蟲となる。

成蟲は羽化後直ちに地上に出現することなく、なほ數日間土窩内に留まる。この期間は1945年(地下10cmの平均温度14.3°C)には7~10日、平均9.1日間、1946年(19.5°C)には5~9日、平均6.3日間であつた。また出現開始後の生存期間は室内飼育に於て平均雌14.9日、雄14.1日であつた。圃場に於て飛翔の見られる期間は第12表の如くであつた。

成蟲は日中は地中に潜み、日没後の黄昏時1~2時間に限り出現する。Meunier(1928)は *Melolontha melolontha* に就いて、その群飛が薄暮の程度に一致することを述べてゐるが、ナガチャコガネに於ても、晴天の場合は日没と同時に一齊に出現を開始するが、雲の厚い暗い日には日没前から數頭づつ順次に出現するのが觀察された。

地上に於ける雌雄の動作には次の如き相違が認められた。即ち雄は雌より幾分早く出現し、雌を求めて地上を匍匐し、或は低く飛翔する。日没後20~30分間に飛翔してゐるものは殆んど全部雄であつた。雌は出現後直ちに交尾するが、雄に出合はざる場合は地上を緩漫に匍匐

第12表 成蟲出現期間 (於札幌)

年	出現期 月日	期間 日間	備考
1922	6. 28 ~ 7. 22	25	木下(1925)
1945	7. 13 ~ 8. 3	21	畑地
1945	7. 19 ~ 8. 11	23	林地
1945	6. 26 ~ 7. 19	24	苗床
平均		23.3	

(128)

し、或は附近の雑草に昇り直ちに攝食を開始する個體が多い。交尾中もなほ攝食を續ける雌が多數認められた。

2. 食 性

新島・楠・富本(1917)は成蟲は産卵直後死亡するため攝食せぬ如く記述してゐるが、木下(1925)は成蟲の攝食を追記した。又桑山(1937)は水稻を喰害したことを報じてゐる。然し本種の成蟲の攝食に關する詳細の研究報告は未だ公表せられてゐない。

著者等の今までの觀察によれば、成蟲は出現地附近の植物を餘り選擇することなく攝食することが認められた。

圃場に於て觀察し得た食草は次の如くである。

タンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.
ダイズ	<i>Glycine Max</i> Merrill.
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> L.
ナツナ	<i>Capsella Bursa-pastoris</i> Medicus.
ハコベ	<i>Stellaria media</i> Cyr.
スペリビユ	<i>Portulaca oleracea</i> L.
ヒメスイバ	<i>Rumex Acetosella</i> L.
オーチャードグラス	<i>Dactylis glomerata</i> L.
トネリコバノカヘデ	<i>Acer Negundo</i> L.
トドマツ	<i>Abies Mayriana</i> Miyabe et Kudo.
アカエゾ	<i>Picea Glehni</i> Masters.

成蟲の1日間及び全期間の攝食量並に雌雄による攝食量の差を見出すため、次の實驗を行った。

實驗方法 直徑11 cm, 深さ14 cmのガラスポットに5 cmの深さに土壤を入れ、これに成蟲を1頭づつ飼育し、食草としてトネリコバノカヘデを與へたものと、大豆を與へたものと2區に區別した。而してこの食草を毎日新鮮なものと取換へ、その食跡を測定した。

實驗結果 前述の如く成蟲は種々の植物を攝食するが、植物の種類によりその攝食量には第13表の如き差が認められ、この差

第13表 成蟲の攝食量

食 草	性別	1日量 (cm ²)		總量 (cm ²)	
		最高	平均	最高	平均
トネリコバ ノカヘデ	♀	1.4	0.4	10.7	5.8
	♂	1.2	0.3	10.7	4.7
大 豆	♀	8.2	1.9	34.3	16.2
	♂	5.3	0.8	24.7	12.2

は特に雌に於て明らかであつた。然しながら成蟲期間の總攝食量は大豆葉に於ても約1枚であり、喰害は問題とするに足らぬ。

3. 産卵習性

産卵数 成蟲は出現、交尾後2~3日より産卵を開始し、1日数粒づつ約2週間に亙り産卵を続ける。1雌の孕卵数は、出現當初の雌50頭に就いて調査の結果は7個より62個迄の個體差があり、平均35.2個であつた。

室内で飼育羽化せしめた成蟲を1ポットに雌雄1組づつ飼育し、産卵数を検せる結果は第14表の如く、孕卵数平均34.8個、産卵数26.8個、殘卵数8.2個であつた。ここに注目すべきことは、食草の種類及び量の差により、壽命には大差なきも、産卵数には2倍近い差が認められ、大豆を與へた場合には孕有卵の殆ど全部を産み、トネリコバナカヘデの場合には孕有卵の約半数を産卵したにすぎなかつた。斯く食草と産卵との間には重要な關係が存する。この事實は苗圃に於ける本種防除上重要問題の1つである。

第14表 食草別に見た産卵数並びに壽命。

食 草	飼育* 組數	1組の平 均攝食量 cm ²	産 卵 数		産卵率 %	殘 卵 数		計(1雌孕卵數)		壽命(日)	
			範 圍	平 均		範 圍	平 均	範 圍	平 均	範 圍	平 均
トネリコバ ナカヘデ	10	9.6	5~40	18.8	59.2	0~40	13.0	12~51	31.8	♀ 7~22	14.2
										♂ 11~16	13.3
大 豆	10	33.2	22~55	34.7	91.8	0~8	3.3	22~55	37.8	♀ 9~22	15.5
										♂ 9~19	14.8
平 均			26.8		75.5	8.2		34.8		14.5	

* 雌雄1對を以て1組とす。

産卵深度及び密度 産卵深度は土地の状態により可成りの差が認められ、林内では地表下2~6cm、苗床では6~14cm、畑では10~18cmの間で多數の卵が発見された。卵は1粒づつ點々産卵せられ、最も接近した場合には1立方糎内に3粒を數へたが、2卵相接した場合は認められなかつた。

産卵密度の1例としては、前年トドマツ据置苗(5年生苗)に多大の被害を被むり、春期末替の際1m平方に52~93頭幼蟲の棲息せる大豆畑に於て、50cm立方に12~127個、平均52.7個の卵が認められた。

VI. 要 約

筆者等は除防最も困難とせられてゐる根切蟲類の適切なる防除法發見の目的をもつて、北海道に於ける農林業上主要なる數種のコガネムシの生態學的研究を行つてゐるが、茲に針葉樹

(130)

の稚苗に大害を及ぼすナガチャゴネ (*Hepiophylla picea* Motschulsky) の生態學的研究を略完了せるをもつて、これを公表する。その結果を要約すれば次の如くである。

I. 經 過

ナガチャゴネの週年経過は次表の如くである (於 札幌)。

蟲 齡	期 間
卵 期	7月上旬 ~ 8月上旬
第1齡幼蟲期	7月下旬 ~ 9月上旬
第2齡幼蟲期	8月下旬 ~ 10月上旬
第3齡幼蟲期	9月下旬 ~ 翌年6月上旬
前 蛹 期	5月下旬 ~ 6月中旬
蛹 期	6月上旬 ~ 6月下旬
成 蟲 期	6月下旬 ~ 7月下旬

II. 卵

1. 卵の増大 産卵當時の卵は平均重量 1.1 mg にすぎないが、卵期間中に平均 1.7 mg の水分を吸収し、容積は約 3 倍、重量は約 2.5 倍に増大する。

2 濕度との關係 卵の發育には高濕度を必要とする。空氣濕度との關係は、飽和水蒸氣中に於てのみ 65% の孵化率を示し、それより低濕度では全卵斃死した。直徑 0.3 mm 内外の砂中に於いては、發育可能な濕度は 10~80% (容水量の)、最適濕度は 20~30% であつた。

3. 水素イオン濃度との關係 強酸性 (pH 3.8~4.2) の實驗條件の下では孵化率は低下し、孵化個體は大形となつた。然しながら通常の畑土壤に見られる如き酸性度の範圍内では、孵化率には顯着な相違は認められなかつた。

4. 卵 期 間 室温で 13~16 日、野外では 3 週間を要した。

III. 幼 蟲

1. 生 長 孵化當時の幼蟲は平均體長 3.6 mm、體重 2.5 mg、老熟幼蟲は體長 22.5 mm、體重 288.3 mg であつた。又各齡期間中に於ける頭蓋の大きさは稍一定で、その幅は第 1 齡平均 1.22 mm、第 2 齡 1.91 mm、第 3 齡 3.13 mm である。

幼蟲の體重増加は原則として年内に完了し、その最大増加期は 9 月中旬より 11 月中旬迄の 2 箇月間である。従つてこの期間が喰害の最も著しい期間である。最大重量に達するまでの體重増加曲線は 1 つの S 字形を畫き、この曲線は Robertson の生長式により示す事ができる。

$$\log \frac{x}{288.3-x} = 0.02622 (t-93)$$

(但し、 x ……産卵後 t 日目の幼蟲體重)

2. 食性 幼蟲の食物は地中の腐植物及び各種針葉樹の根部である。根を喰害する方法は切斷と剝皮とに大別出来る。幼蟲が切斷する根の太さは大腸の大きさにより規定される。第3齡幼蟲の切斷する根は直径0.3~0.8 mm, 平均0.6 mmであつて、これ以上の太い根は切斷せず剝皮喰害する。

給餌量の多寡により、幼蟲の體重増加速度及び到達し得る最高體重には著しい相違が認められ、10日目毎に2年生トドマツ苗1本を給餌した場合の4箇月後に於ける最高體重は平均125 mg, 2本では平均235 mgであつた。自然状態と同程度の發育を遂げるためには第3齡期に於て10日目毎に苗5本の給餌を要した。幼蟲期間の總攝食量は、2年生トドマツ苗のみでは約20本を要する計算となる。

幼蟲は各種の針葉樹の外、小麥、牧草、大豆、ギンギン等の根部を攝食する。又共食もする。

3. 土壤酸性度との關係 飼育試験に於ては中性土壤中に於て最良の發育を遂げた。然しながら一般圃場の土壤に見られる如き酸性度の範囲内では、その發育に著しい相違は認められないやうであつた。

4. 移動 土壤中に於ける前進速度は、室内實驗に於ては(直径0.3 mm内外の砂を用ふ)第2齡幼蟲の最高時速4 cm, 平均1.2 cm, 第3齡幼蟲最高11 cm, 平均1.9 cmであつた。

圃場に於ける幼蟲の移動には、生長期間中に行ふ水平移動と、晩秋及び早春に季節的に行ふ垂直移動との2型が認められる。

水平移動範圍即ち幼蟲期の活動範圍は2~3平方米と考へられる。

垂直移動は札幌に於ては20 cm内外であつた。この移動は土壤の上層と下層との溫度の相違が激しい畑地が、溫度の變化が少い林地よりも顯著であつた。

5. 選好溫度 土壤溫度12°Cより40°C迄の範圍内の選好溫度試験の結果は次の如くであつた。

- a) 35°C以上を忌避し、もしこの個所に幼蟲が発見された場合は悉く斃死してゐた。
- b) 11月及び翌年4月には23~34°Cの間に多數(約60%)の幼蟲が集合した。
- c) 4月及び5月には約27%の幼蟲が冷却器の壁(11~12°C)に蟄集した。尙5月には高溫部に集る群は見られなかつた。

IV. 前蛹及び蛹

1. 空氣濕度との關係 前蛹期及び蛹期間中の體重減少の割合は、環境の關係濕度に逆比例した。

前蛹期は耐乾性甚だ弱く、關係濕度100%の空氣中に於ても蛹化し得なかつた。濕つた基

(132)

盤に直接接してゐることを必要とする如くである。

蛹期間の發育には關係濕度 100% が最適であつた。低い濕度條件では、體重が蛹化當時の 80% 以下に減少した場合羽化能力を失つた。

成蟲の含水量は蛹期間の乾濕に關係ない。羽化直後に於ける平均値は雌 69.2%、雄 72.1% であつた。

2. 蛹期間 16°C では 24 日、23~24°C では 12 日を要した。野外にあつては平均 3 週間であつた。雌雄によつて蛹化開始期及び蛹期間に相違は認められなかつた。

V. 成 蟲

1. 經過 成蟲は羽化後なほ 5~10 日間同一土窟内に止まつてゐる。出現期間は 6 月末より約 4 週間である。成蟲は日中は地中に潛み、日没後の短時間に限り地上に出現する。晴天の場合には日没と殆んど同時に飛翔を開始するが、曇つた暗い日には日没前より飛翔が認められる。出現開始後の壽命は、室内で平均雌 14.9 日、雄 14.1 日であつた。

2. 食性 出現地附近の植物を餘り選擇することなく攝取するが、攝食量は極めて少い。植物の種類及び攝食量の多寡により産卵數に顯著な相違が認められた。

3. 産卵習性 出現して交尾後 2 日目頃より産卵を開始し、1 日數粒づつ點々と地中に産卵する。各雌の卵巢には 7~62 個の卵が見られ、平均 34.8 個を數へた。

地中に産下した卵の位置は土地の状態により異なる。即ち林地にあつては地表下 2~6 cm、苗床では 6~14 cm、畑地では 10~18 cm の間に特に多數の卵が発見された。

春季 1 m 平方に 52~93 頭の幼蟲を発見したトドマツ苗床に於て、30 cm 平方に 12~127 個の卵が発見された。

VII. 文 獻

- Blunck, H. 1938:— Ueber die Ursachen des Massenwechsels von *Melolontha melolontha* L. Int. Kongr. Entom. VII. 3. 2175-2189.
- Eckstein, F. 1938:— Ueber die klimatische Bedingtheit des Zusammenbruches von Massenvermehrungen beim Maikäfer. Int. Kongr. Entom. VII. 3. 2190-2200.
- 遠藤利久, 1935:— コガネムシ *Mimela splendens* Gyllenhall. の生活史に就て. 應動, VII. 3. 116-117.
- Filder, J. H. 1936:— An investigation into the relation between Chafer larvae and the physical factors of their soil habitat. J. Anim. Ecol. V. 2. 333-347.
- Fink, D. E. 1925:— Metabolism during embryonic and metamorphic development of Insects. J. Gen. Physiol. VII. 527-543.
- Hallock, H. C. 1935:— Movement of larvae of the oriental beetle through soil. J.N.Y. Ent. Soc. XLIII. 4. 413-425.

- Hallock, H. C. 1936:— Life history and control of the Asiatic garden beetle. U.S. dep. of Agricu. Circular No. 246.
- Handschin, E. 1929:— Die Temperatur als Faktor lokaler Tierwanderung im Boden. Verh. naturf. Ges. Basel. XI. 2. 486-504.
- Hawley, I. M. 1934:— A preliminary report on the horizontal movement of grubs of Japanese beetle. J. econ. Entom. XXVII. 2. 503-505.
- Hawley, I. M. & Metzger, F. W. 1940:— Feeding habits of the adult Japanese beetle. U.S. dep. of Agricu. Circular No. 547.
- 茨城農試, 1935:— 姬金龜子の経過習性に關する實驗. 病雜, XXII. 11. 883-885.
- , 1938:— ヒメコガネの産卵と土壌の理學的狀態との關係試驗. 病雜, XXV. 9. 717-718.
- , 1938:— ヒメコガネ産卵深度に關する試験. 病雜, XXV. 11. 860-861.
- , 1939:— ヒメコガネの蛹化深度に關する試験. 病雜, XXVI. 3. 198-199.
- , 1939:— ヒメコガネの産卵地撰擇に關する試験. 病雜, XXVI. 3. 199-200.
- Jancke, O. 1923:— Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Maikäfers. Z. angew. Entom. XIII. 97-107.
- Jarvis, E. 1917:— The cane beetle. Queen. Agr. J. VII. 2. 83-84.
- 神谷一男, 1937:— ヒメコガネの産卵習性に就いて. 應動, IX. 3・4, 149-150.
- Kienitz, M. 1892:— Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Maikäfers. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen. XXIV. 99-109.
- 木下榮次郎, 1925:— 金龜子の生態に就て. 札幌農林學會報, XVII. 274-279.
- Kosmachevskii, A. S. 1937:— Seasonal movement of *Melolontha hippocastani* Fabr. Summ. Sci. Res. Work of Inst. Pl. Prot. 1936. I. 211-213.
- 1937:— Development of the larvae of *Melolontha hippocastani* Fabr. under natural conditions. Summ. Sci. Res. Work of Inst. Pl. Prot. 1936. I. 213-214.
- 桑山 覺, 1937:— コガネムシ類概説 北海道農試彙報, 61.
- 桑山覺, 山田忍, 森芳夫. 1939:— コガネムシ類の發生と土壤管理との關係に就いて. 札幌農林學會報, XXX. 147. 395~396.
- Leisewitz, W. 1906:— Ueber chitinöse Fortbewegungsapparate einiger (insbesondere fussloser) Insektenlarven. München.
- Ludwig, D. 1928:— The effects of temperature on the development of an insect (*Popillia japonica* N.). Physiol. Zool. I. 3. 358-389.
- 1931:— Studies on the metamorphosis of the Japanese beetle (*Popillia japonica* N.). I. Weight and metabolism changes. J. exp. Zool. IX. 3. 309-323.
- 1932:— The effect of temperature on the growth curves of the Japanese beetle (*Popillia japonica* N.). Physiol. Zool. V. 3. 431-447.
- 1936:— The effect of desiccation on survival and metamorphosis of the Japanese beetle (*Popillia japonica* N.). Physiol. Zool. IX. 1. 27-42.
- Ludwig, D. & Landsman, H. M. 1937:— The effect of different relative humidities on survival and metamorphosis of the Japanese beetle. Physiol. Zool. X. 2. 171-179.
- Ludwig, D. & Fox, H. 1938:— Growth and survival of Japanese beetle larvae (*Popillia japonica* N.) reared in different Media. Ann. ent. Soc. America. XXXI. 4. 445-456.
- 松本鹿藏, 1936:— フウガネブブンに就て. 果物月報, 292. 1-6.
- 松下眞幸, 1943:— 森林害蟲學.
- Meunier, K. 1928:— Experimentelles über den Schwärmttrieb und das periodische Auftreten verschiedener Aktivitätsformen beim Maikäfer (*Melolontha melolontha* L.). Z. angew. Entom. XIV. 91-139.

- Motschulsky. 1857:— Etud. Ent. VI.
- 村山磯造, 1936:— 金龜子驅除試験報告, 第三報. ウスキイロコガネ *Phyllopertha pallidipennis* Reitter の習性並経過に關する研究, 朝鮮總督府林試報, 23.
- 新島善直, 植菊夫, 富本豊. 1917:— コガネムシ類の被害及び驅除に關する報告, (第1). 東北帝大農科大學演林研報, 第5號.
- 新島善直, 木下榮次郎. 1923:— コガネムシに關する研究報告, (第2). 我國に産するコガネムシ及其分布, 北大演林研報, II. 2.
- Neu, W. 1938:— Unterschiede im Schwärmverlauf von *Melolontha hippocastani* F. und *M. melolontha* L. Int. Kongr. Entom. VII. 3. 2231-2240.
- Parkhomenko, V. Y. 1937:— On the injury to the roots of the pine (*Pinus silvestris* L.) by the larvae of *Melolontha hippocastani* F. and its dependence on the number of larvae in the soil and on the state of the tree. Tran. Inst. Zool. Biol. Acad. Sci. Ukr. XIV. 169-196.
- Printz, Y. 1928:— Notes on vine pest. Ent. Kab. Koop. Vinogr. Helenendorf. II.
- 1937:— The effect of soil acidity on the distribution of larvae of *Agriotes obscurus*, *Melolontha hippocastani*, *Amphimallus solstitialis*, *Polyphylla fullo*, *Anisoptia austriaca*. Summ. Sci. Res. Work of Ins. Pl. Prot. 1936. I. 208-211.
- Printz, Y., Kosmachevskii, A. S. & Bobinskaya, S. G. 1936:— Influence of temperature and humidity on the development of *Melolontha melolontha*. Summ. Sci. Res. Work of Ins. Pl. Prot. 1935. I. 60-61.
- Rhumler, L. 1926:— Maikäferflüge in Münden. Verh. Deutsch. Ges. angew Ent. V. Mitgliederversamml. Hamburg 16 bis 20. Sept. 1925. 30-40. Berlin.
- 澤 良三, 1931:— 大豆姬金龜子卵の發育と孵化. 應動, III. 5. 301-307.
- , 1931:— 茨城縣下の大豆姬金龜子. 應動, III. 5. 319-322.
- , 1935:— 水戸市附近畑地土壤中に於ける動物相, 特に金龜子蟲科幼蟲其他の季節的移動. 應動 VII. 3. 99-102.
- 澤良三, 田村市太郎. 1940:— ヒメコガネ防除法に關する試験成績. 茨城農試臨時報告, 5.
- Schuch, K. 1938:— Laboratoriumsuntersuchungen über den Lebensablauf des Maikäfers, (*Melolontha melolontha* L.) Arb. physiol. angew. Entom. Berlin. V. 2. 166-177.
- 1938:— Ueber den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikäfers. (*Melolontha melolontha* L.) Arb. physiol. angew. Entom. Berlin V. 3. 220-225.
- Schwerdtfeger, F. 1937:— Ueber den Einfluss des Lebensraums auf den Maikäfer. Z. Pfl. Krankh. XLVII. 12. 603-612.
- 1938:— Laboratoriumsuntersuchungen über die Lebensdauer der Maikäfer. Anz. Schädlingssk. XIV. 1. 1-5.
- 1938:— Freilanduntersuchungen zur Biologie des Maikäfer-Engerlings. (*Melolontha hippocastani* F.) Int. Kongr. Entom. VII. 3. 2241-2252.
- 1939:— Untersuchungen über die Wanderungen des Maikäfer-Engerlings (*Melolontha melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) Z. angew. Entom. XXVI. 2. 215-252.
- 1939:— Biologische Grundlagen der Engerlingsbekämpfung. Z. Forst- u. Jagdwesen. LXXI. 4. 169-186.
- 1939:— Ueber den Einfluss der Winterkälte auf den Maikäferengtrling. Z. Pfl. Krankh. XLIX. 2. 95-106.
- Slowtsoff, B. 1909:— Ueber den Gaswechsel der Insekten und dessen Beziehung zur Temperatur der Luft. Biochem. Z. XIX. 497-503.
- Smith, J. H. 1936:— White grub damage to pastures on the Altherton Tableland. Qd. Agr. J. XLVI. 4. 446-466.

- 田中顯三, 1929:— コアラハナムグリに就て. 應動, I. 3, 4. 159-164.
- 徳永雅明, 1939:— 昆蟲卵の成長, 就中家蠶卵に就いて. 應動, XI. 3, 4. 154-159.
- 内田登一, 1943:— 昭和17年北海道に於ける金龜子發生の概況. 札幌農林學會報, XXXV. 4. 87-92.
- 柳原政之, 1935:— クロマルコガネの性質と其の防除法. 臺灣糖試報, II. 111-136.
- 湯淺啓温, 遠藤利久, 1938:— 日本産金龜子類の幼期形態及び生態. I. ドウガネブンブン. 農事試験場彙報, III. 2. 151-182.
- Zweigelt, F. 1928:— Der Maikäfer. Studien zur Biologie und zum Vorkommen in südlichen Mitteleuropa. Monographien z. angew. Entom. IX.
- Zwölfer, W. 1932:— Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. angew. Entom. XIX. 497-513.

VIII. Résumé.

In the course of the present investigations the life-history and some habits of *Heptophylla picea* Motschulsky, one of the most injurious Scarabaeid beetles in the seedling nursery, have been studied. These studies, the authors believe, may be fundamental to the establishment of suitable control methods of this insect pest.

1. The seasonal life cycle of this species is shown in the following table:—

Stages	Time of appearance
egg stage	from early July to early August.
1st-larval stage	from late July to early September.
2nd-larval stage	from late August to early October.
3rd-larval stage	from late September to early June of the next year.
prepupal stage	from late May to mid June.
pupal stage	from early June to late June.
adult stage	from late June to late July.

2. The egg stage.

Development: The newly laid egg is only about 1.1 mg. in weight. Absorbing water of about 1.8 mg., it increases 3 times in volume and 2.5 times in weight at the end of the egg stage.

The relation between the humidity and the development of the eggs: For the development of the egg a remarkable moisture of the environment is necessary. In the laboratory it was found that the eggs are unable to hatch in the sand of which the moisture is 8% of its water capacity and the diameter of each sand is about 0.3 mm. The eggs are able to hatch in the moistures ranging from 10 to 80%, and the optimum moistures are 20-30% (at 27°C.).

The eggs kept without soil are killed when the relative humidity is lower than 100%.

The relation between the hydrogen ion concentrations and the development of the eggs: When the eggs are placed in strong acid conditions (pH. 3.8-4.2), it was found that the hatching rate of the eggs decreases and the hatched egg becomes larger in size than the normal one. While in the usual range of soil-acidity which are found in the field, it has been recog-

nized that there is no remarkable difference of the hatching rate.

Duration of the egg stage : Under the laboratory condition the duration of the egg stage was 13–16 days at 22–28°C., while under the field condition it was 3 weeks in general.

3. The larval stage.

Development : The changes in weight and size during the larval stages are shown in the following table :

	Stages.			
	Ist. instar. (Just hatched)	2nd. instar. (Early)	3rd. instar.	
			(Early)	(Fullgrown)
Average weight	2.5 mg.	11.7 mg.	79.4 mg.	288.3 mg.
" length	3.6 mm.	9.1 mm.	15.0 mm.	22.5 mm.
" width	Head	1.22 mm.	1.94 mm.	
	Thoracic segment	1.4 mm.	3.3 mm.	5.6 mm.
	Abdominal segment	0.8 mm.	1.4 mm.	2.5 mm.

The larva increases in weight rapidly from mid-September to late November, and there is a slight decrease of the weight during the hibernation. In the next spring the larva feeds little and pupates in June.

The growth (in weight) of this beetle from the egg to the fullgrown larva may be represented by a S-shaped curve. This curve may be shown in Robertson's formula as

$$\log \frac{x}{288.3-x} = 0.02622 (t-93)$$

(x The weight of the larva at the t -th day since the egg laid.)

Feeding habits : The larvae feed on the roots of many kinds of plants, especially of coniferous trees, and they take also humus in the soil.

The larva cuts off small roots and strips off the cortex of big roots. The diameter of the root which is cut off by the larva, may be decided by the size of its mandibles. So the 3rd instar larvae cut off roots of 0.3–0.8 mm. in diameter.

According to the quantity of food plants, some different rates of development of the larvae were recognized. When 1 seedling of *Abies Mayriana* Miyabe et Kudo of 2 years old was given to a larva at every 10 days, the maximum larval weight, which was obtained at the end of 4 months culture under this condition, was about 125 mg. and when 2 seedlings were given, the maximum weight was about 235 mg. For the 3rd instar larva, 5 seedlings were necessary at every 10 days to finish the normal development. Judging from above the experiments, it is necessary about 20 seedlings for a larva during the whole larval period, when the larva fed entirely upon them.

The relation between the soil reaction and the development of the larvae : According to the cultural results, the best development of the larvae was ascertained in the neutral soil. It was found, however, that the acid soil and the alkaline soil, both of which are found usually in the field, might be no influence upon the larval development.

The movement of the larvae in the soil : The highest speed of the forward movement of the 2nd instar larva which was observed in the sand, each of which is about 0.3 mm. in diameter, was 4 cm. per hour, and the average speed was 1.2 cm. As to the 3rd instar larva, the maximum was 11 cm. per hour and the average was 1.9 cm.

In the field, two kinds of movement are seen in the larval stage. During the vegetation period, the larvae mainly move horizontally from root to root. The sphere of activity of a larva may be 2—3 m². The other movement of the larvae is a vertical one for the hibernation. It was observed that in October the larvae moved downward in the soil to the depths of about 20 cm. in Sapporo. On account of the marked difference of soil temperatures between the upper and lower layers in the ground, the movement is more distinct in the field than in the forest.

The temperature preferendum of the larvae : Under the condition where the larvae could prefer the zone of temperatures ranging from 12°C. to 40°C., they behaved as follows :

a) The larvae refused the temperature higher than 35°C. When the larva which stayed in the place of such high temperature, all of them were killed.

b) In November and April of the next year, almost 60 per cent of the larvae crowded in the zone of soil temperatures ranging from 23°C. to 34°C.

c) In April and May, as many as 27 per cent of the larvae thronged along the wall of the refrigerator, where the temperature was about from 11°C. to 12°C., and in May they did not crowd in the zone of high temperatures ranging from 23°C. to 34°C.

4. The prepupal- and pupal-stages.

The effect of varied atmospheric relative humidities on the prepupal- and pupal-stages : It was observed that the decrease of the bodyweight in the prepupal- and pupal-stages is inversely proportional to the humidity of the habitat.

The prepupae are very sensitive to desiccation. They could not pupate even in 100% atmospheric humidity, but they may be able to finish their metamorphose normally only when they contact with a moist substratum directly.

The pupae developed most suitably at 100% humidity. Under the condition of humidity lower than 100%, they were killed when the weight has been reduced to 80% of the original weight.

Duration of the pupal stage : The duration of the pupal stage was 24 days at 16°C., and the shortest duration was 12 days at 23°—24°C. Under the field condition the duration was 3 weeks in general.

It was found that there are no special difference in the time of the beginning of pupation and the duration of the pupal stage between the both sexes.

5. The adult stage.

Development : The adults remained still in the pupal cell about 5—10 days after the emergence. The adults appeared on the ground from late June to late July. The adults are concealed in the ground during the daytime, and appear on the ground for a short time just after the sunset. Accordingly they appear more early in the cloudy day than in the fine day.

(138)

The adult is most active during about 1 hour after the sunset. The adult life was 14.9 days (♀) and 14.1 days (♂) in the laboratory after the appearance.

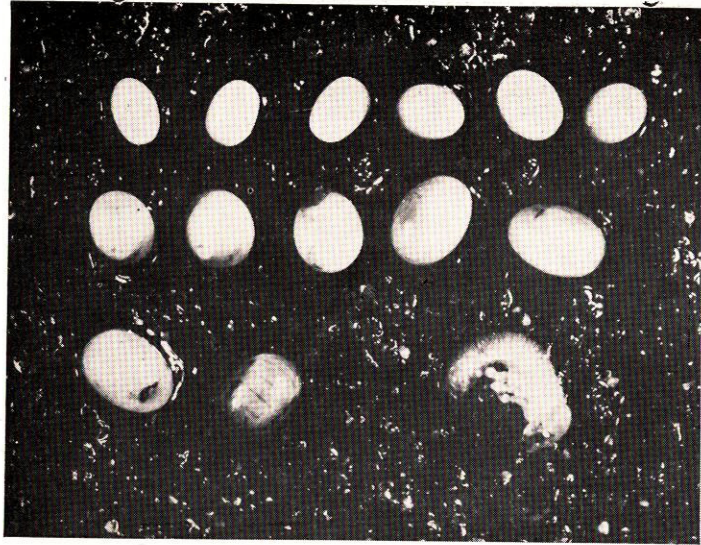
Feeding habits : It has been found that there are 11 species of the adult-food-plants. The adult takes a food so little that it does not harm the crops. The number of the eggs deposited by each female are influenced by the sorts and amount of the food-plants.

Egg-laying habits : The female begins to deposit her eggs at 2 or 3 days after the appearance, and it continues during her life by depositing several eggs per a day.

It was observed that there are 7—62 eggs in the ovaries of each female, and the average number is 34.8.

The eggs were laid scatteringly in the ground at depths of 2—6 cm. in the forest, 6—14 cm. in the seedling nursery and 10—18 cm. in the field. As many as 12—127 eggs were found at each area of 30×30 cm². in the Abies seedling nursery, where 52—93 larvae had been found at each area of 1 m². in the last spring.

第 I 圖 版



寫 眞 1.

産卵時(上段左)より孵化(下段右)に至るまでの卵の増大状況(×5.5)



寫 眞 2. 老 熟 幼 蟲

圖 3. 蠅 (×1.7)
左 *Hepthophylla picea* M.
右 *Anomala geniculata* M.

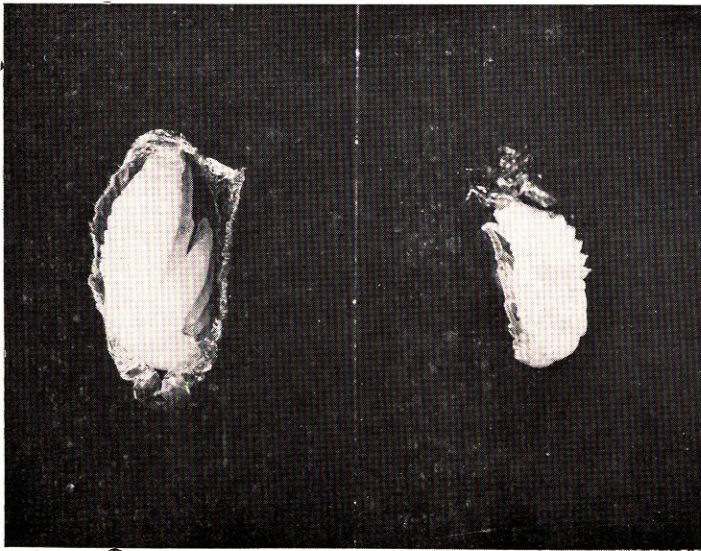
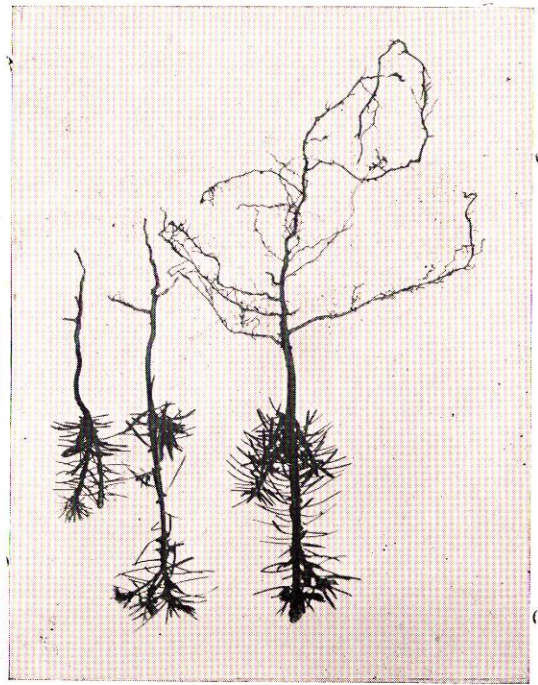


圖 4. 成蟲 (羽化後 1 時間) (×1.8)
Hepthophylla picea M.



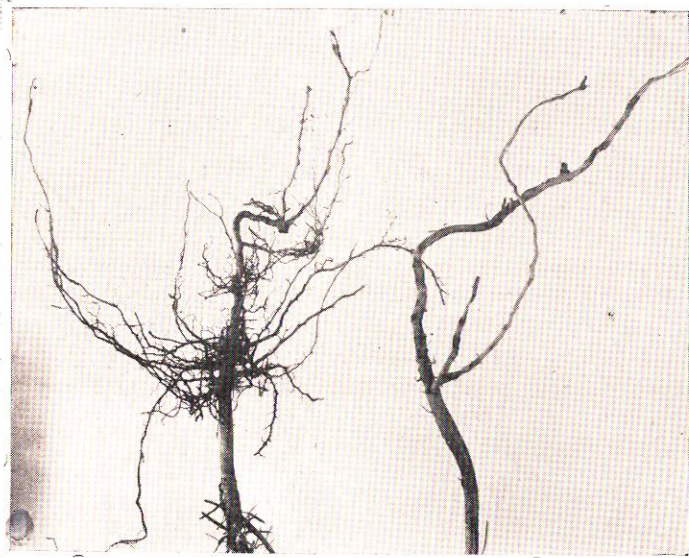
第 III 圖版



寫眞 5.
2年生トマツツ被害根 (右)



寫眞 6.
4年生トマツツ被害部 (剥皮及び細根切斷)



寫眞 7.
3年生トマツツ被害根 (左)