

二化螟蟲の生態學的研究 第二報

恒溫の二化螟蟲の發育成長に及す影響(一)

農學博士 春 川 忠 吉

農學士 高 戸 龍 一

熊 代 三 郎

昆蟲の發育に及ぼす温度の影響を知らんますれば飼育室内の關係湿度を精密に調節して一定の状態に保ちて實驗を行ふことを要する。吾々は本實驗を行ふに當りては出来るだけ恒溫槽内の關係湿度を變化せしめないやうに努めたのであるけれども、湿度の自動調節装置を使用する便宜を行せざるが故に關係湿度は凡七十%乃至九十%位の間の變化を免れ得なかつた。従つて茲に報告する成績は嚴密に論ずれば單に温度のみが發育及成長に及ぼす影響を示すものであることは斷言することが出来ない。

又、吾々は、未だ三十三度より高き温度及び十五度より低き温度に於ける實驗を完了するに至つてない。本報告に於いて十五度に於ける實驗成績を報告してあるが之は實驗蚊が未だ甚だ幼いので正確を明し難い。註(1)
要するに此所に報告する所は温度の影響を探知せんとする豫備的實驗の成績であるを以て貫ひ度い。更に實驗を

重ねたる上にて高温度及び低温度に關しては考へて見たいと思ふ。

實驗方法、温度の計算方法等は從來、著者の一人(春川)が發表したる類似の研究に於けると同様でありて特に此所に述べることを要しない。十五度、及び十二度の實驗はケルビンネートルミ稱する電氣冷蔵庫に温度調節裝置を取り付けたものを用ひて行つたが、此の冷蔵庫の中にありては關係湿度は頗る高く、恐らく八、九十%を下つたことはなかつたことを考へられる。

孵化、蛹化、羽化、産卵等の時刻は必しも常に正しく、之を確かめ得ることはきまらない。故に、夫々の時刻を實際に突き止め得なかつた場合には從來二化螟蟲に關して報告せられた諸學者の研究に基きて左の規約に従つた。即ち、産卵は午後八時に行はれたるものとし、孵化は午前九時、蛹化は午前〇時、羽化は午後六時に夫々起つたものゝ假定して、各時代の日数及び温度を計算した。

註(1)、本報告には挿入してないが他の實驗にありては十二度でも多少の實驗成績がある。

一、恒溫の越冬幼蟲の蛹化及び羽化に及ぼす影響

越冬中の二化螟蟲が未だ發育を開始せざる時期に之を實驗に供することとして蛹化、及び羽化の時期を檢した。各種の恒温度に於ける實驗成績は第一表に示す通である。

第一表 恒溫の蛹化、羽化に及ぼす影響

温 (°C)	度	實驗開始より蛹 化までの日數	蛹 期 (日數)	間	實 驗 開 始 の 月 日
20		40—63	18.3		月 日 I, 1: 17 I, 2: 19
25		50—65	10.8		I, 2: 15 I, 2: 19
27		42—84	8.7		I, 2: 15 I, 2: 25
30		16—63	6.6		I, 2: 22 I, 2: 25

備考 之は昭和五年に於いて得たる成績である。

右に示したる成績に於いて特に興味ある點は實驗開始より蛹化までの日數が甚だ異なる事實である。表に示せる數字によれば實驗開始より蛹化の起るまでの日數は必しも温度に比例して減少するものではない。其の最大値に至りては殆ど温度の高低とは無關係であるが如き觀がある。

何故に斯くの如き現象が現はるゝかと言ふに、最近に於ける生態學的研究の成績によれば、冬眠中の幼蟲を此の種の實驗に供する場合には實驗開始より成蟲の羽化までの期間には左の三種の期間が含まれ居るのである¹⁾。

一、實驗開始より休眠が破るゝまでの期間

二、休眠が終りてより蛹化までの期間

三、蛹化より羽化までの期間、即ち蛹期間

右の三種の期間の中にて、前の二者に關しては、夫等が何時始まりて何時終るかの境界の時期を知ることが出來な

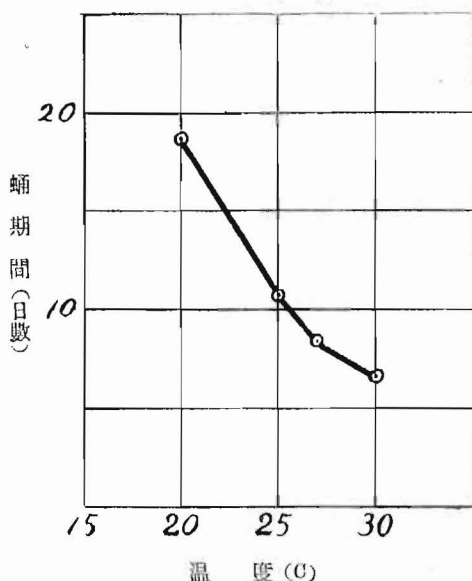
い。

第一表に掲けたる實驗の開始より蛹化までの期間は前掲の第一及び第二の期間を合計したるものでありて、實驗開始より休眠の破るゝまでの期間は、温度以外の何か不明なる條件によりて影響せられて、著しく長短が起るものと解せらるゝ。此故に、第一表に示したる實驗開始より蛹化までの期間は温度の高低によりて増減せず、一見、温度の高低と無關係なるかの如き觀を呈するものである。

蛹期の長さは温度の高低に従ひて規則正しく増減するものであることは、第一表に示す數字に基きて描きたる第一圖の曲線の形狀によりて明である。

蛹期間の長さは温度が高くなれば減することは第一圖によりて明であるが、しかし、蛹期間と温度との關係は單なる正比例の關係でないことは蛹期間を示す點が一直線上には存しないことによりて明である。

第一圖 越冬蟲の蛹期と温度



此の實驗に於いて實驗開始より蛹化までの期間が著しく變るもので必しも温度の高低のみによりて支配せらるゝものでないと言ふ事は、甚だ注意すべき事でありて、次に述べんとする恒温に於いて、卵を以つて飼育を始めた場合に於いても、幼蟲は充分、成長して居るにも係らず、時として休眠に類似せる状態に入りて、或る期間の間、發育を休止

して、然る後に再び發育を開始することある事實と關聯あることを示すものである。

二、恒溫の卵、幼蟲、及び蛹の發育成長に及ぼす影響

溫度、羽化、歩合

卵の時代より恒溫器内で飼育を開始し、成蟲の出づるまで飼育を繼續する場合に、完全に成長して成蟲となるものゝ歩合が如何程あるだらうかと言ふに、未だ甚だ正確なる數字を得るに至つてないが、飼育幼蟲數の、やゝ多きものにつきて調査して見た成績は第二表に示した通りである。

第二表 溫度と羽化率

溫度(℃)	飼育開始個體數	羽化率(%)	摘取
15	41	2.4	一化及二化期蟲合算
20	54	20.6	一化期蟲
"	64	25.0	二化期蟲
27	128	57.8	一化期蟲
30	37	13.5 ²	二化期蟲
33	47	46.8	二化期蟲

第二表に示した羽化率は飼育を開始した幼蟲の數を基として算出したもので、卵粒數を基として算出したものではない。

い。大體、飼育開始の幼蟲の数が非常に多くないので結果は充分正確であることは言ひ難いのであるが、殊に右の表に於いても三十度^に於ける羽化率の如きは甚だ怪しいものである。

卵は稀には十二度でも孵化する事があるが、幼蟲を此の温度にて飼育して成蟲を得ることは殆ど不可能なるものゝ如く見ゆる。しかし、越冬幼蟲であれば稀に十二度^にても發育して蛹化、羽化する事があつた。

十五度^に於いては卵は孵化するも幼蟲を飼育することは頗る困難で、成蟲を羽化せしめ得ることは稀である。

二十度^にありても完全に成長する個體は少く、二十五乃至三十%が成蟲となるのみであることは表に示す通りである。之より温度が高くなる時は、成蟲なる歩合は高くなる。

三十三度^にありては、二化螟の幼蟲は充分に成長しても蛹化前に長き發育休止の状態に入ることが少くないが、斯様の状態に入らずして發育を繼續して行く場合には完全に成長して成蟲なる歩合は、可なり^に大である。

要するに十度乃至十一度あたりは二化螟蟲の發育の最低温度を示すものでありて、幼蟲は十二度^に於いても最早や殆ど成長しないものであるやうに見ゆる。今回の實驗では發育の行はるゝ温度の最高限を決定する事が出来なかつた。

注意すべきことは三十三度^に言ふが如き高き恒温度^にありては卵は孵化するけれども、出て來た幼蟲をして食餌内に喰ひ入らしむることが頗る困難でありて、その爲めに飼育が不成功に終ることが少くない。

温度と發育成長の速さとの關係

各種の温度^に於ける發育成長の速さとの關係を知る爲めに行ひたる恒温度飼育の成績につきて左に述べる。

二化螟蟲の恒温度飼育を行ふに當りて注意すべきことは同様なる取り扱ひを受けた個體の中から、時々或る期間發育を

停止する個體が出現する事である。此の發育停止は多くは老熟したる幼蟲に起るやうであるが、吾々は假に之を休眠に入つたものと名づける。しかし、之が果して所謂「休眠」であるか、それとも、單に發育が休止して居るものであるかは今の處不明である。

斯くの如き個體は、たゞひ老熟して居りても、直に進んで蛹期に入るこゝなく、幼蟲の状態にて或期間を過ごし然る後に漸く蛹化するを常とする。此の發育を休止する期間の長さは色々でありて、或る場合には一冬を経過することもあり、他の場合には、必しも全冬期に亘る言ふわけではない。

又、斯る休眠類似の現象は必しも第二化期の個體にのみ起ることはきまらず、第一化期の個體にも出現することがあり又、必しも低き温度の場合にのみ起るに限らずして、高い温度にありても斯様な個體が出現することがあるやうである。此現象の本態に就きては今の所説明が困難である。

卵、幼虫、蛹、成虫の温度との關係、此點に關して行ひたる實驗の成績を第三表に掲げる。

第三表 卵 期 の 温 度

温 度 (°C)	平均卵期間(日數)	平均發育速度	備 考
32.3	3.5	0.1832	昭和二年、第一世代 No. 25 以上
31.6	4.5	0.2222	昭和二年、第一世代 No. 17 以上
31.5	3.5	0.2837	昭和二年、第二世代

20.5	6.5	0.1538	昭和二年、第一世代
28.9	3.5	0.2857	昭和二年、第二世代 No. 26 以上
26.8—26.9	5.9	0.1695	昭和四年、第一世代
26.6	5.5	0.1818	昭和三年、甲、第一世代
26.4—26.5	6.1	0.1639	昭和二年、第一世代
25.0	6.1	0.1639	昭和四年、第一世代
24.9—25.0	5.9	0.1695	昭和三年、第二世代
20.2	11.5	0.0869	昭和三年、第一世代
"	11.5	0.0869	昭和二年、第二世代
19.9	12.5	0.0800	昭和三年、第一世代
19.4—19.5	11.5	0.0869	昭和二年、第一世代
15.3—15.4	18.0	0.0556	昭和三年、第二世代
15.1	21.5	0.0405	昭和三年、第一世代
14.8	21.5	0.0465	昭和四年、第一世代

孵化の最低温度は未だ正確に決定するに至らないが、十二度にありては稀に孵化するものがある。しかし、多くは死卵なる。此點から考へて凡そ十一度乃至十一度半が卵の發育の最低温度と見るこゝが出来たらう。

第三表の成績を見るに發育の最適温度は凡そ三十度乃至三十一度のあたりにあることが推定せらるゝ。三十三度と言

ふが如き高き温度にありても比較的短時日で孵化するこゝがわかる。今回の實驗にては未だ發育温度の最高限を決定するに至らない。

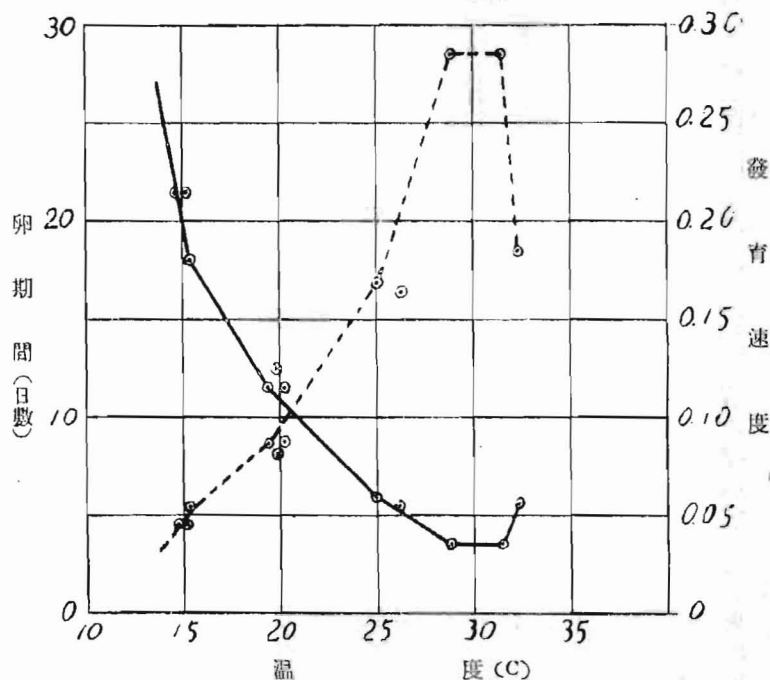
實驗成績を吟味するに二十八、九度以上の温度にありては第一世代卵より第二世代卵に至りて卵期間に、やゝ、著しき差があるこゝを見る。即ち三十一度五、六分にては第一世代は平均四・五日を要したに對して第二世代は三・五日を要し、又、二十九度五分にては第一世代は六・五日を要したに對して第二世代は凡そ二十九度にて三・五日を要したのである。然るに凡そ二十五度より低き温度にありては斯の如き傾向を見ない。此事實を如何に解釋すべきものであらうか。

シエルフォード博士によれば振動する温度の下に於いて昆蟲を飼育する場合に、温度が一日一回振動しつゝ其平均温度が漸次に上昇する場合には昆蟲の成長の速さは減じ、反對に平均温度が下降する場合には發育速度は増加するこゝ言ふ⁽¹⁾。

螟蟲卵の發育に當りても、之も、やゝ、類似の現象が起るものであるだらうか。第一化期に於いては成蟲は比較的溫度低き環境内に於いて育ち、卵は養蟲室内にて産まれたるものが大部分であるが、時としては廿五度位の恒温器内にて産まれたるこゝもあつた。斯の如き第一化期の卵を二十八、九度或は夫以上の恒温に移す時には急に高き温度に逢ふが故に、卵の發育を害し從つて卵期間を延長するこゝとなつたのであらう。

然るに第二化期にありては成蟲は比較的氣温の高き時期に出現するものであるが故に、卵も雌蛾の體內にて發育する時期に於いて既に高き温度に慣れて居り、産卵後二十七、八度或は夫以上の高温に移しても第一化期に於けるが如く發育を害せらるゝこゝが甚しくは無いものではあるまいか。恒温槽の温度が廿四五度或は夫以下である場合には第一化

第 二 圖



期と第二化期とで卵期間に殆ど差なきに至ることは表によりて明かであるが、之は、恒温槽内の温度が外氣と比較して最早や、高くないが故に發育速度に影響を及ぼすことが無くなつたものであらう。

高温度に於ける第一化期卵期間の延長することは一部分は右に説いたやうにして説明が附く様にも思はるゝが、しかし、三十度前後に於ける第一化期と第二化期の差は顯著でありて、單に上に述べただけで完全に説明せられたるものであるか否かは疑問である。

今第二世代卵の卵期間と温度との關係を圖示すれば第二圖となる。此の圖を描くに當りては、同一であるか若しくは殆ど同様である温度に於ける成績にありては、平均卵期間の價の小さきものを取り、又、廿四、五度或は

大以下の場合にありては第一化期と第二化期との間に差がないから兩方の成績を採用した。

或温度に於いては未だ充分澤山の卵塊を取扱つて居ないから、右の圖は將來多少の改訂を加へるこゝあるかも知れないが、其の大體は大なる誤はないだらうと考へられる。

第二圖によれば卵の發育速度最大の點は三十度乃至三十一度の邊にあるべく、三十二、三度に至れば急激に發育速度が減少するこゝがわかる。假りに十一度邊に發育最低温度があるものとすれば（此の推定が略は眞に近いことは既説の通りである）、卵の發育日數曲線は特異の形を呈し、發育速度曲線には從來此の種の曲線に存在するこゝ考へられたる直線に近き部分が存在しないことを示すものゝ如く、従つて、發育日數曲線は雙曲線とは頗る異なるものであることを知る。

幼蟲の成長と温度との關係

螟蟲を恒温にて飼育したる成績を第四表に示す。

第四表 幼蟲期間の温度

温度 (°C)	平均幼蟲期間 (日數)	發育速度	備	考
33	22.8	0.0439	昭和四年、第二世代	
32.8	57.6 *	0.0174	昭和二年、第一世代	
32.6—32.7	20.7	0.0375	昭和二年、第二世代	
30	43.6 *	0.0206	昭和二年、第一世代	

30	29.8	0.0336	昭和二年、第二世代
27.2—27.3	34.7	0.0288	昭和四年、第一世代 No. 35 以上
27.0	65.6 *	0.0152	昭和四年、第一世代 No. 27—33
"	162.3	—	昭和四年、乙、第二世代
25.0	187.6	—	昭和四年、第二世代 No. 6, No. 11,
20.0—20.1	79.6	0.0130	昭和四年、甲、第一世代
19.9	201.5	—	昭和四年、乙、第二世代
15.0	199.1	0.0050	昭和四年、第二世代

備考 發育速度を記入せざるものは一旦休眠に入りたるものを示す。

二化螟蟲を飼育するに當りて其の一部は幼蟲期の末期に於いて發育を休止することがある。之を假に休眠に入つたものと見なすことは既に説いた所である。第四表に於いて、二十七度に於ける昭和三年第二世代、二十五度に於ける同年第二世代及び十九度九分に於ける同年第二世代の如きものは疑もなく長き休眠期を経過して後に始めて蛹化したものである。

猶ほ、こゝに疑問すべきは三十二・八度に於ける昭和二年第一世代、三十度に於ける同年第一世代、廿七度内外に於ける昭和四年第一世代（表では星を附しておいた）の幼蟲期間が同様な温度に於ける第二世代の幼蟲期間に比較して著しく長いことである。例へば昭和四年の第一世代蟲を二十七度二、三分で飼育した場合には多數のものは三十四・

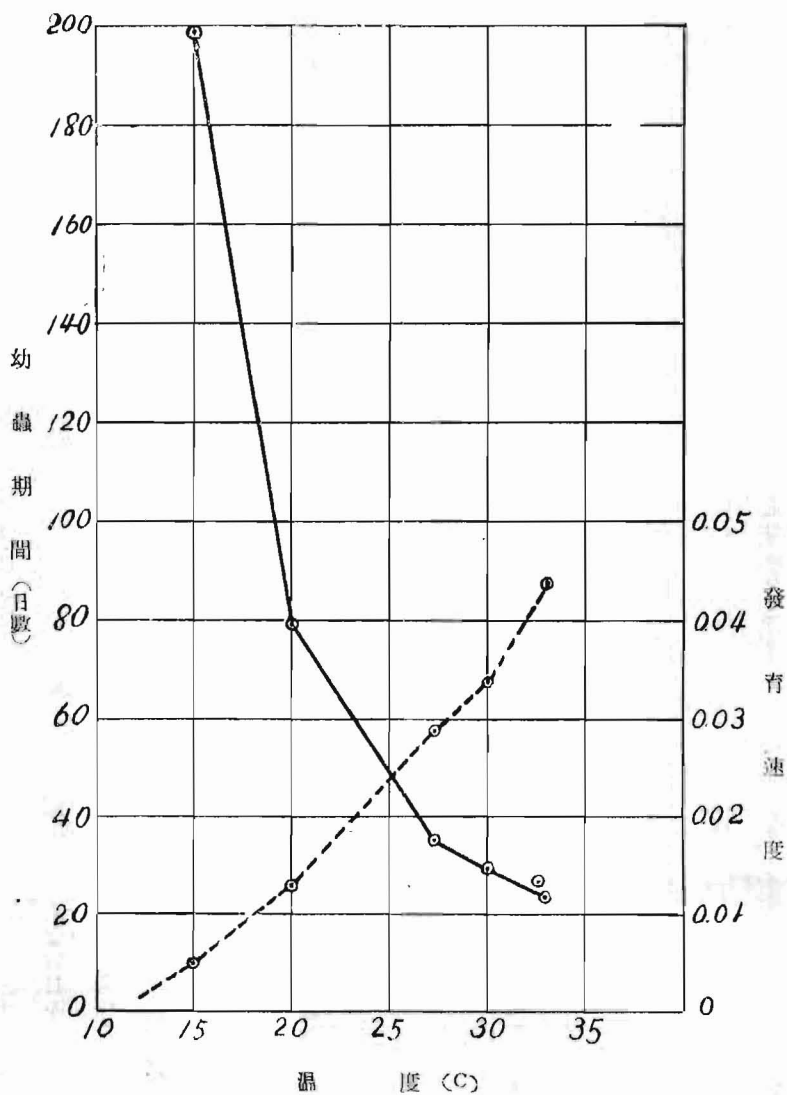
七日にて蛹化したに他の一部分のものは廿七度にて六十五・六日を要した。又昭和四年の第二世代は三十三度に於いて二十三日弱で老熟蛹化して居るに對して、昭和二年第一世代の一部分は略は同様の温度で五十七・六日を要して居る。

斯くの如き現象を如何に解釋すべきであらうか。右に記した第二例の場合には、卵期間と温度との關係を述べた場合と同様に第一化期のものが高温に持ち來されたる爲めに發育速度が減少せしめられたるものと解釋して良いものかとも考へられないこともないが、しかし、それにしては餘りに第一世代と第二世代との差が顯著に過ぐるやうに思はるゝのみならず、右に記した第二例即ち二十七度において、第一世代と第二世代とを廿七度で飼育した場合に幼蟲期の著しく長きものと短きものとが生じたのであるから、之は單に世代の異なると言ふことでは説明することは出来ない。然らば、此の場合には幼蟲は一時、短き休眠類似の現象に入つたものであると推定すべきではあるまいか。然りとすれば三十度或は三十二・八度の場合の如きも幼蟲が一時、短き休眠期を経過したものも解釋し得る可能性がありはせぬか。著者等は今、此點に關しては確言することは得ない。

今、第四表に掲けたる數字に基きて温度と幼蟲期間との關係を圖示すれば第三圖を得る。此圖を描くに當りては高温度において短き幼蟲期間(即ち第二世代のもの)を採用し、二十七度及び夫以下にては第二世代は越冬したるが故に第一世代幼蟲期間を採用したのである。

第四表及び第三圖によるに幼蟲の成長速度は三十三度あたりに於いても頗る大でありて、未だ減少の傾向を示さない。幼蟲成長の最低温度は、未だ正確に決定するに至らないが十二度に至れば殆ど成長せざることは既に説いた所である。従つて、十一度乃至十二度が最低温度であらうと推定せらるゝ。

第 三 圖



幼蟲の成長の速度は凡そ二十度乃至三十度の間に於いては温度に正比例するものと如く思はる。十五度に至れば成長は甚だ緩慢となり老熟するに殆ど二百日を要すると言ふことは之を實際問題から言へば最早や二化螟蟲の生存が許されないことを解し得る。

蛹期間と温度との關係

恒温飼育によりて得たる成績を第五表に示す。

第五表 蛹期間と温度

温度(°C)	平均蛹期間 (日數)	發育速度	備	考
28	5.3 *	0.1887	昭和二年、第三世代(No. 17 及 No. 34 を除く) 昭和四年、第二世代	
30	7.2	0.1389	昭和二年、第一世代	
"	5.7	0.1754	昭和二年、第二世代 No. 26 以上	
26.9—27.0	6.6	0.1515	昭和三年、甲、昭和四年、第一世代	
26.7—26.8	6.6	0.1515	同上	
27.0	10.2 *	0.0980	昭和三年、乙、第二世代、越年の後に蛹化し羽化したるもの	
25.0	7.4	0.1351	昭和四年、第一世代	
20.0	12.4	0.0806	昭和二年、第二世代、越年の後、蛹羽化	
19.9—20.0	12.8	0.0781	昭和三年、第一世代(一部分)	

19.5—19.6	14.3	0.0704	昭和三十二年、第一世代(一部分)
15.0	40.7	0.0246	昭和三十二年、第二世代、體中後部、羽化

第五表に掲けたる成績によれば三十度において第一世代の蛹期は第二世代の蛹期よりは長い。之は卵及び幼蟲に於いても認めたる所と同様な傾向である。

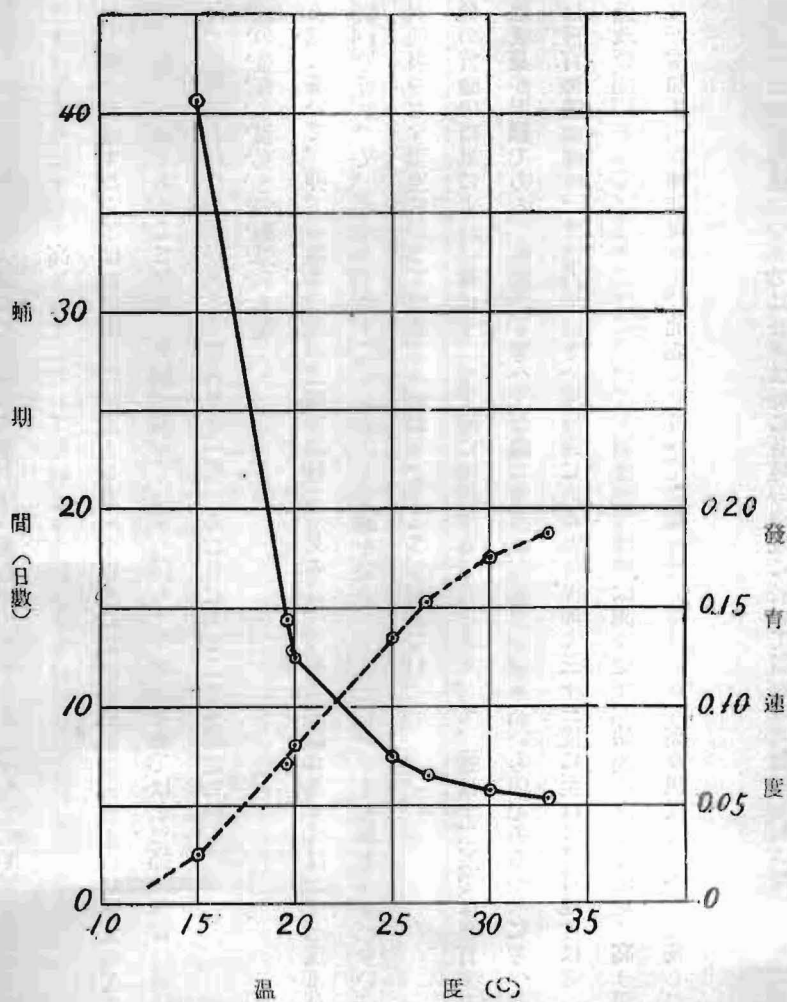
二十七度においては第二世代幼蟲は一旦休眠に入り越冬したる後に蛹化し次いで羽化したるものであるが、其の蛹期は第一世代の休眠に入らざるものに比して少しく長い。之は高い温度に於けるものは反對の現象であるが、如何に解釋せらるべきものであるか、姑く疑を存し置く。

二十度においては第一世代の蛹と第二世代のものとの間に殆ど差を認むることは出来ない。

今、第五表に掲けたる數字に基きて蛹期間と温度との關係を曲線を以つて示せば第四圖を得る。此の圖を描くに當つては、三十三度、及び三十度においては第二世代の蛹期を採用し、二十度及び夫以下においては第一世代と第二世代との間に差なきものと如くなるを以つて、その何れの蛹期間をも用ひることとし、二十七度においては第二世代幼蟲の越冬したるものは第一世代より長き蛹期を示したが、之は何等かの理由ありて發育遅きものと考へらるゝが故に、之を除外し、第一世代の蛹期を用いた。斯くして得たる第四圖を見れば略ぼ上述の取扱ひの不合理にあらざることを首肯し得るであらう。

第四圖によりて考ふるに蛹の發育速度は十五度乃至二十五度の間に於いては殆ど温度に正比例するが二十六、七度以

第四圖



上に至れば發育速度増加の割合は漸次減少し、從つて發育速度曲線は、も早や直線を呈しない。圖形によりて考ふるに最短蛹期間は三十三度よりは少しく高き温度に於いて現はるゝものであらう。

十二度に於いて蛹が發達することは既に説いた所であるが（十二度に於ける蛹期は未だ正確に決定してないが恐らく百五六十日以上に及ぶものであることは他の實驗成績から推定し得る）今回の實驗では未だ蛹の發育の最低温度を決定するに至らない。圖形によれば夫れが凡そ十度乃至十一度のあたりにあることを推定し得る。

卵、幼蟲及び蛹の發育と温度との關係の比較

以上述べたる處に基いて、卵、幼蟲及び蛹の三期を比較して見るに、今回の實驗にありては三十三度より高き温度に於ける實驗を缺いで居り、又、低き方では十二度に於ける實驗を缺き、十五度に於ける實驗數は甚だ少い。故に、發育の最高限及び最低限をなす温度につきては確なる結論を下すことが出来ない。

けれども、他の實驗の結果によれば卵は十二度で稀に孵化することがあり、又、蛹は十二度では發育する。然るに幼蟲は十二度では成長が困難である。此點から考へて幼蟲の發育最低温度が最も高いものであるやうに考へらるゝ。

卵の場合には發育最適温度は三十度乃至三十一度の邊にあるものゝ如く三十三度に至れば發育速度は著しく減少する。然るに幼蟲及び蛹にありては三十三度に於いても猶ほ發育速度は減少せず、幼蟲にありては更に高き温度にありても猶ほ發育速度が増加すべき傾向を示す。此點より考へて幼蟲は他の時代よりも高き温度に耐へて成長し得るものであることを知る。

二化螟蟲の發育成長等の問題につきては吾々は更に各種の温度に於いて精密なる實驗を行ふ考であるが、其の結果は或

は上記の結論を多少變更することゝなるかも知れないと考へて居る。

文 献

- (1) SHELFORD, V. E.—Laboratory and Field Ecology, 1920.
(2) " — An Experimental Investigation of the Relations of the Codling Moth to Weather and Climate, Bulletin, Illinois Nat. Hist. Surv., Vol. XVI, Art. 5, 1927.

本研究を行ふにあたりては森永嘉治馬君の努力を煩したる處が甚だ多い。こゝに附記して同君に厚く感謝する次第である。