

五 養蠶及養蠶學上必要なる函數的現象に就て

京都帝國大學助教 理學博士 八 木 誠 政

私の演題は普通の方にはちよつと能く意味が徹底しないと思ひます。それで初め演題の意味を申し上げたいと思ひます。函數的現象と申しますことは、言ひ換へれば因果關係でございませぬ。自然現象は總て因果關係に分析することが出来ます。從て養蠶及び養蠶學上に取扱はれる問題は總て因果關係に分析することが出来ます。函數的現象と申しますと、因果關係と云ふ名前を哲學的に申上げたものでありまして、因果關係の認識をなす場合の一つの方法に過ぎませぬ。我々は自然現象を取扱ふ場合に常に因と果を區別して、其範圍外に出てはならないと思ふのであります。それで私の演題は其處に書きましたやうなものになつたのでございます。

養蠶學と云ふ學問は此因果關係の枠から眺めますと、極めて學問らしくない點が見えるのでございます。我々は *applied biology* の色々な方面に眼を轉じて見ますと、可なり外の學問では函數的認識をして居りますけれども、農業に於ける色々な學問は極めて認識の仕方が足らないと

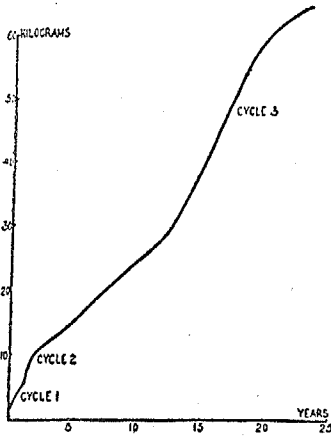
思ふのであります。是は農業に於てもさうでありますが、養蠶學に於ては特に其缺點があると常に考へて居ります。日本の *science* は多く外國の模倣でありますから、外國の學問が其認識方法として進んだ方法を探つて居りますれば、日本の學問もそれに比例して進んで居りますけれども、例へば醫學の如きは割合に獨逸が進んで居りますから、其眞似をして居る結果日本に於ても進んで居ります。それから農業の方でも林學の方は獨逸が非常に數學を林學に使つて居る爲に、日本の林學は割合に學問的體系を備へて居りますけれども、一般の農業及び養蠶學は林學に比べて學問的體系を備へて居ないと思ふのであります。是は養蠶學は現在世界では日本が最も進歩して居る國であるが故に、外國の模倣をしないからであると思ふのであります。從て養蠶學の發達しないのは、日本に於ける養蠶學の體系を建て得る人々の能力がまだ低いのであると考へる外しようがないと思ふのであります。それで遺憾ながら養蠶學はまだ *Wissenschaft* と名前を付けるには至らない學問であると私は信じて居ります。そこで養蠶に關係されていらつしやる方及び研究者並に我々生物學者は、日本の國の最も進歩して居る養蠶學を將來本當の學問的體系を備へた形で作上げて行つて外に範を示すやうにしたいと思ふのであります。

こんなことを申すのは余談でありますけれども、一體東洋の文明は非常に進んでは居るでせうけれども、直觀的認識の表現に過ぎないものが非常に多いと思ひます、養蠶學も養蠶に關係して居られる方々の報告及び論文を拜見しますと非常に直觀的認識の記述が多いと思ひます。

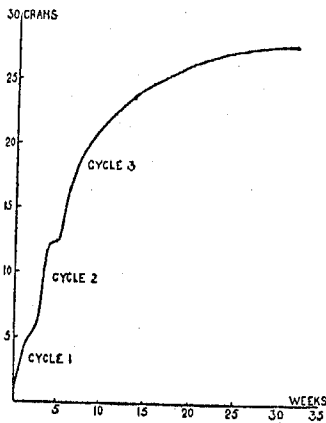
西洋文明が今我々人類の文明を風靡して居りますのは、此直觀的認識の記述がも少し進歩しまして、哲學的認識の枠を通して來た普遍性を有たされた形になつた結果、或る一つの表現が誰にでも同じ内容と意味を直ぐ傳へる形に置かれた故に常に其上に進歩が重ねられるのであると思ふのであります。それで私は養蠶學と云ふものの認識の建て方を、函數的認識の枠を隔て、眺め、それに依つて築き上げられた一つ一つの事實が次の研究に進む一つの exact な事實として残つて行くやうにしたいと思ふのであります。

此函數的表現と申しますのは、中學卒業生の方であれば誰でも御存知と思ふのであります。或る自變數に對して因變數を取りまして、此自變數に例へば溫度と云ふやうなものを取りますと、溫度の自變數に對して何が變るか、蠶の發育でありますれば日數が變ります。或は成長の速さが變ります。さう云ふ自變數と因變數の枠の中に我々が眺める現象を置いて、それが如何なる過程を取るかと云ふことを確定して行つてこそ、初めて研究が一つの正確な線とか曲線とかに變つて認識されるやうになるのであります。それで私は蠶に關係した總ての現象を此枠の中に入れて、之を基として新しい本當の養蠶學と云ふものを作上げて行く一人になつて行きたいと思ふのであります。まだ研究が甚だ少うございまして、完成された一つのものにするには甚だ遠いのであります。養蠶學の理想としては總ての標準を一つの表に依つて Graph にして眺められるやうにするのが理想であると思ひます。飼育標準表何んかと云ふものは一

第 一 圖
人



第 二 圖
鼠



つの小さな紙で足りると思ふのであります。それで今日申上げやうと思ひますのは、養蠶に最も關係の深い且つ近頃問題になつて居ります所の夏秋蠶不作問題と云ふやうなものに對して幾分の注意になり得るであらうと云ふ項目だけを申上げて、今日の演題の一部分を果したいと思ふのであります。

我々が對象と致します蠶の最も重要な現象は蠶の成長と云ふことでありまして、蠶が成長しなければ養蠶學は成立たないのであります。そこで私は成長現象に付て成長の根本を申したいと思ひます。成長は time の函數であります。time なしには我々は成長を云々することは出来ませぬ。蠶のみでなく有ゆる生物が殆ど同じ過程を有つた成長現象を取ります。それを出ることを申します前に、哺乳動物の成長の曲線を申上げます。第二圖は鼠の成長曲線人間も同じことでもあります。第一圖は人間の成長曲線であります。

人の方は Kilogram で鼠の方は Gram で目方を現し其れを縦軸にとり横軸に時を取りますと、人間では斯う云ふ曲線を畫きます。茲に一、二、三と三つの成長する曲線の變化があります。之を成長環 (cycle) と申して居ります。即ち第一成長環、第二成長環、第三成長環と申します。之と同じやうに鼠も一、二、三と三つの成長環を持つて居ます。此成長環の一つを取出して吟味して見ますと、初にのろく、途中で速く、後に衰へる所の S 字狀の曲線になります。是はどう云ふ事を意味しますかと云ふと、一目してお分りになりませうが、時間に對する成長の量は初はのろいが途中で速く、末は衰へる。而して其の途中で非常な acceleration をやります。余談でありますけれども、非常に面白い事は生物群の成長現象も殆ど之と同じやうに S 字狀の curve を以て發展するのであります。それで一般的には Autocatalysis と云ふ名前が付けてありますが我々の身體の長さの成長も之で行きます、植物の成長も之で行きます、植物の葉の大きさの進展も之で行く、尚ほ滑稽なことには我々の有らゆる問題に對する知識の發展も斯う云ふやうな過程を取るのであります。そこから一國の文明も、一國の人口の増加も斯う云ふ過程を取ります。是は能くお考へになれば、皆さう云ふ同じ過程を取るべき原因を考へ得られるのであります。それで蠶の體重の曲線も之と同じ曲線でありまして、是は可成に古く實驗したものであります、上田蠶絲専門學校に於て佐藤春太郎氏の所でお測りになつた材料を私が計算したのであります。其頃の品種と今は大變違つて居るでせうが、世界一の雌と雄との體重成長曲線を自然界に於ける他の現

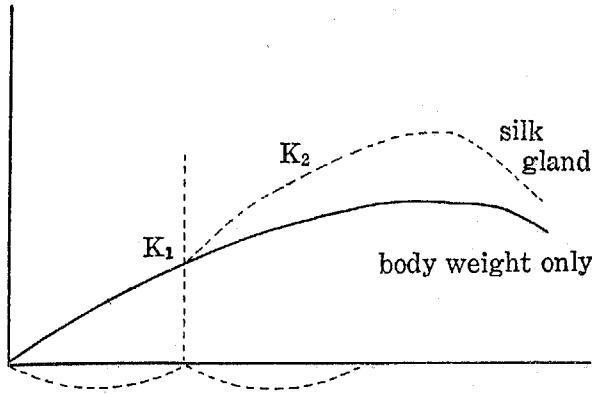
象と吟味比較して見たのであります。然るに之は化學現象の中に於きまして自家觸媒作用の中 Monomolecular auto-catalytic reaction 單分子自家觸媒作用と同じ形でありました。此單分子自家觸媒作用の式は $\frac{dx}{dt} = K_2(A-x)$ であります。是の式に於て time に對し變化するものは成長でも體重でも脊の長さでも何でも宜し極く小さな time (d time) に於て生成される量は $K_2(A-x)$ で現される。此所に A と云ふのは最後の量(maximumの量)です。此の式は monomolecular auto-catalytic reaction に與へられた最初の式であります。此式は W. Ostwald 氏に依りまして「色々の生活現象に應用されました。最も廣く之を生物現象に普遍化した人は H. B. Robertson と云ふ人です。此 monomolecular auto-catalytic reaction の式は少し足らなう所がありまして「a が catalysis として働くことを考へなければならぬのですから、 $\frac{dx}{dt} = (K_1 + K_2x)(A-x)$ 斯う云ふ式に書替へなければならぬことに近頃はなつて居ます。これは K_2 と云ふものを此處に一つ入れます。此 K_1 は A から a に行く時の constant でありまして「 K_2 は a が出來た後に、a が Catalyst として働く constant であります。従て s と云ふものは $\frac{A}{2}$ でなく、此場合には次の様になります。

$$s = \frac{K_2 A - K_1}{2K_2}$$

成長現象は非常に複雑でありまして、今申しましたやうに總ての成長現象は必ずしも變化のない curve を取ると限つて居りませぬ。蠶の成長で最も興味のあるのは五齡の期間に於ける成長であります。何故興味があるかと云ひますと、五齡の期間に於ける成長の速度が二つの時期

に分れて現れるのです。是は私が先年報告として出したのでありますが、余り實際的方面の方々は興味をお有ち下さいます様でした。従つて未だ養蠶學の方で應用の方に使はれて居らぬと思ひます。それで蠶に付て私の研究しましたことを、此中に少し附加へて申します。五齡に於きましては、五齡の三四日前と五齡の三四日後との間に成長の衰へる點があります。そして五齡の三四日目と云ふのは、實際問題として非常に軟化病が出ると云ふポイントであるらしいのであります。三四日前の constant はそれから後の constant よりも小さいのであります。即ち前より後が速く成長する譯であります。それは雌でも雄でも同じことでありまして、その constant の比を申上げますと、大概の場合前の方を一としますと、後の方は一倍半であります。是は給桑とか色々のことに關係して居ると思ひます。何故かと申しますと、五齡の真中より先きに於ては成長の acceleration が少いのでありますから、給桑量の日々の増加率は小くて宜い筈でありませう。此成長の速度の constant は雄と雌と少し違ふのであります、是は非常に面白いことでありまして、雄の方は概括して申しますと、五齡の真中より前の constant と後のを比べて見ると、雌よりも第二の constant が非常に大きいのであります。簡単に $K_1 \wedge K_2$ と現しませう。雌は第一の constant と第二の constant が近いのでありますから、 $K_1 \parallel K_2$ と云ふことが云へます。雌は常に同じ速度で大きくなり、雄の方は五齡の真中まではそんなに大きくならないが、後で大きくなり、最後の結果は殆ど同じになります、故に成長模様が少し違ひます。ですから生理學上

圖 三 第



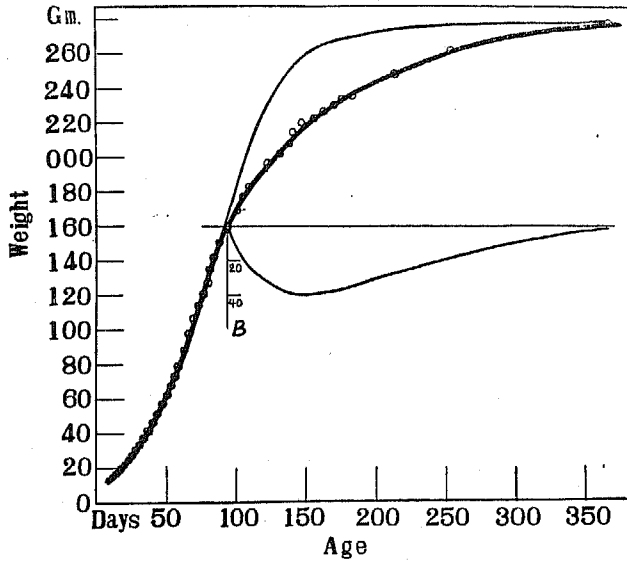
から理想的な飼育をやつて行かうとする場合には雌と雄と分けなければならぬことにもなると思ひます。

それで五齡の後の方の constant の大きくなる原因はどこにあるかと申しますと、絹絲腺の成長に依るのである事が最近解りました。

絹絲腺の成長の爲に K_2 が非常に大きくなります。それでありますから絹絲腺を除いた身體だけの成長を書きますと、斯う云ふ低い一様な constant に見える山になります(第三圖)。此處に絹絲腺を附加へますと、斯う云ふやうな curve になるのであります。五齡の眞中に於きまして前半期に於ては絹絲腺自身と體重自身の増加率との constant は殆ど同じでありまして、眞中からは絹絲腺の constant が非常に大きくなるのであります即ち身體の中に於ける生理的の Equilibrium (平衡状態) が五齡の眞中までは、平常…… normal に行つて居りますが、五齡の眞中以後は體內に於ける成長の Equilibrium が少し破れて參りまして、先刻申しましたと云ふものの中に、全體の成長するものと云ふものが、絹絲腺の方に需要されると

考へられます。ですから極く通俗的に云へば、此處迄の桑の水分の含有量或は營養の狀態とは、是から後の水分の含有量及び營養價值と云ふものは變つて來なければならぬ。後で申しますけれども、生物體內に於ける原形質の water optimum と云ふものがあります。是は一定のものであります。是は此處迄は、今迄と同じでありますが、之も非常に變る。従て溫度及び濕度に關係した數的現象は此處で變る筈であります。後に申し上げますが、water optimum は養蠶の方では決定して居りませぬ。是は夏秋蠶違作問題を論ずる前に初に決めて置くべき點でありまして、之を決めないで夏秋蠶違作問題の濕氣と溫度と云ふ事は全然問題にならないと思ひます。此五齡の眞中から以後に於ては體液の中から取られる energy と云ふものは絹絲腺の方に移るのでありますから、其量は數學的に計算されます。是を全體の體量としますと、實際の身體の成長は此丸の付いた線、それは絹絲腺がなければ上の細線を辿るが、絹絲腺がある爲に細線で現した B だけ minus される譯であります(第四圖)。ですから通常の成長をして行くべき過程に於て眞中から以後通常の curve から B だけの量を引かなくてはならぬ。そうして此太き線を辿る事となる。是は養蠶學上非常に重要な點だと思ひます。其計算の方法は減量を B としますと、其時の monomolecular auto-catalytic reaction により形成され來つた量を M_0 とし、 $B = M_0 \frac{K_2}{K_2 - K_1} (e^{K_1 t} - e^{K_2 t})$ で現される。V と云ふのは其時の time であります。e は natural logarithm です。斯う云ふやうに成長それ自體に於ても、成長して行く動物體內の器官の色々の変化に依つて成長全體の total sum

圖 四 第

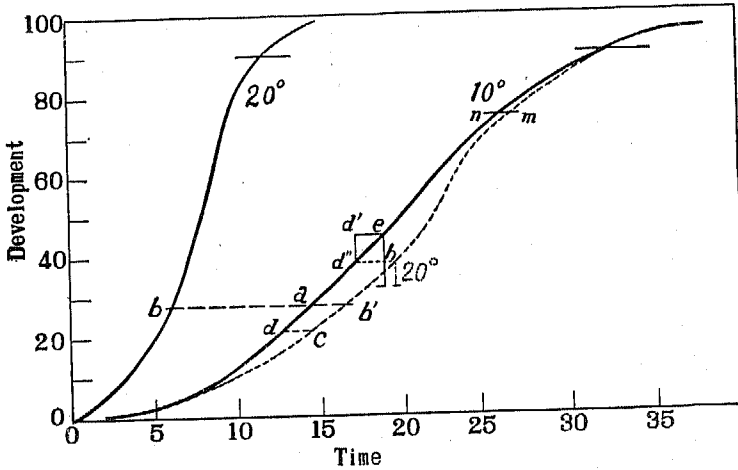


が變化するのでありますから複雑になります。極く單純な現象の例であります。之と同じ例は我々人間にもある譯であります。hormon(内分泌)の活動に依つて我々の成長は accelerate せられたり check せられたりします。例へば、Thyroid gland が非常に成長に關係あることは御承知のことと思ひます。

今まで申しましたのは、成長それ自體を考へ、周囲の狀況を一定にして置いた場合であります。之に色々外界の影響が加はりますから、成長現象は尙ほ複雑になります。

次には成長に溫度が關係すると云ふことを申し上げます。夏秋蠶の時期には溫度が非常に變化し易いのであります。夜になつて非常に冷えたり、日中は非常に暑くなつたりします。溫度の概念は非常に大切な養蠶學上の一つの point と思ひます。それで今假に蠶でも何でも宜しう

圖 五 第



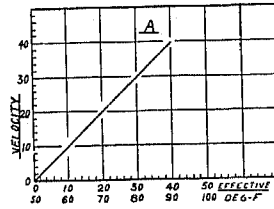
の時には右方の實線のやうな曲線を畫くとして、
 兩方共に溫度を一定にして置くのでありますから
 成長は monomolecular auto-catalytic reaction の curve で
 行くとして、所が溫度が二十度でもまで来たも
 のを、今度はそれを十度に移します。さうすると此
 蠶の發育は normal に十度の曲線を畫いて進つて行
 くかと云ひますとさうではない。成長が減る。即
 ち temperature coefficient (溫度係數) と云ふものは上り
 まして、點線で書いたやうになるのであります。で
 すからもう一遍實際問題で考へて見ますと、日中に
 非常に溫度が高くて夕方から夜にかけて溫度が低
 くなりすと、寒暖計の示度だけの影響が發育の状態
 に關係あると思ふと非常な間違ひでありまして、そ
 れよりも非常に余計な溫度の影響が這入つて来る

ござりますが、二十度の溫度の時には左方の成長曲線を取ると假定します(第五圖)。そして十度

と考へなければいかぬ。生物現象に及ぼす温度の影響は温度の capacity ではないのであります。温度の量ではないのであります。温度の intensity であります。是が影響を與へるのであります。そのの相關現象として我々は寒暖計を目安に使ひますけれども此概念さへも養蠶學に exact knowledge として遣入つて居ないと思ひます。養蠶家は寒暖計の示度が早速其儘養蠶に使用出来ると思つて居るやうですが、今二十度のを十度に移しますと右に述べた此過程を取ります。それを此處で又二十度に戻しますと、多少早くなります。早くなりますけれども常に二十度に置いた時よりも非常に遅れるのであります。促進は起りますけれども、却つて時間は全體として非常に遅くなります。點線の様な curve になります。最後の身體の大きさは同じになります。右様な變化があります。ですから次の様なことは非常に大切だと思ひます。即ち初め高い温度に置いてそれから今度低い温度に置くことは、低い温度に置いて、今度次に高い温度に置くよりも發育を遲滯させます。即ち初め温度が高くて、後低いのは、初め低くて後高いよりもいけないことになる。

今まで申上げて参りました温度の關係は、生物體が如何なる温度に對しても常に一定の刺激程度の影響を受けるものと認めて curve を書いたのであります。併し非常に困つたことには蠶は或る温度の範圍に於て其温度の影響が違つて参ります。從來養蠶學者及び昆蟲學者も同じでありますけれども、温度と發育との關係は温度が高ければ發育は早い、温度が低ければ發育が

第六圖



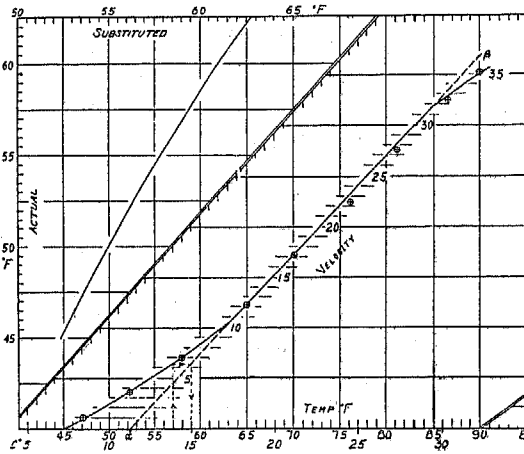
遅いと云ふやうに温度と發育の速さと云ふものは直線であるかのやうに考へて居ました。積算温度と云ふものは此概念から計算されて居ります。常に横軸に温度を取りまして縦軸に發育の日數を取りますと、それをかけたものが一定になつて其のグラフは一直線になる、さう云ふ

現象を取ること積算温度は一定であると云ひます。是は實際問題として可なり實用的でありますけれども蠶を取扱ふ場合には根本の生理を考へなければならぬ。私はそれで此直線を尙ほ細かに分析して見たのであります。

私が之に到達する前に斯う云ふ事だけは分つて居りました。それは攝氏十六七八度邊以下は發育の速さは速いがそれ以上では遅い。

發育速度は眞直な曲線で十五度邊に來ると左に曲る事が色々の人に認められて居りましたが、是は當然の話であります(第七圖)。又温度を如何やうに高くしても發育が大きくはならない。即、或る point 以上では下つて參ります。大體概括して申しますと發育の速さと温度の關係は第七圖の右側の曲線になる。併し三十二度の所で右方へ曲る。今迄の生活現象の研究は、殆ど此攝氏の十六度から三十二度の範圍に於て行はれて居りました。従つて限界が明に分りませぬから、實際問題には非常に困る場合が出來て來る筈でありまして、我々は生理現象の起らない點と起る點とを研究する必要がある。是はどうして研究し得るかと申しますと、生活現象の温度

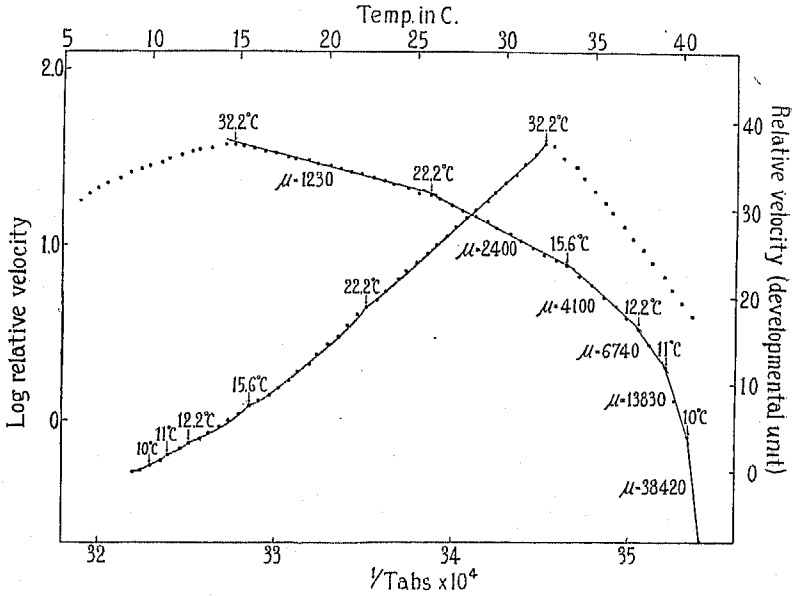
圖 七 第



度を constant にし温度を色々變へてやつた研究を土臺にしたもので、今の所是以上の正確な實驗は求められませぬ。蠶の方のものがあれば計算しますが、さう云ふものはございませぬから、是を用ひますと此れでは、 μ は五つに分れて居ります第第八圖。今迄の發育曲線は大抵十六度の所で、其れから下の温度と上と二つに分れた結果になつて現れましたが、尙ほ私が細かく分析したものは第八圖の如きものになる。此れに見る如く攝氏の十度、十三度、二十七度、三十二度に限

に關する方程式即 $\frac{M_2}{M_1} = e^{\frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2}}$ を考へる必要がある。此は Arrhenius が化學現象に與へた式でございます。色々の生理現象と温度との關係は此方程式で現されると云ふことを Arrhenius は報告して居ります。是は温度に依るアクチベーションが constant であるか否かを調べるのに非常に好都合の式でありまして、 μ を發育の速度について求めて見ますと、一見直線であるが如き現象も μ が澤山に分れて參ります。次に例を Collins' Molt にとると、之の蟲は蠶に近い蟲であります。が非常に正確に研究をしたものでありまして、濕

第八圖



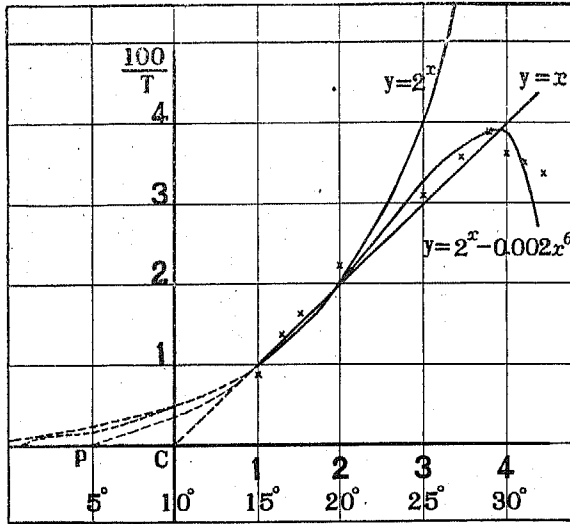
界のある曲線の連結されたものであります。此所にある μ は前に述べました曲線の constant K_1, K_2 と近い關係を有つて居るものであります。が K_1, K_2 の比は Q_{10} に近い (Q_{10} は μ とは少し違ひますが此事は學校で化學をおやりになつた時に、當然聞いて居らつしやると思ひますので Q_{10} と云ふ事はお分りと思ひます。 $\frac{K_1}{K_2}$ の比及 Q_{10} なる constant が互に非常に似て居ると云ふことは興味があることです。生活現象に如何に μ が關係して居るかと云ふことの一例を此處に申しますと蠶の心臟の鼓動と温度との關係に於て心臟搏動の數と之に對する絶體温度との逆數から先に示した Arrhenius の式の恒數 μ の値を算出しますと價は一萬

二千カロリーとなります。此の値に依つて其生活現象を支配して居る energy の化學的物質を想定することが出来るのであります。例へば水素 H_2 の作用する場合の H_2 は一定して居りますから H_2 の値に依つてある生活現象が水素 H_2 の control に依るものであるかどうかと云ふことが分る如きであります。蠶の心臓の鼓動は nervous discharge に關係して居ると云ふことが判るのであります。一々の蠶體內に於ける生活現象は斯う云ふやうに、現在行はれて居る物理、化學的現象と結び付けて正確に決めて行くことが出来るのでありまして、斯う云ふ事實を一つづつ積上げて行かなければ、本當の養蠶學は成立たないと思ひます。

話は大變複雑になりますし、お分りにくいのでせうけれども、溫度により發育の止る點を發育限界點 Developmental zero point と申します。是は蠶で決まつて居りますでせうか決つて居ない様子を考へます。其 Developmental zero point を求めなければ蠶の生理學は出發しないのであります。

それを求めるにはどうやりますかと云ひますと、例を上げて申せば第九圖に見る様に低溫度範圍に於きます所の Q_{10} を求めまして、(此所では Q_{10} が Q_{10} であります) それに或る constant をかけたものから、斯う云ふ constant を引きまして、之を各々 constant にかけたものであります。 $y = 2x - 0.002x^2$ それで zero point が出て参ります。是は蠶ではありませぬが、斯う云ふ式で developmental zeropoint が出ます。蠶の發育的 zero point は大概七八度から十度位に考へられて居ります。正確には斯う云ふやうな計算をして行つて始めて得られるのであります。是が分つて初めて積算溫度も

第九圖



出て参ります。

少し話が前に戻りますが、 μ の値の變化する點は殆ど有ゆる動物が攝氏十六七八度、それから二十一・二度の所にあります。それから三十二・三度の所にあります。それで甚だ興味のある研究が長野蠶業試験場の松村季美氏に依つてなされました。

其御研究は既に御承知のやうに Enzyme

analyst の働く範囲で攝氏の七八度から二

十度まで直線で参りまして、其前後が又變り

ますのですが、此は色々の動物で、實驗して

参りました μ の變る point と能く一致して居

ります。色々の Enzyme に付て μ の變る範圍

等を正確に出して行けば蠶の生理の溫度に

對する解決は非常に明確に出來て行くと思

ひます。其點に於て松村氏の實驗に非常に

敬意を表して居る次第であります。

これで發育と溫度のことに付ては大體申
しましたが、要するに發育日數と溫度との關

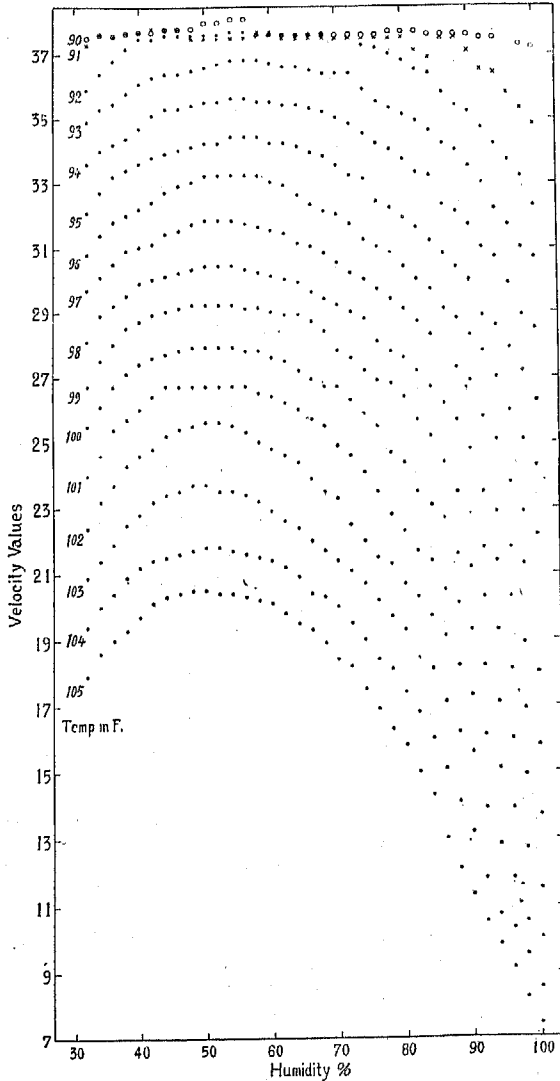
係はある限られた範囲では Hyperbola で現はし得ます。

今迄は温度と發育日數とは Hyperbolic の關係があると云ふことを申しましたが、今度は發育と湿度との關係を申し上げます。發育と湿度との研究は未だ進んで居りませぬ。長野蠶業試験場でお出しになつた蠶に對する報告が最も立派な新しい報告でありますけれども、其取扱はれた湿度の間が廣過ぎ全般的には範圍が狭いためか湿度と温度とは發育に對し同じやうな關係があると云ふ結論に到達して居ります。併しそれは尙吟味する必要があると思ひます。それで蠶ではさう云ふ正確な研究をやる材料がありませんから前に申しました Cooling Moth でやつた實驗を申し上げます。……それを申上げて蠶の方の湿度の關係の御參考に供したいと思ひます。

今シムルフォード氏のやつたコドリン蛾の蛹の發育速度を種々なる湿度の Percentages に對して圖示しますと次の様な四種の曲線を得ます。第十圖は温度を 90°F 以上迄保つて湿度を種々に變へた場合の速度曲線第十一圖は 71°F から 89°F 迄、第十二圖は 60°F から 70°F 迄、十三圖は 44°F から 59°F 迄の湿度作用曲線を示すものであります。

この圖から分る様に單に湿度の影響といつても之は温度に依つて非常に異なる事に留意しなければなりません。乃ち温度が 90° | 105° | 71° | 89° | 60° | 70° 及び 44° | 59° の四つの範圍に於て、湿度の影響の仕方が全く違つて參ります。

第十圖

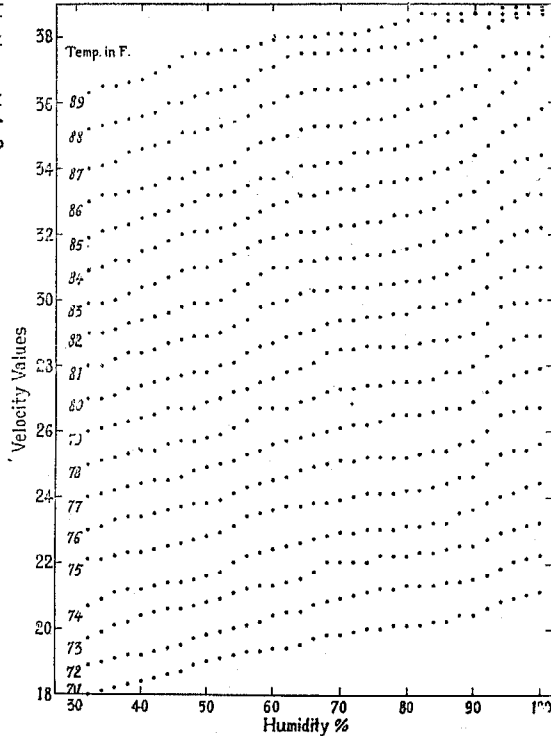


溫度に於ける濕度作用といふ事が出來ます。今第十一圖の曲線を式で表はしますと、次の様に

この内最も直接に養蠶に關係してゐる、溫度 89°F 乃至 71°F の範圍に於ける濕度作用に就いて一寸詳しく申上げます。養蠶學の方で言つてゐる蠶の發育適温といふのは、大體華氏の 75° 内外の所で之は外の昆蟲でも似た邊にあるものですから、この溫度範圍に於ける濕度作用は、ノルマルな

なります。 $K = \frac{100}{D \cdot E \cdot (100 - H) + b}$

圖 一 十 第



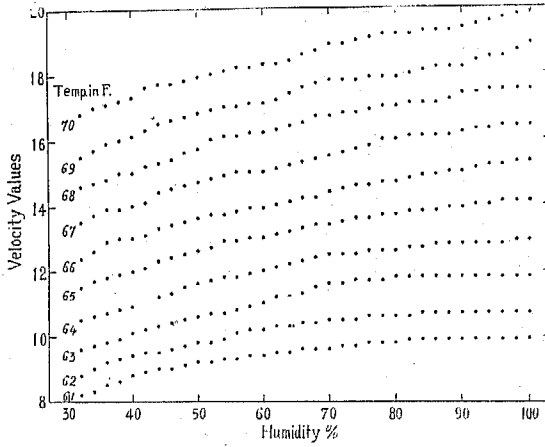
有な値をとります。

今この式に於きまして、湿度Hが小さければ100-Hは大となり、反對に100を之で割ればKの値は小さくなります。乃ち湿度が小さければ、發育速度は小さくなります。此式は全く大氣中に於ける水分の蒸發速度式と、同一のものでありまして、之から昆蟲の發育は全く蟲體からの水分

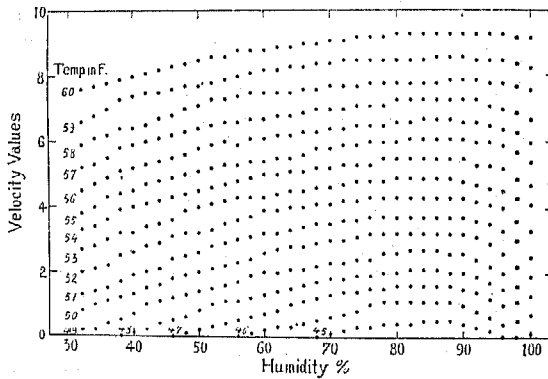
このKといふのは蟲の發育速度發育速度とはあるある又は100を完了するに要する日數乃ち發育日數の算術的逆數であります。Hは湿度を%で表はしたもので、Eはその場合の溫度に於ける空氣の最大水蒸氣張力、D及びbは恒數でありまして、特にDは蒸發係數と唱へるもので昆蟲の種類齡に依つて特

の蒸發速度に逆比例することがわかります。でこの式は今使つたシエルフォードのコードリン蛾の蛹卵も同じ)ばかりでなく、矢張アメリカのヘッドリー氏の研究した豆の象蠶の卵幼蟲蛹等にも皆あてはまります。この式は一種の双曲線の式であります。又他の三つの曲線型(第十、第十

第二十圖



第三十圖



二、第十三圖も皆式こそ異りますが、同様に双曲線の式で表はす事が出来ます。故に今函數的立場から言ひますと、昆蟲の發育は大氣濕度の双曲線函數(Hyperbolic function)であると言ふことが

出來ます。此濕度作用に關する詳しい學術的説明はしませんが、ここに最も實際上注意しなければならぬのは、濕度の作用が溫度に依つて變化することであり、未だ蠶に就いて正確な濕度に關する研究がありませんので、斷言する事は出來ませんが、恐らく蠶も先にあげた昆蟲と同様に濕度に對して反應するものと思はれますから、實際養蠶にあたつて溫度によつて濕度に對する飼育對策を變化しなければなりません。例へば高溫の場合乃ち 90°F 以上になつた時には、蠶は濕度約40乃至50%迄は、發育が順調に進みますが、其れ以上濕度が高くなると、却つて發育は遲怠しますから、今度は乾かすことにしなければなりません。

又 60° 以下の低溫に於いて濕度約80乃至90%迄は發育は濕度が増す毎に増大してゆきます。之れ以上濕潤になると却つて發育速度は減じます。又正常狀態乃ち 60° から 89° あたり迄は、發育は濕度が多い程早くなります。故にこの場合は濕度が多ければ多い程いい譯ですが、實際問題になりますと、蠶は非常に水分を多く含んだ桑といふものを喰つてゐる關係上、同一空氣濕度以上の濕度に實際上は反應してゐる事になりますので、この點をよく考慮せねばなりません。又濕度が多くなることに依つて、これに附隨した發育に對する惡影響が伴つて來ます。例へば病原菌の發育を非常に良好にするとか、蠶座を不清潔にするとか等の影響の爲に、之に相殺されて發育は劣つて來ますから、實際には濕度のある點以上多くする譯にはゆかないのであります。先に述べた濕度の作用は、全く純粹の濕度の單一作用でありますから、之に附隨する他の條件の

關與を實際にあたつては消暑する譯にはゆきません。然し先に述べた事は要するに、湿度の純粹作用でありますから之を根本としてこれから他の事を演繹してゆかねばなりません。一般に湿度の影響の實驗は非常にむづかしいのでありまして、純粹に湿度だけの本來の影響を見ることは、どうしても卵とか蛹とかの攝食によつてもたらされる水分の影響のないものでやらねばなりません。ですから幼蟲ではこゝろいふ實驗は出来ません。蠶も其卵の時と蛹の時にやれば、恐らくこゝろいふ正確な事實が得られ、之に依つて蠶になつた時の湿度に對する本來的の反應を知る事が出来るのであります。乃ち實際に蠶を使はなくても、その幼蟲體の身體の細胞のもつ *Water optimum* が正確に分るのであります。で此蠶體内に行はれる色々の生理作用に、最も適當なる體液の水分量の値がこの様な實驗に依つて決定する事が出来ますれば、之に依つて外界の水蒸氣量に對して體内の水分量を最適範圍になる様に給養量を *regulate* してゆけば、ここに初めて最も合理的な蠶室湿度に對する飼育法が得られる譯であります。

之で發育と湿度との關係のことを申上げました積りでございます。其外蠶に關係して居りました、發育に關係したこと以外に有ゆる函数的現象の事實を此處に持つて参りました。ですけれども、もう私の方も疲れしましたし、同じやうなことを羅列するのも、聞いて居らつしやる方もお疲れになると思ひますから、之で御免を蒙りたいと思ひます。

唯茲に結論として申上げたいのは、今までの養蠶の報告、或は研究の認識の仕方が學問的に見

まして甚だ學術的でない方法を採つて居られる爲に普遍性と云ふものを缺いて居ります。之では學問にはならない譯でありまして、哲學者の Mach と云ふ人が申したことでありますが、學問の目的は思推の經濟にありと云ふことを申して居ります。是は學問を功利的に考へた點に於て純正な哲學的批判からは缺點がございますが、*applied biology* 應用生物學の motto としては、矢張り學問は思推の經濟でなくてはならぬと私は信じます。是は私のみでなく哲學者のポアンカレも或る點までは承認して居る事であります。願くば新進な生物學者であられ養蠶界に身を投じて居られる皆さん及び我々も養蠶學をして常に認識を誤らない方法に依つて思推の經濟をして行くやうな體系を建てた本當の意味の養蠶學と云ふものを築上げて行く方へ努力せられたいと存じます。是で私は此處を去るべきでありますが、自分の意思が能く徹底しない虞もあると思ひますから、私が日本の生物學界に必要だと思ひます所の考を書いた本がございます。斯う云ふことを此場合申上げるのは、私がさう云ふことを聞いた場合に不愉快に思つた經驗から、皆さんもいやなことを云ふ奴だと思ひになるかも知れませんが、函數生物學と云ふ本を書きまして、來年の三月頃東京の裳華房から出ます、生物學と云ふものが外の科學に比べて余りに幼稚でありますから、外の物理化學と同じ程度に立派な科學として行きたいと思つて有ゆる生物現象を函數的に取扱つて書いたものでありまして、それを御覽になれば今日申上げました色々なことが能くお分りになると思ひます。今日の足りない點は其方で若し必要がござ

いましてらば、充たして載きたいと思ひます。甚だ廣汎なる研究題目に對して不徹底な説明を申上げました。其點はどうぞ御容赦を願ひたいと思ひます。