

七 鹽酸孵化の原理

京都高等蠶絲學校教授 三浦英太郎

先般貴校同窓會の御主催により針塚校長閣下の還曆祝賀の紀念講演會を開かれました。誠に御芽出度いことで有りましたも此意義ある會に御招に預つたことは光榮の至りでありました。が、貴着勿々長女の訃音に接し急遽歸郷の爲に乍遺憾其意を得ず茲に筆稿を以て其責を塞ぐことに致します。

演題は鹽酸孵化の原理に就て有りますが、此話をする前に鹽酸孵化の現狀に就て申述べて本論に入りたいと思ひます。

鹽酸孵化種は越年性の蠶種を鹽酸に漬して人工的に不越年種たらしめたもので現時夏秋蠶種の大部分は本種を以て供給せらるゝと云ふ位迄に發達し、重きをなすに至つたことは、蠶絲業界の爲誠に同慶の至りであります。而し乍ら斯く隆盛を極めたのは今より拾二、三年前からのことであらう。其れより以前は極めて微々たるものであります。乍併其の起源となると餘程以前即ち西曆一八七七年、伊太利の「パドワ」蠶業講習所で「ヴェルソン」「クワヤー」兩氏の研究を以て嚆矢とするものであ

ります。最も之より前デュークロー氏Dr. Dyerが硫酸に浸漬して孵化を行つた史蹟があるが、之は良好の成績でない。九〇%以上孵化せしめ得たのは、ヴェルソンVerzon、クワヤーQuay兩氏が始めとせられて居ます。其後伊太利では「コーモ」と云ふ町で試みられた様であるが、兎角歐洲の蠶業は農業の副業であつて夏秋蠶等は全く行はれない爲に折角の光輝ある孵化法の發見も遂に實行の域に進むことが出来なかつたのであります。我が國に於て始めて之れが試験を試みたのは、明治三十四、五年頃京都高等蠶絲學校の前身たる京都蠶業講習所に於て川島勝次郎氏、又東京高等蠶絲學校の前身たる東京蠶業講習所に於て横田長太郎氏の實驗成績がありますが、之等は單に鹽酸中に蠶種を浸したのみで深い實驗を行はなかつた爲に孵化歩合も六、七〇%位でありました。然るに其の後漸次夏秋蠶の勃興すると共に夏秋蠶種の研究の必要に迫られ、私共は明治四十年頃から生種の究理とか黒種の冷蔵に關する試験を數々行ひまして、新しき究理法や冷蔵法の研究を發表して相當改善の實を擧げましたが、何としても生種は究理の爲に幾分種が弱くなり、冷蔵種も春出るべきものを引延して出すのだから、之れ亦種が弱くなり何れにしても無理が出来るのでありますから、私はなんとか此の缺點を除いて善い種を夏秋蠶に供給する方法はないかと種々考をめぐらした結果、蠶種人工孵化に着眼いたしました。而して明治四十三、四年より此の方面の研究を盛にやつて見た。其内で浸湯法等は極めて手数が少く簡單でよいと思ふたが、孵化が六、七〇%位で充分に行かぬので思はしくなかつた。又人工越冬の研究も行つて餘程發生のよい様にしたが、未だ充分には行かなか

つた。其處で此度は浸酸法の研究を始め硫酸、鹽酸、硝酸、王水等の強烈な酸を使つて孵化を試みました所が硫酸を除く外何れも成功して就中鹽酸孵化が最も重要價值のあることを確め以來此の方面に専ら研究を重ね其の第一着の研究として、無加熱鹽酸孵化法を案出したしました。其の要項は産卵後二日目正午に於て、比重一・一四 溫度常溫六分間浸漬であつて此れに依つて何れも九〇%以上の孵化をなすことが出來た。處が本法の缺點として産卵が臺紙から離脱すること及び飼育の結果が疑問でありましたが、飼育の成績は各地の實驗で益々安定となり、又離脱防止の方法に就ては更に種々考案を廻らし、其の結果鹽酸の濃度を稀くして更に加熱することに依りて離脱の防止と奏効の促進を計つた所が相當に効果が現れまして、之を加熱浸酸法と發表致しました。

即ち其の要領は普通の二化性蠶種に於て、産卵後二日目正午 比重一・〇七五 溫度一一五度四分間浸漬程度を以て極めて發生齊一良好なる結果を得ることになりました。之が現今各地に於て唱へられて居る普通浸酸法又は定時浸酸法と稱へらるゝものであります。處が尙此の方法として未だ不充分なのは卵の離脱し易いことでありましたので、今度は藥劑を以て積極的に離脱を防止することを種々試験致しまして其の結果「フォルマリン」を使用して離脱を防ぐことに成功致しました。茲に於て完全に鹽酸孵化法の實用價値を表して急に各地に行はるゝ様になりました。

處が尙此普通浸酸法の缺點がある。其れは浸酸時期が産卵後二日目と云ふ一つの制限が有るために其の原蠶の飼育時期は恰も生種と同様に蠶種の需要期に應じて別々に飼育せねばならぬ

と云ふことでありまして、私は此の缺點を何とかして除かねばならん、夫れには原蠶は關西方面としては一番飼育の容易なる春期に飼育製造して其れを風穴種の様に一時冷蔵し、後任意必要の時期に取出し浸酸孵化する方法が宜しからうと考へて専ら其の研究を行つた結果遂に實用價值ある方法を見出して此れを冷蔵孵化法として發表致しました、其の要領は

産卵後七十五度——八十度に保護 四十時——四十五時間經過の頃
 溫度三十九度——四十度に冷蔵 冷蔵日數九十日以内に於て任意

出庫約二、三時間經過の時 比重一・一〇 溫度一一七——一一八度に四—五分間浸酸後脱酸風乾して催青する方法で有まして現に各地に普及して特に蠶種の強健なる點を以て賞揚せられて居ります。尙序に注意して置きますが世間稍もすれば、此の良法の使用を誤り却て普通浸酸法より其の成績が劣るが如く思惟する事を聞きましたが、之れは全く技術上の過誤であつて、適法を行はゞ成績は甚だ宜しい。但し其の適法は嚴密に云はゞ冷蔵日數の長短に依り趣を異にし、冷蔵時期冷蔵溫度、浸酸刺戟の程度を斟酌せねばならぬから技術上には相當の智識を要するものである。

以上普通浸酸、冷蔵浸酸二法を應用すれば夏秋蠶種の供給は遺憾なく行ひ得るのであるが、尙鹽酸法の缺點としては浸酸時期が雨天等に會したる場合風乾に長時間を要し、之が爲に意外に蠶種を虚弱ならしむる危険あること、又出庫度毎に浸酸することは非常に手数を要すること等の事項であつて之れを除く必要を感じ、更に研究を進めた結果、最近冷蔵浸酸冷蔵法として之を發表いた

しました。其の要領は、

産卵後約四十五時間經過卵色小豆色の時 三十九度——四十度に冷蔵以後任意浸酸に好適する時期に於て出庫し 二、三時間七十五度に保護せる後、比重一・一〇 温度一一七度 四、五分間浸漬後風乾脱酸を完全迅速に行ひたる後、七十五度に保護し、十八時間經過の頃、三十九度——四十度に冷蔵以後任意必要の時期に於て出庫催青す、其の冷蔵日數の限度は第一次第二次冷蔵日數を併せて八十日とす。

即ち本法に依れば出庫浸酸の時期は任意なるを以て風乾不良又は毎時浸酸の手數を省くことが出来る。

以上の方法は何れも相當の準備計畫を要するが、更に何等の準備なく蠶室内に保護せる蠶種に對して隨意の時期に浸酸して孵化せしむに方法がある。之れを私は隨時浸酸として發表いたしました。現に原種増殖の爲沖繩地方に於て十一月若くは二月頃に於て掃立する場合に於て應用せられて居ります。孵化前約七、八十日の餘地があれば大體成功致します。其の要領は

〔隨時比重——一〇 温度一一〇度 二五——三〇分間浸酸 脱酸風乾を完全にして、七十五度に約一日——一日半保護の後、四二——四〇度に保護約六十日を経過して出庫催青〕

以上普通浸酸冷蔵浸酸、冷蔵浸酸冷蔵、隨時浸酸法等を適當に應用すれば、現時の夏秋蠶種としては全部遺憾なく孵化せしめ得て、強健なる蠶種を養蠶家に提與することが出来る程度に迄研究を

進めました。更に最近電氣孵化の方法でも鹽酸と同様の方法を行つて何れも良結果を得る程度に到達致しまして孵化技術上の方面では先づ一段落が付たのであります。

此れ迄研究致しますと更に進んで研究したいのは何故に蠶種が孵化するか従來は單に刺戟と云ふ一語の下に之を閑却せられて居つたのであるが、之れでは満足が出来ないので、私は其の根本原理を研めたいと思ひまして之の研究を始めましたのが、既に一昨々年のことに過ぎ去りました。其詳細は京都高等蠶業學校學術報告第一卷、第二號に掲載致しましたが英文の爲未だ一汎各位に不徹底の點も有り幸ひ今回の講演會の機會に於きまして其の概略を申述べたいと思ひます。

私は鹽酸孵化の原理を研究するに當りまして先づ其の第一着として、各種の卵齡の蠶種即ち産卵後二日目、三日目、四日目、五日目、十日目、廿日目等各時期のものを各種濃度の鹽酸即ち 1n, 3n, 6n, 9n, 12n 等の液に浸漬した。又は鹽酸液の溫度鹽酸浸漬の時間等も種々區別してあらゆる組合せを作て浸酸處理を行つて其の孵化狀況を調査しました處が産卵後二日目—四日目頃迄は濃度溫度時間の三者が調和すれば全部孵化せしめることが出来るが、十日目以後になると如何なる方法を試しても僅かに二、三%位孵化するのでみて大部分は孵化が困難である。即ち卵齡によりて孵化に可能と不能とが有ることが分かりました。然らば孵化の可能は別に疑はないが不能の卵に就ては其の原因何れにあるか、一見不可解であります。尤も吾々が初めて考た様に單なる鹽酸の化學的變化に基くものであつて可能卵は化學變化を行ひ不能卵は化學變化を受けないと云ふ

ならば、其の理論は極めて簡單であるが鹽酸に依つて化學變化を受けないものは、白金位のもので其の他のものは何でも感應する、殊に有機物たる卵に於ては、勿論化學變化を受けるのは當然であります。が果して變化するとせば、孵化可能卵と不能卵との間に如何なる差違を生ずるかを調査する必要を感じ、ついで第二の實驗として一定濃度、溫度、容積の鹽酸中に孵化可能卵及び不能卵の一定量を一定時間浸漬したる後卵を引き上げ、殘留せる鹽酸を定量分析して鹽酸の消費量を測定いたしました。そして又孵化するためには鹽素イオンが働くのであるか、水素イオンが働くのであるかを調べたのであります。濃度の低い鹽酸を用ひますと鹽素イオンも水素イオンも少く消費して居ますが濃度が高くなりますと、鹽素イオンも水素イオンも消費量が増して參ります。而しながら兩イオンの消費量は全體「バランス」が取れて、居ります。

溫度の變化につきましては高いものは低いものよりも鹽酸の消費量が多く、又時間に就ては長時間に沈る程多いと云ふ様に一般化學變化と同様であります。其處で今度は孵化の可能性卵と不可能性卵とは如何であるかと見ますと、可能性卵は不可能性卵に比して鹽酸の消費量が多いのであります。而し乍ら可能性卵は消費するが不可能性卵は消費せないと云ふのであります。先程申しました様に大變解決が樂な譯であります。が、不可能性の卵と雖も鹽酸を消費するのであります。から研究も甚だ困難を感じたのであります。私は此處に於て此の消費量の因て來るものに就て次の三條件を假定致しました。

一、物理的現象により鹽酸が卵に吸着する爲に消費すること。

二、一般的化學變化の進行により消費すること。

三、孵化の可能性と不可能性との性質の差による消費量の差。

以上の三假定を一つ一つ順次に研究して參りました。先づ第一の吸着現象に就ての調査であります。之は一般に吸着現象を調べる方法で之れを行ひましては第二、第三の現象が同時に進行しますから單獨に第一の假定のみを調べることは出来ません。其れで私は一般吸着現象を調べる方法の逆を行つて見たのであります。即ち一定時間鹽酸の中に浸して置いた卵を引上げて表面を水で洗ひまして、今度は此れを一定量の清水中に浸し擴散作用に依て卵面に吸着せられた鹽酸が清水に溶けて來る現象を調べました。卵と同様の硝子玉を對照に用ひましたが、硝子は吸着が殆どなく卵に對しては、鹽酸の吸着する現象を認め得たのであります。處が孵化可能性卵と不可能性卵との間には其の差が極めて僅かでありまして、殆ど無視して良い位であります。従つて孵化可能性卵と不可能性卵の鹽酸消費量の差は吸着現象の差に依つて生ずるものではないと云ふ風に考へられるのであります。

第二の一般的化學變化の進行に依る鹽酸消費量の差を調べると云ふことも亦非常に困難なことであります。が、卵脱落と死滅と云ふことから卵の鹽酸に犯される程度を研究しました結果産卵後間もないもの即ち卵齡の若いものは早く犯され、時間を経過したものには作用が緩慢であり

ました。之れで第二の假定が解決しましたとして最後に、第三の可能性と不可能性との區別に依る鹽酸消費量の差違であります。此れが本研究の最も重要な點でありまして非常に苦心し努力して研究した譯であります。

先ず鹽酸が孵化に作用するとしますれば鹽酸其のものが作用するものであるか、鹽素イオンが作用するか、或は水素イオンが作用するかと云ふ事を調べやうとしたのであります。先ず酸の特性である水素イオンが作用するものと假定しまして硫酸、硝酸、鹽酸、醋酸等各種の酸に就て實驗を行つたのであります。所が同量の水素イオンを有する液の内でも鹽酸、硝酸は成績は良好でありましたが、硫酸を用ひました實驗に於ては孵化率が非常に悪かつたのであります。醋酸に至りましては、私の實驗に於ては全然孵化しなかつたと云ふ成績を見ますと、孵化は酸の特性たる水素イオンは直接の原因でなく陰イオンの方が關係すると推定せらるゝのであります。

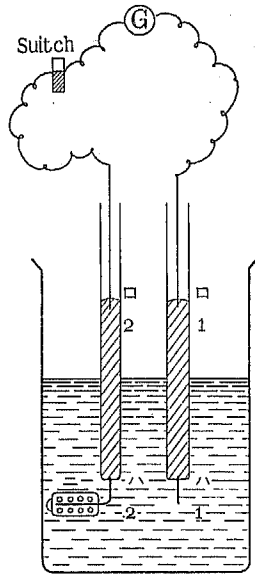
其處で此度は陰イオン〔即ち鹽素イオン〕の方を研究しようと思ひまして、鹽酸に食鹽を加へました。即ち鹽素原子を有して居る食鹽を加へて鹽素イオンの量を増して孵化を試したのであります。此の結果は鹽素イオンを増すだけ成績が良いのであります。鹽化マグネシウムを加へても同様な成績を収めて居ります。唯鹽酸によつて鹽素イオンを増加した液程には良くありませんが、之はNa、Mg等のイオンが鹽素イオンの作用を幾分妨げるものと考へられます。

以上の結果から鹽酸孵化の原因は鹽酸中の鹽素イオンの作用であり、水素イオンは鹽素イオン

の攝取を助成するに過ぎないものと云ひ得るのであります。

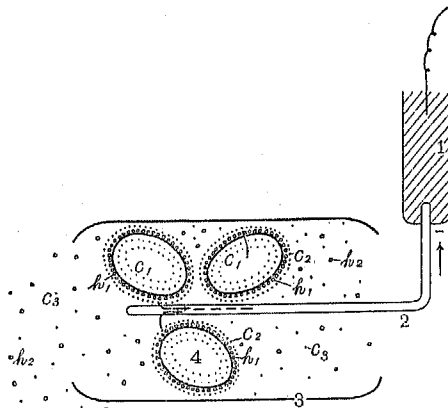
次に孵化可能性卵と不可能性卵に就て鹽素イオン攝取作用を研究しましたが、此れが鹽酸孵化の原理の根本を爲して居るのであります。

實驗を行ふに就きましては次の様な装置を用ひました。



(イ)は鹽酸を容れた槽で(ロ₁)、(ロ₂)は中に水銀を入れた管で先端に(ハ₁)、(ハ₂)の如き白金線を附してあります。(ハ₂)の先は(ニ)と云ふ硝子の「ケース」内に挿入されて居ます。圖では一個丈けしか書きませんが、實際行ひました實驗では結果を著明ならしむる爲に

數を増して四個の「ケース」を用ひました。此の「ケース」の中に實驗しようとする卵を容れ(ロ₁)、(ロ₂)を電線で接続して一つの電気回路を作り、其の回路にGと云ふ「ガルヴァノメーター」が入れて有ります。斯様な装置を用ひて實驗を致しました所が(ロ₁)、(ロ₂)と云ふ回路に電流が流れてGの「ガルヴァノメーター」の指針が振れます。此の「ガルヴァノメーター」は小數點以下七位「アンペア」迄測り得る精密な「ガルヴァノメーター」を用ひたのであります。私は之の指針の振に依つて電流の變化を読み取らうとしたのであります。孵化可能性卵を(ニ)の「ケース」に入れて「ガルヴァノメーター」の振を見ますと、私の實驗では最大〇、〇〇〇〇〇〇九「アンペア」まで振りますが、孵化不可能性卵にあつては



此の電流計では指計は振れません。即ち電流が流れるのを認めません。此の起電力の有無に因つて卵が孵化可能性のものであるか不可能性のものであるかが決定せらるゝ譯であります。何故斯様な風に電流が流れて「ガルヴァノメーター」が振れるかと申しますとこれは所謂濃淡電池の原理と同じ譯であります。(二)の「ケース」の内と外の鹽酸とは其の中にある「イオン」の數即ち濃度が異つて來るのであります。即ち「ケース」の中には鹽素イオン「換言すれば陰イオン」が多く外の鹽酸の中には陰イオン「示少い爲に」(ハ)は陽極(ハ)は陰極となり、(口)G(口と云ふ氣電回路を電流が流れGの指針が振れるのであります。處が先程私は卵の孵化は鹽素イオン「即ち陰電氣を帶びた」イオン「蠶卵内鹽素イオン」吸收の爲に卵の周圍、電氣二重膜「層」を形成する状態並に白金線、鹽素イオン「層」の接着によりて本電極(二)性となる理論を説明する圖」

1. 電 柱 「イオン」
2. 白金線 「イオン」
3. 硝子ケース(蠶卵保持筒) C₁ 卵内ニ吸收セラレタル鹽素
4. 蠶卵(孵化可能性ノモノ) 「イオン」
- h₁ 水素イオンガ卵ノ周圍ニ残留 C₂ 陰性電氣膜層ヲ形成セル鹽素
- h₂ シテ陽性電氣膜層ヲ形成セル物 「イオン」
- C₃ 鹽酸中ニ混立セル常態ノ水素イオン
- C₄ 鹽酸中ニ混立セル常態ノ鹽素

に吸収 されて 作用す る爲で あると 申しま した。 然らば

(二)の「ケース」の中に卵があつて之が鹽素イオンを吸收消費すれば「ケース」内の鹽酸は鹽素イオンが滅つて(ハ)は陽極にならねばならない筈であるに關らず實際測定では陰極となるとは如何なる譯か、之れは決して矛盾ではありません。最初卵は吸着に依つて鹽素、水素兩イオンを引きつけるので有りますが、鹽素イオンは孵化の「エネルギー」となつて、卵内に吸收され卵の表面には水素イオンが残りますが、これと同時に「ヘルムホルツ氏 Helmholtz」の電氣二重膜層の原理によつて其の上に鹽素イオンの層が出来るのであります。

其處へ白金線を持つて來ますと此の上層鹽素イオン(即ち陰電氣を帯びて居る「イオン」のため「ケース」の付いて居る白金線は陰極になる譯であります。若し卵が不可能性で鹽素イオンを吸收せない場合は電氣二重膜層を作らぬから起電力は無いのである故に「ガルヴァノメーター」は振れないのであります。

以上實驗の結果及び理論から考へまして孵化可能性卵は鹽素イオンを吸收し、此の「エネルギー」に依つて孵化するものであると云ふことが出来るのであります。其處で私は更に進んで鹽素イオンを卵が吸收して孵化するとせば、其れは鹽素イオンに負はれて居る電子が作用するのか又は直接鹽素原子が働くのかを調べる爲に電氣孵化に依つて處理を行ふたものと、鹽酸孵化に依つて生ずる起電力を比較して見ますと、電氣孵化の成績のよい時期は起電力も高く成績の悪くなる程、起電力も小さく兩者共其の結果に於て一致して居ることを認めました。之れによつて鹽酸孵化

の眞の原因は鹽素イオン中に含まれて居る荷電即ち「エレクトロン」の働であると言ひ得るのであります。

以上の實驗に依りまして私は次の如く結論します。

「鹽酸孵化の原理は鹽素イオン中に荷重せらるゝ「エレクトロン」の作用に因るもので有つて二卵に孵化の能不能あるは該蠶卵が該「イオン」を吸収するか否かによつて分かるゝものである。」