

蚕の発育と温度

東京農工大学農学部蚕学研究室

准教授 横山 岳

タイの養蚕

昨年（2017）、タイの東部のU県の養蚕農家を訪れる機会があった。そこでは江戸時代の日本の農家のように、自分の家で採卵、孵化、飼育して繭を得、そして自分の家で繰糸、染色、機織りと蚕糸に関することを一貫して行っていた。タイらしく高床式住居の床下のスペースで作業を行っていた（図1、2）。

飼育場には寄生蠅除けに網が張られており、飼育は竹の棚を組み、ザルで飼育していた。棚の足元には蟻除けのお皿が敷いていた。鼠害があるというので猫の飼育を勧めたが、皆さん猫は嫌いで犬が好きとか。多くの家で犬を放し飼いしていたが、猫はほとんど見かけず。

各農家で蚕を持っており、昔からずーっとそれを使っているとのこと。農家に尋ねても「お爺さん、お婆さんのその前から家で飼っているののでいつから飼っているのか分からない」とのこと。タイに中国から養蚕が伝わったのは2世紀位というから2千年近く前から各農家で飼い続けてきたのだろう。蚕に名前がありますか？と尋ねたところ「蛇の卵。繭の形が蛇の卵に似ているからでしょう」とのこと。熱帯の蚕の繭はどちらかという両端が尖っている。日本の蚕や中国の蚕の繭に比べて細長い。筆者は蚕の卵が専門で、蛇の卵はろくに見たことがない。タイの蛇の卵は細長いのだろうか？タイやインドの地域蚕品種はだいたい黄色の繭を作る。図3は「蛇の卵」の繭で、



図1 繰糸作業風景 2人一組で作業。糸枠は使わず、籠に繰った糸を貯める。



図2 高床式住居の下での蚕飼育場



図3 タイの地域蚕品種「蛇の卵」の繭

黄色く細長い。典型的な熱帯の蚕の繭である。

日本の地域品種は卵で越冬し、かつては年に1回か2回しか孵化してこなかった。年に何回世代があるかその性質を化性という。年に1世代のものを1化性、2世代のものを2化性という。日本の地域品種は1化性か2化性である(もともと大正期以降、人工的に何度も孵化させることができるようになってきている)。これに対してタイの地域品種は冬が無いので卵は休眠せず、産卵されてから10日程で孵化してくる。このように年に何度も世代を繰り返すので多化性品種と呼ばれる。中国からタイに蚕が伝わった頃は日本や中国の蚕のように卵で休眠していた筈だが、タイに伝わった蚕はいっしょに冬の無いタイの環境に適応して休眠しない蚕になった。残念ながら記録が無いので何年(百年?千年?)前から多化性になったのか分からない。訪れた農家では年に7回孵化してくるので7回養蚕しているそうである。

だいたいどの農家もお母さんが蚕の世話をし、お父さんが米作りをしている。米作は違作があるので収入が安定しないそうだ。蚕の方が現金が手に入り、儲かるらしい。「では、お父さんよりお母さんの方がお金持ちだね。」とお母さん達に言うと「そうよ、私のお金は私のお金。お父さんのお金も私のお金」と笑っていた。お母さん達は元気であった。訪ねた時期(雨季の終わり)は米作の作業が少ない時期なのかお父さん達は暇そうで、お父さん達がゴロゴロ昼寝している中、お母さん達は機織りしていた。年に7回も蚕を飼っていたら、お母さん達に暇な時期は無い。

訪れた時期は丁度蚕の飼育が終わっていた。残念ながら実際の飼い方を見ることができなかったが、飼育室を見せてもらったり、飼い方を尋ねたりした。飼い方は蚕が孵化したら、飼う。蚕が繭を作ったら糸を繰る。蚕の都合にお任せであった。一寸、びっくりしたのはタイでは雨季と乾季があるが、どちらも飼い方が同じとのこと。日本の養蚕農家は春蚕と夏秋蚕では飼う品種を変えているし、飼い方も温度(飼育環境)に気を付けて飼っている。訪れたところでは、乾季は桑葉が足りないので飼う量を減らしている位であった。お母さん達の飼っている「蛇の卵」品種は気の遠くなるような長い期間かかって雨季でも乾季でも育つ蚕に選抜されたのだろう。だから、雨季でも乾季でも、温度が高くても、湿度が高くても、どの時期でも育つ。ただし、繭は大きくない。

タイでは地域の農家の生活を向上させるべく、国、県が養蚕の普及を始めている。インドで成功した多化性と2化性の交雑種の卵を農家に配布して繭生産量を増やそうとしている。ところがなかなか上手くいかないとか。交雑種の繭はお母さん達の飼っている「蛇の卵」の繭よりも歴然と大きい。しかし、上手く農家では飼えていないようだ。交雑種では幼虫の経過も伸びるし、食べる量も多くなるが、お母さん達はそれまで蚕にお任せの飼い方を変えていないので生産量が安定しない。これまで雨季も乾季も同じ飼い方で養蚕していたので、変えるのは難しいだろう。先ずはお母さん達が計画的に飼育していることを自覚していかないと難しいだろうと思った。それには飼育の記録をコマメに記録していくのが良いと思う。

蚕と温度

四季のある日本の養蚕農家では季節、気温に敏感である。次表は農家で飼育されている蚕の飼育温度と発育の日安である。飼育室には必ず温度計が置いてあり、飼育を開始すると飼育室のカレンダーに飼育記録をつけていく(図4)。何月何日●℃、眠、何月何日○℃4齢桑付け、等々。変な話、温度を記録しても発育記録をメモしてもその蚕が大きくなることはない。ただ、温度が高かったり、低かった時に次の眠や上簇時期の見当がつく。また、以降の飼育の参考になる。

シルクレポート No.43 にも書いたことだ

表 蚕の飼育温湿度の目安

発育時期	温度℃	湿度%	経過日数
卵期	25	75~80	10
1 齢	28.5~29.5	85~90	3
2 齢	28	85~90	3
3 齢	27~28	85~90	3
4 齢	23~26		4
5 齢	21~25		6~8
上簇~吐糸	22~23	~70	2~3
吐糸~化蛹	23~24	~70	2~3

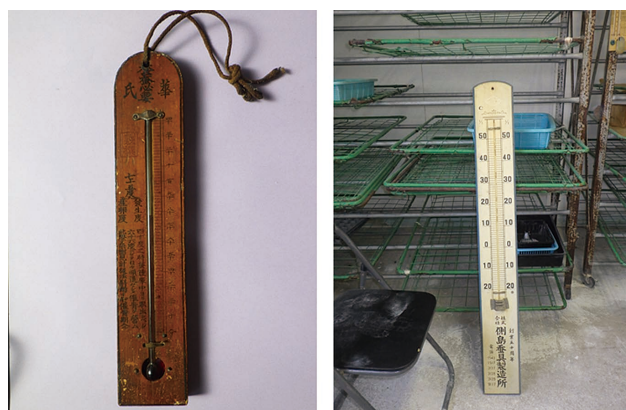


図4 温度計

左：明治期の温度計 華氏 (°F) 表示になっている。
右：昭和期の大きな温度計
残念ながら倒して本体を割ってしまった。

が、蚕の発育と気温(飼育温度)は強い関係がある。蚕は変温動物なので温度が低ければゆっくり発育するし、温度が高ければ早く発育する。蚕幼虫は10℃より寒いと発育しない。10℃が発育ゼロ点である。それより温度が高ければ動くことができ、発育する。気温から10を引いた分が「蚕にとっての温度」である。(気温-10℃)でどれ位蚕が過ごしているかでどれ位育つかが決まる。

例えば、気温15℃は蚕にとっては「5℃」、気温20℃は「10℃」、気温25℃は「15℃」となる。

・気温15℃(蚕にとっては「5℃」)で6日発育にかかるなら、(5℃×6日)。

- 気温 20℃（蚕にとっては「10℃」）では 2 倍あるので、1/2 の 3 日かかる（10℃× 3 日）。
- 気温 25℃（蚕にとっては「15℃」）では 3 倍あるので、1/3 の 2 日かかる（15℃× 2 日）。

それぞれ(5℃× 6 日) = (10℃× 3 日) = (15℃× 2 日) = 30℃・日と同じになる。このように気温が高ければ蚕の発育は早くなるし、気温が低くなれば発育は遅くなる。これは養蚕農家なら充分実感されている筈である（図 5）。

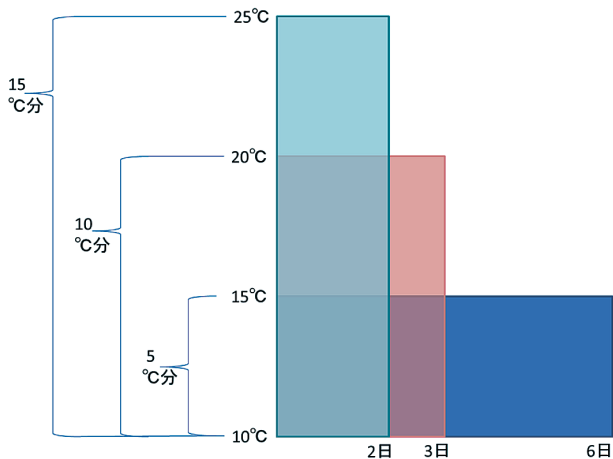


図 5 温度と発育経過の関係

稚蚕の時は若干温湿度を高め、発育が進むに従って温度を下げていく。表の温湿度を目安に日本の農家は飼育していく。この細やかさは今に始まったことではない。昔から温度が発育に影響することを養蚕農家は充分実感しており、温度を指標にすべきと思った江戸時代の篤農家がいる。福島県^{やながわ}の蚕種業者中村善右衛門は、独力で温度計の作り方を学び、温度計を自作しただけでなく、嘉永 2 年（1849）から作った温度計を「蚕当計」として売ったそうである。

最近の温湿度計

湿度は計るのは意外に難しい。空気中の水蒸気（湿り気）の割合である。昔からよく見る湿度計は隣に温度計が付いており、湿度計と温度計の差によって湿度を知るようになっている（図 6）。湿度計の玉の部分が濡れたガーゼで覆われるようになっており、乾燥していると濡れた部分の水が気化して、温度が下がる。カラカラの状態では水の気化する量が多く、冷える。逆に湿気た状態では水が気化する量が少なく、あまり冷えない。気温からどれ位冷えているかで空気の乾燥か湿潤が分かる。隣の温度計の目盛と湿度計の差をみれば湿度が分かるようになっている。筆者も学生のころからこのような温湿度計を使っていたが、だいたい湿度計に水を補充するのを忘れてガーゼをガチガチにしてしまい、挙句の果てに水入れの容器を壊してしまつて温湿度計なのに単なる 2 本の温度計にしてしまうことが多々。



図 6 温湿度計 矢印が水を入れる容器 温度計と湿度計の差から湿度が分かるように表がついている。

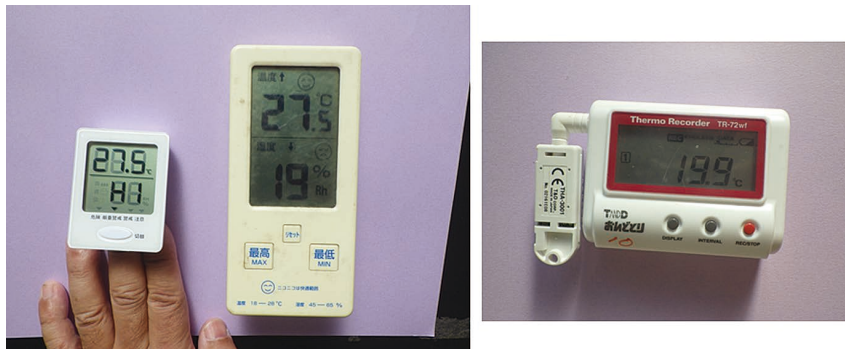


図7 デジタル式の温湿度計

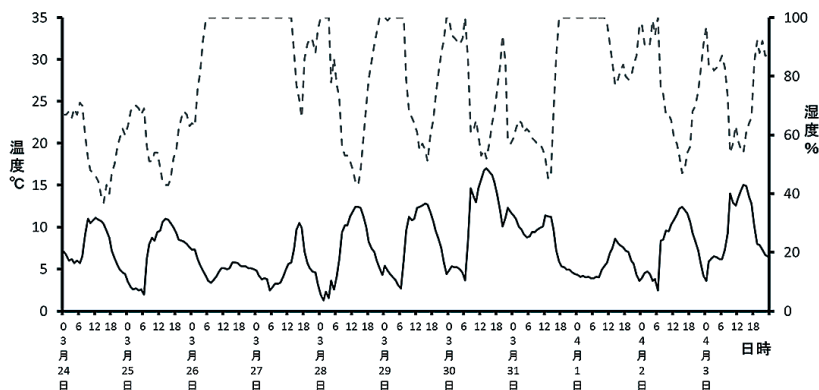


図8 2017年春の蚕室屋外の温湿度（点線：湿度、実線：温度）

最近ではデジタル温湿度計を使っている。ホームセンターや通販で千円前後で手に入る。デジタルなので水を足すこともなく、またガラスを割ることもなく便利である。さらに最高温度、最低温度も記録してくれるものもある（図7左）。

研究室では温湿度を計るだけでなく、継続的に記録してくれるものも使っている（図7右）。これは1万円以上するが、パソコンにデータを取り込むことができ、一日の温度と湿度の変動をグラフにしてみることができる。図8は、昨年（2017）の春先の農工大（府中市）でデジタル温湿度計で記録したものをグラフにしたものである。記録を見てもやはり春先は寒い日が多い。一時間おきに記録するように設定したもののだが、もっと細かく分単位でも記録できる。

気象庁のHP (<http://www.jma.go.jp/jma/>)には気温、湿度も載っている。現在のものだけでなく、過去のデータもあり、各都道府県に何か所も測定所がある。ありがたいことに筆者のいる府中にも観測所があり、それも近くにあるので気象状況を調べる時に重宝している。

図8を見てみると3月26日に湿度（点線）が上っているので雨が降った事が分かる。また、温度（実線）が上がると湿度は下がる傾向がある。

温度は水が氷る時の温度を0℃、水が沸騰する温度を100℃としてその間を100等分したもののなので割と分かりやすいが、湿度は一寸難しい。湿り気（水蒸気）が最大な時が湿度100%である。ところが温度が高い時は湿り気を多く含む事ができる

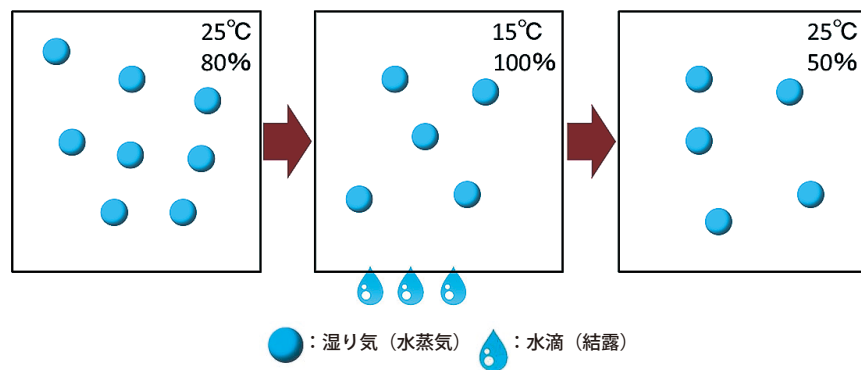


図9 25℃ 80%の部屋を15℃、25℃にした場合の湿度の変化

し、低い時は少なくなる。

25℃の時、湿り気が最大で10で湿度100%とすると、15℃の時は湿り気の最大は25℃の半分の5で湿度100%となる。温度が下がると空気中に含む事ができる量が減ってしまう。例えば図9のように25℃の時、湿度80%というとき湿り気は8あることになる。この空気(部屋)が15℃まで下がると、15℃では湿り気が5までしか含めないで、残りの3つの湿り気は空気中に漂えず、水滴になる。これが結露である。湿り気が8から5に減少したのに湿度が100%になるのは不思議な感じではある。さらに15℃から25℃に温度を上げると湿り気量は5で変わらないが、25℃では湿り気10で100%なので、その半分の湿り気なので湿度50%になる。蚕室の中を一定の温度にしても外気温が上下するたびに湿度が変動するので、完全に密閉された蚕室でないと湿度を一定にするのは大変難しい。湿度によって蚕の発育は大きく影響されないが、湿度が低いと折角与えた桑が萎れやすいし、湿度が高すぎると蚕座が蒸れてカビや雑菌が繁殖しやす

くなる。コマメに湿度計をチェックして対応していく他ない。

さて、シルク豆辞典の連載もこの号が最後となりました。約4年20題を読んでいたが、ありがとうございました。最初の頃は2ヶ月ごとに書いていくのが大変でしたが、そのうち意外に楽しく書いていくことができました。次はこれを書こう、来年の春はあれを書こうとこの連載のことが日々頭にありました。一応、蚕を専門にしているので蚕の事ばかり考えております。しかし、学生でも専門家でない方々に伝えることを考えていなかったものですから、この連載は大変ためになりました。読んでいただいた方々に少しでも楽しく蚕のことが伝わったならば幸いです。

■問い合わせ先：

東京農工大学農学部生物生産学科蚕学研究室
〒183-8509
東京都府中市幸町 3-5-8
TEL：042-367-5681
E-mail：ty.kaiko@cc.tuat.ac.jp
HP：http://www.tuat.ac.jp/~kaiko