

# カイコの宿主情報

## 1 分類学上の位置付け、形態、及び自然環境における分布状況

### (1)和名、英名及び学名

和名：カイコガ科 カイコガ属 カイコガ (カイコ)<sup>1</sup>

英名：silkworm

学名：*Bombyx mori* Linnaeus, (1758)

### (2)国内及び国外の自然環境における生息状況

カイコガ科 *Bombyx* 属は、カイコ<sup>2</sup> (*B. mori*)、クワコ (*B. mandarina*、カイコと祖先を共有すると考えられている野生種)、インドクワコ (*B. huttoni*) など数種が含まれる (吉武, 1988, Xia et al, 2009)。カイコは、我が国に伝播した時代には、すでに自然環境下での生息能力を欠如していたとされており、我が国において野外に逃げ出して野生化したり、自然環境下で生息したりしている例は報告されていない。

なお、カイコと交雑可能なクワコは、自然環境下で生息し、極東ロシア、中国、台湾及び朝鮮半島に分布している。我が国では各地に分布するが、薩南諸島の宝島以南、沖縄諸島、及び先島諸島には分布しない (河原畑, 1998、廣森, 2001、金井ら, 2013)。クワコの幼虫は、カイコと同様にクワ科のクワ (*Morus* spp.) の葉を食べるため、桑園または野生桑樹に生息していると考えられる (大門, 2014)。

## 2 使用等の歴史及び現状

### (1)国内及び国外における第一種使用等の歴史

人類がカイコの繭を利用し始めたのは中国において新石器時代 (紀元前 7000~6000 年頃) からと言われ、養蚕の起源と考えられている。養蚕技術とカイコは、中国から西方、東方、南方へと伝えられ、日本には弥生時代 (紀元前 300~紀元 300 年) に伝来したと考えられている (日本蚕糸学会, 2002)。中国から東西の交易に伴い、東南アジア、ヨーロッパ、日本等世界各地に広がったカイコは、それぞれの地域に適応した固有の品種へと分化し、多くの中国種、日本種、欧州種、熱帯種等地理的蚕品種が形成された (吉武, 1988)。

明治時代以降、我が国の基幹産業として生糸輸出が順調な伸びを示し、養蚕業の最盛期となった 1930 年には、国内農家の 40% で養蚕が行われ、収繭量は史上最大の 40 万トンに達した。しかし近年は、生糸価格の低迷、養蚕農家の後継者不足等により養蚕が衰退し、2021 年の収繭量は 61 トンにまで減少している (大日本蚕糸会, 2007, 2010, 2022; 農林水産省, 2004)。近年の我が国の繭の主な生産地は、群馬県、栃木県、福島県等である (大日本蚕糸会, 2022)。

### (2)主たる生産地域、生産方法、流通実態及び用途

世界の生糸生産は長期的には増加傾向にあるが、近年は安定的に推移している。流通実態としては、カイコの繭の生産と生糸の消費地は少数の国に集中している (范, 2013)。2015年<sup>3</sup>の世界全体のカイコの繭生産量は、約83万トンであり、主要生産国は中国 (63万トン)、インド (15 万トン)、ウズベキスタン (3 万トン)、イラン (1万トン) 及びタイ (5 千トン) であっ

<sup>1</sup> 参照：江崎梯三 (1958) 原色日本蛾類図鑑、小学館図鑑

<sup>2</sup> 正式和名は「カイコガ」であり、「カイコ」は幼虫の名称であるが、一般的には「カイコ」が種全般を指すことから、本情報では変態後も含めこの種全般を「カイコ」と表す。

<sup>3</sup> 2016年以降各国 (インド、ブラジル以外) のデータの収集が困難となっている。

た。また、国際養蚕業委員会によると、2018年の世界の絹生産量は15万9,648メートルトン（以下、トン）で、現状は中国（12万トン）が圧倒的なシェアを占め、インド（3万5,261トン）、ウズベキスタン（1,800トン）が続いている（JETRO, 2019）。

### (3) 国内における養蚕を目的とした飼育の現状

カイコは桑葉のみを摂食する狭食性の昆虫であり、桑（もしくは桑を原料とした人工飼料）以外の植物では十分に成長できない。良質の繭を多く生産するためには、新鮮な桑葉を給与する必要があることから、桑葉の貯蔵は1日程度が普通である。したがって、養蚕では通常、大量の桑葉の入手可能な時期で、かつカイコが正常に発育できる20℃から30℃の気温で推移する5月中旬～10月中旬までが飼育期間とされている（大日本蚕糸会, 2010、日本蚕糸学会, 2002）。

カイコの品種とは、実用形質に関して一定の遺伝的特性を持つカイコ集団である。実際に蚕品種と呼んでいるものは、かつては蚕糸業法において指定された品種（指定品種）を指し、現在では育成機関が特許等で公開した、収繭量や繭糸質が良好な実用品種として育成された交雑種並びにその親系統を指している（日本蚕糸学会, 2002）。カイコの品種の育成は、実用形質を選抜する蛾区選抜<sup>4</sup>、個体選抜、蛾区選抜と個体選抜の併用等により行う。蛾区選抜は、雌蛾の産卵ごとに区分しつつ、集団選抜や個体選抜と同様な選抜法がとられる（山本ら, 1999）。

糸繭生産用のカイコは、強健に生育し、繭も均一な「単交雑種、二元雑種」や、4種類の原種から2段階の交配を経て得られる「複交雑種、四元雑種」等が用いられる。それら実用品種の育成のための遺伝資源として、国内では、約670以上の品種・系統が保存されている（日本蚕糸学会, 2002、NBRP, 2021）。

カイコは必ず屋内で飼育される。カイコの飼育には目的は2つあり、1つは飼育したカイコの成虫から卵を得て、それを販売するための蚕種製造である。もう1つは、カイコが繭になるまで飼育し、得られる繭を販売する養蚕業である。近年の日本での養蚕は、共同飼育所で人工飼料により1齢から3齢の幼虫のみを飼育する稚蚕飼育と、そこから幼虫の分譲を受けて農家で壮蚕のみを飼育する壮蚕飼育とに分業化している。さらに、養蚕農家から繭を買い取って生糸を製造する製糸業者がある（蚕糸・昆虫農業技術研究所資料、加藤, 1994）。

#### ・蚕種製造

養蚕に用いられるカイコの卵（蚕種）は、通常、専門の蚕種製造業者が生産する。特定の品種を交配し産卵させ、浸酸などの人工孵化処理を経た交雑種の蚕種を養蚕農家等に販売する。蚕種製造業者は、微粒子病<sup>5</sup>を引き起こす微胞子虫*Nosema bombycis*の経卵伝達を防ぐため、産卵後のカイコのメス成虫が微胞子虫の胞子を保有していないかどうかを調べるための「母蛾検査」を行い、合格した蚕種のみを販売している（日本蚕糸学会, 2002、大日本蚕糸会, 2010）。

<sup>4</sup> 蛾育を行い、形質の優れた蛾区（1頭の雌蛾により産卵された卵の区画（集団））を選び出すこと。

<sup>5</sup> 母蛾が感染すると体内卵に伝染し、胞子を発芽させ、カイコの消化管から分裂、カイコの体内組織で増殖し、カイコを死滅させる。

## ・稚蚕飼育

1 齢から 3 齢の幼虫を稚蚕と呼ぶ。病原体への感受性が高い稚蚕期に、温度・湿度が管理され、清浄な飼育環境を維持できる稚蚕共同飼育所で飼育する。専従の技術者の指導の下で、複数の農家への配蚕を目的にして共同飼育を行うことが一般的である。稚蚕共同飼育には桑葉育ではなく人工飼料育が導入されており、ほとんど全ての養蚕農家が稚蚕共同飼育を利用している（日本蚕糸学会，2002）。

## ・壮蚕飼育

4 齢から 5 齢の幼虫を壮蚕と呼ぶ。壮蚕飼育は繭質と収繭量の向上を目的とし、大部分が個別の養蚕農家の飼育施設において行われている。壮蚕は成長が盛んで食欲旺盛のため食桑量が多く、新鮮な桑葉を大量に必要とする。壮蚕は 11~14 日間程度の飼育で、食桑を止め、吐糸を開始する。吐糸直前のカイコを熟蚕という。農家は熟蚕を見極め、簇<sup>6</sup>へ移す作業（上簇）を行う。上簇から 7~8 日間程度経ったら収繭（簇から繭を回収し毛羽<sup>7</sup>を取る作業）を行い、品種ごとに繭を区別して袋に入れ、製糸業者に出荷する（日本蚕糸学会，2002）。

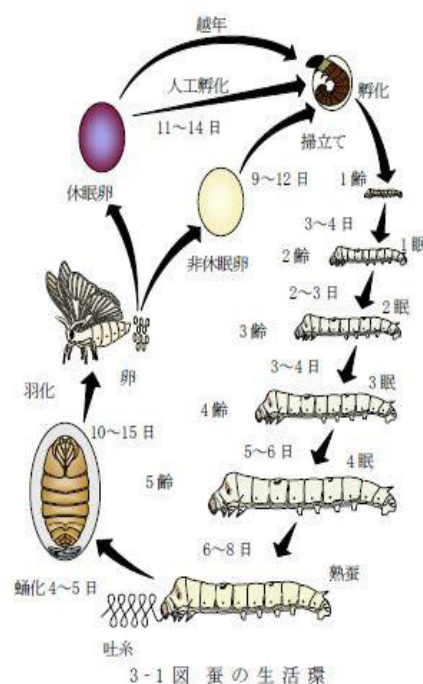
## ・製 糸

繭から生糸を繰製する作業は製糸業者が行う。出荷された生繭を原料として生糸を作るための、乾燥（乾繭）、保管（貯繭）、原料調整、煮繭、繰糸<sup>8</sup>の一連の工程を経る（日本蚕糸学会，2002）。

## 3生理学的及び生態学的特性

### (1)基本的特性

カイコは完全変態をする昆虫であり、卵→幼虫→蛹→成虫の発育段階を経て生活環が回る。卵には休眠卵と非休眠卵とがあり、休眠卵の状態越冬する。孵化後、成虫になるまでに 6 回の脱皮を行う。孵化後、通常のカイコ（四眠蚕）では、1 齢幼虫~5 齢幼虫までに 4 回の脱皮を行ってから熟蚕となり、やがて繭を作り始める。なお、遺伝的要因と環境要因によっては幼虫脱皮を 3 回経て熟蚕になる場合があり、これを三眠蚕と呼ぶ。実用品種を養蚕農家等が飼育する場合には、三眠蚕が生じることは稀である（日本蚕糸学会，2002、竹内，1954）。カイコは吐糸開始からおよそ 2 日で営繭を完了し、さらに 2~3 日経つと繭の中で脱皮して蛹となる。養蚕農家では繭は出荷されるが、蚕種



<sup>6</sup> カイコが繭を作るための足場にする器具。

<sup>7</sup> 繭の外側をおおっている真綿のようなものをいう。

<sup>8</sup> 繭から糸を引き出し、数本をそろえて 1 本の糸にする工程をいう。

製造業者などで、そのまま放置すれば、蛹は約 10～15 日程度経過後、早朝に脱皮（羽化）し、繭から出て成虫（蛾）となる。その後、成虫は交尾する。メス成虫は夕方から翌朝の間に 500 個前後の卵を産み、その後、何も食わずに数日で死滅する（大日本蚕糸会，2010）。一般の品種で通常の管理を行えば、カイコの卵は休眠する。休眠卵<sup>9</sup>を一定期間以上冷蔵保存した後に 25℃に保護するか、もしくは非休眠卵を25℃に保護すれば、9～12 日程度で孵化する（大日本蚕糸会，2010）。

#### a カイコの形態

- ・**カイコの卵**:長径 1.3 mm、短径 1 mm、厚さ 0.5 mm くらいの平たい楕円形で、外側は固い卵殻で包まれている（森, 1995）。
- ・**体長(幼虫)**:3 mm～85 mm。幼虫期は単眼(明暗を区別できる程度の機能) が左右に 6 個ずつある。幼虫の体は細長い円筒形をしており、頭部、胸部及び腹部に区別される。胸部には 3 対の胸脚、腹部には 4 対の腹脚と 1 対の尾脚、1 個の尾角がある。
- ・**開張(成虫)**:オスは約 40 mm、メスは約 45 mm。成虫は、複眼(視界がはっきり見える機能)が左右に 1 個ずつある。全身が鱗粉で覆われ、メスは幼虫・成虫ともオスより大きい。成虫メスの腹部は特に大きい。成虫には楕形の触角があり、オスはメスより大きい。また、翅はあるが、飛翔筋が弱く体が大型化していること等により羽ばたきはするが飛ぶことができないため、胸脚を用いて歩行することで移動する。成虫の体色は、桑の幹と同じ褐色のクワコとは異なり、白色のものが多い。
- ・**骨格等**:カイコは外骨格の構造を持ち、体温が周囲の温度にともなって変化する変温動物である。
- ・**繭**:繭の形は系統により様々で、楕円型・俵型・くびれ型などがあるほか、2頭以上で 1 つの繭を作る玉繭もある。繭の色は白色が多いが、系統によって黄色・紅色・黄色・緑色・薄緑色などがある。繭の大きさは短径が約 20 mm、長径約 30～ 35 mm（日本蚕糸学会,2002、大日本蚕糸会,2010、池田ら,2009）。

#### (2) 生息又は生育可能な環境の条件

カイコは高度に人間に馴化された生物であり（森, 1995）、自然環境下における生息能力をほぼ完全に欠如したほぼ唯一の動物である（河原畑, 1998）とされている。また、全齢を通じたカイコ幼虫の移動距離の調査や野外の桑園におけるカイコの各齢の放飼試験及び飼育残渣に紛れ野外の穴に放置されたカイコを想定した放飼試験の結果等から、カイコの運動能力は低く、鳥や昆虫に捕食されるため、野外での生存の可能性は極めて低いとされている(下田・金勝,2016、河本ら,2014)<sup>10</sup>。

カイコは屋内で飼育され、多くの養蚕農家では、1～2 段の給桑台車が付いた広い飼育

<sup>9</sup> 休眠卵は、産卵後自然温度で保護されると、約 2 日後に発生が停止する。その後は越冬して冬の低温に一定期間晒されてから、春にならないと孵化しない。人工越冬や産卵 1 日後の塩酸への浸漬（即時浸酸法）等の人為的処理で人工孵化できる。

<sup>10</sup> カイコ幼虫の移動距離の調査結果では、移動距離を体長で除いた歩行活性が高い孵化当日の幼虫の約 70% が 50cm 円周上まで至り達できず死亡したことから孵化した幼虫が自力で桑樹へ辿り着く可能性は低いと報告され野外における放飼試験結果では、鳥や肉食昆虫等に捕食され、卵から孵化した 1 齢幼虫は 3 齢まで生き残れず、4～5 齢の各幼虫は営繭まで生き残れなかった。また野外の穴に桑とともに放置した数百頭のカイコについて成虫の発生は認められなかった

容器を使用する。給桑や除沙<sup>11</sup>等において、カイコ幼虫を動かさないで行う平飼い飼育法が広く用いられている（日本蚕糸学会，2002）



図 給桑台車付条桑飼育装置引用：「養蚕」（大日本蚕糸会, 2010）

飼育環境下での温度、湿度、気流等の条件は以下のとおり。

#### ・飼育温度

カイコは変温動物であるので、体温は周囲の気温によって上下し、温度が高くなるにつれて、一般に生理機能は盛んとなり、発育・成長が早くなる。カイコが発育する温度の範囲は7～40℃位であるが、正常な発育ができる温度は、おおむね20～28℃位の範囲である（日本蚕糸学会, 2002、大日本蚕糸会, 2010、福田, 1979）。

#### ・飼育湿度

湿度が 60%以下と低い場合は、桑葉のしおれが早く起き、飼料価値が落ちる。90%以上と高い場合は、病原菌が繁殖しやすくなり、カイコの健康を害しやすい。室温 20～28℃位の範囲では、湿度は、1～2 齢ではおおむね 85～90%が適当であり、齢が進むに連れてこれより 4～5%程度低くなり、5 齢では 70%程度が適している。また、高温（27℃以上）、低温（20℃以下）、通風の不良、栄養条件の不良などの場合は、湿度は低い方が良くとされている（日本蚕糸学会, 2002、大日本蚕糸会, 2010、福田, 1979）。

#### ・光条件

飼育の光条件は、常に明条件または暗条件で飼うより、16 時間程度の明期と 8 時間程度の暗期を繰り返すほうが、幼虫の発育が揃うとされている（大日本蚕糸会, 2010、福田, 1979）。

#### ・気流

4 齢～5 齢期では、気温が 30℃以上になった場合は、秒速 0.1～0.5 m の速さで通風し、気化熱によりカイコの体温を下げる必要がある。しかし、稚蚕期には極端な高温または多湿でない限り、通風を速め、気流を強めることは生育に望ましくない（大日本蚕糸会, 2010）。

カイコは熟蚕期に食桑を止めて、糸を吐き始める。熟蚕は繭をつくるための容器に移され（上簇）、容器の角など繭を作ることができる足場に到達すると、そこで移動をやめて繭を形成する。養蚕農家では、繭 1 個分に区切られた区画を多数連結した繭を作るための足場（簇）（下図参照）を用い、熟蚕をそこにらせて繭を作らせる方法が一般的である（大日本蚕糸会, 2010）。

<sup>11</sup> カイコの糞や食べ残しの桑などを取り除いて清潔にすること



図 上蔭容器 (回転蔭)

上蔭容器に熟蚕期のカイコを登らせると、カイコが全体に均等に分布し、1 区画に 1 頭ずつ繭を作る。引用：「カイコ飼育マニュアル」（群馬県富岡市役所資料）

養蚕農家は繭の段階で出荷するため、成虫が生じることはなく、また養蚕農家等から出荷された繭は、品質を維持して長期保存するために製糸工場等で速やかに乾繭（熱風等で繭を乾燥させること）されるため、繭中の蛹は成虫になる前にすべて死滅する。乾繭においては、通常 120℃から 60℃に次第に下げて 5～6 時間で処理される（日本蚕糸学会, 2002）。

### (3) 捕食性又は寄生性

—

(カイコの幼虫は、人為的に与えられた桑葉又は人工飼料を摂食して成長し、桑葉以外の植物や昆虫等を捕食することはない。成虫は、摂食や飲水は一切しないことが知られている(日本蚕糸学会, 2002、大日本蚕糸会, 2010)。)

### (4) 繁殖又は増殖の様式

カイコは有性生殖を行う生物である。すなわち、メス成虫は交尾後、オス成虫に由来する精子を卵子に体内受精させ、受精核から胚子が発生する。

蛹からの成虫の羽化は早朝、日の出の後に一斉に起きる（普後, 1982）。成虫はメス・オスともに飛ぶことができないが、歩行はできる。メス成虫は静止したまま、腹部末端にある誘引腺から性フェロモン（ボンビコール）を発散すると、オス成虫は触角によってフェロモンを感知してメス成虫の位置を知り、メス成虫に向かって激しく翅を振るわせながら歩いて接近し、交尾に至る。放置すれば、交尾は長時間継続するため、通常は人手により約 3 時間程度でメス・オスを離す（「割愛」作業）。

メス成虫を産卵台紙の上に置くと、一般に夕方から翌朝にかけて産卵を行う。1 頭の産卵数はおおよそ 500 個前後である(大日本蚕糸会, 2010、小泉ら, 1962)。室内での成虫の生存期間は、おおむね 7～10 日間で、最も長い系統で 15 日間との報告がある（村上ら, 2009）。

カイコの卵（蚕種）の休眠性（胚子が休眠するか否か）は、遺伝的要因と環境要因で決定する。「1 化性品種」は環境要因に関係なく必ず休眠する品種を指す。2 化性品種は催青条件（胚子発生後期の温度と光条件）によって成虫が産下する卵の休眠性が変化する品種群を指す。多化性品種は、催青条件に関係なく非休眠卵を産む品種である。1 化性及び 2 化性品種は、催青

条件の調節、卵の低温処理、浸酸などによって、孵化時期を人為的に制御することが可能である（日本蚕糸学会，2002、柳沼，2015）。

なお、未受精のメス成虫が産卵した不受精卵が、人為的刺激を与えなくても、自然単為発生によって胚発育を始めることがあるが、孵化まで達することは極めて少ない（高見，1969）。

#### (5) 近縁野生種との交雑性

##### ・クワコとカイコの遺伝的な差異

カイコと中国及び朝鮮半島に生息するクワコは、染色体の半数体当たり 28本の染色体を持つが、日本に生息するクワコは1本少なく27本である(Yatsu, 1913;川口, 1923) 日本産クワコは、カイコ及び中国及び朝鮮半島に生息しているクワコより先に分岐し(Yukuhiro, 2010)、5千~1万年前の中国において、野生の絹糸昆虫を家畜化したものがカイコであり、カイコの祖先種がクワコであると考えられる(Sasaki, 1898;吉武, 1988;河原畑, 1998;伴野, 2010)。

##### ・蚕室で飼育されるカイコとクワコとの交雑に関する情報

試験的にカイコとクワコを交配した場合、カイコの雌と、カイコの雌のフェロモンで誘引されるクワコの雄とは交尾可能であり、カイコの雌は産卵する。交雑種の次代や後代は妊性が正常にあり、クワコとカイコは遺伝的に非常に近縁であることが確認されている(吉武, 1988;河原畑, 1998;伴野, 2010)。

##### ・カイコとの交雑の痕跡の有無に関する科学的知見

上記を踏まえ、クワコ集団のカイコとの交雑の痕跡の有無を調べるため、農研機構が北海道から鹿児島までの、現在も養蚕が行われている地域やかつて盛んだった地域において、採集したクワコとカイコの様々な系統とについて、ミトコンドリアゲノムのcytochrome C oxidase subunit I (COI) 遺伝子(クワコ4, 192個体とカイコ147系統)を解析したところ、野生のクワコにカイコのミトコンドリアゲノムが流入した痕跡は認められていない(Yukuhiro *et al.* 2012) ことが明らかにされた。

#### (6) 病原性

—

(カイコは、自然条件下で周囲の野生動植物等の生息に影響を及ぼす病原性の発現については報告されていない。)

#### (7) 有害物質の産生性

—

(カイコについては、自然条件下で周囲の野生動植物等の生息に影響を及ぼす有害物質の産生は報告されていない。)

#### (8) その他の情報

##### ・寄生バエやハチ、ネズミ等の野生生物からの捕食の可能性

カイコに寄生する主な動物としては、寄生性のカイコノウジバエ (*Blepharipa zebina*)、クワコヤドリバエ (*Exorista sorbillans*)、カイコノシラミダニ (*Pediculoides ventricosus*) がある(日本蚕糸学会, 1992)。その他にも、ブランコヤドリバエ (*Exorista japonica*)、カイコクロウジバエ (*Pales pavidus*)による寄生や、ハサミムシ類、カマドウマ類、ウマオイ類、ハネカクシ類、ゴミムシ類、アシナガバチ類、スズメバチ類、アリ類、鳥類による捕食も報告されている(横山, 1929、河本ら, 2014)。

##### ・各種病原微生物による感染の可能性

カイコに感染する微生物等としては、カイコ核多角体病ウイルス *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus、カイコ細胞質多角体病ウイルス *B. mori* cypovirus、カイコ伝染性軟化病ウイルス *B. mori* infectious flacherie virus、カイコ濃核病ウイルス 1型 *B. mori* densovirus type 1、カイコ濃核病ウイルス 2型 *B. mori* densovirus type 2等のウイルスや、白きょう病菌・黄きょう病菌 *Beauveria bassiana*、緑きょう病菌 *Nomuraea rileyi*、黒きょう病菌 *Metarhizium anisopliae*、コウジカビ病菌 *Aspergillus* spp.等の糸状菌、細菌性軟化病の病原菌 *Enterococcus faecalis*、卒倒病の病原菌 *Bacillus thuringiensis*等の細菌、そして微粒子病の病原体 *Nosema bombycis*等の微胞子虫が挙げられる（日本蚕糸学会, 2002）。

#### ・非感染性物質による中毒症発生の可能性

タバコや種々の農薬、工場から排出される煤煙中の有毒物質に対して感受性があり、これによって発生するカイコの中毒症が挙げられる（福田, 1979）。

引用文献（出典順）

- ① Linnaeus, C. (1758) Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata. - pp. [1-4], 1-824. Holmiae. (Salvius).
- ② 江崎悌三 (1958) かいこ 原色日本蛾類図鑑 (下巻) No. 1620 保育社
- ③ 小学館編 (2002) カイコガミ, ♀ 小学館の図鑑 NEO 昆虫 小学館
- ④ 江崎悌三 (1958) くわご 原色日本蛾類図鑑 (下巻) No. 1621 保育社
- ⑤ 小学館編 (2002) クワゴ (クワコ) ♂, ♀ 小学館の図鑑 NEO 昆虫 小学館
- ⑥ 吉武成美 (1988) 家蚕の起源と分化に関する研究序説 p. 125 東京大学農学部養蚕学研究室東京
- ⑦ Xia Q<sup>1</sup>, Guo Y, Zhang Z, Li D, Xuan Z, Li Z, Dai F, Li Y, Cheng D, Li R, Cheng T, Jiang T, Becquet C, Xu X, Liu C, Zha X, Fan W, Lin Y, Shen Y, Jiang L, Jensen J, Hellmann I, Tang S, Zhao P, Xu H, Yu C, Zhang G, Li J, Cao J, Liu S, He N, Zhou Y, Liu H, Zhao J, Ye C, Du Z, Pan G, Zhao A, Shao H, Zeng W, Wu P, Li C, Pan M, Li J, Yin X, Li D, Wang J, Zheng H, Wang W, Zhang X, Li S, Yang H, Lu C, Nielsen R, Zhou Z, Wang J, Xiang Z, Wang J., (2009) Complete resequencing of 40 genomes reveals domestication events and genes in silkworm (*Bombyx*). Science 326 :433-436
- ⑧ 河原畑勇 (1998) クワコとカイコ クワコからみたカイコと養蚕業の起源に関する一考察 文部省科学研究費補助金基盤研究(A)(2)研究成果報告書 課題番号: 07406004, p. 105
- ⑨ 廣森敏昭 (2001) トカラ列島宝島・小宝島2000年6月の昆虫 鹿児島県立博物館研究報告. 20, 49-54.
- ⑩ 金井賢一・守山泰司・中村京平 (2013) 2011年10月悪石島における昆虫記録 鹿児島県立博物館研究報告. 32, 17-22
- ⑪ 大門高明 (2014) カイコガ亜科のバイオロジーと性フェロモン. 蚕糸・昆虫バイオテック 83(2): 105-114
- ⑫ 日本蚕糸学会編 (2002) 改訂蚕糸学入門. (財)大日本蚕糸会 p. 365 東京
- ⑬ (一財)大日本蚕糸会 蚕業技術研究所 (2010) 養蚕. p. 180 (原著: 文部科学省 養蚕 農業 445、養蚕 高農 10-1044)
- ⑭ (一財)大日本蚕糸会 (2007). カイコからのおくりもの-カイコとあそぼう・シルクでつくろう- 養蚕 (ようさんの歴史)
- ⑮ 農林水産省 繭生産統計調査 蚕業に関する参考統計 (2004)
- ⑯ (一財)大日本蚕糸会 蚕糸・絹業提携支援センター シルクレポート 2022年
- ⑰ 范作冰 (2013). 蚕糸絹業の国際比較分析 杭州電子科技大学管理学院 范作冰教授 2013. 8. 20東京
- ⑱ JETRO (2019) ビジネス短信
- ⑲ 高見丈夫 (1969) 蚕種総論
- ⑳ 山本俊雄・間瀬啓介・長坂幸吉・岡田英二・伊坪友子・宮島たか子・榎島守利・熊井敏夫・和泉清二 (1999) 極細織度蚕品種「はくぎん」の育成. 蚕糸・昆虫農業技術研究所.



- ②① ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 情報公開サイト 農業生物資源ジーンバンク (2021)
- ②② 蚕糸・昆虫農業技術研究所資料 蚕糸業のあらましーシルク産業の姿一.
- ②③ 加藤幸三郎(1994)蚕糸業. 日本大百科全書(ニッポニカ), 小学館
- ②④ 竹内孝三 (1954) 四眠交雑種から発現した三眠蚕について. 日本蚕糸学雑誌 第 23 卷 第 2 号
- ②⑤ 森 精 (1995) カイコと教育・研究(昆虫利用科学シリーズ. 6) 第 1 章カイコの紹介 サイエンスハウス.
- ②⑥ 池田真琴, 白井孝治, 金勝廉介, 三浦幹彦, JOHN EDWARDS, 木口憲爾, (2009)カイコの繭形成行動: 幼虫体節の運動制約が吐糸宮繭行動に及ぼす影響. 蚕糸・昆虫バイオテック 78 (2:3), 141-149
- ②⑦ 下田みさと, 金勝廉介, (2016)カイコ幼虫の歩行距離と野外での生存の可能性. 蚕糸・昆虫バイオテック 85(3): 145-151
- ②⑧ 河本夏雄, 津田麻衣, 岡田英二, 飯塚哲也, 桑原伸夫, 滝原筒秀樹, 田部井豊, (2014). 遺伝子組換えカイコの飼育における生物多様性影響の評価手法の構築 蚕糸・昆虫バイオテック 83(2), 171-179
- ②⑨ 福田紀文 (1979) 総合蚕糸学. p. 445 社団法人日本蚕糸学会編 日本蚕糸新聞社,
- ③⑩ 群馬県富岡市役所農政課蚕糸園芸係 「カイコ飼育マニュアル」
- ③⑪ 普後 一 (1982) カイコガの羽化行動とそのホルモン制御. 日本蚕糸学雑誌 第 51 卷 第 6 号
- ③⑫ 小泉二郎, 塩見昭男, 小針洋子, (1962)家蚕における羽化の早晚と産卵速度. 蚕糸研究 40 号 p 7-10
- ③⑬ 村上 聡, 岩松琢磨, 北村優, 北澤裕太, 片田美幸, 藤森遼, 横山岳, 蛭木理, (2009)カイコ成虫生存期間の分布に関する系統間差異. 蚕糸・昆虫バイオテック 79 (1) 53-59
- ③⑭ 柳沼俊信 (2015)カイコ胚休眠の研究. 蚕糸・昆虫バイオテック 84(2), 99-118
- ③⑮ 高見丈夫 (1969)蚕種総論. VI蚕卵の形態、発生及び生理: 1 受精前の蚕卵の形態, 全国蚕種協会
- ③⑯ Yatus,N.(1913)Notes on the spermatogenesis of the wild and domestic silk worms.Ann.Zool.Jpn.8
- ③⑰ 川口榮作 (1923) 細胞學の見地に立ちて桑蠶より家蠶への推移を論ず続報. 蠶業新報 358—361,
- ③⑱ Yukuhiro (2010)日本産クワコの遺伝的多様性とカイコとの関連, 蚕糸・昆虫バイオテック 79 (2), 97-102
- ③⑲ Sasaki.C(1898)On the affinity of our wild and domestic silk worms.Ann.Zool.Jpn.2
- ④⑰ 伴野豊 (2010) クワコの形質特性-カイコとの比較研究を中心に-. 蚕糸・昆虫バイオテック79 (2) , 87-95
- ④⑱ 横山桐郎(1929). 最新日本蚕業害虫全書 明文堂 東京
- ④⑲ Kenji Yukuhiro, Kazuya Iwata, Natuo Kômoto, Shuichiro Tomita, Masanobu Itoh, Makoto Kiuchi(2012) Nucleotide sequences of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I (COI) gene show clear differences between the domesticated silkmoth *Bombyx mori* and the wild mulberry silkmoth *Bombyx mandarina* from Japan