

# 人工飼料を用いたジャコウアゲハの飼育

2年9組 篠田奈菜子  
世古奈々美  
高崎希実香  
松田 璃子  
宮城 心  
指導教諭 門口 盛雄  
米田 敬司

## 1 要約

ジャコウアゲハの成虫は、大型で美しく、他のアゲハチョウに比べてゆっくりと優雅に飛翔する。私たちはこのチョウに興味をもち、ジャコウアゲハを飼育下に置いて、その特徴的な行動や生育のようすを観察した。ジャコウアゲハの食草であるウマノスズクサは、河川敷や山際に生えるが、開花結実することが少なく地下茎で増えるので、分布は限られる。飼育下での観察を継続したものにするためには餌の確保が求められる。そこで私たちは人工飼料を用いての飼育を試みた。研究の結果、ジャコウアゲハの一年を通じた飼育方法を見出した。

## ABSTRACT

Chinese windmills, Adult musk swallowtails, are large and beautiful, and fly more slowly and gracefully than other swallowtail butterflies. We became interested in this butterfly and kept it in captivity to observe its characteristic behavior and growth. The *Aristolochia debilis*, a plant which is a food source for the musk swallowtail, grows in riverbeds and mountainsides, but its distribution is limited because it rarely blooms and bears fruit; instead, it multiplies by underground rhizomes. In order to ensure continuous observation in captivity, it is necessary to secure food. Therefore, we tried raising the butterflies using artificial feed. As a result of our research, we discovered a way to raise musk swallowtails throughout the year.

キーワード：ジャコウアゲハ，ウマノスズクサ，人工飼料

Key words：Chinese windmill, *aristolochia debilis*, artificial feed

## 2 緒言

2022年7月、奈良市内の河川で野外調査を行っていた際、ジャコウアゲハ(図1, 2)が飛翔していた。観察している時、現地の方から魅力的なチョウがいることを教えていただいた。このとき、初めて存在を知ったジャコウアゲハに興味をもち、研究のテーマとすることにした。

ジャコウアゲハの幼虫や蛹の形態は特徴的である。一般によく知られているナミアゲハの緑色の幼虫とは色も形態も大きく異なり、体表には大きな突起がある(図3)。体表の色は、若齢幼虫の段階では茶色で、成長すると黒色になり、白色の帯状の模様ができる。蛹は鮮やかな黄色で、細い糸で体を枝などに固定している(図4)。成虫は大型で黒い翅が美しい。クロアゲハに似るが、腹部が赤く後翅の外縁に赤い斑紋があり、尾状突起が長い。

ジャコウアゲハの幼虫は、食草であるウマノス

ズクサから摂取したアリストロキア酸を体内に蓄える。アリストロキア酸は毒物であり、蓄えることで、天敵による捕食を防いでいる<sup>1)</sup>。成虫もアリストロキア酸を蓄えている。ジャコウアゲハの幼虫は共食いをすることがあるが、体内に蓄積された物質がその一因になっていると推測されている<sup>2)</sup>。

春から秋にかけてはウマノスズクサの採集が可能であるが、河川敷では定期的に草刈りが行われ、また幼虫が葉を食い尽くすなど、安定的に餌を確保することができない。(草刈りがされなければ他の植物に覆われるため、生育には適度な攪乱が必要である。)ジャコウアゲハを継続的に飼育するために、人工飼料の作成を試みた。



図1 メス  
(翅の表側が白っぽい)



図2 オス  
(翅の表側が黒っぽい)



図3 終齢幼虫

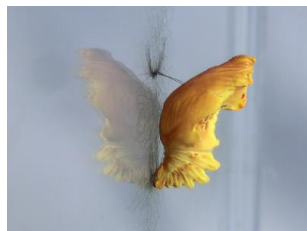


図4 蛹



図5 卵



図6 ウマノスズクサ

### 3 目的

飼育下での観察を継続したものにするために、人工飼料を用いた幼虫の飼育方法を確立する。

### 4 飼育環境

幼虫は、温度を25℃、明期14時間、暗期10時間のもとで管理し飼育する<sup>(4)</sup>。幼虫は共食いを防ぐため、また実験の観察・記録を個別別に行うために、1匹ずつ容器に入れて飼育した(図7)。

成虫は、ウマノスズクサや成虫が好んで吸蜜する植物などとともに、布製のケージに入れて飼育した。また、成虫の全個体に、毎日10%の砂糖水を与えた。翅または胴体を手で持ち、口吻を柄付き針で伸ばして、その先端を砂糖水につけてやると、後は手を放しても吸蜜を続ける(図8)。



図7 幼虫の管理

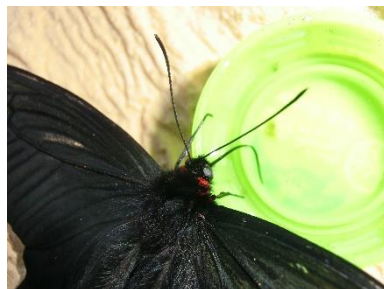


図8 吸蜜するオス

## 5 研究内容

### 5.1 実験I

#### 5.1.1 目的

ジャコウアゲハの幼虫が摂食できる人工飼料を作成する。

#### 5.1.1.1 実験I-I

#### 5.1.1.2 方法

作成した人工飼料を終齢幼虫に与え、そのようすを観察する。人工飼料の作成は、日本農産工業株式会社NOSANが公開している方法にしたがって行った。材料および飼料の作成方法は、以下のとおりである。

#### ・材料

##### (1) ウマノスズクサの乾燥粉末

採集したウマノスズクサの葉を自然乾燥させ、すり鉢で粉碎したものを使用する。

##### (2) インセクタF-II

インセクタF-IIとは、幼虫の人工飼料のベースとなる材料であり、嗜好性原料(幼虫の食草など)を加えることで各種昆虫を飼育できる。タンパク質を含み、インセクタの割合が高いほど幼虫はよく成長する。嗜好性原料の配合割合は、嗜好性原料とインセクタの合計量の30%(重量比)を基準とする。

##### (3) 水

ウマノスズクサの乾燥粉末とインセクタの合計量に対し、約3倍(重量比)の水を基準とする。

#### ・作成方法

##### (1) インセクタF-II, ウマノスズクサの乾燥粉末に水を添加する。

##### (2) (1)を練り合わせる。

##### (3) 水練り後の飼料を耐熱容器へ移す。

##### (4) ラップで蓋をする。

##### (5) 蒸し器で30~40分煮る。または滅菌用オートクレーブを使用し、加圧せずに100℃で30~40分加熱する。

##### (6) 攪拌する。

##### (7) 冷却する。

##### (8) 保存する。

#### 5.1.1.3 結果

幼虫が人工飼料を食べるようすは見られなかった。

#### 5.1.1.4 考察

インセクタの説明書には、インセクタの大豆臭を嫌う種類の昆虫もいると記載されている。その

ため、配合するインセクタの量が多く、大豆臭が強すぎたために幼虫の食いつきが悪かったのではないかと考えた。

### 5.1.2 実験 I-II

#### 5.1.2.1 方法

ウマノズクサの配合割合を、0%、40%、80%、100%にした人工飼料を作成し、それぞれを幼虫に与える。その他は実験 I - I と同じように実験を行う。

#### 5.1.2.2 結果

ウマノズクサの配合割合が 0%、40%の人工飼料には食いつかなかったが、80%、100%の人工飼料には一部の幼虫が食いついた。

#### 5.1.2.3 考察

幼虫は、ウマノズクサの配合割合を高くした方がよく食いつく。

しかし幼虫は、高い割合であっても少量しか食していない。その原因の一つとして、ウマノズクサの乾燥粉末の粒が大きいために、水分が人工飼料全体にいきわたらず、完全なペースト状になっていなかったことが考えられる。

### 5.1.3 実験 I - III

#### 5.1.3.1 方法

乾燥させたウマノズクサを、すり鉢の代わりにミルミキサーを用いて粉碎する。その他は実験 I-II と同じように実験を行う。

#### 5.1.3.2 結果

実験 I-II よりも、多くの幼虫が人工飼料に食いついた。

#### 5.1.3.3 考察

完全なパウダー状の粉末を用いることで、幼虫の食いつきはよくなった。しかし、少量しか食していない。これは、ウマノズクサの配合割合が基準値の 30%を大きく上回っており、乾燥した葉に水分を吸われて、ペーストがパサパサになっていることが原因ではないかと考えられる。

### 5.1.4 実験 I - IV

#### 5.1.4.1 方法

添加する水の量を増やした人工飼料を作成し、幼虫に与える。その他は実験 I - III と同じように実験を行う。

#### 5.1.4.2 結果

ほとんどの幼虫が、人工飼料に食いついた。

#### 5.1.4.3 考察

幼虫の食いつきには人工飼料の水分量に関係しており、ウマノズクサの配合割合によって水分量を調整する必要がある。

また実験 I では、蒸し器またはオートクレーブを用いて飼料の加熱を行っているが、この方法では多くの時間を必要とし、繰り返し実験を行うことが難しい。そのため、実験 II 以降は蒸し器やオートクレーブの代わりにレンジを用いて加熱（500Wで 10~20 秒）することにする<sup>6)</sup>。

## 5.2 実験 II

### 5.2.1 目的

実験 I - IVの方法で作成した人工飼料とウマノズクサの摂食の程度を比較し、人工飼料が使えるかどうかを確認する。

### 5.2.2 方法

実験 I - IVの方法で作成した人工飼料、ウマノズクサ(生葉)をそれぞれ 1~5 齢幼虫に与え、そのようすを観察する。

実験 I では、幼虫の食いつきを目視で観察していたために、人工飼料に噛みついただけなのか、飲み込んだのかを判別することが難しかった。実験 II 以降は、幼虫の食いつきの差を明確にするために、また数値化された結果を得るために、幼虫が 24 時間で排出した糞の数を記録することにした<sup>6)</sup>。



図 9 糞を数える



図 10 摂食のようす

### 5.2.3 結果

表 1 は、24 時間で排出した糞の数の平均である。ただし、人工飼料のウマノズクサの配合割合は、1~4 齢幼虫では 70%、5 齢幼虫では 60%である。3 齢幼虫以外、ウマノズクサよりも実験 I - IV の人工飼料の方が、排出した糞の個数が多かった。

(表 1)

(単位：個)

	1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	5 齢
ウマノズクサ	9.0	14.0	19.3	10.4	31.4
人工飼料 (I - IV)	9.3	16.3	17.7	17.0	42.8

### 5.2.4 考察

人工飼料を用いたジャコウアゲハの飼育は可能である。しかし、嗜好性原料の配合割合の基準値は30%とされており、作成した人工飼料は嗜好性原料の配合割合が大きい。インセクタはタンパク質を含み、幼虫の成長を促進させる。インセクタの配合割合が小さいことによって、幼虫の成長率の低下が懸念される。また、より多くのウマノスズクサが必要となるため、改良が必要である。

### 5.3 実験Ⅲ

#### 5.3.1 目的

カイコの食草であるクワの葉には、カイコを誘引する物質（誘引物質）とカイコにかむ行動を引き起こす物質（摂食刺激物質）がそれぞれ存在する<sup>9)</sup>。ジャコウアゲハのメスの成虫は、ウマノスズクサに含まれるアリストロキア酸とセコイトールを認識して産卵する<sup>9)</sup>。アリストロキア酸はジャコウアゲハの摂食刺激物質でもある。

私たちは、生葉のウマノスズクサを乾燥させる段階で摂食刺激にかかわる物質の一部が失われており、この物質の損失を少なくすることで幼虫の食いつきをよくすることができるのではないかと考えた。

そこで、人工飼料に配合するウマノスズクサを乾燥させた場合、乾燥させずに冷凍した場合の幼虫の食いつきの差を観察した。

#### 5.3.2 方法

実験 I-IV で使用したウマノスズクサの乾燥粉末の代わりに、冷凍したウマノスズクサ、生葉のウマノスズクサを粉砕したものを、それぞれ人工飼料に一定の割合で配合する。生葉のウマノスズクサでも同様の実験を行うのは、ウマノスズクサを冷凍する際に、摂食刺激物質が抜けてしまう可能性があると考えたからである。

また、レンジ加熱による影響を確認するため、水とインセクタの混合物のみを先に加熱し、あとからウマノスズクサを配合した人工飼料も作成する。5 齢幼虫に作成した人工飼料を与えて観察し、24 時間で排出した糞の数を記録する。その他の条件は実験 II と同様に行う。

#### 5.3.3 結果

表 2 は、各人工飼料を与えた 8 匹の 5 齢幼虫が排出した糞の数である。表 2 の右端のウマノスズクサの欄は、生の葉をそのまま与えた場合の糞の数である。

表 3 は、5 齢幼虫に人工飼料またはウマノスズクサの葉を与えた幼虫が排出した糞の数を平均したものである。

人工飼料（冷凍）、人工飼料（生葉）、ウマノスズクサがほぼ同じ値であり、「加熱なし」では、「加熱あり」より大幅に値が低い結果となった。

(表 2) (単位：個)

個体番号	人工飼料 (生葉)	人工飼料 (冷凍)	人工飼料 (乾燥)	ウマノスズクサの葉
1	4	10	11	5
2	13	17	15	13
3	15	24	17	23
4	30	31	21	28
5	34	31	23	32
6	45	50	25	34
7	56	57	34	45
8	86	67	43	64
平均	35.4	35.9	23.6	30.5

(表 3) (単位：個)

	人工飼料 (生葉)	人工飼料 (冷凍)	人工飼料 (乾燥)	ウマノスズクサの葉
加熱あり	35.4	35.9	23.7	-
加熱なし	5.0	13.8	-	30.5

加熱あり：(ウマノスズクサの葉+水+インセクタ)を加熱  
加熱なし：(水+インセクタ)を加熱したものに葉を加える

#### 5.3.4 考察

乾燥させたウマノスズクサよりも、生葉または冷凍させたウマノスズクサを用いた人工飼料の方が糞の数は多かった。実験で得た数値にはばらつきがあるが、乾燥粉末ではなく生葉または冷凍した葉を用いることで、より食いつきのよい人工飼料を作ることができる可能性は十分あることがわかった。

また、「加熱なし」の値が低かったのは、「加熱あり」の方が摂食刺激物質の遊離する量が多かったからであると考えられる。

ウマノスズクサを生葉のまま長期間保存するのは難しいが、代わりに人工飼料を与えることで、年間を通じた安定的な餌の供給が可能となる。さらに、冷凍の葉を使うことによって、よりウマノスズクサの使用量を減らし、幼虫の成長率を上げることができる。冷凍の葉を用いた人工飼料の作成は、飼育下でのジャコウアゲハの観察を続けるための大きな成果である。

## 6 飼育してわかったこと

- (1) 幼虫は、齢を増すごとに次の脱皮を行うまでの期間が長くなる。
- (2) 飼育下で十分な餌を与えると、成虫の生存期間を大きく伸ばすことができる。自然条件下の成虫の生存日数は6日程度と考えられている。

(表 4)

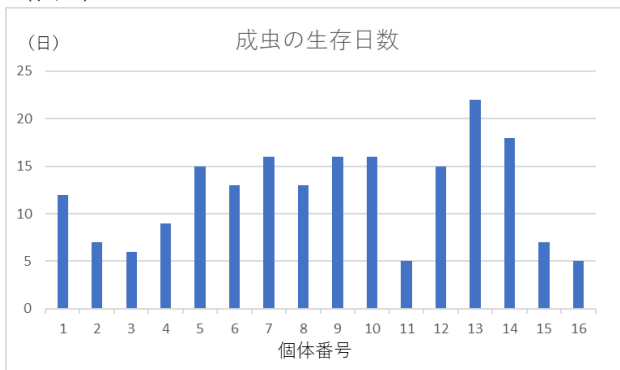
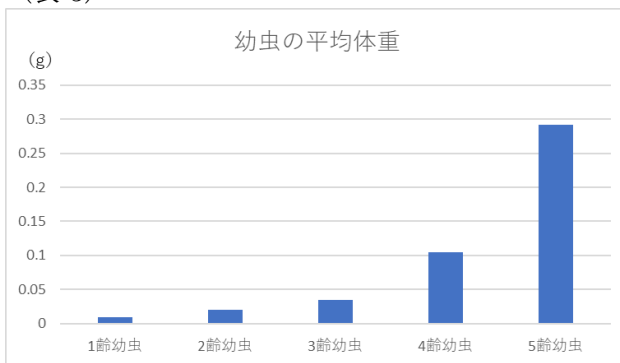


表 4 は、横軸はジャコウアゲハの成虫に個体番号を付けたものである。縦軸は成虫の生存日数である。22 日生きた個体もいれば、5 日しか生きていない個体もいた。平均生存日数は 12.2 日で自然条件下の約 2 倍長かった。

### (3) 体重

表 5 のとおり、齢を増すほど体重の増加の割合が大きくなる。

(表 5)



## 7 観察してわかったこと

- (1) 通説では、幼虫・成虫ともにアリストロキア酸を蓄積しているため、鳥などに食べられにくいとされている。奈良高校の中庭に置いたウマノスズクサのプランターに幼虫を放したところ、幼虫は 3 日間で 20 匹から 5 匹に減少した。私たちは捕食者をイソヒヨドリ (図 11) であると推察し、アリストロキア酸

の効果は疑わしいと考えた。

- (2) 幼虫が、ウマノスズクサの茎を噛み切ってまだ食べられる葉がついているのにこれを落としてしまう行動を観察した。茎を落とした後は、それよりも下の(地面に近い)葉の裏側に潜む。茎を切り落として他の個体が生存できないようにしているのではないかと考えた。生存競争の一つではないかと考えた。
- (3) メスは前脚で葉をたたいてウマノスズクサを確認して産卵するようすを観察した。ジャコウアゲハのメスは前脚の先端部 (図 12) でウマノスズクサの成分を認識しているという<sup>(8)</sup>。
- (4) 翅の色と交接器で雌雄を判別できることが分かった (図 13)。
- (5) ジャコウアゲハが好んで吸蜜する植物を数種類発見した。さまざまな植物の花を与えみるところ、4 月頃はショカツサイ、6 月頃は、夏はランタナ、秋はアレチハナガサの花で盛んに吸蜜した。



図 11 イソヒヨドリの  
巣立ち雛

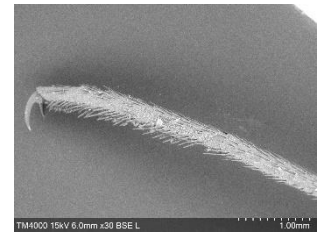


図 12 成虫の前脚

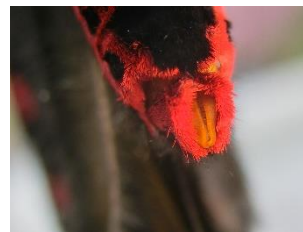


図 13 メスの交接器

## 8 まとめ

人工飼料を用いた幼虫の飼育は可能である。また、冷凍した葉を用いることが、今後さらに効率的で簡易な人工飼料を作成するうえで重要となることがわかった。

また今回のジャコウアゲハの飼育をとおして、文献を読むだけではわからなかった、多くの学びと感動を得ることができた。

## 9 今後の展望と課題

より安定した人工飼料の作成方法と飼育サイクルを確立し、実験回数をさらに増やすことで実験値のばらつきを少なくする。そして、冷凍の葉を用いることで、どこまでウマノスズクサの配合割合を減らせるか検証する。また、人工飼料を長期的に与えた場合の、成虫への影響を調べる。

今後もジャコウアゲハの飼育を行い、観察を継続したいと考えている。

## 10 参考文献

- (1) 「神戸薬学大学 薬用植物園レターVol.24」
- (2) 『チョウの生物学』  
(本田計一, 加藤義臣編, 東京大学出版会)
- (3) 「ジャコウアゲハ及び食草ウマノスズクサを保全するための堤防除草方法の検討」  
(高橋繁人, 吉田俊康, 浅野保夫, 稲川貢, 信濃川河川事務所河川環境課)
- (4) 「アゲハチョウ越冬の決定要因」  
(趣味のアゲハ館, <https://ageha.funabori>)
- (5) 「伊丹市昆虫館におけるチョウ類の人工飼育飼料」(伊丹市昆虫館研究報告第2号)
- (6) 「カイコの摂食機構と人工飼料」  
(浜田保次, 『科学と生物』Vol.1 No.7)
- (7) 『蝶の自然史 行動と生態の進化学』  
(大崎直太編, 北海道大学図書刊行会)
- (8) 「チョウの物質認識機構」  
(土原和子, Osaka University knowledge Archive)