

冬ごしのサナギになるには 2

松山市立道後小学校 第6学年 荻山真央
指導者 吉田 慎吾・稲田 徳明

1 研究の動機

昨年、真っ暗な室内で幼虫を育て、冬越しのサナギになるかの実験を行った。しかし結果は、冬越しのサナギにならなかった。また、幼虫が育つ時の日長が13時間30分より短いと冬越しのサナギになるというため、日に当てる時間を変えて幼虫を育ててみたが、どの個体も羽化してしまった。このことから、アゲハが冬越しのサナギになるには、日に当てる時間だけでなく、温度が関係していると考え、確かめることにした。

2 今までの研究の流れ

(1) 実験方法（実験期間：7月1日～8月22日）

「幼虫が育つ時の日長が13時間30分より短いと、冬越しのサナギになる」ことを確かめるため、幼虫を10匹ずつ8グループ（以下番号㊦～㊬）に分けて実験を行った。

- ㊦ 真っ暗（0時間） ㊧ 12時間 ㊨ 13時間 ㊩ 13時間20分
㊪ 13時間30分 ㊫ 13時間40分 ㊬ 14時間 ㊭ 自然の状態

(2) 実験結果・疑問

どの時間帯のアゲハも冬越しのサナギにならなかった。このことから、日に当てる時間を13時間30分より短くしたアゲハや真っ暗な室内で育てたアゲハが冬越しのサナギにならないのはなぜかという疑問をもった。

(3) 考察

アゲハが冬越しのサナギになるには、日に当たる時間だけではなく温度も関係しているのではないかという仮説を立てた。

3 羽化と温度の関係を調べる

(1) 実験

羽化と温度の関係を調べるために、サナギを冷蔵庫の野菜室（約8度）に入れて観察を行った。

① 8月3日によう化したサナギ（メス）

羽化予定日の8月13日・14日になっても羽化せず、死んでもいない。

② 8月15日（オス）・18日（メス）によう化したサナギ

8月23日に野菜室に入れたが、やはり、それぞれの個体羽化予定日（よう化から約10日後）になっても羽化しなかった。

(2) 実験結果

よう化から47日目サナギの色が黒くなり始めたので、サナギを外に出した。しかし、その後アゲハは羽化しなかった。また、よう化から7か月経過したサナギを観察すると、8月3日と8月15日のサナギは乾燥してパリパリになっており、8月18日のサナギは、体液が出てしまい真っ黒であった。乾燥していたサナギを解剖してみると、体はしっかりと出来上がっていた。このことから、野菜室（温度8℃）にサナギをいれると羽化せず、その後気温約28℃の外に出しても羽化しないことが分かった。



写真1 よう化したサナギ

(3) 考察

今年の夏、アゲハの研究者がいる大阪のJT生命誌研究館を訪れた。その際、アゲハを育てるには、湿度50%~70%程度を維持する必要があると、湿度が高すぎると病気の発生が増え、湿度が低いと脱皮に失敗して死亡する事が増えると学んだ。このことから、野菜室の湿度は約40%であるため、湿度が原因でサナギが乾燥してしまい、羽化に失敗したと考えた。

4 冬越しのサナギになる境界線13時間30分の謎

松山市の日の出・日の入り時間・日長

松山市は、8月13日から日長が13時間29分になり、その後だんだんと短くなっている。

日付	日出	日没	日長
2023年08月10日	05:26:51 AM	07:01:55 PM	13h 35m 4s
2023年08月11日	05:27:35 AM	07:00:53 PM	13h 33m 18s
2023年08月12日	05:28:18 AM	06:59:51 PM	13h 31m 33s
2023年08月13日	05:29:01 AM	06:58:47 PM	13h 29m 46s
2023年08月14日	05:29:44 AM	06:57:42 PM	13h 27m 58s
2023年08月15日	05:30:27 AM	06:56:37 PM	13h 26m 10s

資料1 松山市の日の出・日の入り時間

(1) 実験・観察の記録①

8月14日にナミアゲハが、家のサンショウに卵を産んだ。この日の日長は、13時間27分58秒であるため、この卵からふ化した幼虫が冬越しのサナギになるかどうか確かめることにした。

① 実験方法・観察記録

8月17日に、幼虫がふ化し始め、サンショウの葉をたくさん食べて順調に成長した。日長時間を合わせるために、幼虫たちを室内の窓際（明るい場所）に置き、日の入りの時間にあわせてケースを暗やみボックスの中に入れる。そして、就寝時にボックスから幼虫たちを取り出し、部屋の電気を消して暗くし、朝日に当てるために窓際に置いておいた。

9月9日に幼虫がサナギになり始めた。その後、9月18日までに37匹がサナギになった。9月20日に、最初にサナギになったアゲハが羽化する。その後も全てのアゲハが羽化した。



写真2 窓際で育てている様子・暗やみボックス

② 結果

日に当たる長さが13時間30分より短くても、冬越しのサナギにならなかった。

③ 考察

9月の松山市の平均気温は27.3℃であり、観測史上最高であった。30℃以上の真夏日となった日数も27日で、温度が高かったことが冬越しのサナギにならなかった原因だと考えた。

(2) 実験・観察の記録②

9月25日羽化したアゲハがサンショウの木に卵を産み始める。10月に入って、朝晩の気温が下がってだんだん涼しくなってきた。これなら、温度の影響を受けずに13時間30分の謎を解くことができるのではないかと思い、もう一度実験することにした。

① 実験方法

ナミアゲハ1令から2令の幼虫を八つのグループに分けて、それぞれのケースに10匹ずつ入れて育て、冬越しのサナギになるか実験する。(昨年度同様)

㊦ 真っ暗(0時間) ㊧ 12時間 ㊨ 13時間 ㊩ 13時間20分
㊪ 13時間30分 ㊫ 13時間40分 ㊬ 14時間 ㊭ 自然の状態

② 予想

夏に比べて気温は下がっているため、日に当たる時間が13時間30分より短いものは全部冬越しのサナギになり、13時間30分より長いものは全部羽化するだろう。

③ 観察記録

10月17日に㊫のアゲハがサナギになる。その後、次々とサナギになっていく。この頃になると、朝晩は室内の方が温度は高く、羽化に影響したらいけないため、サナギはベランダに置くようにした。直射日光を避け、羽化しても逃げないようにするために、段ボールに網をかけておいた。11月1日、最初によう化した㊫のサナギが羽化した。また、11月2日には10月18日によう化した㊧のサナギが羽化した。さらに、11月3日、室温を約24℃にしておいたにも関わらず、10月19日によう化した㊦のサナギが羽化した。

④ 結果

㊭のグループだけが全部冬越しのサナギになり、よう化してから156日から172日で羽化した。㊦～㊫グループの10月17日～10月27日までによう化したサナギは、約14日で羽化した。10月28日以降によう化したサナギは、16日～20日で羽化した。

⑤ 考察

10月になって最高気温と最低気温の差が約10℃になり、最低気温も20℃を下回るようになった。自然の状態ですべてのグループの幼虫は、朝晩の気温の低下がある環境で育ったのに対し、室内で育てていた幼虫たちは、温度変化があまりない環境で育っていた。このことから、幼虫の飼育時の温度と朝晩の気温の低下が冬越しのサナギになる条件だと考えた。

5 境界線が見えてきた（アオスジアゲハ）

9月8日から10月2日にかけて、よう化する直前のアオスジアゲハが家の前にいたため、育て始めたところ、よう化し、サナギになった。

(1) アオスジアゲハの羽化の記録

よう化した日	性別	羽化した日
9月8日	オス	9/19・11日目
9月9日	メス	9/24・12日目
9月14日	オス	冬越し 4/6・205日
10月2日	メス	冬越し 4/17・198日

9月9日によよう化したサナギは12日目に羽化したのに、9月14日以降によよう化した2匹は冬越しのサナギになった。

(2) 考察

このアオスジアゲハは自然環境下で育ったため、サナギになるまでの期間を30日と仮定すると、9月9日によよう化したサナギは、8月9日頃にふ化し、9月14日によよう化したサナギは、8月14日頃にふ化したと考えられる。

先述のとおり、松山市の日長は、8月13日から13時間29分になって、それ以降短くなっている。つまり、9月14日によよう化したアゲハは、日長が13時間30分よりも短くなってからふ化・成長をしたため、冬越しのサナギになったと考えた。このことから、アゲハが冬越しのサナギになるには、日に当たる時間を13時間30分よりも短くし、夏から秋に向かう朝晩の気温の低下を感じる必要があると結論付けた。

6 残された課題・今取り組んでいること

「アゲハが冬越しのサナギになるには」をテーマに研究を行い、一定の条件を導き出すことはできた。しかし、自然の環境で育った個体が冬越しのサナギになっただけであるため、飼育環境下で冬越しのサナギにすることが次の課題である。そのため、今取り組んでいるのは、人工的に温度差をつくり、日に当たる時間も13時間30分以内にして飼育した幼虫が、冬越しのサナギになるかどうかを確かめる実験である。実験は、日中、外気温約35℃で過ごした幼虫を、夜は温度を約20℃、湿度を50%以上に保った発砲スチロールに入れ、経過を観察するという方法で行っている。

7 研究を終えて

13時間30分の謎を、アオスジアゲハのおかげで解くことができたととてもうれしかった。ただ、ナミアゲハでは、また違った結果が出るかもしれないので、これからも観察を続けたいと思う。最後に、今年も幼虫をたくさん届けてくださった北地さん、織田さん本当にありがとうございました。

8 参考文献

「ドキドキワクワク生き物飼育教室1かえるよ！アゲハ」 リブリオ出版 2001年
・国土交通省気象庁 過去の気象データ ・日の出日の入り時間検索