

# 茨城県南西部におけるイチモンジチョウ *Limenitis camilla* と アサマイチモンジ *L. glorifica* の生活環

伴野 英雄<sup>※1</sup>

キーワード：イチモンジチョウ、アサマイチモンジ、生活環、積算温度の法則、  
光周反応

## 要約

近縁種であるイチモンジチョウとアサマイチモンジの生活環には違いがあることが知られており、茨城県南西部の平地ではイチモンジチョウは原則2化、アサマイチモンジは3化である。この違いをもたらす要因を明らかにするため、飼育実験の結果をもとに生活環の比較を行った。その結果、卵から成虫になるまでの生育期間には大きな差はなかったが、越冬休眠を幼虫に誘起する臨界日長に違いがあった。この違いにより、イチモンジチョウはアサマイチモンジに比べ1か月ほど早く休眠に入ることが明らかとなった。発育に必要な積算温度と光周反応にもとづいて化数の違いを説明できることがわかった。

## 1. はじめに

イチモンジチョウ *Limenitis camilla* とアサマイチモンジ *L. glorifica* は成虫や幼体の形態および幼虫の食餌植物が主にスイカズラ *Lonicera japonica* の葉である点などで極めてよく似ている。さらに、両種は分布する多くの地域で同所的に生息している。本実験の材料を得た茨城県南西部の平地においても、両種は同所的に生息し、1本のスイカズラから両種の卵や幼虫が発見されることも稀でない（伴野，2002）。しかし、1シーズン中の成虫の出現回数には明らかな違いがあり、イチモンジチョウは原則年2回出現（2化）するのに対し、アサマイチモンジは年3回出現（3化）する。

同所的に生息する近縁の種の生活環の違いやそれを調節する仕組みについては、数種類のチョウで調べられている。温帯地方に分布するチョウ類の生活環は、主に温度条件と光周期によって調節されている。温度条件は生育速度に影響を与え、光周期は夏眠や越冬休眠に入るタイミングを決定するのに利用されている。コジャノメ *Mycalesis francisca* とヒメジャノメ *M. gotama* の研究（保坂他，1990）では、越冬休眠を誘起する光周反応および発育速度にみられる違いと越冬休眠幼虫の齢およびマイクロな生息場所の違いから両種

---

※1 桜美林大学自然科学系

の成虫出現回数に差ができることが報告されている。また、光周反応とミクロな生活場所の違いが、成虫の出現回数の違いを生んでいることが、モンシロチョウ属のモンシロチョウ *Pieris rapae*、スジグロシロチョウ *P. melete*、エゾスジグロシロチョウ *P. napi* で明らかにされている (大崎, 1982)。房総のキマダラヒカゲ類 2 種の比較では、平地から低山地に広く分布するサトキマダラヒカゲ *Neope goschkevitschii* では温度や光条件に他のチョウと同様な一般的な生理的反応を示し生活環を調節するが、同所的に生息するヤマキマダラヒカゲ *N. nipponica* では蛹が夏季休眠をして、十分すぎる温度条件に対応し 2 化の生活環を達成している (谷, 1984)。このように同所性の近縁種間ではミクロな生育場所選択による発育速度の調節や光周反応の違いにより生活環の違いを生み出し、それぞれの種が生息地の環境条件に適応している。本研究においては、温度と生育に関する積算温度の法則と光周反応から、茨城県南西部の平地におけるイチモンジチョウとアサマイチモンジの成虫出現回数の違いを生む要因を明らかにする。

## 2. 材料および方法

### (1) 温度と発育速度に関する実験

実験に用いた卵は、野外でメスを採集し室内にて産卵させて得た。採集したメスをナイロンネット製の籠 (直径 20cm、高さ 30cm) の中にビンに挿したスイカズラの枝とともに入れ産卵させた。産卵後数時間以内に回収できた卵のみ実験に使用した。幼虫の飼育実験には、卵から孵化した個体と野外で採集した卵から孵化した個体を使用した。また、蛹の飼育実験においても飼育幼虫から蛹化した個体に加え、野外から幼虫を採集し蛹化させた個体も加えた。

卵、幼虫、蛹を 16、19、22、25°C の温度条件下で飼育した。各温度条件下での各発育段階の飼育個体数を表 1 に示す。それぞれの温度に設定した恒温水槽の中に大型のガラスビン (直径 4cm、長さ 20cm) を沈め、中に飼育用のガラスビン (直径 3cm、長さ 6cm) を入れて飼育を行った。恒温水槽は室内に設置しており、飼育実験期間中の日長は、幼虫に越冬休眠を誘起しない条件であった。飼育実験期間中は、毎日飼育個体を観察し、卵の孵化、幼虫の蛹化、蛹の羽化を記録した。幼虫には、毎日新鮮なスイカズラの葉を十分に与え、その時飼育ビン内の食べ残しと糞を除いた。

積算温度の法則から各ステージの発育限界温度 (°C) と有効積算温度 (日度) を求めた。昆虫の幼体の成育期間と温度との間には  $D = K / (T - t)$  の関係が成り立つことが知られている。D は発育期間 (日)、K は有効積算温度 (日度)、T は生育期間の温度 (°C)、t は発育限界温度 (°C) であり、未知の数値である K と t は、発育速度  $(1/D) = (1/K) \times T - t/K$  の式から得た。

表 1. 各実験で飼育したイチモンジチョウとアサマイチモンジの個体数

温度と発育に関する実験

温度	イチモンジチョウ			アサマイチモンジ		
	卵	幼虫	蛹	卵	幼虫	蛹
16	10	13	12	8	14	16
19	12	15	18	10	13	17
22	12	15	16	10	14	15
25	13	15	19	10	13	18

休眠誘起に関する実験

日長条件 (明時間：暗時間)	イチモンジチョウ	アサマイチモンジ
12 : 12	16	7
12.5 : 11.5	21	9
13 : 11	20	22
13.5 : 10.5	25	24
14 : 10	25	23
14.5 : 9.5	24	24
15 : 9	20	15
16 : 8	19	8

(2) 光周反応に関する実験

野外で採集した卵から孵化した幼虫を8段階（明期時間：暗期時間；16：8、15：9、14.5：9.5、14：10、13.5：10.5、13：11、12.5：11.5、12：12）の日長条件に調節した木製飼育箱内で飼育し、幼虫の越冬休眠を誘起する日長条件を調べた。実験期間の木箱内の温度は24～27℃の範囲に調節した。幼虫を4～5個体ずつプラスチック容器（直径12cm、深さ6cm）に入れ、新鮮なスイカズラの葉を毎日十分に与えた。飼育期間中は毎日明期に当る時間に、幼虫を観察し越冬休眠に入ったかどうかを確認した。各日長条件下での飼育個体数を表1に示す。休眠を誘起すると推定される日長条件で飼育個体数を多くした。

(3) 生活環の模式図

生活環の模式図作成には、材料を得た地域に最近の気象台がある水戸の気温と日長のデータを用いた。生活環を表す模式図として、保坂他（1990）などが用いた生息地の月平均気温の変化を直線で回帰させて表す図を用いた。横軸に月を、縦軸に各月の平均気温をとると、2月から7月と8月から1月までの各月の平均気温はほぼ直線で回帰できる。この直線と各ステージの発育限界温度で囲まれた面積が有効積算温度になる位置で、そのステージの発育が完了するとして作図した。模式図のスタートを野外で第一世代の卵が確認される時期とし、2化目または3化目のメスが産んだ卵の生育期間には、メスの卵成熟に必要な期間として4日を加えた。

### 3. 結果

#### (1) 温度と发育速度に関する実験

イチモンジチョウおよびアサマイチモンジの卵、幼虫、蛹の各飼育温度での发育期間と发育速度を図1に示す。全てで積算温度の法則によく適合する結果が得られた。各发育段階における飼育温度と发育速度の関係を示す回帰式とこれに基づき算出した发育限界温度および有効積算温度を表2に示す。イチモンジチョウとアサマイチモンジでほぼ同じような結果が得られ、温度と生育との関係には2種間で差が無い。

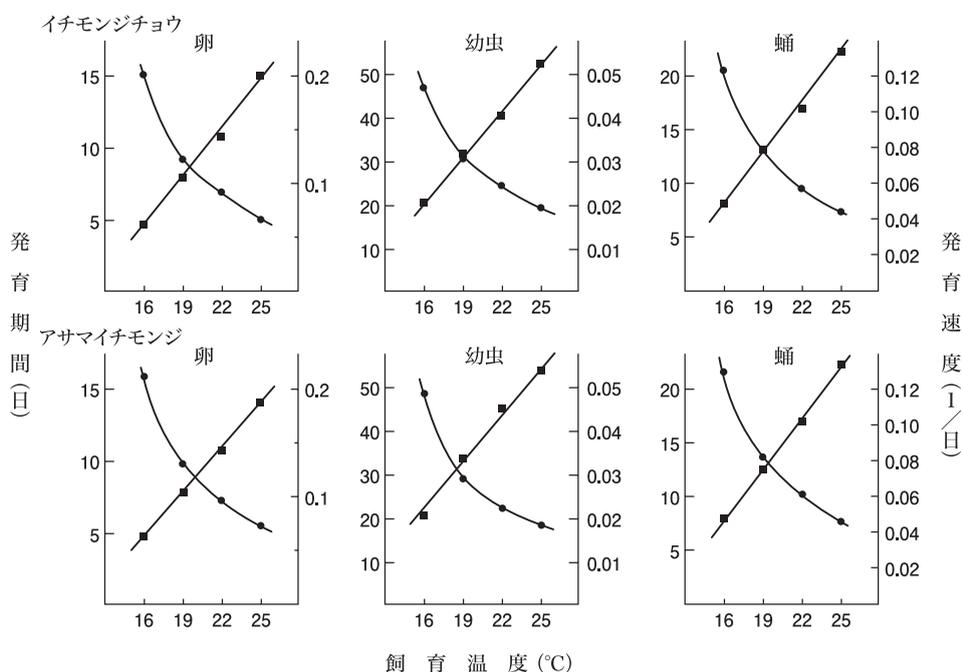


図1. イチモンジチョウとアサマイチモンジの卵、幼虫、蛹の各飼育温度での发育日数と发育速度

表2. 各发育段階における温度と发育速度の回帰式と算出された发育限界温度と有効積算温度

发育段階	回帰式	r <sup>2</sup>	发育限界温度(°C)	有効積算温度(日度)
イチモンジチョウ				
卵	$V=0.0146T - 0.1692$	0.989	11.6	68.7
幼虫	$V=0.0034T - 0.0337$	0.998	9.8	290.6
蛹	$V=0.0093T - 0.0995$	0.999	10.7	107.6
アサマイチモンジ				
卵	$V=0.0135T - 0.1536$	0.999	11.4	74.2
幼虫	$V=0.0037T - 0.0372$	0.993	10.1	271.3
蛹	$V=0.0093T - 0.1031$	0.997	11.1	107.3

## (2) 光周反応に関する実験

越冬休眠に入る幼虫は、3 齢期に葉柄近くの一部を残して葉身の大部分を切り落とし、残った葉身部分を丸く巻き越冬用の巣を造り、中に入り込み摂食を止めた。一方、非休眠幼虫は3 齢以降も摂食を続け、4 齢、5 齢と脱皮し蛹化した。各日長条件下でのイチモンジチョウおよびアサマイチモンジ幼虫の休眠率を図 2 示す。イチモンジチョウではアサマイチモンジに比べ、幼虫はより長い日長条件下で休眠が誘起された。休眠率が 50% にあたる臨界日長は、イチモンジチョウでおよそ 14 時間 20 分、アサマイチモンジでおよそ 13 時間 40 分と推測された。これらの時間を水戸の日長に休眠に影響を与える薄明・薄暮の 30 分の明期を加えた日長の年変化に対応させると、幼虫の越冬休眠を誘起する臨界日長はイチモンジチョウで8月上旬、アサマイチモンジで9月上旬にあたることが分かった (図 3)。

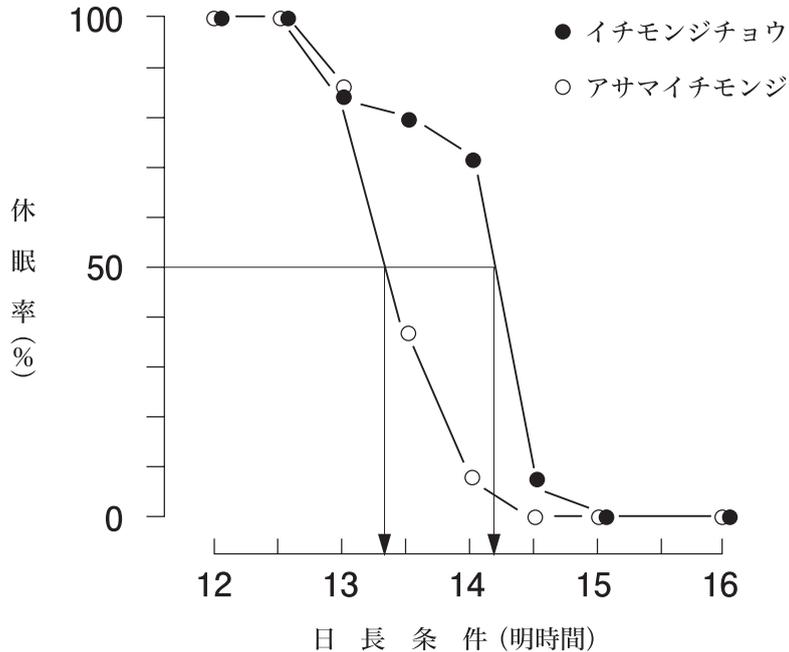


図 2. イチモンジチョウとアサマイチモンジの光周反応。矢印はそれぞれの種の臨界日長を示す。

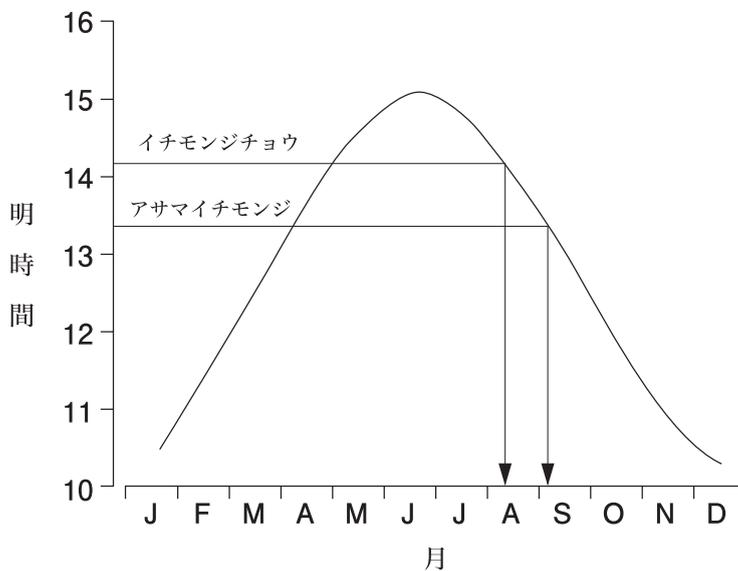


図 3. 日長の季節変化(水戸の値に 30 分を加えた)。矢印はそれぞれの種の臨界日長の時期を示す。

### (3) 生活環の模式図

イチモンジチョウとアサマイチモンジの生活環の模式図を図 4 に示す。越冬幼虫からのイチモンジチョウおよびアサマイチモンジの 1 化目の成虫が出現するのは 5 月下旬であり、野外で卵が確認されるのもおおよそ 5 月下旬であることから、産卵時期を 5 月下旬に設定した。また、両種の臨界日長にあたる位置に矢印のマークをつけた。

両種において、1 化目の成虫による卵は 6 月上旬に孵化し、幼虫は約 1 ヶ月で蛹化する。これらの蛹からは 7 月下旬に 2 化目の成虫が羽化し産卵する。この卵から孵化した幼虫は 8 月に成育することになるが、イチモンジチョウの場合は幼虫越冬を誘起する臨界日長がこの時期にあたり、幼虫期初期の 3 齢幼虫で越冬することから、ほとんどの個体は越冬休眠に入る。この図からは早目に生育した個体が部分的 3 化目の成虫となる可能性も読み取れる。一方、アサマイチモンジでは臨界日長が 9 月上旬であるため、2 化目成虫からの幼虫は順調に成育し、8 月中旬に蛹化し、8 月下旬には 3 化目の成虫を生じる。この成虫からの幼虫が成育するのは 9 月に入ってからで、日長は越冬休眠を誘起する臨界日長より短くなっているため、幼虫は越冬休眠に入る。

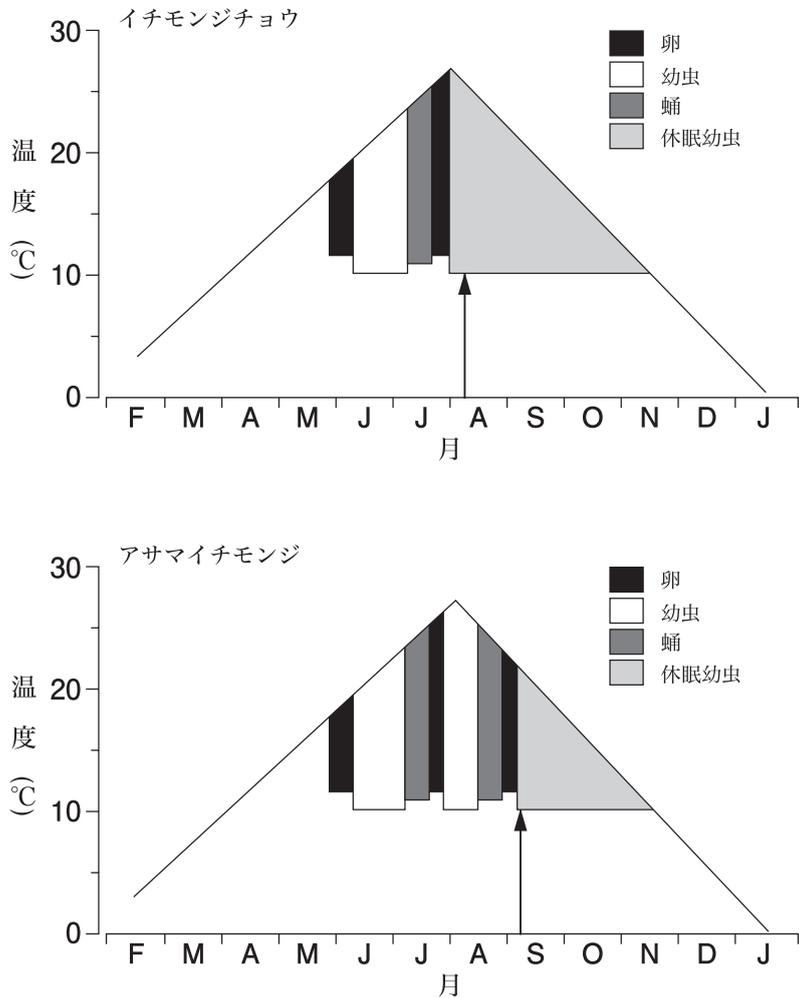


図4. イチモンジチョウとアサマイチモンジの生活環を示す模式図。矢印はそれぞれの種の臨界日長を示す。

#### 4. 考察

イチモンジチョウとアサマイチモンジは、材料を得た茨城県南西部の平地では、1化目の成虫はほぼ同時期に出現する。コジャノメとヒメジャノメの場合とは異なり、发育速度には大きな差がなく、2化目の成虫もほぼ同時期に出現し2世代目の幼虫が同時期に成育することになる。しかし、臨界日長の違いにより幼虫に越冬休眠を誘起する時期に約1ヶ月の差が生じ、イチモンジチョウはアサマイチモンジより1化少なくなる。野外での観察では年によりイチモンジチョウで部分的に3化を生じる場合もあるが、通常は

年2化である。茨城県南部の龍ヶ崎市でもイチモンジチョウは年2化であることが山本(1994,1996)による調査で報告されている。

茨城県南部ではイチモンジチョウの幼虫は、まだ発育に必要な温量が十分にある8月上旬に休眠に入り始める。本実験の材料を得た地域でも実際に8月上旬に越冬用の巣を造り休眠に入る幼虫が観察されている。*Pieris*属3種の生活環の比較では、幼虫の生育場所の温度条件が生理的な発育速度の差から予想される化数の違いをさら大きくしていることが知られている(大崎, 1982)。イチモンジチョウとアサマイチモンジの産卵に関する比較では、アサマイチモンジは日の良く当る場所に、イチモンジチョウは日陰に産卵する傾向があり、同じスイカズラが利用された場合ではイチモンジチョウは下部の日当たりの良くない葉に産卵することが明らかになっている(伴野, 2002)。このような両種の産卵習性により、アサマイチモンジの年3化およびイチモンジチョウの年2化は幼虫が生育する温度条件から推定された生活環よりさらに達成されやすいと考えられる。

温度と発育の関係ではイチモンジチョウはアサマイチモンジと大きな差はなく、臨界日長を少しずらせばイチモンジチョウも3化することが可能である。臨界日長を変化させて、分布地域の温度条件に合わせ成虫の発生回数を調節することはサトキマダラヒカゲ(Tani, 1983)やヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* で報告されている(坂井, 1983)。ヒメウラナミジャノメでは北海道から鹿児島までの8地域の個体群で発育限界温度、有効積算温度に大きな差がなく、主に臨界日長の違いにより化数が調節されていた。イチモンジチョウは温量を無駄にしているように見えるが、温度条件が年により変化する可能性があることを考えれば、2化目の成虫からの幼虫の大部分が確実に越冬するための安全策を取っていると考えられる。

本実験で材料を得た茨城県より温暖な地域では、発育のために有効な温量はさらに増加すると考えられる。西日本ではイチモンジチョウは通常3化とされる(川副、若林, 1976)。光周反応を変えて適応していると考えられるが、ヒメウラナミジャノメのように連続的に臨界日長を変えているのか、関東南部から東海地方で臨界日長にギャップが生じているのか興味がある。また、本州のみに分布するアサマイチモンジの場合は、今回求められた臨界日長でかなりの分布域の生活環を調節できると考えられるが、冷涼な地域では変化させている可能性がある。今後、これらの地域でのアサマイチモンジとイチモンジチョウの臨界日長がどのようになっているのか調べることは意味があるだろう。

## 引用文献

- 大崎直太(1982) チョウたちの生存戦略 —モンシロチョウ属3種の比較— 自然 1982年号(6): 26-38  
川副昭人、若林守男(1976) 原色日本蝶類図鑑 全改訂版: 225-226 保育社  
坂井和郎(1983) ヒメウラナミジャノメの光周性の地理的変異 筑波大学環境科学研究科修士論文

- Tani S. (1983) Geographic Variation in Photoperiodic Induction of Pupal Daipause of *Neope goschebitschii* MÉNÉTRIÈS (Lepidoptera, Satyridae) Tyô to Ga 33:157-163
- 谷 晋 (1984) 房総産ヤマキマダラヒカゲの夏休眠 —なぜ房総半島に分布しているのか— 昆虫と自然 19 (9) : 2-6
- 伴野英雄 (2002) イチモンジチョウとアサマイチモンジの産卵について 昆虫と自然 37 (11) : 32-35
- 保坂啓介、谷晋、伴野英雄 (1990) ジャノメチョウ科コジャノメ属2種の生活史とそれに関する生理的特性の違い 平岡環境科学研究所報告 3 : 91-97
- 山本道也 (1994) 竜ヶ崎周辺のチョウ相、1985年 —季節消長— 流通経済大学論集 28 (3) : 15-30
- 山本道也 (1996) 竜ヶ崎周辺のチョウ相、1986年 —季節消長— 流通経済大学論集 30 (4) : 9-23