

クジャクチョウの生活環 —有効積算温度と光周反応に基づく推定—

樋渡和宏^{1,2} 藤山静雄¹

¹信州大学理学部, ²現, 山形県村山総合支庁産業経済部

Life cycle of *Inachis io* estimated on the Responses of development for Temperature and Photoperiod.

K.Hiwatashi^{1,2} & S.Fujiyama¹

¹Faculty of Science, Shinshu University & ²Ministry of Industrial Affairs, Murayama General Branch Office, Yamagata Prefecture

キーワード:クジャクチョウ, 生活環, 光周性, 有効積算温度, 成虫休眠

Keywords: *Inachis io*, Life cycle, Photoperiodism, Effective temperature for development, Adult diapause

はじめに

クジャクチョウ (*Inachis io*) は、タテハチョウ科 (Nymphalidae) に属する種で、その名のようにクジャクのようにカラフルで大変美しい。中部地方では夏の高原に群生することで知られ、高原の風物詩になってきた。しかし、近年、本種も多くのチョウと同様に減少傾向にある。神奈川県では絶滅危惧 2 類、埼玉県では準絶滅危惧種に記載されている (日本レッドデータ検索システム, 2021)。

本種はヨーロッパからシベリア、アムール、中国東北部、朝鮮半島、サハリンなどに広く分布するが、国内の種は国外のものとは別亜種 (*geisha*) とされている。日本には北海道、東北と、関東、中部地方の主に山地に生息する (福田外, 1983)。

日本では通常年 2 化であるが、寒冷地や高標高地では年 1 化で、成虫越冬する。本州中部地方では第 1 化の成虫は 6 月下旬頃より 7~8 月頃まで見られ、第 2 化成虫は 8 月下旬から見られ始め、9~10 月まで活動している。その後、成虫で越冬し 3、4 月頃から活動を再開する。成虫は移動性が強く、夏季には吸蜜源を求めて高原や高山に飛来する。冬季の前後には成虫が山麓の低標高地に姿を現すことがある (福田外, 1983)。

保坂 (1968) は本種の発生回数について、室内で累代飼育を行い 4 世代まで飼育できたことから年 3

回以上の発生の可能性を示している。

しかし、野外では強い移動性のため、第 1 世代、第 2 世代の幼虫が野外のどこでどのように成長し、発生経過をとっているのかなど、詳しい生態についてはまだ不明な点が多い。

本研究では、生活史をより詳しく明らかにするために、いろいろな温度下で飼育するとともに、ヨーロッパ亜種で成虫休眠の存在が知られる (ダニレフスキー, 1961) ことから、日本亜種について確認するため 15°C の異なる日長下で幼虫から飼育するとともに、成虫を異なる温度と日長下で飼育し、休眠の有無を調査した。これらの結果を用い、松本市標高 610m の半旬ごと気温を基に中部地方の異なる標高下での生活環を推定した。

なお、本研究は 1990 年代に行われたが、現在においても新知見となるので報告した。

材料と方法

採集成虫の管理と採卵

松本市藤井地区 (標高 730m) で 4 月上旬に採集されたクジャクチョウ雌を食草のカラハナソウの鉢植にポリ袋をかけた飼育装置中に入れて飼い、採卵した。産卵の有無を毎日確認し、卵が見られた場合はすみやかに 13°C、20°C、25°C の恒温器に移して保温し、卵期間の測定に供した。卵の孵化は毎日確認し、孵化した個体は幼虫の飼育実験の材料とした。

幼虫・蛹期の飼育

孵化1日以内の幼虫を13℃、15℃、18℃、20℃、22℃、25℃に保たれ、指定の日長に調節された恒温器に移し、カラハナソウの葉を餌として飼育した。なお、13℃下では低温のために幼虫期間が長くなり、2齢で全飼育個体が死亡したため、それ以後の発育段階では13℃は設定しなかった。

成虫は普通1回の産卵で全卵を塊で産卵し、幼虫は集合して摂食している。そこで1・2齢期は200mlの透明プラスチック容器に数10~80頭、3齢期は同様の容器に10~20頭、4齢期は250mlの容器に5~10頭、5齢期は同様の容器に3~5頭を入れて飼育した。蛹化が近づいた個体は3個体ずつ次に述べる容器に移した。この容器は250mlの透明プラスチック容器を上下に2つ向かい合わせに重ねて、蛹化のための空間を広めた。更に、この上のカップの底には粗い紙を張り、蛹化のための足場になるようにした。この容器中で蛹化、羽化させた。餌として、カラハナソウの葉を1日1回交換した。5齢は摂食量が多いので、状況に応じて1日1~2回餌換えをして餌不足にならないように注意した。与えた葉の切り口には水を含んだ脱脂綿を巻いて葉が萎れないようにすると共に容器内の湿度を保った。

各発育段階の発育期間を調べるために、通常1日1回、20℃、22℃、25℃では各齢の発育期間が短いので1日2回、脱皮・変態した個体数を記録した。1齢から3齢までの脱皮は幼虫が吐糸して作った巣に集合して行われるが、脱皮前後の時期は動かすことで悪影響を与えやすいので、できるだけ注意して観察した。発育期間の決定は脱皮・変態が観察された時点とその前の未確認時の中間の時間に生じたとして計算した。

羽化成虫の飼育方法と卵巣発育

羽化後、羽が硬くなるのを待ち、図1のように羽を固定し、ろ紙を敷いた15cm×25cmのプラスチックトレイ上にセットした。ろ紙には5%蜂蜜液を含ませ、チョウが口吻を伸ばし吸蜜できるようにした。

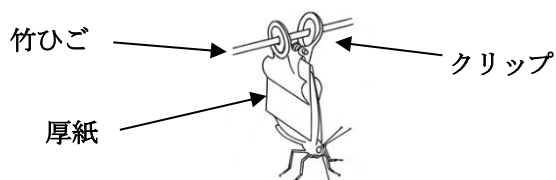


図1 成虫の飼育状況。羽を厚紙で挟み、竹ひごを通したクリップで固定し、これを、5%蜂蜜液を含むろ紙を敷いたプラスチックトレイ上に宙ぶりに固定した。

成虫の卵巣発育と休眠の判定

成虫休眠に及ぼす日長の影響を調べるために成虫をいろいろな温度と日長、すなわち15℃・15L9D（15時間明期、9時間暗期を示す。以後同様表記。）、16L8D、18℃・16L8D、20℃・14L10D、15L9D、16L8D、22℃・16L8Dで飼育した。羽化後7日から84日までの異なる日数で5個体前後を解剖し、図2に示した卵巣発育のグレードA~Eと比較して分類した。温度、日長処理の違いと得られた平均グレード値を基に成虫休眠の有無を判定した。

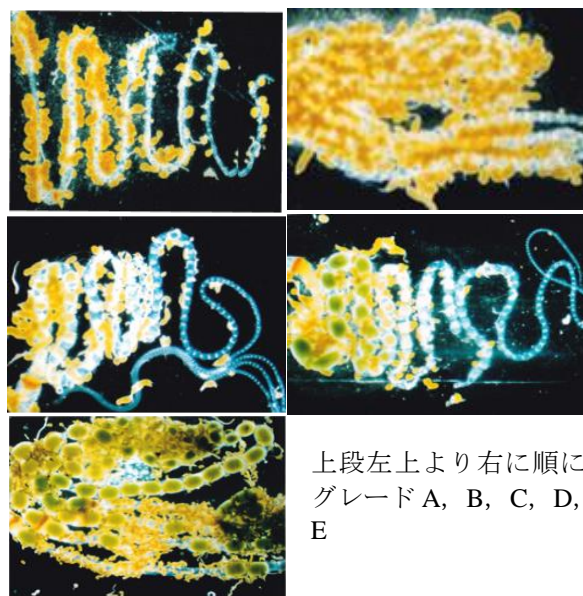


図2 卵巣発育のグレード。グレードAは卵巣が未発達で卵黄のみ。グレードBは卵巣小管が僅かに発達し小管内に未発達卵の痕跡。グレードCは卵巣小管内に未発達卵がはっきり見える。グレードDは卵小管内に一部発達中の緑色卵がはっきり見える。グレードEは卵巣小管内の緑色の卵は大きく産卵直前。

結果と考察

発育と温度の関係

孵化幼虫のうち病気や寄生のため羽化まで生存できない個体群が多くみられた。これは本種が集合して生息するので、病気が伝染しやすいことが大きく関係している。そのため、生存上の悪影響の見られない半数程度の個体が成虫まで生存した実験区についてのみ、各発育段階の発育期間について、表2には飼育温度を求めた。

温度と発育に要する日数の逆数の関係は、変温動物である昆虫などで一般に知られる有効積算温度の法則が適用されると示唆される。

表1 3つの一定温度下でのクジャクチョウの卵期間

保温温度°C	供試個体数	卵期間 (日)
13.6	87	24.0
20.2	332	10.0
24.5	666	7.0

表2 異なる一定温度下で飼育されたクジャクチョウの発育段階別発育期間

発育段階	飼育温度日長	平均飼育温	供試調査個体数	発育日数
1 齢幼虫期	13°C16L8D	13.7	80	16.2
	15°C16L8D	15.2	80	10.9
	18°C16L8D	17.8	80	7.5
	20°C16L8D	21.1	80	5.0
	22°C16L8D	22.1	80	4.5
2 齢幼虫期	25°C16L8D	25.1	80	3.5
	15°C13L11D	16.2	56	9.8
	15°C14L10D	15.3	70	10.1
	15°C16L8D	15.7	80	10.6
	18°C16L8D	18.1	79	7.8
3 齢幼虫期	20°C16L8D	20.4	80	4.1
	22°C16L8D	22.3	80	4.0
	25°C16L8D	24.9	80	3.0
	15°C13L11D	16.2	52	8.6
	15°C14L10D	15.5	64	10.3
4 齢幼虫期	15°C16L8D	15.4	49	9.3
	18°C16L8D	18.2	78	6.7
	20°C16L8D	20.4	76	5.1
	22°C16L8D	22.5	74	3.5
	25°C16L8D	24.9	67	3.1
5 齢幼虫期	15°C13L11D	16.3	45	8.6
	15°C14L10D	15.6	44	10.0
	15°C16L8D	15.2	17	11.4
	18°C16L8D	18.4	62	6.7
	20°C16L8D	22.4	47	4.1
蛹期	22°C16L8D	22.3	66	3.4
	25°C16L8D	24.6	49	3.3
	15°C13L11D	16.4	37	12.5
	15°C14L10D	15.4	24	15.1
	15°C16L8D	16.0	15	15.5
蛹期	18°C16L8D	18.0	34	10.1
	20°C16L8D	22.7	33	5.1
	22°C16L8D	22.4	55	5.2
	25°C16L8D	24.5	31	4.3
	蛹期	15°C13L11D	16.6	35
15°C14L10D		15.5	21	24.1
15°C16L8D		16.5	10	25.3
18°C16L8D		17.5	30	17.5
20°C16L8D		22.3	28	9.7
蛹期	22°C16L8D	22.6	48	10.0
	25°C16L8D	24.7	19	7.6

* 設定温度内の温度計により記録された温度の平均値を示す。

有効積算温度法則は

$$K=D(T-T_0) \text{ または } V(1/D) = (T-T_0) / K$$

$$V(1/D) = a + bT$$

K: 有効積算温度恒数 (日°C)

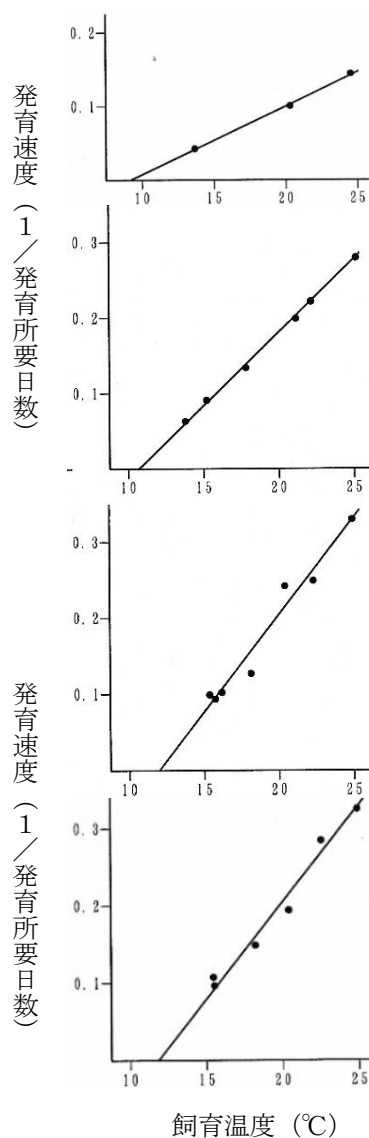
D: 発育に要する日数 (日)

a, b は定数。

そこで、表2に示された温度と発育期間の日数の逆数(発育速度) 関係を図2に示した。

これより飼育温度と発育速度の関係は温度増加に伴い一定割合で増加しており、有効積算温度法則に基づく回帰直線で表すことができる。推定回帰方程式を求めた結果を表3に示す。

卵期の保温温度は3点と少ないものの図2のように高い直線回帰を示しており有効積算温度法則が適用できると判断された。1 齢から蛹期では6~7の温度条件



次ページに続く

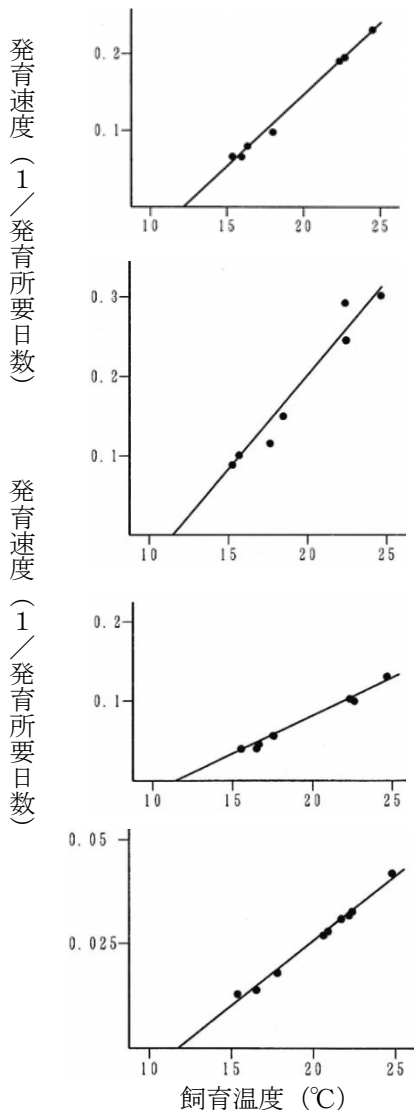


図2 クジャクチョウの各発育段階の発育速度(1/発育日数)に及ぼす温度の影響。黒丸は各温度で測定された発育速度の測定値を示す。直線は推定回帰直線を示す。図は順に卵, 1 齢, 2 齢, 3 齢, 4 齢, 5 齢, 蛹, および 1 齢~蛹の合計の各発育段階の結果を示す。

件下での飼育により, 表 3 のように高い相関係数が得られた。求められた値より, 本種の発育限界温度は卵期の 9.1°C を除き, 他の発育段階では 11°C~12°C が概ね妥当と考えられた。

卵期の有効積算温度恒数 108 日°C と 1 齢から蛹期までの 319 日°C を合計し, 卵から成虫までの有効積算温度恒数は約 427 日°C となった。

実験で得られた発育限界温度 11.8°C は桐谷 (2012) が調べた多くの種の中では, 平均レベルの温度に属しており, 本種が主に寒冷地に生息することから予想される, 低い発育限界温度を示すことはなかった。また,

卵から羽化までの有効積算温度恒数 427 日°C, 発育限界温度 11.8°C は桐谷 (2012) にある同じタテハチョウ科で多化性のヒメアカタテハの 295 日°C, 10.8°C, ツマグロヒョウモンの 505.9 日°C, 10.2°C と比べ, 有効積算温度恒数では中間的な値を, 発育限界温度ではやや高い値を示しており, この点から見ても, 本種が寒冷地に生息するタテハチョウの生理的特徴を示しているとは言えなかった。

表 3 クジャクチョウの飼育温度(T)と発育速度(V)の回帰方程式および発育限界温度(T₀)と有効積算温度恒数(K)

発育段階	V = a + bT		相関係数 r	発育限界温度 T ₀	有効積算温度恒数 K
	a ± SE	b ± SE			
卵	0.084 ± .003	.0092 ± .0003	1.00	9.1	108
1 齢	0.21 ± .005	.020 ± .0005	1.00	10.7	51
2 齢	0.31 ± .020	.026 ± .002	0.98	12.0	39
3 齢	0.30 ± .02	.024 ± .001	0.99	11.8	40
4 齢	0.28 ± .02	.024 ± .002	0.98	11.5	42
5 齢	0.23 ± .01	.019 ± .001	1.00	12.2	54
蛹	0.11 ± .01	.010 ± .001	0.99	11.5	104
1 齢~羽化	0.037 ± .001	.0031 ± .0001	1.00	11.8	319

a, b は定数, SE は標準誤差を示す。

異なる温度日長下での成虫卵巣発育と成虫休眠

成虫休眠の有無を外観で知ることはできない。そこで定期的に成虫の卵巣を解剖し, 方法で述べた卵巣発育グレードと比べて卵巣の発育状態を評価し, 成虫休眠の有無について判断した。異なる飼育温度, 日長下で調べた結果を表 4 に示した。

この表より 15°C の 2 つの区や 20°C 14L10D の区では羽化後 40 日以上経過してもグレードの平均値が 0.7 以下と低いが, 20°C 以上の 16L8D 区では羽化後 14 日以降では平均値が 1.5 以上を記録しており卵巣が発達していることが分かる。これらの区では成虫は非休眠と考えられる。これとほぼ同様なことが, 20°C 15L9D の 21 日の調査値が 0.5 と低い以外はいずれも 1.2 以上の値を示した。35, 42 日の解剖では 2.4 以上と高く卵巣の発育が見られる。これに対し, 同じ 20°C の 14L10D では 49 日後でも 10 個体中 7 個体はグレード A, 他の 3 個体がグレード C で, 平均 0.6 と低い。グレード A の個体は明らかに休眠しているが, グレード C の個体は卵巣がやや発達していることから非休眠の可能性も考えられる。これは 20°C では休眠誘起の臨界日長が 14 時間と 15 時間の間にあると考えれば合理的に説明できる。また, 22°C 16L8D では羽化後 7 日で平均グレードが 1.0, 14 日後で 2.0, 21 日後には 2.2 と卵がほぼ成

熟している。したがって 22°C 長日では羽化 25 日後には産卵すると予想される。18°C 16L8D では 35 日後の調査で 4 個体中 3 個体がグレード B, 63 日後に 5 個体全てがグレード B, 70 日後には平均グレードが 2.0 に達して、卵巣が発達している。しかし、生理的成長が遅いので、非休眠または、弱い休眠と考えられる。15°C 16L8D では 56 日後の解剖で 4 個体中 3 個体がグレード A, 平均グレード 0.3 と低く、15°C 15L9D の結果と変わらないことから、15°C では長日長下でも休眠に入っていると推定される。

表 4 クジャクチョウ成虫の卵巣成熟に及ぼす日長と温度の影響

温度	日長	羽化後の日数*	解剖数	個体別グレード	平均グレード**
15°C	15L9D	56	3	A,A,C	0.7
	16L8D	56	4	A,A,A,C	0.3
18°C	16L8D	35	4	A,B,B,B	0.8
		63	5	B,B,B,B,B	1.0
		70	5	B,B,C,C,E	2.0
		84	2	C,C	2.0
20°C	14L10D	21	4	A,A,A,A	0.0
		49	10	7A,C,C,C	0.6
	15L9D	14	5	A,A,C,C,C	1.2
		21	4	A,A,A,C	0.5
		35	7	B,B,6C,D	2.4
		49	3	C,D,E	3.0
16L8D	14	5	A,C,C,C,C	1.6	
	35	9	B,B,6C,D	1.9	
	42	2	B,C	1.5	
22°C	16L8D	7	3	B,B,B	1.0
		14	5	C,C,C,C,C	2.0
		21	5	C,C,C,C,D	2.2
		28	5	B,C,C,C,D	2.0
		35	2	C,C	2.0

* 解剖日の羽化後日数を示す。

** グレード A~E に順に 0~4 点の得点を振り合計値を求め、各処理条件の平均値を求めた。

以上より松本の個体群では 18°C 以上の長日では非休眠の成虫になることが明らかになった。すなわち、日本産亜種にも成虫休眠があり、それは日長と温度の影響を受ける外因性休眠と言える。そして、休眠誘起の臨界日長は 14 時間 30 分と推定されたが、この日長は最長日長が 15 時間 50 分の中部日本では、長日型光周反応をする昆虫類の中では長い方に属する。このことは、比較的高い発育限界温度をもつ本種の世代数を

制限する大きな要因となっている。

長野県中部地方における生活環の推定

実験で得られた生活史パラメータを用いて本種的生活環を推定する。中部山岳地域に生息する本種は標高 600m 前後から標高 2000m 余までが成虫が観察されている。これらのことを考慮し、気象庁の過去のデータ (2020) により公表されている松本市 (標高 610m) の 1980 年~2010 年の半旬ごとの平年値を基に標高 200m ずつ異なる山域での生活環を推定した。気温の遞減率には 0.55°C/100m を用いた。推定にあたり、実験を基に 3 つの仮定を置いた。その 1 は、夏季における成虫の産卵前期間について、同じタテハチョウ科のオオムラサキでは 25 日程度であること (オオムラサキセンター, 2021) を参考に、表 4 の 22°C 16L8D, 21 日目と推定することから 25 日と仮定する。その 2 は、越冬成虫の産卵時期について、野外採集虫で卵塊が得られる頃の 4 月 11 日とする。越冬した休眠成虫が春、いつ産卵を開始するかの定量的な調査はされていないが、筆者らの今回の調査では 4 月 9 日に採集された雌の産卵日が 16 日、4 月 12 日に採集された雌の産卵日が 14 日であった。このことを基に発生経過の計算には成虫の産卵が 4 月 11 日に始まると仮定した。その 3 は、野外での成虫休眠の誘起について、表 4 の結果に基づき成虫の休眠誘起の臨界日長を 14 時間 30 分とし、羽化後に休眠誘起の感受期があると仮定した。

有効温量の計算には 6 月から 9 月までは、通常は平均気温と発育限界温度との差を 1 日の有効温量としたが、4 月から 5 月までと山岳地域では最低気温が発育限界温度を下回ることが多いので、当半月の最低気温が発育限界温度を下回っている場合には、当日の日の出の時刻と仮定し、最高気温を午後 2 時の気温とし、次の最低気温と間の 3 点を直線で結ぶ 3 角形と発育限界温度で囲まれた三角形の面積を比例配分して 1 日の有効温量とした。

松本市の 610m の標高下での発生経過は表 5 のように計算された。越冬成虫の産卵日を 4 月 11 日とした場合の孵化日は 5 月 6 日、蛹化日は 6 月 15 日、第 1 世代の羽化日は 6 月 25 日と計算された。この時期の日長は、例えば 6 月 25 日は 15 時間 51 分、7 月 19 日は 15 時間 31 分と長く、14.5 時間と推定した臨界日長をはるかに超えており、成虫は非休眠となり産卵することになる。計算では 7 月 19 日には 2 世代目の卵が産まれる。卵は 7 月 27 日に孵り、8 月 11 日には蛹と

なり、羽化は8月19日と推定された。この日の日長は14時間36分で臨界日長14時間半に非常に近い。羽化後に徐々に卵巣発達するが、その時期には日長はさらに減少し、8月25日には14時間24分、8月31日には14時間11分となり、臨界日長をやや下回る。長日条件下なら産卵時期となるはずの9月12日には14時間を切り、13時間45分程度になる。この発生経過ではごく一部が非休眠になり産卵する可能性があるに過ぎない。しかし、もし一部が9月12日に産卵したとして、9月23日に孵化と計算されるが、幼虫は餌があったとしても羽化するのに必要な有効温量を得られない。

表 5 松本市周辺の異なる標高におけるクジャクチョウの発生経過の推定

世代	世代	産卵日	孵化日	幼虫期完了	羽化日
松本市 標高610m	1	4月11日	5月6日	6月15日	6月25日
	2	7月19日	7月27日	8月11日	8月19日
	3	*		—	
松本市 標高810m	1	4月16日	5月12日	6月24日	7月4日
	2	7月29日	8月6日	8月29日	9月8日
	3	*			
松本市 標高1010m	1	4月21日	5月18日	7月2日	7月12日
	2	8月6日	8月13日	8月29日	9月18日
松本市 標高1210m	1	4月26日	5月25日	7月9日	7月20日
	2	8月14日	8月23日	9月30日	**
松本市 標高1410m	1	5月1日	6月2日	7月16日	7月28日
	2	8月22日	**		
松本市 標高1610m	1	5月6日	6月8日	7月25日	8月7日
	2	*			

* 成虫休眠により産卵しない。 ** 温量不足によりこれ以降の発生経過を満たすことができない。

ここで得られた結果は、十勝の川生物図鑑(2009)に記載されている北海道の生活史と概ね一致する。

保坂(1968)は、室内飼育実験の結果を基に年3回以上の発生の可能性を示唆している。しかし、筆者らのこの計算では3世代は難しいと結論される。

以上のように、松本地域では最も標高の低い標高610mの地域においても、2世代目の成虫が大部分休眠に入ると予想されることから第3世代の発生は難しいと考えられる。

この計算では、標高の増加とともに発生期は遅れ、標高1000m前後までは年2世代、それ以上では年1世代と計算された。また、それぞれ異なる標高の個体群

がそれぞれの地域に定着し続けているなら、越冬できずに未完に終わると考えられる結果となった。このことは、本種が異なる標高を移動することにより生存を支えていることを示しているのかもしれない。

近年、中部地方山岳域においてはクジャクチョウの数が大いに減少している。例えば、高森町(標高413m~1889m)では、かつて見られた本種は2016年から2019年の4年間の調査でも発見されなかった。かつて大量に成虫が見られた美ヶ原高原でも、観察数はめっきり減少している。本種の主な食草であるカラハナソウは寒冷地に主に生育するが、静岡、石川など7県でレッドデータ検索(2021)に記載されている。温度と日長から生活史パラメータを求めたこの研究では、臨界日長が14.5時間とやや長いこと以外、本種の寒冷地生息の特徴をはっきりと明らかにすることはできなかった。今後、予想される温暖化により本種の生息はさらに減少する可能性は高いだろう。

摘要

クジャクチョウの生活環の詳細を明らかにするためにいくつかの異なる温度・日長条件下で全発育段階を飼育し次の結果を得た。

生まれた卵塊を13℃、20℃、25℃で保温した結果、卵期の発育限界温度が9.1℃、有効積算温度が108日℃であることが分かった。

孵化した幼虫を13℃、15℃、18℃、20℃、22℃、25℃で飼育し、各発育段階の発育限界温度、有効積算温度恒数を求めた。1齢から5齢、蛹期まで順に、10.7℃・51日℃、12℃・39日℃、11.8℃・40日℃、11.5℃・42日℃、12.2℃・54日℃、11.5℃・104日℃となり、1齢から蛹期までの期間では、11.8℃・319日℃であった。

成虫の休眠の有無とその臨界日長を調べるため、15℃から22℃のいろいろな日長下で飼育し、7~84日後に成虫を解剖し卵巣の発育状態を調べた。日本亜種でも成虫休眠の存在が明らかとなった。休眠は低温と短日により誘起される外因性休眠で、20℃ではその臨界日長は14時間半程度と推定された。非休眠個体の場合、卵巣発育には約25日を要した。

得られた生活史パラメータと松本市の気温を用いて中部地方の山岳域の異なる標高での生活環を推定した。松本市(標高610m)では8月中旬に2世代目の成虫が発生するが、日長が臨界日長をやや下回るため、ほとんどの個体が成虫休眠に入り、3世代目が発生するのは難しいと判断された。

引用文献

- ア・エス・ダニレフスキー（1961）昆虫の光周性
（日高敏隆・正木進三訳）東京大学出版会.
- 福田晴男外（1983）原色日本蝶類生態図鑑（Ⅱ）
タテハチョウ科・テングチョウ科。保育社.
- 保坂徳五郎（1968）クジャクチョウの生態。昆虫と自然。3（5）：16-18.
- 桐谷圭治（2012）日本産昆虫，ダニの発育零点と有効積算温度定数：第2版。農環研報31：1-71.
- 国土交通省北海道開発局帯広開発建設部（2009）十勝の川の生き物たち 十勝の川生物図鑑：チョウ-25
<https://www.hkd.mlit.go.jp/ob/tisui/kds/pamphlet/ikimon/ctl11r0000004i2k-att/fns6al0000009nkj.pdf>
（2021年2月20日閲覧）
- 日本のレッドデータブック検索システム（2021）
<http://jpnrd.com/search.php?mode=map&q=07240205809>
（2021年2月5日閲覧）
- オオムラサキセンター（2021）オオムラサキの一生：
<http://oomurasaki.net/oomurasaki/lifecycle.html>
（2021年2月20日閲覧）
- 気象庁ホーム（2021）気象 過去の気象データ検索値：
都道府県選択 長野県 松本市 半旬ごとの平年値 1980～2010
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_sfcmb5d.php?prec_no=48&block_no=47618&year=&month=&day=&view=
（2021年2月20日閲覧）
- 高森町の動物（2020）443pp.
<https://www.town.nagano-takamori.lg.jp/kurashi/10/4/5469.html>
（2021年2月20日閲覧）

（原稿受付 2021.3.10）