HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	キアゲハ休眠蛹の長期冷蔵による羽化の同期化
Author(s)	島田, 公夫
Citation	低温科學. 生物篇, 34, 43-45
Issue Date	1977-03-15
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/17827
Type	bulletin (article)
File Information	34_p43-45.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

短　　報

Kimio SHIMADA 1976 Effect of Long-Term Cold Exposure during Pupal Diapause on Adult Emergence of *Papilio machaon*. *Low Temperature Science, Ser.* ***B, 34.***

キアゲハ休眠蛹の長期冷蔵による羽化の同期化*

島　田　公　夫
（低温科学研究所）

（昭和51年9月受理）

キアゲハ *Papilio machaon* は北半球に広く分布している多化性の蝶で，寒地や高地では，夏の間ごくふつうに見られる蝶である。幼虫は秋に蛹になって休眠し冬を越す。越冬中の蛹は寒さに非常に強く，朝比奈[1]によって明らかにされたように，−30°C より低い温度で，しかも蛹の体内に氷ができても生存できる。キアゲハを含めて，休眠して越冬する昆虫のなかには，ふだん生活している温度よりはかなり低い温度に耐えられるものが多い[2]。合目的に考えれば，休眠は昆虫が厳しい環境から生きのびるために，進化の過程で獲得した適応現象のひとつだと言える。けれども休眠して冬を越す昆虫にとって，寒さは単に耐えるべき劣悪な環境とは言えない。多くの種類で，秋，冬の寒さが休眠期間の決定に重要な働らきをしており，なかには，一定の期間低温にさらされないと休眠後の発育が進まない昆虫がいる[3,4]。つまり，こうした種類の昆虫では，休眠することによって単に寒さに耐えているだけでなく，寒さを必要としているとさえ言える。寒さに対する昆虫の適応を知るうえで，興味深い現象である。

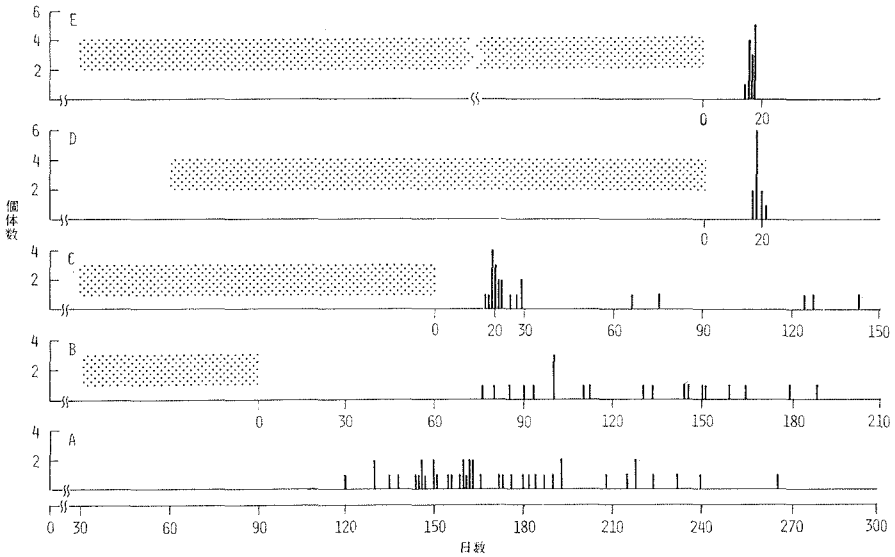
ところで，キアゲハはごくふつうに見られる蝶で，幼虫の飼育も比較的簡単である。しかもその休眠蛹は凍結にも耐えることが知られているので，昆虫の耐寒性や越冬中の生理を知るうえで格好の材料と言える。しかし，蛹休眠の誘起や終結に関する知見は，Andrewartha[3]，Lees[4]，ダニレフスキー[5]の著書の中にも見られない。そこで，休眠しているキアゲハの蛹について，低温が休眠期間の決定，休眠後の発育にどのような影響を与えているかを予備的に調べてみた。

材料には，1975年7月から9月にかけて札幌で採集した100余りの卵および若齢幼虫を室内で飼育したものを用いた。飼料には，おもにイワミツバを用い，20°C で飼育した。幼虫を8時間明—16時間暗の短日条件で飼育すると，その蛹はすべて休眠にはいる。休眠にはいるための臨界日長は確かめてないが，16時間明—8時間暗の長日条件で飼育するとすべて非休眠蛹となり，蛹になってから約2週間で羽化する。

短日下で飼育して得た蛹のうち一部を20°C に放置した。残りは，1カ月間（一部は2カ月間）20°C に置き，ついで約5°C で2カ月から9カ月間冷蔵し，ふたたび20°C に戻した。そして羽化してくるまでの日数を記録した。

その結果が第1図である。冷蔵せずに20°C に放置された蛹からは，蛹化してから120日後

* 北海道大学低温科学研究所業績　第1815号



第1図 5°C 冷蔵期間と羽化までの日数

横軸は冷蔵後に 20°C 移してからの日数，縦軸は羽化した個体数，
▨は 5°C 冷蔵の期間
A，蛹化後 20°C 放置；B，20°C 1 ヵ月→5°C 2 ヵ月→20°C；C，20C° 1 ヵ月→5°C 4 ヵ月→20°C；D，20°C 2 ヵ月→5°C 6 ヵ月→20°C；E，20°C 1 ヵ月→5°C 9 ヵ月→20°C

に初めて蝶が羽化してきた。その後不規則に羽化が起こり，266 日後まで続いた。約半数の蛹は 140 日から 180 日の間に羽化したが，最初の羽化からすべての蛹が羽化するまでに約 5 ヵ月を要した（第 1 図，A)。羽化した蝶のほとんどは形態的に正常で，いくつかは交尾，産卵能力についても試され，特に異状は認められなかった。

蛹を 5°C に 2 ヵ月間冷蔵しても，羽化が不規則に起こる傾向は，20°C に放置された蛹の場合と同様にみられた。すなわち，冷蔵から 20°C に戻して 76 日経って羽化が始まり，189 日後まで不規則に続いた。最初 20°C に置かれた 1 ヵ月間と冷蔵の期間を入れて通算すると，蛹になってから 160 日以上経ってから羽化が始まることになり，20°C に放置された蛹に比べて羽化に遅れがみられた（第 1 図，B)。

いっぽう，蛹を 5°C に 4 ヵ月間冷蔵してやると，羽化に同期性が認められるようになった。この場合にも，最後の蛹は 20°C に戻されてから 143 日後に羽化したが，蛹全体の 77% は 17 日から 29 日の約 2 週間の間に羽化した。蛹になってからは 170 日前後の期間である（第 1 図，C)。

長期の冷蔵による羽化の同期は，蛹を 5°C に 6 カ月，さらには 9 カ月置くことによって，さらに顕著に認められるようになり，5°C，6 カ月冷蔵の場合には，20°C に戻してから 19 日前後の 5 日間（第 1 図，D)，9 カ月の場合には，15 日前後の 4 日間（第 1 図，E）にすべての蛹から蝶が羽化した。ほぼ一斉に羽化すると言ってもいいだろう。長期間冷蔵された蛹から羽化した蝶も，形態的，生理的に異状は認められなかった。

以上のような結果から，キアゲハの休眠蛹が休眠からさめるために，かならずしも低温を必要としないことがわかる。しかも，冷蔵によって休眠期間が短縮されるという証拠も得られ

なかった。けれども，20°Cに放置された場合や，5°Cに2カ月間冷蔵された場合の休眠蛹では，羽化の時期が揃わず，4カ月以上の長期にわたって冷蔵された場合に初めて羽化に同期性が認められるようになった。羽化が揃って起こらなければ，交尾，産卵の機会が少なくなり，種の保存にとっては極めて不都合である。休眠期の低温は，キアゲハの生活史を揃える意味で重要な条件となっていることがわかる。5°Cと20°Cのふたつの条件を調べただけでは不十分であるが，キアゲハにおいては，休眠の終結がある温度範囲では，温度にあまり依存しないで不規則に起こるのではないかという予想をいだかせる。長期間にわたる低温環境によって，こうした不規則性が調節されて，はやく休眠からさめた蛹もその後の形態形成が進行せず，あとからさめた蛹と同じスタートラインに立たされることになると考えられる。

休眠して越冬する昆虫のなかには，一定の期間低温にさらされないと休眠後の発育が進まないものがいることはすでに述べた。昆虫の種類によって最適な温度は異なっているが，カイコ *Bombyx mori*[6]，マイマイガ *Lymantria dispar*[7]，バッタ *Austroicetes cruciata*[3]などの休眠卵は，ある期間冷蔵されないと，孵化率が著しく低いし，ヨトウガ *Barathra brassicae*[8]，シャチホコガ *Phalera bucephala*[5]などの休眠蛹では，羽化が遅れる。こうしたことから，昆虫の休眠終結にとって低温が欠くことのできない条件のひとつだと強調されてきた。けれども，キアゲハの場合のように，低温が休眠の終結よりも，むしろ羽化の同期化に役立っているものもあるのではないだろうか。

札幌においては，キアゲハの幼虫は9月から10月にかけて休眠蛹となり，冬を迎える。キアゲハがふたたび見られるのは，6月初旬，初夏の頃からである。約8カ月間を蛹で過ごすことになる。実験室では，幼虫を一定の温度（20°C），一定の日長（8時間明—16時間暗）条件で飼育したので，その結果をそのまま野外のものに当てはめて考えることは危険であるが，寒冷な冬をはさんだ8カ月間は，羽化を揃わせるのに十分であるように思われる。キアゲハが暖地より，寒地，高地で比較的多く見られる理由のひとつには，気候的に寒い冬の長い地域のほうが揃って羽化できるということが含まれているのではないか。

文　献

1) Asahina, E. 1959 Prefreezing as a method enabling animals to survive freezing at an extremely low temperature. *Nature*, **184**, 1003-1004.
2) Asahina, E. 1969 Frost resistance in insects. *In* Advances in Insect Physiology (J. W. L. Beament, J. E. Treherne and V. B. Wigglesworth, *eds.*), Acad. Press, London, **6**, 1-49.
3) Andrewartha, H. G. 1952 Diapause in relation to the ecology of insects. *Biol. Rev.*, **27**, 50-107.
4) Lees, A. D. 1955 The Physiology of Diapause in Arthropods. Cambridge University Press, London, 151 pp.
5) ダニレフスキー，ア．エス．1966 昆虫の光周性（日高敏隆，正木進三訳）東京大学出版会．東京，293 pp.
6) 室賀兵左衛門 1951 蚕卵内の抑制質消耗係数について．日本蚕学雑誌，**20**, 92-94.
7) Masaki, S. 1956 The effect of temperature on the termination of diapause in the egg of *Lymantria dispar* Linné. *Jap. J. Appl. Zool.*, **21**, 148-157.
8) Masaki, S. 1956 The effect of temperature on the termination of pupal diapause in *Barathra brassicae* Linné. *Jap. J. Appl. Zool.*, **21**, 97-107.