

## 二化性のカイコガ (大造) *Bombyx mori* の季節型発現の光周・内分泌調節

遠藤 克彦・山中 明

### Katsuhiko ENDO and Akira YAMANAKA: Photoperiodic and neuroendocrine control of the seasonal morphs in the bivoltine silkmoth (Daizo), *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae)\*

Department of Physics, Biology, and Informatics, Faculty of Science, Yamaguchi University, Yamaguchi, Yamaguchi 753–8512, Japan

チョウ (蝶) には季節によって翅の形や紋様、体色等を著しく変える種が知られており、それは季節型 seasonal morphs と呼ばれている (Müller, 1955; Danilevskii, 1961; Saunders, 1976)。それら多くの種のチョウの季節型は、幼虫期の日長と温度により (Sakai and Masaki, 1965; Endo and Murakami, 1985; Endo *et al.*, 1985)、蛹初期に脳から分泌される夏型ホルモンか (Fukuda and Endo, 1966; Endo, 1972)、蛹の成虫化を促す前胸腺刺激ホルモン (あるいは、脱皮ホルモン) の分泌タイミングの調節によって決定される (慶野・遠藤, 1972; Endo and Kamata, 1985; Koch and Bückmann, 1987; Rountree and Nijhout, 1995)。また、ある種のガ (蛾、ヒメシロモンドクガ *Orgyia thyellina*) では、季節によって雌成虫の翅の形が大きく異なる (羽化後に翅が伸展しない) 種があり、その季節型の発現は主として幼虫期の温度と日長によって決定される (Kind, 1965)。

多化性 (あるいは二化性) のカイコガ *Bombyx mori* では、雌成虫が産下する卵の休眠性によって二つのタイプに分けられ、いずれのタイプの成虫になるかは胚期に与えた温度と光条件によって決定される (Kogure, 1933)。すなわち、胚期を高温 (27°C)、照明下で過ごした雌は体のサイズが比較的大きく、休眠卵を産む成虫となり、胚期を低温 (17°C)、暗黒 (または短日) で過ごした雌は体が比較的小さい、非休眠卵を産む成虫になる。この雌成虫が羽化後にいずれの卵を産むようになるかは、食道下神経節で生産され、蛹中期に脳一側心体を経由してアラタ体から分泌される休眠ホルモンによって決定され (Fukuda, 1951; Hasegawa, 1951; Ichikawa *et al.*, 1955)、この休眠ホルモンは既にカイコガの蛹の食道下神経節から精製・単離され、そのアミノ酸の一次配列も明らかにされている (Yamashita, 1996)。

二化性のカイコガ (大造) の雌成虫にも、サイズと産下卵休眠性が異なる二つのタイプがあるが、雌では体のサイズと産下卵の休眠性の他に、前翅の紋様にも明瞭な違いがあること、前翅の紋様 (前翅の中横線) の違いが雌より雄でより顕著であることを見いだした。この二化性のカイコガ (大造) の前翅の紋様が異なる季節型の発現調節には、これまで多くの品種のカイコガで産下卵の休眠性を決定する環境要因とされている胚期の温度と光条件の他に、幼虫期に与えた光周・温度条件が関係していることを明らかにした。すなわち、胚期および幼虫期を長日 (16L–8D)・高温条件下で飼育した雄は、前翅に明瞭な中横線を持つ成虫 (雌が休眠卵を産卵する秋型成虫) となり、胚期および幼虫期を短日 (8L–16D)・低温条件下で飼育した雄は前翅にかすかな中横線しか持たない成虫 (雌が非休眠卵を産卵する夏型成虫) になる。また、このカイコガ (大造) の雄成虫の夏型と秋型の季節型は、前翅の中横線のある特定の部位に位置する黒褐色鱗粉数を基準にして、信頼楕円法によって容易に判別できる (Tsurumaki *et al.*, 1999) (cf. Fig. 1)。

二化性のカイコガ (大造) でも、雌成虫が産下する卵の休眠性は食道下神経節で生産され、蛹期前半に脳一食道下神経節から分泌される休眠ホルモンによって決定される (Fukuda, 1951)。この卵の休眠性を決める休眠ホルモンが季節型の決定に関与している可能性を考え、短日蛹と長日蛹における脳の除去、長日蛹の脳一食道下神経節複合体 (または食道下神経節) の短日蛹への移植、成虫の脳一食道下神経節複合体と蛹の食道下神経節の

\* Abstract of paper read at the 35th Annual Meeting of Arthropodan Embryological Society of Japan, June 4–5, 1999 (Okayama, Okayama).

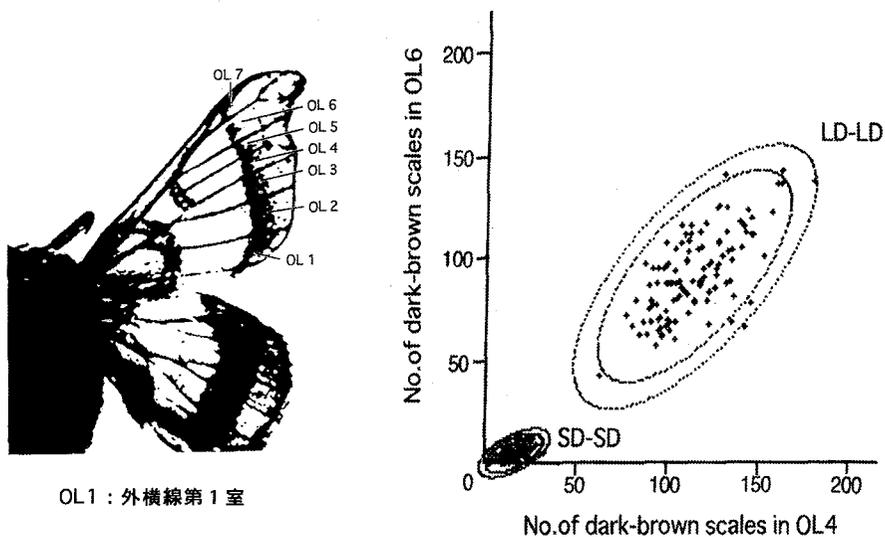


Fig. 1 Wing pattern of male silkmoth of Daizo (left panel) and confident ellipses for summer (SD-SD) and autumn morphs (LD-LD) (right panel).

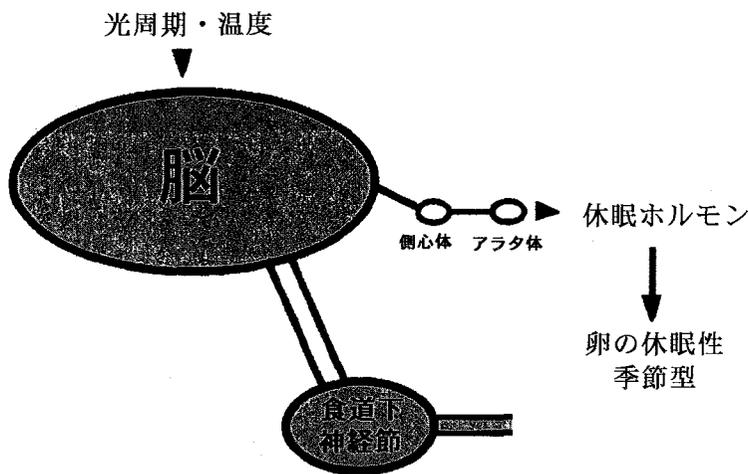


Fig. 2 Neuroendocrine control of embryonic diapause and seasonal morphs in bivoltine silkmoth (Daizo).

粗抽出液の短日蛹への投与、休眠ホルモン (DH) (Yamashita, 1996) とフェロモン生合成刺激神経ペプチド (PBAN) (Matsumoto *et al.*, 1990) の蛹への投与等を行った。その結果、大造雄成虫の季節型が食道下神経節で生産される休眠ホルモンによって調節されることを示す結果が得られたが、成虫の脳 - 食道下神経節の粗抽出液およびフェロモン生合成刺激ペプチド (弱いながらも、休眠ホルモンの作用を示す) の投与は、雄成虫の前翅の紋様に影響しないことが分かった。これらの結果から、雄成虫の季節型は雌成虫の産下卵の休眠性の調節と同様に休眠ホルモンによって調節されていると結論された (Fig. 2)。しかし、前翅の紋様への作用が休眠ホルモンを蛹化の前日と当日に投与した場合のみに見られないことから、休眠ホルモンによる季節型 (前翅の紋様) 発現の決定は、卵の休眠性より早くなされるものと考えられた。

#### 引用文献

- Danilevskii, A.S. (1961) *Lzd. Leningradskogo, Univ. Leningrad*, pp. 1-238.  
 Endo, K. (1972) *Dev. Growth Differ.*, **14**, 263-274.  
 Endo, K. and Y. Kamata (1985) *J. Insect Physiol.*, **31**, 701-706.

- Endo, K. and Y. Murakami (1985) *Zool. Sci.*, **2**, 755-760.
- Endo, K., Y. Maruyama and K. Sasaki (1985) *J. Insect Physiol.*, **31**, 525-532.
- Fukuda, S. (1951) *Proc. Jpn. Acad.*, **27**, 582-586.
- Fukuda, S. and K. Endo (1966) *Proc. Jpn. Acad.*, **42**, 1082-1087.
- Hasegawa, K. (1951) *Proc. Jpn. Acad.*, **27**, 667-671.
- Ichikawa, K., Hasegawa, K., Shimizu, I., Katsuno, K., Kataoka, H. and Suzuki, A. (1995) *Zool. Sci.*, **12**, 703-712.
- 慶野宏臣・遠藤克彦 (1982) *Zool. Mag.*, **82**, 48-52.
- Kind, T.V. (1965) *Entomol. Obozr.*, **44**, 534-536.
- Koch, P.B. and D. Bückmann (1987) *J. Insect Physiol.*, **33**, 823-829.
- Kogure, M. (1933) *J. Dept. Agr. Kyushu Univ.*, **4**, 1-93.
- Matsumoto, S., A. Kitamura, H. Hasegawa, H. Kataoka, C. Orikasa, T. Mitsui and A. Suzuki (1990) *J. Insect Physiol.*, **36**, 427-432.
- Müller, H.J. (1955) *Naturwissenschaften*, **42**, 134-135.
- Rountree, D.B. and H.F. Nijhout (1995) *J. Insect Physiol.*, **41**, 987-1992.
- Saunders, D.S. (1976) *Insect Clock*, 2nd ed., Pergamon Press, New York.
- Sakai, T. and S. Masaki (1965) *Kontyû*, **33**, 275-283.
- Tsurumaki, J., J. Ishiguro, A. Yamanaka and K. Endo (1999) *J. Insect Physiol.*, **45**, 101-106.
- Yamashita, O. (1996) *J. Insect Physiol.*, **42**, 669-679.