

# 不同地理种群松毛虫的光照周期反应\*

贾凤友

**摘要** 不同地理种群松毛虫的临界光周值与其所在地的纬度有密切关系。松毛虫光照周期反应的敏感虫期随地理纬度变化而变化。不同地理种群的松毛虫滞育强度也明显不同。光照周期反应是北方松毛虫世代和长江沿岸地区松毛虫二、三代分化的关键因子,当自然界光周值与当地松毛虫的临界光周值相同时,此日期即为当地松毛虫种群分化的临界日。在二、三代地区,临界分化日和幼虫的发育进度决定了当地松毛虫二、三代分化的比例。当温度变化时,其临界日也会随之发生变化。本文还对安徽东至金寺山林场松毛虫的危害情况和二、三代分化及其原因进行了讨论。

**关键词** 松毛虫、地理变异、世代分化、临界分化日、临界光周

我国从南到北都有松毛虫(*Dendrolimus spp.*)分布,且经常连续发生,造成大面积危害。各地松毛虫由于所处地理位置不同,每年开始活动、取食、危害、化蛹、羽化、产卵、滞育等的时间均不相同,特别是松毛虫光照周期反应对世代分化的影响,必然影响到松毛虫的越冬虫口基数,并决定来年松毛虫的发生和危害状况。准确的预测预报是有效地控制松毛虫灾害的基础,了解各个生态因子与松毛虫种群变动的定量关系,更是提高松毛虫预测预报工作的重要环节。

## 1 材料与方 法

(1) 北京地区和山西晋城地区油松毛虫(*Dendrolimus tabulaeformis* Tsai et Liu)的实验方法见参考文献[1],四川永川地区松毛虫的实验及调查方法详见参考文献[2]。

(2) 幼虫不同龄期光照周期反应的测定是在1989年10~11月,用室内饲养的第二代北京和山西的油松毛虫分别进行不同龄期的短光照周期处理,分别在1~4龄末开始,用L:D=12:12短光照周期分别进行处理6d,观察各个龄期的光照周期反应。与此同时,分别再设两组对照处理:从幼虫孵化开始,用L:D=12:12光照周期也处理6d和一直在L:D=16:8的光照周期条件下饲养。饲养、观察方法及温湿度条件同前。

## 2 结果和讨论

### 2.1 不同地理种群松毛虫的光照周期反应

自然界光照周期变化是松毛虫进行生理准备、进入蛰伏的外部信号。为达此目的,松毛

1991—12—03收稿。

贾凤友助理研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

\* 本文为作者的硕士论文,在李兆麟先生指导下完成。

虫形成了与其生态地理环境相适应的临界光周值<sup>[1]</sup>。当松毛虫所感受到的自然光周值(NP)大于其临界光周值时(CP), 大多数松毛虫不进入滞育状态, 正常生长发育直到完成其生活周期, 反之, 松毛虫在3~4龄时进入滞育状态<sup>[2]</sup>。

在一定的地理范围内, 松毛虫种群具有一个相对稳定的临界光周值。北京地区的油松毛虫临界光周值为14:30左右<sup>[1]</sup>, 山西晋城地区的为14:00左右, 四川永川地区的在13:30左右<sup>[3]</sup>。北京、山西晋城、四川永川地区的地理纬度分别为: 39.8°、35.5°、29.4°, 从图1中可以看出, 随着纬度的增高, 松毛虫的临界光周值也随之上升, 地理纬度与松毛虫种群的临界光周值呈密切相关。

松毛虫的敏感虫期也随着地理纬度而有所差异。初孵幼虫是松毛虫对光照周期最敏感的虫期, 随着龄期的上升, 松毛虫对光照周期的敏感性迅速下降, 北京地区的到4龄末才基本上丧失了对光照周期的敏感性, 山西晋城地区的3龄末与对照相比, 已丧失了对光照周期的敏感性(见表1)。

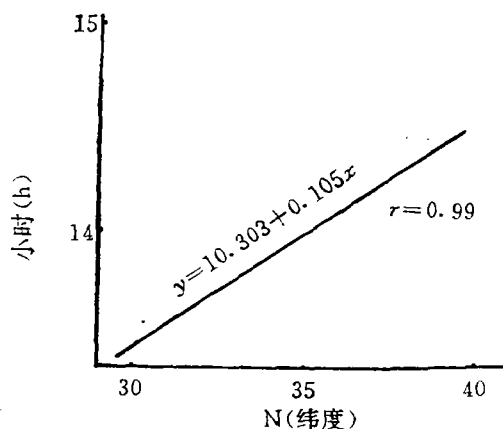


图1 纬度与松毛虫种群临界光周值的关系

表1 松毛虫幼虫不同龄期感受短光照周期后的滞育情况

龄 期	滞 育 率 (%)		滞 育 龄 期 (龄)
	北京(39.8°N)	山西晋城(35.5°N)	
初 龄	98.0	97.7	3~4
1 龄 末	68.6	74.5	3~4
2 龄 末	40.9	63.6	3~4
3 龄 末	18.9	10.0	3~4
4 龄 末	3.5	8.7	3~4
对 照	2.3	9.8	3~4

在对不同地理种群松毛虫光照周期反应的研究中发现, 松毛虫对短光照周期的刺激都有不同程度的反应, 反应形式有: ①进入正常的生长发育的停滞状态; ②在3~4龄时, 延缓发育历期, 经一段时间停滞后再继续生长发育, 这种情况称为浅滞育<sup>[4]</sup>。四川永川地区的松毛虫在接受短光照周期处理后, 于3~4龄时, 明显地表现出停滞现象, 但继续在适温下饲养时, 大部分个体又恢复了正常的生长发育。北京地区松毛虫一旦进入滞育状态, 就很难打破。在对滞育幼虫长达9个月的饲养中, 仅有不足10%的幼虫能恢复正常的发育(解除滞育)<sup>[5]</sup>。山西晋城的滞育强度相对较弱, 在同样28℃条件下, 在3个月中就有24.1%的滞育幼虫打破了滞育。从滞育幼虫存活的时间上来看, 纬度越向北, 存活的时间越长, 反之, 则越短。这也是不同地理种群对环境条件长期适应的结果。

## 2.2 光照周期反应对松毛虫生活史的调控

北京地区松毛虫在每年8月中、下旬进入3~4龄, 从积温看, 在冬季到来之前, 松毛虫可以完成整个世代, 但由于在其敏感虫期内, 感受到光照周期低于其临界光周值, 从而在3~4龄时, 绝大部分幼虫进入滞育状态(见图2), 随着秋末温度的下降, 开始下树越冬, 当来年春季温度逐渐回升后, 松毛虫再逐渐恢复取食活动。四川永川地区松毛虫的生活史比较复杂, 每年发生二到三代, 世代之间不仅有重叠, 而且还存在着分化, 每年松毛虫在3月

中、下旬开始活动，四月上旬开始见越冬代的茧，4月下旬越冬代成虫出现，5月上旬见卵，

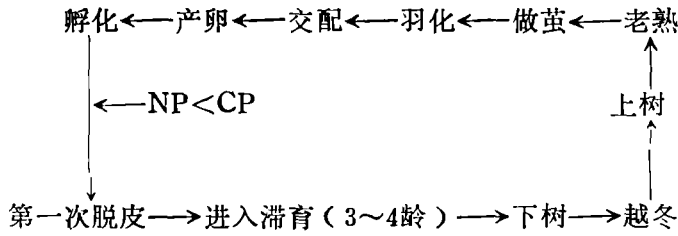


图2 北京地区油松毛虫的生活史

卵孵化时自然光照时数已在临界光周值以上，所以孵化后的幼虫进入系统 I ( $S_1$ )，在每年7月下旬到8月上旬开始出现当年第一代卵，部分发育较快的卵孵化后，由于自然光周值仍在其临界光周值以上，所以这部分幼虫发育再一次进入系统 I，而其它发育较缓的卵孵化后，自然光周值已低于其临界光周值，所以进入系统 II，在发育到滞育龄期时进入滞育状态，到来年春季再恢复活动。因而进入系统 I 的那部分正好比后一部分的幼虫多出一个世代。于每年9月下旬、10月上旬开始见当年第二代卵，所有的当年第二代的幼虫在发育到3~4龄时都进入滞育状态。从图3中可以看出，当年第一代卵出现的时期是二、三代分化的关键，卵期越靠前，三代分化的比例越大，反之，则越小。两者比例的变化将会大大影响虫口的越冬基数及来年松毛虫的危害状况。

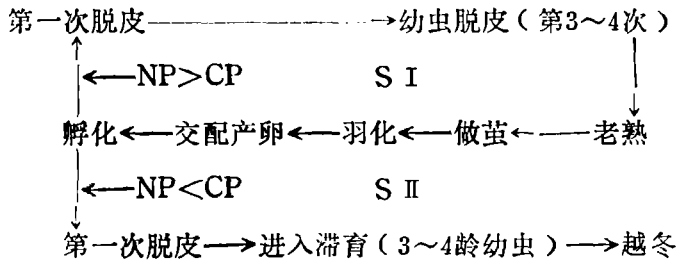


图3 四川永川地区松毛虫生活史

### 2.3 松毛虫的临界分化日

由图3可以知道，当  $NP = CP$  时，即当松毛虫感受到的自然光照周期等于其临界光照周期时，所对应的日期为临界分化日（即有50%幼虫进入滞育状态的日期）。四川永川地区松毛虫的二、三代分化发生在每年的第二代，临界分化日在每年8月上旬前后，由于气候条件的变化，每年分化时间有可能提前或延后。

临界分化日主要是自然光照周期(NP)和临界光照周期(CP)决定的，前者随着纬度的变化而变化，也随着时间的不同而周期性地变化，但它并不随年代而变化。同时，松毛虫所实际感受到的光照时数还会受到天气状况(阴天、雾天)和林地条件(海拔、坡向、郁闭度)等因素的影响。不同地理种群松毛虫的CP值，在营养正常的条件下，主要随着温度条件的变化而变化<sup>[6]</sup>。温度与CP值呈现某种函数关系，周国法等<sup>[6]</sup>曾给出两者的关系图，只要温度一定，就

可查出对应的 CP 值。

一旦临界分化日确定, 根据松毛虫的发育进程就可以对其分化的比例进行测定, 在临界分化日前孵化的幼虫可以产生分化, 而在日后孵化的幼虫不能在当年完成生活史。根据图 1 可以得出不同地理纬度松毛虫种群的临界光周值, 再根据临界光周值就可查出对应的临界分化日, 见表 2。

表 2 20~40 °N 的临界光周值和临界分化日 (27~28 °C)

地理纬度 (°N)	临界光周值 (时·分)	临界分化日 (月—日)
20	12:25	09—07
21	12:31	09—02
22	12:37	08—30
23	12:44	08—25
24	12:50	08—22
25	12:56	08—19
26	13:02	08—16
27	13:09	08—13
28	13:15	08—10
29	13:21	08—08
30	13:28	08—07
31	13:34	08—05
32	13:40	08—04
33	13:47	08—02
34	13:53	08—01
35	13:59	07—31
36	14:06	07—28
37	14:12	07—27
38	14:18	07—25
39	14:25	07—24
40	14:31	07—23

表 2 可查出, 该地临界分化日在 8 月 5~6 日。移动后的临界分化日(图 4 中虚线)在 8 月 17~18 日, 而且加之早春气温偏高, 越冬代活动提前, 使大部分第二代幼虫在临界分化日之前孵化(图 4 中阴影部分)。所以该年分化率极高。1973 年 8 月平均气温也高出平均值 1 °C 多, 也引起临界分化日后移, 尽管后移的幅度较小, 但由于在临界日以后孵化的幼虫, 发育到 8 月下旬时, 温度超过 32 °C, 由于高温的影响, 松毛虫在经过短时间的延迟发育后, 又恢复了正常的发育。所以该年的分化比例也较高。1979 年三代虫分化率同样较高, 其主要原因也是高温引起临界日后移和发育提前, 从图 4 中看出, 阴影面积为 60% 左右, 根据林场资料, 该年三代虫最高分化率为 89.8%, 最低为 14.2%, 平均为 54.2%, 与预测的结果基本一致。而 1980 年由于 8 月份的低温, 临界分化日大大前移, 致使仅有极少部分的幼虫能完成第二代。

从上面分析可知, 在金寺山林场, 第二代松毛虫是否造成危害, 主要决定于二、三代分化的情况。只要掌握了当年的气象情况, 以及第二代幼虫的孵化期, 就可对二、三代分化的比例进行预测, 从而可对第二代可否造成危害作出预报, 若能相应地制定出有效的防治措施,

临界分化日的确定, 对测报工作是非常有意义的。于二、三代分化地区, 第二代危害是否严重, 主要取决于三代虫比例的大小, 三代虫比例较大时, 就能造成危害。这是由于当三代虫分化比例小时, 大部分第二代幼虫远在发育到暴食阶段之前, 业已进入滞育状态, 进入滞育状态的松毛虫取食量较小。分化比例的大小不仅影响当代的危害情况, 还决定着下一代松毛虫的种群基数。

#### 2.4 安徽东至金寺山林场历年松毛虫危害的分析

金寺山林场位于北纬 30°11'~30°23', 是典型的二、三代分化区。从 1964 年到 1985 年, 三代虫的平均分化率为 28.5%, 最高可达 85.1%, 最低为 1.8%。其中 1967、1973、1979 年的分化率最高<sup>[7]</sup>。每年 8 月上旬是二、三代分化的关键时节。1967 年, 由于 8 月份平均气温为 31.4 °C, 远高于平均气温。从前面的讨论中知道, 温度较高时, 临界分化日后延, 据目前所掌握的材料, 温度每变化 1 °C 时, 临界日要移动 5 d 左右。从

就完全可以减少或避免第二代松毛虫的危害。

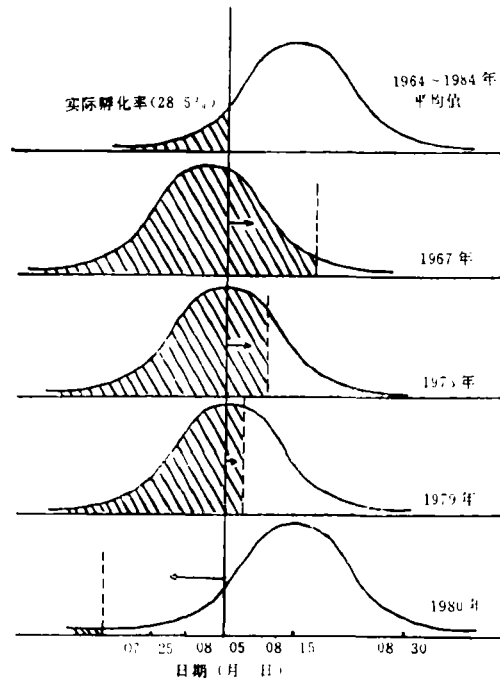


图4 金寺山林场三代松毛虫分化比例的预测  
(图中阴影表示实际分化日之前的孵化比率; 箭头表示理论临界口移动方向)

### 参 考 文 献

- 1 李兆麟, 贾凤友. 油松毛虫光照周期反应. 昆虫学报, 1989, 32(4): 410~417.
- 2 贾凤友, 李兆麟. 影响北京地区油松毛虫世代分化的因素. 林业科学研究, 1990, 3(1): 76~80.
- 3 李兆麟, 贾凤友. 松毛虫光照周期反应Ⅱ. 二、三代分化的研究. 林业科学研究, 1991, 4(4): 409~413.
- 4 李兆麟, 贾凤友. 关于昆虫的蛻伏. 林业科技通讯, 1990, (5): 32~33.
- 5 李兆麟, 贾凤友. 松毛虫光照周期反应——温度和营养对临界光周的影响. 昆虫学报, 1991, 34(2): 178~183.
- 6 周国法, 李兆麟, 贾凤友. 松毛虫光照周期反应Ⅲ. 临界光周数学模型的探讨. 林业科学研究, 1989, 2(6): 582~586.
- 7 陈锦尧, 查光济, 王安实. 马尾松毛虫三代分化率与气候因子相关性研究. 林业科学, 1988, 24(2): 177~184.

## *Geographical Variation of Photoperiodic Response in the Pine Caterpillar*

Jia Fengyou

**Abstract** The geographic variation of photoperiodic response was studied in the pine caterpillar (*Dendrolimus* spp., in short: pc) at latitudes from 29.4 to 39.8 °N in China. The result demonstrated that the critical photo-

period for diapause induction observed at 27~28 °C was 14 h 30 min for Beijing strain (39.8 °N), 14 h 2 min for Jincheng (35.5 °N, Shanxi Province) and 13 h 24 min for Yongchuan (29.4 °N, Sichuan Province). The critical photoperiod increases about 30 min for each increase in latitude of 5 °N.

Sensitivity of pc to photoperiod during the larval stage varied with age and latitude. The overwinter larvae originated from North China displayed a stronger diapause and can usually survive a longer period under 28 °C, but those originated from the South showed a weaker diapause and can only survive a shorter period at the same temperature.

It was revealed that photoperiodic diapause is the key factor to control the differentiation of generation in pc. Under shortdays condition, the larvae entered diapause in the third and fourth instar and were unable to continue development without terminating diapause even under a high temperature condition. When the natural photoperiod exposed to the larvae equal to its critical photoperiod the day reaches the critical point (date) of differentiation. The critical date plays a decisive role to determine the ratio of differentiation of pc. Moreover, temperature and nutrition can modify the ratio by affecting the critical date. The larvae hatched before the critical date can produce one generation more than those hatched after the critical date.

In this paper, the relation between the environmental factors and the ratio of the third generation of pc was discussed in Jinsishan Forest Farm (in Anhui Province).

**Key words** *Dendrolimus*, geographical variation, differentiation of generation, critical date of differentiation, critical photoperiod

Jia Fengyon, Assistant Professor (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).

---

## 中国—欧共体全球环境变化国际讨论会在京召开

由国家科委和欧共体联合组织的“中国—欧共体全球环境变化国际讨论会”于1992年10月26日至30日在北京召开。国内外与会代表共52人。其中包括欧共体19名高级官员和专家, 中国林科院3名同志代表林业部门参加了会议。科委副主任邓楠和欧共体总督 Dr. Conten 在开幕式上讲了话。会议讨论的主题是“海洋、大气、陆地生物圈的相互影响问题”, 以及遥感、地理信息系统在监测全球变化中的应用。会议发表论文33篇。会议期间, 代表们参观了国家海洋局海洋环境预报中心、国家气象局卫星气象中心、中国林科院和中科院大气物理所。国外同行对中国的遥感研究和应用的进展给予很高评价, 对林业部门的遥感应用研究成果表示浓厚兴趣。双方探讨了在欧亚大陆桥生态环境监测、热带雨林监测、ERS-1 卫星在海洋和其它方面应用合作的可能性, 并有了初步进展。

(林 遥)