

# 应用有效积温法则预测松毛虫 发生世代的局限性\*

李兆麟 贾凤友

**摘要** 松毛虫是具明显滞育阶段的昆虫, 决定滞育的关键因子是光周, 只有在充分考虑松毛虫光周滞育这一生物学特性的前提下, 有效积温法则在预测松毛虫发生世代和发生期上才能得到正确的应用。建议对象松毛虫这样的害虫应制订出规范化的有效积温测定方法。

**关键词** 松毛虫、光照周期、有效积温

害虫的年发生世代, 以及各个发育阶段出现的时间和历期, 是害虫预测预报的基础, 也是害虫综合管理必不可少的参数。我国各地松林每年出现松毛虫灾, 预测预报技术的落后是主要原因之一。

有效积温法则, 作为有效地预测某些害虫的发生期及一个地区某害虫发生的世代数等已在农林害虫的防治和研究中广泛地应用着。但根据作者近年实践中的体验, 有效积温法则的正确应用, 对于象松毛虫这样具明显滞育阶段的害虫, 它的局限性和正确计算, 应该引起足够的重视。

(1) 作者等曾就应用有效积温法则计算北京地区油松毛虫年发生世代数的局限性做过论述<sup>[1]</sup>。近年来, 随着工作的进展, 发现每年秋季(八月中旬以后)进入四龄的幼虫, 由于它们在初龄时感受到了短光周, 内分泌发生了变化, 此时已开始进入滞育状态, 生理代谢和生长速度, 大大降低和延缓。虽然, 北京地区每年7月中至9月底高于10℃的有效积温仍可满足油松毛虫完成一个世代的要求, 但它们都于八月中、下旬起停留在四龄阶段, 并随着冬季的到来, 就以这样的虫态越冬。在早春, 北京地区的越冬油松毛虫幼虫, 三月份即可上树活动, 白天高温时也在取食, 但直到四月底, 它们一直生长缓慢, 取食不积极, 绝大部分维持着越冬的体色, 很少蜕皮进入下一发育阶段。最近研究证实<sup>[2]</sup>, 这一现象正是松毛虫幼虫滞后发育过渡期的表现, 而且油松毛虫越冬后的幼虫所以将这一滞后发育过渡期拖延至一个半月左右, 主要是由于冬眠油松的针叶中酚类物质以及 $\alpha$ 和 $\beta$ -萜烯的比例在冬季偏高。酚类物质是一类公认对昆虫有明显的防御效应的植物次生性物质。它们的含量到四月底以后才恢复正常水平。油松毛虫在长期自然选择过程中, 其幼虫为了逃避早春这一营养恶化的阶段以延长滞后发育过渡期的方式维持着以后种群的生存和繁衍。所以这一期间松毛虫的生长也不遵循有效积温法则。

作者经反复验证, 北京地区油松毛虫完成一个世代所需的有效积温为1000~1200日度。

1992-09-21收稿。

李兆麟研究员, 贾凤友(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

\*国家自然科学基金资助项目“森林主要害虫(松毛虫)自然控制的机理研究”的部分内容。

而北京地区高于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的有效积温可达2 200日度。如果在恒定的条件下, 这样的有效积温, 油松毛虫完全可以完成两个世代, 而实际情况, 北京地区每年只发生一代。如果把上述油松毛虫生长发育过程中有效积温法则受到局限的阶段(即每年五月以前和八月中、下旬以后)排除, 北京地区每年五月至八月中旬 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的总积温约1 400日度, 基本与自然界油松毛虫发生的世代及其所需的有效积温吻合。

(2) 南方长江沿岸各省是我国马尾松毛虫危害的重灾区, 也是马尾松毛虫每年发生世代存在着二、三代分化现象的地区。为什么同一代虫, 在相同的气候条件下, 有的可以再完成一个世代; 有的停留在四龄左右不继续发育, 就以这样的虫态越冬。这里仅用有效积温法则不能得到圆满的解释。作者根据对松毛虫光周期性的研究, 明确了决定 $30^{\circ}\text{N}$ 地区松毛虫二、三代分化的机制是光周<sup>[3]</sup>, 即这一地区每年二代虫的孵化期正值自然界的光照时数介于它们的临界光周值附近。这代虫的孵化, 一方面由于每年的气候波动, 各世代的出现都会赶前和错后, 一方面又受当时的条件左右, 幼虫孵出的时间和孵化历期也有快慢长短之分。在自然界光照时数长于松毛虫临界光周以前孵出的个体, 最终完成生活史。反之, 较迟孵出的个体, 就完不成生活史, 而只能以二代幼虫越冬, 表1是光周变化对松毛虫幼虫生长发育影响的结果。

表1 光周变化对马尾松毛虫幼虫生长发育的影响<sup>①</sup>

处理 <sup>②</sup>	幼虫各龄历期(d)									幼虫期平均龄(d)	平均幼虫历期(d)	有效积温(日度)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX				
I	5	3.9	4.2	4.8	5.2	8.5					5.3	29.9	538.2
II	5	4.3	4.9	5.0	5.1	9.2					5.7	31.8	572.4
III	5.1	4.5	7.6	7.8	5.4	5.4	5.5	11.0			6.7	43.8	787.5
IV	5	4.4	6.3	12.6	41.6	22.1	10.4	11.4	15.0		8.2	113.3	2 038.5

①所有试验都是在恒定条件( $28\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; R.H=75%±5%; 光强约1 000 lx)下进行的。

②处理 I: 全部幼虫期处于长光周(L:D=15:9)条件下饲养;

II: 幼虫孵化后前10 d处于长光周条件下, 10 d后转入短光周(L:D=12:12)饲养;

III: 幼虫孵化后前10 d处于短光周, 10 d后转入长光周条件下饲养;

IV: 全部幼虫期处于短光周条件下饲养。

从表1的结果可明显看到, 一直生活在长光周和一直生活在短光周条件下的松毛虫幼虫, 不仅其生长历期和有效积温都相差四倍, 生活在短光周条件下的幼虫其龄期也明显增加。如果将各个虫龄的历期情况, 结合二代虫自然出现的情况考虑, 早孵出的, 即幼龄期生活在长光周条件下的, 前四个龄期不超过20 d, 由七月底八月初算起, 此时仍在高温季节, 所以即使后期自然界光照时数低于临界光周, 它们仍可顺利完成生活史(表1处理II的结果)。而晚孵化的, 即从幼龄开始就生活在短光周条件下的, 前四个龄期就需28 d, 且其各龄历期增加最多的是五龄, 由八月上旬算起, 完成四龄已到九月, 九月下旬后当地气温也急速下降, 而此时晚孵化的幼虫生活史只完成了一半, 所以就只好以幼虫越冬了。

为此, 在松毛虫世代存在着分化现象的地区, 如不将决定其分化的关键因子及其可能的分化情况考虑在内, 仅凭当地的总有效积温无法解释和确定松毛虫世代发生的情况。

(3) 过去文献报道<sup>[4]</sup>, 在马尾松毛虫二、三代区, 除越冬代外, 每年第一代的历期均较第二代为长, 它们所需要的发育总温度也差异显著, 第一代: 1 800~2 000日度; 第二代:

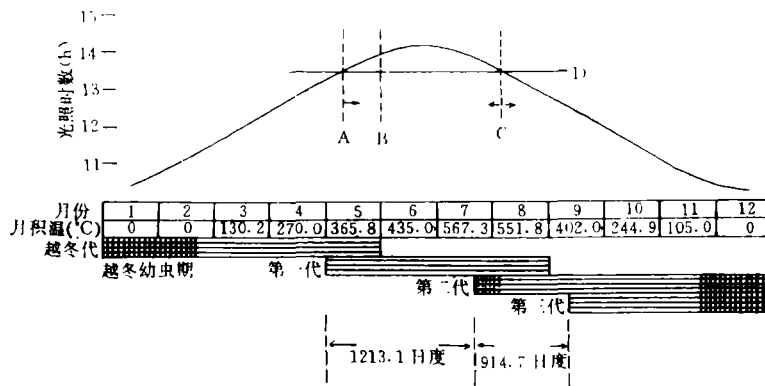


图1 四川重庆地区松毛虫各代幼虫的光、温(日度)图

A: 理论临界日; B: 实际分化日; C: 二、三代分化日; D: 临界光周值

1 500~1 700日度。根据有效积温法则,同一地区,同一种昆虫,它们发育的有效积温应该是相同的。为什么出现如此的差异?春季气温较低,发育期延长了,但为什么有效积温也存在差异?迄今未引起人们的注意和做过解释。图1是四川重庆地区松毛虫各代幼虫发育历期的光、温示意图。第一代幼虫于五月上旬出现,此时,自然界的日照时数仍在当地松毛虫临界光周值以下,虽然据天文年历,在这一纬度上,五月中旬自然界的日照时数可达13 h 30 min,但由于气温偏低,根据温度对临界光周值的影响<sup>[6,7]</sup>,松毛虫的临界分化日后移,随着气温的回升,直到六月上旬后,幼虫才恢复正常。由于春季短光周的影响,幼虫历期延长了。表1中处理Ⅲ正是这一现象的模拟。即当松毛虫幼虫初龄感受短光周后,在较高温度条件下,虽可顺利地完生活史,但历期明显地延长,所需的有效积温也相应增加。同样,第二代幼虫,孵化较早的那一部份,与表1中处理Ⅱ的结果雷同,即在高温条件下,只要幼虫的初龄阶段光周要求得到了满足,对后期发育历期则不会出现明显的影响,这正是第二代幼虫历期较正常的原因,也是第一代和第二代历期和有效积温所以出现不同的原因。至于越冬代,表1中处理Ⅳ显示,生活在短光周条件下的幼虫,即使在较高温度条件下,其龄期、历期都明显增加,完成幼虫期都需百天以上,如此长的幼虫历期,在自然界,如不包括冬蛰在内,幼虫是无法存活和继续发育的。所以,不论是二代虫越冬的,还是三代虫越冬的,它们幼虫的龄期都较多<sup>[7]</sup>,各龄的历期也都有不同程度的延长。

综上所述,作者建议:

(1) 对像松毛虫这类生活史中存在着明显的滞育阶段等生物学特性的昆虫,只有在明确了滞育等现象的决定因子,以及这类因子对其生长发育的影响,有效积温法则在预测其发生世代及各个虫期的发生期时,才能得到正确的应用。

(2) 鉴于此,对像松毛虫这类害虫有效积温的测定应制订规范化的测试方法,得出正确的有效积温值。反之,从这一正确有效积温值实地应用时所出现的异常和偏差中,再去发现过去尚未注意和应该深入研究的问题,从而扩大有效积温法则的效应。

### 参 考 文 献

- 1 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):76~79.
- 2 李兆麟,贾凤友,何忠,等.油松毛虫滞后发育与寄主的关系.林业科学研究,1992,5(6):671~674.

- 3 李兆麟, 贾凤友. 松毛虫光照周期反应Ⅳ——二、三代分化的研究. 林业科学研究, 1991, 4(4): 409~413.
- 4 肖刚柔, 严静君, 徐崇华, 等. 马尾松毛虫发生动态的研究. 林业科学, 1964, 9(3): 201~220.
- 5 李兆麟, 贾凤友. 油松毛虫的光周期反应: 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. 油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 刘友樵, 殷薰芬, 陈孝泽. 湖南省马尾松毛虫生物学特性的初步观察. 昆虫学报, 1957, 7(1): 21~51.

*Limitations of the Method of Effective Accumulation  
Temperature in Predicting the Generations of the  
Pine Caterpillars (Dendrolimus spp.)*

Li Zhaolin Jia Fengyou

**Abstract** The photoperiodic effects on the growth and development of pine caterpillars should be seriously considered in the application of the EAT (effective accumulation temperature) in predicting the generations of this pest. Photoperiods play a key role in determining the generation and its differentiations of *Dendrolimus* spp. in nature. In that short day cycles can cause the increase of instar and the prolongation of larval periods, and make caterpillar need more days to complete its life cycle. In the field, the prolongation of life cycle varies mainly according to the photoperiods received by the young larvae. A standard method which estimates the EAT of pine caterpillar is suggested in this paper.

**Key words** *Dendrolimus* spp., photoperiodic effect, effective accumulation temperature (EAT)

---

Li Zhaolin, Professor, Jia Fengyou (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).