

92, 12(1)  
1-7

1796(1)

# 封山育林对昆虫群落结构及多样性稳定性影响的研究

高宝嘉  
(河北林学院, 保定)

张执中, 李镇宇  
(北京林业大学)

5718.521.1

## 摘 要

为了探讨封山育林的抗虫机制及对害虫的营林管理对策, 本文研究了封山育林对昆虫群落时空结构及多样性、稳定性的影响。利用机械抽样方法在4种不同封山类型林分内的调查表明, 封山育林可以使得林内昆虫群落的种类数量尤其是天敌类群的种类数量显著增加, 封山区天敌类群所占比例较未封山区增加33.88%, 昆虫群落的垂直结构更加复杂; 随着时间的变化, 封山区昆虫种类数及种类多样性增加幅度较大, 个体数量变化平缓, 群落的稳定性有较大增强。

关键词: 封山育林, 昆虫群落结构, 多样性指数, 稳定性。

从生态学角度对害虫采取营林管理对策, 是现代森林害虫管理的重要内容之一。在这方面, 国内外已有不少学者做过有益的探索<sup>[1-3]</sup>。作者在对封山育林抗虫机制的研究中, 曾分析了封山育林对植物群落结构及多样性的影响<sup>[4]</sup>。对于深入地研究封山育林所造成的昆虫群落的变化, 以进一步探讨对资源的管理对策, 进而探讨植物和昆虫群落间的生态关系以及对有害种群的控制是有理论和实践意义的。

## 一、研究方法

### 1. 试验地概况

试验地设在河北省抚宁县的低山丘陵区, 均为经人为破坏或松毛虫为害后生长起来的油松天然次生林。根据封护年限和林分状况将林地分为4种类型:

- I 未封幼林: 林龄10年左右, 未封山, 人为破坏严重, 林下植被稀少, 林相残破。
- II 未封成林: 林龄25年左右, 未封山, 修枝放牧严重, 地被物稀少, 郁闭度低。
- III 封山幼林: 林龄10年, 封山, 林木生长健壮, 林下植被丰富, 郁闭度较高。
- IV 封山成林: 林龄30年左右, 长期封山, 林相整齐, 为多层次复层林, 林分垂直结构复杂。

### 2. 调查方法

在4个不同封山类型的林地中, 选择立地条件及林分状况相似的典型林分, 设置20×20m<sup>2</sup>标准地14块, 于1987—1988年调查以下各项内容。

- (1) 林冠层昆虫调查, 每样地机械抽取30株林木, 实际调查统计昆虫种类、数量。

本文于1990年7月20日收到。

(2) 林间昆虫调查, 在沿标准地对角线 3 m 宽的样带内统计植物上的昆虫种类数量, 同时, 随机扫网 100 网, 对采集到的昆虫进行分类记数。

(3) 枯落物层昆虫调查, 每样地梅花状设置  $2 \times 2 \text{ m}^2$  样方 5 个, 统计其内的昆虫种类数量。

(4) 土壤昆虫调查, 每样地设  $1 \times 1 \text{ m}^2$  样方 5 个, 每 10cm 取土一次, 筛土检查昆虫种类数量, 取土深度一般为 40cm。

(5) 灯诱昆虫调查, 灯诱是为调查各类型林分的昆虫种类而进行的辅助调查。在各林地内选具有隔离性的典型样点, 用手提式小型诱虫灯, 每晚诱集 2 小时, 收集昆虫, 鉴定种类。

需要说明的是, 为叙述方便文中将蜘蛛类群也收到昆虫群落内。调查时有些群落中不重要或个体极小的种类未列入, 如蜉蝣目、毛翅目、弹尾目等。由于未封成林与未封幼林条件相似, 未封幼林已能代表其变化, 故在后来的调查中未包括未封成林。

### 3. 数据分析方法

昆虫群落及各类群的多样性测度均采用能较好地体现昆虫群落结构复杂程度的 Shannon-Wiener 多样性指数公式:  $H' = -\sum P_i \ln P_i$  (5-9)

## 二、结果与分析

### 1. 昆虫群落组成的变化

#### (1) 昆虫群落组成的水平分化

在各类型林分内的调查表明, 无论是在种群数量还是在类群构成上, 不同类型林分内的昆虫群落出现明显分化(见表1、表2)。封山区昆虫群落及各类群的种类和个体数量均明显高于未封山林分。其中尤以封山幼林最为显著, 与未封林分相比, 种数分别高出 77.03% 和 85.8%, 个体数分别高出 79.2% 和 148.7%。而封山成林与未封林分相比, 种数平均增加 38.2%、个体数增加则不明显。这个结果说明了封山育林对昆虫群落丰富度的影响。封山早期

表 1 各类型林分昆虫群落各类群种类数量

Table 1 The quantity of species and individuals of each insect group in various stands

林分类型 Type of stand	植食类群 Phytophagous group		寄生类群 Parasitic group		捕食类群 Predatory group		蜘蛛类群 Spider group		其它类群 else group		总计 Total	
	种类	数量	种类	数量	种类	数量	种类	数量	种类	数量	种类	数量
	NS	NI	NS	NI	NS	NI	NS	NI	NS	NI	NS	NI
I	95	379	22	24	11	28	11	49	11	12	148	490
II	87	218	22	44	9	34	11	42	12	15	141	353
III	147	649	52	70	29	07	21	47	13	15	262	878
IV	119	369	34	38	25	36	17	44	4	4	199	491

NS: Number of species

NI: Number of individuals

I: Unclosed young forest

II: Unclosed standard forest

III: Closed young forest

IV: Closed standard forest

幼林内植物种类数量剧增和良好的光照条件, 使得林内昆虫种类丰富, 个体数量也较多, 而封山时期长的成林则由于林内稳定的生态条件使昆虫数量相对稳定。

表 2 是昆虫各类群种类数在群落中所占比例的变化情况, 由此可见, 封山林分内植食昆虫类群所占比例并不高于未封林分, 而天敌类群所占比例则明显高于未封林分。这表明封山育林对昆虫群落组成的影响主要是使天敌类群的种类和数量增加了, 亦即使天敌类群更丰富了。

表 2 各类型林分昆虫群落种类组成比较

Table 2 The comparison of the species composition of insect community in various stands (%)

林分类型 Type of stand	植食类群 Phytophagous group	寄生类群 Parasitic group	捕食类群 Predatory group	蜘蛛类群 Spider group	其它类群 Else group
I	64.19	13.51	7.43	7.43	7.43
II	58.78	15.60	6.38	7.80	8.61
III	56.11	19.85	11.07	8.02	4.96
IV	59.79	17.09	12.66	8.54	2.01

## (2) 昆虫群落组成的垂直变化

各类型林分内昆虫群落垂直结构变化的总趋势是, 林冠层和林间层以鳞翅目、同翅目昆虫为优势类群, 枯落物层和土壤层中则以鞘翅目为主要类群。另外, 林冠层中的膜翅目和蜘蛛, 林间层中的双翅目昆虫也较多。更值得注意的是枯落物层中的蜘蛛是一个非常突出的类群, 约占调查昆虫总数的一半(见表 3)。

表 3 还表明封山育林对昆虫群落垂直结构产生的较大影响是, 使得各垂直层次的优势类群较分散, 优势度降低; 昆虫数量在各类群间相对较平均; 天敌类群所占比例增加。在林冠

表 3 各类型林分不同层次昆虫群落组成比较

Table 3 The comparison of the insect community composition in different layers in various stands (%)

层次 Layer	林分类型 Type of stand	鳞翅目 Lepidoptera	鞘翅目 Coleoptera	膜翅目 Hymenoptera	半翅目 Hemiptera	同翅目 Homoptera	双翅目 Diptera	直翅目 Orthoptera	其它目 Else orders	蜘蛛 Spider
林冠层 Crown layer	I	31.54	3.18	20.41	0.12	35.21	0	0.12	1.71	7.70
	II	15.49	5.12	26.97	2.63	26.14	0	0.69	3.73	19.23
	IV	11.82	7.45	7.64	1.27	34.0	0	1.45	1.82	34.64
林间层 Lower growth layer	I	23.14	8.21	7.60	7.51	16.51	17.29	3.58	8.47	7.69
	II	16.33	15.11	13.33	8.00	9.56	13.44	2.67	4.00	17.56
	IV	26.24	10.07	7.98	10.07	14.30	16.04	2.36	1.12	11.82
枯落物层 Duff layer	I	0	21.95	7.32	4.06	0	0	0	19.51	47.15
	II	0	11.65	16.06	1.61	0	0	0	16.68	61.01
	IV	0	11.76	9.63	2.67	0	0	0	25.13	60.80
土壤层 Soil layer	I	2.15	68.67	5.38	0	0	25.81	0	0	0
	II	4.64	60.91	6.36	0	14.55	13.64	0	1.82	0
	IV	3.90	74.03	10.39	0	0	11.69	0	0	0

层和林间层, 未封幼林的优势类群只集中在鳞翅目, 同翅目等少数几个科内, 且优势度十分突出; 而在封山类型林分优势类群则为蜘蛛、膜翅目、同翅目、鳞翅目和鞘翅目。其中尤为明显的是, 封山幼林中鳞翅目、同翅目等主要害虫类群所占比例大幅度下降, 相反, 蜘蛛和膜翅目等天敌类群所占比例显著增加。

### (3) 昆虫群落组成的时间分化

调查表明,昆虫群落个体数量从5—10月依次降低,其中以未封幼林下降幅度较大,而昆虫群落种数则随时间变化而增加,其中以未封幼林增加幅度最小(见表4)。说明封山育林使得昆虫群落随时间变得更加复杂、更加稳定。

表4 各类型林分昆虫群落种类数量的月变化

Table 4 The monthly changes of the number of insect species and individuals in various stands

林分类型 Type of stand	5月 May		6月 Jun.		7月 Jul.		8—9月 Aug.—Sep.		10月 Oct.	
	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS	数量 NI	种类 NS
	I	839	33	526	57	253	57.7	209	56	90.3
II	344	50.5	378.5	100.8	292.8	102.5	258.5	110	59.3	23.3
IV	374	48.8	453.4	92.6	221.2	98	202	103.8	63.8	25.4

对昆虫群落各类群种类数量月变化的进一步分析还表明,封山林分昆虫种数的大幅度增加主要是由于天敌类群的增加所致。从5月至9月封山林分天敌类群种数增加了148%,而植食昆虫种数只增加了83%;未封山林分天敌种数增加45%,植食昆虫种数增加32%。就个体数量变化来看,封山区植食昆虫个体数量下降了67%,而天敌昆虫个体数反而增加了102.7%,在未封山区天敌昆虫个体数量只增了48.7%。说明封山育林对昆虫群落在时间过程中变化的影响是天敌类群的复杂性增加了。

## 2. 昆虫群落多样性的变化

### (1) 各类型林分昆虫群落的多样性及差异

调查表明封山林分无论是整个群落还是各类群,其多样性指数均显著高于未封林分(见表5)。在各类群中,尤以蜘蛛和寄生类群增加幅度较大,封山幼林分别增加28.5%和41.76%;封山成林分别增加23.4%和45.2%。

表5 各类型林分昆虫群落及各类群多样性指数

Table 5 The diversity indices of the insect community and its each group in various stands

林分类型 Type of stand	标准地号 Number of stand	昆虫群落 Insect community	植食类群 Phytophagous group	寄生类群 Parasitic group	捕食类群 Predatory group	蜘蛛类群 Spider group
I	1	2.4732	1.5346	2.2705	1.2522	1.7812
	2	2.2276	1.4297	1.6968	1.4048	1.8933
	3	2.5821	1.5915	2.1517	1.1418	1.7194
II	8	3.1191	1.8943	2.7724	1.8753	2.1989
	9	3.4193	2.2385	2.9314	1.7740	2.4733
	10	3.2775	2.1297	2.9358	1.5076	2.2611
	11	3.2783	1.9937	2.9286	1.6924	1.9412
IV	12	3.1507	2.0192	3.0858	1.6871	2.3138
	13	3.1079	1.7736	2.9203	1.7353	2.1958
	14	3.1424	1.6703	2.9637	1.7333	2.3220
	15	2.9166	1.6174	2.9324	1.7228	2.1757
	16	3.1558	1.9439	2.9258	1.6576	2.0851

### (2) 各类型林分昆虫群落多样性的时间变化

昆虫群落及各类群的多样性在各类型林分中的变化趋势是,随时间的延续而趋于增加,

9 月为最高峰, 10 月突然下降(见表 6)。

昆虫群落多样性在时间过程中的这种变化, 体现着昆虫群落复杂程度增加的情况。就变化的幅度来看, 仍然是封山林分变化大, 而未封山林分则相对较小。说明封山育林使昆虫群落随时间变化而更加复杂了, 这与前面的分析是一致的。就各类群多样性的月变化来看, 较突出的是天敌类群多样性在封山林分随时间的变化而稳定的增加, 其中尤以寄生类群为甚, 5 月至 9 月平均增加了 29.1%。而在未封幼林中天敌昆虫各类群多样性则增加不明显, 而且在 10 月份下降的幅度又明显超过封山林分。说明了封山育林不仅使昆虫群落中天敌类群种类更加丰富构成更加复杂, 而且在时间变化过程中种类数量更加均匀, 从而使群落的稳定性增强。

表 6 昆虫群落及各类群多样性指数月变化

Table 6 The monthly changes of the diversity indices of the insect community and each group in various stands

昆虫类群	林分类型	5 月	6 月	7 月	8—9 月	10 月
Insect community	Type of stand	May	Jun.	Jul.	Aug.—Sept.	Oct.
植食类群 Phytophagous group	I	1.2502	1.3228	1.9164	1.9882	1.1167
	II	1.4153	1.9538	2.7626	2.6838	1.5029
	IV	1.2489	1.4327	2.1093	2.7538	1.4690
寄生类群 Parasitic group	I	2.2051	2.6782	2.6495	2.2942	0.6776
	II	2.7348	3.2793	3.8904	3.5371	1.4985
	IV	2.8062	3.2051	3.1915	3.6791	2.0469
捕食类群 Predatory group	I	1.1864	1.3465	0.6760	2.0560	1.0890
	II	1.2469	1.9725	2.0057	2.0823	1.1478
	IV	1.0554	1.8876	2.0482	2.4511	1.1806
蜘蛛类群 Spider group	I	1.3043	2.4444	1.9636	1.8264	1.3022
	II	1.7293	2.7018	1.9171	2.6831	1.9240
	IV	1.9185	2.6171	2.3372	2.4463	1.7412
昆虫群落 Insect community	I	1.6751	2.3705	2.7954	3.3381	1.9522
	II	2.3148	3.4673	3.8228	4.0464	2.7109
	IV	2.1351	3.0358	3.3593	4.1677	2.8055

### 3 昆虫群落相对稳定性的变化

昆虫群落的相对稳定性长期以来一直为群落生态学家们所关注, 其表述及成因的解释也各不相同<sup>[10-14]</sup>。针对所研究的对象为森林昆虫群落及其所处的环境条件, 本文试图用全年种数与总个体数之比( $S_p/S_i$ )和天敌类群种数与植食昆虫种数之比( $S_e/S_p$ )来表达群落的相对稳定程度。将全年各月所调查的种数和个体数取平均值进行计算, 这样所反映的不仅是一个静态的比值, 而且反映了全年昆虫群落组成的变化情况, 当  $S_p/S_i$  较大时则说明种数较多而个体数相对较少, 反映了种类间数量上的制约作用。 $S_e/S_p$  则反映群落内部食物网络关系的复杂性及相互制约的程度。因为种在群落中的地位比个体更突出。测算结果见表 7。

由此可见昆虫群落的相对稳定性在封山林分中明显地增强了。封山幼林和封山成林比未封幼林  $S_p/S_i$  值分别增加了 127.85% 和 92.45%,  $S_e/S_p$  分别增加了 31.25% 和 42.46%。这说明了封山林分中昆虫群落种类较多而个体数量相对较少, 没有突发性; 天敌类群所占比例增加, 从而使得群落内网络关系更加复杂, 内部制约机制更加深刻, 进而使得群落增加了对

表 7 各类型林分昆虫群落相对稳定性值

Table 7 The relative diversity value of insect community in various stands

林分类型 Type of stand	I				II				IV					
	1	2	3	平均 Mean	8	9	10	11	平均 Mean	12	13	14	15	平均 Mean
$S_n/S_1$	0.1238	0.0960	0.1778	0.1325	0.2872	0.2872	0.2448	0.3934	0.3091	0.2534	0.2471	0.3004	0.2191	0.2550
$S_n/S_p$	2.0811	1.7343	1.7683	1.8612	2.6003	2.5625	2.2342	2.3650	2.4428	2.5102	2.3021	3.0568	2.7368	2.6515

外界扰动的缓冲能力,使稳定性增强。

### 三、讨 论

1. 昆虫群落及其各类群的多样性指数可以较好地表现群落的结构状态,对其变化的深入分析对揭示群落内部种群之间数量上的制约关系,考察群落的功能和动态是十分有益的。

2. 群落的稳定性是群落结构的最重要特征之一,它主要反映了解群落整体抵抗外界干扰的能力,对群落稳定性的表达,应充分考虑群落内部种群之间的网络关系及相互制约程度。用全年平均种数与个体数之比和天敌类群与植食类群种数之比表达群落的相对稳定性有一定意义,作为一种尝试也有待进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] David, M. Baumgarthner, et al, 1984, Silvicultural management strategies for the pests of the interior Douglas-fir and Grand fir forest types. Washington State University p.91—94.
- [2] 彭建文等, 1986, 封山育林对控制松毛虫灾害机制的研究, 湖南林业科技 (2): 1—7.
- [3] 周鼎英等, 1987, 封山育林控制马尾松毛虫机制的研究, 林业科学(昆虫专辑) 27—34.
- [4] 高宝嘉等, 1992, 封山育林对植物群落结构及多样性的影响, 北京林业大学学报 14(2)
- [5] 金翠霞等, 1981, 群落多样性测定及其应用的探讨, 昆虫学报 24(1):28—33.
- [6] 吴亚等, 1980, 草甸昆虫群落及其空间与时间结构, 昆虫学报 23(1):156—165.
- [7] 万方浩等, 1986, 综防区和化防区稻田害虫-天敌群落组成及多样性的研究, 生态学报 6(2):159—170.
- [8] Lawton, J.H. 1978, *Diversity of insect faunas*, Ed. by Mound, L. A. and Waloff, N. 105—123.
- [9] MacArthur, R. 1964, Environmental factors affecting bird species diversity, *Amer. Natur.* 98: 387—397.
- [10] 王淑芬等, 1986, 马尾松林冠层昆虫群落结构及演替研究初报, 中南林学院学报 6(1):1—11.
- [11] 任立宗等, 1988, 马尾松林昆虫群落及时空结构的研究, 林业科学研究 1(4):397—403.
- [12] Hurd, L. E. 1971, Stability and diversity at three trophic levels in terrestrial successional ecosystems. *Science* 173:1134—1138.
- [13] Goodman, D. 1975, The theory of diversity-stability relationships in ecology, *The Quarterly Review of Biology* 50(3):237—266.
- [14] Whittaker, R. H. 1969, Diversity and Stability in ecological systems. *Brook-haven Symp. Biol.* 22:178—195.

## STUDIES ON THE INFLUENCE OF THE CLOSED FOREST ON THE STRUCTURE, DIVERSITY AND STABILITY OF INSECT COMMUNITY

Gao Bao-Jia

(Hebei Forestry College, Baoding)

Zhang Zhi-Zhong Li Zhen-Yu

(Beijing Forestry University)

In this paper, the influences of closed forest on the species composition, spatial and temporal structure, diversity and stability of insect community are studied. And the expression of insect community stability are approached, too. The investigation which are carried out in four different closed or unclosed forest stands shows that the closed forest can greatly change the composition and the structure of the insect community and make the number of the insect species and individuals, especially the enemy group, increase obviously. The proportion of the natural enemy group in the insect community in closed forest stands increases by 33.89% more than that in unclosed forest stands. The vertical structure of the insect community becomes more complicated. In closed forest stands, the insect species number and diversity index considerably increase with time, the number of the individuals changes gently, the community stability increases greatly, too.

**Key words:** closed forest, insect community structure, diversity index, stability.