

# 落叶松落叶病的生态控制技术研究\*

王东升 孙礼 何平勋 高峻崇 曹丽君 宋福强

**摘要** 根据吉林省近千块长白落叶松人工林分病情与 10 个林分因子关系的标准地调查分析,推导出长白落叶松落叶病病情指数与其相关的林分生态因子——林分类型、密度、林龄、枝下高、土壤、地形的数学模型: $y=15+21C_{11}+6C_{12}+9C_{13}-23C_{21}-15C_{22}-C_{23}+3C_{31}+19C_{32}+19C_{41}+9C_{42}+8C_{51}-10C_{61}$ (磐石模型); $y=21.0+16.5C_{11}+2.9C_{12}+4.9C_{13}-22.6C_{21}-15.0C_{22}-1.7C_{23}+0.4C_{31}+15.8C_{32}+16.9C_{41}+7.4C_{42}+7.9C_{51}-9.5C_{61}$ (吉林模型);其偏相关系数分别为:磐石模型:0.605、0.723、0.634、0.627、0.323、0.426,复相关系数 0.919;吉林模型:0.657、0.75、0.69、0.64、0.42、0.49,复相关系数 0.931。用此两公式对应判对。对磐石县 1987~1991 年 141 块标准地判对率为 72.3%,对 1987~1992 年全省 823 块标准地的应用判对率为 67.4%。提出该病林分病情生态预测预报技术和造林营林措施为主的生态控制技术。

**关键词** 落叶松落叶病、生态控制技术、长白落叶松

落叶松落叶病(*Mycosphaerella larici-leptolepis* Ito et al.)为我国北方落叶松(*Larix olgensis* Henry)人工林的重要病害。自 60 年代,国内外连续进行了以化学农药为主的防治技术研究和生产防治,但一直未能从根本上控制该病的危害。关于该病害与环境条件的关系,仅限于零星报道。为此,根据森林生态学理论,通过大量调查研究,对该病和林分生态因子的关系进行了全面、综合、系统的定性、定量分析研究,试图探索病害发生的森林生态规律,采用营林措施调整落叶松人工林林分内的生态关系,以长期有效地控制其危害。

## 1 病情和林分生态因子关系的调查分析

为摸清落叶松人工林的林分病情与林分类型、密度、林龄、平均枝下高、下木、下草种类及覆盖度、土壤种类、林分地形、病原菌数量和当年 6、7 月份降水量等因子的关系,在以往研究<sup>[1~3]</sup>的基础上,通过固定试验林的多年观察,室内外实验和 300 余块标准地调查数据的统计分析,确定落叶松落叶病的主要林分生态因子。

### 1.1 林分病情与林分类型的关系

根据落叶松人工林树种组成和比例,分为大面积纯林、大面积混交林、小面积纯林、小面积混交林 4 个因子水平(见表 1)。据 1987~1990 年在磐石、梅河口、辉南等县(市)115 块林分类型标准地的统计分析表明(见表 2):落叶松人工林纯林病情指数明显高于针阔混交林,大面积纯林高于小面积纯林。大面积纯林的病情指数分别是小面积纯林,大、小面积针阔混交林的 1.

1993—09—15 收稿。

王东升工程师,何平勋,高峻崇,曹丽君,宋福强(吉林省林业科学研究院 长春 130117);孙礼(吉林省磐石县森林病虫害防治站)。

\* 本文为林业部“八五”重点项目“落叶松落叶病综合防治技术研究”的部分研究内容。吉林省林科院尹泰龙研究员参加本项研究的微机数量化分析,在此表示感谢。

5、2.3和2.7倍。据统计,落叶松与樟子松(*Pinus sylvestris* L. var. *mongolica* Litv.)、红皮云杉(*Picea koraiensis* Nakai)、杉松(*Abies holophylla* Maxim.)等针叶混交林平均病情指数,与小面积纯林相近或略轻,但明显高于针阔混交林。说明林分病情与林分类型关系密切,属落叶松落叶病的重要生态因子。

表1 落叶松落叶病林分生态因子划分标准

林分生态因子			划分标准
种类	水平	简称/代号	
林分类型 (C <sub>1</sub> )	大面积纯林	大纯/C <sub>11</sub>	面积大于2 hm <sup>2</sup> 的落叶松人工纯林
	小面积纯林	小纯/C <sub>12</sub>	面积小于2 hm <sup>2</sup> 的落叶松人工纯林
	大面积混交林	大混/C <sub>13</sub>	面积大于2 hm <sup>2</sup> 的落叶松人工针阔混交林,阔叶树占10%以上
	小面积混交林	小混/C <sub>14</sub>	面积小于2 hm <sup>2</sup> 的落叶松人工针阔混交林,阔叶树占10%以上
林分密度 (C <sub>2</sub> )	3 000 株/hm <sup>2</sup>	低密/C <sub>21</sub>	林分密度3 400 株/hm <sup>2</sup> 以上
	4 000 株/hm <sup>2</sup>	中密/C <sub>22</sub>	林分密度3 500~4 400 株/hm <sup>2</sup>
	5 000 株/hm <sup>2</sup>	高密/C <sub>23</sub>	林分密度4 500~5 400 株/hm <sup>2</sup>
	6 000 株/hm <sup>2</sup>	极密/C <sub>24</sub>	林分密度5 500 株/hm <sup>2</sup> 以上
林龄 (C <sub>3</sub> )	10年生以下	幼龄/C <sub>31</sub>	(同常规营林标准)
	11~20年生	中龄/C <sub>32</sub>	(同常规营林标准)
	21年生以上	近成/C <sub>33</sub>	(同常规营林标准)
枝下高 (C <sub>4</sub> )	1.5 m以下	低枝/C <sub>41</sub>	(同常规营林标准)
	1.5~3.0 m	中枝/C <sub>42</sub>	(同常规营林标准)
	3.0 m以上	高枝/C <sub>43</sub>	(同常规营林标准)
土壤 (C <sub>5</sub> )	非适生	非适生/C <sub>51</sub>	包括白浆土及白浆化暗棕壤、薄层暗棕壤、潜育草甸土等
	适生	适生/C <sub>52</sub>	包括中、厚层暗棕壤、新积土、草甸土等
地形 (C <sub>6</sub> )	坡地	坡地/C <sub>61</sub>	5°以上或山坡中上腹地,排水良好
	非坡地	非坡地/C <sub>62</sub>	5°以下缓坡、河滩平地、鸡爪岗、坡间谷地、山脊等

表2 落叶松林分类型与病情关系

调查年份	大面积纯林		小面积纯林		针叶混交林		大面积针阔混交林		小面积针阔混交林	
	标地数 (块)	平均 病情指数	标地数 (块)	平均 病情指数	标地数 (块)	平均 病情指数	标地数 (块)	平均 病情指数	标地数 (块)	平均 病情指数
1987~1989	9	56.0	14	33.0	8	29.8	6	23.0	—	—
1990	39	48.0	17	36.0	—	—	10	23.0	12	19.0
(平均)	48	52.0	31	34.5	8	29.8	16	23.0	12	19.0

## 1.2 林分病情与林分密度的关系

对8~18年生落叶松人工纯林92块标准地的统计分析,林分密度3 400株/hm<sup>2</sup>以下,3 500~4 400株/hm<sup>2</sup>、4 500~5 400株/hm<sup>2</sup>、5 500株/hm<sup>2</sup>以上(参见表1)的平均病情指数分别为15.5、44.2、49.2、57.2。说明病情随林分密度增大而加重,属于该病林分生态因子。

## 1.3 林分病情与林分土壤的关系<sup>[2]</sup>

对107块10~20年生落叶松人工纯林标准地调查(表3)表明:“非适生”土壤的林分病情高于“适生”。4a的病情总平均相差74%,说明林分病情与土壤因子关系密切,为重要林分生态因子。

表 3 土壤种类与病情关系

土壤条件	1987 年		1988 年		1989 年		1990 年		病情指数 总平均值
	标准地 (块)	平均病 情指数	标准地 (块)	平均病 情指数	标准地 (块)	平均病 情指数	标准地 (块)	平均病 情指数	
非适生	11	51.3	15	35.9	9	37.8	31	51.6	44.2
适生	13	45.6	4	9.2	5	8.6	19	38.1	25.4

#### 1.4 林分病情与平均枝下高的关系

据 108 块 20 年生以下落叶松人工纯林标准地统计和方差分析表明(表 4):林分平均枝下高对落叶松落叶病病情有显著作用,枝下高越低,病情越重。

#### 1.5 林分病情与林分地形的关系

对 56 块 11~20 年生,立地条件相近的落叶松人工纯林标准地统计分析表明(见表 5):“坡地”病情平均值均低于“非坡”。说明林分病情与地形关系密切。

#### 1.6 林分病情与林龄的关系

据报道,8~17 年生落叶松人工林发病重,7 年生以下(未郁闭)和 20 年生以上时病情明显减轻。据 146 块落叶松人工纯林的标准地统计表明(表 6)。6 年生以下的发病最轻,10~15 年生病情最重;21 年生以上的病情指数明显下降。说明林分病情与林龄关系密切。

#### 1.7 与林分病情有关的其它因子

1.7.1 气象因子 如 6~7 月份的降水量大或小时,可在较大的气象区域内引起落叶松落叶病当年病情的普遍增加或降低。

1.7.2 林分内下木、下草种类及其覆盖度大小

这对林分病情有显著作用,同时也与造林地来源(退耕地、采伐迹地等)、土壤、地形、林分密度、林龄等密切相关,属派生性生态因子。

1.7.3 病原菌及其数量 据多年调查,在吉林省中东部林区,凡有落叶松生长的地方,就有落叶松落叶病的存在。林分中病原菌数量多少,与上述林分各因子之间的生态综合协同作用密切相关,属派生性生态因子。其最终反映为林分病情指数。

## 2 落叶松落叶病生态模型的建立

### 2.1 磐石模型

2.1.1 磐石模型的建立 根据 1990 年在磐石 103 块标准地的林分病情与上述 6 项林分生态

表 4 林分枝下高与病情的关系

年份	枝下高(m)	标准地(块)	平均病情指数
1987	小于 1.5	24	45.1
	1.5~3.0	13	34.8
	3.0 以上	4	21.0
1990	小于 1.5	12	57.2
	1.5~3.0	31	46.1
	3.0 以上	24	30.5

表 5 林分病情与地形关系

序号	标准地 类型	坡地		非坡地	
		标准地 (块)	平均病 情指数	标准地 (块)	平均病 情指数
1	低密、适生	6	11.6	1	17.1
2	低密、适生	4	23.3	3	37.2
3	低密、非适	6	30.0	20	42.9
4	中密、适生	5	24.3	3	36.7
5	中密、非适	2	47.7	1	60.7
6	高密、适生	1	36.3	1	40.0
7	高密、非适	1	50.8	2	75.4
	(平均)		32.0		44.3

注:序号 1 为高枝,其余均为中枝。

表 6 林分病情与林龄的关系

林龄 (a)	6 以下	7~9	10~12	13~15	16~18	19~20	21 以上
病情 指数	2.7	35.9	49.5	40.9	31.4	31.5	13.8

因子的调查,通过模型 I,将上述各项因子数量化,回归后得出落叶松落叶病生态模型(磐石模型):

$$y=15+21C_{11}+6C_{12}+9C_{13}-23C_{21}-15C_{22}-C_{23}+3C_{31}+19C_{32}+19C_{41}+9C_{42}+8C_{51}-10C_{61},$$

式中  $y$  为林分病情指数;  $C_{11} \sim C_{61}$  为林分生态因子水平的代号(见表 1)。各生态因子的偏相关系数分别为 0.605、0.723、0.634、0.627、0.323 和 0.426,复相关系数 0.919,标准差 0.94。

2.1.2 磐石模型检验 根据 1990 年林业部落叶松落叶病危害等级标准:无病(病情指数 < 24)、轻病(25~40)、中病(41~65)、重病(>66),将 1990 年 103 块标准地的林分生态因子分别代入落叶松落叶病林分生态数学模型,进行拟合检验,其拟合判对率为 70.9%;利用 1987~1991 年 141 块标准地进行应用判对率检验,应用判对率 72.3%(见表 7)。

表 7 林分病情指数拟合检验结果

标准地	实 测		预 测		标准地	实 测		预 测		标准地	实 测		预 测	
	病情指数	病级	病情指数	病级		病情指数	病级	病情指数	病级		病情指数	病级	病情指数	病级
90-1	54.2	中	55	中	90-40	27.4	轻	27	轻	90-124	54.2	中	57	中
90-2	55.6	中	57	中	90-41	46.8	中	63	中	90-125	82.3	重	61	重
90-3	58.6	中	52	中	90-42	27.3	轻	38	轻	90-126	55.2	中	55	中
90-4	20.9	无	31	轻	90-43	26.7	轻	38	轻	90-127	31.4	轻	31	轻
90-6	2.8	无	18	无	90-44	45.5	中	53	中	90-128	52.9	中	73	重
90-7	21.8	无	33	轻	90-45	15.7	无	27	轻	90-129	51.1	中	59	中
90-8	70.8	重	63	中	90-46	40.7	中	45	中	90-130	23.3	无	31	轻
90-8	0	无	18	无	90-49	34.2	轻	49	中	90-131	44.7	中	50	中
90-9	0	无	18	无	90-50	7.6	无	30	轻	90-132	70.4	重	60	中
90-10	42.4	中	43	中	90-52	64.3	中	67	中	90-133	38.8	轻	40	轻
90-11	100	重	82	重	90-53	21.0	无	10	无	90-135	32.5	轻	41	中
90-12	37.7	轻	39	轻	90-56	37.5	轻	30	轻	90-136	40.0	轻	33	轻
90-13	72.0	重	71	重	90-57	81.9	重	71	重	90-137	0.2	无	7	无
90-14	2.7	无	10	无	90-100	33.1	轻	22	无	90-138	20.6	无	24	无
90-15	11.7	无	28	轻	90-101	44.0	中	40	轻	90-139	24.3	无	15	无
90-17	48.6	中	36	轻	90-102	43.6	中	40	轻	90-140	29.8	轻	40	轻
90-18	45.3	中	37	轻	90-103	45.7	中	44	中	90-141	34.6	轻	51	中
90-19	11.3	无	10	无	90-104	54.4	中	44	中	90-142	0	无	3	无
90-20	65.6	中	57	中	90-105	30.7	轻	39	轻	90-146	68.3	重	63	中
90-21	82.1	重	71	重	90-106	68.0	重	67	重	90-147	64.3	中	63	中
90-22	31.1	轻	30	轻	90-107	61.0	中	52	中	90-148	46.3	中	51	中
90-23	76.7	重	81	重	90-108	39.7	轻	29	轻	90-150	16.2	无	9	无
90-24	41.0	中	47	中	90-110	56.0	中	64	中	90-151	27.7	轻	24	无
90-25	40.7	中	39	轻	90-111	66.3	重	53	中	90-152	15.4	无	20	无
90-26	61.6	中	57	中	90-112	44.7	中	45	中	90-153	58.4	中	57	中
90-28	16.9	无	10	无	90-113	22.6	无	10	无	90-154	0.4	无	11	无
90-29	5.5	无	10	无	90-114	31.4	轻	18	无	90-155	5.4	无	21	无
90-30	43.9	中	38	轻	90-115	37.1	轻	40	轻	90-156	15.0	无	19	无
90-31	4.6	无	28	轻	90-116	48.2	中	48	中	90-157	10.3	无	11	无
90-32	3.3	无	4	无	90-117	24.2	无	30	轻	90-158	76.4	重	66	重
90-35	23.9	无	33	轻	90-118	24.1	无	18	无	90-159	23.1	无	36	轻
90-36	15.8	无	12	无	90-119	22.1	无	25	无	90-160	64.1	中	70	重
90-37	27.8	轻	29	轻	90-120	51.2	中	47	中	90-162	33.4	轻	36	轻
90-38	88.9	重	66	重	90-121	24.2	无	30	轻					
90-39	76.1	重	67	重	90-122	76.6	重	72	重					

## 2.2 吉林模型

为了使落叶松落叶病生态模型更趋完善,适用于吉林省中东部林区,为减少同一生态类型标准地重复过多引起的权重误差,即同一生态类型保留 1~3 块标准地,利用 1992 年 580 块标准地中的 481 块建立吉林模型:

$$y = 21.0 + 16.5C_{11} + 2.9C_{12} + 4.9C_{13} - 22.6C_{21} - 15.0C_{22} - 1.7C_{23} + 0.4C_{31} + 15.8C_{32} + 16.9C_{41} + 7.4C_{42} + 7.9C_{51} - 9.5C_{61}$$

6 项林分生态因子的偏相关系数分别为:0.657、0.75、0.693、0.642、0.422、0.498;平均标准差 0.35,复相关系数 0.931,其拟合判对率为 74.4%;对吉林省 1987~1992 年共 823 块标准地进行应用检验,其应用判对率为 67.4%。

## 3 营林防治技术

### 3.1 病情预测预报

根据各林分 6 项生态因子(水平)和落叶松落叶病生态模型,即吉林模型或“落叶松落叶病生态指数表”(略),可随时直接计算出林分病情指数,并由此统计各危害等级的发病面积。模型使用方法如下:

在磐石县宝山林场,有一块 14.5 hm<sup>2</sup> 长白落叶松人工纯林,林分密度为 2 200 株/hm<sup>2</sup>,6 年生,枝下高 20 cm,土壤为暗棕壤,坡度 6°,根据落叶松落叶病林分生态因子划分标准(表 1),有项值为 1,无项值为 0,代入磐石模型:

$$y = 15 + 21 \times 1 + 6 \times 0 + 9 \times 0 - 23 \times 1 - 15 \times 0 - 0 + 3 \times 1 + 19 \times 0 + 19 \times 1 + 9 \times 0 + 8 \times 0 - 10 \times 1 = 25.00$$

由此推知此块林地落叶病感病指数为 25.00(当年实测值为 23.1)。因此不需防治<sup>[4]</sup>。

### 3.2 营林防治

根据落叶松落叶病生态模型确定的营林防治技术是防治落叶病的主要手段。通过吉林模型或指数表可确定各林分主导可调发病生态因子,分别实施相应可行的营林防治技术,以调整林分生态关系,不断降低病情。

### 3.3 造林防治

这是实施落叶松落叶病营林防治的基本措施。对宜林地进行造林设计时,根据落叶松落叶病生态模型或指数表,结合宜林地面积、土壤、地形、植被等,预测林分郁闭后(8~10 a)的林分病情。当预测病情指数低于防治指标 44<sup>[4]</sup>时,方可实施造林设计。

## 4 结 论

(1)根据落叶松落叶病的林分生态因子调查研究与数量化分析说明,落叶松落叶病的发生或林分病情是由于多种林分生态因子长期协同作用的结果。

(2)落叶松落叶病的生态模型为: $y = 21.0 + 16.5C_{11} + 2.9C_{12} + 4.9C_{13} - 22.6C_{21} - 15.0C_{22} - 1.7C_{23} + 0.4C_{31} + 15.8C_{32} + 16.9C_{41} + 7.4C_{42} + 7.9C_{51} - 9.5C_{61}$ (吉林省长白落叶松的模型);并以此提出了落叶松落叶病生态预测预报技术和以造林、营林措施为主的生态控制技术。

## 参 考 文 献

- 1 吉林省落叶松早期落叶病防治试验协作组. 落叶松早期落叶病的防治. 中国林业科学, 1976, 12(1): 65~71.
- 2 《吉林森林》编辑委员会. 吉林森林. 北京: 中国林业出版社, 1988. 23~46.
- 3 伊藤一雄. 图说树病新讲. 东京: 地球出版株式会社, 1964. 244~249.
- 4 常乃庆, 张启云, 佟影, 等. 落叶松落叶病发生指标和防治指标的研究. 林业科学研究, 1991, 4(2): 128~132.

## Primary Research on the Ecological Control of Larch Needle Cast

Wang Dongsheng Sun Li He Pinxun Gao Juncong  
Cao Lijun Shong Fuxiang

**Abstract** From 1986 to 1991, an intensive investigation on the disease index and ecological factors of larch needle cast was made in forest farms in Jilin Province. The data analysis of three hundred plots of larch plantations, *Larix olegensis*, revealed that the disease index of larch needle cast has a lot to do with ecological factors. The ecological model of larch needle cast was thus established as follows:

$$y = 15 + 21C_{11} + 6C_{12} + 9C_{13} - 23C_{21} - 15C_{22} - C_{23} + 3C_{31} + 19C_{32} + 19C_{41} + 9C_{42} + 8C_{51} - 10C_{61}$$

(PAN SHI Model)

$$y = 21 + 16.5C_{11} + 2.9C_{12} + 4.9C_{13} - 22.6C_{21} - 15C_{22} - 1.7C_{23} + 0.4C_{31} + 15.8C_{32} + 16.9C_{41} + 7.4C_{42} + 7.9C_{51} - 9.5C_{61}$$

(JI LIN Model)

where  $y$  stands for forest disease index and  $C_{11} \sim C_{62}$  stands for ecological factors (level). According to the investigation and analysis, the occurrence and development of larch needle cast is the integrated result of different ecological factors over a long period of time. From the models, forecasting technique and ecological control for larch needle cast by afforestation were put forward.

**Key words** larch needle cast, ecological control, *Larix olegensis*

---

Wang Dongsheng, Assistant Professor, He Pinxun, Gao Juncong, Cao Lijun, Shong Fuxiang (Jilin Academy of Forestry Changchun 130017); Sun Li (Jilin Pest Control Station of Panshi County, Jilin Province).