

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

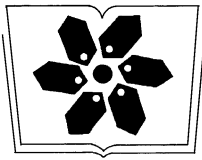
Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 15 期 Vol.31 No.15 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 15 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目 次

地面节肢动物营养类群对土地覆被变化和管理扰动的响应·····	李锋瑞,刘继亮,化伟,等 (4169)
两种书虱微卫星富集文库的构建及比较·····	魏丹丹,袁明龙,王保军,等 (4182)
菲律宾蛤仔 EST-SSRs 标记开发及不同地理群体遗传多样性·····	闫喜武,虞志飞,秦艳杰,等 (4190)
菲律宾蛤仔大连群体不同世代的遗传多样性·····	虞志飞,闫喜武,杨霏,等 (4199)
玻璃温室与田间栽培小麦幼穗分化的比较·····	姜丽娜,赵艳岭,邵云,等 (4207)
施用有机肥环境下盐胁迫小麦幼苗长势和内源激素的变化·····	刘海英,崔长海,赵倩,等 (4215)
黄土高原半干旱区气候变化对春小麦生长发育的影响——以甘肃定西为例·····	姚玉璧,王润元,杨金虎,等 (4225)
不同耕作模式下稻田水中氮磷动态特征及减排潜力·····	冯国禄,杨仁斌 (4235)
大田环境下转 Bt 基因玉米对土壤酶活性的影响·····	颜世磊,赵蕾,孙红炜,等 (4244)
短期淹水培养对水稻土中地杆菌和厌氧粘细菌丰度的影响·····	朱超,Stefan Ratering,曲东,等 (4251)
气候变化背景下广东晚稻播期的适应性调整·····	王华,陈新光,胡飞,等 (4261)
长期封育对不同类型草地碳贮量及其固持速率的影响·····	何念鹏,韩兴国,于贵瑞 (4270)
黄土丘陵区两种主要退耕还林树种生态系统碳储量和固碳潜力·····	刘迎春,王秋凤,于贵瑞,等 (4277)
植物叶表面的润湿性及其生态学意义·····	石辉,王会霞,李秧秧 (4287)
长白山北坡主要森林群落凋落物现存量月动态·····	郑金萍,郭忠玲,徐程扬,等 (4299)
古尔班通古特沙漠及周缘 52 种植物种子的萌发特性与生态意义·····	刘会良,宋明方,段士民,等 (4308)
吉首蒲儿根的繁殖生态学特性及其濒危成因·····	邓涛,陈功锡,张代贵,等 (4318)
栖息地永久性破坏的比例对物种多度稳定值影响的迭代算法·····	时培建,戈峰,杨清培 (4327)
喷施多效唑提高麻疯树幼苗耐盐性的生理机制·····	毛轶清,郑青松,陈健妙,等 (4334)
阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群空间生态位·····	袁菲,骆有庆,石娟,等 (4342)
2009 年云南省白背飞虱早期迁入种群的虫源地范围与降落机制·····	沈慧梅,吕建平,周金玉,等 (4350)
中华稻蝗长沙种群的生活史及其卵滞育的进化意义·····	朱道弘,张超,谭荣鹤 (4365)
“518”油桃主要害虫与其捕食性天敌的关系·····	施晓丽,毕守东,耿继光,等 (4372)
青藏东缘若尔盖高寒草甸中小型土壤动物群落特征及季节变化·····	张洪芝,吴鹏飞,杨大星,等 (4385)
青海可鲁克湖水鸟季节动态及渔鸥活动区分析·····	张国钢,刘冬平,侯韵秋,等 (4398)
排放与森林碳汇作用下云南省碳净排放量估计·····	刘慧雅,王铮,马晓哲 (4405)
北京城市生态占水研究·····	柏樱岚,王如松,姚亮 (4415)
专论与综述	
植物水分传输过程中的调控机制研究进展·····	杨启良,张富仓,刘小刚,等 (4427)
环境介质中的抗生素及其微生物生态效应·····	俞慎,王敏,洪有为 (4437)
自然生态系统中的厌氧氨氧化·····	沈李东,郑平,胡宝兰 (4447)
研究简报	
山东半岛南部海湾底栖动物群落生态特征及其与水环境的关系·····	张莹,吕振波,徐宗法,等 (4455)
新疆乌伦古湖浮游甲壳动物的季节演替及与环境因子的关系·····	杨丽丽,周小玉,刘其根,等 (4468)
不同施肥与灌水量对槟榔土壤氮挥发的影响·····	卢丽兰,甘炳春,许明会,等 (4477)
学术信息与动态	
水土资源保持的科学政策:全球视野及其应用——第 66 届美国水土保持学会国际学术年会述评·····	卫伟 (4485)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 320 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-08	



封面图说: 塞罕坝地处内蒙古高原南缘向华北平原的过渡带,地势分为坝上、坝下两部分。解放初期,这里是“飞鸟无栖树,黄沙遮天日”的荒原沙丘,自 1962 年建立了机械化林场之后,塞罕坝人建起了 110 多万亩人工林,造就了中国最大的人工林林场。这是让人叹为观止的落叶松人工林海。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

袁菲, 骆有庆, 石娟, Kari Heliövaara. 阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群空间生态位. 生态学报, 2011, 31(15): 4342-4349.

Yuan F, Luo Y Q, Shi J, Kari Heliövaara. Spatial ecological niche of main insect borers in larch of Aershan. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(15): 4342-4349.

阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群空间生态位

袁 菲^{1,2}, 骆有庆^{1,*}, 石 娟¹, Kari Heliövaara³

(1. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所 森林保护学国家林业局重点实验室, 北京 100091;

3. 赫尔辛基大学应用生物学学院, 芬兰 FIN-00014)

摘要:对阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群生态位进行了研究, 结果表明: 在落叶松衰弱立木上, 生态位宽度以落叶松八齿小蠹最高, 在中龄和老龄树上分别达到 0.5782、0.5498, 在落叶松中龄和老龄枯死立木上, 白带长角天牛的空间生态位宽度分别达到 0.5143、0.6294, 分布较衰弱木广, 而云杉大黑天牛空间生态位宽度在衰弱和枯死立木上都最低。落叶松立木上的空间生态位重叠指数以落叶松八齿小蠹对其他 3 种优势天牛偏高, 天牛之间的空间生态位相似性比例指数均较高且差距较小, 说明 4 种害虫对空间生态位的占据有很大相似程度。4 种害虫的空间种间竞争系数均很大, 说明对空间和资源的竞争非常激烈, 在这种情况下 4 种害虫能够共存, 根本原因是由于取食部位的分化。

关键词:生态位; 落叶松; 落叶松八齿小蠹; 白带长角天牛; 云杉大黑天牛; 云杉小黑天牛

Spatial ecological niche of main insect borers in larch of Aershan

YUAN Fei^{1,2}, LUO Youqing^{1,*}, SHI Juan¹, KARI Heliövaara³

1 Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Key Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

3 Department of Applied Biology, University of Helsinki, Helsinki FIN-00014, Finland

Abstract: In the Aershan area of Inner Mongolia, after the third outbreak of the moth *Dendrolimus superans* Butler in 2002, there was a rapid invasion of several secondary insect borers such as the beetles *Monochamus urusovi* Fischer von Waldheim, *Monochamus sutor* Linnaeus, *Acanthocinus carinulatus* Gebler and *Ips subelongatus* Motschulsky. This led to great losses of trees in *Larix gmelinii* Rupr. plantations. No previous research has investigated the ecological niches of these larch borers. We studied their niches in the Aershan area, using ecological niche theory including the concepts of niche breadth, niche overlap, proportion of niche similarity and the interspecific competition coefficient. The results showed that none of these secondary borers damaged healthy *L. gmelinii* trees. *I. subelongatus* was the most abundant of the four beetles, with up to 252 individuals found within a 1–2 m length of trunk. The spatial niche breadth of *I. subelongatus* was greatest in weak standing larch; When in middle-aged larch, it reached 0.5782, and in old larch it reached 0.5498. The spatial niche breadth of *A. carinulatus* was 0.5143 in middle-aged larch and 0.6294 in old, dead, standing larch, which was greater than in the weak larch. The spatial niche breadth of *M. urusovi* was smallest in both weak and dead larch. Although the spatial niche breadth of *M. sutor* was not large, the abundance of this insect was nearly the same as that of *A. carinulatus*, the dominant longhorned beetle. Niche breadth reflects the degree to which a species occupies a specific niche,

基金项目:北京林业大学中芬合作项目(BIOPROC 1114201); 林业公益性行业科研专项(200904029); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(TD2010-4)

收稿日期: 2010-10-28; 修订日期: 2011-03-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: youqingluo@126.com

and can show proportions of populations distributed among different resource types; it does not reflect abundance. The spatial niche overlap of *I. subelongatus* with the other three longhorned beetles was large in standing larch. This was because *I. subelongatus* was distributed throughout each resource type, and had the greatest niche breadth. The spatial niche proportion of *I. subelongatus* was high in comparison with that of the other three beetles, indicating that demand for space of the four species showed little difference. The spatial interspecific competition coefficient of the four species was high, because of their different areas of damage, which suggests that these four pests can coexist. *I. subelongatus* and *A. carinulatus* damage only the phloem. Young larvae of *M. urussovi* and *M. sutor* also damage the phloem, while mature larvae bore into the xylem. Thus, the four borers are able to share the same ecological niche, leading to more serious larch damage. Strong competition causes high mortality of *I. subelongatus* and *A. carinulatus* larvae, and these can also be preyed on or parasitized by natural enemies. The damage caused by *I. subelongatus* is the most serious of the four insect borers. Control measures may be needed. Insecticide spraying may be appropriate for *I. subelongatus* as this borer damages the tops of trunks and it is possible to specifically target this area. However, a greater dosage may be needed on the lower trunks where these four pests are most abundant.

Key Words: ecological niche; larch; *Ips subelongatus*; *Acanthocinus carinulatus*; *Monochamus urussovi*; *Monochamus sutor*

生态位理论是现代生态学研究中最重要内容之一,表示种群内一个物种的资源利用情况,在不同种害虫种群之间生态位的关系研究中,不仅揭示了混合种群各物种间的竞争共存机制和复合危害特点,同时也为害虫的综合治理提供了理论依据^[1-7]。内蒙古阿尔山林区于 2002 年第 3 次落叶松毛虫 *Dendrolimus superans* Bulter 大暴发后,大量次期性害虫落叶松八齿小蠹、云杉大黑天牛 *Monochamus urussovi* Fisher、云杉小黑天牛 *Monochamus sutor* Linnaeus 以及白带长角天牛 *Acanthocinus carinulatus* Gebler 快速侵入,对落叶松人工林危害十分严重。目前国内外还没有对这种落叶松主干上不同蛀干害虫种群复合危害的生态位进行研究,作者根据生态位理论,从空间的资源利用上分析了云杉大黑天牛、云杉小黑天牛、白带长角天牛和落叶松八齿小蠹的联系和竞争共存机制,为害虫的综合防治提供理论依据。

1 试验地自然概况

阿尔山林区位于内蒙古自治区东北部,与蒙古人民共和国交界。地理坐标为东经 119°51′—120°57′,北纬 47°07′—47°55′。东北部与绰尔林区为邻,东南部与柴河林区交界;南依大兴安岭主脉与兴安盟白狼、五叉沟林区相接;北部靠鄂温克族自治旗;西北与新巴尔虎左旗接壤;西南一角又与蒙古人民共和国毗连。山地构成了本区地形之主体,境内山峦起伏,沟系纵横交错,海拔高在 820—1745 m 之间。属于寒温带湿润区,冬季严寒而漫长,植物生长期短,一年四季常受西伯利亚寒流侵袭,年平均温度 -3.2℃,平均降水量 452.1 mm,无霜期 100—120d。林区经营总面积 $4.84 \times 10^9 \text{ km}^2$,有林地面积 $3.45 \times 10^9 \text{ km}^2$,活立木总蓄积 $2.28 \times 10^7 \text{ m}^3$,森林覆盖率 71.3%,林区内多为兴安落叶松人工纯林。

2 研究方法

2.1 调查方法

先设置标准样地,考虑林分的危害程度,将林分划分为健康林、衰弱林和枯死林,根据当地落叶松生长状况确定:林分内健康树(健康树表现为针叶绿色,树干无蛀干害虫入侵孔,韧皮部无坑道及虫粪,水分充足)达到 100% 的为健康林;林分内衰弱树(衰弱树表现为针叶枯黄,树干有蛀干害虫入侵孔,韧皮部有坑道及虫粪但仍有水分)>80% 的为衰弱林;林分内枯死树(枯死树表现为针叶枯黄或凋落,树干有大量蛀干害虫入侵孔,韧皮部有坑道及虫粪,且完全失去水分)>80% 的为枯死林。考虑林分年龄将林分划分为幼龄林、中龄林和成熟林,其中根据当地落叶松生长状况确定 1—10 年生为幼树,11—25 年生为中龄树,25 年生以上的为老龄树。标准地设置方案如表 1。

表 1 标准地设置方案

Table 1 Scheme of the sample plots

	健康区 Healthy stands	衰弱区 Weak stands	枯死区 Dead stands	总计 Total
幼龄林 Young forests	3 块	3 块	3 块	9 块
中龄林 Middle aged forests	3 块	3 块	3 块	9 块
成熟林 Mature forests	3 块	3 块	3 块	9 块
总计 Total	9 块	9 块	9 块	27 块

根据需要的林班或小班为单位,片林每 30—50hm²设 1 块标准地,标准地内的树木不少于 200 株,标准地的面积为 30 m×30 m。然后分别在幼龄林、中龄林和成熟林标准样地中的健康区、衰弱区、枯死区中随机选取 5—7 棵树,伐倒后按 0—1m、1—2m、2—3m、3—4m、…段进行划分,剥皮后解析 1m 木段,剥皮和解析过程中记录不同钻蛀性害虫数量。

2.1 分析方法

(1) 生态位宽度^[1-11]

$$B = 1 / (s \sum_{i=1}^s p_i^2)$$

式中, B 为物种的生态位宽度; s 为资源集合中的总单元数; p_i 为在一个资源集合中,物种在第 i 单元中所占的比例。

(2) 生态位重叠^[1, 5, 7-8]

$$a_{ij} = \sum_{h=1}^n p_{ih} p_{jh} (B_i)$$

式中, a_{ij} 为第 i 个物种对物种 j 的生态位重叠; p_{ih} , p_{jh} 分别是第 i 第 j 个物种在资源集第 h 个单元中的比例。 B_i 为第 i 种的生态位宽度。

(3) 生态位相似比例^[1, 7-8]

$$PS = 1 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |p_{ij} - p_{hj}|$$

式中, PS 为生态位相似比例; p_{ij} , p_{hj} 为在资源单元 j 中,第 i 和 h 所占的比例。

(4) 种间竞争系数^[6-7]

$$a = \sum p_i p_j / (\sqrt{\sum p_i^2} \sqrt{\sum p_j^2})$$

3 试验结果与分析

3.1 主要蛀干害虫种群在不同龄级不同受害程度落叶松主干上的分布

在解析过程中发现,这 4 种主要钻蛀性害虫都不危害不同林龄的健康落叶松,而白带长角天牛、云杉大黑天牛和云杉小黑天牛也不危害幼树,落叶松八齿小蠹则不危害 8a 以下的幼树,8—10 a 的幼树当其虫口密度多时少量危害。阿尔山林区幼龄木平均树高 5 m,中龄木的平均树高为 9 m,老龄木的平均树高为 12 m。

由表 2 和表 3 可知,落叶松八齿小蠹占据的生态位从树干基部到接近树顶部,在中龄立木上危害从树干基部到 8 m,在老龄立木上危害从树干基部可到 10 m,这是因为落叶松八齿小蠹种群数量非常大所致,危害幼树时集中在 2 m 以下,危害中龄树时在衰弱木和枯死木均集中在 2—3 m,分布比例分别为 29%、37%,危害老龄树时在衰弱木和枯死木则集中在 0—1 m,分布比例分别为 27%、28%。

白带长角天牛在枯死木中占据的生态位较衰弱木上高,在老龄枯死木上危害从树干基部到 9 m,在中龄和老龄木上危害均集中在 4 m 以下,这是由于白带长角天牛产卵于树缝内,具有较厚树皮的树干中下部有利于卵的孵化。

云杉大黑天牛在衰弱木上主要危害 4 m 以下树干,枯死木上可危害至 6 m,老龄树上多集中在 2 m 以下,

在老龄衰弱树 2 m 以下的分布比例可达 70%。云杉小黑天牛在衰弱木上主要危害 5 m 以下树干,枯死木上可危害至 7 m,0—1m 和 1—2m 较为集中,分布比例最高分别达 38%、35%。可见云杉大黑天牛和云杉小黑天牛对树干中下部的危害重于树干上部,所占据的生态位也较落叶松八齿小蠹和白带长角天牛低。

表 2 主要蛀干害虫在不同龄级落叶松衰弱立木上的分布比例/%

Table 2 Distribution proportion of main insect borers in different age of weak standing larch												
树龄 Age	害虫种类 Species	树高 Height of trees/m										
		0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	>10
幼龄 Young	落叶松八齿小蠹	56	44	0	0	0						
中龄 Middle	落叶松八齿小蠹	7.84	20	29.32	21.93	7.16	5.91	5.11	2.73	0		
	白带长角天牛	28.57	35.71	21.43	14.29	0	0	0	0	0		
	云杉大黑天牛	12.5	37.5	25	25	0	0	0	0	0		
	云杉小黑天牛	37.5	18.75	12.5	18.75	12.5	0	0	0	0		
	落叶松八齿小蠹	26.81	23.67	8.89	9.41	8.07	5.68	5.3	5.38	3.88	2.91	0
老龄 Mature	白带长角天牛	26.92	23.08	15.38	15.38	7.69	11.54	0	0	0	0	0
	云杉大黑天牛	30	40	10	20	0	0	0	0	0	0	0
	云杉小黑天牛	21.43	25	17.86	14.29	7.14	7.14	7.14	0	0	0	0

表 3 主要蛀干害虫在不同龄级落叶松枯死立木上的分布比例/%

Table 3 Distribution proportion of main insect borers in different age of dead standing larch												
树龄 Age	害虫种类 Species	树高 Height of trees/m										
		0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	>10
幼龄 Young	落叶松八齿小蠹	55.77	44.23	0	0	0						
中龄 Middle	落叶松八齿小蠹	6.98	17.8	37.11	19.51	6.37	5.26	4.55	2.43	0		
	白带长角天牛	33.33	22.22	16.67	11.11	11.11	5.56	0	0	0		
	云杉大黑天牛	20	20	30	20	10	0	0	0	0		
	云杉小黑天牛	21.74	34.78	17.39	17.39	8.7	0	0	0	0		
	落叶松八齿小蠹	27.94	24.49	14.77	7.9	8.55	5.23	4.72	3.22	1.92	1.26	0
老龄 Mature	白带长角天牛	10	16.67	20	20	10	10	6.67	3.33	3.33	0	0
	云杉大黑天牛	10	30	20	10	20	10	0	0	0	0	0
	云杉小黑天牛	14.29	28.57	14.29	9.52	9.52	14.29	9.52	0	0	0	0

3.2 主要蛀干害虫种群的空间生态位宽度和生态位重叠指数

生态位宽度反映物种对特定小生境的占据程度,可度量各种群在每一资源序列上的分布比例。由表 4 所示,在落叶松衰弱立木上,空间生态位宽度以落叶松八齿小蠹最高,幼龄、中龄和老龄树干上均有分布,在中龄和老龄上分别达到 0.5782、0.5498,云杉大黑天牛最低,在老龄上只有 0.303,这是因为落叶松八齿小蠹在衰弱立木各资源序列上均有分布,危害部位广,而云杉大黑天牛只在部分资源序列上有分布,危害部位少且不均匀所致。在落叶松中龄和老龄枯死立木上,白带长角天牛的空间生态位宽度分别达到 0.5143、0.6294,说明白带长角天牛在枯死落叶松立木上分布较衰弱木广,危害更均匀,而云杉大黑天牛空间生态位宽度仍然最低。

生态位重叠指数是度量物种间对生态位共同享用程度的一个指标。它不但与各种群在资源序列上的分布有关,亦与其生态位宽度指数有关。由表 4 可知,在落叶松立木上的空间生态位重叠指数以落叶松八齿小蠹对其他 3 种优势天牛偏高,中龄衰弱和枯死立木上分别为 0.0888—0.1231、0.0783—0.1033,老龄衰弱和枯死立木上分别为 0.0877—0.1115、0.0671—0.0814,这是由于落叶松八齿小蠹在资源序列上分布广,与 3 种天牛的分布均有重叠,且落叶松八齿小蠹生态位宽度指数最高所致,说明了落叶松八齿小蠹与 3 种优势天牛对空间的资源共享程度较大。白带长角天牛对云杉大黑天牛的空间生态位重叠指数在中龄衰弱立木上达

0.1044, 云杉小黑天牛对云杉大黑天牛的空间生态位重叠指数在老龄衰弱立木上达 0.1088, 白带长角天牛对云杉小黑天牛的空间生态位重叠指数在中龄枯死立木上达 0.1068, 说明对 3 种优势天牛之间对空间的资源共享程度均较大。

表 4 主要蛀干害虫在落叶松立木上的空间生态位宽度和生态位重叠

Table 4 Spatial niche breadth and spatial niche overlap of main insect borers in standing larch

树龄 Age	害虫种类 Species	生态位宽度 Niche breadth	生态位重叠 Niche overlap			
			落叶松八齿小蠹	白带长角天牛	云杉大黑天牛	云杉小黑天牛
幼龄 Young	落叶松	0.3943 *	1	0	0	0
	八齿小蠹	(0.3947) **	(1)	(0)	(0)	(0)
中龄 Middle	落叶松	0.5782	1	0.1087	0.1231	0.0888
	八齿小蠹	(0.5009)	(1)	(0.0783)	(0.1033)	(0.0907)
	白带长	0.4033	0.0758	1	0.1044	0.0918
	角天牛	(0.5143)	(0.0804)	(1)	(0.1)	(0.1068)
	云杉大	0.3951	0.0841	0.1023	1	0.0772
	黑天牛	(0.5051)	(0.1042)	(0.0982)	(1)	(0.1054)
	云杉小	0.4588	0.0705	0.1045	0.0896	1
	黑天牛	(0.4702)	(0.0851)	(0.0977)	(0.0981)	(1)
老龄 Mature	落叶松	0.5498	1	0.0922	0.1115	0.0877
	八齿小蠹	(0.5053)	(1)	(0.0671)	(0.0814)	(0.0801)
	白带长	0.4727	0.0793	1	0.1036	0.0844
	角天牛	(0.6294)	(0.0835)	(1)	(0.0944)	(0.0879)
	云杉大	0.303	0.0615	0.0664	1	0.0639
	黑天牛	(0.4545)	(0.0733)	(0.0682)	(1)	(0.0779)
	云杉小	0.5165	0.0824	0.0922	0.1088	1
	黑天牛	(0.5345)	(0.0848)	(0.0747)	(0.0916)	(1)

* 表示在落叶松衰弱立木上的空间生态位宽度或生态位重叠指数; ** 括号内的数字表示在落叶松枯死立木上的空间生态位宽度或生态位重叠指数

3.3 主要蛀干害虫种群的空间生态位相似性比例指数和种间竞争系数

生态位相似性比例指数, 是测定物种利用资源的相似性指标, 是对生态位重叠指数的进一步反映, 由表 5 可知, 落叶松八齿小蠹和 3 种优势天牛以及天牛之间的空间生态位相似性比例指数均较高且差距较小 (0.625—0.8846、0.6418—0.8348), 说明 4 种害虫对空间生态位的占据有很大相似程度。

种间竞争系数在一定程度上反映了物种种群间竞争强度的大小, 而生态位重叠是种间竞争的必要条件。从表 6 的种间竞争系数来看, 其值 0.7121—0.9706、0.7141—0.9338, 说明 4 种害虫的竞争非常激烈, 在这种情况下 4 种害虫能够共存, 是因为取食部位的分化, 落叶松八齿小蠹和白带长角天牛只危害韧皮部, 而云杉大黑天牛和云杉小黑天牛初龄幼虫在韧皮部取食危害, 大龄幼虫便进入木质部内取食, 取食部位的不同使得在同一生态位的 4 种害虫能够共存, 同时也加剧了对寄主落叶松的危害, 而对于都只危害韧皮部的落叶松八齿小蠹和白带长角天牛来说, 竞争使得它们幼虫期的死亡率增加, 加上天敌的危害最后只有极少数能共存。

3.4 主要蛀干害虫在落叶松主干上的平均虫口密度

以上的生态位宽度等各指数值均以蛀干害虫在各资源序列上的比例为基数, 不能反映害虫数量的多少。由图 1、图 2 可以看出, 在 4 种主要的蛀干害虫中以落叶松八齿小蠹的平均虫口密度最大: 落叶松立木上 1—2 m 的平均虫口数量达到 252.4 头, 远远大于其它 3 种优势天牛。云杉小黑天牛的生态位宽度值虽然不大, 和白带长角天牛相当, 但其平均虫口密度值在天牛中占优势。云杉大黑天牛的平均虫口密度最小。从图 1 可以看到, 落叶松八齿小蠹平均虫口密度的标准偏差值最大, 远远超过其他 3 种天牛, 说明落叶松八齿小蠹在落叶松立木不同高度上的离散程度最大。而白带长角天牛在 1—2 m 的平均虫口数量最大且标准偏差值小, 说明

白带长角天牛大多分布在落叶松立木上这个部位。

表 5 主要蛀干害虫在落叶松立木上的空间生态位相似性比例
Table 5 Spatial niche proportion similarity of main insect borers in standing larch

树龄 Age	害虫种类 Species	生态位相似性比例 Proportion of niche similarity			
		落叶松八齿小蠹	白带长角天牛	云杉大黑天牛	云杉小黑天牛
幼龄 Young	落叶松八齿小蠹	1 *	0	0	0
		(1) **	(0)	(0)	(0)
中龄 Middle	落叶松八齿小蠹	1	0.6356	0.7477	0.65
		(1)	(0.6418)	(0.8066)	(0.6593)
	白带长角天牛		1	0.8393	0.7411
			(1)	(0.7778)	(0.8043)
	云杉大黑天牛			1	0.625
				(1)	(0.8348)
老龄 Mature	落叶松八齿小蠹	1	0.8155	0.6852	0.8126
		(1)	(0.7298)	(0.7093)	(0.7946)
	白带长角天牛		1	0.7538	0.8846
			(1)	(0.7667)	(0.7667)
	云杉大黑天牛			1	0.7071
				(1)	(0.819)
	云杉小黑天牛				1
					(1)

* 表示在落叶松衰弱立木上的空间生态位相似性比例或种间竞争系数; * * 括号内的数字表示在落叶松枯死立木上的空间生态位相似性比例或种间竞争系数

表 6 主要蛀干害虫在落叶松立木上的空间种间竞争系数
Table 6 Spatial interspecific competition coefficient of main insect borers in standing larch

树龄 Age	害虫种类 Species	种间竞争系数 Interspecific competition coefficient			
		落叶松八齿小蠹	白带长角天牛	云杉大黑天牛	云杉小黑天牛
幼龄 Young	落叶松八齿小蠹	1 *	0	0	0
		(1) **	(0)	(0)	(0)
中龄 Middle	落叶松八齿小蠹	1	0.817	0.9159	0.7121
		(1)	(0.7141)	(0.9338)	(0.7909)
	白带长角天牛		1	0.9302	0.8814
			(1)	(0.8919)	(0.9194)
	云杉大黑天牛			1	0.7484
老龄 Mature	落叶松八齿小蠹	1	0.9396	0.9098	0.9343
		(1)	(0.8233)	(0.8496)	(0.9067)
	白带长角天牛		1	0.9127	0.9706
			(1)	(0.8825)	(0.8912)
	云杉大黑天牛			1	0.917
	云杉小黑天牛			(1)	(0.9295)
					1
					(1)

* 表示在落叶松衰弱立木上的空间生态位相似性比例或种间竞争系数; * * 括号内的数字表示在落叶松枯死立木上的空间生态位相似性比例或种间竞争系数

4 讨论

(1)多维生态位是在一定时间下,生物对必需资源系列利用的多维空间,研究物种多维生态位随时间的演变有助于了解物种的进化和对其功能和地位的预测^[1]。而时间生态位和空间生态位是多维生态位的重要

组分,对阿尔山落叶松主干上主要钻蛀性害虫进行空间生态位分析主要反映了落叶松八齿小蠹、白带长角天牛、云杉大黑天牛和云杉小黑天牛对寄主落叶松主干的空间、资源的联系和竞争共存机制,如果能够结合4种害虫的时间生态位分析,反映四种害虫在时间上的分布、危害规律以及竞争共存关系,可以为综合防治提供有利的信息。

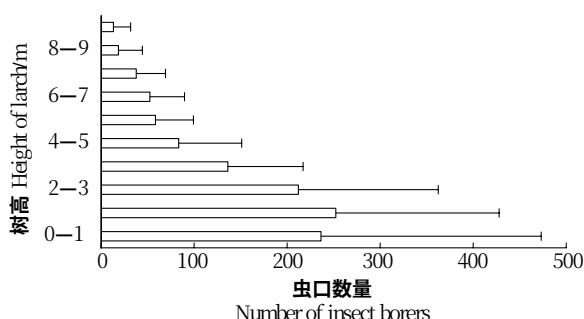


图1 落叶松八齿小蠹在落叶松衰弱、枯死立木上的平均虫口密度

Fig. 1 The average density of *I. subelongatus* in the weak and dead standing larch

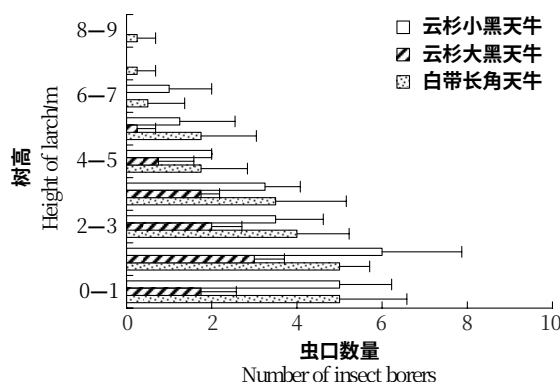


图2 3种天牛在落叶松衰弱、枯死立木上的平均虫口密度

Fig. 2 The average density of three kinds of longhorn beetles in the weak and dead standing larch

(2)生态位宽度指数反映物种对特定小生境的占据程度,可度量各种群在每一资源序列上的分布比例,但它不能反映害虫数量的多少。如落叶松八齿小蠹的生态位宽度值在老龄枯死落叶松立木上为0.5053,而云杉小黑天牛的生态位宽度值在老龄枯死落叶松立木上为0.5345,大于落叶松八齿小蠹,实际上落叶松八齿小蠹的虫口密度远远大于云杉小黑天牛。因此在作害虫种群的生态位研究时,如果可以结合害虫的平均虫口密度,更能反映出害虫对同一资源的利用程度。

(3)由阿尔山落叶松主干上主要钻蛀性害虫的空间生态位分析可以看出,落叶松八齿小蠹占据的生态位最广,生态宽度指数最高,与其他天牛重叠指数也较高,对寄主落叶松的危害也最严重,因此防治的重点应该放在落叶松八齿小蠹上,由于其可以危害接近树顶部的部位,故防治可以采用喷雾法,防治范围广面积大。防治时应注意,4种主要钻蛀性害虫集中在树干中下部,喷雾时可以适当加大剂量,以此提高防治效果。

References:

- [1] Zong S X, Yao G L, Luo Y Q, Xu Z C, Wang T. Niche of main boring pests in Hippophae rhamnoides. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(12): 3264-3270.
- [2] Wang S H. Study on time-space ecological niche breadth of *panonychus citri* (McGregor). Journal of Anhui Agricultural University, 1998, 25(4): 356-358.
- [3] Ding W, Zhao Z M, Wang J J, Chen G H. Niches analysis of three aphid populations on spring sowing maize. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(9): 1481-1484.
- [4] Shi W C, Li J R, Liu X, Xie H. Study on the niche of pest insect community on orange leaves. Entomological Knowledge, 1995, 32(5): 273-277.
- [5] Chen H, Tang M, Ye H M, Yuan F. Niche of bark beetles with in Pinus arm and iecosy stem in Inner Qinling mountains. Scientia Silvae Sinicae, 1999, 35(4): 40-44.
- [6] Yang L L, Wu Y R, Zhou W R. Compative study on the niche of *Osmia excavata* Alfken and *O. jacoti* Cockerel in apple orchards. Acta Entomologica Sinica, 1997, 40(3): 265-270.
- [7] Lu Z X, Yang Z F, Wang G Y, Bu W L. The niche of corn borer and peach borer and their interspecific competition in corn. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 1995, 7(1): 31-34.
- [8] Xu R M. Insect Population Ecology. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987.

- [9] Yuan G H, Yin X M, Wang G P, Han G Z, Li Z C, Liu S T, Yang A R. Studies on the leafminer and the ecological situation of its natural enemy in the vegetable field. *Journal of He'nan Agricultural University*, 2000, 34(1): 59-62.
- [10] Liao D Q, Yuan F Y, Liu Y C. Preliminary study on the niche of parasite chalcids for *Tessaratoma papillosa* egg. *Guangxi Plant Protection*, 1999, 12(1): 1-3.
- [11] Zhou X Z, Li L, Yin Z B, Gao C Q, Ding C C, Bi S D, Zou Y D. Temporal and vertical spatial niche of *Erythroneura sudra* and its natural enemies. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2003, 30(2): 202-205.

参考文献:

- [1] 宗世祥, 姚国龙, 骆有庆, 许志春, 王涛. 沙棘主要蛀干害虫种群生态位. *生态学报*, 2005, 25(12): 3264-3270.
- [2] 王士槐. 柑桔全爪螨时间和空间生态位宽度的测定. *安徽农业大学学报*, 1998, 25(4): 356-358.
- [3] 丁伟, 赵志模, 王进军, 陈贵红. 三种玉米蚜虫种群的生态位分析. *应用生态学报*, 2003, 14(9): 1481-1484.
- [4] 石万成, 李建荣, 刘旭, 谢辉. 柑桔叶片害虫群落结构的生态位研究. *昆虫知识*, 1995, 32(5): 273-277.
- [5] 陈辉, 唐明, 叶宏谋, 袁锋. 秦岭华山松小蠹生态位研究. *林业科学*, 1999, 35(4): 40-44.
- [6] 杨龙龙, 吴燕如, 周伟儒. 苹果园中凹唇壁蜂和紫壁蜂的生态位比较研究. *昆虫学报*, 1997, 40(3): 265-270.
- [7] 吕仲贤, 杨樟法, 王桂跃, 卜卫良. 玉米螟和桃蛀螟在玉米上的生态位及其种间竞争. *浙江农业学报*, 1995, 7(1): 31-34.
- [8] 徐汝梅. *昆虫种群生态学*. 北京: 北京师范大学出版社, 1987.
- [9] 原国辉, 尹新明, 王高平, 韩桂仲, 李自朝, 刘顺通, 杨爱荣. 菜田潜叶蝇及其天敌生态位的研究. *河南农业大学学报*, 2000, 34(1): 59-62.
- [10] 廖冬晴, 袁夫永, 刘耀成. 荔枝卵寄生蜂生态位的初步研究. *广西植保*, 1999, 12(1): 1-3.
- [11] 周夏芝, 李磊, 音正兵, 高彩球, 丁程成, 毕守东, 邹运鼎. 桃一点叶蝉及其天敌类群时空生态位分析. *安徽农业大学学报*, 2003, 30(2): 202-205.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No.15 August ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Trophic group responses of ground arthropods to land-cover change and management disturbance	LI Fengrui, LIU Jiliang, HUA Wei, et al (4169)
Construction and comparative analysis of enriched microsatellite library from <i>Liposcelis bostrychophila</i> and <i>L. entomophila</i> genome	WEI Dandan, YUAN Minglong, WANG Baojun, et al (4182)
Development of EST-SSRs markers and analysis of genetic diversities among different geographical populations of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i>	YAN Xiwu, YU Zhifei, QIN Yanjie, et al (4190)
Genetic diversity of different generations of the Dalian population of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i> through selective breeding	YU Zhifei, YAN Xiwu, YANG Fei, et al (4199)
Comparative study of spike differentiation in wheat in the glasshouse and field	JIANG Lina, ZHAO Yanling, SHAO Yun, et al (4207)
Effects of organic fertilizer on growth and endogenous hormone contents of wheat seedlings under salt stress	LIU Haiying, CUI Changhai, ZHAO Qian, et al (4215)
Impacts of climatic change on spring wheat growth in a semi-arid region of the Loess Plateau: a case study in Dingxi, Gansu Province	YAO Yubi, WANG Runyuan, YANG Jinhu, et al (4225)
Dynamic changes in nitrogen and phosphorus concentrations and emission-reduction potentials in paddy field water under different tillage models	FENG Guolu, YANG Renbin (4235)
Effects of planting and straw returning of transgenic Bt maize on soil enzyme activities under field condition	YAN Shilei, ZHAO Lei, SUN Hongwei, et al (4244)
Effects of short-term flooding on <i>Geobacteraceae</i> spp. and <i>Anaeromyxobacter</i> spp. abundance in paddy soil	ZHU Chao, Stefan Ratering, QU Dong, et al (4251)
Adaptive adjustments of the sowing date of late season rice under climate change in Guangdong Province	WANG Hua, CHEN Xinguang, HU Fei, et al (4261)
Carbon and nitrogen sequestration rate in long-term fenced grasslands in Inner Mongolia, China	HE Nianpeng, HAN Xingguo, YU Guirui (4270)
Ecosystems carbon storage and carbon sequestration potential of two main tree species for the Grain for Green Project on China's hilly Loess Plateau	LIU Yingchun, WANG Qiufeng, YU Guirui, et al (4277)
Wettability on plant leaf surfaces and its ecological significance	SHI Hui, WANG Huixia, LI Yangyang (4287)
Seasonal dynamics of litter accumulation in major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain, Northeast China	ZHENG Jinping, GUO Zhongling, XU Chengyang, et al (4299)
A comparative study of seed germination traits of 52 species from Gurbantunggut Desert and its peripheral zone	LIU Huiliang, SONG Mingfang, DUAN Shimin, et al (4308)
The reproductive ecological characteristics of <i>Sinosenecio jishouensis</i> (Compositae) and its endangerment mechanisms	DENG Tao, CHEN Gongxi, ZHANG Daigui, et al (4318)
Iterative algorithm for analyzing the influence of the proportion of permanently destroyed sites on the equilibrium abundances of species	SHI Peijian, GE Feng, YANG Qingpei (4327)
Physiological mechanism of foliage spraying paclobutrazol on increasing salt tolerance of <i>Jatropha curcas</i> seedlings	MAO Yiqing, ZHENG Qingsong, CHEN Jianmiao, et al (4334)
Spatial ecological niche of main insect borers in larch of Aershan	YUAN Fei, LUO Youqing, SHI Juan, et al (4342)
Source areas and landing mechanism of early immigration of white-backed planthoppers <i>Sogatella furcifera</i> (Horváth) in Yunnan, 2009	SHEN Huimei, LÜ Jianping, ZHOU Jinyu, et al (4350)
Life history and the evolutionary significance of egg diapause in Changsha population of the rice grasshopper, <i>Oxya chinensis</i> (Orthoptera: Catantopidae)	ZHU Daohong, ZHANG Chao, TAN Ronghe (4365)
Relationships between main insect pests and their predatory natural enemies in "518" nectarine orchard	SHI Xiaoli, BI Shoudong, GENG Jiguang, et al (4372)
Dynamics of soil meso- and microfauna communities in Zoigê alpine meadows on the eastern edge of Qinghai-Tibet Plateau, China	ZHANG Hongzhi, WU Pengfei, YANG Daxing, et al (4385)
Seasonal changes in waterbirds population and movements of Great Black-headed Gull <i>Larus ichthyaetus</i> at Keluke Lake of Qinghai, China	ZHANG Guogang, LIU Dongping, HOU Yunqiu, et al (4398)
Predictions of net carbon emissions based on the emissions and forest carbon sinks in Yunnan Province	LIU Huiya, WANG Zheng, MA Xiaozhe (4405)
Ecological water depletion by human use in Beijing City	BAI Yinglan, WANG Rusong, YAO Liang (4415)
Review and Monograph	
Research progress on regulation mechanism for the process of water transport in plants	YANG Qiliang, ZHANG Fucang, LIU Xiaogang, et al (4427)
Antibiotics in environmental matrices and their effects on microbial ecosystems	YU Shen, WANG Min, HONG Youwei (4437)
Anaerobic ammonium oxidation in natural ecosystems	SHEN Lidong, ZHENG Ping, HU Baolan (4447)
Scientific Note	
Ecological characteristics of macrobenthic communities and their relation to water environmental factors in four bays of southern Shandong Peninsula	ZHANG Ying, LÜ Zhenbo, XU Zongfa, et al (4455)
Seasonal succession of crustacean zooplankton in relation to the major environmental factors in Lake Ulungur, Xinjiang	YANG Lili, ZHOU Xiaoyu, LIU Qigen, et al (4468)
Effect of different fertilization and irrigation practices on soil ammonia volatilization of Arecanut (<i>Areca catechu</i> L.)	LU Lilan, GAN Bingchun, XU Minghui, et al (4477)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 15 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 15 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元