

辽东山地老秃顶子北坡植被类型及垂直带谱

张 华¹, 马延新¹, 武 晶¹, 祝业平², 张宝财²,
孙卫东², 马明军², 兰玉波²

(1 辽宁师范大学城市与环境学院, 大连 116029; 2 辽宁老秃顶子国家级自然保护区管理局, 桓仁 117218)

摘要: 基于沿海拔梯度的样方调查数据, 运用 TWINSpan 分类方法, 科学划分老秃顶子北坡的森林群落类型, 确定老秃顶子北坡植被垂直带谱, 并对其种类组成和生活型谱进行系统研究。结果表明: (1)老秃顶子北坡植被垂直带谱由 8 个带组成, 即海拔 500~720m 的蒙古栎+色木槭落叶阔叶林带, 海拔 720~820m 的紫椴+色木槭落叶阔叶林带, 海拔 820~920m 的臭冷杉+暴马丁香阔混交林带, 海拔 920~1080m 的臭冷杉+鱼鳞云杉暗针叶林带, 海拔 1080~1190m 的枫桦+臭冷杉针阔混交林带, 海拔 1190~1280m 的岳桦+簇毛槭落叶阔叶林带, 海拔 1280~1320m 的矮灌化槭树+毛榛子山地灌丛带, 海拔 1320~1367m 的小叶章+苔草山地草甸带。(2)老秃顶子北坡自山麓至山顶 8 个植被带的物种丰富度分别为 43、27、33、39、54、45、47 和 34 种, 呈现出了在中等海拔高度拥有最高物种多样性的现象。(3)老秃顶子北坡在山麓~920m 间, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物明显增多, 地面芽植物明显减少; 在海拔 920m~山顶, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物明显减少, 至山顶基本消失, 而地面芽植物比例则由 21.2% 显著增加到山顶的 79.4%。

关键词: TWINSpan 分类; 植被垂直带谱; 重要值; 物种丰富度; 生活型谱; 老秃顶子

文章编号: 1000-0585(2008)06-1261-10

山地植被分布的最基本特征是, 从山麓到山顶, 随着海拔的升高, 影响植物生长的气温、降水、太阳辐射强度、CO₂ 含量、土壤等生态因子也随之发生垂直梯度变化, 由此形成了能反映山地自然环境特征的、具有一定排列顺序和结构的植被垂直带谱^[1~4]。早在 19 世纪初, 近代自然地理学奠基人德国的 A. Von Humboldt 在考察南美安第斯山脉时, 首先发现和描述了热带美洲山地植物分布的垂直分异性, 并总结出植被垂直地带性分布理论^[5], 自此开创了世界上对山地植被垂直分布规律的研究。20 世纪 30 年代以来, 国外学者首先对全球主要山地相似垂直带的空间分布规律进行了比较研究^[6], 继而对山地植被垂直带与水平地带之间的关系进行了深入分析, Troll 等还提出一个全球范围内的山地植被垂直带的分布图式^[4], 以此来反映山地植被垂直带性从属于水平带性的现象。随着计量地理学的发展, 山地垂直带数量分析、植被空间分布与水热、地形、土壤等因子的定量关系研究在 20 世纪 70 年代就成为了国外学者所关注的焦点^[7~9], TWINSpan、PCA、CCA 随之也成为现代植物群落生态学研究研究中必不可少的植被数量分析方法。中国是一个多山的国家, 已有许多学者对中国山地垂直自然带的结构类型和区域分异规律^[10]、各自然地带内山地植被垂直带结构特征及分布规律^[11, 12]、中国山地植被垂直带的基本生态地理类

收稿日期: 2008-03-06; 修订日期: 2008-07-23

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目 (20062138)

作者简介: 张华 (1965-), 女, 山东东明人, 教授, 博士。主要从事恢复生态和植物生态研究。

E-mail: zhanghua0323@sina.com

型^[13]以及不同地理区域内山地的植被垂直带谱^[2, 14~20]进行了广泛研究,并得出了中国山地植被垂直带谱大致可分为东部湿润区和西北部干旱区两大类型的重要结论^[12]。近几年来,许多学者也相继采用 TWINSpan、PCA、CCA 等植被数量分析方法,就中国一些山地植被垂直分布格局与环境因子之间的关系进行了定量研究^[19, 21, 22],还建立了我国山地数字垂直带谱体系^[1],从而将我国山地垂直带谱研究提高到崭新的水平。辽宁第一峰——老秃顶子是辽东山地中唯一拥有明显植被垂直带谱的中山山体,尚保存有较为完整的原始森林生态系统。由于受山体所在水平地带的制约,同时受山体高度、山脉走向、地形、基质和局部气候的影响,该山体有其特有的植被垂直带谱。至今,有关该山体植被垂直带结构特征及分布规律的定性或定量研究成果尚不多见^[23, 24]。基于此,本文通过沿海拔梯度的系统取样调查,运用 TWINSpan 分类方法,科学划分老秃顶子北坡的森林群落类型,确定老秃顶子北坡植被垂直带谱,并对其植物种类组成和生活型谱进行系统研究,旨在为探讨温带近海湿润区域山地植被垂直带谱及群落物种多样性垂直分布格局提供案例,并为揭示辽东山地群落水平上物种的进化过程、海拔梯度的环境效应对森林群落演替动态的综合作用提供科学依据。

1 研究区概况

辽东中山山地老秃顶子地处辽宁老秃顶子国家级自然保护区核心区内,海拔 1367.3m,相对高差 867m,为辽宁省最高峰,其东、南、西、北四个坡面自山麓(海拔 500m)至峰顶均分布有比较明显的植被垂直带谱^[23]。辽宁老秃顶子国家级自然保护区是一个以北温带中山山地森林生态系统及珍稀动植物为主要保护对象的保护区,位于辽宁省东部本溪市桓仁、新宾两县交界处(图 1),地理坐标为东经 $124^{\circ}41'13''\sim 125^{\circ}5'15''$,北纬 $41^{\circ}11'11''\sim 41^{\circ}21'34''$ 。该区地处长白山系龙岗支脉的西南延伸地段,并与千山山脉东北端接壤,属典型的辽东山地生态系统,森林覆盖率达 97%。区内气候属于温带大陆性季风湿润气候,年平均气温 6.0°C ,年无霜期 139d,年降雨量 651~1315mm,年平均相对湿度 72%;土壤类型主要以棕壤和暗棕壤为典型代表,多由花岗岩残积母质发育而成,结构疏松,有机质含量高,适宜多种植物的生长繁育;地带性植被为温性落叶阔叶林,植物区系属长白植物区系的西南边缘,兼有华北植物区系的过渡性,植物物种资源丰富,现已查明有真菌植物 50 科 44 种,地衣植物 13 科 84 种,苔鲜植物 50 科 204 种,维管束植物 120 科 1141 种。维管束植物中有蕨类植物 19 科 60 种,裸子植物 4 科 23 种,被子植物 97 科 1058 种^[24],主要优势科有菊科(Compositae)、蔷薇科(Rosaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、禾本科(Gramineae)、百合科(Liliaceae)、豆科(Leguminosae)、伞形科(Apiaceae)、杨柳科(Salicaceae)、莎草科(Cyperaceae)、唇形科(Labiatae)等。

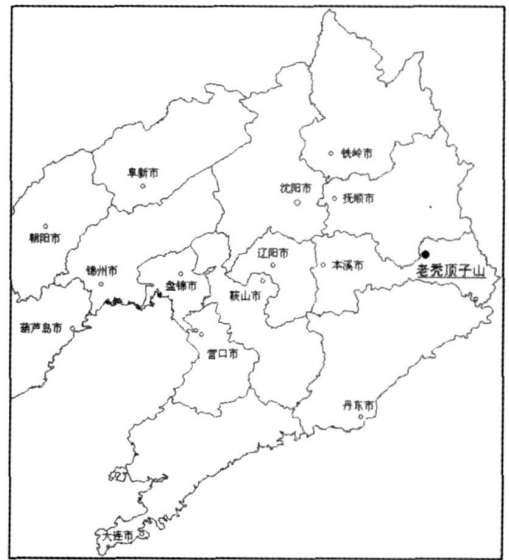


图 1 研究区位置图

Fig 1 Location of the experimental site

2 研究方法

依据北京大学陆地生态系统研究小组实施 PKU-PSD 计划时所制定的技术规范^[25], 进行调查样方布设和数据统计分析。野外调查时, 山地植物垂直带之间的界线主要依据植物群落的外貌、组成和结构而确定。

2.1 调查样方设置及测定因子

于 2007 年 8 月, 避开山麓人为干扰较明显的地段, 根据老秃顶子北坡植物垂直带谱的分布特征, 在海拔 500~ 1280m 森林群落分布段内, 自海拔 667m 处开始, 以 100m 高差为间隔, 确定调查样地 7 块 (S1~ S7); 在海拔 1280~ 1320m 灌丛群落分布段内确定调查样地 1 块 (S8); 在海拔 1320~ 1367m 草甸群落分布段内确定调查样地 1 块 (S9)。然后在每块样地内按乔木层、灌木层和草本层划分群落层次, 分层设置调查样方。其中乔木层样方 1 个, 面积为 20m × 30m, 主要记录胸径 DBH ≥ 5cm 的所有植株的种类、胸径、树高和冠幅, 并测定林冠郁闭度; 灌木层样方 1 个, 设置在乔木层样方内, 面积为 10m × 10m, 主要测定 DBH < 5cm 的所有木本个体 (包括乔木幼苗和幼树) 的种类、基径、丛高和冠幅; 草本层样方 5 个, 设置在乔木层样方的四角和中心位置, 面积均为 1m × 1m, 测定总覆盖度, 并记录种类及各植物种的分盖度、株丛数和平均高度。

利用 GPS、海拔表、手持罗盘测定每一调查样地的经纬度、海拔高度、坡度和坡向。调查样地基本情况见表 1。

表 1 调查样地基本情况
Tab 1 Sample plot parameters

样地编号	海拔 (m)	经度 (E)	纬度 (N)	坡度 (°)	坡向 (°)	坡位	植被类型
S1	667	124° 54' 52"	41° 20' 10"	20	139	下	森林
S2	767	124° 54' 42"	41° 19' 54"	25	142	下	森林
S3	867	124° 54' 19"	41° 19' 43"	13	178	下	森林
S4	967	124° 54' 05"	41° 19' 42"	33	129	中	森林
S5	1067	124° 53' 45"	41° 19' 39"	35	101	中	森林
S6	1167	124° 53' 37"	41° 19' 36"	42	155	中	森林
S7	1267	124° 53' 23"	41° 19' 33"	23	133	上	森林
S8	1317	124° 53' 17"	41° 19' 28"	8	129	上	灌丛
S9	1347	124° 53' 08"	41° 19' 23"	15	149	上	草甸

2.2 数据统计分析

2.2.1 物种重要值计算 重要值可表示群落中不同物种的重要性。确定一个种在群落中的重要性, 不外乎依据其数量、高度、体积、盖度和频度等数量特征^[3]。本研究区分乔木层、灌木层和草本层计算物种重要值^[26]。其中:

乔木层物种重要值 $I V_{ar} = (\text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对高度} + \text{相对盖度}) / 4$
上式中, 相对优势度 (%) = $100 \times \text{某个种的胸高断面积} / \text{所有种的胸高断面积之和}$;

灌木层物种重要值 $I V_{sh} = (\text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对高度} + \text{相对盖度}) / 4$
上式中, 相对优势度 (%) = $100 \times \text{某个种的基部断面积} / \text{所有种的基部断面积之和}$;

草本层物种重要值 $I V_{he} = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对高度} + \text{相对盖度}) / 4$
上式中, 相对频度 (%) = $100 \times \text{某个种出现的样方统计数} / 5$ 。

每种植物在群落中的重要值等于其在所在层中的重要值除以群落的层数，例如一个灌丛群落只有灌木层和草本层，则某种草本植物在群落中的重要值等于其在草本层中的重要值除以 2^[26]。

2.2.2 森林群落分类 乔木层是森林生态系统的主要成分，其物种组成决定了林下灌木层和草本层的组成和结构。利用 7 个乔木层样方的物种重要值矩阵信息，采用二元指示种划分方法，在 PG-ORD4.0 的 TWINSpan 分析模块下，对老秃顶子北坡的森林群落进行分类。

3 结果与分析

3.1 老秃顶子北坡植物垂直带谱

野外调查结果表明，老秃顶子北坡自山麓至海拔 1280m 分布有森林植被带，海拔 1280~1320m 分布有矮灌木化槭树(*Acer* spp.) + 毛榛子(*Corylus mandshurica*) 山地灌丛带，海拔 1320~1367m 分布有小叶章(*Calamagrostis angustifolia*) + 苔草(*Carex* spp.) 山地草甸带。其中森林植被带按照乔木层物种重要值矩阵信息的 TWINSpan 树状分类图(图 2)，第 1 次被分为两大类，一类是以落叶阔叶树种为主的森林群落，包括 2 个样方，继续划分为 2 个组；另一类是以针叶树种或针阔叶树种混交为主的森林群落，包括 5 个样方，逐步又分为 5 个组。但结合植物群落学—生态学原则，老秃顶子北坡森林植被带最终可归为 6 组，代表 6 个群落类型，依次为海拔 500~720m 的蒙古栎(*Quercus mongolica*) + 色木槭(*Acer mono*) 落叶阔叶林带，海拔 720~820m 的紫椴(*Tilia amurensis*) + 色木槭(*Acer mono*) 落叶阔叶林带，海拔 820~920m 的臭冷杉(*Abies nephrolepis*) + 暴马丁香(*Syringareticulata* var. *mandshurica*) 针阔混交林带，海拔 920~1080m 的臭冷杉+ 鱼鳞云杉(*Picea jezoensis* var. *microsperma*) 暗针叶林带，海拔 1080~1190m 的枫桦(*Betula costata*) + 臭冷杉针阔混交林带，海拔 1190~1280m 的岳桦(*Betula ermanii*) + 簇毛槭(*Acer barbinerve*) 落叶阔叶林带。由此，老秃顶子北坡的植物垂直带谱由 8 个带组成(图 3)。

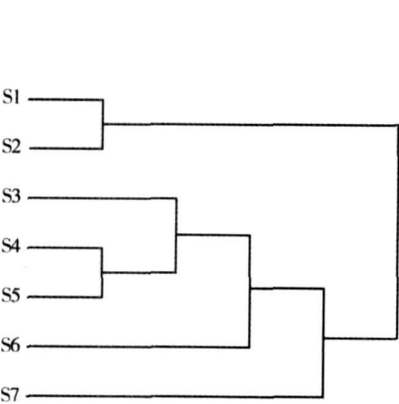


图 2 7 个乔木层样方的 TWINSpan 群落分类结果

Fig. 2 Community groups for 7 tree plots by TWINSpan classification

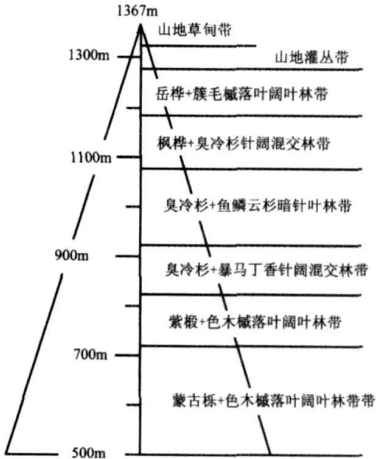


图 3 老秃顶子北坡植被垂直带谱

Fig. 3 Vegetation vertical zone spectrum on the northern slope of Mt. Laotudingzi

3 2 老秃顶子北坡植物群落种类组成

3 2 1 森林群落种类组成 本次调查在老秃顶子北坡 7 个森林群落乔木层样方中共记录到乔木树种 27 种 (表 2), 隶属于 12 科 17 属, 其中有落叶阔叶树 10 科 13 属 23 种, 常绿针叶树 2 科 4 属 4 种。参照 Vazquez & Givnish 的分析方法^[14], 结合 TWINSpan 模块下的森林群落分类结果, 在每类森林群落内根据乔木层物种重要值的大小筛选出两个优势树种, 共获得 9 个乔木优势树种, 分别为蒙古栎、色木槭、紫椴、暴马丁香、臭冷杉、鱼鳞云杉、枫桦、岳桦和簇毛槭。这些优势种不仅反映了地处温带湿润气候条件下的辽东山地乔木树种的组成特点, 同时, 乔木层优势种重要值随海拔高度的变化态势 (表 2) 也直观地反映了老秃顶子北坡森林植被垂直带的更替规律: 典型的温性落叶阔叶树种蒙古栎、色木槭和紫椴都是低海拔地段较为重要的乔木树种, 而寒温性针叶树种臭冷杉和鱼鳞云杉、落叶阔叶树种枫桦都是中海拔地段较为重要的乔木树种, 岳桦、簇毛槭和花楷槭 (*Acer ukurunduense*) 则都是高海拔地段较为重要的乔木树种; 在海拔梯度上, 岳桦因其具有较强的抗寒、抗风力而分布在枫桦之上。

表 2 调查样地内主要乔木树种的重要值 (%)

Tab 2 Tree species importance values in sample plots (%)

乔木树种	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
臭冷杉 (<i>Abies nephrolepis</i>)	2.78	—	37.24	47.9	46.67	14.9	5.34
鱼鳞云杉 (<i>Picea jezoensis</i> var. <i>microsperma</i>)	—	—	3.03	12.14	21.86	7.39	—
红松 (<i>Pinus koraiensis</i>)	—	—	8.08	2.14	—	2.16	—
紫杉 (<i>Taxus cuspidata</i>)	—	—	2.22	—	—	—	—
胡桃楸 (<i>Juglans mandshurica</i>)	1.76	4.45	—	0.89	—	—	—
枫桦 (<i>Betula costata</i>)	—	—	7.76	10.63	11.18	20.64	—
岳桦 (<i>Betula ermanii</i>)	—	—	—	—	—	—	42.18
千斤榆 (<i>Carpinus cordata</i>)	8.63	—	—	—	—	—	—
蒙古栎 (<i>Quercus mongolica</i>)	29.04	17.20	4.64	—	—	3.44	—
裂叶榆 (<i>Ulmus laciniata</i>)	1.26	—	—	—	—	—	—
深山樱 (<i>Prunus serrulata</i>)	—	—	0.49	—	7.55	2.38	—
稠李 (<i>Prunus padus</i>)	—	—	—	—	—	—	4.45
山桃 (<i>Prunus davidiana</i>)	0.56	—	—	0.68	—	1.60	—
花楸 (<i>Sorbus pohuashanensis</i>)	—	—	—	4.37	2.62	—	—
水榆花楸 (<i>Sorbus alnifolia</i>)	—	—	1.10	—	—	—	—
黄菠萝 (<i>Phellodendron amurense</i>)	3.73	6.59	—	—	—	—	—
簇毛槭 (<i>Acer barbinerve</i>)	—	—	2.37	3.89	8.76	0.80	24.74
色木槭 (<i>Acer mono</i>)	29.67	20.04	0.75	1.46	1.37	6.69	—
假色槭 (<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>)	—	—	—	—	—	10.14	—
青楷槭 (<i>Acer tegmentosum</i>)	—	—	2.42	—	—	—	—
拧劲槭 (<i>Acer triflorum</i>)	1.53	—	—	—	—	—	—
花楷槭 (<i>Acer ukurunduense</i>)	2.42	—	—	0.84	—	1.12	23.28
紫椴 (<i>Tilia amurensis</i>)	10.64	51.13	9.49	13.09	—	4.30	—
糠椴 (<i>Tilia mandshurica</i>)	3.93	—	—	—	—	—	—
灯台树 (<i>Cornus controversa</i>)	0.43	—	—	—	—	—	—
花曲柳 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	4.68	0.60	—	—	—	—	—
暴马丁香 (<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>)	1.33	—	20.42	1.98	—	—	—

①蒙古栎+色木槭落叶阔叶林 在海拔 500~720m 间的调查样方 S1 内共记录到 43 种植物, 其中乔木层植物 15 种, 隶属于 11 科 12 属, 优势种为蒙古栎和色木槭, 次优势种有紫椴和千斤榆 (*Carpinus cordata*); 灌木层植物 6 种 (其中 2 种为乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 隶属于 4 科 4 属, 优势种为暴马丁香和假色槭 (*Acer pseudo-sieboldianum*), 均是乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树, 次优势种有色木槭 (DBH < 5cm 的幼树) 和关东丁香 (*Syringa velutina*); 草本层植物 24 种, 隶属于 15 科 21 属, 优势种为荨麻叶龙头草 (*Meehania urticifolia*) 和莓叶萎陵菜 (*Potentilla fragarioides*), 次优势种有金刚草 (*Disporum ovale*)、透骨草 (*Phtyma leptostachya*) 和獐耳细辛 (*Hepatica nobilis*)。

②紫椴+色木槭落叶阔叶林 在海拔 720~820m 间的调查样方 S2 内共记录到 27 种植物, 其中乔木层植物 6 种, 隶属于 5 科 5 属, 优势种为紫椴和色木槭, 次优势种有蒙古栎 (*Quercus mongolica*)、黄菠萝 (*Phellodendron amurense*) 和胡桃楸 (*Juglans mandshurica*); 灌木层植物 7 种, 隶属于 5 科 6 属, 优势种为卫矛 (*Euonymus alatus*) 和大翅卫矛 (*Euonymus macropterus*), 次优势种有刺五加 (*Acanthopanax senticosus*) 和东北山梅花 (*Philadelphus schrenkii*); 草本层植物 14 种, 隶属于 10 科 14 属, 优势种为荷青花 (*Hylomecon japonica*) 和轮叶百合 (*Lilium distichum*), 次优势种有山茄子 (*Brachybotris paridiformis*)、荨麻叶龙头草、金刚草和东北羊角芹 (*Aegopodium alpestre*)。

③臭冷杉+暴马丁香针阔混交林 在海拔 820~920m 间的调查样方 S3 内共记录到 33 种植物, 其中乔木层植物 13 种, 隶属于 8 科 11 属, 优势种为臭冷杉和暴马丁香, 次优势种有紫椴、红松 (*Pinus koraiensis*) 和枫桦, 还有紫杉 (*Taxus cuspidata*) 混生其中; 灌木层植物 10 种 (其中 3 种为乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 隶属于 8 科 8 属, 优势种为暴马丁香 (乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树) 和假色槭 (DBH < 5cm 的幼树), 次优势种有长果刺玫 (*Rosa davurica* var. *ellipsoidea*)、尖叶茶藨子 (*Ribes maximowiczianum*) 和紫椴 (乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 还有狗枣猕猴桃 (*Actinidia kolomikta*) 混生其中; 草本层植物 13 种, 隶属于 9 科 9 属, 优势种为酢浆草 (*Oxalis croniculata*) 和羊胡子苔草 (*Carex humilis*), 次优势种有鹅观草 (*Roegneria kamoji*)、宽叶苔草 (*Carex siderosticta*) 和堇菜 (*Viola verecunda*)。

④臭冷杉+鱼鳞云杉暗针叶林 在海拔 920~1080m 间的调查样方 S4、S5 内共记录到 39 种植物, 其中乔木层植物 13 种, 隶属于 7 科 10 属, 优势种为臭冷杉和鱼鳞云杉, 次优势种有枫桦、紫椴 (海拔较低地段) 和簇毛槭 (海拔较高地段), 海拔较低地段还有少量红松混生其中; 灌木层植物 11 种 (其中 5 种为乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 隶属于 8 科 9 属, 优势种为单花忍冬 (*Lonicera monantha*) 和尖叶茶藨子 (*Ribes maximowiczianum*), 次优势种有藏花忍冬 (*Lonicera tatarinowii*) 和臭冷杉 (乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 还有大量狗枣猕猴桃混生其中; 草本层植物 20 种, 隶属于 16 科 16 属, 优势种为酢浆草和深山露珠草 (*Circaea quadrisulcata*), 次优势种有羊胡子苔草、耳羽岩蕨 (*Woodsia polystichoides*)、铁线蕨 (*Adiantum capillus-veneris*) 和卵果蕨 (*Phegopteris polypodioides*)。

⑤枫桦+臭冷杉针阔混交林 在海拔 1080~1190m 间的调查样方 S6 内共记录到 54 种植物, 其中乔木层植物 12 种, 隶属于 6 科 8 属, 优势种为枫桦和臭冷杉, 次优势种有假色槭、鱼鳞云杉和色木槭, 还有少量红松混生其中; 灌木层植物 12 种 (其中 3 种为乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 隶属于 8 科 8 属, 优势种为毛榛子和深山樱 (*Prunus ser-*

rulata, 为乔木层树种 DBH < 5cm 的幼树), 次优势种有锦带花(*Weigela florida*) 和多种槭树 (DBH < 5cm 的幼树), 还有狗枣猕猴桃混生其中; 草本层植物 33 种, 隶属于 16 科 29 属, 优势种为苔草(*Carex* spp.) 和酢浆草, 次优势种有东北龙常草(*Diarrhena mandshurica*)、深山唐松草(*Thalictrum tuberiferum*) 和獐耳细辛。

⑥岳桦+ 簇毛槭落叶阔叶林 在海拔 1190~ 1280m 间的调查样方 S7 内共记录到 45 种植物, 其中乔木层植物 5 种, 隶属于 4 科 5 属, 优势种为岳桦和簇毛槭, 次优势种有花楷槭, 还有少量臭冷杉和稠李(*Prunus padus*) 混生其中; 灌木层植物 4 种, 隶属于 4 科 4 属, 优势种为毛榛子和锦带花, 还有少量大翅卫矛和小楷槭(*Acer komarovii* Pojark., DBH < 5cm 的幼树) 混生其中; 草本层植物 36 种, 隶属于 18 科 32 属, 优势种为东北龙常草和苔草, 次优势种有猴腿蹄盖蕨(*Athyrium multidentatum*)、蹄叶橐吾(*Ligularia fischeri*)、东北羊角芹、蕁麻叶龙头草、酢浆草和山尖子(*Cacalia hastata*)。

3 2 2 灌丛群落种类组成 在海拔 1280~ 1320m 间的灌木群落调查样方 S8 内共记录到 47 种植物, 其中灌木层植物 13 种, 隶属于 7 科 12 属, 优势种为多种矮灌化的槭树如花楷槭、青楷槭(*Acer tegmentosum*)、小楷槭等, 次优势种为毛榛子, 其他灌木如长果刺玫、锦带花、柳叶绣线菊(*Spiraea Salicifolia*)、东北珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)、刺五加、鸡树条荚蒾(*Viburnum sargentii*)、大叶小檗(*Berberis amurensis*)、东北鼠李(*Rhamnus schneideri*), 以及矮灌化的小乔木稠李、山定子(*Malus baccata*) 和深山樱等混生其中。草本层植物 34 种, 隶属于 19 科 31 属, 优势种有尾叶香茶菜和东北龙常草, 次优势种有苔草、蕁麻叶龙头草、茜草(*Rubia cordifolia*)、大叶糙苏(*Phlomis maximowiczii*)、东北羊角芹、贝加尔野豌豆(*Vicia baicalensis*)、蚊子草(*Filipendula palmata*)、鸭绿乌头(*Aconitum jaluense*) 和大叶章(*Calamagrostis langsdorffii*) 等。

3 2 3 草甸群落种类组成 在海拔 1320m 至山顶的草甸群落调查样方 S9 内共记录到草本植物 34 种, 隶属于 17 科 31 属。草甸群落的主优势种为小叶章(*Calamagrostis angustifolia*) 和苔草, 重要值分别为 28. 53% 和 13. 39%, 次优势种为紫花鸢尾(*Iris ensata*)、轮叶婆婆纳(*Veronica sibirica*)、太平洋蓼(*Polygonum pacificum*)、黑水当归(*Angelica amurensis*)、山牛蒡(*Synurus deltoides*)、东北羊角芹、宽叶山蒿(*Artemisia stolonifera*)、地瓜苗(*Lycopus lucidus*)、歪头菜(*Vicia unijuga*)、藜芦(*Veratrum nigrum*)、东北牛防风(*Heracleum moellendorffii*)、蓬子菜(*Galium verum*)、山蒜(*Allium nipponicum*)、蚊子草等, 其重要值为 3. 31% ~ 10. 69%。

3 3 老秃顶子北坡植物群落生活型谱

丹麦植物学家 Raunkiaer 基于温度、水分等气候因子的影响, 以植物体渡过冬寒或干旱不利生长季节的适应方式作为分类基础, 即以植物更新芽(休眠芽) 距离土表的位置高低及芽的保护特征为依据, 把高等有花植物分为 5 大生活型类群。据此统计发现, 由于水、热组合的不同, 老秃顶子北坡植物群落的生活型谱存在着明显的垂直分异规律(表 3): 自山麓至海拔 820m 的蒙古栎+ 色木槭、紫椴+ 色木槭落叶阔叶林中, 高位芽植物和地面芽植物分别占 44. 1~ 48. 2% 和 34. 9% ~ 37. 0, 均为群落的主要组分, 隐芽植物也达到 14. 8% ~ 16. 3%; 海拔 820~ 920m 的臭冷杉+ 暴马丁香针阔叶混交林中, 高位芽植物占绝对优势, 比例高达 60. 6%, 而地面芽植物和隐芽植物分别占 21. 2% 和 18. 2%; 海拔 920~ 1080m 的臭冷杉+ 鱼鳞云杉暗针叶林中, 高位芽植物有所减少, 但仍占优势地位, 比例达 48. 7%, 地面芽植物有所增加; 海拔 1080~ 1190m 的枫桦+ 臭冷杉针阔叶混交林

中, 高位芽植物进一步减少, 比例略高于地面芽植物, 隐芽植物明显增加, 比例增至 27.8%; 海拔 1190~ 1280m 的岳桦+ 簇毛槭落叶阔叶林中, 高位芽植物明显减少, 而地面芽植物显著增加, 比例增至 48.9%, 隐芽植物也较多; 海拔 1280~ 1320m 的矮灌化槭树+ 毛榛子山地灌丛中, 高位芽植物略有增加, 而地面芽植物已成为群落的主要组分, 比例达 57.4%; 海拔 1320m 至山顶的小叶章+ 苔草山地草甸中, 高位芽植物消失, 地面芽植物占绝对优势, 比例高达 79.4%, 隐芽植物也较多, 占 20.6%。由此可看出, 老秃顶子北坡植物群落的生活型谱随海拔高度的变化特征为: 山麓~ 920m, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物比例明显增大, 而地面芽植物比例明显减小, 反映出该高度段水热组合条件有利于温带针、阔叶乔木树种的生长发育; 海拔 920m~ 山顶, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物比例明显减小, 至山顶高位芽植物基本消失, 而地面芽植物比例则由 21.2% 显著增加到山顶的 79.4%, 反映出该高度段趋于冷湿的生境有利于多年生草本植物及根茎类、鳞茎类和块茎类多年生草本植物的生长发育。

表 3 老秃顶子北坡植物群落生活型谱 (%)

Tab 3 Life form spectra of plant community on the northern slope of Mt Laotudingzi

群落类型	分布区间 海拔(m)	高位芽植物	地上芽植物	地面芽植物	隐芽植物	一年生植物
落叶阔叶林	500~ 720	44.1	—	34.9	16.3	4.7
落叶阔叶林	720~ 820	48.2	—	37.0	14.8	—
针阔混交林	820~ 920	60.6	—	21.2	18.2	—
暗针叶林	920~ 1080	48.7	—	33.3	15.4	2.6
针阔混交林	1080~ 1190	39.0	—	33.3	27.8	—
落叶阔叶林	1190~ 1280	20.0	—	48.9	26.7	4.4
山地灌丛	1280~ 1320	27.7	—	57.4	12.8	2.1
山地草甸	1320~ 1367	—	—	79.4	20.6	—

4 结语

- (1)在辽东丘陵地区中山山地——老秃顶子北坡 867m 的相对高差范围内, 植被的垂直分带现象明显, 其植被垂直带谱自山麓至山顶依次由蒙古栎+ 色木槭落叶阔叶林、紫椴+ 色木槭落叶阔叶林、臭冷杉+ 暴马丁香针阔混交林、臭冷杉+ 鱼鳞云杉暗针叶林、枫桦+ 臭冷杉针阔混交林、岳桦+ 簇毛槭落叶阔叶林、矮灌化槭树+ 毛榛子灌丛、小叶章+ 苔草草甸 8 个植被带构成。与老秃顶子南坡植被垂直带分布的定性研究成果^[23,24] 相比较, 老秃顶子北坡森林群落带比南坡多了一个枫桦+ 臭冷杉针阔混交林带, 且森林带宽及分布界线均高于南坡约 30m; 山地灌丛带宽与南坡等同, 分布界线高于南坡约 30m; 山地草甸带宽低于南坡约 30m, 分布界线均达山顶。
- (2)老秃顶子北坡森林群落中优势种的重要值随海拔高度的变化态势直观地反映了老秃顶子北坡森林植被垂直带的更替规律: 典型的温性落叶阔叶树种蒙古栎、色木槭和紫椴都是低海拔地段较为重要的乔木树种, 而寒温性针叶树种臭冷杉和鱼鳞云杉、落叶阔叶树种枫桦都是中海拔地段较为重要的乔木树种, 岳桦、簇毛槭和花楷槭则都是高海拔地段较为重要的乔木树种。
- (3)仅从植物群落物种丰富度看, 老秃顶子北坡呈现出了在中等海拔高度拥有最高植

物物种多样性的现象。

(4)老秃顶子北坡植物群落的生活型谱随海拔高度的变化特征为: 山麓~ 920m, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物比例明显增大, 而地面芽植物比例明显减小; 海拔 920m ~ 山顶, 随着海拔的升高, 群落中高位芽植物比例明显减小, 至山顶基本消失, 而地面芽植物比例则由 21. 2% 显著增加到山顶的 79. 4%。

参考文献:

- [1] 张百平. 数字山地垂直带谱及其体系的探索. 山地学报, 2002, 20(6): 660~ 665
- [2] 许娟, 张百平, 朱运海, 等. 阿尔金山—祁连山山地植被垂直带谱分布及地学分析. 地理研究, 2006, 25(6): 977 ~ 984
- [3] 武吉华, 张绅, 江源, 等. 植物地理学. 北京: 高等教育出版社, 2004 159~ 188
- [4] 宋永昌. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 2001. 99~ 116
- [5] 白光润. 地理学导论. 北京: 高等教育出版社, 1993
- [6] Troll C, ed Geoeology of the High-mountain Regions of Eurasia Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GMBH, 1972 264~ 275
- [7] Boyce Richard L. Fuzzy set ordination along an elevation gradient on a mountain in Vermont, USA. Journal of Vegetation Science, 1998, (9): 191~ 200
- [8] Hegazy A K, El-Demerdash M A. Vegetation, species diversity and floristic relations along an altitudinal gradient in south-west Saudi Arabia. Journal of Arid Environments, 1998, 38 3~ 13
- [9] Jafari M, Zare Chahouki M A, Tavili A, *et al.* Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). Journal of Arid Environments, 2004, 56: 627~ 641
- [10] 彭补拙, 陈浮. 中国山地垂直自然带研究的进展. 地理科学, 1999, 19(4): 303~ 308
- [11] 刘华训. 我国山地植被的分布规律. 地理学报, 1981, 36(3): 267~ 279.
- [12] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980 738~ 745
- [13] 植被生态学研究编辑委员会. 植被生态学研究. 北京: 科学出版社, 1994 77~ 92
- [14] 钱家驹. 如何划分长白山的植被垂直带. 国土与自然资源研究, 1983, (2): 27~ 32
- [15] 李渤生. 南迦巴瓦峰地区植被垂直带谱. 山地学报, 1984, 2(3): 174~ 181.
- [16] 张金屯, 张峰, 上官铁梁. 中条山植被垂直带谱再分析. 山西大学学报(自然科学版), 1997, 20(1): 76~ 79
- [17] 刘建中, 奚为民. 雾灵山主要植被类型及垂直分布规律. 首都师范大学学报(自然科学版), 1997, 18(1): 95 ~ 103
- [18] 岳明, 党高弟, 辜天琪. 佛坪国家级自然保护区植被垂直带谱及其与邻近地区的比较. 武汉植物学研究, 2000, 18(5): 375~ 382
- [19] 沈泽昊, 方精云, 刘增力, 等. 贡嘎山东坡植被垂直带谱的物种多样性格局分析. 植物生态学报, 2001, 25(6): 721~ 732
- [20] 卜兆君, 王升忠, 郎惠卿. 黄泥河自然保护区老白山南坡植被垂直带谱及其特点. 山地学报, 2003, 21(1): 80~ 84
- [21] 唐志尧, 柯金虎. 秦岭牛背梁植物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2004, 12(1): 108~ 114
- [22] 刘秋锋, 康慕谊, 刘全儒. 中条山混沟地区森林乔木种的数量分类与环境解释. 植物生态学报, 2006, 30(3): 383~ 391.
- [23] 张宝财, 张华, 祝业平, 等. 辽宁老秃顶子南坡植物生活型谱及其海拔变化. 辽宁师范大学学报, 2007, 30(4): 499~ 502
- [24] 李绍泉, 郭长泰. 辽宁老秃顶子国家级自然保护区植被研究. 河北林果研究, 2003, 18(2): 131~ 135
- [25] 方精云, 沈泽昊, 唐志尧, 王志恒. “中国山地植物物种多样性调查计划”及若干技术规范. 生物多样性, 2004, 12(1): 5~ 9
- [26] 刘增力, 郑成洋, 方精云. 河北小五台北坡植物物种多样性的垂直梯度变化. 生物多样性, 2004, 12(1): 137 ~ 145

Vegetation type and vertical zone spectrum on the northern slope of Mt. Laotudingzi in eastern Liaoning Province

ZHANG Hua¹, MA Yan-xin¹, WU Jing¹, ZHU Ye-ping²,
ZHANG Bao-cai², SUN Wei-dong², MA Ming-jun², LAN Yu-bo²

(1 College of Urban and Environmental Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;

2 Administration of Laotudingzi National Nature Reserve, Huanren 117218, China)

Abstract: Based on the data of plots along altitudinal gradient, this paper classified the type of forest communities using TWINSpan classification, consequently determined vertical zone spectrum and concerned species composition and life-spectrum on the northern slope of Mt. Laotudingzi, which is the highest peak of the middle mountains with a relative height of 867m in eastern Liaoning Province. The results showed that: (1) The vegetation vertical zone spectrum was composed of 8 belts, namely the deciduous broad-leaved forests dominated by *Quercus mongolica* and *Acer mono* between 500 to 720m, the deciduous broad-leaved forests dominated by *Tilia amurensis* and *Acer mono* from 720 to 820m, the mixed coniferous and broad-leaved forests dominated by *Abies nephrolepis* and *Syringa reticulata* var. *mandshurica* along 820 to 920m, the dark coniferous forests dominated by *Abies nephrolepis* and *Picea jezoensis* var. *microsperma* at 920-1080m, the mixed coniferous and broad-leaved forests dominated by *Betula costata* and *Abies nephrolepis* at 1080-1190m, the deciduous broad-leaved forests dominated by *Betula ermanii* and *Acer barbinerve* at 1190-1280m, shrub dominated by *Acer* spp. and *Corylus mandshurica* from 1280 to 1320m and alpine meadow dominated by *Calamagrostis angustifolia* and *Carex* spp. from 1320 to 1367m. (2) The species richness of the 8 vegetation layers were 43, 27, 33, 39, 54, 45, 47 and 34, respectively, indicating that the highest value appeared at the mid-altitude zone on the northern slope of Mt. Laotudingzi. (3) The proportion of Phanerophytes in the community became larger obviously and Hemicryptophytes was smaller with increasing elevation from piedmont to 920m, however, the proportion of Phanerophytes obviously became smaller with increasing elevation and nearly disappeared on the peak, while Hemicryptophytes increased from 21.2% to 79.4% significantly from 920m to the top.

Key words: TWINSpan classification; vegetation vertical zone spectrum; important value; species richness; life form spectra; Mt. Laotudingzi; Liaoning Province