

文章编号: 1000-0690(2002)02-0219-07

东北地区植被过渡带生态气候学研究

吴 正 方

(东北师范大学教育部植被生态重点实验室、东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024)

摘要: 温度和水分是决定植被分布重要的能量和物质基础, 其长时间尺度的变化和短时间尺度的波动是植被过渡带形成和分布的主要原因。从生态气候保证率出发, 以桑斯威特(C. W. Thornthwaite)温度效率指数(PE)的90%保证率为过渡带上边界和10%保证率为过渡带下边界, 定量地划分了东北地区由南向北因温度差异形成的森林植被过渡带; 以湿润指数(I_m)的80%保证率为过渡带上边界和20%保证率为过渡带下边界, 定量地划分了由东向西因水分差异产生的森林、草甸草原和典型草原间的过渡带。

关键词: 东北地区; 植被过渡带; 生态气候保证率

中图分类号: P461+.7 文献标识码: A

引 言

植被是陆地生态系统的主体, 其分布主要受气候控制, 作为能量和物质基础生态气候要素温度和水分起决定作用。温度和水分的长时间尺度变化和短时间尺度波动是植被过渡带形成和分布的主要原因。植被过渡带水平方向上具有最大的环境要素梯度, 带内植被具有丰富的生物多样性和高度竞争性, 同时抗干扰性差, 一经破坏难以恢复。植被过渡带对环境变化十分敏感, 界面变化速度快, 空间移动能力强, 是全球气候变化影响研究的敏感区。有关专家指出传统的植被-气候分类法对全球植被分布预测的准确率仅在38%~40%^[1], 其中一个重要原因是忽视了植被过渡带的研究。

东北大部分地区经过近200年的开垦和森林采伐, 自然植被和生态环境破坏严重。尤其过渡带上强烈的人类活动和不合理的开发利用造成水土流失加重、土地肥力下降、干旱洪涝灾害频率增加, 草地退化、沙漠化和盐碱化等严重问题。加强区域植被过渡带生态气候学特征研究对过渡带内生态系统的恢复与重建十分必要, 是东北地区生态环境规划和建设的一项重要任务, 同时也是全球变化区域影响研究重要的基础性工作^[2]。

1 植被过渡带研究方法

植被过渡带是生态学、气候学、环境学、地理学等学科的重要研究内容, 但是有关的理论和方法研究尚需加强。本文以桑斯威特气候分类法为基础, 运用在植被分布中起决定作用的温度和水分两个生态气候要素及保证率计算方法定量分析东北地区的植被过渡带, 对东北地区植被-气候关系和植被过渡带研究做进一步探索。

1.1 桑斯威特气候分类与东北地区植被界限

桑斯威特(C. W. Thornthwaite)^[3]1948年提出以可能蒸散和水分平衡概念为基础的植被气候分类法, 并于1955年对其中某些界限和计算公式进行了修正。计算方法如下:

$$PE = 1.6(10T/I)^a(S/360)$$

$PE(\text{cm})$ 为可能蒸散量, 决定于月平均温度 T ($^{\circ}\text{C}$), 并以月实际日照时数 S (小时) 的 $1/360$ 作为订正系数。当 $T \leq 0^{\circ}\text{C}$ 时, 规定 PE 为 0。热量指数 I 和因地制宜的常数 a 依下式计算:

$$I = \sum_{i=1}^{12} (T/5)^{1.514};$$

$$a = (0.675I^3 - 77.1I^2 + 17920I + 492390) \times 10^{-6}$$

收稿日期: 2001-03-28; 修订日期: 2002-01-20

作者简介: 吴正方(196-), 男, 副教授, 研究(教学)方向为人类生存环境演化。E-mail: WUZF@nenu.edu.cn

1) 热量分类指标: PE 是温度的函数, 相当于温度效率指标。桑斯威特根据 PE 值大小将全球气候划分为 9 种温度型。由于寒冷的冬季和较低的年平均温度使桑斯威特的热量分类指标难以反映东北地区温度带的实际分布。丘宝剑先生^[4]在中国农业气候区划中根据我国的季风气候特征提出以 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 1700°C 为我国寒温带和温带的界限, 3200°C 为温带与暖温带的界限。

根据东北地区 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温与 PE 的关系:

$$PE = 30.80032 + 0.01083T \geq 10^\circ\text{C}$$

东北地区寒温带与温带 PE 的界限应为 49.2 cm, 温带与暖温带 PE 的界限应为 65.4 cm。

2) 干湿分类指标: 桑斯威特以降水量 P (cm) 和可能蒸散 PE 为基础计算湿润指数 I_m 。

$$I_m = 100\left(\frac{P}{PE} - 1\right)$$

规定以 $I_m > 0$ 为湿润气候, I_m 值越大, 气候越湿润; $I_m < 0$ 为干燥气候, I_m 绝对值越大, 气候越干燥。按湿润指数划分为 9 种气候干湿类型。东北地区降水集中在夏季, 而 PE 取决于 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的月平均温度。 I_m 反映的东北暖湿季节的干湿特征与桑斯威特分类法所依据的美国东部资料基础的气候背景基本相似, 因此 I_m 的分类指标与东北地区植被分布具有良好的一致性。即湿润与半湿润区的 I_m 界限为 0, 半湿润与半干燥地区的 I_m 界限为 -33.3。

1.2 植被过渡带的确定方法

植被带的生态气候分类指标 (PE 或 I_m) 就数值而言是一条非此即彼的界限。桑斯威特的界限指标是在一个气候要素平均值或几个气候要素平均值基础上计算获得的, 因此这些界限指标属性仍为均值, 可靠程度或保证率只有 50%。一定区域上气候要素或指标具有明显的年代变化和年际波动, 这种变化和波动是植被过渡带形成的能量和物质基础, 仅依靠那些具有均值属性的指标去认识一个具体区域内植被地带间的过渡特征是困难的。

从生态气候角度看, 温度和水分的年代变化和年际波动是相当大的^[5], 如东北地区 PE 年际波动范围可达 ± 7.58 以上。一年生植物或农作物在一个地区正常生长发育一般要求 80% 的保证率, 而多年生植物在一个地区稳定地生存下来则至少要求 90% 的保证率。

设有 A、B 两个植被地带, A 对温度效率指标

PE 或湿润程度 I_m 需求高于 B。首先有 A 与 B 界限 PE_{50} (或 I_{m50}), 其保证率为 50%。两个植被地带的优势种在此竞争, 生存机会均等。 PE_{50} (或 I_{m50}) 一侧随温度效率指数 (或湿润程度) 增加, B 地带的优势种竞争力渐弱, 生存机会减小, 而 A 优势渐强。当 PE (或 I_m) 增至 PE_{90} (或 I_{m90}) 时, PE_{50} (或 I_{m50}) 保证率达到 90%, A 占据优势, B 仅能在个别生境内出现, PE_{90} (或 I_{m90}) 便成为 A 稳定分布的下界限, 即 A 与 B 过渡带的上限; PE_{50} (或 I_{m50}) 的另一侧随温度效率指数或湿润程度的降低, A 竞争力渐弱, B 渐强。当 PE (或 I_m) 降至 PE_{10} (或 I_{m10}) 时, 使 PE_{50} (或 I_{m50}) 保证率仅为 10%, A 只在个别生境内存在而 B 占据优势, PE_{10} (或 I_{m10}) 成为 B 稳定分布的上界限, 即 A 与 B 过渡带的下限。

根据保证率的标准差计算公式, 多年生森林植被为:

$$PE_{90} = PE_{50} + 1.28\sigma_{PE} \text{ 或 } I_{m90} = I_{m50} + 1.28\sigma_{I_m};$$

$$PE_{10} = PE_{50} - 1.28\sigma_{PE} \text{ 或 } I_{m10} = I_{m50} - 1.28\sigma_{I_m}$$

一年生草原植被:

$$PE_{80} = PE_{50} + 0.84\sigma_{PE} \text{ 或 } I_{m80} = I_{m50} + 0.84\sigma_{I_m};$$

$$PE_{80} = PE_{50} - 0.84\sigma_{PE} \text{ 或 } I_{m80} = I_{m50} - 0.84\sigma_{I_m}$$

其中: PE_{50} 、 I_{m50} 分别为不同植被带间温度、水分界限; 1.28、0.84 为正态分布 (偏倚系数为 0 时) 的离均系数; σ_{PE} 、 σ_{I_m} 为 PE 、 I_m 的标准差。

2 东北地区主要植被过渡带

东北地区从南到北的暖温带、温带、寒温带热量分异, 形成了暖温带落叶阔叶林、温带针阔混交林、寒温带针叶林的依次分布。从东到西的湿润、半湿润、半干旱水分差别, 塑造了湿润森林、半湿润草甸草原、半干旱草原的东西排列。这种温度和水分格局造就了东北地区植被地带的分布, 同时也就形成多条植被过渡带。这既包括由温度差异造成的暖温带落叶阔叶林-温带针阔混交林过渡带和温带针阔混交林-寒温带针叶林过渡带, 也包括由水分不同造成的湿润森林-半湿润草甸草原过渡带和半湿润草甸草原-半干旱草原过渡带。

2.1 暖温带落叶阔叶林与温带针阔混交林过渡带

关于暖温带落叶阔叶林与温带针阔混交林的界限分布问题一直存在不同意见^[6]。比较有代表

性的: 一是以长白植物区系和华北植物区系为基础的传统分界线沈-丹线为界; 二是沈-丹线以东, 自鸭绿江边起、经宽甸、凤城大堡、草河口、本溪、南杂木、开原一线为界, 这条线已得到很多学者认可并引以为据; 三是沈-丹线以西, 徐文铎^[7]根据温暖指数确定的辽阳老黑山、凤城的帽盔山为界。如果从过渡带的角度去分析和认识这条“界限”, 这些问题就会迎刃而解。

东北东部山地暖温带与温带分界 PE 65.4 cm 等值线基本沿 124°E 经线自开原开始向南经铁岭、抚顺和本溪东侧草河口、凤城、抵丹东附近。界限 PE 65.4 cm 附近各气象站 PE 标准差均在 2.0~2.65 之间(表 1)。根据保证率公式计算, PE_{90} = 68.1 cm, 该等值线自鞍山附近起, 沿千山西麓, 经大孤山、孤山、白洋沟、横道河转向庄河附近, 构成暖温带落叶阔叶林分布的稳定北界和温带针阔混交林分布的可能南界, 即两者过渡带的上限; PE_{10} = 62.5 cm, 此等值线北起西丰向南经清源苍石、本溪、田师付、灌水折向东北经桓仁至集安, 构成暖温带落叶阔叶林分布的可能北界和温带针阔混交林分布的稳定南界, 即两者过渡带的下限(图 1)。在此过渡带内, 无论地形、土壤还是植物区系都具有明显的过渡特征。地形上逐渐从长白山地的吉林哈达岭、龙岗山脉向辽东山地千山山脉过渡; 土壤由暗棕色森林土渐变为棕色森林土; 长白和华北两大主要植物区在此交汇形成交错区。过渡带内年平均气温 4~6℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 3 000~3 400℃, 年降水量 550~1 000 mm。

过渡带以北属温带针阔混交林南部地带性植被类型千金榆沙冷杉阔叶红松林的分布区。红松现仅在 600~800 m 以上的偏远山区有小面积分布, 600 m 以下阴坡偶有零星散生。进入过渡带天然生长的红松近于绝迹。这一方面是由于人为破坏的结果; 另一方面也表明了阔叶红松林分布边缘区经破坏后难以恢复的脆弱性。目前阔叶红松林破坏后, 由其伴生阔叶树种如水曲柳、核桃楸、黄菠萝、紫椴、花曲柳、榆类组成的次生林在辽东山地分布较广, 有些抵近过渡带的南界。虽然天然生长的红松在过渡带内难以发现, 但红松人工林却在逐步增加, 现在栽植范围已达庄河、新金^[8]等地。这些都说明阔叶红松林在过渡带内的恢复具备基础, 在过渡带南界附近的存在也是可能的。

表 1 温带针阔混交林与暖温带落叶阔叶林界限附近部分站点 PE 标准差和变异系数

Table 1 PE mean standard deviation and variation coefficient of some stations within the transitional zone of temperate mixed coniferous-broadleaved forests and warm-temperate deciduous broadleaved forests

站名	PE 均值 (cm)	标准差	变异系数
东沟	65.9	2.15	0.033
丹东	66.1	2.30	0.035
岫岩	64.8	2.18	0.034
凤城	65.2	2.26	0.035
本溪	66.3	2.29	0.035
草河口	63.9	2.63	0.041
抚顺	64.3	2.49	0.039
沈阳	66.8	2.55	0.038
昌图	64.3	2.65	0.41
铁岭	66.7	2.43	0.036
康平	65.6	2.13	0.031
开原	64.7	2.42	0.037
法库	64.8	2.00	0.031

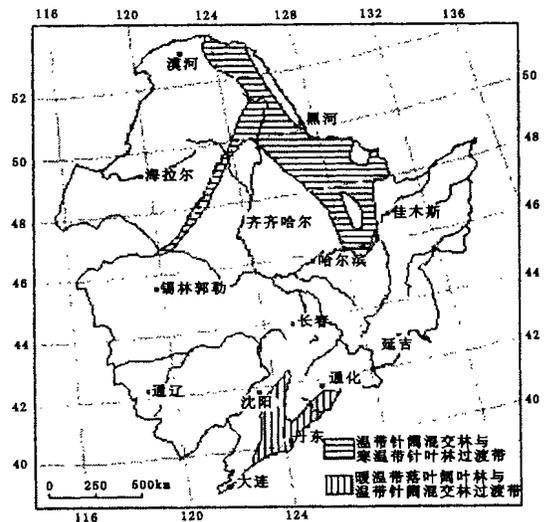


图 1 东北暖温带落叶阔叶林、温带针阔混交林、寒温带针叶林过渡带

Fig. 1 The map of transition zones between warm-temperate deciduous broadleaved forests and temperate mixed coniferous-broadleaved forests and cold-temperate coniferous forests in Northeast China

过渡带以南属暖温带落叶阔叶林北部的地带性植被类型松(油松、赤松)栎林。过渡带内沿松辽平原一侧山地上油松栎林由南向北分布渐少, 但其主要树种油松、槲栎在过渡带北界附近仍有少量分布; 向海洋的另一侧山地以赤松栎林为主, 赤松可以一直分布到龙岗山脉的集安, 典型的暖温性树种

刺楸(*Kalpanax septemlobus*)可以在桓仁、集安局部山地生存^[7],证实了这一线作为暖温带落叶阔叶林可能北界的可信性。

2.2 温带针阔混交林与寒温带针叶林过渡带

大兴安岭山地温度随高度增加递减显著,东坡递减率在 $1.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上,西坡达 $0.87^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。这是大兴安岭寒温带形成的主要原因。因降水和湿润程度的差异,寒温带针叶林在大兴安岭形成了以兴安落叶松为主的明亮针叶林,而在小兴安岭亚高山上形成了以云杉、冷杉为主的山地暗针叶林;温带针阔混交林在大兴安岭上由蒙古栎和兴安落叶松组成,在小兴安岭则形成了阔叶红松林北部地带性植被类型云冷杉阔叶红松林^[10]。

关于寒温带针叶林与温带针阔混交林的界限问题一直集中在兴安落叶林与阔叶红松林之间界限分布上。这条界限的分布至少有5种意见。最北的一条是1959年由刘慎愕先生提出的自呼玛起沿嫩江上游北岸山地向西南延伸^[11];最南的一条1980年由徐文铎先生提出自爱辉起经河口、门鲁河一线^[12]。

寒温带与温带界限为温度效率指数 $PE=49.2\text{cm}$ 。该等值线附近各站 PE 标准差在 $1.6\sim 2.6$ 之间(表2)。根据保证率公式,温度效率指数 $PE_{10}=46.4\text{cm}$ ($PE_{49.2\text{cm}}$ 保证率为10%),构成了温带针阔混交林分布的可能北界和寒温带针叶林的稳定南界,该等值线北起额木尔河与黑龙江交汇处的连鉴向东南经塔河附近至石头山折向西南抵加格达奇,再向前基本与大兴安岭山前 600m 等高线一致。尽管小兴安岭山地存在着由云冷杉组成的山地暗针叶林,但多生长于少数亚高山上部和阴冷的谷地,其稳定南界的划分十分困难。温度效率指数 $PE_{90}=52\text{cm}$ ($PE_{49.2\text{cm}}$ 的保证率为90%)等值线构成了温带针阔混交林分布的稳定北界和寒温带针叶林的可能南界。它沿小兴安岭东坡乌伊岭以东的嘉荫、鹤岗、通河一线附近向北经铁力、北安、嫩江以北至大兴安岭山前大杨树,再向西南经亚东镇、阿荣旗、抵阿尔山南坡,形成过渡带的南界(图1)。

过渡带内年平均气温约 $-2^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$,年降水量 $450\sim 500\text{mm}$ 。过渡带的北界与蒙古栎分布的北界基本一致。过渡带在大兴安岭东坡、东南坡和小兴安岭北段的部分(孙吴以北),植被以蒙古栎和兴安落叶松为主形成

表2 寒温带针叶林与温带针阔混交林界限附近部分站 PE 标准差、变异系数

Table 2 PE mean standard deviation and variation coefficient of some stations within the transitional area of cold-temperate coniferous forests and temperate mixed coniferous-broadleaved forests

站 名	PE 均值(cm)	标准差	变异系数
漠 河	48.7	1.90	0.039
塔 河	48.8	2.39	0.049
加各达奇	50.4	2.22	0.044
五 营	52.4	1.62	0.031
鄂伦春	49.7	1.64	0.033
甘 河	48.3	2.08	0.043
额尔古纳右旗	48.8	2.59	0.053
喜 桂 图	49.4	2.37	0.048
博克图	47.4	2.23	0.047

针阔混交林,蒙古栎兴安落叶松林为代表性植被类型。围绕小兴安岭的过渡带内,植被以云冷杉、红松和少量的阔叶树种组成,形成温带阔叶红松林的北部地带性植被类型云冷杉阔叶红松林,过渡带地形上是大小兴安岭向松嫩平原过渡区。土壤在大兴安岭山前是棕色针叶林土向暗栗钙土过渡,在小兴安岭由于湿润程度增加土壤从暗棕壤向黑土过渡。在小兴安岭周围的过渡带内属长白植物区系与鄂霍次克植物区系的交汇区,而在大兴安岭周围的过渡带内主要为东西伯利亚植物区系与长白植物区系、蒙古植物区系的交汇区。

2.3 湿润森林与半湿润草甸草原过渡带

东北东部湿润山地(小兴安岭,长白山地)广泛分布着森林,其西侧松辽平原则为半湿润草甸草原所占据。在山地与平原过渡区域内,地形多为海拔 $200\sim 300\text{m}$ 丘陵或岗地,森林与草甸交错分布,形成了湿润森林与半湿润草甸草原的过渡性植被类型森林草甸草原^[13]。在大兴安岭两侧也同样存在这样一个长条形的过渡带。

桑斯威特气候分类中, $I_m=0$ 为湿润区与半湿润区的界限。这条等值线将东北湿润区分为东部山地湿润区和大兴安岭湿润区两部分。 $I_m=0$ 等值线几乎包括东北东部山地的全部,而在大兴安岭仅包括了岭脊部分,西坡自巴尔图始,经博克图、图里河、根河、北至呼中、呼玛,沿大兴安岭东坡、东南坡经大杨树、小二沟、扎兰屯、茺菇气抵阿尔山南坡。

界限附近各站 I_m 标准差在 $11.8\sim 19.5$ 之间(表3)。通过保证率计算:湿润区与半湿润区界限

90% 保证率下 $I_{m90} = 17.5$, 10% 保证率下 $I_{m10} = -17.5$ 。湿润指数 I_{m90} 等值线构成了东北湿润森林分布的稳定边界和半湿润草甸草原分布的可能边界。这条边界自辽东半岛千山西麓起, 向北经本溪、抚顺、开原、东丰、吉林、五常、阿城、铁力至孙吴南, 再沿小兴安岭东坡的五营、依兰抵密山一线, 成为过渡带在山地一侧的边界。值得指出的是, 在大兴安岭 I_m 基本小于 18, 难以划出 I_{m90} 边界, 这是因为大兴安岭针叶林属亚欧大陆针叶林分布的南端, 其本身就具有过渡特征。兴安落叶松林在大兴安岭稳定分布, 得益于其冷湿环境的形成。一是由于随山地海拔升高造成水分、湿度增加, 比如大兴安岭西坡明显存在降水随高度增加的现象; 二是由于大兴安岭山地连片冻土在暖季融化提供了大量植被可利用的水分, 因此仅依靠气候指标难以充分反映其冷湿特点。根据大兴安岭植被分布的实际状况, 湿润区与半湿润区过渡带在湿润区(或山地)一侧的边界 I_{m90} 基本与 460 m 等高线相一致(图 2)。

表 3 湿润森林与半湿润森林草原界限附近部分站湿润指数(I_m) 标准差、变异系数

Table 3 I_m mean standard deviation and variation coefficient of some stations within the transitional area of moist forests and semi-moist meadow

站名	I_m 均值	标准差	变异系数
沈阳	2.76	13.92	5.05
鞍山	0.57	18.36	32.25
辽阳	-1.49	18.28	12.26
海城	-1.49	11.82	7.93
昌图	-2.13	11.87	5.56
开原	0.59	11.87	20.19
法库	0.73	15.09	20.56
铁岭	2.55	14.96	5.86
吉林九站	4.27	17.95	4.20
榆树	-4.59	17.58	3.83
九台	-6.07	19.25	3.17
四平	-0.25	15.56	62.13
爱辉	-4.4	19.48	4.42
哈尔滨	-0.7	16.46	—
鹤岗	2.12	18.40	—

$I_{m90} = -17.5$ 等值线则成为湿润森林分布的可能边界或半湿润草甸草原稳定边界。这条等值线分为两段, 一段在东北平原向山地过渡区上, 西起浩尔吐向东北沿松辽平原外缘的尼尔基、讷河, 向东南经依安、克东、明水、双城、扶余、长岭、乾安、

梨树、康平、鞍山至营口; 另一段在呼伦贝尔高原与大兴安岭相接处基本在辉河、孟根楚鲁、喜桂图、三河一线。上述两段构成湿润森林与半湿润草甸草原过渡带草原一侧的边界。过渡带内年平均气温 $0 \sim 5^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $2\ 400 \sim 3\ 200^\circ\text{C}$, 年降水量 $400 \sim 600\ \text{mm}$, 这条过渡带在空间分布上可分为三部分: 一部分围绕松辽平原呈半环状; 一部分在大兴安岭西侧与呼伦贝尔高原相连处; 第三部分在三江平原上。过渡带与东北黑土带基本重合, 植被为森林草甸草原。由于三江平原地势较低, 沼泽湿地分布较广, 植被以湿地草甸为主。

2.4 半湿润草甸草原与半干旱草原过渡带

根据生态气候规律, 80% 保证率即可满足“一岁一枯荣”的草原对温度和水分等生态气候条件的基本需求。桑斯威特以 $I_m = -33.3$ 半湿润区与半干旱区为界限, 这条等值线分布在地势平坦的松辽平原和呼伦贝尔高原。在东北平原从巴林右旗始, 经阿鲁科尔沁、杜尔伯特、肇州、镇赉、洮南、通榆、双辽、彰武北至赤峰呈半环状分布。在呼伦贝尔高原主要在辉河、完工一线。 $I_m = -33.3$ 等值线附近 I_m 标准差(表 4) 在 9.2~15.8 之间。 $I_m = -33.3$ 的 80% 保证率下, 湿润指数 I_{m80} 为半湿润草原分布的稳定界限, 或半干旱草原的可能界限; 保证率下 I_{m20} 为半湿润草甸草原分布的可能界限半干旱草原的稳定界限(图 2)。

通过计算 $I_{m80} = -22.5$, $I_{m20} = -44.1$, 两条线构成半湿润草甸草原与半干旱草原过渡带的边

表 4 半湿润草甸森林草原与半干旱草原湿润指数界限附近部分站标准差、变异系数

Table 4 I_m mean standard deviation and variation coefficient of some stations within the transitional area of semi-moist meadow and semi-arid prairie in Northeast China

站名	I_m 均值	标准差	变异系数
前郭	-31.12	9.19	0.30
双辽	-30.43	14.05	0.46
乾安	-34.60	14.07	0.41
通榆	-38.41	13.57	0.35
长岭	-27.74	15.38	0.55
大安	-34.47	11.63	0.34
杜尔伯特	-36.76	13.11	0.37
肇州	-29.29	11.28	0.39
建平	-28.16	14.56	0.51
宝国吐	-37.30	14.11	0.38
宁城	-30.83	15.8	0.51

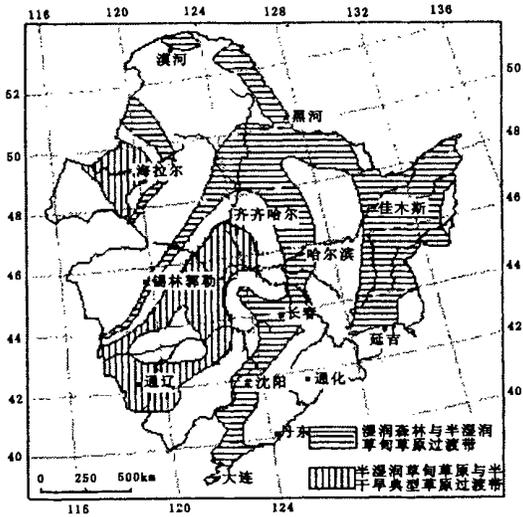


图2 东北地区湿润森林、半湿润草甸草原、半干旱典型草原过渡带

Fig. 2 The map of transition zones between moist forests and semi-moist meadow and semi-arid prairie in Northeast China

界。湿润指数 I_{m80} 等值线在空间分布上从大兴安岭南段山前的巴林左旗、突泉、扎赉特, 至龙江、富裕、林甸、安达转向松辽平原东侧沿三岔河、德惠、农安、乾安、长岭、四平一线西侧进至康平、彰武、北票、叶柏寿, 构成东北草甸草原与典型草原过渡带靠半湿润一侧的边界。湿润指数 I_{m20} 等值线围绕通辽、科尔沁左翼后旗、奈曼旗、开鲁等科尔沁草原腹地形成闭合线, 构成过渡带半干旱区一侧边界。该过渡带还有一段分布在大兴安岭西坡呼伦贝尔草原。过渡带内年平均气温 $4\sim 6\text{ }^\circ\text{C}$, $\geq 10\text{ }^\circ\text{C}$ 积温 $2\ 500\sim 3\ 200\text{ }^\circ\text{C}$, 年降水量 $400\sim 450\text{ mm}$ 。大兴安岭西侧过渡带内以栗钙土为主, 东北平原东部过渡带内土壤以草甸黑钙土、碳酸盐草甸土为主, 植被分布既有杂类草为主的草甸, 又有以干草原成份为主的干草原。代表性植物有贝加尔针茅、大针茅、西伯利亚艾菊、冷蒿、冰草、糙隐子草、小叶锦鸡儿等植被组成^[14]。

3 结 论

在长时期的自然历史进程中多种植物区系曾经进入过中国东北地区, 现代生态气候条件在此多种植物区系混杂的基础上塑造了东北地区自然植被分布格局。生态气候要素温度、水分是决定植被分布的能量和物质基础, 是研究植被分布的一个重要依据。本文在桑斯威特气候分类基础上根据生

态气候保证率计算提出了确定植被的定量分析方法, 并用以分析东北地区的植被过渡带。

东北地区植被过渡带有两类, 一类是由温度变化造成的, 一类是由水分变化造成的。由温度因素决定的过渡带: 暖温带落叶阔叶林与温带针阔混交林过渡带, 温度效率指数 $PE\ 68.1\sim 62.5\text{ cm}$, 主要分布在长白山地与辽东山地(千山)之间; 温带针阔混交林与寒温带针叶林过渡带, $PE\ 52.0\sim 46.4\text{ cm}$, 主要分布在大兴安岭两侧和小兴安岭北部山地。由水分因素决定的过渡带: 湿润森林与半湿润草甸草原过渡带, 湿润指数 $I_m\ 17.5\sim 17.5$, 主要分布在东北山地向松辽平原的过渡区域; 半湿润草甸草原与半干旱草原过渡带, $I_m\ -22.5\sim -44.1$, 主要分布在科尔沁沙地的周围和呼伦贝尔高原上。

参考文献:

- [1] I. C. Prentice. Bioclimatic distribution of vegetation or General Circulation Model studies [J]. J. Geo. Res. 1990, 95: 11811-11830.
- [2] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 73-79.
- [3] 潘守文, 等(编著). 现代气候学原理[M]. 北京: 气象出版社, 1994.
- [4] 丘宝剑. 中国农业气候区划新论[J]. 地理学报, 1986, 41(3): 202-209.
- [5] 张军涛, 等. 东北农牧交错区水力条件及对植被分布的影响[J]. 地理科学, 2001, 21(4): 297-300.
- [6] 董厚德. 辽宁东部的植被类型及其分布[J]. 植物生态学与地植物学丛刊[J]. 1981, 5(4): 241-257.
- [7] 徐文铎. 中国东北主要植被类型的分布与气候的关系[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(4): 254-263.
- [8] 张廷福(主编). 辽宁森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [9] 周光裕. 试论中国暖温带落叶阔叶林区域的边界[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1981, 15(4): 302-307.
- [10] 周以良, 李景文. 中国东北东部山地主要植被类型的特征及其分布规律[J]. 生态学与地植物学丛刊, 1964, 2: 190-206.
- [11] 刘慎愕, 冯宗炜, 赵大昌. 关于中国植被区划的若干原则问题[J]. 植物学报, 1959, 2(2): 87-105.
- [12] 徐文铎. 我国兴安岭植被分布界线的探讨[J]. 植物学报, 1980, 22(4): 365-369.
- [13] 中国科学院自然区划委员会. 中国植被区划(初稿)[M]. 科学出版社, 1960.
- [14] 邓慧平, 等. 松嫩草地 40 余年气温、降水变化及其若干影响研究[J]. 地理科学, 1999, 19(3): 216-219.

Eco-climatic Study on Vegetation Transition Zones in Northeast China

WU Zheng-fang

(Key Lab. of Vegetation Ecology of Ministry of Education, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024)

(Faculty of Urban Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024)

Abstract: As the basis of energy and substance, temperature and water play very important role in distribution of vegetation zones. Their long-term scale change and short-term scale fluctuation are essential causes of formation and distribution of vegetation transition zone. By using 90% ratio of eco-climatic factor's assurance of *Thornthwaite PE* as upper limit and 10% as lower limit of vegetation transition zone, forest vegetation transition zones of Northeast China are quantitatively classified. And 80% ratio of eco-climatic factor's assurance of *Thornthwaite I_m* as upper limit and 20% as lower limit of vegetation transition zone forest/meadow/prairie vegetation transition zones are classified.

Key words: Ratio of eco-climatic factor's assurance; Vegetation transition zone; Northeast China