

622-628

C

第19卷第5期
1999年9月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 5
Sept., 1999

从生态地理特征论中国东北样带(NECT)在全球变化研究中的科学意义 Q151.3

倪健, 李宜垠^V, 张新时

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放实验室, 北京 100093)

Q178.423
P467

摘要:中国东北样带(NECT)是国际地圈-生物圈计划(IGBP)全球变化研究的陆地样带之一。该样带在东经112°与130°30′之间沿北纬43°30′设置,长约1600km,跨越北纬42°~46°,宽约300km,位于中纬度温带地区以降水或湿润度/干燥度为主要全球变化驱动因素,自东至西沿一个连续的空间过渡梯度,植被类型或生物群区是由温带针阔叶混交林、温带落叶阔叶林、农田及温带草原的3个亚地带,草甸草原、典型草原和荒漠草原等类型组成。给出了样带的基本生态地理特征及其梯度分析,包括其地理位置、地形地貌、气候梯度、土壤类型、土地利用格局、植被类型、主要优势种和群落类型的生态地理特征以及全新世适宜期的植被分布格局。这些特征沿经向均表现出明显的梯度分布。

关键词:中国东北样带;生态地理特征;梯度分析;全球变化;科学意义

The scientific significance of the north east China transect (NECT) to global change study by its ecogeographical characteristics

NI Jian, LI Yi-Yin, ZHANG Xin-Shi (Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: North East China Transect (NECT) is listed as one of the first set of IGBP Terrestrial Transects. It is placed along the latitude 43°30′N, between longitudes 112° and 130°30′E, latitude 42° and 46°E, and approximately 1600 km in length and 300 km in width. NECT is basically a gradient driven by precipitation or moisture/aridity located in the mid-latitude of the temperate zone. The vegetation zones or biomes where NECT laying on are temperate mixed evergreen coniferous and broadleaved deciduous forest, temperate deciduous broadleaved forest, farmland and temperate steppe, including three subzones, meadow steppe, typical steppe, and desert steppe along an east-west ward continuously transitional spatial gradients, respectively. The ecogeographical characteristics along the NECT, including geographical location, topography, geomorphology, climate, soil, pattern of land use, the vegetation types, main communities and dominants, distributional pattern of vegetation in Holocene Megathermal, and initial gradient analysis were given for the whole transect. These characteristics present the significant gradient distribution in longitude. The important scientific significance of NECT in the global change study is furthermore discussed.

Key words: North East China Transect; ecogeographical characteristics; gradient analysis; global change; scientific significance

文章编号: 1000-0933(1999)05-0622-08 中图分类号: Q14 文献标识码: A

与生态学的传统样带概念相比,这里所谓的陆地样带(terrestrial transect),是国际地圈-生物圈计划(IGBP)的全球变化研究中最引人重视的创新之一。它是指具有典型的或相当广泛的生态系统类型,具有代表性的面积狭长的空间区域,即是由沿着一个主要全球变化驱动因素(如温度、降水、土地利用强度等)的

基金项目:中国博士后科学基金项目(1996)及国家自然科学基金青年基金(39700018)、重大项目(39393002)、重点项目(49731020、39730110)和国家科委“九五”攀登项目联合资助。

收稿日期:1997-06-22, **修订日期:**1998-07-25

梯度上的一系列研究站点所构成的研究区域。在国际上对样带已作了明确定义^[1]：“每条 IGBP 样带被选作来反映一个主要环境因素变异的作用，该因素影响生态系统的结构、功能、组成，生物圈-大气圈的痕量气体交换与水循环”，并提出，每条样带均由分布在一个具有控制生态系统结构与功能的某种全球变化驱动因素梯度上的一系列生态实验站、观测点和样地所构成，并配合以模型模拟和综合分析，要求其地理范围为 1000km 或更长，300km 的宽度，以涵盖大气环流模型(GCM)运作的最小单元(4°/5°或 8°/10°经纬度)。

中国东北温带森林-草原陆地样带，最初是在 1991 年由张新时提出，于 1993 年被列为 IGBP 陆地样带之一，并正式定名为中国东北样带 NECT(North East China Transect)，随后得到了初步启动研究^[1~3]，被国际上确定为全球范围内具有示范性的一条样带，是在全球 4 个关键地区启动的中纬度半干旱区的 IGBP 陆地样带之一。在过去的研究中已涉及到其初步的梯度分析和在全球变化图景下的预测^[2~4]，但对整个样带的背景仍需进一步研究。本文在前人资料和数据的基础上着重论述 NECT 的基本生态地理特征及其梯度分析，为模拟和预测 NECT 对全球变化的响应奠定基础。

1 材料与方法

主要是利用已发表的文献和样方资料及部分野外调查资料。气象数据为国家标准气象台站 1951~1980 年和一般台站 1981~1990 年的记录，指标包括年及各月平均气温、极端低温和高温、降水量、蒸发量、相对湿度、日照百分率和风速。利用 SPSS 多元统计分析方法作为数理分析手段。

2 结果与讨论

2.1 NECT 的地理位置与意义

中国东北样带 NECT 在东经 112°~130°30′之间，沿北纬 43°30′为中线设置，东西延伸约 1600km，带宽跨北纬 42°~46°，南北幅度约 300km，在此带宽内样带位于 108°~134°之间。样带西起我国内蒙古与蒙古人民共和国边界处的二连浩特，向东穿过内蒙古高原跨越大兴安岭南端山地而下至西辽河谷地进入吉林省境与辽宁省西北隅，为松嫩平原的主要农业区，著名的东北玉米带，往东即以长春为中心的城市与工业区；再向东经延吉而进入吉林东部延边的农业区与长白山北坡及张广才岭的低山森林地带，最后止于中、俄、朝边界的沿海山地与河口^[2]。

NECT 的设置主要基于气候、地形、植被或生物群区(biome)、生物多样性、土壤与基质、生物地球化学循环与物理过程、土地利用格局、环境历史演变、植被-气候-土壤系统的动态模型、生态定位实验站等几个方面的考虑^[1]。但 NECT 研究不仅要侧重于 IGBP 的全球变化与陆地生态系统(GCTE)核心项目中的内容，而且要以一系列综合性的全球变化研究计划为基础，作为 IGBP 的交叉项目(interproject)，其研究内容涉及到全球变化的各个领域，并将成为 IGBP 其它核心项目的重要研究基地，如水循环的生物圈方面(BAHC)、国际全球大气化学计划(IGAC)、土地利用和土地覆盖变化(LUCC)、海岸带陆地海洋相互关系(LOICZ)、古全球变化(PAGES)以及 IGBP 数据和信息系统(IGBP-DIS)、全球变化的分析、研究和培训系统(START)、全球分析、解释和模拟(GAIM)等，长期而言，还可为全球陆地观测系统(GTOS)提供有效的地面和遥感数据。这样，NECT 必将成为我国 IGBP 研究的前沿阵地。

2.2 NECT 的地形与地貌

NECT 在北纬 42°~46°的范围内基本上可分为 5 段地形(地貌)区(图 1)。

2.2.1 NECT 的东部山峦重叠，地势起伏显著，形成较复杂的山区地形。主要有完达山、张广才岭、老爷岭及长白山等山脉，平均海拔大多不超过 1300m，长白山主峰山势最高，达 2691m，向北、向南都逐渐降低。

2.2.2 NECT 中部为平原区，北为松嫩平原南部地区，平均海拔 120~200m，南为西辽河平原北部地区，西部海拔 400m，东部 200m 左右，沙层广泛覆盖。

2.2.3 NECT 的西北部为大兴安岭南部的山前丘陵地带，广泛堆积着黄土状物质和洪水冲积物。

2.2.4 NECT 西部为内蒙古高原中段的锡林郭勒高原东部以及乌兰察布高原的东北角。锡林郭勒高原海拔一般 900~1300m，其北、东、南三面均有丘陵或低山隆起，但地势切割不甚剧烈；乌兰察布高原东北部为层状高原，主要是由第三纪的泥质和砂砾质岩层组成，地势平坦，海拔 1000~1300m。

2.2.5 NECT 的南部偏东是冀北山地的北部，是内蒙古高原与华北平原的过渡地区，在 NECT 中所占面

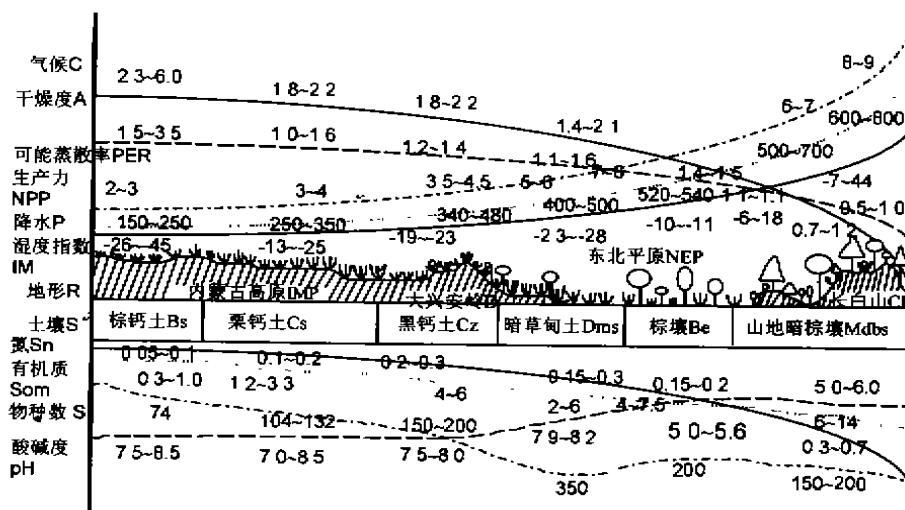


图 1 中国东北样带 (NECT) 的生态地理特征示意图

Fig. 1 Sketch map of ecogeographical characteristics along the NECT

积较小。

2.3 NECT 的气候梯度

NECT 由东向西分属于温带湿润区、温带湿润-半干旱区与温带半干旱、干旱区 (图 1)。6 个国家标准气象台站的生物气候图解如图 2。

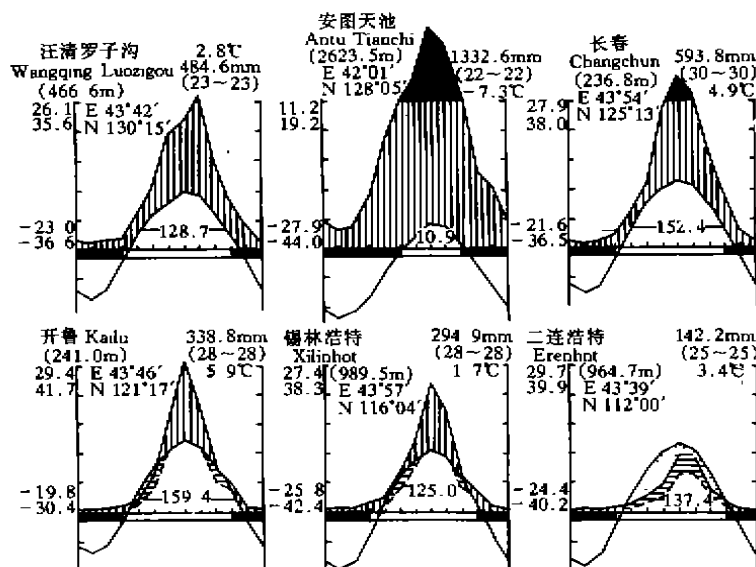


图 2 NECT 气象台站的生物气候图解

Fig. 2 Biological climate diagrams of 6 meteorological stations along NECT

2.3.1 NECT 的热量条件

由于处在同一纬度带, NECT 的总体热量条件差异不大, 但由于地形高度起伏而造成垂直向的变化。其热量指数均与地形剖面呈明显的负相关, 以中部的松辽谷地为最高, 而在东西两端的山地或高原区则降低, 呈扇形分布。沿 NECT 的热量指标 (1 月均温 T_1 , 7 月均温 T_7 和年均温 T) 与地理位置 (纬度 Lat , 经度 $Long$ 和海拔高度 Alt) 的回归模型如下:

$$T1 = 78.72 - 1.67Lat - 0.17Long - 0.0045Alt \quad \text{复相关系数 } r^2 = 0.80, \text{ 气象台站数 } n = 46$$

$$T7 = 66.84 - 0.18Lat - 0.28Long - 0.0057Alt \quad r^2 = 0.97 \quad n = 46$$

$$T = 71.31 - 0.89Lat - 0.21Long - 0.0056Alt \quad r^2 = 0.91 \quad n = 46$$

2.3.2 NECT 的降水与湿润度梯度

NECT 降水与湿润度梯度呈现出明显的东高西低的趋势,是控制样带植被结构、生产力与土地利用格局的关键因素,也是样带全球变化的主要驱动因素。NECT 的东端,长白山北麓与张广才岭的年降水可达 700mm,在长白山北坡高处可达 800mm。中部农业区的降水在 580~600mm。草原地带东部降水可达 500mm,在中部则为 350mm,西端荒漠草原则降到 200mm 以下。Holdridge 可能蒸散率(*PER*)在东部森林区不过 0.5~1.0,在中部农业区为 1.1~1.6,草原地带的东中西部相应为 1.1~1.6,1.2~1.4 与 1.5~3.5。沿 NECT 的降水(1 月 *P*₁,7 月 *P*₇ 和全年 *P*)和 Penman 干燥度(*PA*)指标与地理坐标回归模型如下:

$$P1 = -23.90 - 0.68Lat + 0.45Long + 0.0030Alt \quad r^2 = 0.69 \quad n = 46$$

$$P7 = -97.95 - 14.05Lat + 6.76Long - 0.0249Alt \quad r^2 = 0.45 \quad n = 46$$

$$P = -1582.10 - 56.67Lat + 36.29Long + 0.1673Alt \quad r^2 = 0.77 \quad n = 46$$

$$PA = 20.12 + 0.10Lat - 0.18Long - 0.0002Alt \quad r^2 = 0.72 \quad n = 46$$

2.4 NECT 的土壤类型

NECT 东部森林区域地质构造复杂,山地大多以花岗岩为主,并广布片麻岩和片岩等。地带性土壤为暗棕壤,又以山地暗棕壤为主,一般排水良好,腐殖质含量高(6%~8%),pH 约在 5~5.5 左右,在坡度较小处土层较厚,一般可达 70~100cm,但在坡度较大的地方,土层较薄。

NECT 草原区域的土壤最为复杂多样,按从北到南、从东到西的次序分别为:(1)黑土分布于大兴安岭东麓的山前丘陵平原,表土腐殖质含量丰富(5%~10%,甚至达 17%),底部无碳酸盐积聚,剖面呈微酸性反应(pH5.6~6.6)。(2)黑钙土见于大兴安岭的东西两麓,形成连续的黑钙土带,剖面结构有明显的腐殖质积聚和钙积化过程,腐殖质层深厚,有机质含量高(表层含量 3.5%~12%),钙积层石灰含量较低(一般在 8%以下),土壤呈中性反应,pH 值自上而下逐渐增高,有时有局部碱化、盐化特点。(3)栗钙土是最典型的草原土类,与典型草原带的分布大致符合,剖面由栗色或灰棕色腐殖质层与紧实的灰白色碳酸钙淀积层组成,腐殖质层厚度约 25~40cm,表层有机质含量 1.5%~4.5%,局部有碱化和盐化现象,无石膏积聚,土体反应呈弱碱性或碱性,pH>9,并随深度而递增。(4)棕钙土是最干旱的草原气候下形成的土类,主要分布于 NECT 最西部的荒漠草原地带,具有从草原到荒漠的过渡性特点,既表现出草原成土过程特点—腐殖质积累和碳酸钙淀积,也表现出荒漠成土过程的特点—表土砾质化、砂质化和出现假结皮,其腐殖质积累比栗钙土微弱,颜色较淡,厚度也小,腐殖质含量 1.0%~1.8%,分布不均匀,土壤结构多呈粉末状和块状,钙积层部位较高,全剖面碱性反应,pH9.0~9.5 或以上,局部碱化和盐化现象普遍。

另外,在 NECT 的中南段小部分地区分布着发育在灌丛之下的褐土,及落叶阔叶林下的棕壤,在各地还常出现隐域性的土壤如草甸土、沼泽土、盐土和沙土等。

2.5 NECT 的土地利用格局

根据土地利用现状结构与主要土地资源利用的限制性因素,NECT 的土地利用格局可分为 4 段:以大兴安岭为界,西段是以牧业为主的内蒙古高原,中段是平原上的农牧交错带和农牧林业区,以及东段以林为主,农林结合的低山与丘陵区。

2.5.1 以林为主的东部山地丘陵 NECT 的东部为东北山地丘陵区,包括吉林的东部和辽宁东北部,大部分土地已被利用,林地占绝对优势,耕地、草地比重较低,面积约 13 万 km²。全区以林业用地为主,其面积约占本地总面积 60%~70%,林业基础雄厚,森林覆盖率高。耕地较少,主要分布于河谷、盆地和丘陵地区,仅占 7%~10%,以旱地为主,但山间盆地中种植水稻的比例占整个 NECT 带区水稻种植的 85%以上,为东北稻米集中产区,农业经营粗放,产量低,主要农作物为春小麦、大豆、高粱、玉米、甜菜、亚麻等,大部分地区农作物只能一年一熟。牧草地较少,以林间草地为主。本区土地利用存在的问题是:农、林、牧用地结构不尽合理;过伐导致森林覆盖率下降;农业用地少,产量低而不稳;畜牧业基础差,草山、草坡利用不充分。

2.5.2 农牧林并重的中部平原 NECT 的中部为东北平原地区的中部,包括松辽平原和辽西丘陵地区,绝大部分土地已被开垦利用,开发利用程度较高,以耕地为主,林地和牧草地也均占有较大比重。本区为我国重要粮食产区,素有“北大仓”之称,粮田广阔平坦,适于机械化作业,人均粮食产量较高,农作物一年一熟,以小麦、大豆、高粱、玉米、甜菜、亚麻等为主。其中玉米最多,形成了中国的“玉米带”,超过粮食种植面积的 60%。林地以防护林为主,辽西丘陵经济林地比重较大,是重要的苹果产区和柞蚕生产基地。草地面积较大,主要分布在西部农牧过渡地带,草场质量好。全区非农业用地比重相对较大,区内沼泽地面积大,不利于农业利用。本地区土地利用存在的主要问题是:土地利用结构不尽合理,垦殖率过高,林牧用地偏少;土地生产率偏低。

2.5.3 农牧交错的中西部平原 NECT 的中部和西部之间,即辽宁西部、河北北部的一少部分,大部分土地已被利用,耕地和草地并重,林地较少。处于农区向牧区过渡的半农、半牧和农牧交错地带,土地利用兼有农区和牧区的特点。区内耕地基本为旱地,耕种粗放,广种薄收、轮歇撂荒十分普遍,且土地瘠薄,干旱和风沙等自然灾害频繁,农作物一年一熟,以小麦、玉米、油菜等为主,产量低。林地面积比重小,主要是用材林和农田防护林。草地面积比重大,以天然草场为主,人工、半人工草场比重很低。本地区土地利用存在的主要问题是:农牧结合差,农牧用地矛盾突出,破坏性开发,草地退化、沙化、碱化严重。

2.5.4 以牧为主的内蒙古高原 NECT 的东部为大兴安岭以南,乌兰察布盟以东的锡林郭勒高原,主要包括内蒙古自治区的锡林郭勒盟以及哲里木盟的一部分,面积约 30 万 km²,占整个带区的二分之一。牧业用地占绝对优势,是内蒙古主要牧区之一,在锡林郭勒盟其比例达 95% 以上,而耕地及林地极少,都小于 5%;牧区比例在哲里木盟则降至 60%,宜林地和耕地增加。耕地面积小,主要分布在东南部地区,以旱地为主,农作物一年一熟,以春小麦、马铃薯、莜麦、糜子、谷子为主,经营粗放,广种薄收,产量低而不稳定。林地分布基本与耕地一致,主要为用材林和防护林,面积小,且疏林、灌木林比重大。草场辽阔,多为草甸草场、草甸草原草场和草原草场,质量好。本段土地利用存在的主要问题是家畜超载,草场退化、沙化、盐碱化严重,有大约 48.63% 的草地资源退化,盲目开荒,扩大耕地,非宜林地造林,防护林体系不完善,土壤风蚀、水蚀严重,其中已形成大片沙地。

2.6 NECT 植被类型与分区及其生态地理特征

2.6.1 NECT 的植被类型与分区 NECT 的植被类型或生物群区(图 1)可分为东、中、西 3 段,即东部温带针阔叶混交林(暗棕壤)地带,中部低地草甸、农田(暗色草甸土)地带与西部温带草原(黑钙土-栗钙土-棕钙土)地带(包括 3 个亚地带),这一植被-土壤梯度的生态含义极为丰富。整个带内各分区特征如下^[5]:

(1)温带针阔叶混交林区域 位于北纬 42°~46°,东经 126°~131°,东北平原东部的山地丘陵区,植物种类繁多,仅维管束植物即近 1900 余种,为长白山植物区系成分。地带性植被为温性针阔叶混交林,主要是以红松(*Pinus koraiensis*)为主构成的,混有紫椴(*Tilia amurensis*)、风桦(*Betula costata*)等各种温带落叶阔叶树种,并多藤本植物,一般称为“红松针阔叶混交林”。种类组成极其丰富,植被分层明显,并有亚热带和寒温带成分,有着较明显的垂直分带现象,可分为两个亚地带。一是温带北部针阔叶混交林亚地带的小兴安岭、完达山地红松针阔叶混交林区南部的张广才岭、老爷岭山地部分,植被覆盖率为 70%~80%,地带性植被为红松、紫椴、风桦林,以红松为主,伴生十余种温性阔叶树种,林内有发育良好的藤本植物,伴生南方(亚热带)和北方(寒温带)植物种类。二是温带南部针阔叶混交林亚地带的长白山地红松、沙冷杉(*Abies holophylla*)针阔叶混交林,地带性植被为红松、沙冷杉、千金榆(*Carpinus cordata*)针阔叶混交林,以红松为主,伴生树种极其丰富,多属暖温性树种,植被层次明显,森林覆盖率达 70%~80%。

本区森林覆盖率高,有着丰富的原始林资源,是我国最大的天然用材林生产基地。耕地较少,主要分布于河谷、盆地和丘陵地区,经营粗放,产量较低。牧草地比重较低,仅在小兴安岭林区有少量林间草地。

(2)温带落叶阔叶林、农田区域 位于北纬 42~43°,东经 122~124°,辽河平原的北部和西部。植物区系具有华北区向长白区的过渡特点,兼有华北、长白两地区丰富的植物种类。本区属于温带北部落叶阔叶林亚地带的北部,一般山地阳坡下部分布着辽东栎(*Quercus liaodongensis*)林,上方分布着蒙古栎(*Quercus mongolica*)林,各类林中混生许多落叶阔叶树种,灌木层、草本层较发达,林内有藤本植物。虽然本区的植被

为落叶阔叶林,但由于长期的人为干扰和耕地扩展,林地面积已很少,以耕地占绝对优势,并有少量的草地分布。

(3)松辽平原柞林草原、农田区域 位于北纬 $42^{\circ}30'$ ~ 46° ,东经 121° ~ 126° ,包括小兴安岭南端、张广才岭及长白山山前丘陵漫岗区,是松辽平原西南部的典型草原向周围落叶阔叶林区过渡的地带。本区属于温带北部草原亚地带的松辽平原外围柞林草原区,以兴安-蒙古草原成分占主导地位,植被类型的分布组合很复杂,边缘低山丘陵分布了森林、灌丛及五花草甸,建群种为贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)、线叶菊(*Filifolium sibiricum*)、羊草(*Leymus chinense*)等。

本区处于林区与牧区的中间过渡地带,土地利用兼有林区、农区和牧区的特点,但地理条件决定了这里的农业发达,开发程度很高,是相当理想的宜农地区,已成为我国重要的大型商品粮基地之一。林地面积比重小,主要是用材林和农田防护林,草地面积比重较大,以天然草场为主。

(4)松辽平原典型草原区域 位于北纬 $42^{\circ}30'$ ~ 46° ,东经 117° ~ 125° ,占据了松辽平原的中部,包括松嫩平原、西辽河平原及大兴安岭南段的东南坡,最主要的建群种和优势种为大针茅(*Stipa grandis*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、羊草、线叶菊、贝加尔针茅、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、冰草(*Agropyron cristatum*),并拥有温带亚洲或东北、华北的区系成分。松辽平原西南部沙质及沙壤质土壤上,西辽河以北的大兴安岭山地平原区,主要分布着大针茅草原,最常见的群落类型有大针茅+丛生小禾草原、大针茅+羊草草原及山杏灌丛化的大针茅草原。西辽河流域的沙丘上广泛分布着沙生植被,如沙蒿(*Artemisia arenaria*)半灌木群落。草甸及沼泽植被广布于各种低湿地生境上。

本区土地开发利用程度较高,以耕地为主,林地和牧草地也均占有较大比重。粮田广阔平坦,人均粮食产量高,是我国重要的粮食产区,林地以防护林为主,辽西丘陵经济林地比重大。草地面积较大,主要分布在西部农牧过渡地带,草场质量好。另外,全区非农业用地比例相对较大,水网密布,河流较多,沼泽地面积大,低地草甸被开垦作为农田,特别是水稻田的发展趋势甚快。

(5)大兴安岭山地草甸草原区域 位于北纬 44° ~ 46° ,东经 117° ~ 122° ,大兴安岭的西南侧,沿山前丘陵呈带状延伸。本区东北面逐渐进入大兴安岭针叶林区,西面与内蒙古高原典型草原区相邻,处于草原向山地针叶林的过渡区,在植被组合上,以几种草甸草原、林缘草甸和岛状森林交互分布为特色。植物区系以兴安-蒙古种为主,其中加为尔针茅、线叶菊、羊草等均为本区优势群系的建群植物,其次为欧亚温带和东亚分布的森林草甸种,如裂叶蒿(*A. luciniata*)、野火球(*Trifolium lupinaster*)、歪头菜(*Vicia umjuga*)、大叶草藤(*V. pseudo-orobus*)等。最具代表性的草甸草原类型为贝加尔针茅+线叶菊草原,多占据丘陵坡地的中部,土壤为黑钙土,常见的群系有贝加尔针茅-线叶菊草原,贝加尔针茅+丛生小禾草原,贝加尔针茅+羊草+杂类草草原等,另外还有线叶菊草原、羊草草原、五花草甸等重要植被类型。

本区处于农林牧的交错地带,植被类型复杂,生产力都比较高,土地利用以畜牧业为主,天然草场面积辽阔,产量高,质量好,既适于放牧,又适于割制干草,是理想的畜牧业基地。农田垦殖率低,以旱作为主,但热量条件较低,无霜期短,只能种植春小麦、土豆等短生长期的耐寒植物。但近年来,农田开垦速率极快,大量草甸草原均被垦为农地,土地利用格局发生很大变化。

(6)内蒙古高原中部典型草原区域 位于北纬 42° ~ 46° ,东经 113° ~ 119° ,内蒙古高原中部的锡林郭勒高原。植物区系以蒙古草原成分和更广泛的中亚东部(亚洲中部)草原成分为主,最重要的种类是:大针茅、羊草、克氏针茅、糙隐子草、冰草、洽草(*Koeleria cristata*)以及寸草苔(*Carex stenophylla*)等,都是典型草原旱生植物。地带性植被为典型草原,主要代表群系为大针茅草原、克氏针茅草原、羊草草原、线叶菊草原、羊茅草原、冰草草原、糙隐子草原和冷蒿草原。

本区畜牧业十分发达,牧业用地占绝对优势,也是内蒙古主要牧区之一。草原辽阔,质量很好。耕地面积小,主要分布在东、南部地区,以旱地为主,农作物为春小麦、马铃薯、莜麦、糜子和谷子,经营粗放。在沙丘梁地有小面积林地分布。

(7)内蒙古高原西部荒漠草原区域 位于北纬 42° ~ 45° ,东经 108° ~ 113° ,阴山山脉以北的层状高平原区。地带性荒漠草原植被占显著的优势,主要建群种都是曲膝芒组和须芒芒组的几种小型针茅,最有代表

性的是戈壁针茅草原群系。植物区系成分以戈壁-蒙古荒漠草原种和中亚东部荒漠草原种为主,小型针茅如戈壁针茅(*Stipa gobica*)、沙生针茅(*S. glareosa*)、石生针茅(*S. klemenzii*)、短花针茅(*S. breviflora*)及无芒隐子草(*C. songorica*)、多根葱(*A. polyrrhizum*)、蒙古葱(*A. mongolicum*)等均为荒漠草原的建群种和优势种,其中戈壁针茅的作用最突出,短花针茅是从温带南部草原亚地带侵入的成分,另外,强旱生小半灌木女蒿(*Hippolytia trifida*)、耧状亚菊(*Ajania achilleoides*)在某些地区也是优势成分。

本区已进入干旱区,主要以牧业用地为主,林地和农田很少,旱作农业不能进行,因此在长期的历史进程中形成了畜牧业比较发达的特点,与上一区相比,草场产量不高,质量相对较好,属矮草放牧场,很适于羊的采食放牧。

2.6.2 NECT 的植物区系 NECT 的植物区系均属于泛北极植物区域,东部为东北东部山地,地带性植被是红松针阔叶混交林,它属中国-日本植物亚区东北地区的长白山植物区系(旧称满洲植物区系);西北部为大兴安岭林区,植被为山前草地森林,属于欧亚森林植物亚区大兴安岭地区的兴安植物区系(旧称达乌里植物区系);西部越过大兴安岭为内蒙古高原,典型草原是其地带性植被,属于欧亚草原的蒙古植物区系;其南部越过平缓的松辽分水岭为辽河平原的科尔沁草原,科尔沁草原以南则为中国-日本森林植物亚区的华北植物区系;中部的松嫩平原位于 4 个植物区系的交界处,区系成分混杂,至今没有发现特有种,但其景观为草原植被,蒙古植物区系占有重要的地位,多属兴安-蒙古成分,又由于土壤碱化严重,盐生植物较多是内陆和沿海的共有种^[6]。

由此可见,NECT 西北面与蒙古的荒漠草原区相邻,北面与欧亚针叶林的南泰加山地寒温带针叶林相接,东南面与东亚落叶阔叶林区的我国华北森林为临,西南面与黄土高原的暖温带草原区接壤,西面是中亚荒漠草原和亚非荒漠,因此,NECT 的植物区系受到多方面的深刻影响和渗透,许多植物的分布区在本区内互相交迭,从而大大丰富了这个地区的区系地理成分,形成其区系的复杂性。

2.6.3 NECT 植物的生活型和生态型 沿 NECT 的不同地段和不同的植被类型,其生活型特征不相同,生态型也不同。东部长白山、小兴安岭、完达山等山地丘陵地区的针阔叶混交林以湿中生、中生湿润性的乔木高位芽植物占优势,伴生较多的小乔木和灌木高位植物。中部松嫩平原植被的生活型以中生地面芽占优势,其次是地下芽和种子越冬植物,而高位芽和地上芽植物占的比重很小^[6]。西北部的大兴安岭山前草甸草原同样以地面芽植物占优势,多为中生杂类草,是草原群落中喜湿润的类型,建群种为中旱生或广旱生的多年生草本植物,经常混生大量中生或旱中植物,主要是杂类草,其次为根茎禾草与丛生苔草,典型旱生丛生禾草仍起一定作用,但一般不占优势,旱生小半灌木层片几乎不起作用。内蒙古高原东部的典型草原区的生活型为地面芽植物,建群种由典型旱生或广旱生植物组成,丛生禾草和根茎禾草占据优势,其中以丛生禾草为主。群落组成中,旱生丛生禾草层片占最大优势,可伴生不同数量的中旱生杂类草以及旱生根茎苔草,有时还混生旱生灌木或小半灌木,中生杂类草层片不起什么作用。西部的荒漠草原地区同样为地面芽植物,但所占比例低于东部的草甸草原和典型草原,建群种由强旱生丛生小禾草组成,经常混生大量强旱生小半灌木,并在群落中形成稳定的优势层片。在一定条件下,强旱生小半灌木可成为建群种。一年生植物层片和地衣、藻类层片的作用明显增强。在基质较粗的条件下,草原旱生灌木在群落中也起一定的作用。

2.6.4 C_3 和 C_4 植物功能型 植物功能型(PFTs)反映了某一地区优势植物的特征,是近年来全球变化研究中的重要概念之一。以光合作用途径为例,在 NECT 上的 C_3 和 C_4 植物功能型也有一定的规律, C_4 植物的生境多为典型草原和盐碱草地,而 C_3 植物则主要分布在草甸草原和典型草原,而且 C_4 植物对热、干旱和盐环境的适应能力比 C_3 植物强^[7]。研究植物功能型和环境的关系,可为揭示 NECT 的生物群区及功能的生态梯度分布奠定良好的基础。

2.6.5 NECT 的净第一性生产力 按 Chicugo 模型的预测可得,NECT 的潜在净第一性生产力(NPP, $DM \cdot t/hm^2 \cdot a$) 在东部森林区为 6~9,在中部农业区为 5~6,草甸草原为 3.5~4.5,典型草原为 3~4,荒漠草原为 2~3(图 1)。植被生产力的分布与降水量成正比,而与干燥度成反比。

2.7 NECT 历史时期的植被分布格局

根据对历史时期气候变化及一些孢粉资料的研究,在距今 8000~3000 年前的全新世中期,中国存在一个气候适宜期,那时的水热条件比现在优越,平均温度大约高于现在 2~4℃,年降水量平均高于现在 100mm。当时人口数量很少,农牧业生产规模也甚小,对环境的干扰轻微,故这一时期的植被状况可以看作是是人类历史时期基本未受人类活动影响的天然植被的本底状况^[8],并可为下一世纪气候变暖后的植被变化图景提供佐证。

全新世中期气候较今温润、温暖,这在东北、华北地区反映尤甚,当时在东北北部可能已无寒温带针叶林分布,温带针阔叶混交林、暖温带落叶阔叶林、亚热带常绿阔叶林和热带雨林的位置也有不同程度的北移。现代 NECT 的地理范围内当时分布着温带针阔叶混交林、落叶阔叶林和草原,但其地理位置、群落类型和种类组成已与今有所不同,在长白山地区植被主要是由柞、榆、桦、椴所组成的暖温带落叶阔叶林(现为针阔叶混交林),在内蒙古的东中部分布着暖温带落叶阔叶林中常见的树种(现为半干旱的典型草原区),在察哈尔右翼中旗分布着暖温带落叶阔叶和针叶混交林(现为温性草原区),三江平原和长白山地区已属暖温带落叶阔叶林,晋北阳高、冀北围场分布着暖温带针阔叶混交林,内蒙古赤峰、沈阳新乐、内蒙古岱海、黄旗海、白素海等湖区分布着温性针叶林和针阔叶混交林。东北西部沙地的气候较温暖湿润,植被为蒿类草原和伴生有柳、桦等树木的蒿类草原。

3 结论与讨论

早在 IGBP 的核心计划:全球变化与陆地生态系统(GCTE)的规划阶段,人们就已清楚地认识到了样带研究的必要性,随后在全球范围内设立了一系列 IGBP 陆地样带,并及时拟定科学计划及有组织地进行实施。IGBP 陆地样带不仅是 GCTE,而且也是其它 IGBP 核心计划的重要研究工具,来自不同国家和不同学科的科学家人将在 10~15a 的长期研究中贯彻实施一系列规划,这将极大地增加人们对陆地生物圈在全球变化中作用的理解。

NECT 的建立与深入研究将为我国全球变化与陆地生态系统关系(GCTE)及其它 IGBP 核心项目的研究提供一个有利的平台和载体,其本身更是一个良好的研究与综合对象^[1]。通过总结 NECT 的基本生态地理特征及其初步的梯度分析可以看出,沿 NECT 的地形、气候、土壤、土地利用、植被或生物群区等均表现出很好的生态梯度,利用这些梯度,以降水作为全球变化的主要驱动因素,可进一步研究以下全球变化中的生态学问题:1)环境(气候)-植被相互关系;2)生态系统生理学;3)生态系统结构、功能与动态;4)不同层次生物多样性与气候变化关系;5)生物地球化学循环过程;6)净第一性生产力(NPP)形成过程;7)土地利用格局与强度;8)遥感分析与监测;9)环境历史演变规律;10)全球动态植被模型(DGVM)及其变尺度耦合和预测。由此使 NECT 成为我国 GCTE 研究的前沿阵地和国际 IGBP 研究的关键样带,在全球变化研究中发挥其重大作用。

参考文献:

- [1] Koch G W, Scholes R J, Steffen W L, Vitousek P M and Walker B H. *The IGBP Terrestrial Transects: Science Plan*. IGBP Report No. 36. Stockholm: IGBP, 1995.
- [2] 张新时, 高 琼, 杨奠安, 等. 中国东北森林-草原全球变化陆地样带(NECT)的梯度分析及其预测. 植物学报, 1997, 39(9): 785~799, 图版 1 和 1.
- [3] Li X. Modelling the response of NECT to global change. *J. Biogeogr.* 1995, 22: 515~522.
- [4] Gao Q, Zhang X S. A simulation study on response of North East China Transect to elevated CO₂ and climate change. *Ecological Application*, 1997, 7(2): 470~483.
- [5] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [6] 郑慧莹, 李建东. 松嫩平原的草地植被及其利用保护. 北京: 科学出版社, 1993.
- [7] 殷立娟, 王 萍. 中国东北草原植物中的 C₃ 和 C₄ 光合作用途径. 生态学报, 1997, 17(2): 113~123.
- [8] 赵士洞, 高瑞平, 陶 炎. 中国植被的历史变迁及未来发展趋势. 见: 叶笃正, 陈洋勤主编. 中国的全球变化预研究(第二部分). 北京: 地震出版社, 1992. 170~173.