

典型东北农牧交错区土地利用/覆被变化分析

杨卓¹, 李全¹, 魏斌², 牛健植¹, 范志平³, 王红雷¹, 韩洁春¹, 张广分¹, 邵文伟¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083; 2. 辽宁省林业调查规划院, 沈阳 110112; 3. 中国科学院 沈阳应用生态研究所 大青沟沙地生态实验站, 沈阳 110016)

摘要:采用赵哈林对东北农牧交错区的界定范围,选取内蒙古库伦旗,科尔沁左翼后旗以及辽宁西部的康平县和法库县四县为代表,利用 1987 年、1995 年、2003 和 2007 年 4 个时期土地利用数据,运用 ArcGIS 和 ArcView,分析 1987—2007 年间的土地利用/覆被变化。结果表明:研究期间,农田和草地大幅度减少,未利用地用地面积显著增加,林地和建设用保持较小增长,水域面积减少幅度不大。研究区土地利用类型转移的主要方向是农田转化为草地(转化面积为 1 060.88 km²,占 2007 年草地面积的 27.19%) and 未利用地(转化面积为 280.10 km²)、林地转化为草地(转化面积 77.95 km²)、草地转化为未利用地(转化面积为 1 265.07 km²)。人口压力和生态政策是影响该区域土地利用/土地覆盖变化的主要驱动力。

关键词:典型东北农牧交错区; 土地利用/覆被变化; 驱动因子

中图分类号:F301.24; X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)04-0212-05

Analysis of Land Use/Cover Changes of Typical Agro-pasture Zigzag Zone in Northeast China

YANG Zhuo¹, LI Quan¹, WEI Bin², NIU Jian-zhi¹, FAN Zhi-ping³,
WANG Hong-lei¹, HAN Jie-chun¹, ZHANG Guang-fen¹, SHAO Wen-wei¹

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating; Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Liaoning Provincial Institute of Forestry Research and Planning, Shenyang 110122, China; 3. Daqinggou Ecological Station, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

Abstract: The changes of land use/cover and landscape pattern had been analyzed in this paper, using the land use data of 1987, 1995, 2003 and 2007 in four selected prefectures of Kulun, Keerqin, Kangpin and Faku as topic agro-pasture zigzag zone in Northeast China by using Zhao Ha-lin's method with ArcInfo and ArcView. The results showed that the areas of farmland and grassland obviously decreased, while the areas of unused land increased, and the areas of forest land and construction land kept less increase, then water land kept less decrease. The major patterns of land use change are the conversions of farmland to grassland and unused land, forest land to grassland, and grassland to unused land. The driving forces of the LUCC in topic agro-pasture zigzag zone in Northeast China are the pressure of increasing population and ecological policies.

Key words: typical agro-pasture zigzag zone in Northeast China; land use/cover change; driving force

20 世纪 90 年代以来,随着资源、环境和人口问题的日益突出,土地利用/覆盖变化研究已成为全球变化研究的前沿和热点课题^[1-2]。土地利用是指人类有目的地开发利用土地资源的一切活动,而土地覆盖是指地表自然形成的或者人为引起的覆盖状况。土地利用/覆盖变化是全球变化研究的重要组成部分之

一,在全球环境变化和可持续发展中占有重要的地位,已被列入“国际地圈与生物圈计划(IGBP)”的核心项目^[3]。土地利用/覆盖变化是所有与可持续发展相关的问题的核心,可以说是“可持续发展理论”的开拓计划^[4]。

在我国,农牧交错带是一个具有特殊含义的地理

收稿日期:2010-04-14

资助项目:国家十一五林业科技支撑计划专题(2006BAD03A0203)

作者简介:杨卓(1985—),女,黑龙江省伊春人,硕士研究生,主要从事水土保持、林业生态学方面的研究。E-mail: zhuoyang5531@126.com

通信作者:牛健植(1974—),女,吉林四平人,博士,副教授,主要从事景观生态学,森林水文学方面的研究。E-mail: nexk@bjfu.edu.cn

概念。它是指农业区与牧业区之间所存在的一个农牧过渡地带,在这个过渡带内种植业和草地畜牧业在空间上交错分布,时间上相互重叠,一种生产经营方式逐步被另一种生产经营方式所替代。我国的农牧交错带分布较为广泛,如北方农牧交错带、西南半干旱过渡带、西北干旱区绿洲荒漠过渡带等都具农牧交错带的特征。但是,常说的农牧交错带主要是指北方农牧交错带。这不仅因为它是我国面积最大和空间尺度最长的农牧交错带和世界四大农牧交错带之一,更主要是近几十年该区沙漠化急剧发展,生态环境明显恶化,已给当地人民生产、生活带来了极大危害,并对我国东部地区的生态环境和经济发展带来了不良影响,成为我国生态问题最为严重的农牧交错带。因此对农牧交错区的土地利用覆被/变化研究,对改善我国生态环境更具指导意义。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

我国关于北方农牧交错带的界定,源于赵松乔^[5]于1953年提出的“农牧交错过渡地带”。此后,大量学者从不同领域、不同角度和不同研究目的对其位置进行了重新界定。本研究采用赵哈林^[6]的最新研究成果,描述了北方农牧交错带的地理位置。描述指标包括:(1)以年降水量400 mm等值线为中心;(2)降水年变率15%~30%;(3)干燥度指数1.0~2.0。植被自东向西由森林草原带过渡到典型草原带和荒漠草原带,是典型的草原植被类型;土壤类型以栗钙土和棕壤为主;大多数地区海拔在1 000 m以上,地貌复杂多样,以内蒙古高原为主体,丘陵、山地、沙地、河流和湖泊并存。地理坐标最北为49°36'N,最东124°42'E,最西105°45'E,最南36°01'N。整个农牧交错带呈带状分布,其东段较宽,最宽处为科尔沁沙地和松嫩沙地,宽度可达300 km以上;西段较窄,为毛乌素沙地和黄土风沙区,宽为100~150 km;中段为内蒙古锡盟南3旗和河北北部地区,宽200 km左右。其行政区划涉及9个省106个旗(县市),总面积654 564 km²。

在对北方农牧交错带界定的基础上,总结了东北农牧交错带的地理范畴(见图1)

本研究选取内蒙古通辽7县中库伦旗,科尔沁左翼后旗以及辽宁西部的康平县和彰武县为研究区域,见图1中深色区域。科尔沁左翼后旗位于内蒙古自治区通辽市东南部,地处东经121°30'—123°42',北纬42°40'—43°42'。总面积11 476 km²,总人口40万人。地处科尔沁沙地与松辽平原交接地带,除东邻东、西辽河交汇处有占总面积不到3%的冲积平原

外,其余全部为沙坨草甸交错、沙丘连绵,以沙地沙丘为主要特征。

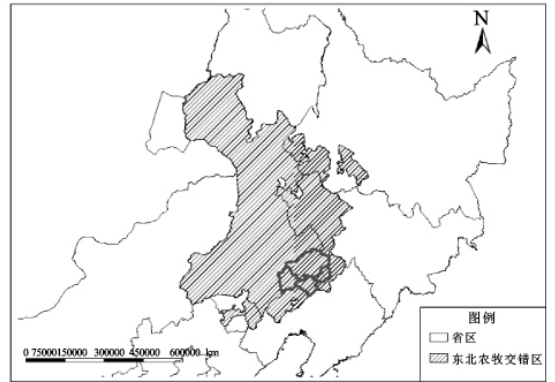


图1 东北农牧交错区及研究区范围

库伦旗位于哲里木盟西南部。东邻科尔沁左翼后旗,南靠辽宁省阜新蒙古族自治县和彰武县,西连奈曼旗,北接开鲁县。面积4 744 km²。人口17.4万,其中蒙古族104 988人,占总人口的59.17%;汉族66 567人,占总人口的37.52%;其它少数民族5 861人,占总人口的3.3%。人口密度37.63人/km²。年平均气温6.6℃,年降水量400~450 mm,无霜期140~150 d。

康平县地处辽宁省最北部,属沈阳市辖县。地理位置处于北纬42°31'—43°02',东经122°45'—123°37',全县区域面积2 175 km²,35万人。地处辽河流域,属北温带大陆气候,年平均气温6.9℃,最高气温36.5℃,最低气温-29.9℃,年平均日照时数2 867.8 h,>10℃积温在3 283.3℃,无霜期在150 d左右,年降水量540 mm左右,地下水开发量仅为8 000万m³。地势特点为西高东洼,南丘北沙,地貌可概括为一水二草三林四分田。

彰武地处辽宁省西北部,科尔沁沙地南部。北纬42°07'—42°51'、东经121°53'—122°58'之间,东连康平、法库两县,南接新民市,西隔绕阳河与阜新蒙古族自治县相邻,北依内蒙古自治区通辽市的库伦旗和科尔沁左翼后旗;全境呈枫叶形,东西长87.5 km,南北宽79 km,总面积3 641 km²。

1.2 数据来源

(1)遥感影像。本研究的数据源为1987年,1995年,2003年,2007年四期Landsat/TM影像(空间分辨率30 m)。

(2)常规图件。本研究图件用的是全国1:10万地形图。同时补充了野外调查,来纠正错误及变化。

(3)文本资料。包括最新的国土分类标准、技术规范、统计年鉴等多样资料。本研究严格按照国土资源部《土地利用现状调查技术规程》、《县市级土地利

用数据库标准》、《县市级土地利用数据库建设技术规范》等技术标准采用统一的椭球参数(北京 54 坐标系)和投影类型(高斯投影 3 度分带)《县(市)级土地利用数据库建设技术规范(试行)》(国土资源部,2002 年)结合东宝区实际情况建设完成。本研究土地利用分类方式根据《全国土地分类标准》(2007-08-10 发布实施)完成。

1.3 研究方法

首先对得到的影像文件用遥感解译软件 EARDS 进行影像校正处理,然后通过对四期 TM 影像进行目视解译,得到矢量图,用 1:10 万地形图进行纠正,录入特定的属性,得到各期土地利用图。根据研究地实际情况将土地利用类型分为农田、林地、建设用地、水域、草地和未利用地 6 个一级类型,一级类型又进一步分为 17 个二级类型,包括旱地、水田;农田防护林、经果林、灌木林、沙地造林;农村居民用地、城镇用地、其他建设用地;河流、湖泊;天然草地、荒草地、人工草地;沙地、盐碱地、裸地等。数据以 ArcMap 中的 shapefile 格式保存。在土地利用变化

分析中,利用 ArcMap 对土地利用矢量图进行叠加分析,利用 Excel 的数据统计功能,进行 1987 年与 2007 年两个时期之间的土地利用类型转移矩阵,从转移矩阵中可以看出研究区这 20 a 来各土地利用类型的的变化趋势,及各用地类型之间如何转化。

2 土地利用变化分析

2.1 土地利用基本变化状况

根据研究需要及研究区实地情况,我们将研究区土地利用类型划分为 6 大类,即农田,林地,建设用地,草地,水域和未利用地。各种用地类型在图上可以明显地表现出来。从 4 期遥感影像图上解译得到的土地利用图上可以看出,1987—2007 年研究区土地利用/覆被状况发生了大幅度的变化,其中最为显著的是农田和未利用地面积的变化,随着年份的移近,未利用地的面积占总图面积的比例越来越大,图上显示越来越明显。相应的面积减少变化明显的就是农田,即从图上可以明显看出原有的部分农田被未利用地所代替。

表 1 典型东北农牧交错区土地利用基本状况

类型	1987 年		1995 年		2003 年		2007 年	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/100%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
农田	12117.39	53.77	11223.67	49.81	10865.57	48.22	10849.04	48.14
林地	2030.28	9.01	2030.73	9.01	2069.88	9.19	2065.54	9.15
建设用地	1202.75	5.34	1220.35	5.42	1235.31	5.48	1248.62	5.53
未利用地	2762.42	12.26	3657.24	16.23	4066.84	18.05	4231.98	18.74
水域	426.61	1.89	421.61	1.87	418.90	1.86	397.72	1.76
草地	3995.33	17.73	3981.07	17.67	3878.17	17.21	3741.77	16.60

利用获取的资料,对研究区 4 期土地利用数据分别进行目视解译,矢量化,键入属性,得到土地利用图。从得到的结果(表 1)可以看出,研究区土地利用类型以耕地、林地和草地为主,三者面积之和在各个时期均占研究区面积的 80%左右,这种特征决定了该区以农林牧业生产为主的特点,同时也表明我们所选研究区符合典型农牧交错区的特点。

表 1 中也定量描述了各土地利用类型在 1987—2007 年 20 a 年间的变化。研究区包括科尔沁沙地,所以未利用地类型中绝大部分为沙地。从表中可知,农田的比例逐渐下降,由 1987 年的 53.77%降为 2007 年的 48.14%,未利用地比例逐渐升高,由 1987 年的 12.26%增长为 2007 年的 18.74%,这与我国整体沙漠化日益严重息息相关,但近年来(2003—2007 年),通过调整防护林体系布局,达到更好的防沙固沙的目的,未利用地比例增加的趋势已经得到有效的控制。林地面积保持稳定的较小增长,因为我们所选研究区的防护林体系布局已经在 20 世纪 80 年代形成

规模,近 20 a 来主要的工作是调整其空间布局及配置,使之更为优化合理,其他类型林地的空间分布也无太大变化。建设用地比例也基本变化不大,水域面积所占比例逐年略微下降,河流湖泊等受气候,人为因素等影响,其表面积处于变化之中,这与一些流水已经日渐干涸的现状相一致。草地面积比例也逐渐降低,1987 年占地比例为 17.73%,2007 年变为 16.60%,这与研究区域内包括的科尔沁沙地,草场退化,沙地面积增多的情况相吻合。各用地类型除农田和未利用地外,所占面积比例基本都无较大变化,农田面积减少的比例为 5.63%,未利用地所占面积比例增加 6.48%,

20 a 间研究区各土地利用类型更为细致的变化,从图 2 中可以得知,农田面积大幅度减少,减少幅度最大的发生 1987—1995 年,其原因是 20 世纪 90 年代初期正处于我国经济发展初期,财政收入对农业的支出不够,农业灌溉设施不齐全,导致农业水资源利用效率低。其次,水资源产权模糊、水价偏低、水工程

设施产权模糊、分散的水行政管理以及农民用水过程中自主管理组织的缺乏是中国灌溉农业水资源利用效率低下的成因,也是导致农田面积减少的间接原因。在一些水土流失严重地区,广种薄收、超载过牧、粗放经营的传统农牧业生产方式依然普遍存在。一些部门和开发建设单位及个人对水土保持工作的重要性 and 紧迫性认识不足,法制观念不强。在开发建设过程中,往往缺乏必要的水土保持措施,随意破坏地貌植被,倾倒废土弃渣,造成新的水土流失。以上原因也可以解释同时期末利用地地面积显著增加的原

因。草地面积减少的幅度相对较缓,水域和建设用地相对变化幅度不大。

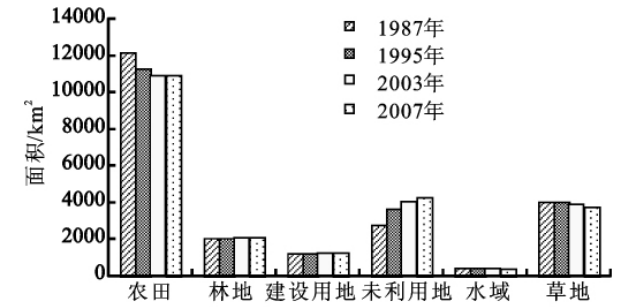


图 2 典型东北农牧交错区不同时期土地利用结构动态变化

表 2 典型东北农牧交错区土地利用变化状况

类型	1987—1995 年	1995—2003 年	2003—2007 年	1987—2007 年	年平均变化/%
	面积变化/km²	面积变化/km²	面积变化/km²	面积变化/km²	
农田	—893.72	—358.10	—16.53	—1268.35	—0.523
林地	0.45	39.15	—4.34	35.26	0.087
建设用地	17.60	14.96	13.31	45.87	0.191
未利用地	894.82	409.60	165.14	1469.56	2.660
水域	—5.00	—2.71	—21.18	—28.89	—0.339
草地	—14.26	—102.90	—136.40	—253.56	—0.317

近 20 年间,该地区农田共减少了 1 265 km²,年平均减少 0.523%;林地面积增加了 35.26 km²,年平均增加 0.087%;草地面积减少了 206 km²,年平均减少 0.258%;未利用地面积增加了 1 470 km²,年均增加 2.66%;建设用地增加了 45.87 km²,年均增加 0.191%;水域面积减少 205.93 km²,年平均减少 0.258%。

在对研究区 4 个时段的土地利用/覆被变化数据分析的基础上,可以得出:(1)1987—1995 年变化幅度最大的是农田和未利用地,其余土地类型变化幅度较小。这个阶段的特点是农田,水域和草地面积减少,且农田面积减少幅度很大,而未利用地,林地和建设用地面积增加,且未利用地面积增加幅度很大,几乎与农田减少的幅度相一致;(2)1995—2003 年除草地外,各用地类型呈现与 1987—1995 年时段相一致的变化规律,即变化幅度最大的是农田和未利用地以及草地,其余土地类型变化幅度较小。同样,农田,水域和草地面积减少,且农田面积减少幅度很大,而未利用地,林地和建设用地面积增加,且未利用地面积增加幅度很大;(3)2003—2007 年虽然这段时间的时间长度较短,但各用地类型增减出现了新的变化,而且变化幅度基本都小于前两时段。变化幅度最大的是未利用地和草地,其他变化幅度均较小。此时段与前两时段相比,除农田,水域和草地面积减少外,林地面积也出现了略微的减少,其中草地减少的幅度最大,在短于前两个时段的时间长度内,草地面积发生如此大幅度的减少,说明研究区内 2003—2007 年草场退化非常严重。水域减少的幅度也较前两段时期

有较大增大,同样说明研究区内 2003—2007 年水体流失现象较以前更为严重。而未利用地和建设用地面积增加,依然是未利用地增加的幅度最大;(4)20 a 来,农田面积发生了大幅度的减少,而且减少的幅度逐步放缓,林地面积变化先增加后减少,建设用地面积平稳增加,未利用地面积也是大幅度增加,增加的幅度逐渐放缓,水域面积逐年减少,草地面积更是显著减少。这些都充分说明 2003—2007 年研究区受气候、人文、政策等多方面影响,土地利用类型发生了巨大的改变。

2.2 土地利用变化过程

单纯各土地类型面积的增减并不能很好地反映各类型间的转化情况。本文通过对典型农牧交错区土地利用变化过程进行空间统计分析,得到 1987—2007 年的土地利用转移矩阵(表 3)。

(1) 农田是整个研究时段内减少幅度最大的土地类型,其主要的转化方向是草地,转化面积为 1 060.88 km²,占 2007 年草地面积的 27.19%,这与 20 世纪 80 年代以来在该地区加大实施退耕还林还草等生态保护措施的力度密切相关,说明以上地区的生态保护已初见成效。其次是未利用地,转化面积为 280.10 km²,另外,由农田转化为林地和建设用地的面积分别为 78.75 km² 和 57.79 km²。

(2) 林地变化活跃,主要转化为草地,转化 77.95 km²,其次是转化为未利用地、农田和建设用地,转化面积分别为 34.61 km²、31.21 km² 和 17.90 km²。说明该研究区依然存在一定的林地退化现象,在未来的发展规划中应进一步采取有效的生态措施。

表 3 典型东北农牧交错区 1987—2007 年土地利用变化转移矩阵

km²

土地利用类型	农田	林地	建设用地	未利用地	水域	草地	1987 合计
农田	10687.17	78.75	57.79	280.10	4.10	1060.88	12168.79
林地	31.21	1982.92	17.90	34.61	0.23	77.95	2144.82
建设用地	28.16	7.59	1170.65	8.94	0.07	19.46	1234.87
未利用地	20.37	33.32	6.87	2691.56	0.71	63.13	2815.96
水域	4.61	0.68	0.07	28.67	397.20	0.74	431.97
草地	45.40	76.86	20.44	1265.07	0.79	2679.11	4087.67
2007 合计	10816.92	2180.12	1273.72	4308.95	403.1	3901.27	22884.08

(3)建设用地面积略有增加,大部分是由农田转化而来。

(4)未利用地是增幅最大的土地类型,主要从草地转化而来,转化面积为 1 265.07 km²,这主要是由于过垦过牧以及过度樵采等不合理的土地利用方式引起草地退化、沙化而致,未利用地其次是由农田转化而来,这是农田由于耕作过度土壤板结,又受风沙侵蚀,退化为沙地。

(5)水域主要转化为未利用地和农田。河边滩涂地土壤水分含量高,适宜种植农田及开放为草地,但该研究区水域主要转化为未利用地,说明该地为对其土地进行合理利用。

(6)草地面积减少幅度也较大,约减少 4.56%,主要转化为未利用地,研究区由于过度放牧等人为原因,导致科尔沁沙地沙化严重。

2.3 土地利用变化驱动力分析

研究区 1997—2007 年土地利用/覆盖变化的驱动力因子是复杂多样的,主要分为自然驱动力和社会驱动力,自然驱动力又分为地形地貌、气候、土壤、水文等因素;社会驱动力又可分为人口、经济、技术、贫富状况、价值与观念、自然保护区建设等因素^[7]。尽管从长时间尺度上看,自然和人为因素都驱动着土地利用/覆盖变化,但在短时间尺度的土地利用过程中,人类活动无疑是最主要的驱动因素。

人口压力是导致土地利用方式发生转变的重要原因之一。人口数量的增加,势必加大对环境的需求程度,为了满足自身需要且追求经济快速发展,一方面在绿洲边缘及外围的沙地上、沙丘低矮的沙漠腹地、土层较厚的戈壁上,盐碱地上,在地下水位较浅的地方开垦土地种植各种作物;另一方面,人们通过毁林、毁草等不合理的行为方式增加种植面积和经济收入。水浇地大面积扩张的同时也严重地破坏了生态环境。

社会驱动力因子中,生态政策因子是改变农牧交错区土地利用数量、结构、方式和强度的重要的因素^[8-9]。农牧交错区内已建立了各类的自然保护区,严禁放牧开垦,实施退耕还林还草、植树造林,同时流域内本着人口—经济—资源—环境协调发展的原则

对水资源实施优化配置等重要举措。生态建设政策也会使该流域土地利用/覆盖类型发生变化。

3 结 论

研究区生态系统脆弱,区域经济滞后,虽然在过去的 20 a 内农田共减少了 1 265 km²,年平均减少 0.523%;林地面积增加了 35.26 km²,年平均增加 0.087%;草地面积减少了 206 km²,年平均减少 0.258%;未利用地面积增加了 1 470 km²,年均增加 2.66%,但其经济增长仍主要来源于依赖土地资源的农牧业。研究区土地利用类型转移的主要方向是农田转化为草地(转化面积为 1 060.88 km²,占 2007 年草地面积的 27.19%)和未利用地(转化面积为 280.10 km²)、林地转化为草地(转化面积 77.95 km²)、草地转化为未利用地(转化面积为 1 265.07 km²)。其土地利用变化状况主要说明两点问题:其一是 20 世纪 80 年代以来在该地区加大实施退耕还林还草等生态保护措施的力度密切相关,说明以上地区的生态保护已初见成效;其二是土地利用变化所表现出来的生态问题仍然很严重。随着农牧交错区经济发展和人口增长,过垦过牧以及过度樵采等不合理的土地利用方式引起草地退化、沙化而致,造成大量优质耕地减少和退化,从而导致生态环境严重恶化,同时也使土地利用类型发生了根本性转变。因此,今后东北农牧交错区应严格控制耕地总量,进行适合草场承载力的放牧并在非宜耕地实行还林还牧,在扩大植树造林规模的同时保护生态用地,实现土地资源的合理利用。

参考文献:

[1] Turner B L, Clark W C, Kates R W, et al. The earth as transformed by human action: Global and regional changes in the biosphere over past 300 years [M]. New York: Cambridge University Press (with Clark University),1990 :10-45.
[2] 柳长顺. 土地利用变化研究方法的探讨:以西吉县 80 年代土地利用变化为例[J]. 水土保持学报,2002,16(5):60-66.
[3] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-557.

4 结 语

(1)基于地统计的插值方法,根据实验方差最小的原理,选择合适的半变异函数理论模型,进行空间插值,能够很好地模拟区域化变量的空间连续分布格局。克里格插值由于充分考虑了区域化变量的特性,经过检验发现较传统方法,其插值精度大大提高。另外,对比普通克里格法和协同克里格法,后者增加了高程对降水量的影响因素,理论上说在空间上更为合理,但此次插值的精度表现为普通克里格法要略高于协同克里格法。

(2)采用地统计方法虽然在总体上能够较好地反映气候要素的空间分布格局,但是由于理论模型的拟合优度、研究区域和数据(研究区域范围过大,地形变化过于复杂、形状不规则、样本数量有限、空间分布不均匀、样本测量精度)等问题,导致上述两种方法空间插值的精度还不高。所以进行地统计插值结果检验时,除了模型本身外,要充分考虑研究区域的特征,还可以通过增加样本数量,提高观测精度以及改进半变异函数理论模型等方式进一步提高插值精度。

参考文献:

[1] 朱会义,贾绍凤. 降雨信息空间插值的不确定性[J]. 地

.....

[4] 宝音陶格涛,白永飞. 农牧交错区面临的问题及其解决的途径[J]. 应用生态学报,2004,15(2):245-248.

[5] 李德锋. 内蒙古多伦典型草原物种多样性与生产力关系对降水变化的响应[D]. 兰州:甘肃农业大学,2005.

[6] 杨持,刘颖茹,刘美玲,等. 多伦县沙质草原植被的变化趋势分析[J]. 中国沙漠,2002,22(4):393-697.

[7] 丁勇,牛建明,杨持. 北方草地退化沙化趋势、成因与可持续发展研究[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,2006,37(5):580-586.

[8] 阿如早,杨持. 近 50 年内蒙古多伦县气候变化特征分析[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,2007,38(4):434-438.

.....

(上接第 216 页)

[4] Nunes C, Auge J I. Land use and land cover change (LUCC): strategy[R]. Stockholm, Sweden and Bonn, Germany:IGBP Report and IHDP Report,1999.

[5] 赵松乔. 察北、察盟及锡盟:一个农牧过渡地区经济地理调查[J]. 地理学报,1953,19(1):43-60.

[6] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. 地球科学进展,2002,17(5):739-747.

球科学进展,2004,23(3):34-21.

[2] Booth T H. Mapping regions climatically suitablefor particular tree species at the global scale [J]. Forest Ecology and Management,1990,36:172601.

[3] 岳文泽,徐建华,徐丽华. 基于地统计方法的气候要素空间插值研究[J]. 高原气象,2005,24(6):974-979.

[4] Lamn. Spatial interpolation methods;a review[J]. The Amercian Cartographer,1983,10(2): 129-149.

[5] Mat heron G. Principles of Geostatistics [J]. Economic Geoogy,1963,58:1246-1266.

[6] Issaks E H R M Srivastava. An introduction to applied geostatistics[M]. New York:Oxford Univ. Press,1989.

[7] 刘志红, Tim R, McVicar, 等. 基于 5 变量薄盘光滑样条函数的区域蒸发量空间插值[J]. 中国水土保持科学,2006,4(6):23-30.

[8] 刘志红,刘文兆,李锐. 基于 3S 技术的区域蒸散研究进展[J]. 中国水土保持科学,2006,4(3):117-122.

[9] 刘志红, Tim 等. 专用气候数据空间插值软件 ANUSPLIN 及其应用[J]. 气象,2008,34(2):18-23.

[10] 刘志红, Tim K, Mcvicar, 等. 基于 ANUSPLIN 的时间序列气象要素空间插值[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(6):227-234. .

[11] 汪帮稳,杨勤科,刘志红. 基于 DEM 和 GIS 的修正通用土壤流失方程地形因子值的提取[J]. 中国水土保持科学,2007,5(2):18-23.

[9] 阿如早,杨持. 内蒙古多伦县沙漠化驱动因素影响的累加效应分析[J]. 中国沙漠,2007,27(6):936-941.

[10] 阿如早,杨持. 内蒙古多伦县土地沙漠化景观格局变化特征[J]. 应用生态学报,2007,18(11):2520-2525.

[11] 尤联元,卢金发,陈浩,等. 以防沙治沙为目标的土地利用方式调整:以内蒙古自治区多伦县为例[J]. 地理研究,2003,22(6):680-686.

[12] 宝音陶格涛,白永飞. 农牧交错区面临的问题及其解决的途径-以内蒙古多伦为例[J]. 应用生态学报,2004,15(2):245-248.

[13] 王涛,吴薇,薛嫒,等. 近 50 年来中国北方沙漠化土地的时空变化[J]. 地理学报,2004(2):203-212.

.....

[7] Tumer N B L, Skole D, Saderson S. Land use and land cover change: science/research plan[R]. IGBP Report, HDP Report. Stockholm and Geneva, 1995.

[8] 莫宏伟,任志远,谢红霞. 延安市城郊区土地利用动态与生态效应变化[J]. 水土保持学报,2004,18(4):130-133.

[9] 温仲明,焦峰,张晓萍,等. 黄土丘陵区纸坊沟流域 60 年来土地利用格局变化研究[J]. 水土保持学报,2004,18(5):125-128.