

河北省康保县景观变化研究*

刘 淼^{1,2} 胡远满¹ 布仁仓^{1,2,*} 常 禹¹ 韩文权^{1,2} 胡志斌^{1,2}

(¹中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; ²中国科学院研究生院, 北京 100039)

【摘要】 利用 1999 年 TM5 和 2003 年的 SPOT5 遥感影像辅助 GIS 技术对河北省康保县土地利用景观变化进行了系统研究, 并用 Logistic 逐步回归对驱动因素进行分析; 利用 Kappa 指数对分类结果进行精度评价。结果表明, 1999 和 2003 年分类结果的 Kappa 指数分别为 86.72% 和 89.76%。康保县的旱地大面积减少, 但仍为景观基质。菜地、人工草地、有林地面积和未成林造林地明显增加, 主要由旱地、天然草地和改良草地转化而来。菜地、人工草地的变化速率增加最快, 研究区的景观格局破碎化程度加剧。其景观变化主要是退耕政策实施的结果, 坡向因素为主要退耕驱动因素, 而直接的驱动因素是由坡向决定的水热条件和肥力因素。

关键词 景观变化 遥感影像 退耕 Logistic 回归

文章编号 1001-9332(2005)09-1729-06 **中图分类号** P941.73; Q149 **文献标识码** A

Landscape change in Kangbao County of Hebei Province. LIU Miao^{1,2}, HU Yuanman¹, BU Renchang^{1,2}, CHANG Yu¹, HAN Wenquan^{1,2}, HU Zhibin^{1,2} (¹*Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China*; ²*Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2005, 16(9): 1729~1734.

Based on RS image TM5 of 1999 and SPOT5 of 2003, this paper studied the landscape change from 1999 to 2003 of Kangbao County, Hebei Province. Logistic regression was adopted to analyze the driving factors, and Kappa index was used to evaluate the accuracy of the landscape classification result, which was 86.72% for 1999, and 89.76% for 2003. The area of cropland in Kangbao County reduced largely, while that of vegetable field, forestland and artificial grassland increased sharply, among which, vegetable field and artificial grassland had the greatest increasing rate. The landscape fragmentation aggravated in the region. The landscape change was mainly caused by the policy of reducing cultivated land, with the main driving factor slope, and the direct driving factor water-heat condition and soil fertility determined by slope aspect.

Key words Landscape change, RS images, Reducing cultivated land, Logistic regression.

1 引言

景观作为地球表面空间各系统的复合体, 其变化不仅反应景观的结构与功能随时间的变化过程和规律, 同时也是全球环境变化和土地利用/覆盖变化研究的重要组成部分^[13]。国内这方面工作已有很多报道, 如王宪礼等^[15]对辽河三角洲 1986~1994 年景观变化的研究; 张惠远等^[18]对贵州高原喀斯特地区 1980~1990 年景观变化的研究; 宋冬梅等^[14]对甘肃民勤绿洲 1987~2001 年景观变化及驱动力的分析; 卢玲等^[10]对黑河流域中游地区 20 世纪 80 年代前期到 90 年代后期景观变化的研究等。

以往的研究工作主要基于 TM 遥感影像对景观数量或格局的分析, 很少对景观结构进行全面分析, 且没有对分类结果进行精度评价^[2, 5, 8, 14, 18]。本文基于遥感(TM5 和 SPOT5)和调查数据, 利用遥感和地理信息系统的方法, 对河北省康保县 1999~

2003 年的景观数量、格局和动态变化进行了系统的研究, 并利用 Logistic 回归法对驱动因素进行分析。景观类型分类采用国家土地利用的三级分类标准, 并利用实地调查数据建立了误差矩阵, 用 Kappa 指数进行精度评价, 旨在对分类结果进行分类精度评价。

2 研究地区与研究方法

2.1 研究区域概况

康保县位于河北省张家口市西北部的坝上高原(114°11'21"~114°55'57"E, 41°25'24"~42°08'57"N), 平均海拔 1 450 m, 总面积 3 365 km², 辖 7 镇 8 乡 327 个行政村、585 个自然村, 总人口 28 万人。该地区气候属东亚大陆性季风气候、中温带亚干旱区, 年平均日照 3 241 h, 年平均气温为 1.2℃, 年均降水量 354.2 mm, 全年平均蒸发量 1 762.7 mm, 是

* 国家重点基础研究发展规划资助项目(2002CB111506)。

** 通讯联系人。

2005-04-06 收稿, 2005-04-24 接受。

降水量的5倍,年干燥度达2.15,自然灾害频繁;植被属于半干旱草原类型,由于近100年来农耕文化的影响,草原生态系统已为农牧业生态系统所代替,成为农牧业交错带,导致生态系统稳定性差,土地荒漠化十分严重;土壤主要为栗钙土、草甸土和盐土,其中栗钙土占土壤总面积的99%以上。

从1998年开始,在“环北京地区退耕还林还草”政策影响下,康保县进行了大规模的退耕还林还草工程,因此1999~2003年间耕地、草地和林地面积发生了大规模变化。

2.2 数据获取与处理

本研究收集到遥感TM5影像(1999年9月27日)和SPOT5影像(2003年10月24日)。将TM5影像以1:10 000地形图为基准,采用3次多项式及最近邻域插值法进行几何精校正;SPOT5影像以1:10 000地形图和DEM图为基准,用最近邻域插值法进行正射校正。将TM5影像(分辨率30 m)、SPOT5多光谱(分辨率20 m)分别与SPOT5全色波段(经supermode技术处理后,分辨率2.5 m)融合,分辨率提高到2.5 m。TM影像以4、3、2假彩色合成,SPOT5影像以4、2、1假彩色合成作为基本数据源^[7,13],遥感影像处理在软件Erdas中完成。为了配合高分辨率影像,同时收集到康保县1:10 000的土地利用图,2003年12月野外考察实地GPS采集样点210个。

景观分类采用全国土地利用3级分类标准。由于退耕时间比较短,退耕还林与退耕还草的部分在遥感影像上较难区分,无法利用计算机监督分类和非监督分类,所以采用计算机监督分类和人工目视判译相结合的分类方法。以TM和SPOT5遥感影像、1:10 000土地利用图为基准,并辅以210个野外采样点中随机的110个对研究区在遥感软件ERDAS中进行解译,得到1999年和2003年的土地利用矢量图。根据全国土地利用分类标准的3级分类标准和研究区的实际情况将景观划分成水浇地、旱地、菜地、园地、其它园地、有林地、灌木林地、疏林地、未成林造林地、苗圃、天然草地、改良草地、人工草地、采矿地、农村宅基地、城镇住宅用地、盐碱地、沙地、裸岩石砾地、湖泊水面和其它未利用土地共21种类型(图1)。

采用Cowen(1960)提出的Kappa指数进行分类精度评价。Kappa指数由Congalto等介绍,并用于评判航片或遥感影像的解译结果与验证数据是否一致^[3,4],可以消除由于随机性带来的一致性。其评价原则是:75%~100%,一致性极好;40%~75%,一致性好;0%~40%,一致性差。评价利用野外210个GPS采样点中100个未参加解译的点和1999年和2003年的分类结果分别建立误差矩阵频率表。求得1999年和2003年的解译正确率分别为86.72%和89.76%,表明分类结果与实地考察具有很好的一致性。在GIS软件ARCVIEW中对两期分类结果进行叠加分析,发现分类误差主要集中在退耕还林地和退耕还草地之间。这是因为退耕时间较短,退耕还林地上的林木还很小,在影像上很难与退耕还草地相区别。

2.3 景观变化分析

2.3.1 景观数量变化分析 借用土地利用/覆盖变化研究中

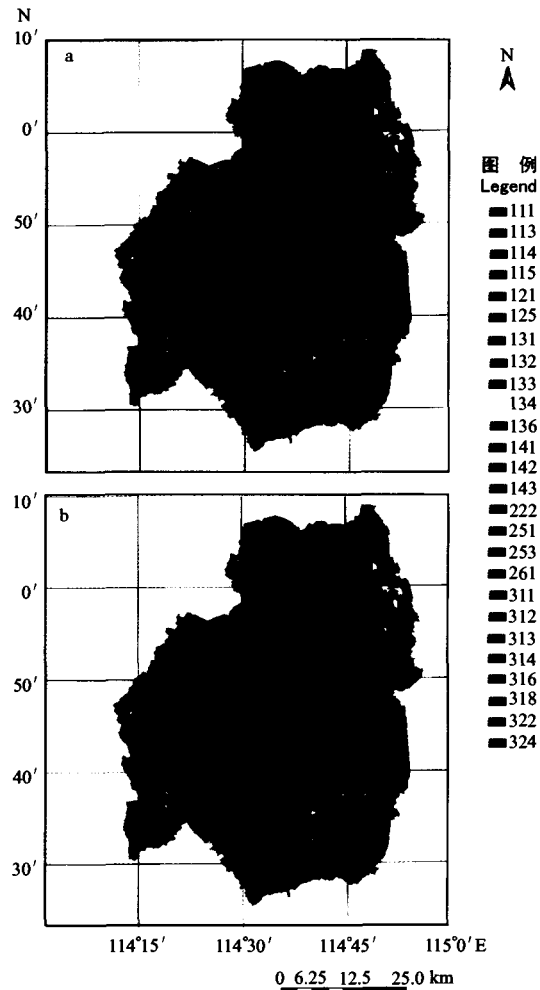


图1 康保县1999年和2003年景观分类结果图

Fig.1 Landscape classification map of Kangbao.

a) 1999; b) 2003. 下同 The same below. 113: 水浇地 Irrigated farmland; 114: 旱地 Unirrigated farmland; 115: 菜地 Vegetable field; 121: 园地 Fruit field; 125: 其它园地 Other fruit field; 131: 有林地 Forestland; 132: 灌木林地 Shrub land; 133: 疏林地 Open forestland; 134: 未成林造林地 Tending artificial forestland; 136: 苗圃 Nersery; 141: 天然草地 Natural grassland; 142: 改良草地 Improved grassland; 143: 人工草地 Artificial grassland; 222: 采矿地 Mineland; 251: 农村宅基地 Rural settlement; 253: 城镇住宅用地 Urban settlement; 312: 盐碱地 Saline land; 314: 沙地 Sand land; 316: 裸岩石砾地 Rock land; 322 湖泊水面 Lake area; 318: 其它未利用土地 Other land.

的转移矩阵,直观提示每种景观斑块类型的减少面积及分别来自或转变为哪些景观斑块类型。利用1999年和2003年的分类结果图在ARCVIEW中(cell为30 m×30 m)生成转移矩阵(表1)。

2.3.2 景观格局分析 采用景观指数法,根据各景观指数的意义和实用性^[6,9,17],选取:1)总斑块数(NP):景观中斑块的总数;2)斑块密度(PD):每平方千米的斑块数,NP和PD都是景观破碎化程度的重要指标;3)Shannon多样性指数(SHDI):当景观中只有一种斑块类型时SHDI=0,当斑块类型增加或面积比趋于平均时SHDI增加;4)平均斑块分维数(MPFD):表示斑块边界的复杂程度,值范围 $1 \leq MPFD \leq 2$,

表 1 康保县景观类型之间转移矩阵(1999~2003)

Table 1 Transferring matrix of landscape between classes in Kangbao county

	2003																		合计 Total			
	113	114	115	121	125	131	132	133	134	136	141	142	143	222	251	253	312	314		318	322	
1999	113	617	302	239	0	0	38	13	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1285	
	114	0	138082	10710	13	0	6997	50	1007	15870	0	6947	440	2492	0	340	13	667	13	0	25	183666
	115	0	76	604	0	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	13	0	0	0	0	0	743
	121	0	38	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
	125	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	131	0	1233	252	0	0	8180	50	1258	755	0	894	13	50	0	113	13	38	13	0	0	12862
	132	0	214	13	0	0	25	5185	0	38	0	101	0	0	0	0	13	0	0	0	0	5589
	133	0	63	0	13	0	189	25	1208	201	0	88	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1800
	134	0	404	101	0	0	1296	0	390	11001	113	48	13	88	0	38	0	25	0	0	0	13517
	136	0	13	0	0	0	0	0	25	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
	141	0	444	982	0	0	1384	0	214	10115	0	62887	415	982	0	730	13	1460	13	0	264	79903
	142	0	0	176	0	0	38	0	0	1058	0	793	4782	654	0	13	0	76	0	0	13	7603
	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	50	403	0	0	0	13	0	0	0	529
	222	0	76	0	0	0	25	0	0	0	0	13	0	0	214	0	0	0	0	0	13	341
	251	0	201	113	0	0	88	0	13	38	0	289	0	0	0	6041	76	13	0	0	0	6872
	253	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	38	491	0	0	0	0	555
	312	0	164	38	0	0	38	13	0	63	0	378	50	0	0	25	0	2391	0	0	214	3374
	314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13	13
	318	0	25	0	0	0	25	0	0	13	0	76	0	0	0	63	0	0	25	189	0	416
	322	0	13	25	0	0	13	0	0	13	0	101	0	0	0	13	0	113	0	0	2190	2481
合计 Total	617	141348	13253	39	13	18400	5349	4115	39216	126	72741	5763	4682	214	7427	606	4809	77	189	2719		

113:水浇地 Irrigated farmland; 114:旱地 Unirrigated farmland; 115:菜地 Vegetable field; 121:园地 Fruit field; 125:其它园地 Other fruit field; 131:有林地 Forestland; 132:灌木林地 Shrub land; 133:疏林地 Open forestland; 134:未成林造林地 Tending artificial forestland; 136:苗圃 Nursery; 141:天然草地 Natural grassland; 142:改良草地 Improved grassland; 143:人工草地 Artificial grassland; 222:采矿业 Mineland; 251:农村宅基地 Rural settlement; 253:城镇住宅用地 Urban settlement; 312:盐碱地 Saline land; 314:沙地 Sand land; 316:裸岩石砾地 Rock land; 322:湖泊水面 Lake area; 318:其它未利用土地 Other land. 下同 The same below.

值越大边界越复杂; 5) 聚集度 (CONT): 度量同一类型斑块的聚集程度, 其值还受到类型总数和均匀程度的影响, 范围为 $0 < \text{CONT} \leq 100$; 6) 景观形状指数 (LSI): 当景观中只有一个正方形斑块时 $\text{LSI} = 1$, 斑块越不规则值越大, 范围为 $\text{LSI} \geq 1$. 根据各指数的生态学意义和指数值变化进行分析, 指数计算过程在软件 FRAGSTATS3.3 中以 grid 文件 (cell 为 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$) 进行运算.

2.3.3 景观动态分析 借用土地利用/土地覆盖变化研究中的指数反应景观动态变化. 1) 单一景观动态指数^[3,14]: 某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况, 表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中, K 为研究时段内某一景观类型动态度; U_a 、 U_b 分别为研究期初及研究期末某一种景观类型的数量; T 为研究时段长, 当 T 的时段设定为年时, K 值是该研究区某种景观类型年变化率.

2) 综合景观动态指数^[12,16]: 某一研究样区的综合景观动态度.

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中, LU_i 为监测起始时间第 i 类景观类型面积; ΔLU_{i-j} 为监测时段内第 i 类景观类型转为非 i 类景观类型面积的绝对值; T 为监测时段长度. 当 T 的时段设定为年时, LC 值是该研究区景观年变化率.

2.4 景观变化驱动因素分析

采用 Logistic 逐步回归^[1,11]:

$$\text{Log} \left(\frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_n X_{n,i}$$

式中, P_i 表示空间上每个栅格可能出现某一地类 i 的概率, X 表示各候选驱动因素.

将 2003 年的景观分类图以及坡度、坡向、道路交通、城镇和居民点分布组成的空间数据, 转换成 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 栅格图. 运用 Logistic 逐步回归对每一栅格可能出现某一地类的概率进行诊断, 筛选出对景观格局影响较为显著的因素, 并确定其间的定量关系和作用.

3 结果与分析

3.1 康保县景观数量变化

对旱地、菜地、有林地、灌木林地、疏林地、未成林造林地、天然草地、改良草地和人工草地 8 种主要变化景观类型 1999 和 2003 年的面积进行统计 (图 2). 结果表明, 旱地在该地区为最主要景观类型, 为研究区的基质. 1999~2003 年旱地面积减少了 25.14%, 天然草地、改良草地有所减少, 菜地、未成林造林地大幅增加, 有林地、疏林地、人工草地有所增加. 进一步分析 8 种景观类型间相互转化关系, 计算其概率转移矩阵 (表 2).

由表 1 和表 2 可以发现: 1) 1999~2003 年间旱地面积明显减少, 主要转化为未成林造林地、菜地, 其次转化为天然草地和人工草地, 但旱地面积比重

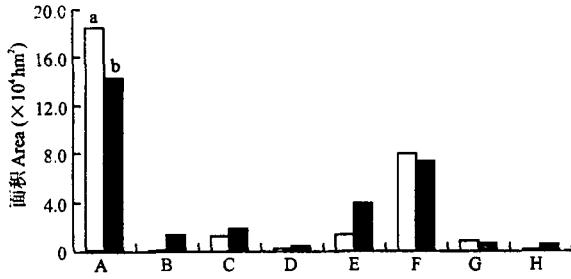


图2 康保县1999和2003年主要景观类型面积

Fig.2 Area of major landscape types.

A:旱地 Unirrigated farmland; B:菜地 Vegetable field; C:有林地 Forestland; D:疏林地 Open forestland; E:未成林造林地 Tending artificial forestland; F:天然草地 Natural grassland; G:改良草地 Improved grassland; H:人工草地 Artificial grassland. 下同 The same below.

表2 康保县主要景观变化类型的概率转移矩阵(%)

Table 2 Percentage transferring matrix between 8 major classes (1999~2003)

	2003								
	114	115	131	133	134	141	142	143	
1999	114	74.86	5.81	3.79	0.55	8.60	3.77	0.24	1.35
	115	10.17	81.36	3.39	0.00	0.00	3.39	0.00	0.00
	131	9.55	1.95	63.35	9.75	5.85	6.92	0.10	0.39
	133	3.47	0.00	10.42	66.67	11.11	4.86	0.00	0.69
	134	3.48	0.74	9.53	2.87	80.86	0.83	0.09	0.65
	141	0.51	1.22	1.72	0.27	12.56	78.05	0.52	1.22
	142	0	2.31	0.50	0.00	12.80	10.40	62.71	8.58
	143	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.90	9.52	76.19

仍占绝对优势, 仍为景观基质; 菜地、有林地、疏林地、未成林造林和天然草地也有少量向旱地转化. 这说明旱地及其它类型间的相互转化很频繁, 但旱地面积不断减少为主要趋势. 2) 菜地面积明显增加, 绝大部分由旱地转化而来, 同时少部分菜地转化为旱地和未成林造林地. 这是由于康保县近年来大力发展蔬菜种植业, 同时由于水源和退耕一小部分菜地转变成其它类型. 3) 有林地、疏林地和未成林造林地面积均有所增加(主要由旱地转化), 其中未成林造林地面积增加最大(一部分由天然草地和改良草地转化), 并且其间存在着相互转化. 4) 天然草地、改良草地面积呈减少趋势, 主要转化为未成林造林地, 改良草地有一部分转化为天然草地. 5) 人工草地增加迅速, 主要由旱地转化, 一部分由天然草地转化. 这些主要是退耕还林还草政策实施的结果.

3.2 康保县景观格局变化

由表3可以看出, 1999~2003年斑块数和斑块密度有所增加, 表明研究区的破碎化程度增加. 其原因是1999年景观的基质为旱地, 在景观中占有绝对优势, 并且聚集度很高, 由于退耕还林还草政策的实施导致旱地转化为林地和草地, 镶嵌在旱地内, 使斑块的数量和密度增加. 多样性指数增加反应景观中斑块的复杂度增加, 说明研究区的破碎化程度增加. 景观分维数无变化且接近1, 说明景观斑块的边界

简单, 接近于直线. 这是因为康保县处于河北坝上地区, 地势平坦, 起伏很小, 农业发达, 旱地形状十分规则并且聚集, 因此占绝对优势. 聚合度和聚集度数值较大, 但2003年有所减小, 说明研究区景观仍主要由少数很聚集的斑块类型组成, 但研究区的景观类型面积有趋于平均、聚集程度下降的趋势. 这是由于退耕还林还草政策实施, 以致林地和草地面积增加、旱地面积减小的结果.

表3 景观指数计算结果

Table 3 Result of landscape index

年份 Year	斑块数 Number of patch	斑块密度 Patch density	Shannon 多样性指数 Shannon's diversity index	平均斑块分维数 Fractal dimension index	聚集度 Contagion	景观形状指数 Landscape shape index
1999	18065	5.36	1.49	1.07	70.70	90.15
2003	22531	6.69	1.81	1.07	65.02	102.94

3.3 景观动态变化

由表4和图3可以看到, 1999~2003年间, 旱地平均每年以4.61%的速度减少, 由于研究区内旱地为基质, 所以其变化的绝对数量很大(8366 hm²·yr⁻¹); 菜地变化十分迅速, 平均每年以414.22%的速度增加, 是大力发展蔬菜种植业的结果; 有林地、疏林地和未成林造林地每年分别平均以10.83%、32.86%和29.20%的速度增加, 是退耕还林大力实施的结果; 天然草地、人工草地都在减少, 是在草地上植树造林的结果. 整个研究区除研究的8种景观类型发生较大变化, 其它景观类型基本无变化, 景观仍保持相对稳定(LC=3.22%).

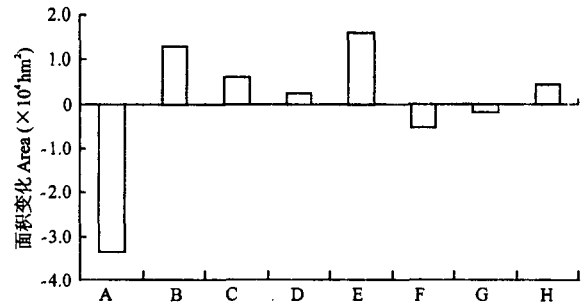


图3 康保县主要景观类型面积变化

Fig.3 Area change map of major landscape types.

表4 K和LC指数结果

Table 4 Result of index K and LC

类型 Type	K	LC
旱地 Cropland	-4.61	
菜地 Vegetable field	414.22	
有林地 Forestry	10.83	
疏林地 Open forestry	32.86	
未成林造林地 Planting field	29.20	
天然草地 Natural grassland	-1.35	
改良草地 Ameliorative grassland	-5.96	
人工草地 Artificial grassland	201.83	
		3.22

表 5 Logistic 逐步回归结果 (Exp(β) 值)
Table 5 Logistic regression results (Exp(β))

类型 Type	坡向 Aspect					坡度 Slope		到居民点距离 Distance to settlement			到道路的距离 Distance to road	
	平地 Flat	北坡 North	东坡 East	南坡 South	西坡 West	<5°	>5°	0~200	200~400	>400	<100	>100
114	0.58	1.29	1.07	0.94	0.86	1.00	1.00	1.16	1.00	1.00	0.00	1.00
115	0.88	2.50	1.80	1.75	1.13	1.00	1.00	4.41	0.00	0.00	0.00	0.00
131	0.85	1.67	1.25	1.23	0.97	1.00	1.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00
132	0.39	1.53	1.05	0.86	0.77	0.00	0.00	0.09	1.00	1.00	0.00	0.00
134	0.72	1.52	1.24	1.13	1.09	1.00	1.00	0.56	0.00	1.00	0.00	1.00
141	0.65	1.42	1.14	1.11	1.00	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	0.00	1.00
142	0.47	1.00	0.95	1.33	1.03	1.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
311	0.60	1.25	1.01	2.94	0.79	1.00	1.00	0.89	0.00	1.00	0.00	0.00
312	0.49	1.41	0.89	0.77	0.73	1.00	1.00	0.65	0.00	1.00	0.00	1.00

如果继续按这种趋势发展下去,理论上 11 年后景观的林地面积(有林地、疏林地、未成林造林地之合)将超过旱地面积,并最终成为景观基质。菜地面积增加速度最快,但是不可能发展成为景观的基质。这是研究区的经济和气候条件决定的。研究区最终将形成以林地为基础,草地、旱地、水浇地为主要景观类型的景观格局,但是研究区植被属于半干旱草原类型,林地能否成为景观的基质和景观变化的合理性还有待于进一步研究。

3.4 景观类型分布驱动因素

以 2003 年景观类型图为基础,利用 Logistic 逐步回归方法确定主要驱动因素。为了方便运算,将原有的景观分类合并为耕地、菜地、有林地、灌木林地、退耕地、天然草地、改良草地和盐碱地。候选的驱动因素包括地形等生物物理因素和道路交通、城镇和居民点分布等社会经济因素。研究区内只有两条较小河流,且海拔变化很小,所以没有作为候选因素,社会经济因素通过距离来反映。

β 值为 Logistic 方程的解释变量系数,确定了各地类与驱动因素的定量关系。它的影响可用 β 的自然幂指数表示,即 $\text{Exp}(\beta)$ 衡量。 $\text{Exp}(\beta)$ 表示事件的发生频数与不发生频数之比, $\text{Exp}(\beta) < 1$,发生比减少; $\text{Exp}(\beta) = 1$,发生比不变; $\text{Exp}(\beta) > 1$,发生比增加。

由表 5 可见,耕地出现在南坡的比率较高(1.94),距居民点 200 m 的比率也较高(1.16);菜地出现在距居民点 200 m 内的比率最高(4.41),其次是南坡(1.75);有林地、退耕地出现在北坡的比率高;坡度和到道路的距离对各地类分布几乎没有影响。

耕地和菜地出现在南坡和居民点附近,主要是便于耕作和水源的原因,而有林地、灌木林地、天然草地、改良草地、盐碱地都是未利用土地出现在水热

条件较差的北坡。但退耕地按退耕还林还草政策的要求应是大于一定坡度的耕地进行退耕,以减少水土流失。然而研究区内退耕部分与坡度关系不明显,而与坡向有明显关系。这是由于研究区内的地形平缓(坡度大于 5° 的面积占总面积的 15.57%,大于 10° 的面积只占总面积的 5.15%),所以在退耕的规划中并未完全依据坡度因素。结合实地调查可知,退耕地出现在北坡的比率较高(1.52),是因为在退耕规划时主要考虑的是耕地的水热条件或肥力,而不是地形因素。综上所述,研究区景观变化的驱动因素主要为坡向因素,而直接因素是由坡向决定的水热条件和肥力因素。

4 讨 论

1999~2003 年间,康保县景观发生了较大的变化,旱地大面积减少,林地、草地面积相应增加。景观的破碎化程度有所加剧,这是由于退耕地分布在作为基质的旱地间。这些变化的主要原因是由于退耕还林还草工程实施的结果。如果按这种趋势发展下去,理论上林地最终会成为景观的基质,但其合理性还有待于进一步研究。退耕还林还草工程的实施是康保县景观变化的最主要的驱动力因素,由于研究区地形平坦,在退耕规划中主要考虑的是由坡向决定的水热条件和肥力因素。

以往对于景观变化的研究多采用 TM 影像进行土地利用二级分类,并且很少对分类结果进行评价,景观变化分析采用的方法多为转移矩阵和景观指数^[10,14,15,18]。本研究利用了 TM 影像与高分辨率的 SPOT 影像采用全国土地利用三级分类标准进行景观分类,并且应用了 Kappa 指数对分类结果进行评价。景观变化分析方法除了采用传统的转移矩阵和景观指数,还借用了土地利用/土地覆盖变化研究中的指数对景观的数量、动态、格局变化进行了系统

的研究,并且应用了 Logistic 方程对研究区景观变化驱动力进行了分析.研究表明,用高分辨率遥感影像结合大比例尺土地利用图和实地考察记录作为辅助信息对遥感影像进行解译的景观分类方法具有很高的精度.

研究区在 1999~2003 年内的景观变化主要是退耕还林还草政策实施的结果.退耕还林还草地需要一定的时间才能发生生态作用,对研究区应进行连续的景观变化监测.关于景观动态变化指数的研究还有待于进一步深入.

参考文献

- Gobin A, Campling P, Feyen J. 2002. Logistic modelling to derive agricultural land use determinants: A case study from southeastern Nigeria. *Agric Ecosyst Environ*, **89**: 213~228
- Brondizio ES, Moran EF, Mausel P, et al. 1994. Land use change in the Amazon estuary: Patterns of Caboclo settlement and landscape management. *Human Ecol*, **22**: 69~78
- Bu R-C(布仁仓), Li X-Z(李秀珍), Hu Y-M(胡远满), et al. 2004. Analyzing the agreement of maps through spatial aggregations. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, **24**(4): 659~665(in Chinese)
- Congalton RG, Mead RA. 1983. A quantitative method to test for the consistency and correctness in photointerpretation. *Photog Eng Remote Sensing*, **49**(1): 69~74
- Fernando AP, Arturo RL, John T, et al. 2003. Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, Mexico. *Ocean Coastal Man*, **46**: 583~600
- Forman RTT, Godron M. 1986. *Landscape Ecology*. New York: Wiley.
- Gong P, Howarth PJ. 1992. Land-use classification of SPOT HRV data using a cover-frequency method. *Int J Remote Sensing Environ*, **13**(8): 1459~1471
- Martínez-Casasnovas JA, Ramos MC, Poesen J. 2004. Assessment of sidewall erosion in large gullies using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis. *Eomorphology*, **58**: 305~321
- Li X-Z(李秀珍), Bu R-C(布仁仓), Chang Y(常禹), et al. 2004. The response of landscape metrics against pattern scenarios. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, **24**(1): 123~134(in Chinese)
- Lu L(卢玲), Cheng G-D(程国栋), Li X(李新). 2001. Landscape change in middle Heihe river basin. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **12**(1): 68~74(in Chinese)
- Luque S. 2000. Evaluating temporary changes using multi-spectral scanner and thematic mapper data on the landscape of a natural reserve: The new jersey pine barrens, a case study. *Int J Remote Sensing*, **21**(14): 589~611
- Meng P(孟平), Jia B-Q(贾宝全), Zhang J-S(张劲松). 2004. Characterization of landscape changes in Taihang Mountain in China: A case studies of Jiyuan City, Henan Province. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, **24**(4): 826~830(in Chinese)
- Mey WB, Turner BL. 1994. *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Song D-M(宋冬梅), Xiao D-N(肖笃宁), Zhang Z-C(张志诚), et al. 2003. Landscape changes of Minqin oasis in Gansu Province and its driving force. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **14**(4): 535~539(in Chinese)
- Wang X-L(王宪礼), Hu Y-M(胡远满), Bu R-C(布仁仓). 1996. Analysis of wetland landscape changes in Liaohu delta. *Acta Geogr Sin(地理学报)*, **16**(3): 256~260(in Chinese)
- Wang X-L(王秀兰), Bao Y-H(包玉海). 1999. Study on the methods of land use dynamic change research. *Prog Geogr(地理科学进展)*, **18**(1): 81~87(in Chinese)
- Wu J-G(邬建国). 2000. *Landscape Ecology*. Beijing: Higher Education Press. 100~115(in Chinese)
- Zhang H-Y(张惠远), Cai Y-L(蔡运龙), Wan J(万军). 2000. The study on the landscape change in karst mountain area using TM image. *J Mount Sci(山地学报)*, **18**(1): 18~25(in Chinese)

作者简介 刘 森,男,1979年生,博士生.主要从事景观生态学和 3S 应用方面的研究. E-mail: liumiaolandscape@sina.com
