

文章编号: 1000-0585(2002)05-0543-08

# 农牧交错带典型地段土地沙化主要因素分析 ——以河北坝上张北县为例

海春兴<sup>1</sup>, 马 礼<sup>2</sup>, 王学萌<sup>3</sup>, 李 璐<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学资环系, 北京 100875; 2. 首都师范大学地理系, 北京 100037;

3. 山西省农业科学院农业资源综合考察研究所, 太原 030006)

**摘要:** 本文应用灰色关联模型, 对农牧交错带典型地段河北省坝上张北县土地沙化因素进行了分析: 发现影响土壤风蚀和土地沙化的主要自然因素是冬季平均气温和降水量, 而非年降水量和年平均气温。人类活动只是在气候变化的背景上, 加速或减缓土壤风蚀和土地沙化过程。根据冬季平均气温和降水量的变化, 人类可适当调整农业生产结构和生产方式, 以减轻土壤风蚀和土地沙化, 实现农业的可持续发展。

**关 键 词:** 农牧交错带; 灰色关联模型; 土地沙化; 张北县

**中图分类号:** X144; S11<sup>+</sup>7      **文献标识码:** A

## 1 前言

随着全球气候的变化和人类对土地利用强度的增加, 干旱半干旱地区农业生态环境的恶化已成为农业发展的主要制约因素之一, 尤其是土壤风蚀和土地沙化。中国北方农牧交错带位于半干旱地区, 从东北向西南呈带状分布, 而河北坝上位于中国北方农牧交错带中段。坝上地处河北省的最北端, 属内蒙古高原的东南缘, 由于受气候和地形的影响, 属半干旱地区。关于该区土壤风蚀、土地退化的研究已经做了一些工作: 赵雪等对河北坝上脆弱生态环境进行了分析并提出了环境整治方向<sup>[1]</sup>, 认为该区发展农业的限制因素之一就是土壤风蚀与土地沙化; 刘全友对河北坝上的气候与沙化关系进行了研究, 认为坝上地区近30年以来, 气温上升了0.78℃, 雨量增加了13.8mm, 大风减少了23.7个大风日, 沙暴减少了9.2个沙暴日, 气温升高后降水也随之增加<sup>[2]</sup>; 孙建中、孙武等对河北坝上地区人类活动与生态环境变化进行了研究, 认为该区在历史上长期以牧为主, 随着人类活动强度的加大, 农耕面积不断增加, 并逐渐过渡到目前以农耕为主, 放牧为次的现状。人类不合理的生产方式及土地利用是土地资源退化、生态环境恶化的直接原因<sup>[3,4]</sup>。

我们认为: 关于该区农业生态环境的恶化, 既不能单独考虑人为因素, 也不能纯粹考虑自然因素, 应该全面考虑自然和人类活动。而且, 在不同的阶段, 影响农业生态环境的因素本身也在发生变化<sup>[5]</sup>。所以考虑和分析问题必须从不同的时段角度出发, 这样更接近土壤发生风蚀和土地沙化的实际情况。本文从气候变化及人类农业生产活动对环境的影响

收稿日期: 2002-02-28; 修订日期: 2002-06-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40071039)

作者简介: 海春兴 (1963-), 男, 宁夏彭阳县人, 副教授, 博士生。主要研究方向为水土资源规划设计与管理, 发表论文30余篇。Email: hexjs@imnu.edu.cn

两方面出发,分析引起农业生态环境中土壤风蚀和土地沙化的一些相关因素,并根据灰色关联分析影响土地沙化的主要因素。在具体的农业生产过程中,根据这些主要因素的变化规律,找出相应对策,在发展农业生产的前提下,逐步改善农业生态环境,实现农业可持续发展。

## 2 研究区域自然概况

张北县位于河北坝上西部地区,属于农牧交错带典型地段。地处北纬  $40^{\circ}57' \sim 41^{\circ}34'$ 、东经  $114^{\circ}10' \sim 115^{\circ}27'$ 。北部为平缓丘陵,南部坝缘为垄状山岭,中部为波状起伏高原,岗梁、滩地、湖淖相间分布。该区属于冷温气候地带,  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温为  $1900 \sim 2700^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温为  $1300 \sim 2200^{\circ}\text{C}$ , 没有明显的夏季,冬季严寒漫长,可达 7 个月。坝上地区气温低,热量不足,但日照时间长,年日照可达  $2600 \sim 3100\text{h}$ 。年太阳辐射总量  $132 \sim 146\text{Kcal}/\text{cm}^2$ , 光热资源较为丰富,无霜期为  $104\text{d}$ 。昼夜温差大,夏秋昼夜温差在  $10 \sim 17^{\circ}\text{C}$ 。降水少,且分布不均匀,平均年降水量在  $401.6\text{mm}$  左右。降水南北部相差较大,北部少于  $400\text{mm}$ ,而南部坝头可达  $500\text{mm}$  左右。蒸发量大,蒸发量为降水量的 4 倍以上,干燥度为  $1.50 \sim 2.20$ 。每年大部分时间处于蒙古高压的控制之下,地势开阔平坦,年平均风速为  $4.9\text{m}/\text{s}$ 。冬春季多大风天气,全年大风日数多,年内 6 级 ( $10.8 \sim 13.8\text{m}/\text{s}$ ) 以上大风日数为  $50 \sim 70\text{d}$ ,以偏西风为多,土壤风蚀严重,植被盖度低的地方经常形成沙暴<sup>[6]</sup>。由于气候和地貌的综合作用,形成了以草原为主体的脆弱生态系统。长期破坏性的农业耕作方式带来了土壤风蚀沙化、环境退化等一系列问题<sup>[7,8]</sup>。该区种植业仅有百余年历史,随着人口的增加,特别是自 50 年代以来大面积开垦草原后,目前已逐步演变成以农为主,农牧混合的农业生产结构。坝上的生态环境极为恶劣,农业生产低而不稳,草场退化、土地沙化严重。根据陈志清、朱震达的研究结果:河北坝上地区从 1978 到 1996 年 18 年间,土地沙化面积增加了近一倍,年均增加  $122.17\text{km}^2$ <sup>[9]</sup>。

## 3 研究方法和步骤

研究方法包括资料搜集和实地调查,依据资料和调查结果分析影响土壤风蚀和土地沙化的主要因素。已有研究表明:坝上地处中国北方脆弱生态环境区,自然因素中的气候波动与土地沙化有直接联系<sup>[5,9]</sup>。影响土壤风蚀和土地沙化的主要气候指标是气温和降水,所以选二者为影响沙化的主要因素,并依据气温和降水的年内变化、年均温、年降水量来考虑与土壤风蚀和土地沙化的关系。人类活动对自然环境有强烈的驱动作用<sup>[10,11]</sup>,张北县的土地沙化与人类活动有直接联系<sup>[12,13]</sup>,人类活动主要选取人口增长率、人均收入、草地面积和耕地面积变化四因素。正是人类活动强度的增大和对土地利用的不合理,造成土地沙化面积的增加。本文利用灰色关联分析模型<sup>[14]</sup>,对引起土地沙化的主要因素进行关联度排序分析(图 1)。

## 4 计算及结果分析

以气候变化所引起的土地沙化现象为主线,分析气候因素中各年内月平均气温、月降水量以及年平均气温、年降水量对土地沙化的影响,结合农业生产状况,分析在人为因素影响下,引起土地沙化的主要因素及其与土地沙化的关联程度。

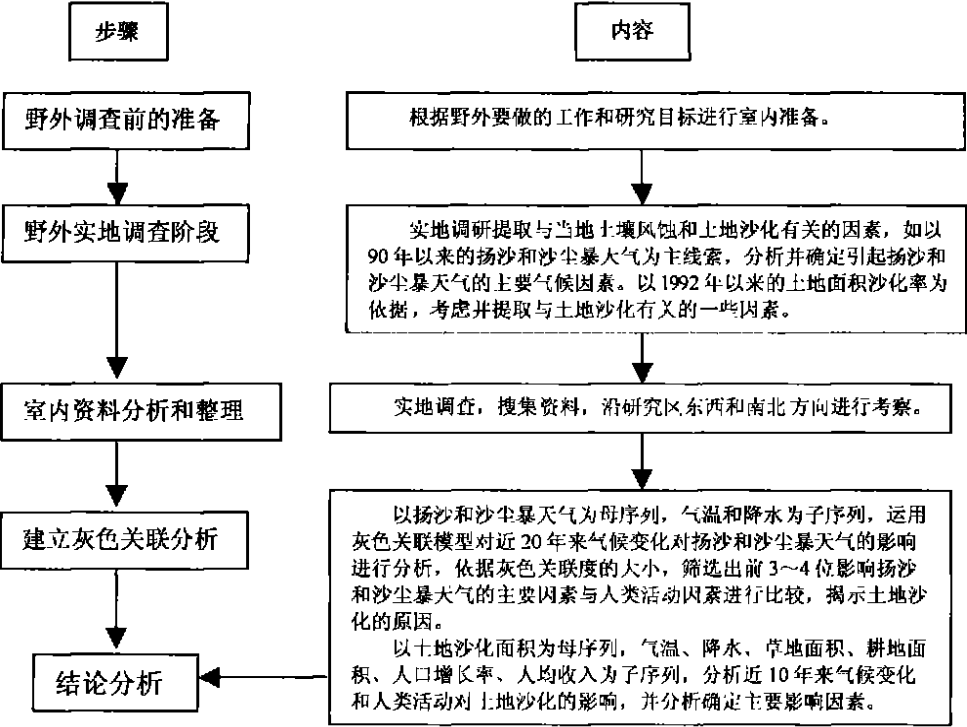


图 1 张北县土地沙化主因素分析程序框图

Fig. 1 Main factors of soil desertification researching diagram in Zhangbei county

4.1 降水量对扬沙和沙尘暴天气的影响

运用灰色关联分析模型, 以扬沙和沙尘暴天数为母系列, 分析近 20 年来降水量在各年内分布变化与扬沙和沙尘暴之间的关系 (见表 1)。通过关联分析, 找出降水量因素 (年降水量和年内降水量分布) 对扬沙和沙尘暴天气的影响。由计算结果可以看出 (见表 2), 11 月和 12 月的降水量与扬沙和沙尘暴天气关联度最大, 也就是说冬季降雪的多少对地表起沙扬尘的影响很大, 冬季降雪多, 对土壤起覆盖保护作用, 消融后直接增加土壤湿度, 抑制土壤起沙, 降雪少则容易起沙。其次晚秋 10 月降水量的增加也能提高土壤含水量, 增大土壤墒情, 这部分水冬季以固态方式保存于土壤之中, 春季融化后也能增加土壤湿度<sup>[15]</sup>, 达到抑制土壤起沙的目的。第三, 春季 3 月、4 月降水量可直接增加土壤水分, 抑制土壤起沙。所以, 扬沙和沙尘暴天气与全年总降水量的关系并不十分紧密, 而与降水量的年内分配关系密切。

4.2 平均气温对扬沙和沙尘暴天气的影响

以扬沙和沙尘暴天数为母序列, 以近 20 年来平均气温在各年内的分布为子序列 (见表 3)。分析平均气温 (年平均气温和年内各月平均气温) 对扬沙和沙尘暴天气的影响。通过灰色关联分析, 得到以下计算结果 (见表 4)。

表 1 张北县 1981~ 2000 年及年内降水量分布和扬沙（包括沙暴）次数统计（降水量单位：mm）

Tab. 1 Statistics of precipitation distribution and annual windstorm times  
in 1981~ 2000 in Zhangbei county (mm)

时段（年）	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
年降水量	299. 4	342. 4	373. 6	373. 7	402. 2	306. 1	386. 5	409. 5	300. 8	481. 1
1 月、2 月降水量	3. 2	3. 1	8	1. 7	5. 8	4. 5	1. 7	5. 6	7. 7	8. 6
2 月、3 月降水量	11. 7	1. 7	17. 6	2. 4	10. 9	12. 8	5. 9	8. 1	3. 3	12. 9
3 月、4 月降水量	20. 6	15. 9	48	15. 5	25. 1	8. 6	19. 9	6. 4	16. 5	39. 2
4 月、5 月降水量	33. 9	59. 1	47. 5	30. 6	66. 8	22	44. 9	45	64. 5	62. 3
5 月、6 月降水量	78. 6	124. 3	58. 5	144. 6	110. 3	99. 8	102. 1	157. 2	85. 9	77. 7
6 月、7 月降水量	109. 8	150	130. 1	225. 3	199. 2	142. 6	124. 1	235	76. 5	211. 5
7 月、8 月降水量	137	145. 3	196. 4	171. 7	230. 7	133. 7	186	225. 4	77. 3	284. 5
8 月、9 月降水量	109. 8	108. 2	155. 7	93. 1	119	114. 1	184. 7	110. 8	127. 5	180
9 月、10 月降水量	44. 2	45. 5	59. 8	29. 1	26. 2	52. 5	64. 7	14. 1	110. 2	64. 8
10 月、11 月降水量	31. 7	20. 4	21. 2	16. 5	3. 7	11. 3	24. 7	9. 5	23. 3	7. 8
11 月、12 月降水量	15. 8	8. 3	2. 9	11. 1	4. 1	7	12. 1	0. 8	3. 2	6. 3
12 月、1 月降水量	3. 6	2. 7	0. 6	6. 9	1. 6	4. 1	1. 6	5. 6	5. 8	2. 9
扬沙+ 沙暴	23	22	11	24	20	26	5	28	16	25

时段（年）	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
年降水量	479. 2	407. 2	408	461. 9	533. 9	441	245. 2	437. 5	317. 3	324. 5
1 月、2 月降水量	3. 6	1	10. 8	5. 6	2. 7	1. 1	1. 1	13. 3	0. 1	4. 2
2 月、3 月降水量	14. 5	9	11. 5	7. 8	8. 2	12. 1	4. 6	20. 8	5. 2	6. 0
3 月、4 月降水量	41. 9	14. 5	15. 7	5. 9	5. 6	14. 1	6. 8	51. 7	28. 7	17. 5
4 月、5 月降水量	87	25. 3	18. 2	51. 7	23. 4	28. 6	32. 7	95	33. 8	77. 9
5 月、6 月降水量	222. 5	107	76. 2	111. 6	119. 1	72. 7	61. 3	188. 6	27. 6	108. 8
6 月、7 月降水量	233. 8	211. 1	241	244. 6	259. 2	210. 1	110. 8	234. 4	149. 8	88. 9
7 月、8 月降水量	85. 9	207. 1	227. 8	303	261. 7	279. 8	115. 3	146. 4	212. 8	151. 1
8 月、9 月降水量	124	123. 7	109. 2	145. 1	212. 3	146. 1	81. 5	68. 6	118. 6	130. 2
9 月、10 月降水量	117. 5	66. 1	62. 2	32. 3	141. 6	63. 2	55. 3	34. 9	43. 4	33. 6
10 月、11 月降水量	11. 2	37. 1	23. 6	8. 3	28. 2	38. 2	11. 5	13. 5	8. 2	17. 9
11 月、12 月降水量	7. 8	11. 5	15. 3	3. 5	3. 2	10. 1	5. 1	2. 6	4. 7	9. 1
12 月、1 月降水量	7. 9	4	1. 9	3. 4	3. 7	5. 9	6	2	4. 5	3. 4
扬沙+ 沙暴	13	15	18	7	6	7	0	2	6	10

资料来源：张北县气象站和张家口气象局

表 2 张北县扬沙（包括沙暴）与年内降水量分布关联分析结果

Tab 2 The analysis result of relationship between annual windstorm times  
and precipitation distribution in Zhangbei county

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
年内降水 量分布	年降 水量	1、2 月 降水量	2、3 月 降水量	3、4 月 降水量	4、5 月 降水量	5、6 月 降水量	6、7 月 降水量	7、8 月 降水量	8、9 月 降水量	9、10 月 降水量	10、11 月 降水量	11、12 月 降水量	12、1 月 降水量
关联度	0. 8632	0. 8372	0. 9083	0. 8842	0. 8382	0. 8571	0. 8123	0. 8485	0. 8795	0. 8426	0. 9140	0. 9283	0. 8210

关联度排序 按关联度大小排: 12> 11> 3> 4> 9> 1> 6> 8> 10> 5> 2> 13> 7

表3 张北县 1981~ 2000 年及年内平均气温分布和扬沙 (包括沙暴) 次数统计 (平均气温单位: ℃)

Tab 3 Statistics of mean temperature ( ℃ ) and annual windstorm times in 1981~ 2000 in Zhangbei county

时段 (年)	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
年平均气温	2.4	3.3	3.4	2.1	2.2	2.7	3.9	3	3.7	3.6
1月、2月平均气温	- 15.2	- 12.9	- 14.8	- 16.1	- 14.1	- 14.3	- 10.9	- 13.4	- 11.9	- 13.1
2月、3月平均气温	- 6.9	- 6.1	- 9.3	- 11.1	- 10.2	- 9	- 7.8	- 9.6	- 6.4	- 5.2
3月、4月平均气温	2.3	2	0.7	- 1	- 1.6	0.5	0.8	- 1.3	1.6	1.2
4月、5月平均气温	8.5	9.1	9.4	9	8.7	9.2	9.8	7.5	9.9	7.6
5月、6月平均气温	14.4	14.2	15.9	14.7	15	15.8	14.1	14	14.4	13.8
6月、7月平均气温	18.9	16.5	18.4	17.5	17.7	17.9	17.5	18.1	17.3	17.1
7月、8月平均气温	18.1	17.1	17.9	17.7	17.4	17.5	18	17.9	18	17.8
8月、9月平均气温	14.1	13.9	17.8	13.6	13.7	13.6	14.6	14.5	13.8	14.3
9月、10月平均气温	6.5	8.6	8.7	7.8	8	6.5	9.1	8.9	7.5	8.8
10月、11月平均气温	- 4.2	0.6	0.3	0.1	- 0.8	- 2.5	0.5	0.3	- 0.4	2.1
11月、12月平均气温	- 11.7	- 9	- 8	- 10.3	- 11.1	- 9.8	- 7.5	- 8.3	- 7.3	- 6.6
12月、1月平均气温	- 16	- 14.6	- 13.7	- 14.5	- 15.8	- 14.8	- 11.9	- 12.2	- 13.3	- 12.8
扬沙+ 沙暴	23	22	11	24	20	26	5	28	16	25

时段 (年)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
年平均气温	3.3	3.1	2.9	4.2	3.3	3.1	4.1	5.1	4.6	3.4
1月、2月平均气温	- 12	- 12.6	- 13.3	- 10.9	- 11.8	- 13.4	- 12.1	- 10.9	- 10.6	- 15.3
2月、3月平均气温	- 7.4	- 7.4	- 5.7	- 7.5	- 6.2	- 8.8	- 4.7	- 4.3	- 6.2	- 8
3月、4月平均气温	- 0.3	0.8	0.3	1.8	0.4	- 0.6	2.3	4	1.6	1.1
4月、5月平均气温	7.3	9	7.7	10.5	7.2	8.1	8.2	10.8	10.3	8.9
5月、6月平均气温	13.3	13.8	14.7	15.1	13.3	14.4	14.4	14.4	16.6	15.7
6月、7月平均气温	16.9	16.7	17.2	18.8	17.1	17.2	19	17.8	19.9	19.9
7月、8月平均气温	19	17.4	17.1	18.9	17.6	17.1	20	17.9	18.9	19.5
8月、9月平均气温	15.7	14	14.4	14.4	13.6	14.7	14.8	16.3	15	15.2
9月、10月平均气温	7.6	6.8	8	7	7.5	8.3	7.1	10.9	8.2	8.2
10月、11月平均气温	- 0.4	- 1.5	- 1.2	0.9	1	- 1.2	0.1	2	0.6	- 1.6
11月、12月平均气温	- 8.2	- 7.8	- 9.3	- 6.9	- 7.5	- 7.1	- 6.8	- 5.9	- 7	- 8.6
12月、1月平均气温	- 12.3	- 13.2	- 12.2	- 13.4	- 13.2	- 11.6	- 12.4	- 11	- 14.3	- 13.7
扬沙+ 沙暴	13	15	18	7	6	7	0	2	6	10

资料来源: 张北县气象站和张家口气象局

表4 张北县扬沙 (包括沙暴) 与年内平均气温分布 关联分析结果

Tab 4 The analysis result of relationship between annual windstorm times and mean temperature in Zhangbei county

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
年内气温分布	年平均气温	1、2月平均气温	2、3月平均气温	3、4月平均气温	4、5月平均气温	5、6月平均气温	6、7月平均气温	7、8月平均气温	8、9月平均气温	9、10月平均气温	10、11月平均气温	11、12月平均气温	12、1月平均气温
关联度	0.7503	0.8714	0.8161	0.7962	0.8258	0.8369	0.8443	0.8377	0.8285	0.7827	0.8052	0.8915	0.8747

关联度排序 按关联度大小排: 12> 13> 2> 7> 8> 6> 9> 5> 3> 11> 4> 10> 1

11、12 月至翌年 1、2 月的平均气温与扬沙和沙尘暴天气关联度最大，说明冬季平均气温的高低对地表起沙扬尘的影响很大，冬季平均气温较高，蒸发量相对较大，土壤冻结水保存量减少，土壤湿度随之降低，干旱使土壤容易风蚀起沙。其次早春平均气温过高，增加了土壤的蒸发量，不利于土壤保墒，干燥加速了土壤风蚀起沙；反之，气温低，则减少蒸发，有利于土壤保墒。由此看来，扬沙和沙尘暴天气与全年平均温度关系并不十分紧密，而与冬季平均气温的高低关系密切。

4.3 气候和社会因素对土地沙化的影响

扬沙和沙尘暴是土地沙化最典型的表现形式，而冬季气温和降水量直接影响着扬沙和沙尘暴天气。利用 1991 年或 1992 年以来的统计资料，对冬季气温、降水量及影响土地承载的社会因素（见表 5）进行灰色关联分析。由于前一年晚秋和冬季降水量可直接影响来年土壤墒情，并直接影响土壤风蚀和土地沙化，这样，在计算中部分气候资料提前一年，以实现气候与社会因素对土地沙化的同步影响。

根据计算结果的关联度排序（见表 6）可以看出：影响土地沙化的首要因素是冬季（11 月、12 月）降水量；其次是人口增长率，该区自然条件差，属生态脆弱敏感带，土地承载能力相对较低，由于人口增加使土地承载加大，促使了土地沙化过程；第三是冬季（1 月、2 月）平均气温；第四是耕地面积，耕地相对草场来说，更容易引起风蚀沙化，本区的气候条件决定了它的牧业生产方式，大面积农业耕作不符合该区的可持续发展，容易引起农业生态环境恶化；第五是冬季（1 月、2 月）平均气温；其它六到十一位影响土壤风蚀和土地沙化的因素依次是：草地面积、12 和 1 月平均气温、2 和 3 月降水量、3 和 4 月降水量、10 和 11 月降水量及人均收入。

表 5 张北县 1991~ 2000 年气候和农业生产状况统计表

Tab 5 Statistics of climate and agriculture production status in 1991~ 2000 in Zhangbei county

时段（年）	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
11 月、12 月平均气温（℃）	- 8. 2	- 7. 8	- 9. 3	- 6. 9	- 7. 5	- 7. 1	- 6. 8	- 5. 9	- 7
12 月、1 月平均气温（℃）	- 12. 3	- 13. 2	- 12. 2	- 13. 4	- 13. 2	- 11. 6	- 12. 4	- 11	- 14. 3
10 月、11 月降水量（mm）	11. 2	37. 1	23. 6	8. 3	28. 2	38. 2	11. 5	13. 5	8. 2
11 月、12 月降水量（mm）	7. 8	11. 5	15. 3	3. 5	3. 2	10. 1	5. 1	2. 6	4. 7
时段（年）	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1 月、2 月平均气温（℃）	- 12. 6	- 13. 3	- 10. 9	- 11. 8	- 13. 4	- 12. 1	- 10. 9	- 10. 6	- 15. 3
2 月、3 月降水量（mm）	9	11. 5	7. 8	8. 2	12. 1	4. 6	20. 8	5. 2	6. 0
3 月、4 月降水量（mm）	14. 5	15. 7	5. 9	5. 6	14. 1	6. 8	51. 7	28. 7	17. 5
人口增长率（‰）	7. 2	11. 73	7. 99	7. 23	7. 24	5. 4	4. 64	2. 76	3. 22
人均收入（元）	432	239	635	890	1141	1308	1561	1324	1561
草地面积（hm <sup>2</sup> ）	123109	123943	135498	121423	121226	121230	120641	120523	120771
耕地面积（hm <sup>2</sup> ）	217994	218036	204535	217788	217777	217779	217681	216162	215533
土地沙化率（%）	4. 72	4. 51	4. 31	0. 61	0	- 12. 56	0. 64	0	0

注：气候资料来源于张北县气象站和张家口气象局。草地、耕地和土地沙化率资料来源于张北县土地局。人口增长率和人均收入资料来源于张北县统计局。土地沙化率= 年内增加的土地沙化面积/年初沙化总面积。

表 6 张北县土地沙化率与气候和农业生产状况关联分析结果

Tab 6 The analysis result of relationship among soil desertification and climate, agriculture production status in Zhangbei county											
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
气候和社	11、12 月平	12、1 月平	1、2 月平	10、11 月	11、12 月	2、3 月	3、4 月	人口增	人均	草地	耕地
会因素	均气温	均气温	均气温	降水量	降水量	降水量	降水量	长率	收入	面积	面积
关联度	0. 8916	0. 8766	0. 8817	0. 8073	0. 8933	0. 8719	0. 8452	0. 8923	0. 7501	0. 8798	0. 8818
关联度排序	按关联度大小排: 5> 8> 1> 11> 3> 10> 2> 6> 7> 4> 9										

5 结论

中国北方农牧交错带土壤风蚀和土地沙化主要与季节性气候因素，即冬季平均气温和降水量因素有关，而与年降水量和年平均气温关系不显著。

人口的增加是一种社会因素，也是影响农业生产条件的一项重要因素。在冬季平均气温和降水量因素背景的影响下，人类活动可加速或减缓土地的沙化速度。

根据冬季平均气温和降水量的变化，人类在农业生产过程中，可适当调整农业生产结构，如冬季降水量少而平均气温高的年份，在来年的生产过程中，可减少种植业，增加牧业或其它生产方式。冬季降水量较多，而平均气温低的年份，土壤墒情好，有利于耕作和种植业，可适当增加种植面积。根据冬季平均气温和降水量对农业生产进行调整，可减轻土地沙化，达到保护农业生产环境的目的。

致谢：在本工作中，得到张家口市农业局、气象局、土地局、统计局和张北县气象站、土地局、统计局的大力支持。在野外调查中，张北县人民政府及县农业局密切配合，在此一并致谢。

参考文献:

[ 1 ] 赵雪, 赵文智, 宝音, 等. 河北坝上脆弱生态环境及整治. 北京: 中国环境出版社, 1997. 29~ 69.

[ 2 ] 刘全友. 河北省坝上地区气候与沙化关系的研究. 环境科学进展, 1994, 2( 6 ): 49~ 57.

[ 3 ] 孙建中, 盛学斌, 刘云霞. 河北坝上地区人类活动与生态环境变化研究. 环境科学进展, 1998, 7( 4 ): 104.

[ 4 ] 孙武, 李宝生. 近 40 年坝上后山地区沙漠化因子主分量的耦合波动. 地理研究, 2002, 21( 3 ): 391~ 397.

[ 5 ] 满志敏, 葛全胜, 张丕远. 气候变化对历史上农牧过渡带影响的个例研究. 地理研究, 2000, 19( 2 ): 141~ 147.

[ 6 ] 张家口市人民政府编. 开放的张家口. 北京: 中国统计出版社, 1996. 60~ 181.

[ 7 ] 海春兴, 赵烨, 马礼. 中国北方农牧交错区夏季土壤风蚀研究. 干旱区资源与环境, 2002, 16( 2 ): 6~ 9.

[ 8 ] 马礼. 河北省坝上农业资源、环境与农业可持续发展. 环境科学进展, 1999, 7( 3 ): 139~ 143.

[ 9 ] CHEN Zhē qing, ZHU Zhen-da. Development of land desertification in Bashang area in the past 20 years. Journal of geographical sciences, 2001, 11( 4 ): 433~ 437.

[ 10 ] 周成虎, 罗格平, 李策, 等. 博斯腾湖环境变化及其与焉耆盆地绿洲开发关系研究. 地理研究, 2001, 20( 1 ): 14~ 23.

[ 11 ] 王涛, 吴薇. 我国北方土地利用与沙漠化. 自然资源学报, 1999, 14( 4 ): 355~ 358.

[ 12 ] 丁登山. 论荒漠化的型式问题——以西非萨赫勒地带为例. 地理研究, 1997, 16( 4 ): 104~ 109.

[ 13 ] 李有利, 郑纲, 杨景春. 人类活动与土壤侵蚀. 水土保持研究, 1999, 6( 4 ): 105~ 110.

[ 14 ] 王学萌, 张继忠, 王荣. 灰色系统分析及实用计算程序. 武汉: 华中科技大学出版社, 2001. 8~ 12.

[ 15 ] 那平山, 周梅, 王志刚, 等. 论三北地区冻结滞水的生态环境效益. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21( 1 ): 45~ 47.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

# Main factors analysis about soil desertification in typical section of interlock area of farming and pasturing: the case of Zhangbei County, Bashang Area of Hebei Province

HAI Chuan-xing<sup>1</sup>, MA Li<sup>2</sup>, WANG Xue-meng<sup>3</sup>, LI Lu<sup>1</sup>

(1. Department of Resource and Environmental Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Department of Geography, Capital Normal University, Beijing 100037, China; 3. Agriculture Resource Comprehensive Investigation Institute, Shanxi Agricultural Academy of Science, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Global climate change and increasing intensity of anthropogenic activity are the main restricting factors to the development of agriculture in arid and semi-arid area. Gray relation model was applied to analyze the main factors of wind erosion and land desertification in Zhangbei County of Hebei Province in interlock area of farming and pasturing. Climate change and anthropogenic activities are the main factors influencing wind erosion and land desertification. Climate change factors include monthly mean temperature and rainfall and annual mean temperature and rainfall. Factors of anthropogenic activities include population increase rate, per capital income, change of grassland and cultivated land area, the research result indicates:

Wind erosion and land desertification are related to changing climate in interlock area of farming and pasturing of northern China, such as mean temperature and its precipitation in winter. There is no distinctive relationship between the annual mean temperature and its precipitation. Population growth is a social factor and also a very important factor influencing agricultural production. Anthropogenic activity could intensify or mitigate wind erosion and land desertification on the background of mean temperature and precipitation changes in winter. According to changes in mean temperature and rainfall in winter, agricultural production framework and way of production can be adjusted properly by human beings in their production process. If precipitation decreased and temperature rose in winter, cultivated land area must be reduced next year. Stock raising or other ways of production should be increased. On the other hand, if the precipitation increased and temperature fell in winter, cultivated land area could be enlarged, because the soils have enough water and are suitable to be cultivated. Adjustment of agricultural production structure according to changes in mean temperature and precipitation in winter can mitigate wind erosion and land desertification and guarantee sustainable agricultural development.

**Key words:** interlock area of farming and pasturing; gray relation model; soil desertification; Zhangbei County