

371-375

(14)

第19卷第3期
1999年5月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 3
May, 1999

景电灌区开发建设对区域生态环境的影响

王 辉

(甘肃农业大学林学系 兰州 730070)

X171

S 274.1

摘要 利用1994~1996年实地抽样调查资料和全县25a的气象、农林业生产统计资料,对景泰县引黄新灌区开发建设以来区域内的生态环境变化进行分析,结果表明:灌区建设使区域内形成了以新型人工植被和被改造保护的天然植被协调发展的植被景观,灌溉面积增加和地表植被盖度的提高,使区域内地表蒸发量明显降低,大风日数、沙尘暴日数、年均风速、最大风速值有所下降,并使年降水量、空气湿度在一定程度上发生了变化,而人为作用强度愈大,开发时间愈长,植被盖度愈高的地带,土壤改良效果愈好,肥力水平提高愈快。

关键词 景电灌区,开发,区域,生态环境。

EFFECT OF EXPLOITATION AND CONSTRUCTION OF JINGTAI IRRIGATION AREA ON LOCAL ECO-ENVIRONMENT

WANG Hui

(Forestry Department, Gansu Agricultural University, Lanzhou, 730070, China)

Abstract This paper analyses the changes of eco-environment in the new irrigated area of Jingtai County since its construction. The results show that, a new vegetation landscape was formed in combination of a man-made vegetation and improved natural vegetation. That increased the irrigation area and raised the cover rate of vegetation, the evaporation capacity dropped considerably meanwhile, the day number of strong wind, the day number of dust and sand storm, and the annually average speed of winds were decreased. And the precipitation, air temperature and humidity changed to certain degree. The areas with stronger activities and longer time of exploitation generally and higher cover rate of vegetation, the better effect of transformation and the more improved fertility in soil. However, it was found that irrigation could cause secondary salinization in the area of bad drainage.

Key words Jingtai Irrigated Area, exploitation, eco-environment.

甘肃省景电灌区是国家投资建设的“两西”重大基础性开发工程、即引黄提灌工程建设后开发起来的一个新型灌区。景电灌区位于 $36^{\circ}43' \sim 37^{\circ}41'N$, $103^{\circ}20' \sim 104^{\circ}15'E$ 之间,地处黄河上游的温带干旱荒漠气候区,北临腾格里沙漠。区域内有可垦地资源93333hm²,整个区域地势平坦,土层深厚(1~1.5m以上),光热资源充足。但地表沙源丰富,气候干旱少雨,风力强劲而频繁。干旱和风沙危害严重制约着该区的开发和建设。因此,在景电灌区开发之前,除了少部分土地被开垦为旱作农田和水浇地外,绝大部分区域为起伏不

收稿日期:1997-05-24,修改稿收到日期:1998-05-22。

定的沙丘地或荒沙滩。电力提灌工程的建设和发展,使过去干旱、荒芜的景泰川被逐渐改造开发成为一个新型的灌溉农业区。本文以景泰县为例,就景电灌区开发建设对区域生态环境的影响进行探讨研究。

1 资料与方法

在新灌区不同立地条件下布设临时观测样地,对植物种类、盖度、生长状况、近地表小气候环境等进行调查,同时采集土壤样品,测定土壤的理化性质、肥力水平、pH值、自然含水量。在1994~1996年间,共设置临时观测样地106个、采集土样57个。在实地调查测定的同时,收集景泰县气象站1951~1995年的地面气象观测统计资料及景电灌区开发建设方面的有关统计资料^[1]。利用植被、气象、土壤3方面的调查观测资料,分析比较灌区开发前后区域内植被构成、气象条件和土壤因子的变化情况,及区域生态环境的影响。

2 景电灌区开发条件及建设进程

景泰川电力引黄提灌工程是一项高扬程(最大提水高度602m,平均提水高度460m)、远距离(引水工程总干渠长100.57km)、大流量(总体规划设计提水流量为28.6m³/s)的电力提灌工程。工程计划从黄河高扬程提水,远距离引至景泰川,开发灌溉面积54666hm²,总投资5.54亿元人民币。全部工程分为两期进行。一期工程于1969年10月动工,1974年建成通水,在景泰县开发灌溉面积20000hm²;二期工程1984年7月开工,计划在景泰、古浪两县开发灌溉面积32813hm²。到1996年,灌溉受益面积已达24233hm²。

景泰县土地总面积为54.32万hm²。在景电灌区开发之前,全县耕地面积为39113hm²,其中水浇地面积仅5200hm²,且因水源不足,实际保灌面积只有3566hm²,仅占全县总耕地面积的9.12%。到景电一期工程结束时,耕地面积扩大到了42906hm²,水浇地面积发展为17046hm²;经过景电二期工程,到1996年,全县耕地面积发展为45740hm²,灌溉面积增加为23666hm²,其中保灌面积增加到占耕地总面积的50.79%。

景电灌区在上水前,因水分条件限制,人工造林成活率、保存率极低,因此,70年代以前,景泰县人工林面积几乎为零,森林覆被率仅0.4%,1971年引水工程通水后,该区开始大力营造农田林网和防风固沙林,到1977年底,全县人工林保存面积增加到1326.67hm²,森林覆被率提高到0.7%;目前,全县有林地面积为5410hm²,森林覆被率平均为1.9%。但在灌区内部,林木覆被率已达10%以上^[2~5]。

3 新灌区开发建设对区域生态环境的影响

新灌区开发对生态环境的影响是指灌区开发行为所引起的生态环境条件的改变或新的生态环境条件的形成。其影响表现是多方面的,有些可能是有益的,而有些也可能是有害的^[4]。

3.1 灌区开发建设对区域植被构成的影响

景电灌区开发之前,本区除少部分土地被开发为旱作农田或水浇地外,大部分区域是尚未开发的干旱荒沙滩。地表自然植被为典型的荒漠植被类型。全区常见的植物种类多为一些旱生、超旱生、沙生或盐生植物,如红砂(*Reaumuria soongorica*)、油蒿(*Artemisia ordosica*)、籽蒿(*A. sphaerocephala*)、白刺(*Xitraria tangutorum* Bobr.)、荒漠锦鸡儿(*Caragana roborovski kom*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum* (L.) Moq.)等^[6]。在地表流沙裸露、地形起伏不定、密集沙丘占优势地区,植被稀疏,盖度<9%,4×4m²样地中出现的植物种类在8种以下,主要为沙米、沙蓬等草本植物;在固定沙地,植被盖度多在40%左右,植被以多年生半灌木、灌木为主要建群种,样地中植物种数在18种以上,常见植物为白刺、锦鸡儿、蒿类等。

随着灌溉和土壤水分条件的改善,以及人为作用的大幅度增强,灌区植被构成迅速开始变化,其变化主要体现在一是灌区内农作物播种面积增加,特别是在作物生长季节里,区域内农作物覆盖面积和覆盖度大幅度提高,农作物群落成了生长季节灌区的主要植被景观。二是人工草地面积增加。灌区开发前,本区只有天然草场,几乎没有人工牧草地。到1993年底,全区人工种草面积1453hm²,其中耕地种草1286hm²。人工草地植被盖度一般都在80%以上。三是人工林面积从无到有,迅速增加。在生长季节里,人工林地植被覆盖度一般在40%~90%左右,人工林群落迅速扩大是新灌区植被构成发生根本性变化的一个重要原因。四是灌区内未开发区域的自然植被在人工封育措施下,得到了一定的保护和改造,使封育区自然植被逐步恢复、繁衍、更新,使植被盖度增加,生物种类增多。据调查,保护良好的封育区植物种数要比无保护流沙区多10种以上,植被盖度高20%以上。

新灌区开发建设使该区域从荒漠植被景观类型改变为以农作物、人工林草地等人工植被为主体,人工

植被和人工保护改造下的自然植被协调发展的植被景观。

3.2 灌区开发建设对区域气象条件的影响

利用景泰县气象站25a连续、定位气象观测资料,按景电灌区建设发展的不同时期统计气象指标,分析不同建设时期区域气象条件的变化规律。各时期气象指标及变化见表1。

表1 景泰县25a来气象指标变化动态

Table 1 The dynamics of meteorological indexes during 25 years in Jingtai County

年限 Year	建设时期 Date	8级以上 大风日数 (d) The days of wind beyond 8	最大风速 (m/s) Max-speed of wind	年均风速 (m/s) Ava. speed of wind	相对湿度 (%) Humidity	年降水量 (mm) Precip- itation	年蒸发量 (mm) Evapo- ration	年均气温 (℃) Temper- ature
1971~1975	一期建设初期 ¹⁾	55.6	21.7	3.66	46.8	174.9	3019.8	8.00
1976~1980	一期快速建设期 ²⁾	21.2	18.0	2.84	47.8	207.4	2335.9	8.00
1981~1985	一期稳步发展期 ³⁾	11.0	19.7	2.18	48.4	169.9	2103.2	8.02
1986~1990	二期建设初期 ⁴⁾	3.8	11.7	2.00	48.2	184.2	2136.8	8.70
1991~1995	二期快速建设期 ⁵⁾	5.4	14.0	1.98	48.2	192.7	2089.4	8.74
1971~1995	25a平均值 ⁶⁾	19.4	21.7	2.53	47.9	185.8	2337.0	8.29

1)The first initial construction period;2)The first fast-speed construction period;3)The first steadily ahead period;
4)The second initial construction period;5)The second fast-speed construction period;6)Coverage of 25 years.

分阶段统计表明,随着灌区开发面积的扩大和深入,区域内主要气象要素值均产生了不同程度变化。其中年8级以上大风日数、最大风速、年均风速、年蒸发量呈减小趋势,空气平均温度、年降水量、相对湿度呈增加趋势。从各发展阶段看,变化最显著时期是在一期灌区建设开发阶段。

为了进一步分析探讨灌溉面积和各气象要素值变化之间的定量关系,选用了多元逐步回归分析法,以灌溉面积 S 、年平均风速 V 、降水量 R 、空气相对湿度 H 作为自变量,以地面蒸发量 E 作为因变量,利用18a资料进行统计运算。通过统计分析,剔除了对蒸发量影响不显著的降水因子,得到逐步回归方程如下:

$$E = 5028.68 - 16.80S + 331.16V - 63.84H$$

该方程复相关系数 $R=0.955$,回归关系显著。各指标间的偏相关系数见表2。

3.2.1 分阶段比较和定量分析说明,自景电灌区开发以来,区域内地表蒸发量下降趋势明显。在气候干旱的景泰灌区,蒸发量的大小与地面风速、温湿度条件以及地表性状等多项因素都有一定的相关性,但其中地表风速对蒸发量影响最大,区域内灌溉面积和空气湿度对蒸发量影响次之。在多因素综合作用下,空气湿度提高对蒸发量的降低作用要大于灌溉面积增加对蒸发量的降低作用。其原因之一是因为在这一地区农田灌溉和地表植被覆盖主要集中在生长季节,而在晚秋、冬季,特别是风力频繁气候干旱的早春季节,地表则多呈裸露状态,故空气湿度对年蒸发量的影响要更为明显一些。总之,在气候干旱地区,区域内灌溉面积增加和地表植被盖度的提高,将促使区域内地表蒸发量明显降低。

3.2.2 一个区域的年平均风速,主要取决于大气候条件和大气环流。就灌溉面积而言,与年平均风速的相关性相对较小。但不能全面反映灌区建设对地面风力条件的影响。事实上,景电灌区自开发以来,由于人工林、特别是农田防护林和防风固沙林

面积的迅速增加,使区域内生态林植被体系日益扩大完善,在林带、林网保护区,近地表风速一般降低30%左右,在固定沙丘区,2m高处地面风速与流沙区相比降低12.8%左右,输沙率下降94%左右。连续系统的保护性植被体系使区域近地表风速系统削弱,并使区域内大风、

表2 各计算指标间的偏相关系数

Table 2 Correlation co-efficient between calculation indexes

指标 Index	面积 Area	风速 Wind speed	湿度 Humidity	降水 Precipitation	蒸发 Evaporation
面积	1	-0.0557	-0.0869	-0.358	-0.503
风速		1	0.649	-0.0563	0.761
湿度			1	0.331	0.691
降水				1	-0.140

沙暴天数减少,使最大风速值降低。景泰县新灌区开发建设25a来,年均风速从3.66m/s降低到1.98m/s,最大风速从21.7m/s降到14.0m/s,年8级以上大风日数从55.6d减少到5.4d,各项风力指标明显下降。当然,这种下降趋势和降幅是在大气候的主导作用下产生的,并不完全都是灌区开发建设的影响结果。

3.2.3 随着灌溉面积增加和地表性状的改善,区域内空气相对湿度和降水量也有一定程度的影响和改变。比较而言,灌溉面积对二者的影响程度明显小于对蒸发量、地表风速的影响,且变化趋势表现复杂。

3.3 灌区开发建设对区域土壤条件的影响

土壤的理化性质、肥力水平直接影响着地上部分植被的生长状况,而人工植被的培育和发展,又将反过来影响和促进土壤的进一步熟化和改良。为了分析新灌区开发对土壤条件的影响,选择了一块地域上相连、开发前立地条件基本一致、开发后土地利用方式差别显著的地段作为观测区,对观测区内原始地貌类型——流沙地,以及人工封育区、新开垦的农田、林地的土壤机械组成、自然含水量、肥力水平、土壤pH值进行测定分析。测定结果见表3、图1。

表3 景泰县不同土地利用条件下土壤物理性质

Table 3 Physical characteristics of soil under different cultivation ways in Jingtai County

立地条件 Site quality	土壤自然含水量(%) Soil water content	土壤机械组成(%) Consititution of soil				
		>1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	<0.1
流沙区植被盖度<9% ¹⁾	0.38	0.09	11.18	15.07	64.34	9.33
封育区植被盖度10%~19% ²⁾	0.48	0.44	0.37	1.43	87.24	10.51
植被盖度20%~40% ³⁾	1.52	0.44	1.46	8.02	44.29	45.80
人工林地1994年杨树片林 ⁴⁾	8.43	0.02	0.59	5.29	36.83	57.26
1995年杨树片林 ⁵⁾	6.71	0.20	0.76	7.44	56.22	35.39
灌溉农田1992年开垦农地 ⁶⁾	8.58	0.57	3.03	5.15	43.79	47.46
1994年开垦农地 ⁷⁾	3.29	0.57	2.09	7.88	49.87	35.59
撩荒地(撩荒1年) ⁸⁾	3.67	0.62	2.64	9.10	48.31	39.33

* 土壤含水量测定时间 Soil water content determine date: 1995-04-17~04-27.

1) Drift sand area; cover degree is <9%; 2) Protected area; cover degree is 10%~19%; 3) Protected area; cover degree is 20%~40%; 4) Plantation forest stand; Poplar sheet planted in 1994; 5) plantation forest stand; Poplar sheet planted in 1995; 6) Farmland; reclaimed land in 1992; 7) Farmland; reclaimed land in 1994; 8) Abandoned desolation 1 year.

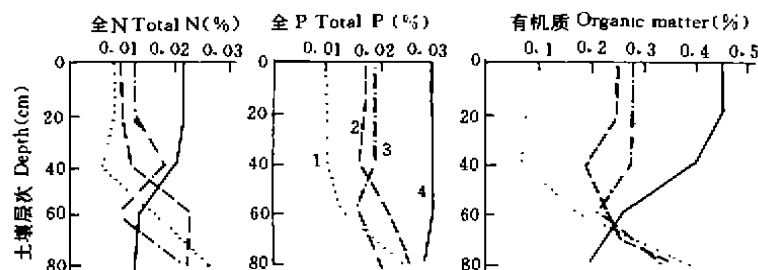


图1 不同利用方式下的土壤肥力动态

Fig. 1 The fertility trends of different cultivation ways

.....半固定沙丘 Semi-fixed dune; ----固定沙丘 Fixed dune; - - - -林地 Wood-land; - · - · -小麦地 Wheat land

3.3.1 人为影响强度愈大、植被覆盖度愈高的区域,土壤性质变化愈显著。在原来基本一致的土壤条件下,因人为作用性质和强度不同,使土壤机械组成产生了较大差异。以<0.1mm粒径的细物质含量分析,流沙区为10%左右,封育区提高到20%左右,人工林地和灌溉农田提高到30%以上,说明人为影响强度愈大、植被盖度愈高的地段,土壤细粒化过程愈为显著。随着土壤机械组成变细,土壤保水、持水能力也相应提高,流沙区土壤自然含水量仅0.38%左右,封育区提高到0.48%~1.5%,人工林地和农田达5%~8%,从

土壤肥力水平变化情况看,农耕地由于人工施肥,土壤有机质和肥力水平提高较快,其中土壤表层(0~40cm)提高最显著。在无人工施肥区域,土壤肥力水平提高速度以人工林地最快、固定沙地次之。

3.3.2 人为作用时间愈长的土地,土壤性质变化愈显著。例如,开垦前立地条件基本一致的土地,开垦种植4a后,土壤细粒物质含量要比开垦种植了2a的农田地细粒物质含量高16.6%,土壤含水量高61.7%。两块相连的人工林地,2年生林地要比1年生林地的细粒物质含量高38.2%,土壤自然含水量高20.4%。

3.3.3 开垦后又弃耕的撩荒地,由于气候干旱和强烈的风蚀作用,使土壤重新粗化、沙化,含水量和土壤肥力水平迅速下降,如撩荒1a后,土壤有机质含量比耕地低35.6%。

3.3.4 引水灌溉和人为改变地表植被构成后,使区域内不同利用方式下土壤盐分运行状态也发生了一定的变化,以土壤pH值为例,在半固定沙丘和固定沙丘地带,0~80cm土层平均pH值为9.25,最高值出现在40~60cm中层,为9.3,最低值出现在土壤下层,为8.90;排水良好的耕地,由于灌溉水的淋洗作用,使0~80cm平均pH值下降为8.89,最高值为9.00,出现在0~20cm表层,从20cm深开始,愈向下土壤pH值愈高。有一定灌溉条件的人工林地,土壤pH值小于封育区而大于耕地。这证明了在排水良好地带发展灌溉能促进土壤上层含盐量在一定范围内下降。但是,在地形较为封闭、排水不畅的条件下,灌溉也加剧了本区部分土地的次生盐渍化。据景泰县水电局杨生成调查报告,景泰一期灌区1969年大面积灌溉前,土壤0~110cm深度平均含盐量为0.753%,其中0~32cm上层平均含盐量仅为0.599%,到1990年,0~100cm深度土壤平均含盐量提高到了1.179%,其中0~30cm层高达1.844%。据分析,本地土壤含盐量提高和盐碱化土地面积的扩大,从自然条件来讲,是由于土质含盐丰富、气候干燥、蒸发积盐过程显著、以及地形封闭、排水不畅的结果,从人为因素分析,则主要是由于不合理的大水漫灌和无人工排水系统所致^[6]。

4 结论

4.1 景电灌区开发建设对区域植被构成产生了直接影响,使原来以荒漠植被为主体的自然植被区,逐步改造成了一个以农作物、人工林草地为主体,人工植被和人工保护改造下的自然植被协调发展的植被区。

4.2 灌区开发建设和地表植被盖度的增加,使区域内地表蒸发量明显降低,并在多因素综合作用下,使近地表平均风速、最大风速、大风日数、沙暴日数有所减少,使区域年降水量和空气温湿度也产生了一定的变化。但受大气候条件制约,各气象指标的变化幅度不同。

4.3 不同的土地开发利用模式,土壤理化性质和肥力水平变化大小不同。人为作用强度愈大、人工植被盖度愈高、人为作用时间愈长的地带,土壤细粒化作用愈显著,保水持水力愈强,土壤肥力水平提高愈快。

4.4 在排水良好地带,灌溉促进了土壤表层盐分的向下淋洗。但在排水不畅地带,新灌区开发引起的土壤次生盐渍化问题,是景电灌区开发建设引起的不良环境影响之一,应受到有关方面的高度重视。

参 考 文 献

- 1 甘肃省统计局. 甘肃省国民经济统计资料. (1949~1978年). 1981-09
- 2 甘肃省林业厅“三北”规划办公室, 甘肃省林业勘察设计院. 甘肃省“三北”防护林体系建设二期工程规划说明书. 1985, 1~58
- 3 甘肃省林业厅三北三期规划办公室, 甘肃省林业勘察设计院. 三北防护林体系建设甘肃省三期工程规划. 1996-06, 2~93
- 4 王国申. 区域性防护林体系的环境影响评价研究. 北京林业大学学报, 1995, 17: 111~116
- 5 张 强. 甘肃中北部土地沙漠化特征及整治途径. 见: 中国科学院兰州沙漠研究所编. 中国科学院兰州沙漠研究所集刊(第4号). 北京: 科学出版社, 1995. 150~153
- 6 苏生海, 等. 景电灌区土壤盐渍化的防治. 甘肃农业大学学报, 1993, 28: 145~149