

农业利用和人为干扰对剑湖湿地土壤特性的影响

田 昆^{1,2}, 陆 梅², 常凤来², 莫剑峰², 杨永兴³

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012; 2. 西南林学院环境科学与工程系, 云南 昆明 650224; 3. 同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要: 采用野外采样及室内分析方法, 研究了剑湖自然保护区湿地土壤特性, 探讨了农业利用和人为活动干扰对剑湖湿地土壤的影响以及森林对湿地的涵养作用。结果表明, 湖滨带围垦造田, 集水面上毁林开荒以及流域范围内的土壤利用对湿地土壤的发生发展产生显著影响。50 年间湖面面积减少了 33.44%, 蓄水量降低了 62.95%, 土壤养分呈现下降趋势。施肥影响下的农耕地包括水稻田引起的面源污染以及森林破坏后引起的表土养分流失和水土流失, 是导致湖泊水质变劣、面积萎缩, 引起剑湖湿地退化的潜在因素, 对澜沧江下游及附近地区自然环境的形成与演变产生重大影响。

关键词: 剑湖自然保护区; 湿地土壤; 土壤特性; 土壤利用方式; 土壤退化

中图分类号: S131.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 – 2043(2004)02 – 0267 – 05

Impacts of Agricultural Activities and Human Disturbances on Characteristics of Wetland Soil in Jianhu Nature Reserve

TIAN Kun^{1,2}, LU Mei², CHANG Feng-lai², MO Jian-feng², YANG Yong-xing³

(1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China; 2. Department of Environment Science and Engineering, Southwest Forestry College, Kunming 650224, China; 3. College of Environment Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: We analyzed the impacts of agricultural activities, forest vegetation and human disturbances on wetland soil by studying on the soil characteristics of Jianhu nature reserve wetland. The results showed that the reclamation land from marshes in lakeside, disafforestation in catchments and soil utilization in watersheds significantly affected the formation and development of marshes in the area studied. The water area and water demand reduced by 33.34% and 62.95% within 50 years, respectively, and nutrients the soil showed same decreasing trends. The losses of soil nutrients and soil erosion caused by forests destroying and surface pollution caused by fertilizer application in agriculture field were potential threatens for water quality decline, lake water area shrinking and wetland soil degradation to Jianhu wetland, which posed greatly impacts on ecological environment in both nearby regions and down streams of Lancang River.

Keywords: Jianhu nature reserve; wetland soil; soil characteristics; soil utilization; soil degradation

剑湖湿地自然保护区是云南西部保存较好的高原湖泊湿地, 也是我国湿地的独特类型之一。同云南高原其他湿地一样, 剑湖湿地为没有水道相通的面积较小的孤立湿地, 虽有着丰富的生物特有现象, 但生态系统却脆弱而不稳定。由于剑湖湿地具有澜沧江上游的特殊生态作用, 不仅调节地表径流和河流水量, 控制土壤侵蚀, 影响澜沧江下游水位和水量均衡, 而

且由于其特殊的生态功能及兼有水体和陆地双重特征, 为许多珍稀濒危物种提供了栖息繁衍地, 也为当地人民的生存提供了丰富的资源。但国内缺乏对这类高原湿地的研究, 更鲜见从湿地土壤特性对环境的影响方面进行的研究。

1 研究区域及研究方法

1.1 剑湖湿地生态环境特征

剑湖湿地位于云南省西部大理州剑川县城东南 3 km 处, 地理位置 99°55'E, 26°28'N, 海拔 2 186 m, 属云南省高原湖泊重要湿地类型。湖盆发育在第四系堆积物形成的湖积、冲积混合相堆积母质上, 四周山岭环绕, 从湖盆中心至湖岸边生长着大量的水生植

收稿日期: 2003 – 09 – 04

基金项目: 湖北省涝渍灾害与湿地农业重点实验室开放科研基金项目 (HNKFJ2002A04); 云南省自然科学基金项目 (2001C0044M)

作者简介: 田 昆 (1957—), 男, 中科院东北地理与农业生态研究所博士生, 研究方向为湿地生态、恢复生态。

E – mail: tlkump@public.km.yn.cn

被，湖滨地带有一定面积的水稻田及农耕地和菜地，与我国北方湿地不同，剑湖湿地这种生态环境特征极大地影响着土壤的形成和发展。由于受人为活动的影响，森林植物种类及森林类型较简单，周围山上生长的地带性植被——常绿阔叶林已少见，而代之以次生的云南松针叶林及灌丛。剑湖径流面积 918 km²，湖面面积 6. 23 km²，平均水深 2. 7 m，常年蓄水量 1 680 万 m³，水量主要由降雨、河流及沿断裂带上涌的泉水补给，河流多数源自老君山山脉森林水系，湖内生长了包括海菜花（*Ottelia acuminata*）在内的高原湖泊特有的国家 II 级保护植物等数十种水生植物。动物中的轮虫种类达 24 种，数量为滇西北高原湖泊之首（平均 442 个·kg⁻¹），并且适宜浮游生物生长，食料丰富而养育了几十种鱼类，以及国家 I、II 级保护的黑鹳（*Ciconia nigra*）、赤麻鸭（*Tadoma ferruginea*）等 40 多种重要的迁徙水禽。湖水从海尾河出水口注入漾濞河再汇入澜沧江，是澜沧江的重要支流之一，对澜沧江地区自然环境的形成与演变产生重大影响。

1. 2 湿地土壤辨识与研究方法

湿地土壤主要是在地面过湿或经常处于淹水条件下，生长沼生和湿生植物所形成的土壤。其不仅为水生生物的生长提供了物质基础，而且作为地球表层的一个界面，是岩石圈、生物圈、水圈、大气圈和人类圈相互联系的重要纽带和多种运动形态物质体系的交汇场所，承担着温室气体碳和氮的源、汇或转化器的功能^[1]。剑湖所在地垂直高差达 2 200 m，土壤类型复杂多样，多达 12 个土壤类型。为了了解剑湖湿地土壤演变过程与规律，剖析湿地土壤生态环境变化特征与机制，该研究仅选取对剑湖湿地影响较大的集水面上的 4 个土壤类型作为研究对象，以常年淹水条件下的沼泽土壤作为参照，湖滨水稻土壤和耕地土壤以及周围山上海拔 2 186 ~ 2 500 m 范围内植被保存较好的地段及其人为干扰较大、植被破坏严重的相邻地段作为研究区域。野外土壤采样时，根据代表性和典型性原则，每个土壤类型 2 ~ 3 个剖面，同时按土壤空间结构不同分层取样，并作野外现场观察记载；室内分析采用中国科学院南京土壤研究所分析方法^[2]。进行

土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾、水解氮、土壤质地及酸碱度的测定，研究湿地土壤营养变化情况，探讨农业利用和人为活动干扰对剑湖湿地的影响以及森林对湿地的涵养作用。

2 结果与分析

2. 1 土壤类型特征

2. 1. 1 湿地土壤——沼泽土特性

沼泽土是湿地特有土壤，为地面过湿或经常处于水分饱和状态而生长湿生植物所形成的土壤。该土主要分布于剑湖周围的低凹处，是剑湖土壤的主体，成土母质为湖积母质，其形成不受气候条件限制，特点是整个土层处于厌氧条件的还原状态，有机物质大量积累，并与土壤粘粒结合形成腐泥层和泥炭层。同时，土层中的游离铁锰还原，形成蓝灰色的潜育土层并可见土层裂隙中的铁锰氧化淀积锈斑，因此剖面上泥炭层、腐泥层、潜育、潜育特征发育明显。剑湖的沼泽土壤有机质平均含量 10%，全氮含量达 0. 23% ~ 0. 26%，且上下层差异不大。C/N 比值较高，泥炭层 19. 1，潜育层 32. 4，养分均处于积累状态，有效养分分解释放少。泥炭层全钾含量高达 1. 45%，而速效钾仅为 42. 97 mg·kg⁻¹，全磷含量 0. 08% ~ 0. 14%，速效磷仅为 21. 6 ~ 27. 55 mg·kg⁻¹，可见其作为“汇”对养分的积蓄作用。但水解氮高达 155. 8 ~ 558. 8 mg·kg⁻¹，这种较高氮营养含量可能为外来补给，与周围农业施肥引起的氮营养流失进入有关，见表 1。

2. 1. 2 人为影响下的湿地土壤——水稻土特性

水稻土是人为影响下水旱交替耕作，以水耕熟化为主的湿地土壤类型。剑湖自然保护区的水稻土主要分布在剑湖周围一带，母质为冲、湖积物或沼泽土。由于受人为灌排、水旱耕作和施肥的长期影响，土壤的水分移动频繁，氧化还原多变，形成特有的发生层段与属性。表层土受到长期淹水翻耕、耙耘，加之施肥及年复一年的根茬积累与分解的影响，又经不断排干，土壤中氧化、还原交替进行，低价的铁锰化合物向下淋移，或随地表排水流失或滞留在土壤耕层裂隙中氧化淀积形成棕红色的锈纹或锈血斑，也由于水下耕翻

表 1 沼泽土理化性质特征
Table 1 Characteristics of marsh soil in Jianhu wetland

土层	采样深度 /cm	pH 1: 2. 5	粘粒/% <0. 002mm	有机质 /%	全量/%			C/N	水解 N /mg·kg ⁻¹	速效/mg·kg ⁻¹	
					N	P	K			P	K
H	0 ~ 27	8. 43	37. 76	10. 10	0. 28	0. 08	1. 45	19. 1	155. 79	25. 63	42. 97
				3. 4 ~ 10. 33	0. 23 ~ 0. 36				120. 2 ~ 191. 9	21. 6 ~ 27. 55	35. 4 ~ 55. 1
G	27 ~ 40	8. 52	49. 70	17. 81	0. 29	0. 14	1. 05	32. 4	558. 80	22. 88	74. 70

扰动,土粒分散,并受到耕作的挤压,在耕层下形成较紧实的犁底层;由于盐基淋溶和复盐基作用^[3],水稻土剖面上下层的盐基变化较小,pH 值较为接近,这可能与水稻土长期处于饱和状态,物质淋移不明显有关。同其沼泽母土相比较,水稻土表层有机质从 10.11% 降至 9.46%;全氮从 0.28% 降至 0.22%,略

低于母土;速效磷和速效钾养分含量仍然较低,仍以缺氧条件下的有机物质积累为主。但速效养分的表层水解氮增加了 40%,这可能与排水落干改善了土壤通气性,从而促进有机质分解以及农业生产活动中大量施用氮肥有关,见表 2。

2.1.3 影响湿地发育的耕地土壤——冲积土特性

表 2 水稻土理化性质特征
Table 2 Characteristics for paddy soil in Jianhu Wetland

土层	采样深度 /cm	pH 1: 2.5	粘粒/% <0.002mm	有机质 /%	全量/%			C/N	水解 N /mg·kg ⁻¹	速效/mg·kg ⁻¹	
					N	P	K			P	K
Aa	0~17	8.50	53.74	9.46	0.22	0.08	1.69	22.67	260.71	19.65	47.18
				9.3~9.63	0.2~0.24				189.7~308.2	16.8~21.3	35.3~57.8
Ap	17~47	8.42	54.73	8.99	0.21	0.08	1.83	22.57	318.05	21.52	46.04
				8.6~9.76	0.18~0.22				252.2~399.95	11.2~29.77	44.7~49.85
G	47~100	8.09	51.75	2.55	0.13	0.07	1.89	10.34	123.8	23.10	146.3

冲积土是受自然及人为作用影响,冲积、坡积、洪积或人工搬运堆积而成的土壤。剑湖湿地的冲积土受人为耕作活动影响较大,主要分布在海拔 2100~

2200 m 湖周围地势相对低平地段,成土母质为湖积和冲积母质。但不同母质下的土壤性质差异较大,见表 3。

表 3 冲积土理化性质特征
Table 3 Characteristics of alluvial soil in Jianhu Wetland

母质	采样深度 /cm	pH 1: 2.5	粘粒/% <0.002mm	有机质 /%	全量/%			C/N	水解 N /mg·kg ⁻¹	速效/mg·kg ⁻¹	
					N	P	K			P	K
湖积物	0~33	8.86	43.75	5.76	0.11	0.17	1.65	27.6	170.30	53.46	153.4
				5.6~5.86	0.09~0.15				109.8~243.5	43.4~65.6	97.1~208.5
	33~48	8.64	45.75	4.53	0.07	0.10	1.43	34.1	148.96	23.82	54.95
冲积物				4.4~4.6	0.04~0.1				61.9~214.3	20.4~26.77	48.6~60.04
	0~20	8.35	17.79	3.06	0.07	0.11	1.70	23.1	193.25	20.03	51.96
				1.6~3.76	0.05~0.09				126.5~267.3	9.1~26.33	12.3~74.17
	20~50	7.87	19.79	1.85	0.04				101.33	24.34	49.90
					0.04~0.05				68.21~158.8	23.9~24.79	47.3~52.53

由冲积母质发育形成的冲积土有机质和氮素营养含量低,表层有机质 3.06%,下层仅为 1.85%,表层全氮 0.07%,下层仅为 0.04%,养分贫瘠,尤其是速效磷含量较低,可能是因为碱性条件下的磷固定使养分有效性降低;由湖积母质发育形成的冲积土,由于水位下降,土壤脱离了沼泽环境,经逐年耕作、灌溉、施肥的影响,土壤耕层深厚,颜色暗黑,结构良好,有机质和氮素营养含量较高,分别为 5.76% 和 0.11%,犁底层有机质也高达 4.53%,有效养分也有所增加,但水解氮含量仅增加了 8.5%,速效磷增加了一倍,速效钾增加了近 1.5 倍,有利于农作物的生长,但同时也提供了养分的流失基础,加重了湖泊污染的几率。

冲积土成土时间不长,没有剖面发育,但因耕作影响而具有疏松的耕作层,一般为 A-C 型土壤。涨水时被淹没的冲积土,有一定的氧化还原过程,27 cm 以下具潜育现象,夹有贝类生物。

2.1.4 影响湿地发育的自然土壤——红壤特性

红壤是亚热带地区具有富铝化特征的地带性土壤。由于形成于高温与多雨配合、温热同季的亚热带生物气候条件下,土壤中矿物质强烈风化分解与淋溶,使盐基和硅酸盐淋失,而铁铝氧化物则在土体中积累,并在土壤剖面中大致均匀地分布而呈现引人注目的红色,形成红色土体^[4]。剑湖周围海拔 2200~2500 m 山坡上的红壤,发育于石灰岩、砂岩和玄武岩母质上,由于植被影响而具不同特性,见表 4,可分为红壤、山地红壤和棕红壤 3 个亚类。

红壤取自于海东海拔 2200 m 的集水坡面上,植被为松栎混交林,母质为石灰岩。松栎混交林下发育的这种红壤,表层有机质和全氮含量均较高,有机质高达 6.96%,全氮 0.16%,水解氮 192.7~232.1 mg·kg⁻¹,pH 值中性,虽有利于养分有效化,但速效磷、钾含量较低,速效磷仅 7.85~8.5 mg·kg⁻¹。

棕红壤取自剑湖东南狮河海拔 2300 m 的集水坡

表 4 红壤理化性质特征
Table 4 Characteristics of red soils in Jianhu Wetland

土壤类型	采样深度 /cm	pH 1: 2. 5	粘粒 /% <0. 002 mm	有机质 /%	全量 /%			C/N	水解 N /mg · kg ⁻¹	速效 /mg · kg ⁻¹	
					N	P	K			P	K
松栎混交红壤	0 ~ 17	7. 65	37. 76	6. 96	0. 16	0. 13	1. 26	22. 9	207. 87	8. 07	47. 16
				6. 72 ~ 7. 41	0. 14 ~ 0. 17				192. 7 ~ 232. 1	7. 85 ~ 8. 5	45. 9 ~ 48. 4
	17 ~ 80	5. 83	41. 73	2. 16	0. 03	0. 12	1. 27	37. 9	68. 68	3. 46	34. 56
				0. 15 ~ 1. 75	0. 02 ~ 0. 03				49. 2 ~ 80. 7	3. 3 ~ 3. 68	34. 3 ~ 34. 8
云南松次生林棕红壤	0 ~ 25	6. 89	39. 76	2. 58	0. 05	0. 11	1. 84	27. 2	116. 79	4. 50	71. 15
				2. 25 ~ 2. 97	0. 03 ~ 0. 06				92. 47 ~ 150	2. 3 ~ 6. 59	47. 8 ~ 95. 1
				1. 12	0. 03	0. 11	1. 73	19. 7	99. 01	2. 87	42. 48
				1. 08 ~ 2. 52	0. 02 ~ 0. 04				82. 6 ~ 119. 9	1. 5 ~ 3. 97	24. 4 ~ 59. 5
红壤	35 ~ 80	7. 75	25. 77	1. 34	0. 04	0. 09	1. 57	17. 7	38. 10	6. 65	42. 40
灌草	0 ~ 15	7. 8	43. 75	3. 16	0. 08	0. 12	1. 81	20. 8	86. 71	80. 0	100. 5
山地				3. 1 ~ 3. 18					71. 8 ~ 95. 68	79 ~ 104	99. 2 ~ 101. 7
红壤	15 ~ 32	8. 41	49. 74	2. 45	0. 06	0. 15	1. 80	21. 5	88. 23	57. 22	55. 63
				2. 39 ~ 2. 56	0. 05 ~ 0. 06				81. 7 ~ 94. 8	56. 3 ~ 58. 4	53. 1 ~ 58. 2
玉米坡	0 ~ 20	8. 63	43. 74	3. 74	0. 10	0. 12	1. 81	19. 7	165. 94	9. 94	72. 75
				3. 71 ~ 3. 76					164. 1 ~ 167. 8	9. 1 ~ 11. 4	72. 3 ~ 73. 2
耕地	20 以下	8. 49	53. 76	3. 17	0. 07	0. 16	1. 64	23. 9	134. 49	2. 14	29. 68
				3. 04 ~ 3. 24	0. 06 ~ 0. 07				132. 5 ~ 136. 4		27. 2 ~ 32. 2

面上, 植被为云南松次生林, 由于云南松林的枯枝落叶较难分解, 返还土壤的有机物质相对较少, 因此, 有机质和全氮含量较松栎混交林下的红壤分别低 62. 9%, 68. 75%, 速效养分的氮和磷也仅为红壤的一半, 全磷含量相当, 但全钾含量增加了 31. 52%, 速效钾含量增加了 33. 72%, 这与棕红壤发育于富含钾的玄武岩母质有关。

山地红壤取自与红壤同一地形母质条件下、海拔 2 250 m 的相邻集水坡面上, 为松栎混交林破坏后演替的灌丛草坡, 土层浅薄, 但剖面上由于草根层的作用仍有 2 ~ 3 cm 厚的腐殖质积累。山地红壤由于植被破坏而返还土壤的有机物质相对混交林少, 表层有机质降低了 54. 6%, 但由于草根层的积累作用, 表层有机质高于次生林下的棕红壤 18. 35%, 淀积层有机质高于红壤 11. 84%。失去植被后, 原来林下的阴湿环境改变, 地温增高, 通气性增加, 有利于养分的分解释放, 磷、钾含量明显增加, 速效磷比红壤和棕红壤分别增加了 10 倍和 23 倍, 速效钾则分别增加了 2 倍和 1. 5 倍, 但氮营养却相对较低, 可能与草的生长周期快, 消耗较多氮营养以及缺乏植被而较易流失有关; 部分灌木丛草坡已被开垦为坡耕地, 为探讨植被破坏后的养分变化情况, 对该类型也设点取样进行研究, 由于人为耕作和一定水平施肥的影响, 有机质含量较灌草状态下有所增加, 水解氮增加了 1 倍, 速效磷、钾则降低, 尤其是速效磷下降了 87. 58%, 可能是速效养分随收获物移出系统的缘故。

2. 2 农业利用和人为活动干扰对剑湖湿地的影响

2. 2. 1 湖滨带耕作土壤对剑湖湿地的影响

湖滨带开垦种植玉米、蔬菜、水稻等农作物的大部分土壤, 历史上曾是沼泽土, 由于出水口截弯改直和泥沙淤积, 水位下降, 土壤脱离了沼泽环境, 经逐年耕作、灌溉、施肥的影响发育形成了农业土壤。在每年 N、P、K 分别为 90 ~ 150, 35 ~ 60, 90 ~ 150 kg · hm⁻² 施肥水平下, 耕作层养分含量较高, 但与母土的沼泽土表层相比较, 养分仍然呈下降趋势, 旱耕地土壤有机质和全氮含量分别损失了 43. 03% 和 60. 71%, 见图 1。水稻田虽保持土壤不流入湖中沉积, 但为获取产量进行的施肥活动, 导致养分随地下水和稻田排水落干晒田进入湖中。从沼泽土与水稻土养分含量比较分析可知, 水稻土的有机质流失了 6. 4%, 全氮流失了 21. 43%。这种农业利用导致的水土及其营养元素流失必然对剑湖的演变产生重要影响。

从水质变化分析可以看出, 入湖处水的各项指标与湖心相比均较高, 尤以氮、磷变化最为明显。表 5 结果表明河口的全氮和全磷分别为湖心的 3 ~ 10 倍, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ 约为 4 倍, 这与植被破坏及农业施肥关系极大, 而且由于施肥和水土流失对剑湖的这种影响导致其水质变劣, 水体渐趋混浊, 悬浮物增加了约 1 倍, BOD 和 COD 也大幅度上升。杨永兴对高原沼泽水研究的结果也表明人类活动干扰导致水质下降, 且随人类活动干扰程度的加剧而加深^[5]。

2. 2. 2 植被破坏对剑湖湿地的影响

水和土壤是剑湖湿地生态系统中极其重要的环境因素, 是其生命活动的物质基础也是生命系统能流

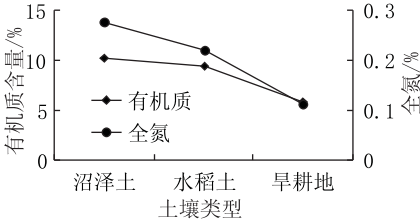


图 1 人为干扰下的沼泽土壤养分变化

Figure 1 Changes of OGM and TN in the marsh soil under human disturbances

与物流的源泉,同时也是维持剑湖湿地生态系统平衡的重要条件^[6]。由于周围植被破坏,土壤裸露,加之陡坡垦殖和湖滨带围湖造田造成表土及其养分随地表径流进入剑湖沉积,导致湖面面积逐年减小。资料表明从 20 世纪 50 年代到 80 年代的 30 年间,湖面积从 936 hm² 缩小到 637.54 hm²,减少了 31.89%,80 年代后停止了大面积泄水造田和砍伐森林,但年平均淤积量从 1983 年到 2003 年的 20 年间,仍高达 11 万 m³,湖水面积降至现在的 623 hm²。湖水总面积减少了 33.44%。蓄水量由 50 年前的 4 532 万 m³ 降至目前的 1 680 万 m³,减少了 62.95%。植被破坏后,由于地表

径流增加,水土和养分流失加剧,对同一海拔有林地和荒地及开垦的坡耕地土壤养分进行对比分析,结果表明:从松栎混交林演替为云南松次生林、荒草地以及人为开垦的坡耕地表层有机质含量分别降低 62.93%,54.6%,46.26%,全氮分别降低 69.23%,48.72%,38.46%,呈现出与有机质相同的下降趋势。植被破坏后的荒草地及开垦为坡耕地导致水土流失形成的冲积土,有机质和全氮含量分别下降了 11.3%和 15.91%,见图 2。由于湖滨带的截留和缓冲作用,进入湖中的养分难于精确估计,但这种养分流失必然对位于其下的湖泊湿地土壤发育发展产生影响,见表 5。

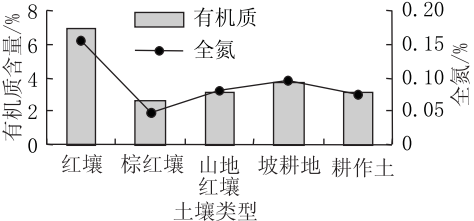


图 2 植被破坏对剑湖湿地的影响

Figure 2 Effects of destroyed vegetation on Jianhu Wetland

表 5 剑湖湿地水化学特性

Table 5 Chemical characteristics of water in Jianhu Wetland

采样地点	pH	悬浮物 /mg·L ⁻¹	总硬度 /mg·L ⁻¹	全氮 /%	全磷 /%	NH ₄ ⁺ -N /mg·L ⁻¹	NO ₂ ⁻ -N /mg·L ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N /mg·L ⁻¹	BOD ₅ /mg·L ⁻¹	COD _{Mn} /mg·L ⁻¹	COD _{Cr} /mg·L ⁻¹
永丰河口	7.7	48.0	191	4.2	2.3	0.30	0.030	0.14	3.1	6.4	48.2
湖心	9.0	26.0	113	1.3	0.2	0.07	0.007	0.05	2.4	3.3	15.8

注:引自剑湖综合治理与开发规划。

3 结 论

(1) 剑湖湿地土壤的主体为沼泽土,但流域范围内的其他土壤对湿地土壤的发生发展产生显著影响。湿地土壤的农业利用不仅使生物群落改变,而且引起沼泽土壤养分衰减,湿地环境改变,“汇与源”的调节功能丧失。人为活动对集水坡面上森林植被的破坏和土壤的开垦利用,一方面引起森林涵养湖泊水源功能降低,另一方面引起水土流失,导致泥沙淤积,加速湖泊沼泽化,使湖泊面积减小、萎缩,引起和加快剑湖退化过程。

(2) 湖滨带农耕地包括水稻田施肥引起的面源污染以及森林破坏后引起的表土养分流失,是导致湖泊水质变劣和富营养化的潜在因素,但养分流失对剑湖的影响需作进一步研究。

(3) 剑湖湿地存在诸多潜在脆弱因素,目前的人为活动干扰还没有超出其生态阈限。但人为活动的强

烈干扰,使湖泊功能衰减,生态环境已逐渐恶化。由于剑湖自身容量小而敏感性高,稳定性和抵抗外界干扰能力差,生态环境极其脆弱,因此,对目前的湿地环境恶化趋势必须引起足够重视,采取必要措施,尽快恢复周围植被,退耕还湖,使剑湖湿地得到真正保护,发挥其特殊生态功能。

参考文献:

[1] 白军红,邓 伟,朱颜明,等. 湿地土壤有机质和全氮含量分布特征对比研究——以向海与科尔沁自然保护区为例[J]. 地理科学, 2002, 22 (2): 232–237.

[2] 中国科学院南京土壤所. 土壤理化性质分析[M]. 上海:上海科技出版社, 1987. 62–93, 132–135.

[3] 席承藩,中国土壤[M]. 北京 中国农业出版社,1998. 65–68, 704–737.

[4] 田 昆,和世钧,常凤来,等. 文山自然保护区土壤现状与保护[J]. 西南林学院学报,2002, 22 (3):20–25.

[5] 杨永兴. 若尔盖高原生态环境恶化与沼泽退化及其形成机制[J]. 山地学报,1999, 17 (4):318–323.

[6] 史德明,梁 音. 我国脆弱生态环境的评估与保护[J]. 水土保持学报,2002, 16 (1):6–10.