

# 香格里拉大峡谷土壤特性及其人为活动影响研究

田 昆<sup>1,2</sup> 贝荣塔<sup>2</sup> 常凤来<sup>2</sup> 陆 梅<sup>2</sup> 莫剑锋<sup>2</sup>

(1 中国科学院东北地理与农业生态研究所 长春 130012;

2 西南林学院环境科学与工程系 昆明 650224)

**摘 要** 分析了长江上游香格里拉大峡谷的土壤特性及人为活动对生态环境造成的影响, 结果表明: 大峡谷土壤垂直分异明显, 从海拔 2000 ~ 5545 m 分布有 9 种土壤类型。土壤 C/N 比值较大, 反映了以有机质积累为主的土壤发育过程。自然土壤有机质平均含量 100 g/kg, 垦为坡耕地降至 28.7 g/kg, 撂荒地降至 22.3 g/kg, 旅游活动、过牧超载等人为干扰同样引起生态退化, 自然干扰如火灾也引起土壤养分下降。另外, 气候寒冷造成土壤利用性能受限, 植被生长缓慢且破坏后难于恢复, 对长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** 香格里拉大峡谷; 土壤特性; 土壤利用格局; 土壤退化

**中图分类号** S153.6; S158.1

香格里拉大峡谷的自然生态系统, 不仅为珍稀动植物提供适宜的生境, 也为大峡谷周围的人民提供水源和稳定的生态环境, 调节着长江下游水量, 同时作为天然基因库就地保护生物多样性, 而且由于香格里拉“人与自然和谐共生”的“世外桃源”意境, 使其成为了生态旅游热潮的一大聚焦点<sup>[1]</sup>。但大峡谷地处长江上游的青藏高原, 坡度较陡, 土壤极不稳定而易流失, 另外高寒的气候引致生境条件严酷, 植被遭受破坏后难于恢复。这种脆弱的生态环境, 对长江下游及附近地区自然环境的形成与演变产生重大影响。开展生态旅游以来, 由于缺乏有效管理和旅游控制措施, 随着游客数量增加, 环境问题日益突出, 加之大峡谷内放牧、耕作等人为活动的影响, 部分地段植被破坏较为严重, 土壤裸露, 涵养水源功能有所丧失, 引起的水土流失严重威胁着长江下游的蓄洪排洪能力, 加剧了香格里拉大峡谷生态系统的脆弱性。目前尚未见这方面的研究报告, 本项目结合美国大自然保护协会支持的香格里拉大峡谷科学综合考察, 进行土壤特性及其对环境影响的研究, 目的在于为滇西高原旅游热点的生态环境保护提供决策参考。

## 1 试验区概况及研究方法

香格里拉大峡谷为金沙江的一级支流冈曲河切穿高原准平原面而形成的深切大峡谷, 位于云南西

北部中甸高原北端, 为滇中红色高原与滇西横断山系的结合部位, 是青藏高原向中印半岛过渡带的转折处。受河流强烈下切, 两侧分水岭高耸, 最高峰巴拉格宗 5545 m, 汇入金沙江处海拔仅 2000 m 左右, 地势起伏巨大, 东北高, 西南低, 地貌类型复杂。河流通过的中部地带低下, 底部较平坦, 海拔较高的部分为高山牧场, 较低部位为农耕地带。峡谷内自然条件复杂, 是土壤多样、物种丰富、植被垂直带谱较完整和生物多样性富集的基础, 但山高坡陡, 生境条件严酷, 年均温 5 ~ 8 C<sup>0</sup>, 10 积温 1529.8, 使得大峡谷植物生长缓慢, 而且由于气候条件变化剧烈, 降水量随海拔高低而不同, 一般海拔每升高 100 m, 降水量增加 20 ~ 40 mm。高原面上年降水量一般为 500 ~ 650 mm, 并随海拔升高而增多, 最大降水高度出现在海拔 3400 ~ 3600 m, 降水量达 1000 ~ 1200 mm, 虽利于植被和其下的土壤发育, 但物种分布的边缘效应突出。

研究方法采用剖面挖掘与室内理化性质分析相结合, 选取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 4~5 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<sup>[2]</sup>。自然土壤类型的确定与划分依据南京土壤所 1987 年提出的中国土壤系

统分类<sup>[3]</sup>并遵循和兼顾土壤发生学的分类原则和土壤分类的数量化原则,以其成土条件、土壤地带性分布规律和土壤属性为依据,并通过对土壤剖面特征、土壤性质的野外和室内鉴定分析,尤其是在性质上能定量说明土壤类型的诊断层和诊断特性<sup>[4]</sup>为基础来区分土壤。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤资源特点

2.1.1 土壤类型多样,垂直分异明显 香格里拉大峡谷属极高山地,峡谷内地貌形态复杂,雪山高耸,峡谷深陷,最高峰巴拉格宗海拔 5545 m,为云南第二高峰,最低点冈曲河汇入金沙江处海拔 2000 m,高差 3545 m,这种高差起伏大,景观多样复杂的自然条件决定了大峡谷土壤类型的多样性并具有不同适宜性的特点。海拔 2000~2600 m 多为河谷深切的悬崖峭壁,海拔 2600~2900 m 地带,分布着山地基带土壤—黄棕壤;海拔 2900~3300 m 地带,分布着棕壤;海拔 3200~3700 m 地带,分布着暗棕壤(灰棕壤,酸性棕壤)<sup>[5~8]</sup>;海拔 3500~4000 m 地带,分布着棕色暗针叶林土;海拔 4000~4500 m 地带,分布着山地草甸土(高山草甸土);海拔 4500~4800 m 地带,分布着寒冻土(高山寒漠土)<sup>[8]</sup>;海拔 4800 m 以上为原始土。尽管土壤垂直分异十分明显,但由于区内成土环境复杂多样,各山地地理位置和高度不同,以及水热条件随高度变化情况的不一致,因此土壤垂直带谱的结构变化很大。考察中发现,暗棕壤常与分布其上的棕色暗针叶林土和分布其下的棕壤交错分布,而棕壤也常与黄棕壤交错分布,在部分河谷两侧山坡上甚至出现倒置分布现象,黄棕壤分布海拔高于棕壤,这可能与河谷冷空气沉降有关。也反映了香格里拉大峡谷成土环境和成土过程的复杂多样性。

2.1.2 土壤资源广袤,但生态环境脆弱 香格里拉大峡谷为我国地形与生物气候最为特殊和复杂的自然区域,土壤资源独特而丰富,从海拔 2000~5545 m 的深山峡谷中,分布着高山土、淋溶土、初育土、半水成土和水成土 5 个土纲下的 9 个酸性至微碱性高山土壤类型,为其他地区所少见。同为温带半湿润型的相隔不远的白马雪山仅分布有 4 个土壤类型,大雪山仅分布有 5 个土壤类型<sup>[5]</sup>,为横断山区土壤类型较为丰富完整的区域。在原始森林植

被或良好的次生植被下,这些土壤土层深厚,土体,结构多为 A-B-C 构型,发育良好,有机质含量丰富表层平均 120.5 g/kg,下层仍高达 72.6 g/kg,全 N 5.9 g/kg,速效养分含量也较高,水解 N 高达 909.51 mg/kg,速效 P 72.80 mg/kg,速效 K 177.7 mg/kg,为云南高原山地环境下较肥沃的土壤(表 1)。但分布海拔较高的棕色暗针叶林土、草甸土及寒漠土酸性较强,pH 4.5~5.85,土壤生产力受到一定限制,另外,粘粒含量普遍较高,属于粘重土壤,C/N 比也较高,表层 C/N 平均 38.90,表明了香格里拉大峡谷山地寒冷环境下土壤以有机质积累为主的发育过程。

香格里拉大峡谷土壤养分含量虽然较高,但由于温度低,特别是季节性冻融活动的影响,这些高寒土壤的利用性能受到较大限制,除了仅适宜耐寒的云杉(*Picea likiangensis*)、冷杉(*Abies georgei*)、高山松(*Pinus densata*)和黄背栎(*Quercus pannosa*)生长的棕色暗针叶林土、暗棕壤、棕壤等森林土壤类型以及生长灌丛和地衣等低等植物的难利用土壤外,许多高寒土壤仅能作为牧场而无农林利用价值,另外,许多农耕地多辟于地形崎岖,山势险峻的坡地上。失去植被覆盖后土壤较易随地表径流流失,这些因素不仅限制着大峡谷土壤资源的数量和质量,也是造成其土壤侵蚀较为严重,山体塌陷,泥石流等自然灾害频频发生以至山地生态环境脆弱的重要原因。

### 2.2 土壤利用方式的环境影响

2.2.1 土壤资源利用现状 土壤是植物生长和生物多样性的基础,而多样的生物对土壤发生发展起着重要作用<sup>[9]</sup>。该地地广人稀,为人迹罕到的极高山地,植被覆盖较好,土壤发育深刻,有着较好的结构和透气透水性,以及丰富的有机质和 N、P、K 养分,反过来这些土壤又极大地支持着该地天然植物的生长,构建了一个良性循环的森林生态系统,不仅丰富了大峡谷的生物多样性,而且对保持水土,涵养水源,调节长江水量起着重要作用。但在大峡谷的一些地段,由于人为活动的影响,植被受到不同程度的破坏而影响到了土壤生态系统的稳定性。尤其是村庄附近,原生植被破坏殆尽,即使在远离村庄的坡度较缓地段,植被也受到不同程度的破坏,许多地段被开垦为农田,或成片砍伐成为草场或荒草地。资料表明植被破坏后的荒草、疏林地或坡耕

表 1 香格里拉大峡谷主要土壤理化特性  
Table 1 Characteristics of soils in the Shangri-la Canyon

土壤类型	采样深度 (cm)	pH (水浸)	粘粒 (g/kg) < 0.002 mm	有机质 (g/kg)	C/N	全量 (g/kg)			速效养分 (mg/kg)		
						N	P	K	N	P	K
寒冻土	AC 0~16	5.25	604.5	30.4	21.71	1.4	1.1	10.1	117.25	33.86	90.42
	BC 16~40	4.73	647.4	25.0	19.23	1.3	0.9	17.1	109.88	33.51	68.13
山地草甸土	A 0~53	5.32	766.3	74.1	35.29	2.1	1.5	6.2	326.34	29.18	148.50
	BC 53~100	5.85	578.2	42.4	23.56	1.8	1.5	20.1	162.81	51.34	159.80
棕色暗针叶林土	A <sub>1</sub> 0~17	4.52	662.7	214.3	56.39	3.8	0.4	21.2	427.77	26.91	92.47
暗棕壤	A <sub>2</sub> 17~37	4.50	677.5	84.3	52.69	1.6	0.5	28.0	146.82	22.50	30.13
	B 37~100	4.91	543.3	56.5	43.46	1.3	0.6	29.0	209.88	72.80	32.80
棕壤	A 15~33	6.64	571.9	193.4	32.78	5.9	0.9	13.3	684.96	26.40	617.10
	B 33~70	6.89	670.3	60.2	30.10	2.0	0.6	12.8	253.52	14.40	155.60
	BC 70~89	7.66	412.3	30.4	33.78	0.9	0.6	17.8	82.40	14.79	68.87
黄棕壤	A <sub>1</sub> 3~12	6.23	700.3	44.1	49.00	0.9	-	-	101.05	20.53	160.30
	B <sub>1</sub> 12~36	5.96	783.3	20.0	33.33	0.6	-	-	80.41	35.56	91.89
	BC 36~100	5.94	747.3	10.7	13.76	0.8	-	-	86.82	14.66	83.06
沼泽土	A <sub>1</sub> 2~8	6.23	671.6	31.8	35.33	0.9	-	-	87.55	24.22	197.20
	B 8~35	6.25	754.3	14.4	18.00	0.8	-	-	156.07	18.04	125.10
	BC 35~45	8.16	615.2	29.0	41.43	0.7	-	-	252.76	9.03	99.88
紫色土	0~15	6.38	581.2	369.1	49.88	7.4	-	-	909.51	16.77	177.70
紫色土	A <sub>1</sub> 0~45	8.06	724.6	42.6	17.04	2.5	-	-	114.04	4.95	103.50
	B 45~76	8.66	646.4	6.8	11.33	0.6	-	-	24.00	1.13	51.85

地面积约占该区域面积的 5.6%。另外,受社会历史因素及地理位置偏远、交通闭塞、生产技术落后等因素的影响,已开垦的耕地耕作粗放,耕种技术落后,施肥水平低,广种薄收,不仅耕地作物产量低下(低于 1500 kg/hm<sup>2</sup>),土壤资源浪费,而且加剧了水土流失。此外,由于当地气温低,加上习惯使然,土地利用率高,集约化水平较低。

2.2.2 土壤退化 香格里拉大峡谷有着广袤的草地资源,占了该县草地资源的 40%,分布也较集中,是云南重要的天然牧场,但由于过牧超载(超载率 85%),土壤出现退化现象,草地载畜力普遍降低,区域内近 12×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup> 草场均有不同程度退化,结果是杂草和有害毒草增加,土壤结构变劣,肥力减退,狼毒(*Euphorbia jolkinii*)、臭蒿(*Artemisia hedini*)等标志性退化草甸植物比例大幅度上升,每年冬季皆因饲草不足而有大量牲畜饿死,仅大峡谷内的翁水下村每年就有 40 头牲畜饿死。而失去植被覆盖的土壤则水土大量流失,理化性质发生极大变化,尤其是侵蚀诱导的养分赤字循环过程,加剧了土壤养分的贫瘠化和衰减。首先是失去土壤腐殖

质层,土层变薄,出现结构不良,质地粘重等物理特性的退化以及养分贫瘠的化学特性退化。在海拔 3800m 植被茂密的棕色暗针叶林土剖面上,枯枝落叶层厚度达 15cm,表层土壤湿润疏松,而在相邻火烧迹地上的更新林地剖面,土壤干燥紧实,且无枯枝落叶层,对其养分含量进行比较分析,可明显看出干扰引起的退化趋势<sup>[10]</sup>,无论是有机质、全 N 还是速效 N、P、K 养分均较火烧前明显下降,尤其是速效 P 下降幅度较大,高达 13 倍,速效 K 也高达 3 倍。对分布在 3200 m 左右的高山松和云杉天然林下的棕壤及该自然土壤开垦后种植青稞等农作物的棕壤及其撂荒地的土壤养分变化进行的对比研究表明:坡耕地的棕壤以及撂荒地有机质含量和 N 的储备及供应量均较自然植被下的棕壤低,呈现出明显的养分衰减退化趋势,人为干扰下,坡耕地和撂荒地土壤酸度降低,速效 K 含量增加,但速效 P 含量下降,与自然土棕壤相比,下降了 3~7 倍(表 2)。

根据分析结果和土壤养分变化的对比研究可以发现,其他土壤类型在不同利用方式下,肥力的演变过程及趋向不尽相同,但总体看来,荒地和疏林

表 2 干扰引起的土壤表层养分变化

Table 2 Change in nutrient contents in the surface soil under disturbances

土壤名称	利用方式	pH	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速效养分 (mg/kg)		
					N	P	K
棕色暗针叶林土	冷杉林	3.78	370.4	5.4	623.70	337.60	253.50
	冷杉更新林	4.52	205.6	3.8	427.80	26.90	92.47
棕壤	高山松混交林	5.71	120.3	2.1	267.24	17.67	296.30
	云杉林	5.43	74.9	1.8	175.86	24.26	179.00
棕黄土	坡耕地	6.91	27.9	0.9	89.07	3.20	353.80
(棕壤耕作土)	坡耕地	6.86	29.4	1.1	102.86	3.81	454.70
	撂荒地	7.78	20.2	1.0	84.31	2.52	172.00
	撂荒地	6.52	24.3	1.3	120.16	3.61	214.20

地的土壤肥力大多处于退化状态,林地开垦为耕地后,在低投入的管理条件下,除 pH 值有所提高有利于 K 的释放外,土壤有机质及无机养分含量均呈下降趋势,导致土壤生态环境恶化。这一结果与其他受到干扰后的土壤退化状况一致<sup>[11-13]</sup>。

### 3 论与讨论

(1) 香格里拉大峡谷山高坡陡,土壤极不稳定,生态环境脆弱,失去植被覆盖,将加剧土壤侵蚀和水土流失。应对香格里拉大峡谷自然生态环境进行保护。土壤是一个极其重要的因子,其为生物尤其是植物的生长提供最直接的物质基础,而植被生长好坏,对生态环境和生物多样性、对土壤的发生发展过程极其重要<sup>[14]</sup>。因此保护好现有植被不再遭到破坏,严禁砍伐和保护陡坡森林,乃是保护土壤,稳定大峡谷山地生态环境的重要措施。

(2) 由于人口稀少和自然条件的限制,目前存在的开荒垦地现象虽未超出其环境容量,但对大峡谷的生态环境仍然造成较为严重的影响。因此,一方面严禁开荒垦地,对荒坡荒地实行封禁,并对坡度较陡的耕地和生产力低下、集约程度低的耕地退耕还林,避免由于耕地开垦导致的破碎化。另一方面在现已存在的荒坡荒地和坡耕地上,采取各种措施恢复植被,保持生物连续性与完整性。人工造林时应参照保存较好的自然森林生态系统,根据其组成树种的生物学和生态学特性,选择应用适生树种,适地适树,避免人工造林的单一化,营造一个类似于自然生境的稳定的人工植物群落,促进植被与土壤的良性循环。

(3) 香格里拉大峡谷的自然景观是珍贵的旅游

资源;广袤的高山草甸是重要的天然牧场,但由于无序旅游和缺乏有效的旅游管理,以及过牧超载,土壤出现退化现象,宜牧性能和生产潜力下降,既影响当地旅游业和畜牧业的发展,也不利于生态环境的稳定。要使香格里拉大峡谷的植被、土壤和生态环境得到切实保护,解决这些地区群众生存的需要,是真正保护大峡谷生态环境的有效途径。只有这样,保护土壤生态系统才有依托,才有物质基础。

### 参考文献

- 1 文传浩,杨桂华,王焕校.滇西北香格里拉生态旅游示范区环境效应初步研究.农业环境科学学报,2003,22(1):82~85
- 2 中国科学院南京土壤所.土壤理化分析.上海:上海科技出版社,1987
- 3 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类基金课题组.中国土壤系统分类(二稿).土壤学进展(土壤系统分类研讨会特刊),1987,69~104
- 4 龚子同.中国土壤系统分类的依据和特点.土壤学进展(土壤系统分类研讨会特刊),1987,105~112
- 5 高以信,李明森.横断山区土壤.北京:科学出版社,2000,56~58,131~135
- 6 高以信,费振文,陈鸿昭.珠穆朗玛峰地区南侧的山地森林土壤.见:珠穆朗玛峰地区科学考察报告,1966~1968(自然地理).北京:科学出版社,1975,41~56
- 7 熊毅,李庆逵.中国土壤.北京:科学出版社,1987,98~105
- 8 席承藩.中国土壤.北京:中国农业出版社,1998,53~68,830~839
- 9 田昆,和世钧,常凤来,宁晓萍.文山自然保护区土壤现状与保护.西南林学院学报,2002,22(3):20~25

- 10 周润莲, 张普金, 徐第林. 高寒山区火烧土壤对其养分含量和酶活性的影响及灰色关联分析. 土壤学报, 1997, 34(1): 89 ~ 96
- 11 张桃林. 中国红壤退化机制与防治. 北京: 中国农业出版社, 1999, 16 ~ 28
- 12 李忠佩, 林心雄, 程励励. 施肥条件下瘠薄红壤的物理肥力恢复特征. 土壤, 2003, 35 (2): 112 ~ 117
- 13 胡斌, 段昌群, 王震洪, 张世彪, 起联春. 植被恢复措施对退化生态系统土壤酶活性及肥力的影响. 土壤学报, 2002, 39 (4): 604 ~ 608
- 14 孙平, 赵新全, 徐世晓, 朱文琰. 评土地利用对生物多样性的影响. 生态经济, 2002, 110 (1): 40

## SOIL CHARACTERISTICS IN SHANGRI-LA CANYON AND IMPACT OF HUMAN ACTIVITIES

TIAN Kun<sup>1, 2</sup> BEI Rong-ta<sup>2</sup> CHANG Feng-lai<sup>2</sup> LU Mei<sup>2</sup> MO Jian-feng<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012;

<sup>2</sup> Department of Environment Science and Engineering, Southwest Forestry College, Kunming 650224)

**Abstract** The soils characteristics and impacts of human disturbances on the ecosystem of the Shangri-La Canyon were studied. The results show that 9 soils are distributed in clearly vertical zonation from 2,000m to 5,545m in altitude. The ratio of C/N in the soils is high, indicating that in the Shangri-la Canyon the soil formation processes were dominated with accumulation of organic matter. The average content of organic matter in the natural soil under forests is 100 g/kg, but is reduced to 28.7 g/kg after the soil has been cultivated as sloping cropland and to 22,3 g/kg in deserted farmland, which is evidence of soil degradation under the impact of human activities. On mire soil, harmful and poisonous weeds, such as *Euphorbia jolkinii* and *Artemisia hedinii* representative of soil degradation, are intruding into the meadow as a result of over-grazing. Soil degradation also occurs under the impact of nature disturbance such as forest fire. Moreover, the soil in the Shangri-la Canyon is higher than the soils in the other mountains areas in Yunnan, but cold weather limits the soil productivity and plant growth. Once the vegetation is destroyed, it is very hard to restore it. Thus the loss of forests with their function of conserving of water supply threatens the natural eco-environment in the vicinity and the down-streams of the Yangtze River catchment.

**Key words** Shangri-la Canyon, Soil characteristics, Soil utilizations, Soil degradation