

贡嘎山海螺沟土壤环境背景值特征*

郑远昌 张建平 殷义高

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

提 要 贡嘎山海螺沟土壤环境背景复杂, 土壤元素背景值中, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Mn 和 F 都高于全国土壤的背景水平, 而元素 Cd, As, Se 则相反; 各土类间同一元素含量的变化不大; 成土母质对土壤元素含量的影响深刻, 土壤元素含量的垂直分异规律不明显。

关键词 海螺沟 土壤环境 元素背景值特征

一、土壤环境背景特征

贡嘎山地处青藏高原向四川盆地的过渡地带, 主峰海拔 7556 米, 是横断山区最高山峰。海螺沟是贡嘎山东坡的一条支沟, 它汇入大渡河的支流磨西河, 沟长 30.7 公里。因沟床水体的形态不同, 可以分为上下两大沟段。其界线在海拔 2850 米处的“城门洞”。界线以上的沟床发育现代山谷冰川, 为固态水体所占据, 长达 14.2 公里; 界线以下为流水沟床, 长 16.5 公里。流域面积为 220 平方公里。土壤环境背景有如下特征。

(一) 气候-生物条件垂直分异明显

海螺沟地处亚热带, 由于相对高差达 6020 米之巨, 作为成土因素的水热条件随海拔而变化。据海拔 3000 米的三号营地气象观测资料和泸定县气象站的观测资料推算, 求得沟谷内的气温递减率分别为: 年均温 $0.64^{\circ}\text{C}/100$ 米, 1 月均温 $0.60^{\circ}\text{C}/100$ 米, 7 月均温 $0.64^{\circ}\text{C}/100$ 米。地形雪线在海拔 4900 米左右^[1], 现代山谷冰川的冰舌向下延伸到海拔 2850 米处, 伸入森林带幅达 750 米。

流域内降水丰富, 据海拔 3000 米观测站的资料, 年降水量达 1835.3 毫米, 年平均相对湿度在 90% 左右, 环境十分潮湿。在海拔 1750 米以下的下段沟谷, 因受大渡河半干热河谷的影响, 降水量较少, 属山地亚热带半湿润气候。根据气温递减率和下垫面的特征, 全流域大体上可划分为 7 个垂直气候带: 湿润亚热带(在海拔 2200 米以下, 其中海拔 1750 米以下为半湿润亚热带)—山地湿润暖温带(2200—2400 米)—山地湿润温带(2400—2800 米)—山地潮湿寒温带(2800—3600 米)—山地湿润亚寒带(3600—4200 米)—高山潮湿寒带(4200—4900 米)—高山永久冰雪带(4900 米以上)。

在四川省植被区划上^[2], 海螺沟属川西南偏干性常绿阔叶林亚带大渡河下游高山峡谷小区。由于生态环境复杂, 植物种类繁多, 植被类型多样并随海拔而变化, 形成结构复杂的植被垂带谱^[3]。

* 所长基金项目。

本文改回日期: 1993-01-20

1. 常绿阔叶林带(海拔 2200 米以下),以青栲、曼青栲、巴东栎、苞榲柯、油樟、竹叶楠等组成。在海拔 1750 米以下河谷因半干旱气候的影响和人为活动的干扰,为农业植被。

2. 山地针叶、阔叶混交林带(2200—2500 米),由铁杉、云南铁杉针叶树和槭树属的扇叶槭、五裂槭、蕨花槭、青榨槭等以及桦木属的糙皮桦、香桦、矮桦等阔叶树组成。

3. 亚高山针叶林带(2500—3600 米)。在海拔 2900 米的下带,以麦吊杉为优势,峨眉冷杉次之,林内局部地方有凝毛杜鹃矮林。林下灌木和草本植物都不发育,苔藓层厚达 20 厘米左右。在 2900 米以上由峨眉冷杉组成纯林,林下灌木和草本植物更少,苔藓层达 30 厘米以上。

4. 高山灌丛草甸带(3600—4600 米)。由多种杜鹃、多种柳以及嵩草、委陵菜等组成。

5. 高山流石滩植被带(4600—4900 米)。由多种风毛菊、多种红景天及雪莲花等组成。

6. 永久冰雪带(4900 米以上),终年积雪。

(二)成土母质以冰碛物和坡积物为主

海螺沟土壤环境的又一个特征,是成土母质的多样性,而以冰碛物和坡积物为主。海螺沟是第四纪冰川最发育的区域之一,冰碛物分布广泛,在海拔 2400 米左右的青石板仍有第四纪冰川终碛堆积^[4];在海拔 2400 米以上的谷坡,几乎都是冰碛物,成为土壤发育的主要成土母质之一。

海螺沟是新构造活动强烈的区域,山体大幅上升,河流切割强烈,沟谷两侧山坡十分陡峻,坡面崩塌频繁,在谷底的中下部,尤其是在海拔 2400 米以下的沟段,坡积物堆积随处可见,成为土壤发育的又一主要成土母质。坡积物中,不仅是基岩的成分,而且冰川堆积物也因发生崩塌而变动,成为坡积物成土母质。使冰碛物与坡积物混合堆积,导致成土母质的复杂化。无论是坡积物或者是冰碛物成土母质,其岩石成分都比较复杂,受流域出露岩类的影响。大体上说,研究区内主要岩类有白云岩、大理岩、斜长石石英片岩等变质岩和辉长岩、辉绿岩、闪长岩、石英闪长岩、斜长花岗岩、二长花岗岩等岩类。因成土母质形成的时间短,而且容易被扰动,以致使土壤剖面发育不全或具二元结构。

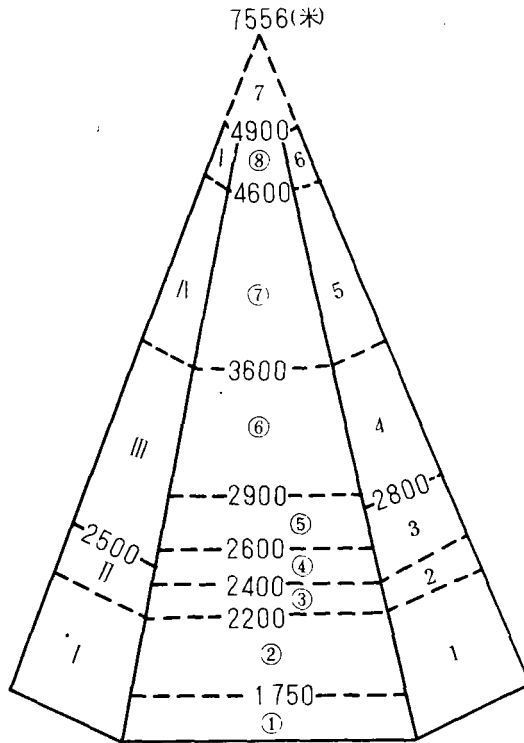
除上述两大成土母质外,还有洪积物、冲积物、湖积物等,均呈零星分布,嵌在坡积物或冰碛物分布区之内。

(三)土壤垂直分异明显

气候-生物条件的多样性和复杂性,并且随海拔高度而变化,以至发育性质不同的土壤类型,并随海拔变化形成结构复杂的土壤垂直带谱:

1. 山地淋溶褐土(海拔 1750 米下),这是海螺沟中处于最低海拔的土壤,是一种受半干旱气候影响的非地带性土壤。2. 山地黄壤(1750—2200 米),是区域的地带性土壤,成土母质为坡积物。3. 山地黄棕壤(2200—2400 米),这是山地黄壤向山地棕壤过渡的土壤类型,成土母质为坡积物。4. 山地棕壤(2400—2600 米),这是发育在针阔叶混交林下的土壤,成土母质为冰碛物、冰碛坡积物。5. 山地暗棕壤(2600—2900 米),这是发育在暗针叶林带下部麦吊杉林下的土壤,成土母质为冰碛物兼有坡积物。6. 棕色暗针叶林土(2900—3600 米),这是发育在峨眉冷杉林下的土壤,成土母质为冰碛物。7. 高山草甸土(3600—4600 米),这是发育在高山灌丛草甸植被类型下的土壤,成土母质是冰川侧碛和冰斗终

质. 8. 高山寒冻土(4600—4900 米), 植被为高山流石滩植被, 这是分布最高的一种土壤类型. 土壤垂直带谱结构及其与气候和植被垂直带的关系(附图).



附图 土壤垂直分带与气候和植被垂直带关系
Figure The relationship between soil vertical subzone with climate and vegetation vertical zone

①山地淋溶褐土; ②山地黄壤; ③山地黄棕壤; ④山地棕壤; ⑤山地暗棕壤; ⑥棕色暗针叶林土; ⑦高山草甸土; ⑧高山寒冻土.

1. 山地亚热带; 2. 山地暖温带; 3. 山地温带; 4. 山地寒温带; 5. 高山亚寒带; 6. 高山寒带; 7. 高山冰雪带.

I. 常绿阔叶林; II. 针阔叶混交林; III. 亚高山针叶林; IV. 高山灌丛草甸; V. 高山流石滩植被

二、采样点的布设与土壤元素分析方法

(一) 采样点的布设

为使研究结果能反映海螺沟土壤环境背景值的区域特征, 我们在极有限的研究经费条件下, 根据研究区的成土母质、主要土类及其在土壤垂直带谱中的地位, 布设了 13 个采样点(表 1). 从表中看出, 在海螺沟流域内, 除了高山寒冻土未取样外(因分布在海拔 4200 米以上, 难以攀登采样), 几乎每一土类都布设了一个至三个采样点. 因海螺沟冰川向下伸延达海拔 2850 米, 在海拔 3200 米以下段冰川表碛十分发育(在 1980 年考察时冰川表碛很少, 冰面湖和冰面河都很发育),

表 1 采样点的分配情况

Table 1 The distribution of sampling points

土 类	剖面数	海拔(米)
山地淋溶褐土	3	1700, 1730, 1750
山地黄壤	1	2150
山地黄棕壤	1	2350
山地棕壤	2	2470, 2570
山地暗棕壤	2	2740, 2810
棕色暗针叶林土	2	3050, 3120
高山草甸土	1	3800
川 面 土	1	3050

形成冰面小丘和洼地,并且在 2900—3000 米的冰川表碛上已长了小灌木和一些草本植物.在其上发育一种原始的而且极易变动的特殊土壤“冰面土”.这种冰面土无论在成土母质的岩石成分上,或是在成土过程上都与高山寒冻土有很大的差别.

(二)元素分析方法

土壤元素的分析方法,依所分析的元素而异.这是按全国土壤元素环境背景值统一规定的实验室分析方法进行的,由四川省环境保护监测站完成.各元素的分析方法如下:

Cu,Zn,Pb,Mn 用火焰原子吸收法;

CO,Cd,Ni 用萃取、火焰原子吸收法;

As 和 Se 用氢化物原子吸收法;

Cr 用二苯碳酰二肼比色法;

F 用碱熔融,离子活度计.

三、土壤元素背景值特征

土壤元素含量的特征,不仅取决于区域土壤类型的组合情况及其在土壤垂直带谱中的地位,而且取决于成土母质及土壤剖面发育的相对稳定性.归纳之,海螺沟土壤元素的背景值有下列特征.

(一)土壤元素中多高背景值

从土壤元素的分析统计结果(表 2)看出,海螺沟的土壤元素含量有 $F > Mn > Zn > Cr > Cu > Pb > Ni > Co > As > Se > Cd$ 的变化顺序,这与地壳及世界土壤和中国土壤的元素含量变化顺序基本一致.

表 2 土壤元素含量值(毫克/千克)比较

Table 2 Comparison of soil element contents (mg/kg)

元 素		Cu	Zn	Pb	Cr	Mn	F	As	Ni	Co	Cd	Se
海 螺 沟	算术平均值	33.2	100.5	32.4	77.7	799	850	3.87	28.73	11.64	0.081	0.125
	几何平均值	33.0	99.8	32.3	77.4	796	827	3.48	28.56	11.52	0.081	0.119
	中 位 值	33.7	102.6	23.5	79.1	803	768	3.20	28.63	11.60	0.084	0.121
全 国	算术平均值	22.6	72.4	20.6	61.0	583	478	11.20	26.90	12.70	0.097	0.290
	几何平均值	20.2	67.7	23.6	53.9	482	440	9.20	23.40	11.20	0.074	0.216
	中 位 值	20.7	68.0	23.5	57.3	540	453	9.60	24.90	11.60	0.079	0.207
世 界	算术平均值		55.0	12.0	98.3	740	430	10.40	34.90	12.00	0.060	
	几何平均值		40.0		50.0	450	210		25.00	8.00	0.400	
	中 位 值	30.0	90.0	35.0	70.0	1000	200	6.00	50.00	8.00		0.400

然而,在海螺沟的土壤元素背景值中,元素 Cu,Zn,Pb,Cr,Ni,Mn 和 F 的含量值都高于全国土壤和世界土壤的背景值,属于上述元素的高背景区域.而元素 As,Se 和 Cd 则相反,属低背景值.

(二)各土类间元素含量差异不明显

从土壤剖面元素含量的平均值来看,各土类间同一元素的含量差别不大,大多在同一

数量级范围值内变化。

Cu 一般含量在 30.0—36.1 毫克/千克之间,最高值 39.6 毫克/千克(山地棕壤)只为最低值 27.4 毫克/千克(高山草甸土)的 1.4 倍。

Zn 一般含量在 90.0—103.5 毫克/千克之间,最高值出现在山地淋溶褐土(为 113.7 毫克/千克),最低值是山地暗棕壤(为 87.3 毫克/千克),前者为后者的 1.3 倍。

Pb 除山地黄壤的含量为 22.60 毫克/千克处各土类的最低值外,其他各土类的含量在 30.0—34.4 毫克/千克间,变化不大。

Cd 除山地黄壤出现 0.102 毫克/千克的高值外,各土类的含量在 0.069—0.089 毫克/千克之间。其中有四个土类的含量十分接近,在 0.081—0.085 毫克/千克范围内。

Cr 最高值高山草甸土(86.00 毫克/千克),最低值棕色暗针叶林土(68.45 毫克/千克)的 1.3 倍,其它土类都在 75.00 毫克/千克变动。

Co 最高值为 12.98 毫克/千克(山地棕壤),最低值为 9.13 毫克/千克(高山草甸土),前者为后者的 1.4 倍,其它土类的含量在 9.60—11.60 毫克/千克之间,变化不大。

Ni 大体上可分为三个区段,即山地黄壤和冰面土在 22.20 毫克/千克左右,高山草甸土、山地棕壤和山地淋溶褐土在 25.07—27.81 毫克/千克之间,其它土类在 30.61—32.18 毫克/千克之间。

Mn 其含量变动更小,除山地淋溶褐土为 867.1 毫克/千克与冰面土 677.9 毫克/千克,两者相差 1.3 倍外,其它土类的含量在 724.1—800.0 毫克/千克之间。

As 山地淋溶褐土的平均值达 6.14 毫克/千克,这与农业土壤因施农药残留有关。而山地黄壤和高山草甸土的含量分别为 2.62 毫克/千克和 2.98 毫克/千克,其它土类的含量在 3.15—4.15 毫克/千克之间。

F 除冰面土达 1019.6 毫克/千克外,其它土类在 759.2—961.0 毫克/千克范围内变动。

Se 最高值出现在山地暗棕壤(0.166 毫克/千克),最低值的高山草甸土只有 0.083 毫克/千克,前者为后者的 2 倍。其它土类含量在 0.106—0.157 毫克/千克之间。

从上述的分析可以看出,各土类同一元素的含量变动很小,这与成土母质的基本一致性和土壤剖面发育的时间短,并且受到坡积物、冰碛物的不断变动扰动有关。

(三)不同成土母质土壤元素背景值差异

在前面已阐述了海螺沟的成土母质主要是坡积物和冰碛物。为了说明不同成土母质

表 3 不同成土母质土壤元素含量(毫克/千克)

Table 3 Element contents(mg/kg) of different parent soils

	Se	母质	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Co	Ni	Mn	As	F
A 层	坡积物	34.0	133.4	32.1	0.089	83.5	12.78	31.2	925.8	3.30	842	0.103
	冰碛物	39.6	99.1	31.7	0.077	84.4	11.65	34.8	830.4	3.19	751	0.103
B 层	坡积物	30.4	101.8	34.2	0.087	73.9	11.53	25.8	784.7	3.30	839	0.139
	冰碛物	33.7	98.7	31.7	0.076	77.9	13.00	26.8	764.6	2.90	911	0.090

对土壤元素背景值的影响程度,即差异性,我们以土壤发生层次的表土(A层)和心土(B层)分别进行统计(不包括山地淋溶褐土中的耕作土和冰面土),其结果(表3)。

从表3看出,A层,坡积物成土母质的土壤元素含量高于冰碛物成土母质的有,Zn,Pb,Cd,Co,Mn,As,F 7个元素;元素Se的含量两种成土母质的土壤相当;Cu,Cr,Ni 3个元素的含量是坡积物母质低于冰碛母质。B层土壤,坡积物>冰碛物的元素是Zn,Pb,Cd,Mn,As,Se,这与A层土壤稍有区别,其它元素的含量都是坡积物<冰碛物。然而,无论是A层或是B层,两种成土母质发育的土壤各元素的含量都十分相近,差异不明显。

(四)土壤元素背景值垂直分异不明显

根据野外采样点的海拔,各采样点土壤元素的含量,采用单相关公式

$$r = \frac{n(\sum xy - \sum x \sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

分别求得以下各元素与海拔之间的相关系数:Cu(-0.139),Zn(-0.545),Pb(-0.299),Cd(-0.034),Cr(-0.219),Co(-0.340),Ni(-0.036),Mn(-0.495),As(-0.124),F(-0.055),Se(-0.133)。所有相关系数均为负值,说明土壤含量有随海拔的增加而减少的趋势。但各元素含量随海拔减少的程度不同,其顺序依次为:Zn>Mn>Co>Pb>Cr>Cu>Se>As>F>Cd。

然而,查相关系表可知,当n=2时,5%的显著性,其相关系数的绝对值为0.602,上述各元素与海拔的相关系数绝对值都少于此值,说明海螺土壤元素背景值随海拔的变化没有显著性,即土壤元素含量的垂直分异规律不明显。这也表明海螺沟土壤元素背景值受气候—生物的影响较之受成土母质的影响弱。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院成都地理研究所,1982,贡嘎山地理考察,科学技术文献出版社重庆分社,第84页。
- [2] 四川植被编写组,1980,四川植被,四川人民出版社,第267—330页。
- [3] 刘照光主编,1985,贡嘎山植被,四川科学技术出版社,第168—171页。
- [4] 中国科学院成都地理研究所,1982,贡嘎山地理考察,科学技术文献出版社重庆分社,第9页。

CHARACTERISTICS OF ENVIRONMENT BACKGROUND VALUE OF HAILUOGOU SOIL ON MT. GONGGA

Zhen Yuanchang Zhang Jianping Yin Yigao

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041*)

Abstract

Mt. Gongga is situated in the transitional belt from Qinghai-Xizang Plateau to Sichuan Basin. The main peak, the first peak of the Hengduan Mountains, is 7556m. Hailuogou belongs to a branch gully on east slope of Mt. Gongga, having a length of 30.7km and a drainage area of 220km².

Hailuogou has great height difference. The relative height difference from mouth of the gully to peak is up to 6020m. The vertical differentiation of bioclimatic condition is clear. The parent materials are mostly slope deposits and glacial deposits of Quaternary, belonging to metamorphic rock, basic rock and intermediate rock etc. The soil types are varied with altitude and form a complex vertical zone of soil.

There is observed area for Alpin-Ecologic Observatory of Mt. Gongga of the Chinese Academy of Sciences in the basin. The characteristics of soil environment background value in this basin are mainly studied for the research item which supported by institute foundation. According to sample analysis, the main characteristics are: change order of soil content is $F > Mn > Zn > Cr > Cu > Pb > Ni > Co > As > Se > Sd$, among them the contents of Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Mn, F are higher than the background value of whole China, but Cd, As, Se are quite the contrary. The content changes of different soil types and parent soil are not distinct. The vertical differentiation law of soil contents are not obvious, too.

Key words Hailuogou, soil environment, background value