

西藏土壤中氟的含量及其分布^{*}

张晓平

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

摘要 分析了采自西藏地区 205 个样品的土壤含氟量. 研究结果表明, 西藏土壤中氟的平均含量为 $506\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 明显高于全国 $440\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的平均水平. 西藏土壤中氟的含量呈由东(南) 西(北) 逐渐降低的总趋势, 这与西藏植被和土壤地带性的演替变化方向一致. 多重分析表明, 西藏不同母质上发育的土壤氟的含量差异较为显著, 以基性火成岩发育的土壤含氟量最低. 土壤中有机质的含量和 pH 值影响着土壤中氟的迁移和累积. 聚类分析把氟与锰、铜、钒聚为一类, 这与这些元素在表生环境中都具有溶解度高、易移动、高度分散和易被富集有关.

关键词 氟, 土壤, 西藏, 含量, 分布特征.

Contents of Fluorine in Soil and Their Distribution in Tibet

Zhang Xiaoping

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Abstract 205 Samples of soil were taken from different sits in Tibet and analysed for their contents of fluorine in soil. The results showed that the average content of fluorine in soils from Tibet was $506\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and significantly higher than the average national level of $440\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. The content of fluorine in soil was distributed in Tibet with a total trend of gradually decreasing from the southeast to the northwest that was consistent with the direction of changes in the zonal successions of vegetation and soil in Tibet. The cluster analysis showed that the variation of the content of the fluorine in the soil developed from the difference soil parent material in Tibet is very striking. The content of fluorine in the soil developed from the soil parent material of basic igneous rock is outstandingly lower than that in the soil developed from any other soil parent material. The migration and concentration of fluorine in soil are affected by organic matter and pH value in soil. The cluster analysis showed that Mn, Cu, V and F are classified one group, which is related to the elements easy solving, migrating and concentrating in the surface environment.

Keywords fluorine, soil, Tibet, contents, distribution.

氟所引起的环境问题已受到人们高度的重视. 所以, 西藏土壤中氟的背景数据和分布状况, 既可成为全国乃至全世界土壤氟环境背景值的参比资料, 又可为这一地区防治由氟引起的地方性疾病以及环境监测与评价提供基础的信息和依据.

高原, 海拔大多在 4000m 以上, 形成了独特的中低纬度的高寒环境, 号称地球“第三极”. 西藏高原是青藏高原的主体部分. 西藏的地貌类型独特复杂, 全区降水量和温度相差也极为悬殊. 西藏复杂的地貌类型、气候条件和植被类型等因素决定了高原土壤类型的复杂多样性. 西藏

1 环境概况

青藏高原是地球上海拔最高、面积最大的

^{*} 国家“七五”科技攻关项目(75-60-01-01-26)

张晓平: 男, 40 岁, 副研究员

收稿日期: 1997-06-30

分布有十几个土类,其中分布面积较大的有:黄壤、黄棕壤、棕壤、褐土、暗棕壤、草甸土、沼泽土、盐土、高山草甸土、亚高山草甸土、高山草原土、亚高山草原土、高山寒漠土、高山漠土等。同时,高原气候、植被的水平地带性和垂直分异决定了西藏土壤空间分布上的水平地带性和垂直地带性。如从西藏东南至西北依次分布着森林土壤、草原土壤和漠境土壤。

2 样品的采集与分析方法

此次采样工作历时数月,行程几万 km,共采集了 205 个土壤表层样品和 156 个底层样品。这些样品来自北从唐古拉山口,南到亚东、樟木、吉隆、普兰,东起金沙江,西至班公错(除羌唐高原北部以外)的西藏广大地区。

氟的测定采用碱熔融,离子选择电极法测定,所用仪器为 DF-808,检测限为 0.1μg/ml。

3 结果与讨论

3.1 西藏土壤中氟的含量和分异

由于氟在不同土壤中迁移、积聚等的能力和速度不同,加上受母质、地形、气候和生物等诸多因素的影响,使其分布特征在区域间和土类间存在着很大的差异,这些差异兼有水平分异和垂直分异的三维特征。

西藏土壤中氟含量的统计数据接近于对数正态分布。从统计结果(见表 1)可以清楚地看到西藏表土中氟的平均含量高于全国土壤的平均水平。

表 1 西藏与全国土壤中氟含量水平比较 /mg · kg⁻¹

地区	算术 平均值	几何 均值	中位 数	95% 范围值	克拉克 值 ^[3]
全国	478	440	453	191—1011	
西藏	542	506	525	236—1085	450

方差分析和多重比较表明(见表 2),西藏土类之间氟的含量水平差异显著。按土类氟的含量水平大体可划分出 5 段:黄棕壤> 高山寒漠土、褐土、亚高山草甸土、棕壤> 高山草甸土、亚高山草原土、草甸土> 暗棕壤、高山草原土、

沼泽土> 高山漠土。其中黄棕壤的氟含量最高(781mg · kg⁻¹),高山漠土最低(297mg · kg⁻¹)。

表 2 西藏各类土壤氟含量的多重比较¹⁾ /mg · kg⁻¹

土 类	样品数	平均值	多重比较
黄棕壤	6	781	a
高山寒漠土	4	626	b
褐土	17	621	b
亚高山草甸土	25	596	b
棕壤	16	567	b
高山草甸土	22	540	bc
亚高山草原土	32	519	bc
草甸土	10	510	bc
暗棕壤	7	454	c
沼泽土	7	411	c
高山草原土	44	400	c
高山漠土	6	297	d

1) 几何均值, $F=7.03$ $F_{0.01}=5.1$

西藏土壤中氟含量最低的区域分布在尼玛以西、狮泉河以东的羌唐高原面上,土壤类型主要是高山草原土和高山漠土。而且这一区域为数不少的样点土壤含氟量低于全区 95% 范围的下限(236mg · kg⁻¹)。这一地区最大的特点是风大,降雨量少,土壤中含有大量的砾石、砂粒等粗骨性物质,土壤呈中性或偏碱性。西藏土壤中氟含量较高的样点是以灶状散布在察隅、昌都、当雄、拉萨、墨竹卡一带。而超过 95% 上限(1085mg · kg⁻¹)的样点主要分布在察隅。西藏含氟高的土壤特点主要表现为有机质含量高,土壤呈中性或酸性。

西藏的地势是由东(南) 西(北)逐渐升高,其水热条件也由高温湿润向寒冷干旱渐变。就西藏土壤中氟的总体水平分布而言,氟的含量则呈现出由东(南) 西(北)方向逐渐降低的总趋势。这表明西藏土壤中氟的含量与西藏的地势倾向,水热变化走向以及土壤的水平地带性分布有着一定的联系。

西藏流域间表土中氟的含量变化也有由东(南) 西(北)方面演替变化的趋势:三江(金沙江、澜沧江、怒江)流域(585mg · kg⁻¹)> 雅鲁藏布江流域(522mg · kg⁻¹)> 高原内流区(392mg · kg⁻¹)。

土壤剖面发生层间氟的含量并非是一个均匀的整体,由于不同发生层的土壤粒度、有机质含量、pH 值以及水热条件的差异,土壤剖面发

生层间氟的含量也可能存在差异. 现仅以在西藏分布面积较大、较常见的高山草原土、亚高山草原土、高山草甸土、亚高山草甸土、棕壤和暗棕壤来探讨土壤发生层间的氟含量变化.

表 3 不同土类各发生层氟的平均含量¹⁾/mg·kg⁻¹

发生层	棕壤	暗棕壤	亚高山草甸土	高山草甸土	高山草原土	亚高山草原土
A 层	567	454	596	540	400	519
C 层	571	549	573	564	362	526

1) 几何均值

从表 3 可以看出, 棕壤、暗棕壤、高山草甸土、亚高山草原土 4 个土类土壤氟含量表现为 C 层> A 层, 亚高山草甸土和高山草原土 2 个土类表现为 A 层> C 层. 但剖面 A、C 2 层氟含量变化差异较为显著的只有暗棕壤.

3. 2 影响土壤中氟含量的因素

氟的地壳丰度值^[3]为 450mg·kg⁻¹. 从表 4 可以看出, 西藏不同母质母岩发育的土壤氟的含量差异较为显著, 其中页岩、花岗岩、冰碛物、灰岩、砂岩、洪积-冲积物上发育的土壤中氟含量高于地壳丰度值, 而湖泊沉积物和基性火成岩上发育的土壤氟的含量低于地壳丰度值. 以基性火成岩上发育的土壤中氟含量较低, 平均仅有 267mg·kg⁻¹.

表 4 西藏不同母质土壤中氟含量多重比较¹⁾

类别	样品数	几何均值 /mg·kg ⁻¹	多重比较
页岩	43	567	a
花岗岩	42	566	a
冰碛物	5	512	a
灰岩	14	502	a
砂岩	35	493	a
洪积-冲积物	42	472	a
湖相沉积物	9	359	b
基性火成岩	3	267	c

1) $F = 4.41$ $F_{0.01} = 4.4$

植被是导致母质形成土壤最活跃的因素之一. 植被的生命活动不同程度地影响着土壤化学元素的释放、迁移和累积过程, 从而对土壤元素的分布特征发生着作用. 从表 5 可以看出, 西藏土壤中氟的含量表现为森林土壤> 草甸土壤> 草原土壤.

土壤是地壳表层矿物经过长期物理、生物

表 5 西藏不同植被表土中氟的含量¹⁾/mg·kg⁻¹

植物类型	针叶林	阔叶林	针阔混交林	草原	草甸	灌丛	农作物
样本数	17	4	12	73	58	25	6
氟含量	574	609	623	429	552	606	515

1) 几何均值

和化学风化及成土过程演化而成. 元素在气候、生物和地形等成土因素的作用下, 程度不同地参与了氧化还原、交换吸附、淋溶淀积、络合分解等过程. 同时, 土壤中元素的含量也与成土母质、土壤的理化性质有着某种必然的联系. 为了寻找氟在表土中的内在规律, 本文对氟与有机质、pH 和土壤粒度(三级: 0.1- 0.01mm, 0.01- 0.001mm, < 0.001mm)进行了相关分析. 相关因子分析表明($N = 102$, $R_{0.05} = 0.195$, $R_{0.01} = 0.254$), 土壤的基本理化性质对氟的含量及分布存在不同程度影响. 土壤中氟与有机质呈显著正相关, 与 pH 值呈极显著负相关(相关系数分别为 0.2275, - 0.2592), 而与土壤粒度均未达到显著相关水平. 上述事实说明土壤有机质和土壤的酸碱度影响着氟的迁移和累积. 这可能也是西藏全区土壤中氟的含量分布呈现东(南)三江流域高, 而西(北)内陆高原面低的原因之一.

在因子相关分析的基础上, 对 F 与其它 12 种重要土壤环境元素(Pb、Zn、Cd、As、Mn、Co、Cu、Ni、Cr、Hg、Se)进行 R 型群分析(选用逐步聚类法, $n - 2 = 100$, $r_{0.01} = 0.254$), 聚类的结果是 F 与在表生环境中具有溶解度高、易移动、高度分散和易被富集的 Mn、V、Cu 聚为一类. 这可能与氟本身是矿化剂元素, 在表生带中易与金属形成可溶性化合物进行迁移有关.

参 考 文 献

1 中国科学院青藏高原综合考察队. 青藏高原科学考察丛书. 北京: 科学出版社, 1984

2 刘多森, 曾志远. 土壤和环境研究中的数学方法与建模. 北京: 农业出版社, 1987: 134- 196

3 南京大学地质系. 地球化学(修订本). 北京: 科学出版社, 1979: 80

4 刘英俊等. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1984: 471- 481

5 张晓平. 西藏土壤环境背景值的研究. 地理科学, 1994, 14 (1): 49- 55

6 成延鳌, 田均良. 西藏土壤元素背景值及其分布特征. 北京: 科学出版社, 1993: 59- 62