

海南省五指山土壤中的重金属元素含量

廖金凤

(中山大学地理学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 海南省地处热带地区, 山地面积占 25. 4%, 五指山是海南山地的核心, 也是海南最高峰, 从下而上依次分布着砖红壤、赤红壤、黄壤、灌丛草甸土。五指山土壤普遍缺 Cu, 而 Zn、Ni、Pb、Cd、Cr、Co 含量属正常值。在成土过程中, Cd 有一定积累, 其他元素有明显淋溶。在自下而上的垂直带谱中, Zn、Co 含量呈现递减, Cd 则相反, Ni、Pb、Cu、Cr 含量呈现波浪式变化。气候因素是影响五指山土壤重金属元素含量及分布的主导因素。

关键词: 重金属含量; 土壤; 五指山

中图分类号: S159. 266

文献标识码: A

土壤中重金属元素含量异常会引起生物地球化学地方病。Cu、Zn 是植物必需元素, 缺乏植物生长不良, Pb、Cd、Cr、Ni、Co 不是植物必需元素, 无论何种重金属元素过量对植物都是有害的。

关于海南省土壤重金属元素含量, 中山大学地理学系曾进行过土壤元素背景值调查, 主要是水平带的土壤。曾水泉等对海南土壤植被系统的重金属元素地球化学进行过研究, 也尚未具体研究五指山土壤重金属元素, 五指山土壤重金属元素含量有待探讨研究。

海南省地处我国热带地区, 面积 $3.4 \times 10^4 \text{ km}^2$, 山地面积占 25. 4% (海拔 > 800m 的中山面积占 17. 9%, 500 ~ 800 m 的低山占 7. 5%), 主要分布于中部偏南, 五指山是海南山地的核心, 海拔 1 867 m, 为海南最高峰。五指山周围群山环抱, 高峰林立, 北部有黎母岭 (1 411 m), 东南部有吊罗山 (1 290 m), 西南部有尖峰岭 (1 412 m), 西部有猕猴岭 (1 635 m), 西北部有英哥岭 (1 811 m)、雅加岭 (1 518 m) 等。五指山是海南山地的核心, 又是海南最高峰, 探讨五指山土壤中重金属元素含量对了解我国热带山地土壤的重金属元素含量、分布及影响因素, 对诊断植物元素丰缺和合理利用海南山地土壤资源有一定意义。

1 样品和方法

土壤样品来自中山大学地理学系的海南自然生态环境质量调查, 同一土壤剖面采集 A、B、C 层。样品按常规方法风干、研磨、过筛、酸溶等处理, 用原子吸收分光光度法测定。

2 成土条件及土壤类型分布

五指山地区具有热带季风气候特点, 热量丰富, 雨量充沛, 海拔 220 m 的营根镇年均气温 22. 3 °C, 年均雨量 2 441 mm, 海拔 631 m 的五指山镇年均气温 20. 0 °C, 年均雨量 2 500 mm。五指山随着海拔升高, 气温逐步降低, 雨量和湿度却增加。

随着气候的垂直变化, 植被和土壤类型有规律更替, 自然植被由基带的热带常绿季雨林, 更替到山顶短林、灌丛、草甸, 土壤带谱由低到高依次出现砖红壤—赤红壤—黄壤—灌丛草甸土, 形成我国热带山地较完整的土壤垂直带谱 (表 1)。

五指山山体由花岗岩构成, 山体高峻, 成土母质为花岗岩风化物。

收稿日期 (Received date): 2002- 10- 30; 改回日期 (Accepted): 2003- 03- 01。

作者简介 (Biography): 廖金凤 (1945-), 男, 副教授, 从事自然地理学研究。[LIAO Jin-feng, born in 1945, Male, Adjunct professor, Devote in research of physical geography.]

表 1 五指山自然植被和土壤垂直带谱

Table 1 The natural vegetation and altitudinal zonation of soil of WuZhi Mountain

海拔高度(m)	植被类型	土壤类型
> 1600	山地短林、灌丛、草甸	灌丛草甸土
1000~ 1600	山地常绿阔叶林	黄壤
450~ 1000	山地常绿阔叶林与常绿雨林	赤红壤
< 450	热带常绿季雨林	砖红壤

3 重金属元素含量及垂直分异

五指山各类土壤母质和土壤(土体)重金属元素含量如表 2。

3.1 锌

锌为植物必需元素,土壤中锌含量不足,植物往

住会出现植株矮小等缺锌症。世界土壤锌的含量变化很大,热带土壤锌含量从痕迹到4 000 mg/kg^[1]。世界五指山各类土壤锌的含量范围为 10.00~ 38.65 mg/kg,平均 24.79 mg/kg,属正常范围。其平均值约为世界土壤锌含量平均值 50 mg/kg 的 1/2^[2]。在垂直带谱中自下而上,锌的含量逐步递减,即砖红壤> 赤红壤> 黄壤> 灌丛草甸土。

3.2 镍

五指山各类土壤镍含量为 8.75~ 17.25 mg/kg,平均 10.40 mg/kg^[3],明显低于世界土壤镍的平均含量 50 mg/kg,也低于热带湿润地区马达加斯加花岗岩上土壤镍含量 26 mg/kg^[1]。五指山土壤镍含量分异是从基带的砖红壤到黄壤带逐步增加,黄壤带达 17.25 mg/kg,到山地顶部的灌丛草甸土带又明显降低。

表 2 五指山土壤母质和土壤中重金属元素含量(mg/kg)

Table 2 The contents of heavy metals in soils and parent materials of Wuzhi Mountain (mg/kg)

样点海拔(m)	土壤类型	Zn	Ni	Cu	Pb	Cd	Cr	Co
1860	灌丛草甸土	10.00	10.35	3.00	10.00	0.050	2.40	1.50
	灌丛草甸土母质	10.50	14.50	1.60	36.00	0.020	11.50	2.40
1500	黄壤	23.50	17.25	1.60	24.00	0.020	17.35	2.40
	黄壤母质	26.0	17.30	1.80	28.00	0.030	18.80	1.80
650	赤红壤	27.00	8.75	2.00	14.00	0.025	9.60	4.20
	赤红壤母质	51.00	10.60	4.40	10.00	0.020	14.30	8.00
300	砖红壤	38.65	5.24	6.00	16.00	0.015	28.50	5.20
	砖红壤母质	46.00	20.0	6.40	32.00	0.010	34.70	10.0

3.3 铜

五指山土壤中铜含量为 1.60~ 6.0 mg/kg,平均 3.15 mg/kg。世界土壤铜含量为 2~ 100 mg/kg,平均 20 mg/kg。我国土壤(A 层)铜平均含量为 22.6 mg/kg^[4],与此比较,五指山土壤属低铜水平。铜是植物必需元素,一般认为土壤中铜含量低于 2mg/kg,植物会感到缺铜,五指山黄壤和赤红壤是缺铜的。

五指山铜含量的垂直分异与 Ni 相反,山麓和山顶含量相对较高,山腰较低,以至缺铜。

3.4 铅

世界土壤铅的一般含量为 2~ 200 mg/kg,平均 10 mg/kg。五指山土壤中铅含量为 10.0 ~ 24.0 mg/kg,平均 16.88 mg/kg,属正常值。五指山土壤铅含量的垂直分异与镍相似,即黄壤带最高,达

24.0 mg/kg,其上带灌丛草甸土和下带的赤红壤明显减少。

3.5 镉

镉不是生物必需元素,普通土壤镉的范围值为 0.01~ 0.70 mg/kg,平均 0.06 mg/kg。五指山土壤镉含量为 0.015~ 0.05 mg/kg,平均 0.028 mg/kg,属正常值,对植物不会有毒害作用。垂直带谱自下而上,土壤镉含量呈现增加的趋势。与其他元素不同的是,土壤中镉含量往往比母质中的镉含量高,可能与生物积累有关,海南省植物镉的生物吸收系数(植物元素含量/土壤元素含量)为 2.85,比 Zn(2.60)、Cu(1.80)、Cr(0.25)、Ni(0.21)、Pb(0.16)的植物吸收系数高。

3.6 铬

热带湿润地区土壤中铬含量从痕迹到 4 000

mg/kg, 加纳花岗岩发育的土壤铬含量为 20~ 80 mg/kg^[1]。五指山土壤铬含量 2. 40~ 28. 5 mg/kg, 平均 14. 46 mg/kg, 远低于世界土壤铬含量的平均值 100 mg/kg, 但属正常值。五指山铬含量的垂直分异呈现明显波动性, 基带砖红壤最高, 为 28. 5 mg/kg, 到赤红壤带减少为 9. 60 mg/kg, 到了黄壤带明显上升, 为 17. 35 mg/kg, 到山顶带灌丛草甸土又减少为 2. 40 mg/kg。

3.7 钴

世界土壤钴含量为 1~ 40 mg/kg, 平均 8 mg/kg。五指山土壤钴含量为 1. 5~ 5. 20 mg/kg, 平均 3. 33 mg/kg, 属正常值。其垂直带钴的含量分异与锌相类似, 自砖红壤带到灌丛草甸土带呈递减趋势。

表 3 不同母质上的砖红壤中重金属元素含量(mg/ kg)

Table 3 Contents of heavy metals in laterites with different parent materials(mg/ kg)

母岩及土壤类型	Zn	Ni	Cu	Pb	Cd	Cr
海南玄武岩母岩的砖红壤	88. 7	173. 85	80. 90	234. 67	0. 188	509. 02
五指山花岗岩母岩的砖红壤	24. 79	10. 04	3. 15	16. 88	0. 028	14. 46
玄武岩上砖红壤/ 花岗岩上砖红壤	3. 56	17. 32	25. 68	13. 90	6. 71	35. 20

4.2 气候因素

五指山地处我国热带湿热地区, 年均雨量在> 2 400 mm, 加上山地地势, 淋溶强度较大, 从表 4 的成土富集系数(土壤中元素含量与母质中相应元素含量的比值)可以看出, 在母质形成土壤和土壤发育过程中, 除了 Cd 出现积累外, Zn、Ni、Cu、Pb、Cr、Co 均有明显淋溶, 这种淋溶的动力就是气候因素, 尤其是雨量。成土富集系数越小, 说明淋溶强度越大, 五指山土壤重金属元素淋溶强度序列是: Co> Pb> Ni>

4 影响重金属元素含量及分异的因素

4.1 土壤母质

土壤是在母质上形成发育的, 母质是母岩的风化物, 五指山土壤的母岩是花岗岩, 与玄武岩上的土壤比较, 在花岗岩上形成的土壤中重金属元素含量明显较低, 表 3 为海南省玄武岩上的砖红壤与五指山花岗岩上砖红壤重金属元素含量比较。

从表 3 可以看出, 海南省玄武岩上砖红壤各种重金属元素含量为五指山花岗岩上土壤的 3. 56~ 35. 20 倍, Cr、Cu、Ni 更为突出。

Cr> Zn> Cu> Cd。Co 的淋溶率达 40%, Pb、Ni 的淋溶率在 35% 左右, Zn、Cr 的淋溶率约 25%。

表 4 仅是五指山各带谱土壤重金属元素淋溶的总体状况, 表 2 也可以看出这种淋溶状况, 如垂直带谱各类土壤 Zn、Ni、Cr 含量均小于母质的含量。除了赤红壤的 Pb, 黄壤的 Co, 灌丛草甸土的 Cu 之外, 其他各类土壤 Pb、Co、Cu 的含量也都低于母质, 说明在成土过程中这些重金属元素大多是淋溶状态。

表 4 五指山土壤重金属元素成土富集系数

Table 4 The coemcient of enrichment in soil formation of heavy metals in soils of WuZhi Mountain

类型	Zn	Ni	Cu	Pb	Cd	Cr	Co
土壤(mg/ kg)	24. 79	10. 40	3. 15	16. 88	0. 028	14. 46	3. 33
母质(mg/ kg)	33. 40	15. 60	3. 50	26. 50	0. 02	19. 83	5. 55
成土富集系数	0. 74	0. 67	0. 90	0. 64	1. 40	0. 73	0. 60

五指山各带谱土壤重金属元素淋溶状况, 也在土壤剖面的 A、B 层中得到反映, Zn、Ni、Cu、Pb、Cr、Co 含量 A< B 层的占 60. 7%, 尤其是在赤红壤中, 除了 Cd 之外, 其他元素含量均为 A< B 层, 重金属元素有自 A 层向 B 层淋溶的趋势。

4.3 其他因素

土壤 pH 值、土壤有机质含量、土壤质地等对重金属元素迁移累积也产生影响。五指山土壤 pH 值为 4. 5~ 5. 5 之间, 在酸性环境中, Cu、Zn、Co、Cd 等元素是易于迁移的。Cu、Zn 是生物必需元素, 往往

富集在腐殖质层中, Cd、Co、Ni 也易被腐殖质所固定, 但在五指山各土壤剖面中, 腐殖质层(A 层) 的重金属元素含量大多低于 B 层, 这说明气候因素对元素迁移的影响超过生物因素。此外, B 层重金属元素含量比 A 层高, 也与淀积层 B 层质地相对较粘重, 重金属元素被粘粒吸附固定有关。

5 结语

综上所述, 可以得出几点看法:

1. 五指山土壤 Cu 较缺。Zn、Ni、Pb、Cr、Co 均属正常值, 不致影响植物生长。
2. 五指山土壤重金属元素含量有一定的垂直分异规律: 在自下而上的垂直带谱中, Zn、Co 逐步递减, Cd 大体上逐步递增; Ni、Pb 到黄壤带明显递增, Cu 则明显递减, Cr 呈现高-低-高-低的波浪式变化。
3. 除了母质因素外, 气候因素, 特别是雨量因素是影响五指山土壤重金属元素含量及其分布的主要因素。

导因素。

4. 受气候因素的影响, 五指山土壤在成土过程中, 除了 Cd 之外, Zn、Ni、Pb、Cd、Cr 明显淋溶, 淋溶率在 25%~40%, Cu 也有一定淋溶。

参考文献(References):

- [1] [France] H. Aubert, M. Pinta Translated by Liu Zheng, etc. Trace elements in soils. Beijing: Science Publishing House, 1982. 41~84. [法]H. 奥贝尔, M. 潘塔著, 刘铮等译. 土壤中的微量元素[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 41~84]
- [2] Liao Jinfeng. Zincum in soils of Hainan Province. *Tropical and subtropical soil science*, 1997, 6(4): 255~259. [廖金凤. 海南省土壤中的锌[J]. 热带亚热带土壤科学, 1997, 6(4): 255~259]
- [3] Liao Jinfeng. Niccolum in soils of Hainan Province. *Journal of Zhongshan University*, 1998, 37(extra): 16~18. [廖金凤. 海南省土壤中的镍[J]. 中山大学学报, 1998, 37(增刊): 16~18]
- [4] China chief Environmental Detection Station. Background Value of elements in soil of China. Beijing: China Environment Science Publishing House, 1990. 87~91. [中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 87~91]

Heavy Metal in Soils of Wuzhi Mountain in Hainan Province

LIAO Jin-feng

(Department of Geography, Zhongshan University, Guangzhou 510275 China)

Abstract: Wuzhi Mountain in Hainan Province locates in tropical zone, which elevation is 1867 m. The altitudinal belt from low level to high level is laterite, mountain lateritic red earth, mountain yellow earth, mountain meadow soil respectively.

The average contents of heavy metal in soils are: Zn 24.79mg/kg, Ni 10.40mg/kg, Cu 3.15mg/kg, Pb 16.88mg/kg, Cd 0.028mg/kg, Cr 14.46mg/kg, Co 3.33mg/kg. Zn, Ni, Pb, Cd, Cr, Co are in normal level while Cu is low. In soil-forming progress, Cd is accumulative while Zn, Ni, Cu, Pb, Cr, Co are eluvial. The eluvial intensity from high to low is Co > Pb > Ni > Cr > Zn > Cu. Cd increases gradually from low level to high level of altitude belt while Zn and Co are on the contrary. The content value and distribution of these heavy metals are mainly depend on soil-forming rock and climatic factor.

Key words: heavy metal; soil; Wuzhi Mountain in Hainan Province