

文章编号 :1003-8701(2003)02-0028-04

吉林省中部不同亚类、不同母质黑土中铜、锌的分布变化规律

李泽鸿 赵兰坡 杨志超

(吉林农业大学测试中心,吉林 长春 130118)

摘 要 通过野外调查采样、室内化学分析及仪器分析等方法,在对土壤基本性质分析测定的基础上,重点研究了吉林中部不同亚类黑土 3 个亚类 5 个剖面 2 种微量元素的含量及垂直分布规律,分析了成土母质、成土过程、成土环境及土壤性质对各微量元素含量及分布的影响。结果表明:红土母质中全锌含量均高于黄土母质,全铜在不同亚类、不同母质黑土中含量分布变异较小;有效铜在典型黑土中有微弱的表聚现象,在草甸黑土中有明显的淀积特征,在白浆化黑土中有生物富集和淋溶淀积的特征。全锌在各剖面中的变化差异不大,典型黑土和草甸黑土中表现出明显的表聚特征,在白浆化黑土中表现出明显的淋溶淀积特征,有效锌与有机质间呈显著正相关。

关键词 :黑土;铜;锌;分布规律;吉林省中部
中图分类号 :S159.2 **文献标识码** :A

微量元素是动物和植物生长和生活所必需的。土壤中微量元素的主要来源有二,即成土母质和大气及矿山烟雾等,因此,土壤中微量元素主要来自成土母质。而土壤中微量元素的含量和形态常能反映出成土母质的特点。从地域、层次、类型、母质性质不同侧面来研究黑土微量元素的特征及其差异变化的基本规律,尚未见报道。本研究在吉林省中部黑土区,采集黑土 3 个亚类以及不同母质、不同地域的黑土剖面样本,进行微量元素差异变化规律的研究。土壤中的微量元素种类很多,这里只就其中的铜、锌加以研究,为区域环境质量评价、平衡施肥的应用、土壤生态及其保护等提供依据。

1 材料和方法

供试土壤为 5 个黑土剖面的 19 个分层样品,采自吉林省中部地区,供试土壤的自然条件概况详见表 1,基本性质见表 2。样品经风干、研磨、过筛后装入广口瓶内备用。

土壤基本性质的测定:pH 值、有机质等采用常规方法。

全量微量元素铜、锌的测定:样品经 HNO₃-HClO₄-HF 消煮后,用原子吸收法。
有效态微量元素铜、锌的测定:用 DTPA 溶液浸提,原子吸收法测定。

表 1 土壤自然条件概况

剖面	地 点	母质类型	土壤类型	地 形	植被
1	长春净月	黄土母质	典型黑土	起伏台地	玉米
2	吉林农大	红土母质	典型黑土	起伏台地	玉米
3	吉林农大	黄土母质	草甸黑土	坡麓平地	玉米
4	双阳石溪	黄土母质	白浆黑土	坡上平地	玉米
5	德惠县	黄土母质	典型黑土	起伏台地	玉米

2 结果与讨论

2.1 土壤基本性质

从表 2 中剖面各层次 pH 值看,红土母质黑土和草甸黑土沿剖面加深 pH 值变小,酸度

增加 ;白浆化黑土由于白浆层的存在 ,使其所在层次 pH 值增大。而典型黑土剖面虽有所差异 ,但变化不大 ,A 层 pH 值偏低。总的来看,黑土呈近中性偏酸。

表2 土壤的基本性质

剖面	深度(cm)	层次	pH	有机质(%)	全氮(%)	全磷(%)	全钾(%)	土壤质地
1	0 ~ 35	A	6.68	1.74	0.075	0.033	1.73	粉-粘重壤土
	36 ~ 95	AB	6.81	0.65	0.070	0.023	1.89	粉-粘中壤土
	96 ~ 105	B	6.80	0.44	0.059	0.031	2.02	粉-粘重壤土
	>105	BC	6.36	0.43	0.059	0.005	1.47	粉-粘重壤土
2	0 ~ 32	A	6.44	1.47	0.115	0.031	1.65	粉-粘轻壤土
	33 ~ 50	AB	6.38	0.73	0.048	0.022	1.36	粉-粘轻壤土
	51 ~ 74	B	6.15	0.49	0.047	0.016	1.55	粉-粘重壤土
	>74	C	5.92	0.41	0.024	0.020	2.77	粉-粘轻壤土
3	0 ~ 60	A	6.01	1.32	0.061	0.030	1.72	粉-粘重壤土
	61 ~ 90	AB	6.56	0.53	0.058	0.032	1.71	粉-粘重壤土
	91 ~ 150	B	5.92	0.41	0.042	0.037	1.50	粉-粘轻壤土
4	0 ~ 25	A	6.01	1.32	0.073	0.027	1.40	粉-粘重壤土
	26 ~ 54	AB	6.56	0.53	0.058	0.003	1.63	粉-粘轻壤土
	55 ~ 150	B	5.48	0.52	0.048	0.028	1.18	粉-粘重壤土
	>150	BC	5.67	0.34	0.046	0.008	1.26	粉-粘重壤土
5	0 ~ 55	A	6.59	1.58	0.108	0.032	1.52	粉-粘重壤土
	56 ~ 97	AB	6.88	1.19	0.049	0.019	1.68	粉-粘中壤土
	98 ~ 150	B	7.00	0.58	0.048	0.027	1.58	粉-粘轻壤土
	>150	BC	7.16	0.40	0.012	0.009	1.68	粉-粘轻壤土

从表 2 还可看出 ,各剖面有机质的含量分布随剖面深度的加深,有机质含量逐渐减少 ,具有明显的草原土壤有机质分布特征。从各剖面相同层次间比较可见 ,草甸黑土 A 层含量最高 ,这主要是由于草甸黑土所处地势低洼 ,湿润度强 ,有机质分解慢造成的。另外 ,也与有机质的淋溶淀积有关。母质层中有机质含量最少的是红土母质层,这主要是此母质层为红色砂砾粘土层,可能是早更新世晚期湿热气候条件下的产物。黑土的形成过程主要是腐殖质积累和淋溶过程。值得说明的是 ,本研究中各剖面 A 层的有机质含量均较正常黑土的低一些 ,这是由于在采样时 ,为了消除人为施肥对耕层土壤微量元素含量的影响 ,仅采集了 A 层下部土壤 (15 cm 以下) ,因此 A 层的有机质含量均低。

2.2 土壤中铜的含量分布规律及影响因素

2.2.1 土壤中全铜的含量分布

土壤中的铜主要来源于母质中的铁镁质矿物、花岗岩中的黄铜矿、含铜砂岩等 ,风化后形成含铜的次生矿物 ,主要为孔雀石、Cu(OH)₂ 或 CuS。供试土壤 A 层全铜含量变幅为 16.70 ~ 25.97 mg/kg ,A 层平均值为 18.47 mg/kg ,低于全国全铜的平均含量 26.20 mg/kg ,高于吉林省全铜的平均含量 17.10 mg/kg。

由图 1 可见 ,供试各剖面不同层次间全铜含量的变异大都较小 ,这反映了铜不易移动的特性。尽管如此 ,铜受风化、淋溶、淀积、生物富集及氧化还原作用等的影响 ,全铜含量在各剖面中仍有不同。如图 1 中的剖面 1 和剖面 2 两个典型黑土和剖面 4 白浆化黑土的 A 层中全铜含量均较 AB 和 B 层低 ,表现出一定程度的淋溶淀积特征。而剖面 3 草甸黑土中则有明显的表层富集作用 ,剖面 5 虽属典型黑土 ,但其

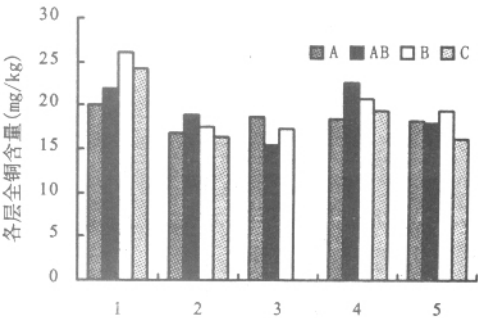


图 1 土壤中全铜的含量分布

性质与典型黑土略有差别,故其淋溶现象表现不很明显。

2.2.2 土壤中有有效铜的含量及分布

供试土壤有效铜含量变幅为 0.90 ~ 3.24 mg/kg ,A 层平均为 1.81 mg/kg , 高于全国有效铜含量平均值 1.61 mg/kg , 也高于吉林省的平均值 1.36 mg/kg。

由图 2 可见,供试黑土的各剖面有效铜的垂直分布随亚类的不同而有一定的规律性。在 3 个典型黑土剖面中(1、2、5),土体各层次有效铜含量虽无大差异,但有 A 层略大于 AB 层的趋势,体现了微弱的有效铜的表聚现象;在剖面 1 和 5 中,B 层有微弱的淀积特征。另外,典型黑土中(剖面 2)红土母质的有效铜含量较低,仅为 0.90 mg/kg,明显低于黄土母质的有效铜含量的平均值 1.82 mg/kg,这表明红土母质有效铜含量低于黄土母质的有效铜含量。在草甸黑土剖面(3)中,A 层与 AB 层有效铜含量差异较小,但远较 B 层的含量低,这可能与 B 层以下土壤干湿交替引起氧化还原变化及 pH 值的降低有关。Lindsay 曾指出,pH 指每增大一个单位,Cu(OH)₂ 的溶解度可下降 100 倍。同样,白浆化黑土(剖面 4)中 B 层的有效铜含量也很高,但其 pH 值却低至 5.48 (表 2)。进一步证明了 pH 值对有效铜的影响是很大的。

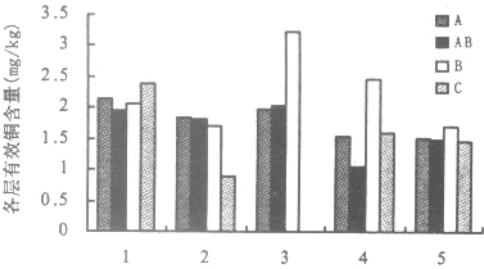


图 2 土壤中有有效铜含量分布

2.3 土壤中的锌的含量分布规律及影响因素

2.3.1 土壤中全锌的含量及分布

锌主要以二价离子存在于铁镁质矿物和闪锌矿物中,此外,磷矿石中往往含有 0.1% 的锌。供试土壤的表层全锌含量变幅为 60.24 ~ 89.18 mg/kg ,A 层平均为 78.84 mg/kg ,低于全国平均含量 100 mg/kg。

由图 3 可见,各剖面全锌含量并不是很大,但剖面 1、2、3、5 还是存在着不同程度的表聚特征。这种表聚作用在剖面 3 草甸黑土中可能是生物累积和水分运动双重作用的结果,而在 3 个典型黑土剖面中(1、2、5)则可能主要以生物累积作用为主。在白浆化黑土剖面中,受白浆化作用的影响,AB 和 B 层中全锌含量较高,表现出了明显的淋溶淀积特征。

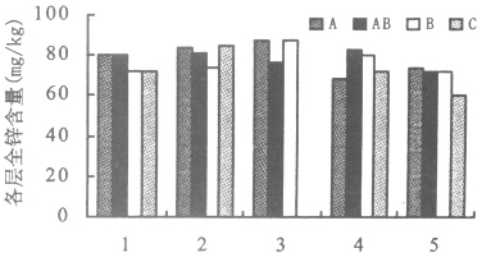


图 3 土壤中全锌含量分布

另外,从不同母质全锌含量比较可见,各黄土母质层的全锌含量均明显低于红土母质层(剖面 2),反映出土体的全锌含量多少是受成土母质影响的。

2.3.2 土壤中有有效锌的含量及分布

由图4可知,各剖面层次有效锌含量变幅为 0.06 ~ 0.71 mg/kg。A 层平均含量为 0.34 mg/kg, 低于吉林省土壤平均含量 1.18 mg/kg, 也低于全国土壤有效锌含量平均值 0.84 mg/kg。

由图4可见,各剖面有效锌含量大都是 A 层最高、C 层最低、AB 层和 B 层互有高低。这种

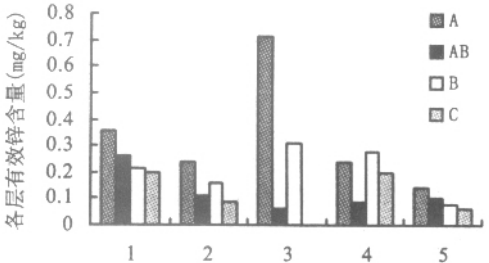


图 4 土壤中有有效锌含量分布

有效锌的垂直分布规律是与土壤有机质含量的垂直分布规律相一致。土壤中所有的有机物和生物残体中都含有锌,同时有机质分解过程中还要产生酸性物质,降低pH值,使锌化合物的溶解度增加。本研究相关分析表明,土壤有效锌含量与有机质含量之间呈显著相关关系($r=0.647$, $n=19$),这与已有的研究报道和吉林土壤相一致。

值得一提的是,剖面3草甸黑土的A层中有效锌含量远高于其它剖面的A层有效锌含量的现象,除与该层中有机质含量非常丰富有关外,也不排除该剖面水分过多的作用。而剖面4白浆化黑土中,B层有效锌含量超过A层的现象,这可能与该层中淋溶淀积作用较强及pH有关。

3 小 结

不同亚类黑土间尽管主导成土过程相同,但因成土母质、附加成土过程、成土环境条件等不同,致使土壤剖面形态也同异共存。与黄土母质相比,红土母质具有较低的pH值,各剖面有机质含量均自上而下逐渐减少。供试土壤的铜、锌含量及垂直分布规律可归纳如下:

① 全铜在不同亚类、不同母质黑土中分布变异较小,反映了铜不易移动的特性。有效铜在3个典型黑土中含量分布体现了微弱的表聚现象;在草甸黑土中表现出明显的淀积特征;在白浆化黑土中表现了生物富集和淋溶淀积的特点;在红土母质中有效铜含量明显高于黄土母质。② 全锌在各剖面中的变化差异并不很大。在典型黑土和草甸黑土中表现很明显的表聚现象,而在白浆化黑土中表现出明显的淋溶淀积特征。不同母质中全锌含量以红土母质含量高于黄土母质。有效锌在不同亚类、不同母质的各黑土剖面中表现为表层富集,充分体现了各黑土表层对有效锌生物富集作用较强的特征,有效锌与有机质间呈显著正相关。

参考文献:

- [1] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤[M]. 1980.
- [2] 刘 铮. 土壤中微量元素的土壤化学. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊[C]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [3] 奥贝尔·H,等. 土壤中的微量元素[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [4] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [5] 谢良伍,傅 源. 土壤中全量微量元素的分析[J]. 土壤通报, 1991, 22 (4): 187-190.
- [6] 中国科学院林业土壤研究所. 中国东北土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [7] 方肇伦,宋达泉,叶 炳. 东北及内蒙东部的土壤微量元素[J]. 土壤学报, 1963, 11 (2): 130-142.
- [8] 马义兵,黄友宝,等. 锌在土壤中的转化及其有效性[J]. 土壤微量元素研究, 1989, 15 (1): 57-59.
- [9] 邹邦基,等. 辽宁省土壤有效态微量元素含量分布[J]. 土壤学报, 1988, 25 (3): 281-287.

The Distribution of Cu, Zn in Black Soils of Different Subgroups, Different Parent Materials in the Central Part of Jilin Province

LI Ze-hong, ZHAO Lan-po, YANG Zhi-chao

(Test Center of Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: The Vertical distribution of six trace elements in different subgroup of Black soils (three subgroups five profiles) in the middle of Jilin province were studied by means of field work, chemical analysis and instrument analysis. The result showed that the tested trace elements had different distribution in different parent material profile and soil types. Red parent material had high content of total Zn. Total Cu had little change in different subgroup parent materials, Available Cu had little surface accumulation in typical black soil, while in meadow black soil had obvious leaching, in albic black soil had both biological enrichment and leaching. Total Zn had little change in the each different profile, and it had obvious surface accumulation in both typical black soil and meadow black soil, in albic black soil had obvious leaching. Available Zn was significantly correlated to organic material.

Key words: Black soil; Cu; Zn; Distribution; The central part of Jilin province