

河北土壤铜的含量和分布

孙祖琰 孙全先 周起如

(河北省农林科学院土壤肥料研究所)

徐长金 马文奇

(张家口农业专科学校)

摘 要

河北省土壤铜含量丰富。全铜平均25.4 ppm, 高于全国、世界平均含量。有效铜(DTPA— C_u) 平均1.17 ppm, <0.5 ppm低铜土壤只占耕地总面积的6%。高铜土壤多分布在城镇郊区、洼淀和矿区土壤上。铜在剖面中以淋溶为主, 表层富集过程非常微弱。

土壤铜含量决定于母质类型。在成土过程中其数量变迁与土壤机械组成、土壤有机质、土壤碳酸钙、土壤PH等有关。

关键词 土壤铜 含量分布 河北

作物缺铜多生发在有机土, 包括泥炭土、腐殖土。潜在缺铜土壤, 施用高量氮、磷肥可以引起作物缺铜。铜矿及其污染区会产生铜害, 过量铜还会引起作物缺铁。河北省尚未见到作物缺铜或铜害的报道。本研究仅对河北土壤铜的含量分布以及消长规律进行初步探讨, 没有涉及作物的施铜技术问题。

结 果

一、土壤全铜含量

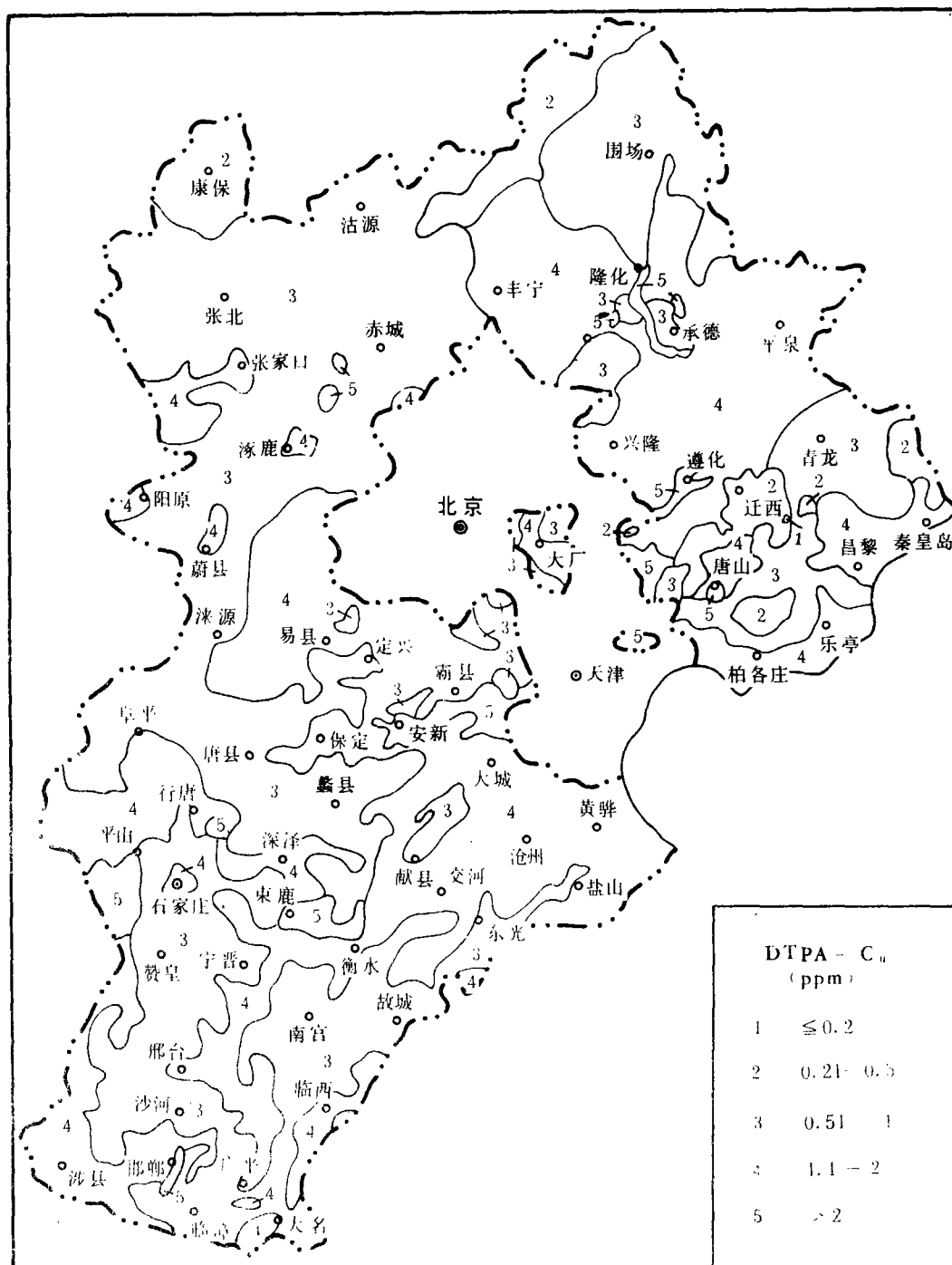
河北省土壤全铜平均25.4 ppm, 高于全国(22 ppm)平均值。变幅3.67—65.0 ppm, 分布频率较为集中, 50%的样品含铜量在20—30 ppm之间。

二、土壤有效铜含量

根据5259个土壤样品的统计, 河北省土壤有效铜(DTPA— C_u , 平均含量1.17 ppm。变幅0.07—12.2 ppm。<0.5 ppm的样品仅有2.8%, 占全省耕地面积的6.1%。河北省低铜土壤是极为有限的。就目前看来土壤含铜是比较丰富的。

三、土壤铜的分布

1、土壤全铜的分布: 在山区主要决定于成土母岩类型。玄武岩母质土壤全铜高(65 ppm); 灰岩、花岗片麻岩、页岩、砾岩母质土壤全铜居中(25—21 ppm); 黄土母质土壤全铜量也居中(22 ppm); 风积物母质土壤全铜量低(11 ppm)。在平原地区可以根据土壤质地大致判断土壤全铜的含量水平, 粘质土一般属于高铜土壤(35 ppm); 重壤至轻壤土一



河北省土壤有效铜分布图

一般为中铜土壤 (17—22 ppm), 其中质地偏重者可能列入高铜土, 质地偏轻者也可能列入低铜土壤: 砂壤和砂土一般为低铜土壤。

2、土壤有效铜的地理分布: 因为有效铜 <0.2 ppm 的土壤为数极少, 这里讨论的高、中、低铜属于相对概念。所谓低铜, 是否需要施用铜肥, 所谓高铜, 是否可能已构成土壤污染, 都要通过进一步试验研究来回答。

>2 ppm 高铜区: 占全省耕地 3.1%, 局部分布在城镇近郊、矿区和洼淀。

$>1-2$ ppm 高铜区: 占全省耕地 39.9%。分布在平原、太行山区、承德中山区。此外, 在石家庄、保定、唐山、张家口市周以及涿鹿、蔚县、魏县周围, 怀安沿河及南部丘陵有大片分布。

$>0.5-1$ ppm 中铜区: 占全耕地 50.8%。广泛分布于平原、高原、太行山低山丘陵区以及围场、青龙山区。

$>0.2-0.5$ 低铜区: 占全耕地 6.1%, 集中分布于唐山地区。滦南至唐海新滦河西岸砂质土区, 唐山市油葫芦泊北缘至丰润、迁西、迁安一带。

<0.2 ppm 只有另星样点分布。

表 1 河北省土壤有效铜的含量 (ppm) 和分布频率 (%)

地 市	样品数	平均值	变 幅	<0.2	$>0.2-0.5$	$>0.5-1$	$>1-2$	>2
张家口	442	0.97	0.22—3.69		5.7	68.0	22.4	3.9
承 德	580	1.14	0.31—12.20		3.3	45.7	46.0	5.0
保 定	531	1.13	0.19—5.62	0.2	2.5	47.1	44.6	5.7
石家庄	429	1.25	0.48—4.08		0.8	44.4	42.2	12.6
石家庄市	106	1.52	0.54—8.28			16.0	74.5	9.5
邢 台	624	0.97	0.26—4.94		1.1	63.9	33.7	1.3
邯 郸	369	1.10	0.44—9.10		0.5	54.7	41.3	3.5
衡 水	270	1.02	0.28—5.60		1.5	48.2	49.6	0.7
沧 州	846	1.22	0.26—5.60		0.4	30.4	66.4	2.8
廊 坊	368	1.28	0.38—6.68		1.4	30.2	61.4	7.0
唐 山	522	1.45	0.07—10.46	2.1	9.4	33.5	36.2	18.8
秦皇岛	172	1.11	0.38—4.00		5.2	32.6	60.5	1.7
合 计	5259	1.17	0.07—12.20	0.2	2.6	44.8	46.4	6.0
占全省耕地面积的%					6.1	50.8	39.9	3.1

四、土壤剖面中铜的迁移: 铜在剖面中以淋溶为主要趋势, 表层富集很微弱。亚高山草甸土、棕壤、褐土剖面中, 铜明显下移。栗钙土铜在钙积层中聚积。潮土剖面中铜的迁移与剖面所

在微地形部位有关。低平地铜在表层富集，微高地和缓岗铜淋溶。

讨 论

一、河北省土壤供铜潜力（储量）高于全国（22 ppm）和世界（20 ppm）的平均水平。以0.2 ppm作为土壤临界缺铜指标，则河北省土壤有效铜含量也较为富足。＜0.2 ppm低铜土壤样品仅占总样本量的0.2 %，供铜丰富的土壤占90% 以上。目前河北土壤施用铜肥的必要性很小。

二、影响土壤铜含量与分布的因素

土壤全铜量决定于成土母质类型和土壤的机械组成。而有效铜源于母质，其含量水平不仅决定于母质，而且与影响铜存在形态的各种成土过程、成土条件密切相关。这些因素包括土壤PH、有机质、碳酸钙等。

1、成土母质

（1）成土母质类型决定土壤铜原始储量。通常，在火成岩中基性岩的含铜量显著高于酸性岩；在沉积岩中页岩含铜较多。据调查，玄武岩母质土壤全铜量特高，其余各类母岩土壤含铜量近似。河流冲积母质土壤全铜，以大清河最高，滦河、桑、洋河偏低。风积母质土壤全铜最低。冀东平原土壤全铜比其他地区偏低。

表 2 成土母质与土壤铜含量（ppm）

成土母质	全铜	成土母质	全铜
玄武岩	64.7	滦河冲积物	25.0
砾岩	20.7	桑、洋河冲积物	24.0
花岗片麻岩	23.9	大清河冲积物	37.0
页岩	22.4	滦沱河冲积物	27.5
灰岩	25.3	滏阳河冲积物	31.0
黄土	21.6		
风积物	11.0	海相淤泥	42.2

（2）土壤有效铜源于土壤全铜，两者存在线性关系。据土类分组资料统计，土壤有效铜（Y）与土壤全铜（X）呈线性关系。 $Y = -0.071 + 0.0396X$ $r = 0.8067^*$ ，据质地分组资料统计，土壤有效铜（Y）与土壤全铜（X）呈线性关系， $Y = -0.5593 + 0.0718X$ $r = 0.9137^*$ ，随着粘粒数量增加，两者同向增长。

2、土壤机械组成

土壤全铜量与＜0.01 mm 物理性粘粒含量呈对数曲线关系， $Y = -4.925 + 19.626 \log X$ $r = 0.9709^{**}$ ，当粘粒量＜30% 时，随着粘粒量增多，铜增量较大，而粘粒量＞30%，铜量虽然依然随粘粒增加而增加，但是，增量变小，曲线态势平稳。＜0.01 mm 物理性粘粒增加，铜的活化率也相应提高，两者呈线性正相关， $Y = 2.776 + 0.0436X$ ， $r = 0.9182^{**}$ ，土壤有效铜量也随土壤粘粒量增多而增加，两者呈高度正相关。

$$Y = 0.1973 + 0.0237 X \quad r = 0.9915^{**}$$

3、土壤有机质

土壤有机质有富集铜的作用。土壤有机质含量 $< 4\%$ 时, 全铜量随着有机质增多而增加当有机质含量 $> 4\%$ 时, 全铜量随有机质增加而减少。两者呈抛物线关系,

$$Y = 22.3596 + 1.6563 X - 0.2101 X^2 \quad r = 0.2909$$

土壤有机复合体与二价营养元素形成的络合物中铜的络合物稳定性最大。所以, 土壤铜的活化率有随土壤有机质增加而降低的趋势, 呈一元二次曲线关系, 土壤有机质小 2% 时, 铜活化率与之呈正相关, 有机质 $> 2\%$, 与之呈负相关,

$$Y = 2.74 + 2.2 X - 0.51 X^2 \quad r = 0.4363$$

因此, 土壤有效铜与有机质之间也表现出负相关趋势, $Y = 0.82 - 0.022 X$

$r = -0.2955$, 两者的一元二次关系式为: $Y = 0.92 - 0.093 X + 0.0074 X^2$, $r = 0.2891$, 式中二次项回归系数很小, 当土壤有机质 $< 5\%$ 时, 有效铜随有机质的增加而缓缓降低, 实际上河北农业土壤的有机质一般都低于 5% , 因此这种相关关系应当是相当普遍存在的。

4、土壤碳酸钙

由于铜的代换吸附能力比其它二价阳离子强, 被吸附的铜一部分被固定, 使得土壤全铜量随碳酸钙增加而增长。据统计, $Y = 10.3461 + 23.6133 \text{Log} X$, $r = 0.8510^{*}$ 当土壤碳酸钙含量比较低时, 全铜增量较大, 随着碳酸钙含量逐渐增多全铜增量逐渐减少。

土壤铜的活化率与土壤碳酸钙之间呈现线性正相关关系

$$Y = 2.98 + 0.33 X \quad r = 0.7721$$

土壤有效铜也随土壤碳酸钙增多而增加。按土壤质地分组资料统计,

$$Y = 0.2527 + 0.19 X \quad r = 0.8939^{*}$$

5、土壤 PH

铜在酸性条件下溶解度增加, 而在碱性条件下易于沉淀。通常土壤有效铜随 PH 升高而降低。然而, 根据我们的资料按土类分组统计, 土壤有效铜 (Y) 与 PH (X) 两者呈正相关, $Y = -2.3508 + 0.4369 X$, $r = 0.5953$ 。

CONTENT AND DISTRIBUTION OF COPPER IN THE SOILS OF HEBEI

Sun Zuyan Sun Quanxian, Zhou Qiru

(Institute of Soil and Fertilizer, Hebei Academy of Agricultural Sciences,
Shijiazhuang)

Xu Changjin

Ma Wenqi

(Agricultural College for Professional Training, Zhangjiakou)

ABSTRACT

Soils of Hebei have rich copper. The total copper content average 25.4ppm. It is higher than that of either the world or the whole country. Average available - Cu (DTPA—Cu) gets to 1.17ppm. Only 6 percent of cultivated land has a lower value than 0.5ppm. High copper content soils mostly locate on the suburbs, low-lying land and districts of mine. Being leached is the main moving form of Cu in soil profile. The process of surface concentrating is very weak.

Soil Cu content primarily depend on its parent material. During the formation process of soil, the content is influenced by soil texture, organic matter, CaCO_3 and soil PH, etc.

Key words: Soil copper; Content and distribution; Hebei