

# 黄壤中微量元素的含量和分布\*

唐丽华 徐俊祥 朱其清 尹楚良

(中国科学院南京土壤研究所)

黄壤是我国南方山区主要土壤类型之一,分布于亚热带和热带山地上,以四川、贵州两省为主,云南、广西、广东、福建、湖南、湖北、江西、浙江、安徽和台湾诸省(区)均有相当面积的分布。母质以花岗岩、砂岩为主,还有页岩、第四纪红色粘土、石灰岩和片岩等。黄壤的自然植被为常绿林和落叶林,目前大部份地区的森林植被已被破坏,为草本植被和农作物所代替。

黄壤形成于湿润的亚热带生物气候条件下,雾露多,湿度大,生物资源丰富,是发展林业、经济作物和农业的良好基地。

黄壤与红壤从分布地区和特征而论,两者有密切的联系<sup>[1]</sup>。我们通过近年来的工作,将我国黄壤中几种微量元素的含量、分布和存在形态作初步总结,并与红壤进行了比较。

## 一、土壤标本和测定方法

供试样本共132个。供试土壤分布于贵州、云南、广东、广西、湖南、江西、西藏和台湾八个省(区)。成土母质包括第四纪红色粘土、石灰岩、页岩、片岩、砂岩和花岗岩六种。

分析项目与方法<sup>[2]</sup>: (1) 全量钼、锰、锌和铜: 土壤标本用氢氟酸-硫酸脱硅溶解后,用催化极谱法测定钼,用原子吸收分光光度法测定锰、锌和铜。(2) 全量硼、钴、镍、钒、铬、镓和铅: 粉末标本用发射光谱法测定。(3) 有效态硼: 用沸水提取,姜黄素法测定。(4) 有效态钼: 用 Tamm 溶液提取,催化极谱法测定。(5) 有效态锌和铜: 用 0.1N HCl 提取,原子吸收分光光度法测定。(6) 代换态锰: 用 1N 醋酸-醋酸铵溶液 (pH 7) 提取,原子吸收分光光度法测定。(7) 易还原态锰: 用含有 0.2% 对苯二酚的 1N 醋酸-醋酸铵溶液 (pH 7) 提取,原子吸收分光光度法测定。(8) 活性锰: 代换态锰和易还原态锰的总称。

## 二、黄壤中微量元素的含量

根据现有结果,发育于第四纪红色粘土的黄壤中,各种微量元素都比较丰富,石灰岩发育的次之,页岩发育的占第三。有效态微量元素含量与全量的比例,在各种成土母质中是不相同的(表1,表2)。

1. 硼 黄壤中硼的含量范围为 5—453ppm, 平均为 52ppm(80)<sup>1)</sup>, 低于我国土壤平

\* 工作在刘姆同志指导下进行的;工作过程中得到邹国础、尹俊明同志的帮助,特此致谢。

1) 括号内的数字为测定标本数。

表 1 不同成土母质发育的黄壤中的微量元素 (单位: ppm)  
Table 1 Microelements in yellow earth derived from various parent materials (unit: ppm)

| 成土母质<br>Parent material        | 硼<br>Boron        |                        |                 | 钼<br>Molybdenum       |                       |                 | 锰<br>Manganese       |                   |                 | 锌<br>Zinc        |                       |                 |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------|
|                                | 全量<br>Total       | 有效态<br>Available       | 有效态/全量<br>Ratio | 全量<br>Total           | 有效态<br>Available      | 有效态/全量<br>Ratio | 全量<br>Total          | 活性锰<br>Active Mn  | 活性锰/全量<br>Ratio | 全量<br>Total      | 有效态<br>Available      | 有效态/全量<br>Ratio |
| 花岗岩<br>Granite                 | 5—44④<br>18(20)⑤  | 0.02—0.52<br>0.22(30)  | 1.70%③          | 0.52—2.80<br>1.04(13) | T⑥—0.35<br>0.09(28)   | 4.67%           | 10—483<br>184(13)    | T—238<br>29(28)   | 2.80%           | 14—98<br>53(13)  | T—6.25<br>2.21(28)    | 4.30%           |
| 第四纪红色粘土<br>Quaternary red clay | 70—453<br>140 (8) | 0.04—0.34<br>0.13(14)  | 0.15%           | 2.79—4.49<br>3.02(8)  | 0.08—1.18<br>0.39(11) | 7.05%           | 98—228<br>193(8)     | —<br>—            | —               | 88—182<br>147(8) | T—2.10<br>0.59(19)    | 0.42%           |
| 石灰岩<br>Limestone               | 61—75<br>68 (2)   | 0.08—0.12<br>0.10(2)   | 0.15%           | 2.59—3.07<br>2.83(2)  | 0.61—0.90<br>0.78(3)  | 30.88%          | 2167—5532<br>3850(2) | 475—771<br>623(2) | —               | 94—121<br>107(2) | T—2.30<br>0.80(3)     | 0.04%           |
| 页岩<br>Shale                    | 18—142<br>67 (17) | 0.07—0.41<br>0.20(20)  | 0.28%           | 0.86—2.31<br>1.62(11) | T—0.39<br>0.12(20)    | 7.29%           | 61—1791<br>297(11)   | T—770<br>82(12)   | 10.51%          | 46—117<br>81(11) | T—5.75<br>2.12(21)    | 3.90%           |
| 片岩<br>Schist                   | 11—86<br>50 (8)   | 0.17—0.42<br>0.23(8)   | 0.77%           | 0.10—1.04<br>0.63(8)  | T—0.13<br>0.04(11)    | 4.94%           | 145—605<br>287(8)    | 2—56<br>13(11)    | 5.83%           | 38—108<br>64(8)  | 0.10—2.75<br>1.39(11) | 2.24%           |
| 砂岩<br>Sandstone                | 15—81<br>40 (14)  | 0.09—0.29<br>0.17(13)  | 0.59%           | 0.10—0.57<br>0.38(5)  | T—0.22<br>0.05(13)    | 3.24%           | 43—142<br>75(5)      | T—173<br>19(13)   | 6.63%           | 37—80<br>56(5)   | 0.10—4.45<br>2.23(13) | 1.53%           |
| 总计<br>Sum                      | 5—453<br>52 (80)  | 0.02—1.52<br>0.27(108) |                 | 0.10—4.49<br>1.53(49) | T—1.18<br>0.14(105)   |                 | 10—5532<br>373(49)   | T—771<br>70(96)   |                 | 14—182<br>81(49) | T—19.25<br>2.05(126)  |                 |

表 1

| 成土母质<br>Parent material        | 铜<br>Copper      |                      |                 | 钒<br>Vanadium       | 铬<br>Chromium      | 镓<br>Gallium    | 铅<br>Lead          | 钴<br>Cobalt      | 镍<br>Nickel      | Ni<br>Co |
|--------------------------------|------------------|----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------|----------|
|                                | 全<br>量<br>Total  | 有效态<br>Available     | 有效态/全量<br>Ratio |                     |                    |                 |                    |                  |                  |          |
| 花岗岩<br>Granite                 | 1-15①<br>8(13)②  | T④-1.65<br>0.59(28)  | 4.66%③          | 4-144<br>67 (20)    | T-63<br>21 (20)    | 5-26<br>15 (20) | <25-123<br>41 (16) | T-40<br>10 (20)  | T-37<br>10 (20)  | 0.9(10)  |
| 第四纪红色粘土<br>Quaternary red clay | 23-98<br>55 (8)  | T-1.80<br>0.27(19)   | 0.24%           | 131-500<br>304 (8)  | 98-121<br>107 (8)  | 14-40<br>26 (8) | <25-47<br>28 (8)   | 8-29<br>15 (8)   | 30-137<br>68 (8) | 4.4(8)   |
| 石灰岩<br>Limestone               | 43-54<br>49( 2)  | 0.40-1.30<br>0.78(3) | 1.07%           | 190-232<br>211 (2)  | 110-121<br>116 (2) | 17-21<br>19 (2) | 27<br>27 (2)       | 16-36<br>26 (2)  | 39-57<br>48 (2)  | 2.4(2)   |
| 页岩<br>Shale                    | 9-122<br>35 (11) | T-3.00<br>1.04(21)   | 4.56%           | 100-298<br>187 (17) | 43-102<br>76 (17)  | 4-20<br>13 (17) | <25-46<br>27 (17)  | 5-111<br>20 (14) | 23-59<br>38 (17) | 2.7(13)  |
| 片岩<br>Schist                   | 10-29<br>18 (8)  | T-1.60<br>0.49(11)   | 4.07%           | 53-120<br>90 (8)    | 23-88<br>54 (8)    | 8-17<br>13 (8)  | <25<br><25 (8)     | T-11<br>4 (8)    | 5-10<br>7 (8)    | 0.8(2)   |
| 砂岩<br>Sandstone                | 9-19<br>12 (5)   | T-1.50<br>0.33(13)   | —               | 61-158<br>110 (14)  | 32-99<br>54 (14)   | T-12<br>2 (14)  | <25<br><25 (9)     | T-6<br>1 (9)     | 1-36<br>13 (14)  | 1.6(2)   |
| 总计<br>Sum                      | 1-122<br>25 (49) | T-3.25<br>0.59(106)  |                 | 4-500<br>130 (80)   | T-121<br>57 (80)   | T-40<br>13 (80) | <25-123<br>30 (67) | T-111<br>11 (72) | T-137<br>24 (80) |          |

注: ① 含量范围; ② 平均值; ③ 括号中为分析标本数; ④ 各层比值的平均数; ⑤ 痕量。

表 2 几种成土母质发育的黄壤剖面中微量元素的含量

Table 2 Content of microelements in profile of yellow earth derived from several parent materials

| 地 点<br>Locality            | 成土母质<br>Parent material        | 深度<br>(cm)<br>Depth | 含 量 (ppm) Content |      |      |     |    |     |    |      |     |      |    |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|------|------|-----|----|-----|----|------|-----|------|----|
|                            |                                |                     | B                 | Mo   | Mn   | Zn  | Cu | Ni  | Co | V    | Cr  | Ga   | Pb |
| 贵州, 贵阳<br>Guiyang, Guizhou | 第四纪红色粘土<br>Quaternary red clay | 0—20                | 126               | 3.70 | 228  | 127 | 57 | 68  | 15 | 344  | 110 | 24   | 27 |
|                            |                                | 20—60               | 113               | 4.26 | 181  | 177 | 92 | 100 | 18 | >500 | 99  | 36   | 23 |
|                            |                                | 60—100              | 124               | 4.49 | 211  | 182 | 98 | 137 | 29 | >500 | 121 | 40   | 27 |
| 贵州, 修文<br>Xiuwen, Guizhou  | 页 岩<br>Shale                   | 0—10                | 67                | 1.62 | 263  | 86  | 68 | 43  | 19 | 207  | 94  | 17   | 28 |
|                            |                                | 10—35               | 58                | 0.66 | 357  | 90  | 66 | 46  | 22 | 200  | 92  | 14   | 22 |
|                            |                                | 35—55               | 49                | 0.89 | 167  | 96  | 60 | 41  | 22 | 216  | 86  | 11   | 18 |
| 贵州, 贵阳<br>Guiyang, Guizhou | 砂 岩<br>Sandstone               | 8—30                | 60                | 1.02 | 57   | 38  | 31 | 12  |    | 114  | 55  | 2    |    |
|                            |                                | 30—58               | 81                | 1.13 | 81   | 64  | 66 | 23  |    | 158  | 79  | 4    |    |
|                            |                                | 100—                | 52                | 1.72 | 1911 | 96  | 57 | 20  |    | 52   | 43  | <0.5 |    |
| 江西, 寻乌<br>Xunwu, Jiangxi   | 花 岗 岩<br>Granite               | 0—3                 | 19                | 0.61 | 483  | 77  | 14 | 8   | 7  | 65   | 25  | 14   | 30 |
|                            |                                | 3—8                 | 13                | 0.96 | 411  | 84  | 14 | 12  | 10 | 98   | 26  | 14   | 29 |
|                            |                                | 33—55               | 11                | 0.88 | 430  | 98  | 15 | 15  | 13 | 138  | 37  | 18   | 31 |

均含量 (64 ppm), 与世界土壤平均含量 (20—50 ppm) 相一致<sup>[5-7]</sup>。第四纪红色粘土发育的黄壤含硼最高, 花岗岩发育的含硼最低, 其他几种岩石发育的为其 2—3 倍, 第四纪红色粘土发育的甚至为其 7 倍多。将发育于各种成土母质的黄壤平均含硼量进行比较, 其顺序为: 第四纪红色粘土 > 石灰岩 > 页岩 > 片岩 > 砂岩 > 花岗岩。在整个剖面中上下层差异不大, 比较一致。

有效态硼的含量范围为 0.02—1.52 ppm, 平均为 0.27 ppm。不同成土母质发育的黄壤中有效态硼含量的次序为: 片岩 > 花岗岩 > 页岩 > 砂岩 > 第四纪红色粘土 > 石灰岩。在所分析的 108 个标本中, 有效态硼含量基本上都低于缺硼临界值 (0.5 ppm), 大于临界值的只占 8.3%, 低于 0.25 ppm, 即严重缺硼的则占 72.3%, 因而可以认为黄壤属于缺硼土壤。有效硼含量与全硼含量的比值, 除花岗岩发育的以外, 都小于 1%。尤其是第四纪红色粘土和石灰岩发育的黄壤, 全硼含量很高, 有效态硼含量则很低, 说明其有效性很低。有效态硼含量一般是表层为最高, 随着深度的加深而逐渐下降。

2. 钼 黄壤中钼的含量范围为 0.10—4.49 ppm, 平均为 1.53 ppm, 与我国土壤平均含钼量 (1.7 ppm) 相近, 与世界土壤平均含钼量 (1—2 ppm)<sup>[3]</sup> 一致。以不同成土母质发育的黄壤进行比较, 其顺序为: 第四纪红色粘土 > 石灰岩 > 页岩 > 花岗岩 > 片岩 > 砂岩。这说明母质的影响显著, 第四纪红色粘土发育的为砂岩发育的 8 倍。剖面中上下层之间差异不明显。

有效态钼的含量范围为痕迹—1.18 ppm, 平均为 0.14 ppm。在所分析的 105 个标本中绝大多数都低于缺钼临界值 (0.15 ppm)。高于临界值的标本数只占总数的 13.3%, 小于 0.15 ppm 的则占 86.7%, 所以应属于缺钼土壤。来自各种成土母质的黄壤, 其含量的次序为: 石灰岩 > 第四纪红色粘土 > 页岩 > 花岗岩 > 砂岩 > 片岩。石灰岩和第四纪红色粘土发育的黄壤中有效态钼常高于缺钼临界值, 而其他母质发育的黄壤, 除个别表层土壤

外,都低于 0.15 ppm,应区别对待。有效钼含量与全钼含量的比例,除了石灰岩发育的高达 30% 以外,其他母质发育的都比较低,说明钼的有效性是很低的。

3. 锰 黄壤中锰的含量范围为 10—5532 ppm,平均为 373 ppm,低于我国土壤平均含量 (710 ppm),也低于世界土壤平均含量 (500—1,000 ppm)<sup>[3,5]</sup>。由各种成土母质发育的黄壤,其锰含量的次序为: 石灰岩>页岩>片岩>第四纪红色粘土>花岗岩>砂岩。石灰岩发育的黄壤的锰含量为砂岩发育的 50 倍,其余几种比较接近。在整个剖面中各层次的含量比较一致,第一层比较高,第二层经常是最低的,再往下含量又上升。

黄壤中代换态锰含量很低,在所分析的 96 个标本中,大多数为痕迹,不能测出的标本占标本总数的 75.8%,低于缺锰临界值 3 ppm 的占 84.8%,高于 3 ppm 的仅占 15.2%。

黄壤中易还原态锰含量变幅比较大,为痕迹—517 ppm。活性锰含量范围为痕迹—771 ppm,平均为 70 ppm,石灰岩发育的最高,为 623 ppm,其他几种都在 100 ppm 以内。

根据上述的分析结果,虽然代换态锰很少或者不能测出,但是由于易还原态锰或活性锰含量较高,并且土壤酸度很高,有利于土壤中锰的活化,不能认为是缺锰土壤,尚有待栽培试验作最后验证。

4. 锌 黄壤中锌的含量范围为 14—182 ppm,平均为 81 ppm,稍低于我国土壤平均含量 (100 ppm),略高于世界土壤平均含量 (50 ppm)<sup>[7]</sup>。由各种成土母质发育的黄壤中含量的次序为: 第四纪红色粘土>石灰岩>页岩>片岩>砂岩>花岗岩。由第四纪红色粘土和石灰岩发育的比较高,其余四种稍低,但变幅不大,最高量与最低量的差距不到 3 倍。在整个剖面中分布比较均匀,表层的含量经常不是最高的。

有效态锌的含量范围为痕迹—19.25 ppm,平均为 2.05 ppm。在所分析的 126 个标本中,有半数标本的含量低于缺锌临界值 (1.5 ppm),半数标本含量超过 1.5 ppm,因此锌肥在黄壤上的效应还难以预测。从成土母质考虑,各黄壤的有效锌含量次序为: 砂岩>花岗岩>页岩>片岩>石灰岩>第四纪红色粘土。

上述与全量锌的次序几乎相反,第四纪红色粘土和石灰岩形成的黄壤中有效态锌最少,需要锌肥的可能性较大。有效态锌含量与全锌含量的比例也说明同一情况,石灰岩发育的最低,比值仅为 0.04%,第四纪红色粘土发育的为 0.42%,有效性很低。在整个剖面中,表层有效锌含量最高,随深度而逐渐减少,一般不及表层的一半。

5. 铜 黄壤中铜的含量范围为 1—122 ppm,平均为 25 ppm,与我国土壤平均含量,与世界土壤平均含量 (15—40 ppm) 相当。不同成土母质发育的黄壤,铜含量的次序为: 第四纪红色粘土>石灰岩>页岩>片岩>砂岩>花岗岩。在整个剖面中分布较为一致,差异不大,表层含量较低,随深度而逐渐增加,经常是底层最高。有效态铜的含量范围为痕迹—3.25 ppm,平均为 0.59 ppm。在所分析的 106 个标本中,有效铜含量高于缺铜临界值 (2 ppm) 的标本数只占 6.5%,而低于 2 ppm 的标本数占 93.5%,因此可以认为铜的供应不足,对铜肥的效应,有待栽培试验验证。各种母质发育的黄壤中有效态铜含量的次序为: 页岩>石灰岩>花岗岩>片岩>砂岩>第四纪红色粘土。在整个剖面中,表层的含量最高,其余层次稍低,约为表层的 50%。有效铜含量与全量的比例,由第四纪红色粘土发育的不足 1%,说明有效性很低。其他母质发育的则在 4—10% 之间。

6. 钴 黄壤中钴的含量范围为痕迹—111 ppm,平均为 11 ppm,与世界土壤的平均

含量 10—15 ppm 相当<sup>[3]</sup>。各种成土母质发育的黄壤中,以石灰岩、页岩和第四纪红色粘土发育的含量较高,花岗岩、片岩和砂岩发育的含量较低,常为痕迹。在岩石中,酸性火成岩的含钴量也是比变质岩和沉积岩低。整个剖面的各层次间差异不大,经常是中间层次含量最高。

钴是一些植物和动物所必需的微量营养元素。缺钴多发生在淋溶强烈的红色铁铝土和酸性火成岩所发育的土壤上,土壤含钴量少于 5 ppm 时,会使植物含钴量偏低而不能满足动物的需要<sup>[3]</sup>。在所分析的黄壤中,像砂岩和片岩等母质发育的,含钴量基本上少于 5 ppm,有发生缺钴的可能,有待进一步调查研究。

7. 镍 黄壤中镍的含量范围为痕迹—137 ppm,平均为 24 ppm。由第四纪红色粘土,石灰岩和页岩发育的黄壤含镍量较高,砂岩、花岗岩和片岩发育的含量较低。在石灰岩中镍的含量也是比花岗岩高。剖面中各层次间的差异不明显,经常是中间层次含量最高。

镍与钴的性质比较接近,是超基性岩中的典型元素。不同岩石的 Ni/Co 值是不相同的,并且有一定的规律性。花岗岩及其他酸性火成岩的 Ni/Co 为 2。基性岩为 20。沉积岩为 4,水、土壤、有机体、生物圈都在 4 上下<sup>[7]</sup>。在生物圈中,与镍相比较,钴有富化现象。各种成土母质发育的黄壤,其 Ni/Co 也不相同。第四纪红色粘土发育的最高,为 4.4,石灰岩和页岩发育的为中等,分别为 2.4 和 2.7,砂岩、花岗岩和片岩发育的较低,分别为 1.6, 0.9 和 0.8。第四纪红色粘土发育的保持了沉积岩的比率,石灰岩,砂岩和花岗岩发育的都低于各自母岩的比率。

8. 钒 黄壤中钒的含量范围为 4—500 ppm,平均为 130 ppm,与世界土壤平均含量相接近。钒是高度分散的元素,在土壤中分布较为均匀,在含有三氧化物较多的土壤中,常有较多的钒。在所分析的标本中,第四纪红色粘土发育的含量最高,平均为 304 ppm,除此以外,都波动于 100—200 ppm 之间。花岗岩发育的较低,为 67 ppm。这种情况与母岩钒含量的高低有关系,沉积岩的钒含量比较高,酸性火成岩比较低。钒在土壤剖面中分布均匀,上下层次的含量很接近,没有显著的差异。

9. 铬 黄壤中铬的含量范围为痕迹—121 ppm,平均为 57 ppm,低于世界土壤平均含量 (100—300 ppm)<sup>[3]</sup>。石灰岩发育的含量最高为 116 ppm,第四纪红色粘土发育的次之,为 107 ppm,其他母质发育的稳定在 50 ppm 上下,花岗岩发育的最低,21 ppm。在岩石中也是石灰岩的铬含量高于花岗岩。铬在剖面中分布均匀,表土较低,心土较高,但无成倍的差异。

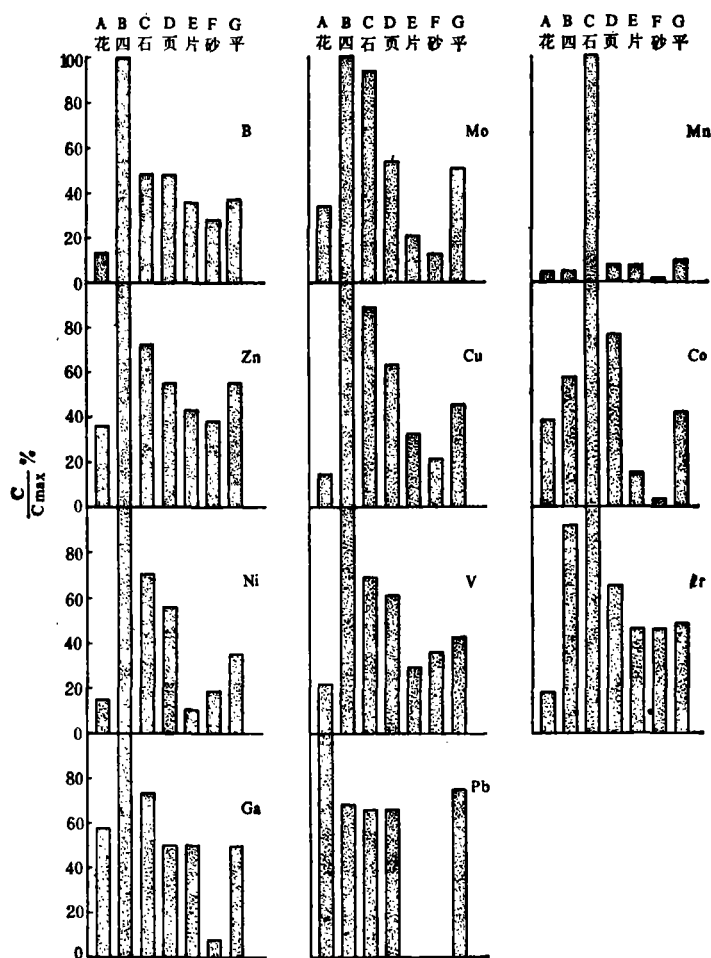
10. 镓 镓是一高度分散的微量元素,仅在硫化锌等矿物中与锌一起富集。在火成岩和沉积岩中的平均含量分别为 30 和 18 ppm。黄壤中镓的含量范围为痕迹—40 ppm,平均为 13 ppm,低于世界土壤的平均含量 (30 ppm)<sup>[3]</sup>。第四纪红色粘土发育的含镓量最高,为 26 ppm,砂岩发育的最低,只有 2 ppm。含量高低的序列与岩石的相一致。整个剖面中上层含量低,下层含量高。

11. 铅 黄壤中铅的含量范围为 <25—123 ppm,平均为 30 ppm,与世界土壤平均含量 (15—25 ppm) 相近,剖面中上下层次含量变化不大。

总结上文,可以认为黄壤中微量元素的含量受成土母质的影响,并且较成土过程的影

响深刻。按照一般规律,钼、钒、铬和镍都会随着铁的富化而增多,镓则随着铝的富化而增多。但是黄壤中各微量元素的平均含量并不能充分的反映出这一规律。当按成土母质类型作进一步区分时,则有显著的差异。图 1 和图 2 说明了这种情况。

图 1 是不同成土母质发育的黄壤中微量元素的含量。由图可知第四纪红色粘土发育的黄壤中,硼、钼、锌、铜、镍、钒和镓七种元素的含量为最高,而由花岗岩发育的,硼、钼、铜、钒和铬的含量为最低。铜和锌的图形比较相似,可以认为该两元素在成土过程中的迁移和转化比较类同。在石灰岩发育的黄壤中,锰、钴和铬的含量为最高。



A. 花岗岩发育的 Derived from granite B. 第四纪红色粘土发育的 Derived from Quaternary red clay C. 石灰岩发育的 Derived from limestone D. 页岩发育的 Derived from shale E. 片岩发育的 Derived from schist F. 砂岩发育的 Derived from sandstone G. 平均值 Average

注: C 为同一种成土母质发育的黄壤中元素的平均值。

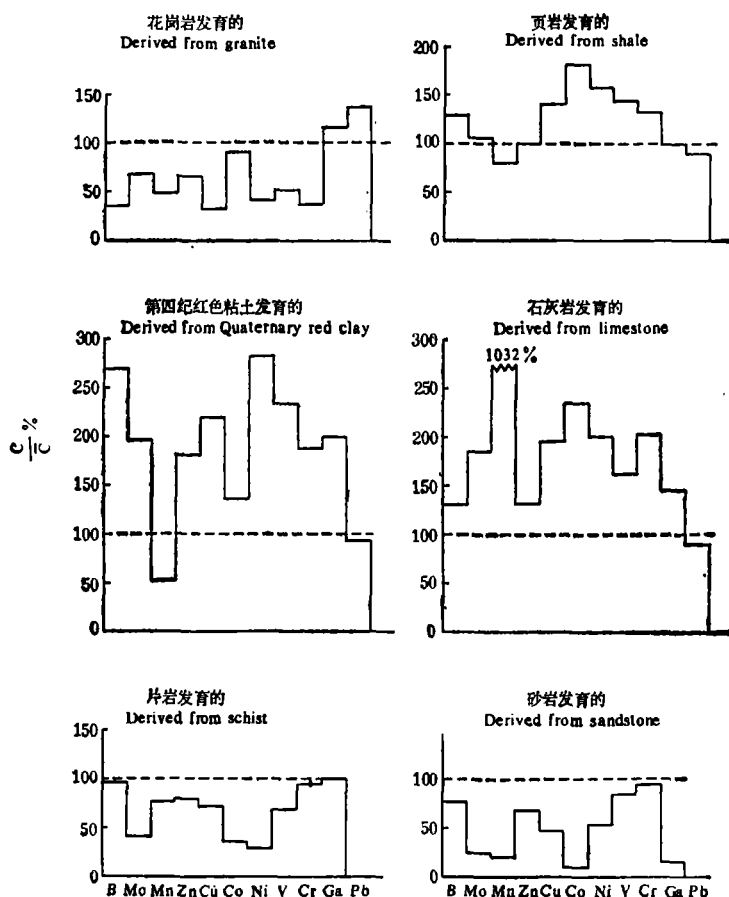
$C_{max}$  为 C 值中的最高值。

Note: C—Average content of an element of yellow earth derived from certain parent material  
 $C_{max}$ —the highest content of that element

图 1 微量元素在各种成土母质发育的黄壤中的含量

Fig. 1 Contents of trace elements in yellow earth derived from various parent materials

图 2 是各种成土母质发育的黄壤中微量元素含量的比较。由图可知第四纪红色粘土,石灰岩和页岩发育的黄壤中各元素都比较丰富,花岗岩、片岩和砂岩发育的都比较贫乏。硼、锰、钴和镍在不同母质发育的黄壤中的含量变幅较大。最高达 26 倍,锌和铬的含量比较稳定。页岩发育的黄壤,各元素的含量与平均值比较接近。片岩和砂岩发育的黄壤中各元素的含量都低于平均值。



注: C 为同一种成土母质发育的黄壤中元素的平均值。

$\bar{C}$  为全部标本中该元素的平均值。

Note: C—Average content of an element of yellow earth derived from certain parent material.

$\bar{C}$ —Average content of that element of all yellow earth samples.

图 2 各种成土母质发育的黄壤中微量元素含量的比较

Fig. 2 Comparison of contents of trace elements in yellow earth derived from various parent materials

### 三、黄壤与红壤的比较

黄壤与红壤是属于同一土类系列的两种土类,两者的微量元素含量很接近,有的元素几乎在同一水平上 (图 3B 红壤中的铅未测定)。黄壤中的锰和钴比红壤低,镓比红壤高 (图 3B)。将各种成土母质发育的黄壤和红壤分别比较,花岗岩发育的黄壤中微量元素含

量除镓以外都比红壤低(图 3A),第四纪红色粘土和石灰岩发育的黄壤中的微量元素含量大都比红壤高(图 3C, D)。镓在这三种母质发育的黄壤中的含量都比红壤中的高,其他各元素的规律性不明显。

图 4 是以地壳中各元素的含量为基数<sup>[6]</sup>来比较黄壤和红壤中各元素的含量。由图可知铜、镍、钒和镓在黄壤中的含量高于红壤,硼、铝、锰、锌和钴在黄壤中的含量低于红壤,铬的含量两者相同。

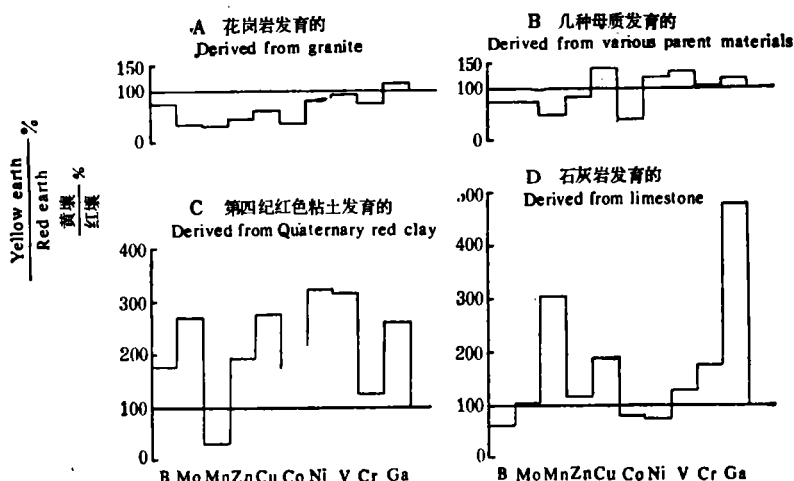


图 3 黄壤中微量元素含量与红壤中含量的比较

Fig. 3 Contents of trace elements in yellow earth in comparison with those in red earth

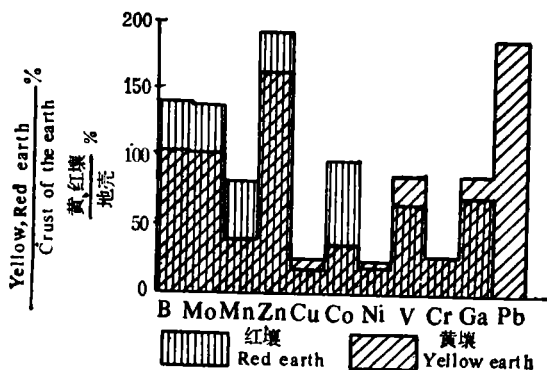


图 4 黄壤和红壤中微量元素含量与地壳中含量的比较

Fig. 4 Contents of trace elements in yellow earth and red earth in comparison with those in crust of the earth

## 结 语

1. 我国黄壤中硼、铝、锰、锌的平均含量都低于全国土壤的平均含量,其他元素则相接

近。

2. 在不同成土母质发育的黄壤中, 微量元素含量的差异为 2—10 倍(石灰岩发育的锰含量差异更大未计入)。

3. 有效态微量元素的含量, 一般都是表层较高。有效态含量与全量的比例, 因不同成土母质和不同元素而异, 差异很大。

4. 黄壤中微量元素的含量与红壤相接近, 花岗岩发育的黄壤的微量元素含量较红壤低, 而第四纪红色粘土和石灰岩发育的黄壤中的微量元素含量一般都较红壤高。所分析的黄壤标本中, 镓含量都高于红壤。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 中国土壤。科学出版社。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所微量元素组, 1979: 土壤和植物中微量元素分析方法。科学出版社。
- [3] Aubert, H. and M. Pinta, 1977: Trace Elements in Soils. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam-Oxford-New York.
- [4] Kovda, V. A., et al., 1964: Microelements of the Soils in the Union of Soviet Socialist Republics. UNSCO/NS/NR49, Paris.
- [5] Swaine, D. J., 1955: The Trace-Element Content of Soils. Commonwealth Bureau of Soil Science Technical Communication No. 48.
- [6] Turekian, K. K. and K. H. Wedepohl, 1961: Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Am., 72: 175.
- [7] Vinogradov, A. P., 1959: The Geochemistry of Rare and Dispersed Chemical Elements in Soils. Consultants Bureau, New York.

## CONTENT AND DISTRIBUTION OF MICROELEMENTS IN YELLOW EARTH

Tang Lihua, Xu Junxiang, Zhu Qiqing and Yin Chuliang

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

### Summary

Yellow earth is one of the main soil great group in the mountainous area of south China.

Thirty four soil profiles derived from granite, Quaternary red clay, limestone, shale, schist and sandstone were analyzed. Total contents of B, Mo, Mn, Zn, Cu, Co, Ni, V, Cr, Ga, Pb and available B, Mo, Mn, Zn, Cu were determined. Conclusions are summarized as follows:

1. The average contents of microelements in yellow earth are:

total B 52 ppm, total Mo 1.53 ppm, total Mn 373 ppm,

total Zn 81 ppm, total Cu 25 ppm, total Co 11 ppm,

total Ni 24 ppm, total V 130 ppm, total Cr 57 ppm,

total Ga 13 ppm, total Pb 30 ppm,

available B 0.27 ppm, available Mo 0.04 ppm,

available Zn 2.05 ppm, available Cu 0.59 ppm,

active Mn 70 ppm.

2. Yellow earths derived from Quaternary red clay, limestone and shale are richer in microelements than those derived from granite, schist and sandstone.

3. In comparison with the average contents of the soils in other countries, Zn and V in yellow earth of China are higher, Mn and Cr are lower, and the others are similar in content.

4. The contents of microelements in yellow earth are equal to those in red earth.