

我国主要土壤的云母含量 与供钾潜力的关系*

罗家贤 蒋梅茵

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文主要介绍用化学方法测定我国主要地带性土壤的云母含量、不同粒级全钾量和钾风化系数,并计算出其钾供给潜力。试验表明:砖红壤、红壤和黄棕壤的云母含量低,而且多数集中在细粒级部分;紫色土和黄土母质发育的土壤含云母较高,但前者含细粒云母多,后者以粗粒云母为主;湖积物和海积物的云母含量取决于其物质来源。 < 2 微米的粒级,全钾量大部分来自云母, > 10 微米的粒级,一半左右是来自云母。14个土壤的供钾潜力与钾风化系数有一致性倾向,风化系数低,供钾潜力差,反之,供钾潜力较高。

缓效性钾对土壤供钾能力的重要性已被证明,水稻吸收的钾素与土壤中缓效性钾含量成显著相关^[3]。缓效性钾的主要来源是含钾矿物,如用 $1N$ HNO_3 对黑云母、白云母和正长石进行连续提取,则分别可提取出它们全钾量的 96%、23% 和 4%^[2,3],可见云母是提供土壤缓效性钾的主要含钾矿物。

我国各种土壤几乎都含有云母,但其含量和钾的释放量是不等的,本文就用化学区分方法对一些土壤的云母含量与土壤供钾潜力的关系作一初步探讨。

一、试样和方法

供试样均为表层土(0—20厘米),采自19个省市自治区,发育于各种成土母质的土壤(表1)。用超声波分散沉降法提取试样中 < 2 、 $2-10$ 、 $10-50$ 和 $50-100$ 微米四个粒级;全钾用氢氟酸-高氯酸法消化;缓效性钾用 $1N$ HNO_3 煮沸10分钟提取;交换性钾用 $1N$ 中性 HN_3OAc 提取;以上三种钾均用火焰光度计测定。土壤中的云母含量是根据全钾减去钾长石的钾差值,乘以参数10而求得,钾长石的钾用 $Na_2S_2O_8$ 熔融法测出^[4]。

二、结果和讨论

(一) 云母含量与成土母质的关系

土壤中的云母可来自母质、大气尘粒和成土过程,但主要来自成土母质。从表1可看出,由玄武岩风化物 and 浅海沉积物发育的砖红壤和花岗片麻岩、石灰岩风化物发育的红

* 工作中得到许冀泉同志的指导,谨表谢意。

表 1 土壤中的云母含量*
Table 1 Content of mica in soils

土壤 Soil	母质 Parent material	采集地点 Locality	样品数 No. of sample	云母含量 (%) Content of mica	土壤 Soil	母质 Parent material	采集地点 Locality	样品数 No. of sample	云母含量 (%) Content of mica
砖红壤	玄武岩	广东徐闻	1	2.2	潮土	河流冲积物	江苏徐州, 河南新乡、开封	4	20.2±3.4
	浅海沉积物	广东湛江	1	1.0	褐土	黄土	山西太谷, 陕西武功、安康	4	25.5±3.0
红壤	花岗片麻岩	广东化州	1	3.6	黑钙土	黄土	黑龙江	2	21.0, 22.9
	花岗岩	广东化州 福建光泽	2	3.3, 24.1	栗钙土	黄土	内蒙呼和浩特	1	19.3
	石灰岩	广西柳江	2	1.0	草炭土	黄土状物质	吉林	1	22.9
	第三纪红色砂岩	江西余江	4	6.6±1.0	灰钙土	黄土	新疆阜康	1	20.5
	第四纪红色粘土	浙江、江西、湖南	5	12.8±2.7	盐土	海积物	江苏射阳	1	13.4
黄棕壤	下蜀黄土	江苏 无锡、江宁	4	9.7±2.4	水稻土	湖积物	湖南汉寿、江苏兴化、安徽霍丘	3	21.7±3.5
棕壤	花岗岩	山东青岛	1	22.0		海积物	上海南汇	1	26.6
紫色土	紫色砂页岩	湖南衡阳、四川重庆	3	30.1±5.3		河流冲积物	湖南、浙江、江苏	4	13.6±2.7

* 部分样品由本所土壤-植物营养化学研究室钾组提供。

壤,云母含量极低,在4%以下,第四纪红色粘土发育的红壤含云母也不高,多数在10%左右,少数可达15%,但比第三纪红色砂岩发育的红壤高些。下蜀黄土发育的黄棕壤云母含量也不高,比黄土发育的褐土和黑钙土低得多,后者含量一般在20%左右。冲积、湖积和海积物质发育的土壤,由于物质来源和颗粒粗细的不同,以及成土过程的差异,土壤中云母含量变动极大,低者只有1%左右,高者可达25%,例如安徽霍丘的城西湖湖积物发育的土壤,云母含量较湖南汉寿洞庭湖湖积物和江苏兴化里下河湖积物发育的土壤为高;江苏射阳的滨海沉积物发育的土壤,云母含量比广东南海的浅海沉积物高得多。紫色砂页岩发育的紫色土一般都含有较多的云母,高者可达30%以上,湖南衡阳的紫色土比四川重庆的紫色土略高些。

(二) 土壤中的云母含量与全钾含量的关系

从表2可看出,大多数土壤中<2微米和2—10微米粒级的全钾量高于其它粒级,但发育于花岗岩的砖红壤,由于钾长石和云母含量都较高,细粒的长石又较粗粒者容易风化,所以>10微米粒级中的全钾量高于<10微米粒级。紫色土和褐土中<10微米粒级可占全土的50—60%,细粒中含钾矿物又多,所以全钾量一般由细粒部分来贡献。

表 2 土壤各粒级中的全钾含量 ($K_2O, \%$)

Table 2 Content of total K in different particle size of soils

土 壤 Soil	样 品 数 No. of sample	$<2\mu$	$2-10\mu$	$10-50\mu$	$50-100\mu$
砖红壤	8	1.87	2.48	2.80	3.10
红 壤	15	2.51	1.77	1.14	0.80
紫色土	5	3.78	2.97	1.63	1.36
黄棕壤	9	2.93	1.69	1.32	—
棕 壤	1	2.67	2.72	1.94	3.12
褐 土	7	3.56	2.86	1.96	1.46
黑钙土、栗钙 土、灰钙土	6	2.68	2.75	2.61	2.97

干、寒地带的黑钙土、栗钙土和灰钙土,含钾矿物风化较弱,并在各粒级中的分配较均匀,各粒级的全钾量差异不大,在 2.6—3.0% 之间。

土壤中全钾量虽不完全取决于无机成分,但是含钾矿物的种类和含量对全钾量起支配作用。砂质土的全钾量主要是来自含钾的长石类矿物;在粘质土中,全钾量主要由云母类矿物提供。但是云母类矿物的影响不仅仅限于粘粒部分,由表 3 所示的各粒级的云母

表 3 土壤中各粒级的云母含量(y)与其全钾量 ($K_2O \%, x$)的关系(以 $y = a + bx$ 表示)Table 3 Correlation between content of mica (y) and total K ($K_2O \%, x$) in different particale size of soils

粒 级 (μm) Particale size	<2	$2-10$	$10-50$	$50-100$
b	9.80	8.87	6.03	4.42
a	-0.71	1.55	-1.00	0.23
r	0.997	0.934	0.886	0.993

注:显著水准均 <0.001 ;除了 50—100 微米粒级外($n = 19$),其余的 n 均为 33。

含量与全钾量的关系(以回归方程式表示)可以看到, <2 微米粒级的 b 值为 9.8,表明该粒级中长石含量极微,从 X 射线的衍射图谱中也看不出长石的衍射峰,所以 <2 微米粒级的全钾量可以全部计算为云母的含量。而 >10 微米粒级,其 b 值为 6.03 和 4.42,表明该粒级中的全钾量的一半左右为云母所含的钾量。因此,应用表 3 的回归方程,通过各粒级的百分数及其全钾量可以估算全土的云母含量。

若以 10 微米作为界限,把云母分成所谓粗粒和细粒两部分,那么,从表 4 可以看出,在南方的砖红壤、红壤和江苏的黄棕壤中,细粒云母相对集中,占全土所含云母的 90% 以上,其中 <2 微米部分可占 70% 左右。紫色土也含有大量的细粒云母,占全土云母的 80% 以上, <2 微米部分占 58%。黄河以北的潮土和褐土,粗粒云母含量显著增多,为全土云母的 36% 左右,而 <2 微米部分云母含量则明显降低。东北、内蒙古和新疆的土壤所含粗

表 4 土壤不同粒级中的云母占全土云母的%

Table 4 % of mica in different particale size of soils in total soil mica

土 壤 Soil	采集地区 Locality	样 品 数 No. of sample	<2 μ	2—10 μ	>10 μ
砖红壤	广东	2	87.0	6.7	6.3
红 壤	广东、湖南、 广西、江西	15	68.6	23.3	8.1
黄棕壤	江 苏	4	74.2	17.5	8.3
紫色土	湖南、四川	4	57.5	23.8	18.7
潮 土	河 南	1	45.5	18.8	35.7
褐 土	山西、陕西	5	48.2	14.3	37.5
黑钙土、栗 钙土、灰钙土	黑龙江、内 蒙古、新疆	5	38.0	14.6	47.4

粒云母更多, 可占全土云母的 47%, 细粒云母含量比潮土和褐土低。

(三) 云母与供钾潜力的关系

1. 土壤中钾的风化系数 土壤用 1N HNO₃ 煮沸 10 分钟连续提取出来的钾称为可风化钾, 全钾量减去水溶性和交换性钾称为结构钾。可风化钾与结构钾之比值定义为钾的风化系数, 用来预测土壤钾的供给能力^[5]。如表 5 所示, 用 1N HNO₃ 提取 10 次的二种云母的钾风化系数表明, 黑云母抗酸的风化比白云母弱得多, 从而钾的释放也多得多。

表 5 黑云母和白云母的钾风化系数

Table 5 Weathering coefficient of K in biotite and muscovite

样 品 Sample	1 N HNO ₃ 提 取 次 数 Times extracted by 1 N HNO ₃									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
黑 云 母	0.18	0.20	0.24	0.24	0.31	0.27	0.29	0.17	0.11	0.07
白 云 母	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01

黑云母每次抗硝酸风化的风化系数是, 开始逐渐升高, 到第 5 次达最高, 其后下降到第 10 次的 0.07。白云母则不同, 开始时风化系数高, 即 0.04, 但此值比黑云母的第 10 次还低, 然后每次提取的风化系数都在渐渐降低, 第 10 次时低达 0.01。这说明黑云母的结构被硝酸开始破坏后, 使结构中的钾逐次释放, 到一定程度时, 结构相对稳定, 钾释放又逐渐减少, 使其风化系数形成似抛物线形。白云母的结构对抗硝酸的破坏作用强得多, 表现出钾的风化系数是从高到低的曲线形。

由于黑、白云母对用 1N HNO₃ 提取钾时的溶解速率不同^[1], 所以当它们同时存在土壤时, 就难以据此分析这两类云母在土壤中的供钾潜力。按不同比例的黑云母和白云母

表 6 土壤中钾风化系数

Table 6 Weathering coefficient of K in soils

土壤 Soil	采集地 Locality	用 1N HNO ₃ 提取次数 Times extracted by 1N HNO ₃				
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
砖红壤	广东徐闻	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
红壤	广西柳州	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
红壤	江西宜春	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
红壤	江西进贤	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
红壤	广东广州	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
黄棕壤	江苏无锡	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
紫色土	四川重庆	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
棕壤	山东青岛	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
潮土	河南新乡	0.08	0.06	0.03	0.02	0.02
褐土	山西太谷	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01
垆土	陕西安康	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02
黑钙土	黑龙江爱辉	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
栗钙土	内蒙呼和浩特	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01
灰钙土	新疆阜康	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02

混合的试样,计算出钾风化系数,可作为不同气候带土壤的钾风化系数的参值,有助于说明土壤供钾潜力与钾风化的关系。

选择从南到北的我国 14 个地带性土壤,用 1N HNO₃ 连续 5 次提取,求出钾风化系数(表 6)。砖红壤和红壤的风化系数都很低,在 0.02 以下。可见南方的土壤是受到极强烈的风化,并且都是含白云母较多,有些红壤的风化系数比砖红壤还低,这不是反映红壤风化更强烈,实际上是由于两者可风化钾数量差异不太大,基数结构钾却差异悬殊所造成的。紫色土和棕壤在第一次硝酸提取时,风化系数几乎相同,接近于纯白云母的第一次提取。事实上,耕作土壤很少含有极新鲜的云母,所以不能认为这两种土壤的风化系数全部是由未风化的白云母提供。从溶解速率看,紫色土与黑云母的曲线相似,棕壤在第一次提取时虽与紫色土提供差不多的钾量,但其后各次递减量很多,并于第 4、5 次接近平衡,这与白云母的溶解速率相似。潮土、褐土、垆土、黑钙土、栗钙土和灰钙土的风化较弱,它们的风化系数在 0.05—0.07 之间。

这 14 种土壤的钾风化系数有从南向北增高的趋势,说明南方的土壤风化强烈,黑云母容易风化,留下的白云母较多,北方的土壤风化较弱,黑云母的含量相对高些。

2. 土壤的供钾潜力 以 1N HNO₃ 提取的钾作为土壤的潜在供给钾,并用缓效性钾少于 33 毫克/100 克土为钾素供应不足、高产作物缺钾较为突出的界限^[5]。从表 7 可看出,砖红壤缺钾最严重,从第一次提取就开始缺 30 毫克/100 克土,五次提取累加起来共缺 156 毫克/100 克土。红壤也明显缺钾,第一次提取至少也缺 15 毫克/100 克土。从前面的讨论可知,因砖红壤和红壤含云母很低,并受强烈风化和细粒部分居多,所以供钾潜力很差。江苏的黄棕壤在第一次提取中也显出负值,它所含的云母虽比砖红壤和红壤多,但白云母比例较大,所以钾素仍不够。棕壤在第一、二次提取都是正值,说明有一定的供钾潜力。紫色土的供钾潜力比上述土壤高,五次提取后仍余 60.4 毫克/100 克土,它的供

表 7 土壤供钾潜力

Table 7 K-supplying potential in soils

土 壤 Soil	采集地点 Locality	每次硝酸提取后需补充或剩余的 K (mg/100g soil) Additional or excess K after each extraction					共五次硝酸提 取后需补充或 剩余的 K (mg/100g soil) Additional or excess K after total 5 times of extraction
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	
砖红壤	广东徐闻	-30	-31	-31	-32	-32	-156
红壤	广西柳州	-30	-31	-31	-31	-32	-155
红壤	江西宜春	-15	-22	-26	-27	-27	-117
红壤	江西进贤	-26	-26	-26	-27	-27	-132
红壤	广东广州	-18	-18	-24	-26	-27	-113
黄棕壤	江苏无锡	-5	-14	-20	-24	-25	-88
紫色土	四川重庆	29	28	9	0	-6	60
棕壤	山东青岛	30	0	-14	-16	-21	-21
潮土	河南新乡	109	53	6	-2	-11	155
褐土	山西太谷	54	21	-3	-8	-10	54
垆土	陕西安康	64	10	-4	-10	-10	50
黑钙土	黑龙江爱辉	59	29	3	-5	-7	79
栗钙土	内蒙呼和浩特	91	25	1	-8	-12	97
灰钙土	新疆阜康	88	24	7	-4	-8	107

注: 表中负值表示需补充的 K, 正值表示 K 有剩余。

钾潜力等级相当于中上水平^[3]。河南新乡的潮土属黄河淤积物, 含云母较徐州(19.4%)和开封(18%)等地的潮土高, 供钾潜力高于紫色土, 前三次提出钾的剩余值补充到后二次提取还多出 155 毫克/100 克土。褐土、垆土和黑钙土、栗钙土、灰钙土共五次提取出的钾都取得较高的正值, 这说明它们供钾潜力都很高, 在一定时期内可为土壤提供充足的钾素。

参 考 文 献

- [1] 罗家贤, 蒋梅茵, 1981: 土壤中含钾矿物的研究 II. 湖南省一些土壤的含钾矿物含量及其与缓效钾的关系。土壤学报, 第 18 卷 1 期, 87—95 页。
- [2] 蒋梅茵, 罗家贤, 1979: 土壤中含钾矿物的研究 I. 含钾矿物中钾的形态及其释放。土壤学报, 第 16 卷 4 期, 414—422 页。
- [3] 谢建昌等, 1983: 我国主要土壤供钾潜力的初步研究。《养分、施肥及植物营养论文集》, 农业出版社。
- [4] Kiely, P. V. and Jackson, M. L., 1965: Quartz, feldspar and mica determination for soils by sodium pyrosulfate fusion. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 29:159—163.
- [5] Martini, J. A. and Suarez, 1975: Potassium status of some Rican latosols and andosols and their response to potassium fertilization under greenhouse condition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 39:74—80.

RELATIONSHIP BETWEEN CONTENT OF MICA AND K-SUPPLYING POTENTIAL IN SOME MAIN SOILS OF CHINA

Luo jiaxian and Jiang Meiyin

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

Summary

Contents of mica in 46 soil samples, total K in particles of different sizes in 51 soil samples and K weathering coefficients of 14 soil samples collected from the main zonal soils of China were determined by chemical methods, and the K-supplying potentials of these soils were also calculated. Content of mica in laterite was very low, that in red earth was more than that in laterite, but it varied greatly with the parent materials. Content of mica in yellow-brown earth was slightly higher than that in red earth. The purple soils and soils derived from loess generally contained more than 20% of mica. Contents of mica in paddy soils derived from alluvium, lacustrine deposits and marine sediment ranged widely.

From the relationship between contents of mica and content of total K in various fractions, it was found that the content of feldspar in the fraction $< 2\mu\text{m}$ was very low, therefore the total K in the fraction $< 2\mu\text{m}$ can be wholly calculated as the content of mica, but half of total K in the fraction $> 10\mu\text{m}$ was the K contained in mica. In laterite, red earth, yellowbrown earth and purple soil, fine particles of mica amounted to 80—90% of total mica. While in fluvo-aquic soil, drab soil chernozem, castanozem and sierozem, the fine mica content decreased, and the coarse mica content increased, amounting to 36—47% of total mica.