

鼎湖山土壤的活性铁铝与土壤水分关系探讨*

张秉刚

(广东省土壤研究所)

摘 要

1. 鼎湖山常绿阔叶林下水化赤红壤的活性铁、铝含量, 明显高于针叶林、混交林的赤红壤。
2. 土壤水分含量及土壤水势是影响活性铁铝含量及其移动的主要因素, 在淋溶层, 淀积层内, 土壤水分含量与活性铁铝含量呈正相关。
3. 活性铁铝含量随土壤水分季节性分配而异, 土壤湿季含量 > 过渡季 > 干季。

关键词: 赤红壤; 水化赤红壤; 土壤水分; 活性铁铝

含多量氧化铁铝是酸性土壤发生发育的重要特征, 它们来自成土母质风化产物的再淀积, 是成土环境和成土过程以至土壤理化性质的具体反映。我国不少学者自 60 年代, 特别是 70 年代末以来, 在对热带亚热带土壤的土壤胶体研究中, 已逐步认识到该地带的土壤性质在很大程度上受铁铝氧化物制约, 因而, 对类似土壤的胶体性质的研究, 摆到了较高的地位。氧化铁、铝有多种形态, 其中活性铁铝呈无定形的。它们在土壤中的移动幅度与程度, 在某种程度上影响施用磷肥的效果; 当它们转化为离子态后, 则影响土壤溶液的组成, 甚至造成养料损失, 影响植物生长。尽管对热带亚热带酸性土壤的活性铁铝论述较多, 但对鼎湖山不同林型土壤活性铁铝的含量及其变化的论著, 仍未见有发表。近年我们在该地开展土壤水热状况定位研究, 发现不同林型土壤的水热条件差异颇大, 拟从土壤水分与物质循环关系方面进行初步探讨, 使定位研究工作深入一步。

一、不同林型土壤的活性铁铝含量

表 1 及本文中有关铁铝含量的分析, 是用酸性草酸铵缓冲液提取的氧化铁、铝, 简称活性铁铝。它们是无定形的, 所谓无定形铁是指“不能发生 X 射线衍射的那部份”^[1]。从表 1 可见, 常年水热条件较好, 土壤呈现“稳湿、稳温”、凋落物层深厚, 有机质含

* 国家自然科学基金委员会资助课题补充内容之一。

量高的阔叶林水化赤红壤，其所含活性铁铝总量最高；水热条件较差，土壤湿度、温度易变、凋落物层薄，有机质含量最低的针叶林赤红壤，其所含的活性铁铝最低；介于上述两种土壤之间的混交林赤红壤，其活性铁铝含量处于中间状态。针叶林、混交林赤红壤的活性铁铝总量只有阔叶林水化赤红壤相应层次的 56.8%、66.6%、75.7% 及 57.1%、66.7%、74.5%。这是水化赤红壤有异于赤红壤的重要特征，可作为发生分类依据之一。

表 1 不同林型土壤的活性铁铝含量*

Table 1 The active ferrallitic content in soil under different types of forest

土 壤 Soil	深度 Depth (cm)	含 量 Content (mg/100g soil)		Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃		pH值
		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	总 量 Total content (mg/100g)	相对含量 Comparison (%)	
阔叶林型土壤 The type of soil under broadleaf forest	5—15	744.6	590.7	1335.3	100.0	4.6
	15—30	589.2	427.8	1017.0	100.0	4.7
	30—50	477.9	326.9	804.0	100.0	4.6
混交林型土壤 The type of soil under mixed forest	8—15	438.8	320.5	795.3	56.8	4.5
	15—30	371.6	305.6	677.2	66.6	4.6
	30—50	280.8	328.2	609.0	75.7	4.7
针叶林型土壤 the type of soil under coniferous forest	33—5	346.8	416.1	726.2	57.1	4.7
	55—15	297.3	381.2	678.5	66.7	4.7
	15—30	282.0	325.2	607.2	74.5	4.8

* 本所技术室王昕、黄天素同志分析(下同)。

二、土壤水分对活性铁铝含量的影响

亚热带森林土壤的发生发育过程中，水明显地影响物质的累积和分解。丰富的水分与充足的热量，有利于铁铝的活化和活性铁铝的移动。同一土壤中，往往由于不同发生层次的水分含量不等，导致 R₂O₃ 物质的活化速度与程度有异。从前人的研究结果看：鼎湖山地区的赤红壤土体 Al₂O₃ 及 Fe₂O₃ 含量分别为 5.2%—17.5% 及 4.7—8.13%，在 0—70cm 剖面中，它们的分布随深度加深而增加^[2]。不少学者指出：“无定形铁具有很大的表面积，化学活性高，是不稳定的，因而在一定的条件下(例如干燥)老化，老化过程是不可逆的，但是在有机物质以及大气因素(H₂O、O₂、CO₂)等综合作用下，老化了的氧化铁可以通过螯合溶提作用，氧化还原作用、水合以及溶解等途径而活化，即从晶体的转化为无定形的”^[3]。鼎湖山不同林型土壤受不同水热条件影响，铁铝活化或老化速度、程度也不同。针叶林赤红壤干湿过程明显，有利于氧化铁的老化。阔叶林水化赤红壤常年稳湿稳温，针叶林混交林赤红壤表层水分含量高，均有利于氧化铁活化。Shezman(1957、1958)及 Plucknett 等指出“湿润的水分状况都有利于羟基铝等无定形物质的形成”^[4]。从表 2 资料看：同一土壤的同一深度土层，由于采样时土壤含水量不等，活性铁铝含量差异较明显，总的趋势是含水量越高，活性铁铝含量也越高，二者呈正相关。如 3—15cm 土层，当水分含量为 22.78% 时，活性铁铝含量为 854.75

mg/100g土,而当含水量为13.03%时,只有590.22mg/100g土,前者比后者高30.95%,这里值得进一步讨论的是水分与活性铁铝的垂直分布趋势是自上而下递减,这似乎与南亚热带土壤物质的淋失、淀积有矛盾,与文献[2]所述 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 自上而下递增有矛盾。作者根据1983—1988年不同林型土壤的水热动态材料,初步认为即使在干旱阴凉的月份,三种林型土壤的0—15cm层的水分含量均高于下层,这表明三种土壤的水分,在大多数时间内是自下而上运行至地表,而地表又为凋落物所覆盖,有利于氧化铁铝活化,导致上层活化铁铝率高于下层。同时,在林冠降水过程中,松软的凋落物吸收了大量水分,通过重力水淋移的活性铁铝量减少,滞留在上层的相应增多,这也是构成上层含量多的因素。

表2 土壤水分对活性铁铝含量的影响

Table 2 The effect of soil moisture on the active ferrallitic content

土壤 Soil	深度 Depth (cm)	土壤水分 Soil absolute moisture (%)	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$ (mg/100g soil)		
			Fe_2O_3	Al_2O_3	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$
赤红壤 Lateritic red earth	3—15	22.78	457.61	397.14	854.75
	15—30	23.35	464.76	376.23	840.99
	30—50	21.12	411.13	271.73	682.86
赤红壤 Lateritic red earth	3—15	13.03	232.38	357.84	590.22
	15—30	13.79	205.57	437.36	624.95
	30—50	11.57	178.75	318.08	496.83

三、土壤水势对活性铁铝含量的影响

非饱和赤红壤的水分运动方向、强度,取决于剖面中两点的势能差,即水由水势高的深度向水势低的深度流动。从表3可看出,两种土壤的15—30—50cm土层水势均高于其上层,表现了土壤水分自下而上运行。土壤中的活性铁铝含量则上层高于下层,与水

表3 水势对土壤活性铁铝含量的影响(mg/100g土壤)

Table 3 The effect of soil water potential on the active ferrallitic content (mg/100g soil)

土壤 Soil	深度 Depth (cm)	土壤水势 Soil water potential (bar)	Fe_2O_3	Al_2O_3	总量 Total content $Fe_2O_3 + Al_2O_3$
赤红壤 Lateritic red earth	3—5	0.98	339.63	497.00	836.63
	15—30	0.92	253.83	357.84	611.47
	30—50	0.87	214.50	357.84	572.34
水化赤红壤 Hydrated lateritic red earth	5—15	0.77	804.38	675.92	1480.30
	15—30	0.73	727.52	556.64	1284.22
	30—50	0.71	598.82	477.12	1075.94

分含量一致。这说明了随着土壤水分向上移动,增加了上层水分,有利于氧化铁铝活化,增加活性铁铝含量。同时,水分的不断蒸散,随水分上升带来的活性铁铝也随着滞留上层。这也是形成表层高于下层的因素之一。

四、土壤活性铁铝的季节性含量

作者根据几年观测资料,将土壤水热状况划分为干凉季(12—2月)、湿热季(4—9月)两个过渡季(3月及10—11月),各个季节中土壤的活性铁铝含量见表4。

表4 土壤活性铁铝的季节性含量
Table 4 Seasonal change of active ferrallitic content

季 节 Seasons	深 度 Depth (cm)	土壤水分 Soil water (%)	含 量 Content(mg/100g soil)			Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ 相对含量 Comparison (%)
			Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	
干 季 Dry season	5—15	15.96	339.63	278.32	617.95	100.00
	15—30	15.17	280.64	308.14	588.20	100.00
	30—50	12.32	187.69	218.68	406.37	100.00
过 渡 季 Transitional season	5—15	20.05	443.30	238.56	681.86	110.35
	15—30	17.23	318.18	278.32	596.50	101.42
	30—50	16.28	298.58	257.84	556.42	136.92
湿 季 Wet season	5—15	26.63	486.20	382.60	868.80	140.60
	15—30	25.03	443.90	317.96	761.86	129.53
	30—50	23.18	318.56	368.20	686.76	169.00

有关有利于氧化铁铝老化或活化的土壤水热程度,至今尚未有资料介绍。我们只能以同一种土壤的同一层次进行比较,从中找出不同季节的含量来说明其季节性的含量。供试土壤属混交林赤红壤,在干凉季节,土壤水分低于田间持水量的70%,30cm层内土温平均低于15°C;在湿热季节,土壤水分含量高于田间持水量的80%,30cm层内土温高于20°C;在第一过渡季,土壤水分占田间持水量的70—80%,30cm土温15—20°C。从表4资料看,活性铁铝含量有随土壤水分含量多少而异的趋势。湿热季土壤水分含量高、土温也高,活性铁铝含量也高;干凉季土壤水分含量低,土温也低,活性铁铝含量偏低;过渡季土壤水分、温度居于二者之间,活性铁铝含量也处中间状态。这在很大程度上表明了土壤水热状况的改变,导致活性铁铝含量的改变。从总的趋势看,在自然含水量占田间持水量60—100%范围内,活性铁铝含量随土壤水分含量增加而增加。

五、小 结

通过定位观测研究,可以认为土壤水分是氧化铁铝活化或老化的主要因素之一,当土壤自然含水量达到田间持水量时,对氧化铁铝的活化最有利,而低于田间持水量60%

时, 可能导致氧化铁铝老化。土壤水分又是活化性铁铝移动的动力。有关土壤渗漏水成分与土壤水分动态的关系, 以及活性铁铝的淋失与淀积的关系, 有待进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 于天仁, 1988: 土壤分析化学。科学出版社, 353页。
- [2] 何宜庚, 1983: 广东省鼎湖山自然保护区的土壤。华南师范大学学报(自然科学版), 第1期, 94页。
- [3] 陈健飞, 1985: 铁在铁铝性土壤发生分类上的意义。土壤地理研究, 全国高等院校土壤地理研究会, 第2辑, 11—15页。
- [4] 熊 毅等, 1983: 土壤胶体, 第一册。土壤胶体的物质基础。科学出版社, 184—195页。

STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL ACTIVE FERRALLITIC AND SOIL MOISTURE IN DINGHU SHAN

Zhang Binggang

(*Institute of Soil Science of Guangdong Province*)

Abstract

The relationship between the active ferrallitic and moisture in soil under different forest types in Dinghu Shan is studied in this paper. The conclusion is given as follows:

1. Under broad-leaf forest, the content of active ferrallitic in hydrated lateritic red earth is distinctly higher than that in the same type of soil under coniferous forest or mixed one.

2. The active ferrallitic content as well as its movement are mainly affected by moisture content and water potential in soil. The active ferrallitic content is positive correlation with the water content in leached horizon as well as in illuvial one.

3. The active ferrallitic content varied owing to the changing of water content in soil with the seasons. The content of active ferrallitic is highest in wet season, lowest in dry season, and intermediate in transitional period between wet season and dry one.

Key words: Lateritic red earth; Hydrous lateritic red earth;
Soil moisture; Active ferrallite