

海南岛火山灰土的性状与利用

冯所钦 林秀琴 翁诗超 覃恩耿 陈理

(海南省土肥站)

摘 要

对第三期火山喷发物上发育的火山灰土的形成、分布及理化特性进行了研究,并就改善火山灰土干旱缺水的情况提出了措施。

按照全国第二次土壤普查技术规程的要求,对我省火山灰土的形成、分布、土壤特性及改良利用等作了进一步的调查研究,通过分析评价,探讨了火山灰土的适宜性与障碍因素,为充分发挥海南省优越的热带自然条件,合理开发利用土壤资源,扩大多种经营提供科学依据。

一、火山灰土的形成、面积与分布

海南岛火山灰土是在新生代第四纪晚更新世末期以后的玄武岩质火山喷出物母质上发育形成的。据地质部门资料^①,新生代第四纪晚更新世末期以后的火山喷发属第三期玄武岩喷发,海南岛最后一次火山喷发,距今大约1—2万年。

海南岛玄武岩喷发总面积近4000平方公里,火山喷发至今已有三期^①。第一期在第四纪早更新世喷发,面积2340平方公里,占总面积的59.9%,已高度风化,形成玄武岩砖红壤;第二期在第四纪晚更新世早期喷发,面积570平方公里,占总面积的14.5%,也已高度风化形成玄武岩砖红壤;第三期玄武岩喷发,面积1000平方公里,占总面积的25.6%。在这种玄武岩质的火山喷发物上形成的土壤,母质特性十分明显,在土体中,火山砾石、火山弹很多,发育微弱,风化程度很低,红化现象很弱或基本没有红化。在县级普查中将这类土壤划为砖红壤的幼龄土,称为火山灰幼龄砖红壤,本文将重点讨论这类火山灰土的特性。

全省火山灰土总面积约133万亩,分布有三大片,第一片是琼山、海口片,总面积75万亩,主要分布在永兴、石山、龙塘等地区;第二片为儋县木棠片,面积44万亩,主要分布在木棠、峨蔓、三都等地区;第三片为定安龙塘片,面积14万亩,主要分布在龙塘、岭口等地区。

二、火山灰土的理化性状

玄武岩质的火山喷出物幼龄土壤,在剖面性态、理化性状等方面与第一、二期玄武岩砖

^① 地质部广东地质局区域地质测量大队,《中华人民共和国海南岛地质图说明书》,1964。

红壤有明显的差异，主要有以下几个方面。

(一) 剖面性态

土壤通体含大量的火山灰、火山弹、火山石砾，含量多寡与形成年代，距火山口远近有关。形成年代久的相对少，形成年代近的相对多；离火山口近的含量多，远的相对少。土壤孔隙较多，尤以最近期喷发和距火山口近的为甚。机械组成多为重石质砂壤土至重石质中壤土，早期喷发的质地相对较重，晚期的较轻。

土壤剖面发育不明显，早期的剖面呈A、(B)C、C、D型，晚期的呈A、C、D型。早期的多为灰棕色(5YR5/2*)至暗灰棕色(5YR4/2)、棕色(7.5YR4/4)，晚期的多为暗灰色(5Y4/1)至暗棕色(7.5YR3/4)和黑棕色(7.5YR2/2)。如属早期的如儋县松林23号剖面：A层0—13 cm，棕色，重石质中壤土，大于3 mm的砾石占42.2%。(B)层13—38 cm，灰棕色，块状，重石质轻壤土，大于3 mm的砾石占61.8%。属晚期的如琼山县永兴剖面6号：A层0—13 cm，暗灰色，碎块状，重石质轻壤土，大于3 mm的砾石占44.6%。C层13—65 cm，暗灰色，碎块状，重石质砂壤土，大于3 mm的砾石占85.1%。对比由第一期玄武岩喷发形成的玄武岩砖红壤，有明显的区别。如琼山县谭文82号剖面：A层0—19 cm，暗棕色(2.5YR3/6)，块状，轻粘土，没有大于3 mm的砾石，B层19—100 cm，棕红色(2.5YR4/8)，块状，重壤土，没有大于3 mm的砾石。

(二) 盐基组成、总量、代换量和饱和度

火山灰土除交换性K⁺与玄武岩砖红壤接近外，交换性Mg⁺⁺、Ca⁺⁺、Na⁺含量均比地带性土壤——玄武岩砖红壤高出几倍，甚至十几倍。交换性盐基总量、代换量和盐基饱和度不仅比玄武岩砖红壤高，而且也比其它母质形成的砖红壤、赤红壤、黄壤高。

表1 火山灰土与玄武岩砖红壤理化性状比较

土壤类型	样本数	交换量(me/100g土)							交换性盐基总量 (me/100g土)	有效交换量 (me/100g土)	代换量 (me/100g土)	盐基饱和度 (%)
		K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	交换性酸总量	交换性H ⁺	交换性Al ⁺⁺⁺				
火山灰土	9	0.48	0.33	7.35	6.49	0.24	0.12	0.12	14.7	14.9	26.2	56.0
玄武岩砖红壤	4	0.45	0.20	1.12	0.69	0.81	0.68	0.13	2.46	3.28	8.97	26.8

注：土壤交换量：1N醋酸铵淋洗法。分别测定Ca⁺⁺ Mg⁺⁺(EDTA络合滴定法)、K⁺ Na⁺(火焰光度计法)；1N KCl溶液浸提测定H⁺ Al⁺⁺⁺(氢氧化钠滴定)。由广东省农科测试中心分析。

表2 火山灰土与地带性土壤理化性状比较

土壤类型	火山灰土	玄武岩 砖红壤	花岗岩 砖红壤	砂页岩 砖红壤	浅海沉积 物砖红壤	玄武岩 黄色 砖红壤	花岗岩 黄色 砖红壤	花岗岩 黄壤
样本数	9	4	3	3	4	2	1	1
交换性盐基总量 (me/100g土)	14.7	2.46	0.98	1.34	0.39	3.00	2.02	1.71
代换量 (me/100g土)	26.2	8.97	3.07	2.77	1.71	10.0	11.3	5.65
盐基饱和度 (%)	56.0	26.8	40.9	48.4	24.7	29.9	17.9	30.3

* 根据华中农学院编制的标准土壤比色卡比色。

火山灰土类中，早期喷发的与晚期喷发的，在理化性状上也有一定的差异。根据广东省农科院测试中心分析，除交换性H⁺早期喷发的比晚期喷发的略低外，其余代换性K⁺、Na⁺、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺、盐基总量、有效代换量、盐基饱和度等都符合火山灰土早晚期喷发的规律（表3）。

表3 早、晚期喷发的火山灰土理化性状比较

类型	样本数	交换量(me/100g土)							pH (水提)	交换性 盐基总量 (me/100g土)	代换量 (me/100g土)	有效交换量 (me/100g土)	盐基 饱和度 (%)
		K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	交换性 酸总量	交换性 H ⁺	交换性 Al ⁺⁺⁺					
早期	3	0.38	0.26	5.45	3.83	0.14	0.04	0.10	6.56	9.92	16.1	10.1	65.2
晚期	3	0.52	0.48	10.6	12.20	0.18	0.08	0.10	6.97	23.8	33.5	23.9	70.2

(三) 酸碱度

从采集的9个有代表性的土样分析结果看，微酸性(pH5.5—6.5)的有3个，占33.3%，中性(pH6.5—7.5)的有6个，占66.7%，酸性和碱性的没有。从表4可以看出，pH值高是火山灰土区别于地带性砖红壤的重要特性之一。

表4 火山灰土与砖红壤 pH 值比较

土壤类型	火山灰土	玄武岩 砖红壤	花岗岩 砖红壤	砂页岩 砖红壤	浅海沉积物 砖红壤	玄武岩黄色 砖红壤	花岗岩 赤红壤	花岗岩 黄壤
pH (水提)	6.67	5.3	5.8	5.5	5.4	5.7	4.8	5.0
样本数	9	88	163	72	137	16	1	3

(四) 表层养分

火山灰土的表层养分除全钾含量较低外，有机质、全氮、全磷、碱解氮含量均丰富，速效磷与速效钾属中上水平，比地带性土壤都高(表5)。这与形成火山灰土的母质、形成年代

表5 火山灰土与地带性土壤养分含量比较*

土壤类型	火山灰土	玄武岩砖红壤	花岗岩砖红壤	砂页岩砖红壤	浅海沉积物 砖红壤	玄武岩黄色 砖红壤	花岗岩赤红壤	花岗岩黄壤
样本数	11	88	136	72	137	16	1	1
有机质(%)	5.78	2.50	1.73	2.00	0.99	2.46	1.70	3.39
全氮(%)	0.258	0.093	0.062	0.095	0.046	0.103	0.080	0.149
全磷 (P ₂ O ₅ %)	0.331	0.128	0.034	0.047	0.028	0.167	0.025	0.018
全钾 (K ₂ O%)	0.48	0.27	1.92	1.07	0.39	0.34	3.09	2.57
碱解氮 (ppm)	204	128	62.2	66.5	37.9	72.1	166	-
速效磷 (P ₂ O ₅ ppm)	12.4	10.7	5.90	4.00	6.10	8.50	9.20	11.0
速效钾 (K ₂ Oppm)	105	41.1	87.1	47.0	25.7	42.3	173	101

* 常规分析方法

以及繁茂的植被关系很大。

(五)微量元素

火山灰土的有效态铜、锌、锰、钼和铁的含量，与玄武岩砖红壤差异不大。铜、锰、铁含量丰富，锌含量中等，钼与硼含量低于临界值。中期喷发与晚期喷发的火山灰土中，以钼含量差异最明显，其次为锌、锰(表6)。

表6 有效态微量元素含量比较*

土壤类型	样本数	Cu		Zn		Mn		Mo		B		Fe	
		含量	等级**	含量	等级								
火山灰土	9	3.10	五	0.73	三	63.0	五	0.01	一	0.39	二	32.3	五
玄武岩砖红壤	2	2.12	五	0.36	三	74.5	五	0.18	三	0.36	二	11.7	四
早期喷发火山灰土	2	3.09	五	1.03	四	86.8	五	0.16	三	0.48	二	25.3	五
晚期喷发火山灰土	3	3.11	五	0.72	三	61.9	五	0.09	一	0.36	二	22.4	五

* 常规分析方法

** 根据全国土壤普查微量元素统一分级标准划分。

三、火山灰土的利用与改良

火山灰土分布于海南岛玄武岩台地的中部与西北部。中部地区年降雨量1700—1800mm，干燥度0.7—0.85^②。虽属湿润类型，但由于干湿季明显，土壤砾石多，渗透性很强，农业生产上的突出矛盾是干旱缺水。而西北部火山灰土地区，年降雨量不足1000mm，干燥度大于1.2，属半干旱类型。由于修建了松涛水库的西干渠配套工程，水田用水基本解决，但旱坡地受旱仍较严重。因此，干旱缺水是海南岛火山灰土地区的共同问题。火山灰土地区的优势是土壤肥沃，有机质和微量元素都比较丰富，一般在不受旱的情况下，植物生长茂盛。根据火山灰土的土壤特性，气候条件和群众改良利用经验，火山灰土的利用应重点抓以下几点：

(一)发展热带果树和造林

针对火山灰土地区干旱的气候条件，首先应营造小叶桉、大叶相思等树种为主的方格林与护田林和营造以苦楝、海棠为主的用材林，以改善火山灰土地区的小生物气候条件和解决燃料、建筑材料的方针，并针对火山灰土砾石多、孔隙多、土壤肥沃，适合深根木本植物生长的特点，大力发展热带木本果树，如丁香荔枝、龙眼、菠萝密等，使火山灰土地区成为海南热带、亚热带水果的重要基地。

(二)兴修水利，改变火山灰土地区干旱缺水的状态

解决火山灰土地区干旱的关键是兴修水利。引松涛水库水灌溉或挖井机灌，解决水田、旱地农作物和果树用水，发挥火山灰土肥力高的产生潜力，充分利用洼地开荒造田、增加粮食产量。火山灰土的缓冲性能好，一般不易脱肥，施氮肥稍多也不易造成贪青倒伏。在相同条件下，单产比玄武岩砖红壤要高。

② 海南行政公署农业区划委员会、海南岛热带农业区划综合考察队汇编，《海南岛农业区划报告集》，1964。

(三) 充分利用旱坡地发展旱粮、豆类和烟草作物

火山灰土地地区除砾石多的应发展水果和营造林外, 开辟耕地发展粟类、玉米、高粱等旱粮和黑豆、芝麻等作物十分必要, 最近引种成功烟草, 长势良好, 达到量高质优, 可望成为我省烟草生长基地, 这也是充分利用旱坡地的途径之一。

(四) 扩种豆科饲草绿肥, 促进畜牧业的发展

火山灰土地地区土地肥沃, 小灌木、草类生长茂盛, 农民历来有饲养草食性牲畜的习惯。要充分利用火山灰土山砾石特多、无法开垦的闲荒地, 但适合牧草生长的特点, 采用人工播种豆科饲草绿肥如格拉姆(Crahan)、库克(Gook)、矮柱花草(*Stylosanthes Sudaica*)、大翼豆(*Sirotro*)以及禾木科牧草等, 变野生杂草为人工牧草, 提高草地载畜量, 发展草食牲畜。

(五) 合理施肥 不断提高土壤肥力

针对火山灰土速效磷和全钾以及微量元素铜、硼含量低的状况, 必须在发展豆科绿肥, 施用有机肥料的基础上, 增施磷、钾肥和钼、硼等微肥, 以利作物产量不断提高。

此外, 火山灰土地地区有大量火山砾石、火山弹和火山灰, 是制造水泥好原料, 埋藏于地下的玄武岩是建筑材料, 应进行有计划的开采。

(上接封3)

三、应 用

(一) 土壤中水溶性钙的测定 将土壤样品以1:10的土水比振荡半小时, 过滤, 吸一定体积的提取液, 调节离子强度为0.1M, 用标准添加法测定, 结果见表5。如果测定各种天然水、工厂废水及生活用水中的钙, 只需吸取一定体积, 用电极进行测定。

(二) 土壤中交换性钙的测定 将土壤样品用0.1MKCl溶液以1:10的土水比振荡半小时, 过滤。用标准添加法测定钙, 并计算出土壤中的交换性钙量, 结果见表5。

(三) 滴定曲线 图2和图3分别为红壤和砖红壤胶体的pH和pCa的滴定曲线。对于两种土壤, 假定其表观阳离子交换量在pH 7时分别为每100克17.0和7.2毫克当量, 则其相应的pCa值为2.77和2.93。

四、结 论

应用ETH—129和ETH—1001中性载体为电活性材料制成的PVC膜钙电极, 响应时间较快, 适用的pH下限较常用的以辛基苯基磷酸为电活性材料的钙电极为低。其他性能也颇为良好。这为研究土壤中钙的化学, 特别是在田间测定土壤中钙的含量提供了良好的工具。这种电极已在土壤石灰位的研究中得到应用(Wang and Yu, 1986)。

参 考 文 献

- [1] 于天仁、张效年等编著, 电化学方法及其在土壤研究中的应用, 科学出版社, 1980。
- [2] Ammann, D. et al., Calcium ion-selective electrode based on a neutral carrier, *Anal. Lett.*, 5: 843-850, 1972.
- [3] Ammann, D. et al., Neutral carrier based ion-selective electrode. *Ion-selective Electrode Rev.*, 5: 3-92, 1983.
- [4] Ross, J. W., Calcium-selective electrode with liquid ion-exchanger, *Science*, 156: 1378-1379, 1967.
- [5] Wang, J. H. and Yu, T. R. Lime potential of variable charge soils, *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 149: 598-607, 1986.