

海南岛北部火山岩分布区土壤—景观关系研究

龚子同 黄成敏

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文论述了海南岛北部火山岩分布区土壤特性,并进行了土壤系统分类的高级单元和基层单元的划分。同时,探讨了这一地区土系与土壤—景观的关系。

关键词 海南岛;火山岩;土系;土壤—景观

海南岛东北部的地形平坦,起伏不大,多低丘与台地分布,成土母质主要为第四纪玄武岩风化残积物和运积物。这一地区被认为分布有我国风化成土程度最高的土壤。20世纪50年代后,许多土壤学者就土壤分布^[1]、土壤地球化学^[2]、土壤矿物^[3]、土壤化学^[4,5]等方面进行全面调查和研究。在土壤发生与分类方面的报道更不胜枚举^[6~8]。随着中国土壤系统分类的不断完善,以土系为基础的基层分类单元工作正在展开^[9]。琼北地区火山岩发育的土壤在1953年前即划分有三门坡、福山、土桥、雷虎等土系,曾在国内广大土壤工作者中产生一定影响。在新形势下,依据土壤系统分类的思想以及土壤—景观关系原理,重新对这一地区土系加以研究,显得十分必要。同时,也将为其它地区在已有丰富和深入的研究基础上,进行土壤系统分类的基层分类研究提供借鉴。

1 成土环境

雷州半岛和海南岛北部(简称雷琼地区),是我国第四纪火山岩分布面积最大的地区。其中琼北地区分布面积为4160km²,占海南岛总面积的12%^[10]。火山岩又以基性的玄武岩为主,还分布有一些火山凝灰岩和火山碎屑岩。

琼北属热带季风气候。太阳总辐射量大,年平均约115~125kcal/cm²;日照时数多,在2000小时以上。同时,降雨丰沛,干湿季分明,雨热同步。琼北地区雨季(5月下旬~9月)降雨量约占全年的80%。由于海南岛中部山地高耸,构成东北—西南走向的高山屏障,使岛内水分状况区域性变化较大。琼北玄武岩分布区根据地形地貌分别属东部丘陵台地和沿海平原,其年均温24.0~24.5℃,≥10℃积温8400~8600℃,年降雨量1800~2000mm,以及琼北沿海台地半湿润地区,年均温23~24℃,≥10℃年积温8500~8700℃,年降雨量1400~1800mm。

琼北玄武岩分布区主要地形为平整的台地,海拔多在0~100m间,坡度一般小于8°,火山锥零星耸立于台地上。

在喷发时代晚的未被利用的玄武岩台地上以刺葵、姚金娘—蜈蚣草、飞机草构成的灌草丛群落和白茅、扭黄茅、蜈蚣草构成的草原群落为主;在琼山市永兴、石山附近的火山灰和玄武岩熔岩台地上人们将清理的火山砾石筑成围墙,形成“石埂旱园”,园内种植水果和豆类、甘蔗等作物。早期喷发形成的台地多辟为农业用地和橡胶林地,部分台地和火山穹隆上分布次生的台湾相思和桉树。

2 土壤特性与高级分类

2.1 研究土壤的自然环境特点

控制琼北第四纪以来不同年代喷发的玄武岩和火山角砾岩以及火山灰风化残积物和运积物上发育的成土因素主要有成土时间、降雨(土壤水分状况)、以及岩性类型。受这三种成土因素影响,琼北火山岩区上形成的土壤构成 3 个系列,即火山角砾岩系列、湿润偏向常湿润水分状况系列、玄武岩岩性的成土时间(更新世早期 Q_1 、中期 Q_2 、晚期 Q_3 及全新世 Q_4) 系列。3 个系列间发生过程、土壤特性和土壤类型存在很大差异,其中因火山角砾岩

表 1 单个土体的成土环境概况

土壤系列	单个土体号	采样地点	岩性类型	土壤水分状况	成土年代 ^[10]
火山角砾岩发育土壤系列	HW10	琼山市永兴	火山角砾岩	湿润	Q_1
	玄-4 ^[6]	琼山市永兴	火山角砾岩	湿润	Q_1
湿润偏向常湿润土壤水分状况系列	HE11	琼山市三门坡	玄武岩	湿润偏向常湿润	Q_1
	HE10	琼山市云龙	玄武岩	湿润偏向常湿润	Q_2
	H15 ^[8]	文昌县蓬莱	玄武岩	湿润偏向常湿润	Q_2
玄武岩成土时间系列	HE09	琼山市十字路	玄武岩	湿润	Q_2
	HW03	儋州市洋浦	玄武岩	湿润	Q_3
	HE05	定安县石坡	玄武岩	湿润	Q_3
	H16 ^[8]	定安县龙塘	玄武岩	湿润	Q_3
	HW04	儋州市德义岭	玄武岩	湿润	Q_3
	H18 ^[8]	澄迈县福山	玄武岩	湿润	Q_3
	C1 ^[7]	澄迈县福山	玄武岩	湿润	Q_3
	玄-6 ^[7]	琼山市	玄武岩	湿润	Q_3
	HW02	儋州市新盈农场	玄武岩	湿润	Q_3

和火山灰分布面积小,湿润土壤水分状况占主导,所以成土时间系列为主系列。

研究土壤的一般成土环境特征见表 1。HE11 与 HE10、H15 单个土体的土壤水分状况虽相同,但 HE10 和 H15 属湿润向湿润偏向常湿润水分状况过渡类型。根据气温推算土壤均具有高热性土壤温度状况^[11]。

在琼北, Q_3 、 Q_2 时期无火山活动,故未有岩浆喷溢,无该时期玄武岩分布^[10]。

2.2 土壤特征与性质

2.2.1 土壤的一般特性 火山角砾岩岩性母质上发育土壤色调偏黑,而湿润偏向常湿润水分状况的土壤偏黄。玄武岩岩性上的成土时间系列土壤随成土时间增加,色调由黑棕向暗红色变化,而 pH 和粘粒含量分别有逐渐降低和增高的趋势(表 2)。土壤有机碳含量以火山角砾岩上发育土壤最高,其粘粒含量较低。

2.2.2 土壤的粘土矿物和氧化铁含量 除火山角砾岩岩性母质上发育土壤游离氧化铁含量较低外,其余土壤均高于 100g/kg(表 3), K_2O 含量相对较高,粘土矿物以水铝英石,高岭石为主。湿润偏向常湿润水分状况下发育的土壤铁游离度高,主要粘土矿物中均出现针铁矿。玄武岩岩性母质成土时间系列土壤则随成土时间增加,铁游离度有不断提高的趋势,粘土矿物类型也由高岭石为主,转变为高岭石,赤铁矿和高岭石,三水铝石,赤铁矿。

2.2.3 土壤的交换性能 火山角砾岩岩性母质上发育土壤的 CEC_7 、 CEC_7 /粘粒、 $ECEC$ /粘粒等值均高,表明土壤粘粒活性高(表 4)。湿润偏向常湿润水分状况下发育的土壤成土年代老, CEC_7 低, CEC_7 /粘粒, $ECEC$ /粘粒分别小于 16 和 12 cmol/kg。随成土时间增加,玄武岩岩性母质成土时间系列土壤 CEC_7 、 CEC_7 /粘粒、 $ECEC$ /粘粒明显降低。

2.3 土壤高级分类

海南岛北部火山岩岩性母质上发育的土壤类型众多,根据中国土壤土壤系列分类检索^[9],仅分属的土纲就有 6 个。在火山角砾岩和火山灰岩性母质上以及湿润偏向常湿润土壤水分状况下形成的土壤分布面积小,成土因素作用变异小,所以土壤类型相对简单。而成

土时间系列土壤的类型从弱发育的新成土至高度发育的铁铝土均有出现(表5)。

表2 琼山火山岩母质上发育土壤的一般特性

单个土 体号	层次	深度 (cm)	干态颜色	有机C (g/kg)	pH		颗粒组成(粒径:mm, g/kg)		
					H ₂ O	KCl	2~0.05	0.05~0.002	<0.002
HW10	A	0~8	黑棕(10YR2/2)	49.6	6.3	5.0	218	567	215
	AC	8~19	黑棕(10YR2/3)	29.6	6.9	—	286	529	185
	A	0~15	棕(5YR4/3)	21.5	6.4	—	—	—	268
	B	15~60	红棕(5YR4/3)	29.9	6.4	—	—	—	310
HE11	A	0~12	亮黄棕 10YR6/8)	23.3	4.3	3.5	63	369	568
	AB	12~30	亮黄棕 10YR6/6)	18.9	4.3	3.5	28	394	578
	B2	55~80	亮黄棕 10YR6/8)	9.5	5.0	4.2	40	346	614
	BC	95~120	亮黄棕 10YR6/8)	4.5	4.9	4.7	13	311	676
HE10	A	0~25	红棕(5YR4/8)	9.2	4.5	4.1	33	388	579
	AB	25~50	红棕(5YR4/6)	4.3	5.3	5.1	26	328	646
	B2	70~90	红棕(5YR4/6)	5.8	5.1	4.8	27	372	601
	BC	120~140	红棕(5YR4/7)	8.8	4.8	4.1	73	409	518
H15 ^[8]	A	0~10	红棕(5YR4/6)	17.5	4.3	3.8	—	—	603
	B1	22~65	红棕(5YR4/6)	6.8	4.4	3.9	—	—	606
	2B3	87~128	红棕(5YR4/8)	3.9	4.8	4.0	—	—	684
	2BC	160~200	红棕(5YR4/8)	2.6	5.1	4.7	—	—	557
HE09	A	0~15	棕(10YR4/4)	14.3	6.4	4.9	152	627	221
	(A)C	15~30	黑棕(10YR3/2)	10.0	6.6	—	120	549	331
HW03	A	0~12	棕(7.5YR4/6)	27.6	6.2	4.8	286	428	286
	AC	12~44	棕(7.5YR4/6)	15.8	6.1	4.7	145	401	454
HE05	A	0~15	棕(10YR4/4)	16.1	5.6	4.2	331	427	242
	A(B)	15~35	棕(10YR4/4)	9.6	5.5	4.3	360	361	279
	B	35~50	棕(10YR4/4)	8.2	6.1	5.0	328	310	362
H16 ^[8]	A	0~17	暗红棕(5YR3/2)	25.3	5.1	4.0	—	—	309
	B	17~35	暗红棕(5YR3/4)	24.5	5.7	4.8	—	—	437
HW04	A	0~6	暗红棕(5YR3/4)	30.3	4.8	4.1	232	351	417
	AB	6~22	暗红棕(5YR3/6)	11.3	4.7	3.7	167	287	546
	B	22~37	暗红棕(5YR3/6)	9.2	5.3	3.9	140	294	566
	BC	37~65	暗红棕(5YR3/5)	8.3	5.1	4.2	130	263	607
H18 ^[8]	A	0~15	红棕(25YR4/6)	22.5	4.3	3.7	—	—	603
	B1	25~50	红棕(25YR4/8)	5.0	4.7	4.1	—	—	695
	BC	90~150	红棕(25YR4/8)	2.4	4.8	4.1	—	—	769
HW02	A	0~25	暗红棕(25YR3/6)	20.0	4.2	3.4	148	360	492
	AB	25~52	暗红棕(25YR3/6)	8.8	4.9	4.2	51	427	522
	B2	88~128	红棕(25YR4/6)	3.4	4.6	4.5	45	347	608
	B3	128~150	红棕(25YR4/6)	3.8	4.7	4.7	65	478	457

表 3 琼北火山岩母质上发育土壤的主要粘土矿物和氧化铁含量

单个土 体号	深度 (cm)	游离 Fe ₂ O ₃ (g/kg)	铁游高度 (%)	K ₂ O (g/kg)	主要粘土矿物
HW10	0~8	51.6	36	4.4	高岭石, 水
	8~19	54.6	37	4.0	铝英石
玄-4 ^[6,12]	0~15	43.2	28	5.2	水铝英石,
	15~60	67.6	40	4.9	高岭石
HE11	12~30	135.3	63	4.6	高岭石, 三
	55~80	147.8	64	4.2	水铝石, 针
	95~120	149.3	64	5.0	铁矿
HE10	0~25	156.4	64	2.9	高岭石, 三
	25~50	154.3	65	3.0	水铝石, 赤
	70~90	148.2	66	2.7	铁矿, 铁铁
	120~140	150.4	67	2.3	矿
HL5 ^[8]	22~65	122.3	55	0.9	—
HE09	0~15	116.7	47	2.5	高岭石
	15~30	104.5	46	1.9	—
HW03	0~12	127.8	54	3.0	高岭石
	12~44	123.5	58	3.2	—
HE05	15~35	127.1	55	—	高岭石
	35~50	141.8	61	—	—
HL6 ^[8]	17~35	107.0	59	3.1	—
HW04	0~22	128.5	62	3.7	高岭石, 赤
	22~37	131.7	62	4.1	铁矿
	37~65	133.8	63	3.7	—
HL8 ^[8]	25~50	111.2	55	0.9	—
Cl ^[7]	22~56	145.7	86	2.0	—
	56~106	143.7	88	2.2	高岭石, 三
玄-6 ^[7]	0~20	202.0	76	2.0	水铝石, 赤
	20~75	193.3	78	1.1	铁矿
	75~275	204.0	74	—	—
HW02	0~25	162.9	66	2.4	三水铝石,
	25~52	165.5	66	1.7	赤铁矿, 高
	88~128	167.3	66	2.1	岭石

表 4 琼北火山岩母质上发育土壤的交换性能

剖面号	深度 (cm)	CEC _r (cmol/kg)	CEC _v (cmol/kg 粘粒)	ECEC	盐基饱和度 (%)
HW10	0~8	29.4	136.9	84.6	61.3
	8~19	19.9	—	—	—
玄-4 ^[6,12]	0~15	16.6	61.9	36.2	59.2
	15~60	22.4	72.3	47.0	65.1
HE11	12~30	4.8	8.3	4.3	31.2
	55~80	3.7	6.0	3.4	46.3
	95~120	4.0	5.8	3.1	45.3
HE10	0~25	5.5	9.4	4.7	43.1
	25~50	3.8	5.9	2.8	42.7
	70~90	4.2	8.2	2.7	38.3
	120~140	2.8	5.4	2.3	38.3
HL5 ^[8]	22~65	5.9	9.8	3.1	22.3
	87~128	4.9	7.2	1.6	22.0
HE09	0~15	20.8	93.9	77.3	82.3
	15~30	20.8	—	—	—
HW03	0~12	23.4	81.9	57.1	69.3
	12~44	22.1	48.7	32.7	67.1
HE05	15~35	9.5	50.1	29.3	50.6
	35~50	9.7	34.0	17.4	61.3
HL6 ^[8]	0~17	20.1	64.9	30.7	46.9
	17~35	17.9	40.9	16.6	39.8
HW04	0~22	15.1	27.8	13.2	45.1
	22~37	15.9	28.1	14.5	51.5
	37~65	14.4	23.7	14.1	58.3
HL8 ^[8]	0~15	9.5	15.8	5.4	22.1
	25~50	7.0	10.1	2.7	21.1
	90~105	5.5	7.1	1.8	21.0
Cl ^[7]	22~56	10.7	12.9	2.9	1.0
	56~106	9.5	11.3	2.3	0.9
	106~150	8.9	10.4	3.2	4.2
玄-6 ^[7]	0~20	6.6	15.3	10.1	61.3
	20~75	3.6	6.2	5.5	87.9
HW02	0~25	6.1	12.4	5.3	22.4
	25~52	2.9	5.6	2.2	32.5
	88~128	3.7	6.0	2.2	32.1

3 土系划分

3.1 土系控制层段

由于不同土壤间性质差异极大, 土体厚薄不一, 故土系的控制层段深度也有相应变化。土系的控制层段确定为土表向下至石质接触面或石化铁质接触面或土深 150cm 处。

3.2 土系的划分

土系是土族的细分单元, 首先根据土壤的颗粒大小级别、矿物学特征以及温度状况, 在高级分类的基础上划分土族。利用划分土族及其以上分类单元的土壤鉴别特征的分异性拟将琼北地区火山岩岩性母质上发育土壤分为 10 个土系(表 6)。

3.3 土壤—景观单元特征

构造土壤—景观模型是土系划分与制图的基础。在一个土壤—景观单元内, 5 个成土因素相互间的作用方式具有唯一性, 因而同一个土壤—景观单元形成同一种土壤^[13]。影响琼北地区的 3 种成土因素主要是成土时间、降雨(土壤水分状况)、以及岩性类型, 因而这 3

种成土因素之间叠加、组合下形成的土壤——景观单元也应与土系相对应(表 7)。

表 5 琼北火山岩母质上发育土壤的系统分类

主导成土因素	单个土体号	地点	土壤类型(亚类)
火山角砾岩母质发育土壤系列	HW10	琼山市永兴	普通简育湿润火山灰土
	玄-4	琼山市永兴	普通腐殖湿润火山灰土
湿润偏向常湿润土壤水分状况系列	HE11	琼山市三门坡	黄色简育湿润铁铝土
	HE10	琼山市云龙	水化暗红湿润铁铝土
	H15 ^[6]	文昌县蓬莱	铁铝土
	HE09	琼山市十字路	普通湿润正常新成土
发育玄武岩母质的成土时间土壤系列	HW03	儋州市洋浦	普通铁质湿润雏形土
	HE05	定安县石坡	雏形土
	H16 ^[6]	定安县龙塘	石质—腐殖铁质湿润淋溶土
	HW04	儋州市德义岭	盐基—暗红简育湿润富铁土
	H18 ^[6]	澄迈县福山	普通暗红湿润铁铝土
	C1	琼山市	腐殖暗红湿润铁铝土
	玄-6		
	HW02	儋州市新盈农场	腐殖暗红湿润铁铝土

表 6 琼北火山岩母质上发育土壤的土族与土系

单个土体号	土 族	拟定土系名
玄-4	壤质高岭石型高热性普通腐殖湿润火山灰土	雷虎系
HW10	粗骨—壤质高岭石型高热性普通简育湿润火山灰土	马鞍岭系
HE11	粘质氧化铁型高热性黄色简育湿润铁铝土	三门坡系
HE10、H15	粘质氧化铁型高热性水化暗红湿润铁铝土	云龙系
HE09	粗骨—壤质硅质型高热性普通湿润正常新成土	石山系
HW03、HE05	粗骨—壤质硅质型高热性普通铁质湿润雏形土	洋浦系
H16	粗骨—壤质硅质型高热性石质—腐殖铁质湿润淋溶土	龙塘系
HW04	粘化氧化铁型高热性盐基—暗红简育湿润富铁土	德义岭系
C1、玄-6、H18	粘质氧化铁型高热性普通暗红湿润铁铝土	福山系
HW02	粘质氧化铁型高热性腐殖暗红湿润铁铝土	土桥系

表 7 琼北地区土系与土壤——景观单元

拟定土系名	土壤——景观单元特征	土系主要特性 (与相近土系的主要差异)
雷虎系	Q ₁ 喷发的玄武质火山灰, 湿润土壤水分状况, 台地或缓丘, 地形平缓	具腐殖质特性, 较马鞍岭系土体厚
马鞍岭系	Q ₁ 喷发的玄武质火山角砾岩, 湿润土壤水分状况, 火山锥体上, 坡度较陡	不具腐殖质特性, 较雷虎系土体薄
三门坡系	Q ₁ 喷发的玄武岩, 湿润偏向常湿润(较云龙系更湿)土壤水分状况, 地形平坦	土体厚, B 层色调黄, 10YR, 铁氧化物主要为针铁矿
云龙系	Q ₁ 喷发的玄武岩, 湿润偏向常湿润(较三门坡系偏干)土壤水分状况, 地形平坦	土体厚, B 层色调 5YR, 较福山系和土桥系偏黄, 但较三门坡系更红, 针铁矿和赤铁矿含量相当
石山系	Q ₁ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形平坦	土体薄, 发育弱, 不具雏形层
洋浦系	Q ₂ —Q ₃ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形平坦	土体较薄, 具雏形层, 不具粘化层
龙塘系	Q ₂ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形平坦	土体较薄, 具粘化层
德义岭系	Q ₂ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形较平坦	土体较厚, 具低活性富铁层
福山系	Q ₂ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形平坦	土体厚, B 层色调 2.5YR, 明度较土桥系高, 不具腐殖质特性
土桥系	Q ₂ 喷发的玄武岩, 湿润土壤水分状况, 地形平坦, 植被覆盖率高	土体厚, B 层色调 2.5YR, 明度较福山系低, 具腐殖质特性

(下转第 31 页)

(下转第 41 页)

先,用颜色将土纲一级的差异区分开来,人为土纲下的各土系,基本色调设绿色;淋溶土纲下各土系,基本色调设红色;雏形土纲下各土系,基本色调设黄色;组合图斑中,按主成分土系属位置归于相应的土纲下。其次,各制图单元间土系差异用符号表达式予以区分(图1)。

图斑符号的设计借鉴美国土壤制图经验^[4,5],采用 3~4 位英文字母组合表示,如 HmDB,前两个字母 Hm 表示土系或土系组合名称(第 1 个大写字母为土系拼音名缩写,组合图斑中首字母取主成分土系名,m 为用以进一步区分的后缀),第 3、4 两个字母 D、B 分别用以表示土相,土相选择应以对当地土壤利用影响最为重要的因子(选择 1~2 个土相)。在宣城样区中,我们选择了土壤表层质地、地形坡度两个因子。上述符号表达式在宣城样区土壤图中可解释为:黄门口系,粘壤土,微起伏地形。详细代码含义见宣城样区图例(图 1)。

土壤类型		土壤表层质地		
Et	一房系	A	砂土	
Ec	双起建系	B	粘壤土	
Hj	黄门口—九一系	C	壤土	
Hm	黄门口系	D	粘壤土	
Hn	洪村—黄门口系	E	粘土	
Li	刘村系	坡度分级		
Mh	梅村—黄门口系	A	0~5%	平坦
Me	梅村系	B	5~15%	微起伏
Rt	阮家冲—任家湾系	C	15~30%	较陡
Sa	三房系	D	30~60%	陡
Tt	汤村—阮家冲系	E	>60%	极陡
Xh	宣城—胡村系	符号表达式		
Xm	小刘村—黄门口系			
Zh	祝山系			

图 1 宣城样区图例

3.3 图例编排

图例系统按土壤类型、图斑代号表达式、各土相分级与代码、其它符号顺序依次排列。其中土壤类型,按土系或土系组合名字母顺序排列。(图1)

参考文献

- 1 李锦. 土壤制图. 福州: 福建地图出版社, 1997. 24~30
- 2 中国土壤系统分类课题组. 中国土壤系统分类(修订方案). 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 8~10
- 3 张甘霖, 龚子同. 中国土壤分类系统中的基层分类与制图表达. 土壤, 1999, 31(2): 64~70
- 4 N. C. Brady. The nature and proerties of soil. Macmillan, New York, 1974. 212
- 5 United States Department of Agriculture. Soil survey of clay county, North Carolina. 1988. 199~204
- ★★
- (上接第 31 页)
- 6 史学正, 龚子同, 李庆远. 不同时期形成的铁质富铝土特征及其在发生学上的意义. 土壤学报, 1987, 24(2): 170~179
- 7 史学正, 龚子同. 我国热带南亚热带玄武岩发育土壤的系统分类研究. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展, 北京: 科学出版社, 1993. 75~83
- 8 赵文君, 陈志诚. 海南岛主要土壤的类型鉴别与检索, 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展. 北京: 科学出版社, 1993, 91~104
- 9 龚子同等. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999, 220~805
- 10 黄镇国, 蔡福祥, 韩中元等. 雷琼第四纪火山. 北京: 科学出版社, 1993, 1~106
- 11 史学正, 邓西海. 我国土壤温度状况. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展, 北京: 科学出版社, 1993, 353~360
- 12 赵其国. 中国的火山灰土. 土壤学报, 1988, 25(4): 323~329
- 13 Hudson, B. D. The Soil survey as paradigm-based science. Soil Sci. Soc. Am. J., 1992, 56: 836~841