

五 指 山 之 土 壤*

張 俊 民 龔 子 同

(中國科學院土壤研究所)

五指山位於海南島之中部偏東南，為海南島最高山嶺，拔海 1,870 米，以此為中心，東南有三角山、吊羅山，西北有黎母嶺、金鷄嶺，東部有白馬、思河嶺，構成了海南島中部山區和南北的屏障。山區的土壤在很大程度上保持着原有狀態，殊少破壞。因此詳盡的研究本山區土壤的特性及其生成條件，無論在瞭解熱帶土壤的生成過程或在熱帶與亞熱帶資源的開發利用方面，皆具有重大意義。本文即敘述五指山土壤的成土條件、主要土壤種類的發生學特點和土壤的垂直分佈等問題的一些研究結果，並對有關問題略加討論。

一、土壤形成的自然條件

五指山高聳於海南島之中部山區，南坡面向海洋，與附近的羣山相聯，阻隔南北，因此在氣象上有它特殊的地方。我們此次工作主要是在南坡，可惜該山並無氣象資料，所以僅引用海南島山區的氣象資料作為參考。山區年平均氣溫約 24—25°C，較平地氣溫低 2—3°C，一月平均氣溫約 19°C，七月平均氣溫約 29°C，絕對最低溫一般不低於 0°C，即使在最高的山頂上亦終年不見霜雪，更無積雪現象。全年相對濕度都很高，除山麓外，全山終年常在雲霧掩蓋之中。

海南島一般都有明顯的乾季和濕季。4 月到 5 月雨量急劇增加，例如海南島南部 4 月份雨量為 27.8 毫米，5 月則增加到 220.2 毫米。而 10 月到 11 月雨量突然下降，因此可以把 11 到 4 月認為是乾季，5 到 10 月為濕季。五指山同樣也有乾濕和旱季的分別，不過沒有非山區的明顯。山區的全年雨量為 2,000—2,500 毫米。

五指山的植被以常綠闊葉林為主，在 800 米以上的山地，森林鬱閉，透光度很小，植物羣落基本上保持着原始的狀態。根據植物學家的分析，五指山自上而下包括了山地

* 本文的寫成得到李慶遠先生的指導，在植物方面得到曲仲相和林英等先生的幫助，另有海南墾殖分局黃宏俠同志曾參加野外工作。主要化學分析者除李慶遠先生外，尚有張效年、張國珠、劉崇禧等同志，機械分析者為施守蓉同志，岩石標本是由南京大學地質系鑑定，謹此致謝。

矮林、照葉林、混交林和雨林，山麓森林經過人為砍伐以後生長次生林，如楓香林，萌生林和草地等。可是五指山植被的基本類型，可說祇有一個林型，即常綠闊葉林。在山的頂部，由於特殊氣候環境的影響，就變成了山地矮林，而當配合以爲數極少的南方的針葉樹就形成了混交林，實際上混交林中的針葉樹如陸均松(*Dacrydium pierrei*)，鷄毛松(*Podocarpus imbricata*)和廣東松(*Pinus Kwangtungensis*)等，除局部地區稍多外，一般都寥寥無幾，且就其成分而言，也和北方的針葉樹有所區別。

值得注意的是五指山的谷地有雨林的分布，板狀根攀緣植物和蘭科寄生植物等均較發達，這是熱帶林所特有的情況。

五指山之母岩比海南島吊羅山、尖峯嶺等山嶺來得複雜和各種各樣。它基本上是由火成岩構成。大體來講，山的下部以侵入岩爲主，如花崗岩、粗粒花崗岩和角閃岩、花崗岩等。中上部則以酸性火山噴出岩爲主，計有粗面玻基斑岩、粗面岩、凝灰岩。酸性火山岩和流紋凝灰岩等中均富含石英及長石等礦物。由於岩石堅實，不易風化，所以五指山至今尚保留了挺立的山峯和懸崖陡壁。由於母岩均係酸性岩石，故比較容易進行灰化作用。而花崗岩的礦物組成甚不均一，在緩坡上容易形成深厚的土層。

山地地形陡削，除 800 米以下地勢較緩外，800 米以上多爲向四周放射的山脊，一般坡度在 30° 以上，一直伸展至山頂。因此，陡坡土層淺薄（甚至成爲粗骨土），並且含有母岩石塊，具有明顯的山地土壤特點。

上述各種自然因子構成了複雜的五指山土壤形成的自然條件。因此，可以認爲五指山有關土壤形成的生物氣候等條件是很特殊的。例如，雨量大、氣溫高、終年無積雪，這些條件有利於礦物進行強烈的分解，同時有利於植物的生長。此地單位面積上全年有機質的合成量，較華北地區要高出數倍。這種生物氣候條件必然會給五指山的土壤帶來深刻的影響。在上述植被下所發育的土壤決不會同於北方針葉樹下所發育的灰化土，也不會同於落葉闊葉樹下的棕壤和褐色土。我們認爲只有根據五指山的生物氣候條件的特點，並結合其他成土因子和土壤的化學、物理性質和礦物組成來進行研究，才能確定五指山土壤在發生學上的位置。

二、主要土壤類型的發生學特點

1. 山地灰化黃壤

五指山的山地灰化黃壤主要分佈於海拔 900—1,000 米以上的原始林地，林下草本植物極少，從未發現禾本科草類。成土母質包括多種火成岩如凝灰岩（包括流紋凝灰岩）、粗面岩和粗面玻基斑岩。土體呈灰黃色或棕色，甚至連底土也很少有紅色或棕紅

色的發現。鹽基代換量很低，富含有機質的表土，每百克土壤中的代換量祇有 16.25 毫當量。活性鋁的含量很高，每百克土含 9.06 毫當量。在五指山西南坡海拔 1,040 米處所觀察的土壤剖面(五指山 11 號)，其成土母質是流紋凝灰岩(碎屑部分的主要礦物成分是石英和長石)，土壤顏色受母岩的影響頗大，植被是以常綠樹為主的闊葉與針葉混交林，主要闊葉樹有黃枝木(*Xanthophyllum hainanensis*)，長葉打鐵樹(*Rapanea nerifolia*)，五裂木(*Pentaphylax euryoides*)，尖葉蒲桃(*Syzygium araiocladodes*)和厚皮香(*Terstroemia, gymnanthera*)等；針葉樹主要是陸均松；此外還有高山水竹(*Semiarundinaria linca*)。森林的鬱閉度甚大，雖在晴天中，亦甚陰暗。林下草本植物祇有極偶見的蕨類和莎草科植物。剖面採取部位是在山脊上，坡度 20°，粗有機質層厚達 13 厘米，其成分針葉佔 50%，闊葉佔 20%，竹葉佔 30%。茲列舉其剖面性態如下：

26985	0—15 厘米	棕褐色中粘壤土，疏松，根羣盤結，有彈性，pH 3.85。
26986	15—35 厘米	棕色重粘壤土，尚疏松，有少數細根，偶含母岩碎塊，pH 3.75。
26987	35—70 厘米	灰棕色輕粘土，較緊，尚有少數細根，pH 4.6。
26988	70—100 厘米	淡灰棕色帶紫，重粘壤土，緊，含母岩碎塊 50% 以上，pH 4.6。

本剖面的機械分析材料列如表 1

表 1 山地灰化黃壤的機械分析

層次	標本號碼	採樣深度 (厘米)	粒級含量 % (顆粒大小以毫米為單位)				質地
			> 1	1—0.01	0.01—0.001	< 0.001	
1	26985	0—15	4.0	59.0	19.0	18.0	中粘壤土
2	26986	20—30	18.1	53.5	20.9	23.8	重粘壤土
3	26987	60—70	11.0	29.8	28.3	23.6	輕粘土
4	26988	80—100	14.7	46.6	22.9	19.1	重粘壤土

分析者 施守蓉

由表 1 可見剖面中的粘粒 (< 0.001 毫米) 有向下移動的趨勢，第 2、3 層的粘粒含量顯著的較第 1 層為高，甚至受母岩影響較大的第 4 層，其粘粒含量也較第 1 層為高。關於粘粒下移的現象，可能是灰化作用所致，也可能是機械淋洗的結果，根據我們的實地觀察，後者的可能性很小。

山地灰化黃壤土體部分的化學成分由表 2 可以看出下列特點：(1) 土層中的三氧化物有向下淋溶的現象，同時二氧化矽在第 2 層却有累積現象，這是灰化作用的特徵。至於第 1 層的二氧化矽較第 3—4 層為低，是由於該層有機質的含量甚高。(2) 全剖面呈強酸性反應，第 2 層酸性最強，第 3、4 層酸性較弱，這也是灰化作用的特徵。土壤酸性很強與殘落物分解不完全和極大的降雨量有密切關係。(3) 鈣、鎂、鉀、鈉的氧化物遭

受了強烈的淋失。(4)土壤有機質的含量甚高,主要分佈在表土,其含量高達 15.77%, 往下逐漸減少,但其分佈頗深,底土仍含有機質 1.08%, 這是木本植物積累有機質的特點。(5)二氧化鈦的含量不高,這顯著的區別於磚紅壤性土壤。第 3 層的二氧化鈦特別低,這應是分析中的錯誤。

表 2 山地灰化黃壤土壤部分(< 1 毫米)的全量分析

層次	標本號碼	採樣深度 (厘米)	化 學 成 分													
			有機質	pH (水提取)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	H ₂ O	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
1	26985	0—15	15.77	3.85	62.74	12.84	1.50*	0.15	6.56	痕跡	痕跡	0.11	0.69	0.07	0.03	
2	26986	20—30	6.91	3.75	68.86	15.98	1.81	0.15	5.34	痕跡	痕跡	0.11	0.79	0.14	0.02	
3	26987	60—70	2.93	4.60	65.13	22.90	2.35	0.04	7.35	痕跡	痕跡	0.15	0.75	0.18	0.07	
4	26988	80—100	1.08	4.60	66.37	20.74	1.28	1.01	0.15	7.02	痕跡	痕跡	0.10	1.32	0.40	0.03

* 由於有機質含量過高,亞鐵不易測定。

分析者 張效年 張國珠 劉崇禧 李慶遠等

表 3 山地灰化黃壤的主要礦物成分*

層次	標本號碼	採樣深度 (厘米)	主 要 礦 物 成 分								
			正長石	斜長石	角閃石	鈦鐵礦	高嶺石	三水鋁礦	氧化鐵	石 英	磁鐵礦
1	26985	0—15	4	0.5	< 0.5	< 0.5	32.0	—	2**	47	—
2	26986	20—30	4.5	1.0	< 0.5	< 0.5	38.0	—	1.6	47.5	—
3	26987	60—70	4.5	1.6	2	< 0.5	49.0	3.5	—	37.5	1.5
4	26988	80—100	8	3.5	1	< 0.5	47.0	1.5	—	36.5	2

分析者 張效年 張國珠 劉崇禧 李慶遠等

* 礦物成分是根據化學分析結果(與顯微鏡檢查相對照)計算而得。

** 以褐鐵礦為主。

山地灰化黃壤土體部分尚保持有一定量較難風化的原生礦物,如表 3 所引證的資料:正長石尚有 4—8%, 次生礦物則以高嶺石為主,其含量達 32—47%, 三水鋁礦的含量遠較磚紅壤性土壤為少。

山地灰化黃壤膠體部分的化學成分具有顯明的富鋁化的特徵。從表 4 可以看出,三氧化鋁含量在 33% 以上,可是氧化鐵的含量是不高的,這可能是由於母岩性質所致。第 1、2 層的矽鋁率分別為 2.24 和 2.08, 其矽鋁鐵率也在 2.0 上下, 這顯著區別於紅壤。更值得注意的是剖面中的矽鋁率和矽鋁鐵率自上向下逐漸降低, 這也表明了灰化作用的特點。

無論從土壤的機械組成、全量分析和膠體分析來看,都充分地表明了灰化作用的特點。蘇聯 K. П. 波加特烈夫認為“在潮濕亞熱帶條件下土壤形成作用的地帶性過程

表 4 山地灰化黃壤土壤膠體部分的分析結果

層次	標本號碼	採樣深度 (厘米)	膠體 (< 0.001 毫米) 部分的化學分析							
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	H ₂ O	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
1	26985	0—15	44.38	33.71	2.33*		痕跡	17.52	2.24	2.05
2	26986	20—30	44.45	36.34	2.19		痕跡	16.48	2.08	1.93
3	26987	60—70	39.62	40.51	2.69	0.21	痕跡	15.92	1.66	1.59
4	26988	80—100	40.20	39.22	1.04	1.04 ³	痕跡	17.01	1.70	1.68

* 由於有機質含量過高，亞鐵不易測定。

分析者 張效年 張國球 劉崇禧 李慶遠等

(紅壤及黃壤等)基本上不是灰化過程,而是潛育化過程^[6]。他所持的主要論點是灰化土主要發育在灰化土帶的條件下,潮濕亞熱帶的條件與其共同之點很少,潛育化作用在任何條件下都能發育;灰化作用主要是由森林殘落物所引起,而亞熱帶森林下往往沒有殘落物層。可是五指山在海拔 1,000 米以上,地表大部分都有 10 厘米以上的殘落物層,分解很不完全,具有強酸性反應,這完全有產生灰化作用的可能性。當然,這種灰化作用與北方灰化土帶的灰化作用祇是近似的,而並不完全相同。關於表土潛育化現象,當然也可與灰化作用同時存在,不過上述剖面除了三氧化二鐵向下移動而外,三氧化二鋁向下移動也很顯著,而這並不是“表土潛育化”作用的特點,因為潛育化作用的特點是潛育層的鐵淋失特別多,鋁淋失甚少,有時甚至會累積起來。

2. 山地黃壤

五指山山地黃壤主要分佈於 900 至 1,000 米以下,地形較灰化黃壤地帶為緩,植被以原始的常綠闊葉林、半破壞原始林和萌生林為主,土表殘落物層一般較少;成土母岩有花崗岩、粗粒花崗岩和角閃花崗岩等酸性侵入岩。表土呈灰黃色,底土呈紅棕色帶黃色。這類土壤的鹽基代換量一般都不超過每一百克土 10 毫當量。活性鋁不如灰化黃壤帶的土壤那樣高。採自五指山東南坡海拔 910 米處的剖面(五指山 24 號)坡度 20°,坡向 S10°W,母岩為粗粒花崗岩。植被為常綠闊葉林,主要樹種有蝴蝶樹 (*Tarrietia Parvifolia*), 繡葉灰木 (*Symplocos adenopus*), 海南柿 (*Diospyros hainanensis*), 青梅 (*Vatica astroticha*), 羅傘樹 (*Ardisia quinquegona*) 及長柄樟和紅果冬青等;其中也偶見針葉樹如鷄毛松等,但不起主要作用。地面殘落物層厚 2—4 厘米,覆蓋度 80%,闊葉樹佔其中 90% 以上。

茲舉其剖面性能如下:

27022	0—20 厘米	為灰棕色礫質粘壤土,結構疏松,有少量細根, pH 4.80。
27023	50—70 厘米	為黃色帶紅的礫質粘土是比較顯著的澱積層, pH 4.57。
27024	97—110 厘米	為棕紅色礫質粘壤土, pH 4.55。

其機械分析的結果列於表 5。

表 5 山地黃壤的機械分析

層 次	標 本 號 碼	採 集 深 度 (厘米)	粒 級 含 量 % (顆 粒 大 小 以 毫 米 為 單 位)				質 地
			1—3	1—0.01	0.01—0.001	< 0.001	
1	27022	0—20	32.9	25.5	20.8	20.8	礫質粘壤土
2	27023	50—70	24.8	32.8	18.5	23.8	輕礫質粘壤土
3	27024	97—110	28.8	40.8	13.5	16.9	礫質粘壤土

分析者 施守蓉

從表 5 可知,花崗岩、特別是粗粒花崗岩發育的土壤,在土壤形成過程中石英粒(1—3 毫米的砂礫及 < 1 毫米的土壤合計)的含量特別多。以本剖面為例,石英粒的含量不僅多而且上下層變化不大,第 1 層含石英粒 32.9%,第 2 層含石英粒 24.8%,第 3 層含石英粒 28.8%。而其餘各粒級如砂(1—0.01 毫米)、粉砂(0.01—0.001 毫米)上下層分佈的差異並不顯著,粘粒移動亦不明顯,各層的質地大致相似。所以本剖面從機械成分來看並無灰化作用的特點。

就山地黃壤的化學性質而言,由表 6 可以看出如下的一些特點:全剖面呈酸性反應,pH 值上下變化不大,均在 4.5—5.0 之間。山地黃壤的酸度較前述灰化黃壤為弱,而比一般平地土壤要來得強。這可能是與殘落物分解的程度有關,顯然山地黃壤殘落物的分解程度界於上述二者之間。

表 6 山地黃壤土體部分(< 1 毫米)的全量分析

層 次	標 本 號 碼	採 集 深 度 (厘米)	有 機 質	pH (水)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	H ₂ O	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
1	27022	0—20	4.45	4.80	54.56	22.10	6.	11*	0.64	11.18	0.03	0.42	痕跡	0.16	0.12	0.06
2	27023	50—70	0.80	4.57	54.38	24.87	5.00	1.73	0.77	10.13	0.05	0.35	痕跡	0.79	0.18	0.06
3	27024	97—160	0.70	4.55	54.46	24.33	4.86	1.46	0.76	10.49	0.04	0.41	痕跡	1.90	0.14	0.04
—	27026	半風化粗粒(花崗岩母岩)		4.85	65.19	19.79	2.56	0.96	0.21	5.95	0.05	0.54	0.24	2.26	0.71	
—	27021	粗粒花崗岩岩體			71.83	16.13	1.01	1.37	痕跡	1.88	0.05	0.79	1.3	3.37	2.45	

* 由於有機質分解不完全分解亞鐵難於分析。

分析者 張效年 張國珠 劉崇露 李慶遠等

和其母岩與半風化體相比,山地黃壤中二、三氧化物有積聚現象, SiO₂ 則相對減少。鈣、鎂、錳等鹽基則幾乎全部淋失,特別是 CaO,母岩中的含量為 1.3%,而在半風化體中迅速減少至 0.24%,土體中 CaO 的含量更極微,故淋失的現象非常強烈。

從二、三氧化物和 SiO₂ 在土壤剖面中的分佈情況來看,二、三氧化物有積聚現象,粗粒花崗岩母質中含鋁 16.13%,半風化母岩中為 19.97%,在土體中增加到 22% 以上。

鐵也有類似情況。SiO₂在土體中非常一致，故本剖面只有富鋁化作用，而無灰化作用。

表 7 山地黃壤主要礦物成分

層次	編號	深度 (厘米)	正長石	斜長石	鈦鐵礦	高嶺石	氧化鐵 (以褐鐵為主)	角閃石	黑雲母	白雲母	石 英
1	27022	0—20	6.5	1	1	53	11	3		+	23
2	27023	50—70	5	1.5	1.5	60	8	2		+	21
3	27024	97—160	11	1	1.5	56	6	2		+	21
—	27026	半風化粗粒花崗岩*	11	7.5	1.5	26.5	6	+	5**	+	39(包括>1毫米)
—	27021	粗粒花崗岩岩體*	17	27.5	+	—	—	+	14	+	40(包括>1毫米)

分析者 張效年 張國球 劉崇禧 李慶遠等

* 礦物成分根據化學分析結果(與顯微鏡檢查相對照)計算而得。

** 可見黑雲母分解為氧化鐵的殘體。

本剖面的礦物組成，以次生礦物高嶺土佔絕對優勢。從母岩發育成土壤的過程中，高嶺土的增加極其明顯。正長石及鈉斜長石雖有減少，但還保留了相當大的一部分。斜長石和雲母(特別是黑雲母)減少得很快。其他還有氧化鐵及鈦鐵礦等次生礦物的存在。從這些礦物的資料來看，本剖面的礦物已處在高度風化階段。這一點對論證這一類土壤在發生學上的位置具有一定的意義。

在分別說明了本剖面的各種性質以後，綜合以上的材料，擬說明以下兩個問題：

首先是從本剖面的各種性狀來談土壤的灰化問題：И.П. 格拉西莫夫院士認為：“在自然森林植被下，以及或多或少平緩的地勢條件下，所有的磚紅壤性土壤及磚紅壤都遭到某種程度的‘灰化’；反之，沒有森林的地區，特別是在斜坡上(在耕地上、礦區及森林破壞地之下)它們幾乎常常遭受‘表土侵蝕’，因而這種土壤沒有明顯的灰化標誌”^[3]。然而，本剖面發育於森林植被良好，鬱閉度大，透光度僅 1—2%，坡度 20° 左右，地表枯枝落葉覆蓋度 80%，因此我們可肯定本剖面並無顯明的如格氏所說的“表土侵蝕”現象；但是當我們從化學分析結果和機械成分來看，可以確證本剖面並無灰化特徵，而且它們的酸度上下層比較一致，代換性鈣亦無明顯的向下淋洗的情況也是有力的證據。這種現象顯然是與格氏所說的亞熱帶和熱帶地區的土壤普遍有灰化作用的看法並不符合。我們認為在熱帶和亞熱帶森林地區，終年氣溫很高，濕度也較大(特別是在本剖面所處的條件下)，比起大陸各地的山地土壤來，要更適宜於微生物的活動，所以木本植物的殘落物的礦質化較為完全，這也就有可能阻礙灰化作用的進行，而使這類土壤並無明顯的灰化現象。假如與上面所談到的灰化黃壤的剖面相比較，後者所處的海拔高度較高，氣

溫稍低，濕度也更大，有機質分解不完全，在這樣的情況下即有灰化作用之進行。所以我們認為，關於熱帶和亞熱帶地區土壤的灰化問題必須與所處的生物條件聯系起來考慮。若不區別具體情況，普遍地認為森林植被下一定進行着灰化作用，這是不正確的。在熱帶和亞熱帶的某些條件下，在森林植被下可以沒有灰化作用。

其次我們想說明的是花崗岩母質的紅化和成土作用問題：從上述礦物分析的數字中我們知道，黑雲母在土壤形成過程中的減少非常迅速，母岩中含黑雲母 14%，半風化母岩有 5%，而土體中只見其分解的殘體。根據我們很多次的野外觀察證明在花崗岩開始風化時，黑雲母首先被風化，與此同時，即呈現顯明的紅色，因此本剖面底層的顏色較紅，並非古氣候形成的紅壤。紅色母質隨着風化作用和成土作用的加深，顏色可逐漸變化，如在形成黃壤的生物氣候條件下則趨於黃色。許多學者認為這與氧化鐵的水化有關。上述情況不僅在五指山山地黃壤帶所能見到，而且在其他的花崗岩所發育的黃壤區亦為常見。

在討論了灰化黃壤和山地黃壤以後，我們覺得有必要提出以下的問題：在亞熱帶地區的山地，紅黃壤垂直分佈帶之上一般都有棕色森林土的分佈。蘇聯的黑海沿岸地區以及我國北回歸線以北的亞熱帶地區如浙江、江西、湖南以及安徽的南部等地區亦均有此種情況。根據我們的觀察和研究，五指山並無棕色森林土之分佈，因為在前面所講到的這些地區，緯度較高，在常綠闊葉林之上有落葉闊葉林之分佈，在此種落葉闊葉林下發育着棕色森林土，而五指山與這些地區不同，常綠闊葉林一直分佈到山頂，並無落葉闊葉林之出現，所以在生物氣候條件上的差異是非常顯著。另一方面，從化學分析結果來看，我們發現五指山之土壤不論是灰化黃壤或是山地黃壤均有鐵鋁積聚之現象，而鹽基幾乎全部淋失，但一般棕色森林土，鹽基的淋失不明顯，至少不如紅黃壤那樣明顯，而二、三氧化物並無積聚現象。至於礦物組成，本區土壤的原生礦物已大大減少，僅留一部分較難風化的礦物。就次生礦物而言，以高嶺石佔絕對優勢，差不多超過全部其他礦物的總量，二、三氧化物則次之。棕色森林土則不同，原生礦物保留較多，次生礦物以水化雲母為最多，高嶺石次之。

根據以上幾方面的差異，不難將本區土壤與棕色森林土區別開來，因此我們認為不能把棕色森林土、灰化棕色森林土或酸性棕色森林土等名稱強加在熱帶的土壤上。

三、土壤垂直分佈

五指山最高峯的拔海高度雖達 1,870 米，但因處在較低的緯度（約北緯 19°），即使在山頂亦終年無冰凍現象，植被仍是常綠闊葉類型，落葉闊葉林帶尚未出現，山地草甸

植物帶更不可能存在。由於生物氣候等成土因子的作用，決定了五指山區不可能有山地棕色森林土和山地草甸土的存在，這在前面已經談到過。五指山的主要土類祇有山地黃壤和山地灰化黃壤，前者大體分佈在 900—1,000 米以下，後者分佈於山地上部（圖 1）。

1. 山地灰化黃壤帶

山地灰化黃壤分佈的地區，地勢異常陡峻，幾乎都在 30° ，甚至 50° 以上。土層一般都很淺薄，且含有風化程度很淺的母岩石塊。地表一般都有深厚的粗有機質層。土壤呈強酸性反應，有較高的活性鋁存在。

在大指頂部所觀察的剖面（五指山 8 號）是深厚粗有機質層的山地粗骨黃壤，其母岩是粗面玻基斑岩（斑晶為正長石，結構斑狀，石基為玻璃質），植被是多種常綠闊葉樹所組成的山地矮林（高不過 5 米，樹冠平展），厚皮香，白背杜鵑（*Rhododendron siniarum*），吊鐘花（*Enkianthus quinqueflorus*），烏飯樹（*Lyonia rubrovenia*），大葉冬青（*Ilex ficoidia*）等，尚有針葉樹種如廣東松和竹亞科植物高山水竹，單節竹（*Arundinaria amabilis*），草本植物祇見一種黑莎草（*Carex* sp.）個體數極少。山脊上粗有機質和竹類細根盤結的層次厚達 36 厘米，富有彈性。表土中含多量有機質，其碳氮比率甚闊，高達 25.8，但在 65 厘米以下，有機質的含量驟然降低，全剖面呈強酸性反應，表土的活性鋁每百克土壤中達 7.7 毫當量。其剖面性能如下：

26979	0—36	厘米	暗褐色粗有機質層，多竹子的細根，含土壤甚少。pH 3.54，但仍發現蚯蚓。
26980	36—65	厘米	灰黑色，輕粘壤土，松脆，有機質 17.91% pH 3.64。
26981	65—80	厘米	灰白色礫質輕粘壤土，含半風化母岩石塊甚多，有機質 1.16%，pH 4.33。

在大指方面，海拔 1,400—1,600 米的地帶，母岩為粗面玻基斑岩（斑晶為正長石，石基係玻璃質結構），植被是照葉林，主要樹種一般以壳斗科、樟科、茶科、木蘭科為主，冬青科次之，如黃背櫟（*Quercus championii* var. *hainanensis*），五裂木，厚皮香，假厚壳桂（*Cryptocarya densiflora*），羅浮栲（*Castanopsis Fabri*），光葉茶，阿丁楓（*Altingia obovata*），金黃木蘭（*Michelia Fulgens*），高山交讓木（*Daphniphyllum longistylum*），林下小喬木以長葉打鐵樹為最多，高山水竹也佔優勢。林下草本以吃人果（*Ardisia villosa* var. *oblanceolata*）最多，除此以外，種類極少。苔蘚植物附生於樹幹上，使成為苔蘚林，這是反映環境條件非常濕潤。森林鬱閉度 90% 以上，林中非常陰暗。在海拔 1,540 米處所觀察的剖面（五指山 7 號），粗有機質層祇 4—5 厘米，這可能是由於其主要成分是常綠闊葉樹的落葉，而無針葉和竹葉的緣故。土壤有機質的含量很高，表土達 15.58%，碳氮比率較狹，為 17.9。底土有機質的含量祇 0.64%，碳氮率為 10.7。全剖面呈酸性反應，表土較底土酸性為強。每百克土壤中活性鋁的含量為 2.51—5.9 毫

當量，粘粒有顯明的下移現象。這些特點在一定程度上亦反映了山地灰化黃壤的特點。本剖面在形態上亦具有比較典型的山地灰化黃壤特點，茲列其剖面性態如下。

26775	0—10	厘米	暗棕灰色輕粘壤土，粒狀結構，疏松，多植物根，發現蚯蚓，pH 4.00。
26776	10—25	厘米	棕灰色輕粘壤土，屑粒至小塊結構，較松，pH 4.20。
26777	25—100	厘米	淡黃色輕粘土，塊狀結構，較緊，根系較少，偶含母岩石塊，pH 4.61。
26778	100—110	厘米	灰黃色重粘壤土，塊狀結構，偶見植物根，含母岩石塊較多，pH 4.74。

在五指山東南坡海拔 1,490 米的照葉林下也曾見類似的剖面。海拔 1,000 米上下的混交林地區的山地灰化黃壤已在前節詳細的敘述了。

2. 山地黃壤帶

山地黃壤緊接山地灰化黃壤分佈在海拔 500—900 餘米的地帶，地勢不如山嶺上部之陡峻，坡度一般在 20—30° 之間。由於母岩是可以形成深厚風化層的花崗岩，土層比較深厚，惟狹谷地區却多浮石和露頭，土層淺薄。

關於山地黃壤的剖面性狀在前節已以海拔 910 米原始林地五指山 24 號剖面作為代表進行了比較詳細的分析。可是有不少面積的地區遭受了人為的破壞，目前已淪為草地，主要植物是白茅 (*Imperata cylindrica*)，野粘草 (*Arundinella nepallensis*) 和斑茅 (*Saccharum arundinaceum*) 等，間或殘留少數耐火樹種如楓香 (*Liquidamber formosana*)，生長頗茂，土壤為草地黃壤，表土有機質含量 3—4%，結構良好，剖面性態並無灰化象徵。

次生林地亦佔有不小面積，農民亦常將其燒燼，墾種早稻，不翻土，不施肥，每畝產量百餘斤，一般祇種 2—3 年即行拋荒，10 年之內即可恢復森林，再行燒墾。此即所謂“刀耕火種”。這是原始的耕種方法，需要加以改進。我們曾在拋荒三年的早稻地上觀察一剖面（五指山 3 號），該地海拔 720 米，花崗岩母質，坡度 13°，小喬木和灌木有中萍樹 (*Macaranga denticulata*)，白背桐 (*Mallotus paniculatas*)，半楓荷 (*Pterospermum heterophyllum*)，黃牛木 (*Cratoxylon ligustrium*)，草木有蔓生莠竹 (*Microstegicom vagans*)，毛稔 (*Melastoma sanguinum*)，毛蔓豆 (*Dolichos lagopus*) 等，其剖面性態如下：

26962	0—18	厘米	灰棕色重粘壤土，團粒至核狀結構，疏松，細根多，毛蔓豆之根具有根瘤，15 厘米處發現有蚯蚓，pH 4.70，有機質 3.18%。
26963	18—50	厘米	黃色礫質輕粘壤土，小塊狀結構，稍緊，pH 4.91，有機質 1.44。
26964	50—100	厘米	鮮黃色礫質輕粘土，塊狀，緊，pH 4.95，有機質 1.16。

由上可見拋荒三年的旱地，表土有機質已達 3.18%，底土亦有 1.16%，這與氣候條件優越，植被迅速恢復有關。

在山地黃壤帶內的溪澗谷地廣泛分佈着雨林（部分亦伸入到山地灰化黃壤帶海拔

表8 五指山垂直土壤帶主要土壤性狀比較表

土號	採集地點和海拔高度	土壤種類	採樣深度(厘米)	母岩	植被	有機質%	C%	N%	C/N	pH水懸體	pH N.KCl懸體	活性Al m.e/100g.	交換性H m.e/100g.	代換量 m.e/100g.	代換Ca m.e/100g.	飽和度%	全磷 P ₂ O ₅ %	速效磷 市斤/市畝
26979	大指頂	深厚粗有機質層的山地灰化黃壤(五指山8號)	0-36 36-65 65→	粗斑面岩	山地矮林	52.79 17.91 1.16	30.68 10.49 0.675	1.168 0.408 0.039	26.2 25.8 17.3	3.54 3.64 4.33	2.74 3.20 4.24	— 2.70 2.44	— 0.19 0.13	— — —	— — —	— — —	— — —	11.64 4.23 1.56
27009	小指頂	深厚粗有機質層的山地灰化黃壤(五指山20號)	0-25 25-60 60-85 85-120	粗面岩	山地矮林	30.55 5.43 1.74 1.56	17.75 3.55 1.02 0.908	0.810 0.153 0.072 0.055	21.0 23.2 14.5 16.5	3.60 4.02 4.19 4.21	2.50 3.59 3.85 3.85	3.29 8.71 5.04 3.57	0.73 0.10 0.03 0.08	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	4.53 1.02 0.60 1.29
26975	西南坡	山地灰化黃壤	0-10 10-25	粗面岩	照葉林	15.58 8.93	9.05 5.19	0.507 0.316	17.9 16.4	4.00 4.20	3.70 3.80	5.37 5.90	1.63 0.85	— —	— —	— —	— —	2.85 2.19
26977	1,540米	山地灰化黃壤(五指山7號)	50-70 100-110	粗面岩	林	1.24 0.64	0.72 0.372	0.046 0.035	15.5 10.7	4.61 4.74	4.44 4.20	2.51 3.05	0.26 0.21	— —	— —	— —	— —	1.32 1.11
26985	西南坡	山地灰化黃壤	0-15 20-30	流紋凝灰岩	混交林	15.77 6.91	9.17 4.02	0.288 0.181	31.8 22.3	3.85 3.75	3.50 3.15	9.06 9.69	1.34 1.34	16.25 10.98	0.245 0.219	1.51 2.00	0.035 0.026	3.75 2.88
26987	1,040米	山地灰化黃壤(五指山11號)	60-70 80-100	凝灰岩	林	2.93 1.08	1.703 0.628	0.093 0.040	18.3 15.7	4.60 4.60	4.21 4.20	6.38 3.58	0.19 0.24	7.05 5.75	0.404 0.280	5.73 4.87	0.036 0.025	1.32 1.11
27022	東南坡	山地黃壤	0-20 50-70 97-110	粗粒花崗岩	雨林邊緣	4.45 0.98 0.70	2.59 0.57 0.407	0.237 0.057 0.036	10.9 10.0 11.3	4.80 4.57 4.55	4.44 4.24 4.24	1.28 2.77 2.40	0.93 0.67 0.45	8.74 7.74 6.29	0.742 0.500 0.464	8.48 6.46 7.37	0.064 0.061 0.038	1.17 1.20 0.72
26962	西南坡	山地黃壤	0-18 35-50 80-100	粗粒花崗岩	地荒三年地	3.89 1.44 1.16	2.26 0.837 0.675	0.194 0.075 0.074	11.7 11.1 9.2	4.70 4.91 4.75	4.10 4.41 4.20	1.29 1.30 1.41	0.88 0.67 0.21	— — —	— — —	— — —	— — —	1.11 1.23 1.11

分析者 石華 陳萬才 沈壬水 劉浦生等

1,200 米處),樹高達 30 餘米,主要樹種有母生(*Casearia aequitaleralis*),蝴蝶樹和沙櫨(*Dysoxylum binectariferum*)等十餘種,分層明顯,鬱閉度大,林地非常陰濕,林下常有 大葉捲柏(*Selaginalla* sp.),並可見野芭蕉(*Musa paradisiaca* ssp. *seminifera*)生長。林內攀緣植物很多,大多是粗大的木質藤本,樹上的附生植物很常見,板根偶爾可見。至於雨林地的土壤則由於溪澗谷地兩岸山坡都較陡峻,多浮石和露頭,土層淺薄多礫,屬於粗骨山地黃壤,殘落物層不厚,表土有機質 4.0% 左右,但底土(60 厘米以下)有機質含量仍達 1.5—2.0%,酸性稍弱(pH 5.5 ±)。

水稻土主要分佈在海拔 700 米以下的谷地,這是由於本區地形的限制,不可能在更高的地方修築梯田。關於水稻土的性狀,此次工作中未曾進行研究。

由上述兩個土帶的資料(表 8)中可以看出,垂直高度對於土壤有機質的含量、碳氮率以及活性鋁的含量有着一定的關係。大體上說三者都是隨着海拔高度的增高而增加。

首先看土壤有機質的含量,720 米是 3.89%,910 米是 4.45%,1,040 米是 15.77%,到 1,800 米是 52.79%。海拔高的地區土壤有機質含量高的原因是由於分解比較緩慢。後者主要是由於水分過多和強酸性反應所致。五指山的上部特別潮濕,相應地產生了嫌氣條件,使微生物的活動性降低。強酸性條件也會抑制土壤微生物的活動。至於大指和小指頂部有機質含量特別高,這與竹根有密切的關係,實際上不能把它作為土壤有機質來考慮。

碳氮率隨海拔高度的增加也很顯著,惟西南坡海拔 1,040 米處的剖面例外,其表土中的碳氮率最高(31.8%),破壞了上述規律。這是由於地表殘落物中針葉和竹葉佔有很大的比例。碳氮率的高低不僅與有機物的性質有關,同時也與分解的外界條件有關。在分解緩慢的情況下,碳氮率常高;不過,無疑的,碳氮率高同時也會影響有機質分解的速度。

山地灰化黃壤帶土壤中活性鋁的含量顯著的較山地黃壤帶為高。這應該與土壤酸度有密切關係,山地灰化黃壤鹽提液的 pH 值一般都小於 4.0,在強酸性的條件下,鋁離子極為活躍。至於山地黃壤活性鋁亦有一定含量(每百克土 1.30—2.77 毫當量),這比贛東北的灰化紅壤活性鋁的含量(每一百克土 0.15—0.199 毫當量)為高。山地黃壤鹽提液的 pH 值為 4.10—4.44,而山地灰化黃壤鹽提液的 pH 值多小於 4.0,甚至低於 2.74。這也直接顯示了活性鋁與酸度的關係,間接顯示了活性鋁與垂直高度的關係。因為在一定的地區,垂直高度愈高,則 pH 值常愈低。土壤活性鋁的含量與礦物成分也有密切關係,在富含三水鋁礦和氧化鐵的磚紅壤性土壤中,其含量常較低。故與其討論活性鋁

與垂直高度的關係,不如討論活性鋁與土壤類型的關係。熱帶灰化黃壤和灰化紅壤是含活性鋁較高的土壤類型(圖 2)。

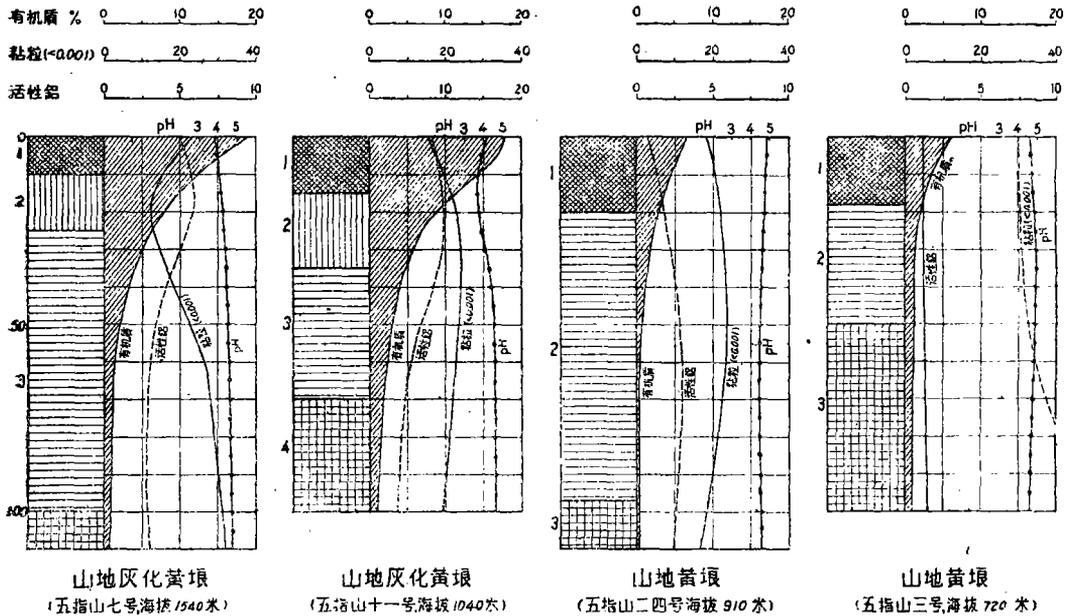


圖 2 五指山主要土壤幾種性狀與垂直高度關係的比較圖

四、結 論

1. 五指山的氣候具有熱帶的特點,常綠闊葉林一直分佈到山頂。這種生物氣候條件決定了五指山不可能有棕色森林土,而是不同類型的黃壤。這在土壤剖面特性上也充分地表現出來,如具有黃色(或棕色)的土層,顯明的富鋁化作用,強酸性反應,鹽基高度不飽和,較多活性鋁的存在以及土體的礦物成分以高嶺石為主,但仍保留有一定量較難風化的原生礦物等。

2. 五指山的土壤垂直分佈有山地灰化黃壤和山地黃壤兩個土帶。山地灰化黃壤大體分佈在海拔 1,000 米以上的地區,具有顯明灰化特徵,這與深厚而分解不完全的殘落物層有不可分的聯系,而殘落物分解不完全又與水分過多和強酸性反應有關。土壤剖面中三氧化二鋁向底層移動的現象是灰化作用的重要特徵,而不是“表面潛育化作用”特徵。山地黃壤大體分佈在海拔 1,000 米以下,不具灰化特徵,這是由於殘落物分解較快,阻礙了灰化作用發展的緣故。

3. 土壤有機質的含量和碳氮率一般是隨海拔高度的增高而增加,除因高處氣溫較低,水分過多和酸性特別強,不適於微生物的活動外,與殘落物的性質亦有很大關係,即

針葉和竹葉較闊葉不易分解，較易累積闊碳氮率的有機質。

參 考 文 獻

- [1] 中國科學院，1955。五指山植被土壤調查報告（內部資料）。
- [2] 李慶遠、張效年，1957。中國紅壤的化學性質 土壤學報，5卷1期。
- [3] 格拉西莫夫（趙其國等譯），1956。中國土壤地理考察（未刊稿）。
- [4] 黃瑞采，1956。土壤學及土壤地理學（講義初稿）。
- [5] 徐淑英等，1954。海南島的氣候，氣象學報，25卷，3期，
- [6] 波加特列夫（徐文征譯），1955。論亞熱帶土表及土壤內水分影響下的潛育化問題，土壤譯報，第二期。
- [7] Н. И. 戈爾布諾夫（石華譯），1956。紅壤的礦物組成，土壤學譯報。
- [8] М. М. 科諾諾娃（尹崇仁等譯），土壤腐殖質問題及研究工作的當前任務。
- [9] 文振旺、戴昌達等，1956。黃山之土壤（未刊稿）。
- [10] 張俊民等，1956。江西省東北部之土壤及其利用，土壤專報，第29號。
- [11] И. П. Герасимов，1955。Подзолисто-желтоземные почвы в болгарии, Почвоведение № 9.
- [12] М. А. Джикаева，1956。Состав бурых лесных почв боржомского уезда в связи с составом леса сообщения Академии наук Грузинской ССР, No. 1.
- [13] М. А. Глазовская，1952。Почвенный—географический очерк австралий, Географиз.
- [14] Mohr, E.C.J. & Van Baren, F. A., 1954. Tropical Soils.

ПОЧВ ГОР УЦЫ-ШАНА

(Выводы)

Чжан Гзун-мин и Гон Цзы-тон

(Институт почвоведения Академии наук Китая)

1. Климат гор Уцы-шана обладает тропической характерностью. Вечный зелёный лиственный лес распространяет вплоть до вершины. Такое условие обуславливается существованием только желтозема различных типов, а не бурной лесной почвы. Это ясно выражается по характерности почвенной профели, например: Здесь имеет желтый (или бурый) горизонт; обладает ясной аллизацией, силой кислой реакцией и подвижным алюминием; минеральный состав почвы главным образом является каолинитом, но ещё сохраняет определённое количество первичного минерала, который трудно выветривается.

2. Вертикальное распространение почвы гор Уцы-шана только имеет два почвенные зоны, то-есть горную желтую оподзолистую почву и горную желтую почву. Горная желтая оподзолистая почва вообще распространяет более 1000 м уровня над морем. Она обладает ясным оподзолистым признакам, эта характерность тесно связана с мощней и неполно разложением органическими остатком, так как при перевлажнениям и кислой реакции почвы органический остаток не может вполне разлагать. Движение глинозема вниз является важным признаке оподзоливания почвы, а не поверхностного оглеивания. Горная желтая почва вообще распространяет на зоне над морем ниже 1000 м и не имеет оподзолистую характерность так как быстрое разрушение органического остатка препятствует развитие оподзоливания.

3. Содержания органического вещества в почве и отношение углерода к азотам зависит от уровня над морем, чем выше, тем больше. Кроме низкой температуры, избыток влажности и сильной кислотности влияет жизнедеятельности микроорганизма, еще способность органического остатка, то-есть хвойные и бамбуковые листья более труднее разлагаются, чем широких листьев и лучше накапливает органическое вещество, которое повышает отношение углерода к азотам.