

江西紅壤之氣候問題

朱顯謨

一、緒言

氣候對於成土作用之影響至大且巨，故論者常以氣候為成土作用之唯一動力，往往以某地之氣候情形推斷某地之土壤分佈；亦復由土壤而推知其氣候。此種立論乃係往日土壤學者日積月累之經驗，其中尤以俄人之貢獻最多。然按諸事實，則不盡然，蓋成土作用之動力，不僅限於氣候，同時某地之氣候，亦並非一定不變者也；目前所見之土壤並非僅限於氣候性土壤，而真正之氣候性土壤亦非即為該區之區域性土壤也，二者時可合而為一，有時則大不相同，而決不能混作一談也。

贛省境內，紅壤遍佈，氣候以贛南較溫熱，屬亞熱帶（華南區），贛北較涼屬溫帶（華中區）（1）按傳統之立論，則與生存紅壤（Red Earth）及黃紅壤（Red Loam）之氣候相近，無怪梭頓在『中國之土壤』（2）中有言曰：無論如何，中國紅壤之發育遠在有史以前，而目前尚在進行中。觀其語氣，其重點乃在最後之句。蓋在梭頓之前，地質學家德日進，楊鍾健等（3）認為大部紅壤係屬於第三紀之上新期晚年，而梭頓氏對此頗感懷疑者也。而今更因江西紅壤之分佈面積，以贛南為廣，而溫度復以贛南為高，因此以紅壤為江西目前氣候性土壤，並認贛南之紅壤化作用較強於贛北者，大有人在，是耶！非耶！目前殊難斷言，而有待於今後土壤及地質學家之詳細調查，合作研究，與夫客觀之檢討也。

筆者不才，在贛省工作七載餘，足跡遍全省，對於紅壤之氣候問題，始終隨時加以特別之注意，今願將歷年來觀察與研究之所得略陳數端，藉供參考，或將有助於此一問題之解決也。

二、贛省紅壤之種類及其分佈概況

贛省紅壤可大別為四（4），一係第四紀紅土之演生物，以小塘洲，千金坑，上陶陽等類為代表；廣佈於贛江及其支流沿岸，盆地中心，以及山坡之低麓，其中以小塘洲系類之紅化程度為最高，常普蓋於萬安遂川一線以北之高丘，其經侵蝕再積者亦可見於丘陵低麓之扇形台地，此類土壤以見於吉泰二縣間者最為發達。千金坑系類之外貌與雲南所見之免兒關相似，惟雜多量石英細粒，其紅化程度較免兒關及小塘洲等類為低，分佈區域極小，除泰和城北高出地面十公尺至二三十公尺之台地見有分佈外，頗為罕見，筆者曾在泰和東南上陶陽附近及吉安青原山以北見有千金坑系類出露於上陶陽系類土壤之下部。上陶陽系類包括上陶陽，文江，夏家峽以及崇仁（2）等系。遍佈全省，見於贛南者多雜石英細粒，色常較鮮紅，分佈地可高出地面十餘公尺，贛北以不含石英細粒色澤稍淡者為主，地勢常較低平，時為新近之沖積土所覆蓋。此類土壤位於山坡低麓及扇形台地上者常與沙村及紅門口等系類之土壤相緊接混雜，殊難分辨，位於贛江沿岸及往日排水溝遺跡之附近者，其上部常有紅棕色之山下東系（5）淺紅棕色砂質土層，以及棕至淡棕色近代沖積物之覆蓋。

紅土紅壤係內陸局留之沉積物，其性質常與其隣近之紅壤相近，復因其來源複雜，侵蝕沉積頻繁，故其性質之變異殊大而不能一致也。

一為自第三紀紅岩系之風化物，以居陂，天馬山，石灰埠，與龍坪等系最為習見，廣見於盆地區域，而尤以贛省中部最為發達，此類土壤，由其成土作用言，為紅色岩石之崩解物，似為極幼年之土壤，由其化學成分言，則與前述之各系紅壤相似，豈其造岩母質係往年紅化作用之生成

物數！

一為來自第三紀以前水成岩之風化物，可以沙村，丹陽嶺，袁山等系類為代表，大部見於丘陵地帶，但贛中贛南之山嶺區域亦廣見存在，此種土壤以見於傾角較大之片岩，千枚岩及於砂頁岩等區域最為發達。

第四類係花崗岩類之風化物，可以牛頭嶺，紅門口及永豐等系類為代表。土層深厚疏鬆，見於低丘者侵蝕劇烈，荒蕪不毛，高丘者常為草木所蔽而土表業已起黃化或腐殖化作用矣，此種現象，尤以見於贛南者最為顯著。

贛省紅壤以分佈面積論，紅土性紅壤以贛北為最大，紅岩系紅壤以贛省中部最為發育，花崗岩紅壤廣見於贛南及贛東贛西一帶，而其他水成岩之紅壤以見於贛中及贛北者較大。

三、目前氣候與紅壤化作用之關係

江西紅壤之種類及其分佈已於上節言之矣，表面視之，似與贛省紅壤化作用尚在進行，且贛南之紅化作用較強於贛北論者頗相符合，惟細察之，則有種種現象，出乎理想之外。試觀紅土中紅化作用較強之小塘洲，千金坑二大類，後者僅限於吉泰赤盆地中部，前者之正帶剖面常呈棕紅至紅棕色，惟因地形之變異，極易發生黃色之張家亭，青山面（5）等類之土壤，其在吉泰赤盆地中所見者，其位置常較千金坑系類為高，經再積作用者當較低，其分佈地區亦較廣闊，惟在贛南僅見於信豐以北。最易風化成紅壤之岩石係花崗岩（4），其紅化程度最高者當首推桃花岑系（6），僅見於贛北陸北附近，其次為牛頭嶺紅門口等系，雖可常見於贛南，然亦僅限於低平丘，而在贛北雖北至廬山附近，亦見有這種土壤之分佈（7）。灰岩區域所見之紅壤以袁山系為主¹，在贛南頗屬罕見（8），但在贛西（9）以及贛東（10、11）各地反較習見，永豐縣屬之藤四盆地中，除見有袁山系之分佈外，更見有紅化程度較高而呈色更為鮮紅之登田系紅壤（12）。

由砂岩所生成之紅壤，在贛省尚屬少見，惟在贛北廬山區見有紫紅色竹林坡系紅壤之埋藏剖面（7）。此種事實均足以證明贛省目前年平均溫度及雨量之微小差異，對於南北二地之紅化作用實無多大之影響者明矣。更查各類土壤中鐵質之脫水作用，似已不如其水化作用之強盛，鐵鋁淋溶，似已較強，而砂質之淋溶反較微弱（4）。且在贛南花崗岩區域（8）中所見之紅壤，似已起Harrison所謂之復砂作用（Resilicification）矣，由此可知目前我所見廣大面積之紅壤或僅係贛省之區域性土壤而非一般所謂之氣候性土壤矣，其例證將於下節中申論之。

四、目前氣候不利於紅壤發育之現象

生存紅壤之有利氣候條件，係長期之高溫高濕，惟究在何種高溫以及若干雨量下始為紅壤發生之理想條件，則遍查各文均乏明確之記載，贛省之氣象記錄據水利局之報告，年雨量約在1400—1800公厘之間，年平均溫度在17—21°C之間，且每年雨量均集中於春夏之交而秋間有一長期之旱季，頗與傳統之紅壤氣候相似，但下述現象，與我人之理想殊不符合，今請述之。

由成土作用之觀點言，岩石經風化發育而成土壤，在有紅壤化作用之情況下，則不論任何岩石以及目前所生成之各類土壤，均有漸形紅化之趨勢，故在理論上在此種有利環境不變之條件下，久而久之，任何土壤皆得變為紅壤，但遍查贛省境內之各種土壤，以色澤言尚未見有變紅之現象，以化學性態言，亦尚乏紅化作用進行之例證。反之緩坡，扇形台地，以及山頂平台上之紅壤，常因

侵蝕較微，排水較緩而有厚層棕黃土土壤之發育，如桃紅色沙村系可變為紅棕色之南屏系，桔棕色之石坡子系等（8）。小塘洲系可變為黃色之青山面系及灰白色之冬水源系等（5）。及紅門口系之變為淡棕色之分路牌系（7）等，皆其例也。此種土壤有時因環境之變異，或漸為沖失，而其下之紅色母質，得復露於地面，或可由其侵蝕溝中見有此種母質之存在。

土壤剖面之發育，亦可顯示成土型式之指向，贛省境內之土壤，均因侵蝕劇烈而乏良好剖面之發育，惟由所見之土壤剖面而言，除業經沖刷沉積者稍有例外之外，殘積性土壤之剖面其表土色澤為紅色者，其底部之土壤及半風化之母岩，亦必已呈紅色，最易紅化之化崗岩及片岩，頁岩等，其呈紅色之風化態母岩常可深達數十公尺以上，而反觀其他各種土類，如棕壤，灰棕壤等（由紅壤演變而來者除外），在成土之先，其母岩常僅為物理性之崩解，且其厚度常不及數十公分，相形之下，可見當紅壤化進行時其威力之大矣，至於其變化過程中，所需之氣候條件，則目前似頗難精測也。由紅壤剖面之化學性態視之，則更令人傷腦，如由花崗片麻岩風化而來之牛頭嶺系以及由砂頁岩風化而來之冬桃嶺系（8）。其活性膠體之鐵鋁率，均表示表土高於底土而底土高於風化態母岩，此種現象，豈非與一般所公認之紅化作用大相違背乎？又尖峯系與南山壩系皆為呈紫棕色之土壤（7）係帶紫色微晶花崗岩之風化物，分佈常相緊接錯雜，且形態相同，故在野外殊難分辨，但其化學性態，則相差甚遠，尖峯系之矽鋁鐵率甚高，而南山壩系者較業經強度紅化之牛頭嶺系尤低，觀其母岩之風化情形，尖峯系者，常位於侵蝕較劇之處而母岩僅為物理性之崩解，南山壩系常見於平緩而侵蝕不顯之處，其母岩之長石部分業已呈紅色之疏鬆體，在同一地區同一母岩而生成一種形態相同而化學性質各異之土壤，且此種不同現象純由於母岩風化型式之不同，此種不均質岩石之風化型式，在同一地區而相差顯著者，在贛省境內頗為習見，其中尤以下石系之異於崩崗嶺或牛頭嶺系（7）等，更為明顯，豈其一係近代之風化物而一者係往年風化物之殘留歟？

殘積之紅壤剖面中，除土表或因結水與積作用等進行而可呈黃，棕，或灰棕等色外，其剖面色澤不論其厚薄均為一致之紅色，以迄其風化態母岩而後已，但山麓之局部堆積物中，常可見有岩石之半風化體，或業已全部風化而成黃色或棕色之土團，與其四週之紅色土壤炯然不同，此種物體其風化作用之開始當較其四週之紅色土壤為遲，或可視為與目前之氣候關係比較密切，此種物質常因侵蝕作用之進行而可出露於土表，但其色澤常永恆不變，化學性態亦無漸趨紅化之現象。

上述各種現象均示紅化作用之進行異常困難，而低矽鋁鐵率之紅化土甚易退化為矽鋁鐵率較高之土壤，因此目前贛省所見之各種紅壤是否係現氣候之產物不得不有所懷疑者也。

五、紅壤化作用與古氣候之關係

由上所述在目前贛省氣候情形下，發生各種不甚合理之現象，致使我人對於贛省紅壤化作用，尚在不斷進行之問題，發生懷疑，然則遍佈全省之紅壤究為何時所產生實為目前之重要問題也。地質學家認為在史前，自第三紀以後曾有一長期高熱之氣候而其範圍並不限於江西或中國之南部也，由種種現象視之，贛省境內所見之紅壤或即為此時中之產物，亦未可知也。此一高溫乾旱之氣候自第三紀後期始以迄第四紀之末期止，歷時達百餘萬年，而第四紀中有若干間冰期，可見當時氣候變化之劇烈矣。關於紅壤成土作用所需之時間，據Mohr氏之估計，約需二萬年，因此在上述之綿長高溫之氣候下，紅壤之足以生存，似屬可能，其次為贛省境內之紅壤其紅化作用最早於何時，及其與其他成土作用之關係耳。

贛省境內所見之紅岩系岩層。其風化作用均以崩解為主，生長之土壤性態均與其母岩相似。紅岩系中各岩層之位置，純紅色之砂頁岩，均為最上之一層，可見其沉積時期較近，此種岩石常風化為石灰埠系紅壤，惟其理化性態除較流鬆外與母岩完全相同，由此可知此種土壤與一般所謂經紅化作用而來之紅壤有別，其所具之紅壤性質，完全由於其母岩，而非目前氣候使然也。因此此種岩石可能為往日紅壤之沉積物，由此可推知贛省境內之紅壤化作用實已起於此等岩石沉積之前矣。

目前贛省紅壤之分佈，以見於丘陵地帶者為主，且常為荒蕪不毛之區，因此論者認為山嶺區域有森林之覆蓋者，因溫度較低，濕度較高，因此紅壤化作用不易進行而少紅壤之發育。惟地形之差異雖可支配土壤之分佈，但贛省紅壤之所以多見於丘陵地帶者尚有其他原因，今請述之，與紅壤分佈有關之地文時期在贛省所見者可分為紅岩系，紅土層與近代沖積層三期，目前地形之雛型當處於紅岩系沉積之前，觀乎紅岩系之僅見於目前水系附近以及盆地之邊緣即可知也。紅岩系中所見之紅壤性土壤僅限於與母岩性態相同之石灰埠，天馬山二系類，紅土層所發育之紅壤則均為紅化程度較高者，其紅化程度之差異又復與沉積之先後有別，沉積最先者係小塘洲系類，其次千金坑系類再次為上陶陽以及夏家峻等系類。間於紅土以及近代沖積層之間者尚有紅棕至棕色之下山東系類(5)。以及紅棕色之砂層，此種土壤除時見於泰和附近外，贛河沿岸，各水道舊河床附近以及目前紅壤區中排水溝之二旁亦可見有零星局部之出露，惟常為近代沖積物所覆蓋故常被埋藏而為人所忽視。由上述各類土壤之沉積情形視之，贛省境內紅化作用最強之時期似在第四紀紅土沉積之初期，而後日漸微弱，至近代沖積物沉積之前，非但紅化作用不合吾人之理想，即紅壤之侵蝕作用已不如其他土壤之甚矣。

說者或云第四紀紅土之沉積較久，故其紅化作用較甚，意即此種土壤非紅壤性物質之沉積物而係沉積後再經紅化之生成物，關於此點，我人知者甚少，目前當無法加以決定性之斷言，惟若加以詳細之研討，則不無線索可尋。關於紅土之生成如李四光(13)熊毅(14)等氏均認為係第四紀中某一冰期之產物，筆者更認為此種土壤之紅化作用或尚在最後一次冰川侵襲之前。據李四光氏於三十三年在泰和江西地質調查所之演講及其論著可知贛省冰川之遺跡，北起廬山，南迄泰和以南時可見及。紅土區域時可見地質學家認為冰川特徵之 Varve clay 及冰碛石等，或紅土常沉積於冰川地形之『U』形山谷中，前者以見於廬山(7,15)以及泰和附近者最為顯著，後者以見於吉水八都盆地以及白水街(2)一帶者為著。Varve clay 係呈白色之土層，呈薄層或枝狀，分佈於紅土中，時斷時續，似係當沉積時，因有冰塊之夾入其中，其附近土粒經長期之低溫水漬而成白色，此種現象與紅土中因排水不良而誘起之黃白紅交織時或具有鐵錳新生體之管溶管炯然不同；『U』形谷中之紅土其上部常為呈灰白色之白水街(12)以及冬水源(5)等類之潛漬性土壤，而其底部反為紅色，整個剖面中土壤色澤之變化與其他紅壤區域中因潛水而較高而生成上紅中黃下藍之剖面恰相倒置，此或因此種土壤其上部曾遭冰漬漸起潛漬作用而生成藍色之潛育層，然後溫度漸高，冰融水退，得以出露，而呈今日之灰白色，更因侵蝕之進行，底部紅色之部份復又出露。由上述二種現象視之，則紅土紅壤之紅化作用，早在其沉積之前也明矣。

第三紀以前各地層所組成之丘陵，所以多紅壤之分佈者，與岩石性質關係至大，火成岩中以花崗岩最易生成紅壤，與其成分相似之流紋岩，因組織緻密風化不易常為高山之岑瘁，山頂平台有林木蔽蓋而侵蝕輕微者仍可與丘陵地帶相同而有紅壤之分佈，不論其表層是否業經水化或殖漬而呈灰棕或灰黃等色，但其底部及風化態母岩恒與丘陵地帶紅壤區中所見者相同；水成岩類之岩石中，其

紅化作用最易進行者，在學理上一般均認為石灰岩為最易，但石灰岩之主要成分為碳酸鈣，極易溶解淋失，同一厚度之岩層其得殘留之土層常較淺薄，亦且其組織緻密，風化動力僅能及於岩石之表面而不易深入底部，因此在同一環境下，其所生成之土壤常較淺薄；砂岩，石英砂岩，石英岩以及其他岩質較堅組織較密之岩石，雖在同一紅壤性氣候下，其成土作用恒較緩慢，其生成之土層當亦較薄。最易風化為紅壤而其土層深厚者首推片岩及千枚岩類。在同一侵蝕動力下因岩石形態之不同而引起不同之侵蝕，又因此而造成各種不同之地形，更因當初所成土層之厚薄，一者甚易侵蝕淨盡，其所成之土壤常為最近氣候下之生成物，一者係古氣候所造成之土壤，因土層特厚而有大部之殘留，更因受現氣候之影響而生成各種業經變質之土層，無怪花崗岩與片岩，千枚岩類三區中多紅壤之分佈而其他岩區中之分佈比較稀少也。

此外贛省境內紅壤之分佈與岩層之傾角關係至大，極易風化成紅壤之片岩千枚岩類及其他岩石，其傾角愈大者愈多紅壤之分佈，且其土壤深厚，即高至千公尺以上之山嶺，仍見有厚層紅壤之殘留，如大庾北之蕩坪，永豐南之沙溪鎮一帶高山區中所見之厚層紅壤皆其例也。但同類岩石其傾角水平或較小者，其所發育之土壤，常與石英岩類相似，雖在紅壤區之低平丘上，亦未見有紅壤生成，此種現象以見於贛南安遠鶴仔圩附近者最為顯著。比較新鮮而未經風化之片岩及千枚岩類，亦為緻密而堅硬之物體，因此水平之岩層，風化動力亦僅能及於岩石之表面，故難期有厚層土壤之生成，傾角較大者，誘起風化作用之先鋒——水——得由岩石之孔隙及其與其他岩層之接觸面附近向下滲透，而為其他風化動力開一坦道，因此能與花崗岩類相若而有厚層土壤之生成也。二地相同之岩石在同一氣候下因傾角之不同而生成深淺不同之相同土壤，在同一侵蝕之作用下，當以薄層者先被冲刷而厚層者尚有殘留也。

總上所述，我人雖未獲得贛省紅壤化作用業已停頓之明確證據，但我人亦未有適當而明顯之現象足以證明目前氣候情形下尚有紅壤化作用之進行，反之我人可由地質年代，地形之演進而得以證明贛省境內目前所見之紅壤其紅化作用確在有史以前，更可由紅壤之分佈情形，地形與土壤之關係以及岩石性質，組織，位置等關係證明目前氣候與贛省紅壤之紅化作用之關係甚為微妙，總之此一問題尚待我人今後不斷努力搜集事實與夫客觀冷靜之思考與研究耳。

參 考 文 獻

1. 竺可楨 中國氣候分佈圖 中國分省新圖 申報館印
2. 梭 頗 1936 中國之土壤 中央地質調查所 土壤特刊乙種第一號
3. Teilhard, de, C. P., Young, C. C., Pei, W. C. 1935 On the Cenozoic Formation of Kwangsi and Kwangtung, Bul. Geol. Soc. China, Vol. 14, No. 2.
4. 朱顯謨 江西土壤誌 江西省地質調查所文稿
5. 吳本忠等著：1941 泰和區土壤 江西省地質調查所土壤專刊第一號
6. 羅鍾毓：南昌進賢區土壤概述 江西省地質調查所未刊稿
7. 朱顯謨 1947 廬山區土壤概述 土壤季刊六卷三期
8. 朱顯謨 江西南部之土壤 江西省地質調查所未刊稿
9. 熊 毅 傅徵第：1943 江西西部土壤誌 江西地質調查所土壤專刊第五號
10. 席承藩 臨川寧都間土壤 江西地質調查所未刊稿
11. 朱顯謨 江西東部之土壤 同 上
12. 朱顯謨 永豐吉水間之土壤 同 上
13. 李四光 1945 中國冰川期之探討，中央研究院學術匯刊一卷一期
14. 熊 毅 194 江西更新流粘土之性質及其生成 土壤季刊 卷 期
15. 李四光 1943 冰期之廬山 中央研究院地質研究所未刊乙種第二號

Discussion on Laterization in Kiangsi

(Summary)

Chu Shien—Mu.

Laterite and lateritic soils are very universal in Kiangsi and occupy an immense area. According to the scheme of climatical soil classification, the whole province is considered as red earth region. In other words laterite and lateritic soil of Kiangsi, covering such a large area, were not only named as regional soils but climatical soils as well. And even some podologists considered that the laterization process in the southern part is comparatively more intensive than that in the north, for this is the micro-climatical variations within the province.

I have found accumulated facts and phenomena, which are quite different from the so called normal or zonal facts and very difficult to be explained by the climatical pedological rules. Then questions "When laterite and lateritic soils in Kiangsi were developed? Is the recent climatical conditions favor to the process? and so on." are naturally arising.

Generally specking, though brown earths, gray brown earths and some acidic purplish soils are mostly scattered on the mountainous region or steep sloped areas, and while laterite and lateritic soils are commonly scattered on the hilly region and gently sloped parts, yet highly laterized soils such as Siaotanchou silty clay, Shantaoyung silty clay and Tsienchinkeng sandy clay are only scattered on the central and northern part of the province. Rocks such as granite and limestone, are very easy to be weathered and form highly laterized soils, yet the well developed lateritic soil from granite—Taohuoling sandy loam is only found on the northern Kiangsi and lateritic soils developed from limestone are widely scattered on the northern, eastern and western parts but they are scarcely found in the south. From these phenomena, we can aware that there is no distinct effects on the laterization process by the very short period of climatical variations.

No matter, how laterite and lateritic soils are widely scattered, but there are some phenomena, such as resiliification, hydration and R_2O_3 leaching found on the soil profiles. Besides, according to the stratigraphic processes we also know that under recent climatical conditions not only the laterization process is limited, perhaps it may stop, but also the erosion process of red earths, which was once absolutely dominant in ancient times, is quite less strength than that of other soils now.

Many geological facts and different types of rock weathering and soil formation and soil distribution phenomena all prove that the laterization process in Kiangsi had been carried out long before the human history and it may be considered that the recent widely scattered red earths are only the redeposited residual materials of ancient laterites.