

# 我国华北地区和地中海地区褐色土形成的 水热条件和相性差异

陳靜生 倪紹祥 高金水  
(北京大學)

## 一、前 言

褐色土作为独立的土类是本世紀二十年代由苏联学者提出的。1924年C. A. 查哈罗夫首先提出在苏联格鲁吉亚境内分布有褐色土。以后,許多苏联学者对苏联克里米亚和高加索黑海沿岸、外高加索、大高加索北部和中亚山地的褐色土进行了研究,提出了大量关于这些地区褐色土分布、形成条件、化学組成和机械組成的資料<sup>[2]</sup>。И. П. 格拉西莫夫对褐色土的地理分布、形成条件、形成过程和土壤性质等作了較全面的总结与阐述,并且把褐色土分为典型的、淋溶的和碳酸盐的三个亚类<sup>[1,3]</sup>。

最近十几年来,对褐色土的研究有很大进展。已經查明,褐色土除广泛地分布在苏联境内的上述地区和地中海沿岸地区外,还分布在具有地中海型气候特点的美国西南部各州,墨西哥西北部,南美西部,澳洲东南部和具有大陆季风气候特点我国华北地区。褐色土在北半球分布在北緯20—45°范围的若干地区内。

我国华北地区的褐色土是1955年由И. П. 格拉西莫夫首先提出的,并指出了褐色土在我国可能分布的大致范围<sup>[5]</sup>。随后,文振旺等調查了冀北山地和内蒙山地的褐色土<sup>[6,7]</sup>。已經查明,褐色土在我国暖温带范围内成为一个独立的水平土壤地带<sup>[8]</sup>。这一地带包括华北平原,冀北山地,晋中、晋南山地,鲁中山地和关中盆地。此外,在內蒙古温带干草原栗鈣土地带和荒漠草原棕鈣土地带内,褐色土还作为山地垂直土壤带(大青山和賀兰山等)出现在山地栗鈣土带之上<sup>[7,8]</sup>。

从已經查明的褐色土在全球整个地理分布情况来看,可以认为,褐色土不仅是亚热带地中海气候区和亚地中海气候区(如保加利亚)的地带性土类,而且也是欧亚大陆东部暖温带大陆季风气候

区的地带性土类。

研究褐色土分布地区成土条件的特点和土壤的相性差异是土壤地理学上的重要理論問題。1958年,И. П. 格拉西莫夫曾提及应区分苏联亚热带(指具地中海气候特点的苏联南部)和远东亚热带(指我国华北地区)成土过程的省性<sup>[9]</sup>。1960年,В. А. 柯夫达和E. B. 罗包娃在編制1:6,000,000亚洲土壤图草图时,把欧亚大陆的褐色土划分为两个相:地中海相(旱生疏林与灌丛褐色土)和大陆季风相(少量碳酸盐褐色土)<sup>[10]</sup>。

最近,我們广泛地查閱了有关褐色土的文献和褐色土分布地区的自然地理文献,收集与对比了欧亚大陆褐色土分布地区水热条件的若干資料和50多个褐色土剖面的理化分析与机械分析資料,使我們对下面两个問題获得一些初步概念。这两个問題是:

- (1) 地中海地区和我华北地区水热条件有什么相似之处,为什么在两种不同的气候类型下形成同一的发生学土类;
- (2) 地中海地区和我华北地区褐色土的相性差异表现在哪些方面。

## 二、我国华北地区和地中海地区水热条件的若干相似之处

地中海地区属亚热带地中海型气候。这里,夏季由于亚热带高压北移,干燥少雨。冬季亚热带高压南移和在西风带的影响下,湿润多雨。故这里气候的总的特点是:夏季炎热干燥(7月平均温24—28°C;7、8两月的降水量仅占全年降水量的0.8—9%;空气相对湿度45%上下),冬季温暖湿润(1月平均温7—10°C;11、12、1、2四个月的降水量占全年降水量的40—50%;空气相对湿度68—72%)。而我华北地区属暖温带大陆季风型气候。这种气候的特点和上述情况正好相

反。夏季盛行太平洋季风,高温多雨(7月平均温26—28℃;6、7、8三个月的降水量占全年降水量的60—70%以上;空气相对湿度65—75%)。冬季在西伯利亚高压控制下,寒冷干燥(1月平均温-1—-5℃;12、1、2、3四个月的降水量仅占全年降水量的2—5%;空气相对湿度50%左右)。为什么在两种不同的气候类型下形成同一的发生学土类呢?

我们觉得,要解决这个问题,必先更确切地认识气候条件和成土过程之间的关系。B. P. 沃洛布耶夫在阐述土壤与气候的关系时曾指出:“当水热条件的主要特点相近时,即使气候状况的变化很

广泛,也不致发生改变土壤形成过程类型的实质变化”<sup>[12]</sup>。И. П. 格拉西莫夫也曾指出,在分析苏联亚热带和远东亚热带气候特征与成土过程的关系时,“没有必要比较这些地区的全面的气候特征,而只需比较具有主要成土作用意义的温暖季节的气候特征”<sup>[9]</sup>。

遵循着以上思想,我们选择对比了欧亚大陆西部[马德里(西班牙)、巴塞罗那(西班牙)、罗马(意大利)、伊斯密尔(土耳其)、米丘林(保加利亚)、雅尔达(苏联)、梯比利斯(苏联)各站]和我国华北地区(北京、西安诸站)的下列水热资料<sup>[8,13—20]</sup>。

(1) 作为成土过程的总的能量基础的年降水量

表1 欧亚大陆褐色土分布地区年平均气温和降水量对比表

站名	年平均气温(℃)	年降水量(毫米)	资料来源与年份
伊斯密尔(土耳其)	17.4	719.0	1924—1950, Г. Н. Витвицкий
米丘林(保加利亚)	12.9	657.0	
雅尔达(苏联)	13.1	508.0	W. G. Kendrew
梯比利斯(苏联)	12.6	482.0	同上
北京	11.8	623.1	1841—1886, 1889—1952, 中国气候图(简编)
西安	14.1	575.9	1922—1925, 1931—1952, 中国气候图(简编)

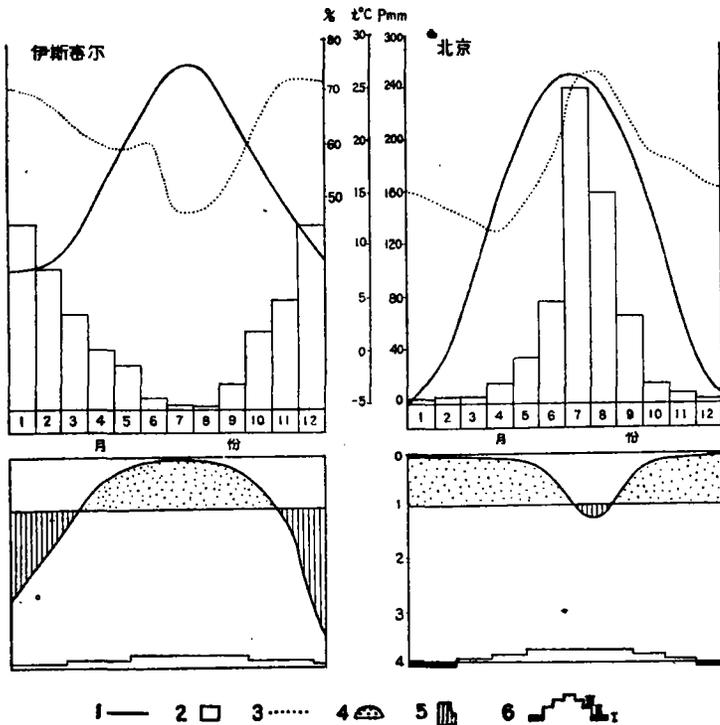


图1 伊斯密尔和北京综合水热条件图

- 1—气温(℃)
- 2—月降水量(Pmm)
- 3—空气相对湿度(%)
- 4—湿润指数  $K_M < 1$  的时期
- 5— $K_M > 1$  的时期
- 6—土壤形成过程的条件温度
- (I— $0^\circ$ ; II— $0-10^\circ$ ;  
III— $10-20^\circ$ ; IV— $>20^\circ$ )

量和年平均温度(表 1)；

(2) 具有主要成土作用意义的：(a) 大于 0℃ 的暖季降水量，(b) 大于 10℃ 的天数和积温，(c) 大于 15℃ 的天数和积温(表 2)；

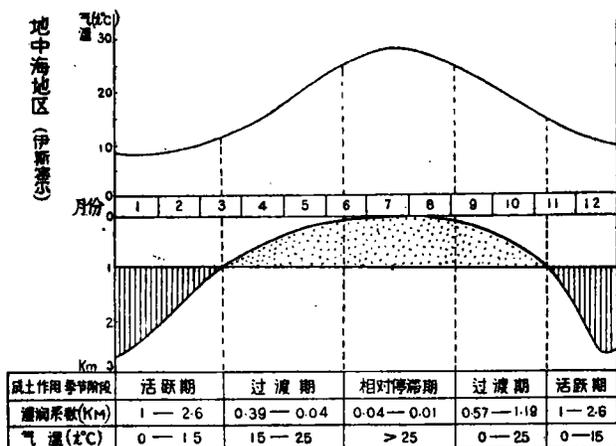
(3) 根据 B. P. 沃洛布耶夫的方法<sup>[12]</sup>，计

算与编绘了伊斯密尔(土耳其)和北京二站的包括月平均温度、月降水量、空气相对湿度、湿润系数( $K_M$ )<sup>1)</sup> 和成土过程条件温度(<0℃, 0—10℃, 10—20℃, >20℃) 的综合水热条件图(图 2)。并且根据此图划分了雨地的成土作用季节阶段

表 2 欧亚大陆褐色土分布地区暖季的积温与降水量对比表

站 名	>15℃		>10℃		暖季(月均温>0℃)的降水量(毫米)
	天 数	积 温	天 数	积 温	
梯比利斯(苏联)	159	3300	214	4000	518*
马德里(西班牙)	143	3000	218	3900	419*
巴塞罗那(西班牙)	176	3500	284	4800	537*
罗马(意大利)	183	3900	262	4800	803*
北京	141	3350	187	4050	612.2**
西安	142	3510	190	4270	570.9**

\* 据 И. П. Герасимов<sup>[9]</sup>。 \*\* 据“中国气候区划”。



(图 3)。

从表 1、2 和图 2、3 中可以看出，地中海地区和我华北地区在具有主要成土作用意义的水热条件上有许多相似之处。

1. 作为成土过程的总的能量基础的年降水量和年平均温度(反映总热量特征)两地是近似的。地中海地区年平均温度为 12—17℃, 华北地区为 12—15℃。地中海地区年降水量为 450—800 毫米, 华北地区为 400—700 毫米。从 B. P. 沃洛布耶夫所确定的土壤水热类型系统来看<sup>[11]</sup>, 则这两个地区都属于这个系统中的 E—VI 型(字母符号代表土壤水热类型系统中的水文系列: 由极干旱的 A 到特别潮湿的 G; 罗马数字代表这个系统中的热力系列: 由极寒冷的 I 到赤道热带的 VII<sup>[11]</sup>)。

2. 具有主要成土作用意义的, 如大于 0℃ 的暖季降水量, 地中海地区

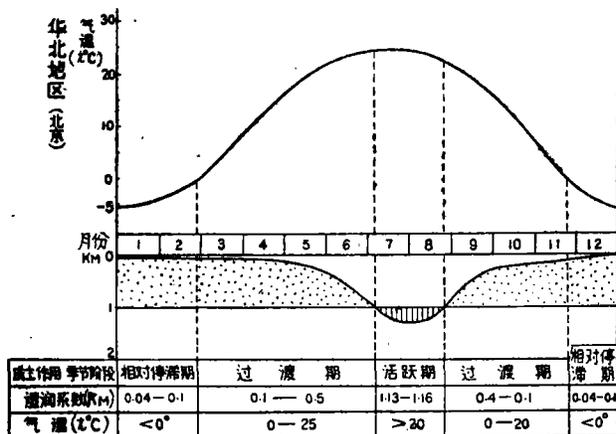


图 2 成土作用季节阶段

1) 湿润系数:  $K_M = \frac{\text{降水量 } r}{\text{蒸发能力 } E}$ ; 蒸发能力按下式求得:  $E = 0.0018(25 + \theta)^3(100 - f)$ , 式中  $\theta$  为月平均气温,  $f$  为月平均空气相对湿度。

为 400—800 毫米,华北地区为 400—650 毫米;大于 10℃ 的天数和积温,地中海地区为 210—280 天和 3,900—4,800℃,华北地区为 190—230 天和 3,800—4,200℃;大于 15℃ 的天数和积温,地中海地区为 140—180 天和 3000—3900℃,华北地区为 150—180 天和 3300—4200℃。这些数字说明,有利于成土作用进行的时期的主要水热指标两地有很大的近似性。因此完全有理由认为,这两个地区主要成土作用时期的总的水热状况是属于同一类型的。

3. 从降水量的年内分配来看,两地有一共同的特征,即均具有明显的干湿季交替现象。湿季(地中海地区为温湿,华北地区为热湿)进行着强烈的粘化过程;干季(地中海地区为干热,华北地区为干冷)由于土壤水分不足,阻碍成土过程的发展。这一特征在很大程度上影响着褐色土形成的特点。

4. 从根据综合水热条件图所划分的成土作用季节阶段来看,在一年中两地各可划分出持续时间相近的四个成土作用阶段,即一个成土作用的活跃期,一个成土作用的相对停滞期和其间的两个过渡期。

地中海地区褐色土形成过程的季节阶段是:

(1) 冬季潮湿-温暖成土作用活跃期(12月—3月)

$$K_M > 1 \quad (1-2.68), \quad t = 0-15^\circ\text{C}$$

(2) 春季半干-温暖过渡期(4月—6月)

$$K_M < 1 \quad (0.39-0.04), \quad t = 15-25^\circ$$

(3) 夏季干燥-炎热成土作用相对停滞期(7月—8月)

$$K_M = 0 \quad (0.04-0.01), \quad t > 25^\circ\text{C}$$

(4) 秋季半干-温暖过渡期(9月—11月)

$$K_M = 1.19-0.57, \quad t = 0-25^\circ\text{C}$$

华北地区褐色土形成过程的季节阶段是:

(1) 冬季干燥-寒冷成土作用相对停滞期(12月—2月)

$$K_M = 0 \quad (0.04-0.1), \quad t < 0^\circ\text{C}$$

(2) 春季半干-温暖过渡期(3月—6月)

$$K_M < 1 \quad (0.1-0.5), \quad t = 0-25^\circ\text{C}$$

(3) 夏季潮湿-炎热成土作用活跃期(7月—8月)

$$K_M > 1 \quad (1.13-1.16), \quad t > 20^\circ\text{C}$$

(4) 秋季半干-温暖过渡期(9月—11月)

$$K_M < 1 \quad (0.4-0.1), \quad t = 0-25^\circ\text{C}$$

从两地成土作用的季节阶段来看,虽然冬夏两季两地水热条件的配合状况正好相反,但毕竟两地都有一个成土作用的活跃期和一个成土作用的相对停滞期。因而使得两地在一年中成土作用的总的持续时间和成土过程的总的强度有很大的近似性。

基于以上几点,我们完全有理由认为,正是水热条件的这些近似性决定了两地形成同一的发生学土类——褐色土。当然,从以上资料中也可以看出地中海地区和我国华北地区水热条件的差别也是很明显的,主要表现在:

1. 地中海地区的年降水量和年平均温度稍高于我国华北地区。

2. 具有主要成土作用意义的水热指标(大于 0℃ 的暖季降水量和大于 10℃ 和 15℃ 的积温和天数),地中海地区均稍高于我国华北地区。

3. 在水热条件的配合上,地中海地区夏季炎热干燥,冬季温暖湿润;而我国华北地区夏季高温多雨,冬季寒冷干燥。

4. 一年中有利于成土作用进行的持续期,地中海地区(10个月左右)较我国华北地区(不足9个月)稍长。

正是上述这些差别决定了两地成土过程的地方性特点(相性特点)。这一点将在下节中讨论。

### 三、我国华北地区和地中海地区褐色土的相性差异

前言中提及, B. A. 柯夫达和 E. B. 罗包娃把欧亚大陆的褐色土划分为两个相:地中海相(指欧亚大陆西部)和大陆季风相(指我国华北)。为了具体地查明这两个地区土壤的相性特点,我们搜集与对比了分布在这两个地区的 56 个褐色土剖面的理化分析与机械分析资料,其中欧亚大陆西部 36 个<sup>[1,2,3,21,22]</sup>,大多为苏联高加索和中亚山地的剖面,少数为保加利亚的剖面。我国华北地区 20 个<sup>[4,5,6,7,8,17,23,24,25]</sup>,分布范围较广,包括华北平原、冀北山地、鲁中山地、关中东盆地和大青山、贺兰山等。

根据褐色土形成过程的特点和资料的可能情况,共选择对比了下列各项性质:粘化层(指粘化作用相对最明显的层次)的埋藏深度,粘化层中 <0.01 毫米和 <0.001 毫米颗粒的含量,粘化层土体的硅铝铁分子率( $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ),表层腐殖质含量,腐殖质含量大于

1% 的层次的厚度, 表层的吸收总量和 pH 值。

地中海地区和我國华北地区褐色土的相性差别主要表现在下列諸方面:

(1) 地中海地区褐色土粘化层的位置普遍較浅 (大多在 10—40 厘米之間)。我国华北褐色土粘化层的位置相对較深 (大多在 30—60 厘米之間)。

(2) 地中海地区褐色土的粘化作用普遍較强 (以粘化层为例, <0.01 毫米顆粒的含量一般达 40—85%, <0.001 毫米顆粒的含量大都在 20—50% 之間)。我国华北褐色土的粘化作用相对較弱 (也以粘化层为例, <0.01 毫米顆粒的含量大都在 25—60% 之間, <0.001 毫米顆粒的含量一

般仅 15—30%)。

(3) 地中海地区褐色土腐殖质的含量普遍較高 (表层多在 2.5—10% 之間), 腐殖质含量大于 1% 的层次所达的深度普遍較大 (在不少情况下达到 120—140 厘米)。我国华北地区褐色土腐殖质含量相对較低 (表层一般为 0.5—6%), 腐殖质含量大于 1% 的层次的深度相对較浅 (在多数情况下仅及 40—70 厘米)。

(4) 地中海地区褐色土的吸收总量普遍較高 (大多为 20—50 毫克当量/100 克土), 而我國华北褐色土的吸收总量相对較低 (多为 15—30 毫克当量/100 克土)。

关于土壤的硅鋁鉄分子率和 pH 值, 一方面

表 3 地中海地区和我國华北地区褐色土的相性差異 (根据 50 余个剖面分析資料統計求出)

指 标 数 值	粘化层在剖面中的深度 (厘米)			粘化层顆粒含量 (%)						腐殖质积累状况						吸 收 量 (毫克当量/100克土)		
				<0.01 毫米			<0.001 毫米			表层含量 (%)			含量 >1% 层的深度					
	典型	淋溶	碳酸盐	典型	淋溶	碳酸盐	典型	淋溶	碳酸盐	典型	淋溶	碳酸盐	典型	淋溶	碳酸盐	典型	淋溶	碳酸盐
地 中 海 相	20	10	0	55	40	45	40	25	15	3.5	2.5	2.5	120	30	25	15	16	16
	50	60	40	85	85	70	60	35	30	8	12	10	59	145	105	50	50	32
	平均状况 10—40			40—85			20—50			2.5—10			0—120			20—50		
大 陆 季 风 相	35	13	25	30	25	25	20	15	16	2	1	1	10	0	0	11	10	13
	60	60	65	55	55	45	30	25	33	6	4	2.5	50	95	40	27	16	30
	平均状况 30—60			25—60			15—30			0.5—6			0—40(70)			15—30		

表 4 地中海地区和我國华北地区褐色土的硅鋁鉄率 pH 值

指 标 数 值	粘化层的硅鋁鉄率			表层 pH		
	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	典 型	淋 溶	碳 酸 盐
地 中 海 相	4.2—5.7	5.1—7.5	19.1—32.5	6.3—8.0	6.3—7.2	6.3—7.1
大 陆 季 风 相	4.3—7.0	5.3—7.9	22.6—35.0	7.0—8.3	6.6—7.9	7.7—8.7

因差別不明显, 另一方面因資料太少, 尚难提出比較的結論。但已有的資料如果还能多少反映問題的某个方面的話, 則可以說, 地中海地区褐色土的硅鋁鉄分子率和 pH 值有相对偏低的傾向 (表 4)。

下面我們討論一下两地土壤性質的差別与两地水热条件的关系。

1. 地中海地区褐色土的粘化作用較强。我們认为, 这与地中海地区一年中成土作用的总的持

續期和成土作用的活跃期相对較长有关。从前面的图 2、3 中可以看出, 在地中海地区, 除炎热干燥的夏季成土作用相对停滞外 (約两个月), 年内其他时期 (10 个月左右) 均能进行成土作用。成土作用的活跃期达 4 个月之久。而我國华北地区, 冬季成土作用的相对停滞期在 3 个月以上, 因此一年中成土作用的总的持續期相对較短 (不足 9 个月)。夏季成土作用的活跃期一般只有两个

月左右。

另外,在地中海地区成土作用的活跃时期内,湿润指数相对较高( $K_M = 1-2.68$ ),这种情况可能更有利于粘化作用的发展。在我国华北地区成土作用的活跃时期内(夏季),降水虽较多,但蒸发也强,因此湿润指数不高( $K_M = 1.13-1.16$ ),可能在一定程度上妨碍成土作用的强烈发展。

2.关于粘化层的深度,И. П. 格拉西莫夫认为,粘化程度最高的层次应该是土壤水热状况最有利和相对稳定的层次。土壤表层由于经常过干

或过冷过热,水热状况很不稳定,不利于粘化作用的强烈进行,所以粘化作用最明显的层次一般不在土壤表层,而在剖面的某一深度范围内<sup>[4]</sup>。

地中海地区褐色土粘化层的位置普遍较浅(10—40厘米)。我国华北地区褐色土粘化层的位置相对较深(30—60厘米)。我们认为,这种情况可能正反映了我国华北地区土壤水热状况不稳定的层次较厚。从北京地区土壤温度的资料(图3)来看,50厘米以上的层次年内温度变化较大,冬季有3个月左右的冻结(12月—2月)。春秋虽

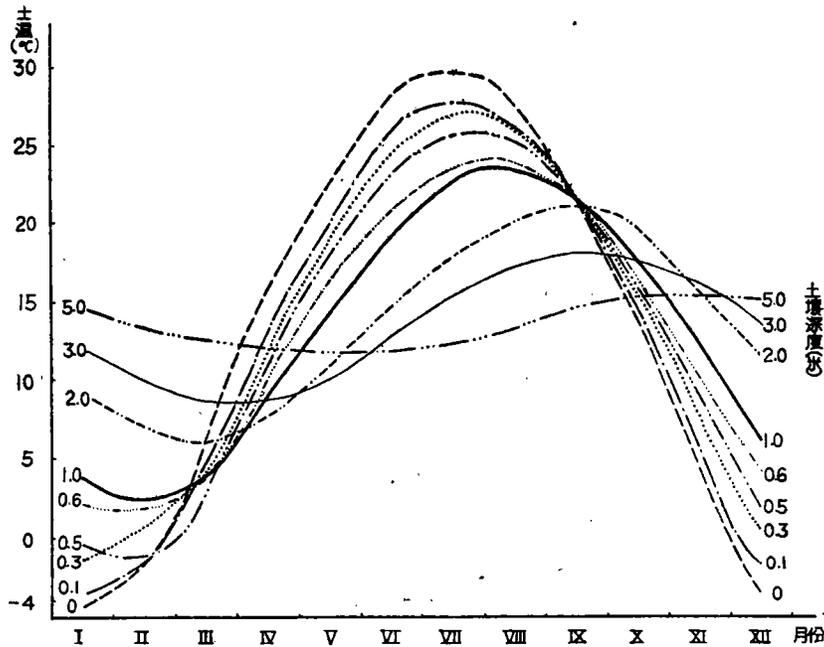


图3 北京地温年内变化(记录年份:1940—1945, 1947, 1950—1952)

为正温,但湿度很不稳定。而地中海地区,土壤全年无负温。由于降水的年内分配较华北地区均匀(图2),因此上层土壤温度和湿度的年变幅较小,土壤水热状况不稳定的层次也相对较薄。

3.地中海地区褐色土的腐殖质含量普遍较华北地区为高,腐殖质含量大于1%的层次的厚度普遍较华北为大。显然,这与两地高温时期有机质矿质化作用的速度有关。在地中海地区,夏季干燥炎热,由于水分不足,有机质的矿质化过程速度缓慢,有利于腐殖质在土壤中的积累。而我国华北,夏季高温多雨,有机质矿质化过程强烈,不利于土壤中腐殖质的大量积累。此外,我国东部地区由于人类经济活动的影响较大,也在一定程度上促进了这一过程。

4.土壤吸收量是土壤腐殖质含量和粘粒含量的函数。既然地中海地区土壤的粘化作用较强和腐殖质含量较高,当然,土壤的吸收量也必较高。

#### 四、结 论

综上所述,可以归纳出如下的结论:

1.地中海地区 and 我国华北地区虽然从属于两种不同的气候类型(地中海型和大陆季风型),但作为成土过程的总的能量基础的年降水量、年平均温度,具有主要成土作用意义的暖季(大于 $0^{\circ}\text{C}$ )降水量、大于 $10^{\circ}\text{C}$ 的天数和积温,大于 $15^{\circ}\text{C}$ 的天数和积温以及根据综合水热特征所划分的成土作用季节阶段,两地均是近似的,因而在两地形成同一的发生学土类——褐色土。

2. 地中海地区夏季过干, 华北地区冬季过冷。但从对成土过程的影响来看, 正好此时期内两地成土作用都相对停滞, 因此这种差别对土壤性质的影响不大。从前面所叙述的情况来看, 对成土作用有重要影响的那些水热条件的差别几乎都是量的差别, 如年内成土作用总持续期的长短、成土作用活跃期的长短、成土作用活跃期内湿润指数( $K_M$ )的大小、水热状况不稳定层次的厚薄等, 正是水热条件的这些量的差别决定了两地土壤性质的量的表现不同(相性特点)。

3. 地中海地区和华北地区褐色土性质的差别表现在粘化作用的强度、粘化层的深度、腐殖质含量和吸收总量诸方面。考虑到粘化过程是褐色土的最重要的成土过程(特征性成土过程), 因此可以认为地中海相的褐色土的重要特点是浅位(相对)强粘化(相对)。大陆季风相褐色土的特点是深位(相对)弱粘化(相对)。

最后, 在本文结束时我们还要指出两点:

1. 通过对地中海地区和华北地区褐色土形成的水热条件和相性特点的分析, 再一次证明了 B. P. 沃洛布耶夫所提出的气候条件和成土过程关系结论的正确性。“当水热条件的主要特点相近时, 即使气候状况的变化很广泛, 土壤中也不致发生改变土壤形成过程类型的实质变化。水热状况的地方性特征应该看作是加速或延缓某一方土壤形成过程的因素。这些因素不致使土壤发生根本的变化”<sup>[12]</sup>。

2. 地中海地区和华北地区土壤的相性特点与水热条件有关, 当然也与其他成土因素有关。在本文中我们着重对水热条件和成土过程的关系进行了单因子分析, 其目的在于突出地表明这个最重要的成土因素对褐色土形成过程的影响, 并不否定其他成土因素的作用。从其他成土因素方面(特别是植被和母质)研究两地褐色土的生成和性质正是进一步研究的课题。

### 参 考 文 献

- [1] И. П. 格拉西莫夫: 1956. 地中海区域的褐色土。地理译报, 第 1 期。
- [2] Г. А. Алиев: 1962. Коричневые лесные почвы восточной части Большого Кавказа. Почвоведение, № 5.
- [3] И. П. 格拉西莫夫: 1957. 干旱森林和灌木草地草原褐色土。土壤学译报, № 3, 4.
- [4] И. П. Герасимов и М. А. Глазовская: 1960. Основы почвоведения и география почв. Государственное издательство географической литературы, М.
- [5] И. П. 格拉西莫夫和馬溶之: 1958. 中国土壤的发生类型和地理分布。土壤专报, 第 32 号。
- [6] 文振旺、汪安球等: 1957. 热河省土壤地理概要。土壤专报, 第 30 号。
- [7] 文振旺等: 1959. 内蒙古自治区土壤地理区划。土壤专报, 第 34 号。
- [8] 中国科学院自然区划工作委员会: 中国土壤区划(初稿)。科学出版社, 1959 年。
- [9] И. П. Герасимов: Природные субтропические (средиземноморские) районы СССР и их дальневосточные аналоги. Вопросы физической географии, к 75-летию со дня рождения Академика А. А. Григорьева. Издательство Академии Наук СССР., М., 1958.
- [10] В. А. 柯夫达和 E. B. 罗包娃: 1962. 比例尺 1:6,000,000 的亚洲土壤图草图。土壤, 第 2 期。
- [11] В. P. 沃洛布耶夫: 土壤与气候。科学出版社, 1958 年。
- [12] В. P. 沃洛布耶夫: 关于土壤形成过程中温暖季节的若干资料。热、水平衡及其在地理环境中的作用问题, 第三辑, 科学出版社, 1962 年。
- [13] W. G. Kendrew: Climatis of the continents. 1953.
- [14] Г. Н. Витвицкий: Климат зарубежной Азии. М., 1960.
- [15] И. И. Бабков: Климат Крыма. Л., 1961.
- [16] Ж. Гылыбов: Физическая география Болгарии. М. 1960.
- [17] В. А. 柯夫达: 中国之土壤与自然条件概论。科学出版社, 1960 年。
- [18] 中国科学院自然区划委员会: 中国气候区划(初稿), 科学出版社, 1959 年。
- [19] 中央气象局气候资料研究室: 中国气候图(简编)。地图出版社, 1959 年。
- [20] 中华人民共和国气象局: 中国地温资料。1958 年。
- [21] Г. И. 罗依钦科: 1956. 土耳其斯坦北坡的褐土(吉尔吉斯地区内)。土壤学译报, 第 2 期。
- [22] И. Н. 安奇波夫-卡拉塔耶夫: 1957. 论棕色森林土与褐色森林土。土壤学译报, 第 1 期。
- [23] 王振权、馮秀美: 1958. 西北地区褐色土型耕作土壤及古土壤的基本性质的初步研究。土壤专报, 第 32 号。
- [24] 中国科学院土壤及水土保持研究所、水利电力部北京勘察设计院土壤调查总队编著: 华北平原土壤。科学出版社, 1961 年。
- [25] П. С. 巴宁: 1958. 中国的褐土。土壤学报, 6 卷 4 期。