

# 试从土壤腐殖质组成和性质 论伏牛山南侧亚热带北界的划分

马建华, 韩晋仙, 赵庆良

(河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001)

**摘 要:** 本文首先综述前人对伏牛山南侧亚热带北界划分的研究成果, 并指出了产生分歧的原因。然后作者通过对伏牛山中段南坡不同海拔高度七个土壤剖面的野外调查和室内土壤腐殖质组成和性质的分析, 选择各剖面点的海拔高度、有机碳、胡敏酸(HA)、富里酸(FA)、胡富比(HA/FA)、E4/E6、E4/E6 等指标, 运用聚类分析等方法, 探讨了伏牛山南侧亚热带北界的划分。研究结果表明, 该界线大约在海拔 1 000m 左右。

**关键词:** 伏牛山; 亚热带北界; 土壤腐殖质

**中图分类号:** P941.4; S153.6<sup>+</sup>22

**文献标识码:** A

我国东部亚热带和暖温带界线(以下简称亚热带北界)是一条重要的自然地理分界线, 也是一条引人注目的农业生产界线, 科学地划分这条界线具有重要的理论意义和实践价值。关于河南省西部山地亚热带北界的划分, 国内外学者曾分别从气候、植被、土壤等角度开展过大量研究, 发表了许多有价值的论文, 但始终没有取得一致意见。虽然有学者从土壤学角度进行过有益的探讨, 但还没有从土壤腐殖质组成和性质的角度对这一问题开展过研究。本文根据作者多次实地土壤调查和室内土壤分析资料, 试从土壤腐殖质组成和性质角度对河南省西部山地亚热带北界的划分进行初步探讨, 为更加科学合理地划分这条界线进一步提供理论依据。

## 1 关于豫西亚热带北界划分的争论

长期以来, 学术界将我国东部亚热带北界划在秦岭淮河一线, 这是有理论和实践依据的。但秦岭南北宽约 300km, 究竟如何具体划定这条界线, 则有不少争论。秦岭和淮河在河南省中西部首尾相接, 豫西伏牛山脉属秦岭向东延伸的余脉, 东部即为广阔的黄淮平原。关于豫西山地亚热带北界的划分, 学术界有以下几种不同意见: 刘慎谔、时华民等主张沿伏牛山脉的主脊划界<sup>[1,2]</sup>。候学煜、丘宝剑、邝生

舜等主张划在伏牛山北坡<sup>3~5]</sup>。肖廷奎、张光业、张金泉、李克煌、全石琳和作者等主张划在伏牛山脉南坡<sup>[6~10]</sup>, 但各位学者所划界线的海拔高度或通过的具体地点却不尽相同。肖廷奎等人认为, 亚热带北界在伏牛山南坡大致与 1 000m 等高线相一致<sup>[6]</sup>; 张金泉从地植物学角度论证豫境亚热带北界时认为, 大致与伏牛山南坡 800m 等高线一致<sup>[8]</sup>; 李克煌等根据热量等级类型和基带性质, 把亚热带确定在伏牛山南麓, 并指出在老灌河和白河谷地向北伸至 33°35'N, 在这两条河流的分水岭向南推到 33°10'N 附近<sup>[9]</sup>; 全石琳等根据大量测站的热量和降水资料, 应用模糊数学的方法, 将亚热带北界划在 33°N ± ΔX (ΔX = 15' ~ 30') 的纬度上<sup>[10]</sup>。作者曾根据土壤物质迁移与积累资料, 应用聚类分析的方法, 将亚热带北界划在约海拔 950m 左右<sup>[11]</sup>。

我们认为, 产生上述分歧的原因主要有两个方面:

第一, 亚热带和暖温带交接地带的自然条件比带内中心区复杂且不稳定, 非地带性因素的作用往往被扩大, 非地带性因素所导致的水热条件的动态变化性往往干扰人们对亚热带北界的认识。另外, 亚热带与暖温带之间的界线具有渐变性, 这在客观上给亚热带北界的划分带来一定的困难。

收稿日期: 2001-11-28.

作者简介: 马建华(1958-), 男, 教授, 主要从事土地地理学和环境科学研究, 出版著作 7 部, 发表论文 30 余篇。

第二, 由于划界的目的和为农业服务的侧重点不同, 采用的指标不统一, 致使划分结果出现差异。

2 研究方法 with 测试结果

伏牛山脉的主体海拔高度多在 2 200m 以上, 相对高度亦多在 1 500m~1 800m 之间, 气候垂直地带性十分明显。由于当地没有垂直气候观测资料, 不能根据气候记录确定亚热带北界的具体位置, 所以

只能根据自然地理系统的相关性, 从土壤和植被的垂直变化判别亚热带北界的位置。根据地域分异规律, 伏牛山南侧的土壤自下而上应由黄褐土、黄棕壤、棕壤、暗棕壤和草甸土构成。那么, 黄棕壤和棕壤之间的界线即是亚热带北界。为此, 我们在伏牛山南侧西峡县境内不同海拔高度处根据成土条件的差异观测描述了七个土壤剖面, 并采集了相应的土壤分析样品。各供试样品的剖面记载见表 1。

表 1 各供试样品的剖面记载  
Table 1 The profile record of soil samples

剖面	地点	海拔(m)	植被类型	母质
S <sub>1</sub>	对凹沟	550	疏林、草灌丛	下蜀黄土
S <sub>2</sub>	大理坪	675	针阔混交林	花岗岩残积物
S <sub>3</sub>	东坪	900	落叶阔叶林	片岩残积物
S <sub>4</sub>	西地	1000	针阔混交林	花岗岩残积坡积物
S <sub>5</sub>	东干沟	1500	针阔混交林	花岗岩坡积物
S <sub>6</sub>	三道壮	2000	箭竹林	花岗岩残积坡积物
S <sub>7</sub>	鸡角尖	2212	针叶林、草灌丛	花岗岩残积物

在室内, 我们开展了各剖面土壤腐殖质组成和性质的分析, 其中土壤有机碳含量按重铬酸钾容量法测定, 校正系数采用 1.1; 土壤腐殖质组成成分的分离和测定采用科诺诺娃的快速测定法; 胡敏酸光密度测定(图 1)采用科诺诺娃法, 调节胡敏酸溶液含碳量为 0.136g/l 后, 在 72 型分光光度计上测定消光系数 E, 比色槽光径为 1cm, 测定波长分别为  $\lambda_{700}$ 、 $\lambda_{665}$ 、 $\lambda_{619}$ 、 $\lambda_{574}$ 、 $\lambda_{533}$ 、 $\lambda_{496}$ 、 $\lambda_{465}$ 。测定结果见表 2、3。

3 亚热带北界的分析、讨论与结论

从总体上看, 伏牛山脉南侧属于湿润和半湿润气候, 植被主要是森林植被。在森林植被下, 土壤淋溶作用较强, pH 值呈中性至酸性反应, 土壤微生物以真菌为主, 有利于 FA 的形成。所以, 各剖面土壤腐殖质均以 FA 为主, HA/FA 比值都< 1。但是, 由于山坡不同地段成土条件组合的不同, 致使各剖面土壤腐殖质有机碳、HA/FA 比值、胡敏酸 E4、E6 和 E4/E6 出现明显的垂直分异规律。

由表 2 可以看出, 除个别剖面外自山麓到山顶, 土壤表层有机碳含量和 HA/FA 比值均有逐渐递增的趋势, 而且自海拔高度 1 000m 向上递增率增大。但是, 海拔高度相差不太大的土壤, 土壤有机碳含量高者, HA/FA 比值相对较低。如 S<sub>1</sub>(海拔 550m)表层有机碳含量为 0.70%, 低于 S<sub>2</sub>(海拔 675m)表层有机碳含量(1.91%), 但 S<sub>1</sub> 的 HA/FA 比值却> S<sub>2</sub>, 分别为 0.18 和 0.12。S<sub>3</sub>(海拔 900m)和 S<sub>4</sub>(海拔 1 000m),

S<sub>6</sub>(海拔 2 000m)和 S<sub>7</sub>(海拔 2 212m)均反映出同样的规律。这主要是由于森林覆盖率不同造成的。森林覆盖率高者, 地表凋落物较厚, 土壤有机碳含量高, pH 值相对较低, 形成的腐殖酸中以结构简单的 FA 为主, 故 HA/FA 比值较低。森林覆盖率低者, 地表凋落物较薄, 土壤有机碳含量低, pH 值相对较高, 形成的腐殖酸中 HA 所占比重有所增加, 故 HA/FA 比值相对较高。海拔高度 1 000m 以下的低山丘陵区, 由于人类活动等原因, 森林覆盖率变化较大, 土壤有机碳和 HA/FA 比值的这种关系较海拔高度 1000m 以上的土壤更加明显。但从总体上看, 自山麓到山顶土壤有机碳和 HA/FA 比值都是在逐渐增加的。

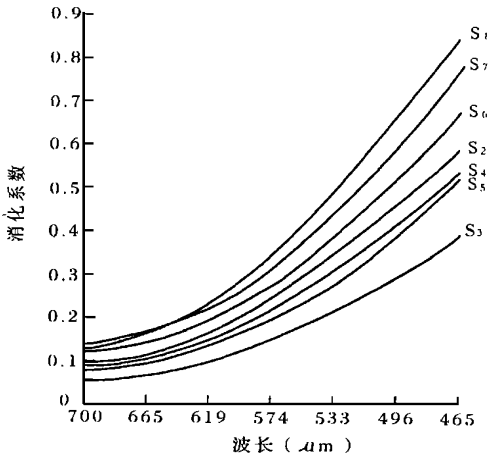


图 1 土壤表层胡敏酸光密度曲线

Fig.1 The densitometric curve of humic acid of the first layer of the soils

表 2 土壤腐殖质组成  
Table 2 The compositions of soil humus

剖面	取样深度 (cm)	有机碳 (%)	HA (占全 C%)	FA (占全 C%)	胡敏素 (占全 C%)	HA/FA
S <sub>1</sub>	0~15	0.70	4.29	24.29	71.42	0.18
	15~36	0.16	—	—	37.50	—
	36~74	0.15	—	—	60.00	—
S <sub>2</sub>	2~10	1.91	4.19	34.03	61.78	0.12
	10~23	0.46	6.52	34.78	58.70	0.19
	23~45	0.34	—	—	94.12	—
	45 以下	0.19	—	—	36.84	—
S <sub>3</sub>	4~11	1.41	8.51	39.01	52.48	0.22
	11~33	0.39	10.26	61.54	28.20	0.17
	33~56	0.30	10.00	90.00	0.00	0.11
	56 以下	0.17	—	—	41.18	—
S <sub>4</sub>	2~15	1.38	7.97	67.39	24.64	0.12
	15~47	0.63	6.35	52.38	41.27	0.12
	47 以下	0.23	4.35	52.17	43.48	0.08
S <sub>5</sub>	12~22	4.52	6.42	17.48	76.10	0.37
	22~34	1.92	5.18	34.20	60.62	0.15
	34~54	1.89	6.35	40.21	53.44	0.16
	54~65	1.49	10.07	44.30	45.63	0.23
S <sub>6</sub>	0~20	1028	11.87	20.91	67.22	0.57
	20~33	4.64	9.05	26.94	64.01	0.34
	33~58	3.02	11.26	32.45	56.29	0.35
S <sub>7</sub>	0~20	7.25	10.90	18.35	70.75	0.59
	20~50	3.09	6.80	56.96	36.24	0.12
	50~70	1.96	10.71	64.80	24.29	0.17
	70 以下	1.22	3.28	57.38	39.34	0.06

表 3 土壤表层胡敏酸的光密度特性  
Table 3 The densitometric feature of the first layer of the soils

光密度特性	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
E <sub>4</sub>	0.847	0.618	0.397	0.532	0.520	0.676	0.773
E <sub>6</sub>	0.157	0.110	0.067	0.101	0.097	0.135	0.157
E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub>	5.40	5.62	5.93	5.27	5.36	5.01	4.92

由表 3 和图 1 可以明显看出,从 S<sub>1</sub> 经 S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 到 S<sub>4</sub>,从 S<sub>5</sub> 经 S<sub>6</sub> 到 S<sub>7</sub>,E<sub>4</sub>、E<sub>6</sub> 和 E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 都表现出明显不同的垂直变化性规律:自海拔高度 1 000m 向上,从 S<sub>5</sub> 到 S<sub>7</sub>,E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 比值由 5.36 降低到 4.92;而 E<sub>6</sub> 值由 0.097 上升到 0.157,E<sub>4</sub> 值由 0.520 逐渐上升到 0.773;光密度曲线自下向上依次排列,并且斜率越来越大。这表明,自 S<sub>5</sub> 经 S<sub>6</sub> 到 S<sub>7</sub>,随着海拔高度的上升,土壤胡敏酸的分子量越来越大,芳香核中的碳素含量逐渐增多而侧链上非芳香族化合物的碳素和羟基含量以及总酸度逐渐减少,胡敏酸的芳构化程度逐渐增强。自海拔高度 1 000m 向下,除 S<sub>4</sub> 外,从 S<sub>3</sub> 经 S<sub>2</sub> 到 S<sub>1</sub>,E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 比值由 5.93 逐渐降低到 5.40;

而 E<sub>6</sub> 值由 0.067 逐渐上升到 0.157,E<sub>4</sub> 值由 0.397 逐渐上升到 0.847。光密度曲线的位置较高,其中 S<sub>1</sub> 胡敏酸光密度曲线分布在最高位置,S<sub>2</sub> 处于中间。这种情况说明,从 S<sub>4</sub> 开始随着海拔高度的下降,土壤胡敏酸的芳构化程度也在大幅度提高。土壤胡敏酸芳构化程度的这种垂直变化情况在中、南亚热带和热带山地是很少见的,它是伏牛山南侧这一特定地理环境条件的综合反映。自海拔高度 1 000m 向下,随着海拔高度的下降,热量条件逐渐增强,但降水较少,干燥度相对较大,人类活动强烈,植被覆盖状况不如山体上部,土壤腐殖质分解较快,土壤发生一定程度的富铝化作用。这种环境条件不

利于有机碳的积累和胡敏酸的形成, 但有利于胡敏酸芳构化程度的提高。自海拔高度 1 000m 向上, 降水先增加后减少(最大降水高度在海拔 1 187m, 降水量大约为 1 350mm<sup>[12]</sup>), 气温不断下降, 植被覆盖度较大, 植被类型由针阔混交林渐变为灌草丛, 有机碳分解慢, 土壤不发生富铝化作用。这种环境条件的垂直变化越来越有利于土壤腐殖质的积累、胡敏酸的形成以及胡敏酸芳构化程度的提高。

为了综合分析伏牛山脉南侧土壤腐殖质组成和性质的垂直分异状况, 科学地揭示北亚热带和暖温带的界线, 我们进行了聚类分析。我们共选取 8 个聚类指标, 即各剖面土壤表层的有机碳含量、HA、FA、HA/FA、E<sub>4</sub>、E<sub>6</sub>、E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 和各剖面点的海拔高度。利用 SPSS 统计软件, 以 COS 距离作为统计量, 用最远距离系统聚类法得到伏牛山南侧土壤腐殖质组成和性质聚类图谱(图 2)。

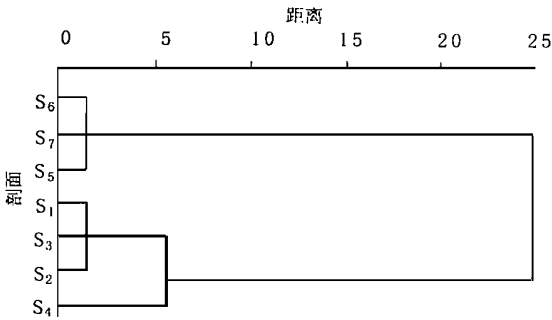


图 2 土壤腐殖质组成和性质聚类图谱  
Fig. 2 The classification figure of soils according to the soil humus compositions and properties

由图 2 可以看出, 剖面 S<sub>5</sub>、S<sub>6</sub>、S<sub>7</sub> 归为一类, 说明它们的腐殖质组成和性质具有相似性, 属暖温带和温带土壤类型。而剖面 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub> 归为另一类, 说明它们的腐殖质组成和性质具有相似性, 属北亚热带土壤类型。但从图 2 可知, S<sub>4</sub> 与 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 的距离较远, 说明 S<sub>4</sub> 与 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 仍有一定的差异性。

综上分析, 并考虑前人研究成果, 我们可以得出如下结论: 伏牛山南侧亚热带北界在剖面 S<sub>4</sub> 附近, 海拔高度在 1 000m 左右。

需要进一步说明两点:  
第一, 从宏观上看, 任何相邻的两类自然地理单元都是逐渐过渡的, 不可能象几何线条那样截然分开; 但是从理论和微观上看, 必然存在一条界线(其宽度不可能很大), 界线两侧的自然地理特征必然有次级质和量的差别。发现和精确描述这条界线具有重要的理论和实践意义, 所以自然地理交界带是当前自然地理学的热点研究领域之一。关于伏牛山南侧亚热带北界的精确位置, 尚需进一步开展微观研究。

第二, 伏牛山东西延伸数百公里, 西高东低, 区域自然条件仍有较大差异, 不同经度位置的亚热带北界高度不可能完全一致。一般来说, 它具有西高东低的规律, 本文仅研究了伏牛山中段亚热带北界的划分问题。

参考文献:

[1] 刘慎谔, 等. 关于中国植被区划的若干原则问题[J]. 植物学报, 1959, 8(2): 87~105.  
[2] 时华民. 对河南省植被初步区划的意见[J]. 河南农业学院学报, 1963, (2): 1~4.  
[3] 候学煜, 等. 中国植被区划(初稿)[M]. 北京: 科学出版社, 1959. 32~60.  
[4] 丘宝剑. 我国亚热带的界线问题[J]. 地理, 1962, (2): 41~45.  
[5] 邝生舜, 等. 河南省植物带、北亚热带向暖温带过渡界线的探讨[J]. 新乡师范学院和河南化工学院联合学报, 1961, (2): 1~10.  
[6] 肖廷奎, 等. 论河南省境内亚热带北界的划分[J]. 开封师范学院学报, 1962, (2): 96~108.  
[7] 张光业, 等. 河南省山地垂直自然带的分类及其基本特征[A]. 见: 中国地理学会. 中国地理学会 1963 年年会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1965. 69~86.  
[8] 张金泉. 从地植物学角度试论河南省境内亚热带与暖温带的分界线问题[J]. 地理学报, 1981, 36(2): 216~222.  
[9] 李克煌. 豫西山地亚热带北界的划分[J]. 地理知识, 1983, (1): 7~8.  
[10] 全石林, 等. 我国东部亚热带与暖温带分界的方法论探析—以河南省境内亚热带北界的划分为例[J]. 河南师范大学学报, 1984, 15(1): 39~50.  
[11] 马建华. 试从土壤物质迁移与积累论亚热带北界的划分以河南省伏牛山为例[J]. 地理科学, 1999, 19(6): 491~496.  
[12] 阎育华, 等. 利用降水平均递增率求山地最大降水高度[J]. 地理研究, 1987, 6(1): 62~67.

## The Division Between Subtropical Zone and Warm Temperate Zone According to the Compositions and Properties of Soil Humus

MA Jian-hua, HAN Jin-xian and ZHAO Qing-liang

(college of enviroment and planning, Henan University, Kaifeng, 475001 China)

**Abstract:** In this paper achievements obtained predecessors about the division between subtropical zone and warm temperate zone on the south side of the Funiu Mountain are firstly summarized, and the cause why these viewpoints about the division are different also have been presented. Seven soil profiles at different hights above sea level are placed and dug along the south side of the Funiu Mountain . Many compositions and properties of these soil humus have been analysed in laboratory. The division between subtropical zone and wam temperate zone on the south side of the Funiu Mountain according to the compositions and properties of soil humus has been made a comprehensive study with mathematical classification method. During the analytic process eights indexes have been used such as altitude, organic carbon 、HA 、FA 、HA/FA 、E4、E6、E4/E6 and so on. The result indecates that the boundary between subtropical zone and warm temperate zone on the south side of the Funiu Mountain is about 1000 metres above sea level.

**Key words:** Funiu Mountain; the north subtropical boundary; soil humus