秦岭山地生态分界线的论证

康慕谊,朱 源*

(北京师范大学资源学院,北京师范大学中国生态资产评估研究中心,地表过程与资源生态国家重点实验室 北京师范大学,北京 100875)

摘要:山地自然生态分界线,实际为一条生态过渡带。分界线位置的准确划分,有助于把握现代气候-植被-土壤的敏感变化特征,也是指导当地大农业生产的基础依据。秦岭山地长期以来被认为是中国东部重要的南北生态分界线,即亚热带和暖温带的分界线。但对该界线的具体位置,历来存在着北坡、分水岭和南坡 3 种争议。根据作者多年的工作积累和对相关问题的思考,以文献评析为基础,以气候-植被参数计算结果为依据,并通过对秦岭山地不同区域植物区系和植被垂直带谱已有研究结果的比较分析,从中得出如下主要结论:(1)根据秦岭地区气候-植被参数等值线的分布,整个秦岭山地都应属于暖温带,这一结论可与国际有关研究相互接轨。(2)根据对秦岭不同区域植物区系调查结果的比较分析,秦岭南坡大部分区域都应属于暖温带,而南麓海拔 1000m 等高线附近很可能是暖温带的南缘。(3)根据对秦岭南北坡植被垂直带谱的比较分析,南麓海拔 1000m 等高线应该是一条重要的生态分界线。综合来看,将秦岭山地的南北分界线放在南坡海拔 1000m 附近比较适宜。上述归纳研究所获结论,将通过在秦岭山地深入开展现代"3S"技术支撑下的植被、土壤、气候等生态与地理方面的综合研究,最终得到完全验证。

关键词:秦岭山地;生态分界线;气候-植被参数;植物区系;植被垂直带

文章编号:1000-0933(2007)07-2774-11 **中图分类号**:Q948 **文献标识码**:A

Discussion and analysis on the geo-ecological boundary in Qinling Range

KANG Mu-Yi, ZHU Yuan*

College of Resources Science & Technology, China Ecological Capital Assessment Research Center at Beijing Normal University, State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology Beijing Normal University, Beijing 100875, *China*

***Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(7): 2774 ~ 2784.**

Abstract: The geo-ecological boundary is a transitional ecotone that differentiates two or more ecozones. Accurate determination of the boundary is crucial for distinguishing and examining the sensitive responses of vegetation and soil to regional climate change and help set guidelines for developing local agriculture-forestry-husbandry production. Qinling Range has been recognized as the geo-ecological boundary between Subtropical and Warm-temperate zones in eastern China, but the precise boundary has been argued for decades with three different viewpoints: in northern piedmont, along the ridge, or in southern piedmont. We conducted comparative analyses using Kira's Warmth index (*WI*) and Holdridge's Potential Evapotranspiration Rate (*PER*), local vertical vegetation spectrums, ratio of temperate to subtropical floristic composition, and indicator species of agricultural and forestry produces across the whole Qinling Range. Our results

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40671065, 40271047, 40371043, 40571001)

收稿日期:2006-07-09;**修订日期**:2007-03-26

作者简介:康慕谊(952 ~),男,陕西华县人,博士,教授,主要从事资源与环境生态、植被生态、城市生态研究. E-mail: kangmy@bnu.edu.cn

* **通讯作者** Corresponding author. E-mail: zhuyuan@ires.cn

致谢:本文有关气候资料方面的统计与整理,得到国家气候中心刘秋锋博士和北京师范大学资源学院硕士生章异平的大力协助,特表谢忱!

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 40671065; 40271047; 40371043; 40571001)

Received date: 2006-07-09; **Accepted date**: 2007-03-26

Biography: KANG Mu-Yi, Ph. D., Professor, mainly engaged in resources and environmental ecology, vegetation ecology and urban ecology. E-mail: kangmy@bnu.edu.cn

indicated: (1), the distribution pattern of *WI* and *PER* isograms suggested the whole Qinling Range was within the Warm-temperate zone, (2) floristic compositional analysis showed most of the ten regions investigated in the range were within the Warm-temperate zone with the altitude 1000 m of southern piedmont being the southern edge of Warm-temperate zone, and (3) vertical vegetation spectrums (five on north side and eight on south side, respectively) confirmed that the majority of the range was within the Warm-temperate zone and the contour 1000 m in southern piedmont is the ecological boundary line.

Key Words: Qinling Range; Geo-ecological boundary; climate-biome parameter; flora; vertical vegetation spectrum

地带性学说是生物地理学和植被生态学历久弥新的话题[1],而植被地带性是其中最为重要的一种。植被是反映自然环境的一面镜子[2],因而可以运用植被及其区系组成特征与气候、土壤等自然条件之间的共轭关系来指示地域的地带属性[3]。地球上植被的地带性变化一般有纬度地带性、经度地带性和垂直地带性 3 种形式[4]。纬度地带性和经度地带性共同称之为水平地带性,一般由温度和水分控制。垂直地带性实际上是在水平地带性的基础上发育和发展而来,而且其整个垂直带谱无不被打上所在水平地带的烙印[5]。但是地表各类植被的分布一般并不总是截然隔离,而是逐渐更替的。因此各植被带之间的界线,并不是一条简单的线,而"大多是表现为或宽或狭的过渡带"[6],或者说是一种生态交错带(ecotone)。在这个过渡区域内,一种地带性的植被逐渐更替为另一种地带性植被,在该相对较短的距离内,植被变化剧烈。研究这样的过渡区域,其意义不仅在于掌握植被变化的细致规律,明确地带性植被之间的准确界线,更为重要的是在当今全球变化的背景下,生态交错带对于环境变化较为敏感,因此深入研究过渡带内植被的组成及其分布特征,能够为通过植被因子的变化辨识和指示环境变化的区域响应提供有力佐证。另一方面,区域的农业生产在广域尺度内离不开气候水热条件与土壤等地带性因素的制约,地带性的辨识在区域大农业生产方向的确定方面往往亦起着举足轻重的作用。

山地综合自然区划在国内外的研究中还比较薄弱,但山地生态界线的划分又是必要的,特别是对于大农业生产的指导意义[7,8]。山地生态界线的划定比较困难,不仅因为自然综合体的界线具有渐变性质,而且在山地区,自然综合体的分布犬牙交错、相互镶嵌,在大比例尺图上不易一线定界。对同一山地的不同界线划定,通常有 3 种不同的处理方法:一是以山脊为界,把山地两坡分作不同的自然区域;二是以山麓为界,把整个山地归属于某个自然区域;三是以山坡某一高度为界,把山地某一坡面下部垂直带和上部垂直带分属不同的自然区域[7]。自然区划一般以气候-土壤-植被等的综合体为单元,其中气候和土壤观测多只能以点的方式进行,而植被因为易于全面直观地观测,往往成为地带性研究的侧重点[9,10]。因此,通过识别植被类型和编制植被图,辅助以气候、土壤等数据,将非常有助于山地综合自然区划中各生态界线的确定[1]。

秦岭山脉呈东西走向横亘于中国中部,西起甘肃东南部,东至河南省与伏牛山相连,北临渭河,南界汉水,东西约跨过 8 个经度,主峰太白山海拔 3767 m(图 1)。很久以来,因其南北自然景观乃至文化习俗等多有不同,而被认作是中国东部亚热带与暖温带(俗称南方北方)的重要生态分界线[2,13]。然而秦岭山体巨大,峰峦叠障,其岭脊北侧坡谷陡峻(至岭脊的水平距离平均约 50km),南侧坡面相对缓长(至岭脊的水平距离平均约 100~150km),南北跨度宽达近 200km,致分界线的具体位置众说纷纭。

2　关于分界线划分的争论

对于秦岭地区南北分界线的划分一般有 3 种意见:秦岭北麓、秦岭主脉(即黄河水系与长江水系的分水岭)和秦岭南麓(图 1)。将分界线划在秦岭北麓,是基于秦岭的分水岭脊偏北,北坡陡而短,南坡缓而长,从而将秦岭山地作为一个整体,划入面积占优势一侧的北亚热带内[6,14]。将分界线划在秦岭主脉,是认为秦岭南北坡分属不同的垂直带谱结构类型,以山脊为准分为两个自然区界线明确,划分方便[5,13,15,51]。将分界线划在秦岭南麓,是考虑到南坡下部海拔约 1000m 处以下的气候、植被、植物区系优势类群、土壤、物产等才具有

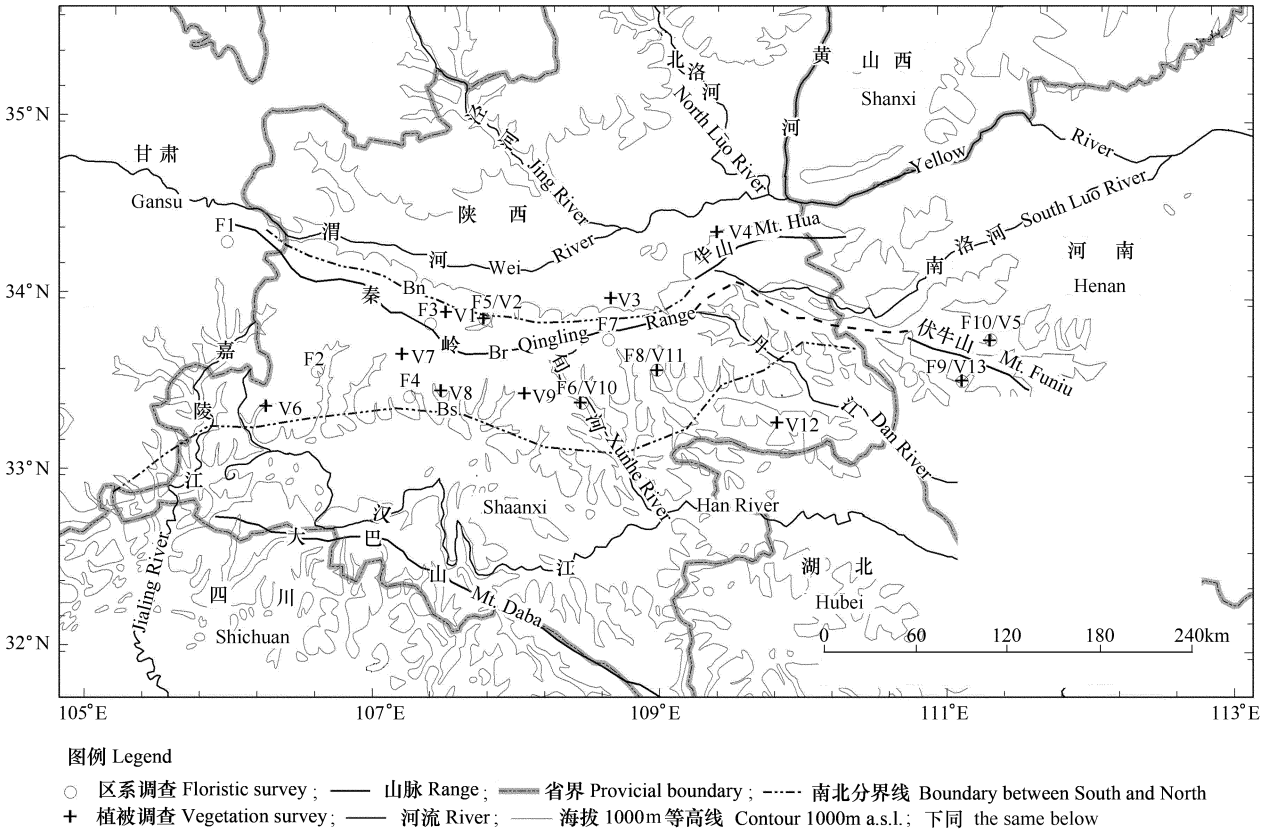

图 1 秦岭地区概况及历次南北生态分界线位置

Fig. 1 Sketch map of Qinling range, showing the location of three prevailing boundaries between sub-tropical and warm temperate zones in China

南北分界线 Boundary between the South and the North；Bn：Boundary in northern piedmont，Br：Boundary along the ridgeline，Bs：Boundary in southern piedmont

植被调查 Vegetation survey V1 ~ V13：**太白山北坡** Northern side of Mt. Taibai，**田峪河流域** Tianyuhe River-Valley，**牛背梁北坡** Northern side of Niubeiliang，**华山** Mt. Hua，**伏牛山北坡** Northern side of Mt. Funiu，**汉中地区** Hanzhong region，**太白山南坡** Southern side of Mt. Taibai，**佛坪** Foping county，**静峪脑南坡** Southern side of Jingyunao，**旬河流域** Xunhe River-Valley，**石瓮山** Mt. Shiweng，**鹘岭** Mt. Hu，**伏牛山南坡** Southern side of Mt. Funiu，**下同** the same below

区系调查 Floristic survey F1 ~ F10：**小陇山** Mt. Xiaolong，**留坝县** Liuba County，**太白山** Mt. Taibai，**长青保护区** Changqing Nature Reserve，**田峪河流域** Tianyuhe River-Valley，**旬河中上游** Middle & upper reaches of Xunhe River basin，**牛背梁保护区** Niubeiliang Nature Reserve，**石瓮山地** Mt. Shiweng，**伏牛山南坡** Southern side of Mt. Funiu，**伏牛山北坡** Northern side of Mt. Funiu

亚热带北部特征，反之向上不具备[6~18]。当然，不同的划分是基于不同的方法和目的，不能强求一致。但是粗略的划分要尽量避免，因为秦岭内部的地貌特征相当复杂，简单的一条线，往往在解释植被类型及植物区系分布特点、生态与自然地带性现象等方面产生矛盾。

上述 3 种划分都是基于秦岭是亚热带与暖温带的分界线，但这一根本假设也有学者提出异议。应俊生等[9]研究了秦岭太白山地区的植物区系和植被，在分析主要植物群落的基本特点和相似性、物种多样性与海拔高度变化的关系、生活型谱与不同坡向和海拔变化关系的基础上，指出“过去以秦岭淮河一线作为亚热带与温带植物的分界线，似与事实不尽相符。秦岭作为暖温带和温带植物的分界线，似更符合实际情况。”方精云[10]的研究认为，秦岭淮河一线不是我国亚热带的北界，也不是我国常绿阔叶林分布的温度北界，而是由于水分不足所导致的一种假象的温度带分界。按照方的意见[10]，含有常绿树成分的落叶阔叶林仍属暖温带植被，秦岭仅是温带内部次一级的植被带分界线。如此看来，秦岭作为亚热带和暖温带之分界线的具体位置，甚至究竟是作为亚热带与暖温带的分界线，抑或是作为暖温带和温带的分界线，问题尚未完全解决。这一科学

问题虽貌似简单,但要真正准确回答却不易。

引起这一科学争议的起因,固然有研究深入程度、认识问题角度和划分具体依据的差异,但更主要的是因为地表"任何带状植被区域总是逐渐更替的,"其界线"大多是表现为或宽或狭的过渡带"[6]。秦岭这座巨大山体,恰巧坐落于重要的过渡带位置上[1],其地带属性特征不仅有南北水平方向上的较大变化,而且这种变化因高耸的山体而与垂直方向上的景观自然带变化交织在一起。虽然一般认为山地植被垂直带系统的结构与性质决定于其基部的水平植被地带性[4,14],然而当双重的生态梯度相互迭加在一起,垂直的变化遮掩了部分水平变化特征,界线的准确划定具有了较大难度。

假设将秦岭整体挪移至它处,从而消除其垂直带变化带来的干扰和影响,在纯粹的水平地表基础上考虑本区域的地带性特征,结果可能会客观一些。这一科学设想固有一定道理,但势必得出界线还需再往南移,以与东部北亚热带北界在淮河一线以南[2]相仿的结论。如此则不仅整个秦岭主体属暖温带,甚至连汉江南岸的一小部分区域亦应包括入暖温带之内。然而毕竟生态自然带不能用假想的方式代替现实,况且秦岭的高耸阻挡了冬季内陆寒冷干燥气团对南坡地区的大范围南下入侵,使南坡地区下部的气候比北坡温润了许多[3]。因此,界线究竟应该划在哪里,仍有进一步探讨和深入研究的必要。

3　研究方法

本文将从气候与植被关系、植物区系学和植被生态学研究三个方面,以定量与定性分析相结合的方法,对秦岭地区地带性生态界线的划分方案做一评判性研究,并给出倾向性的阶段研究结论,以期引起学界同行对此类科学问题的重新关注。

3.1　气候与植被关系研究

气候对于植被地带性的影响广泛且深刻,秦岭山地的南北分界线,本质上也是一条以气候为本底,反映于植被、土壤特征等方面的分界线。气候-植被参数通常用来反映气候与植被的关系,通过定量化的气候数据分析,可用于预测地球植被的分布,也可用于以植被分布来推测气候[1,3]。气候-植被参数不仅因其定量化特征而可以进行准确的对比分析,而且因其在国际植被地理学界较为流行,也有利于我国的气候-植被分带与国际相互接轨[10]。本文参考方精云[10]和张新时[4]的论述,选择 Kira 温暖指数(*WI*:Kira's Warmth Index)和 Holdridge 生命地带系统的可能蒸散率(*PER*:Potential Evapotranspiration Rate)作为反映秦岭地区气候-植被特征的参数,其中 *WI* 主要反映了温度状况,而 *PER* 则同时考虑了温度和降水量两者。

3.2　植物区系地理学研究

植物区系组成是反映植被特征的重要因子之一。近年来在秦岭地区,有许多学者在不同的区域做了许多细致的工作,通过大量的野外调查,深入分析了这些区域的种子植物区系组成。秦岭地区作为亚热带与暖温带的分界线,区系地理成分中热带成分与温带成分的比率可作为一个划分的标准,即某区域热带成分越多,越可能属于亚热带,反之亦然。通过查阅文献,选定了 10 个区域进行分析(表 1 和图 1)。文献中有各调查区域之区系成分的详细数据,其中区域的温带属与热带属之比值值得关注。温带属和热带属分别包括 7 种和 6 种类型[6]。

3.3　山地植被垂直带研究

山地垂直自然带谱结构是山地自然区划的基础[7],通过比较垂直带谱的结构、基带的性质以及优势垂直带的特点,可确定山地的归属。可以说,秦岭南北生态分界线争议的重要表现之一,就在于对其植被垂直带谱更替的认识。本文通过对大量文献资料的综合比较,加上作者在参与《陕西植被》编写等工作过程中在秦岭地区的实地调研,选定了秦岭地区南北坡共 13 个带谱进行比较。其中属入秦岭北坡的有五处,南坡有八处(图 1)。南坡包括汉中地区[8](住峰:活人坪梁,海拔 3071 m,下同)、太白山南坡[8,19,37,38](拔仙台,3767 m)、佛坪[9,40](鲁班峰,2904 m)、静峪脑南坡[8](静峪脑,3015 m)、旬河流域[8,30,41~43](牛背梁,2802 m)、石瓮山[44](云台峰,1450 m)、鹘岭[8](大天竺山,2074 m)和伏牛山南坡[45,46](压皇顶,2211 m),北坡包括太白山北坡[8,19,38](拔仙台,3767 m)田峪河流域[47](光头山,2900 m),牛背梁北坡[8](夜秸磊,2887 m)、华

山[8] 草链岭,2646 m)和伏牛山北坡[45,46] 压皇顶,2211 m)。

4 研究结果

4.1 气候-植被参数分析

通过对秦岭及其周围地区 39 个国家基本气象台站的(961 ~2000 年)多年数据分析,可得出每个站点的 WI 和 PER。再经多元回归分析,发现 *WI* 和 *PER* 与经度(G)、纬度(L)和海拔(H)均呈显著相关关系,从而有回归方程如下:

$$WI = (79.422 - 5.485) \cdot (L - 2.349) \cdot (G - 0.044) \cdot H \quad (N = 39,\ R^2 = 0.945,\ p < 0.001)$$

$$PER = 10^{0.595 + 0.07L - 0.025G - 0.00024H} \quad (N = 39,\ R^2 = 0.777,\ p < 0.001)$$

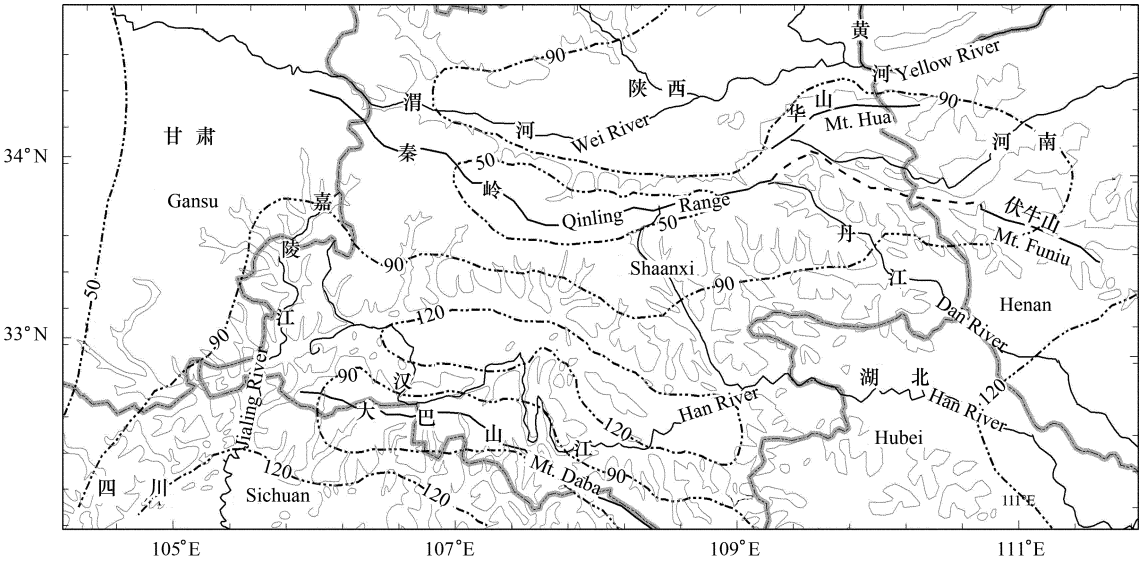

图 2 秦岭地区 Kira 温暖指数的空间分布

Fig. 2 Distribution of Kira's Warmth Index in Qinling Range

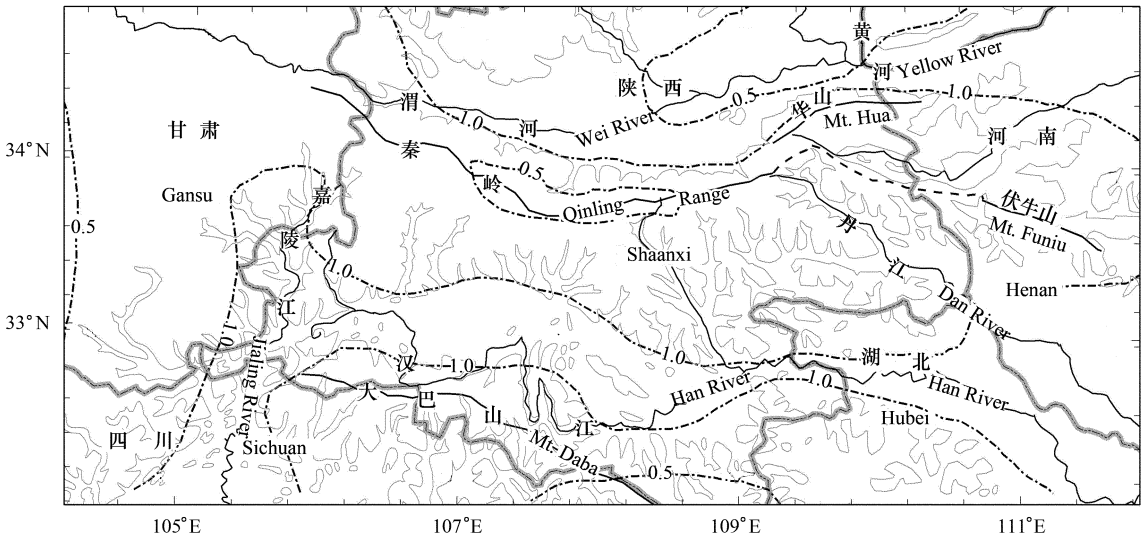

图 3 秦岭地区可能蒸散率的空间分布

Fig. 3 Distribution of potential evapotranspiration rate in Qinling Range

由 R^2 均达到极显著相关水平可知,秦岭地区的经度、纬度和海拔高度基本解释了 *WI* 和 *PER* 的空间分

布。因此,基于秦岭地区的数字地形图,根据回归方程计算,可得出整个秦岭地区 *WI* 和 *PER* 的空间分布图(图 2 和图 3)。根据方精云[10]的研究结论,90℃·Month < *WI* < 120℃·Month 属于暖温带落叶阔叶疏林带,而 120℃·Month < *WI* < 135℃·Month 属于暖温带落叶常绿阔叶混交林带。从图 2 可知,秦岭大部分地区的 *WI* 都小于 120℃·Month,仅在秦岭南坡边缘、汉江谷地的 *WI* 略大于 120℃·Month。因此,整个秦岭的基带都应属于暖温带落叶阔叶疏林带,仅南坡的坡底位置属于暖温带落叶常绿阔叶混交林带。根据张新时[4]的研究论述,0.9 < *PER* < 1.3 属于暖温带落叶阔叶林地带,其北部地带的 *PER* 平均为 1.16,南部地带的 *PER* 平均为 1.08。秦岭地区 *PER* = 1 的等值线大致与海拔 1000m 等高线重合,而秦岭山麓地带的 *PER* 略大于 1,恰好与暖温带落叶阔叶林地带的平均 *PER* 一致。因此,根据 *WI* 和 *PER* 的分析结果,整个秦岭地区都应属于暖温带,秦岭并不是亚热带与温带的分界线,而是温带内部次一级的分界线,即温带与暖温带的分界线。这一结论表明,我国长期以来对植被和自然地带性的认识与国际通用的气候-植被分带准则有矛盾,即我国长期以来所认为的亚热带位置偏北了,区域扩大了。

4.2　植物区系分析

对照图 1 和表 1,可以看出,温带属与热带属的比值自南向北是增大的,反映了地理位置越靠北,植物区系中温带成分的优势程度越高。但是,秦岭山地南北较宽,大量的沟谷南北向发育,纵切山地。而且秦岭的北坡陡于南坡,复杂的地貌条件使得局地的生境变化并不完全符合纬度梯度的规律。比如处在大致同一个纬度上,旬河中上游的温带属/热带属比值就大于留坝县和长青保护区。从表 1 和图 1 可以看出,留坝县(F2)、长青保护区(F4)、石瓮山地(F8)和伏牛山南坡(F9)4 个区域的温带属/热带属值都明显小于其它的区域,而这些区域的地理位置都偏南,一个共同特征就是大致位于海拔 1000m 处(图 1)。张金泉[11]认为,伏牛山南坡海拔 800m 左右是亚热带与暖温带的界限。考虑到伏牛山南坡的植物区系调查还包括了海拔 800m 以上的区域,那么海拔 800m 以下的植物区系中温带属/热带属值应该小于整个南坡植物区系中的温带属/热带属值,也就是说,真正属于亚热带区域的植物区系中温带属/热带属值应该小于 2.17。按此推论,表 1 中大部分被调查的区域应该都属于暖温带,而长青保护区和石瓮山地则可能是处在暖温带的南缘,即秦岭南麓 1000m 等高线左右。当然张珍万等[7]认为的 800m 和张学忠[6]考虑的海拔 1000m,在植物区系地理和植被生态学上没有本质的区别,应该是一致的。

植物区系的比较首先要基于调查的准确程度和完整程度,采用的分类系统等;其次要考虑到调查区域的范围大小,受人为影响的程度等。因选用的均为植物区系地理学者公开发表的论文,而且同样都是按照吴征镒[6]划分的种子植物属分布区类型统计,故上述得出的结果应该是可比的。虽然各调查区域的具体面积不得而知,但考虑到所采用的比照参数是调查区域温带属/热带属的比值,而不是植物属数的绝对数值,故面积的差异影响不大。从整个秦岭的植物区系调查来看,张秦伟[5]的结果比应俊生[4]的结果总的多出了 100 余属,温带属和热带属分别多发现了

表 1　秦岭地区种子植物区系调查结果比对

Table 1　Comparison of floristic element composition of seed plants in Qinling Range

地区 Surveying area	温带属 Temperate genus	热带属 Tropic genus	总属数 Total genus	温带属/热带属 Te/Tr Ratio
F1 [25]	587	127	805	4.62
F2 [26]	386	164	635	2.35
F3 [9]	436	130	657	3.35
F4 [27]	435	202	730	2.15
F5 [28]	386	115	605	3.36
F6 [29]	246	93	395	2.65
F6* [30]	162	46	223	3.52
F7 [31]	311	66	433	4.71
F8 [32]	246	114	421	2.16
F9 [33]	431	198	734	2.17
F10 [33]	408	154	664	2.65
整个秦岭 [34] Qinling Ranges	563	220	892	2.56
整个秦岭 [35] Qinling Ranges	608	283	1007	2.15
陕西省 [8] Shaanxi Province	686	306	1121	2.24

* 康慕谊[30]主要统计自然植被调查时在样方中出现的物种,样方基本按等海拔间距取样　KANG[30] summed the amount of species occurring in sampling plots for surveying natural vegetation, and the sampling plots were set with equal altitudinal interval

45 和 63 个属。这样的结果使得温带属/热带属的比值下降。然而考虑到张秦伟的分析包括了大量热带起源的栽培属在内[5]（这与通常在植物区系分析中将栽培种去除在外的作法是有出入的），因此在仅考虑自然种属的分布时该比值实际还应增加，从而与应俊生的结果相接近。另外，植被的地带性更多的是由建群种或优势种所组成的群落表现出来的，那么对每个物种、每个属都赋予同等考虑的区系比较只能粗略地表示该地植被的地带属性[7]。从表 1 可看出，同样是在旬河中上游，康慕谊[10]比王长科等[9]得出的温带属/热带属比值要大得多，这主要是因为前者运用样方法调查物种，更多地反映了群落中优势植物的情况。也就是说，如果仅考虑组成群落的主要物种，则温带成分的优势度会更大，即从群落的属性来看，秦岭南坡的旬河中上游更接近暖温带。

4.3 植被垂直带分析

关于秦岭地区植被带的详细论述可以见参考文献。为了简要表达植被垂直带谱的情况，考虑四个主要的山地垂直带：含有常绿物种（即代表北亚热带）的常绿阔叶、落叶阔叶林带（落叶建群树种以栎类为主，简称为含常绿成分的栎林带），以栎林为主的落叶阔叶林带（栎林带），以桦林为主的落叶阔叶林带（桦林带）和以冷杉、落叶松等为主的（寒温性）针叶林带（如果按植被分带时类型相互对等和可比的原则，这里实际应划分出冷杉林带和落叶松林带两个带，但因它们均分布于秦岭山地的高海拔区域，与本文讨论的议题关系不密切，因而为简略起见，将之合二为一）。被人类开垦为农田和破坏严重、已经基本丧失原生植被的低山地区和由于大风等原因形成的山顶灌丛草甸等不在本文考虑之列。

从图 4 可以看出，秦岭南坡的各个山地都存在含有常绿成分（即所谓亚热带物种）的常绿阔叶、落叶阔叶林带，该带的下限一般因与当地的人为活动有关而高度不一。常绿阔叶、落叶阔叶林带的上限，也就是与落叶阔叶（栎）林带的交界处，大约在 800 ~ 1000m（其中鹘岭因位置偏南故其界线也稍高）。而在秦岭的北坡各山，与低山人类活动区域直接相连的就是栎林带[8]，常绿物种基本难以见到。去除山顶效应的影响，可以看出栎林带的上限一般在海拔 2000m 左右，北坡略高。由此海拔高度向上直到山顶，南北坡情况基本相似。也就是说，在栎林带及其上方，南北坡的植被垂直带谱基本一致。从划分亚热带和暖温带界限的角度来看，常绿阔叶、落叶阔叶林带与落叶阔叶（栎）林带的界限应该具有相当重要的意义，而事实上，这也是以往有人认为分界线应放在南坡海拔 800 ~ 1000m 左右处的主要划分依据。

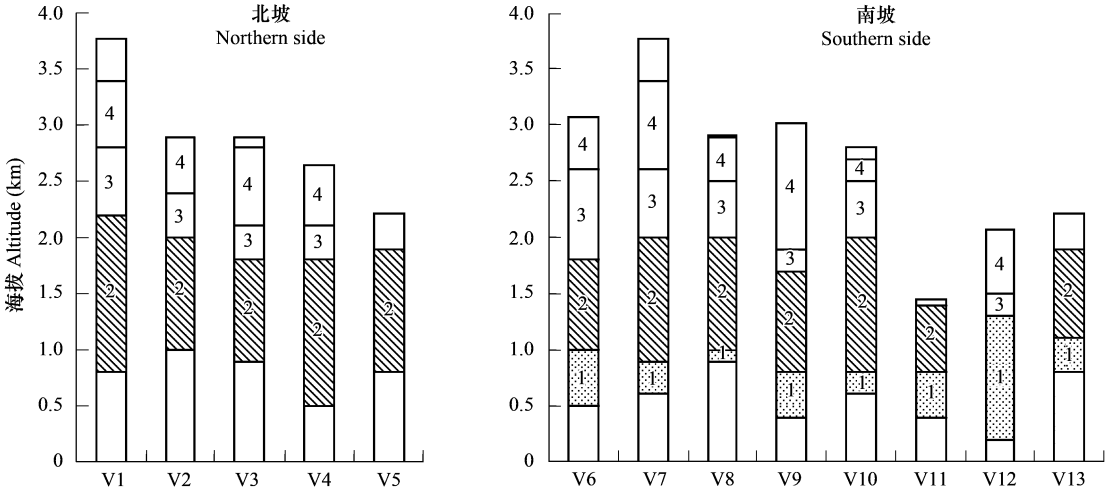

图 4 秦岭南北坡主要山地的植被垂直带谱

Fig. 4 Vertical vegetation spectrums in some mountains of Qinling Range

1 含常绿成分的栎林带 *Quercus* forest zone with evergreen species，2 栎林带 *Quercus* forest zone，3 桦林带 *Betula* forest zone，4 针叶林带 Coniferous forest zone

5　讨论和结论

5.1　讨论

马建华等[49,50]通过伏牛山的土壤垂直分异分析,认为伏牛山亚热带北界在南坡海拔 950m 左右,这与通过植物区系和植被垂直带分析得出的秦岭地区南北生态界线在南坡海拔 800 ~ 1000m 左右相一致。需要注意的是,这种划带的方法是依据秦岭南北两侧植被垂直带谱,特别是基带来定的。而南坡的基带,即常绿阔叶、落叶阔叶林带,实际上仍主要是由一些落叶的栎类林如麻栎林和栓皮栎林构成(与北坡基带相似),只不过是在其林下出现或含有一些常绿灌木(或最多小乔木)种类,而且这些常绿类植物并未真正进入优势林木层[8,38],因此,这个带不能认为是典型的亚热带。根据气候数据计算得出的气候-植被参数,Kira 温暖指数和 Holdridge 生命带系统的可能蒸散率,也表明秦岭的基带属于暖温带。实际上,南坡的基带出现常绿类植物并不是因为这里的纬度已达到亚热带水平,而是因为秦岭抵挡了冬季的寒冷。关于这一点,只要比较一下以往几乎任何一个划界即知:秦岭以东淮河一线的北亚热带界线比秦岭本身向南偏移了约两个纬度。也就是说,秦岭南坡基带所处位置植被的形成,东西绵延近千米的高耸山地起着相当大的屏障作用。因此从这个意义上说,在秦岭地区能否用水平带植被来决定秦岭垂直带的归属也是值得商榷的。

将秦岭的南北生态分界线放在岭脊这一作法[51],主要是基于秦岭北坡垂直带的基带发育于暖温带,而南坡则发育于亚热带的认识。如果秦岭山体南北两侧对称,按岭脊划分也未尝不可。然而秦岭比较特殊,南缓北陡,两侧河谷距岭脊的距离大不同,相差约 100km(图 1)。距离不同,尺度也就不同(约为 2.5:1),因此简单地以岭脊划分,必然出现偏差。事实上,从上文的南北坡植被垂直带谱比较也能看出,秦岭南北坡植被垂直带中落叶阔叶(栎)林带出现的高度位置仅相差约 100 ~ 200m,因此以岭脊划界,等于是在划分暖温带内部次一级的界线。而且更为重要的是,南坡植被的基带中出现常绿物种的原因,并不全是因水平带造成的,而是秦岭的高度决定的。因此,在秦岭地区简单地按岭脊划分亚热带和暖温带,虽然方便明晰,但在结果上则可能出现较大偏差。

生态地带性的辨识在区域大农业生产方向的确定方面起着重要作用,反之,区域的大农业生产实践,又可对自然地带的划分提供事实依据。因巨大山体阻隔了冬季北方冷气团的南下,秦岭南坡海拔 1000m,特别是 800m 以下的农、林业生产发展,多有亚热带作物如柑桔、油桐、棕榈、芭蕉等种植与分布,而此线以上却极为鲜见[3,16,23]。若考虑到栽培种因人工驯化习性改变而较自然种可以分布到更偏北的地域[52],则其所指示的亚热带植物分布线位置还应再往南迁移(亦即落在海拔更低的区域)。这一点也从旁证明了秦岭南坡下部海拔 1000m 或其以下某处,是一个重要的地理分界线。

5.2　结论

综上所述,如果从气候-植被参数在秦岭地区的等值线分布、秦岭地区的植物区系与植被垂直带谱,以及大农业生产特征等方面考虑来划分亚热带和暖温带的界限,南坡海拔 800 ~ 1000m 左右应该是比较准确的划分。任何生态与自然带界线,都是"模模糊糊,清清楚楚",即秦岭地区的亚热带和暖温带界线,理论上可以分为 3 部分,典型的北亚热带北界、典型的暖温带南界和之间的一个宽度不完全一致的过渡带。因此,可以认为这个东西延伸的过渡带中心位置,大致在南坡海拔 1000m 以下或其附近。

这里仅是给出了一个阶段性的研究结论。此类学术争论性问题的最终解决,将有赖于经典植被生态与植物区系学研究方法与现代"3S"数据观测技术和分析手段的有机结合,有赖于以往传统方法所获科学数据积累经受从宏观至微观整个尺度上的检验,在新的气候、土壤、植被翔实观测和调查数据的有力佐证下,本科学问题将最终获得圆满解决。

References:

[1] MacDonald G. Biogeography: introduction to space, time and life. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

[2] Holdridge L R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science, 1947, 105: 367 - 368.

[3] Walter H. Vegetation of the Earth (3rd edition). New York: Springer-Verlag, 1985.

[4] Zhang X S. The Principal Eco-Geographic types of mountain vertical vegetation belt systems in China. In: Research on Vegetation Ecology. Beijing: Science Press, 1994. 77 - 92.

[5] Liu H X. The vertical zonation of mountain vegetation in China. Acta Geographica Sinica, 1981, 36 (3): 267 - 279.

[6] Hou X Y. Discussion about the principals, foundations and systematic units of Chinese Vegetation Regionalization. Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica, 1964, 2 (2): 153 - 179.

[7] Liu N W, Guo Y L. Integrated Physical Geography. Beijing: Science Press, 1993.

[8] Chen C K, Wu G H, Li C W. Integrated Physical Geography. Beijing: Higher Education Press, 1993.

[9] Kuchler A W. Vegetation Maps in Geographic Research. The Professional Geographer, 1959, 11 (6): 6 - 9.

[0] Liu Y H. Research of Theory and Principal in Integrated Physical Geography. Xi'an: Shaanxi People Press, 1990.

[1] Blasi C, Carranza M L, Filesi L, *et al*. Relationship between climate and vegetation along a Mediterranean-Temperature boundary in central Italy. Global Ecology and Biogeography, 1998, 8: 11 - 27.

[2] Liu S E. Botanical geography in North and West of China. Contributions from the Institute of Botany National Academy of Peiping, 1934, 2 (2): 423 - 464.

[3] Editorial Committee of Vegetation of China. Vegetation of China. Beijing: Science Press, 1980.

[4] Hou X Y. Discussion about the controversial problems from all previous schemes of Chinese Vegetation Regionalization. Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica, 1963, 1 (1-2): 1 - 23.

[5] Committee of Natural Regionalization in CAS. Regionalization of Chinese Vegetation (First Draft). Beijing: Science Press, 1960.

[6] Zhang X Z, Zhang Z Y. A preliminary discussion on the northern boundary of subtropical zone in China: Based on the distribution of broad-leaf woody evergreens on the Qinling Mountain. Acta Geographica Sinica, 1979, 34 (4): 342 - 352.

[7] Zhang Z W, Cui Y W. Draft of Vegetation Regionalization in Qinling Region. Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica, 1963, 1 (1-2): 161 - 162.

[8] Lei M D. Vegetation of Shaanxi. Beijing: Science Press, 1999.

[9] Ying T S, Li Y F, Guo Q F, *et al*. Observations on the flora and vegetation of Taibaishan, Qinling Mountain range, Southern Shaanxi, China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1990, 28 (4): 261 - 293.

[0] Fang J Y. Re-discussion About the Forest Vegetation Zonation in Eastern China. Acta Botanica Sinica, 2001, 43 (5): 522 - 533.

[1] Zhang J Q. Division between subtropical zone and temperate zone in Henan Province according to geo-botany. Acta Geographica Sinica, 1981, 36 (2): 216 - 222.

[2] Zhou G Y. Transitional characteristics of vegetation in Hui River area and discussion about the boundary of North and South China. Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica, 1965, 3 (): 131 - 137.

[3] Chen M R. Climate and Agriculture of Qinling. Xi'an: Shaanxi People Press, 1984.

[4] Zhang X S. A Vegetation-Climate classification system for global change studies in China. Quaternary Sciences, 1993, (2): 157 - 169.

[5] Mao X W, Zhang H L, Kong H. A study on composition and characteristics of floristic in Xiaolong Mountain. Bulletin of Botanical Research, 2003, 23 (4): 485 - 491.

[6] Zhao H, Wang D, Yang P J. A Floristic analysis of the seed plants in Liuba Region of Shaanxi Province. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1998, 18 (5): 466 - 474.

[7] Zhao H, Yang P J, Wang D, *et al*. A floristic analysis of the seed plants in Changqing National Reserve. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1999, 19 (5): 502 - 510.

[8] Shen M C, Zhang Z Y. The studies on the flora of seed plants in Tianyuhe River valley in Qinling Mountains. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2001, 21 (5): 973 - 989.

[9] Wang C K, Lv X G, Lei M D. A preliminary study on the flora in the middle and upper reaches of Xunhe River basin. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2000, 20 (4): 647 - 652.

[0] Kang M Y. General Features of Floristic Composition of Forest Vegetation in Upper and Middle Reaches of Xunhe River Basin and Adjacent Area. Journal of Northwest University (Natural Science Eiditon), 1993, 23 (): 43 - 50.

[1] Li J X, Cai J, Zhang W H, *et al*. Study on diversity of seed plants from Niubeiliang Nature Reserve. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1999, 19 (5): 37 - 43.

[2] Che S Q, Ma W L. Studies on the Flora of seed plants of Shiweng in Qinling. Journal of East China Normal University (Natural Science), 1999, (5): 81 - 88.

[3] Zhang G B. Study on the Floristic Differentia among Areas in Henan Province. Scientia Geographica Sinica, 2003, 23 (6): 734 - 739.

[4] Ying J S. An analysis of the Flora of Qinling Mountain range: Its nature, characteristics, and origins. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1994, 32 (5):

389 －410.

[35] Zhang Q W. The analysis on the tropical geographical elements of the seed plants flora in the Qinling Mt. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2002, 22 (4): 924 －936.

[36] Wu Z Y. The areal —— types of Chinese genera of seed plants. Acta Botanica Yunnanica, 1991, Suppl. (V): 1 －139.

[37] Zhang Q W. An analysis on the floristic component of the vegetation on the Southern side of Qinling Mountains —— Taking Xushui valley as an example. Geographical Research, 1992, 11 (2): 83 －92.

[38] Fang Z, Gao S Z. Vertical vegetation spectrums of south and north slopes of Taibai Mountain in Qinling Range. Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica, 1963, 1 (1-2): 162 －163.

[39] Yue M, Dang G D, Yong L J. The basic features of vegetation of Foping Natural Conservation in Shaanxi Province. Journal of Wuhan Botanical Research, 1999, 17 (1): 22 －28.

[40] Yue M, Dang G D, Gu T Q. Vertical zone spectrum of vegetation in Foping National Reserve and the comparison with the adjacent areas. Journal of Wuhan Botanical Research, 2000, 18 (5): 375 －382.

[41] Kang M Y. Relationship between Forest Vegetation and Its Habitats in Xunhe River Basin of Qinling Mountain and Its Adjacent Areas. Chinese Journal of Ecology, 1993, 12 (6): 60 －66.

[42] Wang C K, Lv X G, Lei M D. Vertical difference of the vegetation in the middle and upper reaches of Xunhe River basin on the South face of Qinling Mountain. Journal of Mountain Science, 2000, 18 (4): 301 －305.

[43] Tang Z Y, Ke J H. Altitudinal patterns of plant species diversity in Mt. Niubeiliang, Qinling Mountains. Biodiversity Science, 2004, 12 (1): 108 －114.

[44] Che S Q, Ke Y. Studies on the vegetation of Shiweng Mountainous Region in Qinling. Guihaia, 1999, 19 (1): 53 －59.

[45] Ye Y Z, Yang Q P, Wong M, *et al*. Studies on forest community diversity in Funiushan Mountain. Henan Science, 1999, 17 (suppl): 61 －64.

[46] Wang L S. Study on Plant Resources of Nature Preserve in Funiushan of Henan Province. Shanxi Forestry Science and Technology, 2004, (5): 10 －13.

[47] Shen M C, Zhang Y J, Chen Y S. Vegetation of the Tianyuhe River valley in Qinling Mountain. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2001, 21 (5): 532 －537.

[48] Zhu Z C. The forest zone of the Northern base in Qinling. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1983, 3 (1): 40 －46.

[49] Ma J H, Han J X, Zhao Q L. The Division Between Subtropical Zone and Warm Temperate Zone According to the Compositions and Properties of Soil Humus. Journal of Mountain Science, 2002, 20 (5): 272 －276.

[50] Ma J H. Laws of Soil Vertical Variations on Southern Slope of Funiu Mt.: Simultaneous Study on North Boundary of Subtropical Zone. Acta Geographica Sinica, 2004, 59 (6): 998 －1011.

[51] Editorial Board of Vegetation Map of China. Vegetation Atlas of China. Beijing: Science Press, 2001.

参考文献:

[4] 张新时. 中国山地植被垂直带基本生态地理类型. 见:植被生态学研究. 北京:科学出版社, 1994. 77 ~ 92.

[5] 刘华训. 我国山地植被的垂直分布规律. 地理学报, 1981, 36 (5): 267 ~ 279.

[6] 侯学煜. 论中国植被分区的原则、依据和系统单位. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964, 2 (2): 153 ~ 179.

[7] 刘南威,郭有立. 综合自然地理学. 北京:科学出版社, 1993.

[8] 陈传康, 伍光和, 李昌文. 综合自然地理学. 北京:高等教育出版社, 1993.

[0] 刘胤汉. 综合自然地理学理论与实践研究. 西安:陕西人民出版社, 1990.

[2] 刘慎谔. 中国北部及西部植物地理概论. 北平研究院植物研究所丛刊, 1934, 2 (4): 423 ~ 464.

[3] 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京:科学出版社, 1980.

[4] 侯学煜. 试论历次中国植被分区方案中所存在的争论性问题. 植物生态学与地植物学丛刊, 1963, 1 (1 ~ 2): 1 ~ 23.

[5] 中国科学院自然区划工作委员会. 中国植被区划 (初稿). 北京:科学出版社, 1960.

[6] 张学忠, 张志英. 从秦岭南北坡常绿阔叶木本植物的分布谈划分亚热带的北界线问题. 地理学报, 1979, 34 (4): 342 ~ 352.

[7] 张珍万, 崔友文. 秦岭地区的植被区划 (草案). 植物生态学与地植物学丛刊, 1963, 1 (1 ~ 2): 161 ~ 162.

[8] 雷明德主编. 陕西植被. 北京:科学出版社, 1999.

[9] 应俊生, 李云峰, 郭勤峰, 等. 秦岭太白山地区的植物区系和植被. 植物分类学报, 1990, 28 (4): 261 ~ 293.

[0] 方精云. 也论我国东部植被带的划分. 植物学报, 2001, 43 (5): 522 ~ 533.

[1] 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. 地理学报, 1981, 36 (2): 216 ~ 222.

[2] 周光裕. 淮河流域植被的过渡性特点及南北分界线的探讨. 植物生态学与地植物学丛刊, 1965, 3 (1): 131 ~ 137.

[23] 陈明荣. 秦岭的气候与农业. 西安:陕西人民出版社,1984.
[24] 张新时. 研究全球变化的植被-气候分类系统. 第四纪研究,1993,(2):157~169.
[25] 毛学文,张海林,孔红. 小陇山种子植物区系组成及特征的研究. 植物研究,2003,23(4):485~491.
[26] 赵桦,王东,杨培君. 陕西留坝地区种子植物区系分析. 西北植物学报,1998,18(5):466~474.
[27] 赵桦,杨培君,王东,等. 长青国家自然保护区种子植物区系初步分析. 西北植物学报,1999,19(5):502~510.
[28] 沈茂才,张志英. 秦岭田峪河流域种子植物区系研究. 西北植物学报,2001,21(5):973~989.
[29] 王长科,吕宪国,雷明德. 秦岭南坡旬河中上游地区植物区系初步研究,西北植物学报,2000,20(4):647~652.
[30] 康慕谊. 旬河上中游及邻区森林植被的区系组成特征. 西北大学学报(自然科学版),1993,23(1):43~50.
[31] 李景侠,蔡靖,张文辉,等. 牛背梁自然保护区种子植物多样性研究,西北植物学报,1999,19(5):37~43.
[32] 车生泉,马炜梁. 秦岭石瓮种子植物区系研究. 华东师范大学学报(自然科学版),1999,(5):81~88.
[33] 张桂宾. 河南省植物区系地域分异研究. 地理科学,2003,23(6):734~739.
[34] 应俊生. 秦岭植物区系的性质 特点与起源. 植物分类学报,1994,32(5):389~410.
[35] 张秦伟. 秦岭种子植物区系中的热带地理成分研究. 西北植物学报,2002,22(4):924~936.
[36] 吴征镒. 中国种子植物属的分布类型. 云南植物研究,1991,增刊(Ⅴ):1~139.
[37] 张秦伟. 秦岭南坡植被的植物区系分析——以渭水河流域为例. 地理研究,1992,11(2):83~92.
[38] 方正,高淑贞. 秦岭太白山南北坡的植被垂直带谱. 植物生态学与地植物学丛刊,1963,1(1~2):162~163.
[39] 岳明,党高弟,雍立军. 陕西佛坪自然保护区植被的基本特征. 武汉植物学研究,1999,17(1):22~28.
[40] 岳明,党高弟,辜天琪. 佛坪国家级自然保护区植被垂直带谱及其与邻近地区的比较. 武汉植物学研究,2000,18(5):375~382.
[41] 康慕谊. 秦岭旬河流域及邻近地区森林与其生境关系的初步研究. 生态学杂志,1993,12(6):60~66.
[42] 王长科,吕宪国,雷明德. 秦岭南坡旬河流域中上游地区植被垂直分异. 山地学报,2000,18(4):301~305.
[43] 唐志尧,柯金虎. 秦岭牛背梁植物物种多样性垂直分布格局,生物多样性,2004,12(1):108~114.
[44] 车生泉,可燕. 秦岭石瓮山地植被研究. 广西植物,1999,19(1):53~59.
[45] 叶永忠,杨清培,翁梅,等. 伏牛山森林群落物种多样性研究. 河南科学,1999,17(增刊):61~64.
[46] 王理顺. 河南省伏牛山自然保护区植物资源研究. 山西林业科技,2004,(5):10~13.
[47] 沈茂才,张跃进,陈彦生. 秦岭田峪河植被研究. 西北植物学报,2001,21(5):532~537.
[48] 朱志诚. 关于秦岭北坡森林的基带. 西北植物研究,1983,3(1):40~46.
[49] 马建华,韩晋仙,赵庆良. 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. 山地学报,2002,20(5):272~276.
[50] 马建华. 试论伏牛山南坡土壤垂直分异规律-兼论亚热带北界的划分. 地理学报,2004,59(6):998~1011.
[51] 中国科学院中国植被图编辑委员会. 中国植被图集(1:1 000 000). 北京:科学出版社,2001.