

子午岭地区自然区域特征及其 与土壤侵蚀的关系*

张平仓 郑粉莉

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 在对子午岭地区进行全面考察的基础上,分析研究了子午岭地区区域自然环境的基本特征,指出:子午岭地区地质条件复杂,构造运动强烈、岩性疏松、地貌类型齐全、沟深坡陡、降水丰沛、降雨强度大、冲刷强烈,具备了各种侵蚀过程的发生条件。但由于地面覆盖着良好的植被,侵蚀很轻微。子午岭地区作为黄土高原植被恢复的样板表明,大力恢复黄土高原地区的植被,是黄土高原水土保持的核心和中心任务。

关键词 子午岭地区 区域特征 植被覆盖 土壤侵蚀

The Regional Properties of Natural Environment and Relationship of It and Soil Erosion in the Ziwuling Region

Zhang Pingcang Zheng Fenli

(Northwestern Institute of soil and Water Conservation, Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The Regional properties of natural environment and relationship between it and soil erosion have been analysed in this paper, using field investigation method. It is pointed out that geological condition of the Ziwuling area is complicated, tectonic movement is violent, geographical type is complex, rainfall amount and rainfall intensity are big, and washing action is strong. All these provide conditions of occurring severe soil erosion. But because of better vegetation cover on the surface, soil erosion is very slight in the loess plateau

Key words the Ziwuling area regional properties vegetation cover soil erosion

子午岭地区为黄土高原腹地,是目前黄土高原天然次生林保存最完好的地区之一。从20世纪50年代以来,许多学者从植被土壤、地质地貌、环境演变、水土保持等方面进行了诸多研究,取得了丰富的资料,为进一步研究子午岭地区的环境演变与土壤侵蚀的关系鉴定了基础。本文主要讨论子午岭地区自然区域特征及其与周围地区的差异,为在子午岭地区开展土壤侵蚀与生态环境演变的研究提供背景素材。

1 子午岭地区区域范围

子午岭位于著名的董志塬和洛川塬之间的抬升山地,东北部与白于山、崂山相望,南部与渭北

收稿日期:1993—03—01

*国家自然科学基金资助重大项目

高原相连,其北部从甘肃华池以北北西—南南东方向延展至黄陵境内的蟠蜒岭以南分成近乎东西两支,伸入洛河和泾河源地,并构成泾洛两大水系的分水岭。南端西支伸至陕西旬邑县境内以石门山为最高点,海拔为 1 885m,东支伸至宜君、铜川、耀县,构成宜君梁。子午岭主峰海拔 1 687m,位于沮水河左测源头,其它如甘泉、志丹和富县交界处的墩梁(海拔 1 625m)沮水河上游的五里墩(海拔 1 625m)宜君哭泉庙山(海拔 1 734m)等均是子午岭的主要山岭。本文在确定了子午岭的具体范围时,将周围的某些行政区也包括在内,所确定的子午岭地区位于北纬 $33^{\circ}50' \sim 36^{\circ}50'$,东经 $107^{\circ}30' \sim 109^{\circ}40'$ 。包括甘肃的华池、合水、正宁、宁县及陕西的富县、黄陵、宜君、铜川、耀县和旬邑,共计 10 个县,总面积为 2.3 万 km^2 ,其中甘肃 4 县为 1.09 万 km^2 ,陕西 6 县为 1.21 万 km^2 。

2 子午岭地区自然环境的特殊性

子午岭地区在自然环境方面有其特殊性。从引起黄土高原土壤侵蚀严重性的主要因素(沟深、坡陡、降雨、黄土覆盖深厚而且疏松等)来看,子午岭地区与黄土高原其它地区相比较,并没有根本性的差别,相反,本区地处新构造运动抬升区,降雨量比周围地区丰沛,气候类型属温带湿润冷凉类型,因此子午岭地区的环境基础同周围地区相比较更脆弱。它的自然环境特殊性在于地面覆盖着茂密的天然植被。据研究^[1]子午岭地区早在 100 多年前,同黄土高原其它地区一样,土壤侵蚀十分强烈,人类活动十分频繁,各种灾害时有发生,只是在近期,清朝同治五年(1866 年)因民族纠纷和战乱,大量人口迁出,耕地荒芜,植被得以恢复,形成今日之稍林景观。目前,子午岭地区是黄土高原水土流失最轻微的地区之一,年土壤侵蚀模数多在 $100\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,局部地区很少超过 $300\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[2]。今日能够看到滑坡、崩塌、强烈发展的沟谷也由于地面植被的覆盖也基本趋于稳定,河水清澈见底。因此,子午岭地区环境演变与土壤侵蚀发展演变过程,为人们制定水土保持方略提供了科学依据,为人们研究植被恢复与土壤侵蚀演变关系提供了实验场所。

3 子午岭地区的地质地貌特征

子午岭是黄土高原的石质山地之一,南北长,东西窄,呈条带状构成洛河和泾河的分水岭,大部分地区海拔在 1 400~1 600m。子午岭山体结构形似牛脊,主脊南北,两侧支梁组成次一级分水岭,近乎东西向,延伸三四十公里,葫芦河,沮水河及马连河的一些支流奔流其间。

除南部外,子午岭地面被深厚的黄土和黄土状物质所覆盖,在地貌上具有黄土丘陵沟壑区的特点,地面起伏,沟谷深切,梁峁顶部与河床之间高差在 200m 左右,南部可达 300~500m。由于受古地形影响和经长期的流水侵蚀,地面被切割得十分破碎,成为典型的黄土梁峁丘陵地形景观。

区内黄土及黄土状物质普遍分布于梁峁顶部以及它们的斜坡上,在深切的沟谷及河谷可以看到基岩出露,主要为中生代的沉积岩系岩层自东向西由老而新,并向西以 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 倾斜。新第三系岩层呈不整合或假整合覆于中生代地层之上,第四纪黄土及黄土状物质覆盖于各种老岩层之上。

中生代地层主要包括三叠纪内陆湖沼相的沉积岩系,以灰绿色砂岩、页岩为主,总厚度约 1 100 余米,侏罗纪以河湖相砂岩为主,沉积后期形成淡水泥灰岩沉积,在沉积岩层底部含有煤层及油页岩,岩相变化及构造形态却与三叠系顶部古侵蚀面地形有密切关系,并与下伏地层呈假整合关系,总厚度不足 600m。下白垩系是干燥型的红色与绿色相间的砂岩和泥页岩岩层,岩层较厚在 1 000m 以上,主要分布于侏罗系西部界线以西的广大地区。整个中生代地层的出露点主要分布于河谷河槽上,在子午岭南端则大面积出露,构成基岩山地。从中生代地层岩性可以推测,中生代以来,子午岭地区的抬升剥蚀和气候逐渐变为干燥的环境变化过程。在基岩层之上覆盖着新第三纪红土,红土在子午岭地区分布由南向北逐渐变厚,并呈带状分布,在北部西侧,厚度达 95~100m,是黄土高原红

土分布最厚的地区之一。它们多堆积于白垩纪或老第三纪时期的侵蚀面上,随古地形与基岩起伏的变化,有些地方的红土直覆于基岩之上,有的地方看不见基岩。地层划分为上下两层:上新统上部是砾石层,为紫红色砾岩类的粘土质砂岩层,砾石为老岩层的砂岩,页岩等岩屑碎块,厚0~5m。上新统下部本身是一层棕红色砂质岩土层,是新第三纪红土的主要层位,在粘土层中夹有钙质结核,富铁锰质斑点,风化后成碎块。层中含有多种化石,如三趾马、犀牛,高氏羚羊等,厚度在50m以上。上新统上部为泥灰岩类,为灰绿色泥灰岩类白色或紫红色条带层,岩层裂缝当中有次生充填结晶石膏,说明形成该岩层的气候为干燥型,厚度在20m以上。第四纪岩层以黄土及黄土状物质为主,除南部和山脊顶部外,子午岭1400m以下,主要为黄土覆盖。厚度由几米至几十米不等,层次齐全。午城黄土覆盖于下更新统早期的河湖相地层之上,或直接堆积于三趾马红土之上,呈连续分布,产状倾斜,厚度十几米至二三十米,并由数层至十数层褐黄色黄土与红色古土壤相互叠覆而成,层薄间隔小;离石黄土分布比较连续,厚度在45~60m,并有多层间隔较大的褐色土型古土壤,产状略作倾斜,保存不全。以第五层古土壤作为标志层将其划分为上下两部分,在子午岭地区呈不整合接触,并存在一个明显的剥蚀面;马兰黄土层为灰黄色黄土,无层理,垂直节理发育,有钙质结核,粉砂质,大孔隙,厚10~15m,是最易遭受侵蚀的地层,在许多地方已被剥蚀殆尽,直接暴露出老黄土(午城和离石黄土层的总称)和其它基岩。全新统有各种类型的堆积,有坡积、洪积、及河流相沉积物等,厚度在0~30m不等。

在地质构造上,子午岭地区属于鄂尔多斯台向斜南部陕甘宁向斜拗陷构造区,^[3]子午岭正处于向东余斜翼峰线上,因此,在构造上属于一个单斜翘起两缘,华池、宁县一线也正处于东翼陡坡上的次一级隆起构造带上。中生代以来,受燕山运动和喜山运动的影响,曾有过多次抬升剥蚀过程,在古剥蚀面抬升,褶皱的基础上,形成了子午岭的基本骨架,后以经过多次抬升、剥蚀、并堆积了第三纪红土及第四纪黄土,第四纪黄土再经流水切割,形成今日之地貌景观。从上述地层出露情况看,在中生代抬升剥蚀的基础上,上白垩纪地层缺失,只是在新第三纪红土堆积之后,即第三纪末,第四纪初,又经历了局部抬升,才逐渐形成泾、洛两大分水岭,致使今日在1500m左右的高度上还有红土层的分布,推测当时的抬升量为0.44mm/a。与此同时,形成了子午岭地区第四纪以来第一次侵蚀高潮,红土层遭受强烈的剥蚀,并奠定了今日丘陵地形之基础。在黄土堆积期间,地貌的抬升和剥蚀从未停止过,因此,现代地形与沟谷系统基本上与古地形与沟谷系统相吻合。根据洛河阶地研究,^[3]子午岭地区第二次抬升是在50万年前左右,即第五层古土壤形成时期,抬升量约为0.5mm/a,并促使洛河三级阶地形成。第三次抬升是在约10万年前,在马兰黄土与离石黄土之间存在着一个剥蚀面,抬升量约为2mm/a,形成洛河二级阶地,并使形成第三次剥蚀高潮,第四次抬升是在1万年前左右,抬升量约0.7mm/a,形成第四次侵蚀高潮。

子午岭地区地貌的抬升和侵蚀高潮的形成,造就了今日之阶地以及干谷宽谷再次下切的现象(已切入基岩),黄土堆积后至今还在进行着侵蚀,不但加深扩展了原来的沟谷,而且出现了许多新的侵蚀沟谷。沟间地带,大多已被切割成长条状梁,梁顶宽度多在50m以下,且具有1°~10°之坡度,愈向两侧,则坡度愈大,一般为10°~35°。另外还有一些不很典型的峁状地形,主要分布于子午岭西坡。在河谷地貌中,典型阶地发育较为明显,共有三级阶地在葫芦河河谷地中出现,第一、二级阶地普遍存在,第三级阶地残缺不全,而在各级支流中,第二、三级阶地分布较广,第一级阶地数量和范围相对缩小。如以支流太白川为例,在连家砭附近,第二级阶地保存较好,属于基座阶地,下部为紫红色砂质岩,砂岩之上有冲积和洪积的砂砾与土的混合层,厚度约1米到数米不等,上部为冲积和洪积的黄土状物质,一般厚度1~3m。第二级阶地高出河床约10~15m,阶地面向河谷倾斜,愈近河谷坡度愈小,上段坡度在5°以上,其上有时有浅沟发育,中段3°~5°,下段1°~2°。第三级阶地

残缺不全,在下游段太白镇附近分布较广。谷坡地貌发育,特别是子午岭南端,崩塌发育十分活跃,即使在目前,子午岭林区外围,各种重力地貌分布仍十分广泛。概括子午岭发育的地貌特征可归纳如下:①主脊作北北西—南南东延展,主脊两侧次一级支梁作近乎东西向分布,岭谷交织,波状起伏。②除南部有大面积基岩裸露外,又可分为黄土及黄土状物质覆盖地段,黄土分布高度在 1 400m 以下,此高度以上为基岩山地,从而形成黄土戴帽之中山地形。③山势雄伟,高差悬殊,以峡谷为主,间有宽谷地貌。④峡谷地区,谷坡陡峻,谷底狭窄,曲流发育,河床比降大多陡坎,多急流瀑布。⑤谷坡物质移动强烈、崩塌、错落、滑坡等重力地貌广泛分布。⑥宽谷中,有多级基座阶地发育,二级阶地保存相对比较完整。⑦主脊地带,稍林灌丛茂密,面蚀微弱,而支梁地带因植物破坏严重,多为荒山秃岭,流水侵蚀、剥蚀、重力侵蚀强烈发育,分布广泛。⑧植被茂密,现代地貌过程受到抑制,河床稳定,溪流常年不断。

4 气候水文特征

子午岭地处东亚季风气候区,季风性气候占主导地位,但又位于黄土高原腹地,所以气候的大陆性特征表现又比较明显,然而茂密的稍林植被对气候和地表径流有一定的调节作用,从而使气候表现得比周围相对湿润一些。在气候区别上,本区属于暖温带湿润冷凉气候^[4]冬长夏短,无炎热,雨量较多,雨季多暴雨,山洪、冰雹,春寒多霜冻。年降雨量 600~700mm,略高于周围其它地区,且从南向北略有减少,降雨季风分配尽管不均匀,但较周围地区要调和一些,春季降水 110mm 以上。汛期(7~9 月)降水比较集中,占全年降水的 50%~70%,多大雨和暴雨,最大一日降水量可达 50~80mm,多年平均日降水 $\geq 50\text{mm}$ 的降水日数大于 1, $\geq 25\text{mm}$ 的大雨日数为 1.5 日,如连家砭地区 1964 年 7 月 16 日,一次降水 14h,降水量达 95mm,最大雨强 mm/min 。

本区热量条件因受地形影响而较差,年平均 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温不足 3 000 $^\circ\text{C}$,植物有效生长期不足 140 天,初霜 9 月下旬,终霜 5 月中旬,无霜期 140 天左右。年日照不到 2 400h,雹日 1~2 天。年平均气温 6~8 $^\circ\text{C}$,等温线大体与山体走向相平行,反映了气候随地形变化的结果。最热的 7 月,平均气温为 20~22 $^\circ\text{C}$,最冷的 1 月,平均气温为 -6~7 $^\circ\text{C}$,极端最低气温平均为 -21~22 $^\circ\text{C}$,年较差平均为 27~28 $^\circ\text{C}$,日较差达 15~20 $^\circ\text{C}$ 。气温变化的另一特点是春天气温回升慢,秋天气温下降快。

本区比较湿润,干燥度多小于 1,空气湿度大,一般为 65%~70%,8 月和 9 月空气湿度大于 80%,即使在 4 月也大于 50%。在连家砭地区,1963 年 9 月,空气湿度曾达到 91%。

子午岭地区水文特征受气候特别是降水的控制比较明显,但是,茂密的稍林,及大面积出露的基岩以及覆有植被的黄土所组成的下垫面对地表径流的水文特征调节影响又十分显著。

本区最大的两条河流是葫芦河和沮水河。葫芦河发源于华池川家岔,经富县、黄陵,在交口附近流入洛河,全长 144.5km,面积 3 764 km^2 ,多年平均径流量 1.8 亿 m^3 ,常水流量 4 m^3/s ,最大流量 530 m^3/s 。沮水河发源于子午岭东侧,全长 135.2km,流域面积 2 488 km^2 ,多年平均流量 1.03 亿 m^3 。如果与周围地区河流相比较,显然子午岭地区的河流径流量要相对丰富一些,如延河,全长 268.9km,流域面积 7 725 km^2 ,年径流总量 2.94 亿 m^3 ,折合径流模数不足 3.8 万 m^3/km^2 ,仅是葫芦河 5.7 万 m^3/km^2 的 67%,是沮水河的 4.9 万 m^3/km^2 的 76%,河流地表径流年内分配比较均匀,汛期径流量仅占全年的 36.7%,而延河为 60.8%,径流的年际变化受降雨影响显著。由于葫芦河、沮水河中游地区经常是发生暴雨的地段,因此,两河的洪水也时有发生,只是由于植被的调节,洪水过程平缓,峰值不高。如连家砭附近一条面积约 1.5 km^2 的干沟,一次暴雨形成的沟槽流水一直延续 7~10 天之久。

河流泥沙与水土流失有密切的关系,子午岭地区由于植被茂密,水土流失轻微,葫芦河流域的

年侵蚀模数仅 $122\text{t}/\text{km}^2$,而志丹以上的洛河年平均侵蚀模数达 1.8万t ,相差近 150 倍。

5 植被土壤特征

按照黄土高原植被区划,子午岭南端大致在黄陵以南属于暖湿性森林地带,而大部分地区属于暖湿性森林草原地带。^[5] 子午岭地区的原生植被同广大黄土高原地区一样破坏殆尽,目前的天然植被只不过是百十年来恢复的天然次生稍林植被,但是仅经过近年来的恢复,森林的结构已基本形成,乔、灌、草层次分明,郁闭度达 $70\%\sim 90\%$,乔木以辽东栎、山杨、白桦为主,东部和尚塬附近还可以看到小面积油松林。森林植被主要分布于阴坡及半湿润坡,且沟谷斜坡以上至梁坡上部却能生长,梁坡顶部多以旱生草灌植被为主,灌木以虎榛子、绣线菊、狼牙刺、酸刺以及多花栒子为主,并间有乔木杜梨,草本以四季青、本氏羽草、白蒿和铁杆蒿、艾蒿等为主。山桃、狼牙刺、黄刺梅、白草等主要分布于阳坡,因水分不足,植被覆盖较差,但在阳坡沟壑之陡壁附近及沟缘上还能见到侧柏生长。由于相对高差不大,植被的垂直分带并不明显。

子午岭地区的植被,近年遭到人为破坏也相当强烈,根据调查研究:^[6]子午岭两侧 13 条主要支岭中有 11 条受到不同程度的破坏,12 条主要河川有 11 条遭到破坏,毁林面积达 12 万亩。甘肃林区林线每年以 0.5km 的速度后退。华池林线 40 年来已后移 20km ;正宁、宁县已推移至子午岭的王脉,林地比解放初期缩小 223 万亩,减少了 42% ,是甘肃林区总面积的 21% 。陕西林区如富平县一带,据调查,林线以每年 0.5km 的速度后退,使林地面积减少 22 万亩,旬邑林区已减少 15 万亩。

子午岭林区的土壤属于黑垆土地带,^[7]但由于长期流水冲刷剥蚀,黑垆土剖面已被侵蚀殆尽。仅在塬区相邻的梁坡顶部,子午岭主脊的平缓地区以及少数水平梯田上有时还能见到完整的粘黑垆土剖面。在植被开始恢复的地区又开始了新的成土过程,发育着灰色森林土,土层深厚,达 $1.5\sim 2\text{m}$,腐殖质层比较厚,一般 $10\sim 20\text{cm}$,有机质含量也较高,多孔,渗透性能较好,但由于植被恢复的程度不同,土壤发育也有很大差异,一般来说,阴坡与半阴坡以森林植被为主,发育成幼年灰褐色森林土,阳坡草灌植被下发育原始黑垆土,但由于人为活动的破坏,使其面积分布有限。在残塬面上或开垦的梁坡坡上,大面积分布着黄绵土,这种土壤是侵蚀的结果,但同时又因其幼年土的属性又是更易被侵蚀的对象。黄绵土基本无层次,土层薄,有机质含量低,碳酸盐含量高,是一种幼年性侵蚀土壤。此外,在一些河谷地区,还发育有水稻土,盐碱土等微域性土壤。

6 区域自然环境特征与土壤侵蚀的关系

综上所述,子午岭地区地质条件复杂,构造运动强烈而频繁,岩性组成复杂,且风化强烈,岩性疏松,黄土断续覆盖,地貌类型齐全,地面切割支离破碎,沟深坡陡。所有这一切都为各种侵蚀过程,特别是重力侵蚀和流水侵蚀过程准备了充分的内营力条件;而作为侵蚀过程发生的外活力条件,子午岭地区的降水丰沛,强度高,历时短,易形成较大冲刷力的地表径流,因此,从地质、地貌和降雨因子来看,子午岭地区具备了土壤侵蚀所发生的一切条件。然而土壤侵蚀轻微,是由于地面覆盖有良好的植被,如果这里的植被遭破坏,则土壤侵蚀比其它地区会更强烈。据报导,位于长江巫峡南岸江边山坡上的湖北省巴东县,传说着“5 000 亩山林保护一座县城,救活了 1 万余人性命”的佳话,根据报导,1991 年 8 月 6 日暴雨骤降,导致了历史上罕见的滑坡泥石流,巴东县城街道淤积了 3 万余立方米的石块泥沙。山体多处发生大面积滑坡,但位于山坡的 5 700 亩山林却安然无恙,无一处滑坡发生,仅有 12 条冲沟,山林拦住了成百上千块滚落巨石,避免了县城万余人生命财产的损失。如果这片森林遭到破坏,则整个县城将被石块泥沙埋没,毁于一旦。

研究结果表明,植被在防洪、控制各种侵蚀过程,改良土壤,调节区域小气候等方面有很大的作

用。因此,大力恢复黄土高原的植被,增加地面覆盖,才是黄土高原水土保持的核心措施和中心任务。

参考文献

- [1]张科利、唐克丽. 浅沟发育与陡坡开垦历史的研究. 水土保持学报, 1992(2)
- [2]唐克丽等. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其防治途径. 科技出版社, 1990, 3
- [3]陕西师大地理系. 延安地区地理志. 陕西人民出版社
- [4]陕西省气象局区划办公室. 陕西省农业气候区划. 西安地图出版社, 1988, 7
- [5]西北大学地理系. 黄土高原地理研究. 陕西人民出版社, 1987
- [6]米登山等. 近几年子午岭森林破坏情况及其影响. 水土保持通报, 1982(5)
- [7]朱显谟. 黄土高原土壤与农业. 农业出版社, 1989, 5