

文章编号: 1000- 0690(2002) 04- 0403- 05

全球变化下秦岭南北河流径流泥沙比较分析

查小春, 延军平

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 分析比较秦岭南侧汉江和秦岭北侧渭河河流径流、泥沙含量变化表明, 1935~ 1999年65年间, 渭河河流年均流量为 $248.26\text{ m}^3/\text{s}$, 汉江河流年均流量为 $592.94\text{ m}^3/\text{s}$, 汉江年均流量是渭河的2.4倍。汉江河流年均含沙量为 $0.88\text{ kg}/\text{m}^3$, 渭河河流年均含沙量为 $52.03\text{ kg}/\text{m}^3$, 接近汉江河流的60倍。渭河是一条多泥沙河流。分析20世纪80年代以后汉江、渭河河流径流泥沙含量表明, 渭河河流年均流量为 $195.89\text{ m}^3/\text{s}$, 汉江河流年均流量为 $585.05\text{ m}^3/\text{s}$, 均比1935~ 1980年减少了27.4%和1.9%, 但汉江河流年均泥沙含量为 $0.41\text{ kg}/\text{m}^3$, 渭河河流年均泥沙含量却为 $54.58\text{ kg}/\text{m}^3$, 为汉江河流133倍, 比1935~ 1980年增加了90多倍。说明全球变化对秦岭山脉南北地质水文气候环境影响很大, 秦岭南北两区在全球气候变化中表现出明显的区域响应性。

关 键 词: 全球变化; 秦岭; 汉江; 渭河; 径流; 泥沙

中图分类号: P333.4 文献标识码: A

气候变化是紧迫的全球环境问题之一, 日益成为世界各国广泛关注的问题^[1~ 4], 它对社会、经济和生态各方面都有直接或间接的影响。作为我国南北地理气候的分界线。地处中纬度的秦岭, 是我国具有代表性的地域单元, 在全球气候变化影响的大背景下, 与全球变化关系较为密切。我国是世界上土壤侵蚀最为严重的国家之一, 而陕西省内土壤侵蚀最为严重。秦岭南北是截然不同的地理气候环境, 在全球气候变化过程中, 研究陕西境内秦岭南北两侧河流径流泥沙变化, 对分析秦岭南北两地区生态环境变化及其对全球变化的响应具有十分重要的意义。

1 研究区概况

秦岭西起甘肃的宕昌、丹曲, 东至河南的卢氏, 主脉东西走向, 横贯陕西境内, 是我国气候的南北屏障, 也是重要的水文地理分界线。秦岭以南是长江水系, 以北是黄河水系。

在秦岭南侧的长江水系中, 汉江是长江水系的最大支流, 发源于宁强五丁山-陈家大梁一带, 自西向东流经宁强、勉县、南郑、汉中等县(市), 于湖北省武汉市流入长江^[5, 6]; 秦岭北侧的渭河是黄河水

系的最大支流, 发源于甘肃省渭源县乌鼠山, 自东沟入陕, 由西向东横贯关中平原, 流经宝鸡、咸阳、西安等县(市), 至潼关港口入黄河^[7]。

针对秦岭特殊的地理位置环境, 本文选择了位于东西走向的秦岭南北两侧、西东流向的汉江和渭河作为研究对象, 比较分析全球气候变化下陕西省境内秦岭南北两侧河流径流泥沙变化情况。观测资料分别取自汉江下游的安康市安康水文站, 集水面积为 $41\,439\text{ km}^2$; 和渭河下游的渭南市华县水文站, 集水面积为 $105\,350\text{ km}^2$ 。

2 资料分析结果

2.1 汉江、渭河年径流量对比分析

陕西位于夏季风活动边缘带, 河流具有东亚季风带一般河流的特点, 属暖季泛滥河流, 径流主要由降水补给。逐年间季风形成的降水, 其年降水量或降水过程的年际变化均比较大, 直接影响陕西省各水系年径流量变化, 具有不稳定的特性。由于各年之间季风强弱不同, 来去的迟早和停留的时间长短不等, 逐年降水与径流量也不相同, 有多水年和少水年之分, 最大与最小年份相差较大。各河流最大年径流量与最小年径流量间、最大年径流量与年

收稿日期: 2001- 07- 05; 修订日期: 2001- 11- 10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(4007105); 陕西省自然科学基金资助项目(99D01)。

作者简介: 查小春(1972-), 男, 硕士, 从事土壤侵蚀环境演变与调控。

径流量间、最小年径流量与年均径流量间的变差较大,特别在秦岭以北表现明显。

表 1 表明,1935~ 1999 年 65 年中,汉江河流最大年径流量为 $1\,300\text{ m}^3/\text{s}$,出现在 1983 年,最小年径流量为 $248\text{ m}^3/\text{s}$,出现在 1999 年,最大与最小年径流量比值为 5.24;渭河河流最大年流量为 $593\text{ m}^3/\text{s}$,出现在 1964 年,最小年径流量为 $53.4\text{ m}^3/\text{s}$,出现在 1997 年。渭河河流最大与最小年径流量比值为 11.1,均比汉江河流最大与最小年径流量低。汉江河流最大与最小年流量分别是渭河河流最大与最小年流量的 2.2 倍和 4.6 倍。

在图 1 中,汉江和渭河河流年平均流量长序列年限的变化表明,虽然汉江河流安康水文站集水面积远低于渭河在华县站的集水面积,但汉江河流的年平均流量远远高于渭河河流的年平均流量,曲线居于渭河的上方。1935~ 1999 年的 65 年期间,渭河河流的年平均流量为 $248.26\text{ m}^3/\text{s}$,汉江河流的年平均流量为 $592.94\text{ m}^3/\text{s}$,是渭河年平均流量的 2.4 倍。表明秦岭山脉的横亘,对南北两侧气候环境影响很大,秦岭南侧汉江河流年径流量多而北侧渭河河流年径流量少。

年径流深是河川径流总量平铺在流域面积上

表 1 汉江渭河径流多年变化特征值表(1953~ 1999 年)

Table 1 The runoff eigenvalue of Hanjiang and Weihe rivers from 1953 to 1999

河名	集水面积 (km^2)	站名	多年平均流量 (m^3/s)	最大水年		最小水年		最大与最小 径流比值	年径流 变差系数 (CV)
				年径流量 (m^3/s)	年份	年径流量 (m^3/s)	年份		
汉江	41 439	安康	592.94	1300	1983	248	1999	5.24	0.342
渭河	105 350	华县	248.26	593	1964	53.4	1997	11.10	0.437

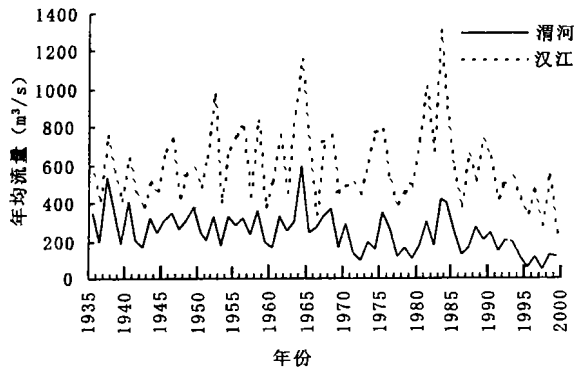


图 1 汉江、渭河年平均径流量比较曲线

Fig. 1 The annual average runoff graph of Hanjiang and Weihe rivers

的平均水深。秦岭南北年径流深的变化表明^[8],在陕西省境内,自南向北,径流深随纬度递增而递减,全省平均径流深为 213 mm,这条等值线在渭河以南的秦岭北麓,呈东西走向,与秦岭山脉的走向一致,此线以南水量丰沛,此线以北水量短缺。从汉江和渭河河流的多年平均径流深分析来看,汉江河流的平均径流深为 453.7 mm,而渭河径流的平均径流深为 232.6 mm,比前者几乎少一半,表明了秦岭南侧气候环境比北侧湿润。年径流的这一变化,也可以从径流变差系数(CV)反映出来。CV 值大,年径流的变化就大,反之则小。

表 1 表明渭河河流的年径流变差系数为 0.437,而汉江河流的年径流变差系数为 0.342,说明渭河河流的径流量年际变化比汉江河流较大,也表明了秦岭南侧径流丰沛地区年际变化小于秦岭北侧径流贫乏的地区。

2.2 径流的年内变化

地表径流的年内变化受降水在年内分配变化影响,取决于水源的补给和下垫面因素的作用,降水是河水的主要来源,径流随降水变化而变化。秦岭南北两侧径流的年内变化基本于季节降水特性相符,具有明显的季风河流的年变化特点,冬季为贫水期,夏季为丰水期,大部分河流夏秋流量占该河流年均流量的 65% 以上,汉江可达 76% 以上。

图 2 表明,渭河年径流量的 61% 集中在多雨的 7~ 10 月,最大月径流量占年径流量的 13% ~ 19%,多出现在 9 月或者 7 月,各占年径流量的 19.4% 和 13.6%。汉江河流的径流量季节变化明显,从 4 月开始显著增加,11 月以后显著减少,月平均最大出现在 9 月,其次是 7 月,年径流量的 50% 以上集中在 7~ 9 月,最大月的径流量占年径流量的 16% ~ 20%。

秦岭南北两侧 11~ 2 月为河流的退水期,流量平稳下降,起伏很小。3~ 5 月为渐增期,6 月正值初夏,降水稀少,而气温急聚递增,蒸发旺盛,因而在此时出现枯水,河水流量有时递减,7~ 10 月为

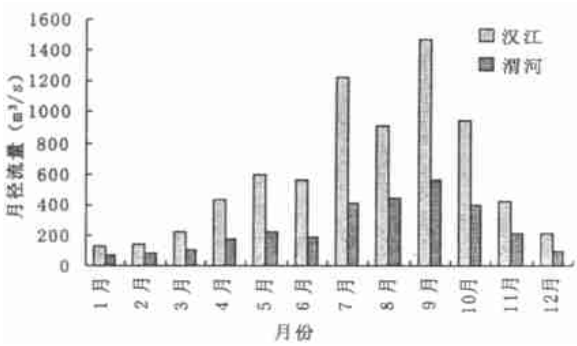


图2 汉江和渭河河流径流量年内变化图

Fig. 2 The monthly average runoff graph of Hanjiang and Weihe rivers

洪水期,此时河水流量在一年为最大。图中渭河河流7月和9月月径流量达到最大值,而汉江在7~9月月径流量达到最大值。

秦岭南北汛期长短不一,使汛期河水流量占全年比数也不一致。秦岭以北河流有春汛、夏汛和秋汛之分,春汛多出现在3月底,但因冬季积雪一般不多,所以春汛河水流量很小,持续时间短暂,一般不超过10天。4~5月间,由于冰雪泄尽,雨季未来,地表蒸发强烈,河水水位逐渐减少,重现低水。7~8月,大部分地区降水最多,且多暴雨,最大径流出现,形成夏汛。有些地方秋雨较多,也可形成秋汛,所以渭河流量具有双峰型的特点。汛期流量在年平均流量所占的比率也很高,但低于汉江。同时,渭河最大月流量所占的比率也比汉江低19.4%;而汉江径流变化春汛不如渭河明显,年内只出现一个雨季和一个干季贫水期,汛期较晚,洪量较大。年降水量大部分集中在7~10月,占全年60%以上,其中9月最大,占全年20%以上,7月为次高峰,8月略小,这是汉江水系最突出的特点。

2.3 渭河和汉江的泥沙对比

河流泥沙是水土流失的标志。汉江河流年均含沙量在长江各重要支流中仅次于嘉陵江,居第二位,河流泥沙主要产生在暴雨径流过程中,尤其以夏季暴雨洪水含沙量最多,河水经常浑浊。6~9月是泥沙量最大值出现的时期,影响最大值出现的主要天气是暴雨、急雨。冬春季少雨,河水全部依赖地下水或高山融雪补给,干支流河水多清澈见底,含沙量往往为零,这种泥沙年内的不均匀性,主要因为秦岭南侧山区地势起伏大,变质岩和花岗风化壳深厚,易导致水土流失。暴雨形成的山洪,对裸露的深厚风化壳以及分布广、保水性差、渗透不

良、导致植物根系不易发育、有“下雨流黄汤”之说的黄褐土来说,有很强的冲刷力,增加了泥沙入河的机会^[8]。

而秦岭以北是著名的黄土区,为全国水土流失重点地区之一。在大陆性季风气候及植被人为破坏严重的情况下,黄土水力侵蚀、风力侵蚀及重力剥蚀显著,水蚀尤为严重。一般而论,山顶到山坡,坡顶到沟底,逐步冲刷、逐级侵蚀,再加上塌坡、崩岸及风沙移动,致使以北地区主要干流输沙率和含沙量远大于秦岭以南的汉江。

表2表明,1935~1999年,汉江河流的年平均含沙量仅为0.88 kg/m³,而渭河河流的年平均含沙量却高达52.03 kg/m³,为汉江河流的近60倍。可见,虽然此间汉江河流年均流量高于渭河河流,但年均含沙量却远远低于渭河。同时,表2表明,汉江河流年均输沙量仅为0.19亿t,年均输沙率为0.59 t/s,而渭河河流的年均输沙量为3.77亿t,年均输沙率为11.96 t/s,均高于汉江河流的19.8倍和20.3倍,表明渭河是一条多泥沙河流。从渭河泥沙来源看,据分析^[7],华县站4.27亿t(1953~1968年)的多年平均泥沙含量中,来自泾河张家山站的占62.5%,来自南河川站的占37.2%,说明泾河以及渭河上中游是渭河的主要产沙区。

表2 汉江、渭河河流泥沙特征均值表(1935~1999年)

Table 2 The sediment eigenvalue of Hanjiang and Weihe rivers from 1935 to 1999

河名	站名	集水面积 (km ²)	年均含沙量 (kg/m ³)	年均输沙率 (t/s)	年均输沙量 (10 ⁴ t)
汉江	安康	41 439	0.88	0.59	0.19
渭河	华县	105 350	52.03	11.96	3.77

水文记录表明^[8],各河含沙量与输沙量年内分配与径流量年内分配相似,主要集中在汛期。渭河河流的泥沙主要产生在暴雨径流过程中,凡流经黄土高原丘陵区的河流,每遇暴雨,必有浊流,尤以7、8月暴雨洪水含沙量最多,7、8月河流含沙量约为9、10月含沙量的3.05倍。而且,7、8月的输沙量之和一般占年输沙量的60%~90%以上,12月至次年3月的4个月输沙量之和不到年输沙量的1%,这种含沙量最高月的特点与降水特点是一致的。

2.4 气候变化对秦岭南北两侧河流径流泥沙影响

作为亚热带和暖温带分解线的秦岭,在全球变化中对南北气候起着巨大影响作用。延军平等^[3]

分析, 由于全球气候的变暖, 秦岭南部在 100 年中进入相对湿润期而秦岭北侧进入相对干旱期, 在 20 世纪 80 年代后期, 秦岭南侧更湿润而北侧相对更干旱。表 3 表明在 80 年代后期汉江和渭河河流年均径流量均有不同程度的减少, 1981~ 1999 年 19 年间, 渭河河流年平均流量为 195. 89 m³/s, 汉江河流年平均流量为 585. 05 m³/s, 均比 1935~ 1980 年有不同程度的减少, 分别减少了 27. 4% 和 1. 9%, 但渭河河流径流量减少较多。正如施雅风等^[2]人指出: “中国自然水体的减少, 敏感地反映了中国西北气候暖干化趋势对地表水体的作用”。

表 3 汉江、渭河 1981~ 1999 年径流泥沙特征值与 1935~ 1980 年比较

Table 3 The runoff and sediment eigenvalue of Hanjiang and Weihe rivers during 1981- 1999 and 1935- 1980

年 份	年均径流量(m ³ /s)		年均含沙量(kg/ m ³)	
	汉江	渭河	汉江	渭河
1981~ 1999	585. 05	195. 89	0. 41	54. 58
1935~ 1980	596. 20	269. 89	1. 23	50. 98

1981~ 1999 年汉江河流 19 年间的泥沙含量为 0. 41 kg/ m³, 比 1935~ 1999 年年均含沙量 0. 88 kg/ m³ 低, 减少了一半多。渭河河流 1981~ 1999 年年均泥沙含量却为 54. 58 kg/ m³, 多于 1935~ 1999 年年均泥沙含量的 52. 03 kg/ m³, 增多了 7%。可见渭河河流年径流量减少而泥沙含量增多, 此间汉江河流年均径流量是渭河河流的 3. 0 倍, 但渭河河流的年均泥沙含量是汉江河流的 133 倍, 比 1935~ 1980 增加 90 多倍。

究其原因, 这主要在于在 20 世纪 80 年代后, 随着全球气候的逐渐暖干化和人类经济活动的不断扩大, 特别是国民经济的迅速发展、人类经济活动范围日益扩大, 破坏了自然平衡, 造成水土流失, 使沟床松散堆积物不断增大, 在雨季洪水和高含沙总是相伴而生^[9]。从其分布与环境变化关系来看, 秦岭北侧特别是渭河以北是著名的黄土区, 有较厚的黄土层, 厚度数米至数百米, 其土体结构、物理性质、化学性质均不利于抵抗水的破坏力, 极易遭受水力侵蚀, 以及人类长期滥砍滥伐、刮山皮、刨树根, 使天然植被遭到严重破坏, 黄土裸露, 加剧了河流泥沙含量程度; 而秦岭南侧风化壳较厚, 风化物较粗, 重力地貌显著, 在人类经济活动影响下, 不合理的农业耕作方法及乱垦滥伐改变了植被条件, 破坏了地表结构, 蓄水保土能力减弱, 风化作用增强,

修路、采矿等经济建设中不适当的工程措施和不合理的堆放弃碴, 使该区每遇暴雨便会引起坡面的强烈冲刷, 增大河流泥沙含量, 但该区为石质山区, 河流推移质较多, 造成汉江河流的泥沙含量低于渭河河流。可见, 全球变化对秦岭山脉南北气候环境影响很大, 秦岭南北河流径流、泥沙含量的变化, 在全球气候变化中表现出明显的区域响应性。

3 讨论与结论

东西横亘的秦岭山脉, 南侧处于典型的亚热带季风气候区, 冬半年来自西伯利亚的干旱气候受秦岭的阻挡, 使南侧气候比较温暖、北侧气候寒冷, 而入夏来自海洋的温暖气流挟带丰沛的水汽, 越过较低的米仓山和大巴山, 进入汉江下游却受阻于秦岭, 使秦岭南侧降水量较多而北侧降水量较少。

秦岭北侧降水量少, 但蒸发量大, 黄土类物质渗透系数高, 因而径流贫乏; 秦岭南侧降水量多, 蒸发量少, 加之石质山地渗透系数小, 有利于地表产流, 所以成为径流量丰富的地区。1935~ 1999 年 65 年间, 汉江河流的年平均流量是渭河年平均流量的 2. 4 倍。秦岭北侧属于黄土区, 植被破坏严重, 南侧为石质山区, 因而渭河河流的泥沙含量远远高于汉江河流的泥沙含量, 为汉江河流的近 60 倍。表明横亘的秦岭山脉极大地影响了秦岭南北的环境, 在水文气候上, 秦岭是南北环境变化的脆弱分隔带。

在全球变化影响的大背景下, 1981~ 1999 年 19 年间, 汉江和渭河河流的年均流量均比 1935~ 1980 年 46 年的年均流量减少了 1. 9% 和 27. 4%, 但渭河河流的年均泥沙含量却是汉江河流的 133 倍, 比 1935~ 1980 年增加了 90 多倍。秦岭南北两侧的径流泥沙变化的显著差异呈负相关变化, 表明秦岭在全球环境变化响应中表现出明显的区域响应性。

参考文献:

[1] 叶笃正, 陈泮勤. 中国的全球变化预研究[M]. 北京: 地震出版社, 1992 149.

[2] 叶笃正, 陈泮勤. 全球变化和我国的生存环境[J]. 大气科学, 1995, 19(1): 116~ 126.

[3] 延军平, 王西莉, 等. 陕、甘干旱地区不同时段地表径流递减率的分析[J]. 地理科学, 1999, 19(6): 532~ 535.

[4] Yan Junping, Liu Yansui. A study on environmental aridity over northern and southern to Qinling Mountains under climate warming.

Journal of Geographical Sciences[J], 2001, 11(2):193– 201.

[5] 杨起超主编. 陕西省汉中地区地理志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1993.

[6] 聂树人编著. 陕西省自然地理[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1981.

[7] 陕西师大地理系《安康地区地理志》编写组. 陕西省安康地区

地理志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1986.

[8] 陕西师大地理系《渭南地区地理志》编写组. 陕西省渭南地区地理志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1990.

[9] 邓慧平, 李秀彬, 张明, 等. 气候与地表覆被变化对梭磨河流域水文影响分析[J]. 地理科学, 2001, 21(6):493~ 497.

Comparison of Runoff and Sediment between Southern and Northern Rivers to Qinling Mountains under Global Change

ZHA Xiao- chun, YAN Jun- ping

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi' an, Shaanxi 710062)

Abstract: The span of Qinling Mountains affected the geograpy and climate between the southern and northern areas to it. And under the influence of the global change, the Qinling Mountains has more affected the runoff and sediment between the southern and northern rivers. Based on long-time observed data about the Hanjiang River and the Weihe River from 1935 to 1999, the change of runoff and sediment were analyzed. The result showed that the annual average runoff of the Hanjiang River and the Weihe River were 592. 94 m³/s and 248. 26 m³/s respectively from 1935 to 1999, the former was 2. 4 times to the latter, but the annual average sediment of the Hanjiang River and the Weihe River were 0. 88 kg/m³ and 52. 03 kg/m³ respectively, the latter was 60 times approximately of the latter. The Weihe River has more sediment. Then the runoff and sediment of the Hanjiang River and the Weihe River were analyzed from 1981, the result showed that the annual average runoff of the Hanjiang River and the Weihe River were 585. 05m³/s and 195. 89m³/s respectively, which decreased 27. 4% and 1. 9% respectively. But the annual average sediment of the Weihe River was 54. 85 kg/m³, which increased 4. 90% compared to that from 1935 to 1980, and the annual average sediment of the Hanjiang River was 0. 41 kg/m³, which decreased 53. 41% Compared to that from 1935 to 1980. So from 1981, the annual average runoff of the Hanjiang River and the Weihe River decreased, but the annual average sediment in the Weihe River increased and the Hanjiang River decreased under global climate warming, the former was 133 times of the later. This showed that the climate environment of southern and northern areas to Qinling Mountains responded to the global climate warming.

Key words: global change; Qinling Mountains; Hanjiang River; Weihe River; runoff and sediment