

黄河6条支流流域非点源污染分布现状*

韩凤朋^{1,2}, 郑继勇¹, 张兴昌^{1,3}

(1 中国科学院 水土保持与生态环境研究中心 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 3 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 对黄河流域6条支流的土壤、河床泥沙、河流水体的非点源污染物荷载量进行了测定。结果表明, 在黄河6条支流流域土壤中, 洛河流域硝态氮含量高达45.2 mg/kg, 远高于其他流域; 渭河、洛河、泾河流域土壤的铵态氮、有机质、全氮和全磷含量均高于无定河、窟野河、皇甫川流域, 其中洛河流域土壤铵态氮含量最高, 窟野河流域最低; 无定河、窟野河、皇甫川流域土壤pH值高于渭河、洛河、泾河流域。各流域泥沙中硝态氮含量以渭河中的最高, 并远高于其他河流; 皇甫川流域泥沙中铵态氮含量最高, 其次是泾河流域, 窟野河流域最低; 与土壤相比较, 6条支流泥沙中的铵态氮含量明显高于土壤, 硝态氮含量明显低于土壤。渭河和泾河流域泥沙中的全氮含量差异较小, 但均高于其余4条支流。流域泥沙中全磷含量总体差异不大; 泥沙中的有机质含量由高到低依次为: 窟野河流域> 泾河流域> 渭河流域> 洛河流域> 皇甫川流域> 无定河流域; 窟野河流域泥沙中的硝态氮、铵态氮、全磷和全氮含量在6条流域泥沙中都是最低的, 但有机质含量在6条河流中却最高。水体中pH值以无定河流域的最大, 渭河流域水体最小; 渭河流域水体硝态氮含量最高; 铵态氮含量以泾河水体中最高, 窟野河最低; 泾河水体的高锰酸盐指数远高于其他河流; 6条河流水体的COD指数与高锰酸盐指数在6条河流中的差异趋势基本一致。

[关键词] 黄河流域; 土壤污染; 泥沙污染; 水体污染; 非点源污染

[中图分类号] X823; X824

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)08-0075-07

美国清洁水法修正案(1977年)对非点源污染的定义为: 污染物以广域的、分散的、微量的形式进入地表及地下水体污染。人们一般认为非点源污染是指溶解性或固体物质, 在大面积降雨和径流冲刷作用下汇入接纳水体而引起的水体污染^[1]。水环境污染是点源和非点源污染共同作用的结果。非点源污染的重要性随点源污染控制能力的提高逐渐表现出来。已有研究^[2]表明, 即使点源污染得到全面控制, 河流、湖泊、水库等地表水水质达标率也仅为42%~65%, 美国的非点源污染已经成为环境污染的第一因素, 60%的水污染起源于非点源污染。特别是当点源污染控制水平达到一定程度后, 非点源污染势必成为水环境污染的主要原因^[3]。这一现象已逐渐引起人们的普遍关注, 我国真正意义上的非点源污染研究始于对北京城市径流污染的研究^[4]。农村非点源污染研究始于20世纪80年代初的湖泊、水库富营养化调查和河流水质规划研究^[5], 曾先后在于桥水库、滇池、太湖、鄱阳湖、巢湖、三峡库区等^[6-7]湖泊、水库流域及长江内江段^[8]、晋江流域、北江流

水流域、淮河淮南段、辽河铁岭段进行过探索性的研究^[9], 较好地把握了非点源污染的负荷、发生和分布状况, 为湖泊、河流的水质规划与流域规划提供了可靠的依据, 也为非点源污染研究积累了丰富的经验。目前, 对污染比较严重的黄河研究还比较少。由于黄河流域地理条件独特、景观类型复杂、土地利用类型多样、人口众多、气候条件复杂, 决定了该流域水土流失是不可避免的, 并且随着社会经济的发展, 这种状况会愈演愈烈, 势必加重非点源污染问题。为了较好地把握黄河流域非点源污染负荷与发生状况, 本研究对黄河6条支流的水体、河岸土壤和河床泥沙进行了分析, 以期对黄河的水质预测和流域水污染控制规划提供可靠依据。

1 研究区概况^[10]

黄河西界巴颜喀拉山, 北抵阴山, 南至秦岭, 东注渤海, 干流全长5 464 km, 水面落差4 480 m。黄河流域地形复杂, 其中大部分为山区和丘陵, 塬、梁、峁、沟是黄土高原丘陵区的地貌主体。流域大部分地

* [收稿日期] 2005-09-28

[基金项目] 国家自然科学基金项目(40371076); 西北农林科技大学青年学术骨干支持计划和研究生教育创新项目

[作者简介] 韩凤朋(1980-), 男, 山东日照人, 在读硕士, 主要从事环境化学研究。

[通讯作者] 张兴昌(1965-), 男, 陕西武功人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事环境科学研究。E-mail: zhangxc@ms.iswc.ac.cn

区年降水量200~650 mm,盛夏7~8月降水量可占全年降水总量的80%以上,降水集中,分布不均;空气湿度小,蒸发量大,冰雹、沙暴、扬沙天气多,无霜期短。黄河流域的黄土高原地区水土流失严重,总面积45.4 km²,其中年平均侵蚀模数大于5 000 t/km²的面积约15.61 km²。大量泥沙输入黄河,淤高下游河床,是黄河下游水患严重而又难以治理的症结所在。黄河水、沙的来源地区不同,水量主要来自兰州以上、秦岭北麓,泥沙主要来自河口镇至龙门区间与泾河、北洛河及渭河上游地区。泾河和洛河(北洛河)是渭河的两大支流,虽然泾、洛是黄河二级支流,但两河流域面积大,来沙量大,常与渭河并称为“泾、洛、渭”。河口镇至河南郑州桃花峪为黄河中游,是黄河洪水和泥沙的主要来源区,汇入的较大支流有30条,本研究选择以下6条具有代表性的支流域进行采样分析。

1.1 皇甫川流域(HPCW)

皇甫川发源于内蒙古自治区准格尔旗的点畔沟,自西北流向东南,在陕西省府谷县下川口村注入黄河。干流长137 km,流域面积3 246 km²。海拔为1 000~1 400 m,属黄土丘陵沟壑区。皇甫川流域年降雨量390~450 mm,据皇甫水文站1954~1983年的资料可知,皇甫川流域年均径流量1.86亿m³,年均输沙量0.58亿t,输沙模数1.81万t/km²。

1.2 窟野河流域(KYRW)

窟野河发源于内蒙古自治区东胜市的巴定沟,流经伊金霍洛旗和陕西省的府谷和神木县,于神木县沙峁头村注入黄河。干流长242 km,流域面积8 706 km²。据神木县气象站资料可知,其年平均降雨量475 mm;据温家川水文站1954~1980年实测资料可知,该流域平均年径流量7.47亿m³,年平均输沙量1.36亿t,输沙模数1.56万t/km²。

1.3 无定河流域(WDRW)

无定河发源于白于山北麓陕西省定边县境内,流经内蒙古伊克昭盟和陕西的榆林、延安地区,于清涧县河口村注入黄河,全长491 km,流域面积30 261 km²。该流域年降雨量为350~500 mm。据川口水文站1971~1980年的实测资料可知,其年平均径流量11.41亿m³,年平均输沙量1.01亿t。

1.4 渭河流域(WRW)

渭河是黄河的最大支流,发源于甘肃的渭源县鸟鼠山,在潼关处注入黄河,流经陕、甘、宁三省区的87个县市,干流长818 km,总流域面积为13.5万km²。渭河干流区流域面积62 450 km²,其中黄土丘

陵区面积占该流域面积的40%,地形破碎,沟壑纵横,植被稀少,水土流失严重。渭河咸阳水文站以上流域面积46 856 km²,年平均径流量55.7亿m³,年平均输沙量1.71亿t,径流模数11.9万m³/km²,输沙模数为3 650 t/km²。渭河流域年降雨量500~700 mm。

1.5 泾河流域(JRW)

泾河是渭河最大的支流,发源于宁夏回族自治区泾源县六盘山东麓,于陕西高陵县境内注入渭河,河长455 km,流域面积45 421 km²,流经陕、甘、宁的32个县市。其中黄土丘陵沟壑区面积约占流域面积的48.8%,除东部丘陵林区植被较好外,其余地区地形破碎,植被稀少,水土流失严重。泾河流域年均降雨量460~560 mm。泾河张家山水文站所测年均天然径流量20.0亿m³,年均输沙量2.82亿t,径流模数5万m³/km²,输沙模数6 500 t/km²。

1.6 洛河(北洛河)流域(LRW)

洛河发源于陕西定边县白于山南麓,流向东南,于大荔县境内注入渭河,总长680 km,流经陕甘198个县市,流域面积26 905 km²,其中71%属于黄土丘陵沟壑区,流域年平均降雨量510~540 mm。洛河状头水文站所测年均径流量为9.24亿m³,年均输沙量0.997亿t,流域内径流模数为3.7万m³/km²,输沙模数为3 960 t/km²。

2 材料与方法

2.1 主要仪器

自动定氮仪(KJEL TEC SYSTEM 1026 Distilling Unit),连续流动分析仪(F A star 5000 Analyzer FOSS TECATOR),紫外分光光度计,赛多利斯pH计(Sartorius PP-20)。

2.2 采样方法

2004-05在以上6条支流域内,遵循典型性、代表性、便利性原则分别采集173个土样、106个水样和106个泥样,其具体分布见表1。土样采样深度为0~20 cm,每个样点采10钻土样混合。水样和泥样分别在河流水体和河床底层采集,同样分别取10处泥样和水样混匀。土样和泥样当天进行风干处理,水样放入0℃冰箱冷藏保存。

2.3 测定项目与方法

土样和泥样中全氮含量的测定采用高氯酸-硫酸消化法^[11],用自动定氮仪测定;全磷含量采用钼锑抗比色法测定^[12];矿质态氮含量采用Bremner浸提法浸提,浸提液中的铵态氮含量采用连续流动分

析仪测定; 硝态氮含量采用紫外分光光度计测定; 有机质含量采用重铬酸钾- 外加热容量法测定。水样中的COD 含量采用重铬酸钾法测定; 高锰酸盐指数以高锰酸钾为氧化剂, 测定其化学耗氧量; 硝态氮和铵态氮含量的测定方法同土样。样品的pH 值采用赛多利斯pH 计(Sarlorius PP-20)测定。

表1 黄河6条支流流域中采集的样品数

Table 1 Number of different samples in the six watersheds of Yellow River						
样品 Sample	皇甫川流域 HPCW	窟野河流域 KYRW	无定河流域 WDRW	渭河流域 WRW	泾河流域 JRW	洛河流域 LRW
土壤 Soil	18	18	31	45	23	38
泥沙 Mud	9	12	22	24	12	27
水体 Water	9	12	22	24	13	26

3 结果与分析

3.1 黄河6条支流流域土壤的非点源污染物负荷状况比较

土壤是非点源污染物的直接接纳者, 对污染物

具有显著的吸附效应, 因而成为污染物的载体^[13]。土壤中污染物负荷的高低, 决定了流域非点源污染程度的高低, 而非点源污染物对流域水体(河流、湖泊)水质的影响, 也取决于流域土壤中污染物的含量。黄河6条支流流域土壤非点源污染状况见图1。

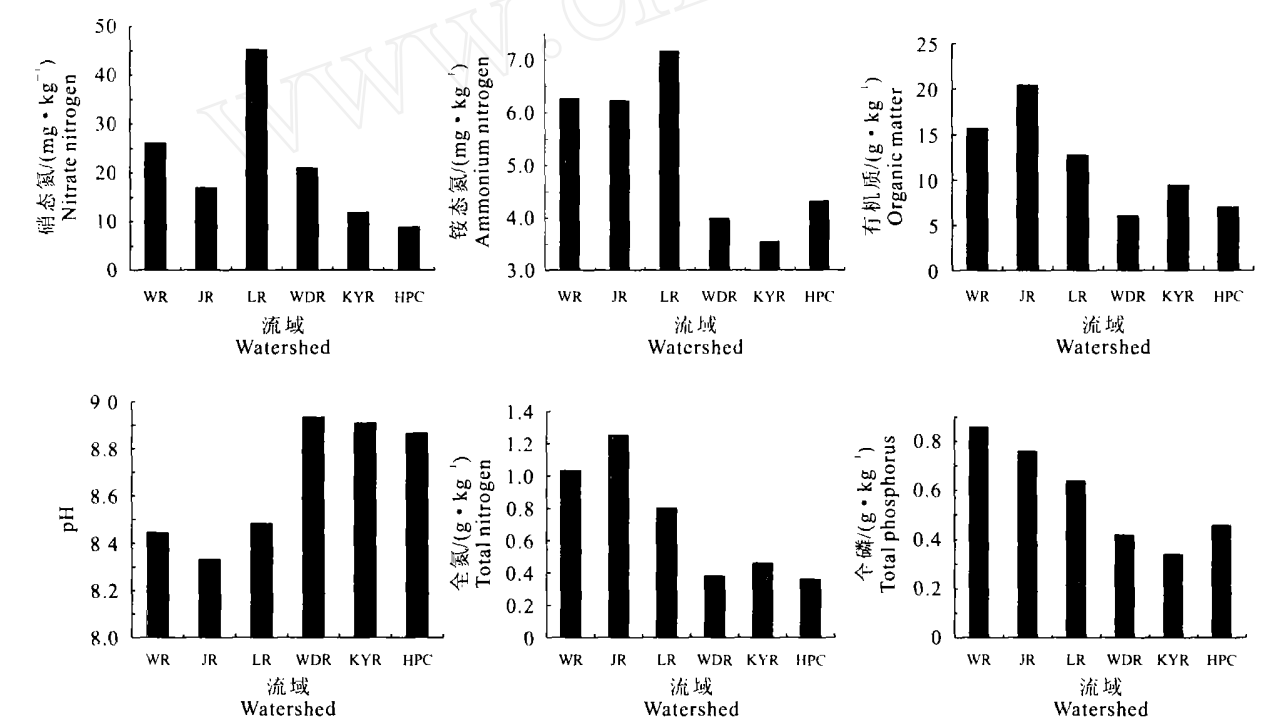


图1 黄河6条支流流域土壤中非点源污染物的含量

Fig. 1 Content of pollutant matters in the six watersheds soils

从图1可看出, 在6条支流流域中, 洛河流域土壤的硝态氮含量高达45.2 mg/kg, 远远高于其他流域, 皇甫川流域土壤的硝态氮含量最低, 为8.8 mg/kg。铵态氮含量以洛河流域最高, 为7.2 mg/kg, 窟野河流域最低, 为3.5 mg/kg, 渭河和泾河流域的土壤铵态氮含量几乎相等, 无定河流域和皇甫川流域也基本一致。6条支流流域中土壤有机质含量为: 泾河流域> 渭河流域> 洛河流域> 窟野河流域> 皇甫川流域> 无定河流域。6条支流流域中, 无定河、窟野河和皇甫川流域土壤pH值差别较小, 其

余3条支流流域相差也不大。对黄河流域来说, 由于土壤侵蚀严重, 碳酸盐等弱酸盐大量存在, 使得6条支流流域土壤pH值均高于8.3, 呈碱性。土壤中全磷含量由高到低依次是渭河流域> 泾河流域> 洛河流域> 皇甫川流域> 无定河流域> 窟野河流域。全氮含量的高低顺序与有机质含量的顺序完全一致。

3.2 黄河6条支流流域河床泥沙非点源污染物负荷状况比较

泥沙对带有正价电荷的铵态氮具有较强的吸附性, 解吸的大小主要取决于泥沙的阳离子交换量

(CEC)、陪伴离子种类、水体中该养分离子的含量等。由于泥沙颗粒较土壤小,因此,泥沙对铵态氮的吸收量也较土壤高。泥沙对硝态氮基本没有吸附,泥沙中的硝态氮主要来自于土壤溶液。从理论上讲,泥沙中的硝态氮含量应该与土壤中的硝态氮含量相同,但由于土壤和水之间的相互作用,加上水中缺氧

导致反硝化速率上升,泥沙中 NO_3^- 被还原成 N_2 ,导致泥沙中的矿质态氮(硝态氮和铵态氮)与原位土壤间存在一定差异^[14-15]。因此,了解河床泥沙中非点源污染物的含量,对于提高利用水文资料估算非点源污染物输送量精度具有重要意义。黄河6条支流河床泥沙非点源污染物的负荷状况见图2。

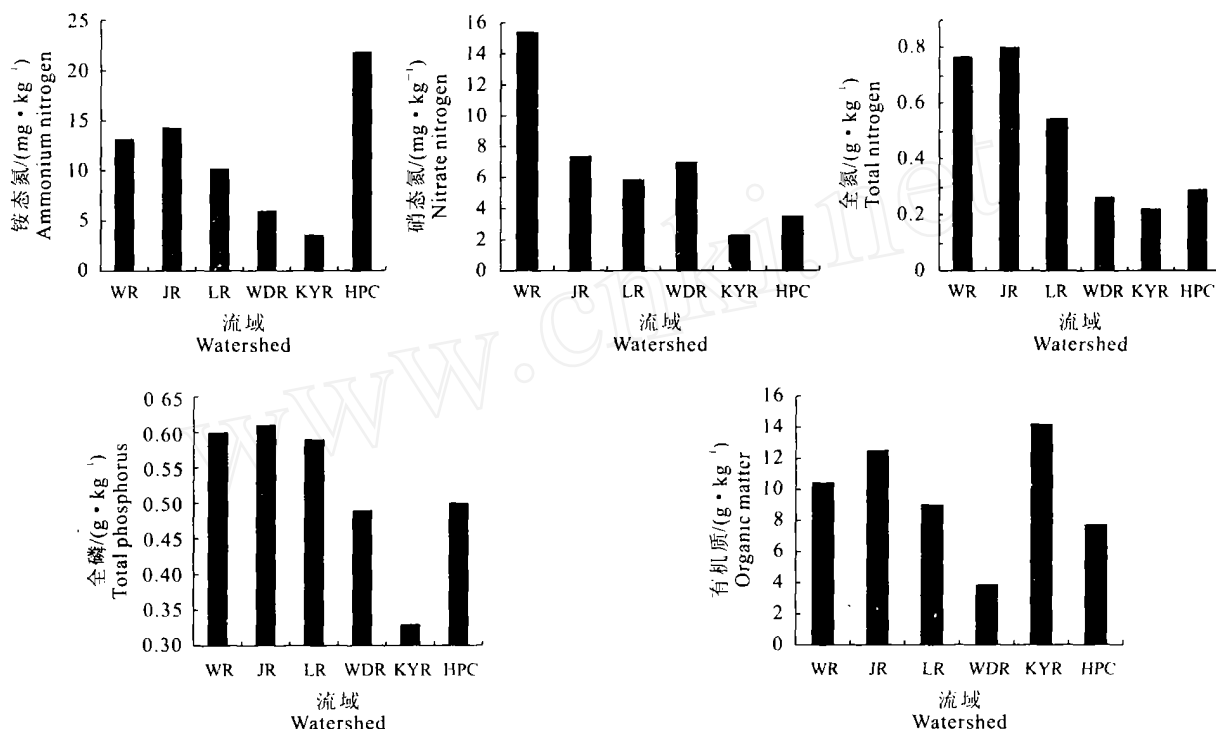


图2 黄河6条支流河床泥沙中污染物的负荷量

Fig. 2 Pollution load in the sediment of the six watersheds

从图2可以看出,渭河流域泥沙中的硝态氮含量远高于其他河流,分别是泾河、洛河、无定河、窟野河和皇甫川流域的2.1、2.6、2.2、6.7和4.4倍。皇甫川流域泥沙中铵态氮含量最高,其次是泾河流域,窟野河流域最低。泥沙中的铵态氮含量差异明显大于相应流域土壤中的铵态氮含量变化,这是由于不论是土壤有机氮矿化的产物,还是施入土壤的铵态氮,绝大部分最终在土壤转化成了硝态氮^[16];另外,虽然泥沙的硝化作用强于土壤,但是泥沙对铵态氮的吸附能力较土壤为高,在侵蚀过程中泥沙中硝态氮会大量损失^[17-19],所以6条支流泥沙中的铵态氮含量明显高于土壤中的铵态氮含量,而泥沙中的硝态氮含量明显低于土壤中的硝态氮含量。渭河和泾河流域泥沙中的全氮含量差异较小,但其含量均高于其余4条支流,无定河、窟野河和皇甫川流域泥沙的全氮含量差异不大。渭河、泾河、洛河流域的全磷含量差异较小,无定河和皇甫川流域差异也不

大,其中泾河流域的全磷含量最高,而窟野河流域明显低于其他流域。泥沙中的有机质含量由高到低依次为:窟野河流域>泾河流域>渭河流域>洛河流域>皇甫川流域>无定河流域。

3.3 黄河6条支流水体中非点源污染物含量比较

河流水体不仅是非点源污染物的收纳者,还是非点源污染物的迁移载体。确定河流水体中的非点源污染物含量,既可以了解水体的污染程度,又可以根据水文资料匡算河流污染物的输送量。黄河6条支流水体中的污染物含量见图3。从图3可以看出,渭河水体硝态氮含量最高,为5.98 mg/kg;泾河水体次之,洛河水体最小,为1.78 mg/kg;窟野河与洛河水体的硝态氮含量相差不大。泾河水体铵态氮含量最高,其次为渭河水体,窟野河最小,皇甫川水体中铵态氮含量与窟野河相近。无定河流域水体的pH值最高,其次为皇甫川水体,渭河水体最低,泾河、洛河和窟野河水体的pH值差异不大。6条支流

域水体的pH 值为8.33~8.672, 明显高于一般水体。泾河流域水体的高锰酸盐指数最高, 为21.25

mg/L, 远高于其余河流。6条流域水体COD 指数与高锰酸盐指数变化趋势相似。

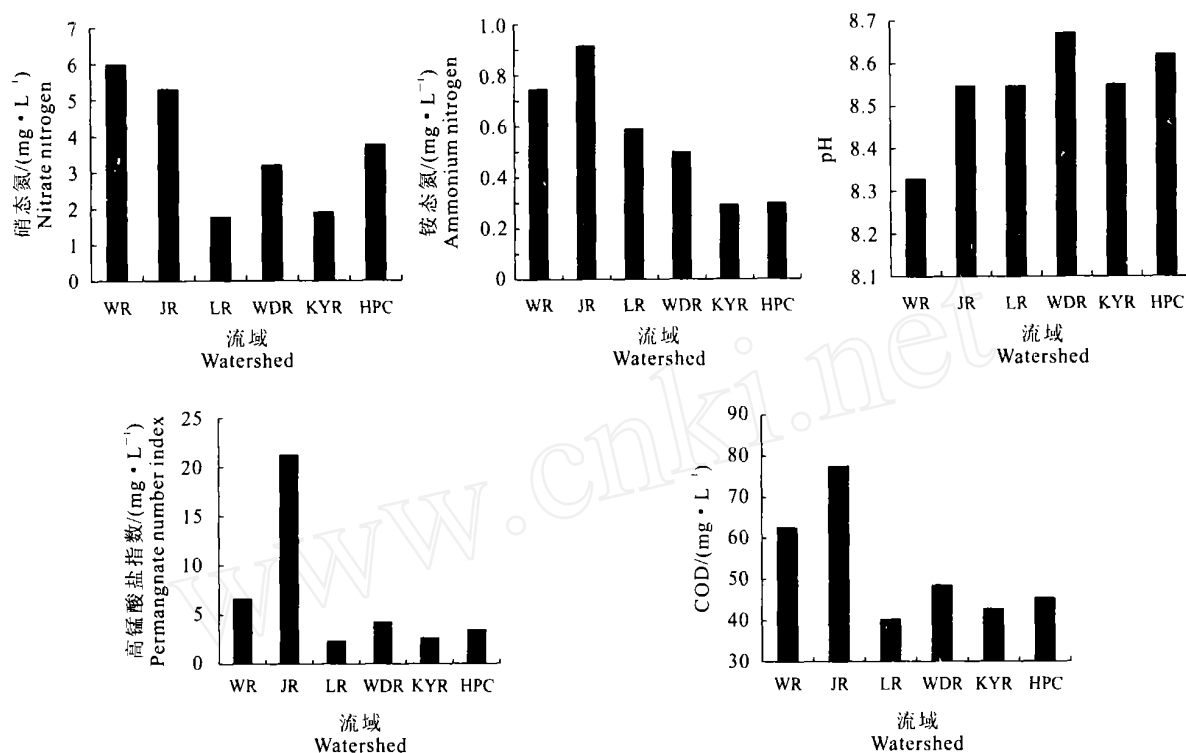


图3 黄河6条支流水体中的污染物含量

Fig. 3 Content of pollutant in the water of the six rivers

3.4 土壤、泥沙和水中非点源污染物含量的比较

流域土壤是非点源污染物的贮存库, 同时也是释放源, 而在土壤侵蚀过程中产生的径流, 既是非点源污染物的浸提者, 同时也是载体, 在河流中沉积的泥沙也是非点源污染物的载体和富集体。因此, 比较土壤、泥沙和水中非点源污染物含量的差异, 对深入了解河流水体中非点源污染物的含量具有重要意义。

从表2可以看出, 所有6条流域中土壤、泥沙和水中体的硝态氮平均含量大小次序为: 土壤> 泥沙> 水体, 其中土壤的硝态氮平均含量约为泥沙的3倍, 而泥沙中硝态氮平均含量约为水体的2倍; 而铵态氮平均含量的大小次序为: 泥沙> 土壤> 水体, 其中泥沙中的铵态氮平均含量约为土壤和水体的2倍和36倍以上。从表2还可以看出, 泥沙和水中体的硝态氮含量之和仍然远小于土壤, 产生这种现象的原因主要有两个: 一是原位土壤中的硝态氮并没有全部通过径流进入水体和泥沙; 二是水体和泥沙中的硝态氮有部分通过反硝化作用而损失^[20]。泥沙中的平均铵态氮含量远大于土壤。泥沙中的全磷含量有的

已超过了土壤, 如无定河流域和黄甫川流域, 其原因可能是泥沙对磷素有吸附作用, 也可能与本身的组成有关。

由表2还可知, 各流域内不同样品测定结果间差异很大, 变异系数最高可达1367% (泥沙的有机质含量), 最低也达15.45% (水体的COD含量, pH值的数据除外), 这说明各流域内非点源污染情况不尽相同, 变化十分剧烈, 这可能与农业活动、土地利用方式、植被覆盖状况、降雨和侵蚀强度等存在差异有关。在实际采样记录和调查统计中也发现, 在某些采样点范围内的确存在点源污染, 尤其是在石油开采区、煤矿区、炼铁厂及化工厂附近。在获得试验数据的过程中, 对样品均进行了重复试验, 其结果保持在0.05%的置信度内。

由于人类不合理地利用各种自然资源 (如对森林的滥砍滥伐、对草地的过度放牧等), 以及不科学地大面积过量施用化肥和农药, 使得土壤中氮、磷、有机质含量以及污染物质含量相当高, 纵然有它们的流失和土壤的自净作用, 其在土壤中的残留量仍然很高, 这为黄河流域非点源污染创造了物质基础。

表2 黄河6条流域土壤、泥沙和水中非点源污染物含量

Table 2 Content of pollutant in soil,mud and water of the six watersheds

样品 Sample	样本数 Number of sam- ples	项目 Item s	NO ₃ ⁻ -N/ (mg· kg ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N/ (mg· kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹) Total P	全氮/ (g·kg ⁻¹) Total N	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	pH	水分/ (g·kg ⁻¹) Water content	高锰酸盐 指数/ (mg·L ⁻¹) Permanganate number index	COD/ (mg·L ⁻¹)
土壤 Soil	173	平均值 A verage	24 858	5 572	0 62	0 76	12 35	8 617	10 94	-	-
		标准差 Standard difference	52 197	5 547	0 28	0 63	11 49	0 409	6 48	-	-
		变异系数/% Coefficient variation	209 985	99 547	448 630	824 720	930 190	4 747	592 010	-	-
泥沙 M ud	106	平均值 A verage	7 835	10 685	0 54	0 51	9 14	-	9 21	-	-
		标准差 Standard difference	8 583	17 673	0 14	0 50	12 50	-	5 16	-	-
		变异系数/% Coefficient variation	109 550	165 399	268 360	988 060	1 367 0	-	560 800	-	-
水体 W ater	106	平均值 A verage	3 641	0 299	-	-	-	8 621	-	3 49	45 50
		标准差 Standard difference	4 694	0 065	-	-	-	0 062	-	1 665	7 029
		变异系数/% Coefficient variation	128 894	21 876	-	-	-	0 723	-	47 675	15 450

4 结 论

1) 流域非点源污染物的分布具有明显的地域分异特征: 在6条流域土壤中, 渭河、洛河、泾河流域土壤的铵态氮、有机质、全氮和全磷含量整体高于无定河、窟野河、皇甫川流域, 唯独pH值是无定河、窟野河、皇甫川流域高于渭河、洛河、泾河流域。除了窟野河流域, 其余流域泥沙中全磷含量总体差异不大; 泥沙中全磷含量较低的无定河、窟野河和皇甫川的全氮含量也较低, 且差异不大, 最低的依然是窟野河流域; 窟野河流域泥沙中的硝态氮、铵态氮、全磷和全氮含量都是最低的, 但有机质含量在6条河流中却最高。

2) 水体中硝态氮主要来自于渭河; 铵态氮主要来自于泾河, 其次是渭河; 全磷则主要来自于泾河,

其次是渭河。流域水体酸碱污染不严重, 但COD_{Cr}值为45 50 g/L, 超过《中华人民共和国地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 地表水环境质量标准, 基本项目标准限值中的第Ⅴ类水质标准的上限值40 00 g/L, 属严重超标。水体中高锰酸盐指数符合水质标准中的Ⅱ类, 与COD_{Cr}值相比较说明, 水体中难于氧化的物质含量很高, 表明潜在污染程度大, 黄河流域的非点源污染问题总体上较严重。因此, 流域非点源污染的控制, 是预防黄河水质富营养化的重要措施。

3) 为减少非点源污染, 提倡合理使用化肥和节水灌溉, 减少肥料流失, 建立氮、磷、钾合理配置的施肥体系; 应重视畜禽养殖业的环境管理; 加强水土保持, 并在区域生态经济协调与可持续发展的原则下, 合理利用土地, 进行小流域综合治理。

[参考文献]

[1] 胡雪涛, 陈吉宁, 张天柱. 非点源污染模型研究[J]. 环境科学, 2002, 23(3): 124-128

[2] U S EPA. National water quality inventory, report to congress executive summary[M]. W ashington DC: U SEPA, 1995: 497.

[3] 鲍全盛, 王华东. 我国水环境非点源污染研究与展望[J]. 地理科学, 1996, 16(1): 66-72

[4] 夏 青. 城市径流污染系统分析[J]. 环境科学学报, 1982, 4(3): 23-28

[5] 韦鹤平. 环境系统工程[M]. 上海: 同济大学出版社, 1993

[6] 洪继华, 王庭健. 于桥水库流域暴雨径流中锰的输送特征及其对水库水质的影响[J]. 环境科学学报, 1985, 4(3): 53-56

[7] 陈西平. 三峡库区农田径流污染情势分析及对策[J]. 环境污染与防治, 1992, 5(1): 35-39

[8] 叶常明. 沱江氮污染转化规律及污染容量[J]. 环境科学学报, 1986, 6(1): 37-42

[9] 李怀恩, 沈 晋, 刘玉尔. 流域非点源污染模型的建立与应用实例[J]. 环境科学学报, 1997, 17(2): 141-147.

[10] 水利部黄河水利委员会. 黄河流域地图集[M]. 上海: 中国地图出版社, 1987.

[11] 土壤全氮测定中消化方法对分析结果的影响[J]. 宁夏农林科技, 1997(3): 30-31

[12] 钱淑萍. 土壤全磷测定方法讨论[J]. 土壤肥料, 2001(4): 24-25



- [13] 李怡庭, 张曙光, 李淑贞, 等. 黄河泥沙对水质参数影响的研究[J]. 水利水电科技进展, 2003, 23(1): 11-13
- [14] 华 璐. 土壤氮素反硝化过程研究进展[J]. 核农学通报, 1997, 9(3): 144-145
- [15] 陈刚才, 甘露, 王仕禄, 等. 土壤氮素及其环境效应[J]. 地质地球化, 2001, 29(1): 63-67
- [16] 姜翠玲, 夏自强, 刘 凌, 等. 尿素在石灰性土壤中的转化及对地下水的污染[J]. 黄淮学刊, 1997, 13(1): 59-62
- [17] 张兴昌, 邵明安. 侵蚀泥沙、有机质和全氮富集规律研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(4): 541-544
- [18] 张兴昌, 刘国斌, 刘文兆, 等. 不同土壤颗粒组成在水蚀过程中的流失规律[J]. 西北农业学报, 2000, 9(3): 55-58
- [19] 张兴昌, 邵明安. 黄土丘陵区小流域土壤氮素流失规律[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 617-626
- [20] 高 宏, 暴维英, 张曙光, 等. 多沙河流污染化学与生态毒理研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001: 78-79

The distribution of non-point source pollution in Yellow River catchment

HAN Feng-peng, ZHENG Ji-yong, ZHANG Xing-chang

(1 The Research Center of Soil and Water Conservation & Ecological Environment, State Key Lab. of Soil Erosion and

Dryland Farming on Loess Plateau, CAS, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Source and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3 Graduate School of Chinese Academy Science, Beijing 100039, China)

Abstract: Six typical model of Yellow River (Weihe River, Jinghe River, Luohe River, Wuding River, Kuye River, Huangpuhuan River) were chosen to hold the non-point pollutant load and occurrence condition of Yellow River, to provide the dependable basis of the mechanism of non-point source pollution of Yellow River. Samples of the top 0-20 cm of stream-bed sediments and soil were collected during 2004 to 2005, along these tributaries. At the same time, stream water samples were collected at each of the six watersheds. The pH, total nitrogen, total phosphorus, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, organic matter of the stream-bed sediment, and the pH, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, COD, permanganate number index of water samples in the six typical modes were measured. According to the research we can know the non-point pollution load in the water and sediment of the six typical model of yellow river: In the soil of the six watersheds, the contents of nitrate nitrogen of Luohe River watershed are more than those of other watersheds. Weihe River, Luohe River and Jinghe River watershed contain more ammonium nitrogen, organic matter, total nitrogen and total phosphorus than Wuding River, Kuye River and Huangpuhuan River watershed, especially the ammonium nitrogen of Luohe River watershed is maximal. But the soil pH of Wuding River, Kuye River and Huangpuhuan River watershed is higher than that of the other watersheds. In the six river sediment, the contents of nitrate nitrogen of Weihe River is more than other rivers. The contents of ammonium nitrogen in the six river sediment, Weihe River sediment is the highest, next is Jinghe River sediment and Kuye River sediment is the lowest. The ammonium contents of the six river sediment are obviously higher than that of the six river watershed soil, but the nitrate nitrogen is contrary. The contents of total nitrogen in Weihe River and Jinghe River sediment have little difference, but higher than the other river sediment. The content of phosphorus in Jing river sediment is the highest and in Kuye River sediment is the least. The change of content of organic matter in sediment is: Kuye River sediment > Jing river sediment > Wei river sediment > Luo river sediment > Huangfuchuan sediment > Wuding river sediment. In the water, the pH of Wuding River is the highest, and Wei river is the least. The content of nitrate nitrogen in Wei river is higher than others. The content of ammonium nitrogen in Jing river is highest but in Kuye river it is the least. Permanganate number index of Jing river is much higher than those of other rivers. The COD and permanganate number index of water samples in the six typical river bodies have similar changes.

Key words: yellow river watershed; soil pollution; sediment pollution; water body pollution; non-point source pollution