

黄河干流河岸带 C₄ 植物群落特征及其对 水库生态效应的指示

张晓可^{1,2}, 王海军^{*}, 茹辉军^{1,2}, 赵伟华^{1,2}

(1. 中国科学院水生生物研究所, 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 于 2008 年 9 月 16 日至 10 月 31 日对黄河干流河岸带植物群落开展了系统调查。共采集高等植物 124 种, 分属于 32 科、97 属, 其中 C₄ 植物 9 科、24 属、34 种, 占科、属、种总数的 28%、25% 和 27%。对该区域的研究结果还表明: (1) C₄ 植物主要分布于单子叶植物纲的禾本科和莎草科, 两者共占 C₄ 植物总种数的 61%。(2) 从上游到下游 C₄ 植物种数递增, 但中游 C₄/C₃ 比、C₄ 植物密度和生物量要明显高于上游和下游。(3) C₄ 植物种数及 C₄/C₃ 比与海拔、年均气温、年均降水量及年均流量均有相关关系, C₄ 植物生物量仅和年均降水量显著相关。(4) 水库位置的 C₄/C₃ 比要明显高于其临近样区, 说明 C₄ 植物对水库干扰下河岸带植被的动态变化具有一定的指示作用。

关键词: C₄ 植物; C₄/C₃ 比; 水库效应; 黄河

中图分类号: Q948.11

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2010)05-0568-09

Riparian C₄ Plants on the Mainstream of the Yellow River: Assemblage Characteristics and Their Indication on the Effects of Reservoirs

ZHANG Xiao-Ke^{1,2}, WANG Hai-Jun^{*}, RU Hui-Jun^{1,2}, ZHAO Wei-Hua^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract We conducted an investigation into the plant assemblage of the Yellow River's mainstream between September 16th and October 31st 2008. The total of 34 C₄ plant species were recorded, belonging to 9 families and 24 genera, which corresponded to 27%, 28% and 25% of the total species, families, and genera respectively. Further analyses indicated that (1) Gramineae and Cyperaceae were the dominant taxa in the area, contributing 61% of the C₄ plants in species number. (2) The number of C₄ plant species increased from the upper to the lower reaches of the river, while the standing crops and the C₄/C₃ ratio in the middle reaches were higher than those in the upper and lower reaches. (3) The number of C₄ plant species and C₄/C₃ ratio were correlated with altitude, annual air temperature, precipitation and discharge, while the biomass of C₄ plants only had a significant correlation with annual precipitation. (4) The C₄/C₃ ratio in the reservoir region was higher than that in adjacent regions, which suggests this ratio may be an indication of vegetation dynamics under the disturbance of reservoirs.

Key words: C₄ plants; C₄/C₃ ratio; Effects of reservoirs; The Yellow River

黄河是我国西北、华北地区最大的供水水源, 以其占全国河川径流 2% 的有限水资源, 承担着本流域和下游占全国 15% 耕地面积的灌溉、12% 人口及

50 多座大中城市的供水任务^[1]。然而, 近年来随着人口的剧增和经济的快速发展, 黄河的生态问题日益严重。拦河水利工程的兴建在很大程度上改变了

收稿日期: 2009-11-04, 修回日期: 2010-02-03

基金项目: 水利部公益性行业科研专项基金资助项目 (2007SHZ1-19)。

作者简介: 张晓可 (1986-), 男, 河南禹州人, 硕士研究生, 主要从事生态需水研究。

* 通讯作者 (Author for correspondence. E-mail: wangh@ihb.ac.cn)。

原有的水文情势。同时,黄河两岸的加固硬化进一步破坏了河岸带栖息地。河岸带植被不仅在维持水质、河岸稳定性和河流生产力等方面发挥重要作用,而且还为野生动物提供栖息地和迁移、扩散的廊道。因此,对河岸带植被的研究将有助于河流生态健康的修复。高等植物根据光合作用方式的不同可分为 C₃ 植物、C₄ 植物和 CAM 植物。和 C₃ 植物相比, C₄ 植物因具有更强的抗逆性,在植被动态和生态系统的变化方面起着很好的指示和预测作用^[2-4]。目前国内外关于黄河干流河岸带植被动态的研究甚少,本研究的目的在于通过对黄河干流河岸带 C₄ 植物群落及其环境展开调查,分析 C₄ 植物分布规律及其影响因素,以为黄河干流河岸带植被的恢复与河流健康修复提供依据。

1 研究区域与方法

黄河流域位于北纬 32°~42°、东经 96°~119°,流域面积 79.5 万 km²。黄河干流河道,按流域特点划分为上、中、下游三个河段。河源至内蒙古的河口镇为上游,流域面积 42.8 万 km²;河口镇至河南省的桃花峪为中游,流域面积 34.4 万 km²;桃花峪至黄河入海口为下游,流域面积 2.3 万 km²。流域

属大陆性气候,年温差较大,多年平均气温由南向北、由东向西递减。流域多年平均降水量 478 mm,降水分布由南向北递减,全年降水量多集中在 7~10 月份,4 个月约占全年的 60%^[1]。

调查时间为 2008 年 9 月 16 日至 10 月 31 日。调查区域为甘肃刘家峡至山东河口之间的河段,跨度约 3400 km。采样区共 18 个,主要设于干流重要水文站或水库坝下的位置(见图 1,表 1)。所选 4 个水库为刘家峡水库、青铜峡水库、三门峡水库、小浪底水库,均为干流库容较大、调蓄能力较强的主要水库。在每个样区上对河岸长 1 km 范围内的植物进行定性和定量采集。定量采集根据植物的疏密程度设置 50 cm × 50 cm 至 10 m × 10 m 的样方,每个样区沿垂直水流的方向设置 5~10 个断面,每个断面上采用分层取样法设置 3~8 个样方,记录样方内植物的种类、密度,割取后称其生物量(精确到 0.1 g)。C₄ 植物的鉴定参考已发表文献^[5-8]。样区的地理坐标和海拔高度采用手持式全球定位系统(global positioning system, GPS)确定。样区之间的距离参照《黄河干流生态环境需水研究》^[1]。年均流量数据由黄河水利委员会提供。年均气温、年均降水量数据均来自当地政府多年公报。

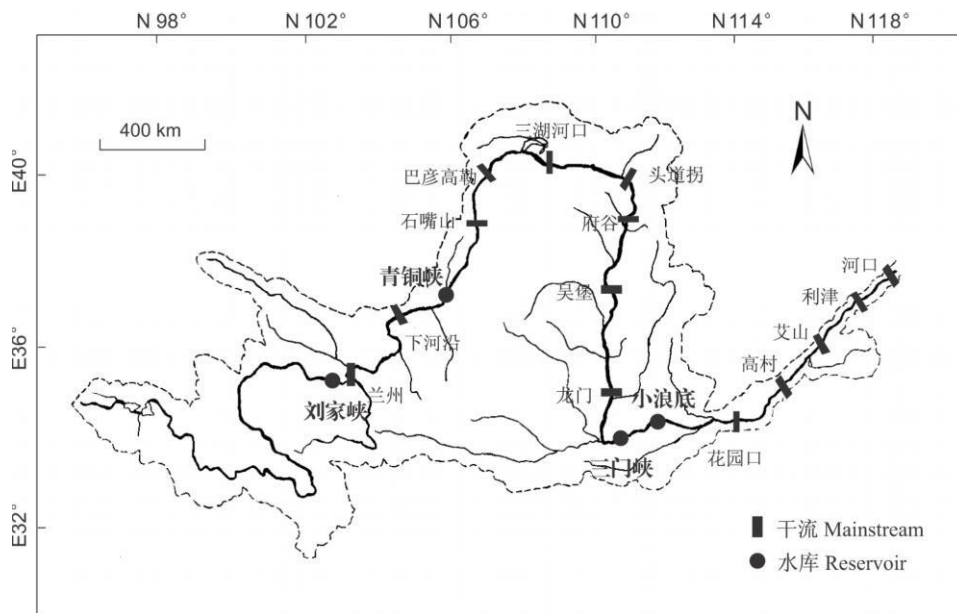


图 1 黄河干流河岸带样区设置

Fig. 1 Distribution of the sampling regions on the Yellow River's main stream

表 1 黄河干流各样区基本环境参数

Table 1 Basic environmental parameters of the sampling regions on the Yellow River's mainstream

样区 Sampling region	距河口长 (km) Distance from estuary	海拔 (m) Altitude	年均气温 (°C) Annual air temperature	年均降水量 (mm) Annual precipitation	年均流量 (m ³ /s) Annual discharge
刘家峡 Liujiaxia	3443	1723	10.3	187	877
兰州 Lanzhou	3363	1508	11.2	327	1030
下河沿 Xiaheyang	2983	1227	8.8	180	1040
青铜峡 Qingtongxia	2859	1139	9.2	261	1050
石嘴山 Shizuishan	2665	1083	8.0	193	965
巴彦高勒 Bayingaole	2524	1044	7.4	149	935
三湖河口 Sanhuhekou	2302	1020	6.5	225	880
头道拐 Toudaoguai	2002	1039	7.3	362	834
府谷 Fugu	1786	669	9.1	440	822
吴堡 Wubu	1544	636	11.3	475	951
龙门 Longmen	1269	380	13.5	560	1012
三门峡 Sanmenxia	1029	293	13.9	675	1330
小浪底 Xiaolangdi	896	179	13.7	650	1342
花园口 Huayankou	768	89	14.4	641	1482
高村 Gaojun	579	58	13.7	630	1318
艾山 Aishan	384	33	14.4	563	1311
利津 Lijin	104	9	12.4	544	1264
河口 Hekou	0	6	13.2	555	822

2 结果与分析

2.1 C₄ 植物种类组成

共采集高等植物 124 种, 分属于 32 科、97 属。其中 C₄ 植物共 9 科、24 属、34 种, 分别占科、属、种总数的 28%、25% 和 27% (见表 2)。C₄ 植物种类名录见附录。由表 2 可以看出 C₄ 植物分布在藜科 (Chenopodiaceae)、马齿苋科 (Portulacaceae)、苋科 (Amaranthaceae)、大戟科 (Euphorbiaceae)、旋花科 (Convolvulaceae)、蒺藜科 (Zygophyllaceae)、莎草科 (Cyperaceae)、禾本科 (Gramineae) 和眼子菜科 (Potamogetonaceae)。其中禾本科和莎草科分布最多, 两者共占 C₄ 植物总种数的 61%。在这些 C₄ 植物中, 单子叶植物共 3 科、18 属、24 种, 其中禾本科 13 种占 37%, 如旱稗 (*Echinochloa hispidula*)、牛筋草 (*Elymus indica*) 等, 莎草科 8 种占 24%, 如球穗扁莎 (*Pycnus gibbosus*)、头状穗莎草 (*Cyperus gibberatus*) 等, 眼子菜科 3 种, 如菹草 (*Potamogeton crispus*) 等; 双子叶植物共 6 科、6 属、10 种, 其中藜科和苋科各 3 种, 如小藜 (*Chenopodium serotinum*) 和反枝苋 (*Amaranthus retroflexus*) 等, 大戟科、旋花科、蒺藜科、马齿苋科

都只有 1 种; 含种数相对较多的菊科 (Compositae) 和豆科 (Leguminosae) 没有发现 C₄ 植物。

2.2 各样区 C₄ 植物群落特征

对各样区 C₄ 植物种数、C₄/C₃ 比、C₄ 植物密度和生物量进行了分析。从 C₄ 植物种数来看, 从上游到下游有递增的趋势。其中上游的三湖河口最低, 为 4 种; 下游的花园口最高, 为 19 种。从 C₄/C₃ 比来看, 中游的比例要明显高于上游和下游。其中上游的三湖河口最低, 为 25%; 中游的小浪底最高, 为 79%。从密度和生物量上来看, 也都是中游的最高, 上游的最低。其中密度的最大值为吴堡的 383 ind./m², 生物量的最大值为三门峡的 2472 g/m², 而密度和生物量最低的兰州和石嘴山均为 0 ind./m² 和 0 g/m² (图 2)。

2.3 C₄ 植物和环境因子的关系

与表 1 中 4 个环境参数的皮尔逊相关分析表明, C₄ 植物种数与海拔呈极显著负相关 ($p < 0.01$), 与年均气温、年均降水量、年均流量这 3 个环境参数呈极显著正相关 ($p < 0.01$); C₄/C₃ 比和海拔呈显著负相关 ($p < 0.05$), 和年均气温、年均降水量、年均流量这 3 个环境参数呈极显著正相关 ($p < 0.01$); C₄ 植物生物量仅和年均降水量呈显著

正相关 ($p < 0.05$); C₄ 植物密度和各环境因子之间无显著关系。图 3 显示了 C₄ 植物种数、C₄/C₃ 比及 C₄ 植物生物量与其相关环境参数的线性回归关系。

2.4 干流水库对其临近样区 C₄ 植物分布的影响

黄河干流河岸带 C₄ 植物的分布与水库的干扰有密切关系 (图 4)。图中 A、B、C、D 分别显示了刘家峡水库、青铜峡水库、万家寨水库、小浪底水库对其临近样区 C₄ 植物分布的影响 (图 4: C 中万家寨水库位于府谷上游 100 km, 未做采集)。从图 4 中可以看出, 各水库上下临近样区 C₄ 植物种数和 C₃

植物种数并没有明显的分布规律, 但各水库位置的 C₄/C₃ 比要明显高于其临近样区, 这说明 C₄/C₃ 比可以更加明显地体现水库对河岸带植被分布的生态学效应。

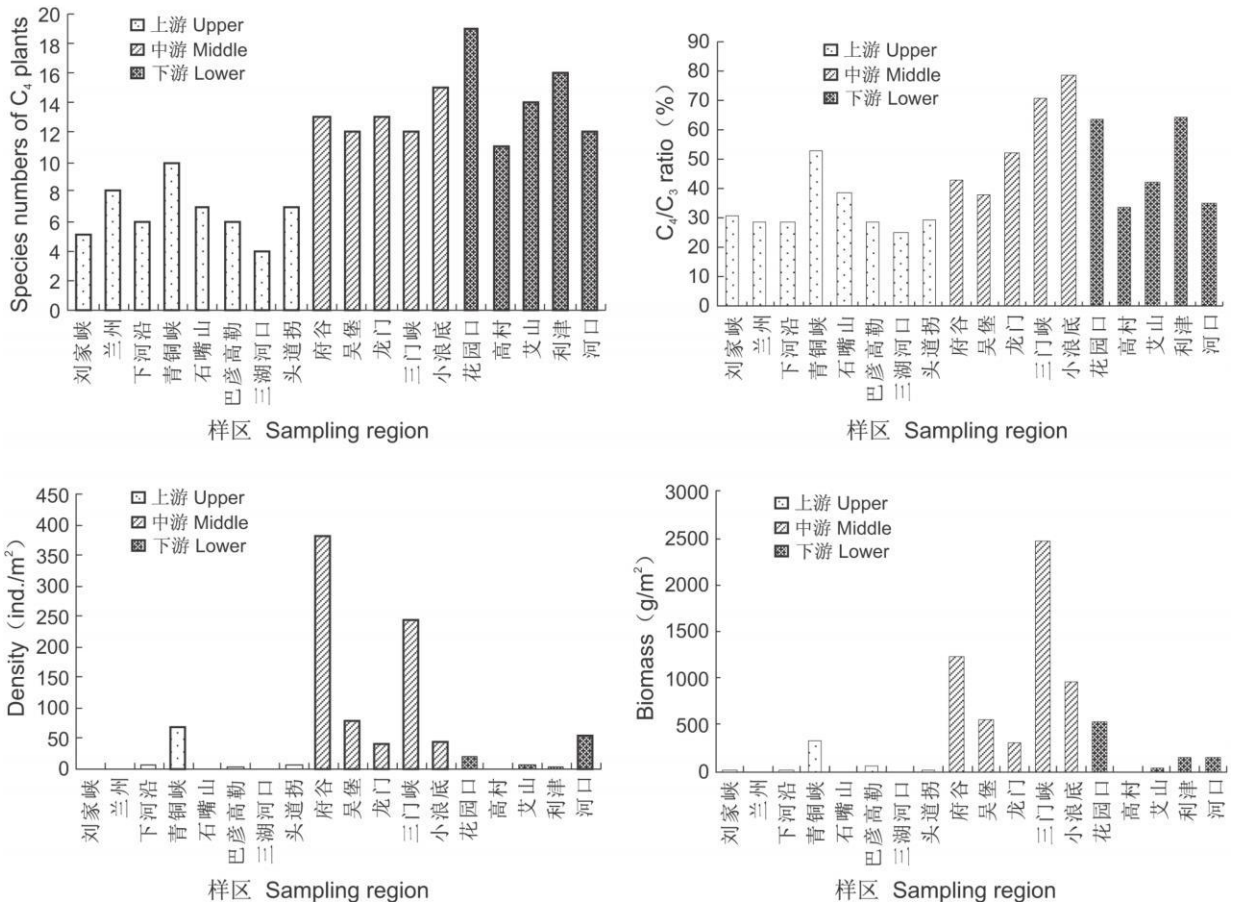
3 讨论

C₄ 植物因其具有较高的光合速率、高光饱和点、较低的 CO₂ 补偿点、较高的水分和氮素利用率及较强的抗逆性等特点而日益受到人们的关注^[2, 3, 6, 9]。C₄ 植物的这些特点显示其对不良环境更

表 2 黄河干流河岸带 C₄ 植物的科属分布

Table 2 The occurrence of C₄ plants in different families and genera on the Yellow River's mainstream

科 Family	属数 Genus numbers		种数 Species numbers	
	总属数 Total genus	C ₄ 属数 C ₄ genus	总种数 Total species	C ₄ 种数 C ₄ species
被子植物门 Angiospermae				
双子叶植物纲 Dicotyledoneae				
小二仙草科 Halimnaceae	1	0	1	0
桑科 Moraceae	2	0	2	0
蓼科 Polygonaceae	2	0	3	0
藜科 Chenopodiaceae	2	1	6	3
马齿苋科 Portulacaceae	1	1	1	1
苋科 Amaranthaceae	2	1	4	3
毛茛科 Ranunculaceae	1	0	1	0
十字花科 Cruciferae	3	0	3	0
蔷薇科 Rosaceae	1	0	1	0
豆科 Leguminosae	7	0	7	0
大戟科 Euphorbiaceae	2	1	2	1
锦葵科 Malvaceae	3	0	3	0
伞形科 Umbelliferae	2	0	2	0
萝藦科 Asclepiadaceae	2	0	2	0
旋花科 Convolvulaceae	4	1	5	1
唇形科 Labiatae	3	0	3	0
紫草科 Boraginaceae	2	0	2	0
马鞭草科 Verbenaceae	2	0	2	0
玄参科 Scrophulariaceae	1	0	1	0
车前科 Plantaginaceae	1	0	2	0
菊科 Compositae	17	0	23	0
茄科 Solanaceae	4	0	4	0
蒺藜科 Zygophyllaceae	1	1	1	1
柃柳科 Tamaricaceae	1	0	1	0
杨柳科 Salicaceae	2	0	2	0
单子叶植物纲 Monocotyledoneae				
茨藻科 Najadaceae	1	0	1	0
眼子菜科 Potamogetonaceae	1	1	5	3
莎草科 Cyperaceae	8	6	11	8
禾本科 Gramineae	15	11	19	13
泽泻科 Alismataceae	1	0	1	0
香蒲科 Typhaceae	1	0	1	0
蕨类植物门 Pteridophyta				
木贼科 Equisetaceae	1	0	2	0
总计 Total	97	24	124	34



刘家峡 Liújiǎ xiá; 兰州 Lanzhóu; 下河沿 Xiàhéyáng; 青铜峡 Qīngtóng xiá; 石嘴山 Shízuǐ shān; 巴彦高勒 Bāyàngāo lē; 三湖河口 Sānhúhé kǒu; 头道拐 Tóudào guāi; 府谷 Fǔgǔ; 吴堡 Wú bǎo; 龙门 Lóngmén; 三门峡 Sānmén xiá; 小浪底 Xiǎolàngdǐ; 花园口 Huāyuánkǒu; 高村 Gāocūn; 艾山 Àishān; 利津 Lìjīn; 河口 Hékǒu (下同。 Same below).

图 2 各样区 C₄ 植物种数、C₄/C₃ 比、密度和生物量

Fig. 2 Species number C₄/C₃ ratio, density and biomass of each sampling region

强的适应性,对黄河干流河岸带植被的恢复具有重要意义。

本研究表明,黄河干流河岸带共有 C₄ 植物 34 种,隶属于 9 科、24 属,分别占科、属、种总数的 28%、25% 和 27%,且主要分布在单子叶植物纲的禾本科和莎草科,这和很多其它地方研究结果相似^[6, 7, 10, 11]。此外,中游 C₄ 植物的密度和生物量都明显高于上游和下游,除气候原因外,这主要与中游发育相对较为完善的河岸带有关。上游各河段河岸往往陡峭,其基质主要是大砾石和大卵石,不利于河岸带植被的发展;中游河段河岸平缓,河岸带相对稳定,植物易于生长;下游河段沿岸筑有陡峭坚固的防洪大堤,尽管河道内有大量的泥沙在这里沉积,形成大面积滩地,为植被的发育提供了一定条件,但因河道形态不稳定,虽然 C₄ 植物种数较高,但现存量却很低。

温度和降水是影响生物分布最重要的两个生态因子,两者共同作用决定生物群落的分布格局^[12]。国内外已有许多研究表明温度是决定 C₄ 植物分布最关键的气候变量,C₄ 植物的种数随着温度的增加而增加^[6, 13-18],这主要和 C₄ 植物起源有关^[19];年均降水量和干流水流量可以看作是水分对 C₄ 植物分布的影响,C₄ 植物种数随着水分的增加而增加,在大尺度上此结果与殷丽娟等^[6]对中国 C₄ 植物分布格局的研究结果一致,但与王仁忠^[20]对中国东北样带的研究结果不一致。一般认为 C₄ 植物适应生活在干旱的环境条件下^[21],但干旱并不是 C₄ 植物在群落中占优势的前提条件,例如,在持续寒冷干燥的沙漠和高海拔的平地并没有 C₄ 植物,然而 C₄ 植物能在湿润的热带或干旱的热带气候下占优势^[18]。而海拔对 C₄ 植物的影响,可看作是温度间接作用的结果。

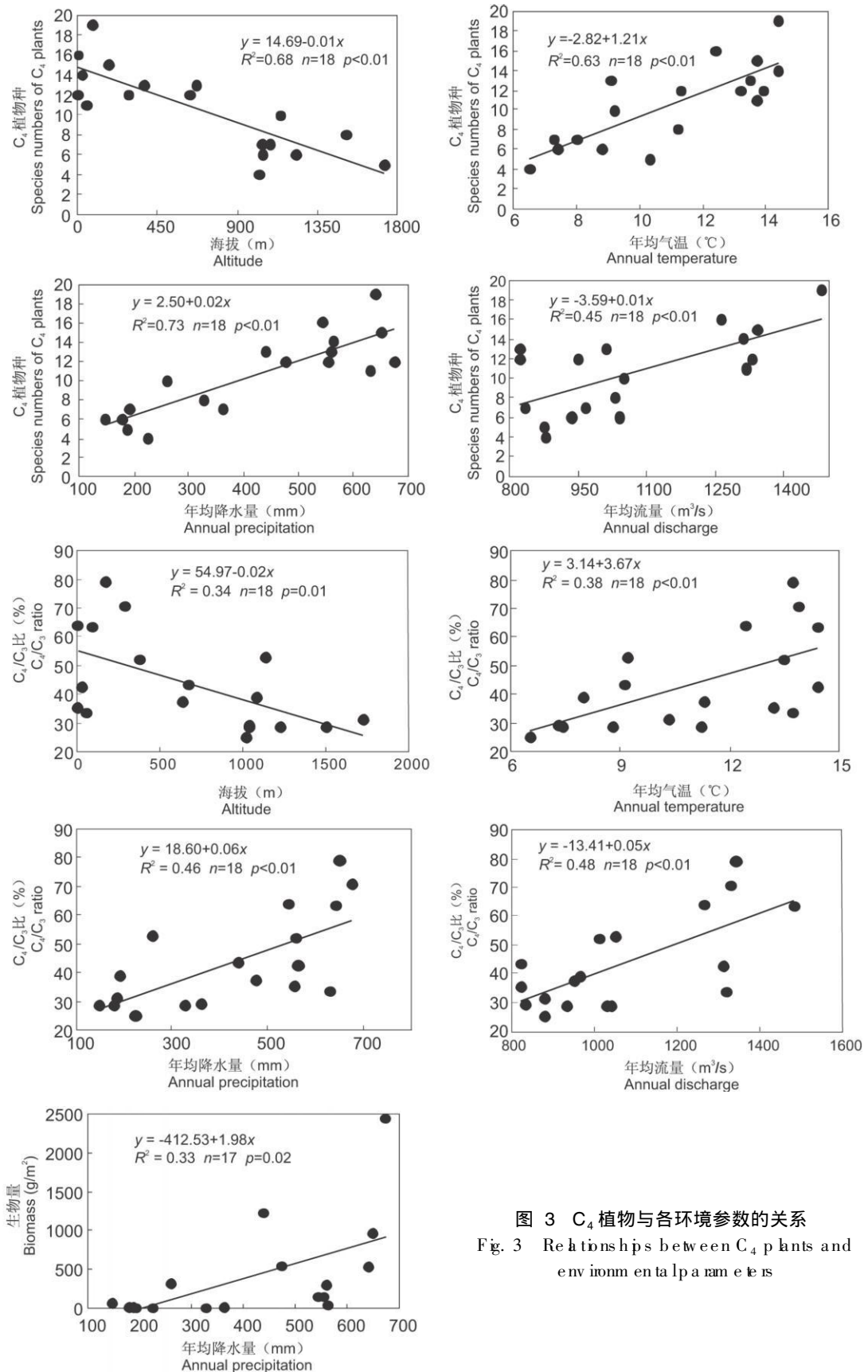
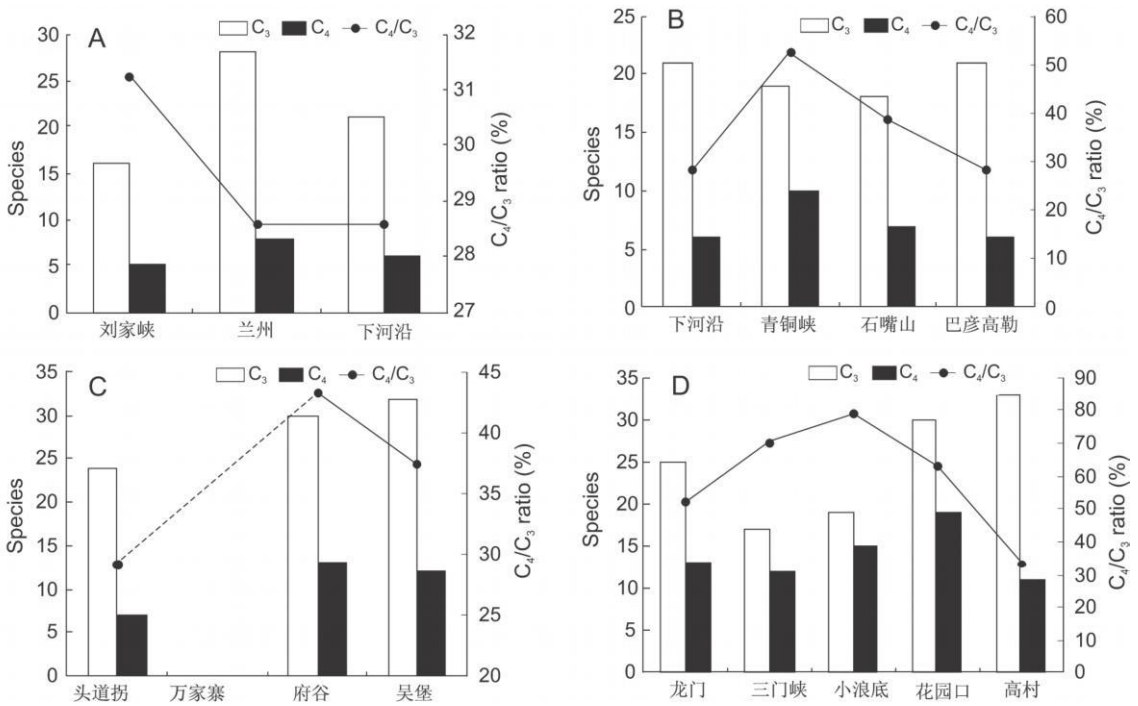


图 3 C₄ 植物与各环境参数的关系
 Fig. 3 Relationships between C₄ plants and environmental parameters



刘家峡 Liújiayǎn 兰州 Lanzhóu 下河沿 Xiàhéyán 青铜峡 Qīngtóngxiá 石嘴山 Shízuǐshān 巴彦高勒 Bayàngāolē;
头道拐 Tóudàoguǎi 万家寨 Wànjiāzhài 府谷 Fǔgǔ 吴堡 Wúbǎo 龙门 Longmén 三门峡 Sānménxiá; 小浪底 Xiǎolāngdǐ;
花园口 Huāyuānkǒu 高村 Gāocūn

图 4 水库对 C₄ 植物分布的影响

Fig. 4 The influence of reservoirs on the distribution of C₄ plants

水库位置的 C₄/C₃ 比要明显高于其临近样区, 可能与其更强的适应能力或相对较高的 N 素利用率有关。李美荣^[22]对北美的莎草科 C₄ 植物研究表明, 在土壤贫瘠的湿地或沙质土壤地区, C₄ 植物能够大量生存更可能得益于其相对较高的 N 素利用率。黄河泥沙含量非常大, 其干流河岸带主要为沙质土壤, 保水能力差、营养物质容易流失。同时, 水库的建造截留了河流的营养物质, 而水库下游由于水流的冲刷作用而造成沉积物减少、河岸带营养物质相对贫乏。在水库干扰下形成的河岸带裸地, 一开始便被禾本科和莎草科等数量较多且 N 素利用率较高的 C₄ 植物占据, 成为植被演替的先锋物种, 而离水库较远的区域河岸带相对稳定, C₄ 植物所占比例相对要低一些, 所以 C₄ 植物在一定程度上可以指示河岸带植被的动态变化, 为河岸带植被的恢复提供依据。此外, 河岸带植物群落的结构和组成受水力、洪水和土壤湿度等因子的影响^[23], 水库的兴建对河流水文、水力学特性的改变以及对河流物理、化学特性的改变都将会影响河岸带植被的发育。

黄河干流河岸带植被的恢复对黄河的生态健康起着非常重要的作用, 而人为的改造或破坏使得河

岸带植被的恢复更加困难, 所以加强黄河干流河岸带植被的研究甚为必要。通过研究我们认为, 可以在水库坝下这些受水库干扰严重的区域首先恢复 C₄ 植物, 作为植被演替的先锋物种。同时, 根据主要优势物种或者需要恢复物种的水文需求科学调度水库, 例如在植物萌发的季节给予适当低水位促进萌发, 在其快速生长季节适当提高水位, 满足其对水分的需求, 从而促进河岸带植被的快速恢复。

致谢: 感谢王勇和沈亚强同学在野外调查和标本鉴定中给予的帮助, 感谢黄河水利科学研究院水资源研究所蒋晓辉总工、付新丰工程师及花园口水文站吴岩站长和王军科长大力协助。

参考文献:

- [1] 郝伏勤, 黄锦辉, 李群. 黄河干流生态环境需水研究 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005.
- [2] 韩梅, 杨利民, 张永刚, 周广胜. 中国东北样带羊草群落 C₃ 和 C₄ 植物功能群生物量及其对环境变化的响应 [J]. 生态学报, 2006, 26(6): 1825-1832
- [3] 王仁忠. 善普达克沙化草地 C₄ 植物资源及其与植被演替的关系 [J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2225-2229

- [4] 刘晓强, 王仁忠. 北京北部农牧交错区 C₄ 植物及其形态功能型和生境分析 [J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1509- 1515.
- [5] 李美荣. C₄ 光合作用植物名录 [J]. 植物生理学通讯, 1993, 29(2): 148- 159, 221- 240.
- [6] 殷立娟, 李美荣. 中国 C₄ 植物的地理分布与生态学研究 [J]. 生态学报, 1997, 17(2): 350- 363.
- [7] 唐海萍, 刘书润. 内蒙古地区的 C₄ 植物名录 [J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2001, 2(4): 431- 438.
- [8] 卢崇恩. 如何快速鉴别 C₃ 和 C₄ 植物 [J]. 植物杂志, 1996, 28(4): 30- 30.
- [9] 殷立娟, 王萍. 中国东北草原植物中 C₃ 和 C₄ 光合作途径 [J]. 生态学报, 1997, 17(2): 113- 122.
- [10] 殷立娟, 祝玲. 东北草原区的 C₃、C₄ 牧草及其生态分布的初步研究 [J]. 应用生态学报, 1990, 1(3): 237- 242.
- [11] 王松, 何新华. 云南的 C₃ 和 C₄ 植物 [J]. 云南师范大学学报, 1991, 11(2): 69- 75.
- [12] 孙儒泳, 李博, 诸葛阳, 尚玉昌. 普通生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 39- 39.
- [13] Teeri J A, Stowe L G. Climatic patterns and the distribution of C₄ grasses in North America [J]. *Oecologia*, 1976, 23: 1- 12.
- [14] Hattersley P W. The distribution of C₃ and C₄ grasses in Australia in relation to climate [J]. *Oecologia*, 1983, 57: 113- 128.
- [15] Li M R. Distribution of C₃ and C₄ *Cyperus* (Cyperaceae) species in Europe [J]. *Photosynthetic*, 1993, 28: 119- 126.
- [16] Stowe L G, Teeri J A, Livingstone D A. The distribution of C₄ species of the Cyperaceae in North America in relation to climate [J]. *Oecologia*, 1980, 47: 307- 310.
- [17] Stowe L G, Teeri J A. The geographic distribution of C₄ species of the Dicotylsonaeae in relation to climate [J]. *Amer Natur*, 1978, 112(985): 609- 623.
- [18] 牛书丽, 将高明, 李永庚. C₃ 与 C₄ 植物的环境调控 [J]. 生态学报, 2004, 24(2): 308- 314.
- [19] Osborne C P, Freckleton R P. Ecological selection pressures for C₄ photosynthesis in the grasses [C] // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 276(1663): 1753- 1760.
- [20] WANG R Z. C₄ species and their response to large-scale longitudinal climate variables along the Northeast China Transect (NECT) [J]. *Photosynthetic*, 2004, 42(1): 71- 79.
- [21] Seben E J J, Morris C D, Kotze D C, Muasya A M. Changes in plant form and function altitudinal and wetness gradients in the wetlands of the Mabi Dakensberg, South Africa [J]. *Plant Ecology*, 2010, 207: 107- 119.
- [22] Li M R, Wedin D A, Tieszen L L. C₃ and C₄ photosynthesis in *Cyperus* (Cyperaceae) in temperate eastern North America [J]. *Can J Bot*, 1999, 77: 209- 218.
- [23] Manson G P. *Riparian Landscapes* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

附录: 黄河干流河岸带各样区 C₄ 植物种类名录
Appendix: Species list of C₄ plants in the sampling regions on the Yellow River's mainstream

种类 Species	刘家峡	兰州	下河沿	青铜峡	石嘴山	巴彦高勒	三湖河口	头道拐	府谷	吴堡	龙门	三门峡	小浪底	花园口	高村	艾山	利津	河口	
双子叶植物纲 Dicotyledoneae																			
藜科 Chenopodiaceae																			
藜 <i>Chenopodium album</i>														+				+	
小藜 <i>C. serotinum</i>	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+					
灰绿藜 <i>C. glaucum</i>																+	+	+	+
马齿苋科 Portulacaceae																			
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>									+	+		+	+	+					
苋科 Amaranthaceae																			
皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>													+						
反枝苋 <i>A. retroflexus</i>		+			+			+	+	+			+	+	+	+	+	+	
腋花苋 <i>A. roxburghianus</i>																		+	
大戟科 Euphorbiaceae																			
地锦草 <i>Euphorbia humifusa</i>												+	+	+	+	+	+	+	
旋花科 Convolvulaceae																			
菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>														+					
蒺藜科 Zygophyllaceae																			
蒺藜 <i>Trbulis terrester</i>		+	+						+	+	+								
单子叶植物纲 Monocotyledoneae																			
莎草科 Cyperaceae																			
异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>			+						+		+			+	+	+	+	+	
头状穗莎草 <i>C. glomeratus</i>				+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
香附子 <i>C. rotundus</i>													+						
畦畔飘拂草 <i>Fimbristylis squamosa</i>														+		+	+		
水莎草 <i>Juncus serotinus</i>		+		+	+	+													
短叶水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>												+		+		+	+		
砖子苗 <i>Mariscus umbellatus</i>									+			+	+	+	+	+	+	+	
球穗扁莎 <i>Pycnus globosus</i>														+					
禾本科 Gramineae																			
虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>						+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>															+		+		
旱稗 <i>Echinochloa hispidula</i>												+							
无芒稗 <i>E. crusgali</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
牛筋草 <i>Elymus indica</i>									+	+		+	+		+	+	+	+	
大画眉草 <i>Eragrostis cilianensis</i>								+						+					
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>							+				+			+				+	
千金子 <i>Lepochloa chinensis</i>									+	+	+			+					
荻 <i>Miscanthus sacchariflorus</i>		+		+	+				+		+			+				+	
双穗雀稗 <i>Paspalum paspabides</i>													+						
金色狗尾草 <i>Setaria glauca</i>				+					+	+	+	+	+				+		
狗尾草 <i>S. viridis</i>	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
眼子菜科 Potamogetonaceae																			
眼子菜 <i>Potamogeton distinctus</i>	+			+															
穿叶眼子菜 <i>P. perfoliatus</i>				+														+	
道草 <i>P. crispus</i>				+	+	+	+			+			+	+				+	
总计 Total	5	8	6	10	7	6	4	7	13	12	13	12	15	19	11	14	16	12	

注: “+”表示该物种在该样区中出现。

Note: “+” means this species appeared in this sampling region

(责任编辑: 张平)