DOI:10.15928/j.1674 - 3075.2015.06.001

卫河新乡段底泥-间隙水-上覆水中营养盐的分布特征

杨佩昀1,于飞1,2,杨程1,蔺庆伟1,靳萍1,高伟1,马剑敏1,2

(1.河南师范大学生命科学学院,新乡 453007; 2.河南师范大学中原文化生态研究中心,新乡 453007)

摘要:为研究卫河新乡市区河段底泥-间隙水-上覆水中营养盐的时空分布特征,分别于 2013 年1、4、7、10 月对卫 河新乡段上游(S1)、人口密集区(S2)、人工拓宽河道形成的牧野湖入湖水口(S3)、湖岸静水区(S4)、湖心处(S5) 和湖区下游(S6)共计6个样点进行采样分析。结果表明:(1)S1 和 S2 底泥中总氮(TN)、氨氮(NH₄⁺-N)含量呈 现随深度增加而上升的趋势,除 S3 外,各样点底泥中总磷(TP)含量的垂向分布在15~20 cm 处比表层含量低,但 并无明显规律性;(2)S2、S3、S4 样点在4月时底泥(干重)中的 TN 含量达到最大值,分别为 5.8、2.2、1.7 g/kg, 10月时 TP含量达到最大值,分别为 0.88、0.22、0.21 g/kg,除 S3 号样点外,其余各样点底泥 NH₄⁺-N 含量均在 7月出现最大值,按样点号依次为 25.42、37.19、14.23、12.28、34.11 mg/kg;(3)间隙水中 TN 和 NH₄⁺-N 含量的垂 向分布与底泥中的分布相似,间隙水和底泥中的 TN、NH₄⁺-N 之间呈显著的正相关,TP 之间无明显相关性;(4)间 隙水和上覆水中的各营养盐之间均无明显相关性。

关键词:底泥;间隙水;上覆水;营养盐;卫河

中图分类号:Q178.5 文献标志码:A 文章编号:1674-3075(2015)06-0001-07

内源性污染是河流及湖泊水体主要的污染来 源,长期的外源性输入及生物残渣的沉积导致大量 有机质和含氮物质沉积在河流底部(Mayer et al, 1999);此外,来自于底泥营养盐的释放对浮游植物 繁殖及生长也有着非常重要的作用。目前,许多河 流及湖泊均出现过浮游植物大量恶性增殖导致的水 华现象,对水体健康及其他水生生物造成了严重的 影响,如 Vesijarvi 湖水中磷负荷由 0.15 mg/L 降到 0.05 mg/L 后, 蓝藻水华仍持续了 10 多年(Liukkonen et al, 1993), 这是由于营养盐在湖内的沉积 和湖泊生态系统的转化利用功能具有时滞性,导致 湖内营养盐浓度下降需要相当长的时间。康斯坦茨 大学的研究表明,底泥-间隙水-上覆水之间营养盐 的交换对湖泊水体营养盐负荷高低及富营养化状态 的形成有重要影响(Yoann et al, 2011)。底泥是水 体营养盐重要的源和汇,对间隙水中的营养盐浓度 有重要影响。间隙水和上覆水间的浓度差对于底泥 营养盐的释放也有重要影响;除此之外,水力条件、 温度、生物扰动等也有影响(胡雪蜂等,2001)。

收稿日期:2015-01-17

基金项目:新乡市重点科技攻关计划(ZG14024)。

卫河新乡市区河段由于下游橡胶坝的阻挡,水 流速度下降,上游带来的泥沙等在橡胶坝上游开挖 的牧野湖中沉积较多,严重影响了湖区水生生态系 统功能的正常发挥,了解沉积物中营养盐的时空分 布以及对上覆水的影响是研究该问题的基础;因此, 本课题组对卫河新乡段底泥-间隙水-上覆水中氮磷 营养盐的时空分布进行了调查,以期为牧野湖的水 环境保护及清淤工程提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域

卫河发源于河南辉县百泉镇的太行山南麓苏门 山下百泉池,全长超过 900 km,合河以下干流长 283 km,跨越河南、山东、河北、天津三省一市,最终 入海河从天津流入渤海。在 20 世纪 60 年代以前, 一直是华北平原重要的内河航道(新乡 - 天津),东 西向贯穿新乡市区,是海河五大支流之一。2009 年,新乡市在其市区下游段拓宽河道,形成了人工湖 泊牧野湖,面积约 28 hm²,平均水深 3.5 m 左右,在 湖泊下游通过一个橡胶坝分割湖泊和河道,该湖泊 蓄水运行后,由于橡胶坝的阻挡,水流速度下降,上 游带来的泥沙等在湖泊沉积较多。因受到人类活动 及其他因素的影响,湖区水生生态系统的功能不能 正常发挥,导致湖泊水体长期呈富营养化状态,并有 着进一步恶化的趋势。

作者简介:杨佩昀,1990年9月,女,在读研究生,研究方向为污 染与修复生态学。E-mail: 1010730485@qq.com

通信作者:马剑敏,1964年生,男,博士,教授,主要从事污染与 修复生态学研究。E-mail: mjm6495@ sina.com

1.2 样点设置及样品采集

本研究在卫河新乡河段共设置6个样点(图 1)。S1 样点位于卫河刚进入城区的上游,其上游约 200 m 处是闸门,有持续水流进入,周边是城乡结合 部;S2样点位于市区人口密集区;S3、S4、S5分别位 于人工拓宽河道形成的牧野湖入湖口、湖岸静水区 和湖心处,S3 位于人民胜利渠汇入卫河的汇水区, 有橡胶坝分割,会不定期地引入黄河水改善湖区水 质;S6位于湖区下游,其下游不远处有橡胶坝,为牧 野湖的下游边界,之后卫河进入城乡结合部,离开新 乡市区。采样分别在 2013 年 1、4、7、10 月中旬进 行。用柱状采泥器采集约 20 cm 的底泥样品,每个 点采3~4个平行样,并将底泥样品按5 cm 深度分 为4段。同一点的各段泥样混合后放入聚乙烯塑料 袋密封冷藏,回到实验室后取部分样泥,4 500 r/min 离心 30 min,上清液过 0.45 μm 滤膜得间隙水用于 分析 TN、TP、NH⁺-N,剩余泥样密封冷藏保存,用于 测定上述3个指标含量;同时在各样点采集水样,测 定 TN、TP、NH⁺-N 指标值。



图 1 卫河新乡市城区河段采样点分布 Fig. 1 Sampling locations on the Weihe River in Xinxiang City

1.3 指标测定

卫河间隙水及上覆水中 TN 测定采用碱性过硫 酸钾消解紫外分光光度法(GB11894-89), TP 测定 采用碱性过硫酸钾消解钼酸铵分光光度法 (GB11893-89), NH₄⁺-N 测定采用纳氏试剂分光光 度法(HJ535-2009)。底泥中 TP 采用高氯酸 - 硫酸 法测定, TN 用全自动凯氏定氮仪测定, NH₄⁺-N 采用 氯化钾浸提 - 蒸馏法测定。利用 Excel 软件对各样 点的理化指标统计整理, SPSS19.0 软件对底泥和水 环境因子进行单因素方差分析(P < 0.05 为差异显 著; P < 0.01 为差异极显著)和皮尔逊相关性分析。

2 结果与分析

2.1 底泥营养盐分布

图 2 表示各样点底泥不同深度营养盐的含量 (4 次采样的均值,表示每千克底泥干重所含的营养 盐)。方差分析表明,S3、S4、S5样点底泥中的TP之 间、NH₄⁺-N之间差异均不显著(P>0.05),明显小 于 S1、S2、S6 底泥中的 TP 和 NH⁺₄-N, S1 和 S6、S3 和 S4、S4 和 S5 样点底泥中的 TN 差异不显著 (P>0.05),S2 样点底泥中 TN 达到最大,研究发现 各样点底泥中的 TN 和 TP 含量具有相似的变化趋 势。部分样点 6~10 cm 与 11~15 cm 处 TP 含量有 随着深度增加呈现升高的趋势,但多数样点 16~ 20 cm处的 TP 含量比表层 0~5 cm 处的含量要低, 底泥 TP 含量最大可达 0.45 g/kg。S1 和 S2 样点中 底泥 TN 的含量表现为随着深度的增加而增加,最 大可达到 4.9 g/kg; S4 和 S5 样点 16~20 cm 处的 TN 含量则明显低于表层底泥;同时,S1、S2 样点 NH₄⁺-N 含量均呈现出随着深度增加而增加,其变化 趋势与 TN 基本一致。样点 S3、S4、S5 处 NH4+ -N 含 量随深度增加而减少,其变化趋势与 S1 和 S2 处相 反。



Fig. 2 Vertical distribution of nutrient concentration in sediment from each sampling site

图 3 为各样点不同月份底泥中营养盐的含量 (0~20 cm 泥柱的平均值,表示每千克底泥干重所 含的营养盐)。从时间上看,4 月 S2、S3、S4 样点的 TN 含量达到全年最大值,分别为5.8 g/kg、2.2 g/kg 和0.17 g/kg;10 月,上述3 个样点的TP 含量达到 全年最大值,分别为0.88 g/kg、0.22 g/kg 和 0.21 g/kg;此外,S1 和S5 样点底泥中TN 和TP 含 量的最大值均出现在1月,S1 的TN、TP 含量分别为 4.4 g/kg 和0.39 g/kg,S5 的TN、TP 含量分别为 3.3 g/kg和0.26 g/kg;除 S3 样点外,其余各样点底 泥中 NH₄⁺-N 含量的最大值均出现在7月。与其余 各样点相比,S2 和 S6 样点各月份间的TN 及TP 含 量变化范围较大。



concentration for each sampling site

2.2 间隙水中的营养盐分布

图 4 为各样点间隙水不同深度营养盐的含量 (4 次采样的平均值)。可见 S1、S2 和 S4 样点间隙 水中 TP 的含量随着深度的增加先减后增;S3 样点 0~5 cm处间隙水中 TP 达到最大,为 2.06 mg/L。 S1 和 S2 样点间隙水中 TN 含量随着深度增加而增 加,S2 样点16~20cm 处间隙水中 TN 达到最大值, 为 79.00 mg/L。NH₄⁺-N 含量的变化趋势与 TN 一 致,表现为受水体扰动较少的城区河道中 NH₄⁺-N 含量随深度增加而增加,湖区样点则呈现出相反变 化趋势的特点。



Fig. 4 Vertical distribution of nutrient concentration

in the interstitial water for each sampling site

图 5 为各样点不同月份间隙水中营养盐的含量 (0~20 cm 间隙水的平均值)。1 月, S2、S3、S4 和 S5 样点中表层间隙水中 TP 含量远高于其它月份, 其中 S3 为最大(3.39 mg/L)。S2 和 S6 样点 TN 的 含量均相对较高, S2 样点在 10 月达到最大 (57.19 mg/L)。NH₄⁺-N 的变化趋势与 TN 的变化 基本一致。

2.3 上覆水中的营养盐分布

如图 6 所示, S1 和 S2 样点上覆水中 TP 的年度 变化并不明显, S4、S5 和 S6 在 10 月明显高于其它 月份, 10 月 S6 样点上覆水 TP 达到最大, 为 2.71 mg/L。S1、S2 和 S3 样点 7 月 TN 达到最大, S 4、S5 和 S6 上覆水 TN 呈递增趋势, 10 月均达到最 大, 以 S6 样点为最高(14.19 mg/L)。S6 样点上覆 水 NH₄⁺-N 在 1 月最大, 为 4.30 mg/L。上覆水中各 氮磷营养盐的分布与间隙水并无明显相关性 (*P*>0.05)。 4





2.4 底泥-间隙水-上覆水中营养盐的相关性

研究表明,底泥中氮含量的高低对间隙水中氮 含量有一定的影响。底泥和间隙水中的 NH₄⁺-N 均 与 TN 含量显著正相关,与两者在垂直方向上的变 化趋势一致,底泥中的 TP 和间隙水中的 TP 有一定 的负相关,但不显著,表明底泥中磷含量的高低,对 间隙水中磷含量的影响并不明显。皮尔森(Pearson)相关分析结果表明,卫河底泥中的 TN 与间隙 水中的 TN 含量显著正相关(r = 0.462, P < 0.01), 底泥中的 NH₄⁺-N 与间隙水中的 NH₄⁺-N 显著正相 关(r = 0.493, P < 0.01)。对卫河新乡段间隙水与 上覆水中氮、磷等营养盐进行的皮尔森(Pearson)相 关性分析显示,两者间 TN、TP、NH₄⁺-N 均无明显相 关性。

3 讨论

3.1 不同样点营养盐的分布

采样的6个样点中,S1样点水流较急,有机物 沉积相对较少;S2样点位于穿过城区大半河道的中 下游,汇集的污染物较多;S3样点由于支流人民胜



图 6 各样点不同月份上覆水中营养盐的含量 Fig. 6 Monthly change in nutrient concentration of overlying water for each sampling site

利渠不定期地引入黄河水带来泥沙; S4 和 S5 是新 开挖的河道,湖底淤积较少,故氮、磷含量均较低;而 S6 样点由于其下游不远处橡胶坝的阻挡,易导致污 染物沉积,因而氮、磷含量有所增高。S1 和 S2 样点 分别位于城区上游及中游,接纳了大量的生活污水 及其他污染水体。沉积物中有机质含量较高,底泥 中的 N、P 含量也较高,且受到水流的影响较小,氮、 磷含量较为接近自然水体的分布规律;而受到调水 影响的下游样点营养盐含量则较低,表现为靠近支 流出水口的样点 S3 和 S4 底泥中的氮、磷含量最低, 位于湖心的 S5 与下游的 S6 呈现出缓慢上升的趋 势。

3.2 底泥中营养盐空间分布的影响因素

对卫河新乡段底泥中不同样点 TP 垂向分布的 分析表明,不受支流出水口周期性引入含沙量较大 黄河水影响的样点 S1、S2、S6,表层底泥 TP 含量大 多高于 16~20 cm 处的底泥,是因为底泥自然沉积 的过程含有相对较高的磷;样点 S3、S4、S5 由于受到 含沙量较大的黄河水影响,导致沉积物蓄积量高,且 泥沙中具活性的有机碎屑较少,微生物活动能力低, 导致了 TP 含量较低,且各层较为接近。S1、S2 样点 的底泥中 $TN_NH_4^+$ -N 的含量随着深度的增加而增 加,S3、S4、S5 处 NH4+-N 含量随深度增加而减少的 变化趋势,可能是由于 S1、S2 样点位于河道中,受人 类活动及水流扰动较小,NH₄+-N 与可降解有机物含 量、沉积环境及水动力因素有关,有机氮在还原环境 下经氨化作用和反硝化作用转化而形成的 NH₄⁺-N 极易富集,底泥的还原性会随深度增加而增强(何 桐等,2008;吴文成等,2008);而S3、S4、S5样点接近 支流出水口,分别位于入口、湖岸、湖心处,湖泊管理 者从黄河调水改善湖区水质时,强烈的水流扰动以 及水体中携带的泥沙干扰了湖区样点底泥的自然分 层,调水后湖泊底泥中有机物及其他物质在水体中 自然沉降,导致表层底泥中 NH[↓]-N 含量要高于富 含泥沙的深层底质,这也解释了样点 S4 和 S5 底泥 中 16~20 cm 处的 TN、TP、NH4+-N 含量均低于表层 的原因,与王雨春等(2002)的研究结果一致。

3.3 底泥中营养盐的时间变化

相关分析表明,底泥中 TN 和 NH₄⁺-N 的相关性 较高,但对不同季节底泥中氮含量的分析可见,TN 含量在4月和10月较高,NH₄⁺-N 含量在7月和10 月较高,造成这种现象的原因可能是 TN 向NH₄⁺-N 的转化具有时滞性。4月沉水植物对水体和底泥中 营养物质的吸收作用尚不显著,且这一时期水流较 缓,也没有调水,导致底泥中蓄积了大量的营养盐, TN 含量较高;由于7月卫河中菹草(*Potamogeton crispus*)大量衰亡腐烂,因此NH₄⁺-N含量在7月较 高。8月和9月由于防洪需要,卫河新乡段接纳了 上游大量富含污染物的水体,10月采样的上覆水中 氮、磷的升高也可以说明这点,经过雨水较多的8-9月,10月河道和湖区底泥中汇聚了大量自然沉降 的污染物质,因此底泥中 TN 和 NH₄⁺-N 含量均有不 同程度的提高。

3.4 不同介质中营养盐相关性的影响因素

分析表明,卫河底泥中的 TN、NH₄⁺-N 与间隙水 中的 TN、NH₄⁺-N 含量显著正相关,底泥和间隙水中 的 TP 含量相关性不高,各样点底泥中 TN 和 TP 在 水平方向的变化具有一定的相似性,且两者的相关 性较高。沉积物是水体中营养物质重要的源和汇, 氮、磷等营养物质在各种复杂的理化作用下转移到 间隙水中(向速林等,2011;Katarzyna & Ryszard, 2012),在浓度梯度支配的转移过程中,营养物质最 终释放到上覆水体中(张水元等,2000;何桐等, 2011);也有研究表明,底泥中有机物及其矿化作用 强度对间隙水中氮、磷等元素的含量有不同影响 (叶曦雯等,2002),这也可能是卫河底泥中磷含量 并未与间隙水中磷含量高低呈现出一致性的原因。

分析表明,卫河间隙水和上覆水中的 P、N、 NH₄⁺-N 均无明显相关性,这与何桐等(2011)的研究 结果一致;可见浓度差并非总是间隙水与上覆水间 营养盐交换的主要因素,生物扰动、风浪形成的紊流 扩散、营养盐在水体中的水平扩散均可以对营养盐 的交换产生影响(何桐等,2008;李宝等,2008)。虽 然并无明显相关性,但间隙水中的 TN 和 NH₄⁺-N 基 本都高于上覆水,所以浓度差可能会使营养盐向上 覆水扩散,但并不显著,不起决定作用。有研究表 明,间隙水中的营养盐向上覆水扩散进而向水体混 合扩散的过程主要由浓度差驱动,尤其是在浓度差 较大时,其影响更加显著(吴文成等,2008)。

3.5 底泥污染控制措施

目前国内常采取清淤等物理方法解决河流及湖 泊富营养化问题,但清淤是否能有效控制水体的富 营养化,国内外学者的观点并不一致。从本次调查 结果来看,合理的清淤对控制水体内源性污染是能 够起到一定作用的,但从长远来看,想要显著降低水 体的富营养化程度,仅仅通过控制内源性污染是不 够的,也需要加强对外源性污染源的控制,如生活、 生产、工业废水等的输入,这样才能从根本上取得改 善水质的效果。

4 结论

通过对卫河新乡段上游(S1)、人口密集区 (S2)、人工拓宽河道形成的牧野湖入湖水口(S3)、 湖岸静水区(S4)、湖心处(S5)和湖区下游(S6)共 计6个样点的采样分析,得出其底泥 – 间隙水 – 上 覆水中营养盐的时空分布特征:

(1)底泥中的 TN 和 NH₄⁺-N 含量呈现随深度增加而上升的趋势。除 S3 外各样点底泥中 TP 含量的 垂向分布在 15~20 cm 处含量比表层低,但并无明 显规律性。

(2)样点 S2、S3、S4 在 4 月时底泥中的 TN 含量 达到最大值,约占底泥干重的 5.8、2.2、1.7 g/kg。 10 月时 TP 含量达到最大值,3 个采样点分别为 0.88、0.22、0.21 g/kg。除 S3 外,其余各样点底泥 NH₄⁺-N 含量均在 7 月出现最大值,依次为 25.42、 37.19、14.23、12.28、34.11 mg/kg。

(3)间隙水中 TN 和 NH₄⁺-N 含量的垂向分布与 底泥中的分布相似。底泥中的 TN、NH₄⁺-N 和间隙 水中相应指标呈显著的正相关,但底泥和间隙水中 TP 不相关。间隙水和上覆水中各营养盐的相关性 均不明显。

第36卷第6期

因卫河新乡段上游带来的泥沙等在湖泊沉积较 多,严重影响了湖区水生生态系统的功能正常发挥。 应积极采用环保方式进行生态清淤,淤泥进行无害 化、资源化利用,同时加强外源污染物的控制。

参考文献

- 何桐,谢健,余汉生,等. 2008. 大亚湾表层沉积物间隙水与 上覆水中营养盐分布特征[J]. 环境科学学报,28(11): 2361-2368.
- 何桐,谢健,余汉生,等. 2011. 大亚湾表层沉积物和间隙水及上覆水中N、P分布特征[J]. 海洋环境科学,30(4): 547-550.
- 胡雪蜂,高效江,陈振楼. 2001. 上海市郊河流底泥氮磷释放 规律的初步研究[J]. 上海环境科学,20(2):66-70.
- 李宝,范成新,丁士明,等. 2008. 滇池福保湾沉积物磷的形态及其与间隙水磷的关系[J]. 湖泊科学,20(1):27-32.
- 王雨春,万国江,尹澄清. 2002. 红枫湖、百花湖沉积物全氮、 可交换态氮和固定铵的赋存特征[J]. 湖泊科学,14 (4):301-309.

- 吴文成,吴群河,梁明易,等. 2008. 珠江广州河段沉积物无 机氮的分布特征和界面交换通量[J]. 农业环境科学学 报,27(3):1128-1133.
- 向速林,周文斌,聂发辉. 2011. 鄱阳湖沉积物间隙水中磷的 含量及其分布特征[J]. 湖泊科学,23(6):868-872.
- 叶曦雯,刘素美,张经. 2002. 鸭绿江口潮滩沉积物间隙水中 的营养盐[J]. 环境科学,23(3):92-96.
- 张水元,刘瑞秋,黎道丰,等. 2000. 保安湖沉积物和间隙水 中氮和磷的含量及其分布[J]. 水生生物学报,24(5): 434-438.
- Katarzyna K M, Ryszard G. 2012. Spatial and seasonal variability of pore water phosphorus concentration in shallow Lake Swarz edzkie, Poland[J]. Environ Monit Assess, 18 (4):1509-1516.
- Liukkonen M, Kairesalo T, Keto J. 1993. Eutrophication and Recovery of Lake Vesijarvi: Diatom Frustules in Varied Sediment over a 30-year Period[J]. Hydrobiologia, 269 / 270: 415 - 426.
- Mayer T, Ptacek C, Zanini L. 1999. Sediments as a source of nutrients to hypereutrophic marshes of Point Pelee, Ontario, Canada [J]. Water Research, 33(6):1460-1470.
- Yoann Le Bagousse-Pinguet, Pierre Liancourt, Nicolas Gross, et al. 2011. Indirect facilitation promotes macrophyte survival and growth in freshwater ecosystems threatened by eutrophication[J]. Journal of Ecology, 100(2):530-538.

(责任编辑 万月华)

Nutrient Distribution in the Sediment, Interstitial Water and Overlying Water in the Xinxiang Section of Weihe River

YANG Pei-yun¹, YU Fei^{1,2}, YANG Cheng¹, LIN Qing-wei¹, JIN Ping¹, GAO Wei¹, MA Jian-min^{1,2}

(1. College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, P. R. China;

2. Research Center for Zhongyuan Cultural Ecology, Henan Normal

University, Xinxiang 453007, P. R. China)

Abstract: Nutrient exchange between sediment, sediment interstitial water and the overlying water is significant for nutrient loading and eutrophication of lacustrine waters. The Weihe River flows across Xinxiang City from west to east. In 2009, an artificial lake (Muve Lake) was constructed in the lower reach of the Weihe River with an area of 28 hm² and an average depth of 3.5 m. A rubber dam separates Muye Lake from the Weihe River channel, decreasing water flow and increasing siltation from the upper Weihe River and severely impacting ecosystem function. Characterizing nutrient distribution in Weihe River sediments and its influence on overlying water is basic for understanding and managing eutrophication in Muye Lake. The spatial-temporal variation of nutrients in the sediments, interstitial water and overlying water in Weihe River were investigated during January, April, July and October in 2013, aiming to supply scientific data for water quality protection and sediment dredging in Muye Lake. Six sampling sites (S1 - S6) were selected for the study: the Weihe River entering Xinxiang City(S1), a densely populated area (S2), Muye Lake inlet (S3), static water area near the shoreline (S4), the open area of Muye Lake (S5), and the downstream river (S6). Sediments (0 - 20 cm) and water samples were collected at the six sites for determination of TN, TP and NH_4^+ -N in sediments, interstitial and overlying waters, with three or four replicates at each site. Concentration of TN and NH4 -N in sediments from S1 and S2 increased with depth. The TP content of sediment at 15 - 20 cm was lower than at 0 - 5 cm, except for at S3, and there was no obvious regularity in vertical distribution. Temporally, TN concentrations in sediments collected at S2, S3 and S4 were highest (5.8 g/kg, 2.2 g/kg, 1.7 g/kg) in April, while TP concentrations were highest (0.88 g/kg, 0.22 g/kg, 0.21 g/kg) in October. Except for S3, NH₄⁺-N concentrations were highest (25.42 mg/kg, 37.19 mg/kg, 14.23 mg/kg, 12.28 mg/kg, and 34.11 mg/kg) in July. The vertical distribution of TN and NH_4^+ -N in interstitial water was similar to that in sediment. There was a significant positive correlation between TN and NH⁺₄-N concentrations in interstitial water with those in the sediment, but no similar correlation between TP concentrations. Additionally, no obvious correlation was observed in the nutrient content of interstitial water and the overlying water.

Key words: sediment; interstitial water; overlying water; nutrients; Weihe River