

• 技术与应用 •

京杭大运河济宁段秋冬季硅藻分布及法医学应用

苏潇男^{1,3}, 韩笑³, 方赞³, 崔文³, 郝大鹏²

(1. 青岛大学医学院, 山东 青岛 266000; 2. 青岛大学附属医院, 山东 青岛 266000;

3. 济宁医学院, 山东 济宁 272067)

【摘要】目的 通过对京杭大运河济宁段及济宁周边水域秋冬两季水样中硅藻种类及数量的分析, 寻找不同落水地点之间的差异。**方法** 在 A (6)、B (6)、C (3) 三条河流中选取 15 个站位点, 分别在秋冬两季进行水样采集, 采用石墨消解-扫描电镜法对各站位点的硅藻进行定性和定量分析。**结果** 秋冬两季节各站位点硅藻含量间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。不同站位点之间优势种属的种类和个数不完全相同, 且相同优势种属间优势率完全不同, 因此各站位点之间存在种属优势率差异。C 河流硅藻数量(每视野 > 100 个)明显多于 A、B 河流硅藻数量(每视野 < 15 个), A、B 河流硅藻数量与 C 河流硅藻数量相差约 10 倍, 硅藻数量上存在显著差异。**结论** 对于溺亡案件的法医学分析, 在落水时间和落水地点上提供了一定的参考。

【关键词】 法医病理学; 溺水; 硅藻; 落水地点

【中图分类号】 DF795.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1001-5728(2020)03-0290-06

doi:10.13618/j.issn.1001-5728.2020.03.011

Distribution of diatoms in Jining section of Beijing-Hangzhou canal in autumn and winter and its forensic application. Su Xiaonan^{1,3}, Han Xiao³, Fang Yun³, Cui Wen³, Hao Dapeng² (1. Medical College of Qingdao University, Qingdao, 266000, Chian; 2. The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao, 266000, Chian; 3. Jining Medical University, Jining, 272067, Chian)

【Abstract】Objective To find out the differences in different water-falling sites in autumn and winter by analyzing the types and quantities of diatoms in the water samples from the Jining section of the Beijing-Hangzhou Grand Canal and waters around Jining. **Methods** water samples from 15 selected sites in river A(6), B(6) and C(3) were collected in autumn and winter respectively. Microwave digestion-scanning electron microscopy was applied to conduct qualitative and quantitative analysis to the diatoms from each sites. **Results** There were differences in the content of diatoms among the sites in autumn and winter ($P<0.05$). The species and number of dominant species are not the same in different sites, and the dominance rates are completely different among the same dominant species. Therefore, there are differences about dominance rates in different sites. The number of diatoms in river C (> 100 per visual field) is significantly greater than that in rivers A and B (< 15 per visual field). There are significant differences in quantity. **Conclusion** For forensic analysis of drown cases, Some references are provided for the determination of the time and location of the water-falling.

【Key words】 Forensic pathology; Drowning; Diatom; Water-falling sites

【基金项目】 济宁医学院教师科研扶持基金 (JY2017FY006)
济宁医学院 2019 年大学生创新训练计划项目 (CX2019134)

【作者简介】 苏潇男, 男, 硕士研究生, 研究方向: 法医病理学。E-mail: 873068090@qq.com

【通信作者】 郝大鹏, 男, 博士, 副主任医师, 副教授, 主要从事骨关节、头颈部影像诊断及法医学研究。E-mail: haodp_2009@163.com

崔文, 男, 博士, 教授, 主要从事法医病理学研究。E-mail: cuiwenmd@163.com

郝大鹏、崔文同为通信作者。

溺死是法医检案中常见的死亡原因之一。在鉴别生前入水或死后抛尸入水的鉴定中, 尤其是水中高度腐败尸体的死因鉴定, 主要依赖硅藻的实验室检验^[1]。但是, 对于溺死案件中尸体的落水地点的推断成为解决问题的难点。随着硅藻检验技术的不断发展, 利用硅藻检验推断溺水地点成为解决此类问题的重要手段之一^[2,3]。

济宁作为京杭大运河的主要港口之一, 从古至今都是京杭大运河重要的航运枢纽。溺亡案件在该流域发生率也极大增高。

本实验旨在研究京杭大运河济宁段及济宁周边水域中硅藻的分布规律，从而建立京杭大运河济宁段及周边水域硅藻数据库，为今后有可能发生的溺亡案件中落水地点及季节的分析提供有力帮助。

1 材料和方法

1.1 试剂和仪器

硝酸（65%~68%，分析纯，烟台远东精细化工有限公司），过氧化氢（30%，分析纯，烟台远东精细化工有限公司），无水乙醇（分析纯，烟台远东精细化工有限公司），甲醛溶液（分析纯，烟台远东精细化工有限公司）。

石墨消解仪（邓州市实验设备有限公司）；多联真空抽滤仪（广州黑马公司）；扫描电镜（荷兰 FEI 公司 Quanta600 型）；有机滤膜（广州益典实验设备有限公司，25.00 mm × 0.45μm）。

1.2 方法

1.2.1 选择水样采集地，绘制站位点地图。

本研究根据济宁市重要道路（图 1），在京杭大运河主航道（A 河流、6 站位点）、京杭大运河内航道（B 河流、6 站位点）及济宁周边的洸府河（C 河流、3 站位点）三条重要河流中选择 15 个站位点进行秋季和冬季两个季节的水样提取（表 1）。

1.2.2 水样的采集及保存

在每个站位点均在距岸边 1m 处，在水面以下 0.5m 处取 500ml 水样。带回后用 5 层医用纱布进行 3 次过滤除杂，加入 25ml 甲醛溶液固定后存放于阴凉处。

1.2.3 硅藻检验

摇匀水样，在摇匀机中放置 6h-8h，保证硅藻的均匀分布。然后进行硅藻检验，取 50ml 水样置于

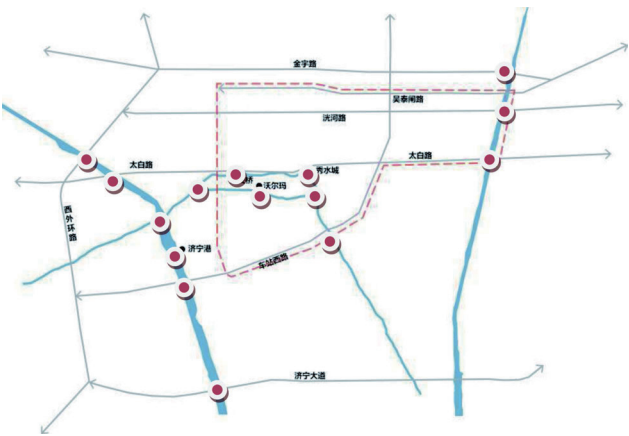


图 1 站位点地图
Fig. 1 Map of the sites

微波消解管中，加入 6ml 浓硝酸和 2ml 双氧水。在石墨消解仪中以 110℃ 加热 1h，待冷却至室温后，加入 40ml 纯水稀释。后采用多连真空抽滤仪进行真空抽滤，最大程度的富集硅藻种类、数量。

1.2.4 硅藻图像采集

采用抽样调查方法，利用电子显微镜，在 1000× 下对每个样品随机抽取 50 张图像（EHT=2.00kV），并对硅藻种属及数量进行记录^[4]。

1.2.5 统计学分析

对采集的硅藻种属进行分类采集并计数后，采用物种优势度指数（Y）、Shannon-Wiener 多样性指数（H'）、Margalef 丰富度指数（dma）、Pielou 均匀度指数（J）、Simpson 相遇指数（D）对硅藻在不同站位点的分布进行分析^[5]。5 种生物指数的计算公式分别为：

物种优势度指数（Y）^[6]

表 1 站位点分布表
Table 1 Distribution of the sites

站位点	地点	站位点	地点
a,a'	京杭大运河主航道与济宁大道交汇处	i,i'	京杭大运河内航道与其分支河流分流处
b,b'	京杭大运河主航道与车站西路交汇处	j,j'	京杭大运河内航道分支河流沃尔玛处
c,c'	京杭大运河主航道济宁港处	k,k'	京杭大运河内航道与其分支河流交汇处
d,d'	京杭大运河主航道与京杭大运河内航道分流处	l,l'	京杭大运河内航道出城处
e,e'	京杭大运河主航道与太白路交汇处	m,m'	洸府河与金宇路交汇处
f,f'	京杭大运河主航道与金宇路交汇处	n,n'	洸府河与洸河路路交汇处
g,g'	京杭大运河内航道与济安桥路交汇处	o,o'	洸府河与太白路交汇处
h,h'	京杭大运河内航道秀水城处		

$$Y = \left(\frac{n_i}{N} \right) \times f_i$$

式中: n_i ——第 i 个种的个体数目, N ——观察到的个体总数。 f_i 为样品中某类硅藻出现的频率。当 $Y > 0.02$ 即为优势种群。通过优势度指数反应群落中的优势种属及其优势率, 进而对不同水域硅藻的分布进行区别。

Shannon-Wiener 多样性指数 (H') [8]

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \times \log_2 P_i \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

式中: n_i ——第 i 个种的个体数目, N ——观察到的个体总数。 H' 基于物种数量反映群落种类多样性: 群落中生物种类增多代表了群落的复杂程度增高, 即 H' 值愈大, 群落所含的信息量愈大。

Margalef 丰富度指数 (d_{ma})

$$d_{ma} = (S - 1) / \ln N$$

式中: S ——群落中所有物种数目, N ——观察到的个体总数。 Margalef 指数反映群落物种丰富度: 指一个群落或环境中物种数目的多寡, 亦表示生物群聚 (或样品) 中种类丰富度程度的指数。

Pielou 均匀度指数 (J)

$$J = \frac{H'}{H_{\max}} \quad H_{\max} = \log_2 S$$

式中: S ——群落中所有物种数目, H' —— Shannon-Wiener 多样性指数。利用各站点点的 H' , 估计各站点点水域物种分布的均匀度。

Simpson 相遇指数 (D)

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$$

式中: n_i ——第 i 个种的个体数目, N ——观察到的个体总数通过 D 指数推断站点点水域硅藻主要物种的多样性。

对上述实验数据应用 SPSS17.0 进行统计学分析, 根据数据类型选择配对秩和检验或两样本 t 检验, 对数据进行分析, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 对采集的硅藻种属进行分类采集并计数

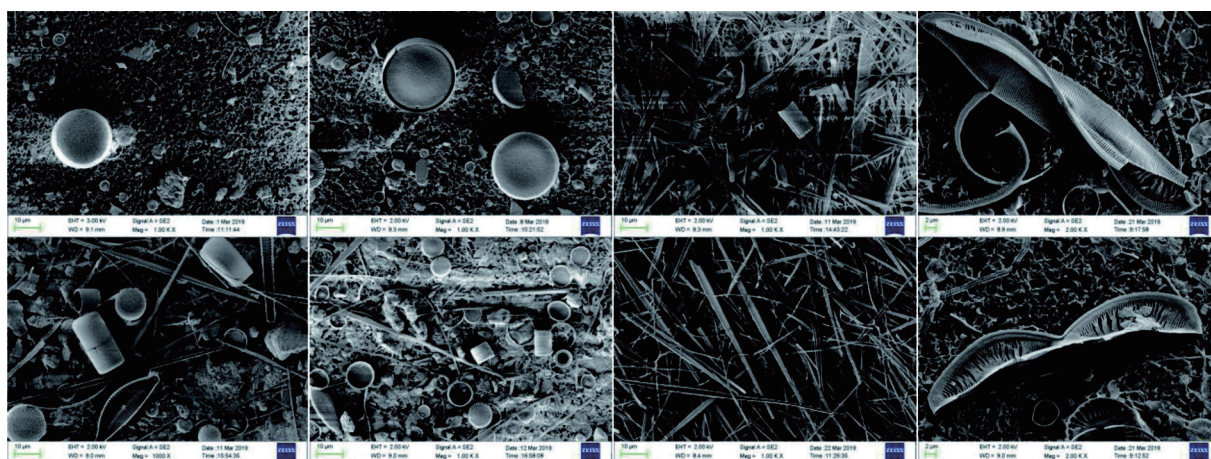
A 河流秋季共检出硅藻 2542 个硅藻, B 河流秋季共检出硅藻 4075 个硅藻, A 河流冬季共检出硅藻 4367 个硅藻, B 河流冬季共检出硅藻 4429 个硅藻。C 河流由于一些站点点每个视野内硅藻量都较大 (> 100 个), 无法计数。同时, 在 C 河流发现罕见舟形藻属亚型 (图 2)。

2.2 硅藻种属优势度

各站点点优势种属大致相同, 但每个站点点其优势种属的优势率有差别 (表 2)。

2.3 各生物指数分布

对采集的硅藻数量进行 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Margalef 丰富度指数 (d_{ma})、Pielou 均



1-1 A 河流秋季检见圆筛藻属 1-2 B 河流秋季检见圆筛藻属 1-3 C 河流秋季检见直链藻属 1-4 C 河流稀有舟形藻属
2-1 A 河流冬季检见直链藻属 2-2 B 河流冬季检见直链藻属 2-3 C 河流冬季检见脆杆藻属 2-4 C 河流稀有舟形藻属
1-1 Coscinodiscus was detected in the river A in autumn 1-2 Coscinodiscus was detected in the river B in autumn
1-3 Melosira was detected in the river C in autumn 1-4 Navicula was detected in the river C
2-1 Melosira was detected in the river A in winter 2-2 Melosira was detected in the river B in winter
2-3 Rod was detected in the river C in winter 2-4 Navicula was detected in the river C

图 2 电子扫描显微镜下硅藻形态

Fig. 2 Morphology of the diatoms under the electron scanning microscope

表 2 各站位点优势种属表
Table 2 Dominance species of different sites

站位点	优势种属 (优势率)	其他种属
a	菱形藻属 (0.1431)、菱板藻属 (0.0769)、小环藻属 (0.0240)、圆筛藻属 (0.0386)、海链藻属 (0.0693)、圆盘藻属 (0.0779)、脆杆藻属 (0.2445)、舟形藻属 (0.0920);	曲壳藻属、桥弯藻属、异极藻属、双壁藻属
a'	海链藻属 (0.1226)、脆杆藻属 (0.4067)、针形藻属 (0.2758);	菱形藻属、菱板藻属、小环藻属、圆筛藻属、圆盘藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
b	菱形藻属 (0.0539)、小环藻属 (0.0957)、圆筛藻属 (0.1268)、海链藻属 (0.1555)、圆盘藻属 (0.2837);	菱板藻属、脆杆藻属、舟形藻属、桥弯藻属、卵形藻属
b'	菱形藻属 (0.0373)、海链藻属 (0.1044)、圆盘藻属 (0.0449)、脆杆藻属 (0.3587)、针形藻属 (0.2531);	菱板藻属、小环藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
c	菱形藻属 (0.0862)、小环藻属 (0.0879)、圆筛藻属 (0.2431)、海链藻属 (0.1758)、圆盘藻属 (0.2017);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属
c'	海链藻属 (0.2124)、圆盘藻属 (0.0767)、脆杆藻属 (0.3139)、针形藻属 (0.2135);	菱形藻属、菱板藻属、小环藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
d	菱形藻属 (0.0212)、小环藻属 (0.1007)、圆筛藻属 (0.2179)、海链藻属 (0.1803)、圆盘藻属 (0.2935);	菱板藻属、脆杆藻属、舟形藻属、桥弯藻属
d'	小环藻属 (0.124)、海链藻属 (0.1071)、圆盘藻属 (0.0352)、脆杆藻属 (0.3996)、针形藻属 (0.2534);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
e	菱形藻属 (0.0565)、小环藻属 (0.0690)、圆筛藻属 (0.1805)、海链藻属 (0.0974)、圆盘藻属 (0.2931);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属
e'	小环藻属 (0.0494)、海链藻属 (0.1626)、圆盘藻属 (0.1187)、脆杆藻属 (0.3065)、针形藻属 (0.2161);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、卵形藻属、直链藻属、双壁藻属
f	菱形藻属 (0.0517)、小环藻属 (0.1109)、圆筛藻属 (0.1506)、海链藻属 (0.1186)、圆盘藻属 (0.3600);	菱板藻属、脆杆藻属、舟形藻属、
f'	小环藻属 (0.0242)、海链藻属 (0.1031)、圆盘藻属 (0.0798)、脆杆藻属 (0.3973)、针形藻属 (0.2473);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
g	菱形藻属 (0.0386)、小环藻属 (0.1202)、圆筛藻属 (0.1426)、海链藻属 (0.1329)、圆盘藻属 (0.3397);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属、针形藻属
g'	小环藻属 (0.0298)、海链藻属 (0.2235)、圆盘藻属 (0.1379)、脆杆藻属 (0.3157)、针形藻属 (0.1787);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属、卵形藻属
h	菱形藻属 (0.0547)、小环藻属 (0.1214)、圆筛藻属 (0.1530)、海链藻属 (0.2488)、圆盘藻属 (0.2574)、针形藻属 (0.0372);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属、针形藻属、桥弯藻属
h'	小环藻属 (0.0295)、海链藻属 (0.1951)、圆盘藻属 (0.1484)、脆杆藻属 (0.3448)、针形藻属 (0.1861);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、直链藻属、异极藻属
i	菱形藻属 (0.0331)、小环藻属 (0.1398)、圆筛藻属 (0.1171)、海链藻属 (0.1864)、圆盘藻属 (0.3122);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属
i'	海链藻属 (0.1051)、圆盘藻属 (0.1102)、脆杆藻属 (0.4124)、针形藻属 (0.2526);	菱形藻属、菱板藻属、小环藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属
j	菱形藻属 (0.0362)、小环藻属 (0.1019)、圆筛藻属 (0.1494)、海链藻属 (0.2329)、圆盘藻属 (0.3452);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属、桥弯藻属
j'	菱板藻属 (0.0716)、海链藻属 (0.4497)、圆盘藻属 (0.2352)、脆杆藻属 (0.0399);	菱形藻属、小环藻属、圆筛藻属、舟形藻属、针形藻属
k	菱形藻属 (0.0425)、小环藻属 (0.1346)、圆筛藻属 (0.1222)、海链藻属 (0.1999)、圆盘藻属 (0.3179);	菱板藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属、针杆藻属
k'	菱形藻属 (0.0358)、小环藻属 (0.0331)、海链藻属 (0.2175)、圆盘藻属 (0.0656)、脆杆藻属 (0.3231)、针形藻属 (0.1120);	菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、直链藻属、双菱藻属
l	菱形藻属 (0.0717)、菱板藻属 (0.0236)、小环藻属 (0.1492)、圆筛藻属 (0.0744)、海链藻属 (0.1696)、圆盘藻属 (0.3174);	桥弯藻属、舟形藻属、脆杆藻属、直链藻属、针杆藻属
l'	小环藻属 (0.0296)、海链藻属 (0.1896)、圆盘藻属 (0.1063)、脆杆藻属 (0.3600)、针形藻属 (0.1943);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、桥弯藻属、直链藻属、双菱藻属
m	小环藻属 (0.2596)、圆盘藻属 (0.1836)、舟形藻属 (0.1032)、脆杆藻属 (0.1821)、针杆藻属 (0.1087)	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、海链藻属
o	小环藻属 (0.3482)、海链藻属 (0.2532)、圆盘藻属 (0.3220)、脆杆藻属 (0.0509)、针形藻属 (0.1144)	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属、直链藻属、曲壳藻属
o'	小环藻属 (0.0524)、海链藻属 (0.6226)、圆盘藻属 (0.0446)、脆杆藻属 (0.1418)、针形藻属 (0.0573);	菱形藻属、菱板藻属、圆筛藻属、舟形藻属

表 3 秋冬两季各站位点生物指数

Table 3 Biological index of different sites in autumn and winter

	秋季各站位点生物指数					冬季各站位点生物指数				
	H'	dma	J	D	S	H'	dma	J	D	S
a	0.36	1.71	0.84	0.85	619	0.54	1.48	0.69	0.74	863
b	0.45	1.51	0.76	0.79	391	0.47	1.44	0.77	0.78	1026
c	0.42	1.33	0.8	0.81	406	0.46	1.58	0.73	0.78	565
d	0.46	1.32	0.75	0.78	424	0.53	1.58	0.7	0.75	553
e	0.46	1.37	0.77	0.78	350	0.43	1.87	0.72	0.8	620
f	0.49	1.19	0.79	0.77	352	0.52	1.51	0.71	0.75	740
g	0.47	1.52	0.73	0.77	373	0.46	1.66	0.69	0.78	757
h	0.42	1.47	0.78	0.81	906	0.47	1.49	0.71	0.78	815
i	0.45	1.31	0.79	0.79	449	0.55	1.53	0.65	0.73	679
j	0.47	1.37	0.75	0.78	730	0.59	1.25	0.72	0.72	596
k	0.42	1.35	0.82	0.81	779	0.44	1.59	0.77	0.8	543
l	0.41	1.49	0.82	0.82	838	0.47	1.58	0.72	0.78	1039
m	0.41	1.2	0.83	0.82	773	-	-	-	-	-
n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
o	0.51	1.44	0.69	0.75	1031	1.01	1.07	0.6	0.58	1770

均匀度指数 (J)、Simpson 相遇指数 (D)、硅藻检出数量 (S) 统计得出结果 (表 3、图 3)。同过结果看出, 秋冬两季各生物指数趋势大致相同。通过 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Margalef 丰富度指数 (dma) 发现, 大多数站位点在物种多样性上冬季大于秋季。通过 Pielou 均匀度指数 (J)、Simpson 相遇指数 (D) 发现, 大多数站位点在物种均匀性上冬季小于秋季。综合分析, 京杭大运河济宁段水域硅藻冬季较秋季在硅藻的种属上略有增加, 且优势种属的硅藻数量也略有增加。Pielou 均匀度指数 (J) 能较好的反应两季节之间的差别。同时发现距离较近的 b、c、d 站位点生物指数变化相对较小, 说明距离的远近对于硅藻的不同分布有指向性。

2.4 不同季节硅藻含量差异

用 5 种生物指数对秋冬两个季节各站位点硅藻进行配对秩和检验发现除 Margalef 丰富度指数 (d_{ma}) 外均存在统计学差异 ($P < 0.05$) (表 5)。

2.5 不同河流硅藻含量差异

用 5 种生物指数对 A、B 两条河流各站位点硅藻进行两样本 t 检验发现均无统计学差异。但 C 河流硅藻数量 (每视野 > 100 个) 明显多于 A、B 河流硅藻数量 (每视野 < 15 个), A、B 河流硅藻数量与 C 河流硅藻数量相差约 10 倍, 硅藻数量上存在显著差异

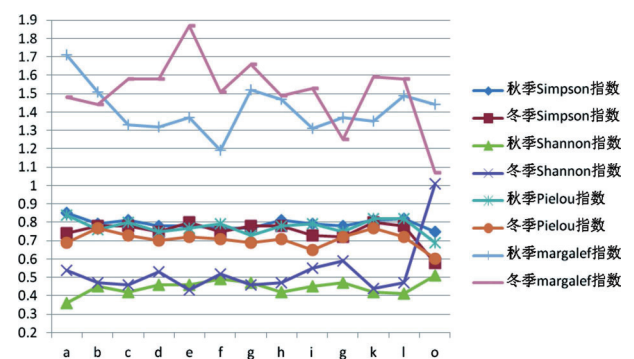


图 3 各站位点秋冬两季生物指数对比图

Fig. 3 Comparing picture of the biological index in autumn and winter of each site

表 5 各站位点秋冬两季生物指数配对秩和检验

Table 5 Wilcoxon rank-sum test of the biological index in autumn and winter of each site

	正秩和	负秩和	P
H'	5	86	< 0.01
dma	25	66	> 0.05
J	90	1	< 0.01
D	85	6	< 0.01
S	11	80	< 0.05

3 讨论

3.1 硅藻区域性分布对落水地点推断的价值

由于水流的运动和冬季的冰封期,水中尸体被发现时的地点往往不是落水地点,因此水中尸体溺死地点推断成为法医学者的研究点。主要方式为通过水中异物颗粒^[7]、硅藻^[8]、或其他浮游生物^[9]推断落水地点。其中,存在异物颗粒受环境影响过大,其他浮游生物生化性质相对不稳定等缺点,选用硅藻检验是目前较为稳定的判断方式。

在京杭大运河济宁段水域中,共检出硅藻藻属 15 种,其中菱形藻属、海链藻属、圆盘藻属、针形藻属、脆杆藻属、舟形藻属等为优势藻属。北京中心城区水域检出硅藻藻属 10 种^[10],硅藻种群中小环藻属、针杆藻属、直链藻属等为优势藻属。上海地区检出 12 种^[11],主要有脆杆藻属、舟形藻属、桥弯藻属、小环藻属、圆筛藻属、直链藻属。成都市主城区检出 21 种^[12],主要有小环藻属、舟形藻属、菱形藻属。由此可推断硅藻在物种丰富度上可能呈由北向南逐渐增加的趋势。

此外通过不同的生物学指数对京杭大运河济宁段水域进行对比,发现 Pielou 均匀度指数(J)秩和最小为 1($P < 0.01$)能较好的反应两季节之间的差别。同时不同站位点之间优势种属的种类和个数不完全相同,且相同优势种属间优势率完全不同,因此各站位点之间存在种属优势率差异,运用水中硅藻种属存在不同的优势度,建立了地域性水中硅藻数据库,对水中尸体落水地点判断有一定价值。

3.2 水中硅藻的分布在不同季节有差异性

我国北方河流秋季后有可能进入冰封期,水中温度低,给发现尸体后推测水中尸体的死亡时间带来困难。因此水中硅藻的季节性差异可以为法医检案时推测死亡季节提供一定参考。国外的法医学者已经对当地不同季节硅藻种属绘制了分布图,更利于推断溺水点^[13]。

本研究运用 5 种生物指数对不同站点进行硅藻检测,发现京杭大运河济宁段水域硅藻冬季较秋季在硅藻的种属上略有增加,且优势种属的硅藻数量也略有增加。并且秋冬两季水中硅藻生物指数存在统计学差异($P < 0.05$)。为以后京杭大运河济宁段水域水中尸体的死亡时间推断提供一定的参考价值。

3.3 不同河流硅藻含量差异

作为南水北调东线工程主干道的京杭大运河将面临流速增快,航运增多等变化。因此,水中尸体被发现的河流与落水河流有可能不同,对办案人员

推断落水地点和寻找尸源造成一定困难。

本研究在对京杭大运河济宁段内外运河的硅藻分布分析中并未发现统计学差异,但在京杭大运河与洸府河的硅藻分布分析中发现显著的数量上的差异和显著的种属差异,即洸府河硅藻数量(每视野 > 100 个)明显多于京杭大运河内、外运河硅藻数量(每视野 < 15 个),并且在洸府河内发现稀有舟形藻属。同时发现距离较近的站位点变化相较与距离较远的站位点大。因此,未发现统计学差异可能有站位点地图绘制过小,站位点距离过近,样本量较小等有关。

综上所述,本研究在水中硅藻的地域性分布对确定秋冬两季水中尸体的死亡季节,估计水中尸体的落水地点,进而为办案人员寻找尸源提供了一定的参考价值。

参考文献

- [1] 赵子琴.法医病理学[M].4版.北京:人民卫生出版社,2009:323-324.
- [2] 赵建,刘超,胡孙林,等.溺死地点推断的研究进展[J].法医学杂志,2018,34(1):55-59.
- [3] 薛薇,杨伟栋,邢豫明,等.溺死鉴定中硅藻检验的应用[J].中国法医学杂志,2016,31(4):358-359.
- [4] 胡孙林,刘超,温锦锋.法医硅藻学扫描电镜图谱[M].广东:中山大学出版社,2014.
- [5] 孙军,刘东艳.多样性指数在海洋浮游植物研究中的应用[J].海洋学报,2004,26(1):62-75.
- [6] 赖小平,何庆良,林汉光,等.东莞溺死案多发河段硅藻种群分布及其法医学意义[J].中国法医学杂志,2012,27:25-27.
- [7] 万立华,代国新,张忠,等.SEM/EDAX 检测内脏异物元素成分诊断溺死[J].中国法医学杂志,1998,13(3):129-133.
- [8] Thakar M K, Singh R. Diatomological mapping of water bodies for the diagnosis of drowning cases[J]. J Forensic Leg Med, 2010, 17(1): 18-25.
- [9] Thakar M K, Luthra D, Khattar J S. Forensic studies of phytoplankton ecology of two water bodies of Kurukshetra area of Haryana, State in India[J]. Egypt J Forensic sci, 2018, 8: 38.
- [10] 殷辰吉.北京市主要水域硅藻分布特点的初步研究[D].中国政法大学.2017.
- [11] 田露,臧士博,邱志军.上海市浦东新区川杨河水域硅藻分布及其法医学应用[J].法医学杂志,2014,30(2):114-116.
- [12] 倪自翔,谢琼,易旭夫.成都市主城区水中尸体多发河流区段硅藻分布[J].法医学杂志,2016,32(5):332-337.
- [13] Singh R, Deepa, Kaur R. Diatomological mapping of water bodies--a future perspective[J]. J Forensic Leg Med, 2013, 20(6): 622-625.

(收稿日期:2019-08-05)