

## 附录1 北美大湖湿地五个生物类群的调查方法

### Appendix 1 Methods of monitoring five biological groups in Great Lakes coastal wetlands

**(1)植物。**水位对湿地植物的生长和分布有重要影响,随着湖泊湿地从陆地岸边逐渐向开阔水域过渡,生长植物的种类随之发生变化(Hudon *et al.*, 2006; 张全军等, 2013)。植物调查中,根据淹水程度,把湿地分为3个植被区:草甸区(meadow, 间歇淹水区)、挺水植物区(emergent, 植物有部分露出水面)和沉水植物区(submergent, 植物在水下或浮叶植物)(GLCWLC, 2008; 附录3)。每个监测样点选取3条样带(相当于3个重复),样带之间距离 $\geq 20$  m,用GPS记录或用显眼的物体标记样带两端的位置。在样带每个植被区内等距离设置5个1 m $\times$ 1 m的样方,每条样带15个小样方,每个监测样点共设置45个小样方。

调查人员记录小样方内植物的种类,估计每种植物的覆盖度以代表其多度和优势度,记录小样方中土壤的质地、土壤有机层的厚度、以及地面植物凋落物的覆盖度等。入侵植物要重点关注,植物入侵与环境改变密切相关(如水文条件改变、富营养化、水体浑浊度增加等),植物入侵说明湿地可能受到较强的干扰,原生环境发生了改变(Trebitz & Taylor, 2007)。如果监测样点有较大的入侵植物斑块,调查人员要记录斑块的位置、大小和形状,并对斑块进行长期的监测,观察其是否有扩大的趋势。

**(2)底栖无脊椎动物。**底栖无脊椎动物直接生活在湿地水体、沉积物环境中,移动性较弱,有害物质容易在其体内积累,对环境变化敏感,是良好的环境质量指示类群(Burton *et al.*, 1999; Cooper *et al.*, 2006)。湿地底栖无脊椎动物的群落组成与植被类型密切相关(Uzarski *et al.*, 2004),其调查按植被类型“分区”进行,即按优势种划分湿地植被类型,在每个植被类型区域内采集3份底栖无脊椎动物样品,采样位置之间距离 $\geq 10$  m,水深介于0.05-1.25 m。

采集底栖无脊椎动物时,调查人员用直径30 cm、深16 cm的D形网(网孔径0.5 mm)每隔一定的距离(通常1 m)拂扫水底沉积物表面1次,共5-10次,使底栖动物进入D形网。在水中洗尽网中的底泥,网内留下植物残片和不能透过网孔的底栖动物,把网中的内容物倾倒在白色塑料盘中,均匀铺在盘

底,盘底有5 cm $\times$ 5 cm的黑线小方格。为了确保每份样品的采样强度一致,调查人员用定时的方法来控制采样强度,即在1人/30 min (2人/15 min、3人/10 min, 以此类推)的时间内完成取样。由于底栖无脊椎动物体形大小差异很大,体形大的动物更容易被发现,为了控制人为选择的偏差,调查人员必须把5 cm $\times$ 5 cm的小方格清空以后才能转移至下一个小方格。底栖无脊椎动物样品保存在95%的酒精中,在实验室中分类鉴定,小型的底栖无脊椎动物鉴定到属,较难鉴定的类群到科或者族。

**(3)鱼类。**湖泊湿地是许多鱼类觅食、栖息、产卵的场所,湿地环境质量对利用湿地频度高的鱼类有重要影响(Uzarski *et al.*, 2005)。鱼类的调查也是按植被类型“分区”进行,调查人员在每种植被类型区域内放置3个长袋鱼网(fyke net; 附录4),采集3份鱼类样品,鱼网之间距离 $\geq 20$  m。鱼网的开口垂直于开阔的水域与湿地之间的通路,鱼类从开阔的水域游向湿地,当它们回游时就可能正好落入鱼网中,这样捕获的是真正利用湿地生境的鱼类。由于鱼网高度的限制,只适合在水深0.2-1 m的区域设网采样。

长袋鱼网的特点是鱼容易进入网内,但进去后很难出来,这与鱼网巧妙的设计和结构有关(附录4)。长袋鱼网分为两个部分:前方的引导网和后面的捕获网,引导网与捕获网口呈45°角张口,从湿地游向开阔水域的鱼容易沿着引导网游入捕获网中,捕获网内有3-4个漏斗状结构,鱼从一个漏斗状结构的端口进入下一个漏斗状结构,直至网的末端;当鱼试图往回游时,由于端口太小,它们很难能找到出口,游出来的可能性非常小。设置鱼网时,网的末端要适当抬高,部分露出水面,这是为了避免乌龟等无法长时间在水中生活的动物误入网内后窒息死亡。

鱼网通常在水中放置过夜(约12 h)。收网时,调查人员统计捕获鱼的种类、每条鱼的年龄段(幼龄或成年),测量其体长,然后放生。如果某种鱼的数量太多,难以在短时间内完成计数,就大致估计其数量,但至少选取成年和幼龄期鱼各25条测量其体长。有的鱼类野外无法鉴定,调查人员要拍摄高清

照片, 并采集标本带回实验室鉴定。鱼类标本先保存在10%的福尔马林溶液中, 稍后转移至70%的酒精中长期保存。

**(4)两栖类(青蛙和蟾蜍类)。**两栖类在湿地中完成部分甚至大部分生活史, 其多样性对于湿地环境有很好的指示作用(Blaustein & Wake, 1995; Hecnar, 2004)。根据监测样点湿地面积的大小, 在每个监测样点设置1-6个调查点, 调查点之间距离 $\geq 500$  m。在两栖类交配的季节(约从4月份开始), 调查人员对每个监测样点调查3次, 调查时间间隔 $\geq 15$  d。调查应选择在无雨、风力不大的天气进行。

两栖类调查在傍晚和夜间进行(日落后1.5 h至日落后4.5 h)。调查人员的行动会对两栖类造成干扰, 到达调查点后, 需要安静一段时间, 等待它们恢复正常的鸣叫。然后, 调查人员倾听并用录音设备记录来自周围两栖类的鸣叫声, 时长为3 min。调查人员根据鸣叫声辨别青蛙和蟾蜍的种类, 估计它们的个体数量及所处的方位, 把每种两栖类鸣叫声的密集度分为3个等级。等级1: 鸣叫声不同时, 能够清楚地辨别每个个体, 并准确计算个体数量; 等级2: 鸣叫声同时发出, 能分辨出不同的个体, 并估计个体数量; 等级3: 鸣叫声同时发出, 形成合奏, 无法辨别不同的个体, 也无法估计个体数量。以上信息均详细记录在调查表中。

**(5)鸟类。**许多鸟类在湿地中筑巢、捕食、繁衍后代, 是湿地生物多样性的重要组成部分(Dehorter & Guillemain, 2008)。鸟类深受人们的喜爱, 比其他生物更受人关注, 是湿地监测的重要对象。根据湿地面积的大小, 在每个监测样点设置1-8个调查点, 调查点之间距离 $\geq 250$  m。鸟类和两栖类的调查点最好能够重合或者临近, 使两类数据在空间上能够匹配。鸟类的调查是在繁殖季节, 每个监测样点调查2次, 每次间隔时间 $\geq 10$  d。调查当天早晚各1次, 早上从日出前1.5 h至日出后4 h, 傍晚从日落前4 h至日落。天气条件应较好, 无雨, 无风或微风, 空气可见度高。

鸟类的调查采取定点观察的方式。调查人员站在调查点, 向四周认真观察和聆听, 判断鸟的种类和数量, 总时长为15 min。这15 min分为3段, 第1个5 min内, 调查人员记录能直接看到、聆听到的鸟的种类和数量; 第2个5 min内, 用发声设备播放鸟类

的鸣叫声, 声音大小为离收音设备1 m处90分贝, 目的是引起一些鸟类的共鸣, 期间记录观察到、聆听到的鸟类的种类和数量; 第3个5 min内, 停止播放录音, 继续观察和聆听。对于重点关注的物种, 如濒危保护物种, 调查人员要详细地记录每个个体出现或者听到鸣叫声的时间段(如第几分钟); 而对于非重点关注的物种, 只要记录其第一次出现或者听到鸣叫声的时间段。

## 参考文献

- Blaustein AR, Wake DB (1995) The puzzle of declining amphibians. *Scientific American*, **272**, 52-57.
- Burton TM, Uzarski DG, Gathman JP, Genet JA, Keas BE, Stricker CA (1999) Development of a preliminary invertebrate index of biotic integrity for Lake Huron coastal wetlands. *Wetlands*, **19**, 869-882.
- Cooper MJ, Uzarski DG, Burton TM, Rediske RR (2006) Macroinvertebrate community composition relative to chemical/physical variables, land use and cover, and vegetation types within a Lake Michigan drowned river mouth wetland. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **9**, 463-479.
- Dehorter O, Guillemain M (2008) Global diversity of freshwater birds (Aves). *Hydrobiologia*, **595**, 619-626.
- GLCWLC (2008) *Great Lakes Coastal Wetlands Monitoring Plan*. <http://glc.org/files/docs/Great-Lakes-Coastal-Wetlands-Monitoring-Plan-FINAL-March-2008.pdf>. (accessed August 2013)
- Hecnar SJ (2004) Great Lakes wetlands as amphibian habitats: a review. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **7**, 289-303.
- Hudon C, Wilcox D, Ingram J (2006) Modeling wetland plant community response to assess water-level regulation scenarios in the lake Ontario-St. Lawrence River Basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, **113**, 303-328.
- Trebitz AS, Taylor DL (2007) Exotic and invasive aquatic plants in Great Lakes coastal wetlands: distribution and relation to watershed land use and plant richness and cover. *Journal of Great Lakes Research*, **33**, 705-721.
- Uzarski DG, Burton TM, Genet JA (2004) Validation and performance of an invertebrate index of biotic integrity for Lakes Huron and Michigan fringing wetlands during a period of lake level decline. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **7**, 269-288.
- Uzarski DG, Burton TM, Cooper MJ, Ingram JW, Timmermans ST (2005) Fish habitat use within and across wetland classes in coastal wetlands of the five Great Lakes: development of a fish-based index of biotic integrity. *Journal of Great Lakes Research*, **31**, 171-187.
- Zhang QJ (张全军), Yu XB (于秀波), Hu BH (胡斌华) (2013) Research on the characteristics of plant communities in the Poyang Nanji Wetlands, China. *Resources Science* (资源科

学), **35**, 42-49. (in Chinese with English abstract)

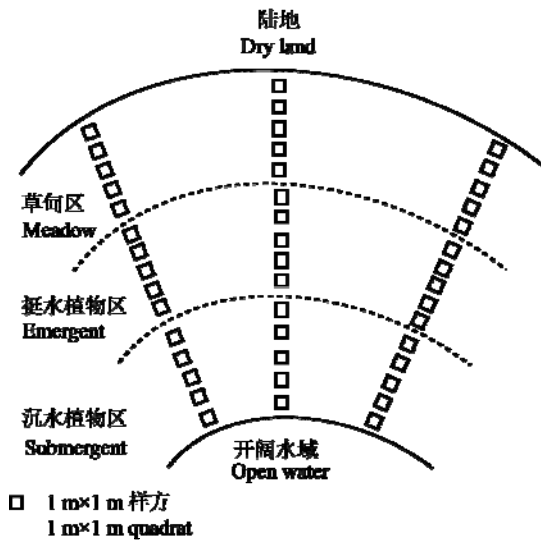
附录2 北美大湖湿地鱼类完整性指数(F-IBI)的参数体系(Uzarski *et al.*, 2005)

Appendix 2 Preliminary fish-based index of biotic integrity (F-IBI) metrics for Great Lakes coastal wetlands (Uzarski *et al.*, 2005)

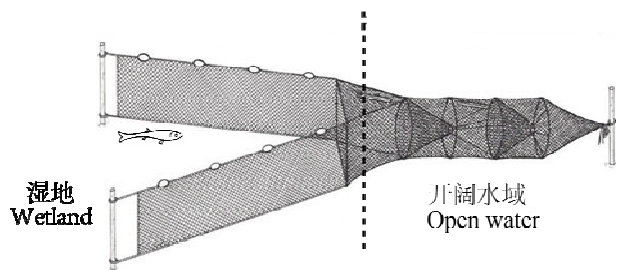
序号 No.	参数 Metrics	赋分标准 Scores			
		0	3	5	7
1	平均每晚每网渔获量(条数) Mean catch per net-night	< 10	10-30	> 30	-
2	总物种丰富度 Total species richness	< 5	5-10	11-14	> 14
3	非本土鱼种类比例 Percent non-native richness	> 12%	7-12%	< 7%	-
4	杂食鱼数量比例 Percent omnivore abundance	> 70%	50-70%	< 50%	-
5	鱼食性鱼种类比例 Percent piscivore richness	< 15%	15-25%	> 25%	-
6	虫食性鱼数量比例 Percent insectivore abundance	< 20%	20-30%	> 30%	-
7	虫食性鲤科鱼数量比例 Percent insectivorous Cyprinidae abundance	< 1%	1-2%	> 2%	-
8	肉食性鱼种类比例 Percent carnivore richness	< 60%	60-70%	> 70%	-
9	平均每晚每网白亚口鱼的渔获量 White sucker ( <i>Catostomus commersoni</i> ) mean catch per net-night	0	> 0-0.4	> 0.4	-
10	平均每晚每网黑鲟的渔获量 Black bullhead ( <i>Ictalurus melas</i> ) mean catch per net-night	0	> 0-3	> 3	-
11	平均每晚每网岩钝鲈的渔获量 Rock bass ( <i>Ambloplites rupestris</i> ) mean catch per net-night	0	> 0-4	> 4	-
12	平均每晚每网灰西鲱的渔获量 Alewife ( <i>Alosa pseudoharengus</i> ) mean catch per net-night	> 11	1-11	< 1	-
13	平均每晚每网小口黑鲈的渔获量 Smallmouth bass ( <i>Micropterus dolomieu</i> ) mean catch per net-night	0	> 0-5	> 5	-
14	平均每晚每网无颞美洲鲢的渔获量 Pugnose shiner ( <i>Notropis anogenus</i> ) mean catch per net-night	0	> 0-5	> 5	-

湿地植被类型对大湖湿地鱼类群落的组成和结构有较大影响, 不同植被区的F-IBI参数体系有差异, 本表是蔗草属植物区F-IBI指数的参数体系(Uzarski *et al.*, 2005)。

Since plant zone was an important variable structuring fish communities in Great Lakes coastal wetlands, F-IBIs were developed separately for different plant zones. This table shows the F-IBI metrics for *Scirpus* zone (Uzarski *et al.*, 2005).



附录3 北美大湖湿地单个监测样点植被调查样带和样方布局示意图。实线: 湿地边界; 虚线: 植被区边界。  
Appendix 3 Layout of transects and quadrats for vegetation surveys within each monitoring site in Great Lakes coastal wetlands.  
Solid curves: wetland boundary; dotted curves: boundary of vegetation zones.



附录4 北美大湖湿地鱼类调查中长袋鱼网放置方法示意图。虚线: 湿地与开阔水域界线。

Appendix 4 Placement of a fyke net for fish sampling in Great Lakes coastal wetlands. Dotted line: boundary between wetland and open water.