

深圳市福田国家级红树林自然保护区的 红树林生态系统健康评价

毕忠野¹, 党二莎², 包吉明¹, 宫云飞¹, 兰冬东¹, 鲍晨光¹

(1. 国家海洋环境监测中心 大连 116023; 2. 深圳市源清环境技术服务有限公司 深圳 518057)

摘要:为切实保护珍贵的红树林资源,保持红树林生态系统健康,文章构建相应的评价指标体系,采用科学的评价方法,对深圳市福田国家级红树林自然保护区的红树林生态系统健康进行评价。研究表明:根据红树林生态系统健康的影响因素,评价指标体系包括环境和生态2个一级指标,海水质量、生物栖息地质量和生物质量3个二级指标以及海水pH值和盐度等15个三级指标;根据各评价指标的监测数据、量化分级和赋值,计算深圳市福田国家级红树林自然保护区4个季节的红树林生态系统健康综合评价值;红树林生态系统健康随季节变化不明显,其中春季、夏季和冬季为亚健康,秋季为健康,主要原因是秋季的海水盐度较低。

关键词:生态评价;生态环境;红树植物;生物海岸;生物多样性

中图分类号:P76;X826

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)06-0028-05

Health Assessment of Mangrove Ecosystem in Futian National Mangrove Nature Reserve, Shenzhen

BI Zhongye¹, DANG Ersha², BAO Jiming¹, GONG Yunfei¹,
LAN Dongdong¹, BAO Chenguang¹

(1. National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China;

2. Shenzhen Yuanqing Environmental Technology Service Co., Ltd., Shenzhen 518057, China)

Abstract: In order to protect precious mangrove resources and maintain the health of mangrove ecosystem, this paper established the corresponding assessment index system and evaluated the mangrove ecosystem health of Futian National Mangrove Nature Reserve in Shenzhen by using scientific assessment methods. The results showed that: the assessment index system included 2 first-level indicators of environment and ecology, 3 second-level indicators of seawater quality, habitat quality and biological quality and 15 third-level indications of pH, salinity and so on. Furthermore, the health status of mangroves in 4 seasons of Futian in Shenzhen was assessed accord-

收稿日期:2018-12-05;修订日期:2019-05-27

基金项目:国家重点研发项目(2018YFC0507205).

作者简介:毕忠野,工程师,硕士,研究方向为海洋生态环境评价与管理

通信作者:兰冬东,高级工程师,硕士,研究方向为海洋生态环境评价与管理

ing to the monitoring data, quantitative classification and valuation of each index. The health of mangrove ecosystem does not change obviously with seasons, among which spring, summer and winter are sub-healthy and autumn is healthy and the main reason is the lower salinity of sea water in autumn.

Key words: Ecological assessment, Ecological environment, Mangrove plant, Biogenic coast, Biodiversity

0 引言

红树林被称为“海底森林”,是可再生的海洋生物资源,具有生产率高、分解率高和归还率高的特性,是生物海岸的基本类型之一^[1-3]。红树林也是重要的滨海湿地资源,是陆地生态系统向海洋生态系统过渡的生态屏障,在净化海水、抵抗风浪、保护海岸、改善生态环境和保持生物多样性等方面具有巨大价值以及陆地森林不可替代的作用。

生态系统健康一词最先由加拿大学者 Schaefer^[4]于 20 世纪 80 年代后期提出,即生态系统健康为生态系统缺乏疾病(未受损害),但未明确其定义。Rapport 等^[5-6]首次论述生态系统健康的内涵。此后许多学者开始关注生态系统健康,同时探索其评价方法和指标^[7-9]。经济合作与发展组织(OECD)于 90 年代后期提出 PSR 模型,从社会经济和生态环境有机统一的观点出发,准确地反映生态系统健康的自然、经济和社会因素之间的关系,为生态系统健康评价提供逻辑基础,被广泛承认和应用^[10-11]。

受围填海工程、围塘养殖和工业污染等不合理开发利用活动的影响,我国红树林面积锐减,生态系统不断退化。红树林生态系统健康是整个红树林生态系统可持续发展的根本保证,是红树林保护工作的关键,科学的红树林生态系统健康评价是重要保障。

1 红树林生态系统健康评价指标体系

红树林生态系统由红树植物、其他陆地植被、鸟类、两栖爬行动物、底栖动物和浮游生物等生物要素及其赖以生存的土壤、大气和海水等环境要素共同组成,在海岸带生态系统中发挥重要作用。参考已有研究成果,本研究建立红树林生态系统健康

评价指标体系(表 1)。

表 1 红树林生态系统健康评价指标体系

一级指标	二级指标 (权重)	三级指标
环境	海水质量 (0.3)	pH 值(A ₁)
		盐度(A ₂)
		石油类含量(A ₃)
		无机氮含量(A ₄)
		活性磷酸盐含量(A ₅)
生物栖息地 质量(0.2)		滩涂养殖面积占比(B ₁)
		5年内红树林减少面积占比(B ₂)
生态	生物质量 (0.5)	鸟类多样性(C ₁)
		浮游植物种数(C ₂)
		浮游动物种数(C ₃)
		浮游动物生物量(C ₄)
		浮游动物多样性指数(C ₅)
		潮间带生物种数(C ₆)
		潮间带生物密度(C ₇)
		潮间带生物量(C ₈)

其中,红树林土壤通常是初生土壤,海水 pH 值过高或过低都不利于红树林生长;高盐度明显阻碍红树林的光合作用、蛋白质合成和能量代谢等主要生理过程,同时明显降低其根、茎和叶的干(鲜)质量;石油类对不同种类红树林的影响差异较大,但总体来说水体污染不利于红树林生长;红树林对无机氮和活性磷酸盐等营养盐具有吸收功能,但吸收是有限度的,泰国某河流上游过多排放富营养化废水导致沿岸红树林密度减小;滩涂养殖侵占红树林生长区域,限制红树林的自然延展,滩涂养殖面积越大,越不利于红树林生长;红树林面积减少导致其易受外界因素干扰,不利于其生态系统健康;生物质量越高,红树林生态系统越健康。

2 评价方法

2.1 海水质量

海水质量以水环境健康指数衡量,计算公式为:

$$W_{\text{indx}} = \frac{\sum_1^m W_q}{m}$$

式中: W_q 为评价指标 q 的赋值; m 为评价指标总数。

评价指标赋值的计算公式为:

$$W_q = \frac{\sum_1^n W_i}{n}$$

式中: W_i 为评价指标 q 在监测站位 i 的赋值; n 为监测站位总数。

2.2 生物栖息地质量

生物栖息地质量以生物栖息地健康指数衡量。

其中,滩涂养殖面积占比为滩涂养殖面积与红树林面积之比;5年内红树林减少面积占比为第五年比第一年减少的面积与第一年面积之比。生物栖息地健康指数的计算公式为:

$$E_{\text{indx}} = \frac{\sum_1^n E_i}{n}$$

式中: E_i 为评价指标 q 在监测样方 i 的监测值。

2.3 生物质量

生物质量以生物健康指数衡量,计算公式为:

$$B_{\text{indx}} = \frac{\sum_1^n B_i}{n}$$

式中: B_i 为评价指标 q 在监测样方 i 的监测值。

2.4 综合评价

根据海水质量、生物栖息地质量和生物质量,红树林生态系统健康综合评价值的计算方法为:

$$H = a_1 W_{\text{indx}} + a_2 E_{\text{indx}} + a_3 B_{\text{indx}}$$

式中: a_1 、 a_2 和 a_3 分别为二级指标权重。

3 评价指标量化分级和赋值

深圳市福田区国家级红树林自然保护区位于深圳湾北岸,总面积 3.68 km²,是我国面积最小的国家级自然保护区,也是我国唯一位于城市腹地的红树林保护区和国家级自然保护区。该保护区是重要的鸟类栖息地,共有鸟类约 200 种,其中 23 种为国家重点保护鸟类。

根据红树林生态系统健康评价指标体系,收集各评价指标数据。其中,海水质量采用 2017 年 3 月、5 月、8 月和 10 月的监测数据;滩涂养殖面积采用 2015 年遥感影像解译数据,红树林减少面积采用保护区提供的数据;鸟类多样性采用 2015 年 1—10 月深圳湾 7 个监测点及其周边湿地的鸟类和重点关注鸟类的日常监测数据,其他指标采用 2016 年的监测数据。

根据相关生态环境质量标准和监测结果,对红树林生态系统健康评价指标进行量化分级(表 2)。

表 2 红树林生态系统健康评价指标的量化分级

指标	适用性	量化分级		
		I	II	III
A_1	—	$7.5 < A_1 \leq 8.5$	$7.0 < A_1 \leq 7.5$ 或 $8.5 < A_1 \leq 9.0$	$A_1 \leq 7.0$ 或 $A_1 > 9.0$
A_2	—	$A_2 \leq 3$	$3 < A_2 \leq 5$	$A_2 > 5$
$A_3 / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	—	$A_3 \leq 0.5$	$0.5 < A_3 \leq 3.0$	$A_3 > 3.0$
$A_4 / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	—	$A_4 \leq 0.5$	$0.5 < A_4 \leq 1.0$	$A_4 > 1.5$
$A_5 / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	—	$A_5 \leq 0.045$	$0.045 < A_5 \leq 0.090$	$A_5 > 0.090$
$B_1 / \%$	—	$B_1 \leq 10$	$10 < B_1 \leq 20$	$B_1 > 20$
$B_2 / \%$	—	$B_2 \leq 5$	$5 < B_2 \leq 10$	$B_2 > 10$
$C_1 / \text{种}$	—	$C_1 \geq 90$	$50 \leq C_1 < 90$	$C_1 < 50$
$C_2 / \text{种}$	$S < 200 \text{ km}^2$	$C_2 \geq 105$	$54 \leq C_2 < 105$	$C_2 < 54$
	$S \geq 200 \text{ km}^2$	$C_2 \geq 180$	$91 \leq C_2 < 149$	$C_2 < 91$

续表

指标	适用性	量化分级		
		I	II	III
C_3	$S < 200 \text{ km}^2$ (种)	$C_3 \geq 192$	$42 \leq C_3 < 68$	$C_3 < 42$
	$S \geq 200 \text{ km}^2$ (种)	$C_3 \geq 192$	$74 \leq C_3 < 110$	$C_3 < 74$
	夏季(ind/m ³)	$C_3 \geq 3\ 729$	$233 \leq C_3 < 710$	$C_3 < 233$
	秋季(ind/m ³)	$C_3 \geq 1\ 380$	$100 \leq C_3 < 241$	$C_3 < 100$
	冬季(ind/m ³)	$C_3 \geq 1\ 645$	$31 \leq C_3 < 151$	$C_3 < 31$
C_4 /(mg·m ⁻³)	春季	$C_4 \geq 3\ 607$	$148 \leq C_4 < 552$	$C_4 < 148$
	夏季	$C_4 \geq 1\ 783$	$181 \leq C_4 < 487$	$C_4 < 181$
	秋季	$C_4 \geq 1\ 900$	$96 \leq C_4 < 230$	$C_4 < 96$
	冬季	$C_4 \geq 1\ 980$	$69 \leq C_4 < 211$	$C_4 < 69$
C_5	—	$C_5 \geq 4.0$	$2.4 \leq C_5 < 4.0$	$C_5 < 2.4$
C_6 /种	$S < 200 \text{ km}^2$	$C_6 \geq 243$	$66 \leq C_6 < 152$	$C_6 < 66$
	$S \geq 200 \text{ km}^2$	$C_6 \geq 492$	$104 \leq C_6 < 277$	$C_6 < 104$
C_7 /(ind·m ⁻²)	春季	$C_7 \geq 92\ 400$	$200 \leq C_7 < 2\ 800$	$C_7 < 200$
	夏季	$C_7 \geq 11\ 000$	$100 \leq C_7 < 400$	$C_7 < 100$
	秋季	$C_7 \geq 65\ 400$	$400 \leq C_7 < 3\ 000$	$C_7 < 400$
	冬季	$C_7 \geq 9\ 800$	$70 \leq C_7 < 500$	$C_7 < 70$
C_8 /(g·m ⁻²)	春季	$C_8 \geq 4\ 249$	$128 \leq C_8 < 813$	$C_8 < 128$
	夏季	$C_8 \geq 2\ 638$	$54 \leq C_8 < 259$	$C_8 < 54$
	秋季	$C_8 \geq 8\ 503$	$193 \leq C_8 < 1\ 174$	$C_8 < 193$
	冬季	$C_8 \geq 1\ 573$	$33 \leq C_8 < 254$	$C_8 < 33$

注:S表示监测海域的面积。

根据评价指标的量化分级结果,对 I 级、II 级和 III 级分别赋值为 15、10 和 5。

4 评价结果

根据红树林生态系统健康评价指标体系、评价方法以及评价指标量化分级和赋值,分别对深圳市福田区国家级红树林自然保护区春季、夏季、秋季和冬季的红树林生态系统健康进行评价,综合评价价值分别为 8.95、9.33、10.45 和 9.70。

红树林生态系统健康评价标准如表 3 所示。

表 3 红树林生态系统健康评价标准

综合评价值	等级
$0 < H \leq 5$	不健康
$5 < H \leq 10$	亚健康
$10 < H \leq 15$	健康

由表 3 可以看出,该保护区的红树林生态系统健康随季节变化不明显,其中春季、夏季和冬季为亚健康,秋季为健康。

从海水质量看,各季节的 pH 值差异不大,且均在适宜红树林生长的范围内;由于保护区内红树林的优势种为秋茄、白骨壤、海桑、无瓣海桑和桐花树,盐度较低的秋季更适宜红树林生长;石油类和营养盐的含量均为相同海水水质标准,对红树林生长的影响较小。从生物栖息地质量看,滩涂养殖面积和红树林减少面积的占比与季节无关。从生物质量看,秋季的浮游动物多样性指数较高以及潮间带生物种数最多,其他指标无明显的季节差异。

5 结语

本研究根据红树林生态系统健康的影响因素,构建相应评价指标体系和指标量化模型,对深圳市

福田国家级红树林自然保护区进行评价。该保护区的红树林生态系统健康随季节变化不明显,其中秋季较好,主要原因是海水盐度较低。目前红树林生态系统健康的评价标准尚有不稳定性,未来的研究将重点建立评价指标与红树林生态系统健康之间的定量化表征关系。

参考文献

- [1] 林鹏.中国红树林生态系[M].北京:科学出版社,1997.
- [2] 王文卿,王瑁.中国红树林[M].北京:科学出版社,2007.
- [3] CANNICCI S,BURROWS D,FRATINI S,et al.Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests:a review[J].Aquatic Botany,2008,89(2):186-200.
- [4] SCHAEFFER D J,HENRICKS E E,KERSTER H W.Ecosystem health: measuring ecosystem health [J]. Environmental Management,1988,12:445-455.
- [5] RAPPORT D J.Evolution of indicators of ecosystem health[J]. Ecological Indicators,1992,1:121-134.
- [6] RAPPORT D J,COSTANZA R,MCMICHAEL A J.Assessing ecosystem health[J].Trends in Ecology and Evolution,1998,13(1):397-402.
- [7] SMOL J P.Paleolimnology:an important tool for effective ecosystem management[J].Journal of Aquatic Ecosystem Health,1992,1(1):42-59.
- [8] COSTANZA R.Toward an operational definition of health[A]. Ecosystem Health-New Goals for Environmental Management [C].Washington D C:Island Press,1992:239-256.
- [9] HASKELL B,NORTON B,COSTANZA R.What is ecosystem health and why should we worry about it[A].Ecosystem Health-New Goals for Environmental Management[C].Washington D C:Island Press,1992:3-20.
- [10] OECD.Core set of indicators for environmental performance reviews:a synthesis report by the group on the state of the environment[R].Paris:OECD,1993.
- [11] WALZ R.Development of environmental indicator systems: experiences from Germany[J].Environmental Management,2000,25:613-623.

(上接第20页内容)

3.4 建立信息共享平台

通过建立信息共享平台,向联合海洋研究中心共建双方的科研人员和机构主动公开和动态更新相关信息,推动国际海洋合作的高效和良性循环。一方面,相关管理部门应全面掌握和有效整合信息,建立包括政策动向、合作需求、项目进展和研究成果等信息的数据库,并通过网络、会议或简报等形式发布和共享;另一方面,相关科研人员和机构应无私分享研究成果,不断充实相关信息。

在完善政策、资金、人才和管理等机制的基础上,积极推进具有代表性和较成熟的联合海洋研究中心的建设和运行,并以其为示范逐步推广,为国际海洋合作搭建坚固桥梁,从而切实服务“一带一

路”建设。

参考文献

- [1] 刘思亮,夏泉.联合实验室:构建高水平科研平台[J].实验室研究与探索,2015(10):242-244.
- [2] 肖利,汪翹翔.主要发达国家国际科技合作的资助政策及其启示[J].科学与科学技术管理,2006(12):23-29.
- [3] 卢秀容,陈伟.中国国际海洋科技合作的重点领域及平台建设[J].海洋开发与管理,2014,31(3):8-12.
- [4] 徐丽萍,曹阳,夏文莉.高校国际科技合作的顶层设计研究:来自浙江大学的实践[J].中国高校科技,2017(A2):91-93.
- [5] 黄孚.高校国际科技合作管理举措和交流现状及启示[J].科技管理研究,2015(23):102-118.
- [6] 岳鹏.中国开展海洋公共外交的和平路径[J].公共外交季刊,2016(2):19-24,129.