

海岸带生态安全压力分析——厦门案例分析

吝涛, 薛雄志¹, 卢昌义^{1,2}

(1. 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005, 2. 近海海洋环境科学国家重点实验室, 福建 厦门 361005;)

摘要: 以厦门海域为研究对象, 调查总结出厦门海域生态所面临的 7 项自然生态安全压力和 10 项人为生态安全压力。在对所有生态安全压力的危害强度、范围和频次进行对比赋值的基础上, 使用模型: 生态安全压力值(S) = 危害强度(I) × 危害范围(E) × 危害频次(F), 和海域承受压力状态(SS) = 承受生态安全压力值(S_i) × 承受比重(w_i), 对各项生态安全压力的大小及厦门 6 个主要海域承受的生态安全压力大小进行评价。研究结果发现: 厦门海岸带总体面临较为严重的生态压力, 其中西海域和同安湾最为严重; 生态安全压力主要来自海岸带工程建设和围垦造地, 九龙江河口输入, 台风、风暴潮。

关键词: 海岸带; 生态系统; 安全压力;

中图分类号: X321 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2006)03-0071-04

Safety stress analysis on coastal ecosystem: A study case in Xiamen

LIN Tao¹, XUE Xiong-zhi^{1,2}, Lu Chang-yi^{1,2}

(1. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen 361005, China)

Abstract: Focusing on the coastal ecosystem of Xiamen, 7 natural eco-safety stressors (ESSs) and the 10 men-made ESSs effecting Xiamen coastal system and evaluate, all of the 16 ESSs from the intensity, extension, frequency were collected and studied. The magnitude of all of the ESPs and the situation of Xiamen's four main sea areas were computed under the ESPs with a quantitatively analysis model: stress (S) = Intensity (I) × Extension (E) × Frequency (F) and the model: the stress state (SS) = the Pressure threatening the sea area (S_i), enduring proportion (w_i), respectively. Based on the results above, it was found: ESS in Xiamen coast were relatively severe especially in Westem Sea and Tong'an Bay. The eco-safety stress of Xiamen coast are mainly from the coastal construction and reclamation, Jiulong River, the typhoon and storm tide.

Key words: coast; ecosystem; safety stress

生态系统是人类社会赖以生存的基础, 人们从生态系统当中获取必要的物质资料, 并且享受由生态系统提供的各种服务^[1]。当生态系统受到胁迫时, 会在能量、物质循环、群落结构和一般系统水平上产生变化^[2], 由此对生态系统自身的正常状态和人类的生存环境产生不利影响。近年来, 受全球变暖, 海平面上升, 生物多样性减少, 生态环境质量下降等全球变化问题的影响, 全球生态系统产生变化^[3]。尽管人们对这些变化的认识还处在初级阶段, 但是生态安全作为一个新兴的研究领域已经受到越来越多人的关心和重视。

生态安全的定义有广义和狭义两种, 前者指人类和自然组成复合生态系统的安全, 后者指自然生态系统的

安全, 即自然生态系统的结构、功能保持健康、正常和完整^[4]。生态安全压力是指导致生态系统产生不正常变化的作用力, 是造成生态安全问题的直接原因, 包括自然灾害和人为破坏活动两大类。本文将造成生态安全问题的自然灾害和人为生态环境破坏活动视为自然生态安全压力和人为生态安全压力, 以厦门海岸带为研究对象, 通过定量分析方法对厦门海岸带所受的生态安全压力进行分析, 并进一步对厦门生态安全状况做出评价。

1 研究对象及内容

1.1 研究对象

厦门市海域的区域范围为厦门市所管辖海域, 北起

* 收稿日期: 2005-04-08, 修订日期: 2005-06-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(40371049); 福建省自然科学基金项目(D031002)

作者简介: 吝涛(1978-), 男, 河北邯郸人, 博士研究生, 主要从事海岸带综合管理及环境生态学研究, 通讯联系人: 薛雄志, E-mail: xzxue@jingxian.xmu.edu.cn.

大嶝海域、与泉州市的南安市交界,南至九龙江河口湾、与漳州市的龙海市为界,东与台湾金门县相邻。根据以海定陆的原则,按照厦门海域划分对厦门海岸带进行划分,主要由西海域、同安湾、九龙江河口区、东部海域、南部海域和大嶝岛海域6部分组成;包括海域相连的海岸带地区、海域内的岛屿、海岸带湿地和部分临海围垦区。

1.2 研究内容

首先,从厦门市相关涉海部门收集历史和现有资料,包括厦门海岸带自然灾害和对厦门海域产生重要影响的人类活动,整理归纳出厦门海岸带面临的主要的生态安全压力,并作出简要描述。然后,从危害强度(Intensity)、危害范围(Extensivity)和危害频次(Frequency)三方面对各项生态安全压力进行分析评估,赋予评价价值,使用数学模型:生态安全压力值(P) = 危害强度(I)·危害范围(E)

·危害频次(F),对各项生态安全压力值(大小)进行计算;找出厦门海岸带面临的主要生态安全压力。使用模型:海域承受压力状态(S) = 所受生态安全压力值总和(P_i),对厦门6个主要海域承受的生态安全压力大小进行计算对其承受生态安全压力的状态进行评价。

2 结果与讨论

2.1 生态安全压力量化赋值

生态安全压力的内涵包含发生强度、发生范围和频次三方面。强度指压力产生时对生态系统的破坏强烈程度,范围指产生破坏力的范围,频次指产生的频率或几率。根据对资料研究分析,筛选出厦门海岸带生态安全的17项压力,包括自然灾害7项人为活动10项,见表1。

根据表1的相应描述,按照心理学中人脑对客观事

表1 各项海岸带生态安全压力内涵分析清单
Tab. 1 List table of eco-safety stressors of Xiamen coast

海岸带生态安全压力	危害强度	危害范围	危害频次
1 地震	对陆地生态系统和人类社会的物理环境产生巨大破坏	整个海岸带区域	100 a 内有可能发生6级左右的中强地震 ^[5,6]
2 台风、风暴潮	对海岸带高等植物群落和人类社会产生很大破坏	沿岸及附近区域	年平均可达5.4次,集中在7~9月 ^[6]
3 洪水	造成水土流失和生态破坏,危害人类和生物栖息地	主要陆地水域附近	增水发生年平均5次左右,平均每五年一次特大洪水 ^[5,6]
4 旱灾	干旱,水供应不足,生活和工业用水短缺	整个厦门陆域	本地区夏旱最为突出,大、特大旱灾每1~2 a 一次 ^[6,7]
5 海岸侵蚀	年蚀退率达1~2 m,改变近岸生态系统类型和景观	约有一半以上海岸	持续 ^[6,7]
6 海雾	主要对航运和渔业产生较强影响	海岛及半岛地区	海岛及半岛地区每年一般在30 d以上,港湾内只有10 d ^[6]
7 海平面上升	陆地淹没,海水入侵,地下水污染以及陆地地下陷等	整个海岸带	全球平均海平面至2050年将上涨约20 cm ^[8]
8 九龙江河口输入	大量上游污染物随河流带入厦门海域	几乎整个厦门海域	持续 ^[9]
9 点源污染	城市工业和生活污水排污口	排污口分布区	高频率 ^[9]
10 非点源污染	污水和垃圾在海域、陆地和海岸不经处理排放	整个厦门海域	比较持续 ^[9]
11 赤潮	对海岸带生态环境产生严重破坏,对海水养殖、渔业、旅游以及人体健康产生损害	西海域、同安湾、员当湖	20世纪90年代约一两年1次,到2001年和2002年的一年4次 ^[9-11]
12 海岸工程建设和围垦造地	破坏红树林,海岸地形改变,加剧港域淤积,海域生物群落改变	大部分厦门海岸带	1955年以来厦门共进行了47处工程围垦,围垦面积达90.13 km ² ^[9]
13 石油污染泄漏事故	损害野生生物生存,污染海洋环境,对海洋生态系统产生巨大破坏	主要航道和港区	1995~1996年厦门港外曾发生4起较大溢油事故。近年来厦门海域没有较大的石油污染事故发生

续表 1

海岸带生态安全压力	危害强度	危害范围	危害频次
14 渔业资源过度捕捞	渔业群落结构及其生物量和丰度发生较大变化, 有价值的渔业种类和资源锐减	整个厦门海域	逐渐减少、退化 ^[5]
15 海水增殖过度	导致原有海岸生态系统退化, 海域水质和底质恶化, 生物产量下降	海水养殖区	逐渐累积, 危害持续产生 ^[5,6]
16 海洋生物疾病	危害海洋生物健康, 一旦爆发将破坏原有生物结构组成	海水养殖区和纳污海域	潜伏存在, 偶尔突然爆发
17 生物入侵	侵占原有生态系统生物栖息地, 改变原有生态结构	部分地区	潜伏存在, 累积爆发 ^[12]

物差别的区分经验^[13], 参考层次分析法中的比较等级划分^[14], 通过自然数 1~10 赋予强度、范围和频次的评价值(表 2)。

表 2 各项海岸带生态安全压力赋值、模型计算和排序结果

Tab. 2 Results of gradating to 17 eco-safety stressors

厦门海岸带生态安全压力	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>S</i>	排序
1 地震	10	10	1	100	10
2 台风、风暴潮	6	10	4	240	2
3 洪水	7	5	2	70	15
4 旱灾	3	10	3	90	13
5 海岸侵蚀	2	7	10	140	8
6 海雾	1	10	3	30	17
7 海平面上升	2	10	10	200	4
8 九龙江河口输入	4	6	10	240	2
9 点源污染	3	8	7	168	6
10 非点源污染	2	4	9	72	13
11 赤潮	7	5	5	175	5
12 海岸工程建设和围垦造地	6	8	7	336	1
13 石油污染泄漏事故	9	6	3	162	7
14 渔业资源过度捕捞	6	3	7	126	9
15 海水增殖过度	3	5	4	60	16
16 海洋生物疾病	4	6	4	96	11
17 生物入侵	4	4	7	112	9
平均	4.6	6.9	5.6	142.2	

2.2 厦门海岸带生态安全压力分析

根据生态安全压力内涵赋值表, 建立生态安全压力数学模型:

$$S = I \cdot E \cdot F$$

其中: *S* 代表生态安全压力值; *I* 代表危害强度; *E* 代表危害范围; *F* 代表危害频次。利用对各项生态安全压力的危害强度、危害范围、危害频次获得的评价值代入数学模型, 计算各项生态安全压力值大小, 计算结果见表 2。

经过定量分析对生态安全压力值进行运算, 按照生态安全压力值的大小排序, 我们可以找到影响厦门海岸带生态安全的主要压力: 排在第一位的是海岸工程建设和围垦造地; 并列 2、3 位的是九龙江河口输入和台风、风暴潮, 三者对厦门海岸带生态系统的安全压力值超过总

数的 1/3; 列 4、5、6、7 位的是海平面上升、赤潮、点源污染和石油泄漏事故; 海岸侵蚀和渔业资源的过度捕捞分别排在 8、9 位。其余 8 项生态安全压力在生态安全压力值总和所占的比例均小于 5% (其中排在最末位的为海雾, 排第 10 位的为地震)。

2.3 厦门生态安全压力状况分析

使用分海域承受压力状态模型:

$$SS = \sum S_i \cdot w_i$$

其中: *SS* 代表海域承受压力状态, *S_i* 代表该区域承受某项生态安全压力的值; *w_i* 代表承受某项生态安全压力的权重。根据各个海岸带区域所承受生态安全压力在空间上的分布和发生频次确定。对厦门 6 个主要海域承受的生态安全压力大小进行计算, 计算结果见表 3。

根据厦门各主要海域承受生态安全压力的权重, 使

表 3 厦门主要海域承受的生态安全压力值

Tab. 3 Results of *SS* analysis of six sea areas in Xiamen coast

厦门海岸带生态安全压力	西海域	同安湾	东部海域	南部海域	河口区	大嶝海域
1 地震	17	17	17	17	17	17
2 台风、风暴潮	40	40	40	40	40	40
3 洪水	12	12	0	12	35	0
4 旱灾	15	15	15	15	15	15
5 海岸侵蚀	31	47	31	16	16	0
6 海雾	4	4	9	4	4	4
7 海平面上升	33	33	33	33	33	33
8 九龙江河口输入	34	0	34	69	103	0
9 点源污染	126	7	34	0	0	0
10 非点源污染	0	29	29	0	0	14
11 赤潮	143	32	0	0	0	0
12 海岸工程建设和围垦造地	213	113	10	0	0	0
13 石油污染泄漏事故	61	20	20	41	20	0
14 渔业资源过度捕捞	0	126	0	0	0	0
15 海水增殖过度	0	45	0	0	0	0
16 海洋生物疾病	36	36	12	0	0	12
17 生物入侵	84	0	0	0	0	28
压力总值	849	576	284	246	283	179
平均值	168	127	128	150	142	108

注: 0 表示该海域不受所指生态安全压力的影响或影响可以忽略; 压力平均值=压力总值/承受压力的项数。

用分海域承受压力状态模型计算,按照承受压力总值分析厦门6个主要海域的生态安全状况。其中以厦门西海域生态安全状况最为严重,其次为同安湾海域;两者分别占有生态安全压力值总和的35%和24%,是厦门海域承受生态安全压力的主要区域。承受生态安全压力最小的是大嶝海域。其余东海域、南部海域和河口区承受的生态安全压力与西海域和同安湾相比处在较安全的状态。

2.4 厦门生态安全压力分等级分析

根据生态安全压力模型计算出的17项生态安全压力值,可以找出厦门海岸带面临的主要生态安全压力。我们进一步通过模型输出的最大值(1 000)和最小值(0),对各项生态安全压力进行了分级比较。我们按照生态安全压力三方面内涵的值域,将生态安全压力值的大小分为5级:

I等(生态安全压力值0~50),表示生态安全压力微小;II等(生态安全压力值51~125),表示有生态安全压力不严重;III等(生态安全压力值126~250),表示生态安全压力较严重;IV等(生态安全压力值251~500),表示生态安全压力很严重;V等(生态安全压力值500~1 000),表示生态安全压力非常严重。

由此我们可以获知厦门海岸带生态安全压力所属的等级:其中1项属于IV等,8项属于III等,7项属于II等,1项属于I等。厦门承受17项生态安全压力的平均压力值为142,处在第III等。总体看,厦门面临较为严重的生态安全压力。

以各海域承受生态安全压力总值除以承受的生态安全压力 w_i 系数和,获得各分海域的生态安全压力平均值,作为该海域的生态安全状况等级:西海域、同安湾、东部海域、南部海域和河口区均属于III等级,其中西海域压力值最高,为168,同安湾和东部海域压力值最低分别为127和128。整个厦门海岸带只有大嶝海域属于II等,生态安全状况较好。

3 结论

通过对厦门海岸带生态系统面临的人为和自然生态安全压力的量化赋值,经过模型计算分析,我们发现:

(1)厦门海岸带生态安全压力主要来自3个方面:海

岸工程建设和围垦造地、九龙江河口输入和台风、风暴潮,三者对厦门海岸带生态系统的安全压力值超过总数的1/3。

(2)在厦门的六个分海域中,5个海域属于较为严重等级,其中,西海域和同安湾的生态安全压力状况最为严重;只有大嶝海域处于生态安全不严重状态。

(3)从安全压力等级分析来看,所有17项厦门生态安全压力中,多数属于II、III等,厦门生态安全压力的平均压力值为142,总体看,厦门面临较为严重的生态安全压力。

参考文献:

- [1] COSTANZA R, NORTON B G, HASKELL B D. Ecosystem health: New goals for environmental management[M]. California: Island Press, 1992.
- [2] ODUM E P. Trends expected in stressed ecosystems[J]. Bio Science, 1985, 35(7): 419-422.
- [3] WALTHER G R, POST E, CONVEY P, *et al.* Ecological responses to recent climate change[J]. Nature [J]. 2002, 416: 389-395.
- [4] 薛雄志, 吝涛, 曹晓海. 海岸带生态安全指标体系研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2004, 43(增): 179-183.
- [5] 东亚海域海洋污染预防与管理厦门示范区执行委员会办公室. 厦门海岸带综合管理下册[M]. 北京: 海洋出版社, 1998.
- [6] 厦门市海岛资源综合调查开发试验领导小组办公室, 厦门市海洋管理处. 厦门市海岛资源综合调查研究报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1996.
- [7] 福建省海岛资源综合调查委员会. 福建省海岛资源综合调查研究报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1996.
- [8] 朱晓东, 李扬帆, 桂峰. 我国海岸带灾害成因分析及减灾对策[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 26-29.
- [9] 厦门市环境质量报告书(1996-2000年度)[Z]. 厦门: 厦门市环境保护局, 2001.
- [10] 厦门市海洋与渔业局. 2001年厦门市海洋环境质量公报[Z]. 厦门: 厦门市海洋与渔业局, 2002.
- [11] 厦门市海洋与渔业局. 2002年厦门市海洋环境质量公报[Z]. 厦门: 厦门市海洋与渔业局, 2003.
- [12] 厦门市海洋与渔业局. 2003年厦门市海洋环境质量公报[Z]. 厦门: 厦门市海洋与渔业局, 2004.
- [13] 谭跃进. 定量分析方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002.
- [14] T. L. 萨蒂(徐树柏译). 层次分析法——在资源分配、管理和冲突分析中的应用[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1998.