

大长山生态化开发示范区海洋生态服务价值评估

任浩杰¹, 田涛¹, 付晚涛¹, 杨军¹, 刘永虎¹, 吴忠鑫¹, 史航²

(1. 大连海洋大学 辽宁省海洋牧场工程技术研究中心, 辽宁 大连 116023;

2. 辽宁省渔港与水产种苗中心, 辽宁 大连 116015)

摘要: 评估大长山生态化开发示范区海洋生态服务价值, 为生态化开发建设效果评估提供参考依据。示范区 2012 年投放塔型钢筋混凝土人工鱼礁改造海底环境, 2013 年初步进行了建设, 养殖品种为刺参、皱纹盘鲍等海珍品。参照《海洋生态资本评估技术导则》, 对开发示范区 2012-2014 年供给服务、调节服务、文化服务 3 组, 养殖生产、捕捞生产、氧气生产、气候调节、废弃物处理、休闲娱乐、科研服务等 7 大类生态服务价值进行评估。示范区建设前的 2012 年生态服务价值 4 178.65 万元, 示范区建设后 2014 年生态服务价值 5 373.87 万元, 增加 28.60%。2014 年生态服务价值中, 养殖生产价值 5 068.80 万元, 较 2012 年增长 1 096.30 万元、增幅 27.60%, 刺参生物量较 2012 年增加 83.3 t、增幅 43.09%。文化服务中, 2012、2013 年示范区建设单位并未对海域进行旅游开发, 当年旅游收入均为 0; 在示范区建设酒店后, 2014 年接待游客近千人次, 直接旅游收入达到 60.30 万元。下一步应进一步完善评估模型, 特别是需要获取准确统计数据, 以便准确评估示范区的生态价值。

关键词: 生态化开发; 生态服务; 价值评估; 大长山

中图分类号: X821, F205 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2019)02-0041-06

近年来, 生态系统服务研究受到世界各国关注, 逐渐成为生态学和生态经济学研究的热点和前沿。Daily(1997)探讨了生态服务概念、内涵、价值评估方法和实例研究。Costanza 等(1997)计算出 1997 年全球生态系统服务价值平均值为 33 万亿美元/年, 相当于全球 GNP 的 1.8 倍。对于陆地生态系统生态服务价值的研究较多(Daily et al, 2000; Lara-Pulido et al, 2018; Tammi et al, 2017; 刘桂林等, 2014; 刘海等, 2017; 赵欣胜等, 2016; 刘旭等, 2011), 但由于海洋的特殊性及其复杂性, 对其生态系统生态服务价值的评估相对较少。海洋生态服务功能是指由生态系统提供、生态过程中形成, 人类赖以生存的自然环境条件及其效用(陈尚等, 2006)。在 2001 年, 联合国启动了千年生态系统评估计划(MA), 计划提出了生态系统的服务评估框架, 指出生态系统服务包括供给、调节、文化、支持等 4 类服务, 并于 2005 年完成了全球典型生态区的评估。陈尚等(2013)在 MA 评估框架的基础上,

提出了海洋生态系统服务分类指标体系, 将海洋生态系统服务划分为 4 组 14 项服务。

目前, 国内学者已经对近海、海湾、浅海养殖区等区域生态系统服务功能进行了广泛深入的研究, 并且取得了一定成果: 夏涛等(2014)评估了江苏近海生态系统服务价值, 指出其生态系统服务利用属于以供给服务和文化服务共同主导的综合开发利用型; 李晓(2011)在研究罗源湾生态系统服务价值中提到围海用海对海域生态损害系数为 0.91, 一般养殖用海生态损害系数仅为 0.01; 王兆礼等(2014)在研究了深澳湾养殖生态系统服务功能价值后, 提出龙须菜养殖对于维持和提升养殖生态系统的服务价值有重要的意义。

在海域服务价值评估的研究中, 近岸藻礁区服务价值还少有提及, 而近岸藻礁区是海洋牧场建设的重要组成部分, 具有较高的生态服务价值。大长山生态化开发示范区建设始于 2012 年, 本文参照《海洋生态资本评估技术导则》(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2011), 通过对大长山生态化开发示范区 2012-2014 年的调查分析, 初步评估示范区的海洋生态服务价值, 客观评价该海域在建设前后的生态服务价值, 量化开发效果, 为生态化开发示范区建设效果评估提供参考依据。

收稿日期: 2016-12-29 **修回日期:** 2019-02-02

基金项目: 国家海洋公益项目(201205023); 辽宁省科技攻关计划(2015103021)。

作者简介: 任浩杰, 男, 硕士研究生, 主要从事海洋生态资源评估研究。E-mail: 1037165475@qq.com

通信作者: 田涛。E-mail: ttbeyond@126.com

1 材料与方法

1.1 示范区概况

大长山生态化开发海域位于辽宁省大连市长海县大长山岛东北部沿岸海域(图1),地理位置:北纬 $38^{\circ}17'13.12'' \sim 38^{\circ}18'11.30''$ 、东经 $122^{\circ}37'34.04'' \sim 122^{\circ}39'44.06''$,面积 333.33 hm^2 ,2013年初步进行了示范区建设,投石造礁共计 3.4 万 m^3 ,年底播刺参(*Apostichopus japonicas*)幼苗200万头,少量浮筏养殖皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai*)。

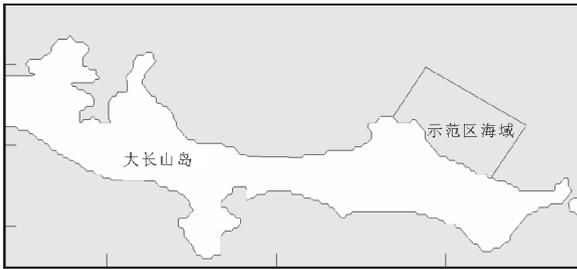


图1 大长山示范区海域示意

Fig.1 Location of the Dachangshan demonstration area

1.2 示范区生态服务价值构成

根据《海洋生态资本技术评估导则》,结合大长山示范区自身特点及海域情况,本文选定评估生态服务价值构成为供给服务、调节服务、文化服务3组7大类。其中,供给服务价值主要包括养殖生产、捕捞生产、氧气生产3个部分;调节服务包括气候调节、废弃物处理2部分;文化服务包括休闲娱乐、科研服务2部分。

1.3 数据来源

本评估研究中,养殖生产、氧气生产、气候调节数据来源于辽宁省海洋牧场工程技术研究中心历年对该示范区海域调查的调查数据;捕捞生产及休闲娱乐数据由示范区建设单位提供;废弃物处理、科研服务数据由查阅相关文献得到。

1.4 评估方法

1.4.1 供给服务 养殖生产价值和捕捞生产价值采用市场价格法进行估值计算,并用近年当地水产品消费指数进行修正。计算公式:

$$V_{SM} = \sum(Q_{SMi} \times P_{Mi}) \times 10^{-1} \quad (1)$$

式中: V_{SM} 为养殖生产价值,万元/a; Q_{SMi} 为第*i*类养殖水产品产量($i=1,2,3$,分别代表刺参、皱纹盘鲍等),t/a; P_{Mi} 为第*i*类养殖水产品的近2年平均市场价值,元/kg。

氧气生产量采用海洋植物光合作用量进行评估,包括浮游植物和大型藻类的初级生产力产生氧

气量。计算公式:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (2)$$

式中: Q_1 为总的氧气生产量, Q_2 为浮游植物氧气生产量, Q_3 为大型藻类氧气生产量。根据实地调查海区初级生产力水平,通过反距离加权空间插值法得到示范区海域的初级生产空间分布数据,根据空间分布平均值、示范区面积和光合作用公式即可计算得到示范区年氧气产生量(陈尚等,2013)。

1.4.2 调节服务 包括的气候调节和废弃物处理2部分价值量采用替代市场价格法进行评估。

气候调节数据为计算二氧化碳的移除量。根据光合作用方程 $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$,计算海区藻类生产量;根据调查数据,估算藻礁区大型藻类生物量,称量藻类干重,从而得到初级生产力固碳量。二氧化碳的排放成本选用当年二氧化碳配额市场价值进行计算。废水处理成本根据大连市污水处理设施运行费用和處理量计算得到。建设单位近岸养殖废水排放量乘以单价得到废弃物处理价值。

1.4.3 文化服务 根据示范区建设管理单位的数据,得到历年休闲服务价值结果。参照国内目前近海生态资本评估研究现状确定每篇科技论文成本,查阅知网相关文献得到文章发表量,二者乘积即为科研服务价值。

2 结果和分析

2.1 供给服务价值

2.1.1 养殖、捕捞服务价值 示范区养殖及捕捞产量由生产企业提供,海产品单位价格来自辽宁大连水产品批发市场,水产品消费指数以2012年和2014年大连市物价局公布为准。示范区内养殖生产方式为大面积底播刺参,配以少量的皱纹盘鲍浮筏养殖;捕捞生产方式则以地笼网捕获底栖鱼类为主,休闲垂钓渔获物产量很少,且产量不稳定,因此忽略不计。服务价值见表1。

2.1.2 氧气生产价值 示范区所在海域属于近岸藻礁区,主要由海水中的浮游植物、大型藻类通过光合作用产生氧气,通过不同月份对海域的潜水调查,确定海域大型藻类生物量;参照褙褙岛周边海域初级生产力与环境因子关系相关研究(王月,2016),根据2012、2013和2014年示范区海域生态调查结果,当地海域初级生产力平均值分别为247、282和 $291 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,采用通用同化系数(3.7)(张朝晖等,2008)计算得到氧气生产值,见表2。

表 1 2012-2014 年大长山示范区海域养殖、捕捞服务价值

Tab.1 Monetary value of aquaculture and the fish harvest in the Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

时间	分类	刺参/	皱纹盘鲍/	底栖鱼类/	服务价值/ 万元
		t	t	t	
2012	养殖生产	193.3	2.16	-	3972.6
	捕捞生产	-	-	16.3	101.8
2013	养殖生产	210.7	2.10	-	4105.3
	捕捞生产	-	-	19.9	131.2
2014	养殖生产	276.6	2.07	-	5068.8
	捕捞生产	-	-	21.6	129.5

表 2 2012-2014 年示范区海域氧气生产量与价值量

Tab.2 Oxygen production and value in the Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

年份	氧气生产/	氧气单价/	示范区面积/	氧气生产
	$t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	$\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$	hm^2	价值/万元
2012	3.34	551.0	333.33	61.3
2013	3.81	545.8	333.33	69.3
2014	3.93	528.1	333.33	72.2

2.1.3 供给服务价值 将表 1 和表 2 中各年份数据相加,即得到各年份的供给服务价值,见图 2。

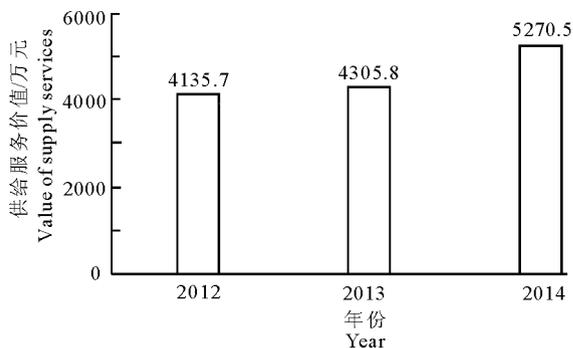


图 2 2012—2014 年示范区供给服务价值

Fig.2 Monetary value of supply services in Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

2.2 调节服务价值

2.2.1 气候调节服务价值 以二氧化碳固定服务价值作为气候调节服务价值。二氧化碳固定主要通过藻类的光合作用进行。示范区在近岸藻礁区建设后,海底大型藻类特别丰富,与其他同纬度海域相比,具有更高的生物固碳能力。国外发达国家有碳税率标准计算,而国内北京、上海、天津等几个主要城市在 2008 年以来相继成立了环境交易所,使得我国二氧化碳排放配额拥有了市场价格。本研究在计算二氧化碳固定价值时,二氧化碳单价按国内环境交易所二氧化碳配额价格。示范区海域气候调节服务价值见表 3。

2.2.2 废水处理价值 示范区属于近岸海域,而近岸水体普遍存在 N、P 营养盐含量偏高现象,且在示

范区岸边建有一定数量的苗种车间,养殖废水也会污染示范区海水。大型藻类的生长需要大量的 N、P 营养盐,这为水体净化起到积极作用。根据采样数据,示范区海域水质指标在 I、II 类,基本认定海域废水被完全处理。废水处理价值见表 4。

表 3 2012-2014 年示范区海域气候调节服务价值

Tab.3 Monetary value of climate regulation in Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

年份	二氧化碳 固定量/	二氧化 碳单价/	示范区 面积/	气候调 节服务 价值/万元
	$t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	$\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$	hm^2	
2012	3.67	41.43	333.33	5.1
2013	4.21	40.96	333.33	5.7
2014	4.32	39.71	333.33	5.7

表 4 2012-2014 年示范区海域废水处理价值

Tab.4 Monetary value of wastewater treatment in the Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

年份	养殖废水 排放量/t	污水处理设施运行 成本/元·t ⁻¹	废水处理 价值/万元
	2012	3200	6.73
2013	3400	6.42	2.2
2014	2800	5.92	1.7

2.2.3 调节服务价值 将表 3 和表 4 中各年份数据相加,即得到各年份的供给服务价值,见图 3。

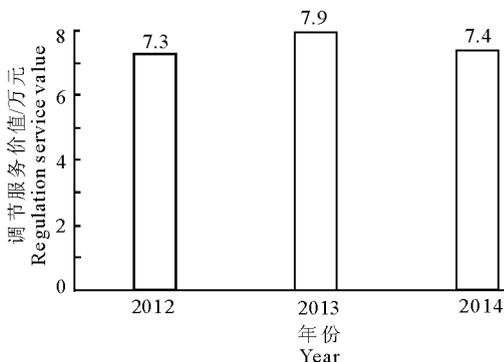


图 3 2012-2014 年示范区调节服务价值

Fig.3 Monetary value of regulation service in Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

2.3 文化服务价值

2.3.1 旅游服务价值 2012、2013 年,示范区建设单位并未对海域进行旅游开发,因此当年旅游收入为 0。在示范区建设酒店后,2014 年接待游客近千人次,直接旅游收入达到 60.3 万元。

2.3.2 科研服务价值 参照国内目前近海生态资本评估研究现状,根据国家海洋局科技投入数据计算每篇科技论文表现出的平均文化服务价值为 35.76 万元(夏涛等,2014),以大长山和长海县为关键词在知网搜索,可查询到以示范区所在区域为研究区的海洋科学研究类科技论文 2012-2014 年共

2篇,共计价值71.52万元。

2.4 生态服务价值

根据计算结果,示范区在拟建设前,2012年生态服务价值为4 178.65万元,其中养殖生产为3 972.60万元,占到当年生态服务价值的95.07%,处于服务价值的绝对主导地位,其他价值占比较小。在2014年示范区生态化开发后,海域生态服务价值达5 373.87万元,其中养殖生产价值5 068.80万元,较2012年增长1 096.3万元,增幅为27.6%;氧

气生产和气候调节方面,较之前增长11.56万元,同比增长17.4%;文化服务价值合计96.06万元,对比2012年取得突破。具体见表5。

整体来看,在大型藻场建设后,示范区海域生态服务价值呈逐年递增的趋势,大型藻类的生物量变得极为丰富,提高了生态系统初级生产力,为生物多样性发展提供了基础,海底刺参生物量增加的同时,生物多样性也向好发展。

表5 2012-2014年示范区海域生态服务价值

Tab.5 Monetary value of the ecological services provided by the Dachangshan demonstration area from 2012 to 2014

统计年份	供给服务			调节服务		文化服务		
	养殖生产	捕捞生产	氧气生产	气候调节	废弃物处理	休闲娱乐	科研服务	
2012	价值/万元	3972.6	101.8	61.3	5.07	2.15	-	35.76
	占比%	95.07	2.44	1.47	0.12	0.05	0	0.85
2013	价值/万元	4105.3	131.2	63.3	5.70	2.20	-	-
	占比%	95.30	3.05	1.47	0.13	0.05	0	0
2014	价值/万元	5068.8	129.5	72.3	5.72	1.66	60.30	35.76
	占比%	94.32	2.41	1.35	0.11	0.03	1.12	0.66

3 讨论

2012年以前,大长山生态化开发示范区海域为自然人工养殖海域,底播刺参增殖,海域底质为硬沙质;2012年投放塔型钢筋混凝土人工鱼礁改造海底环境,投放3个月后藻礁上开始出现藻类和底栖生物,18个月后藻礁上附着的生物种类群落趋于稳定,出现了孔石莼、马尾藻、海带等大型藻类,藻场建设初见成效。藻场在海洋生态系统中具有重要的作用,是海底生物的直接和间接营养来源,决定着食物网或食物链的结构(于沛民,2007)。在大型藻类增加的同时,丰富了底栖生物群落,海域中食物链、食物网变得复杂,生态系统更加稳定。程飞等(2014)通过评估象山港海湾生态系统服务价值发现,通过投放人工鱼礁、藻礁,生物资源量得到有效提升,从而大幅提高了示范区的供给服务价值。

刺参是一种沉积食性底栖动物,只能利用沉积物中的有机成分(Mao et al,2009)。在示范区投礁后,底质环境得到改善,底栖生物群落更加丰富,底泥中有了更多的有机碎屑、原生动物和海藻碎片。这些有机物为刺参提供了充足的食物。刺参喜欢生活在波流静稳、食物丰富的港湾内(隋佳佳等,2010),自然环境中,刺参多栖息于岩礁乱石底质以及海藻、海草丛生的泥沙或沙泥底(廖玉麟等,1997)。藻礁的投放和藻类的生长都可以减缓潮流流速,这些因素都有利于刺参的增殖。对比示范区2012、2014年调查结果,刺参密度由原来的

0.71头/m²增加到0.96头/m²,生物量由原来的58 g/m²增加到83 g/m²,对应海区的生产服务价值增加1 096万元。示范区海域属于养殖用海,而且养殖品种为刺参、皱纹盘鲍等海珍品,经济价值较高,其生产价值占生态服务价值的95%以上,刺参、皱纹盘鲍等养殖海珍品价格波动对海域的生态服务价值影响显著。礁区建设为底栖生物提供了良好的栖息、庇护和产卵场所(周艳波等,2010),示范区的底栖鱼类资源变得丰富,地笼网的渔获量较之前也有很大提高,对捕捞生产供给价值的提高起到了一定作用。

在评估示范区氧气生产时,只考虑了当地海域的浮游植物的初级生产力和大型藻类的同化量,并未计算海区养殖生物、浮游动物的氧气消耗量,因此在一定程度上存在结果偏高的情况。底栖藻类的种类组成、生物量变化受周年温度变化影响;海带受海水温度影响较大,冬季、春季是其生长旺盛期,但在春末夏初,随着海水水温的升高,海带开始出现腐败,其生物量在秋季最少。一年当中,底栖藻类的生物量变化差异明显,不易获取准确数据,本研究选定了藻类生物量最为丰富的春季来进行评估,因此评估结果与实际情况可能存在一定偏差。

大型海藻是海区重要的初级生产者,能通过光合作用固定水中的C、N、P等元素(江志兵等,2006)。国外学者认为海水养殖废水适合作为海藻生产的营养来源,并在20世纪70年代就开始采用大型海藻来处理封闭海洋养殖系统废水;欧盟在20

世纪 90 年代启动了 EUMAC 研究(关于海水富营养化和大型海藻关系),并取得了一定的研究成果(Beveridge,1996)。本文在评估养殖废水净化时,并未考虑水体交换,对于示范区藻类海带、裙带菜的生物固氮(固磷)作用还有待进一步研究。

此外,在评估旅游价值时,示范区建设前的 2012 年并未统计到示范区周边区域的零星游客,因此旅游价值存在统计偏低的情况,示范区建设后来此游钓观光的游客增多,旅游价值增长迅速。而科研服务价值评估中由于缺少当年科技投入的准确统计数据,采用的是往年发布的海洋科技统计信息,因此存在一定的偏差。总体而言,下一步应进一步完善评估模型,特别是需要获取准确统计数据,以便准确评估示范区的生态价值。

参考文献

陈尚,张朝晖,马艳,等,2006.我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划[J].地球科学进展,21(11):1127-1133.

陈尚,任大川,夏涛,等,2013.海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估[J].生态学报,33(19):6254-6363.

程飞,纪雅宁,李倨莹,等,2014.象山港海湾生态系统服务价值评估[J].应用海洋学学报,33(2):221-228.

江志兵,曾江宁,陈全震,等,2006.大型海藻对富营养化海水养殖区的生物修复[J].海洋开发与管理,23(4):57-63.

李晓,2011.罗源湾生态系统服务价值空间差异研究[D].福州:福建师范大学.

廖玉麟,1997.中国动物志[M].北京:科学出版社:334.

刘旭,赵桂慎,邓永智,2011.基于 TM 遥感技术的永定河生态系统服务价值评估模型及应用[J].水生态学杂志,32(5):6-12.

刘桂林,张落成,张倩,2014.长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J].生态学报,34(12):3311-3319.

刘海,殷杰,林苗,等,2017.基于 GIS 的鄱阳湖流域生态系统服务价值结构变化研究[J].生态学报,37(8):2575-2587.

隋佳佳,董双林,田相利,等,2010.光谱和体重对刺参耗氧率和排氮率的影响[J].中国海洋大学学报,40(3):61-64.

王兆礼,张汉华,朱长波,等,2014.深澳湾养殖生态系统服务功能价值评估[J].海洋环境科学,33(3):378-382.

王月,2016.裙带岛周边海域初级生产力与环境因子关系的研究[D].大连:大连海洋大学.

夏涛,陈尚,张涛,等,2014.江苏近海生态系统服务价值评估[J].生态学报,34(17):5069-5076.

于沛民,2007.人工藻礁的选型与藻类附着效果的初步研究[D].青岛:中国海洋大学.

张朝晖,叶属峰,朱明远,等,2008.典型海洋生态系统服务及价值评估[M].北京:海洋出版社.

赵欣胜,崔丽娟,李伟,2016.吉林省湿地生态系统水质净化功能分析及其价值评价[J].水生态学杂志,37(1):31-38.

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2011.海洋生态资本评估技术导则:GT/T 28058-2011[S].北京:中国标准出版社.

周艳波,蔡文贵,陈海刚,等,2010.人工鱼礁生态诱集技术的机理及研究进展[J].海洋渔业,32(2):225-230.

Beveridge M C M,1996. Cage Aquaculture[M].2nd. Cambridge:Fishing News Books Ltd:346:257-273.

Costanza R, D'Arge R, De Groot R, et al,1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital [J]. Nature, 387(15):253-260.

Daily G C,1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem[M]. Washington DC: Island Press.

Daily G C, Soderqvist T, Aniyar S, et al,2000. The value of nature and the nature of value[J]. Science, 289:395-396.

Lara-Pulido J A, Sanginés A G, Martelo C A,2018. A meta-analysis of economic valuation of ecosystem services in Mexico[J]. Ecosystem Services, 31(A):126-141.

Tammi I, Mustajärvi K, Rasinmäki J,2017. Integrating spatial valuation of ecosystem services into regional planning and development[J]. Ecosystem Services, 26(B):329-344.

Mao Y Z, Yang H S, Zhou Y, et al,2009. Potential of the seaweed *Gracilaria lemaneiformis* for integrated multi-trophic aquaculture with scallop *Chamys farreri* in North China[J]. Journal of applied phycology, 21(6):649-656.

(责任编辑 张俊友)

Assessment of Marine Ecological Service in Dachangshan Eco-development Demonstration Area

REN Hao-jie¹, TIAN Tao¹, FU Wan-tao¹, YANG Jun¹, LIU Yong-hu¹, WU Zhong-xin¹, SHI Hang²

(1.Center for Marine Ranching Engineering Science Research of Liaoning Province,

Dalian Ocean University, Dalian 116023, P.R.China;

2.Liaoning Fishing Port and Aquatic Seedling Center, Dalian 116015, P.R.China)

Abstract: Dachangshan eco-development demonstration area is located in the sea northeast of Dachangshan Island in Dalian City, Liaoning Province. Development of Dachangshan demonstration area began in 2012 with an area of 333.33 hm² and construction of tower-type reinforced concrete artificial reefs was built to improve the seabed. In 2013, the aquaculture species *Apostichopus japonicas* and *Haliotis discus hannai*, along with other marine treasures were released into the demonstration area. To provide a reference for the value of eco-development projects, we estimated the value of marine ecological services from the Dachangshan eco-development demonstration area using technical guidelines for evaluating marine ecological capital. The monetary value of seven ecological services in the development demonstration area was calculated, from 2012 to 2014. Services were grouped as supply, regulation and cultural services and included aquaculture production, fish harvest, oxygen production, climate regulation, waste disposal, leisure/recreation, and scientific research. The monetary value of ecological services in 2012, before construction of the demonstration area, was 41.7865 million yuan. The value in 2014 after construction, was 53.7387 million yuan, an increase of 28.6%. Among the ecological services, aquaculture production increased to 50.688 million yuan, an increase of 10.963 million yuan and 27.6%, and the biomass of *Apostichopus japonicas* increased by 83.3 tons (43.09%). In terms of the cultural services, the tourism resource of the demonstration area was not developed until 2014 and there was no tourism revenue in 2012 – 2013. After construction, area hotels in the demonstration area hosted nearly 1 000 tourists and direct tourism revenue reached 603 000 yuan. To assess the ecological value of the demonstration area more accurately, our next study will focus on improving the assessment model, particularly the collection of accurate statistical data.

Key words: eco-development; ecological services; value assessment; Dachangshan