

我国沿海地区基本养殖用海需求量预测研究

李先杰, 刘大海*, 马雪健

(国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

摘要:参考海水产品消费量推算海域使用面积的思路,厘清了水产品消费量和养殖用海面积之间的关系。通过重建和完善养殖用海需求量估算的数学模型,开展了我国沿海地区基本养殖用海需求量的预测研究,并推算出 2050 年全国沿海 11 个省(区、市)基本养殖用海需求面积。预测结果可以为全国养殖用海的保有量目标、沿海地方基本养殖用海规模的划定等方面提供参考。研究表明:2050 年我国基本养殖用海总需求量为 421.24 万 hm^2 ;其中,山东省和辽宁省的基本养殖用海需求面积最大,在全国总需求量中占比为 45%;广西壮族自治区和海南省的需求量相对较小;天津市和河北省的养殖用海供需比最低,建议这两个地方在新一轮海洋功能区划编制时考虑扩大养殖用海规模。

关键词:沿海地区;养殖用海;基本养殖区;需求预测;海洋功能区划

中图分类号:S93

文献标识码:A

文章编号:1002-3682(2018)02-0015-08

doi:10.3969/j.issn.1002-3682.2018.02.002

养殖用海是我国海洋渔业赖以生存和发展的基本资源,但近年来由于受到其他用海产业侵占和区域环境污染、开发不合理等问题的破坏,养殖用海存量问题开始受到关注。《全国海洋功能区划(2011—2020)》明确提出“维持渔业用海基本稳定”,并确定了养殖用海功能区“至 2020 年面积不少于 260 万 hm^2 ”的基本目标;《全国农业可持续发展规划(2015—2030 年)》继续将“稳定海水养殖面积”作为未来十五年工作任务之一。

在此背景下,刘大海等基于基本农田保护制度和海洋功能区划思想拓展了海洋功能区划“基本养殖区”概念,提出“基本养殖区”是国家按照一定时期人口和海洋经济发展对海产品的需求,根据海洋功能区划等相关制度确定的不得占用的优质养殖用海^[1]。“基本养殖区”政策的制定将为“保障优质海水养殖空间不流失”提供管理支撑和方法依据,其中选划技术的实施需要解决的第一个问题就是养殖用海需求的量化。因此,开展我国沿海地区基本养殖区用海需求预测和量化研究是必要的。

养殖用海需求量的预测本质是海域空间需求量的预测,目前针对海域空间配置、海域使用分类定级、海产品消费需求等研究较丰富^[2-7],而对海域空间需求量的预测研究案例较少,并且预测方法和结果的科学性有待讨论和验证。已有文献主要从 2 个角度对海域空间需求量的预测进行了研究,大致可归结为以下两类:第一类是通过历史数据,建立数学模型直接预测。宋德瑞^[8]根据海洋经济统计数据,应用趋势预测模型,预测了各类型累积用海面积;肖惠武^[9]、李杏筠^[10]采用灰色 GM(1,1)预测模型分别估算出了不同时期全国所需渔业用海保有量和广东省 2020 年的养殖用海保有量。第二类是考虑海水产品消费需求等因素,结合历史数据综合分析预测养殖用海需求面积。张宇龙等^[11]根据通过海水养殖产品的居民消费需求、加工业需求和净出口量计算出的海水养殖产品总需求量,预测了 2020 年我国海水养殖区面积的预测值;马雪健等^[12]通过分析全国居民收入水平与海水产品消费需求间的关系,预测了 2030 年全国养殖用海需求总量。

收稿日期:2018-01-23

资助项目:海洋公益性行业科研专项——基于生态系统的海洋功能区划关键技术研究与应用(201505001)

作者简介:李先杰(1993-),男,硕士研究生,主要从事环境规划与管理方面研究。E-mail: haidalixianjie@163.com

*** 通讯作者:**刘大海(1983-),男,副研究员,博士,主要从事海洋经济规划与海洋政策方面研究。E-mail: liudahai@fio.org.cn

(陈 靖 编辑)

在已有的文献成果的基础上,我们从 3 个方面进行了补充和拓展:1)研究方法上,进一步厘清水产品消费量和养殖用海面积的关系,重建养殖用海需求量计算的数学模型,减小误差,提高预测结果的准确性;2)时间范围上,补充历史数据,并且将预测年份拓展至 2050 年,得到长期的预测结果以供参考;3)研究对象上,拓展为 11 个沿海省(区、市),不再局限于全国养殖用海需求总量的预测。综上,本研究借鉴海水产品消费量推算海域使用面积的思路,结合现有科研实践经验,开展了我国 11 个沿海省(区、市)养殖用海需求量预测分析,以期为全国和沿海地区养殖用海保有量目标和海水养殖功能区制定提供参考。

1 材料与方方法

结合养殖用海需求量预测研究现状和历史数据,本研究根据水产品的消费需求,综合考虑未来人口数、养殖海产品供给比率、养殖海产品使用消费系数和海水养殖单位面积产量等因素,来推算养殖用海面积供给需求,具体流程见图 1。其中,全国和各省(区、市)人均可支配收入、人口数、居民家庭食品消费情况、养殖用海面积、海水养殖产量等数据来源于《中国统计年鉴》^[13]和《中国海洋统计年鉴》^[14],相关的人口和国民经济预测数据来源于国家卫生和计划生育委员会和国务院等公开的资料。

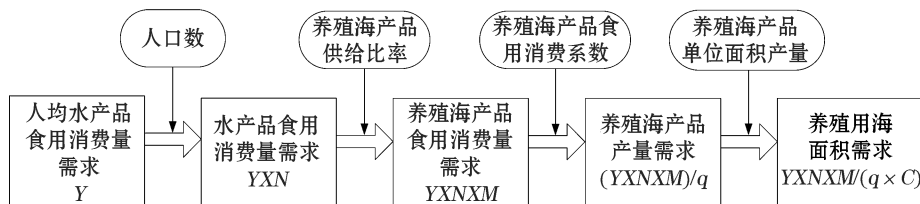


图 1 养殖用海需求面积计算流程

Fig.1 Calculation process of sea area demanded for mariculture

根据图 1 各部分流程的具体关系,建立养殖用海面积计算公式:

$$S = \frac{Y \times N \times M_T}{q \times C}, \quad (1)$$

式中: S 为养殖用海面积; Y 为人均水产品食用消费量; N 为人口数; M_T 为养殖海产品供给比率(%),即养殖海产品产量(海水养殖产量)占水产品产量的比重; q 为养殖海产品食用消费系数,即养殖海产品食用消费量占海水养殖产量的比值; C 为养殖海产品单位面积产量(海水养殖单位面积产量),即海水养殖产量与海水养殖面积的比值。

历年全国人均水产品食用消费量和人均可支配收入数据见表 1。鉴于居民对某一类食品的人均食用消费量与居民人均收入符合幂函数趋势^[15-16],所以人均水产品食用消费量 Y 和人均可支配收入的关系:

$$Y = aX^E (a > 0), \quad (2)$$

式中: X 为人均可支配收入; a 和 E 为系数。

表 1 2006—2015 年全国居民人均水产品消费量和人均可支配收入情况

Table 1 Per capita consumption of aquatic products and per capita disposable income of the national residents from 2006 to 2015

项 目	年 份									
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
人均水产品消费量/kg	8.5	9.3	9.4	9.6	10.1	10.1	10.4	10.5	10.8	11.2
人均可支配收入/元	7 174.5	8 474.9	9 795.2	10 754.1	12 471.8	14 581.9	16 668.9	18 310.8	20 167.1	21 966.2

式(1)中,令 M_T 为

$$M_T = \alpha T + \beta, \quad (3)$$

式中: T 为年份,设定 $T_{2006} = 1$; α 和 β 为系数。

历年海水养殖产量与水产品产量见表 2。通过历年海水养殖产量占水产品产量的比重数据,可以发现养殖海产品供给比率大致表现为线性增长态势,所以用公式(3)表达养殖海产品供给比率与年份的关系。

表 2 2006—2015 年全国水产品和海水养殖产量及养殖海产品供给比率

Table 2 The productions of aquatic and mariculture products and the supply ratios of cultured marine products in China from 2006 to 2015

项 目	年 份									
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
水产品产量/万 t	4 583.6	4 747.5	4 895.6	5 116.4	5 373	5 603.2	5 907.7	6 172	6 461.5	6 699.6
海水养殖产量/万 t	1 264.2	1 307.3	1 340.3	1 405.2	1 482.3	1 551.3	1 643.8	1 739.2	1 812.6	1 875.6
养殖海产品供给比率/%	27.58	27.54	27.38	27.46	27.59	27.69	27.82	28.18	28.05	28.00

综上所述,式(1)也可表达为

$$S = \frac{a X^E \times N \times (\alpha T + \beta)}{q \times C}, \quad (4)$$

式中: S 为养殖用海面积; X 为人均可支配收入; N 为人口数; T 为年份; q 为养殖海产品食用消费系数; C 为养殖海产品单位面积产量; a, E, α, β 为系数。

2 计算过程与结果

根据养殖用海需求面积计算流程(图 1),要预测我国沿海地区基本养殖用海面积需求量,需要先预测各沿海地区养殖海产品产量需求。由于内陆地区并不具备海水养殖生产能力,11 个沿海省(区、市)是全国养殖海产品的生产供应地,需要把内陆地区的养殖海产品产量需求分配到沿海地区,因此,我国各沿海地区基本养殖用海面积需求量的计算包括以下 3 个步骤:计算全国各省(区、市)养殖海产品产量需求;将内陆地区养殖海产品产量需求分配至 11 个沿海省(区、市);计算各沿海地区养殖用海需求面积。

2.1 我国养殖海产品产量需求

我国养殖海产品产量需求预测过程包括了图 1 的前 4 部分,具体如下。

2.1.1 人均水产品食用消费量的预测

根据式(2),建立幂函数模型对 2006—2015 年全国居民人均可支配收入与人均水产品消费量历史数据进行拟合:

$$Y = 1.371 5 X^{0.209 1}, \quad (5)$$

式中: Y 为人均水产品食用消费量, X 为人均可支配收入。

全国居民人均水产品食用消费量和人均可支配收入的拟合图像见图 2,确定系数 $R^2 = 0.95$,接近 1,拟合程度很好,说明人均水产品食用消费量与人均可支配收入的关系基本符合式(5)中的幂函数方程。根据式(5)知,预测人均水产品食用消费量,需要先计算人均可支配收入的预测值。

根据中国经济将由高速增长转入年均增速为 6%~8%的中速增长阶段的预测^[17]和《中国国民经济和社会发展“十三五”规划纲要》提出的 2020 年国民人均可支配收入将比 2010 年翻一番的目标,本研究基于《中国统计年鉴》^[13]2010 年各省(区、市)人均可支配收入数据,按照 2020 年各省(区、市)人均可支配收入(2010 年的 2 倍)以及年均 6%的增速来预测 2050 年各省(区、市)人均可支配收入。将 2050 年全国各省(区、市)

人均可支配收入的预测值代入式(5),计算得到 2050 年全国各省(区、市)人均水产品食用消费量的预测值。

2.1.2 水产品食用消费量的预测

水产品食用消费量即为人均水产品食用消费量与人口数的乘积。对于人口数的预测,除北京、天津和上海外^[12],各省(区、市)人口数预测按照近 5 年当地人口平均增长率计算。将预测得到的 2050 年全国各省(区、市)人口数与人均水产品食用消费量相乘,得到 2050 年全国各省(区、市)水产品食用消费量的预测值。

2.1.3 养殖海产品食用消费量的预测

根据式(3),建立线性函数模型对 2006—2015 年养殖海产品供给比率历史数据进行拟合:

$$M_T = 0.0759T + 27.311, \quad (6)$$

式中: T 为年份,设定 $T_{2006} = 1$ 。

确定系数 $R^2 = 0.72$,拟合程度较好。将 $T_{2050} = 45$ 代入公式(6)即可得到 2050 年的养殖海产品供给比率预测值 M_{2050} 。将 2050 年各省(区、市)水产品食用消费量和养殖海产品供给比率预测值相乘,得到 2050 年全国各省(区、市)养殖海产品食用消费量的预测值。

2.1.4 养殖海产品产量需求的预测

根据养殖海产品食用消费量和海水养殖产量的历史数据,计算得到 2006—2015 年养殖海产品食用消费系数值(表 3),由于结果变化范围不大,且总体表现出降低的态势,综合考虑国民消费需求和养殖海产品加工技术等因素^[12],本研究选择 2006—2015 年最小值 0.228 7 作为未来养殖海产品食用消费系数。将 2050 年各省(区、市)养殖海产品食用消费量预测值除以养殖海产品食用消费系数,得到 2050 年全国各省(区、市)养殖海产品产量需求预测值。

表 3 2006—2015 年全国养殖海产品食用消费量和海水养殖产量及食用消费系数

Table 3 The edible consumption quantity of cultured marine products and the mariculture production and edible consumption coefficients in China from 2006 to 2015

项 目	年 份									
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
养殖海产品食用消费量/万 t	308.0	339.4	341.2	350.9	374.9	376.7	391.8	403.8	414.5	431.1
海水养殖产量/万 t	1 264.2	1 307.3	1 340.3	1 405.2	1 482.3	1 551.3	1 643.8	1 739.2	1 812.6	1 875.6
养殖海产品食用消费系数	0.243 7	0.259 6	0.254 6	0.249 7	0.252 9	0.242 8	0.238 4	0.232 2	0.228 7	0.229 9

2.2 我国沿海地区养殖海产品产量需求

本研究参考马雪健等预测养殖用海需求量的方法^[12],将我国内陆地区的养殖海产品产量需求分配至 11 个沿海省(区、市)。内陆地区中,北京、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖南、贵州、云南十一个省(区、市)与沿海地区相邻,将其养殖海产品需求量平均分配至最邻近且供需比(定义“供需比”为沿海地区海水养殖年产量与养殖海产品需求量的比值,以此来表达养殖海产品供给能力的强弱^[12]) >1 的两个沿海地区;湖北、陕西、甘肃、宁夏、重庆、四川六个省(区、市)与沿海地区距离较远,将其养殖海产品需求量平均分配至最邻近且供需比 >1.5 的 4 个沿海地区;西藏、青海、新疆远离沿海地区,将其养殖海产品需求量平均分

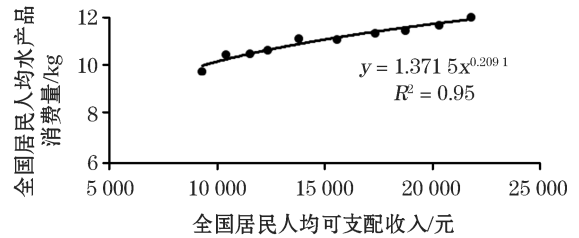


图 2 2006—2015 年全国居民人均可支配收入与水产品消费趋势图

Fig.2 Per capita disposable income of the national residents and consumption trend of aquatic products from 2006 to 2015

配至养殖海产品供给能力最强(供需比 >2.5)的3个沿海地区。

根据2050年全国各省(区、市)养殖海产品产量需求预测值,将其中内陆地区的需求量分配至沿海地区,最后得到11个沿海省(区、市)养殖海产品产量需求结果见表4。

表4 2050年我国沿海地区养殖海产品产量需求

Table 4 Output demand for cultured marine products in the coastal regions of China by 2050

项 目	沿海地区										
	天津	河北	辽宁	上海	江苏	浙江	福建	山东	广东	广西	海南
养殖海产品产量需求/万 t	51.63	204.27	540.53	95.92	216.87	159.72	590.39	929.61	648.75	277.56	78.98

2.3 我国沿海地区基本养殖用海需求量

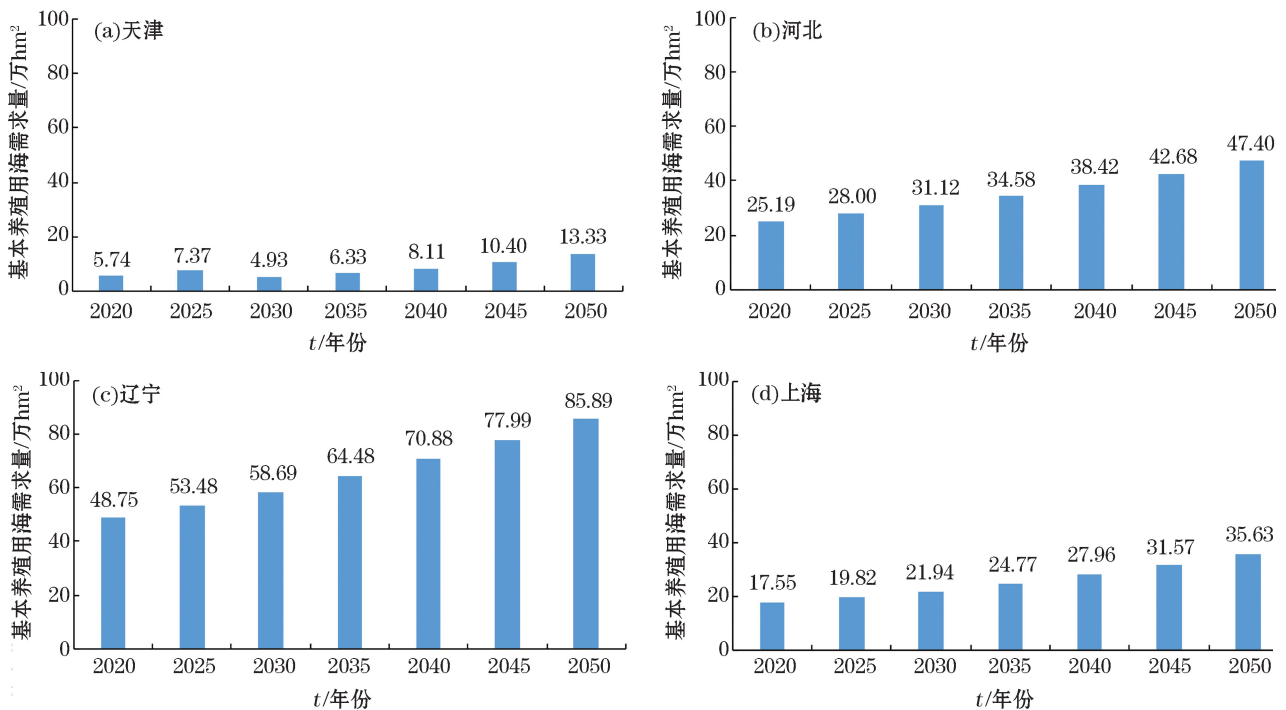
由于养殖海产品单位面积产量的历史数据呈波动增长态势,本研究选取2007—2015年各沿海地区养殖海产品单位面积产量的最大值,作为其对应的2050年养殖海产品单位面积产量。将各沿海地区养殖海产品产量需求值除以养殖海产品单位面积产量,即可得到2050年我国各沿海地区基本养殖用海需求量,结果见表5。根据相同方法计算得到的11个沿海省(区、市)2020—2050年基本养殖用海需求量变化趋势见图3。

表5 2050年沿海地区基本养殖用海需求量

Table 5 The quantity demanded for sea area used for the basic mariculture in the coastal regions of China by 2050

项 目	沿海地区											合计
	天津	河北	辽宁	上海	江苏	浙江	福建	山东	广东	广西	海南	
养殖海产品单位面积产量/ $t \cdot hm^{-2}$	3.87	4.31	6.29	2.69	4.96	15.18	24.92	8.87	15.56	26.64	19.02	
养殖用海需求面积/万 hm^2	13.33	47.40	85.89	35.63	43.71	10.52	23.70	104.80	41.69	10.42	4.15	421.24

注:空白表示无数据



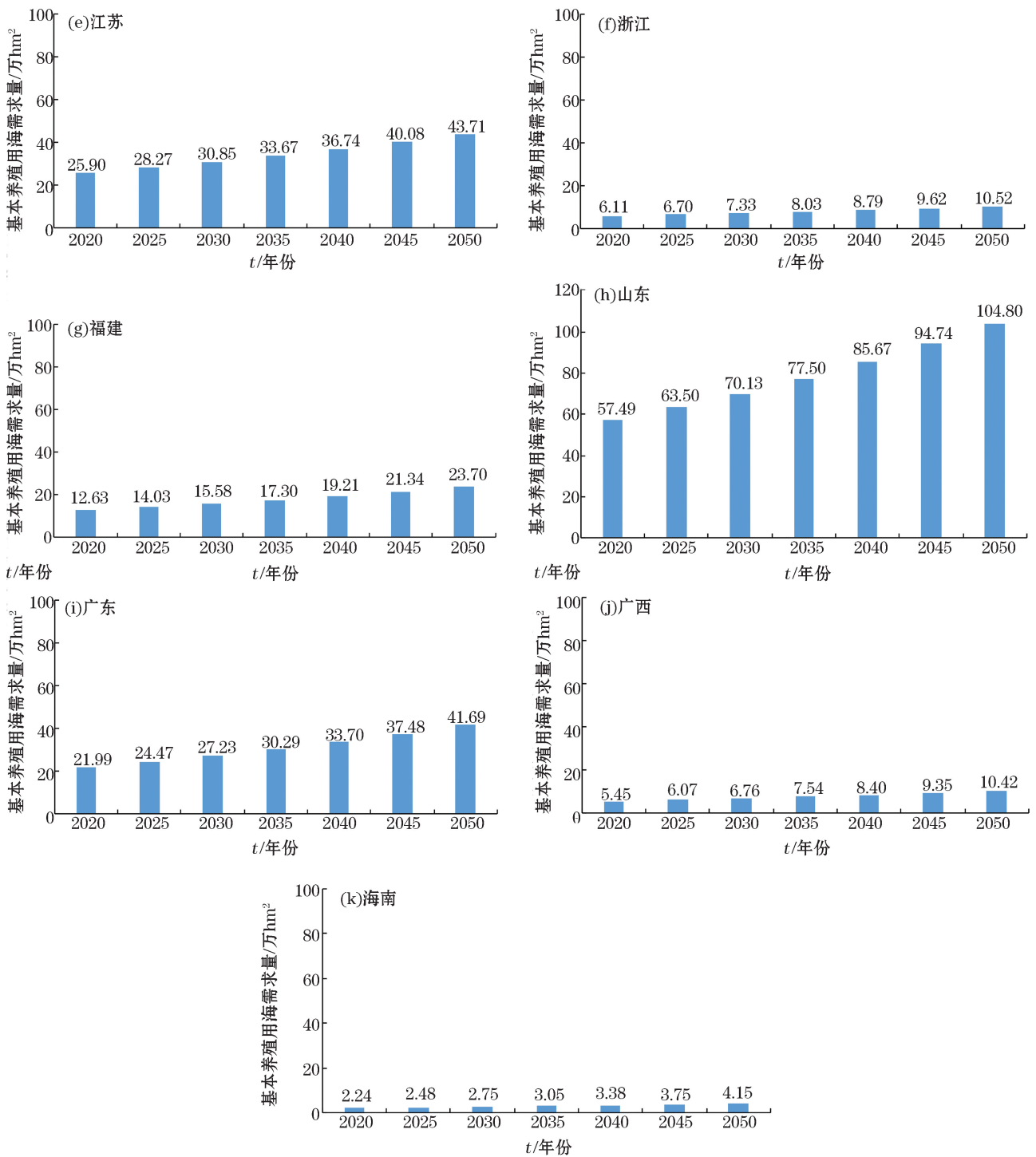


图3 2020—2050年11个沿海省(区、市)基本养殖用海需求量趋势图

Fig.3 The trend of quantity demanded for sea area used for mariculture in 11 coastal regions of China from 2020 to 2050

3 结 语

本研究借鉴海水产品消费量推算海域使用面积的思路,推算出 2050 年我国基本养殖用海总需求量为 421.24 万 hm^2 。其中,山东和辽宁养殖用海需求量最大,分别为 104.80 和 85.89 万 hm^2 ,占全国总需求量的 45%;广西和海南需求较小,分别为 10.42 和 4.15 万 hm^2 ;天津和河北养殖用海供需比最低,历史规划的养殖用海面积小,建议在新一轮海洋功能区划编制时考虑扩大其养殖用海规模。但是,本研究只考虑了海水产品实用需求量,未考虑养殖品种、进出口贸易和市场价格等对海产品消费能力的影响。因此,在之后的研究中,将进一步考虑这些因素,对预测模型加以完善。

从技术角度,我国沿海地区基本养殖用海需求量的预测方法和结果可为全国养殖用海保有量目标制定提供参考,也能为沿海区域养殖功能区选划提供研究思路。从管理角度,“基本养殖区”这一概念的提出有助于为优质养殖空间划定边界,建议纳入海洋主体功能区“限制开发区”和海洋功能区划“水产种质资源保护区”管理范畴。

随着我国居民生活水平的提高和人口总量的增加,我国各沿海地区对养殖用海空间资源需求仍然很大,且对优质海产品的需求有增无减。因此,无论出于保持我国海洋渔业的健康发展,还是保证居民基本消费需求和食品安全的考虑,基本养殖空间资源的保护都应当得到重视。国家及沿海地区在养殖用海规划目标制定时要考虑经济发展形势,有针对性地规划基本养殖用海面积,并做好配套管理。

参考文献 (References):

- [1] LIU D H, MA X J, LI X X, et al. The connotation analysis and selection thinking of “basic Farming Area” of marine functional zoning [J]. Ocean Development and Management, 2015, 32(10): 13-17. 刘大海, 马雪健, 李晓璇, 等. 海洋功能区划“基本养殖区”的内涵解析与选划思路[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(10): 13-17.
- [2] ZHAO M L. Research on problems and countermeasures of marketization of sea area allocation in China[D]. Yantai: Yantai Institute of Coastal Zone Research Chinese Academy of Sciences, 2015. 赵明利. 我国海域资源配置市场化问题与对策研究[D]. 烟台:中国科学院烟台海岸带研究所, 2015.
- [3] DI J, PORTER H, TRACEY M D. Linking economic and ecological models for a marine ecosystem[J]. Ecological Economics, 2003, 46(3): 367-385.
- [4] PEREZ-LABAJOS C, BLANCO B. Competitive policies for commercial sea ports in the EU[J]. Marine Policy, 2004, 28(6): 553-556.
- [5] LUAN W X, LI P J. Classification and pricing of maritime space use in China[J]. Resources Science, 2008, 30(1): 9-17. 栾维新, 李佩瑾. 海域使用分类定级与定价的实证研究[J]. 资源科学, 2008, 30(1): 9-17.
- [6] ZHANG X Y, ZHONG T Y, HUANG X J, et al. Grading of seawater for mariculture use in Jiangsu province[J]. Journal of natural resources, 2014, 29(9): 1542-1551. 张秀英, 钟大洋, 黄贤金, 等. 江苏省海域养殖增殖用海定级研究[J]. 自然资源学报, 2014, 29(9): 1542-1551.
- [7] CAI X, CHEN J, CHEN Y F. Forecast of China's aquatic products demand in 2015—2035[J]. Agricultural Outlook, 2014, 10(1): 70-74. 蔡鑫, 陈洁, 陈永福. 2015—2035 年中国水产品需求展望[J]. 农业展望, 2014, 10(1): 70-74.
- [8] SONG D R. Study on sea use needs and development in China[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2012. 宋德瑞. 我国海域使用需求与发展分析研究[D]. 大连:大连海事大学, 2012.
- [9] XIAO H W. The research on the reserved amount of fishery sea utilization in China[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012. 肖惠武. 我国渔业用海保有量研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2012.
- [10] LI X Y. Preliminary study on the quantity forecast of the mariculture function area[J]. Biotech World, 2014(8): 44-45. 李杏筠. 养殖用海保有量预测方法初探[J]. 生物技术世界, 2014(8): 44-45.
- [11] ZHANG Y L, LI Y N, HU H, et al. Research on the quantity forecast of the mariculture function area of China[J]. Marine Environmental Science, 2014, 33(3): 493-496. 张宇龙, 李亚宁, 胡恒, 等. 我国海水养殖功能区的保有量和预测研究[J]. 海洋环境科学, 2014, 33(3): 493-496.
- [12] MA X J, LIU D H, LI X X, et al. Quantity forecast of the basic mariculture area of China[J]. Journal of Guangdong Ocean University,

- 2017, 37(2): 11-17. 马雪健, 刘大海, 李晓璇, 等. 中国基本养殖用海需求量预测[J]. 广东海洋大学学报, 2017, 37(2): 11-17.
- [13] National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China statistical yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2017. 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [14] State Oceanic Administration, People's Republic of China. China marine statistical yearbook[M]. Beijing: China Ocean Press, 2017. 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2017.
- [15] YANG R J, PENG G X, CHEN Z C. Quantity forecast of agricultural products and food of urban and rural residents at the end of this century[J]. Contemporary Finance & Economics, 1984(3): 96-102. 杨荣俊, 彭格雄, 陈正蟾. 本世纪末我省城乡居民对农产品、食品需求量的预测[J]. 当代财经, 1984(3): 96-102.
- [16] TAN C, ZHANG X S. Analysis on the factors affecting the consumption of aquatic products in the urban areas of China[J]. Chinese Fisheries Economics, 2005(5): 41-44. 谭城, 张小栓. 我国城镇居民水产品消费影响因素分析[J]. 中国渔业经济, 2005(5): 41-44.
- [17] LIU S J. Chinese economy will grow in a medium speed instead of high speed[J]. Finance & Economy, 2011(23): 17-18. 刘世锦. 中国经济将由高速增长转入中速增长[J]. 金融经济, 2011(23): 17-18.

Study on Quantity Forecast of the Basic Mariculture Area in Chinese Coastal Regions

LI Xian-jie, LIU Da-hai, MA Xue-jian

(The First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China)

Abstract: The relationship between the consumption of seawater products and the sea area used for mariculture is clarified according to the estimation of sea using area by the consumption of seawater products. By rebuilding and perfecting the mathematical model of estimating the quantity demanded for sea area used for mariculture, a study on forecast of quantity demanded for sea area used for the basic mariculture in the coastal regions of China is carried out, and the sea using area demanded for basic mariculture in 11 coastal regions of China by 2050 is estimated. The forecast results may provide references in the aspects of the holding quantity target of sea area using for mariculture in the whole country and the demarcation of sea-using scale for local basic mariculture. The results show that by 2050 the total quantity demanded for sea area used for basic mariculture in China is 4,212,400 hm², of which the quantity demanded is the largest in Shandong and Liaoning provinces, making up 45% of the total, and is relatively smaller in Guangxi and Hainan provinces. The ratio of the supply to the demand of the sea using area for mariculture is the lowest in Tianjin City and Hebei province. It is, therefore, suggested that the expansion of the sea-using scale for mariculture in these two regions should be considered when formulating the marine functional zoning next round.

Key words: coastal regions; sea area used for mariculture; basic mariculture area; quantity demanded forecast; marine functional zoning

Received: January 23, 2018