基于地理探测器的我国海水养殖产量的影响因素分析

闫春霞,沈欣

(上海海洋大学经济管理学院 上海 201306)

摘要:为促进我国海洋养殖业的可持续发展,文章基于我国海水养殖产量的统计数据,选取19个影响因素,利用地理探测器方法实证分析我国海水养殖产量和主要海水养殖品种产量的影响因素,并提出发展建议。研究表明:我国鱼类海水养殖产量主要分布在广东和福建,甲壳类海水养殖产量主要分布在广东,贝类海水养殖产量主要分布在山东和福建,藻类海水养殖产量主要分布在福建;我国海水养殖产量的主要影响因素为市场需求、技术推广和设备,鱼类和甲壳类海水养殖产量的共同主要影响因素为技术推广、科技创新和经济,贝类和藻类海水养殖产量的共同主要影响因素为市场需求和技术推广;相关沿海地区应高度重视科学技术的作用,提高海水养殖产品的附加值和竞争力,并进一步开发利用其生态价值。

关键词:渔业;海水养殖;地理探测器;技术推广;空间差异

中图分类号:P74;F326.4

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2022)02-0065-07

Influencing Factors of the Yield of Mariculture in China Based on Geographic Detector

YAN Chunxia, SHEN Xin

(College of Economics and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to promote the sustainable development of China's marine aquaculture industry, based on the statistical data of China's mariculture output, this paper selected 19 influencing factors, empirically analyzed the influencing factors of China's mariculture output and the output of main mariculture varieties by using geographic detector method, and put forward development suggestions. The results showed that fish mariculture production was mainly distributed in Guangdong and Fujian, crustacean mariculture production was mainly distributed in Guangdong, shellfish mariculture production was mainly distributed in Shandong and Fujian, algae mariculture production was mainly distributed in Fujian. The main influencing factors of mariculture output in China were market demand, technology extension and equipment, the common main influencing factors of fish and crustacean mariculture output were technology extension, sci-

收稿日期:2021-04-30;修订日期:2022-01-30

基金项目:农业部现代农业产业技术体系专项资金项目(CARS-49-G29).

作者简介:闫春霞,硕士,研究方向为渔业经济管理

通信作者:沈欣,副教授,博士,研究方向为渔业经济管理

entific and technological innovation and economy, and the common main influencing factors of shellfish and algae mariculture output were market demand and technology extension. Relevant coastal areas should attach great importance to the role of science and technology, improve the added value and competitiveness of mariculture products, and further develop and utilize their ecological value.

Keywords: Fisheries, Mariculture, Geographic detector, Technology promotion, Spatial differences

0 引言

我国拥有丰富的渔业资源,可捕捞和可养殖的鱼类超过 1 700 种^[1],是世界上渔业资源拥有量排名较高的国家之一。作为我国沿海地区的传统优势产业,海水养殖业是我国渔业和水产养殖业的重要组成部分,对于提高渔民收入和促进渔村发展发挥重要作用,同时带动苗种、饲料、渔药和疫苗生产以及设备制造、冷链物流、水产品加工和进出口贸易等上、下游关联产业的发展,形成庞大的产业链。

根据《2020 中国渔业统计年鉴》^[2],2019 年我国海水养殖产量达 2 065.33 万 t,同比增长 1.68%,进一步超越海洋捕捞产量,分别占海水产品和水产品总产量的 67.37%和 31.87%,海水养殖与淡水养殖的水产品之比 40.7:59.3。尽管海水养殖产量稳步增长,但 2019 年我国海水养殖面积仅约为 199.2 万 hm²,同比减少 1.13%;海水养殖从业人员为 900 398 人(未区分兼职和临时从业人员),同比减少 1 955 人和 0.22%^[2]。在海水养殖面积和从业人员“双减”的情况下,促进海水养殖产量增长的影响因素值得深入研究。

研究我国海水养殖产量的影响因素对于保障国家粮食安全、促进沿海地区经济社会发展、满足城乡居民膳食营养结构多元化需求以及提高渔民收入具有重要意义。本研究基于 2019 年我国海水养殖产量的统计数据,借鉴已有研究文献选取相关影响因子,利用地理探测器方法分析其对海水养殖和不同海水养殖品种产量的影响,并根据分析结果对海水养殖业的发展提出政策建议。

1 研究设计

1.1 研究对象和数据来源

海洋是我国经济社会发展的重要战略空间,我国沿海地区由北向南依次濒临渤海、黄海、东海和

南海,跨越温带、亚热带和热带 3 个气候带,拥有入海河口、滨海湿地、珊瑚礁、红树林和海草床等多种近海生态系统,海洋生物资源超过 2 万种^[3]。

省级行政单元作为重要空间单元是我国区域经济系统发展的主体,在区域经济调控和管理中发挥主导作用。本研究在借鉴相关研究文献^[4-7]和考虑数据可获取性的基础上,选取我国存在海水养殖条件的 10 个沿海地区(省级行政区)为样本;天津海水养殖产量仅占全国海水养殖产量的 0.03%,在加入天津的变量后研究结果反而不准确,因此选取其他 9 个沿海地区作为研究对象。采用数据的来源包括《中国渔业统计年鉴》《中国海洋统计年鉴》和各沿海地区的气象报告。

根据《2020 中国渔业统计年鉴》,2019 年我国 9 个沿海地区的海水养殖产量如表 1 所示。

表 1 2019 年我国 9 个沿海地区的海水养殖产量 t

地区	总产量	鱼类	甲壳类	贝类	藻类	其他类
河北	448 802	12 737	27 542	360 494	991	47 038
辽宁	2 947 318	71 295	40 546	2 238 840	467 533	129 104
江苏	915 258	83 207	113 357	668 508	41 395	8 791
浙江	1 270 357	53 773	108 089	1 004 606	98 391	5 498
福建	5 107 162	429 386	212 338	3 237 735	1 187 581	40 122
山东	4 970 985	104 174	163 715	3 922 447	662 972	117 677
广东	3 291 325	666 312	606 427	1 922 398	73 752	22 436
广西	1 425 970	65 413	338 735	1 017 037	0	4 785
海南	270 955	117 928	129 499	17 662	5 781	85

由表 1 可以看出,我国海水养殖产量分布不平衡,大致可分为 4 个梯队。①第一梯队包括福建和山东,海水养殖产量分别占全国海水养殖产量的 24.7%和 24.1%;②第二梯队包括广东和辽宁,海水养殖产量分别占全国海水养殖产量的 15.9%和 14.3%;③第三梯队包括广西、浙江和江苏,海水养

殖产量分别占全国海水养殖产量的6.9%、6.2%和4.4%;④第四梯队包括河北和海南,海水养殖产量分别占全国海水养殖产量的2.2%和1.3%。

在 ArcMap 软件中将上述数据与地图数据相匹配。总体而言,2019 年我国海水养殖产量主要分布在山东半岛、辽宁半岛和东南部沿海地区。①鱼类海水养殖产量主要分布在东南部和南部沿海地区,其中广东和福建占比较高(分别为 39.3% 和 25.3%)。主要品种包括大黄鱼、鲆鲽类和海鲈鱼,约占我国鱼类海水养殖产量的 30%。②甲壳类海水养殖产量主要分布在南部和东南部沿海地区,其中广东占比最高(34.8%),其他沿海地区的分布较为均匀。主要品种为南美白对虾,海水养殖产量约为 114 万 t,主要分布在广东、广西、海南、福建和山东,海水养殖产量均超过 10 万 t。③贝类海水养殖产量主要分布在渤海湾和东南部沿海地区,其中山东和福建占比较高(分别为 27.3% 和 25.5%)。主要品种为牡蛎,海水养殖产量的全球占比超过 80%。④藻类海水养殖产量主要分布在东南部沿海和渤海湾地区,其中福建占比最高(46.8%)。主要品种为海带,主要分布在福建、山东和辽宁。

1.2 影响因子

已有研究将海水养殖业的影响因素归纳为 3 个方面:①自然因素^[8],主要包括沿海地区的年均温度^[9]、年降水量^[9]和环境质量;②投入因素,即劳动力、资本、资源和技术等要素在海水养殖业的投入^[9];③市场环境因素,如国内外需求^[10]、人均 GDP 和收入水平^[11]以及工业化和城市化进程^[11]都对海水养殖业产生正向或负向的影响。

本研究在已有研究的基础上,结合我国沿海地区的地理条件和人类活动,选取与海水养殖产量关系最为密切的影响因子。①海水养殖产品的生长发育受周围自然环境的影响,选取年均温度、年降水量、水体环境质量和自然风险因子,其中自然风险因子可用海水养殖受灾面积表示;②扩大影响因子选取的外延,使其尽量涵盖与海水养殖产量关系密切的投入要素,如海水养殖面积^[12]、海水养殖固定资产投资额^[13]、海水养殖专业人员人数^[14]和海水养殖机动渔船年末拥有量^[15];③渔民收入和国内

外需求增加有可能刺激海水养殖产量增长,选取水产品出口额^[16-17]、水产品进口额^[18]和渔民家庭渔业纯收入^[19]因子;④技术进步在海水养殖业发展中发挥重要作用^[9],选取组织渔民技术培训期数、渔民参与技术培训人数^[14,20]、水产技术推广机构数量^[21-22]和鱼类海水养殖专利申请数量因子;⑤海水养殖业的发展须有关联产业的协同跟进,选取水产苗种数量^[19]、水产品加工企业数量^[23]、水产品冷库数量^[21]和休闲渔业产值^[24]因子。

根据上述因子选取原则,本研究选取的影响因子包括海水养殖面积(X_1)、海水养殖固定资产投资额(X_2)、海水养殖专业人员人数(X_3)、海水养殖机动渔船年末拥有量(X_4)、水产技术推广机构数量(X_5)、鱼类海水养殖专利申请数量(X_6)、组织渔民技术培训期数(X_7)、渔民参与技术培训人数(X_8)、海水养殖受灾面积(X_9)、休闲渔业产值(X_{10})、水产苗种数量(X_{11})、水产品加工企业数量(X_{12})、水产品冷库数量(X_{13})、水产品出口额(X_{14})、水产品进口额(X_{15})、渔民家庭渔业纯收入(X_{16})、年均温度(X_{17})、年降水量(X_{18})和水体环境质量(X_{19})。

1.3 研究方法

由于涉及数据较多,为避免在数据使用过程中出现量纲的变化,本研究采用归一化方法对数据进行处理以统一量纲。采用的归一化方法为离差标准化方法,计算公式为:

$$X^* = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

式中: X 和 X^* 分别为样本数据和标准化数据,且 X^* 的取值范围为 $0 \sim 1$; $X_{\min}$ 和 $X_{\max}$ 分别为样本数据的最小值和最大值。

我国沿海地区海水养殖产量的空间差异受多种因素的影响,地理探测器方法可探测多因子在选定空间内对海水养殖产量的影响。地理探测器方法于 2010 年由 Wang 等^[25]提出,包括风险探测、因子探测、生态探测和交互探测 4 个部分,最初用于地方性疾病及其相关地理影响因素研究^[26],近年来拓展到农业经济管理领域,如有学者将其应用于省级行政单元人均粮食占有量的空间分异研究^[27]。

受已有研究的启发,本研究借助地理探测器中的因子探测器,探索我国海水养殖产量影响因素的

空间差异。若某个影响因子与相关沿海地区海水养殖产量在空间上具有显著的一致性,则表明该因子对海水养殖产量具有重要意义。参考已有研究理论^[28],因子探测器的表达式为:

$$q = 1 - \frac{1}{n\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2$$

式中: q 表示影响因子对海水养殖产量的影响力,且 $q \in [0,1]$; n 表示单元数; N_h 表示 h 级单位样本数; L 表示影响因子的分类数; σ^2 和 σ_h^2 分别表示全

区和 h 区海水养殖产量的方差。

2 实证分析

2.1 总体影响因子

将海水养殖产量和影响因子的数据导入地理探测器模型,计算各影响因子对海水养殖产量的影响力(q 值,与该因子对海水养殖产量的影响力正相关)和解释力(p 值,与该因子影响海水养殖产量的解释力负相关)(表 2)。

表 2 2019 年我国 9 个沿海地区海水养殖产量影响因子的地理探测结果

影响因子	海水养殖产量			鱼类产量			甲壳类产量			贝类产量			藻类产量		
	q	p	排序(q)	q	p	排序(q)	q	p	排序(q)	q	p	排序(q)	q	p	排序(q)
X_1	0.64	0.47	8	0.54	0.37	7	0.28	0.70	12	0.72	0.39	7	0.37	0.70	11
X_2	0.47	0.39	10	0.18	0.81	19	0.50	0.42	7	0.53	0.32	10	0.55	0.33	7
X_3	0.91	0.13	2	0.52	0.72	9	0.84	0.18	3	0.93	0.09	2	0.99	0.00	1
X_4	0.83	0.09	4	0.91	0.02	1	0.48	0.52	8	0.79	0.13	5	0.53	0.44	8
X_5	0.78	0.23	6	0.58	0.49	6	0.47	0.55	9	0.65	0.42	8	0.76	0.29	4
X_6	0.11	0.94	16	0.71	0.41	3	0.91	0.07	1	0.12	0.93	16	0.11	0.89	17
X_7	0.11	0.93	16	0.73	0.37	2	0.80	0.25	4	0.10	0.92	17	0.13	0.87	16
X_8	0.34	0.83	14	0.23	0.79	17	0.27	0.77	15	0.46	0.75	11	0.21	0.84	13
X_9	0.15	0.88	15	0.27	0.74	16	0.18	0.84	16	0.18	0.85	15	0.03	0.98	19
X_{10}	0.36	0.78	13	0.69	0.32	5	0.74	0.29	5	0.46	0.69	11	0.14	0.80	14
X_{11}	0.45	0.63	11	0.22	0.76	18	0.03	0.92	19	0.43	0.62	13	0.76	0.18	4
X_{12}	0.41	0.62	12	0.54	0.36	7	0.28	0.68	12	0.43	0.61	13	0.26	0.76	12
X_{13}	0.87	0.07	3	0.52	0.39	9	0.16	0.83	18	0.89	0.06	3	0.53	0.47	8
X_{14}	0.97	0.00	1	0.39	0.62	13	0.18	0.84	16	0.94	0.01	1	0.84	0.07	2
X_{15}	0.83	0.05	4	0.41	0.43	12	0.36	0.50	10	0.77	0.09	6	0.68	0.15	6
X_{16}	0.11	0.93	16	0.71	0.41	3	0.91	0.07	1	0.08	0.94	18	0.14	0.85	14
X_{17}	0.48	0.80	9	0.43	0.73	11	0.53	0.62	6	0.57	0.73	9	0.40	0.80	10
X_{18}	0.03	0.91	19	0.36	0.35	14	0.33	0.57	11	0.04	0.90	19	0.07	0.82	18
X_{19}	0.76	0.11	7	0.34	0.66	15	0.28	0.73	12	0.81	0.08	4	0.80	0.09	3

根据计算结果, $q \geq 0.50$ 的影响因子对海水养殖产量的影响较大,由大到小排序依次为水产品出口额、海水养殖专业人员人数、水产品冷库数量、海水养殖机动渔船年末拥有量和水产品进口额(并列)、水产技术推广机构数量、水体环境质量、海水养殖面积。

(1)水产品出口额代表国际市场需求。经济全球化使各国消费机会和人口增长,导致粮食短缺和食品危机越来越严重,海洋渔业资源成为解决粮食短缺和食品危机的重要渠道,水产品也成为世界贸

易程度最高的食品之一。我国是世界上最大的渔业养殖国家,国际市场对我国水产品的需求不断增加^[29]。水产品进口额代表国内市场需求,近年来随着我国人口增长和经济发展,国内对水产品的需求持续增加。

(2)海水养殖专业人员人数和水产技术推广机构数量属于技术推广因素。在实践中,海水养殖产量深受养殖技术水平的影响。以养殖方式为例,从传统的池塘养殖,到 20 世纪 80—90 年代的普通网箱、筏式、网围和底播养殖,到鱼虾蟹贝藻类混养、

轮养和梯级养殖^[30],再到北方的工厂化和循环水养殖以及南方的深水网箱养殖,养殖水域立体化加强且养殖产量逐步增长。此外,相关经费和人员的投入有效促进水产科技成果转化,提高海水养殖生产效率,促进海水养殖产量增长^[21]。

(3)水产品冷库数量和海水养殖机动渔船年末拥有量属于设备因素,其中海水养殖机动渔船是海水养殖生产环节的重要基础性资源,水产品冷库则反映物流条件。海水养殖的饲料存放、产品交易和加工运输等环节都需要冷库,当前我国冷库建设严重不足,不仅无法满足水产品生产、运输和交易需求,而且直接影响水产品加工能力^[31]。

(4)海水养殖业的发展具有很强的自然资源依赖性,温度、水质和气候等对海水养殖的产量、质量、成本和收益具有一定的影响^[29]。近年来陆源污染和水体污染造成局部养殖水体富营养化,严重制约海水养殖的产量和质量,生态系统的失衡和恶性循环使海水养殖业遭受巨大损失^[10]。海水养殖面积是近海海水养殖的资源基础,由于我国大部分海水养殖模式过于粗放,近海渔业资源几近枯竭,海水养殖业的无谓损失越来越高。

2.2 各品种影响因子

2.2.1 鱼类

对鱼类海水养殖产量影响较大的因子有10个,由大到小排序依次为海水养殖机动渔船年末拥有量、组织渔民技术培训期数、鱼类海水养殖专利申请数量和渔民家庭渔业纯收入(并列)、休闲渔业产值、水产技术推广机构数量、海水养殖面积和水产品加工企业数量(并列)、水产品冷库数量和海水养殖专业人员人数(并列)。

与总体影响因子相比,鱼类海水养殖产量的影响因子中减少市场需求因素和环境因素,而增加组织渔民技术培训期数、鱼类海水养殖专利申请数量、渔民家庭渔业纯收入、休闲渔业产值和水产品加工企业数量。①组织渔民技术培训期数属于技术推广因素。加强对渔民的技术培训不仅能够提高海水养殖生产主体的素质,而且能够加快转变养殖模式和扩大养殖范围。②鱼类海水养殖专利申请数量属于科技创新因素。例如:在遗传育种方

面,优良的种苗是海水养殖产量增长的基础,苗种抗逆性、基因改良和杂交培育等新技术的推广有助于防治水产病害,可推动海水养殖业发展。③渔民家庭渔业纯收入和休闲渔业产值属于经济因素。海水养殖产量与经济价值之间存在紧密联系,经济价值越高越能促进海水养殖产量增长;休闲渔业的发展可促进渔村三次产业的融合发展以及延长传统渔业的产业链条,实现渔业增效和渔民增收,继而激发渔民开展海水养殖的积极性和主动性并形成良性循环。④水产品加工企业数量属于加工技术因素。目前国内水产加工品极具多元化,拥有的门类超过10个;海水产品加工是对原始海水产品的提炼和升华,经过深加工的产品能够显著提升经济价值,从而增加海水养殖产量。

2.2.2 甲壳类

对甲壳类海水养殖产量影响较大的因子有7个,由大到小排序依次为渔民家庭渔业纯收入和鱼类海水养殖专利申请数量(并列)、海水养殖专业人员人数、组织渔民技术培训期数、休闲渔业产值、年均温度、海水养殖固定资产投资额。

与总体影响因子相比,甲壳类海水养殖产量的影响因子中减少物流因素、市场需求因素和资源因素,但增加渔民家庭渔业纯收入、鱼类海水养殖专利申请数量、组织渔民技术培训期数、休闲渔业产值、年均温度和海水养殖固定资产投资额。①组织渔民技术培训期数属于技术推广因素。个体海水养殖户由于观念落后大多依靠经验进行粗放式生产,沿用传统海水养殖技术难以实现科技创新,更严重影响海水养殖产量。②年均温度属于环境因素。甲壳类海水养殖的主要品种南美白对虾对于气温的变化极为敏感,高温或寒潮都会造成其大面积死亡;2019年7—8月我国持续出现高温天气,多地多日连续超过35℃,造成南美白对虾生理性缺氧进而死亡,给海水养殖业带来不可挽回的损失。

2.2.3 贝类

对贝类海水养殖产量影响较大的因子有10个,由大到小排序依次为水产品出口额、海水养殖专业人员人数、水产品冷库数量、水体环境质量、海水养殖机动渔船年末拥有量、水产品进口额、海水养殖

面积、水产技术推广机构数量、年均温度、海水养殖固定资产投资额。

与总体影响因子相比,贝类海水养殖产量的影响因子基本相同,但增加年均温度和海水养殖固定资产投资额。主要原因为我国贝类海水养殖历史悠久,其产量在我国海水养殖产量中占比最大,是我国海洋渔业经济的重要组成部分。

2.2.4 藻类

对藻类海水养殖产量影响较大的因子有9个,由大到小排序依次为海水养殖专业人员人数、水产品出口额、水体环境质量、水产技术推广机构数量和水产苗种数量(并列)、水产品进口额、海水养殖固定资产投资额、水产品冷库数量和海水养殖机动渔船年末拥有量(并列)。

与总体影响因子相比,藻类海水养殖产量的影响因子基本相同,但增加水产苗种数量和海水养殖固定资产投资额。水产苗种数量属于资本投入因素,海带作为我国藻类海水养殖的主要品种,受长期趋势和随机因素的影响明显,而受季节波动的影响较小。

3 结语

目前我国海水养殖产量的空间布局为:鱼类海水养殖产量主要分布在广东和福建,甲壳类海水养殖产量主要分布在广东,贝类海水养殖产量主要分布在山东和福建,藻类海水养殖产量主要分布在福建。

根据实证分析结果,市场需求、技术推广和设备因素是我国海水养殖产量的主要影响因素,各影响因素对不同海水养殖品种表现出特定的一致性和差异性。①鱼类和甲壳类海水养殖产量的共同主要影响因素为技术推广、科技创新和经济。因此,福建和广东应高度重视科学技术的作用,通过海水养殖技术培训和推广有效引导海水养殖主体积极采用生态养殖模式以及科学用药,进一步提高生态和经济效率;利用已有海水养殖业形成的集聚效应,推进区域品牌等无形资产的建设,从而提高海水养殖产品的附加值和竞争力。②贝类和藻类海水养殖产量的共同主要影响因素为市场需求和技术推广。贝类和藻类均属于非投饵型海水养殖

品种,对于净化水质和调节气候等具有正面影响。因此,福建和山东须进一步开发利用贝类和藻类的生态价值,加大对碳汇渔业的科研投入,积极推进碳汇渔业的市场化发展。

本研究基于地理探测器方法,以空间视角定量分析我国主要沿海地区海水养殖产量的影响因素,为我国海水养殖空间和品种的布局优化以及促进海水养殖业可持续发展提供决策参考。值得说明的是,本研究仅基于空间截面数据探究微观尺度的空间差异下各影响因素对海水养殖产量的影响,而未考虑时间差异下海水养殖产量的变化规律及其影响因素。因此,进一步耦合时间和空间维度,进而更全面地揭示我国海水养殖产量时空变化的影响机理将是未来深入探究的重点。

参考文献

- [1] 魏金萍.中国水产品出口企业的SWOT分析[J].世界农业,2013(11):116-119.
- [2] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会.2020中国渔业统计年鉴[M].北京:中国农业出版社,2020.
- [3] 李飞,金茹,温欣.中国海洋渔业经济空间差异与影响因素分析[J].中国渔业经济,2018,36(5):82-90.
- [4] 张耀光,王国力,刘锴,等.中国区域海洋经济差异特征及海洋经济类型区划分[J].经济地理,2015,35(9):87-95.
- [5] 张耀光,魏东岚,王国力,等.中国海洋经济省际空间差异与海洋经济强省建设[J].地理研究,2005,24(1):46-56.
- [6] 韩增林,王茂军,张学霞.中国海洋产业发展的地区差距变动及空间集聚分析[J].地理研究,2003,22(3):289-296.
- [7] HAN Z L, XU X. Analysis on regional disparities of marine economy and evolvement course in China[J]. Geographical Research, 2008, 27(3): 613-621.
- [8] 王俊元.浙江海洋渔业空间布局演变及影响因素研究[J].科技与管理,2016(2):1-6.
- [9] 周井娟,林坚.我国海水养殖产量波动影响因素实证分析[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2008,8(5):48-51.
- [10] 宋兰芬.福建海水养殖产量与污染关系的研究[D].福州:福建农林大学,2007.
- [11] 冯浩.我国海洋渔业经济增长影响因素研究[D].上海:上海海洋大学,2018.
- [12] 孙兆明.我国海水养殖业生产要素弹性实证研究:基于超越对数生产函数[J].中国渔业经济,2012,30(3):133-139.
- [13] 陈琦.我国海水养殖产量的波动特征及影响因素分析[J].统计与决策,2018,34(21):98-102.

- [14] 乐家华,卞杰.基于面板数据的我国海洋渔业经济的影响因素[J].海洋开发与管理,2018,35(6):15-19.
- [15] 居占杰,龙腾.广东省渔业经济发展影响因素研究:基于灰色关联分析[J].中国渔业经济,2019,37(5):47-54.
- [16] 黄爱苗.海水养殖业发展影响因素的实证研究[D].青岛:青岛大学,2015.
- [17] 刘明芳.我国水产品出口对渔业经济增长的作用和策略研究[D].青岛:中国海洋大学,2008.
- [18] 陈垣霖.山东半岛蓝色经济区海水养殖业现状及对策研究[D].青岛:中国海洋大学,2015.
- [19] 丁然,张曦.我国海水养殖产量与相关影响因子的灰色关联度分析[J].现代渔业信息,2014(3):183-191.
- [20] 李勇,黄泽强,李辉权,等.广东海洋捕捞生产发展概况及渔业管理分析[J].安徽农业科学,2018,46(31):62-65.
- [21] 陈博欧,杨正勇.水产技术推广投入对渔业养殖产出的影响分析:基于技术推广站投入视角[J].江苏农业科学,2019,47(2):342-346.
- [22] 金炜博,杨冰,汪艳涛.国外水产技术推广体系构建及其经验启示[J].世界农业,2015(7):18-23.
- [23] 岑剑伟,李来好,杨贤庆,等.我国水产品加工行业发展现状分析[J].现代渔业信息,2008,23(7):6-9.
- [24] 乐家华,李明杰.休闲渔业发展与渔业经济增长关系之实证研究:以中国沿海 11 省(市)为例[J].中国渔业经济,2019,37(2):27-34.
- [25] WANG J F, LI X H, CHRISTAKOS G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1):107-127.
- [26] WANG J F, HU Y. Environmental health risk detection with GeoDetector[J]. Environmental Modelling & Software, 2012, 33:114-115.
- [27] 胡丹,舒晓波,尧波,等.江西省县域人均粮食占有量的时空格局演变[J].地域研究与开发,2014(4):157-162.
- [28] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.
- [29] 韩婕妤.中国近岸海域环境质量演变及驱动因素研究[J].资源开发与市场,2019,35(9):1133-1137,1144.
- [30] 卢昆.基于粮食安全视角的海水养殖业发展政策研究[J].东岳论丛,2011,32(6):169-174.
- [31] 李晓燕.中国海洋渔业生产结构变化及其影响因素的实证研究[D].杭州:浙江大学,2017.