

我国海水养殖业生产风险的评估与分区

强朦朦¹ 沈满洪^{1,2}

(1. 浙江大学 经济学院, 杭州 310027;

2. 浙江农林大学 经济管理学院, 杭州 311300)

摘要 基于参数分布拟合法,从不同的层面对我国海水养殖主产区的生产风险进行测度,并利用系统聚类法,从单产期望损失的角度进行风险分区。结果表明,我国海水养殖总生产风险集中在减产5%~15%的区间,但就细分的养殖品种而言,重大减产(>25%)仍有可能发生。海水养殖单产波动分布呈现出宽平、尖峰、左偏、厚尾等不同形态。不同海水养殖品种的生产风险具有显著差异,减产风险从大到小依次为:鱼类>甲壳类>藻类>贝类。海南省属于单产期望损失的高风险区,而福建、山东和广西壮族自治区(省)属于低风险区。据此,建议通过调整品种结构、改善养殖技术和管理水平以及发展海水养殖保险来应对海水养殖业的生产风险。

关键词 海水养殖; 生产风险; 风险评估; 风险区划; 参数分布拟合

中图分类号 F307.4

文章编号 1007-4333(2020)11-0221-11

文献标志码 A

Risk assessment and regionization of mariculture production in China

QIANG Mengmeng¹, SHEN Manhong^{1,2}

(1. School of Economics, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. School of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China)

Abstract Based on the parametric distribution fitting and hierarchical clustering method, this study conducted the first quantitative assessment and regionization of the production risk of mariculture in China. The results showed that: the risk of total yield was concentrated in the reduction of 5% - 15%, and a large degree of yield reduction (>25%) was likely to occur in terms of specific cultivated varieties. The distributions of yield fluctuation showed different forms, such as wide flat, peak, left skew and thick tail. The production risks of different mariculture varieties were significantly different. The ranking of production risk was as follows: fish > crustaceans > algae > shellfish. Hainan province is at high risk of expected yield loss, while Fujian, Shandong and Guangxi provinces were at low-risk. Based on these findings, it is suggested to adjust the varieties structure, improve the cultivation technology and management, and develop mariculture insurance to deal with the production risk of mariculture.

Keywords mariculture; production risk; risk assessment; risk partition; parametric distribution fitting

随着经济的增长和人均收入的提高,全球鱼类产品的消费量在不断增加。根据粮农组织的统计,全球人均鱼类产品消费量已经从1961年的9.0 kg增加到2016年的20.5 kg,年均增长率约1.5%^[1]。尤其对于欠发达国家,渔产品丰富的蛋白质和微量元素在保障居民营养安全方面起着重要作用。然而,由于过度捕捞,全球渔业资源濒临衰退,众多渔

场消失。为实现渔业的可持续发展和满足社会日益增长的鱼类产品需求,全球众多国家开始对渔业捕捞进行管制,转而大力鼓励水产养殖。

相较于淡水养殖,海水养殖因其较高的经济价值,越来越受到关注。尤其在海洋强国战略的背景下,我国政府开始大力扶持海水养殖业。我国已成为全球最大的海水养殖国家,紫菜、贝类养殖量均位

收稿日期: 2020-05-18

基金项目: 国家社科基金重大项目(16ZDA050)

第一作者: 强朦朦, 博士研究生, E-mail: qiangmmdyx@163.com

通讯作者: 沈满洪, 教授, 主要从事资源与环境经济学研究, E-mail: smh@nbu.edu.cn

居世界首位,年均养殖总量占到全球的60%左右。但海水养殖业却是风险巨大的行业,经常面临着天气、污染、疾病、技术、管理等在内的风险。这些潜在的风险不仅危害渔业生产的稳定,而且容易造成严重的社会问题。一旦发生风险,海水养殖户将面临巨额损失,因灾返贫和因灾致贫。因此,评估海水养殖业的生产风险,进而根据其特点进行风险管理是保障其健康发展的重中之重。

但在现有文献中,尚不可见关于海水养殖业生产风险定量测度的研究。最为相近的研究为 Flaten 等^[2]针对挪威三文鱼农场价格、生产和回报风险的分析,但他们的研究是以变异系数作为风险测度指标,严格意义上只能算波动,而不能算风险分析。现有文献关注的重点主要是海水养殖业风险因子的识别以及某一类风险因子对海水养殖生产的影响。

第一个研究方向是海水养殖业风险因子的识别。这类研究基于问卷调查的方式直接询问养殖户或企业对生产风险的认知。国外学者对挪威^[3]、丹麦^[4]、越南^[5]、孟加拉国^[6]、法国^[7]以及泰国^[8]海水养殖户的风险因子进行调研。这些研究发现,海水养殖生产过程中面临着缺氧、有害藻华、大肠杆菌、原油污染、疾病、生产率减少、低水位、热浪、寒潮、温度、盐度、苗种质量等将近40多种风险因子,而控制成本、预防疾病、农场管理、多样化养殖被养殖户认为是最重要的风险管理工具。

第二个研究方向是分析某一类风险因子对海水养殖生产的影响。这类研究可以分为两类视角:一是基于水产科学的分析视角,二是基于经济学的分析视角。基于水产科学视角的研究多是分析疾病、微生物、海水质量对具体海水养殖品种生产的影响。比如说,针对白斑综合征病毒、败血症风险等的研究^[9-10]。基于经济学分析视角的研究遵循 Just 等^[11]的思路利用计量模型分析生产要素对海水养殖生产风险的影响。这类研究的基本思路为:首先通过计量模型将生产方程分解为确定性和残差两个部分,其次再将残差的平方作为风险,再次利用计量方程分析投入要素对生产风险的影响。比如,Asche 等^[12]基于这一思路分析了投入要素对挪威三文鱼生产风险的影响,发现劳动、资本以及原材料投入都将增加生产风险。这类研究还可见其他学者的研究^[13-15]。

总结来看,已有研究并没有涉及海水养殖生产

风险的定量测度。第一类研究尽管描述了海水养殖的相应风险,但仅限于定性描述。第二类研究关注的是投入要素对海水养殖风险的影响,而不是风险本身。鉴于此,本研究利用参数分布拟合法,从不同层面评估了我国海水养殖业所面临的生产风险,并在此基础上,基于系统聚类法,从期望单产损失的角度对我国海水养殖业生产进行风险分区,以期对海水养殖业的风险管理提供有益的建议。需要强调的是,与农业生产风险评估与区划的文献相比^[16-20],一方面本研究借鉴水文领域的经验,将 Frechet(3P), Person 5(3P)和 Person 6(4P)分布引入,选择了更大范围的备选分布,提高了参数分布拟合的准确性。另一方面,相较于以往文献从总产量损失的视角进行风险区划,本研究从单产损失的角度进行风险分区,更能体现损失的本质,也更有助于指导海水养殖保险的实践。

1 研究方法

1.1 研究区域与数据来源

我国是世界上最早进行海水养殖的国家之一,早在汉代(公元前220—公元前206年)就有牡蛎养殖的记录。根据世界粮农组织的统计资料显示,我国海水养殖总产量1955年仅10万t左右,到2017年已到达2000万t。2008年,我国海水养殖产量占到国内海水产品产量的51.6%,成为全球唯一海水养殖产量超过捕捞产量的国家。截至2017年,我国重要的海水养殖品种有40多种,可以分为鱼类、甲壳类、贝类、藻类和其他类5种。2017年,贝类占到了71.83%,藻类11.14%,甲壳类8.15%,鱼类7.09%,其他类仅1.79%。可以说,我国海水养殖业的发展得益于贝类和藻类养殖的兴起。

我国海水养殖的区域主要有天津、河北、辽宁、江苏、上海、浙江、福建、山东、广东、广西和海南11个沿海省(市、自治区)。但由于天津和上海市的养殖规模较小和相关统计数据不健全,本研究只评估其他9个省(自治区)的风险。需要说明的是,除海南省外,其他8个省(自治区)均是以贝类和藻类为主。海南省是我国唯一以鱼类和甲壳类海水养殖为主的省份。

数据的时间跨度为2000—2017年。之所以如此选择有两个原因:一是囿于数据的可得性。二是因为在2000—2017我国海水养殖业已较为成熟,生产较为稳定,因此测得的生产风险比较符合当前阶

段的特征。数据的具体来源为各年份的《中国渔业统计年鉴》^[21]。

1.2 参数分布拟合

与已有文献一致^[16]，本研究将生产风险定义为实际单产偏离期望单产的概率。生产风险的定量评估方法有两大类：参数法和非参数法^[17-20]。参数法基于已有经验，事先假定生产波动服从的分布，进行拟合求解，而非参数法并不假定其服从的分布，往往采用核密度估计的方法求出其分布形式。两种方法并没有严格的优劣，非参数法比较灵活，但在样本较小时效果不如参数法，而且无法刻画极端事件^[22]。鉴于本研究的时间跨度内样本量并不大，选择参数法进行风险评估。参数法主要遵循“单产趋势—分布拟合—概率求解”3个步骤。

1.2.1 单产趋势

根据上述生产风险的定义，首先需要分解海水养殖单产的趋势值。在文献中，常用的方法包括回归方程法、自回归移动平均、HP 滤波法等^[23-25]。因为海水养殖单产趋势并不一定与时间有关，本研究采用能够处理复杂趋势的 HP 滤波法。HP 滤波法假设单产序列 y_t 由趋势项 g_t 和波动项 c_t 组成，通过最小化损失函数来求出趋势项：

$$\min_{(g_t)_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\} \quad (1)$$

式中： λ 是折算因子，式(1)中的第二项主要是用来调整趋势项的平滑程度。由式(1)可得式(2)：

$$c_t = \lambda \mathbf{F} g_t \quad (2)$$

式中： \mathbf{F} 为一固定的 $T \times T$ 的常系数矩阵。通过联立 $y_t = g_t + c_t$ ，可求出趋势项为：

$$g_t = (\lambda \mathbf{F} + \mathbf{I})^{-1} y_t \quad (3)$$

不同的 λ 值决定了不同的随机波动方式和不同的平滑程度。当 $\lambda = 0$ 时， $g_t = y_t$ 。当 λ 趋于无穷大时，估计趋势就会接近线性函数。根据经验，当使用年度数据时，最优拟合效果的 $\lambda = 100$ ；当使用季度数据时， $\lambda = 1\ 600$ ；当使用月度数据时， $\lambda = 14\ 400$ 。本研究使用的是年度数据，因此取 $\lambda = 100$ 。

为比较不同省(自治区)减产风险的大小，借鉴已有文献的做法^[26-27]，构造一个无量纲的单产波动的序列：

$$RSV_t = \frac{y_t - g_t}{g_t} \quad (4)$$

RSV 为单产波动， y_t 为实际单产， g_t 为趋势单产。该指标代表波动单产对趋势单产的偏离程度，指标值为正，表示增产；若为负，则表示减产。

1.2.2 分布拟合

风险评估第二步是对单产波动进行分布拟合，求出其概率密度函数。对于参数法，根据经验，已有文献归纳生产波动可能服从的主要分布包括：Normal, Lognormal(3P), Logistic, Beta, Burr(4P), Gamma(3P), Weibull, Log-logistic(3P) 和 Johnson SB 等^[28-29]。因为海水养殖产量波动很大程度是由自然灾害所造成，因此在上述分布的基础上本研究增加了在自然灾害领域常用的 Frechet(3P), Person 5(3P) 和 Person 6(4P) 分布。主要依据 AD 检验对上述 12 个备选分布进行选择^[30-32]：

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln F(x_i) + \ln(1-F(x_{n-i+1}))] \quad (5)$$

式中： A^2 为 AD 统计量； F 为待检验分布的累计密度函数； x_i 为样本值； n 为样本数目。AD 统计量数值越小，分布拟合效果越好。因此，对上述 12 个备选分布进行检验结果排序后，取数值最小的作为最优分布。

1.2.3 概率求解

在利用参数法求得海水养殖单产波动的分布后，即可利用概率论知识进行风险的表达。借鉴已有文献对生产风险水平的划分^[16,33]，可以将减产区间划分为 4 个层次：轻灾(减产 5%~15%)、中灾(减产 15%~25%)、重灾(减产 25%~35%) 和巨灾(减产 >35%)。为衡量整体生产风险，遵循重大减产权重更高的原则，对这 4 个减产区间的概率分别赋权重为 10%、20%、30% 和 40%^[16]，最后进行加权求和得到风险的均值，即风险均值 = 40% × 巨灾发生的概率 + 30% × 重灾发生的概率 + 20% × 中灾发生的概率 + 10% × 轻灾发生的概率。之所以要赋予权重，是因为相同发生概率下，不同减产区间的影响具有差异。巨灾和重灾的影响要明显大于中灾和轻灾。

1.3 系统聚类法

本研究聚焦于单产损失风险的区划，如表 1 所示，风险分区的指标主要有 4 个：单产水平、减产的概率、单产的下行变异系数以及减产年份的比例。指标值越大的省(自治区)属于单产损失的高风险区。

表1 风险分区指标及计算方法

Table 1 Risk partition indicators and calculation method

分区指标 Partition indicators	计算方法 Calculation method
单产 Yield per unit area	2000—2017年单产平均值
减产概率 Probability of yield reduction	上述得到的风险均值
下行变异系数 Downside coefficient of variation	单产的下行标准差与均值之比
减产年份比例 Ration of years of yield reduction	减产年份数量与年份数量比值

需要注意的是,本研究并没有考虑养殖面积,这是因为在实践中,政策补贴和保费的计算都以单产为标准,单产期望损失的风险区划更有实践指导意义。采用最常用的系统聚类法进行风险分区。系统聚类分析通常包括以下3个步骤:

第1步是将分类指标进行标准化。本研究选择常见的 z -score 标准化,公式为:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - E(X_j)}{S_j} \quad (6)$$

$$E(X_j) = \frac{1}{m} \sum X_{ij} \quad (7)$$

式中: $i=1,2,\dots,m$; $j=1,2,\dots,n$; m 为省(自治区)个数; n 为分类指标个数; X_{ij} 为第 i 个省(自治区),第 j 个指标的值; $E(X_j)$ 为平均值; S_j 为第 j 个因子的标准差。 x_{ij} 为标准化后的数据。

第2步是计算相似统计量。本研究以欧式距离

的平方作为相似统计量,其计算公式为:

$$r_{ij}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (8)$$

式中: x_{ik} 为第 i 个点,第 k 个指标的值; x_{jk} 为第 j 个点,第 k 个指标值。

第3步是完成分类。其主要步骤首先将每个样本都看作1类,其次是通过欧氏距离将距离最近的2类合并为层次更高的1类。不断重复这个过程就可以将所有的点并入一个大类。与大多数研究一致^[34],本研究将各省(自治区)风险层次划分为3类:高风险区、中风险区和低风险区。

2 结果与分析

2.1 海水养殖总生产风险分析

这部分考虑海水养殖总生产风险。图1显示了

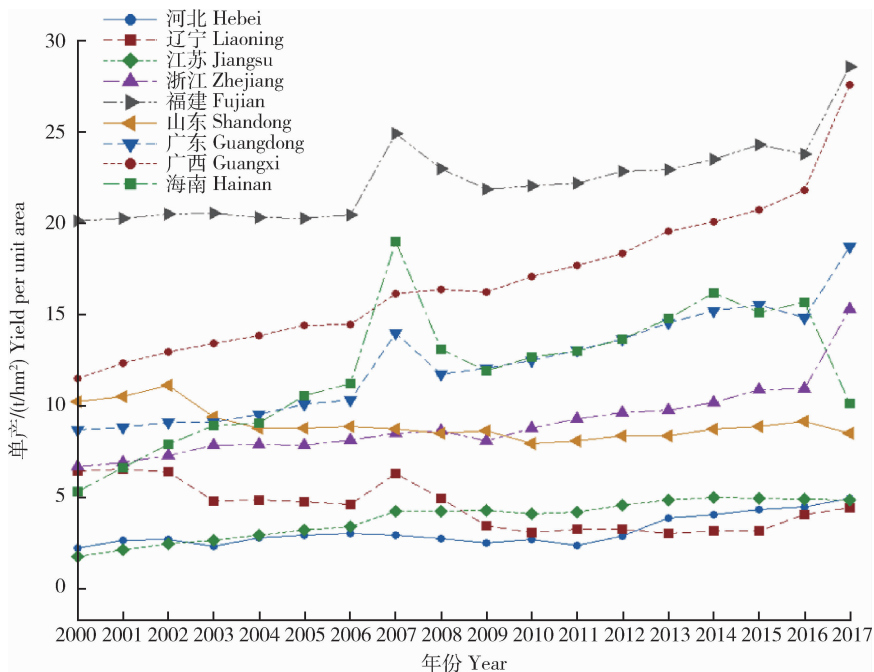


图1 2000—2017年9个省(自治区)海水养殖单产

Fig. 1 Mariculture yield in nine provinces (autonomous regions) from 2000 to 2017

2000—2017 年我国 9 个省(自治区)海水养殖的单产水平。从趋势上看,除辽宁、山东省外,其他省(自治区)的海水养殖单产都在不断提高。增长最快的省份是江苏省,年均增长率为 10.6%。广西和福建省(自治区)的单产水平较高,而河北、辽宁和江苏省的单产水平较低。

表 2 为利用 HP 滤波法得到的我国 9 个沿海省份(自治区)海水养殖单产的波动。整体来看,单产的波动都是围绕 0 值上下。从均值上来看,除了广

东和广西壮族自治区(省)外,其他 7 个省份的单产波动均为负值,这表明单产损失的年份要多于增长的年份,减产经常发生。从单产波动的最小值来看,各省(自治区)最大损失幅度在 5.2%~27.8%。从峰度来看,海南、广东、广西壮族自治区(省)等峰度值较大,河北、辽宁省较小。除福建省的峰度值接近 3(正态分布的峰度值)外,其它省份(自治区)差异较大,说明海水养殖单产波动不服从正态分布。

表 2 各省(自治区)海水养殖单产波动描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of mariculture yield fluctuations in different provinces and autonomous regions

省(自治区) Provinces (Autonomous regions)	均值 Mean	最小值 Minimum	最大值 Maximum	中位数 Median	标准差 Standard deviation	峰度 Kurtosis	偏度 Skewness
河北 Hebei	-0.0018	-0.260	0.121	0.056	0.108	0.065	-0.976
辽宁 Liaoning	-0.0033	-0.205	0.399	-0.068	0.159	0.905	1.156
江苏 Jiangsu	-0.0030	-0.079	0.139	-0.017	0.052	2.120	1.290
浙江 Zhejiang	-0.0003	-0.089	0.209	-0.011	0.066	5.602	1.859
福建 Fujian	-0.0001	-0.055	0.146	-0.016	0.052	3.343	1.877
山东 Shandong	-0.0007	-0.063	0.125	-0.011	0.046	2.146	1.185
广东 Guangdong	0.0002	-0.093	0.225	-0.016	0.071	5.825	2.133
广西 Guangxi	0.0002	-0.052	0.144	-0.012	0.045	5.572	1.973
海南 Hainan	-0.0069	-0.278	0.533	-0.035	0.163	7.106	2.072

为挑选海水养殖单产波动的最优分布,对上述提到的 12 个备选分布的拟合效果进行 AD 检验。各个省(自治区)单产波动最优分布的形状如图 2 所示。这些分布呈现 3 种形状。河北省是我国唯一的左偏分布省份,辽宁和海南的分布较为平缓,而江苏、福建、广东、山东和广西壮族自治区(省)的分布呈尖峰型。一般情况下,平坦分布的减产概率大于尖峰分布的减产概率。主观上,海南、河北、辽宁省减产概率较高,广西和福建省(自治区)减产概率较低。

海水养殖总生产风险评估的结果如表 3 所示。从结果上看,各省(自治区)海水养殖业的生产风险集中在减产 5%~15%,发生较大损失的可能性比较小。但河北和海南两个省份仍然有可能遭受较大损失。从风险均值上看,辽宁省减产概率最高,而广西和福建省(自治区)减产概率最小。

如表 5 所示,系统聚类法的风险分区结果表明,江苏、辽宁和海南省为单产损失的高风险区。江苏和辽宁省的单产水平较低,但减产概率、下行变异系数和减产年份比例却较大,海南省的 4 个分区指标值得分都较高。辽宁省为中风险区。其他省份为低风险区。虽然广西和福建省(自治区)等的单产水平很高,但减产的可能性却较小,单产的期望损失的风险较低。

2.2 不同种类海水养殖的生产风险分析

为更细化评估各省(自治区)海水养殖的生产风险,按照其品种的特征将其分为鱼类、甲壳类、贝类和藻类 4 大类,对这 4 类养殖种类分别进行生产风险评估。因为河北和广西壮族自治区(省)没有藻类海水养殖,因此,藻类风险的评估只考虑其他 7 个省份。评估结果如表 4 所示。

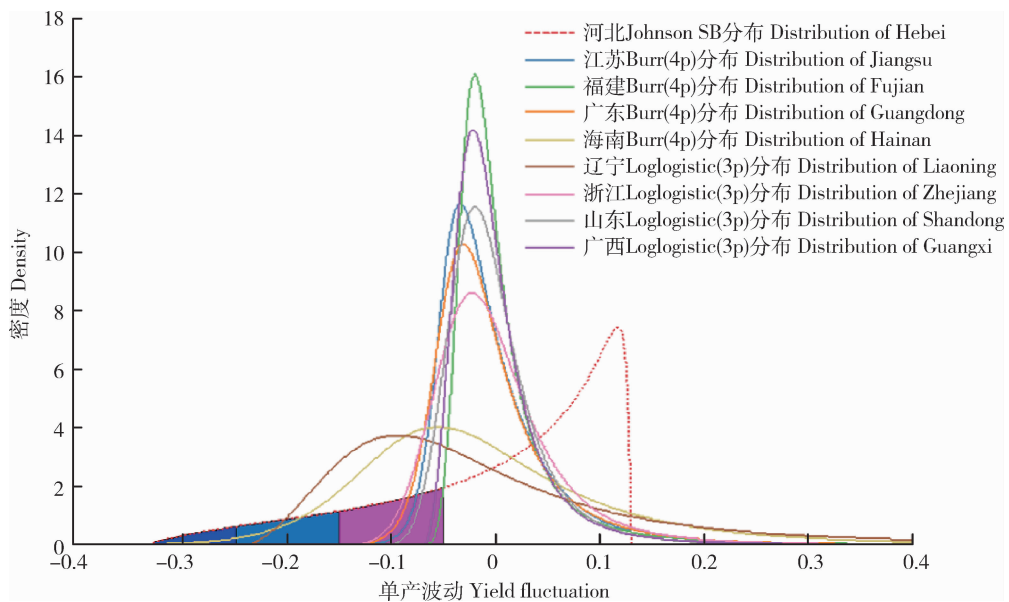


图2 各省(自治区)海水养殖单产波动的最优概率密度分布图

Fig. 2 Optimal probability density function of mariculture yield fluctuations in provinces and autonomous regions

表3 各省(自治区)海水养殖总产量减产的概率

Table 3 The probability of total yield reduction in different provinces and autonomous regions

减产幅度/% Loss rate	河北 Hebei	辽宁 Liaoning	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	福建 Fujian	山东 Shandong	广东 Guangdong	广西 Guangxi	海南 Hainan
轻灾 5~15 Light disaster	0.157	0.364	0.121	0.177	0.040	0.088	0.155	0.035	0.326
中灾 15~25 Moderate disaster	0.091	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082
重灾 25~35 Severe disaster	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
巨灾 >35 Catastrophe	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
风险均值 Mean risk	0.044	0.062	0.012	0.018	0.004	0.009	0.016	0.004	0.052

首先,整体而言,4种养殖种类的减产风险都要比总产出的减产风险要高。四类养殖品种的风险从大到小可以排序为:鱼类>甲壳类>藻类>贝类。

其次,就减产区间而言,各个省(自治区)除了贝类养殖极少可能发生较大减产风险(>25%),鱼类、甲壳类和藻类都有很大概率出现。尤其是鱼类,河北、辽宁和江苏省鱼类发生重大减产风险的概率要

比一般风险要高。这意味着这些省(自治区)的分布是“厚尾”的,风险集中在尾部,一旦发生就可能是重大风险。

最后,就鱼类而言,江苏省减产风险最大,山东省最小;甲壳类而言,辽宁省减产风险最大,广东省最小;贝类而言,辽宁省减产风险最大,福建省最小;藻类而言,江苏省减产风险最大,福建省最小。

表 4 各省(自治区)四大养殖种类减产的概率

Table 4 The probability of yield reduction of four breeding species in provinces and autonomous regions

种类 Varieties	减产幅度/% Loss rate	河北 Hebei	辽宁 Liaoning	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	福建 Fujian	山东 Shandong	广东 Guangdong	广西 Guangxi	海南 Hainan
鱼类 Fish	轻灾 5~15	0.067	0.124	0.091	0.290	0.166	0.088	0.328	0.216	0.225
	中灾 15~25	0.071	0.100	0.110	0.161	0.122	0.000	0.034	0.097	0.188
	重灾 25~35	0.074	0.073	0.123	0.027	0.074	0.000	0.000	0.031	0.091
	巨灾 >35	0.267	0.127	0.306	0.000	0.076	0.000	0.000	0.010	0.037
	风险均值	0.150	0.105	0.191	0.069	0.094	0.009	0.040	0.054	0.102
甲壳类 Crustaceans	轻灾 5~15	0.178	0.228	0.198	0.466	0.164	0.271	0.105	0.217	0.315
	中灾 15~25	0.052	0.197	0.070	0.030	0.001	0.082	0.000	0.000	0.073
	重灾 25~35	0.014	0.092	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
	巨灾 >35	0.005	0.017	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	风险均值	0.034	0.097	0.043	0.053	0.017	0.044	0.011	0.022	0.049
贝类 Shellfish	轻灾 5~15	0.167	0.311	0.167	0.564	0.000	0.223	0.322	0.083	0.283
	中灾 15~25	0.073	0.203	0.000	0.000	0.000	0.077	0.000	0.000	0.107
	重灾 25~35	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
	巨灾 >35	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
	风险均值	0.047	0.072	0.017	0.056	0.000	0.046	0.032	0.008	0.050
藻类 Algae	轻灾 5~15		0.216	0.245	0.355	0.225	0.196	0.210		0.154
	中灾 15~25		0.100	0.188	0.119	0.031	0.070	0.106		0.162
	重灾 25~35		0.036	0.068	0.000	0.003	0.020	0.042		0.136
	巨灾 >35		0.017	0.007	0.000	0.000	0.006	0.021		0.026
	风险均值		0.059	0.085	0.059	0.030	0.042	0.063		0.099

利用系统聚类法对9个省份4个种类的海水养殖单产损失风险分区的结果如表5所示。在鱼类方面,河北和江苏省属于单产损失的高风险区;甲壳类方面,浙江、福建、广东、广西、海南省(自治区)都属于高风险区;贝类海水养殖中,河

北、辽宁、浙江、山东和海南省属于高风险区。藻类养殖中,广东和海南省属于高风险区。这9个省(自治区)中,尤其需要关注海南,除了鱼类外,该省份甲壳类、贝类和藻类生产都处于高风险水平。

表5 总生产及四大海水养殖种类的风险分区

Table 5 Risk partition of total yield and four mariculture varieties

种类 Varieties	河北 Hebei	辽宁 Liaoning	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	福建 Fujian	山东 Shandong	广东 Guangdong	广西 Guangxi	海南 Hainan
鱼类 Fish	高	低	高	低	低	低	低	中	低
甲壳类 Crustaceans	低	中	中	高	高	中	高	高	高
贝类 Shellfish	高	高	中	高	低	高	低	低	高
藻类 Algae		中	低	低	中	中	高		高
总生产 Total production	中	高	高	低	低	低	低	低	高

2.3 主要海水养殖品种的生产风险分析

这部分评估重要海水养殖品种所面临的生产风险。尽管我国海水养殖的品种众多,但国家对很多养殖品种的养殖面积数据并没有公布,而且鉴于很多品种只限于少数省(自治区),因此在数据可得的情况下,这部分主要讨论扇贝、蛤、南美白对虾、牡蛎、紫菜、蛭、贻贝、海带、蚶、螺、日本对虾、梭子蟹、青蟹、中国对虾、鲍、斑节对虾共16种养殖品种的生产风险。

如表6所示,辽宁省的减产风险最高,16个品种有5个是风险最高的,而福建省是减产风险最低的省份,所有品种的减产可能都较低。从均值上看,河北、江苏、浙江和海南省的减产风险要大于山东、广东和广西壮族自治区(省)。从具体的养殖品种来看,鲍、青蟹、日本对虾、紫菜等产品的减产风险较大,而蛤、牡蛎、斑节对虾的减产风险较小。另外,同一个省(自治区)内部的不同品种有很大差异,这启示养殖户可以通过调整养殖品种来规避风险。

利用系统聚类法对各个品种进行风险分区,结果如表7所示。在选择16个品种中,河北省的单产损失风险最低,没有养殖品种处于高风险区。海南省是最高的,8个品种有4个处于高风险。河北省单产损失风险较低的原因在于单产水平较低,而海南省的高风险则归咎于较高的减产可能性,其他省(自治区)单产损失的风险相当。

3 结论与建议

3.1 结论

研究表明,我国海水养殖业的生产风险较高。从总生产来说,我国海水养殖的减产区间主要集中在5%~15%,但就细分的养殖品种而言,仍可能发生重大减产(>25%)。而且,不少养殖品种的风险所服从的分布呈现出“厚尾”特征,极端情况发生的概率很大。

不同海水养殖品种的生产风险具有明显的差异。海水养殖单产波动的分布呈现出宽平、尖峰、左偏、厚尾等不同形态。从海水养殖品种来看,生产风险从大到小的顺序为鱼类>甲壳类>藻类>贝类。不同品种海水养殖的生产风险之所以呈现出这样的规律与我国的海水养殖的历史有着密切的关系。我国海水养殖的发展主要得益于贝类和藻类养殖的兴起,我国古代已经掌握了蚌、牡蛎等贝类的养殖技术。我国鱼类和甲壳类海水养殖的历史不长,养殖技术还不够先进,生产风险相对较大。

以单产期望损失为标准,整体而言,海南省属于高风险区,而福建、山东和广西壮族自治区(省)属于低风险区。海南省只有鱼类生产属于低风险区,甲壳类、贝类和藻类的生产都处于高风险区。福建、山东和广西壮族自治区(省)只有少数养殖种类处在高风险区。这一发现也启示生产者和管理者,高单产并不意味着高风险,因为高单产可能会因为先进的

表 6 我国主要海水养殖品种的风险均值

Table 6 Mean risk of main mariculture varieties in China

种类 Varieties	河北 Hebei	辽宁 Liaoning	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	福建 Fujian	山东 Shandong	广东 Guangdong	广西 Guangxi	海南 Hainan
扇贝 Scallop	0.103	0.152		0.079	0.036	0.046	0.044	0.054	0.113
蛤 Clam	0.060	0.039	0.007	0.064	0.011	0.045	0.055	0.021	0.100
南美白对虾 White shrimp	0.110	0.228	0.077	0.077	0.040	0.058	0.024	0.032	0.062
牡蛎 Oysters		0.048	0.087	0.054	0.005	0.026	0.032	0.032	0.133
紫菜 Laver			0.098	0.068	0.038	0.126	0.138		
蛭 Razor clam		0.118	0.048	0.060	0.011	0.061	0.121	0.041	
贻贝 Mussel	0.131	0.083	0.175	0.061	0.033	0.083	0.066	0.071	
海带 Kelp		0.061	0.250	0.078	0.036	0.086	0.103		
蚶 Cockle	0.147	0.114	0.085	0.071	0.030	0.094	0.053	0.032	0.099
螺 Snail			0.070	0.059	0.104	0.137	0.061	0.036	
日本对虾 Kuruma prawn	0.065	0.108	0.186	0.160	0.014	0.070	0.044	0.129	
梭子蟹 Swimming crab	0.087	0.146	0.021	0.079	0.014	0.079	0.088		
青蟹 Blue crab			0.162	0.048	0.022		0.033	0.290	0.110
中国对虾 Fleishy prawn	0.069	0.090	0.075	0.065	0.066	0.059	0.083		
鲍 Abalone		0.219		0.205	0.054	0.076	0.093		0.050
斑节对虾 Tiger prawn			0.124	0.092	0.042	0.145	0.038	0.031	0.057

表 7 我国主要海水养殖品种生产风险的分区结果

Table 7 Risk partition of main mariculture varieties in China

种类 Varieties	河北 Hebei	辽宁 Liaoning	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	福建 Fujian	山东 Shandong	广东 Guangdong	广西 Guangxi	海南 Hainan
扇贝 Scallop	中	低		中	高	中	中	中	中
蛤 Clam	低	低	低	低	低	低	低	中	高
南美白对虾 White shrimp	低	高	低	低	低	低	低	低	中
牡蛎 Oysters		中	中	中	低	中	中	中	高
紫菜 Laver			中	中	低	中	高		
蛭 Razor clam		高	中	低	低	中	高	中	
贻贝 Mussel	中	高	中	高	高	低	中	中	
海带 Kelp		中	低	中	中	中	高		
蚶 Cockle	中	低	低	高	高	中	高	高	中
螺 Snail			低	低	高	高	中	中	
日本对虾 Kuruma prawn	中	中	高	中	低	中	低	中	
梭子蟹 Swimming crab	低	中	低	高	低	低	高		
青蟹 Blue crab			中	低	低		低	高	中
中国对虾 Fleishy prawn	中	低	低	低	中	低	高		
鲍 Abalone		中		中	高	低	低		高
斑节对虾 Tiger prawn			中	低	低	中	低	高	高

养殖技术和管理水平,减产可能性较低。反之,低单产可能因为较高的减产概率而风险较大。

3.2 建议

第一,调整海水养殖品种的结构以降低风险水平。同一省(自治区)的不同养殖品种的减产风险具有很大差异。因此,地方政府可以通过给予一些生产稳定的品种优惠来调整养殖的结构。举例来说,广东省的紫菜和蛭减产风险很大,但南美白对虾和青蟹的减产风险却较小,政府可以逐渐适当引导养殖户进行后者的养殖。

第二,改进养殖技术和管理水平,提高养殖户的风险适应能力。我国贝类和藻类生产风险较低与其先进的养殖技术和管理水平密切相关。对当地政府来说,应该推广先进的海水养殖技术,举办知识讲座来提高养殖户的能力。

第三,重视风险的转移,积极发展海水养殖保险。从海水养殖业的风险因子来看,气候灾害是不可忽视的。尽管养殖户可以通过农业管理等手段来降低污染、病害等风险,但天气风险往往是无法规避的。“靠天吃饭”仍然是海水养殖业的主要特征。因此,需要重视风险的转移,大力发展海水养殖保险。另外,鉴于天气风险往往是系统性的,这也说明互助保险的发展在小范围内可能是无效的,需要在更大的区域建立互保制度。需要强调的是,本研究的风险测度和分区结果也可以为海水养殖保险精算费率的调整提供参考。

第四,政府需要对海水养殖保险给予补贴,保证承保体的可持续经营。我国海水养殖业的生产风险整体较大,不少养殖品种发生重大减产风险的可能性很大。单靠养殖户和保险公司还无法彻底分担风险,政府必须进行兜底。事实上,我国海水养殖保险的规模之所以如此小,很大的原因就在于其风险较大,而政府补贴较少,很多项目入不敷出而不得不中止。另外,政府对不同养殖品种的保险的补贴应该是有所差异的。保险补贴最少应该在鱼类、甲壳类、贝类和藻类等方面有所差异。

参考文献 References

[1] Delgado C, Wada N, Rosegrant M W, Meijer S, Ahmed M. *Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets* [M]. Washington D C: International Food Policy Research Institute, 2003

[2] Flaten O, Lien G, Tveterås R. A comparative study of risk

exposure in agriculture and aquaculture[J]. *Food Economics-Acta Agriculturae Scandinavica: Section C*, 2011, 8(1): 20-34

[3] Bergfjord O J. Risk perception and risk management in Norwegian aquaculture[J]. *Journal of Risk Research*, 2009, 12(1): 91-104

[4] Ahsan D A, Roth E. Farmers' perceived risks and risk management strategies in an emerging mussel aquaculture industry in Denmark[J]. *Marine Resource Economics*, 2010, 25(3): 309-323

[5] Le T C, Cheong F. Perceptions of risk and risk management in Vietnamese catfish farming: An empirical study [J]. *Aquaculture Economics & Management*, 2010, 14(4): 282-314

[6] Ahsan D A. Farmers' motivations, risk perceptions and risk management strategies in a developing economy: Bangladesh experience[J]. *Journal of Risk Research*, 2011, 14(3): 325-349

[7] Le Bihan V, Pardo S, Guillotreau P. Risk perception and risk management strategies of oyster farmers[J]. *Marine Resource Economics*, 2013, 28(3): 285-304

[8] Chitmanat C, Lebel P, Whangchai N, Promya J, Lebel L. Tilapia diseases and management in river: Based cage aquaculture in northern Thailand[J]. *Journal of Applied Aquaculture*, 2016, 28(1): 9-16

[9] Piamsomboon P, Inchairi C, Wongtavatchai J. White spot disease risk factors associated with shrimp farming practices and geographical location in Chanthaburi Province, Thailand [J]. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2015, 117(2): 145-153

[10] Oidtmann B C, Pearce F M, Thrush M A, Peeler E J, Ceolin C, Stärk K D, Dalla Pozza M, Afonso A, Diserens N, Reese R A. Model for ranking freshwater fish farms according to their risk of infection and illustration for viral haemorrhagic septicaemia[J]. *Preventive Veterinary Medicine*, 2014, 115(3/4): 263-279

[11] Just R E, Pope R D. Production function estimation and related risk considerations [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1979, 61(2): 276-284

[12] Asche F, Tveterås R. Modeling production risk with a two-step procedure [J]. *Journal of Agricultural & Resource Economics*, 1999, 24(2): 424-439

[13] Kumbhakar S C. Specification and estimation of production risk, risk preferences and technical efficiency[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2002, 84(1): 8-22

[14] Khan A, Guttormsen A, Roll K H. Production risk of pangas (*Pangasius hypophthalmus*) fish farming [J]. *Aquaculture Economics & Management*, 2018, 22(2): 192-208

[15] Kumbhakar S C, Tveterås R. Risk preferences, production risk and firm heterogeneity [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, 2003, 105(2): 275-293

[16] Zhang Q, Wang, K. Evaluating production risks for wheat

- producers in Beijing [J]. *China Agricultural Economic Review*, 2010, 2(2): 200-211
- [17] 王克, 张峭. 基于数据融合的农作物生产风险评估新方法[J]. 中国农业科学, 2013, 46(5): 1054-1060
Wang K, Zhang Q. A new approach to assess crop yield risk based on mixed source of data [J]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2013, 46(5):1054-1060 (in Chinese)
- [18] 张峭, 王克. 农作物生产风险分析的方法和模型[J]. 农业展望, 2007, 3(8): 7-10
Zhang Q, Wang K. Methods and models of crop production risk analysis[J]. *Agricultural Outlook*, 2007, 3(8): 7-10 (in Chinese)
- [19] Baležentis T, Štreimikienė D, Melnikienė R, Yu Z. Non-parametric analysis of yield risk in Lithuanian crop farming [J]. *Journal of Business Economics & Management*, 2017, 18(3): 521-536
- [20] 孔锋, 吕丽莉, 方建. 农业巨灾风险评估理论和方法研究综述和展望[J]. 保险研究, 2016(9): 103-116
Kong F, Lv L L, Fang J. A review and prospect of agricultural catastrophe risk assessment theory and practices [J]. *Insurance Studies*, 2016(9): 103-116 (in Chinese)
- [21] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001—2018
Administration of Agriculture and Rural Fisheries. *China Fishery Statistics Yearbook* [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2001—2018 (in Chinese)
- [22] Ramirez O A, Misra S, Field J. Crop-yield distributions revisited[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2003, 85(1): 108-120
- [23] 陈琦, 韩立民. 我国海洋捕捞业生产的波动特征及成因分析[J]. 经济地理, 2016, 36(1): 105-112
Chen Q, Han L M. Analysis on the fluctuation characteristics and causes of marine fishing in China [J]. *Economic Geography*, 2016, 36(1): 105-112 (in Chinese)
- [24] 叶涛, 聂建亮, 武宾霞, 李曼, 史培军. 基于产量统计模型的农作物保险定价研究进展[J]. 中国农业科学, 2012, 45(12): 2544-2551
Ye T, Nie J L, Wu B X, Li M, Shi P J. Crop insurance premium rating based on yield simulation models[J]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2012, 45(12): 2544-2551 (in Chinese)
- [25] Ye T, Nie J L, Wang J, Shi P J, Wang Z. Performance of detrending models of crop yield risk assessment: Evaluation on real and hypothetical yield data[J]. *Stochastic Environmental Research & Risk Assessment*, 2015, 29(1): 109-117
- [26] 邓国, 王昂生, 李世奎, 周玉淑. 风险分析理论及方法在粮食生产中的应用初探[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 221-226
Deng G, Wang A S, Li S K, Zhou Y S. Risk theory and method and its initial application in grain yield[J]. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(3): 221-226 (in Chinese)
- [27] 吴祖葵, 杨敬华, 刘勃. 我国玉米主产省自然灾害灾情分析[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(3): 9-17
Wu Z K, Yang J H, Liu Q. Analysis of natural disasters in main corn producing provinces in China[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(3): 9-17 (in Chinese)
- [28] Goodwin B K, Mahul O. *Risk Modeling Concepts Relating to the Design and Rating of Agricultural Insurance Contracts* [M]. Washington D C: The World Bank, 2004
- [29] 韩语轩, 房世波, 梁瀚月, 周莉, 周广胜. 基于减产概率的辽宁水稻灾害风险区划[J]. 生态学报, 2017, 37(23): 8077-8088
Han Y X, Fang S B, Liao H Y, Zhou L, Zhou G S. Disaster risk regionalization of rice based on its reduction probability in Liaoning Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(23): 8077-8088 (in Chinese)
- [30] 徐磊, 张峭. 中国农业巨灾风险评估方法研究[J]. 中国农业科学, 2011, 44(9): 1945-1952
Xu L, Zhang Q. Assessment approach for agricultural catastrophic risk in China [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2011, 44(9): 1945-1952 (in Chinese)
- [31] 梁来存. 我国粮食保险纯费率厘定方法的比较与选择[J]. 数量经济技术经济研究, 2011, 28(2): 124-134
Liang L C. A comparison and choice on the pure rate-making methods of grain insurance in China [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2011, 28(2): 124-134 (in Chinese)
- [32] 陈军, 赵思健, 聂谦. 区域农业产量风险低估的评价研究[J]. 保险研究, 2020(2): 19-29
Chen J, Zhao S J, Nie Q. A study on the underestimated evaluation of regional agricultural yield risk [J]. *Insurance Studies*, 2020(2): 19-29 (in Chinese)
- [33] 赵思健, 张峭, 王克. 农业生产风险评估方法评述与比较[J]. 灾害学, 2015(3): 131-139
Zhao S J, Zhang Q, Wang K. Review and comparison of agricultural production risk assessment methods[J]. *Journal of Catastrophology*, 2015(3): 131-139 (in Chinese)
- [34] 邢鹏, 钟甫宁. 粮食生产与风险区划研究[J]. 农业技术经济, 2006(1): 19-23
Xing L, Zhong F N. Study on grain production and risk zoning [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2006(1): 19-23 (in Chinese)