

# 基于层次分析法的大菱鲆工厂化养殖风险评估

戴亚娟,杨正勇

(上海海洋大学 经济管理学院,上海 201306)

**摘要:**水产养殖过程中面临诸多的风险,为了量化水产养殖风险中的影响因素,评估风险等级,有效规避风险,以山东地区大菱鲆工厂化养殖为例,从自然、市场、操作和政策4个方面,运用层次分析法,建立风险评价指标体系,通过问卷调查的方式,基于专家调查法,对各风险因素的影响程度打分,分析和反馈专家意见,整理和分析获得的数据资料。结果表明:当前大菱鲆工厂化养殖风险为BB等级,养殖风险较高,其中市场价格的风险影响最大,饲料价格、病害和环境污染成为较严重的风险因素。最后,分别从养殖单位、政府机构以及水产养殖行业三方面提出相应的措施建议。面对养殖中危害较大的自然风险和市场风险,对于大菱鲆养殖户而言,把握市场行情,通过多种渠道获得市场供求信息而做出生产销售决策,可以有效避免市场价格波动带来的损失。从政府层面来看,可以通过推动水产养殖政策性保险的实施,及时发布市场供求信息,合理规划养殖规模,控制养殖产量,有效降低风险给养殖单位带来的损害。从海水养殖行业角度看,环境污染、病害以及持续上涨的饲料价格成为养殖行业普遍存在的隐患。海水养殖行业需以技术更新为重任,从养殖生产技术、疫苗防治、鱼粉替代产品研发等方面,全面提高水产养殖技术,规避行业面临的养殖风险。

**关键词:**大菱鲆;工厂化;海水养殖;层次分析法;风险评估

**中图分类号:**F316.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)01-0067-04

大菱鲆俗称欧洲比目鱼,在我国市场上称之为“多宝鱼”,是东北大西洋沿岸的特有名贵鱼类之一,属于鲆鲽类。自然分布于北起冰岛,南至摩洛哥附近的欧洲沿海<sup>[1]</sup>。大菱鲆养殖产业自1992年首次从欧洲引种培育以来,经过十多年的发展,养殖总规模超过300万m<sup>2</sup>,总产量约为2万t,实现产值可达22亿元<sup>[2]</sup>。大菱鲆一般采用“温室大棚+深井海水”的工厂化养殖模式<sup>[3]</sup>,主要抽取地下海水,温室大棚主要建造在沿海地带。

大菱鲆工厂化养殖作为海水养殖方式中的一种,近年来,随着养殖规模的扩大,各种风险因素在增加。自然环境的恶化,极端气候的加剧,水资源的短缺,原料价格的疯涨以及市场经济条件下的激烈竞争成为当前大菱鲆工厂化养殖过程中面临的主要问题。

该研究以大菱鲆工厂化养殖为例,运用层次分析法,从自然、市场、操作以及政策方面分析海水养殖风险,确定主要的风险因素。

## 1 大菱鲆养殖风险的来源

依据大菱鲆工厂化养殖实例,可能面临的风险来源,大致分为两类:内部风险和外部风险。

内部风险主要是指养殖者在养殖过程的操作行为所带来的损失。养殖中将这部分风险称为操作风险。比如在投饵过程中的投喂时间、投喂量的不同或者失误引起的鱼苗消化不良等;大菱鲆适应低水温,适合水温在11~15℃<sup>[3]</sup>,对高温反应敏感;此外,病害的发生是养殖中较为严重的问题,可能带来鱼苗死亡的损失,同时药物的使用也增加了养殖成本。做好防疫,控制疾病的发生是降低损失的一方面。以山东省为例,2009年因病害造成的水产品经济损失为13 505.38万元<sup>[4]</sup>。

外部风险是指外部环境对养殖收益的影响。这主要包括自然环境的影响、市场经济条件下的不确定性以及政策环境的变化。沿海地带多遭受台风影响,以山东地区为例,2009年因台风、洪涝造成的水产品损失达6 386万元,而环境污染造成的水产品损失为38 776万元<sup>[4]</sup>。水产养殖业与自然环境紧密相连,对市场、政策反应较慢,因此外部环境对海水养殖业造成的损失是不容忽视的。其次对海域使用的规划等诸多不确定性政策因素成为海水养殖另一个风险来源。

## 2 大菱鲆养殖风险的评估方法与指标选择

层次分析法是美国运筹学家 Saaty 于 20 世

收稿日期:2011-08-17

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(nycytx-50)

第一作者简介:戴亚娟(1985-),女,江苏省如东县人,在读硕士,从事农业和渔业经济研究。E-mail: dyjcherry@126.com。

通讯作者:杨正勇(1969-),男,彝族,云南省云县人,教授,从事水产养殖经济、资源与环境经济研究。E-mail: chinastar807@163.com。

纪 70 年代提出的,是一种定性与定量分析相结合的多目标决策分析方法。该方法首先是对问题所涉及的因素进行分类,然后构造一个各因素之间相互联结的层次结构模型。根据对风险来源的分析,设定大菱鲆海水养殖风险的评估为目标层(Z)。选取自然风险、市场风险、操作风险和政策风险 4 个指标作为准则层(B)。准则层细分后得到各个准则层对应的因素层(F)(见表 1)。根据层次结构图确定每一层各因素相对重要性的权数,直至计算出因素层各方案的相对权数。

表 1 大菱鲆工厂化养殖风险评估指标体系

Table 1 Risk evaluation index of turbot factory farming

目标层 Destination layer	准则层 Criterion layer	因素层 Factors layer
Z 大菱鲆工厂化 养殖风险 Z Risk of Turbot Factory Farming	B1 自然风险	F11 冰冻
		F12 台风
		F13 环境污染
		F14 暴雪
		F15 高温
	B2 市场风险	F21 消费者偏好
		F22 产品销售价格
		F23 饲料价格
		F24 水费
		F31 水温控制
	B3 操作风险	F32 饲料投喂
		F33 病害
		F34 偿债能力
	B4 政策风险	F41 资源税费
		F42 海域使用规划

该研究在运用层次分析法的同时结合问卷调查,对准则层以及因素层各风险因素分别打分,由分值计算权重系数。在确定评价指标后,设计调查问卷,向大菱鲆养殖户和水产养殖研究领域的专家做调查,收集数据进行分析。设计问卷数为 40 份,有效问卷 36 份。

### 3 分析过程

#### 3.1 问卷分析

根据心理学家的研究提出:人们区分信息等级的极限能力为  $7 \pm 2$ ,故引入 1~9 的标度(见表 2),分别对各因素打分,根据打分的分数设计权重,计算得到各因素打分情况(见表 3)。

#### 3.2 权重确定

根据问卷的打分情况,加权得到各个因素的分值,依据分值进行两两比较得出比较矩阵。

3.2.1 方法介绍 在层次分析法中计算判断矩阵的最大特征值与特征向量可以用近似法——方

表 2 1~9 标度法

Table 2 One to nine scale

标度 Scale	损害程度 Harm degree
1	不严重
3	略严重
5	一般
7	较严重
9	非常严重

表 3 各指标打分统计

Table 3 Score of each index

准则层 Rule layer	分值 Score	因素层 Factors layer	分值 Score	因素层 Factors layer	分值 Score	因素层 Factors layer	分值 Score	因素层 Factors layer	分值 Score
B1	5.6857	F11	4.9429	F21	6.3714	F31	6.9429	F41	5.4571
B2	6.0286	F12	6.5429	F22	8.0857	F32	6.7143	F42	6.9429
B3	4.8857	F13	7.1714	F23	7.2857	F33	7.2286		
B4	4.2571	F14	6.2286	F24	5.7429	F34	5.0000		
		F15	6.3429						

根法<sup>[5]</sup>求出。具体步骤为:  $\bar{\omega}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$

计算判断矩阵每行所有元素的几何平均值:  $i = 1, 2, \dots, n$ , 得到  $\bar{\omega} = (\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \dots, \bar{\omega}_n)^T$ 。将  $\bar{\omega}$  归一化, 即计算:  $\omega_i = \frac{\bar{\omega}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{\omega}_i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , 所得

$\bar{\omega} = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$  即为所求特征向量的近似值, 也就是各因素的相对权重。

计算判断矩阵的最大特征值:  $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(A \bar{\omega})_i}{n \bar{\omega}_i}$ ,  $(A \bar{\omega})_i$  为向量  $A \bar{\omega}$  的第  $i$  个元素。

计算判断矩阵一致性指标, 检验其一致性。

计算判断矩阵一致性指标, 检验其一致性。

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

因维数  $n$  越大, 判断的一致性将越差, 所以要放宽对高维判断矩阵一致性的要求, 故引入修正值。当  $CR < 0.1$ , 认为  $A$  的不一致程度在允许的

范围内。当检验不通过时,需要重新进行成对比较,或对已有的 A 进行修正。

3.2.2 计算结果 计算后得到对比判断矩阵(见表 4、表 5、表 6、表 7 和表 8)。

表 4 判断矩阵 Z-B

Table 4 Judgment matrix Z-B

Z	B1	B2	B3	B4
B1	1.0000	0.9431	1.1637	1.3356
B2	1.0603	1.0000	1.2339	1.4161
B3	0.8593	0.8104	1.0000	1.1477
B4	0.7487	0.7062	0.8713	1.0000

表 5 判断矩阵 B1-F

Table 5 Judgment matrix B1-F

B1	F11	F12	F13	F14	F15
F11	1.0000	0.8148	0.7857	1.2222	1.1579
F12	1.2273	1.0000	0.9643	1.5000	1.4211
F13	1.2727	1.0370	1.0000	1.5556	1.4737
F14	0.8182	0.6667	0.6429	1.0000	0.9474
F15	0.8636	0.7037	0.6786	1.0556	1.0000

表 6 判断矩阵 B2-F

Table 6 Judgment matrix B2-F

B2	F21	F22	F233	F24
F21	1.0000	0.3636	0.4615	1.7143
F22	2.7500	1.0000	1.2692	4.7143
F23	2.1667	0.7879	1.0000	3.7143
F24	0.5833	0.2121	0.2692	1.0000

表 7 判断矩阵 B3-F

Table 7 Judgment matrix B3-F

B3	F31	F32	F33	F34
F31	1.0000	1.3500	1.0385	3.8571
F32	0.7407	1.0000	0.7692	2.8571
F33	0.9630	1.3000	1.0000	3.7143
F34	0.2593	0.3500	0.2692	1.0000

表 8 判断矩阵 B4-F

Table 8 Judgment matrix B4-F

B4	F41	F42
F41	1.0000	0.4242
F42	2.3571	1.0000

3.2.3 计算权向量并做一致性检验 根据判断矩阵 Z-B,得到准则层 B 对目标层 Z 的权向量 $\omega=(0.272\ 6,0.289\ 0,0.234\ 2,0.204\ 1)^T$ ,同理可得到因素层 F1,F2,F3,F4 对准则层 B 的权向量 $\omega_1=(0.193\ 0,0.236\ 7,0.245\ 6,0.157\ 9,0.166\ 7)^T$ , $\omega_2=(0.156\ 8,0.423\ 1,0.333\ 3,0.089\ 7)^T$ , $\omega_3=(0.234\ 2,0.337\ 5,0.250\ 0,0.325\ 0,0.087\ 5)^T$ , $\omega_4=(0.298\ 9,0.702\ 1)^T$ 。

矩阵的一致性通过检验。

3.2.4 计算组合权向量并做组合一致性检验

因素层的第 j 个指标(即位于第 i 个准则层下的第 j 个指标)相对于目标层总排序权重可由公式计算得到: $\omega_{ij}=\omega_i\omega_j$ 。所以组合权重值为  $W_1=(0.052\ 6,0.064\ 6,0.067\ 0,0.043\ 0,0.045\ 4,0.044\ 5,0.122\ 3,0.096\ 3,0.025\ 9,0.079\ 1,0.058\ 6,0.076\ 1,0.020\ 5,0.608\ 0,0.143\ 3)$ 。

3.3 综合评价

根据组合权重值,结合表 4 各因素的打分情况,计算总的养殖风险值  $Z=\sum_{j=1}^5\omega_{ij}F_{ij}+\sum_{j=1}^4\omega_{2j}F_{2j}+\sum_{j=1}^4\omega_{3j}F_{3j}+\sum_{j=1}^2\omega_{4j}F_{4j}=6.763\ 6$ 。从表 9 可看出,评级越高,面临的危险越大。分值 6.763 6 处于 BB 级。一般如果风险评级达到 BB 级就应该引起重视,即大菱鲆工厂化养殖风险较大,需要分析风险源头,并采取相应的措施。

表 9 风险综合评估参考表

Table 9 Risk comprehensive evaluation reference list

风险等级	AAA	AA	A	BB	B	C
Risk level						
总分	10~9	8.9~8.0	7.9~7.0	6.9~6.0	5.9~5.0	4.9~0
Total score						

4 结论与建议

4.1 结论

通过对大菱鲆工厂化养殖风险的分析,可以得出结论:

(1)大菱鲆工厂化养殖风险总评分为 6.763 6 分,为 BB 等级,风险较大,需引起重视,寻找风险源,找出主要影响因素。

(2)从表 3 中,准则层 B 的分值来看,市场风险是大菱鲆工厂化养殖中的主要风险,其次为自然风险,分值为 5.685 7,两者相差 0.342 9 分,比市场风险低 5.69%,操作风险和政策风险次之。因此从宏观上看,市场和自然风险的危害具有的不可控性成为大菱鲆工厂化养殖过程中养殖者最为关注和最为担心的风险来源。

(3)表 3 中因素层的打分出现几个较高值,分别是产品销售价格 8.085 7 分,饲料价格 7.285 7 分,病害 7.228 6 分,环境污染 7.171 4 分。这几个分值远远大于风险的综合评分值 6.763 6 分。

说明大菱鲆养殖过程中大菱鲆产品的销售价

格成为当前最主要的风险源头,风险等级为AA,风险程度很高。市场数据表明大菱鲆的出塘价格仅为40元·kg<sup>-1</sup>,多数养殖户处于无利或亏损经营状态。饲料价格、病害和环境污染亦是主要的风险因素,等级评价为A,风险较高,饲料价格的风险使价格上涨的波动幅度较大,养殖户难以应对;病害和环境污染则是直接或间接影响鱼苗健康状态,也说明病害是大菱鲆养殖中的风险因素。

综上所述,大菱鲆工厂化养殖风险综合评估分值处于BB等级,各方需对此引起重视。在所有影响因素中,大菱鲆市场价格处于高风险状态,低迷的价格已经损害了养殖户的经营效益,再加上饲料养殖成本的大幅度变化,病害和环境污染的影响,整个产业风险突出。

#### 4.2 建议

针对大菱鲆工厂化养殖风险的分析研究特提出建议:

(1)面对养殖中危害较大的自然风险和市场风险,对于大菱鲆养殖户而言,把握市场行情,通过多种渠道获得市场供求信息而做出生产销售决策,可以有效避免市场价格波动带来的损失。对养殖技术信息和市场销售信息的主动获取是养殖单位取得行业平均利润,避免经营亏损的有效途径。

(2)从政府层面来看,可以采取多样的措施来

有效降低风险给养殖单位带来的损害。推动水产养殖政策性保险的实施,可以减少养殖过程中因自然灾害产生的经济损失;及时发布市场供求信息,可以避免养殖户因价格波动带来的风险;各地区相关政府合理规划养殖规模,控制养殖产量,也可以有效避免因产量过剩带来的市场价格走低导致的经济收益降低的损失。

(3)从海水养殖行业角度看,环境污染、病害以及持续上涨的饲料价格成为养殖行业普遍存在的隐患。通过推广循环水养殖技术,可以减少养殖环境中的水污染,同时降低病害死亡率,提高养殖收益;通过研发新型疫苗,提高鱼体免疫力,可以减少药物的使用,提高养殖成活率,减少养殖中的病害风险;通过研发鱼粉替代产品,减少对进口饲料原料的依赖,可以避免饲料价格上涨带来的养殖成本增加,减少经营收益风险。

#### 参考文献:

- [1] 雷霖霖. 大菱鲆的引进和新型养殖产业的发展[J]. 中国渔业经济, 2003(5): 16-22.
- [2] 雷霖霖, 马爱军, 陈超, 等. 大菱鲆(*Scophthalmus maximus* L.)养殖现状与可持续发展[J]. 中国工程科学, 2005, 7(5): 30-34.
- [3] 雷霖霖, 门强, 王印庚, 等. 大菱鲆“温室大棚+深井海水”工厂化养殖模式[J]. 海洋水产研究, 2002, 23(4): 1-6.
- [4] 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [5] 甘应爱, 田丰, 李维铮, 等. 运筹学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

## Risk Assessment of Turbot Factory Farming on AHP

DAI Ya-juan, YANG Zheng-yong

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

**Abstract:** To quantify the influencing factors of aquaculture risk, assess the level of risk, and avoid risk effectively, factory farm of turbot farming was taken as example. In terms of nature environment, market, operation and policy, the evaluation indicators of risk analysis was built applying the method of AHP, and analyzed the data from questionnaire survey. It turned out that the level of turbot factory farming was BB, and the biggest influence factor was the price of the production, while the price of feed, diseases and the pollution from the environment were also the serious aspects. In the end, some proposals in views of aquatic farmers, government and aquaculture industry were given. Facing the huge risks from nature and market, farmers need to hold to the market, and to gain market supply and demand information through various channels and to make production sales decisions which could effectively avoid the loss of market price fluctuations. From the government aspect, propelling through the implementation of aquaculture policy-related insurance, timely releasing market supply and demand information, and rational planning of breeding scale, controlling breeding production could reduce the risk to breeding unit brings damage. From the perspective of seawater aquaculture industry, environment pollution, disease and rising feed prices become breeding industry widespread hidden trouble. Mariculture industry need to update technology from breeding for task, and enhance the research in the respect of production technology, vaccines prevention and fishmeal's substitutes to evade aquaculture technology risk of breeding from the industry.

**Key words:** turbot; factory farming; sea farming; AHP; risk assessment