

# 基于信号博弈的阳澄湖大闸蟹 绿色标签市场应用分析

吴昊

(上海海洋大学 经济管理学院, 上海 201306)

**摘要:**水产品绿色标签对消费者来说是高质量的信号,对卖家来说则是卖出高价的资本。但是欺诈行为的存在损害了消费者和其他卖家的利益,扰乱了市场秩序。以阳澄湖大闸蟹为例,通过信号博弈理论,对螃蟹市场中买卖双方的消费行为进行博弈分析,得到了精炼贝叶斯 Nash 均衡。

**关键词:**信号博弈;绿色标签;精炼贝叶斯 Nash 均衡;阳澄湖大闸蟹

**中图分类号:**F123.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2011)06-0108-04

目前,国内生态水产品有无公害水产品、绿色水产品和有机水产品 3 种。这 3 类安全水产品的概念分别是从小公害食品、绿色食品和有机食品中延伸出来的。其中,绿色水产品执行的标准是推荐性标准,属知识产权范畴,是政府出于提高产品质量和保护生态环境的目的所倡导的。相对于无公害水产品,绿色水产品对产地环境质量和产品质量重视程度更高。绿色水产品的认证机构是农业部下属的中国绿色食品发展中心,该中心负责全国绿色食品的认证和最终审批<sup>[1]</sup>。

阳澄湖大闸蟹是绿色水产品,卖家把印有绿色标记的环扣绑在大闸蟹上,以区分普通螃蟹,高价出售。绿色标签给消费者传递了优质商品的信息,帮助卖家获得较高的经济效益。但一些普通螃蟹的卖家受到利益的驱使,通过非正常渠道获得并滥用绿色标签,以牟取高额利润。这不仅会让消费者在消费时难以判断真伪,导致上当,还损害了阳澄湖大闸蟹卖家的利益,扰乱了市场秩序。

## 1 螃蟹市场的信号博弈分析

运用博弈论,可以分析消费者和卖家对绿色标签的态度和反应,消费者和卖家各自的策略,以及两者之间的相互作用,从而探究出消费者和卖家之间的均衡状态,以及绿色水产品市场现状的内在原因。分析之前,需要对模型内涉及的对象做出必要约束:(1)参与博弈的消费者购买螃蟹都是为了自己食用,且在品质和价格冲突时会优先考虑前者,即消费者在面对优质但昂贵的螃蟹时

会选择购买(其它类型的消费者,如购买螃蟹送礼,或者优先考虑价格的,将在后面给出讨论)。(2)参与博弈的卖家为了利益最大化可以自由改变自己的产品(阳澄湖大闸蟹或普通螃蟹)和销售手段(使用绿色标签或不使用),不必考虑沉没成本。

### 1.1 理想状况:不含伪造标签的螃蟹市场

如果市场不存在伪造的绿色标签,那么此时消费者都清楚,有标签的就是阳澄湖大闸蟹,没有的则是普通螃蟹。虽然对两种螃蟹的生产成本等信息并不了解,但是由于消费者优先考虑品质而不是价格,所以这可以看做一个完全信息博弈,其结构见图 1。对于优先考虑品质的消费者来说,高价购买阳澄湖大闸蟹所得的效用要高于低价购买普通螃蟹;对于卖家来说,只要消费者不购买,自己势必亏本。

		卖家	
		阳蟹	普蟹
消费者	购买	3, 3	2, 2
	不买	0, -2	0, -1

图 1 完全信息博弈结构

消费者的最优策略显然是购买,因为不购买所得效用为零。卖家没有最优策略,但是由于他们清楚消费者会选择购买,所以他们会选择卖阳澄湖大闸蟹。从而可得均衡策略,即购买阳澄湖大闸蟹。

### 1.2 信号博弈的引入

由于养殖销售阳澄湖大闸蟹的高利润,越来越多的卖家进入行业,使得阳澄湖地区的天然资源日趋贫乏,业内竞争也日趋激烈。另一方面,由于缺乏有效管理,认证部门认证和授予的阳澄湖

收稿日期:2011-02-21

作者简介:吴昊(1986-),男,江苏省武进区人,在读硕士,从事渔业经济管理研究。E-mail:wuhao4211@163.com。

大闸蟹绿色标签能够被卖家轻易获得。于是,阳澄湖大闸蟹开始掺假,一些卖家把绿色标签扣在普通蟹上鱼目混珠。

此时的博弈演变成了不完全信息博弈,且属于其中特殊的一类——信号博弈(signaling games)。其基本特征是博弈参与者分为信号发送者(sender,用S表示)和信号接受者(receiver,用R表示)两类,信号发送者先行动,发送一个关于自己类型的信号,信号接受者根据自己所接收到的信号选择自己的行动。其具体博弈时序为<sup>[2-3]</sup>:(1)自然根据特定的概率分布 $p(t_i)$ ,从可行的类型集 $T=\{t_1, \dots, t_n\}$ 中选择发送者类型 $t_i$ ,其中, $\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}, p(t_i) > 0$ 且 $p(t_1) + \dots + p(t_n) = 1$ 。(2)发送者观测到 $t_i$ ,然后从可行的信号集 $M=\{m_1, \dots, m_j\}$ 中选择一个发送信号 $m_j$ 。(3)接受者不能观测到 $t_i$ ,但能观测到 $m_j$ ,他从可行的行动集 $A=\{a_1, \dots, a_k\}$ 中选择一个行动 $a_k$ 。(4)双方分别得到收益 $u_S\{t_i, m_j, a_k\}$ 和 $u_R\{t_i, m_j, a_k\}$ 。

在信号博弈中,发送者发出的信号依赖于自然赋予的类型,因此信号发送者的行动,对信号接收者来说具有传递信息的作用,同时又使得接收者的行动依赖于发送者选择的信号。

信号博弈的解即精炼贝叶斯 Nash 均衡。图2给出了信号博弈的一种简单情况的扩展式描述(暂不考虑支付),其中 $T=\{t_1, t_2\}$ , $M=\{m_1, m_2\}$ , $A=\{a_1, a_2\}$ ,自然选择发送者为类型 $t_1$ 的概率为 $p$ ,为类型 $t_2$ 的概率为 $1-p$ 。

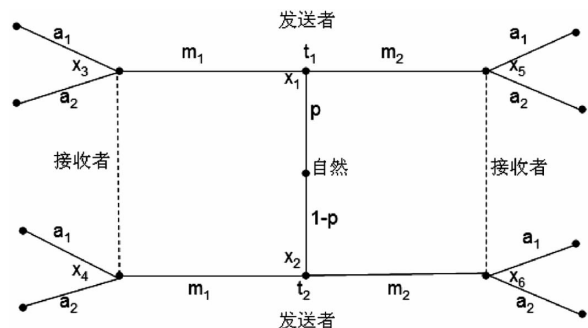


图2 信号博弈模型

发送者的信息集为 $I_S(\{x_1\})$ 和 $I_S(\{x_2\})$ ,分别对应于观测到自然的选择为 $t_1$ 和 $t_2$ ,行动为 $m_1$ 和 $m_2$ ,于是发送者有4种纯战略: $(m_1, m_1)$ 或 $(m_1, m_2)$ 或 $(m_2, m_1)$ 或 $(m_2, m_2)$ 。

不同类型时发送者发出相同的信号,称为混同(pooling)战略;不同类型时发出不同的信号,

称为分离(separating)战略。

对于接收者,其信息集为 $I_R(\{x_3, x_4\})$ 和 $I_R(\{x_5, x_6\})$ ,分别对应于观测到信号 $m_1$ 和 $m_2$ ,行动为 $a_1$ 和 $a_2$ ,于是接收者有4种纯战略: $(a_1, a_1)$ 或 $(a_1, a_2)$ 或 $(a_2, a_1)$ 或 $(a_2, a_2)$ 。

### 1.3 具体案例:阳澄湖大闸蟹绿色标签的信号博弈

将信号博弈模型具体化,代入消费者和卖家对不同行为的支付,博弈描述见图3。其中发送者即为螃蟹卖家,接收者为消费者; $t_1$ 、 $t_2$ 分别表示卖家的螃蟹为阳澄湖大闸蟹和普通螃蟹; $m_1$ 、 $m_2$ 分别表示卖家采取的行动为使用绿色标签卖高价和不使用标签卖低价; $a_1$ 、 $a_2$ 分别表示消费者采取的行动为购买和不购买; $p'$ 和 $p''$ 分别表示消费者在面对标签高价战略 $m_1$ 和非标签低价战略 $m_2$ 时推断其为阳澄湖大闸蟹的概率。当然, $0 < p' < 1, 0 < p'' < 1$ 。

当消费者选择 $a_2$ 时,卖家螃蟹销售不出,面临亏损,故其支付为负数,又由于阳澄湖大闸蟹的养殖成本稍高,故采取 $m_1$ 的卖家支付各为-2和-1,而采取 $m_2$ 策略的卖家由于节省了绿色标志的成本,故损失略小,支付不妨定为-1.9和-0.9;消费者更看重的是螃蟹的品质而不是价格,故在 $x_3$ 、 $x_6$ 处,消费者选择 $a_1$ 的支付分别为3和2。这一约束也可以解释消费者在 $x_1$ 处高价购买了普通蟹后,虽然花了冤枉钱,但是毕竟享受到了螃蟹,故其支付定为1,虽低于3,但不至于降到小于0;在 $x_5$ 处,当卖家低价出售阳澄湖大闸蟹时,并不能确定其销售额能否填补养殖高成本,此处卖家支付较模糊,暂定为0,好在这种放弃绿色标签低价出售阳澄湖大闸蟹的情况在市场上不会存在。

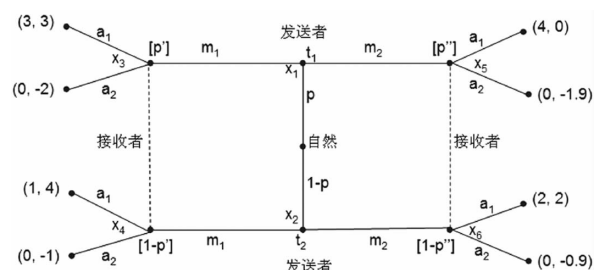


图3 信号博弈在螃蟹市场的运用

分析各种均衡存在的可能性为:

(1)假设存在一个混同于行动 $m_1$ 的精炼贝叶斯 Nash 均衡,卖家战略为 $(m_1, m_1)$ ,则消费者对应于 $m_1$ 的信息集 $I_R(\{x_3, x_4\})$ 处于均衡路径之

上,于是消费者在这一信息集上的推断 $[p', 1-p']$ 决定于贝叶斯法则和卖家的战略,即

$$p' = p(t_1 | m_1) = \frac{p(m_1 | t_1) \cdot p(t_1)}{\sum_{i=1}^2 p(m_1 | t_i) \cdot p(t_i)}$$

由于  $p(m_1 | t_1) = p(m_1 | t_2) = 1$ ,  $p(t_1) = p$ ,  $p(t_2) = 1 - p$ , 因此  $p' = p$ 。

于是可求得消费者选择  $a_1$  的期望收益为  $E(a_1) = p \cdot 3 + (1-p) \cdot 1 = 2p + 1$ , 选择  $a_2$  的期望收益为  $E(a_2) = p \cdot 0 + (1-p) \cdot 0 = 0$ 。显然是  $E(a_1) > E(a_2)$ , 故消费者会选择  $a_1$ , 此时  $t_1$  卖家和  $t_2$  卖家的期望支付分别为 3 和 4。

为了使两种卖家都愿意选择  $m_1$ , 需要确保: 如果卖家选择信号  $m_2$ , 消费者的选择给两种类型的卖家所带来的收益小于他们选择  $m_1$  时的收益。由于:

①如果消费者对  $m_2$  的反应为  $a_1$ , 则  $t_1$  和  $t_2$  卖家选择  $m_2$  的收益为 0 和 2, 分别小于自己选择  $m_1$  的收益 3 和 4, 故此时卖家会选择  $m_1$ ;

②如果消费者对  $m_2$  的反应为  $a_2$ , 则  $t_1$  和  $t_2$  卖家选择  $m_2$  的收益将为 -1.9 和 -0.9, 分别大于自己选择  $m_1$  的收益 -2 和 -1, 故此时卖家会选择  $m_2$ 。

因此, 如果存在一个前面假设的混同均衡, 其中卖家的战略为  $(m_1, m_1)$ , 则消费者的战略必须为  $(a_1, a_1)$ 。

此外, 还需要考虑消费者在对应于  $m_2$  的信息集  $I_R(\{x_5, x_6\})$  中的推断  $[p'', 1-p'']$ , 以及给定这一推断时选择  $a_1$  是否是最优的。在信息集  $I_R(\{x_5, x_6\})$  上, 消费者选择  $a_1$  的期望收益为  $E(a_1) = p'' \cdot 4 + (1-p'') \cdot 2 = 2p'' + 2$ , 而消费者选择  $a_2$  的期望收益为  $E(a_2) = p'' \cdot 0 + (1-p'') \cdot 0 = 0$ 。由于消费者在信息集  $I_R(\{x_5, x_6\})$  上的最优反应是  $a_1$ , 所以有  $E(a_1) > E(a_2)$ , 即  $2p'' + 2 > 0$ , 这是显而易见的。

于是此时可以得到图 3 博弈的混同精炼贝叶斯 Nash 均衡为  $\{[(m_1, m_1), (a_1, a_1)], p' = p\}$ 。

(2) 假设存在一个混同于行动  $m_2$  的精炼贝叶斯 Nash 均衡, 卖家的战略为  $(m_2, m_2)$ , 则由贝叶斯公式可得到  $p'' = p$ 。此时消费者选择行动  $a_1$  和  $a_2$  的期望收益分别为  $2p'' + 2$  和 0, 所以消费者对  $m_2$  的最优反应为  $a_1$ 。此时类型  $t_1$  和  $t_2$  的卖家分别得到收益为 0 和 2。但是, 如果  $t_1$  卖家选择了  $m_1$ , 则由上面的分析可知, 无论消费者在信息集

$I_R(\{x_3, x_4\})$  上推断如何, 其对  $m_1$  的最优反应都是  $a_1$ , 这意味着类型  $t_1$  卖家只要选择  $m_1$ , 就确保至少可得到收益 3, 大于选择  $m_2$  的收益 2。因此, 图 3 中的博弈不存在卖家战略为  $(m_2, m_2)$  的混同精炼贝叶斯 Nash 均衡。这一点从实际生活中也可以得到印证, 因为没有哪个正品阳澄湖大闸蟹的卖家会主动放弃绿色标签而选择低价出售。

(3) 假设存在卖家战略为  $(m_1, m_2)$  的分离均衡, 则消费者的两个信息集  $I_R(\{x_3, x_4\})$  和  $I_R(\{x_5, x_6\})$  都处于均衡路径之上, 于是两个推断都决定于贝叶斯法则和卖家的战略, 根据贝叶斯公式可得:  $p' = 1, p'' = 0$ 。消费者在此推断下的最优反应分别都为  $a_1$ , 所以两种类型卖家获得的收益分别为 3 和 2。此外, 还需检验对给定的消费者战略  $(a_1, a_1)$ , 卖家的战略是否是最优的。结果是否定的(因为类型  $t_2$  的卖家选择  $m_1$  时所获得的收益为 4, 超过选择  $m_2$  获得的收益 2)。所以图 3 中不存在卖家战略为  $(m_1, m_2)$  的分离的精炼贝叶斯 Nash 均衡。

(4) 假设存在卖家战略为  $(m_2, m_1)$  的分离均衡, 则消费者的推断为  $p' = 0, p'' = 1$ , 于是消费者的最优反应为  $(a_1, a_1)$ , 此时  $t_1$  和  $t_2$  卖家获得的收益分别为 0 和 4。此外, 还需要检验对给定的消费者战略  $(a_1, a_1)$ , 卖家的战略是否是最优的。结果是否定的(因为类型  $t_1$  的卖家选择  $m_1$  时所获得的收益为 3, 超过选择  $m_2$  获得的收益 0)。所以图 3 中不存在卖家战略为  $(m_2, m_1)$  的分离的精炼贝叶斯 Nash 均衡。

综上所述, 在图 3 的博弈中, 存在唯一的混同精炼贝叶斯 Nash 均衡  $\{[(m_1, m_1), (a_1, a_1)], p' = p\}$ 。可以看出, 只要消费者更加看重蟹的品质, 那么他们都会选择购买所谓的“阳澄湖大闸蟹”; 而纯粹从经济利益角度出发, 卖家(哪怕是普通蟹的卖家)都会使用绿色标签的高价策略。

#### 1.4 对其它类型消费者的分析

对于那些购买螃蟹自己食用, 但是优先考虑的是价格而不是品质的消费者来说, 不管是类型  $t_1$  还是  $t_2$ , 只要卖家采取了  $m_1$  策略, 这些消费者就不会感兴趣, 因为在他们看来, 以低价购买普通螃蟹获得的效用要比高价购买阳澄湖大闸蟹大。

对于那些购买螃蟹送礼的消费者, 根据消费者自身经济实力、对方身份以及送礼性质不同, 消费者行为也会有所不同。不过值得一提的是, 由于阳澄湖大闸蟹这一品牌在市场上已经牢固树

立,且口碑良好,所以作为送礼商品,阳澄湖大闸蟹的竞争优势比较明显。

## 2 讨论

针对 1.3 中得到的混同精炼贝叶斯 Nash 均衡  $\{[(m_1, m_1), (a_1, a_1)], p' = p\}$ , 应当进行更加深入的讨论。因为这一均衡还只停留在理论层面, 在实际生活中, 并不是每个  $t_2$  卖家都会为了高收益去选择贴绿色标签的高价战略。均衡  $\{[(m_1, m_1), (a_1, a_1)], p' = p\}$  并不能精确描述实际的螃蟹市场, 而只能看做完全理性的买卖双方为了获得最大利益的行为趋势。

那么在面对  $t_2$  卖家时, 消费者究竟会做出怎样的选择?

文中提到, 实际生活中没有哪个  $t_1$  卖家会主动放弃绿色标签而采取低价战略, 而这一点消费者也是非常清楚的, 所以可以认为, 在实际生活中  $p'' = 0$ 。所以在实际生活中消费者事实上要同时面对信息集  $I_R(\{x_3, x_4, x_6\})$ 。

根据之前的分析, 消费者面对  $m_1$  策略时选择  $a_1$  的收益为  $E_1(a_1) = 2p + 1$ , 面对  $m_2$  策略时选择  $a_1$  的收益为  $E_2(a_1) = 2p'' + 2 = 2$  (因为  $p'' = 0$ )。可令  $2p + 1 = 2$ , 则  $p = 0.5$ 。于是可以得出结论:

当  $0.5 < p < 1$  时,  $E_1(a_1) > E_2(a_1)$ , 消费者会选择购买阳澄湖大闸蟹;

当  $0 < p < 0.5$  时,  $E_1(a_1) < E_2(a_1)$ , 消费者会选择购买普通螃蟹;

当  $p = 0.5$  时,  $E_1(a_1) = E_2(a_1)$ , 消费者的选择不确定。

也就是说, 市场上带有绿色标签的螃蟹中, 如

果真正的阳澄湖大闸蟹居多, 那么消费者还是愿意去购买, 但是当假冒绿色水产品的普通螃蟹较多时, 消费者宁愿购买没有标签的普通螃蟹。这也是一部分普通螃蟹卖家不愿意作假的原因之一。

可见, 卖家的诚信度将直接影响到消费者的行为和利益以及市场的秩序。在卖家自身觉悟在短期内无法显著提高的情况下, 对水产品绿色标签的授予和使用进行严格把关和严密监控, 就显得尤为重要。这需要绿色水产品认证机构以及第三方监管部门努力使审核认证过程和监管过程更加规范, 确保阳澄湖大闸蟹卖家顺利获得绿色标签, 同时普通螃蟹卖家无法得到标签。

同时应加大对消费者的宣传工作。一方面巩固或修正消费者对绿色产品、绿色标签的认识, 使其了解绿色产品的特点, 了解哪些产品是绿色的, 取得消费者的信任; 另一方面提高消费者辨别真伪的能力, 具体来说就是要提高消费者在面对绿色标签时辨别阳澄湖大闸蟹和普通蟹的能力<sup>[4-5]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 储晓琳. 中国渔业生态标签制度研究[J]. 水产科学, 2006, 25(10): 528-532.
- [2] 罗云峰. 博弈论教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 北京: 北京交通大学出版社, 2007.
- [3] 李光久. 博弈论基础要点注解与题解精编[M]. 镇江: 江苏大学出版社, 2008.
- [4] 储晓琳. 渔业生态标签制度及其启示[J]. 水利渔业, 2006, 26(5): 60-63.
- [5] 邹国忠. 绿色水产和绿色水产品的发展前景[J]. 渔业现代化, 2002(1): 11-12.

# Market Application Analysis of Chinese Mitten Crab Green Label Based on Signaling Game Theory

WU Hao

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

**Abstract:** Green label is regarded by consumers as a signal of high quality of aquatic products, and is regarded by vendors as the capital to sell the products at a high price. But the existence of cheat damages the benefit of both consumers and other vendors, and disturbs the market order as well. Taking Chinese Mitten Crab as an example, the consuming behavior of both consumers and vendors in crab market was analyzed by means of signaling game theory, and the perfect Bayesian Nash equilibrium was obtained.

**Key words:** signaling games; green label; perfect Bayesian Nash equilibrium; Chinese Mitten Crab