

生猪供需系统波动现象成因 机理的动力学研究^{***}

张火法^①

陈秉钧

(浙江省农业厅畜牧局) (浙江农业大学工程技术学院)

提 要 综合运用系统动力学等理论与方法,建立了生猪供需系统的因果反馈结构。首次完整地描述了该系统中特有的经济现象——随机性与恒、远期波动行为。最后,以浙江省为例,借助系统仿真对文中提出的周期波动现象给予了定量论证。

关键词 生猪 供需波动 系统动力学

Dynamics Study on Forming Mechanism of Fluctuation Phenomenon in Hogs Supply-Demand System

Zhang Huo-fa

(Zhejiang Livestock Husbandry Bureau, Hangzhou)

Chen Bing-jun

(College of Technology, Zhejiang Agricultural University)

Abstract Causal-effect feedback structure of hogs supply-demand system was established by applying theories and approaches of system dynamics, etc. The special economic fluctuation behavior, e. i., stochastic type, permanent type, forward type, existing in the system was first described in integrative way. Then, taking that system in Zhejiang Province as example, with system simulation, the periodic fluctuation phenomenon was quantitatively demonstrated.

Key words Hogs Supply-demand fluctuation System dynamics

1 引 言

猪肉在城乡居民肉食消费中历居主体地位。它的供求问题是菜篮子工程研究的重心,事关国计民生和社会安定,倍受各级政府重视。在市场经济条件下如何加强对生猪供需系统的宏观调控,是一项摆在各级政府面前迫切需要解答的问题。为此,首先拟揭示生猪供需系统的反馈结构关系、运行机制及内在的经济规律,在此基础上方能研究提出可操作性的调控策略。

生猪供需系统是一个兼有经济与生物双重特性的动态开放系统,在其运行过程中表现出典型的周期性波动现象。有关它的波动成因有一些学者从经济学角度作了分析探索,而

* 收稿日期: 1995- 03- 20

** ①张火法, 硕士 杭州市 浙江省农业厅畜牧局, 310004

对其动力学机理研究较少。据此, 本文综合运用了系统动力学等理论和方法, 建立了生猪供需系统的因果反馈结构, 借助系统动态仿真, 完整地揭示了波动现象成因的动力学机理。

2 系统因果关系结构

系统因果关系结构指的是由一系列相互关联, 相互耦合的变量构成的反馈结构。为了展示这一结构, 宜对系统中那些尚不明了的关键变量间的数量依存关系先作探讨。这里, 主要是探讨仔猪价格和饲料粮价格、仔猪存栏量、猪肉价格等变量间的制约与被制约关系。

以往普遍认为, 仔猪价格主要受到仔猪存栏量的影响, 其实不然。研究中采用了浙江省 29 个月的原始数据, 通过数次筛选拟合, 获得了较为满意的结果, 其方程为:

$$Y = -9.0493 + 2.36X_1 + 11.928e^{-3.716 \times 10^{-6}X_2}$$

(19.86) (3.96)

$R = 0.99$ $F = 798.8$

(括号中是 T 检验值)

式中 Y —仔猪市场价格; X_1 —猪肉价格与饲料粮价格比价 5 个月的指数平滑值; X_2 —仔猪存栏数的 2 个月指数平滑值。

方程表明: 仔猪价格主要受到市场仔猪价格与饲料粮比价 5 个月指数平滑值的正线性影响, 其次才受到仔猪存栏 2 个月指数平滑值的正线性影响, 并且这种制约是有限的, 即当仔猪存栏数增加到使 $e^{-3.716 \times 10^{-6}X_2}$ 指数项为零值时, 这种制约作用终止。

由以上描述的相关关系, 结合变量的相关性研究结果(略), 构造了生猪供需系统因果关系图(图 1)。为简明起见, 图中未表达出各种环境因素对系统的外生作用。该图从整体上揭示了系统内各变量间的因果反馈关系。

由图可知, 生猪供需系统是由供给与需求 2 个子系统构成, 其中供给子系统的反馈结构主要由 6 个负反馈环和 2 个正反馈环构成; 需求子系统可简单地描述为 1 个负反馈环。整个系统呈现一种以负反馈为主导型的动力学特性, 这一特性是构成系统波动成因的结构基础。

3 系统随机性波动行为的发生机理

按照其成因机理不同, 系统的波动行为可分成随机性波动行为、恒波动行为和远期波动行为。随机性波动行为主要由环境随机因素引起的波动行为。

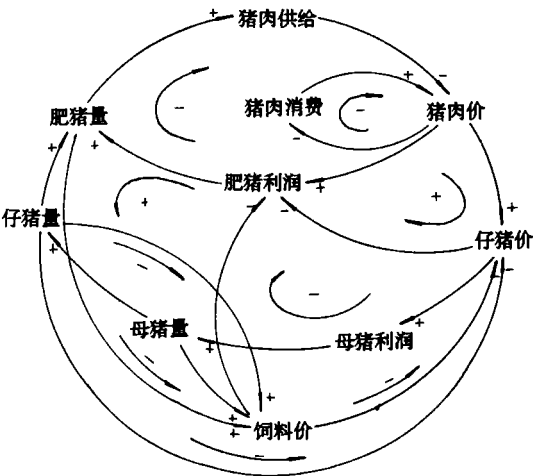


图 1 生猪供求系统因果关系图

在开放状态下, 生猪供需系统受到饲料粮、资金投入、科技投入、家禽等相关副食品供给量、价格以及城乡居民的生活费收入等环境因子的作用。其中, 粮食主要受自然因素影响, 可看成是一个不可控随机因子, 粮食的丰欠将引起生猪供需系统的动荡。在所有的环境因子中, 粮食因子对系统的作用最为强烈。从这种意义上说, 环境因素对生猪供需系统的作用, 可认为主要是随机因素的作用。

那么,在随机性环境因素的作用下,系统的随机性波动是如何发生的呢?这还取决于系统在开放条件下的结构特征。研究系统本身负反馈环与环境因子的耦合关系中发现,在所有的环境变量中,除了家禽等相关副食品与需求子系统构成负反馈环外(图2),其余均以外生变量形式作用于系统,环境因子与系统变量的耦合没有能改变系统的负反馈主导特征。因此,一旦当环境因子发生变化时,系统依靠自身这种结构的

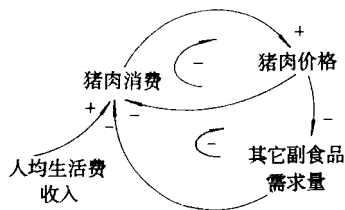


图2 需求与系统的反馈结构

负反馈能力,通过调整系统的相关变量值来减轻甚至消除这种环境因子的影响,在这过程中系统供求差的绝对值必然会发生震荡,即系统的波动。这就是说,随机性波动实际上是一种系统负反馈结构在抗御环境因子作用过程中其变量值的震荡行为。归纳起来,它的形成条件有两个:一是系统必须具有负反馈主导结构,二是随机环境因子的诱导。

4 系统“恒波动”行为的成因机理

“恒波动”行为是指系统的周期性波动行为,这种行为并非环境因子所致,而是由系统的负反馈时效特性决定。为了分析其成因机理,根据系统的因果关系图(图1),进一步构造成生猪供需系统的动力学流图(图略)。在流图中,系统的反馈结构,主要是由性质不同的物质流和信息流交耦而成的,在供给子系统的负反馈回路中,物质流明显地存在,如生猪饲养等生物学时滞。同时,在其信息流上也存在着信息传递时间上的平滑;而在需求子系统中,构成负反馈环的物流和信息流上均未存在明显的时滞现象。由此可见,当猪肉价格同时作用于供给与需求子系统时,显然两个子系统对价格作出负反馈反应是不同步的,供给子系统对价格的反馈作用要远远迟后于需求子系统,即两子系统的负反馈响应在时间上“错位”。从控制论^[3]知:这种负反馈作用必然引起系统的供求差波动,并且这种波动是有周期性的。

由于系统中生物饲养时滞是不可避免的,因而,供、需两子系统负反馈在时间上的错位也必然是“永恒”的。称之为“恒错位”。那么,由系统本身负反馈时效特征所决定的系统波动行为也是“永恒”的。笔者把系统的这种固有现象表述为:系统遵循一种以负反馈为主导的运行机制,由于系统自身负反馈环物质流上不可抗拒的“时滞”环节的存在,致使系统在运行过程中出现“负反馈恒错位”,因而,系统呈现一种以周期性波动为运行特征的行为模式。

需要指出的是:在实际系统中随机性波动行为与恒波动行为是交织在一起的,随机性环境因子往往使系统的“恒波动”周期变得不规则、不明显,但系统是否“恒波动”却不随随机因素作用而改变。

5 系统远期波动行为的成因机理

系统远期波动行为呈收敛与发散两种可能。生猪供需系统远期波动行为实际上指的是系统供求差绝对值随时间 T 的变化情况。如果供求差绝对值随时间 T 而增大, 则系统远期行为必然是发散的; 相反, 则是收敛的。因此, 研究生猪供需系统远期波动成因, 主要是要探讨系统供求差绝对值的动态变化机理。从动力学角度考虑, 供求差的绝对值的大小决定于供需两子系统物流的流率各自相对于猪肉价格涨跌的变化率大小, 如果供给子系统的物流流率相对于猪肉价格涨跌的变化率大于需求子系统相应的变化率, 则供求差绝对值必然会随时间 T 的增大而增大。

以浙江省为例, 研究中求得浙江省生猪供需系统供给价格弹性($E_{sp} = 0.7$) 大于需求价格弹性($E_{dp} = -0.39$)。简单地说, 供给子系统对猪肉价格涨跌的反应要大于需求子系统。从系统动力学的角度可表述为: 一旦猪肉价格变量发生变化, 则由价格引起的供给子系统物流流率变化要相对大于需求子系统, 供给相对于需求作出了过度的反馈调节。供给子系统这种周而复始的过度负反馈, 必然会导致生猪供需系统呈现发散型周期性波动行为。由此可见, 构成生猪供需系统远期波动行为的成因条件可归纳为两点: 一是系有负反馈主导型结构; 二是供、需两子系统物流流率各自相对于猪肉价格涨跌的变化率不一。

6 系统波动现象的动态仿真

现以上述系统构造为基础, 运用浙江省的数据来仿真系统的波动行为。

6.1 模型说明

采用系统动力学结合计量经济学方法建模, 模型共含变量 192 个, 方程 133 个, 选用清华大学 PD-PLUS DYNAMO 软件编程与运行。

1) 消费部分 猪肉消费总体上分农村居民和城镇居民消费两部分, 主要运用西方经济学的“弹性分析理论”, 分别考虑了猪肉、牛羊肉、鱼虾、鲜菜、禽蛋价格以及生活费收入对城乡居民猪肉消费的影响。

2) 生猪供给部分 按照生猪生长规律, 将生猪分成母猪与肉猪两个部分, 其中肉猪部分按其生命周期划分为仔猪、20~30 kg 架子猪、35.5~50 kg 育肥猪、50 kg 以上大猪四个阶段, 分别用 4 个流位方程表示, 其中仔猪方程含正弦函数, 用以反映季节性产仔特性。

6.2 仿真分析

1) 系统“恒波动”行为仿真 假设系统外生变量不变, 对系统整体行为模拟结果表明, 系统负反馈行为十分明显; 系统供求差呈周期性波动, 波动周期一般为 5 年左右; 供求差绝对值随时间 T 的增长而增大; 呈典型的发散型远期波动行为(图 3)。

2) 供给子系统负反馈能力仿真 假设系统外生变量不变, 消费不变, 对供给子系统仿真结果表明, 子系统呈明显负反馈特性, 负反馈做出过度调节, 反馈滞后期增长(图 4)。

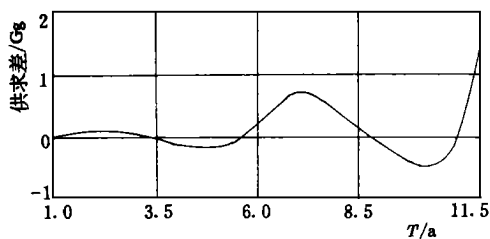


图3 系统“恒波动”行为仿真曲线

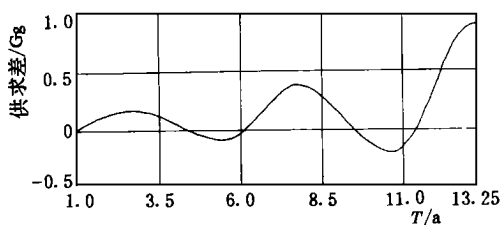


图4 供给子系统负反馈能力仿真曲线

3) 需求子系统负反馈能力仿真 假设系统外生变量和供给不变, 对猪肉需求子系统仿真结果表明, 需求子系统负反馈行为明显; 与供给子系统相比, 需求子系统反馈力度较弱, 且反馈滞后期短(图5)。

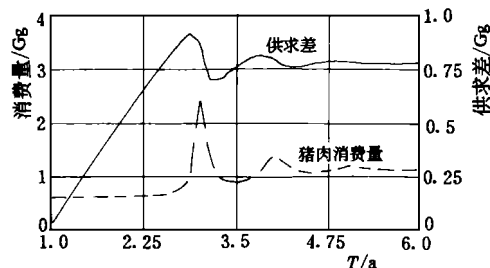


图5 需求子系统负反馈能力仿真曲线

7 结 语

- 1) 市场经济条件下生猪供需系统的运行机制是一种以负反馈为主导型的机制; 它依赖于由 7 个负反馈环和 2 个正反馈环复合而成的构造, 当系统状态发生变化时, 依靠系统自身反馈“寻”的特性实现自身平衡。
- 2) 生猪供需系统存在着物质和信息时滞, 供给子系统的物质时滞尤为明显。由于时滞因素的作用, 供需两子系统对猪肉价格变动做出的负反馈响应在时间上产生“恒错位”, 由此导致了系统在自我调整过程中供需状态的周期性波动。
- 3) 猪肉的供给与需求对猪肉价格的弹性大小不等, 于是供给子系统的负反馈力度要远远大于需求子系统, 因而决定了生猪供需系统的周期性波动呈现为典型的发散型蛛网现象。
- 4) 在粮食、资金和科技投入以及城乡居民生活收入和相关副食品供给量等主要环境因子的影响下, 系统能够依靠自身的负反馈主导回路作用调整供需状态; 环境因子的性质不同, 对系统产生影响也不同, 粮食因子可以成为系统周期波动的诱发因素。

参 考 文 献

- 1 Forrester, Jay W. Industrial dynamics. MIT Press. Cambridge. Mass, 1961
- 2 P W Uys. cycl. Oil behaviour in the south african meat industry, analysis and control. Agricultural Systems, 1989(29): 193~ 218
- 3 王其藩等. 社会经济复杂系统动态分析. 上海: 复旦大学出版社, 1992
- 4 赵纯钧等. 控制理论基础. 北京: 清华大学出版社, 1991