

시스템 다이내믹스에 의한 養豚部門 시뮬레이션 모델開發

李 殷 雨

研究員, 畜產開發研究室

金 炯 華

首席研究員, Ph.D.(農業經濟學), 畜產開發研究室

- I. 序 論
- II. 시스템 다이내믹스의 理論的 背景
- III. 養豚部門 모델의 設定
- IV. 시뮬레이션의 結果
- V. 結 論

I. 序 論

최근 農業에서도 복잡한 經濟現象의 구조를 보다 합리적으로 설명하기 위하여 計量經濟學의 技法을 도입하며 복잡한 經濟現象을 하나의 시스템으로 모델화하여 나타내고 이 모델의 구조를 통하여 각종 變數間的 相互關係를 파악하고 있는 것이 일반화되고 있다. 이러한 技法은 종래에 經濟現象을 추상적이고 관념적으로 설명하던 것에 비하여 구체적이고 과학적이라는 점에서 상당히 널리 이용되고 있으나 이것도 限界는 있다.

이 技法은 諸變數 相互間에 있어서 그것들의 實際的인 因果關係를 나타내는 것이 아니고 어

디까지나 變數相互間的 依存關係를 나타내는 것으로, 이것에는 統計的이고 確率的으로 精度 높은 모델을 檢定할 수 있을 만큼의 관측 데이터가 없으면, 이 技法의 이용은 사실상 어려운 것이다.

그런데 포레스터(J. W. Forrester)에 의하여 처음으로 企業分析에 적용되었던 시스템 다이내믹스(System Dynamics)의 技法은 經營內的 수익성 변동이나 재고 조정 등 微視的인 경제현상뿐만 아니라 都市 문제나 지역개발 등의 準巨視的인 經濟現象은 물론, 자원, 인구 문제 등 巨視的인 經濟現象의 분석에까지 널리 이용되고 있다.

이 技法의 특징은 복잡한 經濟現象을 나타내는 각종의 구성요소를 종합적이고 有機的인 하나의 시스템으로 취급하여, 이 시스템 내부에서 발생하는 內生變數가 次期에 작용하여 次期の 결과에 영향을 미치는 과정을 구조적으로 설명할 수 있다는 것이다. 따라서 이 技法은 복잡한 經濟現象의 實際的인 상태를 관측 데이터에 의존하지 않고도 충분히 파악할 수 있다면 관측

데이터가 부족하여도 그 因果關係를 분석할 수 있는 것이 그 특징이다.

이 技法은 畜産部門의 시물레이션 分析에도 종종 이용되고 있다. 그 대표적인 것을 몇 가지 들면 메도우(Meadow 1970)가 畜産物生産에 있어서 그 生産 사이클의 動態의 特性을 재현할 수 있는 모델을 구축하는 데 이용하였으며, 岸本(1982)은 肉類의 生産 및 流通의 構造를 모델화하여 政策的인 시물레이션을 한 적이 있다. 그리고 清水(1977)는 계란의 공급과정에 대한 시물레이션 分析을, 이 技法을 원용하여, 실시하였다.

이 論文의 목적은 養豚部門의 生産 및 供給過程을 시물레이션하기 위한 모델을 구축함에 있어서 이 시스템 다이내믹스의 技法을 적용하는데 그 목적이 있다. 養豚業은 經濟發展과 더불어 꾸준히 성장한 산업 중의 하나인데, 성장과 함께 豚肉 供給의 不足 및 過剩 현상이 주기적으로 나타나고 따라서 가격의 등락이 주기현상을 띠게 되어 그 安定對策이 요청되는 산업의 하나이다. 養豚部門의 안정을 위해서 部門內의 여러 가지 요소들이 상호간에 어떻게 관련되어 있으며, 또한 政策手段을 어떻게 활용하는 것이 그 효과를 발휘할 수 있을 것인지를 模擬化하여 검토하는 것은 현실적으로 매우 중요한 과제이다.

이 논문은 먼저 시스템 다이내믹스의 理論的 特性을 고찰한다. 그리고 養豚部門의 生産 및 供給의 구조를 플로우 차트(flow chart)로 모델화한 다음 이 모델에 의하여 각 변수의 방정식을 설정하고 이 방정식에 의한 각 변수들의 추정치와 실제치가 어느 정도 일치하는가를 테스트함으로써, 시스템 다이내믹스 방법에 의한 養豚部門의 시물레이션 分析의 유용성을 검토하고자 한다.

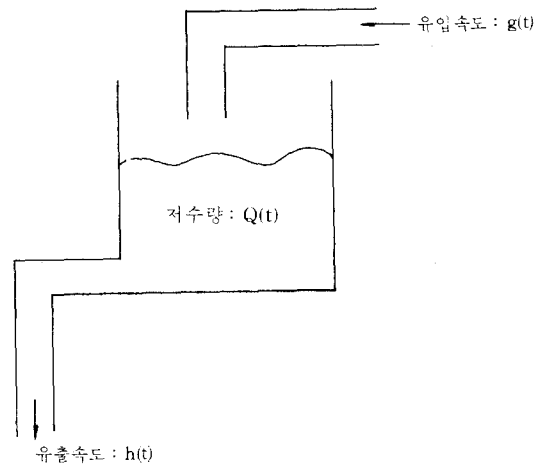
II. 시스템 다이내믹스의 理論的 背景

1. 시스템 다이내믹스의 特性

시스템 다이내믹스는 한 시스템의 움직임을 水準(level)變數와 增減(rate)變數를 이용하여 나타낸다. 水準變數는 한 시스템의 움직임의 상태를 나타내 주는 것이고, 增減變數는 단위 시간당 水準變數의 流入量과 流出量을 나타내 주는 변수이다. 예를 들면 貯水池의 경우 한 시점의 貯水量의 상태는 水準(level)을 나타내고, 단위 시간당 물의 流入量과 流出量은 增減(rate)을 나타낸다. 또 養豚部門에 응용해 보면 한 시점의 돼지 사육두수는 水準變數이고, 비육돈 출하 두수와 자돈으로 번식되어 비육돈으로 성숙한 두수는 增減變數이다.

저수지의 경우를 예로 들어 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같다. 한 시점의 저수량은 前期의

그림 1 수준변수와 증감변수와의 관계



저수량에 단위 시간당 물의 流入量을 더하여 주고 流出量을 빼 주면 될 것이다. 단위 시간당 물의 流入量, 流出量은 각각 시간의 함수로서 $g(t)$, $h(t)$ 로 표현된다. 이 저수지에 최초($t=0$)로 Q_0 의 물이 있었다면 시간 t 에서의 저수량 Q_t 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_t = Q_0 + \int_0^t \{g(t) - h(t)\} dt$$

양변을 시간 t 에 대해서 미분하면

$$\frac{dQ}{dt} = g(t) - h(t)$$

즉, 저수량의 변화는 流入量과 流出量의 차이이다.

위 식을 근사적으로 표시하면,

$$Q(t+Dt) = Q(t) + (Dt) \{g(t) - h(t)\}.$$

이 식은 t 기의 수준변수의 값이 주어지고 유입과 유출의 增減方程式이 주어진다면 Dt 후의 水準方程式의 값이 정해진다는 것을 나타낸다. 이처럼 초기의 水準變數의 값이 주어지고 增減變數의 값이 알려져 있다면 단위 시간 후의 수준변수의 값이 정해지고, 이것이 또 다음기의 수준변수의 값을 정할 수 있기 때문에 이와 같은 과정이 되풀이되면 한 시스템의 水準變數의 값이 차례로 정해질 수 있다.

한편 增減變數들은 水準變數들의 函數로 나타나는 경우가 대부분이다. 양돈 부문의 경우를 예로 들면 增減變數인 비육돈 출하두수는 水準變數인 비육돈 사육두수의 영향을 받고, 또 增減變數인 仔豚 번식두수는 또 다른 水準變數인 母豚頭數의 함수로 볼 수 있기 때문이다. 또 번식된 仔豚은 일정기간 동안 성숙해서 肥育豚으로 되고 또 일부는 母豚으로 되어 이것이 또 다

시 增減變數들의 값에 영향을 주게 된다.

이처럼 초기의 水準變數의 값이 주어져 있고 增減變數의 函數 형태가 알려져 있다면 한 시스템내의 여러 變數들의 값이 차례로 정해질 수 있다. 이것이 시스템 다이내믹스(System Dynamics) 방법에 의하여 시뮬레이션(Simulation)을 행하는 근본원리이다.

즉, 시스템 다이내믹스는 한 시스템내의 여러 變數들간의 피드백 效果(feedback effect)를 고려하는 動態的인 이론으로, 시스템의 構造와 變數들간의 움직임을 聯立微分方程式 體系로 표현한 것이다.

시스템 다이내믹스와 計量經濟學을 비교해 볼 경우 計量經濟學은 경제학에 있어서 理論的 命題를 관측된 경제 데이터를 사용하여 統計的, 確率的 방법으로 檢定하는 것이라고 할 수 있다. 이것은 어느 기간 동안에 관측된 데이터로 실제 시스템에 있었던 經濟變數間的 結果만 나타내는 것으로 變數間的 상호 작용관계는 설명이 없다. 즉 계량경제학적인 방법은 관측된 데이터 의존형으로 파라미터(parameter) 의존형이며, 客觀的이고 後方指向的이어서 消極的 方法이라 할 수 있다(武部 隆 1974, 133-136).

이에 반해서 시스템 다이내믹스는 數量化가 곤란한 구성요소도 종합적이고 有機的으로 취급하여 경제변수 상호간의 관계를 설명할 수 있다. 이 방법은 실제 시스템을 어떻게 인식하느냐가 중요하며 構造依存型이고 파라미터 非依存型이다. 따라서 시스템 다이내믹스는 主觀的이고 前方指向的이어서 積極的인 방법이라고 할 수 있다.

일반적으로 計量經濟 모델은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Ay_t + Bx_t = U_t$$

여기서, A : 종속변수의 계수($n \times n$)

B : 독립변수의 계수 ($n \times m$)
 y_t : 종속변수 ($n \times 1$)
 x_t : 독립변수 ($m \times 1$)
 U_t : 교란항 ($n \times 1$)

여기서는 계수 A 와 B 를 정확히 구하는 것이 분석의 중심이다.

시스템 다이내믹스 모델을 數式으로 표시하면 다음과 같다.

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y, x)$$

여기서 y : 水準을 나타내는 경제변수
 x : 外生變數
 t : 시간변수
 f : 函數

즉, 위 식은 聯立微分方程式 體系인데 파라메터 보다 構造依存的이라 할 수 있다.

2. 方程式의 種類

시스템 다이내믹스 방법에 의하여 한 시스템의 모델을 작성하기 위해서는 6가지 종류의 방정식이 필요하다.

가. 水準方程式(level equation)

임의의 시점에 있어서 시스템의 상태를 표시해 주는 방식이다. 이것은 시스템에 발생하는 모든 행동의 결과를 누적시킴으로써 계산할 수 있는데 단위시간 전의 水準을 중심으로 流入量과 流出量의 차이가 누적되어 결정된다. 이것은 英文字 L로 표시한다.

$$L \text{ Level. } K = \text{Level. } J + (DT) (\text{Inflow. } JK - \text{Out flow. } JK)$$

방정식 위의 點(period) 다음에 있는 英文字는 시간을 표시해 주는 것인데 K는 현재 시점을 나타내고, J는 단위시간 만큼 과거 시점을

나타내고, L은 미래 시점을 나타낸다. JK는 J시점과 K시점의 시간간격을 나타내며, KL은 K시점과 L시점과의 시간 간격을 나타낸다. (DT)는 단위시간, 즉 계산 기간을 나타내는데 이것은 시간의 흐름에 따라 변화하는 增減變數의 값이 그 구간내에서는 일정하다고 볼 수 있을 정도로 작아야 한다.

나. 增減方程式(rate equation)

增減方程式은 水準變數들의 流入과 流出을 나타내는 방정식이다. 이것은 英文字 R로 표시하고 JK 또는 KL로 시간간격을 표시한다.

다. 補助方程式(auxiliary equation)

시스템이 복잡하여 水準方程式과 增減方程式으로 현실을 잘 나타낼 수 없는 경우 補助方程式을 통하여 나타낸다. 이것은 英文字 A로 표시한다.

라. 補充方程式(supplementary equation)

이것은 모델 구조내의 변수를 정의하는 데 쓰이는 것이 아니라, 모의 실험결과 표나 그림으로 나타낼 때 사용되는 변수를 정의할 때 사용되는데, 英文字 S로 표시한다.

마. 常數方程式(constant equation)

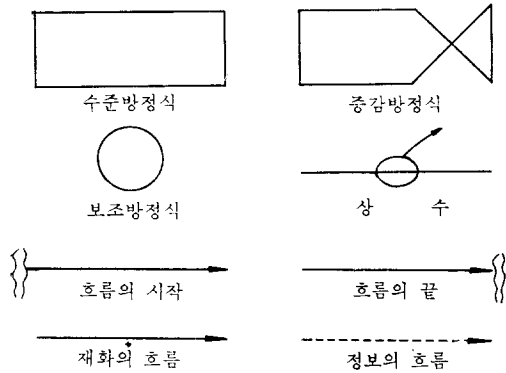
모델내의 불변인 파라메터를 정의하는 데 사용된다. 英文字 C로 표시한다.

바. 初期值方程式(initial-value equation)

水準變數의 初期值를 정의하는 데 사용되며 이것은 英文字 N으로 표시한다.

시스템 다이내믹스 모델에서는 한 시스템의 플로우 차트(flow chart)를 작성하기 위해 위의

그림 2 플로우 차트의 기호



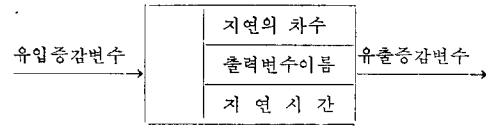
각 方程式과 기타 다른 요소들을 <그림 2>와 같은 기호들을 이용하여 나타낸다.

이외에 시스템 다이내믹스에 사용되는 중요한 개념으로서 水準方程式과 增減方程式의 복합체라고 할 수 있는 遲延方程式(delay equation)이 있다. 遲延이라고 하는 것은 財貨나 情報의 흐름이 즉시로 이루어지는 것이 아니라 일정한 기간이 경과한 다음에 이루어지는 것을 말한다. 예를 들면 제품에 대한 주문이 있고 나서부터 제품이 생산되어 배달되기까지의 시간적인 차이라든지, 돼지의 경우 임신되어 仔豚으로 번식되고, 肥育豚으로 성숙하기까지의 시간적 차이를 말한다.

遲延方程式에도 여러 가지 형태가 있으나 일반적으로 指數型函數 형태가 널리 이용되고 있다. 이것은 遲延函數式에 입력된 변수의 값이 시간이 지남에 따라 指數函數의 형태로 이동이 이루어진다는 것을 의미한다. 지수형 지연방정식도 次數에 따라서 지연이 이루어지는 형태가 달라지는데, 다이내모(Dynamo)를 이용하게 되면 1차 지연함수와 3차 지연함수의 형태를 이용할 수 있다. 遲延函數는 <그림3>과 같이 표시한다.

여기서 다이내모(Dynamo)라는 것은 시스템다

그림 3 지연의 표시



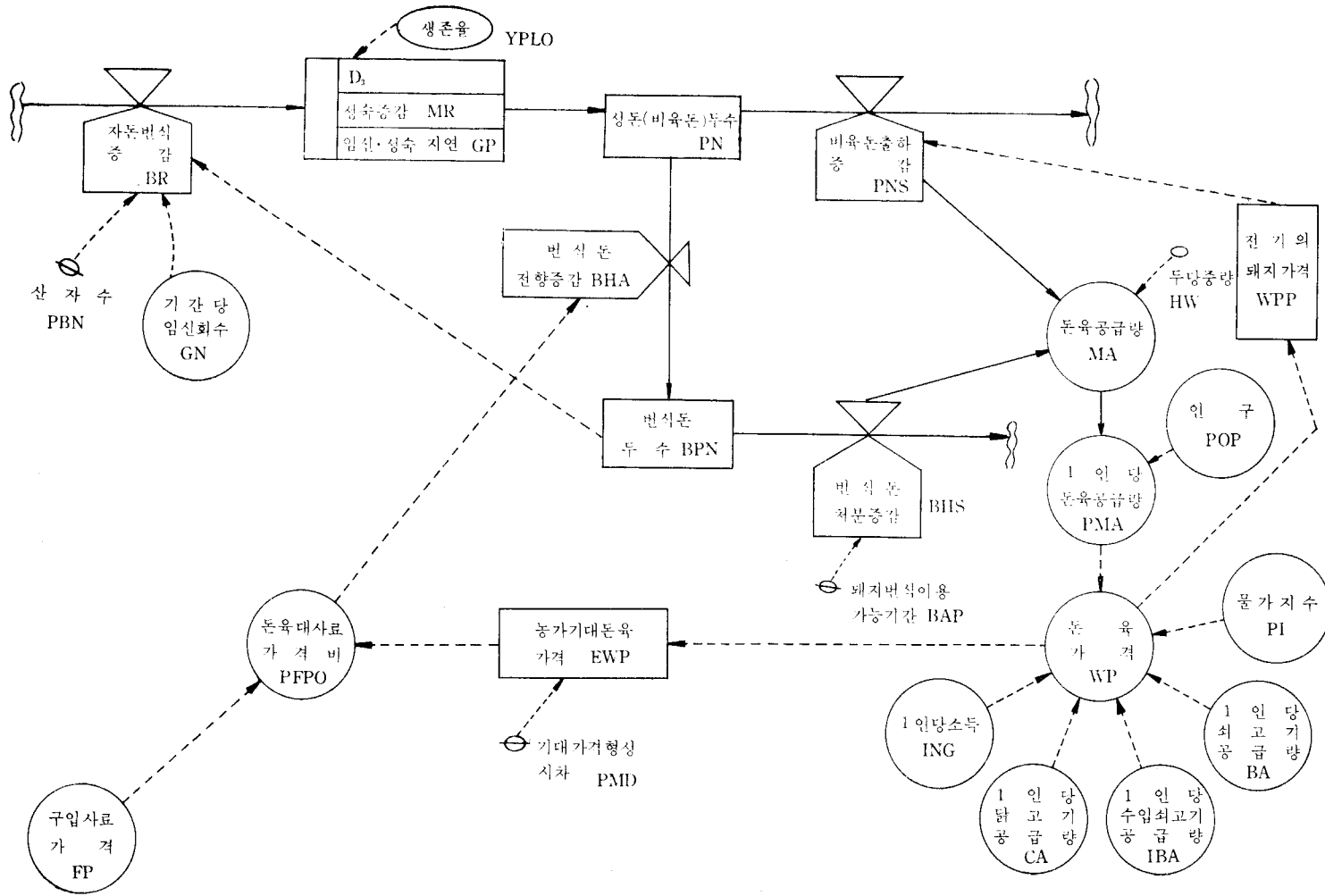
이내믹스에 의해 작성된 시뮬레이션 모델을 풀어 주는 컴퓨터팩키지를 말하는데, 이것도 역시 형태가 개발되어 있다. 현재 한국에는 한국과학기술원(KAIST)의 아이 비 엠(IBM) 컴퓨터에 다이내모(Dynamo II /370) 팩키지가 설치되어 있다. 이하 養豚部門의 모델 설정에서는 다이내모의 언어를 이용하여 설명하고자 한다.

Ⅲ. 養豚部門 모델의 設定

1. 概 要

養豚業에 관련된 주요 經濟變數들의 관계를 플로우 차트(flow chart)로 나타내면 <그림 4>와 같이 표현할 수 있다. 돼지가 번식되어 성숙되고 도축되어 소비되기까지는 여러 가지 變數들이 관련되어 있다. 먼저 繁殖豚頭數에 의해 仔豚 출산두수가 결정되고 이것이 성숙해서 肥育豚 成豚이 되고 이중 일부는 다시 繁殖豚이 된다. 번식돈은 일정기간이 지나면 번식능력을 상실하기 때문에 처분되게 한다. 出荷된 肥育豚과 처분된 繁殖豚은 豚肉供給量을 결정하고 이 공급량과 代替財의 供給量과 所得이 豚肉의 가격을 결정한다. 돼지의 市場價格은 養豚農家들의 期待價格을 형성하고, 이 기대가격과 生産費 중 가장 큰 몫을 차지하고 있는 購入飼料價格이 번식돈 두수를 결정하게 되는데, 일정시간이 경과함에 따라 이와 같은 과정이 되풀이 되게 된다.

그림 4 養豚部門의 플로우 차트 (flow chart)



실제로 돼지의 生産, 供給, 消費가 이루어지는 과정에 보다 많은 여러 가지 變數들이 관련되어 있으나 資料不足 등 여러 가지 제약조건 때문에 주요 變數들만 고려하여 <그림 4>의 플로우 차트에 있는 變數들만 分析對象으로 삼고자 한다. 여기에서 이용한 자료는 1965~82년간의 18년간의 年度別資料이다. 돼지의 경우는 <그림 4>의 플로우 차트와 같이 한 시스템이 1회전하는 데 10개월 정도밖에 소요되지 않기 때문에, 月別 또는 分期別 資料를 쓰는 것이 바람직하나, 豚肉 供給量은 年度別로만 조사되어 있고, 돼지 사육 두수도 최근 들어서야 分期別로 조사되고 있는 등 여러 가지 통계자료상의 제약 때문에 年度別 資料를 이용하기로 한다.

2. 個別方程式의 說明

가. 仔豚繁殖增減(BR)

仔豚 繁殖增減은 기간당 母豚에 種付를 시켜서 생산되는 仔豚頭數를 말한다. 이것은 母豚頭數(BPN)에다 產仔數(PBN)와 期間當 妊娠回數(GN)를 곱하면 된다. 기간당 임신 회수는 3기(1967)까지는 1년에 1회, 7기(1971)까지는 1.2회, 11기(1975년)까지는 1.4회, 13기(1977년)까지 1.6회, 14기(1978년)부터는 1.7회인 것으로 가정한다. 1회당 仔豚 분만수는 평균 9두로 알려져 있다.

$$R \text{ BR.KL} = \text{BPN.K} * \text{GN.K} * \text{PBN}$$

$$A \text{ GN.K} = 1 + \text{STEP}(0.2, 4) + \text{STEP}(0.2, 8) \\ + \text{STEP}(0.2, 12) + \text{STEP}(0.1, 14)$$

$$C \text{ PBN} = 9$$

나. 成熟增減(MR)

成熟增減은 繁殖豚에 種付를 시킨 후 仔豚이

생산되고 肥育豚으로 성숙하기까지의 시간적인 遲延을 나타낸다. 成熟增減의 函數形態는 3次 遲延函數를 사용하기로 한다. 즉 母豚에 種付를 시킨 후 지연시간(GP), 즉 5기(1969년)까지는 0.9년, 6기(1970년)부터 11기(1975년)까지는 0.85년, 12기(1976년)부터는 0.8년이 지나면 成豚이 되게 되는데, 成熟增減(MR)은 種付를 시킨 다음 지연시간 후에 成豚으로 성숙되어 들어오는 두수를 말한다. 이것은 仔豚繁殖增減(BR)에다 성숙하는 기간 동안의 生存率(YPLO)를 곱해 주면 된다. 生存率도 지연시간(GP)과 마찬가지로 시간이 경과함에 따라 단계적으로 변해 왔다고 가정한다.

$$R \text{ MR.KL} = (\text{DELAY } 3 (\text{BR.JK}, \text{GP.K})) * \\ \text{YPLO.K}$$

$$A \text{ GP.K} = 0.9 + \text{STEP}(-0.05, 6) \\ + \text{STEP}(-0.05, 12)$$

$$A \text{ YPLO.K} = 0.6 + \text{STEP}(0.1, 9) + \text{STEP} \\ (-0.1, 10) + \text{STEP}(-0.1, 12) \\ + \text{STEP}(-0.1, 13) \\ + \text{STEP}(0.2, 14)$$

다. 肥育豚 頭數(PN)

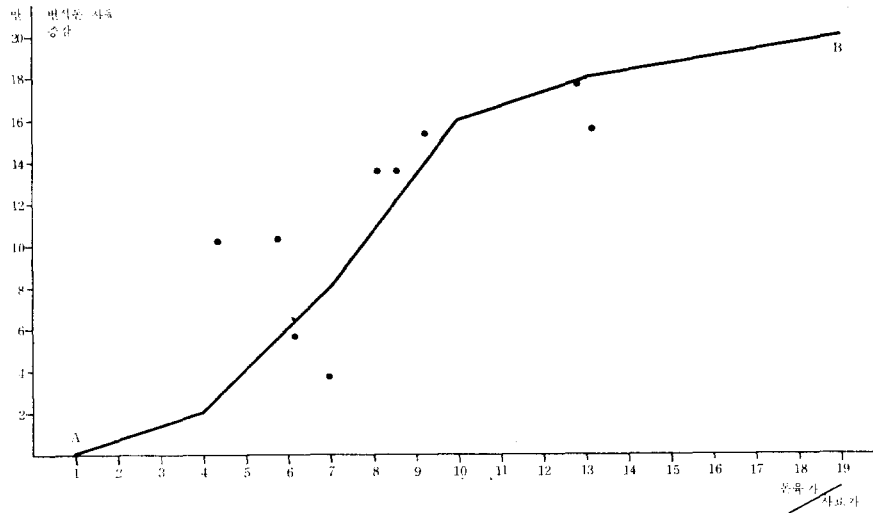
한 시점의 肥育豚 飼育頭數는 前期의 肥育豚 飼育頭數에 그 기간 동안 肥育豚으로 성숙한 頭數(MR)는 더해 주고 出荷되어 도축된 頭數(PNS)와 繁殖用 돼지로 전향한 두수(BHA)를 빼 주면 된다.

$$L \text{ PN.K} = \text{PN.J} + (\text{DT}) (\text{MR.JK} - \text{PNS.JK} \\ - \text{BHA.JK})$$

라. 繁殖豚轉向增減(BHA)

繁殖豚轉向增減(BHA)은 단위 기간당 肥育豚

그림 5 돈육 대 사료가격비와 번식돈 전향 증감과의 관계



에서 繁殖豚으로 전향하는 頭數를 말한다. 仔豚을 생산하기 위하여 繁殖豚을 증감시키는 것은 돼지에 대한 期待價格과 돼지 생산비 중 가장 큰 몫을 차지하고 있는 購入飼料 값에 의해서 결정된다고 가정한다. <그림 5>의 각 점들은 실제의 돼지 대 사료가격 比(PFPO.K)와 번식용 돼지 사육 增減(BHA)의 관계를 나타내는 점들이다. 그러나 여기서는 돼지 對 飼料價格比와 繁殖豚 轉向增減比率은 <그림 5>의 AB 선과 같은 관계가 있다고 가정한다.

$$R \text{ BHA.KL} = \text{TABHL}(\text{TBHA}, \text{PFPO.K}, 1, 19, 3)$$

$$T \text{ TBHA} = 0/20,000/80,000/160,000/180,000/190,000/200,000$$

위의 식에서 TABHL은 獨立變數와 從屬變數와의 관계를 나타내는 함수식으로 괄호내 처음의 TBHA는 중속변수의 값을 나타내고, 그 다음의 PFPO.K는 독립변수를 나타낸다. 그 다음의 숫자 1은 독립변수의 최소치, 숫자 19는 독립변수의 최고치, 그리고 숫자 3은 독립변수의

변화 구간을 나타낸다. 아래의 TBHA는 각 변화 구간에 해당하는 從屬變數의 값을 나타내고, 각 구간 사이는 線形關係에 있다고 가정하는 것이다.

마. 繁殖豚頭數(BPN)

한 시점의 繁殖豚頭數는 前期의 繁殖豚頭數에 따라 單位期間當 肥育豚에서 繁殖豚으로 전향하는 頭數를(BHA)를 더해 주고 도태되어 처분되는 繁殖豚 頭數(BHS)를 빼면 된다.

$$L \text{ BPN.K} = \text{BPN.J} + (\text{DT})(\text{BHA.JK} - \text{BHS.JK})$$

바. 繁殖豚處分增減(BHS)

이것은 단위기간당 繁殖能力을 상실하여 처분되는 繁殖豚 頭數를 말한다. 일반적으로 繁殖用으로 이용 가능한 기간(BAP)이 3년이기 때문에 매년 繁殖豚의 1/3이 도태되는 것으로 가정한다.

$$R \text{ BHS.KL} = \text{BPN.K}/\text{BAP}$$

$$C \text{ BAP} = 3$$

사. 肥育豚出荷増減(PNS)

이것은 單位期間當 출하되어 도축되는 肥育豚 頭數로 肥育豚 飼育頭數(PN)와 前期의 豚肉價格(WPP)의 함수로 가정한다.

$$R \text{ PNS.KL} = P12 + P13 * PN.K + P14 * WPP.K$$

$$C \text{ P12} = -2369891.9$$

$$C \text{ P13} = 1.7764$$

$$C \text{ P14} = 2437.45$$

아. 豚肉供給量(MA)

豚肉供給量은 출하된 肥育豚頭數(PNS)와 도태된 繁殖豚頭數(BHS)의 合에 頭當重量(HW)을 곱하면 된다. 精肉으로 한산한 돼지의 頭當重量은 49kg 정도인 것으로 알려져 있다.

$$A \text{ MA.K} = (\text{PNS.JK} + \text{BHS.JK}) * \text{HW}$$

$$C \text{ HW} = 49$$

자. 豚肉價格(WP)

여기서의 豚肉價格은 生體 kg當 農家販賣價格을 도매물가지수(PI)로 디플레이트한 실질가격을 나타낸다. 이것은 1인당 豚肉供給量(PMA), 1인당 牛肉供給量(BA), 1인당 輸入牛肉供給量(IBA), 1인당 닭고기 供給量(CA), 1인당 所得(INC)의 函數로 가정한다.

$$\ln(WP.K) = P3 + P4 * \ln(PMA.K) + P5 * \ln(BA.K) + P6 * \ln(IBA.K) + P7 * \ln(CA.K) + P8 * \ln(INC.K)$$

$$P3 = 10.0220 \quad P4 = -0.7321$$

$$P5 = -0.1147 \quad P6 = 0.0615$$

$$P7 = 0.0164 \quad P8 = 0.8177$$

차. 農家期待 豚肉價格(EWP)

현재의 農家期待 豚肉價格은 지난 6개월 동안

의 가격변화 추세에 의해서 영향을 받는다고 가정한다.

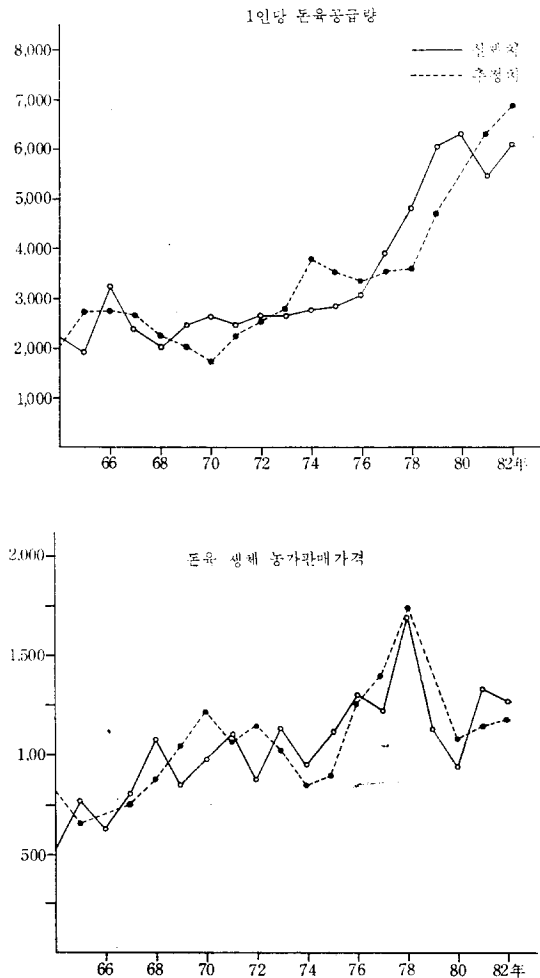
$$L \text{ EWP.K} = \text{EWP.J} + (\text{DT}) (\text{WP.J} - \text{EWP.J}) / \text{PMD}$$

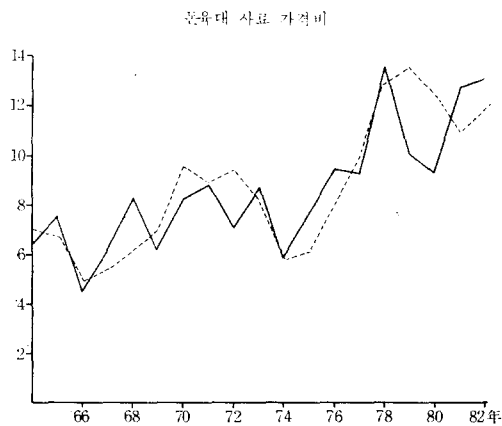
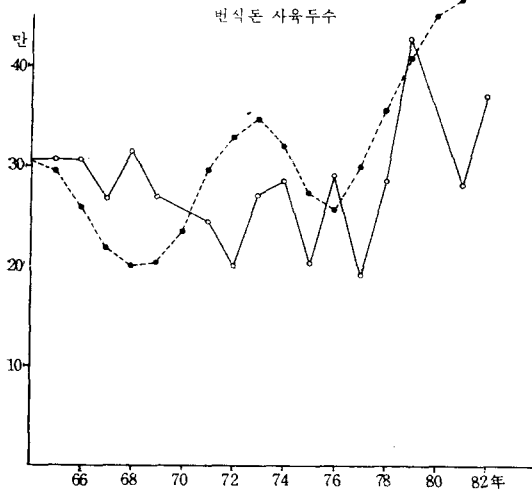
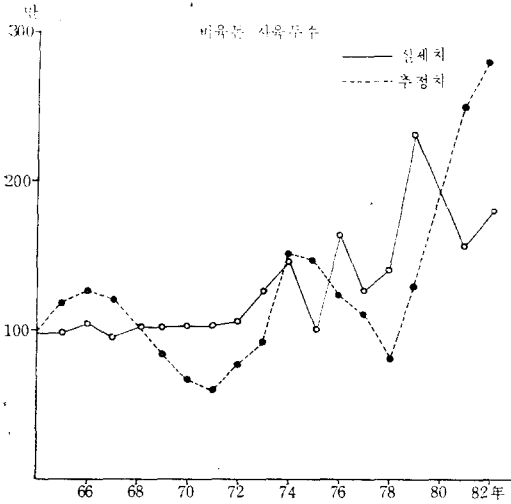
$$C \text{ PMD} = 0.5$$

카. 豚肉對 飼料價格比(PFPO)

이것은 농가기대 돈육가격을 購入飼料價格(FP)으로 나눈 것을 말한다. 豚肉價格은 生體 kg

그림 6 추정치와 실제치와의 비교





당 가격이고, 購入飼料價格은 飼料類의 農家購入價格指數를 都賣物價指數로 디플레이트하여 1980=100으로 환산한 지수이다.

$$A \text{ PFPO.K} = \text{EWP.K} / \text{FP.K}$$

이상에서 설명한 바를 바탕으로 다이نام(Dy-namo)에 의하여 養豚部門의 시물레이션(simulation) 모델을 개발한 것이 附表이다.

IV. 시물레이션의 結果

이상의 시물레이션 모델이 현실과 어느 정도 일치하는지를 알아 보기 위해서 몇 가지 중요한 변수에 대해서 시물레이션을 행한 것이 <그림6>이다. <그림 6>에서 實線은 각 變數들의 實際値를 나타내고 點線은 推定値를 나타낸다. 사육두수를 제외하고는 추정치는 실제치와 유사한 값을 보이 나 사육두수는 상당한 정도로 불일치하고 있다.

특히 母豚 사육두수의 경우 추정치와 실제치가 큰 괴리를 보이고 있는 것은 豚肉 對 飼料價格比와 繁殖豚 轉向增減間의 관계가 서로 불명확한데도 <그림 5>의 AB와 같은 관계가 있다고 가정한 데서 연유한 것처럼 보인다.

V. 結 論

이상에서 본 바와 같이 시스템 다이내믹스를 이용하여 養豚部門의 시물레이션 모델을 개발하여 그것에 의한 推定値가 實際値와 어느 정도 일치하는지를 테스트해 보았다. 시물레이션을 행하기 위한 방법에는 여러 가지가 있는데 그 중에서 시스템 다이내믹스는 극히 動學的이라는 데 그 特性이 있다. 즉 어떤 한 시점의 內生變數의 값은 다른 변수들에게 영향을 미치고, 이

영향이 피드백 효과(feedback effect)에 의해서 자기의 본래의 내생변수의 값에 영향을 미치게 된다.

이 시스템 다이내믹스의 방법에 의하여 養豚部門의 시뮬레이션을 행할 경우 이 시스템의 흐름을 충분히 파악할 수 있도록 月別 또는 分期別 資料를 이용하는 것이 바람직하다. 그러나 여기서는 統計資料의 제약 때문에 年度別 資料를 이용하였다. 따라서 이 시뮬레이션 모델에 의한 推定値가 實際値와 약간의 피리를 나타나게 되었다. 統計資料가 보완돼 시스템내의 개별 파라미터가 보다 정확하게 추정된다면 이 시스템 다이내믹스에 의한 養豚部門의 시뮬레이션 모델은 현실을 보다 잘 설명할 수 있도록 開發될 수 있을 것이다.

參考文獻 및 資料

農水産部, 「農林統計年報」, 各년도.

農協中央會, 「農村物價總覽」, 1982.
 畜協中央會, 「畜産物價格 및 需給資料」, 1983.
 김수용, 「한국 미곡시스템의 동적 모형」, 한국과학기술원 석사학위 논문, 1981. 12.
 武部 隆, “地域システムの SD 手法によるシミュレーション,” 「農林業問題研究」, 第10卷 3, 4 合併號, 1974. 12.
 門間敏幸, “夏山冬里方式による肉用子牛生産のシステムとシミュレーション,” 「農業生産のモデル化とシミュレーション」, 農業經營計量分析研究會編 1981.
 岸本裕一, 「牛肉經濟論」, 中央畜産會, 1982.
 清水哲郎, “SD による鶏卵供給過程のシミュレーション分析,” 「京都大學大型計算機センター廣報」, Vol. 10. No. 6, 1977.
 Forrester, J.W., *Urban Dynamics*, 3rd ed. The M.I.T. Press, 1970.
 _____, *Industrial Dynamics*, 7th ed. The M.I.T. Press, 1972.
 Meadow D.L., *Dynamics of Commodity Production Cycles*, Wright-Allen Press, INC, 1970.
 Pugh. III A.L., *Dynamo User's Manual*, 2nd ed. The M.I.T. Press, 1977.

附表 모델 방정식

- * PORK SUBSYSTEM OF KOREA
- R BR.KL=BPN.K*GN.K*PBN
- A GN.K=1+STEP(0.2, 4)+STEP(0.2, 8)+STEP(0.2, 12)+STEP(0.1, 14)
- C PBN=9
- R MR.KL=(DELAY3(BR.JK, GP.K))*YPLO.K
- A GP.K=0.9+STEP(-0.05, 6)+STEP(-0.05, 12)
- A YPLO.K=0.6+STEP(0.1, 9)+STEP(-0.1, 10)+STEP(0.1, 12)+STEP(-0.1, 13)
- X +STEP(0.2, 14)
- L PN.K=PN.J+(DT)(MR.JK-PNS.JK-BHA.JK)
- N PN=PNN
- C PNN=971542
- R BHA.KL=TABHL(TBHA, PFPO.K, 1, 19, 3)
- T TBHA=0, 20000, 80000, 160000, 180000, 190000, 200000
- L BPN.K=BPN.J+(DT)(BHA.JK-BHS.JK)
- N BPN=BPNN
- C BPNN=306764
- R BHS.KL=BPN.K/BAP
- C BAP=3

A MA.K=(PNS.JK+BHS.JK)*HW
 C HW=49
 A PMA.K=MA.K/POP.K
 A POP.K=TABHL(TPOP, TIME.K, 1, 18, 1)
 T TPOP=28705, 29160, 30131, 30838, 31544, 31435, 32883, 33505, 34103,
 X 34692, 35281, 35849, 36412, 36969, 37954, 38124, 38723, 39331
 A WP.K=EXP(LWP.K)
 A LWP.K=P3+P4*GPMA.K+P5*GBA.K+P6*GIBA.K+P7*GCA.K+P8*GINC.K
 C P3=10.0220
 C P4=-0.7321
 C P5=-0.1147
 C P6=0.0615
 C P7=0.0104
 C P8=0.8177
 A GPMA.K=LOGN(PMA.K)
 A GBA.K=LOGN(BA.K)
 A GIBA.K=LOGN(IBA.K)
 A GCA.K=LOGN(CA.K)
 A GINC.K=LOGN(INC.K)
 A BA.K=TABHL(TBA, TIMA.K, 1, 18, 1)
 T TBA=950, 1010, 1060, 1161, 1050, 1188, 1201, 1201, 1317,
 X 1485, 1992, 2087, 2127, 2009, 2305, 2442, 1789, 1564
 A IBA.K=TABHL(TIBA, TIME.K, 1, 18, 1)
 T TIBA=1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9, 1,
 X 1, 1, 20, 115, 1094, 728, 180, 618, 1144
 A CA.K=TABHL(TCA, TIME.K, 1, 18, 1)
 T TCA=504, 641, 795, 1093, 1339, 1437, 1520, 1620, 1519,
 X 1535, 1576, 1698, 2006, 2223, 2390, 2383, 2341, 2522
 A INC.K=TABHL(TINC, TIME.K, 1, 18, 1)
 T TINC=37.2, 40.9, 42.7, 46.4, 51.6, 54.3, 58.3, 60.5, 68.3,
 X 72.5, 76.4, 86.5, 93.9, 103.2, 108.3, 100.0, 104.7, 108.7
 L EWP.K=EWP.J+(DT(WP.J-EWP.J)/PMD)
 N EWP=EWP.N
 C EWP.N=713
 C PMD=0.5
 A PFPO.K=EWP.K/FP.K
 A FP.K=TABHL(TFP, TIME.K, 1, 18, 1)
 T TFP=101.6, 139.4, 132.3, 131.8, 136.3, 117.9, 124.3, 123.8, 133.2,
 X 158.9, 143.9, 138.2, 131.9, 127.4, 113.1, 100.0, 104.9, 97.5
 L WPP.K=WPP.J+(DT(WP.J-WPP.J))
 N WPP=WPP.N
 C WPP.N=713
 R PNS.KL=P12+P13*PN.K+P14*WPP.K
 C P12=-2369891.9
 C P13=1.7764
 C P14=2437.45