研究報告 59
1983. 12

畜産部門模型開發과 政策實驗

金 炯 華(首席研究員)
李 殷 雨(研 究 員)

韓國農村經濟研究院

빈 면

머 리 말

畜産業은 經濟發展과 더불어 꾸준히 成長해온 산업이다. 經濟發展과 더불어 國民들의 生活水準이 向上되면서 畜産物에 대한 需要가 꾸준히 증가해 왔다. 이에 따라 畜産物의 供給體系도 계속 변화해 왔는데, 養豚과 養鷄는 이제까지의 農家副業形態에서 購入飼料를 주로 이용하는 專業 또는 企業形態로 바뀌게 되었으며, 韓牛도 이제까지의 力牛의 역할에서 肉牛의 역할로 바뀌어 가면서 그 사육규모가 점차 증대되어 가고 있다.

이런 過程에서 畜産業은 여러 가지 문제점을 나타내게 되었는데, 쇠고기는 國內生産基盤의 弱化 때문에 만성적인 國內供給不足으로 國內消費量의 상당량을 外國輸入에 의존하게 되었으며, 養豚業도 供給의 過剩과 不足으로 인한 價格의 不安定性을 나타내고 있다.

畜産業의 安定的인 發展을 위해서는 보다 合理的인 畜産政策이 必要하다. 이를 위해서는 畜産部門에 關聯된 여러 經濟變數들간의 關係를 체계화하는 畜産部門模型開發의 必要性을 느끼게 되었다. 즉 각 變數間의 相互關聯性과 각 政策變數들의 政策效果를 파악함으로써 보다 效率的이고 合理的인 意思決定을 할 수 있기 때문이다.

이 報告書는 이런 目的에 부응할 수 있도록 畜産部門의 시뮬레이션 모델을 개발한 것이다. 이 硏究는 本 硏究院의 自體硏究課題인 「農業部門模型開發에 의한 中長期農業政策硏究」의 일환으로 이루어진 것이나, 이 報告書의 內容이 本硏究院의 公式見解와 반드시 일치하는 것은 아님을 밝혀 둔다.

1983. 12.

韓國農村經濟硏究院長 金 甫 炫

目　　次

第1章 序　論

1. 研究目的 …… 1
2. 研究方法과 內容 …… 2

第2章 시스템 다이나믹스의 理論的 背景

1. 시스템 다이나믹스의 特性 …… 5
2. 計算過程 …… 8
3. 方程式의 種類 …… 9
4. 플로우 챠트의 記號 …… 11
5. 遲延의 表示 …… 13
6. 다이나모 …… 18

第3章 畜産部門 모델의 設定

1. 槪　要 …… 19
2. 養豚部門 모델 …… 21
3. 韓牛部門 모델 …… 28
4. 젖소部門 모델 …… 37
5. 養鷄部門 모델 …… 44

第4章 시뮬레이션 結果 …… 50

第5章 主要政策變數의 模擬政策實驗

1. 쇠고기輸入의 效果 …… 64

2. 肉牛導入의 效果 ····· 65
3. 飼料價格變化의 效果 ····· 65
4. 젖소導入의 效果 ····· 66

第6章 結 論 ····· 74

附表 /모델 方程式 ····· 75

圖 및 表目次

第2章

圖 2 - 1 水準變數와 增減變數와의 關係 …… 5
圖 2 - 2 K시점에서의 計算過程 …… 8
圖 2 - 3 단위시간의 決定方法 …… 9
圖 2 - 4 水準方程式의 기호 …… 11
圖 2 - 5 增減方程式의 기호 …… 12
圖 2 - 6 補助方程式의 기호 …… 12
圖 2 - 7 常數의 기호 …… 12
圖 2 - 8 흐름의 기호 …… 13
圖 2 - 9 흐름의 시작과 끝의 기호 …… 13
圖 2 - 10 1次指數型 遲延函數의 구조 …… 14
圖 2 - 11 3次指數型 遲延函數의 구조 …… 15
圖 2 - 12 遲延函數의 표시 …… 16
圖 2 - 13 遲延函數의 流出形態 …… 17

第3章

圖 3 - 1 畜産部門의 槪念圖 …… 20
圖 3 - 2 養豚部門 플로우 챠트 …… 22
圖 3 - 3 돼지고기對사료가격비와 繁殖豚轉向增減과의 관계 …… 25
圖 3 - 4 韓牛部門 플로우 챠트 …… 29
圖 3 - 5 젖소部門 플로우 챠트 …… 38
圖 3 - 6 養鷄部門 플로우 챠트 …… 45
圖 3 - 7 계란對사료가격비와 價格比에 의한 孵化量과의 관계 …… 48
圖 3 - 8 時間과 趨勢에 의한 孵化量과의 관계 …… 48

第4章

圖 4 - 1 實際値와 推定値와의 비교

圖 4-1- 1 肥育豚 頭數 …… 52

圖 4-1- 2 繁殖豚 頭數 …… 52

圖 4-1- 3 1인당 돼지고기 供給量 …… 53

圖 4-1- 4 돼지고기 供給量 …… 53

圖 4-1- 5 돼지고기 價格 …… 54

圖 4-1- 6 韓牛암송아지 頭數 …… 54

圖 4-1- 7 韓牛암소 頭數 …… 55

圖 4-1- 8 韓牛수소 頭數 …… 55

圖 4-1- 9 1인당 쇠고기 供給量 …… 56

圖 4-1-10 쇠고기 供給量 …… 56

圖 4-1-11 쇠고기 價格 …… 57

圖 4-1-12 젖소암송아지 頭數 …… 57

圖 4-1-13 젖소암소 頭數 …… 58

圖 4-1-14 1인당 牛乳 供給量 …… 58

圖 4-1-15 牛乳 供給量 …… 59

圖 4-1-16 牛乳 價格 …… 60

圖 4-1-17 1인당 鷄卵 供給量 …… 60

圖 4-1-18 鷄卵 供給量 …… 61

圖 4-1-19 鷄卵 價格 …… 61

第5章

圖 5 - 1 政策變數別 政策效果

圖 5-1- 1 쇠고기 供給量 …… 67

圖 5-1- 2 쇠고기 價格 …… 67

圖 5-1- 3 한우암소 頭數 …… 68

圖 5-1- 4 한우 암송아지 頭數 …… 68

圖 5-1- 5 肥育豚 頭數 …… 69

圖 5-1- 6 돼지고기 供給量 ····· 70
圖 5-1- 7 돼지고기 價格 ····· 71
圖 5-1- 8 한우수소 頭數 ····· 71
圖 5-1- 9 鷄卵 供給量 ····· 72
圖 5-1-10 鷄卵 價格 ····· 72
圖 5-1-11 젖소 암소 頭數 ····· 73
圖 5-1-12 牛乳 價格 ····· 73

表 5 - 1 政策시뮬레이션의 形態 ····· 63

第 1 章

序 論

1. 研究目的

合理的인 經濟政策을 수행하기 위해서는 政策變數와 그 政策을 통하여 도달하려고 하는 目標變數 사이에 어떠한 관계가 있는지를 알 필요가 있다. 이를 위해서는 한 경제 시스템 (System)의 構成要素를 모두 포함하여 이들의 關係를 數理的으로 나타내는 것이 바람직하다. 최근 들어 大容量 콤퓨터의 發展과 더불어 한 시스템을 모델화하기 위한 여러 가지 手法들이 개발되어 있다.

이런 數理的인 手法들이 農業分野에도 널리 도입되어 복잡한 경제현상을 하나의 시스템으로 모델화하여 나타내고, 이 모델의 구조를 통하여 各種 變數間의 相互關係를 파악하고 있는 것이 널리 이용되고 있다. 이러한 技法은 종래의 방법이 經濟現象을 추상적이고 관념적으로 설명하던 것에 비하여 經濟現象을 보다 具體的이고 科學的으로 說明할 수가 있다고 할 수 있다.

이 論文은 畜產部門內의 여러 변수들이 어떻게 관련되어 있으며, 각각의 政策變數들이 畜產部門의 여러 變數들에게 어떻게 영향을 미치는가를 파악하기 위해서 畜產部門의 시뮬레이션 모델을 개발하는 것을 研究目的으로 한다.

畜産業은 經濟發展과 더불어 꾸준히 成長한 産業 중의 한 분야이다. 畜産物 消費量의 變化趨勢를 보면 1970년에 비해서 1982년의 總消費量은 쇠고기의 경우 2.9배, 돼지고기는 2.9배, 닭고기는 2.2배, 계란은 1.8배, 우유는 11.9배 성장하였다.

급속한 畜産物의 消費增加와 더불어 供給側面에서도 여러 가지 變化를 경험하게 되었다. 養豚業과 養鷄業은 副業形態에서 專業, 또는 企業形態로 변해가고 있으며, 한우의 경우 이제까지의 力牛의 역할에서 肉牛의 역할로 점차 그 비중이 옮아가고 있다.

이렇게 畜産業이 構造變化를 겪는 과정에서 여러 가지 문제점을 노출시키게 되었다. 養豚業의 경우 돼지고기 供給의 過剩과 不足으로 인한 價格의 騰落이 주기적으로 나타나게 되었으며, 쇠고기 供給이 需要를 충당하지 못하여 만성적으로 쇠고기를 외국으로부터 輸入해야 하는 형편에 이르게 되었다. 또 畜産業의 專業化 現象에 따라 配合飼料의 사용이 급증하였는데, 配合飼料 原料의 대부분을 外國에서 도입하는 실정이기 때문에, 飼料穀物 導入에 따른 外貨負擔 增加와, 穀物의 對外依存度 深化에 따른 여러 가지 문제점이 노출되게 되었다.

畜産業의 發展을 위해서는 이러한 여러 가지 문제점들에 대처할 合理的인 政策들이 필요하게 된다. 合理的인 政策을 위해서는 畜産部門의 여러 變數들이 상호 어떻게 관련되어 있으며, 또 어떤 政策變數를 어떻게 活用하는 것이 그 效果를 발휘할 수 있을 것인지를 模擬化하여 검토해 보는 것이 현실적으로 매우 중요한 과제라고 할 수 있다.

2. 研究方法과 內容

畜産部門의 시뮬레이션 모델을 개발하기 위해서 시스템 다이나믹스 (System Dynamics)방법을 사용하기로 한다. 이 시스템 다이나믹스는 美國 M.I.T의 포레스터 (J.W. Forrester)교수에 의해서 개발된 시뮬레이션 方法의 일종인데, 이것의 특징은 복잡한 經濟現象을 나타내는 각

종의 構成要素를 綜合的이고, 有機的인 하나의 시스템으로 취급하여, 이 시스템 내부에서 발생하는 內生變數가 次期에 작용하여 次期의 결과에 영향을 미치는 과정을 구조적으로 설명할 수 있다는 것이다. 일반적으로 計量經濟學的인 手法은 統計的, 確率的으로 精度 높은 모델을 檢定할 수 있을 만큼의 관측 데이터가 있어야 하나, 시스템 다이나믹스는 경제현상의 실제적인 상태를 관측 데이터에 의존하지 않고도 충분히 파악할 수 있다면, 관측 데이타가 부족하여도 그 因果關係를 분석할 수 있다는 것이 특징이다.

이 시스템 다이나믹스는 포레스터에 의하여 처음으로 企業의 상품 生産과 分配 등에 적용된 이후 經營體內의 수익성 변동이나 재고 조정 등 미시적인 경제현상 뿐만 아니라 都市問題나 지역개발 등의 準巨視的인 경제현상은 물론, 資源, 人口問題 등 巨視的인 경제현상의 분석에까지 널리 이용되고 있다.

이 方法은 축산부문의 시뮬레이션 모델 分析에도 종종 이용되고 있다. 메도우 (Meadow 1970)는 돼지고기 生産에 있어서 生産 사이클 (cycle)의 動態的 特性을 재현할 수 있는 모델을 만들었으며, 岸本(1982)은 肉類의 生産 및 流通의 構造를 모델화하여 정책변수의 效果에 대하여 시뮬레이션을 행하였고, 清水(1977)는 鷄卵의 供給過程에 대하여 이 시스템 다이나믹스를 이용하여 시뮬레이션 모델을 작성하였다.

이 論文은 第2章에서는 먼저 시스템 다이나믹스의 理論的 背景을 說明한다. 즉 시스템 다이나믹스의 根本原理와 計算過程, 方程式의 種類와 플로우 챠트 (flow chart) 작성기호 등을 설명한다.

第3章에서는 畜産部門을 養豚部門, 韓牛部門, 젖소部門, 그리고 養鷄部門으로 나누어 각 部門別로 시스템의 構造를 플로우 챠트로 모델화 한 다음 이 모델에 의하여 個別方程式을 設定한다. 여기서 각 變數들 간의 관계를 나타내는 資料가 존재하는 것은 그 資料로써 回歸分析하여 方程式을 만들었고, 資料가 존재하지 않는 것은 客觀的인 判斷에 의해서 모델을 設定하였다.

第4章에서는 시뮬레이션 모델에 의하여 추정된 個別 方程式들의 推定

値가 實際値와 어느 정도 일치하는지를 테스트해 본다. 그리고 推定値와 實際値가 일치하는 정도가 낮은 것은 그 이유를 분석해 본다.

第5章에서는 政策變數들의 政策効果를 알아보기 위해서 개별 政策變數들을 변화시킴에 따라 모델내의 여러 內生變數들이 어떻게 변화해가는지를 파악해 본다.

第6章에서는 이제까지의 內容을 간단하게 요약하고 이 모델의 使用價値를 평가해 보고자 한다. 그러면서 硏究結果에 대하여 結論을 내리고자 한다.

第 2 章

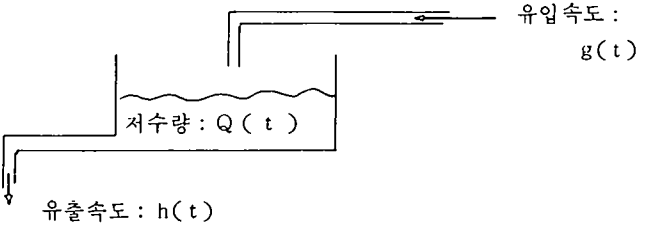
시스템 다이나믹스의 理論的 背景

1. 시스템 다이나믹스의 特性

시스템 다이나믹스(System Dynamics)는 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 단위기간당 水準變數의 流入量, 流出量을 나타내 주는 變數이다. 예를 들면 貯水池의 경우 한 시점의 貯水量의 상태는 水準(level)을 나타내고 단위시간당 물의 流入量과 流出量은 增減(rate)을 나타낸다. 또 養豚部門에 응용해 보면 한 시점의 돼지사육두수는 水準變數이고, 비육돈 출하두수와 자돈으로 번식되어 비육돈으로 성숙한 두수는 增減變數이다.

저수지의 경우를 예로 들어 그림으로 나타내면 〈圖2 - 1〉과 같다. 한 시점의 저수량은 前期의 저수량에 단위기간당 물의 流入量을 더하여

圖2 - 1 水準變數와 增減變數와의 關係



주고, 流出量을 빼주면 될 것이다. 단위기간당 물의 流入量, 流出量은 각각 시간의 함수로서 g(t), h(t) 로 표현된다. 이 저수지에 최초에 (t=o) Q_o의 물이 있었다면 t 시점의 저수량 Q_t는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_t = Q_o + \int_o^t \{g(t)-h(t)\}dt$$

양변을 시간 t에 대해서 미분하면

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

즉 저수량의 변화는 流入量과 流出量의 차이이다.

위 식을 근사적으로 표시하면

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

이 식은 t 期의 水準變數의 값이 주어지고 流入과 流出의 增減方程式이 주어진다면 △t 후의 水準方程式의 값이 정해진다는 것을 나타낸다. 이처럼 初期의 水準變數의 값이 주어지고 增減變數의 값이 알려져 있다면 단위기간 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의 函數로 나타나는 경우가 대부분이다. 양돈 부분의 경우를 예로 들면 增減變數인 비육돈 출하두수는 水準變數인 비육돈 사육두수의 영향을 받고, 또 증감변수인 자돈 번식두수는 또 다른 水準變數인 모돈두수의 함수로 볼 수 있기 때문이다. 또 번식된 자돈은 일정기간 동안 성숙해서 肥育豚으로 되고 이중 일부는 母豚으로 되어 이것이 또 다시 增減變數들의 값에 영향을 주게 된다.

이처럼 초기의 水準變數의 값이 주어져 있고 增減變數의 函數形態가 알려져 있다면 한 시스템내의 여러 變數들의 값이 차례로 정해질 수 있다. 이것이 시스템 다이나믹스(System Dynamics)方法에 의하여 시뮬레이션 (Simulation)을 행하는 근본원리이다.

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

시스템 다이나믹스와 計量經濟學을 비교해 볼 경우 計量經濟學은 經濟學에 있어서 理論的 命題를 관측된 경제 데이터를 사용하여 統計的, 確率的 方法으로 檢定하는 것이라고 할 수 있다. 이것은 어느 기간 동안에 관측된 데이터로 실제 시스템에 있었던 經濟變數間의 結果만 나타내는 것으로 變數間의 상호작용관계는 설명이 없다. 즉 計量經濟學的인 方法은 관측된 데이터 의존형으로 파라메터 (Parameter) 의존형이며, 客觀的이고 後方指向的이어서 消極的方法이라고 할 수 있다 (武部 隆 1974, 133 - 136).

이에 반해서 시스템 다이나믹스는 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 構造依存的이고 파라메터 非依存的이다. 따라서 시스템 다이나믹스는 主觀的이고 前方指向的이어서 積極的인 방법이라고 할 수 있다.

一般的으로 計量經濟 모델은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Ay_t + Bx_t = u_t$$

여기서 A : 종속변수의 계수 (n × n)
B : 독립변수의 계수 (n × m)
y_t : 종속변수 (n × 1)
x_t : 독립변수 (m × 1)
u_t : 교란항 (n × 1)

여기에서 계수 A와 B를 정확히 구하는 것이 분석의 중심이다.
시스템 다이나믹스 모델을 數式으로 표시하면 다음과 같다.

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

여기서 y : 水準을 나타내는 經濟變數

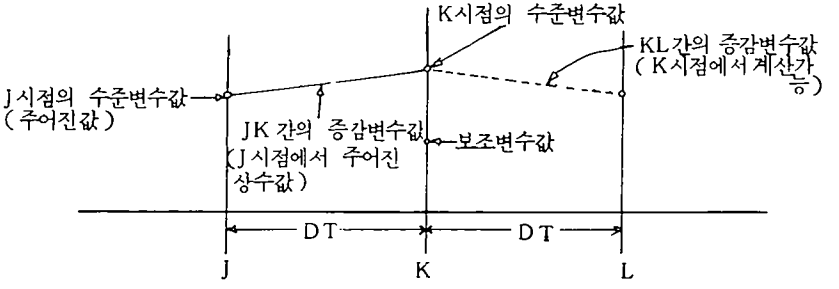
x : 外生變數
t : 時間變數
f : 函數

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

2. 計算過程

시스템 다이나믹스에 의해서 한 시스템의 여러 변수들의 값을 계산해 가는 과정은 〈圖2 - 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 (DT)는 단위시간, 즉 계산기간을 나타낸다. 英文字 J, K, L은 시간을 표시해 주는 것인데 K는 현재시점, J는 단위시간 즉 (DT)만큼의 과거시점 L은 단위시간 만큼의 미래 시점을 나타낸다. JK는 J시점과 K시점의

圖2 - 2 K 시점에서의 計算過程



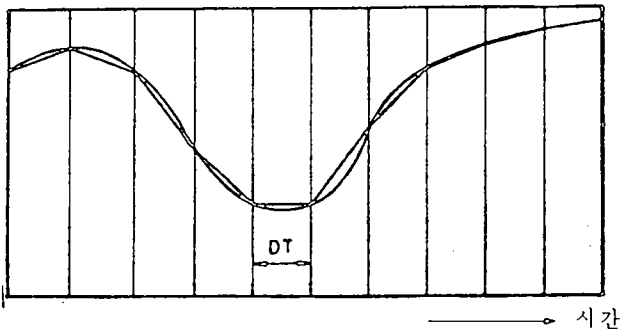
시간간격을 나타내며, KL은 K시점과 L시점사이의 시간간격을 나타낸다.

J시점의 水準變數의 값이 알려져있고, JK간의 함수형태가 알려져 있다면 이것으로부터 K시점의 수준변수의 값이 정해진다. K시점의 水準變數의 값이 정해진 후 이것에 의해서 KL간의 增減變數의 값이 정해진다면 L시점의 수준변수의 값이 결정될 수 있을 것이다. 이와 같은 과정이 되풀이 되면 한 시스템내의 여러 變數들의 값이 차례로 정해질 수 있다.

여기서 增減變數는 단위시간 즉 (DT)의 시작시점에서 그 형태가 한번 정해지면, 단위시간만큼의 진행시간동안은 그 형태가 변하지 않고 직선형태로 일정하다는 것을 가정하고 있다. 즉 JK간의 증감변수는 J 시점에서 그 형태가 한번 정해지면 K시점까지 시간이 진행하더라도 그 형태가 변하지 않고 K시점까지 계속 직선형태의 성질을 보유하고 있다는 것을 나타낸다.

따라서 단위시간 즉 (DT)는 시간의 흐름에 따라서 변화하는 增減變數의 값이 그 구간에서는 일정하다고 볼 수 있을 정도로 작은 구간이어야 한다. 단위시간의 결정방법을 〈圖2 - 3 〉과 같이 나타낼 수 있다.

圖2 - 3 단위시간의 決定方法



즉 각각의 단위시간만큼의 구간에 걸쳐서 그은 직선들의 조합이 원래의 곡선과 거의 비슷하게 될 수 있는 정도의 시간간격을 단위시간, 즉(DT)로 잡는 것이 바람직하다. 그러나 (DT)를 너무 짧게 잡으면 계산이 필요 이상으로 복잡해지니까 적정선에서 (DT) 를 정하도록 하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

3. 方程式의 種類

시스템 다이나믹스에 의해서 한 시스템의 모델을 작성하기 위해서는

6 가지 종류의 방정식이 필요하다.

가. 水準方程式 (level equation)

임의의 시점에 있어서 시스템의 상태를 표시해주는 방정식이다. 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 Level. K = Level . J + (DT) (Inflow Rate . JK- Outflow Rate. JK)

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 方程式이다. 즉 增減變數들은 水準變數의 값을 변화시키는 요인들이다. 이것은 英文字 R로 표시하고 JK 또는 KL로 시간간격을 표시한다.

다. 補助方程式 (auxiliary equation)

실제 모델 構成에 있어서 水準方程式이나 그것의 변화를 나타내는 增減方程式만으로 현실을 잘 나타낼 수 없는 경우가 대부분이다. 이럴 경우에는 增減方程式을 분해해서 여러 개의 補助方程式으로 이용하면 현실을 보다 잘 나타낼 수 있다. 즉 補助方程式이란 水準方程式과 增減方程式을 보조해서 현실을 보다 잘 나타낼 수 있도록 하는 방정식이다. 이것은 英文字 A로 표시한다.

라. 補充方程式 (supplementary equation)

이것은 모델 구조내의 변수를 정의하는데 쓰이는 것이 아니라, 모의실험결과 표나 그림으로 나타낼 때 사용되는 변수를 정의할 때 사용되는데, 이것은 英文字 S로 표시한다.

마. 常數方程式 (constant equation)

모델내의 불변인 파라메터를 정의하는데 사용된다. 이것은 英文字

C로 표시한다.

바. 初期値方程式(initial-value equation)

한 시스템의 모델을 작성해서 시뮬레이션을 행하기 위해서는 水準變數의 初期値가 필요한데, 이 水準方程式의 初期値를 정의하기 위해서 初期値方程式이 사용된다. 이것은 英文字N으로 표시한다.

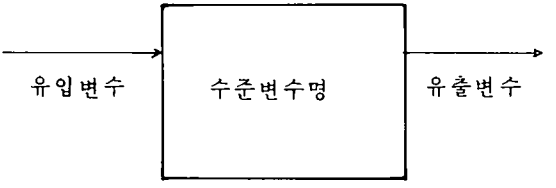
4. 플로우 챠트의 記號

한 시스템의 시뮬레이션 모델을 작성할 때 각 변수들간의 관계를 잘 파악하기 위해서는 그 시스템의 構造를 플로우챠트(flow chart)로 나타내는 것이 편리하다. 시스템 다이나믹스를 사용하여 한 시스템의 플로우챠트를 작성할 때는 다음과 같은 기호를 사용한다.

가. 水準變數

水準方程式은 〈圖2-4〉와 같이 직사각형을 사용하여 표시한다. 직사각형내에 수준변수명을 쓰고 화살표로 增減變數의 流入과 流出을 나타낸다.

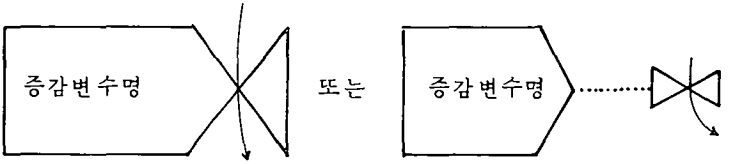
圖2-4 水準方程式의 기호



나. 增減變數

증감변수는 〈圖2-5〉와 같이 나타낸다.

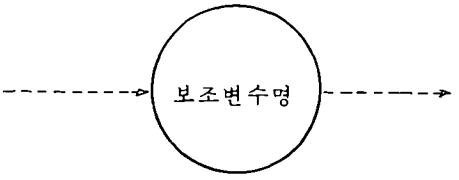
圖2 - 5 增減方程式의 기호



다. 補助變數

補助變數는 〈圖2 - 6〉과 같이 원으로 표시한다. 원내에 보조변수명을 쓴다.

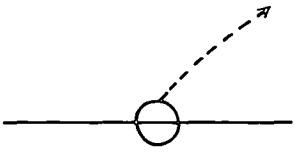
圖2 - 6 補助方程式의 기호



라. 常 數

상수는 모의실험을 하는 동안 계속 일정한 값을 갖는 것으로 〈圖2 - 7〉과 같이 표시한다.

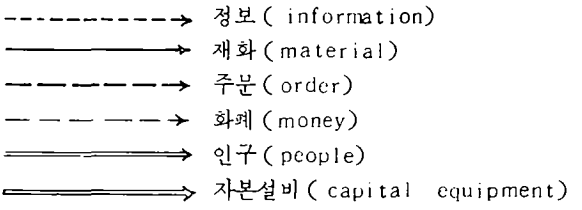
圖2 - 7 常 數 의 기 호



마. 흐 름 선

한 시스템의 모델을 작성하기 위해서는 〈圖2 - 8〉과 같은 6가지 종류의 흐름선이 필요하다.

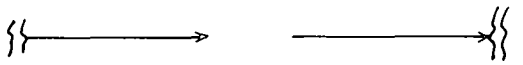
圖2－8 흐 름 의 기 호



바. 흐름의 시작과 끝

흐름의 시작(sources)은 〈圖2－9〉의 왼쪽, 흐름의 끝(sinks)은 오른쪽과 같이 나타낸다.

圖2－9 흐름의 시작과 끝의 기호



5. 遲延의 表示

시스템 다이나믹스를 이용하여 한 시스템의 시뮬레이션 모델을 작성할 경우, 諸變數들의 피드백 效果(feedback effect)를 고려해서 動態的인 性質을 가지도록 하기 위한 必須要因中의 하나로 遲延方程式(delay equation)을 들 수 있다. 지연방정식 그 자체는 水準方程式과 增減方程式의 복합체라고 할 수 있다.

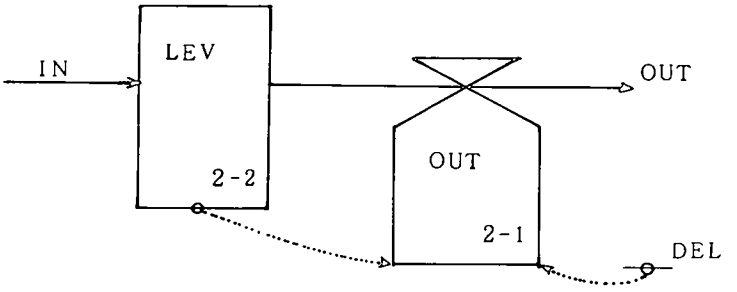
여기서 遲延이라고 하는 것은 財貨나 情報의 흐름이 즉시로 이루어지는 것이 아니라 일정한 기간이 경과한 다음에 이루어지는 것을 말한다. 예를 들면 제품에 대한 주문이 있고 나서부터 제품이 생산되어 배달되기까지의 시간적인 차이라던지 돼지의 경우 임신되어 仔豚으로 번식되고, 肥育豚으로 성숙하기까지의 시간적인 차이를 말한다. 따라서 遲延函數

式은 流入變量, 위의 예에서는 제품의 주문과, 流出變量, 위의 예에서는 제품의 배달 사이의 시간적인 관계를 규정해 주는 방정식이라고 할 수 있다.

遲延方程式에도 형태에 따라 여러 가지가 있는데 그중에서도 指數型函數 형태가 널리 이용되고 있다. 이것은 遲延函數式에 입력된 變數의 값이 시간이 지남에 따라 指數函數의 형태로 이동이 이루어진다는 것을 의미한다. 指數型 遲延方程式도 次數에 따라서 지연이 이루어지는 형태가 달라지게 되는데 다이나모(dynamo)를 이용하게 되면 1차 지수형 지연함수와 3차 지수형 지연함수의 형태를 이용할 수 있다.

1차 지수형 지연함수(first order exponential delay)는 1개의 水準變數와 1개의 流出增減變數와 그리고 遲延時間으로 구성되어 있다. 이것의 構造는 〈圖2 - 10 〉과 같이 나타낼 수 있다.

圖2 - 10 1次 指數型 遲延函數의 구조



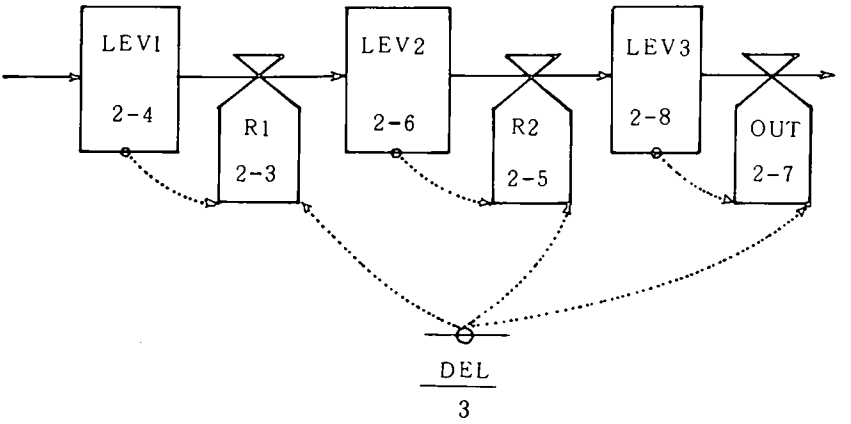
여기서 流入增減變數는 그 시스템의 다른 부분에서 결정되며, 流出增減變數는 水準變數값을 遲延時間으로 나눈 것과 같다. 1차 지수형 지연함수식은 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

R OUT.KL = LEV.K/DEL ..... (2-1)
L LEV.K = LEV.J + (DT) (IN.JK − OUT.JK) ...(2-2)

여기서 OUT: 유출증감변수
LEV: 지연함수식에 축적된 수준변수
IN : 유입증감변수

n차 지수형지연함수는 1차 지수형지연함수를 n개의 흐름으로 나누어 나누어 놓은 것이다. 즉, 1차 지연함수와 n차 지연함수는 總遲延時間은 같으나 增減變數의 흐름이 행해지는 형태가 다르게 된다. 3次 지수형 지연함수의 構造를 보면 3개의 1차 지수형지연함수를 합쳐 놓은 것과 같으나 각각의 지연시간은 전체 지연시간 3분의 1에 해당되는 것이다. 3次 指數型遲延函數의 구조를 나타내면 〈圖2 - 11 〉과 같다.

圖2 - 11 3次 指數型 遲延函數의 구조



3次 遲延函數式을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$R \quad R1.KL = \frac{LEV1.K}{DEL/3} \quad \cdots\cdots (2-3)$$

$$L \quad LEV1.K = LEV1.J + (DT)(IN.JK - R1.JK) \cdots (2-4)$$

$$R \quad R2.KL = \frac{LEV2.K}{DEL/3} \quad \cdots\cdots (2-5)$$

$$L \quad LEV2.K = LEV2.J + (DT)(R1.JK - R2.JK) \cdots (2-6)$$

$$R \quad OUT.KL = \frac{LEV3.K}{DEL/3} \quad \cdots\cdots (2-7)$$

$$L \quad LEV3.K = LEV3.J + (DT)(R2.JK - OUT.JK) \cdots (2-8)$$

위 식을 간단히 줄여서 〈 2 - 9 〉식과 같이 나타낼 수 있으면 편리할 것이다.

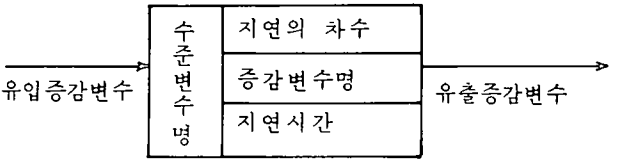
L LEV.K = LEV.J + (DT)(IN.JK-OUT.JK) ……(2 - 9)

〈 2 - 3 〉식과 〈 2 - 8 〉식사이의 식들을 간단히 줄여쓰기 위해서 다이나모(dynamo)에서는 〈 2 - 10 〉식과 같이 표현한다.

R OUT.KL = DELAY3(IN.JK, DEL) ……(2 - 10)

여기서 DELAY3 은 3次 遲延函數式을 가리키는 것이다. 즉 (2-9) 식과 (2-10)식으로 (2-3)식과 (2-8)사이의 6가지 식을 대체할 수 있게 된다. 그러나 내부의 변형중인 수준변수가 필요없다면 水準函數式인 (2 - 9)식은 생략할 수 있다. 그리고 플로우챠트를 작성할 때 遲延函數는 (圖 2 - 12)와 같이 나타낸다.

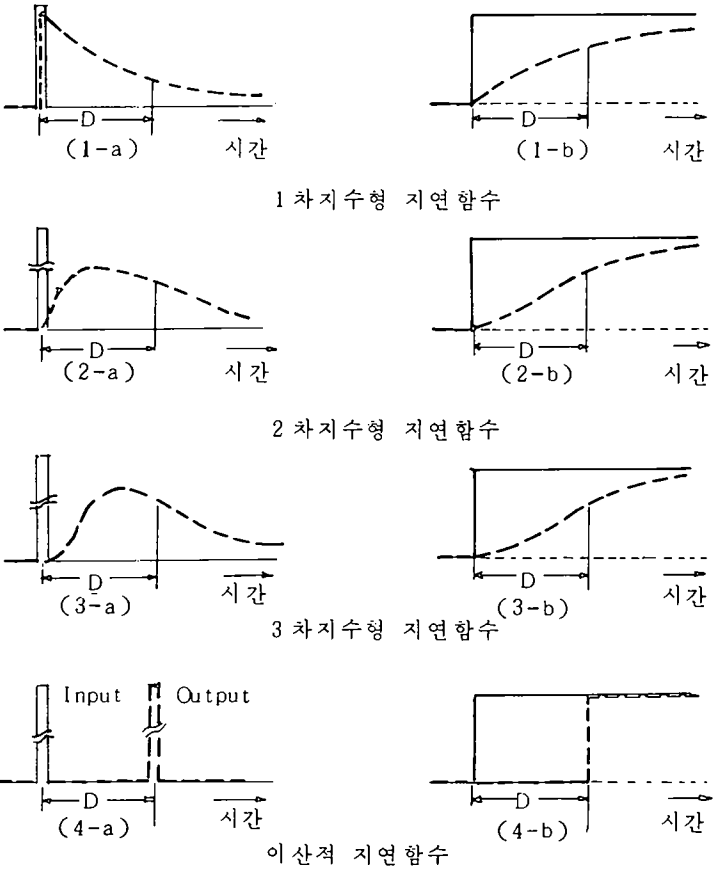
圖 2 - 12 遲延函數의 표시



이상의 遲延方程式이 시간이 경과함에 따라 어떠한 형태로 流出이 이루어지는가를 나타내면 〈圖 2 - 13 〉과 같다. 여기에서 實線은 遲延變數의 流入을 나타내고, 破線은 流出을 나타낸다. 또 〈圖 2 - 13〉의 왼쪽의 4 가지 그림은 모두 순간적 투입(impulse input)의 경우를 나타내고 오른쪽의 4 가지는 모두 단계적 투입(step input)의 경우를 나타낸다. 여기에서 순간적 투입의 경우는 遲延變數의 流入이 일시적으로 증가되었다가 곧 종전수준으로 되돌아간 경우이고, 단계적 투입의 경우는 增減變數의 流入이 증가된 이후 계속 그 수준을 유지할 경우를 나타내는 것이다.

1 차 지수형 지연함수의 순간적 투입의 경우 流入이 있은 직후 流出이 최대로 일어나고, 그 다음 점차로 지수함수형태로 감소하고 단계적 투입의 경우 流入이 있은 직후부터 指數函數形態로 流出이 증가되고 있다. 이 그림

圖 2 - 13 遲延函數의 流出形態



에서 점선과 실선의 사이에 있는 面積이 遲延函數에서 변형되고 있는 變數의 축적분을 나타낸다. 그리고 〈 圖 2 - 12〉에서의 D는 지연시간을 나타낸다.

〈圖2 - 13 〉의 〈2 - a〉와 〈3 - a 〉의 순간적 투입의 경우는 〈 1 - a 〉의 경우와는 달리 流入이 있고나서부터 流出이 초기에는 0이나 점차 증가하다가 극대점에 도달했다가 다시 감소하기 시작한다. 〈 2 - b 〉나 〈 3 - b 〉의 단계적 투입의 경우는 〈 1 - a 〉의 경우와 함수형태는 거의 비슷하나 그 기울기의 변화형태가 서로 다르다. 〈 4 - a 〉와

〈4-b〉의 경우는 지수함수 형태의 지연함수가 아니고 離散的 遲延函數를 나타내고 있다.

그러나 일반적으로 3次 指數型遲延函數가 대부분의 시스템의 變數間의 遲延關係를 설명하는데 적합한 함수형태라는 것이 인정되고 있다. 따라서 앞으로 여기에서는 지연함수의 경우 모두 3次 指數型遲延函數를 사용하기로 한다.

6. 다이나모

다이나모는 시스템 다이나믹스에 의해 작성된 시뮬레이션 모델을 풀어주는 콤퓨터팩키지를 나타낸다. 이것은 1950년대 말에 미국의 M.I.T.의 학자들에 의해서 고안되기 시작한 이후 현재까지 여러 가지 형태가 개발되어 있다. 현재 한국에는 韓國科學技術院(KAIST)의 아이 비 엠(IBM) 콤퓨터에 다이나모(Dynamo Ⅱ/370)팩키지가 설치되어 있다. 이하 각 시스템의 모델 설정에는 다이나모의 言語를 이용하고자 한다.

第 3 章

畜産部門 모델의 設定

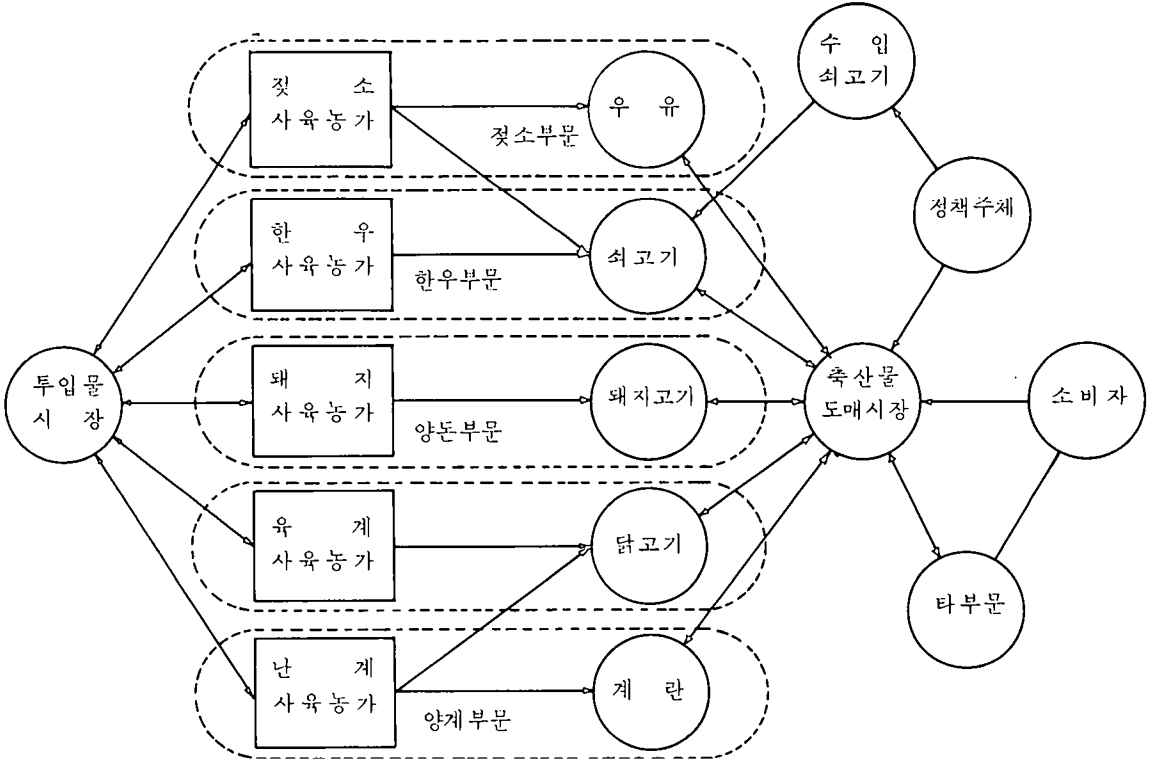
1. 概　　要

畜産部門은 전체경제시스템의 일부분이라고 할 수 있다. 따라서 畜産部門은 他部門으로부터 여러 가지 영향을 받기도 하고 또 여러 가지 영향을 미치기도 한다. 畜産部門의 시뮬레이션 모델을 설정할 경우 畜産部門 內部에서 결정되는 변수를 內生變數라 할 수 있고, 他部門에서 결정되어 畜産部門에 영향을 주는 變數를 外生變數라 할 수 있다. 예를 들면 畜産物의 供給量, 價格 등은 內生變數이고, 所得, 人口 등은 外生變數이다.

畜産部門도 〈圖 3 - 1 〉과 같이 몇 개의 서브시스템 (Sub System)으로 구분할 수 있다. 즉 韓牛部門, 젖소部門, 養豚部門, 養鷄部門 등으로 畜産部門을 나누어 볼 수 있다. 畜産農家는 原料市場에서 飼料 등 여러 가지 原料를 구입하여 畜産物을 생산한다. 생산된 축산물은 시장에 出荷되어 消費者에 의해서 需要된다. 이 과정에서 畜産物의 價格이 形成되며 여기에는 畜産部門 이외의 여러 가지 변수들과 정책주체에 의한 정책변수들도 함께 영향을 미치게 된다.

축산물 공급주체를 보면 우유의 경우는 젖소 사육농가이고, 쇠고기의 경우는 젖소 사육농가와 한우 사육농가, 그리고 수입쇠고기 양을 결정하는 정책주체 등 三者이다. 돼지고기의 공급 주체는 양돈농가이며, 닭고기의

圖 3 - 1 畜産部門의 槪念圖



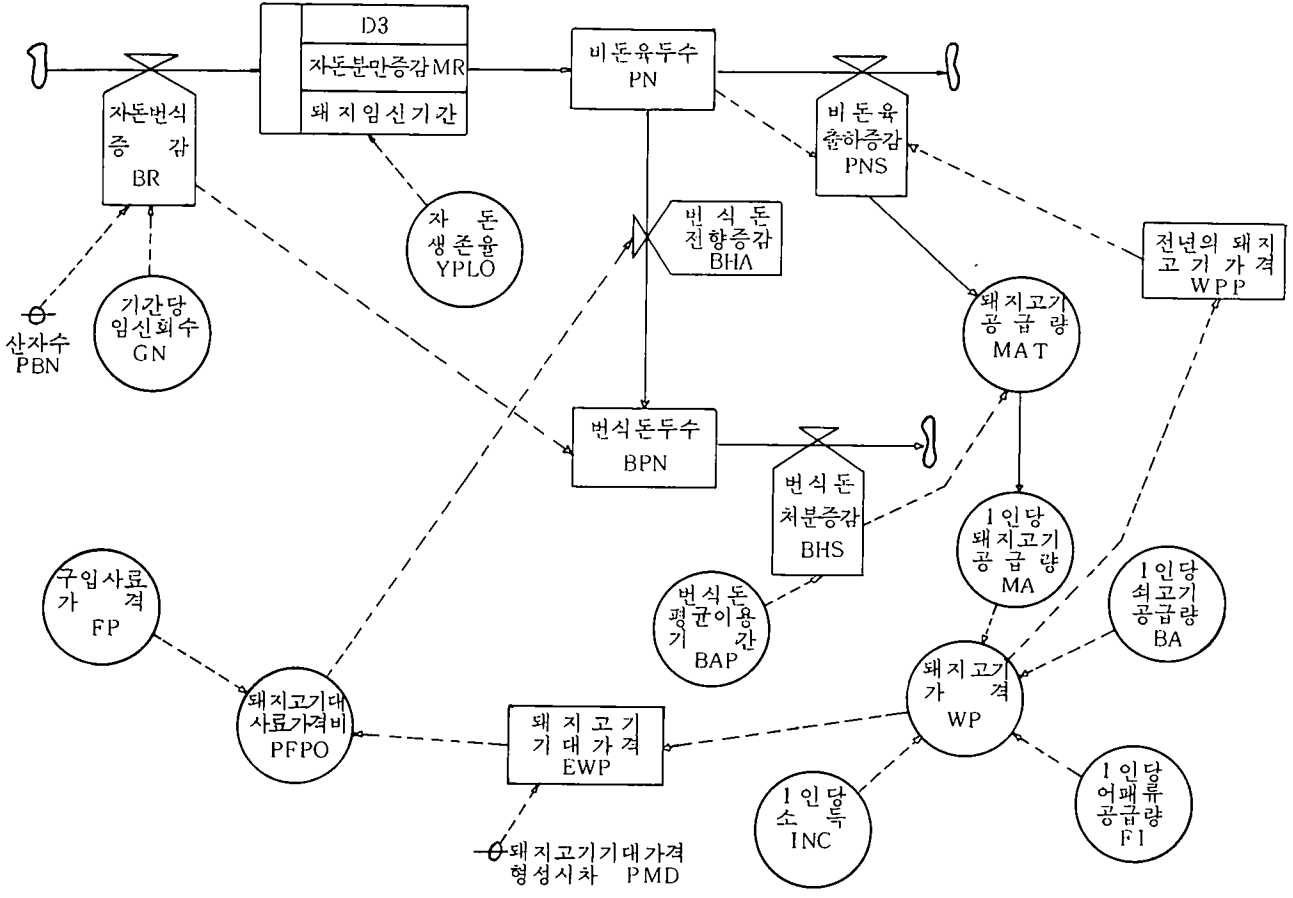
경우 육계사육농가와 卵鷄사육농가 등 2군데이고, 계란의 경우 卵鷄사육농가이다.

이하 畜産部門의 시뮬레이션 모델을 설정함에 있어서 養豚部門, 韓牛部門, 젖소部門, 養鷄部門 등 4부문으로 나누어 모델을 정립해 나간다. 실제 축산물의 生産, 供給, 消費가 이루어지는 과정에서는 〈圖 3 - 2 〉, 〈圖 3 - 4 〉, 〈圖 3 - 5 〉와 〈圖 3 - 6 〉의 플로우차트에 있는 變數이외에도 여러 가지 변수들이 관련되어 있으나 여기서는 資料不足 등 여러 가지 요인으로 플로우차트에 있는 주요변수들만 分析對象으로 삼고자 한다 이용한 資料는 1966 ~ 1982년간의 17년간의 年度別 資料이다. 畜産物의 供給은 他耕種作物과는 달리 연속적으로 이루어지기 때문에 年度別資料보다는 月別 또는 分期別資料를 사용하는 것이 보다 바람직하다. 그러나 현재 各 畜産物의 공급량은 年度別로만 조사되어 있고, 소사육두수는 현재 半年度別로 조사되고 있고, 돼지와 닭의 사육두수도 최근 들어서야 分期別로 조사되는 등 여러 가지 통계자료상의 제약 때문에 年度別資料를 이용하기로 한다.

2. 養豚部門 모델

養豚農家가 사육해서 출하시킨 돼지가 소비자에 의해서 소비되기까지의 과정에는 여러 가지의 經濟變數들이 관련되어 있다. 養豚業에 관련된 주요 經濟變數들만 고려하여 이것들을 플로우차트로 나타내면 〈圖 3 - 2 〉와 같다. 먼저 繁殖豚頭數에 의해 仔豚 出産頭數가 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 된다. 出荷된 肥育豚과 처분된 繁殖豚은 豚肉供給量을 결정하고 이 供給量과 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 큰 몫을 차지하고 있는 購入飼料價格이 번식돈 두수를 결정하게 되는 데, 일정시간이 경과함에

圖3－2 養豚部門 플로우 차트



따라 이와 같은 과정이 되풀이되게 된다. 養豚部門의 個別方程式은 다음과 같다.

가. 仔豚繁殖增減(BR)

仔豚繁殖增減(BR)은 기간당 母豚에 種付를 시켜서 생산되는 仔豚頭數를 말한다. 이것은 繁殖豚頭數(BPN)에다 産子數(PBN)와 期間當 姙娠回數(GN)를 곱하면 된다. 期間當 姙娠回數는 2기(1967年)까지는 1년에 0.6회, 3기(1968년)부터 4기(1969년)까지는 0.8회, 5기(1970년)부터 6기(1971년)까지는 1.0회, 7기(1972년)부터 10기(1975년)까지는 1.3회, 11기(1976년)부터 12기(1977년)까지는 1.5회, 13기(1978년)부터는 1.7회라고 가정한다. 여기서 繁殖豚이라는 것은 1980년까지는 10개월 이상된 암돼지를, 1981년부터는 8개월 이상된 암돼지를 나타내는 것이다. 그런데 1960년대에는 10개월 이상된 암돼지 중에서 繁殖과 肥育을 겸한 것이 많이 있었으나, 점차 養豚業이 專門化되면서 繁殖用과 肥育用이 分離되어 가면서부터 繁殖豚의 임신회수가 많아졌다고 할 수 있기 때문이다. 그리고 1回當 仔豚分娩數는 平均 9두로 알려져 있다.

```
R BR.KL=BPN.K*GN.K*PBN
A GN.K=0.6+STEP(0.2,3)+STEP(0.2,5)+STEP(0.3,7)+STEP(0.2,11)
X      +STEP(0.2,13)
C PBN=9
```

나. 仔豚分娩增減(MR)

이것은 繁殖豚에 種付를 시킨 후 仔豚으로 생산된 뒤 사육되기 시작하는 자돈수를 말한다. 이 仔豚分娩增減函數는 仔豚의 임신기간만큼 지연을 나타내는 지연함수에다 仔豚의 生存率(YPLO)를 곱하면 된다. 遲延函數의 形態는 三次指數形 遲延函數를 사용하기로 한다. 遲延時間은 돼지임신

기간인 0.31년이다.

仔豚生存率(YPLO)은 단계적으로 변해 왔다고 가정한다.

```
R MR.KL=(DELAY3(BR.JK,GP.K))*YPLO.K
A GP.K=0.31
A YPLO.K=0.8+STEP(0.1,8)+STEP(-0.1,9)+STEP(0.1,12)
X        +STEP(-0.2,15)+STEP(0.2,16)
```

다. 肥育豚頭數(PN)

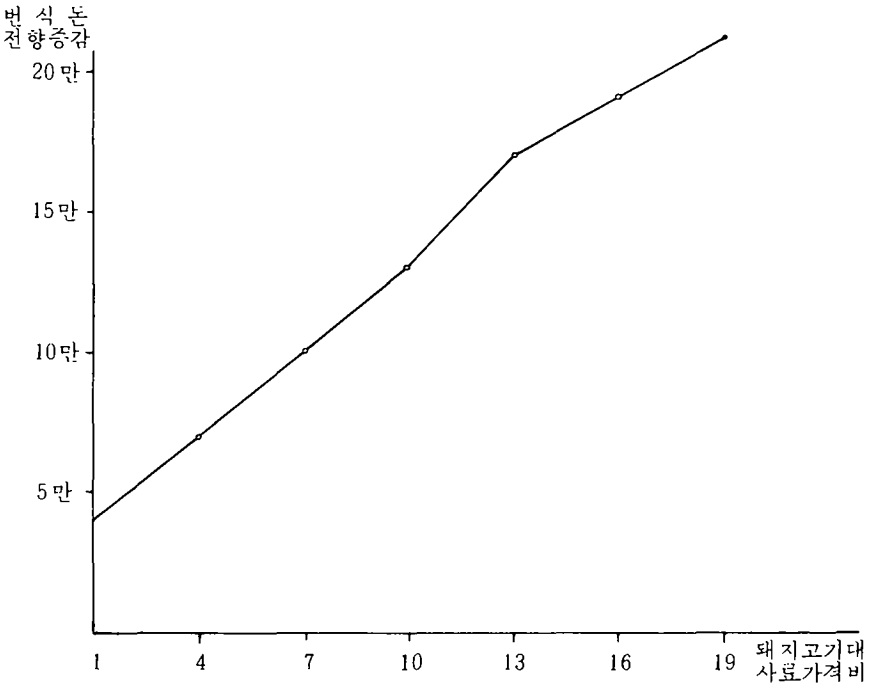
한 시점의 肥育豚 飼育頭數는 前期의 肥育豚 飼育頭數에다 그 기간동안에 仔豚에서 肥育豚으로 성숙한 두수(MR)는 더해 주고 出荷되어 도축된 두수(PNS)와 繁殖豚으로 전향한 두수(BHA)를 빼주면 된다. 肥育豚頭數 函數는 水準函數(Level function)이기 때문에 初期値가 필요하다 비육돈두수 함수의 초기치, 즉 1965년말의 비육돈 두수는 돼지 총사육 두수에서 번식돈 두수를 뺀 971,542두수이다.

```
L PN.K=PN.J+(DT)(MR.JK-PNS.JK-BHA.JK)
N PN=PNN
C PNN=971542
```

라. 繁殖豚轉向增減(BHA)

繁殖豚轉向增減은 단위기간당 肥育豚에서 繁殖豚으로 전향하는 두수를 말한다. 仔豚을 생산하기 위하여 繁殖豚을 증감시키는 것은 돼지에 대한 기대가격과 돼지 생산비 중 가장 큰 몫을 차지하고 있는 購入飼料價格에 의해서 결정된다고 가정한다. 돼지고기對사료가격비(PFPO)와 繁殖豚轉向增減(BHA)은 〈圖3 - 3〉의 AB선과 같은 관계가 있다고 가정한다 두 變數間에 AB선과 같은 관계가 있는 것을 다이나모(Dynamo) 언어를 사용하여 다음과 같이 나타낸다.

圖 3 - 3 돼지고기對 사료가격비와 繁殖豚轉向 增減과의 관계




```
R BHA.KL=TABHL(TBHA,PFPO.K,1,19,3)
T TBHA=40000,70000,100000,130000,170000,190000,210000
```

다이나모 (Dynamo)를 사용하여 시뮬레이션 모델을 작성할 경우에 두 變數間의 관계를 임의로 표시할 수가 있는 데 이때 사용되는 함수를 테이블 함수 (table function)라고 한다. TABHL은 테이블 함수의 일종이다. 위의 식에서 TABHL 함수내의 TBHA는 從屬變數를 나타내고 PFPO K는 獨立變數를 나타낸다. 그 다음 숫자 1은 독립변수의 최소치, 숫자

19는 독립변수의 최고치, 그리고 숫자 3은 독립변수의 變化區間을 나타낸다. 아래의 TBHA는 각 변화구간에 해당하는 從屬變數의 값을 나타내고, 각 구간사이는 線形關係에 있다는 것을 나타낸다.

마. 繁殖豚頭數(BPN)

한 시점의 繁殖豚頭數는 前期의 繁殖豚頭數에다가 단위기간당 肥育豚에서 繁殖豚으로 전향하는 두수(BHA)를 더해 주고, 도태되어 처분되는 繁殖豚 頭數(BHS)를 빼면 된다. 이 水準函數의 初期値 즉 1965년말의 번식돈 사육두수는 306,764두이다.

```
L BPN.K=BPN.J+(DT)(BHA.JK-BHS.JK)
N BPN=BPNN
C BPNN=306764
```

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. 이것은 繁殖豚頭數(BPN)를 繁殖豚 平均利用期間(BAP)으로 나누어 주면 된다. 번식돈 평균이용기간(BAP)은 시간이 경과함에 단계적으로 변해 왔다고 가정한다.

```
R BHS.KL=BPN.K/BAP.K
A BAP.K=TABHL(TBAP,TIME.K,1,17,2)
T TBAP=3,3,2,2,3,3,4,1.5,3
```

사. 肥育豚 出荷增減(PNS)

이것은 1년동안 出荷되어 屠畜되는 肥育豚 頭數인데, 肥育豚 飼育頭數(PN)와 前期의 돼지고기價格(WPP)의 함수로 가정한다.

```
R PNS.KL=P6+P7*PN.K+P8*WPP.K
C P6=-2369891.9
C P7=1.7764
C P8=2437.45
```

아. 돼지고기 供給量(MAT)

돼지고기 供給量은 出荷된 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 환산한 돼지의 頭當重量은 54 *kg* 수준에서 50 *kg* 정도로 조금씩 변해 왔다고 가정한다

```
A MAT.K=(PNS.JK+BHS.JK)*HW.K
A HW.K=TABHL(THW,TIME.K,1,17,8)
T THW=54,52,50
```

자. 돼지고기 價格(WP)

$$WP.K = \underset{(2.09)}{555.87} - \underset{(-2.62)}{0.2242}(MA.K) - \underset{(-0.35)}{0.1029}(BA.K) - \underset{(1.73)}{0.0431}(FI.K) + \underset{(-1.50)}{31.222}(INC.K)$$

$$R^2 = 0.67$$

$$F(4,7) = 3.50$$

( )안은 t 치

여기서의 돼지고기價格은 肥育豚 生體 1 *kg*당 農家販賣價格을 都賣物價指數로 디플레이트한 1980년 기준 不變價格을 나타낸다. 이용한 가격자료는 農協中央會가 조사한 肥育豚(90 *kg*) 農家販賣價格을 이용하였다. 돼지고기價格(WP)을 1인당 돼지고기供給量(MA), 1인당 쇠고기供給

量(BA), 1인당 魚貝類供給量(FI), 1인당 所得(INC)의 함수로 가정한다. 여기서 쇠고기供給量은 輸入쇠고기를 포함한 것이며, 魚貝類供給量은 1982년 식품수급표의 자료를 이용하였고, 소득자료는 1980년을 100으로 한 1인당 GNP지수를 사용하였다. 돼지고기價格函數 추정에는 Cochrane-Orcutt 방법을 이용하였으며 1970～82년의 時系列資料를 이용하였다. 추정한 돼지고기 가격방정식은 위와 같다.

차. 돼지고기 期待價格(EWP)

현재의 돼지고기 기대가격은 지난 6개월 동안의 가격변화추세에 의해서 영향을 받는다고 가정한다. 이것의 초기치는 1965년도 돼지고기價格인 766원으로 한다.

```
L EWP.K=EMP.J+(DT)(WP.J-EWP.J)/PMD
N EWP=EWPN
C EWPN=766
C PMD=0.5
```

카. 豚肉對 飼料價格比(PFPO)

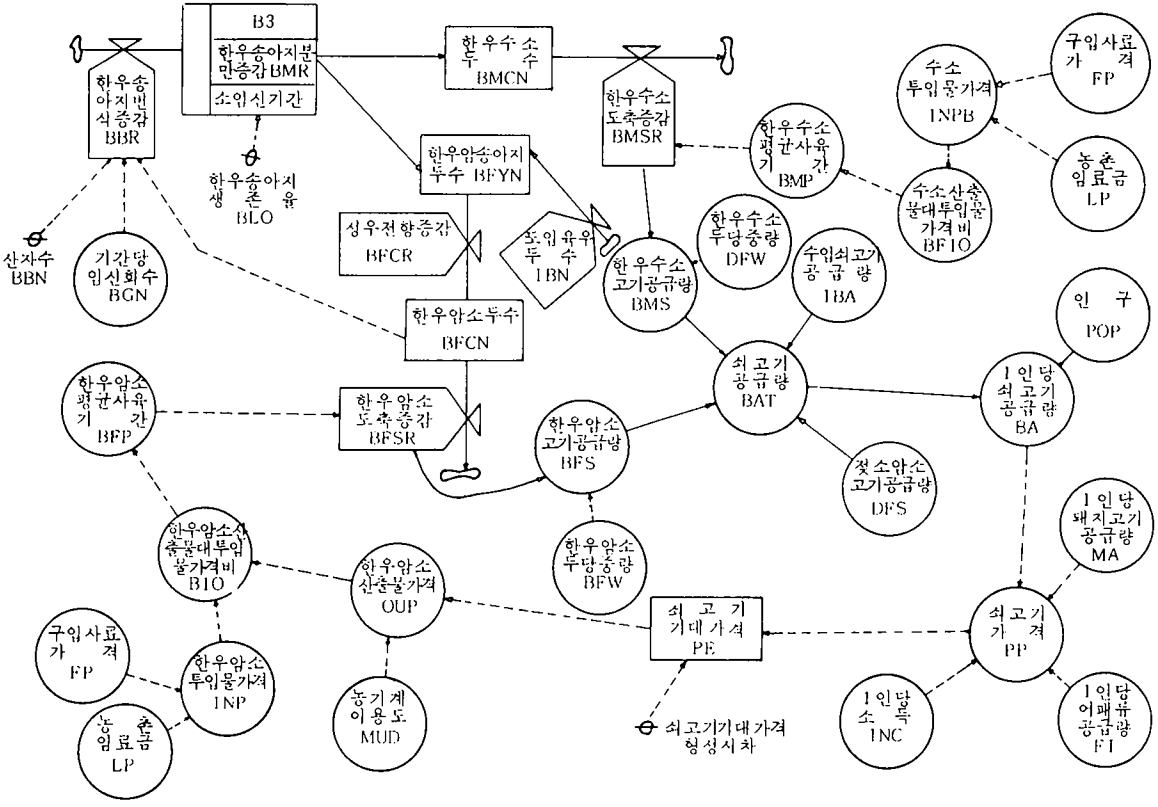
이것은 農家期待 豚肉價格(EWP)을 購入飼料價格(FP)로 나눈 것을 말한다. 豚肉價格은 生體 *kg*당 價格이고, 購入飼料價格은 飼料類의 農家購入價格指數를 都賣物價指數로 디플레이트하여 1980년을 100으로 환산한 지수이다.

```
A PFPO.K=EWP.K/FP.K
```

3. 韓牛部門 모델

韓牛部門에 관련된 주요 경제변수들을 플로우차트로 나타내면 〈圖3-

圖 3 - 4 韓牛部門 플로우 챠트



4 〉와 같다. 한우 암소 두수가 서로 번식되는 송아지 두수를 결정하고 이중 반 정도는 송아지로 이것은 일정기간동안 사육된 뒤에 도축된다. 나머지 반 정도는 암송아지인데 이것은 일정기간이 지나면 繁殖能力을 가져 다시 송아지를 번식하다가 도축되게 된다.

한우 암소와 수소의 屠畜時期를 결정하는 데는 여러가지 복잡한 요인들이 관련되어 있다고 할 수 있다. 그러나 여기서는 〈圖 3 - 4 〉의 플로우 차트에 있는 주요변수들만 고려하기로 한다. 韓牛部門의 개별 방정식들은 다음과 같다. 그리고 이 한우 부문은 육우 부문을 포함한 것이다. 따라서 아래의 모든 한우 두수는 육우 두수를 포함한 것이다.

가. 한우 송아지 繁殖增減(BBR)

이것은 기간당 한우암소에 種付를 시켜서 생산되는 송아지 두수를 말한다. 이 한우암송아지 繁殖增減은 한우암소두수 (BFCN)에다 産仔數 (BBN)와 기간당 姙娠回數 (BGN)를 곱하면 된다. 여기서 한우암소는 2년 이상된 암소를 가리킨다. 이것은 평균 姙娠回數는 9기 (1974년)까지는 1년에 0.5회, 10기 (1975년)부터는 5.5회인 것으로 가정한다. 한우의 평균 산자수는 1두로 알려져 있다.

```
R BBR.KL=BFCN.K*BGN.K*BBN
A BGN.K=0.5+STEP(0.05,10)
C BBN=1
```

나. 한우 송아지 分娩 增減(BMR)

이것은 한우암소에 種付를 시킨 후 송아지로 생산된 뒤 사육되기 시작한 송아지 두수를 가리킨다. 이 송아지 분만증감은 임신기간만큼 지연을 나타내는 송아지번식증감 (BBR)의 遲延函數에다 한우송아지生仔率 (BLO)을 곱한 것이다. 지연함수는 3차 지수형지연함수를 사용하기로 하고, 지연시간은 0.85년이고 한우송아지생존율은 0.95라고 가정한다.

```
R BMR.KL=(DELAY3(BBR.JK,BGP))*BLO
C BGP=0.85
C BLO=0.95
```

다. 한우 암송아지頭數(BFYN)

한우암송아지는 2세 미만인 암소를 나타내는 것이다. 이것은 前期의 한우암송아지두수에 1년 동안 암송아지로 태어난 두수(BMR)와 도입육우두수(IBN)를 더해 주고, 한우암소(성우)로 성장한 두수(BFCR)를 빼주면 된다. 이 수준변수의 초기치는 1965년의 한우암송아지두수인 249466이다.

```
L BFYN.K=BFYN.J+(DT)(RS*BMR.JK-BFCR.JK+IBN.JK)
N BFYN=BFYNN
C BFYNN=249466
C RS=0.5
```

라. 成牛轉向 增減(BFCR)

이것은 매년 한우 송아지에서 成牛로 성숙하는 암소두수를 나타낸다. 한우암송아지두수가 2세 미만의 암소두수를 나타내기 때문에 매년 한우암송아지두수의 2분의 1이 成牛로 轉向해 간다고 가정한다.

```
R BFCR.KL=BFYN.K/2
```

마. 한우 암소頭數(BFCN)

한우 암소두수는 2세 이상된 성우 암소를 나타낸다. 이것은 전년의 한

우암소두수에다 매년 송아지에서 成牛로 성숙해 유입되는 두수를 더해 주고, 屠畜되어 유출되는 두수를 빼주면 된다. 이것의 초기치는 1965년의 2세 이상의 한우암소두수인 628774두이다.

```
L BFCN.K=BFCN.J+(DT)(BFCR.JK-BFSR.JK)
N BFCN=BFCNN
C BFCNN=628774
```

바. 한우 암소 屠畜增減(BFSR)

매년 屠畜用으로 出荷되는 한우암소두수는 그 前年의 한우암소두수에다 한우평균사육기간(BFP)을 나누어 주면 된다.

```
R BFSR.KL=BFCN.K/BFP.K
```

사. 한우 암소고기 供給量(BFS)

이것은 한우암소도축증감(BFSR)에다 한우암소두당중량(BFW)를 곱해 주면 된다. 두당 중량은 시간이 경과함에 따라 변화해 왔다고 가정한다.

```
A BFS.K=SFSR.JK*BFW.K
A BFW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)
```

아. 한우 수소頭數(BMCN)

여기의 한우수소두수는 송아지와 성우를 모두 포함한 두수이다. 이것은 전기의 한우수소두수에다가 단위기간의 流入變數인 수송아지출생두수를 더해 주고, 流出變數인 수송아지屠畜增減(BMSR)을 빼주면 된다. 이 수준변수의 초기치는 1965년의 수소사육두수인 436052두이다.

L BMCN.K=BMCN.J+(DT)(RS*BMR.JK-BMSR.JK)

N BMCN=BMCNN

C BMCNN=436052

C RS=0.5

자. 한우 수소屠畜 增減(BMSR)

이것은 한우숫소두수를 한우수소 평균사육기간(BMP)으로 나누어 주면 된다.

R BMSR.KL=BMCN.K/BMP.K

차. 한우 수소고기 供給量(BMS)

이것은 屠畜된 한우수소두수에다 두당 평균중량(精肉量)을 곱해 주면 된다. 한우수소두당중량(BMW)은 시간이 경과함에 따라 변화해 왔다고 가정한다.

A BMS.K=BMSR.JK*BMW.K

A BMW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)

카. 쇠고기 供給量(BAT)

쇠고기 供給量(BAT)는 한우암소고기공급량(BFS), 한우수소고기공급량(BMS), 젖소암소고기공급량(DFS), 젖소수소고기공급량(DMS)에다 수입소고기공급량(IBA)를 더한 것이다.

A BAT.K=BFS.K+BMS.K+DFS.K+DMS.K+IBA.K

타. 1人當 쇠고기 供給量 (BA)

이것은 쇠고기 공급량 (BAT) 을 인구 (POP) 로 나눈 것이다. 이것의 단위는 *g* 이다.

```
A BA.K=(BAT.K/POP,K)*1E3
```

파. 쇠고기 價格 (PP)

여기서의 쇠고기 가격 (PP) 은 생체 *kg* 당 農家販賣價格을 都賣物價指數로 디플레이트한 1980년 기준 不變價格을 나타낸다. 이용한 자료는 農協中央會가 조사한 300 *kg* 짜리 암소의 農家販賣價格이다.

쇠고기 가격함수는 돼지고기의 경우와 마찬가지로 1인당 돼지고기 공급량 (MA), 1인당 쇠고기 공급량 (BA), 1인당 魚貝數 供給量 (FI), 1인당 소득 (INC) 의 함수로 가정한다. 1966 ~ 1982년의 17년간 時系列資料를 이용하여 보통최소자승 (OLS) 방법으로 가격함수식을 추정하였다.

$$\ln(PP.K) = \underset{(2.83)}{7.9342} - \underset{(-0.07)}{0.0160}\ln(MA.K) - \underset{(-1.16)}{0.4752}\ln(BA.K) - \underset{(-0.84)}{0.2831}\ln(FI.K) + \underset{(3.20)}{1.4062}\ln(INC.K)$$

$R^2 = 0.75$

$F(4.13) = 9.94$

( ) 안은 t 치

하. 쇠고기 期待價格 (PE)

현재의 쇠고기 期待價格은 지난 1년 동안의 가격변화추세에 의해서 영향을 받는다고 가정한다. 이 水準變數의 초기치는 1965년도 쇠고기 生

體 kg당 農家販賣價格인 915원으로 한다.

```
L PE.K=PE.J+(DT)(PP.J-PE.J)
N PE=PEN
C PEN=915
```

거. 韓牛 암소 産出物價格(OUP)

한우암소를 사육하여 얻을 수 있는 주요한 산출물로서 쇠고기 供給과 畜力의 利用을 들 수 있다. 이 2가지의 가중치가 얼마인가 하는 것은 여러 가지 說이 있을 수 있겠으나 여기서는 이 2가지의 가중치가 똑 같이 0.5라고 가정한다. 畜力의 資料로서는 10a當 수도 생산에 투입한 畜力의 時間이다.

```
A OUP.K=P21*PE.K+(1-P21)*P22*MUD.K
C P21=0.5
C P22=250
```

너. 韓牛 암소 投入物價格(INP)

韓牛암소飼育에 필요한 주요한 투입물로서는 飼料와 勞動力을 들 수 있다. 사료중에서 粗飼料의 生産은 거의 대부분 勞動力에 의존하기 때문에 한우 사육에 勞動力이 가장 중요한 투입요소라고 할 수 있다. 이 2가지 중 勞動力이 차지하는 비중은 1966년에는 0.85이다가 그후 똑 같은 추세로 감소하여 1982년에는 0.69라고 가정한다. 勞動力의 가격(LP)은 農協中央會가 조사한 農家購入價格指數중 農村賃料金 價格指數를 都賣物價指數로 디플레이트하여 사용하였다. 이것은 1980년을 100으로 환산한 지수이다.

```
A INP.K=PLF.K*LP.K+(1-PLF.K)*FP.K
A PLF.K=TABHL(TPLF,TIME.K,1,17,16)
T TPLF=0.85,0.69
```

더. 韓牛 암소 畜産物對 投入物價對比(BIO)

이것은 한우암소의 산출물가격을 투입물가격으로 나눈 것이다.

```
A BIO.K=OUP.K/INP.K
```

러. 韓牛 암소 平均 飼育期間(BFP)

이것은 2세가 지난 成牛가 平均 몇년동안 사육된 뒤에 도축되는가를 나타낸다. 이것은 한우사육의 투입물대산출물 가격비(BIO)의 함수라고 가정한다.

```
A BFP.K=TABHL(TBFP,BIO.K,10,60,50)
T TBFP=4.0,5.5
```

그러나 실제로 시뮬레이션을 행할 때는 스텝함수 (step function)로 약간의 조정을 가한다.

머. 韓牛 수소 飼育 投入物價格(INPB)

한우수소사육에는 암소의 사육과 마찬가지로 勞動力과 飼料가 필요하다. 그러나 수소사육에는 암소의 경우와 마찬가지로 購入飼料의 비중이 점차 증가해 왔다고 가정한다.

```
A INPB.K=IB.K*LP.K+(1-IB.K)*FP.K
A IB.K=TABHL(TIB,TIME.K,1,17,16)
T TIB=0.85,0.69
```

버. 韓牛 수소 飼育産出物對 投入物價格比(BFIO)

한우수소사육의 産出物로서 쇠고기의 공급을 들 수 있다. 따라서 한우수소 사육의 産出物對投入物 價格比 (BFIO)는 쇠고기 期待價格 (PE)을 한우수소사육·投入物價格比 (INPB)로 나눈 것이다.

```
A BFIO.K=PE.K/INPB.K
```

서. 韓牛 수소 平均 飼育期間(BMP)

이것은 수소사육 산출물對투입물가격비 (BFIO)의 함수라고 가정한다.

```
A BMP.K=TABHL(TBMP,BFIO.K,0,50,50)
T TBMP=1.5,3.5
```

그러나 실제로 시뮬레이션을 행할 때는 스텝함수 (step function) 로 약간의 조정을 가한다.

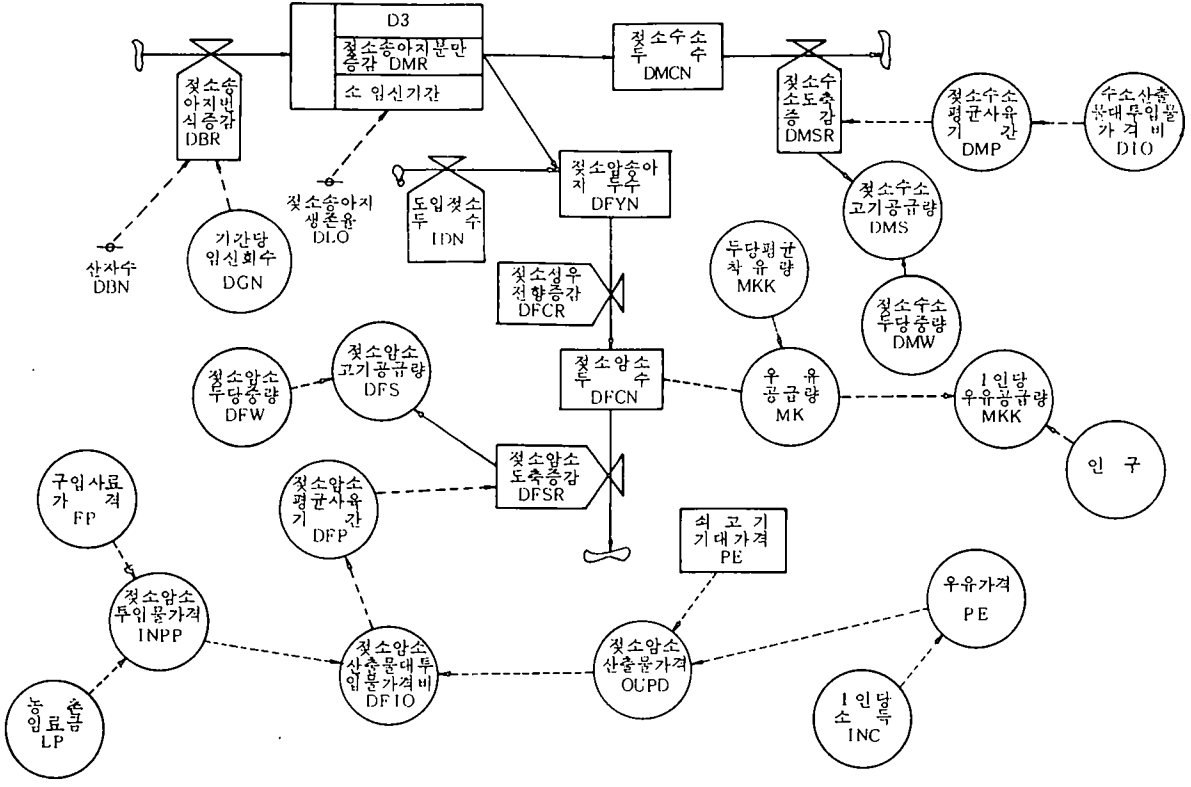
4. 젖소部門 모델

젖소部門에 관련된 주요 변수들을 플로우 차트 (flow chart)로 나타내면 〈圖3 - 5〉와 같다. 한우部門과 젖소部門의 차이점은 젖소는 쇠고기 이외에도 牛乳를 생산할 수 있다는 점이다. 젖소部門의 개별 방정식은 다음과 같다.

가. 젖소 송아지 繁殖增減(DBR)

이것은 젖소암소에 種付를 시켜서 송아지를 생산하고자 하는 意思決定을 나타낸다. 젖소송아지 繁殖增減 (DBR)은 젖소암소두수 (DFCN)에 기간당 임신회수 (DGN)와 産仔數 (DBN)를 곱한 것이다. 여기서 젖소암

圖 3 - 5 젖소部門 플로우 챠트



소두수는 2년 이상된 암소두수를 나타낸다. 젖소의 1년간 임신회수(DGN)은 9기(1974)년까지는 1회, 10기(1975)부터는 1.05회라고 가정한다. 그리고 젖소의 産仔數(DBN)은 平均 1두이다.

```
R DBR.KL=DFCN.K*DGN.K*DBN
A DGN.K=1.00+STEP(0.05,10)
C DBN=1
```

나. 젖소 송아지 分娩增減(DMR)

이것은 젖소암소에 種付를 시킨 후 송아지로 생산되어 사육되기 시작하는 두수를 말한다. 이것은 젖소송아지의 임신기간을 나타내는 遲延函數에다 젖소송아지의 생존율을 곱해 주면 된다. 지연함수는 3次指數形遲延函數를 사용하기로 한다. 젖소의 姙娠期間은 한우의 경우와 같다. 젖소송아지의 生存率은 0.95라고 가정한다.

```
R DMR.KL=(DELAY3(DBR.JK,BGP))*DLO
C DLO=0.95
```

다. 젖소 수소頭數(DMCN)

이 젖소수소두수는 송아지와 성우를 모두 포함한 두수이다. 이것은 前期의 두수에다 단위기간당 流入變數인 젖소수송아지출생두수를 더해 주고, 流出變數인 젖소수소屠畜增減(DMSR)을 빼주면 된다. 수송아지출생두수는 전체출생두수의 2분의 1이라고 가정한다. 이것의 초기치는 1965년 젖소수소두수인 799두로 한다.

```
L DMCN.K=DMCN.J+(DT)(DS*OMR.JK-DMSR.JK)
N DMCN=DMCNN
C DMCNN=799
C DS=0.5
```

라. 젖소 수소 屠畜增減(DMSR)

이것은 단위기간당 屠畜되는 젖소수소두수인데, 젖소수소두수(DMCN)를 젖소수소평균사육기간(DMP)로 나누어 주면 된다.

```
R DMSR.KL=DMCN.K/DMP.K
```

마. 젖소 수소 平均 飼育期間(DMP)

이것은 수소사육 産出物對投入物 價格比(DIO)의 함수라고 가정한다. 그러나 실제로 시뮬레이션을 행할 때는 약간의 조정을 가한다.

```
A DMP.K=TABHL(TDMP,DIO.K,12.0,80.0,68.0)
T TDMP=1.3,3.0
```

바. 젖소 수소고기 供給量(DMS)

이것은 屠畜된 젖소수소두수에다 젖소수소두당중량(DMW)를 곱하면 된다. 여기서 두당중량은 精肉量을 가리키는데 이것은 시간이 경과함에 따라 점차 변했다고 가정한다.

```
A DMS.K=DMSR.JK*DMW.K
A DMW.K=TABHL(TDMW,DMP,K,0.4,4)
T TDMW=30,220
```

사. 젖소 암송아지頭數(DFYN)

이것은 2세미만의 젖소암소를 나타낸다. 이 젖소암송아지두수(DFYN)는 前期의 두수에다 1년동안 젖소암송아지로 생산된 두수(DMR)와 도입젖소두수(IDN)를 더해 주고 젖소암소(成牛)로 성숙해 나간 두수

(DFCR)를 빼 주면 된다. 이것은 水準變數인데 初期値는 1965년의 젖소암송아지두수인 1568두이다.

```
L DFYN.K=DFYN.J+(DT)(DS*DMR.JK-DFCR.JK+IDN.JK)
N DFYN=DYNN
C DFYNN=1568
C DS=0.5
```

아. 젖소 成牛轉向增減(DFCR)

이것은 매년 젖소송아지에서 成牛로 성숙하는 젖소암소두수를 나타낸다. 젖소암송아지두수가 2세 미만의 두수를 나타내기 때문에 매년 젖소암송아지두수의 2분의 1이 成牛로 전향해 간다고 가정한다.

```
R DFCR.KL=DFYN.K/2
```

자. 젖소 암소頭數(DFYN)

젖소암소두수는 2세 이상된 성우 암소를 나타낸다. 이 송아지암소두는 水準變數인데 이것은 전기의 젖소암소두에다 단위기간당 젖소성우전향증감 (DFCR)을 더해 주고 젖소成牛屠畜增減 (DFSR)을 빼 주면 된다. 이 수준변수의 初期値는 1965년의 2세 이상의 젖소암소두수인 4245다.

```
L DFCN.K=DFCN.J+(DT)(DFCR.JK-DFSR.JK)
N DFCN=DFCNN
C DFCNN=4245
```

차. 젖소 成牛 屠畜增減(DFSR)

매년 屠畜用으로 出荷되는 젖소암소두수를 나타내는 데, 이것은 젖소암

두수 (DFCN) 를 젖소암소평균사육연령 (DFP) 으로 나누어 주면 된다.

```
R DFSR.KL=DFCN.K/DFP.K
```

카. 젖소 암소고기 供給量 (DFS)

이것은 젖소암소屠畜增減 (DFSR) 에다 젖소암소두당중량 (DFW) 을 곱해 주면 된다. 頭當重量 (DFW) 은 平均精肉量을 가리키는 데 이것은 시간이 경과함에 따라 변해 왔다고 가정한다.

```
A DFS.K=DFSR.JK*DFW.K
A DFW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)
```

타. 牛乳 供給量 (MK)

牛乳供給量 (MK) 은 젖소암소두수 (DFCN) 에다 頭當平均搾乳量(MKK) 을 곱하면 된다.

```
A MK.K=DFCN.K*MKK.K
```

파. 1人當 牛乳供給量 (PMK)

이것은 牛乳供給量 (MK) 을 인구 (POP) 로 나눈 것이다. 단위는 *g* 이다.

```
A PMK.K=(MK.K/POP.K)*1E3
```

하. 牛乳價格 (PM)

이 牛乳價格은 原乳 *kg*당 價格을 都賣物價指數로 디플레이트한 1980년 기준 不變價格을 나타낸다. 牛乳價格은 1인당 牛乳供給量 (PMK) 과 1인

당 所得 (INC)의 函數라고 가정한다. 1966 ~ 1982년의 17년간 時系列資料로써 普通最小自乘 (OLS) 方法으로 推定한 價格函數는 다음과 같다.

$$PMK.K = \underset{(12.19)}{240.96} - \underset{(-3.68)}{0.007231}\,(PM.K) + \underset{(2.84)}{1.0986}\,(INC.K)$$

$R^2 = 0.54$

$F = 8.21$

( )은 t 치

거. 젖소 암소産出物價格 (OUPD)

젖소암소를 사육해서 얻을 수 있는 産出物로서는 牛乳와 쇠고기를 들 수 있다. 이 2가지의 가중치는 牛乳가 0.75, 쇠고기가 0.25라고 가정한다. 두 가지의 단위를 통일하기 위하여 우유가격에 일정한 숫자를 곱했다.

```
A OUPD.K=P26*P27*PM.K+(1-P26)*PE.K
C P26=0.75
C P27=6.5
```

너. 젖소 암소 産出物對 投入物價格比 (DFIO)

이것은 젖소암소飼育産出物價格 (OUPD)을 投入物價格 (INPP)으로 나눈 것이다.

```
A DFIO.K=OUPD.K/INPP.K
```

더. 젖소 암소 平均 飼育期間 (DFP)

이것은 젖소암소産出物對投入物價格比 (DFIO)의 함수라고 가정한다.

```
A DFP.K=TABHL(TDFP,DFIO.K,0,30,30)
T TDFP=6.0,8.0
```

5. 養鷄部門 모델

養鷄部門은 肉鷄部門과 卵鷄部門으로 나누어 생각할 수 있다. 肉鷄의 경우 부화기간과 사육기간을 포함하더라도 약 2개월만에 생산이 된다. 따라서 1년에 5～6회의 肉鷄生産이 가능하게 된다. 현재 이 畜産部門의 시뮬레이션 모델은 年度別 資料를 이용하여 각 年度의 個別變數들의 값을 추정하고 있는데 肉鷄와 같이 한 시스템이 1년에 5～6회정도 회전할 수 있는 경우는 年度別 資料를 이용하여 시뮬레이션 모델을 작성하는 것은 별로 의미가 없다. 따라서 養鷄部門에서는 卵鷄의 경우만 고려하기로 한다.

卵鷄의 경우만 고려하여 養鷄部門의 플로우차트(flow chart)는 〈圖 3-5〉의 경우와 같이 나타낼 수 있다. 養鷄部門의 個別 方程式은 다음과 같다.

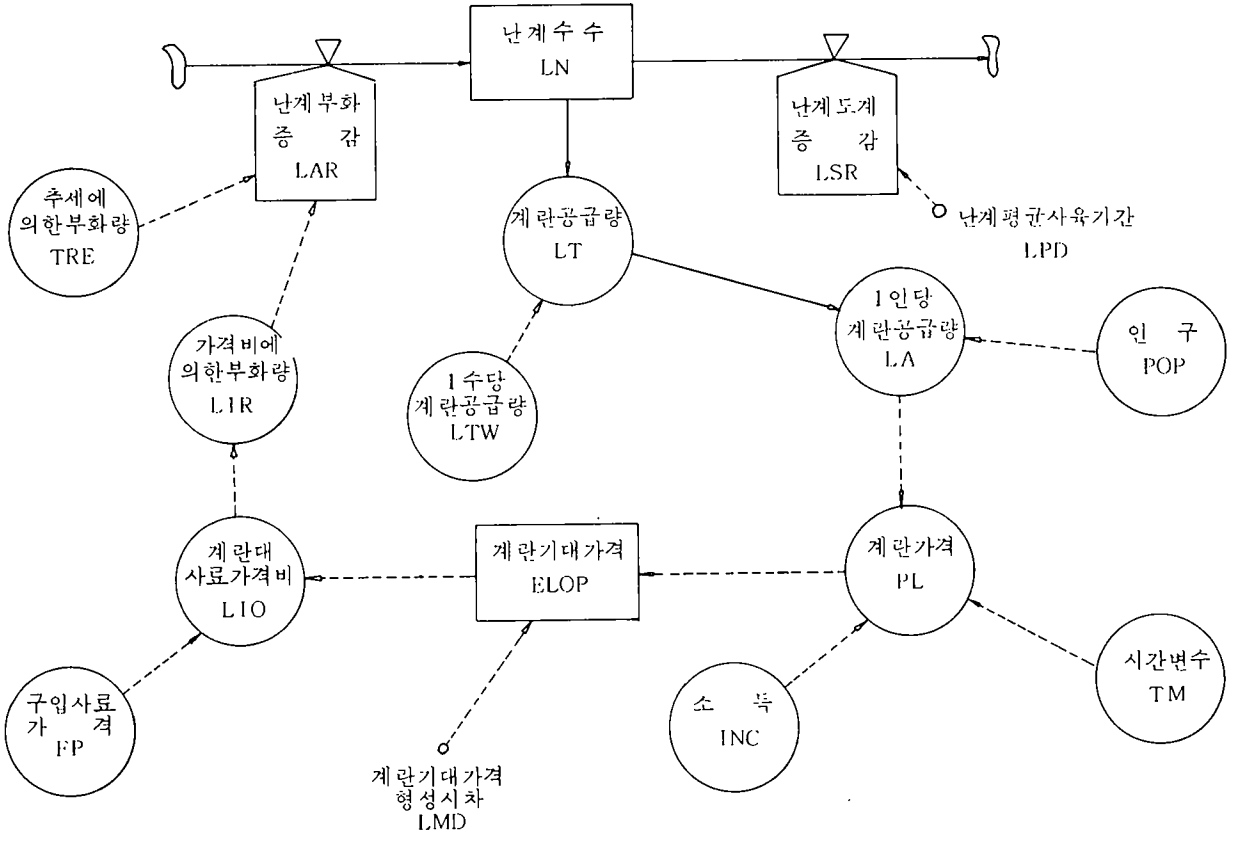
가. 卵鷄頭數(LN)

한 시점의 卵鷄頭數는 그 前期의 卵鷄두수에다 단위기간당 卵鷄로 부화한 두수를 더해 주고 産卵能力이 떨어져서 도태시킨 卵鷄頭數를 빼 주면 된다.

그런데 우리나라의 畜産統計는 1973년까지는 卵鷄와 肉鷄의 區分이 되어 있지 않고 1974년부터 區分이 되어 있다. 따라서 1973년 이전의 난계두수는 정확히 알 수 없다.

이 卵鷄頭數(LN)는 水準變數이기 때문에 初期値가 필요하다. 그러나 1973년 이전의 난계두수를 정확히 알 수 없기 때문에 1965년도의 전체 닭 사육두수인 11,892,612를 卵鷄頭數(LN)의 初期値로 하기로 한다.

圖 3 - 6 **養鷄部門 플로우 챠트**



```
L LN.K=LN.J+(DT)(LAR.JK-LSR.JK)
N LN=LNN
C LNN=11892612
```

나. 鷄卵 供給量(LT)

이것은 卵鷄首數(LN)에다 1首當 鷄卵生産量(LTW)을 곱해 주면된다.

```
A LT.K=LN.K*LTW.K
```

다. 1首當 鷄卵生産量(LTW)

卵鷄 1首當 平均年間鷄卵生産量은 1기(1966년)의 100개로부터 똑같은 숫자가 증가하여, 17기(1982년)에는 160개 라고 가정한다.

```
A LTW.K=TABHL(TLTW,TIME.K,1,17,16)
T TLTW=100,160
```

라. 1人當 鷄卵供給量(LA)

이것은 鷄卵供給量을 人口(POP)로 나누어 주면 된다. 단위는 개이다

```
A LA.K=LT.K/POP.K
```

마. 鷄卵價格(PL)

여기에서 鷄卵價格으로 사용한 자료는 韓國銀行에서 조사한 鷄卵 10個當 價格을 都賣物價指數로 디플레이트한 1980년 기준 不變價格을 사용하였다. 鷄卵價格은 1인당 鷄卵供給量(LA), 1인당 所得(INC), 그리

고 趨勢를 나타내는 時間變數 (TM)의 函數라고 가정한다. 1966～1982의 17년간 時系列資料를 이용하여 普通最小自乘 (OLS) 方法으로 鷄卵價格函數式을 추정하였다. 時間變數의 資料로서는 1966년에는 66, 1967년에는 67 등 각 연도의 끝자리 2숫자를 이용하였다.

$$PL.K = \underset{(2.17)}{1726.75} - \underset{(-1.00)}{1.4455}(LA.K) + \underset{(0.4279)}{1.0565}(INC.K) - \underset{(-1.14)}{15.6292}(TM.K)$$

$R^2 = 0.82$

$F = 20.82$

( )안은 t 치

바. 鷄卵期待價値 (ELOP)

현재의 鷄卵期待價格은 지난 半年間의 가격변화추세에 의해서 영향을 받는다고 가정한다. 이것은 초기치는 1965년도 계란가격인 683으로 한다.

```
L ELOP.K=ELOP.J+(DT)(PL.J-ELOP.J)/LMD
N ELOP=ELOPN
C ELOPN=683
C LMD=0.5
```

사. 鷄卵對 飼料價格比 (LIO)

이것은 鷄卵期待價格 (ELOP)을 購入飼料價格 (FD)으로 나눈 것을 말한다.

```
A LIO.K=ELOP.K/FP.K
```

아. 價格比에 의한 孵化率 (LIR)

이것은 〈圖 3 - 7 〉과 같이 鷄卵對飼料價格比 (LIO)가 높으면 부화

圖 3 - 7　계란對 사료가격비와 價格比에 의한 孵化효과의 관계

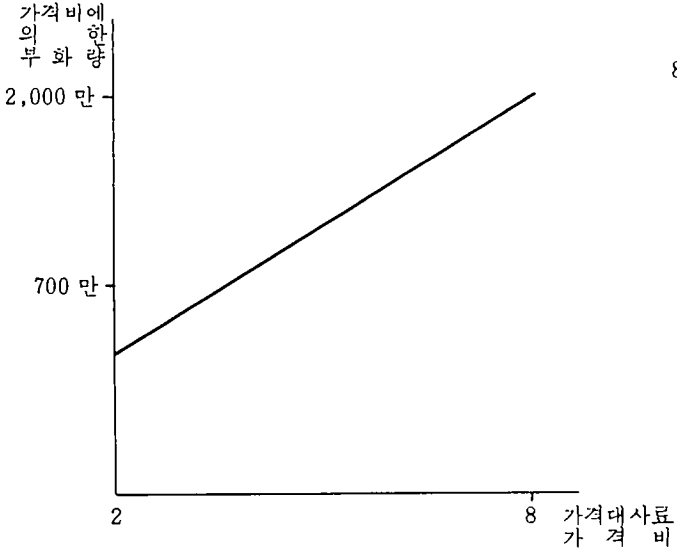
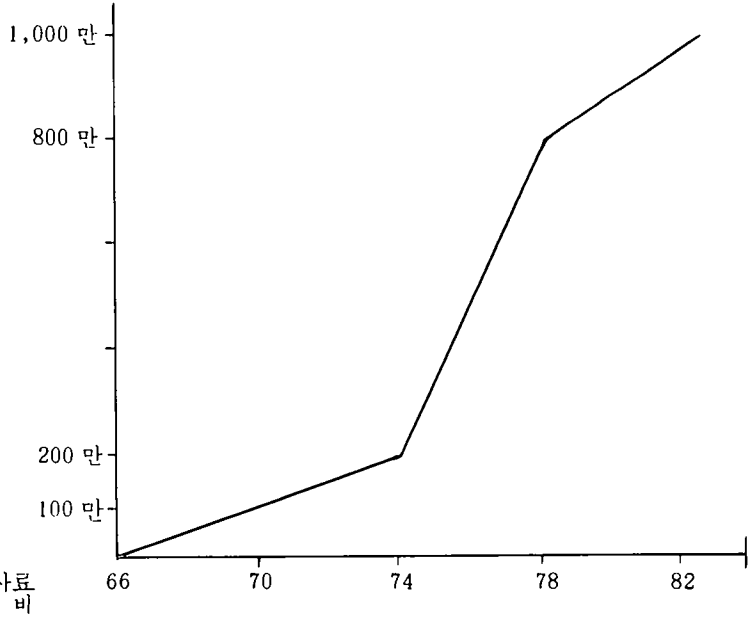


圖 3 - 8　시간과 趨勢에 의한 孵化효과의 관계



량이 증가하고 낮으면 부화량이 감소한다고 가정한다.

```
A LIR.K=TABHL(TLIR,LIO.K,2,8,6)
T TLIR=7000000,20000000
```

자. 趨勢에 의한 孵化量(TRE)

이것은 시간이 경과함에 따라 부화량이 증가한다는 것을 나타내는데, 시간변수와 추세에 의한 부화량과의 관계는 〈圖 3 - 8 〉과 같은 관계가 있다고 가정한다.

```
A TRE.K=TABHL(TTRE,TIME.K,1,17,4)
T TTRE=0,1000000,2000000,8000000,10000000
```

차. 卵鷄 孵化增減(LAR)

이것은 價格化에 의한 孵化量(TRE)의 合을 나타낸다.

```
R LAR.KL=LIR.K+TRE.K
```

카. 卵鷄 層鷄增減(LSR)

이것은 産卵能力이 떨어져서 매년 廢鷄처분시키는 두수를 나타낸다. 産卵鷄의 平均飼育期間이 平均 1.5년 정도 되기 때문에 매년 산란계두수의 1.5분의 1이 폐계처분된다고 가정한다.

```
R LSR.KL=LN.K/LPD
C LPD=1.5
```

第 4 章

시뮬레이션 結果

앞章에서 設定한 畜産部門 모델의 現實再現力을 알아보기 위하여 주요 變數들에 대해서 시뮬레이션을 행한 結果는 〈圖 4－1〉과 같다. 〈圖 4－1〉에서 實線은 實際値를 나타내고, 點線은 推定値를 나타낸다.

肥育豚 頭數와 돼지고기 供給量의 시뮬레이션 結果는 어느정도 일치하고 있으나 繁殖豚 頭數의 경우 推定値가 現實을 제대로 반영하지 못하고 있다. 이것은 養豚農家가 繁殖豚에 種付를 시켜 仔豚을 생산한 다음 飼育시켜 肥育豚으로 出荷하기까지 약 10개월 정도밖에 所要되지 않는데도 年度別 資料를 사용하여 모델을 設定하였기 때문에 養豚部門의 흐름을 정확히 나타낼 수 없기 때문인 것처럼 보인다.

韓牛部門의 경우를 보면 한우 암소두수와 한우수소두수의 경우는 시뮬레이션에 의한 推定値가 現實의 變化를 제대로 반영하고 있으나, 한우암송아지두수는 현실의 변화를 제대로 반영하지 못하고 있다. 쇠고기 공급량의 경우를 보면 초기에는 추정치가 실제치보다 높은 값을 나타내다가 1970년부터 1978년까지는 推定値가 實際値보다 낮은 값을 나타내고, 그 다음부터 다시 推定値가 보다 높은 값을 나타내고 있다. 쇠고기 價格의 경우도 推定値와 實際値가 약간 不一致하고 있는데 이것은 쇠고기供給量의 推定이 不正確한데서 유래한다.

젖소部門을 보면 飼育頭數와 牛乳供給量, 牛乳價格 등의 推定値는 현실

과 상당한 정도로 일치하고 있으나, 그러나 추정치가 실제치보다 낮은 部分이 있다. 牛乳供給量의 推定이 현실보다 낮게 된것은 젖소암소두수의 추정치가 실재치보다 낮은데 연유한다.

養鷄部門을 보면 鷄卵供給量의 推定値는 現實을 제대로 잘 반영하고 있고, 鷄卵價格의 推定値는 實際値를 어느 정도 잘 반영하고 있으나 계란가격의 등락은 제대로 반영하지 못하고 있다.

圖 4 - 1　實際値와 推定値와의 비교

實際値
推定値

圖 4 - 1 - 1　肥育豚頭數

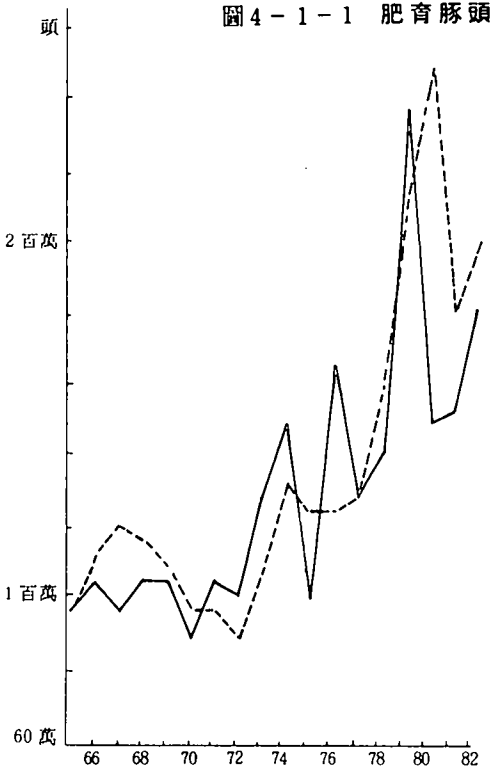


圖 4 - 1 - 2　繁殖豚頭數

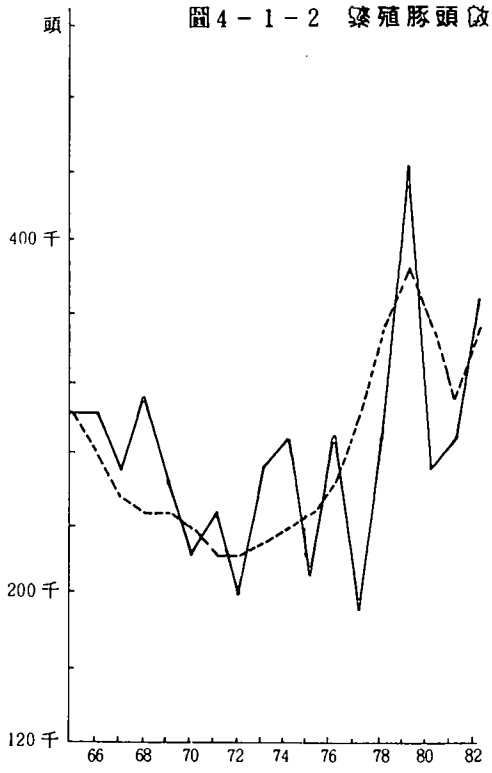


圖 4 - 1 - 3　1인당 돼지고기 供給量

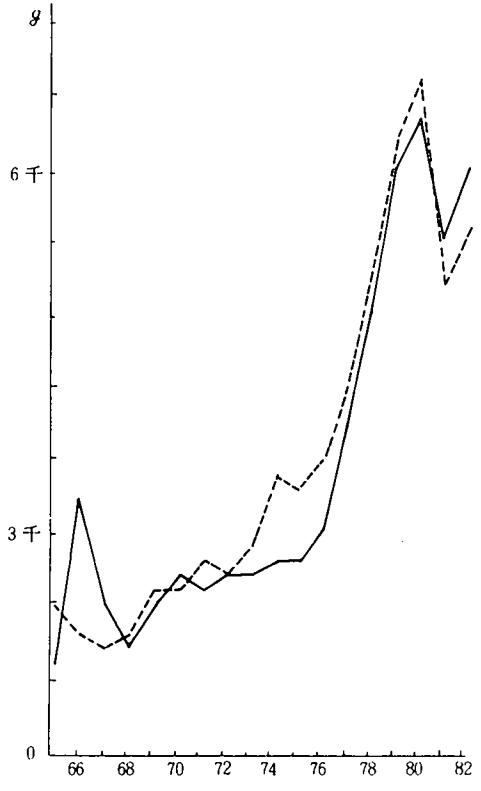


圖 4 - 1 - 4　돼지고기 供給量

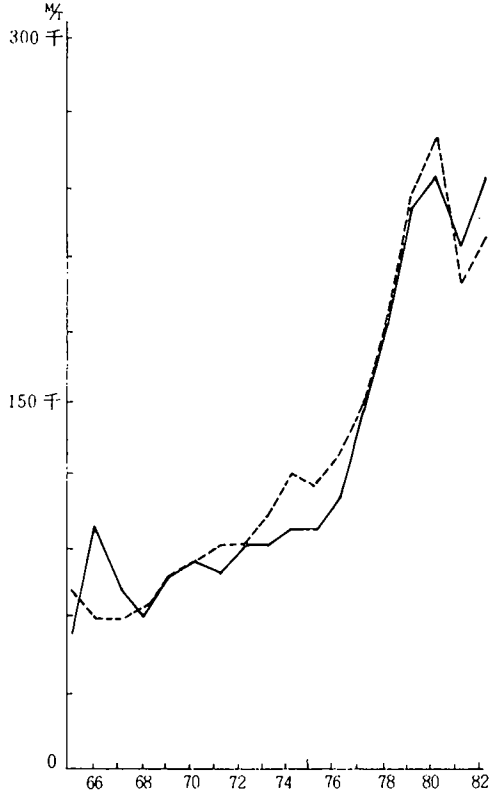


圖 4 - 1 - 5　돼지고기 価格(생체, kg)

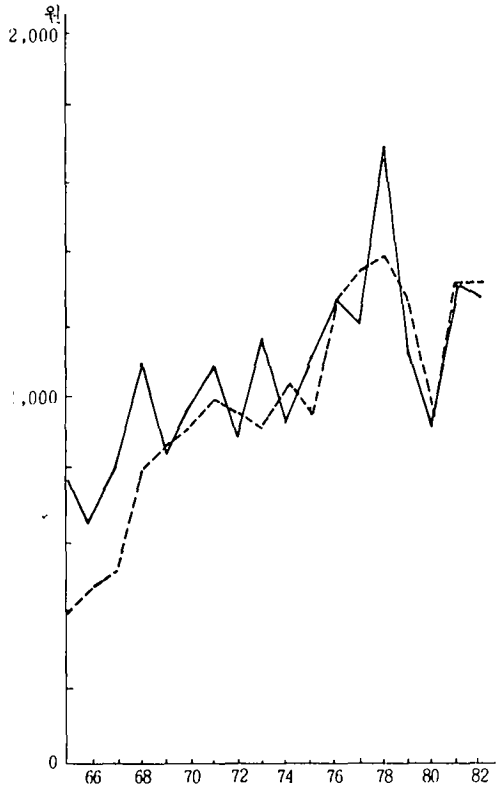


圖 4 - 1 - 6　韓牛 암송아지 頭数

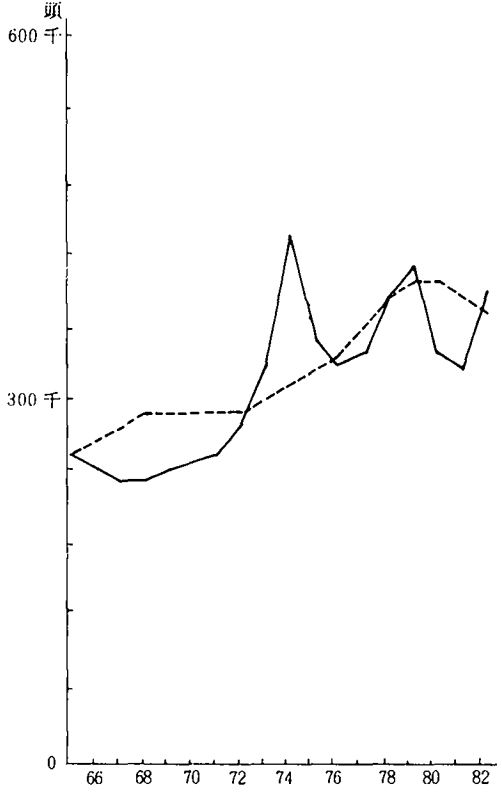


圖 4 - 1 - 7　韓牛 암소 頭數

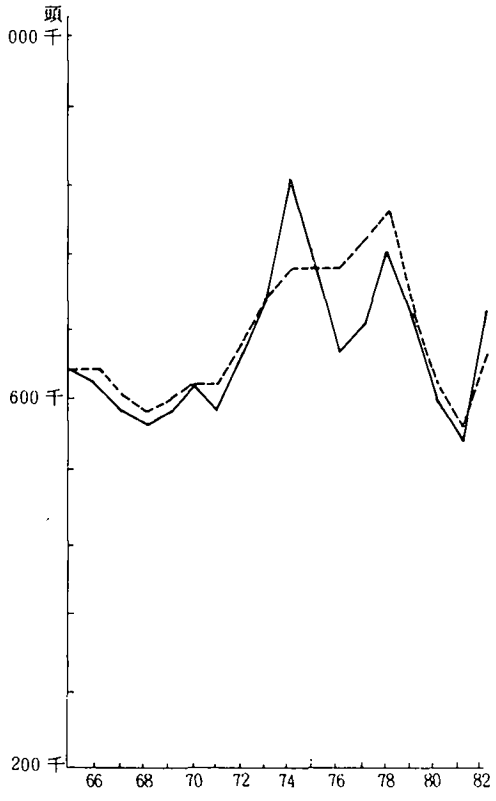


圖 4 - 1 - 8　韓牛 수소 頭數

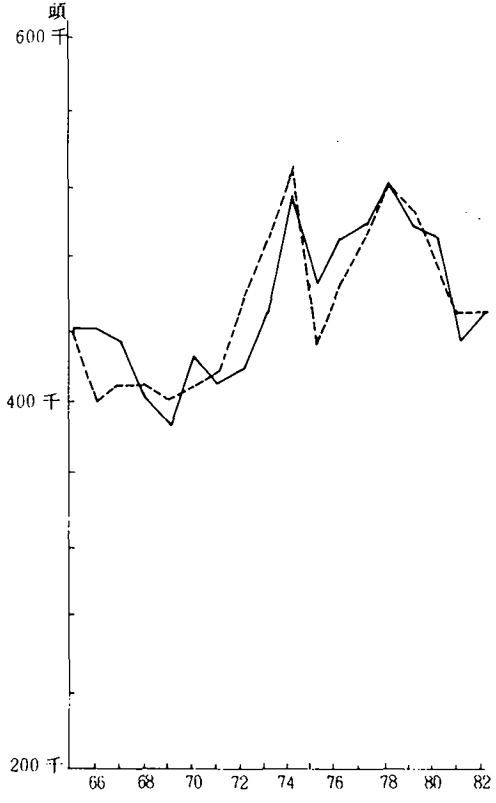


圖 4 - 1 - 9　1인당 쇠고기 供給量

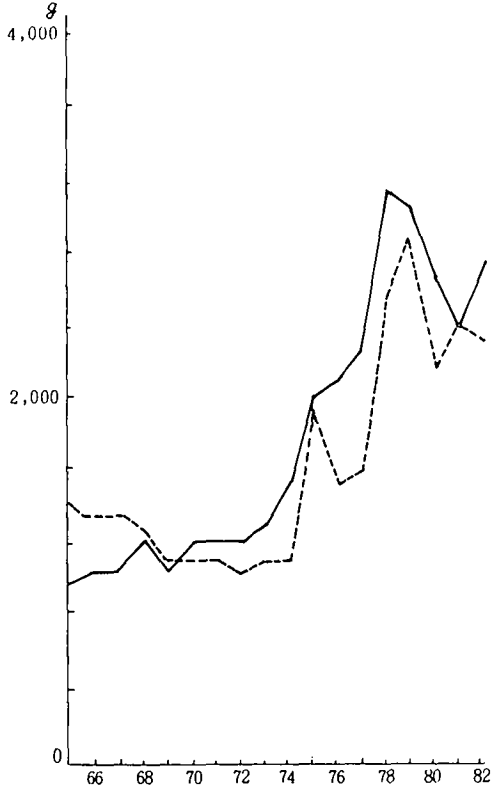


圖 4 - 1 - 10　쇠고기 供給量

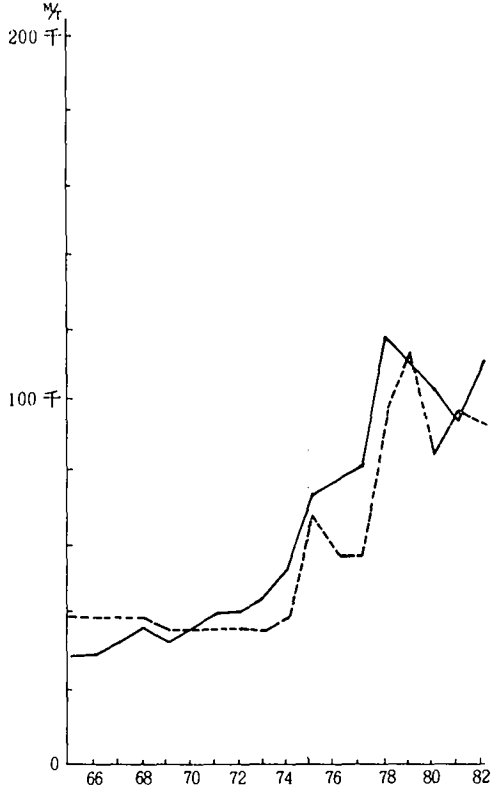


圖 4 - 1 - 11 쇠고기 価格 (생체, kg)

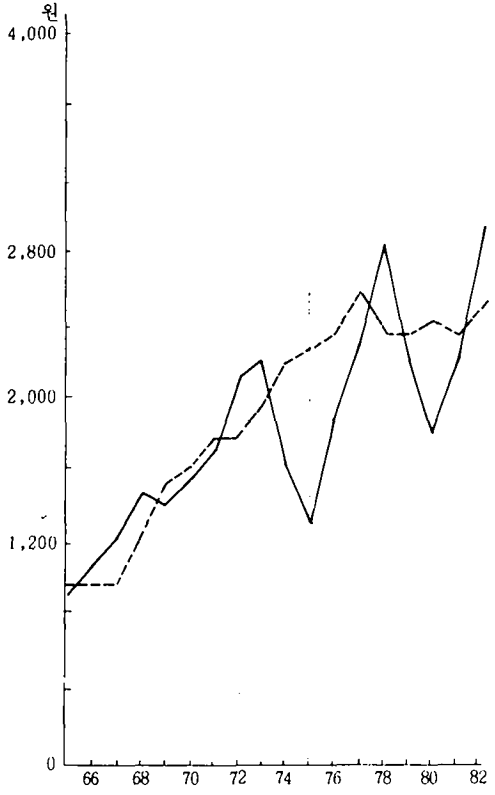


圖 4 - 1 - 12 젖소 암송아지 頭数

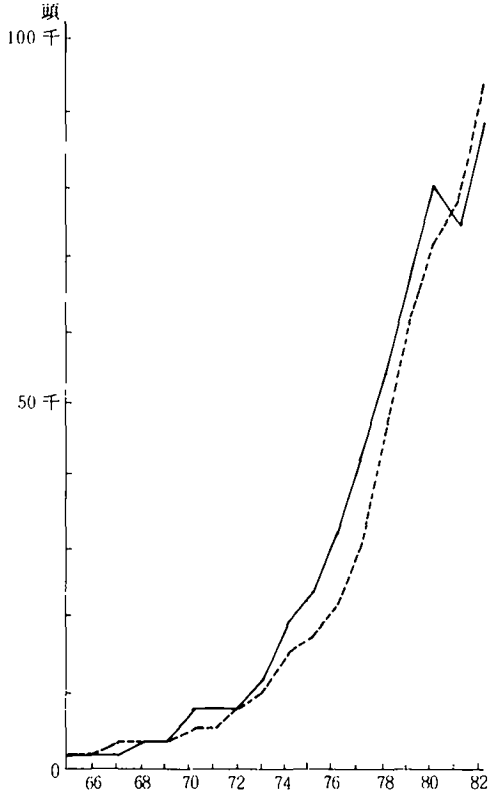


圖 4 - 1 - 13 젖소 암소 頭收

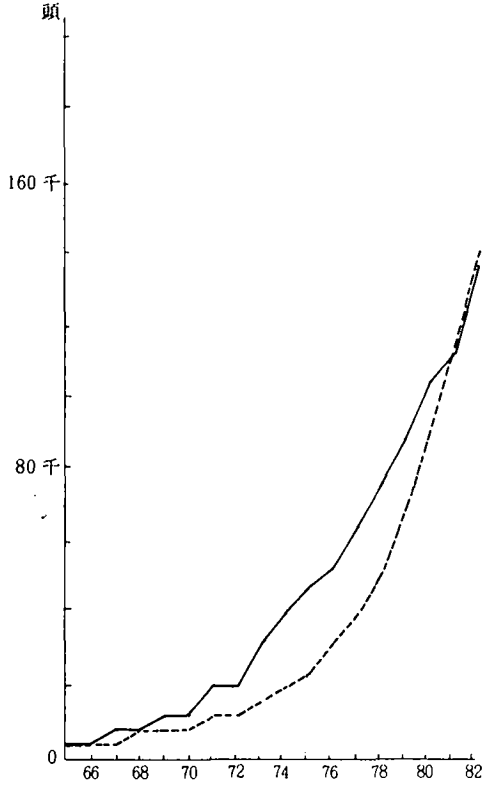


圖 4 - 1 - 14 1인당 牛乳 供給量

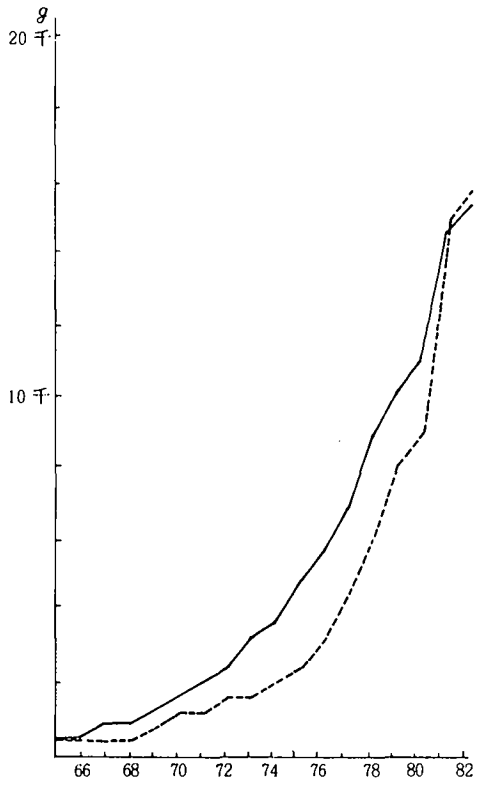


圖4－1－15　牛乳 供給量

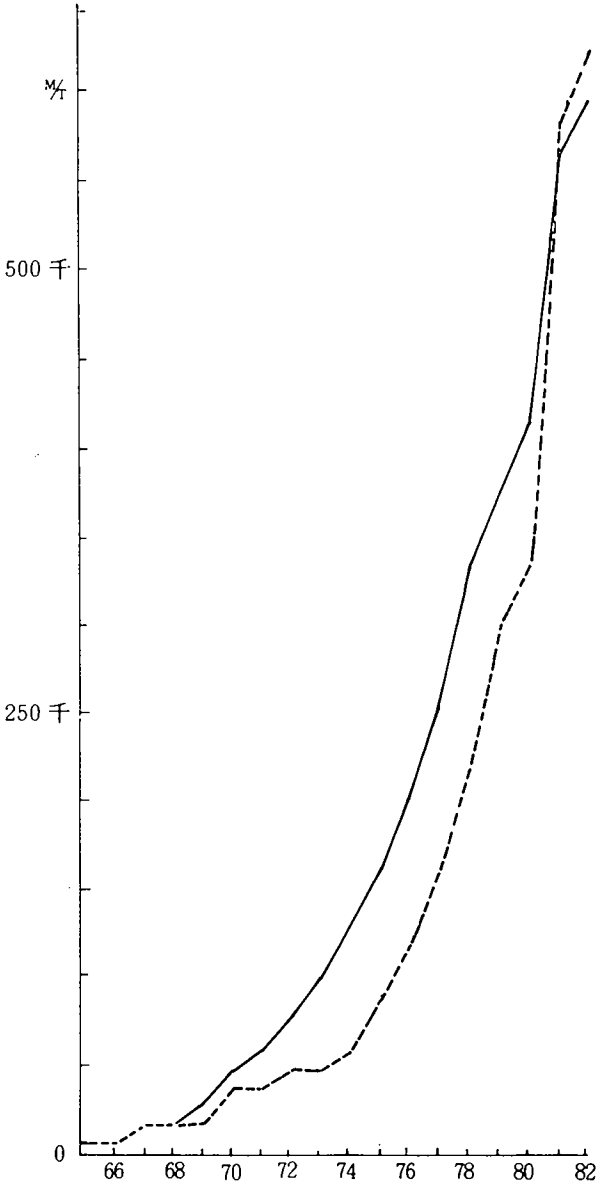


圖 4 - 1 - 16　牛 乳 價 格

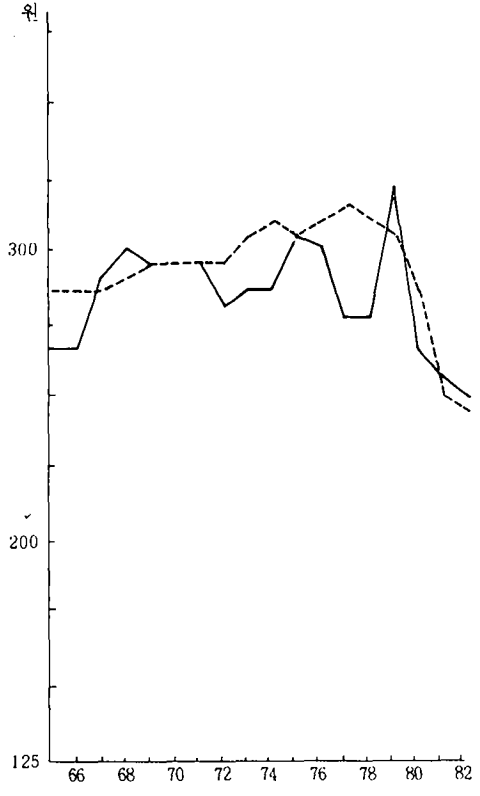


圖 4 - 1 - 17　1인당 鷄卵 供給量

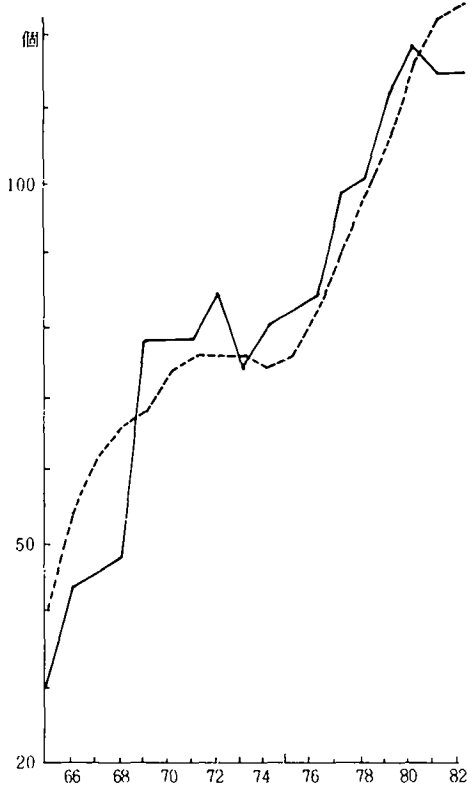


圖 4 - 1 -18 鷄卵 供給量

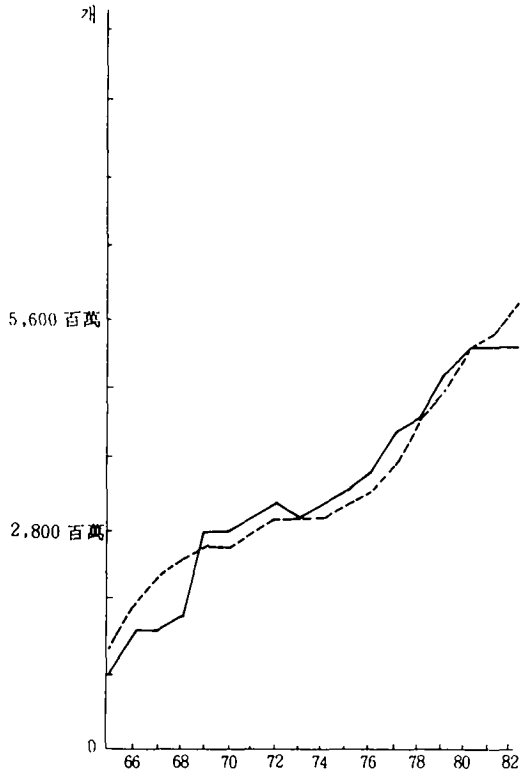
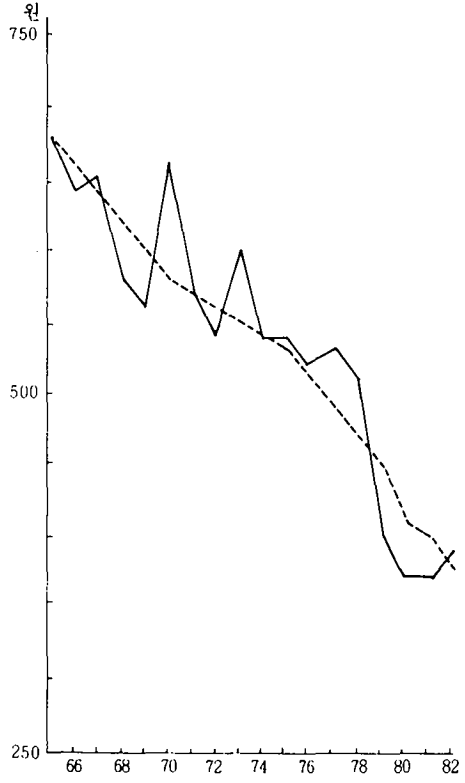


圖 4 - 1 -19 鷄 卵 價 格



第 5 章

主要政策變數의 模擬政策實驗

이상의 시뮬레이션 모델을 이용하면 미래의 外生變數의 값이 주어질 경우 內生變數들의 값이 어떻게 변해가는가를 예측할 수 있다. 일반적으로 政策變數들은 시스템 내부에서 결정되는 것이 아니라 政策當局者나 또는 다른 外部要因에 의해서 결정되는 것이기 때문에 外生變數라고 할 수 있다. 따라서 이 政策變數들을 변화시킴에 따라 畜產部門內의 여러 變數들이 어떻게 변화해가는가를 파악해 봄으로써 政策變數들의 政策效果를 알아 볼 수 있다.

여기에서 政策實驗을 한 變數는 쇠고기輸入量(IBA), 肉牛導入頭數(IBN) 飼料價格(FP), 젖소導入頭數(IDN)이다. 쇠소기輸入은 그전에는 소량으로 이루어지다가 1978년부터 본격적으로 이루어져, 1978년에는 44千㎏, 1982년에는 42千㎏의 쇠소기輸入이 행해져, 현재 국내 쇠고기消費量의 상당량을 수입쇠고기가 차지하고 있는 실정이다.

飼料價格은 약간의 기복은 있었으나 이제까지 전반적으로 下向趨勢를 나타내고 있다. 畜產業이 이제까지의 副業形態에서 점차 專業, 企業形態로 발전해 감에 따라 購入飼料가 畜產業에서 차지하는 비중은 더욱 더 커지고 있다.

肉牛의 導入도 쇠고기 國內供給不足을 메우기 위하여 輸入되기 시작하였는데, 1978年의 導入頭數는 약 11千 두이었으나, 1982년에는 40千 두

를 도입하기에 이르렀다. 國內 쇠고기供給量의 增大를 위해서는 肉牛의 導入도 중요한 수단이라고 할 수 있다. 젖소의 수입도 國內의 牛乳消費量이 증가함에 따라 꾸준히 增大되어 왔다. 1978년에는 젖소導入 頭數가 22千 두에까지 이르렀으나, 1982년에는 약 10千두 정도의 젖소가 도입

表5-1 政策 시뮬레이션의 形態

정책변수 일련번호	쇠고기수입량	육우두입두수	사료가격	젖소도입두수
	'83년부터 매년 5만㎏씩 수입	'83년부터 매년 5만두씩 도입	'82년 수준 그대로 유지	'83년부터 매년 1만두씩 도입
2	'83년 5만㎏에서 '84년부터 매년 7만㎏씩 수입	1번과 동일	1번과 동일	1번과 동일
3	'83년 5만㎏ '84년 3만㎏ '85년 1만㎏수입 '86년부터 수입 않음	〃	〃	〃
4	1번과 동일	'83년 5만두에서 매년 1만두씩 증가시킴	〃	〃
5	〃	'83년 5만두 도입 '84년부터 도입 않음	〃	〃
6	〃	1번과 동일	'83년부터 매년 사료가 10% 상승	〃
7	〃	〃	'83년부터 매년 사료 10% 하락	〃
8	〃	〃	1번과 동일	'83년 1만두 '84년부터 매년 2만두씩 수입
9	〃	〃	〃	'84년 1만두 '84년부터 수입 않음

되었다. 이제까지 國內 젖소두수의 증가분중에서 상당부분을 이 도입젖소가 담당하여 왔다.

이상의 4가지 변수에 대해서 政策實驗을 하였는데, 정책실험을한 기간은 83년부터 87년까지 5개년이다. 시뮬레이션 모델을 이용하면 예측기간을 얼마든지 연장할 수 있으나 5년으로 정한 것은 앞으로 5년 정도 경과하면 시스템내의 파라메터들의 값이 現實再現力이 약해 진다고 생각되기 때문이다.

4개의 政策實驗變數이외의 다른 外生變數들의 값은 다음과 같이 추정하였다. 5차5개년계획에 의해서 1인당 실질GNP 성장률은 6%, 人口成長率은 1.53%로 잡았다. 魚貝類供給量은 5차 5개년계획 농수산 부문의 안에 의하였다. 또 돼지와 소의 期間當 妊娠回數, 生存率, 頭當重量과 젖소의 頭當搾乳量은 현재와 같다고 가정하였다. 農機械利用度, 農村賃料金指數와 投入物과 産出物의 각 要素의 結合比率은 이제까지 변화해 온 趨勢値대로 변화한다고 가정하였다.

政策實驗을 한 것은 〈表5－1〉와 같이 9가지의 경우이다. 〈表5－1〉에서 ①의 경우 즉 쇠고기 수입량은 83년부터 계속 5만 ㎏이고, 飼料價格은 82년수준을 계속 그대로 유지하고, 肉牛의 導入頭數는 계속 5만두, 젖소의 도입두수는 계속 1만두를 유지하는 경우를 기준으로 삼고, 각각의 정책변수를 변화시킴에 따라 어떤 結果가 나타나는 지를 분석하였다.

1. 쇠고기 輸入의 效果

〈圖5－1－1〉과 〈圖5－1－2〉는 쇠고기輸入量을 변화시킬 때의 效果를 나타낸다. 다른 要因은 ①번과 같다고 가정하고, ②번의 경우는 쇠고기수입을 매년 83년에 5만㎏, 84년부터는 매년 7만 ㎏을 수입하는 경우이고, ③의 경우는 쇠고기 수입량을 83년 5만 ㎏에서 84년 3만㎏, 85년에는 1만 ㎏으로 하고, 그후로는 쇠고기 수입을 하지 않는

경우이다. 쇠고기輸入의 가장 큰 영향을 받는 것은 쇠고기 供給量과 쇠고기 價格이다. 쇠고기輸入을 매년 5만㎸으로 할 경우 쇠고기 供給量은 현 수준과 비슷하고 쇠고기 價格은 약간의 상승이 예상된다. 쇠고기輸入을 증가시킬 경우 공급량은 대폭 증가하고 價格은 현재와 비슷한 추세를 유지하고, 쇠고기 輸入을 감소시킬 경우는 供給量은 대폭 감소하고 價格도 대폭 상승하는 것으로 나타났다. 쇠고기 輸入은 쇠고기 供給量과 價格이외의 변수에는 별로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

2. 肉牛導入의 效果

〈圖 5－1－3〉과 〈圖 5－1－4〉는 肉牛導入의 效果를 나타내고 있다. 다른 要因은 ①번과 같다고 하고, ④번은 매년 肉牛導入頭數를 '83년의 5만두에서 1만두씩 증가시켜 나가는 경우이고, ⑤번은 '84년부터 肉牛導入을 전혀 하지 않는 경우이다. 한우(肉牛 포함)의 송아지 두수와 암소두수 모두 肉牛導入의 영향을 그대로 받는 것으로 나타났으나 기타 다른 요인들은 육우 도입의 영향을 별로 받지 않는 것으로 나타났다. 그리고 肉牛導入을 하지 않더라도 한우암소두수는 앞으로 상당히 증가할 것으로 추정된다.

3. 飼料價格 變化의 效果

飼料價格의 變化는 畜産部門 전체에 골고루 영향을 미친다. 〈圖 5－1－5〉에서 〈圖 5－1－8〉까지는 飼料價格 變化의 效果를 나타내고 있는데 각 圖에서 ⑥번의 경우는 83년부터 飼料價格이 매년 10％씩 상승해 나가는 경우이고, ⑦번의 경우는 매년 10％씩 하락해 가는 경우이다. 飼料價格이 매년 10％씩 하락해 갈 경우 돼지의 사육두수는 대폭 증가할것이 예상되고, 사료가격이 현재의 水準을 유지하더라도, 돼지사육두수는 전

반적으로 증가추세를 나타낼 전망이다. 이에 따라 돼지고기 供給量도 상당히 증가될 것이 전망된다. 鷄卵供給量도 飼料價格變化의 영향을 많이 받는 것으로 나타났는데, 飼料價格이 현재 수준을 유지하더라도 鷄卵供給量은 이제까지 증가해 온 추세대로 증가하고, 鷄卵價格은 이제까지 하락해 온 추세대로 하락해 갈 것이 전망된다.

4. 젖소 導入의 效果

〈圖 5-1-11〉과 〈圖 5-1-12〉은 젖소導入의 效果를 나타내고 있다 젖소導入은 젖소部門 이외의 部門에는 별로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. ⑧번의 경우는 83년에는 1만두, 84년부터는 매년 2만 두씩을 수입한다고 가정한 것이고, ⑨번의 경우는 '83년에는 1만 두를 수입하고, 84년부터는 젖소 수입을 하지 않을 경우를 가정한 것이다. 젖소를 導入하면 먼저 젖소암송아지 두수가 증가하고 그다음 젖소암소두수와 수소 두수도 증가하고 이에 따라 우유생산량도 증가하고, 牛乳供給量의 增加때문에 牛乳價格도 계속 하락할 것으로 추정된다. 젖소를 도입하지 않더라도 젖소사육두수와 牛乳供給量은 계속 증가하고 牛乳價格은 계속 하락할 것으로 전망된다.

圖 5 - 1　政策變數別 政策效果

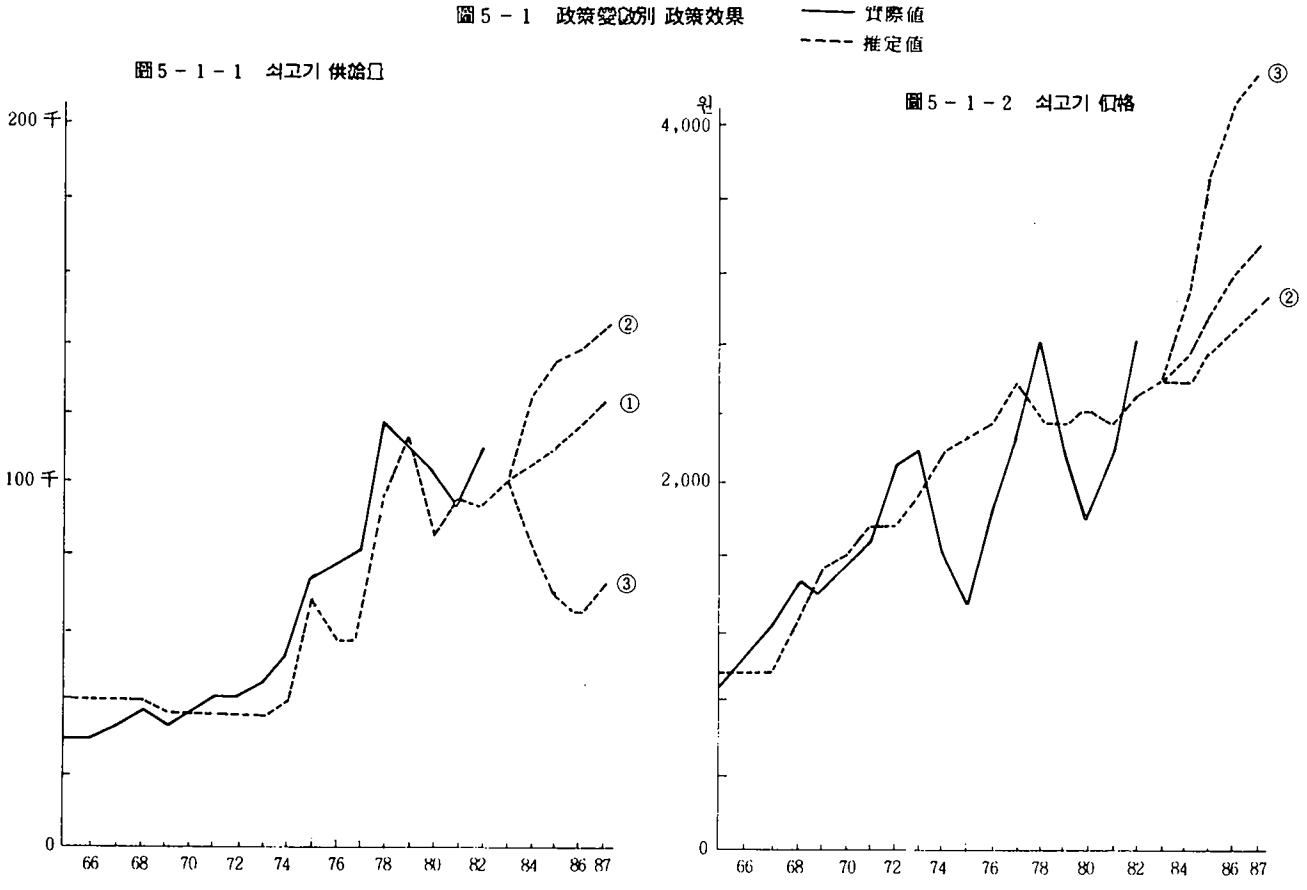


圖 5 - 1 - 3　한우 암소 頭收

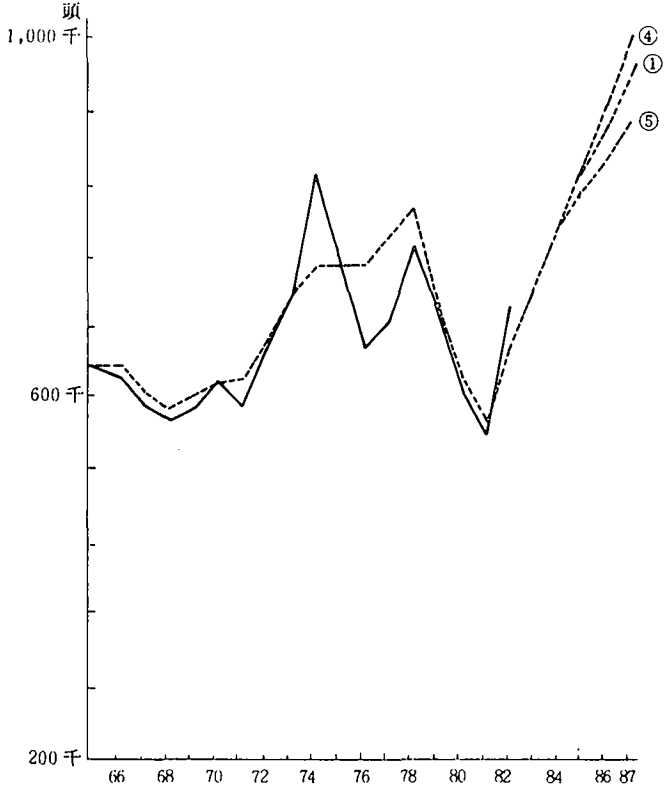


圖 5 - 1 - 4　한우 암송아지 頭收

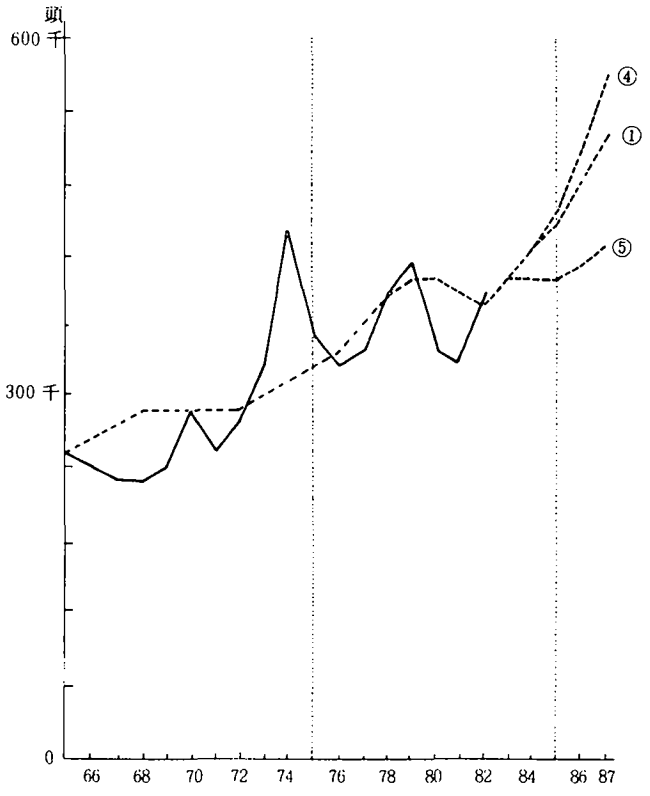


圖5－1－5　肥育豚 頭數

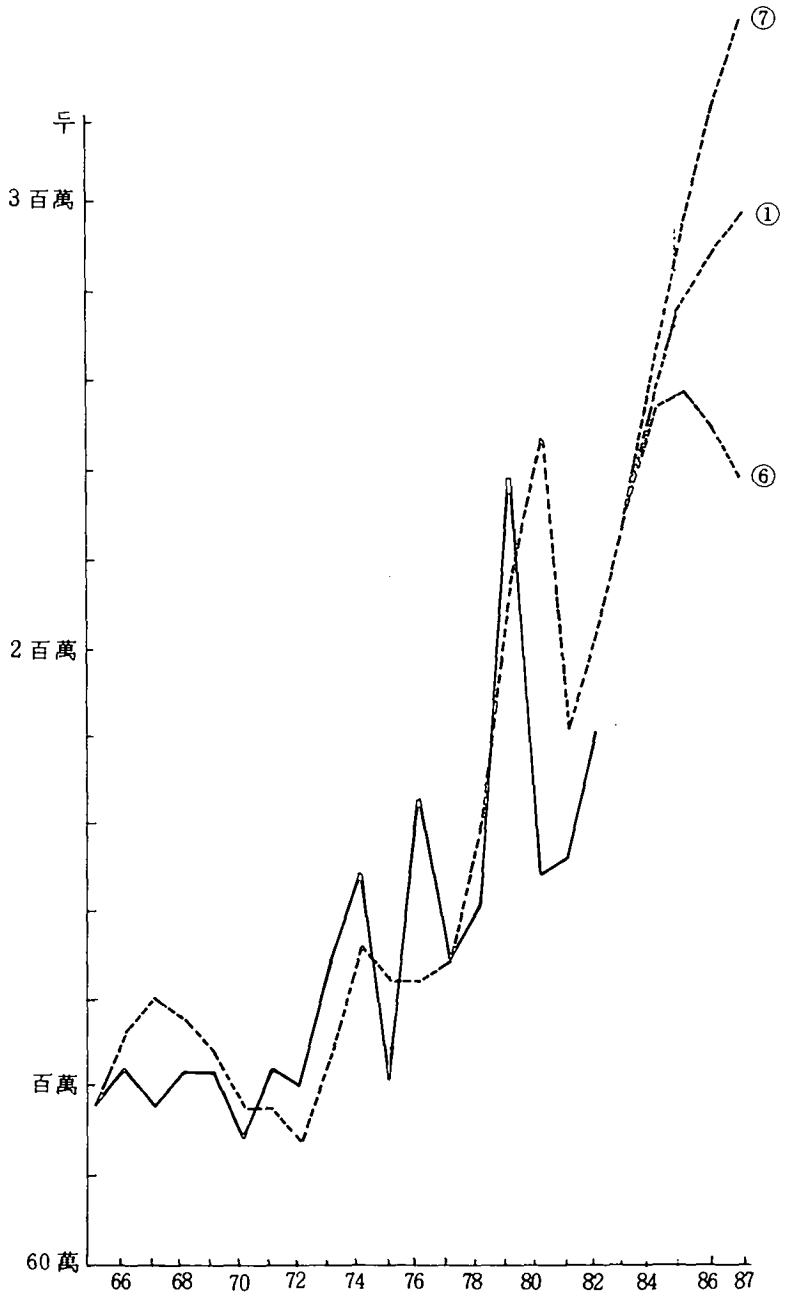


圖 5 - 1 - 6　돼지고기 供給量

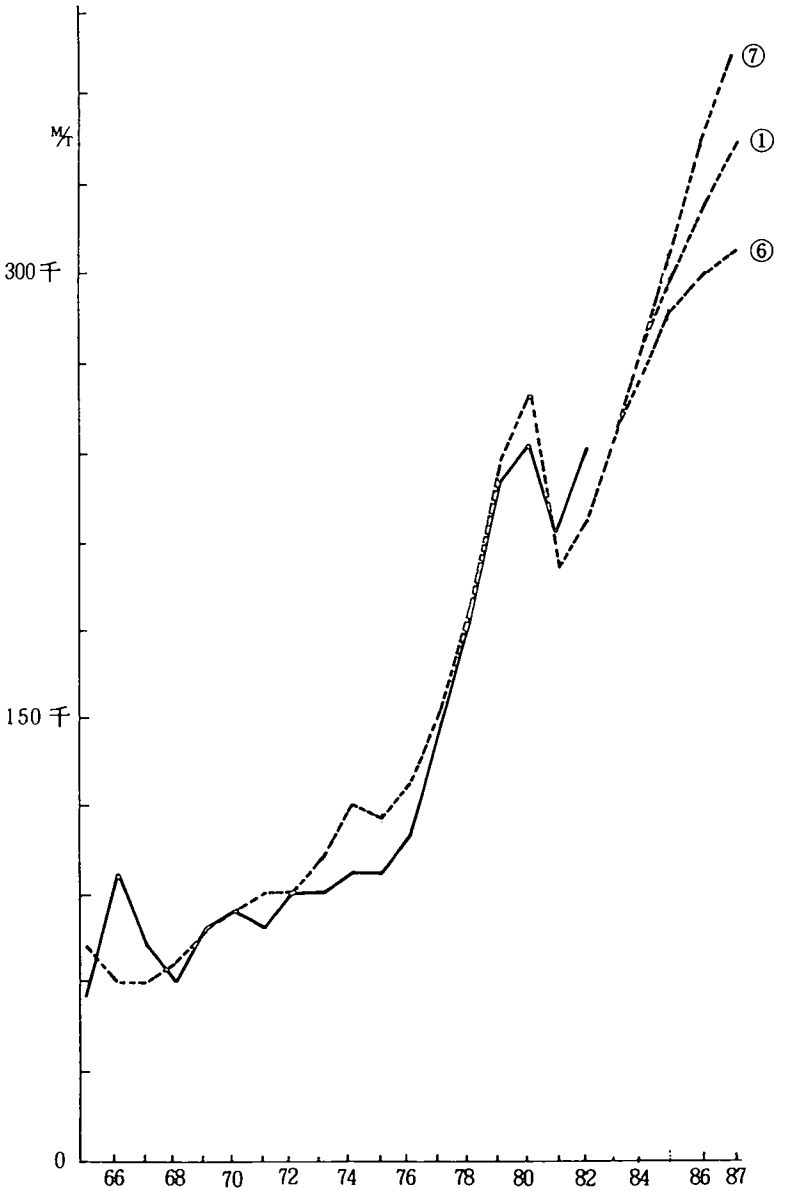


圖 5 - 1 - 7　돼지고기 價格

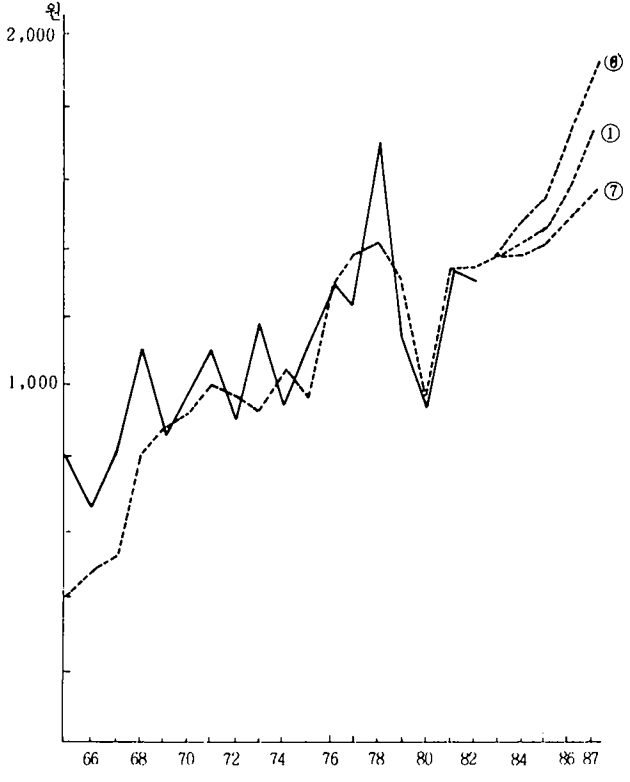


圖 5 - 1 - 8　한우 수소 頭數

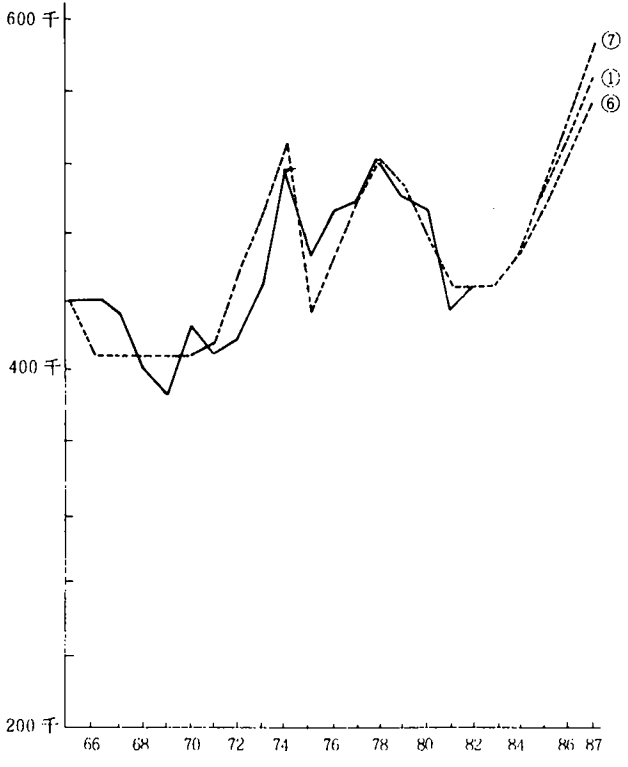


圖5－1－9 鷄卵 供給量

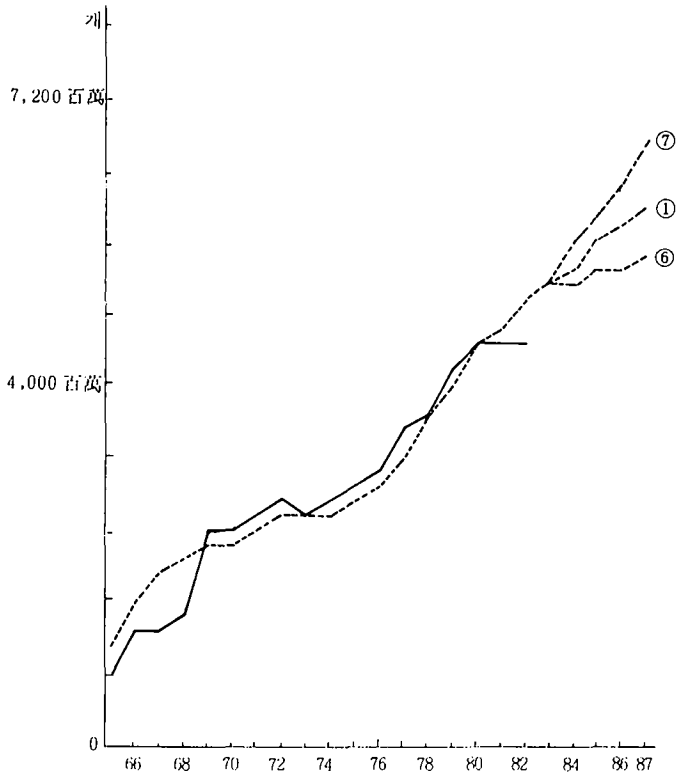


圖5－1－10 鷄 卵 價 格

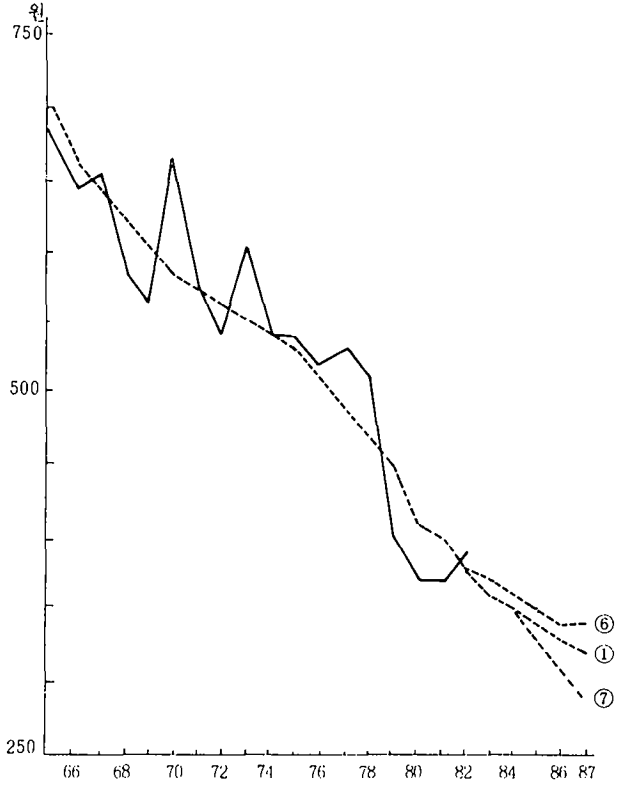


圖 5 - 1 - 11 젖소 암소 頭數

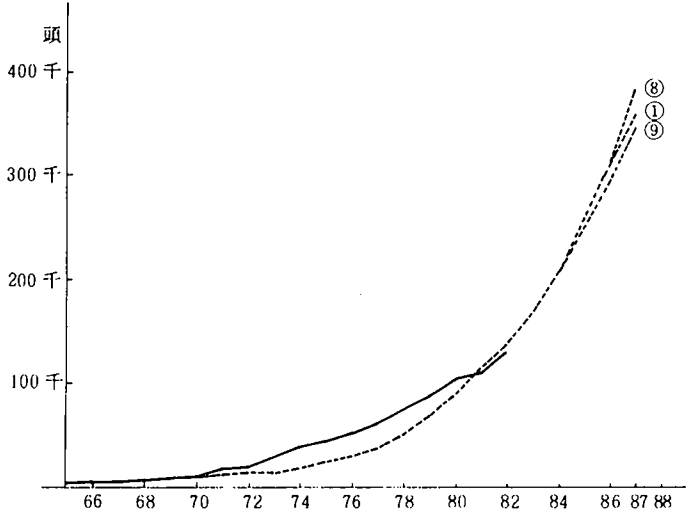
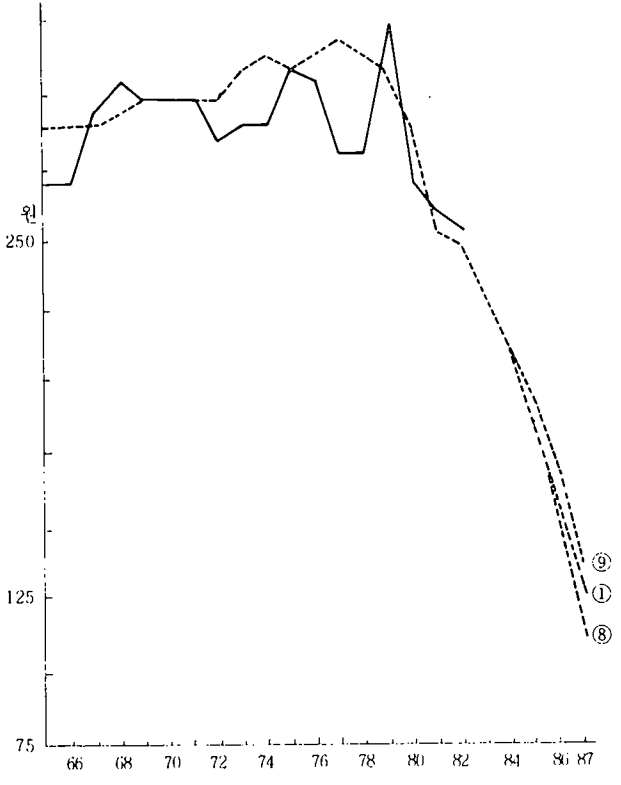


圖 5 - 1 - 12 牛 乳 價 格



第 6 章

結　　論

이상에서 본 바와 같이 시스템 다이나믹스를 이용하여 畜産部門의 시뮬레이션 모델을 개발하여 그것에 의한 個別 變數들의 推定値가 實際値와 어느 정도 일치하는지를 테스트해 보고 주요 政策變數別로 政策實驗을 해 보았다. 시뮬레이션을 행하기 위한 방법에는 여러가지가 있는데 그중에서 시스템 다이나믹스는 극히 動學的이라는데 그 特性이 있다. 즉 어떤 한 시점의 內生變數의 값은 다른 변수들에게 영향을 미치고, 이것이 피드백 效果(feedback effect)에 의해서 자기의 본래의 內生變數의 값에 영향을 미치게 된다.

畜産物의 경우 그 生産活動이 年度別로 이루어지는 것이 아니라 계속적으로 이루어지는 것이 때문에 畜産部門의 시뮬레이션을 행할 경우 시스템의 흐름을 충분히 파악할 수 있도록 月別 또는 分期別 資料를 쓰는 것이 바람직하다. 그러나 여기서는 統計資料의 제약 때문에 年度別 資料를 이용하였다. 이것이 시뮬레이션 모델에 의한 推定이 실제 시스템의 움직임을 정확히 잘 설명할 수 없는 이유 중의 하나이다. 統計資料가 보완돼 시스템내의 개별 파라메터가 보다 정확하게 推定된다면, 이 시스템 다이나믹스에 의한 産業部門의 시뮬레이션 모델은 현실을 보다 잘 설명할 수 있고 政策變數들의 政策效果를 보다 정확히 파악할 수 있도록 개발될 수 있을 것이다.

附表

모델 方程式

```
THE SIMULATION MODEL OF KOREAN LIVESTOCK PRODUCTS
*  THE SIMULATION MODEL OF KOREAN LIVESTOCK PRODUCTS
NOTE HOG SUBSYSTEM
R BR.KL=BPN.K*GN.K*PBN
A GN.K=0.6+STEP(0.2,3)+STEP(0.2,5)+STEP(0.3,7)+STEP(0.2,11)
X     +STEP(0.2,13)
C PBN=9
R MR.KL=(DELAY3(BR.JK,GP.K))*YPLO.K
A GP.K=0.31
A YPLO.K=0.8+STEP(0.1,8)+STEP(-0.1,9)+STEP(0.1,12)
X       +STEP(-0.2,15)+STEP(0.2,16)
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=40000,70000,100000,130000,170000,190000,210000
L BPN.K=BPN.J+(DT)(BHA.JK-BHS.JK)
N BPN=BPNN
```

```
C BPNN=306764
R BHS.KL=BPN.K/BAP.K
A BAP.K=TABHL(TBAP,TIME.K,1,17,2)
T TBAP=3,3,2,2,3,3,4,1.5,3
A MAT.K=(PNS.JK+BHS.JK)*HW.K
A HW.K=TABHL(THW,TIME.K,1,17,8)
T THW=54,52,50
A MA.K=(MAT.K/POP.K)*1E3
A POP.K=TABHL(TPOP,TIME.K,1,17,1)*1E3
T TPOP=29160,30131,30838,31544,31435,32833,33505,34103,
X   34692,35281,35849,36412,36969,37954,38124,38723,39331
A WP.K=P1+P2*MA.K+P3*BA.K+P4*F1.K+P5*INC.K
C P1=555.87
C P2=-0.2242
C P3=-0.1029
C P4=-0.0431
C P5=31.222
A FI.K=TABHL(TFI,TIME.K,1,17,1)
T TFI=17000,18000,13900,13700,14700,14800,18700,23400,
X     19900,24600,24000,24300,22200,22700,22500,25900,
X     26300
A INC.K=TABHL(TINC,TIME.K,1,17,1)
T TINC=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=EMP.J+(DT)(WP.J-EWP.J)/PMD
N EWP=EWPN
C EWPN=766
C PMD=0.5
A PFPO.K=EWP.K/FP.K
```

```
A FP.K=TABHL(TFP,TIME.K,1,17,1)
T TFP=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=WPPN
C WPPN=766
R PNS.KL=P6+P7*PN.K+P8*WPP.K
C P6=-2369891.9
C P7=1.7764
C P8=2437.45
NOTE KOREAN NATIVE CATTLE SUBSYSTEM
R BBR.KL=BFCN.K*BGN.K*BBN
A BGN.K=0.5+STEP(0.05,10)
C BBN=1
R BMR.KL=(DELAY3(BBR.JK,BGP))*BLO
C BGP=0.85
C BLO=0.95
L BFYN.K=BFYN.J+(DT)(RS*BMR.JK-BFCR.JK+IBN.JK)
N BFYN=BFYNN
C BFYNN=249466
C RS=0.5
R IBN.KL=TABHL(TIBN,TIME.K,1,17,1)
T TIBN=0,0,0,0,0,0,0,0,194,0,1,582,10630,7538,204,17695,
X      39770
R BFCR.KL=BFYN.K/2
L BFCN.K=BFCN.J+(DT)(BFCR.JK-BFSR.JK)
N BFCN=BFCNN
C BFCNN=628774
R BFSR.KL=BFCN.K/BFP.K
```

```
A BFS.K=SFSR.JK*BFW.K
A BFW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)
L BMCN.K=BMCN.J+(DT)(RS*BMR.JK-BMSR.JK)
N BMCN=BMCNN
C BMCNN=436052
R BMSR.KL=BMCN.K/BMP.K
A BMP.K=TABHL(TBMP,BFIO.K,0,50,50)
X       +STEP(0.5,1)+STEP(1,6)+STEP(-2.2,9)
X       +STEP(1.1,10)+STEP(-0.5,13)+STEP(0.5,16)
T TBMP=1.5,3.5
A BFIO.K=PE.K/INPB.K
A INPB.K=IB.K*LP.K+(1-IB.K)*FP.K
A IB.K=TABHL(TIB,TIME.K,1,17,16)
T TIB=0.85,0.69
A BMS.K=BMSR.JK*BMW.K
A BMW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)
A BAT.K=BFS.K+BMS.K+DFS.K+DMS.K+IBA.K
A IBA.K=TABHL(TIBA,TIME.K,1,17,1)*1E3
T TIBA=0,0,0,0,0,0,317,14,0,0,1017,6630,41444,27333,6876
X       23930,45010
A BA.K=(BAT.K/POP,K)*1E3
A PP.K=EXP(LPP.K)
A LPP.K=P10+P11*GMA.K+P12*GBA.K+P13*GFI.K+P14*GINC.K
C P10=7.9342
C P11=-0.0160
C P12=-0.4752
C P13=-0.2831
C P14=1.4062
A GMA.K=LOGN(MA.K)
```

```
A GBA.K=LOGN(BA.K)
A GFI.K=LOGN(FI.K)
A GINC.K=LOGN(INC.K)
L PE.K=PE.J+(DT)(PP.J-PE.J)
N PE=PEN
C PEN=915
A OUP.K=P21*PE.K+(1-P21)*P22*MUD.K
C P21=0.5
C P22=250
A MUD.K=TABHL(TMUD,TIME.K,1,17,1)
T TMUD=9.2,9.4,10.0,9.4,10.1,10.1,9.0,8.0,8.0,8.0,8.0,6.5
X       5.6,4.9,4.6,3.9,3.5
A INP.K=PLF.K*LP.K+(1-PLF.K)*FP.K
A PLF.K=TABHL(TPLF,TIME.K,1,17,16)
T TPLF=0.85,0.69
A LP.K=TABHL(TLP,TIME.K,1,17,1)
T TLP=28.8,31.8,35.6,40.9,46.5,51.2,53.7,55.1,51.6,52.3,
X     59.2,67.4,85.5,108.5,100.0,96.3,102.3
A BIO.K=OUP.K/INP.K
A BFP.K=TABHL(TBFP,BIO.K,10,60,50)
X       +STEP(-1,1)+STEP(1,3)+STEP(2,6)+STEP(-2,9)
X       +STEP(1,11)+STEP(-2.8,13)+STEP(3,16)
T TBFP=4.0,5.5
NOTE MILK COW SUBSYSTEM
R DBR.KL=DFCN.K*DGN.K*DBN
A DGN.K=1.00+STEP(0.05,10)
C DBN=1
R DMR.KL=(DELAY3(DBR.JK,BGP))*DLO
C DLO=0.95
```

```
L DMCN.K=DMCN.J+(DT)(DS*OMR.JK-DMSR.JK)
N DMCN=DMCNN
C DMCNN=799
C DS=0.5
R DMSR.KL=DMCN.K/DMP.K
A DMP.K=TABHL(TDMP,DIO.K,12.0,80.0,68.0)
X       +STEP(0.3,8)+STEP(-0.9,10)+STEP(-0.2,11)
X       +STEP(-0.4,12)+STEP(-0.2,14) +STEP(-0.1,16)
T TDMP=1.3,3.0
A DMS.K=DMSR.JK*DMW.K
A DMW.K=TABHL(TDMW,DMP,K,0.4,4)
T TDMW=30,220
L DFYN.K=DFYN.J+(DT)(DS*DMR.JK-DFCR.JK+IDN.JK)
N DFYN=DFYNN
C DFYNN=1568
R IDN.KL=TABHL(TIDN,TIME.K,1,17,1)
T TIDN=0,0,0,0,0,0,0,4000,5463,777,1545,12393,21942,16850
X       4462,14,9682
R DFCR.KL=DFYN.K/2
L DFCN.K=DFCN.J+(DT)(DFCR.JK-DFSR.JK)
N DFCN=DFCNN
C DFCNN=4245
R DFSR.KL=DFCN.K/DFP.K
A DFP.K=TABHL(TDFP,DFIO.K,0,30,30)
T TDFP=6.0,8.0
A DFS.K=DFSR.JK*DFW.K
A DFW.K=130+STEP(30,7)+STEP(-5,13)
A MK.K=DFCN.K*MKK.K
A MKK.K=TABHL(TMKK,TIME.K,1,17,1)
```

```
T TMKK=2466,2880,2793,2922,3854,3384,3715,3357,3172,3507
X       3857,4049,4297,4211,3602,4988,4411
A PMK.K=(MK.K/POP.K)*1E3
A PM.K=P23+P24*PMK.K+P25*INC.K
C P23=240.96
C P24=-0.007231
C P25=1.0986
A OUPD.K=P26*P27*PM.K+(1-P26)*PE.K
C P26=0.75
C P27=6.5
A INPP.K=ID.K*LP.K+(1-ID.K)*FP.K
A ID.K=TABHL(TID,TIME.K,1,17,16)
T TID=0.65,0.49
A DFIO.K=OUPD.K/INPP.K
A DIO.K=PE.K/INPP.K
NOTE CHICKEN SUBSYSTEM
L LN.K=LN.J+(DT)(LAR.JK-LSR.JK)
N LN=LNN
C LNN=11892612
A LT.K=LN.K*LTW.K
A LTW.K=TABHL(TLTW,TIME.K,1,17,16)
T TLTW=100,160
A LA.K=LT.K/POP.K
A PL.K=P29+P30*LA.K+P31*INC.K+P32*TM.K
C P29=1726.75
C P30=-1.4455
C P31=1.0565
C P32=-15.6292
A TM.K=TABHL(TTM,TIME.K,1,17,16)
```

```
T TTM=66,82
L ELOP.K=ELOP.J+(DT)(PL.J-ELOP.J)/LMD
N ELOP=ELOPN
C ELOPN=683
C LMD=0.5
A LIO.K=ELOP.K/FP.K
R LAR.KL=LIR.K+TRE.K
A LIR.K=TABHL(TLIR,LIO.K,2,8,6)
T TLIR=7000000,20000000
A TRE.K=TABHL(TTRE,TIME.K,1,17,4)
T TTRE=0,1000000,2000000,8000000,10000000
R LSR.KL=LN.K/LPD
C LPD=1.5
NOTE ACTUAL VALUES OF VARIABLES
A PNG.K=TABHL(TPNG,TIME.K,0,17,1)
T TPNG=971542,1044114,942760,1027693,1028765,861915,
X       1044530,1007307,1279688,1492702,1018448,1624073,
X       1267163,1411625,2365802,1465435,1524679,1790573
A BPNG.K=TABHL(TBPNG,TIME.K,0,17,1)
T TBPNG=306764,306437,268358,314981,267752,224327,246221
X        201438,270722,286798,204070,291045,191312,285825
X        436153,270164,284598,368340
A MAG.K=TABHL(TMAG,TIME.K,0,17,1)
T TMAG=1947,3285,2395,2003,2412,2626,2460,2693,2643,2749
X       2802,3042,3881,4814,6003,6344,5419,6039
A MATG.K=TABHL(TMATG,TIME.K,0,17,1)*1E3
T TMATG=55881,95800,72154,61760,76080,82546,80880,90230,
X        90126,95353,98848,109046,141311,177984,225307,
X        241842.209831.237530
```

```
A WPG.K=TABHL(TWPG,TIME.K,0,17,1)
T TWPG=766,625,804,1074,831,970,1095,870,1154,934,1090,
X      1296,1212,1693,1132,921,1330,1263
A BFYNG.K=TABHL(TBFYNG,TIME.K,0,17,1)
T TBFYNG=249466,241422,223972,222471,235486,292343,257075
X        281324,329274,431514,344550,320241,339602,381808
X        412490,337088,326499,382983
A BFCNG.K=TABHL(TBFCNG,TIME.K,0,17,1)
T TBFCNG=628774,608851,589954,573234,584199,611266,587720
X        642408,719855,842294,747983,654658,674944,753365
X        689179,599953,552699,693726
A BMCNG.K=TABHL(TBMCNG,TIME.K,0,17,1)
T TBMCNG=436052,440561,430854,401053,386598,420118,405131
X        414489,444473,511352,462278,488692,493944,516182
X        497111,490159,432527,448935
A BAG.K=TABHL(TBAG,TIME.K,0,17,1)
T TBAG=950,1010,1060,1161,1050,1188,1201,1201,1317,1485,
X      1992,2107,2242,3103,3033,2622,2407,2708
A BATG.K=TABHL(TBATG,TIME.K,0,17,1)*1E3
T TBATG=27261,29443,31953,35809,33133,37340,39481,40229,
X       44919,51506,70292,75533,81624,114731,113827,99974,
X       93202,106506
A PPG.K=TABHL(TPPG,TIME.K,0,17,1)
T TPPG=914,1013,1236,1480,1387,1495,1712,2061,2121,1564,
X      1295,1830,2246,2778,2140,1782,2166,2873
A DFYNG.K=TABHL(TDFYNG,TIME.K,0,17,1)
T TDFYNG=1568,1895,2560,3228,4474,7618,7108,8802,12039,
X        19198,24810,31192,41895,54137,67517,80345,74737,
X        87523
```

```
A DFCNG.K=TABHL(TDFCNG,TIME.K,0,17,1)
T TDFCNG=4245,5642,6515,8606,11989,12892,18373,21493,
X         31000,40005,46320,51561,62789,75843,88905,105798
X         111821,134365
A DMCNG.K=TABHL(TDMCNG,TIME.K,0,17,1)
T TDMCNG=799,934,1285,1926,2357,3114,4528,5833,9385,13992
X         14412,6935,4559,5823,6877,8164,7647,6360
A PMKG.K=TABHL(TPMKG,TIME.K,0,17,1)
T TPMKG=365,477,623,779,1111,1581,1891,2383,3052,3656,
X        4604,5548,6982,8815,9975,10802,14403,15070
A MKG.K=TABHL(TMKG,TIME.K,0,17,1)*1E6
T TMKG=10,14,19,24,35,50,62,80,104,127,162,199,254,326,
X       374,412,558,593
A PMG.K=TABHL(TPMG,TIME.K,0,17,1)
T TPMG=266,266,290,300,293,295,296,281,287,285,304,301,
X       276,275,318,266,255,248
A LAG.K=TABHL(TLAG,TIME.K,0,17,1)
T TLAG=30,45,45,49,78,77,78,84,74,80,83,85,98,101,113,119
X       114,115
A LTG.K=TABHL(TLTG,TIME.K,0,17,1)*1E6
T TLTG=856,1299,1349,1504,2430,2456,2536,2790,2500,2755,
X       2896,3049,3551,3743,4231,4543,4431,4505
A PLG.K=TABHL(TPLG,TIME.K,0,17,1)
T TPLG=683,639,655,581,562,665,567,537,599,535,545,518,
X       529,505,401,369,368,389
```

參 考 文 獻

農水產部, 「農林統計年報」, 각년도.

_____, 「家畜統計調査結果」, 각 분기별.

農協中央會, 「農村物價總覽」, 1982.

畜産振興會, 「'79 家畜統計」, 1980.

畜協中央會, 「畜産物價格 및 需給資料」, 1983.

김수용, 「한국 미곡 시스템의 동적 모형」, 한국과학기술원 석사학위논문, 1981.12

武部隆, "地域システムのSDによる シミュレ-ション", 「農林業問題研究」 第10卷 3.4合併號, 1974.12

門間敏幸, "夏山多里方式による 肉用子牛生産のシステムとシミュレ-ション」, 「農業生産のモデル化とシミュレ-ション」.

岸本裕一, 「牛肉經濟論」, 中央畜産會, 1982.

奧野忠一外, 「應用統計 ハンドブック」, 養賢堂, 1978.

清水哲郎, "SDによる 鷄卵供給過程のシミュレ-ション 分析,"

Ferris, J.N. & H.H. Suh, 「An Analyis of Supply Response on Major Agicultural Commodities in Korea」, KASS Special Report 4, 1972.

Forrester, J.W., 「Urban Dynamics」, 3rd ed. The M.I.T. Press, 1970.

_____, 「Industial Dynamics」, 7th ed., The M.I.T. Press, 1972.

_____, 「Principles of Systems」, 2nd ed., Wright-Allen Press, Inc., 1973.

Halter, A.N. & S.F. Miller, "Application of Systems-Simulaton in the Venezuelan Cattle Industry", 「Agricultural Systems」, Vol.

1, No.1, 1976.1.

Kulshreshtha, S.N. & A.G. Wilson, "An Open Econometric Model of the Canadian Beef Cattle Sector," 「A.J.A.E.」, Vol 54, No.1, 1972. 2.

Meadows, D.L. 「Dynamics of Commodity Production Cycles」, Wright-Allen Press, Inc., 1970.

Posada, A., 「A Simulation Analysis of Policies for the Northern Colombia Beef Cattle Industry」, Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1974.

Pugh. Ⅲ.A.L., 「Dynamo User's Manual」, 2nd ed. The M.I.T. Press 1977.