研究報告 110
1985. 12

政府糧穀管理 및 觀測에 관한 政策시뮬레이션模型의 活用方案研究

明　光　植 (首席研究員)
李　壯　鎬 (責任研究員)

韓國農村經濟研究院

빈 면

머 리 말

시뮬레이션 技法은 高性能 電算機의 開發에 힘입어 自然科學은 물론 社會科學에서도 複雜한 現象을 分析하는데 가장 進步된 方法으로 인정받고 있다.

GMP (Grain Management Program) 模型은 本來 韓國農業部門 시뮬레이션 模型 (Korea Agricultural Sector Simulation Model)의 一部分으로 開發되었으나 KASS模型 設計는 非農業部門과 연관된 農業部門 全體를 포함하여 15년내지 20年間의 計劃을 수립할 수 있도록 개발되었기 때문에 糧穀과 같은 特定 農水産物과 관련된 問題를 分析하는데는 必然的으로 制約이 있었다. 따라서 GMP模型은 糧穀管理시스템과 糧穀管理問題에만 焦點을 맞추어 糧穀問題를 深層分析할 수 있도록 開發되었으나 KASS 模型과 더불어 模型의 尨大性, 난해성, 模型自體의 不完全性 및 管理不足 등으로 政策目的에 活用되지 못한채 방치되어 있는 實情이다.

本研究는 우선 이같이 방치상태에 있는 GMP模型을 가능한한 쉽게 풀이하고, 模型의 파라메타들을 最新資料를 利用한 更新, 그리고 模型自體의 수정을 통하여 活用可能模型으로 개선코자 시도하였으나 여러 制約으로 한정된 보완에 그치고 말았다.

끝으로 本研究는 當研究院 電算室에서 明光植 首席研究院 責任아래 이루어진 것으로서 本研究院 公式見解와 반드시 一致하는 것은 아님을 밝혀둔다.

1985. 12.

韓國農村經濟研究院長 金 榮 鎭

目 次

第5章　政府部門模型

第6章　都市部門模型

第7章　市場機能模型

第8章　模型의 活用과 制約點

表 目 次

圖 目 次

빈 면

第 1 章
序　　論

1. 研究의 目的

基本的인 農政의 2가지 目標를 든다면 國民食生活에 必要한 食糧의 安定的 供給과 農產物價格의 安定을 말할 수 있다. 이들 두개의 基本農政의 目標들은 各各의 目標가 내포하고 있는 많은 決定要因들의 不確實性, 複雜性 그리고 決定要因 相互間의 연계성 등으로 쉽게 達成될 수 없을뿐 아니라 農家所得增大, 自立農家 育成 등 다른 主要農政目標들이 추가될 때 政策決定의 어려움은 더해 가게 된다. 이같이 서로 상충 내지는 연계되는 政策目標들을 達成하기 위한 政策案이 政策決定者의 단순한 過去 經驗이나 단편적인 知識 또는 非現實的인 많은 假定을 전제로 한 單純分析들을 바탕으로 세워질 때 여기에서 비롯되는 經濟的 非效率 내지 施行錯誤는 必然的이라 하겠다.

그러므로 실제로 어떤 政策案이 施行되기 전에 그 政策의 效率性 내지는 效果를 綜合的으로 把握할 수 있는 政策實驗模型이 必要하며 이러한 模型을 活用함으로써 政策의 效果를 사전에 把握하여 施行錯誤에서 오는 막대한 經濟的 損失을 피할 수 있다.

本硏究에서는 政府糧穀管理시스템 運營을 시뮬레이션技法으로 模型化한 GMP模型을 통하여 糧穀管理 主要部門 相互間의 연관관계를 綜合的으로 把握하고자 한다.

GMP (Grain Management Program) [1] 模型은 短期 혹은 中期(3年 이내)의 政府糧穀管理政策을 分析하기 위하여 다음 2개의 主要目的으로 設計되었다.

첫째, 이 模型은 動的으로 運營되는 現糧穀管理시스템을 여러 多樣한 糧穀管理프로그램이나 糧穀管理政策 혹은 糧穀管理 意思決定에 副應할 수 있도록 可能한 한 正確하고 細密하게 現 糧穀管理狀況을 計量化하였다. 그리고 現在 政府에서 만성적으로 當面하고 있는 여러가지 糧穀管理의 問題點들에 대해서 解決可能한 여러 代案들을 提示하고 이에 대한 結果를 迅速히 比較 分析하여 代案프로그램들과 政策들중에서 최선의 政策을 選擇할 있도록 하였다.

둘째는 現糧穀管理政策을 遂行하는 擔當者에 의해서 채택될 수 있는 糧穀管理政策을 開發하는데 그 目的이 있다. 그중 季節的으로 糧穀價格을 統制하는 問題는 糧穀管理者가 當面한 가장 複雜하고도 費用이 많이드는 問題이기 때문에 특히 觀心의 對象이 되고 있다.

만일 GMP模型이 糧穀의 需要, 供給, 價格關係를 理論的으로 正確하게 합치되도록 理想的으로 開發되어 現在의 動的인 政府糧穀管理시스템을 豫測할 수 있다면 이 모델에 의해 推定된 市場價格을 統制하는 意思決定規則들은 이미 政府에서 設定해 놓은 季節價格政策目標를 達成하기 위해 實際로 市場價格을 調節하는데 必要한 意思決定規則과 一致할 것이다.

---

1) GMP(Grain Management Program) 模型은 USAID(the U.S. Agency for International Development)의 協助로 韓國과 美Michigan State 大學 硏究팀의 共同硏究로 이루어진 KASS(Korean Agricultural Sector Study)模型의 一部로서 '72年에 開發이 시작되어 '76年 4월에 Forrest John Gibson에 의해 完成된 韓國糧穀管理運營 시뮬레이션模型이다.

2. 研究範圍

GMP模型은 韓國農業部門 시뮬레이션模型(Korean Agricultural Sector Simulation Model)의 一部分으로 開發되었으나 KASS模型設計는 非農業部門과 연관된 農業部門 全體를 포함하여 15年내지 20年間의 長期計劃을 樹立할 수 있도록 開發되었기 때문에 糧穀과 같은 特定 農業生産物과 관련된 問題를 分析하는데는 필연적으로 制約이 있다. 따라서 GMP模型은 韓國農業部門中 단지 糧穀管理시스템과 糧穀管理問題에만 焦點을 맞추어 開發되어 KASS모델로는 解決할 수 없는 糧穀問題를 深層 分析할 수 있는 機能을 提供하고 있다. 各部門別로 GMP模型에서 分析對象이 되는 內容은 다음과 같다.

가. 農家部門模型

農家部門模型은 農家水準에서의 糧穀生産, 貯藏, 流通, 消費形態를 시뮬레이션하고 있다. 이 模型은 農家에서의 食用과 그외 非食用 糧穀의 季節必要量, 糧穀의 生産過程, 農家所有의 糧穀在庫量과 在庫管理, 農家 糧穀消費量, 그리고 國內糧穀의 農家流通間의 관계를 分析하고 있다.

나. 民間流通部門模型

民間流通部門模型은 非政府 流通經路를 통한 糧穀의 흐름, 加工, 貯藏을 統制하는 意思決定過程과 制約條件, 그리고 糧穀管理構造를 分析하여 模型化하였다.

다. 政府部門模型

政府部門模型은 政府收買, 賣出, 貯藏, 糧穀放出量 등을 포함한 政府糧穀管理 運營狀況을 시뮬레이션하여 政府統制 糧穀흐름을 分析한다.

라. 都市家口部門模型

都市家口部門模型은 都市家口 糧穀消費量, 需要量, 市場價格, 家口의 糧穀貯藏量 등을 模型化하여 豫測한다.

마. 市場機能 (Price and Transaction) 模型

GMP 模型의 市場機能은 農家, 個人市場, 政府, 都市家口의 네개 部門模型을 連結하여 하나의 總括시스템으로 統合하는 重要한 역할을 하며 市場價格動態와 糧穀市場流通에 관한 情報를 提供한다.

3. 研究方法

GMP 模型은 시스템設計技法, 計量分析方法, OR技法, 線型 非線型計劃技法, 自動制御理論技法 등이 利用되어 開發되었지만 模型自體는 時差에 따라 變化하는 媒介變數들을 가진 非線型動的시스템模型이다. 이 模型은 FORTRAN言語를 使用하여 프로그램되었고 4,300 FORTRAN文章(statement)과 2,000 個以上의 變數들(variables)로 構成되었으며 GMP 프로그램이 實行되는데 120K 바이트(byte)의 貯藏領域(memory space)이 必要한데 이 프로그램을 KAIST CDC電算機로 實行하는데 所要되는 C.P.U時間은 1回에 約 180秒가 걸린다.

本研究에서는 GMP 模型의 理論的 바탕이 되고 있는 시스템科學의 考察을 통하여 主要 糧穀管理部門間의 數學的 연계관계를 把握하는데 重點을 두었고 KAIST CDC機種에 맞추어 프로그램된 GMP 프로그램을 農水產部 IBM機種에서 稼動될 수 있도록 프로그램을 變更하였다. 그리고 프로그램에 入力되는 資料들과 媒介變數들을 檢討하고 現實에 맞도록 修正하여 模型을 테스트하였다.

第 2 章

GMP模型의 構造

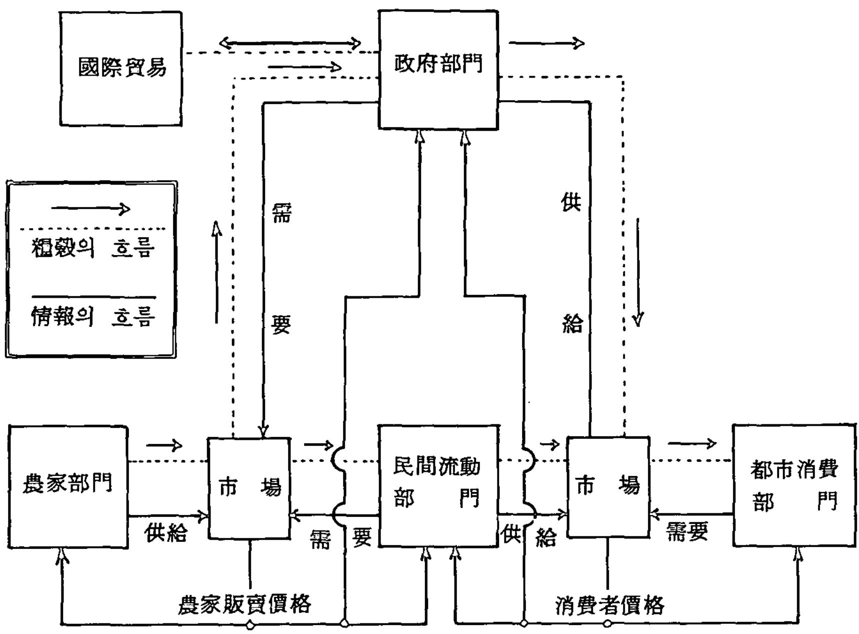
1. 政府糧穀管理시스템 概要

糧穀管理시스템은 〈圖 2 - 1〉과 같이 農家生産部門, 民間流通部門, 政府管理部門, 都市消費部門等의 4個 主要部門이 市場構造를 통하여 相互連結되어 있다.

즉 農家의 供給, 民間 및 政府의 需要, 이에 關聯된 政策變數等이 相互作用하여 糧穀去來量 및 消費者價格을 形成하게 된다. 이러한 過程에서 發生되는 價格 및 去來量에 대한 情報는 糧穀의 國內生産, 輸入, 政府糧穀管理 活動의 規模, 이에 따른 貯藏 및 輸送施設, 消費者需要等에 影響을 미치게 된다.

〈圖 2 - 2〉는 糧穀管理시스템의 各部門間 혹은 過程間의 因果관계를 表示한 것으로서 糧穀管理模型에서 시뮬레이션되는 主要 시스템過程과 그들間의 關係 및 糧穀情報의 흐름을 나타내며 이것은 GMP模型設計의 基礎가 된다. 이 그림에서 "民間購入"過程을 例로서 살펴보면 民間購入은民間需要, 政府需要, 農家供給, 農家價格과 政府收買價格要素들의 函數로서 表示됨을 알수 있다. 그리고 政府收買價格과 民間流通價格의 相對的인 差

圖2-1 糧穀시스템의 主要部門 相互關聯圖

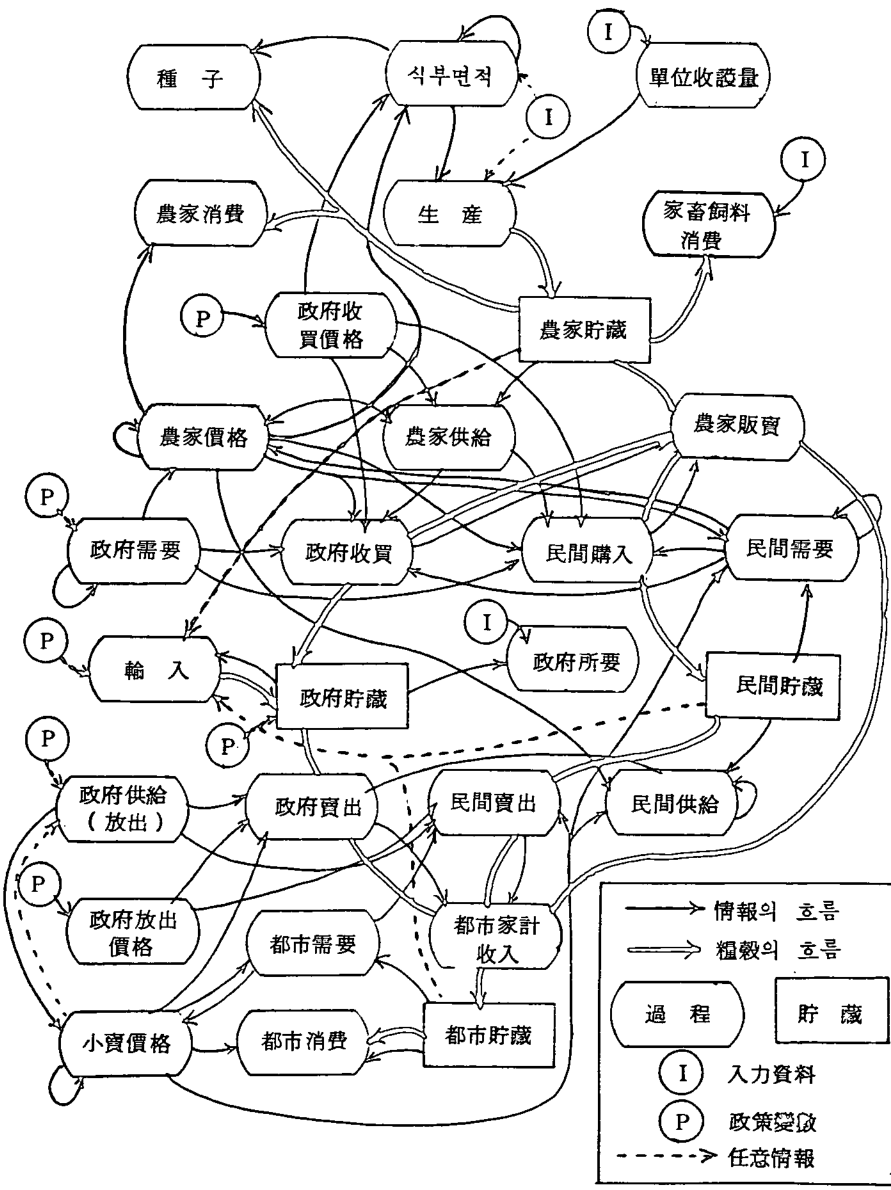


異나 相對的인 需要量差異는 農家의 市場選擇에 影響을 주어서 農家販賣形態를 유도하게 된다.

2. 糧穀管理시스템 運營模型設計

糧穀管理시스템 運營模型設計는 實際 糧穀管理시스템의 動的인 狀況을 豫測하기 위한 設計段階로서 模型設計의 主要部分은 生産, 輸入, 市場需要, 供給, 糧穀去來, 糧穀移動狀況, 加工, 貯藏, 그리고 糧穀消費等의 糧穀運營狀況을 시뮬레이션한다. 그리고 이 模型은 糧穀運營시스템反應에 重要한 影響力을 行事하는 農家와 都市市場價格等과 같은 經濟的要素를 模型化하였으며 糧穀시스템을 農家, 都市(非農家), 民間流通, 政府部門으로

圖 2-2 糧穀시스템의 因果關係圖(GMP模型의 略圖)



分類해 나타내고 이 分類된 部門模型들을 市場價格形成 過程과 市場構造를 통하여 相互 連結한 後 시스템을 全體的으로 統合하였다.

다음은 糧穀시스템運營模型에서 시뮬레이션되는 主要過程을 나타낸다.

가. 生産意思決定過程

農家에서 栽培하는 쌀, 보리, 밀의 耕作面積은 GMP模型에서 內部的으로 計算될 수 있으나 模型利用者는 任意로 豫想耕作面積을 따로 入力하여 다른 政策에 미치는 影響을 살펴볼 수 있으며 農家收穫量은 模型에서 內部的으로 自動 算出되도록 模型化되어 있지 않기 때문에 豫想收穫量은 利用者가 따로 入力하여야 한다. 그리고 年間 糧穀의 여러 生産過程들 즉 모심기, 耕作, 秋收過程을 시뮬레이션하기 위해서 이러한 過程들을 遲延函數로 表示하고 高次微分方程式의 解를 구하여 模型에서 追跡하였다.

나. 糧穀消費量

GMP模型에서는 農家와 非農家의 糧穀消費量도 시뮬레이션되는데 糧穀消費形態는 所得뿐아니라 自體的인 糧穀價格과 代替糧穀價格에 따라 변한다. 式(2.1)은 i 農作物에 대한 農家와 都市消費者의 消費形態를 表示하기 위해서 模型에서 使用된 Cobb-Douglas 式이다.

$$(2.1)\quad Q_i(t) = A_i\, P_1(t)^{Ei1(t)}\, P_2(t)^{Ei2(t)}\, P_3(t)^{Ei3(t)}\, Y(t)^{Eiy}\, POP(t)$$

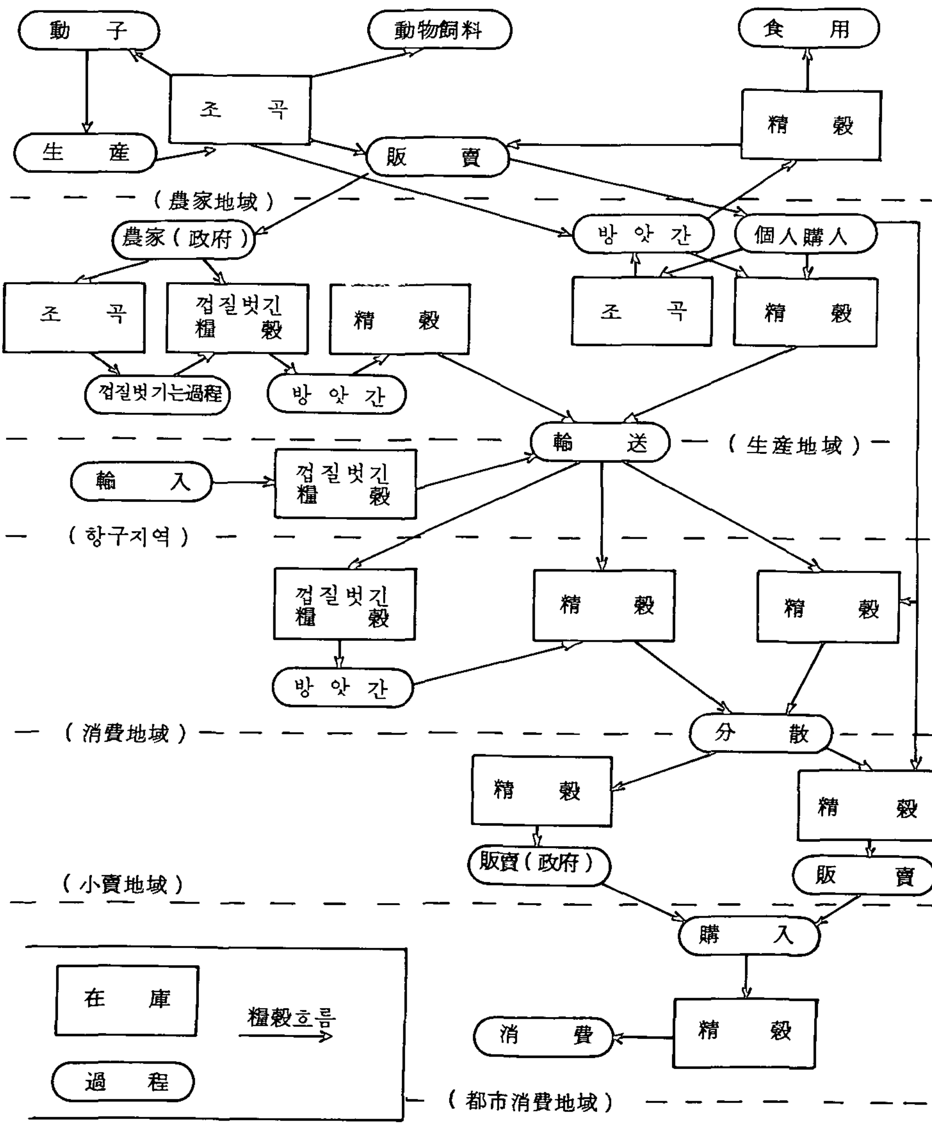
위식에서 Q : 全體消費量　A : 상수項目　P : 價格　Y : 1人當 所得
E : 需要의 價格과 所得彈力性　POP : 人口數

여기에서 消費의 價格彈力性 (E_{i1}, E_{i2}, E_{i3})은 시간의 函數로 表示되는데 이는 農家와 都市人口의 季節的인 糧穀消費行爲를 나타내기 위해서 必要하다.

다. 糧穀의 加工, 貯藏, 輸送狀況

〈圖2-3〉은 政府部門과 民間流通部門에서의 GMP模型의 地域別 糧穀

圖 2-3 GMP 粗穀흐름과 貯穀



흐름과 貯藏, 加工狀況을 나타내는 그림으로서 이 그림은 糧穀管理시스템 運營模型 在庫管理設計의 基本概念이 된다. 同圖에서 左側部分은 政府部門에서의 糧穀在庫管理狀況을 나타내고 右側部分은 民間流通部門에서의 糧穀흐름을 表示한다.

3. 糧穀管理시스템 分割分析

動態的인 糧穀管理模型의 槪念과 糧穀管理시스템의 各部門間 相互 聯關性을 광범위하게 表現하여 模型의 目標를 達成하기 위하여 GMP 模型에서는 糧穀시스템을 6개 主要한 觀點에서 分類하여 深層 分析하였다.

가. 糧穀管理시스템部門

GMP 模型은 韓國의 糧穀管理시스템을 農家部門, 都市와 非農家 消費家口部門, 民間流通部門, 政府部門의 4가지 部門으로 分類하여 分析하였다.

農家部門模型에서는 農家에서의 糧穀生産貯藏, 流通, 消費狀況이 分析되었으며, 都市消費部門에서는 都市家口 糧穀消費量, 需要, 貯藏의 特徵等이 시뮬레이션 되었다. 그리고 民間流通部門은 非政府 流通經路를 통한 糧穀의 흐름, 糧穀加工, 貯藏等의 糧穀管理構造를 表現하며 政府部門에서는 政府收買, 貯藏, 輸送, 糧穀放出量等 政府糧穀運營狀況이 시뮬레이션 되었다. 그러나 一般的으로 各部門別로 行爲反應特徵은 서로 相異하다. 즉 農家의 糧穀消費形態는 農家에서 그들의 糧穀을 消費할 것인가 혹은 적절한 現金을 받고 市場에 販賣할 것인가를 결정해야 하기 때문에 都市消費者의 消費形態와 差異가 있으며 또한 民間流通經路는 政府流通經路와 서로 다르다. 그러므로 糧穀管理프로그램의 目的은 糧穀管理 한部門의 目標와 다른 部門의 目標와는 서로 다를수 있기 때문에 全體的인 糧穀시스템의 要素들을 감안하여 절충되어야 한다.

나. 糧穀形態

쌀, 보리, 밀은 韓國에서 消費하고 있는 主要糧穀이기 때문에 GMP 模型에서 分析對象으로 하였으며 GMP 模型은 쌀, 보리, 밀의 糧穀을 收穫에서부터 最終 消費에 이르기까지 糧穀形態上의 變化를 時間에 따라 追跡하여 分析하였다.

〈表 2－1〉은 GMP 模型에서 分類하여 分析對象으로 삼고있는 糧穀種類別 糧穀形態를 表示한 表이다.

表 2 - 1 **模型에서 分類된 糧穀種類別 糧穀形態**

形態 / 種類	原型	겉껍질벗긴 形態	完製品	밀가루
쌀	×	×	×	
보리	×		×	
밀	×			×

다. 糧穀의 貯藏位置

糧穀이 現在 貯藏되어 있는 位置는 物量의 移動量, 在庫量等의 狀況을 把握하는데 있어서 重要한 變數가 되기 때문에 GMP 模型에서는 糧穀의 位置狀況을 生產地, 港口, 最終消費地, 小賣商地域의 4개 位置로 分類하여 分析하였다.

一般的으로, 國內糧穀은 生產地에서 加工貯藏되며 外國에서 輸入된 糧穀은 都市消費地에서 加工된다.

라. 政府管理 糧穀倉庫 等級

糧穀倉庫는 等級에 따라 單位當 建設費도 다를뿐더러 貯藏容量, 貯藏損失比率等이 서로 相異하기 때문에 GMP 模型에서는 政府管理 糧穀倉庫의 等級을 低溫等級, A 等級, B 等級, C 等級, 補助倉庫의 5 等級으로 區分하여 分析하였다.

4. GMP模型의 政策活用

GMP模型은 다른 어떤 시뮬레이션模型이나 마찬가지로 단지 模型이 나타내고 있는 實際의 糧穀管理狀況을 假想하여 立證할 수 있다고해서 自動的으로 模型을 糧穀政策 分析道具로서 有用하게 使用할 수 있는 것은 아니다. 물론 GMP模型은 政府部門에서 利用될 수 있고 主로 이 部門에서의 觀心事를 解決할 수 있도록 設計되었지만 農家部門, 民間流通部門等과 같이 서로 다른 目標를 가진 部門에서도 模型이 利用될 수 있으려면 이러한 部門의 여러 政策變數나 시스템變數들도 模型 設計에 고려되어야 한다.

政府部門에서 GMP模型을 糧穀政策計劃과 意思決定의 分析道具로서 活用코자 할때 다음 두가지 범주의 政策決定에 利用할 수 있다.

첫째, 이 模型은 現糧穀管理政策을 계속 遂行할 때 나타나는 結果(좋은 結果건 좋지 못한 結果이건)를 觀測하거나 現在의 狀況을 좀더 改善하기 위해서는 어떻게 政策을 變換해야 할 것인가에 대한 參考資料를 提供한다. 例로서 보리收買價格이 지난 收買時期에 예년과 달라졌다면 이러한 政策이 糧穀管理 다른 部門에 어떤 影響을 미칠것인가에 대한 波及効果分析 혹은 糧穀收買政策이 바뀐다면 그러한 措置는 過去政策과 比較할때 2年後에는 어떤 結果를 가져올 것인가에 대한 豫測等이 여기에 속한다.

둘째는 糧穀管理擔當者가 現糧穀政策遂行過程에서 發生하는 觀心事의問題를 어떻게 대처해 나갈것인가에 대한 問題解決方案을 提示한다. 즉 國內糧穀價格을 統制할 目的으로 적정의 季節價格패턴을 設定해 놓고 이러한 目標를 達成하기 위해서 어떻게 政府糧穀放出프로그램을 管理해야 하며 얼마만큼의 政府糧穀이 必要한가 혹은 政府糧穀放出時期와 放出量, 放出價格, 糧穀在庫量은 어느 水準으로 維持하는 것이 適切할 것인가에 대한 政策活用이다. 그리고 GMP模型에서는 設計되어 있지 않지만 앞으로 模型에서 開發되어야 할 政策課題로는, 世界糧穀狀況이 갑자기 惡化되거나 糧穀價格의 폭등, 燃料價格의 上昇, 혹은 國內糧穀政策의 급격한 變化에 따른 豫想치 못한 惡影響等의 危險狀況에 처했을때 觀心事의 問題를 解決하는 범주의 政策活用問題가 있다. 이 범주의 例로서는 世界 밀가격

이 上昇하여 政府에서 밀가루價格을 올린다고 假定하였을때 밀의 需要는 낮아지고 相對的으로 쌀需要가 增加하며 國內 쌀價格이 上昇하기 시작하여 政府에서 統制하기 어렵게 된다면 어떻게 政府에서 대처해야 할 것인가에 대한 政策課題이다.

또한 GMP模型은 앞에서 언급한 두가지 政策課題 즉 糧穀政策計劃과 政策開發의 問題를 解決할 수 있도록 設計되었을뿐 아니라 다음의 糧穀管理시스템 運營上의 問題들을 分析하는데 活用될 수 있도록 開發되었다.

(1) 農家와 都市市場의 價格을 統制하기 위해서 政府에서 決定할 糧穀放出 혹은 買入時期 및 放出量, 買入量決定

(2) 政府에서 統制하는 밀가루의 價格과 政府補助 條件

(3) 政府糧穀의 適定在庫量의 決定, 保管位置, 在庫量 分配

(4) 糧穀輸入計劃

(5) 政府糧穀에 대한 收買와 放出價格決定

(6) 政府政策目標에 副應한 季節價格形態

(7) 國內糧穀에 대한 政府收買프로그램

(8) 糧穀의 自給自足度

(9) 關聯된 糧穀價格水準의 調節을 통한 農家, 非農家의 糧穀消費變化 豫測

(10) 外國 糧穀借款 償還計劃과 그 影響

(11) 糧穀倉庫建設프로그램

(12) 糧穀貯藏 및 取扱損失

(13) 國內糧穀生產에 대한 糧穀管理政策과 糧穀管理프로그램의 效果分析

5. GMP模型의 出力

GMP模型은 時間經過에 따른 糧穀시스템의 運營狀況을 시뮬레이션하지만 이 模型의 利用者는 一定期間동안의 糧穀시스템實行結果에 대한 要約된 情報에 보다 觀心을 갖는 경우가 많다. 이러한 요구를 충족시키기 위하여 模型에서 프로그램이 實行되어 基本的으로 算出되는 要約結果表로는

糧穀管理特別會計表, 民間流通糧穀會計表, 農家會計表, 農家生産要約表, 糧穀在庫量要約表, 價格政策要約表의 테이블들이 出力된다(〈附表 1〉~〈附表 7〉參照) 이들 基本表中에서 會計表는 各部門別 現金흐름狀況을 자세히 나타내는데 이러한 情報는 여러 糧穀管理問題를 分析하는데 重要한 評價基準이 된다.

나머지 要約結果表들은 糧穀시스템 運營成果의 測定을 要約해 놓은것이며 價格政策要約表는 模型自體의 成果를 評價하는 結果表로서 이表는 模型利用者가 이模型을 利用하여 여러 季節價格安定이나 價格調節政策을 調査分析해 보고 싶을 경우 이러한 政策들이 實際로 目標로 하고있는 季節

表 2-2 農家部門 成果變數 (Performance Variable)

年 間 要 約 結 果	季 節 的 時 系 列 結 果
1. 糧穀生産과 生産豫測	1. 糧穀生産量豫測
2. 年間 糧穀消費量	◦ 栽培
◦ 食用	◦ 糧穀耕作
◦ 種子用	◦ 收穫
◦ 飼料用	◦ 必要勞動力
3. 年間 國內糧穀販賣量	◦ 生産에 必要한 支出
◦ 政府部門	◦ 農家負債
◦ 民間流通部門	2. 農家保有 糧穀在庫量
◦ 直接 非農家 需要者에 販賣	3. 農家糧穀消費量
4. 糧穀移越量과 在庫量變化	4. 糧穀販賣
5. 年間 生産費用	
6. 年間 糧穀販賣에 의한 費用	

表 2-3 都市消費者家口部門 成果變數 (Performance Variable)

年 間 要 約 結 果	季 節 的 時 系 列 結 果
1. 糧穀購入量	1. 糧穀需要量
2. 糧穀消費量	2. 糧穀購入量
3. 糧穀在庫水準의 變化	3. 糧穀消費量
4. 糧穀消費支出	4. 糧穀消費支出
5. 平均, 最大, 最小, 家口糧穀備蓄水準	5. 家口當 糧穀備蓄水準
6. 平均, 最大, 最小, 糧穀購入量	6. 全國 糧穀在庫水準
7. 平均, 最大, 最小, 糧穀消費量	

表 2-4 政府部門 成果變數 (Performance Variable)

年 間 要 約 結 果	季節的 時系列結果
1. 政府糧穀取扱量	1. 政府糧穀 取扱量
◦ 糧穀收買와 外國에서 輸入	◦ 糧穀收買量
◦ 糧穀賣出	◦ 糧穀放出量
◦ 在庫量變化 ◦ 糧穀加工	◦ 糧穀輸入計劃
◦ 副産物生産	◦ 糧穀在庫量
2. 政府糧穀費用 會計管理	– 生産地, 消費地
◦ 糧穀賣出 및 副産物販賣收入	– 輸入港口地域
◦ 支出	– 아직 入港되지 않은 輸入糧穀
3. 利益과 損失	◦ 糧穀加工
4. 在庫量變動에 따른 價値變化	– 生産地
5. 糧穀計定의 純變化	– 消費地

表 2-5 民間流通部門 成果變數 (Performance Variable)

年 間 要 約 結 果	季節的 時系列結果
1. 民間流通 糧穀取扱量	1. 民間流通 糧穀取扱量
◦ 糧穀購入量 ◦ 輸入量	◦ 糧穀購入量
◦ 販賣量 ◦ 在庫水準變化	◦ 糧穀販賣量
◦ 加工量 ◦ 副産物生産量	◦ 밀輸入計劃
2. 民間流通計定	◦ 糧穀在庫量
◦ 收入	– 生産地
– 糧穀販賣, 副産物販賣	– 消費地
◦ 支出	– 港口地域
– 糧穀購入	◦ 糧穀加工
– 糧穀運營費用	– 生産地
◦ 利益과 損失	– 消費地

價格形態가 變化함에 따라서 市場價格에 어떻게 影響을 미치고 있는가에 관한 要約情報를 提供해 줌으로서 目標價格과 模型에서 算出되는 시뮬레이션結果의 比較가 可能토록 한다. 그리고 이들 基本表와는 별도로 GMP 模型에서 算出되어 糧穀管理 意思決定에 利用可能한 各部門別 成果變數(Performance Variable)들은 〈表 2-2〉~〈表 2-5〉에서 볼 수 있다.

第 3 章

農家部門模型

GMP模型의 農家部門模型은 農家에서 行해지는 意思決定過程과 糧穀政策에 대한 農家의 反應이나 그 影響을 시뮬레이션한다. 이 模型은 農家에서의 食用과 季節的 糧穀必要量, 糧穀生産過程, 農家所有의 糧穀在庫量管理, 農家糧穀消費量, 國內糧穀의 農家流通間의 聯關關係를 分析하고 있으며 農家部門模型은 經濟條件에 따른 農家의 쌀과 보리栽培面積決定에 따

表 3-1　農家部門 시뮬레이션要素와 模型에 포함된 主要內容

시뮬레이션構成要素와 變數	模型에 포함된 主要內容
耕作面積 / 收穫反應	過去趨勢 *ha*當 純利潤 비료適用比率 豫想강우량
糧穀消費量 / 代替糧穀消費 非食用 糧穀需要	相對價格 所 得 種子必要量 家畜飼料必要量
農家糧穀在庫量水準	生産量 流通量 消費量 現在와 豫測되는 價格水準
農 家 流 通	農家糧穀在庫量 現在와 豫測價格 農家信用去來

른 生産反應을 分析하는 裝置도 포함하고 있고 여러 糧穀政策과 糧穀프로그램의 影響을 測定하는 成果基準이 되는 農家經濟要約結果表를 算出한다

〈表 3-1〉은 農家部門에서 시뮬레이션되는 構成要素와 시뮬레이션變數에 대하여 模型에 포함되어 있는 主要內容은 나타내는데 本章에서는 農家部門模型에서 數學的인 式으로 表現되어 시뮬레이션되는 變數들과 이들 變數들간의 關係 및 變數內容들을 자세히 說明코자 한다.

1. 農家의 保留糧穀 必要量

農家의 糧穀供給量을 模型에서 推定하기 위해서 季節別로 農家에서 必要한 糧穀을 粗穀(Rough Grain), 精穀으로(Polished Grain) 分類하여 計算하였다.

가. 粗穀必要量

農家의 季節的인 粗穀必要量은 農家 食用消費糧穀, 年間 所要되는 農家動物飼料用糧穀, 다음 期間의 種子必要量에 對한 糧穀貯藏量을 意味하는데 이러한 變數들을 模型에서 數學的으로 表示하면 다음과 같은 數式으로 表現된다.

1 粗穀의 食用 消費必要量

다음의 收穫期間까지 農家에서 必要한 粗穀消費量은 (3-1)式의 微分方程式으로 表示된다.

(3-1) $$a_k \frac{d^k}{dt^k} QFXCD_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} QFXCD_i(t) + \cdots\cdots + a_0 QFXCD_i(t) = [RFCONA_i(t) * TTSH_i(t) - QFZCU_i(t)] EXZ_i$$

a_j : 分散遲延函數의 係數

$$a_j = \binom{k}{j}\left(\frac{DELF2}{K}\right)^j, \quad j = 0, \cdots, k$$

DELF2 : 遲延파라메타 (단위 : 년)

k : 遲延方程式의 次數

QFXCD : 農家消費用으로 粗穀의 季節的 糧穀保留必要量 水準 (單位 :MT)

RFCONA : 年間豫想되는 平均農家消費量 (單位 :MT/年) ……式 (3-2) 參照.

TTSH : 다음 收穫時期까지 남아 있는 期間 (單位 : 年) … $0 \leq TTSH \leq 1$

QFZCU : 다음 期間동안 現農家消費를 충족시키기 위해 必要한 豫想精穀量 (單位 :MT)

EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換比率 (단위 : %)

式 (3-1) 식의 平均農家 糧穀消費量 RFCONA는 다음 지수식으로 計算된다.

(3-2) $$\frac{d}{dt}RFCONA_i(t) + RFCONA_i(t) = RFCON_i(t)$$

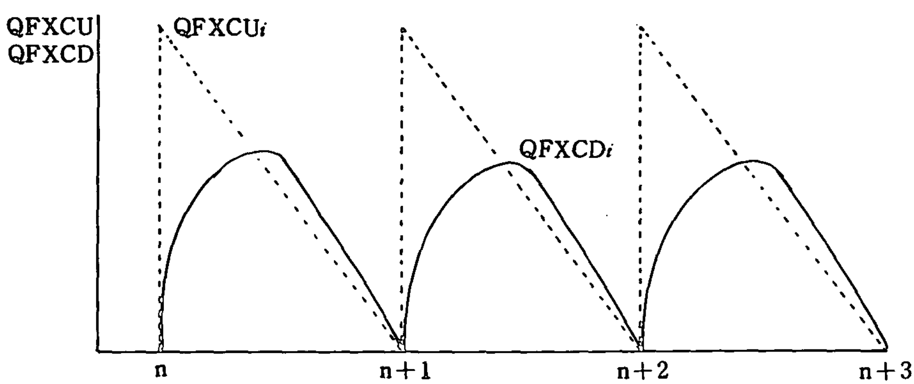
(3-3) $$RFCON_i(t) = PCCF_i(t) * FPOP(t) / 1000$$

PCCF : 農家 1 人當 現糧穀消費比率 (단위 : kg / 1 人當 - 年間)

FPOP : 現農家人口 (단위 : 人)

〈圖 3-1〉은 農家部門 農家消費用의 年間 糧穀在庫必要量을 計算하는데 必要한 圖表로서 同圖의 消費形態에 따라서 模型에서 糧穀在庫量을 표현하였다.

圖 3-1 農家消費用 糧穀保留 必要量



[2] 動物飼料必要量

式(3-4), (3-5)는 模型에서 計算된 動物飼料로 必要한 糧穀量을 表示한 式들이다.

$$(3\text{-}4)\qquad DELF4 * \frac{d}{dt} QFXLVD_i(t) + QFXLVD_i(t) = QFXLVU_i(t)$$

$$(3\text{-}5)\qquad QFXLVU_i(t) = QFXLV_i(t) * TTSH_i(t)$$

QFXLVD: 農家에서 動物飼料用으로 保留하고 있는 季節的 糧穀水準 (단위 :MT)

QFXLVU: 다음 收穫期까지 動物飼料用으로 必要하다고 豫測되는 糧穀量 (단위 :MT)

DELF4: 時間상수 (단위 : 年)

QFXLV: 國內糧穀生産으로부터 必要한 年間 動物飼料量 (단위 :MT)

TTSH: 다음 收穫時期까지 남은 期間 (단위 : 년)… $0 \leqq TTSH \leqq 1$

[3] 種子用

利子用으로 保留되어 있는 糧穀의 季節的形態는 다음 式으로 表示된다.

$$(3\text{-}6)\qquad DELF5 * \frac{d}{dt} QFXSED_i(t) + QFXSED_i(t) = AREA_i(t) SRPHAZ_i PULSE_i(t) / EXZ_i$$

QFXSED: 農家에서 種子用으로 保留하고 있는 季節的 粗穀水準 (단위 :MT)

AREA: 다음 해의 糧穀栽培意向面積 (단위 : *ha*)

SRPHAZ: 代表農家의 정상적인 播種比率 (精穀相當) (단위 :MT/*ha*)

EXZ: 粗穀에서 精穀로불 變換比率

DELF5: 時間常數 (단위 : 年)

위식에서 $PULSE_i(t)$의 값은 $t_1 \leqq t \leqq t_2$일때 1이고 그렇지 않을 때 0의 값을 가지는데 이는 秋收期間 (t_1) 以後 다음 栽培期間 (t_2) 사이에는 種子用 糧穀을 保留하고 있지 않은 것을 나타낸다.

나. 精穀必要量

農家에서 精穀在庫量을 保留하고 있는 目的은 家庭에서의 消費와 商業用 販賣를 위해서 糧穀을 維持하고 있으며 季節的 精穀保留必要量은 模型에

서 다음 數式으로 表現되어 있다.

1 精穀의 飼料消費 必要性

農家가정에서 食用으로 必要한 精穀在庫水準을 計算하기 위해서 다음의 微分方程式이 利用된다.

(3-7) $\quad DELF1 * \frac{d}{dt} QFZCD_i(t) + QFZCD_i(t) = QFZCU_i(t)$

QFZCD : 農家家庭 消費用으로 農家에서 必要로 하는 精穀在庫量의 季節的 水準 (단위 :MT)

QFZCU : 다음 지정된 期間동안 現農家消費를 充足시키기 위해 必要한 豫想 精穀量 (단위 :MT)

DELF1 : 시간상수

여기에서 $QFZCU_i(t)$는 다음의 관계식으로 나타낼 수 있다.

(3-8) $\quad QFZCU_i(t) = FCLT_i(t)[RFCON_i(t) + \frac{d}{dt} RFCON_i(t) \; FCLT_i(t)/2]$

FCLT : 現農家의 精穀在庫量水準으로 現在와 去來의 農家消費를 充足시킬 수 있는 期間의 길이 (단위 : 年)

RFCON : 現農家糧穀 消費率 (式 (3-3) 參照).

2 農家의 商業用 販賣必要量

다음의 微分方程式은 年間 商業的 販賣用으로 農家에서 保有하고 있는 精穀在庫量水準을 決定하는 過程을 나타내는 函數이다.

(3-9) $\quad DELF2 * \frac{d}{dt} QFZSD_i(t) + QFZSD_i(t) = QFZSU_i(t)$

(3-10) $\quad QFZSU_i(t) = (1-PFSNPX) FSZLT_i(t)[FSN_i(t) + \frac{d}{dt} FSN_i(t) \; FSZLT_i(t)/2]$

QFZSD: 商業用 販賣目的으로 農家에서 維持코자 하는 精穀在庫의 季節的 水準 (단위 :MT)

QFZSU: 다음 지정된 期間동안 糧穀을 販賣하기 위해 現在 당장 必要한 精穀 豫想量 (단위 :MT)

DELF2 : 時間常數

PFSNPX : 農家에서 非政府部門에 販賣한 粗穀形態의 比率 (단위 : %)

FSZLT : 現農家 精穀在庫로서 現在와 未來 商業用 農家販賣를 충족시킬 수 있는 期間의 길이 (단위 : 年)

FSN : 非政府 (民間流通) 부문에 販賣한 農家 糧穀量 (단위 : MT/年)

2. 農家糧穀의 在庫管理

가. 農家粗穀 在庫量

農家糧穀在庫管理狀況을 시뮬레이션하기 위해서 模型에서는 農家糧穀在庫量을 總粗穀量, 總精穀量, 消費用精穀, 販賣用精穀, 總販賣用糧穀으로 分類하여 計算하였다.

① 粗穀在庫量

農家에 貯藏된 粗穀在庫는 다음의 微分方程式으로 表示된다.

$$(3\text{-}11)\quad \frac{d}{dt}QFX_i(t) = RH_i(t)/EXZ_i - FSGX_i(t) - FSNPX_i(t) - RFMXU_i(t) - FXLOSS_i(t)QFX_i(t)$$

QFX : 農家粗穀在庫量 (단위 : MT/年)

RH : 糧穀의 秋收比率 (精穀相當量) (단위 : MT/年)

EXZ : 粗穀에서 精穀形態로의 變換比率 (단위 : MT/年)

FSGX : 農家에서 政府部門에 販賣한 粗穀量 (단위 : MT/年)

FSNPX : 農家에서 民間流通部門에 販賣한 粗穀量 (단위 : MT/年)

RFMXU : 加工을 위해 도정공장으로 이동되는 糧穀 (단위 : MT/年)

FXLOSS : 農家粗穀의 豫想損失率 (단위 : % / 年)

② 精穀在庫量

精穀在庫量은 販賣用과 農家消費用으로 分類되어 模型에서 시뮬레이션되는데 다음 微分方程式들은 이러한 糧穀在庫를 나타내는데 利用된다.

$$(3\text{-}12)\quad \frac{d}{dt}QFZS_i(t) = RMFZ_i(t) - (1-PFSNPX)FSN_i(t) - FZLOSS_i(t)QFZS_i(t) - RTSC_i(t)$$

$$(3\text{-}13)\quad \frac{d}{dt}QFZC_i(t) = RTSC_i(t) - RFCON_i(t) - FZLOSS_i(t)\ QFZC_i(t)$$

위식에서 만일 $QFZCER_i(t)$의 값이 0보다 크면 $RTSC_i(t) = \min\{\max[0, \frac{QFZS_i(t)}{DT}], G22A * QFZCER_i(t)\}$ 이고 QFZCER의 값이 0보다 작으면 $RTSC_i(t) = \min\{\max[0, \frac{QFZC_i(t)}{DT}], -G22A * QFZCER_i(t)\}$로 表示된다.

QFZS : 商業用 販賣가 可能한 農家精穀在庫量 (단위 :MT)
QFZC : 家庭消費用 農家精穀在庫量 (단위 :MT)
RMFZ : 農家保有糧穀이 加工되어 農家在庫로 되돌아 오는 程度 (단위 :MT)
FSN : 農家에서 非政府部門에 販賣한 糧穀量 (단위 : MT/年)
FZLOSS : 農家精穀의 豫想貯藏損失率 (단위 : % / 年)
RECON : 農家家庭消費率 (단위 : MT/年)
RTSC : 精穀在庫量의 他用途 (販賣 혹은 消費) 轉用程度 (단위 :MT/年)
DT : 시뮬레이션模型의 時間增分
G22A: 統制利得 (Control gain) 파라메타 (단위 : $\frac{MT/年}{MT}$)
QFZCER : 實際와 豫想消費在庫量 水準의 差異를 나타내는 誤差 (단위 :MT)
즉 $QFZCER_i(t) = QFZCD_i(t) - QFZC_i(t)$

나. 農家精穀在庫量統制

1) 總精穀在庫量統制

農家에서 要求되는 精穀在庫水準과 實際精穀在庫水準의 差異를 나타내는 誤差 QFZER은 式(3-14)로 表示된다.

$$(3\text{-}14)\quad QFZER_i(t) = QFZD_i(t) - QFZ_i(t)$$

QFZD : 要求되는 精穀在庫量水準 (단위 :MT)

즉 $QFZD_i(t) = QFZCD_i(t) + QFZSD_i(t)$
(農家消費用 精穀) (農家販賣用 精穀)

QFZ : 實際精穀在庫量水準 (단위 :MT)

위식에서 $QFZ_i(t) = QFZS_i(t) + QFZC_i(t)$ ························ (3-15)

QFZS : 商業販賣用으로 必要한 農家精穀在庫量 (단위 :MT)

QFZC : 家庭消費用으로 必要한 農家精穀在庫量 (단위 :MT)

式(3-16)은 農家精穀在庫의 平均磨耗率을 나타내는 式이고 式(3-17)은 精穀在庫量을 調節하는 統制信號를 나타내며 式(3-18) 式(3-19)는 各各 農家在庫에서 移動되어 나가는 粗穀量과 農家在庫에 들어오는 精穀量을 表示하는 式이다.

(3-16) $DELF8\frac{d}{dt}X21_i(t) + X21_i(t) = (1-PFSNPX_i)\,FSN_i(t) + RFCON_i(t)$

(3-17) $Z21_i(t) = G21A_*QFZER_i(t) + G21B\frac{d}{dt}QFZER_i(t) + G21C\int_{t_0}^{t}QFZER_i(t)\tau$

(3-18) $RFMXU_i(t) = \max[0,\ Z21_i(t)/EXZ_i + X21_i(t)]$

(3-19) $DELF4\frac{d}{dt}RMFZ_i(t) + RMFZ_i(t) = 0.96_*EXZ_iRFMXU_i(t)$

X21 : 農家精穀在庫의 平均磨耗率 (단위 :MT/年)

PFSNPX : 農家에서 非政府部門에 販賣하는 粗穀形態糧穀比率 (단위 : %)

FSN : 農家에서 非政府部門에 販賣하는 糧穀量 (단위 :MT/年)

RFCON : 農家의 家庭消費程度 (단위 :MT/年)

DELF8 : 時間常數파라메타 (단위 : 年)

Z21 : 精穀在庫를 要求水準으로 管理하기 위해 糧穀加工調節을 表示하는 統制信號 (단위 :MT/ 년)

G21A,B,C : 피드백 統制利得파라메타 (feedback control gain parameter)

RFMXU : 農家粗穀이 加工을 위해 農家在庫에서 도정공정으로 이동되는 比率 (단위 :MT/年)

RMFZ : 개인 도정공장에서 加工이 완료되어 農家在庫에 들어오는 精穀量比率 (단위 :MT/年)

EXZ : 粗穀의 精穀으로의 變換比率 (단위 : %)

[2] 農家消費 精穀在庫統制

다음 方程式들은 農家의 消費用 精穀在庫量을 管理하기 위해서 利用되는 式들이다.

(3-20) $QFZCER_i(t) = QFZCD_i(t) - QFZC_i(t)$

(3-21) $Z22_i(t) = G22A_* QFZER_i(t) + G22B \frac{d}{dt} QFZER_i(t)$

QFZCER : 消費目的으로 農家에서 貯藏하고 있는 實際精穀在庫와 要求되는 精穀과의 差異를 나타내는 誤差 (단위 :MT)

QFZCD : 家庭消費를 위해 農家에서 維持하고 있는 精穀在庫의 季節的 水準 (단위 :MT)

Z22 : 家庭消費를 위한 精穀在庫 水準을 統制하기 위해서 他目的 (販賣 혹은 消費) 으로 轉用되는 精穀在庫量比率을 表示하는 統制信號 (단위 :MT/ 年)

式 (3-21) 의 Z22 값을 制約條件下에 구하면 다음 式으로 表示된다.

(3-22) $RTSC_i(t) = \min [Z22_i(t) , QFZS_i(t)/DT]$

$Z22_i \geqq 0$ 일 경우

(3-23) $RTSC_i(t) = \max [Z22_i(t), -QFZC_i(t)/DT]$

$Z22_i \leqq 0$ 일 경우

DT : 시뮬레이션模型의 時間增分

다. 農家家庭消費量

農家의 家庭에서 消費하는 糧穀量을 推定하기 위해서 Cobb-Douglas 函數가 利用되었다.

(3-24) $PCCF_i(t) = AFO_i \prod_{j=1}^{3} PF_j(t)^{EFCPij(t)}$

PCCF : 農家糧穀消費量의 季節的 比率 (단위 : kg / 1人當一年)

AFO : Cobb-Douglas 函數의 常數項目

PH : 農家市場價格 (단위 : 원 / 가마)

EFCP : 農家消費의 價格彈力性

Cobb-Douglas 函數의 常數項目인 AFO_i 는 模型의 初期段階에 다음式에 의하여 計算된다.

$$(3\text{-}25)\quad AFO_i = PCCFA_i(t_0) / \prod_{j=1}^{3} PFA_j(t_0)^{EFCP_{ij}}(t_0)$$

PCCFA : 시뮬레이션模型 實行期間동안 農家의 年間平均 糧穀消費量 期待値 (kg／1人當-年)

PFA : 시뮬레이션模型 實行期間동안 期待되는 年間平均 農家價格 (단위 : 원／가마)

라. 農家流通量

農家의 糧穀流通에 관한 意思決定은 여러 要素에 의해서 影響을 받으며 流通期間中 農家에서 販賣可能한 糧穀貯藏量은 다음式에 의하여 計算된다.

$$(3\text{-}26)\quad QFSAS_i(t) = EXZ_i * \max[0, QFX_i(t) - QFXD_i(t)] + QFZS_i(t)$$

QFSAS : 販賣可能한 農家糧穀在庫量 (MT)

QFX : 總粗穀在庫 (MT) ………式 (3-11)參照

QFXD : 總粗穀保留必要量 (MT)

QFXD는 農家消費保留量 QFXCD(式 (3-1))와 動物飼料保留量 QFXLVD(式 3-4), 種子用保留量 (式 3-6) 의 合임

QFZS : 販賣可能한 農家精穀在庫量 (MT)……式 (3-12) 參照.

다음式은 農家市場價格, 政府收買價格, 農家市場價格과 政府收買價格의 相對的差異, 農家在庫中 販賣可能 糧穀量, 政府收買프로그램이 現在 進行中에 있는가에 대한 事實의 5가지 要素들을 考慮한 式이다.

$$(3\text{-}27)\quad FMKTSU_i(t) = B1_i + B2_i PF_i(t) + B3QFSAS_i(t) + D1_i[B4_i + B5_i PF_i(t) + B6_i PB + B7_i \frac{PF_i(t) - PB_i(t)}{PF_i(t)}$$

PF : 農家市場價格 (단위 : 원／가마)

FMKTSU : 農家流通 (단위 : MT／年)

QFSAS : 販賣可能한 農家在庫量 (단위 : MT)
PB : 政府收買價格 (단위 : 원／가마)
D1 : 假想變數 = 1 政府收買프로그램이 進行中인 경우
= 2 政府收買프로그램이 進行中이 아닌 경우
B1, ……, B7 : 回歸係數

3. 農家의 糧穀生産過程

GMP 模型에서는 糧穀生産過程을 作物別로 모내기作業, 耕作過程, 秋收過程으로 區分하여 시뮬레이션하였다.

가. 모내기過程

式 (3-28)은 農家의 生産過程中에서 모심기作業을 나타내기 위해서 使用되는 微分方程式이다.

$$(3\text{-}28) \quad a_k \frac{d^k}{dt^k} RPO1_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} RPO1_i(t) + \cdots\cdots + a_0 RPO1_i(t) = DDELTA(toy - TSP1_i) * AREA_i$$

a_j : 遲延分布函數의 係數 $a_j = \binom{k}{j}\left(\frac{DELP1}{k}\right)^j, \ j = 0, \cdots\cdots, k$
DELP1 : 遲延函數의 平均時間 (단위 : 년)
k : 特定遲延函數의 次數
RPO1 : 모내기過程의 完了比率 (*ha*／年)

$$DDELTA(t - t_0) = \begin{cases} 0, & t \notin (t_0, t + DT) \\ 1/DT, & t \in (t_0, t_0 + DT) \end{cases}$$

$$\int_0^1 DDELTA(\tau - t_0) d\tau = 1$$

toy : 1年中 現在의 時期 $0 \le toy \le 1$ (단위 : 年)
TSP1 : 모내기作業이 시작되는 時期 (단위 : 年)

現在 모내기作業이 進行中인 耕作面積은 式 (3-29)은 積分方程式으로 表示된다.

$$(3\text{-}29)\quad QP1_i(t) = AREA_i * \int_0^{toy} DDELTA(\tau - TSP1_i)d\tau - \int_0^t RPO1_i(\tau)d\tau$$

나. 耕作過程

다음의 微分方程式은 農家生產過程에서 栽培作業을 시뮬레이션하기 위해서 使用되는 式이다.

$$(3\text{-}30)\quad a_k \frac{d^k}{dt^k} RPO2_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} RPO2_i(t) + \cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots + a_0 RPO2_i(t) = DDELTA(toy - TSP2_i) * AREA_i$$

RPO2 : 栽培作業의 完了比率 (단위 : *ha*／年)
TTSP2 : 年中栽培作業이 시작되는 時期 (단위 : 年)

그리고 現在 栽培作業이 進行中인 土地面積은 式 (3-31) 에 의하여 計算된다.

$$(3\text{-}31)\quad QP2_i(t) = AREA_i \int_0^{toy} DDELTA(\tau - TSP2_i)d\tau - \int_0^t RPO2_i(\tau)d\tau$$

다. 秋收過程

式 (3-32) 의 微分方程式은 農家生產過程中에서 秋收作業을 시뮬레이션하는 式이다.

$$(3\text{-}32)\quad a_k \frac{d^k}{dt^k} RHO_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} RHO_i(t) + \cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+ a_0 RHO_i(t) = DDELTA(toy - TSH_i) * AREA_i * PPAH_i$$

RHO : 秋收作業의 完了比率 (단위 : *ha*／年)
TSH : 秋收作業이 시작되는 時期 (단위 : 年)
PPAH : 實際로 秋收完了된 栽培面積比率 (단위 : %)

現在 秋收作業이 進行중인 土地面積은 다음의 積分式으로 表現된다.

$$(3\text{-}33)\quad QH_i(t) = PPAH_i * AREA_i \int_0^{toy} DDELTA(\tau - TSH_i)d\tau - \int_0^t RHO_i(t)d\tau$$

그리고 糧穀의 年間 秋收比率은 式(3-34)로 計算된다.

(3-34) $RH_i(t) = YLD_i * RHO_i(t) * [1-FHLOSS_i]$

YLD : 收穫量 (단위 : MT/ha)

RHO : 秋收作業의 完了比率 (단위 : ha/年)

FHLOSS : 秋收豫想損失率 (단위 : %)

라. 勞動力

農家部門模型의 生產過程에서 勞動力의 季節的側面은 式(3-35) ~ 式(3-38)에 나타나있다.

(3-35) $NHLP1_i(t) = LABP1_i * RPO1_i(t)$

(3-36) $NHLP2_i(t) = LABP2_i * RPO2_i(t)$

(3-37) $TNHL_i(t) = NHLP1_i + NHLP2_i(t)$

(3-38) $HL_i(t) = LABH_i * RHO_i(t)$

NHLP1 = 모내기作業을 遂行하기 위해 必要한 勞動力 (단위 : 勞動單位)

NHLP2 = 耕作作業을 遂行하기 위해 必要한 勞動力 (단위 : 勞動單位)

TNHL = 모내기와 栽培作業을 遂行하기 위해 必要한 勞動力 (단위:勞動單位)

HL = 秋收作業을 위해 必要한 勞動力 (단위 : 勞動單位)

LABP1, LABP2, LABH : 各各 모내기, 栽培, 秋收作業을 위해 必要한 單位當 勞動力 파라메타 (단위 : 勞動單位/ha-年)

마. 生產反應裝置

政府糧穀管理 政策遂行者가 特히 觀心을 갖고있는 問題中 하나는 여러 糧穀管理政策과 프로그램을 實際로 實行했을때 未來의 國內糧穀生產에 어떤 影響을 미치는가 하는 점이다. 대부분 이러한 問題들은 分析하기가 매우 어렵고 實際로 農業生產決定에 影響을 주는 가장 重要한 要素는 무엇인가에 대한 事實이 우선적으로 把握되어야 하는데 農家部門模型에서 設計된 生產反應模型의 構造는 다음과 같다.

$$(3\text{-}39)\quad Y(t)-Y(t-1)=\alpha Y(t-1)+\alpha\left(\frac{X_1\ X_3\ \beta X_2\ X_4}{\beta X_2\ X_4}\right)$$

Y : 통일벼栽培面積 (단위 : *ha*)

X_1 : 전년도 통일벼收穫 (단위 : MT／*ha*)

X_2 : 전년도 일반벼收穫 (단위 : MT／*ha*)

X_3 : 전년도 政府收買價格 (단위 : 원／MT)

X_4 : 전년도 11 월에서 금년 1 월사이에 農家에서 받을 수 있는 平均市場價格 (단위 : 원／MT)

이 式에서 보면 통일벼 栽培面積이 감소하지 않는다면 통일벼生產은 일반벼 生產보다 적어도 β만큼 높게 유지된다는 것을 나타낸다.

4. 農家部門會計

GMP模型을 利用하여 여러 糧穀管理프로그램과 政策을 分析하려면 이들이 農家經濟에 미치는 影響을 우선 測定해야 하는데 農家部門模型은 農家糧穀運營過程에 대한 會計計定과 現金의 흐름을 計算하는 會計裝置를 포함하고 있다.

가. 總農家收入

1 農家收入

農家에서 政府部門과 非政府部門으로 販賣하는 糧穀賣出比率을 알 수 있다면 다음의 方程式들을 利用하여 이렇게 販賣된 糧穀이 販賣行爲가 發生되는 여러 市場地域에 分散되어서 適切한 市場價格이 形成되는 過程과 이러한 市場去來에 의하여 農家에 流入되는 收入의 흐름을 算出할 수 있다.

$$(3\text{-}40)\quad RVFSG_i(t)=FSGX_i(t)*EXZ_i*BPMTZ_i*[PB_i(t)-C204_i(t)]$$

$$(3\text{-}41)\quad RVFSPX_i(t)=FSNPX_i(t)*EXZ_i*BPMTZ_i[PF_i(t)-$$

$$\mathrm{TOLLI}_i(t) * PF_i(t) - (205_i(t)]$$

(3-42) $RVFSPZ_i(t) = FSNPZ_i(t) * \{PF_i(_i) * P201_i + PU_i(t) * [1-P201_i] - C205_i(t)\}$

(3-43) $RVFSCZ_i(t) = FSNCZ_i(t) * BPMTZ_i * \{PF_i(t) * P202_i + PU_i(t) * [1-P202_i] - C206_i(t)\}$

(3-44) $RVFSRZ_i(t) = FSNRZ_i(t) * BPMTZ_i \{PF_i(t) * P204_i + PU_i(t) * [1-P204_i] - C208_i(t)\}$

(3-45) $RVFSUZ_i(t) = FSNUZ_i(t) * BPMTZ_i \{PF_i(t) * P205_i + PU_i(t) * [1-P205_i] - C209_i(t)\}$

(3-46) $RVFSN_i(t) = RVFSPX_i(t) + RVFSPZ_i(t) + RVFSCZ_i(t) + RVFSRZ_i(t) + RVFSUZ_i(t)$

(3-47) $RVFSLS_i(t) = RVFSG_i(t) + RVFSN_i(t)$

RVFSG : 農家粗穀을 政府에 販賣하여 發生되는 農家收入 (단위 : 원／年)

RVFSN : 農家에서 非政府部門에 糧穀을 販賣함에 의해 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

RVFSPX : 農家粗穀을 生産地 民間流通部門에 販賣하여 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

RVFSPZ : 農家精穀을 生産地 民間流通部門에 販賣하여 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

RVFSCZ : 農家精穀을 民間流通 都賣市場地域에 販賣하여 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

RVFSRZ : 農家精穀을 民間流通 小賣市場地域에 販賣하여 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

RVFSUZ : 農家精穀을 都市消費者에 直接販賣함에 의하여 發生되는 收入 (단위 : 원／年)

FSGX : 農家粗穀의 政府部門 販賣比率 (단위 :MT/年)

FXNPX : 農家粗穀의 生産地 民間流通部門 販賣比率 (단위 : MT/年)

FSNPZ : 農家精穀의 生産地 民間流通部門 販賣比率 (단위 :MT/年)

FSNCZ : 農業精穀의 民間流通 都賣市場地域 販賣比率 (단위 :MT/年)

FSNRZ : 農家精穀의 民間流通 小賣市場地域 販賣比率 (단위 :MT/年)

FSNUZ : 農家精穀을 都市消費者에 直接販賣하는 比率 (단위 :MT/年)

PB : 政府收買價格 (단위 : 원／가마)

PF：農家市場價格（단위：원／가마）

PU：都市消費市場價格（단위：원／가마）

EXZ：粗穀에서 精穀으로의 變換比率（단위：%）

BPMTZ：톤당 精穀의 가마수（단위：가마／MT）

$C20\underline{X}$：農家에서 糧穀을 여러 市場地域에 販賣하는데 드는 流通費用（단위：원／가마）

$P20\underline{X}$：여러 市場地域에서 現在의 價格을 決定하는데 使用되는 加重要素（단위：%）

TOLLI：農家에서 부담하는 搗精料金（단위：%）

그리고 農家에서 流通經路를 通하여 여러 販賣地域으로 賣出되는 糧穀 販賣比率은 다음의 式들로서 計算된다.

(3-48) $FSGX_i(t) = GPUR_i(t)/EXZ_i$

(3-49) $FSNPX_i(t) = PESNPX_i * FSN_i(t)/EXZ_i$

(3-50) $FSNPZ_i(t) = PFSNPZ_i * FSN_i(t)$

(3-51) $FSNCZ_i(t) = PFSNCZ * FSN_i(t)$

(3-52) $FSNRZ_i(t) = PFSNRZ_i * FSN_i(t)$

(3-53) $FSNUZ_i(t) = PFSNUZ_i * FSN_i(t)$

GPUR：政府收買量（즉 農家部門에서 政府에 販賣量）（단위：MT/年）

FSN：農家의 非政府部門 販賣量（단위：MT/年）

PFSNXX：農家의 非政府部門販賣中 特定地域販賣에 대한 比率（단위：比率）

즉 $\sum PFSNXX_i = 1$

[2] 消費糧穀의 價値

다음 方程式들은 消費糧穀의 農家收入흐름을 表示하는 式들이다.

(3-54) $VAF_i(t) = QFLV_i(t) * PF_i(t) * BPMTZ_i$

(3-55) $VSEED_i(t) = QFSE_i(t) * PF_i(t) * BPMTZ_i$

(3-56) $VFCON_i(t) = RFCON_i(t) * PF_i(t) * BPMTZ_i$

VAF：農家에서 動物飼料로 利用된 國內糧穀의 價値（단위：원／가마）

VSEED：農家에서 種子用으로 使用된 國內糧穀의 價値（단위：원／가마）

VFCON：農家에서 家庭消費用으로 使用된 國內糧穀의 價値
(단위 : 원／가마)
QFLV：家畜飼料用으로 年間必要한 國內糧穀量 (精穀相當)
(단위 : MT/年)
PF：農家市場價格 (단위 : 원／가마)
BPMTZ：精穀의 톤당 가마수 (단위 : 가마／MT)
QFSE：種子用으로 年間必要한 國內糧穀量 (단위 : MT/年)
RFCON：農家家庭消費比率 (단위 : MT/年)

따라서 農家에서 消費할 目的의 總國內糧穀量價値는 式(3-57)로 要約될 수 있다.

$$(3\text{-}57) \quad TVFC_i(t) = VAF_i(t) + VSEED_i(t) + VFCON_i(t)$$

③ 糧穀在庫量의 價格

特定會計期間中 農家의 收入을 計算하는데 있어서 고려할 事項은 그 會計期間동안 發生하는 農家在庫水準의 純變化를 염두에 두고 前期에 移越된 在庫量變化의 價値를 計算하는데 있어서 그 期間末 糧穀價格을 基準으로 하여 計算한다.

$$(3\text{-}58) \quad VFINVC_i(t) = PF_i(t) * BPMTZ_i\,[QF_i(t) - QF_i(t-1)]$$

VFINVC：期間初와 末期在庫量差異의 價値 (期間末價格基準)(단위 : 원／年)
PF：農家市場價格 (단위 : 원／가마)
BPMTZ：톤당精穀의 가마수 (단위 : 가마／MT)
QF：農家所有의 糧穀在庫量 (단위 : MT)

나. 農家支出

農家支出은 糧穀生産에 所要되는 固定費用과 可變費用, 農家에서 消費하는 糧穀의 價値, 農家家庭消費 혹은 糧穀販賣를 위한 操作, 加工에 드는 費用으로 分類되며 精穀販賣를 위한 流通費用과 搗精料는 純價格計算에 이미 포함되어 있다.

1 固定費用

固定費用計算은 式(3-59)를 통하여 計算된다.

$$(3\text{-}59)\quad CFIXD_i = [TFIX(t)] * \frac{\sum AREA_i(t)}{[TAREA(t)]} * \frac{AREA_i(t)}{\sum AREA_i(t)}$$

$$= \frac{TFIX(t)}{TAREA(t)} * AREA_i(t)$$

CFIXD : 糧穀生產과 관련된 年間總固定費用 (단위 : 원/年)
TFIX : 農家運營過程과 관련된 年間總固定費用 (단위 : 원/年)
TAREA : 이모작面積까지 고려한 年間總生產面積 (단위 : *ha*)
AREA : 特定 糧穀作目의 栽培面積 (단위 : *ha*)

2 可變費用

可變費用은 糧穀生產과 直接 關聯된 農家支出들을 포함하고 있으며 模型에서 다음式에 의하여 計算된다.

$$(3\text{-}60)\quad CVMI_i(t) = C201_i(t)\,RPO1_i(t) + C202_i(t)\,RPO2_i(t) + C203_i(t)\,RHO_i(t)$$

$$(3\text{-}61)\quad CVLAB_i(t) = C211_i(t)\,NHLP1_i(t) + C212_i(t)\,NHLP2_i(t)\ \ C213_i(t)\,HL_i(t)$$

$$(3\text{-}62)\quad CVPI_i(t) = AIP_i(t) * DEPTPL_i(t)$$

CVMI : 糧穀生產에 投入된 種子, 비료, 화학약품, 연료, 動物飼料등의 資材와 관련된 可變費用 (단위 : 원/年)
C201, C202, C203 : 特定生產作業과 관련된 單位資材費用 파라메타 (단위 : 원/*ha*)
RPO1 : 모심기作業의 完了比率 (단위 : *ha*/年)
RPO2 : 栽培作業의 完了比率 (단위 : *ha*/年)
RHO : 秋收作業의 完勿比率 (단위 : *ha*/年)
CVLAB : 糧穀生產을 위한 고용노동과 관련된 可變費用 (단위 : 원/年)
C211, C212, C213 : 特定生產作業과 관련된 單位勞動費用 파라메타 (단위 : 원/人-年)
NHLP1 : 現比率로 모심기作業을 遂行하는데 必要한 勞動力 (단위 : 勞動單位)
. NHLP2 : 現比率로 栽培作業을 遂行하는데 必要한 勞動力(단위 : 勞動單位)

HL ：現比率로 秋收作業을 遂行하는데 必要한 勞動力 (단위 ：勞動單位)
CVPI ： 生產負債의 利子支給과 관련된 可變費用 (단위 ：원／年)
AIP：生產作業의 貸付金에 대하여 農家에서 支拂하는 年間利子率 (%／年)
DEBTPL ： 總生產負債計算 (단위 ：원)

따라서 總可變生產費用은 式 (3-63) 으로 要約된다.

$$(3\text{-}63)\quad CFVAR_i(t) = CVMI_i(t) + CVLAB_i(t) + CVPI_i(t)$$

③ 生產負債

生產負債의 計算은 年間 糧穀運營으로부터 야기되는 純支出의 흐름을 累積하여 (式 3-64) 에 의하여 計算된다.

$$(3\text{-}64)\quad DEPTPL_i(t) = DEPTPL_i\,(t_0) + \int_{t_0}^{t} [RVFSLS_i(\tau) - CFVAR_i(\tau)]\,d\tau$$

따라서 總糧穀生產負債는 個個의 作目에 대한 負債를 모두 累積 合算하여 다음과 같이 計算된다.

$$(3\text{-}65)\quad TDEBTP(t) = \sum_i DEPTPL_i(t)$$

그런데 이 總糧穀生產負債는 年間 農家의 糧穀流通比率에 影響을 미치는 重要한 要素로서 作用한다.

다. 農家所得

① 總收益 (Gross Margin)

農家의 總收益은 한 糧穀收穫季節을 통한 實際 農家收益흐름이 累積되어 計算된다.

$$(3\text{-}66)\quad QRFGM_i(t) = \int_{t_A}^{t} [RVFSLS_i(\tau) - CFVAR_i(\tau)]\,d\tau$$

QRFGM：農家 糧穀生產으로부터의 總收益 (단위 ：원／年)
RVFSLS：農家 糧穀販賣로부터의 收入 (式 (3-47) 參照) (단위 ：원／年)·

CFVAR : 生產可變費用 (式 (3-63)參照) (단위 : 원／年)
t_A : 會計期間이 시작되는 時期 (단위 : 年)

2 可處分 農家所得

農家部門의 會計計定에서는 糧穀管理運營過程에서 發生되는 可處分農家所得을 다음式과 같이 定義한다.

$$(3\text{-}66)\quad \frac{d}{dt} DFINC_i = RVFSLS_i(t) - CFVAR_i(t) - CFXD_i(t)$$

DFINC : 糧穀管理運營過程에서 發生되는 可處分 農家所得 (단위 : 원)
RVFSLS : 農家에서 農家地域外에 販賣한 糧穀賣出收入(단위 : 원／年)
CFVAR : 可變生產費用 (단위 : 원／年)
CFXD : 糧穀生產과 관련된 固定費用 (단위 : 원／年)

3 純農家所得

다음式은 農家部門 會計計定에서 定義된 純農家所得을 나타내는 方程式이다.

$$(3\text{-}67)\quad \frac{d}{dt} NFINC_i(t) = RVFSLS_i(t) + TVFC_i(t) - CFVAR_i(t) - CFXD_i(t)$$

NFINC : 糧穀生產에서 發生되는 純農家所得 (단위 : 원)
TVFC : 農家自體에서 使用된 國內糧穀의 總價値 (단위 : 원／年)

第 4 章

民間 流通部門模型

GNP模型의 民間流通部門은 모든 非政府部門의 市場糧穀흐름과 市場行爲들을 取扱하고 있다. 이 部門에서는 쌀과 보리와 밀에 대한 實際民間流通狀況을 分析하기 위해서 民間流通部門을 두개의 副部門 즉 하나는 國內糧穀을 處理하는 部門이고 다른 하나는 産業用밀과 밀가루를 취급하는 部門으로 分類하여 시뮬레이션하였다. 이章에서는 民間流通部門에 대한 이러한 副部門들의 數學的 聯係關係를 자세히 표현하고 있으며 〈表 4 − 1〉은 民間流通部門에서 시뮬레이션되는 模型의 構成要素와 시뮬레이션變數에 대한 主要內容을 나타내고 있다.

表 4 − 1 民間流通部門 시뮬레이션變數와 模型에 포함된 主要內容

시뮬레이션構成要素와 繁數	模型에 포함된 主要 內容
民間流通 糧穀의 在庫模型	地域別 糧穀在庫 糧穀形態別 在庫 糧穀加工 副産物 生産
意 思 決 定	搗精業者의 意思決定 糧穀管理 擔當者의 意思決定 糧穀小賣商의 意思 決定
統制意思 決定	이윤추구 目的의 糧穀저장 行爲
投 資 決 定	長期貯蔵容量 長期加工容量

1. 民間流通의 糧穀需要, 供給

이 模型에서 表現되어 있는 市場需要, 供給函數는 民間流通間을 連結하는 重要한 고리役割을 하며 市場價格에 影響을 주는 主要한 要素로서 作用한다. 그리고 民間流通部門은 糧穀管理프로그램目標에 따라서 需要, 供給이 影響을 받고 있는 政府部門과는 다르며 民間流通의 需要,供給은 自由市場競爭에 입각하여 利潤追求를 目標로 하고 있다.

그리고 流通收益과 市場投機豫測의 動機는 民間流通 需要. 供給函數의 要索가 되는데 式(4−1)과 式(4−2)는 어떻게 이러한 要索들이 結合되어 市場에서의 全體的인 需要 供給狀況을 나타내는가를 보여주는 式이다.

$$(4-1)\quad PDEMU_i(t) = FSUPPM_i(t)\,[\,1+F35_i(t)\,] + Z35_i(t) + Z31_i(t)$$

$$(4-2)\quad PMKTSU_i(t) = UDEMPM_i(t)\,[\,1+F35_i(t)\,] - Z35_i(t)$$

PDEMU : 民間流通의 需要(단위 : MT/年)
PMKTSU : 民期流通의 供給(단위 : MT/年)
FSUPPM : 民間流通部門에 供給可能한 農家流通量의 지수평균(단위 : MT/年)……………………………………(式 4,5 參照)
UDEMPM : 民間流通에서 有用한 都市需要의 지수평균(단위 : MT/年)……………………………………………(式 4, 6 參照)
F35 : 民間流通 需要, 供給의 收益効果를 나타내기 위해 使用되는 要素(式 4−7, 4−8 參照)
Z35 : 民間流通 搗精業者가 年間 搗精作業 維持에 必要한 粗穀需要를 表示하기 위한 民間流通 需要函數의 要素(단위 : MT/年)………………………………………………(式 4−33 參照)
Z31 : 民間流通 需要, 供給의 投機的 動機要素(단위 : MT/年)………………………………………………(式 4−22 參照)

式(4−1)과 (4−2)를 入力資料의 變化에 따라 즉시 反應할 수 있도록 民間流通 需要 供給의 式을 좀더 改善하면 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$(4-3)\ \frac{t}{dt} PDEM_i(t) = -\frac{1}{DEL_4} PDEM_i(t) + \frac{1}{DEL_4} PDEMU_i(t)$$

$$(4-4)\ \frac{d}{dt} PMKTS_i(t) = -\frac{1}{DEL_4} PMKTS_i(t) + \frac{1}{DEL_4} PMKTSU_i(t)$$

가. 流通收益(流動的인 要素)

式(4-1)과 式(4-2)의 첫째 項目은 民間流通 需要, 供給의 流動的인 要素를 나타내며 이 變數들은 다음과 같이 定義된다.

$$(4-5)\ \frac{d}{dt} FSUPPM_i(t) = -\frac{1}{DEL35} FUSPPM_i(t) + \frac{1}{DEL35} [FMKTS_i(t) - GPUR_i(t)]$$

$$(4-6)\ \frac{d}{dt} UDEMPM_i(t) = -\frac{1}{PEL35} UDEMPM_i(t) + \frac{1}{DEL35} [UDEM_i(t) - GSLS_i(t)]$$

FMKTS : 農家流通(단위 : MT／年)
GPUR : 政府糧穀 購買量(단위 : MT／年)
UDEM : 都市需要(단위 : MT／年)
GSLS : 政府賣出(단위 : MT／年)
DEL 35 : 時間遲延 常數(단위 : 年)

式(4-5)와 (4-6)의 解들은 各各 政府收買에 대한 農家流通의 超過量과 政府賣出에 대한 都市需要 超過量의 指數平均을 나타내며, 이 模型에서 流通收益이 正常的이면 民間流通 需要 供給의 흐름要素들은 各各 $FSUPPM_i(t)$, $UDEMPM_i(t)$로 表示되지만 收益이 非正常이면 이 두 函數는 式(4-1)과 (4-2)에서 $1+F35_i(t)$의 要素에 의해 調整되어

야 한다. 그리고 式(4-1), (4-2)에서 流通收益效果를 나타내는 要素로 使用된 $F35_i(t)$의 값은 다음 式으로 計算된다.

$$(4-7)\quad F35U_i(t) = ELAS35_i \frac{PU_i(t) - PF_i(t)}{PFO_i(t)} - C35_i$$

F35U : 一般的으로 보급되어 있는 流通收益 때문에 초래되는 民間流通의 需要供給(FSUPPM, UDEMPM)의 正常的인 흐름變化를 나타내는 F35의 변형된 表現(단위 : %)

ELAS35 : 農家와 都市市場價格間의 순이익마진 差異때문에 초래되는 民間流通 需要, 供給의 正常的인 흐름변화를 나타내는 파라메타(彈力性)(단위 : 無單位)

PU : 都市消費者 價格(단위 : 원/가마)

PF : 農家市場價格(단위 : 원/가마)

PFO : 農家市場價格을 現實에 맞게 變形한 形態(단위 : 원/가마)(式(4-9) 參照)

C35 : 正常의 利益마진(단위 : %)

위 式에서 $F35U_i(t)$와 $PF_i(t)$의 값을 現實에 맞도록 改善한 값인 $F35_i(t)$와 $PFO_i(t)$는 다음의 微分方程式을 풀어서 求할 수 있다.

$$(4-8)\quad \frac{d}{dt}F35_i(t) = -\frac{1}{DEL35}F35_i(t) + \frac{1}{DEL35}F35U_i(t)$$

$$(4-9)\quad \frac{d}{dt}PFO_i(t) = -PFO_i(t) + PF_i(t)$$

나. 市場投機豫測(貯藏要素)

式(4-1)과 式(4-2)의 두번째 項目 $Z35_i(t)$는 民間流通 需要, 供給의 投機式 貯藏要素를 나타내는 變數이며 適切한 貯藏狀態는 模型에서 다음의 條件으로 表示되어 있다.

$$(4-10)\quad \frac{d}{dt}PU_i(t) > PINT1[PF_i(t) + C301A_i] + C303_i$$

PF : 農家市場價格(단위 : 원/가마)
PU : 都市消費者 價格(단위 : 원/가마)
PINT1 : 個人企業에 一般的으로 통용되는 利子率(단위 : %/年)
C301A : 購買와 관련된 費用(단위 : 원/가마)
C303 : 平均 貯藏費用(단위 : 원/가마-년)

위의 式(4-10)에서 오른쪽 項目들을 나타내는 變數를 AVCHP로 定義하면 式(4-11)과 같이 表現할 수 있다.

$$(4-11)\quad AVCHP_i(t) = PINT1[PF_i(t) + C301A_i] + C303_i$$

AVCHP : 民間 購買를 維持하는 平均可變費用(단위 : 원/가마)

다. 市場豫測

模型에서 市場豫測이 必要할 경우에는 Fourier 函數를 利用한 線型統計方程式으로 다음과 같이 豫測市場價格을 求한다.

$$(4-12)\quad YP_i(t) = b_{i1} + b_{i2} * t + \sum_{n=1}^{3} \{ b_{i,2n+1} * \sin(n\omega_0 t)$$

$$+ b_{i,2n+2} \cos(n\omega_0 t)\}$$

YP : t 時間에 豫測된 價格(혹은 需要)의 期待値(단위 : 원/가마 혹은 MT/年)
b : 회귀방정식의 係數
ω_0 : Fourier 函數의 基本주파수($2\pi/T$)(단위 : radians/年)(T : Fourier 函數의 기간)
i : 糧穀品目을 나타내는 指數

다음에 이 模型에서는 適切한 在庫狀態에 도달했을때 現狀態로 얼마나 오랜 期間 在庫가 維持될 수 있는가가 우선적으로 分析되어야 하는데 이는 앞으로 t 期間동안 式(4-13)의 條件이 만족되는가를 檢討함으로써 알 수 있다.

$$(4-13)\quad \frac{d}{dt} YPU_i(t) \leqq PINT1[YPF_i(t) + C301A_i] + C303_i$$

YPU　: 式(4−12)에 의한 都市價格의 豫測値(단위 : 원 / 가마)
YPF　: 農家市場價格의 豫測値(단위 : 원 / 가마)
PINT1 : 個人企業에 一般的으로 통용되는 利子率(단위 : % / 年)
C301A : 購買와 관련된 費用(단위 : 원 / 가마)
C303　: 平均貯藏費用(단위 : 원 / 가마 一年)

그런데 一般的인 豫測目的에서는 正常的인 流通마진이 豫想되기 때문에 $YPF_i(t)$의 값을 다음과 같이 定義한다.

$$(4-14)\quad YPF_i(t) = YPU_i(t) / C35_i$$

C35 : 農家와 都市消費者 價格間의 正常的인 利益마진
(式(4−7) 參照)

그리고 式(4−13)의 오른쪽 項目들은 $FAUCHP_i(t)$로 표시하여 民間糧穀購入을 維持하는데 所要되는 平均 豫想費用으로서 定義한다.

$$(4-15)\quad FAUCHP_i(t) = PINT1\,[YPF_i(t) + C301A_i] + C303_i$$

물론 式(4−13)의 微分項目 $\frac{d}{dt}YPU_i(t)$는 다음式으로 計算된다.

$$(4-16)\quad \frac{d}{dt}YP_i(t) = b_2 + 2\pi b_{i3}\cos 2\pi t - 2\pi_{i4}\sin 2\pi t$$
$$+ 4\pi b_{i5}\cos 4\pi t - 4\pi b_{i6}\sin 4\pi t$$
$$+ 6\pi b_{i7}\cos 6\pi t - 6b_{i8}\sin 6\pi t$$

b : 函數 係數의 豫測値

다음으로 民間流通部門에서 適切한 在庫를 保有하고 있는 期間동안에 都市需要는 얼마나 되는가를 式(4−17)에서 豫測한다.

$$(4-17)\quad \int_0^{t^*} YD_i(\tau)\,dt = C_{i1}t^* + \frac{C_{i2}(t^*)^2}{2} - \frac{C_{i3}}{2\pi}\cos 2\pi t^*$$
$$+ \frac{C_{i4}}{2\pi}\sin 2\pi t^* - \frac{C_{i5}}{4\pi}\cos 4\pi t^*$$

$$+\frac{C_{i6}}{4\pi}\sin 4\pi t^{*}-\frac{C_{i7}}{6\pi}\cos 6\pi t^{*}$$

$$+\frac{C_{i8}}{6\pi}\sin 6\pi t^{*}+\frac{C_{i3}}{2\pi}+\frac{C_{i5}}{4\pi}+\frac{C_{i7}}{6\pi}$$

$YD_i(t)$: 豫測需要量의 期待値
C : 需要豫測式의 係數
t^* : (式4－13)의 條件이 처음 成立되는 時期 즉 現在의 適切한 在庫期間이 維持되는 期間 길이의 期待値

라. 市場豫測에 의한 要求在庫量

民間流通部門에서 適切한 在庫를 維持하고 있는 期間동안에 必要한 都市 糧穀需要量의 累積分〔$DRFSP_i(to)$〕는 式(4－17) 에서 $t^* = TRFSP(to)$의 값을 代入하여 計算된다. 따라서 適切한 在庫保有期間이 維持되는 期間과 이 期間中의 需要量은 各各 式(4－18), (4－19)로 表現된다.

(4－18) $TRFSP_i(t) = TRFSP_i(t_o) - r(t - t_o)$

(4－19) $DRFSP_i(t) = DRFSP_i(t_o) - \int_{t0}^{t} UDEMPM_i(\tau)\,d\tau$

$r(t-t_o)$: 單位傾斜函數(unit ramp function)
UDEMPM : 民間流通部門이 必要한 都市需要量
(式(4－6)參照)

式(4－20)은 民間流通部門에서 要求되는 全體的인 在庫量水準을 計算하는 式이다.

(4－20) $QPMDS_i(t) = QPMD_i(t) + \max[0, DRFSP_i(t)]$

QPMDS : 民間流通部門에서 要求되는 總在庫量水準(단위 : MT)
QPMD : 民間流通部門에서 要求되는 正常在庫水準(단위 : MT)
DRFSP : 現在의 適切한 在庫로 충당이 가능한 需要(단위 : MT)

그리고 模型의 貯藏要素를 反影하는 民間流通, 需要, 供給量을 計算하기 위해서 自動휘드백制御理論(automatic feed back control theory)이 利用되어 다음 式과 같이 表示된다.

$$(4-21)\quad QPMER_i(t) = QPMDS_i(t) - QPM_i(t)$$

$$(4-22)\quad Z35_i(t) = G35A * QPMER_i(t) + G35B \frac{d}{dt} QPMER_i(t)$$

QPMER : 民間流通部門의 總在庫水準에서 發生하는 誤差(단위 : MT)
QPM : 民間流通部門 總在庫量水準(단위 : MT)
Z 35 : 民間流通需要, 供給의 貯藏要因(단위 : MT/年)
(式 (4-1), (4-2)參照)
G35A, B : 在庫誤差에 따른 需要, 供給感度를 나타내는 在庫制御函數의利得파라메타

2. 民間流通 糧穀在庫管理

가. 國內糧穀在庫量

生産地의 糧穀在庫量은 模型에서 다음 微分方程式으로 表現되어 計算된다.

$$(4-23)\quad \frac{d}{dt} QPX_i(t) = -L301_i QPX_i(t) + FSNPX_i(t) - RPXZO_i(t)$$

QPX : 生産地에 貯藏된 粗穀量(단위 : MT)
L301 : 貯藏中에 發生하는 期待損失率(단위 : %/年)
FSNPX : 農家에서 民間流通 生産地에 貯藏되는 粗穀量(단위 : MT/年)
RPXZO : 搗精作業을 위해 移動되는 粗穀比率(단위 : MT/年)

式(4-24)는 生産地의 糧穀在庫量을 나타내는 微分方程式이다.

$$(4-24)\quad \frac{d}{dt} QPZ_i(t) = -L302_i QPZ_i(t) + EXZ_i RPXZO_i(t)$$

$$+ \ FSNPZ_i(t) - RMFZ_i(t) - RPCZO_i(t)$$

QPZ : 生産地에 貯藏된 精穀量(단위 : MT)
L 302 : 貯藏期間동안 發生하는 精穀의 期待損失率(단위 : % / 年)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換要素(단위 : 無單位)
RPXZO : 加工作業을 위해 移動되는 精穀比率(단위 : MT / 年)
FSUPZ : 農家에서 民間流通 生産地에 販賣되는 精穀量(단위 : MT/年)
RMFZ : 관행적인 農家의 搗精比率(단위 : MT /年)
RPCZO : 生産地에서 消費地로 移動되는 精穀比率(단위 : MT /年)

다음으로 最終消費地에서의 民間流通 糧穀在庫量은 다음 微分方程式으로 表示된다.

$$(4-25)\ \frac{d}{dt} QCZ_i(t) = -L303_i\, QCZ_i(t) + RPCZO_i(t)$$

$$+ \ FSNCZ_i - RCRZO_i(t)$$

QCZ : 最終 消費地의 精穀量(단위 : MT)
L303 : 貯藏期間동안의 期待損失(단위 : % / 年)
RPCZO : 生産地에서 消費地로 移動되는 精穀比率(단위 : MT /年)
FSNCZ : 農家에서 民間流通 最終消費地로 販賣되는 精穀量
(단위 : MT / 年)
RCRZO : 最終消費地에서 小賣商地域으로 移動되는 糧穀比率
(단위 : MT / 年)

그런데 小賣商地域에서의 糧穀在庫는 民間流通 糧穀과 政府糧穀이 同時에 포함되어 있는데 民間糧穀과 政府糧穀의 在庫量을 분리하여 各各 求하면 式(4-26), 式(4-27)에 의하여 計算된다.

$$(4-26)\ \frac{d}{dt} QRZ_i(t) = -L304_i\, QRZ_i(t) + RCRZO_i(t)$$

$$+ \ FSNRZ_i(t) - PSLS_i(t)$$

$$(4-27)\ \frac{d}{dt} QGRZ_i(t) = -L305_i\, QGRZ_i(t) + GMKTS_i$$

$$- \ GSLS_i(t)$$

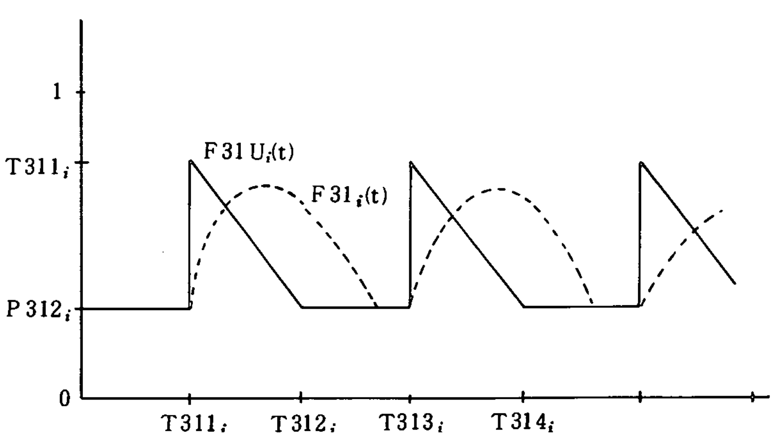
QRZ　　: 小賣商地域의 民間流通 糧穀量(단위 : MT)
QGRZ　: 小賣商地域의 政府統制 糧穀量(단위 : MT)
L304, L305 : 貯蔵期間동안 期待되는 糧穀損失比率(단위 : % / 年)
RCRZO : 最終消費地에서 小賣商으로 移動되는 糧穀比率(단위 : MT / 年)
FSNRZ : 農家에서 民間流通 小賣商地域으로 販賣되는 精穀量(단위 :MT/年)
PSLS　: 消費者에게 販賣되는 民間流通 糧穀比率(단위 : MT / 年)
GMKTS : 小賣商地域으로 방출되는 政府糧穀(단위 : MT / 年)
GSLS　: 消費者에 販賣되는 政府糧穀(단위 : MT / 年)

나. 生産地 在庫管

① 生産地 粗穀在庫量

〈圖 4 - 1〉은 民間流通部門에서 要求되는 粗穀在庫量變化의 形態를 나타내는 그림으로서 同圖에서 톱니모양形態는 0에서 1까지 범위의 값을 가지는데 1의 값은 現民間流通 糧穀管理運營을 1年間 維持하는데 必要한 粗穀在庫量의 要求水準을 나타내며 0.5의 값은 半年間 維持하는데 必要한 在庫量 要求水準을 表示한다. 그러나 實際의 糧穀在庫量 形態는 톱니모양의 形態로 나타나지 않고 그림에서 점선으로 表示된 모양과 같이 평탄한 形態(Smoothed)로 나타난다.

圖 4 - 1. 民間流通部門에서 要求되는 粗穀在庫形態



P311 : 추수즉시 正常的인 搗精作業을 年間 지속하기 위해 누적되는 民間 流通의 年間糧穀豫想 取扱量 比率 ($0 \le P311 \le 1$)

P312 : 1年間 最小限度로 항상 유지되어야 하는 年間 糧穀取扱量 比率 ($0 \le P312 \le P311 \le 1$)

T311 : 지난해 추수가 시작됐던 時期를 表示하는 時間變數 ($T311_i = TSH_i - 1$)

T312 : 지난해 추수이후 最小限의 粗穀在庫量이 要求되는 時期를 表示하는 時間變數 ($T312_i = T311_i + P311_i - P312_i$)

T313 : 今年 추수가 시작되는 時期를 表示하는 時間變數 ($T313_i = TSH_i$)

T314 : 今年 추수후 最小限의 粗穀在庫量이 要求되는 時期를 表示하는 時間變數 ($T314_i = TSH_i + P311_i - P312_i$)

〈圖 4 - 1〉의 톱니모양函數 $F31U_i(t)$ 는 다음 式으로 表示된다.

$$(4-28)\quad F31U_i(t) = P311_i - r(t - T311_i) + r(t - T312_i) + P311_i * u(t - T313_i) - r(t - T314_i)$$

F31U : 生產地 民間流通部門에서 年間 要求되는 在庫水準, $OPXD_i$를 計算하는 基本函數(단위 : %)

r : 單位 傾斜函數(Unit ramp function)

u : 單位 階段函數(Unit step function)

t : 年中 現在의 時期 ($0 \le t \le 1$)

現在의 年中 平均 糧穀取扱量은 다음 微分方程式의 解를 求함으로서 計算된다.

$$(4-29)\quad \frac{d}{dt} PSLSA_i(t) = -\frac{1}{D311_i} PSLSA_i(t) + \frac{1}{D311_i} PSLS_i(t)$$

PSLSA : 現民間流通 賣出量의 지수평균(단위 : MT / 年)

PSLS : 現民間流通 販賣比率(단위 : MT / 年)

D311 : 時間常數

또한 民間流通部門 生產地 粗穀의 要求 在庫水準은 式 (4-30) 으로 計算된다.

(4−30) $QPXDU_i(t) = F31U_i(t) PSLSA_i(t) / EXZ_i$

QPXDU : 民間流通 粗穀在庫의 要求水準 (단위 : MT)
F 31 U : 民間流通 粗穀在庫로 지속가능한 要求期間 (단위 : 年)
PSLSA : 現在 民間流通의 年間 平均 糧穀取扱量 (단위 : MT / 年)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換要素 (단위 : %)

式 (4−30) 에서 計算된 $QPXDU_i(t)$ 의 값을 좀더 現實에 맞도록 改善한 값인 $QPXD_i(t)$ 의 값은 다음의 函數 (Smoothing function) 로 求할 수 있다.

(4−31) $$\frac{d}{dt} QPXD_i(t) = -\frac{1}{D312_i} QPXD_i(t) + \frac{1}{D312_i} QPXDU_i(t)$$

그리고 模型에서 自動휘드백制御技法을 利用하여 式 (4−31) 에서 求한 $QPXD_i(t)$ 를 民間流通部門 需要要素로 變換하였던바 이 需要要素를 나타내는 式은 다음과 같다.

(4−32) $QPXER_i(t) = QPXD_i(t) - QPX_i(t)$

(4−33) $$Z31_i(t) = G31A * QPXER_i(t) + G31B \frac{d}{dt} QPXER_i(t) + G31C \int_0^t QPXER_i(\tau)\, d\tau$$

QPXER : 民間流通 粗穀의 要求在庫水準과 實際 在庫水準의 差異를 나타내는 誤差 (단위 : MT)
QPXD : 民間流通에서 要求되는 粗穀在庫量 (단위 : MT)
QPX : 實際 民間流通 粗穀在庫量 (단위 : MT)
Z 31 : 1 年間 搗精作業을 지속하기 위해 民間流通 搗精공장에서 필요한 粗穀需要를 나타내는 要素 (단위 : MT / 年)
G31A, B, C : 制御 利得 파라메타 (Control gain parameter)

2 生産地 精穀在庫量

精穀이 生産地에서 移動되어 나가는 平均比率은 式 (4−34) 로 求할수 있다.

$$(4-34)\ \frac{d}{dt}X32B_i(t) = -\frac{1}{DELN6}X32B_i(t) + \frac{1}{DELN6}RPCZO_i(t)$$

X32B : 生產地에서 最終消費地까지 移動되는 精穀의 指數平均比率 (단위 : MT/年)

DELN6 : 時間常數 파라메타 (단위 : 年)

RPCZO : 生產地에서 最終消費地까지 순간적으로 時間에 따라 이동되는 精穀흐름의 比率 (단위 : MT/年)

時間에 따른 이러한 在庫量의 要求水準은 式(4-35)로 求할 수 있다.

$$(4-35)\ QPZD_i(t) = PZLT_i(t)\ X32B_i(t)$$

QPZD : 生產地에 貯藏된 民間流通 精穀在庫의 要求水準 (단위 : MT)

PZLT : 生產地에 貯藏된 民間流通 精穀在庫로 維持可能한 지속 期間 (단위 : 年)

다음式은 模型에서 實際 精穀在庫水準이 式(4-35)에 表現된 要求在庫水準과 一致되도록 統制하는 制御過程(control process)을 表示한다.

$$(4-36)\ QPZER_i(t) = QPZD_i(t) - QPZ_i(t)$$

$$(4-37)\ Z32_i(t) = G32A_i\,QPZER_i(t) + G32B_i\frac{d}{dt}QPZER_i(t) + G32C_i\int_0^t QPZER_i(\tau)\,d\tau$$

QPZER : 生產地 民間流通 精穀의 實際在庫와 要求在庫水準差異를 나타내는 誤差 (단위 : MT)

QPZD : 生產地 民間流通 精穀在庫量 要求水準 (단위 : MT)

QPZ : 生產地 民間流通 精穀의 實際在庫水準 (단위 : MT)

Z32 : 生產地 民間流通 精穀在庫를 要求水準으로 維持하기 위한 搗精比率의 調節을 表示하는 制御信號 (단위 : MT/年)

G32A, B, C : 휘드백제어利得파라메타 (feedback control gain parameter)

다음의 式(4−38)은 民間流通部門에서 搗精作業에 들어가는 全體糧穀量을 計算하는 式이다.

$$(4-38)\quad RPXZC_i(t) = X32_i(t) + Z32_i(t) / EXZ_i + RPXOF_i(t) + RFMXU_i(t)$$

RPXZC : 民間流通 搗精過程에 入力되는 總糧穀(단위 : MT / 年)
X 32 : 平均의 正常的 搗精比率(式 4−40 參照)(단위 : MT / 年)
Z 32 : 搗精比率의 調節統制信號(式 4−37 參照)(단위 : MT / 年)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로 變換要素(단위 : %)
RPXOF : 生産地 貯藏容量의 제약을 절감하기 위한 搗精作業을 나타내는 民間流通 搗精要素(式 4−46 參照)(단위 : MT / 年)
RFXMU : 農家糧穀이 搗精工場으로 들어오는 比率(式 3−18 參照)(단위 : MT / 年)

그런데 搗精工場의 容量이나 粗穀在庫水準등을 감안한 여러 制約條件下에서는 윗식의 RPXZC값은 다음 式과 같이 計算된다.

$$(4-39)\quad RPXZU_i(t) = \max\left\{O,\ \min\left[RPXZC_i(t), RPXZM, \frac{QPX_i(t)}{PT}\right]\right\}$$

RPXZU : 制約條件下의 RPXZC 값(단위 : MT / 年)
RPXZM : 民間流通 搗精作業에서 算出되는 最大容量(단위 : MT / 年)
QPX : 生産地에 貯藏된 民間流通 粗穀在庫量(단위 : MT)
DT : 模型의 時間增分(단위 : 年)

그리고 式(4−38)에서 表現된 平均搗精比率 $X32_i(t)$는 아래式으로 表示될 수 있다.

$$(4-40)\quad \frac{d}{dt} X32_i(t) = -\frac{1}{DELN5} X33_i(t) + \frac{1}{DELN5} RPCZO_i(t)$$

DELN5 : 時間常數파라메타 (단위 : 年)
RPCZO : 生産地에서 最終消費地로 移動되는 精穀의 순간적인 흐름比率 (instantaneous rate) (단위 : MT / 年)

다음은 生産地에 貯藏된 糧穀量을 100 kg 짜리 가마수로 환산한 式들이다.

(4-41) $QPXB_i(t) = BPMTX_i \, QPX_i(t)$

(4-42) $QPZB_i(t) = BPMTZ_i \, QPZ_i(t)$

(4-43) $QPB_i(t) = QPXB_i(t) + QPZB_i(t)$

(4-44) $TQPB = \sum_{i=1}^{2} QPB_i(t)$ $i = 1$ 쌀 ; $i = 2$ 보리

QPXB : 生産地에 貯藏된 粗穀의 가마수 (단위 : 가마)
BPMTX : 粗穀의 톤당 가마수 (단위 : 가마 / MT)
QPX : 生産地 粗穀在庫 (단위 : MT)
QPZB : 生産地에 貯藏된 精穀의 가마수 (단위 : 가마)
BPMTZ : 精穀의 톤당 가마수 (단위 : 가마 / MT)
QPZ : 生産地 精穀在庫 (단위 : MT)
QPB : 生産地에 貯藏된 粗穀, 精穀의 가마수 합 (단위 : 가마)
TQPB : 生産地에 貯藏된 總糧穀 (쌀, 보리)의 가마수 (단위 : 가마)

生産地의 在庫容量을 초과하는 粗穀의 가마수는 QPXOF는式(4-45)로 表示된다.

(4-45) $QPXOF_i(t) = \min[QPXB_i(t),\ TQPB - \min(TQPB,\ QPBMAX)]$

QPBMAX : 最大 生産地 民間流通 糧穀 貯藏容量

式 (4-45)에서 計算된 粗穀超過量은 다음式에 의하여 搗精過程에 들어간다.

(4-46) $RPXOF_i(t) = G32D_i \, QPXOF_i(t) / BPMTX_i$

RPXOF : 生産地 在庫容量 制約으로 인한 粗穀超過分에 대한 搗精作業을 나

타내는 要素(단위 : MT / 年)

G32D : 粗穀超過分에 대한 搗精反應을 나타내는 利得파라메타 (단위 : $\frac{MT/年}{MT}$)

다. 消費地 在庫管理

1 最終 消費地 在庫量

最終消費地의 要求되는 在庫量狀態를 計算하는 式은 다음과 같다.

$$(4-47)\quad \frac{d}{dt} X33B_i(t) = -\frac{1}{DELN6} X33B_i(t) + \frac{1}{DELN6} RCRZO_i(t)$$

$$(4-48)\quad QCZD_i(t) = X33B_i(t)\, CZLT_i$$

X33B : 最終 消費地에서 小賣商으로 移動되는 精穀의 平均比率 (단위 : MT / 年)

DELN6 : 時間常數(단위 : 年)

QCZD : 最終消費地에서 要求되는 在庫水準(단위 : MT)

RCRZO : 最終消費地에서 小賣商으로 移動되는 精穀의 現在比率(단위 : MT / 年)

CZLT : 現在의 消費地 在庫로 最終消費地에서 小賣商으로 移動되는 糧穀을 유지할 수 있는 기간의 길이를 表示하는 파라메타(단위 : 年)

生產地에 貯藏된 精穀在庫는 最終消費地 在庫를 補充하는데 使用되며 다음은 最終消費地 在庫水準을 統制하는데 利用되는 式이다.

$$(4-49)\quad QCZER_i(t) = QCZD_i(t) - QCZ_i(t)$$

$$(4-50)\quad Z33_i(t) = G33A_i\, QCZER_i(t) + G33B_i \frac{d}{dt} QCZER_i(t) + G33C_i \int_0^t QCZER(\tau)\, d\tau$$

QCZER : 現 最終消費地在庫의 要求水準과 實際水準의 差異를 나타내는 誤

差(단위 : MT)
QCZD : 最終消費地在庫의 要求水準(단위 : MT)
QCZ : 最終消費地의 實際在庫量 水準(단위 : MT)
Z33 : 在庫를 要求水準으로 管理하기 위해서 最終消費地에 들어오는 現糧穀流入比率의 調節을 統制하는 信號(단위 : MT / 年)
G33A, B, C : 휘드백制御利得파라메타(feedback Control gain parameter)

위 式에서 計算된 統制信號 Z33(t) 은 正常的인 糧穀흐름 條件下에서 作用하는데 最終消費地의 正常糧穀흐름은 다음의 微分方程式을 풀어서 求할 수 있다.

$$(4-51)\quad \frac{d}{dt} X33_i(t) = -\frac{1}{DELN6} X33_i(t) + \frac{1}{DELN6} RCRZO_i(t)$$

X33 : 最終 消費地에서 移動되어 小賣商地域으로 들어가는 糧穀흐름의 指數平均(단위 : MT / 年)
DELN6 : 時間常數 파라메타(단위 : 年)
RCRZO : 最終消費地에서 小賣商으로 들어가는 糧穀흐름의 순간비율(instantaneones rate) (단위 : MT / 年)

模型에는 生產地와 消費地間 그리고 港口와 消費地間의 主要 輸送問題가 設計되었으며 全體的인 輸送需要物量은 模型에서 다음式으로 定義되었다.

$$(4-52)\quad TTD(t) = \sum_{i=1}^{2} [RPCZC_i(t) + RGPCZC_i(t) + RGSCYC_i(t)] + RWSMC(t)$$

TTD : 總 主要輸送需要量(단위 : MT / 年)
RPCZC : 生產地에서 消費地에로의 民間流通 糧穀輸送 注文量 (단위 : MT / 年)
RGPCZC : 生產地에서 消費地로의 政府 糧穀輸送 注文量(단위 : MT/年)
RGSCYC : 항구에서 消費地에로의 政府輸入糧穀輸送 注文量 (단위 : MT / 年)
RWSMC : 항구에서 製粉地域으로의 輸入밀 輸送 注文量(단위 : MT/年)
i = 1 쌀 ; i = 2 보리

그러나 實際 輸送問題에서는 輸送容量의 制約, 地域間 糧穀흐름의 逆流不可能等 여러 制約條件이 있기 때문에 이러한 條件들을 감안하여 生產地에서 消費地로 輸送되는 糧穀注文量 RPCZC의 값을 改善하면 다음과 같이 表現할 수 있다.

$$(4-53)\quad RPCZU_i(t) = \max\left\{0, \min\left[RPCZC_i(t), \frac{RPCZC_i(t)\, RTMAX}{TTD}, \frac{QPZ_i(t)}{DT}\right]\right\}$$

RPCZU : 生產地에서 消費地로의 輸送注文量 RPCZC의 制約條件下에서의 값(단위 : MT/年)
TTD : 總輸送 需要量(단위 : MT/年)
RTMAX : GMP 模型에서 定義된 主要 輸送地間의 最大 輸送限度量
QPZ : 民間流通 生產地 精穀在庫의 現在水準
DT : 模型의 時間增分(단위 : 年)

마지막으로 最終消費地에 實際로 運搬되는 糧穀量은 다음의 微分方程式으로 시뮬레이션될 수 있다.

$$(4-54)\quad a_k \frac{d^k}{dt^k} RPCZO_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} RPCZO_i(t) + a_0 RPCZO_i(t) = RPCZU_i(t)$$

a_j : 遲延函數의 係數 $\quad a_j = \binom{k}{j}\left(\frac{DEL}{K}\right)^j \quad j = 0, \cdots\cdots, k$

DEL : 遲延파라메타(年) K : 式의 次數
RPCZO : 生產地부터 消費地까지 運搬된 糧穀量(단위 : MT/年)
RPCZU : 式 4-53에서 계산된 輸送注文量(단위 : MT/年)

② 小□商地域 在庫□

小賣商地域의 要求在庫量狀態는 다음 式으로서 模型에서는 시뮬레이션 된다.

$$(4-55)\quad \frac{d}{dt} X34B_i(t) = -\frac{1}{DELN6} X34B_i(t) + \frac{1}{DELN6} PSLS_i(t)$$

$$(4-56)\quad QRZD_i(t) = X34B_i(t)\, RZLT_i(t)$$

X34B : 民間流通 小賣商地域의 平均 糧穀販賣量 比率 (단위 : MT / 年)
DELN6 : 時間常數 (단위 : 年)
PSLS : 民間流通 小賣商地域의 現 糧穀販賣比率
(단위 : MT / 年)
QRZD : 小賣商地域의 要求 在庫量 水準 (단위 : MT)
RELT : 現 小賣商地域 在庫量을 가지고 非政府糧穀賣出이 지속될 수 있는 要求期間의 길이를 表示하는 파라메타
(단위 : 年)

위 式의 RZLT의 값이 決定되어서 그 結果로 小賣商在庫量의 要求水準이 주어지면 다음에는 糧穀在庫를 補充하기 위해서 最終消費地에 있는 糧穀都賣供給商으로터부 小賣商店이 注文하는 糧穀의 量은 다음式으로 計算된다.

$$(4-57)\quad QRZER_i(t) = QRZD_i(t) - QRZ_i(t)$$

$$(4-58)\quad Z34_i(t) = G34A_i\, QRZER_i(t) + G34B_i \frac{d}{dt} QRZER_i(t) + G34C_i \int_0^t QRZER_i(\tau)\, d\tau$$

QRZER : 小賣商地域에서 實際在庫와 要求되는 在庫와의 誤差 (단위:MT)
QRZD : 小賣商에서 要求되는 在庫水準 (단위 : MT)
QRZ : 實際 小賣商 在庫量 水準 (단위 : MT)
Z34 : 適切한 水準으로 在庫管理하기 위해서 小賣商으로 運搬되는 現 (正常的인) 糧穀比率을 調整하는 統制信號 (단위 : MT / 年)

G 34A , B , C : 휘드백制御利益파라메타 (단위 : 적 절한 단위)

다음의 指數平均方程式은 小賣商의 正常的인 注文比率을 表示하는 式이다.

$$(4-59)\quad \frac{d}{dt} X34_i(t) = -\frac{1}{DELN7} X34_i(t) + \frac{1}{DELN7} PSLS_i(t)$$

X 34 : 民間流通 小賣商地域 賣出量의 指數平均 (단위 : M T / 年)
DELN7 : 時間常數 (단위 : 年)
PSLS : 小賣商地域의 現民間糧穀賣出比率

따라서 小賣商店들이 最終消費地로부터 糧穀引渡를 注文하는 糧은 式 (4-60)으로 表示된다.

$$(4-60)\quad RCRZC_i(t) = X34_i(t) + Z34_i(t) + RCZOF_i(t)$$

RCRZC : 消費地에서 小賣商으로 運搬되는 糧穀에 대한 注文量 (非制約條件下) (단위 : M T / 年)
X34 : 위式에서 計算된 正常注文比率 (단위 : M T / 年)
Z 34 : 式 (4-58) 에서 計算된 現 糧穀運搬比率 統制信號 (단위 : MT／年)
RCZOF : 在庫容量의 制約때문에 小賣商으로 넘쳐흘러들어가는 消費地糧穀

그러나 糧穀의 흐름은 逆流하지 않으며 消費地在庫水準이 극히 낮을때는 糧穀運搬量이 없다는 制約條件을 주면 위式에서 求한 RCRZC의 값은 다음과 같이 表現된다.

$$(4-61)\quad RCRZU_i(t) = \max\left\{0, \min\left(RCRZC_i(t), \frac{QCZ_i(t)}{DT}\right)\right\}$$

RCRZU : 制約條件下에서의 消費地에서 小賣商地域으로 運搬되는 糧穀注文量 (단위 : M T / 年)
DT : 模型의 時間增分 (단위 : 年)

QCZ : 現 消費地 在庫量水準 (단위 : MT)

그리고 式 (4－60) 에 나타나 있는 超過消費地糧穀을 나타내는 變數인 RCZOF 는 式 (4－62) ～式 (4－65) 에서 計算된다.

$$(4-62)\quad QCZB_i(t) = BPMTZ_i\, QCZ_i(t)$$

$$(4-63)\quad TQCZB = \sum_{i=1}^{2} QCZB_i(t)$$

$$(4-64)\quad QCZOF = TQCZB - \min(TQCZB,\ QCBMAX)$$

$$(4-65)\quad RCZOF_i(t) = \frac{G33D_i\, QCZB_i(t)\, QCZOF}{BPMTZ_i\, TQCZB}$$

QCZB : 現 消費地 在庫水準 (단위 : 가마)
BPMTZ : 精穀의 톤당 가마수 (단위 : 가마 / MT)
QCZ : 現 消費地 在庫水準 (단위 : MT)
TQCZB : 消費地에 貯藏된 糧穀의 總가마수 (단위 : 가마)
QCZOF : 消費地 在庫의 最大貯藏限度를 초과하는 가마수 (단위 : 가마)
QCBMAX : 消費地 民間流通 最大貯藏容量 (단위 : 가마)
RCZOF : 在庫容量의 制約으로 小賣商에 넘쳐 흘러들어가는 消費地 糧穀 (단위 : MT / 年)
G33D : 消費地 在庫超過로 인하여 얼마나 신속히 糧穀이 移動되는가를 나타내는 利得파라메타 (단위:MT/年 / MT)

다음의 運延函數로 表示되는 微分方程式은 小賣商地域에서 實際로 注文된 糧穀輸送量을 시뮬레이션한다.

$$(4-66)\quad a_k \frac{d^k}{dt^k} RCRZO_i(t) + a_{k-1} \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} RCRZO_i(t) + \cdots\cdots$$

$$+\ a_o\, RCRZO_i(t) = RCRZU_i(t)$$

RCRZO : 消費地에서 小賣商으로의 糧穀輸送量 (단위 : MT / 年)
RCRZU : 消費地에서 小賣商으로 運搬되는 制約條件下의 糧穀注文量 (단위 : MT / 年)

③ 投機的 저장요소

여기서는 式(4-20)에서 計算된 全般的인 民間流通의 要求在庫量, $QPMDS_i(t)$가 民間流通시스템의 個個 地域在庫水準에 어떻게 影響을 미칠 것인가를 살펴보고자 한다. 이 模型에서는 民間流通部門의 總要求在庫水準을 다음式으로 計算하였다.

$$(4-67)\quad QPMD_i(t) = QPXD_i(t)\,EXZ_i + QPZD_i(t) + QCZD_i(t) + QRZD_i(t)$$

QPMD : 正常的인 糧穀運營을 위한 民間流通 在庫 要求水準(단위 : MT)
QPXD : 民間流通部門 生產地 糧穀在庫要求量(式(4-30),(4-31) 參照)(단위 : MT)
QPZD : 民間流通部門 生產地 精糧在庫要求量(式(4-35)參照)(단위MT)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換比率(단위 : %)
QCZD : 最終消費地에서 要求되는 在庫水準(式(4-48)參照)(단위 : MT)
QRZD : 小賣商地域에서 要求되는 在庫水準(式(4-56)參照)(단위 : MT)

그리고 여러 民間流通部門 地域間의 要求在庫量 水準을 調節하는 要素는 다음과 같이 表示된다.

$$(4-68)\quad SAF_i(t) = \frac{QPMDS_i(t)}{QPMD_i(t)}$$

SAF : 여러 民間流通 地域間 要求在庫의 調節要素(단위 : %)
QPMDS : 民間流通部門에서 要求되는 總在庫水準(式(4-20)參照, 단위 : MT)
QPMD : 民間流通部門에서 要求되는 正常糧穀運營에 의한 在庫水準(投機的 貯藏要素 除外)(단위 : MT)

3. 民間流通 部門會計

政府糧穀管理政策이 民間流通部門에 미치는 影響이나 民間流通部門의 成果들은 다음에 表現되어 있는 會計方程式들에 의하여 測定될 수 있다.

가. 民間流通 收入

民間流通 糧穀管理에 의해 發生되는 收入흐름은 다음 式으로서 計算된다.

(4-69) $RVPSLS_i(t) = PU_i(t) * BPMTZ * PSLS_i(t) * ECPIEC$

(4-70) $RVPBPS_i(t) = PBP1_i(t)\ RZBP1_i(t) + PBP2_i(t)$

$RZBP2_i(t)$

RVPSLS : 糧穀販賣에 의한 收入(단위 : 원/年)
PU : 都市消費者 價格(단위 : 원/가마)
BPMTZ : 精穀의 톤당 가마수(단위 : 가마/MT)
PSLS : 民間流通 糧穀販賣比率(단위 : MT/年)
ECPIEC : 消費者 物價指數
RVPBPS : 糧穀副産物 販賣에 의한 收入(단위 : 원/年)
PBP1 : 下等級 糧穀(cracked grain)의 價格(단위 : 원/MT)
RZBP1 : 下等級糧穀(副産物 포함) 生産比率(단위 : MT/年)
PBP2 : 왕겨 價格 (단위 : 원/MT)
RZBP2 : 왕겨生産比率(단위 : MT/年)

나. 民間流通支出

糧穀管理에 의한 民間流通支出은 固定費用과 可變費用으로 分類되어 計算되는데 다음 式(4-71)은 民間流通會計에서 고려되고 있는 固定費用흐름을 나타내는 方程式이다.

(4-71) $FCPM_i(t) = C311A * PDMAX * PDEM_i(t) / TPDEM(t)$

$+ C311B_i\ RPXZM_i + C311C * QPBMAX$

$* [QPXB_i(t) + QPZB_i(t)] / TQPB(t)$

$$+ \ C311D * QCBMAX * QCZB_i(t) / TQCZB(t)$$

$$+ \ C311E * PMMAX * PMKTS_i(t) / TPMKTS(t)$$

FCPM : 糧穀管理에 의한 民間流通 固定費用 (단위 : 원 / 年)
C311A, B, C, D, E : 單位費用파라메타 (단위 : 원 / MT)
PDMAX : 民間流通 國內 糧穀 取扱容量 (단위 : MT / 年)
PDM : 民間流通 곡종별 國內糧穀 需要量 (단위 : MT / 年)
TPDEM : 民間流通 總國內糧穀需要 (단위 : MT / 年)
RPXZM : 民間流通 搗精容量 (단위 : MT / 年)
QPBMAX : 民間流通 生產地의 總糧穀貯藏容量 (단위 : 가마)
QPXB, QPZB : 生產地에 貯藏된 民間流通 粗穀과 精穀 在庫量 (단위:가마)
TQPB : 生產地에 貯藏된 總民間流通 在庫量 (단위 : 가마)
QCBMAX : 民間流通 消費地의 糧穀貯藏容量 (단위 : 가마)
QCZB : 消費地에 貯藏된 民間流通 곡종별 糧穀在庫 (단위 : 가마)
TQCZB : 消費地에 貯藏된 總 民間流通 糧穀在庫 (단위 : 가마)
PMMAX : 總民間流通 糧穀流通容量 (단위 : MT / 年)
PMKTS : 民間流通 穀種別 糧穀 流通量 (단위 : MT / 年)
TPMKTS : 總 民間流通 糧穀 流通量 (단위 : MT / 年)

또한 民間流通 糧穀管理의 可變費用은 다음式으로 表現될 수 있다.

$$(4-72) \quad VCPM_i(t) = CPPUR_i(t) + CPSLS_i(t) + CPS_i(t) +$$

$$+ \ CPC_i(t) + CPM_i(t) + CPT_i(t)$$

VCPM : 民間流通 糧穀管理의 可變費用 (단위 : 원 / 年)
CPPUR : 民間流通 糧穀購入과 관련된 費用 (단위 : 원 / MT)
CPSLS : 民間流通 糧穀販賣와 관련된 費用 (단위 : 원 / 年)
CPS : 民間流通 糧穀貯藏과 관련된 費用 (단위 : 원 / 年)
CPC : 民間流通 糧穀運營의 외상판매와 관련된 費用 (단위 : 원 / 年)
CPM : 民間流通 搗精作業과 관련된 費用 (단위 : 원 / 年)
CPT : 民間流通 糧穀輸送과 관련된 費用 (단위 : 원 / 年)

다음에는 式 (4-72) 에서 表示된 各各의 可變費用要素들을 計算하는 式들은 아래와 같다.

$$(4-73) \quad CPPUR = C301A(t) \ PPUR_i(t)$$

$$(4-75)\quad CPS_i(t) = C333_i(t)\,QPM_i(t)$$

$$(4-76)\quad C333_i(t) = \{C303A_i(t)\,QPX_i(t) * EXZ_i + C303B_i(t)\,QPZ_i(t) + C303C_i(t)\,[\,QCZ_i(t) + QRZ_i(t)\,]\} / QPM_i(t)$$

$$(4-77)\quad QPM_i(t) = QPX_i(t) * EXZ_i + QPZ_i(t) + QCZ_i(t) + QRZ_i(t)$$

C 301 A : 民間流通 糧穀購入의 平均可變費用 (단위 : 원 / MT)
PPUR : 民間流通 國內糧穀 購入量 (단위 : MT / 年)
C 302 : 民間流通 糧穀販賣의 平均可變費用 (단위 : 원 / MT)
PSLS : 民間流通 糧穀賣出量 (단위 : MT / 年)
CPS : 民間流通 糧穀貯藏과 관련된 可變費用 (단위 : 원 / 年)
C333 : 民間流通 糧穀을 維持하는데 드는 平均可變費用 (단위: 원/MT 年)
QPM : 民間流通 總精穀在庫 (단위 : M T)
C 303A : 民間流通 粗穀貯藏에 所有되는 平均可變費用 (단위 : 원 / MT-年)
C 303 B : 生產地 民間流通 精穀貯藏에 所要되는 平均可變費用 (〃)
C 303 C : 消費地 民間流通 精穀貯藏에 所要되는 平均可變費用
(단위 : 원 / MT－年)
QPX : 生產地에 貯藏된 民間流通 粗穀在庫量 (단위 : MT)
QPZ : 生產地에 貯藏된 民間流通 精穀在庫量 (단위 : MT)
QCZ : 最終消費地에 貯藏된 民間流通 精穀在庫量 (단위 : MT)
QRZ : 小賣商에 貯藏된 民間流通 精穀在庫量 (단위 : MT)

그리고 외상매출費用, 搗精費用, 輸送費用은 各各 式 (4－78), (4－79), (4－80)에 의하여 計算된다.

$$(4-78)\quad CPC_i(t) = PINT1(t)\int_0^t PMP_i(\tau)\,d\tau$$

$$(4-79)\quad CPM_i(t) = C304_i(t)\,RPXZ_i(t)$$

$$(4-80)\quad CPT_i(t) = C306(t)\,RPCZO_i(t)$$

PINTI : 民間流通 糧穀運營資金에 대하여 一般的으로 通用되는 利子率
(단위 : % / 年)
PMP : 現 民間流通 糧穀運營으로부터 發生되는 순현금흐름 (式 4-81 參照)
(단위 : 원 / 年)

C 304 : 搗精作業의 平均可變費用 (단위 : 원 / M T)
RPXZ : 搗精이 完了된 精穀 糧穀量 (단위 : M T / 年)
C 306 : 輸送에 所要되는 平均可變費用 (단위 : 원 / MT)
RPCZO : 生產地에서 消費地로의 民間流通 糧穀 輸送比率 (단위 : M T/年)

다. 民間流通 所得

民間流通部門의 糧穀管理運營에서 發生되는 순수한 現金흐름은 다음 方程式으로 表現된다.

$$(4-81)\quad PMP_i(t) = RVPSLS_i(t) + RVPBPS_i(t) - VCPM_i(t) - FCPM_i(t)$$

RVPSLS : 糧穀販賣에 의한 收入 (式 4-69 參照, 단위 : 원 / 年)
RVPBPS : 糧穀副產物販賣에 의한 收入 (式 4-70 參照, 단위 : 원 / 年)
VCPM : 民間流通 糧穀管理의 可變費用 (式 4-72 參照, 단위 : 원 / 年)
FCPM : 民間流通 糧穀管理의 固定費用 (式 4-71 參照, 단위 : 원 / 年)

4. 產業用 밀의 會計計定

民間流通部門의 糧穀管理中 밀에 관한 事項은 밀의 大部分이 완전히 政府統制下에서 輸入에 의존하기 때문에 쌀과 보리에 관한 糧穀管理와는 전혀 다른 形態를 가지고 있기 때문에 GNP 模型에서는 民間流通部門中 產業用 밀을 取扱하는 部門을 따로 取扱하여 分析하였으나 이 節에서는 단지 밀의 運營시스템成果를 測定하는 會計方程式만을 說明코자 한다.

가. 支 出

I 固定費用

韓國밀가루產業에 대한 經常費用은 밀의 貯藏施設費用과 製分容量費用

으로 나타난다. 다음 式은 産業用밀과 관련된 總固定費用을 나타내는式이다.

(4−82) CWFIX(t) = C231(t) QWCAP(t) + C232(t) FMCAP(t)

CWFIX : 産業用밀과 관련된 總固定費用 (단위 : 원 / 年)
C231 : 밀과 밀가루 總貯藏容量의 單位當 固定費用 (단위 : 원 / MT -年)
QWCAP : 밀과 밀가루 總貯藏容量 (단위 : MT)
C232 : 밀가루 産業製粉容量의 單位當 固定費用 (단위 : 원 / MT - 年)
FMCAP : 밀가루 製粉容量 (단위 : MT / 年)

② 可變費用

模型에서 나타나는 總可變費用은 貯藏費用, 取扱費用, 그리고 製粉費用의 合으로 計算되며 다음 式은 産業用밀의 模型과 관련된 全體可變費用을 表現하는 式이다.

(4−83) CWV(t) = CWS(t) + CWH(t) + CWM(t)

CWV : 産業用밀의 運營에 대한 總可變費用 (단위 : 원 / 年)
CWS : 貯藏費用 (단위 : 원 / 年)
CWH : 取扱費用 (단위 : 원 / 年)
CWM : 製粉費用 (단위 : 원 / 年)

위式에서 貯藏費用 CWS는 式(4−84)와 같이 表現된다.

(4−84) CWS(t) = C201(t)QWIAQ(t) + C202(t)[QWS(t) − QWAUX(t)] + C203(t) QWMX(t) + C204(t) QWMZ(t) + C205(t)QWAUX(t)

C201 : 항구에서 하선지연으로 인한 超過分밀에 대하여 부과되는 벌과금 (단위 : 원 / MT - 年)
QWIAQ : 항구에 도착되어 하선을 기다리는 輸入밀의 量 (단위 : MT)
C202 : 항구에서 正常的인 貯藏에 所要되는 平均費用 (단위 : 원 / MT - 年)
QWS : 항구저장시설에 貯藏되어 있는 輸入밀의 在庫量 (단위 : MT)
C203 : 밀을 製粉貯藏창고에 저장하는데 所要되는 平均費用(단위 : 원/MT - 年)
QWMX : 現在 製粉所에 貯藏된 밀의 在庫量 (단위 : MT)

C204 : 밀가루를 製粉貯藏창고에 저장하는데 所要되는 平均費用 (원/MT - 年)
QWMZ : 現在 製粉所에 貯藏된 밀가루 在庫量(단위 : MT)
C 205: 항구 補助貯藏창고에 밀을 저장하는데 所要되는 평균비용(단위 :원/MT- 年)
QWAUX : 現在補助貯藏창고에 貯藏된 밀의 在庫量(단위 : MT)

다음은 밀의 取扱과 관련된 費用을 나타내는 式이다.

(4-85) CWH(t) = C211(t) RWDO(t) + C212(t) RWSMO(t)

+ C213(t) RWXZO(t) + C214(t)RWZBP(t)

CWH : 밀取扱業務와 관련된 總費用(단위 : 원 / 年)
C 211 : 單位當 荷役인부 作業量(단위 : MT / 年)
RWDO : 항구에 輸入된 밀이 도착되는 比率(단위 : MT / 年)
C 212 : 製粉所에 運送되는 밀의 單位當 輸送費用(단위 : 원 / MT)
RWSMO : 製粉所에 輸送되는 밀의 比率(단위 : MT / 年)
C 213 : 밀가루를 포장하는데 드는 單位當費用(단위 : 원 / MT)
RWXZO : 밀가루生産比率(단위 : MT／年)
C 214 : 밀가루副産物을 포장하는데 드는 단위당 費用(단위 : 원 / MT)
RWZBP : 밀가루副産物 生産比率(단위 : MT / 年)

그리고 式(4-86)은 밀가루 生産費用을 나타내는 式이다.

(4-86) CWM(t) = C221(t)RWXZ(t)

CWM : 밀가루 生産에 所要되는 可變費用(단위 : 원 / 年)
C221 : 밀가루 生産에 드는 單位當 費用(단위 : 원 / MT)
RWXZ : 밀가루 生産比率(단위 : MT / 年)

따라서 産業用밀의 部門模型에서 所要되는 總運營費用은 固定費用과 可變費用을 累積하여 다음式과 같이 計算된다.

(4-87) TCWOP(t) = CWFIX(t) + CWV(t)

總運營費用 = 固定費用 + 可變費用

나. 收 入

밀의 模型에서 定義되는 純現金흐름(現利益)은 다음式에 의하여 表示된다.

$$(4-88)\quad RFMCF(t) = RWSLS(t)PW_3(t)BPMT_3 + RWBP1(t)*PBP1_3(t) + RWBP2(t)PBP2_3(t) + RWSLS(t)*GWSUB(t) - TCWOP(t) - RWICSH(t) - RWIRP(t) - FMDEBT(t)RCINT(t)$$

RFMCF : 순현금 흐름 (단위 : 원 / 年)
RWSLS : 製粉學者에 의한 밀가루 都賣比率 (단위 : MT / 年)
PW_3 : 밀가루 都賣價格 (단위 : 원 / 22kg부대)
$BPMT_3$: 밀가루 톤당 부대수 (단위 : 부대 / MT)
RWBP1,2 : 밀가루 副產物 販賣比率 (단위 : MT / 年)
PBP1,2 : 밀가루, 副產物 價格 (단위 : 원 / MT)
GWSUB : 政府에서 밀가루 製分業者에 補助하는 政府補助金(단위:원/MT)
TCWOP : 밀가루製粉產業 運營의 總費用 (단위 : 원 / 年)
RWICSH : 輸入밀에 대한 現金支拂金額 (단위 : 원 / 年)
RWIRP : 輸入밀에 대한 非現金支拂金額 (단위 : 원 / 年)
FMDEBT : 밀가루製粉產業의 商業用 負債 (단위 : 원)
RCINT : 商業 利子率 (단위 : 1 % / 年)

위式을 時間에 따라 積分하여 累積된 純現金의 흐름을 計算하면 다음式과 같이 表示할 수 있다.

$$(4-89)\quad QFMCF(t) = QFMCF(t_0) + \int_{t_0}^{t} RFMCF(\tau)\,d\tau$$

따라서 式 (4-88) 의 商業用負債, FMDEBT는 式 (4-90) 으로 定義된다.

$$(4-90)\quad FMDEBT(t) = ABS\left\{\min\left[0,\ QFMCF(t)\right]\right\}$$

第 5 章

政府部門 模型

GMP模型中 政府糧穀運營模型은 政府部門에서의 政府糧穀흐름의 狀況을 表示하고 있다. 이 模型에서는 生産地 精穀在庫量과 消費地 精穀在庫量의 移動狀況과 加工過程이 分析되어 있다. 또한 이 模型은 生産地에서의 國內糧穀加工作業의 適合性을 檢證하는 機能도 가지고 있으므로 政府에서 大量의 糧穀에 대한 政策을 遂行할 때 必要한 貯藏容量을 절약할 수 있다. 그리고 政府部門模型은 GMP模型에 의해 分析될 수 있는 糧穀管理政策과 프로그램의 代案들을 提供하며 國內糧穀의 收買, 輸入, 貯藏, 加工, 糧穀輸送, 糧穀放出等을 포함한 全體 政府糧穀管理運營을 시뮬레이션한다. 이러한 政府糧穀管理行爲들은 여러 過程에서 發生될 수 있는 實際 糧穀管理시스템의 制約條件이 반영되어 定義되었으며 또한 政府部門模型은 여러 政府糧穀管理프로그램과 政策의 影響力을 測定하기 위해 使用되는 財政會計計定을 포함하여 政府의 糧穀管理프로그램代案들의 相對的인 費用을 測定하는 機能도 保有하고 있다.

〈表5-1〉은 政府部門模型에서 시뮬레이션 되는 시뮬레이션 變數와 構成要素들에 대하여 模型에 포함되어 있는 主要內容을 나타내며 이章에서는 이러한 시뮬레이션變數들의 數學的인 聯關關係를 數式으로 表現하여 說明코자 한다.

表 5-1 政府部門 시뮬레이션 變數와 模型에 포함된 主要內容

政府部門 시뮬레이션變數	主 要 內 容
政府 糧穀의 在庫模型	地域別 糧穀在庫 糧穀型態別 在庫 糧穀加工 副產物 生產
統制 意思決定	市場價格 保留 糧穀 在庫 水準 輸入 糧穀
投資決定	政府 糧穀 倉庫

1. 政府糧穀의 需要, 供給

가. 一般糧穀의 需要 供給

未來의 年間 糧穀基本計劃을 遂立하는 政府糧穀管理者들은 未來 計劃期間동안의 糧穀量과 價格에 특히 觀心을 가지고 있으므로 이 模型은 特定糧穀計劃遂立에 대한 糧穀의 需要와 價格을 決定하는데 도움을 주고자 한다.

GMP 模型에서 使用되는 年間 需要模型은 Cobb-Douglas 函數 形態를 취하고 있으며 農家와 都市消費者에 대한 두개의 基本需要模型은 다음式으로 表示될 수 있다.

$$(5\text{-}1)\quad PCCFA_i(t) = CF_i \prod_{j=1}^{3} \left[PFA_j(t)^{CF2_{ij}} \right] YF(t)^{CF3_i}$$

$$(5\text{-}2)\quad PCCUA_i(t) = CU1_i \prod_{j=1}^{3} \left[PUA_j(t)^{CU2_{ij}} \right] YU(t)^{CU3_i}$$

PCCFA : 農家에서 消費하는 1人當 年平均 消費量(단위 : kg/1人當-年)
PCCUA : 都市人口가 消費하는 1人當 年平均 消費量(단위 : kg/1人當-年)
PFA : 農家의 年平均 糧穀價格(단위 : 원/가마)

PUA：都市 消費者 價格(단위：원/가마)
CF1,CU1：各各 農家와 消費者 需要方程式에 대한 Cobb-Douglas 函數의 常數項目
CF2,CU3：各各 農家와 都市 需要函數에 대한 需要의 年間 價格 彈力性
CF3,CU3：各各 農家와 都市需要函數에 대한 需要의 所得彈力性
YF,YU：各各 農家와 都市人口 1人當 年間所得(단위：원/1人當-年)

위 식의 常數項目 CF1,CU1은 各各式(5-3),(5-4)에서 求해진다.

$$(5\text{-}3)\quad CF1_i = PCCFA_i(t_o) / \left[\prod_{j=1}^{3} \{ PFA_j(t_o)^{CF2_{ij}} \} YF(t_o)^{CF3_i} \right]$$

$$(5\text{-}4)\quad CU1_i = PCCUA_i(t_o) / \left[\prod_{j=1}^{3} \{ PUA_j(t_o)^{CU2_{ij}} \} YU(t_o)^{CU_i} \right]$$

그런데 式(5-2)를 자연대수를 취하여 線型形態로 變換하면 式(5-5)와 같이 表現된다.

$$(5\text{-}5)\quad \ln PCCUA_i(t) = \ln CU1_i + \sum_{j=1}^{3} CU2_{ij} \ln PUA_j(t) + CU3_i \ln YU(t)$$

이式을 行列式으로 表示하여 $i=1,2,3$의 값을 各各 쌀, 보리, 밀의 品種을 나타낸다고 하면 式(5-5)는 다음과 같이 表現된다.

$$(5\text{-}6)\quad \ln \begin{bmatrix} PCCUA_1(t) \\ PCCUA_2(t) \\ PCCUA_3(t) \end{bmatrix} = \ln \begin{bmatrix} CU1_1 \\ CU1_2 \\ CU1_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} CU2_{11} & CU2_{12} & CU2_{13} \\ CU2_{21} & CU2_{22} & CU2_{23} \\ CU2_{31} & CU2_{32} & CU2_{33} \end{bmatrix}$$

$$\ln \begin{bmatrix} PUA_1(t) \\ PUA_2(t) \\ PUA_3(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} CU3_1 \\ CU3_2 \\ CU3_3 \end{bmatrix} \ln YU(t)$$

물론 이 模型에 의해서 算出되는 年間 糧穀價格과 消費水準이 未來에도 模型과 꼭같이 實現되리라는 보장은 없지만 여기에서는 이 模型에서 指定된 糧穀需要函數에 副應되는 特定糧穀計劃을 達成하는데 必要한 政府糧穀政策을 提示하여 糧穀管理計劃에 參考資料를 提供할 수 있다는데

그 意義가 있다고 하겠다.

나. 糧穀輸入計劃

[1] 年間糧穀必要量

年間 必要한 糧穀의 量은 다음 式으로 豫測된다.

$$(5\text{-}7)\quad QTR_i(t) = (1 + TSLOSS_i) * [QUF_i(t) + QFF_i(t) + QGU_i(t) + QFLV_i(t) + QFSE_i(t) + QCO_i(t)]$$

QTR : 年間 必要한 總糧穀의 豫測值 (단위 : MT)
TSLOSS : 年間 豫想되는 糧穀損失과 消耗率의 豫測值 (단위 : %／年)
QUF : 年間 都市에서 必要로 하는 總糧穀의 豫測值 (단위 : MT)
즉 (5-8) $QUF_i(t) * UPOP(t) / 1000$
PCCUA : 都市人口에서 年間消費하는 1人當 平均 消費量 豫測 (式 5-2 參照) (단위 : kg／1人當-年)
UPOP : 都市人口 (단위 : 人)
QFF : 農家 家庭에서 必要로 하는 總糧穀의 豫測值 (단위 : MT)
즉 (5-9) $QFF_i(t) = PCCFA_i(t) * FPOP(t) / 100$
PCCFA : 農家人口에서 年間 消費하는 1人當 平均 消費量 豫測 (式 5-1 參照) (단위 : kg／1人當-年)
FPOP : 農家人口 (단위 : 人)
QGU : 年間 政府에서 必要로 하는 糧穀 豫測 (단위 : MT)
QFLV : 年間 家畜飼料用으로 必要한 糧穀豫測 (단위 : MT)
QFSE : 다음 計劃期間동안 必要한 種子用 糧穀豫測 (단위 : MT)
즉 (5-10) $QFSE_i(t) = SRPHAZ_i * AREA(t)$
SRPHAZ : ha당 種子比率 (단위 : MT／ha)
AREA : 豫想 栽培面積 (단위 : ha)
QCO : 要求되는 이월在庫量 水準 (단위 : MT)

[2] 年間糧穀 供給量

年間 糧穀供給量은 模型에서 다음 式으로 豫測된다.

$$(5\text{-}11)\quad QTS2_i(t) = QTS_i(t) + QPROD_i(t)$$

QTS2 : 다음해에 有用하라고 豫測되는 總糧穀 供給量 (단위 : MT)
QTS : 現在의 總糧穀 供給量 (단위 : MT)

즉 (5-12) $QTS_i(t) = QF_i(t) + QPM_i(t) + QG_i(t) + QU_i(t)$

QF : 總農家 貯藏量 (단위 : MT)
QPM : 總 民間流通 貯藏量 (단위 : MT)
QG : 總 政府 貯藏量 (아직 인도되지 않은 輸入糧穀 포함) (단위 : MT)
QU : 總 都市消費者部門 貯藏期 (단위 : MT)

QPROD : 다음해의 國內糧穀 生產量 豫測 (단위 : MT)

③ 年間糧穀 不足量

年間 糧穀不足量은 糧穀必要量, QTR과 供給量, QTS2의 差異를 豫測함으로서 다음 式에 의하여 計算된다.

(5-13) $QTDEF_i(t) = QTR_i(t) - QTS2_i(t)$

따라서 다음해에 輸入하여야 할 糧穀量은 式(5-14)로 表示된다.

(5-14) $QIMP_i(t) = \max[0, QTDEF_i(t)]$

QTDEF : 年間 總糧穀 不足量 豫測 (단위 : MT)
QTR : 年間 總 糧穀 必要量 豫測 (단위 : MT)
QTS2 : 다음해에 有用한 總 國內糧穀 供給量 豫測 (단위 : MT)
QIMP : 다음해 糧穀必要量과 供給量의 均衡을 유지하기 위해 必要한 輸入糧穀量 豫測 (단위 : MT)

④ 政府 糧穀輸入 注文量

政府에서 輸入하는 糧穀의 注文量은 模型에서 式(5-15)에 의하여 計算된다.

(5-15) $QG_i(t) = QGPX_i(t) * EXZ_i + QGPY_i(t) * EYZ_i + QGPZ_i(t) + QGCY_i(t) * EYZ_i + QGCZ_i(t) + QGSY_i(t) * EYZ_i + QGIMP_i(t) + QGIAQ_i(t)$

QG : 政府部門에서 貯藏하고 있는 總 精穀在庫水準 (단위 : MT)
QGPX : 生產地에서 貯藏된 政府 粗穀量 (단위 : MT)

QGPY : 生産地에 貯蔵된 겉질벗긴 형태(hulled)의 政府糧穀(단위 : MT)
QGPZ : 生産地에 貯蔵된 政府 精穀量(단위 : MT)
QGCY : 消費地에 貯蔵된 겉질벗긴 形態(hulled) 政府糧穀(단위 : MT)
QGCZ : 消費地에 貯蔵된 政府 精穀量(단위 : MT)
QGSY : 港口에서 貯蔵된 政府 輸入 糧穀量(단위 : MT)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換比率(단위 : %)
EYZ : 겉질벗긴 形態에서 精穀으로의 變換比率(단위 : %)
QGIMP : 現在 輸入추진중인 輸入糧穀(注文하였으나 아직 港口에 미도착된 糧穀) (단위 : MT)
QGIAQ : 港口에 輸入되어 荷役作業을 기다리는 輸入 糧穀量(단위 : MT)

그리고 現在 政府에서 保有하고 있는 在庫量水準 $QG_i(t)$를 알고 있다면 이 模型은 다음의 糧穀誤差를 計算한다.

(5-16) $QGER_i(t) = QGD_i(t) - QG_i(t)$

QGER : 要求되는 政府在庫水準과 實際 在庫水準과의 誤差(단위 : MT)
QGD : 要求되는 政府糧穀 在庫量水準(단위 : MT)

또한 最小限으로 必要한 政府糧穀在庫 保有量을 維持하기 위해서 政府에서 實際로 注文하여야 하는 糧穀量은 다음의 制御函數로서 計算된다.

(5-17) $$Z10_i(t) = G10A * QGER_i(t) + G10B \frac{d}{dt} QGER_i(t) + G10C \int_{t_0}^{t} QGER_i(\tau) d\tau$$

制約條件 : $RGIMPI_i(t) = \max[0, Z10_i(t)]$

Z10 : 政府糧穀保有量을 一定水準 以上으로 維持하기 위해 注文돼야 할 輸入糧穀量을 表示하는 制御信號(단위 : MT/年)
G10A, B, C : 휘드백제어利得 파라메타(feedback control gain parameter)
QGER : 要求되는 政府在庫水準과 實在在庫水準과의 誤差(단위 : MT)
RGIMPI : 政府 糧穀輸入 注文에 대한 制約條件下의 制御信號(단위 : MT/年)

다. 政府糧穀 收買와 放出프로그램

1 價格安定政策

이 模型을 利用하여 政府糧穀收買와 放出政策을 決定할 때 模型

利用者에게 觀心對象이 되는 問題들은 다음과 같다.

(1) 目標로 하고 있는 糧穀收買量과 放出量

(2) 收買와 放出政策을 시작하는 年度

(3) 收買와 프로그램의 지속기간

(4) 收買와 放出프로그램의 分散函數形態

(5) 이 프로그램期間동안 政府의 收買와 賣出價格

즉 模型利用者는 收買와 放出프로그램의 分散函數形態를 選擇하고 이 函數의 파라메타값을 규정해야 하는데 政府糧穀의 需要·供給量은 다음 方程式들에 의해서 시뮬레이션됨으로써 計算될 수 있다.

(5-18) $GDEM_i(t) = f_i(\tau_i) * QPP_i(t)$

(5-19) $GMKTS_i(t) = g_i(\tau_i') * QRP_i(t)$

GDEM : 政府糧穀의 需要量比率 (단위 : MT/年)

GMKTS : 政府糧穀의 放出量 比率 (단위 : MT/年)

f , g : 特定 收買, 放出프로그램과 관련된 分散函數

즉 $\int_0^1 f(\tau)\,d\tau = 1$, $\int_0^1 g(\tau)\,d\tau = 1$

QPP ,QRP : 特定 收買, 放出프로그램에 대한 目標, 收買量, 放出量 (단위 : MT)

그러나 價格安定政策을 위한 政府收買 放出프로그램을 模型에서 計劃한대로 遂行하기는 단순하지만 消費市場에서의 價格安定目的을 達成하기 위해서는 政府는 現市場條件을 調節하면서 市場에서 適切한 糧穀供給이 이루어질 수 있도록 적극적인 役割을 하여야 한다.

2 季節的 價格統制

다음은 GMP模型에서 價格統制裝置의 設計와 關聯된 基本數學的 聯係關係를 表現한 式들로서 式(5-20)~式(5-23)는 農家價格統制式을 나타낸다.

(5-20) $PFER_i(t) = PFD_i(t) - PF_i(t)$

(5-21) $DPFER_i(t) = \dfrac{d}{dt} PFD_i(t) - \dfrac{d}{dt} PF_i(t)$

(5-22) $SPFER_i(t) = \int_{t_0}^{t} PFD(\tau)\,d\tau - \int_{t_0}^{t} PF_i(\tau)\,d\tau$

(5-23) $$\begin{bmatrix} GDEMU_1(t) \\ GDEMU_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a'_{11} & a'_{12} \\ a'_{21} & a'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} PFER_1(t) \\ PFER_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b'_{11} & b'_{12} \\ b'_{21} & b'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DPFER_1(t) \\ DPFER_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c'_{11} & c'_{12} \\ c'_{21} & c'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SPFER_1(t) \\ SPFER_2(t) \end{bmatrix}$$

PFER : 農家價格 誤差 (단위 : 원/가마)
PFD : 要求되는 季節農家 價格 (단위 : 원/가마)
PF : 農家市場價格 (단위 : 원/가마)
DPFER : 實際農家價格의 變換比率과 要求되는 變換比率의 差異를 나타내는 誤差 (단위 : 원/가마-年)
SPFER : 實際農家價格의 變換과 要求되는 變換의 差異를 累積한 誤差 (단위 : 원/가마-年)
GDEMU : 農家市場에 대한 政府需要 (단위 : MT/年)
A′, B′, C′ : 制御利得파라메타行列 (Control gain parameter matrices)

그리고 都市價格統制를 나타내는 式들은 式(5-24) ~ 式(5-27)과 같다.

(5-24) $PUER_i(t) = PUD_i(t) - PU_i(t)$

(5-25) $DPUER_i(t) = \frac{d}{dt} PUD_i(t) - \frac{d}{dt} PU_i(t)$

(5-26) $SPUER_i(t) = \int_{t_0}^{t} PUD_i(\tau)\,d\tau - \int_{t_0}^{t} PU_i(\tau)\,d\tau$

(5-27) $$\begin{bmatrix} GMKTSU_1(t) \\ GMKTSU_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} PUER_1(t) \\ PUER_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DPUER_1(t) \\ DPUER_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SPUER_1(t) \\ SPUER_2(t) \end{bmatrix}$$

PUER : 都市價格 誤差 (단위 : 원/가마)
PUD : 要求되는 都市 季節 價格 (단위 : 원/가마)
PU : 都市 市場 價格 (단위 : 원/가마)
DPUER : 實際都市價格의 變換比率과 要求되는 變換比率의 差異를 나타내는 誤差 (단위 : 원/가마-年)
SPUER : 實際都市 價格의 變換과 要求되는 變換의 差異를 累積한 誤差信號 (단위 : 원/가마-年)

GMKTSU：都市市場에 流通되는 政府放出量(단위：MT／年)
A,B,C ：制御利得 파라메타 行列(Control gain parameter matrices)

3 目標季節價格形態

다음 式들은 政府에서 目標로 하고있는 價格形態와 目標價格指數，그리고 年間平均糧穀價格間의 關係를 보여주는 式이다.

(5-28) $PFD_i(t) = [1 + SFPID_i(t)]\ PFAO_i(t)$

(5-29) $PUD_i(t) = [1 + SUPID_i(t)]\ PUAO_i(t)$

PFD,PUD：各各 農家와 都市의 目標季節 市場價格을 表示(단위：원／가마)
SFPID,SUPID：各各 農家와 都市의 目標季節 市場價格 指數를 表示 (단위：無單位)
PFAO,PUAO：各各 農家와 都市의 年間 平均價格을 表示(단위：원／가마)

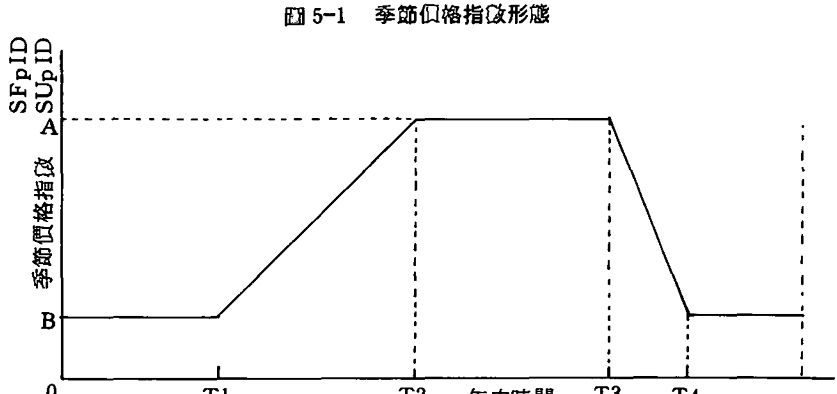
그러나 函數의 不連續性이 제거된 實際의 年間 農家와 都市平均 價格은 다음과 같은 平垣函數(Smoothed equat in)로서 表現된다.

(5-30) $\dfrac{d}{dt} PFAO_i(t) = -\dfrac{1}{DEL}\ PFAO_i(t) + \dfrac{1}{DEL}\ PFA_i(t)$

(5-31) $\dfrac{d}{dt}\ PUAO_i(t) = -\dfrac{1}{DEL}\ PUAO_i(t) + \dfrac{1}{DEL}\ PUA_i(t)$

DEL：時間常數파라메타

圖 5-1 季節價格指數形態



〈圖 5-1 〉은 目標季節價格指數의 一般的인 形態를 보여주는 그림으로서 同圖에서 볼 수 있는 바와 같은 一般的 季節價格指數信號에 대한 式은 다음과 같이 表示된다.

$$(5\text{-}32)\quad SUPID_i(t) = B_i + S_{1i} * r(t-T_1) - S_{1i} * r(t-T_2) - S_{2i} * r(t-T_3) + S_{2i} * r(t-T_4)$$

SUPID : 目標로 하는 季節價格指數 (단위 : %)
B : 目標季節價格指數函數의 Y軸 절편
r : 單位 傾斜函數 (ramp function)
S_1 : T_1 과 T_2 期間사이 SUPID函數의 기울기 (단위 : %/年)
S_2 : T_3 와 T_4 期間사이 SUPID函數의 기울기 (단위 : %/年)
T_1 : 年中 SUPID의 기울기가 正의 값을 갖기 시작하는 時期 (단위 : 年)
T_2 : 年中 SUPID의 값이 最高水準에 최초로 도달한 時期 (단위 : 年)
T_3 : 年中 SUPID의 기울기가 最高水準에서 떨어져서 시작하는 時期 (單位 : 年)
T_4 : 年中 SUPID가 最下水準으로 떨어진 時期 (單位 : 年)

模型利用者는 特定目標의 季節價格指數信號를 計算하기 위해서 T_i , T_2 , T_3 , T_4 의 값과 SUPID의 기울기를 指定해 주어야 하는데 T_3 와 T_4 期間사이의 기울기 S_2 는 式(5-33)으로 計算된다.

$$(5\text{-}33)\quad S_{2i} = S_{1i}\,\frac{T_{2i} - T_{1i}}{T_{4i} - T_{3i}},\ T_1 < T_2 < T_3 < T_4$$

그리고 定義에 의하여 SUPID를 1年間 積分하면 0의 값이 된다.

$$\text{즉}\ \int_0^1 SUPID_i(t)\,dt = 0 \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\ (5\text{-}34)$$

따라서 式(5-32)를 式(5-34)에 代入하여 정리하면 Y軸의 절편 B는 다음 式으로 計算된다.

$$(5\text{-}35)\quad B_i = -\frac{S_{1i}}{2}(1-T_{1i})^2 + \frac{S_{1i}}{2}(1-T_{2i})^2 + \frac{S_{2i}}{2}(1-T_{3i})^2 - \frac{S_{2i}}{2}(1-T_{4i})^2$$

2. 政府糧穀管理의 運營

이 節에서는 政府部門內에서의 實際政府糧穀在庫, 糧穀移動, 그리고 糧穀加工狀況에 대한 政府部門模型의 數學的 構造가 說明되어 있다.

가. 政府糧穀在庫量

生產地에 貯藏된 粗穀在庫量은 다음의 微分方程式에 의해서 表示된다.

$$(5\text{-}36)\quad \frac{d}{dt}QGPX_i(t) = -PXLOSS_i(t) + GPUR_i(t) - RGPXYO_i(t)$$

QGPX : 生產地에 貯藏된 粗穀在庫 (단위 : MT)
PXLOSS : 生產地에 貯藏된 政府糧穀의 豫想 季節 損失比率 (단위 : %／年)
GPUR : 政府의 國內糧穀획득比率 (단위 : MT／年)
RGPXYO : 껍질 벗기는 作業이 進行中인 生產地 政府糧穀의 比率 (단위 : MT／年)

또한 式(5-37)은 껍질 벗겨진 形態(hulled)의 生產地 糧穀在庫量을 나타내는 微分方程式이다.

$$(5\text{-}37)\quad \frac{d}{dt}QGPY_i(t) = -PYLOSS_i(t)QGPY_i(t) + RGPXY_i(t) - RGPYZO_i(t)$$

QGPY : 生產地에 貯藏된 껍질 벗겨진 形態의 政府糧穀量 (단위 : MT)
PYLOSS : 生產地에 貯藏된 껍질 벗겨진 形態 政府糧穀의 豫想損失率 (단위 : %／年)
RGPXY : 生產된 政府糧穀에 대하여 껍질벗기는 作業이 完了된 比率 (단위 : MT／年)
RGPYZO : 生產된 政府糧穀中 精穀으로의 變換作業이 完了된 總 糧穀產出量 (副產物 포함)의 比率 (단위 : MT／年)

그리고 生產地에 貯藏된 精穀在庫量은 다음 式으로 表現된다.

$$(5\text{-}38)\quad \frac{d}{dt}QGPZ_i(t) = -PZLOSS_i(t)QGPZ_i(t) + RGPYZ_i(t) - RGPCZO_i(t)$$

QGPZ ：生產地에 貯藏된 政府糧穀 (단위 : MT)
PZLOSS ：生産地에 貯藏된 政府糧穀의 期待季節損失率 (단위 : %／年)
RGPYZ ：生產地 政府糧穀에 대한 精穀變換作業이 完了된 精穀의 比率
(단위 : MT／年)
RGPCZO ：政府糧穀이 生產地에서 消費地로 運搬되는 比率 (단위 : MT／年)

消費地에 貯藏된 政府輸入 糧穀의 在庫量은 式 (5-39)로 表示된다.

$$(5\text{-}39)\quad \frac{d}{dt} QGCY_i(t) = -CYLOSS_i(t)QGCY_i(t) + RGSCYO_i(t) - RGCYZO_i(t)$$

QGCY ：消費地에 貯藏된 輸入糧穀 (단위 : MT)
CYLOSS ：消費地에 貯藏된 輸入糧穀의 期待季節 損失率 (단위 : %／年)
RGSCYO ：輸入糧穀이 損費地로 移動되는 比率 (단위 : MT／年)
RGCYZO ：消費地 輸入糧穀의 加工으로 부터 算出되는 總糧穀量 (副產物포함)
의 比率 (단위 : MT／年)

式 (5-40)은 消費地에 貯藏된 政府精穀의 在庫量을 計算하는 式이다.

$$(5\text{-}40)\quad \frac{d}{dt} QGCZ_i(t) = -CZLOSS_i(t)\,QGCZ_i(t) + RGPCZO_i(t) + EYZ_i\,RGCYZO_i(t) - GMKTS_i(t)$$

QGCZ ：消費地에 貯藏된 政府精穀量 (단위 : MT)
CZLOSS ：消費地 政府精穀의 期待季節損失比率 (단위 : %／年)
RGPCZO ：政府糧穀이 生產地에서 消費地로 移動되는 比率 (단위 : MT／年)
EYZ ：輸入糧穀에 대한 粗穀에서 精穀으로의 變換要素
RGCYZO ：消費地 輸入糧穀의 加工으로 부터 算出되는 總糧穀 (副產物포함)
의 比率 (단위 : MT／年)
GMKTS ：政府에서 小賣容으로 放出되는 糧穀比率 (단위 : MT／年)

港口貯藏所에서 貯藏되어 있는 政府統制의 糧穀은 다음 式으로 計算된다.

$$(5\text{-}41)\quad \frac{d}{dt} QGSY_i(t) = -SYLOSS_i(t)\,QGSY_i(t) + RGDO_i(t)\ / EYZ_i - RGSCYO_i(t)$$

QGSY ：港口倉庫에 貯藏된 政府糧穀 (단위 : MT)
SYLOSS ：港口倉庫에 貯藏된 輸入糧穀의 期待季節 損失率 (단위 : %／年)

RGDO：政府輸入糧穀이 荷役되어 港口倉庫에 貯藏되는 比率（단위：MT／年）
EYZ：輸入糧穀에 대한 粗穀에서 精穀으로의 變換要素
RGSCYO：輸入糧穀이 消費地로 移動되는 比率（단위：MT／年）

나. 政府糧穀在庫管理

1 生産地 糧穀在庫量 統制

앞의 式（5-38）을 보면 生産地에 貯藏된 政府精穀在庫量은 貯藏損失과 消費地로의 糧穀移動에 의해서만 감소됨을 알 수 있다. 그런데 貯藏에 의한 糧穀損失을 무시하면 生産地 糧穀在庫를 現水準으로 維持하는데 必要한 搗精比率은 다음 指數平均方程式을 풀어서 計算된다.

$$(5\text{-}42)\quad \frac{d}{dt} X14_i(t) = -\frac{1}{DEL14} X14_i(t) + \frac{1}{DEL14} RGPCZO_i(t)$$

X14：生産地 精穀在庫量을 現水準으로 維持하기 위해 必要한 平均搗精率（단위：MT／年）
RGPCZO：精穀이 生産地에서 消費地로 移動되는 比率（단위：MT／年）
DEL14：時間常數파라메타（단위：年）

生産地에 貯藏된 精穀의 期待消耗比率 X14B를 求하는 式은 다음과 같다.

$$(5\text{-}43)\quad \frac{d}{dt} X14B_i(t) = -\frac{1}{DEL14B} X14B_i(t) + \frac{1}{DEL14B} RGPCZO_i(t)$$

따라서 이 地域에서의 要求在庫量水準은 다음 式으로 表現된다.

$$(5\text{-}44)\quad QGPZD_i(t) = GPZLT_i(t) * X14B_i(t)$$

QGPZD：生産地 精穀의 現在 要求在庫量水準（단위：MT）
GPZLT：生産地 精穀在庫 消耗가 지속되는 期間（단위：年）

式（5-45）는 實際在庫水準과 要求되는 在庫量과의 差異를 表示하는

誤差信號를 나타내는 式이다.

(5-45) $QGPZER_i(t) = QGPZD_i(t) - QGPZ_i(t)$

QGPZER : 生産地 實在庫와 要求되는 在庫量水準의 差異를 나타내는 誤差 (단위 : MT)

QGPZD : 生産地에서 現在 要求되는 在庫量水準 (단위 : MT)

QGPZ : 生産地에 貯藏된 現在 의 實際在庫量水準 (단위 : MT)

그리고 數學的으로는 在庫量統制過程은 다음과 같이 表現된다.

(5-46) $Z14_i(t) = G14A_i * QGPZER_i(t) + G14B_i \frac{d}{dt} QPGZER_i(t) + G14C_i \int_0^t QPGZER_i(\tau) d\tau$

(5-47) $RGPXZC_i(t) = \max[0, Z14_i(t) + X14_i(t)]$

Z14 : 生産地 在庫를 要求水準으로 관리하기 위해 現 糧穀加工比率을 統制하는 信號 (단위 : MT／年)

G14A,B,C : 휘드백 제어 利得 파라메타 (feedback control gain paramete)

X14 : 生産地 平均搗精率 豫測 (式 5-42 參照, 단위 : MT／年)

RGPXZC : 生産地 糧穀在庫에 대하여 要請되는 搗精比率 (단위 : MT／年)

[2] 生産地 加工作業

다음 두개의 方程式들은 生産地糧穀加工 作業中에서 껍질벗기는 作業 (hulling process) 과 粗穀에서 精穀으로의 變換作業 (Polising process) 을 나타내는 式이다.

(5-47) $RGPXYU_i(t) = \max[RGPXZC_i(t),\ RGPXOF_i(t)]$

制約條件 : $RGPXYU_i(t) \leq RGPYM_i(t)$,

$RGPXYU_i(t) \leq QGPX_i(t)/DT$

(5-48) $RGPYZU_i(t) = G15 * RGPXZC_i(t) / EYZ_i$

制約條件 : $RGPYZU_i(t) \leq RGPZM_i(t)$

$RGPYZU_i(t) \leq RGPXY_i(t) + QGPY_i(t)/DT$

RGPXYU : 生産地 粗穀在庫量에 대한 껍질벗기는 作業의 目標量信號 (단위 : MT／年)

RGPXZC : 搗精要請比率 (式 5-47 參照, 단위 : MT/年)
EXZ : 粗穀에서 精穀으로의 變換要素
RGPXOF : 껍질벗기는 過程에 있는 超過分 쌀벼在庫 比率 (단위 : MT/年)
RGPYM : 生産地의 껍질벗기는 作業에 대한 最大 作業容量 (단위 : MT/年)
QGPX : 生産地에 貯藏된 粗穀在庫量水準 (단위 : MT)
DT : 시뮬레이션 模型의 時間增分 (단위 : 年)
RGPYZU : 生産地에서 껍질벗겨진 糧穀在庫에 대한 실제 精穀變換作業의 目標量信號 (단위 : MT/年)
G15 : 粗穀에 비하여 玄米在庫가 얼마나 신속히 精穀으로 加工되는가를 나타내는 파라메타 (단위 : %)
RGPXZC : 搗精要請比率 (式 5-47 參照, 단위 : MT/年)
EYZ : 껍질 벗긴 形態에서 精穀으로서 變換比率 (단위 : 無單位)
RGPXY : 껍질벗기는 作業에서 算出되는 糧穀比率 (단위 : MT/年)
QGPY : 生産地에 저장된 玄米在庫量水準 (단위 : MT)
RGPZM : 生産地에서의 最大 精穀變換容量 (단위 : MT/年)
DT : 시뮬레이션模型의 時間增分 (단위 : 年)

그러나 實際 糧穀搗精作業을 模型에서 表示하기 위해서 다음의 1 次遲延函數가 使用되었다.

$$(5\text{-}49)\quad \frac{d}{dt}RGPXYO_i(t) = -\frac{1}{DELG1}RGPXYO_i(t) + \frac{1}{DELG1}RGPXYU_i(t)$$

$$(5\text{-}50)\quad \frac{d}{dt}RGPYZO_i(t) = -\frac{1}{DELG2}RGPYZO_i(t) + \frac{1}{DELG2}RGPYZU_i(t)$$

RGPXYO : 生産地 粗穀에 대한 껍질벗기는 作業에서 算出되는 糧穀 (副産物 포함) (단위 : MT/年)
RGPXYU : 生産地 粗穀에 대한 껍질벗기는 作業의 目標量 (式 5-47 參照, 단위 : MT/年)
DELG1
DELG2 : 時間常數
RGPYZO : 生産地 粗穀과 껍질벗겨진 糧穀에 대한 精穀으로의 變換作業에서 算出되는 糧穀量 (副産物포함) (단위 : MT/年)
RGPYZU : 生産地 껍질벗겨진 糧穀에 대한 실제 精穀變換作業의 目標量 (式 5-48 參照, 단위 : MT/年)

3 生産地 糧穀在庫 超過分

生產地에 貯藏되어 있는 政府米와 보리에 대한 總가마수는 다음의 式으로 模型에서 計算된다.

$$(5\text{-}51)\quad QGPB(t)=\sum_{i=1}^{2}[QGPX_i(t)\,BPMTX_i+QGPY_i(t)\,BPMTY_i+QGPZ_i(t)\,BPMTZ_i]$$

$i=1$: 쌀 $\quad i=2$: 보리

QGPB : 生產地에 貯藏된 政府米와 보리의 總가마수 (100 ㎏가마)
QGPX, Y, Z : 生產地에 貯藏된 政府糧穀 (X : 粗穀, Y : 껍질벗긴형태, Z : 精穀) (단위 : MT)
BPMTX, Y, Z : 톤당 100 ㎏가마로의 變換要素 (X : 粗穀, Y : 껍질벗긴형태, Z : 精穀)

그리고 生產地에서 現政府糧穀在庫量의 適切한 貯藏容量限度를 超過하는 糧穀가마수, QGPXOF는 式(5-52)로 模型에서 計算된다.

$$(5\text{-}52)\quad QGPXOF(t)=QGPB(t)-\min[QGPMAX,\,QGPB(t)]$$

QGPB : 生產地에 貯藏된 總政府 糧穀 (단위 : 가마)
QGPMAX : 生產地의 現 政府糧穀貯藏容量 (단위 : 가마)

다음 式은 生產地 쌀벼在庫量과 生產地의 貯藏容量超過分에 대해서 어떻게 糧穀의 껍질벗기는 作業이 遂行되는지 模型에서 表現된 式이다.

$$(5\text{-}53)\quad RGPXOF_1(t)=G16_1\min[QGPXB_1(t),\,QGPXOF(t)*2]/BPMTX_1$$

$RGPXOF_1$: 生產地 糧穀貯藏 超過分으로 인하여 要請되는 쌀벼의 껍질벗기는 作業지령 (단위 : MT／年)
$G16_1$: 利得파라메타 (gain parameter)… 糧穀超過分으로 인하여 遂行되는 껍질벗기는 作業의 强度表示
$QGPXB_1$: 生產地에서 껍질벗기는 作業을 必要로 하는 쌀벼의 量 (단위 : 가마)
QGPXOF : 現 生產地 政府糧穀中 適正 貯藏容量이 超過되는 量만큼의 가마수 (단위 : 가마)
$BPMTX_1$: 쌀벼의 톤당 가마수의 變換要素 (단위 : 가마／MT)

④ 消費地 精穀在庫量 統制

消費地 精穀在庫量을 現在의 水準으로 維持하기 위해 補充되어야 하는 糧穀量의 豫測値, X13의 값은 다음式에 의해서 計算된다.

$$(5\text{-}54)\quad \frac{d}{dt}X13_i(t) = -\frac{1}{DEL13}X13_i(t) + \frac{1}{DEL13}GMKTS_i(t)$$

GMKTS : 小賣商에 放出되는 政府糧穀比率 (단위 : MT／年)
DEL13 : 時間常數파라메타 (단위 : 年)

그리고 消費地에 貯藏된 精穀在庫量中에서 豫想되는 消耗比率, X13B는 式(5-55)로 表示된다.

$$(5\text{-}55)\quad \frac{d}{dt}X13B_i(t) = -\frac{1}{DEL13B}X13B_i(t) + \frac{1}{DEL13B}GMKTS_i(t)$$

따라서 消費地에서 要求되는 在庫量은 다음式에서 計算된다.

$$(5\text{-}56)\quad QGCZD_i(t) = GCZLT_i(t) * X13B_i(t)$$

QGCZD : 消費地에 貯藏된 精穀의 現在要求되는 在庫量 水準 (단위 : MT)
GCZLT : 政府精穀 放出量에 대한 消耗期間 길이의 期待値 (단위 : 年)
X13B : 消費地 精穀在庫의 豫想消耗比率

다음式에서는 現在 消費地에 貯藏된 實際精穀在庫와 要求되는 在庫量과의 差異를 나타내는 誤差의 값인 QGCZER이 計算된다.

$$(5\text{-}57)\quad QGCZER_i(t) = QGCZD_i(t) - QGCZ_i(t)$$

QGCZD : 現 消費地 精穀의 要求되는 在庫量 水準 (단위 : MT)
QGCZ : 消費地에 貯藏된 精穀의 現在 實在庫量水準 (단위 : MT)

式(5-58)은 消費地 在庫量 統制式을 數學的으로 表現한 것이다.

$$(5\text{-}58)\quad Z13_i(t) = G13A_i\,QGCZER_i(t) + G13B_i\frac{d}{dt}QGCZER_i(t) + G13C_i\int_0^t QGCZER_i(\tau)\,d\tau$$

Z13 : 消費地 精穀在庫를 要求水準으로 維持하기 위해 現在 必要된다고 豫測되는 補充糧穀量의 調節을 나타내는 統制信號 (단위 : MT／年)
G13A,B,3 : 휘드백制御利得파라메타 (feedback control gain parameter)
QGCZER : 現在 消費地에 貯藏된 實際 精穀在庫量과 要求在庫量과의 差異 (단위 : MT)

다음의 두 方程式은 위에서 計算된 在庫統制式에 의해서 어떻게 指領信號가 表現될 수 있는가를 나타내는 式들이다.

(5-59) $RGPCZC_i(t) = \max[0, Z13_i(t) + X13_i(t)] * B13_i(t)$

(5-60) $RGSCYC_i(t) = \max[0, Z13_i(t) + X13_i(t)] * (1 - B13_i(t))$

RGPCZC : 精穀在庫量을 生産地로부터 消費地로 移動하라는 指領信號 (단위 : MT／年)
RGSCYC : 輸入糧穀을 消費地로 加工하기 위해 移動하라는 指領信號 (단위 : MT／年)
X13 : 消費地 精穀을 現水準으로 維持하기 위해 補充되어야 하는 糧穀 豫測値 (式 5-54 參照, 단위 : MT／年)
Z13 : 消費地 精穀調節을 統制하는 信號 (式 5-58 參照, 단위 : MT／年)
B13 : 消費地 精穀在庫를 補充하기 위해 使用되는 國內糧穀과 輸入糧穀의 상대적 比率 ($0 \le B13 \le 1$)

그런데 위式에서 나타나는 B 13의 값은 다음式으로 表現된다.

(5-61) $B13_i(t) = QGPZ_i(t) / [QGPZ_i(t) + QGCY_i(t) * EYZ_i + QGSY_i(t) * EYZ_i]$

QGPZ : 生産地에 貯藏된 國內精穀在庫 (단위 : MT)
QGCY : 消費地에 貯藏된 非加工 輸入糧穀 (단위 : MT)
QGSY : 港口 貯藏施設에 貯藏된 非加工輸入 糧穀 (단위 : MT)
EYZ : 非加工 輸入糧穀에 대한 精穀으로의 變換比率

다. 政府糧穀輸送

模型에서 表現되어 있는 主要地域間의 總輸送需要量은 다음 式과 같이 나타난다.

$$(5\text{-}62)\quad TTD(t) = \sum_{i=1}^{2} [RPCZC_i(t) + RGPCZC_i(t) + RGSCYC_i(t)] + RWSMC(t)$$

TTD : 主要地域間의 總輸送需要量 (단위 : MT／年)
RPCZC : 生產地에서 消費地로의 糧穀移動에 대한 非制約條件下의 民間流通 注文量 (단위 : MT／年)
RGPCZC : 生產地에서 消費地로의 糧穀移動에 대한 非制約條件下의 政府 注文量 (단위 : MT／年)
RGSCYC : 港口에서 消費地로의 輸入 糧穀移動에 대한 非制約條件下의 政府注文量 (단위 : MT／年)
RWSMC : 港口에서 밀가루 製粉所로의 輸入밀 移動에 대한 非制約條件下의 注文量 (단위 : MT／年)
$i = 1$: 쌀　$i = 2$: 보리

그러나 위 식에서 나타난 非制約條件下의 輸送注文量들은 輸送容量의 制約, 地域間 糧穀흐름의 非逆流性등의 여러 制約條件을 감안하면 다음과 같이 數式으로 表現될 수 있다.

$$(5\text{-}63)\quad RGPCZU_i(t) = \min\left\{RGPCZC_i(t), \frac{RGPZC_i(t)\,RTMAX}{TTD}, \frac{QGPZ_i(t)}{DT}\right\}$$

$$(5\text{-}64)\quad RGSCYU_i(t) = \min\left\{RGSCYC_i(t), \frac{RGSCYC_i(t)\ RTMAX}{TTD}, \frac{QGSY_i(t)}{DT}\right\}$$

RGPCZU : 生產地에서 消費地로의 糧穀移動에 대한 制約條件下 注文量 (단위 : MT／年)
RGSCYU : 港口에서 消費地로의 輸入糧穀 移動에 대한 制約條件下 注文量 (단위 : MT／年)
RTMAX : GMP模型에서 定義된 主要輸送地域間의 最大輸送容量 (단위 : MT／年)
TTD : 總輸送需要量 (단위 : MT／年)

그리고 政府統制의 糧穀이 消費地로 運搬되는 實際量은 分散遲延函數

로 表示되는 다음의 微分方程式에서 計算된다.

$$(5\text{-}65)\quad a_K \frac{d^K}{dt^K} RGPCZO_i(t) + a_{K-1} \frac{d^{K-1}}{dt^{K-1}} RGPCZO_i(t) + \cdots\cdots = RGPCZU_i(t)$$

$$(5\text{-}66)\quad a_K \frac{d^K}{dt^K} RGSCYO_i(t) + a_{K-1} \frac{d^{K-1}}{dt^{K-1}} RGSCYO_i(t) + \cdots\cdots = RGSCYU_i(t)$$

a_j : 分散遲延函數의 係數

$a_j = \binom{K}{j} \left[\frac{DEL}{k}\right]^j,\ j = 0, \cdots\cdots, k$

DEL : 遲延函數의 파라메타(단위 : 年)

k : 函數의 遲延次數

RGPCZO : 生産地에서 消費地로 運搬되는 政府糧穀量(단위 : MT/年)

RGSCYO : 港口에서 消費地로 運搬되는 輸入糧穀量(단위 : MT/年)

RGPCZU : 生産地에서 消費地로 移動되는 政府糧穀에 대한 制約條件下 注文量 (단위 : MT/年)

RGSCYU : 港口에서 消費地로 移動되는 輸入糧穀에 대한 制約條件下 注文量 (단위 : MT/年)

라. 消費地加工作業

港口에서 消費地로의 輸入糧穀移動에 대한 非制約條件下의 政府注文量, RGSCYC의 값에 現消費地 加工容量制約등의 制約條件이 추가되면 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$(5\text{-}67)\quad RGSCYU_i(t) = \min\left[RGSCYC_i(t), RGCZM_i(t), QGCY_i(t)/DT\right]$$

RGSCYU : 消費地 政府糧穀에 대한 加工作業에의 入力信號(단위 : MT/年)

RGCZM : 消費地 政府糧穀에 대한 現在의 最大加工容量(단위 : MT/年)

QGCY : 消費地에 貯藏된 政府輸入糧穀 在庫量(단위 : MT)

DT : 시뮬레이션模型의 時間 增分(단위 : 年)

그리고 GMP模型에서는 加工作業이 다음 微分方程式으로 模型化되었다.

$$(5\text{-}68)\quad \frac{d}{dt}RGCYZO_i(t) = -\frac{1}{DEL4}RGCYZO_i(t) + \frac{1}{DEL4}RGCYZU_i(t)$$

RGCYZO : 消費地에 貯藏된 政府輸入糧穀에 대한 加工作業으로부터 算出되는 總糧穀量 (副産物포함) (단위 : MT／年)
DELG4 : 時間常數파라메타 (단위 : 年)

그러나 輸入糧穀에 대한 加工作業에서 算出되는 糧穀을 精穀과 副産物로 분류하여 계산하면 다음의 方程式들로서 表現된다.

$$(5\text{-}69)\quad RGCYZ_i(t) = RGCYZO_i(t) * EYZ2_i$$

$$(5\text{-}70)\quad RGCBP1_i(t) = (1 - EYZ2_i) * PCRAC2_i * RGCYZO_i(t)$$

$$(5\text{-}71)\quad RGCBP2_i(t) = (1 - EYZ2_i) * (1 - PCRAC2_i) * RGCYZO_i(t)$$

RGCYZ : 消費地의 精穀生産比率 (단위 : MT／年)
RGCYZO : 加工作業으로 부터 算出되는 總糧穀量 (단위 : MT／年)
EYZ2 : 輸入糧穀에 대하여 껍질벗겨진 形態로부터 精穀으로의 變換要素
RGCBP1 : 결함있는 糧穀生産量 (crack grain) (단위 : MT／年)
RGCBP2 : 왕겨生産量 (단위 : MT／年)
PCRAC2 : 輸入糧穀中 결함있는 糧穀比率 (단위 : 比率)

3. 政府部門 會計

가. 政府收入

政府糧穀管理 運營에 의해서 發生되는 政府收入計定은 GMP 模型에서 다음 式들로서 計算된다.

$$(5\text{-}72)\quad RVSLS_i(t) = PS_i(t) * GSLS_i(t) * BPMTZ_i$$

$$(5\text{-}73)\quad RVBPS_i(t) = PBP1_i(t)[RGPZBP_i(t) + RGCZBP_i(t)] \\ PCRAC_i(t) + PBP2_i(t)[RGPZBP_i(t) + RGCZBP_i(t)] \\ [1 - PCRAC_i(t)]$$

RVSLS ：政府 糧穀 賣出에 의한 收入 (단위 : 원／年)
PS ：政府 糧穀 消費者 販賣價格 (단위 : 원／가마)
GSLS ：政府 糧穀 賣出量 (단위 : MT／年)
BPMTZ ：톤당 100 kg 精穀가마수 (단위 : 가마／MT)
RVBPS ：政府 糧穀副產物 販賣에 의한 收入 (단위 : 원／年)
PBP1 ：결함糧穀 (cracked grain)의 價格 (단위 : 원／MT)
PBP2 ：왕겨 (bran)의 價格 (단위 : 원／MT)
RGPZBP ：國內 政府糧穀으로 부터의 副產物生產 比率 (단위 : MT／年)
PCRAC ：總副產物中 결함糧穀比率 (단위 : 比率)

나. 政府支出

1 政府糧穀購買費用

政府에서 國內糧穀을 收買하는데 所要되는 費用은 다음 式으로 計算된다.

(5-74) $EXPUR_i(t) = PB_i(t)\, GPUR_i(t)\, BPMTZ_i(t)$

EXPUR ：政府 糧穀收買에 의해 支出되는 費用 (단위 : 원／年)
PB ：政府 糧穀 收買價格 (단위 : 원／가마)
BPMTZ ：톤당 100 kg 精穀가마수 (단위 : 가마／MT)

그리고 政府에서 輸入하는 糧穀에 所要되는 費用에는 輸入糧穀에 支出되는 現金에 대한 外國換費用과 長期糧穀輸入返濟 計劃에 의한 元金과 利子支拂等이 포함되며 輸入糧穀에 대한 現金支拂額은 다음 式에서 計算된다.

(5-75) $FOREX_i(t) = RGIMPO_i(t)\, PCTCSH_i(t)\, PWLD_i(t)\, WONPD_i(t)$

FOREX ：輸入糧穀의 現金支拂額에 대한 外國換費用 (단위 : 원／年)
RGIMPO ：輸入糧穀의 港口施設에 도착比率 (단위 : MT／年)
PCTCSH ：現金으로 支拂되는 政府糧穀輸入量의 比率 ($0 \leq PCTCSH \leq 1$)
PWLD ：輸入糧穀에 대한 世界市場價格 (단위 : $／MT)
WONPD ：미국 달라에 대한 원화의 換率 (단위 : 원／$)

式 (5-76)은 非現金輸入糧穀에 대한 元金과 利子支拂을 計算하는 式이다.

$$(5\text{-}76)\ PPAI1_i(t) = \frac{AIRP1 * QRP1_i(t)e^{AIRP1 * DELRP1}}{1 - e^{AIRP1 * DELRP1}}$$

PPAI1 : 非現金 輸入糧穀에 대한 利子와 元金支拂金 (단위 : 원／年)
AIRP1 : 長期 輸入返濟 약정에 의한 年間 利子率 (단위 : %／年)
QRP1 : 現在 返濟中인 輸入負債에 대한 總未決濟元金 (단위 : 원)
DELRP1 : 返濟期間의 平均期限 (단위 : 年)

그런데 전형적으로 모든 長期糧穀負債는 返濟되기 前에 支拂猶豫期間이 있기 마련인데 이 支拂猶豫期間 (grace period) 은 다음 微分方程式으로 表現되는 分散遲延函數로서 시뮬레이션된다.

$$(5\text{-}77)\quad a_K \frac{d^K}{dt^K} RGRO1_i(t) + a_{K-1} \frac{d^{K-1}}{dt^{K-1}} RGRO1_i(t) + \cdots = RGRI1_i(t)$$

a_j : 分散遲延函數의 係數

$$a_j = \binom{k}{j} \left[\frac{DELGR1}{k}\right]^j, \ j = 0, \cdots, k$$

DELGR1 : 平均猶豫期間을 나타내는 遲延파라메타 (단위 : 年)
k : 遲延函數의 次數

RGRO1 : 過去負債에 대한 支拂猶豫期間이 경과해서 返濟狀況에 들어가는 比率 (단위 : 원／年)
RGRI1 : 새로운 外債를 얻어서 支拂猶豫期에 들어가는 比率 (단위 : 원／年)

위 式에서 入力資料로 들어간 變數 RGRI1은 다음 式으로 計算된다.

$$(5\text{-}78)\quad RGRI1_i(t) = RGIMPO_i(t)\,[1 - PCTCSH_i(t)]\,PWLD_i(t) * WONPD(t)$$

또한 長期負債償還計劃에 따라서 返濟되고 있는 元金의 狀況은 다음 微分方程式으로 計算된다.

$$(5\text{-}79)\quad a_K \frac{d^K}{dt^K} RRPO1_i(t) + a_{K-1} \frac{d^{K-1}}{dt^{K-1}} RRPO1_i(t) + \cdots = RGRO1_i(t)$$

a_j : 分散遲延函數의 係數

$$a_j = \binom{K}{j} \left[\frac{DELRP1}{k}\right]^j, \ j = 0, \cdots, k$$

DELRP1 : 平均 償還期間을 나타내는 遲延파라메타(단위 : 年)
k : 遲延函數의 次數
RRPO1 : 糧穀 輸入負債 元金이 償還되는 比率(단위 : 원/年)
RGRO1 : 糧穀輸入負債에 대한 返濟가 시작되는 比率
(式 5-77 參照, 단위 : 원/年)

式(5-76)에 나타나 있는 總外債에 대한 未決濟元金 $QRP1_i(t)$는 다음의 積分式으로 模型에서 計算된다.

$$(5\text{-}80)\quad QRP1_i(t) = QRP1_i(t_o) + \int_{t_0}^{t} [RGRO1_i(\tau) - RRPO1_i(\tau)]\, d\tau$$

現在 支拂猶豫期間中에 있는 總輸入 糧穀에 대한 負債를 나타내는 式은 式(5-81)과 같다.

$$(5\text{-}81)\quad QGR1_i(t) = QGR1_i(t_o) + \int_{t_0}^{t} [RGRI1_i(\tau) - RGRO1_i(\tau)]\, d\tau$$

QGR1 : 現在 支拂猶豫期間中에 있는 外債의 總價值(단위 : 원)
RGRO1 : 過去負債에 대한 支拂猶豫期間이 경과하여 返濟狀況에 들어가는 比率(단위 : 원/年)
RGRI1 : 새로운 外債를 얻어 支拂猶豫期間에 들어가는 比率(단위 : 원/年)

支拂猶豫期間中에 支拂하는 利子額을 計算하는 式은 式(5-81)에서 볼 수 있다.

$$(5\text{-}81)\quad GRIP1_i(t) = AIGR1 * QGR1_i(t)$$

GRIP1 : 支拂猶豫期間中 利子支拂額(단위 : 원/年)
AIGR1 : 支拂猶豫期間中 年間 利子率(단위 : %/年)
QGR1 : 現在 支拂猶豫期間中에 있는 外債의 總價值(단위 : 원)

따라서 外國糧穀輸入에 支拂되는 總支出은 다음의 累積式으로 求할 수 있다.

$$(5\text{-}82)\quad EXIMP_i(t) = FOREX_i(t) + PPAI1_i(t) + GRIP1_i(t)$$

FOREX, PPAI1, GRIP1 : 各各 式(5-75), (5-76), (5-81)에서 計算된 變數

[2] 糧穀의 貯藏·加工·取扱費用

生產地。消費地，港口에서의 糧穀貯藏費用을 나타내는 式들은 다음과 같다.

(5-83) $CGSP_i(t) = C103A_i(t) * QGPX_i(t) + C103B_i(t)\,[QGPY_i(t) + QGPZ_i(t)]$

(5-84) $CGSC_i(t) = C103C_i(t)\,[QGCY_i(t) + QGCZ_i(t)]$

(5-85) $CGSS_i(t) = C103C_i(t) * QGSY_i(t)$

(5-86) $CGS_i(t) = CGSP_i(t) + CGSC_i(t) + CGSS_i(t)$

CGSP,C,S：各各 生產地(P)，消費地(C)，港口(S)에 貯藏된 政府糧穀貯藏費用 (단위：원／年)

C103A,B,C：貯藏負荷파라메타(storage charge parameter) (단위：원／MT－年)

QGPX,Y,Z：生產地에 저장된 政府糧穀量(X：粗穀，Y：껍질벗겨진 형태，Z：精穀，單位：MT)

QGCY,Z：消費地에 저장된 政府糧穀(Y：껍질벗겨진 형태，Z：精穀，單位：MT)

QGSY：港口에 貯藏된 輸入糧穀量(단위：MT)

그런데 式(5-84)에서 計算된 消費地 政府糧穀貯藏費用，CGSC의 값을 모든 政府倉庫는 容量의 UT_i比率만큼만 使用되고，政府倉庫는 단지 消費地에만 設置되어 있으며，政府倉庫의 貯藏費用은 糧穀在庫量크기와 無關한 固定費用과 在庫量크기에 따라 增加하는 可變費用으로 構成되어 있다는 세 가지 制約條件을 감안해서 改善한 式은 다음과 같다.

(5-87) $CGSC_i(t) = C103C_i(t)\max[0, QGCY_i(t) + QGCZ_i(t) - UT_i * QGOW(t)] + C103D_i(t)\min[UT_i * QGOW(t), QGCY_i(t) + QGCZ_i(t)] + C103E_i(t) * QGOW(t)$

CGSC：消費地 政府糧穀의 貯藏費用(단위：원／年)

C10C：政府賃借 糧穀倉庫에 대한 單位當 貯藏費用파라메타 (단위：원／MT－年)

QGCY,Z：消費地에 貯藏된 政府糧穀(Y：껍질벗겨진 형태，Z：精穀，단위：MT)

UT : 政府所有倉庫의 平均利用比率 (단위 : %/年)
QGOW : 消費地 政府所有倉庫의 容量 (단위 : MT)
C103 D : 政府糧穀倉庫運營과 관련된 可變費用파라메타 (단위 : 원/MT - 年)
C103 E : 政府糧穀倉庫運營과 관련된 固定費用파라메타 (단위 : 원/MT-年)

政府糧穀은 生產地와 消費地에서 同時에 加工된다. 그러나 一般的으로 國內糧穀은 生產地에서 加工處理되고 輸入糧穀은 消費地에서 加工되는데 다음式은 GMP 模型에서 計算되는 糧穀加工處理費用을 表示한다.

$$(5\text{-}88)\quad CGM_i(t) = C104A_i(t) * RGPYZ_i(t) + C104B_i(t) * RGCYZO_i(t) * EYZ_i$$

CGM : 政府糧穀의 加工費用 (단위 : 원/年)
C104A,B : 生產地(A) 혹은 消費地(B)에서의 政府糧穀加工과 관련된 費用파라메타 (단위 : 원/MT)
RGPYZ : 生產地에서 政府加工作業으로 부터 算出되는 生產量比率 (단위 : MT /年)
RGCYZO : 消費地에서 政府加工作業으로부터 算出되는 總生產量 (副產物포함) (단위 : MT/年)
EYZ : 껍질벗겨진 形態에서 精穀으로의 變換要素 (단위 : 比率)

政府糧穀管理運營과 관련된 糧穀取扱費用으로는 糧穀獲得費用, 地域間 糧穀輸送費用, 輸入糧穀에 대한 港口에서의 取扱費用, 政府에서의 糧穀 販賣와 관련된 費用이 포함되며 GMP 模型에서는 다음과 같은 數式들로 表現되어 있다.

$$(5\text{-}89)\quad CGPUR_i(t) = C101(t) * GPUR_i(t)$$

CGPUR : 糧穀獲得과 관련된 費用 (단위 : 원/年)
GPUR : 政府糧穀量

$$(5\text{-}90)\quad CGICH_i(t) = C105A(t) * RGPXYO_i(t) + C105B(t) \{ ABS [RGPY_i(t) + ABS [RGPZ_i(t)] \}$$

CGICH : 生產地 政府糧穀의 取扱과 관련된 費用 (단위 : 원/年)
C105 A : 生產된 糧穀의 껍질벗기는 作業과 관련된 取扱費用파라메타 (단위 : 원/MT)

RGPXYO：生産地에서 糧穀의 껍질벗기는 作業에서 算出된 量（단위：MT／年）

C105B：生産地 政府糧穀을 貯藏施設안팎으로 운반하는 것과 관련되어 發生되는 取扱費用（단위：원／MT）

RGPY：生産地에 貯藏된 껍질 벗겨진 政府糧穀의 變更比率（단위：MT／年）

RGPZ：生産地에 貯藏된 政府精穀의 變更比率（단위：MT／年）

$$(5\text{-}91)\quad CGT_i(t) = C106A(t) * RGPCZO_i(t) + C106B(t) * RGSCYO_i(t)$$

CGT：政府統制 糧穀을 生産地와 消費地，港口와 消費地間에 運搬하는 것과 관련된 主要 地域間 輸送費用（단위：원／年）

C106A,B：適切한 平均 輸送費用파라메타（단위：원／MT）

RGPCZO：政府糧穀이 生産地에서 消費地로 運搬되는 比率（단위：MT／年）

RGSCYO：政府輸入糧穀이 港口에서 消費地로 運搬되는 比率（단위:MT／年）

$$(5\text{-}92)\quad CGD_i(t) = C107(t) * RGDO_i(t) / EYZ_i$$

CGD：輸入糧穀의 荷役作業과 관련된 費用（단위：원／年）

C107：港口荷役作業과 관련된 비용파라메타（단위：원／MT）

RGDO：政府輸入糧穀이 선박으로부터 下船되는 比率（단위：MT／年）

$$(5\text{-}93)\quad CGSLS_i(t) = C102(t) * GSLS_i(t)$$

CGSLS：政府 統制糧穀의 販賣와 관련된 費用（단위：원／年）

C102：販賣費用파라메타（단위：원／MT）

GSLS：政府糧穀放出量（단위：MT／年）

따라서 式(5-94)는 政府糧穀의 貯藏，加工，그리고 取扱과 관련된 全體費用을 나타내는 式이다.

$$(5\text{-}94)\quad CGHAP_i(t) = CGPUR_i(t) + CGSLS_i(t) + CGS_i(t) + CGM_i(t) + CGICH_i(t) + CGT_i(t) + CGD_i(t)$$

3 糧穀倉庫建設費用

GMP模型에서는 政府所有의 糧穀倉庫建設費用도 計算 되도록 設計되어 있다.

다음의 式은 償還段階에 있는 政府倉庫建設負債의 元金狀況을 計算하는 式이다.

(5-95) RRPI2(t) = C111(t) * RGWUCI(t)

RRPI2 : 새 倉庫建設負債의 償還이 시작되는 比率 (단위 : 원/年)
C111 : 政府倉庫建設의 單位當費用파라메타 (精穀 톤당 所要되는 費用)
(단위 : 원/MT)
RGWUCI : 倉庫建設計劃이 시작되는 比率 (단위 : MT/年)

그리고 다음의 分散遲延函數는 政府糧穀倉庫 負債資金에 대한 償還計劃을 시뮬레이션하는 式이다.

$$(5\text{-}96)\quad a_K \frac{d^K}{dt^K} RRPO2(t) + a_{K-1} \frac{d^{K-1}}{dt^{K-1}} RRPO2(t) + \cdots\cdots = RRPI2(t)$$

a_j : 分散遲延函數의 係數

$$a_j = \binom{k}{j} \left[\frac{DELRP2}{k}\right]^j, \quad j=0, \cdots\cdots, k$$

k : 遲延函數의 次數
RRPO2 : 負債元金이 償還되는 比率 (단위 : 원/年)
RRPI2 : 새 倉庫建設負債의 返濟가 시작되는 比率 (단위 : 원/年)

糧穀倉庫建設負債에 대하여 現在 償還되지 않는 元金은 다음의 積分式으로 計算된다.

$$(5\text{-}97)\quad QRP2(t) = QRP2(t_0) + \int_{t_0}^{t} [RRPI2(\tau) - RRPO2(\tau)]d\tau$$

마지막으로 政府倉庫建設負債의 元金과 利子에 대한 償還金은 式(5-98)로서 計算된다.

$$(5\text{-}98)\quad PPAI2(t) = \frac{-AIRP2 * QRP2(t)\ e^{AIRP2 * DELRP2}}{1 - e^{AIRP2 * DELRP2}}$$

PPAI2 : 政府倉庫建設負債에 대한 元金과 利子償還金 (단위 : 원/年)
AIRP2 : 政府倉庫建設負債에 대한 年間 利子率 (단위 : %/年)
QRP2 : 現 倉庫建設負債의 未支給 元金 (단위 : 원)
DELRP1 : 平均負債 償還期間 (단위 : 年)

다. 政府利益과 損失

다음 式은 糧穀管理特別會計의 純利益 혹은 損失에 대한 現金흐름을 表示한다.

$$(5\text{-}99)\quad RGMSA_i(t) = RVSLS_i(t) + RVBPS_i(t) - EXPUR_i(t) - EXIMP_i(t) - CGHAP_i(t)$$

RGMSA : 糧穀管理特別會計의 現金흐름變化 (단위 : 원/年)
RVSLS : 政府糧穀販賣에 의한 收入 (式 5-72 參照, 단위 : 원/年)
RVBPS : 政府糧穀副産物販賣에 의한 收入 (式 5-73 參照, 단위 : 원/年)
EXPUR : 政府糧穀收買에 의한 支出 (式 5-74 參照, 단위 : 원/年)
EXIMP : 政府糧穀輸入에 所要되는 支出 (式 5-82 參照, 단위 : 원/年)
CGHAP : 政府糧穀의 取扱, 貯藏, 加工과 관련된 支出 (式 5-94 參照, 단위 : 원/年)

그리고 糧穀管理會計의 現金흐름計算에 포함되는 다른 費用에는 糧穀倉庫建設費用, 糧穀管理費用, 밀補助金, 韓國銀行에서 빌린 資金에 대한 費用等이 있는데 이러한 費用들은 다음 式들로서 表示된다.

$$(5\text{-}100)\quad RTGMF(t) = \sum_{i=1}^{2} RGMSA_i(t) - PPAI2(t) - C113(t) - EXDP(t) - GWSUB(t) * C35 * RWSLSO(t)$$

$$(5\text{-}101)\quad QTGMF(t) = QTGMF(t_0) + \int_{t_0}^{t} RTGMF(\tau)\, d\tau$$

$$(5\text{-}102)\quad EXDP(t) = AIDP(t) * ABC\{\min[0, QTGMF(t)]\}$$

RTGMF : 糧穀管理基金의 變化 (단위 : 원/年)
RGMSA : 糧穀管理 特別會計의 變化 (단위 : 원/年)
PPAI2 : 政府倉庫建設負債의 元金과 利子에 대한 償還比率 (단위 : 원/年)
C113 : 糧穀管理費用 (단위 : 원/年)
EXDP : 韓國銀行으로부터 빌린 糧穀管理 運營基金費用 (단위 : 원/年)
GWSUB : 밀가루製粉業者에게 支拂하는 밀가루補助資金 (단위 : 원/ 22kg부대)
C35 : 밀에서 밀가루로의 變換要素 (단위 : 22kg부대/MT)
RWSLSO : 製粉業者에 의한 밀가루都賣比率 (단위 : MT/年)
QTGMF : 糧穀管理基金의 累積 (단위 : 원)
AIDP : 빌린 糧穀管理運營基金에 대한 利子率 (단위 : %/年)

第 6 章

都市部門 模型

都市部門模型은 市場價格豫測, 市場需要, 그리고 都市家口의 糧穀貯藏量調節等에 관한 非農家 都市消費者家口의 意思決定過程을 시뮬레이션하고 있다. 그런데 一般的으로 都市의 糧穀消費形態는 所得, 糧穀價格, 그리고 家口當 糧穀貯藏水準에 影響을 받고 있다. 또한 이 模型은 都市家口部門에 대한 여러 糧穀管理政策과 프로그램의 影響力을 要約하고 測定하는 자세한 成果基準도 提供하고 있으며 〈表 6 - 1〉은 都市部門模型에서 시뮬레이션되고 있는 變數들과 構成要素들에 대하여 模型에 포함된 主要內容을 나타내는데 이 章에서는 이러한 模型構成要素들間의 聯關關係를 數學的으로 把握코자 한다.

表 6 - 1 都市部門 시뮬레이션 變數와 模型에 포함된 主要內容

都市部門시뮬레이션變數	主 要 內 容
糧穀消費量 / 糧穀代替物	相對的 價格 所 得
都市消費者家口의 糧穀貯藏量	비상사태에 대처하기 위한 在庫必要量水準 供給可能 糧穀量 現在價格과 豫測價格 水準
消費者 市場選擇	政府 / 民間流通 市場價格水準 政府 糧穀 統制 政策
都市家口 糧穀供給	最小 必要 糧穀量 消費水準

1. 都市消費者 家口 糧穀貯藏

一般的으로 都市消費者家口에서는 約3週程度 消費할 수 있는 糧穀量을 保有하고 있는데 만일 都市家庭에서 확보하고 있는 糧穀在庫量水準에 變化가 없다면 都市家口의 貯藏要素를 模型에 反影할 必要가 전혀 없다. 그러나 都市家庭에서 保有하고 있는 糧穀貯藏量은 實際에 있어서 크게 變化하고 있고, 이러한 變化는 특히 市場의 糧穀供給이 원활치 않을 경우에는 糧穀價格에 커다란 影響을 미친다. 다음 式은 이러한 都市消費者家庭 糧穀在庫量의 動態的인 現象을 나타낸다.

$$(6-1)\quad \frac{d}{dt} QU_i(t) = UPUR_i(t) - UDEMC_i(t)$$

QU : 都市家口在庫量 水準(단위 : MT)
UPUR : 都市消費者의 糧穀購入量比率(단위 : MT/年)
UDEMC : 都市 糧穀消費比率(단위 : MT/年)

2. 都市家口 在庫管理

다음式은 都市部門 市場의 糧穀需要量을 나타내는 要素를 表示한다.

$$(6-2)\quad UDEM_i(t) = UDEMD_i(t) + UDAI_i(t)$$

$$(6-2)\quad UDAI_i(t) = [QUD_i(t) - QU_i(t)] / UK2_i$$

UDEM : 都市部門 市場需要量(단위 : MT/年)
UDEMD : 現在의 都市糧穀 消費需要量(단위 : MT/年)
UDAI : 都市家口 在庫水準을 調節하기 위한 市場需要의 要素(단위:MT/年)
QUD : 現在要求되는 家口在庫量 水準(단위 : MT)
QU : 現在의 實際 家口 貯藏量水準(단위 : MT)
$1/UK2_i$: 家口在庫를 要求水準으로 調節하기 위한 需要反應比率을 나타내는 制御利得파라메타(단위 : %/年)

가. 正常 都市가구 貯藏

模型에서 提供되는 正常的으로 要求되는 都市家口糧穀貯藏水準의 개념은 未來의 非常時에 대비한 糧穀貯藏이나 價格 不均衡狀態는 염두에 두지 않고 단지 正常的인 消費와 價格條件下에서 要求되는 都市家口의 貯藏糧穀量을 의미한다.

다음은 要求되는 都市家口 在庫量水準의 正常貯藏要素를 表現하는 式이다.

$$(6-4)\quad NDSTOR_i(t) = STORTD_i * UDEMN_i(t)$$

NDSTOR : 正常的으로 要求되는 家口 貯藏量水準 (단위 : MT)
STORTD : 都市家口의 正常貯藏量으로 消費가 지속되는 要求期限 (단위 年)
UDEMN : 正常的인 消費比率 (단위 : MT / 年) (式 6-16 參照)

나. 價格水準 效果

이 模型은 市場價格의 相對的變化가 都市家口에서 要求되는 在庫量에 미치는 影響을 시뮬레이션하였는데 相對的인 市場價格水準이 平均보다 높아지면 要求되는 都市家口貯藏은 감소되고, 반대로 市場價格水準이 相對的으로 낮아지면 都市家庭貯藏은 增加한다. 다음의 式은 이러한 價格水準의 效果를 表示한다.

$$(6-5)\quad UDEMP_i(t) = UDEMD_i(t) - UDEMN_i(t)$$

$$(6-6)\quad \frac{d}{dt} UDEMPA_i(t) + UDEMPA_i(t) = UDEMP_i(t)$$

$$(6-7)\quad QUDA_i(t) = UK3_i * [UDEMP_i(t) - UDEMPA_i(t)]$$

UDEMP : 現在의 糧穀價格水準으로 인하여 正常的인 消費量水準의 變化가 豫想되는 糧穀量 期待値 (단위 : MT / 年)
UDEMD : 都市家口에서 適切한 在庫量을 貯藏했다고 가정할때 現在의 糧穀消費比率 (式 6-14 參照, 단위 : MT / 年)
UDEMN : 正常的인 消費比率 (式 6-16 參照, 단위 : MT / 年)
UDEMPA : UDEMP $_i$(t) 값의 指數平均 (단위 : MT / 年)
QUDA : 價格水準效果로 인한 都市貯藏要求水準의 構成要素 (단위 : MT).

UK3 : 價格水準效果로 인한 要求貯藏水準의 變化를 測定하기 위해 使用되는 糧穀소모 지속기한 파라메타(단위 : 年)

다. 價格變換效果

都市家口에서 保有하고 있는 糧穀在庫의 維持費用은 糧穀價格과 現在의 利子率을 곱한 값으로 다음과 같이 定義된다.

(6-8) $DPUO_i(t) = RI(t) * PU_i(t)$

DPUO : 都市家口의 糧穀貯藏量을 維持하는 費用(단위 : 원/가마-年)
RI : 實際 利子率(단위 : %/年)
PU : 現 都市市場價格(단위 : 원/가마)

그리고 이 模型은 都市市場價格의 變化率을 다음과 같이 計算한다.

(6-9) $UK5 \frac{d}{dt} DUPA_i(t) + DUPA_i(t) = \frac{d}{dt} PU_i(t)$

DUPA : 糧穀價格의 變換比率(단위 : 원/가마-年)
PU : 現 都市市場 價格(단위 : 원/가마)
UK5 : 時間常數 파라메타(단위 : 年)

따라서 現在의 都市家口糧穀貯藏量을 維持하기 위한 費用과 市場價格의 變化率을 式(6-8)과 式(6-9)에서 求하였다면, 價格變化 效果로 인한 都市家口 糧穀貯藏量의 要求水準은 다음式으로 計算될 수 있다.

(6-10) $QUDB_i(t) = UK1 * UK2 \dfrac{DPUA_i(t) - DPUO_i(t)}{DPUO_i(t)}$

$UDEMD_i(t)$

QUDB : 價格變動效果로 인한 都市家口貯藏量 要求水準의 要素(단위 : MT)
DPUA : 平均 市場價格變動比率(단위 : 원/가마-年)
DPUO : 家口糧穀貯藏量維持費用(단위 : 원/가마-年)
UDEMD : 適切한 家口糧穀貯藏量을 가정한 경우 現消費比率(式 6-14 參照, 단위 : MT/年)
UK1 : 價格變動으로 인한 需要量 變換比率을 나타내는 反應파라메타
UK2 : 都市家口在庫를 要求水準으로 調節하기 위한 都市需要反應을 나타내는 파라메타

都市家口의 最大貯藏容量을 고려치 않으면 都市家口在庫의 純要求水準은 다음의 式(6−11)로서 表示된다.

$$(6-11)\quad QUDU_i(t) = NSTORD_i(t) + ESTORD_i(t) + QUDA_i(t) + QUDB_i(t)$$

ESTORD : 非常事態에 대비하여 要求되는 糧穀貯藏量水準(단위:MT/年)

그러나 都市家口의 最大貯藏容量은 模型에서 다음과 같이 定義되었다.

$$(6-12)\quad STCAP(t) = STMAX * \sum_i UDEMN_i(t)$$

STCAP : 都市家口의 最大糧穀貯藏容量(단위 : MT)
STMAK : 最大貯藏容量을 나타내기 위하여 使用되는 파라메타(단위 : 年)
UDEMN : 正常의 消費比率(단위 : MT/年)

마지막으로, 式(6−13)은 制約條件下에서 都市家口의 全體的인 要求在庫量을 計算하는 式이다.

$$(6-13)\quad QUD_i(t) = \min\left\{ QUDU_i(t),\ STCAP* \frac{QUDU_i(t)}{\sum_i W.UDU_i(t)} \right\}$$

QUD : 都市家口의 制約條件下 순저장량 要求水準(단위 : MT)
QUDU : 非制約條件下의 순가구貯藏量 要求水準(단위 : MT)

3. 都市家口 消費量

都市消費者家口의 糧穀消費量을 시뮬레이션하기 위해서 Cobb−Douglas 形態의 需要函數가 模型에서 利用되었다.

$$(6-14)\quad UDEMD_i(t) = AUO_i(t) * \prod_{j=1}^{3} \{ PU_j(t)^{EUCP_{ij}(t)} \} \frac{CONSU(t)^{-EUCI_i}}{UPOP(t)} * UPOP(t)$$

UDEMD : 現在의 都市糧穀消費 需要量(단위 : MT/年)
PU : 都市市場價格(단위 : 원/가마)
EUCP : 都市糧穀消費의 季節價格彈力性
CONSU : 總 都市家口所得(단위 : 원/年)
UPOP : 都市人口
EUCI : 消費의 所得 彈力性
AUO : Cobb-Douglas 函數의 常數項目

위 式의 常數項目 AUO_i의 값은 模型이 稼動되기 前에 式(6-15)로서 計算된다.

$$(6-15)\quad AUO_i = UDEMN_i(t_o) \Big/ \left\{ \prod_{j=1}^{3} [PUA_i(t_0)^{EUCP_{ij}}(t_0)] \left[\frac{CONSU(t_o)}{UPOP(t_o)}\right]^{EUCI_i} * UPOP(t_o) \right\}$$

$UDEMN_i(t_o)_j PUA_i(t_o)$: 各各 基準期間의 消費量과 價格表示

그런데 都市在庫量水準을 要求水準으로 維持하기 위해 使用되는 糧穀의 正常的인 消費量比率 UDEMN의 값은 模型에서 다음式으로 計算된다.

$$(6-16)\quad UDEMN_i(t) = AUO_i * \prod_{j=1}^{3} [PUA_j(t_0)^{EUCP_{ij}}(t_0)] \left[\frac{CONSU(t)}{UPOP(t)}\right]^{EUCI_i} * UPOP(t)$$

PUA : 模型初期値에 使用되는 基本 年平均價格(단위 : 원/가마)

그리고 都市의 正常的인 消費比率은 式(6-16)에서 볼 수 있는바와 같이 단지 所得과 都市人口의 變化에 따라 變함을 알 수 있는데 消費者所得, CONSU(t)는 다음 式에서 計算된다.

$$(6-17)\quad CONSU(t) = CONSU(t_o) EXP[RIG * t]$$

CONSU : 總都市消費者 所得 (단위 : 원 / 年)
RIG : 所得增加 가정비율 (단위 : % / 年)

4. 都市 糧穀 供給量

GMP模型의 都市部門模型에서는 都市에 供給되는 糧穀量 혹은 不足量에 대한 情報가 算出되는데 이러한 情報는 여러가지 糧穀管理프로그램의 影響을 分析하는데 利用되며 特히 糧穀供給이 원활치 못할 때 일어날 수 있는 여러問題들을 해결하는데 도움이 된다.

式 (6−18) 은 都市에서 必要로 하는 糧穀消費量을 나타내는 式이다.

$$(6-18) \quad RUNUT(t) = GRPP * UPOP(t) * 1000$$

RUNUT : 都市糧穀消費의 必要量 (단위 : MT / 年)
GRPP : 1人當 必要한 總糧穀量 (쌀, 보리, 밀) (단위 : kg / 1人當 - 年)
UPOP : 都市人口

總 糧穀消費量은 다음의 累積式으로 計算된다.

$$(6-19) \quad TGC_i(t) = \sum_{i=1}^{3} UDEMC_i(t)$$

TGC : 總糧穀消費量 (단위 : MT / 年)
UDEMC : 現在의 實際糧穀消費量 (단위 : MT / 年)

위 式에서 나타나는 實際糧穀消費量, UDEMC의 計算은 〈 圖 6−1 〉의 消費制約函數形態에 따라서 다음式으로 模型에서 計算된다.

$$(6-20) \quad UDEMC_i(t) = F1_i(t) * UDEMD_i(t)$$

F1 : 都市消費의 制約函數
UDEMD : 現在의 糧穀消費需要量 比率 (단위 : MT / 年)

都市家口의 消費特徵을 나타내는 函數 F1의 實際값들을 正確하게 알 수는 없고 단지 模型에서는 이 函數의 推測値가 入力되는데 이 推測値의

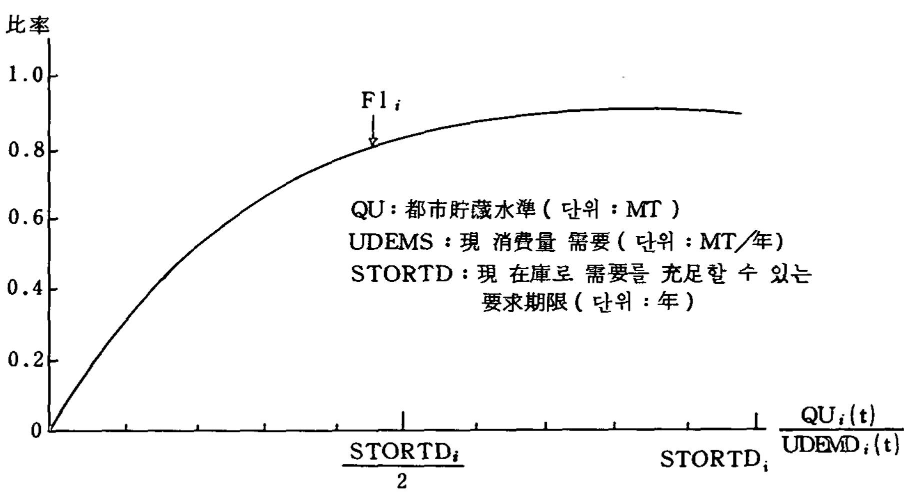
正確度는 模型의 結果에 重要한 影響을 미치는 要素가 되기 때문에 반드시 이 函數의 信賴性이 檢證되어야 한다.

다음式은 糧穀供給의 不足量에 대한 累積된 값을 計算하는 式이다.

$$(6\text{-}21)\quad ANUTDP(t) = 1000 \int_{t_0}^{t} \left[\frac{RUNUT(\tau) - TGC(\tau)}{UPOP(\tau)} \right] d\tau$$

ANUTDP : 1人當 都市糧穀不足量의 累積分(단위 : kg / 1人當一年)
RUNUT : 要求되는 都市糧穀消費量(단위 : MT / 年)
TGC : 總糧穀 消費量(단위 : MT / 年)
UPOP : 都市人口

圖 6－1 都市가구 消費制約函數



第 7 章

市場機能 模型

GMP模型의 市場機能(Price and Transaction Mechanism)은 다음 2개의 主要한 機能을 遂行하는데 첫째는 農家와 都市市場價格을 形成하는 機能이고 둘째는 農家와 都市市場에서 發生되는 實際 糧穀去來들을 時期別로 시뮬레이션하여 計算하는 機能이다. 이러한 機能을 遂行하는데 있어서 市場機能模型은 네개의 部門模型(農家, 都市, 民間流通, 政府)을 連結하여 하나의 總括시스템模型으로 統合하는 重要한 役割을 한다.

〈表 7-1〉은 市場機能模型에서 시뮬레이션되어 있는 主要變數들과 模型의 構成要素들에 대한 主要內容을 表示하고 있는데 이 章에서는 이러한 市場機能模型을 構成하고 있는 變數들간의 數學的인 關係를 數式으로 表現하여 模型의 시뮬레이션過程을 分析코저 한다.

表 7－1 市場機能部門 시뮬레이션 變數와 模型에 포함된 主要內容

市場機能部門 시뮬레이션 變數	主 要 內 容
季節的 農家 價格	農家 流通量 民間流通 需要量 政府 收買 프로그램 (收買量, 價格, 時期 等)
季節的 消費者 價格	民間流通 供給 政府방출 프로그램 (방출가격, 時期 等) 消費者 需要
民間流通部門 혹은 政府部門으로의 生産者 販賣	民間市場 生産者 價格 政府 市場 生産者 價格 市場 규정
民間 혹은 政府部門으로부터의 消費者 購買	民間市場 消費者 價格 政府市場 消費者 價格 市場 규정

1. 動態的 市場價格

農家와 都市市場의 動態的인 價格形態는 時間에 따라서 各市場의 需要, 供給을 比較함으로서 豫測될 수 있으며 各部門別 糧穀需要, 供給의 數學的 關係는 이미 앞章에서 언급되었고 各部門別 市場需要 供給方程式들은 〈表 7－2〉와 같다.

表 7－2 市場需要 供給方程式 參照表

內 容		變 數 名	參 照 方 程 式
農家市場	農家市場供給	$FMKTSU_i(t)$	(式 3－27)
	政府需要	$GDEMU_i(t)$	(式 5－18)(5－23)
	民間市場需要	$PDEM_i(t)$	(式 4－1) (4－3)
都市市場	政府供給	$GMKTSU_i(t)$	(式 5－19)(5－27)
	民間流通供給	$PMKTS_i(t)$	(式 4－2) (4－4)
	都市消費者需要	$UDEM_i(t)$	(式 6－2)

그리고 다음式들은 GMP模型에서 算出되는 農家와 非農家市場의 動態的價格狀況을 數式으로 表現한 것이다.

(농가 価格)

$$(7\text{-}1)\quad \frac{d}{dt}PF_i(t) = A10_i + F11_i(t)\ \frac{TDEM_i(t) - FMKTS_i(t)}{TDEM_i}$$

$$PF_i(t)$$

$$(7\text{-}2)\quad TDEM_i(t) = PDEM_i(t) + GDEM_i(t)$$

$$(7\text{-}3)\quad F11_i(t) = \left[\frac{A11_i * PDEM_i(t) + (1 - A11_i)\,GDEM_i(t)}{TDEM_i(t)}\right] * A12_i$$

(都市價格)

$$(7\text{-}4)\quad \frac{d}{dt}PU_i(t) = A20_i + F21_i(t)\ [\ UDEM_i(t) - TMKTS_i(t)\ ]$$

$$PU_i(t)$$

$$(7\text{-}5)\quad TMKTS_i(t) = PMKTS_i(t) + GMKTS_i(t)$$

$$(7\text{-}6)\quad F21_i(t) = \frac{A21_i * PMKTS_i(t) + (1 - A21_i)\,GMKTS_i(t)}{TMKTS_i(t)}$$

$$* A22_i$$

PF : 農家市場價格 (단위 : 원 / 가마)
TDEM : 國內糧穀에 대한 民間流通需要量과 政府需要量의 合(단위: MT/年)
PDEM : 民間流通 糧穀需要量 (단위 : MT / 年)
GDEM : 政府 糧穀需要量 (단위 : MT / 年)
FMKTS : 農家流通量, 農家市場供給量 (단위 : MT / 年)
F 11 : 市場需要, 供給不均형에 따라 農家市場價格이 決定되는 파라메타 (단위 : % / 年 ／ %)
A10 : 一般價格變動경향을 農家市場價格方程式에 반영하기 위해 使用되는 常數項目 (단위 : 원 / 가마 - 年)
A11 : 農家市場 動態價格에서 民間流通需要量과 政府需要量의 相對的인 영향력을 반영하는 加重值항목 (0 ≤ A 11 ≤ 1)

A12 : 農家市場 動態價格의 調節파라메타
PU : 都市市場價格 (단위 : 원 / 가마)
TMKTS : 民間流通 供給量과 政府都市市場 供給量의 合 (단위 : MT / 年)
GMKTS : 政府流通量 (방출량) (단위 : MT / 年)
PMKTS : 民間流通量 (단위 : MT / 年)
UDEM : 都市市場 消費需要量 (단위 : MT / 年)
F21 : 市場需要, 供給量의 불균형에 반응하여 都市市場價格을 決定하는 파라메타 (단위 : % / 年 / %)
A20 : 都市市場價格方程式에서 일반가격변동경향을 반영하기 위해 사용되는 常數項目 (단위 / 원 / 가마 - 年)
A21 : 都市市場 動態價格에서 民間流通 需要量과 政府需要量의 相對的인 영향력을 반영하는 加重値 項目 ($0 \leq A21 \leq 1$)
A22 : 都市 動態價格의 調節 파라메타

2. 糧穀市場 去來

가. 農家市場去來

農家市場에서의 民間流通購買, 政府購入, 그리고 農家販賣狀況은 模型에서 다음 세 方程式으로 定義되었다.

$$(7-7)\quad PPUR_i(t) = \min[PDEM_i(t), GFMCMP_i(t) * PFMP_i(t) * PFMP_i(t) * FMKTS_i(t)]$$

$$(7-8)\quad GPUR_i(t) = \min\{GDEM_i(t), [1 - GFMCMP_i(t) * PFMP_i(t)] * FMKTS_i(t)\}$$

$$(7-9)\quad FSLS_i(t) = PPUR_i(t) + GPUR_i(t)$$

PPUR : 民間流通 糧穀購入量 (단위 : MT / 年)
PDEM : 民間流通 糧穀需要量 (단위 : MT / 年)
GFMCMP : 政府의 農家流通政策파라메타 ($0 \leq GFMCMP \leq 1$)
PFMP : 現市場條件下에서 民間流通部門에 糧穀을 供給하는 農家의 경향 ($0 \leq PFMP \leq 1$)
FMKTS : 農家의 商業的 糧穀 流通量 (단위 : MT / 年)
GPUR : 政府糧穀 收買量 (단위 : MT / 年)
GDEM : 國內糧穀에 대한 政府需要量 (단위 : MT / 年)
FSLS : 農家 糧穀販賣量 (단위 : MT / 年)

위式에서 보여주는 農家市場去來의 狀況은 農家에서 民間流通部門과

政府部門에 自由市場選擇條件下에서 糧穀을 去來함을 전제로 한다. 그러나 農家의 初期 市場去來가 完了된 後에 이차적인 去來가 發生될 수도 있는데 이러한 狀況은 農家流通量이 農家販賣量을 超過하고 初期去來後 民間流通部門이나 政府部門으로부터 超過의 糧穀需要가 생길 경우에는 언제든지 나타날 수 있다. 이러한 政府와 民間流通部門에서의 이차적去來들을 나타내는 式은 다음과 같다.

$$(7-10)\quad GPUR_i(t) = GPUR_i(t) + \min[\,EGD_i(t),\ FMKTS_i(t) - PPUR_i(t) - GPUR_i(t)\,]$$

$$(7-11)\quad PPUR_i(t) = PPUR_i(t) + \min[\,EDP_i(t),\ FMKTS_i(t) - PPUR_i(t) - GPUR_i(t)\,]$$

그리고 이차적인 農家市場去來狀態에서 政府部門과 民間流通部門에 初期去來後 存在하는 超過需要量은 各各 式(7-12)와 式(7-13)에 의해서 計算된다.

$$(7-12)\quad EGD_i(t) = GDEM_i(t) - GPUR_i(t)$$

$$(7-13)\quad EPD_i(t) = PDEM_i(t) - PPUR_i(t)$$

나. 都市市場 去來

都市市場에서 都市消費者는 一般的으로 政府糧穀을 살 것인가, 혹은 民間流通糧穀을 購入할 것인가를 選擇할 수 있는데 이러한 都市의 自由市場競爭條件을 反影하는 初期去來狀況은 다음式으로 表現된다.

$$(7-14)\quad PSLS_i(t) = \min[\,PMKTS_i(t),\ GUDCMP_i(t) * PUDP_i(t) * UDEM_i(t)\,]$$

$$(7-15)\quad GSLS_i(t) = \min\{\,GMKTS_i(t),\ [\,1 - GUDCMP_i(t) * PUDP_i(t)\,] * UDEM_i(t)\,\}$$

$$(7-16)\quad UPUR_i(t) = PSLS_i(t) + GSLS_i(t)$$

PSLS : 民間流通 糧穀販賣量 (단위 : MT / 年)

PMKTS : 民間流通 糧穀流通量(단위 : MT / 年)
GUDCMP : 政府의 都市消費者 市場政策파라메타
($0 \leq GUDCMP \leq 1$)
PUDP : 現市場條件下에서 民間流通部門으로부터 糧穀을 購入하는 都市家口의 경향($0 \leq PUDP \leq 1$)
UDEM : 都市市場의 糧穀需要量(단위 : MT / 年)
GSLS : 政府 糧穀販賣量(단위 : MT / 年)
GMKTS : 政府 糧穀流通量(방출량)(단위 : MT / 年)
UPUR : 都市 消費者 糧穀 購買量(단위 : MT / 年)

都市市場에서도 農家市場과 마찬가지로 이차적인 去來가 이루어질 可能性이 있는데, 이는 都市 糧穀需要가 充分히 充足되지 못했거나 民間流通 혹은 政府糧穀經路를 通한 超過의 流通量이 必要할 경우에는 언제나 이차去來가 發生된다. 이러한 政府와 民間流通 糧穀販賣에 대한 2차적인 去來狀況은 各各 式(7－17)과 式(7－18)로서 表現되어 있다.

$$(7-17) \quad GSLS_i(t) = GSLS_i(t) + \min[GMKTS_i(t) - GSLS_i(t),\ EUDP_i(t)]$$

$$(7-18) \quad PSLS_i(t) = PSLS_i(t) + \min[PMKTS_i(t) - PSLS_i(t),\ EUDG_i(t)]$$

위式에서 表示된 初期去來後 存在하는 政府와 民間流通部門의 超過都市需要量 EUDP, EUDG를 計算하는 式은 다음과 같다.

$$(7-19) \quad EUDP_i(t) = GUDCMP_i(t) * PUDP_i(t) * UDEM_i(t) - PSLS_i(t)$$

$$(7-20) \quad EUDG_i(t) = [1 - GUDCMP_i(t) * PUDP_i(t)] * UDEM_i(t) - GSLS_i(t)$$

다. 自由市場選擇의 形態

正常的으로 農家와 都市消費者는 그들의 糧穀去來에 있어서 民間通流部門과 政府部門糧穀을 自由로 選擇할 수 있는 권한이 있는데 數學的으로

이러한 自由市場選擇狀況은 政府의 市場介入이나 統制가 없다면 다음式과 같이 表現된다.

$$(7-21)\quad PFMPU_i(t) = 1, \quad if \quad GDEM_i(t) = 0$$

$$(7-22)\quad PUDPU_i(t) = 1, \quad if \quad GMKTS_i(t) = 0$$

그런데 農家나 都市消費者의 市場選擇은 現實에 즉각 反應하지는 않으므로 위式을 좀더 現實에 맞도록 遲延函數의 形態(lagged equation) 로 表示하면 다음과 같다.

$$(7-23)\quad \frac{d}{dt} PFMP_i(t) = \frac{1}{DEL41} [PFMPU_i(t) - PFMP_i(t)]$$

$$(7-24)\quad \frac{d}{dt} PUDP_i(t) = \frac{1}{DEL42} [PUDPU_i(t) - PUDP_i(t)]$$

PFMP,U : 農家에서 民間流通部門에 糧穀을 供給하는 경향(U : 非遲延狀況에서의 경향)

PUDP,U : 都市消費者가 民間流通 糧穀을 購入하는 경향(U : 非遲延狀況에서의 購入경향)

DEL41,42 : 遲延파라메타(단위 : 年)

만일 政府에서 糧穀市場에 적극적으로 개입하면 民間流通部門과 政府部門은 農家流通과 都市糧穀需要에 대해서 서로 경쟁하는 狀態에 있게 될 것이며, 政府에서 特別한 糧穀政策을 遂行하지 않는다면 農家와 都市消費者의 選擇에 自由競爭下에서 影響을 주는 主要要素들은 다음과 같다.

(농가 市場요소)

F1) 政府와 民間流通間 國內糧穀 需要量의 상대적 水準差異

F2) 政府와 民間流通 糧穀購買價格의 相對的 差異

F3) 農家에서 政府와 民間市場에 糧穀을 供給하는 流通經路의 相對的 편리성 程度

(도시 시장 요소)

U1) 政府와 民間流通 糧穀流通量의 相對的인 水準差異

U2) 政府와 民間流通糧穀의 相對的인 販賣價格差異

U3) 政府와 民間流通糧穀間 質의 相對的 差異

農家와 都市消費者 自由市場選擇에 影響을 주는 이러한 要素들이 綜合되어 數學的으로 表現된 式은 다음에 볼 수 있는 바와 같다.

(7-25) $PFMPU_i(t) = B41A_i * F1_i(t) * F2_i(t)$

(7-26) $PUDPU_i(t) = B42A_i * U1_i(t) * U2_i(t) * U3_i(t)$

위式에서 나타나있는 農家市場과 都市市場要素들인 F1, F2, U1, U2는 다음과 같은 數式으로 表示될 수 있다.

(7-27) $F1_i(t) = PDEM_i(t) / (PDEM_i(t) + GDEM_i(t))$

(7-28) $U1_i(t) = PMKTS_i(t) / (PMKTS_i(t) + GMKTS_i(t))$

(7-29) $F2_i(t) = 1 + B41B_i * [PF_i(t)/PB_i(t) - 1]$

(7-30) $U2_i(t) = 1 + B42B_i * [PS_i(t)/PU_i(t) - 1]$

PDEM : 民間流通 糧穀需要量(단위 : MT/年)
GDEM : 政府 糧穀需要量(단위 : MT/年)
PMKTS: 民間流通 糧穀 流通量(단위 : MT/年)
GMKTS: 政府糧穀 流通量(단위 : MT/年)
PF : 農家에서 받을 수 있는 民間流通價格(단위 : 원/가마)
PB : 政府收買價格(단위 : 원/가마)
PU : 民間流通 消費者價格(단위 : 원/가마)
PS : 政府販賣價格(단위 : 원/가마)

다음에는, 政府와 民間流通糧穀間 相對的 質의 差異가 都市消費者 自由市場選擇에 影響을 미치는 要素로서 作用한다는 事實을 式(7-31)에서 보여준다.

(7-31) $U3_1(t) = B42C_1 [QTG(t)/QG_1(t) - QTPM(t)/QPM_1(t)] + 1$

$U3_1$: 民間流通 糧穀과 政府糧穀間 質의 差異를 反影하는 都市消費者 自

由市場選擇의 要素(쌀의 경우에만 적용)

QTG : 통일쌀 政府在庫量(단위 : MT)

QG_1 : 總 政府 쌀 在庫量(단위 : MT)

QTPM : 統一쌀의 民間流通 在庫量(단위 : MT)

QPM_1 : 總民間流通 쌀 在庫量(단위 : MT)

$B42C_1$: 糧穀質의 相對的差異에 의해 都市消費者 自由市場選擇이 어떤 영향을 받는가를 나타내는 파라메타

第 8 章

模型의 活用과 制約點

1. 模型의 活用

GMP模型은 政府에서 糧穀管理政策計劃과 意思決定을 할 때 分析道具로 活用될 수 있도록 設計되었는데 糧穀管理問題中에서 特히 年間 季節的 市場價格安定과 統制問題는 糧穀管理 擔當者가 當面하고 있는 가장 重要한 問題로서 GMP模型은 주로 이러한 分野의 應用을 위해 設計되었으며 이 模型은 代案的 季節市場價格政策의 時間에 따른 連續的 범위를 把握할 수 있는 수단을 提供한다.

즉 要求되는 季節市場價格形態가 주어지면 GMP模型은 市場價格이 政府의 季節價格政策目標에 副應되기 위해 必要한 政府糧穀市場行爲(收買와 賣出)을 設定해 준다. 또한 過去 政府의 糧穀收買프로그램에 대한 代案들은 糧穀管理政策遂行者가 가장 큰 關心을 가지고 있는 課題이지만 政府에서는 過去 收買政策에 대한 代案들을 거의 가지고 있지 않기 때문에 새로운 政策프로그램遂行을 주저하게 되며 따라서 GMP模型은 可能한 모든 代案的 收買프로그램들에 대한 分析的 機能을 提供하여 糧穀管理者로 하여금 그러한 政策들이 實際로 遂行되기 前에 代案收買計劃의 期待되

는 結果들을 檢討할 機會를 부여한다.

GMP模型의 다른 有力한 長點中 하나는 政府糧穀의 輸入計劃을 年間食糧計劃과 糧穀保有프로그램에 副應되도록 系節的으로 對處할 수 있는 能力을 保有하여 糧穀輸入統制效果를 提供할 수 있다는 點이며 이러한 GMP模型의 輸入統制裝置는 政府季節糧穀貯藏을 過去보다 좀 더 適正水準範圍로 調節하는 데 使用된다. 그러나 GMP模型은 活用範圍가 방대하기 때문에 한번의 프로그램稼動으로 GMP模型의 모든 狀況이 說明될 수 있는 것은 아니며 模型을 政策에 活用하기 위해서는 模型의 信賴性이 우선적으로 檢證되어야 한다.

가. 模型의 信頼性檢證

一般的으로 模型의 信賴性은 다음 네가지 面에서의 特性을 證明함으로서 대체로 樹立될 수 있다.

첫째, 論理의 整然性(coherence)에 있어서는 模型의 概念, 模型의 概念을 定義하는 數學的인 關聯性, 그리고 數學的 模型의 解가 計算되는데 있어서 論理의 一貫性이 있는가를 證明하는 過程이다.

둘째, 對應性(Correspondence)은 模型이 表現하고자 하는 狀況이나 實際의 現象을 正確히 反影할 수 있는 能力을 가지고 있느냐 하는 觀點에서 把握된다.

세째로, 模型에 대한 信賴性이 樹立되기 위해서는 模型의 明確性(Clarity)이 要求된다. 즉 模型의 概念이나 結果値는 模型利用者에게 充分히 理解되어야 하며 또한 說明될 수 있어야 한다.

네째는, 模型의 實用性(Workability)問題로서 模型을 意思決定이나, 政策에 活用하였을 때 模型을 使用치 않았을때에 비하여 보다 效率的이고, 改善된 政策을 遂行할 수 있어야 한다.

GMP模型은 論理一貫性의 觀點에서 模型의 信賴性이 樹立되었으며,시뮬레이션模型의 컴퓨터시스템開發過程, 基本시스템過程의 確立過程, 이러한 概念을 明確히 定義하기 위한 數學的模型 樹立過程, 그리고 數學的模型解의 近似値를 計算하기 위한 컴퓨터프로그램作成過程 等 모든 過程에

서 理論的인 模型의 有效性(Validation)은 檢證되었다.

그러나 GMP模型은 模型自體가 워낙 방대하고 複雜하기 때문에 模型明確性(clarity)의 觀點에서 模型自體를 理論的인 面이나 應用面에서 完全히 理解하기가 容易치 않으며 模型의 實用性(Workability)에 있어서도 많은 制約이 있다. 따라서 模型의 利用者는 模型의 理論的인面 뿐 아니라 模型이 무엇을 할 수 있는가에 대한 模型自體에 보다 익숙해져야하며 模型을 實際 糧穀政策에 活用하기 위해서는 模型에 대한 계속적인 改善이 불가피 하다.

나. 模型의 파라메타 更新

GMP模型을 表現하고 있는 여러 函數들 中에서 實際의 糧穀管理狀況과 흡사한 유일한 糧穀시스템을 나타내기 위해서는 各 方程式에 포함되어 있는 一連의 파라메타들을 調整하여 模型이 表現하는 實際狀況과 가장 近接한 시스템으로 模型을 改善할 수 있는데 GMP模型에 포함된 파라메타들은 遲延파라메타, 制御파라메타, 技術係數, 反應파라메타(response parameter)로 分類될 수 있다. 遲延파라메타는 動態的인 糧穀管理 實際狀況을 表現하기 위한 것으로 遲延函數에 포함된 파라메타들로서는 輸入糧穀遲延파라메타, 港口荷役作業遲延파라메타, 輸送遲延파라메타, 糧穀加工遲延파라메타, 生産過程遲延파라메타, 負債償還遲延파라메타, 倉庫建設遲延파라메타 等을 들 수 있다. 그리고 GMP模型의 自動휘드백制御裝置(Automatic feedback control system)에서 포함되는 制御파라메타들은 地域別在庫管理, 部門別在庫管理, 輸入計劃 및 管理, 市場價格統制倉庫管理 等의 目的에 利用되며 GMP模型의 技術係數들은 模型函數에 대한 實際限界値를 定하는데 利用되고 變換係數, 糧穀加工으로 부터 算出되는 生産比率, 貯藏容量, 加工容量, 價格變動狀況의 制約條件, 生産作業의 單位費用, 輸入糧穀荷役量制約, 單位當 糧穀貯藏과 取扱費用等이 GMP模型에서 使用되는 技術係數들의 例이다. 그런데 大部分의 技術係數들은 時間에 따라서 大部分이 變하기 때문에 때때로 經驗에 의하여 파라메타

값을 模型에 入力할 必要가 있는데 이러한 파라메타로는 單位當 貯藏과 取扱費用, 季節需要彈力性, 季節的으로 要求되는 在庫量消耗期限, 季節貯藏損失比率, 世界穀物價格, 원화의 美貨에 대한 變換比率, 시스템 容量等이 있다.

또한, GMP 模型에서는 計量經濟學技法을 使用하여 糧穀管理行爲에 관한 人間의 基本反應過程을 模型化하였는데 糧穀消費, 農家流通, 그리고 農家生産決定函數들에 대한 媒介變數인 反應파라메타들을 模型에 포함하고 있다.

따라서 이러한 模型의 파라메타들의 값을 여러번 바꾸면서 GMP프로그램을 稼動해 가면서 模型結果値에 대한 變動效果를 比較 測定하고 模型出力變數에 影響을 크게 나타내는 파라메타들의 感度 (Sensitivity)를 測定할 必要가 있으나 많은 경우에 있어서 實際 파라메타들을 좀더 正確하게 測定함으로서 보다 改善된 模型의 結果는 期待할 수 있지만 이것이 항상 必然的으로 事實은 아니다. 왜냐하면 實際 파라메타와 模型의 파라메타들은 항상 1對1로 對應되어 一致되는 것은 아니므로 模型의 實際값이 반드시 가장 좋은 模型의 結果를 나타내지는 않으며 模型構造의 不正確性, 實際狀況이 模型에 內部的으로 詳細히 表現되지 못한 결함, 그밖의 우연한 要因에 의한 影響들은 항상 GMP 模型과 같은 推想的인 模型設計에는 內在되어 있을 可能性이 있다. 그러므로, 模型의 파라메타들의 값을 推定하는데 있어서 實際의 값을 구하는데 力點을 두는 것 보다는 過去의 結果値가 가장 잘 效果的으로 追跡될 수 있는 模型파라메타들의 값을 발견토록 하여야 할 것이다.

다. 模型의 政策活用

GMP 模型이 實際, 糧穀管理政策에 利用되기 위해서는 模型의 理論的, 活用面에서의 信賴性檢證, 模型結果値와 過去의 實際値와의 比較檢討를 通한 檢證, 模型파라메타들의 更新이 우선적으로 이루어져야 하며 模型의 豫測能力이나 豫測치 못한 狀況에 대처할 수 있는 能力들도 檢證되어야 하지만 模型의 豫測値는 實際로 比較할 수 있는 資料가 存在하지 않기때

문에 糧穀管理 專門家의 經驗이나 直觀, 판단 等에 依存하여 豫測될 수 밖에 없다.

GMP模型에서는 이 模型에 의한 過去 推定能力(historical tracking ability) 테스트, 都市市場價格統制 및 糧穀輸入計劃等에 대한 模型의 對處能力을 確保하고 있으며 이러한 模型結果에 對한 比較를 함으로써 代案的인 糧穀管理政策을 提示할 수 있도록 開發되었다. 그러나 GMP 模型은 活用範圍가 방대하여 한번의 프로그램稼動으로 模型의 모든 狀況이 說明될 수는 없으며 糧穀消費量追跡, 쌀流通量 및 都市쌀價格豫測等 模型利用者가 의도하고 있는 特定目的에 따라 프로그램을 여러번 稼動하여 여러 政策代案들을 提示해야 한다. 이러한 GMP模型 政策活用의 例로서는 政府에서 都市쌀의 價格을 政府에서 미리 定한 季節價格形態에 맞게 調整되도록 적극적인 都市쌀 價格 統制프로그램을 遂行하여 그 影響을 調査해 보고 싶다면 政府에서는 어떻게 이 目的을 達成하기 위해 糧穀放出프로그램을 管理해야 할 것인가에 대한 對應指針은 模型에서 提供한다. 다른 例로서는 GMP模型 政府에서 國內糧穀貯藏을 最小 800,000 톤 水準으로 維持코자할 때 얼마만큼이나 輸入糧穀을 注文해야 할 것인가에대한 指針을 提示할 수 있다.

그러나 비록 模型이 過去의 糧穀管理시스템狀況을 正確하게 再現할 수 없기 때문에 模型의 基本稼動(baseline run)中에 어떤 不正確性이 나타난다 하더라도 이러한 결함은 다른 代案의 稼動中에도 또한 나타난다.즉 模型이 만일 쓸모없는 初期値資料나 入力變數들, 잘못된 會計係數들은 첫번째 基本稼動에 포함하고 있다면 똑같은 情報와 파라메타들을 두번째 프로그램稼動中에도 포함된다. 따라서 만일 이러한 模型의 결함이 結果値에 誤差를 發生시킨다 하더라도 이러한 誤差는 다른 프로그램稼動中에도 똑같은 方向으로 作用하기 때문에 순전히 稼動結果値만을 比較하는데는 이러한 誤差들의 影響을 받지 않게 된다.

그리고 GMP模型의 活用에 있어서 現在 고려되고 있는 糧穀管理政策目標에 근거하여 여러 프로그램稼動結果들을 比較할 수는 있지만 때때로 特定 政策代案에 대하여 좋은 結果와 나쁜 結果가 同時에 나타나는 경우

가 종종 있는데 이러한 경우 政策決定者는 비중을 두고있는 點을 强調하여 最終決定을 내릴 수 있다.

2. 模型의 制約點

GMP模型은 韓國農業部門 시뮤레이션模型(Korean Agricultural Sector Simulation Model)의 一部로서 1972年에 開發이 시작된 以來로 여러차례의 修正과 變更을 거쳐 1976年에 開發 完了되었는데 이 模型은 過去의 어떤 模型보다도 全盤的인 信賴性과 理論的배경, 出力設計, 現實適用의 便宜性 面에서 가장 우수한 模型임에도 불구하고 模型設計의 基礎理論인 시스템科學이나 전산프로그램 理解不足, 그리고 模型利用者가 模型自體에도 친숙하지 못했기 때문에 그 以後에는 模型의 開善과 應用이 持續되지 못하고 死藏되었다.

또한 GMP模型은 實際的인 糧穀管理시스템運營狀態를 假想하여 糧穀管理의 非線型動的시스템을 數學的模型으로 表示하였지만 模型自體의 크기가 방대하고 複雜하기 때문에 模型의 主要部分은 아무리 模型을 잘 把握하고 있는 能力있는 사람이라도 修正하기가 곤란하고 費用도 많이 들게 되어서 이러한 방대한 模型으로는 實際 糧穀政策에 活用할 수 없다고 생각되어 왔으며 GMP模型은 模型確立過程에서 우선과제인 模型의 理論的인 開發에 치중한 나머지 模型의 運營과 應用에는 制約이 따르기 때문에 이 模型을 政策決定에 活用하기 위해서는 模型의 改善이 不可避한데 模型의 방대성 複雜性으로 容易치가 않다.

따라서 本硏究에서는 GMP模型의 理論的 바탕이 되고 있는 시스템科學의 考察을 통해서 主要糧穀管理部門間의 數學的 聯關關係를 把握하는데 重點을 두었으며 GMP프로그램 데이타뱅크(Data Bank)의 資料를 最新資料로 補完 更新하여 最新의 糧穀시스템을 分析할 수 있도록 하였다. 그러나 模型을 좀더 現實에 副應하도록 改善하기 위해서는 模型이 방대한 만큼 많은 時間과 費用이 들뿐아니라 시스템 科學專門家, 糧政을 잘

把握하고 있는 經濟學者, 그리고 電算프로그래머의 協助가 必要하며 實際 糧穀管理應用에 模型의 實用性이 있으려면 계속적인 模型의 改善과 更新이 뒤따라야 한다.

그리고 비록 GMP模型의 시뮤레이션結果가 實際 糧穀시스템의 問題點과 現象을 提示한다 하여도 이 結果들은 여러 糧穀管理政策中에서 代案으로서 參考資料가 될뿐이지 絶對的인 價値나 信賴性을 갖는 것은 아니다. 즉 GMP시뮤레이션結果는 一般的으로는 看過될 수도 있는 現實의 糧穀管理 여러部門間의 關係를 全體的으로 把握할 수 있게하고 現 糧穀管理政策과 프로그램開發에 影響力을 줄 수 있는 觀心事를 提供하는 것으로 그 意義가 있다고 하겠다.

附表 1 민간유통양곡회계표 (單位 : 1000 원)

REVENUES	RICE	BARLEY	TOTAL
1 GRAIN SALES	139743669259.	33219236287.	172962905546.
2 BY-PRODUCT SALES	6760768572.	2749028919.	9509797491.
3 TOTAL REVENUES	146504437832.	35968265206.	182472703037.
EXPENDITURES			
4 GRAIN PURCHASES	439178422718.	70644252729.	509822675448.
5 GRAIN OPERATIONS	36519699415.	8482715022.	45002414437.
6 (HANDLING)	10638367041.	2803107576.	13441474617.
7 (PROCESSING)	6637000061.	2403905715.	9040905776.
8 (STORAGE)	8424588497.	1463331835.	9887920332.
9 (CREDIT)	10819743816.	1812369896.	12632113712.
10. TOTAL EXPENDITURES	475698122133.	79126967752.	554825089885.
PROFITS AND LOSSES			
11. GROSS PROFITS	-292673984887.	-3467598 7524.	-327349972410.
12. NET PROFITS	-329193684301.	- 43158702546.	-372352386847.

附表 2 양곡관리특별회계표

REVENUES(WON)	RICE	BARLEY	TOTAL
1 GRAIN SALES	387139614998.	36049294851.	423188909849.
2 BY-PRODUCT SALES	2646458150.	1589984787.	4236442937.
3 TOTAL REVENUES	389786073149.	37639279637.	427425352786.
EXPENDITURES(WON)			
4 GRAIN PURCHASES	246662162519.	2062452868.	248724615387.
5 (DOMESTIC)	246414032969.	329565128.	246743598097.
6 (IMPORTS)	248129550.	1732887740.	1981017290.
7 GRAIN OPERATONS	29745097625.	6322318863.	36067416488.
8 (HANDLING)	22530540594.	3772098765.	26302639359.
9 (PROCESSING)	5316152272.	1267139016.	6583291288.
10 (STORAGE)	1898404758.	1283081082.	3181485841.
11 WAREHOUSE CONSTRUCTION			5165389660.
12 ADMINISTRATION			2500000000.
12A WHEAT FLOUR SUBSIDIES			5209724343.
TOTAL EXPENDITURES			
13 (GRAIN ACCOUNTS)	27640726144.	8384771731.	284792031875.
14 (TOTAL GMSA)			282278683576.
PROFITS AND LOSSES			.
15 GROSS PROFITS	143123910629.	35576826770.	178700737399.
16 NET PROFITS	113378813004.	29254507906.	142633320911.
16A VALUE OF SLC	-50004616883.	-24925431081.	-74930047964.
17 NET CHANGES IN GMSA	63374196121.	4329076826.	70216621246.

附表3 糧穀生産 要約表

	RICE		BARLEY		WHEAT		TOTAL	
PRODUCTION	5158307.		695900.		38214.		5892421.	
AREA	1203918.		714000.		44000.		1961918.	
YIELD	4.285		0.975		0.868		3.003.	
CONSUMPITON	2104374.	(1.00)	471215.	(1.00)	39410.	(1.00)	2614999.	(1.00)
HUMAN	2062243.	(0.98)	359775.	(0.76)	0.	(0.00)	2422018.	(0.93)
ANIMAL	0.	(0.00)	59712.	(0.13)	34378.	(0.87)	94090.	(0.04)
SEED	42130.	(0.02)	51729.	(0.11)	5031.	(0.13)	98891.	(0.04)
SALES	2295531.	(0.00)	398511.	(1.00)	0.	(1.00)	2694042.	(1.00)
GOVERNMENT	844108.	(0.37)	1940.	(0.00)	0.	(0.00)	846048.	(0.31)
PRIVATE	1451422.	(0.63)	396571.	(1.00)	0.	(0.00)	1847994.	(0.69)
CARRY IN	3478387.		579317.		80000.		4137704.	
CARRY OUT	4213393.		505986.		118214.		4837592.	

附表 4 農 家 合 計 表

	RICE	BARLEY	WHEAT
GROSS INCOME (MIL. WON)	1291267.	153864.	4342.
1) FARM CONSUMPTION	630719.	85898.	4342.
2) SELLING	660547.	67966.	0.
A. GOVERNMENT	244791.	330.	0.
B. PRIVATE	415756.	67637.	0.
COST (MIL. WON)	456782.	60933.	3584.
1) PRODUCTION	437003.	58900.	3584.
A. FIXED	0.	0.	0.
B. VARIABLE	437003.	58900.	3584.
2) MILLING	19778.	2033.	0.
GROSS MARGIN PER HECTOR (1000 WON/HA)	186.	13.	-80.
NET FARM INCOME (MIL. WON)	834485.	92931.	758.
NET FARM INCOME (1000 WON/HA)	377.	42.	0.

附表5 都市 양곡 購入, 消費, 貯藏量 要約表

GRAIN PURCHASES	UNIT	RICE	BARLEY	WHEAT	TOTAL
TOTAL PURCHASES	THOUSAND MT	794. (1.00)	115. (1.00)	233. (1.00)	1141. (1.00)
(GOVERNMENT)		790. (1.00)	52. (0.45)		842. (0.74)
. DOMESTIC		739. (0.93)	46. (0.40)		785. (0.69)
. IMPORT		51. (0.06)	6. (0.05)	233. (1.00)	290. (0.25)
(PRIVATE MARKET)		4. (0.00)	63. (0.55)		66. (0.06)
(DIRECT FARM)		0. (0.00)	0. (0.00)		0. (0.00)
AVERAGE PER-CAPITA	KG/CAPITA-YR	138.	20.	40.	198.
MAXTMUM PER-CAPITA	KG/CAOITA-YR	161.	23.	40.	173.
OCCURING ON	DATE				
MINIMUM PER-CAPITA	KG/CAPITA-YR	125.	17.	34.	
OCCURING ON	DATE				
GRAIN CONSUMPTION					
TOTAL CONSUMPTION	THOUSAND MT	729.	121.	232.	1083.
AVERAGE PER-CAPITA	KG/CAPITA-YR	127.	21.	40.	188.
MAXIMUM PER CAPITA	KG/CAPITA-YR	134.	22.	46.	200.

GRAIN PURCHASES	UNIT	RICE	BARLEY	WHEAT	TOTAL
OCCURING ON	DATE				
MINIMUM PER CAPITA	KG/CAPITA-YR	120.	20.	34.	180.
OCCURING ON	DATE				
GRAIN STORAGE					
AVERAGE STOCKS	THOUSAND MT	226.	24.	25.	275.
PER-HOUSEHOLD	KG/HOUSEHOLD	75.	8.	8.	92.
NO. DAYS SUPPLY	DAYS	28.	18.	10.	23.
MAXIMUM STOCKS	THOUSAND MT	247.	29.	25.	295.
PER-HOUSEHOLD	KG/HOUSEHOLD	82.	10.	8.	98.
NO. DAY SUPPLY	DAYS	31.	22.	10.	25.
OCCURING ON	DATE				
MINIMUM STOCKS	THOUSAND MT	182.	22.	25.	237.
PER-HOUSEHOLD	KG/HOUSEHOLD	61.	7.	8.	79.
NO. DAYS SUPPLY	DAYS	23.	17.	10.	20.
OCCURING ON	DATE				
CARRY-IN	THOUSAND MT	182.	30.	25.	236.
CARRY-OUT	THOUSAND MT	247.	23.	25.	225.
CHANGE IN STOCKS	THOUSAND MT	65.	-7.	0.	58.

附表 6 양곡在庫 要約表(단위 : 1000MT)

FOR PERIOD TO

PRODUCTION AREA POSITIONS	RICE	BARLEY	WHEAT	TOTAL
1. FARM	3458. 3030. 2499.	576. 459. 291.	80. 80. 80.	4114. 3569. 2870.
2. PRIVATE MARKET	505. 307. 225.	48. 32. 7.		514. 339. 156.
3. GOVERNMENT	882. 492. 67.	257. 224. 200.		1136. 716. 268.
4. SUB-TOTAL	4639. 3829. 3071.	881. 715. 500.	80. 80. 80.	5600. 4624. 3651.
CONSUMPTION AND PORT AREA POSITIONS				
5. PORTS	148. 19. -0.	46. 42. 37.	159. 133. 60.	273. 194. 160.
6. IMPORT PIPELINE	3. 0. 0.	0. 0. 0.	140. 67. 42.	140. 67. 42.

PRODUCTION AREA POSITIONS	RICE	BARLEY	WHEAT	TOTAL
	654.	173.	252.	827.
7. PRIVATE MARKET	570.	81.	226.	651.
	398.	49.	187.	450.
	1133.	147.	.	1268.
8. GOVERNMENT	699.	139.		838.
	412.	122.		537.
	247.	29.	25.	295.
9. URBAN HOUSEHOLDS	226.	24.	25.	275.
	182.	22.	25.	237.
	2036.	368.	492.	2605.
10. SUB-TOTAL	1514.	286.	450.	2025.
	1158.	249.	388.	1634.
	5799.	1130.	572.	7234.
11. TOTAL STOCKS	5343.	1001.	530.	6649.
	5108.	868.	468.	6256.
	1458.	426.		1883.
12. GOVERNMENT TOTAL	1211.	404.		1816.
	1117.	372.		1520.
	1159.	182.	467.	1703.
13. PRIVATE TOTAL	877.	113.	425.	1416.
	700.	86.	363.	1252.

附表7 價格政策 要約表

(FOR PERIDO TO)

	FARM		URBAN	
	TARGET	RESULTS	TARGET	RESULTS
PRICE LEVELS (WON PER BAG)				
RICE				
1 AVERAGE	8532.71	8400.71	9029.84	8340.72
2 HIGH	9246.30	8644.73	9551.19	11047.11
3 LOW	8317.21	8145.32	8802.07	5179.97
4 RATIO (HIGH/LOW)	1.11	1.06	1.09	2.13
BARLEY				
5 AVERAGE	3846.37	5110.11	3744.00	6046.07
6 HIGH	3922.92	5959.26	3744.00	6947.68
7 LOW	3846.00	4092.25	3744.00	5160.08
8 RATIO (HIGH/LOW)	1.02	1.46	1.00	1.35
RICE CHANGES (PERCENT PER YEAR)				
RICE				
9 MAXIMUM RISE	6078.36	631.19	4104.07	13873.17
10 MAXIMUM FALL	-700.86	1711.39	-743.21	-25047.76
11 AVERAGE TREND	443.46	-384.98	451.95	-1711.47
12 VARIATION (C.V)	0.02	0.02	0.02	0.24
BARLEY				
13 MAXIMUM RISE	769.20	3670.76	0.00	3120.17
14 MAXIMUM FALL	0.00	-425.41	0.00	-1047.17
15 AVERAGE TREND	2.21	2263.28	0.00	1678.21
16 VARIATION (C.V)	0.00	0.13	0.00	0.08

參考文獻

Forrest Gibson, *Development of a Grain Management Simulation Model*, *KASS Working Paper* 73-1, 1973.

Forrest Gibson, 「*A Status Report of the Grain Management Program Simulation Model*, *KASS Working Paper* 73-4」, 1973.

Forrest Gibson, 「*Current Aspects of the Korean Grain Management Program Model*, *KASS Issue Paper* 75-1」, 1975.

F. Gibson & Kim, Dong Min, 「*Simulation Model of the Korean Grain Management System Demonstration Results*, *KASS Issue Paper* 13」, 1976.2

Forrest Gibson, 「*A Generalized System Simulation Model for the Management of Food Grains in the Republic of Rorea*」. 1979.

빈 면

研究報告 110
政府糧穀管理 및 觀測에 관한
政策시뮬레이션模型의 活用方案研究

1985년 12월

發行人 金 榮 鎭
發行處 韓國農村經濟研究院
131 서울특별시동대문구회기동 4 -102
登録 1979年 5月 25日 第5 -10號
電話 962 - 7311
印 刷 新新文化印刷株式會社