韓國經營科學會誌
第17巻 第2號
1992年 8月 

# 인플레이션率과 連續割引率을 고려한 部分負在庫模型에 관한 研究

최규탁*·김정자**·이강우***·春日井 博****

# A Study on Inventory Model with Partial Backorders considering both Continuous Inflation Rate and Continuous Discount Rate

Gyu-Tag Choi*, Jeong-Ja Kim**, Kang-Woo Lee*** and H. Kasugai****

## Abstract

This paper develops an inventory model with partial backorders considering both inflation rate and discount rate under the situation of deterministic demand and lead time and then make an economic analysis. Especially, the inventory model with partial backorders provided here is the inventory model minimizing annual total cash outflows, which is extended by the addition of inflation rate and discount rate into "Inventory Model with Partial Backorders" of Park[6]. An iterative solution procedure is developed to find an optimal inventory policy. To provide guidelines for economic analysis of inventory model with partial backorders, sensitivity analysis for selected values of parameters is performed.

## 1. 서 론

대부분의 在庫模型은 인플레이션하에서의 화폐의 시간적 가치를 고려하지 않고 平均週期費用(利益) 또는 年間總費用(利益)을 最小化(最大化)하여 經濟的 發注量을 산출하고 있다. 在庫分析에 있어서 미래의 현금흐름에 대해 인플레이션에 따른 화폐의 시간적 가치를 고려한 在庫模型에 관한 研究는 그리 많지 않다.

* 동아대학교 대학원 산업공학과
** 동아대학교 산업공학과
*** 국립수산대학교 경영학과
**** 早稻田大學 理工學部 工業經營學科

Brown[4]은 連續인플레이션率(continous inflation rate)과 連續割引率(continuous discount rate)을 고려하여 經濟的 發注量模型을 도출하였고, Bierman과 Thomas[3]는 인플레이션率을 일정하게 두고 모든 미래가격의 純現在價値를 계산하여 經濟的發注量을 誘導하였다. 김과 오[1]는 Park[6] 部分 負在庫模型에 利子率을 고려하여 週期當 總費用의 現在價値를 구하고, 여기에 年間等價係數를 곱하여 平均年間費用函數를 도출한 후 반복적인 해법을 적용하여 最適注文量과 最適品切數量을 구하였다.

이에 반하여 본 硏究에서는 위의 Park의 部分 負在庫模型에 인플레이션率과 割引率을 동시에 고려하여 模型을 일반화한 후에, 인플레이션率의 효과가 最適在庫政策에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 調達期間을 고려하여 年間 現金流出의 現在價値로 목적함수를 정의한 후에 最適解를 산출하는 알고리즘을 개발하였으며, 數値例를 통해서 인플레이션率의 변화에 따른 週期當 最適需要量, 週期當 最適品切數量 및 在庫關聯費用에 대한 민감도분석을 시도하였다.

## 2. 模型設定

一段階 單一品目 一定需要의 在庫模型에서 部分 負在庫를 허용하는 Park[6]의 部分 負在庫模型에 連續인플레이션率과 連續割引率을 고려하여 在庫模型을 구축하고자 한다.

### 2.1 模型의 假定과 記號

假 定 :

(1) 單位時間當 需要率은 알려져 있고 일정하다.

(2) 補充注文은 在庫水準이 再發注点에 도달할 때 이루어지며 補充注文量의 크기는 일정하다.

(3) 在庫補充率(inventory replenishment rate)은 無限大이다. 즉, 注文數量은 하나의 롯트(lot)로서 入庫된다.

(4) 調達期間은 일정하다.

(5) 製品의 保管能力(storage capacity)에는 制限이 없다.

(6) 安全在庫는 許容되지 않는다.

(7) 在庫關聯費用은 發生時點에서 計上한다.

(8) 在庫維持費用은 資本費用과 老朽化나 陳腐化에 따른 損失을 除外한 製品의 維持와 管理에 所要되는 모든 實質支拂費用(out-of-pocket cost)을 包含하고 있다. 따라서 傳統的인 EOQ模型의 在庫維持費用과는 다르다.

記 號 :

A : 週期當 發注費用, $A>0$

D : 年間 需要率(一定)

H : 單位當 年間 在庫維持費用, $H>0$

i : 인플레이션率

j′ : 連續割引率

j : 實質割引率($j=j'-i$)

L : 調達期間

N : 計劃對象 週期數

P : 遺失販賣 罰科費用, $P>0$

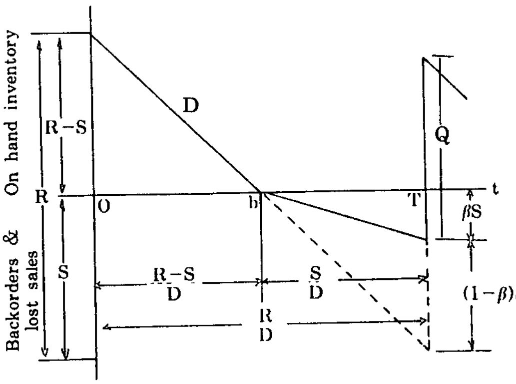
Q : 發注量

R : 週期當 需要量

S : 週期當 品切數量

t : 連續時間 變數

T : 週期의 길이(cycle length)




[그림 1] 부분 부 재고시스템의 행태

$V_k(R.S)$ : 週期 k의 現金流出의 週期初에서의 現金價値(k=1, 2,…, N)

$V_T(R.S)$ : 第1週期부터 第 N週期까지의 現金流出의 總現在價値

$V_Y(R.S)$ : 年間 現金流出의 總現在價値

$\beta$ : 負在庫 比率(backorder ratio), $0 \le \beta \le 1$

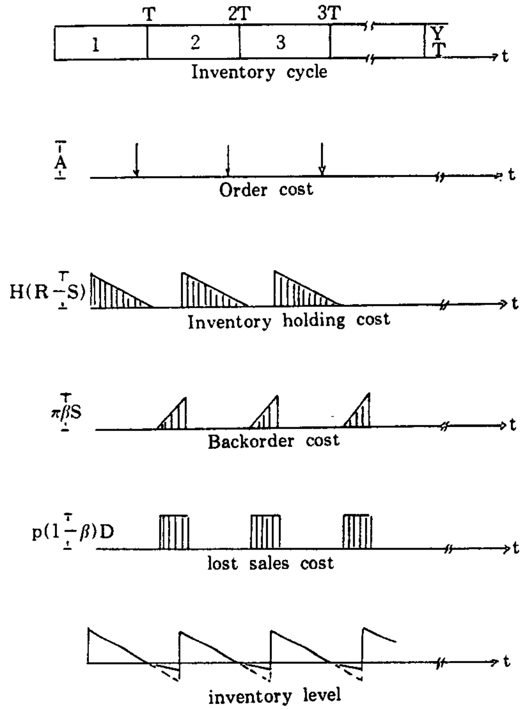
$\pi$ : 年間 單位當 負在庫費用, $\pi > 0$

* : 最適解를 나타내는 첨자

## 2.2 模型의 定式化

需要와 調達期間이 一定하고, 品切期間中에 需要의 일부만이 負在庫되고 나머지는 遺失販賣되는 在庫시스템의 行態는 [그림 1]과 같다.

本 研究에서는 인플레이션率과 割引의 連續複利(continuous compounding)을 가정하고, 첫번째 周期동안의 모든 現金流出을 週期初의 時點인 t=0에서의 現在價値로 換算하여 표시하기로 한다. [그림 2]는 時間의 흐름에 따라 변화하는 在庫시스템의 각 週期에서 발생하는 現金流出을 在庫水準과 관련시켜서 표시한 것이다.




[그림 2] 현금흐름과 재고수준간의 관계

注文費는 t=−L의 時點에서 A의 現金流出이 발생하며, 在庫維持費는 $0 \le t < (R-S)/D$의 구간에서만 발생한다. 한편 負在庫費用과 遺失販賣 罰科費用은 $(R-S)/D < t \le R/D$의 구간에서 각각 발생한다. 따라서 週期當 現金流出은 다음과 같이 주어진다.

週期當 現金流出=(週期當 注文費用+週期當 在庫維持費用+週期當 負在庫費用+週期當 遺失販賣 罰科費用)

따라서 週期初인 t=0인 時點에서 첫번째 週期의 現金流出에 대한 現在價値는 인플레이션率 i와 連續割引率 j′을 도입하여 貨幣의 時間的 價値를 고려하면 다음의 式(1)과 같이 표시된다.

$$V_1(R,S)=Ae^{L(j'-i)}+\int_0^{\frac{R-S}{D}}(R-S-Dt)e^{(i-j')t}dt$$

$$+\pi\beta\int_{\frac{R-S}{D}}^{\frac{R}{D}}(S-R+Dt)e^{(i-j')t}dt$$

$$+P(1-\beta)D\int_{\frac{R-S}{D}}^{\frac{R}{D}}e^{(i-j')t}dt \qquad (1)$$

式(1)을 積分하여 재고관련비용의 각 項目別로 週期初인 t=0인 時點에서의 現金流出을 정리하면 다음과 같다. 단, 이하의 數式에서 j는 j′에서 인플레이션率 i를 뺀 實質割引率을 의미한다.

週期當 費用의 現在價値 :

注文費用 : $Ae^{Lj}$ (2)

在庫維持費用 :

$HD\{e^{-(R-S)j/D}+(R-S)j/D-1\}/j^2$ (3)

負在庫費用 :

$\pi\beta D\{e^{-(R-S)j/D}-(Sj/D+1)\,e^{-Rj/D}\}/j^2$ (4)

遺失販賣 罰科費用 :

$(1-\beta)PD\{e^{-(R-S)j/D}-e^{-Rj/D}\}/j$ (5)

이제 式(2)에서 式(5)에서 정리하면, 첫번째 週期의 週期當 現金流出의 現在價値는 式(6)과 같다.

$$V_1(R,S)=Ae^{Lj}-\left(\frac{(1-\beta)DP}{j}+\frac{\beta\pi D}{j^2}\right)e^{-\frac{j}{D}R}$$

$$-\frac{\beta\pi}{j}Se^{-\frac{j}{D}R}+\left(\frac{(H+\beta\pi)D}{j^2}+\frac{(1-\beta)DP}{j}\right)$$

$$e^{-\frac{j}{D}(R-S)}+\frac{H(R-S)}{j}-\frac{HD}{j^2} \qquad (6)$$

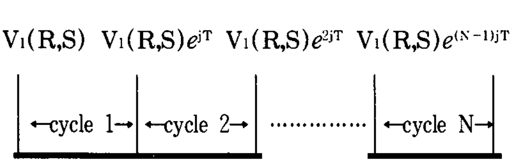
단, $0\le S\le R$

따라서 j→0일 때 週期當 在庫關聯費用의 合의 現在價値는 다음과 같다.

$$\lim_{j\to 0}V_1(R,S)=A+\frac{H(R-S)^2}{2D}+\frac{\pi\beta S^2}{2D}+P(1-\beta)S$$

위 式은 Park 의 需要가 確定的 狀況下에서의 週期當 總費用函數와 일치한다. 따라서 위 式에 年間週期回數 R/D를 곱하여 정리하면 Park의 平均 年間 費用函數와 같게 됨을 알 수 있다[6].

여기서 週期初인 t=0의 時點에서 첫번째 在庫週期부터 제 N번째 在庫週期까지의 現金流出의 總現在價値를 구하여 보자. 여기서 $V_k(R,S)$를 在庫週期 k(k=1,2⋯,N)의 現金流出의 週期初에서의 總現金價値라 하면, [그림 3]과 같은 現金流出圖가 얻어진다. [그림 3]에서 각 在庫週期는 需要率이 같고 동일한 運營原則에 의하여 管理되기 때문에 $V_1(R,S)=V_2(R,S)=V_3(R,S)=\cdots=V_N(R,S)$가 성립된다.




[그림 3] N주기동안의 현금유출도

이제 첫번째 週期부터 第 N번째 週期까지의 모든 現金流出에 대하여 첫번째 週期初에서의 總現在價値를 구하면 다음과 같다.

$$V_T(R,S)=V_1(R,S)+V_2(R,S)+V_3(R,S)+\cdots+V_N(R,S)$$
$$=V_1(R,S)\,(1+e^{-jT}+e^{-2jT}+\cdots+e^{-(N-1)jT)})$$
$$=V_1(R,S)\left(\frac{1-e^{-j(R/D)N}}{1-e^{-j(R/D)}}\right) \quad (7)$$

만일 割引率 j'이 인플레이션率 i보다 크면 實質割引率 j는 陽數가 될 것이다. 따라서 計劃期間이 無限일 경우 즉, N→∞일 때 $V_T(R,S)$는 式(8)과 같이 收斂할 것이다.

$$\lim_{N\to\infty}V_1(R,S)\left(\frac{1-e^{-j(R/D)N}}{1-e^{-j(R/D)}}\right)=\frac{V_1(R,S)}{1-e^{-j(R/D)}} \quad (8)$$

本 研究에서는 分析을 간단히 하기 위하여 計劃期間 N을 D/R로 設定하기로 한다. 따라서 年間 總現金流出의 現在價値는 다음과 같다.

$$V_Y(R,S)=\frac{1-e^{-j}}{1-e^{-(R/D)j}}V_1(R,S) \quad (9)$$

式(9)에서 $V_Y(R,S)$는 R과 S의 函數이므로, $V_Y(R,S)$를 最小化하는 $R^*$와 $S^*$를 구하기 위하여 式(9)를 R과 S로 偏微分하여 0으로 놓고 정리하면 각각 다음의 두 式을 얻을 수 있다.

$$[H+\beta\pi+(1-\beta)jP]e^{\frac{j}{D}S}-\beta\pi-He^{\frac{j}{D}R}+[Aj^2e^{Lj}+H(R-S)j-\beta\pi jS]/D-(1-\beta)jP=0 \quad (10)$$

$$[H+\beta\pi+(1-\beta)jP]e^{\frac{j}{D}S}-\beta\pi-He^{\frac{j}{D}R}=0 \quad (11)$$

式(11)을 式(10)에 代入하여 정리하면 다음과 같다.

$$R=\frac{(1-\beta)PD-Aje^{Lj}+(H+\beta\pi)S}{H} \quad (12)$$

또한 式(11)을 S에 관해 정리하면 다음과 같다.

$$S=\frac{D}{J}ln\left[\frac{\beta\pi+he^{\frac{j}{D}R}}{H+\beta\pi+(1-\beta)jP}\right]$$

따라서 R과 S가 最適이 될 必要條件은 $R\geq S\geq 0$의 조건하에서 式(12)와 式(13)을 동시에 만족해야 한다. 週期當 最適品切隨量 $S^*$를 구하기 위해서 式(12)를 式(13)의 R에 대입하면 S에 관한 式(14)가 얻어진다.

$$S=\frac{D}{j}\left[\frac{\beta\pi+He^{\frac{j}{D}\{(1-\beta)PD-Aje^{Lj}+(H+\beta\pi)S\}/H}}{H+\beta\pi+(1-\beta)jP}\right] \quad (14)$$

위 方程式을 $R\geq S\geq 0$의 조건하에서 二分法(bisectionmethod)[2]으로 풀어서 S를 구한다. 본 논문에서 二分法을 적용할 때 탐색구간 S의 상한과 하한은 연간수요량을 기준으로 상한은 D, 하한은 −D로 설정하여 S를 계산하였다.

이때 $\frac{\partial^2 V_Y(R,S)}{\partial S^2}>0$이므로 이분법에 의해 구한 S의 根중 양의 根이 없으면 $S^*$는 경계선상에 있고 $S^*=0$이다. 이는 式(14)의 자연대수의 眞數가 1보다 작은 경우에 발생한다. 이 경우 $R^*$를 구하기 위하여 式(9)의 S에 0을 대입하여 연간현금유출의 총현재가치를 구하면 式(15)와 같다.

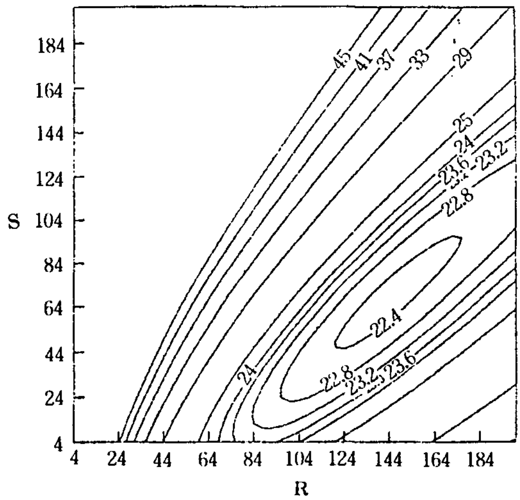
$$V_Y(R,S)=\frac{1-e^{-j}}{1-e^{-j(R/D)}}(Ae^{Lj}+HR/j)-DH(1-e^{-j})/j^2 \quad (15)$$

式(15)를 R로 편미분하여 0으로 놓고 정리하면 式(16)을 얻는다.

$$DH(1-e^{jR/D})+(HR+Aje^{Lj})=0 \quad (16)$$

式(16)의 R에 관한 지수방정식을 二分法을 풀어서 최적주기당수요량 $R^*$를 구한다. 이때 $Q^*=R^*$가 된다. 二分法적용시 탐색구간 R의 상한값은 $D \geq R$의 관계로부터 D가 되고, 탐색구간 R의 하한값은 $R>0$이기 때문에 0으로 설정한다.

한편 式(14)로부터 구한 S의 根중에서 陽의 根이 존재하면 이 根이 주기당 최적품절수량 $S^*$가 되고, 이 $S^*$를 式(12)의 S에 대입하여 최적주기당수요량 $R^*$를 구한다. 이때 $Q^*=R^*-(1-\beta)S^*$가 된다.




[그림 4] $V_Y$의 등비용곡선($\beta=0.5$)

## 3. 反復解法 節次

年間 現金流出의 現在價值 $V_Y(R,S)$를 最小化하는 最適解$(R^*,S^*)$를 구하는 反復解法 節次는 다음과 같다.

(1) 式(14)의 S에 관한 방정식의 根을 二分法으로 구하여 S를 구한다. S의 根중에서 陽의 根이 존재하면 節次(2)로 가고, 陽의 根이 없으면 節次(3)으로 간다.

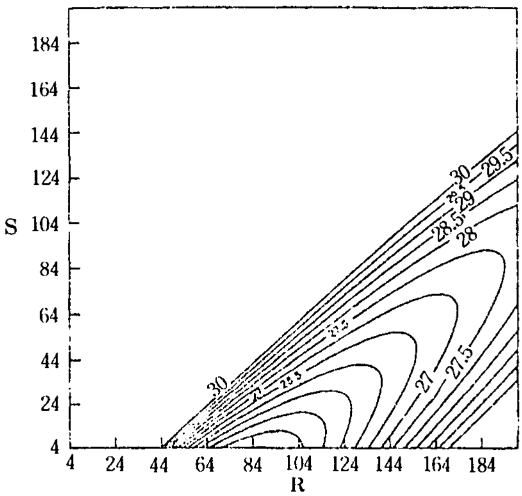
(2) 節次(1)에서 구한 S의 양의 根이 주기당 최적품질수량 $S^*$가 되며, 이를 式(12)에서 대입하여 $R^*$를 구한 다음에 주기당 최적주문량 $Q^*$를 $R^*-(1-\beta)S^*$에 의하여 구하고 종료한다.

(3) 節次(1)에서의 S의 양의 根이 없으면 $S^*=0$이고, 式(16)의 R에 관한 지수방정식을 二分法으로 풀어서 $R^*$의 값을 구한다. 이때 주기당 최적 주문량 $Q^*$는 $R^*$와 일치하도록 하고 종료한다.

위에서 提示한 反復解法 節次(1)에서 二分法을 적용하여 S의 根을 구할 때에 $\beta$의 값에 따라 S의 根이 양수인 경우와 음수인 경우가 발생한다. 이와 같이 $\beta$의 값에 따라 S의 根이 양수인 경우와 음수인 경우를 살펴보기 위하여 다음 數值例의 資料를 이용하여 割引率과 인플레이션率이 각각 30%와 20%일 때의 年間 現金流出의 現在價值 $V_Y(R,S)$를 2次元 평면에 圖式化한 것이 [그림 4]와 [그림 5]이다. [그림 4]와 [그림 5]는 $\beta$의 값이 각각 0.5, 0.2일 때의 年間 現金流出의 現在價值 $V_Y(R,S)$를 2次元 平面에 表示한 것이다.

[그림 4]의 경우에서 $V_Y(R,S)$는 $0<S<R$에서 極小値가 존재함을 알 수 있으나 [그림 5]에서는 $V_Y(R,S)$의 極小値가 구간내부 즉, $0<S<R$에서 存在하지 않고 境界値$(S=0)$에서 존재하게 됨을 알 수 있다.

## 4. 數値例 및 感度分析



［그림 5］ $V_Y$의 등비용곡선($\beta$=0.2)

數値例를 통하여 最適決定變數들과 年間 總現金流出에 連續인플레이션率이 어느 정도 影響을 주는가를 檢討하고, 또한 負在庫比率 $\beta$가 변화할 경우 最適決定變數들의 變化率에 대한 感度分析을 실시하고자 한다. 數値例에 이용된 資料는 다음과 같다.

D : 200단위/年
H : 단위당 0.3만원/年
A : 5만원/주문
j′ : 0.3
P : 0.2만원/단위
$\pi$ : 負在庫當 0.1만원/年
L : 0.028年(10日)

### (1) 인플레이션率과 最適解와의 關係分析

負在庫比率 $\beta$와 割引率을 각각 0.5와 0.3으로 고정시키고 連續인플레이션率 i를 0%를 60%까지 변화시켰을 때, 위의 資料를 토대로 하여

〈표 1〉 인플레이션율과 최적해와의 관계

| opitimal \ i | 0% | 10% | 20% | 40% | 50% | 60% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R^*$ (units) | 151.8 | 148.3 | 144.9 | 138.0 | 134.5 | 131.0 |
| $Q^*$ (units) | 113.2 | 111.9 | 110.6 | 108.1 | 106.9 | 105.6 |
| $S^*$ (units) | 77.3 | 72.9 | 68.5 | 59.7 | 55.3 | 50.9 |
| $T^*$ (days) | 277.1 | 270.7 | 264.4 | 251.8 | 245.5 | 239.1 |
| $V^*_Y$(₩10,000) | 20.6 | 21.4 | 22.3 | 24.2 | 25.2 | 26.3 |

部分 負在庫模型의 最適運用政策과 이에 수반되는 年間 現金流出의 現在價値 $V^*_Y$를 구한 결과가 〈표 1〉에 나타나 있다.

〈표 1〉에서 알 수 있는 바와 같이 週期當 最適品切數量 $S^*$, 週期當 最適需要量 $R^*$ 및 發注量 $Q^*$는 인플레이션率의 增加와 더불어 점차로 減少하고 있으나, 年間 現金流出의 現在價値 $V^*_Y$는 增加함을 알 수 있다.

### (2) 인플레이션率과 在庫關聯費用과의 關係分析

위의 資料를 利用하여 負在庫比率 $\beta$가 0.5일 때, 連續인플레이션率의 變化에 따른 각 年間 在庫關聯費用의 現在價値에 대한 變化過程을 살펴보면 〈표 2〉와 같다.

在庫關聯費用의 構成比率을 보면 〈표 2〉에서 알 수 있는 바와 같이 遺失販賣 罰科費用은 連續인플레이션率이 0%일 때, 年間 總費用의 現在價値의 약 40%이상을 차지하고 있으며, 連續인플레이션率이 增加함에 따라 遺失販賣 罰科費用은 年間 總費用의 現在價値에서 차지하는 構成比率이 점차로 減少하는 것을 알 수 있다.

〈표 2〉 연간 재고관련비용의 순현재가치

(단위 : ₩10,000)

| cost \ i | 0% | 20% | 40% |
|---|---|---|---|
| order cost | 6.4( 31.1) | 6.8( 30.5) | 7.3( 30.2) |
| holding cost | 5.1( 24.7) | 5.9( 26.4) | 6.9( 28.5) |
| backorder cost | 0.8( 3.9) | 0.8( 3.6) | 0.7( 2.9) |
| lost sales cost | 8.3( 40.3) | 8.8( 39.5) | 9.3( 38.4) |
| total cost | 20.6(100.0) | 22.3(100.0) | 24.2(100.0) |

注 : ( )안은 총비용에 대한 각 재고관련비용의 비용

〈표 3〉은 連續인플레이션率이 0%일 때를 기준으로 인플레이션率의 增加에 따른 在庫關聯費用의 增減率을 표시하고 있다. 〈표 3〉에서 알 수 있는 바와 같이, 負在庫費用을 제외한 다른 在庫關聯費用은 모두 인플레이션率이 增加함에 따라서 費用의 增加를 나타내고 있으나, 負在庫費用만이 인플레이션率의 增加에 따라서 費用이 減少하고 있다.

〈표 3〉 재고관련비용의 증가율과 감소율

(단위 : %)

| cost \ i | 0% | 20% | 40% | 60% |
|---|---|---|---|---|
| order cost | 100.0 | 106.4 | 114.3 | 124.5 |
| holding cost | 100.0 | 115.3 | 134.2 | 157.9 |
| backorder cost | 100.0 | 94.9 | 88.6 | 78.5 |
| lost sales cost | 100.0 | 106.1 | 111.7 | 115.6 |
| total cost | 100.0 | 108.1 | 117.2 | 127.5 |

(3) 負在庫比率의 敏感度分析

連續인플레이션率 i를 40%, 割引率 j′을 30% 그리고 調達期間을 0으로 하여 위의 資料에 의해 負在庫比率 $\beta$의 여러 값에 대한 感度分析을 한 결과는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 $\beta$의 민감도분석

| optimal \ $\beta$ | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R*(units) | 82 | 82 | 86 | 158 | 169 | 162 |
| Q*(units) | 82 | 82 | 84 | 124 | 147 | 162 |
| S*(units) | 0 | 0 | 4 | 86 | 111 | 120 |
| T*(units) | 150 | 150 | 157 | 289 | 308 | 296 |
| $V^*_Y$ (₩10,000) | 25.4 | 25.4 | 25.4 | 22.3 | 17.7 | 12.7 |

## 5. 結 論

본 연구에서는 貨幣의 時間價値를 고려한 割引率과 인플레이션率의 槪念을 도입하여 確定的 部分負在庫시스템을 設計하고, 最適決定變數의 값을 반복해법을 利用하여 구한 후 인플레이션率의 變化에 따른 最適解와 在庫關聯費用의 變化行態에 관한 分析을 시도하였다.

본 硏究로부터 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 在庫管理의 最適運營政策은 인플레이션率과 連續割引率에 의하여 影響을 받으며, 連續인플레이션率이 높으면 높을수록 그 影響力이 더욱 더 커진다는 사실을 구체적인 數値例를

통해서 立證하였다.

(2) 인플레이션率의 增加에 따라 注文費用, 在庫維持費用 및 遺失販賣 罰科費用은 增加하나 負在庫費用은 減少한다.

(3) 負在庫比率이 變化할 때 最適決定變數와 年間 總現金流出에 대한 感度分析을 試圖한 결과, 負在庫比率 $\beta$의 값이 增加함에 따라 最適決定變數의 敏感度가 크게 增加한다는 사실을 立證하였다.

(4) 貨幣의 時間價値를 고려한 旣存의 部分負在庫模型에 대한 解法[5]은 負在庫比率 $\beta$의 값이 작거나 큰 경우는 解를 구할 수 없었다. 그러나 本 硏究에서는 $\beta$의 값이 작거나 큰 경우에도 最適解를 구할 수 있는 反復解法 節次를 開發하였다.

(5) 負在庫比率 $\beta$의 값이 增加하면 貨幣의 時價價値를 고려한 模型의 年間 總費用은 이를 무시한 기존의 Park이 제시한 模型의 年間 總費用보다 增加한다[6]. 그러나 本 硏究에서 제시한 貨幣의 時間的 價値를 고려한 部分 負在庫模型의 最適發注量 및 最適品切數量은 負在庫比率 $\beta$의 값이 작을 때는 貨幣의 時間價値를 무시한 部分 負在庫模型의 最適發注量 및 最適品切數量과 一致하거나 負在庫比率 $\beta$의 값이 커짐에 따라서 減少한다.

今後의 硏究課題로는 다음과 같은 사항을 생각할 수 있다.

(1) 部分 負在庫模型은 品切을 前提로 하고 있으나 在庫維持費用이 낮은 品目의 경우는 安全在庫를 許容할 경우가 品切發生時보다 유리한 경우가 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 部分 負在庫模型에 安全在庫를 許容할 수 있는 보다 一般化된 模型의 開發이 필요하다.

(2) 본 논문에서는 負在庫比率 $\beta$의 값을 0과 1사이의 값을 갖는 상수로서 다루고 있으나 負在庫比率 $\beta$를 負在庫期間에 비례하는 변수로 정의하여 소비자의 구매형태를 반영하는 모형의 개발이 필요하다.

## 참 고 문 헌

[1] 김제환, 오세호, "利子率을 고려한 部分負在庫 模型에 관한 硏究," 「대한 산업공학회지」, 제13권, 제2호(1987), pp.1-8.

[2] 戸川準人, 「數値計算入門」, オーム社, 東京, 1972.

[3] Bierman, H., Jr. and J. Thomas, "Inventory Decisions under Inflationary Conditions," *Decision Sciences*, Vol.8, No.1 (1977), pp.151-155.

[4] Brown, R.G., *Decision Rules for Inventory Management*, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1967.

[5] Freeland, J.R. and J.L. Colly, "Simple Heuristic Method for Lot Sizing in a Time-Phased Reorder System," *Production and Inventory Management*, Vol.23, No.1(1982), pp.15-22.

[6] Park, K.S., "Inventory Model With Partial Backorder," *Int. J. System Sci.*, Vol.13, No.12(1982), pp.1313-1317.