

需要 및 리드 타임의 不確實성에 따른 在庫行態 分析

A Study on Inventory Behavior Responding to the Uncertainty in Demand and Lead-Time

鄭 忠 泳*

《目 次》

- | | |
|-----------------|--------------------|
| I. 序 論 | III. 實驗結果에 대한 假設檢證 |
| II. 在庫行態의 시뮬레이션 | IV. 結 論 |

I. 序 論

在庫問題는 在庫費用의 最小化에 그 焦點이 맞추어지고 있으나 需要와 리드 타임(lead time)의 不確實性으로 在庫保有量이 過剩하게 되거나 不足하게 됨으로 最適在庫의 決定이 곤란하게 된다.

在庫模型은 需要와 리드 타임의 不確實性의 存在與否에 따라 確定的 模型과 確率的 模型으로 區分된다. 現實에서는 이들 두 不確實性이 存在하는 것이 一般的이므로 確率的 在庫模型이 重視되고 이 模型에서는 不確實性에 대처하기 위한 安全在庫(safety stock)나 緩衝在庫(buffer inventory)의 問題가 舉論된다.

本 研究에서는 需要와 리드 타임의 不確實性이 在庫에 미치는 影響을 分析하는데 그 目的을 두고 있다. 따라서 需要와 리드 타임의 각각 및 結合된 不確實性에 따른 在庫의 行態를 分析하게 된다.

本 研究에서는 이를 위해 시뮬레이션 模型을 이용하여 不確實性에 對應한 在庫

* 경북대학교 경상대학 경영학과 조교수

行態를 實驗하고 이 結果를 統計的 技法으로 假設檢證하기로 한다. 이것은 컴퓨터를 利用하여 實行하기로 한다.

發注量이 결정되면 需要, 리드 타임 및 期初在庫量에 의해 期末在庫量이 決定되고 따라서 期中의 平均保有在庫量과 不足在庫量을 計算할 수 있다. 그런데 이 發注量은 어떠한 標準에 의하든 상관이 없거나 本 研究에서는 먼저 確定的 狀況을 假定하고 EOQ(Economic Order Quantity) 模型에 의해 發注量을 구하고 이를 바탕으로 在庫行態를 分析하기로 한다. 그리고 定期的 發注方式을 擇하기로 한다.

本 研究는 다음과 같이 構成된다. 먼저 I 章의 序論에 이어, II 章에서는 시뮬레이션 模型을 構築하고 이에 의해 在庫行態를 實驗한다. III 章에서는 在庫行態에 관한 假設을 設定하고 이를 檢證하고, IV 章에서는 結論을 내리게 된다.

II. 在庫行態의 시뮬레이션

1. 在庫不確實性

在庫에 關聯된 不確實性은 이미 언급한 바와 같이 需要의 不確實性和 리드 타임의 不確實性으로 區分되는 바 이를 確實性和 結合하면 <그림-1>과 같은 4개의 模型으로 나눌 수 있다.¹⁾ I의 形態는 EOQ 模型이 典型的인 것이며, II와 III의 形態는 需要의 不確實性和 리드 타임의 不確實性 중 하나만 存在하는 경우이고 IV의 形態는 두가지 不確實性이 모두 存在하는 경우로서 本 研究에서는 이들 4 形態의 모두를 시뮬레이션으로 實驗하게 될 것이다.

| | | 需要의 特性 | |
|-----------|-----|--------|-----|
| | | 確定的 | 確率的 |
| 리드 타임의 特性 | 確定的 | I | III |
| | 確率的 | II | IV |

<그림-1> 需要와 리드 타임 特性에 따른 在庫模型의 分類

1) William J. Stevenson, *Production/Operations Management*, Richard D. Irwin Inc., pp.408-417, 1982.

本 研究에서는 不確實性이란 需要 또는 리드 타임의 變動의 程度를 意味하는 것으로서 平均에 대한 標準偏差의 크기의 比로서 表示하기로 한다. 이제 이를 式으로 表示하면 다음과 같다.

$$XCV = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \dots\dots\dots (II - 1)$$

$$LCV = \frac{\sigma_L}{\bar{L}} \dots\dots\dots (II - 2)$$

여기서

| | |
|------------|------------------|
| XCV | : 需要의 分散係數 |
| LCV | : 리드 타임의 分散係數 |
| \bar{X} | : 需要의 平均 |
| \bar{L} | : 리드 타임의 平均 |
| σ_x | : 需要 X의 標準偏差 |
| σ_L | : 리드 타임의 L의 標準偏差 |

위의 式에서 標準偏差가 크면 XCV 또는 LCV의 값이 커지고 따라서 不確實性이 큰 것으로 看做한다.²⁾ 물론 이들 값이 零이면 確定的인 경우가 된다. 따라서 위의 <그림-1>은 다음과 같이 表示될 수 있다.

- I 形態 : XCV = 0, LCV = 0
- II 形態 : XCV = 0, LCV ≒ 0
- III 形態 : XCV ≒ 0, LCV = 0
- IV 形態 : XCV ≒ 0, LCV ≒ 0

2. 需要와 리드 타임의 生成

本 研究에서는 需要의 平均 \bar{X} , 리드 타임의 平均 \bar{L} 를 固定시키고, XCV와 LCV를 媒方變數(parameter)로 취급한다.³⁾ 基礎統計理論에서와 같이 Z값은

$$Z_x = \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x} \dots\dots\dots (II - 3)$$

$$Z_L = \frac{L - \bar{L}}{\sigma_L} \dots\dots\dots (II - 4)$$

2) XCV 또는 LCV의 사용은 \bar{X} 나 \bar{L} 의 값에 關係없이 不確實性을 表示할 수 있고, 또 \bar{X} 와 σ_x , \bar{L} 과 σ_L 이 결합되어 XCV, LCV라는 하나의 變數로 表示될 수 있다.

3) XCV와 LCV가 주어지면 (II - 1), (II - 2)에서 σ_x 와 σ_L 이 각각 구하여 진다.

여기서 $\left[\begin{array}{l} X : \text{發生需要} \\ \bar{X} : X \text{의 平均} \\ L : \text{發生리드 타임} \\ \bar{L} : L \text{의 平均} \end{array} \right.$

이므로 XCV와 LCV의 값이 주어지면 σ_X 와 σ_L 이 각각 구해지므로

$$X = \bar{X} + Z \cdot \sigma_X \dots\dots\dots (\text{II}-5)$$

$$L = \bar{L} + Z \cdot \sigma_L \dots\dots\dots (\text{II}-6)$$

에서 正規分析의 性質을 이용하여 4) 亂數에 대응한 Z값을 구하고 5) 이것에서 發生需要와 發生리드 타임을 시뮬레이션할 수 있다. 6)

3. 保有在庫量의 不足在庫量의 計算

本 研究에서는 50 期를 1 計劃期間으로 하여 各期의 保有在庫量과 不足在庫量을 計算하기로 한다. 다음 公式를 이용한다.

$$x_{i+1} = x_i + o_i - d_i \dots\dots\dots (\text{II}-7)$$

여기서 $\left[\begin{array}{l} x_{i+1} : i \text{ 期의 期末在庫} \\ x_i : i \text{ 期의 期初在庫} \\ o_i : i \text{ 期의 入庫量} \\ d_i : i \text{ 期의 發生需要} \end{array} \right.$

이 式에서 入庫量 o_i 는 發生리드 타임에 따라 發注된 것이 受注되는 量을 가리킨다.

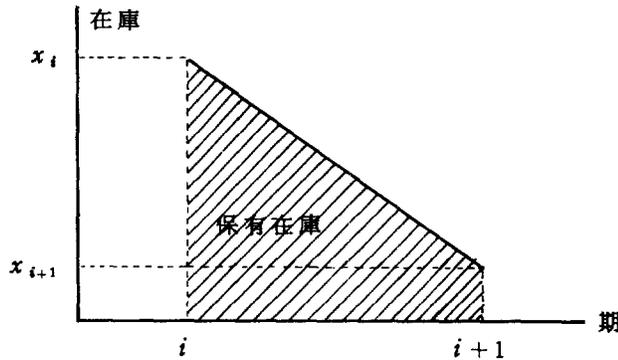
그런데 期初在庫量 x_i 와 期末在庫量 x_{i+1} 의 값에 따라 다음 4가지 형태가 있을 수 있다. 이들 각각에 대한 保有在庫와 不足在庫는 <그림-2>, <그림-3>, <그림-4> 및 <그림-5>에서와 같이 式으로 구하여 질 수 있다. 7)

4) Z값에 대한 確率이 정하여져 있다.
 5) Monte Carlo simulation에 의한 것으로서 이에 관하여는 金相漢, 鄭忠泳, 工業經營學 原論, 博英社, pp.515-518, 1984 參照.
 6) Apple II 個人用 컴퓨터에 내장된 函數 RAND에서 發生할 亂數를 이용하여 이에 대응한 Z값을 구하고 이어서 X와
 7) 各期에서의 需要量은 均一하게 分布하고 있다고 假定하고 保有在庫와 不足在庫를 計算한다.

① $x_i \geq 0, x_{i+1} \geq 0$ 인 경우

$$HI_i = (x_i + x_{i+1}) / 2 \dots\dots\dots (II-8)$$

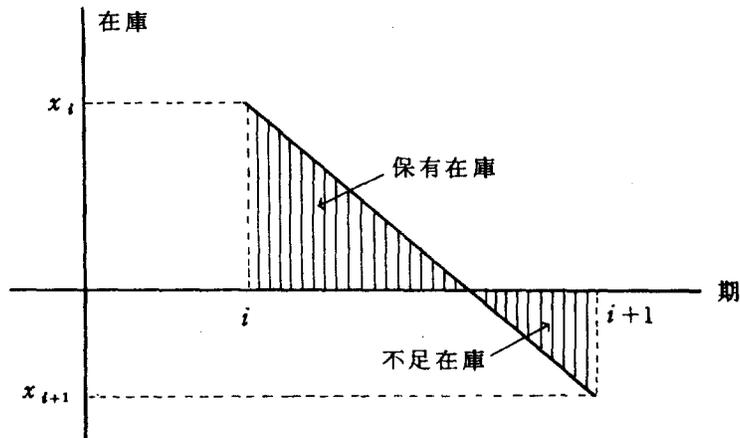
(여기서 HI_i : i 期の 保有在庫)



② $x_i \geq 0, x_{i+1} \leq 0$ 인 경우

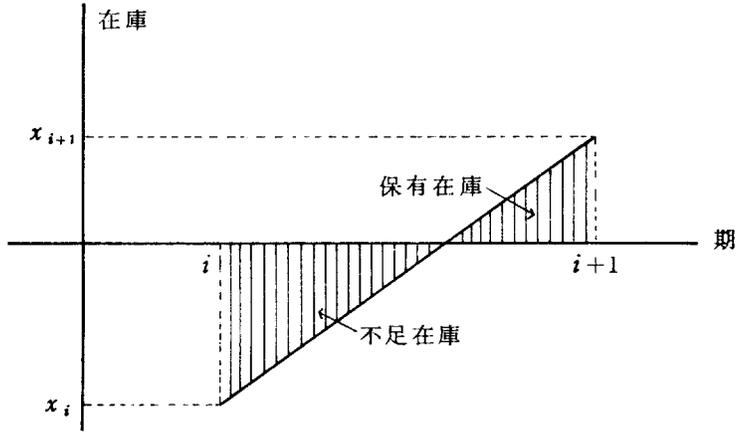
$$\left. \begin{aligned} HI_i &= x_i^2 / 2 / (x_i - x_{i+1}) \\ SI_i &= x_{i+1}^2 / 2 / (x_i - x_{i+1}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (II-9)$$

(여기서 SI_i : i 期の 不足在庫)



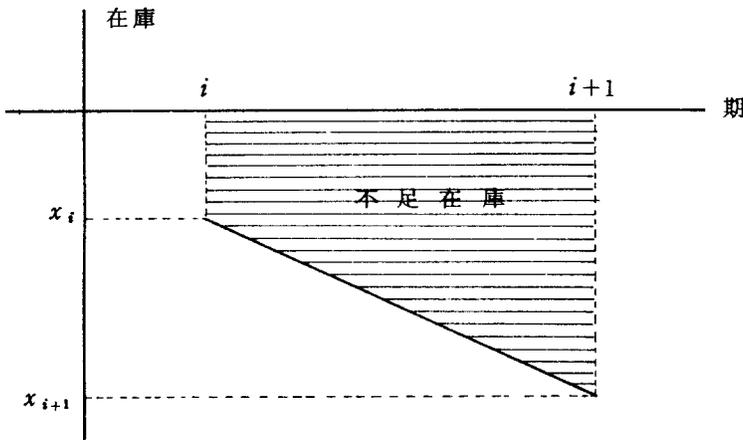
③ $x_i < 0, x_{i+1} \geq 0$ 인 경우

$$\left. \begin{aligned} HI_i &= x_{i+1}^2 / 2 / (x_{i+1} - x_i) \\ SI_i &= x_i^2 / 2 / (x_{i+1} - x_i) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (II-10)$$



④ $x_i < 0, x_{i+1} \leq 0$ 인 경우

$$SH_i = -(x_i + x_{i+1}) / 2 \dots\dots\dots (II-11)$$



위의 各 形態에 따라 發生한 各期의 保有在庫와 不足在庫는 全計劃期間에 걸쳐 累計되어 平均值가 구하여진다.

즉,

$$\left. \begin{aligned} MHI &= \frac{1}{n} \sum HI_i \\ MSI &= \frac{1}{n} \sum SI_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (II-12)$$

여기서 $\left[\begin{array}{l} MHI : \text{平均保有在庫} \\ MSI : \text{平均不足在庫} \\ n : \text{期間의 數} \end{array} \right.$

위의 설명에서 알 수 있듯이 後納注文(back-log)이 許容되고 있다고 가정되었다. 그리고 發注量은 이미 언급한 바와 같이 EOQ 模型에 의해 구해지고 있으나 어느 방식에 의해 결정되든 不確實性의 影響이 檢討되고 있다는 點에서 아무런 차이가 없다.⁸⁾

4. 實驗의 施行

위의 內容을 中心으로 시뮬레이션 模型을 構築하고 프로그래밍하여 Apple II 個人用 컴퓨터로 實驗하였다.⁹⁾ 참고로 프로그래밍의 順序圖는 <그림-6>과 같다. XCV와 LCV를 각각 0에서 0.1의 간격으로 0.9까지 증가시켜 結合하여 모두 100가지의 實驗이 실시되었다.¹⁰⁾

8) EOQ 模型에 의한 經濟的 發注量은

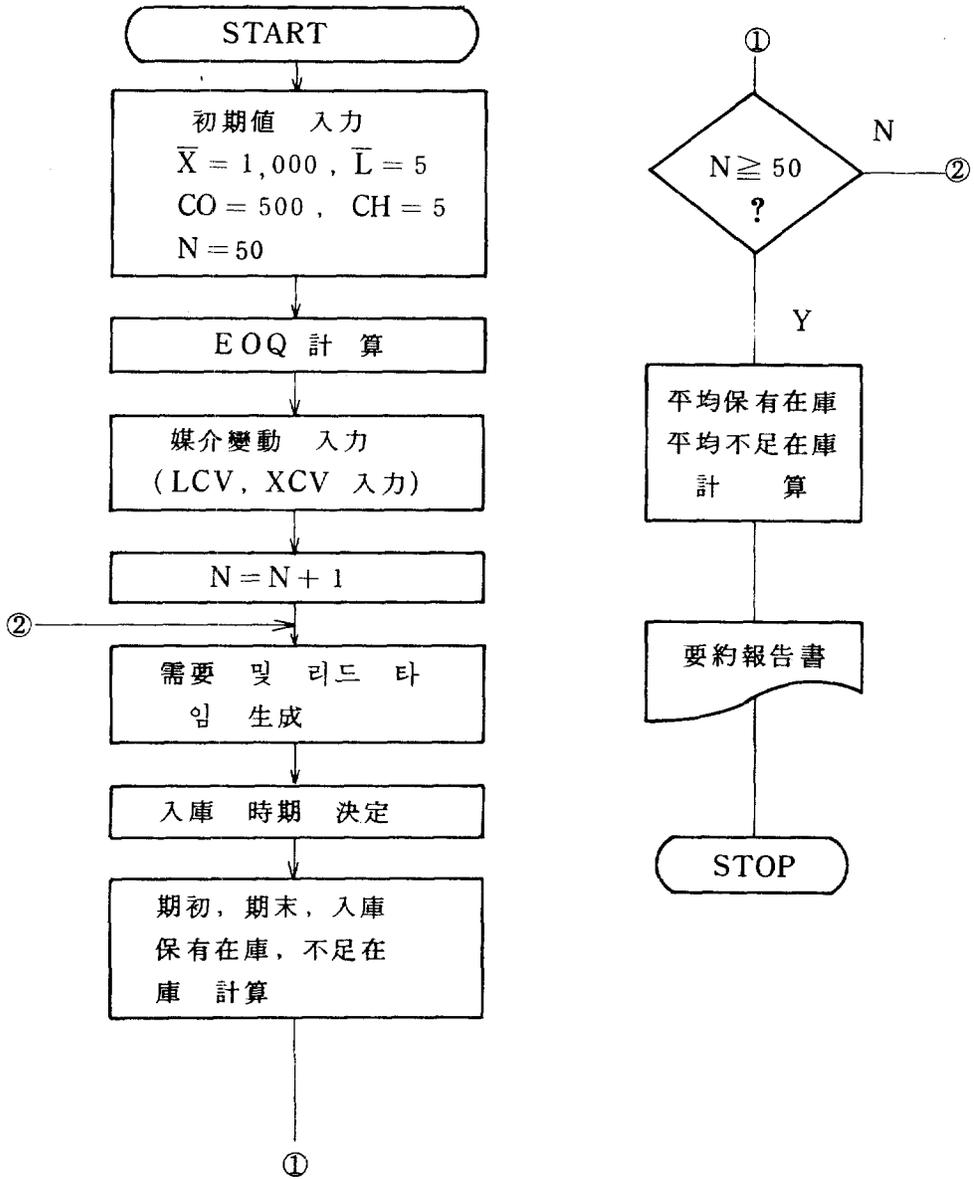
$$Q_0 = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

이다. (여기서, H: 단위당 在庫維持量, C: 1회發注費, R: 年間需要

量)

9) 實驗結果는 附錄에 있음.

10) XCV가 10가지, LCV가 10가지 있음으로 이를 結合하면 $10 \times 10 = 100$ 가지가 된다. XCV=0, LCV=0인 경우는 <그림-1>의 I 형태가 되고 XCV=0, LCV≠0이면 II 형태, XCV≠0, LCV=0이면, III 형태 그리고 XCV≠0, LCV≠0이면 IV 형태가 됨은 이미 언급한 바와 같다.



[그림 - 6] 시뮬레이션 順序圖

II. 實驗結果에 대한 假說檢證

1. 假說 設定

위의 시뮬레이션 結果를 대상으로 XCV와 LCV의 變化에 따른 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要의 行態를 分析하기로 한다. 이를 위해 다음과 같은 假說을 設定하기로 한다. 편의상 保有在庫, 不足在庫 및 發生在庫를 간단히 在庫變數라 부르고, LCV와 XCV를 不確實性이라 부르기도 한다.

(假說 1) 在庫變數 間에는 相關關係가 存在한다.

(假說 2) 需要不確實性的 程度 間에는 在庫變數에 有意的 差가 있다.

(假說 3) 리드 타임 不確實性的 程度 間에는 在庫變數에 有意的 差가 있다.

(假說 4) 需要不確實성과 在庫變數 間에는 線型回歸關係가 있다.

(假說 5) 리드 타임 不確實성과 在庫變數 間에는 線型回歸關係가 있다.

(假說 1)은 在庫變數인 保有在庫, 不足在庫, 發生需要間의 相關關係를 檢證하기 위한 것으로 일반적으로 發生需要가 많으면 保有在庫가 減小하고 따라서 不足在庫가 增加할 것이며, 保有在庫가 많으면 不足現象이 減小할 것으로 생각된다. (假說 1)의 檢證結果가 위의 常識과 일치할 때 實驗의 結果가 어느 程度의 妥當성을 지닌 것으로 看做될 수 있을 것이다.

(假說 2)는 需要의 不確實性 程度가 클수록¹¹⁾ 保有在庫와 不足在庫에 큰 影響을 미칠 것이라는 前提를 지니고 있으며, (假說 3)은 리드 타임의 不確實 程度에 따른 差를 前提로 設定된 假說이다.

(假說 4)와 (假說 5)는 각각 (假說 2)와 (假說 3)의 採擇을 前提로 한 것이며 前者가 棄却되면 後者は 無意味한 假說이 될 것이다.

2. 在庫變數間의 相關關係 檢證

(假說 1)을 檢證하기 위하여 XCV와 LCV의 각각의 값에 대응한 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要 間의 相關關係를 Pearson의 相關關係를 구한바 <表-1>과 같은 結果를 얻었다.

11) 이것은 XCV의 값이 크다는 것을 말한다.

〈表-1〉 在庫變數 間의 相關關係

| | 保 有 在 庫 | 不 足 在 庫 | 發 生 在 庫 |
|---------|---------|---------|----------|
| 保 有 在 庫 | 1 | | |
| 不 足 在 庫 | -.668 | 1 | |
| 發 生 在 庫 | -.736 | .681 | 1 |
| 平 均 值 | 5255.76 | 407.76 | 51555.70 |
| 標 準 偏 差 | 1874.88 | 624.25 | 4192.47 |

〈表-1〉은 앞에서 언급한 기대와 일치되고 있음을 알 수 있고, (假說 1)은 採擇된다.

3. 不實性에 따른 在庫變數의 有意差 檢證

(假說 2)와 (假說 3)은 需要 및 리드 타임의 不確實性의 程度에 따라 在庫變數인 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要에 差異를 나타내는가를 檢證하는 것이다. 그런데 리드 타임의 不確實性은 發生需要와 아무런 關係를 갖고 있지 않음이 당연하므로 이를 檢證에 包含시킬 必要가 없으나 다만 檢證의 妥當性을 檢討하기 위한 手段으로 分析에 包含시키기로 한다.

二元分散分析(two way analysis of variance)을 이용하여 (假說 2)와 (假說 3)을 동시에 分析하기로 한다. 保有在庫, 不況在庫 및 發生需要에 대한 分散分析의 結果는 각각 〈表-3〉, 〈表-4〉 및 〈表-5〉와 같다.

〈表-3〉 保有在庫 分散分析

| | S S | d f | M S | F |
|-------|-----------------|-----|-------------|------|
| X C V | 23,174,219.1 | 9 | 2,574,913.2 | .697 |
| L C V | 25,674,202.1 | 9 | 2,852,689.1 | .772 |
| E | 29,915,521.6 | 81 | 3,693,724.3 | - |
| T | 3,480,033,637.2 | 99 | - | - |

$$P(.01) = 2.72, \quad P(.025) = 2.33, \quad P(.05) = 2.04$$

〈表 - 4〉 不足在庫의 分散分析

| | SS | df | MS | F |
|-----|--------------|----|-------------|--------|
| XCV | 12,263,065.7 | 9 | 1,362,562.7 | 4.796* |
| LCV | 3,258,980.8 | 9 | 362,108.9 | 1.272 |
| EE | 23,056,622.8 | 81 | 284,649.7 | - |
| T | 38,578,668.3 | 99 | - | - |

$P(.01) = 2.72$, $P(.025) = 2.33$, $P(.05) = 2.04$

〈表 - 5〉 發生需要의 分散分析

| | SS | df | MS | F |
|-----|----------------|----|--------------|--------|
| XCV | 365,959,581 | 9 | 40,662,175.7 | 2.596* |
| LCV | 105,313,201 | 9 | 11,001,466.8 | 0.747 |
| E | 1.268833 E 9 | 81 | 15,664,615.7 | - |
| T | 1.74010665 E 9 | 99 | - | - |

$P(.01) = 2.72$, $P(.025) = 2.33$, $P(.05) = 2.04$

分析의 結果는 〈表-3〉, 〈表-4〉 및 〈表-5〉에서 보는 바와 같이 在庫不足과 發生需要만이 XCV에 의해 有意的 差를 지닌 것으로 나타났다. 發生需要가 XCV의 不確實性의 程度에 의해 差異를 지닌다는 結果는 당연한 것이며 이것은 資料의 妥當性을 인정하여 주기도 한다. 그러나 保有在庫가 XCV에 의해 差異가 인정되지 못하고, LCV는 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要에 差異를 주지 못한다고 나타난 것은 무엇을 의미하는가? 12) 그것은 保有在庫와 不足在庫를 단순히 平均한데서 비롯한 것으로 보인다. 우리의 목적은 不確實性에 따른 影響을 分析하는데 있음으로 절대치의 平均이 아니라 기대되는 값에서의 變動狀況을 把握함이 더욱 중요하다. 바꾸어 말하면 期待되는 標準的 保有量을 超過하느냐, 未達하느냐 하는 그 差가 중시되어야 하며 이것도 相對的 比率이 중시되어야 한다.

따라서 期待되는 標準과의 差에 대한 相對的 比率을 中心으로 하여 위의 二元

12) 發生需要에 差異가 없었다는 것은 前述한 바와 같이 資料의 妥當性을 肯定的으로 볼 수 있다는 것을 뜻한다.

分散分析을 다시 실시하기로 한다. 이를 위해 실험의 결과를 다음과 같이 相對比率로 變換하기로 한다.

① 保有在庫量 데이터의 變換¹³⁾

$$\text{變換值} = \frac{\text{保有在庫量} - \text{標準保有在庫}}{\text{標準保有在庫}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{III} - 1)$$

② 不足在庫量 데이터의 變換

$$\text{變換值} = \frac{\text{不足在庫量}}{\text{標準保有在庫}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{III} - 2)$$

③ 發生需要量 데이터의 變換¹⁴⁾

$$\text{變換值} = \frac{\text{發生需要} - \text{標準需要量}}{\text{標準需要量}} \dots\dots\dots (\text{III} - 3)$$

< 表 - 6 > 保有在庫 相對比率의 分散分析

| | SS | df | MS | F |
|-----|----------|----|---------|--------|
| XCV | 11,258.3 | 9 | 1,250.9 | 2.492* |
| LCV | 8,575.4 | 9 | 952.8 | 1.898 |
| E | 40,668.1 | 81 | 502.1 | - |
| T | 60,501.8 | 99 | - | - |

P(.01) = 2.72 , P(.025) = 2.33 , P(.05) = 2.04

< 表 - 7 > 不足在庫 相對比率의 分散分析

| | SS | df | MS | F |
|-----|----------|----|-------|--------|
| XCV | 4,905.2 | 9 | 545.0 | 4.787* |
| LCV | 1,303.6 | 9 | 144.8 | 1.272 |
| E | 9,222.7 | 81 | 113.9 | - |
| T | 15,431.5 | 99 | - | - |

13) 여기서 標準保有在庫量이라 함은 기대되는 標準的在庫量으로서 EOQ의 平均在庫保有量을 이용하였다.

14) 標準需要量으로 確定狀況에서의 發生需要量을 사용하였다.

〈表-8〉 發生需要 相對比率의 分散分析

| | SS | df | MS | F |
|-----|---------|----|-------|--------|
| XCV | 2,064.7 | 9 | 229.4 | 8.865* |
| LCV | 109.8 | 9 | 12.2 | 0.471 |
| E | 2,096.0 | 81 | 25.9 | - |
| T | 4,270.5 | 99 | - | - |

$P(.01) = 2.72$, $P(.025) = 2.33$, $P(.05) = 2.04$

實驗結果의 데이터를 위의 公式로 變換하고 이것으로 二元分散分析을 실시한 결과는 〈表-6〉, 〈表-7〉 및 〈表-8〉과 같았다.

이들 表에서 보는 바와 같이 XCV는 在庫變數 즉 保有在庫, 不足在庫, 發生需要에 有意義한 差를 보여주고 있고 따라서 (假說 2)을 採擇한다. 그러나 LCV는 在庫變數에 有意義한 差를 보여주지 않음으로 (假說 3)을 棄却하기로 한다. 그런데 (假說 3)의 기각은 LCV가 미치는 在庫變數에의 影響은 이의 不確實性의 程度에 關係없이 크다고 해석하여야 할 것이다. 다시 말하면 LCV의 값이 0.1이거나 0.5이거나 區分없이 큰 影響을 미칠 수 있다고 해석함이 타당한 것이다. 이것은 여기서 얻어지는 標準偏差가 큼에서 짐작할 수 있다.

4. 不確實性和 在庫變數 間의 回歸檢證

(假說 4)는 需要의 不確實性 程度와 在庫變數 間의 單純回歸分析으로 檢證할 수 있다. XCV에 대한 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要의 相對比率을 나타낸 것이 〈表-9〉이다.¹⁵⁾

XCV와 在庫變數의 각각에 대해 單純回歸分析을 實施한 結果는 〈表-10〉과 같다. 在庫變數는 從屬變數가 되고, 獨立變數는 XCV이다. 그 關係는

$$Y = A_0 + A_1 X$$

로서 A_0 , A_1 의 값이 表에 나타나 있고 F, R^2 및 R 을 表示하였다. 表에서 보는 바와 같이 모두 有意한 것으로 나타났고 決定係數 R^2 가 높게 나타나 70%

15) 이들 變數의 값은 XCV가 同一한 在庫變數의 값을 平均한 것이다.

〈表-9〉

XCV와 在庫變數 相對比率

| XCV | 保有在庫 | 不足在庫 | 發生需要 |
|------|-------|-------|-------|
| 0 | 17.18 | 3.10 | 0 |
| .1 | 18.43 | 2.03 | 1.41 |
| .2 | 18.98 | 1.74 | 2.58 |
| .3 | 17.60 | 4.18 | 2.62 |
| .4 | 24.88 | 6.72 | 7.53 |
| .5 | 28.71 | 5.91 | 4.17 |
| .6 | 32.72 | 6.35 | 6.50 |
| .7 | 44.67 | 12.87 | 10.60 |
| .8 | 34.61 | 12.69 | 9.86 |
| .9 | 47.39 | 25.97 | 15.15 |
| 平均 | 28.52 | 8.16 | 6.05 |
| 標準偏差 | 11.18 | 7.38 | 4.79 |

〈表-10〉

XCV와 在庫變數 間的 回歸分析 結果

| | A_0 | A_1 (t 값) | F | R^2 | R |
|------|--------|--------------|--------|-------|-----|
| 保有在庫 | 13.166 | 34.11 (6.80) | 46.28* | .85 | .92 |
| 不足在庫 | -1.166 | 20.71 (4.55) | 20.74* | .72 | .85 |
| 發生需要 | -0.240 | 14.29 (6.36) | 40.43* | .83 | .91 |

$$F(.01) = 11.28, \quad F(.025) = 7.57, \quad F(.05) = 5.31$$

이 說明되고 있다.

〈表-10〉에서 보는 바와 같이 XCV의 값이 0.1 증가함에 따라 保有在庫의 相對的 變化比率의 34%로 증가하고 不足在庫의 경우는 21%나 發生需要는 14%씩 증가함을 나타내고 있다. (假說4)는 採擇된다.

(假說5)는 (假說3)의 採擇을 前提로 하여 設定되었는 바 이의 棄却은 (假說5)의 棄却을 意味한다. 그러나 LCV에 대응한 在庫變數와의 回歸分析을 試圖하려고 한다. 이것은 回歸關係의 成立 檢證보다는 (假說3)의 棄却이 妥當하였는가의 確證을 위해서이다. 즉 (假說5)가 棄却되면 (假說3)의 棄却이 正當하였다고

〈表 - 11〉 LCV와 在庫變數의 相對比率

| LCV | 保 有 在 庫 | 不 足 在 庫 | 發 生 需 要 |
|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 28.15 | 6.61 | 5.55 |
| .1 | 24.14 | 7.54 | 7.64 |
| .2 | 19.30 | 2.68 | 5.99 |
| .3 | 44.29 | 3.55 | 5.94 |
| .4 | 24.17 | 7.07 | 5.63 |
| .5 | 25.05 | 10.39 | 5.58 |
| .6 | 27.77 | 6.03 | 7.64 |
| .7 | 43.76 | 13.01 | 4.35 |
| .8 | 34.39 | 10.43 | 4.99 |
| .9 | 14.15 | 14.24 | 7.52 |
| 平 均 | 28.52 | 8.16 | 6.08 |
| 標 準 偏 差 | 9.76 | 3.81 | 1.15 |

〈表 - 12〉 LCV와 在庫變數 間의 回歸分析 結果

| | A ₀ | A ₁ (t 값) | F | R ² | R |
|---------|----------------|----------------------|-------|----------------|------|
| 保 有 在 庫 | 27.95 | 1.24 (0.10) | 0.01 | 0.001 | 0.04 |
| 不 足 在 庫 | 4.03 | 9.16 (3.01) | 9.07* | 0.53 | 0.73 |
| 發 生 需 要 | 6.19 | -0.25 (-0.18) | 0.03 | 0.004 | 0.06 |

$F(.01) = 11.28, F(.025) = 7.57, F(.05) = 5.31$

判斷할 수 있을 것이다.

앞의 XCV와 在庫變數 間의 回歸分析과 同一한 方法으로 分析을 하기로 한다. 먼저 LCV에 대한 在庫變數의 相對比率를 나타내면 〈表-11〉과 같다. 이에 대해 LCV를 獨立變數, 在庫變數를 從屬變數로 하여 單純回歸分析을 한 결과는 〈表-12〉와 같다.

表에서 보는 바와 같이 不足在庫만이 LCV와 回歸關係를 지니고 있으나 R²가 0.5로 설명되고 있을뿐이므로 (假說3)의 棄却은 正當하였다고 판단된다.

다음은 (假說4)에 대한 分析을 좀더 상세히 해 볼려고 한다. 즉 LCV가 일정

〈表 - 13〉

保有在庫와 XCV回의 回歸分析 結果

| LCV | A ₀ | A ₁ (t 값) | F | R ² | R |
|-----|----------------|----------------------|--------|----------------|-----|
| 0 | -1.82 | 60.60 (4.19) | *17.53 | .69 | .83 |
| .1 | 7.09 | 37.17 (2.70) | *7.30 | .48 | .69 |
| .2 | 6.04 | 29.47 (3.03) | *9.20 | .54 | .73 |
| .3 | 2.38 | 93.14 (3.44) | *11.85 | .60 | .77 |
| .4 | 6.33 | 39.64 (2.25) | *5.07 | .39 | .62 |
| .5 | 20.30 | 10.55 (0.49) | .24 | .03 | .17 |
| .6 | 19.72 | 17.88 (0.47) | .22 | .03 | .16 |
| .7 | 12.10 | 70.35 (2.65) | *7.04 | .47 | .68 |
| .8 | 54.09 | -43.80 (-2.16) | 4.48 | .36 | .60 |
| .9 | 5.44 | 19.36 (1.63) | 2.65 | .25 | .50 |

F.01 = 11.28, F.025 = 7.57, F.05 = 5.31

〈表 - 14〉

不足在庫와 XCV間의 回歸分析 結果

| LCV | A ₀ | A ₁ (t 값) | F | R ² | R |
|-----|----------------|----------------------|--------|----------------|------|
| 0 | -5.78 | 27.54 (2.17) | 4.69 | 0.37 | 0.61 |
| .1 | -4.69 | 27.18 (2.88) | *8.27 | 0.51 | 0.71 |
| .2 | -1.71 | 9.76 (1.32) | 1.73 | 0.18 | 0.42 |
| .3 | .49 | 6.79 (1.10) | 1.21 | 0.13 | 0.36 |
| .4 | -.70 | 17.27 (2.07) | 4.30 | 0.35 | 0.59 |
| .5 | -.69 | 38.42 (3.16) | *10.01 | 0.56 | 0.75 |
| .6 | 3.50 | 5.61 (0.51) | 0.26 | 0.03 | 0.18 |
| .7 | 1.24 | 26.17 (1.22) | 1.50 | 0.16 | 0.40 |
| .8 | 1.47 | 19.90 (1.79) | 3.21 | 0.29 | 0.54 |
| .9 | 1.41 | 28.51 (1.97) | 3.87 | 0.33 | 0.57 |

F(.01) = 11.28, F(.025) = 7.57, F(.05) = 5.31

할 때 XCV와 在庫變數 間의 回歸을 分析하려고 한다.¹⁶⁾ 〈表-13〉은 LCV가 指定되었을 때의 XCV와 保有在庫와의 回歸分析을 시행한 것이다. 結果에서 보

16) 앞에서는 LCV에 대응한 여러가지의 값을 平均하여 分析하였다.

<表-15>

發生需要와 XCL間的 回歸分析 結果

| LCV | A_0 | A_1 | (t 값) | F | R^2 | R |
|-----|-------|-------|--------|--------|-------|------|
| 0 | -1.06 | 14.69 | (4.09) | *16.75 | 0.68 | 0.82 |
| .1 | -2.25 | 22.66 | (4.23) | *18.65 | 0.70 | 0.84 |
| .2 | -0.59 | 14.62 | (2.20) | 4.82 | 0.38 | 0.61 |
| .3 | 0.06 | 13.07 | (4.48) | *20.08 | 0.72 | 0.85 |
| .4 | -0.21 | 12.97 | (3.43) | *11.76 | 0.60 | 0.77 |
| .5 | -2.37 | 17.68 | (3.35) | *11.25 | 0.58 | 0.76 |
| .6 | 1.19 | 14.34 | (1.36) | 1.85 | 0.19 | 0.43 |
| .7 | 1.09 | 7.25 | (1.59) | 2.52 | 0.24 | 0.49 |
| .8 | 1.01 | 8.85 | (2.37) | *5.61 | 0.41 | 0.64 |
| .9 | -2.68 | 21.86 | (3.16) | *9.97 | 0.55 | 0.74 |

$F(.01) = 11.28$, $F(.025) = 7.57$, $F(.05) = 5.31$

는 바와 같이 $LCV \geq 0.5$ 의 경우는 回歸關係가 약하다고 보여지고 17) 50%이상의 決定係數를 갖기 위하여는 $LCV \leq 0.3$ 이라고 보여진다.

<表-14>와 <表-15>는 각각 不足在庫 및 發生需要에 대한 相對比率을 XCV와 回歸關係를 分析한 것이다. 不足在庫의 경우는 LCV가 0.1과 0.5인 경우에만 回歸關係가 유의하게 나타나고 있음으로 일반적으로 XCV에 의해 不足在庫를 예측하기 힘든 것으로 나타난다. 그러나 <表-15>에서 보는 바와 같이 發生需要의 경우는 LCV의 값에 관계없이 XCV에 의해 豫測이 가능한 것으로 나타났다. 18)

IV. 結 論

本 研究에서의 시뮬레이션 實驗의 結果를 바탕으로 假說을 檢證하였는 바 分析 檢證의 結果를 整理하면 다음과 같다.

① 在庫變數 間에는 相關關係가 存在한다: XCV와 LCV의 값을 달리하여 결

17) $LCV = 0.7$ 의 경우 F 값으로는 回歸關係가 있다고 생각되나 설명계수가 50% 미만이다.

18) 說明係數가 비교적 높은 것으로 나타났다.

과된 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要 間에는 相關關係가 큰 것으로 나타났다. 즉 保有在庫와 不足在庫는 陰의 相關關係가, 不足在庫와 發生在庫 間에는 陽의 相關關係가 存在하고 保有在庫와 發生在庫 間에는 陰의 相關關係가 存在하였다. 이것은 일반상식과 동일한 결과이다.

② 需要不確性에 따른 在庫變數의 相對的 變化比率 間에는 有意的 差가 있다: 需要不確性 XCV의 값이 0에서 0.1씩 증가한 여러 값에 따른 保有在庫등 間, 不足在庫들 間 및 發生需要 間에는 差異가 存在한다. 바꾸어 말하면 XCV의 값에 따라 다른 保有在庫, 不足在庫, 發生需要가 결과된다.

③ 리드 타임의 不確實성에 따른 在庫變數의 相對的 變化比率 間에는 有意的 差가 存在하지 않는다: 리드 타임의 不確實성을 나타내는 LCV의 여러 값에 따른 保有在庫間, 不足在庫間 및 發生需要間에는 有意的 差가 인정되지 않고 있다. 이것은 LCV의 變化가 이를 새 變數에 미치는 影響이 상당히 不規則的인 것을 말하는 것이 된다.

④ 需要不確實性的 相對的 變化比率는 在庫變數와 線型關係가 있다: XCV의 값에 의해 保有在庫, 不足在庫 및 發生需要를 推定할 수 있다.

위의 결과에서 ④의 線型關係는 상당한 의미를 지닌 것으로 보인다. XCV의 값이 주어지면 이에 의해 期待되는 標準的 保有在庫와의 差에 대한 變化數를 回歸式에 의해 쉽게 豫測할 수 있다는 것을 의미하기 때문이다. 또한 回歸式에 의해 不足在庫量의 比率 및 發生需要를 豫測할 수 있기 때문이다.

現實에서는 需要의 不確實성과 리드 타임의 不確實성이 存在하는 것이 一般的이므로 이에 대한 分析이 중시되어야 함은 당연하나 이에 대한 연구가 不足한 것이 사실이다. 本 研究에서는 시뮬레이션에 의해 실험하고 統計的 分析을 試圖하여 不確實성에 따른 在庫行態를 어느 정도 설명하였다고 생각된다. 그러나 이에 대한 보다 철저한 分析이 경주되어야 할 것이며, 本 研究에 따른 여러 차례의 實驗을 추가 실시하여 分析하면 보다 確定的인 在庫行態가 나타나리라 기대된다.

附錄：實驗值

| CV | LCV | 保有在庫 S | 不足在庫 T | 總需要 D |
|----|-----|--------|--------|-------|
| .0 | .0 | 5000 | 0 | 50000 |
| .0 | .1 | 5400 | 0 | 50000 |
| .0 | .2 | 5410 | 10 | 50000 |
| .0 | .3 | 5610 | 10 | 50000 |
| .0 | .4 | 6010 | 10 | 50000 |
| .0 | .5 | 6040 | 40 | 50000 |
| .0 | .6 | 5650 | 50 | 50000 |
| .0 | .7 | 7250 | 250 | 50000 |
| .0 | .8 | 2930 | 930 | 50000 |
| .0 | .9 | 4850 | 250 | 50000 |
| .1 | .0 | 5274 | 1 | 49820 |
| .1 | .1 | 5957 | 0 | 50190 |
| .1 | .2 | 5817 | 3 | 49480 |
| .1 | .3 | 6457 | 1 | 48080 |
| .1 | .4 | 4922 | 47 | 49790 |
| .1 | .5 | 6520 | 16 | 50720 |
| .1 | .6 | 5548 | 74 | 50740 |
| .1 | .7 | 3775 | 735 | 51070 |
| .1 | .8 | 6808 | 51 | 48720 |
| .1 | .9 | 5530 | 88 | 50220 |

| | | | | |
|----|----|------|------|-------|
| .2 | .0 | 5668 | 0 | 48900 |
| .2 | .1 | 5900 | 9 | 50680 |
| .2 | .2 | 5081 | 37 | 51860 |
| .2 | .3 | 4200 | 245 | 51480 |
| .2 | .4 | 5825 | 54 | 48360 |
| .2 | .5 | 5038 | 40 | 50620 |
| .2 | .6 | 6066 | 15 | 48420 |
| .2 | .7 | 6087 | 232 | 49160 |
| .2 | .8 | 7580 | 80 | 47740 |
| .2 | .9 | 6443 | 158 | 49140 |
| .3 | .0 | 5085 | 5 | 49190 |
| .3 | .1 | 4465 | 48 | 49520 |
| .3 | .2 | 6223 | 3 | 48080 |
| .3 | .3 | 4959 | 139 | 49430 |
| .3 | .4 | 4687 | 50 | 51740 |
| .3 | .5 | 7046 | 3 | 47750 |
| .3 | .6 | 3943 | 228 | 50060 |
| .3 | .7 | 6128 | 111 | 50960 |
| .3 | .8 | 7319 | 53 | 48410 |
| .3 | .9 | 5053 | 1448 | 52700 |
| .4 | .0 | 3291 | 284 | 53440 |
| .4 | .1 | 6376 | 0 | 45360 |

| | | | | |
|----|----|------|------|-------|
| ,4 | ,2 | 5799 | 1 | 51920 |
| ,4 | ,3 | 6681 | 19 | 49560 |
| ,4 | ,4 | 4258 | 492 | 54280 |
| ,4 | ,5 | 5811 | 114 | 50040 |
| ,4 | ,6 | 2830 | 1563 | 62160 |
| ,4 | ,7 | 4327 | 662 | 56200 |
| ,4 | ,8 | 7005 | 1 | 47560 |
| ,4 | ,9 | 5473 | 222 | 52080 |
| ,5 | ,0 | 4276 | 219 | 54400 |
| ,5 | ,1 | 5017 | 9 | 49950 |
| ,5 | ,2 | 5964 | 47 | 52200 |
| ,5 | ,3 | 7370 | 8 | 45550 |
| ,5 | ,4 | 2488 | 737 | 52650 |
| ,5 | ,5 | 5989 | 28 | 50500 |
| ,5 | ,6 | 5766 | 81 | 52000 |
| ,5 | ,7 | 3267 | 1097 | 52550 |
| ,5 | ,8 | 8880 | 5 | 49600 |
| ,5 | ,9 | 4600 | 725 | 48350 |
| ,6 | ,0 | 8319 | 0 | 47980 |
| ,6 | ,1 | 3818 | 456 | 55300 |
| ,6 | ,2 | 4634 | 96 | 52700 |
| ,6 | ,3 | 2803 | 529 | 55660 |
| ,6 | ,4 | 4388 | 681 | 51720 |

| | | | | |
|----|----|-------|------|-------|
| 6 | 5 | 5559 | 122 | 49200 |
| ,6 | ,6 | 10673 | 0 | 42000 |
| ,6 | ,7 | 5961 | 123 | 50740 |
| ,6 | ,8 | 3999 | 643 | 55480 |
| ,6 | ,9 | 4512 | 525 | 50100 |
| ,7 | ,0 | 2417 | 588 | 52720 |
| ,7 | ,1 | 2291 | 1721 | 61000 |
| ,7 | ,2 | 6261 | 7 | 53210 |
| ,7 | ,3 | 10726 | 0 | 45250 |
| ,7 | ,4 | 7037 | 50 | 44970 |
| ,7 | ,5 | 2001 | 2052 | 57590 |
| ,7 | ,6 | 5039 | 218 | 48710 |
| ,7 | ,7 | 8370 | 0 | 48780 |
| ,7 | ,8 | 4230 | 1025 | 54360 |
| ,7 | ,9 | 5843 | 772 | 62140 |
| ,8 | ,0 | 6931 | 6 | 45960 |
| ,8 | ,1 | 2991 | 567 | 58040 |
| ,8 | ,2 | 3332 | 1127 | 62880 |
| ,8 | ,3 | 2679 | 823 | 54160 |
| ,8 | ,4 | 4009 | 96 | 52360 |
| ,8 | ,5 | 2742 | 1581 | 59320 |
| ,8 | ,6 | 5052 | 156 | 49920 |

| | | | | |
|----|----|-------|------|-------|
| ,8 | ,7 | 10084 | 0 | 48080 |
| ,8 | ,8 | 4742 | 1591 | 48840 |
| ,8 | ,9 | 4269 | 398 | 55320 |
| ,9 | 0 | 2216 | 2203 | 59050 |
| ,9 | ,1 | 3013 | 962 | 57840 |
| ,9 | ,2 | 7061 | 11 | 47250 |
| ,9 | ,3 | 9944 | 0 | 43720 |
| ,9 | ,4 | 2036 | 1320 | 58520 |
| ,9 | ,5 | 5264 | 1197 | 56080 |
| ,9 | ,6 | 3137 | 628 | 62300 |
| ,9 | ,7 | 633 | 3297 | 56250 |
| ,9 | ,8 | 4503 | 834 | 55970 |
| ,9 | ,9 | 3035 | 2533 | 60720 |

참 고 문 헌

- * Stevenson, William J., *Production/Operations Management*, Richard Irwin, Illinois, 1982.
- * Tersine, Richard J., *Production/Operations Management*, North Holland, New York, 1980.
- * Riggs, Joseph R., and Compion, William M., The Effect and Cost of Forecasting Error Bias for Multi-stage Production-Inventory Systems, *Decision Sciences*, 1982.

- * Danish, Ali, A., *Notes on the Problems of Calculating the Reorder Point in a Stochastic Inventory Problem, Production and Inventory Management*, 3rd Qtr, 1976.
- * Liberratore, Mathew J., "Using M.R.P. and E.O.Q. Safety Stock for Raw Materials Inventory Control-Discussion and Case Study," *Interface*, Feb. 1981.
- * Lin, Engming, "Inventory Control Systems for Small Business," *American Journal of Small Business*, Spring, 1980.
- * Phillips, Thomas and White, Kenneth R., "Minimizing Inventory Cost," *Interfaces*, August, 1981.
- * Shiveley, M.W., *Material Requirements Planning Techniques for Inventory Valuation, Production and Inventory Management*, 3rd Qtr, 1976.
- * Whybark, D. Clay and Williams, J. Gregg, "Material Requirements Planning under Uncertainty," *Decision Sciences*, 1976.

ABSTRACT

This paper deals with the effects of the uncertainty on the inventory behaviors. The uncertainty in inventory is mainly occurred by the fluctuation of demand and lead-time. In this paper inventory behaviors are simulated by the simulation model in which demand and lead-time are generated by the random numbers, based on the normal distribution.

According to the degree of uncertainty which are measured by coefficient of variance, holding and shortage of inventory are calculated in one planning horizon comprized with fifty periods. The results from the simulation experiments are used to test the hypotheses established about the inventory behaviors.

The results from the statistical methods such as correlation analysis, analysis of variance, and regression analysis show the significant behaviors of inventory responding to the uncertainty of demand and lead-time.

