

適時適定供給을 위한 物資確保水準決定에 관한 研究
- A Study on the Determination of Material Security Level
for Just in Time Supply -

崔 政 祥*

Abstract

Just in time backup of the essential materials at industry and military is very important. Especially in case of military essential materials at wartime is so important as it controls victory and/or defeat. This paper presents the new approach for just in time suppling the essential materials at the beginning wartime — security step of materials, reservation priority and quantity requirement degree.

In order to build the new approach, we introduced the concepts of cost and effect analysis for each essential item. First of all, the developed model will be useful to maximize combat sustaining power under constraint of budget.

1. 序論

一般的으로 製造分野에서 어떤 製品을 完成하기 위해서는 機械, 사람, 物資가 必要하게 되고, 어떻게 이 세가지 要素를 結合할 것인가 하는 方法(技術)이 要求된다. 이 세가지 요소는 모두 그에 相當하는 費用을 支拂해야만 한다. 그 중에서도 物資는 다른 두 要素에 비해 훨씬 자주 購買 行爲가 이루어지며 또한 그 種類나 量이 多樣하여 효율적으로 管理하는 것이 容易하지 않다 [7,10].

특히 오늘날처럼 多樣的 製品을 生産하는 多品種少量生産體制에서는 각 제품에 따라 물자 관리가 複雜하고 어렵다 [1,2,7]. 그로 인해 原資材나 반제품 또는 完製品의 確保程度는 그 회사의 死活을 左右할 때도 종종 있다 [12]. 왜냐하면 物資確保의 水準에 따라 끊임없이 變하는 需要에 迅速하게 대응할 수 없는 境遇가 發生할 수 있고 또 반대로 지나친 物資 確保는 엄청난 資產의 凍結을 招來하기 때문에 資金運用의 큰 壓迫을 받게 된다.[3,6] 그러므로 物資를 確保함에 있어서 費用對 效果分析을 통한 經濟的 接近方法[5,8]을 導入하는 것이 切實히 要求된다.

이와 같은 物資確保 方法은 稀貴産業, 附加價値가 높은 産業, 軍事分野등과 같은 특수분야에서는 훨씬 더욱 重要的 部分이며 [4,11] 科學的인 物資確保 方法을 導入함으로써 費用 節減을 기하고 그로 인한 實質 競爭力을 向上시킬 수 있을 것이다.

따라서 本 研究에서 適時適定供給이 가장 重要時되는 軍事分野의 軍需物資 支援을 모델로 해서 物資 確保 水準을 決定하는 方法을 提示하고자 한다.

특히 豫算上的 制約下에서 戰鬪持續能力(生産持續能力)을 極大化 시킬 수 있도록 費用對 效果分析을 통한 物資確保 段階, 優先順位, 確保要求度, 確保物量등을 決定하는 數學的 모형을 提示함으로써 效率的 이고 科學的인 物資確保를 達成할 수 있도록 하고자 한다.

* 朝鮮大學校 産業工學科 助教授

+ 本 研究은 1991年度 朝鮮大學校 學術研究費 支援에 의해 遂行되었음.

접수 : 1993년 4월 16일

확정 : 1993년 4월 27일

2. 備蓄水準 模型開發

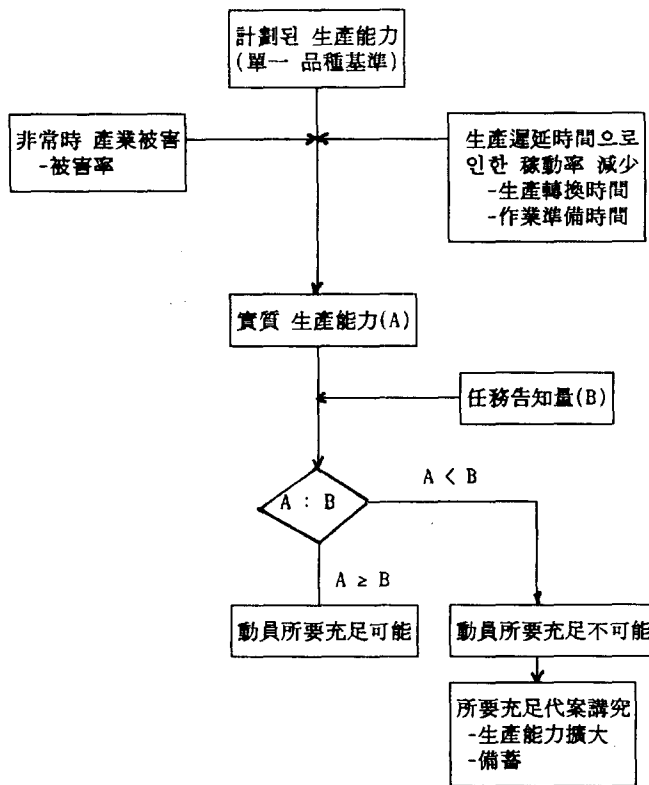
2.1 模型開發을 위한 先行 課題

物資支援概念을 定立함에 있어서 緊要物資가 가장 緊迫하게 要求되는 期間을 어떻게 區分하여 設定하느냐 하는 것은 研究에 따라 다를 수 있으나 本 研究에서는 既存研究 및 外國의 事例와 最近 한 機關의 說問調査 結果등을 綜合하여 豫想 持續期間을 3個月(90日)로 設定하였으며 보다 細部的으로 다음과 같이 세 段階로 나누었다.

[表 1] 段階 設定

段 階	期間(勃發日 基準)	
緊 急	勃發日 - 1 週日	彼.我間의 最大 消耗時期이며 物資動員이 거의 不可能한 段階
初 期	1 週 - 1 個月	一部 物資動員이 이루어질 수 있는 段階
正 常	1 個月 - 3 個月	長期戰 樣相으로 변하는 段階로 物資動員이 圓滑히 이루어지는 段階

또한 備蓄 水準을 決定하기 전에 實質 動員能力을 判斷하는 것이 先行되어야 한다. 實際로 實質 動員能力은 同一 工程에서의 多數의 品目을 生産하게 되므로 인해서 發生하는 生産遲延 時間으로 인한 稼動率의 低下 程度 및 戰時被害率에 따라 달라지므로 이러한 要素들을 考慮해서 判斷해야 하며 그 節次를 보면 다음과 같다.



[그림 2] 實質動員 能力 判斷 節次

2.2 備蓄 段階 및 效果函數 選定

모든 物資를 目標持續能力期間인 90일간의 所要量을 確保하면 이상적이나 現實적으로 가용예산상 不可能하므로 費用對 效果 分析, 品種 및 品種內 品目間的 均衡性 등을 考慮하여 制限된 豫算 範圍內에서 持續能力을 極大化 할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 먼저 備蓄段階를 決定해야 한다.

[表 2] 備蓄段階 設定 代案

代 案	備 蓄 目 標 日 數	비 고
1	1次 目標 : 7일 (X1) 2次 目標 : 30일 (X2) 3次 目標 : 90일 (X3)	費用/效果 概念 은 없음
2	1次 目標 : 限界費用對 效果가 最大時點 (X1) 2次 目標 : 總費用對 效果가 最大時點 (X2) 3次 目標 : 90일 (X3)	全期間에 費用對 效果概念 反映
3	1次 目標 : 30일 (X1) 2次 目標 : 總費用對 效果가 最大時點 (X2) 3次 目標 : 90일 (X3)	代案 1과 2의 折 衷案

위에서는 보는 바와 같은 代案이 存在할 수 있으나 앞에서 檢討한 바와 같이 非常事態 勃發後 30일 까지는 실제적으로 動員이나 海外 調達이 거의 不可能하므로 이 期間에는 費用對效果의인 概念 보다는 效果 自體가 強調되어야 할 것으로 判斷되며, 費用對 效果側面은 그 이후(30일 이후)에 대해 反映되는 것이 合理的이라고 判斷된다. 따라서 本 研究에서는 代案 3을 採擇한다.

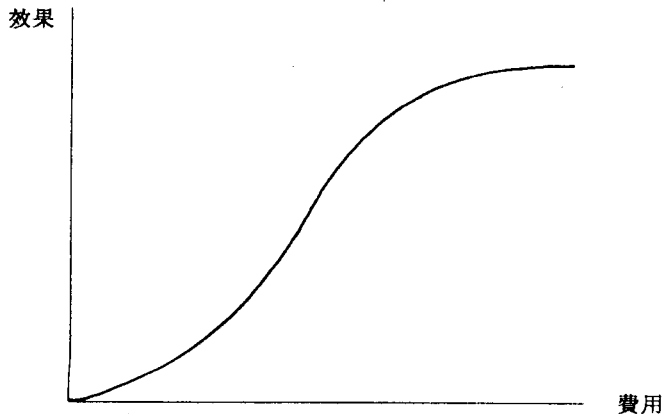
2.3 效果 函數 選定

一般的으로 效果 函數는 多項式(Polynomial equation)의 形態로 表現되며 다음과 같은 特性이 滿足되어야 한다.

$$F(X_1) \leq F(X_2) \text{ -----(1)}$$

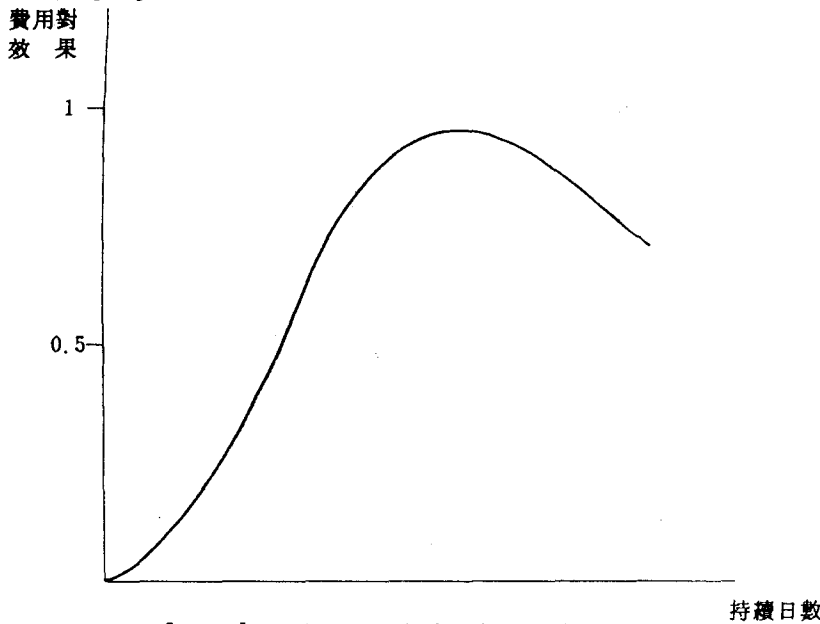
$X_1 < X_2, (X_i = \text{所要費用(持續日數)})$

이와 같이 나타낼 수 있는 一般的인 效果 函數의 形態는 다음과 같다.



[그림 3] 效果函數의 一般的 形態

위의 그림과 같은 效果 函數를 利用한 費用對 效果 分析의 形態는 다음과 같다.



[그림 4] 費用對 效果函數의 一般의 形態

그러나 多項式의 境遇 媒介 變數의 推定에는 數개의 費用/效果에 對한 資料가 必要하므로 現實的으로 效果函數를 多項式으로 表現하기에는 어려움이 있다. 따라서 다음과 같이 利用可能한 數개의 效果函數 代案을 設定한 후 特性分析을 통하여 備蓄水準決定에 利用할 效果 函數를 選定하는 것이 바람직하다.

$$F(X) = 1 - \left(\frac{90 - X}{90} \right)^2 \text{ -----(2)}$$

式(2)의 效果 函數는 (0,0)과 (90,1)을 經하는 拋物線의 形態이고

$$F(X) = 1 - e^{-X^{\alpha/\beta}} \text{ -----(3)}$$

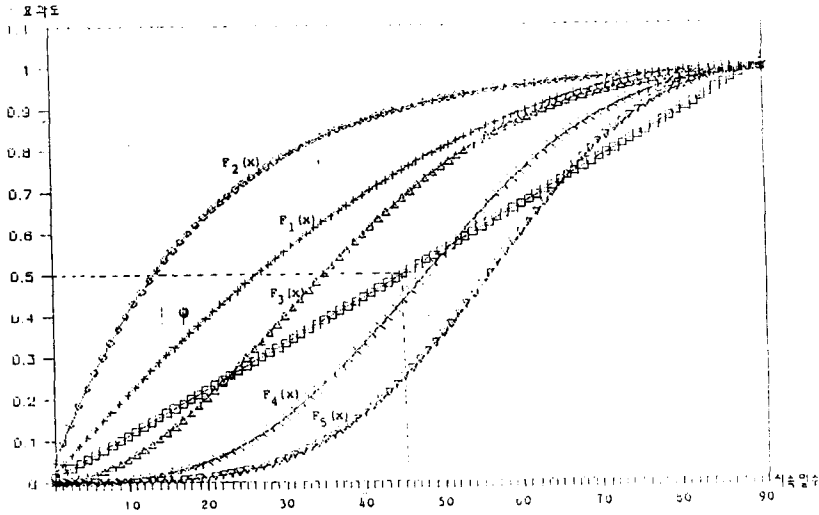
式(3)의 效果 函數 形態에서 $\alpha = 1$ 은 $X=90$ 일 時의 效果를 1로 假定한 拋物線의 形態이고 $\alpha \geq 2$ 는 $X=90$ 일 時의 效果를 1로 假定한 多項式의 形態를 갖는다.

위와 같은 拋物線또는 累積 指數分布形態를 같은 效果函數의 持續日數 增加에 따른 效果의 變化는 다음과 같다.

[表 3] 持續日數 增加에 따른 效果

效 果 函 數	限 階 效 果 最 大 值	最 大 時 點
$F(X) = 1 - \left(\frac{90 - X}{90} \right)^2$	0.02185	2
$F(X) = 1 - e^{-X^2/\beta}$	0.04740	2
$F(X) = 1 - e^{-X^3/\beta}$	0.02045	30
$F(X) = 1 - e^{-X^4/\beta}$	0.02172	48
$F(X) = 1 - e^{-X^5/\beta}$	0.02478	58

이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



[그림 5] 效果 函數 形態

이와 같은 特性 分析을 綜合해 본 結果, 一般的인 效果函數의 形態와 類似한 形態를 갖으면서 다른 支援 能力이 不可能한 30일 이내에 限界 效果가 最大值가 存在하는 것이 合理的이기 때문에 本 研究에 서는

$$F(x) = 1 - e^{-x^2/\theta} \quad \text{-----(4)}$$

x : 持續日數

물 備蓄段階 設定에 利用할 效果函數로 選定한다.

2.4 品種別 確保段階의 決定

2.2에서 選定한 效果函數를 利用하여 豫想 持續期間 90일, 持續能力 確保時의 效果를 0.999(99.9%)로 假定하여 이를 基準으로 品目別로 限界費用對 效果가 最大인 時點과 總費用對 效果가 最大인 時點을 確保段階로 決定한다.

i : 品 種 A, B, ..., G

j : 品 目 數 1, 2, 3, ..., J

t : 持續日數

$C_{ij}(t)$: 持續日數 t에서의 費用

$E_{ij}(t)$: 持續日數 t에서의 品目 i의 品目 j의 效果費用

$MCE_{ij}(t)$: 持續日數 t에서의 品種 i의 品目 j의 限界費用對 效果

$TCE_{ij}(t)$: 持續日數 t에서의 品種 i의 品目 j의 總 費用對 效果

$$MCE_{ij}(t) = \frac{E_{ij}(t) - E_{ij}(t-1)}{C_{ij}(t) - C_{ij}(t-1)} \quad \text{-----(5)}$$

$$TCE_{ij}(t) = \frac{E_{ij}(t)}{\sum_{k=1}^t C_{ij}(k)} \quad \text{-----(6)}$$

式 (5)와 (6)을 利用하여 品種別로 分析한 結果의 例를 提示하면 다음과 같다.

[表 4] 品種別 費用對 效果 分析結果

區 分	M C E	T C E
A	16	49.1
B	25	44.0
C	25	49.0
D	26	48.4
E	28	52.5
F	28	66.8
G	36	80.3

(* 實際 品種順序와 一致하지 않음)

위의 結果에서 나타난 바와 같이 確保段階는 費用對 效果側面과 戰鬪模擬實驗의 結果 등을 反映하여 1段階 確保目標는 30日, 2段階 確保目標는 總費用對 效果가 最大인 時點, 3段階 確保目標는 90日로 設定하는 것이 바람직하다.

그런데 2段階 確保目標인 總費用對 效果의 最大時點이 品種別로 相異하므로 管理 및 使用의 便宜를 위해 이를 하나의 目標水準으로 統一하는 것이 必要하다.

따라서 90日 持續能力 確保에 所要되는 品種別 費用을 加重值로 利用하여 確保目標인 品種別 總 費用對 效果時點이 最大가 되는 加重 平均日數를 選定한다.

$$\text{加重平均日數} = \sum_{i=A}^G \text{Max MCE}_{ij} \times \left[\frac{\sum_k C_{ij}(K)}{\sum_j \sum_{k=1}^{90} C_{ij}(K)} \right] \text{-----}(7)$$

式 (7)에 의한 最終 確保段階는 다음과 같이 決定하였다.

1 段 階	2 段 階	3 段 階
30日	50日	90日

3. 備蓄 優先順位 模型

3.1 可用豫算을 考慮한 備蓄 優先順位 決定

目標持續日數를 基準으로 所要充足率, 品種別 能力 不足 品目數등 物資 持續能力과 關聯된 要素들을 考慮하여 物資의 均衡있는 支援能力을 確保할 수 있도록 備蓄優先順位를 決定해야 한다.

L_j : 品目 j의 不足品目率

D_{ij} : 品種 i에서 必要로 하는 緊要物資 j

S_{ij} : 品種 i의 緊要物資中 充足된 品目 j

TS_{ij} : 品種 i內의 品目 j의 目標日(90일) 充足量

I_i : 品種 i의 品目數

TD_{ij} : 品種 i內의 品目 j의 目標日(90일) 所要量

M_{ij} : 品種 i內의 品目中 動員 可能的 品目

RP : 品種 i의 備蓄 優先順位 값

$$\begin{aligned} RP_i &= \left(\frac{\sum_j D_{ij} - \sum_j S_{ij}}{\sum_j D_{ij}} \right) \times \left(\frac{\sum_j TD_{ij} - \sum_j TS_{ij}}{\sum_j TD_{ij}} \right) \times \left(\frac{I_i - \sum_j TS_{ij}}{I_i} \right) \\ &= \sum_j \left[\left(1 - \frac{S_{ij}}{D_{ij}} \right) \times \left(1 - \frac{TS_{ij}}{TD_{ij}} \right) \times \left(1 - \frac{M_{ij}}{I_i} \right) \right] \end{aligned}$$

備蓄 順序는 RPi값이 큰것 부터 優先順位를 附與한다.

4. 結 論

非常事態 勃發時 緊要物資의 適時適定供給 與否는 그 勝敗를 左右할 만큼 重要な 要素이며 新規投資나 武器體系 獲得 못지 않게 體系的이고 經濟的인 物資支援體系의 定立이 切實히 要求된다.

이를 위해 現 物資支援 概念을 檢討해 본 結果 實際 狀況에 대한 具體的인 反映이 未裕하여 有事時 物資支援의 實效性이 극히 疑問時 되고 있다. 즉 非常事態 勃發 直後의 緊急段階에서 動員이나 再普及 및 海外調達 計劃은 事實上 不可能하거나 物資獲得에 長期間이 所要될 뿐만 아니라 品目別 獲得 可能性도 不確實하다. 뿐만 아니라 品種 및 品目間의 確保水準의 不均衡으로 인한 全體的인 實質 任務 持續能力의 低下도 憂慮된다.

따라서 本 研究에서는 有事時 戰鬪持續能力을 極大化할 수 있는 物資支援 方案으로 合理的인 物資確保段階를 決定, 備蓄水準 決定, 備蓄 優先順位 決定을 위한 數學的 方法을 提示하였다. 특히 可用豫算上의 制約이라는 現實性을 勘案하여 各 品種 및 品目別 費用對 效果 分析을 통한 物資確保 方案을 提示하였으며 品種 및 品目別 均衡性을 維持하기 위해 備蓄 要求度 및 備蓄物量 算出 節次를 提示하였다.

結論의으로 本 研究에서는 有事時 緊要物資를 適時에 適定供給함으로써 目標하는 任務 修行能力을 達成할 수 있도록 하는 보다 效果的이고 經濟的 概念을 反映한 物資確保水準을 決定하는 方法을 開發하였다.

아울러 軍需支援 시스템의 規模의 방대함으로 인해 本 研究에서 함께 修行하지 못한 所要 算定 方法, 動員 業體 生産能力 判斷方法, 戰·平時의 物資獲得 體系 改善등의 研究 修行이 要求된다.

參 考 文 獻

1. Arnaldo H., Just-in-time Manufacturing, Prentice Hall, 1987.
2. Baker, K.R., "A comparative survey of flow-show algorithm," Operation Research, Vol. 23, PP.62-73, 1985.
3. Baumol, W.J., Economic Theory and Operations Amalysis, 4th edition, Prentice-Hall, 1977.
4. "Developing defense resources allocation models for inforcement of real military power," KIOACSIS International Conference, 1989.
5. CHOI, J.S. and KIM, J.S., A study on the stable security plan of essention defense material, KIDA, 1990.
6. King, J.R. Production planning and control-An intriduction to guatitive method, pergamon, 1975
7. Orlicky, J., Material Requirement Planning, McGraw Hill, 1975.
8. Monma, C.L. "Sequencing to minimize the maximum job-cost," Operation Reserch Vol. 28, pp.947-951, 1980.
9. Novell, Metware-Btrieve Record Manage Novell Inc., 1987.
- 10 Park, C.W., "A syudy on sequencing achedule for mixed-model assembly," M.S. dissertation, Hanyang Univ., 1989.
11. Richard, J. P., William L. B. and Urban W., "Open order Due Date maintance in MRP system " Management Science, Vol. 35, pp.571-584, 1989.
12. Fabrycky, W.J., Logistics Engineering and Mamageent, Prentice Hall, 1984.
13. Zamakis, S.H. and Evans Jr, Heuristic optmization Hall Interface, Vol. 11, No. 5 pp.88-91, 1981.

3.2 品目別 備蓄優先順位 및 備蓄物量

어떤 한 品種內에서 어느 品目은 100% 充足되는데 다른 品目은 50%程度 充足하고 있다면 全體的인 持續能力은 이 두 品目の 平均값인 75%에 到達하는 것이 不可能할 境遇가 많다. 따라서 品目間의 均衡있는 物資 確保가 全體的인 任務修行 持續能力을 極大化 시킬 수 있게 된다.

따라서 다음과 같이 品目別 備蓄要求度를 産出함으로써 同一 品種內 品目別 備蓄 優先 順位를 設定하는 것이 바람직하다.

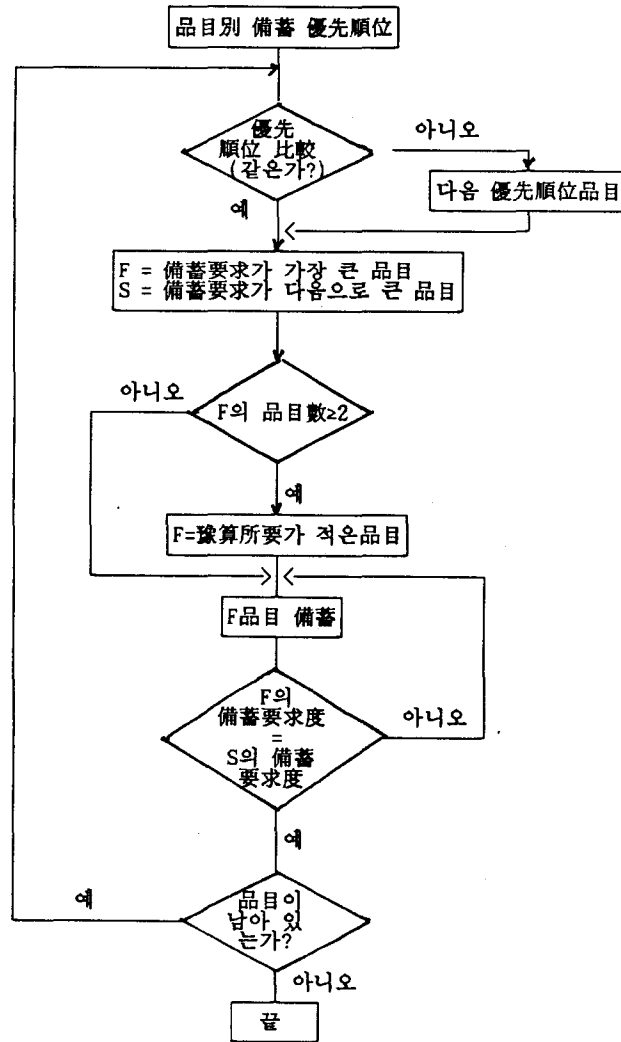
E_{ipj} = 優先順位 j인 品目 P의 i段階 備蓄 要求度, j

C_p = 品目 P의 既備蓄量

R_{ip} = 品目 P의 i 段階 備蓄所要

$$E_{ipj} = 1 - \frac{C_p}{R_{ip}} \quad \text{-----(9)}$$

式 (9)에 의해 구한 備蓄要求度를 利用하여 豫算上의 制約을 考慮한 備蓄物量은 다음과 같은 節次에 의해 産出한다.



[그림 6] 備蓄物量 決定節次