

不確實한 販賣期待下에서의 生産適應計劃

- A. 問題의 提起
- B. 生産適應計劃의 時間的 特色
- C. 生産適應計劃의 基本모델
 - I. 시뮬레이션 應用의 一般的 構造
 - II. 時間經過에 따른 需要와 暫定的 生産量 과의 關係
 - III. 生産適應의 結果로서의 收益과 原價
- IV. 生産適應政策
- D. 시뮬레이션 모델의 應用
 - I. 分析計劃의 概要
 - II. 長期的 生産適應政策
 - III. 短期的 生産適應政策
- E. 結 論

尹 洪 九*

A. 問題의 提起

많은 生産企業들이 在庫生産이 不可避하게 되는 것은 大量生産과 大量消費를 前提로 하는 오늘의 産業社會의 現實이다. 다시 말해서 고객의 購買行爲가 直接 生産의 最終 過程에서 連結되는 것이 아니라, 完製品이 倉庫에 保管되고 그것이 다시 販賣된다는 말이다. 이와 같은 것은 주로 顧客의 購買要請時期로부터 物品의 生産者가 納品할 時間的 餘裕보다 그 製品을 生産하는 데 必要한 時間이 더 많이 要求될 때 必然적으로 나타난다¹⁾. 그러기 때문에 生産은 過去의 經驗이나 市場調査에 基礎를 둔 將來의 販賣豫測에 의한 基本的 生産計劃을 통하여 이루어진다. 이와같은 基本生産計劃은 一定期間동안 모든 製品에 대하여 暫定的 生産 프로그램으로 構成되며, 이 暫定的 生産 프로그램은 다시 平均期待販賣量에 基礎를 두게 된다. 이때 市場으로부터 얻을 平均期待販賣量이 不確實할 때 어떤 製品은 在庫가 생기고 어떤 製品은 販賣量에 副應하는 生産을 할 수가 없게 되어 基本的 生産計劃대로 生産活動이 執行되기 어려워진다. 이와같은 달갑지 않은 製品의 過不足 현상을 解決한다든가, 적어도 緩和하기 위하여 短期的인 生産計劃으로 市場事情에 適應하려는 努力을 하게 된다²⁾. 短期的으로는 該當 企業의 生産事情과 販賣事情에 따라 그때그때 適切한 意思決定을 할 수가 있다. 즉 앞에 말

*本研究所 研究員, 檀國大 商經大 助教授

한 基本的 生産計劃을 그대로 維持할 것인가 修正할 것인가를 決定하게 된다. 이와같은 意思 決定問題의 分析이 (短期的 生産適應計劃이라고 할 수 있는) 本 論文의 對象이다³⁾.

또한 이 論文에서는 우선 短期的 生産適應計劃이 時間이 經過함에 따라 어떠한 性格을 가지 나를 좀 자세히 알아보고(B) 다음으로는 生産適應計劃의 基本모형을 휴우리스틱(heuristic) 計劃技法에 基礎를 둔 시뮬레이션 모델에 의하여 展開해 보고(C) 끝으로는 (D) 簡單한 數를 例를 들어 評價해 보고자 한다.

B. 生産適應計劃의 時間的 特色

時間的 次元에서 본 生産適應計劃이란 生産量 計劃의 一部라고 할 수 있다. 여기에서 말하는 生産量 計劃이란, 數量的으로 이미 決定된 生産 프로그램의 여러 製品중에서 어떤 製品을 얼마만큼 한 分期에 例를 들면 週當 또는 月別, 生産하여야 할 것이냐는 것이다. 이 때 分期란 總計劃期間의 一部分이다. 그런데 이와 같은 計劃은 生産 프로그램에 包含되어 있는 모든 製品을 總生産計劃期間中の 모든 分期別로 그것도 不確實한 販賣期待를 考慮하면서 計劃하여야 한다는 것은 좀체로 쉬운 일이 아니다^{4) 5)}. 이와 같이 動的이고 推計的(Stochastic) 計劃算出을 위한 効率的인 解決策은 아직 없다. 특히 여기에서 投入要素의 많은 制限條件과 企業의 多樣한 目的을 充足시키려면 더욱 어려워진다. 그러기 때문에 生産量 計劃을 두개의 下部 計劃으로 分離하여 즉, 製品의 成長計劃과 時間的 生産適應計劃으로 分析함이 便利하다.

製品의 成長計劃은 앞에서 말한 基本的 生産計劃에서 이미 定하여져 있다. 또한 이 計劃에는 特定計劃期間에 모든 分期別, 製品別 暫定的 生産량이 包含되어 있다. 이와같은 生産량은 分期別 在庫量에 따라서 時間的 生産適應計劃에 의하여 修正될 수 있기 때문에 “暫定的” 生産량이라고도 말할 수 있다. 基本的 生産計劃이란 모든 分期別, 製品別 生産計劃의 總體이며 따라서 販賣期待의 不確實성을 勘案한 것이 아니라, 그 대신 平均的으로 期待되는 需要를 分期別로 計算한 것이다. 이 論文에서는 위에서 말한 基本的 生産計劃이 이미 서 있는 것을 前提로 하고, 그의 下部計劃인 生産량의 時間的 適應을 分析하려고 한다⁶⁾. 또한 生産량의 時間的 適應이란 基本的 生産計劃에서 算定한 需要의 發展이 반드시 實際의 需要의 變化와 一致하지 않기 때문에 必要不可缺하게 된다. 計劃과 實際의 乖離는 基本的 生産計劃대로만 生産하였을 境遇 더욱 커지는, 많은 경우 너무 많은 在庫量이라든가 또는 需要를 따르지 못하는 在庫不足이란 形態로 企業에 不利하게 作用한다. 이러한 경우 時間的 生産適應計劃에 의하여 基本的 生産計劃이 修正되어야 한다.

生産適應計劃에 있어서 비로서 基本的 生産計劃이 지금까지의 暫定的으로 計劃되었던 生産

量이 陽性化하거나 最終的으로 決定된다. 總生産計劃期間의 分期別, 製品別 生産計劃은 지금 까지 暫定的으로 計劃되었던 生産量이 生産과 販賣의 變化된 立場에서, 다시 한번 再照明明하여 보게 된다. 이 때에 生産適應計劃에서는 다음의 두가지 問題가 同時에 正確히 解答되어야 한다.

1. 總生産計劃期間中 어느 分期에 生産適應行爲自體가 이루어져야 하느냐, 다시 말해서 어느 時點에서 지금까지 暫定的으로 計劃된 生産量의 變化가 이루어져야 하느냐의 問題이다. 또한, 時間的 適應이 이루어진다면 몇가지 製品에 대하여 이루어져야 하느냐이다.
2. 時間的 適應이 必要하다면 暫定的 計劃을 어느 程度까지 修正하여야 하느냐는 것이다. 여기에서는 生産適應의 程度가 問題視된다.

時間的 生産適應計劃은 두개의 根本的인 特色을 가지고 있다. 그 중 하나는 販賣期待의 立場에서의 不確實性을 이計劃에서 充分히 考慮되어야 한다는 것이고, 다른 하나는 生産適應計劃이 製品別로 獨立되어 實行되어야 한다는 것이다.

지금까지 簡單히 말한 生産量 計劃의 概念트는 하나의 段階的 計劃方法으로도 理解된다. 上部的, 總體的 生産計劃의 範圍內에 下部的이고 細分化된 時間的 生産適應計劃으로 나누어 생각할 수 있다. 다음 節에서는 이 時間的 生産適應問題를 시뮬레이션 모델로 展開해 보고자 한다.

C. 生産適應計劃의 基本모델

I. 시뮬레이션 應用의 一般的 構造

모델을 展開하기 위하여 다음과 같은 假定에서부터 出發한다. 이 모델에서는 한 企業의 生産 시스템이 生産適應計劃에 의하여 把握되고 運營된다. 이와 같은 活動은 生産適應活動에서 結果되는 企業의 收益과 原價와의 關係로 評價되며 다음에 說明하는 세가지의 要因에 의하여 그 結果가 影響을 받는다고 하자.

1. 總計劃期間동안의 需要
2. 總計劃期間동안의 暫定的 生産量
3. 總計劃期間동안의 生産量의 適應, 다시 말해서 總計劃期間동안에 이룩된 暫定的 生産量의 變動

처음 두개의 要因은 모델 作成에 있어서 外部的인 要因으로 看做하고, 그와는 달리 세번째의 要因을 意思決定變數로 다루고자 한다. 또한 時間的 生産適應計劃의 目的은 다음과 같이 定義한다. 한 特定期間동안에 需要의 趨勢와 暫定的인 生産計劃이 주어졌다고 할 때에 生産

適應에 의하여 派生되는 收益과 原價와의 關係를 그때그때 可能한 限, 企業에 有利하게 作用시키는 것이다. 그러기 때문에 이 生産 시스템은 時間的 시뮬레이션 모델로 誘導할 수가 있다⁷⁾. 다음 節에서는 이 生産시스템의 投入要因과 產出要因은 물론, 이 두 要因의 相互關係를 좀 더 具體的으로 살펴보고자 한다.

II. 時間經過에 따른 需要와 暫定的 生産量과의 關係

時間經過에 따라 한 特定製品的 需要는 다음 세가지 特性으로 좀 더 具體的으로 說明할 수 있다.

- 1) 總計劃期間을 同一한 크기로 나누어 分期別(t, t=1, 2, …, n)로 觀察할 때 當該分期의 需要를 DM(t)라고 한다면, 이 때 實質需要 DM(t)는 計劃期間中 最大需要 DO(t)와 最小需要 DU(t) 사이에 놓이게 된다. $DU(t) \leq DM(t) \leq DO(t)$
- 2) 이 需要 DM(t)는 이미 經驗을 통하여 알고 있는 密度函數의 한 無作爲變數라고 할 수 있다. t 分期에서 이 需要의 期待置를 우선 $\overline{DM}(t)$ 라고 하여 둔다.
- 3) 分期別 需要의 크기는 서로 推計的으로 觀察할 때 獨立的 性格을 가지고 있다고 본다. 위와 같이 糾明된 需要關係는 實際需要의 大數法則을 통하여 하나의 需要函數를 誘導하기에 알맞다.

總計劃期間中の 分期別 暫定的 生産量 VP(t)은 한 企業 또는 그 企業의 特定製品的 開發計劃에 따라 決定된다. 이 때 分期別 製品別 需要는 當該 分期의 期待需要에 收斂한다. 暫定的 生産量 VP(t)와 期待需要 $\overline{DM}(t)$ 와는 모든 分期에 있어서 基本的 生産計劃의 立場에서 볼 때 다음과 같은 세가지의 相互關係를 가질 수 있다⁸⁾.

- 1) $VP(t) = \overline{DM}(t)$, t=1, 2, …, n, 잠정적 生産量은 모든 分期에 있어서 期待需要와 一致한다. 이와 같은 경우를 “販賣量과 均一한 生産”이라고 말할 수 있다.
- 2) $VP(t) = VP$, t=1, 2, …, n, $VP = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \overline{DM}(t)$. 暫定的 生産量은 모든 分期에 있어서 均一하며, 이는 總計劃期間의 分期別 期待需要의 平均에 該當된다. 이와같은 關係를 “完全 獨立的 生産”이라고 할 수 있다.
- 3) 分期別 暫定的 生産量은 分期別 期待需要 DM(t)와 總計劃期間동안의 分期別 期待需要의 平均 VP 사이의 값을 취하는 경우이다. 이와 같은 경우는 “部分 獨立的 生産”의 性格을 가진다.

위에 말한 세개의 關係는 暫定的인 總生産量이 期待需要의 總合計와 같다는 것을 前提로 하고 있다. 따라서, 다음 公式이 成立한다.

$$\sum_{t=1}^n VP(t) = \sum_{t=1}^n \overline{DM}(t)$$

Ⅲ. 生産適應政策의 結果로써의 收益과 原價

어떠한 方法으로 生産適應政策이 수행되어야 하느냐를 말하기 이전에 이 政策이 根本的으로 影響을 미치는 收益과 原價와의 關係를 좀 더 자세히 살펴보기로 한다. 이렇게 하는 理由는 收益과 原價의 種類를 分析함으로써 生産適應政策의 理論的인 背景을 알 수 있기 때문이다.

위에 말한 生産 시스템에서 特定한 收益과 原價의 關係를 誘導할 수 있다. 總 計劃期間 동안의 收益 ER 은 다음과 같이 말할 수 있다.

$$(1) ER = Pr \sum_{t=1}^n [DM(t) - FM(t)]$$

Pr ; 販賣價格

FM(t); 分期別 生産不足量

DM(t)-FM(t); t 分期의 販賣量

여기에서는 分期別로 生産량이 不足하여 需要를 充足시키지 못하였을 때에 그 需要는 다른 競爭企業에 의하여 充足되었다고 본다⁹⁾. 그리고, 販賣량은 販賣價格에 影響을 안준다고 假定하였다.

한 生産 시스템에서 原價는 生産原價, 品種別 生産準備費, 그리고 在庫維持費로 分類하여 생각할 수 있다. 生産 시스템에서 在庫維持費用 HC 는 다음과 같다.

$$(2) HC = CI \sum_{t=1}^n LB(t)$$

CI; 分期別 製品單位別 在庫維持費率

LB(t); t 分期末의 在庫量

分期末 在庫量에 의하여 在庫維持費를 計算한 것은 計算을 簡單히 하기 위하여 誤差를 감수한 것이다. 그리고, 在庫維持費率은 在庫量에 關係없이 一定하다고 보았다.

全 計劃期間中の 生産費用 KP 는 다음과 같이 定義한다.

$$(3a) KP = CP \sum_{t=1}^n [VP(t) + PE(t)] + CI[LB(t=0) - LB(t=n)]$$

CP; 製品單位當 變動費

PE; t 分期의 暫定的 生産량의 變動

LB(t=0)-LB(t=n); 期初와 期末의 在庫量

VP(t)+PE(t); t 分期의 純 生産量

위의 費用公式에서 다음과 같은 것을 附言하여 둔다.

1. 製品單位當 變動費用은 生産水準에 關係없이 一定하다.

2. 分期初마다 약간의 在庫가 있음을 前提로 하였다. 그렇게 함으로써 期初마다 發生할 수 있는 在庫不足을 피할 수 있다.

3. 期末在庫는 生産變動費(Variable Production Cost)로 評價된다.

따라서, 費用公式 (3a)는 다음과 같이 說明된다.

$$(3b) \underbrace{\sum_{t=1}^n [VP(t) + PE(t)]}_{\text{全計劃期間中 生産量}} + \underbrace{LB(t=0) - LB(t=n)}_{\text{全計劃期間中 在庫變動}} = \underbrace{\sum_{t=1}^n [DM(t) - FM(t)]}_{\text{總販賣量}}$$

公式 (3a)와 (3b)에서 다음 式이 誘導된다

$$(3) KP = CP \sum_{t=1}^n [DM(t) - FM(t)]$$

끝으로 暫定的 生産量의 變動으로 인한 費用 KE는

$$(4) KE = CU \sum_{t=1}^n W(t), \quad W(t) = \begin{cases} 0, & PE=0 \\ 1, & PE \neq 0 \end{cases}$$

CU; 暫定的 生産量의 變動時마다 發生하는 費用

生産量 變動費用은 生産變動時마다 發生하는 費用을 말하며, 生産計劃의 變動에 따르는 모든 費用을 包含한다. 또한, 生産量 變動時에 發生하는 費用 CU는 生産量 變動의 크기에 關係없이 一定하다고 본다.

販賣利益 Z(收益-原價)는 다음과 같이 定義한다¹⁰⁾.

$$(5) Z = ER - HC - KP - KE = (Pr - CP) \sum_{t=1}^n [DM(t) - FM(t)] - CI \sum_{t=1}^n LB(t) - CU \sum_{t=1}^n W(t)$$

販賣利益을 좀더 具體的으로 說明하려면 在庫量의 過不足 關係가 全計劃期間동안 正確히 說明되어져야 한다.

$$(6) LF(t) = \begin{cases} LF(t-1) + VP(t) + PE(t) - DM(t), & \text{if } LF(t-1) > 0 \\ VP(t) + PE(t) - DM(t), & \text{if } LF(t-1) \leq 0 \end{cases}$$

$$(7) LB(t) = \max[0, LF(t)],$$

$$FM(t) = \min[0, LF(t)]$$

LF(t); t 分期末의 在庫過不足

方程式 (5)~(7) 까지 만으로써는 時間的 生産適應計劃을 시뮬레이션 모델로 作成하기에 不足하다. 여기에 生産變動 PE(t)이 全計劃期間中에 어떤 때, 어떻게 이루어지느냐가 糾明되어야 한다. 이것을 다음 節에서 살펴보고자 한다.

IV. 生産適應政策

時時刻刻으로 生産計劃變動을 하기 위하여서는 어떤 意思決定原則에 따라 推計的인 政策을

쓸 수 밖에 없다. 이 때에 두개의 根本的인 問題가 考慮되어야 한다. 그 하나는 生産計劃變動을 하기 위한 意思決定에 時間的으로나 作業量으로나 簡單한 意思決定基準을 設定하는 것이며, 둘째로는 그 意思決定原則을 適應하기가 複雜하지 않아야 한다. 그러면서도 이 原則은 收益과 原價面에서 生産適應政策이 經濟性的 原則에 符合되게 構成되어야 한다.

이와 같은 要求條件을 充足시키는 意思決定原則은 다음과 같이 要約할 수가 있다. t分期の 生産變動 PE(t)는 t-1-d 分기에 이미 이루어진 意思決定의 結果이다. 이 때 d는 生産變動의 必要性을 感知하고 한 意思決定이 實現되기 까지의 時間을 分期로 나타낸 것이다.

$$(8a) PE(t) = DPE(t-1-d)$$

DPE(t-1-d) ; t-1-d 分期末 生産變動의 意思決定

(8a)에서 우리는 生産變動計劃과 그의 實現과의 時間的 差異를 알 수 있다.

生産變動의 意思決定 DPE(t)는 t 分期末에 다음과 같은 要因들에 의하여 이루어진다.

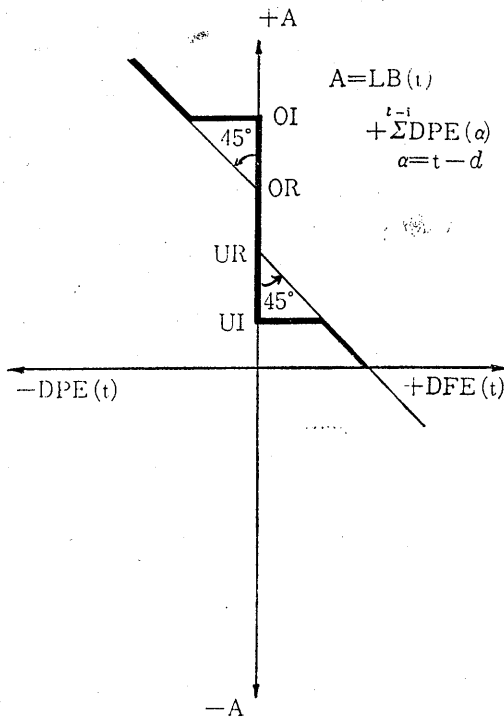
1. t 分期末의 實實在庫 LB(t)
2. α 分期末, α=t-d, ……., t-1, 生産變動 DPE(α)은 이미 決定되었으나 아직 實現되지 않은 경우.
3. 그 외에도 네가지의 파라메터를 말하여 두고자 한다.

한 製品이 一定 在庫量을 超過하면 在庫量을 줄이기 위하여 製品生産을 中斷하거나 減少하여야 한다. 이같이 生産量 變動을 要하는 在庫量의 時點을 OI(over limit for intervention)이라고 하고, 그 反對로 在庫량이 減少되어 在庫의 最下 基準이 되어 在庫量을 增加할 必要가 있는 時點을 UI(under limit for intervention)이라고 하자. 그리고, 在庫量 修正에도 限界가 있으니 그 이상 더修正할 必要가 없는 上限點을 OR(over limit for return)이라 하고, 下限點을 UR(under limit for return)이라고 하자.

그러면, 生産量 調整을 위한 意思決定原則은 다음과 같이 公式化될 수 있다.

$$(8b) DPE(t) \begin{cases} OR - LB(t) - \sum_{\alpha=t-d}^{t-1} DPE(\alpha), \\ \quad \text{if } LB(t) + \sum_{\alpha=t-d}^{t-1} DPE(\alpha) > OI, \\ 0, \quad \text{if } OI \geq LB(t) + \sum_{\alpha=t-d}^{t-1} DPE(\alpha) \geq UI. \\ UR - LB(t) - \sum_{\alpha=t-d}^{t-1} DPE(\alpha), \\ \quad \text{if } LB(t) + \sum_{\alpha=t-d}^{t-1} DPE(\alpha) < UI \end{cases}$$

다음 그림은 위에 말한 意思決定原則을 다시 한 번 圖表로 說明하여 준다.



이 意思決定原則은 다음과 같이 作用한다. t 分期末에 在庫量 (A)가 生産變動上限 (OR)과 下限 (UR) 사이에 該當될 때에는 生産變動은 일어나지 않는다. 그 반면, (A)가 t 分期末에 上限 (OI)을 超過하면 在庫量의 減少를 生産量 變動에 의하여 OR-A 만큼 하는 것이 좋다. 또한 在庫量 (A)가 t 分期末에 上限(UI) 밑으로 떨어질 때에는 生産量을 從前보다 (UR-A) 만큼 增加하여야 한다. 이와같은 意思決定原則은 앞에 말한 收益과 原價의 關係(5)式에 잘 맞는다¹¹⁾. 이 公式은 한편으로는 每 分기마다 生産計劃의 變動을 抑制하며, 다른 한편으로는 지나친 在庫量 增加는 물론 在庫不足을 豫防하기도 한다¹²⁾. 여기에 두가지 要點만을 生産量 適應政策에 대하여 添加하여 두고자 한다.

1. 이 意思決定原則은 生産量 變動의 폭을 任意로 調整할 수 있다. 그러나, 그 폭은 上限과 下限이 있다¹³⁾.
2. 앞에 말한 네개의 파라미터는 上限과 下限을 같이함으로써, 다시 말해서 OR=UR로 함으로써 세개로 縮小할 수도 있으며, 在庫量 修正限界를 같이¹⁴⁾ (UI=OI)함으로써 두개로 줄일 수도 있다.

方程式(5)에서 (8)까지를 利用하여 時間的 生産量 適應計劃을 시무레이션 모델로 만들 수 있는 바, 다음에는 앞에 말한 바를 한 케이스에 應用하여 보고자 한다.

D. 시무레이션 모델의 應用

I. 分析計劃의 概要

어떤 特定한 需要條件과 暫定的 生産量이 問題解決의 出發點으로 주어지고, 앞에 말한 네개의 파라미터에 의한 意思決定에 따라 生産適應政策을 펴나간다고 假定할 때 우리는 시무레이션 모델을 利用하여 企業이 지향하는 目的을 얼마나 達成할 수 있으리라는 期待值를 算

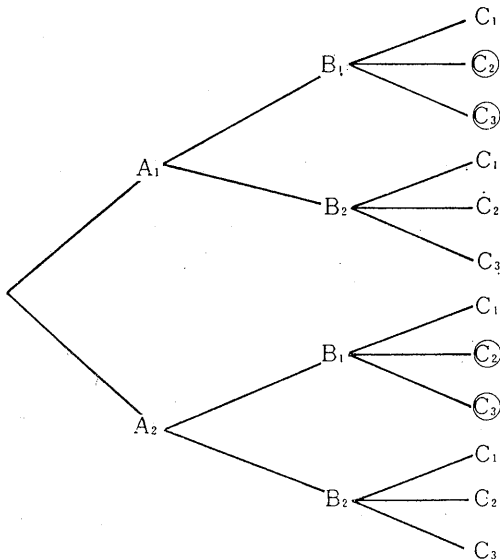
出할 수가 있다. 그런데, 위의 파라미터의 값을 어떻게定하느냐에 따라서 期待되는 成果가 달라진다. 바로 그러기 때문에 生産量 適應政策計劃의 範圍內에서 意思決定의 自動裝置를 直接 誘導해 내야 한다. 다시 말해서 企業의 成果를 可能한 한 크게 할 수 있는 意思決定 파라미터를 찾아내는 일이다.

이와 같은 課題를 解決하기 위한 接近方法은 여러가지로 研究되어 왔다. 그러나, 두가지로 크게 나누어 생각할 수 있는 데, 그 하나는 原價構造面에 重點을 두어 合目的的인 生産量 適應政策을 펴 나가는 것이고, 다른 하나는 管理不可能 變數나 그 變數들의 相互作用의 結果를 감안하면서 生産適應政策을 分析하는 것이다¹⁵⁾.

本 論文은 좀 다른 方向에서 問題解決을 試圖해 보고자 努力하였다. 그러기 위하여 生産量 適應政策의 基底에 깔려 있는 環境與件을 우선 세가지 경우로 分離하여 생각하였다.

1. 分析하려는 生産 시스템이 均衡狀態(A₁)에 있느냐, 아니냐(A₂)¹⁶⁾,
2. 全 計劃期間을 通하여 需要가 均一할 것이냐(B₁) 그렇지 않느냐(B₂).
3. 끝으로, 앞에서 말한 暫定的 生産량과 期待需要가 基本的 生産計劃의 立場에서 볼 때의 세가지 경우를 생각한 적이 있다. 즉, 暫定的 生産량이 期待需要와 一致하는 경우(C₁)과 完全獨自的 生産(C₂)와 部分獨自的 生産(C₃)

위에 말한 바를 生産適應計劃을 세우는 立場에서 세가지 條件의 結合關係를 意思決定 나무의 形態로 그려보면 다음과 같다. 그리고, 이 條件의 集合은 모두 12個(2×2×3=12)이다.



그러나, 이 모든 경우가 生産適應計劃의 環境으로 考慮될 必要가 없다. 예를들어 生産 시스템이 均衡이고(A₁), 全 計劃期間을 通하여 需要가 均一하다면 暫定的 生産량과 期待需要는 一致해야 함으로(C₁) 나머지(C₂, C₃) 條件은 意思決定公準인 優勢의 原則(dominance principle)에 의하여 더 이상 그 結果를 追跡할 必要가 없다. 이와 같은 사정을 ○表로 表示하면 그 나머지 경우는 모두 8개가 된다. 이같은 여덟가지의 경우 意思決定을 위한 파라미터를 合目的的으로 設定하면 需要條件別로 서로 다른 基本生産 計劃마다 어떠한 生産適應政策이 最適의 政策임을 알아낼 수가 있다.

지금까지의 說明을 簡單한 數値를 써서 모델作成을 하기 위하여 다음과 같이 假定한다.

1. 販賣價格과 (生産)變動費用의 差異($Pr - Cp$)를 50 원이라고 하고,
2. 製品單位當 在庫維持費를 分期마다 5 원,
3. 生産計劃을 變更할 때마다 發生하는 費用 CU 는 100 원,
4. 計算을 簡單히 하기 위하여 方程式(8)의 파라메터를 세개로 줄이되 $OR = UR$ 로 한다.
5. 計劃初期의 在庫量 $LB(t=0)$ 을 R 이라고 하고,
6. 意思決定에 所要되는 時間(8 方程式에서의 d)를 零으로 한다.
7. 分期는 1 週로 한다.

위와 같은 前提下에서 目的函數 [方程式(5)]와 意思決定原則(8)은 시무레이션 모델에서 다음과 같이 表示된다.

$$(9) Z = 50 \sum_{t=1}^n [DM(t) - FM(t)] - 5 \sum_{t=1}^n LB(t) - 100 \sum_{t=1}^n W(t)$$

$$(10a) PE(t) = DPE(t-1)$$

$$(10b) DPE(t) = \begin{cases} R - LB(t), & \text{if } LB(t) > OI \\ 0, & \text{if } OI \geq LB(t) \geq UI \\ R - LB(t), & \text{if } LB(t) < UI \end{cases}$$

II. 長期的 生産適應政策

計劃期間이 充分히 길어서 計劃期間全體로 보아, 需要에 生産을 맞추어 갈 수 있을 때, 시무레이션으로 誘導되는 生産 시스템은 均衡狀態라고 할 수 있다. 따라서, 이 경우에는 根本的으로 두가지 結果만을 모델分析에서 考慮하면 된다. 그 하나는 目的函數(9)에서 收益要素 $50 \sum_{t=1}^n DM(t)$ 를 찾아낼 수 있다. 왜냐하면, 이 要素는 計劃期間이 길어짐에 따라 ($n \rightarrow \infty$) 計劃上的 하나의 常數($50 \sum_{t=1}^n DM(t)$)로 되기 때문이다. 따라서, 特定 生産適應政策을 評價함에 있어서 供給過不足으로 인한 機會費用, 在庫維持費用, 그리고 生産計劃 變動時 생기는 費用만을 考慮하면 된다. 長期的 모델分析의 또 다른 考慮對象을 適當 平均費用 Z^* 로 集約될 수 있다¹⁷⁾.

$$(11) Z^* = \frac{1}{n} [50 \sum_{t=1}^n FM(t) + 5 \sum_{t=1}^n LB(t) + 100 \sum_{t=1}^n W(t)]$$

그리고, 需要側面 B_1 에서 다음과 같은 것을 假定하여 둔다. 適當 需要量 $DM(t)$, $t=1, 2, \dots, n$ 는 75-125 製品單位이며, 그 중 얼마가 事實상 販賣될지는 모든 경우에 같은 確率을 가지고 있다고 하자. 이 때, 需要期待値는 $\frac{75+125}{2} = 100$ 製品單位이다. 需要條件 B_2 는 그 반면 季節의 景氣變動을 考慮하여야 하며, 그 景氣變動의 週期는 10 週라고 하자. 성수기

에는 需要가 90-150 製品單位(期待需要=120)이고, 비성수기에는 90-100 製品單位(期待需要=80)이며, 이 때의 確率分布는 모든 區間에서 다 같다고 하자. 需要條件 B₁의 경우에는 販賣期待量과 均一한 生産을 하는 基本的 生産計劃이 있을 뿐이다. 그리고, 暫定的 適當 生産量 VP(t)는 100 製品單位가 될 것이다 (C₁의 경우). 需要條件 B₂의 경우에는 그 반면 10 週期마다 80 製品單位와 120 製品單位를 交代로 生産하든가(C₁), 그 變動의 폭을 줄여서 90 單位와 110 單位를 生産하든가 (C₂), 均一하게 100 單位(C₃) 生産한다.

앞에 말한 意思決定 파라메터(UI, R, OI)를 目的函數를 最適化하기 위하여 決定하려면 各 計劃作成의 立場마다 따로 찾아야 한다. 이 때 1,000 週를 한 計劃期間으로 보았을 때, 시무레이션 모델에 의하여 다음 表와 같은 結果를 얻었다¹⁹⁾.

長期的 所産適應計劃의 結果

計劃條件	UI-R-OI	適當費用 Z*	適當費用內容		
			在庫維持費	在庫不足損失	生産變動費用
1: A ₁ B ₁ C ₁	8-21-38	166.70	108.60	17.70	40.40
2: A ₁ B ₂ C ₁	7-22-40	171.40	112.30	23.40	35.70
3: A ₁ B ₂ C ₂	15-28-46	222.40	149.60	31.00	41.80
4: A ₁ B ₂ C ₃	30-28-54	294.80	199.50	28.80	66.50

위 表에서 適當費用 이외에도 適當收益은 50×100=5,000 원이 發生한다.

이와 같이 이루어진 시무레이션의 結果는 다음과 같이 要約된다. 需要가 比較的 安定되었을 때에는 在庫量도 比較的 적게 保有하여도 되기 때문에 在庫費用이 적게 들면서도 그로 인한 在庫不足損失을 적게 본다. 또한, 需要가 安定되어 있으니 자주 生産計劃을 變動시킬 必要가 比較的 적어서 適當費用이 절약된다. 반면, 季節的 變動이 있는 데도 暫定的 生産量 100 製品單位를 固執한 경우 (A₁B₂C₃)에는 가장 많은 在庫를 維持하면서도 66回 以上の 生産計劃을 變更하여야 했다. 그 結果, 가장 많은 適當費用을 要하게 된다

Ⅲ. 短期的 生産適應政策

約 50 週 程度의 짧은 計劃期間의 경우에는 分析하려는 生産 시스템이 이 期間동안에 均衡을 維持하기란 어려운 노릇이다. 그러기 때문에, 이런 경우에 生産適應計劃을 評價하기 위하여 期待收益이나 期待費用을 適用하기는 힘든 노릇이다. 왜냐하면, 이 期間 동안에 기대값이 實現되기는 어렵기 때문이다. 이와 같은 期間동안에는 投入要素와 生産 시스템의 構造를 常數로 보아야 하기 때문에 短期的이라고 보는 것이 現實的이다. 이와 같은 意思決定環境에서는 意思決定 파라메터마다²⁰⁾ 여러 개의 獨自的인 시무레이션 算定을 난수포에 의하여 實施하

여 需要量을 測定하고, 이 需要量에 따른 目的函數의 값 Z 을 推計的으로 計算하여 이로부터 平均값 $Z=Z/n$ 을 얻는다. 또한, 平均값을 시무레이션 回數에 의하여 얻으므로써 密度函數 또는 그의 確率分布를 算定한다.

$A_2B_1C_1$ 의 경우를 前提로 하여 위에 말한 바를 좀 자세히 살펴보고자 한다. 需要가 適當 75-125 製品單位로 均一하게 分布되어 있고, 暫定的 生産計劃이 100 製品單位라고 假定하고 시무레이션 回數를 100 회로 하였다. 이 때 計劃期間은 50 週이며, 意思決定 파라메터는 $UI=8$, $R=21$, $OI=38$ 인 경우와 $UI=10$, $R=26$, $OI=46$ 인 두 경우를 前提로 하면 아래와 같은 表를 얻는다.

두가지 파라메터에 의한 生産 시스템의 目的函數의 크기와 그 頻度

目的函數의 크기 (單位: 원) $Z = Z/n$	意思決定 파라메터의 結合			
	8 - 21 - 38		10 - 26 - 46	
	頻 度 數	頻度の %	頻 度 數	頻度の %
4510 - 4560	1	1	—	—
4560 - 4610	3	3	3	3
4610 - 4660	3	3	9	9
4660 - 4710	10	10	10	10
4710 - 4760	9	9	10	10
4760 - 4810	14	14	8	8
4810 - 4860	17	17	24	24
4860 - 4910	15	15	13	13
4910 - 4960	10	10	12	12
4960 - 5010	10	10	8	8
5010 - 5060	3	3	2	2
5060 - 5110	2	2	1	1
5110 - 5160	3	3	—	—

어떠한 生産適應政策이 優秀한 것이냐는 위 表에서 目的函數의 값의 密度函數 내지는 이로부터 誘導되는 分布函數(distribution function)에 의하여 決定된다.

여기에서 우리가 觀察하는 生産適應政策環境의 不確實性を 잘 把握할수 있다. 이와같은 경우 意思決定의 方向을 定함에 있어 이 不確實성이 正確하게 考慮되어야 한다. 이때에 위의 表에서 아래와같은 方法으로 각 目的函數의 값의 中間值를 代表값으로 하고, 그 頻度數로 곱한 合計를 期待收益으로 보아 意思決定을 할 수도 있다.

短期的 生産適應政策의 意思決定 파라메터別 期待值

目的函數의 값 (單位: 원)	意思決定 파라메터의 結合			
	8 - 21 - 38		10 - 26 - 46	
	頻 度 %	期 待 값	頻 度 %	期 待 값
4535	1	45.35	—	0
4585	3	137.55	3	137.55
4635	3	139.05	9	417.15
4685	10	468.50	10	468.50
4735	9	426.15	10	473.50
4785	14	669.90	8	382.80
4835	17	821.95	24	1160.40
4885	15	732.75	13	635.05
4935	10	493.50	12	592.20
4985	10	498.50	8	398.80
5035	3	151.05	2	100.70
5085	2	101.70	1	50.85
5135	3	154.05	—	0
合 計		4840.00		4817.50

위 表에 의하면 意思決定 파라메터를 8-21-38로 한 경우의 目的函數의 값은 4840원이며 파라메터를 10-26-46으로 한 경우의 값은 4817.5원이다. 그러므로, 生産適應政策의 目的이 期待收益을 極大化하는 것이라면 意思決定 파라메터를 8-21-38로 定할 것이다. 그러나 企業의 目的이 收益의 極大化만이 아니고 多次元의 일 수 있기 때문에 一律적으로 어느 政策이 優秀하다고 말할 수는 없다. 다만 여기에서는 이 파라메터의 利用可能性만을 말하고 더 깊은 意思決定技法은 省略하기로 한다.

E. 結 論

販賣期待가 不確實할 때의 時間的 生産適應政策은 實務面에서 아주 중요한 意義를 가진다. 이 政策은 本來의 生産計劃을 全面 修正함이 없이 長期的으로 樹立한 生産計劃을 短期的으로 生産條件과 市場需要에 맞추어 適應할 수 있게 한다. 휴리스틱 技法은 複數의 意思決定 파라메터를 要한다. 그렇게 함으로써 많은 在庫量과 在庫不足을 減少시켜 주고 本來의 生産計劃을 가능한 限 적게 變動시키면서 어떤 計劃을 分析함에 있어서 시뮬레이션 技法을 使用한다. 그러나, 이때 이미 定해진 意思決定構造에는 修正을 가하지 않고, 다만 意思決定 파라메터를 어떻게 合目的的으로 定하느냐에 重點을 두게 된다.

1. Beckmann, M.J. Production Smoothing and Inventory Control, in Operations Research. Vol. 9, 1961 p. 456.
2. Beckmann, M.J. Ibid. p. 456
3. Inderfurth, K. Zur Güte linearer Entscheidungsregel in Produktions-Lagerhaltungs-Modellen. Opladen, 1977 p. 10 Inderfurth, K. Schneeweiss, Ch. Suboptimal Policies for Stochastic Cash Balance Problems, in Zeitschrift für Operations Research. Bd. 22, 1978 p. 13 Meave, E.H. The Stochastic Cash Balance Problem with fixed Costs for Increases and Decreases, in Management Science, Vol. 16. 1970. p. 472
4. 이와같은 문제는 자주 단일품목과 판매예측의 확실한 경우들을 전제로 하여 논하고 있다.
Buffa, E.S., Taubert, W.H., Production-Inventory System: Planing and Control. 3rd Printing, Homewood, III 1975. Goodman, D.A.A Goal Programming Approach to Aggregate Planning of Production and Work Force, in Management Science, Vol. 20 1974. pp. 1569—74
5. 불확실한 시장상황하에서의 생산프로그램일체획의 가능성에 대하여
Zaepfel, G., Brunner, J.K., Planung des Fertigungs-Programms bei unsichere Erwartungen ueber die Absatz-Werte, in: angewandte Planung Bd. 2. 1978 S. 73 ff. und S. 101ff.
6. Adam, D., Produktionsdurchfuehrungs planung, in: Industriebetriebslehre in Programierter Form, Bd. II, Hrsg. von H. Jacob, Wiesbaden 1972. S. 342 ff.
7. Witte, Th. Simulationstheorie und ihre Anwendung auf betriebliche Systeme, Wiesbaden. 1973. S. 49 ff
8. Adam, D., Produlstionspolitik, 2. durchges. Aufl. Wiesbaden 1977. S. 185 ff.
9. 이 모델에서 공급부족을 다음기에 추가공급한다고 하여도 별 어려운 문제는 발생하지 않는다.
10. 目的函數에 있어서 근본적으로 선형적인 관계를 상정하였다. 그러나 非線型的인 모델의 경우에도 마찬가지다.
11. 이와같은 의사결정 원칙이 반드시 최적의 의사결정이라고는 할 수 없으나 최적해에 가장 가까운 생산적응정책이다.
12. Orr, D., A Random Walk Production-Inventory Policy: Rationale and Implemdntation, in: Management Science, Vol. 9, 1962 pp. 108—113. Mellichamp, J.M., Love, R.M., Production Switching Heuristics for the Aggregate Planning Problem. in: Management Science Vol. 24. 1978. pp. 1242
13. 세종류의 제품과 두개의 의사결정 파라미터를 이용한 생산양적응정책의 예는 ;
Doshi, B.T., Duyn Schouten, F.A. Production Inventory Control Model with a Mixture of Bank-Orders and Lost
14. Beckmann, M.J. Ibid. pp. 463—7
15. Indufurth, K. Zur Güte linearer Entscheidungsregel Ibid. p. 463
16. Witte, Th. Ibid. pp. 177—188
17. Witte, Th. Ibid.
18. Witte, Th. Ibid.
19. 자세한 계산절차는 여기에서는 생략한다.
20. Witte, Th. Ibid.