

C. V. P.分析에 있어서 學習曲線의 適用에 關한 研究

(A Study on the Cost-Volume-Profit Analysis Adjusted for Learning Curve)

延 庚 化*

Abstract

Traditional CVP (Cost - Volume - Profit) analysis employs linear cost and revenue functions within some specified time period and range of operations. Therefore CVP analysis is assumption of constant labor productivity. The use of linear cost functions implicitly assumes, among other things, that firm's labor force is either a homogenous group or a collection homogenous subgroups in a constant mix, and that total production changes in a linear fashion through appropriate increase or decrease of seemingly interchangeable labor unit.

But productivity rates in many firms are known to change with additional manufacturing experience in employee skill.

Learning curve is intended to subsume the effects of all these resources of productivity. This learning phenomenon is quantifiable in the form of a learning curve, or manufacturing progress function.

The purpose of this study is to show how alternative assumptions regarding a firm's labor force may be utilize by intergrating conventional CVP analysis with learning curve theory. Explicit consideration of the effect of learning should substantially enrich CVP analysis and improve its use as a tool for planning and control of industry.

1. 序 論

오늘날 産業社會에 있어서의 特徵은 技術의 變化, 市場變化, 製品的 多樣化, 그리고 製品的 標準化 等이라 할 수 있다. 이에따라 企業이 窮極의으로 追求해 나가야 할 戰略的 經營計劃이란 競爭力 提高에 달려 있으며, 이 競爭力은 製造方法, 製品設備의 變更, 勞動力의 繼續的인 訓練과 開發을 통한 品質의 高級化라든가 生産性 向上에 의한 費用節減만으로 可能하다. 事實 많은 企業들이 費用節減을 위하여 販賣價格을 設定하거나 生産日程計劃을 樹立하여 왔으며, 資本과 勞動力의 所要量 等を 算定하기 위하여 單位當 製品費用과 作業所要時間을 豫測해 오고 있

다. 그러나 오랫동안 勞動投入量의 豫測에 網하여는 勞動力과 時間을 浪費하는 일이었으며, 各 企業은 科學的인 管理方法을 導入하지 않고서는 企業의 存續이 困難하게 되었다.

따라서 이러한 豫測이나 經營管理上의 問題는 많은 科學的 管理法이 開發·導入됨으로써 解決되어 오고 있는 바 學習曲線理論도 그 中의 하나인 것이다.

2次大戰中 航空機 製造産業에서 開發된 學習曲線의 새로운 概念으로 作業時間 및 勞動投入量 等の 豫測을 훨씬 더 쉽고 빠르고 正確하게 해낼 수 있게 되었지만 學習曲線理論의 基本原理는 극히 單純하다. 作業者가 일을 배우고 그 作業을 되풀이하면 할수록 熟練이 되어 單位當 直接勞動投入量은 減少될 수 있고 더 能率的인 作業을 할 수 있게 된다는 것이다. 그러나 用途는 매우 多樣하여 航空機産業, 石油精製産業, 金屬細工業 또는 菓子製造業을 들면하

* 大田實業專門大學 經營科 講師

고 適用될 수 있는 理論이다.¹⁾

한편 損益分岐點도 역시 企業의 經營問題를 解決하기 위한 最善의 代案을 選定하는 데 有用한 도움을 주는 管理道具로서 企業이 經營活動으로부터 利益實現이 不可能하거나 損失發生이 없는 分岐點, 즉 費用과 收益이 同一額인 경우의 操業度를 뜻하는 것이다. 이러한 損益分岐點은 狹義와 廣義의 두가지 意味를 內包하고 있다. 前者는 費用이 꼭 회수되는 操業度로서 採算點을 意味하고 後者는 費用, 收益, 利益의 關係(cost - volume - profit relational)를 意味하며 이와 같은 損益分岐點의 原理를 算式으로 나타낸 것이 損益分岐分析이다.

損益分岐分析은 利益管理를 위한 有用한 技法이긴 하지만 利用의 簡便性이라는 理由로 모든 事實을 單純化시키고 있다는 것이다. 그럴 경우에는 傳統的 損益分岐分析의 變數들중 學習效果의 影響을 받는 變數들이 존재하지만 전혀 考慮되지 않는다는 것이다. 만일 變動費가 作業時間에 比例하여 發生한다고 하면 學習效果의 影響을 考慮하지 않은 損益分岐分析의 모델(model)을 통하여 算出된 最適解를 가지고는 올바른 利益을 推定할 수 없게 될 것이다.

따라서 本稿에서는 可變費用이 作業時間에 比例하여 發生할 경우 勞務費는 이러한 費用을 包含한 것으로 定義하였다. 그러기 위해서는 傳統的 損益分岐分析의 諸假定과 그 限界가 充分히 檢討되어야 하리라고 생각하였다. 그리고 分析의 變數中 學習效果가 期待되는 變數에 學習曲線理論을 適用시키기 위해서는 學習曲線의 意義와 一般의 性質을, 그리고 作業의 形態에 따라 어떠한 學習效果가 發生하는 가를 把握할 수 있도록 充分히 理解하고자 하였다. 특히 傳統的 分析에 學習曲線理論을 適用시킨 模型을 設定하여 任意로 選定한 資料를 使用함으로써 어떠한 差가 發生하는가를 分析·研究하였다.

2. CVP 分析 (cost - volume - profit analysis)

2·1 CVP 分析의 意義

CVP 分析은 採算의 關係를 意味한다. 예를 들면 一期間의 賣出이 어떤 一定한 額인 경우 費用은 얼마나 生길 것인가, 또 어떤 期間에 있어서 必要하다고 생각되는 一定額의 利益을 올리기 위해서는 賣出을 얼마나 하여야 하며 費用을 어느 程度로 抑制

하여야 할 것인가 라는 關係를 나타낸다. CVP 分析에 있어서 가장 一般의인 形態는 損益分岐分析으로서 利益과 操業度 사이에 一定한 函數關係가 있다는 前提下에 販賣量과의 關係에서 費用, 收益, 利益의 相互關係를 綜合적으로 把握하는 것이다.²⁾

利益과 操業度 사이에 一定한 函數關係가 있다는 前提下에서 損益分岐分析은 線形損益分岐分析과 非線形損益分岐分析으로 區分할 수 있다. 線形損益分岐分析은 線型收益函數와 線型費用函數의 關係에 있어서 靜態의 狀態, 즉 同一한 工場·技術의 不變狀態下에서 企業의 費用과 收益의 關係를 表現한 것이다.³⁾

여기서

π = 利益

P = 單位當 販賣價格⁴⁾

C = 時間當 勞務費

f = 固定費

B = 總收益

TC = 總費用

이라 定義하고 學習曲線의 一般式에서 定義된 數式을 使用할 경우 線型收益函數는

$$B = P_x$$

으로 表示되며 在庫는 存在하지 않는다고 假定하여 企業은 生産한 것을 全部 販賣한다고 본다. 그리고 線型費用函數는⁵⁾

$$T_c = cyx + f$$

로 表示된다. 그런데 利益은 總收益에서 總費用을 減한 것이므로 利益方程式은

$$\pi = P_x - cyx - f \dots \dots \dots 2.1-(1)$$

으로 表示할 수 있다.

傳統的인 線型損益分岐分析은 利用의 簡便性을 위하여 收益과 費用의 形態를 考察하는 데 必要한 關係資料들을 모두 直線으로 單純化할 수 있다고 假定하였다. 이러한 假定은 製品에 대한 需要가 完全히 彈力的인 完全競爭의 市場構造를 가지고 있거나 固定費가 一定變數이고 變動費率이 一定한 期間의 操

2) 高德弼, 「損益分岐分析의 理解」, 淸州大學 商經學會, 商學論叢 16輯, 1974.12, p.69.

3) 鄭守榮, 經營學大辭典, 서울: 博英社, 1980, p.689.

4) 勞務費외에 모든 變動費를 差減한 價格이다.

5) 만일 다른 可變費用이 勞動時間에 比例하여 發生한다면 C 는 이런 費用을 包含한 것으로 定義되어야 한다. 그러나 몇몇 可變費用이 勞動時間과 關係가 있고 서로 다른 比率로 費用이 單位時間當 減少한다면 그것은 學習率로 分離해서 適用이 可能하다.

1) Richard B. Chase, Production and Operation Management, Richard D. Irwin, Inc., Homewood, : Illinois, 1973, pp.492 ~ 493.

業範圍 안에서만 成立한다. 그러나 收穫遞減의 法則이 크게 作用하게 되는 경우 線型的인 收益, 費用函數는 實際로 經濟的 關係를 正確하게 反映하지 못한다.⁶⁾ 이러한 경우에는 非線型損益分岐分析이 使用된다.

非線型 모델은 各 企業에 있어서 機械設備 維持의 必要性 增大, 超過時間手當의 支給, 生産增大을 위하여 正常以上으로 勞動力을 投入함으로써 發生하는 非效率性 등으로 말미암아 生産量이 增加할 때 單位當 總費用이 增加하는 경우에 適合한 것이며 市場構造의 實際環境을 더욱 正確히 表現할 수 있는 것이다.⁷⁾

2·2 CVP 分析에 있어서 假定의 限界

以上에서 CVP分析은⁸⁾ 複雜한 意思決定現象을 單純化하고 있다는 것을 假定하고 있음을 알 수 있다. 이러한 單純化는 CVP分析의 效率性을 여러가지 면에서 制約하는 것이지만 單純化한 模型이 複雜化한 模型보다 더 나쁜 結果를 가져온다 할지라도, 저명한 意思決定模型으로부터 얻은 原價節減額이 그것을 利用함에 따르는 利點의 減少를 超過하는 限 單純化는 充分히 合理化될 수가 있는 것이다.⁹⁾ 그런데 CVP分析의 妥當性은 使用되는 資料의 限界와 正確性에 比例한다고 볼 수 있으므로 有用한 分析結果를 얻기 위해서는 使用된 資料와 分析方法의 修正이 이루어져야 한다. 그렇다고 使用된 資料의 諸假定과 限界가 有用性을 저해하는 것은 아니고 問題는 假定과 限界를 認識함으로써 分析結果 내지 方法을 修正하는 일이다.¹⁰⁾

Charles T. Horngren이 提示하는 CVP 分析의 諸假定을 列擧하면 다음과 같다.¹¹⁾

① 費用과 收益에 대한 行態 - 여러가지 影響에 대한 原價의 反應 - 는 決定되어 있고 單位當 變動費가 一定하여 關聯範圍內에서는 線型이다. 費用函數가 이와 같이 線型이라는 假定은 많은 實證의 研究로부터 一般적으로 妥當하다는 것이 確認되었다.

② 모든 費用은 固定費와 變動費로 分離된다.

③ 固定費는 關聯範圍內에서는 一定하다.

④ 變動費는 操業度에 比例한다.

⑤ 製品의 製造, 管理, 販賣價格은 一定하다.

⑥ 費用要素의 價格은 一定하다.

⑦ 能率과 生産性은 一定하다.

⑧ 單一製品을 生産한다. 또는 操業度의 變化에 따라 賣出配合은 一定하다. 그리고 數個의 製品이 生産되고 있을 경우 製品 Mix가 一定하며 實際販賣實績은 同一比率로 이루어진다.

⑨ 費用과 收益은 操業度에 따라 比較된다.

⑩ 操業度는 費用에 影響을 미치는 唯一한 關聯要素이다.¹²⁾

⑪ 期初在庫額과 期末在庫額의 變動은 거의 없다.

그러나 CVP에 있어서 諸假定에 대한 限界는 다음과 같다.¹³⁾

① 販賣量의 多寡가 製品의 價格에 影響을 미치므로 販賣量의 多寡에 關係없이 單位當販賣價格이 一定하다고 할 수는 없으며 變動費는 一定生産量을 넘어서면 遞增하므로 變動費率이 一定하다는 假定도 非合理的이다. 예컨대 生産販賣量의 增加는 市場價格의 下落을 招來하며 製品需要가 急激히 增加하여 超過作業時間으로 인한 手當支級이 있을 경우 變動費率은 變化한다.

② 正確한 費用分解가 困難하다. 이것은 準變動費의 경우 특히 그렇다.¹⁴⁾ 또한 固定費가 一定이란 假定도 生産增加의 必要로 인한 遊休施設의 稼動, 新資本材의 建設이 있을 경우 不合理한 前提이다. 그러므로 損益分岐分析을 一定期間 特定生産量範圍에서만 妥當하다고 할 수 있다.

③ 分析에 使用되는 情報資料는 그것이 將來 經營管理에 利用되는 것일지라도 過去의 歷史的 關係를 基礎로 한 것이다. 그러나 이 歷史的 關係는 安定的인 것이 아니며 더욱 分析·判斷하려고 하는 것은 歷史的 關係가 아니라 將來의 費用, 收益, 利益의 關係이다. 따라서 이러한 關係豫測을 傳統的 損

6) 鄭守榮, 前掲書, p. 1129.

7) 非線型損益分岐分析에서 損益分岐點과 利益極大化의 操業度는 微分計算을 통하여 求할 수 있다.

8) 本稿에서는 損益分岐分析을 廣義의 概念으로 把握하였으며, 以下에서는 CVP分析으로만 그 概念을 限定하여 使用하고자 한다.

9) Charles T. Horngren, *Cost Accounting*, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982, p. 297.

10) 高德弼, 前掲書, p. 84.

11) Charles T. Horngren, *op. cit.*, pp. 50 ~ 51.

12) 勿論 다른 要素들도 原價와 販賣에 影響을 미친다. 그러나 보통의 CVP分析은 이들 要素가 無視된채 單純化되어 있다.

13) 高德弼, 前掲書, pp. 85 ~ 86.

14) 準變動費는 操業도가 0인 경우에 發生하는 固定費 部門과 操業度の 增減에 따라 變化하는 變動費 部門으로 構成된 原價要素로 電氣料나 水道料 등이 있다. CVP分析에서는 準變動費의 分類가 問題되지만 前者는 合計額으로 表示할 수 있으며 後者는 比率 또는 百分率로 表示할 수 있다.

益分岐分析에서는考慮하지 않으므로 해서 危險과 不確實性을 수반하는 것이다.

④ 利益이 販賣量만의 函數라는 前提도 不合理하다. 利益은 이외에도 生産計劃의 變化, 販賣努力의 強度, 市場의 非人的 要素, 其他 企業環境變化 등에 따라 變化한다.

⑤ CVP分析은 長期計劃에는 利用될 수가 없다. 資本의 支出, 研究開發費 등에서 實現되는 利益은 短期에 實現될 수가 없다.

⑥ 製品 Mix에 있어서 分析은 單一製品에 關한 것일 때 가장 有用하다. 多品種의 製品을 生産·販賣하고 있는 경우 製品 Mix가 變化한다면 單一圖表 分析으로는 不可하다.

⑦ 材料費가 原價의 主要項目을 構成하고 있으며 材料價格의 變動이 심하여 製品 Mix가 크게 變하게 되는 製品間에 利益率이 크게 다른 경우와 廣告와 販賣促進이 重要하고 크게 變動하는 경우, 製品設計와 技術이 短期에 繼續의으로 變할 경우에는 사실상 CVP分析은 無用하다.

그러므로 CVP分析이 提供하는 모든 情報은 短期의인 것이고 반드시 特定期間, 一定範圍의 諸條件에 있어서 安定性이라고 하는 制約을 받는다 할 수 있다. 보다 信憑性있는 意思決定이 되기 위하여는 그 意思決定狀況이 比較的 安定的이어서 急激하게 變動하지 않아야 하기 때문이다. 그러나 經營이란 靜態의인 것이 아니고 動態의인 現象이다. 따라서 위와 같은 諸假定과 限界를 認識하고 再檢討할 수만 있다면 CVP分析은 重要한 管理道具가 될 수 있다.

3. 學習曲線理論

一般的으로 처음 作業을 始作하는 사람은 作業速度가 느리고 作業方法이 서툴거나 또는 道具의 使用, 作業에 대한 知識이 부족함으로 인하여 生産性이 낮거나 혹은 資源의 浪費率이 높다. 그러나 作業者가 同一作業을 長期間 反復的으로 繼續하면 人間의 適應力에 의하여 점점 더 빠른 時間에 作業을 遂行할 수 있게 된다는 事實은 經驗을 통하여 잘 알 수 있다. 이것은 學習, 즉 能率向上 때문이다. 勿論 作業者의 能率が 어느 水準에 이르러서는 一定하다고 생각해도 좋으나 새로운 作業이 始作되는 경우에 反復的 作業을 하면 大部分이 점차 보다 적은 時間으로 作業을 遂行할 수 있게 된다는 것이다. 그러나 이미 言及되었지만 많은 企業들은 이러한 能率向上을 考慮하지 않음으로써 지금까지 企業이 設定해 왔던 標準作業時間은 恒常 어떠한 誤差가 存在하게 되었던 것이다.

事實 各 作業을 遂行하는 데 必要한 時間의 豫測

은 시스템을 計劃하는 데 반드시 必要하다. 이러한 豫測은 여러 方法으로 測定될 수 있으나 實際 作業을 遂行해 나가는 경우에 많은 誤差가 存在하는 原因으로는 이제껏 알 수 없었던 技術的 어려움, 原料供給의 부진, 從業員의 問題 等 여러가지 理由로 發生하여 工程을 지연시킨다. 그리고 計劃을 樹立할 때 作業을 되풀이하면 할수록 熟達되어 效率이 增進된다는 것을 考慮하지 않았으므로 時間測定에 誤差가 發生하는 경우도 있다. 後者の 경우 많은 사람들은 學習效果의 形態가 比較的 規則的으로 向上되므로 미리 豫測할 수 있다는 事實을 알지 못하였을 뿐만 아니라 學習效果가 個別的 作業에 適用되기도 하고¹⁵⁾ 團體나 組織의 行爲에도 適用될 수 있다는 것을 알지 못한 때문이다.¹⁶⁾

이와 같이 作業學習에 의한 效率增進은 特定作業을 遂行하는 데 必要한 作業時間을 減少시킬 뿐만 아니라 結果的으로는 運營費用과 生産費用을 減少시키는 것이다. 그러나 學習曲線理論을 適用함에 있어서는 反復的 作業을 되풀이함으로써 그 效果가 나타내기 때문에 一定時點에 測定되어 設定된 標準作業時間으로는 取扱할 수 없는 것이다. 따라서 學習曲線理論에 있어서는 動的 評價에 의한 時間이 必要하게 되는 것이며 그렇게 하기 위해서는 먼저 學習曲線의 本質 및 發生原因을 알아야 할 것이고 이를 學習曲線으로 圖示하여 計數的으로 把握해야 할 것이다.¹⁷⁾

3.1 學習曲線의 意義

學習이란 모든 作業을 遂行하는 데 있어서 전보다 더 잘할 수 있다는 생각의 表現이다. 즉 作業者는 作業을 하면서 學習하고 作業을 反復할수록 能率이 向上된다는 것이다. 이러한 現象은 人間이 同一 또는 類似한 作業을 反復的으로 行할 때 그 作業에 어느 程度 習慣化되는 要素를 包含하고 있으며¹⁸⁾ 人間의 모든 樣相은 學習經驗에 感應하는 性向이 있기 때문이다.¹⁹⁾ 이러한 人間의 性向을 經營問題에 普

15) Frank J. Andress, "The Learning Carve As a Production Tool", *Haward Business Review*, January - February 1954, p.1.

16) 郭秀壹, 生産管理, 서울大學校 出版部, 1974, p.206.

17) 李舜堯, 新工程管理論, 서울: 博英社, 1978, p.100.

18) Paul Pigurs, Charles A. Myers, *Personnel Administration*, International Student Edition McGraw - Hill, Inc, 1977, p.165.

19) Lutkans, Ered; *Organizational Behavior*, McGraw - Hill Kogakusha, Ltd, 1977, p.280.

編的으로 適用시키기 위해서는 그 現象을 充分히 理解하고 說明할 수 있어야 하며 統制를 行할 수 있어야 할 것이다. 그리고 人間이 作業을 할 때마다 조금씩 더 잘한다는 思考를 最大限으로 活用하기 위해서는 計數化되어야 할 것이다. 즉 조금 더 잘 한다는 表現 대신에 그 概念을 縮小시켜 同一作業을 反復的으로 遂行하면 學習現象이 發生하고 그 現象에 의해 製品의 累積的 生産量이 增加함에 따라 單位當 作業時間이 一定率로 減少된다고 하여야 할 것이다.²⁰⁾ 이처럼 製品의 累積的 生産量이 增加함에 따라 作業時間이 어느 一定率로 減少되어가는 現象을 學習曲線, 工數遞減曲線(learning curve) 또는 能率改善曲線(performance improvement curve)이라고 부른다. 21, 22)

學習曲線의 減少의 本質은 그 作業에 대한 熟練이 基礎가 된다. 여기서 熟練은 作業者의 熟練을 表示하는 個別的인 것 뿐만 아니라 生産性 向上을 綜合한 것을 意味하며 學習曲線現象의 發生原因을 綜合的인 것과 個別的인 것으로 區分할 수가 있다.²³⁾ 前者는 一般的으로 機械設備의 改善, 治工具의 改善, 設計의 改良, 製造技術의 改善, 不良品 發生의 減少 및 賃金制度의 刺戟度 等に 의한 것이고, 後者는 單純히 作業者의 學習에 의하여 發生한다. 勿論 이러한 要因들이 學習效果比率의 決定에 重大한 影響을 미치는 要因들이기도 하지만 以外에도 作業者와 監督者가 그 職務에 대하여 가지는 親密感, 作業者 및 監督者가 그 職務에 從事하는 期間, 그리고 作業者 및 管理者에 의한 學習效果의 期待라고 하는 要因도 學習率의 決定에 重大한 影響을 미치는 것들이다. 以上에서 列舉된 要素들은 完全히 理解될 수는 없을 뿐 아니라 計劃的으로 表示하기 쉬운 일은 아니다.²⁴⁾ 그러나 이들 兩現象에서 共通的으로 發生하는 能率向上은 比較的 規則的이어서 豫則이 可能하며 이러한 向上率 測定을 위한 科學的인 正確性을 提供하기 위하여 一聯의 數學的 表現이 確立되었다.

그리고 學習曲線에 있어서 가장 重要한 點은 兩對數圖表(log-log graph)에서 直線으로 나타난다는 것, 즉 累積平均單位時間이 累積生産量에 따라서 對數線型으로 나타난다는 것이다. 曲線으로 表示한

다면 한 單位에서 다음 單位까지 絕對量의 減少를 좀더 細密하게 나타낼 수 있지만²⁵⁾ 實際로 利用하기에는 直線으로 表示하는 것이 훨씬 더 便利하다.²⁶⁾ 兩對數圖表에 學習現象을 圖示한다면 實際的인 資料가 圖示될 때 學習率의 把握이 容易해지고 計劃된 進度和 比較하면서 實際的 學習率을 觀察함으로써 計劃의 正確性을 分明하게 評價할 수 있는 利點이 있다.²⁷⁾ 따라서 各 單位에서 單位當 生産所要時間과 單位當 累積平均時間, 損益分岐點에 이르는 生産量單位를 쉽게 알 수 있게 되는 것이다.

3·2 學習曲線의 形態

Frank J. Andress에 의하면 學習現象을 發生시키는 重要한 要因으로서, 첫째 作業者와 經營者가 理論上으로 習得한 學習과, 둘째 經營革新 또는 技術革新으로 指摘하고 있다.²⁸⁾ 學習曲線이 圖表上으로 나타난 形態로 보아서 理論上으로 習得한 學習이 主要한 效果가 있다는 것이다. 勞動時間의 減少는 比較的 유연한 形態로 나타나고 다른 要因들은 不規則하게 그려지기 때문이다. 그리고 學習에 대한 機會가 많으면 많을수록 曲線은 더욱 더 경사가 急하게 나타나는 것은 航空機産業의 經驗으로 이미 立證되었다. 또한 學習曲線은 作業의 性質에 따라서 서로 다른 形態로 그려진다. 以上에서와 같이 理論的 學習이 重要한 要因이라면 作業의 性質에 따라 作業者를 訓練·開發시킬 수 있는 方法을 各 作業의 性質에 따라 學習曲線을 圖示함으로써 把握할 수 있으리라 생각한다.

一般的으로 增축은 反應程度를, 횡축은 施行回數나 時間으로 表示되는 經驗의 量을 나타낸다고 할 경우 學習曲線의 4 가지 形態를 들면 다음과 같다.²⁹⁾

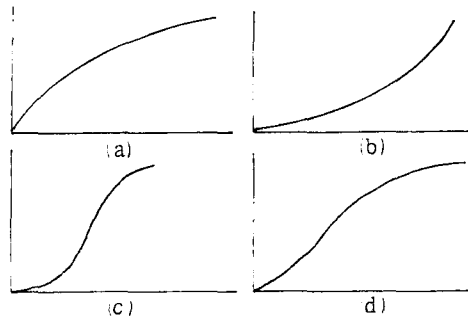


그림 1.

20) 單位當 直接勞動 投入量의 減少나 作業時間의 減少는 同一한 勞働力과 同一한 作業時間으로 보 다 많은 製品을 生出해 낼 수 있음을 意味한다.

21) Richard B. Chase ; *op. cit.*, p. 486.

22) 以下에서는 名稱을 學習曲線만으로 使用하고자 한다.

23) 李舜堯, 前掲書, p. 101.

24) 郭秀奎, 前掲書, p. 212.

25) Frank J. Andress, *op. cit.*, p. 3.

26) Charles T. Horngien, p. 297, *op. cit.*, p. 297.

27) 金五潭, 「學習曲線과 構入基準設定」, 淸州大學 經濟學會, 經濟論叢 16輯, 1974, p. 59.

28) Frank J. Andress, *op. cit.*, p. 3.

29) Luthans, Fred, *op. cit.*, pp. 285~288.

(1) 遞減曲線：〈圖-1〉에서 (a)의 曲線은 遞減하는 形態이므로 遞減曲線이라 불리운다. 이 曲線은 學習現象이 發生하는 가장 一般的인 形態로서 大部分의 精神的·肉體的 作業의 學習은 遞減形態를 보인다. 初期에는 學習에 대한 상당한 進展이 있다가 學習效果는 점차 遞減的인 速度로 進行되며 終局에 가서는 전혀 學習現象이 發生하지 않는 지점에 이르게 된다. 現代組織에서 이루어지는 大部分의 專門化되고 定型화된 作業遂行에 있어서의 學習은 遞減的인 學習曲線을 따르는 傾向이 있다.

(2) 遞增曲線：(b)曲線은 (a)와 正反對의 形態로 學習效果가 점차 增加하는 樣相을 보여주고 있다. (b)曲線은 (a)에 比하면 보기 드문 경우로서 한 個人이 전혀 生소한 精神的 業務나 肉體的 業務를 學習하는 경우에 發生한다. 즉 Staff 職으로서 特定職務를 遂行하여야 할 市場調査担当者라든가 技術者 또는 高度의 熟練을 必要로 하는 職務를 遂行해야 할 作業者가 學習을 하는 경우에 發生한다. 위와 같은 경우 初期의 學習은 그 速度가 느리게 進行되다가 一定時間이 지난 後에는 상당한 速度로 進行되는 것으로 알려져 왔다.

(3) S 曲線：(c)曲線은 S 曲線이라 불리운다. 이 曲線은 實際로 遞減曲線과 遞增曲線의 複合形態이다. 學習을 해야 할 作業者가 學習狀況에 대하여 전혀 經驗이 없다면 理論上으로 모든 學習現象은 S 曲線形態로 나타나게 될 것이다. S 曲線은 比較的 亂解하고 洞察力을 要하는 生소한 業務를 學習하는 경우에 가장 可能性이 크게 發生한다. 예컨대, 技術産業分野에서 高度의 熟練된 業務를 學習하는 경우에는 學習曲線이 S 形態로 나타나게 될 것이다.

(4) 平曲線：(d)曲線은 學習의 平行狀態를 보여 주고 있다.³⁰⁾ 많은 學習現象은 滿足스러울 만큼 進行되듯이 보이지만 어느 程度 進展이 있는 後에는 그 以上 學習現象은 전혀 發生하지 않는 지점에 이르게 된다. 이처럼 學習現象이 施行回數나 作業 反復回數와 平行됨으로 이 曲線은 平曲線으로 불린다. 大部分의 單純하고 簡單한 業務의 學習일 경우 이러한 樣相을 나타내게 되는데 이러한 類型의 曲線은 下級の 業務를 擔當하는 作業者들로 인하여 그려지고 있다. 이 경우 學習을 增進시키기 위하여는 무엇인가 刺戟이 있어야 하며 作業者들이 平曲線狀態에서 脫皮하려면 行動科學的인 技法이 必要하다.

그러나 모든 學習의 樣相이 이들 4 個의 學習曲線들과 그대로 一致하는 것은 아니다. 위와 같은 曲線들은 特定曲線形態를 나타내는 特定作業에 대한 學習과 함께 學習獲得의 主要形態를 보여 주고 있다.

30) 平行은 停止됨을 意味한다.

以上에서 特定作業에 있어서 學習曲線의 適用에 대하여 要約하면 다음과 같다.

첫째, 業務가 生소한 場合일수록 學習速度가 初期에는 느렸다가 점차 빨라진다.

둘째, 精巧한 技術의 學習일 경우 一定한 期間(長期 또는 短期)에 걸쳐서 새로운 施行은 그 努力과 一致하는 學習進展을 招來한다.

셋째, 學習의 最終段階에 到達함에 따라 學習進展은 느려지고 작은 學習效果를 期待하기 위해서는 보다 많은 施行이 要求된다.

3·3 學習曲線의 性質

學習理論의 適用技術, 變化 및 信憑性을 理解하기 위해서는 學習曲線의 性質을 알아둘 必要가 있다. 曲線의 形態에서 學習의 傾向은 作業의 性質에 따라 다르다는 것을 앞절에서 擧げ되었다. 學習의 傾向은 實際로는 工場에서 實績值에 의한 圖表를 作成해 보므로써 標準學習率이 計算이 되며 一般의 性質을 列擧하면 다음과 같다.³¹⁾

① 學習率은 作業의 種類에 따라 대체로 一定하다.

② 學習率은 手工業이 차지하는 比率이나 作業의 複雜性에 따라 變化하는 것으로 보통 다음 順序대로 크게 되는 傾向이 있다.

- ㉠ 機械加工
- ㉡ 部品加工
- ㉢ 小型物組立
- ㉣ 大型物組立

實際로 學習率은 約 60%부터 學習效果가 전혀 없는 100%까지 變化한다.³²⁾

③ 學習曲線은 完全한 雙曲線이 아니고, 어느 生産量 以上에서는 橫軸에 따라 平行인 直線이 된다.

④ 어느 정도 繼續된 後 作業方法을 變更할 경우 學習曲線은 急激히 低下한다.³³⁾

⑤ 學習率의 表示方法은 보통 生産量을 倍增시켰을 경우 作業時間의 比率로 表示된다.

⑥ 一般式은 $y = ax^b$ 로 表示된다.

여기서

y = 製品 x 單位 生産時 製品單位當 累積平均 生産時間

a = 最初 單位 生産時間

x = 生産된 製品數量

31) 李震圭, 工業經營과 生産管理, 서울: 研修社, 1977, pp. 207 ~ 208.

32) 郭秀壹, 前掲書, p. 211.

33) 예컨대 手工業의 機械化나 流動作業으로 移向시킬 경우 등이다.

$b = \text{學習指數}^{34)}$

$R = \text{學習率}$

이라고 定義하면 學習曲線의 一般式은 다음과 같이 誘導된다. 每期의 累積의 生産量이 倍增될 경우에 使用되는 學習曲線 모델은 單位當 平均時間이 前期 生産量의 平均生産時間의 $R\%$ 로 表示된다. 그리고 m 은 生産量을 倍增시킨 횟수를 나타낸다고 하면 單位當 累積平均時間은

$$y = aR^m \dots\dots\dots 3.3-(1)$$

累積의 生産量은

$$x = 2^m \dots\dots\dots 3.3-(2)$$

으로 表示할 수 있다. 3.3-(2)式에서 指數를 取하여 m 에 대한 解를 求하고

$$x = 2^m$$

$$\log x = m \log 2$$

$$m = \log x / \log 2$$

3.3-(1)式에 代入하면

$$y = aR \log x / \log 2 \dots\dots\dots 3.3-(3)$$

이 된다. 다시 (3)式을 指數로 取하면

$$\log y = \log a + (\log x / \log 2) \cdot \log R$$

여기에서 $\log R / \log 2 = b$ 로 代치하면

$$\log y = \log a + b \log x \dots\dots\dots 3.3-(4)$$

3.3-(4)式에서 Anti-log를 取하면 學習曲線의 一般式

$$y = ax^b \dots\dots\dots 3.3-(5)$$

를 얻을 수 있게 된다.

여기서 b 는 $0 > b > -1$ 의 음의 常數이고 對數線型學習曲線의 重要한 性質의 하나는 x 의 比例의인 增加에 대하여 y 의 一定한 比例의 減少라는 것이다. 이러한 x 의 比例의 增加에 대한 y 의 比例의 減少는 주어진 b 에 대하여 一定한 것이다. 그리고 平均時間學習曲線에서 R 의 最大範圍는 $0.50 < R < 1$ 이다.³⁵⁾ 만일 $R=1$ 이라면 學習現象은 전혀 發生하지 않으면 $R=0.50$ 일 경우에는 生産量을 倍增시켜도 總時間은 不變이지만 그러한 現象은 稀薄로 發生하지 않는다.

學習曲線의 一般式 $y = ax^b$ 에 의해서 累積平均 單位時間과 總所要勞動時間, 單位當時間을 推定할 수 있다.³⁶⁾ 累積平均時間은 一般式으로 算出해 낼 수 있고 總所要時間은 (5)式的 y 가 累積의 平均時

間이므로 總 x 개를 生産할 경우 總所要時間 T 는

$$T = y_x \cdot x$$

$$y_x = ax^b$$

이므로

$$T = ax^b \cdot x$$

$$\therefore T = ax^{1+b}$$

그리고 單位當時間 U_x 의 推定은 總時間으로 부터 推定할 수 있다. 즉 T 는 x 의 函數로서 1부터 x 까지의 總時間을 나타낸 것이므로 T 를 x 에 關하여 微分하면 求할 수 있게 된다.

$$\frac{dT}{dx} = (1+b) \cdot ax^b$$

$$y = ax^b$$

이므로

$$U_x = (1+b) y_x$$

이다.

다시 말하면 x 單位까지의 累積平均單位時間 y_x 를 $(1+b)$ 배한 값이 x 번째의 單位當 時間 U_x 가 된다.

4. CVP分析에 있어서 學習曲線의 利用

4-1 問題의 題起

非線型費用函數를 混合시켜 CVP分析을 위해 開發된 損益分岐方程式은 作業者들이 學習效果의 影響을 받은 것으로 表示가 된다. 이 모델이 學習의 效果를 考慮한 것이라면 이미 列擧되었던 CVP分析의 諸假定中에서 學習曲線을 適用시키기 위해서는 學習效果의 影響을 받는 變數의 假定은 正當化될 수 없는 것이 있다.

線型費用函數의 諸假定中에서 企業의 勞動力은 熟練程度가 同質的인 集團이거나 勞動力 混合에 있어서 몇箇의 集團으로 分類한 同質的인 小集團의 集合을 全的으로 假定하여 勞動 生産性은 一定不變이라 前提하고 있다.³⁷⁾ 그리고 線型方程式에 있어서 全體生産量은 學習의 效果가 作用하여 作業者들이 作業을 遂行해 나갈 경우 熟練되어 가고 있음을 전혀 考慮치 않고 單位當 作業人의 增加나 減少를 通하여 變化가 됨을 假定하고 있다. 그러나 生産이라는 概念이 새로운 製品이라든가 複雜한 作業技術을 要求한다든가, 또는 勞動集約的인 設計을 包含한다고 할 때, 學習은 生産의 要因이 故로 上記한 假定은 正當化될 수 없다. 그리고 새로운 製品이 아닌 既存 製品의 경우라도 人事移動이 頻번하고 서로 影響된

34) 學習率 R 을 反映한 曲線의 기울기를 나타내는 指數로서 $b = \log R / \log 2$ 로 定義된다.

35) E. V. McIntyre, "Cost - Volume - Profit Analysis Adjusted for Learning", *Management Science*, Vol. 24, 1977, 9, p. 159.

36) 金基求, 生産管理, 서울:法文社, 1981, 206~207.

37) Ronald J. Ebert, "Aggregate Planning With Learning Curve Productivity", *Management Science*, Vol. 23, 1976, 9, p. 171.

作業者들에게 學習된 作業이 複雜하다고 하면, 이러한 假定은 역시 正當化될 수가 없다.

많은 數學的 모델이 開發·利用됨으로서 作業者가 關聯作業의 技術에 대해 어느 정도 經驗을 갖게 된 後에는 보다 적은 時間으로 作業을 遂行해 나갈 수 있다는 事實을 알게 되었다. 비록 學習效果만이 그러한 影響을 미치는 것이 아니라 그 以外에도 훨씬 더 많은 要因들이 學習曲線모델을 利用함으로써 獲得하려고 試圖하는 費用節減이나 生産時間短縮에 影響을 미치는 要因들이기는 하지만 費用節減이나 生産時間短縮을 試圖하기 위해 設定된 모델을 代表的으로 學習曲線모델이라고 한다.³⁸⁾

生産增加와 關聯된 生産時間의 減少는 生産量 x 번째 單位의 限界時間의 減少라든가 또는 x 單位의 生産량을 生産하는데 素積의 平均時間의 減少로 表現되고 있다.³⁹⁾ 平均時間모델을 利用하고자 할 경우 累積의 平均時間은 生産량이 倍增할 때마다 $(1-R)$ 만큼씩 減少가 됨을 나타내고 있다. 그러므로 2.1-(2)式의 學習曲線모델은 프로젝트나 時間이 考慮되는 基本問題의 CVP 分析에 有用하다. 平均時間모델은 學習效果를 나타내기 위하여 一般的인 CVP 分析의 諸假定에 非線型的 費用函數를 追加한 것이다. 學習函數의 影響을 받는 單位製品的 最初生産期間에 있어서 生産량을 算出해내기 위한 利益方程式은 2.1-(1)式

$$\pi = px - cyx - f \dots\dots\dots$$

로 表示된다. 여기서 3.3-(5)式의 y 를 代入하면

$$\pi = px - cax^{b+1} - f \dots\dots\dots 4.1-(1)$$

를 얻을 수 있게 된다.

2) 式에서는 時間이 經過함에 따라 平均生産費用을 減少시키는 學習要因을 包含하고 있으며 平均生産時間은 一定率로 減少하고 있음을 알 수 있다. 그

38) E. V. McIntyre, *op. cit.*, p.150.

39) 平均時間 모델을 利用한 數式的 表現은 限界時間 모델에서도 利用될 수가 있다. 限界時間 모델에 있어서 a, x, b 는 平均時間 모델과 同一한 意味로 使用되나 다만 y 는 x 번째 單位生産시의 限界時間을 나타낸다. 따라서 限界時間 모델은 x 單位를 生産할 때 所要되는 時間이 生産량을 倍增시켰을 경우 $(1-R)$ 로 減少가 됨을 나타내며 限界時間 모델은 平均時間 모델보다 學習率에 좀더 완만하게 나타낸다. 限界時間 모델에서 限界時間, 平均時間, 總時間의 函數를 表示하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{限界時間} &: Y = ax^b \\ \text{平均時間} &: A = ax^b / (b + 1) = y / (b + 1) \\ \text{總時間} &: T = \int_0^x y = ax^{b+1} / (b + 1) \end{aligned}$$

리고 個別單位로서 可用할 수 있는 勞動量이 學習曲線을 따라 減少하고 있음을 意味하고 있다. 그러나 平均生産費用을 減少시키기 위해서는 勞動量이 固定的인 限을 假定해야 한다. 그런데 勞務費를 繼續變動費로서 取扱하는 것은 바람직하나 만일에 一定額의 限界費用만을 가지고 生産량을 增加시킨다거나 減少시킬 수 있다는 意味로 同質的인 固定勞動量을 假定한다는 것은 CVP 分析에 있어서 더 이상은 勞動의 可變性を 許容할 수 없게 된다.⁴⁰⁾ 따라서 이 모델에서 勞動의 可變성이 許容되기 위해서는 該當企業의 勞動力の 變化時間 및 配合에 대하여 假定을 設定할 必要가 있다.

計劃目的을 위해서는 計劃期間의 初期에서 發生하는 勞動力の 可變性を 考慮하는데 큰 어려움이 없을 것이다. 이러한 類型的 可變성은 計劃期間의 初期에 있어서는 充分히 變化시킬 수 있는 同時生産 또는 併行生産이라고 하는 概念을 통하여 모델에 導入될 수 있다. 여기서 전체의 生産工程이 同時에 稼動되는 最初의 生産期間에 있어서 利益函數는

$$\pi = px - nca(x/n)^{b+1} - f \dots\dots 4.1-(2)$$

로 表示된다. 즉 x 개의 生産량은 一名 以上の 作業人員으로 構成된 n 개의 作業班에 의해 生産되는 量이고 따라서 各班은 x/n 個를 生産하게 된다. 만일 生産作業班數가 增加한다면 一定期間中の 生産량은 增加하게 됨을 알 수 있게 된다. 그러나 特定한 單位製品에 대한 平均時間은 增加한다. 왜냐하면 보다 많은 數의 作業人員이 學習을 하면서 生産活動을 遂行하게 되기 때문이다. 만일 作業者들의 熟練程度가 다름으로 인하여 生産期間에 따라서 다른 學習媒介變數를 創出한다면 4.1-(2) 式에서는 平均熟練水準과 生産率이 總和함으로써 그런 差異는 修正되어 適用될 수 있다. 즉,

$$\pi = p \sum_{i=1}^n x_i - c \sum_{i=1}^n a_i x_i^{b+1} - f \dots 4.1-(3)$$

으로 表示할 수 있게 된다. 위 式에서 a_i 와 b_i 는 i 번째 操業中에서 適用할 수 있는 熟練水準의 媒介變數를 意味하고 x_i 는 一定期間中에 있어서 學習進展의 影響을 받는 새로운 商品을 考慮하였기 때문에 위 方程式에서 各製品的 Line은 거의 같은 技術水準에서 始作함을 假定하게 된다. 이러한 意味에서 4.1-(2)式은 $n=1$ 일 때 4.1-(2)式과 一致하기 때문에 4.1-(1)式 보다는 4.1-(1)式을 利用하게 된다.

一定水準의 生産량과 販賣量에서 累積的 利益은 4.1-(2)式에서 直接 算出해낼 수가 있다. 累積的 生産량이 最初로 損益分岐點에 이를 때의 生産량을 算出하

40) E. V. McIntyre, *op. cit.*, p.149.

기 위해서는 4.1-(2)식을 0으로 놓고 x 를 풀 수 있게 된다. 4.1-(2)식은 指數를 포함하고 있는 固定費가 存在하기 때문에 損益分岐點에 의한 一般의인 解의 提示는 不可能하다. 여기서 累積的 損益分岐量은 特別한 값을 갖는 媒介變數로 決定되고 $\pi=0$ 으로 놓고 4.1-(2) 式을 解決하는 連續的인 接近方法이 利用된다.

4.2 學習曲線通用의 效果

CVP分析의 變數 가운데 學習效果를 考慮할 경우 勞動의 生産性이 一定不變이라고 하는 假定은 正常化될 수 없다는 것을 앞節을 通해서 알았다. 따라서 學習效果의 影響을 받는 變數를 考慮한 모델은

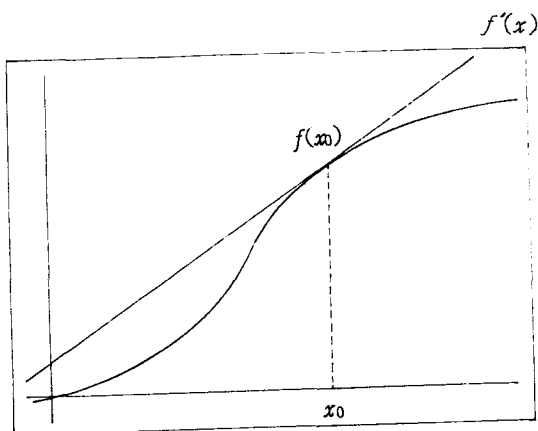


圖 2.

$$\pi = px - cax^{b+1} - f$$

이고 이 모델은 非線型 CVP分析을 混合한 모델로서 曲線의 形態로 나타나는데 (圖-2)와 같은 形態로 그려진다. x_0 점에서 이 曲線의 기울기를 구하면 $f'(x_0)$ 가 된다. 따라서

$$f(x_0) = f'(x_0) \cdot x_0 + b \dots\dots\dots 4.2-(1)$$

$$b = f(x_0) - f'(x_0) \cdot x_0 \dots\dots\dots 4.2-(2)$$

가 된다. (2)를 (1)에 代入하면

$$f(x_0) = f'(x_0) \cdot x_0 + f(x_0) - f'(x_0) \cdot x_0$$

$$0 = f'(x_0) \cdot x_1 + f(x_0) - f'(x_0) \cdot x_0$$

여기서 直線의 기울기를 $f'(x_0)$ 라고 할 때 $f(x_0)$ 는 無限히 0(zero)에 가까운 값을 갖는다. 그리고 x_0 는 初期의 生産量을 x_1 은 그 다음 單位의 生産量을 意味할 때

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \dots\dots\dots 4.2-3$$

로 算出될 수 있다.

위의 모델에서 生産量이 4.2-3)式으로 算出된다고 할 때 學習效果를 考慮하였을 경우와 考慮하지 않았을 경우 損益分岐量에 이르는 生産量이 어떠한 差로 나타나는가를 알아보기 위하여 다음과 같은 例을 들어 보겠다.

製品의 單位當 販賣價格이 4,000이고 時間當 勞務費가 1,000 最初生産에는 2時間이 所要되고 固定費는 600,000이다. 그리고 作業은 80% 學習率로 進展되어 가고 있다고 한다.

學習效果를 考慮하지 않은 CVP分析의 損益分岐點生産量은 300個이다. 그런데 學習率이 80%로 나타났을 때 學習指數는 $b = \frac{\log 0.8}{\log 2} = -0.322$

이다. 그러므로

$$\pi = px - cax^{b+1} - f$$

$$f(x) = 4,000x - 2,000x^{0.678} - 600,000$$

$$f'(x) = 4,000 - 1,356x^{-0.322}$$

여기서 4.2-(3) 式에 의해 解를 구하면 80% 學習率이 表示되었을 경우 損益分岐點生産量은 166個가 된다. (4)

이와 같이 學習效果를 考慮하였을 경우의 損益分岐點生産數量은 크게 낮아짐을 알 수가 있다. 損益分岐點이 낮아진다는 것은 單位當 販賣價格과 固定費用이 一定하다고 假定할 경우 變動費가 引下됨을 意味한다. 따라서 損益分岐點이 낮아진다는 것은 그만큼 利益實現의 可能性이 커진다는 것을 意味하는 것이다.

5. 結 論

以上에서와 같이 CVP分析의 變數들 중에서 學習效果의 影響을 받는 變數중 勞務費와 關聯해서 學習曲線을 適用시켰을 경우 本來의 損益分岐...의 生産量은 커다란 差가 發生함을 알았다. 特定的 狀況下에서 學習曲線을 適用시킨 數學的 모델에 의해 產出된 結果의 有用性 여부는 CVP分析의 諸假定의 範圍內에서 그 適用이 制限되어야 할 것이다. 만일에 學習效果를 考慮한 모델을 使用함에 있어서 損益分岐點의 生産量과 利益水準이 學習率을 推定하는데 어떠한 誤差가 發生함으로써 해서 올바른 解가 算出되지 않을 때는 感度分析을 通하여 그 誤差는 解決될 수 있다.

모델을 통한 解의 最適性은 固定的인 條件下에서 算出되는 것이지만 條件이라는 것은 보통의 경우 可變的인 것이므로 變化되는 條件下에서 最適解를 發見하는 것이 將來의 狀況이 보다 適當的인 姿勢라고 생각한다. 學習效果를 考慮한 CVP分析의 모델을

여기서 變數의 값은 實證的인 資料에 의한 것이 아니라 任意로 選定된 것이고 따라서 80%의 學習率을 考慮하였을 경우의 損益分岐點 生産量과 考慮하지 않았을 경우의 生産量은 比較的 큰 差로 發生한다.

사용함으로써 CVP 분석의 條件을 變化시키면서 實驗을 해 나갈 수 있으며 따라서 이 모델은 實際를 單純化한 表現이라는 固定的 觀念을 벗어나 그 以上の 것을 意味하게 된다. 즉 모델의 사용으로 蓄積된 知識은 하나의 理論的 體系를 形成하며 類似的 狀況에 대한 強力한 應用道具로 利用될 수 있다는 것이다.

그러나 반면에 이러한 모델을 사용함에 있어서는 危險性도 存在한다. 意思決定者는 모델을 맹목적으로 信賴하기 쉬운데 사실 모델이란 實際의 單純化한 形態이며 다루기 容易하도록 操作된 것이다. 特別히 學習曲線은 모든 面에 다 適用될 수는 없는 것이며 이 方法은 한 組織內에서 統計的인 方法에 의한 平均學習效果를 測定하는 것이므로 統計的인 平均값의 사용과 人間의 行爲를 豫測하는 데 대한 限界가 생기게 된다. 그러므로 學習曲線理論을 適用시키기 위한 前提 條件으로서 가장 重要한 것은 關聯된 原價資料를 把握하는 것이다.

그리고 이 모델에서 다루기 어려운 要因들, 特別히 組織改善에 關聯된 作業者의 士氣, 能率向上의 意欲, 人間關係 등의 定性的 要因들이 度外視되기 쉽다.

따라서 모델을 設定하는 段階에서 除外된 要因들에 대한 充分한 考慮라든가 方法에 대한 限界性을 充分히 理解한 後에 모델이 사용된다면 이 모델은 內部統制 및 計劃에 效果的인 管理道具가 될 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 이순요, 新工程管理論, 서울:博英社, 1978.
- 2) 李震圭, 工業經營과 生産管理, 서울:研修社, 1977.
- 3) 朴景洙, 經營工學概論 - 生産 및 操業管理演習, 서울:塔出版社, 1978.
- 4) 金基永, 生産管理, 서울:法文社, 1981.
- 5) 金海天, 現代生産管理論, 서울:博英社, 1980.
- 6) 李順龍, 生産管理論, 서울:法文社, 1979.
- 7) 金海天外, 經營意思決定論, 서울:博英社, 1979.
- 8) 郭秀晝, 生産管理, 서울大學校 出版部, 1974.
- 9) 梁貴茲, 現代管理會計, 서울:博英社, 1982.
- 10) 鄭守永, 經營學大辭典, 서울:博英社, 1980.
- 11) 淸州大學商經營學會, 商學論叢, 제 16 집, 1974.
- 12) Andress, Frank J., "The Learning Curve As a Production Tool", *Harvard Business Review*, January - February, 1954.
- 13) Chase, Richard B., *Production and Operations Management, Inc.*, Howe - Wood, Illinois : Richard P. Irwin, 1973.
- 14) Ebert, Ronald J., "Aggregate Planning with Learning Curve Productivity", *Management Science*, Vol.23, No.2, 1976, p.
- 15) Fred, Luthans, *Organizational Behavior*, New York : McGraw - Hill, Kogahusha, Ltd., 1977.
- 16) Hoffmann, Thomas R., *Production Management and Manufacturing Systems*, Belmont California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1967.
- 17) Horngren, Charles T., *Cost Accounting a Managerial Emphasis*, Englewood Cliffs, Prentice - Hall, Inc., 1982.
- 18) Howell, James E., & Daniee Teichroew, *Mathematical Analysis for Business Decisions*, Revised Edition, Irwin - Dorsey Limited, 1971.
- 19) Lucas, Henry C., & Norman R. Nielsen, "The Impact of the Mode of Information Presentation on Learning and Performance", *Management Science*, Vol.26, No.10, 1980, p.
- 20) Magee, John F., & David M. Boodman, *Production Planning and Inventory Control*, New York : McGraw - Hill Book Co., 1967.
- 21) McCormick, Ernest J., *Human Factors in Engineering and Design*, New York : McGraw - Hill, Inc., 1976.
- 22) McIntyre, E. V., "Cost - Volume - Profit Analysis Adjusted for Learning", *Management Science*, Vol.24, 1979.1.
- 23) Morse, Wayne J., *Cost Accounting - Processing Evaluating and Using Cost Data*, Addison - Wesley Publishing Company, 1981.
- 24) Pigors, Paul & Charles A. Myers., *Personel Administration*, International Student Edition, New York : McGraw - Hill, Inc., 1977.
- 25) Starr, Martin K., *Systems Management of Operations*, Englewood Cliffs, N.J. : Prentice - Hall, Inc., 1971.
- 26) Wamer, Norman Keith., "Learning Curves, Production Rate, And Program Costs", *Management Science*, Vol.25, No.4, 1979.4.