

에너지原單位基準設定에 관한 研究

— 清凉飲料, 製菓 및 호텔을 중심으로 —

金 正 年

〈目 次〉	
I. 序 言	IV. Y製菓의 에너지原單位分析
II. 에너지原單位管理上の 留意事項	V. Z호텔의 에너지原單位分析
III. X飲料의 에너지原單位分析	VI. 原單位分析過程의 要約
	VII. 結論 및 提言

I. 序 言

일반적으로 製造業뿐만 아니라 서어비스業에 있어서도, 生産의 投入要素로서의 에너지 (電力 및 燃料)가 原價에서 점하는 比重은 상당히 높다고 할 수 있다. 특히 오일쇼크 이후의 에너지 價格變動은 豫測을 不許하며 國際적으로 심각해진 資源問題와 더불어 에너지의 合理的인 管理에 대한 重要性을 새로이 인식하게 되었다. 또한 보다 科學的인 方法에 의하여 에너지를 관리할 수 있는 方案을 마련하기 위해서는 生産시스템의 内外部的 變動에 따른 에너지消費量의 움직임을 原單位개념의 도입에 의해 測定해 볼 필요가 있을 것 같다.

본 연구에서는 특히 에너지原單位的 움직임이 그 性格을 달리하는 3가지의 業種에 대해 각각의 原單位를 分析한 내용을 간단히 要約해 보고자 한다. 여기서는 사정상 對象企業의 명칭은 X飲料, Y製菓, Z호텔로 부르기로 하고 내용상의 數値는 變形된 것임을 밝혀 둔다.

II. 에너지原單位管理上の 留意事項

原單位에 의거한 에너지管理를 실시하고자 할 경우, 다음과 같은 몇 가지의 문제를 사전에 고려하여 적절하고 精確한 資料(data)를 계속적으로 蒐集·分析하여야 할 것이다.

(1) 적절한 原單位的 選擇

일반적으로 製造企業의 경우에는 一定期間 동안의 에너지 原單位를 산출할 때, 分母로서

筆者: 서울大學校 經營大學 經營研究所 研究員, 서울大學校 經營大學 教授

그 期間동안의 生産量을 사용하고 있다. 이것은 에너지의 使用 자체가 生産을 위해 投入되는 原價要素중의 하나이며, 또한 에너지의 使用에 가장 直接的인 영향을 미치는 變數가 生産量이라는 점에 근거를 두고 있는 개념이다.

그러나 業種에 따라서는 에너지의 投入程度가 각기 다른 여러 종류의 製品을 동시에 生産하는 多品種少量生産의 경우와 같이 總生産量을 일률적인 單位로 規定하기 힘든 경우도 있을 수 있다. 또한 서서비스業의 경우와 같이 生産되는 製品(서서비스) 자체에 의한 에너지 消耗量의 變動보다는 다른 要因에 의한 영향이 더 강하게 나타나는 경우도 있을 수 있다. 전자의 경우 어느정도의 精確度를 가지는 原單位개념을 定立할 것인가 하는 문제가 나타날 것이다. 이 경우 管理의 次元, 즉 어느정도의 水準에서 에너지管理를 하고자 하는가(課單位, 部單位, 또는 全社의 次元 등으로 달라질 수 있음)에 따라 그리고, 그 次元을 높게 설정할 수록 자연히 精確度는 떨어지는 原單位개념을 적용해야 할 것이다. 후자의 경우는 製造業에서의 生産量에 대응되는 產出單位로서의 적합한 개념을 原單位에 적용시킬 수 없다는 문제가 나타난다. 그 이유는 에너지使用量에 직접적으로 영향을 미치는 要素가 특별히 존재하는 것이 아니라 여러가지의 管理 불가능한 外部要因들이 複合되어 間接적으로 작용하는 결과로서 에너지使用量이 정해지는 경향이 강하기 때문이다. 이와 같은 原單位選擇의 문제는 2가지 業種의 事例에서 자세히 설명하기로 한다.

(2) 原單位의 可變的 性格

일반적으로 原單位개념을 에너지 管理에 도입하여 에너지管理가 적절히 이루어졌을때, 原單位는 항상 일정한 값을 가지게 된다고 하는 잘못된 견해를 갖고서 管理에 임하는 傾向을 자주볼 수 있다. 그 이유는 原單位개념이 처음으로 에너지管理에 도입된 對象이 특수한 형태의 單純工程이었기 때문에 이를 一般化 할 수 있는 것으로 잘못 인식한데서 찾아볼 수 있다.

정확히 말해서, 生産量의 增減과는 관계없이 固定的으로 消耗되는 動力이 있을 경우(대부분의 製造工程이 이에 속함), 에너지使用量이 生産量과 거의 완전한 線型性的의 比例關係에 있다고 해도 生産量의 크기에 따라 原單位는 달라지게 된다는 것을 쉽게 알 수 있다. 더구나 生産量 이외에도 여러가지의 管理 불가능한 外生變數들이 에너지使用量에 상당한 영향을 미치게 될 경우에는 原單位 자체를 일정한 값으로 유지할 수 없을 것이다. 따라서 原單位가 일정한 값으로 나타난다는 것이 곧 에너지 管理가 잘되고 있다는 것으로 해석해서도 안될 것이다. 그러므로 原單位의 管理를 위해서는 生産量 및 기타의 外生變數의 상태를 감안한 基準原單位를 生産量의 크기와 기타 要因의 상태에 따라 다르게 결정하는 體系를 세

우고 이에 준하여 管理하는 것이 보다 적절한 方法이라고 할 수 있다.

(3) 生産시스템의 변화에 따른 基準原單位의 變動

일단 현재의 시스템에 적절한 基準原單位는 여러가지 要因들을 감안하여 可變的인 것으로 設定해 놓았다고 해도, 基準原單位의 算出體系(模型) 자체에 變化를 가져오는 生産시스템의 規模 내지 生産方法, 製品種類등의 變動이 있을 수 있다. 이러한 영향으로 인해 模型의 母數(parameter)를 修正하거나, 또는 이값의 변동이 심한 경우에는 模型자체를 달리 設定해야 하는 수도 있을 것이다. 따라서 에너지管理를 정확하게 하려면 定期的으로(月別資料를 사용할 경우에는 보통 6個月에 1회정도) 模型변경의 必要性여부를 검토하여야 할 것이다.

이상과 같은 점들을 사전에 충분히 인식해 둘 필요가 있으며, 이로서 原單位管理는 보다 정확하고 또한 效率的인 結果를 가져올 것이다.

III. X飲料의 에너지原單位分析

X飲料工場의 경우는 清凉飲料를 單單位로 製造하는 單純生産工程을 가지고 있으며, 生産에 소요되는 主要動力源은 電力으로서 月別 生産量과 電力使用量간에 상당히 근사적인 線型關係를 갖고 있다는 것을 지난 3個年(1980, 1981, 1982年)간의 資料에서 알 수 있었다. 生産量과 電力消耗量간에 線型關係를 어느정도 유지하고 있을 경우에는, 生産量을 分母로 하여 算出하는 原單位개념이 가장 적절한 管理指標로서 에너지 管理의 근거를 제시해 주는 것으로 간주 할 수 있다. 따라서 3個年の 資料를 근거로 하여 單純回歸分析에 의해 生産量과 電力使用量간의 線型關係의 方程式을 도출해 본 結果, 다음과 같이 나타났다.

式(1)

$$CKWH=67.10+0.24 CQ$$

(16.87)

$$R^2=0.8934 \text{ S.E.R.}=39.7304 \text{ DW}=1.9794$$

(推定期間: 1980年 1月~1982年 12月)

단, CKWH=月別 電力使用量(單位: 1,000KWH)

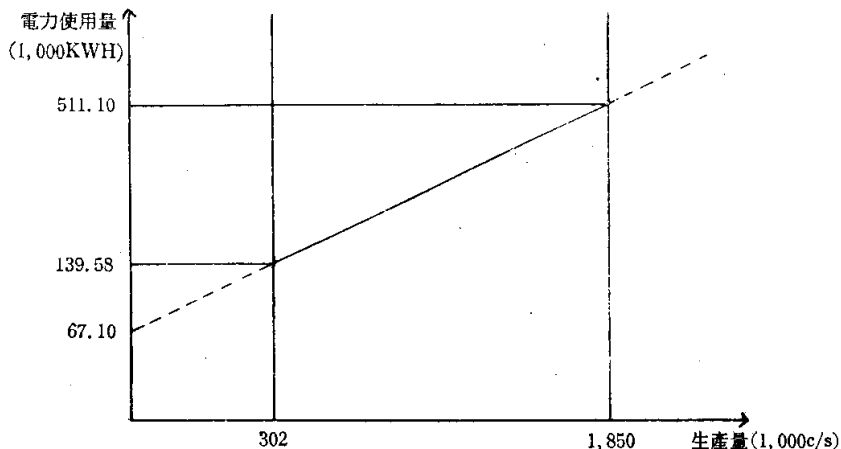
CQ =月別 生産量(單位: 1,000c/s)

먼저 위의 回歸方程式은 지난 3個年間の 實績을 근거로 하여 導出된 것이며, 生産시스템의 상태가 平均的으로 正常狀態를 유지하고 있어 에너지 管理方法 및 生産設備 자체에 변동이 없었던 것으로 假定하고 있다. 따라서 月間生産量도 最低 302,000(c/s)에서 最高

1,850,000 (c/s)까지의 變動範圍內에서 움직일 것으로 假定하고 그 範圍內에서 위의 方程式을 適用하여야 올바른 解析이 될 것이다. 실제로 月別生産量을 時系列을 따라 追跡해 보면 每年 平均 12% 정도씩 增加하고 있음을 알 수 있다. 그러나 現在까지 나타난 範圍에 限定시켜서 生産量과 電力使用量간의 관계가 安定的일 수 있으므로 (물론, 既存의 生産시스템에 變化가 없다는 前提條件下에서), 우선적으로 이 變動範圍內的 生産量에 대하여서만 위의 式(1)이 妥當性을 갖는다고 할 수 있다. 이 範圍를 벗어나는 生産量에 대해서는 回歸 方程式을 일단 再檢討할 需要가 있으며, 또한 長期的 需要의 움직임을 감안한 時系列分析을 해 볼 필요도 있다. X 飲料의 경우 操業度를 고려하여 最大生産量 및 月別 操業水準을 分析에 導入하여 보다 理論的인 妥當性이 있는 生産函數를 導出 할 수도 있다. 그러나 현 시점에서 주어진 資料로서는 위에서와 같은 分析이 最善의 方法일 것 같다. 이해를 돕기 위해 간단한 圖表를 그려 설명하면 다음과 같다.

아래 그래프가 나타내고 있는 것은 生産量이 제일 작은 302,000(c/s)일 때 電力은 139,580(KWH)가 消耗되며, 生産量이 늘어나서 1,850,000(c/s)에 이르기 까지 1,000(c/s)當 (KWH)씩 比例的으로 증가한다는 것을 보여준다. 따라서 명으로 算換해 보면 1명當 $\frac{1}{100}$ (KWH)의 電力이 소모되고 있다고 할 수 있다(이는 限界消耗量이며, 固定的으로 소모되는 量을 감안하면 좀 더 많은 量이 배부되어야 할 것이다). 이상과 같은 直線形態로 나타날 때 지난 3年間의 生産量과 電力使用量의 關係가 90%($R^2=0.8934$) 정도 說明되는 것으로 보아, X 飲料의 경우에는 生産量이 에너지使用量에 대해 支配的인 影響을 미치고 있으므로, 獨立變數로서 生産量만을 適用한 管理基準를 세워도 무방하다는 결론을 내릴 수 있다.

〈圖 1〉 X 飲料의 生産量과 電力使用量의 關係



따라서 위와같은 說明力을 감안할 경우 적당한 폭으로 管理上限과 管理下限을 설정하여, 이 限界를 벗어나는 原單位가 나타날 경우에는 세부적인 原因分析을 필요로 하게 될 것이다. 그러면 原單位를 管理基準으로서 適用하는 方法에 관하여 구체적인 事例를 통해 살펴보기로 한다.

[事例]: 1983年 5月の 生産量은 950,000(c/s)이고 그 달의 電力使用量은 300,000(KWH)로 나타났으면, 이를 다음과 같은 절차에 의해 評價한다. 生産量이 950,000(c/s)일 때의 基準電力使用量은 위의 (1)式에 의해, $67.10 + 0.24 \times 950,000 = 295,000$ (KWH)와 같다. 즉, 이값은 현재의 生産方法이 과거와 동일하고 設備利用率에 해당하는 稼動率이 過去實績의 平均値정도라고 가정했을 때의 基準値를 의미하는 것이다. X飲料의 電力使用量에 영향을 미치는 要因을 위의 式에서는 生産量으로만 보았으며, 나머지의 管理불가능한 要因들은 回歸式의 基本假定에 따라 殘差로서 취급하고 있으므로 說明力 90%를 고려한 正常的인 偏差範圍를 계산해보면, 거의 280,000(KWH)~310,000(KWH)이다.

이상에서 原單位로 환산해 보면 基準原單位는 0.310이 되며, 上限値는 0.326이고 下限値는 0.295이다. 따라서 實績値 原單位는 0.316이며, 이값은 위의 관리범위내에 포함된다. 그러므로 이 原單位값은 적어도 이제까지의 에너지管理의 水準과 동일한 것으로써 이 달에도 에너지 管理가 이루어졌음을 의미하는 것이라고 할 수 있다.

이상의 事例를 통해 알 수 있는 것은 生産量이 變動함에 따라 동일한 水準에서 에너지管理가 이루어 진다고 해도, 基準原單位는 다르게 나타나므로 生産量에 따라 可變的인 管理基準을 설정함으로써 合理的인 에너지 原單位의 管理가 이루어 질 수 있음을 보여주고 있다는 點이다.

끝으로 언급해 둘 것은 앞서 밝힌 基本的 假定을 충분히 고려해야 할 뿐만 아니라, 만일 새로운 機械를 도입하거나 에너지 節減對策을 세워서 기존의 生産시스템에 變化가 발생할 경우, 또는 수개월간 계속적으로 基準範圍를 벗어나는 原單位가 산출될 때에는 위의 回歸模型에 의한 母數의 推定을 새로운 資料에 의하여 修正해야 하며, 특히 후자의 경우는 철저한 原因分析이 先行되어야 할 것이다.

그런데 原單位에 대한 變動的 基準은 式(1)에 의해 매번 계산하는 것보다 일정한 生産量을 기준으로 하여 적당한 區間으로 나누어 表로 만들어 사용하면 편리할 뿐만 아니라, 效果的인 管理道具의 역할도 할 수 있을 것 같다. 간단한 예를 들면 아래와 같다.

여기서 각각의 生産量에 대한 에너지使用量の 基準値의 上限과 下限은 回歸方程式 (1)에

<表 1>

생 산 량(c/s)	300,000	600,000	900,000	1,200,000	1,500,000	1,800,000
기준전력사용량(KWH)	(139,100)	(211,100)	(283,100)	(355,100)	(427,100)	(499,100)
上 限	154,000	226,000	298,000	370,000	442,000	514,000
下 限	124,000	196,000	268,000	340,000	412,000	484,000
기 준 원 단 위	(0.464)	(0.352)	(0.315)	(0.296)	(0.285)	(0.277)
上 限	0.513	0.377	0.331	0.308	0.295	0.286
下 限	0.413	0.327	0.298	0.283	0.275	0.269

의한 回歸係數의 95% 信賴區間에 근거를 둔 것이다. 또 위와 같은 表가 실제의 에너지管理에 편리하게 이용되려면 50,000(c/s) 또는 100,000(c/s) 정도의 작은 區間으로 나누어 作成해 두면 좋을 것이다.

IV. Y製菓의 에너지原單位分析

Y製菓는 典型的인 多品種少量生産 形態의 生産方式을 취하는 工場으로서 몇가지의 製品群(껌, 캔디, 초코렛……등등) 別로 別途의 工場施設을 갖고 있다. 각 工場들은 저마다 十餘種에서 百餘種까지의 많은 製品들을 生産하고 있다. 個別製品의 수명(新製品으로 開發代替되기까지의 期間)은 少數의 品目을 제외하고는 매우 짧은 편이며, 또한 業種의 性格上 新製品이 계속 開發되어야 하므로 製品의 配合(product mix)에 있어서의 變化도 대단히 심한 편이다. 이때 동일한 製品이라 할지라도 그 內容(예를들어, 內容物의 原料, 갯수, 重量 등)이 달라지는 경우도 있다. 따라서 製品群別로 集計한 月別(總)生産量은 이를 구성하는 개개의 製品 및 그 構成比率이 달라짐에 따라 에너지 使用量에 미치는 영향도 차이가 나타나게 되므로, 製品群別로 綜合된 原單位는 單一製品의 경우에 비해 變動이 심하게 나타나게 된다. 또한, 同一한 製品群內에서도 單一의 工程(process)만을 가지지 않으며, 製品의 형태 및 종류가 다양하고 工程이 매우 복잡하게 얽혀 있는 관계로 個別的인 製品들의 原單位를 추적하기가 어렵게 되어있다.

이상과 같은 原單位算出 및 分析上の 難點과, 時間 및 기타 여건들의 制約으로 인하여 Y製菓의 간판이라고 할 수 있는 껌 工程에 한 해서만 에너지 原單位 分析을 실시했다. 껌 工程에 대한 原單位의 개념은 個別製品들의 生産量을 重量(톤單位)으로 表示하여 이들을 合計한 總生産量을 分母로 하는 단순한 方法을 선택하였다. 그 이유는 100餘種에 이르는 각각의 製品들이 에너지 使用量에 미치는 영향을 개별적으로 일일이 고려할 수도 없으며,

全般的인 管理 및 評價의 基準으로도 하나로 통합된 原單位 개념을 訂立해야 하기 때문이다. 따라서 製品內容 및 構成比率의 變化에 의한 變動値는 正常的인 偏差範圍에 포함시켜서 管理上限 및 下限의 폭을 넓게 調整해 줄 필요가 있다.

여기서 사전에 언급해 둘 것은 검의 需要는 지난 3年 동안 거의 一定한 水準을 유지하고 있다는 假定아래서 原單位分析을 위한 모델이 설정되었다는 것과 또한 에너지 管理에 있어서도 큰 變化가 없었으므로 지난 3年간에 대체로 正常的인 管理가 이루어 졌다는 點을 假定에 도입 하였다는 것이다.

실제의 分析 과정에서는 電力使用量에 대해서 최우선적으로 고려하였다. 이것은 電力이 가장 중요한 動力源일 뿐만 아니라 에너지 換算基準에 의해 換算해 보면, B/C油의 使用量은 電力에 비해 극히 작은 값으로 나타나기 때문이다.

(1) 검 工程의 電力使用量

검 工程의 電力使用量은 總生産量에만 관계시켜서는 전혀 설명이 불가능하였다. 즉 이 사실은 總生産量 이외의 다른 變數들에 의해 커다란 영향을 받고 있음을 의미하는 것이다. 여기서는 여러가지 모델을 設定하여 테스트 해본 결과, 生産量 이외의 가장 큰 影響要因은 外氣溫度로 나타났다. 그 이유는 製品의 性質上 검 工場전체의 溫度 및 濕도를 계속 일정하게 유지시켜 주어야 하기 때문이다. 특히 氣溫이 높은 여름철에는 冷房用 電力의 使用量이 크게 증가한다는 점을 고려하여 이를 外氣溫度의 效果로 分離시키기 위해 dummy 變數를 도입했다. 또한 設備의 稼動이 彈力的으로 조정되지 않는 점을 감안하면, 前月에 비해 生産量이 크게 증가하는 경우 電力使用量은 異常的으로 증가될 것이 예상되므로, 前月の 生産量이 電力使用量에 미치는 效果도 하나의 獨立變數로서 취급할 필요가 있을 것 같다. 이와 같은 관점에서 최종적으로 합리적인 說明力을 가지며, 또한 管理에 유효한 것으로 解釋되는 모델은 다음의 두가지이다.

式 (2)

$$\begin{aligned}
 GKWH = & 9.82 + 0.36 \text{ GTON} - 0.10 \text{ GTL} + 2.88 \text{ EXTEP} \\
 & (5.59) \quad (-1.74) \quad (2.24) \\
 & -157.29 \text{ D} + 9.68 \text{ EXTEP} \cdot \text{D} \\
 & (-0.98) \quad (1.34)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.7444 \quad \text{S.E.R.} = 45.3573 \quad \text{DW} = 1.5465$$

(推定期間: 1980年 1月 ~ 1982年 12月)

단, GKWH = 月別 電力使用量 (單位: 1,000KWH)

GTON = 月別 總生産量 (單位: ton)

GTL=前月の 總生産量(單位: ton)

EXTEP=月別 平均氣溫(單位: °C)

D=dummy變數 (各年 6~9月에는 1, 그밖의 月에는 0)

위의 式을 해석하면 生産量이 電力使用量에 미치는 영향은 인정하지만, 外氣溫도의 영향은 여름철에 매우 강하게 나타나고 있다. 그런데 위의 式(2)에 의하면 여름철이 아닌 季節의 경우에도 外氣溫도는 電力使用量에 다소의 영향을 미치는 것으로 나타나는데 문제가 있다. 다시 말해서 氣溫이 낮아질 경우에도 계속해서 電力使用量이 비례적으로 감소해 간다고 보는 것은 不合理하다고 할 수 있다. 電力使用量은 여름철에 上昇하는 경향이 강하지만 그 밖의 季節은 별다른 감소경향을 보이지 않기 때문이다. 따라서 式(2)에 비해 說明力은 다소 떨어지나 ($R^2=0.7004$), 아래의 回歸方程式이 보다 合理的인 해석을 제공해 주는 것 같다.

式 (3)

$$GKWH=18.31+0.35 GTON-0.09 GTL$$

$$(5.17) \quad (-1.43)$$

$$-170.54D+12.37EXTEP \cdot D$$

$$(-1.00) \quad (1.64)$$

$$R^2=0.7004 \quad S.E.R.=48.2833 \quad DW=1.5996$$

*推定期間 및 變數의 內容은 式 (2)와 同一함.

이상에서 測定한 式(2)와 (3)에 대해 실제로 지난 3年間的 生産量 및 外氣溫도의 값을 대입해 보면 별다른 차이는 나타나지 않는다. 이들 式에 의한 基準原單位의 算出方法과 이에 따른 假定들은 X飲料의 경우와 동일하다. 다만, 總生産量을 근거로 하여 原單位 管理가 이루어지도록 된 모델이어서 처음에 언급한대로 製品配合(product mix)의 차이 및 構成比率이 달라지는데서 오는 變化의 폭이 상당히 크므로 說明力은 70~75% 정도에 불과하다는 결함을 지니고 있다. 그러나 原單位의 변동에 대해 상당부분을 說明할 수 있으므로 管理基準을 設定하는데 있어서는 合理的인 것이라고 할 수 있다. 이에 관해 간단한 경우를 살펴보면 다음과 같다.

[事例]: 어느 年度의 여름철에 該當하는 7月の 生産量이 1,300(ton), 그 前月인 6月の 生産量은 1,000(ton)이었으며, 7月の 平均氣溫이 23°C였을때 위의 式 (2)에 의해

$$9.82 + 0.36 \times 1,300 - 0.10 \times 1,000 + 2.88 \times 23 - 157.29 + 9.68 \times 23 = 511.41$$

와 같다.

따라서 정상적인 管理가 이루어졌을때의 平均的인 使用量基準은 511.41KWH 이며, 이를 原單位로 換算한 基準値는 393이 된다. 정상적인 偏差를 감안할때의 管理上限과 下限은 基準原單位에서 ± 15 정도의 폭을 갖게 된다. 따라서 X飲料에서 처럼 이 범위를 벗어나는 경우에 대해서는 原因分析을 통해 管理할 필요가 있다는 점을 시사해 준다.

이상에서 分析한 冼工程에 대한 原單位基準値의 算出方式은 原單位管理에 있어서 原單位가 일정한 값으로 유지되지 않으며, 매년 동일한 月別(前年同期)의 경우에도 매우 다른 값을 나타낼 수도 있음을 설명해 주고 있다. 따라서 이 경우에는 生産量 및 外氣溫度, 그리고 前月の 生産量을 동시에 고려하는 可變的인 原單位基準을 設定하지 않으면 안될 것이다.

(2) 冼 工程의 B/C油 使用量

冼 工程의 B/C油 使用量에 대해서는 이미 논의한 것과 같이 電力에 비해 換算했을 경우의 使用量은 적은 편이며, 이것은 生産量과는 거의 無關한 변동으로 나타난다. 이와 반면에 外氣溫度에 대해서는 거의 반비례하는 關係를 보이고 있으며, 이를 回歸式으로 나타내면 다음과 같다.

式 (4)

$$GBC = 57455.1 - 1348.75EXTEP$$

$$(-9.29101)$$

$$R^2 = 0.7174 \quad S.E.R. = 8711.72 \quad DW = 0.7863$$

(推定期間: 1980年 1月~1982年 12月)

단, GBC = 月別 B/C油 使用量(單位: l)

EXTEP = 月別 平均氣溫(單位: °C)

따라서 平均氣溫이 1°C 低下됨에 따라 平均的으로 거의 1,350(l)의 B/C油가 더 소모된다고 볼 수 있으며 偏差範圍는 $\pm 300(l)$ 이다.

冼 工程의 B/C油에 대해서도 다음 節에서 說明하게 될 Z호텔의 경우와 마찬가지로 外氣溫度에 의해 설명되지 않는 月別에 대한 原因分析을 여러 側面에서 규명해 볼 필요가 있다.

V. Z호텔의 에너지原單位分析

Z호텔의 에너지使用實態는 그 性格이 일반적 製造企業體와는 전혀 다른 몇가지의 相異한 特性을 감안할 때, 에너지 管理에 필요한 原單位개념을 도입·적용하기가 어려울 것 같다.

호텔의 경우는 첫째, 生産工場에서와 같이 物量單位로 표시할 수 있는 製品에 해당하는 개념을 定義하기에 애매한 점이 있다. 즉 호텔의 대표적인 製品이라면 客室의 販賣數量이라고 볼 수 있으며, 이것은 製造業에서의 製品과는 에너지에 미치는 영향의 정도 및 方式이 전혀 다르다는 점이다. 그 이외에도 호텔의 附帶施設에 의한 收入이 호텔 전체의 收益性에 미치는 영향이 크므로 客室販賣數量을 基準으로한 原單位를 산출할 경우에는 에너지 使用 및 管理上의 문제를 설명할 수 없게 된다. 즉, 統計的分析을 위해서는 客室販賣數量과 에너지 使用量간에 어느 정도 일정한 관계를 보여주고 있어야 하는데, 실제로 컴퓨터에 의해 이들 變數간의 관계를 座標平面에 圖示해 보면 전혀 無關한 것으로 나타난다.

둘째로 客室販賣數量이 에너지使用量에 미치는 영향이 全體使用量에 비해 매우 작을 뿐 아니라 不確實하다. 또한 建物이 大型이고 항상 일정한 溫度를 유지해야 하므로 外氣溫度에 대한 에너지使用量의 變化를 매우 민감하게 나타나고 있다. 또한 일정한 溫度의 범위내에서는 溫度變化에 따른 電力 및 B/C油의 使用量이 거의 線型에 가까운 관계를 보여준다. 따라서 精確한 에너지管理를 위한 資料로서 에너지使用量에 관한 情報은 外氣溫度이며 이것은 거의 관리가 불가능한 要因이다. 이러한 경우에는 가장 강력한 영향인자를 먼저 除去한 후에 에너지의 使用量이 변동하는 형태를 파악하고 이에 영향을 미치고 있는 많은 要因들 가운데 관리가능한 要因들을 선별하여 集中的인 統制를 실시함으로써 效率的인 에너지 管理의 문제를 해결할 수 있을 것이다.

實證的인 分析內容을 살펴보기 전에 한가지 지적해 둘 것은, 앞서 말한 管理 가능한 要因의 分析을 위한 費用이 이를 통해 얻을 수 있는 利得보다 더 커질 수도 있다는 점을 고려하여야 한다. 따라서 月別로 外氣溫度의 平均値를 고려한 에너지 標準使用量만을 제시하는 간단한 方法을 고려해 보는 것도 좋을 것 같다.

(1) Z호텔의 電力使用量

우선 Z호텔의 電力使用量에 영향을 미치는 要因으로는 外氣溫度 이외에도 客室販賣數量 및 營業場의 賣出額도 중요한 要因으로 볼 수 있다. 따라서, 먼저 이들 3가지 獨立變數에

의한 回歸分析을 실시해 본 결과 아래와 같은 回歸方程式이 도출되었다.

式 (5)

$$HKWH = 254.56 - 0.06OCR + 0.11SALE + 36.23EXTEP$$

(-3.69) (0.428) (8.67)

$$R^2 = 0.7923 \quad S.E.R. = 136.43 \quad DW = 1.9411$$

(推定期間: 1981年 1月 ~ 1982年 12月)

단, HKWH = 月別 電力使用量 (單位: 1000KWH)

OCR = 月別 客室販賣數量

SALE = 月別 營業場賣出額 (單位: 백만원)

EXTEP = 月別 平均氣溫 (單位: °C)

위의 方程式은 說明力(R²)이 높은 편이나 營業場賣出額變數가 영향력이 불확실한 것으로 나타난다. 따라서 이를 제외하고, 80년 부터 3個年間の 資料를 사용한 回歸分析의 結果는 다음과 같다.

式 (6)

$$HKWH = 1925.08 - 0.03 OCR + 28.29EXTEP$$

(-2.92) (8.07)

$$R^2 = 0.7834 \quad S.E.R. = 138.21 \quad DW = 1.8812$$

(推定期間: 1980年 1月 ~ 1982年 12月)

이상의 2개의 方程式에 대해 자세히 살펴보면, 客室販賣數量이 電力使用量에 미치는 영향은 매우 적으며, 그 方向도 반대(-)로 나타나고 있음을 알 수 있다. 그런데 이를 해석함에 있어서 客室販賣數가 증가할 경우 에너지使用量이 줄어들게 된다고 생각해서는 안되며, 단지 객실이 많이 販賣되는 季節과 電力消耗量이 많은 季節이 일치하지 않는에서 나타나는 현상이라고 보아야 할 것이다.

따라서 이와 같은 間接的이고 영향력이 작은 要因에 해당하는 客室販賣數를 原單位算出의 근거로 삼아서는 곤란하다는 사실을 이해할 수 있을 것이다. 이미 지적한 바와 같이, 호텔의 경우에는 外氣溫度의 변화에 따른 에너지 使用量의 增減이 매우 뚜렷하게 나타나고 있다. 우선 外氣溫度와 電力使用量의 관계는 2次元平面에 散布圖로서 그려본 결과, 月平均氣溫 12°C를 基準으로 하여 溫度가 이보다 上昇하게 될 경우에는 冷房用電力使用量이 증가하게 된다. 이것은 直線에 근사한 형태로 外氣溫度에 비례하여 電使力量이 증가하는 것으로 나타난다. 그러나 기온이 12°C 이하로 下隆하는 경우의 電力使用量은 平均적으로 거의 1,200,000(KWH)를 중심으로 매우 不規則적으로 변동한다. 그 이유는 주로 溫度가 낮

아저서 冷房에 사용되는 電力量은 감소한다고 해도 호텔에서 基本的으로 소모되는 電力量 이하로는 감소하지 않으며, 여러가지 要因들이 동시에 작용하여 電力使用量에 영향을 미치기 때문이다. 12°C 이상의 氣溫에 대한 電力使用量의 關係式은 아래와 같다.

式 (7)

$$HKWH=296.98+69.00EXTEP$$

(10.94)

$$R^2=0.8629 \quad S.E.R.=136.31 \quad DW=2.2904$$

(推定期間: 1980年~1982年の 5~10月)

위의 方程式은 月平均氣溫이 12°C 이상의 季節일 때 氣溫이 1°C上昇함에 따라 月平均 69,000KWH 증가한다는 것을 의미한다. 이상과 같은 回歸方程式을 사용한 에너지 管理方式에 대하여 예를 들어 설명하기로 한다.

〔事例〕 에너지管理가 지금까지 동일한 水準에서 이루어진다고 할 때, 어느 달의 平均氣溫이 21°C 였다면, 正常狀態에서의 平均的인 電力使用量은 $296,980+69,000 \times 21=1,745,980(KWH)$ 에 가까운 값을 가지면 된다고 볼 수 있다. 式 (7)의 說明力을 고려한 정상적인 偏差範圍는 거의 $\pm 25,000(KWH)$ 정도이다. 이 範圍를 벗어나는 電力使用량이 나타난 月別에 대하여 앞서의 X飲料에서와 같이 그 原因이 에너지管理上の 잘못이나 成功에 기인하는 것이라고 判斷하기는 어려울 것 같다. 그 이유는 호텔이 製造業과는 다른 형태의 生産시스템을 갖고 있기 때문이다. 따라서 어떠한 變動이 발생했을 때 이를 정확히 설명해주는 要因(獨立變數)을 찾아내기는 쉽지않은 일이며, 과거의 경우나 또는 이후에 그와 같은 異常狀態가 나타났을 때 그 달의 전반적인 營業 및 기타 여러가지 狀況을 상세히 調査하여 비교해 봄으로써 그 原因을 파악하는 作業을 거쳐야할 필요가 있다. 月平均氣溫이 12°C 보다 낮아지는 경우에는 平均的으로 $296,980+69,000 \times 12=1,124,980(KWH)$ 정도에서 溫度가 낮아짐에 따라 더 작아지지는 않으며, 지난 3年間の 資料에 의하면 氣溫이 낮았던 달에도 電力使用量은 위의 값을 훨씬 초과하여 나타난 달 이상당수 있었다. 그 이유는 氣溫이 낮아지면 冷房用電力은 소모되지 않아도 基本使用量이 항상 소요될 것이다. 그러므로 冷房에 의한 使用量이 증가했을 경우에는, 영향력이 미약했던 여러가지 要因, 즉, 外氣溫度의 效果가 없어지게 되므로(電力使用量이 줄어들면) 相對的으로 큰 영향력으로 作用하기 때문인 것으로 보인다. 12°C 이하의 月別 電力使用量은 실제로 平均 1,200,000(KWH)를 중심으로 하여 $\pm 100,000(KWH)$ 의 범위에 分散되어 있다. 이 범위내의 變動은 製造業에서의 生産量에 대응하는 客室販賣數量이나 또는

營業場賣出額에 의해서도 타당한 설명을 해줄 수는 없으며, 여러가지 狀況變數들에 대한 調査를 통한 原因구명을 위한 分析이 필요하게 된다.

(2) Z호텔의 B/C油 使用量

B/C油의 使用量은 電力使用量에 비해, 더욱 정확하며 또한 比例的으로 外氣溫度에 의해 영향을 받고 있음을 나타내고 있다.

B/C油의 使用量은 外氣溫度에 의해서 支配的으로 영향을 받는 반면에, 客室販賣數量이나 營業場賣出額등의 變數들에는 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타난다.

B/C油의 使用量은 溫度가 上昇함에 따라 감소하다가 17°C 이상으로 상승하면 더 이상 감소하지 않게 된다. 그 이유는 基本的으로 溫水供給등에 사용되는 量은 항상 필요하기 때문이다. 月平均氣溫이 가장 높은 달에는 B/C油의 使用量이 다소 증가하는 것으로 나타난다. 그 이유는 氣溫이 매우 높은 달에는 B/C油를 사용하는 冷房裝置를 稼動해야 하기 때문이라고 한다.

外氣溫度에 의한 영향력을 測定하기 위해 17°C 이하의 달들에 대해 回歸分析을 해본 결과는 아래와 같다.

式 (8)

$$HBC=524.07-19.15EXTEP$$

$$(-18.10)$$

$$R^2=0.9507 \quad S.E.R.=27.7235 \quad DW=2.4583$$

(推定期間: 1980年~1982年の 6~9月 除外)

$$HBC=月別 B/C油使用量(單位: l)$$

위의 方程式은 매우 높은 說明力 (95%)을 갖고 있으며, 17°C 이하이 月平均氣溫을 갖는 달에는 氣溫이 1°C 낮아짐에 따라 19,150(l)씩 B/C油의 使用量이 증가한다는 것을 의미한다. 이때의 正常的인 偏差範圍는 $\pm 2,000(l)$ 정도이다. 17°C 이상에서 氣溫이 上昇해도 使用量은 220,000(l)에서 $\pm 10,000(l)$ 수준에 固定되다가, 氣溫이 더욱 상승하게 되면 吸收式冷房機의 사용으로 인한 增加分만큼 더 늘어 나게 된다.

이상과 같은 分析을 통하여 얻을 수 있는 結論은, B/C油의 使用量 그 자체가 거의 管理 불가능한 要因으로 간주할 수 있는 外氣溫度에 의해 전적으로 영향을 받고 있다는 사실을 알 수 있다. 따라서 현재의 에너지 管理시스템은 매우 良好하게 作動되고 있다고 볼 수 있다. 그러나 이 경우에도 앞서의 電力使用量에 대한 分析에서 본 것 처럼, 綜合的인 狀況을 세밀히 조사하여 특이한 變動을 나타내는 月別에 대해 原因分析을 해야 함은 물론이다. 또

한 지난 3년간의 資料에서도 平均氣溫이 -4°C 정도일 때, 유난히 B/C油使用量의 차이가 크게 나타난다. 이와 같은 結果가 나타난 原因은 몇가지의 단순한 推論(예를 들어 12月과 1月の 平均氣溫이 모두 -4°C 였어도 12月에는 附帶施設의 使用이 매우 많았을수도 있다는 등)에 의거할 수 있으나, 營業實績 혹은 기타의 資料分析을 통하여 精確한 이유를 밝힐 필요가 있을 것 같다.

VI. 原單位分析過程의 要約

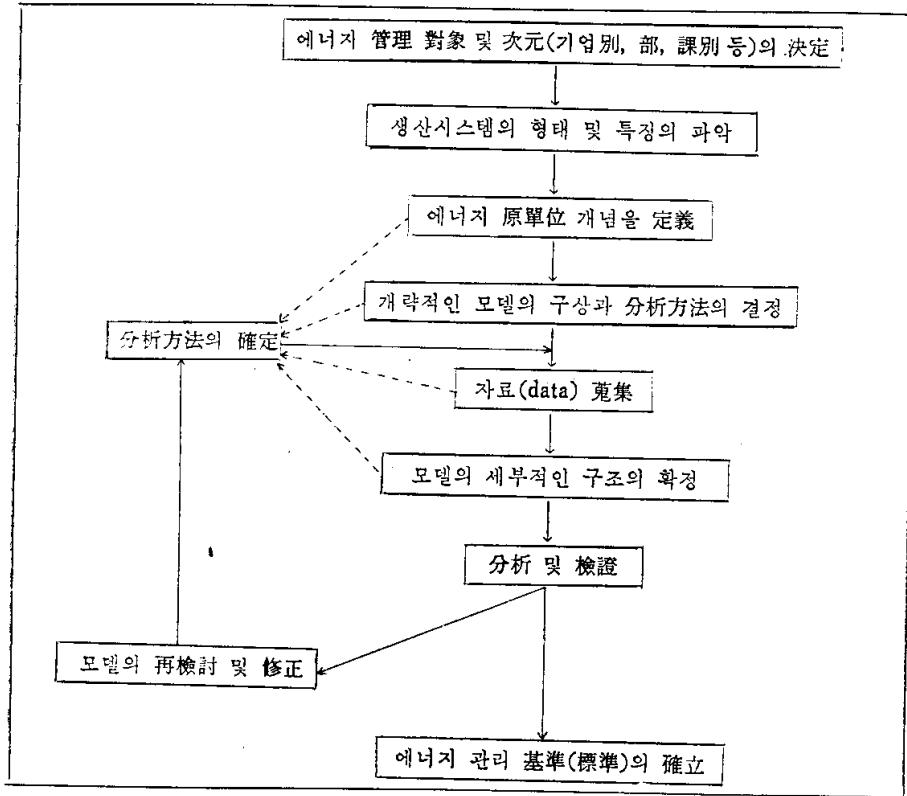
이상에서 살펴본 바와 같이, 原單位와 에너지 使用量간의 움직임에 대한 分析은 本質的으로 回歸分析에 근거를 두고 있으며, 앞서의 3가지의 事例(飲料, 製菓, 호텔)에 적용된 模型은 각각의 生産方式 및 內容에 따라 독특한 형태를 보이고 있다.

즉 여기서 사용한 模型들이 다른 모든 企業의 에너지原單位 分析에 그대로 적용될 수는 없다. 各社의 特徵과 狀況을 감안하고 管理의 次元을 고려하여 基準值를 算出해야 할 것이며, 여기에는 보다 세심한 分析이 뒤따라야 할 것이다. 에너지의 움직임을 설명해 주는 獨立變數는 무수히 많을 것이며, 그 가운데 理論的으로 해석이 가능하고 또한 妥當性을 가지며 영향력이 큰 變數들을 파악하는 作業이 가장 중요하다고 하겠다. 模型設定이 概略的으로 構想되었을 때는 適合度를 檢定하기 위한 資料(data)의 蒐集이 이루어져야 하며, 이를 위해 우선적으로 신뢰할 수 있는 精確한 資料를 많이 확보하는 作業이 선행되어야 한다. 그런데 이와 같은 分析에 의해 算出된 原單位는 生産시스템 그 자체가 變動없이 安定的으로 유지될 경우에만 有效한 것이며, 變動을 항상 感知할 수 있도록 6個月 또는 1年 單位로 模型의 適合度를 再檢討할 필요가 있다.

각각의 生産工程別로 模型을 作成하는 것은 상당한 經驗과 知識을 필요로 하며, 많은 量의 컴퓨터作業을 거쳐야 하는 까다로운 일이다. 原單位基準을 적절히 산출할 수 있는 모델을 만들어내기까지의 일련의 과정을 흐름圖表(flow-chart)로 도시해 보면 아래와 같다.

끝으로 한가지 지적해 두고자 하는 것은 이상과 같은 分析은 어디까지나 에너지管理문제 를 에너지의 浪費를 排除한다는 消極的인 입장에서 실시하는데 필요한 道具일 뿐이라는 점이다. 그러므로 보다 積極的인 에너지의 效率的인 利用과 綜合的인 에너지對策을 세우기 위해서는 다음에 提示하는 몇가지의 보다 높은 次元에서의 調査·研究와 分析이 要求된다고 하겠다.

〈圖 2〉 에너지 관리기준 설정을 위한 作業의 흐름圖表



VII. 結論 및 提言

지금까지의 에너지原單位에 대한 分析은 費用의 節減이라는 一次元的인 觀點에서의 管理를 위한 수단을 제공하는데 限定되는 것이며, 또한 管理의 水準도 生産單位(工場別 또는 工程別) 하나의 最適管理만을 指向하는 것이다. 本稿에서 分析한 結果는 에너지原單位의 움직임에 영향을 주는 基本的인 變數를 抽出하여 基準値를 提示한다는 所期의 目的을 달성하였다고는 할 수 있으나, 全體的인 에너지 對策의 樹立이라는 側面에서 볼 때는 그와 같은 一次元的인 管理가 필요하기는 하지만, 충분한 것은 못될 것이다.

따라서 企業全體를 대상으로 하여 效率的인 成長·發展을 추구하고 위해서는 에너지를 단순히 일종의 費用으로 파악하려는 觀點을 탈피하여 중요한 戰略變數로서 취급해야 할 것 같다. 그러므로 綜合的이고 多次元的인 分析이 要求된다는 점이 에너지問題의 核心이라 할 수 있다. 다시 말해서, 收益性 및 市場의 展望을 동시에 고려해야 하는 經營戰略을 세우는

데 있어서 에너지를 하나의 獨立된 變數로서 취급해야 한다는 뜻이다. 그 이유는 오늘날 에너지 價格의 變動은 國內外的 政治·經濟構造의 變化에 따라 매우 不安한 움직임을 보이고 있으며, 이에 企業側에서 부담하게 되는 에너지에 의해 야기되는 위험이 매우 큰 比重을 점하고 있다는 점을 알 수 있기 때문이다. 그러나 현재로서는 計量的 方法에 의한 分析을 적용할 수 있는 대상은 앞서 事例들의 경우 이외에도, 需要豫測을 基盤으로 한 에너지 所要量의 精確한 算定에 限定될 뿐이다. 즉 既存의 生産시스템에 대한 豫測과 統制에만 適用될 수 있는 것이다.