

需要豫測 模型의 比較分析에 관한 事例研究 A comparative analysis of the Demand Forecasting Models : A case study

鄭相潤*, 黃繼淵**, 金鎮勇***, 金眞****

ABSTRACT

The purpose of this study is to search for the most effective forecasting model for condenser with independent demand among the quantitative methods such as Brown's exponential smoothing method, Box-Jenkins method, and multiple regression analysis method.

The criterion for the comparison of the above models is mean squared error(MSE).

The fitting results of these three methods are as follows.

- 1) Brown's exponential smoothing method is the simplest one, which means the method is easy to understand compared to others. But the precision is inferior to other ones.
- 2) Box-Jenkins method requires much historic data and takes time to get to the final model, although the precision is superior to that of Brown's exponential smoothing method.
- 3) Regression method explains the correlation between parts with similar demand pattern, and the precision is the best out of three methods.

Therefore, it is suggested that the multiple regression method is fairly good in precision for forecasting our item and that the method is easily applicable to practice.

1. 序 論

1.1 研究의 目的 및 方法

오늘날 産業構造는 점점 複雜化되면서 企業은 하나의 Open System으로 存立과 持續的인 發展을 위하여 外部環境 變化를 신속히 把握하며 이에 適合한 計劃을 樹立하여야 한다.

經營管理의 實際에 있어서 需要의 經濟的 分析은 窮極的으로 販賣豫測을 正確히 하여 完全한 經營計劃을 樹立하려는 것인데, 이를 充足하는데에는 需要의 數量的 模型이 되는 需要函數의 確定이 必要하다.

모든 豫測技法은 모든 狀況과 條件 위에서 똑같이 適用될 수 있는 것은 결코 아니며, 가장 有效性이 發揮될 수 있는 境遇가 別個로 存在하고 있다고 보아야 할 것이다. 이를위해서 여러가지

* 水原專門大學 工業經營科

** (株) 三和컨텐츠 正답장

*** 東國大學校 大學院 産業工學科

**** 金泉專門大學 工業經營科

豫測技法에 대한豫測基準이 있어야 하는데, 試驗費用에 관한基準과豫測類型 및 目的에 따른選定基準, 時間의 길이의 觀點에서 本 正確度의 基準으로 나누어 볼 수 있다.

本 研究의 目的은, 從屬需要豫測에 대한 技法인 MRP, MPS를 中心으로 理論的인 適用이 可能하나, 發注會社의 製品 需要의 豫測과 部品構成에 대한 資料를 구하기 어렵고, 過去의 數年동안의 세라믹 콘덴서 需要에 대한 時系列 資料를 確保하고 있는 경우에 대하여, 定量的 需要豫測 技法을 適用하여 比較 分析하고 有用한 豫測技法을 찾아 보는데 있다.

1.2 研究의 範圍 및 方法

本 研究에서 適用되는 세라믹 콘덴서(ceramic condenser) 發注業體의 立場에서 豫測技法을 適用하여 보면, 發注會社의 製品 構成과 部品 構成을 알 수 없고, 從屬需要 品目으로서 從屬需要 品目に 맞는 豫測技法과 MRP 模型과 같은 在庫 模型을 適用하여야 한다. 또한, 적용되는 S社에는 過去 數年동안의 時系列 資料를 確保하고 있기 때문에 獨立需要 品目으로 간주하여 여러 技法중에도 특히 다음과 같은 3 가지 技法인, 즉 Brown의 指數平滑法, Box-Jenkins Method, 回歸分析法 등을 통하여 需要를 豫測하고 그 結果值를 相互 比較 함으로써, 어느 豫測 技法이 보다 精度가 높은가를 評價하는데 主眼點을 두고, 研究의 範圍와 方法으로 設定하였다.

2. 콘덴서 需要豫測

專例企業인 S 콘덴서工業株式會社는 國內 第一의 ceramic condenser 生産業體로서 現在 年間 20億個의 ceramic condenser를 生産하여 TV, Audio, Computer, 기타 電子製品을 生産하는 業體에 供給하며, 電子部品業界의 成長發展을 主導하고 있다. 콘덴서 需要는 直徑(DIA) 4mm - 20mm 의 1989년 5월부터 1990년 12월까지 20個月 동안의 月別 需要 資料이다. 適用資料는 콘덴서 連續需要 資料이며, 季節的 變動 傾向이 大體적으로 작은資料이므로, 傾向值 分析은 除外하고, Brown의 指數平滑法을 適用하였다. 또한, 正確한 豫測 技法의 하나인 Box-Jenkins法을 適用하고, 附錄에서 보여지는 각 DIA간의 需要 變動의 模樣이 비슷한 點을 감안하여 因果關係를 볼 수 있는 回歸分析法을 適用하였다.

2.1 Brown의 指數平滑法의 適用[2]

指數平滑法의 豫測值 間의 函數 形態는 다음과 같다.

次期豫測值 = 當期豫測值 + α (當期實測值 - 當期豫測值)

次期豫測值 = α (當期販賣實績) + (1 - α)(當期에 대한 豫測值)

$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t$

F_{t+1} ; 次期の 販賣豫測值, F_t ; 當期の 販賣豫測值, X_t ; 當期の 販賣實績

α ; 指數平滑係數 (0 < α < 1)

여기서 α 의 값이 1이라면 豫測值가 當期實測值과 一致하므로 過去實測值는 考慮하지 않지만, 反對로 0에 가까우면 過去實績에 高우 加重值를 줌으로서 說明이 不可能한 確率의 變動을 排除하게 된다. 一般적으로 α 의 값은 0.1에서 0.3사이의 값을 취하는 境遇가 많다. 콘덴서 直徑 5mm 需要 資料의 境遇 α 의 값을 0.1, 0.2, 0.3으로 했을 때 Brown의 指數平滑法의 適用 結果는 表2-1 에서와 같다. 각 月別 實測值에 대한 $\alpha = 0.1, 0.2, 0.3$ 에서의 平滑值가 計算되었고 次期 12個月간의 需要 豫測值가 計算되었다.

Brown의 平均誤差(ME)는 0으로 接近할 수록 더 좋은 豫測이 된다[11].

平均平方誤差(MSE)와 平均絕對誤差(MAE)는 다른 平滑係數를 使用했을 때나 다른 豫測法을 使用했을 때의 差異를 比較하는데 使用될 수 있다. 一般적으로, 需要豫測에 있어 보다 작은 MSE와 MAE의 값이 豫測을 遂行하는데 있어 優秀하다고 할 수 있다[11].

表2-1 의 適用結果에서 $\alpha = 0.1$ 일 때, MSE와 MAE가 가장 작은 것으로 나타나 있는 것을 알 수 있다. 此外, 表2-1 의 $\alpha = 0.1$ 일 때 21個月 부터 32個月까지 直徑(DIA) 5mm의 豫測結果를 圖2-1 에 示하였다. 豫測結果 11個月 個別需要量은 21個月째가 18,304,200個로 가장 많았으며, 32個月째가 18,272,100個로 가장 적었는데, 各계로 18,200,000에서 18,300,000個 사이에서 變動의 幅은 100萬個가 나타내어 있으므로 豫測의 精確도는 可하다고 할 수 있다. 즉, MSE는 $\alpha = 0.1$ 일 때 6.991197이고 $\alpha = 0.2$ 일 때 8.014112, $\alpha = 0.3$ 일 때 9.460332로 $\alpha = 0.1$ 일 때 MSE가 가장 낮게 豫測되었다.

表 2-1. DIA 05의 Brown의 指數平滑에 의한 콘덴서
月間販賣量 및 販賣(需要)量 豫測值*

月	觀測值	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
1	1.82183E7				1.83042E7	1.7966E7	1.74463E7
2	2.10624E7				1.82976E7	1.79076E7	1.72564E7
3	1.94765E7	1.87871E7	1.93559E7	1.99248E7	1.82911E7	1.78491E7	1.70665E7
4	1.82027E7	1.89534E7	1.95179E7	1.99118E7	1.82845E7	1.77907E7	1.68766E7
5	2.13807E7	1.88386E7	1.91104E7	1.9102E7	1.8278E7	1.77322E7	1.66867E7
6	1.98583E7	1.93749E7	2.00845E7	2.0531E7	1.82714E7	1.76737E7	1.64968E7
7	2.01566E7	1.95248E7	2.01508E7	2.03943E7	1.82649E7	1.76153E7	1.63069E7
8	1.16484E7	1.97092E7	2.03009E7	2.0458E7	1.82583E7	1.75568E7	1.6117E7
9	1.39292E7	1.81615E7	1.69879E7	1.53572E7	1.82518E7	1.74983E7	1.59272E7
10	2.01854E7	1.72988E7	1.55663E7	1.38925E7	1.82452E7	1.74399E7	1.57373E7
11	2.05089E7	1.78176E7	1.70934E7	1.69318E7	1.82387E7	1.73814E7	1.55474E7
12	2.01514E7	1.83262E7	1.83239E7	1.8908E7	1.82321E7	1.7323E7	1.53575E7
13	1.61514E7	1.86885E7	1.90558E7	1.98059E7			
14	1.78437E7	1.81966E7	1.79681E7	1.7877E7			
15	2.02704E7	1.81161E7	1.78761E7	1.77919E7			
16	1.78041E7	1.85336E7	1.87867E7	1.92109E7			
17	2.06439E7	1.83958E7	1.84423E7	1.85218E7			
18	1.73991E7	1.88463E7	1.93323E7	1.98234E7			
19	2.00261E7	1.85802E7	1.86564E7	1.85881E7			
20	1.58915E7	1.88782E7	1.92243E7	1.94521E7			
平均誤差(M.E)	-1.7495E6	-2.1528E6	-2.4770E6		(A): $\alpha=0.1$ 일 때 平滑值		
平均平方誤差(M.S.E)	6.9911E12	8.2114E12	9.4509E12		(B): $\alpha=0.2$ 일 때 平滑值		
平均絶對誤差(M.A.E)	1.9347E6	2.0377E6	2.1907E6		(C): $\alpha=0.3$ 일 때 平滑值		
					(D): $\alpha=0.1$ 일 때 次期 12個月의 豫測值		
					(E): $\alpha=0.2$ 일 때 次期 12個月의 豫測值		
					(F): $\alpha=0.3$ 일 때 次期 12個月의 豫測值		

* E7은 販賣(需要)量 10,000,000個를 나타냄

4 鄭相潤·黃繼淵·金鎮勇·金貞

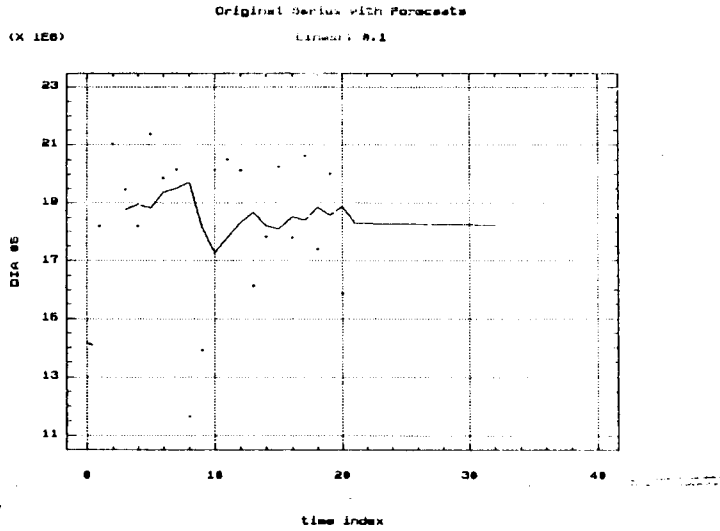


圖 2-1. $\alpha = 0.1$ DIA 05의 月別 콘덴서 需要量豫測 結果

2.2 Box-Jenkins 模型의 適用

콘덴서 需要는 季節性이 없는 境遇의 資料로서 季節性에 관한 것은 考慮하지 않는다. 模型의 設定 段階로서, 安定的 時系列을 만들기 위해 直徑 5mm의 需要資料를 1次 差異計算(differencing)을 行하였다 (表 2-2). 이 1次 差異 計算의 結果를 圖示하면 圖2-2 와 같은데, 계속된 差異 計算은 自由度가 늘어남 과 同時에 資料가 줄어들을 알 수 있다. 따라서, Box-Jenkins 技法의 適用에는 많은 資料가 必要함을 알 수 있다.

表 2-2. DIA 05의 1次 差異計算(differencing)

個月	差異計算值
1	2.8441E6
2	-1.5859E6
3	-1.2738E6
4	3.178E6
5	-1.5224E6
6	298300
7	-8.5082E6
8	2.2808E6
9	6.2562E6
10	323500
11	-357500
12	-4E6
13	1.6923E6
14	2.4267E6
15	-2.4663E6
16	2.8398E6
17	-3.2448E6
18	2.627E6
19	-4.1346E6

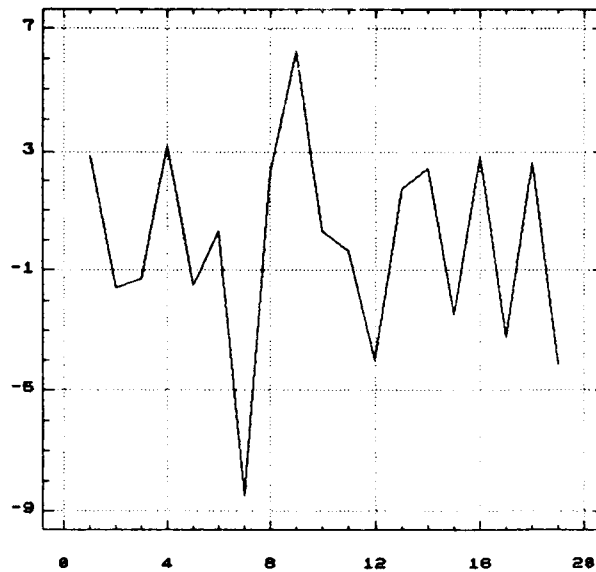


圖 2-2. 1次 差異計算 時係列

그 다음 段階로서 診斷分析(diagnostic)을 위해 1次 差異 計算을 행한 資料의 自己相關係數와 偏自己相關係數를 구하였다. 自己相關係數와 偏自己相關係數를 圖示한 圖 2-3 에 의하면 自己相關係數는 時間差 5 個月마다, 偏自己相關係數는 時間差 3 個月마다 比較的 크게 나타난다.

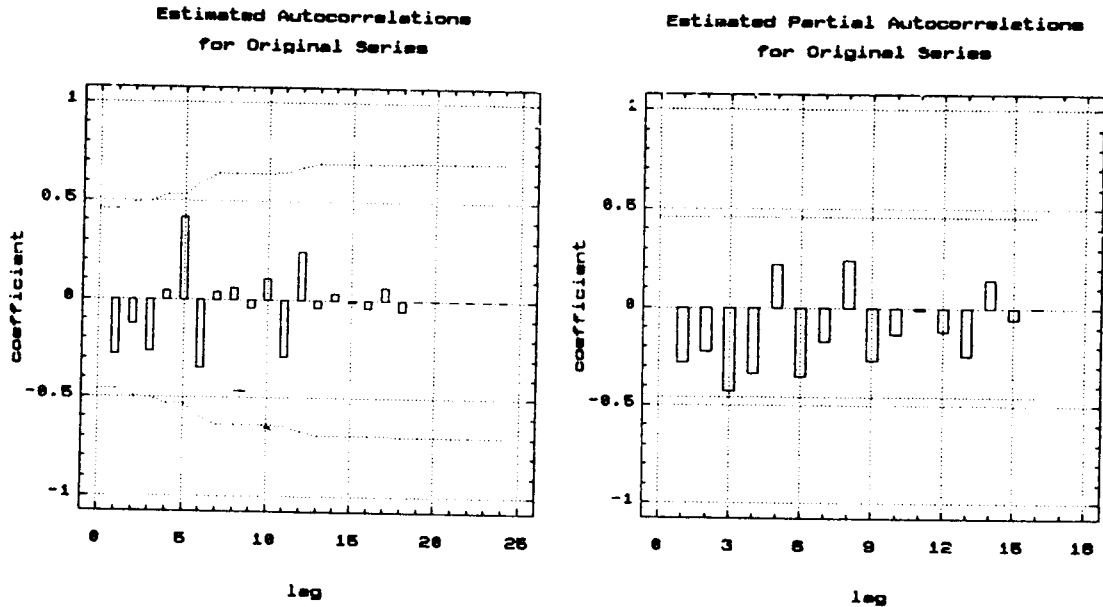


圖 2-3. DIA 05의 自己相關係數와 偏自己相關係數

季節的 要因과 非季節的 要因을 自己回歸項으로 간단히 해보면 ARMA(5, 3)의 模型으로 表示된다.

다음 段階는 母數를 推定하는 段階로서 그 結果를 表2-3 에 나타내었다. 殘差平方和(RSS: residual sum of squares)이 10^{-4} 보다 더 줄어들지 않는 基準에 의하여 反復을 25回로 限定한 結果이다. 이 表에 의하면 MA(3)의 係數推定値는 5%의 有意水準에서 有意的인 差異를 나타내고 그외의 推定値는 有意的인 差異를 나타내고 있지 않다. 이것은 즉, 全體의으로 殘差의 自己相關이 random series로 부터 影響을 받을 수 있다는 것을 意味한다. 그러므로 原資料의 殘差分析을 통하여 殘差의 自己相關性을 分析하여 가장 適合한 模型에 接近할 수 있는데, 이것은 探索的 技法(heuristic)으로 행한다.

Box-Jenkins 模型에 適用함으로써 平均平方誤差가 4.67759E12로서 Brown의 指數平滑法에 비해 比較的 母數 推定 分散이 작게 나타났음을 알 수 있다.

表 2-3. 母數 推定 結果

```

-----
Final:      RSS = 4.67759E13    ...stopped on Iter'n count
-----
                Summary of Fitted Model for:  DIA5.DIFFS
-----
Parameter      Estimate  Std.error  T-value  P-value
AR ( 1)         -0.41356   0.32533   -1.27120  0.23243
AR ( 2)         -0.35803   0.35513   -1.00817  0.33715
AR ( 3)         -0.07235   0.38831   -0.18631  0.85592
AR ( 4)          0.05980   0.35763    0.16721  0.87054
AR ( 5)          0.39699   0.34166    1.16195  0.27224
MA ( 1)          0.51673   0.29550    1.74868  0.11092
MA ( 2)          0.23989   0.24670    0.97236  0.35380
MA ( 3)          1.48420   0.32903    4.51089  0.00112
MEAN            108392.75719329072.69828  1.24104  0.24291
CONSTANT       559703.99285
-----
Estimated white noise variance = 4.67759E12 with 10 degrees of freedom.
Estimated white noise standard deviation (std err) = 2.16277E6
-----

```

ARMA(5, 3) 模型에 適合시켰을 때의 豫測 結果가 表2-4 에 表示되었다. 表2-4 의 (A)項은 次期 24 個月간의 豫測值이며, (B)項은 有意水準 5%의 下限 값이며, (C)項은 上限 값을 나타낸다.

表 2-4. ARMA(5, 3)에서의 次期 24個月間 需要豫測值

個月	(A)	(B)	(C)
1	2.5649E6	-2.25534E6	7.38515E6
2	2.12E	-4.49506E6	8.73507E6
3	-43359.9	-5.56453E6	7.83027E6
4	-1.46204E	-8.71127E6	8.62455E6
5	2.25953E6	-1.07183E6	7.79421E6
6	1.07319E6	-7.28602E6	1.18051E7
7	1.07319E6	-9.1339E6	1.12803E7
8	-132515	-1.0345E7	1.00799E7
9	-30843	-1.02699E7	1.02082E7
10	103845	-1.03514E7	1.05591E7
11	1.50946E6	-8.94647E6	1.19654E7
12	325831	-1.03627E7	1.10143E7
13	-171908	-1.08743E7	1.05591E7
14	405879	-1.03037E7	1.11155E7
15	568749	-1.01606E7	1.12981E7
16	818558	-9.92419E6	1.15613E7
17	113316	-1.0663E7	1.08929E7
18	140709	-1.06653E7	1.09467E7
19	604240	-1.02044E7	1.14129E7
20	533191	-1.02758E7	1.13422E7
21	451409	-1.03641E7	1.12669E7
22	197991	-1.06184E7	1.10144E7
23	376315	-1.04524E7	1.1205E7
24	579595	-1.02492E7	1.14084E7

實測值와 豫測值의 結果를 圖式化한 圖2-4 에 의하면 豫測期間 10個月부터는 하나의 값으로 收斂해 감을 볼 수 있으며, 이것은 Box-Jenkins 技法이 1년 以上の 期間에 대한 豫測에 대해서는 敏感하지 못하다는 것을 보여주고 있다.

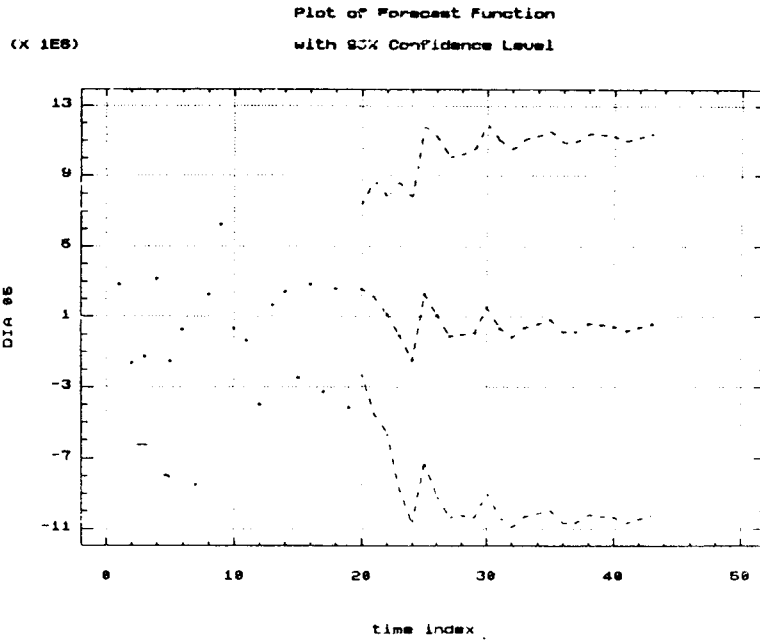


圖 2-4. DIA 05의 實測值와 需要豫測值

2.3 回歸分析技法의 適用

콘덴서 直徑別 需要變動은 類似한 形態임을 볼 수 있다. 直徑別 콘덴서 需要間의 相關關係의 本質과 程度를 알아보기 위하여 DIA 05와 각 直徑別 相關係數를 구한 값이 表4-5 에 나타나 있다. 이 表로 부터 DIA 05와 DIA 08이 相關係數가 가장 크므로 DIA 05 需要를 從屬變數(Y)로 두고, DIA 06, DIA 07, DIA 08, DIA 10, DIA 10, DIA 12, DIA 16, DIA 20 需要를 獨立變數(X)로 두었다.

表 2-5. DIA 05에 대한 直徑間 相關係數
Sample Correlations

	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07	DIA 08	DIA 10
DIA 05	.4173	1.0000	.2950	.3715	.6042	.4648
	DIA 12	DIA 16	DIA 20			
DIA 05	.4805	.3223	.0121			

信賴區間 95%를 利用하여 模型을 推定한 結果 그래프를 圖2-5 에 圖式하였는데, 첫번째 그림은 DIA 05일 때의 回歸式에 관한 것이며, 두번째 그림은 2, 13, 18번째 觀測值를 除外한 回歸式을 나타내었다.

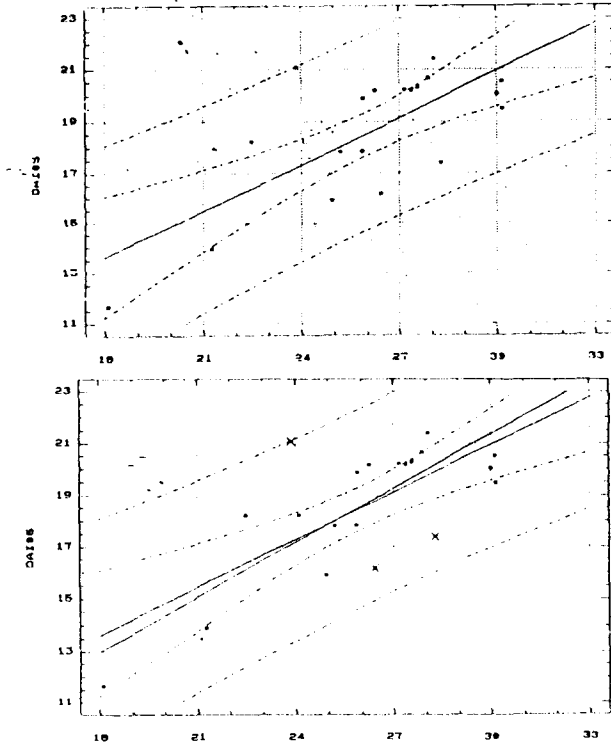


圖 2-5. (1) DIA 05의 回歸式, (2) 2, 13, 18번째 값을 除外한 回歸式

表2-6 에서는 圖2-5 의 (1)의 回歸式과 (2)의 回歸式間의 比較表로서 절편(B0)과 기울기(B1)가 表示 되었으며, 各 各의 標準誤差(SE), t 값, 相關係數, MSE와 自由度(df)의 값을 보여준다. 여기에서, 相關係數가 0.73141에서 0.86384로 增加 하였으며, MSE도 1.3195E12 만큼 減少하였음을 보여준다.

表2-6. DIA 05의 回歸式과 2, 13, 18번째 값을 除外한 回歸式의 比較表

	B ₀			B ₁			Corr.	MSE	df
	係數	SE	t	係數	SE	t			
DIA 05	2.6703E3	3.5102E6	0.76073	0.60934	0.13391	4.5504	0.73141	3.1646E12	18
2, 13, 18번째 값을 除外한 境遇	4.1812E5	2.7574E6	0.15163	0.69878	0.10522	6.6412	0.86384	1.8451E12	15

3. 콘텐츠 수요예측의 비교 및 고찰

各 統計的 推定 模型중 어느 模型이 適合性이 제일 높은 가는 豫測值와 實測值와의 平均平方誤差로 比較하여 볼 수 있다. 誤差가 클 때에는 模型自體가 適合性이 낮음을 알 수가 있다. 表3-1 은 適用된 各 技法의 平均平方誤差를 比較한 表이다. 平均平方誤差가 가장 작은 값의 순으로는, 回歸分析模型, Box-Jenkins 模型, Brown의 指數平滑法 순이며, 精密度에 있어서는 回歸分析技法이 가장 높은 것으로 나타났다.

表 3-1. 適用된 各 技法의 平均平方誤差의 比較

適用 技法	平均平方誤差(MSE)
Brown의 指數平滑法	6.9911E12
Box-Jenkins 法	4.67757E12
回歸分析模型	1.8451E12

指數平滑法은 移動平均法의 短點인 假定值 選定基準의 不合理性和 對象期間을 정하는 基準을 合理的으로 改善한 것으로, 過去의 많은 資料없이 최근의 資料만으로 쉽게 豫測이 可能한 것이나, 精密度에서 는 다소 떨어지는 감이 있었다.

Box-Jenkins法은 精密度에 있어서는 指數平滑法보다 優秀한 것으로 나타났으나, 가장 基本的인 假定인 時系列의 安定化에 있어서 많은 資料(50-100개정도)를 必要로 하며, 最適 模型을 選定하는 節次가 複雜하다. 이와같은 理由로 一般的인 適用이 親熟하지 못한 短點이 있다. 回歸分析法은 各 品目에 대한 需要패턴이 類似하고, 傾向值가 없는 境遇에 各 品目 需要들 간의 相關關係의 本質과 相關關係의 程度를 보여주는 것이었다. 精密度에 있어서도 다른 技法들보다 높게 나타났으며, 接近方法도 比較的 複雜하지 않았다. 正確한 模型이 設定된다면 獨立需要의 觀測值로서 從屬需要에 대한 豫測을 쉽게 할 수 있다.

4. 結 論

本 研究는, S社 세라믹 콘텐츠의 從屬需要豫測에 대한 技法인 MRP, MPS를 中心으로 理論的인 適用이 可能하나, 發注會社의 製品 需要의 豫測과 部品構成에 대한 資料를 구하기 어렵고, 또한 S社는 過去의 數年동안의 세라믹 콘텐츠 需要에 대한 時系列 資料를 確保하고 있기 때문에, 獨立需要 品目으로 간주하여 定量的이며 獨立需要 品目の 需要豫測에 適用하는 指數平滑法, Box-Jenkins法과 回歸分析法을 適用하여 比較 分析하였다. 適用된 세라믹 콘텐츠의 時系列 資料는 傾向值가 比較的 작은 편이며, 各 品目別 需要 패턴(demand pattern)이 비슷한 것으로 나타났다.

適用 技法에 대한 結果 分析의 長短點은 다음과 같다.

(1) 指數平滑法은, 다른 技法보다 理解하기 쉽고 간단한 方法으로 나타났으나, 다른 技法보다 精密度에서 比較的 떨어졌다.

(2) Box-Jenkins法은, 精密度에서 豫測의 結果가 指數平滑法보다 優秀한 方法으로 나타났으나 많은 資料를 必要로 하고 最適 模型 接近 方法이 複雜하였다.

(3) 回歸分析法은, 類似한 需要 패턴을 갖는 部品間的 相關關係를 나타내었으며, 接近 方法에서도 比較的 簡單하였고, 精密度에 있어서도 다른 技法에 비해 오히려 높게 나타났음을 알 수 있다.

豫測의 精密度 側面에서 豫測模型技法別 平均平方誤差(MSE)를 보면, Brown의 指數平滑法은 6.9911E12, Box-Jenkins法은 4.67757E12, 回歸分析模型은 1.84510E12로 回歸分析模型에서 MSE가 가장 낮게 나타났다.

費用側面에서 보면, 本 論文에서 適用한 諸技法중에 Box-Jenkins 法과 같은 技法은 複雜하고 一般的으로 理解하기 어렵고, 補修, 維持 및 運營을 위한 費用이 指數平滑法이나 回歸分析法보다 더 所要된다.

結論的으로, 豫測技法에 관한 基準 즉, 關聯費用에 관한 基準과 精密度에 관한 基準등은 各 狀況과 條件에 따라 달라지며 그에 따른 豫測技法을 選定하는 것이 現實的이라고 思料된다.

또한, 豫測을 함에 있어 既存의 定量的인 技法으로 分析하려고 할 境遇에는 보다 關聯情報들을 媒介 變數로 考慮하여 分析에 追加 利用되어 짐으로서 더욱 더 正確한 豫測이 可能해지리라 본다.

더욱 向上된 技法에 대한 比較와 分析은 앞으로의 研究課題로 남긴다.

參 考 文 獻

1. Bowerman, B. L. and O'connell, R.T., Time Series and Forecasting, Duxbury Press, North Scituate Massachusetts, 1979.16. Box, G. E. P. and Jenkins, G. M., Time Series Analysis Forecasting and Control, Holden-Day, San Francisco, 1970.
2. Buffa, E., Modern Production/ Operation Management, John Wiley & Sons Inc., 1980, p. 159.
3. Chamber, J. C., Mullie, S.K. and Smith, "How to Choose the Right Forecasting Technique," Harvard Business Review, 1971, pp. 45-73.
4. Cargill, T. F. and Fadington, W. R., "Nevada's Gaming Revenues : time Characteristics and Forecasting," Management Science, Vol. 24, No. 12, 1978, pp. 1221-1230.
5. Chatfield, C., "Some Recent Development in Time Series Analysis," Journal of Royal Statistical Society, Series A 140 1977, PP. 492-510.
6. Chatfield, C. and Prothero D. L., "Box-Jenkins Seasonal Forecasting; Problems in a Case Study," Journal of Royal Statistical Society, Series A 136, 1973, PP. 295-315.
7. Dent, W. T. and Swanson, J. A., "Forecasting with Limited Information ; ARIMA Models of the Trialer on Flatcar Transportation Market," Journal of the American Statistical Association, Vol. 73, No. 362, 1978, pp. 293-299.
8. Fuller, W. A., Introduction to Statistical Time Series, John Willy & Sons, N. Y., 1976.
9. Geurts, M. D. & Ibrahim, I. B. "Comparing the Box-Jenkins Approach with Exponentially Smoothed Forecasting Model Application to Hawaii Tourists," Journal of Marketing Research, Vol. 12, 1975, pp. 182-188.
10. Granger, C. W. J. and Morris, M. J., Time Series Modelling and Interpretation, Journal of Royal Statistical Society Series A 139, 1976, pp. 246-257.
11. Makridakis, S. and Steven, C. W. Forecasting Methods and Applications, Jhon Wiley and Sons Inc., 1978, p. 6.
12. Makridakis, Wheelwright, and McGee, Forecasting Methods and Applications (2nd ed.), New York, John Wiley & Sons, Inc., 1983.
13. Mcleavey, D.W. and Narashimhan, S.L., Production Planning and Inventory, Allyn and Bacon Inc., 1985, pp. 58-59.
14. McDowell, D., McCleary, R., Meidinger, E. E. and Hay, Jr. R. A., "Interrupted Time Series Analysis," Sage University Paper Series, Sage Pulications, 1980.
15. Montgomery, D.C. and Peck, E.A., Introduction to Linear Regressin Analysis, John Wiley & Sons, Inc., 1982.
16. Stevensen, W. J., Production / operation management, Richard D, Irwin,Inc., (2nd), 1986.