

DEA-Window

Malmquist

이재설* · 고현우**†

*한국우편물류지원단

**서경대학교

Analysis of Efficiency and Productivity Changes for Mail Centers Using DEA-Window Analysis and Malmquist Productivity Index

Jae Seol Lee* · Hyun-Woo Goh**†

*Korea Postal Logistics

**Seokyeong University

The purpose of this paper is to analyze the 24 mail center's efficiency and productivity changes from first quarter to fourth quarter of 2008 using window analysis and Malmquist productivity index. Row views of window analysis results make it possible to determine trends and/or observed behavior with the same data set, and column views to examine the stability of results across different data sets. Malmquist productivity indexes greater than unity translate into improvements in productivity, and less than unity mean deterioration in performance over time. The results of this study suggest that DEA models under dynamic situations such as window analysis and Malmquist productivity index enable us to comprehend the efficiency and productivity changes over time and to show the direction of improvements.

Keywords : Mail Center, Window Analysis, Malmquist Productivity Index

1. 서론

우편집중국은 우편물을 우체국에서 수작업 처리하는 대신에 권역별로 한 곳에 모아 우편기계시설을 이용하여 일괄처리하는 지식경제부 우정사업본부 소속 현업기관으로서 우편물의 원활한 소통을 위하여 이의 효율적인 운영이 중요하므로 객관적이고 타당한 효율성 평가 방법이 적용되어야 한다.

2008년도 우정사업본부의 우편집중국 경영평가지표를

살펴보면 사전에 설정된 5%의 계량지표 및 95%의 비계량지표로 구성되어 있어 비계량지표에 대한 객관성의 문제 등을 야기할 수 있다. 그러므로 사전에 가중치가 부여된 비계량지표의 문제를 해결하기 위한 효율성 평가 방안으로 자료포락분석(data envelopment analysis; DEA) 모형의 사용을 제시할 수 있다.

이에 따른 선행연구로 김대기·최재필(2006)은 우편업무의 핵심조직인 22개 우편집중국의 효율성을 DEA 모형에 의하여 평가하고 평가결과를 기초로 비효율적인 우

편집중국을 개선하기 위한 전략적인 대안을 제시하였다. 또한 이재설, 고현우(2008a, 2008b, 2009a)는 각각 DEA, DEA-AR 모형 및 교차효율분석에 의하여 22개 우편집중국의 2007년도 운영효율성을, 그리고 이재설, 고현우(2009b)는 cone-ratio DEA에 의하여 24개 우편집중국의 2008년도 운영효율성을 분석하였다. 그러나 이들 선행연구는 정태적 상황(static conditions) 하에서 DEA를 사용하여 일정시점의 효율성을 분석한 것으로서 일정기간의 효율성 변화를 분석하지 못하는 문제점이 있다. 그러므로 동태적(dynamic) 또는 시간종속적(time dependent) 상황 하에서 효율성 및 생산성을 분석하여 효율성 및 생산성의 변화 추세를 파악하고 개선방안을 모색할 필요성이 있다.

본 연구에서는 DEA의 시간종속적 사용인 윈도우분석(window analysis)과 두 기간 사이의 DMU의 생산성 변화를 평가하는 맘퀴스트 생산성지수(Malmquist productivity index; MPI)를 사용하여 2008년도 1/4분기부터 4/4분기까지의 4개 기간에 대하여 우편집중국 효율성 및 생산성 변화를 실증분석하고 생산성 개선방안을 모색해보고자 한다.

2. 이론적 배경

본 장에서는 DEA-윈도우분석 및 맘퀴스트 생산성지수의 개념을 간단히 살펴본다.

2.1 윈도우분석

DEA의 시간종속적 사용방법인 윈도우분석의 명칭과 기본개념은 이 기법을 개발한 미국 육군 모병사령부(U.S Army Recruiting Command)의 통계과장이던 G. Klopp(1985)에 기인한다(Cooper et al., 2006).

DEA에서 DMU별 투입·산출자료가 기간(년, 분기 등) 별로 주어진 경우 기간별 효율성 점수로도 전체 시계열 관점에서 효율성의 흐름을 개략적으로 파악할 수는 있으나 DMU별로 특정 기간의 효율성 점수를 다른 기간의 효율성과 직접 비교하기에는 무리가 있다. 따라서 DMU의 효율성 상승 또는 하락과 같은 변화추이나 효율성 변동의 안정성을 비교하기 위한 방법으로 윈도우분석을 이용할 수 있다. 윈도우분석은 몇 개의 기간으로 구성된 분석기간을 윈도우로 설정하고 동일 DMU를 서로 다른 DMU로 간주하여 분석을 수행하는 것이다. 즉 분석기간의 길이를 설정하고 해당 윈도우에 속하는 자료를 패 널화하여 분석하는 방법이다. 이 기법을 사용한 분석 결과의 행 및 열 관점에 따라 각각 의미를 부여할 수 있다.

행 관점(row views)에서는 동일한 데이터집합에 대해서 윈도우별 추세와 행태(trends and/or observed behavior)를 판정할 수 있으며 안정적인지 또는 비안정적인지 여부를 판단할 수 있다. 열 관점(column views)에서는 이동과 대체에 따라 발생하는 서로 다른 데이터집합에 대한 안정성(stability)을 검증할 수 있으며 효율성이 안정적인지, 하락하고 있는지 또는 개선되고 있는지 여부를 판단할 수 있다(박만희 2008; Cooper et al., 2006).

DMU 수(n) 10, 기간 수(k) 8, 윈도우 길이(p) 3이라고 가정하고 윈도우분석 결과의 예를 표로 나타내면 <표 3>과 같다. 여기서 E_{ij} 는 윈도우 단위로 DEA 모형을 통해 산출된 효율성점수이고, R_{ij} 는 윈도우 단위별로 산출된 효율성점수의 행 평균값이고, C_j 는 DMU별 기간에 대한 효율성점수의 열 평균값이며, T_i 는 DMU별 효율성점수의 전체 평균값이다.

<표 1> 윈도우분석결과 예시

| 구분 | 기 간 | | | | | | | | 평균 | 전체 평균 |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | | |
| DMU 1 | E ₁₁ | E ₁₂ | E ₁₃ | | | | | | R ₁₁ | T ₁ |
| | | E ₁₂ | E ₁₃ | E ₁₄ | | | | | R ₁₂ | |
| | | | E ₁₃ | E ₁₄ | E ₁₅ | | | | R ₁₃ | |
| | | | | E ₁₄ | E ₁₅ | E ₁₆ | | | R ₁₄ | |
| | | | | | E ₁₅ | E ₁₆ | E ₁₇ | | R ₁₅ | |
| | | | | | | E ₁₆ | E ₁₇ | E ₁₈ | R ₁₆ | |
| | | | | | | | | | | |
| | | C ₁₁ | C ₁₂ | C ₁₃ | C ₁₄ | C ₁₅ | C ₁₆ | C ₁₇ | C ₁₈ | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| DMU 10 | E ₁₀₁ | E ₁₀₂ | E ₁₀₃ | | | | | | R ₁₀₁ | T ₁₀ |
| | | E ₁₀₂ | E ₁₀₃ | E ₁₀₄ | | | | | R ₁₀₂ | |
| | | | E ₁₀₃ | E ₁₀₄ | E ₁₀₅ | | | | R ₁₀₃ | |
| | | | | E ₁₀₄ | E ₁₀₅ | E ₁₀₆ | | | R ₁₀₄ | |
| | | | | | E ₁₀₅ | E ₁₀₆ | E ₁₀₇ | | R ₁₀₅ | |
| | | | | | | E ₁₀₆ | E ₁₀₇ | E ₁₀₈ | R ₁₀₆ | |
| | | | | | | | | | | |
| | | C ₁₀₁ | C ₁₀₂ | C ₁₀₃ | C ₁₀₄ | C ₁₀₅ | C ₁₀₆ | C ₁₀₇ | C ₁₀₈ | |

윈도우분석을 하는데 중요한 사항인 윈도우의 길이는 식 (1)과 같이 구한다. 식 (1)에서 k 는 분석하고자 하는 기간 수, p 는 윈도우의 길이를 의미한다. 그리고 윈도우 수(w)는 $k-p+1$ 이 된다(Cooper et al., 2006).

$$p = \begin{cases} \frac{k+1}{2} & \text{when } k \text{ is odd} \\ \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} & \text{when } k \text{ is even.} \end{cases} \quad (1)$$

2.2 맘퀴스트 생산성지수

MPI의 개념은 Sten Malmquist(1953)에 의하여 처음 도

입되었으며, 여러 학자들에 의하여 비모수적 체제에서 더욱 연구되고 발전되었다. MPI는 DMU의 총요소생산성 성장을 나타내는 지수로서 효율성의 진보 또는 퇴보를 반영함과 함께 다수투입 및 다수산출 체제 하에서 두 기간 사이의 변경기술(frontier technology)의 진보 또는 퇴보를 반영한다(Cooper et al., 2006). MPI는 Caves et al., (1982)이 'Malmquist productivity index'라고 칭하였다(Färe et al., 1994). MPI는 모든 DMU들이 비용을 최소화하고 수입을 최대화한다고 가정하지 않기 때문에 공공부문 및 비영리조직들을 분석할 때 특히 유용하다. 이러한 조직에서는 비용최소화 및 수입최대화의 가정이 타당하지 않은 경향이 일반적이기 때문이다(유금록, 2004).

MPI 추정방법은 특정 생산함수를 가정하지 않고 거리 함수에 기초하여 투입요소에 대한 산출물의 지수로 정의된다. 성장회계방법(growth-accounting approach)과는 달리 투입요소에 대한 비용비중이나 소득분배율에 대한 자료를 필요로 하지 않는다. 분석에 이용되는 거리함수는 크게 투입기준거리함수(input-based distance function)와 산출기준거리함수(output-based distance function)로 구분된다. 이들은 DEA에서와 동일한 개념으로 전자는 일정 수준의 산출량을 생산하는데 소요되는 투입량을 최소화하는 거리함수를 추정하는 것이고, 후자는 주어진 투입량으로 최대한 생산할 수 있는 산출량의 거리함수를 추정하는 것이다. 그리고 총요소생산성을 기술진보와 기술적 효율성 요인으로 분해하는 MPI 방법론은 생산성 향상과 관련하여 중요한 시사점을 제공한다. 만약 기술진보의 둔화로 생산성이 악화되고 있는 경우라면 생산변경을 상향 이동시킬 수 있는 기술혁신을 유도하는 정책이 필요할 것이고, 기술적 비효율성이 높아 잠재적인 생산기술을 충분히 활용하지 못하고 있는 경우라면 신기술의 도입과 더불어 기술을 파급시키고 활용을 개선시킬 수 있는 정책을 통하여 생산성 향상을 제고할 수 있다. MPI도 DEA와 마찬가지로 투입지향 MPI와 산출지향 MPI로 구분하여 계산할 수 있다(박만희, 2008).

MPI는 t 기간에서의 생산기술을 가정한 상태에서 서로 다른 두 기간 t , $t+1$ 의 투입·산출 조합을 통해 식 (2)와 같이 정의할 수 있다.

$$M^t = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (2)$$

마찬가지로 $t+1$ 기간의 생산기술을 가정한 상태에서 서로 다른 두 기간 t , $t+1$ 의 투입·산출 조합을 통해 MPI를 식 (3)과 같이 정의할 수 있다.

$$M^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (3)$$

임의의 기준(arbitrary benchmark)을 선정하는 것을 피하기 위해 식 (2) 및 식 (3) 두 MPI의 기하평균을 이용하여 산출지향 맘퀴스트 생산성 변화지수를 정의하면 다음과 같다.

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) > 1$ 이면 t 기에 비해서 $(t+1)$ 기에 생산성이 증가하였다는 것을 의미하고, $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) < 1$ 이면 감소하였다는 것을 의미하며, $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = 1$ 이면 변화가 없다는 것을 나타낸다. 식 (4)는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \cdot \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= TECI \cdot TCI \end{aligned} \quad (5)$$

식 (5)에서 괄호 밖의 수식은 두 기간(t , $t+1$)의 거리 함수 비율을 나타낸다. 이를 기술적효율성변화지수(technical efficiency change index; TECI)라고 하며 두 기간의 기술적효율성 변화를 평가하는 척도이다. 괄호 안의 기하평균은 두 기간(t , $t+1$) 동안의 기술변화지수(technical change index; TCI)라고 하며 두 기간 사이의 생산기술 변화, 즉 효율적인 변경으로의 이동이 생산성 변화에 어떻게 기여하는가를 평가하는 척도이다.

기술적효율성변화지수(TECI)는 다시 순수효율성변화지수(pure efficiency change index; PECEI)와 규모효율성변화지수(scale efficiency change index; SECI)로 구분할 수 있다. 식 (5)는 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{V_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{V_o^t(x^t, y^t)} \cdot \left[\frac{V_o^t(x^t, y^t)}{D_o^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{V_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] \\ &\quad \cdot \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= PECEI \cdot SECI \cdot TCI \end{aligned} \quad (6)$$

따라서 MPI는 식 (6)과 같이 PECEI, SECI 및 TCI로 분해하여 추정할 수 있다. 식 (6)에서 $V_o^t(x^t, y^t)$ 는 t 기의

규모수익가변 하에서의 산출거리함수를 나타내고,

$\frac{V_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{V_o^t(x^t, y^t)}$ 는 t 기에 대한 $(t+1)$ 기의 순수효율성변

화를 평가하는 척도이다. $\frac{V_o^t(x^t, y^t)}{D_o^t(x^t, y^t)}$ 는 t 기에서의 규모

수익불변기술에 대한 규모수익가변기술의 산출거리함수의 비율을 나타내고 이는 SECI를 의미한다(박만희 2008, Färe et al., 1994).

3. 효율성 및 생산성 변화 실증분석

3.1 투입변수 및 산출변수의 선정

투입변수 및 산출변수는 Golany and Roll(1989)의 변수 선정 3단계 중 판단적심사(judgemental screening) 및 Wagner and Shimshak(2007)의 후방단계적접근법(backwards step-wise approach)을 적용하여 선정함 이재설 · 고현우(2009b)의 변수를 그대로 적용하였는데, 투입변수는 건물면적, 소형통상구분기수 및 비정규직원수이며, 산출변수는 처리물량이다. 윈도우분석 및 MPI 분석에 사용할 2008년 1/4분기~4/4분기의 투입변수 및 산출변수는 <표 2>에 나타낸 바와 같다.

3.2 윈도우분석결과

<표 2>의 자료를 사용하여 24개 우편집중국의 2008년 1/4분기부터 4/4분기까지 윈도우분석을 실행하였다. 여기서 비교대상기간(k)은 4이므로 윈도우의 크기(p)는 $\frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2}$ 을 계산하면 2 또는 3이다. 윈도우 크기가 2일 때 윈도우 수(w)는 $k-p+1$ 이므로 3이 되고, 윈도우 크기가 3일 때 윈도우 수는 2가 되는데 기간의 경과에 따른 효율성의 변화를 더욱 세분하여 분석하기 위하여 윈도우 수를 3으로 하는 크기인 2로 하였다. 따라서 첫 번째 윈도우는 2008년 1/4분기~2/4분기이고, 두 번째 윈도우는 2008년 2/4분기~3/4분기, 세 번째 윈도우는 2008년 3/4분기~4/4분기로 구성된다. DEA-SOLVER를 사용하여 효율성을 계산하면 <표 3> 및 <표 4>에 나타낸 결과를 얻을 수 있다.

3.3 Malmquist 생산성지수 분석결과

<표 2>의 자료와 EnPAS(efficiency and productivity analysis system)를 사용하여 MPI를 구하고 이를 정리하면

<표 5> 및 <표 6>에 나타낸 바와 같다. 그리고 DMU별 MPI의 기하평균과 누적곱을 구하면 <표 7>에 나타낸 바와 같다.

3.4 분석결과 해석 및 생산성 개선방안 모색

3.4.1 윈도우분석결과 해석

윈도우분석결과 행별로 구한 평균값을 ‘윈도우별 평균(average through window)’이라고 하는데 이는 <표 3>에 나타낸 바와 같다. 윈도우별 평균을 살펴보면 우편집중국 ‘04220’, ‘05321’, ‘06330’, ‘07360’, ‘11443’, ‘12461’, ‘14506’ 및 ‘24791’의 8국은 초기 윈도우에서는 효율성이 낮았으나 기간이 경과함에 따라 효율성이 개선되어가는 추세를 보이고 있다. 우편집중국 ‘02143’ 및 ‘17618’의 2국은 초기 윈도우보다 두 번째 윈도우의 효율성 점수가 개선되었다가 세 번째 윈도우의 효율성 점수가 하락하는 추세를 보이고 있다. 우편집중국 ‘01140’, ‘03210’, ‘08410’, ‘09421’, ‘10431’, ‘13480’, ‘15526’, ‘16565’, ‘18641’, ‘19660’, ‘20683’, ‘21690’, ‘22702’ 및 ‘23760’의 14국은 초기 윈도우보다 두 번째 윈도우의 효율성 점수가 하락하였다가 다시 개선되는 추세를 보이고 있다.

윈도우분석결과 열별로 구한 평균값을 ‘기간별 평균(average by term)’이라고 하며 이는 <표 4>에 나타낸 바와 같다. 우편집중국 ‘04220’, ‘06330’, ‘07360’, ‘11443’, ‘12461’ 및 ‘24791’의 6국은 시간이 경과함에 따라 효율성이 개선되는 경향을 보이고 있으며 나머지 18국은 개선 또는 하락이 혼재하는 경향을 보이고 있다.

3.4.2 MPI 분석결과 해석

<표 5>의 시계열평균생산성지수를 살펴보면 맘퀴스트 생산성지수(MPI)가 0.6% 증가하였는데 이는 기술변화보다는 기술적효율성, 순수효율성 및 규모효율성의 변화(증가)에 기인한 것임을 알 수 있다.

<표 6>에서 평균생산성지수가 가장 높은 우편집중국 ‘21690’을 살펴보면 MPI가 1.1537로 이는 분기평균증가율이 15.37%이었으며, 기술변화(감소) 및 순수효율성변화(정체)보다는 기술적효율성변화(증가) 및 규모효율성변화(증가)에 기인하였음을 알 수 있다. 그리고 평균생산성지수가 가장 낮은 우편집중국 ‘03210’을 살펴보면 MPI가 0.8790으로 분기평균감소율이 12.1%임을 알 수 있으며, 순수효율성변화(정체)보다는 기술적효율성변화(감소), 기술변화(감소) 및 규모효율성변화(감소)에 기인하고 있음을 알 수 있다.

<표 7>에서 시계열(time-series)자료 변동률의 대푯값으로서 적당한 성질을 가지고 있는 기하평균은 분기 평균 생산성 증가를 의미하는데, 전체적으로 분기 평균 0.6%

<표 2> 투입변수 및 산출변수

| DMU | 2008. 1/4 | | | | 2008. 2/4 | | | |
|-------|---------------------|--------|---------|-----------|---------------------|--------|---------|-----------|
| | 건물(m ²) | 구분기(식) | 비정규직(명) | 처리물량(천통) | 건물(m ²) | 구분기(식) | 비정규직(명) | 처리물량(천통) |
| 01140 | 31,222 | 5 | 284 | 406,531 | 31,222 | 5 | 277 | 419,180 |
| 02143 | 56,142 | 5 | 305 | 470,493 | 56,142 | 5 | 302 | 473,865 |
| 03210 | 7,150 | 1 | 27 | 21,849 | 7,150 | 1 | 28 | 22,900 |
| 04220 | 12,925 | 1 | 56 | 44,151 | 12,925 | 1 | 56 | 46,892 |
| 05321 | 32,492 | 3 | 196 | 114,654 | 32,492 | 3 | 195 | 104,562 |
| 06330 | 8,918 | 1 | 86 | 44,045 | 8,918 | 1 | 88 | 44,404 |
| 07360 | 11,122 | 1 | 64 | 48,546 | 11,122 | 1 | 64 | 49,173 |
| 08410 | 19,779 | 3 | 141 | 195,469 | 19,779 | 3 | 138 | 180,868 |
| 09421 | 33,734 | 4 | 204 | 298,817 | 33,734 | 4 | 203 | 303,367 |
| 10431 | 19,901 | 2 | 136 | 176,211 | 19,901 | 2 | 136 | 174,494 |
| 11443 | 10,733 | 2 | 107 | 85,987 | 10,733 | 2 | 107 | 89,959 |
| 12461 | 20,390 | 3 | 135 | 126,580 | 20,390 | 3 | 131 | 128,523 |
| 13480 | 35,496 | 4 | 161 | 136,187 | 35,496 | 4 | 166 | 151,709 |
| 14506 | 18,272 | 3 | 116 | 84,753 | 18,272 | 3 | 115 | 82,255 |
| 15526 | 12,942 | 1 | 66 | 22,126 | 12,942 | 1 | 66 | 19,792 |
| 16565 | 11,278 | 2 | 101 | 57,727 | 11,278 | 2 | 102 | 57,016 |
| 17618 | 31,510 | 5 | 289 | 158,935 | 31,510 | 5 | 254 | 160,562 |
| 18641 | 16,554 | 2 | 98 | 59,747 | 16,554 | 2 | 96 | 56,251 |
| 19660 | 6,603 | 1 | 75 | 33,286 | 6,603 | 1 | 77 | 31,981 |
| 20683 | 11,519 | 1 | 127 | 44,522 | 11,519 | 1 | 121 | 45,206 |
| 21690 | 10,200 | 1 | 44 | 22,056 | 10,200 | 1 | 43 | 19,057 |
| 22702 | 34,334 | 5 | 175 | 133,084 | 34,334 | 5 | 174 | 130,770 |
| 23760 | 6,298 | 1 | 70 | 35,487 | 6,298 | 1 | 70 | 30,933 |
| 24791 | 8,933 | 1 | 75 | 28,732 | 8,933 | 1 | 74 | 28,873 |
| 계 | 468,447 | 58 | 3,138 | 2,849,975 | 468,447 | 58 | 3,083 | 2,852,592 |

| DMU | 2008. 3/4 | | | | 2008. 4/4 | | | |
|-------|---------------------|--------|---------|-----------|---------------------|--------|---------|-----------|
| | 건물(m ²) | 구분기(식) | 비정규직(명) | 처리물량(천통) | 건물(m ²) | 구분기(식) | 비정규직(명) | 처리물량(천통) |
| 01140 | 31,222 | 5 | 260 | 375,269 | 31,222 | 5 | 306 | 359,547 |
| 02143 | 56,142 | 5 | 313 | 475,140 | 56,142 | 5 | 334 | 462,448 |
| 03210 | 7,150 | 1 | 35 | 22,661 | 7,150 | 1 | 42 | 22,992 |
| 04220 | 12,925 | 1 | 58 | 48,477 | 12,925 | 1 | 57 | 47,857 |
| 05321 | 32,492 | 3 | 200 | 121,010 | 32,492 | 3 | 197 | 114,193 |
| 06330 | 8,918 | 1 | 88 | 45,826 | 8,918 | 1 | 88 | 48,244 |
| 07360 | 11,122 | 1 | 69 | 50,520 | 11,122 | 1 | 68 | 53,110 |
| 08410 | 19,779 | 3 | 141 | 186,418 | 19,779 | 3 | 144 | 205,850 |
| 09421 | 33,734 | 4 | 211 | 305,413 | 33,734 | 5 | 222 | 318,051 |
| 10431 | 19,901 | 2 | 137 | 151,342 | 19,901 | 2 | 140 | 155,786 |
| 11443 | 10,733 | 2 | 107 | 92,968 | 10,733 | 2 | 107 | 108,823 |
| 12461 | 20,390 | 3 | 134 | 133,034 | 20,390 | 3 | 146 | 140,992 |
| 13480 | 35,496 | 4 | 166 | 138,210 | 35,496 | 4 | 175 | 157,965 |
| 14506 | 18,272 | 3 | 111 | 84,971 | 18,272 | 3 | 133 | 89,819 |
| 15526 | 12,942 | 1 | 63 | 21,501 | 12,942 | 1 | 70 | 23,670 |
| 16565 | 11,278 | 2 | 101 | 54,308 | 11,278 | 2 | 110 | 60,085 |
| 17618 | 31,510 | 5 | 251 | 150,510 | 31,510 | 5 | 259 | 147,145 |
| 18641 | 16,554 | 2 | 95 | 57,448 | 16,554 | 2 | 97 | 64,472 |
| 19660 | 6,603 | 1 | 87 | 31,181 | 6,603 | 1 | 89 | 33,104 |
| 20683 | 11,519 | 1 | 120 | 44,383 | 11,519 | 1 | 124 | 45,917 |
| 21690 | 10,200 | 1 | 43 | 20,609 | 10,200 | 1 | 30 | 23,094 |
| 22702 | 34,334 | 5 | 177 | 128,272 | 34,334 | 5 | 178 | 136,184 |
| 23760 | 6,298 | 1 | 75 | 33,357 | 6,298 | 1 | 73 | 31,931 |
| 24791 | 8,933 | 1 | 74 | 30,038 | 8,933 | 1 | 78 | 31,521 |
| 계 | 468,447 | 58 | 3,116 | 2,802,866 | 468,447 | 59 | 3,267 | 2,882,800 |

자료: 우정사업본부에서 수집한 자료를 정리한 것이며, DMU(우편집중국)의 실명은 사용하지 않고 저자가 정한 기호로 표시하였음.

<표 3> 원도우별 평균

| DMU | 2008. 1/4-2/4 | 2008. 2/4-3/4 | 2008. 3/4-4/4 |
|-------|---------------|---------------|---------------|
| 01140 | 0.9849 | 0.9751 | 0.9791 |
| 02143 | 0.9964 | 1.0000 | 0.9866 |
| 03210 | 0.5185 | 0.4669 | 0.3949 |
| 04220 | 0.5181 | 0.5332 | 0.5518 |
| 05321 | 0.3891 | 0.3994 | 0.4196 |
| 06330 | 0.4930 | 0.5022 | 0.5484 |
| 07360 | 0.5168 | 0.5259 | 0.5477 |
| 08410 | 0.8782 | 0.8573 | 0.9379 |
| 09421 | 0.9523 | 0.9480 | 0.9675 |
| 10431 | 0.9533 | 0.8839 | 0.8540 |
| 11443 | 0.6105 | 0.6347 | 0.7821 |
| 12461 | 0.6212 | 0.6389 | 0.6635 |
| 13480 | 0.5608 | 0.5565 | 0.5715 |
| 14506 | 0.4670 | 0.4774 | 0.4857 |
| 15526 | 0.2211 | 0.2173 | 0.2377 |
| 16565 | 0.3789 | 0.3676 | 0.4219 |
| 17618 | 0.3970 | 0.4045 | 0.4033 |
| 18641 | 0.3838 | 0.3817 | 0.4205 |
| 19660 | 0.3856 | 0.3731 | 0.4202 |
| 20683 | 0.4734 | 0.4714 | 0.4751 |
| 21690 | 0.3010 | 0.2939 | 0.4114 |
| 22702 | 0.4818 | 0.4704 | 0.4907 |
| 23760 | 0.3956 | 0.3829 | 0.4337 |
| 24791 | 0.3210 | 0.3277 | 0.3586 |

<표 4> 기간별 평균

| DMU | 2008. 1/4 | 2008. 2/4 | 2008. 3/4 | 2008. 4/4 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 01140 | 0.9698 | 1.0000 | 0.9751 | 0.9581 |
| 02143 | 0.9929 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9733 |
| 03210 | 0.5157 | 0.5212 | 0.4196 | 0.3634 |
| 04220 | 0.5025 | 0.5337 | 0.5416 | 0.5531 |
| 05321 | 0.4070 | 0.3707 | 0.4301 | 0.4074 |
| 06330 | 0.4910 | 0.4946 | 0.5222 | 0.5625 |
| 07360 | 0.5135 | 0.5194 | 0.5335 | 0.5614 |
| 08410 | 0.9035 | 0.8529 | 0.8809 | 0.9757 |
| 09421 | 0.9429 | 0.9616 | 0.9517 | 0.9657 |
| 10431 | 0.9580 | 0.9477 | 0.8314 | 0.8664 |
| 11443 | 0.5967 | 0.6243 | 0.6829 | 0.8436 |
| 12461 | 0.6079 | 0.6346 | 0.6562 | 0.6578 |
| 13480 | 0.5391 | 0.5824 | 0.5395 | 0.5946 |
| 14506 | 0.4722 | 0.4619 | 0.5017 | 0.4609 |
| 15526 | 0.2335 | 0.2086 | 0.2263 | 0.2491 |
| 16565 | 0.3812 | 0.3766 | 0.3797 | 0.4433 |
| 17618 | 0.3786 | 0.4153 | 0.4036 | 0.3931 |
| 18641 | 0.3918 | 0.3759 | 0.3938 | 0.4410 |
| 19660 | 0.3933 | 0.3779 | 0.3880 | 0.4328 |
| 20683 | 0.4698 | 0.4764 | 0.4671 | 0.4832 |
| 21690 | 0.3195 | 0.2824 | 0.3106 | 0.5071 |
| 22702 | 0.4847 | 0.4790 | 0.4696 | 0.5040 |
| 23760 | 0.4227 | 0.3684 | 0.4202 | 0.4242 |
| 24791 | 0.3202 | 0.3215 | 0.3421 | 0.3673 |
| 산술평균 | 0.5503 | 0.5495 | 0.5528 | 0.5829 |

4/4분기 사이의 생산성 증가를 의미하는데, 전체적으로
의 생산성이 증가하였으며 우편집중국 '04220'의 14국은
분기 평균생산성이 증가하였고 '01140' 외 8국은 분기
평균생산성이 감소하였다. 누적값은 2008년 1/4분기와
는 1.82%의 생산성이 증가하였고 우편집중국 '04220' 외
14국은 생산성이 증가하였고 '01140'의 8국은 생산성이
감소하였다.

<표 5> 시계열평균생산성지수

| 시계열 | TECI | TCI | PECI | SECI | MPI |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T2 | 0.9694 | 1.0223 | 0.9960 | 0.9733 | 0.9911 |
| T3 | 1.0380 | 0.9577 | 1.0273 | 1.0104 | 0.9940 |
| T4 | 1.0835 | 0.9539 | 0.9951 | 1.0889 | 1.0336 |
| 기하평균 | 1.0292 | 0.9775 | 1.0060 | 1.0231 | 1.0060 |

3.4.3 생산성 개선방안

MPI 분석결과 평균생산성지수가 가장 높은 우편집중
국과 가장 낮은 우편집중국의 생산성 향상방안을 모색
해 보았다.

평균생산성지수가 가장 높은 우편집중국 '21690'의 경
우 생산성은 TECI 및 SECI에 의존하였으며 TCI로부터

<표 6> DMU별 평균생산성지수

| DMU | TECI | TCI | PECI | SECI | MPI |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 01140 | 1.0000 | 0.9638 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9638 |
| 02143 | 1.0000 | 0.9802 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9802 |
| 03210 | 0.8997 | 0.9769 | 1.0000 | 0.8997 | 0.8790 |
| 04220 | 1.0537 | 0.9689 | 1.0000 | 1.0537 | 1.0209 |
| 05321 | 1.0076 | 0.9916 | 1.0200 | 0.9879 | 0.9991 |
| 06330 | 1.0520 | 0.9799 | 1.0000 | 1.0520 | 1.0308 |
| 07360 | 1.0370 | 0.9937 | 1.0000 | 1.0370 | 1.0304 |
| 08410 | 1.0213 | 0.9896 | 1.0000 | 1.0214 | 1.0107 |
| 09421 | 1.0112 | 0.9819 | 1.0024 | 1.0089 | 0.9929 |
| 10431 | 0.9728 | 0.9866 | 1.0000 | 0.9728 | 0.9598 |
| 11443 | 1.1268 | 0.9599 | 1.0317 | 1.0922 | 1.0817 |
| 12461 | 1.0252 | 0.9871 | 1.0190 | 1.0061 | 1.0119 |
| 13480 | 1.0475 | 0.9756 | 1.0238 | 1.0231 | 1.0219 |
| 14506 | 0.9904 | 0.9860 | 1.0088 | 0.9818 | 0.9766 |
| 15526 | 1.0286 | 0.9853 | 1.0000 | 1.0286 | 1.0135 |
| 16565 | 1.0516 | 0.9574 | 0.9982 | 1.0535 | 1.0067 |
| 17618 | 1.0342 | 0.9687 | 0.9990 | 1.0351 | 1.0018 |
| 18641 | 1.0509 | 0.9788 | 1.0346 | 1.0157 | 1.0287 |
| 19660 | 1.0367 | 0.9628 | 1.0000 | 1.0367 | 0.9983 |
| 20683 | 1.0162 | 0.9943 | 1.0000 | 1.0162 | 1.0103 |
| 21690 | 1.1824 | 0.9757 | 1.0000 | 1.1824 | 1.1537 |
| 22702 | 1.0270 | 0.9757 | 1.0087 | 1.0182 | 1.0020 |
| 23760 | 1.0053 | 0.9602 | 1.0000 | 1.0053 | 0.9654 |
| 24791 | 1.0525 | 0.9799 | 1.0000 | 1.0525 | 1.0313 |
| 기하평균 | 1.0292 | 0.9775 | 1.0060 | 1.0231 | 1.0060 |

는 음(-)의 영향을 받았고 PECI로부터는 영향을 받지 않았음을 알 수 있다. 따라서 이 우편집중국은 TCI가 감소하였으므로 혁신(innovation) 잠재력이 있어 작업공정 혁신, 새로운 경영기법 및 외부충격 등을 이용하여 생산성을 증대시킬 수 있다고 판단되며, PECI가 정체하고 있으므로 이를 개선할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하다고 판단된다.

그리고 평균생산성지수가 가장 낮은 우편집중국 '03210'의 경우 TECI가 낮아 추격(catchup) 잠재력이 있으므로 비용구조 및 설비가동을 개선 등이 필요하며, TCI가 낮아 혁신 잠재력이 있으므로 작업공정 혁신, 새로운 경영기법 및 외부충격 등의 이용이 필요하며, SECI가 낮으므로 최적규모의 지향이 필요하며, PECI가 정체하고 있으므로 이의 개선방안을 모색하는 것이 필요하다고 판단된다.

<표 7> DMU별 MPI의 기하평균 및 누적곱

| DMU | T = 2(2/4) | T = 3(3/4) | T = 4(4/4) | 기하평균 | 누적곱 |
|-------|------------|------------|------------|--------|--------|
| 01140 | 1.0426 | 0.9224 | 0.9308 | 0.9638 | 0.8951 |
| 02143 | 1.0122 | 0.9849 | 0.9448 | 0.9802 | 0.9419 |
| 03210 | 1.0107 | 0.7916 | 0.8488 | 0.8790 | 0.6791 |
| 04220 | 1.0621 | 0.9982 | 1.0037 | 1.0209 | 1.0641 |
| 05321 | 0.9120 | 1.1574 | 0.9449 | 0.9991 | 0.9974 |
| 06330 | 1.0080 | 1.0321 | 1.0527 | 1.0308 | 1.0952 |
| 07360 | 1.0128 | 1.0274 | 1.0513 | 1.0304 | 1.0939 |
| 08410 | 0.9433 | 1.0108 | 1.0829 | 1.0107 | 1.0325 |
| 09421 | 1.0197 | 0.9727 | 0.9870 | 0.9929 | 0.9790 |
| 10431 | 0.9902 | 0.8673 | 1.0294 | 0.9598 | 0.8840 |
| 11443 | 1.0462 | 1.0335 | 1.1705 | 1.0817 | 1.2656 |
| 12461 | 1.0427 | 1.0143 | 0.9797 | 1.0119 | 1.0361 |
| 13480 | 1.0804 | 0.9111 | 1.0842 | 1.0219 | 1.0672 |
| 14506 | 0.9778 | 1.0662 | 0.8935 | 0.9766 | 0.9315 |
| 15526 | 0.8943 | 1.0865 | 1.0715 | 1.0135 | 1.0411 |
| 16565 | 0.9834 | 0.9524 | 1.0894 | 1.0067 | 1.0203 |
| 17618 | 1.1060 | 0.9477 | 0.9591 | 1.0018 | 1.0053 |
| 18641 | 0.9587 | 1.0309 | 1.1015 | 1.0287 | 1.0886 |
| 19660 | 0.9608 | 0.9751 | 1.0618 | 0.9983 | 0.9948 |
| 20683 | 1.0154 | 0.9818 | 1.0345 | 1.0103 | 1.0313 |
| 21690 | 0.8839 | 1.0815 | 1.6063 | 1.1537 | 1.5355 |
| 22702 | 0.9882 | 0.9643 | 1.0557 | 1.0020 | 1.0060 |
| 23760 | 0.8718 | 1.0782 | 0.9571 | 0.9654 | 0.8996 |
| 24791 | 1.0049 | 1.0402 | 1.0493 | 1.0313 | 1.0968 |
| 기하평균 | 0.9911 | 0.9940 | 1.0336 | 1.0060 | 1.0182 |

4. 결론

선행연구에서 CCR, BCC, AR-DEA, cone-ratio DEA, 교차효율분석 및 초효율분석 등을 사용하여 우편집중국의 효율성을 분석하는 것은 정태적 상황을 분석한 것이며

동태적 또는 시간중속적 상황 하에서 효율성의 변화를 분석한 것은 아니었다. 본 연구에서는 동태적 분석인 윈도우분석 및 MPI 분석을 통하여 2008년 1/4~4/4 기간의 24개 우편집중국의 효율성 및 생산성의 변화를 살펴보았다.

윈도우분석 결과 행관점에서는 기간의 경과에 따른 윈도우별 효율성 추세와 행태가 안정적인지 비안정적인지를 판단할 수 있었으며, 열관점에서는 효율성의 안정, 하락 또는 개선여부를 파악할 수 있었다. MPI 분석결과 생산성의 증가 또는 감소여부를 판단할 수 있었으며, 효율성 변화지수를 파악하여 생산성의 개선방향도 도출할 수 있었다.

그러나 본 연구는 자료수집의 어려움으로 인하여 2008년도 내에서 분기별 효율성 및 생산성의 변화를 분석하는 한계를 지녔다. 효율성 및 생산성은 단년도 내에서의 분기별 변화보다는 수년도의 변화를 분석하여 보는 것이 적절할 것이다. 그리고 본 연구는 윈도우분석 및 MPI 분석을 물류조직 등의 효율성 및 생산성 변화 분석에 응용하고 개선방향을 모색할 수 있음을 제시한 것에 의의를 둔다.

참고문헌

- [1] 김대기, 최재필; “우편집중국의 운영효율성 개선을 위한 의사결정지원 모델에 대한 연구”, 한국 SCM 학회지, 6(2) : 39-47, 2006.
- [2] 박만희; 효율성과 생산성 분석, 서울 : 한국학술정보(주), 2008.
- [3] 유금록; 공공부문의 효율성 측정과 평가: 프런티어 분석의 이론과 적용, 서울 : 대영문화사, 2004.
- [4] 이재설, 고현우(2008a), “DEA를 사용한 우편집중국 운영의 효율성 분석”, 산업경영시스템학회지, 31(3) : 8-16.
- [5] 이재설, 고현우; “DEA-AR 모형을 사용한 우편집중국 운영의 상대적 효율성 분석”, 한국경영공학회지, 13(3) : 43-56, 2008b.
- [6] 이재설, 고현우; “교차효율분석을 응용한 우편집중국의 운영효율성 분석”, 한국경영공학회지, 14(1) : 159-168, 2009a.
- [7] 이재설 · 고현우; “Cone-ratio DEA에 의한 우편집중국 효율성 분석”, 2009년 한국산업경영시스템학회 춘계학술대회 발표논문, 2009b.
- [8] Caves, Douglas W., Christien, Laurits R., and Diewert, W. Erwin; “The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity,” *Econometrica*, 505(6) : 1393-1414, 1982.
- [9] Cooper, W. W., Seiford, L. M., and Tone, K.; *Data*

Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition, Springer, New York, 2006.

- [10] Färe, Rolf, Grosskopf, Shawna., Norris, Mary, and Zhang, Zhongyang.; “Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries,” *The American Economic Review*, 84(1) : 66-83, 1994.
- [11] Golany, B. and Roll, Y.; “An application procedure for DEA,” *Omega*, 17(3) : 237-250, 1989.
- [12] Malmquist, Sten.; “Index numbers and indifference surfaces,” *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa*, 4 : 209-242, 1953.
- [13] Wagner, Janet M., and Shimshak, Daniel G.; “Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedure and managerial perspectives,” *European Journal of Operational Research*, 180 : 57-67, 2007.