

# 우리나라 주요 철도노선의 수송생산성 변화 Productivity growth of Korean Railway Lines

김현웅†  
Hyun-Woong Kim

---

## ABSTRACT

This paper investigates the productivity growth in Korean railway lines. The productivity growth is calculated by a process of measuring of pure efficiency change index(PECI), scale efficiency change index(SECI), and technical change index(TCI), using Data envelopment analysis (DEA) method.

The data cover the period 1990~2007; 1990~2003 are the pre-structural reform years and the post-structural reform years are 2005~2007. The framework for the analysis is Malmquist Productivity Index (MPI) of the to investigate the impacts of structural reform on productivity growth, respectively.

The inputs considered are the length of operating line, the number of staff, the number of coach and wagon, and the outputs are the trains movement of passenger and freight, and the traffic of passenger and freight.

---

### 1. 서론

본 연구의 목적은 우리나라 주요 철도노선의 수송생산성의 변화를 분석하는 데에 있다. 우리나라의 철도노선에 대한 생산성은 수송 승객수, 수송 톤수, 수송 인-km, 수송 톤-km로 평가되기도 하였는데, 주로 직원수 대비 수송실적 등의 비율에 의한 평가에 의해 단편적인 부분만 제시되는 한계가 있었다. 또한 철도노선별 생산성 변화를 구체적으로 분석한 사례도 찾아보기 힘들다. 이에 본 연구는 1990년 중반 이후에 최적산출량 측정에 근거하여 생산성의 변화를 추정하는 맘퀴스트 생산성지수(Malmquist Productivity Index, MPI) 추정기법을 이용하여, 우리나라 철도노선별 수송의 생산성 변화를 측정하였다. 분석기간은 1990년~2007년으로, 이 중 2004년은 철도산업 구조개혁이 시행된 시기여서, 구조개혁에 따른 주요 철도노선들의 성과측정도 가능하다. 분석 대상은 경부선, 중앙선, 호남선, 전라선, 경전선, 충북선, 장항선, 경춘선, 영동선, 태백선 등 10개 노선으로 설정하였고, 분석을 위한 변수로는 철도영업연장, 직원수, 객차량수, 화차량수, 여객열차 및 화물열차의 운행거리, 여객 및 화물 수송실적을 설정하였다.

### 2. 생산성 변화 분석의 방법론

Caves-Christensen-Diewert(1982)는 특정 시기  $t$ 의 기술 수준에서  $t$ 기와  $(t+1)$ 기의 효율성 변화로부터 생산성 변화를 측정하기 위해서 거리함수의 비율을 이용하여 맘퀴스트 생산성지수(MPI)를 제시하였다.  $m$ 개의 투입 요소  $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  을 사용하여  $s$ 개의 산출 요소  $y = (y_1, y_2, \dots, y_s)$ 를 생산할 경우,  $t$  시점에 기술적으로 생산가능한 투입 및 산출 조합  $(x, y) \in S^t$  라 하면,  $t$  시점과  $(t+1)$  시점의 생산성 변화를 나타내는 투입지향 MPI는 다음 식 (1)과 같이 정의된다.

---

\* 책임저자 : 정희원, 한국철도기술연구원, 교통물류연구실, 선임연구원  
E-mail : hwkim@krii.re.kr  
TEL : (031)460-5477 FAX : (031)460-5021

$$M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \frac{D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

여기에서,  $D_I$ 는 투입거리함수,  $D_I^t(x^t, y^t)$ 와  $D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 는 각각  $t$  시점과  $(t+1)$  시점의 기술적 효율성을 나타내는데,  $M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 이 1보다 크면,  $t$  시점에 비해서  $(t+1)$ 시점에 생산성이 증가하였다는 것을 의미하고,  $M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 이 1보다 작으면 생산성이 감소하였다는 것을 의미하며, 이 값이 1과 같다면 생산성의 변화가 없음을 의미한다.

식 (13)은 다음 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^t(x^t, y^t)} \times \left[ \frac{D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_I^t(x^t, y^t)}{D_I^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \text{TECI} \times \text{TCI} \end{aligned} \quad (2)$$

여기에서 TECI는 기술적 효율성 변화지수(Technical Efficiency Change Index), TCI는 기술변화지수(Technical Change Index)라 각각 불리는데, TECI는 두 기간 동안의 기술적 효율성 변화를 평가하고, TCI는 두 기간 동안의 생산기술 변화를 평가하는 척도이다.

식 (14)는 다시 다음 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{V_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{V_I^t(x^t, y^t)} \times \left[ \frac{V_I^t(x^t, y^t)}{D_I^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{V_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] \\ &\quad \times \left[ \frac{D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_I^t(x^t, y^t)}{D_I^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \text{PECI} \times \text{SECI} \times \text{TCI} \end{aligned} \quad (3)$$

여기에서  $V_I^t(x^t, y^t)$ 는 시점  $t$ 의 규모수익가변 하에서의 투입거리함수이고, PECI는 순수 효율성변화지수(Pure Efficiency Change Index)로서  $t$  시점에 대한  $(t+1)$ 시점의 순수 효율성변화를 평가하는 척도이며, SECI는 규모효율성 변화지수(Scale Efficiency Change Index)로서 규모수익불변 기술에 대한 규모수익가변 기술의 투입거리함수 비율이다.

$t$  시점과  $(t+1)$  시점에 대해 특정 분석대상의 MPI를 산출하기 위해서는  $D_I^t(x^t, y^t)$ ,  $D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ ,  $D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ ,  $D_I^{t+1}(x^t, y^t)$ ,  $V_I^t(x^t, y^t)$ ,  $V_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 의 6개 거리함수를 추정해야 한다. 거리함수 추정에는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)을 이용하였다.

### 3. 자료의 구축

#### 3.1 투입변수 및 산출변수

본 연구에서는 철도노선의 생산성 변화와 관련된 기존 연구 및 통계자료의 수집 용이성을 고려하여, 직원수, 객차수, 화차수, 영업연장을 투입변수로, 여객열차 운행거리, 화물열차 운행거리, 여객 수송실적(인-km), 화물 수송실적(톤-km)을 산출변수로 각각 선정하였다.

또한 철도수송의 공공성 측면과 수익성 측면을 감안하여 각 측면의 산출변수를 여객열차 운행거리와 화물열차 운행거리, 여객 수송실적과 화물 수송실적으로 각각 분리하여 분석을 시행하였다.

### 3.2 분석대상 철도노선의 출처

한국철도의 노선별 수송효율성 분석은 국가 단위가 아닌 철도운송의 최소단위인 노선 단위로 효율성을 평가하는 것이 목적이므로, 개별 노선에 대한 조사 자료가 필요하였다. 따라서 국내 철도노선의 운송에 대한 통계자료는 철도청 또는 한국철도공사가 작성한 “철도통계연보”와 “경영성적 보고서”를 이용하였다.

한편, 직원수, 객차수, 화차수의 경우 한국철도의 1990년부터 2007년까지의 통계자료는 노선별 집계 이루어지지 않았다. 그래서 노선별 직원수의 경우 김민정(2004)이 적용한 방법을 준용하여, 전체 운영비 대비 노선별 운영비 비중을 산출한 후 이를 총직원수에 곱하여 노선별로 배분하였다. 노선별 객차수의 경우, KTX 량수는 “경영성적보고서”에서, 노선별 수도권 전동차량수는 한국철도공사의 내부자료(2009)에서 각각 수집한 다음, 일반 여객열차량수를 추정하여 산출하였다. 일반 여객열차량수는 “경영성적보고서”에 제시된 노선별 열차운행회수와 평균 견인량수로부터 추정하였다. 화차량수도 일반 여객열차량수와 마찬가지로 방식을 적용하여 추정하였다.

## 4. 철도노선별 생산성 분석 결과

### 4.1 공공성 측면

한국철도의 노선별 운송 생산성 변화를 Malmquist 생산성 지수 모형으로부터 도출한 결과, 공공성 측면의 노선별 생산성 변화지수는 0.97~1.05로 추정되어, 급격한 변화는 없는 것으로 나타나고 있다.

이를 각 노선별로 1990년부터 2007년까지 운송 생산성 변화를 살펴보면, 표 1에서 보는 바와 같이 경부선, 호남선, 장항선, 경춘선, 충북선의 경우에는 생산성 변화지수가 1.0을 초과하는 것으로 추정되어 생산성이 증가한 것으로 나타났다. 반면, 중앙선, 전라선, 경전선, 영동선, 태백선의 경우에는 생산성 변화지수가 1.0 미만으로 추정되어 생산성이 감소한 것을 알 수 있다.

경부선, 호남선, 장항선의 경우 각각 0.2%, 1.2%, 0.1%의 생산성 증가율을 보이고 있는 반면, 중앙선을 비롯하여 전라선, 경전선, 영동선, 태백선 등은 1.0%에서 3.0%의 감소율을 보이고 있다.

이를 기간별로 살펴보면, 경부선의 경우 1990년~1993년이 0.99, 1993년~1996년이 1.03, 1996년~1999년이 0.91, 1999년~2002년이 0.99, 2002년~2005년이 1.19, 2005년~2007년이 0.94로, 중앙선은 1990년~1993년이 1.00, 1993년~1996년이 0.87, 1996년~1999년이 0.96, 1999년~2002년이 1.23, 2002년~2005년이 0.90, 2005년~2007년이 0.81로 각각 분석되었다.

이러한 수치는 한국철도의 수송 생산성 변화 측정시 산출된 각 기간별 생산성 변화와 비교하여 볼 때, 각 개별노선이 어떻게 영향을 주었는지를 유추할 수 있게 해준다. 총괄적 생산성 변화는 2000년부터 2002년까지의 기간과 2003년부터 2004년까지의 기간 동안 감소추세였고, 2004년 이후에는 증가추세이었는데, 경부선의 경우 2000년부터 2002년까지의 기간 동안 감소추세였고, 2004년 이후에는 증가추세이므로, 전체 여객열차 운행거리의 약 50% 및 화물열차 운행거리의 40% 수준을 차지하는 경부선의 운송 생산성 변화 정도가 한국철도 전체의 수송 생산성 변화에 매우 크게 영향을 주고 있는 것을 알 수 있다.

### 4.2 수익성 측면

노선별 수익성 측면 운송 생산성 변화지수는 0.92에서 1.03으로 추정되었다. 경전선, 영동선, 태백선 등을 제외한 노선에서 생산성이 1990년에 비해 감소하였다. 그러나 각 노선의 철도 운송 생산성의 변화 범위는 -8%에서 +3%이어서, 평균적으로 급격한 변화를 보이지 않았다.

표 1. 한국철도의 노선별 운송생산성 변화(공공성측면)

노 선	1990-1993	1993-1996	1996-1999	1999-2002	2002-2005	2005-2007	평균
경부선	0.991	1.034	0.912	0.987	1.191	0.941	1.002
호남선	1.033	0.941	1.194	1.014	1.200	0.864	1.012
중앙선	1.004	0.868	0.957	1.228	0.897	0.813	0.970
전라선	0.967	0.888	1.003	1.018	0.910	0.990	0.986
경전선	1.030	0.977	0.936	1.004	0.977	0.821	0.984
장항선	1.228	0.988	1.103	1.123	0.881	0.897	1.010
영동선	0.995	0.904	0.996	1.209	0.782	0.832	0.990
태백선	1.084	0.810	0.934	0.970	1.056	0.993	0.989
경춘선	1.037	0.845	1.057	1.199	0.953	1.023	1.052
충북선	1.119	0.848	1.047	1.133	0.989	0.963	1.004

표 2. 한국철도의 노선별 운송생산성 변화(수익성측면)

노 선	1990-1993	1993-1996	1996-1999	1999-2002	2002-2005	2005-2007	평균
경부선	1.013	0.930	0.811	0.964	0.927	0.784	0.964
호남선	1.092	0.895	0.830	0.929	1.094	0.767	0.951
중앙선	1.075	0.699	0.763	1.198	0.910	0.799	0.922
전라선	0.968	0.769	0.931	1.020	1.036	0.919	0.977
경전선	0.980	0.799	0.697	1.110	0.823	1.192	1.028
장항선	0.957	1.035	0.904	0.991	0.832	0.848	0.973
영동선	1.134	0.972	0.674	1.074	0.933	1.226	1.023
태백선	1.029	0.831	0.930	0.969	0.926	1.128	1.017
경춘선	1.187	0.966	1.118	1.067	0.773	0.785	0.979
충북선	1.223	1.195	0.872	1.147	0.954	0.827	0.923

## 5. 결론

본 논문은 우리나라 철도노선의 생산성 변화를 분석하였다. 공공성 측면에서 경부선, 충북선은 1990년에 비해 생산성이 거의 비슷한 수준이고, 중앙선, 전라선 및 경전선은 다소 감소하였고, 수익성 측면에서의 생산성은 경부선이 1990년에 비해 4%가 감소한 반면, 경전선과 영동선 및 태백선은 2% 수준으로 증가한 것으로 측정되었다.

한국철도의 각 노선별 운송 생산성은 평균적으로 공공성 측면 및 수익성 측면 모두 1.0 내외로 측정되어 1990년에 비해 미미한 수준으로 변화한 것으로 나타났고, 특히 철도산업 구조개혁 및 고속철도 개통 이후의 노선별 생산성은 공공성 측면에서는 큰 변화가 없는 반면, 수익성 측면에서는 변화의 정도가

심하게 나타나는 것으로 분석되었다.

2005년부터 2007년까지 최근 3년 동안 노선별 운송 생산성 변화로 살펴보면, 공공성 측면에서 경부선은 5.9%, 호남선은 13.6%, 중앙선은 18.7%, 전라선은 0.1%, 경전선은 17.9%, 장항선은 10.3%, 영동선은 16.8%, 태백선은 0.7%가 각각 감소하는 등, 성과가 점차 감소하였다. 수익성 측면에서도 경부선은 21.6%, 호남선은 23.3%, 중앙선은 20.1%, 전라선은 8.1%, 장항선은 15.2%가 각각 감소하였다.

따라서 최근 생산성이 감소하는 추세를 보이는 이들 노선들에 대해서는 생산성의 향상을 위해, 시설 및 장비의 현대화, 원가절감 및 운영효율화, 직원 및 차량의 생산성 증대 등의 방안의 수립이 필요하다고 하겠다.

#### 참고문헌

1. 김민정, "한국 도시철도 운영기관들의 효율성과 생산성 분석-자료포락분석기법과 확률적 비용변경 접근법을 이용하여", 서울대학교 환경대학원 박사학위논문, 2004.
2. 김성호, 최태성, 이동원, "효율성 분석 이론과 활용", 서울경제경영, 2007.
3. 김현웅, 국광호, 문대섭, 이진선, "자료포락분석 기법을 이용한 우리나라 철도수송의 효율성 측정", 한국철도학회 논문집, 제12권 제4호, pp. 542~547, 2009.
4. 박만희, "효율성과 생산성 분석", 한국학술정보, 2008.
5. 오미영, "서울의 대중교통체계 개편에 따른 시내버스업체의 생산성에 관한 연구 :사고비용을 포함한 자료포락분석기법을 이용하여", 서울대학교 박사학위 논문, 2008.
6. 한국철도공사, "경영성적보고서", 1990-2007.
7. 철도청, "철도통계연보", 1990-2007.
8. Caves, D. W., L. R. Christensen and W. E. Diewert, "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity", *Econometrica*, Vol. 50, pp.1 393-1414, 1982.