우리나라 철도수송의 생산성 변화

Productivity growth in Korean Railway Transport

김현웅† 국광호* 문대섭**

Kim, Hyun-Woong Kook, Kwang-Ho Moon, Dae-Seop

ABSTRACT

This paper investigates the productivity growth in Korean railway transport. 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 1999~2006; 1999~2003 are the pre-structural reform years and the post-structural reform years are 2004~2006. 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.

Results indicate that Korean railway experienced a annual productivity growth of approx. 3% after the structural reform.

1. 서 론

본 연구는 우리나라 철도수송의 생산성 변화를 살펴보기 위해 수행되었다. 그동안 철도수송의 실적은, 수송 승객수, 수송 톤수, 수송 인-km, 수송 톤-km로 평가되었는데, 직원수나 차량수 등 자원의 보유정도와 무관하게 평가가 이루어졌고, 직원수 대비 수송실적 등 비율에 의한 평가 역시 단편적인 부분만 제시되는 한계가 있었다. 이에 본 연구는 1990년 중반 이후에 최적산출량 측정에 근거하여 생산성의 변화를 추정하는 맘퀴스트 생산성지수(Malmquist Productivity Index, MPI) 추정기법을 이용하여, 우리나라 철도수송의 생산성 변화를 측정하였다. 분석대상은 우리나라를 포함 총 9개 철도운영회사에서 제공하는 철도수송이고, 분석기간은 1999년부터 2006년까지이다.

2. 방법론

Caves·Christensen·Diewert(1982)는 특정 시기 t의 기술 수준에서 t기와 (t+1)기의 효율성 변화로부터 생산성 변화를 측정하기 위해서 거리함수의 비율을 이용하여 맘퀴스트 생산성지수(MPI)를 제시하였다.

투입요소 x을 사용하여 산출요소 y를 생산할 경우, t 시점과 (t+1) 시점의 생산성 변화를 나타내는 투입지향 MPI는 다음과 같이 정의된다.

† 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실, 선임연구원
E-mail : hwkim@krri.re.kr
TEL : (031)460-5477 FAX : (031)460-5021
* 정회원, 서울산업대학교 산업정보시스템공학과, 교수
** 정회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실, 책임연구원

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

여기에서, D_I는 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(1)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

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

$$= \text{TECI} \times \text{TCI}$$

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(2)는 다시 다음과 같이 나타낼 수 있다.

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

$$\times \left[\frac{D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_I^t(x^t, y^t)}{D_I^{t+1}(x^t, y^t)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$= \text{PECI} \times \text{SECI} \times \text{TCI}$$

여기에서 $V_I^t(x^t, y^t)$는 시점 t의 규모수익 가변하에서의 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 이용하였고, 선형계획 프로그램을 통해 값을 도출하였다.

3. 자 료

3.1 투입물 및 산출물

본 연구에서는 철도산업의 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 철도운영회사 및 자료수집

철도수송의 생산성 변화 측정을 위해 선정한 철도운영회사는, OECD 30개 국가중 노동생산성이 높은 5개의 운영회사인 캐나다의 Total Canada, 호주의 QR, 스웨덴의 SJ AB, 스페인의 RENFE, 일본이 JR과, 철도선진국인 독일의 DB AG, 프랑스의 SNCF, 이탈리아의 FS SpA, 그리고 우리나라의 KORAIL 등 총 9개이고, 분석기간은 1999년부터 2006년까지 8년이다.

투입자료와 산출자료는 세계철도연맹(International Union of Railway, UIC)의 통계연보와 한국철도공사의 철도통계연보를 참조하였다.

4. 생산성 분석 결과

한국철도 화물수송의 공공성 측면의 생산성 변화를 각각 분석한 결과, 다음 표 1에서 보는 바와 같이 MPI가 0.75~1.37로 측정되었다. Total Canada, SJ AB, RENFE, JR, DB AG, FS SpA는 8년간 평균 생산성 변화가 1보다 높게 추정되어 생산성이 8년전에 비해 증가한 것으로 나타났다. 년도별 변화정도를 구체적으로 살펴보면, 그림 1에서 보는 바와 같이 SJ AB와 DB AG의 변화정도가 불규칙하고, 나머지 운영회사의 철도수송 생산성 변화는 0.9~1.1사이에서 유지되고 있는 것을 알 수 있다. 수익성 측면의 생산성 변화의 경우, MPI가 0.86~1.28로 측정되었는데, 거의 대부분 운영회사의 생산성이 증가하는 것으로 나타났다. 년도별 변화정도를 살펴보면, Total Canada, QR, SJ AB, KORAIL, DB AG의 변화정도가 불규칙하고, 나머지 운영회사의 철도수송 생산성 변화는 0.9~1.1사이에서 유지되고 있다.

우리나라의 경우, 8년간 평균 철도수송의 생산성 변화는 공공성 측면과 수익성 측면 모두 0.99로 측정되었다. 이를 년도별로 살펴보면 외환위기 직후에 2001년까지는 증가추세를 보이다가 2001년부터 2004년까지는 감소추세를, 2004년부터는 증가추세를 보임을 알 수 있다. 특히 2003~2004년의 생산성 변화정도는 다른 시기에 비해 매우 낮게 측정되어 이시기에 생산성이 저하되는 요인이 발생하였음을 추측할 수 있다.

표 1. 운영회사별 철도수송의 공공성 측면의 생산성 변화(1999~2006)

운영회사	국 가	'99~'00	'00~'01	'01~'02	'02~'03	'03~'04	'04~'05	'05~'06	평균
Total Canada	Canada	1.02	1.01	1.06	1.08	0.95	1.00	1.00	1.02
QR	Australia	1.01	1.06	1.01	0.97	0.96	1.08	0.88	1.00
SJ AB	Sweden	1.19	1.37	0.75	1.05	0.86	1.26	1.01	1.07
RENFE	Spain	1.02	1.05	1.01	1.00	1.03	0.91	1.03	1.01
JR	Japan	1.01	1.06	1.02	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02
KORAIL	Korea	1.06	1.00	0.99	1.01	0.88	1.00	1.03	0.99
SNCF	France	0.99	0.92	1.00	0.94	1.00	0.98	1.01	0.98
DB AG	Germany	1.18	1.02	0.95	0.91	1.05	1.01	1.05	1.02
FS SpA	Italy	1.01	1.02	1.10	1.04	1.06	1.02	1.00	1.04

표 2. 운영회사별 철도수송의 수익성 측면의 생산성 변화(1999~2006)

운영회사	국 가	'99~'00	'00~'01	'01~'02	'02~'03	'03~'04	'04~'05	'05~'06	평균
Total Canada	Canada	1.08	1.02	0.99	1.12	1.02	1.02	1.01	1.04
QR	Australia	1.10	1.17	1.08	0.99	1.05	1.10	0.98	1.07

SJ AB	Sweden	1.28	0.99	0.97	0.91	1.09	1.08	1.04	1.05
RENFE	Spain	1.05	1.05	1.01	1.00	0.98	0.90	1.07	1.01
JR	Japan	1.04	1.05	1.01	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03
KORAIL	Korea	1.03	1.01	0.97	1.00	0.86	1.06	1.03	0.99
SNCF	France	1.06	0.92	1.01	0.96	1.02	1.02	1.04	1.00
DB AG	Germany	1.10	0.99	0.99	0.99	1.14	1.01	1.07	1.04
FS SpA	Italy	1.07	1.00	0.99	0.98	1.03	1.04	1.00	1.02

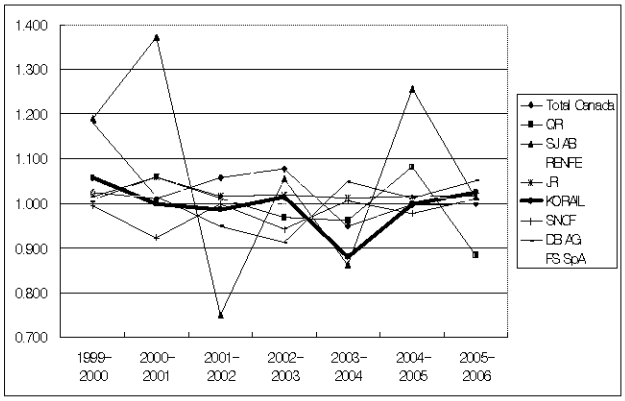

그림 1. 공공성 측면 철도수송의 생산성 변화

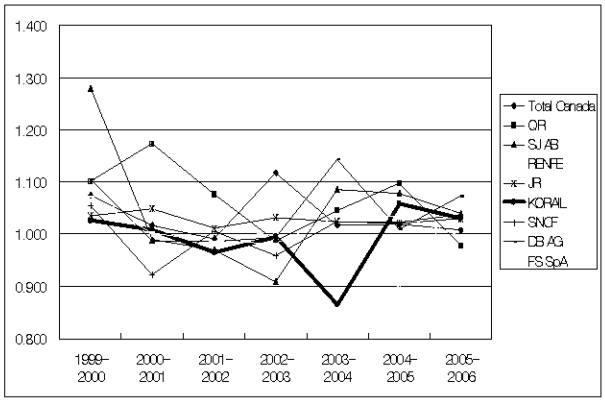

그림 2. 수익성 측면 철도수송의 생산성 변화

5. 결 론

본 연구에서는 우리나라를 포함하여 주요 국가의 철도수송 생산성 변화를 측정하였다. 특히 맘퀴스트 생산성지수(MPI)를 이용한 우리나라 철도수송의 생산성 변화 측정을 통해, 철도구조개혁 이전과 이후의 변화추이를 살펴보았다. 이는 기술 효율성의 변화와 기술 변화의 측정을 통해 가능한데, 우리나라의 경우 1999~2006년의 8년 동안 기술적 효율성 변화지수(TECI)는 1.00으로, 기술 변화지수(TCI)는 0.99로 산출되었기 때문에 2002년부터 2004년 동안의 기술변화의 감소가 생산성 변화의 감소 원인으로 판단된다. 그러나 2004년 이후에는 기술 변화의 상승이 나타나 생산성 변화가 증가하였는데, 다양한 분야에서의 생산 기술 향상과 기술 개선이 이루어졌기 때문으로 판단된다. 이와 같은 생산성 증가를 유지하기 위해서는 생산 투입요소인 차량 성능의 향상, 운영체계의 효율화 등이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 강상목, 윤영득, 이명헌 (2005), "산업의 생산성성장, 기술효율, 환경성과", 경제학연구, 한국경제학회, pp.5-39.
2. 노택선, 민충기, 염건 (2000), "비모수계획법을 이용한 생산성의 추정과 요인 분석", 정보통신정책연구, 제7권 제2호, pp.1-35.
3. 박진경 (2007), 한국과 일본 철도산업의 비용구조와 생산성 분석, 서울대학교 박사학위논문
4. 유금록 (2005), "공공부문의 생산성 측정을 위한 비방사적 맘퀴스트 생산성 지수의 측정방법과 적용", 정책분석평가학회보, 제15권 제2호, pp.99-125.
5. 이재훈, 정경훈 (2004), "우리나라 철도산업의 효율성 분석", 한국교통연구원
6. Caves, R.E., L.R. Christensen, and W.E. Diewert (1982), "Multilateral Comparisions of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers" Economic Journal, pp.73-86.