

톤퀴비스트 지수를 이용한 한국과 일본 철도산업의 중요소생산성 분석

박진경* · 김성수**

<目 次>

I. 서론	3. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수의 분해
II. 중요소생산성의 분석 방법	분석에 사용되는 자료
1. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수	IV. 중요소생산성의 분석 결과
2. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수와 증가율의 분해	1. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수의 분석 결과
III. 자료	2. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수와 증가율의 분해분석 결과
1. 집계 산출물 지수의 산정에 사용되는 자료	V. 결론
2. 집계 투입물 지수의 산정에 사용되는 자료	참고문헌

I. 서론

1988년 스웨덴의 철도구조개혁을 시작으로 영국, 독일, 프랑스를 비롯한 대부분 유럽 철도산업의 구조개혁은 철도의 시설부문과 운영부문을 분리하는 수직분리방식으로 추진되었다. 반면 일본의 철도구조개혁은 1987년 4월 1일에 일본국철(JNR, Japan National Railways)¹⁾을 영업부문과 비영업부문으로 분리하고, 다시 영업부문을 지역별, 기능별로 분리하는 방식으로 추진되었다. 먼저 영업부문 중 승객운송부문은 수직적으로는 통합되어 있으나, 지역별로 철도서비스를 탄력적으로 제공하고 기관간 경쟁(yardstick competition)을 유인하기 위해 6개의 여객철도회사로 분리하는 수평분리방식으로 추진되었다.²⁾ 반면 영업부문 중 화물운송부문은 일본 전역에서 일관된

* 서울대학교 環境大學院 박사과정 재학

** 서울대학교 環境大學院 교수

1) 1872년에 개통된 일본철도는 1906년에 국유화되었으나, 제2차 세계대전 이후인 1949년부터는 공기업인 JNR에 의해 운영되었다. JNR은 1964년부터 신칸센을 운행하기 시작하였고, 이때부터 대규모 설비투자로 인한 막대한 차입금으로 인해 첫 번째 영업적자를 내기 시작하였다. JNR의 적자는 지속적으로 발생하였으며, 1987년 민영화 당시 총 부채는 37.1조엔에 달하였다.

수송체계를 확립하기 위해 1개의 화물철도회사인 JR화물³⁾이 맡는 방식으로 추진되었다. 한편 비영업부문으로는 일본국철청산사업단(JNRSC, JNR Settlement Corporation)과 신칸센철도보유기구(SHC, Shinkansen Holding Corporation)가 함께 설립되었다. 당초 7개의 일본철도주식회사(JR, Japan Railways)는 JNRSC가 공적으로 소유하는 특수회사⁴⁾로 발족하였다. JR동일본은 2002년 6월에, JR서일본은 2004년 3월에 전 주식이 민간에게 매각되어 완전 민영화되었다. JR동해 역시 완전 민영화가 거의 되었지만, 다른 4개의 JR은 경영과 재무상황이 건전하지 못하여 아직은 완전민영화가 되지 못하였다.

우리나라도 1980년대부터 철도수요의 지속적인 감소, 철도시설에 대한 투자 미흡, 철도청의 경영 비효율성 등 때문에 철도구조개혁의 필요성이 대두되어 2003년 철도산업발전기본법과 한국철도시설공단법 그리고 한국철도공사법을 공포하고, 이에 따라 철도산업구조를 개편하였다. 당초 우리나라 철도산업의 구조개편 방안은 시설부문과 운영부문을 수직적으로 분리하여 시설부문은 국가가 소유하고 이를 철도시설공단에 위탁하여 철도투자를 확대하며, 운영부문은 철도주식회사를 설립한 후 단계적으로 민영화하는 것이었다. 그러나 철도청 노조의 저항에 부딪혀 2003년 1월 인수위원회에서 제안한 철도 구조개혁 조정방안을 수용하여 운영부문을 철도공사를 설립해 맡도록 하고, 민영화는 추후 검토하도록 하였다.

본 연구는 우리나라와 일본의 철도업체를 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지 투입물을 투입하여 신칸센 인キロ, 일반여객 인キロ, 화물 톤キロ의 세 가지 산출물을 생산하는 기업형태로 상정하고 톤키비스트 총요소생산성 지수를 이용해 생산성을 분석하며, 총요소생산성 지수와 증가율을 분해하는 회귀식을 추정하여 생산성의 증가요인을 분석한 다음 생산성 측면에서 경영자율성이 높은 민영업체가 생산성을 더 크게 향상시킬 수 있는지를 검증하는 데 그 목적이 있다. 이때 철도청(KNR, Korea National Railroad)에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003), 일본국철(JNR)에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 일본철도주식회사(JR's)에 대한 17개 연도별 자료(1987~2003)를 결합한 총 154개의 불균형 통합자료를 이용한다.

철도산업을 대상으로 톤키비스트 총요소생산성 지수를 이용해 생산성을 분석한 선행연구는 우리나라의 경우 전무하며, 외국의 경우 Brunker(1992), Hensher et al.(1995), Cowie(2002), Tretheway et al.(1997), 그리고 Laurin and Bozec(2001) 등이 있다. 먼저 Brunker(1992)는 호주국철

- 2) 3개의 규모가 큰 여객철도회사(JR동일본, JR동해, JR서일본)는 지역적으로 혼슈 섬에서 철도를 운행하고, 3개의 작은 여객철도회사(JR홋카이도, JR서극, JR구주)는 홋카이도, 시코쿠, 큐슈 섬에서 각각 철도를 운행하게 되었다. 따라서 신칸센은 혼슈 섬의 세 여객철도회사에 의해서만 운행된다.
- 3) JR화물은 선로시설을 소유하지 않으므로 6개의 여객철도회사들로부터 선로를 빌려서 이용하고, 이들에게 선로사용료를 지불하고 있다.
- 4) 권혁태(1997)는 국영기업의 민영화과정이 장기적으로 일반회계 → 특별회계 → 공사 → 특수회사 → 민간기업으로 진행된다고 할 수 있으며, 1987년에 단행된 일본의 철도구조개혁은 완전민영화가 아니라 공사체제에서 과도기적 형태의 특수회사로의 전환이라고 하였다. 이에 관한 보다 자세한 내용에 대해서는 pp. 164-165 참조.

(AN, Australian National Railways)의 톤퀴비스트 총요소생산성을 분석하였는데, 1979~1987년 동안 연간 생산성은 3.4~4.9%만큼 향상된 것으로 나타났다. Hensher et al.(1995) 역시 호주의 5개 철도업체⁵⁾에 대한 1971/72~1991/92년 동안의 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 연도별로 각각 도출한 결과 Queensland가 생산성이 가장 높았고, Victoria가 가장 낮았던 것으로 나타났다. Cowie(2002)는 영국의 여객철도에 대한 1995/96~1998/99년 자료를 대상으로 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 분석한 결과 생산성은 초기 민영화시기(1995~1998년)에 연평균 4.4% 증가하였으나 구조조정시기, 즉 1980년대 후반에 생산성은 급격히 향상되어 연평균 6.7%가 증가하였던 것으로 나타났다. 따라서 생산성을 높일 수 있는 주요 요인은 소유형태(ownership form) 그 자체라기보다 시장기반 조직체제로의 소유구조(ownership structure)라고 결론지었다.

Trethway et al.(1997)은 톤퀴비스트 지수를 사용하여 캐나다의 Canadian National Railway(CN)과 Canadian Pacific Railway(CP)의 생산성을 비교·분석한 결과 1956~1981년 동안 CN과 CP의 연평균 생산성 증가율은 3.4%로 동일하였으나 1981~1991년 동안의 연평균 생산성 증가율은 CN이 CP보다 다소 높았고, 규제완화 이후의 미국철도에 비해 생산성 증가율이 낮았던 것으로 나타났다. 마지막으로 Laurin and Bozec(2001)은 Trethway et al.(1997)과 마찬가지로 캐나다 철도산업의 생산성을 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 이용하여 분석하였다. 민영화가 운영 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위해 민영화 이전 기간(1981~1991년), 민영화 직전 기간(1992~1995년), 민영화 이후 기간(1996~1997년)으로 나누어 기간별로 CN과 CP의 생산성을 비교·분석하였다. 분석결과 두 철도회사는 모두 1981~1991년 동안 지속적으로 생산성이 증가하였는데 국영기간 중 CN은 CP에 비해 덜 생산적이었으나 CN의 생산성은 향상되기 시작하였으며, 민영화 이후 CP의 성과를 능가할 정도로 개선된 것으로 나타났다. 따라서 민영화 직전의 구조조정과 함께 영리성을 중시하는 기업의 목적 변화가 CN의 생산성 향상에 결정적인 요인으로 작용했던 것으로 결론지었다.

본 연구는 먼저 2장에서 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 이용하여 생산성을 분석하는 방법과 톤퀴비스트 총요소생산성 지수와 증가율의 분해 회귀식을 추정하는 방법을 설명한다. 다음으로 3장에서 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 분석하는 데 필요한 자료를 설명하고, 4장에서 총요소생산성 지수와 분해분석 결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서 분석결과를 요약하고, 철도산업의 민영화방안에 대한 생산성 측면에서의 정책적 시사점에 관해 논한다.

II. 총요소생산성의 분석 방법

1. 톤퀴비스트 총요소생산성 지수

철도산업의 성과, 특히 장기 성과는 생산성 지수(index)를 도출하여 철도회사 간 또는 하나의

5) New South Wales(NSW), Victoria, Queensland, South Australia(SA), 그리고 Western Australia(WA)임.

철도회사에 대해 시점별로 비교·분석하는 것이 일반적이다. 생산성은 산출물과 투입물의 비율이며, 생산성 증가(productivity gain)는 투입물 대비 산출물의 증가 또는 산출물 대비 투입물의 감소를 가리킨다. 이때 산출물과 투입물이 각각 하나씩 존재한다면 계산과정이 용이하나, 둘 이상의 투입물과 산출물이 존재한다면 생산성 증가는 단일 요소의 투입당 산출물의 증가, 즉 편요소생산성(partial factor productivity, PFP)⁶⁾ 지수와 집계 산출물 지수를 집계 투입물 지수⁷⁾로 나눈 총요소생산성(total factor productivity, TFP) 지수로 측정될 수 있다.

편요소생산성 지수는 기업간 또는 시점간 성과를 비교하는 데 가장 널리 사용되는 생산성 척도로 계산하기 쉽고, 많은 자료를 필요로 하지 않는다는 장점이 있다. 이 지수는 투입요소가격이 상대적으로 안정적이고, 유사한 운영 환경 하에 있는 기업들의 성과를 비교하는 데 도움이 된다. 그러나 어떤 투입물의 편요소생산성 지수는 다른 투입물 수준에 의존하므로 어떤 투입물의 생산성 성과가 높을 때 다른 투입물의 생산성 성과가 낮을 수 있다는 단점이 있다. 또한 일반적으로 개별 산출물과 개별 투입물의 비율은 불완전하므로 총요소생산성 지수와 같은 광범위한 생산성 척도를 사용하는 것이 바람직하다.⁸⁾

본 연구는 Caves et al.(1982a, 1982b)에서 개발된 식 (1)의 다각적 톨퀴비스트 총요소생산성 지수(multilateral Törnqvist indices)를 이용하여 한국과 일본 철도산업의 총요소생산성을 분석하고자 한다. 이 지수는 횡단면 자료나 패널 자료에 모두 적용될 수 있으며, 최근에는 총요소생산성 측정에 널리 이용되고 있다.

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{TFP_s}{TFP_t}\right) &= \ln TFP_s - \ln TFP_t \\ &= \sum_i \frac{R_{is} + \bar{R}_i}{2} \ln \frac{Y_{is}}{Y_i} - \sum_i \frac{R_{it} + \bar{R}_i}{2} \ln \frac{Y_{it}}{Y_i} \\ &\quad - \sum_j \frac{W_{js} + \bar{W}_j}{2} \ln \frac{X_{js}}{X_j} + \sum_j \frac{W_{jt} + \bar{W}_j}{2} \ln \frac{X_{jt}}{X_j} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 TFP_s : s 시점일 때 톨퀴비스트 총요소생산성 지수

Y_{is} : s 시점일 때 산출물 i 의 양

Y_i : 모든 관찰점에 대한 산출물 i 의 기하평균(geometric mean)

R_{is} : s 시점일 때 산출물 i 의 수입비중(revenue share)

\bar{R}_i : 모든 관찰점에 대한 산출물 i 수입비중의 산술평균(arithmetic mean)

X_{js} : s 시점일 때 투입물 j 의 양

6) 예를 들면 시간당 운행당 트럭대수, 노동자 1인당 인키로, 궤도연장당 차량키로 등을 들 수 있다.

7) 집계산출물과 투입물 지수를 구하기 위해서는 산출물별 및 투입물별로 비중(weight)을 정해야 한다.

8) 편요소생산성 지수와 총요소생산성 지수의 장·단점은 Hensher and Button(2000) 참조.

\bar{x}_j : 모든 관찰점에 대한 투입물 j 의 기하평균(geometric mean)

W_{js} : s 시점일 때 투입물 j 의 비용비중(cost share)

\bar{W}_j : 모든 관찰점에 대한 투입물 j 비용비중의 산술평균(arithmetic mean)

식 (1)에서 집계 투입물 지수를 계산할 때 이용된 투입물은 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지로 구분하였다. 한편 집계 산출물 지수를 계산할 때 이용된 산출물은 수요측면의 최종 산출물⁹⁾로서 신칸센 인키로, 일반여객 인키로, 화물 톤키로의 세 가지로 구분하였다. 식 (1)에서 산출량 관련항은 자연대수 형태를 취하므로 이 항에 0의 값을 대입할 수 없기 때문에 Pulley and Braunstein(1992)에 의해 제안된 Qscope 지수를 적용하여 산출물의 산출량 최소값의 0.1%에 해당 하는 값을 대입하였다.

집계 투입물 지수는 투입물별 비용비중을 이용하여 집계되며, 집계 산출물 지수는 산출물별 수입비중을 이용하여 집계된다. 먼저 각 투입물의 비용비중은 그 투입물을 구입하는 데 지불된 가격을 반영하며, 톤퀴비스트 TFP 지수는 투입요소가격이 정확하다고 가정한다. 즉 배분적 비효율성은 없다고 가정한다. 만약 투입요소가격이 정부보조금 또는 시장의 불완전성 때문에 왜곡되어 있다면 투입요소가격을 주어진 것으로 받아들이고 구한 경영 관점에서의 생산성 지수와, 실제 기회비용을 반영하는 잠재가격을 적용한 비용비중을 이용해 구한 경제적 또는 사회적 생산성 지수가 상이할 수 있다. 또한 각 산출물의 수입비중은 산출물들의 상대적 가격이 한계비용에 비례한다는 가정 하에서 적용되며, 규모의 불변수익(CRS) 조건이 부과되는 경우 각 산출물의 비용탄력성에 대한 대리변수로 이용된다.¹⁰⁾

2. 톤퀴비스트 총요소생산성 지수와 증가율의 분해

톤퀴비스트 총요소생산성 지수는 생산성 변화의 총(gross) 척도를 제공할 뿐, 생산성의 증가 원인은 구별하지 않는다. 이러한 한계는 분해분석(decomposition analysis)을 통해 총요소생산성의 변화요인을 분석함으로써 보완할 수 있다. 톤퀴비스트 TFP 지수는 일반적으로 다음 두 가지 방법을 사용해 분해분석된다.

첫째, Denny et al.(1981)과 같이 톤퀴비스트 TFP 지수를 산출물 규모의 효과(effects of output scale), 산출물의 비-한계비용 가격설정(non-marginal cost pricing of outputs) 효과, 그리고 잔여 생

9) Hensher et al.(1995)는 톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 계산할 때 집계 산출물 지수를 두 가지로 구분하여 구축하고, 두 가지의 톤퀴비스트 TFP 지수를 도출하였다. 여기서 이용된 두 집계 산출물 지수는 수요측면의 산출물 지수와 공급측면의 산출물 지수로 수요측면의 산출물 지수는 도시 승객수, 비도시 승객수 및 화물 톤키로로 구분하여 집계하였고, 공급측면의 산출물 지수는 좌석키로(객차키로×좌석 수)와 용량 톤키로(화차키로×화차용량)로 집계하였다.

10) Denny et al.(1981)은 어떤 산출물의 수입비중과 비용탄력성은 완전경쟁과 규모의 불변수익 조건 하에서 일치한다고 하였다.

산적 효율성(residual productivity efficiency)으로 분해하는 방법이다. 첫 번째 항은 산출물의 증가에 따른 TFP 변화로 수입비중을 이용하여 집계한 산출물 전체의 증가율이며, 두 번째 항은 산출물의 비-한계비용 가격설정 에 따른 TFP 변화로 비용탄력성¹¹⁾을 사용하여 집계한 산출물 전체의 증가율이다. 마지막으로 세 번째 항은 생산적 효율성의 변화에 따른 잔여 TFP 변화를 말한다. 이 분해방법은 신고전적 비용함수를 추정하지 않고서는 알 수 없는 산출물의 비용탄력성에 관한 정보를 필요로 한다는 문제점이 있다.

둘째, 톤키비스트 TFP 지수와 비용함수를 추정할 때 일반적으로 포함되는 독립변수들간 회귀 분석을 하는 방법이다. 이 방법을 사용한 좋은 예인 Hensher et al.(1995)은 먼저 톤키비스트 총요소생산성 지수를 철도화물차량과 컨테이너 교체, 궤도의 유지보수와 관련된 선로자동화 시스템 도입, 통신, 신호, 전력과 관련된 중앙열차제어신호시스템 도입 그리고 전철화를 증가 등의 기술 변화(technical change) 관련변수들과 고객 서비스와 마케팅 변경, 경영자 교체 및 관련 법률 제정 등의 경영변화(managerial change) 관련변수들에 회귀시켰다. 그런 다음 초기 회귀식에서 도출된 잔차를 두 번째 회귀식에서 종속변수로 사용하여 초기 회귀식에서 설명되지 않는 나머지 총요소생산성의 변화, 즉 밀도와 규모, 산출물 구성 및 초과용량의 차이를 설명하였다. 두 번째 회귀식에서 사용된 설명변수는 밀도효과(density effects), 평균성장률(average growth rates) 효과 및 철도회사별 효과(firm specific effects)이다. 여기서 밀도효과는 산출물 지수와 수입비중 및 노선연장당 산출량 변수를 이용하였고, 평균성장률 효과는 시간추세더미를 이용하여 분석하였다.

본 연구는 두 번째 방법을 이용하여 총요소생산성의 변화요인을 분석하고자 한다. 이때 총요소생산성 지수는 산출물의 산출량과 속성변수, 궤도연장(네트워크 변수) 및 선로운행밀도 요인으로 분해된다. 여기서 산출물의 속성변수는 평균탑승(운송)거리, 산출물의 구성비율, 총 산출량에서 전철 인키로가 차지하는 비율 및 평균 이용율(load factor)로 설정된다. 또한 톤키비스트 총요소생산성 지수는 절대적인 지수 값과 차분변수(lagged variable) 형태의 두 가지로 분해된다. 본 연구에서 고려한 톤키비스트 총요소생산성의 절대적인 지수 값에 대한 분해 회귀식은 식 (2)와 같고, 톤키비스트 총요소생산성 지수의 증가율에 대한 분해 회귀식은 식 (3)과 같다.

$$\ln TFP_{is} = \alpha_i + \sum_{j=1}^3 \beta_j \ln Y_{jis} + \gamma_N \ln N_{is} + \sum_{m=1}^9 \delta_m \ln X_{mis} + u_{is} \quad (2)$$

$$\ln TFP_{is} - \ln TF_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^3 \beta_j (\ln Y_{jis} - \ln Y_{jit}) + \gamma_N (\ln N_{is} - \ln N_{it}) \quad (3)$$

11) Hensher and Button(2000) 참조.

여기서 TFP_{it} : i 철도업체의 t 연도 톤퀴비스트 총요소생산성 지수

i : 철도업체(KNR, JNR, JR동일본, JR동해, JR서일본, JR북해도, JR구주, JR서국, JR화물)
 s 와 t : 연도(1977, 1978, ..., 2003)

Y_{ijt} : t 시점일 때 i 철도업체의 산출물 j (신칸센 인키로, 일반여객 인키로, 화물 톤키로)
 의 산출량

N_{it} : t 시점일 때 i 철도업체의 궤도연장

X_{mit} : t 시점일 때 i 철도업체의 속성변수 m (신칸센의 평균탑승거리, 일반여객의 평균
 탑승거리, 화물의 평균운송거리, 신칸센 인키로의 구성비율, 일반여객 인키로의
 구성비율, 전철 인키로의 구성비율, 평균 이용율, 선로은행밀도)

ρ_i : i 철도업체의 자기상관계수

식 (2)에서 톤퀴비스트 총요소생산성 지수의 분해 회귀식은 분석에 포함된 자료가 총 154개의 불균형 패널자료이기 때문에 오차항의 이분산성(heteroscedasticity) 문제와 자기상관 (autocorrelation) 문제가 동시에 존재한다. 이분산성 문제는 패널자료의 경우 두 가지 형태로 나타나게 된다. 첫 번째는 철도업체 내(within the group)에서 오차항의 분산이 동일하지 않기 때문에 나타나며, 두 번째는 철도업체 간(between the group)에 오차항의 분산이 상이하기 때문에 나타난다. 반면 자기상관문제는 서로 다른 기간의 오차항이 일정한 관계를 가지기 때문에, 즉 각 철도업체의 시계열자료 오차항 간에 나타난다. 따라서 동분산성의 OLS 가정 하에 철도업체 내 또는 철도업체 간에 이분산성이 존재한다고 가정하였으며, 1계 자기회귀구조(first-order autocorrelation structure)를 도입하여 자기상관 문제를 해결하였다. 이때 자기상관계수는 철도업체별로 상이하다고 가정하였다. 반면 식 (3)에서 톤퀴비스트 총요소생산성 지수 증가율의 분해 회귀식은 설명변수와 종속변수가 모두 차분변수의 형태를 취하기 때문에 자기상관 문제는 발생하지 않는다.

III. 자료

톤퀴비스트 총요소생산성 지수를 측정하기 위해 사용되는 자료는 철도청(KNR)의 27개 연도별 자료(1977~2003), 일본국철(JNR)의 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 일본철도주식회사(JR's)의 17개 연도별 자료(1987~2003)를 결합한 총 154개의 불균형 통합자료(unbalanced panel data)이다. 철도청의 경우 각 연도의 철도통계연보와 경영성적보고서를 이용하였다. 또한 일본 철도업체의 경우 주로 각 연도의 일본철도통계연보와 홈페이지에 게재되어 있는 대차대조표를 이용하였으며, 신칸센 인키로와 신칸센 운수수입 자료는 JR동일본, JR동해, JR서일본의 내부 자료를 이용하였다.

1977년 이전의 자료를 제외시킨 이유는 우리나라 철도청의 회계계정이 변화하여 일관된 자료를 구축할 수 없었기 때문이며, 일본의 경우 1985년과 1986년 자료를 제외시킨 이유는 JNR이 1987년 4월 1일 민영화되었으므로 시계열 자료가 불안정하였기 때문이다. 또한 일본의 회계연도는 매년 1월 1일에 시작하는 우리나라의 회계연도와는 달리 매년 4월 1일에 시작하여 다음 해 3월 31일에 마감하며, 본 연구에서 이용한 2003년 통계자료인 경우 평정 15년에 해당한다.

1. 집계 산출물 지수의 산정에 사용되는 자료

먼저 산출물의 경우 신칸센 인키로, 일반여객 인키로, 화물 톤키로의 세 가지로 구분되며, 산출물별 수입비중을 이용하여 집계된다. 산출물은 우리나라와 일본의 철도통계연보 자료로부터 발췌하였다. 다만 일본의 경우 일본철도통계연보에 신칸센과 일반여객 인키로가 구분되어 수록되어 있지 않으므로 JNR의 경우 한국철도기술연구원(2004)의 신칸센 인키로 자료를 이용하였고, JR동일본, JR동해, JR서일본의 경우 내부 자료를 이용하였다.

수입비중을 계산하기 위해 필요한 운수수입 자료는 우리나라의 경우 여객수입, 수소화물수입, 그리고 화물수입 항목으로 구분되어 철도통계연보에 수록되어 있다. 화물수입은 수소화물수입과 화물수입 항목을 더하여 산정하였으며, 신칸센(고속철도) 수입은 0이 된다. JNR의 경우 일본 철도통계연보의 손익계산서에서 영업수입 중 여객수입과 화물수입 항목을 발췌하여 사용하였다. 이때 JNR의 여객수입은 신칸센과 일반여객 운송부문으로 구분되어 수록되어 있지 않으므로 JNR의 신칸센과 일반여객의 운수수입은 한국철도기술연구원(2004)에서 구축한 자료를 이용하여 산정하였다.¹²⁾ JR's의 경우 일본철도통계연보 철궤도업 영업손익서 상에서 JNR과 마찬가지로 여객수입과 화물수입을 발췌하였으며, JR화물의 경우 화물수입이 모두 운수수입이 된다. 그러나 JR's의 여객수입은 JNR과 마찬가지로 신칸센과 일반여객 운송부문으로 구분되어 수록되어 있지 않으므로 신칸센 인키로 자료와 같이 JR동일본, JR동해, JR서일본의 내부 자료를 이용하여 구하였다. 분석에 사용된 산출물의 산출량과 수입비중의 평균값은 <표 1>과 같다.

2. 집계 투입물 지수의 산정에 사용되는 자료

투입물은 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지로 구분되고, 투입물의 비용비중을 이용하여 집계된다. 이때 노동 투입량은 1년 평균자료로 보정된 현원수이며, 동력 투입량은 각각의 에너지원에 따라 연료소요량이 상이하기 때문에 TOE(Ton Of Equivalent)¹³⁾로 환산된 사용량을 집계

12) 신칸센의 순수입 대비 총 순수입 비율을 여객수입에 곱하여 신칸센의 운수수입을 계산하고, 나머지 운수수입을 일반여객의 운수수입으로 계산하였다.

13) TOE는 석유환산톤으로 중량, 부피 및 질량이 다른 에너지원을 열량(kcal)을 기준으로 환산한다. 원유 10,000kcal/kg은 1TOE에 해당하며, 1kcal는 10^{-7} TOE이다. 경유 1리터는 9,200kcal이고, 병커C유 1리터는 9,900kcal, 유엔탄 1리터는 6,600kcal, 그리고 전력 1kwh는 860kcal이다. 각각의 사용량을 kcal로 환산한 후 합하여 10^7 을 곱하면 TOE가 계산된다.

<표 1> 산출물의 산출량과 수입비중의 평균값

(단위: 백만인키로, 백만톤키로)

업 체	산출량				수입비중	
	신칸센	일반여객	화물	신칸센	일반여객	화물
KNR(1977~2003)	-	28,603(69.7)	12,165(30.3)	-	0.64	0.36
JNR(1977~1984)	44,361(19.5)	149,839(65.6)	34,178(14.9)	0.32	0.57	0.11
JR동일본(1987~2003)	16,205(13.1)	107,060(86.9)	-	0.25	0.75	-
JR동해(1987~2003)	39,377(80.6)	9,464(19.4)	-	0.89	0.11	-
JR서일본(1987~2003)	14,656(28.0)	37,769(72.0)	-	0.42	0.58	-
JR북해도(1987~2003)	-	4,546(100.0)	-	-	1.00	-
JR서국(1987~2003)	-	1,888(100.0)	-	-	1.00	-
JR구주(1987~2003)	-	8,211(100.0)	-	0.00	1.00	-
JR화물(1987~2003)	-	-	23,692(100.0)	-	-	1.00
표본평균 ¹⁾	10,058(14.4)	31,448(68.4)	6,524(17.1)	0.19	0.63	0.18

주: 1) KNR, JNR, 7개의 JR's를 모두 포함한 전체(154개 표본) 평균값임.

2) 괄호 안의 값은 산출물의 구성비율(%)임.

하여 사용하였다. 우리나라의 경우 경유, 병커C유, 석탄과 전력을 사용하고 있으며, 일본의 경우 경유, 유연탄과 전력을 사용하고 있다. 노동과 동력 투입요소와 달리 차량 및 유지보수의 투입량을 측정하기 위해 사용할 수 있는 단위척도는 명확하지 않기 때문에 차량 및 유지보수비용을 이용하였다.¹⁴⁾

비용비중을 계산하기 위해서는 투입요소의 비용, 즉 노동비용, 동력비용 그리고 차량 및 유지보수비용이 필요하다. 먼저 노동비용은 우리나라의 경우 손익계산서에 나와 있는 인건비와 경비 중 복리후생비 항목을 더해 산정하였고, 일본의 경우 손익계산서와 철·궤도업 영업손익서에 나와 있는 인건비 항목을 발췌하여 이용하였다. 동력비용은 우리나라의 경우 손익계산서의 자산관련 경비 중 동력비 항목을 발췌하여 이용하였고, 일본 JNR의 경우 영업비의 물건비 항목 중 동력비 항목을 그리고 JR's의 경우 철궤도업 영업비의 경비 항목 중 내동력비 항목을 발췌하여 이용하였다. 이와 같이 구한 투입요소의 비용을 각각 에너지 물가지수와 생산자 물가지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산하였다.

한편 유지보수비용은 우리나라의 경우 경비와 자산관련 경비를 더한 후 복리후생비, 동력비, 지급이자, 감가상각비를 빼서 구하였다. 일본 JNR의 경우 영업비의 물건비 항목 중 수선비와 업무비 항목을 더하여 구하였고, JR's의 경우 철궤도업 영업비의 경비 항목 중 내동력비 항목을 뺀 후 이용하였다. 이때 JR동일본, JR동해, JR서일본의 경우 신칸센철도보유기구(SHC)가 보유하고 있던 신칸센 자산을 1991년에 매입하였으므로 당해 연도에 이들 세 업체의 고정자산은 급격히 증가하였다. 따라서 JR동일본과 JR동해의 경우 홈페이지 Fact Sheet 자료와 내부 자료를 이용하

14) Hensher et al.(1995)에서도 재료의 투입량을 측정하기 위한 단위척도로 총 재료비를 이용하였다.

여 당해 연도의 신칸센 사용료를 경비항목에서 제외시켰다.¹⁵⁾

또한 차량비용은 기회비용과 감가상각비를 별도로 계산하였는데, 먼저 우리나라의 경우 대차대조표에 수록되어 있는 고정자산 항목 중에서 기관차 및 차량의 유형고정자산과 기타 유형고정자산 항목을 발취하였다. 차량의 기회비용은 전년도에 기말자산가액에서 감가상각누계액을 빼서 구한 당해 연도의 자산가액과 같은 방식으로 구한 전년도말 자산가액을 연평균 보정하여 차량의 자산가액을 구한 다음 7.5%의 할인율¹⁶⁾을 곱해서 산정하였으며, 품목별 생산자 물가지수 중 기타운송장비지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산하였다. JNR의 경우 차량의 기회비용은 일본철도통계연보 차량재산액에 수록되어 있는 차량비 항목을 발취하여 이용하였으며, JR's의 경우 대차대조표에 수록되어 있는 고정자산과 홈페이지에 제시되어 있는 항목별 고정자산을 발취하여 이용하였다. 즉 일본철도통계연보에는 사업용 고정자산이 토지, 건물, 차량 등의 항목별로 구분되어 있지 않으나 홈페이지 대차대조표 각주에 구분되어 제시되어 있으므로 최근 연도의 차량자산/사업용 고정자산 비율을 각 업체별로 구한 다음 총 사업용 고정자산에 곱하여 차량자산가액을 구하였다. 이렇게 산정된 일본 철도업체의 차량 기회비용은 4.0%의 할인율¹⁷⁾과 생산자 물가지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산한 다음, 2003년 우리나라와 일본의 월별 평균 환율 자료를 이용하여 우리나라 가격으로 환산하였다. 마지막으로 차량의 감가상각비는 우리나라와 일본 모두 차량의 내구연한(20년)으로 나누는 정액법을 사용하여 산정하였다. 분석에 사용된 투입물의 투입량과 비용비중의 평균값은 <표 2>와 같다.

3. 톤키비스트 총요소생산성 지수의 분해분석에 사용되는 자료

톤키비스트 총요소생산성 지수의 분해분석에 사용되는 산출물의 속성변수는 승객평균탑승거리(화물평균운송거리), 산출물의 구성 비율, 전철 운송부문의 인키로 비율과 평균 이용율(load factor)이다. 먼저 승객평균탑승거리와 화물평균운송거리는 승객운송부문의 경우 승객 인키로를 수송인원으로 나누고, 화물운송부문의 경우 톤키로를 수송화물톤수로 나누어 산정하였다. 산출물의 구성 비율은 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로가 각각 총 산출량에서 차지하는 비율로서 운송부문별 인키로(또는 톤키로)를 총 산출량, 즉 인키로와 톤키로를 합한 값으로 나누어 구하였다.

전철 인키로 비율은 KNR의 경우 우리나라의 수도권 전철운송부문을, JR동일본, JR동해, JR서

15) 신칸센 자산을 매입하기 이전까지 신칸센 사용료를 지불하였기 때문에 1987~1991년 동안 신칸센 사용료가 경비 항목에 포함되어 있다.

16) 김민정(2004)은 철도청의 경우 경영성적보고서에서 적정투자보수비를 산정할 때 이용되는 자산의 구성요소인 자본과 부채에 대해 적용되는 이자율을 가중평균한 값인 가중투자보수율이 할인율과 의미가 같다고 보고, 가중투자보수율의 최근 5년간 평균인 7.5%를 할인율로 사용하였다.

17) Hayashi and Morisugi(2000), p. 87 참조.

〈표 2〉 투입물의 투입량과 비용비중의 평균값

(단위: 명, 만TOE, 억원)

업 체	투입량			비용비중		
	노동	동력	차량·유지보수	노동	동력	차량·유지보수
KNR(1977~2003)	33,793	31	4,819	0.54	0.14	0.32
JNR(1977~1984)	345,160	126	106,515	0.67	0.05	0.28
JR동일본(1987~2003)	66,018	39	53,184	0.51	0.04	0.45
JR동해(1987~2003)	10,568	7	4,301	0.37	0.07	0.56
JR서일본(1987~2003)	20,751	21	28,099	0.53	0.06	0.41
JR북해도(1987~2003)	3,035	3	1,494	0.61	0.03	0.36
JR서국(1987~2003)	43,504	31	26,371	0.63	0.04	0.42
JR구주(1987~2003)	10,108	7	4,943	0.59	0.05	0.35
JR화물(1987~2003)	8,979	14	7,862	0.46	0.07	0.47
표본평균 ¹⁾	41,845	25	20,315	0.53	0.07	0.40

주: 1) KNR, JNR, 7개의 JR's를 모두 포함한 전체(154개 표본) 평균값임.

일본의 경우 각각 도쿄, 오사카, 나고야 대도시 지역의 전철운송부문을 함께 담당하고 있으나 전철 인키로를 산출물에 별도로 구분하여 포함시키지 않았으므로 분해분석 시 독립변수로 포함시켰다. KNR과 JNR 그리고 혼슈 섬의 세 업체, 즉 JR동일본, JR동해, JR서일본이 운행하였던 전철운송부문의 인키로 비율은 전철 인키로를 여객운송부문의 총 인키로(전철 인키로가 포함된 일반여객 인키로 + 신칸센 인키로)로 나누어 구하였다. 우리나라의 경우 철도통계연보에 수록되어 있는 수도권 전철운송부문의 인키로를 발체하여 이용하였으나, 일본의 경우 철도통계연보에서 세 대도시권의 전철운송부문을 따로 구분하여 제시하고 있지 않으므로 한국철도기술연구원(2004)과 일본국토교통성 도시교통연감 자료, 그리고 JR동일본과 JR서일본의 내부 자료를 이용하였다.

마지막 산출물 속성변수인 평균 이용율은 신칸센, 일반여객 및 화물 운송부문의 평균 이용율을 각각 신칸센 인키로를 신칸센 차량키로로 나누고, 일반여객 인키로를 객차키로로 나누며 톤키로를 화차키로로 나누어 구한 다음 각 차량키로 비율을 곱한 후 가중합으로 구하였다. 또한 TFP 지수의 분해분석에 사용되는 다른 독립변수들은 규모와 밀도효과의 차이를 설명하는 궤도연장과 선로운행밀도이다. 이때 선로운행밀도는 총 차량키로를 궤도연장으로 나누어 산정하였다. 산출물의 구성비율은 〈표 1〉에 제시되어 있으며, 그 외 모든 변수들의 평균값은 〈표 3〉에 제시되어 있다.

〈표 3〉 분해분석에 사용되는 독립변수 자료의 평균값

(단위: km, %, 천인キロ/천차량キロ, km, 천차량キロ/궤도 km)

업 체	평균탑승(운송)거리			전철인キロ 비율	평균 이용율	궤도연장	선로 운행밀도
	신칸센	일반여객	화물				
KNR(1977~2003)	-	46.1	231.4	33.2	41.7	6,377	153
JNR(1977~1984)	325.6	22.2	308.1	39.2	31.2	43,743	169
JR동일본(1987~2003)	163.4	18.7	-	60.5	57.6	12,689	169
JR동해(1987~2003)	308.5	26.4	-	7.0	53.0	3,277	281
JR서일본(1987~2003)	237.8	22.2	-	49.9	43.9	8,198	146
JR북해도(1987~2003)	-	38.4	-	-	30.7	3,346	45
JR서국(1987~2003)	-	31.0	-	-	32.0	896	66
JR구주(1987~2003)	-	27.7	-	-	28.5	2,665	109
JR화물(1987~2003)	-	-	505.7	-	17.3	14,087	-
표본평균 ¹⁾	95.3	27.4	112.4	20.8	38.0	8,375	136

주: 1) KNR, JNR, 7개의 JR's를 모두 포함한 전체(154개 표본) 평균값임.

IV. 중요소생산성의 분석 결과

1. 톤키비스트 중요소생산성 지수의 분석 결과

톤키비스트 TFP 지수는 중요소생산성의 절대적 비교와 중요소생산성 증가율 비교가 모두 가능하다는 장점이 있다. 반면 측정단위에 따라서 중요소생산성의 지수값이 달라지며,¹⁸⁾ 자료가 추가되어 평균값이 달라지는 경우 이전의 계산 값이 변화할 가능성이 있다는 단점이 있다. 본 연구는 우리나라와 일본 철도산업에 대해 톤키비스트 TFP 지수를 세 가지 관점으로 나누어 도출하였다. 첫째, 우리나라 철도청에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003)를 이용하여 톤키비스트 TFP 지수를 도출하였다. 둘째, JNR에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984)와 7개 JR's 자료를 모두 합친 17개 연도별 자료(1987~2003)를 이용하여 총 25개 자료로 톤키비스트 TFP 지수를 도출하였다. 마지막으로 철도청에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003), JNR에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 JR's에 대한 17개 연도별 자료(1987~2003)를 결합하여 관찰점 수가 총 154개인 불균형 패널자료를 이용하여 톤키비스트 TFP 지수를 도출하였다.

먼저 우리나라 철도청에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003)를 이용하여 도출한 톤키비스트 TFP 지수를 제시하면 〈그림 1〉과 같다. KNR의 경우 집계 투입물 지수는 1997년까지 급격하게

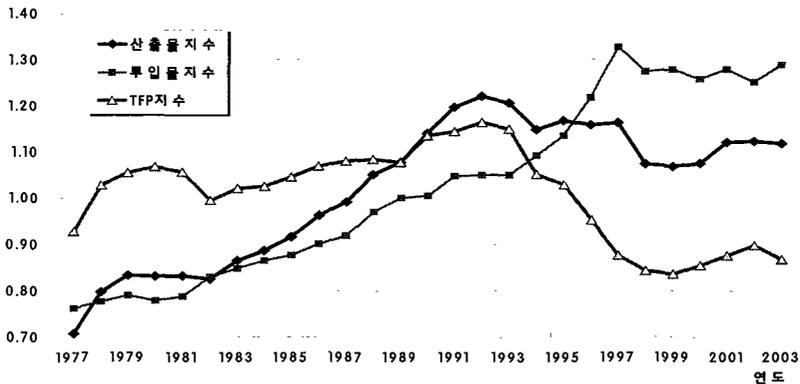
18) 김종일(1998)은 p. 8에서 측정단위에 따라 중요소생산성의 수준이 달라지기 때문에 중요소생산성의 절대적인 값 그 자체는 어떠한 경제적 의미도 갖지 않는다고 하였다. 대신 중요소생산성의 증가율을 계산하면 이러한 문제가 발생하지 않기 때문에 대부분의 연구에서는 중요소생산성의 증가율을 중시하고 있다고 하였다.

증가하는 추세를 보였으나, 그 이후 다소 감소하였다. 집계 산출물 지수는 1990년대 초반까지 집계 투입물 지수보다 더 큰 폭으로 증가하였으나, 그 이후 점차 감소하여 1990년대 중반부터 집계 투입물 지수보다 더 작은 것으로 나타났다. 따라서 KNR의 톤퀴비스트 총요소생산성 증가율은 1995년까지 증가하였으나 그 이후 감소하여 <표 4>에서 볼 수 있는 것처럼 1977~2003년까지 평균적인 톤퀴비스트 총요소생산성 지수는 1.007이며, 생산성의 연평균 증가율은 -0.262%로 분석되었다.

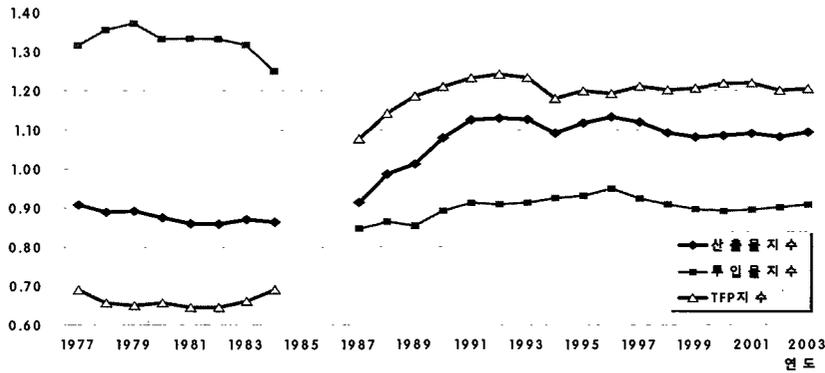
두 번째로 JNR에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984)와 7개의 JR's 자료를 합쳐 구축한 일본철도산업에 대한 17개 연도별 자료(1987~2003)를 이용하여 톤퀴비스트 TFP 지수를 도출하였다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 일본의 철도산업은 민영화 이후 산출 증가와 투입 감소로 톤퀴비스트 TFP 지수가 상당히 증가하였고, 1987~2003년 동안 생산성은 연평균 0.687% 증가하였다. 절대적인 총요소생산성지수 역시 구조개혁 이후의 JR's가 1.197로, 0.662의 JNR보다 더 높게 분석되었다.

<표 4> KNR과 JNR 및 7개 JR's 전체의 톤퀴비스트 TFP 지수와 증가율

구 분	집계 산출물지수	집계 투입물 지수	톤퀴비스트TFP지수	TFP 증가율(%)
KNR(1977~1986)	0.846	0.822	1.028	1.559
KNR(1987~2003)	1.123	1.143	0.994	-1.225
KNR 합계(1977~2003)	1.020	1.024	1.007	-0.262
JNR(1977~1984)	0.877	1.326	0.662	0.029
JR's(1987~2003)	1.080	0.902	1.197	0.687
JNR과 JR's 합계(1977~2003)	1.015	1.038	1.026	0.487



<그림 1> KNR의 연도별 집계 산출물 지수와 집계 투입물 지수 및 TFP 지수 추이



〈그림 2〉 JNR과 JR's의 연도별 집계 산출물 지수와 집계 투입물 지수 및 TFP 지수 추이

마지막으로 〈표 5〉에 KNR에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003), JNR에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 JR's에 대한 17개 연도별 자료(1987~2003)를 모두 이용하여 톤퀴비스트 TFP 증가율을 도출한 결과를 제시하였다. 표본전체평균에서 톤퀴비스트 총요소생산성의 연평균 증가율은 0.267%이며, 우리나라 철도청의 경우 1977~2003년까지 연평균 1.798%만큼 감소하였다. 반면 7개 JR's(일본철도주식회사)의 경우 JR동해를 제외하고 모두 생산성이 증가하였다. JR동해의 경우 생산성은 감소하였으나, 톤퀴비스트 총요소생산성 지수는 9.155로 모든 업체들 중 가장 높다.

〈표 5〉 불균형 패널자료를 이용한 톤퀴비스트 TFP 지수와 증가율

구 분	집계 산출물지수	집계 투입물 지수	톤퀴비스트TFP지수	TFP 증가율(%)
KNR(1977~2003)	7.120	1.070	6.845	-1.798
JNR(1977~1984)	60.946	14.025	4.347	-0.454
JR동일본(1987~2003)	15.377	3.986	3.854	0.704
JR동해(1987~2003)	15.580	1.717	9.155	-1.610
JR서일본(1987~2003)	8.894	2.338	3.805	0.692
JR북해도(1987~2003)	0.495	0.485	1.024	1.546
JR서극(1987~2003)	0.242	0.153	1.589	1.316
JR구주(1987~2003)	0.802	0.500	1.616	1.648
JR화물(1987~2003)	1.238	0.601	2.070	1.249
표본평균 ¹⁾	9.120	1.996	3.978	0.267

주: 1) KNR, JNR, 7개의 JR's를 모두 포함한 표본 전체(154개)의 평균값임.

2. 톤퀴비스트 중요소생산성 지수와 증가율의 분해분석 결과

본 연구에서 한국과 일본 철도산업의 톤퀴비스트 중요소생산성 지수와 증가율에 영향을 미치는 요인으로 고려한 변수는 산출물의 산출량과 궤도연장, 산출물의 속성변수인 평균탑승(운송)거리와 산출물의 구성비율, 전철 인キロ 비율 및 평균 이용율과 선로운행밀도이다. 설명변수 간 편상관문제로 인하여 중요소생산성 지수에 영향을 미치는 모든 변수를 단일 회귀식에 포함시킬 수 없으므로 설명변수, 특히 산출물의 산출량과 속성변수 간 상관분석을 먼저 수행하였다. 상관분석 결과 산출물의 산출량과 평균탑승(운송)거리, 그리고 산출물 구성비율 간에 다중공선성 문제가 발생하는 것으로 나타났으므로 중요소생산성 지수의 분해분석시 이들 변수들은 별도의 회귀식으로 추정하였다.

먼저 톤퀴비스트 중요소생산성 지수의 분해분석은 <표 6>의 모형 1에서 볼 수 있는 것처럼 산출물의 산출량과 궤도연장 및 민영화더미를 중요소생산성 지수에 회귀시켰다. 모형 1의 R^2 는 0.999이고, D-W 통계량은 1.748로 상당히 높게 추정되었을 뿐만 아니라 설명변수의 유의성 검정 결과 모든 설명변수가 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 산출량의 모수 추정치는 모두 양의 부호를 띄고 있으므로 산출량이 증가하면 중요소생산성 지수는 증가한다. 반면 노선구조(route structure)를 나타내는 궤도연장은 음의 부호를 갖고 1% 수준에서 유의하므로 주어진 산출량 수준에서 궤도연장이 증가하면 중요소생산성 지수는 감소한다고 볼 수 있다.¹⁹⁾ 이는 철도회사가 주어진 산출량 수준을 보다 조밀한 노선구조에서 생산할 때 드는 단위비용이 더 작기 때문이다. 또한 민영화더미변수는 양의 부호를 갖고 있으므로 7개 JR's의 톤퀴비스트 중요소생산성 지수가 타 업체들에 비해 더 높다는 것을 의미한다. 즉 민영체제인 JR's의 중요소생산성 지수가 정부부처형 공기업인 KNR이나 공사체제인 JNR의 중요소생산성 지수에 비해 더 높다는 것을 나타낸다.

모형 2~4에서 평균탑승(운송)거리와 산출물의 구성비율, 전철 인キロ 비율과 평균 이용율 및 선로운행밀도를 포함시킨 회귀식의 추정 결과를 제시하였다. 모형 2~4는 모형 1과 같이 이분산성과 자기상관 문제를 모두 완화시킨 모형에 해당한다. 추정결과 모형 4의 JR동일본 자기회귀모수를 제외하고는 모두 5% 수준 이상에서 유의한 것으로 나타났다. 신칸센평균탑승거리와 화물평균운송거리와는 달리 일반여객평균탑승거리의 모수 추정치는 모형 2에서 음의 부호를 갖고, 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 따라서 일반여객의 산출량, 즉 일반여객 인キロ가 주어질 있을 때 일반여객의 평균탑승거리가 길어지면 중요소생산성 지수는 감소하는 것으로 해석할 수 있다. 반면 신칸센 인キロ와 화물 톤キロ가 주어질 있을 때 신칸센평균탑승거리와 화물평균운송거리가 길어지면 중요소생산성 지수는 증가한다고 볼 수 있다. 모형 3과 모형 4의 경우 총 산출

19) Hensher et al.(1995)과 Tretheway et al.(1997)에서 톤퀴비스트 중요소생산성 지수의 분해분석 결과 네트워크 변수의 모수 추정치는 음의 부호를 가지기 때문에 주어진 산출량 수준에서 노선연장이 증가하면 중요소생산성 지수는 감소한다고 하였다.

〈표 6〉 톤퀴비스트 중요소생산성 지수의 분해분석 결과

구 분		모형 1	모형 2	모형 3	모형 4
상수		-2.155(-4.312)***	0.646(14.102)***	0.778(22.760)***	-1.604(-5.046)***
산출물	일반여객	0.227(5.396)***			
	신칸센	0.079(9.159)***			
	화물	0.273(5.870)***			
궤도연장		-0.266(-4.206)***			
민영화더미		2.749(5.749)***			
탑승 (운송) 거리	일반여객		-0.041(-2.811)***		
	신칸센		0.055(2.075)**		
	화물		0.020(3.860)***		
산출물 구성비 율	일반여객			-0.059(-7.140)***	-0.152(-9.490)***
	신칸센			0.241(11.520)***	0.257(8.140)***
전철인キロ비율			0.136(3.867)***	0.053(3.777)***	
이용율					0.355(6.602)***
선로운행밀도					0.299(6.031)***
ρ_i	KNR	0.986(256.183)***	0.973(92.253)***	0.984(160.179)***	0.986(209.974)***
	JNR	1.333(3.542)***	0.372(2.113)**	0.544(4.960)***	0.926(20.611)***
	JR동일본	0.970(30.141)***	0.670(6.554)***	0.352(2.099)**	0.256(0.974)
	JR북해도	0.966(59.093)***	0.962(69.373)***	0.962(72.028)***	0.625(5.826)***
	JR동해	0.984(81.633)***	0.986(99.874)***	0.961(43.076)***	0.867(8.274)***
	JR서국	0.617(7.669)***	0.569(5.801)***	0.574(6.133)***	1.030(34.206)***
	JR서일본	0.570(2.592)***	0.431(1.991)**	0.952(28.214)***	0.926(15.620)***
	JR구주	0.781(9.688)***	0.734(9.974)***	0.734(9.919)***	1.029(23.898)***
	JR화물	0.880(8.649)***	0.759(7.942)***	0.775(8.513)***	0.870(8.363)***
R^2		0.999	0.999	0.999	0.999
R^2		0.999	0.998	0.999	0.999
D-W 통계량		1.748	1.578	1.640	1.639

주: 모형 1~4는 이분산성과 자기상관을 완화시킨 모형이고, 표본 수는 154-9=145개임. 또한 ***와 **는 각각 1%와 5% 수준에서 유의함을 나타냄.

량에서 일반여객 인キロ가 차지하는 비율이 증가하면 중요소생산성 지수는 감소하는 반면, 총산출량에서 신칸센 인キロ가 차지하는 비율이 증가하면 중요소생산성 지수는 증가하는 것으로 나타났다. 또한 모형 2와 모형 3에서 KNR과 혼슈 섬의 세 업체가 맡고 있는 전철운송부문의 산출량이 총 산출량에서 차지하는 비율이 증가하면 중요소생산성 지수는 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로 평균 이용율과 선로운행밀도가 증가하면 중요소생산성 지수는 증가하는 것으로 분석되었다. 따라서 여러 산출물 중에서 전철이나 신칸센의 인キロ 비율을 증가시키거나 선로운

행밀도를 증가시킴으로써 생산성을 향상시킬 수 있다고 볼 수 있다.

다음으로 톤퀴비스트 중요소생산성 지수 증가율의 분해분석을 하기 전에 산출물의 산출량과 속성변수의 차분변수 간 상관분석을 수행하였다. 그 결과 차분변수 간에는 다중공선성이 거의 존재하지 않는 것으로 나타났으므로 모든 변수를 함께 포함시켜 단일식으로 추정하였다. 다만 산출물의 산출량과 궤도연장의 차분변수 및 더미변수를 포함하는 회귀식은 <표 7>에서와 같이 별도로 추정하였다. 차분변수를 포함하는 회귀식의 경우 자동적으로 자기상관 문제가 해결되므로 이들 모형은 이분산성만을 고려하였다.

<표 7>에서 볼 수 있는 것처럼 톤퀴비스트 중요소생산성 지수 증가율의 회귀식은 지수의 회귀식보다 $\overline{R^2}$ 가 낮게 추정되었다. 먼저 산출량의 증가율이 클수록, 즉 일반여객과 신칸센 인키로 및 화물 톤키로의 증가율이 클수록 중요소생산성 지수의 증가율은 증가하는 것으로 나타났다

<표 7> 톤퀴비스트 중요소생산성 지수 증가율의 분해분석 결과

구 분		모형 5	모형 6	모형 7	모형 8
상수		0.004(1.725)*	-0.018(-3.128)***	0.010(1.823)*	0.0002(0.103)
산출물	일반여객	0.310(4.649)***	0.284(4.217)***	0.328(5.037)***	
	신칸센	0.296(4.433)***	0.316(4.824)***	0.320(4.616)***	
	화물	0.220(3.203)***	0.173(2.335)***	0.234(3.476)***	
궤도연장		-0.236(-1.971)**	-0.277(-2.271)**	-0.133(-1.128)	
더미	국가	-0.029(-4.318)***		-0.036(-4.299)***	
	민영화		0.022(3.436)***		
	혼슈섬 작은섬			-0.014(-2.159)** 0.002(0.336)	
탑승 (운송) 거리	일반여객 신칸센 화물				-0.188(-2.327)**
산출물 구성비율	일반여객 신칸센				0.356(4.340)***
전철인키로비율					
이용율					0.417(6.268)***
선로운영밀도					0.451(8.119)***
R^2		0.399	0.381	0.428	0.410
$\overline{R^2}$		0.378	0.359	0.399	0.393
D-W 통계량		1.426	1.393	1.513	1.487

주: 모형 5~8은 차분변수를 포함한 모형이므로 표본 수는 154 - 9 = 145개이고, 자기상관을 보정할 필요가 없음. 따라서 이들 모형은 이분산성만을 완화시킨 모형임. 또한 ***와 **및 *는 각각 1%, 5% 및 10%수준에서 유의함을 나타냄.

다. 또한 모형 5와 모형 6에서 궤도연장의 증가율은 음의 부호를 가지고 10% 수준 이상에서 유의하므로 궤도연장의 증가율이 증가하면 총요소생산성 지수의 증가율은 감소하는 것으로 나타났다.

한편 톤키비스트 총요소생산성 지수의 증가율에 대한 회귀식은 4개의 더미변수를 포함하고 있다. 첫째, 국가더미변수는 KNR의 경우 1의 값을 갖는다. 모형 5와 모형 7에서 국가더미변수는 음의 부호를 가지며 1% 수준에서 모두 유의하기 때문에 KNR의 총요소생산성 지수의 증가율은 일본의 철도업체들보다 작았음을 의미한다. 둘째, 민영화더미변수는 7개 JR's의 경우 1의 값을 갖는다. 민영화더미변수는 모형 6에서 양의 부호를 갖고 있으므로 7개 JR's의 총요소생산성 지수의 증가율이 KNR과 JNR보다 더 컸음을 의미한다. 즉 민영체제가 국영체제에 비해 총요소생산성 증가율이 더 컸음을 말해준다. 셋째, 모형 7에서 혼슈 섬 더미변수는 음의 값을 가지는 반면, 작은 섬 더미변수는 양의 값을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 총요소생산성 지수의 증가율은 JR북해도와 구주 및 서국의 경우 타업체들보다 높았던 반면, 혼슈 섬의 JR동일본과 동해 및 서일본의 경우 타업체보다 낮았음을 의미한다. 그러나 작은 섬 더미변수는 10% 수준에서 유의하지 않은 것으로 나타났다.

마지막으로 총요소생산성 지수의 증가율을 평균탑승(운송)거리, 산출물 구성비율과 전철 인키로 비를 그리고 평균 이용율 및 선로운행밀도의 증가율에 회귀시켰으나 대부분의 설명변수가 유의하지 않았다. 유의하지 않은 설명변수를 제외하고 회귀시킨 분석 결과가 모형 8에 제시되어 있다.

V. 결론

본 연구는 우리나라와 일본의 철도업체를 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지 투입물을 투입하여 신칸센 인키로, 일반여객 인키로, 화물 톤키로의 세 가지 산출물을 생산하는 기업형태로 상정한 다음 톤키비스트 총요소생산성 지수를 이용해 생산성을 분석하고, 총요소생산성 지수와 증가율을 분해하는 회귀식을 추정하여 생산성의 변화 요인을 분석하였다. 이때 철도청(KNR)에 대한 27개 연도별 자료(1977~2003), 일본국철(JNR)에 대한 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 일본철도주식회사(JR's)에 대한 17개 연도별 자료(1987~2003)를 결합한 총 154개의 불균형 통합자료를 이용하였다.

먼저 톤키비스트 총요소생산성 지수의 분석 결과 KNR과 JNR의 경우 각각 1977~2003년과 1977~1984년 동안에 연평균 집계 산출물 지수가 집계 투입물 지수보다 더 큰 폭으로 감소하여 총요소생산성은 각각 1.798%와 0.454%가 감소한 것으로 나타났다. 반면 7개 JR's의 경우 JR동해를 제외하고는 모두 집계 산출물 지수가 집계 투입물 지수보다 더 크게 증가하여 총요소생산성은 증가한 것으로 나타났다. JR동해의 경우 총요소생산성은 감소하였으나, 지수의 절대값 자체

는 9.155로 모든 업체들 중 가장 높은 것으로 분석되었다.

다음으로 산출물의 산출량과 노선구조를 반영하는 궤도연장, 산출물의 속성변수인 평균탑승(운송)거리와 산출물의 구성비율, 전철 인키로 비율 및 평균 이용율과 선로운행밀도를 톤퀴비스트 총요소생산성 지수와 증가율에 각각 회귀시켰다. 분해분석 결과 산출량이 증가할수록 생산성은 증가하는 반면, 궤도연장이 증가할수록 생산성은 감소하는 것으로 나타났다. 민영화더미변수는 양의 부호를 갖는 것으로 나타나 7개 JR's가 JNR과 KNR에 비해 생산성이 높은 것으로 분석되었다. 일반여객의 산출량, 즉 일반여객 인키로가 주어져 있을 때 일반여객의 평균탑승거리가 길어지면 생산성이 감소하는 반면, 신칸센 인키로와 화물 톤키로가 주어져 있을 때 신칸센평균탑승거리와 화물평균운송거리가 길어지면 생산성은 증가하는 것으로 나타났다. 총 산출량에서 일반여객 인키로가 차지하는 비율이 증가하면 생산성은 감소하는 반면, 총 산출량에서 신칸센 인키로가 차지하는 비율이 증가하면 생산성은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 전철운송부문의 산출량이 총 산출량에서 차지하는 비율이 증가하고 평균 이용율과 선로운행밀도가 증가하면 생산성은 증가하는 것으로 분석되었다.

이러한 분석결과를 토대로 하여 우리나라 철도산업의 구조개편방안에 대한 정책적 시사점을 제시하면 다음과 같다. 정부부처형 공기업인 KNR과 공사체제인 JNR의 톤퀴비스트 총요소생산성은 감소했던 반면 민영업체인 JR's의 톤퀴비스트 총요소생산성은 JR동해를 제외하고는 증가했던 것으로 나타났으며, 톤퀴비스트 총요소생산성 지수와 증가율의 분해분석 결과에서도 경영자율성이 높은 민영체제가 정부부처형 공기업이나 공사체제에 비해 생산성이 더 높았던 것으로 분석되었다. 이는 민영업체가 인력조정이나 경영관리의 전문화를 보다 잘 할 수 있기 때문에 정부부처형 공기업이나 공사체제에 비해 주어진 철도수송서비스를 보다 적은 비용으로 공급할 수 있음을 뜻한다. 따라서 철도운영기관의 경영자율성을 높일수록 생산성 측면에서 보다 더 효율적일 것으로 판단된다.

우리나라의 철도산업은 현재 시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있으며, 운영부문은 2005년 1월 1일자로 설립된 한국철도공사가 맡고 있다. 정부부처형 공기업인 KNR에서 한국철도공사로의 전환은 철도운영기관이 정부의 직접적인 통제에서 벗어났으며, 경영과 재무적 자율성을 어느 정도 확보하게 되었다는 것을 의미한다. 그러나 공사제도는 조직형태 면에서 여전히 정부의 규제 정도가 높다고 볼 수 있고, 대부분의 우리나라 공기업들이 거의 모든 경영활동에 정부의 간섭을 받고 있기 때문에 이러한 조직체계의 변화가 경영 자율성을 상당히 높이지는 않을 것으로 판단된다. 따라서 우리나라 철도산업의 구조개편은 단지 운영기관의 유형을 정부부처형 공기업에서 공사형태의 공기업으로 변경한 것뿐이기 때문에 철도산업의 정부소유를 그대로 유지한다고 한다면 한국철도공사는 독자적인 경영자율성을 어느 정도로 확보하느냐가 더욱 중요하다고 판단된다.

본 연구는 한국과 일본 철도산업의 생산성을 분석하는 데 있어 다음과 같은 세 가지 한계를

지닌다. 첫째, 톤퀴비스트 총요소생산성 지수는 생산성 증가율의 총 척도를 제시할 뿐 생산성의 증가 원인은 구별하지 않는다. 생산성의 증가 원인은 본 연구에서 수행된 분해분석을 통해 어느 정도는 구명되지만 일반적인 생산성 증가의 세 가지 요인인 기술진보, 규모의 경제 효과, 그리고 비효율성의 개선 효과를 정확하게 분리할 수는 없다. 둘째, 톤퀴비스트 총요소생산성 지수는 투입요소가격이 정확하고 수입비중을 이용하는 다산출물의 상대적 가격이 한계비용에 비례한다고 가정하나, 이러한 투입물과 산출물의 집계 조건은 현실적으로 충족될 소지가 많지 않다. 마지막으로 본 연구는 민영화의 효과를 생산성 측면만을 분석하여 결론을 도출하였으나, 민영화의 효과는 생산성 측면뿐만 아니라 운영수입이나 수익률 측면에서도 분석할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- 권혁태(1997), “일본의 민영화-철도, 통신, 담배”, 『민영화와 한국경제』, 삼성경제연구소, pp. 162-212.
- 김민정(2004), 「한국 도시철도 운영기관들의 효율성과 생산성 분석 — 자료포락분석기법과 확률적 비용변경접근법을 이용하여」, 서울대학교 환경대학원 박사학위논문.
- 김종일(1998), “한국의 산업별 성장요인 분석과 생산효율성 비교”, 『경제학연구』, 제46권, pp. 3-24.
- 박진경·김성수(2004), “일반초월대수 비용함수모형을 이용한 한국 철도산업의 규모 및 범위의 경제성 분석”, 『대한교통학회지』, 제22권 제6호, pp. 159-173.
- 박진경·김성수(2006), “한국과 일본 철도산업의 비용구조와 생산성 분석”, 『대한교통학회지』, 제24권 제2호, pp. 65-78.
- 日本國土交通省, 각 연도 『日本鐵道統計年報』.
- 日本國土交通省, 『都市交通整備(平成 14~15年度)』.
- 철도청, 각 연도 『경영성적보고서』.
- 철도청, 각 연도 『철도통계연보』.
- 최기홍(2001), “경제학적 지수이론에 의한 디비지아 적분지수의 재해석”, 『계량경제학보』, 제12권, pp. 85-104.
- 한국은행(2003), 『경제통계연보』.
- 한국철도기술연구원(2004), 『일본의 철도투자 확대전략에 관한 조사 분석 연구』.
- Brunker, D. (1992), “Total Factor Productivity Growth in Australian National Railways—An Application of Shadow Prices”, *Transportation Research B*, Vol. 26, pp. 449-459.
- Caves, D. W., L. R. Christensen and J. A. Swanson(1980), “Productivity in U.S. Railroads, 1951-1974”, *Bell Journal of Economics*, Vol. 11, pp. 166-188.

- Caves, D. W., L. R. Christensen and W. E. Diewert (1982a), "Multilateral Comparison of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers", *Economic Journal*, Vol. 92, pp. 73-86.
- Caves, D. W., L. R. Christensen and W. E. Diewert (1982b), "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", *Econometrica*, Vol. 50, pp. 1393-1414.
- Coelli, T., A. Estache, S. Perelman and L. Trujillo (2003), *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators*, The World Bank.
- Cowie, J.(2002), "Subsidy and Productivity in the Privatised British Passenger Railway", *Economic Issues*, Vol. 7, pp. 1-23.
- Denny, M., M. Fuss and L. Waverman (1981), "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications", In Cowing, T. G. and R. E. Stevenson (Ed.), *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York: Academic Press.
- Freeman, K. D., T. H. Oum, M. W. Tretheway and W. G. Waters II (1987), "The Growth and Performance of the Canadian Transcontinental Railways 1956-1981", Vancouver, BC: Centre for Transportation Studies, University of British Columbia.
- Hayashi, Y. and H. Morisugi (2000), "International Comparison of Background Concept and Methodology of Transportation Project Appraisal", *Transport Policy*, Vol. 7, pp. 73-88.
- Hensher, D. A. and K. J. Button (2000), *Handbook of Transport Modelling*, New York: Elsevier Science Ltd.
- Hensher, D. A., R. Daniels and I. Demellow (1995), "A Comparative Assessment of the Productivity of Australia's Public Rail Systems 1971/72-1991/92", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 6, pp. 201-223.
- Laurin, C. and Y. Bozec (2001), "Privatization and Productivity Improvement: The Case of Canadian National", *Transportation Research E*, Vol. 37, pp. 355-374.
- Pulley, L. B. and Y. M. Braunstein (1992), "A Composite Cost Structure for Multiproduct Firms with an Application to Economies of Scope in Banking", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 74, pp. 221-230.
- Tretheway, M. W., W. G. Waters II, and A. K. Andy (1997), "The Total Factor Productivity of the Canadian Railways, 1956-91", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31, pp. 93-113.