

우리나라와 일본 철도산업의 수직분리방안에 대한 비용 측면에서의 경제적 타당성 분석

박진경* · 김성수**

<目 次>

I. 서론	2. 추정방법
II. 모형의 설정	IV. 모형의 추정결과
1. 일반초월대수 가변비용함수모형	1. 일반초월대수 가변비용함수모형
2. 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성	2. 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성
3. 운영부문의 산출물간 비용보완성	3. 운영부문의 산출물간 비용보완성
III. 자료와 추정방법	IV. 결론
1. 자료	

I. 서론

1980년대 이후 정부의 개입이 또 다른 형태의 실패를 낳게 되는 이른바 ‘정부실패(government failure)’ 문제가 대두되어 전통적인 정부규제가 비판을 받게 되면서 대표적인 네트워크 산업이라고 할 수 있는 통신, 전력 및 철도산업에도 경쟁이 도입되었다. 네트워크 산업에 경쟁이 도입되면 주로 하나의 기반시설회사가 존재하고 하나 이상의 각기 다른 회사가 운영을 맡게 되는데, 영국, 스웨덴, 독일 및 프랑스를 비롯한 대부분의 유럽국가에서는 철도산업의 구조개혁이 철도의 기반시설부문과 운영부문을 분리하는 수직분리방식으로 추진되었다. 반면 일본의 철도산업 구조개혁은 여객운송부문의 경우 철도의 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로는 통합되어 있으나 지역별로 분리되어 기관간 경쟁(yardstick competition)을 유인하고, 화물운송부문의 경우 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되었을 뿐만 아니라 여객운송부문과 기능별로 분리되

* 한국철도기술연구원 선임연구원

** 서울대학교 환경대학원 교수

는 방식으로 추진되었다. 한편 우리나라의 철도산업구조는 기반시설부문과 운영부문의 수직분리를 골자로 하여 기반시설부문의 신선 건설은 2004년에 설립된 한국철도시설공단이 담당하고, 운영부문과 기반시설부문의 유지보수는 2005년에 설립된 한국철도공사가 담당하는 것으로 개편되었다. 또한 운영부문은 여객운송부문과 화물운송부문을 분할하여 각각 독립 법인화할 계획이었으나 현재 늦어지고 있다.

이에 본 연구는 우리나라와 일본의 철도산업에 대해 일반초월대수(*generalized translog*) 함수형태의 가변비용함수모형을 설정하고, 철도청(KNR, Korea National Railroad)의 27개 연도별 자료(1977~2003), 일본국철(JNR)의 8개 연도별 자료(1977~1984), 그리고 7개 일본철도주식회사(JR's, Japan Railways)의 17개 연도별 자료(1987~2003)를 결합하여 사용해 이를 추정한 후 첫째, 우리나라 철도산업의 기반시설부문과 운영부문을 수직적으로 분리하는 방안이 비용 측면에서 경제적으로 타당한지를 검증하고, 둘째, 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있다는 가정하에 여객과 화물운송부문을 기능적으로 분리하여 별도의 두 운영주체가 사업을 영위하는 방안이 비용 측면에서 경제적으로 타당한지 분석하는 데 그 목적이 있다.

철도산업의 기반시설부문과 운영부문의 수직분리문제를 계량경제학적으로 분석한 선행연구는 우리나라의 경우 전무하며, 외국의 경우 Cantos(2001)와 Ivaldi and McCullough(2001)가 있다. 먼저 Cantos(2001)는 철도산업의 기반시설부문과 운영부문의 분리와 통합문제를 다루기 위해 기반시설과 운행비용 사이의 관계, 즉 기반시설부문과 운영부문간 범위의 경제성 및 여객과 화물운송부문간 범위의 경제성 여부를 분석하였다. 이 연구는 OECD 12개 철도회사²⁾에 대한 1973~1990년 동안의 패널자료를 이용하여 기반시설의 총 가치 변수를 포함하는 초월대수함수형태의 가변비용함수모형을 추정하였다. 분석 결과 승객과 화물운송부문간에는 비용보완관계가 없고, 기반시설과 화물운송부문간에는 비용보완관계가 있는 반면 기반시설과 승객운송부문간에는 비용보완관계가 없는 것으로 나타났다. 다음으로 Ivaldi and McCullough(2001)는 화물철도산업에 대해 Cantos(2001)와 같이 기반시설부문과 운영부문간 수직분리문제를 계량경제학적으로 분석하여 철도화물운송부문의 자유진입과 관련된 기술부문을 분석하였다.³⁾ 이 연구는 1978~1997년 동안 미국의 25개 Class I 철도업체에 대한 불균형패널자료로 초월대수 함수형태의 가변비용함수모형을 추정한 결과 미국의 철도산업은 운영부문의 산출물 간에는 강한 비용보완성이 존재하지

1) 여기서 시설부문에 해당되는 시설자산은 선로를 비롯한 터널, 건물, 교량, 전차선, 전기설비, 그리고 철도교통관제시설 등으로 역사(역광장 포함)가 제외된다. 이 자산은 정부가 소유하고, 한국철도시설공단이 철도시설 신설과 함께 위탁관리한다.

2) 영국, 독일, 덴마크, 이탈리아, 네덜란드, 노르웨이, 오스트리아, 스페인, 스웨덴, 벨기에, 프랑스, 핀란드의 철도회사가 포함된다.

3) 산출물은 운영부문의 산출물(*operational outputs*)과 기반시설부문의 유지보수 산출물(*infrastructure outputs*)로 구분되며, 운영부문의 산출물은 차량마일로 측정되는 벌크화물, 고가화물, 일반화물이다. 기반시설부문의 유지보수에 대한 산출물 척도는 연도별 대체선로변수가 이용되었다.

만 기반시설부문과 화물운영부문 간에는 비용보완성이 존재하지 않는다는 분석결과를 제시하고 있다.

본 연구는 먼저 2장에서 일반초월대수 함수형태의 가변비용함수모형을 설정하고, 이로부터 도출되는 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성과 운영부문의 산출물간 비용보완성에 대하여 설명한다. 3장에서는 가변비용함수모형을 추정하는 데 사용되는 자료와 추정방법을 설명하고, 4장에서 추정결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서 분석결과를 요약하고, 우리나라 철도산업의 구조개편방안에 대한 정책적 시사점에 관해 논한다.

II. 모형의 설정

1. 일반초월대수 가변비용함수모형

기반시설부문과 운영부문간 수직분리 문제를 경제학적으로 검증하기 위해서는 기반시설비용과 운영비용간 관계를 먼저 구명하여야 한다. 그러나 본 연구에서 사용된 표본은 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 통합(vertical integration)된 철도회사 자료이므로 기반시설비용과 운영비용간 관계를 직접적으로 평가할 수는 없다. 따라서 본 연구는 기반시설의 총 가치와 운영부문의 산출물 변수를 함께 포함하는 일반초월대수 함수형태의 가변비용함수모형을 추정한 다음, 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성 지수 및 운영부문의 산출물간 비용보완성 지수를 도출하고 그 관계를 이용하여 기반시설부문과 운영부문간 수직분리문제를 간접적으로 분석한다.⁴⁾

본 연구는 한국과 일본의 철도업체를 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지 생산요소를 투입하여 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로를 생산하는 기업형태로 상정하고, 기반시설의 총 가치(I)를 포함하는 일반초월대수 가변비용함수모형을 설정하였다. 이때 산출물은 외생적으로 결정된다고 가정하며, N 은 궤도연장으로 노선구조, 즉 네트워크효과를 나타낸다. 기반시설의 총 가치는 선로와 고정시설(ways and fixed installations)의 금전적 가치라고 할 수 있는데, 차량을 제외한 건물, 선로, 정거장 등을 모두 포함한다.⁵⁾ 또한 가변비용함수모형은 일본의 혼슈섬을 제외한 세 작은 섬에서 여객열차를 운행하는 JR북해도, JR구주 및 JR서국 더미(작은 섬 업체 더미)와, JR화물 더미를 포함한다.⁶⁾

4) 통신과 전력산업의 경우 Kaserman and Mayor(1991), Shin and Ying(1992), 그리고 Lee(1995) 등에서 산업의 수직구조에 대해 분석하고 있다. 그러나 철도산업의 수직분리방안에 대한 타당성을 계량경제학적으로 분석한 연구는 Cantos(2001)와 Ivaldi and McCullough(2001)를 제외하고는 거의 없는 실정이며, 우리나라의 경우 전무하다.

5) 초월대수 함수형태의 가변비용함수모형을 추정한 후 철도산업의 수직분리문제를 간접적으로 규명한 Cantos(2001)와 Ivaldi and McCullough(2001)는 기반시설과 관련된 변수로 전차의 경우 선로와 고정시설의 금전적 가치를, 후자의 경우 한 해 동안 설치되는 대체선로를 이용하였다.

6) JNR은 1987년 4월 1일 6개의 지역별 여객철도업체(JR동일본, JR동해, JR서일본, JR북해도, JR서국, JR구주)와 1개의 화물철도업체(JR화물)로 수평분할(horizontal separation)된 다음 민영화되었다. 규모가 큰 3개

비용함수의 형태는 1계·2계 미분에 대한 사전적 제약이 없는 유연한 형태의 일반초월대수 함수형태이다. 이 함수형태는 요소가격은 자연대수를 취하는 반면 산출물은 Box-Cox 변환을 취하기 때문에 산출물 벡터에 0이 있는 기업을 분석대상에 포함시킬 수 있다. 일반초월대수 가변 비용함수모형은 식 (1)과 같이 설정된다.

$$\begin{aligned} \ln VC_t = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i Y_{it}^* + \sum_q \beta_q \ln P_{qt} + \gamma_N \ln N_t + \sigma_I \ln I_t + \rho_T T_t + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \delta_{ij} Y_{it}^* Y_{jt}^* + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \eta_{qr} \ln P_{qt} \ln P_{rt} \\ & + \frac{1}{2} \gamma_{NN} \ln N_t^2 + \frac{1}{2} \sigma_{II} \ln I_t^2 + \frac{1}{2} \rho_{TT} T_t^2 + \sum_i \sum_q \theta_{iq} Y_{it}^* \ln P_{qt} + \sum_i \gamma_{iN} Y_{it}^* \ln N_t + \sum_i \sigma_{ii} Y_{it}^* \ln I_t \\ & + \sum_q \gamma_{qN} \ln P_{qt} \ln N_t + \sum_q \sigma_{qt} \ln P_{qt} \ln I_t + \sigma_{NI} \ln N_t \ln I_t + \sum_q \rho_{qT} \ln P_{qt} T_t + D_1 + D_2 + u_t \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 VC_t : 가변비용

Y_{it}^* : 산출물 i 의 산출량 Y_{it} 의 Box-Cox 변환치

P_{qt} : 생산요소 q 의 가격

i, j : 신칸센 인キロ(h), 일반여객 인キロ(p), 화물 톤キロ(f)

q, r : 노동(l), 동력(e), 차량 및 유지보수(m)

I : 기반시설의 총 가치(준 고정요소)

N : 케도연장(네트워크 효과)

T : 시간추세(time trend)

D_1 : 작은 섬 업체 더미(JR 북해도 = 1, JR 구주 = 1, JR 서국 = 1, 그 외 업체들 = 0)

D_2 : JR화물 더미(JR 화물 = 1, 그 외 업체들 = 0)

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta, \theta, \rho, \sigma$: 추정해야 할 모수(parameter)

u_t : 오차항(error term)

식 (1)에서 Box-Cox 변환된 변수 Y_{it}^* 는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} Y_{it}^* &= \left(\frac{Y_{it}^{\lambda_i} - 1}{\lambda_i} \right), & \text{if } \lambda_i \neq 0 \\ &= \ln Y_{it} & \text{if } \lambda_i = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)는 2차까지 전개한 테일러시리즈이므로 함수 $\ln VC_t$ 에 대한 헤시안 행렬(Hessian matrix)이 대칭(symmetry)이어야 한다. 따라서 식 (1)의 계수가 식 (3)의 조건을 만족해야 한다.

의 여객철도업체(JR동일본, JR동해, JR서일본)는 인구밀도가 높은 본섬(혼슈 섬)에서, 그리고 3개의 작은 여객철도업체(JR북해도, JR서국, JR구주)는 홋카이도(북해도), 시코쿠(서국), 큐슈(구주) 섬에서 여객열차를 운행한다. 신칸센은 혼슈 섬의 세 업체에 의해 운행되어 왔으며, 2003년부터 JR구주도 구주 신칸센을 운행하기 시작하였다.

$$\begin{aligned} \delta_{ij} &= \delta_{ji}, & \eta_{qr} &= \eta_{rq}, & \theta_{iq} &= \theta_{qi}, & \gamma_{iN} &= \gamma_{Ni} \\ \gamma_{qN} &= \gamma_{Nq}, & \sigma_{qt} &= \sigma_{tq}, & \sigma_{NI} &= \sigma_{IN}, & \rho_{qT} &= \rho_{Tq} \end{aligned} \quad (3)$$

또한 비용함수는 정규성 조건, 즉 요소가격에 대한 연속성, 1차 동차성, 비감소성, 오목성 조건을 만족해야 한다. 여기서 1차 동차성 조건⁷⁾은 식 (1)의 모수에 대한 식 (4)의 제약조건으로 미리 부과된다.⁸⁾

$$\begin{aligned} \sum_q \beta_q &= 1 \\ \sum_q \eta_{qr} &= 0, & \text{for all } q &= l, e, m \\ \sum_i \theta_{iq} &= 0, & \text{for all } i &= h, p, f \\ \sum_q \gamma_{qN} &= 0 \\ \sum_q \sigma_{qt} &= 0 \\ \sum_q \rho_{qT} &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

한편 식 (1)에 Shephard의 정리⁹⁾를 적용하면 요소비용비중식(input share equation)을 구할 수 있다. 즉 생산요소 q 의 비용이 가변비용에서 차지하는 비중 또는 점유율(S_{qt})은 식 (1)을 생산요소 q 의 가격(P_{qt})에 대해 로그미분(log differentiation)함으로써 식 (5)와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_{qt} &= S_{qt}^* + v_{qt} = \frac{P_{qt} X_{qt}}{VC_t} = \frac{\partial VC_t}{\partial P_{qt}} \cdot \frac{P_{qt}}{VC_t} = \frac{\partial \ln VC_t}{\partial \ln P_{qt}} \\ &= \beta_q + \sum_q \eta_{qr} \ln P_{qt} + \sum_i \theta_{iq} Y_{it}^* + \gamma_{qN} \ln N_t + \sigma_{qt} I + \rho_{qT} T + v_{qt} \end{aligned} \quad (5)$$

2. 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성

기반시설부문과 운영부문간 수직적 관계, 즉 비용보완성 여부는 각 운영부문 산출물의 기반시설에 대한 교차한계비용탄력성을 식 (6)과 같이 구하여 파악할 수 있다. 이때 비용보완성(cost complementarity)이란 어떤 하나의 산출물을 생산하는데 드는 한계비용이 다른 산출물의 양을 증

7) 요소가격에 대한 1차 동차성 조건과 대칭성 조건을 부과하면 추정해야 하는 모수의 수가 제약식의 수만큼 감소한다.

8) 연속성 조건은 모형의 설정단계에서 이미 부과되었고, 비감소성과 오목성 조건은 일반초월대수 함수형태의 가변비용함수모형을 추정한 다음 사후적으로 검증된다.

9) 임의의 요소가격에 대해 비용함수를 편미분하면 임의의 요소 투입량과 같다는 정리이다.

가시킴에 따라 감소하는 것을 의미한다.

$$\varepsilon_I^{MC_i} = \frac{\partial \ln MC_i}{\partial \ln I} = \frac{\sigma_{ii} Y_i^{\lambda_i} + \varepsilon_{CY_i} \varepsilon_{CI}}{\varepsilon_{CY_i}} \quad (6)$$

여기서, MC_i : i 번째 산출물의 한계비용

ε_{CY_i} : i 번째 산출물의 비용탄력성

ε_{CI} : 기반시설의 비용탄력성

산출물과 기반시설의 비용탄력성은 각각 식 (7)과 식 (8)과 같이 계산된다.

$$\varepsilon_{CY_i} = \frac{\partial \ln VC}{\partial Y_i^*} = [\alpha_i + \sum_j \delta_{ij} Y_j^* + \sum_q \theta_{iq} \ln P_q + \gamma_{iN} \ln N + \sigma_{iI} \ln I] \cdot Y_i^{\lambda_i} \quad (7)$$

$$\varepsilon_{CI} = \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln I} = \sigma_I + \sigma_{II} \ln I + \sum_i \sigma_{ii} Y_i^* + \sum_q \sigma_{iq} \ln P_q + \sigma_{NI} \ln N \quad (8)$$

식 (6)에서 $\varepsilon_I^{MC_i}$ 가 음(양)의 값을 가질 때, 기반시설의 비율적 증가는 i 운영부문 산출물의 비용탄력성에 음(양)의 방향으로 영향을 미치게 된다. 기반시설의 비율적 증가가 i 산출물의 비용탄력성에 음의 방향으로 영향을 미친다는 것은 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성이 존재하는 것을 의미한다. 즉 두 부문 간에 공유되는 투입요소를 분리시키기가 쉽지 않고 공유되는 투입요소들은 기반시설과 운영부문의 산출물을 생산할 때 모두 중요하다는 것을 뜻한다. 따라서 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성이 존재한다면 이들 두 부문을 결합하여 단일 회사가 운영하는 것이 비용절감 측면에서 효율적이라고 할 수 있다. 반면 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성이 존재하지 않는다면 기반시설부문과 운영부문을 별도의 회사로 분리하는 것이 비용절감 측면에서 효율적이라고 할 수 있다.

3. 운영부문의 산출물간 비용보완성

다음으로 우리나라에서 시행하고자 하는 여객과 화물운송부문의 기능적 분리방안은 기반시설 부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있다는 가정 하에 도출된 일반여객 인키로와 화물 톤키로간 교차한계비용탄력성을 구하여 비용 측면의 경제적 타당성을 검증할 수 있다. 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성은 식 (9)와 같이 구한다.

$$\epsilon_{Y_i}^{MC_i} = \frac{\partial \ln MC_i}{\partial \ln Y_i} = \frac{\delta_{ij} Y_i^A Y_j^A + \epsilon_{CY_i} \epsilon_{CY_j}}{\epsilon_{CY_i}} \quad (9)$$

식 (6)과 마찬가지로 식 (9)에서 $\epsilon_{Y_i}^{MC_i}$ 가 음의 값을 갖는다면 운영부문의 산출물간 비용보완성이 성립하는 반면, $\epsilon_{Y_i}^{MC_i}$ 가 양의 값을 갖는다면 운영부문의 산출물간 비용보완성이 성립하지 않는다. 운영부문의 산출물간 비용보완성이 성립한다면 운영부문의 두 산출물을 하나의 철도회사가 결합 생산하는 것이 생산비용 측면에서 타당한 반면, 운영부문의 산출물간 비용 보완성이 성립하지 않는다면 운영부문의 두 산출물을 두 개의 각기 다른 회사가 전담하여 생산하는 것이 생산비용 측면에서 타당하다고 할 수 있다.

III. 자료와 추정방법

1. 자료

가변비용함수모형의 추정에 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 불균형통합자료이다. 철도청의 경우 각 연도의 철도통계연보와 경영성적보고서를 이용하였다. 한편 일본 철도업체의 경우 주로 각 연도의 일본철도통계연보를 이용하였으며, 신칸센 인키로 자료는 JR동일본, JR동해, JR서일본 철도업체의 내부 자료를 이용하였다.

일반초월대수 가변비용함수모형을 추정하기 위해서 필요한 자료는 첫째, 실제 지출된 가변비용(VC)과 산출물¹⁰⁾의 산출량(Y_{it}), 요소가격(P_{qt}) 및 요소비용비중(S_{qt}) 자료이다. 둘째, 우리나라 철도산업의 수직분리방안에 대한 비용 측면의 경제적 타당성을 검증하기 위해서 필요한 기반시설의 총 가치(I_t) 자료와 마지막으로 네트워크 효과를 반영하는 궤도연장(N_t) 자료이다.

먼저 노동비용은 우리나라의 경우 손익계산서에 나와 있는 인건비와 경비 중 복리후생비를 더해 산정하였고, 일본의 경우 철·궤도업 영업손익에 나와 있는 노동비 항목을 발췌하여 이용하였다. 동력비용은 우리나라의 경우 손익계산서의 자산관련 경비 중 동력비 항목을, 그리고 일본의 경우 경비 항목 중 내동력비 항목을 발췌하여 사용하였다. 이들 경상가격 기준의 노동비용과 동력비용은 각각 국가별 소비자 물가지수와 생산자 물가지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산하였다.

차량 및 유지보수비용은 먼저 유지보수비용의 경우 우리나라는 경비와 자산관련 경비를 더한 후 복리후생비, 동력비, 지급이자, 감가상각비를 빼서 구하였고 일본은 경비 항목 중 내수선비

10) 여기서 산출물은 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로로 구분되며, 철도 운영부문의 산출물로 상정된다.

항목을 발취하여 구하였으며, 이를 각각 생산자 물가지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산하였다. 차량비용의 경우 기회비용과 감가상각비를 별도로 계산하였는데, 우리나라의 경우 철도통계연보의 대차대조표에 수록되어 있는 기관차 및 차량의 유형고정자산과 기타 유형고정자산 항목을 발취한 다음 이를 더하여 구하였고, 일본의 경우 철도통계연보에 수록된 사업용 고정자산을 발취한 후 업체별 차량자산이 총 사업용 고정자산에서 차지하는 비율을 곱하여 구하였다.¹¹⁾ 마지막으로 차량의 감가상각비는 우리나라와 일본 모두 차량의 내구연한(20년)으로 나누는 정액법을 이용하여 산정하였다. 일본의 인건비, 동력비, 그리고 차량 및 유지보수비용 자료는 2003년 우리나라와 일본의 월별 평균 환율 자료¹²⁾를 이용하여 우리나라 가격으로 환산하였다.

기반시설의 총 가치는 선로, 건물, 토지, 통신신호전력, 기계 및 기타설비와 같은 철도기반시설의 금전적 가치이므로 우리나라의 경우 차량비용과 마찬가지로 대차대조표에 수록되어 있는 고정자산 항목 중에서 유형고정자산과 기타 유형고정자산 항목을 발취하였다. 유형고정자산 및 기타 유형고정자산 항목은 토지, 건물, 궤도노반 및 구축물, 통신신호전력, 기계 및 장비, 기관차 및 차량, 사무용기기로 분류된다. 이 중에서 기관차 및 차량 항목을 제외하고 각각의 항목별로 유형고정자산과 기타 유형고정자산 항목을 더하여 항목별 총 고정자산을 구하였다. 토지를 제외한 항목별 기반시설의 가치는 전년도의 기말자산가액에서 감가상각누계액을 빼서 구한 당해년도의 자산가액을 연평균으로 보정하여 산정하였으며, 건설업 디플레이터¹³⁾와 품목별 생산자 물가지수를 적용하여 2003년 불변가격으로 환산¹⁴⁾하였다. 일본의 경우 기반시설의 총 가치는 일본철도통계연보 대차대조표에 수록되어 있는 고정자산 항목을 발취하여 이용하였다. JR의 사업용 고정자산은 철도사업 고정자산과 관련사업 고정자산을 포함한 사업전속 고정자산(事業專屬固定資産)과 객사업관련 고정자산(客事業 固定資産)을 포함한다. 이렇게 산정된 기반시설의 총 가치는 생산자 물가지수를 이용하여 2003년 불변가격으로 환산한 다음, 2003년 우리나라와 일본의 월별 평균 환율 자료를 이용하여 우리나라 가격으로 환산하였다.

2003년 불변가격으로 환산된 노동비용, 동력비용 그리고 차량 및 유지보수비용을 각각 현원수, TOE, 총차량키로로 나누어 생산요소의 단위가격을 구하였고, 각 생산요소의 단위가격을 표본 평균값으로 나누어 정규화한 다음 일반초월대수 가변비용함수 추정에 사용하였다. 산출량과 궤도연장 및 기반시설의 총 가치도 마찬가지로 표본 평균값으로 나누어 정규화한 지수를 가변비용함수 추정에 사용하였다. 변수의 평균값은 <표 1>에 제시하였다.

11) 보다 자세한 내용은 박진경(2007) 참조.

12) 2003년의 평균 환율은 통계청 자료에 나오는 1,032원/100엔을 적용하였다.

13) 한국은행(2004)의 경제활동별 국내총생산(GDP) 중에서 당해년도 가격과 기준년도(2000년) 가격으로 표시된 건설업 국내총생산을 발취하여 2003년 불변가격으로 환산하였다.

14) 건물과 궤도노반 및 구축물의 경우 건설업 디플레이터, 통신신호전력은 통신장비지수, 기계 및 장비는 일반기계 및 장비지수, 그리고 사무용기구는 가구지수를 각각 적용하였다.

〈표 1〉 변수의 평균값

변 수		한국 ²⁾	일본 ³⁾			전체 ⁴⁾
		KNR	JR동일본	JR동해	JR서일본	
가변비용(억원) ¹⁾		14,731	117,108	49,564	64,091	52,735
산출량	신칸센 인키로(백만인키로)	-	16,205	39,377	14,656	10,058
	일반여객 인키로(백만인키로)	28,603	107,060	9,464	37,769	31,448
	화물 톤키로(백만톤키로)	12,165	-	-	-	6,524
요소 가격 ¹⁾	노동(백만원/인·년)	23	91	87	79	71
	동력(백만원/만TOE)	6,427	12,419	16,722	12,643	9,641
	차량 및 유지보수 (백만원/차량키로·년)	472	2,474	3,031	2,198	1,864
요소 비용 비중	노동	0.54	0.51	0.37	0.53	0.53
	동력	0.14	0.04	0.07	0.06	0.07
	차량 및 유지보수	0.32	0.45	0.56	0.41	0.40
기반시설의 총 가치(억원) ¹⁾		144,079	528,335	500,257	163,766	209,626
궤도연장(km)		6,377	12,689	3,277	8,198	8,375

주: 1) 2003년 불변가격 기준임.

2) 한국의 경우 1977~2003년까지의 평균값임.

3) 일본의 경우 1987~2003년까지의 평균값임.

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

2. 추정방법

식 (1)의 일반초월대수 가변비용함수모형을 단일식으로 추정하는 것은 다중공선성 문제가 심각하게 발생하여 추정된 모수 추정치의 효율성을 떨어뜨린다. 따라서 본 연구에서는 식 (1)의 일반초월대수 가변비용함수와 식 (5)의 요소비용비중식으로 구성되는 연립방정식체계를 구성하여 각 식의 오차항들이 상관관계를 갖는, 즉 결합정규분포를 하고 있다는 가정 하에 Zellner의 반복 결합일반화최소자승법(iterative seemingly unrelated regression)을 이용해 추정하였다. 연립방정식 체계를 추정하면 모수 추정치에 대한 보다 점근적으로 효율적인 추정치(asymptotically efficient estimates)를 추정할 수 있다. 이때 세 요소비용비중의 합은 1이 되므로 오차항의 공분산행렬이 비특이성(nonsingularity) 조건을 만족하지 못하기 때문에 차량 및 유지보수의 비용비중식을 제외하고 추정하였다.¹⁵⁾

15) 어떤 요소비용비중식을 제외하더라도 추정결과는 변하지 않으며, 반복적으로 추정된 추정량은 최대우도 추정량에 접근한다.

IV. 모형의 추정결과

1. 일반초월대수 가변비용함수모형

일반초월대수 가변비용함수의 추정결과는 <표 2>와 <표 3>과 같다. <표 3>에서 볼 수 있는 것처럼 가변비용함수의 수정결정계수는 0.997이고 노동과 동력의 요소비용비중식의 수정결정계수는 각각 0.880과 0.930으로 모두 높게 추정되었으므로 통계적 적합도가 상당히 높다고 볼 수 있다. 또한 총 52개의 모수 추정치 중에서 9개를 제외하면 모두 10% 수준에서 유의한 것으로 나

<표 2> 일반초월대수 가변비용함수의 추정결과

모수	추정치	표준오차	t-통계량	모수	추정치	표준오차	t-통계량
α_0	11.243	0.062	180.769***	η_{nl}	-0.011	0.016	-0.720
α_h	0.260	0.048	5.459***	θ_{hl}	0.056	0.003	21.435***
α_p	0.190	0.039	4.902***	θ_{pe}	0.000	0.001	-0.396
α_f	0.173	0.031	5.542***	θ_{lm}	-0.055	0.004	-15.650***
β_l	0.635	0.008	81.698***	θ_{fl}	0.003	0.003	1.204
β_e	0.053	0.003	17.505***	θ_{pe}	-0.005	0.001	-5.097***
β_m	0.312	0.011	28.961***	θ_{pm}	0.002	0.004	0.587
σ_l	-0.099	0.044	-2.276**	θ_{fl}	0.007	0.002	3.196***
γ_N	0.553	0.095	5.834***	θ_{fe}	0.005	0.001	5.938***
ρ_T	0.004	0.004	1.007	θ_{fm}	-0.012	0.003	-3.911***
D_1	-0.340	0.084	-4.045***	γ_{hN}	-0.115	0.036	-3.232***
D_2	-0.700	0.281	-2.491**	γ_{lN}	0.056	0.025	2.252**
δ_{hl}	0.093	0.016	5.937***	γ_{fN}	0.080	0.022	3.710***
δ_{hp}	0.037	0.013	2.798***	γ_{eN}	0.018	0.005	3.552***
δ_{ff}	0.038	0.009	4.371***	γ_{eN}	-0.015	0.002	-8.431***
η_{ll}	0.062	0.011	5.515***	γ_{mN}	-0.003	0.007	-0.448
η_{α}	0.064	0.003	20.537***	σ_{hl}	-0.132	0.034	-3.870***
η_{mm}	0.024	0.019	1.284	σ_{fl}	-0.030	0.028	-1.061
σ_{ll}	0.238	0.089	2.664***	σ_{fl}	-0.031	0.016	-1.963**
γ_{NN}	-0.208	0.109	-1.910*	σ_{ll}	-0.075	0.005	13.844***
ρ_{TT}	-0.001	0.000	-2.509**	σ_{el}	0.005	0.002	1.976**
δ_{lp}	0.013	0.014	0.873	σ_{ml}	0.070	0.008	9.024***
δ_{ff}	0.012	0.008	1.513*	σ_{eN}	-0.014	0.050	-0.277
δ_{hl}	-0.024	0.013	-1.743*	ρ_{TT}	-0.005	0.000	-11.093***
η_{ke}	-0.051	0.004	-11.419***	ρ_{eT}	0.000	0.000	3.007***
η_{om}	-0.013	0.008	-1.703*	ρ_{mT}	0.004	0.001	7.223***

주: t-통계량의 ***는 1%, **는 5%, *는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

〈표 3〉 일반초월대수 가변비용함수모형 추정결과의 결정계수

구 분	결정계수(R^2)	수정결정계수(\bar{R}^2)
가변비용함수	0.998	0.997
노동비용비중식	0.886	0.880
동력비용비중식	0.934	0.930

타나, 모형의 설명력이 전반적으로 높다고 할 수 있다.¹⁶⁾

요소가격과 세 산출물의 1차항 모수 추정치는 모두 부호가(+)로 추정되어 비용함수의 전제 조건을 만족하고 있다. 한편 기반시설의 총 가치 1차항의 모수 추정치는 부호가(-)로 추정되어 기반시설의 잠재가치는 음의 부호를 가지는 것으로 나타났다.¹⁷⁾ 마지막으로 작은 섬 업체 더미와 JR화물 더미는 각각 1% 수준과 5% 수준에서 유의하며, 모두 부호가(-)로 추정되었다. 이는 이들 업체들이 타 업체들에 비해 가변비용이 더 적다는 것을 의미한다.

2. 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성

일반초월대수 가변비용함수모형의 추정결과로부터 도출된 산출물의 비용탄력성과 기반시설부문과 운영부문간 교차한계비용탄력성 추정치는 〈표 4〉와 같고, 연도별 추이는 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에 제시하였다. 본 연구에서 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성 및 산출물간 비용보완성에 관련된 추정은 우리나라 철도청과 혼슈 섬의 세 업체, 즉 JR동일본, JR동해 및 JR서일본에 국한하여 제시하도록 한다.

〈표 4〉에서 보는 바와 같이 세 산출물의 비용탄력성 값은 모두 1% 수준에서 유의하며, 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로의 비용탄력성은 표본평균값에서 각각 0.19, 0.26, 그리고 0.17로 추정되었다. 이는 궤도연장이 고정되어 있을 때 산출량이 1% 증가하면 가변비용은 각각 0.19%, 0.26%, 그리고 0.17% 증가함을 의미한다.

한편 기반시설부문과 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추정결과 JR동해의 기반시설과 신칸센간 교차한계비용탄력성 추정치를 제외하고 다른 모든 교차한계비용탄력성 추정치가 평균적으로 음의 값을 갖는 것으로 나타나, 기반시설이 증가하면 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로의 비용탄력성은 음의 방향으로 영향을 받는다.¹⁸⁾ 일반적으로 기반시설부문과

16) 산출량의 Box-Cox 변환시 추정하여야 하는 모수 λ 는 박진경·김성수(2006)의 추정치인 0.095를 받아들여 그대로 사용하였다.

17) Oum and Zhang(1991)은 자본 투입요소의 잠재가치는 음의 부호를 갖는다고 하였다. 또한 Cantos(2001)와 Ivaldi and McCullough(2001)에서 기반시설의 1차항 모수 추정치는 각각 -0.066과 -0.2156으로, 모두(-) 부호를 가지는 것으로 나타났다.

18) Cantos(2001)는 유럽 철도산업의 기반시설부문과 승객운송부문간에는 비용보완적인 관계가 성립하지 않는 반면, 기반시설부문과 화물운송부문간에는 비용보완적인 관계가 성립한다는 연구결과를 제시하고

〈표 4〉 산출물의 비용탄력성과 기반시설부문과 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추정결과

구 분	산출물의 비용탄력성			기반시설부문과 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성		
	신칸센 인키로	일반여객 인키로	화물 톤키로	기반시설과 신칸센	기반시설과 일반여객	기반시설과 화물
KNR (1977~2003)	-	0.28 (10.64)***	0.16 (16.36)***	-	-0.56 (-57.08)***	-0.29 (-7.29)***
JR동일본 (1987~2003)	0.18 (17.08)***	0.34 (18.91)***	-	-0.12 (-8.95)***	-0.38 (-14.20)***	-
JR동해 (1987~2003)	0.12 (15.63)***	0.21 (18.73)***	-	0.08 (4.49)***	-0.19 (-7.23)***	-
JR서일본 (1987~2003)	0.17 (29.83)***	0.41 (21.32)***	-	-0.25 (-13.77)***	-0.40 (-25.78)***	-
표본평균 ²⁾	0.19 (4.90)***	0.26 (5.46)***	0.17 (5.54)***	-0.26 (-1.93)*	-0.61 (-0.14)	-0.28 (-2.43)**

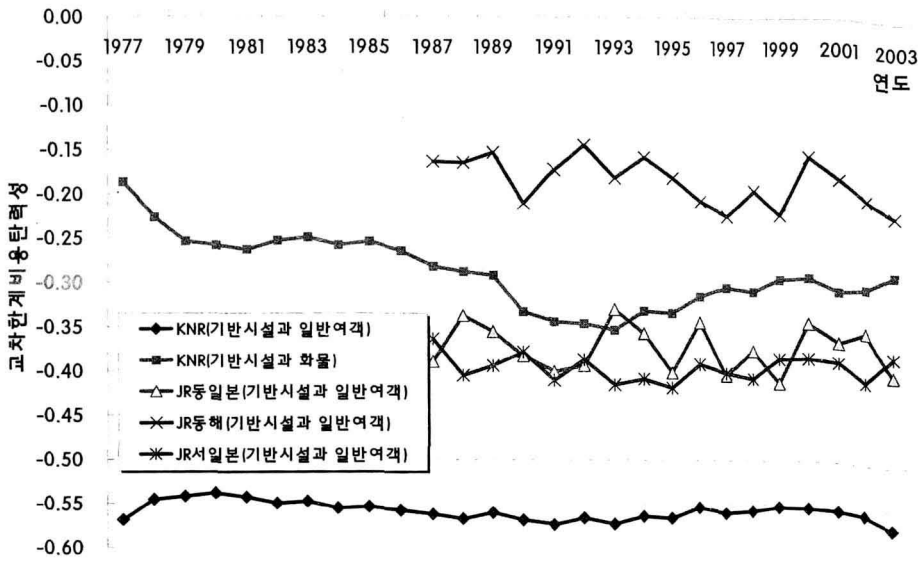
주: 1) 괄호 안에 제시되어 있는 t-통계량의 ***는 1%, **는 5%, *는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

2) KNR, JNR, 7개의 JR을 모두 포함한 전체(154개 표본) 평균값임.

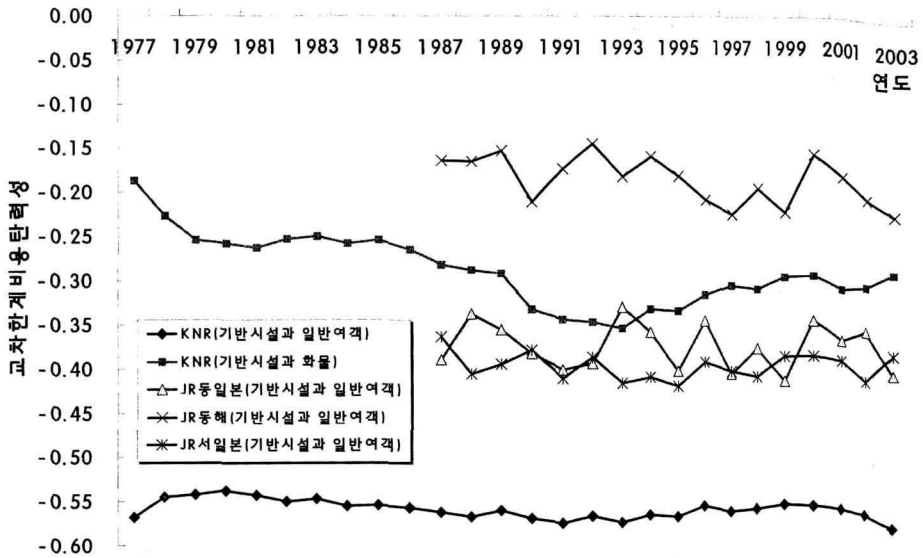
운영부문은 일부 투입요소를 공유하고 있으며, 두 부문이 공유하는 투입요소는 분리하기가 쉽지 않다. 이 경우 추가적으로 기반시설을 증가시킬 수 있다면 선로용량배분과 스케줄링 비용이 감소하므로 운행비용이 감소하게 된다. 따라서 우리나라 철도산업의 경우 기반시설부문과 운영부문을 수직적으로 분리하는 방안은 비용 측면에서 경제적으로 타당하지 않다고 판단된다.

JR동해의 경우 기반시설에 대한 신칸센의 한계비용탄력성은 양의 값을 갖고, 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 이는 신칸센의 수송량이 증가할수록 기반시설부문의 한계비용이 증가하고, 기반시설부문의 한계비용이 증가하면 신칸센 수송량이 증가한다는 것을 의미한다. JR동해는 현재 도쿄~오사카간 동해도 신칸센을 운행하고 있으며, JR동해의 신칸센 인키로는 총 산출물의 약 80.6%에 해당한다. 동해도 신칸센은 상대적으로 배차간격이 짧고, 높은 속도로 운행된다. 따라서 이러한 유형의 수송량이 증가하면 대규모 네트워크라고 하더라도 기반시설부문의 한계비용을 증가시킬 수 있다고 할 수 있다.

있다. 한편 Ivaldi and McCullough(2001)는 미국 화물철도산업의 운영산출물간에는 강한 비용보완성이 존재하지만, 기반시설부문과 운영부문 간에는 비용보완성이 존재하지 않는다는 연구결과를 제시하고 있다.



〈그림 1〉 기반시설부문과 일반여객(화물)간 교차한계비용탄력성 추이



〈그림 2〉 기반시설부문과 신칸센간 교차한계비용탄력성 추이

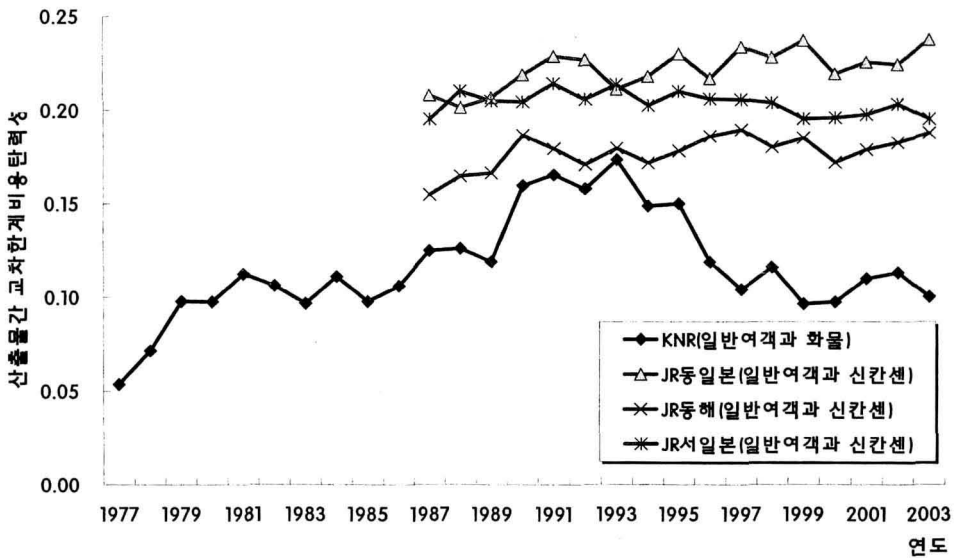
3. 운영부문의 산출물간 비용보완성

기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있다는 가정 하에 도출된 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추정치와 연도별 추이가 각각 <표 5>와 <그림 3>에 제시되어 있다.

〈표 5〉 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추정결과

구 분	신칸센		일반여객		화물	
	일반여객	화물	신칸센	화물	신칸센	일반여객
KNR (1977~2003)	-	-	-	0.07 (4.76)***	-	0.12 (4.17)***
JR동일본 (1987~2003)	0.43 (23.58)***	-	0.22 (21.02)***	-	-	-
JR동해 (1987~2003)	0.32 (20.83)***	-	0.18 (18.94)***	-	-	-
JR서일본 (1987~2003)	0.49 (24.51)***	-	0.20 (33.02)***	-	-	-
표본평균 ²⁾	0.33 (2.47)**	0.23 (10.19)***	0.24 (0.31)	0.08 (0.05)	0.26 (58.51)***	0.12 (1.67)**

주: 1) 괄호 안에 제시되어 있는 t-통계량의 ***는 1%, **는 5%, *는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.
 2) KNR, JNR, 7개의 JR을 모두 포함한 전체(154개 표본) 평균값임.



〈그림 3〉 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추이

표본평균값에서 KNR의 일반여객과 화물간 비용보완성과 JR동일본, JR동해 및 JR서일본의 신칸센과 일반여객간 비용보완성은 모두 양의 값을 갖는 것으로 나타나, 서로 비용보완적이지 않은(cost anticomplementarity) 것으로 나타났다. 먼저 KNR의 일반여객과 화물간 비용보완성이 존재하지 않는 이유는 일반여객열차와 화물열차가 최적으로 운행되는 속도가 각각 다르기 때문에

이들을 동일한 선로에서 함께 운행할 때 심각한 스케줄 관리와 운행방해문제가 야기되기 때문으로 판단된다. 여객열차는 승객들을 빠르고 안전하고 쾌적하게 수송해야 하므로 선로의 선형은 평탄하고 직선화되어 있어야 한다. 반면 속도보다는 많은 양의 화물을 선적해야 하는 화물열차의 경우 선로가 총 중량에 충분히 견딜 수 있도록 설계되어야 하므로 비용이 많이 든다. 따라서 이러한 점들이 승객과 화물운송부문간 비용대체적인 관계를 야기시킨다고 볼 수 있다. 다음으로 JR동일본, JR동해 및 JR서일본의 신칸센과 일반여객간 비용보완성이 존재하지 않는 이유는 고속으로 운행되는 신칸센의 경우 자신만의 고유 선로를 이용하고 있고 주행안정성을 유지하기 위해 각종 제어시스템¹⁹⁾과 정보통신시스템 등이 필요하며, 고가의 선로유지비용을 절감하기 위해 차륜과 선로간 그리고 전차선과 차량간 인터페이스 유지가 매우 중요하기 때문인 것으로 사료된다.

KNR의 경우 <표 5>와 <그림 3>에서 보는 바와 같이 1977~2003년 동안의 표본 평균값에서 일반여객에 대한 화물의 교차한계비용탄력성과 화물에 대한 일반여객의 교차한계비용탄력성이 각각 0.07과 0.12로 양의 값을 갖는 것으로 나타나 여객과 화물운송부문을 결합 생산하는 것은 비효율적인 것으로 나타났다²⁰⁾. 전자는 표본평균에서 일반여객 인키로가 1% 증가하면 화물 톤키로의 한계비용은 0.07% 증가하는 것을 의미하며, 후자는 화물 톤키로가 1% 증가하면 화물 톤키로의 한계비용은 0.12% 증가하는 것을 의미한다. 따라서 우리나라의 경우 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있을 때 승객과 화물운송부문을 각각 전담하는 두 개의 회사로 분리하는 것은 효율성을 떨어뜨리지 않을 것으로 판단된다.²¹⁾

19) 대표적인 제어시스템은 자동열차제어시스템(ATC)으로 ATC는 열차의 위치와 속도, 열차간의 간격과 선로조건, 열차운행진로 등을 인식하여 운행열차에 대한 최적의 속도를 운전자에게 지시하고 운전자가 속도를 초과할 경우 자동으로 감속 또는 정지하는 시스템이다. 강길현(2004) 참조.

20) 하헌구·이경미(2002)와 박진경·김성수(2006)는 우리나라의 철도산업에 규모와 범위의 경계가 동시에 존재한다고 하였다. 그러나 이들 연구는 모두 기반시설과 운영부문이 수직적으로 결합된 자료를 이용하여 총비용함수모형을 추정하였기 때문에 본 연구와 같이 기반시설과 운영부문이 수직적으로 분리된 가상적인 상황에서 범위의 경계가 존재한다고는 볼 수 없다. 또한 하헌구·이경미(2002)는 KNR의 자료만으로 총비용함수를 추정하였기 때문에 표본수가 부족하여 충분한 자유도를 확보하기 위해 노선별 자료를 이용하여 분석하였다. 따라서 이 연구의 결과는 각 노선에 국한된 규모와 범위의 경계가 존재하는 것으로 해석해야 하며, 우리나라의 전체 철도네트워크에 대해 규모와 범위의 경계가 존재하는 것으로 결론지을 수 없는 한계가 있다.

21) 철도산업을 대상으로 기반시설과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있는 상황을 가정하고 가변비용함수모형을 추정한 다음 승객과 화물운송부문간 비용보완성 여부를 분석한 선행연구는 Cantos(2001)가 유일하다. 이 연구에서 승객과 화물운송부문간 비용관계는 5% 수준에서 유의하지 않지만, 본 연구의 분석결과와 마찬가지로 비용보완성이 성립하지 않는다고 하였다.

V. 결론

본 연구는 우리나라와 일본의 철도업체를 노동, 동력, 차량 및 유지보수의 세 가지 생산요소를 투입하여 신칸센 인키로, 일반여객 인키로 및 화물 톤키로를 생산하는 기업형태로 상정하고 기반시설의 총 가치를 포함하는 일반초월대수 가변비용함수모형을 설정하여 이를 추정한 다음 첫째, 우리나라 철도산업의 기반시설부문과 운영부문을 수직적으로 분리하는 방안이 비용 측면에서 경제적으로 타당한지를 분석하고, 둘째, 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있다는 가정 하에 여객과 화물운송부문을 기능적으로 분리하여 별도의 두 운영주체가 사업을 영위하는 방안이 비용 측면에서 경제적으로 타당한지를 분석하였다. 이때 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 이용하였다.

먼저 기반시설부문과 운영부문의 산출물간 교차한계비용탄력성 추정결과 JR동해의 기반시설과 신칸센간 교차한계비용탄력성 추정치를 제외하고 다른 모든 교차한계비용탄력성 추정치가 평균적으로 음의 값을 갖는 것으로 나타나, 기반시설부문과 운영부문간 비용보완성이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 기반시설부문과 운영부문은 일부 투입요소를 함께 사용하므로 추가적으로 기반시설을 확장하면 선로용량배분과 스케줄링 비용이 감소함에 따라 운행비용이 감소하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 우리나라 철도산업의 경우 기반시설부문과 운영부문을 수직적으로 분리하는 방안은 비용 측면에서 경제적으로 타당하지 않다고 판단된다.

한편 표본평균값에서 KNR의 일반여객과 화물간 비용보완성과 JR동일본, JR동해 및 JR서일본의 신칸센과 일반여객간 비용보완성은 모두 양의 값을 갖는 것으로 나타나, 서로 비용보완적이지 않은 것으로 나타났다. KNR의 일반여객과 화물간 비용보완성이 존재하지 않는 이유는 일반여객열차와 화물열차가 최적으로 운행되는 속도가 각각 다르기 때문에 이들을 동일한 선로에서 함께 운행할 때 심각한 스케줄 관리와 운행방해문제가 야기되기 때문으로 판단된다. 따라서 우리나라의 경우 기반시설부문과 운영부문이 수직적으로 분리되어 있을 때 승객과 화물운송부문을 각각 전담하는 두 개의 회사로 분리하는 것은 효율성을 떨어뜨리지 않을 것으로 판단된다.

본 연구는 다음과 같은 세 가지 한계를 갖는다. 첫째, KNR과 혼슈 섬의 세 업체인 JR동일본, JR동해 및 JR서일본은 모두 대도시권의 전철운송부문을 함께 담당하고 있다²²⁾. 따라서 전철운송부문의 인키로는 타 운송부문의 산출물, 즉 지역간 여객 인키로와 신칸센 인키로 및 화물 톤키로와 이질적인 속성을 가지고 있다고 볼 수 있으므로 이를 별도의 산출물로 구분하여 가변비용함수모형을 추정할 필요가 있다. 둘째, 한국의 KNR과 일본의 8개 철도업체들 간에는 비용구

22) KNR과 JR동일본은 각각 우리나라 수도권과 도쿄 대도시권의 전철운송부문을, 그리고 JR동해와 JR서일본은 각각 오사카-교토-나라 대도시권과 나고야 대도시권의 전철운송부문을 담당하고 있다.

조가 상당히 다를 수 있음에도 불구하고, 일반초월대수 가변비용함수모형 추정할 때 작은 섬 업체 더미와 JR화물 더미만으로 이를 반영하였다. 그러나 패널자료로 확률적 변경 접근법을 이용하여 가변비용함수모형을 추정할 때 관측할 수 없는 기업별 이질성을 보다 고려할 필요성이 있다. 마지막으로 본 연구는 철도산업의 구조개편방안에 대한 경제적 타당성을 생산비용 측면만을 분석하여 결론을 도출하였으나 기반시설부문과 운영부문의 수직분리방안과 여객과 화물운송부문의 기능적 분리방안 및 지역적 분리방안은 비용 측면 이외의 다른 측면, 즉 열차의 정시성과 신뢰성 및 안정성, 그리고 형평성 등을 함께 고려해야 할 필요성이 있다.

참고문헌

- 강길현(2004), “한국고속철도 개통에 즈음하여”, 『한국철도학회지』, 제7권 제1호, pp. 10-26.
- 김성호(2006), “거리함수를 이용한 한국 철도산업의 생산특성 및 효율성 분석”, 『대한교통학회지』, 제24권 제5호, pp. 45-56.
- 박진경(2007), 「한국과 일본 철도산업의 비용구조와 생산성 분석-철도산업의 구조개편방안 및 민영화방안과 관련하여」, 서울대학교 박사학위논문.
- 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.
- 박진경·김성수(2006), “톤키비스트 지수를 이용한 한국과 일본철도산업의 총요소생산성 분석”, 『환경논총』, 제44권, pp. 77-97.
- 서광석(2005), “일본 고속철도 운행경험과 변화”, 한국철도학회, 『춘계학술대회 논문집』.
- 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)』.
- 하헌구·이경미(2002), 『우리나라 철도산업의 비용특성에 관한 연구』, 한국교통연구원.
- 철도청, 각 연도 『경영성적보고서』.
- 철도청, 각 연도 『철도통계연보』.
- 한국은행(2003), 『경제통계연보』.
- 한국철도기술연구원(2004), 『일본의 철도투자 확대전략에 관한 조사 분석 연구』.
- 한국철도기술연구원(2005), 『일본철도의 역사와 발전』.
- Bitzan, J. D.(2003), “Railroad Costs and Competition: The Implications of Introducing Competition to Railroad Networks,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 37, pp. 201-225.

- Campos, J. and P. Cantos(2000), "Railways," In De Rus, G. and A. Estache (Eds.), *Privatization and Regulation of Transport Infrastructure: Guidelines for Policymakers and Regulators*, World Bank Institute Development Studies.
- Cantos, P.(2001), "Vertical Relationships for the European Railway Industry," *Transport Policy*, Vol. 8, pp. 77-83.
- De Borger, B.(1992), "Estimating a Multiple-Output Generalized Box-Cox Cost Function: Cost Structure and Productivity Growth in Belgian Railroad Operations, 1950~1986," *European Econometric Review*, Vol. 36, pp. 1379-1398.
- Greene, W. H.(2000), *Econometric Analysis* (Fourth Edition), Prentice Hall.
- Hayashi, Y. and H. Morisugi(2000), "International Comparison of Background Concept and Methodology of Transportation Project Appraisal," *Transport Policy*, Vol. 7, pp. 73-88.
- Ivaldi, M. and G. J. McCullough(2001), "Density and Integration Effects on Class I U.S. Freight Railroads," *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 19, pp. 161-182.
- Ishikawa, T. and M. Imashiro(1998), *The Privatisation of Japanese National Railways*, The Athlone Press.
- Kasai, Y.(2003), *Japanese National Railways-Its Break-up and Privatization*, Global Oriental.
- Kaserman, D. L. and J. W. Mayor(1991), "The Measurement of Vertical Economics and the Efficient Structure of the Electric Utility Industry," *Journal of Industrial Economics*, Vol. 39, pp. 483-500.
- Lee, B. J.(1995), "Separability Test for the Electricity Supply Industries," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 10, pp. 46-60.
- Mizutani, F.(1999), "An assessment of the Japan Railway Companies since Privatization: Performance, Local Rail Service and Debts," *Transport Reviews*, Vol. 19, pp. 117-139.
- Mizutani, F. and K. Nakamura(2000), "Japan Railways since Privatization," In Bradshaw, B. and H. L. Smith (Eds.), *Privatization and Deregulation of Transport*, MacMillan Press.
- Oum, T. H. and Y. Zhang(1991), "Utilization of Quasi-Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 25, pp. 121-134.
- Shin, R. T. and J. S. Ying(1992), "Unnatural Monopolies in Local Telephone," *Land Journal of Economics*, Vol. 23, pp. 171-183.