

지역산업연관표 추정을 위한 비조사기법의 유용성 비교

— 확률계수행렬 접근법을 중심으로 —

김경필* · 이진상**

지역산업연관표를 작성할 때 전국산업연관표를 이용하여 지역산업연관표를 작성하는 여러 가지 비조사기법(non-survey techniques)들이 개발되었다. 그러나 비조사기법들을 이용하여 지역산업연관표를 작성하는 경우에도 작성한 표들의 정확성의 문제는 여전히 남아 있다. 본 논문에서는 전국산업연관표를 이용하여 지역산업연관표를 작성하는 비조사기법(단순입지상 기법, 구매입지상 기법, 교차산업상 기법, SDP(supply demand pool) 기법, RAS 기법)들과 비조사기법에 속하지 않으나 전국산업연관표를 이용하지 않고 오직 지역의 자료(지역의 산업부문별 산출액과 산업부문별 중간투입액 또는 산업부문별 부가가치액)들만 이용하여 간단한 공식(formulas)에 기초하여 지역산업연관 분석을 가능하게 하는 확률계수행렬 기법의 유용성을 비교·평가하였다. 대상지역은 부산지역과 강원지역으로 하였다.

2005년 지역산업연관표상의 대상지역들의 28개 부문 산출승수, 즉 실제치들과 비조사기법들에 의한 산출승수 예측치들을 대상으로 평균자승오차평방근(root mean square errors: RMSE)들을 계산하여 예측의 정확성을 비교하였다. 그 결과 양 지역 모두에서 RAS 기법과 확률계수행렬 기법에 의한 예측의 정확성이 입지상 기법군에 속하는 단순입지상 기법, 구매입지상 기법, 교차산업상 기법, SDP 기법 등에 의한 예측보다 상당히 높은 것으로 나타났다. 예측의 정확성에서 우월한 것으로 나타난 RAS 기법과 확률계수행렬 기법의 비교·평가는 불확정적이다. RAS 기법으로 전국투입계수표를 조정하였을 때 완전한 조정(complete adjustment)이 이루어졌을 경우에는 RAS 기법에 의한 예측의 정확성이 확률계수행렬 기법에 의한 예측보다 우월하다고 분명하게 말할 수 있지만, RAS 기법에 의한 전국투입계수표의 조정이 불완전 조정(incomplete adjustment)에 그치는 경우에는 확률계수행렬 기법에 의한 예측이 RAS 기법에 의한 예측보다 우월할 수도 있다는 사실을 발견하였기 때문이다.

* 주저자, 부산대학교 경제학과 강사(경제학박사), 전화: (051) 510-1658, E-mail: gpkim@pusan.ac.kr

** 교신저자, 덕성여자대학교 국제개발협력센터 교수, 전화: (02) 901-8767, E-mail: jinslee0209@duksung.ac.kr

논문투고일: 2015. 2. 23 수정일: 2015. 4. 27 게재확정일: 2015. 6. 8

핵심주제어: 확률계수행렬, 산출승수, 비조사기법, 지역산업연관 분석, 전국투입
계수표

경제학문헌목록 주제분류: C67

I. 서론

지역산업연관표는 지역 차원에서 산업들의 연관관계를 분석할 수 있는 기초 자료로 이용되지만, 직접조사(survey)에 의한 지역산업연관표의 작성은 시간과 비용이 많이 소요된다.¹⁾ 지역산업연관표 작성에 따르는 시간과 높은 비용 때문에 신속하고 또한 합리적인 비용으로 지역산업연관표를 작성할 수 있는 방법들에 대한 연구의 필요성이 제기되었고, 여러 가지 비조사기법(non-survey techniques)들이 개발되었다. 그러나 비조사기법들을 사용하여 지역산업연관표를 작성하여도 작성한 표들의 정확성(accuracy)의 문제는 여전히 남아 있다.

본 연구에서는 부산지역과 강원지역을 대상으로 산업부문별 산출승수 실제치와 비조사기법들을 사용하여 작성한 지역투입계수표들에 기초한 산업부문별 산출승수 예측치들을 비교하여 비조사기법들의 유용성을 평가하고자 한다. 지금까지 사용되고 있는 비조사기법들을 분류한다면 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 입지상 기법군(LQ family)에 속하는 단순입지상 기법, 구매입지상 기법, 교차산업상 기법, SDP 기법이 있으며, 둘째 RAS 기법, 셋째 확률계수행렬(random coefficient matrix: RCM) 기법이다.

입지상 기법군(location quotients family: LQF)과 RAS 기법은 지역투입계수표를 작성할 때 전국투입계수표를 이용하지만, 확률계수행렬 접근법은 전국투입계수표를 이용하지 않고 소량의 지역자료(지역의 산업부문별 산출액, 산업부문별 중간투입 총액 또는 부가가치 총액)들만을 이용한다. 확률계수행렬 접근법의 아이디어는 산업부문별 투입계수들의 열의 합(sums of columns)들은 일정하게 유지가 되고 산업부문별 투입계수를 구성하고 있는 요소(elements)들이 임의로(randomly) 변화한다고 가정하였을 때의 행렬, 즉 확률계수행렬들의 레온티에프 역행렬들이 취하는 확률분포들의 기대치(expected value)를 이용하는 방법이다.

1) 우리나라에서 지역산업연관표의 작성은 국토개발연구원에서 『1980년 지역산업연관표』를 작성하였고, 한국은행에서 『2003년 지역산업연관표』, 『2005년 지역산업연관표』를 작성하였다. 그리고 소규모 지역(우리나라의 경우에는 광역시와 도 등을 제외한 중·소도시, 구, 군 등)에서는 이용할 수 있는 지역산업연관표 자체가 존재하지 않고 있다.

본 논문에서는 제II절에서는 비조사기법들의 내용과 선행 연구들을 서술하기로 한다. 제III절에서는 분석내용과 방법, 그리고 분석결과를 논의하게 된다. 그리고 제IV절에서 결론을 맺는다.

II. 비조사기법과 선행 연구

1. 비조사기법

지역자료를 생성하기 위하여 전국산업연관표를 이용하는 비조사기법들은 1970년대부터 실증적인 지역 투입-산출 연구들에서 활발하게 이용되었다. 선행 연구들에서 사용된 비조사기법들은 입지상 기법군, RAS, 확률계수행렬 접근법 등으로 나눌 수 있다.

(1) 입지상 기법군

1) 단순입지상 기법

어떤 지역(R)의 전체 산출량과 그 지역의 부문 i 의 산출량을 X^R , X_i^R 로 나타내고, 전국의 전체산출량과 부문 i 의 산출량을 X^N , X_i^N 으로 나타내자. 그러면 지역 R 에 있는 부문 i 의 입지상은

$$LQ_i^R = \frac{X_i^R/X^R}{X_i^N/X^N} \quad (1)$$

로 나타난다.²⁾

식 (1)에서 분자의 의미는 지역 R 의 부문 i 의 산출량이 지역 R 의 총산출량에 기여한 비율이다. 분모는 전국 수준에서 총산출량에 대한 부문 i 의 산출량의 기여비율을 뜻한다. 만약 $LQ_i^R > 1$ 이면 부문 i 가 전국 수준에서보다는 지역 R 에서 보다 집중화(또는 지역화)되어 있다는 것을 의미한다. 반대로 $LQ_i^R < 1$ 이면 부문 i 는 전국 수준에서보다는 지역 R 에서 덜 집중화(또는 지역화)되어 있다는 사실을 나타낸다. 지역 R 의 부문 i 의 단순입지상의 크기는 그 지역의 다

2) 지역수준에서 부문별 산출량 자료를 일관성 있게 얻을 수 없다면 부문별 고용, 개인소득, 부가가치 등의 자료를 대신 이용하기도 한다.

른 산업부문과 최종수요부문의 i 부문 생산물에 대한 수요에 대한 부문 i 의 공급능력을 나타낸다. $LQ_i^R < 1$ 이면 부문 i 의 산출량이 지역수요를 충족시키지 못함을 나타내고, 부문 i 의 지역투입계수를 $a_{ij}^{RR}(j=1, \dots, n)$ 이라고 하면 a_{ij}^{RR} 은 전국투입계수 $a_{ij}^N(j=1, \dots, n)$ 에 LQ_i^R 을 곱하기(multiplication) 하여 구한다.

$LQ_i^R > 1$ 이면 지역 R 의 부문 i 의 공급량이 지역수요를 충족하고도 남아 잉여분을 다른 지역으로 수출하는 상태라는 것을 나타낸다. 이 경우 a_{ij}^{RR} 은 전국투입계수 a_{ij}^N 을 그대로 이용한다. 추정된 지역투입계수표의 행 i 의 경우,

$$\begin{aligned} a_{ij}^{RR} &= a_{ij}^N \times LQ_i^R (LQ_i^R < 1) \\ a_{ij}^N & \quad (LQ_i^R \geq 1) \end{aligned} \quad (2)$$

이다.³⁾

단순입지상 기법(simple location quotients: SLQ)을 사용하여 얻은 지역투입계수표에 기초하여 지역의 산업부문별 산출량을 예측하였을 때, 예측 산출량이 실제 산출량을 초과하는 부문들이 나타나게 된다. 그러므로 부문별 산출량을 과대추정(overestimation)하지 않도록 조정할 필요가 있다. 이 조정방법은 부문 i 의 추정된 지역계수가 산출량을 과대추정하면, 조정계수를 이용하여 a_{ij}^{RR} 의 i 번째 행의 추정치를 일률적(uniformly)으로 줄여 주어야 한다.

2) 구매입지상 기법

Schaffer and Chu(1969)가 지역의 산업 간 모형을 만들면서 사용한 방법이다.⁴⁾ 단순입지상 기법에서 부문 i 의 입지상 계산식 (1)을 보면 전국 총산출량과 지역 총산출량이 이용되고 있다. 그러므로 부문 i 의 생산물을 투입물로 사용하지 않는 부문들의 산출량의 크기도 부문 i 의 입지상의 크기에 영향을 줄 수 있다. 구매입지상 기법(purchases-only location quotients: POLQ)은 이러한 단점을 보완하기 위하여 총산출량이 아니라 부문 i 의 생산물을 투입물로 사용하는 부문들의 산출량의 합계로 수정한 것이다. 구매입지상은

3) 지역투입계수표 a_{ij}^{RR} 은 전국투입계수표 a_{ij}^N 에 주대각요소들이 $LQ_i^R < 1$ 이면 LQ_i^R 그리고 $LQ_i^R > 1$ 이면 1로 이루어지고, 나머지 요소들은 모두 0인 대각행렬(diagonal matrix)을 뒤곱하기(postmultiplication) 하여 구한다.

4) Schaffer and Chu(1969).

$$POLQ_i^R = \frac{X_i^R / X^{*R}}{X_i^N / X^{*N}} \quad (3)$$

로 정의된다. 여기서 X_i^R 과 X_i^N 은 지역과 전국의 부문 i 의 산출량이고, X^{*R} 과 X^{*N} 은 부문 i 의 생산물을 투입물로 사용하는 부문들의 지역산출량 총계와 전국산출량 총계를 나타낸다. $POLQ_i^R$ 은 LQ_i^R 과 같이 전국투입계수표의 i 번째 행을 일률적으로 조정하는 역할을 한다.

3) 교차산업상 기법

전국과 지역에서 부문 i 가 생산물을 부문 j 에 판매하고 부문 j 가 부문 i 의 생산물을 구매한다면, 전국과 지역에서의 판매부문 i 와 구매부문 j 의 상대적 중요성에 관심을 가지고 부문 i 의 전국산출량에 대한 부문 i 의 지역산출량의 비가, 부문 j 의 전국산출량에 대한 부문 j 의 지역산출량의 비보다 크다면, 즉 $CIQ_{ij}^R > 1$ 이면 부문 j 가 필요로 하는 투입물 i 의 전체량이 그 지역 내에서 모두 공급된다는 것을 나타낸다. 반대로 $CIQ_{ij}^R < 1$ 이면 지역에서 부문 j 의 투입물 i 의 필요량의 일부는 수입된다는 것을 나타낸다. 따라서

$$CIQ_{ij}^R = \frac{X_i^R / X_i^N}{X_j^R / X_j^N} \quad (4)^5$$

$$a_{ij}^{RR} = a_{ij}^N \times CIQ_{ij}^R \quad (CIQ_{ij}^R < 1)$$

$$a_{ij}^N \quad (CIQ_{ij}^R \geq 1) \quad (5)$$

이 된다. 이 방법은 전국투입계수표의 각 행을 일률적으로 조정하는 것이 아니라 주어진 각 행 내에서 요소(element)별 조정을 하는 것이다.

4) Supply-Demand Pool 기법

Supply-Demand Pool 기법(Supply-Demand Pool: SDP)은 Moore and Petersen (1955)에 의하여 제안되었고, Nevin *et al.*(1966), Schaffer and Chu(1969), Vanwynsberghe(1976) 등의 연구에 이용되었다.⁶⁾ 지역의 부문 i 의 생산물의 산출량 X_i^R 과 지역의 부문 i 생산물의 필요량 d_i 의 차이를 b_i 로 정의하면,

5) $CIQ_{ij}^R = LQ_i^R / LQ_j^R$ 의 관계에 있다.

6) Moore and Petersen(1955), Nevin *et al.*(1966), Schaffer and Chu(1969), Vanwynsberghe (1976).

$$b_i = X_i^R - d_i \quad (6)$$

이다. 지역의 부문 i 생산물의 필요량은 전국투입계수표 a_{ij}^N 을 이용하여 추정한다. 즉, $d_i = \sum_j X_j^R a_{ij}^N$ 이다. 만약 $b_i > 0$ 이면 지역의 부문 i 의 생산물의 공급은 지역의 부문 i 의 생산물의 수요를 충분하게 충족시킬 수 있다. 그러면 지역투입계수행렬 a_{ij}^{RR} 의 행 i 에 전국투입계수행렬 a_{ij}^N 의 행 i 가 그대로 사용된다. 그러나 $b_i < 0$ 이라면 지역의 부문 i 의 생산물의 수요가 지역의 부문 i 의 생산물의 공급을 초과한다. 그러므로 다른 지역에서 부문 i 의 생산물의 수입이 필요하다. 이 경우는 전국투입계수행렬의 행 i 에 X_i^R/d_i 를 곱하여 줄인 것을 지역투입계수행렬의 행 i 에 사용한다.

(2) RAS

RAS 기법은 이중비례조정법(또는 양비례조정법, biproportional adjustment method)이라고 부르고 있으며, Stone(1961), Stone and Brown(1962), Cambridge University(1963), Bacharach(1970) 등의 연구에서 사용되었고, 이후 전국산업연관표의 연장표(projection tables)뿐만 아니라 지역산업연관표의 중간거래표, 지역간 거래표 그리고 국제산업연관표의 국가 간 무역거래표를 작성하는 영역 등에서 널리 이용되고 있다.⁷⁾ 그리고 RAS 기법은 계산과정에 추가적인 정보를 도입하는 수정 RAS 기법 등으로 발전되고 있다. RAS 기법의 절차(procedures)에 대한 서술은 Miller and Blair(1985)의 설명에 기초하면서, 전국투입계수표를 이용하여 지역산업연관표의 중간거래표를 작성하는 경우를 가정하여 살펴보기로 한다.⁸⁾

기준 연도의 전국투입계수표와 작성대상 연도의 지역의 산업부문별 중간수요합계, 중간투입합계, 산출액 등의 자료가 주어지면, 전국투입계수표에 지역의 산업부문별 산출액을 곱하여 잠정 지역중간거래표를 작성한다. 잠정 지역중간거래표를 대상으로 행과 열들을 조정하여 조정된 중간거래표의 행의 합(row sums)들이 작성대상 연도의 지역의 산업부문별 중간수요합계와 조정된 중간거래표의 열의 합(column sums)들이 작성대상 연도의 지역의 산업부문별 중간투입합계와 가능한 한 일치하도록 잠정 지역산업연관표의 중간거래표를 반복 조

7) Stone(1961), Stone and Brown(1962), Department of Applied Economics(Cambridge University)(1963), Bacharach(1970).

8) Miller and Blair(1985), 이대식·김경필(2001).

정한다.

RAS 방법은 ‘이중비례성(양비례성)의 가정’에 따라 행과 열을 일률적인 비율로 조정한다. 즉, 생산물 i 는 i 가 투입되는 모든 산업에서 동일한 비율로 증가하거나 감소하며, 어떤 산업에서의 중간투입비율(=중간투입액/총투입액)의 변화는 그 산업에 투입물로 사용되는 모든 생산물에 대해 동일한 효과를 가진다는 가정이다. 여기서 행을 따라 조정되는 대체효과는 벡터 r 로 표시하고, 열을 따라 조정되는 가공도효과는 벡터 s 로 나타내자. 기준 연도의 전국투입계수표를 $A(0)$ 로 하고, 대상 연도의 지역의 산업부문별 중간투입 합계 벡터를 $V(1)$ (=행 벡터), 지역의 산업부문별 중간수요 합계 벡터를 $U(1)$ (=열벡터), 그리고 지역의 산업부문별 생산액 벡터를 $X(1)$ (=열벡터 또는 행벡터) 등을 이용하여 다음과 같은 1차 조정된 거래행렬 $M^1=A(0)\hat{X}(1)$ 을 만든다. 여기서 $\hat{X}(1)$ 은 열벡터 $X(1)$ 의 대각행렬(diagonal matrix)이고, $A(0)$ 는 기준 연도의 전국투입계수행렬이다. 다음 1차 조정된 거래행렬의 행들의 합계, 즉 중간수요합계 벡터를 계산한다. 중간수요합계 벡터는 $U_i^1=[A(0)\hat{X}(1)]I=M^1I$ 이다. 여기서 I 는 원소가 1로 이루어진 단위 열벡터이다. 이 계산결과와 지역의 산업별 중간수요합계 벡터와 비교하여 제1차 대체효과계수 $r_i^1=U_i(1)/U_i^1$ 를 계산한다.⁹⁾ 이 대체효과계수를 이용하여 2차 조정된 거래행렬 $M^2=\hat{R}^1M^1=\hat{R}^1[A(0)\hat{X}(1)]$ 을 구한다. 여기서 \hat{R}^1 는 r_i^1 들의 대각행렬이다. 다음 M^2 행렬의 열들의 합계, 즉 중간투입합계 벡터 $V^1=I'\hat{R}^1[A(0)\hat{X}(1)]=I'M^2$ 를 계산하여 이 계산결과와 작성대상 연도의 중간투입합계 벡터(= $V(1)$)와 비교하여 제1차 가공도효과 계수 $s_j^1=V_j(1)/V_j^1$ 을 계산한다. 여기서 I' 은 I 의 전치행렬이다. 이 s_j^1 을 사용하여 3차 조정된 거래행렬 $M^3=M^2\hat{S}^1=\hat{R}^1[A(0)\hat{X}(1)]\hat{S}^1$ 을 작성한다. 여기서 \hat{S}^1 은 s_j^1 의 대각행렬이다. 이와 같은 계산을 r^n 과 s^n 의 계수가 1에 수렴할 때까지 반복 계산하는 것이 RAS 기법이다.

$$\begin{aligned}
 A^1 &= \hat{R}^1 A(0) \\
 A^2 &= A^1 \hat{S}^1 = \hat{R}^1 A(0) \hat{S}^1 \\
 A^3 &= \hat{R}^2 A^2 = [\hat{R}^2 \hat{R}^1] A(0) [\hat{S}^1] \\
 A^4 &= A^3 \hat{S}^2 = [\hat{R}^2 \hat{R}^1] A(0) [\hat{S}^1 \hat{S}^2]
 \end{aligned} \tag{7}$$

이 되며, 여기서

9) U, V, r, s 기호의 위 첨자는 조정회수를 나타내고 아래 첨자는 산업부문을 의미한다.

$$\hat{R}^2\hat{R}^1 = \begin{vmatrix} r_1^2 r_1^1 & 0 & 0 \\ 0 & r_2^2 r_2^1 & 0 \\ 0 & 0 & r_3^2 r_3^1 \end{vmatrix} \quad (8)$$

$$\hat{S}^1\hat{S}^2 = \begin{vmatrix} s_1^1 s_1^2 & 0 & 0 \\ 0 & s_2^1 s_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & s_3^1 s_3^2 \end{vmatrix} \quad (9)$$

이다. 이러한 절차를 반복하면 아래와 같이 된다.

$$\begin{aligned} A^5 &= [\hat{R}^3\hat{R}^2\hat{R}^1]A(0)[\hat{S}^1\hat{S}^2] \\ A^6 &= [\hat{R}^3\hat{R}^2\hat{R}^1]A(0)[\hat{S}^1\hat{S}^2\hat{S}^3] \\ &\vdots \\ A^{2n} &= [\hat{R}^n\cdots\hat{R}^1]A(0)[\hat{S}^1\cdots\hat{S}^n] = RAS \end{aligned} \quad (10)$$

$[\hat{R}^n\cdots\hat{R}^1]=R$ 및 $[\hat{S}^1\cdots\hat{S}^n]=S$ 라 놓고 (10)을 무시하면 우변이 RAS가 된다. 이것이 RAS라는 이름이 붙여진 연유이다. 여기서 \hat{R} 는 행을 조정하는 원소들의 대각행렬이고, A 는 기준 연도의 전국투입계수행렬이며, \hat{S} 는 열을 조정하는 원소들의 대각행렬이다.

조정 후의 \hat{R}^{k+1} 은 조정 전의 \hat{R}^k 보다 $U(1)$ 에 더 가깝게 되고 마찬가지로 \hat{S}^{k+1} 은 조정 전의 \hat{S}^k 보다 $V(1)$ 에 더 가깝게 된다. 필요한 조정의 횟수는 조정된 행렬의 행들의 합과 열들의 합이 작성 연도의 $U(1)$ 과 $V(1)$ 에 어느 정도 빠르게 근접하는가에 달려 있다. 이러한 조정은 $|U(1)-U^k|$ 및 $|V(1)-V^k|$ 의 양자에 있는 원소들이 목표한 오차수준보다 작거나 같게 될 때까지 계속된다.¹⁰⁾

RAS 기법은 행과 열의 수학적 조정방법이라고 볼 수 있지만 RAS 기법에서 행의 조정은 중간재 구입의 대체에 따른 대체효과(substitution effect)를 나타내고, 열의 조정은 중간투입 비율의 변화를 나타내는 가공도효과(fabrication effect)라는 경제적 의미를 가진다. 생산물 i 가 다른 산업의 생산에 있어서 다른 생산물로 대체된다면 이는 i 번째 행의 값들을 줄이는 행의 변화를 가져오게 되고, i 산업에 생산기술의 진보가 일어나면 i 산업이 생산에 투입하는 투입요소의 양이 감소할 것이고 이는 i 번째 열의 투입계수들의 값을 줄이는 열의 변화를 가져오게 되는데 이를 가공도효과라고 부른다.

10) 완전한 조정은 $r=1, s=1$ 이 될 때 이루어진다.

(3) 확률계수행렬 기법

Burford and Katz(1977, 1981, 1985)는 지역의 산업부문별 중간거래액에 대한 세부 자료를 갖고 있지 않고, 단지 지역의 산업부문별 산출액과 중간투입 합계액(또는 부가가치 합계액)을 알고 있는 경우, 즉 지역의 투입-산출표가 존재하지 않는 경우에 지역승수(regional multipliers)들을 계산하는 방법을 제안하였다.¹¹⁾ 산업부문별 개별 투입계수들의 값들은 모르지만 산업부문별 투입계수들의 열의 합(column sums)들은 일정하게 유지가 된다고 가정하면, 즉 산업부문별 투입계수들의 합이 일정한 값을 유지하면서 단지 산업부문별 투입계수를 구성하고 있는 원소(elements)들만 확률적으로(randomly) 변화한다고 가정한다면, 그 경우의 중간투입계수 행렬은 일종의 확률계수행렬로 볼 수 있고, 확률계수행렬들의 레온티에프 역행렬들도 확률분포 형태를 나타낼 것이고, 이들 확률분포들의 기대치(expected value)를 이용하여 지역승수들을 계산하는 것이다.¹²⁾ 확률계수행렬 기법(random coefficient matrix approach: RCM)에서 지역승수들을 계산하는 공식(formulas)의 유도과정은 Burford and Katz(1985)의 논문에 기초하여 설명하기로 한다.¹³⁾

1) 산출승수

R 을 일정한 열 합(fixed column totals)을 갖는 $n \times n$ 중간투입계수행렬들의 집합(set)이라고 하자. 그리고 R 에 속하는 각 중간투입계수행렬들의 가중치는 동일한 것으로 가정하자. R 에 속하는 어떤 중간투입계수행렬을 A 라고 하면 A 는 $n \times n$ 행렬이다.

11) Burford and Katz(1977, 1981, 1985).

12) 지역의 산업부문별 중간투입 합계액과 지역의 산업부문별 산출액을 알고 있다면 지역의 산업부문별 중간투입계수 합계는 (지역의 산업부문별 중간투입 합계액/지역의 산업부문별 산출액)으로 구할 수 있다. 만약 지역의 산업부문별 산출액과 지역의 산업부문별 부가가치 합계액을 알고 있다면 지역의 산업부문별 부가가치계수 합계는 (지역의 산업부문별 부가가치 합계액/지역의 산업부문별 산출액)으로 구할 수 있고, 지역의 산업부문별 중간투입계수 합계는 (1-지역의 산업부문별 부가가치계수 합계)로 구할 수 있다.

13) Burford and Katz(1985).

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \cdot a_{1j} \cdot a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \cdot a_{2j} \cdot a_{2n} \\ \cdot & \cdot \cdot \cdot \cdot \\ a_{j1} & a_{j2} \cdot a_{jj} \cdot a_{jn} \\ \cdot & \cdot \cdot \cdot \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} \cdot a_{nj} \cdot a_{nn} \end{pmatrix}$$

그리고 I 를 $n \times n$ 항등행렬(identity matrix)이라면

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

로 나타난다. 그러면 $(I-A)$ 는 다음과 같이 나타난다.

$$(I-A) = \begin{pmatrix} (1-a_{11}) \cdot & -a_{1j} & \cdot & -a_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ -a_{j1} \cdot & (1-a_{jj}) \cdot & -a_{jn} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ -a_{n1} \cdot & -a_{nj} & \cdot & (1-a_{nn}) \end{pmatrix}$$

$(I-A)$ 의 역행렬을 Q 라 하면

$$Q = (I-A)^{-1} \tag{11}$$

이고 행렬 형태로 표현하면,

$$Q = (I - A)^{-1} = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} & \cdots & q_{1j} & \cdots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} & \cdots & q_{2j} & \cdots & q_{2n} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} & \cdots & q_{3j} & \cdots & q_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{j1} & q_{j2} & q_{j3} & \cdots & q_{jj} & \cdots & q_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & q_{n2} & q_{n3} & \cdots & q_{nj} & \cdots & q_{nn} \end{pmatrix} \quad (12)$$

로 나타낸다. $Q = (I - A)^{-1}$ 이므로

$$(I - A)Q = I \quad (13)$$

가 성립한다.

식 (13)을 j 번째 열에 주목하여 행렬 형태로 나타내면 식 (14)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} (1 - a_{11}) \cdot & -a_{1j} & \cdots & -a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{j1} & \cdot & (1 - a_{jj}) \cdot & -a_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdot & -a_{nj} & \cdot (1 - a_{nn}) \end{pmatrix} \begin{vmatrix} \cdot & q_{1j} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & q_{jj} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & q_{nj} & \cdot \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cdot & 0 & \cdot \\ \cdot & 0 & \cdot \\ \cdot & 1 & \cdot \\ \cdot & 0 & \cdot \\ \cdot & 0 & \cdot \end{vmatrix} \quad (14)$$

식 (14)의 좌변의 행렬 곱이 우변과 같다고 놓으면 식 (15)와 같은 n 개의 방정식이 나온다.

$$\begin{aligned} q_{1j} &= \sum_{i=1}^n a_{1i} q_{ij} \\ &\vdots \\ q_{jj} &= 1 + \sum_{i=1}^n a_{ji} q_{ij} \\ &\vdots \\ q_{nj} &= \sum_{i=1}^n a_{ni} q_{ij} \end{aligned} \quad (15)$$

n 개의 방정식으로 이루어진 식 (15)의 기대치를 취하면 식 (16)으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 E(q_{1i}) &= \sum_{i=1}^n E(a_{1i})E(q_{ij}) + \sum_{i=1}^n Cov(a_{1i}, q_{ij}) \\
 &\vdots \\
 E(q_{ji}) &= 1 + \sum_{i=1}^n E(a_{ji})E(q_{ij}) + \sum_{i=1}^n Cov(a_{ji}, q_{ij}) \\
 &\vdots \\
 E(q_{nj}) &= \sum_{i=1}^n E(a_{ni})E(q_{ij}) + \sum_{i=1}^n Cov(a_{ni}, q_{ij})
 \end{aligned} \tag{16}$$

이 된다.

R 에 속하는 각각의 중간투입계수행렬들은 동일한 확률을 가지고 있고, 각각의 중간투입계수행렬들에 대한 제약은 j 번째 열의 합, 즉 j 번째 중간투입계수의 합(w_j)은 일정한 고정된 상수 값이고, 각각의 중간투입계수행렬들의 경우 각 열들의 중간투입계수 확률변수는 서로 독립적(independent)이지만, 같은 열에 있는 중간투입계수 확률변수는 서로 종속적이고 동등분포 형태를 가진다고 가정한다. 그러면 각 중간투입계수 확률변수 a_{ij} 분포의 평균 또는 기대치는 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned}
 a_{1j} + \dots + a_{nj} &= w_j \quad 1 \leq j \leq n \\
 E(a_{1j} + \dots + a_{nj}) &= E(w_j) = w_j \\
 E(a_{1j}) + \dots + E(a_{nj}) &= w_j
 \end{aligned}$$

그러므로

$$\begin{aligned}
 nE(a_{ij}) &= w_j \\
 E(a_{ij}) &= w_j/n \quad 1 \leq i, j \leq n
 \end{aligned} \tag{17}$$

로 나타낼 수 있다. 공분산 $Cov(a_{ji}, q_{ij})$ 이 아주 작아 0과 같다고 가정하고 중간투입계수 확률변수 a_{ij} 에 대한 기대치를 이용하면, 계수확률변수의 역행렬계수행렬 Q 의 j 열의 기대치는 식 (18)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 E(q_{1j}) &= \sum_{i=1}^n (w_i/n) E(q_{ij}) \\
 &\vdots \\
 E(q_{jj}) &= 1 + \sum_{i=1}^n (w_i/n) E(q_{ij}) \\
 &\vdots \\
 E(q_{nj}) &= \sum_{i=1}^n (w_i/n) E(q_{ij})
 \end{aligned} \tag{18}$$

식 (18)에서는 아래 두 식과 같은 관계가 성립한다.

$$E(q_{ij}) = E(q_{kj}) \quad i, k \neq j \tag{19}$$

$$E(q_{jj}) = 1 + E(q_{ij}) \quad i \neq j \tag{20}$$

식 (19), 식 (20)을 식 (18)에 대입하면,

$$\begin{aligned}
 E(q_{ij}) &= (w_j/n) + \sum_{i=1}^n (w_k/n) E(q_{ij}) \\
 &= w_j/n(1 - \bar{w}) \quad i \neq j
 \end{aligned} \tag{21}$$

이 된다.¹⁴⁾ 그리고

14) $E(q_{ij}) = \sum_{i=1}^n (w_i/n) E(q_{ij})$ 를 풀어 쓰면 다음과 같다.

$$E(q_{ij}) = \frac{w_1}{n} \times E(q_{1j}) + \frac{w_2}{n} \times E(q_{2j}) + \dots + \frac{w_j}{n} \times E(q_{jj}) + \dots + \frac{w_n}{n} \times E(q_{nj}) \tag{1a}$$

그런데 $E(q_{jj}) = 1 + E(q_{ij})$ 이므로 이 관계식을 식 (1a)에 대입하면,

$$\begin{aligned}
 E(q_{ij}) &= \frac{w_1}{n} \times E(q_{1j}) + \frac{w_2}{n} \times E(q_{2j}) + \dots + \frac{w_j}{n} \times (1 + E(q_{ij})) + \dots + \frac{w_n}{n} \times E(q_{nj}) \\
 &= \frac{w_j}{n} + \frac{w_1}{n} \times E(q_{1j}) + \frac{w_2}{n} \times E(q_{2j}) + \dots + \frac{w_j}{n} \times E(q_{ij}) + \dots + \frac{w_n}{n} \times E(q_{nj})
 \end{aligned} \tag{2a}$$

그리고 $E(q_{ij}) = E(q_{kj})$ 이므로 $E(q_{ij}) = E(q_{1j}) = E(q_{2j}) = \dots = E(q_{nj})$ 이다.

그러면 식 (2a)는

$$E(q_{ij}) = \frac{w_j}{n} + \left(\frac{w_1}{n} + \frac{w_2}{n} + \dots + \frac{w_n}{n} \right) E(q_{ij}) \text{이 되고 } \frac{w_1}{n} + \frac{w_2}{n} + \dots + \frac{w_n}{n} = \bar{w} \text{라고 하면}$$

$E(q_{ij}) = w_j/(n(1 - \bar{w}))$ 가 된다.

92 지역산업연관표 추정을 위한 비조사기법의 유용성 비교

$$\begin{aligned} E(q_{jj}) &= 1 + E(q_{ij}) \\ &= 1 + w_j / (n(1 - \bar{w})) \end{aligned} \quad (22)$$

이 된다. 그러면 중간투입계수 확률변수의 역행렬, 즉 Q 의 j 열의 열 합을 기대치, 즉 산출승수의 기대치는 아래 식과 같이 된다.¹⁵⁾

$$\begin{aligned} E(q_j) &= E\left(\sum_{i=1}^n q_{ij}\right) \\ &= \sum_{i=1}^n E(q_{ij}) \\ &= 1 + w_j / (1 - \bar{w}) \end{aligned} \quad (23)$$

식 (23)이 j 산업부문의 산출승수의 계산식이 된다. w_j 는 j 산업부문의 중간투입계수의 합이고, \bar{w} 는 지역산업들의 중간투입계수의 평균이다.

2) 소득승수

j 산업부문의 소득승수를 I_j 라고 하면 $I_j = \sum_{i=1}^n b_i q_{ij}$ 이다.

$$\begin{aligned} E(I_j) &= E\left(\sum_{i=1}^n b_i q_{ij}\right) \\ &= \sum_{i=1}^n E(b_i q_{ij}) \\ &= \sum_{i=1}^n b_i E(q_{ij}) \\ &= \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n b_i (w_j / (n(1 - \bar{w}))) + b_j (1 + (w_j / (n(1 - \bar{w})))) \\ &= b_j + \sum_{i=1}^n b_i (w_j / (n(1 - \bar{w}))) \\ &= b_j + \bar{b} (w_j (1 - \bar{w})) \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} 15) E(q_j) &= E\left(\sum_{i=1}^n q_{ij}\right) = \sum_{i=1}^n E(q_{ij}) \text{에서 } \sum_{i=1}^n E(q_{ij}) = \sum_{i=1}^{n-1} E(q_{ij}) + E(q_{jj}) \quad (i \neq j) \\ &= (n-1) \times \frac{w_j}{n(1-\bar{w})} + 1 + \frac{w_j}{n(1-\bar{w})} \\ &= 1 + \frac{w_j}{1-\bar{w}} \end{aligned}$$

이 된다.

여기서 b 는 가계부문 $1 \times n$ 행벡터이고 $\bar{b} = \sum_{i=1}^n (b_i/n)$ 이다. 즉, 평균이다.

3) 고용승수

j 산업부문의 고용승수를 Z_j 라고 하면, $Z_j = \sum_{i=1}^n e_i q_{ij}$ 이다.

$$\begin{aligned}
 E(Z_j) &= E\left(\sum_{i=1}^n e_i q_{ij}\right) \\
 &= \sum_{i=1}^n E(e_i q_{ij}) \\
 &= \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n e_i (w_j / (n(1-\bar{w}))) + e_j (1 + (w_j / (n(1-\bar{w})))) \\
 &= e_j + \bar{e} (w_j / (1-\bar{w}))
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

여기서 e 는 산업부문별 산출물 단위당 고용, 즉 노동계수의 $1 \times n$ 행벡터이고, $\bar{e} = \sum_{i=1}^n (e_i/n)$, 즉 평균이다.

2. 선행 연구

지역산업연관표를 작성할 때 사용하는 비조사기법들을 대상으로 비교 연구한 연구들은 외국의 경우 1970년대에 많이 이루어졌다.¹⁶⁾ 대표적인 연구들을 든다면 Hewings(1969), Morrison and Smith(1974), Round(1978) 등의 연구를 들 수 있다. 그들의 연구결과들을 요약하면 다음과 같다. Hewings(1969)는 West Midlands 경제를 대상으로 한 연구에서 전국과 지역에 있어서 산업 j (다른 산업)에서 사용하는 산업 i 의 산출물의 수요량과 산업 i 의 공급량의 비율, 교차상기법, RAS, SLQ 등의 기법 등을 사용하였다. 이들 기법들을 사용하여 계산한 결과 기법들 사이에 있어 의미 있는 차이는 없다고 보고하고 있다.¹⁷⁾

16) 우리나라에서 지역산업연관표의 작성은 1980년대 초반 국토개발연구원(1984)에서 기초 연구들을 하였고, 지역산업연관표의 작성이 활발하게 이루어진 때는 1990년 이후 부터이다. 대구·경북개발원에서 1994년에 대구지역의 지역산업연관표를 작성하여 대구지역 경제를 분석하였고, 1996년에 부산발전연구원(1996, 2010)에서 부산지역 산업연관표를 작성하고 부산지역 경제분석을 하였다. 이후 지역산업연관표의 작성은 광역시와 도를 중심으로 확대되어, 2008년 광주발전연구원에서 광주지역 산업연관 분석을 하였고, 2011년 대전발전연구원에서 대전지역 산업연관 분석 등을 하였다.

Morrison and Smith(1974)는 영국의 피터즈버그시 지역의 지역기술계수표를 작성할 때, 비조사기법들 가운데에서 SLQ, POLQ, CILQ, 수정 CILQ, LOG CILQ, 수정 LOG CILQ, SDP, RAS 등의 기법들을 사용하여 추정된 추정치와 직접조사에 의한 실제치를 5가지 검증기준 하에서 평가하였다. 그 결과 RAS 기법이 모든 검증기준 하에서 가장 우수한 것으로 나타났고, 두 번째 SLQ, 세 번째가 POLQ, 네 번째가 SDP, CILQ가 가장 낮은 것으로 나타났다.¹⁸⁾ Round (1978)는 영국의 Wales와 영국의 나머지 지역들과의 지역 간 모형을 만드는 과정에서 WM, LQ, CIQ, SLQ(semilogarithmic location quotients: SLQ), 수정 SLQ 방법들을 사용하여 구한 산출량 예측치들의 평균자승오차평방근(root mean square error: RMSE)을 비교하였다.¹⁹⁾ 그 결과 이들 기법들 사이의 현저한 차이는 없는 것으로 보고하고 있다.²⁰⁾

직접조사에 의한 지역산업연관표의 작성은 높은 비용을 요구하고, 반면에 비조사기법들을 사용한 지역산업연관표의 작성은 부정확성을 피할 수 없다. 이러한 딜레마를 해결하기 위하여 비조사기법들에 대한 최근의 연구내용은 네 가지 방향으로 전개되고 있다. 첫째, 비조사기법들에 대한 유용성에 대한 연구이다. Bonfiglio and Chelli(2008)는 입지상 그룹, 즉 SLQ, CILQ, RLQ, SCILQ FLQ, AFLQ 등을 대상으로 Monte Carlo simulation 방법을 사용하여 어느 방법이 '진정한 승수'(true multiplier)를 생성(generation)할 가능성이 크가와 승수예측오차들의 변동성(variability)과 편의(bias)의 방향 등의 관점에서 비교하여 FLQ와 AFLQ 등이 좋은 방법이라고 보고하고 있다.²¹⁾ 둘째, 기존의 비조사기법들의 약점을 보완하는 새로운 기법의 개발이다. 이러한 예로는 Flegg *et. al.*(1995)이 LQ 기법을 수정한 FLQ 기법의 사용을 들 수 있다.²²⁾ 셋째, 기존의 비조사기법

17) Hewings(1969).

18) Morrison and Smith(1974).

19) WM 방법은 단순입지상과 비슷하다. $WM = (u_i^R/u_i)/(v_j^R/v_j)$ 이다. u 는 중간수요이고, v 는 중간투입이다. 위 첨자 R 은 지역을 나타낸다. SLQ의 계산식은 $SLQ = LQ_i^R/\log(1+LQ_i^R)$, 그리고 수정 SLQ의 계산식은 $MSLQ = \sigma^R[LQ_i^R/\log_2(1+LQ_i^R)]$ 이다. 여기서 σ^R 은 지역 간 거래량(trade volume)을 측정할 때 자주 사용되는 중력방정식(gravity equation)의 계수를 뜻한다.

20) Round(1978).

21) 여기서 RLQ 기법은 SLQ(semilogarithmic location quotient)를 뜻하고, SCILQ는 Symmetric Cross Industry Location Quotient, FLQ는 Flegg *et. al.*(1995)이 제안한 수정된 LQ 기법, AFLQ는 FLQ의 수정기법이다. Bonfiglio and Chelli(2008).

22) $FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \times \lambda^\beta$ 여기서 λ 는 지역고유치를 나타내는 것으로, $\lambda = (TRE/TNE)/[\log_2(1 + TRE/TNE)]$ 이고 $\beta > 0$ 이다. TRE 는 지역 총고용, TNE 는 전국 총고용을 의미한다. Flegg *et. al.*(1995).

을 사용하면서 지역산업연관표를 작성하는 과정에서 전문가, 부분조사, 신뢰할 만한 자료원 등으로부터의 자료를 이용하여 약점을 보완하는 hybrid 모형의 개발로 진행되고 있다. 이러한 방향의 연구는 Lahr(1993)의 연구 등을 들 수 있다.²³⁾

마지막으로 지역 간 거래량 추정에서의 비조사기법들의 유용성에 대한 연구이다. 실제로 지역 간 거래는 특정 지역이 다른 지역으로 어떤 생산물을 일방적으로 수출하거나 또는 수입하는 형태가 아니라, 상호 수출하고 수입하는 형태로 이루어지고 있다. 이러한 cross-hauling 현상을 허용하는 경우 지역 간 거래량 추정에서의 비조사기법들의 유용성에 대한 연구는 Kronenberg(2009)와 Nakano *et al.*(2013) 등의 연구를 들 수 있다.²⁴⁾ 우리나라의 경우 비조사기법들을 대상으로한 비교 연구로는 고석남·곽철홍(1996)의 연구를 들 수 있다. 고석남·곽철홍(1996)은 비조사기법들 가운데에서 LQ 기법과 RAS 기법으로 추정한 투입계수를 비교분석하여 단순입지상 기법(SLQ) 방법이 RAS 방법보다 나은 것으로 보고하고 있다.²⁵⁾

Ⅲ. 실증분석

1. 분석내용과 방법

본 논문에서는 비조사기법들 가운데에서 입지상 기법군(LQ family)에 속하는 단순입지상 기법(SLQ), 구매입지상 기법(POLQ), 교차산업상 기법(CIQ), Supply Demand Pool 기법(SDP), RAS 기법 그리고 본 논문에서 소개한 확률계수행렬 기법(RCM)이다. 연구대상 지역은 지면을 고려하여 부산지역과 강원지역을 대상으로 하고,²⁶⁾ 연구범위는 위의 기법들을 사용하여 얻은 두 지역의 산업부문

23) Lahr(1993).

24) Kronenberg(2009), Nakano *et al.*(2013).

25) 고석남·곽철홍(1996).

26) 연구대상 지역을 부산지역과 강원지역으로 선택한 이유는 부산지역은 광역시 지역을 대표하고 강원지역은 도 지역을 대표한다는 의미도 있지만, 서울·부산·대구·광주 등 광역시 지역은 지역 총산출액 수준과 비교하면 광산업 산출액의 비중은 아주 낮다. 반면에 전국적으로는 광산업의 산출액이 총산출액에서 차지하는 비중은 광역시 지역들과 비교하면 상대적으로 아주 크게 나타난다. 그러므로 광역시 지역의 중간거래표를 작성하기 위하여 전국투입계수표를 가지고 RAS 기법으로 조정하면 광산업의 투입계수와 배분계수의 조정이 완전한 조정에 문제(troubles)를 일으키는 경우가 많다. 따라서 광역시 지역보

별 산출승수들의 예측치들과 ‘2005년 지역산업연관표’(한국은행, 2009) 내의 두 지역의 산업부문별 산출승수(실제치)의 비교로 제한하고자 한다.²⁷⁾ 확률계수행렬 기법을 제외한 비조사기법들은 지역투입계수를 작성하려면 전국투입계수표가 필요하므로, 전국투입계수표는 2005년 산업연관표상의 전국투입계수표를 이용하였다. 그리고 대상 산업부문은 통합대분류 28부문으로 하였다.

전국투입계수표와 부산지역 산업부문별 중간수요액과 중간투입액을 이용하여 RAS 기법을 이용하여 전국투입계수표를 조정하였는데, 반복·조정횟수가 200회 이상에서 더 이상의 조정이 되지 않았다. 즉, 200회, 201회, 202회, …… 조정횟수가 늘어남에 따라 r , s 의 값들이 1에 보다 가까워져야 하는데 더 이상 가까워지지 않았다. 이때 r 의 값은 0.999989, s 의 값은 1.000011에서 변화가 없었다. 그러므로 200회 정도 반복·조정에 의해 만들어진 투입계수표를 이용하였다. 반면에 강원지역의 경우 반복·조정횟수가 90회가 되었을 때, r 의 값이 정확하게 1.000000, s 의 값이 1.000000을 나타내어 완전한 조정이 이루어졌다.

2. 분석결과

산업 간 거래표 또는 투입계수표에 대한 정보가 없고, 단지 산업부문별 산출액과 산업부문별 중간투입액만 알고 있을 경우 확률계수행렬 접근법에 의하여 산출승수를 구할 수 있다. 먼저 전국에 적용하여 보았다.²⁸⁾ ‘2005년 전국산업연관표’상의 거래표에서 산업부문별 산출액과 중간투입액을 이용하여 중간투입계수의 합을 구하였다. 그리고 본 논문의 식 (23)을 이용하여 확률계수행렬의 산출승수 기대치를 구하였다.²⁹⁾ 그리고 ‘2005년도 산업연관표’상의 산출승수(생산

다는 지역 총산출액에서 광산업의 산출액이 차지하는 비중이 상대적으로 큰 도 지역의 경우에는 RAS 기법에 의한 전국투입계수표의 조정이 완전하게 이루어질 것으로 예상되었기 때문이다.

- 27) 소득승수 식 (24), 고용승수 식 (25)에서 알 수 있듯이, 소득승수 및 고용승수의 계산에 산출승수가 들어가므로 산출승수의 예측이 정확하다면 소득승수나 고용승수의 예측도 정확하게 될 것이기 때문이다.
- 28) 전국산업연관표는 최근에는 매년 발표되고 있으므로, 확률계수행렬 접근법을 사용하여 산출승수들을 예측할 필요성이 없다고 볼 수 있다. 전국산업연관표가 매년 발표되고 있지만, 시차가 있으므로 발표되기 이전에 연구의 필요상 산업부문별 산출승수에 대한 정보가 필요한 경우도 있을 수 있으므로 전국의 경우에도 적용하여 보았다.
- 29) 확률계수행렬 접근법으로 소득승수와 고용승수도 구할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 비교분석 내용을 산출승수의 실제치와 확률계수행렬 접근법에 의한 산출승수의 예측치, 그리고 다른 비조사기법들에 의한 산출승수의 예측치들의 비교로 제한하였다. 그 이유는 소득승수 식 (24), 고용승수 식 (25)에서 알 수 있듯이 소득승수 및 고용승수의 계산에

유발계수의 열 합)의 실제치들이 <표 1>에 나타나 있다.

첫째, <표 1>에서 알 수 있듯이 RCM에 의한 전국 산업부문별 산출승수 예측

<표 1> RCM 모형에 의한 전국 산출승수 예측

구분	전국(2011)	
	실제치	RCM 예측치
농림수산물(1)	1.810373	1.818577
광산품(2)	1.710615	1.766362
음식료품(3)	2.128764	2.186659
섬유 및 가죽제품(4)	2.002526	2.019078
목재 및 종이제품(5)	1.976947	2.020831
인쇄 및 복제(6)	2.114445	2.123757
석유 및 석탄제품(7)	1.255237	1.293986
화학제품(8)	2.059308	2.12604
비금속 광물제품(9)	1.977261	2.075449
제1차 금속제품(10)	2.346458	2.219217
금속제품(11)	2.393543	2.249156
일반기계(12)	2.387490	2.258755
전기 및 전자기기(13)	2.020172	2.019958
정밀기기(14)	2.076698	2.081612
수송장비(15)	2.376020	2.23088
기타 제조업제품(16)	2.276887	2.223774
전력, 가스 및 수도(17)	1.439033	1.56328
건설(18)	2.128262	2.093372
도소매(19)	1.735209	1.812574
음식점 및 숙박(20)	2.057301	2.078895
운수 및 보관(21)	1.702522	1.856263
통신 및 방송(22)	1.916184	2.00088
금융 및 보험(23)	1.699704	1.790647
부동산 및 사업서비스(24)	1.584030	1.608247
공공행정 및 국방(25)	1.537428	1.520773
교육 및 보건(26)	1.606403	1.6227
사회 및 기타 서비스(27)	1.940386	1.946123
기타(28)	2.814140	2.772565
RMSE		0.077230

산출승수가 들어가므로 산출승수의 예측이 정확하다면 소득승수나 고용승수의 예측도 정확하게 될 것이기 때문이다. 또한 지면도 고려하였다.

치가 실제치에 아주 근사하게 나타남을 알 수 있다. 산업부문별 산출승수들에 대한 예측치들의 정확성을 보기 위하여 평균자승오차평방근(root mean square errors: RMSE)을 계산하였다.³⁰⁾ 모든 산업부문에서 산출승수에 대한 예측치가 실제치와 같다면 평균자승오차평방근 값은 0이 될 것이다. 평균자승오차평방근 값이 0에 가까울수록 예측이 정확하다고 볼 수 있다. 전국의 경우 평균자승오차평방근 값이 0에 아주 가까운 0.077230으로 나타나서 RCM 기법에 의한 산업부문별 산출승수 예측이 상당히 정확한 것으로 볼 수 있다.

둘째, 부산지역을 대상으로 2005년 전국산업연관표의 투입계수표를 이용하여 비조사기법들을 사용하여 작성한 투입계수표에 기초한 산업부문별 산출승수의 예측치들과 '2005년 지역산업연관표'상의 부산지역 산업연관표의 실제치들을 비교한 표가 <표 2>이다. 부산지역의 RCM 기법에 의한 산출승수의 예측치도 전국의 경우와 같이 '2005년 지역산업연관표'의 거래표상의 산업부문별 산출액과 중간투입액을 사용하여 식 (23)을 이용하여 계산하였다. 부산지역 산업부문별 산출승수 실제치들에 가장 가까운 예측치를 가져온 방법은 평균자승오차평방근 값이 0.0204로 가장 작은 RCM 기법에 의한 예측으로 나타났다. 두 번째는 평균자승오차평방근 값이 0.1146으로 나타난 RAS 기법, 세 번째는 평균자승오차평방근 값이 0.2099로 나타난 POLQ 기법, 네 번째는 평균자승오차평방근 값이 0.7090으로 나타난 SLQ 기법, 다섯 번째가 평균자승오차평방근 값이 0.7745로 나타난 SDP 기법이다. 가장 부정확한 예측을 가져온 기법은 평균자승오차평방근 값이 0.8658로 나타난 CIQ 기법으로 나타났다. RCM 기법에 의한 산출승수의 예측이 상당히 정확하다는 결과는 Phibbs and Holsman(1981)의 호주의 7개 지역에 대한 연구결과와 일치되는 결과이다.³¹⁾

셋째, 강원지역의 경우 평균자승오차평방근 값이 가장 작게 나타난 기법은 RAS 기법으로 평균자승오차평방근 값이 0.0066으로 나타났고, 두 번째로 작은 평균자승오차평방근 값을 나타낸 기법은 RCM 기법으로 평균자승오차평방근 값이 0.0183, 세 번째로 작은 기법은 SLQ 기법 0.2203, SDP 기법 0.4253, CIQ 기법 0.4491, POLQ 0.4787 순서로 나타났다.

30) RMSE 계산식은,

$$\sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (y_i^p - y_i^e)^2}$$

여기서, y_i^p : i 산업부문 산출승수 예측치, y_i^e : i 산업부문 산출승수 실제치, I : 산업부문 전체(28).

31) Phibbs and Holsman(1981).

〈표 2〉 RCM 모형과 비조사기법에 의한 부산지역 산출승수 예측

부문	부산지역 실제치 (2005)	RCM 예측치	RAS 예측치	POLQ 예측치	SLQ 예측치	SDP 예측치	CIQ 예측치
1	1.2997	1.2747	1.2729	1.2395	1.5117	1.6855	1.6793
2	1.3394	1.3432	1.2272	1.0596	1.6206	1.6594	1.7875
3	1.4739	1.4528	1.3670	1.6184	1.9257	2.2559	2.2404
4	1.2960	1.2778	1.3433	1.1238	2.1492	2.2878	2.0383
5	1.2466	1.2320	1.3531	1.1131	1.8147	1.9856	2.4463
6	1.2774	1.2610	1.2564	1.0558	1.7419	1.8491	1.9402
7	1.1315	1.1271	1.4090	1.0779	1.1812	1.1228	2.2708
8	1.2093	1.1911	1.3381	1.0587	1.6181	1.8533	2.5440
9	1.2834	1.2723	1.3523	1.0715	1.6714	1.7024	2.0392
10	1.2801	1.2627	1.4038	1.0973	3.0224	2.8904	2.9973
11	1.3174	1.2898	1.3280	1.0841	2.6366	2.5996	2.3849
12	1.3181	1.2914	1.3319	1.0797	2.5551	2.5527	2.5578
13	1.2553	1.2419	1.3217	1.0478	1.7341	1.5967	2.8862
14	1.2058	1.1929	1.3339	1.0635	1.9566	1.9489	1.9925
15	1.2720	1.2471	1.3703	1.0451	2.5474	2.7142	2.7637
16	1.3488	1.3275	1.3341	1.1072	2.1330	2.2567	2.2675
17	1.1496	1.1458	1.1809	1.0644	1.4225	1.3963	1.3937
18	1.2462	1.2254	1.2558	1.0559	1.8878	1.8938	1.7956
19	1.3064	1.2936	1.1771	1.0585	1.6430	1.6673	1.4789
20	1.2335	1.2122	1.2605	1.4799	1.8353	2.1251	1.6744
21	1.1512	1.1408	1.2566	1.0754	1.6704	1.7119	1.4296
22	1.3633	1.3416	1.2242	1.0653	1.8111	1.8159	1.7595
23	1.3707	1.3469	1.1856	1.0496	1.6056	1.6176	1.5535
24	1.2266	1.2149	1.1267	1.0396	1.5086	1.5210	1.5049
25	1.2961	1.2510	1.1475	1.0441	1.6038	1.6479	1.6025
26	1.1999	1.1830	1.1567	1.0404	1.4318	1.4973	1.3424
27	1.3384	1.3065	1.2263	1.0553	1.8053	1.8883	1.8597
28	1.6975	1.6785	1.4638	1.9769	2.6396	2.9476	2.5276
RMSE		0.0204	0.1146	0.2099	0.7090	0.7745	0.8658

100 지역산업연관표 추정을 위한 비조사기법의 유용성 비교

〈표 3〉 RCM 모형과 비조사기법에 의한 강원지역 산출승수 예측

부문	강원지역 실제치 (2005)	RAS 예측치	RCM 예측치	SLQ 예측치	SDP 예측치	CILQ 예측치	POLQ 예측치
1	1.1813	1.1787	1.1712	1.4306	1.6425	1.7102	1.7042
2	1.2527	1.2520	1.2389	1.3578	1.6292	1.6518	1.6595
3	1.3249	1.3209	1.3307	1.7821	1.9899	2.2670	2.2480
4	1.2040	1.1941	1.1877	1.2822	1.3349	1.1371	1.0619
5	1.3191	1.3150	1.3088	1.3257	1.2165	1.3795	1.2330
6	1.1554	1.1523	1.1424	1.3432	1.1497	1.4475	1.1727
7	1.5115	1.5097	1.5102	1.0538	1.0067	1.0138	1.0416
8	1.2033	1.1970	1.1938	1.2690	1.3367	1.3482	1.1880
9	1.4375	1.4561	1.4326	1.6051	1.9026	1.9972	2.1494
10	1.2197	1.2158	1.2150	1.1947	1.3358	1.1501	1.1116
11	1.1614	1.1566	1.1486	1.2575	1.2296	1.5898	1.1768
12	1.1818	1.1769	1.1714	1.2762	1.3885	1.4760	1.1456
13	1.1952	1.1897	1.1873	1.2455	1.4664	1.2348	1.1053
14	1.1725	1.1645	1.1614	1.3542	1.8217	2.0695	2.0425
15	1.2456	1.2393	1.2399	1.2908	2.1614	1.6733	1.3072
16	1.1933	1.1880	1.1822	1.3082	1.5884	1.7395	1.3259
17	1.1110	1.1087	1.1103	1.1837	1.3115	1.2605	1.3981
18	1.2517	1.2473	1.2298	1.3587	1.7641	1.7306	1.7846
19	1.3146	1.3146	1.2954	1.4279	1.6005	1.5658	1.6043
20	1.2585	1.2537	1.2505	1.7658	1.9586	1.8499	2.1248
21	1.1597	1.1482	1.1498	1.2319	1.5211	1.7958	1.8160
22	1.3784	1.3712	1.3455	1.5540	1.7585	1.8149	1.8319
23	1.4066	1.3980	1.3616	1.4207	1.5606	1.4889	1.5011
24	1.2110	1.2123	1.1958	1.3579	1.4975	1.3476	1.3715
25	1.1625	1.1576	1.1351	1.3280	1.4830	1.5347	1.5476
26	1.1982	1.1991	1.1777	1.2766	1.4655	1.4886	1.4990
27	1.3643	1.3586	1.3210	1.4760	1.8114	1.7899	1.7948
28	1.7635	1.7521	1.7442	2.3401	2.5193	2.3916	2.8926
RMSE		0.0066	0.0183	0.2203	0.4253	0.4491	0.4787

비조사기법들을 사용한 부산지역과 강원지역 산업부문별 산출승수들의 예측 결과들을 놓고 본다면 다음과 같은 사실들을 발견할 수 있다. 첫째, 양 지역 모두에서 RAS 기법과 RCM 기법에 의한 예측은 입지상 기법군에 속하는 SLQ 기법, POLQ 기법, CIQ 기법, SDP 기법들에 의한 예측보다 정확한 것으로 나타났다.

둘째, 예측력이 좋은 RAS 기법과 RCM 기법을 비교한다면 부산지역의 경우는 RCM 기법에 의한 예측이 RAS 기법에 의한 예측보다 정확한 것으로 나타난 반면, 강원지역의 경우는 RAS 기법에 의한 예측이 RCM 기법에 의한 예측보다 정확한 것으로 나타났다. 이 같은 서로 다른 결과는 전술한 바와 같이 부산지역의 경우는 RAS 기법에 의한 전국투입계수표의 조정이 완전한 조정에 이르지 못하였고($r=0.999989$, $s=1.000011$), 강원지역의 경우는 전국투입계수표의 RAS 기법에 의한 조정이 완전한 조정($r=1.000000$, $s=1.000000$)에 도달하였기 때문이다. 그러므로 전국투입계수표의 RAS 기법에 의한 조정이 완전한 조정까지 이루어진다고 가정하면, RAS 기법에 의한 산출승수의 예측이 RCM 기법에 의한 예측보다 더 정확하다고 분명하게 말할 수 있다. 전국투입계수표의 RAS 기법에 의한 조정이 완전한 조정에 도달하지 못하는 경우에는, RAS 기법에 의한 예측과 RCM 기법에 의한 예측의 비교평가는 RAS 기법에 의한 조정에서 대체효과계수(r)와 가공도효과계수(s)의 값이 얼마만큼 1에 가깝게 조정되었는지에 달려 있다고 볼 수 있다. 즉, 완전한 조정에 이르지 못하여도 대체효과계수와 가공도효과계수의 값이 1에 아주 가까울 정도로 조정되었다면, RAS 기법에 의한 예측이 RCM 기법에 의한 예측보다 정확하게 나올 것이라고 예상할 수 있다. 그러나 대체효과계수와 가공도효과계수의 값이 1과 차이가 크게 난다면 RCM 기법에 의한 예측이 RAS 기법에 의한 예측보다 더 정확하게 나올 것이라고 볼 수 있다.

셋째, 입지상 기법군에 속하는 기법들의 예측의 정확성은 RAS 기법과 RCM 기법에 의한 예측의 정확성과 비교하였을 때 상당히 부정확하고, 입지상 기법군에 속하는 기법들의 상호간의 예측의 정확성의 평가는 양 지역에서의 예측의 정확도가 서로 다르게 나타나므로 어렵다.

IV. 결론

지역산업연관 분석을 할 때 연구자들이 직면하는 가장 빈번한 문제는 지역산업연관표의 부재이다. 이런 문제를 극복하기 위하여 연구자들이 쉽게 얻을 수 있는 전국투입계수표를 이용하여 지역산업연관표를 작성하는 여러 가지 비조사기법들이 개발되었다. 본 연구에서는 부산지역과 강원지역을 대상으로 소량의 정보(지역의 산업부문별 산출액과 중간투입액 총액)를 가지고 간단한 공식에 의하여 지역승수(산출승수, 고용승수, 소득승수)를 구할 수 있는 확률계수행렬 접근법과 다른 비조사기법들의 유용성을 부산지역과 강원지역의 산업부문별 실제치와 이들 기법들을 사용한 예측치의 비교라는 관점에서 평가하였다. 두 지역 모두에서 RAS 기법과 확률계수행렬 기법이 LQ 기법군에 속하는 단순입지상 기법, 구매입지상 기법, 교차산업상 기법, SDP 기법보다 정확한 예측을 보인다는 사실을 발견하였다.

입지상 기법군에 속하는 기법들보다 정확한 예측력을 보이는 RAS 기법과 확률계수행렬 기법의 비교 평가는 부산지역의 경우에는 확률계수행렬 기법이 RAS 기법보다 정확한 예측을 하는 것으로 나타났고, 강원지역의 경우는 RAS 기법이 확률계수행렬 기법보다 정확한 예측을 하는 것으로 나타났다. 이와 같은 서로 다른 결과가 나타난 이유는 RAS 방법에 의한 조정이 완전한 조정에도달하였는지 여부에 기인한다. RAS 기법에 의한 조정이 완전하게 이루어진다고 가정하면 RAS 기법이 확률계수행렬 기법보다 정확한 예측을 한다는 사실은 분명하게 말할 수 있다. 그러나 실제로 전국투입계수표를 이용하여 RAS 기법으로 조정하였을 때 완전한 조정이 이루어진다는 보장은 없다. 그러므로 비조사기법들 가운데에서 상대적으로 예측의 정확성이 높으면서 전국투입계수표를 이용한 조정과정이 필요하지 않고, 소량의 정보를 가지고 간단한 공식에 의하여 계산할 수 있는 확률계수행렬 기법의 유용성은 인정된다고 볼 수 있다.

마지막으로 확률계수행렬 기법은 지역투입계수표 자체를 작성하지 않으므로 지역의 어떤 산업의 생산물에 대한 최종수요가 증가하였을 때 지역산업들 전체에 미치는 산출량 증가효과, 즉 집계효과(aggregate effect)는 알 수 있다. 그러나 지역의 어떤 산업의 생산물에 대한 최종수요의 증가가 지역의 개별 산업들의 산출량 증가에 미치는 효과, 즉 개별 효과(individual effect)는 알 수 없다는 한계는 가지고 있다.

참 고 문 헌

- 국토개발연구원, 『1980년 지역산업연관표』, 1984.
- 고석남·곽철홍, “지역투입계수의 정확성 평가에 관한 연구,” 『지역연구』, Vol. 12, No. 2, 한국지역학회, 1996.
- 광주발전연구원, 『광주지역 산업구조분석 및 활용방안』, 2008.
- 대구·경북개발연구원, 『지역산업연관모형의 추정방법과 대구지역에의 적용』, 1994.
- 대전발전연구원, 『대전지역 산업연관분석을 통한 산업성장추이분석』, 2011.
- 박상우·이종열, 『지역간 산업연관표작성에 관한 연구』, 국토연구원, 2002.
- 부산발전연구원, 『부산지역 산업연관표』, 1996.
- _____, 『부산지역 산업연관표』, 2010.
- 이대식·김경필, “부산지역 환경관련제조업의 산업연관분석,” 『부산상대논집』, Vol. 72, 2001, 155~182.
- 한국은행, 『2003년 지역산업연관표』, 2007.
- _____, 『2005년 지역산업연관표』, 2009.
- Bacharach, M., *Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Cambridge University Press, 1970.
- Bonfiglio, A. and F. Chelli, “Assessing the Behaviour of Non-Survey Methods for Constructing Regional Input-Output Tables through a Monte Carlo Simulation,” *Economic Systems Research*, Vol. 20, No. 3, 2008, 243~258.
- Burford, R. L. and J. L. Katz, “Regional Input-Output Multipliers Without A Full I-O Table,” *Annals of Regional Science*, Aug. 1977, 21~38.
- _____, “A Method For Estimation of Input-Output-Type Output Multipliers When No I-O Model Exists,” *Journal of Regional Science*, Vol. 21, No. 2, 1981, 151~161.
- _____, “Shortcut Formulas for Output, Income and Employment Multipliers,” *Annals of Regional Science*, Vol. 19, No. 2, 1985, 61~76.
- Cambridge University, *Input-Output Relationships 1954-1966: A Programme for Growth*, Vol. 3, London: Chapman and Hall, 1963.
- Flegg, A. T., C. D. Webber, and M. V. Elliot, “On the Appropriate Use of Location

- Quotients in Generating Regional Input-Output Tables,” *Regional Studies*, Vol. 29, No. 6, 1995, 547~561.
- Hewings, G. J., “Regional Input-Output Models Using National Data: The Structure of the West Midlands Economy,” *Annals of Regional Science*, Vol. 3, 1969, 191~205.
- Kronenberg, T., “Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling,” *International Regional Science Review*, Vol. 32, No. 1, 2009, 40~64.
- Lahr, M. I., “A Review of the Literature Supporting the Hybrid Approach to Constructing Regional Input-Output Models,” *Economic Systems Research*, Vol. 5, Issue 3, 1993, 277~293.
- Miller, R. E. and P. D. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1985.
- Moore, F. T. and J. W. Peterson, “Regional Analysis: An Inter-industry Model of Utah,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 37, No. 4, 1955, 368~383.
- Morrison, W. I. and P. Smith, “Non-survey Input-Output Techniques at the Small Area Level: An Evaluation,” *Journal of Regional Science*, Vol. 14, No. 1, 1974, 1~14.
- Nakano, S. and K. Nishimura, “A Nonsurvey Multiregional Input-Output Estimation Allowing Cross-Hauling: Partitioning Two Regions into Three or More Parts,” *Annals of Regional Science*, Vol. 50, 2013, 935~951.
- Nevin, E. T., A. R. Roe, and J. I. Round, *The Structure of the Welsh Economy*, Univ. of Wales Press, 1966.
- Phibbs, P. J. and A. J. Holsman, “An Evaluation of The Burford-Katz Short Cut Technique for Deriving Input-Output Multipliers,” *Annals of Regional Science*, Vol. 15, Nov. 1981, 11~19.
- Round, J. I., “An Interregional Input-Output Approach to the Evaluation of Non-survey Methods,” *Journal of Regional Science*, Vol. 18, No. 2, 1978, 179~194.
- Schaffer, W. and K. Chu, “Non-survey Techniques for Constructing Regional Inter-industry Models,” *Papers, Regional Science Association*, 23, 1969, 83~101.

- Stone, R., *Input-Output and National Accounts, Organization for European Economic Cooperation*, Paris, 1961.
- Stone, R. and A. Brown, *A Computable Model of Economic Growth*, Vol. 1, A Programme for Growth, London: Chapman and Hall, 1962.
- Vanwysberghe, D., "An Operational Nonsurvey Technique for Estimating a Coherent Set of Interregional Input-Output Tables," in K. R. Polenske and J. V. Skolka(eds.), *Advances in Input-Output Analysis Cambridge, Mass.:* Ballinger, 1976, 279~294.

[Abstract]

A Study on the Usefulness of Non-Survey Techniques
for the Estimation of Regional Input-Output Tables
—Random Coefficient Matrix Approach—

Gyeong-Pil Kim* · Jin-sang Lee**

The construction of regional input-output tables takes time and requires a lot of data. In order to obtain regional input-output tables, several non-survey techniques were developed such as simple location quotient(SLQ), purchase only location quotient(POLQ), cross industry quotient(CIQ), supply demand pool technique(SDP), RAS and random coefficient matrix(RCM). All these techniques require national input-output tables except RCM.

This study investigates how these non-survey techniques could be used in building regional input-output tables. Since the method of evaluations is a critical issues for the credibility of results, we compared the differences between predicted and actual values of the output multipliers of 28 sectors of the Busan and Gangwon regions. We calculated root mean square errors(RMSE) of these two values. The RAS and RCM are shown superior to the location quotient-type techniques, such as SLQ, POLQ, CIQ and SDP in the case of Busan and Gangwon regions. The evaluation of RAS and RCM is inconclusive. The RAS is the best among non-survey techniques if the complete adjustment can be attained. If not, the RCM could be more credible than the RAS.

Keywords: regional input-output analysis, non-survey techniques, random coefficient matrix, output multiplier

JEL Classification: C67

* Primary Author, Lecturer(Ph.D), Department of Economics, Pusan National University, Tel: +82-51-510-1658, E-mail: gpkim@pusan.ac.kr

** Correspondent Author, Professor, Center for International Development and Cooperation, Duksung Women's University, Tel: +82-2-901-8767, E-mail: jinslee0209@duksung.ac.kr