

산업연관표를 이용한 생산활동 파급효과 계측방법 개선 연구*

- 특정 산업 생산활동을 최종수요로 변환하는 방법을 중심으로 -

배진한**

산업연관표를 이용하여 어떤 산업의 생산활동이 여타 산업들에게 미치는 경제적 파급효과를 훨씬 용이하게 계측할 수 있도록 해주는 개선된 계측방법을 수학적 증명과 함께 제시하고 그 시사에도 보였다. 이 방법의 이점은 첫째, 해당 산업을 외생화시키기 위해 기존 산업연관표의 투입계수표를 전혀 변형시킬 필요가 없으며, 둘째, 여러 산업들에 걸친 생산활동들의 경제적 파급효과도 한 번에 그리고 동시에 쉽게 계측할 수 있다는 것과 셋째, 산출제약이 존재할 수 있는 기간산업 지역개발계획들의 경제적 파급효과 계측에 매우 적절하게 적용가능하다는 점 등이다.

주제어 : 경제적 파급효과, 지역산업연관표, 산출제약이 있는 개발계획, 기간산업

I. 서론

국가적으로 어떤 개발계획을 실행하거나 대단위 산업단지 등을 조성하는 경우, 또는 몇몇 주요 성장산업들의 생산활동이 확대되거나 아니면 특정 사양산업의 생산활동이 위축되는 경우, 이것이 국민경제와 해당 지역경제에 미치는 경제적 파급효과를 정확하게 계측할 수 있는 기법을 발전시키는 노력은 계획실행과 경제적 타당성 여부를 판정하거나 또는 그러한 변화가 초래하는 경제적 파급효과, 즉 그것이 유발하는 산출, 소득, 일자리뿐만 아니라 지역 간 교역 및 운송, 노동력 이동, 여타 관련 산업들에 대한 성장유발효과 등을 종합적으로 예측하는

* 이 연구는 배진한·김기희(2011) 중에서 필자 서술부분을 심화발전시킨 것이다. 2016. 9. 29. 산업연구원에서 개최된 산업연관표럼에서 산업연구원 이진면 박사, 한국은행 조사국 산업분석팀 송병호 과장 등 관련 전문가들의 유익한 논평을 받아 논문을 한 단계 발전시킨 바 있었고, 또한 익명의 두 심사위원들의 훌륭한 심사의견도 충분히 수용하였지만 그럼에도 불구하고 여전히 남아있는 문제점들이 있다면 그것은 전적으로 필자의 책임임을 밝혀두고자 한다.

** 충남대학교 경제학과 명예교수, Tel: 010-3993-3658 E-mail: jinhb@cnu.ac.kr

데 필수적이다.

과거에는 국가단위의 경제개발계획이 수립·시행되기도 하였으나 최근에는 국내 각 지역 단위로 부존자원과 입지여건들을 감안하여 지역에 적합한 산업단지를 개발하거나 산업클러스터 등을 조성하여 지속가능한 성장과 발전을 추구하고 지역민의 소득과 일자리를 창출하고자 하는 노력들이 적극적으로 진행되고 있다. 또한 지역의 일자리 창출을 위해서 투자유치나 기업유치를 추진하는 노력들도 활발하게 진행되고 있다. 이 경우에도 지역단위로 이러한 사업들의 경제적 파급효과를 예측하려는 작업의 필요성이 중시되고 있다.

이러한 경제적 파급효과를 계측하는 방법론으로 흔히 산업연관분석이 사용되고 있는데, 여기에 전국단위로는 전국산업연관표, 지역단위로는 지역산업연관표가 사용될 수 있다.

이 글은 전국단위든 지역단위든 이러한 개발, 투자유치, 또는 기업유치 프로그램의 추진이 유발해내는 경제적 파급효과를 계측하는 산업연관분석방법으로서 - 이 경우에는 대부분 최종수요가 아니라 특정 산업들의 생산(또는 산출)활동 정보 또는 자료들만 이용가능하다 - 기존의 외생화방법¹⁾을 한 단계 향상시킨 보다 새롭고 간편한 방법을 개발·제시하려는 노력이라 할 수 있다.

II. 기존의 산업별 생산활동 파급효과 계측기법

주지하는 대로 소비, 투자, 정부지출, 수출 등과 같은 최종수요에서의 변동이 초래하는 생산활동의 변화는 산업연관표를 이용하여 그 파급효과를 계측할 수 있다. 또한 최종수요가 아니라도 어떤 특정산업의 생산활동도 마찬가지로 산업연관표를 이용하여 경제에 미치는 파급효과, 즉 생산, 소득(부가가치), 고용 등에 미치는 효과를 계측해볼 수 있다. 그런데 이 경우에는 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다.

첫째는 전국경제에 대한 파급효과를 계측할 것인가 아니면 어떤 지역경제에 대한 파급효과를 계측할 것인가 하는 문제인데, 사용목적에 맞게 보다 정확한 계측을 위해서 전국산업연관표를 선택하거나 특정 지역 중심으로 작성된 지역 산업연관표를 선택해야 한다. 특정 지역경제에 대한 파급효과를 계측하고자 한

1) 한국은행(2007), pp.133-137.

다면 한국은행이 현재 2005년 기준의 지역산업연관표를 작성·발표해두고 있으므로 상당한 정도의 시차가 있기는 하지만 일단 이를 이용할 수는 있다. 우리는 이하에서 우리가 개발한 새로운 방법으로 2005년 기준의 지역간산업연관표²⁾를 특정 지역(대전) 중심으로 정돈한 지역산업연관표를 활용한 시산예를 제시할 것이다.

둘째는 어떤 산업(또는 산업들)의 생산활동이 최종수요활동은 아니기 때문에 이러한 생산활동 정보를 활용하여 어떻게 전국경제 또는 지역경제에 대한 경제적 파급효과를 측정할 수 있겠는가 하는 문제가 존재한다. 이에 대해 한국은행(2007)은 산업연관표를 이용하여 예컨대 어떤 건설활동이나 정부서비스 생산활동 등 특정 산업의 생산활동이 국민경제 내에서 여타 산업에 미치는 여러 가지 경제적 파급효과를 측정하는 방법을 소개해 놓고 있다.

먼저 문제의 분석대상 산업부문이 내생부문으로 취급되고 있으므로 이들 관련 부문을 외생부문으로 다루는 별도의 산업연관표를 작성할 필요가 있다고 쓰고 있다. 한국은행(2007)의 방법에 따라 때 다음과 같이 건설업 생산활동의 파급효과 분석의 예를 살펴볼 수 있다.

내생부문에 포함되어 있는 건설업부문의 행과 열을 내생부문에서 제외하여 외생부문에 포함시키면 다음 <표 1>과 같은 형식의 산업연관표를 작성할 수 있다는 것이다. 여기서 X^d 는 국산품 중간투입액, X^m 은 수입품 중간투입액을 의미한다.

이때 $X_{ij} = a_{ij} X_j$ 이므로 균형식은

$$\begin{aligned} a_{11}^d X_1 + a_{12}^d X_2 + a_{13}^d X_3 + \dots + a_{1h}^d X_h + F_1^d &= X_1 \\ a_{21}^d X_1 + a_{22}^d X_2 + a_{23}^d X_3 + \dots + a_{2h}^d X_h + F_2^d &= X_2 \\ a_{31}^d X_1 + a_{32}^d X_2 + a_{33}^d X_3 + \dots + a_{3h}^d X_h + F_3^d &= X_3 \end{aligned}$$

가 되는데, 이를 행렬식으로 표시하면

2) 지역산업연관표는 크게 지역내산업연관표와 지역간산업연관표로 나누어진다. 지역간산업연관표는 2개 이상의 지역을 대상으로 하여 지역상호 간에 발생하는 경제거래를 기록하는 표이므로 지역내산업연관표보다 훨씬 복잡하고 실제 작성을 위해서도 방대한 자료가 필요하다. 지역간산업연관표는 기본형인 Isard(1951)류의 지역간비경쟁이입형 산업연관표와 Chenery(1953)의 지역내산업연관표를 Moses(1955)가 발전시킨 소위 Chenery-Moses류의 지역간경쟁이입형 산업연관표가 있으며 지역내 산업연관 분석만을 목적으로 하는 지역내산업연관표와는 달리 주로 지역간에 존재하는 경제적 상호관계를 분석하는 것을 목적으로 하는 것이다(배진한(1981) 참조).

〈표 1〉 건설업부문을 외생화한 산업연관표(3부문의 경우)

구분	내생부문	외생부문		수입	총산출
		건설	최종수요		
국산	$X_{11}^d \ X_{12}^d \ X_{13}^d$	X_{1h}^d	F_1^d		X_1
	$X_{21}^d \ X_{22}^d \ X_{23}^d$	X_{2h}^d	F_2^d		X_2
	$X_{31}^d \ X_{32}^d \ X_{33}^d$	X_{3h}^d	F_3^d		X_3
수입	$X_{11}^m \ X_{12}^m \ X_{13}^m$	X_{1h}^m	F_1^m	M_1	
	$X_{21}^m \ X_{22}^m \ X_{23}^m$	X_{2h}^m	F_2^m	M_2	
	$X_{31}^m \ X_{32}^m \ X_{33}^m$	X_{3h}^m	F_3^m	M_3	
건설	$X_{h1} \ X_{h2} \ X_{h3}$	X_{hh}	F_h^d		X_h
부가가치	$X_1^v \ X_2^v \ X_3^v$	X_h^v			V
총투입	$X_1 \ X_2 \ X_3$	X_h			

$$\begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d & a_{13}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d & a_{23}^d \\ a_{31}^d & a_{32}^d & a_{33}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1h}^d \\ a_{2h}^d \\ a_{3h}^d \end{bmatrix} X_h + \begin{bmatrix} F_1^d \\ F_2^d \\ F_3^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}^d \mathbf{X} + \mathbf{A}_h^d X_h + \mathbf{F}^d = \mathbf{X}$$

$$\mathbf{A}^d \mathbf{X} + \mathbf{A}_h^d X_h + \mathbf{F}^d = \mathbf{X}$$

$$\text{따라서 } \mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} (\mathbf{A}_h^d X_h + \mathbf{F}^d) \tag{1}$$

가 된다.

단 $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1}$: 건설업부문이 제거된 국산투입계수행렬 \mathbf{A}^d 로 구한 $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)$ 의 역행렬

\mathbf{A}_h^d : 건설업부문이 제거된 후의 건설업부문 국산투입계수벡터

(1)식에서 최종수요 증가가 영(0)이고 건설업부문에서 ΔX_h 가 생산될 때 파급되는 다른 부문의 생산증가벡터를 $\Delta \mathbf{X}$ 라 하면

$$\Delta \mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{A}_h^d \Delta X_h \tag{2}$$

가 되어 $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{A}_h^d$ 만 미리 계산해 두면 건설활동에 의한 여타 부문의 각

산업부문별 생산유발효과벡터 ΔX 를 쉽게 측정할 수 있을 것이다.

이상의 방법은 한국은행(2007)이 소개하고 있는 특정산업의 외생화방법이라 할 수 있다. 그렇지만 이 방법을 앞에서 언급한 개발, 투자유치, 또는 기업유치 프로그램 등 다양한 경우에 적용하고자 한다면 상당한 계산부담을 피할 수 없게 된다. 개발계획이나 투자유치, 또는 기업유치 프로그램들의 산업구성이 하나의 산업으로 구성되어 있다면 계산부담이 그리 크지 않을 수 있으나 그러한 프로그램들이 둘 이상 또는 수개 아니면 수십개 복수의 산업들로 구성되어 있거나 좀 더 세분화된 산업분류를 사용한 방대한 산업연관표를 사용해야 할 필요가 있다면 매 산업마다 해당 산업을 외생화시키는 부담스러운 작업이 필요해질 것이다. 나중의 시산예에서 보게 되겠지만 대전지역의 기업유치 성과의 경제적 파급효과 측정의 경우도 유치기업들 산업구성이 대분류 기준으로만 살펴보다라도 9개 산업에 걸쳐 있으므로 이들을 각각 외생부문으로 변화시켜 매번 각 해당 산업이 내생부문에서 제거된 새로운 산업연관표를 작성해야 할 것이다. 더욱이 여러 개의 산업들을 한꺼번에 외생화시킬 수도 없다. 그 이유는 외생화된 한 산업이 유발하는 경제적 파급효과는 외생화되는 해당 특정 산업 하나만 제외한 나머지 산업들에 모두 발생할 것이기 때문이다. 한국은행이 제시하고 있는 방법은 이러한 번거로운 작업을 한 번에 한 산업씩 9번이나 반복해야 하는 것이다.

이하에서 우리는 이 계산을 한 번에 동시에 측정해낼 수 있는 방법을 개발하고자 하며, 시산예의 유치기업 파급효과 측정작업에서는 이 새로 개발한 방법을 적용해볼 것이다.

Ⅲ. 새로운 산업별 생산활동 파급효과 측정기법

1. 새로운 파급효과 측정방법

산업연관표를 이용하여 산업생산에서의 유발효과를 추정하는 경우 주로 최종 수요의 유발효과 형태로 분석이 이루어진다. 그렇지만 이미 앞에서 언급한 대로 어떤 산업(또는 산업들)의 생산활동에 관한 정보만 주어지는 경우도 많고 이럴 경우에도 그 생산활동의 경제적 파급효과를 측정해야할 필요성도 자주 발생한다. 이러한 필요성에 근거하여 특정 산업 생산활동의 경제적 파급효과를 측정하고 그 이론적 의미를 살펴보려는 시도들도 존재한다. Gim and Kim(1998),

Sancho(2012), 그리고 심상열·김윤경(2016) 등이 그러하다. 특히 최근 심상열·김윤경(2016)은 중간투입유발계수에 대한 선행연구인 Gim and Kim(1998)과 Sancho(2012)의 연구결과를 검토하면서 총산출(gross output)³⁾의 경제적 파급효과를 분석하고자 할 때에는 Sancho(2012)가 도출한 유발계수를 이용하는 것이 적합하다는 것을 보여주고 있다.

그런데 이 논문에서는 이와 같은 어떤 특정 산업들 생산활동(최종수요활동이 아니다)의 경제적 파급효과를 계측하고자 할 때 한국은행(2007)의 외생화방법과는 다르게 우리 연구가 제안하는 새로운 방법이 기존의 산업연관표를 전혀 변형시키지 않고 그 방법과 동일한 추정결과를 제공할 수 있다는 것을 보이고자 한다. 즉 위에서 살펴본 한국은행의 방법처럼 건설업부문을 따로 추출하여 외생부문으로 만들어서 추정하는 외생화방법을 사용하지 않고 건설업부문의 생산활동을 곧바로 최종수요로 변환하여 그 경제적 파급효과를 간접하게 추정하는 방법을 사용할 수 있다는 것이다. 사실 이 방법은 특정 산업의 모든 중간투입을 최종수요로 외생화한다는 심상열·김윤경(2016)이나 Sancho(2012)의 방법과도 결국 계산결과는 동일한 방법이라 할 수 있다.

우리의 방법으로는 건설업부문의 생산활동이 여타 부문에 미치는 경제적 파급효과를 계측할 때 문제의 건설업부문 총산출액 증가분 ΔX_h 를 건설업부문의 최종수요 증가분 ΔF_h^d 로 변환시켜서 이 원소를 포함하는 최종수요벡터를 건설업부문이 제거되지 않은 원래의 국산투입계수로 구한 역행렬에 뒤곱하기(postmultiplication)만 하면 되는 것이다. 예컨대 다음 식을 생각해보자.

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d & a_{13}^d & a_{1h}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d & a_{23}^d & a_{2h}^d \\ a_{31}^d & a_{32}^d & a_{33}^d & a_{3h}^d \\ a_{h1}^d & a_{h2}^d & a_{h3}^d & a_{hh}^d \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_h \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} F_1^d \\ F_2^d \\ F_3^d \\ F_h^d \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_h \end{bmatrix} \\ \mathbf{A}^{od} & \mathbf{X}^o & & \mathbf{F}^{od} & & \mathbf{X}^o \end{matrix} \quad (3)$$

$$\mathbf{A}^{od} \mathbf{X}^o + \mathbf{F}^{od} = \mathbf{X}^o$$

$$\text{따라서 } \mathbf{X}^o = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{od})^{-1} \mathbf{F}^{od} \quad (4)$$

가 된다.

3) 심상열·김윤경(2016)은 이 총산출(gross output)을 '총부분산출'이라고 부르고 있다.

단 $(I - A^{od})^{-1}$: 건설업부문이 제거되지 않은 원래의 지역내 투입계수행렬 A^{od} 로 구한 $(I - A^{od})$ 행렬의 역행렬

여기서 건설업부문 생산활동 증가분 ΔX_h 의 파급효과를 계산하기 위해서 우리는 이 ΔX_h 를 건설업부문 최종수요 증가분 ΔF_h^d 로 변환시켜야 한다. 이 변환과정은 결국 건설업부문의 생산활동이 연간 산출액(출하액)기준으로 측정되거나 제시될 것이므로 그 파급효과를 계측하기 위해서는 이를 건설업부문의 최종수요로 변환시키지 않으면 안 되기 때문에 매우 중요한 계산과정이다. 우선 위 (4)식에서

$$(I - A^{od})_h^{-1} \Delta F_h^d = \Delta X_h \tag{5}$$

라 놓는다. 이때

ΔF_h^d : 우리가 구하려는 변환된 건설업부문 최종수요 증가분인데 미지수이다.

ΔX_h : 건설업부문 총산출액 증가분이고, 이는 알려져 있다.

$(I - A^{od})_h^{-1}$: 원래의 투입계수행렬(건설업부문을 외생화시키지 않고 그대로 포함시킴)의 역행렬계수행렬 $(I - A^{od})^{-1}$ 에서 건설업부문 역행렬계수 원소만 선택하여 만든 역행렬계수행렬인데 건설업부문이 하나의 부문이므로 결국 이는 건설업부문 대각원소(diagonal element)로서 스칼라값이다. 즉 $(I - A^{od})^{-1}$ 행렬의 계수 b_{ij} 가 앞의 예에서처럼 4×4 의 행렬로 나타난다고 할 때, 예를 들어 h 번째 분류의 산업이 건설업이라면 $(I - A^{od})_h^{-1} = b_{hh}$ 로 정의되는 것이다. 따라서 이때 $(I - A^{od})_h^{-1}$ 는 기지의 행렬 또는 스칼라값이 된다.

그렇다면 위 (5)식에서 미지인 건설업부문 최종수요 ΔF_h^d 는 $\Delta X_h / b_{hh}$ 로 바로 구해질 수 있다. 건설업부문 최종수요 ΔF_h^d 의 값이 구해지면 이제 이 건설업부문 최종수요 증가분이 지역전체 경제에 미치는 파급효과를 다음 (6)식으로 추정할 수 있게 된다. 이 (6)식의 ΔF_h^{od} 벡터는 (7)식에서 보는 바와 같이 h 번

째(즉, 네 번째) 원소가 ΔF_h^d 이고 나머지 원소들은 모두 0인 벡터이다.

$$\Delta X^o = (I - A^{od})^{-1} \Delta F_h^{od} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \\ \Delta X_h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{1h} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{2h} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{3h} \\ b_{h1} & b_{h2} & b_{h3} & b_{hh} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta F_h^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{1h} \Delta F_h^d \\ b_{2h} \Delta F_h^d \\ b_{3h} \Delta F_h^d \\ b_{hh} \Delta F_h^d \end{bmatrix} \quad (7)$$

(7)식 우변 마지막 벡터에서 네 번째 원소 $b_{hh} \Delta F_h^d$ 가 바로 좌변 벡터의 마지막 원소 ΔX_h 임은 이미 앞의 (5)식에서 살펴본 관계이다. 그런데 나머지 원소 값들 $b_{1h} \Delta F_h^d$, $b_{2h} \Delta F_h^d$, 그리고 $b_{3h} \Delta F_h^d$ 는 결국 한국은행(2007)이 사용하는 방식인 (2)식의 ΔX 의 각 원소들 ΔX_1 , ΔX_2 , 그리고 ΔX_3 와 각각 동일한 값을 가지게 된다. 물론 이는 다음 절에서 수학적으로 증명될 것이다. 그러므로 우리는 파급효과를 구하고자 하는 산업의 산출액 변화분이 주어진다면 이를 해당 산업의 최종수요 변화분으로 변환시켜서 지역전체 투입계수행렬을 전혀 변화시키지 않고도 지역전체 산업들에 미치는 산출파급효과를 한 번에 계산할 수 있는 것이다. 이 방식은 투입계수행렬을 전혀 변화시키지 않는다는 장점 외에도 또한 가지 장점을 가지는데, 그것은 건설업 하나가 아니라 여러 개의 선택된 산업들에서 동시에 발생하는 산출변화가 지역 전 산업에 초래하는 파급효과도 한 번에 계산할 수 있게 해준다는 점이다. 선택된 각 산업에 대하여 개별적으로 각각 산출변화를 최종수요변화로 변환하여 이들을 원소들로 삼는 하나의 벡터 ΔF^{od} 를 만들어 (6)식의 형태로 계산해주면 되기 때문이다.

2. 한국은행(2007)의 외생화방법과 우리의 새로운 방법이 동일한 결과를 제공하는가에 관한 수학적 증명

여기서는 이제 (7)식의 우변 마지막 벡터의 첫째, 둘째, 셋째 원소값들 $b_{1h} \Delta F_h^d$, $b_{2h} \Delta F_h^d$, 그리고 $b_{3h} \Delta F_h^d$ 가 한국은행(2007)이 사용하는 방식인 (2)식의 ΔX 의 각 원소들 ΔX_1 , ΔX_2 , 그리고 ΔX_3 와 각각 동일한 값을 가진다는 것을 행렬대수에 의해 간단히 증명해보기로 한다.

우선 한국은행(2007)이 제안하는 방식인 (2)식을 풀어보면 다음과 같아진다.⁴⁾

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1} \mathbf{A}_h^d \Delta X_h \\
 &= \begin{bmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & 1 - a_{33} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{1h} \\ a_{2h} \\ a_{3h} \end{bmatrix} \Delta X_h \\
 &= \frac{1}{|\mathbf{I} - \mathbf{A}^d|} \mathbf{C}' \begin{bmatrix} a_{1h} \\ a_{2h} \\ a_{3h} \end{bmatrix} \Delta X_h
 \end{aligned} \tag{8}$$

여기서 \mathbf{C}' 는 $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)$ 의 역행렬을 구할 때 필요한 $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)$ 의 부수행렬(adjoint) (附隨行列)인데, 그 원소들은 역행렬 계산식에 의해 다음과 같이 구성된다.

$$\mathbf{C}' \equiv \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} 1 - a_{22} & -a_{23} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ 1 - a_{22} & -a_{23} \end{vmatrix} \\ - \begin{vmatrix} -a_{21} & -a_{23} \\ -a_{31} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{13} \\ -a_{31} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{13} \\ -a_{21} & -a_{23} \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} -a_{21} & 1 - a_{22} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix}$$

그렇다면 위 (8)식은 다시 다음 (9)식과 같아진다.

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= \frac{\Delta X_h}{|\mathbf{I} - \mathbf{A}^d|} \begin{bmatrix} a_{1h} \begin{vmatrix} 1 - a_{22} & -a_{23} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} - a_{2h} \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} + a_{3h} \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ 1 - a_{22} & -a_{23} \end{vmatrix} \\ -a_{1h} \begin{vmatrix} -a_{21} & -a_{23} \\ -a_{31} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} + a_{2h} \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{13} \\ -a_{31} & 1 - a_{33} \end{vmatrix} - a_{3h} \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{13} \\ -a_{21} & -a_{23} \end{vmatrix} \\ a_{1h} \begin{vmatrix} -a_{21} & 1 - a_{22} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} - a_{2h} \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} + a_{3h} \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{9}$$

4) 우리는 이하의 서술에서는 편의상 투입계수 a_{ij}^d 에서 상첨자 d 를 제거하고 사용할 것이다.

다음으로 두 방식의 계산결과가 동일한지 여부를 확인해보기 위해 우리의 새로운 방식인 (6)식을 풀어보자. (6)식은 아래 (10)식으로 다시 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \\ \Delta X_h \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1-a_{11} & -a_{12} & -a_{13} & -a_{1h} \\ -a_{21} & 1-a_{22} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{31} & -a_{32} & 1-a_{33} & -a_{3h} \\ -a_{h1} & -a_{h2} & -a_{h3} & 1-a_{hh} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{|I-A^{od}|}{|C_{hh}|} \Delta X_h \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{|I-A^{od}|} C^{o'} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{|I-A^{od}|}{|C_{hh}|} \Delta X_h \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (10)$$

(10)식에서 $|C_{hh}|$ 는 h 산업(건설업)의 여인수(cofactor)(餘因數)이며 $C^{o'}$ 는 $(I-A^{od})$ 의 역행렬을 구할 때 필요한 $(I-A^{od})$ 의 부수행렬인데 각 원소를 구체적으로 표현하면 아래 (11)식과 같다. (10)식 우변 마지막 벡터의 네 번째 원소의 $\frac{|I-A^{od}|}{|C_{hh}|}$ 는 위 (5)식에서 말하는 $1/b_{hh}$ 에 해당하는 값이다. 그 이유는 그 역수 $\frac{|C_{hh}|}{|I-A^{od}|}$ 가 (11)식에서 보는 대로 역행렬 $(I-A^{od})^{-1}$ 에서 h 산업(건설업)의 대각요소에 해당하기 때문이다. 이는 앞에서 본대로 바로 b_{hh} 인 것이다. 그러므로 마지막 원소 $\frac{|I-A^{od}|}{|C_{hh}|} \Delta X_h$ 는 스칼라값이며 바로 (7)식의 ΔF_h^d 인 셈이다. 그리고 부수행렬 $C^{o'}$ 의 원소들은 다음과 같은 여인수들로 구성된다.

$$C^{o'} \equiv \begin{bmatrix} |C_{11}| & |C_{21}| & |C_{31}| & |C_{h1}| \\ |C_{12}| & |C_{22}| & |C_{32}| & |C_{h2}| \\ |C_{13}| & |C_{23}| & |C_{33}| & |C_{h3}| \\ |C_{1h}| & |C_{2h}| & |C_{3h}| & |C_{hh}| \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\equiv \left[\begin{array}{cccc} \left| \begin{array}{ccc} 1 - a_{22} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} & -a_{3h} \\ -a_{h2} & -a_{h3} & 1 - a_{hh} \end{array} \right| & \dots\dots\dots & - & \left| \begin{array}{ccc} -a_{12} & -a_{13} & -a_{1h} \\ 1 - a_{22} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{32} & 1 - a_{33} & -a_{3h} \end{array} \right| \\ & & & \left| \begin{array}{ccc} 1 - a_{11} & -a_{13} & -a_{1h} \\ -a_{21} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{31} & 1 - a_{33} & -a_{3h} \end{array} \right| \\ & & & \left| \begin{array}{ccc} 1 - a_{11} & -a_{12} & -a_{1h} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} & -a_{2h} \\ -a_{31} & -a_{32} & -a_{3h} \end{array} \right| \\ & & & \left| \begin{array}{ccc} 1 - a_{11} & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & 1 - a_{33} \end{array} \right| \end{array} \right]$$

(11)식에서 한 가지 알 수 있는 것은 $|C_{hh}|$ 가 바로 위 (8)식의 $|I - A^d|$ 와 같다는 점이다. 이제 (10)식 $C^{o'}$ 에 (11)식을 대입하여 정리하면 결국 (10)식은 다음 (12)식과 같이 단순화될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \\ \Delta X_h \end{bmatrix} = \frac{1}{|I - A^{od}|} C^{o'} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{|I - A^{od}|}{|C_{hh}|} \Delta X_h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{|C_{h1}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{h2}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{h3}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{hh}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{hh}|}{|C_{hh}|} \end{bmatrix} \Delta X_h = \begin{bmatrix} \frac{|C_{h1}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{h2}|}{|C_{hh}|} \\ \frac{|C_{h3}|}{|C_{hh}|} \\ 1 \end{bmatrix} \Delta X_h \tag{12}$$

$|C_{hh}|$ 가 바로 (8)식의 $|I - A^d|$ 와 같고 이를 벡터 밖으로 묶어낼 수 있다고 할 때 (12)식의 맨 우변 벡터의 각 원소 중 첫째 원소의 분자 $|C_{h1}|$ 과 둘째 원소의 분자 $|C_{h2}|$, 그리고 셋째 원소의 분자 $|C_{h3}|$ 의 각각이 (9)식 우변 마지막 행렬 각 원소와 차례로 일치한다는 사실은 (11)식의 각 원소 행렬식들과 아울러 Laplace전개(Laplace expansion)⁵⁾의 공식에 따라 쉽게 논증될 수 있다. 따라서 (12)식에서 좌변의 마지막 원소 ΔX_h 만 제외하면 이 식은 한국은행이 제

5) Chiang(1984), pp.95~97.

안하는 외생화방법에 따른 위 (9)식과 정확히 일치하는 것이다. 그리하여 아래 (13)~(15)식이 성립한다. 두 방법이 동일한 결과를 가져온다는 사실에 대한 증명은 이제 완료된 셈이다.

여기서의 증명은 4개의 산업들만 존재하는 경제, 즉 산업연관표가 4×4 행렬인 경우를 대상으로 이루어졌다. 이 증명을 n 개의 산업들이 존재하여 산업연관표도 $n \times n$ 행렬인 경우로 쉽게 확장될 수 있다. 이 경우에는 위 (8)식을 $(n-1) \times (n-1)$ 행렬, (10)식을 $n \times n$ 행렬의 경우로 바꾸어 전개하면서 동일한 방식으로 쉽게 증명할 수 있을 것이다.

$$|C_{h1}| = - \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} & -a_{1h} \\ 1-a_{22} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{32} & 1-a_{33} & -a_{3h} \end{vmatrix} \quad (13)$$

$$= a_{1h} \begin{vmatrix} 1-a_{22} & -a_{23} \\ -a_{32} & 1-a_{33} \end{vmatrix} - a_{2h} \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{32} & 1-a_{33} \end{vmatrix} + a_{3h} \begin{vmatrix} -a_{12} & -a_{13} \\ 1-a_{22} & -a_{23} \end{vmatrix}$$

$$|C_{h2}| = \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{13} & -a_{1h} \\ -a_{21} & -a_{23} & -a_{2h} \\ -a_{31} & 1-a_{33} & -a_{3h} \end{vmatrix} \quad (14)$$

$$= -a_{1h} \begin{vmatrix} -a_{21} & -a_{23} \\ -a_{31} & 1-a_{33} \end{vmatrix} + a_{2h} \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{13} \\ -a_{31} & 1-a_{33} \end{vmatrix} - a_{3h} \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{13} \\ -a_{21} & -a_{23} \end{vmatrix}$$

$$|C_{h3}| = - \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{12} & -a_{1h} \\ -a_{21} & 1-a_{22} & -a_{2h} \\ -a_{31} & -a_{32} & -a_{3h} \end{vmatrix} \quad (15)$$

$$= a_{1h} \begin{vmatrix} -a_{21} & 1-a_{22} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} - a_{2h} \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{12} \\ -a_{31} & -a_{32} \end{vmatrix} + a_{3h} \begin{vmatrix} 1-a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1-a_{22} \end{vmatrix}$$

나중에 다시 언급하겠지만 우리가 시산예에서 관심을 갖고 있는 수도권 이전 기업들 산출의 파급효과 계측에 사용될 ΔF_h^{od} 벡터는 바로 다음 장 <표 3>의 산업별 산출액열(列)을 최종수요 변화분열로 변환시킨 벡터이다. 그런데 이 벡터들에는 이제 이전기업들을 모두 포괄하는 다양한 산업들(시산예에서는 9개 산업)이 포함되므로 산업별 산출액 변화분열은 ΔX_p^o 라는 새로운 벡터로, 그리고

산업별 최종수요 변화분열은 ΔF_p^{od} 라는 새로운 벡터로 나타내기로 한다.

이전기업들 산출증가가 가져오는 특정 지역 내 산업별 소득(부가가치)효과와 산업별 고용효과는 이제 다음 식들로 계측할 수 있게 된다.⁶⁾

$$\text{산출효과} \quad : \quad \Delta X^o = (I - A^{od})^{-1} \Delta F_p^{od} \quad (16)$$

$$\text{소득(부가가치)효과} : \Delta V^o = \hat{V}(I - A^{od})^{-1} \Delta F_p^{od} \quad (17)$$

$$\text{고용효과} \quad : \quad \Delta L^o = \hat{L}(I - A^{od})^{-1} \Delta F_p^{od} \quad (18)$$

여기서

ΔX^o : 해당 지역의 각 산업별 총산출유발효과의 열벡터

ΔV^o : 해당 지역의 각 산업별 총소득(부가가치)유발효과의 열벡터

ΔL^o : 해당 지역의 각 산업별 총취업유발효과의 열벡터

\hat{V} : 산업별 부가가치율(= $\frac{\text{산업별 부가가치}(V_i)}{\text{산업별 총산출액}(X_i)}$)의 대각행렬

\hat{L} : 산업별 취업계수(= $\frac{\text{산업별 취업자수}(E_i)}{\text{산업별 총산출액}(X_i)}$)의 대각행렬⁷⁾

3. 산출변화가 일어나는 당해 산업에 산출제약이 존재하는 경우의 파급효과 계측방법⁸⁾

그런데 파급효과 계측방법을 설명하는 김에 한 가지 사항을 더 언급해두고자 하는 사항이 존재한다. 앞의 설명은 모두 산출변화가 일어나는 산업에 산출제약이 존재하지 않는 경우에 해당한다고 할 수 있다. 사실 다음 장에서 살펴볼 시 산업의 경우처럼 어떤 지역에 유치된 수도권 기업들은 대부분 지사형태이거나 중소기업들이므로 항상 해당산업에의 기업들 진출입에 특별한 제약이 없기 때문에 그러한 방법의 채택은 당연한 것이다.

그렇지만 어떤 지역개발계획에 의해 대규모 생산시설이 들어서는 경우에는 이야기가 달라진다. 예컨대 대규모 항만, 도로, 철도, 공항 건설 등은 물론이고 제철공장이나 화학공장, 또는 자동차공장 등 엄청난 투자가 필요한 생산설비를 새로이 건설하는 경우에는 계획된 생산설비 규모가 미리 정해지고 이를 쉽게 변

6) 이 식들을 사용하는 경우에 금액변수는 모두 어떤 기준연도에 의한 불변가격자료를 사용해야 할 것이다.

7) 이 변수를 사용할 때에는 반드시 예측연도까지의 노동생산성 증가율이 반영되어야 할 것이다.

8) 이 부분의 서술은 배진한(1981)을 주로 참조하였음을 밝혀둔다.

화시킬 수 없는 경우가 된다. 말하지만 해당 산업들에 산출제약들이 존재하게 되는 것이다. 이 경우 이 개발사업들의 경제적 파급효과를 계측하고자 할 때에는 앞 절의 설명과는 좀 다른 방법이 필요하다.

어떤 특정 지역에 대한 대규모 개발계획이 추진된다고 해보자. 그러면 이 지역 개발계획의 내용은 산업별 계획산출액 열벡터로 요약될 수 있다. 여기에서 당연히 계획 비해당 산업에 대한 해당 원소의 값은 0이 되고, 계획 해당 산업의 해당 원소는 각각 그 산업의 연간 계획생산(산출) 규모가 되는 열벡터 ΔX_p 라 하자. 그러면 특정 지역 개발계획이 전국산업의 산출, 소득(부가가치), 일자리창출(고용)에 미치는 총파급효과는 다음과 같이 계측될 수 있다. 이하의 식들에서는 단순화를 위해 원래의 유발계수행렬을 나타내는 상첨자 o 는 제거하고 나타내기로 한다.

$$\text{산출효과} : \Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta F_p^d \quad (19)$$

$$\text{소득효과} : \Delta V = \hat{V}(I - A^d)^{-1} \Delta F_p^d \quad (20)$$

$$\text{고용효과} : \Delta L = \hat{L}(I - A^d)^{-1} \Delta F_p^d \quad (21)$$

여기서

ΔX : 해당 지역의 각 산업별 총산출유발효과의 열벡터

ΔV : 해당 지역의 각 산업별 총부가가치유발효과의 열벡터

ΔL : 해당 지역의 각 산업별 총취업유발효과의 열벡터

$(I - A^d)^{-1}$: 해당지역 지역산업연관표상 비경쟁수입형(지역간) 투입계수행렬로 구한 역행렬계수행렬

이상의 변수들은 모두 산업연관표 상에 이미 나타나 있으므로 별도의 계산이 필요 없지만 문제는 ΔF_p^d 에 있다. 즉 ΔX_p 를 어떻게 ΔF_p^d 로 변환할 것인가? 이 변환과정은 결국 앞에서 살펴본 방법과 유사한 방법으로 이루어진다. 우선

$$(I - A^d)_p^{-1} \Delta F_p^d = \Delta X_p \quad (22)$$

라 놓는다. 이때

ΔF_p^d : 우리가 구하고자 하는 미지의 최종수요 열벡터

ΔX_p : 개발지역의 개발계획 해당 산업별 총계획산출액의 열벡터로서
기지이다.

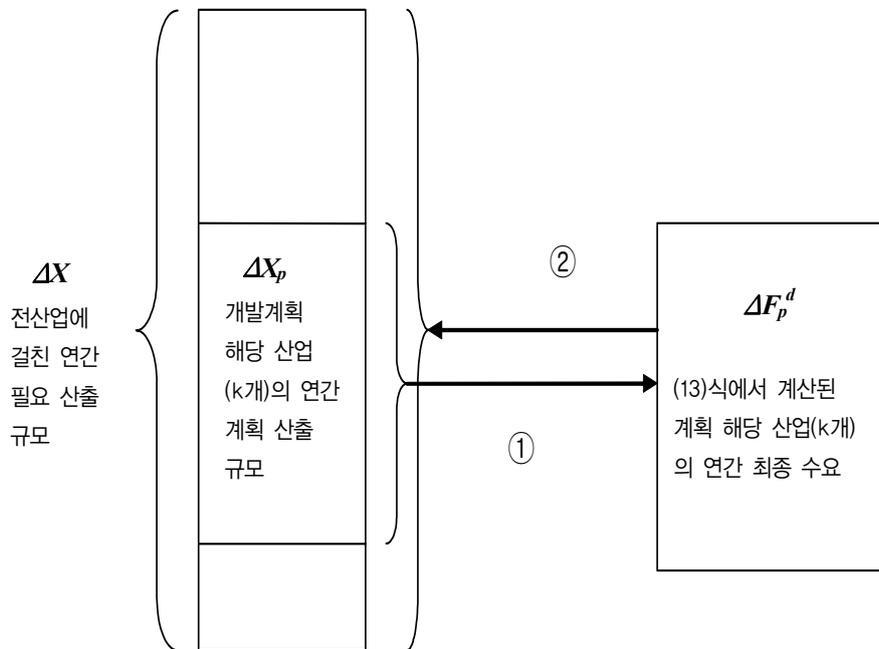
$(I - A^d)_p^{-1}$: 지역의 비경쟁수입형 투입계수행렬의 역행렬계수행렬 $(I - A^d)^{-1}$
에서 개발계획 해당 산업의 역행렬계수들만 선택하여 만든 역행렬계수
행렬이다. 즉 $(I - A^d)^{-1}$ 행렬의 계수 b_{ij} 가 예컨대 60×60 의 행렬로
나타난다고 할 때 예를 들어 35번과 37번 분류의 2개 산업만이 개발계획
해당 산업이라면 $(I - A^d)_p^{-1} = \begin{bmatrix} b_{3535} & b_{3537} \\ b_{3735} & b_{3737} \end{bmatrix}$ 로 정의하는 것이다.
따라서 이때 $(I - A^d)_p^{-1}$ 는 기지의 행렬이 된다.

이리하여 (22)식에서 얻어지는 아래 (23)식으로부터 미지의 열벡터 ΔF_p^d 가
구해질 수 있게 되는데, 이 식의 해는 결국 미지수가 개발계획 해당 산업수(예
컨대 k 개) 만큼 되는 k 원 1차 연립방정식의 해와 같다. 이는 각 산업에서의 계
획산출규모가 동시에 모두 충족되어야 하는 제약조건이 되기 때문이다.

$$\Delta F_p^d = [(I - A^d)_p^{-1}]^{-1} \Delta X_p \quad (23)$$

이때 ΔF_p^d 의 경제적 의미는 다음과 같다. 열벡터 ΔF_p^d 의 각 원소 ΔF_i^d 는 i
산업 산출물에 대한 최종수요를 나타내는데 k 개 개발계획 해당 산업들에서 이
와 같은 최종수요가 추가적으로 발생하면 산업간 연관구조에 따른 직·간접 유
발효과로 k 개 산업들(이때는 물론 k 개 산업들에게만 국한되지 않고, 전산업에
걸친 연쇄적 유발효과가 창출된다)의 산출물이 각각 그 최종수요 충족분 이상으
로 생산되지 않으면 안 된다. 왜냐하면 한 산업의 산출물은 당해 산업 산출물에
대한 최종수요 충족은 물론이고 여타 관련 산업들의 투입물(중간수요)로도 공급
되어야 하기 때문이다. 결국 k 개 개발계획 해당 산업들에 국한시켜 볼 때 ΔF_p^d
의 최종수요는 ΔX_p 의 직·간접 산출효과를 가져오게 되고, 다른 측면에서 볼
때 이 관계는 개발계획 해당 산업들의 건설계획 생산설비는 결코 ΔX_p 이상으
로 생산할 능력이 없으므로 이것이 제약조건으로 작용하여 이 정도의 생산설비
가 완전 가동되도록 하려면 최종수요 ΔF_p^d 가 동시적으로(simultaneously) 얼마
라야 하는가 하는 관계로도 파악할 수 있다. 특히 개발계획 생산설비가 중화학

공업이나 사회간접자본에 치중되어 있을 경우, 이러한 생산설비는 특별한 개발 계획 또는 정부지원 없이는 그 확장이나 신설이 극히 어렵다는 점을 이해하면 위 접근방법은 지극히 합리적인 해법으로 간주될 수 있을 것이다(<그림 1> 참조). 반면 그 외의 경공업 및 농업, 기타 서비스업 등은 소자본, 민간자본으로도 확장 및 신규진입이 가능하므로 이들 부문에서는 유발효과의 온전한 작용이 큰 제약을 받지 않는다고 할 수 있을 것이다.



주 : ① : $\Delta F_p^d = [(I - A^d)_p^{-1}]^{-1} \Delta X_p$

② : $\Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta F_p^d$

<그림 1> ΔX_p^o 와 ΔF_p^{od} 사이의 관계

IV. 경제적 파급효과 계측에의 적용(시산예)

1. 특정 지역 지역산업연관표의 작성

이 장에서는 우리가 앞에서 제안한 새로운 파급효과 계측방법을 특정 지역 기업유치 프로그램의 경제적 파급효과 계측에 적용해보기로 한다. 여기서 특정

지역은 대전지역이며 경제적 파급효과는 대전광역시가 추진하여온 수도권 기업 유치성과의 경제적 파급효과에 관한 것이다. 수도권 이전 사업체들의 생산활동이 초래할 수 있는 대전지역 경제에 대한 파급효과를 계측하기 위해서는 이미 언급한 대로 지역간산업연관표를 이용할 수 있다. 우리의 추정작업에는 한국은행이 편제하여 2008년경에 발표한 2005년 기준의 지역간산업연관표이다. 원래는 16개 광역시도에 대하여 작성된 매우 방대한 표이지만 여기서는 대전광역시의 지역산업연관표를 얻기 위해 다른 지역의 수치들을 모두 ‘대전외 지역계’ 또는 ‘대전외 지역 중간수요계’로 합계하여 합계만 표시하는 방식으로 표를 단순화시켰는데, 그 결과가 <표 2>이다. 표에서 최종수요열들은 생략하였다.

<표 2> 대전지역 지역산업연관표(생산자가격 평가표)(다음 표에 계속) (백만 원)

부문 명칭	대전지역 산업별 중간수요								
	농림수산물	광산품	제조업	전력, 가스 및 수도	건설	도소매	음식점 및 숙박	운수	
대전지역	농림수산물	2,175	0	19,083	0	337	0	956	0
	광산품	0	0	660	0	-218	0	12	-1
	제조업	3,221	4	387,776	681	162,625	2,035	21,374	20,683
	전력, 가스 및 수도	30	3	23,213	6,053	212	1,322	3,576	384
	건설	67	0	3,121	351	308	2,243	1,992	661
	도소매	247	0	31,308	248	9,777	4,880	14,881	3,377
	음식점 및 숙박	0	0	0	0	0	0	0	0
	운수	268	53	122,936	366	19,711	49,908	3,816	7,887
	통신 및 방송	452	0	24,063	367	7,457	105,927	3,232	4,350
	금융 및 보험	1,082	3	58,439	1,349	26,884	34,043	7,094	14,921
	부동산 및 사업서비스	980	8	174,109	2,022	146,406	200,275	63,103	24,180
	공공행정 및 국방	0	0	0	0	0	0	0	11,730
	교육 및 보건	389	0	39,919	472	9,996	13,069	10,742	7,906
	사회 및 기타 서비스	63	1	9,129	58	9,826	2,895	1,009	15,196
	기타	1,944	22	139,816	1,548	41,982	95,031	7,212	26,102
대전외 지역계	23,018	137	4,421,435	36,977	1,555,467	487,774	722,584	550,288	
중간투입계	33,938	231	5,455,008	50,492	1,990,770	999,401	861,585	687,664	
수입투입계	1,960	1	1,875,336	7,146	150,128	60,128	81,115	35,750	
비용자보수	6,034	96	1,288,371	18,899	1,083,207	708,361	280,673	458,563	
영업잉여	50,216	199	835,267	39,403	294,252	878,062	174,495	265,057	
고정자본소모	5,109	38	478,144	26,168	81,391	109,284	24,975	118,934	
순생산세(보조금공제)	1,871	2	1,185,396	-1,532	278,932	13,393	143,865	-40,029	
부가가치계	63,231	334	3,787,178	82,938	1,737,782	1,709,099	624,008	802,526	
총투입액	99,129	566	11,117,522	140,576	3,878,679	2,768,628	1,566,708	1,525,941	

〈표 2〉 대전지역 지역산업연관표(생산자가격 평가표)(앞의 표에서 계속) (백만 원)

부문 명칭	대전지역 산업별 중간수요							대전외 지역 중간 수요계	
	통신 및 방송	금융 및 보험	부동산 및 사업 서비스	공공행정 및 국방	교육 및 보건	사회 및 기타 서비스	기타		
대 전 지 역	농림수산물	0	0	23	296	93	9	1,882	38,825
	광산물	0	0	-1	1	5	0	7	457
	제조업	3,310	2,167	22,223	7,422	11,364	25,691	57,061	5,414,523
	전력, 가스 및 수도	710	1,552	7,941	3,485	6,703	3,219	169	51,060
	건설	3,171	583	87,081	15,274	7,336	1,989	0	87,199
	도소매	5,314	449	3,539	359	2,761	2,851	6,669	1,144,727
	음식점 및 숙박	0	0	0	0	0	0	201,227	317,392
	운수	2,515	11,196	22,376	12,437	16,928	6,356	1,302	691,390
	통신 및 방송	135,082	21,066	86,557	15,881	17,619	10,241	19,357	187,557
	금융 및 보험	7,202	354,170	100,481	17,802	57,208	16,531	1,134	566,496
	부동산 및 사업서비스	72,815	60,943	191,731	39,564	108,687	95,437	995	1,991,519
	공공행정 및 국방	0	0	0	0	0	0	17,262	0
	교육 및 보건	5,293	5,152	20,310	12,820	64,993	5,757	427	131,091
	사회 및 기타 서비스	2,439	1,357	8,285	3,447	9,920	3,243	55,339	73,780
	기타	30,150	36,914	303,600	195,699	168,276	91,354	0	0
	대전외 지역계	305,662	266,665	888,070	166,833	713,955	354,326	720,724	924,553,735
	중간투입계	573,662	762,214	1,742,215	491,321	1,185,850	617,005	1,083,553	935,249,752
	수입투입계	42,660	35,214	89,761	49,081	84,956	19,767	68,949	262,439,170
	피용자보수	239,512	529,301	2,157,841	1,284,894	2,335,174	344,408	0	386,383,066
	영업잉여	136,786	606,946	1,546,349	0	325,272	151,370	0	247,176,309
	고정자본소모	188,667	69,191	692,067	326,382	243,823	61,102	0	114,796,324
	순생산세(보조금공제)	53,745	106,385	436,705	204	7,273	98,964	0	82,876,997
	부가가치계	618,710	1,311,823	4,832,962	1,611,481	2,911,541	655,843	0	831,232,697
	총투입액	1,235,032	2,109,251	6,664,938	2,151,883	4,182,347	1,292,614	1,152,501	2,028,921,619

자료 : 한국은행, ECOS의 산업연관표 중 2005년 지역표에서 작성함.

표는 15개 대분류 산업들과 대전외 지역계의 행과 열을 합하여 16×16 행렬을 이루고 있다. 이 대전지역산업연관표로 투입계수표를 만들 수 있고 앞 절에서 살펴 본 방식으로 이전사업체들의 생산활동으로 가져올 수 있는 산출효과, 소득(부가가치)효과, 그리고 고용효과를 계측해낼 수 있다.

2. 수도권 기업 유치의 산출효과, 소득효과 및 고용효과

우리의 방식에 의한 시산예 기초자료로 최근까지 대전광역시가 추진하여온 수도권 기업 유치활동 성과의 산업별 구성이 배진한·김기희(2011)의 추정에 따라 <표 3>으로 정리될 수 있다고 해보자.

<표 3> 유치 사업체들이 생산하는 산업별 부가가치 및 산출액 구성(2010년 기준)

(개, 명, 백만 원)

구 분	사업체수	종사자수	부가가치	산출액(%)
농업, 임업 및 어업	0	0	0	0
광업	0	0	0	0
제조업	44	732	62,189	290,465 (47.0)
전기, 가스, 증기 및 수도사업	0	0	0	0
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	0	0	0	0
건설업	3	300	16,237	52,242 (8.4)
도매 및 소매업	13	104	3,541	8,048 (1.3)
운수업	1	17	477	1,834 (0.3)
숙박 및 음식점업	0	0	0	0
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	16	678	46,424	108,519 (17.5)
금융 및 보험업	8	702	48,050	86,592 (14.0)
부동산업 및 임대업	0	0	0	0
전문, 과학 및 기술 서비스업	19	558	25,249	49,402 (8.4)
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	2	164	7,421	14,519 (2.5)
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1	43	3,824	5,689 (0.9)
교육 서비스업	0	0	0	0
보건업 및 사회복지 서비스업	0	0	0	0
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1	12	420	831 (0.1)
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	2	10	246	481 (0.1)
합계	110	3,320	214,078	618,624 (100.0)

주 : 2010년 가격기준으로 추정함. 그리고 산업연관표 산업분류와 정합성을 유지하기 위해 11개 산업을 9개 산업으로 조정함.

<표 3>으로부터 이제 앞 절에서 정의한 ΔX_p^o 와 ΔF_p^{od} 를 얻을 수 있는데, 우선 ΔX_p^o 는 <표 3>의 유치기업 산출액열에 해당한다. ΔX_p^o 로부터 구한 ΔF_p^{od} 벡터는 행으로 표현할 때 <표 4>로 나타낼 수 있다.

〈표 4〉 ΔX_p^o 로부터 추정된 ΔF_p^{od} 벡터 (백만 원)

구 분	제조업	건설	도소매	운수	통신·방송	금융·보험	부동산·사업 서비스	공공행정·국방	사회·기타 서비스	합계
산출(ΔX_p^o) (A)	290,465	52,242	8,048	1,834	108,519	86,592	63,921	5,689	1,313	618,624
($I - A^{od}$) ⁻¹ 행렬의 해당 산업 대각원소 b_{pp} (B)	1.039563	1.000708	1.002634	1.006001	1.124960	1.202973	1.033184	1.001453	1.006471	
최종수요(ΔF_p^{od}) (A/B)	279,411	52,205	8,027	1,823	96,465	71,982	61,868	5,681	1,304	578,766

주 : 산출과 최종수요 벡터들은 열벡터들인데 편의상 행으로 나타낸 것이며 유치 사업체가 소속되지 않은 여타의 산업들은 그 원소값이 모두 0이라서 나타낼 필요가 없어 포함시키지 않았음. 그리고 b_{pp} 는 이 표에서 편의상 유효숫자 7자리 숫자까지만 표시하였음.

〈표 5〉 이전 사업체의 생산활동에 의해 유발된 직·간접 유발효과 (2010년 가격 기준, 백만 원)

구 분	각 산업별 직·간접 파급효과(A)										전산업 직·간접 유발효과 합계(B)	유치기업 산출효과 (C)	유발효과 (B-C)
	제조업	건설	도소매	운수	통신·방송	금융·보험	부동산·사업 서비스	공공 행정·국방	사회·기타 서비스				
농림수산물	522	11	1	0	8	4	7	2	0	555	0	555	
광산물	17	-3	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	
제조업	290,465	2,445	40	32	679	277	493	58	36	294,525	290,465	4,060	
전력·가스·수도	656	14	6	1	81	74	86	11	4	932	0	932	
건설	172	52,242	16	2	374	65	841	43	4	53,758	52,242	1,516	
도소매	997	172	8,048	5	532	54	78	7	4	9,897	8,048	1,849	
음식·숙박	761	136	57	7	544	301	529	93	18	2,447	0	2,447	
운수	3,374	325	152	1,834	298	491	250	37	8	6,768	1,834	4,935	
통신·방송	979	186	364	8	108,519	1,054	1,017	61	16	112,205	108,519	3,686	
금융·보험	2,119	520	138	24	944	86,592	1,202	64	23	91,626	86,592	5,034	
부동산·사업 서비스	5,289	2,182	639	36	6,813	2,717	63,921	127	105	81,829	63,921	17,908	
공공행정·국방	88	14	6	15	48	29	47	5,689	2	5,938	5,689	249	
교육·보건	1,137	162	44	10	514	237	219	37	7	2,368	0	2,368	
사회·기타서비스	496	179	28	20	380	150	234	36	1,313	2,837	1,313	1,525	
기타	4,159	742	325	37	3,068	1,705	3,013	532	100	13,680	0	13,680	
대전지역 합계	311,233	59,327	9,865	2,031	122,803	93,751	71,939	6,796	1,637	679,381	618,624	60,757	
대전의 지역계	223,734	42,408	3,555	1,324	56,759	24,255	21,709	1,710	868	376,321	0	376,321	
전국 합계	534,967	101,734	13,420	3,355	179,562	118,006	93,647	8,506	2,506	1,055,702	618,624	437,078	

주 : 표에서 행은 모든 산업이 포괄되었지만 열은 유치 사업체들이 소속된 산업들만 나타내었는데 그것은 유치 사업체가 소속되지 않은 여타의 산업들은 ΔX 가 모두 0이라서 나타낼 필요가 없기 때문임.

<표 5>의 (A)열 9개 산업열은 각각 해당 산업의 최종수요에 의해 유발된 전체산업의 생산유발효과 내역이다. 예컨대 제조업의 경우 최종수요 증가액 279,411백만 원에 의해 생산유발된 산출액이 제조업의 290,465백만 원(당초 유치 제조업사업체들의 산출액에 해당)을 포함하여 전국적으로 총 534,967백만 원에 달함을 보여준다는 것이다. 그리하여 9개 산업 최종수요의 생산유발액 합계가 (B)열인 것이다. <표 5>에 따르면 수도권으로부터의 유치 사업체들이 생산해내는 산출액은 2010년 기준으로 6,186억 원에 이르고 이 산출활동이 파급시키는 직·간접 산출액 합계는 표 B열의 합계인 1조557억 원에 이른다. 그런데 이 산출은 대전지역 내에서 6,794억 원(64.4%), 대전외 지역에서 3,763억 원(35.6%) 이루어지는 것으로 나타난다. 그렇다면 유치 사업체들의 생산활동에 의해 유발되는 순효과는 표의 마지막열 (B-C)로 계산되는 총유발산출액 4,371억 원이고, 이 중 대전지역에 귀착되는 유발효과는 608억 원(13.9%), 대전외 지역 귀착 유발효과는 3,763억 원(86.1%)에 이른다.

결국 계산에 따른다면 유치 사업체들의 대전지역 생산유발효과는 그 사업체들이 직접 생산해 내는 산출액 6,186억 원과 이로부터 유발되는 산출액 중 대전지역 귀착분 608억 원의 합계 6,794억 원 정도라 할 수 있다. 이렇게 된 것은 유발효과의 86.1%가 대전지역외로 이출(移出)되기 때문이다.

그런데 <표 5>의 계산결과는 우리의 새로운 방법과 관련하여 약간의 부연설명을 필요로 한다. <표 6>의 각 산업별 개별 최종수요 벡터 ΔF_{pi}^{od} 는 해당 산업 산출의 경제적 파급효과를 계측하는데 필요한 최종수요 벡터를 나타내고 있다. 이들을 산업별로 각각 <표 2>에서 얻을 수 있는 $(I - A^{od})^{-1}$ 에 뒤곱하기할 경우 <표 5>에서 해당 산업별로 제시된 여타 산업들의 유발산출효과 열을 구할 수 있게 된다. 그런데 이미 언급한 대로 이들 산업별 최종수요 벡터들을 모두 통합(합계)한 최종수요 벡터 ΔF_p^{od} 가 <표 6>의 우측 마지막 열인데, 우리의 방법으로 이 벡터를 바로 $(I - A^{od})^{-1}$ 에 뒤곱하기 하는 경우 역시 <표 5>의 (B)열의 값들을 정확하게 구할 수 있게 해준다. 흥미로운 것은 우리의 방법에 따르면 산업별로 따로 산출유발효과를 계산하거나 모든 산업들을 한꺼번에 산출유발효과를 계산하거나 결과는 동일하게 나타난다는 것이다.

<표 6> 각 산업별 개별 최종수요 벡터와 통합 최종수요 벡터 (2010년 가격 기준, 백만 원)

구 분	각 산업별 개별 최종수요 벡터 (ΔF_{pr}^{od})									통합 최종수요 벡터 (ΔF_p^{od})
	제조업	건설	도소매	운수	통신· 방송	금융· 보험	부동산· 사업서비스	공공 행정· 국방	사회· 기타 서비스	
농림수산물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
광산품	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
제조업	279,411	0	0	0	0	0	0	0	0	279,411
전력·가스·수도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
건설	0	52,205	0	0	0	0	0	0	0	52,205
도소매	0	0	8,027	0	0	0	0	0	0	8,027
음식·숙박	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
운수	0	0	0	1,823	0	0	0	0	0	1,823
통신·방송	0	0	0	0	96,465	0	0	0	0	96,465
금융·보험	0	0	0	0	0	71,982	0	0	0	71,982
부동산·사업서비스	0	0	0	0	0	0	61,868	0	0	61,868
공공행정·국방	0	0	0	0	0	0	0	5,681	0	5,681
교육·보건	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
사회·기타서비스	0	0	0	0	0	0	0	0	1,304	1,304
기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
대전외 지역계	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

한편 <표 7>은 이전 사업체들의 생산활동으로 유발되어 대전지역 내에 귀착되는 소득효과와 일자리창출(고용)효과의 크기를 계측한 결과를 보여주고 있다. 이는 산출벡터에다 산업별 부가가치율 대각행렬 \hat{V} 와 산업별 취업계수 대각행렬 \hat{L} 을 곱하여 구한 것이다. 표에 따르면 2010년 연간 기준으로 2,421억 원의 직·간접소득효과가 발생하고 이중 280억 원 정도는 간접적으로 유발된 소득효과로 나타난다. 유발된 일자리창출효과도 843개에 이르고 있다.

계측결과로부터 발견할 수 있는 한 가지 중요한 사실은 대전광역시 산업구조의 자기완결성이 크게 미흡하여 유발되는 산출효과의 약 86% 정도가 지역외로 이출된다는 점이다.

〈표 7〉 이전 사업체 생산활동의 대전지역내 소득(부가가치)효과와 고용효과

구 분	고용창출(명)			부가가치(백만 원)		
	총효과	직접효과	유발효과	총효과	직접효과	유발효과
농림수산물	56 (1.4)	0	56	289 (0.1)	0	289
광산품	0 (0.0)	0	0	6 (0.0)	0	5
제조업	742 (17.8)	732	10	63,058 (26.1)	62,189	869
전력·가스·수도	1 (0.0)	0	1	216 (0.1)	0	216
건설	309 (7.4)	300	9	16,708 (6.9)	16,237	471
도소매	128 (3.1)	104	24	4,355 (1.8)	3,541	813
음식점·숙박	81 (1.9)	0	81	1,002 (0.4)	0	1,002
운수	63 (1.5)	17	46	1,763 (0.7)	477	1,285
통신·방송	701 (16.8)	678	23	48,001 (19.8)	46,424	1,577
금융·보험	743 (17.8)	702	41	50,843 (21.0)	48,050	2,793
부동산·사업서비스	924 (22.2)	722	202	41,823 (17.3)	32,670	9,153
공공행정·국방	45 (1.1)	43	2	3,991 (1.6)	3,824	167
교육·보건	34 (0.8)	0	34	1,571 (0.6)	0	1,571
사회·기타서비스	52 (1.2)	22	30	1,443 (0.6)	665	778
기타	284 (6.8)	0	284	6,982 (2.9)	0	6,982
대전지역 합계	4,163 (100.0)	3,320	843	242,051 (100.0)	214,078	27,973

V. 결 론

우리는 지금까지 전국경제든 지역경제든 특정 산업의 생산활동이 여타 산업들에게 미치는 경제적 파급효과를 산업연관표를 이용하여 훨씬 용이하게 계측할 수 있도록 해주는 개선된 계측방법에 대하여 고찰하고, 그 시산예도 제시하였다. 그리고 이 개선된 방법이 한국은행(2007)에서 제시한 외생화방법과 동일한 계측결과를 제공한다는 사실에 대한 수학적 증명도 제시하였다.

이 방법이 가진 이점은 첫째, 문제의 특정 산업을 외생화시키기 위해 기존 산업연관표의 투입계수표를 전혀 변형시킬 필요가 없는 방법이다. 따라서 방대한 산업연관표를 변형시켜야 하는 기존의 방법에 비해 계산부담을 크게 감소시키는 방법이라 할 수 있다.

둘째, 이 새로운 방법은 특정한 단일산업 산출의 경제적 파급효과 계측도 가능하게 해주지만 여러 산업들에 걸친 생산활동들의 경제적 파급효과도 동시에

쉽게 계측할 수 있게 해준다는 이점을 가지고 있었다.

셋째, 이 방법은 흔히 그렇듯이 산출제약이 존재할 수 있는 개발도상국들의 기간산업 개발계획들의 경제적 파급효과 계측에도 매우 적절하게 적용가능하다는 점을 보여 주었다.

참 고 문 헌

- 배진한, “지역개발계획 실행의 경제적 파급효과 계측기법에 관한 일 연구”, 『경상논집』, 제3권 제2호, 충남대학교 경영경제연구소, 1981.12.
- 배진한·김기희, 『수도권 이전 기업이 지역경제에 미치는 영향 및 효과 분석』, 대전발전연구원, 2011.
- 심상열·김윤경, “산업연관분석의 중간투입 유발에 대한 해석 연구”, 『경제분석』, 제22권 제3호, 한국은행, 2016.
- 한국은행, 『산업연관분석해설』, 2007.
- Chenery, H.B., “Regional Analysis” in *The Structure and Growth of the Italian Economy*, ed. by H.B. Chenery and P. Clark, pp.97-129, Rome: United States Mutual Security, 1953.
- Chiang, A.C., *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., 1984.
- Gim, H.U. and K. Kim, “The General Relation between Two Different Notions of Direct and Indirect Input Requirements”, *Journal of Macroeconomics*, vol.20(1), 1998, pp.199-208.
- Isard, W., “Interregional and Regional Input-Output Analysis : A Model of Space Economy”, *Review of Economics and Statistics*, vol.33, Nov. 1951, pp.318-328.
- Jeong, K., “The Relation between Two Different Notions of Direct and Indirect Input Requirements”, *Journal of Macroeconomics*, vol.6(4), 1998, pp.473-476.
- Moses, L.N., “The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis”, *The American Economic Review*, vol.45(5), 1955, pp.803-832.
- Sancho, F., “Straightening Out the Concept of Direct and Indirect Input Requirements”, *Economic Bulletin*, vol.32(1), 2012, pp.502-509.

<Abstract>

An Improved Method to Measure the Economic Ripple Effects
of Production Activities by Industry through Using
Input-Output Tables

- With special reference to the method to convert production activities of
some industries into those final demands concerned -

Jin-Han Bai

Professor Emeritus, Department of Economics, Chungnam National University

This paper shows an improved new method to measure much more easily the economic ripple effects of production activities of a certain industry towards all other industries through using input-output tables with the mathematical proof and an example of calculation.

The advantages of this new method are as follows. Firstly, it need not modify at all the ready-made input coefficient table to make the concerned industry an exogenous sector. Secondly, it can help us to calculate very easily the economic ripple effects of production activities in several or many industries all at once and simultaneously. Thirdly, this method can be applied properly to measure the economic ripple effects of a development projects in the key industries or infrastructures with output constraints.

Key Words : Economic Ripple Effects, Interregional Input-Output Table,
Development Projects with Output Constraints, Key Industries

논문접수일 : 2016.11.03.

심사완료일 : 2016.12.07.

게재확정일 : 2016.12.20.

