

# 連鎖效果指標에 관한 考察

李 正 典\*

## <目 次>

- I. 序 言
- II. 連鎖效果指標에 관한 鳥瞰
- III. 產出逆行列에 입각한 前方連鎖效果指標에 대한 再考
- IV. 誘發效果和 前・後方連鎖效果指標
- V. 結 語

## I. 序 言

經濟成長 戰略으로서의 均衡成長論과 不均衡成長論의 현실적 妥當性과 效果性에 焦點을 둔 實證的 研究가 상당히 많이 있음은 주지의 사실이다. 좀 거슬러 올라가 보면 스트리튼[18]이나 올린[15]의 檢證에서는 不均衡成長論에 유리한 歷史的 事例들을 많이 볼 수 있는 반면 휴즈[9]의 研究는 先進諸國들이 대체로 均衡成長過程을 밟아 왔음을 보이고 있다. 이들의 研究가 대체로 歷史的 事例에 입각한 間接적인 檢證들임에 반해 成長의 均衡・不均衡에 관련된 구체적인 指標에 입각한 보다 的욕적이고 直接的인 檢證들도 있다. 예를 들면 체너리와 테일러[4]의 研究에서는 均衡成長論에 비판적인 結果를 얻을 수 있는 반면 오토폴루스와 라우[20]의 檢證은 허쉬만(A.O. Hirschman)의 不均衡成長論에 대하여 회의적인 結果를 제시하고 있으며 디메리와 디메리[6]의 檢證結果는 上記 오토폴루스와 라우의 研究結果에 비판적이다.

너시(R. Nurkse)의 均衡成長論이나 허쉬만의 不均衡成長論 모두 産業間의 相互

\* 서울大學校 環境大學院

依存성에 입각하고 있는 바 이에 대한 구체적인 指標를 이용한 實證的 研究는 그리 많지 않은 것 같은데 요토폴루스와 너전트[21]의 檢證은 아마도 그 첫번째 의욕적인 試圖로 꼽을 수 있을 것이다. 어떤 理論을 검증하기 위해서는 때로는 이를 검증가능한 假說(operational hypothesis)로 각색할 필요성이 있게 되는데 요토폴루스와 너전트(이하 Y-N 研究라고 稱함)에서는 특히 허쉬만의 不均衡成長論을 大略 다음과 같은 단계를 거쳐 가설화하여 檢證을 시도하였다.

- ① 連鎖效果(linkage effect)의 指標 作成,
- ② 허쉬만戰略에의 忠實度指標(Hirschman compliance index),
- ③ 작성 上記忠實度指標와 經濟成長指標와의 相關關係分析.

이러한 단계를 거친 검증결과는 앞서의 요토폴루스와 라우의 검증결과와 비슷하여 허쉬만의 不均衡成長假說이 부정되고 있다. 그러나 Y-N研究는 그 이후 많은 비판의 대상이 되었음은 주지의 사실이다. 그 비판들 중 本稿의 主關心對象은 上記 檢證過程 中 Y-N研究에서 이용한 連鎖效果의 指標에 대한 비판이다.

産業間的 相互依存性 및 連鎖效果에 입각한 檢證에 있어서 가장 중요한 부분은 결국 經濟成長의 중심된 推進力을 제공하는 소위 核心産業(key industry)의 판별이라고 할 수 있는데 核心産業의 基準 자체가 매우 애매모호하기 때문에 連鎖效果에 입각한 檢證은 많은 論難의 여지를 남길 수밖에 없다.

連鎖效果는 결국 産業間的 相互依存性에 입각하는 概念이기 때문에 産業聯關表(I-O table)는 連鎖效果의 指標를 작성하고 核心産業을 선별하는 자연스런 출발점이 되며 또한 그러한 방법이 보편적으로 이용되고 있다. 不均衡成長戰略을 주장한 허쉬만 자신도 産業聯關表에 의거해서 連鎖效果를 설명하였고 Y-N研究의 連鎖效果指標도 産業聯關表에서 작성되었다.

本稿의 目的은 (1) 産業聯關表에 입각한 기존의 많은 連鎖效果指標 中 중요한 몇 가지에 대하여 재음미하여 보고 (2) 그러한 指標들이 유용하다는 전제하에 새로운 擴張된 指標에 대해서 살펴보는 것이다. 첫번째 目的에서는 특히 조운즈[10] 등이 제안한 指標에 대해서 비판적으로 고찰하기로 한다. 기존의 産業聯關表에 입각한 連鎖效果指標들이 소위 開放體系(open I-O system)로부터 산출되기 때문에 所得의 增加가 産業生産에 미치는 소위 「誘發效果(induced effect)」가 무시되고 있다. 따라서 上記 두번째 目的에서는 이러한 誘發效果를 케인즈乘數와 결부하여 기존의 開放體系下에서의 指標와 분리추출함으로써 보다 擴張된 連鎖效果指標를 제시하고자 한다.

## II. 連鎖效果指標에 관한 鳥瞰

허쉬만은 産業間의 相互依存性을 두 가지 側面에서 살펴볼 수 있다고 하였다(허쉬만[7, p.100]). 즉,

1. The input-provision, derived demand, or backward linkage effects, i.e., every non-primary economic activity, will induce attempts to supply through domestic production the inputs needed in that activity.
2. The output-utilization or forward linkage effects, i.e., every activity that does not by its nature cater exclusively to final demands, will induce attempts to utilize its outputs as inputs in some new activities.

이같이 連鎖效果를 前方連鎖效果와 後方連鎖效果로 구분하고 그 운용상의 概念을 명백히 한 것은 허쉬만의 큰 공적이라고 할 수 있다. 체너리와 와타나베[5] 역시 生産構造의 國際比較研究에서 비록 前方連鎖效果와 後方連鎖效果란 用語는 사용하지 않았지만 이에 상응한 두 가지 指標를 제시하였는데 그 첫째는 總生産 中에서 他産業으로부터 구입한 中間投入財(intermediate inputs)의 比率, 그리고 둘째로는 직접적으로 最終需要를 만족시키지 않고 他産業의 中間投入財 需要를 만족시키는 程度이다. 이를 기호로 표시하기 위해서 産業聯關分析에서의 技術係數行列 또는 投入係數行列을  $A$ , 그 元素를  $a_{ij}$ ,  $i$ 産業에서  $j$ 産業에 판매한 中間投入財의 量을  $x_{ij}$ ,  $j$ 産業( $j=1, 2, \dots, n$ )의 總生産量을  $x_j$ ,  $j$ 産業에 대한 總需要를  $z_j$ (보통 産業聯關表에서는  $x_j=z_j$ 임)라고 하면 上記 첫번째 측면에서의 指標  $u_i$ 와 두번째 측면에서의 指標  $w_i$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$u_j = \sum_i^n a_{ij}. \quad (1)$$

$$w_i = \frac{\sum_j^n x_{ij}}{z_i}. \quad (2)$$

체너리와 와타나베는 美國, 日本, 이태리, 노르웨이의 4個國의 産業聯關表로부터  $u_j$ 와  $w_i$ 값을 계산하였는데 그들은 낮은  $u_j$ 값을 보인 産業部門(즉 높은 附加價値率을 보인 部門)을 一次(primary)部門, 낮은  $w_i$ 값을 보인 部門을 最終(final)部門이라고 분류하였다.

허쉬만은 일련의 産業들이 하나씩 단계적으로 設立되는 그의 소위 心中實驗

(mental experiment) 下에서는  $u_i$ 와  $w_i$ 의 값은 각각 後方連鎖效果와 前方連鎖效果를 반영한다고 보았다. 그러나 이 두 指標는 產業聯關分析에서 말하는 소위 直接效果(direct effect)만을 반영할 뿐 間接效果(indirect effect)는 반영하지 못하고 있다는 것이 큰 問題點으로 지적되고 있다.

단지 2개의 產業部門만이 존재하는 단순한 경우(즉  $i, j=1, 2$ )를 예로 들면 첫번째 產業部門의 最終需要 한 單位 增加는 <表 1>에 예시된 바와 같이 第一次的으로 그 두 產業部門에 대한 需要를 각각  $a_{11}$ 單位와  $a_{21}$ 單位 增加시키지만 產業聯關分析의 假定上 이는 다시 두 產業部門에 대한 中間財需要를 각각  $(a_{11}^2 + a_{12}a_{21})$ 單位와  $(a_{11}a_{21} + a_{21}a_{22})$ 單位 增加시키면서 다시 연속적으로 波及效果를 발생시키게 되는데 上記  $u_j$ 는 단지 <表 1>의 第一次 效果만을 반영한다. 그 연속적으로 발생하는 波及效果는 다음과 같은 級數(series)를 형성하는데 이 級數의 總計는 결국 레온티에프 逆行列의 첫번째 列로 요약된다.

$$(I + A + A^2 + A^3 + \dots) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = (I - A)^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

따라서 허쉬만 자신도 前·後方連鎖效果에 대한 보다 正確한 指標는 레온티에프 逆行列에서 구할 수 있다고 인정하였고(허쉬만[7, p. 108]) Y-N研究도 레온티에프 逆行列을 이용해서 連鎖效果의 指標를 산출하였다.

레온티에프 逆行列  $(I - A)^{-1}$ 의 元素를  $r_{ij}$ 라고 표시하면 Y-N研究에서 이용한  $j$ 번째 產業部門의 連鎖效果의 크기  $L_{ij}$ 는 다음과 같이 정의되었다.

$$L_{ij} = \sum_i^n r_{ij}. \quad (3)$$

그런데 묘하게도 Y-N研究는  $L_{ij}$ 가 後方連鎖效果 뿐 아니라 前方連鎖效果도 어느 정도 반영한다고 보아 이를 總連鎖效果指標(total linkage index)라고 하여 前·後方連鎖效果를 분리하여 측정하지 않았다. 그들은  $(I - A)^{-1} = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)$ 의 관계에서  $A$ 를 무한히 乘하는 과정에서 前方連鎖效果도 어느 정도 包含된다고 보았다.

사실 產業聯關表로부터의 連鎖效果計算은 產業聯關表의 2重計算(double counting) 性格上  $A$ 產業의  $B$ 產業에 대한 판매는  $A$ 產業의 前方連鎖效果로 계산되면서 동시에  $B$ 產業의 後方連鎖效果로 계산되기 때문에 二重計算을 피하기 어렵다. 그러나 실제의 因果關係에 있어서는 그 둘중의 하나만이 他產業에 대한 影響으로 작용하였을 것이다.

이같은 二重計算의 여지가 있기는 하지만 허쉬만의 前·後方連鎖效果에 대한 定

義上 Y-N研究에서 이용한 上記  $L_{ij}$ 는 中間財를 이용한 産業에 미친 影響이 아닌 공급측면의 産業에 미친 影響을 반영한다는 의미에서 순진히 後方連鎖效果에 대한 指標로 간주함이 타당하다는 것이 조운즈의 주장이다. 예를 들어 纖維産業의  $L_{ij}$ 가 2.3이었다면 이는 纖維産業에 대한 最終需要 1單位를 충족시키기 위해서는 纖維産業의 1單位 생산량을 包含해서 직접·간접으로 소요되는 中間財의 量이 합계 1.3單位라는 것을 의미할 뿐 同 纖維産業이 生産한 製品이 「前方으로」 어떻게 이용되었는지, 예컨대 수출되었는지, 他産業의 原料로 이용되었는지, 또는 땅속에 묻어버렸는지에 대해서는(즉 前方連鎖效果에 대해서는) 전혀 시사하는 바가 없다. 그런 의미에서 그 2.3이란 숫자는 後方連鎖效果만을 반영한다고 보는 것이 허쉬만의 定義에 보다 충실하다고 볼 수 있다.

〈表 1〉 直接效果와 間接效果의 例示

직접 효과:	간접 효과			
	제 1 차 효과	제 2 차 효과	제 3 차 효과	제 4 차 효과……
과 급 과 정	$\begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \end{pmatrix}$	$a_{11} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \end{pmatrix}$ $a_{21} \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \end{pmatrix}$	$a_{11}^2 \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \end{pmatrix}$ $a_{11}a_{21} \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \end{pmatrix}$ $a_{21}a_{12} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \end{pmatrix}$ $a_{21}a_{22} \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \end{pmatrix}$	.....
합계	$A \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$	$A^2 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$	$A^3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$	.....

그렇다고 하면 上記  $L_{ij}$ 와 별도로 前方連鎖效果에 대한 指標를 작성할 필요성이 있게 되는데 문제는 後方連鎖效果와는 달리 前方連鎖效果는 概念上으로는 명백할지 몰라도 運用상으로는 애매한 점이 많다는 것이다. 우리가 産業間의 相互聯關性을 분석하고 連鎖效果를 측정하는 한 가지 目的이 他産業에의 影響力이 큰 소위 核心部門을 가려내어 이를 중심으로 事前的으로 經濟成長推進力을 극대화하려는 것 즉 허쉬만의 표현으로 「連鎖效果를 극대화」하려는 것이라면 그러한 相互依存性이나 連鎖效果는 단순히 우연한 影響이 아닌 실제적인 確固한 因果關係에 입각한 影響이어야 함은 두말할 필요가 없을 것이다. 대체로 보아 産業活動은 需要에 의하여 유발되고 需要의 변화에 민감하게 반응하기 때문에 需要와 産業活動간의 關係는 비교적 確固한 경제적 因果關係를 갖는다고 볼 수 있으며 따라서 그러한 需要에 입

각하는 後方連鎖效果는 경제적 因果性이 큰 효과라고 할 수 있다. 그러나 本源的 生産要素(primary input)이건 中間的 生産要素이건간에 그러한 生産要素의 供給이 이를 이용하는 産業活動에 미치는 影響의 크기는 後方連鎖效果의 경우처럼 그렇게 비교적 確固한 경제적 因果關係에 입각해서 단정하기 매우 어려운 면이 다분히 있다. 물론 比較優位說이 시사하는 바와 같이 비교적 豊富한 生産要素에 연결되는 産業活動들이 比較優位를 가지고 번창하는 歷史的 事例은 豊富하다. 그러나 특히 産業聯關表에 입각해서 事後的으로 因果關係를 따질 때는 경우가 상당히 달라진다. 예를 들어 A산업이 B산업에 10 단위를 판매하였다고 해서 A산업이 이에 상응한 前方連鎖效果를 B산업에 미쳤다고 단정하기는 어렵다. 더구나 A산업 때문에 B산업이 발생하였다고 말하는 것은 큰 무리다. B산업은 最終需要部門을 包含한 他部門의 後方連鎖效果 때문에 생겼을 수도 있으며 또한 B산업이 이용한 生産요소는 A산업이 아니더라도 수입될 수도 있었을 것이다.<sup>1)</sup>

前方連鎖效果의 애매성에 대하여 후버는 “...여분의 철 한 파운드가 있을 때 이것이 못을 더 생산하는 데 이용될 지 철판을 더 생산하는데 이용될 지 또는 자동차 부속품을 생산하는 데 이용될 지 등은 우리가 알 수 없는 것이다. 따라서 供給增加로 인한 前方連鎖效果와 그 乘數效果는 이론상 타당하나 産業聯關分析上의 生産活動에 의거해서 설명하기는 困難하다.” (후버[8, p. 232])라고 말하고 있다. 따라서 後方連鎖效果의 경우에도 어느 정도 그렇지만 특히 前方連鎖效果의 경우에는 만일 어떤 특정 산업이 없었더라면 이용자측면에서의 산업활동의 발전에 상당한 제약을 주었으리라는 의미에서 어느 정도 「허용될 수 있는(permissive)」 경제적 因果關係까지 包含한 넓은 의미의 因果關係에 입각해서 해석할 필요가 있다.

이러한 확대해석을 분명히 전제하고 있지는 않지만 Y-N研究以後 이에 대한 많은 批判研究들은 이하에서 소개하는 바와 같이 한결 같이 後方連鎖效果와는 별도로 前方連鎖效果의 指標를 제시하고 있다. 그러나 이들 연구보다 훨씬 이전에 덴마크의 經濟學者 라스무센[16]은 비록 前·後方連鎖效果란 用語는 쓰지 않았지만 레온티에프逆行列을 이용한 連鎖效果指標를 제안한 바 있다.

( $n \times n$ ) 레온티에프逆行列의 元素를  $r_{ij}$ 라고 표시하면 前·後方連鎖效果에 대응한 라스무센의 指標  $B_j$ 와  $F_j$ 는 다음과 같이 정의된다.

1) 허쉬만은 前方連鎖效果보다 後方連鎖效果를 더욱 중시하였는데 그에 의하면 순수한 形態의 前方連鎖效果란 있을 수 없고 後方連鎖效果에 부수되어 발생하면서 後方連鎖效果를 더욱 강화시켜 준다는 것이다(허쉬만[7, pp. 116-7]).

$$B_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_i r_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_j \sum_i r_{ij}}, \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

$$F_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_j r_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j r_{ij}}, \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (5)$$

이 두 식의 분母는 産業 전체의 평균  $r_{ij}$ 값으로서 일종의 産業 전체의 平均相互依存度에 대한 指標에 해당한다. 식(3)의  $L_{ij}$ 값은 동일한 産業이라도 나라마다 連鎖效果의 強度나 樣態가 다르기 때문에 나라에 따라 차이가 있게 되므로 國家間 連鎖效果의 比較를 용이하게 하기 위해서 식(4)와 식(5)에서 보는 바와 같이 産業全體의 産業間 平均相互依存度에 對比한 前·後方連鎖效果 指標를 작성할 필요성이 있게 된다. 예를 들면 後進國에 있어서는 대체로 産業間 相互依存度가 先進國에 있어서보다 낮은 편이다. 그래서 라우마스[11]는 國家마다 다른 産業間 平均相互依存度を 충분히 고려하지 않은 채 國家間 連鎖效果를 비교하고 있다는 점에서 Y-N研究는 誤謬를 범하고 있다고 지적하고 있다.

라스무센이 제시한 指標는 産業全體의 相互依存度에 상대적인 것이므로 만일  $B_j > 1$ 이면  $j$ 번째 産業部門의 他産業에의 依存度는 産業全體의 平均보다 큼을 의미한다.  $B_j$ 는  $j$ 産業의 最終需要가 증가했을 때 그 影響力이 경제전체에 어느 정도로 擴散되는가를 나타내기 때문에 라스무센은  $B_j$ 를  $j$ 産業의 擴散力(power of dispersion)指標라고 불렀다. 즉  $B_j$ 는  $j$ 産業의 팽창이 어느 정도로 産業全體의 팽창을 초래하는가를 반영하는 指標라는 것이다.

한편 식(5)에 있어서의 分子는 모든 産業의 最終需要가 한 單位증가했을 때  $i$ 産業의 生産量이 얼마나 증가하여야 하는가를 나타내므로  $F_i > 1$ 이라는 것은 똑같은 最終需要의 増加에 대하여  $i$ 産業은 他産業보다 더 크게 팽창하여야 함을 의미한다. 그래서 라스무센은  $F_i$ 를  $i$ 産業의 擴散感應度(sensitivity of dispersion)라고 불렀다. 즉  $F_i$ 는 다른 모든 産業들이  $i$ 産業에 의존하는 程度를 나타낸다.

이같이 보면 産業投資計劃에 있어서  $B_j$ 나  $F_i$ 값이 낮은 産業보다는 높은 産業에 投資하는 것이 보다 높은 投資效果를 실현할 것으로 생각된다. 그러나 비록 이 指標들이 해당 産業들의 실제 影響力을 정당하게 반영한다고 하더라도 投資計劃을 그 指標들에만 의존하는 것은 바람직하지 못할 수도 있다. 왜냐하면  $B_j$ 와  $F_i$  값은

平均值이므로 極端값의 影響을 받을 수 있기 때문이다. 예컨대  $B_j$ 값은 한두 産業의 극단적으로 높은  $r_{ij}$ 값 때문에 높아질 수도 있으므로  $j$ 産業에 대한 投資의 效果는 그 한두 産業에 집중될 우려가 있다. 따라서 前・後方連鎖效果의 擴散上的 變化程度(measure of variability)를 나타내는 補助指標가 동시에 고려될 필요가 있는데 라스무센은 이를 나타내는 指標  $V_j^B$ 와  $V_i^F$ 를 각각 다음과 같이 정의하였다.

$$V_j^B = \frac{\sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_i (r_{ij} - \frac{1}{n} \sum_i r_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_i r_{ij}}, \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (6)$$

$$V_i^F = \frac{\sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_j (r_{ij} - \frac{1}{n} \sum_j r_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_j r_{ij}}, \quad (i=1, 2, \dots, n). \quad (7)$$

낮은  $V_j^B$ 와  $V_i^F$ 값은 連鎖效果가 다수의 他産業에 비교적 고르게 퍼짐을 의미한다. 바라드와지[1]는 後方連鎖效果에 焦點을 두어 높은 擴散力(a high power of dispersion)과 낮은  $V_j^B$ 값을 가진 部門을 核心部門(key sector)이라고 하였다.

바우처[2]는 체너리와 와타나베가 이용했던 資料로부터  $B_j$ 와  $F_i$ 를 계산하여 이들의 研究結果를 일부 수정함으로써 後方連鎖效果와 별도로 前方連鎖效果指標를 작성할 필요성을 강조한 바 있는데, 엄밀히 말하면 이 두 指標는 허쉬만이 말하는 連鎖效果의 잠재적 重要性(the potential importance of the linkage effect)에 대응한 指標에 불과할 뿐 連鎖效果의 強度(the strength of the linkage effect), 즉 連鎖效果가 실제로 실현될 가능성은 반영하지 못한다고 볼 수 있다.<sup>2)</sup> 예를 들어 비록 B産業은 A産業으로부터 絶對額上 상당액의 商품을 구매하더라도 그 구매액이 A産業 總生産額의 극히 一部에 불과하다고 하면 실제 실현될 수 있는 B産業의 A産業에 대한 後方連鎖效果는 매우 미약할 수도 있다. 이 경우  $B_j$ 는 실제 後方連鎖效果에 대한 過大評價指標가 될 것이다. 반대로 農業國家의 경우 農業部門의 肥料産業에 대한 後方連鎖效果는 높은 실현가능성을 가지기 때문에 이 경우의  $B_j$ 는 실제 後方連鎖效果를 비교적 충실히 반영한다고 볼 수 있다. 이것이 의미하는 것은 後方連鎖效果의 指標를 작성할 때 식(4)에서처럼  $r_{ij}$ 를 단순평균할 것이 아니라 加重平均할 필요가 있다는 것이다. 예컨대 다음과 같은 加重平均을 생각해 볼 수 있다.

2) 허쉬만은 連鎖效果의 잠재적 중요성을 影響받는 産業들의 純生産量(net output)으로 표현하였다(허쉬만[7, p. 100]).



$$\hat{B}_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_i^n w_{ij} r_{ij}}{\frac{1}{n_2} \sum_j^n \sum_i^n w_{ij} r_{ij}}. \quad (8)$$

여기서  $w_{ij}$ 는 加重值(weight)로서 이 加重值를 정하는 방법에는 여러가지가 있을 수 있는데 맥길버리[12]는 허쉬만의 確率加重值(probability weight)를 제시하고 있다. 즉  $j$ 産業의 中間財所要量  $y_1, y_2, \dots, y_n$ 과 이를 생산공급하는 産業들의 最低經濟的 生産規模(minimum economic size)  $a_1, a_2, \dots, a_n$ 와의 比率를  $w_{ij}$ 로 잡는 방법이다.

前方連鎖效果의 경우에도 똑같은 加重值의 문제가 발생한다. 예컨대  $i$ 産業의 衛星産業(satellite industry)에 대한 影響力은 대단히 높고 실현가능성을 수반하는 반면 非衛星産業에 대한 影響力은 매우 미약할 수도 있다. 그러나 앞에서 언급한 經濟的 因果關係와 결부하여 볼 때 허쉬만도 인정한 바와같이 前方連鎖效果의 경우에는 實現可能性을 반영하는 加重值를 정하기가 매우 어렵다.

보다 구체적으로 식(5)의  $F_i$ 는 결국 모든 産業의 最終需要가 균일하게 1單位씩 증가함을 전제하는 셈인데 이는 결국 모든 産業이 동일한 比重을 가진다고 보는 것이다. 예를 들면 조운즈[10]의 연구에 의하면 우리나라의 쌀농사 部門은 總生産量의 14%도 못되는 적은 量을 中間財로 他産業部門에 판매하는 것으로 나타났는데 이 정도로는 쌀농사部門이 높은 前方連鎖效果를 미친다고 볼 수 없음은 분명하다. 그럼에도 불구하고 340部門模型의 레온티에프逆行列에서는 쌀농사部門의 行合(row sum)은 그 값이 전체 산업중 7번째로 큰 것으로 나타났다. 그 원인은 上記 14%가 소수의 零細産業의 生産要素에서 매우 큰 比重을 차지하는데 식(5)의 行合을 구할 때는 零細産業이나 大規模産業이나 똑같은 比重을 두기 때문이다. 이러한 문제 때문에 라스무센은 다음과 같이 각 産業의 最終需要가 産業全體의 最終需要에서 차지하는 比重을 加重值로 한 수정된 前方連鎖效果指標  $\hat{F}_i$ 를 제안하였다.

$$\hat{F}_i = \frac{\sum_j^n r_{ij}(f_j/f_i)}{\frac{1}{n} \sum_i^n \sum_j^n r_{ij}(f_j/f_i)}. \quad (9)$$

단,  $f_j$ 는  $j$ 번째 産業의 最終需要이고,  $f_i = \sum_j^n f_j$ 이다.<sup>3)</sup>

3) 조운즈는 그의 論文에서 라스무센의  $\hat{F}_i$ 에 대한 公式의 인용에서 分母를

라우마스[11]는 식(9)의  $\hat{F}_i$ 를 印度, 이태리, 日本, 노르웨이, 美國의 産業聯關表로부터 계산해본 결과 加重値適用與否가 상당한 차이를 발생시킴을 발견하고, 그러한 加重値의 適用은 Y-N研究의 結果를 바꾸었으리라고 주장하였다. 그는 또한 後方連鎖效果의 指標  $B_j$ 에 대해서도 똑같은 加重値를 적용할 수 있다고 하였다.

그러나 조운즈가 지적한 바와 같이 식(9)에서  $\sum_j r_{ij} f_j$ 는 결국 주어진 最終需要를 충족시키기 위한  $i$ 産業의 總生産量이므로 식(9)는 다음과 같이 말로 풀이할 수 있다.<sup>4)</sup>

$$\hat{F}_i = \frac{i\text{産業의 總生産量}}{\text{常數}} \quad (10)$$

여기서의 常數란 모든 産業에 똑같은 크기로 적용된다는 의미에서의 常數이다. 이와 같이 풀이하고 보면  $\hat{F}_i$ 란 결국 허쉬만의 前方連鎖效果에 대한 定義와 거리가 먼 概念이 되어버리고 만다.

이러한 이상한 결과를 피하기 위해서 다른 방법으로 加重値를 정할 수도 있으나 라우마스의 말대로 어떠한 加重値를 적용하더라도 어차피 어느 정도의 임의성을 배제할 수 없기 때문에 비판의 여지를 남기기 마련이다.

따라서 조운즈는 허쉬만의 定義에 보다 부합하는 前方連鎖效果의 指標를 구하기 위해서는 後方連鎖效果指標를 구할 때와는 다른 방법을 이용해야 한다고 주장하고 있다. 그 방법으로서 그는 소위 產出逆行列(output inverse)에 입각한 前方連鎖效果指標를 제시하였다. 產出逆行列에 대응하여 종래의 레온티에프逆行列  $(I-A)^{-1}$ 을 그는 投入逆行列(input inverse)라고 불렀는데 통상 말하는 레온티에프逆行列에서는 最終需要가 外生變數로 취급됨에 반해서 產出逆行列에서는 附加價值 벡터  $V' = (V_1, V_2, \dots, V_n)$ 가 外生變數로 취급된다. 즉 다음과 같은 一般均衡을 가정한다.

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{11} + x_{21} + \dots + x_{n1} + V_1, \\ x_2 &= x_{12} + x_{22} + \dots + x_{n2} + V_2, \\ &\vdots \\ x_n &= x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{nn} + V_n. \end{aligned} \quad (11)$$

통상의 投入—產出分析에서는 中間財投入量이 生産量과 線形關係를 가지는 生産函數를 가정함에 반하여 上記 方程式體系模型에서는  $i$ 産業( $i=1, 2, \dots, n$ )이  $j$ 産業에

$$\frac{1}{n} \sum_j (\sum_i r_{ij} f_j / \sum_i r_{ij} f_j)$$

로 표기하였는데 이는 原典을 잘못 인용한 것 같다.

- 4) 조운즈는  $\hat{F}_i$ 를 다음과 같이 식(10)과 다르게 풀이하고 있는데 이는 잘못 풀이한 것 같다.

$$\hat{F}_i = \frac{i\text{産業의 中間財 總販賣量}}{\text{常數}}.$$

판매하는 量  $x_{ij}$ 는  $i$ 産業의 生産量  $x_i$ 의 一定比率이라고 가정하게 된다. 그 比率을  $b_{ij}$ 라고 하면  $x_{ij}=b_{ij}x_i$ 가 성립하며 이를 위의 方程式體系에 대입하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

$$\begin{aligned}x_1 &= b_{11}x_1 + b_{21}x_2 + \cdots + b_{n1}x_n + V_1, \\x_2 &= b_{12}x_1 + b_{22}x_2 + \cdots + b_{n2}x_n + V_2, \\&\vdots \\x_n &= b_{1n}x_1 + b_{2n}x_2 + \cdots + b_{nn}x_n + V_n.\end{aligned}\tag{12}$$

여기서 產出係數行列  $B$ 를

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{pmatrix}$$

로 정의하면 식(12)의 方程式體系는 간략하게

$$x' = x'B + V'$$

로 요약된다. 여기서 附加價值벡터  $V$ 를 外生變數로 놓으면  $x$ 에 대한 解는 다음과 같이 구해진다.

$$x' = V'(I - B)^{-1}.\tag{13}$$

식(13)에서의 逆行列  $(I - B)^{-1}$ 가 조운즈가 말하는 產出逆行列이다. 이 產出逆行列의 各行에 있는 숫자, 예컨대  $i$ 번째 行의 숫자는  $i$ 번째 産業의 生産이 증가할 때 (正確하게는  $i$ 번째 産業의 附加價值가 한 單位 증가할 때) 그 증가된 生産量이 궁극적으로(직접·간접적으로) 각 産業에 얼마 만큼씩 배분될 것인가를 나타낸다. 따라서  $i$ 번째 行의 行sum은  $i$ 産業의 生産量이 증가했을 때 이를 충분히 이용하기 위해서는 전체 産業의 生産량이 얼마나 증가하여야 할 것인가를 나타내는데 基礎産業일수록 그 産業의 生産품이 다른 産業에서 이용되는 정도가 클 것이므로 그 産業에 해당하는 行의 行sum은 커질 것이다. 따라서 產出逆行列의 行sum은 허쉬만의 前方連鎖效果에 대한 定義에 보다 합당한 指標라고 조운즈는 주장하고 있다.

식(4)와 식(5)의 指標처럼 連鎖效果의 國際比較를 용이하게 하기 위해서 다음과 같이 正規化(normalize)된 前方連鎖效果指標를 생각할 수 있다.<sup>5)</sup>

$$F_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_j t_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j t_{ij}}.\tag{14}$$

5) 발머-토마스[3]에서 인용

여기서  $t_{ij}$ 는  $(I-B)^{-1}$ 의 元素이다. 이와 같이 前方連鎖效果指標를 產出逆行列에서 산출하면 조운즈가 식(5)와 식(9)에 대해서 지적한 加重值의 문제는 일단 해소된다고 볼 수 있다.<sup>6)</sup>

조운즈나 발머-토마스[3]는 이 前方連鎖效果 指標를 설명하면서 그러한 前方連鎖效果가 반영하는 影響의 波及過程에 대해서는 구체적인 언급이 없는데<sup>7)</sup> 產出逆行列에 입각한 前方連鎖效果의 성격을 보다 明確하게 하기 위해서 參考로 그 波及過程을 2개 產業部門만이 존재하는 간단한 경우를 例로서 살펴보면 <表 2>와 같다. 우선 유의할 것은 產出逆行列을 유도한 식(11)의 方程式體系에서는 附加價值 또는 中間財投入量  $x_{ij}$ 의 증가는 동일한 量의 생산량증가를 의미한다는 것이다.<sup>8)</sup> 예컨대  $x_{21}$  한단위 증가는  $x_1$ 의 한단위 증가를 의미한다.

지금 첫번째 산업의 附加價值가 한 단위 증가한다고 하면 이를 위해서는 첫번째 산업의 생산량도 1단위 증가해야 하며 一定比率配分の 假定上 그 한 단위는 첫번째 산업과 두번째 산업에 각각  $b_{11}, b_{12}$ 만큼씩 배분될 것인 바 이 配分이 <表 2>의 第一次 波及效果에 해당한다. 이 두 산업의 생산량은 각각  $b_{11}, b_{12}$ 만큼씩 증가될 것이며  $b_{11}$ 은 다시 그 두 산업에  $b_{11}(b_{11}, b_{12})$ , 즉  $b_{11}^2$ 과  $b_{11}b_{12}$ 의 比率로 配分되고  $b_{12}$  역시  $b_{12}(b_{21}, b_{22})$ , 즉  $b_{12}b_{21}$ 과  $b_{12}b_{22}$ 의 比率로 배분되어 결국 第一次 波及效果로 因해서 그 두 산업에 配分되는 量은  $(b_{11}^2 + b_{12}b_{21})$ 과  $(b_{11}b_{12} + b_{12}b_{22})$ 의 比率를 보일 것인 바 이것이 第二次 波及效果에 해당한다. 각 산업에 배분된 量이 이같이 증가하였으므로 각 산업의 생산량 역시 각각  $(b_{11}^2 + b_{12}b_{21})$ 과  $(b_{11}b_{12} + b_{12}b_{22})$ 만큼씩 증가할 것이다. 다시 B行列의 比率에 따라 첫번째 산업의 증가된 생산량은  $(b_{11}^2 + b_{12}b_{21})(b_{11}, b_{12})$ , 즉  $(b_{11}^3 + b_{11}b_{12}b_{21})$ 과  $(b_{11}^2b_{12} + b_{12}^2b_{21})$ 의 비율로, 두번째 산업의 증가된 생산량은  $(b_{11}b_{12} + b_{12}b_{22})(b_{21}, b_{22})$ , 즉  $(b_{11}b_{12}b_{21} + b_{12}b_{21}b_{22})$ 과  $(b_{11}b_{12}b_{22} + b_{12}b_{22}^2)$ 의 비율로 각각 그 두 산업에 배분될 것인 바 이를 합친 것이 第三次 波及效果에 해당한다. 이같은 과정이 반복되어 결국 <表 2>의 右端에 제시된 級數를 형성한다.

6) 발머-토마스를 인용하면  $F_j$ 의 變化程度를 나타내는 指標  $V'$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$V' = \sqrt{\frac{\frac{1}{(n-1)} \sum_j (t_{ij} - \frac{1}{n} \sum_j t_{ij})^2}{\frac{1}{n} \sum_j t_{ij}}}$$

7) 발머-토마스는  $(I+B+B^2+B^3+\dots)$ 의 級數와 연결해서 간략히 언급하고 있다.

8) 여기서의 「量」이란 金額으로 표시한 量으로 해석함이 正確할 것이다. 왜냐하면 식(11)에서  $x_{ij}$ 는 동일한 測定單位로 표시됨을 전제하는데 그 공통 測定單位는 보통 貨幣이기 때문이다.

〈表 2〉前方連鎖效果의 波及過程 例示

		과 급 과 정	합 계
직접효과: 第一次效果		$(b_{11} \ b_{12})$	$e_1' \ B$
간	第 2 次效果	$b_{11}(b_{11} \ b_{12})$ $b_{12}(b_{21} \ b_{22})$	$e_1' \ B^2$
접	第 3 次效果	$b_{11}^2(b_{11} \ b_{12})$ $b_{11}b_{12}(b_{21} \ b_{22})$ $b_{12}b_{21}(b_{11} \ b_{12})$ $b_{12}b_{22}(b_{21} \ b_{22})$	$e_1' \ B^3$
효	⋮	⋮                      ⋮                      ⋮                      ⋮	⋮
과	⋮	⋮                      ⋮                      ⋮                      ⋮	⋮

註:  $e_1' = (1, 0)$ .

$$e_1' + e_1' B + e_1' B^2 + e_1' B^3 + \cdots = e_1' (I + B + B^2 + B^3 + \cdots)$$

$$= e_1' (I - B)^{-1}.$$

즉 첫번째 산업의 생산량이 1단위 증가됨으로 인한 波及效果는 產出逆行列의 첫 번째 行에 요약된다.

### III. 產出逆行列에 입각한 前方連鎖效果指標에 대한 再考

이상에서 간략히 살펴본 바로는 產出逆行列로부터 정의된 前方連鎖效果指標는 종래의 레온티에프逆行列에 입각한 식(5)의 前方連鎖效果指標  $F_i$ 와는 그 성질을 전혀 달리하며  $F_i$ 의 變形인 식(9)의  $\hat{F}_i$ 에 내재한 加重值問題와는 무관한 전혀 새로운 指標인 것처럼 보인다. 그러나 以下에서 설명되겠지만 조운즈와 발머-토마스가 제시한 產出逆行列로부터의 前方連鎖效果指標는 종래의 前方連鎖效果指標인  $F_i$ 나  $\hat{F}_i$ 와 기본적으로 별차이가 없는 일종의 變形에 불과하며 굳이 번거롭게 새로운 行列인 產出係數行列과 그 逆行列에 의거함이 없이 종래의 레온티에프逆行列로부터 직접 쉽게 산출할 수 있는 指標이다. 종래의 指標와의 차이란 단지 加重值일 뿐이다. 다시 말하면 그들이 제시한 指標는 결과적으로 보면 그 나름대로의 加重值를 전제하고 있다는 것이다.

우선 유의할 것은 A行列이나 B行列의 係數는 이미 계산되어 주어진 產業間의 去來量  $x_{ij}$ 와 각 產業의 生産量  $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ 로부터 구해진다는 것이다. 投入—產出分析의 假定上 그리고 B行列을 구할 때의 假定上 投入係數  $a_{ij}$ 와 產出係數  $b_{ij}$ (즉 B行列의 元素)는 각각 다음과 같이 정의된다.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}, \quad b_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i}.$$

따라서  $a_{ij}$ 와  $b_{ij}$ 간에는 다음과 같은 관계가 成立한다.

$$b_{ij} = a_{ij} \frac{x_j}{x_i}.$$

$x_i$ 의 對角行列(diagonal matrix) 즉

$$\begin{pmatrix} x_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & x_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & x_n \end{pmatrix}$$

를  $\bar{x}$ 로 표시하고 冑식을  $B$ 行列의 各 係數에 代入하면  $(I-B)$ 는

$$(I-B) = \bar{x}^{-1}(I-A)\bar{x}$$

로 되며 따라서 產出逆行列  $(I-B)^{-1}$ 와 레온티에프逆行列  $(I-A)^{-1}$  사이에는 다음 관계가 成立한다.

$$(I-B)^{-1} = \bar{x}^{-1}(I-A)^{-1}\bar{x}. \quad (15)$$

이를 利用하면 產出逆行列의  $i$ 번째 行의 行合을 종래의 레온티에프逆行列의 元素  $r_{ij}$ 로 표시할 수 있다(부록 參照).

$$\sum_j^n t_{ij} = (0, 0, \dots, \frac{1}{x_i}, 0, \dots, 0)(I-A)^{-1} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$= \sum_j^n r_{ij}(x_j/x_i).$$

즉 조운즈가 제시한 前方連鎖效果指標는 결국 산업간의 產出量比率을 加重值로 한 레온티에프逆行列의 行合과 동일함을 보이고 있다. 식(14)의 指標 역시 다음과 같이 표시된다.

$$F_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_j^n r_{ij}(x_j/x_i)}{\frac{1}{n^2} \sum_i^n \sum_j^n r_{ij}(x_j/x_i)}. \quad (17)$$

그러므로 만일 조운즈와 발머-토마스가 제시한 產出逆行列로부터의 前方連鎖效果指標의 妥當性이 인정된다면 그 指標를, 굳이 새롭게  $B$ 行列을 작성하고 다시 產出逆行列  $(I-B)^{-1}$ 을 산출하는 번거롭고 때로는 방대한 계산을 要하는 과정을 거칠 필요없이 직접 이미 알려진 레온티에프逆行列을 이용해서 보다 손쉽게 동일한 前

方連鎖效果를 계산할 수 있다. 前節에서 지적한 바, 産業聯關表는 그 概念上 連鎖效果의 측면에서 보면, 어떤 두 산업간의 去來는 한번은 後方連鎖效果로 계산되고 또 한번은 前方連鎖效果로 二重計算되기 때문에 産業 전체의 總後方連鎖效果和 總前方連鎖效果는 같아지리라는 것을 쉽게 추측할 수 있는데 이는 식(15)에서 명백해진다. 즉 식(15)의 양변에 승벡터  $s'=(1, 1, \dots, 1)$ 와 產出量벡터  $x'=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 을 곱해주고 정리하면<sup>9)</sup>

$$\sum_i x_i (\sum_j t_{ij}) = \sum_j x_j (\sum_i r_{ij}).$$

等號의 左邊은 產出逆行列의 行合으로 정의된 前方連鎖效果를 각 산업의 생산량을 加重值로 하여 合算한 것이고, 右邊은 통상 레온티에프逆行列의 列合(column sum)으로 정의된 後方連鎖效果를 각 산업의 생산량을 加重值로 하여 合算한 값이다.<sup>10)</sup> 조운즈는 이값을 산업 전체의 相互依存度指標라고 보았는데 이렇게 보면 產出逆行列로부터 정의된 前方連鎖效果指標는 그 계산과정은 어쨌든 종래의 後方連鎖效果指標와 正確하게 대응되면서 指標로서의 실득력을 가진다.

앞에서 前方連鎖效果의 指標를 굳이 產出逆行列을 이용해서 계산할 필요가 없음을 강조하였는데 이와 결부해서 產出逆行列로부터의 前方連鎖效果 計算이 갖는 또 하나의 문제점은 소위 「誘發效果(induced effect)」, 즉 所得의 變動이 最終需要의 變動을 통해서 産業活動에 미치는 效果를 다루기 거북하다는 것이다. 물론 前節에서 살펴본 기존의 前·後方連鎖效果指標들은 한결같이 그러한 誘發效果를 고려하지 않은 소위 開放體系模型(open-system model)에서의 指標이기는 하지만 同 指標들이 전제하는 投入—產出模型은 最終需要를 外生變數로 취급하고 있는 탓으로 最終需要의 一部를 內生化하여 誘發效果를 다룰 수 있는 體制로 쉽게 擴張할 수 있고, 그러한 소위 部分的 閉鎖體系模型(closed system model)은 많이 알려져 있다.

그러나 產出逆行列을 산출한 식(11)과 식(12)의 方程式體系는 附加價値를 外生變數로 취급하고 있는 관계상 誘發效果를 다룰 수 있는 體系로 擴張하기 어려운 면이 있다. 대체로 보면 附加價値를 순전히 外生變數로 간주하기 보다는 附加價値率을 가정하여 生産量에 비례하는 관계로 취급하는 것이 보다 경제적인 의미를 제공하는 경우가 많다. 만일 이같이 附加價値를 政策的 變數가 아닌 종속적인 指標의 일종으로 취급하게 되면 식(11)과 식(12)는 완전히 閉鎖體系模型이 되어 產出逆行列 자체도 정의하기 困難하게 된다. 이렇게 보면 최소한 前方連鎖效果指標의 작성

9)  $x'(I-B)^{-1}s = x'x^{-1}(I-A)^{-1}xs = s'(I-A)^{-1}x.$

10) 조운즈는 다른 방법으로 이를 증명하였다.

에 관한 限 產出逆行列의 有用性은 前方連鎖效果의 經濟的 意味을 다소 분명히 하는 정도에 국한된다고 하겠다.

#### IV. 誘發效果와 前・後方連鎖效果指標

前節에서 시사한 바 특히 所得의 變化가 產業活動에 미치는 誘發效果를 반영하는 擴張된 前方連鎖效果指標는 통상의 레온티에프 逆行列에 입각한 식(16)과 식(17)의 公式을 이용하는 것이 보다 간명하고 직접적이다. 이 두 公式을 이용하기 위해서는 식(16)의 레온티에프 逆行列에 대응한 擴張된 레온티에프 逆行列(즉 誘發效果를 반영한 레온티에프 逆行列)을 구하는 것이 核心的인 과제가 된다. 그러한 擴張된 레온티에프 逆行列은 여러 가지 방법으로 작성될 수 있겠으나 흔히 볼 수 있는 한 가지 방법은 最終需要部門 중에서 家計部門을 內生化시키는 것이다.<sup>11)</sup> 또 다른 한 가지 方法은 消費函數를 開放體系模型에 접합시켜 所得을 內生變數로 취급하는 것이다. 이 두번째 方法은 케인즈乘數와 연결되어 誘發效果의 經濟的 解析을 용이하게 하기 때문에 여기서는 이 方法을 택하기로 한다.

우선 새로운 變數와 係數를 다음과 같이 정의하기로 한다.

$y$  = 所得水準,

$v' = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  = 附加價値率벡터,

$c' = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  = 각 산업의 生産品에 대한 限界消費性向벡터,

$c^* = \sum_i c_i$  = 限界消費性向,

$\bar{w}$  = 最終需要部門의 本源的 生産要素에 대한 支出,

$\bar{f}$  = 自生的(autonomous) 最終需要벡터,

$k = \frac{1}{1-c^*}$  = 케인즈乘數.

미야차와[13]는 投入-產出分析模型에 연결시킬 消費函數를  $f = \bar{f} + cy$ 로 정의하였는데 이를 開放體系模型  $(I-A)x = f$ 에 대입하여 部分的 閉鎖體系模型을 만들어 보면 다음과 같다.

$$(I-A)x - cy = \bar{f}. \quad (18)$$

$$-v'x + y = \bar{w}. \quad (19)$$

식(19)가 의미하는 것은 所得은 經濟 各 部門의 本源的 生産要素(primary re-

11) 이에 대해서는 차우수양 양[19, pp. 64-73], 후버[8, pp. 236-40] 등을 참조.



sources)에 대한 支出의 合計라는 것이다.

同 部分的 閉鎖體系模型의 擴張된 레온티에프行列을  $Q$ 로 표시하면

$$Q = \left( \begin{array}{c|c} (I-A) & -c \\ \hline -v' & 1 \end{array} \right).$$

$\bar{f}$ 와  $\bar{w}$ 의 값이 주어지면 이에 대한  $x$ 와  $y$ 의 解는

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = Q^{-1} \begin{pmatrix} \bar{f} \\ \bar{w} \end{pmatrix} \quad (20)$$

으로부터 求해될 수 있다.

이와 같이 擴張된 模型에서의 解를 구하기 위해서는 擴張된 레온티에프行列  $Q$ 를 작성하고 그 逆行列을 별도로 계산해야 하는 부담이 추가된다.

여하튼  $Q^{-1}$ 을 계산해본 결과가 다음과 같다고 가정해본다.

$$Q^{-1} = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix}.$$

여기서  $M_{11}$ 은  $(n \times n)$ 行列이며 편의상  $\bar{w}=0$ 라고 하면 결국  $x$ 에 대한 解는

$$x = M_{11}\bar{f}$$

로부터 求해진다. 이  $M_{11}$ 이 開放體系模型에서의 逆行列  $(I-A)^{-1}$ 에 대응한 部分的 閉鎖體系模型에서의 逆行列이 되므로 誘發效果를 包含한 前方連鎖效果指標 즉 閉鎖體系模型에서의 前方連鎖效果指標는 식(16)과 식(17)의  $r_{ij}$ 자리에  $M_{11}$ 의 元素  $m_{ij}$ 를 대입한 것에 불과하다.

그러나 이와 같이 擴張된 레온티에프逆行列  $Q^{-1}$ 을 직접 계산해서 前方連鎖效果를 산출하면 誘發效果和 誘發效果가 아닌 非誘發效果(開放體系模型에서의 前方連鎖效果)가 混合되어 버리기 때문에 誘發效果의 經濟의 性格을 설명할 수 없게 된다. 단지 誘發效果를 반영한 指標과 반영하지 않은 指標사이의 값의 차이만을 알 수 있을 뿐이다.

前節에서 살펴본 開放體系模型下에서의 前方連鎖效果和 분리해서 별도로 誘發效果指標를 구하기 위해서 擴張된 레온티에프逆行列  $Q^{-1}$ 을 分割(partitioning)方法(또는 기타의 方法)으로 풀고 정리하여 이를 식(20)에 대입하면  $x$ 에 대한 解는 다음과 같다.<sup>12)</sup>

12) 구체적으로 分割(partitioning)方法에 의한 解法에 대해서는 노블과 다니엘[14, p.28] 참조. 직접 消費函數를 이용하여 解를 구하는 方法에 대해서는 李正典과 미라노우스키[17] 참조. 참고로  $\bar{w} \neq 0$ 일 때의  $x$ 에 대한 解는 다음과 같다.

$$x = [(I-A)^{-1} + k(I-A)^{-1}cs'](f + \bar{w}c).$$

그러나  $\bar{w}$ 는 별도의 外生變數이므로 편의상  $\bar{w}=0$ 을 가정한다.

$$x = [(I - A)^{-1} + k(I - A)^{-1}cs']f. \quad (21)$$

여기서  $s' = (1, 1, \dots, 1)$  즉 합 벡터(sum vector)이다. 식(21)에서 開放體系模型에서의 레온티에프逆行列  $(I - A)^{-1}$ 에 대응한 本節의 閉鎖體系模型에서의 레온티에프逆行列(즉 誘發效果를 반영한 레온티에프逆行列)은

$$[(I - A)^{-1} + k(I - A)^{-1}cs']$$

임을 알 수 있다.

이 새로운 逆行列을 식(3)에 적용하면 레온티에프逆行列의 列sum으로 정의된  $j$ 産業( $j=1, 2, \dots, n$ )의 後方連鎖效果指標은 다음과 같이 변형된다.

$$B_j^c = \sum_i r_{ij} + k \sum_j \sum_i r_{ij} c_j \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (22)$$

이 식(22)와 식(3)을 비교하여 보면 식(22)等號 右邊의 첫부분인  $\sum_i r_{ij}$ 는 바로 開放體系模型에서의 後方連鎖效果指標인  $L_{ij}$ 이고 단지 두번째 部分이 새로 첨가된 部分인데 이 部分이 순전히 所得의 增加로 인한「誘發된」後方連鎖效果에 해당한다. 이에 대해서는 다음과 같이 설명할 수 있을 것이다. 지금  $j$ 産業에 대한 最終需要가 1單位 증가하였다고 가정한다.  $j$ 産業의 生産은 1단위 증가할 것이며 따라서 所得이 1단위 발생한다. 所得이 발생하였으므로 각 산업의 제품에 대한 消費가  $c' = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  만큼씩 증가할 것이며 이를 충족시키기 위해서는 각 산업의 生産이  $(I - A)^{-1}c$  만큼씩 증가하여야 한다. 이는 곧 所得이  $s'(I - A)^{-1}c = \sum_i \sum_j r_{ij} c_j$ 만큼 증가함을 의미하는데 이것이 第一次 誘發效果에 해당한다. 일단 所得이 이같이 발생하면 전형적인 케인즈乘數過程을 거쳐 결국 第一次 誘發效果에 케인즈乘數  $k$ 를 곱한 만큼 所得이 증가될 것이다.

요컨대 식(22)가 의미하는 것은 閉鎖體系模型에서의 後方連鎖效果는 開放體系模型에서의 後方連鎖效果와 所得의 增加로 誘發된 後方連鎖效果와의 합이라는 것이다. 물론  $c=0$ 이면 이 유발된 後方連鎖效果는 零이므로 종래의 後方連鎖效果指標(開放體系模型에서의 指標)는 限界消費性向이 零임을 암묵리에 가정하는 셈이므로 巨視經濟理論의 측면에서 보면 최소한 理論上으로는 상당히 비현실적인 指標라 할 수 있다.<sup>13)</sup>

13) 라스무센이 제시한 식(4)의  $B_j$ 에 대응한 閉鎖體系模型에서의 後方連鎖效果指標은 다음과 같이 간략히 표시할 수 있다.

$$\hat{B}_j^c = \frac{\frac{1}{n} B_j^c}{\frac{1}{n^2} \sum_j B_j^c} \quad (j=1, 2, \dots, n).$$

식(21)의 逆行列을 다시 식(16)에 적용하면 다음과 같은 閉鎖體系模型에서의 前方連鎖效果指標을 얻는다.

$$F_i^c = \sum_j^n r_{ij}(x_j/x_i) + k \left( \frac{\sum_i^n x_i}{x_i} \right) \sum_j^n r_{ij} c_j. \quad (23)$$

이 새로운 前方連鎖效果指標에 있어서도 역시 이를 구성하는 두 部分中 첫번째 부분은 開放體系模型에서의 指標인 식(16)의 指標와 동일하고 두번째 部分은 所得增加로 유발된 前方連鎖效果에 해당한다. 식(16)과 식(17)에서 加重值를  $(x_1/x_i, x_2/x_i, \dots, x_n/x_i)$ 로 잡았다는 것은 產業聯關分析上으로 볼 때는 결국 애초에 각 산업의 最終需要가 이 加重值 만큼씩 증가했음을 의미하는 것이므로 이로 인한 所得의 增加는  $(\sum_j^n x_j)/x_i$  만큼이 될 것이며 따라서 消費 역시  $[(\sum_j^n x_j)/x_i]c$  만큼씩 증가할 것이다. 이로 인한 前方連鎖效果는 定義上  $[(\sum_j^n x_j)/x_i] \sum_j^n r_{ij} c_j$  만큼이며 이는 곧 第一次 誘發效果 즉 所得增加이기도 하다. 따라서 이로부터 전형적인 케인즈乘數過程이 이어지게 되므로 誘發된 前方連鎖效果의 크기는 결국 第一次 誘發效果에 케인즈乘數를 곱한 만큼 擴大된다.

이상에서 본 바와 같이 식(22)와 식(23)의 連鎖效果指標의 큰 長點은 유발된 連鎖效果의 經濟的 解析을 용이하게 할 뿐 아니라 유발된 連鎖效果를 별도로 계산할 수 있고 더구나 擴張된 레온티에프逆行列  $Q^{-1}$ 을 따로 계산할 필요없이 이미 계산되어 발표된 開放體系模型의 레온티에프 逆行列  $(I-A)^{-1}$ 을 그대로 이용하여 손쉽게 유발된 連鎖效果 및 이를 包含한 閉鎖體系模型에서의 連鎖效果指標을 산출할 수 있다는 것이다. 식(22)와 식(23)에서 보던 결국 閉鎖體系模型에서의 連鎖效果는 開放體系模型에서의 連鎖效果보다 誘發效果 만큼 커짐을 알 수 있는데 한가지 유의할 점은 後方連鎖效果의 경우에는 유발된 後方連鎖效果의 크기는 모든 產業에서 同一하기 때문에 단지, 유발된 後方連鎖效果의 크기에 따라 產業간의 序列만을 정하고 싶을 경우에는 굳이 誘發效果를 고려한 閉鎖體系模型의 指標를 계산할 필요가 없다. 물론 허쉬만의 確率加重值같은 加重值를 적용할 경우에는 所得의 內生化(誘發效果의 考慮)與否가 指標上的 차이를 초래할 수도 있다. 그러나 前方連鎖效果의 경우에는 誘發效果의 크기가 產業마다 달라질 가능성이 많다.

따라서 誘發效果의 考慮與否는 連鎖效果의 크기에 따른 產業間 序列에 큰 差異를 초래할 수 있다.

## V. 結 語

이상으로 連鎖效果指標에 관하여 주로 그 문제점의 측면에서 조감적으로 살펴보았는데 물론 本稿에서 다룬 문제점들이 連鎖效果指標에 관련해서 지적된 문제점의 전부는 아니다. 連鎖效果指標의 근본적인 문제는 앞에서도 강조한 바 결국 그것이 의도하는 實體를 과연 충실히 반영할 수 있는가의 與否이다. 本稿에서 살펴본 여러 가지 代案的 指標들도 결국 의도하는 實體를 보다 正確히 반영하려는 試圖에 불과하다고 하겠다.

비록 實體를 비교적 近似하게 반영했다고 하더라도 連鎖效果指標 그 자체의 妥當性에 대해서는 의문의 여지가 얼마든지 있을 수 있다. 어떤 產業의 連鎖效果指標가 높은 값을 보였다고 하면 과연 그것이 무엇을 의미하여 또한 근본적으로 높은 값의 指標가 낮은 값의 指標보다 반드시 바람직하다고 볼 수 있을 것이냐의 의문이 제기된다. 바라드와지가 지적하였듯이 예를 들어 어떤 產業의 後方連鎖效果指標가 높은 값을 보였다면 이는 그 產業이 他產業에 실제로 큰 影響을 미쳤기 때문일 수도 있고 또 그 影響을 받는 產業들이 매우 非效率的이어서 쓸데 없이 막대한 中間財를 구입했기 때문일 수도 있다. 따라서 높은 連鎖效果指標의 값이 반드시 보다 바람직한 實體를 반영하는 것은 아닐 수도 있다. 맥길버리 역시 連鎖效果指標는 가장 중요하다고 볼 수 있는 比較優位(comparative advantage)를 반영치 못하는 指標라고 비판하고 있다. 그는 또 連鎖效果指標는 政策決定 및 計劃을 위한 資料이므로 潛在的인 成長推進力을 반영할 수 있어야 하는데 產業聯關表로부터 작성된 指標는 잘해야 이미 실현된 連鎖效果를 반영하는 「事後的(ex post)」指標에 불과하다고 비판하고 있다.

이같이 連鎖效果指標의 有用性 및 妥當性에 대해서는 여러 가지 측면에서 비판의 여지가 있으나 그렇다고 그러한 指標들을 一律적으로 無用之物이라고 단정하기는 어렵다. 조운즈가 지적한대로 비록 連鎖效果指標가 확고한 經濟的 因果關係에 입각한 產業間 相互依存度를 正確하게 반영하지는 못한다 하더라도 최소한 產業間的 聯關可能性 與否는 타진해 주기 때문에 이에 입각한 보다 구체적이고 심층적인 研究(예컨대 事例研究)의 契機를 제공하는 有用性은 인정된다고 하겠다. 連鎖效果指標에 대한 비판이 많고 또 문제점이 많다는 것은 역설적으로 말하면 그 만큼 보다 유용하고 타당한 指標開發의 여지가 많음을 시사한다고 볼 수도 있다.

## 附 錄：產業聯關表の 假想的 例

		生 產 部 門			最終需要	總 生 產
		1	2	3		
生 產 部 門	1	80	160	0	160	400
	2	40	40	20	300	400
	3	0	40	10	50	100

$$A = \begin{bmatrix} 1/5 & 2/5 & 0 \\ 1/10 & 1/10 & 1/5 \\ 0 & 1/10 & 1/10 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1/5 & 2/5 & 0 \\ 1/10 & 1/10 & 1/20 \\ 0 & 2/5 & 1/10 \end{bmatrix};$$

$$X = \begin{bmatrix} 400 & 0 & 0 \\ 0 & 400 & 0 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}; (I-B)^{-1} = \frac{250}{149} \begin{bmatrix} 79/100 & 9/25 & 1/50 \\ 9/100 & 18/25 & 1/25 \\ 1/25 & 8/25 & 17/25 \end{bmatrix};$$

$$(I-A)^{-1} = \frac{250}{149} \begin{bmatrix} 79/100 & 9/25 & 2/25 \\ 9/100 & 18/25 & 4/25 \\ 1/100 & 2/25 & 17/25 \end{bmatrix};$$

$$(I-B)^{-1} = \begin{bmatrix} 1/400 & 0 & 0 \\ 0 & 1/100 & 0 \\ 0 & 0 & 1/100 \end{bmatrix} \frac{250}{149} \begin{bmatrix} 79/100 & 9/25 & 2/25 \\ 9/100 & 18/25 & 4/25 \\ 1/100 & 2/25 & 17/25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 400 & 0 & 0 \\ 0 & 400 & 0 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}.$$

## 參 考 文 獻

- [1] Bharadwaj, K.R., "A Note on Structural Interdependence and the Concept of Key Sector," *Kyklos*, Vol. 19 (1966).
- [2] Boucher, H., "Some Further Results of the Linkage Hypothesis," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90 (1976).
- [3] Bulmer-Thomas, V., *Input-Output Analysis in Developing Countries*, New York, John Wiley Sons Ltd., 1982.
- [4] Chenery, H., and L. Taylor, "Development Patterns: among Countries over Time," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 50 (1968).
- [5] Chenery, H., and T. Watanabe, "International Comparisons of the Structure of Production," *Econometrica*, Vol. 26 (1958).
- [6] Demery, D., and L. Demery, "Cross-section Evidence for Balanced and Unbalanced Growth," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 55 (1973).

- [7] Hirschman, A.O., *The Strategy of Economic Development*, New Haven, Yale University Press, 1958.
- [8] Hoover, E.M., *An Introduction to Regional Economics*, New York, Alfred A. Knopf, 1975.
- [9] Hughes, J.R.T., "Foreign Trade and Balanced Growth: The Historical Framework." *American Economic Review*, Vol. 49 (1959).
- [10] Jones, L.P., "The Measurement of Hirschmanian Linkages." *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90 (1976).
- [11] Laumas, P.S., "The Weighting Problem in Testing the Linkage Hypothesis," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90 (1976).
- [12] McGilvary, J., "Linkages, Key Sectors and Development Strategy," in W. Leontief, ed., *Structure, System, and Economic Policy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1977.
- [13] Miyazawa, K., "Foreign Trade Multiplier, Input-output Analysis and the Consumption Function," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 74 (1960).
- [14] Noble, B., and J.W. Daniel, *Applied Linear Algebra*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1977.
- [15] Ohlin, B.G., "Balanced Economic Growth in History," *American Economic Review*, Vol. 49 (1959).
- [16] Rasmussen, P.N., *Studies in Intersectional Relations*, Amsterdam, North-Holland Publishing Co., 1957.
- [17] Rhee, Jeong J., and J.A. Miranowski, "Determination of Income, Production, and Employment under Pollution Control: An Input-Output Approach," *Review of Economics and Statistics*, Vol. LXVI, No. 1 (1984).
- [18] Streeten, P., *Unbalanced Growth*, Oxford Economic Paper, Vol. 11 (1959).
- [19] Yan, Chiou-shung., *Introduction to Input-Output Economics*, New York, Holt, Rinehart, and Winston Inc., 1960.
- [20] Yotopolous, P.H., and L.J. Lau, "A Test for Balanced and Unbalanced Growth," *Review of Economics and statistics*, Vol. 52 (1970).
- [21] Yotopolous, P.A., and J.B. Nugent, "A Balanced Growth Version of the Linkage Hypothesis: A Test," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87 (1973).

# A Critical Review on Linkage Effect Indices

Jeong-Jeon Rhee\*

## Summary

The purposes of this paper are to critically review the linkage effect indices based on the input-output table and then to propose new extended indices.

The main use of the linkage effect indices is to identify the so-called key industries whose investment can make the best use of the economy-wide growth potential. Since the input-output table gives a good practical description of the industrial structure of an economy, Chenery and Watanabe used input-output tables to derive linkage effect indices for their study on international comparison of industrial structures. Their indices, however, take into consideration only the so-called direct linkage effects. To be more faithful to the operational definition of the linkage effect given by A. O. Hirschman, Yotopolous and Nugent based their linkage effect index on the Leontief inverse matrix in their test of the balanced-growth hypothesis. They were blamed, however, for not using a separate index for the forward linkage effect. It was also pointed out that their index did not take into account the international differences in the average economy-wide and inter-industry dependency.

As a result, attention was called by many to the normalized index suggested by P. N. Rasmussen. He also proposed modified indices which assigned a weight to each industry according to its potential influence. Many controversies were revolving around the weight that should be assigned to a particular industry. L. P. Jones showed that, as a result of weighting, Rasmussen's modified indices (the forward linkage effect index, in particular) lead to an awkward economic interpretation, even though he admitted the significance of weighting. Therefore, with respect to the forward linkage effect index, he proposed to derive it from what he called 'the output inverse matrix' as distinguished from the ordinary

---

\* Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University.

Leontief inverse matrix which he called 'the input inverse matrix' from which the backward linkage effect index is derived as usual. This not only is faithful to the original definition of the forward linkage effect as given by Hirschman, but also appears to resolve the weighting problem in deriving its index.

However, it can be shown in this paper that the forward linkage effect index resulting from the output inverse matrix is nothing more than a simple variation of Rasmussen's modified index, a variation which can be obtained directly from the ordinary Leontief inverse simply by weighting each industry according to its output share in the total production of all industries.

The forward and backward linkage effect indices that are usually put into application are based on the open-system input-output model with the so-called induced effect left out, the effect of the income-consumption linkage on industrial output. In the case where such an induced effect warrants consideration, the usual approach is to make use of the augmented Leontief matrix with, for instance, the household sectors treated as an endogenous sector. This paper shows that such a computationally burdensome approach is not necessary and that the induced effect can be effectively handled by having recourse to the Keynesian multiplier. On the basis of this new approach, this paper suggests modified indices of forward and backward linkage effects with the induced effect incorporated in terms of the Keynesian multiplier. These indices would be more consistent with the Keynesian macro-economic context than the usual linkage effect indices.