

부분정보를 이용한 지역간 이출입 추계기법

지역산업연관표의 지역간 이출입거래는 직접조사(survey) 방식에 의한 추계치의 정도가 가장 높은 것으로 평가된다. 그러나 조사지역 및 산업부문의 방대함 등으로 모든 지역간 거래에 대한 정보를 직접조사 방식에 의해 확보하기는 어렵다. 따라서 거래비중이 높은 지역내 거래 및 특정 지역간 이출입거래에 대한 조사결과 등 이용 가능한 부분정보가 있는 경우에는 이를 이용하여 지역간 이출입을 추계하는 기법이 필요하다.

부분정보를 이용하여 직접조사 방식을 보완할 수 있는 방법으로는 교통연구원의 물동량 통계와 유사(통합)부문 이출입 조사내용 등 대용자료를 직접 이용하는 방법, 중력모형·회귀모형·생산수요제약 중력모형·엔트로피 모형 등 계량모형을 이용하는 간접조사(non-survey) 방법, 그리고 대용자료 및 핵심 거래관계에 대한 부분조사 결과를 계량모형에 적용하여 추계하는 혼합(hybrid) 기법 등이 있다. 계량모형 중에서는 엔트로피 모형이 지역별 수요·공급, 지역간 거래비용, 부분조사 결과 등 이용 가능한 여러 제약조건을 모두 포함시킬 수 있어 가장 정도 높은 추정치를 산출할 수 있는 모형으로 파악되었다.

본 자료에서 일반 엔트로피 모형에 이용 가능한 부분정보 및 부분조사 결과를 반영하는 혼합기법을 적용해 본 결과 엔트로피 모형의 추정치가 실측 조사결과에 비해 지역내 거래비중을 과소 추정하는 경향이 있음을 보였다. 또한 모형 추정치의 오차를 분석한 결과 지역별 수요·공급, 지역내 거래 및 주요 지역간 거래비중 등 이용 가능한 부분정보의 양이 증가 할수록 추정결과의 정확도 역시 개선되는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 보면 모든 지역과의 이출입 거래를 직접조사 방식에 의해 조사할 수 없는 상황에서 지역내 거래 및 주요 지역간 거래 등 핵심 거래관계에 대한 정보와 계량모형을 동시에 이용하는 경우 일반 계량 모형보다 개선된 추정치를 얻을 수 있는 것으로 분석되었다.

- | | |
|---|---|
| <p>I. 검토배경</p> <p>II. 대용자료 및 계량모형의 유형</p> <p>1. 대용자료 유형</p> <p>가. 물동량 조사자료</p> <p>나. 유사(통합)부문 추계자료</p> <p>2. 계량모형 유형</p> <p>가. 중력모형</p> <p>나. 회귀모형</p> <p>다. 생산수요제약 중력모형</p> <p>라. 엔트로피 모형</p> <p>마. 계량모형의 비교</p> | <p>III. 부분정보 및 엔트로피 모형에 의한 지역간 이출입 추계 방법</p> <p>1. 부분정보의 적용방안</p> <p>2. 엔트로피 모형의 적용 및 적합성 검증</p> <p>가. 기초자료 작성</p> <p>나. 엔트로피 모형의 적용</p> <p>다. 적합성 검증 및 오차 분석</p> <p><참고 1> 엔트로피 모형의 산출식 및 계산과정</p> <p><참고 2> 수정 RAS 모형의 산출식 및 계산과정</p> |
|---|---|

I. 검토배경

지역산업연관표의 지역간 이출입거래는 직접조사(survey) 방식에 의한 추계치의 정도가 가장 높은 것으로 평가된다. 그러나 조사지역 및 산업부문의 방대함으로 인해 조사대상 업체의 응답률 저조 및 기초 통계자료의 부족 등으로 모든 지역간 거래를 직접조사 방식에 의해 추계하기는 어렵다. 따라서 거래비중이 높은 지역 내 거래 및 특정 지역간 거래에 대한 부분조사 결과를 이용 가능할 경우에는 이를 이용하여 지역간 이출입을 추계하는 기법의 검토가 필요하다.

각 산업부문별 지역간 이출입 추계를 위해 1개의 기본부문당 6개 지역의 경우 36개¹⁾, 16개 지역의 경우에는 256개 셀의 이출입 내역이 확보되어야 하므로 직접조사 방식에 의한 추계시 많은 정

1) 다만, 이론적으로는 n 개 지역으로 구분된 경제에서 지역별 수요와 공급이 주어진 경우 특정 지역의 지역간 거래액은 $n-1$ 개 지역에 대한 이출액과 해당지역의 공급액 정보로 결정될 수 있다. 따라서 n 개 지역으로 구분된 경제에서 총 n^2 개의 이출입거래 정보중 $n+(n-1)$ 개의 거래정보는 수요·공급 조건에 의해 결정되고 $n^2-(n+(n-1))=(n-1)^2$ 개 셀에 대한 거래정보만으로도 전체 이출입거래의 추계가 가능하나 이는 $n^2-(n+(n-1))=(n-1)^2$ 개 전체 셀에 대한 거래정보가 확보되는 것을 전제로 한다.

보량이 요구됨을 알 수 있다. 따라서 지역간 이출입 거래 추계시 조사결과 누락과 같은 상황에 직면할 경우 주어진 시간과 비용 제약조건하에서 추계상 오류를 최소화 할 수 있는 방법으로 지역간 이출입 자료를 보완할 필요가 있다.

부분정보를 이용하여 직접조사를 보완할 수 있는 방법으로는 교통연구원의 물동량 통계와 유사(통합)부문 이출입 조사내용 등 대용자료를 직접 이용하는 방법, 중력모형, 회귀모형, 생산수요제약 중력모형과 엔트로피 모형 등 계량모형을 이용하는 간접조사(non-survey) 방법, 그리고 대용자료 및 핵심 거래관계에 대한 부분조사(partial survey) 결과를 계량모형에 적용하여 추계하는 혼합(hybrid) 기법 등이 있다. 물론 이러한 기법의 적용시 자료의 특성이나 모형의 장단점을 파악하여 산업의 성격 및 지역별 거래의 특성에 부합한 적용방안을 모색하는 과정이 선행되어야 할 것이다.

본 자료에서는 대용자료와 같은 부분정보 및 계량모형에 의한 보완기법의 특징과 적용방안을 소개하고, 계량모형 중 가장 우수한 것으로 평가되는 엔트로피 모형에 부분조사 결과를 반영하여 지역간 이출입거래를 추계하는 과정과 모형의 적합도 검증 결과 등에 대하여 설명해 보도록 하겠다.

II. 대용자료 및 계량모형의 유형

1. 대용자료 유형²⁾

가. 물동량 조사자료

물동량 조사자료는 교통연구원이 작성한 16개 지역, 32부문 분류 수준의 지역간 물동량을 나타내는 기종점표(Origin Destination table)로서 국토연구원 및 국가균형발전위원회 등이 간접방식에 의한 다지역산업연관표(MRIO: Multi Regional I/O Table) 작성시 참고자료로 사용한 바 있다. 동 표는 광업·제조업·도소매업·창고 및 운송관련서비스업 등 총 10,384개 사업체를 대상으로 실시한 물류현황조사와 화물의 유출입이 많은 일반 화물터미널, 철도역, 공항, 내륙컨테이너 창고(Inland Container Depot) 등의 시설물과 산업단지 도로 등 전국 227개 중계거점 및 지역에서 실시한 화물자동차 통행실태조사와 노측조사 자료를 바탕으로 작성되었다.

교통연구원의 기종점표는 생산지와 출발지가 다른 경우 이를 구분할 수 없는 한계가 있으나 지역간 물동량의 실측자료로 참고할 수 있는 유일한 자료이므로 지역간 이출입 조사가 이루어지지 않은 부분의 참고자료로는 제한적으로 활용 가능하다.

2) 본 자료의 제목이 함축하듯이 대용자료도 이출입추계를 위한 부분정보에 포함되는 것이나 이후 소개될 계량모형에서 부분조사 결과 및 제약조건으로 이용되는 정보를 '부분정보'라고 칭한 것과 구분하기 위하여 동 부분정보에 대해 '대용자료'라는 명칭을 사용하였음을 밝혀 둔다.

나. 유사(통합) 부문 추계자료

이출입 조사가 미진하거나 부분적으로 이루어진 경우는 해당 부문의 이출입 유형이 유사한 부문 혹은 통합부문의 조사자료를 이용하여 동 부문의 이출입을 추계할 수 있다.

수산통조림(053), 수산냉동품(054), 수산저장품(055) 등과 같이 상품의 특성상 지역간 이출입 유형이 유사하나 조사가 누락된 경우에는 유사부문의 추계자료를 적용하여 누락부문의 이출입을 추정할 수 있다. 예를 들어 수산냉동품(054) 부문의 부산지역 이출입 비율이 누락되었으나 수산저장품(055) 부문의 부산지역 이출입 비율은 조사된 경우 동 비율을 조사가 누락된 부산지역 수산냉동품(054) 부문의 이출입 비율로 적용하는 경우가 이러한 방법이다.

또한 지역간 이출입 유형이 비슷할 것으로 판단되는 통합부문의 이출입 비율을 적용하여 조사가 누락된 하위 부문의 이출입을 추계할 수 있다. 예를 들어 404 기본분류인 금속가구(296) 부문의 대구지역 이출입조사가 누락된 경우 168 통합소분류인 가구{목재가구(295), 금속가구(296), 기타가구(297)} 부문의 대구지역 이출입 비율을 적용하는 경우가 이러한 경우이다.

2. 계량모형 유형

부분조사 결과와 지역간 운송비(거리) 및 지역별 수요·공급 등의 부분정보를 활용하여 지역간 이출입을 추정하는 계량모형은 중력모형, 회귀모형, 생산수요제약 중력모형 및 엔트로피 모형 등이 있다.

가. 중력모형

중력모형은 뉴턴의 물리학적 법칙에 기반을 두고 있으며 해당 지역의 생산과 타지역의 수요 규모가 크고 지리적으로 인접할수록 타지역으로의 이출액은 증가하는 것으로 가정한다.

(기본모형)

$$T_{ij} = K O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$$

T_{ij} = i 지역에서 j 지역으로의 이출액

O_i = i 지역의 공급액, D_j = j 지역의 수요액

d_{ij} = i 지역과 j 지역간 거리

K = 중력계수, β = 마찰계수

중력모형은 비교적 단순화된 모형에 의해 지역간 이출입액을 추정할 수 있으며 특정지역에서의 생산과 타지역에서 발생한 수요의

규모가 크고 지리적으로 인접한 경우 해당지역과 타지역간 거래가 증가할 가능성이 높다는 직관적 타당성이 있다. 하지만 동 모형에 의해 추정된 지역간 거래액의 합계가 각 지역의 실제 수요·공급액과 일치하지 않는 문제점이 지적되어 실제 적용에는 제약이 있다.

나. 회귀모형

회귀모형은 가장 일반화된 추정방법으로 지역별 수요·공급, 거리, 인구 및 사업체수, 운송비용 등 지역간 거래에 대해 주요한 영향을 미칠 수 있는 요인을 독립변수로 설정한 다중회귀(multiple regression)에 의해 지역간 이출입을 추정하는 방법이다.

(기본모형)

$$\log Y_n = \alpha_0 + \alpha_1 \log X_1 + \alpha_2 \log X_2 + \dots + \alpha_m \log X_m$$

Y_n = 지역간 이출액

X_1, \dots, X_m = 이출대상 지역의 수요·공급액, 인구, 지역간 거리 등

동 모형은 다양한 변수를 포함시켜 지역간 이출입을 설명력 있게 추정할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 각 부문별 특성에 따라 의미있는 회귀식을 도출하기 위해서는 반복적인 함수관계 파악 및 유의성 검정과 같은 다수의 시행착오(trial and error)를 거쳐야 하므로 많은 시간과 노력이 소요되며 지역별 수요·공급 균형 조건

을 만족시키기 위한 제약조건도 반영할 수 없다. 따라서 회귀모형은 조사가 이루어진 지역이 상대적으로 많아 이출방정식의 신뢰도가 높을 것으로 판단되는 경우 적용할 수 있으나 수요·공급 균형을 위한 별도의 조정이 필요하다.

다. 생산수요제약 중력모형

생산수요제약 중력모형은 중력모형에 지역별 수요·공급 균형 제약조건을 추가하여 중력모형의 단점을 개선한 구조모형으로 추정치의 합이 지역별 수요·공급과 일치하여 내적 정합성을 지닌다는 장점이 있다.

(기본모형)

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$$

$$\sum_j T_{ij} = O_i = \sum_j A_i B_j O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j = \sum_i A_i B_j O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$$

T_{ij} = i 지역에서 j 지역으로의 이출액

A_i, B_j = 수요·공급 조정계수

O_i = i 지역의 공급액, D_j = j 지역의 수요액

d_{ij} = i 지역과 j 지역간 거리

β = 마찰계수

그러나 동 모형으로는 이출입 조사 결과 얻은 부분조사 결과를 제약식에 포함할 수 없어 이용 가능한 추가정보를 사용할 수 없는 단점이 있어 적용에 한계가 있다.

라. 엔트로피 모형

엔트로피 모형은 비조사기법에 의한 지역간 이출입 추계기법중 가장 발전된 형태로 지역별 수요·공급, 지역간 거래비용 등에 대한 정보를 모형에 포함하여 가장 정도 높은 추정치를 산출하는 것으로 알려져 있다. 동 모형은 물리학에서 어떤 체계의 가장 있음직한 상태(the most likely state of a system)를 의미하는 엔트로피 개념을 통계적 추정에 적용하여 지역간 거래 및 교통현상을 설명하는 기법으로 국가균형발전위원회, 국토연구원, 교통연구원 등에서 간접기법에 의한 교역계수 추정에 사용한 바 있다.

(기본모형)

$$\begin{aligned} \max \quad & W^*(x_{ij}) = - \left(\sum_i \sum_j x_{ij} \ln x_{ij} - x_{ij} \right)^* \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^{16} x_{1,j} = x_1, \sum_{j=1}^{16} x_{2,j} = x_2, \dots, \sum_{j=1}^{16} x_{16,j} = x_{16} \\ & \sum_{i=1}^{16} x_{i,1} = y_1, \sum_{i=1}^{16} x_{i,2} = y_2, \dots, \sum_{i=1}^{16} x_{i,16} = y_{16} \\ & c_{1,1} x_{1,1} + c_{1,2} x_{1,2} + \dots + c_{16,16} x_{16,16} = C \end{aligned}$$

x_{ij} = i, j 지역간 이출입액

x_i = i 지역 공급액, y_j = j 지역 수요액

c_{ij} = i, j 지역간 수송비, C = 총수송비

이 모형은 중력모형이나 회귀모형에서 결여된 수요·공급 균형 조건을 충족시킬 수 있다는 점에서 구조모형으로서의 특성을 지니며, 생산수요제약 중력모형과는 달리 수송비 조건을 모형에 포함시킴으로써 운임의 변화에 의해 발생하는 지역간 교역 규모의 변화를 반영할 수 있다는 점이 두드러진다. 또한 실측조사를 통해 확보된 부분조사 결과를 그대로 반영할 수 있도록 모형을 수정하여 추정치의 신뢰도를 더욱 제고할 수 있는 장점이 있다.

엔트로피 모형을 실증적으로 적용해 본 결과 지역간 이출입의 초기 추정치를 산출하고 별도 추계한 지역내 거래와 신뢰할 수 있는 부분조사 결과를 고정한 후 수정 RAS 방법에 의해 최종 결과치를 산출하면 일반적인 엔트로피 모형에 의한 결과치보다 훨씬 개선된 결과치를 얻을 수 있는 것으로 파악되었다.

목적함수의 도출과정

총공급액을 Y 라 하면, Y 는 16개 지역의 지역간 거래액의 합이므로 $Y = x_{1,1} + x_{1,2} + \dots + x_{16,16}$ 로 나타낼 수 있다. 이 때, $x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{16,16}$ 에 반복적으로 1씩 배정하여 Y 의 총공급액을 산출하는 경우의 수는

$$W(x_{ij}) = \frac{Y!}{x_{1,1}!x_{1,2}!\dots x_{16,16}!} \approx \frac{Y!n^{Y-Y}}{\prod_i \prod_j (x_{ij}!n^{x_{ij}-x_{ij}})} \text{가 된다.}$$

(Stirling's Formula, $x_{ij}! \approx x_{ij}!n^{x_{ij}-x_{ij}}$ 이용)

엔트로피 극대화는 이러한 경우의 수를 극대화하는 x_{ij} 를 추정함으로써 가장 있음직한 상태(the most likely state)를 산출하는 방법이므로, 엔트로피 극대화를 위한 목적함수는

$$\max W(x_{ij}) = \frac{Y!n^{Y-Y}}{\prod_i \prod_j (x_{ij}!n^{x_{ij}-x_{ij}})} \text{로 나타낼 수 있다.}$$

위의 목적함수에 로그를 취해 단조변환하여도 목적함수를 극대화하는 x_{ij} 는 동일하므로 계산의 편의상 $\ln W(x_{ij})$ 로 변환하면, 목적함수는

$$\max \ln W(x_{ij}) = (Y \ln Y - Y) - \sum_i \sum_j (x_{ij} \ln x_{ij} - x_{ij}) \text{가 되며,}$$

$(Y \ln Y - Y)$ 는 상수이므로 이는 다시

$$\max W'(x_{ij}) = - \sum_i \sum_j (x_{ij} \ln x_{ij} - x_{ij}) \text{의 형태로 나타낼 수 있다.}$$

마. 계량모형의 비교

지역간 거래는 공간적 제약요인인 지역간 운송비(거리)와 구조적 제약요인인 지역 및 산업별 수요·공급 등에 의해 영향을 받는바 이러한 제약요인을 반영하는지 여부에 따라 모형의 우수성을 판별할 수 있다.

앞에서 언급된 4가지 모형 중 생산수요제약 중력모형과 엔트로피 모형은 수요·공급에 의한 균형조건을 충족한다는 점에서 구조적 추정방식으로, 중력모형과 회귀모형은 이와 구분하여 단순 추정방식으로 분류할 수 있다. 물론 4가지 모형 모두가 지역간 거리 및 지역별 수요·공급을 제약요인으로 부분적으로 포함할 수는 있으나 구조적 추정방식인 생산수요제약 중력모형과 엔트로피 모형에 의한 결과만이 수요·공급의 균형을 유지한다는 특징이 있다. 한편, 신뢰할 수 있는 부분조사 결과를 제약식에 추가로 반영할 수 있는 모형은 회귀모형과 엔트로피 모형인 것으로 파악되었다.

이와 같은 결과를 바탕으로 적용가능한 부분정보가 가장 많고 수요·공급의 균형을 이루어 모형의 내적 정합성을 유지하며 부분조사 결과까지 반영하여 지역간 이출입을 추계할 수 있는 엔트로피 모형이 가장 우수한 것으로 파악되었다.

계량모형별 적용가능 부분정보

부분정보 \ 계량모형		단순 추정방식		구조적 추정방식	
		중력모형	회귀모형	생산수요제약 중력모형	엔트로피 모형
공간적 제약요인	지역간 거리	○	○	○	○
	지역간 운송비	×	○	×	○
구조적 제약요인	지역별 수요·공급	○	○	○	○
	지역별 수요·공급 균형	×	×	○	○
부분조사(partial survey) 결과		×	○	×	○

Ⅲ. 부분정보 및 엔트로피 모형에 의한 지역간 이출입 추계 방법

1. 부분정보의 적용방안

지역간 이출입거래 추계는 직접조사를 원칙으로 하되 조사가 미진한 일부 부문의 경우 보완기법을 다음과 같이 선별적으로 적용하여 추계할 수 있다.

교통연구원의 물동량 조사자료인 기종점표는 직접조사 자료이나 서비스부문이 제외된 대분류 수준의 자료로서 출발지와 생산지가 다를 경우 이를 구분할 수 없는 등 제약요인이 있어 이출입 추계가 누락된 부문의 참고자료로 제한적으로 활용 가능하다.

유사(통합)부문 비율은 부문 특성상 지역간 이출입 유형이 유사하고 조사가 정도 있게 이루어졌을 경우에 적용 가능하다.

회귀모형은 이출입 유형이 유사할 것으로 판단되는 유사(통합) 부문이 없고 조사가 이루어진 지역이 상대적으로 많아 이출회귀식의 신뢰도가 높을 것으로 판단되는 경우에만 제한적으로 적용가능하다.

엔트로피 모형은 이용 가능한 유사(통합) 부문이 없고 부분조사 결과만으로 지역간 이출입을 추계해야 하는 경우 부분조사 결과를 반영함으로써 간접추계 방식이 아닌 부분조사(partial survey) 방식에 의한 이출입 추계가 되도록 모형을 수정하여 사용할 수 있다. 기존 엔트로피 모형은 운임이 거리에 단순 비례적으로 증가하는 것으로 가정함으로써 현실을 반영하지 못한다는 취약

점이 있어 화물운임표의 각 부문별 운임율에 지역간 실제 화물운임을 적용하여 거리증가에 따라 운임이 체감하는 현실을 반영하였다.

2. 엔트로피 모형의 적용 및 적합성 검증

가. 기초자료 작성

지역간 이출입 추계의 정도를 높이기 위해서는 지역별 공급·수요액 파악이 필요하다. 지역별 공급·수요액은 각 지역·부문별 산출액 추계자료와 산업연관표의 투입 및 배분자료를 이용하여 추계한다. 지역간 수송비는 화물운임표의 각 부문별 운임률에 지역간 화물운임을 적용하여 거리증가에 따라 화물운임의 증가율이 체감하는 운임자료의 현실성을 제고한다.

엔트로피 모형의 정도를 제고하기 위하여 자료확보가 용이하고 신뢰도가 상대적으로 높은 지역내 거래³⁾는 별도로 추계한다. 이출입거래의 실제 조사자료를 분석한 결과 지역내 거래비중이 크고 지역내 거래에 관한 정보의 확보가 지역간 거래보다 비교적 용이함에 따라 지역내 거래는 사전에 별도로 추계하는 것이 전체 결과

3) 지역내 거래는 자료확보의 용이성 및 신뢰성과 함께 이출입 거래에서 차지하는 비중이 크므로 동 자료를 엔트로피 모형에 추가함으로써 정도 높은 추계치를 보다 효율적으로 산출할 수 있다는 장점이 있다. West(1990), Lahr(1998)는 표의 정도(accuracy)에 큰 영향을 미치는 중요셀(critical cell 혹은 important sector)을 관별하여 여기에 신뢰도 높은 자료를 반영하면 부분조사 기법에 의한 추정의 정도를 효율적으로 개선할 수 있다고 밝힌 바 있다. 이러한 의미에서 거래비중이 높은 지역내 거래자료를 엔트로피 모형에 반영함으로써 해당부문의 지역간 거래 추정의 정도를 높일 수 있다. 아울러 중간재 수요 특과점 등으로 지역내 거래보다 타지역 거래비중이 높은 것으로 파악되는 핵심 지역간 거래에 대해서도 조사결과를 반영할 수 있다면 추정치의 정도는 비례적으로 개선될 수 있다.

의 정도를 높이는 것으로 나타났다. 조사가 이루어지지 않은 지역의 지역내 거래 비중은 조사가 이루어진 지역의 지역내 거래 비중 등을 이용하여 사전에 별도로 추계하고 여기에 이용 가능한 부분 조사 결과를 통합하여 부분정보 매트릭스를 작성한다.

나. 엔트로피 모형의 적용

엔트로피 모형은 이출입 조사가 미진하거나 유사(통합)부문 자료 적용이 곤란한 경우 부분조사 결과와 지역내 거래 추정치, 지역별 공급·수요액 등 이용 가능한 부분정보를 이용하여 다음과 같은 단계를 거쳐 지역간 이출입 거래내역을 추계한다.

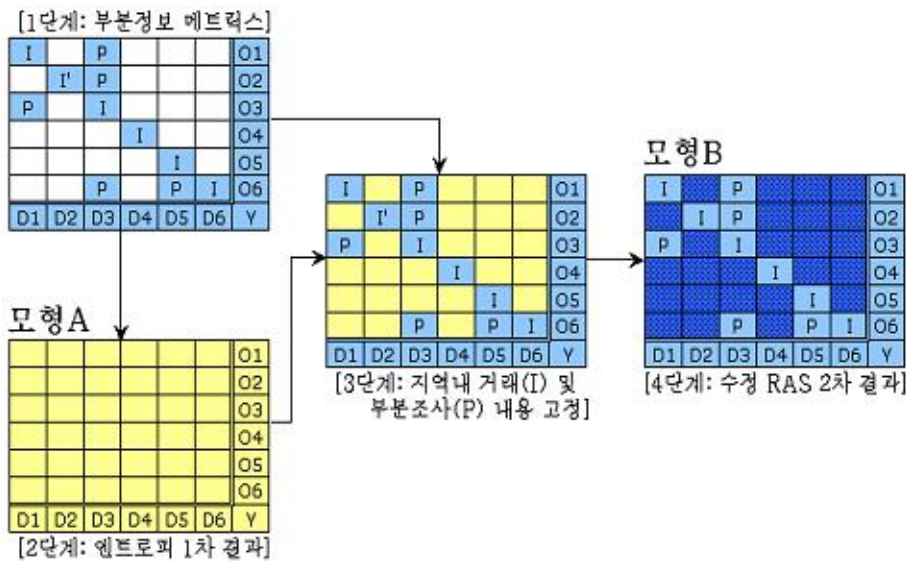
- 1단계 : 지역별 산출액, 투입구조, 부분조사 결과 등을 이용하여 지역별 수요액(D)과 지역내 거래(I)를 추계하고, 신뢰할 수 있는 부분조사 결과(P) 등을 포함하여 추정 초기값을 산정
- 2단계 : 1단계 자료를 바탕으로 엔트로피 모형(모형 A)을 적용하면 조사가 이루어지지 않은 셀을 포함하여 전체 36개 셀에 대한 이출입 자료를 산출(1차 결과치)
- 3단계 : 엔트로피 모형은 지역별 수요·공급액 및 운송비 제약 조건을 바탕으로 가장 있음직한 최적해를 산출하나 지역 및 산업간 실제 경제상황을 모두 반영할 수 없는

상황에서 1차 결과치중 지역내 거래(I)와 신뢰할 수 있는 부분조사 결과(P) 등을 1단계 추정 값에 반영

- 4단계 : 3단계 자료에서 미리 확정된 지역내 수요(I)와 부분조사 결과(P) 셀들(■)을 제외한 지역간 이출입 셀들(■)을 수정 RAS방법(모형 B)에 의해 최종 결과치 산출(2차 결과치)

부분조사 결과를 엔트로피 모형에 적용하여 지역간 이출입을 추계하는 과정을 단계별로 나타내면 다음과 같다.

부분정보 및 엔트로피 모형을 이용한 지역간 이출입 추계 과정



* 세부 계산과정은 「<참고 1> 엔트로피 모형의 산출식 및 계산과정」, <참고 2> 수정 RAS 모형의 산출식 및 계산과정」 참조

다. 적합성 검증 및 오차 분석

엔트로피 모형의 적합성을 검증하기 위해 실제조사(survey)가 충실하게 이루어진 산업용 플라스틱 부문(173)을 선정하여 동 부문의 조사가 일부만 이루어진 것으로 가정하고 실제치와 추정치의 비교를 통해 모형의 적합성을 검증하였다.

추정결과의 오차는 매트릭스 형태의 이출입 내역표 각 셀의 실제 조사된 값에서 모형 추정치와의 차의 절대치를 합한 값을 실제 조사된 매트릭스 값의 합(총산출액)으로 나눈 총오차백분율(STPE : Standardized Total Percentage Error)에 의해 분석하였다.

$$STPE = 100 \times \frac{\sum_i \sum_j |a_{ij} - a_{ij}'|}{\sum_i \sum_j a_{ij}}, \quad a_{ij} = \text{실제치}, \quad a_{ij}' = \text{추정치}$$

부분조사 결과의 반영정도에 따른 오차의 증감추이를 비교하기 위하여 '나. 엔트로피 모형의 적용'에서 부분조사 결과를 반영하지 않고 구한 1~2단계의 추정결과를 1차 결과치로, 1차 결과치에 지역내 거래 및 지역간 거래에 대한 부분조사 결과(총 11개 셀)를 순차적으로 반영하여 수정RAS 방법으로 구한 3~4 단계의 추정결과를 2차 결과치로 각각 구분하였다.

먼저 산업용 플라스틱에 대한 실제조사 결과는 다음의 표와 같다.

산업용 플라스틱 : 실제조사(survey) 결과

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액(O)
수도권	5,033	69	1,135	356	480	659	7,732
강원권	34	36	6	20	5	5	106
충청권	1,074	63	920	214	207	359	2,838
전라권	220	40	69	474	19	60	883
경북권	189	5	314	33	877	461	1,880
경남권	477	34	278	77	174	1,804	2,844
수요액(D)	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

동 부분의 6개 지역 상호간의 이출입 추계를 위해서는 총 36개 셀에 대한 정보가 필요하나 전술한 바와 같이 이 중 10개{지역내(I) : 5, 지역간(P) : 5} 셀에 대한 조사만 이루어지고 나머지 셀에 대한 정보는 알 수 없는 것으로 가정한 표는 다음과 같다. 강원권의 지역내 거래금액(I')은 인접지역인 충청권의 지역내 거래비중을 이용하여 별도 추정하였다.

산업용 플라스틱 : 부분조사(partial survey) 가정

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액(O)
수도권	5,033(I)	X12	1,135(P2)	X14	X15	X16	7,732
강원권	X21	33(I')	6(P3)	X24	X25	X26	106
충청권	1,074(P1)	X32	920(I)	X34	X35	X36	2,838
전라권	X41	X42	X43	474(I)	X45	X46	883
경북권	X51	X52	X53	X54	877(I)	X56	1,880
경남권	X61	X62	278(P4)	X64	174(P5)	1,804(I)	2,844
수요액(D)	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

— 1차 결과치 오차분석

- 산업용플라스틱 부문에 대한 1단계 자료를 바탕으로 엔트로피 모형을 적용하여 모형의 적합성을 검증한 결과 일반 엔

트로피 모형에 의해 계산한 1차 결과치의 총오차백분율(STPE)은 22.83으로 나타났다. 1차 결과치에서는 수도권을 제외한 나머지 지역의 지역내 거래는 모두 과소 추정되었음을 알 수 있다.

엔트로피 모형, 총오차백분율(STPE) : 22.83

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액
수도권	5,162	129	1,159	237	485	560	7,732
강원권	45	1	17	12	9	22	106
충청권	992	41	843	247	290	424	2,838
전라권	122	19	149	308	120	166	883
경북권	378	21	264	182	305	731	1,880
경남권	329	37	291	189	552	1,446	2,844
수요액	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

— 2차 결과치 오차분석

- 지역내 거래자료(6개 셀)를 1차 결과치에 반영하여 수정 RAS 모형에 의해 해당 셀을 고정하고 계산한 결과치(2-1차)의 총오차백분율(STPE)은 10.42로 나타났다.

지역내 거래자료 추가(수정 RAS 모형), 총오차백분율(STPE) : 10.42

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액
수도권	5,033	132	1,309	255	371	633	7,732
강원권	37	33	10	7	4	13	106
충청권	1,169	31	920	197	164	356	2,838
전라권	120	12	104	474	57	116	883
경북권	310	11	154	101	877	427	1,880
경남권	359	26	226	140	289	1,804	2,844
수요액	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

- 여기에 2개 셀에 대한 부분조사 결과를 추가(8개 셀)한 결과치 (2-2차)의 총오차백분율(STPE)은 8.28로 나타났다.

지역내 거래 및 2개 지역 부분조사 자료 추가(수정 RAS 모형),

총오차백분율(STPE) : 8.28

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액
수도권	5,033	128	1,273	241	438	621	7,732
강원권	38	33	6	7	5	14	106
충청권	1,133	31	920	192	201	360	2,838
전라권	113	11	102	474	68	115	883
경북권	302	11	155	99	877	435	1,880
경남권	409	30	266	160	174	1,804	2,844
수요액	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

- 여기에 3개 셀에 대한 부분조사 결과를 추가로 추가(11개 셀)한 결과치(2-3차)의 총오차백분율(STPE)은 6.57로 나타났다.

지역내 거래 및 5개 지역 부분조사 자료 추가(수정 RAS 모형),

총오차백분율(STPE) : 6.57

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공급액
수도권	5,033	138	1,135	272	456	698	7,732
강원권	42	33	6	6	4	11	106
충청권	1,074	33	920	212	203	395	2,838
전라권	116	8	147	474	48	88	883
경북권	326	9	236	81	877	351	1,880
경남권	436	23	278	129	174	1,804	2,844
수요액	7,028	248	2,722	1,174	1,762	3,348	16,282

이상의 분석결과를 보면 이용 가능한 부분조사(partial survey) 결과가 증가할수록 모형에 의한 2차 결과치의 정확성은 점차 개선되는 것으로 나타나 모든 지역간의 이출입 거래를 직접조사 방식에 의해 추계할 수 없는 경우에는 이용가능한 부분정보를 기존 계

량모형에 적절히 반영함으로써 지역간 이출입 추정의 정도를 크게 개선할 수 있는 것으로 파악되었다.

<경제통계국 지역IO반 오정렬 과장, 장보성 조사역>

<참고 1>

엔트로피 모형의 산출식 및 계산과정

1. 지역간 이출입 산출식

$$x_{ij} = x_i A_i y_j B_j \exp(-\mu c_{ij})$$

x_{ij} = i 지역에서 j 지역으로의 이출액

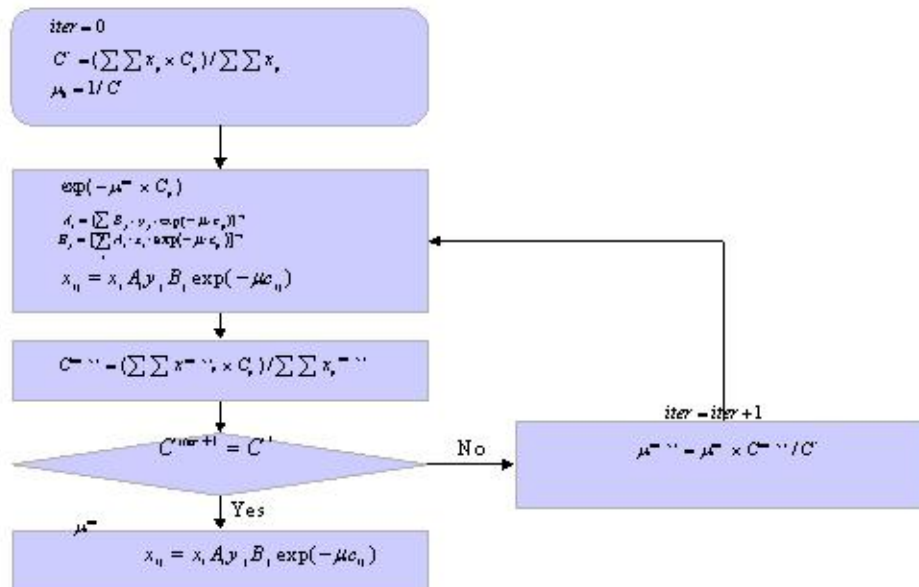
x_i = i 지역 공급액, y_j = j 지역 수요액

$$A_i = [\sum_j B_j y_j \exp(-\mu c_{ij})]^{-1}: \text{균형제약식}$$

$$B_j = [\sum_i A_i x_i \exp(-\mu c_{ij})]^{-1}: \text{균형제약식}$$

μ = 수송비승수, c_{ij} = 지역간 단위수송비용

2. 계산과정



<참고 2>

수정 RAS 모형의 산출식 및 계산과정

1. 지역간 이출입 조정식

$${}_t x_{ij}^{iter+1} = s_j^{iter} \times {}_t x_{ij}^{iter}, \quad {}_t x_{ij}^{iter+1} = r_i^{iter} \times {}_t x_{ij}^{iter}$$

${}_t x_{ij}$ = 1차 결과치의 i, j 지역간 이출액

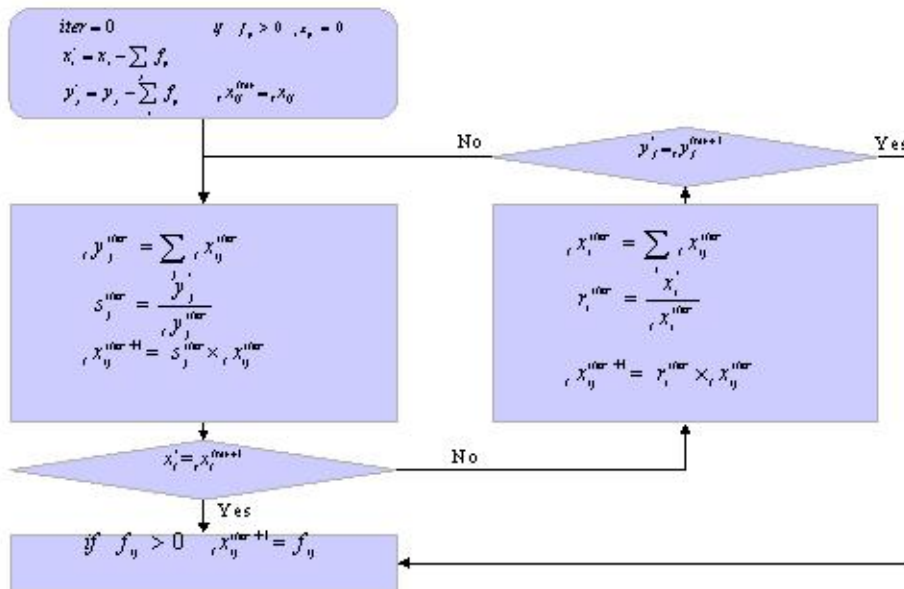
s_j = 수요 조정계수, r_i = 공급 조정계수

$x_i = x_i - \sum_j f_{ij}$ (3단계에서 고정된 지역내 수요 및 부분조사 결과를 제외한 공급액)

$y_j = y_j - \sum_i f_{ij}$ (3단계에서 고정된 지역내 수요 및 부분조사 결과를 제외한 수요액)

f_{ij} = 3단계에서 고정된 지역내 수요 및 부분조사 결과

2. 계산과정



<참고문헌>

- 국가균형발전위원회, “『MRIO시산표 작성-기술계수 추정』에 관한 연구”, 2003
- 국토연구원, “지역간 투입산출분석 모형개발 연구(I)”, 2001
- 국토연구원, “지역간 산업연관표 작성연구(III)”, 2003
- 김강수·최홍석, “교통시설투자의 지역경제 파급효과 추정을 위한 다지역 산업연관 모형구축 및 분석, 교통개발연구원 정책연구 04-07, 2004
- 이승재·이현주, “3-D기법을 이용한 TCS 기반 전국 교통수요 추정 연구”, 대한교통학회지, 2002
- 지해명, “교차거래(Cross-hauling)가 지역간 교역 및 승수에 미치는 효과분석: LQ와 Entropy Model 비교를 중심으로”, 경제학연구 제53집 4호, 2005
- 통계청, “산업총조사보고서”, 2003
- 한국개발연구원, “공공투자사업의 지역경제 파급효과 추정을 위한 다지역 산업연관모형(MRIO) 구축 및 분석”, 2000
- 한국은행, “산업연관분석해설”, 2004
- 한국은행 경제통계국, “중국의 지역산업연관표 작성내용과 지역경제 구조 및 지역개발분석”, 2005
- Institute of Development Economies Japan External Trade Organization, “Spatial Structure and Regional Development in China: Interregional Input-Output Approach”, 2004
- Ronald E. Miller & Peter D. Blair, “Input Output Analysis:

Foundations and Extensions”, 1985

- Guy R. West, “Regional Trade Estimation : The Hybrid Approach”, International Regional Science Review, 1990
- Michael L. Lahr, “A Strategy for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables”, The 12th International Conference on Input-Output Techniques in New York City, 1998
- Jens P. Gitlesen & Kurt Jörnsten, “A disaggregated Gravity Model”, Discussion Paper 28/00(Norwegian School of Economics and Business Administration), 2000
- Uwe Blien, Fredrich Graef, “Entropy Maximization Methods for the Estimation of Tables”, Proceedings of the 21th Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V., University of Potsdam, March 12-14, 1997