

연구자료

연결망 분석 기법을 활용한 농산물 물류센터의 입지특성 분석

국승용*

Keywords

연결망분석(network analysis), 입지(location), 농산물 유통(agricultural products marketing), 매개중앙성(betweenness centrality), 역할등위성(role equivalence)

Abstract

The purpose of this study is to show methods of social network analysis are helpful to understand results of economic analysis, such as linear programming. But as the number of variables used by the model increases, multi-dimension matrix produced by the transshipment model becomes more complicated. To get more intuitive informations from the result matrix of the transshipment model for agricultural products distribution centers, social network measures were applied. Social network measures, such as betweenness centralities and role equivalences can be used to compare functions of distribution centers. Visualizing relationships among nodes helps to find out transaction networks of certain distribution center. And centralities and equivalences provide additional informations about functions of distribution centers, which could not be obtained from the transshipment model. Methods of social network analysis can be a good alternative to discover characteristics of a complicated matrix.

차례

- | | |
|---------------|----------|
| 1. 서론 | 4. 분석 결과 |
| 2. 연구에 활용된 자료 | 5. 결론 |
| 3. 분석 방법 | |

* 한국농촌경제연구원 전문연구원

1. 서론

입지(location)란 생산활동과 소비활동 등의 경제활동이 일어나는 공간적 영역을 말한다. 일반적으로 산업시설은 그 입지의 특성에 따라 개별기업의 이윤이나 사회적 편익에 서로 다른 크기의 영향을 미친다. 특히 물류센터와 같은 시설은 독립적인 생산활동은 거의 이루어지지 않고, 산지의 상품을 수집하여, 소비지로 분산하는 역할을 통해 부가가치를 창출하므로, 입지적 특성이 당해 기구의 효율성에 미치는 영향이 상대적으로 크다 할 수 있다.

산업시설의 입지선정 시 비교적 널리 활용되는 방법으로 수송모형(transportation model)과 환적모형(transshipment model)이 있다. 수송모형은 다수의 생산지에서 다수의 소비지로 재화를 수송하는 경우, 발생하는 총 비용을 최소화하도록 특정 산지에서 특정 소비지로 수송되는 물량을 결정하는 모형이다. 환적모형은 생산지와 소비지 사이에 이적지점(transshipment point)을 상정하고, 생산지의 물량이 이적지점을 경유하여 소비지로 분산될 때, 비용을 최소화하는 ‘산지-이적지점-소비지’ 각각의 수송량을 결정하는 모형이다.

농산물 물류센터는 생산지와 소비지 사이의 이적지점으로 볼 수 있으므로, 물류센터의 적정입지 선정 시 환적모형을 활용할 수 있다. 또한 유통시설의 적정 입지 선정 외에도 유통시설의 적정 규모 등을 산정하기 위한 목적으로 환적모형이 사용되고 있다. 축산물 도매시장과 도축장의 적정 입지 선정을 위해 비선형환적모형을 적용한 연구(김명환 외 1991), 경기도 지역 물류시설의 적정 입지와 규모결정을 위한 선형환적모형을 적용한 연구(이상훈 외 1997), 친환경농산물 물류센터의 적정입지와 규모 결정을 위해 환적모형을 적용한 연구(김완배 외 2004) 등 국내에도 적정 입지 결정이나 유통시설의 적정 규모 결정을 위해 환적모형을 적용한 연구들이 다수 존재한다.

그런데, 환적모형을 활용할 때 산지-경유지-소비지의 수가 많아질 경우 산출된 최적해를 구체적으로 이해하고 분석하는 것 자체에 적지 않은 어려움이 존재한다. 물론, 최소 비용 규모, 개별 이적지점을 경유하는 총 유통량 등은 쉽게 집계할 수 있지만, 개별 생산지에서 특정 이적지점을 경유하여 소비지로 이르는 유통 과정은 직관적으로 파악하기 어렵다. 환적모형을 이용하면 수송비를 최소화하는 최적화 과정을 거쳐 유통량을 나타내는 행렬을 생성할 수 있다. 예를 들어 산지가 1개, 경유지가 m 개, 소비지가 n 개라면, 산지-경유지를 연결하는 $1 \times m$ 행렬과, 소비지와 경유지를 연결하는 $m \times n$ 행렬이 생성될 수 있다. 그런데 산지, 경유지, 소비지의 수가 증가할수록, 각각의 행렬 차수

(dimension)가 증가하므로 구간별 유통량의 흐름을 쉽게 분석하기 어렵게 된다.

이 연구에서는 농산물 물류센터의 적정입지 선정을 위한 환적모형 활용 결과 생성된 산지-경유지, 경유지-소비지 행렬을 연결망분석(Network Analysis) 방법을 이용하여 분석하고자 한다. 연결망분석은 개인의 개별적 속성(attribute)이 아닌 개인의 관계성(relational property)에 주목한 분석 방법론이다(김용학 2003a). 그래서 사회연결망분석은 주로 개인이 맺고 있는 서로 다른 사회적 네트워크의 특성분석(최창현 2006), 특정 사회적 집단을 구성하는 개인들이 맺고 있는 네트워크의 특성을 분석함으로써 당해 집단에 대한 이해를 높이려는 시도(이주연 외 2005 ; 송미령 외 2006 :111-119) 등 인적 네트워크에 대한 연구가 주로 시도되었다.

유통시스템 내에서, 산지-경유지-소비지 역시 특정한 네트워크를 구성하여, 상품을 유통하고 있으므로, 네트워크 분석을 통해 이들이 가지고 있는 특성을 깊게 분석할 수 있을 것이다. 즉, 연결망 분석을 통하여, 산지-경유지-소비지의 물류 네트워크를 시각화하여 유통시스템에 대한 직관적인 이해를 높일 수 있다. 또한, 다양한 네트워크 지표를 활용하여 각각의 물류센터가 갖는 기능과 특성을 분석하고자 한다.

2. 연구에 활용된 자료

이 연구에서 활용하는 자료는 친환경농산물 물류센터의 최적입지 선정과정(김완배 외)에서 생산된 산지-경유지, 경유지-소비지 행렬을 이용하기로 한다. 해당 연구는 친환경농산물의 시군별 생산량과, 시군별 소비량을 추정하고, 환적모형¹을 활용하여 이들의 유통비용을 최소화하는 물류센터의 위치, 규모, 수 등을 추정한 연구이다. 앞의 연구에서는 곡류, 과실류, 채소 및 특작류 등 부류별로 유통량을 산출하였으나, 이 연구에서는 이들 3개 부류를 합한 유통량을 활용하였다. 다만, 유통량 자료를 그대로 이용하지 않고, 사회학적 분석인 네트워크 분석에서 일반적으로 사용되는 데이터 형태인 2분화(dichotomize) 과정을 거쳤다. 즉, 상호 유통량이 존재하는 경우에는 1, 그렇지 않은 경우에는 0으로 자료를 생성하였다.

위 연구에서는 154개 시군에서 생산되는 생산량과 227개 시군구에서 소비되는 소비량을 추정하였다. 또한 물류센터의 후보지에 대해 2가지 대안을 설정하여 대안별로

¹ 연구에서 활용한 환적모형은 부록에 상술하였다.

환적모형을 사용하여 물류센터의 취급규모를 산출하였다. 제1대안은 서울 외발산(강서시장), 경기 광주(곤지암), 경기 용인(모현), 경기 화성(비봉), 충남 연기(동면), 충북 청원(부용), 전북 김제(공덕), 전남 장성(서삼), 전남 나주(산포), 경북 영천(완산), 경북 상주(낙동), 경북 칠곡(지천), 경남 양산(원동) 등 13개 지역에 물류센터를 설치할 경우 각 물류센터의 최적 규모를 산출하였다<표 1>. 이때 생성된 2개의 행렬, 즉 산지-물류센터(154×13) 유통량 행렬과 물류센터-소비지(13×227) 유통량 행렬을 분석 대상으로 하였다.

표 1. 제1대안(13개 후보지)의 물류센터 취급량 추정

단위: 톤, %

구분	계		곡류		과일류		채소 및 특작	
	취급량	구성비	취급량	구성비	취급량	구성비	취급량	구성비
광주(곤지암)	217,366	21.3	59,262	18.2	24,392	18.4	133,712	23.8
용인(모현)	31,917	3.1	16,281	5.0	1,591	1.2	14,045	2.5
화성(매송)	126,238	12.4	40,702	12.5	25,983	19.6	59,553	10.6
서울(외발산)	110,320	10.8	38,749	11.9	8,086	6.1	63,485	11.3
연기	34,933	3.4	9,443	2.9	3,579	2.7	21,911	3.9
청원	38,621	3.8	8,466	2.6	5,435	4.1	24,720	4.4
김제	64,384	6.3	19,211	5.9	10,340	7.8	34,833	6.2
장성	17,954	1.8	8,466	2.6	1,061	0.8	8,427	1.5
나주	92,592	9.1	27,352	8.4	12,991	9.8	52,249	9.3
영천	55,033	5.4	17,258	5.3	11,931	9.0	25,844	4.6
상주	54,528	5.3	25,724	7.9	6,893	5.2	21,911	3.9
칠곡	41,238	4.0	12,699	3.9	6,628	5.0	21,911	3.9
양산	135,806	13.3	41,679	12.8	13,787	10.4	80,340	14.3

또한, 제2대안은 수도권에 2개소, 충청권에 1개소, 전북, 전남, 경북, 경남 각 1개소 등 지역 물류 거점 7개소에 물류센터를 설치할 경우를 가정하였다. 제1대안에서 산출된 물류센터 후보지의 취급량을 비교하여 각 권역별로 취급규모가 가장 큰 후보지만을 대상으로 환적모형을 통해 제2대안의 물류센터 후보지별 최적 취급 규모를 산출하였으며 <표 2>, 이 때 생성된 산지-물류센터, 물류센터-소비지 유통량 행렬도 네트워크 분석 자료로 활용하였다.

그런데, 이같은 자료들은 네트워크 분석을 적용하기에 적합한 형태를 가지고 있지 않기 때문에 이에 대한 변환이 필요하다. 전형적인 네트워크 자료는 완전연결망

(complete network), 자아중심연결망(ego-centric network), 준 연결망(quasi network) 등의 형태로 되어 있다(김용학 2003b : 7-17). 이들 중 완전연결망은 1-모드(mode)², 자아중심연결망이나 준연결망은 일반적으로 2-모드 네트워크 자료의 형태를 띠고 있다.

표 2. 제2대안(7개 후보지)의 물류센터 취급량 추정

단위: 톤, %

구분	계		곡류		과일류		채소 및 특작	
	취급량	구성비	취급량	구성비	취급량	구성비	취급량	구성비
광주(곤지암)	282,491	27.7	87,591	26.9	29,164	22	165,736	29.5
화성(매송)	206,855	20.3	69,682	21.4	31,551	23.8	105,622	18.8
청원	95,617	9.4	30,282	9.3	11,401	8.6	53,934	9.6
김제	72,536	7.1	24,421	7.5	10,473	7.9	37,642	6.7
나주	103,637	10.2	31,585	9.7	14,185	10.7	57,867	10.3
영천	118,919	11.7	38,749	11.9	21,741	16.4	58,429	10.4
양산	139,488	13.7	42,982	13.2	13,919	10.5	82,587	14.7

그런데 분석에서 활용된 자료들은 산지-물류센터-소비지 등 3가지 서로 다른 유형의 변수가 존재하므로 네트워크 분석에서 일반적으로 활용되지 않는 중첩 2-모드, 또는 3-모드 네트워크의 특성을 가지고 있다. 또한 유통량 자료는 산지-경유지-소비지로 그 흐름이 분명한 방향(direction)을 가지고 있다. 이같은 자료의 특성을 충분히 살릴 수 있도록 <그림 1>과 같이 네트워크 분석에 적합한 형태의 데이터를 생성하였다. (a)와 같은 산지-물류센터 행렬에 (b)와 같이 물류센터-소비지 행렬을 결합 시킨 후, 물류센터와 소비지 행렬을 전치(transpose)하여 정방행렬을 생성하였다. 끝으로, (d)와 같이 유통량이 중복되는 부분을 0으로 처리하여, 행렬이 분명한 방향성을 갖도록 하였다.

² 네트워크에서 모드(mode)란 해당 네트워크의 구조를 표시하기 위한 변수 집합의 수를 의미한다. - The mode of network defined as the number of sets of entities on which the structural variables are measured(Wassermann et al,1994 : 29).

그림 1. 산지-물류센터-소비지, 3-모드 네트워크 데이터 생성과정

	산지	물류센터
산지	0	
물류센터		0

(a)

	산지	물류센터	
산지	0		
물류센터		0	

(b)

	산지	물류센터	소비지
산지	0		0
물류센터		0	
소비지			

(c)

	산지	물류센터	소비지
산지	0		0
물류센터	0	0	
소비지	0	0	0

(d)

3. 분석 방법

이 연구에서는 물류센터의 입지 특성을 분석하기 위해 구조적 등위성과 중앙성 지표를 활용하고자 한다.

3.1. 중앙성(centrality)

중앙성은 ‘중심점(central point)은 다른 노드³와 비교하여 현저하게 많은 연결을 맺고 있는 점(Scott 2000 : 82-89)’이라는 비교적 단순한 개념에서 시작된 분석 방법론이다. 얼마나 많은 노드들과 직접적인 연결을 맺고 있는가를 나타내는 지표가 정도중앙성(degree centrality)이다. 인접중앙성(closeness centrality)은 네트워크의 한 결점에서 다른 결점에 도달하기 위해 필요한 최소 단계의 총합으로 표현된다. 인접중앙성은 최소 단계로 타인과 연결될 수 있는 사람의 중앙성이 높다는 점에 착안한 것으로 연결망의 중앙에 놓일수록 그 수치가 작아지는 경향이 있다.

매개중앙성(betweenness centrality)은 서로 다른 노드를 연결시켜주는 역할이 큰 노

³ 사회학적 분석에서는 연결망 구성 요소를 행위자(actor)와 노드(node)로 구분하여 취급하는 것이 일반적이지만, 이 연구에서 다루고 있는 산지, 소비지, 물류센터는 각각 물류 지점이라는 유사성이 존재하여 모두 노드로 표기하기로 하였다.

드가 큰 중앙성을 갖도록 고안된 방법이다. 매개중앙성은 서로 다른 두 노드를 연결하는 경우의 수 중에서 특정 노드를 경유할 비율로 표현될 수 있다. 즉 j노드와 k노드를 연결하는 최단 경로의 수를 g_{jk} 라 하고, 그 중 노드 i를 경유하는 연결의 수를 $g_{jk}(n_i)$ 라 하면, 매개중앙성 C_B 는 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$C_B(n_i) = \sum_j \sum_k \frac{g_{jk}(n_i)}{g_{jk}}$$

네트워크 내 노드의 수가 g 라 할때, C_B 의 최대값은 $(g-1)(g-2)/2^4$ 이고, 최소값은 0이다. C_B 의 최대값이 1이 되도록 표준화한 C_B' 는 다음과 같이 정의된다.

$$C_B'(n_i) = \frac{C_B(n_i)}{(g-1)(g-2)/2}$$

$C_B'(n_i)$ 의 값을 비교하여, i 가 네트워크 내에서 노드들 간의 상호 연결을 성사시키는 비중을 알 수 있다. 이는 경유지로서 물류센터의 기능을 잘 표현해 주는 지표로 활용될 수 있으므로 이 연구에서는 여러 가지 중앙성 지표 중 매개중앙성을 활용하였다.

3.2. 구조적 등위성

구조적 등위성이란 연결망 내의 노드들이 서로 어느 정도 같은 유형의 관계를 맺고 있는지를 나타내는 개념으로(김용학 2003b : 28-31). i 가 관계를 맺고 있는 노드들 및 그 관계의 내용과, j 가 맺고 있는 노드들 및 그 관계의 내용이 일치할 때 두 점 i 와 j 가 구조적으로 등위적이라고 정의할 수 있다(Wasserman : 356-360). 하지만 이처럼 엄격하게 정의된 구조적 등위성을 실제 분석에 도입할 경우, 네트워크 내에서 위치와 역할(position and role)이 완벽하게 일치하는 노드만을 유형화할 수 있기 때문에 제약을 완화한 등위성 개념이 요구된다.

동형 등위성(automorphic or isomorphic equivalence)은 구조적 등위성의 제약을 완화한 개념으로 노드들이 네트워크에서 서로 구분할 수 없는 구조적 위치를 점한 경우에 사용된다. 즉, 두 노드가 각각 서로 다른 노드와 관계를 맺고 있다하여도, 그래프 상에서 서로 다른 두 노드가 완전히 겹친다면, 이 두 노드는 동형 등위성을 갖는다고 정의된다.

⁴ g 개의 노드 중 자신을 제외한 $g-1$ 개의 노드가 서로 맺을 수 있는 2자 관계의 총 수를 의미한다.

등위성 지표 중 역할 등위성(local role equivalence)은 서로 다른 노드 간의 역할 집합(role set)이 얼마나 유사한지를 측정하는 것이다. 3자 관계(triad)에서 형성될 수 있는 관계 유형은 모두 36가지이다⁵. 노드가 다른 노드와 맺는 3자 관계를 유형별로 집계하고, 3자 관계 분포를 비교하여 역할 등위성을 측정할 수 있다.

D_{ij} 는 i 와 j 사이의 역할등위성을 나타내며, T_{iq} 는 i 가 맺고 있는 3자 관계를 36개 유형별로 분류하고, 각각의 유형이 발생하는 빈도를 나타낸다. 만일, i 와 j 의 3자 관계 유형이 동일하다면, 괄호안의 값이 0이 되어, i 와 j 는 네트워크 내에서 동일한 역할을 수행하고 있다고 볼 수 있다.

$$D_{ij} = \left(\sum_{q=1}^{36} (T_{iq} - T_{jq})^2 \right)^{1/2}$$

이 연구에서는 산지와 물류센터, 소비지와 물류센터 각각에 대하여 역할 등위성을 계측하였다. 이 두 가지 계측에서 산지와 소비지는 각각 네트워크 상에서 유사한 역할을 수행하고 있기 때문에 0에 가까운 값을 나타낼 것이다. 반면, 물류센터는 다수의 산지 및 소비자와 네트워크를 형성하고 있으므로, 상대적으로 0보다 큰 값을 나타낼 것이다. 따라서 물류센터의 역할등위성 계수가 크면 클수록, 개별 산지나 소비지와 구분되는 역할을 수행하는 정도가 강하다고 볼 수 있다.

또한, 이 연구의 네트워크의 시각화(visualization), 매개중심성과 역할등위성의 분석 등은 소프트웨어 넷마이너 전문가용 버전 2.6(NetMiner Professional Edition Version 2.6)을 사용하였다.

4. 분석 결과

4.1. 제1 대안

13개 물류센터 후보지의 매개중양성과 산지와 소비지에 대한 역할등위성을 계측한 결과를 <표 3>에 나타내었다. 물류센터를 제외한 산지와 소비지의 매개중양성은 0이었다. 물류센터 후보지 중 매개중양성이 0인 모현과 장성은 산지나 소비지와 관계에서 이들을 중개하는 역할을 효과적으로 수행하고 있지 못함을 반영한다고 할 수 있다. 개

⁵ 부그림 참조

별 산지의 역할등위성 지수는 0.024~0.055 범위에서 그 값이 형성되었으며, 개별 소비지의 역할등위성 지수는 0.017~0.030 범위에서 그 값이 형성되었다.

매개중양성과 취급비중 간의 상관계수는 0.976으로 대단히 높은 것으로 나타났으며, 이는 취급량이 많은 물류센터가 일반적으로 다수의 산지 및 후보지와 거래 관계를 형성하고 있음을 나타낸다고 볼 수 있다. 반면, 영천과 상주를 비교하면, 취급비중은 영천이 상대적으로 높았으나, 매개중양성은 반대로 상주가 다소 높게 나타났다. 이는 영천이 대도시인 대구에 인접하여, 비록 적은 수의 지역과 거래 관계를 맺고 있지만 그 규모가 큰 반면, 상주는 인근에 뚜렷한 대규모 생산지나 소비지가 없어, 취급량이 적은 다수의 산지 및 소비지와 거래 네트워크를 형성하고 있기 때문에 나타난 현상이라고 생각된다.

표 3. 제1대안 물류센터 후보지의 매개중양성과 역할등위성

물류센터 후보지	취급비중 ¹⁾	매개중양성	역할등위성	
			산지	소비지
곤지암	21.3	0.008	0.371629	0.394763
모현	3.1	0	0.082832	0.109617
매송	12.4	0.004	0.266536	0.256321
외발산	10.8	0.003	0.256855	0.158954
연기	3.4	0.001	0.118503	0.109658
청원	3.8	0.001	0.168147	0.188042
김제	6.3	0.003	0.246249	0.237458
장성	1.8	0	0.132886	0.188229
나주	9.1	0.003	0.30884	0.421454
영천	5.4	0.001	0.163462	0.188229
상주	5.3	0.002	0.282975	0.402988
칠곡	4	0.001	0.156635	0.159083
양산	13.3	0.005	0.297279	0.275946

주 1) 김완배 외(2004)의 연구에서 산출된 취급량의 비중

또한 13개 물류센터 후보지에 대해 추정된 유통량을 바탕으로 산지-물류센터-소비지 간의 유통량 네트워크를 <그림 2>와 같이 도시할 수 있다. ■로 표시된 물류센터가 형성하고 있는 산지(▲)와 소비지(●) 네트워크를 숫자로 구성된 행렬에 비하여 직관적으로 파악할 수 있다. 즉, 네트워크를 도시(visualize)함으로써, 물류센터가 산지 및 소비지와 형성하고 있는 거래관계 특성이나, 복수의 물류센터와 거래관계를 형성하고 있는 산지나 소비지 등 개별 노드의 특성을 비교적 용이하게 비교할 수 있다.

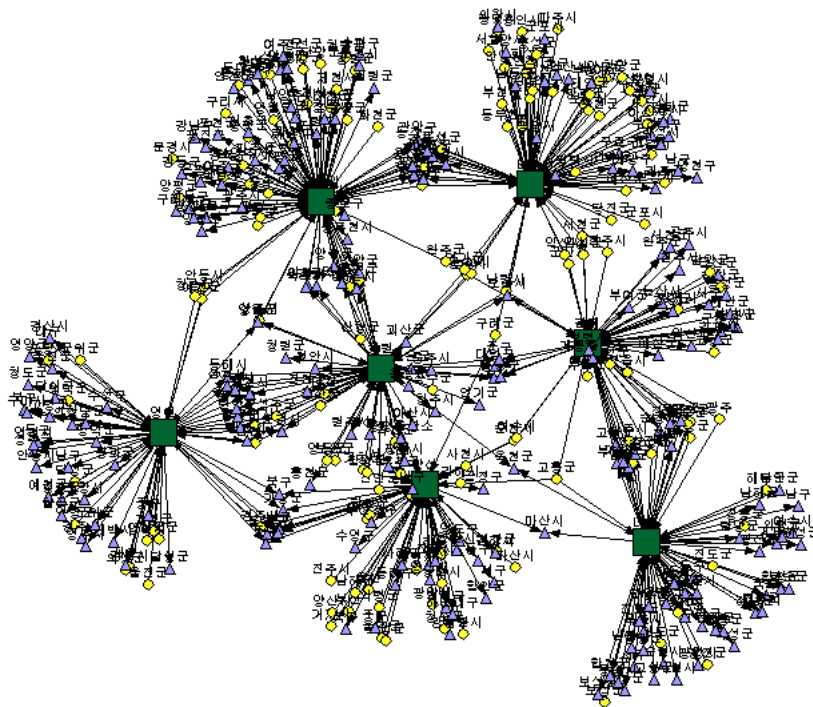
표 4. 제2대안 물류센터 후보지의 매개중앙성과 역할등위성

물류센터 후보지	취급비중 ¹⁾	매개중앙성	역할등위성	
			산지	소비지
곤지암	27.7	0.013	0.540863	0.501449
매송	20.3	0.009	0.617031	0.325534
청원	9.4	0.005	0.302863	0.389115
김제	7.1	0.005	0.355658	0.343756
나주	10.2	0.005	0.234876	0.493432
영천	11.7	0.006	0.303348	0.450979
양산	13.7	0.005	0.421478	0.297709

주 1) 김완배 외(2004)의 연구에서 산출된 취급량의 비중

또한 7개 물류센터 후보지에 대해 추정된 유통량을 바탕으로 산지-물류센터-소비지 간의 유통량 네트워크를 <그림 3>과 같이 도시할 수 있다. <그림 3>은 분석을 진행한 전체 네트워크를 보여주고 있다. 특정 물류센터 후보지에 주목하여 산지-소비지 네트워크를 고찰한다면, 개별 물류센터가 형성하고 있는 거래 네트워크의 특징을 직관적으로 인식하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

그림 3. 제2대안 물류센터 후보지의 산지-소비지 네트워크



5. 결론

환적모형은 비용최소화 과정에서 물류센터의 적정 취급량을 산출하는 유용한 방법 중의 하나라고 생각된다. 또한, 환적모형을 통해 산출된 산지-물류센터-소비지 간의 유통량을 연결망 분석의 방법론을 활용하여 거래 네트워크에 대한 새로운 정보를 발견할 수 있었다. 즉, 환적모형 통해 각각의 물류센터가 전체 유통망 속에서 차지하는 ‘비용’을 찾아 낼 수 있다면, 연결망 분석은 물류센터가 산지 및 소비지와 맺고 있는 관계의 특성을 분석하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

분석결과를 통해서도 알 수 있듯이, 환적모형은 거래량을 활용하고, 연결망 분석은 2분화된 관계 자료를 활용했음에도, 취급 비중이 높은 물류센터가 대부분 연결망에서 높은 중앙성을 갖고 있는 것으로 나타났다. 이는 ‘거래량이 많은 물류센터가 다수의 지역과 거래관계를 맺고 있을 것’이라는 사회적 통념에 대해 경제학적 접근과 사회학적 접근이 유사한 결론을 도출한 것으로 생각된다.

다만, 소수의 물류센터에서 거래비중과 중앙성 지표의 값이 일치하지 않는 경우도 발견되었다. 거래비중은 유사하지만, 대도시에 인접한 거래관계는 많지 않아도 개별 거래의 규모가 큰 경우와 산지에 인접한 거래관계는 많지만 개별 거래규모가 작은 경우 거래비중 순위와 중앙성 지표 순위에서 차이가 발생하였다. 이같은 결과를 통해 연결망분석을 접목하게 되면, 물류센터의 입지 특성 분석 시 거래비중과 같은 경제적 역할 외에도, 당해 물류센터가 얼마나 많은 지역에 영향을 미치는지도 함께 고려할 수 있으며, 물류센터의 기능에 대해 보다 많은 정보를 활용할 수 있을 것이다.

또한, 단순 시각화기법으로 치부할 수도 있겠으나, 연결망 분석에서 보편적으로 활용하고 있는 시각화 방식은, 다차원 자료에 대한 직관적인 이해를 높이는 데 일정한 기여를 하는 것으로 보인다. 앞서도 언급한 바와 같이, 환적모형을 통해 산출된 산지-물류센터-소비지의 유통량 행렬은 그 자체만으로 유통량의 흐름을 파악하기 어려운 측면이 있다. 하지만, 당해 행렬을 시각화함으로써, 각각의 물류센터들이 산지 및 소비지와 형성하고 있는 거래관계를 직관적으로 이해할 수 있었으며, 이 역시 연결망 분석 기법의 유용성 중의 하나라고 생각된다.

분석 자료의 특성에 따라 연결망 분석 기법을 활용할 경우 분석결과에 대한 이해를 높일 수 있다. 특히, 이 연구에서 살펴본 바와 같이 유통시설의 입지와 관련한 연구에서는 연결망 분석 방법을 보완적으로 사용했을 경우, 유의미한 정보를 풍부하게 생산해 낼 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 김명환, 김진석. 1991, 「축산물 도매시장과 도축장의 적정입지와 운영개선」. 연구보고 235. 한국농촌경제연구원.
- 김용학. 2003a. 사회연결망 이론. 박영사.
- _____. 2003b. 사회연결망 분석. 박영사.
- 김완배, 국승용, 김창호. 2004. 「친환경농산물 통합물류체계 구축 및 물류센터 건설방안에 관한 연구」. 농림기술개발사업 연구보고서, 농림부.
- 유병서. 2001. 「유통경제학」. 성균관대학교 출판부.
- 송미령, 박주영, 김정섭. 2006. 「농산촌 지역혁신체계 기반 구축」 R521. 한국농촌경제연구원.
- 이상훈. 1997. 「경기도 물류시설의 적정입지 선정 및 규모결정에 관한 연구」. 경기개발연구원.
- 이주연, 이영주, 이동호. 2005. “농촌관광개발 이해당사자 분석 방법론 - 사회연결망분석 사례 연구.” 「농촌계획」 제11권 제3호.
- 최창현, 2006. “조직의 비공식 연결망에 관한 연구 - 사회연결망분석의 적용.” 「한국사회와 행정연구」 제17권 제1호.
- Scott, John. 2000. *Social Network Analysis-a hand book*, 2nd Ed, SAGE.
- Wasserman, S and Faust, K. 1994. *Social Network Analysis - Methods and Applications*. Cambridge.

원고 접수일: 2007년 5월 21일
원고 심사일: 2007년 6월 4일
심사 완료일: 2007년 9월 18일

부록 분석자료 생성시 활용한 환적모형

l 개의 생산지, m 개의 물류센터, n 개의 소비지에 대한 환적모형을 다루는 수학적 모형은 아래와 같다.

$$1) \text{ 목적함수 } \min \left[\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n C_{jk} X_{jk} \right]$$

$$2) \text{ 제약조건 } \sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i$$

$$\sum_{j=1}^m X_{jk} = b_k$$

$$\sum_{i=1}^l X_{ij} = q_j$$

$$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m X_{ij} - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n X_{jk} = 0$$

$$X_{ij}, X_{jk} \geq 0 \text{ for } i, j, k$$

C_{ij} = i 지역(생산지)에서 j 지역(물류센터)까지의 단위당 수송비

C_{jk} = j 지역(물류센터)에서 k 지역(소비지)까지의 단위당 수송비

X_{ij} = 생산지 i 에서 물류센터 j 까지의 수송량

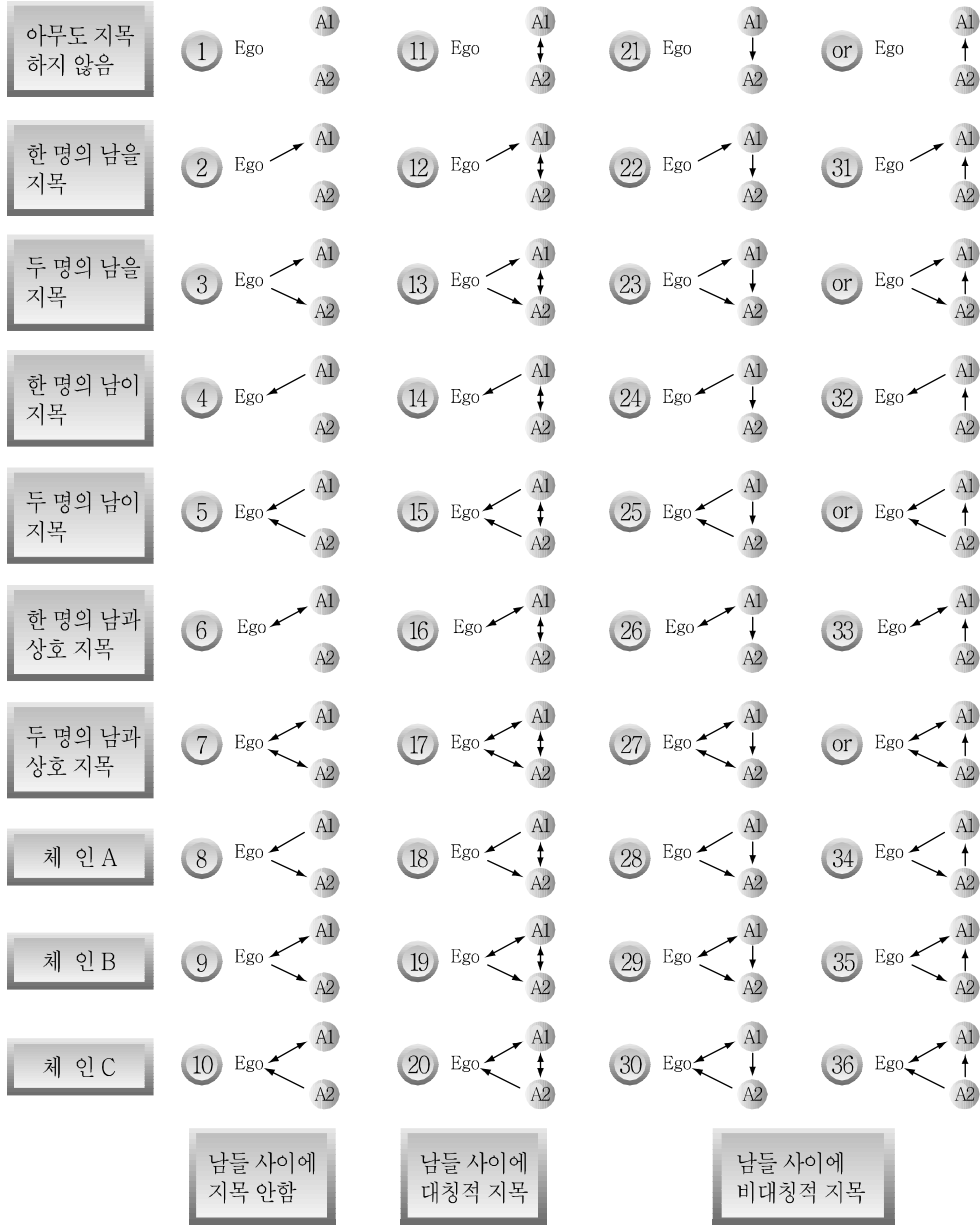
X_{jk} = 물류센터 j 에서 소비지 k 까지의 수송량

a_i = 생산지 i 의 출하량

b_k = 소비지 k 의 소비량

q_j = 물류센터 j 의 최대취급량

부그림



자료: 김용학 2003b