

통근통행에 의한 직·간접 흐름을 이용한 지역의 중심성 분석*

이종상^a · 서덕수^{b**}

^a공주대학교 교수 (충남 예산군 예산읍 대학로 54)

^b한동대학교 조교수 (경북 포항시 북구 한동로 558)

Analysis of Regional Centrality by Investigating Direct and Indirect Flows of Commuters

Jong-Sang Lee^a · Ducksu Seo^b

^aProfessor, Kongju National University (54, Daehakro, Yesan-eup, Yesan-gun, Chungnam)

^bAssistant Professor, Handong Global University (558, Handong-ro, Buk-gu, Pohang, Gyeongbuk)

Abstract

The regional centrality plays a very important role in national and regional planning and it is measured by data such as people, goods, and information flows among regions. The inter-regional flows are usually considered by only direct flows, yet indirect flows, which are generated accordingly from direct flows, are not critically considered. Most centrality studies have also hardly reflected the indirect flow in the network analysis. This study demonstrates the significance of the indirect flows to enhance accuracy of the regional centrality. The nationwide dataset of inter-regional commuter traffic matrix is used in this study and analysed into two groups; one to consider only direct flow and the other both direct and indirect flows. The results indicate remarkable differences of centrality ranking between two groups such as Yeongam of Jeonnam Province(+60th), Eumseong of Chungbuk Province(+57th), Gwacheon of Gyeonggi Province (-35th), and Nowon of Seoul (-32nd). It clearly shows the significant influence of indirect flow for regional centrality study. This also reveals regional centrality ranking in Korea by considering direct and indirect flows of commuters. Jung, Gangnam, and Jongno of Seoul are categorized in the highest rank group and Ulleung of Gyeongbuk, Ongjin of Incheon, and Jindo of Jeonnam are in the lowest group. The top group includes seven districts of Seoul, two of Busan, and one of Gyeonggi Province. The bottom group includes mostly island and coastal areas. As this study shows an accurate method of centrality measurement, it has a significant implication to lead an effective regional planning.

Key words: regional centrality, commuter O-D matrix, indirect flow, social network analysis, Bonacich β centrality

1. 서론

국토 및 지역계획을 수립하는 데 있어서 대상 지역의 공간구조 및 위계를 파악하는 것이 필요한데 이때 지역의 중심성을 파악하는 것이 매우 중요하다. 최근 우리 정부는 지방균형발전을 도모하기 위해 서울에 집중된 공공기관 및 정부출연 연구기관

등을 지방으로 분산해서 지역의 새로운 거점을 조성하는 혁신도시가 활발하게 추진되고 있다. 그러나 지방으로 분산시켜서 신규로 조성할 기관의 입지가 과학적인 중심성 지표 데이터를 기반으로 하기 보다는 많은 경우 정치적 논리로 결정되는 경우가 많다. 따라서 지역간의 네트워크를 기반으로 한 보다 정확한 지역의 중심성 및 위계를 파악하는 연구가 시급하다.

주요어: 지역의 중심성, 통근통행 O-D 행렬, 간접 흐름, 사회연결망 분석, Bonacich β 중심성

* 공주대학교 2019년도 연구년 사업에 의하여 연구되었음.

** 교신저자(서덕수) 전화 +82-54-260-1432, e-mail: handonge@handong.edu

네트워크 이론에서 중심성은 각각의 정점(개인, 지역)의 중요성을 나타내는데, 중심성 척도에는 여러 가지가 있는데, 지역분석에서 중심성은 일반적으로 연결정도 중심성이 주로 이용된다. 지역의 연결정도 중심성은 각 지역의 차수(degree)로 계산하는데, 이때 차수는 사람, 물자, 정보 등 각 지역 간의 흐름의 크기를 의미한다.

지역 간의 흐름은 Nystuen, J. D., & Dacey, M. F. (1961)가 지적한 바와 같이 직접 흐름뿐만 아니라 직접 흐름을 통해서 발생하는 간접 흐름도 중요한 의미가 있다. 그러나 간접 흐름의 크기는 직접 흐름의 크기에 비례하는 것이 아니라 인접행렬(adjacency matrix)의 거듭제곱으로 계산하기 때문에 지역에 따라서 간접 흐름의 크기는 서로 다르게 된다.

직접 흐름에 의한 간접 흐름의 크기를 측정하는 방법은 많이 제시되어 있으나(이종상, 2007), 이제까지 지역의 중심성 측정에 관한 연구에서 간접 흐름을 전혀 고려하지 않고 직접 흐름만으로 중심성을 측정하였다. 각 지역 간에 간접 흐름의 크기가 다른 경우에 직접 흐름만으로 계산한 지역의 중심은 지역의 실제 중심성을 제대로 측정했다고 볼 수 없다.

이 연구의 목적은 시·구·군을 단위로 조사한 통근통행 O-D 행렬을 이용하여 직접 흐름뿐만 아니라 간접 흐름도 고려하여 지역의 중심성을 계산하는 방법을 제시하고, 직접 흐름만 고려한 경우와 직·간접 흐름을 동시에 고려하는 경우를 비교 분석하는데 있다. 또한, 직·간접 흐름을 이용하여 229개의 각 시·구·군의 중심성을 광역시와 도에 속한 시·구·군의 중심성, 시, 구, 군에 속한 지역의 중심성을 비교하는 데 있다.

2. 이론적 배경

2.1. 지역의 중심성

사회연결망 분석에서 중심성은 사회 네트워크에서 개인이 가지는 권력과 영향력이라는 개념으로 개발되었으며, 중심성이 높은 지역은 독립성(independence), 지배력(dominance), 영향력(influence) 등이 높다는 것을 의미한다. Freeman(1979)은 사회 연결망 분석에서 중심성을 측정하는 방법으로 연결정도 중심성(degree centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 매개 중심성(betweenness centrality) 등을 제시하였다.

지역의 중심성을 측정하는 방법으로 연결정도 중심성이 주로 이용되는데, 연결정도 중심성은 다른 시·구·군과 얼마나 많은

연결 관계를 맺고 있는가를 나타내며, 여러 가지 형태로 계산할 수 있다. 연결정도 중심성에서 연결된 시·구·군의 중심성의 크기를 보완관계로 보고 함께 고려한 것이 고유벡터 중심성이며, 연결된 중심성의 크기를 경쟁 관계($\beta < 0$)에도 사용할 수 있게 일반화시킨 것이 Bonacich β 중심성이다(Bonacich, 1987).

Bonacich β 중심성을 계산하는 식은 다음과 같다.

$$c_i(\alpha, \beta) = \sum_j (\alpha + \beta c_j) R_{ij} \quad (1)$$

여기서

c_i : 지역의 베타 중심성 열벡터

α : 중심성 값을 표준화하기 위한 파라미터

β : 지역과의 거리를 기준으로 한 가중치 파라미터

R_{ij} : R_{ij} 를 요소로 갖는 인접 매트릭스

2.2. 시·구·군 간 직·간접 흐름

시·구·군 간 네트워크는 시·구·군을 정점(vertex), 간선(edge)에는 통근통행을 통한 정보 흐름의 양으로 파악하면 지역 간에는 직접 흐름뿐만 아니라 간접 흐름도 발생하게 된다. 지역 i, j , 지역 j, k 간에는 통행이 있고, 지역 i, k 간에 통행이 없는 경우에도 i 지역에서 j 지역으로 흐른 정보가 다시 j 지역에서 k 지역으로 흐르게 되는데, 이것이 i 지역과 k 지역 간의 간접 흐름($i \rightarrow j \rightarrow k$)이다.

직접 흐름을 통한 간접 흐름의 계산 방법은 Nystuen, J. D., & Dacey, M. F.(1961)가 제시하였는데, 각 정점 간의 연결 상태를 행렬로 나타내는 인접행렬이 A 인 경우 n 단계의 간접 흐름은 A^n 으로 계산하였다. 따라서 간접 흐름의 크기는 인접행렬을 어떻게 정식화시키느냐에 따라서 달라지는데 이종상(2007)은 다음과 같이 인접행렬을 정식화하였다.

i 지역에서 j 지역으로 통근하는 통행자 수를 x_{ij} , i 지역의 재택자 수를 H_i , 인구를 P_i 라 하면, 통근자, 재택자, 총인구 간에는 다음과 같은 등식이 성립한다.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + H_i = P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

인접행렬 a_{ij} 를

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{P_j}, x_{ij} = a_{ij} \times P_j \quad (3)$$

과 같이 정식화한 경우 식(2)를 식(1)에 대입하여 정리하면 (식 3)과 같다.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \times P_j + H_i = P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

식 (4)를 H 에 대하여 정리하면

$$H = (I - A)^{-1}P \quad (5)$$

가 된다. $A \geq 0, P_i \geq 0, h_i > 0$ 가 성립하기 때문에 직접 흐름과 무한히 반복되는 간접 흐름의 합계의 인접 행렬 B 는 다음과 같이 구할 수 있다(竹内, 1974). 또한 직접 흐름과 무한히 반복되는 간접흐름의 실제 흐름의 양은 인접 행렬 B 와 인구 P_j 를 곱하여 계산할 수 있다.

$$B = A^1 + A^2 + \dots + A^\infty = (I - A)^{-1} - I \quad (6)$$

2.3. 선행연구의 고찰

지역의 연결정도 중심성은 지역 간의 흐름의 크기에 의해서 결정되는데 흐름의 크기뿐만 아니라 연결된 지역의 중심성이 얼마나 중요한지도 함께 고려하는 것이 고유벡터(eigen vector) 중심성이다. 이것은 어떤 지역과 연결된 다른 지역의 중심성이 높을수록 그 지역의 중심성은 커지게 되며 이때 지역 간에 포지티브, 즉 보완적 관계를 의미한다.

고유벡터 중심성은 보완적인 관계에서는 유용하지만 교환이론과 같은 네거티브(-)한 경쟁 관계에 있는 지역 간에는 Cook, K. S., Emerson, R. M., Gillmore, M. R., & Toshio, Y.(1983)가 지적한 바와 같이 고유벡터 중심성은 사용할 수 없다. Bonacich (1987)는 지역 간에 경쟁적일 때도 사용할 수 있는 고유벡터 중심성을 일반화시켜 보나시치 베타 중심성(Bonacich centrality)을 제시하였다(Bonacich(1987)).

지역 중심성의 분석 방법은 이종상(2008), 김효진(2008)은 연결정도 중심성, 이희연, & 김홍주(2006), 김희철, & 안건혁(2012), 김성록(2014), 이성용, & 하창현(2014)은 고유벡터 중심성, 이희연, & 이승민(2008), 박시현, 이원도, & 조창현(2012),

주미진, & 김성연(2014)은 β 가 양(+)인 보나시치 베타 중심성을 사용하였다. 지역 간의 관계를 경쟁 관계로 보고 β 값을 음(-)인 보나시치 베타 중심성을 사용한 연구로는 이종상, 서영창, & 김성록(2018A)이 있다. 이 연구에서는 지역 간의 관계를 경쟁 관계로 보고 β 값을 음(-)인 보나시치 베타 중심성을 사용하였다.

지역 간에 발생하는 간접 흐름은 Nystuen, J. D., & Dacey, M. F. (1961)가 전화통화자료를 이용하여 인접행렬을 정의하여 인접행렬의 거듭제곱으로 계산하였으며, 그 이후 흐름의 종류, 인접행렬의 정식화, 계산하는 간접 흐름의 단계 등을 다르게 하면서 Reed (1970), 森川(1973), Stephenson(1974), Tinkler(1976), Cate(1978), 村山(1982), 성준용(1990), 남영우(1993) 등에 의해서 연구가 이루어져 왔다. 간접류의 해석은 村山(1982)와 성준용(1990), 이종상(2007)은 정보흐름, 남영우(1993)은 환승으로 보았으나, 2차 간접류에서 $i \rightarrow j \rightarrow i$ 와 같은 흐름이 있는데, 이는 i 지역에서 출발하여 j 지역에 도착한 통행자가 다시 i 지역에 도착하는 것을 의미하기 때문에 환승으로 해석할 수 없다. 간접류이 고려 단계는 Nystuen, J. D., & Dacey, M. F. (1961)은 이론적으로 무한대, 실증 분석에서 남영우(1993)은 3단계, 성준용(1990)은 2단계까지 계산하였다.

그러나 이상의 연구에서 정식화한 인접행렬은 간접흐름의 단계가 무한히 반복하는 경우에는 그 값이 무한히 커지는 문제점이 있기 때문에 실증 분석에서는 사용할 수 없었다. 이러한 문제점을 개선하여 이종상(2007)은 간접흐름을 정보의 흐름으로 해석하여 간접흐름을 무한단계까지 계산할 수 있도록 인접행렬을 정식화하고, 간접흐름을 계산할 수 있는 방법을 제시하였다.

3. 분석 방법

3.1. 직접 흐름의 계산

보나시치 β 중심성을 계산한 결과 허수(imaginary number) 또는 음수(negative number)인 경우에는 의미가 없으므로 중심성의 값이 양수(positive number)가 되기 위해서는 통근통행 O-D 행렬은 대칭이어야 하는데, UCINET 6에서는 Max 방법을 사용한다. 지역 간 통근통행 O-D 행렬은 <표 1>과 같이 출발(x_{ij})과 도착(x_{ji})의 값이 매우 달라서 출발과 도착 값의 평균을 계산하여 대칭행렬을 작성하였다.

지역 간 통근통행량 x_{ij} 는 지역의 인구에 영향을 받기 때문에 인구가 많은 시·구·군의 중심성은 커지게 되어 행정구역이

<표 1> 통근통행 O-D행렬

		도착						
		1	2	...	229	230	231	232
출발		종로구	중구	...	서귀포시	합계	재택자	인구
		1	종로구	35,362	6,486	...	0	69,781
2	중구	3,193	32,666	...	0	58,529	56,438	114,967
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
229	서귀포시	0	0	...	80,757	85,009	...	145,367

<표 2> 인구대비 대칭 직접 통근통행 O-D행렬

		도착			
		1	2	...	229
출발		종로구	중구	...	서귀포시
		1	종로구	53,093	7,995
2	중구	7,995	59,978	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
229	서귀포시	0	0	...	117,267

<표 3> 인접행렬(A)

		도착				
		1	2	...	229	230
출발		종로구	중구	...	서귀포시	인구
		1	종로구	0.25	0.06	...
2	중구	0.02	0.28	...	0.00	114,967
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
229	서귀포시	0.00	0.00	...	0.56	145,367

변화할 때는 지역의 중심성도 변화하게 된다. 따라서 인구의 크기를 통제하고 행정구역의 변화에 영향을 받지 않게 하려고 출발과 도착의 평균인구 대비 통근통행자 수를 작성하였으며, 이렇게 인구대비 통근통행자 수를 계산하면 모두 소수점으로 나오기 때문에 전국 229개 시·구·군의 평균인구 211,090명당 통근통행자 수로 변환하였다(이종상, 김성록, & 서영창, 2018B). 이 분석에 사용한 인구대비 대칭 통근통행 O-D 행렬은 <표 2>와 같다.

$$B_{ij} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}, P_j = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{pmatrix},$$

$$x_{ij}^t = \begin{pmatrix} b_{11} \times P_1 & b_{12} \times P_2 & \dots & b_{1n} \times P_n \\ b_{21} \times P_1 & b_{22} \times P_2 & \dots & b_{2n} \times P_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} \times P_1 & b_{n2} \times P_2 & \dots & b_{nn} \times P_{nn} \end{pmatrix}$$

3.2. 직·간접 흐름의 계산

간접흐름을 계산하기 위해서 <표 1>을 이용하여 (식 3)과 같이 인접행렬을 정식화한 것이 <표 3>과 같다.

인접행렬 A를 이용하여 직접흐름과 무한대까지의 간접흐름을 합한 인접행렬 B를 (식 6)에 의해서 계산한 결과는 <표 4>와 같다.

직·간접 흐름(x_{ij}^t)은 <표 4>에 제시한 인접행렬의 합계 B로 부터 다음과 같이 계산할 수 있다.

가 된다. 이렇게 해서 계산한 직·간접 인구대비 대칭 통근통행 O-D행렬은 <표 5>와 같다.

3.3. 중심성의 측정

시·구·군의 중심성은 Bonacich β 중심성으로 측정하였으며, 이때 β 값은 시·구·군 간을 경쟁 관계로 보고 직·간접 통행 행렬의 최대 고유치가 λ_{max} 일 때 $\beta = -1/\lambda_{max}$ 의 값을 사용하였다. 이렇게 계산하면 지역 중심성이 매우 작은 값이 출력되므로 지역의 중심성의 크기를 알아보기 어렵다. 따라서

〈표 4〉 인접행렬이 $B = A^1 + A^2 + \dots + A^{\infty} = (I - A)^{-1} - I$

출발	도착	1	2	...	229	230
		종로구	중구	...	서귀포시	인구
1	종로구	0.35	0.13	...	0.00	140,595
2	중구	0.05	0.42	...	0.00	114,967
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
229	서귀포시	0.00	0.00	...	0.04	145,367

〈표 5〉 인구대비 대칭 직·간접 통근통행 O-D행렬

출발	도착	1	2	...	229
		종로구	중구	...	서귀포시
1	종로구	74,173	17,997	...	0
2	중구	17,997	88,020	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
229	서귀포시	0	0	...	265,566

$\sum_1^N NBC_i^2 = N$ 이 되게 하는 표준화된 β 중심성(Normalized Beta Centrality)을 계산하였다. <식 6>에서 R_{ij} 를 요소로 갖는 인접 매트릭스는 직접 흐름의 경우 <표 2>, 직·간접 흐름의 경우 <표 5>를 사용하였다.

3.4. 자료

이 연구에서 시·구·군을 분석대상으로 지역의 중심성을 분석하기 위하여 통계청에 의뢰해서 받은 2015년 기준 전국 229개 시·구·군의 통근통행 O-D행렬을 이용하였다(통계청, 2017). 직·간접 흐름의 O-D행렬의 작성은 엑셀(Microsoft Office Professional Plus 2016), Bonacich β 중심성의 계산은 UCINET 6(Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C., 2002)을 이용하였다.

4. 시·구·군의 중심성

4.1. 직접 흐름에 의한 중심성과 직·간접 흐름 의한 중심성의 비교

지역 간의 통근통행에 의한 흐름을 이용하여 지역의 중심성을 측정할 때 간접 흐름을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우의 차이를 비교하기 위하여 두 가지 자료를 이용하여 표준화 Bonacich

β 중심성을 계산하였다.

직접 흐름만을 이용하여 계산한 시·구·군의 중심성과 직·간접 흐름을 이용하여 계산한 중심성을 비교하여 변화가 가장 큰 지역과 가장 적은 지역을 제시한 것이 <표 6>이다. 직접 흐름만을 고려한 경우에 비해서 간접 흐름을 고려한 경우 표준화 중심성이 가장 커진 지역은 충북 음성군이 0.420, 전남의 영암군이 0.390이었으며, 가장 작아진 지역은 서울의 노원구가 -0.240, 서울의 도봉구가 -0.203으로 나타났다.

상대적인 변화를 나타내는 순위의 변화는 전남 영암군이 95위에서 35위로 60단계, 충북 음성군이 99위에서 42위로 57단계 상승한 것으로 나타났다. 순위가 하락한 지역은 경기도 과천이 123위에서 158위로 35단계, 서울의 노원구가 58위에서 90위로 32단계 하락하였다.

이상의 결과 간접 흐름을 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우의 결과는 매우 큰 차이를 보여 지역 간의 흐름을 이용하여 지역의 중심성을 계산하는 경우 간접 흐름을 고려해야 한다는 것을 알 수 있다.

4.2. 직·간접 흐름에 의한 시·구·군의 중심성

표준화된 보나시치 β 중심성의 순위를 상·하위 10개씩 시·구·군을 표시한 것이 <표 7>이며, 229개 시·구·군의 중심성 점수는 부록에 제시하였다.

지역의 중심성이 높은 지역은 서울의 중구, 강남구, 중구 순이며, 가장 낮은 지역은 울릉군, 옹진군, 진도군 순이었으며, 상위

〈표 6〉 직접 흐름과 직·간 흐름의 중심성 변화

시·구·군 번호	시도	시·구·군	직접 중심성		직·간접 중심성		직·간-직접수	직·간-직순위	순위 변화
			점수	순위	점수	순위			
179	전남	영암군	0.861	95	1.251	35	0.390	-60	1
133	충북	음성군	0.806	99	1.226	42	0.420	-57	2
139	충남	아산시	0.874	94	1.103	56	0.229	-38	3
82	경기	평택시	1.021	78	1.176	47	0.155	-31	4
191	경북	구미시	0.778	102	1.021	72	0.243	-30	5
96	경기	이천시	0.694	113	0.940	84	0.246	-29	6
136	충남	천안시	0.921	88	1.087	62	0.166	-26	7
199	경북	청송군	0.157	210	0.356	184	0.199	-26	8
102	경기	포천시	0.768	103	0.983	79	0.215	-24	9
213	경남	김해시	0.985	81	1.102	57	0.117	-24	10
78	경기	의정부	1.221	47	1.040	68	-0.181	21	220
9	서울	강북구	0.890	91	0.700	113	-0.190	22	221
10	서울	도봉구	0.944	87	0.741	109	-0.203	22	222
51	인천	동구	0.670	114	0.585	137	-0.085	23	223
87	경기	구리시	0.813	98	0.682	121	-0.131	23	224
92	경기	의왕시	0.780	101	0.641	129	-0.139	28	225
142	충남	계룡시	0.370	148	0.381	176	0.011	28	226
106	경기	양평군	0.287	166	0.313	195	0.026	29	227
11	서울	노원구	1.154	58	0.914	90	-0.240	32	228
86	경기	과천시	0.534	123	0.453	158	-0.081	35	229

〈표 7〉 직·간 흐름의 중심성 점수와 순위

상위 10개 시·구·군				하위 10개 시·구·군			
순위	시도	시·구·군	중심성	순위	시도	시·구·군	중심성
1	서울	중구	4.564	220	전남	고흥군	0.189
2	서울	강남구	4.453	221	전남	구례군	0.177
3	서울	종로구	3.150	222	전남	신안군	0.171
4	서울	영등포구	2.620	223	충북	보은군	0.170
5	서울	서초구	2.367	224	강원	양구군	0.144
6	부산	강서구	1.998	225	경북	영덕군	0.140
7	경기	화성시	1.757	226	전남	완도군	0.134
8	서울	금천구	1.666	227	전남	진도군	0.102
9	서울	마포구	1.655	228	인천	옹진군	0.090
10	부산	부산진구	1.600	229	경북	울릉군	0.000

10위에 속하는 지역은 서울시 7개 구, 부산시 2개 구, 경기도 1개 시가 포함되었으며, 하위 10위에는 충북의 보은군과 강원 양구군을 제외하고는 도서 지역 또는 해안 지역에 포함되어 있다. 울릉군의 통근통행자수는 5,237명으로 모두 울릉군 내에서 통근통행이 이루어지고 있어 중심성은 0으로 나타났다.

광역시와 도간 중심성의 차이를 제시한 것이 <표 8>인데, 서울이 1.550으로 가장 높고, 그다음으로 부산 1.232, 대구 1.229

순으로 나타났다. 전북이 0.417로 가장 낮았고, 그다음으로 제주 0.447, 강원 0.465 순으로 낮게 나타났다. 지역간의 네트워크 분석을 통한 광역시와 도간의 중심성의 자료는 국가 균형발전을 위한 수도권에 소재하는 공공기관의 이전 대상지역을 선정하는데 유용한 자료로 활용할 수 있는 것이다.

또한, 시·구·군으로 나누어 지역의 중심성 점수를 나타낸 것이 <표 9>인데, 광역시에 속해있는 구가 평균 1.149로 가장

〈표 8〉 광역시와 도간 중심성 비교

광역시, 도	평균	사례수	표준편차	중앙값
서울	1.550	25	1.082	1.174
부산	1.232	16	0.315	1.209
대구	1.229	8	0.203	1.235
인천	0.931	10	0.474	1.084
광주	1.198	5	0.152	1.268
대전	1.231	5	0.154	1.162
울산	1.201	5	0.242	1.241
세종	1.011	1	-	1.011
경기	0.914	31	0.348	0.940
강원	0.465	18	0.199	0.449
충북	0.558	11	0.290	0.475
충남	0.590	15	0.235	0.560
전북	0.417	14	0.226	0.344
전남	0.474	22	0.326	0.355
경북	0.463	23	0.269	0.434
경남	0.560	18	0.293	0.529
제주	0.447	2	0.000	0.447
전국	0.814	229	0.583	0.696

〈표 9〉 시·구·군 중심성 비교

시구군	평균	사례수	표준편차	중앙값
시	0.852	49	0.318	0.854
구	1.149	95	0.674	1.083
군	0.417	85	0.261	0.356
전국	0.814	229	0.583	0.696

높게 나타났으며, 그다음으로 시가 0.852, 군이 0.417로 나타났다. 이러한 결과는 지역간의 통근통행 자료를 이용하여 계산한 결과 지역의 중심성을 잘 나타내고 있다는 것을 보여 주고 있다.

5. 결론

국토계획 및 지역계획을 수립하는 데 있어서 지역의 공간구조, 특히 지역 간 연결을 고려한 중심성을 파악하는 것은 매우 중요하다. 이제까지 지역의 중심성은 통근통행과 같은 지역 간 흐름에 사회연결망 분석을 적용하여 계산하였다. 지역 간의 인적, 물적 흐름은 직접 흐름에 의하여 간접 흐름도 발생하는데, 지역 간의 간접 흐름은 인접행렬의 거듭제곱 형태로 계산되기 때문에 직접 흐름과 비례하지 않고 지역에 따라서 매우 다르다. 이 연구에서는 지역 간의 통근통행 O-D행렬을 이용하여

지역의 중심성 분석에서 간접 흐름을 고려하는 방법을 제시하고, 간접 흐름을 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우 지역의 중심성이 어떻게 변화하는가를 비교하였다. 지역의 중심성을 계산하는 과정에서 간접 흐름을 고려한 경우와 고려하지 않을 때 전남의 영암은 60위, 충북 음성은 57위 상승했으며, 경기도 과천은 35위, 서울의 노원은 32위 하락하였다. 지역 간 간접 흐름은 지역에 따라서 매우 다르게 나타났으며, 그 결과 지역 간의 흐름의 자료를 이용하여 지역의 중심성을 측정하는 경우에 간접 흐름도 고려하여야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

직·간접 흐름을 자료로 전국 229개 시·구·군의 중심성을 계산한 결과 서울의 중구가 4.564로 가장 높았으며, 그 다음으로 강남, 종로 순으로 나타났으며, 경북의 울릉군이 가장 낮았으며, 그다음으로 인천의 옹진, 전남의 진도 순으로 낮게 나타났다. 광역시와 도간 중심성은 서울이 1.550으로 가장 높고, 그다음으로 부산 1.232, 대구 1.229 순으로 나타났으며 가장 낮은 곳은 전북이 0.417, 그다음으로 제주 0.447, 강원 0.465 순으로 나타났다. 시·구·군 간의 중심성 평균의 차이는 구가 1.149로 가장 높았으며, 시가 0.852, 군이 0.814로 가장 낮게 나타났다.

이 연구의 결과를 이용하면 지역을 분석할 때 그 지역이 가지고 있는 인구, 경제, 기반시설 등을 근거로 지역의 낙후도나 발전지수 등을 작성하였는데 지역간의 직·간접 흐름을 이용하여 지역의 중심성을 산출할 수 있다. 이 연구에서는 지역간 직접 흐름뿐만 아니라 간접 흐름까지 고려하여 지역의 중심성을 분석하였으나, 개인을 분석 단위로 하는 사회연결망 분석에도 간접 흐름을 고려하여 분석하면 더욱더 현실과 맞는 분석 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고 문헌

1. 김성록. (2014). 수도권 공간구조 변화에 관한 연구: 1995년~2010년. *국토지리학회지*, 48(1), 57-68.
2. 김효진. (2008). 사회네트워크 분석을 이용한 통근연구: 서울대도시권의 시간대별 통근. *지리교육논집*, 52, 25-43.
3. 김희철, & 안건혁. (2012). 연결망 이론으로 본 인구, 고용, 사회적 자본과 서울 대도시권 중심성 사이의 관계. *국토계획*, 47(3), 105-122.
4. 남영우. (2007). *도시공간구조론*. 서울: 법문사.
5. 성준용. (1990). *한국도시시스템*. 서울: 교학연구사.
6. 박시현, 이원도, & 조창현. (2012). 수도권 가구동행조사

- 를 바탕으로 한 서울시 교통네트워크 분석. *국토 지리학회지*, 46(2), 189-200.
7. 이성용, & 하창현. (2014). 제주지역의 인구이동과 지역 구조변화 분석. *국토계획*, 49(2), 41-53. DOI:10.17208/jkpa.2014.04.49.2.41
 8. 이종상. (2007). O-D행렬에서 간접류의 재해석과 계산방법의 개선. *한국지역개발학회지*, 19(2), 1-14.
 9. 이종상. (2008). 상호작용 분석을 통한 수도권 공간구조와 그 변화: 1995-2005년. *한국도시지리 학회지*, 11(3), 91-100.
 10. 이종상, 서영창, & 김성록. (2018a). 네트워크 분석을 이용한 지역의 중심성 측정: 지역간 경쟁관계를 중심으로. *국토계획*, 53(4), 87-93. DOI:10.17208/jkpa.2018.08.53.4.87
 11. 이종상, 서영창, & 김성록. (2018b). 지역의 규모를 고려한 네트워크 중심성분석: 통근통행 자료의 변환을 중심으로. *한국지역개발학회지*, 30(4), 71-84.
 12. 이희연, & 김홍주. (2006). 서울대도시권 통근 네트워크 구조 분석. *한국도시지리학회지*, 9(1), 91-111.
 13. 이희연, & 이승민. (2008). 수도권 신도시 개발이 인구 이동과 통근통행패턴에 미친 영향. *대한지리학회지*, 43(4), 561-579.
 14. 주미진, & 김성연. (2014). 가구통행 분석을 통한 도시 중심성 변화 연구: 성남시 수정구, 중원구, 분당구를 중심으로. *국토연구*, 80, 35-48.
 15. 통계청. (2017). *2015 인구주택총조사보고서*. 대전.
 16. 村山祐司. (1982). 結節地域設定に關するNystuen-Dacey 모델의再檢討. *地理科學*, 37(2), 73-84.
 17. 竹内啓. (1974). *線形數學 補訂版*. 東京: 倍風館.
 18. 森川 洋. (1978). 結節地域・機能地域の分析手法—中國地方を例として. *人文地理*, 30(1), 17-37.
 19. Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170-1182.
 20. Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *UCINET 6 for windows software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
 21. Cates, D. B. (1978). Short-run structural change in an active network of declining connectivity. *Professional Geography*, 30, 9-13.
 22. Cook, K. S., Emerson, M., Gillmore, M. R., & Toshio, Y. (1983). The distribution of power in exchange networks: Theory and experimental results. *The American Journal of Sociology*, 89(2), 275-305.
 23. Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1, 215-239.
 24. Nystuen, J. D., & Dacey, M. F. (1961). A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 7, 29-42.
 25. Reed, W. E. (1970). Indirect connectivity and hierarchies of urban dominance. *Annals of Association of American Geographers*, 60(4), 770-785.
 26. Stephenson, L. K. (1974). On functional regions and indirect flows. *Geographical Analysis*, 6, 383-385.
 27. Tinkler, K. L. (1976). On functional regions and indirect flows. *Geographical Analysis*, 8, 205-213.

Received 11 August 2020; Revised 10 September 2020; Accepted 16 September 2020



Dr. Jong-Sang Lee is a Professor at Department of Regional Development, Kongju National University, South Korea. His research areas are regional analysis and agricultural economics. Address: Department of Regional Development, College of Industrial Science, Kongju National University, 54, Daehakro, Yesan-eup, Yesan-gun, Chungnam, 340-702.

E-mail: dlwhdtkd@kongju.ac.kr
phone: 82-41-330-1405



Dr. Ducksu Seo is an Assistant Professor at Department of Spatial Environment Engineering, Handong Global University, South Korea. His research fields are the international development and sustainable urban and regional planning with social network analysis and smart city approaches.

Address: Cornerstone 313, Handong Global University, 558, Handong-ro, Buk-gu, Pohang, Gyeongbuk, 37554, Republic of Korea

E-mail: handonge@handong.edu
phone: 82-54-260-1432

〈부록〉 직·간접 흐름으로 계산한 시·구·군의 중심성

시도	시구군	중심성	순위	시도	시구군	중심성	순위	시도	시구군	중심성	순위
서울	종로구	3.150	3	부산	기장군	0.847	101	경기	광명시	0.856	98
서울	중구	4.564	1	대구	중구	1.346	26	경기	평택시	1.176	47
서울	용산구	1.297	30	대구	동구	1.128	54	경기	동두천	0.661	125
서울	성동구	1.176	48	대구	서구	1.054	66	경기	안산시	1.195	45
서울	광진구	0.992	78	대구	남구	0.903	92	경기	고양시	1.101	59
서울	동대문	1.239	39	대구	북구	1.389	20	경기	과천시	0.453	158
서울	종랑구	0.851	100	대구	수성구	1.259	34	경기	구리시	0.682	121
서울	성북구	0.814	103	대구	달서구	1.545	12	경기	남양주	1.003	76
서울	강북구	0.700	113	대구	달성군	1.210	43	경기	오산시	0.678	123
서울	도봉구	0.741	109	인천	중구	1.352	25	경기	시흥시	1.232	40
서울	노원구	0.914	90	인천	동구	0.585	137	경기	군포시	0.890	94
서울	은평구	0.695	116	인천	남구	1.134	51	경기	의왕시	0.641	129
서울	서대문	0.960	81	인천	연수구	1.034	69	경기	하남시	0.707	112
서울	마포구	1.655	9	인천	남동구	1.476	16	경기	용인시	1.084	63
서울	양천구	0.946	83	인천	부평구	1.198	44	경기	파주시	0.796	105
서울	강서구	1.174	49	인천	계양구	0.927	87	경기	이천시	0.940	84
서울	구로구	1.580	11	인천	서구	1.273	32	경기	안성시	0.712	111
서울	금천구	1.666	8	인천	강화군	0.240	211	경기	김포시	1.012	73
서울	영등포	2.620	4	인천	옹진군	0.090	228	경기	화성시	1.757	7
서울	동작구	0.922	89	광주	동구	0.994	77	경기	광주시	0.846	102
서울	관악구	0.892	93	광주	서구	1.355	24	경기	양주시	0.952	82
서울	서초구	2.367	5	광주	남구	1.083	64	경기	포천시	0.983	79
서울	강남구	4.453	2	광주	북구	1.268	33	경기	여주시	0.533	144
서울	송파구	1.386	21	광주	광산구	1.288	31	경기	연천군	0.394	170
서울	강동구	1.003	75	대전	동구	1.101	58	경기	가평군	0.260	206
부산	중구	1.528	13	대전	중구	1.096	60	경기	양평군	0.313	195
부산	서구	0.932	86	대전	서구	1.393	19	강원	춘천시	0.591	136
부산	동구	1.190	46	대전	유성구	1.401	18	강원	원주시	0.650	128
부산	영도구	0.795	106	대전	대덕구	1.162	50	강원	강릉시	0.467	154
부산	부산진	1.600	10	울산	중구	1.044	67	강원	동해시	0.506	148
부산	동래구	1.246	36	울산	남구	1.509	15	강원	태백시	0.632	131
부산	남구	1.128	52	울산	동구	0.888	95	강원	속초시	0.922	88
부산	북구	1.027	70	울산	북구	1.321	27	강원	삼척시	0.584	138
부산	해운대	1.377	22	울산	울주군	1.241	38	강원	홍천군	0.423	167
부산	사하구	1.228	41	세종	세종시	1.011	74	강원	횡성군	0.392	173
부산	금정구	1.123	55	경기	수원시	1.304	28	강원	영월군	0.384	175
부산	강서구	1.998	6	경기	성남시	1.463	17	강원	평창군	0.345	189
부산	연제구	1.242	37	경기	의정부	1.040	68	강원	정선군	0.687	118
부산	수영구	0.935	85	경기	안양시	1.365	23	강원	철원군	0.239	212
부산	사상구	1.510	14	경기	부천시	1.298	29	강원	화천군	0.194	217
강원	양구군	0.144	224	전북	임실군	0.313	194	경북	영덕군	0.140	225
강원	인제군	0.228	213	전북	순창군	0.249	210	경북	청도군	0.258	207
강원	고성군	0.550	142	전북	고창군	0.275	204	경북	고령군	0.440	163
강원	양양군	0.430	165	전북	부안군	0.252	209	경북	성주군	0.494	150
충북	충주시	0.440	162	전남	목포시	1.128	53	경북	칠곡군	0.972	80
충북	제천시	0.694	117	전남	여수시	0.332	190	경북	예천군	0.380	177

〈부록〉 계속

시도	시군구	중심성	순위	시도	시군구	중심성	순위	시도	시군구	중심성	순위
충북	청주시	0.682	122	전남	순천시	0.881	96	경북	봉화군	0.392	172
충북	보은군	0.170	223	전남	나주시	0.786	107	경북	울진군	0.194	218
충북	옥천군	0.410	168	전남	광양시	0.684	119	경북	울릉군	0.000	229
충북	영동군	0.300	198	전남	담양군	0.464	155	경남	진주시	0.874	97
충북	진천군	0.814	104	전남	곡성군	0.356	185	경남	통영시	0.669	124
충북	괴산군	0.475	151	전남	구례군	0.177	221	경남	사천시	0.777	108
충북	음성군	1.226	42	전남	고흥군	0.189	220	경남	김해시	1.102	57
충북	단양군	0.364	180	전남	보성군	0.354	186	경남	밀양시	0.331	191
충북	증평군	0.560	141	전남	화순군	0.532	145	경남	거제시	0.632	130
충남	천안시	1.087	62	전남	장흥군	0.294	199	경남	양산시	1.092	61
충남	공주시	0.650	127	전남	강진군	0.353	187	경남	창원시	0.854	99
충남	보령시	0.395	169	전남	해남군	0.363	183	경남	의령군	0.255	208
충남	아산시	1.103	56	전남	영암군	1.251	35	경남	함안군	0.696	115
충남	서산시	0.619	133	전남	무안군	0.911	91	경남	창녕군	0.455	157
충남	논산시	0.696	114	전남	함평군	0.327	192	경남	고성군	0.602	134
충남	계룡시	0.381	176	전남	영광군	0.265	205	경남	남해군	0.193	219
충남	당진시	0.562	139	전남	장성군	0.369	179	경남	하동군	0.347	188
충남	금산군	0.515	146	전남	완도군	0.134	226	경남	산청군	0.317	193
충남	부여군	0.513	147	전남	진도군	0.102	227	경남	함양군	0.310	196
충남	서천군	0.304	197	전남	신안군	0.171	222	경남	거창군	0.293	200
충남	청양군	0.428	166	경북	포항시	0.364	182	경남	합천군	0.275	203
충남	홍성군	0.652	126	경북	경주시	0.728	110	제주	제주시	0.447	159
충남	예산군	0.560	140	경북	김천시	0.469	152	제주	서귀포	0.447	160
충남	태안군	0.390	174	경북	안동시	0.626	132				
전북	전주시	1.022	71	경북	구미시	1.021	72				
전북	군산시	0.457	156	경북	영주시	0.469	153				
전북	익산시	0.596	135	경북	영천시	0.540	143				
전북	정읍시	0.374	178	경북	상주시	0.434	164				
전북	남원시	0.394	171	경북	문경시	0.441	161				
전북	김제시	0.505	149	경북	경산시	1.057	65				
전북	완주군	0.683	120	경북	군위군	0.290	201				
전북	진안군	0.225	214	경북	의성군	0.364	181				
전북	무주군	0.222	215	경북	청송군	0.356	184				
전북	장수군	0.277	202	경북	영양군	0.217	216				