

교통연계성을 고려한 지역낙후도 지수 산정방안 연구

박신형* · 김동선**

Park, Shin Hyoung*, Kim, Dongsun**

Evaluation of the Less Development Indicator Based on Transportation Connectivity

ABSTRACT

When evaluating the feasibility of construction projects of large-scaled transportation facilities such as roads or railways based solely on the result of the economic analysis, less development indicators are politically reflected on the investment decision-making because regions whose socio-economic indicators are poor may be disadvantaged or underserved for the projects. Existing less development indicators, however, does not consider the transportation connectivity which indicates how effective the transportation networks are established for the transport of people and goods. In this study, travel time contour maps, travel distance and travel time between regions, and a route curvature were utilized to define new indices which reflect transportation connectivity on the less development indicators. When the new indices are applied, the existing rankings of under-developedness were changed, which means that transportation connectivity could effect on the political decision. In this study, we also suggested the necessity of considering the transportation connectivity when evaluating less development indicators, developed measures of inter-regional linkages, and performed the whole procedures of combining existing and new indices to evaluate the less development indicators.

Key words : Less development indicator, Transportation connectivity, Travel time contour map, Mobility, Accessibility

초 록

도로, 철도 등 대규모 교통시설 투자사업의 예비타당성 조사에서 경제성 분석 결과만을 기준으로 사업의 타당성을 평가할 경우, 사회경제지표가 열악한 지역이 투자에서 소외될 수 있어 지역낙후도 지수를 정책적으로 반영하고 있다. 하지만 기존의 지역낙후도 산정 지표는 사람과 물자의 수송에 얼마나 유리한 교통 시설을 갖추고 있는가를 나타내는 교통연계성을 반영하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 지역낙후도 결정 시 교통연계성을 반영하기 위해 등시간선도, 지역 간 이동거리 및 소요시간, 우회도 등을 적용해 보았다. 새로운 지표 활용 시 기존의 낙후도 순위가 변경되는 결과를 확인할 수 있는데, 이는 현재의 낙후도 지수에 교통연계성을 반영하는 지표를 추가하는 것이 정책적 결정에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 지역낙후도 산정 시 교통연계성을 고려해야 할 당위성을 제시하였고, 기존의 연구들과는 달리 지역 간 교통연계성을 나타내는 지표를 개발하여 기존의 지역낙후도 지수에 반영하는 절차를 수행하였는데 연구의 의의를 들 수 있다.

검색어 : 지역낙후도 지수, 교통연계성, 등시간선도, 이동성, 접근성

1. 서론

우리나라는 급속한 경제성장을 이루어 오면서 수도권 인구집중으로 인한 과밀화로 지역 간 불균등한 개발이 심화되어 왔다. 이에 최근 10여 년간 국가균형발전특별법 제정, 국가균형발전특별회계 도입, 행정중심복합도시 건설, 혁신도시 개발 등을 통해 지역균형발전을

* 정회원 · 계명대학교 도시학부 교통공학전공 조교수 (Keimyung University · shpark@kmu.ac.kr)

** 정회원 · 교신저자 · 대전대학교 도시공학과 교수 (Corresponding Author · Daejin University · kimdns@daejin.ac.kr)

Received February 28, 2015/ revised March 11, 2015/ accepted April 20, 2015

피하는 노력을 기울이고 있다.

한편 도로, 철도 등 대규모 교통시설 투자사업의 예비타당성 조사에서 편익비용비(B/C Ratio)로 표현되는 경제성 분석 결과만을 기준으로 사업의 타당성을 평가할 경우, 낙후된 지역일수록 인구와 교통량이 상대적으로 적어 편익이 낮게 산출되기 때문에 경제성이 높은 지역으로 투자가 집중되어 지역 간 불균형이 심화되는 문제가 있다. 따라서 예비타당성 조사 시 지역균형발전을 고려하기 위하여 지역낙후도 지수를 개발하여 적용하고 있다.

지역의 낙후도를 나타내는 대표적인 지표로는 한국개발연구원에서 제시한 8가지의 지역낙후도 평가 지표가 있다(KDI, 2008). 지표는 크게 인구분야(인구증가율, 노령화지수), 경제분야(제조업 종사자 비율, 재정자립도, 승용차 등록대수), 기반시설(도로율, 의사 수, 도시적 토지이용률) 등으로 분류되는데, 각각의 지표를 표준화한 후, AHP 설문조사를 통해 산출된 가중치를 곱하여 지역의 낙후도 지수를 구할 수 있다. 그러나 교통 관련 서비스가 한 지역의 낙후 정도에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 지역의 낙후도를 구할 때 교통 연계성에 대한 고려는 아직까지 부재한 실정이다.

교통연계성이란 한 지역으로부터 다른 지역까지 얼마나 빠르고 수월하게 이동할 수 있는지를 나타내는 것이라 할 수 있다. 이동성과 접근성이 도로의 이용 측면에서 각각 얼마나 빨리, 그리고 얼마나 가까이 도달할 수 있는가를 나타내는 것이라 한다면, 교통연계성은 어느 지역을 기준으로 다른 지역까지 얼마나 빨리 접근할 수 있는지를 나타내는 것이다. 따라서 어느 지역으로부터 거리상으로는 비슷한 시간이 걸릴 것으로 보이는 여러 지역들 중에서도 교통시설이 잘 갖추어져 있지 않아 도달시간이 오래 걸림으로써 지역 간 연계성이 떨어지는 지역이 있다면, 그 지역은 소외될 가능성이 더욱 커질 것이다. 이에 본 연구에서는 교통연계성을 고려하는 새로운 지표를 제시하고, 기존의 낙후도 지수와 수정된 낙후도 지수를 비교해 봄으로써 교통연계성 지표의 영향력과 그 의미를 파악해보는 것을 목표로 한다. 이를 위해, 2장에서는 기존 관련 연구들을 고찰하여 본 연구의 차별점을 도출하였고, 3장에서는 4가지의 지표산출방법을 제시하였다. 각각의 지표를 본 연구의 대상지역에 적용한 결과 및 기존의 지역낙후도 지수에 새로운 지표를 반영하는 과정을 4장에 기술하였으며, 5장에서는 연구의 내용을 요약하고, 연구의 의의 및 향후 연구내용을 제시하였다.

2. 선행연구 고찰

KDI(2008)에서는 지역낙후도를 Table 1의 8가지 지표로 산정하는 방법을 제시하고 있다. 각각의 지표에 대한 신뢰성 있는 공공기관의 자료를 통해 결과값을 도출하고, 이를 표준화 한 뒤 가중치를 곱하여 산출한다. 지수 산정식은 Eq. (1)과 같다.

Table 1. LDI Indices and Weights

Index	Weight	Measurement
Population Growth Rate	0.089	annual average growth rate during the last five years
Aging Index	0.044	(population older than 64 years old/population less than 15 years old)×100
Fiscal Self-reliance Ratio	0.291	(local taxes+non-tax receipts)/ budget size of general accounts ×100
People in Manufacturing	0.131	monthly average people in manufacturing/population
Registered Vehicles per Capita	0.124	registered vehicles/population
Road Rate	0.117	total length of road networks(km)/ jurisdiction area(km ²)
Number of Doctors per Capita	0.063	number of doctors/population
Urbanized Land Use Rate	0.142	(site+ factory lot+school site)/ jurisdiction area

$$UI^r = \sum_i Z_i^r \cdot W_i \quad (1)$$

단, UI^r : 지역의 지역낙후도 지수

Z_i^r : 지역의 표준화된 지표 i 의 값(단, $i = 1, 2, \dots, 8$)

W_i : 지표 i 의 가중치(단, $i = 1, 2, \dots, 8$)

이렇게 산출한 낙후도 지수는 지역 개발사업 등의 예비 타당성 조사에 활용될 수 있으며, 실질적으로 정책을 결정하는 데에 영향력을 가진다. 하지만 이 방식은 대상 지역의 내부에서만 측정될 수 있는 인구경제시설 분야에 대해서만 고려할 뿐, 실질적으로 해당 지역이 다른 지역과 물류 운송, 인구 이동 등에 얼마나 유리한 교통 시설을 갖추고 있는지를 나타내지 못하는 단점이 있다.

Lee(2013)의 연구에서는 기존에 상이하게 선정되었던 다양한 지표를 원지표로 삼아, 이들 중 지역의 발전도를 설명하기에 적합한 지표를 선별하였고, 요인분석을 통해 지역발전도(또는 지역낙후도)를 구성하는 요인을 추출하였다. 이때 선별된 지표를 설명하는 ‘지역 활력’, ‘도시화 정도’ 및 ‘주민의 경제력’이라는 세 가지 독립적 구성요인이 추출되었고 이들에 대한 상대적 중요도를 전문가 설문을 통해 얻어 새로운 지역낙후도지수를 산정하였다. 그러나 본 연구 역시 교통연계성을 고려한 지표를 반영하지 못하고 있다.

교통 부문에서는 이동성과 접근성을 기준으로 지역 간 불균형을 분석한 연구들이 있었다. Kim and Cho(1992)는 고속도로 건설 시 지역 간 접근성의 변화를 파악하기 위해 도로거리와 시간거리를

이용하여 접근성을 평가하였으며, Noh et al.(2005)은 대중교통 시설 간 이동성 지표, 대중교통시설까지의 접근을 포함한 이동성 분석지표, 대중교통 서비스제공 분석지표를 정의하였다. 또한 Kim and Hwang(2006)은 교통접근성을 접근도와 이동성으로 구분하여 정의하고, 이를 통해 각 존별 형평성을 분석하였다. 본 연구와 마찬가지로 국가균형발전을 위해 투자우선순위 결정 시 형평성을 반영하는 것을 목표로 하고 있으나, 자유류 상태에서의 존 간 통행시간과 OD에 기반한 각 존의 도착승객수를 활용했다는 차이점이 있다. Kim(2009)의 연구에서는 기존의 교통투자의 효과를 정량적 객관적으로 반영하기 위해 지역 간 통행시간과 지역중심점 간의 직선거리를 이용한 Service Quality를 정의하고, 이를 활용한 이동성 지표를 제안하였다.

본 연구에서 평가하는 교통연계성은 네트워크 중심성과 개념적으로 많은 관련성을 나타내고 있다. 중심성은 한 지역이 특정 기준에서 얼마나 중심적인지 나타내는 지표로서, 도로 네트워크 측면에서 대표적인 지표로는 Freeman(1979)이 제안한 degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality와 Latora(2001)가 개발한 straightness centrality가 있다(Baek, 2011). degree centrality는 노드에 직접 연결된 링크 수를 나타내는데, 많은 링크가 연결된 노드일수록 높은 중요성을 가지며, betweenness centrality는 네트워크 내에서 점유하는 횡수가 많은 노드를 중요성이 높은 것으로 간주한다. closeness centrality는 특정 노드가 다른 노드들과 최단 경로를 따라서 얼마나 가까운지를 나타내는 값으로, 노드의 개수를 최단거리의 합으로 나누어 산정한다. 마지막으로 straightness centrality는 두 노드 사이의 직선거리와 최단경로 거리 간의 관계로 나타내며, 이 비율이 1:1에 가까울수록 높은 중요성을 가진다고 볼 수 있는데, 특히 버스노선의 굴곡도를 평가하는 지표로 활용되고 있다. 국내 관련 연구로는 betweenness centrality, closeness centrality, straightness centrality를 통해 서울시 지하철 네트워크를 대상으로 대중교통 취약지를 분석한 Yang(2009)의 연구와 대중교통의 연계·환승을 고려하여 closeness centrality 수정모형을 통해 네트워크의 접근성을 평가한 Baek(2011)의 연구가 있다.

현재까지 수행되어 온 연구들을 종합하면, 교통 분야에서는 이동성과 접근성의 측면에서 네트워크의 연결성을 평가한 연구들이 주를 이루고 있는데, 특히 대중교통 서비스의 효율성을 평가하는데 주로 활용하고 있다. 반면, 본 연구에서는 중심성 개념을 참고하여 지역 간 교통연계성의 불균형을 측정함으로써 교통시설 투자평가 시 지역낙후도를 반영할 수 있는 지표를 정의하는 것을 목표로 한다는 점에서 이전 연구들과 차별성을 지닌다고 볼 수 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구의 범위 및 가정

본 연구에서는 한국개발연구원에서 제공하는 지역낙후도 순위 중 경상북도 영덕군 및 영덕군의 차상위 3개 지역과, 차하위 3개 지역을 선정하여 총 7개 지역에 대한 등시간선도를 작도하였다. 선정된 지역은 전라남도 구례군(158위), 경상북도 예천군(159위), 전라남도 진도군(160위), 경상북도 영덕군(161위), 경상남도 산청군(162위), 경상북도 청송군(163위), 전라남도 완도군(164위)이다.

등시간선도를 작도할 때에는 이상의 7개 지역을 출발지로 하고, 목적지를 제한하는 방식을 사용하였다. 출발지에서 목적지까지의 거리와 소요 시간은 대중적인 포털사이트인 네이버 지도(<http://map.naver.com>)의 길찾기 프로그램을 이용하여 구하였다. 이를 통해 구한 소요시간을 기준으로 목적지역 간 보간법을 이용하여 등시간선도를 작도하였다. 서비스 교통량 기준으로 최적 경로를 이용할 때 걸리는 시간으로 통행시간을 추정하였고, 교통사고나 도로공사 등의 변수는 무시하였다.

교통량을 유발하는 주요 변수로는 지역에 집중되어 있는 인구가 가장 중요할 것으로 가정하였다. 따라서 지방자치법 제7조 제1항에 따라 5만 이상의 인구가 도시의 형태를 지닌 지역에서 거주하는 '시' 단위의 지역에서는 교통수요가 많이 발생할 것이라고 판단하여 연구 대상인 7개 지역에서 도달할 수 있는 목적지에 포함하였다.

3.2 새로운 지표의 정의

3.2.1 등시간선 내 도시 수(A)

첫 번째로 고안한 지표는 '대상 도시의 등시간선 내에 있는 도시의 개수'이다. 이는 등시간선도 이용 시 직관적으로 가장 간단하고 명확한 방법으로, 등시간선도를 작도한 뒤, 출발지 도시 별로 동일한 등시간선도 내에 존재하는 도시의 개수를 측정하였다.

3.2.2 등시간선 내 도시 평균 거리(B)

두 번째 지표는 등시간선 내에 존재하는 도시들의 거리를 총합하고, 이를 도시의 수로 나눈 것으로 Eq. (2)와 같이 나타낼 수 있다. 즉, 등시간선 내에 존재하는 도시가 많을수록, 그리고 도달할 수 있는 거리의 합이 클수록 같은 시간 내에 많은 도시로 이동할 수 있고, 먼 거리까지 도달한다는 점에서 우수한 교통연계성을 보이는 것이라 판단할 수 있다.

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n D_i \quad (2)$$

n = 특정 등시간선 내 도시의 개수

D_i = 연구대상 지역으로부터 등시간선 내 도시까지 이동거리

등시간선 내 도시의 수가 동일한 두 지역이 있다고 가정하였을 때(즉, 지표 A의 값이 동일할 때) 출발지로부터 가까운 거리에 많은 도시가 위치하는 경우보다 먼 거리에 많은 도시가 위치하면 지표 B값이 더 크다. 즉 B값이 크면 같은 시간 내에 보다 더 멀리 위치한 도시들까지 이동할 수 있으므로 A보다 교통연계성을 더 현실적으로 나타낸다고 할 수 있다.

3.2.3 지역 간 [이동거리/이동 소요시간] 평균(C)

세 번째 지표는 Eq. (3)과 같이 등시간선도를 고려하지 않고 모든 목적지 도시까지의 이동거리를 이동 소요시간으로 나누어 준 것이다. 출발지와 목적지 사이의 거리가 멀지만, 이동 시간이 상대적으로 다른 출발지에 비해 짧다면 이는 두 도시 사이의 교통망이 효율적으로 구축되어 있음을 의미한다. 이 지표를 통해 교통 수요가 많을 것으로 예상되는 지점까지의 연계성에 대해서 판단해 볼 수 있고, ‘등시간선도 내리는 특정 범위로 한정함으로써 발생할 수 있는 오류들을 피해서 연구대상지역의 연계성에 대한 보다 정량적이고 안정적인 지표로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{D_i}{T_i} \tag{3}$$

N = 목적지 도시 개수

D_i = 연구 대상 지역으로부터 목적지 도시까지 이동거리

T_i = 연구 대상 지역으로부터 목적지 도시까지 소요시간

3.2.4 지역 간 [이동거리/변위] 평균(D)

네 번째 지표 역시 등시간선도를 고려하지 않고 Eq. (4)와 같이 모든 목적지 도시까지의 이동거리를 목적지 도시까지의 변위(Displacement)로 나누어 줌으로써, 일종의 ‘우회도’를 측정하는 방식으로 구할 수 있는데, 이는 앞서 고찰하였던 straightness centrality와 같은 개념으로 볼 수 있다. 이와 같은 우회도 지표는 지표 B와 C에서 시도했던 ‘시간’ 변수를 제외함으로써, 이동시간을 측정하는 네이버 지도 프로그램을 활용하면서 발생할 수 있는 오류를 방지할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 같은 변위에 있는 도시일지라도 도착지까지의 이동거리가 길다는 것은 그만큼 많이 우회해야 한다는 것을 의미하기 때문에 교통망의 효율성이 떨어지므로 교통연계성 측면에서 낙후되었다고 판단할 수 있다.

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{D_i}{D'_i} \tag{4}$$

N = 국내 총 목적지 도시 개수

D_i = 연구 대상 지역으로부터 목적지 도시까지 이동거리

D'_i = 연구 대상 지역으로부터 목적지 도시까지 변위

4. 연구 결과

4.1 등시간선 내 도시 수(지표A)

Table 2는 출발지로 선정한 7개 지역에 대한 집계결과를 나타낸다. 또한 가장 가까운 등시간선도 내에 있는 도시의 수를 우선으로 하여 매진 7개 지역의 순위도 보여주고 있다.

먼저 0~40분 구간을 비교해보면, 경상북도 예천군에서 이 시간 내에 도달할 수 있는 도시 수가 가장 많으므로 예천군이 1위가 되고, 그 다음으로 도시 수가 많은 전라남도 구례군이 2위가 된다. 나머지 지역은 0~40분 구간에서 도시수가 0이므로 그 다음 등시간

Table 2. The Result of Applying the Index A

Travel Time Range (min.)	Gurye	Yecheon	Jindo	Yeongduk	Sancheong	Cheongsong	Wando
0~40	2	3	0	0	0	0	0
40~80	2	2	1	0	3	1	0
80~120	8	5	1	4	8	3	2
120~160	7	14	5	8	13	6	2
160~200	10	17	6	9	14	8	4
200~240	11	15	5	6	8	12	7
240~280	12	3	5	10	4	14	4
280~320	4	2	13	10	6	10	10
320~360	3	1	19	11	3	4	7
360~400	3	0	1	2	2	3	6
400~440	0	0	0	0	0	0	10
440~480	0	0	1	0	0	0	4
480~520	0	0	4	0	0	0	2
520~560	0	0	0	0	0	0	3

Existing LDI Order (KDI, 2008)	Reordered by Index A
① Gurye (158 th)	① Yecheon (+1)
② Yecheon (159 th)	② Gurye (-1)
③ Jindo (160 th)	③ Sancheong (+2)
④ Yeongduk (161 st)	④ Cheongsong (+2)
⑤ Sancheong (162 nd)	⑤ Jindo (-2)
⑥ Cheongsong (163 rd)	⑥ Yeongduk (-2)
⑦ Wando (164 th)	⑦ Wando (0)

Fig. 1. Change of Rankings by Index A

선인 40~80분 구간을 기준으로 비교한다. 1위인 경상북도 예천군과 2위인 전라남도 구례군을 제외한 지역에서 80분 이내의 등시간선 내에서는 경상북도 산청군의 도시수가 가장 많으므로 산청군이 3위가 된다. 그 다음으로 전라남도 진도군과 경상북도 청송군이 같은 값을 가진다. 따라서 그 다음 등시간선인 80~120분으로 비교하면 청송군이 진도군보다 많으므로 4위, 진도군이 5위가 된다. 마지막으로 80~120분 등시간선에서 경상북도 영덕군이 전라남도 완도군보다 도시수가 많으므로 영덕군이 6위, 완도군이 7위가 된다. 이상의 과정으로 정한 순위를 기존 낙후도 순위와 비교하면 Fig. 1과 같다.

이 방법은 지표 값 산출이 비교적 간단하여 다른 지표보다 가장 단순하고 직관적으로 지역 간 연계성을 파악할 수 있으므로 교통연계성이 어느 정도로 낙후되었는지 한눈에 파악하기가 쉽다. 또한 특정 등시간선도 내의 교통연계성을 파악할 필요가 있는 경우, 군이 전국 도시에 대한 지표 값을 모두 계산할 필요가 없어 효율적으로 활용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 어떤 등시간선도를 선택하느냐에 따라 포함되는 목적지 도시의 수가 달라지므로 일관된 결과를 얻지 못한다는 한계가 있다. 즉 40분, 80분, 또는 120분 등시간선도 중 기준을 달리할 때마다 지표 값 변화로 인해 순위가 쉽게 바뀔 수 있다. 마찬가지로 현재 40분인 등시간선 간격을 달리할 경우(예 : 30분, 60분 등)에도 순위가 변동될 수 있다.

4.2 등시간선 내 도시 평균 거리(지표B)

이 지표는 지표A와 마찬가지로 등시간선도를 이용하는데, 지표A가 등시간선 내에 있는 도시 수만을 이용했다면 지표B는 등시간선 내의 도시 수와 함께 출발지로부터 해당 도시까지 최적경로의 거리를 모두 더해 도시 수로 나눈 값이다.

경상북도 영덕군을 예시로 구한 지표B의 값은 Table 3과 같다.

Table 3. Calculation Results of Index B - Yeongduk

Travel Time Range (min.)	Number of Cities	Sum of Distance	Indicator B
0~40	0	0	0.00
40~80	0	0	0.00
80~120	4	291.19	72.80
120~160	8	1185.18	148.15
160~200	9	1419.24	157.69
200~240	6	1299.28	216.55
240~280	10	2804.95	280.50
280~320	10	3173.15	317.32
320~360	11	3922.47	356.59
360~400	2	682.48	341.24

지표B에서도 순위를 매기는 방법은 지표A와 동일하다. 먼저 0~40분인 구간을 비교해보면 전라남도 구례군이 한 도시 당 평균 이동거리의 값이 가장 크다. 따라서 같은 시간 내에 이동할 수 있는 거리가 가장 길기 때문에 교통연계성이 뛰어나다고 할 수 있다. 그 다음으로 0~40분 구간에서 높은 값을 나타내는 경상북도 예천군이 2위가 되며 나머지 지역은 0이므로 다음 등시간선인 40~80분 구간을 비교해 본다. 1위와 2위를 차지한 구례군과 예천군을 제외하면 경상남도 산청군이 가장 큰 값을 나타내어 3위가 되며 다음으로 전라남도 진도군, 경상북도 청송군이 각각 4위와 5위가 된다. 마지막으로 경상북도 영덕군과 전라남도 완도군을 다음 등시간선인 80~120분에서 비교하면 완도군이 6위 영덕군이 7위가 된다.

이를 기존 낙후도 순위와 비교하면 Fig. 2와 같다.

B지표의 경우 지표A와 마찬가지로 시간 범위의 설정에 따라

Table 4. The Result of Applying the Index B

Travel Time Range (min.)	Gurye	Yecheon	Jindo	Yeongduk	Sancheong	Cheongsong	Wando
0~40	32.64	28.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40~80	51.23	68.80	50.11	0.00	68.18	40.69	0.00
80~120	113.95	101.55	108.72	72.80	112.98	83.33	97.45
120~160	151.65	157.83	167.26	148.15	148.83	105.25	149.18
160~200	205.07	211.77	222.02	157.69	188.36	147.16	186.19
200~240	243.40	243.83	253.19	216.55	248.14	212.73	240.06
240~280	288.42	280.80	305.50	280.50	284.97	264.51	284.19
280~320	324.30	330.27	369.56	317.32	328.95	308.94	343.45
320~360	379.09	387.76	399.87	356.59	356.11	316.17	378.17
360~400	482.35	0	446.86	341.24	408.28	357.37	399.93
400~440	0	0	0.00	0	0	0	428.41
440~480	0	0	559.77	0	0	0	469.45
480~520	0	0	562.51	0	0	0	566.42
520~560	0	0	0	0	0	0	620.33

Existing LDI Order (KDI, 2008)	Reordered by Index B
① Gurye (158 th)	① Gurye (0)
② Yecheon (159 th)	② Yecheon (0)
③ Jindo (160 th)	③ Sancheong (+2)
④ Yeongduk (161 st)	④ Jindo (-1)
⑤ Sancheong (162 nd)	⑤ Cheongsong (+1)
⑥ Cheongsong (163 rd)	⑥ Wando (+1)
⑦ Wando (164 th)	⑦ Yeongduk (-3)

Fig. 2. Change of Rankings by Index B

결과가 달라지는 한계가 있다. 하지만, B지표는 등시간선 내 도시들까지의 평균거리를 이용하므로 어떤 등시간선도를 기준으로 선택하느냐에 따라 지표의 순위가 바뀌는 문제를 A지표보다 상대적으로 완화할 수 있다.

이상의 결과를 통해 지표A와 지표B는 ‘특정 등시간선도 내의 교통연계성을 파악할 필요가 있는 경우’에는 유용하게 활용할 수 있으나, 전체적인 교통연계성을 파악하고 낙후도 지수로 활용하기에는 객관적인 자료로서 다소 부족한 것으로 판단하였다. 따라서 등시간선도를 이용하지 않고 교통연계성을 나타내는 지표를 추가로 개발하여 분석을 실시하였다.

4.3 지역 간 (이동거리/소요시간) 평균(지표C)

지표C는 연구 대상 도시를 출발지로 설정하고, 전국에 있는 모든 목적지 도시까지의 이동거리를 각각의 소요시간으로 나누고, 그 결과값들의 평균치를 구한 것이다(Table 5). 상대적으로 이동거리가 길지만, 그에 반해 소요시간이 짧은 경우, 즉 지표C의 값이 큰 경우 교통 네트워크가 잘 형성되어 다른 지역까지의 교통 연계성이 우수하다고 할 수 있다.

지표C의 값은 상대적인 지표로서 서로 다른 도시 사이의 교통연계성을 비교하기에 용이하다. 이 지표는 교통 수요가 존재하는 지역 간을 이동할 경우의 ‘평균속도’로 이해할 수 있는데, 값이 작을수록 같은 거리를 더 오랫동안 이동한다는 것을 의미하므로 두 지역 간의 교통 시설이 비효율적으로 형성되어 있다고 해석할 수 있다. 예를 들면 영덕 지역은 기존 낙후도지수가 7개 지역 중 4위인데 반해 지표C를 기준으로 하면 6위이므로 교통연계성의 측면에서는 더 열악한 것으로 판단할 수 있다.

본 지표는 전 지역에 대한 [이동거리/소요시간]이라는 정량화된 자료를 통해 한 지역에서의 전반적인 교통연계성을 나타내는 객관적 지표로 활용할 수 있으므로 낙후도 지수를 평가하는 기준으로 삼기에 적합하다. 그러나 여전히 지표 산출요소인 ‘소요시간’이 교통상황, 요일이나 날씨 조건 등에 따라 가변적인 변수이기 때문에 소요시간이 아닌 다른 변수를 활용할 수 있는 방법을 모색해보았다.

Table 5. The Result of Applying the Index C

Region	LDI Ranking	Indicator C	Ranking(C)
Gurye	158	1.091	3
Yecheon	159	1.101	2
Jindo	160	1.160	1
Yeongduk	161	0.986	6
Sancheong	162	1.090	4
Chungsong	163	0.929	7
Wando	164	1.078	5

4.4 최적경로/직선거리 평균(지표D)

일반적으로 지역 간 이동경로를 구성하는 도로가 직선에 가까울수록 교통 연계성이 좋다고 할 수 있다. 지역 간 이동 시 평균 속도가 같다고 가정할 경우, 동일한 직선거리를 가진 도시라 할지라도 실제 이동거리가 길다면 소요시간이 길어지고 교통연계성이 열악하다고 볼 수 있기 때문이다. 이와 같은 개념을 ‘우회도’로 정의하고, 대상지역의 지표를 구하여 Table 6과 같이 정리하였다.

지표D를 토대로 순위를 다시 매겨보면 이전 지표들을 적용했을 때의 결과와는 순위가 많이 차이는 것을 볼 수 있다. 이는 지표D가 역시 낙후도 지수에 영향을 미칠 수 있는 지표가 된다는 것을 의미한다. 특히 지표D를 적용했을 때 영덕과 예천의 순위는 이전 지표들과 상당히 다른 것을 볼 수 있다. 7개 지역 중 하위권을 유지하던 영덕군의 순위가 크게 상승한 반면, 상위권을 계속 유지하던 예천군은 최하위로 하락하였다. 이는 속도에 대한 가정의 차이에서 발생하는 결과로 볼 수 있다. 즉, 평균적인 이동 속도가 같다는 가정 하에 등변위 지점이 상대적으로 긴 이동거리를 가지면 접근성이 떨어진다고 보는 지표D의 경우와, 같은 이동거리를 가진다 할지라도 두 지역 간에 어떤 등급의, 또는 어떤 특성을 가진 도로가 존재하는 지에 따라 이동속도가 다르게 나타나는 점을 고려한 지표C 사이에 상당한 차이가 난다고 볼 수 있는 것이다.

본 지표는 두 지역 간의 연계성을 평가할 때 ‘소요시간’을 활용하면서 생기는 불확실성에 대한 극복이 가능하고, 값의 변동 가능성이 없는 이동거리와 직선거리 두 변수를 활용함으로써 객관적이고 정량적인 지표를 구할 수 있는 장점이 있다. 하지만 교통연계성이 두 지역 사이에 얼마나 빠른 접근이 가능한가를 나타낸다고 할 때, 지표D는 실질적으로 두 지역 간의 이동 시간보다는 얼마나 우회해서 가야 하는지에 대한 정도만을 보여주고 있어 가정에서부터 연계성 지표로 쓰이기에 부족한 문제점을 포함하고 있다고 볼 수도 있다.

4.5 지역낙후도 지수에의 새로운 지표 적용

한국개발연구원에서 활용하는 기존의 지역 낙후도 지수의 평가

Table 6. The Result of Applying the Index D

Region	LDI Ranking	Average	Ranking(D)
Gurye	158	1.365	2
Yecheon	159	1.400	7
Jindo	160	1.279	1
Yeongduk	161	1.367	3
Sancheong	162	1.387	5
Chungsong	163	1.398	6
Wando	164	1.371	4

Table 7. Weight Changes of LDI

Index	Existing Weight	New Weight
Population Growth Rate	0.089	0.0778
Aging Index	0.044	0.0385
Fiscal Self-reliance Ratio	0.291	0.254
People in Manufacturing	0.131	0.114
Registered Vehicles per Capita	0.124	0.108
Road Rate	0.117	0.102
Number of Doctors per Capita	0.063	0.055
Urbanized Land Use Rate	0.142	0.124
New Indicator	-	0.125

Table 8. Adjustment of LDI Using Index C

Existing Ranking	Existing LDI	Index C (Weighted)	Adjusted LDI	Adjusted Ranking
1	-0.866	0.136375	-0.729625	1
2	-0.873	0.137625	-0.735375	2
3	-0.886	0.145	-0.741	3
4	-0.887	0.12325	-0.76375	5
5	-0.893	0.13625	-0.75675	4
6	-0.899	0.116125	-0.782875	6
7	-0.928	0.13475	-0.79325	7

지표들에 대한 가중치는 AHP를 통해 전문가들의 의견을 반영하여 설정된다. 따라서 기존 지표에 교통연계성 지표를 추가로 반영할 경우에도 AHP를 통해 가중치를 정해야 할 것이다. 그러나 본 연구에서는 기존 8개 지표 가중치의 평균을 새로이 추가될 지표의 가중치로 설정하고, 기존의 지표들의 가중치는 총합에서 개별 지표의 구성비에 비례하여 감하는 방식을 택하기로 하였다. 가중치 재산정 결과, 새로이 추가될 지표의 가중치는 0.125이며, 나머지 지표들의 가중치는 기존 값보다 감소한 것을 Table 7에서 확인할 수 있다.

Table 8을 참조하면, 지표C를 교통연계성 지표로 LDI평가에 반영할 경우, 기존의 낙후도 순위가 4위였던 영덕이 새로운 낙후도 지수에서는 5위로 한 계단 내려감으로써 실질적으로 순위가 변동이 발생한다는 것을 알 수 있다. 이는 영덕지역이 지표C에서 6위로 낮은 점수를 가졌던 점이 원인이라고 볼 수 있다. 따라서 교통연계성 지표는 새로운 낙후도 지수 평가 지표로 반영되었을 때 기존 지역낙후도 순위를 바꿀 수 있는 영향력이 있다고 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 지역낙후도 결정 시 교통연계성을 반영하기 위해

등시간선도, 지역 간 이동거리 및 소요시간, 우회도 등을 적용해보았다. 기존의 지역낙후도 산정 지표는 대상 지역의 내부에서만 측정될 수 있는 인구·경제·시설 분야에 대해서만 고려하고 있는데, 특히 도로사업의 예비타당성 평가 시에는 실질적으로 해당 지역이 얼마나 다른 지역과 물류 운송, 인구 이동 등에 유리한 교통 시설을 갖추고 있는가를 나타내는 ‘교통연계성’을 정책적으로 반영해야 할 필요가 있다.

새로운 지표들을 적용한 결과, 모두 기존의 낙후도 순위가 변경되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 현재의 낙후도 지수에 ‘교통연계성’을 반영하는 지표를 추가하는 것이 정책적 결정에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

본 연구에서 개발한 지표들은 각각 장단점을 지니고 있어 어느 하나의 지표만을 바로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 등시간도를 활용하는 지표A와 B는 특정 등시간선도 내의 교통연계성을 파악할 필요가 있는 경우에는 유용하게 활용할 수 있으나, 등시간선의 시간 범위 설정에 따라 지역별 지표값의 순위가 변동하므로 일관된 결과를 기대하기에는 부족한 점이 있다. 지역 간 평균이동속도의 개념인 지표C는 동일한 거리를 이동한다고 가정할 때, 경로를 구성하는 도로의 등급에 따라 이동속도가 다른 점을 고려할 수 있다는 장점이 있다. 다시 말하면, 어떤 지역으로 연결되는 주요도로의 등급이 고속국도인지, 혹은 일반국도나 지방도 수준인지에 따라 이동 편의성이나 속도가 달라질 수 있는데, 높은 등급의 도로가 연결되는 지역이 그렇지 못한 지역보다 교통연계성 측면에서 덜 낙후되었음을 반영하는 요소라는 측면에서 지표C의 의의가 있는 것이다. 하지만 도로등급 외에 날씨, 요일, 시간대 등의 조건에 따라 소요시간이 달라질 수 있기 때문에 지역별 비교 시, 설계속도와 차로 수 등 도로의 물리적 환경만을 반영하여 소요시간을 산출해야 하는 문제가 있다. 마지막으로 지표D는 우회도 또는 이동경로의 굴곡도를 나타내는 것으로서, 버스나 지하철 등의 대중교통 노선을 평가할 때 많이 고려되는 지표이다. 본 지표는 값의 변동 가능성이 없는 지역 간 실제 이동거리와 직선거리라는 두 개의 변수를 활용하여 정량적인 지표를 구할 수 있는 장점이 있다. 하지만 두 지역 사이를 빠른 시간 안에 이동할수록 교통연계성이 우수하다는 관점에서 보면, 지표D는 두 지역 간의 이동 시간보다는 얼마나 우회해서 가야 하는지에 대한 정도만을 보여주고 있어 지표로 쓰이기에 부족한 점이 있다고 볼 수도 있다.

본 연구에서는 비록 이상의 각 지표들이 장점뿐만 아니라 단점도 가지고 있으나, 이 지표들을 적용해 봄으로써 지역낙후도 평가 시 교통연계성을 고려해야 한다는 당위성을 제시하였고, 기존의 연구들과는 달리 지역 간 연계성을 나타내는 지표를 개발하여 기존의 지역낙후도 지수에 반영하는 절차를 수행하였는데 연구의 의의를 둘 수 있다. 향후에 보다 더 현실적이고 합리적으로

교통연계성을 반영하기 위해서는, 다음과 같이 본 연구를 기초로 한 다양한 후속 연구가 진행되어야 한다.

우선, 지역 간 기종점(OD) 통행량 자료와 교통 네트워크를 이용한 교통연계성 지표 산출 방법에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 인구 5만 이상인 도시를 대상으로 하였으나, 일정 규모 이상의 도시 이외에도 유명 관광지나 물류 거점과 같이 상주 인구는 적더라도 교통수요를 크게 유발할 수 있는 지역들이 있다. 이런 지역들을 고려하기 위해서는 공신력 있는 지역 간 통행량 자료를 활용할 필요가 있다. 더불어 도로 네트워크뿐만 아니라 철도 네트워크를 포함하여 지역낙후도를 산정하는 방안에 대한 연구도 필요하다. 부가적으로 지역 간 이동 시간에 영향을 주는 도로의 등급(고속국도, 일반국도, 지방도 등)과 철도의 등급(KTX, 새마을호, 무궁화호 등)을 함께 고려하면 보다 현실성 있는 연구결과가 도출될 수 있을 것이다.

비슷한 맥락에서, 연계도시의 규모를 고려하는 것도 향후 연구로 고려할 수 있다. 본 연구에서 개발된 지표는 목적지 도시의 규모를 고려하지 않기 때문에 실제 통행수요를 반영하지 못한다는 한계가 있다. 예를 들어 지표 A와 B의 경우에는 등시간선 내 도시의 개수로만 지표를 산출하기 때문에 상대적으로 통행수요를 크게 유발하는 대도시가 포함되더라도 중소도시와 동일한 비중을 가지는 것으로 간주된다.

마지막으로 기존 낙후도 지표와의 비중을 고려한 가중치 설정 방법 등이 연구되어야 할 것이다. 본 연구에서는 지역낙후도를 산정하는 기존의 여러 지표에 교통연계성 지표를 추가하여 지역낙후도 지수를 재산정하는 것에 중점을 두었는데, 이 때 각 지표들이 가지는 가중치를 보다 합리적으로 부여할 수 있는 근거를 마련하는 것이 필요하다. 또한 교통연계성이 도로 및 철도 시설 투자사업 타당성 평가 시 지역 간 불균형을 가장 잘 드러내는 지표라고 한다면, 기존 낙후도 산정 지표들 수준의 위상을 갖는 것이 아니라 별도의 정책적 평가항목으로 활용될 수 있는 지 연구할 필요도

있다. 이 경우 경제적 타당성(B/C)이나 다른 정책적 타당성 지표들과는 어떠한 상관성을 가지고 있으며, 어느 정도의 비중으로 의사결정에 반영될 수 있을 지 검토할 필요가 있다.

References

- Baek, J. (2011). *A network accessibility evaluation model for transportation investment*, Ph.D. Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea (in Korean).
- Freeman, L. C. (1979). "Centrality in networks: I. Conceptual clarification." *Social Networks*, Vol. 1, pp. 215-239.
- Kim, C. and Hwang, S. (2006). *An equity analysis on the long term national transportation infrastructure planning*, Korea Transport Institute (in Korean).
- Kim, D. (2009). *Development of a network mobility index for regional investment equity with emphasis on road network*, Thesis for Master Degree, Seoul National University, Seoul, Korea (in Korean).
- Kim, H. and Cho, E. (1992). "Analysis of the changes in inter-regional accessibility by the Highway Construction." *Journal Korean Soc. Transp.*, Vol. 10, No. 3, pp. 43-58 (in Korean).
- Korea Development Institute (KDI) (2008). *A study on general guidelines for pre-feasibility study (5th Edition)* (in Korean).
- Latora, V. and Marchiori, M. (2001). "Efficient behavior of small-world networks." *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 87, No. 19, pp. 198701-1-198701-4
- Lee, J. (2013). *A Study on the improvement of under-developedness index*, Korea Development Institute (KDI) (in Korean).
- Noh, H., Doh, C., Kim, W., Cho, J. and Shin, S. (2005). "Transit mobility measures on the seoul multimodal network." *Journal Korean Soc. Transp.*, Vol. 23, No. 8, pp. 7-17 (in Korean).
- Yang, J. (2009). *Centrality indicators as an instrument to evaluate transit network*, Thesis for Master Degree, Seoul National University, Seoul, Korea (in Korean).