

동굴관광지의 관계적 입지특성 분석을 위한 그래프이론의 적용(I): 네트워크분석 기법의 적용을 중심으로

홍 현 철*

Application of Graph Theory for Analyzing the Relational Location Features of Cave as Tourists Attraction(I): focused on the structural analysis of network

Hyun-Cheol, Hong

Abstract : This study is about the efficiency of graph theory that can be applied as the research analysis method in order to identify the relational location features of the caves favored as the ecological tourists attraction. Creating network with traffic nodes and surrounding tourists attractions in a certain space including the caves as the tourists attraction and structural analysis on the overall network using various kinds of index will be very useful method to identify the relational location features and benefits from linking the caves as the tourists attractions. In particular, it can be applied to set the spatial scope in the tourism development plan including the caves as the tourists attractions. Key Words : relational location features, graph theory, network

국문초록 : 본 연구는 최근 관광자원으로 각광을 받고 있는 동굴관광지에 대한 관계적 입지특성을 파악하고자 할 때, 분석 기법으로서 적용 가능한 그래프이론(graphic theory)의 효율성에 관한 연구이다. 동굴관광지를 포함하는 일정 공간내의 주변관광지나 교통 결절점(node)과의 관계를 네트워크화하고, 각종 지수를 통한 전체 네트워크의 구조분석은 동굴의 연결 강도 파악과 관계적 입지특성 파악에 유용한 방법이라고 할 수 있다. 특히 동굴관광지를 포함한 관광개발계획의 공간범위 설정 등에 유용하게 사용할 수 있다.

주요어 : 관계적 입지특성, 그래프이론, 네트워크, 네트워크의 전체구조

1. 서론

최근 지자체가 활성화됨에 따라 동굴자원은 그 가치가 높아지고 있다. 그 지역의 특이한 관광자원으로서 그 지역의 관광수입원이 되고 있는 것은 물론이고, 동굴을 중심으로 하는 고용효과와 창출 또한 무시할 수 없다. 더욱이 동굴을 방문한 관광객을 대상으로 하는 배후 도시의 숙박업 및 요식업의 성장은 그 배후도시의 경제적 파급효과까지 미치고 있는 실정이다.

동굴을 방문하는 관광객은 단지 동굴관광만으로 모든 관광스케줄을 마치는 것이 아니고, 주

변 지역의 다른 관광지를 방문하거나 다른 특정한 활동을 통해 목표했던 관광행위가 종결된다. 즉 동굴관광지와 타 관광지간의 연계를 이루면서 관광활동이 이루어지고 있다는 점이다.

이러한 관점에서 살펴보면, 동굴은 단지 국가나 지역문화재나 관광자원적 성격을 갖는 것이 아니라, 주변 지역과의 경제적 파급효과나 주변 관광지간의 연계관광 형태를 이루는 주요 결절점이라는 것을 알 수 있으며, 동굴의 입지는 주변과 연계된 관계적 입지의 중요성을 다시 한번 인식할 수 있다.

한편 사물의 입지란 크게 두 가지 관점에서

* 건국대학교 지리학과 교수 honghc@konkuk.ac.kr

사용되고 있다. 하나는 지리적 입지라고 불리우는 것으로, site로 표현된다. 이는 그 대상물이 위치한 지질, 지형, 토양, 기후 등과 같은 자연 지리학적 입지를 일컫고 있으며, 다른 하나는 관계적 입지로 situation으로 표현된다. 즉, 대상물과 주변 지역과의 인문적 상호관계성에 의해 결정되는 입지를 말한다. 본 연구에서는 후자에 해당하는 동굴관광지에 대한 관계적 입지특성을 중심으로 고찰하고자 한다.

이러한 관계적 입지 특성이나 상호의존관계를 분석하는 기법 중에서 그래프 이론(graph theory)을 들 수 있다. 그래프 이론 중 네트워크 분석(network analysis)은 점과 선으로 구성되는 네트워크를 바탕으로 점과 선의 관계성을 분석하는 기법이기도하다. 이러한 네트워크 분석은 1950년대의 계량혁명 이후 다양한 학문에 적용되기 시작하였으며, 지금도 교통·통신학, 지리학, 관광학, 사회학 등의 상호의존성 내지는 관계성을 파악하는 주요 기법으로 활용되고 있다.

이러한 네트워크 분석을 위해 사용되는 각종 지수나 지표는 매우 다양하다고 할 수 있다. 이렇게 다양한 분석 지표나 지수들은 수학적 모델이기에 모든 대상물에 일괄적으로 적용하는데에는 문제점이 있다. 특히 동굴 관광지를 대상으로 할 때, 고려해야 할 상호의존 관계를 보이는 주변의 대상물은 동굴의 독특한 특성을 이해하였을 때 선정 가능하며, 또한 관광동굴을 대상으로 무엇을 밝히고자 하는가에 대한 연구 목적에 따라 유용한 분석지수나 지표가 사용되어야 한다.

따라서 본 연구의 목적은, 동굴관광지를 중심으로 주변의 교통결절점이나 타 관광지간의 상호의존 관계를 통해 나타나는 관계적 입지 특성을 분석을 위해 네트워크분석기법의 적용 방법 및 그 효용성을 고찰하는 것을 목적으로 한다.

연구의 흐름은 먼저 동굴을 대상으로 한 관계

적 입지특성에 관련된 연구 동향을 분석함으로써 네트워크분석 기법의 적용 수준을 알아본다. 다음으로 네트워크의 분석기법의 이론적 배경을 살펴보고, 각 분석지표나 지수의 수학적 특성을 살펴본다. 이를 통하여 관광동굴을 대상으로 하였을 때 고려될 수 있는 연구목적별 분류에 따른 각종 지수 및 지표의 유용성을 고찰하기로 한다.

본 연구는 광범위한 네트워크 분석 기법을 모두 취급할 수 없기 때문에 비교적 기초적이고 손쉬운 기법의 적용을 검토하기로 한다. 또한 네트워크의 분석기법을 크게 두 범주로 구분한다. 하나는 네트워크 전체적 구조를 분석하는 기법, 다른 하나는 전체 네트워크에서의 점의 지위를 분석하는 기법이다. 이번 연구 논문에서는 전자에 관련된 기법의 적용 및 유용성을 검토하기로 한다. 후자에 관한 연구는 ‘동굴관광지의 관계적 입지특성 분석을 위한 그래프이론의 적용 (II): 네트워크분석 기법의 적용을 중심으로’에 나누어 투고하기로 한다.

2. 동굴의 관계적 입지특성

연구의 문제점

동굴에 관한 연구 논문은 지리적 위치를 중심으로 지역개관을 설명하면서 다루어진 것이 대부분이다. 연구 논문이나 보고서의 서론 부에서 그 지역의 지리적 개관을 설명할 때, 먼저 자연적 특성으로 지질, 토양, 지형, 기후, 수문 등의 요소를 개론적으로 설명하고 있으며, 인문적 지리환경을 설명함에 있어서 동굴 관광지를 포함하는 지역의 역사, 인구, 경제, 관광, 정책 등의 요소를 취급하고 있다. 특히 후자는 동굴의 관계적 입지특성을 지역속의 동굴관광지를 이해하는

데 관련되는 사항을 고찰하고는 있으나 관계적 입지특성을 포괄적으로 설명하는 것에 지나지 않는다.

그러나 동굴관광에 의한 관광객의 이동경로로 판단할 때, 임의 동굴은 주변에 분포하는 타 관광자원과 하나의 공간상에서 존재하게 되고 동굴관광자원은 주변의 다른 관광자원과 상호 의존 관계를 가지고 연계되어 있다. 관계적 입지를 보다 직접적인 효과분석이나 관련성을 집중적으로 연구한 논문은 그리 많지 않다.

이러한 일련의 연구도 동굴관광지와 주변의 주요 관광지나 결절점들 간의 관계적 입지특성을 부분적으로 취급하고 있는 실정이다. 또한 일부 연구 논문에서는 정확한 분석기법의 적용에 의한 결과를 제시 하고 있기는 하지만 대부분의 연구는 주관적 판단기준에 따른 해석이 주를 이루고 있어 객관성이 결여된 결과물로 판단된다.

3. 전체적 구조분석을 위한

네트워크분석의 이론적 배경

네트워크란 지표현상을 점과 선으로 간주하고, 이들 점과 선으로 이루어진 관계를 2차원적 표현한다. 이때 점과 선의 특성을 고려하여, 위상네트워크상태와 유치네트워크상태로 구분하여 분석한다. 전자의 경우는 점과 선의 유무 및 연결 관계를 중시하여 관계적 특성을 분석하게 되고, 후자는 선에 일정값을 부여하고 이에 따른 구조적 특성을 파악하고 있다.

1) 동굴관광지에 대한 위상적 네트워크 구조분석 지표

(1) 직경(diameter), 분산(dispersion) 및

평균분산

네트워크의 규모는 네트워크를 구성하는 점과 선의 수로 표시할 수 있다. 그러나 점이나 선의 한 가치를 척도로 하는 규모의 파악보다는 점과 선 쌍방을 조합한 형태의 척도를 고려할 수 있다. 즉, 점과 선의 연결 상태로부터 점에 연결된 선의 수는 네트워크의 크기를 대표할 수 있겠다. 이를 그래프상의 거리 또는 위상거리로 표현한다.

특히 두정점간의 거리 중에서 최대의 거리를 직경이라 한다. 직경 $d = \max e[i, j]$ 로, 여기서 $e[i, j]$ 는 정점 i 와 j 간의 최단경로(path)이다. 직경은 네트워크의 최단경로 행렬을 작성하여 쉽게 구할 수 있는데, 이 행렬의요소중 최대의 값으로 나타난다.

분산은 네트워크의 구조가 얼마 만큼 넓게 퍼져있는가? 즉 흩어짐의 정도를 측정하는 지표이다. 일반적으로 분산이란 평균으로부터 흩어짐의 척도로 사용되지만 네트워크에서는 평균에 해당하는 기준점이나 개념이 없기 때문에 각점에서 다른 점까지의 거리(최단경로)의 총합으로

표시된다. 즉 분산 $D = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n e[i, j]$ 로 표시된

다. 평균분산 $D_A = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n e[i, j]}{n(n-1)}$ 으로, n 은 v 에 해당되고, 분자는 분산이며, 분모는 네트워크의 위상거리를 점의 조합수이다. 따라서 서로 다른 네트워크의 흩어짐 정도를 비교하는데 사용된다.

이와 같이 동굴과 주변관광지에 대한 네트워크의 크기는 직경, 분산을 통해 동굴관광지의 관계적 특성, 특히 크기나 흩어짐을 파악할 수 있다.

(2) 회로계수(cyclomatic number)와 알파지수(alpha index)

회로(circuit)는 여러 연쇄선이 이어져 시작점과 마지막 결절점이 같을 때 나타나는 유한의 폐쇄경로(closed path)를 말한다. 지점간의 연결 상태에 있어서 이러한 회로가 나타나는 것은 연쇄선수가 $v-1$ 보다 클 때 즉, $e > v-1$ 일 때 이다. 관광지간의 연결 상태에 있어서 회로계수는 실제의 연쇄선수에서 최소연결상태를 구성할 때 필요한 연쇄선수를 뺀 값으로 계산된다.

즉 네트워크내의 중복되지 않는 독립적인 회로(basic cycle, basic circuit)의 개수를 의미한다. 따라서 회로계수 $\mu = e - (v-1) = e - v + 1$ 로 표기된다. 이러한 회로계수는 네트워크상에서의 회로수의 정도를 나타내므로 이 수치가 크면 클수록 연결성이 좋은 네트워크로 판단 할 수 있다.

알파지수란 네트워크상에서 존재 가능한 회로계수에 대한 실제 네트워크의 회로계수의 수로 표현된다. $\alpha = \frac{e - v + g}{v(v-1)/2 - (v-1)}$ 이다. 이때 g 는 그래프의 성분수이다. 따라서 분자는 분석 대상 네트워크의 회로계수를 나타내며, 분모는 네트워크가 완전연결 상태일 때 가질 수 있는 최대의 회로계수를 의미한다. 따라서 알파지수는 회로계수의 또 다른 측정 방법으로 상대적 비례정도를 나타낸다고도 할 수 있다. 알파지수는 비례척도 이므로 수치적 범위가 0~1 사이를 나타낸다.

이와 같이 회로계수나 알파지수는 동굴과 연계된 주변 관광지나 교통 결절점과의 관계에 대한 연결성 상태를 판단하고자할 때도 쉽게 사용될 수 있다. 동굴관광자원을 포함하는 일정 범위의 네트워크의 연결성을 분석함으로써 동굴의 관계적 입지특성을 파악하는데 유용한 지표라 하겠다. 단 이러한 회로계수는 점과 선에 대한

회로의 수만이 계산되므로 위상네트워크 상태에서 측정가능하다.

(3) 베타지수(beta index)와 감마지수(gamma index)

베타지수는 네트워크의 전체 연결 상태에 대한 점과 선의 관계성을 파악하는데 사용된다. 베타지수 $\beta = \frac{e}{v}$ 로 나타낼 수 있으므로, 네트워크 전체에 있어서 점에 대한 평균적 선의 수의 의미를 갖는다.

감마지수는 $\gamma = \frac{e}{v(v-1)/2}$ 로 계산되며, 분모는 n 개의 점을 갖는 비평면 상태(non-planar graph)에서 완전연결네트워크의 가능한 최대 선의 수이다. 따라서 감마지수는 네트워크의 완전연결 상태에서 가능한 최대 선수에 대한 실제 선수의 비율을 의미한다. 값의 범위도 0~1이다.

이와 같이 동굴관광지를 포함하는 네트워크의 점에 대한 선의 평균적 연결강도나 네트워크의 선의 비율에 의한 연결 강도의 측정을 통한 동굴의 관계적 입지를 파악할 수 있다. 단 이러한 베타지수와 감마지수도 위상네트워크 상태에서 측정가능하다.

(4) 형상판별

일반적으로 교통망이나 네트워크는 시간이 경과하면서, 도로의 발달이나 선의 연결이 좋아짐에 따라 선의 수가 늘어난다. 이러한 발달과정에 따라 네트워크가 연결상태를 미발달, 목형(tree), 격자형(greed), 델타(delta) 형태로 연결강도가 강해진다.

형상판별이란 현재의 네트워크상태가 발달과 정상의 어디에 해당되는가를 판단하는 방법이

표 1. 네트워크의 발달단계와 지수의 범위

발달단계	α	γ	유형
1	-	$0 \leq \gamma < 1/3$	미발달, 비연결
2	$\alpha = 0$	$1/3 \leq \gamma \leq 1/2$	spinal
3	$0 < \alpha < 1/2$	$1/2 < \gamma < 2/3$	grid
4	$1/2 \leq \alpha \leq 1$	$2/3 \leq \gamma \leq 1$	delta

다.

이러한 형상 판별을 위해서는 알파지수와 감마지수가 사용되는데, 앞에서 설명한 비평면상태의 네트워크가 아닌 평면상태(planar graph)에서의 판단한다. 따라서 알파지수 $\alpha = \frac{e - v + g}{2n - 5}$

이며, 감마지수 $\gamma = \frac{e}{3(n-2)}$ 를 사용한다.

두지수의 각각의 값의 범위는 표 1 과 같다.

따라서 동굴관광지를 중심으로 하는 주변지역의 연결강도의 발달 상태를 통해 동굴의 관계적 입지를 판단가능한 방법이라 하겠다.

(5) 중심화

중심화란 전체연결망 형태가 어느 정도 중앙에 집중되어있는가를 측정하는 지표를 말한다.

중심화 $C = \frac{\sum(Cd_{max} - Cd_{Pi})}{(\sum \max Cd - \sum Cd_{Pi}^*)} = \frac{\sum(Cd_{max} - Cd_{Pi})}{(N^2 - 3N + 2)}$ 이다. 여기서 Cd =연결중앙성, Cdmax = 최대 연결중앙성, CdPi =다른 점들의 연결중앙성을 말한다. 따라서 동굴관광지와 주변관광지간의 위치적 관계를 고찰할 때, 주변관광지들간의 연결이 얼마만큼 중심적으로 연결되어 있는가를 판단하는 지표로 활용할 수 있다.

2) 동굴관광지에 대한 유치네트워크의 구조분석 지표

직경과 분산은 위상네트워크에서와 마찬가지로 선의 값을 부여한 상태로 계산이 가능하다.

단 회로계수, 알파지수, 감마지수의 경우는 점과 선의 수를 중심으로 연계상태를 파악하므로, 유치네트워크에서는 사용하지 않는다.

유치네트워크화 된 자료를 이용하여 전체 네트워크에 대한 점과 선의 평균적 특징을 파악하는 분석지표로는,

(1) 이타지수(eta index)와 파이지수(phi index)

전체 네트워크에 대한 그래프와 선과의 관계를 유치네트워크상에서 분석하는 기법중의 하나로, 선의 개수를 기준으로 그 선에 대한 실제거리를 적용하여 사용한다. 이타지수 $\eta = \frac{M}{e}$ 으로 계산되며, M은 실제의 총연장거리, 즉 선의 실제거리의 총합에 해당된다. 따라서 이러한 결과는 전체 네트워크에 대한 선의 평균적 길이를 알아볼 수 있다. 수치적 범위가 무한대이기 때문에 한 개의 네트워크에 대한 결과로는 무의미할 때가 있다.

한편 이타지수의 이러한 단점을 보완한 지수로 파이지수를 들 수 있다. 파이지수 $\pi = \frac{M}{D}$ 로 계산되며, M은 네트워크의 실제 총연장거리이며, D는 실제거리에 의한 직경이다. D를 지름으로 하는 원의 원주는 3.14D의 값을 가지므로 D=1이면, $\pi = 3.14$ 가 된다. 따라서 파이값은 3.14를 기준으로 크고 작음을 상대적으로 비교할 때 이용한다. 즉 네트워크의 선의 형상을 크

기로 비교할 때 사용하는 지표이다.

(2) 씨타지수(theta index)

전체 네트워크에 대한 그래프와 정점과의 관계를 주로 유치네트워크 상에서 분석하는 기법의 하나이다. 정점의 개수를 기준으로 총연장길이나 총교통량 등의 비율로 구해지므로, 의미상으로는 한 점에 연계되는 선의 평균적 길이나 평균적 교통량을 계산 할 수 있다.

씨타지수 $\theta = \frac{M}{v}$ 또는 $\frac{T}{v}$ 로 계산된다. 여기서 M 은 네트워크의 실제 총연장거리이며, T 는 총교통량이다. 실제로 동굴관광지 주변의 도로망의 길이나 관광을 위해 방문하는 관광객수나 통행수 등을 지표로 활용할 수 있다.

(3) 아이오타지수(iota index)

아이오타지수는 단위교통량에 대한 평균거리나 역수로 하여 단위거리당 교통량의 계산을 통한 교통밀도를 측정하는 지표이다. 실제적으로 교통학이나 교통지리학 등에서 많이 활용한다.

아이오타지수 $\iota = \frac{M}{T}$ 또는 $\frac{T}{M}$ 로 계산된다.

4. 동굴관광지의 연구목적에

따른 네트워크분석의 차별적

적용

앞에서 살펴본 바와 같이 위의 네트워크 분석 지표는 네트워크를 구성하는 하나의 연결체계에 대한 전체적 경향을 분석하는 방법이다. 즉 동굴 관광자원을 포함하는 일련의 공간적 범위내의 상호의존 관계에 대한 전체적 입지특성을 파악할 수 있다. 따라서 동굴관광지 만의 입지특성

분석에는 유용하지 않으나 동굴관광지를 포함한 전체 네트워크 구조를 파악하는데는 유용한 분석기법이 될 수 있다. 따라서 이러한 네트워크 분석기법을 적용할 때에는 동굴관광지에 대한 연구목적이 한정될 수밖에 없다.

따라서 연구 목적의 범주를 다음과 같이 나누고 그에 적용되는 네트워크 분석기법의 효용성을 고찰해 보겠다. (1)연계 규모 및 크기에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구, (2)연결성의 강도 및 중심화에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구, (3)형상판별에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구로 나누어 볼 수 있다. 이와 같은 일련의 연구 목적은 일정한 공간적 범위를 어떻게 하느냐에 따라 연구 결과의 많은 차이를 보인다.

1) 연계 규모 및 크기에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구

연계상태의 규모 및 흠어짐 등의 측정지표는 직경, 분산, 평균분산 등의 지표를 이용할 수 있다. 이러한 지표는 위상네트워크와 수치네트워크를 구분하지 않고 두 가지 경우 모두 사용가능한 기법이다.

동굴을 중심으로 하는 주변지역, 즉 행정구역에 따라 면, 군, 도나 시의 공간적 범위에서의 분석이 가능하며, 동굴을 중심으로 하는 관광계획이나 관광개발의 정책적 입장에서 분석할 때, 범위내의 동굴관광지를 포함한 타 관광지나 교통결절점으로 이루어진 하나의 네트워크로 간주하여 분석가능하다. 예를 들어, 동굴관광지를 중심으로 위상적으로 몇 개의 연계단계를 고려하는 범위로 계획이나 개발범위를 설정할 것인가? 또는 수치네트워크상에서 몇km 또는 몇 시간거리 이내를 대상지역으로 할 것인가? 하는 연구 목적의 분석에 적당하다고 하겠다.

직경이나 분산의 경우는 수치적 의미에 있어

서는 사용시 주의가 필요하다. 직경과 분산의 경우 값의 범위가 무한대까지 나올 수 있다. 위상 네트워크에서 값이 5가 나왔다고 해서 이 값의 의미를 파악하기는 어렵다. 따라서 동굴을 포함한 두 지역 이상의 대상지역을 네트워크화 하고 비교 분석하는데 한정 하여야 한다. 단, 평균분산의 경우는 값의 범위가 0~1이므로 비교분석 없이 하나의 대상지역에서도 사용 가능하다.

일반적으로 분석 값이 크면 클수록 네트워크의 규모나 크기가 전체적으로 크다는 것을 의미하므로 연결강도나 형상판별 등의 타 지표들과 함께 분석을 하고 해석할 필요가 있다.

2) 연결성의 강도 및 중심화에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구

연결의 정도나 강도 또는 연결성 등의 고찰을 통한 네트워크의 분석에 유용한 지수나 지표로는 회로계수, 알파지수, 감마지수, 베타지수, 중심화 등이 이용된다. 그러나 이들 지표는 위상네트워크상에서 판단 가능한 지표이다.

동굴관광지를 중심으로 다른 관광지나 다른 교통 결절점을 포함하는 하나의 네트워크를 구성하여 분석해야 한다는 것은 ‘연계 규모 및 크기에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구’와 다를 바 없다. 그러나 동굴관광지가 주변과 얼마만큼 연계성이 강한상태로 연결되어있는가? 또는 주변관광지나 결절점과의 연결상태가 얼마만큼 중앙집중적으로 연결되어 관계적 입지특성을 나타내는가? 동굴이 포함된 다른 두 지역에 대한 연결강도나 교통적 연계상태의 비교 분석에도 유용하다 하겠다.

특히 유치네트워크에서 사용하는 분석 기법인 이타지수나 아이오타 지수 등 경우는 교통밀도나 실제 소요시간 등, 다양한 밀도함수를 이용할 수 있어서 관계적 입지특성을 말해주는 연결

강도나 연결 상태를 보다 실제적인 분석에 용이하다.

한편, 이러한 연결강도의 값은 네트워크 전체적 평균값을 의미하므로, 네트워크 내의 동굴관광지의 위치에 따라 달리 해석될 수 있는 여지가 남아있다. 특히 중심화의 경우, 동굴관광지가 네트워크상에서 가장 높은 연결성을 보이는 결절점이라면 중심화의 값이 동굴관광지의 대표성을 갖게 될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 이러한 점을 고려한다면 네트워크 전체적 연결성에 대한 해석에 주의해야 하겠다.

3) 형상판별에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구

앞에서 살펴보았듯이 네트워크의 형상 판별이란 결절점간의 연계상태에 대한 발달과정을 의미한다. 미발달형, 목형, 격자형, 델타형으로 단계가 구분된다. 델타 형으로 갈수록 동굴관광자원을 포함한 주변 관광지들의 연계정도가 좋다는 점에서 ‘연결성의 강도 및 중심화에 따른 관계적 입지특성에 관한 연구’와 유사한 목적에 이용될 수 있다.

형상판별은 네트워크의 평면적 상태를 기준으로 측정되는 값이므로 실제적인 네트워크와 다소 차이가 나타나는 경우가 있다. 연계선과 연계선이 교차하면서 형성되는 지점은 일반적으로 동굴관광지와 관계가 되는 교통 결절점인 경우가 많은데, 공식의 기준은 평면적 상태만을 고려하고 있다. 이러한 경우 동굴관광지나 다른 관광지를 점으로 보고, 위와 같은 문제점이 나타나는 지역을 교통 결절점으로 간주하면 평면적 그래프 상태로 조정할 수 있다. 다만, 이런 경우 네트워크상의 점의 수가 증가하게 되므로 모든 측정 값이 다르게 나타난다. 따라서 동굴관광지와 교통 결절점의 관계를 종합적으로 판단하고자

할 때는 이러한 방법을 사용할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 그래프 이론의 한 분야인 네트워크 분석 기법을 동굴관광지의 관계적 입지특성을 고찰하고자 할 때, 어떤 지표를 어떻게 활용하면 되는가 하는 관점과 동굴관광지라는 특수 관광지의 특성을 주변 관광지나 교통 결절점 등의 관계 속에서 나타나는 해석의 관점을 중심으로 기법의 적용 및 유용성을 고찰하였다.

그래프이론의 적용(Ⅰ)은 특히 동굴관광지를 포함하는 관광지들 간이나 동굴관광지와 교통 결절점으로 구성되는 관계적 입지 특성을 네트워크의 전체 구조적인 측면에 한해서 고찰하였다. 이에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, 네트워크를 전체 구조적인 측면에 한해서 고찰하였기 때문에 동굴을 중심으로 하는 구조적 분석이나 관계적 입지특성의 유용성은 제한적이라고 할 수 있다. 그러나 동굴의 관계적 입지특성은 동굴 주변의 인문적 상황이 반영된다는 점을 고려하면, 어느 정도 분석기법의 적용이 가능하다고도 말할 수 있겠다.

둘째, 동굴을 중심으로 하는 지역개발이나 관광정책의 공간적 범위를 기획하거나 판단하고자 할 때에는 기초 분석에 꼭 필요한 기법이라고 할 수 있겠다.

셋째, 동굴관광지와 주변 환경의 관계적 입지를 연결성의 강도나 발달정도의 고찰에 목적을 둔다면 위상네트워크보다는 수치네트워크의 교통밀도나 관광밀도 등을 활용한 지수들을 적용 분석한다면, 보다 객관적인 분석기법이 될 수 있다.

본 연구에서는 네트워크의 전체적 특성, 즉 동굴관광지를 포함하는 공간적 범주의 관계적

입지특성을 전체적으로 파악하는 기법에 대한 고찰만을 대상으로 하였다. 이러한 전체적 입장뿐만 아니라 네트워크상에서의 동굴관광지만의 지위나 구조를 파악하는 기법의 적용에 대한 평가는 제외되어 있다. 이 부분에 대한 고찰은 ‘동굴관광지의 관계적 입지특성 분석을 위한 그래프이론의 적용(Ⅱ): 네트워크분석 기법의 적용을 중심으로’의 별도의 논문으로 나누어 투고하기로 한다.

참고문헌

- 김동진, 1987, 산호동굴의 개발의 지리적 배경, 한국동굴학회, 16, 72-88.
- 변대준, 1993, 환선굴 주변지역의 인문환경에 관한 연구, 한국동굴학회, 35, 61-66.
- 변대준, 1993, 동정굴 지역의 지리환경에 관한 연구, 한국동굴학회, 36, 54-71.
- , 1995, 영월 옥동굴 지역의 지리환경에 관한 연구, 한국동굴학회, 42, 69-82.
- 오종우·홍현철, 1994, 단양 온달굴 지대의 인문사회지리 환경, 한국동굴학회, 37, 68-80.
- 조 훈, 1989, 마산동굴 개발단지의 환경과 배경에 관한 연구, 한국동굴학회, 20, 90-112.
- 홍시환, 1993, 만장굴 지대의 자연환경 소고, 한국동굴학회, 35, 67-77.
- 홍충렬, 1993, 월둔굴 지역의 지리환경 연구, 한국동굴학회, 36, 43-53.
- 홍현철, 1993, 고수동굴의 교통 및 관광특성에 관한 연구, 한국동굴학회, 33, 47-60.
- 홍충렬, 1994, 고씨동굴 주변지역의 인문환경, 한국동굴학회, 38, 39-45.
- , 1992, 백룡동굴 주변의 인문 및 사회환경에 관한 연구, 한국동굴학회, 32, 42-64.