

GIS를 활용한 백두대간·정맥 추출 및 환경성평가 방안 연구

이명진¹ · 이수재^{1*}

A Study of the Baekdudaegan and Ridgelines Extraction and Environmental Impact Assessment Utilizing GIS

Moung-Jin LEE¹ · Soo-Jae LEE^{1*}

요 약

본 연구에서는 첫째, 실질적인 백두대간 및 정맥의 현황 및 관리 방안을 마련하기 위하여 능선 축 대한 용어를 우선적으로 구분하였다. 둘째, 기존 발간된 종이지도, 산경표를 바탕으로 우리나라 백두대간 및 정맥 현황을 정리하였다. 셋째, 항공사진, 위성영상 및 수치지도 등을 바탕으로 하는 지리정보시스템을 활용하여 한북정맥, 한남정맥 및 금북정맥 등의 전국에 걸친 정맥을 재정립하였다. 분석의 정확성을 위하여 최신 수치지도로부터 DEM, 음영기복도, 경사도, 곡률도 및 경사 방향도를 기초자료로 분석하였다. 추출과정을 세밀히 분석하여 기존 백두대간을 보정 하였으며 신규로 정맥들을 추출하였다. 또한 백두대간 및 정맥 주변의 자연환경 현황을 분석하기 위하여 생태·자연도 등급 분포 현황을 능선축으로 1km 이내로 분석하였다. 이를 바탕으로 국내외 산능선부 관리 제도에 대한 정책적 사항을 제안하고, 백두대간 및 정맥 이용 개발 시 환경성평가 방안을 제안하였다. 본 연구에서는 기존에 정규화 되지 못했던 백두대간 및 정맥을 지리정보시스템을 활용하여 정리하고 분석하였다. 이를 바탕으로 산지능선 관리에 대한 정책적 연계 및 주요 능선축의 이용 개발 시 환경성평가 방안을 모색하기 위한 연구라고 할 수 있다.

주요어 : 지리정보시스템(GIS), 백두대간, 정맥, 환경성평가

ABSTRACT

This study has specified terminology for mountain ridgeline, and organized the present condition of Korean mountain ridgeline and empirical management measures of Beakdudeagan and Jeongmeak. Moreover, based on previously published paper maps, mountain map, and numerical maps, this study has used GIS to reorganize Jeongmaek

2013년 7월 22일 접수 Received on July 22, 2013 / 2013년 9월 16일 수정 Revised on September 16, 2013 / 2013년 9월 21일 심사완료 Accepted on September 21, 2013

¹ 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화적응센터 Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute

* Corresponding Author E-mail : sjlee@kei.re.kr

of Korea, including Hanbukjeongmaek, Hannamjeongmaek, and Gumbukjoengmaek. To ensure accuracy, DEM, Shaded Relief Image, gradient, curvature, and aspect have been analyzed from recent numerical maps. On extraction process, this study analyzes more specifically the results, previous Beakdudaegan is modified and new Jeongmaeks have been extracted. Moreover, for analyzing natural environment of surrounding of major mountain ridgeline, ecological zoning grade of mountain ridgeline is analyzed. With the analyzed result, domestic and foreign mountain ridgeline management policy is suggested, and environmental impact assessment method for major mountain ridgeline development is also suggested. In this study, Baekdudaegan and its Jeongmaek are organized and analyzed. With the results, this study suggested political linkage of mountain ridgelines and guidelines for environmental impact assessment of ridgeline development.

KEYWORDS : *Geographic Information System(GIS), Baekdudaegan, Ridgelines, Environmental Impact Assessment(EIA)*

서론

우리나라는 산지가 많아서 산악국가로 분류된다. 흥미 있는 것은 산의 능선부가 서로 연결되어 있는 곳이 많아 독특한 산지-분수계를 형성하고 있다는 것이다. 산지의 능선부가 연결된 능선축은 자연환경뿐만 아니라 인문사회적 측면에서 매우 중요한 기능을 하고 있다. 주요 능선축은 대하천의 분수계를 뚜렷이 형성하여 생물-지리구를 구획하는 기준이 되고, 능선축을 기준으로 양쪽의 문화생활상이 달라진다(Korea Forest Service, 1996; Korea Forest Service, 1997a; Korea Forest Service, 1997b). 우리나라의 대규모로 발달한 산지 능선축은 백두대간으로서 이에 대하여 '백두대간 보호에 관한 법률(이하 백두대간법)'이 시행될 만큼 그 인식 및 보전의 의지는 매우 강하다. 그러나 백두대간에서 유래한 주요 대하천의 분수계를 이루는 정맥들은 그 명칭과 개념을 환경부나 산림청 등 정부기관에서 사용하고 있으나, 법·제도화 되지 못하여 이들의 보호 장치는 미흡하다. 대간 및 정맥급에 해당하는 주요 능선축은 대체로 200km 이상 연결성이 양호하고, 주변보다 상대적으로 표고가 높을 뿐만 아

니라, 주요 수계를 그 분지에 포함하고 있어서 광역생태축으로서의 기능이 매우 중요하다. 따라서 국토의 자연생태환경을 보전·관리하는 데에는 능선축이 필수적인 요소임에 틀림없다(Ministry of Environment, 2001; Ministry of Environment, 2002; Ministry of Environment, 2003). 그러나 주요 능선축은 그 위치, 범위 등이 명확하게 지정되지 않아서 많은 애로사항이 발생하고 있다(Chae *et al.*, 2005). 또한 주요 능선축의 자연환경 현황에 대한 조사도 미비하며, 능선축 주변의 개발사업에 대하여 적정한 환경적 조치가 필요한 시점이다(Ministry of Environment, 2008; Korea Environment Institute, 2012).

백두대간¹⁾과 같은 산악의 대간²⁾ 및 정맥³⁾의 구축에 대한 기존의 연구로는 산의 능선을 경사와 굴곡을 이용하여 추정한 Nolon(2002) 및 Houck(2005)의 연구 및 능선 지역의 이용 및 개발에 대한 환경 친화적 방법을 기술한 Olshansky(1998, 2005)의 연구가 있다. 국내의 연구로는 국가등산로 관리방안 중 백두대간을 중심으로 한 Goo(2008), Park *et al.*(2005) 및 Park *et al.*(2008)의 연구 및 한반도 산맥체계 재정립연구 중 산줄기분석을 중심으로 수행한 Kim *et al.*(2004)의 연구가

있다. 이러한 기존의 연구들은 백두대간의 현황을 분석하고 활용 및 보전을 목적하였다는 점에서 의미가 있다. 그러나 백두대간 및 주요 능선축에 대한 수치화가 부족하며, 특히 지리정보를 기반으로 하여 정확한 위치정보를 구축하지 못하였다. 더불어 백두대간의 지형 및 환경적 특성으로 고려한 환경성평가 방안을 함께 도출한 연구가 부족한 아쉬움이 있다.

본 연구의 목적은 전국에 분포하는 따라 능선축의 현황자료를 파악하고, 주요 능선축에 대하여 환경성평가 지침을 마련하기 위함이다. 이를 위하여 첫째, 지리정보시스템을 활용하여 우리나라 백두대간 및 정맥의 보정 및 재정립하였다. 둘째, 주요 능선축 주변의 생태 현황을 분석하였다. 셋째, 이를 바탕으로 주요 능선축의 이용 개발 시 환경성평가 방안을 제시한다.

대간 및 정맥 추출

백두대간 및 정맥이 해당하는 주요 능선축을 GIS를 활용하여 추출하기 위하여 첫째, GIS 기

초 자료 및 능선관련 주요 자료를 우선 수집하는 기초자료 수집하였다. 둘째, 수집된 GIS자료의 전처리 수행하는 지리정보 구축 단계를 수행하였다. 셋째, GIS를 분석하여 입력자료를 정밀분석 하였다. 최종적으로 GIS 기반의 능선축 Data를 구축하였다(그림 1).

1. 기초자료 수집

백두대간 및 정맥을 포함하는 능선축을 GIS 기반으로 추출하기 위하여 기초자료 수집 단계에서는 수치 지형도와 종이 지형도, 정맥 자료, 산경표 및 위성영상 등 정맥 GIS DB 초안 작성에 필요한 자료를 수집하였다. 수집된 기초자료는 GIS DB 초안뿐만 아니라 전자 지도 작성과 주요 능선축의 지형분석 자료로 활용되었다. 또한 자료 준비 단계에서 각종 문헌을 참고하여 능선축의 연속성과 실체를 파악 할 수 있는 지형분석의 알고리즘을 개발하여 정맥 GIS DB 구축 시 활용하였다.

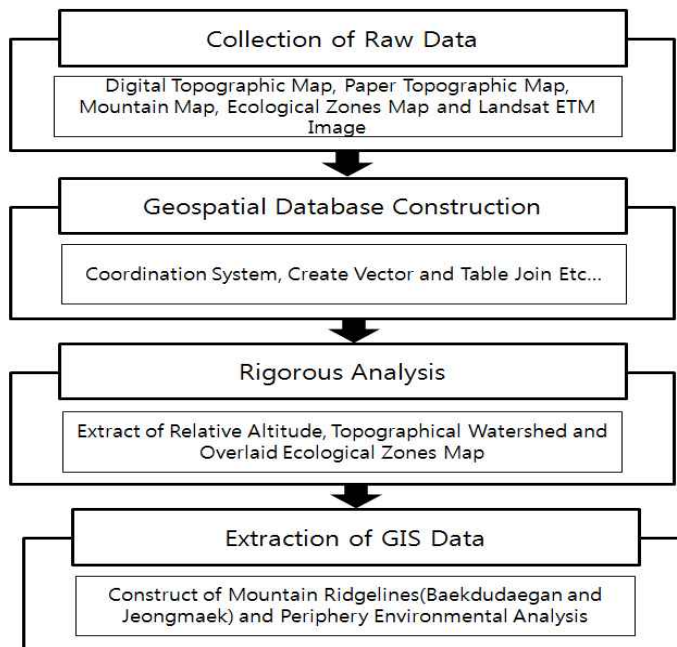


FIGURE 1. Data process flowchart

TABLE 1. Data related to mountain ridgelines of study area

Classification	Data Type	Scale	Raw Data
Topographic Map	Digital Map	Vecyor	National Geographic Information Institute
	Paper Map	Grid	
Mountain Map	Vector	1:25,000	Korea Forest Service
Ecological Zones Map	Polygon	1:25,000	Ministry of Environment
Spot	Grid	5m	Ministry of Environment
Korea Mountain Ridgelines Map	Paper	-	Korea Environment Institute

2. 지리정보 구축

백두대간 및 정맥을 포함하는 능선축의 지리정보 구축 단계에서는 우선적으로 수치지도의 주도 항목인 등고선, 수계 및 수준 측량점을 활용하여 등고선을 불규칙삼각망(TIN, Triangulated Irregular Network)이나 Grid의 형태로 만들었다. TIN은 지형의 경사(slope)와 향(aspect)을 계산하기 위해 표고가 가장 비슷한 세 점을 삼각형의 꼭지점으로 연결한 벡터형태이며, Grid는 Vectorizing된 각각의 등고선 사이의 표고값을 보간(Interpolation)하여 얻어지는 레스터(Raster) 형태의 수치표고 데이터를 말한다(Kang and Lee, 2012; Lee *et al.*, 2012). 이러한 TIN과 Grid와 같은 형태를 수치표고모델(DEM, Digital Elevation Model)이라고 한다. DEM의 구축을 통하여 능선축의 초기 GIS DB 구축을 수행하였다. 또한 기초 자료로 수집된 종이 도면에 표시된 능선축 정보, 산경표, 수치지도의 수계 및 고해상도 위성영상 등의 기타 참조 자료 등을 바탕으로 정맥 DB 초안을 작성하였으며, 동일 좌표계가 되도록 좌표 보정을 실시하고 위치 정보를 입력하였다. 또한 본 연구에 활용된 타원체는 한국측지계 중부원점이며, 제작된 Grid data의 공간해상도는 5m이다.

3. 정밀 분석

정밀 분석 단계에서는 전술된 지리정보 구축 단계에서 추출된 GIS DB 초안은 기존의 지리정보만을 활용하여 추출하였기 때문에 현실성이 떨어지는 위험 요소를 내포한다. 따라서 다양한 지형분석 방법을 통하여 그 정밀성을 높이는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 음영기복도 및 수치지형모델기법을 통한 상대고도 추출

및 유역 분석 등을 통하여 능선축의 정밀도를 향상하였다. 이를 위하여 첫째, 유역분석을 수행하여 능선축 지역에서 상대적으로 가장 낮은 위치를 분석한다. 둘째, 수치지형모델기법을 통하여 구축된 DEM의 가장 최고점을 추출한다. 셋째, 음영기복도를 작성하고 분석하여 상대적으로 유역에 해당하는 가장 낮은 지역과 상대적으로 높은지역의 높이 및 비율을 분석한다. 이러한 과정을 수행하여 상대고도를 추출하였다. 음영기복도 분석법은 종이 도면에 표시된 능선축 정보를 전자지도 작성을 위해서 디지털링을 수행한다. 이 과정에서 기초 자료를 그대로 옮길 경우 좌표 보정시에 생길 수 있는 오류와 종이 도면의 오류 가능성 등이 있으나, 이를 보정하기 위하여 각 지역의 수치지도로 5m DEM를 작성하고 음영기복도를 통한 지형 분석 자료와 기존의 산경도 및 산지지도등을 통하여 분석된 기초 DB를 비교 분석할 수 있다. 능선축 초안 GIS DB 도면을 기초로 한 각 지역에 대하여 수치지형도를 이용 5m DEM (Digital Elevation Modeling)을 작성한다(그림 2). 수치지도상의 수계를 분석하여 표시하고 수계지역의 높이를 추출하여 상대적으로 가장 낮은 지역을 추출한다. 이를 바탕으로 DEM 자료 안의 속성 값에 대한 음영기복도를 작성하여 실제 지형의 높낮이를 표현하고 산으로 인식 될 수 있는 지역과 능선축에 대한 기초 지형도 DB와 비교분석 하여 능선축 GIS DB를 구축한다(그림 2).

유역 분석법은 음영기복도를 이용한 분석과정 이후에도 능선축이 명확하게 설정되지 않는 구간은 그 정밀도를 높이기 위해 추가적으로

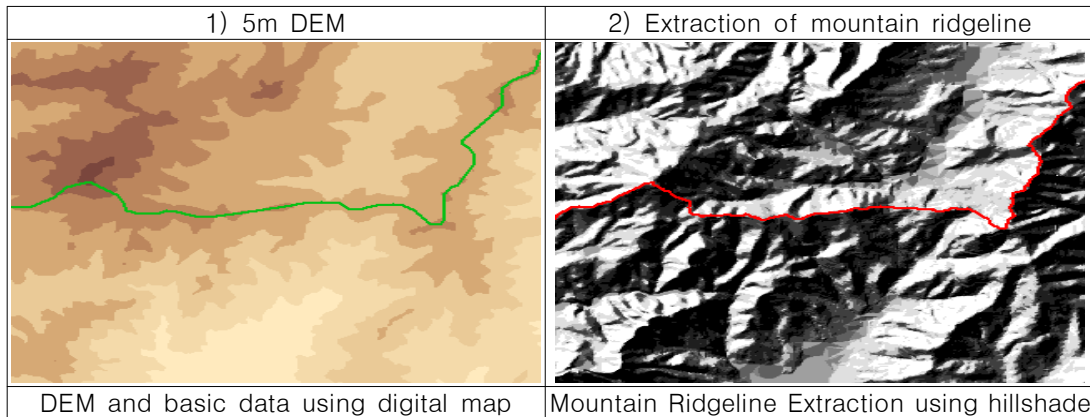


FIGURE 2. 5m DEM and hillshade to extract the relative altitude

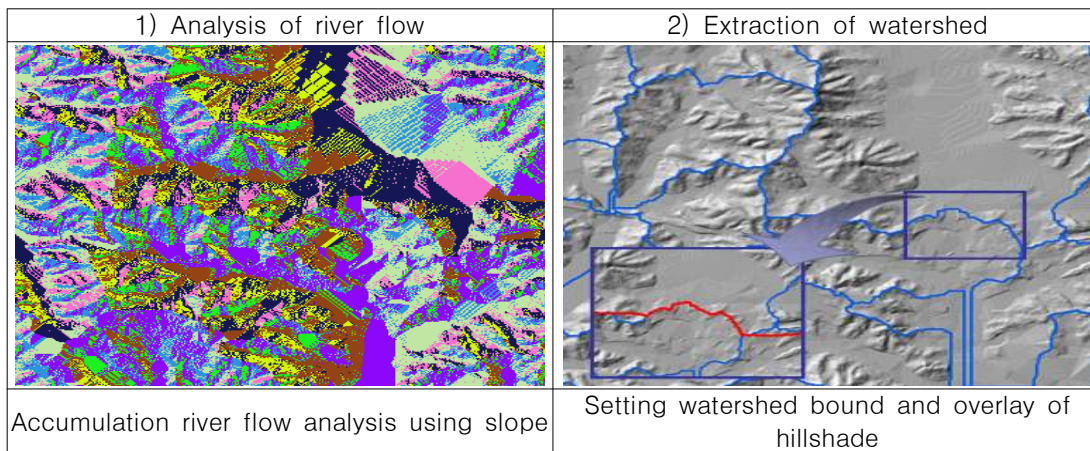


FIGURE 3. Hydrologic analysis methods for extracting ridgelines

분석단계를 거치는데, 유역을 파악하기 위한 분수계 결정방법을 적용하였다. 물줄기를 파악하여 그 유역을 설정하면 분수계가 결정한다. 이를 통하여 능선축 존재 지역의 분수계(능선축)를 쉽게 알 수 있다. 본 연구에서는 연속된 산능선 현황을 파악하기 위해서 GIS의 공간분석 방법 중 지형에 대한 수문분석을 적용하였다. 하천의 유역 구분은 유역에 대한 배수 방향 흐름도를 생성한 후 흐름 누적의 연산과정을 거쳐 흐름 누적도를 생성한다. 구축된 흐름 누적도로부터 하천의 수로가 추출되며 흐름 방향을 역추적하여 유역경계를 구분한다(그림 3). 경사

도를 이용한 하천의 흐름 분석 및 누적량 분석으로 하천의 유역경계를 설정하고, 그 중 다른 수계와 구분이 되는 분수계를 선택하면 그것이 주요 능선축이 된다(그림 3). 이렇게 하여 추출된 능선을 기초 정맥 DB와 비교하여 기초 데이터의 오류를 수정하고 최종 정맥DB를 구축하는데 활용하였다(그림 3).

4. GIS 기반 백두대간 및 정맥 구축

GIS 기반의 백두대간 및 정맥 구축의 결과는 Data로 구축하였다. 본 연구에서는 백두대간을 포함하여 한북정맥, 한남정맥, 한남금북정맥, 금

TABLE 2. Starting and ending point of mountain ridgelines in Korea

Mountain ridgeline	Start, end location and the coordinates		Length (Km)
	Start location	End location	
Beakdu Deagan	Mountain Sorak Hyangrobong (X: 315051.100315, Y: 537632.410858)	Mountain Jiri Cheonwangbong (X: 266141.16456, Y: 204470.624547)	683.9
Hanbuk Jeongmeak	Mountain Sewan Sutdeul Hill (X:190703.054831, Y:461754.670686)	Near DMZ(Demilitarized Zone) (X:250187.599, Y:536939.123)	163.0
Hannam Jeongmeak	Mountain Munsu (X: 158815.270, Y: 473623.046)	Mountain Chiljang (X: 234582.355, Y: 392256.990)	190.6
Hannamkumbuk Jeongmeak	Mountain Chiljang (X: 234582.355, Y: 392256.990)	Mountain Songni (X:277612.592, Y:338382.474)	168.4
Kumbuk Jeongmeak	Mountain Chiljang (X: 234582.355, Y: 392256.990)	Mountain Giryeong (X:125305.353, Y: 355914.498)	294.7
Kumnam Jeongmeak	Mountain Kumseon (X: 193025.446, Y: 308618.228)	Near Oyochi (X: 228038.663, Y: 259474.857)	137.0
Kumnamhonam Jeongmeak	Near Oyochi (X: 228038.663, Y: 259474.857)	Near Muryeong hill (X: 256077.488, Y: 238274.499)	72.4
Honam Jeongmeak	Near Oyochi (X: 228038.663, Y: 259474.857)	Mountain Bulam (X:266246.302, Y:172656.531)	475.7
Nakdong Jeongmeak	Mountain Guwol (X:377328.549, Y: 413,619.007)	Near Dadaepo Beach (X:379594.500, Y: 172817.672)	427.9
Naknam Jeongmeak	Yansin Hill (X: 262526.333, Y: 202480.260)	Mountain Sineo (X: 379102.703, Y: 203106.174)	243.6

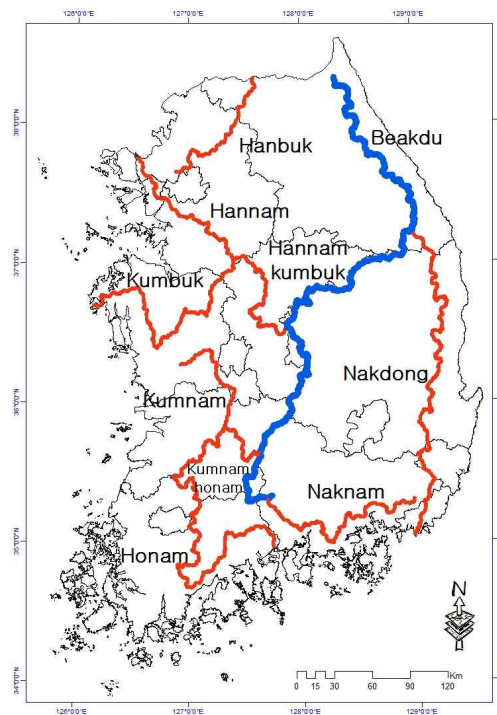


FIGURE 4. Result of mountain ridgelines in Korea

북정맥, 금남정맥, 금남호남정맥, 호남정맥, 낙동정맥, 낙남정맥 등 10개의 주요백두대간 및 정맥 대하여 GIS DB를 구축하였다(그림 4 및 표 2). 구축결과 길이가 가장 긴 능선축은 백두대간(683.9km)로서 설악산 향로봉에서 지리산 천왕봉까지로 확인되었다. 두 번째는 호남정맥(475km)로 오오치에서 불암산까지이다. 또한 모든 능선축은 지리정보로 구축되었기 때문에 시점 및 종점의 좌표를 정확히 할 수 있었다.

기본의 대간 및 정맥을 추출하는 연구의 대부분은 현장조사를 바탕으로 종이도면에 개략적으로 표시하는 방법이다. 본 연구결과는 지리정보를 활용하여 백두대간 및 정맥을 정량적으로 분석한 처음 사례 연구이다. 그렇기 때문에 대간 및 정맥의 시점 및 종점을 정량적으로 비교하는 것에는 한계가 있다.

능선축 주변 환경 분석

본 연구 결과 주요 능선축 현황은 GIS Data로 구축되어 있으므로 산의 높이, 경사도 등 지형정보, 생태·자연도 등을 종합적으로 처리할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서 활용하고자 하는 생태자연도는 자연환경보전법 제34조에 의하여 제작되는 것으로 각종 개발계획 및 사업에 대한 환경성평가와 국가환경종합계획, 환경보전중기종합계획 및 시·도 환경보전계획 등 장기적 환경계획에 활용되므로 주요 능선축 GIS Data와 중첩하여 분석하면 유용한 정보를 얻을 수 있다.

생태·자연도는 산·하천·내륙습지·호소(호소)·농지·도시 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화하여 작성된 지도이다.⁴⁾ 생태·자연도의

TABLE 3. Starting and ending point of mountain ridgelines in Korea

Mountain ridgeline	Classification	1 Grade	2 Grade	3 Grade	Special Management Area	Sum
Beakdu Deagan	Area(km ²)	30.8	101.0	87.4	1,058.9	1,278.1
	Ratio(%)	2.4	7.9	6.8	82.9	100.0
Hanbuk Jeongmeak	Area(km ²)	30.8	78.3	52.7	27.0	188.7
	Ratio(%)	16.3	41.5	27.9	14.3	100.0
Hannam Jeongmeak	Area(km ²)	7.5	151.1	153.8	4.5	317.0
	Ratio(%)	2.4	47.7	48.5	1.4	100.0
Hannamkumbuk Jeongmeak	Area(km ²)	9.7	164.3	93.8	20.3	288.2
	Ratio(%)	3.4	57.0	32.5	7.1	100.0
Kumbuk Jeongmeak	Area(km ²)	29.9	276.8	186.1	14.0	506.8
	Ratio(%)	5.9	54.6	36.7	2.8	100.0
Kumnam Jeongmeak	Area(km ²)	24.9	111.7	53.8	48.3	238.7
	Ratio(%)	10.4	46.8	22.5	20.2	100.0
Kumnamhonam Jeongmeak	Area(km ²)	36.0	56.4	22.1	14.7	129.2
	Ratio(%)	27.8	43.7	17.1	11.4	100.0
Honam Jeongmeak	Area(km ²)	42.1	506.7	166.5	60.3	775.5
	Ratio(%)	5.4	65.3	21.5	7.8	100.0
Nakdong Jeongmeak	Area(km ²)	143.4	373.8	134.3	104.1	755.6
	Ratio(%)	19.0	49.5	17.8	13.8	100.0
Naknam Jeongmeak	Area(km ²)	7.4	225.2	134.0	38.9	405.5
	Ratio(%)	1.8	55.5	33.0	9.6	100.0
Sum(Total)	Area(km ²)	362.4	2,045.4	1,084.4	1,391.0	4,883.3
	Ratio(%)	7.4	41.9	22.2	28.5	100.0
Sum (Jeongmeak)	Area(km ²)	331.7	1,944.4	997.0	332.1	3,605.2
	Ratio(%)	9.2	53.9	27.7	9.2	100.0

등급별 특징으로는 1등급은 자연환경의 보전 및 복원 대상 지역이다. 2등급 지역은 자연환경의 보전 및 개발·이용에 따른 훼손의 최소화해야 되는 지역이다. 3등급 지역은 체계적인 개발 및 이용이 가능한 지역을 의미한다. 마지막으로 별도관리지역은 환경관련 타 법령에 의하여 관리되는 법정 지역을 의미한다. 특히 1등급 지역은 생태적 및 자연적 가치가 매우 높은 것으로 분류되고, 토지이용이 매우 제한적으로 이루어진다⁴⁾. 생태·자연도 중 1등급 지역은 2012년 현재를 기준으로 국토의 7.5%를 차지하고, 2등급 지역은 39.2%, 3등급 지역은 44.7%를 차지한다. 타 법규에 의해 관리되는 별도관리지역은 8.6%이다.

본 연구결과에 의한 능선축으로부터 1km 이내 지역의 생태·자연도 등급별 면적은 1등급 7.4%, 2등급 41.9%, 3등급 22.2% 및 별도관리지역은 28.5%이었는데, 1등급 지역이 전국 평균(9.4%)보다 적은 것은 이들 백두대간 능선축 지역이 별도관리지역(82.9%)으로 많이 편입되어 있기 때문이다(표 3). 별도관리지역은 생태자연도를 제작과정에서 조사된 중요 종의 서식지 등을 나타내는 것으로 생태자연도 등급의 지역이지만 중점 관리 지역을 의미한다. 한편 정맥만을 대상으로 하면, 등급별 면적은 1등급 9.2%, 2등급 53.9%, 3등급 27.7% 및 별도관리지역은 9.2%이다. 특히 1~2등급지역 및 별도관리지역을 합하면 72.3%를 점하여 정맥의 능선축 부근지역은 생태·자연도가 매우 양호함을 알 수 있다. 특히 금남호남정맥, 한북정맥은 생태·자연도의 1등급이 각각 27.8%와 16.3%로 1등급 지역의 비율이 다른 정맥에 비하여 높아서 상대적으로 자연적 상태가 좋은 것으로 사료된다.

능선축의 환경성평가 방안

우리나라는 남북한 대치 상황이라는 특수한 상황을 기반으로 군사적 목적으로 능선축에 대하여 제한적으로 이용하여 왔으나, 최근에는 기술의 발달, 낙후지 균형 발전 정책 및 지가 등의

사유로 고산지대에 건설 및 건축 등이 활발하게 진행되고 있다. 이에 따라 산악지의 이용 및 개발에 대한 합리적인 관리의 필요성이 자주 제기되고 있다(Ministry of Environment 2006).

능선축의 환경성평가 방안에서 중요한 사항은 지세, 사면 안정성, 배수 및 침식, 사회기반 시설설치, 접근도로 인한 영향, 경관 영향, 자연질, 화재, 위락적 가치 및 오픈 공간 등 10가지로 구분할 수 있으며(NHDES, 2006), 이는 능선축 및 주변 지역의 토지이용 변경 및 개발사업에 해당하는 환경영향평가 등을 수행할 때 고려하여야 하는 중요 항목을 정리한 것이다. 기술되는 10가지의 환경성평가 사항은 실질적인 능선축 주변의 환경영향평가의 중점검토사항으로 고려될 여지가 높으며, 더불어 지속가능한 능선축의 활용 및 이용의 주된 관점이 될 것이다.

지세(Topography)는 능선축 주변의 급경사를 어떻게 정의하는가 하는 것으로, 국내의 경우 경사도에 따른 개발 규제가 있으며 이를 준용하기 위하여 급경사에 대한 정의를 선행하여야 한다. 사면 안정성의 경우 침식 및 산사태 등을 방지하기 위한 사면경각각도를 관리하는 것을 의미한다. 사면안정성(slope stability)은 두 가지 측면에서 다루어진다. 즉 하나는 자연상태의 사면안정성이고 다른 하나는 이용 및 개발 후의 사면안정성이다. 급경사지에서 평형상태에 변화가 오면, 자연사면이든 인공사면이든 사면불안정성이 초래될 수 있다. 이러한 현상은 궁극적으로 주변 능선지역의 안정성을 위협하는 요소가 되기 때문이다. 배수 및 침식의 경우 홍수재해 유발과 관련된 것으로 능선축의 대부분이 수계와 연관되는 것으로 하류지역의 홍수를 유발하는 원인이 된다. 사회기반 시설설치의 경우 고지대 개발의 비용 상승 및 오염원 역할에 대한 것으로 고지대 급경사지까지 개발 및 토지이용이 확대 될 경우 건설 및 건축 등 공학적인 어려움이 발생하는데, 특히 급수체계와 오폐수 처리는 당면과제가 된다. 접근도로 인한 영향의 경우 급경사지 도로의 토사유출이 가중되는 것으로 일반적으로 산악지의 도로들

은 도로 주행 안전성을 유지하기 위하여 평지의 도로보다 종단경사를 높게 허용하고 있으므로, 도로의 길이가 더 길어지고, 곡선부가 더 많아지고 이에 따른 환경영향이 커지는 것을 의미한다. 경관 영향은 능선축의 경우 대부분 경관적으로 우수한 지역에 해당되며 주변 환경과의 어울림을 통하여 심미적 안정감을 준다. 자연 질의 경우 동·식물에 대한 영향을 의미하는 것으로 주요 능선축은 동물들의 이동 통로로서 아주 중요한 역할을 한다. 화재의 경우 고지대 소방통제 어려움에 대한 것으로 이러한 제한요인을 극복하기 위하여 접근로 혹은 임도 등을 설치하는 경우가 있는 데, 이때는 동식물에 대한 영향 및 토사유출 등에 의한 수질 영향 및 경관상 영향 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 위락적 가치는 탐방 및 등산 활동은 선형으로 조성된 등산로 등이 단절 및 방해되지 않도록 하는 것이 필요하다. 마지막으로 오픈공간은 녹지축 및 서식처보전에 해당하는 것으로 야생생물의 서식처 보전 등의 중요한 기능을 한다.

결론 및 토의

본 연구에서는 GIS를 활용한 지형분석을 통하여 국내 전역의 백두대간 및 정맥에 대하여 정량적·과학적으로 추출하고, 주변 환경에 대한 분석을 수행하였다. 이를 바탕으로 능선축 주변의 환경성영향평가지 고려되어야 하는 사항을 정리하였다. 지형분석을 통하여 얻어진 능선축은 지역적으로 경사도가 낮거나 분수계가 복잡하여 명확하게 설정하기 어려운 지역도 있지만 그 실체가 분명하고, 명확하게 존재하는 것으로 나타났다.

주요 능선축은 생태·자연도의 1 내지 2등급 비율이 상대적으로 높아 보호가치가 있으나, 능선축 주변에 대하여 생태·자연도를 분석한 결과, 현재 토지이용이 다양한 형태로 진행되고 있어서 생태축으로서의 기능에 큰 영향을 주는 것으로 보인다. 따라서 하루 빨리 능선축의 부근을 환경적 관심대상으로 설정하여 적정하게

보호하고, 기존 훼손지역 중 생태복원이 필요한 지역은 복원계획을 수립하는 것이 바람직하다. 특히 생태·자연도 1등급 비율이 매우 높은 한북, 금남 및 금남호남 정맥 등은 관리범위를 범제화 하는 방안도 필요하다.

본 연구를 통하여 구축된 능선축 GIS DB를 활용하여 전자지도를 작성하고, 지형도에 중첩 표시하거나 환경지리정보 도면에 중첩 등 다양한 목적으로 활용이 가능하다. 더불어 능선축 주변의 토지이용 및 개발 사업과 관련된 중점 항목을 바탕으로 향후 능선축 고유의 자연환경에서의 중요한 역할을 지속적으로 유지하는데 기초자료로 활용될 수 있다.


그럼에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 내포하고 있다. 첫째, 기존의 종이도면을 구축된 능선축 자료와 비교·분석의 어려움이 있었다. 기존의 능선축 구축 결과가 종이도면으로 되어 있으며 이를 전산화된 본 연구결과와 비교하는 것은 시점 및 종설 지역에서 많은 오류가 나타날 것으로 이를 보완할 필요가 있다. 둘째 능선축 시점 및 종점에 대한 전수조사를 수행하지 못하였다. 지리정보상의 정확한 위도 경도를 분석되었지만 지역명으로는 '일원'으로 표시하게 되었다. 셋째, 능선축에서 대간 및 정맥의 하위 단계인 지맥으로 확대하지 못하였다. 추후 이러한 한계점 보완을 위한 지속적인 연구가 이루어질 필요가 있으며 GIS 기반의 산지 능선에 대한 정량적 현황 및 자연환경 분석을 바탕으로 현재의 기반시설 및 도시계획 사업에 대한 평가와 의사결정에 반영하는 노력도 함께 이루어질 필요가 있다.

주

- 1) 백두산에서 시작하여 동쪽 해안선을 끼고 남으로 맥을 뻗어내리다가 태백산을 거쳐 남서쪽의 지리산에 이르는 국토의 큰 줄기를 이루는 산맥(두산백과).
- 2) 산경표에서, 산맥을 크기에 따라 위계를 나누었을 때 가장 큰 단위(두산백과).
- 3) 산경표에서, 산맥을 크기에 따라 위계를 나

- 누었을 때 가장 작은 단위(두산백과).
4) 자연환경보전법 제2조 제14호.

감사의 글

본 연구는 환경부 및 한국환경산업기술원이 발주하고 한국환경정책·평가연구원이 수행하는 차세대 에코 이노베이션 기술 개발 사업 중 “국내 능선축 GIS기반 통합관리시스템 개발”의 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다. 

참고문헌

- Chae, M.O., H.M. Yeom and H.S. Song. 2005. Policy Directions for the Efficient Management of Forestland. Korea Research Institute for Hunam Settlements (채미옥, 염형민, 송하승. 2005. 계획적 국토관리를 위한 산지관리제도의 개선방향. 국토연구원).
- Goo, G.B. 2008. A study on the management systems and strategies for the national trails: a case study on the BAECDO Mountains national trail. Master Thesis, Seoul National University, Korea, 131pp (구길본. 2008. 국가등산로 관리 방안에 관한 연구: 백두대간 국가등산로를 중심으로. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 131쪽).
- Houck, R. 2005. A Study of Ridgeline and Steep Slope Regulations in Mountain Communities Throughout the United States, Land-of-Sky Regional Council, 28pp.
- Kang, J.E., and M.J. Lee. 2012. Assessment of flood vulnerability to climate change using fuzzy model and GIS in Seoul. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(3):119-136 (강정은, 이명진. 2012. 퍼지모형과 GIS를 활용한 기후변화 홍수취약성 평가 -서울시 사례를 중심으로 -. 한국지리정보학회지 15(3):119-136).
- Kim, Y.P., E.S. Lim and Y.J. Kim. 2004. Restructuring mountain system in Korean peninsula: focusing on mountain range analysis. Korea Research Institute for Hunam Settlements. 104pp (김영표, 임은선, 김연준. 2004. 한반도 산맥체계 재정립연구: 산줄기분석을 중심으로. 국토연구원. 104쪽).
- Korea Environment Institute. 2012. Environmental assessment guidelines for the mountain ridges of Gimaek of Baekdudaegan in Korea. pp.45-58 (한국환경정책평가연구원. 2012. 백두대간 기맥에 대한 환경성평가 방안 연구. 45-58쪽).
- Korea Forest Service. 1996. Baekdudaegan literature. Korea Forest Service (산림청. 1996. 백두대간 관련 문헌집. 산림청).
- Korea Forest Service. 1997a. A study on the concept formulation and survey of Baekdudaegan. Korea Forest Service (산림청. 1997a. 백두대간의 개념정립과 실태조사 연구. 산림청).
- Korea Forest Service. 1997b. A study on the Baekdudaegan survey and reasonable conservation. Korea Forest Service (산림청. 1997b. 백두대간의 실태조사 및 합리적인 보전방안 연구. 산림청).
- Lee, M.J. and J.E. Kang. 2012. Predictive flooded area susceptibility and verification using GIS and frequency ratio. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(2):86-102 (이명진, 강정은. 2012. 빈

- 도비 모델과 GIS을 이용한 침수 취약 지역 예측 기법 개발 및 검증. 한국지리정보학회지 15(2):86-102.).
- Lee, M.J., S.R. Lee and S.W. Jeon. 2012. Landslide hazard mapping and verification using probability rainfall and artificial neural networks. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(2):57-70 (이명진, 이사로, 전성우. 2012. 미래 확률강우량 및 인공신경망을 이용한 산사태 위험도 분석 기법 개발 및 검증. 한국지리정보학회지 15(2): 57-70).
- Ministry of Environmet. 2001. A study on the efficient management of Baekdudaegan I. Korea Research Institute for Hunam Settlements. pp.45 (환경부. 2001. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 I. 국토연구원. 45쪽).
- Ministry of Environment. 2002. A study on the efficient management of Baekdudaegan II. Korea Research Institute for Hunam Settlements. pp.89 (환경부. 2002. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 II. 국토연구원. 89쪽).
- Ministry of Environment. 2003. A study on the efficient management of Baekdudaegan III. Korea Research Institute for Hunam Settlements. pp.107 (환경부. 2003. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 III. 국토연구원. 107쪽).
- Ministry of Environment., 2006. Manual of Prior environmental review system, Korea Environment Institute. pp.84-89 (환경부. 2006. 사전환경성검토업무 매뉴얼. 한국환경정책·평가연구원. 84-89쪽).
- Ministry of Enviroment. 2008. A study of method and guidelines for pre-environmental appraisal to Baekdudaegan and Jeongmeak. pp.9-25 (환경부. 백두대간·정맥의 사전환경성평가 방법 및 가이드라인 마련 연구. 환경부. 9-25쪽).
- NHDES. 2006. Innovative Land Use Planning Techniques: A Handbook for Sustainable Development. New Hampshire Department of Environmental Services.
- Nolon, J.R. 2002. In praise of parochialism: the advent of local environmental law. Harvard Environmental Law Review 26:365-416.
- Olshansky, R.B. 1998. Regulation of hillside development in the United States. Environmental Management 22(3):383-392.
- Olshansky, R.B. 2005. Planning for hillside development: in environment and development. American Planning Association, September/October 1995.
- Park, S.J. and I. Son. 2005. Discussions on the distribution and genesis of mountain ranges in the Korean peninsular(II): the proposal of 'Sanjulgi-Jido(mountain ridge map)'. Journal of the Korean Geographical Society 40(3):253-273 (박수진, 손일. 2005. 한국 산맥론(II):한반도 '산줄기 지도'의 제안. 대한지리학회지 40(3):253-273).
- Park, S.J. and I. Son. 2008. Discussions on the distribution and genesis of mountain ranges in the Korean peninsular(III): proposing a new mountain range map. Journal of the Korean Geographical Society 43(3):276-295 (박수진, 손일. 2008. 한국 산맥론(III): 새로운 산맥도의 제안. 대한지리학회지 43(3):276-295). **KAGIS**